과제 번호

미래형 교통수단 기술개발 기획 최종보고서

2022

국토교통부 국토교통과학기술진흥원

보안 과제(), 일반 과제(○)/공개(○), 비공개( ) 발간등록번호(11-B552989-000615-01)

2022년 국토교통연구기획사업 최종 보고서

R&D / 2022-연구기획-

미래형 교통수단 기술개발 기획
최종보고서

2022. 04. 13.

주관연구기관/ 한국교통연구원
공동연구기관/ ㈜리디자인엑스

국토교통부

(전문기관) 국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

'미래형 교통수단 기술개발 기획'(연구개발 기간 : 2020. 10. 14～ 2022. 04. 13) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2022. 4. 13.

주관연구기관명 : 한국교통연구원 (대표자) 오 재 학(인)

공동연구기관명 : ㈜리디자인엑스 (대표자) 김 지 영(인)

주관연구기관책임자: 김 규 옥

공동연구기관책임자: 김 지 영

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호		해당 단계 연구 기간	2020.10.14. -2022.04.13 (18개월)	단계구분	1차년도/1차년도
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	미래형 교통수단 기술개발 기획			
	세부과제명				
연구책임자	김 규 옥	해당단계 참여연구원 수	총: 19 명 내부: 19 명 외부: 명	해당단계 연구비	정부: 300,000천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계:300,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 19 명 내부: 19 명 외부: 명	총연구비	정부: 300,000천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계:300,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국교통연구원 ㈜리디자인엑스			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
※ 국내・외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유					

9대 성과 등록・기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설・장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록・기탁 번호			○								

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설・장비 현황

구입기관	연구시설・장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수

요약문

연구의 목적 및 내용	ㅇ 2050 국토교통 대비, 친환경 및 자율주행 기반의 지상, 지하 등 3차원 공간을 결합한 새로운 미래 교통수단의 지능화, 자동화, 디지털화, 클린화, 초고속화에 대한 연구개발사업 기획을 통해 산업간 융합, 국가 산업경쟁력 제고 및 미래 교통환경 변화에 선제 대응
연구 개발 성과	ㅇ 메가트렌드 분석, 국내외 정책/시장/산업 동향 분석 등 대내외 환경분석 ㅇ 기술개발 여건 분석(동향, 특허 등) 결과 분석 ㅇ R&D 투자여건/성과, 기술수준, R&D 인프라 현황 등 R&D 수행 역량분석 ㅇ 사업추진 방향/중점 추진 분야 도출과 사업 비전 및 목표 제시 ㅇ 기술수요조사, 중점과제 및 핵심기술 도출 등 분야별 세부과제 구성과 로드맵 작성 ㅇ 중점 기술 분야의 목표 달성을 위한 추진체계, 핵심기술 상세내용, 특허 분석 등을 통한 세부과제 기획 ㅇ 소요예산과 재원조달 방안 마련 ㅇ 사업추진 체계 및 관리방안 마련 ㅇ 사회/경제/기술적 파급효과 분석 ㅇ 정책적/과학기술적/경제적 타당성 분석
연구개발 성과의 활용계획 (기대효과)	ㅇ 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 개발과 서비스의 구현, 국민이 체감할 수 있는 리빙랩 구축 등 제반 기술을 개발하기 위한 자료로 활용 ㅇ 향후 미래 교통물류체계 기술 혁신을 위한 기초 자료로 활용 ㅇ 혁신적인 대용량 대중교통수단과 ICT 기술, 환승·교통체계 기술과 리빙랩 서비스 구현 등을 통한 신기술의 개발 및 보급 ㅇ 대중교통 서비스 산업의 활성화 및 안전 확보를 통한 사회·경제적 편익 증가 ㅇ 대용량으로 수송할 수 있는 대중교통수단의 도입으로 상습적인 교통난 해소와 서비스 만족도 향상

국문핵심어 (5개 이내)	예비타당성	미래형 교통수단	모빌리티 서비스	교통체계	R&D 사업 기획
영문핵심어 (5개 이내)	Preliminary Feasibility Study	Future Transport Mode	Mobility Service	Transportation System	R&D Project Planning

목 차

I. 사업개요 ····· 1

1. 사업추진 배경 및 필요성 ····· 1

2. 사업추진의 시급성 ····· 12

3. 사업기획 개요 ····· 14

II. 대내·외 환경 및 현황 분석 ····· 24

1. 분석개요 ····· 24

2. 대내외 환경분석 ····· 26

3. 교통부문 현안 ····· 63

4. 국내·외 교통부문 정책 및 시장 동향조사 ····· 133

III. 국내 R&D 역량분석 ····· 299

1. R&D 투자동향 ····· 299

2. 기술역량 분석 ····· 307

IV. 연구개발과제 구성 ····· 366

1. SWOT 분석 및 중점분야 ····· 366

2. 연구 개발 과제 도출 ····· 370

3. 중점 분야 과제 도출 ····· 415

V. 사업의 추진 전략 ····· 417

1. 사업 비전 및 목표 ····· 417

2. 사업의 주요 내용 ····· 430

VI. 사업의 운영 계획 ····· 464

1. 사업운영관리 계획(안) ····· 464

2. 사업관리방안 ····· 467
3. 사업 예산 및 인력투입 계획 ····· 474
VII. 사전 타당성 분석 ····· 480
1. 정책적 타당성 분석 ····· 480
2. 과학기술적 타당성 분석 ····· 495
3. 경제적 타당성 ····· 508
4. 사업 기대효과 ····· 515
VIII. 참고문헌 ····· 519
IX. 부록 ····· 528

[표 목차]

[표 1-1] 모빌리티 생태계 전환 정부역할 ····· 6
[표 1-2] 해외 교통수단 선행연구 목록 ····· 7
[표 1-3] 모빌리티 서비스 정의 변화 ····· 8
[표 1-4] 주요 용어의 정의 및 개념 ····· 14
[표 2-1] 국내외 조사대상 미래트렌드 참고문헌(안) ····· 24
[표 2-2] 세계와 한국의 고령인구 비율 변화 ····· 26
[표 2-3] 라스트마일 딜리버리 트렌드 ····· 35
[표 2-4] 지역 및 배송형태에 따른 적용 가능한 라스트마일 딜리버리 ····· 35
[표 2-5] 정부의 2020년 SOC 분야 재정투자 계획 ····· 52
[표 2-6] 지자체별 공유킥보드 운영 현황 ····· 66
[표 2-7] 공유킥보드의 문제점 ····· 68
[표 2-8] 공유자전거 운행 현황(2020년 기준) ····· 68
[표 2-9] 공유자전거의 문제점 ····· 69
[표 2-10] 국내 카셰어링 주요업체 현황 ····· 70
[표 2-11] 국내 카셰어링의 문제점 ····· 71
[표 2-12] 카셰어링 이용자 교통사고 통계 ····· 71
[표 2-13] 친환경자동차 연도별 등록 비중 현황 ····· 75
[표 2-14] 연도별 친환경자동차 등록현황 ····· 76
[표 2-15] 국내 친환경차 보급현황 ····· 76
[표 2-16] 국내 친환경자동차 시장 전망 ····· 77
[표 2-17] 자율주행 대중교통 기술개발 실증 사례 ····· 80
[표 2-18] 자율주행 대중교통서비스 유형별 도입 기대효과 ····· 82
[표 2-19] 국내 기업들의 모빌리티 관련 투자 현황 ····· 83
[표 2-20] 스마트모빌리티의 이용사유 특성 ····· 85
[표 2-21] 모빌리티 Mobile App 서비스 ····· 87
[표 2-22] 국내 주요도시의 수단분담률(2016년 발생 기준) ····· 93
[표 2-23] 시도별 인구 및 시내버스 등록대수 비교 ····· 93
[표 2-24] 평일/토/일 평균 이용인원/목적통행량/수단통행량 ····· 95
[표 2-25] 요일별 평균 배차간격 ····· 97
[표 2-26] 연도별 자동차 등록 추이 ····· 97
[표 2-27] 연도별 자동차 신규등록 추이 ····· 97
[표 2-28] 최근 5년(2015년~2019년) 연도별 자동차 주행거리 ····· 98
[표 2-29] 최근 5년(2015년~2019년) 지역별 자동차 주행거리 ····· 99
[표 2-30] 국내 여객수송현황(2019년 기준) ····· 102
[표 2-31] 전국 고속/시외버스 승객수 변화 ····· 104
[표 2-32] 전국 노선버스 승객수 변화 ····· 107
[표 2-33] 대중교통 이용자 특성 ····· 117

[표 2-34] 대중교통 이용실태 ····· 117
[표 2-35] 정보제공 이용실태 ····· 119
[표 2-36] 대중교통 접근통행실태 ····· 119
[표 2-37] 화물 이동 수단별 운행 량 ····· 124
[표 2-38] 국내시장 택배물동량 추이 ····· 126
[표 2-39] 월별 국내택배 물동량과 전년 동월 대비 증감률(2019.01~2020.03) ····· 127
[표 2-40] 주요도시 수송분담률) ····· 128
[표 2-41] 대구시 수송분담률 ····· 128
[표 2-42] 중국, 기술혁신형 교통강국 건설 가속화 의견 주요 내용 ····· 133
[표 2-43] Sustainable and Smart Mobility Strategy 10대 핵심조치 ····· 136
[표 2-44] Smart Mobility and Services에서 제안하는 Innovation Action ····· 138
[표 2-45] 모빌리티 지원프로그램 ····· 140
[표 2-46] 공유 모빌리티의 유형 및 정의 ····· 143
[표 2-47] 카쉐어링이 미치는 영향 ····· 144
[표 2-48] TNC가 타 교통수단에 미치는 영향 ····· 146
[표 2-49] 미국의 5가지 지역 유형 정의 및 모빌리티 관련 주요 이슈 ····· 146
[표 2-50] 5가지 지역 유형별 공유모빌리티 use case ····· 148
[표 2-51] 공유 모빌리티 시행 정책 프레임워크 ····· 148
[표 2-52] 선로설비포설권(ROW) 분배 관련 고려할 사항 ····· 149
[표 2-53] 선로설비포설권(ROW) 관리 전략 ····· 150
[표 2-54] 사업자간 경쟁 관리를 위해 사용되는 방법 ····· 151
[표 2-55] 멀티모달 경로계획 앱 예시 및 정부의 고려사항 ····· 152
[표 2-56] 요금지불체계 통합 방식의 유형 ····· 153
[표 2-57] 라스트마일 딜리버리 관련 혁신기술 정의 및 예시 ····· 154
[표 2-58] 라스트마일 딜리버리가 이해관계자에 미치는 영향 ····· 154
[표 2-59] AV/SAV 배치 프레임워크 ····· 155
[표 2-60] AV/SAV의 잠재적 영향에 대한 SWOT 분석 ····· 156
[표 2-61] 잠재적 영향을 고려한 SAV 정책 예시 ····· 156
[표 2-62] 탑승인원에 따른 AV/SAV 차선 분류 예시 ····· 157
[표 2-63] UAM의 유형 및 정의 ····· 162
[표 2-64] 연방항공국(FAA)의 자금지원을 받은 UAS IPP 주요 프로젝트 ····· 166
[표 2-65] K-UAM 기술개발 로드맵 5대 추진전략 ····· 173
[표 2-66] 제 2차 국가기간교통망 계획의 주요 정책과제 ····· 174
[표 2-67] 제 1차 자율주행 교통물류 기본계획 ····· 174
[표 2-68] 제2차 국가 도로망종합계획 주요 과제 ····· 175
[표 2-69] 제1차 자율주행 교통물류 기본계획 중 '미래' 부문 정책방향 주요내용 ····· 176
[표 2-70] '국정목표 (2) 민간이 끌고 정부가 미는 역동적 경제' 부문 주요 내용 ····· 179
[표 2-71] 자율주행차량 레벨별 세계 시장 규모 및 전망 ····· 181
[표 2-72] DART의 2가지 Use case 비교 ····· 192

[표 2-73] DART 연구 영역 채택 기준 ····· 194
[표 2-74] 사용자(User) 기준 예상되는 영향 ····· 252
[표 2-75] 이해관계자 기준 예상되는 영향 ····· 252
[표 2-76] 기관(Institution) 기준 예상되는 영향 ····· 252
[표 2-77] 현재(화석연료/인간주행 차량) 대비 미래(전기/자율주행 차량) 교통수단의 사용자 니즈에 대한 영향 ····· 253
[표 3-1] 세부과제별 주요 기술 내용 ····· 308
[표 3-2] 기술트리 및 유효특허 결과 ····· 312
[표 3-3] 주요 출원인 국가별 출원현황 ····· 317
[표 3-4] IPC 코드 설명 ····· 322
[표 3-5] IPC 코드 설명 ····· 328
[표 3-6] 코드 설명 ····· 334
[표 3-7] 중국 기술트리 및 유효특허 결과 ····· 337
[표 3-8] 기술분류 체계 ····· 340
[표 3-9] 기술분류체계에 따른 논문 검색식 및 검색 결과 ····· 342
[표 3-10] 도로교통 인프라 분야 소분류 단위 기술수준 및 기술격차 ····· 349
[표 3-11] 도로교통관리 분야 소분류 단위 기술수준 및 기술격차 ····· 350
[표 3-12] 주요국 기술수준 ····· 352
[표 3-13] 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거 ····· 352
[표 3-14] 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동 경향 ····· 354
[표 3-15] 주요국 기술수준 변화 ····· 354
[표 3-16] 국내 기술수준 변화 주요 원인 ····· 354
[표 3-17] 주요국 기술수준 ····· 355
[표 3-18] 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거 ····· 355
[표 3-19] 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 357
[표 3-20] 주요국 기술수준 변화 ····· 358
[표 3-21] 국내기술수준 변화 주요 원인 ····· 358
[표 3-22] 주요국 기술수준 ····· 359
[표 3-23] 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거 ····· 359
[표 3-24] 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 361
[표 3-25] 주요국 기술수준 변화 ····· 361
[표 3-26] 국내 기술수준 변화 주요 원인 ····· 361
[표 3-27] 주요국 기술수준 ····· 362
[표 3-28] 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거 ····· 362
[표 3-29] 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향 ····· 365
[표 3-30] 주요국 기술수준 변화 ····· 365
[표 3-31] 국내 기술수준 변화 주요 원인 ····· 365
[표 4-1] SWOT 분석을 통한 전략방향 도출 ····· 367
[표 4-2] 중점분야 선정을 위한 기술분류 체계 ····· 368
[표 4-3] 모빌리티 분야 키워드 ····· 371

[표 4-4] 자동차 분야 키워드 ····· 371
[표 4-5] 도로분야 분야 키워드 ····· 372
[표 4-6] 물류 분야 키워드 ····· 372
[표 4-7] 대중교통분야 키워드 ····· 372
[표 4-8] 철도분야 키워드 ····· 373
[표 4-9] 항공분야 키워드 ····· 373
[표 4-10] 전문가 델파이 조사 1차 응답자 ····· 374
[표 4-11] 전문가 댈파이 조사 2차 응답자 특성 ····· 375
[표 4-12] 사람 중심의 4차산업혁명 선도의 모빌리티 미래 혁신 핵심 연구분야 ····· 375
[표 4-13] 사람 중심의 4차산업혁명 선도의 패러다임 전환 대응 핵심 연구분야 ····· 375
[표 4-14] 국민 삶의 질 제고의 지역발전 유도 핵심 연구분야 ····· 377
[표 4-15] 국민 삶의 질 제고의 민생경제 및 생활교통 개선 핵심 연구분야 ····· 377
[표4-16] 사람 중심의 4차산업혁명 선도의 혁신기반 정책 융합 핵심 연구분야 ····· 377
[표 4-17] 국민 삶의 질 제고의 국민안전 제고 핵심 연구분야 ····· 378
[표 4-18] 포용적 혁신성장 지원의 교통 SOC 공공성 강화 핵심 연구분야 ····· 378
[표 4-19] 포용적 혁신성장 지원의 교통일자리 경제 혁신 핵심 연구분야 ····· 378
[표 4-20] 포용적 혁신성장 지원의 포용적 글로벌 교통협력 핵심 연구분야 ····· 379
[표 4-21] 교통 분야 ····· 379
[표 4-22] 물류 분야 ····· 380
[표 4-23] 교통 분야 ····· 380
[표 4-24] 물류 분야 ····· 382
[표 4-25] 후보 연구과제 후보 결과 ····· 384
[표 4-26] 표본 설계 ····· 387
[표 4-27] 중분류 우선순위 AHP 조사 결과 ····· 387
[표 4-28] 중요도 관점의 세부연구과제 리스트 ····· 388
[표 4-29] 중요도 관점의 연구개발과제 우선순위 ····· 391
[표 4-30] 시급성 관점의 세부 연구과제 리스트 ····· 393
[표 4-31] 시급성 관점의 연구개발과제 우선 순위 ····· 395
[표 4-32] 종합 우선순위 71개 과제 ····· 398
[표 4-33] 국가교통체계 혁신기술과 싱가포르 DART 특징 비교 ····· 406
[표 4-34] 공모전 주제 및 지원 조건 ····· 408
[표 4-35] 아이디어 공모전 수상작 현황 ····· 409
[표 4-36] 기술 수요 과제 적합성 검토 결과 ····· 411
[표 4-37] 1차 최종 후보과제(30개) ····· 412
[표 5-1] 환승고가버스 요구 사항 및 제약 사항 분석 ····· 421
[표 5-2] 환승고가버스 요구 사항 및 제약 사항 상세 분석 ····· 422
[표 5-3] 환승고가버스 해외 적용사례 분석 ····· 423
[표 5-4] 무가선 저상트램 관련 기술 수준 및 개발 현황 분석 ····· 425
[표 5-5] 기술개발의 정의 ····· 431

[표 5-6] 1세부 과제 연구개발 내용 ····· 435
[표 5-7] 1세부 성과지표 내용 ····· 436
[표 5-8] 1세부 과제 연구개발 성과물 ····· 436
[표 5-9] 2세부 과제 연구개발 내용 ····· 438
[표 5-10] 2세부 성과지표 내용 ····· 438
[표 5-11] 2세부 과제 연구개발 성과물 ····· 439
[표 5-12] 3세부 과제 연구개발 내용 ····· 442
[표 5-13] 3세부 성과지표 내용 ····· 443
[표 5-14] 3세부 과제 연구개발 성과물 ····· 443
[표 5-15] 4세부 과제 연구개발 내용 ····· 445
[표 5- 16] 4세부 성과지표 내용 ····· 446
[표 5-17] 4세부 과제 연구개발 성과물 ····· 446
[표 6-1] 미래형 교통수단 기술개발 기획 사업 주체별 주요기능 및 역할 ····· 465
[표 6-2] 미래형 교통수단 기술개발 기획 사업 주체별 주요기능 및 역할 ····· 466
[표 6-3] 사업추진절차 ····· 467
[표 6-4] 주관기관 선정절차 ····· 468
[표 6-5] 중간평가절차 ····· 469
[표 6-6] 최종평가 중점항목 및 평가지표(예시) ····· 470
[표 6-7] 최종평가절차 ····· 471
[표 6-8] 단계별 성과지표 ····· 473
[표 6-9] 연도별 예산투자 계획 ····· 474
[표 6-10] 세부과제별 예산규모(정부출연금+민간부담금 기준) ····· 475
[표 6-11] 세부과제별 예산규모 (정부출연금 기준) ····· 475
[표 6-12] 1세부 과제 연구개발 성과물 및 소요 예산 ····· 476
[표 6-13] 2세부 과제 연구개발 성과물 및 소요 예산 ····· 477
[표 6-14] 3세부 과제 연구개발 성과물 및 소요 예산 ····· 478
[표 6-15] 4세부 과제 연구개발 성과물 및 소요 예산 ····· 478
[표 6-16] 연도별 참여예상 연구인력(단위: 억원, 명) ····· 479
[표 7-1] 국가정책(국정운영 5개년 계획)과의 부합성 ····· 484
[표 7-2] 제5차 국토종합 계획과의 부합성 ····· 484
[표 7-3] 제2차 국가기간교통망 계획과의 부합성 ····· 485
[표 7-4] 도로기술 개발 전략과의 부합성 ····· 486
[표 7-5] 지능형 교통체계 기본계획과의 부합성 ····· 486
[표 7-6] 제2차 자동차정책기본계획과의 부합성 ····· 487
[표 7-7] 제1차 자율주행 교통물류 기본계획과의 부합성 ····· 488
[표 7-8] 국토교통 탄소중립 로드맵과의 부합성 ····· 488
[표 7-9] 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획과의 부합성 ····· 489
[표 7-10] 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획과의 부합성 ····· 490
[표 7-11] 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준(2021)과의 부합성 ····· 490

[표 7-12] 정부의 상위 계획과의 부합성 평가 ····· 492
[표 7-13] 연구개발의 기대효과 ····· 500
[표 7-14] 편익항목 구조 ····· 512
[표 7-15] 동 사업의 편익산정을 위한 편익 구성요소 산출 I ····· 512
[표 7-16] 동 사업의 편익산정을 위한 편익 구성요소 산출 II ····· 513
[표 7-17] 부가가치율 ····· 513
[표 7-18] 연도별 비용 편익 분석 ····· 514
[표 7-19] 산업연관표의 총 30개 산업대분류 ····· 516
[표 7-20] 본 사업 관련 산업연관계수 ····· 517
[표 7-21] 본 사업 부가가치유발효과 산출결과 ····· 517
[표 7-22] 본 사업 고용유발효과 산출결과 ····· 517

[그림 목차]

[그림 1-1] 교통수단 선택에서의 개인 선호도 변화 ····· 2
[그림 1-2] Covid-19 발생에 따른 교통수단별 이용횟수 변화 ····· 2
[그림 1-3] 새로운 교통수단으로 부상하는 도심 항공 모빌리티 예시 ····· 3
[그림 1-4] 스마트쉘터 주요 기능도입 예시도 ····· 5
[그림 1-5] 자율주행 기술개발 혁신 사업 추진 내용 ····· 6
[그림 1-6] 2018년도 시도별 교통혼잡비용 ····· 10
[그림 1-7] 모빌리티 대내외 트렌드 ····· 11
[그림 1-8] 미래형 교통수단과 교통체계 ····· 17
[그림 1-9] 국토종합계획과 다른 계획과의 위상 ····· 19
[그림 1-10] 기획연구의 추진체계 ····· 21
[그림 1-11] 과제 추진 경과 ····· 23
[그림 2-1] 우리나라의 지역별 2040 장래인구 분포 전망 ····· 27
[그림 2-2] 우리나라 도시지역 인구비율 변화(1965~2018년) ····· 27
[그림 2-3] 인구감소가 SOC 인프라 격차에 미치는 영향 ····· 28
[그림 2-4] 국가별 1인 가구 구성비 ····· 31
[그림 2-5] 주요 가구유형별 구성비 추이(2017~2047년) ····· 31
[그림 2-6] 퍼스널 모빌리티 예상 수요 ····· 32
[그림 2-7] 글로벌 전자상거래 시장 추이 ····· 33
[그림 2-8] 주요국 전자상거래 시장 규모 및 비중(2019년 기준) ····· 33
[그림 2-9] 과거 7개년 국내 택배시장 규모 추이 ····· 34
[그림 2-10] 국내 온라인 쇼핑몰 거래액 및 택배 물동량 추이 ····· 34
[그림 2-11] 세계 자율주행 물류 모빌리티 시장규모 전망 ····· 35
[그림 2-12] (좌)글로벌 자율주행 자동차 시장규모 전망 (우)국내 자율주행 자동차 시장규모 전망 ····· 38
[그림 2-13] 세계 자율주행차량 레벨별 비중 전망(2017~2030년) ····· 39
[그림 2-14] 자율주행 혁명의 3대 요소 및 상호관계 ····· 40
[그림 2-15] 4차 산업혁명에서의 상호의존적인 모빌리티 생태계 ····· 42
[그림 2-16] 자동차 유형 비중 전망(2030년, 2040년) ····· 42
[그림 2-17] 국내 친환경차 누적 보급 대수 ····· 43
[그림 2-18] 세계 전기차 판매량 예측(2020~2040년) ····· 43
[그림 2-19] 글로벌 카쉐어링 시장 전망 ····· 46
[그림 2-20] (좌) 전 세계 차량공유 시장규모 (우) 미국 차량공유서비스 이용객 수 ····· 46
[그림 2-21] 이동수단의 거리당 비용 비교 ····· 47
[그림 2-22] 세계화 추이 ····· 48
[그림 2-23] 한국의 주요 국가 수출액 비중 ····· 49
[그림 2-24] (좌)배터리에 필요한 원소 수요 증가율 (우)전기모터에 필요한 희토류 원소 수요 증가율 (EU 기준) ··· 50
[그림 2-25] 저성장이 SOC 투자에 영향을 미치는 양상 ····· 51
[그림 2-26] EU 국가들의 운송 관련 부문 임금 비교 ····· 53
[그림 2-27] 세계화 및 기술발전에 따른 노동수요의 변화 ····· 53

[그림 2-28] 운송 관련 부문 비숙련 노동자와 고숙련 노동자의 필요한 역량 비교 ····· 53
[그림 2-29] (좌)기존 샌프란시스코 19번가 도로공간 (우)자율주행차 운행 시 변화할 도로공간 ····· 56
[그림 2-30] 주요 국가의 차량 이산화탄소 배출량 및 연비 규제 변화 ····· 57
[그림 2-31] 자율주행으로 인한 운송의 에너지 소비 변화 ····· 58
[그림 2-32] 물류단계별 비용 구성 ····· 63
[그림 2-33] 국내 택배시장과 새벽배송 시장 규모 ····· 64
[그림 2-34]퍼스널모빌리티의 유형 ····· 64
[그림 2-35] 주로 이용하는 퍼스널 모빌리티 ····· 65
[그림 2-36] 퍼스널모빌리티 주행공간 ····· 65
[그림 2-37] 퍼스널모빌리티 주 이용목적 ····· 65
[그림 2-38] 퍼스널모빌리티 매출 ····· 66
[그림 2-39] 퍼스널모빌리티 시장 전망 ····· 66
[그림 2-40] 전동 킥보드 카테고리 앱 사용자 현황 ····· 67
[그림 2-41] 전동 킥보드 카테고리 앱 사용자 구성 ····· 67
[그림 2-42] 화성시 공유킥보드 이용자 현황 ····· 67
[그림 2-43] 공유킥보드 교통사고 발생현황 ····· 68
[그림 2-44] 수원 공유자전거 이용현황(2018년) ····· 69
[그림 2-45] 카셰어링 국내 이용 현황 ····· 70
[그림 2-46] 타다의 법적 쟁점 사항 ····· 72
[그림 2-47] 택시호출서비스 앱 잔존수 ····· 72
[그림 2-48] 카카오T블루와 마카롱택시 운영 현황(2020년 6월 기준) ····· 72
[그림 2-49] 풀러스 월간 순이용자수 추이 ····· 73
[그림 2-50] 국내 차량공유 시장 규모 ····· 74
[그림 2-51] 국내 스마트 시티 시장규모 예측 ····· 74
[그림 2-52] 퍼스널 모빌리티 시장규모 ····· 75
[그림 2-53] 국내 전기차·수소차 보급 추이 비교 ····· 76
[그림 2-54] 국내 자동차 판매 현황 中 전기차 비중 ····· 77
[그림 2-55] 전기차(xEV) 침투율 글로벌 비교 ····· 77
[그림 2-56] 정부의 전기차(xEV) 국내 판매 목표 ····· 78
[그림 2-57] 승용차 운전자의 다음 구매차량 연료 션택 ····· 78
[그림 2-58] 전기차 인식 설문조사 결과 ····· 79
[그림 2-59] 전 세계 자율주행 대중교통 기술개발 실증 예시 ····· 80
[그림 2-60] 자율주행 대중교통서비스 도입 순서 및 시기 ····· 81
[그림 2-61] 구글 지역사회 이동 리포트(한국) ····· 86
[그림 2-62] 모빌리티 모바일 앱 서비스 이용자 특성 ····· 87
[그림 2-63] 유형별 이용자 추이 ····· 88
[그림 2-64] 모빌리티 유형별 연령별 이용자 비중 ····· 88
[그림 2-65] 국내 자동차 리스 현황(2018년 기준) ····· 89
[그림 2-66] 자동차 구입과 렌탈 및 리스 관련 전반적인 인식 평가 ····· 90
[그림 2-67] 소비자들이 렌탈 및 리스로 자동차를 이용하는 이유 ····· 90

[그림 2-68] 연도별 서울시민 민원 변화 추이 ····· 91
[그림 2-69] 민원 분류별 시맨틱 네트워크 분석(교통분야) ····· 91
[그림 2-70] 최근 5년간 서울시 수단분담률 변화 ····· 92
[그림 2-71] 시도별 인구 및 시내버스 등록대수 상관도 ····· 94
[그림 2-72] 평일 이용인원/목적통행량/수단통행량 비교 ····· 95
[그림 2-73] 평일 이용자 유형별 목적통행량 비율 ····· 96
[그림 2-74] 요일별 평균 배차간격 ····· 96
[그림 2-75] 연도별 자동차 주행거리(2015~2019년) ····· 98
[그림 2-76] 지역별 전년대비 자동차주행거리 증감률 ····· 99
[그림 2-77] 지역별 자동차 주행거리 ····· 100
[그림 2-78] 서울시 수단별 평균 이동량 ····· 100
[그림 2-79] 서울시 수단별 이동시간 ····· 101
[그림 2-80] 서울시 수단별 이동거리 ····· 101
[그림 2-81] 코로나19 발생 이후 전국 고속도로 교통량 변화(2019.01~06, 2020.01~06) ····· 103
[그림 2-82] 일반철도 여객수송실적 추이(인원) ····· 103
[그림 2-83] 일반철도 여객수송실적 추이(거리) ····· 104
[그림 2-84] 연도별 고속/시외버스 이용인원 ····· 105
[그림 2-85] 코로나19 발생 이후 KTX 승객 수 변화(2019.01~05, 2020.01~05) ····· 105
[그림 2-86] 코로나19 발생 이후 전국 고속버스 승객 수 변화 ····· 105
[그림 2-87] 코로나19 발생 이후 서울 도시고속도로 교통량 변화(2019.01~06, 2020.01~06) ·· 106
[그림 2-88] 코로나19 발생 이후 서울 도시철도 승객 수 변화 ····· 107
[그림 2-89] 코로나19 발생 이후 전국 노선버스 승객 수 변화 ····· 108
[그림 2-90] 동지역(수도권 북부)의 의료시설로의 접근시간 분포 ····· 108
[그림 2-91] 읍·면지역(수도권 북부)의 의료시설로의 접근시간 분포 ····· 108
[그림 2-92] 출발지역 및 가구소득 수준에 따른 공유 모빌리티 선호수단 분포(시내통행의 경우) · 111
[그림 2-93] 라이드셰어링에 대한 최대 지불의사금액의 누적분포 ····· 112
[그림 2-94] 수도권 OD(기종점통행량) 통행패턴 분석 결과 ····· 112
[그림 2-95] GTX 개통에 따른 통행시간 변화(시청역 기준) ····· 113
[그림 2-96] 경기도 읍면동별 생활교통비용 분포 ····· 114
[그림 2-97] 화성시·서울 주변지역 생활교통비용 ····· 115
[그림 2-98] 소득대비 생활교통비용 점유율 ····· 115
[그림 2-99] 연령대별 인구 구성비 ····· 116
[그림 2-100] 대중교통 이용 통행목적 ····· 118
[그림 2-101] 대중교통 주 이용 시간대 ····· 118
[그림 2-102] 항목별 월평균 가구소비지출액 ····· 120
[그림 2-103] 가구원수별 교통부문 월평균 가계소비지출 추이 ····· 120
[그림 2-104] 교통부문 가구소비지출액 연평균 증감율(2006~2015년) ····· 121
[그림 2-105] 1인가구와 2인이상 가구 1인당 소비지출액 비교 ····· 121
[그림 2-106] 연도별 교통혼잡비용 ····· 122
[그림 2-107] 시도별 교통혼잡비용 추정결과(2017년) ····· 123

[그림 2-108] 수단별 화물 수송량 ····· 125
[그림 2-109] 부문별 국내화물 운송 거리 ····· 125
[그림 2-110] 국내 택배 물동량 및 1인당 연간 택배 이용량(2009~2019) ····· 126
[그림 2-111] 국내 월간 택배물량(2019 vs 2020) ····· 127
[그림 2-112] 도시부 도로 및 지역간 도로의 교통혼잡비용 증가 추이 ····· 129
[그림 2-113] 수도권 출근시간 지역 간 평균 이동시간 ····· 130
[그림 2-114] 교통부문 주요 현황 정리 ····· 132
[그림 2-115] 일본의 스마트 모빌리티 사회 구축 연구개발 및 상용화 계획 ····· 135
[그림 2-116] MOD 공급/수요 측면에서의 이해관계자 ····· 142
[그림 2-117] 미국의 5가지 지역 유형 ····· 147
[그림 2-118] 공유모빌리티에 대한 인식 ····· 147
[그림 2-119] 시애틀 교통국(SDOT) 연석공간(Curbspace)의 3가지 분류 ····· 151
[그림 2-120] EasyMile ····· 158
[그림 2-121] Ultimate Urban Corridor ····· 158
[그림 2-122] Waymo ····· 159
[그림 2-123] ATTRI 앱 이용 프로세스 ····· 160
[그림 2-124] UAM 분류체계 ····· 163
[그림 2-125] 소형 배달 로봇 예시 ····· 167
[그림 2-126] 대형 배달 로봇 예시 ····· 167
[그림 2-127] 락커를 장착한 ADV ····· 168
[그림 2-128] 기술개발 착수 일정 ····· 169
[그림 2-129] Electric Vehicle Index(EVI) 국가별 비교 ····· 170
[그림 2-130] 향후 5년간 자동차 구매 및 모빌리티 서비스 이용 결정 요소 ····· 170
[그림 2-131] 단계별 교통시스템 변화 ····· 171
[그림 2-132] (좌) 2020년 (우) 2021년 글로벌 자동차 수요 ····· 180
[그림 2-133] 레벨4 자율주행 시장 규모 (2022~2030) ····· 181
[그림 2-134] 글로벌 UAM 시장 전망 ····· 182
[그림 2-135] 코로나19 영향을 고려한 세계 UAM 시장 전망 ····· 182
[그림 2-136] UAM 시장 개발 기업 ····· 183
[그림 2-137] CETRAN 테스트 센터 ····· 187
[그림 2-138] DART 시스템과 기존 대중교통 비교 ····· 188
[그림 2-139] DART 시스템 예상 컨셉도 ····· 191
[그림 2-140] DART 핵심요소 구성 ····· 192
[그림 2-141] DART 연구영역 채택 ····· 193
[그림 2-142] DART 연구영역 내 서브센터 ····· 194
[그림 2-143] DART Trunk 노선 ····· 195
[그림 2-144] 최종 DART 네트워크 ····· 196
[그림 2-145] DART 군집주행 개념 ····· 196
[그림 2-146] DART 주행 모델 시스템 아키텍처 ····· 197
[그림 2-147] 커넥티드 차량 기술 기반의 V-RoW 개념 ····· 197

[그림 2-148] DART 시스템 ····· 198
[그림 2-149] 버스 군집을 기반으로 한 DART모듈차 커플링 예시 ····· 199
[그림 2-150] 승차감 임계값 ····· 201
[그림 2-151] PUTW 도로 포장 ····· 202
[그림 2-152] 케이블로 고정된 Floating 터널과 설치될 E39 도로 위치 ····· 203
[그림 2-153] 플로팅 터널 내부 렌더링 ····· 204
[그림 2-154] 미국 플로리다 올랜도시의 릴리움 허브 공항 ····· 205
[그림 2-155] 수직, 수평 이동이 가능한 멀티 엘리베이터 ····· 206
[그림 2-156] 시카고 Aerial Cable car 컨셉 ····· 208
[그림 2-157] 현대자동차의 UAM-PBV-Hub ····· 209
[그림 2-158] UAM-PBV-Hub ····· 211
[그림 2-159] 버진 하이퍼루프 2인용 시범운행 성공(20.11.08) ····· 214
[그림 2-160] 하이퍼루프 전개도 (좌: 객실 역할을 하는 캡슐, 우: 선로역할을 하는 튜브와 태양광패널) ···· 214
[그림 2-161] 아랍에미리트 두바이 하이퍼루프 ····· 217
[그림 2-162] 인도 하이퍼루프 ····· 218
[그림 2-163] 셔클 차량 ····· 219
[그림 2-164] 셔클 서비스를 정교화해 모빌리티 플랫폼으로의 확장 ····· 221
[그림 2-165] 1,183개 기업의 샘플, 2010~2019년 기술 투자 포진 ····· 223
[그림 2-166] 자율주행 단계 (미국 도로교통안전국) ····· 223
[그림 2-167] (비) 자율주행의 비용 추세 예측 ····· 224
[그림 2-168] 시간 경과에 따른 로봇 택시 사용전망 ····· 224
[그림 2-169] 미래 지향적 모빌리티의 선도기업 테슬라, 우버, 웨이모의 가치평가 상승 ····· 225
[그림 2-170] Waymo의 로봇택시 ····· 226
[그림 2-171] 2019 미국의 자율주행 차량에 대한 법률 혹은 명령 제정된 각 주 표시 ····· 227
[그림 2-172] (왼) AutoX의 로봇택시 (우) DiDi의 로봇택시 ····· 229
[그림 2-173] SuperFalcon Dragon ····· 230
[그림 2-174] VoloCity-VoloDrone-VoloPort ····· 232
[그림 2-175] VoloCity와 VoloPort 내부 ····· 233
[그림 2-176] EASA의 항공안전정의 중 도시형 항공 택시 (Category Enhanced) 카테고리 채택 ···· 233
[그림 2-177] 에어택시 설계시 소음을 고려하여 제작 ····· 234
[그림 2-178] Eviation의 Alice ····· 237
[그림 2-179] 릴리움 제트 ····· 239
[그림 2-180] Pop up Next 컨셉 ····· 240
[그림 2-181] 스트래들링 버스 컨셉 ····· 241
[그림 2-182] NASA의 X-59 (초음속 비행기) ····· 243
[그림 2-183] Link&Fly ····· 245
[그림 2-184] 주오 신칸센 차량운행 - N,S극 변환 ····· 247
[그림 2-185] 가이드 웨이를 통해 열차의 중앙 경로 유지 ····· 248
[그림 2-186] i-Cristal ····· 250
[그림 2-187] 50명 기준 버스, 자동차, 개인 모빌리티, Next 모듈 비교 ····· 252

[그림 2-188] 기존 교통수단 대비 Next의 사용자 니즈 만족도 분석 ····· 253
[그림 2-189] 개인-기업-공공 간 시나리오 ····· 255
[그림 2-190] (좌) Next pod 차량운영 예시, (우) 두바이에서 시범운행된 차량 ····· 256
[그림 2-191] 현대 Elevate ····· 257
[그림 2-192] Supercavitation 원리 ····· 259
[그림 2-193] Ghost ····· 260
[그림 2-194] (좌)TF-2 (우)Transition ····· 262
[그림 2-195] TF-2A ····· 262
[그림 2-196] Clip-Air 예상 컨셉도 ····· 263
[그림 2-197] SkyTran 컨셉도 ····· 264
[그림 2-198] 중국의 Super Train ····· 266
[그림 2-199] Jouley 전기 스쿨 버스 ····· 268
[그림 2-200] V2G 기술을 이용한 예시 ····· 268
[그림 2-201] eBussy ····· 269
[그림 2-202] Airbus Vahana ····· 271
[그림 2-203] Airbus의 CityAirbus ····· 272
[그림 2-204] O'Hare express Loop ····· 273
[그림 2-205] O'Hare Express (정류장) ····· 273
[그림 2-206] AirQuad One ····· 275
[그림 2-207] Flying Hotel Pods ····· 276
[그림 2-208] Gyroscopic 컨셉도 ····· 277
[그림 2-209] Moving platform 컨셉도 ····· 278
[그림 2-210] C-Train 컨셉도 ····· 279
[그림 2-211] Cora-Flyer-Heaviside ····· 280
[그림 2-212] (좌) Skydrive (우) 화물 드론 ····· 282
[그림 2-213] Beemcar(컨셉) ····· 283
[그림 2-214] Pop.Up ····· 285
[그림 2-215] PAL-V Liberty ····· 286
[그림 2-216] Ryno Micro-Cycle ····· 287
[그림 2-217] EO Smart Connecting Car 프로토타입 ····· 288
[그림 2-218] AERO MOBIL 5.0 ····· 289
[그림 2-219] MetroSnap ····· 290
[그림 2-220] 포르셰, 보잉 예상 컨셉도 ····· 291
[그림 2-221] Skycar ····· 292
[그림 2-222] EZ-ULTIMO ····· 293
[그림 2-223] EZ-PRO ····· 294
[그림 2-224] Waymo-UPS의 물류 운반 ····· 295
[그림 2-225] Waymo Via ····· 296
[그림 2-226] UPS 운송트럭과 배달드론 ····· 297
[그림 3-1] 연도별 전체 특허동향 및 증감율 ····· 311

[그림 3-2] 주요 출원국 연도별 특허동향 및 특허점유율 ····· 312
[그림 3-3] 전체 포트폴리오 ····· 313
[그림 3-4] 국가별 기술성장단계 ····· 314
[그림 3-5] 기술별 세부기술 특허현황 ····· 315
[그림 3-6] 국가별 기술특허 현황 ····· 316
[그림 3-7] 상위 출원인 TOP10 현황 및 세부기술 출원현황 ····· 318
[그림 3-8] 환승고가버스 제작(A) 분야국가별 출원 동향 ····· 319
[그림 3-9] 환승고가버스 제작 및 운행 (A) 분야 국가별 세부분류 특허동향 ····· 320
[그림 3-10] 환승고가버스 제작 및 운행 (A) 분야 세부기술 특허현황 ····· 320
[그림 3-11] 환승고가버스 제작(A) 분야 세부기술 구간별 점유율 및 특허현황 ····· 321
[그림 3-12] 환승고가버스 제작(A) 분야 세부기술별 IPC(국제특허분류) 특허현황 ····· 322
[그림 3-13] 환승고가버스 설계(A) 분야 상위 출원인 TOP10 현황 및 세부기술별 특허현황 ····· 323
[그림 3-14] 환승고가버스 설계(A) 분야 상위 출원인 TOP10의 국가별 특허 ····· 323
[그림 3-15] 환승고가버스 설계(A) 분야 상위 출원인 TOP10의 구간별 특허현황 및 점유율 ····· 324
[그림 3-16] 운행제어(B) 분야 국가별 출원동향 ····· 325
[그림 3-17] 운행제어(B) 분야 국가별 세부 특허동향 ····· 326
[그림 3-18] 운행제어(B) 분야 세부기술 특허현황 ····· 326
[그림 3-19] 운행제어(B) 분야 세부기술 구간별 점유율 및 특허현황 ····· 327
[그림 3-20] 운행제어 (B) 분야 세부기술별 IPC(국제특허분류) 특허 현황 ····· 328
[그림 3-21] 차량운행제어(B) 분야 상위 출원인 TOP10 현황 및 세부기술별 특허현황 ····· 329
[그림 3-22] 차량 운행제어(B) 분야 상위 출원인 TOP10의 국가별 특허 ····· 329
[그림 3-23] 차량운행제어(B) 분야 상위 출원인 TOP10의 구간별 특허현황 및 점유율 ····· 330
[그림 3-24] 승강장 운영안전기술 (C) 분야 국가별 출원 동향 ····· 331
[그림 3-25] 승강장 운영안전(C) 분야 국가별 세부분류 특허동향 ····· 332
[그림 3-26] 승강장 운영안전(C) 분야 세부기술 특허 ····· 332
[그림 3-27] 승강장 운영안전(C) 분야 세부기술 구간별 점유율 및 특허현황 ····· 333
[그림 3-28] 승강장 운영안전(C) 분야 세부기술별 IPC(국제특허분류 특허현황) ····· 334
[그림 3-29] 승강장 운영안전 (C) 분야 상위출원인 TOP10 현황 및 세부기술별 특허현황 ····· 335
[그림 3-30] 승강장 운영안전(C) 분야 상위 출원인 TOP10의 국가별 특허 ····· 335
[그림 3-31] 승강장 운영안전(C) 분야 상위 출원인 TOP10의 구간별 특허현황 및 점유율 ····· 336
[그림 3-32] 중국 출원 동향 ····· 337
[그림 3-33] 중국 특허 대분류 및 중분류 ····· 338
[그림 3-34] 중국 출원인 특허보유 현황 ····· 338
[그림 3-35] 국내외 논문발행 현황 ····· 344
[그림 3-36] 연도별(2001년-2021년) 논문 발행수 추이 ····· 344
[그림 3-37] 기술 대분류별 논문발행 비중 ····· 345
[그림 3-38] 기술 대분류별 해외/국내 논문 발행 비중 ····· 345
[그림 3-39] 중분류별 논문발행 비중 ····· 346
[그림 3-40] 중분류별 논문 발행 비중 비교 ····· 346
[그림 3-41] (국내) 중분류별 논문 발행 동향 ····· 347

[그림 3-42] (해외) 중분류별 논문 발행 동향 ····· 347
[그림 3-43] 도로교통 인프라 분야 국가별 기술격차 및 기술수준('13년,'15년,'19년) ····· 349
[그림 3-44] 한국의 도로교통 인프라 분야 소분류별 기술수준 및 기술격차 비교('13,'15,'19) ···· 350
[그림 3-45] 도로교통관리 분야 국가별 기술격차 및 기술수준('13년, '15년, '19년) ····· 351
[그림 3-46] 한국의 도로교통관리 분야 소분류별 기술수준 및 기술격차 비교('13, '15, '19) ····· 351
[그림 4-1] 연구개발 과제 우선순위 도출 과정 ····· 370
[그림 4-2] 연구 과제 중요도 및 시급성 IPA 분석 ····· 383
[그림 4-3] 수요대응 및 도심 ㄱ층건물 연계 모빌리티(예시) ····· 404
[그림 4-4] 수직/수평이동 모빌리티 기술개발 사례 ····· 404
[그림 4-5] 환승 고가버스 사례 ····· 405
[그림 4-6] DART 시스템과 기존 대중교통 비교 ····· 405
[그림 4-7] DART 핵심 구성요소 ····· 406
[그림 4-8] 자기부상 기반 모노레일 기술개발 사례 ····· 407
[그림 5-1] 사업 비전 및 목표 설정 ····· 417
[그림 5-2] 수도권의 교통문제 ····· 419
[그림 5-3] 수도권의 교통문제 해결을 위한 정책추진 방향 ····· 420
[그림 5-4] 미래형 교통수단 적용 입지 대안 (1) ····· 427
[그림 5-5] 미래형 교통수단 적용 입지 대안(1) ····· 428
[그림 5-6] 미래형 교통수단 적용 입지 대안(3) ····· 429
[그림 5-7] 핵심 기술별 연구내용과 최종 성과 ····· 430
[그림 5-8] 핵심 기술개발 및 미래상 ····· 430
[그림 5-9] 〈(좌) NEXT社의 Modular형 Self-driving Car (우) 두바이에서 시범운행된 차량〉 ··· 433
[그림 5-10] 〈(좌)Dahir Insaat의 Elevated Bus System 및 (우)출원한 특허 도면〉 ····· 433
[그림 5-11] 르노 미래 자동차 디자인 공모전 우승작 'The Float' ····· 434
[그림 5-12] AS-IS TO-BE 분석 ····· 434
[그림 5-13] 서울시 환승 체계 ····· 441
[그림 5-14] 세부 과제간 연계도 ····· 448
[그림 5-15] 세부추진기술 로드맵 ····· 449
[그림 6-1] 미래형 교통수단 기술개발 추진 체계 ····· 465
[그림 6-2] 타 사업의 논리모형 기반의 성과지표(안) 도출(예시) ····· 473
[그림 7-1] 전국 대중교통 서비스 분석 ····· 481
[그림 7-2]신정부 100대 국정운영 과제 ····· 483
[그림 7-3] 주요 검토 항목 ····· 509
[그림 7-4] 세부 편익 및 비용 항목 ····· 510
[그림 7-5] 비용편익분석 프로세스 ····· 511

Ⅰ. 사업개요

1. 사업추진 배경 및 필요성

1-1. 사업추진 배경

1-1-1. 대내외 환경변화에 따른 시급성

□ 모빌리티 전환 가속화 요인으로는 **기후변화 대응**(탈탄소화·전기화), **4차 산업혁명**(초지능·초연결), **기존 교통수단 문제 극복**(교통사고, 교통혼잡, 환경문제)이 대표적으로 이를 기반으로 탈탄소화, 디지털화, 대중교통시스템 업그레이드 등 다양한 도전 과제들이 발생함

* 유럽은 차기 배출가스 규제기준인 Euro 7(2023~24년도 도입예정)을 바탕으로 자동차 배출가스 저감을 위해 노력하는 중이며 사실상 엔진 자동차의 마지막 규제가 될 수 있을 것이라는 전망이 존재함[1)]

모빌리티 전환 가속화 요인		도전과제
· 기후변화대응 – 탈탄소화, 전기화 · 4차 산업혁명 진전 – 초지능, 초연결 기술 · 기존 교통수단 문제 극복 – 교통사고, 교통혼잡, 환경문제	▶ 모빌리티 전환 (2021~2030)	· 이용자 중심의 모빌리티 전환 – Green, Smart, Affordable · 디지털화 및 대규모 전기화 – C-ITS, 5G, IoT, ADAS · 항공 모빌리티 등장 – 배달드론, 에어택시 · 인프라 투자 및 모빌리티 생태계 혁신 · 물류산업 자동화, 디지털화, 탈탄소화

○ 모빌리티 전환 가속화 요인과 도전과제를 통해 모빌리티의 전환 3대 방향은 탈탄소화, 공유화, 자율화로 보여지며 전기 배터리를 사용하며 동시에 통합 모빌리티 형태를 갖고, 자율주행이 가능한 형태로의 전환이 예상됨 [2)]

- 이러한 생태계 전환을 반영한 빠른 전환을 도와 각종 사회문제들 (교통혼잡, 환경 등)을 해소하고 이동서비스 개선을 통해 국민들에게 편의를 제공하고자 함

□ **미래형 교통수단은 기존 차체 구조 및 형상 개념을 탈피한 모듈 기반 및 공유 교통수단으로 변화가 전망되고 있고, 소비자의 모빌리티 선호도 변화를 반영한 대응이 필요함**

○ (소비자 선호도 변화) 다양한 소비자 선호에 대응할 수 있는 교통서비스 제공을 위한 미래형 교통수단 개발 필요성이 대두됨

- 경제 규모의 성장으로 개인의 소득을 증가시킴에 따라 개인별 시간 가치가 상승하게 되었으며, 개인별 시간 가치의 상승으로 더 빠른 이동을 제공할 수 있는 서비스에 대한 선호가 높아짐

1) 유럽에서 EURO 7/VII 배출기준도입전망, KEITI
2) 모빌리티 대전환의 시대, 한국교통연구원, 2021.07



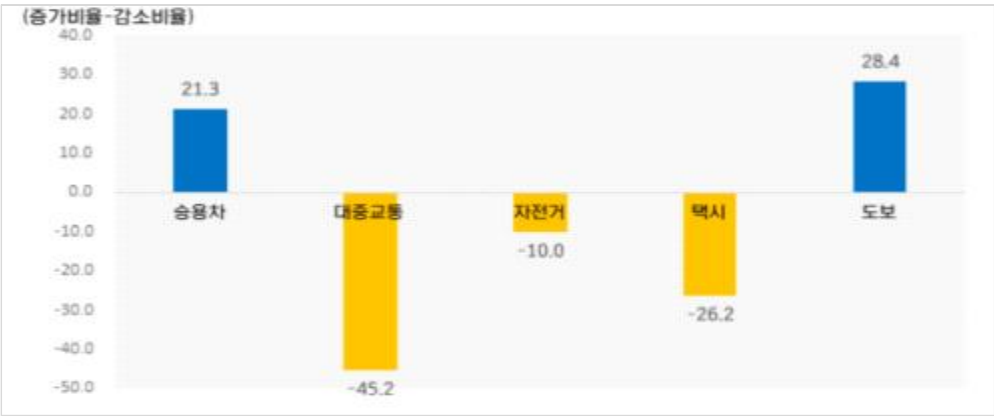
[자료] Mckinsey

[그림 1-1] 교통수단 선택에서의 개인 선호도 변화

○ COVID-19와 같은 감염병의 유행으로 비대면 경제활동이 증가하였으며 전염 우려로 인한 개인형 모빌리티에 대한 선호도가 높아져 이에 대응할 수 있는 미래형 교통수단 개발이 필요함

- 과거 소비자들은 교통수단 선택시 도착시간, 비용, 편의성 등에 중점을 두었으나 Covid-19 이후로 감염위험에 대한 안전성을 우선시하고 대중교통보다는 개인교통의 선호가 증가하였음

* 2020년 2월 중 특정 기간('19.2.18~24, '20.2.17~23) 요일별 수도권 전체 대중교통 수요변화를 살펴보았을 때, 유형별로 평일 이용감소 폭은 최소 9.63%에서 최대 19.35%가량 감소, 주말에는 최소 31.54%에서 최대 45.87%까지 감소하였음[3)]



[자료] 포스트코로나 시대의 교통정책 방향, 김채만 외 6명, 2021

[그림 1-2] Covid-19 발생에 따른 교통수단별 이용횟수 변화

3) https://greentransport.org/news/?q=YToxOntzOjEyOiJrZXl3b3JkX3R5cGUiO3M6MzoiYWxsIjt9&bmode=view&idx=6337033&t=board

○ 대중교통 수요의 감소로 승용차 통행수요가 증가하게 되어 동시에 도로교통혼잡을 초래하게 되고 탄소배출이 증가하게 되므로, 탄소저감을 위한 도시단위 노력의 일환으로 대중교통 활성화가 필요함[4)]

- 세계 전체 이산화탄소(CO2) 배출량의 25%를 교통수단이 차지하고 도로교통의 탄소 집약도(Carbon Intensity) 가 일반산업에 비해 높으며, 자동차 운전자들의 CO2 배출량은 2000년 이후 40% 이상 늘어났고, 세계 각국의 탄소배출 감축목표 상향에 따라 친환경 교통수단 도입을 적극 고려하여 추진 중

  * 전세계 탄소 집약도(gCO2//MJ, '18 기준) : (일반산업) 51.8%, (도로교통) 67.9% (IFA, '18)

□ **미래의 교통수단은 전통적인 기존의 대중교통 및 개인용 모빌리티와 다르게 IT기술 및 통신기술과 접목되어 첨단화, 고급화 될 것으로 예상됨**

○ 미래의 교통수단은 도로 용량 증대, 환경 개선, 에너지 절감, 편의성 증대, 개인 이동의 확대, 모빌리티 서비스 혁신, 안전성 확보, 인프라 확충, 관련 법과 제도의 정비 등 기술개발 환경의 여건에 영향을 받게 되며, **다양한 교통 수단에 대한 모델과 개념이 등장하고 있음**

- 미래의 교통수단은 사회구조, 도시의 공간, 개인의 모빌리티 성향, 첨단 미래형 교통 기술 등에 따라 다양한 형태의 대중교통이 등장할 것으로 예상되어, **국내 도로환경과 도심환경을 고려한 미래형 대중교통 도입에 선제적으로 대응해야 함**



[자료] Frost & Sullivan(2019), Analysis of Urban Air Mobility and the Evolving Air Taxi Landscape.

[그림 1-3] 새로운 교통수단으로 부상하는 도심 항공 모빌리티 예시

4) https://www.kbmaeil.com/news/articleView.html?idxno=902588

1-1-2. 기술개발 추진 시급성 및 중요도

□ **모빌리티 분야의 기술혁신은 빠르게 진전되고 있어 주요국은 미래형 교통수단에 대한 전폭적인 지지와 더불어 상용 운행 허가 단계까지 진행**되고 있음

○ 최근 주목 받고 있는 자율주행 자동차는 V2X(Vehicle to Everything) 연결을 기반으로 인공지능 SW가 구현된 자차, 환경센서 정보를 이용하여 자차 위치와 주변환경을 탐지하고 주행경로를 계획하는 ICT 기술이 탑재되어 있음

- 이러한 SW를 기반으로 주요국 및 기업들은 자율주행, 드론(드론택시), 플라잉카(에어택시 등), 하이퍼루프 등 지금껏 경험하지 않은 새로운 이동 수단을 개발하고 있으며 공유서비스와 접목된 형태로 기술개발 중

○ 캘리포니아의 경우 운전자가 없는 완전 무인 자율주행차량을 공공도로에서 상용운행이 가능하도록 승인하였으며(2020.12), 네덜란드의 경우 플라잉카 Liberty의 공공도로 운전 허가를 승인하였음(2020.10)[5)]

- 미국의 조 바이든 대통령은 인프라 투자 및 일자리 법안(이하 인프라법)에 서명하여 교통 인프라 개선과 미래형 운송수단에 대한 투자를 약속하였으며 대표적인 미래형 운송수단인 하이퍼루프 등이 포함되어 관련 업체들은 정부의 전폭적인 지원을 통해 사업을 확대할 수 있게 되었음 (2021.11)[6)]

□ **과학기술의 발전으로 인간이 인지할 수 있는 물리적 시·공간의 범위가 확장**되고 있고 정류장에 다양한 기술들이 접목되며 스마트 쉘터 개념으로 발전하는 중으로, **교통서비스 제공 공간의 확대에 대한 소비자의 수요가 증가**하고 있음

○ 건설기술의 발전으로 초고층 건물이 실현되고 지하 공간의 개발이 확대됨에 따라, 수평적 이동과 더불어 수직적 이동에 대한 중요성이 증가하기 시작

- 다양한 자동차 및 이동체 관련 기술의 발전은 기존의 수평적 이동뿐만이 아니라 수직적 이동 서비스 제공 편의성을 확장하여 모빌리티 서비스는 더욱 다양해지고 있으며, 새로운 방식으로 공간과 공간을 연결하는 이동체에 대한 아이디어와 시제품 등장

○ 최첨단 ICT를 도입해 각종 스마트 기능을 갖춘 정류장인 스마트 쉘터, 스마트 마루 등의 구축이 국내에서 본격적으로 시행되면서, 정류장을 하나의 스마트 인프라시설로 구축, 확대하여 미래형 교통수단과의 연계를 도모해야 함

- 기존의 정류장은 노후화된 시설과 혹한, 무더위, 미세먼지, 매연 등에 노출되기 쉽고 우천시 승하차가

5) https://www.psychnewsdaily.com/dutch-flying-car-pal-v-gets-permission-to-drive-on-european-roads/
6) https://www.theguru.co.kr/news/article.html?no=28256

어렵다는 주요 불편사항들이 제기되었으므로 불편요소를 해결하여 대중교통의 이용률을 높이고, 첨단 기술이 적용되어 미래형 교통수단과 연결할 수 있도록 미래형 교통 인프라인 승강센터를 조기 구축해야 함

- 스마트 정류장은 IoT 센서와 연결되고 24시간 관제센터를 통해 원격으로 제어, 관리되고 있으며 COVID-19로 인해 대중교통을 기피하는 이용객들을 위해 자동 UV 공기정화기, 체온측정을 통한 출입허가, 다중인식 열화상카메라 등과 마스크 미착용시 경고방송을 실시하는 기능을 갖추었고 이용객들의 편의를 위해 무료 와이파이, 유무선 핸드폰 충전, 스마트 생활편의 정보 등을 제공하는 시설로 구성되어 대중교통 사용의 편의를 제공함 [7)]

  * 스마트 쉘터가 오는 2023년 373개소로 단계적 확대되면 미래 교통 체계 도입 시기를 앞당길 것으로 전망됨 (정보통신 신문)



[자료] 시민 삶의 질과 도시품격을 높이는 서울교통, 서울시 도시교통실, 2021.06

[그림 1-4] 스마트쉘터 주요 기능도입 예시도

- 미래형 교통 인프라 테스트베드 역할을 하게 될 전망과 함께, 2023까지 약 373개소로 단계적 확대를 통해 미래 교통 체계 도입시기를 앞당길 수 있는 것으로 전망되며 교통약자 등을 위한 맞춤형 서비스 제공과 대중교통의 공공성을 한 층 강화 할 수 있게 될 것으로 보여짐[8)]

1-1-3. 정부지원의 필요성

□ 모빌리티 전환 방향을 고려하여 정부 차원의 서비스 제공, 인프라 구축, 법·제도 정비 등을 포함하여, 미래교통수단이 적용될 교통체계의 변화에 대응할 수 있도록 추진해야 함

○ 미래 교통수단은 산업간 융합 외에도 제도·인프라와 연계되어 통합개발 되어야 하는 부문으로, 신개념의 이동수단 개발 및 상용화를 위해서는 관련 법제도 및 인프라를 개선할 필요 있으며 이에 정부의 주도적인 방향 설정이 필수적임

- 최근 정부는 변화하는 모빌리티 서비스 기술의 개발을 지원하기 위하여 부처협력 융합추진체계

7) http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0016184289
8) https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=90093

수립하고, 3대 융합신기술 및 통합 실증 서비스 개발을 통한 초연결 자율주행 생태계 육성 수립을 목표로 자율주행 기술개발 혁신사업 추진 중



[자료] 범부처(2020), 자율주행 기술개발 혁신사업 기획보고서, p. 18.

[그림 1-5] 자율주행 기술개발 혁신 사업 추진 내용

- 모빌리티 전환 생태계 구축에 있어 대표적인 정부 역할은 하기와 같으며, 정부 차원의 선도를 통해 미래형 교통산업으로의 전환을 도모해야 함

[표 1-1] 모빌리티 생태계 전환 정부역할

인프라	모빌리티 서비스	제도, 시스템, R&D
· C-ITS, V2X 기술 구축 · 인프라 디지털화 투자 및 재원조달 · 인프라 디지털화 국가 전략	· 도시문제 해결 · 기존 산업과의 갈등해결 · 대도시-농어촌간 모빌리티격차해소 · 플랫폼 기업의 육성 및 관리 · 기술 개발 지원	· 신-구 규제 조화 · 정부, 산업, 산학 역할 분담 · 법률 조화

□ 국가 산업의 경쟁력을 확보하고 현재의 교통수단 기술 한계를 초월하여 도시집중 문제를 해결하며 정부의 주도적인 전략수립이 필요함

○ 최근 세계 주요국들은 4차 산업혁명으로 인한 초연결, 초지능화를 기반으로 제조 및 서비스 기술과 산업의 빠른 융복합 촉진 지원정책을 추진 중임

- 미국, 영국, 독일 등 기술선진국은 최근 4차 산업혁명에 대응하며, 자율주행 자동차산업 및 기술 발전을 위하여 국가 차원에서 법·제도 제정을 통한 규제 완화, 안전을 위한 관리 감독을 시행하며, 민간을 중심으로 기술 발전을 주도함

○ 우리나라 또한 '4차 산업혁명 대응전략', '서비스 R&D 추진전략' 등 정부차원의 전략을 발표중이나, 분야별 구체적 시행방안과 추진 동력은 미비한 실정으로 정부는 미래형 교통수단 산업의 사회, 경제, 환경적 편익을 극대화 할수있도록 기술 실용화를 유도해야 함

- 주요국들은 교통 수단의 친환경화·미래 기술 융합화 등에 대한 실천 과제를 마련하고 있으나, 현재 국내의 2050년도를 대비하는 수준의 미래형 교통 수단에 대한 선행연구는 없음

[표 1-2] 해외 교통수단 선행연구 목록

국가	발간기관	보고서명	발행 년도	전망시기	전망
국제기구	The Milennium Project	유엔 미래보고서	2016	2050	세계화, 인구 통계학적 변화, 기술 변화의 가속화 진행 중
미국	NIC(National Intelligence Council)	Global Trends 2030 Allemalive Worlds	2012	2030	개인 권한 확대, 인구 패턴 변화, 식량, 에너지, 물 위기의 증가
유럽	EEA(European Environment Agency)	Assessment of global megatends	2015	-	세계 인구구조 변화, 도시화 가속화, 전염병에 대한 리스크 변화, 세계의 양극화 심화, 기후 변화 심가 등
일본	국토교통성	A study of mega trends shaping our industry	2015	2050	미래 이동성 관련 기술 변화, 인구구조변화, 사회의 다양성 증대, 지속가능 기술 개발 수요 증대
오스트레일리아	NSW Goverment	Future Transport Strategy 2056	2018	2056	미래 사회 변화, 자동차 기술의 첨단화, 친환경화 지속, 모빌리티 서비스 다양화, 지속 가능한 교통체계 확장 등
미국	Massachusetts Institute of Technology	Insight into Future Mobility	2019.11	2050	미래 기술과 사회 변화, 도시화 가속화, 지국 온난화 지속, 전기자동차 등 친환경 자동차 기술 진화 지속
영국	Government Office of Sience	A Time of Unprecedented Change in the Transport System	2019.1.	2040	교통수단의 자동화, 모빌리티 서비스 다양화, 사회 다변화, 사회 고령화와 구조 변화에 따른 이동성 변화 급속
미국	US DOT	Beyond Traffic 2045	2017	2045	도로, 철도, 항공, 항만 등 교통 물류체계의 변화, 친환경 교통 수단 보편화, 이동성 변화 지속
한국	국토부	국토교통 비전 2045	2016	2045	우리나라의 도로, 철도, 항공 등 교통 물류체계의 변화, 미래 기술과 이동성 변화, 도시 양극화, 경제 글로벌화 및 구조 변화, 기술 변혁의 가속화 등

1-2. 사업추진의 필요성

1-2-1. 미래형 교통수단 변화 대응의 필요성

□ 모빌리티의 정의는 단순한 이동수단에서 다양한 소비자의 요구를 충족시킬 수 있는 통합 서비스로 전환되고 있으며 이에 대한 적절한 대응이 필요함

[표 1-3] 모빌리티 서비스 정의 변화

출처	모빌리티 서비스의 정의
Hietanen (2014)	· 이용자의 주요한 교통요구를 하나의 인터페이스로 충족시키고 서비스 공급자에 의해 제공하는 모바일 배포모델
Atkins (2015)	· 모든 유형의 이동성 기회를 통합하고 이를 완전히 통합된 방식으로 사용자에게 제공하여 A 지점에서 B지점으로 가장 쉽게 이동할 수 있는 유연하고 개인화된 주문형 교통서비스를 제공하는 것
Transport systems catapult (2016)	· 디지털 인터페이스를 사용하여 고객의 이동성 요구를 충족하는 교통관련 서비스를 제공하고 관리하는 것
Karmargianni & Matyas (2017)	· 모든 모빌리티 서비스 제공 업체의 서비스가 단일 모빌리티 운영자에 의해 집계되고, 단일 디지털 플랫폼을 통해 사용자에게 제공되는 사용자 중심의 지능형 모빌리티 배포 모델
MaaS Alliance (2018)	· 다양한 형태의 교통서비스를 이용자 요구시 접근 할 수 있는 단일 모빌리티 서비스로 통합하는 것 · 사용자(통행자, 상품)을 교통서비스의 중심에 놓고 사용자 요구 맞춤형 모빌리티 솔루션을 제공함
MaaS Global (2018)	· 모든 여행 수단을 하나로 통합, 여러 교통서비스 제공 업체의 옵션을 단일 모바일 서비스로 결합하여 번거로움 제거 · 디지털 플랫폼을 통해 이용자 맞춤형 통합 교통서비스 옵션을 제공하는 유연한, 이용자 중심의 다중 수단 모빌리티 서비스
A.D. Little (2018)	· 소비자에게 통합되고 유연, 효율적이며 사용자 중심의 모빌리티 서비스 제공 · 소유한 자가용 이용과 비통합 운송수단에서 벗어나 서비스형 통합 복합 모빌리티 솔루션으로의 전환 · 계획 및 결제를 통합하는 통합 모빌리티 플랫폼을 통해 공공 및 민간 운송공급업체의 교통서비스 결합

[자료] 코로나 19가 가져온 도시와 교통의 변화.

○ 2022년도 모빌리티 정의는 MaaS로 계속해서 이어질 전망이며, 스마트시티의 성장을 통해 정부와 각 산업은 대중교통과 모빌리티 운영방식에 있어 연결성, 효율성을 가속화 할 것으로 전망됨

- 세계 더 많은 도시에서 공유 모빌리티 서비스를 제공하고, 개선된 대중교통(버스, 기차, 트램 등) 서비스를 제공할 것으로 보여짐[9)]

□ 전 세계적으로 다목적 모빌리티, 마이크로 모빌리티, 플라잉 카, 공유 모빌리티 등 다양한 새로운 교통수단에 대한 연구개발이 활발히 진행 중으로, **정부 차원에서 국내 환경에 적합한 미래형 교통수단 기술과 기반 인프라 확보, 서비스 제공을 위한 제도 마련 등 체계적 지원 필요**

9) https://otonomo.io/blog/mobility-trends-report-for-2022/

ㅇ 도시철도, 버스 중심 현재의 도시교통 환경에서 육상과 항공의 운행공간에 이동 자율성이 높은 교통수단이 등장함에 따라 운행 안전, 위험상황 대처능력, 기술 수준 등에 대한 충분한 사전 기술 검증을 통한 안전성 확보 필요

- 새로운 모빌리티 개발을 통한 AI 기반 도시 인프라 관련 융합신기술의 접목을 통해 기능과 안전 측면에서의 성능 고도화 및 신뢰성 확보 필요
- 새로운 혁신적 모빌리티 도입을 위한 다양한 이동수단간 조화 및 효율적 도시공간 활용 및 공간 구조 재편 관련 기술개발 필요

1-2-2. 기술적 측면의 필요성

□ **기존 대중교통은 에너지 소비, 운송 용량 등의 측면에서 경쟁력이 있었으나, 환경변화로 인해 그러나 기존 연구에 따르면 기존의 대중 교통은 실시간 및 매우 동적인 수요를 충족시키는 데 고유한 한계가 있었음**

ㅇ 현재의 대중교통은 공급자 중심으로, 교통시스템 및 정부와 지자체 중심의 배치가 수행되었고 일정 수준 이상의 인구밀도에만 배치되었고, 지하철 및 버스의 용량 한계 등에 대한 문제가 존재하였음

- 도심 내 특정구역, 특정시간(출퇴근 러시아워) 등에서는 이용객들의 과도한 밀집으로 인해 원활한 대중교통 사용이 어렵고, 교통혼잡이 발생하게 되어 많은 불편과 혼잡 비용을 초래함

□ **기술혁신의 등장을 통해 해외 모빌리티 산업의 지형이 급격히 변화하고 있는 한편, 국내 기술과 규제 및 제도, 지원 등은 이를 따라가지 못하는 현상이 발생 중으로, 정부차원에서의 미래형 모빌리티 개발을 선도하여 국내 기업들의 활동을 장려해야 함**

ㅇ 정부차원의 개발을 통해 규제와 제도의 유연한 조정이 필요하며 해외의 주요 미래형 교통수단을 만드는 기업들은 스타트업들의 비율이 높아 정부는 미래 교통을 위한 국내의 스타트업들을 지원하고 기술 토대를 마련해야 함

ㅇ 미래교통수단 중 첨단 대중교통수단을 정부 주도하에 개발하여 동시에 민간의 참여를 유도하고 지자체와 민간의 협력을 구축할 수 있도록 선도하여 국가 경쟁력을 제고해야 함

1-2-3. 사회·경제적 측면의 필요성

□ **도시는 다양한 교통수단의 등장으로 이동성의 진화와 확장, 나아가 이를 기반으로 한 도시 생활의 패턴이 달라지고 있으며, 이동성, 이용 편의성과 도시의 환경성이 중요시되는 혁신적 미래형 모빌리티 글로벌 신시장에서 기술적 리더십 확보 필요**

○ 미래형 교통수단과 연계된 다수의 분야가 현재 개발 초기 단계이나 기술개발 경쟁이 치열하며, 빠른 기술발전 속도를 고려할 때, 미래에는 교통수단 범위를 넘어 다양한 연계 산업까지 파급효과가 클 것으로 예상되므로 연관사업 육성을 위한 전략적 대응 필요

- 다양한 사회문제 해결, 산업 경쟁력 강화를 위해 기존 수직계열형 모빌리티 산업과 더불어 개방형 수평분업형 산업생태계 고려 필요
- 새로운 모빌리티 융복합 산업 육성으로 미래 먹거리와 가치 창출을 위한 모빌리티 서비스의 산업 역량 강화가 필요
- 미래형 혁신적 모빌리티 산업육성 및 상용화 지원을 위한 제도적 기반 마련 필요

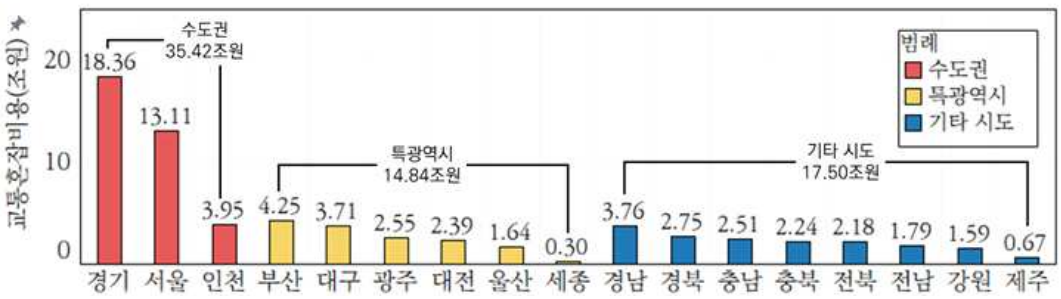
○ 모빌리티 산업은 여러 산업이 연계된 네트워크형 산업구조로, 빠르게 변화하는 환경에 대응하기 위한 융합형 신산업 육성 필요

- 모빌리티 서비스 제공을 위해 기업들은 자체 내부 투자, 전략적 제휴와 인수합병 전략을 바탕으로 사업을 다각화하거나 보완적인 기능을 습득하여 사업역량 강화 필요

□ 국내 교통혼잡비용('18년 기준 약 67.7조원)과 교통사고비용('19년 기준 약 25.9조원)은 여전히 높고, 교통에 의한 환경오염도 매우 심각한 실정

○ 국내 교통혼잡비용은 '16년 55조 8,595억 원, '17년 59조 6,193억 원, '18년 67조 7,631억 원으로 매년 약 **10%의 교통혼잡비용이 증가하는 추세**를 보임[10)]

- 총 비용 중 수도권에서 절반 이상의 교통혼잡비용(35.4조원, 52%)이 발생하는 것으로 나타남



[자료] 한국교통연구원

[그림 1-6] 2018년도 시도별 교통혼잡비용

- 해외 주요국과 비교했을 때 GDP 대비 교통혼잡비용은 미국 0.9%, 영국 0.4%, 독일 0.2%, 한국 3.6%로 우리나라의 GDP 대비 교통혼잡비용이 주요국 대비 높은 수준으로 나타남

○ 우리나라의 도로교통사고 사회적 비용은 약 25.9조원으로[11)] 이는 2019년도 GDP와 GNI의 약

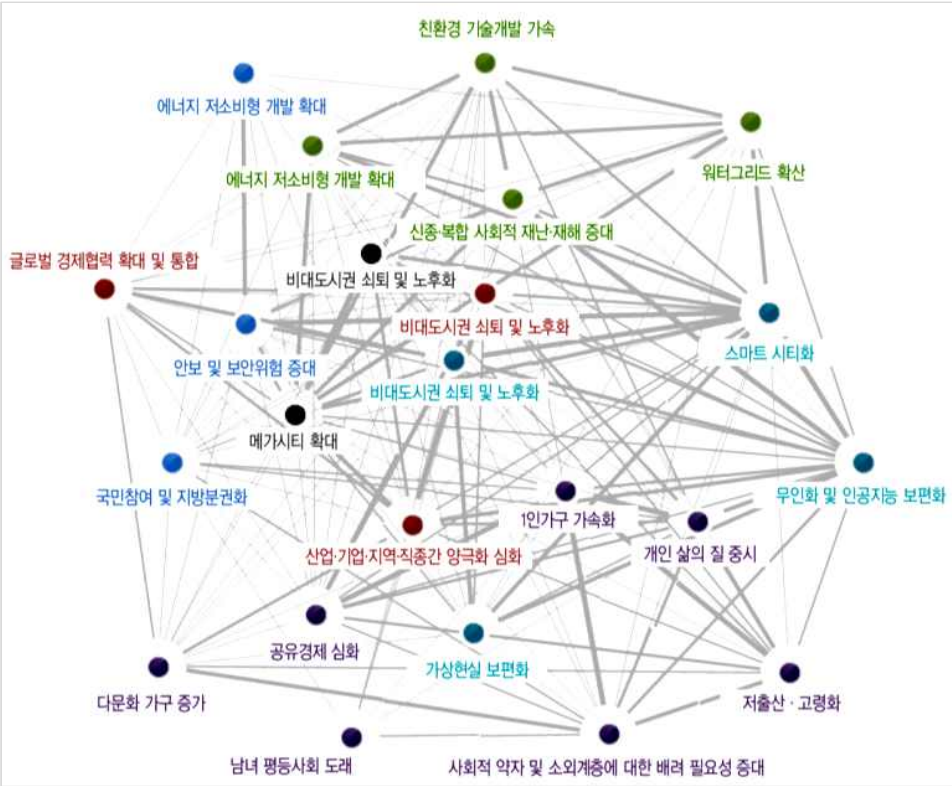
10) https://www.koti.re.kr/user/bbs/BD_selectBbs.do?q_bbsCode=1005&q_bbscttSn=20210702154251438
11) 2019년도 도로교통비용의 추계와 평가 (2020년판), 도로교통공단

1.4% 수준이며, 세계 도로교통사고 비용의 경우 2015~2030년까지 약 GDP 0.12% 에 해당[12] 하는 수치로 세계 평균에 비해 높은 실정임

□ **고령화와 인구감소 등 인구구조의 변화와 그에 따른 노동 시장의 변화는 새로운 교통 서비스를 요구하게 되었고, 이에 대응하기 위한 미래형 교통수단 개발 필요**

○ 고령 인구의 교통 수요에 대응하기 위한 자율주행 서비스의 다변화가 필요하고, 청년층의 소득 감소에 따른 공유 서비스에 특화된 미래교통 수단 개발 필요

- 교통서비스를 제공하는 노동구조 변화에 대응한 무인 자율주행 교통서비스 제공 수단 개발 필요



[자료] 국토교통부, 국토교통 비전 2045 수립을 위한 연구, p. 45.

[그림 1-7] 모빌리티 대내외 트렌드

12) Chen S, Kuhn M, Prettner K, Bloom DE. 교통사고로 인한 글로벌 거시경제적 부담: 166개국에 대한 추정 및 전망, 2019.09, (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542519619301706)

2. 사업추진의 시급성

□ 우리나라의 도시화율은 90%를 넘어 도심 문제를 해결하고, 기후변화에 대응하며 국민의 편의성을 제고하기 위해 이용자 중심의 미래형 교통수단개발을 추진해야 함

○ **개인 모빌리티와 자동차의 의존도는 감소**시키고 **대중교통을 확대**하고 이 외 보행, 자전거 등을 중요수단으로 포함하여 승용차를 대체할 수 있도록 해야 함

- 고밀도 건축개발 및 토지 이용도를 높이는 대중교통중심형개발(TOD, Transit Oriented Development)으로 도심대중교통을 개편하여 대중교통 중심 생활권을 구현하도록 하며[13] TOD 생활방식은 운전을 최대 85% 감소할 수 있어 동시에 에너지 소비를 감축시키므로 기후변화 및 글로벌 에너지 안보에 대한 도시의 주요 솔루션으로 작용할 수 있음[14]

  * 기존의 도시문제인 교통혼잡, 탄소배출 문제 해결의 필요성, 가족형태의 변화(1인가족 확대), 스마트 시티에 대한 국가 지원확대 등을 통해 TOD형 도시 구축이 주도됨 [15]

○ **지속가능한 대중교통을 구현**하고, 교통문제를 해결할 수 있도록 **저비용·고효율·고용량**의 교통수단으로의 전환 등을 정부차원에서 제공할 수 있도록 해야 함

- 디지털 혁명 이전부터 해외 주요 도시는 대중교통에 대한 개발이 진행되고 있었으며 대중교통은 도시 공간으로의 통합이 시작되어 노면전차(트램)을 통해 높은 수송용량을 제공하고 도로 용량을 많이 차지하지 않는 설치가 가능하다는 점에서 도입이 되곤 하였음 [16]

- 국내 또한 2040년까지 저비용, 고효율 대중교통을 확대하고 이용자 중심의 교통운영체계를 개선하여 광역버스의 일평균 혼잡률을 줄이고, 환승시간 3분 달성 등의 목표를 정비 중이나(K-모빌리티 마스터플랜)[17] 이는 주로 도시와 도시 간의 연결에 한하므로 **도심 내 인구 밀집지역 내의 문제를 해결할 계획과 수단이 부족한 실정**

□ 미래형 대중교통 도입을 통해 **대중교통 시스템을 재정비**하여 도로 용량을 확대하고 최신 기술을 반영한 인프라의 탄력적 활용을 선도해야 함

○ 자율주행 기술 및 자동차가 등장하게 됨에 따라 기존 교통수단의 관련 기반 시설 활용성이 줄어들고 이러한 잔여 인프라 활용방안에 대한 고민이 필요하며 각 기술과 수단별 특성을 고려한 효과적인 환승체계의 구축도 고려해야 함

- 자율주행 자동차의 보급이 활성화 될시, 주차장감소 및 도로용량 증가로 인한 도로폭의 감소가 발생하고, 도로용량이 증가하여 이를 활용하는 것이 중요할 것으로 보여짐

---

13) 대중교통지향형개발 (TOD) 의 의의와 바람직한 개발방향, 성현곤
14) http://www.tod.org/
15) http://www.tod.org/
16) 스마트시티 콘셉트 실현의 지표로서의 트램, 공민식(KAIA), 2021.09
17) https://www.smartcitytoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=21751

* 완전 자율주행차 100%시 주차장 수요 10% 감소(공유서비스 도입시 66~93%), 도로 감소 비율 20.3% 예상 [18]

ㅇ **제한된 도로공간을 효율적으로 활용**하여 도로 가용용량을 확대하며, **교통혼잡을 줄이고 이용 수요에 대응**하여 탄력적인 운행 시스템을 갖추어야 하며, 복합환승센터 등의 계획이 필요함

- 2018년도 기준 국내 도로혼잡비용(차량 정체로 인해 추가로 발생하는 기름값, 시간 손실 등을 계산)은 약 64.8조원으로 이는 GDP 3.6%에 달하는 수준으로 이는 매년 증가하고 있는 추세

  * 국내 도로혼잡비용 추세: '15년도 33.4조, '16년도 55.9조, '17년도 59.6조, '18년도 67.8조 (한국교통연구원)

- 노변공간에 대한 효율적 활용을 통해 도로공간의 넓은 활용을 도모하고 승하차 구역으로 구분되는 공간을 최소화하거나 혹은 다른 용도로 활용가능한 공유 공간으로 구성하여 시간대별로 다른 용도로 달리하는 운영방식을 도모해야 함

- 미래 복합환승센터를 통해 모든 사람이 제약받지 않고 편리하게 이용할 수 있고, **공간의 활용도를 극대화하는 입체환승 혹은 스마트쉘터 등의 개념들을 적용해야 함**

  * (입체 환승) 입체/복합 공간에서의 환승 시스템을 통칭하는 의미로, 수단간 환승·건축 및 매개공간과 연결·상업 및 업무시설 등의 편의시설과의 연계 등 형태가 존재함 [19]

  * (스마트쉘터) 서울시의 경우 미래형 버스정류장인 '스마트 쉘터(smart shelter)'를 통해 다양한 서비스와 첨단 교통서비스를 제공하여 시민 편의를 도모함, 코로나 감염위험을 방지하기 위해 열화상 카메라가 구비되어 있음 [20]

ㅇ 인프라의 구축 기본 패러다임이 디지털화가 될 가능성이 높으며, 수요집중 및 고효율 운영이 필요한 도심지역의 경우 사람에 의한 운전이 금지될 가능성이 있어 디지털화 및 무인화는 필수적으로 보여짐

- C-ITS, V2X 기술들을 통해 교통관제센터는 서비스 제공 기반기술을 조기에 확보하고 서비스 제공 플랫폼을 빠르게 구축하여 미래 교통수단을 선도적으로 도입해야 함

□ **미래 교통수단에 대해 국내 기술은 전반적으로 높게 평가 되었으나 각 수단이 여러 교통상황에 탄력적으로 대응할 수 있는 기술력 개선과 국민들의 미래형 교통수단 수용성 제고에 대한 필요성이 제기되었음**

ㅇ 미래형 교통수단이 앞으로 도입됨에 따라, 국민들의 교통수단 수용성을 제고하기 위해 정부차원의 시범운행 및 안정적 운행환경 구축 등이 필요할 전망[21]

- 미래 교통수단과 서비스가 도입됨에 따라 각 수단별 수용성을 파악할 필요가 있으며, UAM·하이퍼루프 등 기존에 없던 수단의 도입과 소수의 사고발생에 대한 대중들의 불안감이 존재할 것으로 예상하고 이러한 불안감이 해소될 시 미래형 교통수단에 대한 수용성이 높아질 것으로 예상함

□ **신교통수단의 도입에 따르는 인프라개편은 국가 경쟁력 확보에 매우 중요한 요소로 작용할 것이며, 교통인프라에 대한 변화는 많은 시간이 소요되어 사전적검토 및 계획이 중요함**

---

18) https://m.etnews.com/20210330000204
19) 입체환승체계 설계 매뉴얼, 건설기술 정보시스템
20) 똑똑한 버스정류소 스마트쉘터, 2021.09, https://mediahub.seoul.go.kr/archives/2002602
21) 미래교통수단과 서비스의 등장에 따른 교통시설 혁신방안, 한국교통연구원, 2020

3. 사업기획 개요

3-1. 주요 용어의 정의 및 개념

[표 1-4] 주요 용어의 정의 및 개념

구분	용어	정의
모빌리티 유형	퍼스널 모빌리티 (Personal mobility)	· 전기 등의 친환경 동력을 이용한 1인용 이동수단을 의미함 - 전동식 킥보드, 전기스쿠터, 전기자전거, 초소형 전기차 등이 해당됨 - 공유서비스와 결합하게 되면서 소유하지 않아도 간편하게 이용가능함 · 마이크로 모빌리티(Micro mobility)와 혼용되어 사용됨
	PAV (Personal Air vehicle)	· 개인용 비행체를 의미하며, 개인이 소유하는 비행체를 의미함 - 플라잉카는 자동차처럼 도로를 이용가능하고 비행도 가능하여 순수한 비행체인 PAV에는 포함되지 않음
	UAM (Urban Air Mobility)	· 도심항공모빌리티를 아우르는 말로 기체, 인프라, 운항, 서비스를 모두 포함함 - E-VTOL (Electric Vertical Takeoff and Landing) : 전기 동력을 사용하여 수직이착륙이 가능한 비행체를 의미하며 별도의 활주로가 필요없다는 것이 특징임, 배기가스와 소음발생이 현저하게 적음, 에어택시로 혼용되어 사용되기도 함
	하이퍼루프	· 친환경, 초고속 운송 수단 중 하나로 대표적인 미래형 교통수단 - (원리) 진공상태와 비슷한 수준의 밀폐된 터널 내 열차를 배치하여 로켓처럼 쏘아날리는 개념의 열차 - 차로 최소 2시간 정도 소요되는 거리를 약 12분 정도로 이동이 가능
인프라	스마트쉘터	· 자동정차 시스템, 공기청정기, UV에어커튼, 핸드폰 무선충전, 와이파이 등 각종 편의시설이 융합된 미래형·최첨단 버스정류소
	입체환승	· 입체/복합 공간에서의 환승 시스템을 통칭하는 의미로, 수단간 환승·건축 및 매개공간과 연결·상업 및 업무시설 등의 편의시설과의 연계 등 형태가 존재함
	TOD (Transit-Oriented Development)	· 대중교통 지향형개발로 도시 개발 트렌드 중 하나이며, 개인차량에 의존하는 도시가 아닌 대중교통 이용과 친환경 구성에 초점을 맞춘 도시개발 방식 - 고밀 주거 및 복합용도의 개발, 대중교통 연계개발, 승용차 이용억제 및 자전거 이용과 보행활성화 등에 집중됨
서비스 모델	MaaS (Mobility as a Service)	· 교통수단간 통합서비스제공을 의미하며 기차, 버스 등 대중교통을 비롯한 택시, 공유차량 등 다양한 모빌리티 서비스를 하나로 통합함
	TaaS (Transportation as a Service)	· 기존의 MaaS에 LaaS(물류의 이동)까지 합쳐 수송 전반에 관련된 서비스로, 차량 외에도 도로인프라 및 전기 충전소 등 포함됨 · 자율주행 등 미래 기술이 본격적으로 접목됨
	카 쉐어링 (Car sharing)	· 하나의 자동차를 여러명이 공유하여 사용가능한 서비스로, 직접 운전을 할 수 있는 운전자가 시간에 따라 요금을 지불하여 차량을 빌리는 서비스 - 국내는 쏘카, 그린카 등이 대표적으로 해당됨
	라이드 쉐어링 (Ride sharing)	· 면허가 없는 사람도 이용가능하며 자동차 자체가 아닌 이동서비스를 제공함. 출퇴근을 같이 이동하는 카풀도 라이드쉐어링의 일종 - 대표적으로 해외의 우버가 있음
	카 헤일링 (Car hailing)	· '호출'형 차량공유 서비스로 자동차가 필요한 시간과 장소에 맞춰와 지정된 장소로 직접가야하는 카셰어링에 비해 편리함
	라이드 헤일링 (Ride hailing)	· '호출'형 승차공유 서비스로 승차서비스를 자신의 위치로 호출하여 이용가능함 - 기존의 라이드 셰어링이 라이드 헤일링으로 전환되는 추세임, 대표적으로 해외의 리프트(미국) 서비스가 있음
	라이드 풀링 (Ride pooling)	· 이동경로 및 목적지가 유사한 승객을 함께 탑승시켜 이동하는 서비스를 말하며 합승개념임 - 호출 시 합승알고리즘을 통해 유사 경로의 승객이 탑승하도록 경로를 재구성하고 배차가 이루어짐
	수요 응답형 교통체제 (DRT, Demand responsive	· 이용객들의 수요에 맞춰 차량이 배차되고, 교통상황을 반영한 최적의 경로를 찾아 운행하는 서비스 모델로, 1인탑승과 대중교통의 경제성을 융합함 - 원하는 곳에서 승/하차가 가능함 [22] · 정류장까지 소요되는 도보시간, 대기시간이 감축되고 정확한 도착 및 대기시간

구분	용어	정의
	transport)	예측이 가능함
기술	V2X (Vehicle to everything)	· 차량이 유, 무선망을 통해 다른 차량 및 도로 인프라가 구축된 사물과 정보를 교환하는 기술로 완전히 자동화된 교통인프라를 가능하게 하는 핵심기술 · 센서의 제약조건을 보완가능하며, 시야 제약조건에 구애받지 않음
	C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems)	· 협력 지능형 교통체계의 줄임말로, 현재 상용화 단계인 ITS(Intelligent Transport Systems)의 차세대 버전 - ITS는 현재 하이패스, 실시간 교통정보, 교차로 제어등의 서비스를 제공하는단계 · C-ITS는 V2X기술을 활용해 차량-차량, 차량-인프라가 정보를 공유하여 하나의 거대한 정보체계를 구성함 - 실시간 교통정보 수준을 넘어서, 보행자 및 차량 위치 데이터를 공유해 실시간 자율주행이 가능하고, 전체 차량의 수집데이터를 통해 교통체증 분산 등 고도화된 체계구성이 가능함 23)

3-2. 본 사업의 목표

○ 2050 국토교통 환경변화 대비, 친환경 및 자율주행 기반의 지상, 지하 등 3차원 공간을 결합한 새로운 미래 교통수단의 지능화, 자동화, 디지털화, 클린화, 초고속화에 대한 연구개발사업 기획을 통해 산업간 융합, 국가 산업경쟁력 제고 및 미래 교통환경 변화에 선제 대응

- 사업의 정책적·기술적·경제적 타당성 확보를 위한 예비타당성 조사 신청 및 대응

○ 본 연구는 미래형 교통수단 기술개발 수요조사 및 개발전략 수립 기획과제를 효과적으로 수행하기 위하여 크게 기획을 세 단계로 나누어 진행

- 첫 번째 단계에서는 대내외 환경분석, 미래사회 전망 및 니즈 도출, 국내외 역량 분석, 동향분석을 통한 미래형 교통수단 정의·범위와 기술개발 방향을 설정하고 이를 통해 중점추진 분야를 도출함
- 중점추진 분야별 기술발전 시나리오 분석 등을 토대로 연구개발 목표와 추진전략을 수립하고 사업의 정책적 추진 타당성 근거와 범위를 정립함
- 두 번째 단계에서는 미래형 교통수단 기술 개발 관련 차량, 서비스, 인프라, 제도 등 전 분야에 걸친 중점 분야별 시장·산업·정책·기술 동향과 논문/특허 분석 등을 통하여 중점분야 도출의 적합성과 구체성을 보완하고 중점분야별 기술 수요조사와 시설/장비 수요를 조사하여 중점과제를 도출함
- 기획타당성위원회의 검증과 전문가를 대상으로 AHP 분석 기법 등을 활용하여 공공성, 시장성, 기술성을 중심으로 도출된 과제의 우선순위를 정하고 기존과제와의 중복성 검토와 타기술 연계 방안 등 역량 분석을 통한 기술정의 및 분류체계 정립, 핵심 요소기술 도출 등 중점기술별 상세내용을 작성함

22) https://www.autocrypt.co.kr/drt
23) https://it.donga.com/31976/

- 이를 토대로 중장기 로드맵 수립, 기술지도 도출과 예산배분, 사업단 사업추진체계 및 관리방안, 과학기술적·경제사회적 정략적 파급효과를 제시함
- 세 번째 단계에서는 예비타당성 조사 신청을 위한 정책적·과학기술적·경제적 타당성을 제시함
  · 정책과의 부합성, 미래이슈·니즈분석, 재원조달 및 법 제도적 위험요인 분석을 통한 정책적 타당성 제시
  · 기획과정과 사업 목표, 구성·내용 등 기술개발계획의 적절성, 기술 수준 및 추세 분석을 통한 기술개발 성공
  · 가능성, 기존 사업과의 중복성 분석을 통한 기술적 타당성 제시
  · 국가연구개발사업의 비용 추정 방법론을 활용한 비용·편익 추정과 경제성 분석을 통해 경제적 타당성 제시

3-3. 본 사업의 범위

ㅇ 미래형 교통수단 혁신사업(가칭) 범위 설정

- 사업의 2050 국토교통 “미래형 교통수단 기술개발사업”과 관련한 전 세계 연구동향, 리포트, 예측자료 등 최신 자료를 반영하여 미래 우리나라 교통 시스템을 혁신하는 방안을 검토하고, 대국민 아이디어 공모전 등을 통해 사업 범위 및 대상을 세분화하여 제시
- 본 사업의 기획범위인 ‘미래형 교통수단’의 개념 및 정의 구체화

ㅇ 기존 사업과의 차별성 및 연계 방안 상세 분석

- 국토교통부뿐만 아니라 타 부처 등에서 진행 중, 완료, 진행 예정인 사업(기획사업 포함) 등에 대한 차별화 및 연계 방안 상세분석

ㅇ 미래형 교통수단 관련 기술개발사업 전략 수립 및 연구내용 설정

- 미래형 교통수단, AI 기반 교통인프라 및 운영체계 관련 기술 선정의 타당성 확보를 위한 근거와 논리 제시
- 사업 추진 및 기술개발 전략 등 사업목표의 성공적 달성을 위한 체계적 전략 수립
- 중점분야별 목표 달성을 위한 세부과제와 기술개발내용 도출 및 과제별 추진체계(사업단, 연구단, 일반과제 등) 설정
- 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시
- 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산, 연구 개발로 인한 편익 산정 등

ㅇ 사업의 개념, 개발기술, 개발의 효과 등에 관한 이해를 높이기 위한 시나리오 등 작성

- 전문 시나리오 작가, 일러스트레이터 등을 활용하여 미래 사회 예측, 기술개발 시나리오, 청사진 등을 제시

- 미래형 교통수단(AI 기반 교통 인프라, 운영체계 포함)은 2050 미래 국토교통 관련 기획연구로, 필요 시 카툰 혹은 홍보 동영상 등을 제작하여 기획연구 결과의 이해도 제고

○ 중점과제, 세부기술개발 과제 도출 및 세부기술 기획

○ 기술개발을 위한 정책적·기술적·경제적 타당성 검토 등

3-4. 본 사업의 방향

○ 2050 미래의 교통수단은 크게 안전성, 초연결성, 혁신성, 편의성, 이동성, 접근성 등 다양한 측면에서 기술개발 범위과 기획 추진 방향 설정 필요

- 안전성 : 교통 수단의 안전성과 운행 안전성, 기반 사회 안전망
- 초연결성 : 모빌리티 서비스의 수요에 대응할 수 있는 초연결성 구현이 가능성
- 혁신성 : 교통수단 친환경화, 교통수단의 자동화, 운전 자율화, 2차원에서 3차원의 서비스 확장성
- 편의성 : 개인교통, 대중교통, 물류 등 여객과 화물의 이동 제약 한계 탈피 및 쾌적 이동
- 이동성 : 미래형 교통수단의 이동 범위와 서비스 제공 범위
- 접근성 : 도시 내의 교통 물류 서비스 제공의 물리적 범위와 교통 인프라 이용



[그림 1-8] 미래형 교통수단과 교통체계

○ 미래의 교통수단은 크게 서비스 공간의 한계, 교통수단의 성능과 운영 한계, 개인 모빌리티의 제공 한계, 고령화 시대의 운전 제약, 교통 운영 한계, 친환경 및 에너지 절감 등 첨단 교통수단

기술과 모빌리티 사회적 요구사항을 반영할 수 있도록 기획

- 기존의 2차원 교통체계에서 3차원으로의 서비스 공간 확대로 용량 증대
- 물리적인 차체의 독립 활용에서 필요에 따라 모듈적 활용으로 도로 이용 효율성 증대
- 수요 대응형 서비스 제공으로 이용 시간과 공간의 제약 극복
- 고령 운전자 등 교통약자의 이동성 증진과 이동 형평성 확보

○ 기술 개발 기획은 미래의 교통수단 뿐만 아니라, 서비스 제공, 인프라 구축, 법・제도 정비 등을 포함하여, 미래교통수단이 적용될 교통체계의 변화에 대응할 수 있도록 추진

3-5. 본 사업의 추진 근거

3-5-1. 법적 근거

○ 「국토교통과학기술 육성법」 제8조(연구개발사업의 추진)

- 국토교통부는 법제4조에 따라 수립한 10년 단위 국토교통과학기술 연구개발종합계획의 원활한 이용을 위여 법제8조에서 연구개발 사업을 추진하도록 하고 있음

○ 도로법 제58조(도로와 관련한 연구・개발 사업 등)

- 도로법 제58조에서는 도로의 체계적인 계획, 건설, 보수, 유지, 관리 등에 관한 연구개발 사업을 추진할 수 있도록 하고, 연구 개발 성과의 이용 및 보급을 위해 시범사업을 실시 할 수 있도록 하고 있음

○ 지속가능한 기반시설 관리 기본법 제17조(연구개발의 촉진 등)

- 국토교통부 장관은 기반시설의 유지관리 및 성능개선에 필요한 연구 및 기술개발과 전문 인력 양성을 위해 연구개발을 추진할 수 있도록 하고 있음

○ 국가통합교통체계효율화법 시행령 제87조에는 교통기술 연구・개발사업의 분야별 전담기관의 지정 및 담당 업무 등엑 관한 사항을 규정하고 있음

3-5-2. 정부 국정 과제

○ 문재인 정부 100대 국정과제는 '4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가'에서 '소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도기반 구축' 및 미래형 신산업 육성 등의 분야 포함

3-5-3. 국가 계획 근거

○ 제5차 국토종합계획('20~'40)

- 국토종합계획은 헌법과 국토기본법에 따라 수립 공표되고 있음
- 「헌법」 제120조제2항에 의해 국토와 자원은 국가의 보호를 받으며, 국가는 그 균형 있는 개발과 이용을 위해 필요한 계획을 수립하도록 하고 있음
- 「국토기본법」은 국토를 이용, 개발 및 보전할 때 미래의 경제적, 사회적 변동에 대응하여 국토가 지향하여야 할 발전 방향을 설정하고 달성하기 위한 계획을 수립하도록 함



[그림 1-9] 국토종합계획과 다른 계획과의 위상

○ 제2차 국가기간교통망계획(`21~`40)

- 「국가통합교통체계효율화법」 제4조에 따라 국토교통 여건, 기후 등 환경변화, 사회 경제적 변화등 복잡 다양한 교통문제에 대해 효율적으로 대응하고, 미래 국가교통의 방향 설정 등을 위해 수립

○ 도로기술개발 전략('21~'30)

- 변화하는 교통기술을 수용하고 도록기술 분야의 대외 경쟁력 확보를 위한 도로기술 연구를 위해 2030년까지 추진할 중점 도로기술 개발 분야 선정하고 로드맵 발표
- 4대 핵심 분야와 목표로 1) 안전한 도로 구축을 통해 교통사고 사망자 수 30% 감축 지원, 2) 편리한 도로 구축을 통해 도로 혼잡구간 30% 해소, 3) 경제적 도로 건설을 통해 도로 유지관리 비용 30% 절감, 4) 친환경 도로 기술 개발을 통해 도로 소음 20% 감축, 5) 미세먼지 등 유해물질 15% 감축하는 목표 제시

○ 제2차 자동차정책기본계획('17~'22)

- 「자동차관리법」 제4조의2에 따라 국토교통부 장관은 자동차를 효율적으로 관리하고 안전도를 높이기 위해 자동차 정책 기본계획을 5년마다 수립시행하도록 하고 있음

ㅇ 제1차 자율주행 교통물류 기본계획계획('21~'25)

- 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」 제 4조에 따라 국토교통부 장관은 체계적이고 예측가능한 자율주행자동차 상용화 지원정책 수립과 이행을 위한 5년단위 기본계획 수립하도록 하고 있음
- 제1차 자율주행 교통물류 기본계획은 자율주행 상용화를 앞당기기 위한 자율주행 서비스 분야 기술개발 및 실증 지원하고, 관련 인프라를 제공하며, 필요한 제도 개선과 국내외, 산학연, 등 관련 협력을 도모하기 위한 추진과제 제시

ㅇ 국토교통 탄소중립 로드맵(2021.12)

- 「탄소중립기본법」상의 정부 법정계획(탄소중립 녹색성장 기본계획) 수립을 위한 부문별 로드맵의 일환임
- 우리 정무는 2020년 10월 탄서중립 선언 후 법부처 「탄소중립 추진 전략」에서 각 부문별 로드맵 수립 계획을 발표함에 따른 국토교통 분야 탄소중립 로드맵 발표
- 본 로드맵은 국민의 생활터전이 되는 모든 공간과 이동수단의 탄소중립을 이루기 위해 건물과 교통 분야 탄소중립 추진과제 제시

3-5-4. 국가 연구개발 계획 근거

ㅇ 제4차 과학기술기본계획(`18~`22)

- 「과학기술기본법」 제7조 및 시행령 제3조 ~ 제5조에 따라 과학기술발전에 관한 중장기 정책목표와 방향을 설정 공표하고, 중장기 정책목표와 방향에 따른 기본계획을 수립하는 것임
- 본 기본계획에는 우리나라 과학기술혁신정책의 비전, 목표, 방향 등을 제시하는 중장기 발전 전략으로 각 부처의 과학기술 관련 정책 수립 및 추진 방향을 제시하는 최상위 계획임

ㅇ 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획(`18~`27)

- 「국토교통과학기술 육성법」 제4조에 따라 수립한 1차 기본계획으로 매 5년마다 향후 10년간의 계획을 수립해야 함
- 국토교통과학기술에 관한 장기적이고 종합적인 정책방향을 설정하고 중장기 투자 계획을 정하는 법정 종합계획으로 「과학기술기본계획」에 제시된 국가 R&D 정책방향을 반영해야 함
- 계획의 범위는 국토교통 각 분야가 융복합된 R&D 전반을 대상 범위로 봄
- 1차 기본계획의 목표는 국가 경쟁력 세계 3위, 국토교통관련 삶의질 만족도 8.3점 향상, 연구환경 만족도 15.4점 향상이고, 추진 기간은 2018년부터 2027년임

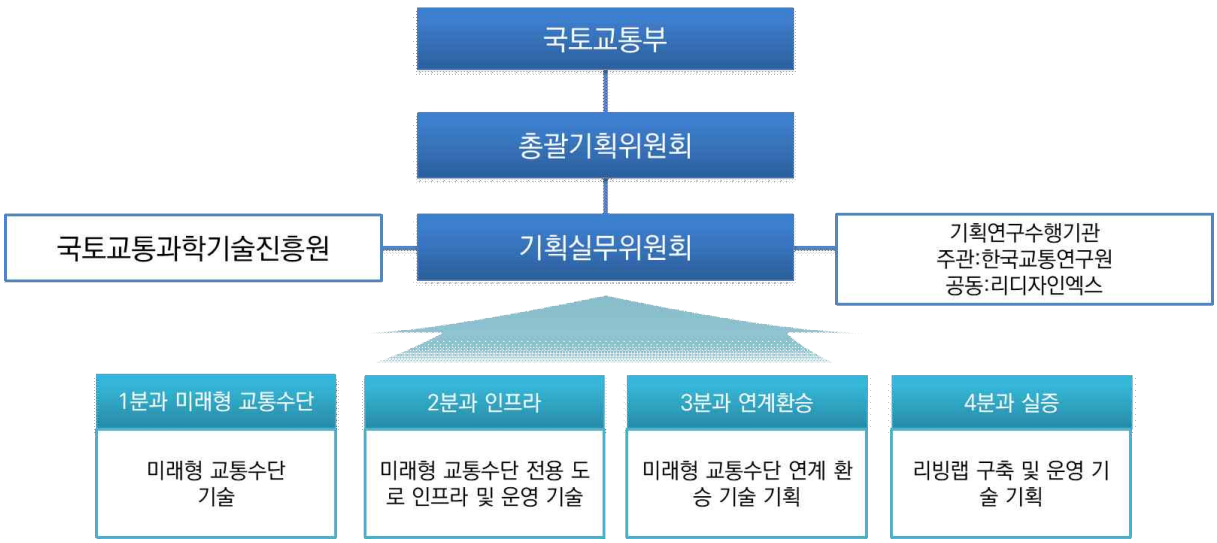
ㅇ 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준(2021) 등

- R&D 부처의 예산 요구 가이드라인이며, R&D 예산 배분 조정 기준으로 매년 발표되는 투자 방향과 기준임
- 2021년 기술분야별 투자 전략 중 국토교통분야의 투자 방향은 “시설물·건축물의 안전성 제고, 신속·편리한 교통체계 마련, 건물 에너지 절감 등 삶의 질 향상 분야에 지속 투자하고, 스마트건설·미래이동수단 등 혁신성장 동력 강화에 투자”하는 것임
- 또한 효율화 측면에서 “실용화 점검을 통해 우수 실증사업을 발굴하고, 스마트시티 공동 실증 및 공공분야 사업 발주 시 신기술을 선도적으로 적용하는 등 실증성과 확산 강화” 하는 방향을 설정

3-6. 본 사업 추진체계 및 경과

3-6-1. 추진체계

ㅇ 본 과제는 총괄기획위원회, 기획실무 위원회, 기획분과위원회, 국토교통과학기술진흥원, 기획연구 수행 기관의 협력하여 수행됨



[그림 1-10] 기획연구의 추진체계

ㅇ `총괄기획위원회는 미래형 교통수단 기술개발 사업에 대한 거시적 관점에서 기획 방향을 검토하고 세분계획결과(안) 검토 및 조정함

ㅇ `기획 실문위원회와 분과 위원회는 본사업의 중점 연구 분야에 대한 기술적 관점에서 전문적으로 검토하여 후보 기술을 평가하고, 핵심과제에 대한 목표 및 주요 연구내용 결과(안)을 도출

○ 국토교통과학기술진흥원은 전문관리기관으로 성과관리, 기술실현 가능형 및 정책방향 검토

○ `수행기관은 사업기획연구 수행을 위탁받아 총괄기획위원회, 실무위원회, 기획분과 위원회 등 전문가들과 협력하여 후보과제 도출, 핵심과제 및 연구내용 도출 등 기획연구 수행

3-6-2. 총괄 및 분과 기획위원회 구성

○ 총괄 및 분과 기획위원회의 학계 및 산업계 관련 전문가들로 구성되었음

○ `기획분과 위원회는 미래형 교통수단 개발 분과, 관련 인프라 분과, 연계 환승 분과, 리빙랩 실증 분과로 구성

- 미래형 교통수단 기술개발 분과는 미래형 교통수단 관련 전문 연구기관인 한국자동차연구원, 철도기술연구원, 자동차안전연구원 전문가 2~3인으로 구성
- 인프라 기술개발 분과는 미래형 교통수단 전용 도로인프라와 운영 기술 관련 전문 연구기관 한국건설기술연구원 전문가, 국토연구원 전문가, 한국교통연구원 전문가 2~3인으로 구성
- 연계 환승 기술개발 분과는 지자체 출연연과 교통 운영 분야 전문 연구기관인 서울연구원, 경기연구원, 한국교통연구원 전문가 2~3인으로 구성
- 리빙랩 실증 기술개발 분과는 리빙랩 구축 및 운영 기술관련 전문 연구기관인 서울대, 아주대, 국토연구원의 전문가 2~3인으로 구성

3-6-3. 추진경과

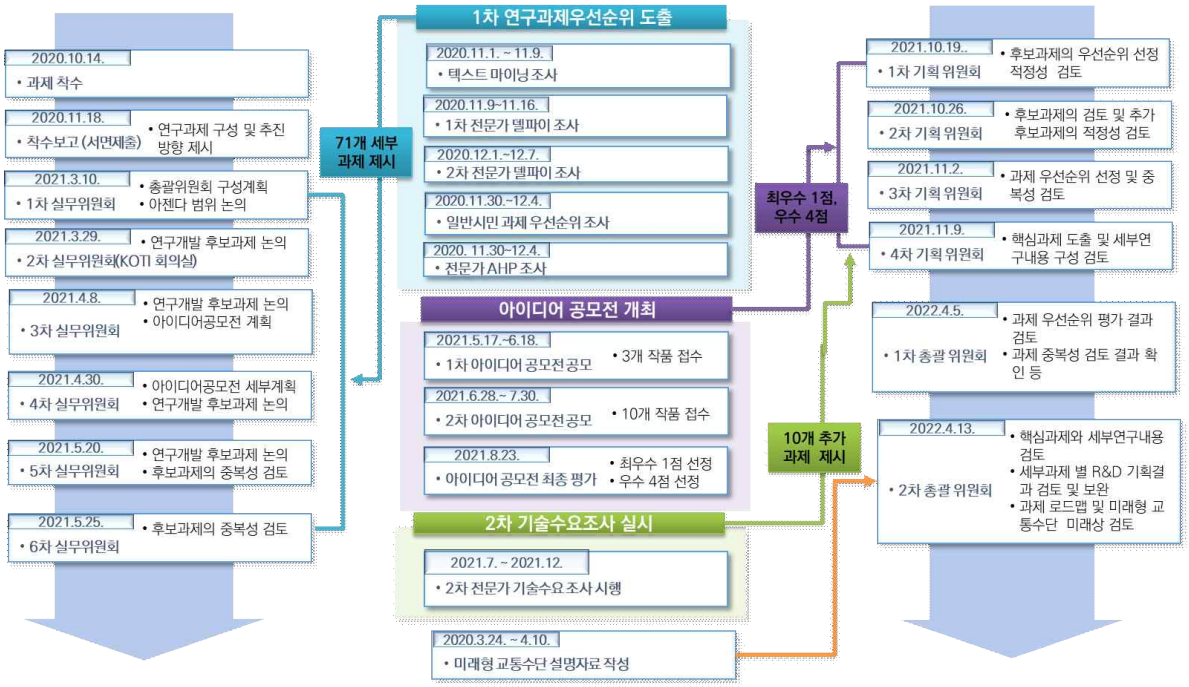
○ 본 과제는 2020년 10월 4일 착수하여, 6회의 실무위원회, 4회의 기획위원회, 2회의 총괄 기획위원회 개최

○ 후보 연구과제 도출을 위하여 2회의 기술수요 조사 실시

- 1차 기술 수요조사는 미래형 교통수단의 범위를 정하기 위해 언론, 일반인 등의 미래 기술의 키워드 도출을 위한 텍스트 마이닝 조사를 수행
- 텍스트 마이니을 통해 도출된 키워드 중 핵심 키워드 도출을 위해 전문가 델파이 조사를 시행
- 이를 바탕으로 과제 수요를 조사하고, 후보과제 도출하기 위해 일반인을 대상으로 한 과제평가 조사와 전문가 AHP 도출
- 도출된 과제 우선순위를 바탕으로 6회에 걸친 실무위원회를 통해 후보과제 도출
- 미래형 교통수단에 대한 참신한 아이디어를 얻기 위해 초등 및 중등생 대상의 아이디어 공모전

실시하여 총 13개 팀 응모 (최우수 1팀, 우수 4팀 선정)

- 아이디어 공모전 결과와 1차 수요과제를 보완하기 위한 2차 과제 수요결과를 바탕으로 4회의 기획위원회 개최
- 과제 기획위원회에를 통해 도출된 핵심과제, 세무연구내용 등을 검토하고, 과제 로드맵과 미래상 등에 대한 최종 결과 검토를 위해 2회의 총괄 기획 위원회 실시



[그림 1-11] 과제 추진 경과

II. 대내·외 환경 및 현황 분석

1. 분석개요

□ 연구목적

○ 미래 새로운 교통수단 및 교통환경에 영향을 미치는 환경변화 분석을 통해, 거시적 관점에서의 외부 니즈 및 기회요인을 검토하여 본 사업의 필요성과 당위성을 제시함

- 외부요인에 따른 라이프 스타일을 이해하는 것은 미래 교통 수요 이해의 핵심, 사회적 흐름과 기술 발전으로 인한 이동방식의 지속적인 변화는 사회경제적 발전의 주요 동력이 될 것임
- 웰빙, 사회적 포용, 일자리, 무역, 서비스 접근, 지속가능한 공간 모두 교통 시스템의 신중한 설계와 계획을 통해 이용·달성될 것임

○ 또한, 미래 교통수단 및 교통환경의 예상 이슈 및 문제점, 사업추진 시 발생할 수 있는 위험요인 등을 사전에 검토하여, 이를 해결하기 위한 관점을 본 사업추진 방향성에 반영함

□ 연구추진방법

○ [거시환경변화 분석] 최근 3년간(2018~2020년) 발간된 미래트렌드 및 기술트렌드 관련 문헌자료 메타분석으로 PEST 또는 STEEP 분석을 실시하여 각각의 관점에서의 거시환경 및 여건을 분석하고, 미래 교통수단 R&D에 영향을 주는 외부요인 및 이슈를 분석함

* 거시적 환경을 분석하는 방법으로 PEST은 Political, Economical, Social, Technological 등 4가지 요소로, STEEP은 Social, Technological, Ecological, Economic, Political 5가지 요소로 사업의 환경에 영향을 주는 외부요인을 파악하는 방법

- [1단계] 각 국의 정부, 글로벌 시장분석|컨설팅 기관 및 연구기관에서 발간된 미래전망 보고서를 기반으로 정리하되, 최근 국토교통부 중장기계획, 로드맵 등 정책자료를 검토 및 반영함
- [2단계] 정리된 각 STEEP 각 부문별 미래 교통수단에 영향 및 기술적 해결가능성이 높은 핵심 트렌드를 선별하고, 이를 중심으로 기회|이슈|니즈|위험 등을 검토하여, 본 「미래형 교통수단 기술개발사업(가칭)」의 미래상과 필요성|당위성에 대한 시사점을 도출함

[표 2-1] 국내외 조사대상 미래트렌드 참고문헌(안)

	서 명	저자|발행처	년도
1	Mobility 2030 : Transforming the mobility landscape	KPMG	2019
2	The Future of Road Transport	European Commission	2019
3	A time of unprecedented change in the transportation system	Government Office for Science	2019
4	Insights into Future Mobility	MIT Energy Initiative	2019
5	Future Transport Strategy 2056	Transport for NSW	2018
6	Beyond Traffic 2045	US DOT	2017

	서 명	저자|발행처	년도
7	Global Automotive Executive Survey2020	KPMG	2020
8	Public Transport in 2040_Outlines of a vision for the future	the Ministry of Infra. & Water Management	2019
:	:		

ㅇ [시나리오 분석] 상기 거시환경분석을 통해 도출된 핵심 변화동인을 선정하고, 이의 속성 조합에 기반한 미래 시나리오 분석을 실시하여 다양한 시각의 미래상을 예측하고, 미래 교통수단의 탐색 및 관련 정책에 대한 시뮬레이션에 활용하며, 불확실성에 대처하고 보다 탄력적이며 유연한 기술 개발 및 정책 결정 등을 위한 시사점을 도출할 수 있도록 함

- 미래환경변화 분석은 상기 거시환경변화 분석을 기준으로 보되, 시나리오 분석은 연구수행 과정에서 필요시 보완적으로 활용함

2. 대내외 환경분석

2-1. [S] 사회적 환경분석

□ 도시화 가속화 및 메가시티화로 도심지역의 인구밀도 증가 및 도심-비도심간 양극화

- 전 세계적으로 도시인구의 지속적인 증가로 2030년까지 인구 1,000만 이상의 메가시티는 약 41개로 증가, 2050년 세계인구 67%가 도시에 거주할 것으로 예상[24)]
- 우리나라 도시화율은 2018년 81.5%로 세계 평균인 55.3%를 상회, 이는 2050년이면 86.2%에 이를 것으로 전망, 이로 인해 다양한 도시문제가 양산·심화될 것으로 전망
  * 세계 도시화율 : 선진국 그룹 78.7%, 개발도상국 그룹 50.6%, 미국 82.3%, 중국 59.2%, 일본 91.6%, 유럽 74.5%(북유럽 82.2%, 남유럽 71.5%, 서유럽 79.9%)

□ 저출산, 고령화의 세계적 추세, 우리나라는 매우 빠른 속도로 초고령화사회로 진입중

ㅇ (인구구조의 변화) 저출산 및 고령화 지속으로 인해 소외되는 교통약자 증가

- 세계적으로 출산율은 지속감소하고 있으며, 60세 이상 인구는 2017년 대비 2050년까지 2배 이상, 80세 이상 인구는 3배 이상 증가할 것으로 전망됨
  * 세계 출산율 감소 : 4.47명[1970~1975]→2.47명[2015~2020]
  * 세계고령인구 변화전망 : 9.1%[2019]→14.1%[2040]→18.6%[2067])
- 우리나라는 출산율의 지속적인 감소와 고령인구의 빠른 증가로 인해 전 세계에서 가장 빠른 속도로 초고령화 사회가 진행 중으로 65세 이상 고령인구 비중은 2019년 14.9%에서 2067년에는 46.5%까지 도달할 것으로 전망
  * 국내 출산율 감소 : 4.21명[1970~1975]→1.11명[2015~2020]
  * 국내고령인구 변화전망 : 14.9%[2019]→33.9%[2040]→46.5%[2067])
- 특히 비수도권 지역의 고령인구 비중이 매우 높아질 것으로 예측되어 고령자의 생활 및 통행·이동 패턴 변화가 예상, 이에 따른 교통수단·서비스 수요에의 대응 필요
- 세계적으로 60세 이상 인구는 2017년 대비 2050년까지 2배 이상, 80세 이상 인구는 3배 이상 증가할 것으로 전망되고 있으며, 특히 우리나라는 출산율의 지속적인 감소와 고령인구의 빠른 증가로 인해 전 세계에서 가장 빠른 속도로 초고령화 사회가 진행 중임

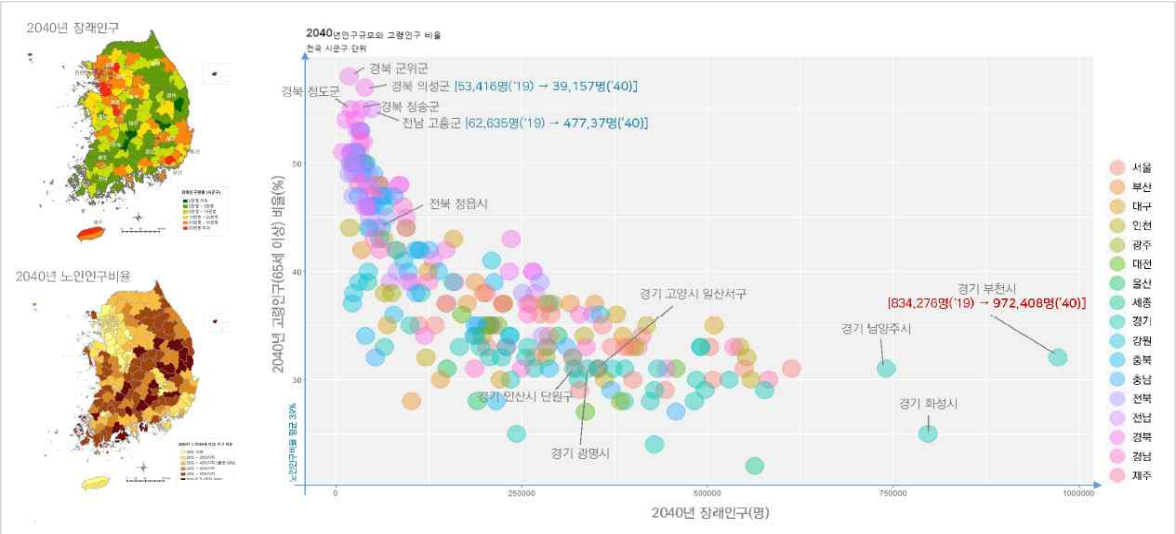
[표 2-2] 세계와 한국의 고령인구 비율 변화

구분	2019년	2040년	2067년
세계 [%]	9.1	14.1	18.6
한국 [%]	14.9	33.9	46.5

[자료] 2019년 장래인구특별추계를 반영한 세계와 한국의 인구현황 및 전망, 통계청 보도자료, 2019.9.2.

24) 2018 World Urbanization Prospects, UN DESA, 2019

○ 특히, 비수도권 지역의 고령인구 비중이 매우 높아질 전망이며, 경상북도(군위군 58%, 의성군(57%), 청도군(55%)), 전라남도(고흥군 55%)의 고령화 비율이 타 지역대비 높을 것으로 전망[25)]



[그림 2-1] 우리나라의 지역별 2040 장래인구 분포 전망

➔ 인구 고령화에 따른 노인의 교통수요 증가로 인해 노인의 공간|교통|건물로의 접근성 향상과 독립적인 이동을 지원하는 교통수단 및 교통체계 필요

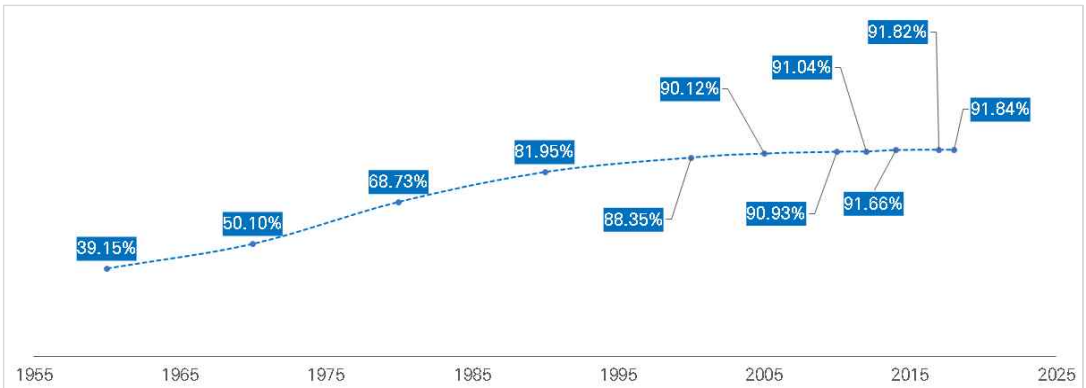
➔ 또한 고령화 비율이 도심보다는 비도심에서 현저히 높기 때문에 교통수단 의존도 가중

□ [도시집중화 심화] 전 세계적으로 지속적인 도시 규모의 증가 + 도시-비도시간 양극화 심화

○ 전 세계적으로 도시화가 가속화되어 전 세계 도시인구 비율은 2018년 55%에서 2050년 68%로 증가할 것으로 전망[26)]

- 우리나라의 도시인구 비율*은 2005년에 이미 90%를 초과한 이후 꾸준히 증가하여 2018년 91.84%를 기록[27)]

* 도시지역 인구비율 : '도시지역 면적 / 행정안전부 주민등록 인구'의 산출식 활용, UN이나 OECD의 도시화율과 상이



[그림 2-2] 우리나라 도시지역 인구비율 변화(1965~2018년)

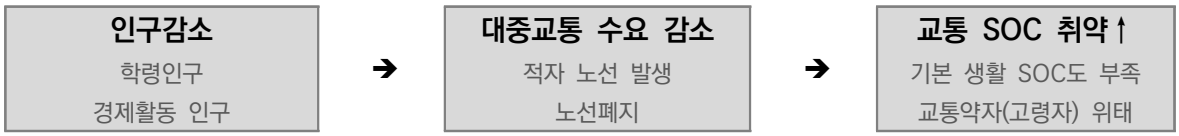
25) 2040년 장래인구 분포 전망 연구, 국토연구원, 2019
26) World Urbanization Prospects-the 2018 revision, UN-DESA, 2019
27) 국토교통부 도시활력지원과보도자료, 2019.06.24

○ 도시의 교통체증은 도심 내 교통량의 증가로 인해 정체구간이 형성되어 발생하고 이로 인해 시민의 편의/안전/환경과 관련된 문제 발생[28)]

- 우리나라의 경우 도시권에 교통 수요가 집중됨에 따라 교통혼잡비용은 최근 10년간 지속적으로 증가해왔으며 2017년 기준 약 21조원에 달하여 도시 교통문제가 심각한 실정

○ 우리나라는 2019년 말 역사상 처음으로 전체 국토면적의 1/10 수준인 수도권(서울·경기·인천) 인구가 전체 인구의 과반을 돌파하여 인구과밀화가 매우 높은 상황

- 수도권 인구 비중은 1960년 20.8%에서 1980년 35.5%, 2000년에는 46.3%로 가파르게 상승하여 2019년 주민등록 기준 전체 인구 약 5,200만명 중 50.002%인 약 2,600만명이 수도권에 거주하는 것으로 나타났으며 나머지 14개 광역 시도에 거주하는 인구는 수도권 대비 1,737명 적게 집계됨[29)]
- 인구과밀화 및 양극화 심화 등 지역불균형으로 인해 비도시의 인구가 감소함에 따라 대중교통, 도로 안전시설 등 기초 교통서비스가 취약해져 도시와 비도시 간 삶의 질 격차가 심화됨
- 삶의 질이 도시의 경쟁력으로 부상함에 따라 기업과 인재들이 도시로 이동하여 메가시티화 현상이 진행되고 도시는 대중교통 중심의 압축도시 형태로 재편되는 반면, 비도시는 대중교통을 이용하는 수요가 감소함에 따라 교통 SOC가 갈수록 부실해지는 상황



[그림 2-3] 인구감소가 SOC 인프라 격차에 미치는 영향

○ 농어촌 지역의 인구감소, 고령화로 인해 교통소외지역이 발생하고 접근성을 높이기 위해 수요응답형(On-demad) 교통수단을 희망하는 수요가 증가하는 추세[30)]

- 현재 수요응답형 교통서비스로 행복버스(충남 당진시), 복지택시(청주시 등 17개 지자체), 따복택시(경기도) 등이 이미 교통소외지역을 중심으로 운행되고 있으며 이에 대한 수요는 지속적으로 증가하고 있음

➔ 도시화가 가속화됨에 따라 한정된 지역에서의 교통량이 증가하여 도시 내 교통혼잡이 심각해지고 있으므로 대규모의 시민을 수용하거나 도로교통을 최적화하기 위한 새로운 교통수단 필요

➔ 도시 內 또는 도시-비도시간 보편적 혜택 제공을 위한 새로운 교통수단 및 모빌리티 서비스 모델이 필요

□ [스마트시티 확산] 도시경쟁력 및 지속가능성 확보를 위한 스마트시티 확산

○ 도시집중화, 인구과밀화 등으로 발생하는 도시의 슬럼화, 생활기반 인프라 부족 등 각종 도시문제를 해결하기 위한 방안으로 스마트시티가 주목받고 있음

28) ICT 기반 도시 교통문제 대응방안, ETRI, 2018.11
29) 2019년 국내 인구이동 통계, 통계청, 2020
30) 자율주행차 도입과 교통이용환경 변화 전망, 경기연구원, 2017.11.29

- 스마트시티는 자율주행차, 공유경제, 스마트에너지, 드론 등과 같은 다양한 신산업 분야가 실증/구현되는 4차산업혁명의 종합플랫폼으로, 교통혼잡, 에너지고갈 등의 다양한 도시문제를 해결하고 시민의 삶의 질 향상에 기여

- 글로벌 시장조사 기관들은 각자 규모와 시기는 다르지만 스마트시티 시장이 급격히 성장할 것이라는 일치된 의견을 보이고 있음

  * Markets and Markets : ('18) $3,080억 → ('23) $6,172억
    Navigant Research : ('17) $935억 → ('26) $2,252억
    Frost & Sullivan : 2025년까지 $2조 1,000억

ㅇ 우리나라 정부도 적극적인 스마트시티 조성 및 확산을 위하여 국가차원의 '스마트시티 추진전략'을 수립(2018년)하였고, 스마트챌린지 사업(2020년)을 통해 스마트시티 건설 가속화

- 정부는 스마트시티 사업을 8대 혁신성장 선도사업의 하나로 선정, 스마트시티 관련 신규사업이 늘어나면서 정부재정투자 대폭 확대 및 2차례의 '스마트도시법' 개정(2018.07, 2019.04) 등 규제 개선

  * 국토부 스마트시티 예산 추이(억원) : ('17) 49.8 → ('18) 142.6 → ('19) 703.6

  * 국가시범도시(세종 5-1생활권, 부산 에코델타시티)에 신산업 육성 9개 특례 마련 및 혁신성장진흥구역 도입, 기존 도시에는 사업 면적제한(30만m^2) 폐지, 자가망 연계확대, 진입규제 완화

- 정부는 기업, 시민, 지자체가 함께 고민하고 만들어나가는 스마트시티 사업 추진을 위해 2020년부터 새롭게 스마트챌린지 사업 출범

  * 스마트챌린지 : 기존 도시에 스마트솔루션을 구축하기 위해 추진 중인 도시 단위의 스마트챌린지와 마을 단위의 테마형 특화단지에 더해 개별솔루션 단위의 소규모 사업을 통합, 개편한 사업

ㅇ 스마트시티 내 교통분야는 퍼스널 모빌리티의 등장, 자율주행차량의 기술발전, 드론택시의 시험운영 등 기존의 교통수단 형태와는 다른 온디맨드(On-demand) 교통수단의 등장으로 미래 모빌리티 환경을 급속하게 변화시킬 것으로 전망[31)]

- 특히 사용자 중심의 모빌리티 서비스인 MaaS(Mobility as a Service)는 기존의 교통수단, 교통정보, 교통결제 등의 분리된 시스템을 하나로 통합하는 기술로, 이는 스마트시티 내 교통체계에 있어 중요한 역할을 할 것

➔ 서로 다른 교통수단 간 안전하고 효율적인 상호작용을 위하여 스마트시티의 고가용성 인프라와 연계되는 새로운 교통수단 및 모빌리티 서비스 필요

31) 스마트시티와 교통, KOTI, 2020.02

[참고] 스마트시티에서 가능한 교통수단 형태의 4가지 미래 시나리오

❶ 개인 자동차 이용 제한 도시 내에서 개인 자동차의 이용을 제한하고 친환경 교통수단 이용을 장려함 (자율주행차량은 아직 초기 단계로 가정)	❷ 로보 셔틀(Robo-shuttle) 적극 지원 최대 15인까지 수용하는 로보 셔틀의 이용 적극 지원, 로보 셔틀은 대중교통과 개인 교통수단의 중간 규모
	
❸ 마이크로 모빌리티의 대중화 전기 스쿠너, 자전거, 전기 자전거와 같은 마이크로 모빌리티 및 기타 친환경 교통수단 사용 촉진	❹ 로보 포드(Robo-pods)의 적극 지원 최대 2인까지 수용하는 로보 포드의 이용 적극 지원, 로보 포드는 온디맨드로 개인 맞춤형으로 이용 가능

[출처] Can Self-Driving Cars Stop the Urban Mobility Meltdown?, BCG, 2020.07

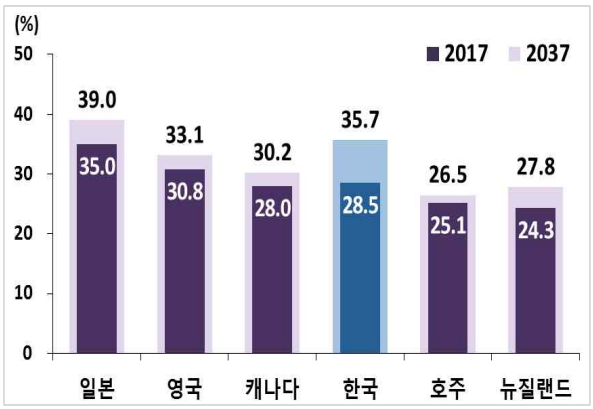
□ 1인 가구의 지속적인 증가로 간편한(소형|공유) 이동수단|서비스에 대한 수요가 급증할 전망

○ 소득과 교육 수준 향상으로 인한 개인의 경제자립도 향상, 결혼연령 상승, 독거노인 급증, 혼인율 감소, 이혼율 증가, 출산율 감소 등의 이유로 가족구성이 다변화되고 있기 때문에 전 세계적으로 전체 가구에서 1인 가구가 차지하는 비중은 증가하는 추세

- 개인의 경제자립도 향상, 결혼연령 상승, 독거노인 급증, 혼인율 감소, 이혼율 증가, 출산율 감소 등으로 인해 전체 가구에서 1인 가구가 차지하는 비중은 증가하는 추세

  * 국가별 1인가구 구성비[2017|**2037**] : 한국[28.5|**35.7**], 일본[35.0|39.0], 영국[30.8|33.1], 캐나다[28.0|30.2]

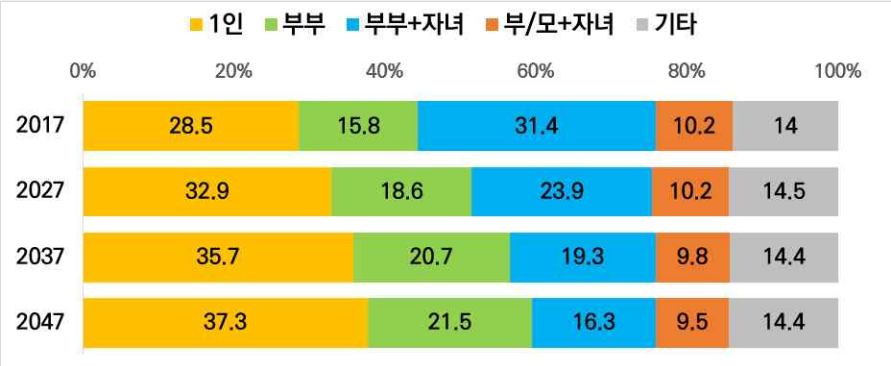
- 특히, 우리나라의 1인 가구 비중은 2037년 기준 주요 선진국(영국 33.1%, 캐나다 30.2%, 호주 26.5%, 뉴질랜드 27.8%)보다 많을 것으로 전망



주) (한국) 통계청 2019 장래가구추계 | (일본) 국립사회보장·인구문제연구소 2018 장래가구추계 | (영국) 통계청 2018 장래가구추계(2016년, 2041년 잉글랜드 자료) | (캐나다) 주택담보공사 2018 장래가구추계(2016년과 2036년 자료) | (호주) 통계청 2019 장래가구추계 (SERIES 1 참조) | (뉴질랜드) 통계청 2017 가구추계 (2018년과 2038년 자료)
[출처] 통계청 보도자료, 2019년 장래인구특별추계를 반영한 세계와 한국의 인구현황 및 전망, 2019.9.2.

[그림 2-4] 국가별 1인 가구 구성비

- 통계청이 2019년에 발표한 '장래 가구 특별 추계 : 2017~2047년'에 따르면, 우리나라는 2019년 기준 1인 가구는 전체 가구에서 가장 큰 비중(29.8%)을 차지할 것으로 추정



[그림 2-5] 주요 가구유형별 구성비 추이(2017~2047년)

○ 1인 가구가 증가함에 따라 간편한 이동수단에 대한 니즈가 증가하여 소형|공유형 모빌리티의 수요가 급증하는 추세

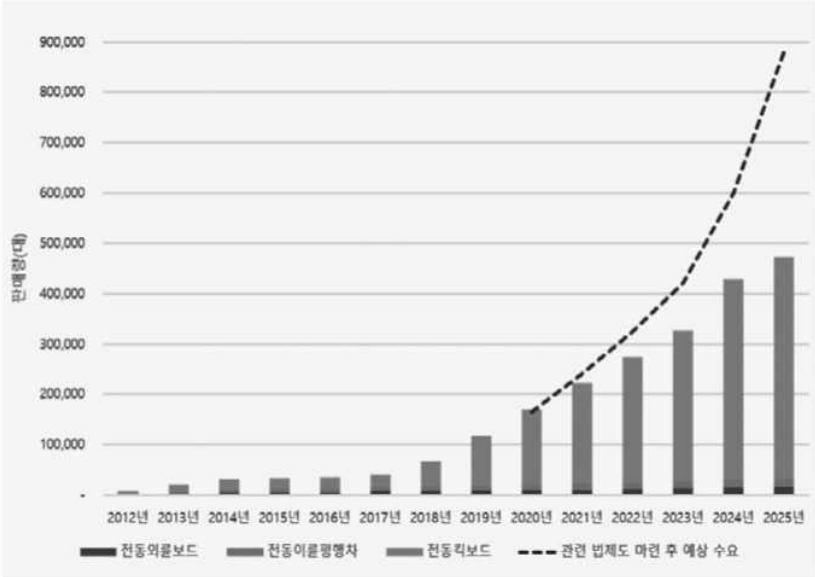
- 경제적인 측면에서도 전기모터 및 배터리를 사용하는 퍼스널 모빌리티는 연료비가 들지 않고 휴대성과 가성비가 높아 개인소유 자동차에 대한 재정적인 부담이 큰 1인 가구에 적합한 이동수단으로 고려됨

  * 퍼스널 모빌리티 출시 초반 대당 1,000만원이었던 가격이 현재 대당 50만원 수준으로 낮아지면서 대중화됨

- 미국 상업은행 뱅크오브아메리카는 2019년 발행한 산업 동향 보고서에서 퍼스널 모빌리티 디바이스의 시장 규모가 2020년 8억 달러(약 9,280억 원)까지 성장할 것으로 추정하며, 모빌리티업계에서는 세계 퍼스널 모빌리티 시장 규모가 2030년 26조 원까지 확대될 것으로 전망[32)]

32) 가장 가까운 모빌리티, 퍼스널 모빌리티, HMG Journal, 2020.02.24

- 이동수단에 대한 소비자의 관점이 '소유'에서 '공유'로 이동하고 있어, 비싼 재화를 굳이 살 필요 없이 원하는 시간대에 빌려 쓸 수 있는 공유모빌리티를 선호하는 추세
- 국내 시장은 관련법 부재로 아직 퍼스널 모빌리티 산업의 활성화가 어렵지만, 점차적으로 관련 법제도가 마련될 것으로 예상됨에 따라 중기적으로는 크게 성장할 것으로 전망



[출처] 서울시, 퍼스널 모빌리티 현황 및 쟁점사항, 서울시의회 공청회 자료, 2019.4.19.

[그림 2-6] 퍼스널 모빌리티 예상 수요

➔ 1인 가구의 증가로 소형|공유형 이동수단의 수요가 높아짐에 따라 이에 대한 니즈 충족 필요

□ [디지털 서비스 증가] 서비스의 디지털화 및 스마트폰 보급 등으로 인해 온라인 유통산업이 급성장함에 따라 화물운송량 증가

○ 인터넷의 발달로 인해 온라인에서 상품|서비스를 구매하는 전자상거래에 대한 수요가 급증함에 따라 이를 운송하는 화물량이 증가함으로써 미래 이동수요에 큰 영향을 미칠 것으로 전망

- 정보통신기술의 발전, 스마트폰 보급 확산, 안전하고 편리한 결제시스템 발달로 인해 전자상거래 시장이 급성장하고 있으며, COVID-19의 확산으로 더욱 중요한 쇼핑수단으로 부상하였고, 이후에도 온라인 쇼핑 추세를 유지하면서 소매유통시장의 온라인 전환이 일상화될 것으로 예상[33)]
- 유로모니터에 따르면 2019년 글로벌 전자상거래 시장 규모는 약 2조 달러로, 전 세계적으로 전자상거래 시장이 매년 증가하는 추세

33) 코로나19 이후 글로벌 전자상거래 트렌드, 한국무역협회, 2020.06

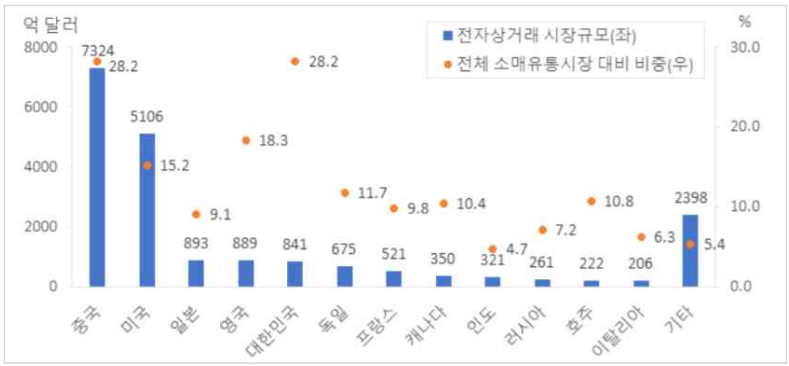


주) '전자상거래'는 PC, 모바일 등을 통해 웹사이트에서 이루어진 기업과 소비자 간 소비재 거래를 포함하며, C2C 거래나 서비스(티켓, 여행상품 등), 자동차 거래 등은 제외

[출체] 유로모니터(2020.01 발표, 전망치에는 COVID-19 확산영향이 반영되지 않음)

[그림 2-7] 글로벌 전자상거래 시장 추이

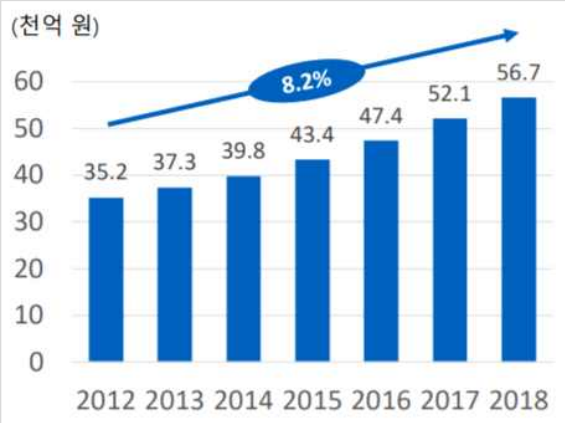
- 우리나라 전자상거래 시장 규모는 세계 5위이며, 소매유통시장에서 전자상거래가 차지하는 비중이 28.2%로 세계에서 가장 높음



[출체] 유로모니터

[그림 2-8] 주요국 전자상거래 시장 규모 및 비중(2019년 기준)

- 온라인 유통산업이 발달함에 따라 생활밀착형 물류서비스 수요가 급증하고 있고, 이로 인해 국내 택배물류시장이 크게 증가해 국내 택배 물동량은 2018년 기준 약 25억 4천만 개로 연평균 10.4% 증가하는 추세



[그림 2-9] 과거 7개년 국내 택배시장 규모 추이
[출처] 국가물류통합정보센터



[그림 2-10] 국내 온라인 쇼핑몰 거래액 및 택배 물동량 추이
[출처] 국가물류통합정보센터, 통계청

○ 화물차의 증가 및 대형화에 따라 도로혼잡이 가속화되어 운송 효율성이 저하되고, 경유 기반의 화물차 운행으로 석유에너지 사용이 증가[34]하고 있으므로 전 세계가 화물수송 효율화를 위한 다양한 시도를 진행하고 있음

- 화물트럭은 고속도로에서 교통체증을 일으키는 주요 원인으로, 화물 운송이 지연될 뿐만 아니라 급증하는 화물 수요에 비해 공급을 충족시키지 못하는 병목현상(bottleneck)이 일어남[35]
- 트럭 운송은 전체 고속도로 주행량의 약 9%를 차지하지만, 교통 부문 온실가스 배출량의 24%를 차지하기 때문에 이에 대응하는 친환경적인 변화 필요

➔ 디지털 서비스의 발달로 인한 전자상거래 시장의 확대는 화물 운송수요의 지속적인 증가에 기여할 것으로 예상됨에 따라, 도로혼잡 개선을 위한 솔루션 및 친환경 미래 운송수단 개발 필요

□ [라스트마일 딜리버리 도입] 효율적인 물류 배송이 가능한 혁신적인 운송수단 도입

* 라스트마일 딜리버리(Last Mile Delivery) : 물류업체가 상품을 개인 소비자에게 직접 전달하기 위한 배송 마지막 구간

○ 기존의 획일화되고 정형화되었던 물류시스템이 소비자의 배송 시간|속도에 대한 욕구 충족을 위해 다양한 라스트마일 딜리버리 방식으로 진화 중[36]

- 라스트마일 딜리버리에 다양한 기술을 도입함으로써 비용 효율적인 운송이 가능하고, 다변화되는 소비자의 니즈를 신속히 충족시키고, 소비자 빅데이터를 기반으로 새로운 서비스를 제공 가능
- 전 세계적으로 글로벌 물류기업 및 유통기업, IT 기업이 다양한 기술을 개발|활용하여 라스트마일 딜리버리 시장을 선점하기 위한 경쟁이 치열해지고 있으며 물류 관리, 배송, 플랫폼 등 전 가치사슬 단계에서 디지털화가 진행 중임

34) 물류중점도로 해외 사례 및 시사점, 국토연구원, 2019.01
35) Beyond traffic 2045, U.S. DOT, 2017
36) 라스트마일 딜리버리: 택배물류의 마지막 1마일 시장을 잡아라, 삼정 KPMG, 2018.12

[표 2-3] 라스트마일 딜리버리 트렌드

관리	창고가 풀필먼트 센터로 진화	· 재고관리, 포장, 배송 등이 고도화되고 유연 · 고객주문부터 창고 입고, 보관, 출고, 배송까지 정보가 끊임없이 이어지고 공급망 전 과정에서 데이터 연동
	친환경 소규모 분산 물류시설 도입	· 도심물류 통합 · 라스트마일 영역에서 친환경 운송수단 도입
기술	배송기술의 진화	· 자율주행차량, 드론, 배송용 로봇(드로이드) 도입
	물류로봇을 통한 효율성 증대	· 물류센터 및 공장에서 물품의 포장, 분류, 적재, 이송과정에 물류로봇 도입
플랫폼	타산업과의 융합	· ICT 기술을 토대로 물류산업과 유통, 식품, IT, 제조 분야와의 융합이 물류스타트업을 중심으로 이루어지고 있음

○ 4차 산업혁명의 기술을 기반으로 혁신적인 라스트마일 딜리버리 운송수단이 지속적으로 개발|도입되고 있으며, 일부 기업에서 비도시와 도시를 대상으로 시범운영 및 상용화 서비스를 진행 중

[표 2-4] 지역 및 배송형태에 따른 적용 가능한 라스트마일 딜리버리

		비도시 (5만명 이하)	도시 (5만~100만 명)	대도시 (100만 명 이상)
X2C*	**일반배송**	드론	무인 택배함을 탑재한 자율주행 차량	
	안심배송			
	당일배송			
	즉시배송	일반운임으로는 서비스가 어려움		소형로봇 또는 자전거 택배

*X2C(Anything to Consumer) : 소비자와 거래되는 모든 형태의 전자상거래
[출처] Parcel delivery: The future of last mile, Mckinsey, 2016.09

- (자율주행) 무인 택배함을 탑재한 자율주행차량은 배송 시간에 제약이 없기 때문에 고객이 원하는 시간에 배송이 가능하며, 배송 중 상품 유실 및 파손사고 등이 감소해 배송비의 40% 이상 절감 가능[37]

  전 세계 자율주행 물류 모빌리티 시장규모는 2018년 150억 달러를 기록한 이후 지속적으로 성장하여, 2023년에는 약 550억 달러 규모로 확대될 것으로 전망



[그림 2-11] 세계 자율주행 물류 모빌리티 시장규모 전망

- (드론) 현재 가장 유력한 라스트마일 운송수단으로 현재 드론배송 시장을 추진하고 있는 나라는 27개국에 이름, 하지만 여전히 시험단계를 크게 벗어나지 못하며 일부 시행하고 있는 상용서비스도 배송지역이나 물품 등이 매우 제한되어 있는 실정

- (친환경 운송차량) 범지구적 환경규제 도입에 따라 글로벌 물류기업들은 환경 유해물질 배출을 최소화하기 위해 전기트럭 도입, 자율주행/공유 물류체계 도입, 연료 효율성 향상을 위한 장치 탑재 등의 적극적인 대응책을 마련하고 있음

37) 국내 택배 산업 해법 찾기: 디지털과 비즈니스 혁신을 중심으로, 삼정 KPMG, 2020.03

[참고] 글로벌 운송업체 친환경차량 도입 현황

- (FedEx) 2025년가지 전 세계 약 90,000여 대의 배속 트럭의 연료 효율성을 50% 이상 향상시키는 것을 목표로, 1회 충전당 최대 220km 이동 가능한 테슬라, 닛산의 전기트럭 도입 검토 중
- (UPS) 2018년 7월, 미국의 전기차 전문 기업 Workhosre에 950대의 전기 트럭을 주문하여 도입 진행 중이며, 뉴욕 시내의 택배차량을 디젤엔진 차량에서 전기차량으로 전환할 계획이라고 발표
- (Deutsche Post) 2017년 3월, 자사의 EV 생산능력을 현재의 3배인 연간 3만 대로 높이고 2050년에는 모든 배송 관련 이산화탄소 배출량을 제로로 만든다는 목표 발표

➔ 물류의 운송 효율성을 향상시켜 도로 혼잡도를 낮추고 친환경적인 새로운 물류 운송수단 필요

□ [장기화된 COVID-19에 따른 영향] 비대면, 비접촉을 선호하는 사회로 변화

ㅇ (재택근무, 비대면 서비스 확대) COVID-19가 장기화됨에 따라 가정에서 업무, 여가 등 대부분의 시간을 보내는 사람들이 급증했으며 타인과의 접촉을 최소화하는 비대면 서비스가 확대되는 추세, 이로 인해 이동인구가 감소함에 따라 교통량이 감소할 것으로 예상

ㅇ (대중교통 이용량 감소) 대중이 많은 곳을 피하게 되면서 대중교통 이용량이 감소함에 따라 개인 소유 자동차에 대한 수요가 증가하거나 공유 마이크로 모빌리티 이용량이 증가할 것으로 예상

ㅇ (탈세계화로 인한 지역적 개발) 국경 폐쇄조치로 인해 국가간 거래가 줄어듦에 따라 단순히 하나의 세계적인 트렌드 변화보다는 서로 다른 기술|시장|어플리케이션에 대한 다양한 지역적 변화가 나타날 것으로 예상 → 소비자 및 시장을 위해 독립적인 지역전략 개발 필요

ㅇ (소비패턴의 변화) 경기침체로 인해 소비자는 보유자금 내에서 소비하려는 경향으로 변하여 실험적이고 불확실한 기술에 대한 소비보다는 확실하고 신뢰성 있는 기술에 소비할 것으로 예상

ㅇ (국내여행인구 증가) 장거리/해외 여행의 수요가 줄어드는 반면, 로컬 액티비티에 대한 수요는 증가

□ **이동의 가치**가 출근|등교 등 필수 경제활동에서 **다양한 목적**(여가 등)**으로 변화**[38)]

- 소득 증대, 가족 구성 변화, 근로시간 단축 등으로 인해 일 중심의 삶의 가치가 개인 및 가족과의 여가활동 중심으로 변화함에 따라 다양한 여가활동을 위한 통행 증가

  * 전체 통행에서 여가 통행의 비율 증가 전망: 5.9%[2020] → 6.3%[2045]

- Covid-19 팬데믹 장기화에 따른 원격근무 확대로 출퇴근 이동수요는 감소할 것이며, 해외 여행 수요는 줄어드는 반면, 근거리 여가 이동수요는 증가할 것으로 예상

➔ 포스트 코로나 시대에는 비대면 서비스, 공유모빌리티 이용, 근거리 여행 등이 일상화되어 사람들의 생활방식이 급격히 변화하면서 이에 대응하기 위한 새로운 미래 교통수단 필요

38) 미래 교통수요 변화 대응 교통 SOC 추진전략 수립, 한국교통연구원, 2019.08

2-2. [T] 기술적 환경분석

□ 자율주행차량의 보급·확산에 따른 교통수단 및 서비스 운영방식에 획기적 변화 예상

○ 자율주행차량은 교통사고 감소, 서비스향상, 공간효율화, 수송용량 증가, 새로운 교통서비스 제공, 환경오염감소 등 인류사회의 이동성에 가장 큰 진보로 기대되는 분야

- 자율주행차 산업은 자동차 형태 뿐 아니라 V2X, 센싱, HCI, Edge Anlaytics, Mapping, Positioning 등 다양한 자율주행기술이 발전하면서 ICT와와 자동차 산업간 가치사슬이 융합되는 생태계[39]가 조성되는 등 자율차 시장의 구조적 전환기에 접어들 것으로 전망

  * 자율주행차량이 대중화될 경우 차량수는 8~59%, 교통사고는 (55~87%, 오염배출량은 23~35%, 주차공간은 5~54%이 감소할 것으로 전망(BCG, 2016)

□ ICT 기술 기반의 초지능, 초연결, 초실감 기술이 발전함에 따라 **사회적 편익 극대화를 위한 모빌리티 서비스모델 혁신**(플랫폼, 데이터, AI 기반 등) **기회 증가**

○ [CAV* 보급 및 확산] CAV의 보급으로 인한 교통수단 및 서비스의 획기적 변화 예상

  * CAV(Connected Autonomous Vehicle) : 운행 중인 자율주행자동차들이 상호 정보를 주고받으며 운행정보를 수집하는 기술이 탑재된 자율주행자동차를 의미

- 자율주행차량은 교통사고 감소, 이동 효율성 증대, 교통약자 이동편의성 지원 등 인류 사회의 이동성(mobility)에 가장 큰 진보로 기대되며 각국은 자율주행차량을 적극적으로 확산하는 계획을 수립하고 추진 중(BCG, 2016)

- 2020년부터 2025년까지 도로 및 물체인식, 제어, HCI, 엣지 애널리틱스(Edge Analyitcs) 등 자율주행 기술이 발전하면서 레벨 3 부분 자율주행차량 시장이 확대될 것으로 보이며, 2025년 이후에는 이러한 요소들이 완전 자율주행차량에 집약되면서 자율주행차량 시장은 구조적인 전환기에 접어들 것으로 전망[40]

39) 미래 교통수요 변화 대응 교통 SOC 추진전략 수립, 한국교통연구원, 2019.08
40) 자율주행이 만드는 새로운 변화, KPMG, 2020.02

[참고] 자율주행 기술의 5대 핵심분야

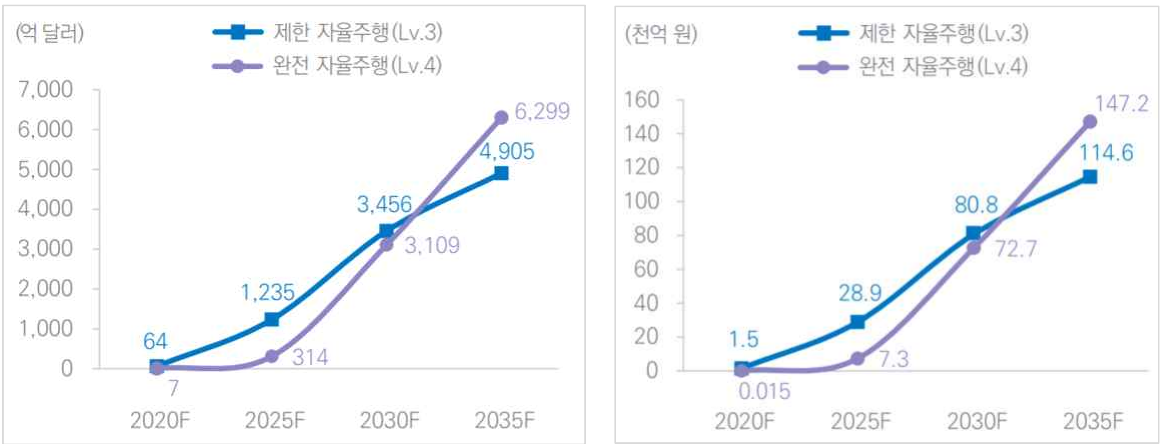
자율주행차량 관련 기술은 기능별로 크게 ①환경인식, ②위치인식 및 맵핑, ③판단, ④제어, ⑤HCI(Human Computer Interaction)의 다섯가지 영역으로 분류

자율주행 기술의 5대 핵심분야

주요 기술	세부 내용
환경인식	· 레이더, 카메라 등의 인식센서 사용 · 정적 장애물(가로등, 전봇대 등), 동적 장해물(차량, 보행자 등), 도로 표식 인식
위치인식 및 맵핑	· GPS, INS, 인코더 등 맵핑을 위한 센서 사용 · 자율주행차량의 절대적/상대적인 위치를 추적
판단	· 목적지 이동 계획 수립, 장애물 출현 시 회피 경로 탐색 · 주행 상황별(차선 유지 및 변경, 좌우회전, 추월, 유턴 등) 필요한 행동을 스스로 판단
제어	· 운전자가 사전에 지정한 경로대로 주행하기 위한 조향, 속도 변경, 기어 등의 제어 · 경로 미지정 시, 돌발적인 상황에 대처할 수 있도록 고도화된 액츄에이터 제어
HCI	· HVI를 통해 운전자에게 정보를 제공하는 인공지능 기술 · V2X 통신을 통해 인프라 및 주변 차량과 주행정보 및 위치정보 교환

[출처] 자율주행이 만드는 새로운 변화, KPMG, 2020.02

- 세계 자율주행 자동차 시장 규모는 2020년에 71억 달러를 상회할 것으로 전망되며, 2025년에 약 1,549억 달러, 2030년에 6,565억 달러, 2035년에 약 1조 1,204억 달러를 기록하며 연평균 41% 성장할 것으로 예상되며, 특히 점차 자율주행 기술이 성숙되면서 2030년 이후 부분 자율주행차량(레벨 3)이 완전 자율주행차량(레벨 4)의 시장 규모를 역전할 것으로 전망
- 국내 자율주행 자동차 시장 규모는 2020년 약 1,509억 원을 돌파할 것으로 보이며, 2025년 약 3조 6,193억원, 2030년 약 15조 3,404억 원, 2035년에는 약 26조 1,794억 원을 달성하여 연평균 40% 성장할 것으로 예상되며, 국내 또한 자율주행과 인프라 기술의 발달로 2030년 이후 완전 자율주행차량(레벨 4) 시장의 비중이 더 클 것으로 전망

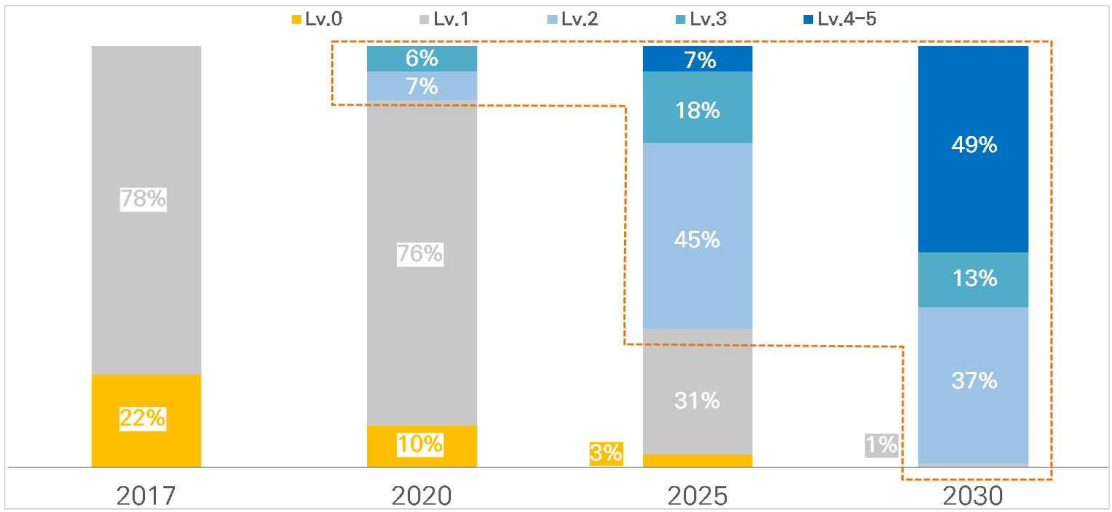


주) 미국 교통부 산하 NHTSA 2016년 10월 발표 단계 기준
[출처] 소프트웨어정책연구소, 한국과학기술정보연구원(KISTI)

[그림 2-12] (좌) 글로벌 자율주행 자동차 시장규모 전망 (우) 국내 자율주행 자동차 시장규모 전망

- PWC(2017)는 신차 중 레벨 3* 이상의 자율주행차량 비중을 2020년 6%, 2025년 25%, 2030년 62%로 전망하고 있으며, 2030년 레벨 4~5 자율주행차량 비중이 49%에 이를 것으로 전망

* 레벨 3의 자율주행차량은 자동차로유지기능이 탑재되어 있는 것이 특징이며 운전자가 핸들을 잡지 않더라도 자율주행시스템이 스스로 안전하게 차선을 유지하면서 주행할 수 있도록 함



[그림 2-13] 세계 자율주행차량 레벨별 비중 전망(2017~2030년)

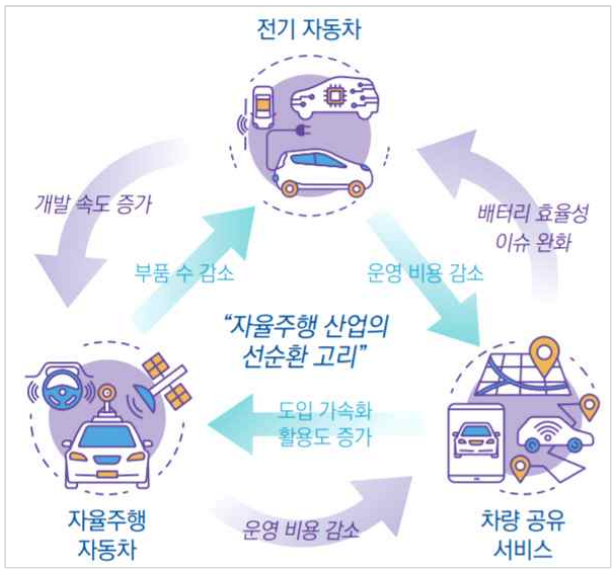
- (국내 기반 구축) 우리나라는 2020년 1월 세계 최초로 레벨 3 수준의 자율주행차량에 대한 안전기준을 도입하여 자율주행차량이 안전하게 제작 및 상용화되도록 기반을 구축하였고, 7월부터는 자동차로유지기능을 탑재한 차량의 출시와 판매가 가능하게 되었으며, 2025년 이후 도시부에 도입될 것으로 예상[41)]

  * 부분자율주행차 안전기준은 공포 후 6개월 이후 시행될 예정이며, 시행 전 안전기준을 기반으로 자율차 성능검증을 위한 시험방법 등을 마련할 계획

○ 자율주행 혁명은 자동차의 형태, 서비스 가치사슬 전 영역에 걸쳐 대대적인 변화를 야기하며, 이는 단순히 자율주행차량 개발과 관련된 기술 연구 및 상품 전략만으로는 새로운 시대에서 살아남기 어렵다는 것을 의미[42)]

- 자율주행 혁명은 자동차의 형태가 내연기관 구동에서 전기발전 구동으로의 전환하고 차량공유 서비스가 상용화되고 있는 사회와 깊은 관련이 있으므로, '전기 자동차', '자율주행차량', '차량공유 서비스'의 세 가지 큰 축을 중심으로 사업전략을 수립해야 함

41) 국토교통부 보도자료, 세계 최초 부분자율주행차(레벨3) 안전기준 제정, 2020.1.3.
42) 자율주행이 만드는 새로운 변화, KPMG, 2020.02



[출처] 자율주행이 만드는 새로운 변화, KPMG, 2020.02

[그림 2-14] 자율주행 혁명의 3대 요소 및 상호관계

➔ 자율주행시스템이 발달함에 따라 이를 활용하여 여객 및 화물 운송방식에 있어 획기적인 교통수단 및 서비스의 도입 필요

[참고] 자율주행차량 레벨

2016년부터 국제자동차기술자협회(SAE International)에서 분류한 단계가 글로벌 기준으로 통용되고 있으며, 레벨 0에서 레벨 5까지 6단계로 분류

[자율주행차량의 레벨별 분류

* ● 운전자가 수행 | ◐ 운전자가 조건부 수행 | ○ 시스템이 수행

레벨 0 (비자동화)	● ● ●	Hands On	운전자가 차량 제어를 전부 수행	시스템 일부 주행수행
레벨 1 (운전자 보조)	● ● ●	Hands On	운전자가 직접 운전하고, 특정 주행모드에서 시스템이 조향 또는 감·가속 중 하나만 수행	
레벨 2 (부분 자동화)	● ○ ○	Hands On	운전자가 직접 운전하고, 특정 주행모드에서 시스템이 조향 및 감·가속 모두 수행	
레벨 3 (조건부 자동화)	◐ ○ ○	Eyes Off	특정 주행모드에서 시스템이 차량 제어 전부 수행, 운전자는 시스템 개입 요청 시에만 대체 수행	시스템 전체 주행수행
레벨 4 (고등 자동화)	○ ○ ○	Mind Off	특정 주행모드에서 시스템이 차량 제어를 전부 수행하며, 운전자는 해당 모드에서 개입 불필요	
레벨 5 (완전 자동화)	○ ○ ○	Drvier Off	모든 주행 상황에서 시스템이 차량 제어를 전부 수행	

[출처] Hyundai Journal, 자율주행 기술 레벨의 6단계

□ [4차 산업혁명 기술 기반의 혁신] 4차 산업혁명 기술을 기반으로 초연결|초지능|초실감 등의 변화하는 환경을 인프라로 삼아 교통수단 및 서비스 운영방식의 혁신적인 변화 예상

○ 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드, 자율주행기술 등 4차 산업혁명 주요기술을 기반으로 물류, 교통, 모빌리티, 안전시스템, 에너지 등 다양한 산업의 패러다임 변화가 진행중

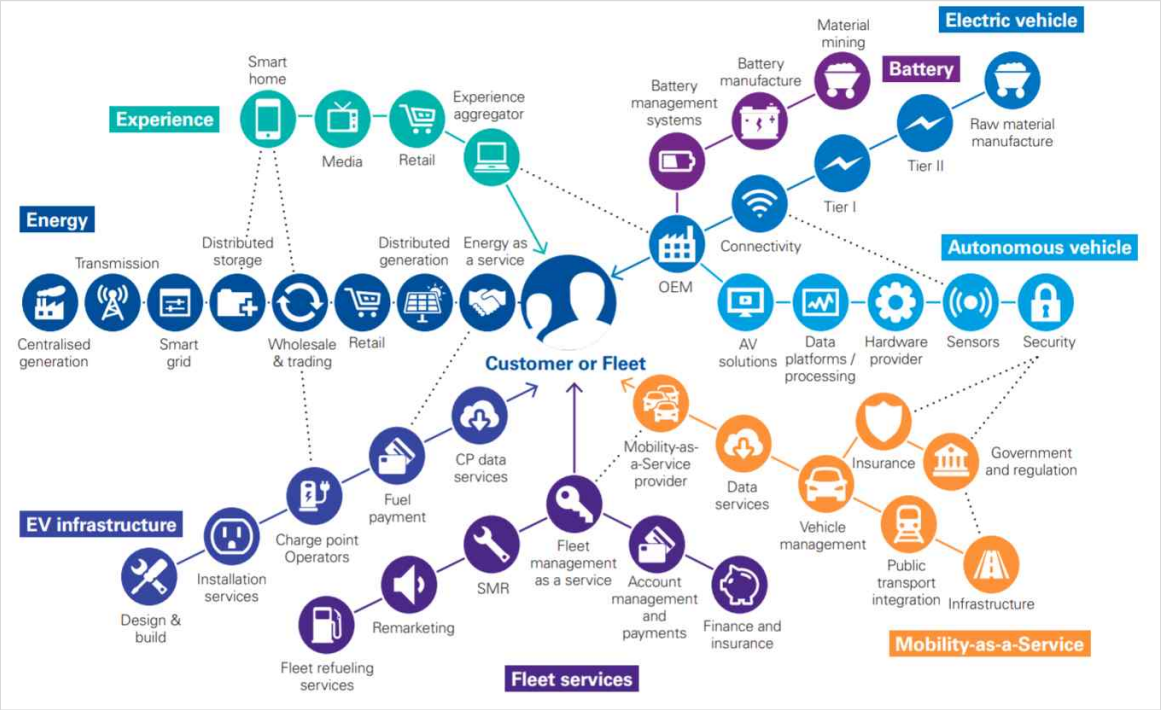
- (물류) 물류로봇, 자율운전 등에 의한 인력효율화와 전체 공급사슬의 물류기능 표준화를 추구함, 독자적으로 운영되던 기존 기기들이 상호작용하고 고도화된 정보전달 및 분석을 통해 운영을 최적화[43]
- (도로교통) 도로건설 등 신규투자보다는 통신기술과 센서기술 등을 활용하여 보다 스마트하게 도로를 운영하는 데에 관심, 자율주행차·전기차·수소차와 같은 미래차를 지원하고 강화하기 위한 도로의 기능 및 역할이 요구됨
- (모빌리티) 미래 모빌리티 산업의 핵심키워드는 C.A.S.E.*로 정의되며 이를 바탕으로 인간의 라이프 플랫폼으로 진화하고 있음

  * C.A.S.E. : Connected(네트워크 연결), Autunomous(자율주행), Shared(차량공유), Electrification(전기화)
- (안전시스템) 관제를 목적으로 하는 지능형 CCTV를 활용하거나 딥러닝 등의 AI 기술로 영상데이터를 분석함, 방재분야에서는 IoT를 기반으로 하는 초연결 지능 인프라를 활용해 재난의 징후, 결함, 위험요인의 조기발견 가능
- (에너지) 신재생 에너지를 활용하는 시대에서 더 나아가 지능적인 제품 생산과 스마트한 에너지 사용이 가능해짐

○ 현재 모빌리티 업계에서는 IT 기술이 동원된 지능형 모빌리티 서비스가 키워드로 떠오르고 있으며, 이를 활용하여 이전에 없던 새로운 형태의 다양한 비즈니스 모델이 등장할 것으로 전망

- 환경오염, 교통혼잡 등 각종 도시문제를 해결하기 위해 커넥티드 기술과 고객 정보를 이용한 통합 모빌리티 모니터링 및 최적화 솔루션이 등장할 것임
- 네트워크 상에서 서로 연결된 CAV 차량들이 정보를 주고받으며 협력하여 운행할 경우 도로 네트워크 용량을 30% 정도만 증가시키면서 전체 이동시간은 절반으로 감소시키는 효과가 있다는 연구결과가 있음[44]
- 해외 주요 도시들은 민간 부문과 협업해 지능형 교통 인프라 개발에 나서고 있으며, 모빌리티 운영 시스템은 앞으로 스마트시티 모빌리티 관리에 중요한 역할을 할 것으로 예상
- 이처럼 4차 산업혁명 주요기술을 기반으로 도로교통 인프라의 초연결성이 확보됨에 따라 교통, 안전, 모빌리티 등의 인프라 기반 서비스를 네트워크로 연결하고 데이터를 분석·활용함으로써 점차 지능적이고 효율적이고 안전한 방향으로의 사회로 진화할 전망

43) Logistics 4.0 시대의 특징과 시사점, 현대경제연구원, 2020
44) The Future of Road Transort, European Commission, 2019



[출처] Mobility 2030: Transforming the mobility landscape, 2019.02

[그림 2-15] 4차 산업혁명에서의 상호의존적인 모빌리티 생태계

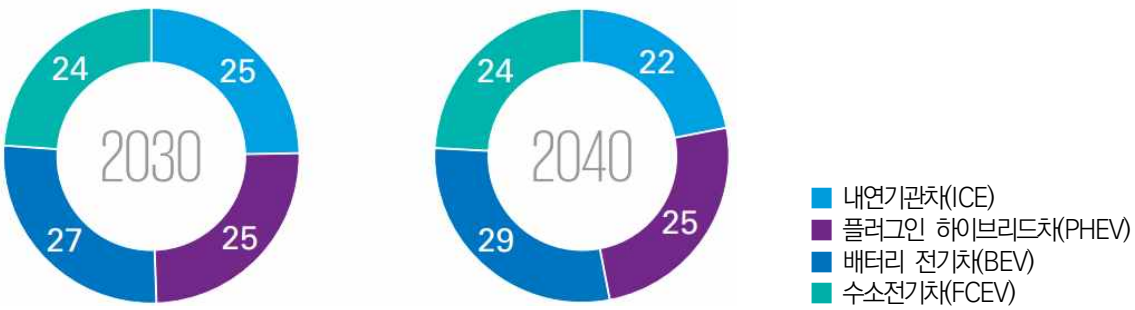
➔ 사회적 편익 극대화를 위한 데이터를 활용한 인프라 계획 및 교통수단 서비스 운영방식 혁신 필요
➔ 이동수단-서비스-인프라간의 영역이 점차 확대됨에 따라 이의 실현을 위한 메커니즘 연구 필요

□ 전 세계적으로 자동차 산업이 전기차, 수소차, 하이브리드 등 **친환경차 중심으로 재편 전망**

○ 전기차, 수소차, 하이브리드 자동차와 같은 친환경차가 꾸준히 상위 트렌드에 자리매김하고 있으며, 특히 전기차의 비용 효율 증가로 그 비중이 증가할 전망

- KPMG의 글로벌 자동차시장 트렌드 보고서인 Global Automotive Executive Survey 2020에 따르면 2030년에는 더 이상 내연기관차(ICE)가 자동차 시장을 주도하지 않을 것이며 다양한 유형의 친환경차*가 공존할 것으로 예상

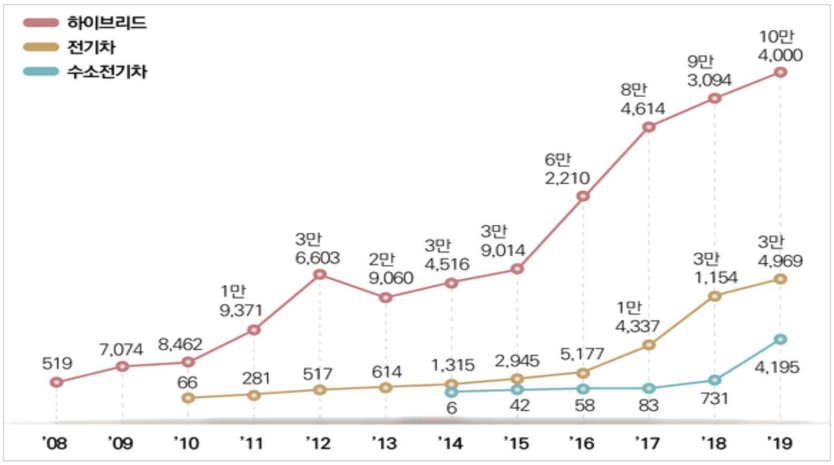
* 친환경차 유형 : 배터리식 전기자동차(BEV), 플러그를 꽂아 충전하는 전기차(EV), 전기차에 엔진을 추가한 플러그인 하이브리드차(PHEV), 엔진으로 전기를 충전하는 하이브리드차(HEV), 수소전기차(FCEV)



[출처] Global Automotive Executive Survey 2020, KPMG

[그림 2-16] 자동차 유형 비중 전망(2030년, 2040년)

- 국내 친환경차 보급 대수를 보면, 현재 하이브리드가 가장 큰 비중을 차지하고 전기차, 수소전기차가 뒤를 잇고 있으며, 2017년을 기점으로 하이브리드 차량의 판매량 증가세가 한풀 꺾이고 그 수요가 전기차로 흡수되는 것으로 나타남[45)]

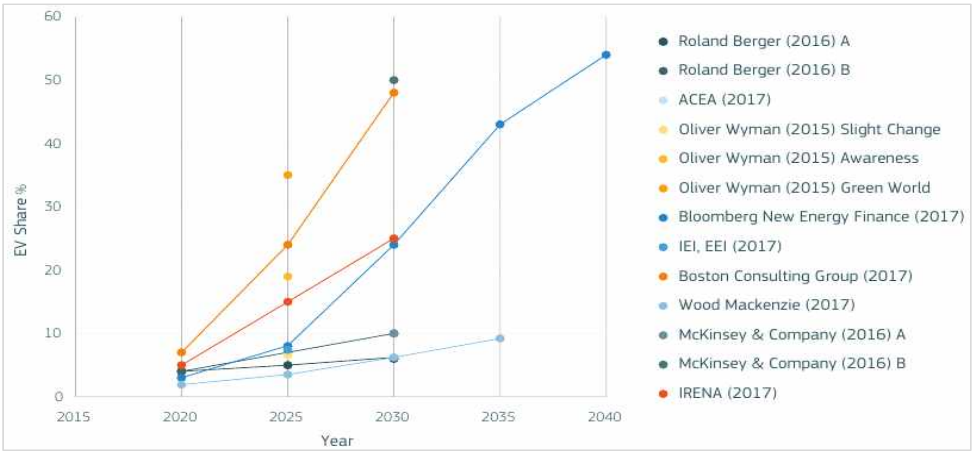


[출처] 한국자동차산업협회

[그림 2-17] 국내 친환경차 누적 보급 대수

- 전기 배터리를 활용하는 차량의 경우 배터리 기술과 비용의 한계로 대량생산이 어려웠으나 기술과 생산원가가 지속적으로 개선됨에 따라 2040년에는 최대 50% 이상의 점유율을 보일 것으로 전망(Bloomberg New Energy Finance(2017))[46)]
- 2018년 전 세계 전기차 판매량은 약 2백만대 수준으로 전년 대비 대폭 성장(68%)한 수치를 보이며 빠르게 증가하는 중이며, 향후 2030년에는 판매량 2,300만대, 실제 운행 중인 전기차의 수는 1.3억대가 될 것으로 예측됨[47)]

* 중국은 2018년 약 1.1백만대로 세계 최대 판매량(세계시장 55%), 유럽지역 38.5만대, 미국 36.1만대 판매



[그림 2-18] 세계 전기차 판매량 예측(2020~2040년)

45) 월간수소경제, 친환경차의 글로벌 트렌드 'EV& FCEV', 2020.04.02
46) The Future of Road Transport, EU, 2019
47) IEA(2019)의 '13-18년 세계 전기차 판매량 및 시장 점유율'과 new polices scenario에 의한 '전기차 판매 전망' 참고

ㅇ (지원정책) 최근 세계 여러 나라에서 내연기관 차량 판매 금지 및 퇴출 정책을 실시하며 친환경 자동차 산업이 정부 정책에 힘입어 빠르게 성장하는 양상을 보임

* 전기차 지원 정책 유형은 크게 도로상에서 발생하는 오염물질을 직접적으로 감축하는 환경규제유형과 차량구매비용 지원, 충전인프라 확충 등을 통한 전기차 산업 지원유형으로 나뉘어짐

- 독일, 영국, 미국 등 주요 국가들은 'ZEV Alliance(국제무공해자동차연합)'을 조직하고 세계 각국 및 지방 정부의 무공해 자동차 채택을 위해 협력하고 있으며, IEA 2019 보고서에 따르면 네덜란드는 2025년부터 내연자동차 판매를 금지하고, 2030년부터는 덴마크 등 유럽 다수 국가들은 내연자동차 판매 금지 또는 100% 무공해 차량 판매 계획을 제시
- 우리 정부는 2018년부터 시작한 친환경차에 대한 구매보조금을 순차적으로 줄이고 대신 보급확대에 집중

* 승용전기차에 대한 구매보조금은 2018년 최대 1,200만원에서 2019년 900만원,, 2020년 최대 800만원까지 감축, 수소전기차 개별소비세의 감면도 2020년 1월부터 2022년 12월 31일까지 3년연장하며 감면한도를 400만원으로 유지, 수소전기차, 전기차 취득세 감면도 2021년 12월 31일까지 2년 연장하고 감면한도를 140만원으로 책정, 그 외 전가수소 버스 취득세 면제는 신설하고 취득세 100% 면제[48]

➔ 보다 친환경적인 이동성을 촉진하기 위한 교통수단에 대한 연구 필요, 또한 교통수단만이 아닌 도로교통 인프라의 통합적 관점에서의 효율화 및 친환경화를 위한 방법론 연구 필요

□ 지역간 빠른 이동 뿐 아니라 친환경, 안전성, 편의성 향상을 위한 새로운 이동시스템 혁신 활발

- 지역간 빠른 이동(이동 효율 향상)을 위한 플라잉카, 도심항공 모빌리티 등과 같은 새로운 수단 도입 및 기술·시장 우위 확보를 위한 연구개발 투자 확대
- 또한 Covid-19의 확산은 모빌리티 환경이 급변하고 있으며, 기존의 이동수단의 효율성보다는 친환경과 안전, 개인화를 위한 모빌리티 혁신이 가속화[49]

⇨ 이동수단–서비스–인프라간의 영역이 점차 확대 → **통합적|시스템적 관점**에서의 교통수단 개발 필요
⇨ **'혁신'을 통한 용량증대 및 교통효율 극대화|최적화** → 도로 기하구조 한계 극복 요구(혁신수요) 증가
⇨ 기존|다른 **이동수단간의 연계성|편이성이 확보**된 새로운 교통수단|서비스 개발이 필수적

48) 이뉴스투데이, 2020년 친환경차, 보조금 축소되지만, '보급확대'에 집중...어떻게?, 2019.12.31. 〈https://www. enewstoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=1358703〉 (검색일: 2020.4.10.)
49) https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2021/03/25/2021032502472.html

2-3. [E] 경제적 환경분석

□ 공유경제의 급부상, 나아가 공유의 개념을 전체로 확장하는 MaaS 등장·발전

○ 친환경, 기술발전, 합리적 소비 확산 등의 사회적 변화로 인해 자원의 효율적 활용을 통해 부가가치 창출을 위한 공유경제 모델이 급성장→이는 '차량'을 사고 파는 방식에서 '시간과 이동거리'를 사고 파는 방식으로 전환됨을 의미[50)]

- 더 나아가 공유의 개념을 전체로 확장하는 개념으로 다양한 형태의 이동옵션을 하나의 플랫폼에서 통합하여 이동솔루션을 제공하는 MaaS(Mobility as a Service) 등장, 현재 북유럽 국가 중심으로 서비스 확대 중

  * KPMG의 'Global Automotive Executive Survey 2019'에 따르면 2025년까지 차량 소유자의 절반이 더 이상 개인차량을 소유하지 않을 것으로 전망, 영국 교통부 통계에 따르면 영국의 17~20세 남성의 전체 운전면허 보유율은 1990년대 중반 51%에서 2017년 29%로 급감→소비자의 모빌리티에 대한 관점이 변화함을 알 수 있음

  * 국내 차량 등록수는 꾸준히 증가하고 있으나, 증가율은 감소함(통계청)

    (차량등록수) 2,099만대[2015] → 2,253만대[2017] → 2,368만대[2019]

    (차량등록증가율) 4.3%[2015] → 3.3%[2017] → 2.0%[2019]

○ 1인 가구 증가, 합리적 소비확산, 모바일 기반의 개인 간 거래환경 조성 등의 사회적 변화로 인해 소비자의 소비관점이 소유에서 공유로 전환되며 공유경제 활성화

- 공유경제 기반의 새로운 경제시스템은 지역사회의 공동선에 기여하는 것으로 평가된 검증된 모델이며, 자원을 효율적으로 활용하고 부가가치 창출도 가능하기 때문에 기존 재화에 대한 소비는 빠르게 둔화하고 공유 숙박, 공유 모빌리티 등 새로운 서비스 및 인프라 수요 증대

- COVID-19으로 타인과의 접촉 최소화가 일상화되면서 '고립경제'로의 전환으로 이어질 것이라는 전망이 나오는 가운데, 일부 비대면·비접촉 업종(공유라이딩* 등)은 오히려 안정적 성장세를 지속하고 있는 상황[51)]

  * 공유라이딩 시장은 대중교통 이용을 꺼리는 사용자, 근거리 사용자 증가로 활황

○ 공유경제 확대, 모빌리티 기술 발전 등으로 **스마트 모빌리티*** 시장규모 증가

  * 기존 교통체계와 스마트 기기 첨단 기능의 융합으로 지능화된 미래 교통서비스의 총체적 개념 (서울디지털재단, 2018)

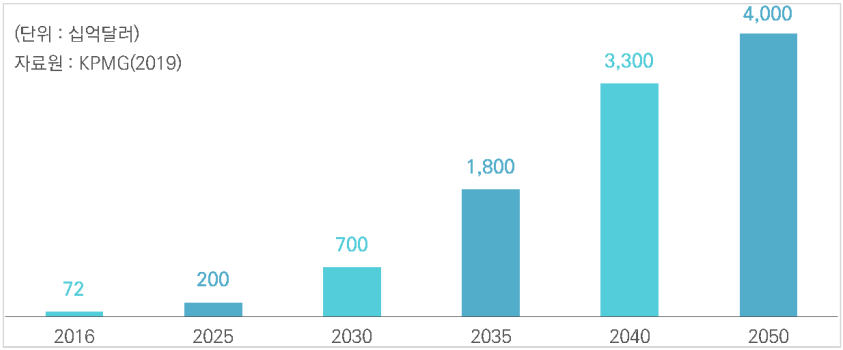
- 글로벌 스마트 모빌리티 시장은 2019년 기준 340억 달러(약 38조 원)에서 연평균 약9.5%씩 증가하여 2027년에는 700억달러(약 78조 원)에 이를 것으로 전망[52)]

- 과학기술정보통신부와 정보통신기획평가원이 공동 발간한 ICT R&D 기술로드맵 2023 보고서에 따르면, 국내 스마트 모빌리티 시장규모는 2017년 6,820억원에서 연평균 약 27%의 증가율로 2023년까지 성장하여 약 2조 8,630억원에 이를 것으로 분석[53)]

---

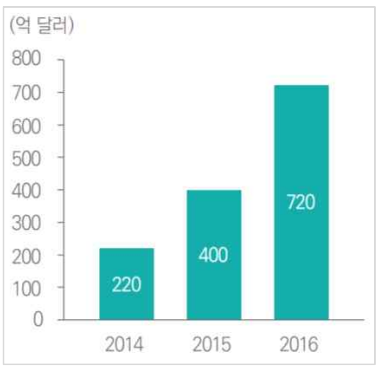
50) 미래 자동차 권력의 이동, 삼정 KPMG, 2018
51) IBK 경제브리프, IBK 경제연구소, 2020.10.06
52) https://www.marketwatch.com/press-release/smart-mobility-market-size-to-surpass-us-70-billion-by-2027-2021-03-02

○ 특히 카쉐어링(차량 공유), 카헤일링(차량 호출) 산업을 미래 먹거리 산업으로 주목하고 있으며, 카쉐어링 시장의 경우 2025년 1,970억 달러, 2040년 3.3조 달러까지 성장할 전망(KPMG, 2019)

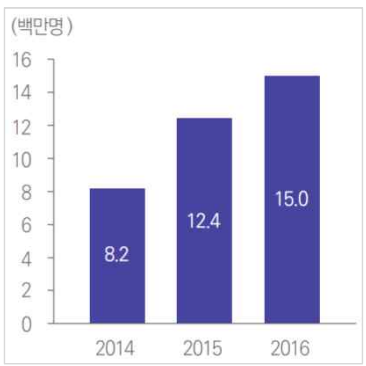


[그림 2-19] 글로벌 카쉐어링 시장 전망

- KPMG의 'Global Automotive Executive Survey 2019'에 따르면 2025년까지 차량 소유자의 절반이 더 이상 개인차량을 소유하지 않을 것으로 전망하며, 영국 교통부 통계에 따르면 영국의 17~20세 남성의 전체 운전면허 보유율은 1990년대 중반 51%에서 2017년 29%로 급감한 것으로 보아 소비자의 모빌리티에 대한 관점이 변화함을 알 수 있음
- 차량이 공유된다는 것은 한 대의 자동차를 수백~수천명과 공유함으로써 효율성이 증대된다는 의미이고 결국 자동차 회사 입장에서는 차량의 판매가 줄어들게 될 것, '차량'을 사고 파는 방식에서 '시간과 이동거리'를 사고 파는 방식으로 전환[54]



[출처] UBS, 삼정KPMG 재구성

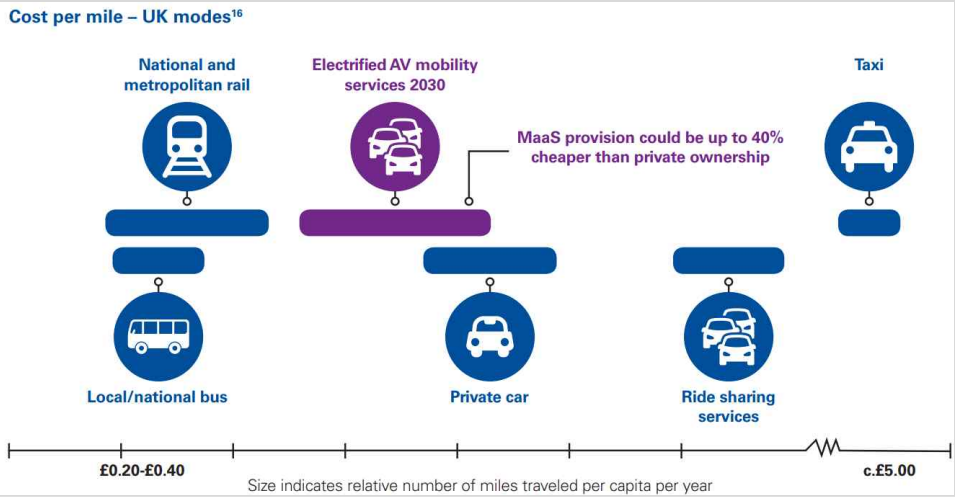


[출처] UBS, 삼정KPMG 재구성

[그림 2-20] (좌) 전 세계 차량공유 시장규모 (우) 미국 차량공유서비스 이용객 수

- 카쉐어링, 카헤일링은 특히 자율주행차량의 출현과 함께 더욱 성장할 것으로 예상되며, 2030년까지 자율주행 모빌리티 서비스가 개인소유 차량에 드는 비용보다 최대 40% 저렴할 것으로 추산

53) 정보통신기획평가원 'ICT R&D 기술로드맵 2023', 과학기술정보통신부, 2018
54) 미래 자동차 권력의 이동, 삼정 KPMG, 2018



[출처] Mobility 2030 : Transforming the mobility landscape, KPMG, 2019

[그림 2-21] 이동수단의 거리당 비용 비교

- 우버는 도시 내 모든 차량이 공유되면 현재 운행되는 차량의 10분의 1만으로도 공유가 가능하다고 예상하였으며, 미국 신기술 연구소 RethinkX는 완전자율주행 상용화 이후 10년 뒤 미국시장에서의 차량대수는 20% 수준으로 줄어들 것으로 전망

ㅇ 더 나아가 공유의 개념을 전체로 확장하는 MaaS(Mobility as a Service)는 버스, 택시, 지하철, 공유모빌리티 등 모든 이동수단을 한 플랫폼에서 통합하여 사용자에게 최적의 루트를 제공하는 개념으로, 기존 교통수단에서 공유 모빌리티까지 쉽고 경제적으로 이용 가능

ㅇ 소비자의 소비형태가 시간을 절약함으로써 효율을 중시하는 방향으로 변화

- **경험경제 시대에 가장 중요한 자원인 시간과 노력을 절약하고 효율을 극대화하는 편의성을 추구하는 경향이 증가하는 추세이며, 이는 교통에 있어서도 효율성이 좋은 교통수단을 선택할 것으로 예상**[55]

  * 서울대 소비트렌드분석센터 최지혜 연구위원은 소비자는 부족한 시간을 효율성으로 대체하고 그 외 시간에 자기 계발이나 다양한 경험을 추구하려는 성향이 있다고 분석

⇨ 공유, 통합 플랫폼 기반으로 **편리성이 향상된 대중교통수단 및 서비스 혁신 필요**
⇨ **부족한 시간을 효율성으로 대체**하는 방향으로 **모빌리티 수요 및 시장규모가 증가**할 전망

[참고] MaaS 예시
- 핀란드에서 2016년 MaaS 개념을 처음으로 현실화한 'Whim' 출시
- (제공서비스) 가장 효율적인 이동수단, 최단경로, 최저운행료 제공은 물론 결제까지 한번에 가능
  요금제에 가입하면 일정 지역 내 대중교통, 택시, 공유차량, 공유자전거, 공유스쿠터 등을 무제한으로 이용 가능
- (효과) 이용자를 상대로 조사한 결과 자가용 이용 비율은 40%에서 20%로 감소한 반면, 대중교통 이용률은 48%에서 74%로 크게 증가한 것으로 나타남

55) 국가교통체계 혁신기술개발사업 기획, 국토교통과학기술진흥원, 2021.01.29

□ [경제의 글로벌화] 국경을 넘어선 경제통합이 증가하는 추세였으나, COVID-19으로 인해 비대면 활동이 확산되어 보호무역 강화, 인적교류 약화로 탈세계화 추세가 강화될 전망

○ 경제통합은 해당 국가 간의 유·무형적 무역장벽을 철폐하고 상품·노동·자본 등 생산요소의 자유로운 이동이 가능한 것을 의미하며, 최근 정보통신 및 교통의 발달로 세계 각 국가 간 상호의존성이 증대되어 경제교류가 활발해짐에 따라 자연스럽게 경제통합이 이루어지고 있음[56)]

- 무역장벽의 감소, 운송 수단|시스템의 발달을 통해 과거에는 교역이 어려웠던 부분까지 가능하게 함으로써 글로벌 경제활동이 보다 용이해지고 있음

○ 현재 우리나라는 중국, 미국, 일본 등 21개국과 함께 아시아·태평양 경제협력체(APEC, Asia Pacific Economic Cooperation)에서 아시아·태평양 지역의 경제 성장과 번영을 목표로 경제통합을 이루고 있음

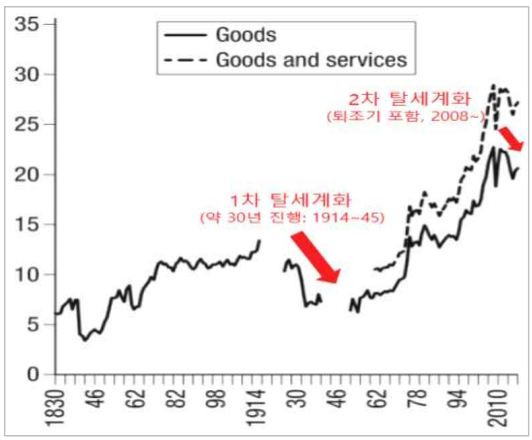
- 역내무역 자유화, 무역 및 투자의 자유화|원활화, 교류 촉진, 기술협력 등을 통해 국가 간 경계를 허물고 새로운 시너지를 창출하여 활발한 경제협력이 이루어지고 있음

○ 반면, COVID-19으로 인한 생산차질과 핵심물자 부족을 계기로 글로벌 공급망의 취약성이 부각됨에 따라 각국이 자국우선주의 입장에서 보호무역주의, 역내교역, 인적교류 제한을 강화함으로써 탈세계화 현상이 가속화*될 전망[57)]

* 1914~1945년 1·2차 세계대전 및 대공황으로 1차 탈세계화가 나타났으며, 2008년 글로벌 금융위기 이후 세계화가 퇴조되던 가운데 COVID-19으로 세계화 약화가 가속화되면서 2차 탈세계화가 진행될 것으로 예상

- (보호무역주의 강화) 감염병으로 큰 경제적 타격을 입은 국가를 중심으로 자국의 산업·일자리 보호 등을 위해 보호무역 기조를 강화할 것으로 예상

- (지역주의 확산) COVID-19으로 인해 글로벌 공급망의 자국·지역중심 재편이 확산될 경우 거대시장을 중심으로 한 생산 공급망 지역화가 강화되면서 역내 무역 비중 확대 추세가 당분간 이어질 것으로 전망



주) GDP 대비 수출 비중
[출처] Catao·Obstfeld(2019)

[그림 2-22] 세계화 추이

- (인적교류 약화) COVID-19이 진정된 이후에도 감염병 유입 방지를 위해 출입국 관리가 강화되거나 反이민정책이 지지를 받게 될 가능성 존재

56) 세계화의 두 얼굴, KDI 경제정보센터, 2015.07
57) 코로나19 이후 경제구조 변화와 우리 경제에의 영향, 한국은행 조사국, 2020.06

➔ 경제통합을 통해 국가 간 무역이 자유로워지면서 새로운 교통수단 및 서비스를 활용 가능한 시장이 국외로 확대될 전망 → 이를 위해 국가 주도의 신산업 발굴 필요

➔ COVID-19으로 인한 탈세계화의 가속화로 소비자 및 시장을 위해 독립적인 지역전략을 접목한 새로운 미래 교통수단 개발 필요

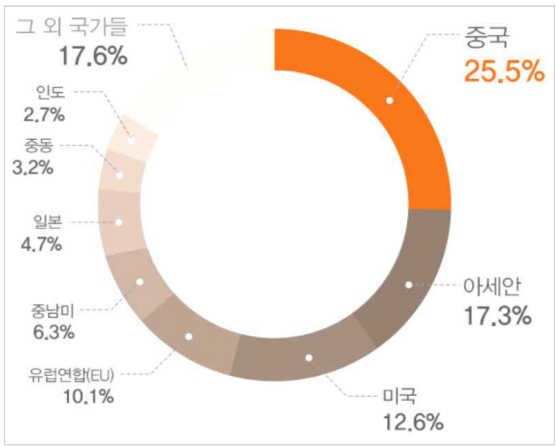
□ [미-중 무역분쟁 심화] 미·중 수출 의존도가 높은 우리나라는 무역분쟁과 같은 국제 정세에 많은 영향을 받음

○ 미-중 무역분쟁이 지속될 경우 우리나라는 미·중 간의 교역 감소와 양국의 내수가 위축되면서 부정적인 영향을 받게 되며, 특히 우리 경제는 중국에 대한 의존도가 매우 높아 수출에 대한 영향이 클 것으로 예상[58)]

- 미국과 중국이 우리나라의 수출에서 차지하는 비중은 38.1%에 달하며, 무역분쟁이 지속될 경우 중국에 중간재 형태로 수출하는 국가들(대만, 한국, 일본, 독일 등)이 직접적인 피해를 볼 가능성이 큼

  * 한국의 대중 수출에서 중간재 비중은 79.0%

- 반면, 한국과 같이 전 세계 수출점유율이 높고 중국과 경쟁하는 품목을 생산하는 제3국 입장에서는 무역전환효과의 비중이 크다면 미중 무역분쟁의 격화가 일정부분 기회요인이 될 수도 있음



(2019년 4월 기준)

[출처] 총성 없는 전쟁, 미-중 무역전쟁의 배경과 한국 경제에 미치는 영향, 정재욱, 2019.06.03.

[그림 2-23] 한국의 주요 국가 수출액 비중

○ (한국의 반사이익 증가) 미국과 중국의 상호 관세 부과의 영향으로 우리나라가 얻을 수 있는 반사이익은 수출 경쟁력이 높고 각 국가 내 한국산 점유율이 높은 품목을 중심으로 발생

- (對미 수출) 미·중 간 교역감소에 따른 중간재 수요 하락 등으로 인한 수출감소 효과에도 불구하고 무역전환효과에 힘입어 중국 제재품목 수입시장에서의 한국산 점유율은 상승하는 추세이며, 반사이익이 기대되는 품목으로는 자동차, 반도체, 기계류, 가전, 휴대폰, 플라스틱 등으로 예상

- (對중 수출) 중국의 대한국 수입은 중국 경기둔화 및 중간재 수요 감소에 따른 영향으로 감소하는 추세이지만 미국의 對중 수출 또한 감소함에 따라 전기·전자제품, 기계류, 철강제품, 화학제품 등에서의 반사이익이 기대됨

○ (미국의 기술패권 경쟁) 중국 기업인 화웨이는 미국의 행정명령으로 인해 미국 기업들의 제품 수입에 제한이 걸린 상황이며, 이로 인해 중국의 제조 2025 전략을 늦추는 효과가 있을 것으로 예

58) 미·중 무역분쟁의 수출 영향, 한국무역협회 국제무역연구원, 2019.06

상되어 중국의 빠른 기술추격에 직면한 한국 제조업의 수출경쟁력 확보에 기여할 것으로 전망

- 중국 최대의 네트워크 통신장비 기업인 화웨이는 미국의 행정명령*으로 인해 미국 기업들의 제품을 수입할 수 없게 되었고, 양대 산업인 스마트폰과 통신장비에서 큰 타격을 받게 됨

  * 미 상무부는 대통령 행정명령과 수출관리규정을 근거로 화웨이를 우려거래자로 지정·공고('19.05.21)
    ①미국기업의 화웨이 부품 공급 중단, ②제3국(미국산 부품 사용)의 화웨이 부품 공급 중단, ③미국기업의 화웨이 소프트웨어 공급 중단

- 이로 인해 중국의 성장성이 둔화될 가능성이 높아지면서 한국으로서는 기회 요인이자 미·중 간 선택을 강요받는 상황에 처할 수 있게 됨

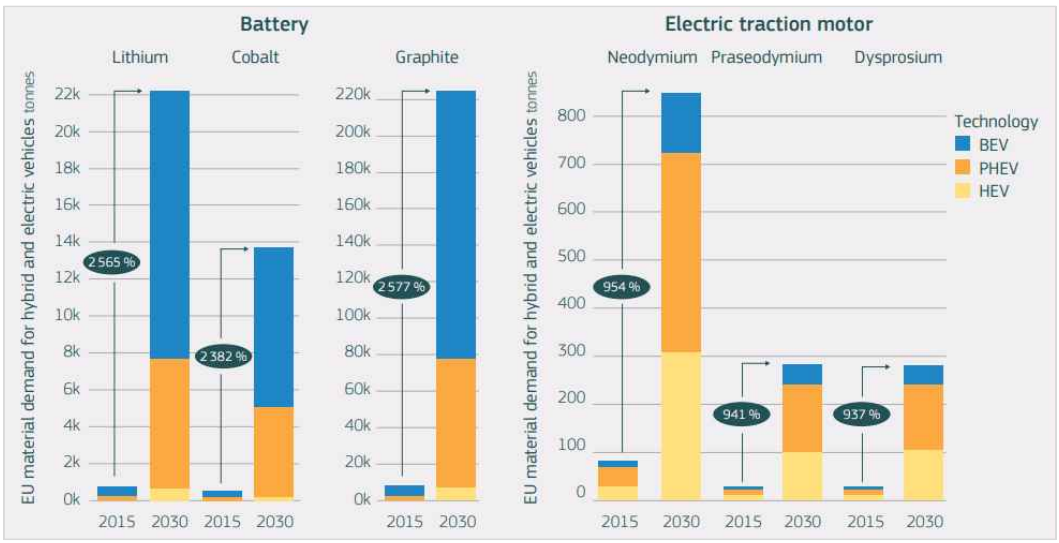
  * 삼성전자는 2018년 4분기와 2019년 1분기 합계 5G 통신장비 시장에서 매출 점유율 37%로 화웨이(28%)를 제치고 1위 차지

○ (중국의 희토류 수출제한) 전기차, 반도체, 디스플레이 등 첨단 IT산업의 핵심 소재인 희토류는 미국 시장에서 중국의 점유율이 80%에 달해 중국이 미·중 분쟁에서 희토류를 협상카드로 사용할 수 있으며, 중국의 희토류 수출 제한 시 단기간에 미국은 물론 한국의 첨단산업에 충격 불가피

- 광물자원통계포털의 '2019 희유금속 원재료 교역 분석' 보고서에 따르면 2018년 기준 한국의 희토류 수입액은 6,935만 달러로 이 중 중국산이 42.2%를 차지

- 중국 최고 입법기구인 전국인민대표회의 상무위원회는 새로운 수출통제법을 통과('20.10.17)시켜 특정 국가·지역·기관 및 품목의 수출을 금지할 수 있도록 개정하였으며, 이를 통해 희토류 금속에 대한 수출 규제의 토대를 마련함으로써 보복 조치를 염두에 두고 있음을 짐작 가능

- 전기차 공급이 증가함에 따라 전기차 생산에 필요한 희토류 원소에 대한 수요는 2030년까지 10배 증가할 것으로 예상되므로 이에 대응 필요



주) BEV : 전기차, PHEV : 플러그인 하이브리드, HEV : 하이브리드
[출처] The future of road transport, European Commission, 2019.04

[그림 2-24] (좌) 배터리에 필요한 원소 수요 증가율 (우) 전기모터에 필요한 희토류 원소 수요 증가율 (EU 기준)

○ 이러한 위기 속에서 한국의 수출기회를 극대화하기 위해서는 수출 시장|품목 다각화, 첨단 신기술 제품 개발, 생산 네트워크 조정 지원, 리쇼어링 유도 등 세계 수출시장에서 우리나라의 입지를 강화할 수 있는 전략을 추진해야 함

- 미국과 중국에 대한 수출의존 구조를 탈피하여 신남방, 신북방으로 수출 시장 다변화
- 국내기업의 생산 네트워크는 주로 중국에 위치하고 있지만 이를 아세안 국가들로 이전 또는 국내로의 리쇼어링* 유도함으로써 공급망을 다변화|국산화시켜 안정적인 생산체계 마련

  * 리쇼어링(Reshoring) : 생산비, 인건비 등의 이유로 해외에 진출한 국내 제조기업이 다시 자국으로 돌아오는 현상
- 첨단 신기술 제품을 개발하여 수출품목을 고도화시킴으로써 우리나라의 첨단기술 역량을 강화시켜 국제 경쟁력을 제고해야 함

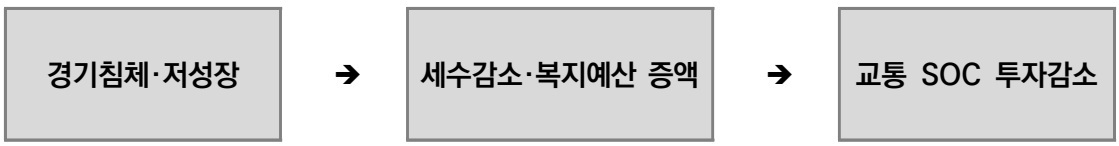
➔ 불안정한 세계 수출시장에서 국제 경쟁력을 확보하기 위해서는 미래를 앞서나가는 독보적인 첨단기술 선점 필요

□ [저성장 기조] 전 세계 국가의 경제성장 둔화 지속

○ 전 세계 대부분 국가들의 경제성장률은 정체 혹은 저조한 것으로 나타나며, 우리나라는 세계경제 성장률과 비슷한 수준(2.9~3.1%)으로 예측

- 2009년 경제대공황 이후 전 세계 경제성장률이 큰 폭으로 떨어진 후 2% 중반에서 3% 사이의 경제성장률을 보여왔으며, 국내 경기는 2012년부터 회복세를 보였으나 불황형 흑자 경상수지 등 실질적으로 성장이 정체된 것으로 보임
- 미국의 금리인상에 따른 자산가격·금융시장 변동성 증가, 달러강세, 중국성장률 둔화 등으로 소비와 투자부진, 재정취약 등의 저성장 및 경제적 위협 직면

○ 경제성장 둔화에 따라 재정투자 및 신규개발 여력이 감소하여 SOC 투자패턴 변화



[그림 2-25] 저성장이 SOC 투자에 영향을 미치는 양상

- 한국은행은 2019년 경제성장률을 2.7%로 전망, 2018~2022년 국가재정운용계획에 따르면 SOC 예산은 연평균 2.0% 감소하고 복지예산은 10.3%, 교육예산은 7.0% 증가
- 1960년대 도시화, 산업화 이후 건설된 SOC 시설들의 노후화가 진행되면서 새로운 인프라 투자보다는 기존 SOC의 안전성과 효율성 증진에 대한 관심과 요구 증가

○ 경기침체와 성장률 둔화, 고용부진 등 위기를 해결하고 삶의 질을 중시하는 사회변화에 대응하기 위해 생활 SOC와 노후 인프라 개선을 위한 투자 확대

- 교통시설에 대한 투자를 하지 않을 시 미래세대 교통비용이 현 세대보다 27% 높을 것으로 예측되며, 선진국의 경우 교통투자를 경기침체 회복 모멘텀으로써 활용하기도 함[59)]

- 우리나라에서도 2018년에는 SOC 예산이 정부안 기준 20%나 삭감되고 추경에서조차 배제되었지만, 2019년과 2020년에는 SOC 재정투자가 지속 확대

  * 2020년 SOC 재정투자 : 광역교통망 확충, 생활형 SOC, 노후 SOC 개선, 국가균형프로젝트 등의 관련 예산 투자규모가 2019년에 비해 확대됨

[표 2-5] 정부의 2020년 SOC 분야 재정투자 계획

(단위: 억원, %)

부문		2019	2020	2019년 대비	
				증감액	증감률
계		197,531	232,311	34,780	17.6
	도로	58,742	71,299	12,557	21.4
	철도	55,163	69,474	14,311	25.9
	해운항만	17,172	18,974	1,802	10.5
	항공공항	1,561	2,691	1,130	72.4
	물류 등	23,908	29,406	5,497	23.0
	수자원	17,311	12,909	4,402	25.4
	지역 및 도시	20,205	24,454	4,249	21.0
	산업단지	3,469	3,103	365	10.5

[출처] 기획재정부, 나라살림, 2020. 인용; 현대경제연구원, 경제주평, 2020.03.13.

➔ SOC 효율성 증진 및 신개념의 교통수단 및 서비스 플랫폼 역할 선점을 위한 신성장동력 발굴 필요

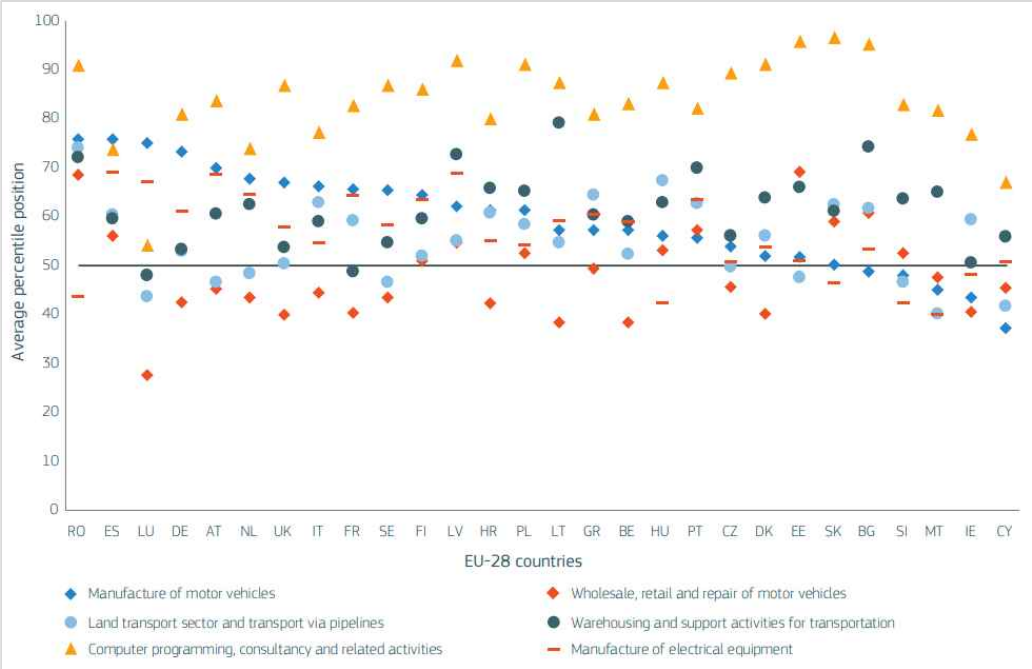
□ [경제·사회적 양극화] 산업|기업|지역|직종 간 양극화 심화

○ 경제 발전, 세계화, 산업구조 변화, ICT 기술발전, 고령화, 제도적 요인 등에 의해 부의 양극화 심화

- 국제구호기구 옥스팜이 공개한 부의 불평등 보고서에 따르면, 전 세계 상위 1%는 전 세계 인구의 90%에 해당하는 69억 명이 보유한 재산의 2배 이상을 소유[60)]

- 제조업과 정보통신기술이 결합되는 차세대 산업구조로의 변화로 인해 산업과 고용의 생태계가 변화할 경우, 지금보다 양극화와 소득불평등이 더 확대될 것으로 전망[61)]

59) 지속가능한 교통인프라 투자정책 방향, 국토연구원, 2013.12
60) 전 세계 커지는 부의 불평등…"공정한 과세 필요", 연합뉴스, 2020.1.27
61) 4차 산업혁명이 양극화, 불평등 더 키울수도, 한국일보, 2017.2.21



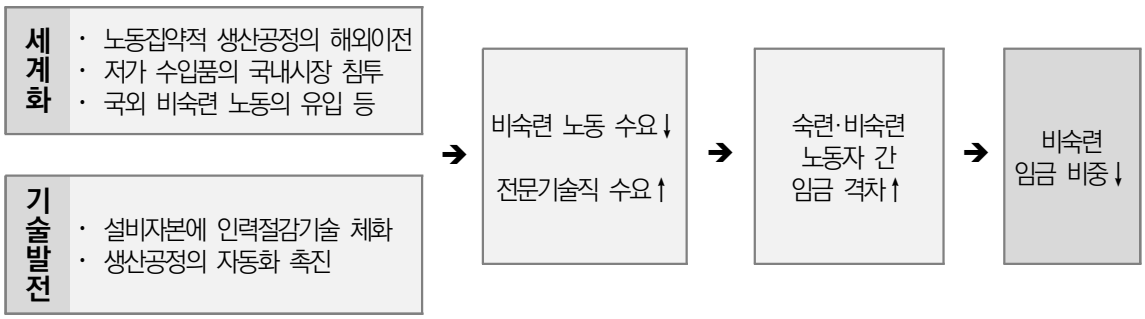
[출처] The future of road transport, European Commission, 2019.04

[그림 2-26] EU 국가들의 운송 관련 부문 임금 비교

○ 앞서 언급한 세계화의 오랜 지속과 기술의 빠른 발전으로 인해 기술이 노동자를 밀어내는 일이 잦아지고 새로운 일자리를 창출한다던 혁신기술이 질 낮은 일자리를 양산하는 등 계층의 양극화가 심화될 전망

- 지난 30여 년간의 세계화와 기술발전이 노동 수요의 변화를 야기하고 이것이 경제적 양극화와 계층화를 유발[62]

- 새 산업생태계를 주도할 고숙련 노동자와 인공지능이나 기계에 일자리를 뺏길 저숙련 노동자 사이의 격차 심화



[그림 2-27] 세계화 및 기술발전에 따른 노동수요의 변화

62) 세계화와 기술발전이 제조업 노동수요에 미치는 영향 ,한국은행, 2008



[출처] The future of road transport, European Commission, 2019.04

[그림 2-28] 운송 관련 부문 비숙련 노동자와 고숙련 노동자의 필요한 역량 비교
(上) 비숙련 노동자 작업 강도 (下) 고숙련 노동자 작업 강도

➔ 기술이 발전함에 따라 도태되는 비숙련 노동자 또한 잠재적인 서비스 제공자가 될 수 있는 새로운 교통수단 및 서비스 개발 필요

2-4. [E] 생태학적 환경분석

□ [기후변화|에너지 대응] 기후변화|에너지 증가|자원의 희소성, 대기오염 등에 대응요구 증가

○ 전 세계 에너지 수요는 2018~2040년까지 매년 1%씩 증가하여 2040년까지 23% 이상 증가[63]할 전망이므로 에너지 소비가 유발하는 탄소배출량도 2040년까지 지속적으로 증가할 전망

- 2015년 파리기후협약 이후 세계 각국은 온실가스 배출량 감축을 위해 노력했으나 아시아권 신흥국의 경제성장과 함께 에너지 소비 증가와 더뎌진 재생에너지 기술·시장 발전으로 에너지 소비가 유발하는 탄소배출량은 2040년까지 계속 증가할 전망[64]

  * 인도의 에너지 수요는 2040년까지 2018년 대비 2배 이상 증가하며, 세계 에너지 수요 증가를 견인하고 중국은 전망 기간 동안 최대 에너지수요국의 지위를 유지하긴 하나 증가율은 매우 감소[65]

- 실제 2018년 신재생 에너지 소비량은 전년대비 14.5% 증가하였으나(561.3Mtoe→490.2Mtoe) 글로벌 에너지 수요가 증가하면서 화석연료 소비량이 함께 증가해 탄소 배출량도 증가

○ 이에 도로교통부문에서는 연비효율 개선과 대체 연료의 증가를 통해 석유 수요는 2040년까지 1,800만b/d 감소시키고 그 중 900만b/d는 非전기자동차의 연비효율 개선을 통해 감축할 계획

- 운수송부문의 이산화탄소 배출량은 2010~2017년 사이 지속적으로 연평균 2%씩 증가하였고 특히 도로수송은 전체 수송부문 배출량 중 3/4 가량을 차지

- 2040년까지 세계 자동차 대수가 80% 증가해 20억 대에 달할 것으로 예상되나 화석연료 기반 자동차의 효율이 현재 대비 40% 향상되고 친환경차의 상용화로 운송부문의 대체에너지 보급이 확산되어 연료 수요 증가는 유발되지 않을 전망

➔ 이동수단 효율 개선, 운송의 원활화, 활동 감소에 대응한 에너지 효율적 교통수단 개발 필요

□ [친환경 수요 증가] 환경에 대한 책임의식 확대, 국민 삶의 질 및 생활 쾌적성에 대한 수요 증가

○ 환경위기 및 기후변화 인식 확대로 국민의 환경에 대한 인식 증가하면서 친환경 제품에 대한 소비자의 구매 수요와 환경오염을 줄이기 위한 개인과 기업의 노력도 증가

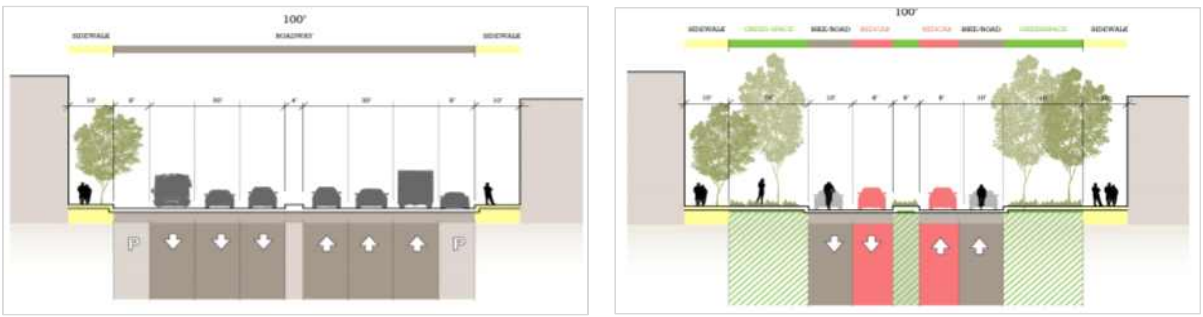
- 최근 '친환경 생활에 대한 인식과 현황'에 대한 설문조사에서는 응답자의 75.4%가 친환경 생활이 필수라고 답했고, 응답자의 연령이 낮을수록 필수라고 답한 비중이 높게 나타남[66]

- 자신의 건강을 지키고 환경에 대한 책임 의식을 갖는 친환경·자연주의 제품에 대한 수요가 증가함에 따라 "必환경"이 소비시장 주요 트렌드로 자리매김

63) 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트, 2019.12.2.
64) 세계 연료 연소 지원 이산화탄소(CO2)와 기타 온실가스 배출 현황(에너지경제연구원, 2020)
65) 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트, 2019.12.2.
66) 성인 75.4% "친환경 생활 필수" (파이낸셜뉴스)

ㅇ 도시의 고질적인 문제인 주차난으로 인해 골목 불법주차, 도시미관 훼손 등의 문제가 끊임없이 발생하고 있으며 국민들의 도시 내 생활 쾌적성, 삶의 질 향상에 대한 니즈가 항상 존재함

- 도시 운전자들은 주차장 이용과 탐색에 과도하게 시간을 소비하고 있으며, 주차로 인한 경제적 비용의 3/4 이상은 주차공간 탐색으로 인한 배회, 대기로 인한 비효율 및 환경문제에서 발생하고 있음[67]
- 국내 대도시에서도 주차를 위해 배회|대기하는 차량으로 인한 상습적인 정체가 사회적문제로 지적되고 있으며, 주차공간 확보에 실패한 운전자가 불법 주정차를 함으로써 발생하는 사회경제적 비용은 서울에서만 연간 4조 8,970억원에 달하는 것으로 추산(삼성교통안전문화연구소, 2016)
- 미국 샌프란시스코의 한 연구에 따르면 자율주행차와 공유교통서비스가 도입되면 교통량이 현재 대비 4배 감소하여 도로공간이 20% 감소, 녹색공간이 42% 증가할 것으로 예측[68]
- 향후 자율주행차가 보편화되면 주차공간이 획기적으로 작아지고 운전자는 주차장에 가지 않고도 차를 호출할 수 있으므로 주차장의 보행공간이 필요없어져 주차장 공간을 효율적으로 사용 가능하기 때문에 이를 도시를 쾌적하게 만드는 다른 용도로 사용 가능할 것으로 예상



주) 샌프란시스코 19번가의 도로를 자율주행차 도입에 따라 재디자인한 모습
[출처] 'Designing For the Driverless City – Reclaiming the Urban Realm', Gerry Tiemey, 2014

[그림 2-29] (좌) 기존 샌프란시스코 19번가 도로공간 (우) 자율주행차 운행 시 변화할 도로공간

➔ 친환경 제품에 대해 증가하는 관심과 수요에 대응하기 위한 친환경 교통수단 및 인프라 구축 필요
➔ 도심 내 국민의 생활 쾌적성 및 삶의 질 향상을 위해 도로공간 및 주차공간을 효율적으로 활용할 수 있는 미래 교통수단 및 서비스 필요

67) 서울시 주차문제 해결을 위한 주차장 이용 효율 향상 방안 연구, 서울디지털재단, 2020.08
68) 자율주행차 도입과 교통이용환경 변화 전망, 경기연구원, 2017.11.29

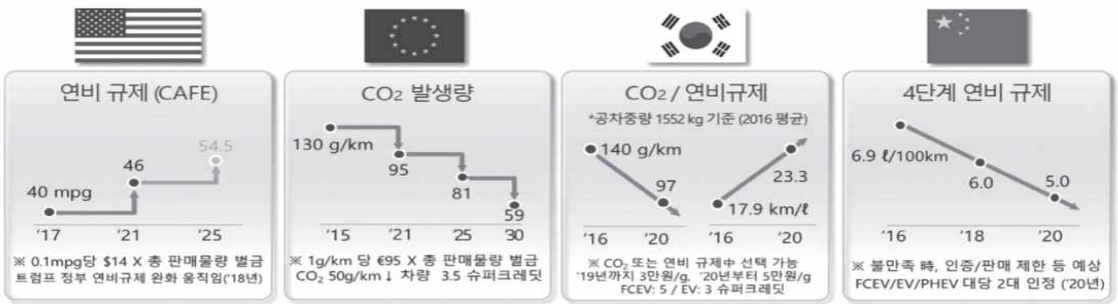
2-5. [P] 정치적 환경분석

□ [글로벌 환경규제 강화] 점차 강화되고 있는 글로벌 환경규제 및 기업의 사회적 책무에 대한 범지구적 공감대는 모빌리티 산업의 패러다임 변화를 촉진[69)]

○ 기후변화가 심각해짐에 따라 전 세계적으로 환경 규제가 본격화되고 있고, 이에 대응하기 위해 각국은 이산화탄소 배출량과 연비 규제를 강화하는 추세이며, 일부 국가에서는 내연기관 자동차 판매금지 및 친환경차 의무판매 등의 정책을 추진 중

- (파리협정) 2015년 UN이 주최한 기후변화 회의에서 전 세계 195개 참가국은 산업화 이전 대비 지구 평균온도의 상승폭을 2.0℃ 미만 수준으로 유지하기 위한 파리협정을 체결하였고, 이에 따라 모든 국가의 탄소 배출량 감축 및 5년 주기의 이산화탄소 경감에 관한 기여방안 제출 의무화
- (미국)탄소배출을 줄이기 위한 운임정책 도입 및 효율적 대체에너지 관련 기술개발 및 인프라 개발에 투자중이며, 환경부와 교통부는 합동으로 탄소배출 관련 규정을 강화하고, 친환경 연료사용 확대를 위해 Renewable Fuel Standart 프로그램을 시행[70)]
- (EU 이산화탄소 규제 강화) EU는 2019년 자동차의 이산화탄소 배출량 허용치에 관한 규제를 강화하는 내용의 장기 로드맵*을 제시하였으며, 이를 통해 유럽 내 청정 모빌리티를 구현하고자 함

  * EU 내 모든 완성차 업체는 대당 연평균 이산화탄소 배출량이 2021년 95g/km, 2025년 81g/km, 2030년 59g/km를 넘기지 않아야 함
- EU는 STRIA(Strategy Transport Research and Innovation Agenda)를 통해 차량운영에서 인적요소 제거, E-Mobility 활성화를 통한 에너지 통합 및 탈탄소화를 위한 정책 추진[71)]
- (주요 국가의 환경규제 현황) 미국의 경우 2025년까지 36%(2017년 기준), EU는 2030년까지 55%(2015년 기준), 한국과 중국은 2020년까지 각각 31%와 28%로 차량 이산화탄소 배출량 및 연비 규제 강화 예정[72)]



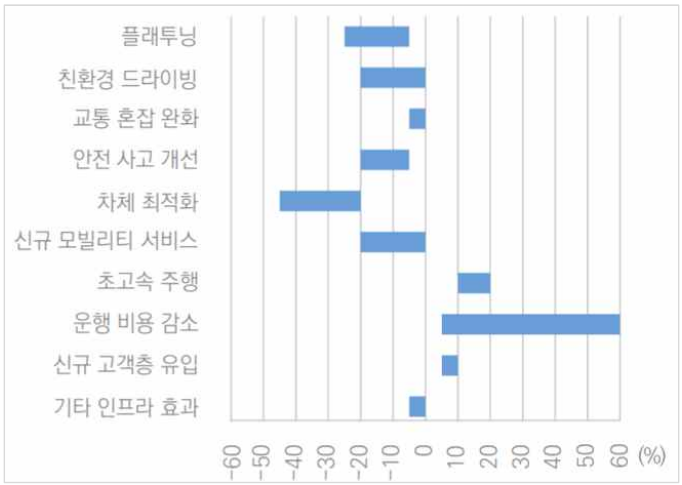
[출처] 2030 미래 자동차 동력원의 전망, 민경덕, 2019.08

[그림 2-30] 주요 국가의 차량 이산화탄소 배출량 및 연비 규제 변화

69) 자율주행이 만드는 새로운 변화, KPMG, 2020.02
70) Carbon Pollution From Transportation, (Enviornmental Protection Agency), 2020
71) 유럽연합 Strategic Transport Research and Innovation Agenda-STRIA, (European Commission), 2019
72) 2030 미래 자동차 동력원의 전망, 민경덕, 2019.08

○ 강화되는 글로벌 환경규제에 대응하여 향후 도시의 에너지 소비를 줄일 수 있는 교통수단으로 자율주행 기술이 주목받고 있음

- 자율주행차량이 도입되면서 발생할 산업·환경적 변화인 플래투닝, 친환경 드라이빙, 교통 혼잡 완화, 안전사고 개선, 차체 최적화, 신규 모빌리티 서비스, 기타 인프라 효과 등을 통해 여객 및 화물 운송 시 에너지 소비가 감소하는 방향으로 변화할 것으로 예측
- 반면, 에너지 소비를 증가시키는 자율주행차량의 특징인 초고속 주행, 운행비용 감소, 신규 고객층 유입 등으로 인해 자율주행이 도시의 운송 에너지 소비를 줄일 것인지에 대한 논란은 여전히 진행 중임
- 확실한 것은 전기자동차 및 고효율 에너지원으로의 전환 등의 기술 혁신이 진행됨에 따라 자율주행차량이 환경오염에 미치는 영향이 감소할 것임



[출처] Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles, Wadud et al., 2016

[그림 2-31] 자율주행으로 인한 운송의 에너지 소비 변화

➔ 갈수록 강화되는 글로벌 환경규제에 대응하기 위해 국가적으로 에너지 효율적 & 환경 친화적인 미래 교통수단의 개발 및 도입 필요

□ [모빌리티 관련 법규 제정] 모빌리티의 사회적·기술적 변화에 따라 이를 규제·관리하기 위한 법률 제·개정

○ (퍼스널 모빌리티 관련 법규) 우리 정부는 퍼스널 모빌리티의 이용자가 증가하는 데 비해 관련 운행규정은 미비한 상황을 인식하고 이를 보완·개선하고 사회적·기술적 변화를 법률에 반영하고자 「도로교통법」 및 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」의 일부개정안을 통과시킴[73)]

- (배경) 도로교통공단에 따르면 2017~2019년 퍼스널 모빌리티로 인한 교통사고가 연평균 95.5%로 나타나는 등 안전사고가 매년 꾸준히 증가하고 있어, 이에 대한 사고 예방 및 효과적인 대응 필요

* 2020년 8월 기준, 산업통상자원부가 퍼스널 모빌리티 규정 적용 대상으로 관리하고 있는 퍼스널 모빌리티의 종류

73) '퍼스널 모빌리티법' 제정의 필요성과 입법 과제, 박종준, 2020.06.11

는 전동 스케이트보드, 전동 이륜평행차, 전동 이륜보드, 전동 킥보드, 전동 외륜보드로 총 5가지로 규정

- (개정 법률의 주요 내용) ▲개인형 이동장치의 정의에 대한 규율 신설, ▲개인형 이동장치의 자전거 도로 주행 허용, ▲개인형 이동수단에 대한 무면허운전 금지조항 삭제*

  * 2020년 12월 10일부터 규제가 완화되어 운전면허 없이 13세 이상이면 누구나 이용 가능하며, 이는 최고 속도 시속 25km 미만, 총 중량 30kg 미만인 개인형 이동장치에 한함

- (의의) '개인형 이동장치'라는 개념 신설, 이를 자전거와 법적으로 동일하게 취급하는 규율을 제정함으로써 현행 규제체계 개선의 첫걸음을 내딛음

- (퍼스널 모빌리티 인프라 확대) 자전거 및 공공 공유자전거의 사용 증가에 따른 각 도시별 임시 자전거 도로(Pop-up Infra)를 공급[74]

  * (영국) 자전거 도로와 보행자 도로 확보에 20억 파운드 투자 계획, 2025년까지 자전거 통행량을 2배 수용할 수 있는 자전거 도로를 확대할 예정(The National Cycling Plan, 2020.6)
  * (미국 뉴욕) 2020년 20개 이스트 브릿지의 자전거 통행량이 2019년 대비 50% 이상 증가하여, 도심 중요도로 2개 축을 자전거/보행자 전용으로 전환
  * (독일 베를린) 10개 도로에 임시 자전거 차로를 개통하고, 133개의 다른 도시와 함께 팝업 인프라 확장계획(2020.5)
  * (이탈리아 밀라노) 대중교통 혼잡 완화 정책으로 증가할 자전거 이용자를 위해 도심 중심가 35km 구간 자전거 차로 설치를 계획함(2020.4)
  * (국내) 수도권 도심(서울/수원/성남/고양) 7개 구역에 임시 자전거 차로(Pop-up Infra) 설치 제안

- (퍼스널 모빌리티 규제 완화) COVID-19 확산으로 식당/카페 등의 영업이 비대면(테이크아웃, 배송 등)으로 전환됨에 따라 시민들의 편의와 배송의 효율성/편의성을 위한 퍼스널 모빌리티 관련 규제를 완화중[75]

ㅇ (단일법 제정 계획) 이와 별개로, 정부는 규제혁파 로드맵의 일환으로 「개인형 이동수단 이용 활성화에 관한 법률(가칭)」, 이른바 '퍼스널 모빌리티법'을 2021년까지 제정해 퍼스널 모빌리티에 별도의 영역을 부여하고 제도권 안으로 수용하겠다는 방침을 밝힘(`20.04.23)

- 현재 개인형 이동수단 관련 법률은 「도로교통법」(경찰청), 「자동차관리법」(국토교통부), 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」(산업통상자원부) 등으로 산재되어 있어 개인형 이동수단의 이용 활성화를 제도적으로 뒷받침하기 위해서는 별도의 단일법을 제정하는 것이 효과적일 것으로 판단

- 향후 제정될 법률은 개인형 이동수단의 안전사고 예방과 이용활성화라는 두 가지의 정책상 목표를 조화롭게 구성할 필요가 있음

➔ 모빌리티의 안전하고 활성화된 이용을 위한 법규제가 제·개정되기 시작함에 따라 미래 교통수단 및 서비스를 위한 기반이 구축되고 있음

□ [초국경적 협력|교류] 정부의 신남방, 신북방 정책에 따라 국경을 넘나드는 협력 확대

ㅇ (신북방정책) 극동개발을 위한 남북한 북부지역의 국가와 개방적 경제협력을 확대하고자 하는 정

74) 코로나19 이후 교통정책은 효율성에서 안전성으로(경기연구원, 2020.5)
75) COVID-19와 모빌리티 산업 변화(자동차연구원 모빌리티 인사이트, 2020.7)

책으로 안정적인 에너지원 확보와 새로운 성장동력 창출이 주요 목표[76]

- (배경) '유라시아 경제연합(EAEU)' 출범, 중국의 '일대일로' 정책, 몽골-중국-러시아 경제회랑 프로그램 추진, 카자흐스탄의 '누를리졸' 추진 등 동북아 정치경제 역학관계의 변화로 초국경적 거버넌스에 대비한 기반 구축 필요성 증대
- (대상국) 러시아, 몰도바, 몽골, 벨라루스, 중국(동북 3성), 카자흐스탄 등 총 14개국, 고대로부터 이어진 역사적·문화적 유대가 깊고 우리나라에 대한 우호적인 분위기가 있으며 풍부한 자원을 가진 거대시장으로 큰 성장 잠재력을 보유하고 있음
- 추진을 위해 수립된 북방경제협력위원회에서는 정기적으로 회의와 포럼·세미나를 개최하였고 회의에서는 우리나라 인프라 기업의 신북방 진출 활성화 방안 등에 대해 논의
- 이에 초국경적 협력을 통해 유라시아 이니셔티브 확보 및 추진계획 공동실행으로 유럽-아시아 간 개방적 국토공간 실현 요구 증대

ㅇ (신남방 정책) 2017년 현 정부는 ①공동체 교류 증대를 통한 상호 이해 증진, ②상생번영을 위한 협력적·미래지향적 경제협력 기반 구축, ③공동 안보환경 구축 등을 목표로 신남방정책을 표명

- (배경) ASEAN 국가들은 젊고 역동적인 성장지역으로 중산층 인구가 지속적으로 증가하는 거대한 Blue Ocean이며, 인도는 모디정부의 강력한 경제성장 드라이브로 새로운 세계경제의 성장엔진으로 작용함
- (대상국) ASEAN 10개국(브루나이, 캄보디아, 인도네시아, 라오스, 말레이시아, 미얀마, 필리핀, 싱가포르, 태국, 베트남)과 인도

➔ 신북방·신남방 초국경적 협력에 따른 국제 협력기회 및 사업기회 발굴 필요 + 국경을 넘어서는 운송 연결성 강화

□ [안보 및 보안위험] 새로운 안보 및 보안 패러다임 변화

ㅇ (테러위협) 강경한 대테러 대응으로 세계 각지 테러세력들은 세력이 약화된 것으로 보이나 여러 사회계층의 충돌과 다문화 사회진입에 따른 반사회적인 성향 및 폭력적 극단주의가 섞인 '외로운 늑대'들의 '자생적 테러'가 새로운 테러위협으로 부상[77]

- 빠른 속도로 변화하는 국제 정세에 따라 테러를 조장하는 폭력적 극단주의의 위협이 세계로 확산[78]
  * 시리아, 이라크 등지에서 ISIS에 가담했던 외국인테러전투원들이 원 거주지로 귀환하거나 제3국으로 이동하면서 폭력적 극단주의가 세계 곳곳으로 확산
- 국제결혼, 외국인노동자, 난민과 새터민의 증가로 인한 자생적 테러 발생 우려 증가와 함께 유사시 전·후방 테러공격의 위험성이 점차 증가
  * 2016년 7명, 2017년 42명에 불과했던 제주 입국 예만 난민 수가 2018년 들어 500여명으로 급증[79]

76) http://www.bukbang.go.kr/bukbang/vision_policy/policys/0005/
77) 2020년 신안보 위협에 대한 정책적 제안(보안뉴스 칼럼, 이만종 한국테러학회 회장)
78) 대테러센터 관계부처 합동, 폭력적 극단주의 예방을 위한 국가행동계획, 2018.1.19.

○ (사이버 보안) 네트워크를 기반으로 전 세계가 연결되면서 사이버 범죄 등이 국경을 넘나드는 초국가적 이슈로 대두되며 사이버테러 위협은 AI, IoT, Big data, Autonomous System 등과 결합하여 점차 복잡하게 전개될 전망

- 국가 기반시설이나 제조업 등에서 스마트팩토리, 스마트시티, 스마트홈과 같은 '스마트X'가 본격적으로 추진되면서 이를 운영하는 기술인 운영기술(OT, Operational Technology)와 산업제어시스템(ICS, Indusrty Control System)을 겨냥한 사이버 위협이 급증[80]
- 연결되는 기능과 네트워크가 많아져 시스템이 복잡해지는 만큼 보안의 취약성도 증가
- 아울러 IoT를 노린 공격도 증가하면서 보안설정이 없는 IoT 장비를 통한 사생활 침해 피해도 점차 증가[81]
- 데이터 보안은 향후 5년간 자동차 구매 및 모빌리티 서비스 이용 시 가장 중요한 결정요소가 될 것으로 예상[82]

➔ 초연결 도로교통 환경에서 폭발적으로 증가할 수 있는 위협정보의 신속탐지 및 사전분석|예측| 대응 역량 필요

□ **교통수단 접근성 향상을 위해 대중교통 운영서비스를 개선하는 다양한 정책 지원프로그램 진행**

○ 각국은 장기적인 관점에서 다양한 투자 및 정책을 통해 대중교통 이용을 확대시키고자 하며, FTA(연방교통관리국)는 향후 버스 및 기차의 사용자가 공유기반의 대중교통으로 전환될 수 있다고 판단하여 'Shared Mobility' 사업을 통해 공유교통을 위한 다양한 투자|지원 프로그램 진행 중[83]

- 싱가포르의 LTA(육상교통청)은 대중교통의 확산과 사용률 증가를 위해 소비자 편의성을 집중적으로 개선하고자 지원 강화

  * '17년 '버스서비스 개선 프로그램(BSEP, Bus Service Enhancement Programme)'을 도입하여 서비스의 개선 및 타 대중교통과의 연결성을 중심으로 한 새로운 서비스 도입

- 국내는 대중교통 활성화 및 편의성 증진을 위해 매년 2,500억원의 예산을 투입하여 대중교통 체계 선진화 및 네트워크 확충, 환승시스템 및 요금체계 개선 등의 사업 추진

□ **이동효율 및 안전, 편이성 개선 및 산업육성을 위한 미래형 새로운 교통수단 및 서비스로의 전환을 위한 대규모 R&D 투자로 혁신 가속화**

- EU는 Horizon 2020 프로그램을 통해 도시권에 대한 접근성을 제고하고 지역 간 멀티모달 교통망·모빌리티 강화를 위한 승차공유, 크라우드 배송&배달, CAVs, 플라잉카, MaaS와 같은 새로운 형태의 모빌리티를 도입하여 교통수요를 개혁할 수 있는 새로운 형태의 모빌리티 연구를 지원함

79) 국가안보전략연구원, 2019년 신안보 위협 전망, 이슈브리프 18-62.
80) https://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=99654
81) https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=35801
82) Global Automotive Executive Survey 2020, KPMG, 2020.07
83) 국가교통체계 혁신기술개발사업 기획, 국토교통과학기술진흥원, 2021.01.29

* [프로젝트명] Holistic Approach for Providing Spatial & Transport Planning Tools and Evidence to Metropolitan and Regional Authorities to Lead a Sustainable Transition to a New Mobility Era (2019.06.01.~2022.11.30., EU펀딩 약 7.4억 유로(한화 약 1조 101억원))

- 싱가포르는 대중교통 개발|개선을 위한 연구 플랫폼인 TUM-CREATE를 통해 완전 자율형 모듈 차량에 지속가능하고 효율적인 첨단교통시스템을 통합하여, 기존 MRT(Mass Rapid Transit, 도시철도)와 버스 시스템 간의 용량 격차 및 한계를 극복하기 위한 새로운 대중교통 솔루션인 DART(Dynamic Authority Road Translation)의 연구개발 추진중[84]

  * (TUM-CREATE) 전기차, 자율차 모빌리티를 포함한 싱가포르 대중교통 개발|개선을 위한 리서치 플랫폼(R&D Program)으로 Munich & Nanyang Univ.에서 100명 이상의 연구자가 참여중 ([Phase1] 2010.4~2016.3 | [Phase2] 2016.4~2021.3)

- 우리나라는 미래자동차산업발전전략(2019)에 따르면 친환경차 세계시장 선도, 자율차 미래시장 선점, 미래차 서비스 시대준비, 산업생태계 대전환을 주요 정책과제로 제시

⇨ 대중교통 접근성을 향상시키는 **정책 지원 강화 → 운영서비스 개선**을 위한 **교통 수단/체계 개발 지원** 필요
⇨ **미래형 새로운 교통수단 개발 및 서비스 전환을 기반** → 국내 **산업 육성** 및 **기술혁신 가속화**
⇨ 기반 교통분야의 에너지 효율성 제고, Zero-Emission 차량 개발 등 **탄소배출 저감 기술개발 강화**
⇨ 포스트 코로나 시대를 대비한 **안전성|접근성|편의성이 향상된 새로운 대중교통수단 개발** 필요
⇨ 스마트시티 등 **도시 설계 단계에서 교통수단 간 연계성 확보 등을 고려하여 교통 효율성 향상** 필요

84) Dynamic Autonomous Road Transit (DART) For Use-case Capacity More Than Bus, TUMCREATE, 2019.09

3. 교통부문 현안

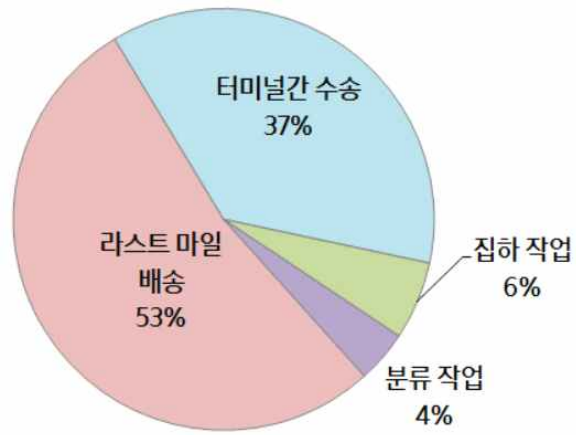
3-1. 교통부문 주요현황

【모빌리티 산업 변화】

□ 라스트마일 딜리버리의 변화

○ 공급체인에서 라스트마일 딜리버리는 물류비용이 가장 많이 발생하는 단계[85)]

- 현재 전체 물류비용의 절반 이상(53%)을 차지하고 있으나 노동 집약적인 부분이 커 효율성 개선이 쉽지 않은 상황. 향후 개선을 통한 라스트마일 딜리버리 비용의 효율화 필요



[출처] Honeywell(2016), 삼성증권

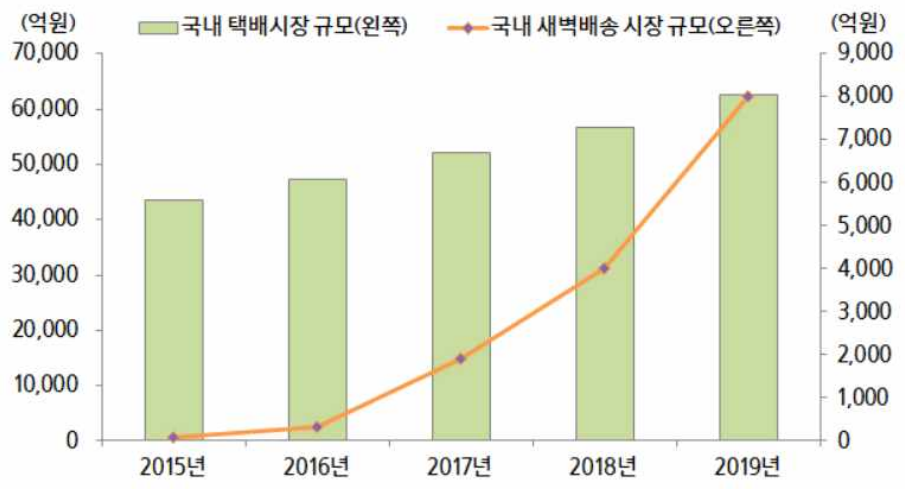
[그림 2-32] 물류단계별 비용 구성

○ 라스트마일 선점을 위해 우리나라 온라인 유통업체들은 각각 차별화된 서비스를 제공하고 있는데, 예전에는 빠르고 파손없는 배송이 핵심이었다면 이제는 고객이 원하는 시간에 가져다주는 쪽으로 변화하고 있음[86)]

- 맞벌이 가정의 증가, 스마트폰을 이용한 주문 시스템의 발전이 더해지며 라스트마일 딜리버리가 고객에게 중요한 서비스가 됨

- 국내 새벽배송 시장규모는 2015년 100억원에서 2018년 4000억원으로 최근 3년 새 40배 급성장했고, 2019년에도 전년대비 큰 폭의 성장이 이루어짐

85) https://www.samsungpop.com/mobile/invest/poptv.do?cmd=fileDown&FileNm=uma_200214.html
86) https://www.samsungpop.com/mobile/invest/poptv.do?cmd=fileDown&FileNm=uma_200214.html



[출처] 한국통합물류협회, 삼성증권

[그림 2-33] 국내 택배시장과 새벽배송 시장 규모

➔ 라스트마일 딜리버리 시장 확대에 따라 라스트마일 딜리버리 비용 효율화 및 경쟁력 강화 필요

□ 퍼스널 모빌리티

○ (퍼스널 모빌리티 정의 및 분류) 퍼스널 모빌리티란 전기를 동력으로 하는 1인용 이동수단을 지칭하는 용어이며, 크게 자이로스코프를 활용한 자이로타입, 전동 스케이트보드, 전동킥보드, 전기자전거, 전동스쿠터로 분류[87]



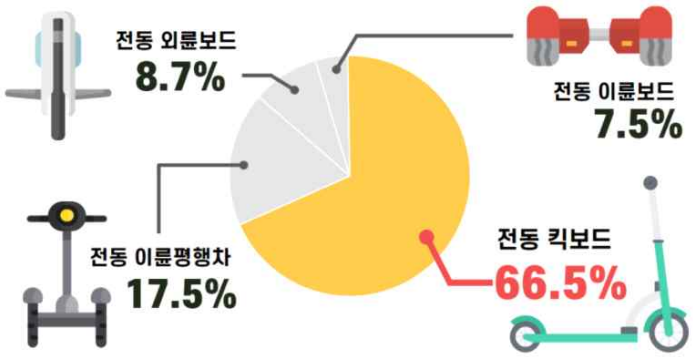
[그림 2-34]퍼스널모빌리티의 유형

○ 퍼스널 모빌리티 이용 현황[88]

- 2019년 한국소비자원이 최근 1년 이내 퍼스널 모빌리티를 이용한 경험이 있는 소비자를 대상으

87) 퍼스널 모빌리티 이용실태 조사, 한국교통연구원, 2017
88) 전동킥보드, 전동휠, 전기자전거...새로운 이동수단 퍼스널 모빌리티!, 통계청, 2019.11.28

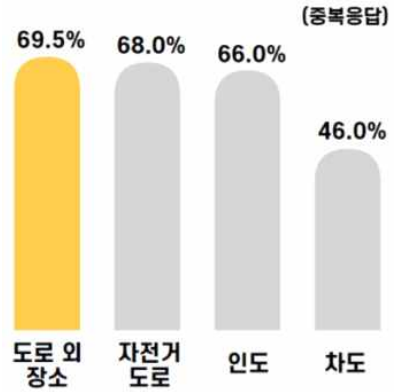
로 설문조사 결과, 가장 많이 이용한 퍼스널 모빌리티는 전동킥보드(66.5%)로 나타남



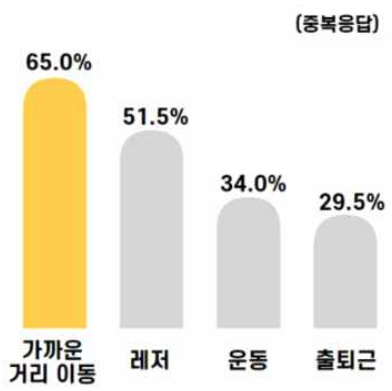
[출처] 한국소비자원, 2019

[그림 2-35] 주로 이용하는 퍼스널 모빌리티

- (주행공간) 2019년 한국소비자원의 전동형 개인 이동수단 안전실태조사에 따르면, 퍼스널 모빌리티를 주로 이용한 공간은 공원, 대학 캠퍼스, 아파트 단지와 같은 도로 이외의 장소(69.5%)에서 가장 많이 이용
- (주 이용 목적) 가까운 거리 이동(65.0%)과 레저(51.5%)가 높은 비율을 차지



[그림 2-36] 퍼스널모빌리티 주행공간
[출처] 한국소비자원, 2019



[그림 2-37] 퍼스널모빌리티 주 이용목적

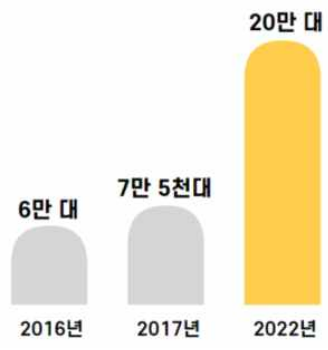
○ 퍼스널 모빌리티 판매량 및 시장전망[89)]

- (판매량) 인터파크의 2019년 4월 매출 기준으로 전년도 대비 전동킥보드 270.0%, 전동스쿠터 236.0%, 전기자전거 56.0% 증가
- (시장전망) 2017년 한국교통연구원에서 퍼스널 모빌리티 판매업체를 대상으로 이용실태조사를 시행한 결과, 퍼스널 모빌리티 총 판매량을 2016년 6만~6만 5천대, 2017년 7만 5천대로 추정하며, 2022년에는 시장 규모가 20~30만 대가 될 것으로 전망

89) 전동킥보드, 전동휠, 전기자전거...새로운 이동수단 퍼스널 모빌리티!, 통계청, 2019.11.28



[그림 2-38] 퍼스널모빌리티 매출
[출처] 인터파크



[그림 2-39] 퍼스널모빌리티 시장 전망
[출처] 스마트모빌리티 브리프, 한국교통연구원, 2017

□ 공유 퍼스널모빌리티(공유킥보드, 공유자전거) 현황 및 문제점

ㅇ 공유 전동킥보드[90)]

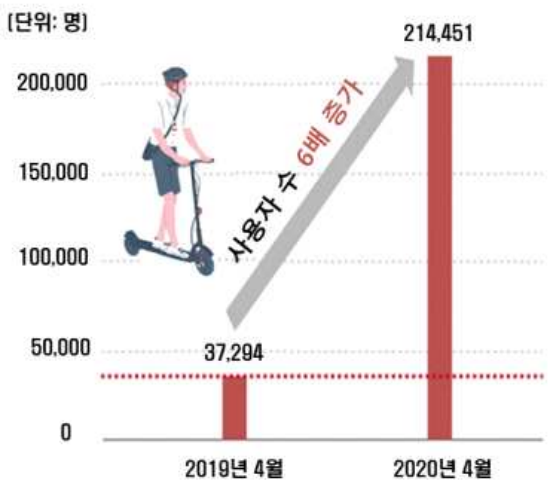
- (현황) 전동킥보드는 2018년 9월 국내 최초 공유킥보드 업체인 킥고잉이 나온 이후, 현재 약 15곳의 공유킥보드 스타트업이 설립되어 운영 중, 2020년 기준 관련 앱 이용자 수는 전년도 대비 약 6배 증가하여 20만 명을 넘어서며 급성장하는 추세

  퍼스널 모빌리티 공유서비스는 싱글휠, 투휠 등 보다 전동킥보드 위주로 이용되고 있으며 사용자는 20대와 30대가, 여성보다 남성이 주를 이룸. 사용자 비율은 20대가 35%, 30대가 28%, 40대가 19% 순으로 이용하는 것으로 나타남

[표 2-6] 지자체별 공유킥보드 운영 현황

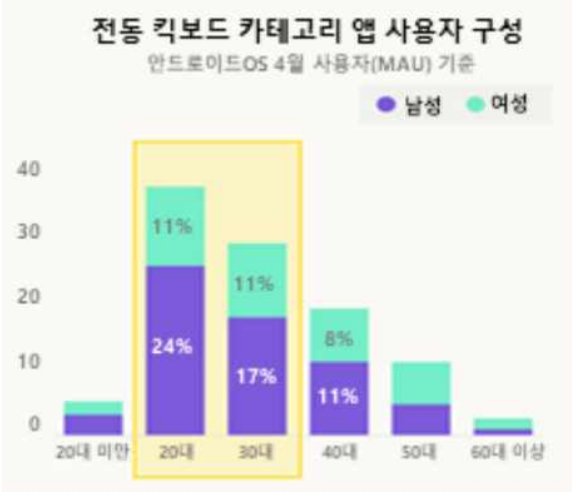
업체명 (브랜드명)	울룰로 (킥고잉)	매스아시아 (알파카, 구 고고씽)	피유엠피 (씽씽)	Lime Korea Ltd (라임)
운행지역	경기(판교, 부천, 시흥 등), 서울(강남, 강동, 구로, 동작, 마포, 중구 등), 부산 일부	경기(수지, 광교, 동탄), 서울(강남), 경남(진주)	서울(강남, 서초, 송파, 성수, 광진)	서울(영등포, 강남, 서초, 송파)
운영 시작시기	2019.09	2019.11	2019.07	2019.04
운영대수	7900대 ('20.05 기준)	2000대 ('20.06 기준)	8000대 ('20.07 기준)	-
현재 운행여부	O	O	O	O

90) 스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구, 경기연구원, 2020



[그림 2-40] 전동 킥보드 카테고리 앱 사용자 현황

주) 안드로이드OS 월 사용자(MAU) 기준



[그림 2-41] 전동 킥보드 카테고리 앱 사용자 구성

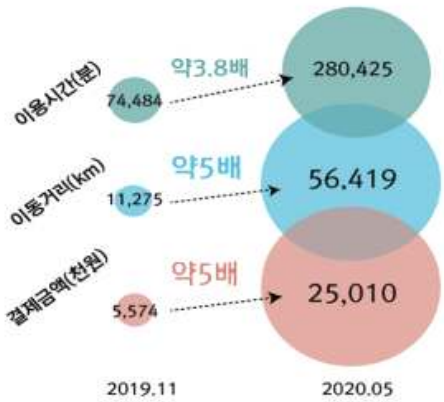
주) 안드로이드OS 4월 사용자(MAU) 기준

[출체] 스마트한 이동수단, 전동킥보드 공유 서비스 사용자 현황, 모바일인덱스HD 인사이트 리포트, 2020.05.25

- (사례) 화성시는 공유 퍼스널모빌리티 규제샌드박스 실증사업을 추진중이며, ㈜매스아시아의 공유킥보드인 고고씽을 대상으로 1단계 구간은 2019년 11월~2020년 10월, 2단계 구간은 2020년 4월부터 진행 중

  공유킥보드 실증사업으로 이용자수 크게 증가, 최근 6개월간 이용자수 3배, 이용건수 4배, 이용시간 3.8배, 이동거리 5배, 이용금액 5배로 급격한 증가 추세를 보임





[출체] 공유PM 규제샌드박스실증사업 서비스 이용 설문조사, 화성시 내부자료, 2020

[그림 2-42] 화성시 공유킥보드 이용자 현황

- (문제점) 최근 급성장으로 인해 시장경쟁이 확대되었고 이로 인한 운영업체의 수익성 악화 안전 및 법제도적 문제점도 꾸준히 제기되고 있음. 공유킥보드의 교통사고는 최근 4년간 18배 증가하고 있으나 관련법(「개인형 이동수단 이용 활성화에 관한 법률」)은 전기자전거 수준의 규제완화 중심으로 전개되고 있음

[표 2-7] 공유킥보드의 문제점

구분	문제점
안전문제	이용자 급증에 비해 이용할 수 있는 도로 제한적
	퍼스널 모빌리티의 속도와 중량 기준 등 안전기준 미흡
관리문제	퍼스널 모빌리티 불법주차 등에 따른 민원발생 및 관리의 어려움
사업운영문제	투자비용 환수, 보험료 과다 책정으로 이용요금 과다
	퍼스널 모빌리티 재배치 비용 과다발생, 수익성 하락
	퍼스널 모빌리티 업체 난입, 수익성 악화
	수익발생 유무에 따른 서비스 제공으로 서비스의 불균형 발생



[출처] 삼성교통안전문화연구소

[그림 2-43] 공유킥보드 교통사고 발생현황

○ 공유자전거[91)]

- (현황) 공유자전거는 지자체의 지원과 국내외 업체의 경쟁속에 계속 성장하고 있으며, 서울시 따릉이(공공자전거), 수원시 모바이트(민간 공유자전거) 등 전국적으로 공유자전거 서비스 지역과 대수가 증가 추세

  현재는 거치대 없는 GPS 위치추적 기반 서비스 제공 등의 산업이 발전 중으로, 초기 도입 당시에는 스테이션을 두고 RF태그를 통해 운영되는 형태였으나 최근에는 스마트폰을 이용하여 요금을 지불하고 GPS 위치추적으로 서비스 지역 내 곳곳에서 거치대 없이 공유자전거의 자동 대여/반납이 가능하도록 서비스를 제공하는 자유 주차 개념으로 이용되고 있음

[표 2-8] 공유자전거 운행 현황(2020년 기준)

구분	국내기업			국외기업			공유자전거 시장 동향
	G-bike	S-bike	Cookie bike	Mobike	Obike	Ofo	
운행지역	경기(판교), 서울(송파, 광진), 제주	서울(여의도)	인천(여수)	경기(수원)	경기(수원, 판교), 서울 일부, 인천	부산 원도심(중·동·서구)	
운영 시작시기	2018.01	2017.12	2018.07	2018.04	2017.11	2018.09	
운영대수	300대	400대	1,000대	5,000대	10,000대	2,000대	
현재 운행여부	O	O	O	X	X	X	

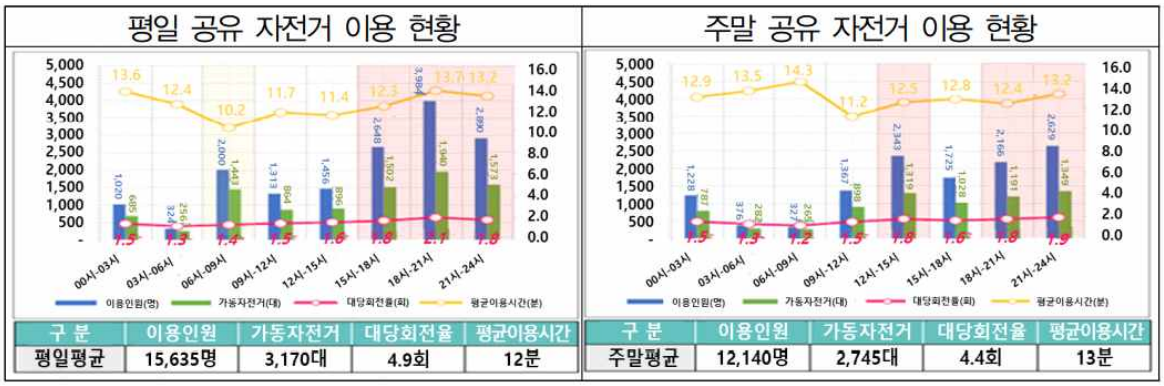
[출처]' 수원시 스테이션 없는 공유자전거 이용현황과 추진과제' 발표자료, 김숙희, 2019.07.08.
자전거업계, 전기자전거로 미세먼지 악재 '정면돌파', 아주경제, 2019.03.28

- (사례) 수원시는 재정부담 해소와 교통복지 향상을 위해 2017년 4월 공유자전거 민간사업자 유치,

91) 스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구, 경기연구원, 2020

기존 시에서 운영하던 공영 공유자전거를 민간 운영의 공유자전거 사업으로 전환하여 민간 운영 업체 모바이크와 함께 스테이션 없는 무인대여시스템을 구축

모바이크의 일 이용인원은 2018년 1만 5천명에 달했음에도 불구하고 낮은 요금과 높은 유지관리비 등 수익성 악화로 철수를 결정하였으나, 현재는 수원시와 KT, 옴니시스템간 3자 양해각서를 체결(`20.02.28.)하여 2020년 9월부터 다시 운영하기로 결정[92)]



구 분	이용인원	가동자전거	대당회전율	평균이용시간
평일평균	15,635명	3,170대	4.9회	12분

구 분	이용인원	가동자전거	대당회전율	평균이용시간
주말평균	12,140명	2,745대	4.4회	13분

주) 2018년 9월 10일~16일. 모바이크 이용 데이터 분석 결과
[출처] '수원시 스테이션 없는 공유 자전거 이용현황과 추진 과제' 발표자료, 김숙희, 2019

[그림 2-44] 수원 공유자전거 이용현황(2018년)

- (문제점) 낮은 이용요금에 비해 높은 유지관리비(자전거 재배치 등)로 수익성 악화 야기, 이용자 의식부족으로 인해 자전거 방치, 불법주차, 개인 사유화 및 서비스 이외 지역으로 이동, 자전거 훼손 등의 문제 대두

[표 2-9] 공유자전거의 문제점

구분	문제점
주차문제	민간회사에서 설치한 거치대의 경우 해당 사 자전거만 주·정차 가능
	공유자전거 불법주차 등에 따른 민원 발생 및 관리의 어려움
관리문제	이용자 의식 부족으로 공유자전거 훼손
	개인 사유화 및 서비스 이외 지역의 이동 문제
	업체의 일방적 운영 중단에 따른 자전거 분실, 파손 및 방치
사업운영 문제	자전거 재배치 비용 과다 발생, 수익성 하락

○ 코로나19의 확산으로 공유형 퍼스널모빌리티의 이용 크게 증가[93)]

- 한국스마트이모빌리티협회에 따르면, 공유형 킥보드 이용량은 전년 11월 41만 명에서 올해 2월 32만 2,200명으로 21% 감소하였지만 3월 이용자 수가 46만 1,190명으로 한달 사이 43%나 증가
- 공유형 퍼스널모빌리티의 이용량이 급증한 이유는 이러한 교통수단이 버스나 지하철보다 감염위험이 낮다고 인식하기 때문. 특히 20~30대 젊은 층에서 짧은 거리를 이용할 때 주로 이용되고 있는 것으로 보임

92) '수원 공유자전거' 두 달 뒤에나 출발선 스타트, 기호일보, 2020.06.11
93) 한국의 사회동향 2020, 통계개발원, 2020.12

➔ 비대면 교통수단 이용을 선호하는 시대흐름으로 인해 공유형 퍼스널모빌리티의 이용이 급증하고 있으므로 이에 대한 수요(니즈)를 충족할 수 있는 새로운 교통수단(모빌리티) 필요

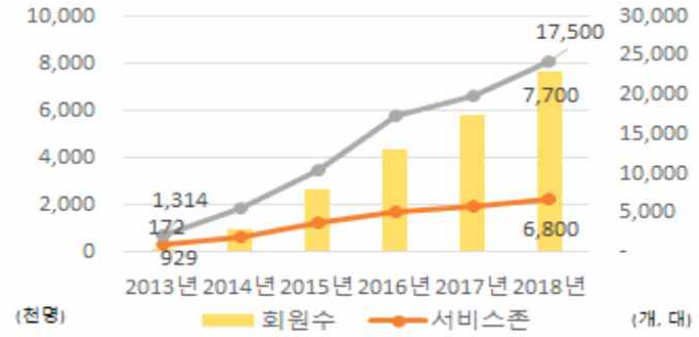
□ 공유자동차 서비스(카셰어링, 라이드셰어링, 택시헤일링) 현황 및 문제점

○ 카셰어링(시간단위 승용차 공동이용 서비스)[94]

- (특징) 카셰어링은 렌터카와 달리 가까운 곳에서 시간단위 무인대여가 가능하며, 웹이나 스마트폰 앱으로 회원가입, 차량예약, 차량인수 및 반납, 차량주행(차내 주유+하이패스카드 이용), 사용료 결제 가능
- (현황) 국내 카셰어링업체는 쏘카, 그린카 등이 대표적이며 2018년 기준 국내 회원수는 770만 명에 달함

[표 2-10] 국내 카셰어링 주요업체 현황

구분	B2C(Business to Consumer) 카셰어링		P2P(Peer to Peer) 카셰어링
	쏘카	그린카	카썸
운행지역	전국 (110여개 도시)	전국	서울 12개 구, 경기, 강원, 충북, 경남 등 25개 지역(`16.05 기준)
운영 시작시기	2012	2011	2011
운영대수	12,000여대(`20.05 기준)	9,000여대(`20.06 기준)	자체 운영 차량 없음
현재 운행여부	O	O	2020.04.20. 베타서비스 종료



주) 쏘카, 그린카 기준
[출처] 지난해 카셰어링 이용자 교통사고 1만 9천여건...3년 새 4배로, 경인경제, 2019.09.29

[그림 2-45] 카셰어링 국내 이용 현황

- (문제점) 카셰어링의 이용객수의 증가, 특히 초보운전자나 젊은 연령층의 이용률이 높고 운전자의 사고이력조회 등의 어려움으로 관련 교통사고 급증, 또한 사고발생률(대물배상)은 일반차의 10배나 높은 비율 차지

  카셰어링의 사업 확장 장애요인들은 규제 완화(차고지 등록 기준 완화, 운전자 자격 확인시스템 개선 등)로 일부 해소되었지만 이용자 중심의 서비스 확대 및 다양화(편도서비스, 운전자 특성을 반영한 보험료 차등, 취약지역 서비스 확대 등)는 미흡한 실정

94) 스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구, 경기연구원, 2020

[표 2-11] 국내 카셰어링의 문제점

구분	문제점
이용자 교통사고 급증	· 비대면운전자 자격확인 및 인계로 타인 이용 및 운전미숙으로 인한 사고 발생
사업 확장의 어려움	· 불합리한 자동차 대여사업 등록기준(기반영: 여객법자동차 대여사업의 등록기준 완화 '14, '15) · 주택가, 아파트, 상업용빌딩 등에 주차장 확보의 어려움(지자체의 홍보 및 지원 필요)
이용자 서비스 확대 및 다양화 미흡	· 공급자 중심의 왕복서비스 위주(편도서비스 일부 제공) · 수익성 문제로 교통취약지역에 서비스 확대 미흡
개별 운전자의 특성 반영 못한 보험료	· 초보운전자를 기준으로 보험료 일률 적용 → 운전자 사고율을 반영한 보험료 차등화 필요(일부 반영)

[표 2-12] 카셰어링 이용자 교통사고 통계

구분	2015년	2016년	2017년	2018년
사고건수(건)	4,631	10,888	18,949	19,320
사망자수(명)	4	3	7	2
부상자수(명)	2,115	4,949	8,413	8,353
자동차보험 사고 발생률(대물배상) 비교				

[출처] 지난해 카셰어링 이용자 교통사고 1만9천여건, 3년 새 4배로, 경인경제, 2019.09.29. 재구성
카쉐어링차 사고발생률 일반차의 10배...개선 필요, 연합뉴스, 2017.06.11

ㅇ 라이드헤일링(운전자 동승 렌터카 서비스)[95]

- (현황) 개인 소유 또는 사업자 소유의 차를 택시 형태로 운영하는 라이드헤일링은 「여객자동차운수사업법」 제34조(유상운송의 금지 등)의 개정(2020년 3월)으로 국내에서는 불법 운영으로 분류
- (사례) 타다는 2018년 10월부터 9개월간 오픈베타 론칭을 통해 타다 서비스를 시범적으로 운영하였으며, 그 결과 재탑승률 90%, 사용자수 100만명, 드라이버 수 6천명을 기록하며 높은 이용률을 보임. 특히 타다는 바로 배차, 믿을 수 있는 경로&요금, 표준화된 서비스, 드라이버 검증 및 교육, 별점 기반 상호평가시스템, 안심메시지 서비스 등을 제공. 현재 라이드헤일링 서비스인 타다베이직은 불법으로 규정되어 운행이 중지되었으며 타다 프리미엄, 타다 비즈니스, 타다 AIR, 타다 PRIVATE 서비스 제공중

95) 스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구, 경기연구원, 2020



[출처] '미래로 달려간다' 타다 1심서 무죄, 주간한국, 2020.02.22

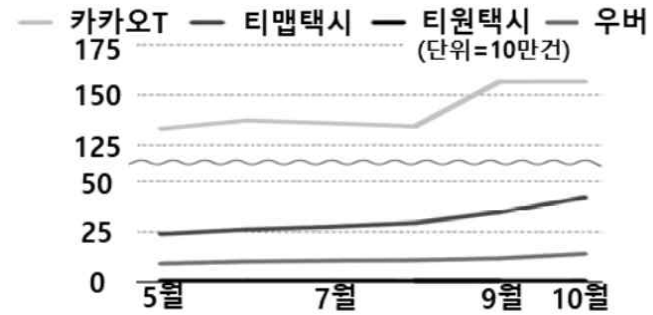
[그림 2-46] 타다의 법적 쟁점 사항

- (문제점) 기존 택시업계와의 갈등, 이용자 안전에 대한 문제 대두, 관련 종사자의 노동자 지위 인정 문제

ㅇ 택시헤일링(택시호출앱과 플랫폼택시)[96]

- (현황) 카카오택시가 2015년 4월 택시호출서비스를 개시한 이후 티맵택시, 티원택시, 우버택시 등이 시장에 진입

  최근 택시제도 개편으로 카카오T블루. 타다프리미엄, 마카롱택시 등 3개 기업이 각각 특화된 서비스를 앞세워 시장경쟁에 뛰어듬



주) 표본오차는 약 ±5% 포인트 수준
[출체] 택시호출앱급증..., 매일경제, 2019.11.22

[그림 2-47] 택시호출서비스 앱 잔존수



[출체] 타다 철수 100일 '카카오가 택시시장 장악', 중앙일보, 2020.07.18

[그림 2-48] 카카오T블루와 마카롱택시 운영 현황(2020년 6월 기준)

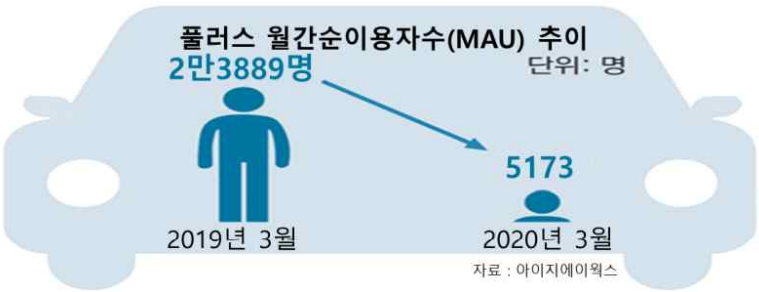
96) 스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구, 경기연구원, 2020

- (문제점) 플랫폼택시 서비스의 독과점 문제 대두. 기존 택시업체는 높은 가맹수수료에, 이용자는 높은 호출 및 부가서비스 요금에 부담을 느낌. 공급자 중심의 서비스 개발 및 일방적 요금 책정으로 이용자의 부담 증가

ㅇ 라이드셰어링(카풀)[97]

- (현황) 카풀은 중개서비스 도입으로 인해 기존 개인간 호의 동승에서 사업 및 서비스로 발전. 풀러스와 럭시가 2016년 중반 카풀 중개서비스를 시작하였고 카카오모빌리티가 럭시를 인수, 2018년 말 시범서비스를 시작하며 시장경쟁 시작

  그러나 카카오의 시장진입은 택시산업과의 갈등을 불러일으켰고 카풀에 대한 규제강화로 서비스 중지 또는 정체기를 맞음



[출체] 타다 이어...풀러스, 카풀사업 사실상 접어, 동아일보, 2020.06.22

[그림 2-49] 풀러스 월간 순이용자수 추이

- (사례) 풀러스는 2016년 5월 출시되어 실시간 온디맨드 라이드셰어링(카풀) 서비스를 시작으로 2017년 11월에는 운전자가 출퇴근 요일 및 시간을 골라서 운행 가능한 '출퇴근 시간 사전 선택제'를 도입

  현재는 정부의 카풀 이용제한 및 코로나19로 인한 유상 카풀시장 축소 등에 따른 결정으로, 2020년 6월 21일 풀러스는 카풀서비스를 무성 서비스로 전면 전환하며 사실상 사업 정리에 들어감

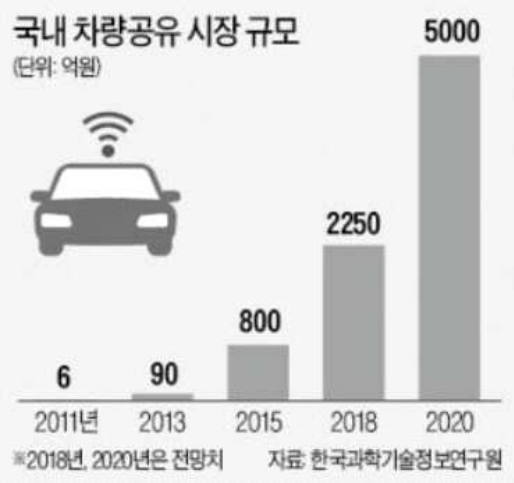
- (문제점) 기존 택시와의 갈등과 규제 강화, 이용시간 등 규제만 있을 뿐 이용자(동승자) 안전 확보에 대한 논의 부재

➔ **공유자동차서비스는 기존 택시업체와의 갈등이 끊임없이 문제로 제기되고 있으므로 새로운 서비스가 유지되기 어려운 시장이며, 신사업 도입시 이에 대한 적절한 규제 및 전략 준비 필요**

□ 차량공유 시장규모(전망)

ㅇ 한국의 차량공유 산업은 그동안은 도입기로 100% 이상의 높은 성장이 실현되었으나, 앞으로 몇 년간은 성장기 단계로 접어들면서 연평균 50% 정도의 성장이 예상됨. 또한, 그린카의 이용호 대표도 2016년 11월에 2020년 국내시장 규모가 5,000억 원 정도가 될 것으로 전망[98]

97) 스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구, 경기연구원, 2020
98) 진화하는 글로벌 차량공유 산업 동향, 안미소, 2020.01



[그림 2-50] 국내 차량공유 시장 규모

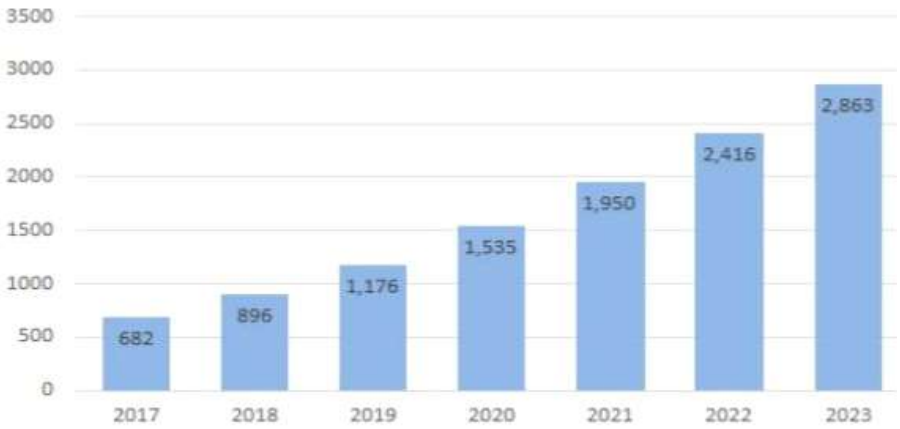
□ 국내 스마트 모빌리티* 시장규모(전망)[99]

* 스마트 모빌리티의 정의: 기존 교통체계와 스마트 기기 첨단 기능의 융합으로 지능화된 미래 교통서비스의 총체적 개념 (서울디지털재단, 2018)

ㅇ 국내 스마트 모빌리티 시장규모

- 과학기술정보통신부와 정보통신기획평가원이 공동 발간한 ICT R&D 기술로드맵 2023 보고서에 따르면, 국내 스마트 모빌리티 시장규모는 2017년 6,820억원에서 연평균 약 27%의 증가율로 2023년까지 성장하여 약 2조 8,630억원에 이를 것으로 분석[100]

(단위: 십억 원)



[그림 2-51] 국내 스마트 시티 시장규모 예측

ㅇ 스마트 퍼스널모빌리티 디바이스 시장규모[101]

- 스마트 퍼스널모빌리티는 기존 내연기관 중심 이동수단의 문제점을 해결하는 친환경적이고 지속가능한 교통체계를 구현 가능하며, 법적규제 완화 및 사회인식의 변화 등으로 시장이 확대될 것으로 전망

99) 스마트 모빌리티: 사용자 중심의 모빌리티 서비스로 패러다임 전환, 송승범, 2020.07.09
100) 정보통신기획평가원 'ICT R&D 기술로드맵 2023', 과학기술정보통신부, 2018
101) (사)한국스마트e모빌리티협회, 2017; Personal Mobility Devices Market by Product, Crystal Market Research, 2017

- Crystal Market Research(2017)에 따르면 세계 퍼스널모빌리티 디바이스 시장은 연평균 7.7%씩 성장하는 추세를 보였으며, 이를 2016년 한국스마트e모빌리티 협회가 발표한 국내 퍼스널모빌리티의 시장규모 500억원에 적용하면 국내 시장규모는 2017년 525억원에서 매년 7.7% 성장하여 2023년에는 818억 원의 시장규모를 형성할 것으로 전망

(단위: 억 원)



[그림 2-52] 퍼스널 모빌리티 시장규모

➔ 미래 스마트모빌리티는 기존 내연기관 중심 이동수단의 문제점을 해결하고 지속가능한 교통체계를 제공하기 때문에 미래사회에 꼭 필요한 요소이므로 선제적인 연구개발이 필요

□ 친환경자동차 현황

○ 친환경 자동차로 분류되는 전기, 하이브리드, 수소자동차는 82만 대로 전체에서 차지하는 비중(3.4%)이 전년(2.5%)보다 0.9% 증가하였으며, 등록비중이 매년 증가 추세[102)103)]

[표 2-13] 친환경자동차 연도별 등록 비중 현황

(단위: 대, %)

구 분	'13말	'14말	'15말	'16말	'17말	'18말	'19말	'20말
전체자동차	19,400,864	20,117,955	20,989,885	21,803,351	22,528,295	23,202,555	23,677,366	24,365,979
친환경차	105,044	140,297	180,361	244,158	339,134	461,733	601,048	820,329
친환경차 등록비중(%)	0.5	0.7	0.9	1.1	1.5	2.0	2.5	3.4

- 최근 정부의 친환경차 보급 확대와 국민들의 높은 관심에 따라 전기차(134,962대)는 `19년 대비 50%, 하이브리드차(674,461대)는 33%, 수소차(10,906대)는 115%가 증가한 것으로 나타남
- 전기차의 경우, 유형별로는 승용차가 `19년 대비 34%(29,690대), 승합차가 122%(1,009대), 화물차*가 1,254%(1,140대→15,436대) 증가
  * 화물차의 경우 1.5톤 미만의 전기 화물차에 대해 '19.7월 이후 운수사업용 허가대수 제한이 없어지고, 대규모제작사의 1톤 전기화물차 출시('19. 12월 현대 포터EV, '20. 1월 기아 봉고EV) 등의 영향으로 크게 증가
- 특히, 수소차는 `18년 말 등록대수가 1천 대 미만(893대)이었으나, 2년 만에 1만 대를 돌파하는

102) 미세먼지 저감, 전기차·수소차 어디까지 왔나, 경기연구원, 2020.02.19
103) 월간교통, 한국교통연구원, 2020.12

등 보급이 본격화되고 있는 것으로 분석

* 지역별 등록대수: 서울 1,671대, 경기 1,578대, 울산 1,819대, 경남 908대, 부산 916대 등

[표 2-14] 연도별 친환경자동차 등록현황

(단위: 대)

구 분	'13말	'14말	'15말	'16말	'17말	'18말	'19말	'20말
계	105,044	140,297	180,361	244,158	339,134	461,733	601,048	820,329
하이브리드차	103,580	137,522	174,620	233,216	313,856	405,084	506,047	674,461
전기차	1,464	2,775	5,712	10,855	25,108	55,756	89,918	134,962
수소차	-	-	29	87	170	893	5,083	10,906

[표 2-15] 국내 친환경차 보급현황

(단위: 대)

구분		2000	비중	2005	비중	2010	비중	2015	비중	2020.08	비중
휘발유		7,214,028	59.8%	7,800,253	50.7%	8,907,069	49.6%	9,808,633	46.7%	11,282,383	46.8%
경유		3,594,065	29.8%	5,650,004	36.7%	6,483,423	36.1%	8,622,179	41.1%	9,970,770	41.3%
엘피지		1,214,079	10.1%	1,889,593	12.3%	2,443,575	13.6%	2,257,447	10.8%	1,995,117	8.3%
전기		6	0.0%	5	0.0%	66	0.0%	5,712	0.0%	118,034	0.5%
수소			0.0%		0.0%		0.0%	29	0.0%	8,911	0.0%
하이브리드			0.0%		0.0%	19,167	0.1%	174,620	0.8%	595,412	2.5%
기타		37,142	0.3%	56,860	0.4%	88,056	0.5%		0.6%	159,782	0.7%
총계	비사업용	11,439,415		14,612,750		16,967,285		19,700,126		22,408,043	
	사업용	619,905		783,965		974,071		1,289,759		1,722,366	
	계	12,059,320		15,396,715		17,941,356		20,989,885		24,130,409	

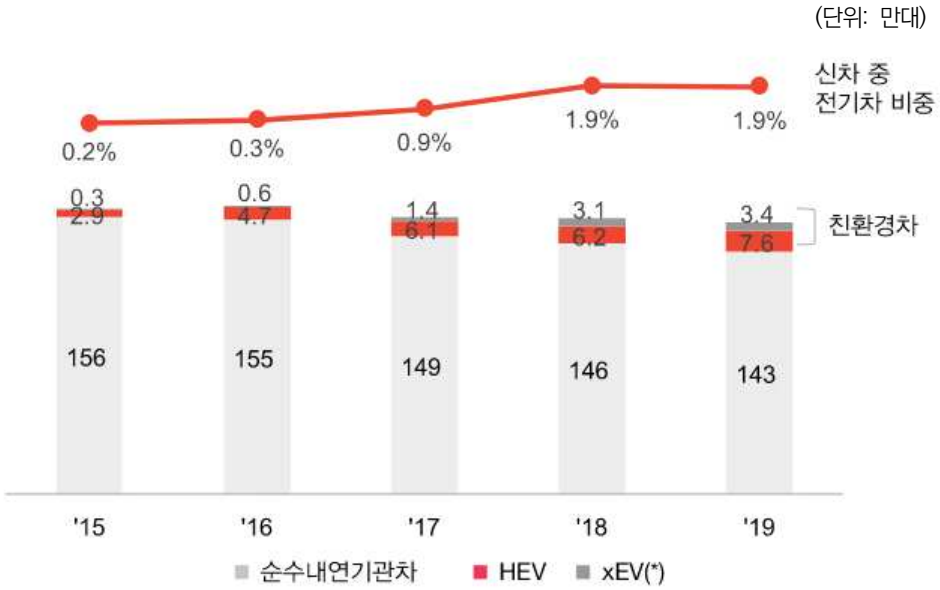
[출처] 자동차등록현황보고, 국토교통통계누리, 각년도



[그림 2-53] 국내 전기차·수소차 보급 추이 비교

- 국내 신차 시장은 150만 대로 수년간 정체 중이나 친환경차(전기차, 하이브리드 차량)의 성장은 지속적으로 증가하는 추세[104]

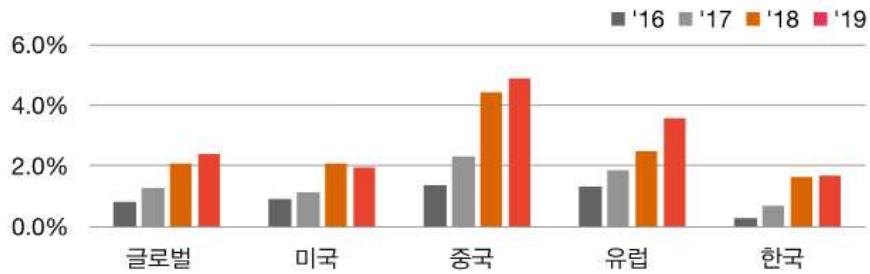
104) Samil Insights 자동차 산업, 삼일회계법인, 2020.10



*xEV: PHEV(플러그인 하이브리드) 및 EV(전기자동차)
[출처] 한국자동차산업협회

[그림 2-54] 국내 자동차 판매 현황 中 전기차 비중

- 다만, 전기차의 높은 가격 및 인프라 부족으로 국내 전기차 침투율은 `19년 기준 2% 수준에 머물며 글로벌 평균 대비 열위



[그림 2-55] 전기차(xEV) 침투율 글로벌 비교

○ 국내 친환경자동차 시장 전망[105)]

- 친환경차 시장의 국내 생산 규모는 2020년 전기차 14만대, 수소차 약 1,500대에서 각각 연평균 20.0%, 8.1%로 성장하여 2030년에는 전기차 87만대, 수소차 3,300대 규모가 될 것으로 전망

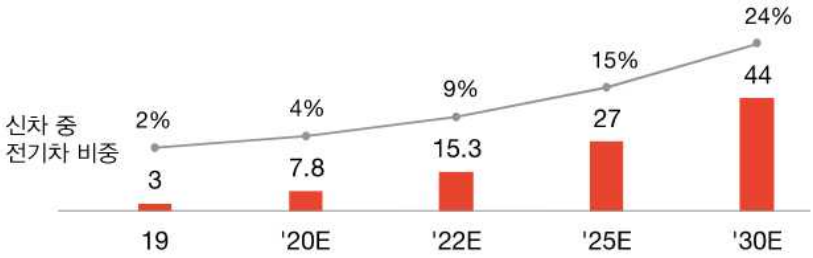
[표 2-16] 국내 친환경자동차 시장 전망

구분		2017년	2020년	2030년	CAGR('20~'30)
세계 자동차 생산		9,466만대	9,877만대	11,460만대	1.5%
국내 친환경 자동차	전기차	1.5만대	14만대	87만대	20.0%
	수소차	1,387대	1,509대	3,300대	8.1%

주1) ( ) : 전체 생산 대비 비중
주2) 상용차 제외
[출처] BISTEP(2019) 원자료, 중소·벤처기업부('19.01) 인용

- 정부는 `25년 국내 신차 중 전기차 비중 15%(6개년 CAGR 44%)를 목표로 하고 있으며, 구매 인센티브 및 기업 지원을 지속할 예정이므로 내연기관차에서 전기차로의 전환이 빠르게 일어날 것으로 전망[106)]

105) 미래차 국·내외 시장 동향, 손가녕, 2020.03.31

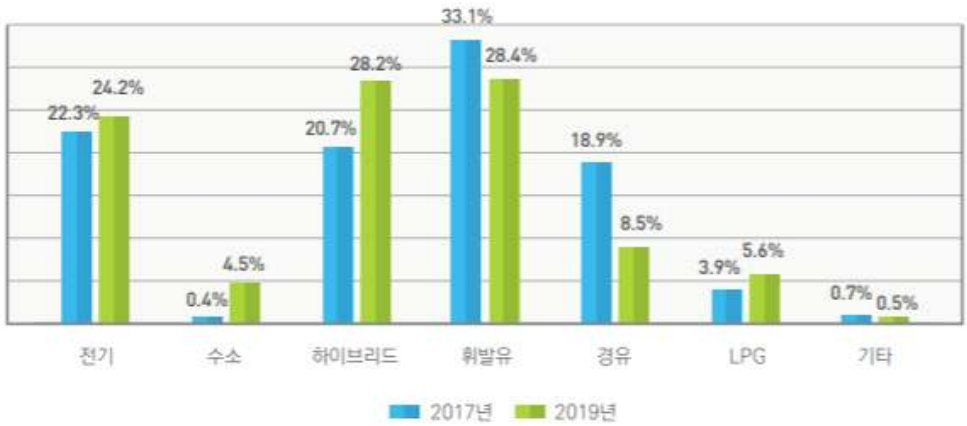


[그림 2-56] 정부의 전기차(xEV) 국내 판매 목표

○ 전기차에 대한 인식의 변화[107)]

- 한국교통연구원(KOTI)에서 전국 승용차 운전자 1,000명을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하여 지역·성별·연령별로 2017년도에 시행한 일반소비자 조사와 비교하여 전기차 인식과 구매의향에 대한 분석 실시

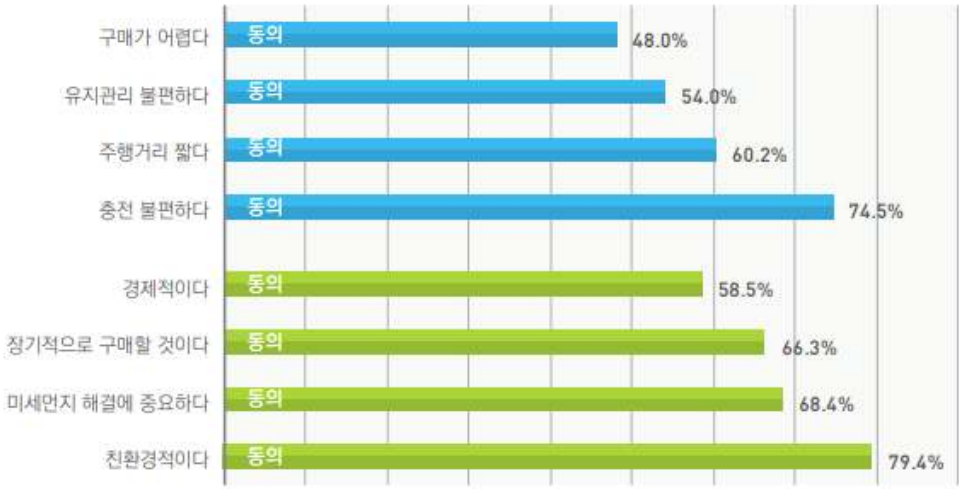
- (전기차 구매 의향) 차기 구매 차종으로 전기차를 선택하는 비율은 24.2%, 수소전기차를 선택한 비율은 4.5%로 전기차와 수소전기차 모두 2017년도 조사 결과보다 구매관심층 증가



[그림 2-57] 승용차 운전자의 다음 구매차량 연료 선택

- (전기차에 대한 인식) 전기차는 친환경적이고 미세먼지 대책으로 중요하다는 인식이 다수이나 여전히 충전 불편과 짧은 주행거리, 유지관리문제 등을 장애요인으로 인지하는 비율이 높아 지속적인 인식 개선이 필요한 상황

106) Samil Insights 자동차 산업, 삼일회계법인, 2020.10
107) 미래차 기반 교통체제 지원사업 2019년도 성과요약, 한국교통연구원, 2020



[그림 2-58] 전기차 인식 설문조사 결과

➔ 전기차의 보급률, 시장 전망, 사람들의 인식 모두 긍정적으로 변화하는 추세
➔ 전기차의 비중이 증가함에 따라 이를 향후 미래 모빌리티 서비스에 필수적인 요소로 고려해야 함

□ 국내외 자율주행 대중교통 동향 및 도입시 예상되는 효과[108)]

○ 완전 자율주행차량은 개인 승용차보다는 정해진 노선을 운행하는 대중교통서비스로 먼저 도입될 것으로 예상

- (안전성) 대중교통은 운행노선이 제한적이고 반복적이라 돌발 상황이 적음
- (이동 효율성) 대중교통이 전체 국내 총 이동거리의 대다수를 차지하므로 효율성이 높음
- (도로혼잡 유발) 완전 자율주행 승용차의 증가는 공차 운행거리 증가를 야기해 도로혼잡 가중
- (구매 부담) 완전 자율주행차량은 고가의 부품과 장비가 탑재되어 있어 일반 차량보다 가격이 비쌈

○ 전 세계 약 50여 개 도시에서 자율주행 소형셔틀 및 대형버스 기술개발 실증을 통해 새로운 대중교통서비스 제공과 기존 대중교통서비스 대체가 가능할 것으로 기대됨

- 북미 18개, 유럽 20개, 아시아 5개 도시 등에서 한정된 단거리 구간을 대상으로 자율주행 셔틀 기술개발 실증을 위한 시범운행 완료
- 국내에서는 판교 테크노밸리와 대구 수성알파시티에서 레벨 4 수준의 자율주행 셔틀 시범운행 완료
- 자율주행 소형셔틀뿐만 아니라 기존 대중교통서비스 대체 가능한 대형버스 연구개발 및 실증도 수행됨

108) 국토정책 Brief, 국토연구원, 2020.01.20



[출처] (좌측 상단부터 시계방향) 상용차신문 2016; 오토데일리 2018; 한겨레 2016; 연합뉴스 2018

[그림 2-59] 전 세계 자율주행 대중교통 기술개발 실증 예시

[표 2-17] 자율주행 대중교통 기술개발 실증 사례

국가	도시	실증 목적	참여기관 유형	세부내용
미국	앤아버 (Ann Arbor)	운행 가능 영역 시험	대학, 기업	· 미시간대학교 통제도로에서 운영하는 주문형 셔틀로 최대 50대 배차하는 방법을 실증
네덜란드	바헤닝언 (Wageningen)	공간활용·대중교통 계획 수립	정부, 중소기업, 대학	· 2016년 1월 공공도로에서 세계 최초로 2대의 자율주행버스 시범운행 · 이용자가 가까운 곳에서 픽업을 위해 앱으로 버스 호출 가능
스위스	프리부르 (Fribourg)	공간활용·대중교통 계획 수립	정부	· 스위스 최초 자율주행버스 · 2017년 8월에 1.3km 구간을 시험운행
프랑스	파리 (Paris)	교통법규 준수 여부 확인, 공간활용·대중교통 계획 수립, 자율차 상호데이터 교환 시험	기업, 중소기업	· 2017년 7월 라마일스 상업지구에서 라스트마일을 연결하는 3대의 자율주행버스를 6개월 동안 시범운행
중국	심천	공간활용·대중교통 계획 수립, 운영 가능 영역 시험	중소기업	· 심천 하이 리온 테크놀로지가 제공하는 중국산 자율주행버스 · 최대 시속 32km로 20명가지 탑승 가능하며, 1.2km 구간 시범운행

[출체] Bloomberg 웹사이트, 2019.03.08. 검색

○ (도입시기) 완전 자율주행 대중교통은 2022년경 BRT* 운행서비스로 가장 먼저 도입 예상

* BRT(Bus Rapid Transit): 간선급행버스체계로, 버스전용차로, 편리한 환승시설, 교차로에서의 버스 우선통행 및 그 밖의 법령이 정하는 사항을 갖추어 급행으로 버스를 운행하는 대중교통 체계를 의미

- (국내 자율주행버스 관련 기술, 해외에 의존) 2010년부터 자율주행 프로젝트를 수행한 미국·유럽과 달리 국내는 관련 기술 개발이 다소 뒤처져 있어 전자제어 기반의 제공과 조향기술의 부족으로 해외기술에 의존하는 실정

- 국내 자율주행 관련 기술(환경 인식, 안전, 통신, 시스템 등)의 개발 완료시점을 분석한 결과, 자율주행 BRT는 2022년경, 자율주행 셔틀·지선 서비스는 2025년경, 자율주행 수요응답형(온디맨드) 서비스는 2025년 이후에 가능할 것으로 전망



[그림 2-60] 자율주행 대중교통서비스 도입 순서 및 시기

○ [효과 1] (안전성 향상) 자율주행 기술 도입으로 운전자 부주의 및 고령 운전자로 인한 사고예방이 가능하며, 이로 인해 연간 319억 원 수준의 절감 효과 기대*

* 연간 20% 교통사고 감소를 통한 사고비용 산정 기준으로 5% 감소 시 연 80억 원, 10% 감소 시 연 150억 원의 비용이 감소될 것으로 추산

- 운전자 과실로 인한 사고와 고령 운전자의 낮은 반응속도 등으로 인한 사고의 대부분은 자율주행 환경인식(sensing) 기술과 차량제어 기술을 통해 감소할 것으로 기대됨
- 사고비용은 사망자 1인당 약 4억 4,517만 원, 중상자 1인당 6,292만 원, 경상자 1인당 424만 원, 부상신고자 1인당 약 204만 원(도로교통공단 2017)으로, 자율주행 도입으로 전체 사고 20% 감소 시 연 319억 원의 사고비용 감소

○ [효과 2] (대중교통서비스 향상) 자율주행으로 기존 대중교통 운영비 중 높은 비율을 차지하는 노무비 절감을 통해 향상된 대중교통서비스를 제공하여 이용률 향상과 이용자 편의 증진 제고

- 서울특별시 기준 노무비는 전체 운송원가의 약 70%를 차지하는 것으로 높게 나타났으며, 주 52시간 근무제 시행으로 노선감축 및 운행횟수가 감소하여 이용객의 만족도가 낮아지고 있는 실정(서울특별시 2017)
- 자율주행버스 도입을 통한 노무비 절감을 통해 동일한 비용으로 더 많은 차량을 운영해 이용자 대기시간 감소를 통한 편의를 향상하고, 다양한 노선을 제공함으로써 대중교통서비스 향상이 기대됨
- 하지만 운전자 일자리 문제 등은 미래 완전 자율주행 시대에 해결해나가야 할 과제로 남아있음

○ [효과 3] (공간 효율화, 환경오염 감소 등의 간접효과) 도시 공간의 활용, 저비용·고효율 교통서비스 구축, 고령자를 위한 대중교통서비스 제공, 환경오염 감소 등의 간접효과가 클 것으로 예상

- 도시 내부 자율주행 순환·셔틀 서비스 도입은 승용차 통행을 감소시키고 보행환경을 개선하는 등 공간을 효율적으로 활용할 수 있게 함
- 자율주행 BRT는 짧은 차두거리로 군집주행이 가능해 저비용(경량전철 구축비용 대비)으로 대용량 수송처리가 가능함
- 고령자 이동을 위한 대중교통서비스로 활용할 수 있으며, 무리한 급(急) 감·가속 예방을 통한 정속주행으로 배출가스를 감소시켜 환경오염 완화에 기여할 수 있음

[표 2-18] 자율주행 대중교통서비스 유형별 도입 기대효과

구분	자율주행 간선, BRT	자율주행 지선	자율주행 순환·셔틀	자율주행 수요응답형
안전성 향상	●	●	◑	◑
서비스 향상	●	●	●	●
공간 효율화	○	○	●	◑
수송용량 증가	●	●	●	○
新교통서비스 제공	○	◑	◑	●
환경오염 감소	◑	◑	◑	◑

주) ●(직접효과), ◑(간접효과), ○(해당 없음)

➔ 현재 자율주행 관련 기술개발은 해외기술에 의존하고 있으므로 글로벌 경쟁력 강화를 위해 독립적인 기술연구 필요

➔ 자율주행 대중교통 도입시 예상되는 효과: ①운전자 부주의로 인한 사고 예방 가능, ②인력비 절감을 통해 향상된 대중교통서비스 제공 가능, ③공간효율화, 환경오염 감소 등 간접효과 기대

□ 모빌리티 관련 국내 기업의 투자 현황[109)]

ㅇ 정보기술(IT) 시장 분석기관인 IDC에 따르면 모빌리티 솔루션에 대한 글로벌 지출은 2022년 1조 8000억 달러에 이를 전망이며, 이미 모빌리티 기업들의 시장가치는 완성차 업체를 추월

ㅇ 자동차 제조 역량을 보유한 현대차가 현재로선 모빌리티 기술 확보에 가장 적극적

- 현대차는 '동남아시아의 우버'라고 불리는 싱가포르 차량공유업체 그랩을 포함해 인도(올라), 미국(미고, 모션랩), 중동(카림) 등에 투자하면서 지능형 모빌리티 솔루션 업체로 변모하고 있음
- 2019년 미국 자율주행 업체인 앱티브와 20억달러씩 총 40억달러(약 4조 8000억원)를 투자해 자율주행 합작회사를 설립하는 계약 체결
- 최근 이스라엘 최대 물류/모빌리티 기업인 타브라그룹과 미래 기술을 확보하기 위한 업무협약을 맺음
- 2025년까지 개인용 비행체(PAV)와 모빌리티 플랫폼에 1조 8000억원씩 투자한다는 계획을 밝힘

ㅇ 삼성전자는 IT, 전자를 기반으로 모빌리티 영토를 넓혀가고 있음

- 2016년 세계 1위 자동차 전장기업인 하만을 80억달러에 인수한 이후 차량용 디지털 전자장비 분야 기술 시너지를 극대화하고 있음
- 3억달러 규모로 오토모티브 혁신펀드를 조성해 오스트리아 자율주행 혁신기업인 티티테크에 대해 첫 투자에 나섬

ㅇ SK그룹은 전기차용 배터리 사업 경험을 토대로 e모빌리티와 에너지 솔루션으로 사업 영역 확장 중

- 차량공유업체인 쏘카의 2대 주주로 참여한 데 이어 미국 내 카셰어링 업체인 투로 등에 투자
- AJ렌터카를 인수한 이후 SK그룹 모빌릳 역량을 결집해 새로운 시장 진입 기회 탐색중

ㅇ 그 외에도 신성장동력을 찾아 모빌리티에 뛰어드는 기업이 계속 늘어나는 추세

109) '모빌리티' 최대 격전지 부상...韓기업, 힘겨운 추격전, 매일경제, 2019.12.26

- LG전자는 2018년 4월 자동차용 헤드램프 기술을 갖춘 오스트리아 ZKW를 1조 4000억원에 인수한 이후 기술 제휴를 확대하고 있으며, 이스라엘 자율주행 솔루션 업체인 바야비전에 투자하고, 퀄컴과는 커넥티트카 플랫폼 공동개발 계획을 발표하는 등 공격적으로 모빌리티 분야를 확대
- GS칼텍스는 카닥, 오윈, 그린카, 소프트베리 등 스타트업에 연달아 지분 투자를 하면서 미래 모빌리티 산업에 합류
- 한화시스템은 최근 미국 에어택시 업체인 오버에어에 2500만달러를 투자하면서 신시장 개척

[표 2-19] 국내 기업들의 모빌리티 관련 투자 현황

기업	주요 투자 현황
삼성전자	· 하만 80억달러에 인수 후 기술 시너지
	· 오토모티브 혁신펀드 조성(티티테크 투자)
현대차	· 미국 앱티브와 20억달러씩 합작 투자
	· 인도 올라에 3억달러 투자
	· 싱가포르 그랩에 2억7,500만달러 투자
	· 미국 LA 모션랩, 국내 모션 설립
	· KST모빌리티에 50억원 투자
	· 미국 미고, 호주 카넥스트도어에 전략적 투자
	· 자율주행 코드42에 공공투자
GS칼텍스	· 카닥, 오윈, 그린카, 소프트베리 등에 지분투자
SK	· 쏘카, 투로, 그랩 등에 투자
LG전자	· 오스트리아 ZKW 인수 후 기술 시너지
	· 이스라엘 바야비전에 투자
	· 자동차부품솔루션에 9,000억원 투자
	· 차이나 모빌리티펀드, 매니브 모빌리티2 등에 투자
	· 퀄컴과 커넥티드카 플랫폼 공동개발
LG테크놀로지벤처스	· 미국 라이드셀, 메이모빌리티에 투자
한화시스템	· 미국 에어택시 오버에어에 2,500만달러 투자
두산인프라코어	· 자율주행 스타트업 포테닉에 전략적 투자
HDC	· 아시아나항공 인수

➔ **국내 대기업들은 모빌리티 시장의 성장가능성을 보고 모빌리티 관련 기업에 투자하거나 업무협약을 맺는 등 새로운 시장에서의 입지를 다지기 위해 경쟁 중**

스마트 모빌리티의 발전방안[110)]

- 이용자, 노동자, 산업별로 구분하여 발전방안 구상
  - 이용자의 경우 이용자 보호 및 서비스 확대, 서비스 다양화 추진 필요, 교통취약지역 및 계층에 대한 퍼스널모빌리티(PM)/카셰어링 서비스 확대, 공급자의 이용자 보호조치 강화, 이용자 중심의 다양한 서비스 제공 필요
  - 노동자 측면에서는 고용유지 및 재교육, 취업지원, 처우 개선, 정부의 신구산업의 발전을 위한 법제도 정비 및 다양한 지원방안 마련 추진 필요, 이를 위해서 일자리의 양적 질적 제고 필요
  - 구산업과 신산업의 상생발전 추진 필요, 신-구산업 및 신-신산업 간 공정한 경쟁체계 및 윈윈전략 추진 필요

[표] 스마트모빌리티의 발전방안

분야	기본방향	PM		SC				MS	SI
		BC	EK	CS	TH	CP	RH		
이용자	교통취약지역/계층 서비스 확대	●	●	●					
	이용자 보호를 위한 제도 도입 및 정비	●	●	●	●	●	●	●	
	이용자 중심의 다양한 서비스 개발 및 제공	●	●	●		●	●		
노동자	산업/서비스연계 일자리 창출	●	●	●	●	●	●	●	●
	구산업 종사자의 보호(고용유지, 재교육, 취업지원)					●	●		
	플랫폼 종사자의 근로여건 개선 및 노동자 지위 확보					●	●		
구산업	서비스 개선 및 새로운 부가서비스 도입								
	신산업과 윈윈전략 모색								
신산업	새로운 서비스 도입 지원		●	●	●	●	●	●	●
	공정한 시장 경쟁체계 확립		●		●			●	
	홍보 및 공공자원 활용 지원	●	●	●					●

주) PM(개인형교통수단), SC(공유자동차 서비스), MS(통합교통예약서비스), SI(스마트교통인프라), BC(공유자전거), EK(공유킥보드), CS(카쉐어링), TH(택시헤일링), CP(라이드쉐어링/카풀), RH(라이드헤일링)

스마트 모빌리티의 정책 추진방안

- 중앙정부 및 경기도는 단적으로 법제도, 관련계획 수립 및 지원체계 마련 필요, 중앙정부는 법제도 정비, 관련계획 수립, 갈등조정의 역할을 하며 경기도는 조례제정, 지원센터 운영, 관련 정보수집 및 시스템 구축의 역할 필요
- 중장기적으로 경기도는 스마트모빌리티 운영지원 및 종사자 조사, 관리 정보제공을 위한 시스템 구축 및 운영 필요, 버스 및 택시와 스마트모빌리티의 연계서비스를 위한 지원센터 운영, 종사자의 범죄 및 사고정보제공을 위한 시스템 구축 및 운영의 역할
- 시/군은 단기적으로 조례제정, 관련계획 수립 및 지원체계 마련의 역할을 해야함, 법제도 정비 및 관련계획을 수립(요금, 수수료, 홍보 및 공공자원의 활용)하고 노동자 지원 및 산업간 갈등조정위원회 운영, 중장기적으로 공공모빌리티 공유서비스 확대, 공동체 공유서비스 구축 및 지원, 민간이 회피하는 취약지역에 공공 모빌리티 서비스 제공 확대, 지역공동체 기반 자가 모빌리티 공유서비스 구축 및 지원 필요

[표] 스마트모빌리티의 정책 추진방안

구분	내용	단기	중기	장기	비고
중앙 정부	법제도 정비(조사, 창업, 육성, 표준, 자격, 안전, 인증 등)	V			AL
	국가 스마트모빌리티 발전계획 수립	V			AL
	국가 스마트모빌리티 R&D 기술투자 확대		V		MS, SI
	이용자 포함 이해당사자의 중앙 갈등조정위원회 운영	V			SC,MS,SI
경기도	관련 조례 제정(공공의 역할, 서비스표준, 표준계약서, 규제 샌드박스 확대 등)	V			AL
	광역 스마트모빌리티 기업 지원 센터 운영	V			AL
	광역 스마트모빌리티 조사, 정보제공, 운영센터 구축	조사	정보제공	운영관리	MS
	광역 스마트모빌리티 종사자 관리, 정보제공시스템 운영	구축관리	정보제공		SC
시·군	관련 조례 제정(공공의 역할, 요금, 수수료, 홍보 및 공공자원 활용 등)	V			AL
	지방 스마트모빌리티 발전계획 수립	V			AL
	구산업 및 노동자 지원센터 운영(기업 지원, 노동자 고용유지, 재교육 취업 지원 등)	V			구산업, 노동자
	대중교통 취약지역에 공공 모빌리티 공유서비스 제공	홍보선정	구축운영		BC, EK, CS
	지역공동체 기반 자가 모빌리티 공유서비스 구축 지원	홍보선정	구축지원		BC, CS, CP
	이용자 포함 이해당사자의 지방 갈등조정위원회 운영	V			SC, MS, SI

주) AL(스마트모빌리티 서비스 전반), SC(공유자동차 서비스), MS(통합교통예약서비스), SI(스마트교통인프라), BC(공유자전거), EK(공유킥보드), CS(카쉐어링), CP(라이드쉐어링/카풀)

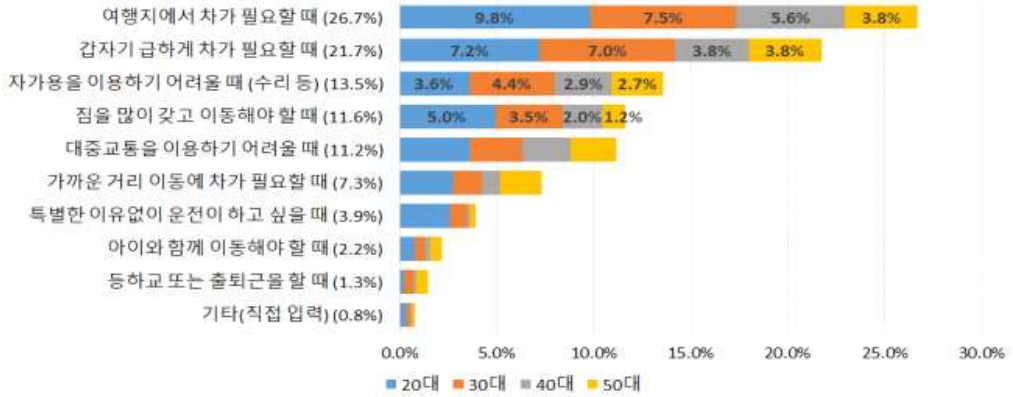
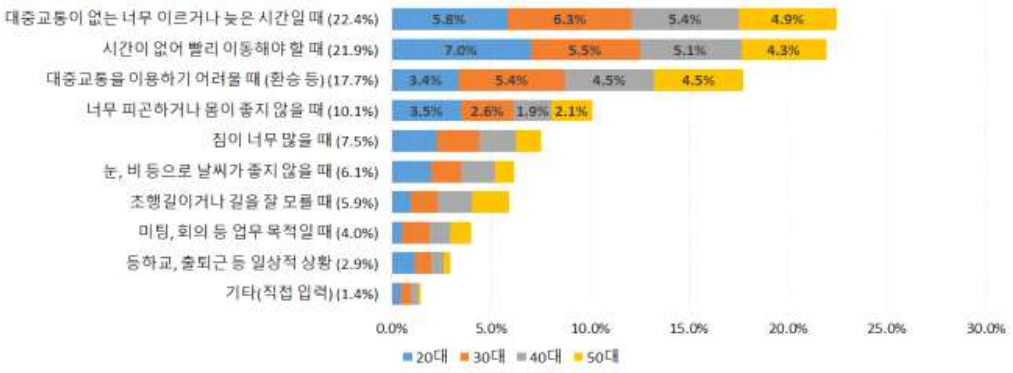
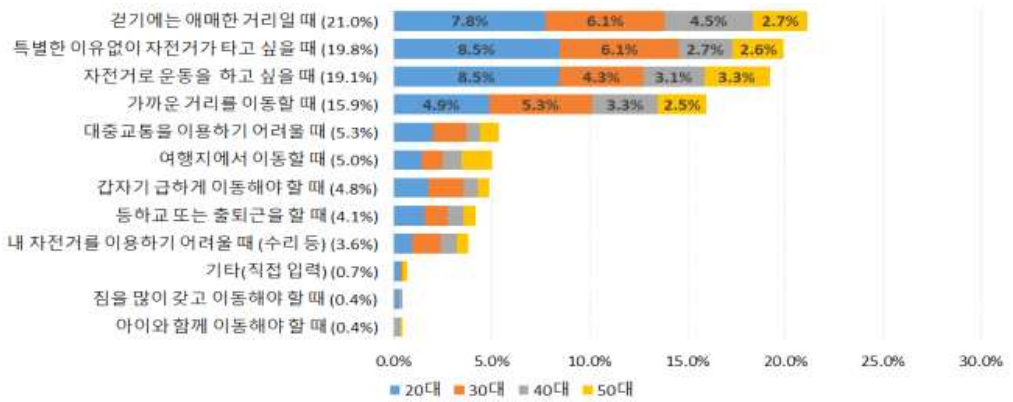
【소비자의 니즈 변화】

□ 스마트모빌리티의 이용사유

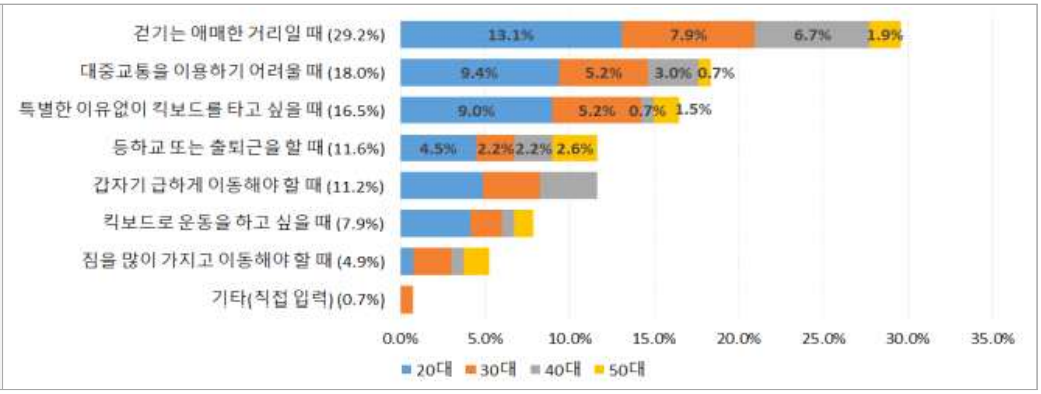
○ 스마트모빌리티를 주로 이용하는 상황[111)]

- 오픈서베이에서 진행한 '모빌리티 트렌드 리포트 설문조사' 분석 결과, 택시헤일링의 경우 대중교통 대체 수단으로, 카셰어링의 경우 특별한 이벤트용으로, 퍼스널모빌리티의 경우 도보의 대체수단으로 많이 이용하는 것으로 나타남

[표 2-20] 스마트모빌리티의 이용사유 특성

카셰어링	
택시헤일링 (택시호출앱)	
공유자전거	
전동킥보드	

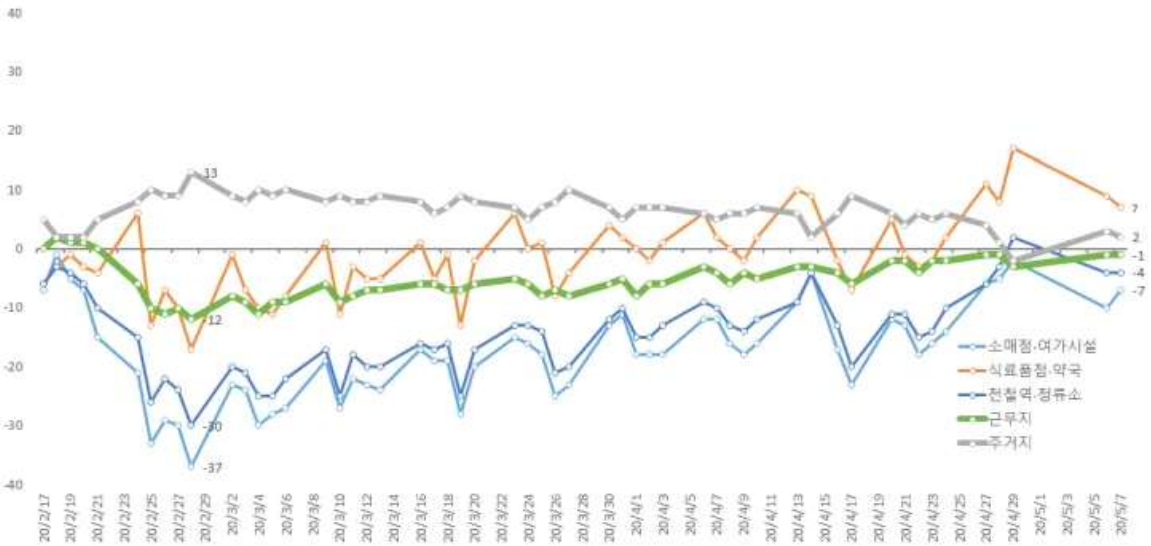
110) 스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구, 경기연구원, 2020
111) 스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구, 경기연구원, 2020



주1) 직접 이용한 응답자를 대상으로 질문하여 수단별, 연령별, 지역별 응답자수 상이
주2) 1순위, 2순위, 3순위에 대해 질문 후 가중치(1순위*2, 2순위*1.5, 3순위*1) 적용
[출처] 오픈서베이 모빌리티 트렌드 리포트 설문조사 원데이터 분석(2019, 2020)

ㅇ 코로나19로 인한 교통 트렌드 변화[112)]

- 코로나19로 유연근로제, 원격수업, 인터넷쇼핑이 일상화되며 소매점/여가시설, 전철역/정류장, 근무지로 이동은 감소하고, 식료품점/약국, 주거지로 이동은 증가함



[출처] https://www.google.com/covid19/mobility, "COVID-19 Community Mobility Report(South Korea)

[그림 2-61] 구글 지역사회 이동 리포트(한국)

➔ 택시헤일링의 경우 대중교통 대체수단으로, 카셰어링의 경우 특별한 이벤트용(여행 등)으로, 퍼스널모빌리티의 경우 도보의 대체수단으로 선택하는 경향이 있음

112) 코로나19 이후 교통정책은 효율성에서 안전성으로, 경기연구원, 2020.05.22

□ 모빌리티 모바일 앱 서비스 이용행태 분석[113)]

○ 모빌리티 모바일 앱 서비스를 5개 유형으로 나누어 이용자 특징, 이용 현황 등 분석

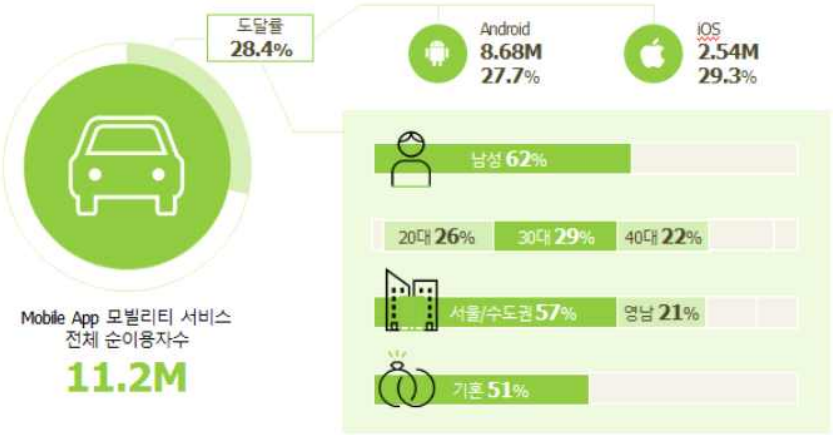
[표 2-21] 모빌리티 Mobile App 서비스

유형	정의	카테고리 내 주요 App
공유&렌트	자가용, 버스 등 차량 공유 및 렌트	쏘카, AJ렌터카, 콜버스 등
마이크로모빌리티	자전거, 전동스쿠터 등 소형 이동수단 이용	따릉이, 킥고잉 등
차량유지보수	주차, 정비, 주유, 충전, 세차, 차량유지	카닥, 모두의 주차장, 오피넷 등
차량호출	택시, 카풀, 대리운전 호출(기사용 앱 포함)	카카오T, T맵 택시 등
커머스&정보	중고차, 신차 정보제공 및 구매 중개	SK엔카, 헤이딜러 등

주1) 2019년 8월 기준 Mobile Android+iOS Total 기준 도달률 0.1 이상인 App을 대상으로 함
주2) 대중교통정보 조회, 대중교통 티켓 예매, 지도/내비게이션 서비스는 본 분석의 범위에서 제외
주3) 카카오T는 자전거 대여, 주차 등의 기능도 포함하고 있으나, 본 토픽에서는 분석을 위해 Aoo의 대표적 기능인 '차량호출'로 분류함

○ 모빌리티 모바일 앱 서비스의 전체 순이용자수는 2019년 8월 기준 약 11,2백만 명으로 조사되었으며, 이는 전체 모바일 이용자의 28.4%에 해당

- 특히 모빌리티 모바일 앱 서비스 이용자들은 신규 서비스 수용에 적극적
- 남성 이용자 비중은 62%로 여성에 비해 높았고, 연령대별로는 30대(29%), 20대(26%), 40대(22%) 순으로 높았으며, 지역별로는 서울/수도권 이용자가 57%로 과반 이상을 차지함



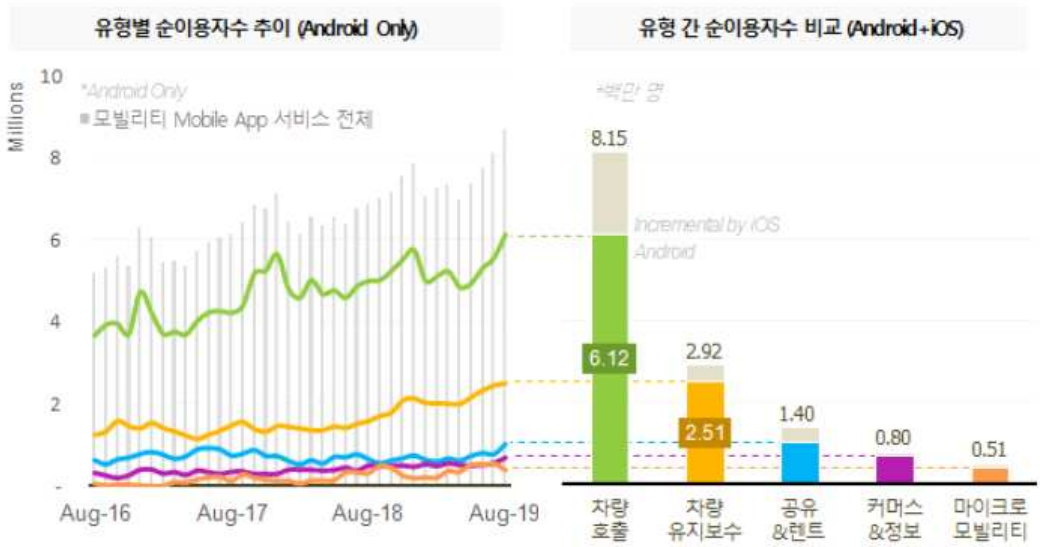
[출처] Nielsen-Koreanclick Android & iOS Mobile Behavioral Data, 2019.08

[그림 2-62] 모빌리티 모바일 앱 서비스 이용자 특성

○ 모빌리티 모바일 앱 서비스의 전체 트래픽은 최근 3년간 꾸준히 증가해왔으며, 유형별로는 차량호출이 가장 높았고, 차량 유지보수, 공유&렌트, 커머스&정보, 마이크로모빌리티 순으로 높게 나타남

- 특히 모빌리티 모바일 앱 서비스 내 가장 큰 이용자 규모를 차지하는 '차량호출' 유형은 매년 12월에 이용 수요가 급증하는 패턴이 확인됨

113) http://www.koreanclick.com/insights/newsletter_view.html?code=topic&id=543&page=1

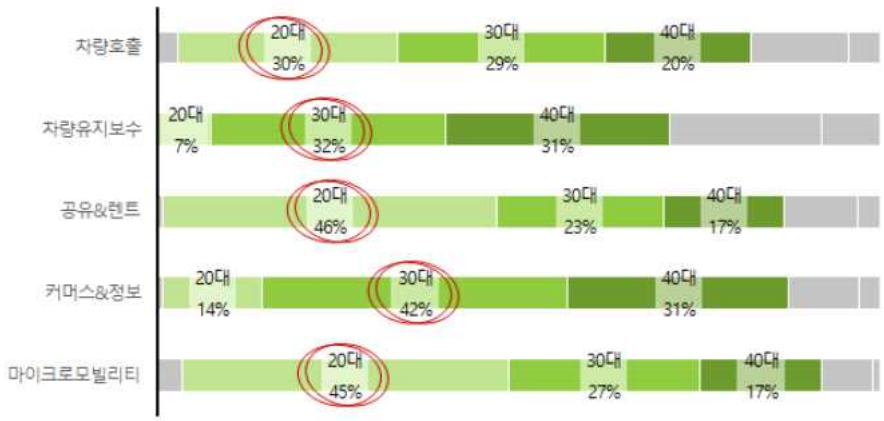


[출처] Nielsen-Koreanclick Android & iOS Mobile Behavioral Data, 2019.08

[그림 2-63] 유형별 이용자 추이

○ 이용자의 연령대 분포에 따라 20~30대 중심의 차량호출|공유&렌트|마이크로모빌리티와, 30~40대 중심의 차량유지보수|커머스&정보로 양분되어 나타남

- 이는 30~40대 대비 구매력이 낮아 자차를 보유하지 않은 20~30대가 저렴한 비용으로 쉽게 접근할 수 있는 서비스로 이용 수요가 집중된 것으로 분석 가능
- 자차 보유자 비중이 높은 30~40대는 세차, 충전, 주유, 수리, 중고매매 등 자차를 중심으로 한 서비스 이용 비중이 높은 것으로 조사됨



[출처] Nielsen-Koreanclick Android & iOS Mobile Behavioral Data, 2019.08

[그림 2-64] 모빌리티 유형별 연령별 이용자 비중

[참고] 모빌리티 모바일 앱 서비스 유형별 가장 많이 이용되는 앱 현황

	차량호출	차량유지보수	공유&렌트	커머스&정보	마이크로모빌리티
1위	카카오T	오피넷	쏘카	SK엔카	따릉이
2위	T맵택시	Most	그린카	헤이딜러	킥고잉
3위	카카오T대리	현대블루링크	딜카	첫차	고고씽

[출처] Nielsen-Koreanclick Android & iOS Mobile Behavioral Data, 2019.08

모빌리티 모바일 앱 서비스 유형별 주요 앱

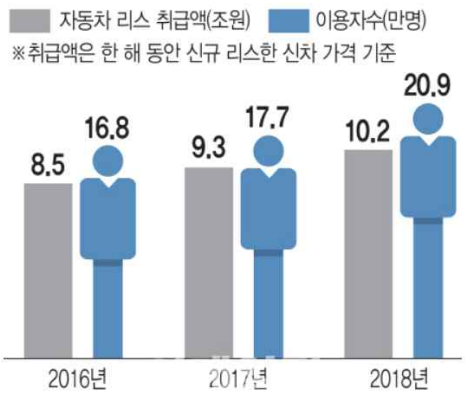
➔ 서비스형 모빌리티가 추구하는 방향은 도로 신설이나 대중교통 추가 확보 등 인프라 용량을 증대시키는 것이 아닌, 기존의 교통자원들을 활용하여 더 많은 사람들과 상품들을 빠르고 저렴한 방법으로 이동시키는 대안적 방법을 제공하고자 함

➔ 서비스의 정교화를 통한 탄력적이고 최적화된 교통시스템 구축과 자율주행 등 새로운 기술의 도입으로 서비스형 모빌리티 시장은 앞으로도 더욱 성장할 것으로 전망

□ 자동차 소유/렌탈 변화

○ 자동차 리스 현황[114)]

- 자동차 리스 이용자수와 리스 취급액은 점차 증가하는 추세로, 이용자수는 2016년 16.8만 명에서 2018년 20.9만 명, 리스 취급액은 2016년 8.5조 원에서 2018년 10.2조원으로 증가



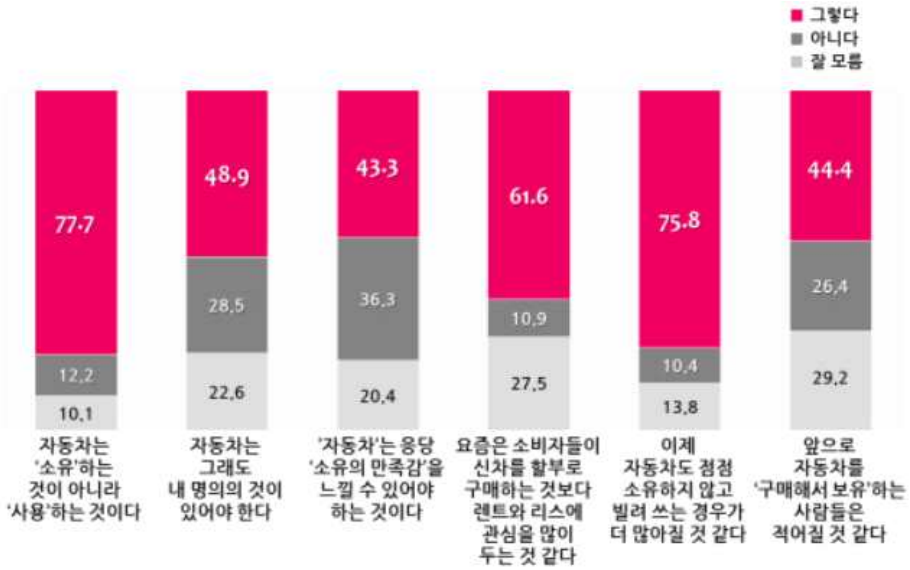
[출처] 금융감독원

[그림 2-65] 국내 자동차 리스 현황(2018년 기준)

114) 당국 '리스도 빚'..저소득자 고가 리스 막는다, 이데일리, 2019.06.11

○ 자동차 렌탈 및 리스에 대한 인식 변화

- 시장조사전문기업 엠브레인 트렌드모니터가 운전면허증을 보유한 전국 만 19세~59세 성인남녀 1,000명을 대상으로 자동차 구매와 렌탈 및 리스 관련 인식 조사를 실시한 결과, 여전히 한국사회에서는 자동차가 필요하다는 인식이 강한 가운데, 자동차의 소유 가치보다는 사용 가치를 더 중요하게 생각하는 태도 변화와 함께 자동차 렌탈 및 리스에 대한 관심이 높아지고 있음[115]



(단위: %)

[그림 2-66] 자동차 구입과 렌탈 및 리스 관련 전반적인 인식 평가



(단위: %)

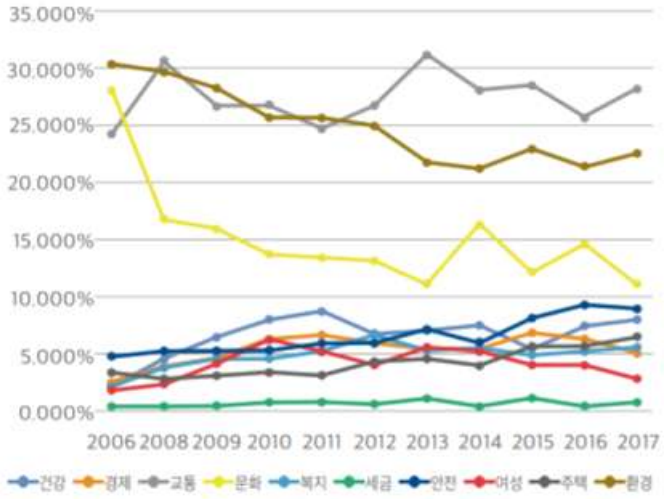
[그림 2-67] 소비자들이 렌탈 및 리스로 자동차를 이용하는 이유

➔ 자동차에 대한 가치/인식이 소유에서 사용으로 점차 변화함에 따라 이와 관련된 다양한 서비스에 대한 관심도 증가할 것

115) [트렌드모니터] 소비자의 변화된 자동차에 대한 인식, 렌탈과 리스로 이어질까?, 신성수 기자, 2020.07.15

□ 서울시민 민원 변화 추이[116)]

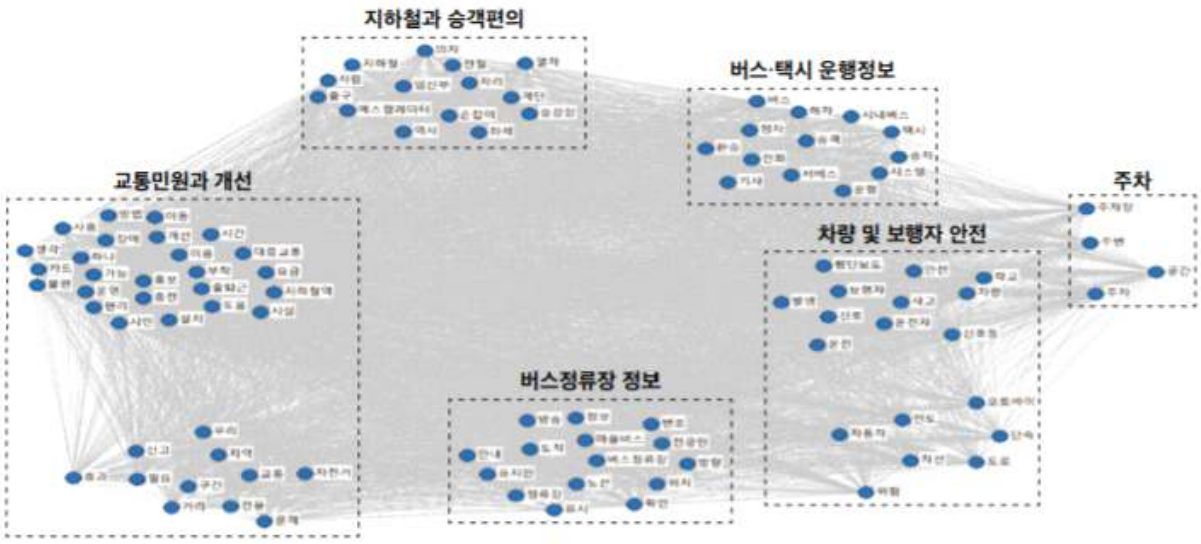
○ ‘교통’, ‘환경’ 민원은 매년 민원 중 꾸준히 상위권을 유지하고 있으며, 이는 실생활에 가장 맞닿아 있는 이슈가 민원의 대부분을 차지한다고 볼 수 있음



[그림 2-68] 연도별 서울시민 민원 변화 추이

○ 민원 분류별 시맨틱 네트워크 분석(교통분야)

- 교통 민원에서는 6개 주제 군집(‘교통민원과 개선’, ‘지하철과 승객편의’, ‘버스정류장 정보’, ‘버스 택시 운행정보’, ‘차량 및 보행자 안전’, ‘주차’)이 도출되었으며, 크게 대중교통 민원과 교통 안전에 관련한 민원으로 분류됨



[그림 2-69] 민원 분류별 시맨틱 네트워크 분석(교통분야)

116) 디지털 미래 서울; 스마트 모빌리티, 서울디지털재단, 2018

□ 모빌리티 선택에 영향을 미치는 요소(인구통계 및 상황(circumstance)(가족 구성원, 관계, 수입, 직업), 교통수단 behaviour(차량 소유, 대중교통 이용), 실용적인 요소(인프라, 서비스, 접근성, 디자인), 사회적 요소(사회적 규범, 습관, 상징성), 심리적 요소(만족도, 자동화))

□ 자동차 구매 및 모빌리티 서비스 이용 결정요소(데이터보안, 자율주행차/운전자보조시스템, 원활하고 번거롭지 않은 서비스 제공, 소유/활용의 총 비용에 대한 투명성, 탄소배출 제로/전기차, 차량관련 연결 기능, 브랜드&이미지, 주행만족도&스피드, 차량 외적 연결기능)

【경제·사회적 환경 변화】

□ 이동수단별 수송분담률

○ 수단분담률(서울)[117]

- 최근 5년간 승용차는 점점 증가하고 대중교통은 소폭 감소하는 것으로 나타나 시민들의 승용차 선호도를 반영하고 있으며, 차량 소유 증가로 교통혼잡이 가중되는 실정



[출처] 서울시 열린데이터광장

[그림 2-70] 최근 5년간 서울시 수단분담률 변화

○ 주요도시의 수단분담률(승용차, 대중교통, 온디맨드 모빌리티)[118]

- 대중교통 수단분담률은 서울이 독보적으로 높은 63.1%로 나타나고, 그 뒤로 부산과 인천이 각각 40%대를 넘고 있으며, 광주, 대전, 울산은 20%에 머물러있는 반면 승용차의 분담률이 높은 것으로 나타남
- 주요 도시 외의 타 광역권 도시들은 대중교통 분담률이 10~20%대를 차지하며 승용차 분담률이 대부분 60%를 넘는 것으로 나타남

117) 서울시 스마트 모빌리티 서비스 도입 방안, 서울연구원, 2020.02.24
118) 자율주행과 공유교통시대의 대중교통서비스 제공방안, 한국교통연구원, 2018.11

[표 2-22] 국내 주요도시의 수단분담률(2016년 발생 기준)

구분	승용차(%)	대중교통(%)	Mobility-on-Demand(%)
서울	27.7	63.1	9.2
인천	49.8	41.7	8.5
부산	43.7	45.3	11.1
대구	55.4	33.6	11.1
광주	63.9	23.2	12.8
대전	63.8	26.5	9.7
울산	65.4	23.6	11.1
세종	76.1	18.0	5.9

주1) 수단분담률 산정 시 도보, 자전거, 기타를 제외하였음
주2) 대중교통은 시내/마을버스, 기타버스, 지하철, 일반/고속철도를 포함하여, Mobility-on-Demand는 택시를 의미
[출처] 2017년 국가교통조사DB시스템 운영 및 유지보수-전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측, 국토교통부·한국교통연구원, 2017

□ 시도별 대중교통(시내버스) 현황 비교

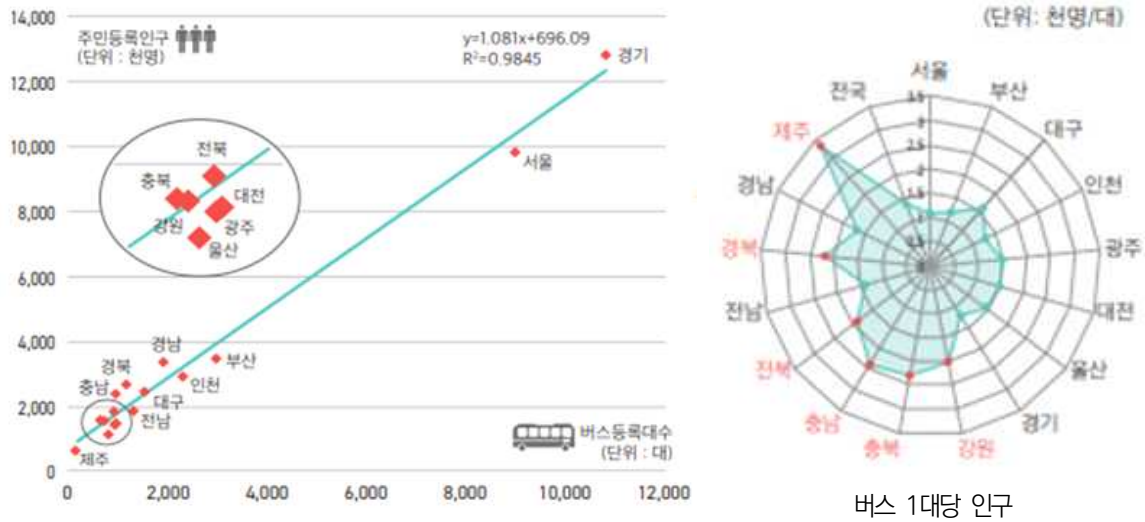
○ 버스 1대당 담당하는 인구를 비교하면, 지하철이 대중교통을 분담하는 특별광역시를 제외한 지방권의 버스 1대당 인원수가 높은 것으로 분석됨

- 특히 버스 수단분담률이 낮게 분석된 지역의 버스 1대당 인원수가 높게 나타나, 대중교통 서비스가 상대적으로 열악함을 보여줌

[표 2-23] 시도별 인구 및 시내버스 등록대수 비교

구분	인구 (천명)	면허/등록대수 (대)	버스 1대당 인구 (천명/대)	구분	인구(천명)	면허/등록대수 (대)	버스 1대당 인구 (천명/대)
서울특별시	9,857	8,983	1.1	충청북도	1,594	684	2.3
부산광역시	3,471	2,994	1.2	충청남도	2,397	1,009	2.4
대구광역시	2,475	1,561	1.6	전라북도	1,855	963	1.9
인천광역시	2,949	2,334	1.3	전라남도	1,896	1,367	1.4
광주광역시	1,464	955	1.5	경상북도	2,692	1,207	2.2
대전광역시	1,502	983	1.5	경상남도	3,380	1,935	1.7
울산광역시	1,165	855	1.4	제주도	657	195	3.4
경기도	12,874	10,813	1.2	전국	51,779	37,595	1.4
강원도	1,550	757	2.0				

주) 시내버스, 농어촌버스, 마을버스 포함
[출처] 주민등록인구(2017년)(세종시는 분석상 충남에 포함됨), 대중교통현황조사, 시내버스 면허등록대수(2015년 기준)



버스 1대당 인구

[출처] 주민등록인구(2017)(세종시는 분석상 충남에 포함됨), 대중교통현황조사, 시내버스 면허등록대수(2015년 기준)

[그림 2-71] 시도별 인구 및 시내버스 등록대수 상관도

□ 지역별 대중교통 이용량[119)]

○ 지역별 대중교통 이용인원(통행량)

- 2018년 기준 하루 평균 대중교통 평일 평균 이용인원은 약 1,151만 명(목적통행량* 약 2,185만 통행, 수단통행량* 약 2,866만 통행)으로 나타남. 일요일은 이용인원이 약 754만 명(목적통행량 약 1,345만 통행, 수단통행량 1,699만 통행)으로 주말에 비해 평일의 대중교통 통행량이 더 많은 것으로 집계. 이는 평일에는 통근, 통학 등으로 인해 대중교통 이용자가 더 많기 때문인 것으로 해석됨

  * 목적통행: 최초출발지부터 최종도착지까지 통행하는 과정을 하나의 통행으로 간주

  * 수단통행: 1번의 교통수단을 이용할 때의 통행 단위

- (수도권) 대중교통 이용이 가장 많은 지역인 서울특별시의 대중교통 이용인원은 전체 대비 37.7%를 차지, 경기도의 이용인원(통행량)은 전체의 23.2~26.9%, 인천광역시는 6.0~7.0%를 차지하여 수도권의 이용인원 및 통행량이 전체의 71% 이상 차지

- (수도권 제외 특별·광역시) 수도권을 제외하고 대중교통 이용인원(통행량)이 가장 많은 곳은 부산광역시로 이용인원 101만이며, 대구광역시, 대전광역시가 그 뒤를 이음. 세종특별자치시는 이용인원 약 2만 3천명으로 통행이 가장 적은 지역으로 집계되나 행정도시로서 인구유입이 지속되어 이용자가 지속적으로 증가하고 있음

- (지방지역) 경상남도가 이용인원(통행량)이 가장 많은 지역이며, 경상북도, 충청남도가 그 뒤를 이음. 가장 통행이 적은 지역은 제주특별자치도로 이용인원이 약 7만9천명으로 나타남

119) 2018년 대중교통 현황조사, 한국교통안전공단, 2018.12



[그림 2-72] 평일 이용인원/목적통행량/수단통행량 비교

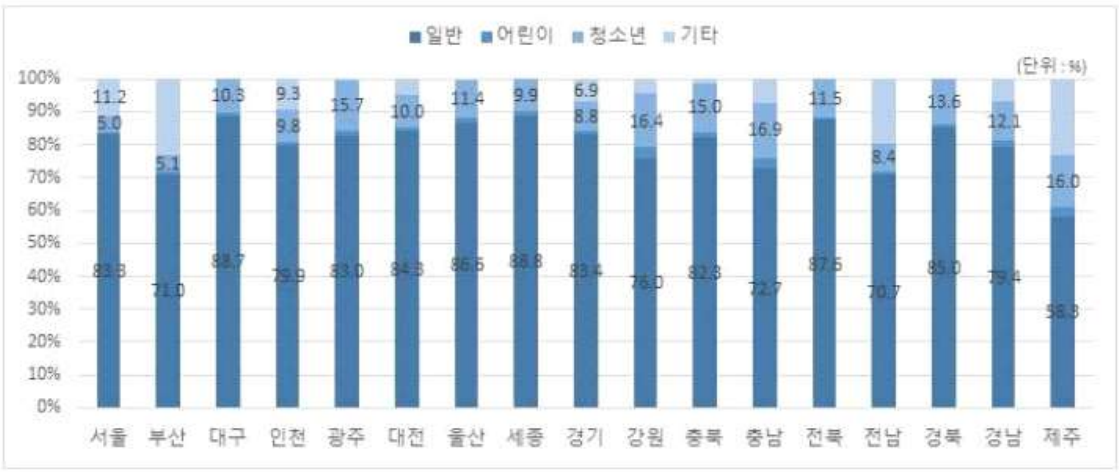
[표 2-24] 평일/토/일 평균 이용인원/목적통행량/수단통행량

(단위: 명, 통행)

구분	이용인원			목적통행량			수단통행량		
	평일	토요일	일요일	평일	토요일	일요일	평일	토요일	일요일
전체	11,514,175	9,457,892	7,544,880	21,853,929	17,477,114	13,449,405	28,664,652	22,270,273	16,991,360
서울	4,343,439	3,577,659	2,882,796	9,416,790	7,466,617	5,647,097	12,882,121	9,877,704	7,437,241
부산	1,010,546	884,230	704,574	2,012,592	1,719,401	1,335,867	2,601,529	2,175,544	1,658,476
대구	484,403	423,814	323,343	883,723	757,701	559,972	1,146,144	957,954	709,025
인천	810,917	663,689	527,827	1,369,748	1,110,058	863,789	1,718,647	1,351,802	1,040,869
광주	215,232	162,530	127,113	371,262	272,268	206,172	459,840	334,827	254,195
대전	254,703	206,883	169,594	446,594	351,784	281,504	578,686	441,693	353,019
울산	137,686	109,352	88,271	244,599	188,346	149,420	289,657	222,084	175,485
세종	23,443	16,754	13,532	36,204	25,197	20,632	41,428	28,721	23,472
경기	3,092,814	2,506,403	1,988,055	5,171,211	4,117,704	3,254,021	6,640,702	5,101,964	4,000,636
강원	99,807	77,374	61,862	159,298	122,190	93,994	170,431	131,148	101,351
충북	105,412	81,082	67,886	175,343	128,915	104,713	245,157	178,400	145,065
충남	126,254	107,735	93,972	208,203	165,146	140,474	355,921	277,656	230,340
전북	112,721	82,679	63,294	185,825	132,409	97,653	215,510	153,155	112,051
전남	116,302	90,328	67,885	185,355	142,975	103,729	225,476	174,626	128,246
경북	164,902	133,908	106,878	273,726	212,990	164,354	269,584	211,730	163,415
경남	336,477	272,215	207,662	572,763	456,945	339,459	664,493	529,993	359,502
제주	79,115	61,257	50,337	140,692	106,468	86,555	159,325	121,272	98,972

○ 이용자 유형별 대중교통 이용인원(통행량)

- 특별·광역시와 지방지역의 이용자 비율을 보면, 상대적으로 지방지역의 학생 이용자 비율이 높고, 일반 이용자 비율은 낮은 것으로 나타남. 이는 지방으로 갈수록 성인들은 대중교통을 덜 이용하고, 학생들은 대중교통을 많이 이용하는 점을 의미
- 이는 두 가지 측면으로 해석되는데, 첫째는 대중교통 인프라의 수준으로, 수도권 및 광역권의 경우 상대적으로 대중교통 인프라가 잘 구축되어 있어서 출퇴근 시 교통혼잡으로 인해 대중교통 이용이 보다 선호되는 반면, 지방지역의 경우 긴 배차간격, 환승의 불편함 등 대중교통 인프라가 상대적으로 열악하기 때문에 개인 교통수단이 선호되는 것으로 해석됨
- 두 번째는 교육시설에 대한 접근성으로 수도권 및 광역권의 경우 인구밀도가 높고 초·중·고등학교에 대한 접근성이 양호하므로 대중교통보다는 도보접근이 용이하여 청소년 이용자의 비율이 지방지역보다 낮은 것으로 판단

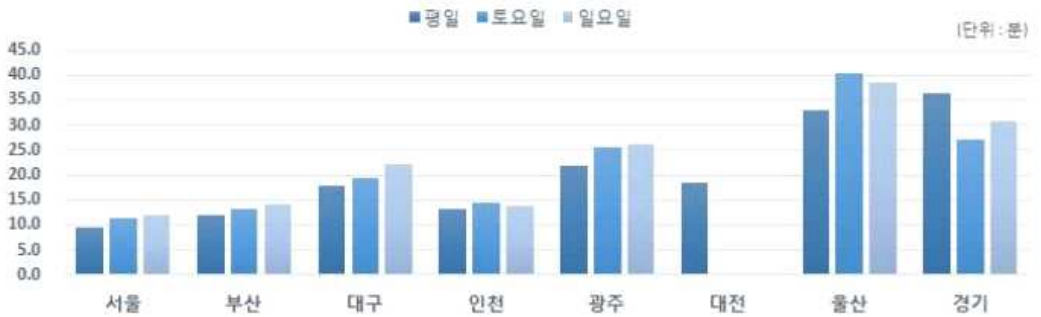


[그림 2-73] 평일 이용자 유형별 목적통행량 비율

□ 지역별 대중교통 배차간격[120)]

○ (배차간격) 수도권 및 광역시의 평일 버스 배차간격의 평균값은 20.3분으로 나타났으며, 서울특별시가 9.5분으로 가장 짧았고 경기도가 36.5분으로 가장 길었음

- 경기도를 제외한 모든 지역에서 평일이 주말에 비해 배차간격이 짧았으며, 이는 평일이 이용수요가 많고 통행 집중량이 높기 때문에 배차간격을 짧게 조정한 데 따른 결과로 판단됨



[그림 2-74] 요일별 평균 배차간격

○ (배차간격 표준편차) 배차간격의 편차는 대중교통 운행의 정시성을 가늠해 볼 수 있는 지표이며, 서울특별시가 약 7.3분으로 가장 짧고, 광주광역시가 약 19.6분으로 그 뒤를 이은 반면, 울산광역시와 경기도는 표준편차가 30분을 상회하는 것으로 보아, 이들 도시는 대중교통의 정시성이 다소 낮을 것으로 판단됨

120) 2018년 대중교통 현황조사, 한국교통안전공단, 2018.12

[표 2-25] 요일별 평균 배차간격

(단위: 분)

구분	평일		토요일		일요일	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
전체	20.3	43.0	21.6	41.0	22.5	40.9
서울특별시	9.5	9.5	11.4	9.1	11.9	9.1
부산광역시	12.0	37.7	13.3	37.7	14.2	37.7
대구광역시	17.9	43.9	19.3	44.4	22.2	43.2
인천광역시	13.2	33.9	14.3	32.7	13.9	30.8
광주광역시	21.9	41.3	25.6	41.3	26.2	41.3
대전광역시	18.4	49.7	-	-	-	-
울산광역시	32.9	44.2	40.4	48.8	38.4	46.4
경기도	36.5	84.0	27.1	72.8	30.7	77.9

➔ 수도권의 대중교통 이용량은 전국의 71%를 차지

➔ 수도권 및 광역권의 경우 상대적으로 대중교통 인프라가 잘 구축되어 있어 출퇴근 시 교통혼잡으로 인해 대중교통 이용을 보다 선호하는 반면, 지방지역의 경우 긴 배차간격, 환승의 불편함 등 대중교통 인프라가 상대적으로 열악하기 때문에 개인 교통수단을 선호하는 경향이 있음

➔ 긴 배차간격으로 인해 대중교통 이용이 어려운 지역을 위한 온디맨드와 같은 새로운 교통수단/서비스 도입 필요

□ 자동차 소유 증가[121)]

○ (자동차 등록대수) 국토교통부는 `19년 말 자동차 등록대수가 2,378만 대를 기록한 이후 `20년 말 기준으로 2,430만 대를 기록하였다고 밝힘

- 이는 인구 2.13명 당 자동차 1대를 보유하고 있는 것으로, 미국(1.1명), 일본(1.7명), 독일(1.6명)에 비해서는 약간 낮은 것으로 나타남

- 신규등록 자동차는 `19년 180만 대에서 `20년 191만 대로 증가하였는데 이는 신차출시 효과 및 개소세 인하 효과 등이 작용한 것으로 분석됨

[표 2-26] 연도별 자동차 등록 추이

연 도	'08말	'09말	'10말	'11말	'12말	'13말	'14말	'15말	'16말	'17말	'18말	'19년	'20년
대수(만대)	1,679	1,733	1,794	1,844	1,887	1,940	2,012	2,099	2,180	2,253	2,320	2,368	2,437
증가(천대)	366	531	616	496	434	530	717	872	813	725	674	475	689
증가율(%)	2.2	3.2	3.6	2.8	2.3	2.8	3.7	4.3	3.9	3.3	3.0	2.0	2.9

주) 자동차 1대당 인구수 : 2.13명 (인구수 : 51,829천명, 행안부 2020년 12월말 기준)
(미국: 1.1명, 중국: 5.5명, 일본: 1.7명, 독일: 1.6명 / 한국자동차산업협회 「2019 세계 자동차 통계」)

[표 2-27] 연도별 자동차 신규등록 추이

연 도	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년
신규등록(대)	1,831,070	1,837,757	1,835,965	1,804,456	1,915,743
증감(대)	△10,849	6,687	△1,792	△31,509	111,287
증감율(%)	△0.6	0.4	△0.1	△1.7	6.2

주) 부활차 신규등록 대수는 제외

121) `20.12월 기준 자동차 등록대수 2,437만대, 친환경차 80만대 돌파, 국토교통부 보도자료, 2021.01.20

ㅇ 자동차 주행거리 증가율[122)]

- (연도별) 한국교통안전공단에 따르면 '2019년도 자동차 주행거리 통계'를 분석한 결과, 2019년 기준 우리나라 자동차 주행거리는 총 3,296억km로 전년(2018년) 대비 0.8% 증가했으며, 자동차 1대당 하루 평균 주행거리는 38.5km로 나타남

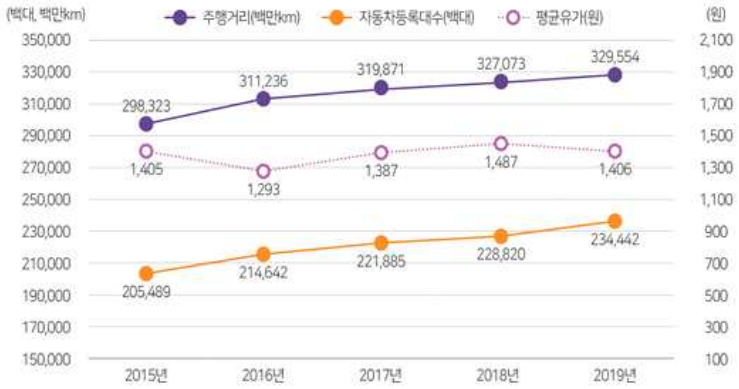
[표 2-28] 최근 5년(2015년~2019년) 연도별 자동차 주행거리

구분	자동차 등록대수(대)	유가(원)	국내총생산(십억원)	자동차 주행거리	
				연간(백만km)	1일평균(km/대)
2015년	20,548,879	1,405	1,658,020	298,323	39.8
2016년	21,464,224	1,293	1,706,880	311,236	39.7
2017년	22,188,565	1,387	1,760,812	319,871	39.5
2018년	22,882,035	1,487	1,812,005	327,073	39.2
2019년	23,444,165	1,406	1,848,959	329,554	38.5
전년대비(%)	562,130(2.5)	△81(△5.4)	36,953(2.0)	2,481(0.8)	△0.7(△1.8)

[출처] 자동차등록대수(국토교통부 자동차관리정보시스템, 6월말 기준)
유가(한국석유공사 오피넷, 전국 주유소 보통휘발유와 경유 평균판매가격)
국내총생산(한국은행 경제통계시스템 〉 국민계정(2015년 기준) 〉 10.2.1.4 경제활동별 GDP 및 GNI

* 1일 평균 주행거리: 최근 3년 검사자료의 '차대번호'를 기준으로 과거 검사정보를 조회하여 검사일자와 주행거리 정보 수집 후, 개별차량 1일 평균 주행거리 계산

$$1일\ 평균\ 주행거리 = \frac{총\ 주행거리}{총\ 운행일수} = \frac{(최종\ 주행거리 - 이전\ 주행거리)}{(최종\ 검사일 - 이전\ 검사일)}$$



[그림 2-75] 연도별 자동차 주행거리(2015~2019년)

➔ 자동차 등록대수 및 주행거리는 지속적으로 증가하는 추세 → 교통혼잡, 주차공간 부족, 환경오염 등의 사회적 문제가 예상되므로 이를 해결하기 위한 솔루션 필요

- (지역별) 서울은 주민등록인구의 감소(0.4%)와 대중교통 인프라 확충에 따른 대중교통 통행량 증가(1.0%)로 승용차와 승합차의 주행거리가 감소한 것으로 보이며, 세종은 주민등록인구와 자동차 등록대수의 증가(8.4%, 11.0%)가 자동차 주행거리 증가의 가장 큰 원인으로 분석됨

122) 한국교통안전공단 보도자료, 2020.06.30

[표 2-29] 최근 5년(2015년~2019년) 지역별 자동차 주행거리

(단위: 십억km)

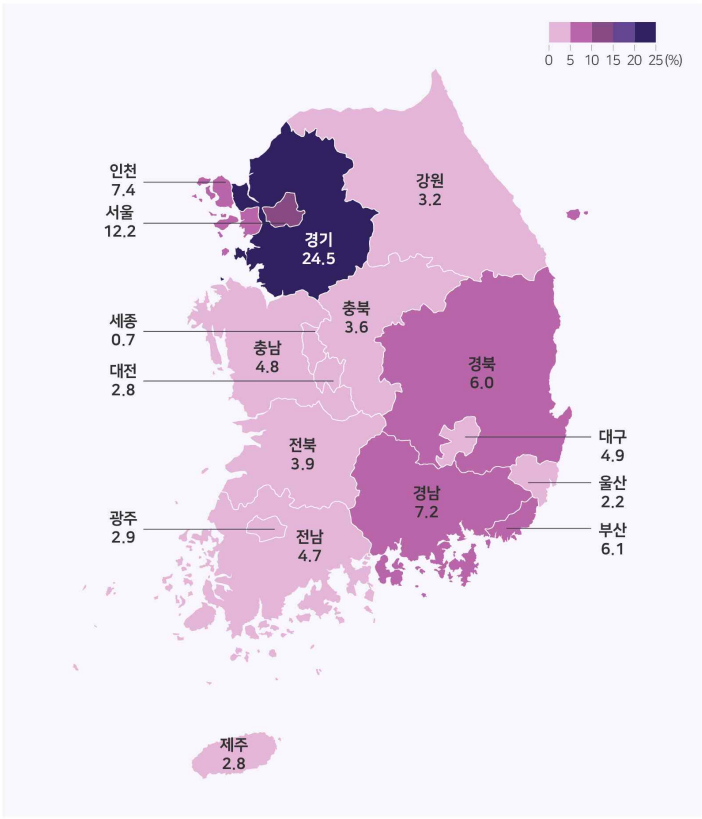
구분		전국	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
`15		298.3	41.5	18.1	15.4	20.7	8.8	8.7	6.9	1.2	70.4	9.5	10.4	13.9	12.1	13.7	18.0	22.6	6.5
`16		311.2	41.8	18.4	15.8	21.9	9.0	9.0	7.1	1.6	74.8	9.9	10.9	14.6	12.5	14.4	19.0	23.4	7.3
`17		319.9	41.6	18.9	16.1	23.0	9.2	9.1	7.1	1.8	77.4	10.2	11.3	15.2	12.9	15.2	19.4	23.9	7.7
`18		327.1	41.3	19.6	16.2	23.9	9.3	9.2	7.3	2.1	79.8	10.5	11.5	15.5	13.1	15.6	19.8	24.0	8.5
`19		329.6	40.1	20.2	16.0	24.5	9.4	9.1	7.4	2.3	80.9	10.6	11.8	15.8	13.0	15.6	19.9	23.8	9.1
비율(%)		-	12.2	6.1	4.9	7.4	2.9	2.8	2.2	0.7	24.5	3.2	3.6	4.8	3.9	4.7	6.0	7.2	2.8
전년대비	증감	2.5	△1.2	0.6	△0.2	0.6	0.1	△0.1	0.1	0.2	1.1	0.1	0.3	0.3	△0.1	0.0	0.1	△0.2	0.6
	%	0.8	△2.9	3.1	△1.2	2.5	1.1	△1.1	1.4	9.5	1.4	1.0	2.6	1.9	△0.8	0.0	0.5	△0.8	7.1

주) 지자체기준: 자동차 소유주의 등록거주지 기준



[그림 2-76] 지역별 전년대비 자동차주행거리 증감률

지역별 자동차 주행거리



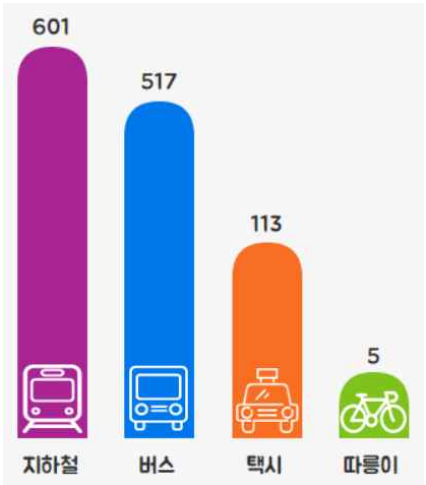
※ 지자체기준 : 자동차 소유주의 등록거주지기준

[그림 2-77] 지역별 자동차 주행거리

➔ 자동차 주행거리는 대부분의 지역에서 증가하고 있는 추세이며, 특히 도심지(서울)로의 통행량이 많고 대중교통 접근성이 좋지 않은 경기권에서 가장 높은 것으로 나타남

□ 서울시 교통수단별 평균 이동량/이동시간/이동거리[123)]

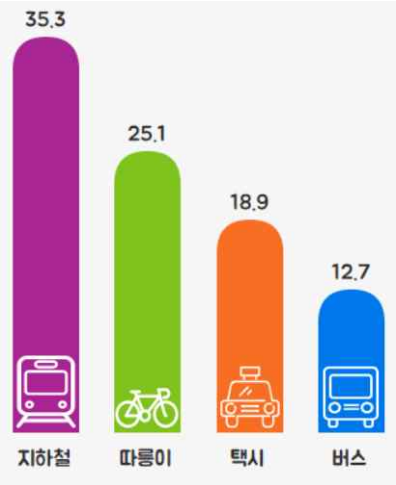
○ 서울시 교통수단별 평균 이용량(만건/일) (2019년)



[그림 2-78] 서울시 수단별 평균 이동량

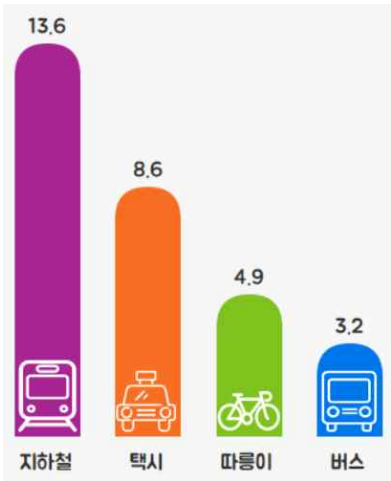
123) 서울시 교통정보 시스템 홈페이지(https://topis.seoul.go.kr/notice/openCardNewsView.do)

○ 서울시 교통수단별 평균 이동시간(분/회) (2019년)



[그림 2-79] 서울시 수단별 이동시간

○ 서울시 교통수단별 평균 이동거리(km/회) (2019년)



[그림 2-80] 서울시 수단별 이동거리

□ 국내 여객수송현황

○ 철도, 지하철, 도로(버스, 승용차 등 포함), 해운, 항공의 여객수송현황[124)]

- 전체적으로 증가하는 추세이며, 특히 철도, 지하철에서 급증

124) 버스교통, 한국운수산업연구원, 2020 봄호

[표 2-30] 국내 여객수송현황(2019년 기준)

(단위: 천만, %)

연도		합계	철도	지하철	공로		해운	항공
					전체	노선버스		
2014	수송인원	31,029,472	1,263,472	2,526,400	26,678,513	5,890,632	14,271	24,648
	분담률	100.0	4.1	8.1	86.0	19.0	0.0	0.1
	증가율	3.2	3.2	2.0	1.3	1.0	-11.2	10.3
2015	수송인원	31,029,472	1,269,417	2,522,900	27,193,794	5,860,919	15,381	15,423
	분담률	100.0	4.1	8.1	87.6	18.9	0.1	0.0
	증가율	0.0	0.5	(0.1)	1.9	-0.5	7.8	-37.4
2016	수송인원	33,158.711	1,449,534	1,449,534	28,000,714	5,676,342	15,423	30,913
	분담률	100.0	4.4	4.4	84.7	17.1	0.0	0.1
	증가율	6.9	14.2	14.2	3.3	-3.1	0.3	100.4
2017	수송인원	33,336,649	1,490,257	1,490,257	28,192,366	5,622,421	16,910	32,406
	분담률	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	-	0.0
	증가율	0.5	2.8	2.8	0.4	-0.9	9.6	4.8

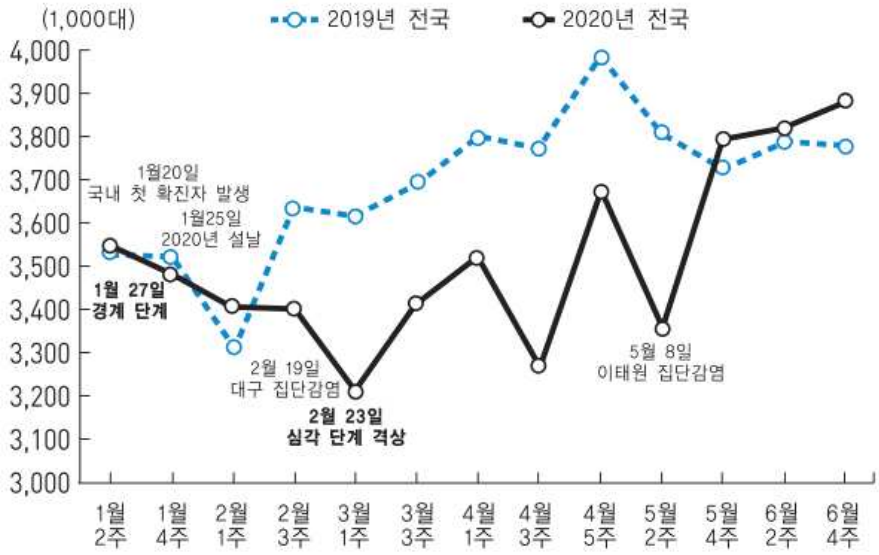
주) 2011년부터 공로에 승용차통계 포함
[출처] 2019 국토교통 통계연보, 국토교통부, 2019.12

□ 전국 고속도로 교통량 변화

○ 코로나19 발생 이후 전국 고속도로 교통량 변화[125)]

- 2019년과 2020년 1월 2주째 금요일의 교통량은 각각 353만여 대, 354만여 대로 크게 차이나지 않은 반면, 대구에서 코로나19 집단감염이 보고된 2월 19일 이후인 2월 3주 금요일(2월 21일) 교통량은 전년 동기 대비 6.4% 감소하였으며, 이러한 교통량 감소는 2월 3주부터 5월 2주까지 약 3개월간 지속됨
- 이후 전국 고속도로 교통량은 증가와 감소를 반복하는 패턴을 보임
- 5월 2주부터 전국 고속도로 교통량은 증가해 5월 4주에는 교통량이 전년도보다 오히려 늘어남. 고속도로 교통량은 예년 추세를 회복하는 수준을 넘어 계속 늘어날 것으로 예상. 이는 사람들이 지역 간 장거리 통행에서 고속철도나 고속버스보다 승용차를 이용할 때 바이러스 감염위험이 낮다고 인식하기 때문

125) 한국의 사회동향 2020, 통계개발원, 2020.12



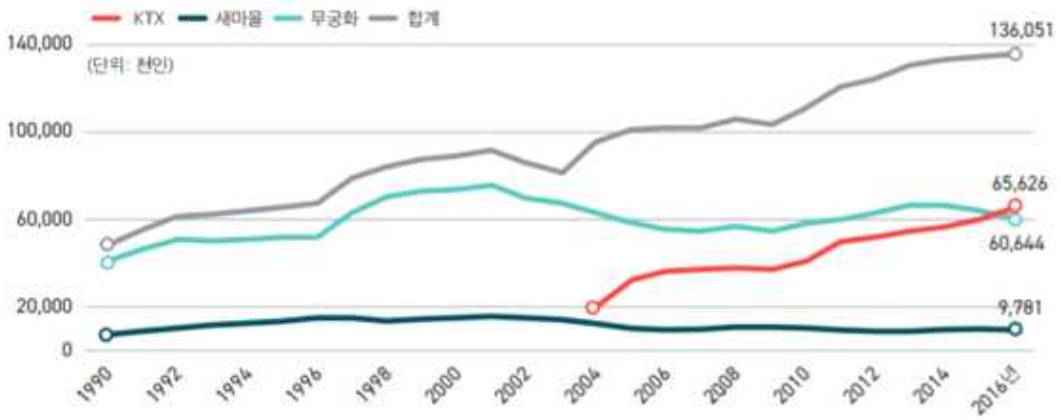
주) 주간 교통량은 금요일 기준 고속도로 요금소 진입 차량을 기준으로 함
[출처] 한국도로공사 고속도로 공공데이터 포털(http://data.ex.co.kr/portal/traffic/trafficRegion)

[그림 2-81] 코로나19 발생 이후 전국 고속도로 교통량 변화(2019.01~06, 2020.01~06)

□ 전국 고속철도/고속버스 승객 수 변화

ㅇ 전국 고속철도 승객 수 변화[126)]

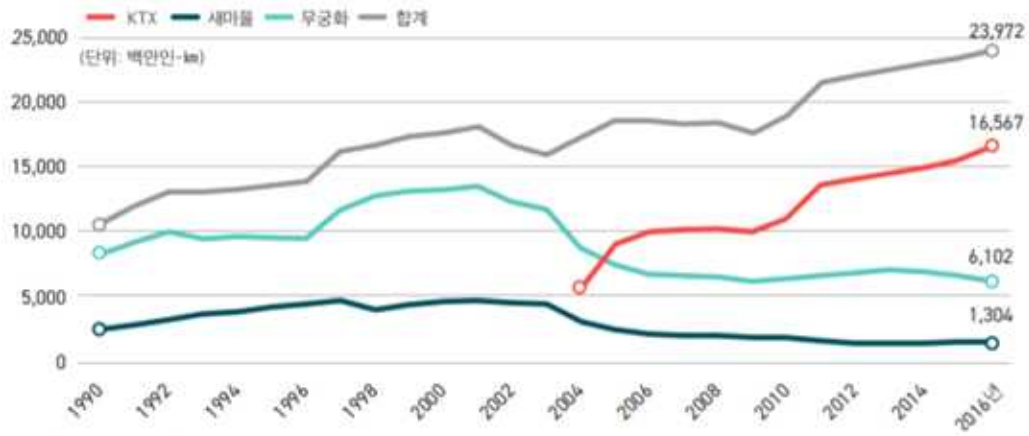
- (현황) 1990~2016년 일반철도 여객수송실적 연평균 증가율은 7.2%이며, 2004년 KTX 개통 이후 새마을, 무궁화호 여객수송실적의 연평균 증가율은 각각 -1.9%, -0.4%인 반면 KTX는 9.6%로 2016년 처음으로 무궁화호 수송량을 앞지름
- KTX 수송거리는 개통 다음해인 2005년에 무궁화호 수송거리를 앞지르며 속도가 빠른 장거리 이동수단임을 증명하였으며, 2016년 기준 전체 수송거리 비중의 69%(무궁화호 26%, 새마을호 5%)를 차지하면서 국민이 가장 많이 이용하는 철도로 자리잡음



[출처] 철도통계연보, 한국철도공사

[그림 2-82] 일반철도 여객수송실적 추이(인원)

126) 통계로 본 교통; 2017 교통 주요 이슈에 관한 인사이트, 국가교통DB, 2017



[출처] 철도통계연보, 한국철도공사

[그림 2-83] 일반철도 여객수송실적 추이(거리)

○ 전국 고속/시외버스* 승객 수 변화[127)]

* 지역간 운행되는 버스는 고속버스와 시외버스로 구분됨. 고속버스는 『여객자동차 운수사업법』에 따라 시외고속버스와 시외우등고속버스를 포함하고, 100km 이상의 거리를 운행하며 총 이동거리의 60% 이상을 고속도로 상에서 이동하는 것이 특징임. 시외버스의 경우, 총 운행거리는 100km 이내로 고속도로 상에서 이동하는 거리는 60% 미만

- (연도별) 2018년은 전반적으로 전년도에 비해 연평균 증감률이 2.3%로 소폭 증가. 고속버스 이용인원의 증가율은 17.1%~22.3%로 매우 큰 폭으로 증가한 반면, 시외버스 이용인원은 0.4%~7.0%의 감소율을 보였는데, 이는 일부구간의 시외버스 노선들이 2018년에 고속버스 노선으로 변경되어 나타나는 현상으로 보임

[표 2-31] 전국 고속/시외버스 승객수 변화

(단위: 명/일)

구분	평일	2016년	2017년	2018년	증감률
고속버스	평일	92,344	86,826	126,625	17.1%
	토	167,246	164,384	247,391	21.6%
	일	158,939	156,017	237,734	22.3%
시외버스	평일	391,917	412,201	388,911	-0.4%
	토	605,291	611,910	523,748	-7.0%
	일	568,194	578,794	519,330	-4.4%
계		3,920,975	4,006,239	4,105,887	2.3%

주) 계는 일주일 합계로 산출한 값

127) 2018년 대중교통 현황조사, 한국교통안전공단, 2018.12

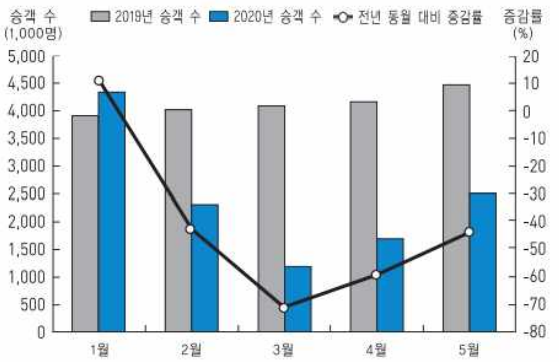


[그림 2-84] 연도별 고속/시외버스 이용인원

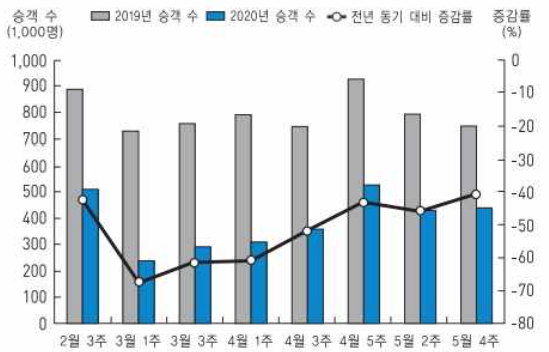
ㅇ 코로나19 발생 이후 전국 고속철도/고속버스 승객 수 변화[128)]

- 코로나19 확진자가 크게 늘어나면서 2월부터 승객 수가 급감하였고, 4월부터 다시 증가하기 시작했지만 2019년 동월보다 훨씬 낮은 수준으로 이는 5월부터 회복되기 시작한 도로교통량 변화와 대비됨

- 장거리 통행에서 승용차가 철도/버스보다 감염 위험이 낮다는 인식 작용



[그림 2-85] 코로나19 발생 이후 KTX 승객 수 변화 (2019.01~05, 2020.01~05)
[출처] 철도산업정보센터(http://www.kric.go.kr)



[그림 2-86] 코로나19 발생 이후 전국 고속버스 승객 수 변화 (2019.02~05, 2020.02~05)
[출처] 버스교통, 한국운수산업연구원, 2020 여름호

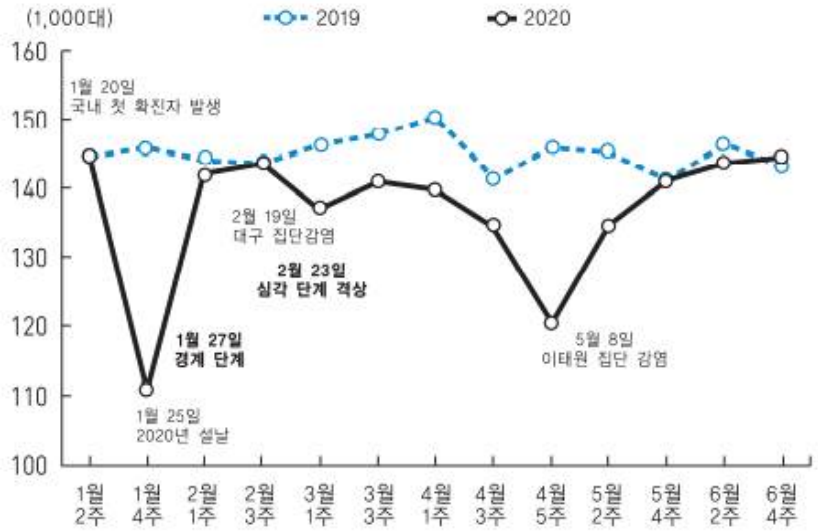
□ 서울 도시고속도로 교통량 변화

ㅇ 코로나19 발생 이후 서울 도시고속도로 교통량 변화[129)]

- 대표적인 도시 고속도로인 서울 올림픽대로의 교통량 데이터 변화를 보면 국내 첫 확진자 발생(1월 20일) 이후 교통량이 급격히 감소했으며, 대구 집단감염(2월 19일) 이후 평균적으로 전년도에 비해 낮은 교통량 수준을 나타냄

128) 한국의 사회동향 2020, 통계개발원, 2020.12
129) 한국의 사회동향 2020, 통계개발원, 2020.12

- 이는 코로나19에 대한 우려로 일상생활의 반경이 줄어들거나 온라인을 활용한 비대면 접촉이 늘어나면서 통행량이 감소한 것으로 풀이됨



주) 교통량 측정지점은 동작대교에서 한강대교 진행 구간이며, 주간 대표 교통량은 금요일 기준임
[출체] 서울시 교통정보 시스템((https://topis.seoul.go.kr/refRoom/openRefRoom_2.do)

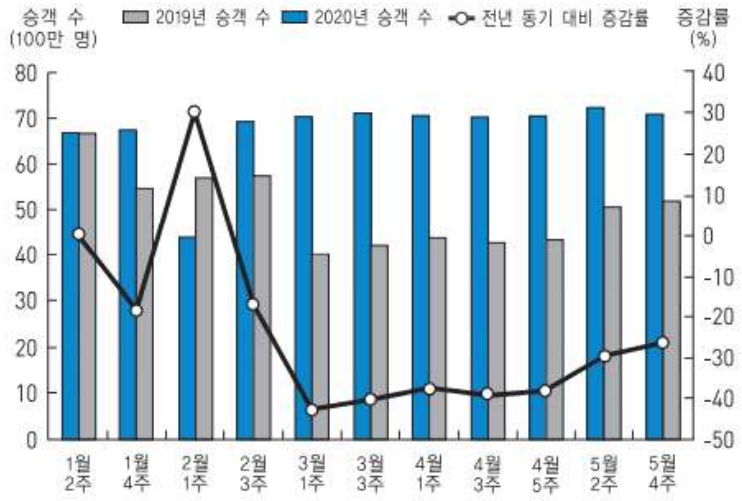
[그림 2-87] 코로나19 발생 이후 서울 도시고속도로 교통량 변화(2019.01~06, 2020.01~06)

□ 서울 도시철도 승객 수 변화

○ 코로나19 발생 이후 서울 도시철도 승객 수 변화[130)]

- 서울 도시철도를 대상으로 격주 단위의 승객 수 변화를 살펴보면, 코로나19로 인해 2020년 2월 3주는 전년에 비해 17.0% 감소하였고 대구의 대규모 감염 이후인 3월 1주에는 4,035만여 명으로 전년도 7,036만여 명에 비해 42.7%로 급감. 도시철도 이용객 수는 이후 4월 5주까지 전년 대비 37.8%에서 40.5%까지 줄어들면서 낮은 수준을 보임
- 5월 2주부터 크게 늘어나기 시작해 5월 4주에는 5,216만여 명까지 늘어났지만 전년도 보다 여전히 26.4% 낮은 수준을 유지
- 도시철도 승객 수가 예년 수준을 회복하지 못하는 이유는 불요불급한 이동 자체를 하지 않거나 도시철도 이용자가 감염위험이 낮다고 판단되는 승용차로 전환하였기 때문으로 추정

130) 한국의 사회동향 2020, 통계개발원, 2020.12



[출처] 서울교통공사(http://www.seoulmetro.co.kr)

[그림 2-88] 코로나19 발생 이후 서울 도시철도 승객 수 변화
(2019.01.05.~2020.01~05)

□ 전국 노선버스 승객 수 변화

○ 전국 노선버스 승객 수 변화

- 교통수단 중 노선버스를 이용하는 비중(분담률)은 2014년 19%로 나타난 반면, 이후 지속적으로 감소하여 2017년에는 16.9%의 분담률을 보이고 있음

[표 2-32] 전국 노선버스 승객수 변화

(단위: 천만, %)

2014			2015			2016			2017		
수송인원	분담률	증가율	수송인원	분담률	증가율	수송인원	분담률	증가율	수송인원	분담률	증가율
5,890,632	19.0	1.0	5,860,919	18.9	-0.5	5,676,342	17.1	-3.1	5,622,421	16.9	-0.9

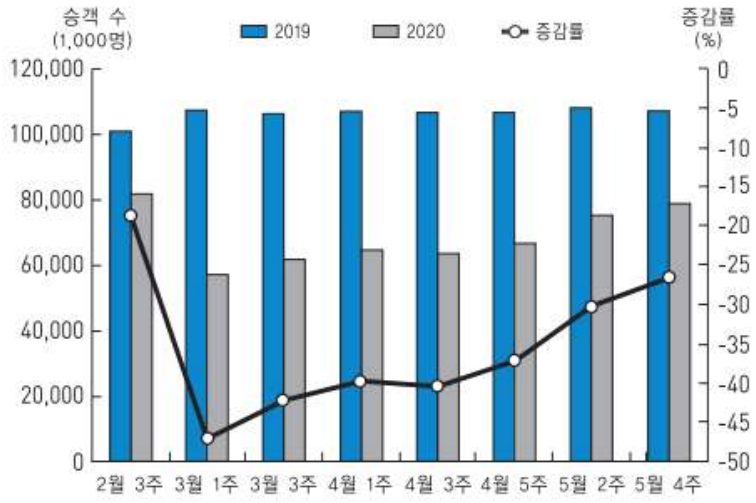
[출체] 2019 국토교통 통계연보, 국토교통부, 2019.12

○ 코로나19 발생 이후 전국 노선버스 승객 수 변화[131)]

- 노선버스의 주간 승객 수 변화를 보면 2020년 2월 3주에는 전년도보다 18.8% 감소하였고, 3월 1주에는 47.0%까지 감소. 이후 조금씩 증가하는 추세를 보였지만 4월 5주까지 6,669만여 명에 그치다 5월 2주부터 7,529만여 명까지 크게 증가. 하지만 5월 4주에도 전년도보다 26.7% 낮은 수준을 유지

- 버스 이용객 수가 예전 수준으로 쉽게 회복되지 못하는 것은 도시철도의 경우처럼 이동 자체가 줄어들고 승용차를 이용한 이동을 선호하기 때문이며, 버스 이용의 감소로 인해 노선버스 업계의 재정 상황에 상당한 영향이 있을 것으로 추정

131) 한국의 사회동향 2020, 통계개발원, 2020.12



[출처] 버스교통, 한국운수산업연구원, 2020 여름호

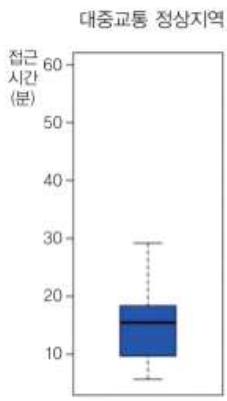
[그림 2-89] 코로나19 발생 이후 전국 노선버스 승객 수 변화
(2019.02~05, 2020.02~05)

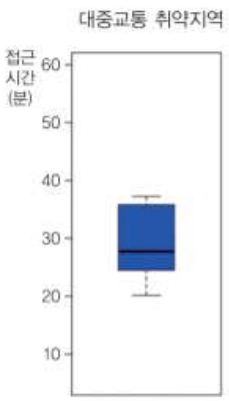
➔ 대중교통의 이용률이 증가하는 추세였으나, 코로나의 영향으로 전반적인 대중교통 이용률이 급감하였으며 이를 대체할 교통수단/서비스 필요

□ 수도권 외곽 교통 서비스의 공간적 격차 현황[132)]

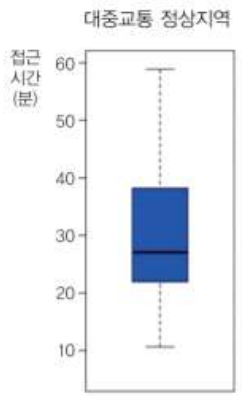
○ 읍·면은 동지역에 비해 도보 및 대중교통 접근성이 떨어지고, 승용차에 대한 의존도가 높음

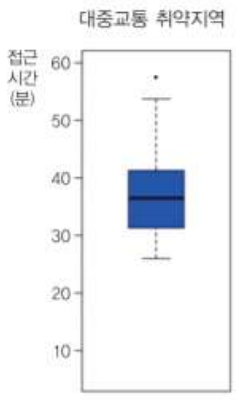
- 수도권 외곽에서는 의료 및 생활 서비스 시설 등이 주로 동지역에 몰려있으며, 읍·면 지역은 상대적으로 주요 시설로의 도보 접근성이 나쁘고 대중교통 정류장이나 철도역이 출발지에서 멀리 떨어져 있음
- '대중교통이 취약한 읍·면'에서 버스로 의료시설까지 접근하는 경우, '대중교통이 정상인 동지역'에서 출발하는 경우에 비해 평균 2배 이상의 통행시간이 소요됨





[그림 2-90] 동지역(수도권 북부)의 의료시설로의 접근시간 분포





[그림 2-91] 읍·면지역(수도권 북부)의 의료시설로의 접근시간 분포

[출처] 교통안전공단 2017의 의정부, 양주, 동두천, 포천시 자료를 바탕으로 재작성, 김광호 외 2019

132) 국토정책 Brief, 국토연구원, 2020.11.23

ㅇ 정부가 지원하는 공공형 온디맨드 교통수단은 대중교통 취약지역 중 일부에만 도입된 실정

- 대중교통이 취약한 읍·면 지역을 중심으로 복지택시나 온디맨드 버스가 교통복지 차원에서 저렴한 운임을 받고 운영되고 있으며 운영비의 대부분이 중앙정부나 지방자치단체의 예산으로 충당됨
- 이러한 공공형 온디맨드 교통수단은 정부예산의 제약으로 인해 대중교통 접근성이 낮은 지역 중에 일부에만 운영됨으로써 형평성 문제를 야기함

[참고] 경기복지택시 현황[133]

- 복지택시란 버스가 운행되지 않거나 1일 운행횟수가 적어 대중교통 소외지역으로 지정된 농어촌 및 오지 지역에서 운행하는 일반·개인 택시로, 현재 경기도 9개 시·군, 188개 마을에서 1,104대의 복지택시가 수요자 중심의 맞춤형 교통서비스로 제공되고 있음
- 대중교통 서비스가 취약한 경기도 9개 시·군 농어촌 및 오지 마을에 도입된 복지택시 대수와 운행 대상 마을수가 증가하는 추세
  - 2014년에 안성시와 여주시에 처음 도입된 복지택시 운행대수와 운행 대상 마을수가 지속적으로 증가하고 있음
  - 2018년 말 기준으로 용인, 이천, 안성, 포천, 여주, 남양주, 양주시, 양평군, 가평군 등 9개 시·군, 188개 마을에 1,104대의 복지택시가 운행 중

[표] 경기복지택시 운행 현황(2018년 말 기준)

구분	운행 마을(개)	운행 대수(대)		
		합계	개인택시	일반택시
용인시	12	43	43	-
이천시	22	514	336	178
안성시	39	34	30	4
포천시	12	26	13	13
여주시	39	24	21	3
남양주시	1	15	15	-
양주시	12	391	282	109
양평군	25	25	15	10
가평군	26	32	23	9
합계	188	1,104	778	326

[출처] 경기도 내부자료(2019)



[그림] 경기복지택시 운행마을 및 운행대수 증가추이

- 경기도 대중교통 소외지역에서 복지택시 이용률이 복지택시 운행횟수 증가와 함께 급격하게 증가하는 추세
  - 복지택시 이용자 수가 2015년에 연간 27,266명에서 2018년 1~9월까지 113,044명으로 연평균 16.1%의 높은 이용률 증가를 나타냄

133) 경기복지택시 이용방식을 스마트하게 바꾸자, 경기연구원, 2019.07.10

[표] 경기복지택시 운행 횟수 및 이용자수 실적

구분	2015년	2016년	2017년	2018년 9월까지	연평균 증가율
편도기준 운행횟수 (회/년)	13,253	49,833	74,956	83,351	18.7%
편도기준 이용자수 (인/년)	27,266	72,324	104,790	113,044	16.1%
연간 마을 당 운행횟수 (회/개소)	151	441	477	476	2.6%
연간 마을 당 이용자수 (인/개소)	310	640	667	646	0.3%
1회 평균이용자수 (인/회)	2.1	1.5	1.4	1.4	-2.3%

[출처] 경기도 내부자료(2018), 연구자 재구성

- 대중교통 소외지역 복지택시 이용자 대다수가 대중교통 대체 교통수단으로 복지택시를 이용함으로써 향후에도 복지택시에 대한 수요는 높은 편임
  - 경기도 복지택시를 이용한 적이 있는 주민들 234명을 대상으로 2018년 9월에 설문조사를 실시한 결과, 응답자의 59.8%가 버스가 없을 때 언제든지 복지택시를 이용할 수 있다고 복지택시 이용 이유를 제시함

[표] 경기복지택시를 이용하는 이유

구분	버스 없을 때 편해서(언제든 이용가능)	요금이 저렴해서	빠르게 갈 수 있어서	다른 교통수단이 없어서	기타	합계
응답자수(인)	140	19	24	44	7	234
비율(%)	59.8	8.1	10.3	18.8	3.0	100.0

주) 2018년 9월 10~27일 간 경기복지택시를 운행하는 8개 시·군 16개 마을을 대상으로 경기복지택시를 이용한 경험이 있는 234인에게 조사를 수행함
[출처] 경기복지택시 운영 합리화 방안, 경기연구원, 2018

- 2019년 7월부터 「근로기준법」 개정에 따라 버스 운전기사 근무시간 단축(주 52시간) 및 운전기사 부족 현상 심화로 대중교통 서비스 소외지역 증가 우려
  - 버스업체가 인건비 상승 등을 이유로 대중교통 소외지역의 버스 운행을 기피할 경우, 대체 교통수단으로써 주민들의 호응도가 높은 복지택시의 수요는 지속적으로 증가할 것으로 전망
- (시사점) 대중교통 소외지역의 대체 교통수단으로 복지택시 등 새로운 모빌리티 서비스 확대가 필요하며, 이를 스마트하게 이용하기 위한 콜/정산 시스템 구축 필요

ㅇ 민간업체가 운영하는 모바일 플랫폼 기반의 공유 모빌리티는 고밀도 지역에 편중

- 카셰어링, 라이드셰어링, 라이드소싱 등의 플랫폼 서비스는 민간업체가 수익 창출을 목적으로 운영하기 때문에 일반적으로 대도시의 고밀도 지역을 중심으로 확대되는 경향이 있음
- 모바일 호출택시도 승객의 요청을 운전자가 수락하는 방식이므로 동지역에 비해서 읍·면지역에서 서비스를 받기가 더 어려움

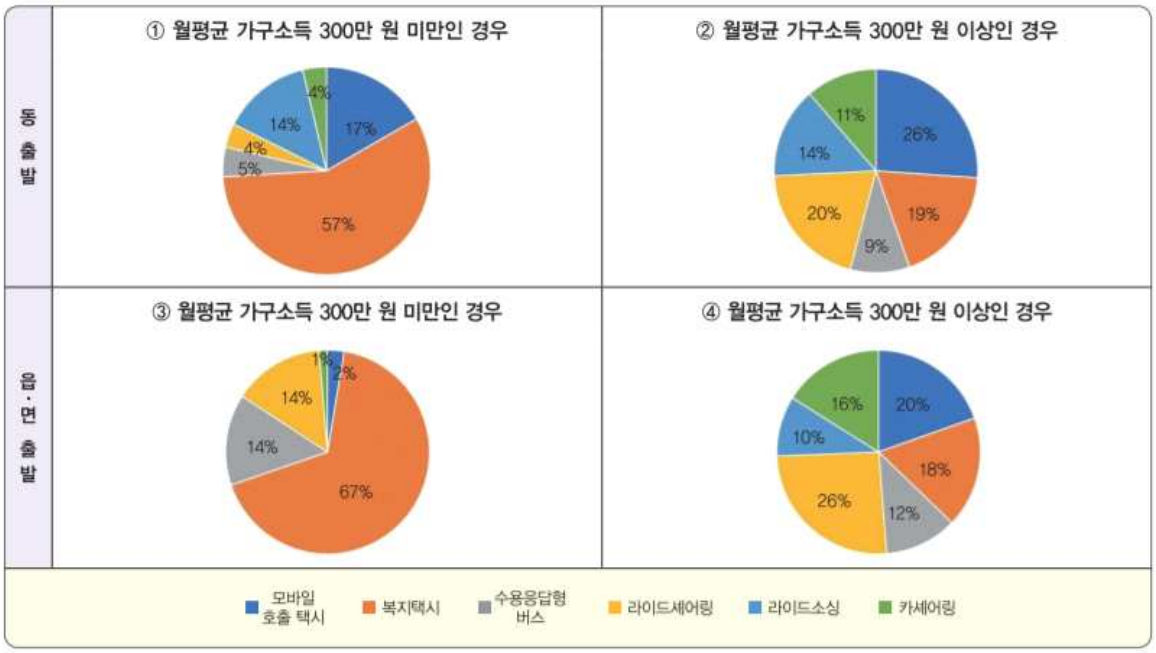
□ 수도권 외곽의 공유 모빌리티에 대한 이용자 요구사항[134)]

ㅇ 출발지역 및 소득수준에 따라 시내통행용 공유 모빌리티 수단에 대한 선호도 차이 존재

- 월평균 가구소득 300만원 미만의 저소득층에 속하는 통행자는 복지택시에 대한 선호도가 월등히 높으며 이런 경향은 읍·면지역에서 더 두드러짐
- 월평균 가구소득 300만원 이상에 해당하는 통행자는 출발지역에 관계없이 모바일 호출택시 등과

134) 국토정책 Brief, 국토연구원, 2020.11.23

같은 고가의 공유 모빌리티에 대한 지불의사가 저소득층 통행자에 비해 더 높음



[출처] 첨단교통서비스의 형평성 제고를 위한 정책방안 연구: 공유 모빌리티를 중심으로, 국토연구원, 2019

[그림 2-92] 출발지역 및 가구소득 수준에 따른 공유 모빌리티 선호수단 분포(시내통행의 경우)

○ 읍·면 지역에서 '공공형 온디맨드 교통수단의 공간적 확대'와 '차량 대기시간 감소'에 대한 요구가 높음

- 읍·면 지역의 경우, 요금을 더 지불하더라도 복지택시의 수혜지역 선정기준이 현행보다 완화되어도 좋다는 응답비율이 동지역에 비해 상대적으로 높게 나옴
- 읍·면 지역을 출발하는 통행자가 차량을 기다리는 시간이 긴 경우가 발생할 확률이 높고, 이로 인해 추가요금을 지불하더라도 택시의 대기시간을 줄이려는 스마트 호출에 대한 이용의사가 상대적으로 높게 나타남

○ 출발지역에 관계없이 공유 모빌리티를 통해 시내통행 비용을 절감하려는 수요가 존재

- 동과 읍·면에 관계없이 라이드셰어링의 잠재적인 이용자 중 약 90%는 택시요금(5km 통행기준)의 약 80%를 지불하더라도 이 서비스를 이용하려는 의사를 보임
- 장거리의 라이드셰어링에 대한 비용 할인을 요구하는 수요가 단거리의 경우에 비해 전반적으로 더 높음. 예를 들어, 동지역 출발 통행의 경우 택시요금의 80%를 지불하고자 하는 응답자 수는 장거리의 경우 약 99%에 달하는 반면, 단거리 경우 약 93%임



[출처] 첨단교통서비스의 형평성 제고를 위한 정책방안 연구: 공유 모빌리티를 중심으로, 국토연구원, 2019

[그림 2-93] 라이드셰어링에 대한 최대 지불의사금액의 누적분포

➔ 수도권 외곽은 대중교통 소외지역으로, 교통인프라가 균등하게 발전하지 않아 대중교통 대기시간이 길고 접근성이 매우 떨어지기 때문에 개인소유 자동차에 대한 의존도가 높으며, 인구밀도가 낮기 때문에 민간 공유모빌리티 시장이 수익창출을 목적으로 확대되기 어려운 상황

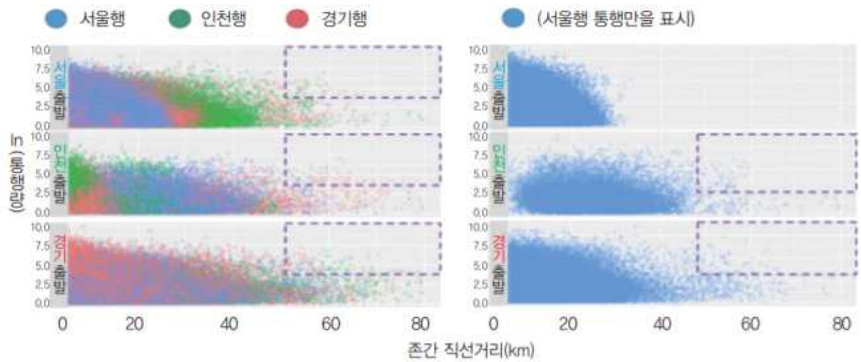
➔ 대중교통 소외지역을 위한 지역맞춤형 온디맨드 교통서비스가 필요

□ 수도권 교통현황 및 GTX* 도입에 따른 변화[135)]

* GTX(Great Train Express): 수도권 광역급행철도

○ 수도권 광역교통량 및 통근통행시간은 증가하는 추세이며, 특히 장거리 통행이 크게 증가

- 국가교통데이터베이스(KTDB) 자료에 의하면 2010년과 2016년 서울과 경기권의 통행은 일평균 575만 통행에서 635만 통행으로 증가했으며, 특히 45~60km 거리의 통행이 크게 증가
- 인천·경기 지역에서 출발하는 통행이 50km 이상의 장거리 통행으로 나타났으며, 통행거리 10km, 15km 이상의 통행비율이 높은 지역은 주로 김포시, 양주시 등이 해당



[출처] 수도권 고속교통체계 구축에 따른 통행행태 변화와 정책과제 연구, 국토연구원, 2019

[그림 2-94] 수도권 OD(기종점통행량) 통행패턴 분석 결과

135) 국토정책 Brief, 국토연구원, 2020.05.11

ㅇ 정부는 '서울 도심까지 30분 내 출퇴근이 가능한 도시'를 목표로 GTX 등 광역교통축을 중심으로 한 신규 택지개발을 포함한 수도권 주택공급계획을 발표(국토교통부 2018)

- 총 3개 노선으로 파주-동탄을 잇는 A노선(83Kkm), 송도-마석을 연결하는 B노선(80km), 덕정-수원을 잇는 C노선(74.2km)으로 구성

ㅇ KTX와 SRT 등 고속교통시설 도입 이후 통행행태 변화를 고려할 때, 수도권 GTX 개통 이후 장래 GTX 정차역 주변의 지가상승으로 인한 거주지 이전 현상과 이에 따른 영향권 확대 가능성 등 주요 이슈 검토 필요

- KTX 정차역의 경우 정차역 주변 토지이용현황 및 교통여건에 따라 접근교통수단 선호가 상이하고, SRT 정차역의 경우 승용차를 이용한 접근 선호가 높은 것으로 조사

ㅇ GTX 개통 이후 수도권 통행행태 변화 전망

- GTX 정차역 주변은 대중교통 통행량이 5~10% 정도 증가하고, 반대로 승용차 통행량은 5% 정도 감소할 것으로 전망하며, 향후 2030년 GTX 구축 시 통행시간이 30분 이상 감소되는 수혜인구수는 시청행 기준으로 약 190만 명, 삼성역행 기준으로 약 270만 명으로 분석



[출처] 수도권 고속교통체계 구축에 따른 통행행태 변화와 정책과제 연구, 국토연구원, 2019

[그림 2-95] GTX 개통에 따른 통행시간 변화(시청역 기준)

➔ 수도권(경기도)과 도심지(서울), 수도권 외곽 지역을 서로 연결하는 교통수단에 대한 필요성이 대두되면서 광역교통체계인 GTX가 구축되고 있는 상황이며, 이에 따라 GTX 정차역 주변의 접근교통수단에 영향을 미칠 것으로 예상됨

□ 지역별/소득수준별 생활교통비용 격차[136)]

○ (생활교통비용 개념) 생활교통비용은 생활통행에 소요되는 직간접비용*의 합으로, 생활통행이란 출발지(읍면동) 통행 중 총 통행발생량의 1% 이상을 차지하는 목적지(읍면동)까지의 통행으로 규정

* 직간접비용: 직접비용(유류비, 세금 등), 간접비용(시간가치, 원/시간)

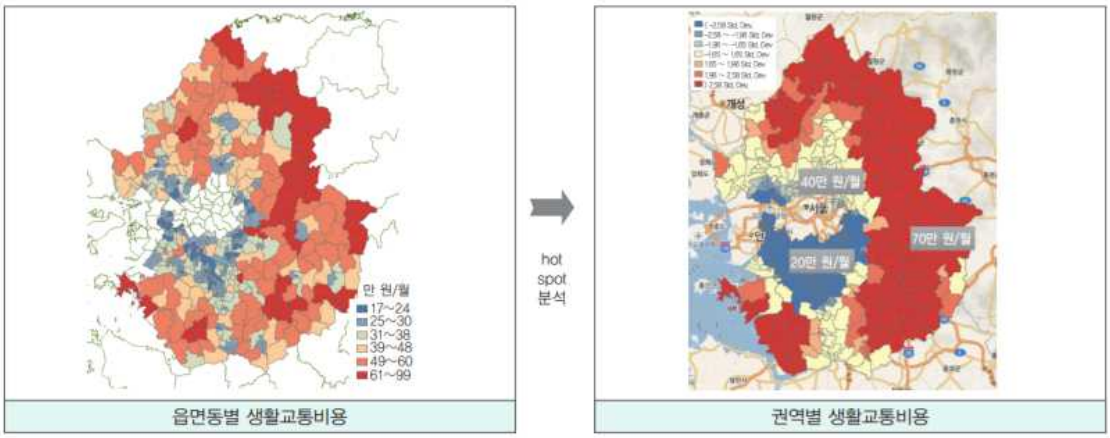
- (배경) 삶의 질 개선을 위해서는 일상적 통행에 대한 불편함을 줄이려는 노력이 필요하며 이동에 있어서도 대도시간 통행보다는 거주지에서 주변 읍·면·동 간 통행에 관심을 가질 필요가 있음
- 기존 설문조사 방식의 교통비용 추정방법은 사례지역만을 대표하는 것으로, 일률적인 기준을 적용하여 다수지역의 차이를 파악하는 데 한계가 있으므로 모바일 빅데이터*, 웹 크롤링* 등 빅데이터 기술로 기존 설문조사 방식의 교통비용 추정방법을 개선하면 저비용으로 동일 기준의 전국 읍면동단위 생활교통비용 추정 및 비교 가능

* 모바일 빅데이터: 모바일 빅데이터로 읍면동 간 기종점 통행량(O/D) 자료를 구축해 생활통행 패턴 파악

* 웹 크롤링: 포털사이트의 길찾기 기능을 프로그램화해 출발지-도착지 간의 거리, 시간, 유류비 등을 파악

○ 지역별(경기도 읍면동별) 생활교통비용 차이

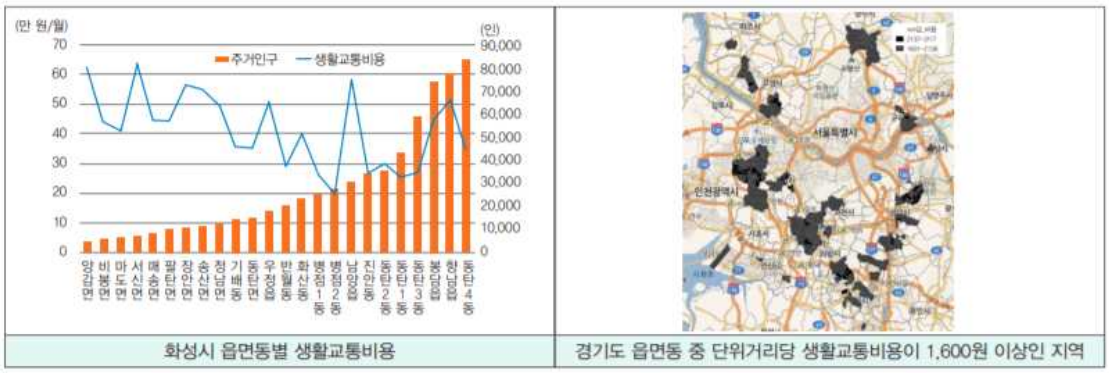
- 서울인접 경기 남부권역의 생활교통비용은 월 20만 원인 반면, 서울인접 경기 북부권역과 경기 남부권역은 그 두 배인 월 40만 원, 경기 외곽권역은 3.5배 높은 70만 원 정도로 나타남



[그림 2-96] 경기도 읍면동별 생활교통비용 분포

- 경기도 동일 시군구 내에서 읍면동별 생활교통비용 차이가 큰 시는 화성시였고 단위거리당(km) 이동에 지불하는 생활교통비용이 높은 지역은 구리, 부천 등 서울인근 지역으로 나타남
- 경기도 단위거리(km) 이동에 필요한 생활교통비용은 동지역이 1,600원으로 읍면지역 830원의 약 두 배인 것으로 나타남

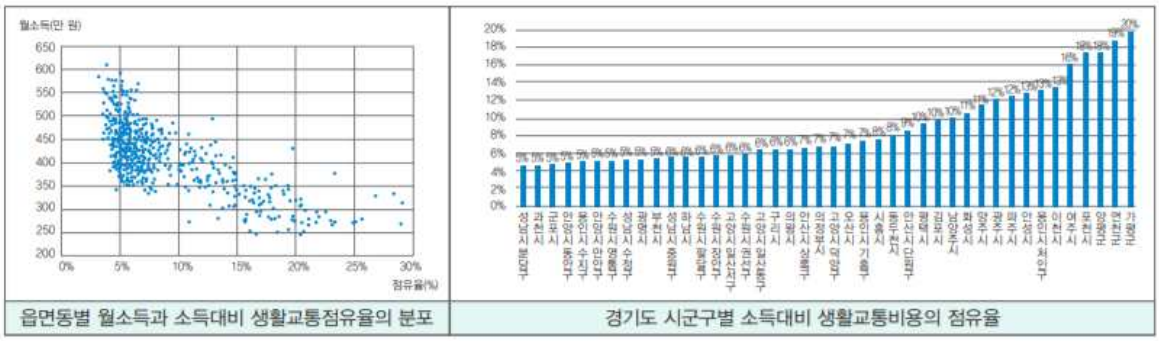
136) 국토정책 Brief, 국토연구원, 2019.01.21



[그림 2-97] 화성시·서울 주변지역 생활교통비용

○ 소득수준별 생활교통비용 차이

- 경기도 월소득에서 생활교통비용이 차지하는 비율은 약 9%로 나타났고 소득수준이 높을수록 소득수준에서 생활교통비용의 점유율이 낮은 것으로 나타남
- 소득대비 생활교통비용의 점유율을 살펴본 결과, 수도권 1기 신도시인 분당구(4.6%), 군포·안양 동안구(4.9%), 용인 수지구(5.2%) 등에 비해 2기 신도시인 남양주·화성·광주 등은 10%로 높게 나타남



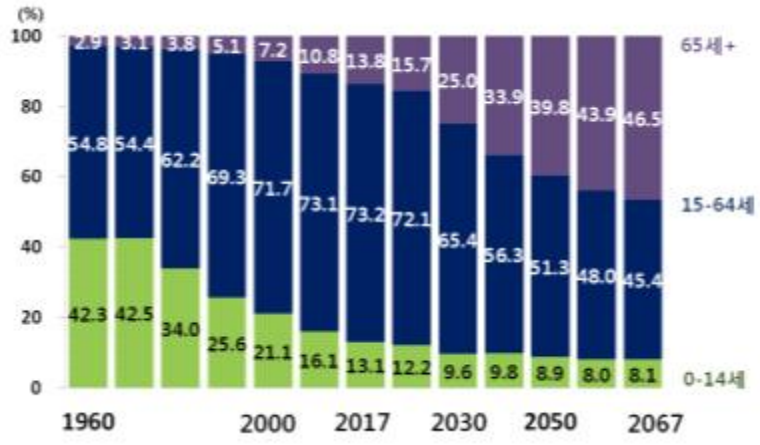
[그림 2-98] 소득대비 생활교통비용 점유율

➔ 지역별(경기도 읍·면·동별) 생활교통비용의 차이는 서울인접 경기 남부권 〈 서울인접 경기 북부권&경기 남부권 〈 경기 외곽권 순으로 높게 나타나며, 경기도 동지역이 읍·면지역에 비해 2배정도 높은 것으로 나타남

➔ 소득수준별 생활교통비용의 차이는 소득이 높을수록 생활교통비용의 점유율은 낮은 것으로 나타남

□ 연령별 인구 구성 변화율

○ 2017년과 2067년의 연령별 인구 구성비를 보면, 15~64세 생산연령인구 비중은 감소(73.2%→45.4%), 65세 이상 고령인구 비중은 증가(13.8%→46.5%), 0~14세 유소년인구 비중은 감소(13.1%→8.1%)할 전망[137)]



[출처] 「장래인구특별추계: 2017~2067년」 中 중위추계 결과, 통계청, 2019

[그림 2-99] 연령대별 인구 구성비

➔ 점차 우리나라 인구의 고령인구가 급증할 것으로 예측됨에 따라 교통약자를 위한 모빌리티 수단/서비스 개발/도입 필요

□ 대중교통 이용자 특성[138)]

○ 성별/연령대/개인소득/운전면허 보유여부에 따른 이용자 특성

- (성별) 여성이 전체 대중교통 이용자의 55.5%로 남성에 비해 높은 비율 차지
- (연령대) 20대가 27.8%로 가장 높은 비율을 차지하며, 30대 18.4%, 40대 16.7%, 10대 15.7% 순으로 높게 나타남
- (개인소득) 대중교통 이용자의 월 평균 개인소득은 월 100만원 미만 비율이 27.5%로 가장 높았으며, 월 100~200만원 미만 21.8%, 월 200~300만원 미만 18.6% 순으로 나타나며, 소득이 높아질수록 차지하는 비율이 낮아지는 경향을 나타냄
- (운전면허 보유여부) 운전면허를 보유하면서 현재 운전을 한다는 비율이 35.8%로 나타남

137) 장래인구특별추계: 2017~2067년, 통계청, 2019
138) 2018년 대중교통 현황조사, 한국교통안전공단, 2018.12

[표 2-33] 대중교통 이용자 특성

구분		비율(%)	구분		비율(%)
성별	남	44.5	개인 소득	월 100만원 미만	27.5
	여	55.5		월 100~200만원 미만	21.8
연령대	10대	15.7		월 200~300만원 미만	18.6
	20대	27.8		월 300~400만원 미만	12.1
	30대	18.4		월 400~500만원 미만	7.8
	40대	16.7		월 500~600만원 미만	4.5
	50대	14.1		월 600~700만원 미만	2.0
	60대 이상	7.4		월 700만원 이상	2.6
운전면허 보유	운전면허 없음	38.3		무응답	3.1
	운전면허 보유/ 운전 안함	25.9			
	운전면허 보유/ 운전함	35.8			

○ 전국의 대중교통 이용자의 이용 실태(이용횟수, 주 이용 교통수단, 자가용 보유 여부 및 대중교통을 이용하는 이유, 통행목적, 정보제공시스템 이용 여부)

- (이용횟수) 1주일간 대중교통 이용횟수는 평균 9.67회(시내버스 4.12회, 복합수단 3.06회, 지하철 2.49회)로 나타났으며, 한달 평균 대중교통에 지출하는 비용은 55,659원으로 조사됨
- (주 이용 교통수단) 시내버스 57.4%, 지하철 42.7%로 시내버스 이용자가 많음
- (자가용 보유 여부 및 대중교통을 이용하는 이유) 대중교통 이용자 중 자가용을 보유하고 있는 이용자는 43.9%로, 이중 대중교통을 이용하는 이유로 '자가용 이용 대비 교통비 절약'은 전체 37.3%로 가장 높은 비율을 차지하며, '목적지의 주차가 불편'은 19.3%로 그 뒤를 이음

[표 2-34] 대중교통 이용실태

구분			평균	구분		비율(%)
1주간 대중교통 이용횟수(회)	버스만 이용		4.12	통행 목적	계	100.0
	지하철만 이용		2.49		출퇴근	27.3
	복합수단 이용		3.06		등하교	20.0
	총 이용횟수		9.67		업무	14.8
한달 평균 대중교통비용(원)			55,659		쇼핑	16.5
구분			비율(%)		여가	15.4
주이용 교통수단	버스		57.3		학원	3.7
	지하철		42.7		기타	2.3
자가용 보유	자가용 보유		43.9	주이용 시간대	계	100.0
	대중교통이용이유	운전 비선호	9.3		05~07시	4.0
		목적지 주차 불편	19.3		07~09시	27.0
		목적지 비싼 주차비	4.5		09~12시	12.6
		자가용 이용대비 교통비 절약	37.3		12~15시	8.4
		자가용 이용대비 시간절약	13.0		15~18시	10.2
		차내 시간활용 가능	5.5		18~20시	23.0
		환경 친화	1.5		20~22시	11.3
		건강 도움	4.5		22~01시	3.7
		제한적 이용	4.7	교통카드 사용	이용	95.0
		기타	0.3		미이용	5.0
	자가용 미보유		56.1			

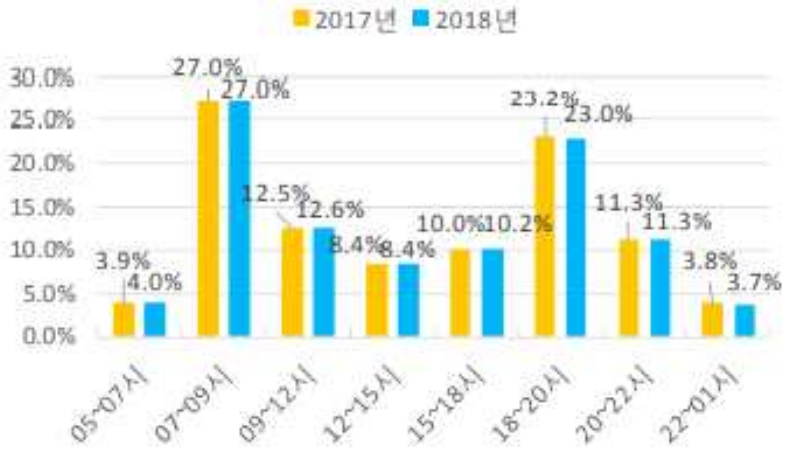
- (통행목적) 코로나 발생 전인 2018년 기준 대중교통 통행 목적은 출퇴근이 27.3%로 가장 높게 나타났으며, 등하교 20.0%, 쇼핑 18.5% 순으로 이어짐



[그림 2-100] 대중교통 이용 통행목적

- (주 이용 시간대) 오전 첨두시간인 07~09시가 27.0%, 오후 첨두시간인 18~20시가 23.0%로 높은 비율을 차지

* 첨두시간: 하루 중 가장 교통량이 많은 시간



[그림 2-101] 대중교통 주 이용 시간대

- (정보제공 시스템 이용) 대중교통 이용자 중 정보제공시스템을 이용하는 비율은 94.5%로 대다수가 이용하고 있으며, 이중 '(정류장/역) 실시간 도착안내시스템'을 이용하는 비율이 81.4%로 가장 높으며, 컴퓨터/스마트폰 교통정보를 이용하는 비율은 66.3%로 그 뒤를 이음. 정보제공시스템을 이용하지 않은 사람들은 정보를 이미 알고 있어 이용할 필요가 없다는 비율이 49.1%, 해당시설이 존재하지 않아서 이용을 못하는 비율이 29.0%로 나타남

[표 2-35] 정보제공 이용실태

구분		비율(%)	구분		비율(%)
이용하는 정보 시스템 종류	이용	94.5	정보제공 시스템 미이용 이유	미이용	5.5
	(정류장/역) 실시간 도착안내시스템	81.4		해당시설 존재하지 않음	29.0
	(차내/역내/정류장) 종이 노선도 및 시간표	38.8		이용이 어려움	7.3
	120 콜센터	4.5		이미 노선정보를 알고있음	49.1
	컴퓨터/스마트폰 교통정보	66.3		정보가 정확하지 않음	8.5
	기타	0.1		기타	6.1

○ 대중교통 접근통행실태

- 최초 대중교통을 이용하기까지 접근하는데 소요되는 시간은 평균 8.19분으로 분석되었으며, 이중 도보비율이 93.5%로 압도적으로 높게 나타나며, 승용차 3.9%, 자전거 1.5%, 택시 0.8% 순으로 나타남

[표 2-36] 대중교통 접근통행실태

구분		비율(%)	평균 접근시간(분)	표준편차(분)
접근 수단	계	100.0	8.19	5.65
	도보	93.5	8.19	5.65
	승용차	3.9	8.23	5.83
	자전거	1.5	8.23	5.28
	택시	0.8	8.10	5.59
	기타	0.3	8.05	5.41

➔ 위와 같은 대중교통 이용자 관련 특성을 분석한 데이터를 고려하여 향후 새로운 미래교통수단 도입시 효율적으로 대중교통을 대체/보완할 수 있도록 전략 개발 필요

□ (1인가구의) 교통부문 가구소비지출액[139)]

○ 지출 항목별 월평균 가구소비지출액 현황

- 교통부문에 있어 1인가구는 전체가구 소비지출액 대비 42.2%의 소비지출을 차지하는 것으로 나타남

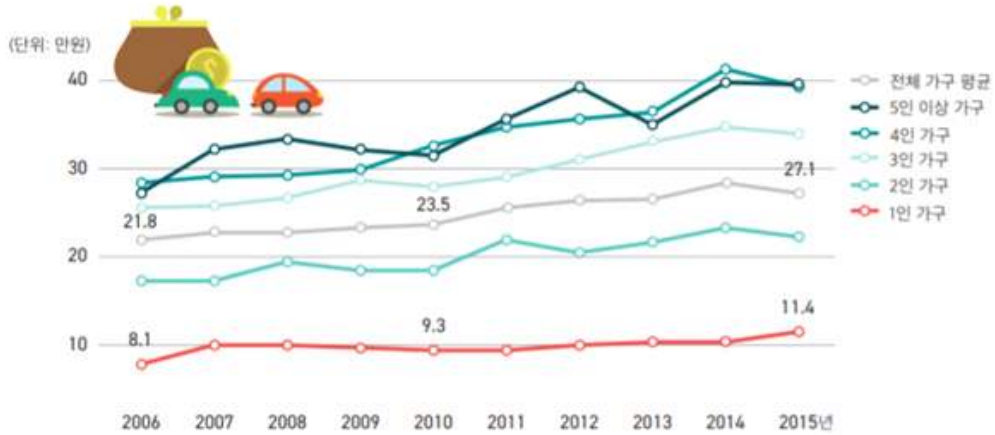


주) 월평균 가계수지(전국 1인 이상)
[출처] 가계동향조사, 통계청, 2015

[그림 2-102] 항목별 월평균 가구소비지출액

○ 교통부문 월평균 가구소비지출액 추이

- 2015년 기준으로 모든 가구가 전년대비 교통부문 월평균 가구소비지출액이 감소하였으나, 1인가구는 12.3% 증가하는 것으로 나타남



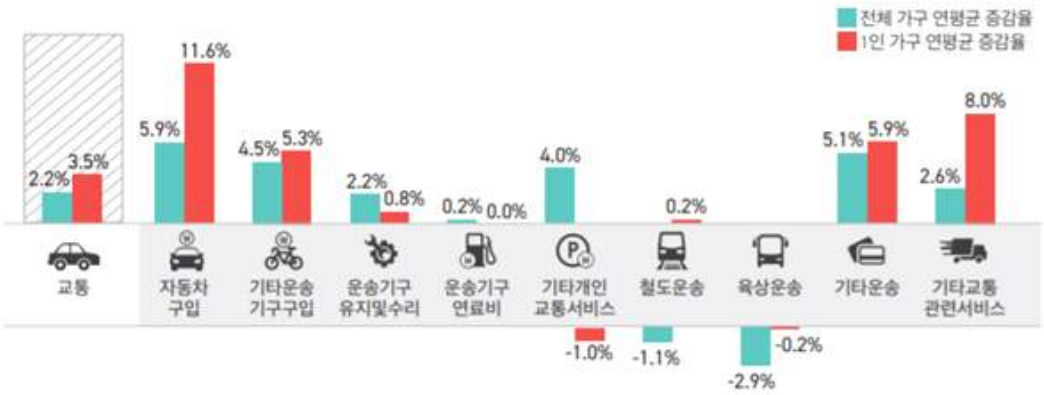
주) 가구원수별 월평균 가계수지
[출처] 가계동향조사, 통계청, 각년도

[그림 2-103] 가구원수별 교통부문 월평균 가계소비지출 추이

139) 통계로 본 교통; 2017 교통 주요 이슈에 관한 인사이트, 국가교통DB, 2017

ㅇ 교통부문 항목별 가구소비지출액 연평균 증감율(2006~2015년)

- 최근 10년간 교통부문 항목별 가구소비지출액 연평균 증감율은 전체 가구 2.2%, 1인가구 3.5%로 1인가구 증감율이 1.3%p 높게 나타났으며, 그 중 자동차 구입과 기타 교통관련 서비스 부문에서 전체 가구에 비해 1인가구가 뚜렷하게 높은 증감율을 나타냄
- 결국 최근 10년간 1인가구의 증가와 함께 1인가구의 자동차구입, 택배 등의 운송서비스의 소비지출이 크게 증가한 것을 알 수 있음



[그림 2-104] 교통부문 가구소비지출액 연평균 증감율(2006~2015년)



[그림 2-105] 1인가구와 2인이상 가구 1인당 소비지출액 비교

주1) 배수 = 1인가구/2인이상 가구 1인당 소비지출액
주2) 2인이상 가구 1인당 소비지출액 + 2인이상 가구 소비지출액/2인이상 가구 평균 가구원수
주3) *기타 운송기구: 오토바이, 자전거 등 승용차 이외에 사람의 이동 및 화물운송 등에 필요한 기구
*기타개인교통서비스: 운전교습비, 주차비, 통행료 등 운송기구에 의해 지출되는 것
*기타운송: 항공, 여객선 및 혼합교통 이용에 따른 서비스 비용을 뜻하며, 교통카드 이용도 해당됨
*철도, 육상운송: 기차, 지하철, 시내버스, 시외버스, 택시 이용에 따른 서비스 이용
*기타 교통관련 서비스: 여객 이외에 기타 화물 등 관련 서비스로 화물운송 및 보관을 위해 이용하는 이사, 일반화물, 택배, 이륜차를 이용한 빠른 운송서비스 등의 운송 및 보관 서비스

➔ 1인가구의 자동차구입 소비지출액의 증가는 결국 승용차 이용률 증가로 이어지므로, 1인가구의 대중교통 이용을 장려하고 승용차구입 소비지출을 조절할 수 있는 정책적 대안 마련 필요

➔ 승용차 구입을 망설이는 1인가구를 대상으로 카셰어링 등의 모빌리티 서비스 이용을 유도할 수 있는 전략적 접근 필요

➔ 이사, 택배 등의 운송 및 보관서비스 소비지출이 증가하고 있으므로 1인가구를 대상으로 한 맞춤형 운송서비스 제공도 고려 필요

□ 교통체증 증가율(교통혼잡비용*)[140]

* 교통혼잡비용: 교통수요의 증가에 따른 사회적 비용으로, 차량운행비용과 시간가치비용의 합으로 이루어짐. 차량운행비용은 고정비(인건비, 감가상각비, 보험료, 제세공과금 등)와 변동비(연료소모비, 유지정비비, 엔진오일비 등)를 포함하며 시간가치비용은 수단별(승용차, 버스), 목적별(업무, 비업무) 재차인원의 시간가치비용을 적용하여 측정됨

○ 교통혼잡비용은 매년 지속적으로 증가하고 있으며, 그 규모면에서 2017년 GDP의 3.4%에 달할 정도로 국가 경제활동에 큰 영향을 미치므로 교통혼잡을 완화하기 위한 지속적인 노력이 필요함

- 2017년도 각 도로등급별 교통혼잡비용을 살펴보면, 전국 지역간 도로는 총 16.3조원(27.4%), 전국 도시부 도로는 22.4조원(37.5%), 전국 시군도로는 20.9조원(35.1%)으로 나타남

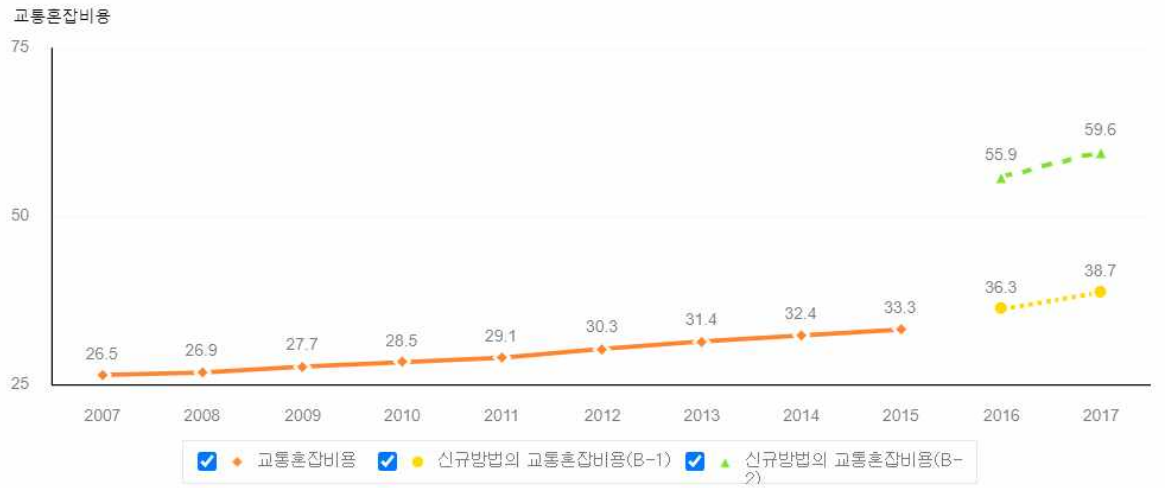
  * 지역간 도로의 교통혼잡비용은 전년대비 6.0% 증가

  * 전국 도시부 도로의 교통혼잡비용은 전년대비 7.2% 증가

  * 전국 시군도로의 교통혼잡비용은 전년대비 6.8% 증가

[참고] 교통혼잡비용 산정방식의 변화(2016년 이후)

- 2012년 이전에는 전국 도로 연장의 약 50% 수준에서 교통혼잡비용이 추정되었으나 2016년부터는 민간 내비게이션으로부터 수집되는 포인트 기반 경로 데이터를 이용하여 전국 도로 연장의 약 95% 수준까지 교통혼잡비용을 추정하였기 때문에 큰 폭의 총 교통혼잡비용 증가분이 발생함
- 2016년부터는 전국 모든 도로에 대한 교통혼잡비용을 추정할 수 있게 됨으로써 국민들이 체감할 수 있는 교통정책 수립 및 교통혼잡개선사업에 활용될 수 있을 것으로 판단됨



주1) 2016년부터는 신규 방법론 및 신규 기초자료를 적용하여 산정함에 따라 통계불연속성 발생
주2) B-1과 B-2의 차이는 2016년부터 신규 산정시 포함하기 시작한 공간적 범위(시군도)의 혼잡비용 포함 여부에 따라 발생
[출처] e-나라지표, 도로교통 혼잡비용(https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1248)

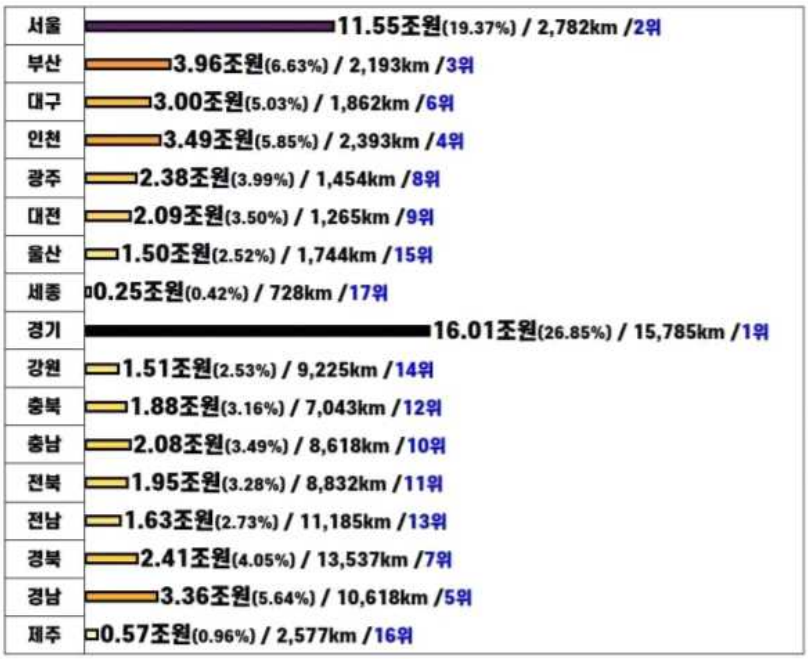
[그림 2-106] 연도별 교통혼잡비용

○ 2017년도 시도별 교통혼잡비용은 8대 특광역시가 28.2조원으로 전년대비 6.9% 증가하였으며, 광역도의 경우 31.4조원으로 전년대비 6.6% 증가

- 시도별 교통혼잡비용을 보면 서울특별시가 11.6조원(전년대비 6.6% 증가)으로 가장 높게 나타났으며, 경기도가 16.0조원(전년대비 6.0% 증가)으로 나타남

140) 국가 교통정책 평가지표 연구사업 제3권 교통혼잡비용(2017), 한국교통연구원, 2019.12.31

- 시도별 교통혼잡비용을 보면 세종특별자치시가 0.25조원(전년대비 13.6% 증가)으로 가장 낮게 나타났으며, 제주특별자치도가 0.57조원(전년대비 11.8% 증가)으로 나타남



[그림 2-107] 시도별 교통혼잡비용 추정결과(2017년)

➔ 교통혼잡을 줄이기 위하여 이용자 맞춤형 교통체계 구축, 첨단 ICT 기술을 접목한 도로이용의 효율성 증진과 지속적인 교통수요관리 정책이 요구됨

(물류)

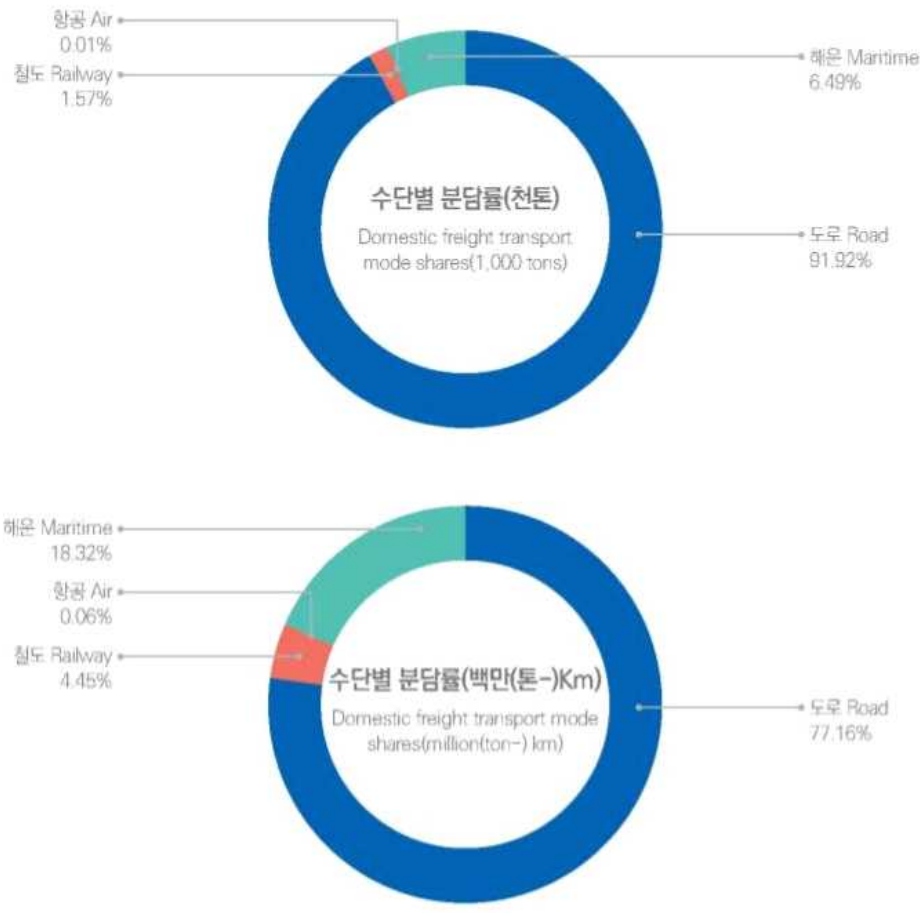
□ 화물 이동수단별 톤-km(도로, 비행기, 철도, 선박)[141)]

ㅇ 2017년 화물 교통수단별 분담률

- 2017년 화물 총 수송량 1,854,011천톤, 전년대비 2.09% 증가
- 2017년 화물 총 수송거리 142,586백만톤km, 전년대비 2.19% 증가
- 수단별 A1 도로 91.92%(↑), 철도 1.57%(↓), 항공 0.01%(-), 해운 6.49%(↓)

[표 2-37] 화물 이동 수단별 운행 량

* ( )는 전년대비 분담률 증감 경향



연도	도로	철도	항공	해운
	전체			
2017(천톤)	1,854,011	31,670	290	130,926
2017(백만톤키로	142,586	8,229	112	33,855

141) 2018 국가교통통계 국내편, 국가교통DB, 2019.12.31

○ 국내 화물 수송량

- 2017년 국내 화물 부문별 수송량은 도로 1,854,011천톤(3.0% 증가), 철도 31,670천톤(2.7% 감소), 항공 290천톤(1.0% 감소), 해운 130,926천톤(8.6% 감소)

  * ( )는 전년대비 증가율



[그림 2-108] 수단별 화물 수송량

○ 국내 화물 수송거리

- 2017년 국내 화물 부문별 수송거리는 도로 142,586백만톤km(5.4% 증가), 철도 8,229백만톤km(2.2% 감소), 항공 112백만톤km(2.3% 감소), 해운 33,855백만톤km(8.6% 감소)

  * ( )는 전년대비 증가율



[그림 2-109] 부문별 국내화물 운송 거리

➔ 화물 수송에 있어 도로 운송의 비중이 가장 높으며 도로운송 수송량은 매년 증가하고 있는 추세
➔ 이로 인해 교통혼잡 및 지연 등의 문제가 발생할 수 있으므로 이를 해결하기 위한 솔루션 필요

□ 택배 물동량 변화

○ 온라인 쇼핑과 택배 물동량의 변화[142)]

- 온라인 쇼핑의 성장 추세는 국내 시장 택배 물동량의 추이로 알 수가 있는데, 최근 10여년 간 연평균 10%의 성장률을 보이고 있으며, 2010년(11억 9,800만 박스) 대비 2019년(27억 8,980만 박스)의 증가율은 133%에 이름. 연간 1인당 택배 이용 건수는 2010년 25박스에서 2019년 54박스로 증가했으며, 2019년 현재 전 국민이 주 1회 정도 택배를 이용함을 나타냄

[표 2-38] 국내시장 택배물동량 추이

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
물동량 (만 박스)	140,598	150,931	162,325	181,596	204,666	231,946	254,278	278,980
전년대비 증가율(%)	8.2	7.3	7.5	11.9	12.7	13.3	9.6	9.72

[출처] 국토교통부 국가물류통합정보센터



주) 1인당 택배 이용량=연간 택배 물동량/추계인구
[출처] 택배 물동량 추이, 한국통합물류협회; 장래인구추계, 통계청, 2019

[그림 2-110] 국내 택배 물동량 및 1인당 연간 택배 이용량(2009~2019)

○ 코로나의 영향[143)]

- 코로나19로 올해 2, 3월 택배 물동량은 전년 동월 대비 각각 32%, 29% 증가하여 지난 7년간 연평균 증가율 10%보다 높음

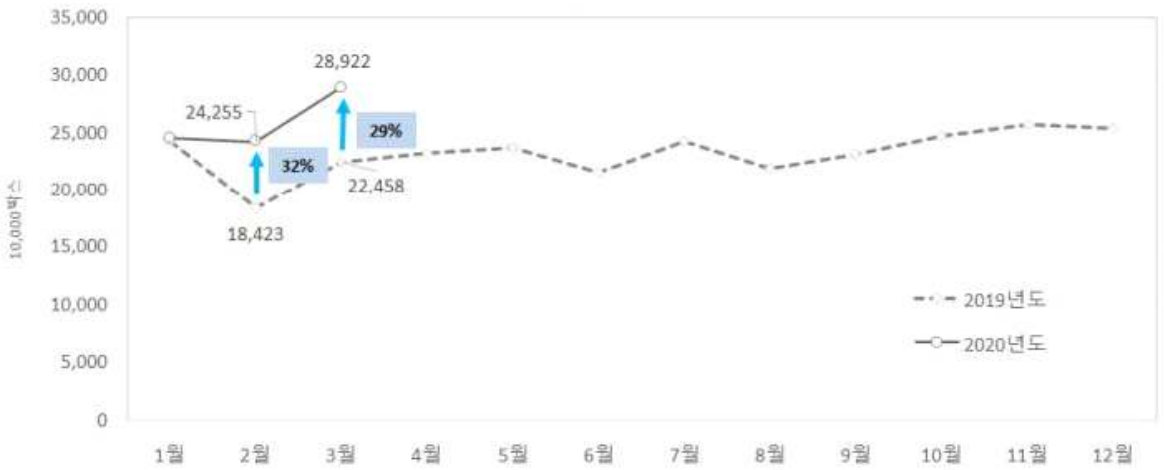
142) 한국의 사회동향 2020, 통계개발원, 2020.12
143) 코로나19 이후 교통정책은 효율성에서 안전성으로, 경기연구원, 2020.05.22

[표 2-39] 월별 국내택배 물동량과 전년 동월 대비 증감률(2019.01~2020.03)

구분	물동량(100만 박스)			전년 동월 대비 물동량 증감률(%)	
	2018	2019	2020	2019	2020
1월	206	243	245	18.0	1.0
2월	187	184	243	-1.5	31.7
3월	210	225	289	6.8	28.8
4월	209	233	-	11.2	-
5월	212	238	-	12.3	-
6월	203	215	-	6.1	-
7월	219	243	-	10.9	-
8월	202	220	-	8.7	-
9월	199	232	-	16.5	-
10월	235	247	-	5.2	-
11월	237	257	-	8.5	-
12월	224	254	-	13.4	-
합계	2,543	2,790	777	9.7	-

[출처] 한국통합물류협회 내부자료

- 코로나19로 인하여 국내 택배물동량은 2월 32%, 3월 29% 증가하였으며, 이는 지난 7년간 연평균 증가율 10%보다 각각 22%, 19% 높은 수준임
- 2020년 2월 택배물동량은 24,255만 박스로 전년 동월 18,423만 박스보다 32% 증가, 3월은 28,922만 박스로 전년 동월 22,458만 박스보다 29% 증가



[출처] 한국통합물류협회 내부자료

[그림 2-111] 국내 월간 택배물량(2019 vs 2020)

➔ 온라인 쇼핑 시장이 급격히 성장함에 따라 택배물동량 또한 급증하고 있고 코로나19로 인해 이러한 추세가 더욱 가속화되었으며 이는 코로나 이후에도 그대로 유지될 것으로 예상

➔ 늘어난 수요에 대응하기 위한 효율적인 화물운송 체계/수단 필요

3-2. 교통부문의 현안 및 이슈

□ 도로교통 혼잡비용 증가

○ 도로교통 **혼잡비용은 지속적으로 증가**, 2018년 67.76조원, **GDP의 3.57%에 달함**

* 연도별 GDP대비 교통혼잡비중(%) : 3.21[2016] → 3.25[2017] → 3.57[2018] vs. 미국 1.57[2017]

* **[시도별 교통혼잡비용**(조원|비중)**]**은 경기(18.4|27%), 서울(13.1|19%), 부산(4.2|6%), 인천(3.9|6%), 대구(3.7|5%) 순으로 수도권이 35.4조원, 특광역시가 14.8조원으로 추정(2018년 기준)[144]

○ 이러한 문제 해결방안으로 **대중교통 중심의 이동이 대두 → 수단분담률은 답보상태**

* 대중교통 수단분담률(%) : 42.2[2008] → 42.8[2016] (출처 : 교통부문수송실적보고(국토교통부, 2017)

- 최근 5년간 서울시 수단분담율의 경우 승용차는 지속적으로 증가하는 반면 대중교통은 소폭 감소하는 것으로 나타나 시민들이 여전히 승용차 이용을 선호하고 있음을 반영하며, 이러한 개인차량 소유 증가로 인해 교통혼잡이 가중되는 실정

* 서울의 수단분담율(%) : **|대중교통| 65.9[2013] → 65.0[2017], |승용차| 22.9[2013] → 24.4[2017]**

* 반면, **홍콩의 대중교통 분담율은 88%(승용차 7%)[2017], 싱가포르의 대중교통 분담율은 44%(승용차 29%)[2017년]**임

* 인구 1000명당 개인차량 보유수: 1위 마드리드 563, 2위 파리 530, 3위 밀라노 518, 4위 시카고 436, 5위 모스크바 341, **6위 서울 308**, 7위 뉴욕 305, 8위 런던 213, **9위 싱가포르 101, 10위 홍콩** 63[145]

* 국내 주요 도시별 수송분담율(2018년, KTDB)

[표 2-40] 주요도시 수송분담률)

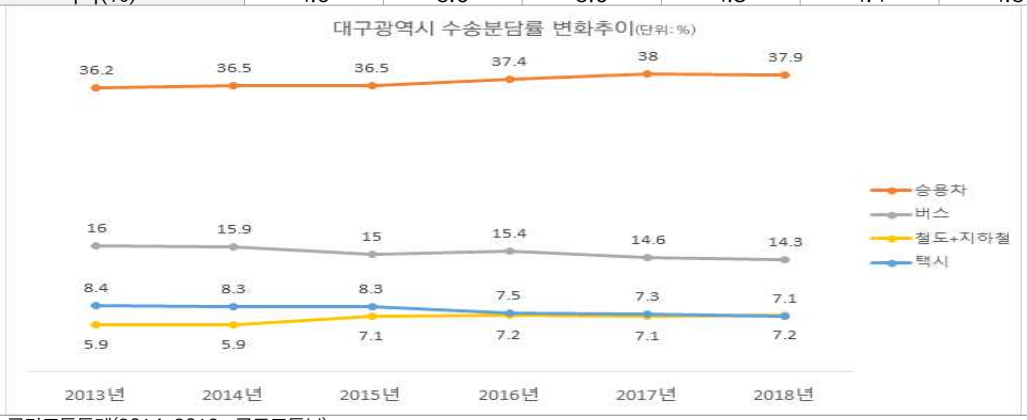
구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종
도보(%)	23.1	27.2	27.1	24.2	25.9	31.1	26.8	42.0
승용차(%)	20.4	31.5	37.9	36.7	45.2	42.2	43.8	43.1
버스(%)	24.2	20.5	14.3	19.3	16.2	14.5	16.8	9.3
철도(Rail/Subway)(%)	22.4	10.5	7.2	10.0	1.4	2.7	0.1	0.1
택시(%)	6.7	7.0	7.1	6.0	9.4	6.3	7.1	3.4
자전거(%)	1.5	1.1	1.9	1.6	1.2	1.7	1.6	0.6
기타(%)	1.6	2.2	4.5	2.1	0.8	1.2	3.8	1.5

[출처] 한국교통연구원 국가교통빅데이터연구본부(www.ktdb.go.kr)

* 대구광역시 지하철 3호선 도입(2015.4 개통) 전후 수송분담률 비교

[표 2-41] 대구시 수송분담률

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
도보(%)	26.1	25.9	25.6	26.2	26.7	27.1
승용차(%)	36.2	36.5	36.5	37.4	38.0	37.9
버스(%)	16.0	15.9	15	15.4	14.6	14.3
철도(Rail/Subway)(%)	5.9	5.9	7.1	7.2	7.1	7.2
택시(%)	8.4	8.3	8.3	7.5	7.3	7.1
자전거(%)	2.5	2.5	2.5	1.9	1.9	1.9
기타(%)	4.9	5.0	5.0	4.3	4.4	4.5



[출처] 국가교통통계(2014~2019, 국토교통부)

144) 2020 교통정책 평가지표 조사사업, 한국교통연구원, 2020

145) Elements of success: Urban transportation systems of 24 global cities, McKinsey&Company, 2018.06

□ 혼잡 구간 증가

○ 승용차 통행량 증가 및 나홀로차량|차량 재차인원 감소로 교통 체증·혼잡 구간 증가

- **대도시권 교통혼잡의 주요 원인은 대도시권 승용차 통행량 증가, 특히 나홀로차량을 비롯한 차량재차인원의 감소가 주요 요인으로 판단됨**[146]

  * **[전국통행량**(천통행)**]** 78,868(2010) → 87,051(2016) | **[통행량 증가율**(2016)**]** 10.4%(전체), 20.5%(승용차)
  * **[재차 인원]** 1.32 (2010) → 1.22(2016) | **[나홀로차량(%)]** 78.9 (2010) → 82.5(2016)

○ 도심지 주차공간 부족 및 불법주차로 인한 도시배회, 교통흐름 상습저해 등 비효율 심각

- **주차를 위해 배회·대기하는 차량으로 인한 상습적인 정체 및 주차공간 확보에 실패한 운전자가 불법 주정차를 함으로써 발생하는 사회경제적 비용은 서울에서만 연간 4조 8,970억원에 달하는 것으로 추산(삼성교통안전문화연구소, 2016)**[147]

  * [도로부문 교통문제(설문, 빅데이터)][148] 도로정체|주요간선 및 도심지(25%), 혼잡|주요간선 및 도심지(19%), 주차|도심지(19%)순

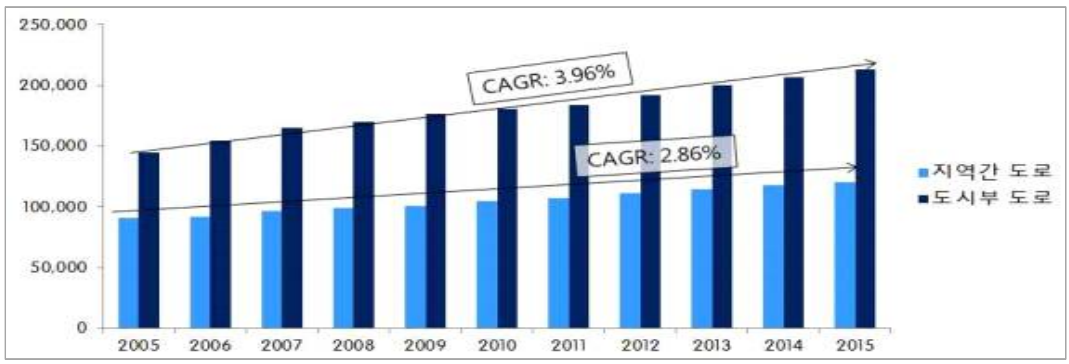
○ 이러한 대부분 환경|이동 불편문제 증가는 **대도시권 중심의 교통 체증·혼잡문제**에 기인

  * **[시도별 교통혼잡비용**(조원|비중)**]**은 경기(18.4|27%), 서울(13.1|19%), 부산(4.2|6%), 인천(3.9|6%), 대구(3.7|5%) 순으로 수도권이 35.4조원, 특광역시가 14.8조원으로 추정(2018년 기준)[149]
  * **[온실가스 배출량 증감률**(2010년 대비 2018년)**]** : 전국(16.8%) | 서울(-12.9%), 경기(21.8%), 인천(14.93%), 부산(0.45%), 대구(12.87%)

- 7대 특·광역시를 기준으로 서울, 부산, 대구, 인천은 지속적으로 혼잡구간이 증가하고 있으며, 특히 서울시의 혼잡구간비율 증가율이 상대적으로 높은 것으로 나타남

  * 연도별 혼잡구간비율의 변화('14년→'16년): (서울)19.47%→22.78%, (부산)8.96%→10.36%, (대구)9.34%→10.36%, (인천)8.96%→10.36%

- 도시부 교통혼잡비용의 연평균 증가율(3.96%)이 지역 간 도로(2.86%)보다 높으므로 대도시권의 교통혼잡을 해소하기 위한 대책이 요구됨[150]



[그림 2-112] 도시부 도로 및 지역간 도로의 교통혼잡비용 증가 추이

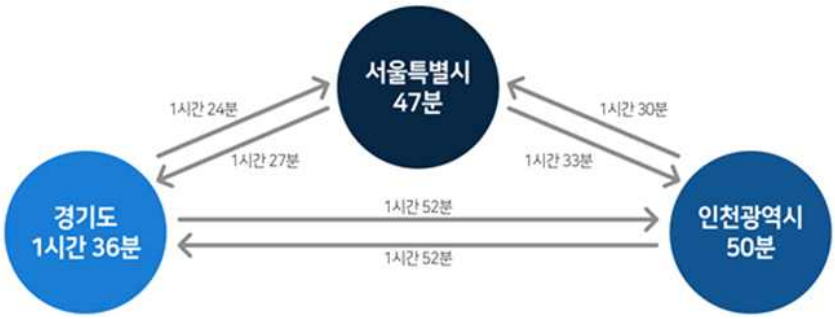
146) 미래 교통수요 변화 대응 교통 SOC 추진전략 수립, 한국교통연구원, 2019.08
147) 서울시 주차문제 해결을 위한 주차장 이용 효율 향상 방안 연구 -빅데이터 분석을 통한 주차 수요 분산 가능성 검증을 중심으로-, 서울디지털재단, 2020.08
148) 이용자 관점의 수도권 교통문제 유형분석 -빅데이터 분석을 통한 사례 중심으로-, KOTI, 2019
149) 2020 교통정책 평가지표 조사사업, 한국교통연구원, 2020
150) ICT 기반 도시 교통문제 대응방안, ETRI, 2018

○ 대도시 광역거점간 출퇴근 시간이 지속적으로 증가하여 신도시 교통환경에 불편함 가중

- 수도권 지역내 출퇴근시간 교통밀집으로 인한 교통혼잡으로 통근시간이 증가하고 있어 개인의 삶의 만족도 저하 및 사회적 비용 증가가 심각한 실정

  * '20년 수도권 대중교통 이용 출근시간은 '19년 평균보다 6분 증가한 **평균 1시간 27분**, 지역내 평균 출근시간은 **서울 47분, 인천 50분, 경기 1시간 36분**, 지역간 평균 출근시간은 **인천→서울 1시간 30분, 경기→서울 1시간 24분**이 소요되는 것으로 나타남[151)]

  * [참고] OECD 평균출퇴근시간 : 28분



[그림 2-113] 수도권 출근시간 지역 간 평균 이동시간

[참고] 광역도로 운영체계 개선 현황 (참고 : 제3차 대도시권 광역교통 시행계획(2017-2020)
·[운영효율화] 광역도로 폭원일관성 유지, 환승시설 확대, 도로시설 개량, 버스전용차로 단속 등
·[운영체계 개선] 광역버스 노선 확충, 정류장 확대, 광역버스 내 와이파이 제공 등 서비스 개선, 수단간 연계 및 환승 강화를 위한 요금체계 개선, 바이모달트램 등 고용량 좌석버스 도입, 통근버스 운영 등
·[수요관리 방안] 승용차 이용억제를 위한 대체수단 제공, 맞춤형 교통수요 관리(교통유발 부담금, 공유교통활성화 등), 요일제

○ **Peak 시간대(전체 통행의 30%가 집중)의 대중교통 차내 혼잡|쾌적성 문제 → 대중교통 유인력**을 떨어뜨리는 원인

  * 서울광역버스 일평균 혼잡율 65%, 출근시간은 106%, 직장인 48.5%는 대중교통 출퇴근 스트레스로 퇴사 고려 경험[152)]
  * (예) 수도권광역버스(5003) 일평균 혼잡율 65%, 오전 peak시간대에는 100~109%로 약 1.6배 더 혼잡

○ **Off-Peak 시간대의** 일정수준 서비스 수준 유지를 위한 과도한 차량운행으로 온실가스배출, 운행손실(불필요한 교통량), 수송효율 저하 등 **비효율 초래**

- Off-peak 시간대에는 이용자가 많지 않음에도 불구하고 일정수준 서비스 유지를 위해 차량대수 확보 및 운전자 고용 등으로 인한 운영적자에 따라 지자체 보조금이 계속 증가

  * [도심 버스운영적자] 2020년 서울시내버스 운영적자는 6,800억원에 이를 것으로 추산[153)] (연평균 2,500~3,000억원 수준)

○ 수도권 내 현재 **대중교통 운행의 접근성 및 효율성은 승용차보다 낮은 수준**

  * 수도권내 교육시설, 의료시설, 판매시설, 교통시설 등 서비스 시설에 대한 대중교통(보행포함) 접근시간은 24.6분, 승용차 접근시간은 14.4분으로 대중교통이 승용차의 1.7배 소요(2016년 국가 교통 DB 참고)

  [세종시 예]

  * 대중교통 이용율 : 21.3%[2018] → 17%[2019]으로 감소
  * 시내버스 이용자의 만족도는 36.3%로 저조한 수준인 것으로 나타났으며 불만족 사유는 배차간격이 길어서가 절대

151) https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4431347
152) https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20201110/103881697/1
153) http://www.laborplus.co.kr/news/articleView.html?idxno=25757

비중(76.1%) 차지하였으며 다음으로 정류소까지 거리가 멀어서(7.3%)인 것으로 나타남

* 대중교통 운영 실태 : 노선수는 2020년 현재 61개, 평균배차간격이 길며, 버스노선이 수요를 찾아 우회, 굴곡되어 교통존간 평균 굴곡도가 127%에 이름

○ 한정된 도로공간 한계 극복을 위한 **도로인프라 확장 및 연장은 교통문제 해결의 실효성 측면에서 한계**

(트래픽 증가 + 혼잡완화 효과 낮음)

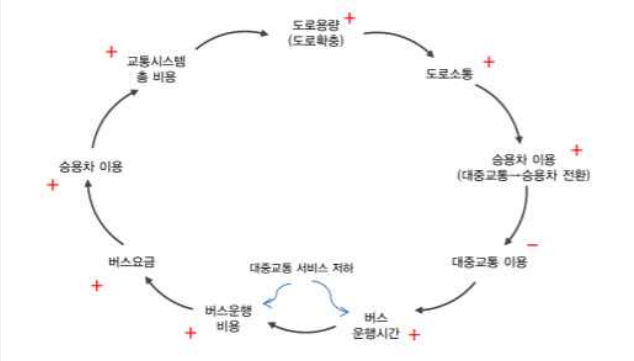
- 도로인프라 확장에 의한 교통혼잡도 개선효과는 낮은 것으로 나타나고 있으며, 오히려 교통량이 늘어나 교통혼잡을 악화시키는 형태를 보임

* 전국의 도로연장은 2019년 12월 기준 111,300km로 전년대비 600km(0.5%) 늘어났으며, 하루 평균 교통량은 15,348대로 전년 14,964대 보다 2.6% 증가, 도로 연장과 교통량은 꾸준한 증가 추세를 보이고 있으며, 2010년과 비교 시 연장은 약 6,000km, 교통량은 약 3,000대 늘어나 10년동안 각각 5.4%, 20.5% 증가한 것으로 나타남[154)]

[참고]

브라이스의 역설(Braess paradox): 교통이 혼잡하다고 하여 도로를 추가적으로 건설하는 것이 오히려 교통혼잡을 가중시킬 수 있다. 도로가 늘어나면 차량이 함께 늘어나 도로망의 교통혼잡을 증가시킬 수 있다.[155)]

다운스-톰슨의 역설(Downs-Thomson paradox): 교통이 혼잡하여 도로의 용량을 증가시키면(도로확장, 도로건설), 대중교통 이용이 감소하고 도로 이용이 증가하여 오히려 교통체계의 평균 통행비용을 증가시키는 좋지 않은 현상이 발생한다.



[Downs-Thomson paradox의 도로건설 악순환 구조]

154) https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156387397&call_from=naver_news

155) 대전 2030 그랜드 플랜 수립을 위한 연구(교통부문), 대전발전연구원, 2015

3-3. 교통부문의 주요 현안 종합



[그림 2-114] 교통부문 주요 현황 정리

→ (시사점) 대내외 환경|현황 분석 및 국내 교통부문 이슈 분석을 통해 도심 교통문제 해결을 위한 사용자 편의성 중심의 수요분산형 친환경 대중교통수단 기술개발이 필요함

4. 국내·외 교통부문 정책 및 시장 동향조사

4-1. 국내·외 정책동향

4-1-1. 해외 정책 동향

가. 해외 로드맵 기반

□ (중국) 과학기술 혁신을 통한 교통 강국 건설 가속화에 관한 의견(关于科技创新驱动加快建设交通强国的意见) (2021) [156]

ㅇ (목표) 중국의 교통부와 과학기술부는 산업 혁신 및 신기술과 운송 통합 촉진을 통한 교통 강국 건설의 가속화를 목표로 하는 신형운송수단 연구개발을 목표로 2025·2035년도별 목표를 제시

- (2025년) 교통·운수 기초연구와 응용 기초연구의 강화와 핵심기술의 발전, 선진기술과 교통·운수의 융합을 가속화하여, 교통 강국 건설에 필요한 과학기술혁신시스템 구축
- (2035년) 교통·운수 기초연구와 기존 혁신 역량을 전면 강화하고, 핵심기술을 자체 통제하고, 선진기술과 교통·운수를 전면적으로 융합해 교통 강국 건설 수요에 적합한 과학기술혁신시스템 건설.

ㅇ 향후 중국은 교통 장비의 동력·센서·제어 등 핵심 부품 및 통신 네비게이션 설비와 응급 구조장비 등의 공통 핵심기술과 업종별 특화 핵심기술력을 끌어올리는 데 주력할 계획

- 첨단기술을 통한 신형 교통수단은 초고속 열차, 초고속 상용 항공기 등이 예상됨
- 교통 인프라 스마트화 건설과 건강 보장 기술혁신의 실현, 그리고 인프라의 디지털화와 네트워크화를 추진해 중점 분야 교통 센서 네트워크 전주기 개발

[표 2-42] 중국, 기술혁신형 교통강국 건설 가속화 의견 주요 내용

목표	주요 내용
일반 요구사항	· 지속가능한 기술혁신을 통해 최고 기술 수준의 운송 개발 · 2025년까지 기초 연구 및 응용 기초연구 댈폭 강화 · 2035년까지 과학기술혁신 시스템 구축을 통한 교통강국건설
고품질 운송 기술 공급 강화	· 교통의 종합 이론연구 수행 및 핵심 기술 개발 · 교통인프라의 성능향상 및 용량 확장, 재건을 위한 기술개발 및 모니터링, 네트워킹 촉진 · **초고속 열차, 초고속 항공기 등 신형 모빌리티 연구개발을 수행하고 해저 현수터널의 이론체계 및 핵심기술 개발**
운송산업의 혁신적인 발전 촉진	· 교통인프라 개발을 위한 스마트건설현장의 기술개발촉진 및 BIM 기술의 혁신 적용의 가속화 · **차세대 철도운송, 신에너지 및 지능형 연결차량, 첨단 선박 등에 대한 발전가속화 및 신규장비 개발** · **육지·해상·항공 ·우주의 통합 운송 보안 및 감독 시스템 구축** · **새로운 지능형 운송시스템 및 자율주행 촉진 지능형 운송 등의 적용 가속화**

156) http://www.bus-info.cn/index.php?c=article&id=3901

목표	주요 내용
	· 스마트 물류, 드론 배송의 발전을 촉진하며 자능형 원스톱 여행 서비스기술 및 여객 복합운송시스템 구축 · 산업 기술과 제휴을 촉진하고, 종합 교통 특색 단지 및 주요 플랫폼 구축
신기술 및 교통의 통합개발 촉진	· **차세대 정보 기술과 교통의 통합 개발 촉진을 위해 빅데이터, AI, 블록체인, IoT, 차세대 무선 통신, 위성 통신 등의 기술 심층 통합** · 녹색기술 및 교통의 통합 개발 촉진을 위해 탄소중립기술, 신에너지저장 운송장비, 이산화탄소 포집기술, 안전기술등을 연구함
교통기술혁신 역량 구축 강화	· 관련 인재 양성 및 평가시스템 구축을 가속화 · 지역 혁신을 위해 산업 클러스터 육성
운송 기술혁신의 시스템 및 메커니즘 개선	· 고품질 기술 및 규정시스템 구축을 통한 AI, 자율주행, 드론 관련 법규를 연구하고 추진함 · 과학자들을 위한 기술연구 지원 및 연구 자금 지원
교통기술혁신 조직 및 추진강화	· 과학기술 및 교통 부처간 협력을 통한 과학기술혁신을 촉진 · 관련 정책의 전략, 수립, 이행, 사후분석 등 전 부문의 감독강화

□ (일본) '스마트 모빌리티 사회 구축' 연구개발 및 상용화 계획 수립 (2022.03)[157]

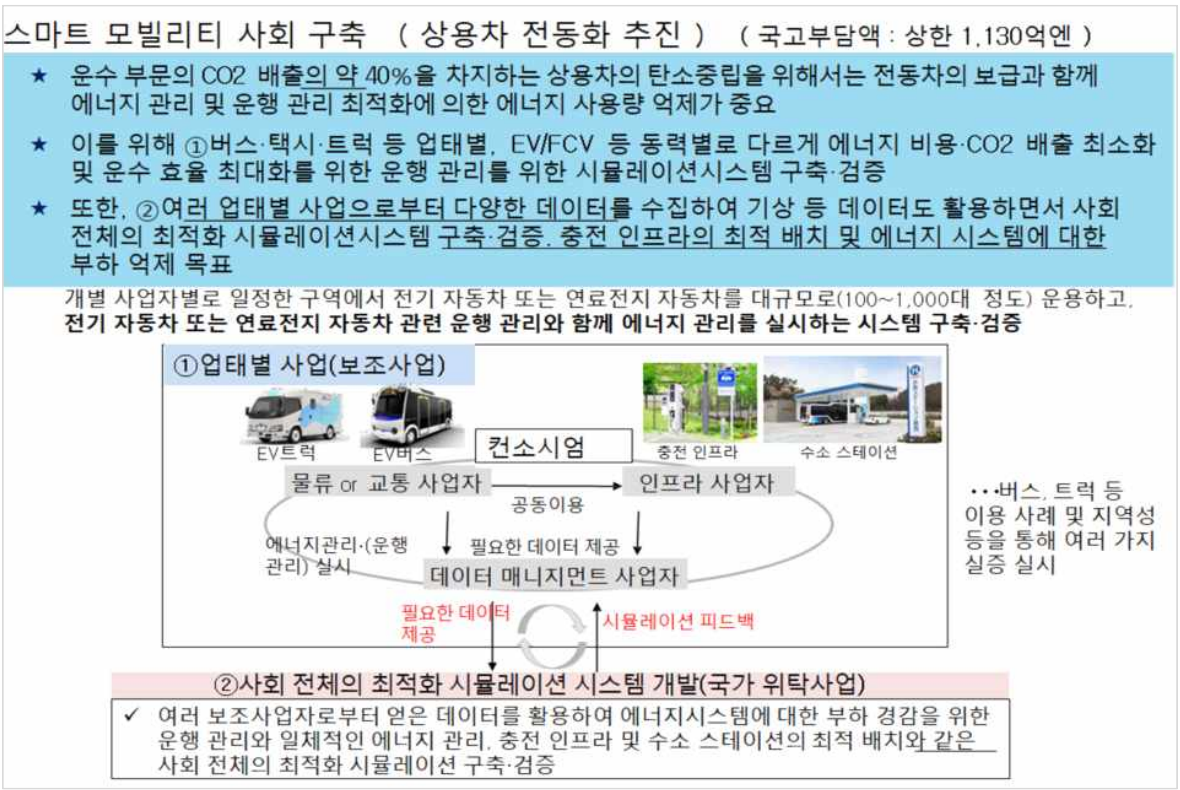
○ (목표) 일본은 스마트 모빌리티 사회를 구축하기 위해 EV, FCV 운행 관리 및 에너지 관리체계를 확립하고, 자율주행의 경우 레벨 3 이상의 운행을 위해 실용성 검증 예정

- 본 프로젝트는 전동차 보급 확대시 사회시스템 비용 최적화와 차량 및 주행 데이터, 에너지 관리, 충전소 및 충전기술 등을 고려한 대규모 전동 상용차 활용에 대한 연구 및 실증을 실시함
  · ① 차량 정보, 운행 정보나 에너지 사용 정보, 기상·도로 등의 정보 등을 바탕으로 충전·충전 인프라의 최적 배치나 에너지 이용·운행 관리·GHG 배출량 저감 등 사회 전체에서의 최적화에 관한 시뮬레이션 시스템의 구축 및 그 운용·이용을 비롯한 사회 구현을 위해 필요한 아키텍처의 기본방향에 관한 연구개발
  · ② 개별 사업자의 상용 이용 전기자동차·연료전지자동차의 대규모 도입을 실현하기 위해 필요한 운행관리·에너지관리 등에 관한 연구개발

○ 일본 경제산업성은 녹색혁신기금을 통해 실시할 예정인 스마트모빌리티 사회 구축의 프로젝트 관련 계획을 수립 및 공표하며 상용차의 대규모 전동화 전환을 위해 필요한 전주기 연구개발

- 일본은 2050년 탄소중립 목표로 2020년 3차 추경예산에 녹색혁신기금 (2조엔) 을 조성하였으며 경영 과제로서 임하는 민관에게 10년간 연구개발 ·실증 ·상용화 지원을 계획
- 적절한 지역을 선택하여 전기차 혹은 수소차에 대한 운행관리 및 일체적 에너지 관리시스템을 구축하고, 이산화탄소 배출량 감축에 대한 정량 목표설정을 필수적으로 진행함
- 스마트 모빌리티 사회구축을 위해 전기차, 수소차 본격 보급이 완료되었을시, 운송 데이터를 통해 기상, 도로, 에너지 정보등을 활용하고 GHG 배출량, 운행루트 등의 최적화 시뮬레이션을 구축함

157) https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220314003/20220314003.html



[그림 2-115] 일본의 스마트 모빌리티 사회 구축 연구개발 및 상용화 계획

□ (European Commission) New EU Urban Mobility Framework roadmap(2021)[158]

○ (목표) 유럽 연합 국가들이 2050년 기후목표를 달성하며 안전하고, 스마트한 도시 교통 시스템을 개발하고자 하며, TEN-T 네트워크를 활성화하여 교통혼잡을 줄이고 접근성을 개선하고자 함

- 특히나 도로 사망자를 방지하고, 장애인 등 교통수단 취약 계층을 위해 도로 환경을 개선하고자 하며 공중 대기보건에 기여하고 그린딜 달성을 목적으로 함
- 도시 모빌리티 데이터에 대한 지속적인 접근 방식을 통해, 도시 모빌리티 정책 및 조치에 대한 모니터링을 수행하고 원활한 커뮤니케이션을 도모함
- 화물, 운송, 여객 수송, 라스트 마일 등 유럽 내 운송 전 부문에 대한 원활한 기능을 발휘할 수 있는 혁신적이고 스마트하며 지속가능한 모빌리티 서비스를 개발함

○ 본 이니셔티브 달성을 위해 지능형 교통시스템에 관한 지침·대체연료인프라 지침 등 EU 법률의 개정을 진행 중

158) https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12916-Sustainable-transport-new-urban-mobility-framework_en

□ (European Commission) ‘Sustainable and Smart Mobility Strategy’ together with an Action Plan (2020) [159]

ㅇ (목표) 유럽 내 운송부문의 녹색화, 디지털화 및 미래 팬데믹 위기 대응을 위해 복원성 강화를 위한 개편을 2030·2035·2050년도별 목표로 다음과 같이 설정하였음

- (2030) △최소 3천만 대의 무배출 차량(zero-emission cars) 운행, △유럽 100개 도시 기후 중립(climate neutral) 달성, △고속철도 교통량 2015년 대비 2배 증대 (2050년까지 3배 증대) △500km 이내 복합운송수단 탄소중립(carbon neutral) 달성, △자율주행(automated mobility)의 대대적 확대, △무배출 해상운송 출시
- (2035년) 무배출 대형 항공기(zero-emission large aircraft) 출시
- (2050년) △대부분 차량, 밴, 버스, 중장비의 무배출 달성, △철도 화물운송 2배 증대, △복합 운송이 가능한 유럽횡단운송네트워크(TEN-T) 완성을 통한 고속 연계성 실현

ㅇ 본 전략은 유럽의 운송 분야의 친환경 및 디지털화 대응을 위한 것으로, 유럽의 운송 분야는 EU GDP의 5%를 차지하며 동시에 온실가스 및 오염배출, 소음, 각종 사고등을 초래하며 특히 EU의 온실가스 전체 배출량의 1/4를 차지하는 문제점이 있어 이를 해결할 수 있는 혁신을 이루고자 함

[표 2-43] Sustainable and Smart Mobility Strategy 10대 핵심조치

10대 핵심조치	전략 실행 방안
무공해 차량과 재생 가능한 저탄소 연료 기반 및 관련 인프라 도입 촉진	· 대형차량의 이산화탄소 사용에 대한 표준 재검토 · 전기차 투자 확대 및 **상업용·버스·대형차량 등의 본격적인 탈탄소화** · 항공 및 해상분야의 탈탄소화 확대 · 2025년까지 수소충전소 500개를 포함한 100백만개의 공공충전소설치
무배출 공항 및 항구 구축	· 지속가능한 형태의 공항, 항구 개발 및 이니셔티브 마련
도시 내·도시간 모빌리티 지속가능성 달성	· 운송부문의 지속 가능하고 스마트한 모빌리티 서비스 제공 · 유럽 내 고품질 운송 네트워크 구성 · EU 전역의 철도 서비스 강화 및 대형 도시간 연결성 강화 · **디지털 솔루션을 통한 공유·협업 모빌리티의 전환 도모**
화물 운송의 녹색화	· 2050년까지 철도 환물운송 2배 확충 (2050년까지) · 내륙 수로 및 단거리 해상 운송의 확대 (2030년까지 25%)
탄소 가격제 및 사용자 인센티브 제공개선	· 오염자 부담원칙을 적용 · 모든 운송수단에 대한 공정하고 효율적인 가격 책정 · 해운분야의 ETS 확대적용 및 항공사 무료 배출 허용치 축소 예정
복합 운송의 연계 및 자동화 실현	· 효율적이고 승객편의를 고려한 스마트 모빌리티로의 전환을 촉진하기 위해 프레임워크 개발 · 스마트 디지털 솔루션과 지능형 교통시스템 (ITS)를 활용한 다중모드 시스템으로의 운송 개발 · 자동화된 이동(CCAM) 서비스를 제공 · **미래형 모빌리티 개발을 통해 녹색 전환의 완성과 이용자들의 편의를 도모하고, 운송의 효율성을 확대함**
혁신 및 데이터, AI 활용 촉진	· **상업용 드론, 자율주행차, 하이퍼루프, 수소항공기, 전기 수상 운송 등 더많은 미래형 모빌리티를 개발**

159) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0789

10대 핵심조치	전략 실행 방안
	· 드론 전략 2.0을 통해 드론 및 무인항공기의 배치를 전폭적으로 지원 · 5G 연결 인프라를 통한 자동화 고도화 실현
단일 시장 강화	· 운송 부문은 지속가능한 디지털 이동성에 대한 기업의 투자를 동반하고, EU 자금 지원 프로그램을 우선순위로 수행함 · 2030년까지 TEN-T 완성 및 투자 확충
모두에게 공정한 모빌리티 구축	· 지방, 시골, 저소득층, 이동이 불편한 사람들 등 모든 사람들이 이동에 방해받지 않고 접근할수 있는 대중교통 연결개발 · 장애인들의 탑승이 쉬운 스마트 모빌리티 개발
운송안전 및 보안강화	· 도로사용자의 사망과 부상을 예방하는 모빌리티 및 인프라 개선 확대 · 2050년까지 사망자 수 0에 수렴

□ European Commission) STRIA : Smart Mobility and Services 로드맵 2019

※ STRIA(Strategic Transport Research and Innovation Agenda)의 Smart Mobility and Services Roadmap 2019를 참고했으며, 이는 EU Commision의 'Transport Research and Innovation Contribution to the Mobility Package'에 포함된 7개의 STRIA 로드맵 중 하나이며, 유럽의 저탄소 교통수단 및 모빌리티를 위한 스마트 모빌리티 혁신을 검토하는 문서[160)]

○ (목표) 유럽의 지속가능하고 스마트한 모빌리티 시스템/서비스의 발전, EU 교통수단 탈탄소화 목표의 성공적인 이행을 위한 연구 및 활동 식별

- (정책목표) 2050년까지 도시 중심부의 기존의 연료공급 차량의 완전한 단계적 폐기 및 2030년까지 도시 배출가스 제로 목표, 깨끗하고 안전하며 저렴한 모빌리티에 대한 Graz 선언* 포함

  * Graz 선언의 핵심목표 : ①청정차량(배출가스 없는 차량 및 탈탄소 연료 옵션)의 도입, ②지속가능한 모빌리티 관리 및 계획, ③건강과 지속가능성 증진을 위한 모빌리티, ④안전하고 포괄적인(inclusive) 모빌리티, ⑤다기능성 및 인프라 확보

○ 본 로드맵은 목표 달성을 위해 미래의 공공/민간 모빌리티 시스템/서비스에 균형있고 공평하게 통합가능한 Innovation Action을 시행하기를 권고하며, 이를 통해 에너지·토지이용·교통시스템에 있어 기술적·사회적·제도적 변화를 포괄적으로 다루는 혁신을 이루고자 함

- 이를 위해서는 유럽 내 공공 행정·정부에 있어 거버넌스, 조달, 규제 혁신이 필요하고, 기술이 있어서는 이용자의 행동변화, 사회혁신, 지속가능한 토지이용, 도시공간의 설계에 대한 보완 필요

○ 본 로드맵은 다음 4가지를 목표로 하는 Innovation Acition의 설계 및 우선순위 지정을 권고함

①지속가능하고 통합된 스마트 모빌리티 시스템 개발

②대중교통 서비스 및 무탄소 에너지시스템과 스마트 모빌리티를 통합하기 위한 효과적인 운영모델 설계

③누구나 접근가능한 공공 디지털 인프라 및 모빌리티 데이터관리 솔루션 구축

④상호운용성 및 섹터 커플링(Sector coupling)*의 구현

* 섹터 커플링(Sector Coupling) : 인프라와 에너지를 통해 발전, 난방, 수송을 연결하는 시스템

160) Smart Mobility and Services Roadmaps 2019, STRIA, 19.09.06

[표 2-44] Smart Mobility and Services에서 제안하는 Innovation Action

1 지속가능하고 통합된 스마트 모빌리티 시스템 개발(도시와 시골을 연결하는 모빌리티 서비스, 친환경 교통수단으로의 전환, 지속가능한 토지이용, 충분한 이동수요, Active/경량 모빌리티 이용 촉진 포함)

·[범위]

- 도시 밀집지역과 인구밀도가 높은 지역/인구가 축소된 지역/농촌 모빌리티 서비스의 지속가능한 연계 필요
- 다양한 모빌리티 서비스와 에너지 시스템의 효과적인 상호운용성, 스마트 조정, 전체적인 시스템 설계, 도시설계, 토지이용 영향, 사용자 접근성, 사회적 수용성, 대규모 구현에 있어 지속가능한 통합 모빌리티 시스템 개발 필요

·[중점과제]

- 도시 및 농촌 환경에서 대중교통의 연결성 및 개별 공공모빌리티를 제공하는 스마트하고 지속가능한 통합 모빌리티 시스템의 우선순위 지정
- Active/경량 모빌리티를 지원하는 거버넌스|규제 프레임워크 식별 및 구현, 이를 통해 보행자|자전거 운전자|마이크로 모빌리티 사용자의 도로 안전 개선
- 스마트 도시, 토지이용, 인프라 설계를 촉진하여 능동적인 모빌리티, 마이크로 모빌리티, 라이드풀링(Ridepooling), 대중교통, 지속가능한 화물서비스에 우선순위 부여
- 에너지 통합, 교통수단 전환, 장기적인 sector-coupling 제공, 충분한 이동수요 충족
- 공공재로서의 스마트 모빌리티 서비스 확장 및 통합을 위해 강력한 거버넌스, 규제, 표준화 프레임워크 제공

·[Innovation Action]

① 도시와 시골의 모빌리티 시스템을 지속적으로 연동시키는 스마트 모빌리티 솔루션

- 새로운 모빌리티 서비스의 개념을 도시 중심지 및 인구밀집지역에서 근린 지역, 축소 지역, 농촌 시스템으로 확장하는 도구 개발

② Active|마이크로|공공 모빌리티 촉진 및 여객|화물 서비스의 통합 촉진을 위한 도시설계 및 토지이용 전략 개발

③ 대규모 시스템 구현을 통한 새로운 거버넌스 개념|툴|기술 정의

- 지역 수준과 모든 교통수단에 걸쳐 모빌리티 시스템|프로세스와 관련된 모든 이해관계자 및 사용자를 고려하여 모빌리티 시스템 통합

④ 행동 변화(behavioural change) 및 사용자 요구에 대한 연구를 통하여 다양성 수용을 위한 교통수단 정책 프레임 구축

- 사회취약계층의 요구에 특별히 초점을 맞춘 운영모델 정의
- 이용자의 수요에 최적의 서비스를 제공하는 모빌리티 서비스 유형 조사

2 대중교통 서비스 및 무탄소 에너지시스템과 스마트 모빌리티를 통합하기 위한 효과적인 운영모델 설계

·[범위]

- 도시, 사용자, 공공|민간 교통수단 관계자, 산업의 효과적인 협업 필요
- 지속가능한 모빌리티 및 교통수단을 공동으로 제공함에 있어 민간 개인 모빌리티 제공자와 효과적으로 협력할 수 있는 새로운 운영모델 필요

·[중점과제]

- 디지털 서비스 및 가상 모빌리티로부터의 에너지 수요를 고려하여 스마트하고 분산된 무탄소 교통에너지 공급 보장
- Active/경량 모빌리티를 지원하는 거버넌스|규제 프레임워크 식별 및 구현, 이를 통해 보행자|자전거 운전자|마이크로 모빌리티 사용자의 도로 안전 개선
- 에너지 통합, 교통수단 전환, 장기적인 sector-coupling 제공, 충분한 이동수요 충족
- 공공재로서의 스마트 모빌리티 서비스 확장 및 통합을 위해 강력한 거버넌스, 규제, 표준화 프레임워크 제공
- 현재 제공되는 교통수단의 기술적 상호운용성과 공유 운영모델에 대한 기능적 프레임워크 식별 및 구현

·[Innovation Action]

① 공공 및 개인 모빌리티 서비스 제공을 지속가능하게 통합하는 효과적인 운영모델 설계 및 개발

- 효과적인 공공규제 허용, 공공|민간 모빌리티 운영자 간의 효율적인 협업, 기술적 상호운용성, 사회적으로 공평|통합적|지속가능한 모빌리티 시스템을 촉진하는 거버넌스 및 운영모델 설계 및 구현
- 전반적인 교통수단 전환 및 통합 지원을 위한 적절한 비즈니스 모델, 공공 재정 솔루션 개발

② 지속가능한 에너지 수송 Nexus(집합체)를 제공하는 통합 멀티모달 솔루션 개발

- 재생에너지 점유율 증가, 지역 에너지자원의 시스템적인 통합, 배출가스 제로 모빌리티의 그리드 통합을 위한 통합 솔루션 촉진
- 디지털|가상 모빌리티 솔루션의 지속가능한 에너지 수요 및 공급에 대한 추가적인 고려|제공

3 누구나 접근가능한 공공 디지털인프라 및 모빌리티 데이터관리 솔루션 구축

·[범위]

- 모든 사용자에게 공공 디지털 인프라에의 공평한 접근성 보장
- 증거 기반의 공공정책 및 유럽 모빌리티 시스템의 지속적인 관리를 위한 실시간 종합 모빌리티 데이터 수집
- 유럽 모빌리티|교통시스템의 환경|사회적|경제적|공간적 성과에 관한 실증적|실시간 데이터를 연구자나 정책입안자에게 제공할 수 있는 대규모 공공 데이터 풀 개발 필요

·[중점과제]

- 어디든 존재하며 누구나 접근가능한 디지털 공공 인프라를 구축하여 사회적으로 널리 쓰이는 디지털 서비스 보장, 공평한 데이터 공유 및 증거기반 공공정책 실현, 민간|공공 교통서비스의 협업서비스 혁신 촉진

·[Innovation Action]

① 체계적이고 동적인 모빌리티 데이터 수집 및 취합을 통해 효과적인 정책 수립 및 구현에 기여

- 일반 대중, 연구자, 정책 입안자, 정부, 산업에 정보제공을 위해 모빌리티와 관련된 데이터 공유 풀에 기여
- 유럽 모빌리티 시스템의 성능에 대한 비교데이터의 전반적인 가용성 및 대중의 접근성 개선을 위해 서로 다른 거버넌스와 경제|사회 이해관계자 간의 역량 강화 및 협력 활동 촉진

② 공정한 디지털 인프라 및 모빌리티 데이터 관리

- 디지털 공공 인프라 구축 및 디지털 인프라에서의 불평등 및 사회적 배제 방지
- 기업-기업, 기업-소비자, 기업-정부 간 데이터 공유 및 서비스 협업을 위한 효과적이고 혁신적인 솔루션 제공

4 상호운용성 및 sector coupling의 구현

·[범위]

- 사용자기기|차량|인프라|에너지시스템|모빌리티데이터의 통신 및 상호운용성을 위한 기술 표준개발 지원, 이러한 표준은 혁신과 기술개발을 방해해서는 안되며 강력한 프라이버시|탈탄소화|부문간 상호운용성을 제공해야 하고, 사용자|정부|산업 간의 긴밀한 협력으로 가장 지능적인 표준을 채택해야 함

·[중점과제]

- Active/경량 모빌리티를 지원하는 거버넌스|규제 프레임워크 식별 및 구현, 이를 통해 보행자|자전거 운전자|마이크로 모빌리티 사용자의 도로 안전 개선
- 스마트 도시, 토지이용, 인프라 설계를 촉진하여 능동적인 모빌리티, 마이크로 모빌리티, 라이드풀링(Ridepooling), 대중교통, 지속가능한 화물서비스에 우선순위 부여
- 에너지 통합, 교통수단 전환, 장기적인 sector-coupling 제공, 충분한 이동수요 충족
- 공공재로서의 스마트 모빌리티 서비스 확장 및 통합을 위해 강력한 거버넌스, 규제, 표준화 프레임워크 제공
- 현재 제공되는 교통수단의 기술적 상호운용성과 공유 운영모델에 대한 기능적 프레임워크 식별 및 구현
- 유연하게 운영되는 물리적인 인프라 구축 지원

·[Innovation Action]

① 여객|화물 서비스에서 공유하는 통합 인프라 및 모빌리티 시스템을 위한 효율적인 솔루션 설계 및 개발

- 여객|화물 운송을 위한 기존 인프라의 유연하고 동시적이며 다중적인 공유사용 솔루션 개발

② Active/경량 모빌리티와 통합 모듈 간 모빌리티 시스템의 일부로서 마이크로 모빌리티 솔루션의 역할 확장

- Active/경량 모빌리티를 위한 스마트 서비스, 새로운 마이크로 차량, 적절한 인프라 통합
- Active/경량 모빌리티를 우선시하고 통합하는 공공 공간사용에 대한 효과적이고 공정한 관리 및 규제 개발

5 자동화된 항공|가상 모빌리티의 검증 및 통합

·[범위]

- (자동화된 모빌리티) 현재 자동차 및 인프라에 대한 높은 비용과 디지털|빅데이터 백엔드 시스템의 에너지 수요에 관한 솔루션 비용 및 에너지 효율
- (항공 모빌리티) 드론 및 저고도 공중 모빌리티 기술의 급속한 확산으로 인해 도시와 교외지역의 모빌리티가 더욱 복잡해질 것, 예를 들어 항공 모빌리티를 이용한 여객 운송 및 주문형 모빌리티 서비스 등이 기술적으로 가능해지며 이에 따른 거버넌스|규제|인프라 혁신 필요
- (가상 모빌리티) 가상 모빌리티 솔루션|서비스(원격 근무, 원격 회의 등)는 사람과 사물의 불필요한 이동을 줄여 충분한 모빌리티와 교통수단을 제공하는데 기여하므로 이러한 서비스의 검증 및 확대 지원 필요

·[중점과제]

- 에너지 통합, 교통수단 전환, 장기적인 sector-coupling 제공, 충분한 이동수요 충족
- 지속가능한 자동화, 항공, 가상 모빌리티 검증 및 통합

·[Innovation Action]

① 지속가능|무탄소|통합 대중교통 시스템에 대한 자동화된 모빌리티 서비스의 잠재적 기여도 테스트 및 검증

- 중요한 모달 이동, 지속가능한 토지이용, 효율적인 에너지수요를 촉진하는 솔루션 제공
- 자동화 use case와 기술 솔루션이 통합된 에너지|교통수단의 변화에 대한 테스트 및 검증
- 연료 대체, modal shift, 라이드풀링(ridepooling), 모델 간 자동화 검증
- 자동화된 모빌리티에 관한 효과적인 규제 전략 및 체계적인 비용편익 분석, 자동화를 위한 지속가능한 use case 정의 및 구현

② 도시 및 농촌 교통시스템과 항공 모빌리티의 실제 통합 및 거버넌스 테스트 및 검증

- 항공 모빌리티 서비스의 지속가능한 통합 및 이행을 위한 airspace, 에너지 공급, 보안, 안전성, 소음, 시각적인 오염, 기술, 인증, 표준에 관한 효과적인 규제 정의
- 기존 항공 교통, 토지이용, 환경, 보안관리 시스템|규정과 항공 모빌리티를 통합하기 위한 거버넌스 및 운영 프레임워크 정의
- 다양한 use case를 제공하는 테스트베드 리빙랩에서의 연구과제는 여객|화물 서비스를 위한 저고도 항공 전기모빌리티 시스템이 지속가능한 교통수단에 긍정적인 기여가 가능한지 여부 및 방법임
- 항공 모빌리티가 도시/교외지역의 육상 교통시스템과 지속가능하게 통합되는 방법, 필요한 인터페이스와 전용 인프라 연구·시험·입증

- 공공의 안전과 수용을 위해 신속한 혁신과 정책 보급이 가능하도록 광범위한 솔루션 제공
- 교통수단으로서의 드론 기반 카풀링 및 대중교통 서비스의 가능성 검증 및 우선순위 선정

③ 가상 모빌리티 검증 및 통합

- 가상 모빌리티 서비스의 잠재적 기여도와 실제 성능 연구 및 검증
- 가상 모빌리티 서비스의 사용이 사용자 수요의 감소 없이 수행되며 그 목적이 대체되지 않음을 검증
- 가상 모빌리티 서비스 및 백엔드 인프라의 에너지 수요, 에너지 효율성, 지속성에 대한 조사 및 검증

나. 프로그램 기반

□ [미국 ITS4US] 이용자들을 위한 모든 교통수단에 걸친 접근성을 지원하기 위한 프로그램으로, 미국 교통부는 모빌리티의 개발을 촉진하기 위해 하기 4개 프로젝트에 약 2,700만 달러를 제공함 (2022)[161)]

[표 2-45] 모빌리티 지원프로그램

프로젝트	내용
가장 취약한 사람들을 위한 건강 커넥터	· 첨단 기술을 사용하여, 이동에 대한 장벽을 해결함 · 모든 소외계층 및 간병인들이 비응급 의료수송시 포괄적인 접근을 가능하게 함
연결된 교통망 (ST-CTN)의 안전한 여행	· 커넥티드 차량, 대중교통 우선순위, 머신러닝 및 예측 분석 등을 포함하는 통합 고급 교통 기술솔루션이 제공됨
교통 데이터 평등 이니셔티브	· 위치, 소득, 장애 등에 관계없이 모든 이용객들에게 공평한 결과를 제공하는 교통 데이터를 수집, 공유, 관리하는 데이터 도구 개발
버팔로 지역의 모빌리티 배포	· 기존의 이동 및 접근문제를 해결하는 고급 기술을 배포하여, 버팔로 지역을 오가는 모빌리티를 개선함 · 커뮤니티 기반의 완전 자율주행 및 주문형 셔틀버스 제공

□ [Horizon2020] Sustainable multi-modal inter-urban transport, regional mobility and spatial planning

ㅇ (개요) Horizon2020 워크프로그램 「11. Smart, green and integrated transport(2018-2020)」 연구 프로젝트 지원사업 중 'LC-MG-1-2-2018: Sustainable multi-modal inter-urban transport, regional mobility and spatial planning'에서는 새로운 형태의 모빌리티 연구를 지원함

ㅇ (당면과제) 대도시권에 대한 접근성을 제고하고 지역 간 멀티모달 교통망·모빌리티를 강화하기 위해 승차공유, 크라우드 배송&배달, CAVs, 플라잉카, MaaS와 같은 새로운 형태의 모빌리티를 도입하여 교통수요를 개혁할 수 있는 '새로운 형태의 모빌리티'의 도입이 필요함

ㅇ (제안연구범위) 아래와 같은 분야에 영향을 미칠 수 있는 새로운 형태의 여객 및 화물 운송 모빌리티를 구현하고 이를 촉진하는 방안 제시

- 도시와 인구밀도가 낮은 곳의 공간 재설계(도농간 개발수준 격차 개선)

161) https://www.transportation.gov/briefing-room/us-department-transportation-selects-four-projects-receive-over-27-million-improve

- (보행자를 포함한) 도시공간의 공유
- 새로운 공공 및 민간 서비스의 보급 패턴
- 인프라에 대한 투자, 집적 교통(collective transport) 및 교통계획

○ (결과) 2018년 상반기에 33개, 하반기에 7개 제안서가 접수되었고 이 중 1개 프로젝트가 최종적으로 채택되어 2019년부터 실행되고 있음[162)]

- (프로젝트명) Holistic Approach for Providing Spatial & Transport Planning Tools and Evidence to Metropolitan and Regional Authorities to Lead a Sustainable Transition to a New Mobility Era
- (연구기간) 2019.06.01.~2022.11.30.
- (규모) 약 7.6억 유로 (EU 지원금 약 7.4억 유로)

□ USDOT(U.S. Department of Transport)의 MOD(Mobility on Demand) 리서치 프로그램[163)]

○ (개요) USDOT(미국 교통부)의 MOD 프로그램은 새로운 모빌리티 서비스, 통합 교통 네트워크, 실시간 데이터, 기존 서비스/인프라를 활용하여 혁신적인 교통서비스를 연구하는 리서치 이니셔티브로, Intelligent Transportation Systems Joint Program Office(ITS JPO), Federal Transit Administration(FTA), the Federal Highway Administration(FHWA)에서 공동 주관

○ (비전) MOD 프로그램은 모든 이용자에게 안전하고 신뢰할 수 있고 공평한 모빌리티 및 상품배송 환경을 만들고자 하며, 이를 달성하기 위해 USDOT는 혁신적인 기술을 활용하고 공공-민간 파트너쉽을 촉진시키고자 함

○ MOD 프로그램은 4가지 원리를 따라 연구가 수행됨

- [이용자 중심적(User-centric)] 퍼스널 모빌리티의 사용을 촉진하고 이에 대한 보편적인 설계 원칙을 적용하여 모든 이용자들의 니즈 충족
- [모드 중립적(Mode-neutral)] 모든 교통수단이 상호 작동하여 효율적인 이동 또는 배송 서비스가 이루어지도록 연결성(connectivity)과 정보처리상호운용(interoperability) 지원
- [기술력 있는(Technology-enabled)] 떠오르는 혁신적인 기술을 활용함으로써 모빌리티 생태계의 모든 이용자들과 운영자들이 스마트한 의사결정을 하도록 지원
- [파트너쉽 기반(Partnership driven)] 공공-민간 파트너쉽을 촉진함으로써 모두에게 이익이 되는 모빌리티 전략 구축

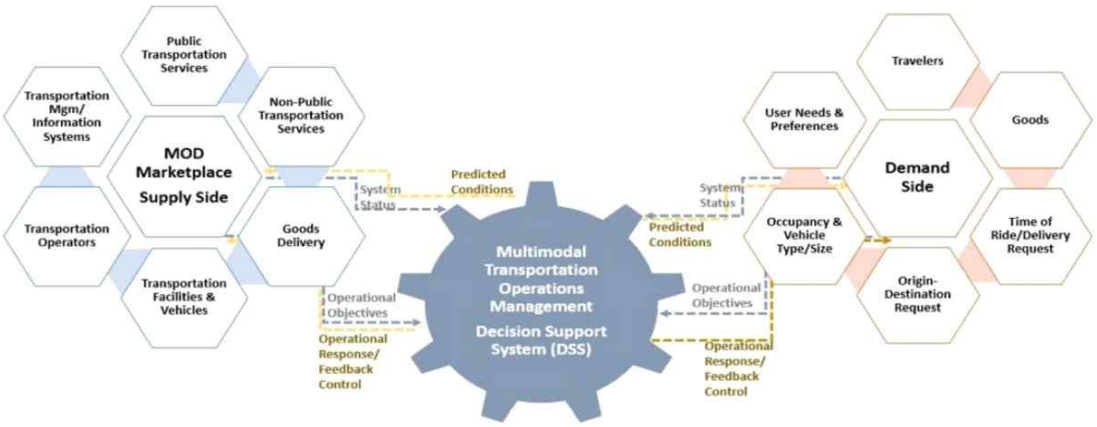
○ MOD 프로그램의 주요 특징

- 비용, 이동시간, 대기시간, 연결된 교통수단의 수, 편의성, 기타 요소를 기준으로 교통수단에 대한 선택을 경제적인 관점으로 상품화

162) https://cordis.europa.eu/project/id/815269
163) Mobility on Demand Planning and Implementation, U.S. Department of Transportation, 2020.03

- 모든 이용자 & 공공/민간 업계 관계자의 요구사항과 모든 교통수단*과 관련된 서비스를 전부 고려함
  * 자동차, 보행자, 자전거, 대중교통, 런터카 서비스, 카풀/밴풀, 물품 배송, 기타 교통서비스 포함
- 교통수단 시스템의 효율성 및 신뢰성 향상, 모든 승객의 접근성 및 이동성 증가
- 교통수단 시스템 운영자와 협력업체가 전체 모빌리티 생태계(네트워크)에서 변화하는 교통수단의 조건을 모니터링, 예측, 조정할 수 있도록 지원
- 여러 소스로부터 데이터 입력을 수신하고 다양한 운영목표를 위한 전략을 제공하는 기능 유지

ㅇ (MOD 및 멀티모달관리 이해관계자) 연방 정부/기관, 주/지역 당국, 대중교통 기관, 모빌리티 서비스 제공업체, 교통수단 관리자, 앱&모바일 서비스 제공자, 소비자



MOD 시장 공급 측면			멀티모달 교통수단 운영관리 의사결정 지원시스템 (Decision Support System, DSS)	수요 측면		
대중교통 서비스	비 대중교통 서비스	물품 배송		승객	물품	승차/배송 요청 시간
교통수단 시설/차량	교통수단 운영자	교통수단 정보 시스템		출발지-도착지 요청	차량 유형/ 크기	이용자의 요구 및 선호

[그림 2-116] MOD 공급/수요 측면에서의 이해관계자

ㅇ MOD 연구에 있어 고려되어야 하는 필수요소
- (비즈니스 모델 & 파트너쉽) 전략 파트너쉽, 자금, 펀딩, 인센티브
- (인프라) 토지 이용, 도시 규모 및 구축 환경, 교통수단 인프라
- (정책 & 규제) 형평성 고려, 안전성 고려, 모빌리티 이슈, 표준화
- (혁신 기술) 무선 네트워크, GPS/센서, 빅데이터 및 예측 분석

【공유모빌리티 도입 시 지역사회에서 고려해야하는 요소 연구】

□ **공유모빌리티 서비스를 지역사회에 원활하게 도입하기 위해서는 공유모빌리티의 유형, 사회에 미치는 영향, 지역유형별 영향, 정책 프레임워크, 인프라 등에 대한 연구 필요**

ㅇ (공유 모빌리티의 유형) 기존의 택시와 같은 형태 뿐만 아니라 공유 마이크로모빌리티, 카쉐어링,

카풀, CNS 배송서비스, UAM 등 새로운 혁신 모빌리티 서비스를 포함

[표 2-46] 공유 모빌리티의 유형 및 정의

모드	정의
자전거 쉐어링	· 다양한 픽업/반납 장소를 제공하여 자전거를 공유해서 이용하는 배출가스가 적은 온디맨드 모빌리티 서비스 · 대부분의 자전거 쉐어링 운영자는 자전거 유지보수, 보관, 주차비용을 부담 · 이용자는 연간, 월별, 일별 또는 사용할 때마다 결제 · 일반적으로 다음과 같은 3가지 형태로 제공 - 대여소: 자전거 쉐어링 대여소는 일반적으로 무인으로 운영되고 도시에 집중되어 있으며 모든 대여소에서 자전거 픽업/반납이 가능한 서비스 제공 - dockless: 자전거를 픽업한 뒤 특정 지역 내 어느 곳에서나 자유롭게 반납 가능 - 하이브리드: 대여소 형태와 dockless 형태를 합친 형태
카쉐어링	· 개인 차량을 소유할 필요 없이 인근 지역 주차장에 배치된 공유 차량 이용 가능 · 카쉐어링 운영자는 연료, 주차, 유지보수를 제공 · 이용자는 일반적으로 회원권을 구입하고 차량 이용시 수수료를 지불
Courier Network Services	· 음식, 택배, 기타 물품의 배송 · 인터넷 기반 플랫폼(웹사이트, 앱 등)을 사용하여 고객과 배달원을 연결 · 기존 승객이 이동할 때 같이 보내거나 배달 전문 서비스이거나 두 형태를 합친 형태의 서비스 존재
Micro-transit	· 일반적으로 다수의 승객의 셔틀 또는 밴으로 이용됨(온디맨드 또는 고정된 스케쥴/경로로 서비스 제공)
개인소유 차량 쉐어링	· 개인차량 소유자와 렌트업자 간 거래를 중개하는 회사를 통해 공유 가능(온라인 플랫폼, 고객지원 서비스, 안전성 인증 등)
라이드쉐어링 (카풀/밴풀)	· 출발지와 목적지가 비슷한 운전자와 승객 간의 승차 공유 · 특히, 밴풀링(Vanpooling)은 7~15명의 승객으로 구성되며, 이들은 밴 비용, 운전 책임 등을 분담
지방에서의 항공 모빌리티	· 시골 및 교외 지역에서 승객의 이동성, 화물 배송, 긴급 관리를 위한 안전하고 효율적이고 접근하기 쉽고 조용한 항공운송 시스템
스쿠터 쉐어링	· 이용자는 소유에 대한 비용과 책임 없이 개인용 스쿠터를 공유하여 이용 · 운영자는 일반적으로 연료 또는 전기 요금, 유지보수 제공(서비스의 일부로 주차 포함 가능) · 이용자는 스쿠터 사용 시 요금을 지불하며, 스탠딩 전기스쿠터와 모터 달린 스쿠터 2가지 형태 이용가능
공유 자율주행차 (SAVs)	· 여러 이용자가 자율주행 차량을 공유하여 이용 · 온디맨드 방식으로 호출하는 형태와 고정된 경로로 운영되는 형태 이용가능
셔틀	· 특정 출발지 또는 목적지에서 대중교통, 병원 등으로 승객을 연결하는 공유차량(일반적으로 밴 또는 버스) · 일반적으로 전문 운전자가 운전하며, 다수의 승객에게 편의시설 제공 가능
택시 서비스	· 사전에 협상된 가격, 구역 내 가격, 또는 택시미터 등을 통한 사전예약 또는 온디맨드 교통서비스 제공 · 전화, 웹사이트, 택시 승차장, 지정된 구역, 길에서 손을 흔들어서, 스마트폰 앱을 통해 예약 및 이용 가능
Transportation Network Companies (라이드소싱, 라이드헤일링, TNCs)	· 온라인 플랫폼 상에서 비상업용 개인자동차를 사용해 운전자와 승객을 연결하는 서비스 · 일반적으로 앱은 예약, 전자결제, 후기작성 등에 이용됨
UAM	· 대도시 내에서 승객의 이동성, 화물 배송, 긴급 관리를 위한 안전하고 효율적이고 접근하기 쉽고 조용한 항공운송 시스템

○ (사회에 미치는 영향) 공유모빌리티는 인구밀도, 구축 환경, 대중교통 접근성 등과 같은 상황에 따라 효과가 달라질 수 있으므로 공유모빌리티가 사회에 영향을 미치는 요소에 대한 연구 필요

※ 다양한 보고서에서 각 공유모빌리티가 미치는 영향에 대하여 연구하였으며, 이에 대한 결과를 종합적으로 정리

- (**카쉐어링**) 차량을 팔거나 차량 구매를 미루는 사람 증가, 대체 이동수단 사용 증가(걷기, 자전거 등), 주행거리 감소, 개인차량을 소유하지 않은 가구의 접근성 및 이동성 향상, 연료 소비 및 온실가스 배출 감소, 환경인식 개선에 영향을 미침

카쉐어링을 이용함으로써 개인소유 차량을 판매한 사람은 15%~33%로 높은 비율을 보여주며, 일부 연구에서는 카쉐어링 이용자의 잠재적 비용절감 효과를 나타내고, 주행거리가 3%에서 79%까지 감소하는 것은 물론 보행 및 대중교통 이용률의 증가를 보임

[표 2-47] 카쉐어링이 미치는 영향

업체(국가)	저자, 연도	카쉐어링 차량당 도로에서 없어진 차량의 수	개인소유 차량을 판매하는 사람(%)	차량 구매를 원치않는 사람(%)	VMT/VKT* 변화율 (%)	인당 월평균 절감한 비용	보행을 선택하는 비율(%)	대중교통 이용을 선택하는 비율(%)
Short-Term Auto Rental(San Francisco)	(Walb and Loudon, 1986)		15.4	43.1				
Arlington Carsharing (Flexcar and Zipcar)(Arlington)	(Price and Hamilton, 2005)		25.0	68.0	-40.0		54.0	54.0
	(Price et al., 2006)		29.0	71.0	-43.0		47.0	
Carsharing Portland (Portland)	(Katzev, 1999)		26.0	53.0		154.0 USD		47.0
	(Cooper et al., n.d.)		23.0	25.0	-7.6		25.8	13.5
City Carshare (San Francisco)	Year 1 (Cervero, 2003)		2.5	60.0	-3.0/-58.0			
	Year 2 (Cervero and Tsai, 2004)	6.8	29.1	67.5	-47.0/73.0			
	Year 3 (Cervero et al., 2007)				-67.0/24.0			
PhillyCarshare (Philadelphia)	(Lane, 2005)	10.8	24.5	29.1	-42.0	172.0 USD		
TCRP Report-Surveyed Members of More Than Nine Carsharing Companies (North America)	(Millard-Ball et al., 2005)				-63.0		37.0	40.0
Surveyed Members of 11 Carsharing Companies (미국, 캐나다)	(Martin and Shaheen, 2010)	9.0 to 13.0	33.0	25.0				
	(Martin et al., 2010)				-27.0		12.0	22.0
Zipcar (미국)	(Zipcar, 2005)	20.0	32.0	39.0	-79.8	435.0 USD	37.0	40.0
Modo (밴쿠버)	(Namazu and Dowlatabadi, 2018)	5.0		55.0				-41.0 to -55.0
Car2Go (미국, 캐나다)	(Martin and Shaheen, 2016)	7.0 to 11.0	2.0 to 5.0	7.0 to 10.0	-6.0 to -16.0		-2.0 TO 25.0	-43.0 to 3.0
Car2Go (밴쿠버)	(Namazu and Dowlatabadi, 2018)	6.0		55.0				-41.0 to -55.0
Car2Go (산디에고)	(Shaheen et al., 2018a)						25.0	-12.0
Getaround, RelayRides (Turo), and eGo Carshare 미국	(Shaheen et al., 2018b)		0.14	0.19			13.0	1.0 to 2.0
Getaround (Portland)	(Dill et al., 2017)			0.44				-20.0

* VMT/VKT(Vehicles Killometers/Miles Travelled): 주행거리
[출처] Shaheen et al., 2016에서 자료 인용

- (Microtransit) 연구가 아직 진행 중이지만, 마이크로트랜짓 서비스인 Bridj와 KCTA(Kansas City Area Transportation Authority)에 대한 설문조사에서 몇 가지 영향을 미치는 요소 발견

  ▲저렴한 가격 & 편리함, ▲승차장에서 목적지까지 걸어서 5분이내 도착(89%), ▲절반 이상이 서비스를 오후에 이용(캔자스 대학 메디컬센터 주변 지역에서 운영되었으므로 교대 근무 근로자들이 주로 이용), ▲마이크로트랜짓이 없었을 경우 1/3은 혼자 운전, 1/3은 버스 이용, 1/3은 TNC를 이용했을 거라고 응답, ▲혼자 운전하는 횟수 감소(25%), ▲$2 요금이 적절($3라면 이용하지 않을 것이라고 응답), ▲67%는 서비스 영역이 넓어진다면 더 많이 이용할 것이라고 응답

- (라이드쉐어링(카풀)) 라이드쉐어링 비용 및 승객의 편익은 측정하기에 불분명하지만 발표된 연구에 따르면 카풀 이용자들의 인구통계학적 특성과 이동 행동(travel behavior) 패턴을 측정할 수 있으며, 이는 카풀이 많은 이점을 제공함을 의미함

  ▲개인소유 차량이 없는 가구 또는 운전면허 취득이 불가능한 가구에 대한 접근성 및 경제적 기회 확대, ▲도로정체 완화 및 연료소비 감소, ▲주차 수요 및 주차공간 필요성 감소, ▲에너지 소비/배출 감소, ▲통근 주행거리 감소, ▲공공기관 및 고용주 비용 절감, ▲이동비용 공동부담, ▲다인승 차량 차선의 이동시간 절감, ▲통근 스트레스 감소

- (공유 마이크로모빌리티) 공유자전거 거치대를 기반으로 한 공유 자전거의 영향에 대한 많은 연구가 발표되었고, 반납시 거치대가 필요없는 자전거 및 스쿠터 공유에 대한 초기 연구가 대두되고 있으며, 이러한 공유 마이크로모빌리티가 다음과 같은 5가지 영역에 미치는 영향을 분석함

  ▲(접근성) 보행자나 장애인의 접근성을 방해할 가능성이 있음

  ▲(환경) 개인소유 차량 대신 공유 마이크로모빌리티를 이용함으로써 온실가스 배출량 감소, 추가 고려사항에는 장치 및 배터리 제조·재활용·교체·유지보수 및 이를 운영하는 인력과 관련된 라이프사이클에 대한 영향을 포함

  ▲(교통수단 대체) 공유 마이크로모빌리티로의 대체는 서비스 모델, 장치, 연구 위치에 따라 달라지며, 교통수단을 선택하는 데 미치는 영향을 측정하기 위한 추가 연구 필요

  ▲(공중 보건) 신체활동 증가에 영향을 미침. 포틀랜드 연구 결과에 따르면, 스탠딩 전기스쿠터의 공유가 사람들을 능동적인 교통수단으로 이끌었음을 발견

  ▲(안전성) 공유 마이크로모빌리티 이용자가 헬멧을 착용하지 않은 경우가 다른 교통수단보다 더 위험한지 여부에 대한 추가 연구 필요. 공유 스쿠터 이용자 부상에 영향을 미치는 위험한 주행 행동, 안전 속도, 주행 위치 등을 이해하기 위한 연구 수행 필요

- (TNC*) TNC는 주행거리(VMT), 교통수단 선택, 차량 소유 및 사용, 대중교통 이용률에 다양한 영향을 미치며, 이는 일반적으로 도시 밀도, 구축 환경, 대중교통 접근성, 정책 등 지역적 특성에 영향을 받음

  * TNC(Transportation Network Companies): 온라인 플랫폼 상에서 비상업용 개인자동차를 사용해 운전자와 승객을 연결하는 기업 또는 서비스

TNC가 미치는 영향에는 ▲차량 비소유자의 접근성 및 이동성 증가, ▲택시 서비스가 제한되거나 이용불가능한 지역이나 저녁/주말의 경우 이용률 증가, ▲고용기회 증가, 임금 상승/하락(시급, 앱 수수료, 직원-계약자 관계, 근로자 복지 등), ▲주행거리(VMT) 및 온실가스 절감, ▲기존의 타 교통수단 이용의 변화를 포함

[표 2-48] TNC가 타 교통수단에 미치는 영향

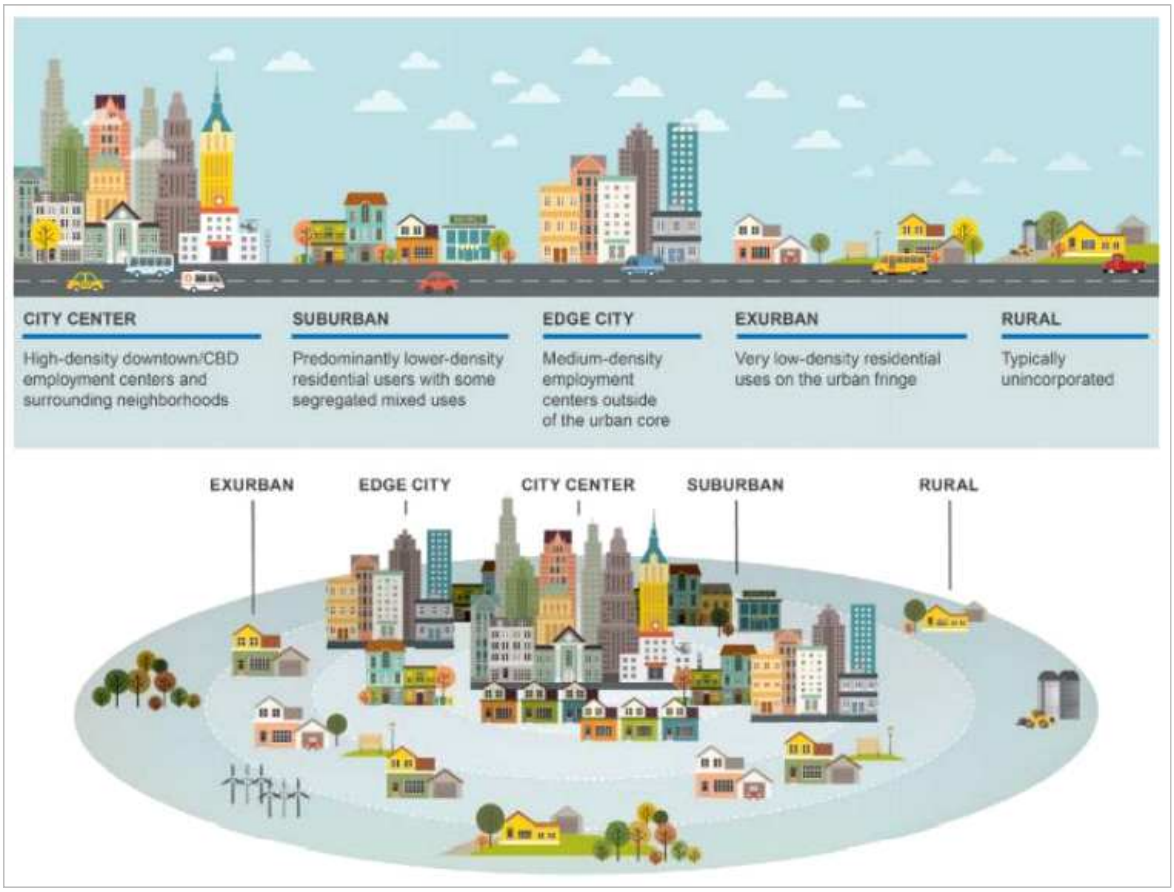
논문 저자, 지역, 연구연도	운전(%)	대중교통(%)	택시(%)	자전거/보행(%)	이동하지 않을 것(%)	카쉐어링/렌트카(%)	기타 TNC(%)
Rayle et al., 샌프란시스코, 2014	7	30	36	9	8	-	10
Henao, Denver & Boulder, 2016	33	22	10	12	12	4	7
Gehrke et al., 보스턴, 2017	18	42	23	12	5	-	-
Clewlow and Mishra, 7 U.S. Cities, Two Phases, 2014~16	39	15	1	23	22	-	-
Feigon and Murphy, 7 U.S. Cities, 2016	34	15	8	18	1	24	-
Hampshire et al., Austin, 2016	45	3	2	2	-	4	42(다른 TNC), 2(기타)
Alemi et al., 캘리포니아, 2015	66	22	49	20	8	-	6(밴/셔틀)
NYDOT, 뉴욕, 2017	12	50	43	15	3	-	-

주) 설문조사: "TNC 서비스의 이용이 불가능한 경우, 대체 교통수단으로 선택할 옵션은 무엇입니까?"

o (지역 유형별 영향) 미국은 지역 유형이 밀집도 및 일자리/주거 형태에 따라 5가지로 분류되며, 각 지역 유형과 관련된 주요 모빌리티 관련 이슈에 대해 분석함으로써 다양한 지역 패턴을 고려하여 MOD 적용 가능

[표 2-49] 미국의 5가지 지역 유형 정의 및 모빌리티 관련 주요 이슈

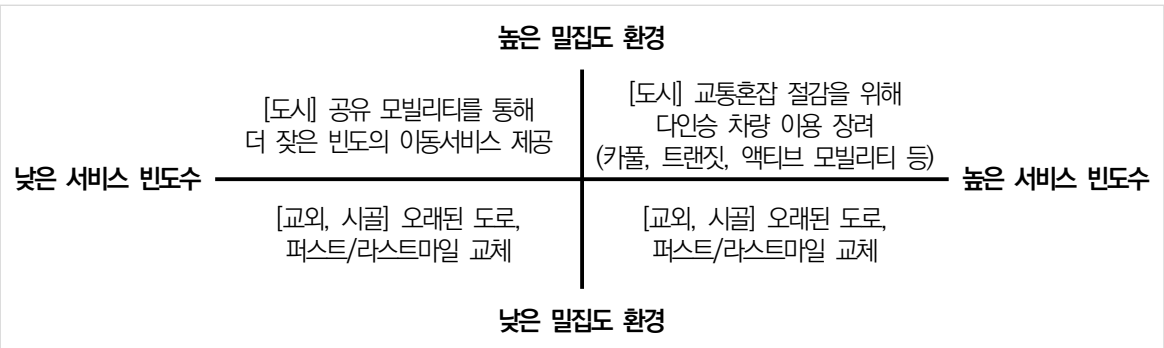
유형	정의	주요 이슈
도시 중심부 (City Center)	중심업무지구(CBD)* 및 주변 지역으로 구성된 일자리가 가장 집중된 구역 * 대도시에서 상업 기능이 집중된 지역을 의미	제한된 주차공간, 피크시간 도로/교통 혼잡
도시 주변부 (Suburban)	주거지역의 밀집도가 높지 않은 덜 도시화된 구역, 도시 중심부보다 적은 일자리 제공	제한적인 대중교통 서비스, 개인소유 차량에 적합한 환경
엣지시티 (Edge City)	도시 중심부와 같은 일자리 형태를 가진 교외 형태와 혼합된 도시화된 구역, 주로 고속도로 교차로 주변에 지어지며 사무실, 소매공간, 다세대 주택이 집중되어 있는 형태	심한 교통체증, 액티브 모빌리티(자전거, 보행 등)에 적합하지 않은 환경
수도권 (Exurban)	대도시 지역의 밀집도를 낮추기 위해 개발된 밀도가 높지 않은 주거지역 개발 구역, 대도시로 통근하는 형태	장거리 통근, 제한된 대중교통
시골 (Rural)	공업, 농업, 기타 자원기반 노동산업 등 가장 밀집도가 낮은 구역	대중교통이 제한된 직업, 의료, 소매 센터 간의 이동을 위해서는 개인소유 차량 필요



[출처] Shaheen and Cohen, 2019

[그림 2-117] 미국의 5가지 지역 유형

- (다양한 지역 유형의 공유모빌리티 활용) 공유 모빌리티를 적절하게 지역에 활용함으로써 부정적인 요소를 완화할 수 있음



[출처] Shaheen and Cohen, 2018a

[그림 2-118] 공유모빌리티에 대한 인식

- **지역 유형별 공유 모빌리티 use case**

①(특정 구역 내 이동) 폐쇄된 일정 구역* 내에서 단거리 이동 제공 가능

* (예) 테마파크, 리조트, 쇼핑몰, 비즈니스 파크, 대학 캠퍼스, 공항 터미널, 건설 현장, 도심, 부동산 개발, 산업 센터 등

②(대중교통-퍼스트/라스트마일 연결) 일반적으로 대중교통은 정해진 노선과 시간으로 제한되므로

주거지와 승차장을 연결하는 퍼스트/라스트마일 서비스 운영 가능

③(밀집도가 낮은 지역에서의 대중교통 대체수단) 낮은 승객 수 때문에 비효율적이거나 비용이 많이 드는 대중교통을 보완하기 위해 교외, 시골 등의 지역에서 운영 가능

④(한산한 시간대 또는 심야 서비스) 대기시간이 긴 한산한 시간대의 경우 서비스 운영 가능

⑤(보조 교통수단) 장애인들을 위한 추가적인 이동수단을 제공하기 위해 paratransit 서비스 운영 가능

[표 2-50] 5가지 지역 유형별 공유모빌리티 use case

MOD 활용을 위한 공유모빌리티 적용	도시 중심부	도시 주변부	엣지시티	수도권	시골
특정 구역 내에서의 이동		●	●	●	
대중교통에서 퍼스트/라스트마일로의 연결	●	●	●	●	●
밀집도가 낮은 지역에서의 대중교통 대체		●	●	●	●
한산한 시간대 또는 심야 서비스	●	●	●	●	●
보조 교통수단	●	●	●	●	●

○ (공유모빌리티 시행 정책 프레임워크) 관할 당국은 공유모빌리티의 긍정적인 영향을 활용하고 부정적인 영향을 완화하기 위해 다음과 같은 3가지 정책 프레임워크에 따라 적용 가능

- (**환경적 이점으로서의 공유모빌리티**) 이 프레임워크에서 관할 당국은 공유모빌리티를 공공재에 기여하는 것으로 보고 공공자원 할당(세금감면, 주차할당 등)을 지원하며, 비공식적인 프로세스(직원의 현장 검토, 사례별 승인 등)를 통한 공공 선로설비포설권(Rights-of-way)* 할당, 일부 운영비 부과, 인프라 설치비용 지불을 통해 최대한으로 지원함

  * 선로설비포설권(Rights-of-way): 공익서비스 제공을 위한 설비 구축을 위해 타자 소유의 토지, 기타 소유물에 대한 점유/이용에 대한 권리로서 공익서비스 제공을 위한 네트워크 구축에 중요한 권리임

  일반적으로 관할 당국은 모빌리티 운영업체가 보조금, 전기충전소 또는 기타 대체연료 공급원 제공, 선로설비(주차/적재 공간) 할당 등과 같은 공공 이익을 정당화하기 위해 정기적으로 사회적 및 환경적 영향을 연구하고 문서화할 것을 요구

- (**지속가능한 비즈니스로서의 공유모빌리티**) 이 프레임워크는 공유 모빌리티가 사회적/환경적 이점을 제공하는 동시에 모빌리티 운영업체가 수익을 창출할 수 있는 자본으로 간주하고 관할 당국이 지원과 인프라 제공을 제한하고 모빌리티 운영업체가 더 많은 운영비용을 부담할 것으로 예상

- (**비즈니스로서의 공유모빌리티**) 이 프레임워크는 공유 모빌리티를 다른 상업용 업체와 동일하게 보기 때문에 모빌리티 운영업체가 운영비용을 전부 부담함. 따라서 관할 당국은 공유모빌리티를 거의 또는 전혀 지원하지 않으며 매우 공식적이고 체계화된 과정으로 규제함

[표 2-51] 공유 모빌리티 시행 정책 프레임워크

전략	환경적 이점으로서의 공유모빌리티 (최대한의 정부 지원)	지속가능한 비즈니스로서의 공유모빌리티 (적정한 정부 지원)	비즈니스로서의 공유모빌리티 (최소한의 정부 지원)
선로설비포설권 (ROW) 분배	관할 당국은 경우에 따라 비공식적인 절차로 공공 선로설비포설권(주차, 적재 구역 등) 분배 가능	비공식적 절차를 통해 공공 선로설비포설권을 할당한 관할 당국은 이 과정을 공식화함	관할 당국은 다수의 운영업체 간의 공공 선로설비포설권 할당에 대해 매우 공식적이고 체계적인 과정으로 진행
요금 및 허가	공유모빌리티의 사회적, 환경적	요금은 길거리 주차와 관련된 선	요금은 비용 회수 또는 이익기반

전략	환경적 이점으로서의 공유모빌리티 (최대한의 정부 지원)	지속가능한 비즈니스로서의 공유모빌리티 (적정한 정부 지원)	비즈니스로서의 공유모빌리티 (최소한의 정부 지원)
	이점을 고려하여 공공 선로설비포설권이 무료 또는 매우 낮은 수준으로 제공됨	로설비포설권 제공에 대한 비용 회수를 기반으로 함 라이드쉐어링 이용 촉진을 위해 카풀 등 요금 인하	방법론에 근거(허가 비용, 미터기 수익 손실, 프로그램 관리 비용 포함)
표지판, 마킹, 설치	관할 당국은 모빌리티 서비스 관련 표지판 설치, 유지관리, 마킹 등에 대한 비용 지불	관할 당국은 설치에 대한 비용을 지불하고, 운영업체는 표지판, 마킹 등의 유지관리 비용 지불	관할 당국은 운영업체가 표지판, 마킹, 설치, 유지관리 비용을 지불하도록 요구
사회적, 환경적 영향 연구	모빌리티 제공업체는 정기적으로 사회적/환경적 영향에 대한 연구 및 문서화 필요	모빌리티 제공업제틑 일화성 또는 정기적으로 사회적/환경적 영향에 대한 연구 및 문서화 필요	모빌리티 운영업체는 사회적/환경적 영향에 대해 연구 및 문서화 필요 없음
공공/이해관계자 관여	공공 선로설비포설권 내에서 공개적인 의견반영 없이 공유 모빌리티의 위치 및 확장에 대해 관할 당국이 주도하는 비공식 프로세스	관할 당국 및 모빌리티 운영업체가 공유 모빌리티 위치에 대해 대중의 의견을 구하는 비공식 프로세스	모빌리티 운영업체가 지역 의회, 위원회, 공식 청문회 등을 통해 공유 모빌리티 위치에 대한 대중의 의견을 반영하고 승인을 받을 책임이 있는 매우 공식화된 프로세스

○ 선로설비포설권(Rights-of-way)은 공유모빌리티를 도입할 때 교통 인프라(도로, 자전거도로, 보도, 연석(Curb), 주차공간, 기타 공공장소)를 이용하여 서비스를 제공하므로 이를 효율적으로 활용·분배할 수 있는 전략 필요

- (공유모빌리티가 선로설비포설권(ROW)에 미치는 영향) ▲제한된 공간을 두고 모빌리티 운영업체 간 경쟁을 유발하는 공유모빌리티 연석/승하차/주차 공간의 사용 증가, ▲공유모빌리티 사용이 증가함으로써 교통이 혼잡한 장소에서 충돌 등과 같은 안전사고 발생 가능, ▲공유모빌리티가 장애인의 접근성을 차단할 가능성 존재
- 많은 지역사회가 MOD 전용 연석/승하차/주차 공간과 같은 선로설비(ROW)의 관리 및 분배를 위해 공식/비공식적인 정책을 개발하고 있음

  정책 대부분은 ①특정 공유모빌리티를 정의하는 방법, ②공유모빌리티의 선로설비(ROW) 분배 방법, ③다수의 모빌리티 운영업체 간 수요경쟁 관리, ④선로설비(ROW)의 경제적 가치 평가, ⑤허가, 제설, 연석/도로 청소, 주차 단속, 표지판 등 다양한 행정상의 문제 해결에 관한 내용을 다루고 있음

[표 2-52] 선로설비포설권(ROW) 분배 관련 고려할 사항

고려사항	정의
서비스의 특성	· 비즈니스 모델 (영리, 비영리, 시간당 렌트, 회원기반 서비스 등)
선로설비(ROW) 분배 절차	· 관할 당국 (시 공무원, 시의회, 주차 단속국 등) · 프로세스 (선착순, 추첨, 경매, 제안서, 파일럿 등)
선로설비(ROW) 가치 평가	· 모빌리티 서비스 시행 시 비용 회수 · foregone meter, 허가, 기타 수입 · 공급 및 수요 (경매 등) · 수익 창출
사업자간 수요경쟁 관리	· 사업자간 경쟁관리 방법 · 교통수단간 경쟁관리 방법 · 분쟁 해결방법 (행정심판 및 항소, 조정, 중재, 소송 등)

[참고] 애틀랜타 BeltLine

• (개요) 애틀랜타는 22마일 길이의 철도를 애틀랜타 BeltLine으로 알려진 33마일 길이의 다중이용 도로 네트워크로 재개발 中
  - 보행자, 자전거 이용자 뿐만 아니라 스쿠터나 전기자전거와 같은 마이크로모빌리티도 이용 가능 (마이크로모빌리티는 BeltLine 내에서 속도가 제한됨)

• (의의) 관할 당국이 기존 선로설비의 활용 및 용도변경을 어떻게 수행할 수 있는지를 보여줌

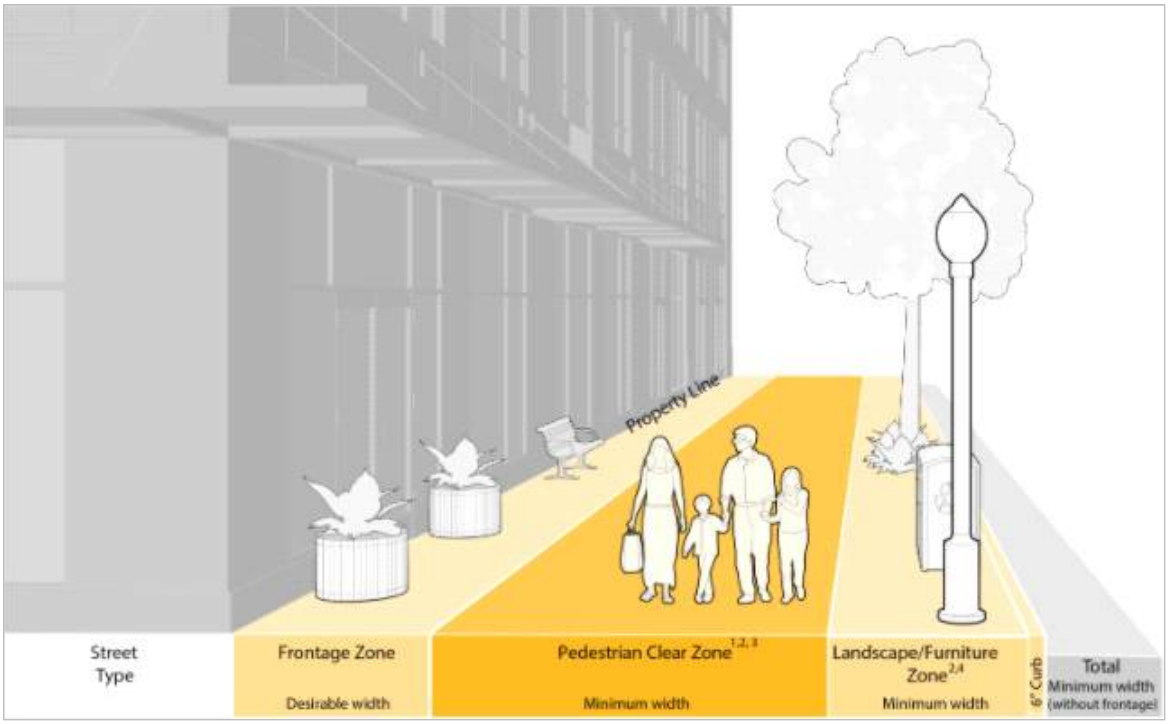


[그림] 애틀랜타 BeltLine

- 공유모빌리티 인프라 공간의 3가지 유형인 ①연석 공간(Curbspace), ②승하차 구역(Loading Zone), ③주차공간(Parking)에 따른 선로설비포설권(ROW) 관리 방법은 다음과 같음

[표 2-53] 선로설비포설권(ROW) 관리 전략

구분	연석 공간(Curbspace)	승하차 구역(Loading Zone)	주차 공간(Parking)
문제점	공유모빌리티가 보행자(특히 장애인)의 접근성을 방해할 수 있으므로 연석공간 관리를 통해 문제 완화	공유모빌리티는 승객/물품을 더 자주 승하차시켜야하는데 이는 자전거 이용자 및 장애인의 접근성을 방해할 수 있으므로 승하차 공간 및 시간에 대한 정책이 필요	개인차량 주차공간을 카쉐어링 전용 주차공간으로 전환시킬 때 문제가 발생할 수 있지만, 이는 더 많은 사용자가 카쉐어링을 이용함으로써 궁극적으로 더 많은 주차공간 확보 가능
정책 샘플	연석공간을 특성/기능에 따라 다른 구역으로 구분하고 이를 마이크로모빌리티 주차 정책에 제시함	MOD 모빌리티에 따라 승객/물품이 쉽게 승하차하도록 기존 승하차구역 확장 또는 새 구역 지정	카쉐어링 등 공유모빌리티 전용 주차공간 예약
예시	· 시애틀 교통국(SDOT)은 연석공간을 3가지로 분류(다음 그림 참고) ①건물에 인접한 구역 (Frontage zone) ②조경/시설물 구역 (Landscape/Furniture zone) ③보행자 구역 (Pedestrian Clear zone) · 마이크로모빌리티는 조경/시설물 구역에 주차해야하며 보행자 구역에 주차가 금지됨	· 샌프란시스코 교통국(SFMTA) 통근셔틀프로그램은 통근셔틀과 SFMTA Muni 교통시스템 간의 충돌을 줄이기 위해 통근셔틀을 위한 승하차구역 및 정류소 네트워크를 개발 · 정류장은 도시 전역에 분산되어 있으며 이를 사용하려면 셔틀운영자가 SFMTA가 개발한 규제목록 준수 및 사용료 지불 필수	· 포틀랜드 교통국(PBOT)은 카쉐어링 주차정책 개정 및 카쉐어링 운영업체에게 주차공간을 분배하는 경매시스템 개발 · PBOT는 매년 카쉐어링 운영업체가 사용가능한 거리 내 주차구역 목록을 작성한 후, 운영업체는 미터리 수입, 설치, 유지보수, 관리 비용을 합친 비용으로 입찰 시작 가능



[출처] 시애틀 교통국(SDOT) 홈페이지(https://streetsillustrated.seattle.gov/design-standards/sidewalks/)

[그림 2-119] 시애틀 교통국(SDOT) 연석공간(Curbspace)의 3가지 분류

- 교통수단과 서비스 제공업체의 수가 증가함에 따라 제한된 연석공간(Curbspace)과 선로설비(ROW)에 대한 수요가 증가하고 있으므로 다수의 모빌리티 운영업체 간 수요경쟁을 관리할 필요가 있음, 다음 표는 이에 사용되는 방법의 유형 및 장단점과 예시를 제시함

[표 2-54] 사업자간 경쟁 관리를 위해 사용되는 방법

구분	정의	장단점	예시
선착순	선로설비(ROW) 요청이 들어오는 순서대로 제공하는 정책	• 장점: 경쟁사가 없을 경우 정교한 정책 개발 필요성 X • 단점: 신규 사업자의 진입이 어려울 수 있음	2017년 8월, Miami-Dade는 카쉐어링업체 Zipcar와 계약하여 5개 메트로레일 역에 위치한 모빌리티 허브에서 서비스 제공 시작
추첨	무작위로 추첨하여 선로설비(ROW) 요청 선택	• 장점: 일반적으로 공정하다고 인식됨 • 단점: 기타 잠재적인 단점을 보완하는 요인을 제외할 가능성이 있음	시애틀시는 운전경험, 운전기록, 주행 패턴에 있어 최소한의 요건을 충족하는 운전자에게 추첨을 통해 택시 메달리온(medallion) 발행
경매	최고 입찰자에게 선로설비(ROW) 요청이 부여됨	• 장점: 시 자금 조달, 공공 선로설비(ROW) 시장금리 책정 • 단점: 많은 자금을 가진 사업자와 적은 자금을 가진 사업자간의 형평성에 어긋남, 비용이 이용자에게 전가될 가능성이 있음	포틀랜드는 주차공간을 위한 카쉐어링 사업자 간 경매를 매년 개최하며, 가장 높은 입찰자는 시가 지정한 구역에 우선 할당됨
우대 조치	특정 이유로 특정 모빌리티 운영업체를 우대하는 공공정책	• 장점: 공공기관이 특정 부분을 장려할 수 있도록 허용 • 단점: 공정한 정책을 위한 세심한 계획 및 법률 검토 필요	샌프란시스코 교통국(SFMTA)은 12개 모빌리티 업체를 검토한 후, 2018년 8월 2개의 공유스쿠터(Scoot, Skip) 회사에 625대의 스쿠터 운영을 허가
협업	상호 이익이 되는 결과를 얻기 위한 협상이나 조정과 같은 프로세스를 이용	• 장점: 모든 이해관계자가 함께 상호 이익이 되는 결과 가능 • 단점: 모든 관계자가 개방적인 대화를 원하지 않을 수 있음	2014년 시애틀은 TNC, 택시, 노동자 이해관계자 대표를 모아 TNC 운전자 수 제한을 없애고 택시 면허를 늘리는 절충 정책을 개발

구분	정의	장단점	예시
제안 요청서	공유모빌리티 서비스에 관심이 있는 공공기관/정부의 제안서 입찰과정을 통해 시행	· 장점: 공공기관/정부가 원하는 서비스 특성과 요구사항 선택 가능 · 단점: 오랜 시간이 소요됨, 제대로 시행되지 않을 경우 소송에 취약	2018년 12월 캔자스시는 스탠딩 전기 스쿠터 운영업체의 제안요청서를 받아들임
Tandem 정책	모든 이해관계자가 공공 선로설비(ROW)를 동등하게 받도록 하는 공공정책	· 장점: 일반적으로 공정하다고 인식됨 · 단점: 대규모 업체와 소규모 업체에 동일한 할당을 제공하는 것은 서로 규모가 상이한 MOD 서비스에 적합하지 않을 수 있음	BART(급행열차)는 모든 BART 역에 업체(Gig, Get Around, Zipcar)당 2대의 주차공간 제공, 각 구역의 요금은 월 주차권과 동일

[출처] 자료 인용, Cohen and Shaheen, 2016; Horowitz et al., 2015; Viken et al.

- (다중 교통수단 통합) 여러 교통수단을 통합함으로써 여행자의 편의성을 향상시켜 개인소유 차량에 대한 의존도를 줄일 수 있는 효과가 있고, 이는 3가지 통합 방식인 ①물리적 통합, ②정보 및 경로 계획(route planning) 통합, ③요금지불체계 통합 등으로 분류됨

① (**물리적 통합**) 이용자들이 다수의 교통수단(공유모빌리티, 대중교통 등)을 원활하게 연결하여 이용할 수 있는 장소(hub)를 제공함으로써 공유모빌리티 사용을 장려함

- (Gateway hub) 승하차 횟수가 매우 많은 이 허브는 밀집도가 높은 복합구역 내에 위치해 있고 최소 2개 이상의 대량수송 열차(high capacity transit) 노선이 제공되는 공간
- (Anchor hub) 적당한 횟수의 승하차가 이루어지는 이 허브는 고용중심지(employment center)와 주요기관 근처에 위치하며 최소 1개 이상의 대량수송 열차 노선이 제공되는 공간
- (Community hub) 지역내 이동보다는 많은 이동이 이루어지고 시내버스 노선을 제공하는 공간

② (**정보 및 경로계획 통합**) 점점 더 많은 소비자들이 비용, 이동시간, 대기시간, 연결되는 교통수단의 수, 편의성, 환경에 미치는 영향 등 다양한 요소를 고려하여 다수의 모빌리티 정보를 활용함으로써 최적의 경로/이동시간/비용으로 이용하도록 지원하는 decision-making을 중요하게 생각하기 시작함

이에 따른 스마트폰 앱의 발달로 이용자들은 ▲경로 검색, ▲여러 경로 및 교통수단에 따른 이동시간/거리/비용/연결성 등 비교, ▲여러 교통수단의 실시간 교통정보 활용이 가능하게 됨

[표 2-55] 멀티모달 경로계획 앱 예시 및 정부의 고려사항

앱 유형	앱 이름 및 담당기관	장소	개요	정부의 고려사항
대중교통 앱	GoPass, Dalla Area Rapid Transit(DART)	달라스, 미국	여러 기업을 통합하여 경로 계획 및 요금지불 서비스를 제공하는 앱	공공기관은 교통수단 통합 앱을 제공함으로써 이를 이용한 데이터 수집 및 새로운 프로젝트 파일럿 서비스 시도 가능
모빌리티 통합 앱	Uber Transit, Regional Transportation District(RTD)	덴버, 미국	RTD는 Uber Transit과 제휴하여 Uber 앱 내에서 환승 경로 계획 및 티켓 구매 지원	정부-민간 파트너쉽을 통해 교통서비스 격차 해소 및 불편함 개선 가능
MaaS	UbiGo	스톡홀름, 스웨덴	도시 내 여러 교통수단에 대한 앱 기반 가입 서비스로, 이용자는 매월 이용료 지불	교통수단 통합 서비스를 통해 서비스 이용 장려 가능

③ (**요금지불체계 통합**) 여러 교통수단의 통합을 넘어 요금지불 체계까지 통합함으로써 ▲사용자 만족도 향상, ▲대중교통 이용 촉진, ▲교통망 내 퍼스트마일과 라스트마일 연결, ▲추가적인 교통수단 옵션 제공, ▲이용자의 비용 절감, ▲환승 절차/시간 감소

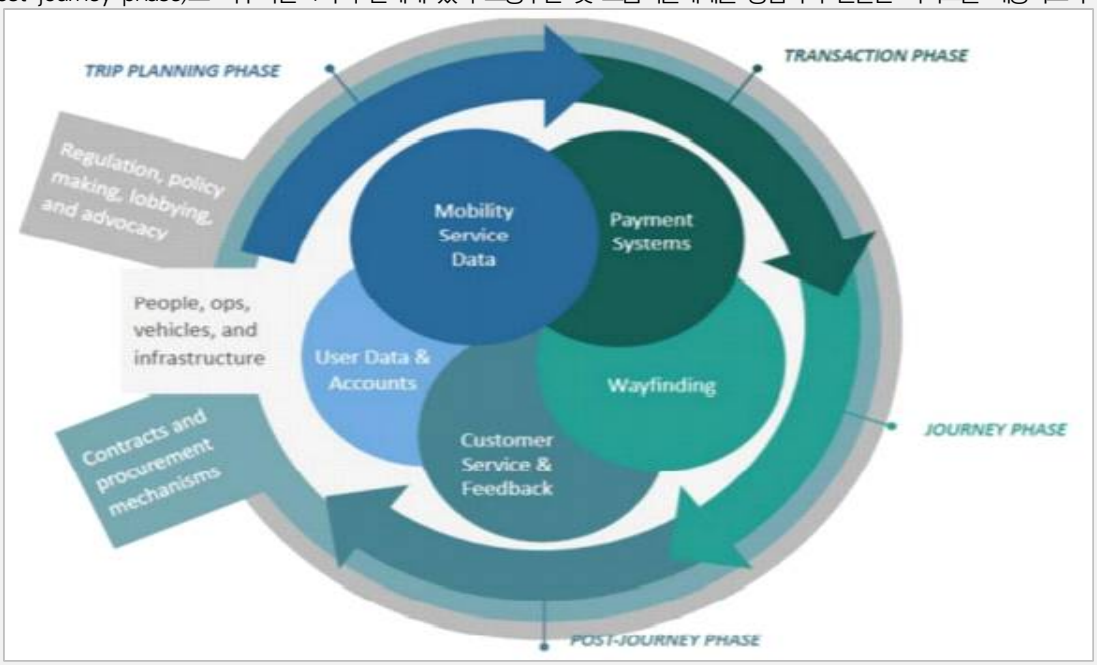
[표 2-56] 요금지불체계 통합 방식의 유형

[1단계] 통합 없음	· 각각 따로 지불해야 함
↓	
[2단계] 지불 매체 통합	· 하나의 플랫폼으로 통합된 요금 지불 방식 (예: 교통카드) · (예시) 샌프란시스코는 모든 시내 대중교통 업체들이 Clipper card라는 교통카드를 사용하도록 함
↓	
[3단계] 요금 구조 통합	· 가격책정 모델이 통합됨 · (예시) Smart Columbus와 오하이오 교통당국은 멀티모달 경로계획과 요금지불을 통합하는 앱을 협력하여 개발
↓	
[4단계] 요금 계좌 통합	· 모든 요금이 하나의 계좌에서 지불됨 · (예시) 뉴올리언스 지역 교통당국은 여러 교통수단을 하나의 계좌로 계산할 수 있는 앱 개발
↓	
[5단계] 완전한 통합	· 요금지불 체계와 가격책정 모델이 통합됨 · (예시) 일본의 PASMO 카드는 승객이 택시를 포함한 모든 교통수단을 전국에서 하나의 카드로 결제가 가능하도록 함

[출처] Shaheen, Cohen, Broader, Davis, and Farrar, 2019

[참고] 다중 교통수단 통합 예시: California Integrated Travel Project(Cal-ITP)

- (개요) California State Transporatation Agency(CalSTA), Caltrans, 시외 철도, 지역 대중교통 기관은 캘리포니아 전역에 쉽게 접근가능한 교통 및 결제 시스템인 Cal-ITP를 개발하기 위해 협력하고 있음
- (목표) 승차감 향상, 대중교통 이용 경험 개선, 승객과 운영업체의 비용 절감, 부정적인 환경 영향 완화
- (내용) 경로 계획 단계(Trip planning phase)→거래 단계(Transaction phase)→이동 단계(Journey phase)→이동 후 단계(Post-journey phase)로 이루어진 4가지 단계에 있어 교통수단 및 요금지불체계를 통합하여 원활한 서비스를 제공하고자 함



[그림] Cal-ITP 서비스 설계

[출처] Rebel Transit and Ticketing B.V and DB Engineering and Consulting USA Inc., 2019

○ (라스트마일 딜리버리) 기술의 발전, 소비자 패턴의 변화 등의 이유로 음식과 물품을 배달하는 라스트마일 딜리버리 산업이 확장하고 있음

- 라스트마일 딜리버리 관련 혁신 기술은 크게 5가지 ①배송 네트워크 서비스(CNS), ②락커 딜리버리, ③움직이는(mobile) 창고관리, ④마이크로 창고, ⑤배송 정액제 서비스로 분류 가능

[표 2-57] 라스트마일 딜리버리 관련 혁신기술 정의 및 예시

유형	내용		
배송 네트워크 서비스 (Courier Network Services, CNS)	정의	· 온라인 플랫폼(웹사이트, 앱 등)을 통해 기업/소비자에게 배송 서비스 제공, 온디맨드형 배송 옵션 네트워크 생성 가능 (예) Deliv, UberEats, Postmates	
	예시	San Francisco Municipal Transportation Agency, San Francisco(미국)	· 2018년, 샌프란시스코 교통국(SFMTA)은 교통 네트워크에 대한 다양한 전달방법에 대한 영향을 연구하기 위해 CNS 제공업체를 대상으로 조사 진행중
락커 딜리버리	정의	· 고객의 집, 직장, 대중교통 정류장, 기타 장소로 셀프서비스 락커가 패키지를 배달하는 서비스 · (예) Amazon Hub, UPS, Access Point	
	예시	Amazon Lockers, West Sussex(영국)	· 2012년, 아마존은 영국 West Sussex의 가장 큰 도서관 3곳에 아마존 사물함을 설치하였으며, 현재 도서관의 수익원을 제공하고 매주 80~100명이 이용하고 있음
움직이는(mobile) 창고관리	정의	· 창고공간을 유연하게 관리함으로써 배송시간 절감, 재고 분산, 날씨 장애 및 가격 변동성과 같은 문제 방지 가능 (예) United States Postal Service	
	예시	Albertsons, 미국	· 2019년, 미국 식료품 체인점 Albertsons가 자사의 온라인 식료품 창고관리를 위해 매장 재개발
마이크로 창고	정의	· 상품을 소비자와 더 가까운 곳에 보관하여 배송시간을 줄임 · (예) Albertsons, Kroger, Walmart	
	예시	United States Postal Service, 미국	· 2014년, USPS는 물류서비스 지원을 위해 마이크로 창고 제공 시작 · USPS의 소매/운송 네트워크를 활용하여 온라인쇼핑 지원
배송 정액제 서비스	정의	· 저렴한 정액제 배송 서비스로, 라스트마일 배송에 적합하지만 더 많은 연구 필요 · (예) Amazon Prime, Shop Runner	
	예시	Family Dinner, Boston(미국)	· 지역 식료품 정액제 배송 서비스를 제공 · 밀키트(meal kits)는 포장 폐기물뿐만 아니라 운송/냉장에서 발생하는 배출가스를 절감(Heard et al., 2019)

- 라스트마일 딜리버리 이해관계자는 ①소매업체, ②소비자, ③배달서비스 업계, ④지역사회로 구성

[표 2-58] 라스트마일 딜리버리가 이해관계자에 미치는 영향

이해관계자	라스트마일 딜리버리가 미치는 영향
소매업체	· 판매 전략의 다양화 · 소비자에 직접 판매할 수 있는 기회 증가 및 소비자와 시장에 대한 접근성 증가 · 물리적인 소매점 감소(잠재적으로 부동산 비용 절감에 영향)
소비자	· 배달 시간/비용 절감 가능성 존재 · 배달서비스 이용률 증가 · 소매점으로 직접 이동하는 횟수 절감 · 특히 지방 사람들, 노인, 장애인의 상품에 대한 접근성 향상 · 다양한 상품 및 판매자 옵션 선택 가능 · 배달 추적서비스 이용
배달서비스 업계	· 성장의 기회(전자상거래가 증가함으로써 배달 수요가 증가하고 있기 때문) · 새로운 배달수단의 도입 · 물류서비스를 향상시키기 위한 데이터 수집 및 활용 증가 · 다양한 배달서비스 제공 가능(예: 락커, 자전거 배달, 로봇, 드론 등)
지역사회	· 증가하는 배달과 배달차량으로 인한 교통혼잡 증가 가능성 존재 · 도로 이용자가 증가함에 따라 교통수단 간 갈등 증가 가능성 존재 · 선로설비(ROW) 및 연석공간(Curbspace) 관리 필요성 증가(예: 승하차구역 설계 등) · 상품/서비스를 이용하기 위해 개인차량을 소유해야 할 필요성 감소

[출처] Keyes, 2017; Chammas, 2019; GreenBiz Research Study, 2017; Datex; Federal Highway Administration, 2018

【미래 지역사회에 혁신적인 영향을 미칠 수 있는 새로운 모빌리티 기술】

□ [SAV(Shared Automated Vehicles)] SAV는 여러 사용자 간에 공유되는 자율주행차량 서비스로, AV/SAV 관련 기술개발이 가속화됨에 따라 발생하는 문제점 및 인프라 관리에 대한 연구 필요

○ SAV는 택시나 TNC와 같은 온디맨드 호출 또는 대중교통과 같은 고정 노선 서비스 형태로 운영이 가능하며, 현재 타 공유 (마이크로)모빌리티 서비스가 구축되는 방식으로 비즈니스 모델이 발전될 것으로 예상

- (B2C, 기업-소비자) 기업이 회원 또는 사용료 기반으로 기업 소유의 SAV를 소비자에게 렌트하는 형태
- (P2P, Peer-to-Peer) 호스트 기업(SAV 소유)이 임대 기업에게 단기적으로 SAV를 사용할 수 있도록 제공하는 형태
- (부분 소유) 여러 사람이 개인적으로 사용하기 위하여 AV를 공동으로 구매 및 유지관리 비용 분담
- (개인 소유) 개인소유의 AV 구입 또는 렌트
- (공공 소유/운영) 공공기관이 대중교통과 유사한 AV를 소유 및 운영, 대형 차량(버스 등)과 소형 차량(셔틀 등) 포함

[표 2-59] AV/SAV 배치 프레임워크

구분	[1단계] 현재	[2단계] 특정 ODD 자동화	[3단계] 도시규모 ODD 자동화 레벨 4	[4단계] 레벨 4 이상 자율주행차의 확산
ODD*	고속도로, 지정 구역	고속도로, 지정 구역, 일부 도심 도로	고속도로, 주요 도시 및 대도시	고속도로, 대부분의 도시 및 대도시
차내 감독 필요	O	일부 경우	X	X
개인소유 AV	레벨 2 AV 주행 가능 (테슬라 오토파일럿, 닛산 프로파일럿)	레벨 2, 3 AV 주행 가능, 고속도로 주행에 사용되는 개인소유 AV가 더 많을 것으로 예상	레벨 4 AV 주행 가능, AV 개조키트가 증가함에 따라 개인 AV 소유율 증가	개인소유 AV는 비용차이로 인해 토지 이용상황에 따라 달라질 수 있음
공동소유 AV	아직 적지만 증가하고 있는 저속 SAV 파일럿 및 테스트(EasyMile, May Mobility), 기존차량을 통한 테스트 (Waymo, GM/Cruise)	SAV 파일럿 증가, 저속으로 운행되며 특정 use case나 지역에서 사용될 것	차내 운전자 불필요, 주요 도시/대도시 지역에 SAV 서비스 도입, 개인소유 차량 감소, 대중교통 및 개인차량에서 전환됨, 보행/자전거에 있어 변화 발생 가능	SAV는 더 많은 승객수와 더 많은 지역으로 확장됨, 대중교통 이용률을 감소시킴

* ODD(Operational Design Domain): 운영설계영역을 의미하며, 지리적, 교통, 속도, 도로 유형과 같은 요소를 고려하여 자동화시스템이 작동하도록 특정 조건이 설계된 구역을 뜻함

○ (잠재적 영향) 공공기관은 지역사회에 SAV 도입 시 발생할 잠재적인 문제점을 해결함으로써 지속가능한 결과를 얻기 위해 다양한 정책을 추진해야 함

- (환경 및 토지이용) SAV 도입으로 인해 개인소유 차량이 줄어들면서 주차문제가 해결됨으로써 도

심지 규모가 감소하고 통근시간이 단축될 수 있음. AV가 발전함에 따라 긴 통근시간을 실용적으로 보내게 되면서 교외 지역에 생활하는 것을 선호하는 소비자가 증가할 것임

- (노동시장 및 경제) AV는 승객/물품 운송 관련 비용을 절감하고 연구개발, 차량 정비, 운송 보안 등의 새로운 일자리를 창출하는 반면 운송 운영과 물류에 있어 일자리 감소를 초래할 수 있음
- (사회적 형평성) AV는 저소득층이 교통비를 절감하여 일자리 등에 더 쉬운 접근이 가능하도록 하는 반면, 장애인을 위한 서비스가 부족하거나 스마트폰을 사용하는 등 복잡한 서비스를 제공하면 일부는 이용하기 어려울 것임
- (교통 패턴) AV는 차량 사용방법에 따라 정체가 더 많거나 덜 발생할 수 있으므로 AV가 교통패턴에 미치는 영향은 불확실함
- (대중교통 승차율) AV는 인력에 필요한 비용을 줄여 잠재적으로 승객에게 절감된 요금을 부과하여 대중교통 승차율을 증가시킬 수 있으며, 긴 통근시간을 효율적으로 활용하도록 함으로써 소비자 선호도가 교외지역으로 이동하도록 하여 잠재적으로 대중교통 승객 수를 줄일 수 있음

[표 2-60] AV/SAV의 잠재적 영향에 대한 SWOT 분석

	내부적인 영향		
긍정적인 영향	**[Strengths]** · 모니터링되는 공유 데이터 활용 가능 · 정교한 정보관리시스템과 근거리 통신을 어디에서나 사용함으로써 차량 안전성과 교통/경로 효율성을 증가시킴 · SAV를 활용함으로써 환경에 미치는 부정적인 영향을 줄일 수 있음	**[Weaknesses]** · 차량 운영에 대한 데이터는 오픈되지 않음 · 민간기업에서의 이용자에 대한 데이터의 활용 및 공유에 대한 감시가 부족함 · 표준화된 정보 포맷 및 근거리 차량 통신 프로토콜이 제한적임	부정적인 영향
	[Opportunities] · 도시 재설계 및 토지 용도변경을 통해 멀티모달 교통수단 이용을 촉진시킴 · 배출가스 제로 차량의 도입 지원, 대체 연료 인프라에 투자	**[Threats]** · 차량을 중심으로 한 도시 재설계 · 근거리 이동과 지역내 교통수단의 이용이 증가하면서 주행거리가 급격히 증가함 · 내연기관 자동차를 선호하고 친환경차의 투자 수익을 감소시키는 시스템	
	외부적인 영향		

[표 2-61] 잠재적 영향을 고려한 SAV 정책 예시

잠재적 영향	정책	정의
환경 및 토지이용	연석공간 최적화	AV의 데이터를 활용하여 동적인 연석공간 관리와 관련 정책(연석공간 요금제 등)에 적용
	전기차 도입 확대	공공기관은 환경문제 완화를 위해 배출가스 제로 AV 도입 및 전기차 인프라에 대한 투자 고려 필요
	유휴공간 개발 & 주차공간 대체	차량 자동화는 주차 수요를 감소시킴으로써 기존의 주차공간을 다른 용도로 사용하거나 주거공간 및 유휴공간 개발을 지원할 수 있음
	도시 성장 경계	도시 성장 억제 및 개방공간 보존 등의 토지이용 정책은 도시가 교외지역까지 확산되는 sprawl 현상을 방지하고 기존 도시 내에서 유휴공간 개발을 장려하는 데 도움이 될 수 있음
	탑승 조건, 요금제, 카풀링 정책	미래에는 AV 주행거리의 증가를 방지/완화하기 위해 최소 탑승조건, 요금제, 공유 모빌리티 이용을 장려하는 정책 등이 중요해질 수 있음
노동시장 및 경제	인력 개발 프로그램	대중교통 업체는 직원들에게 AV 도입 및 이러한 기술이 현재 노동력에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 대해 사전에 통보해야 함. 정부기관은 이에 영향을 받는 근로자를 위한 직무훈련 및 직무 배치 서비스 등 인력개발 프로그램을 구현할 수 있음
교통 패턴	멀티모달 SAV 계획	대중교통과 통합되고 퍼스트마일과 라스트마일의 연결을 장려하는 정책은 SAV와 대중교통 간 관계를 상호보완적으로 만들 수 있음

잠재적 영향	정책	정의
	요금제	요금제 관련 정책은 한가한 시간대에 이용자들이 더 많이 이용하도록 장려하는 데 도움이 될 수 있음
사회적 형평성	종합적인 형평성 정책	장애인, 저소득층 등 스마트폰이나 정보데이터에 접근이 어려운 사람들을 위한 AV 서비스 제공에 대한 정책을 개발할 수 있음
	저소득층 지원 프로그램	보조금 지급, 현금결제 옵션 등 저소득층을 위한 정책을 지원함으로써 저소득층의 교통비 절감 및 모빌리티 접근성 향상에 도움이 될 수 있음

○ (선로설비(ROW) 인프라 관리) AV/SAV 도입 시 안전문제 해결을 위해 여러 교통수단이 사용할 수 있는 연석공간 및 플렉스존* 구축 등 적절한 선로설비(ROW) 관리가 필요하며, 교통혼잡을 완화하고 non-AV와의 충돌사고를 줄이기 위해 SAV 전용 차선이 필요

* 플렉스존(Flex zone): 주간에는 승객 및 물품 승하차 구역, 야간에는 주차공간으로 이용하는 등 다기능 목적이 있는 공간

- SAV 차선은 탑승인원, 운영특성(인간운전자-자율주행), 시간대, 도로수요 등에 따라 분류 가능

[표 2-62] 탑승인원에 따른 AV/SAV 차선 분류 예시

탑승인원	특징	정의
없음	차내 운전자나 승객이 없음	주차공간으로/에서 이동하는 완전 자율주행 차량
1개	차내 한명의 승객이 있음	완전 자율주행 차량 내 한 명의 승객 탑승
	차내 한명의 운전자가 있음	자율주행이 아닌 차량을 한 명의 운전자가 운전 중임
다수	다수의 승객(2명 이상)	완전 자율주행 차량 내 최소 2명 이상의 승객 탑승
	다수의 승객(2명 이상)	자율주행이 아닌 차량 내 한명의 운전자와 1명 이상의 승객 탑승
	버스 전용	버스 전용 차로

○ (사례 연구) 미국 전역에서 지자체와 민간 기업이 협력하여 SAV 개발 및 실제 도로에서의 테스트를 진행 중이며, 특히 USDOT는 SAV 이용 활성화를 위해 도시 규모로 자금을 지원함

1 [EasyMile(San Ramon, 미국)] Contra Costa 교통청(CCTA)과 GoMentum이 협력하여 자율셔틀 프로그램인 EasyMile을 개발 중임(2018)

- (목표) 퍼스트마일과 라스트마일의 문제점 해결, 교통정체 절감, 교통허브에 저렴하게 접근가능한 안전한 교통서비스 제공
- 2018년 1월, 캘리포니아 DMV는 주 역사상 처음으로 공공도로에서 EasyMile 테스트 허가
- 2018년 3월, Bishop 목장과 주변 지역사회에서의 EasyMile 테스트 계획 발표



[그림 2-120] EasyMile

2 [Ultimate Urban Circulator, U2C(Jacksonville, 미국)] 잭슨빌 교통당국은 자율주행 모노레일 시스템인 U2C를 개발 중(2019)

- (목표) 지역사회 내 이웃 간의 효율적인 이동, 고용·주거·소매·의료·교육센터로의 접근성 향상
- (배경 및 필요성) 플로리다주 잭슨빌에는 현재 8개 역이 있고 2.5마일을 운행하는 모노레일 시스템인 스카이웨이를 운영 중인데, 지역사회 조사에 따르면 이는 일부 popular한 곳에 도달하지 못한다는 문제점이 있음
- 이를 해결하기 위해 잭슨빌 교통당국은 기존 스카이웨이 시스템보다 더 많은 지역을 연결하는 Ultimate Urban Circulator(U2C)를 개발 중
- (현황) AV 네트워크로 전환됨에 따라 개발자들은 서비스 지역 확대 및 연결성 향상을 위해 다리와 내부 루프 위치를 파악하고 있으며, 서비스 시간 등의 확대를 위한 옵션을 연구 중



[출처] https://www.moderncities.com/article/2020-dec-the-future-of-mobility-the-ultimate-urban-circulator-page-2

[그림 2-121] Ultimate Urban Corridor

3 [Waymo(Phoenix, 미국)] 2018년 12월, 알파벳의 자율주행 프로젝트인 웨이모가 안전요원이 탑승한 무인택시 형태로 첫 상용 SAV 서비스를 시작했으며, 2020년 10월, 운전석에 안전요원이

탑승하지 않은 완전 자율주행 호출택시를 운행하겠다고 발표[164]

- 초기 버전은 정해진 구역(피닉스시 주변 160km 반경에 국한)에서 약 400명의 제한된 고객에게만 서비스 제공
- (현황) 초기 '웨이모 원'을 운영한 이후 자율주행 누적거리가 1,600만km를 넘어선 것으로 집계
- (이용방법) 웨이모 서비스는 Chandler, Mesa, Tempe, Gilbert 등 애리조나주 피닉스 교외 지역 130km^{2}내에 한정되어 이용 가능하며, TNC와 유사한 인터페이스의 '웨이모 원' 앱을 통해 호출
- (특징) 차량에 8대의 카메라를 설치하여 원격 모니터링 실시
- 향후 애리조나주 피닉스뿐만 아니라 미국 전역으로 자율주행 호출택시 서비스를 확대한다는 목표



[출처] Business Insider, 2018

[그림 2-122] Waymo

4 [Accessible Transportation Technologies Research Initiative, ATTRI(USDOT)] USDOT에서 교통약자를 위한 ATTRI 앱 개발

- (목표) 개인의 능력에 상관없이 사람들이 독립적으로 편리하게 이동성을 확보할 수 있도록 지원하고, 특히 장애인과 노인의 교통 접근성을 향상시키는 전략 구축
- (개발 내용) ATTRI 앱은 길찾기, 내비게이션, 사전 컨시어지 및 가상화, 안전한 교차로 횡단 지원, 로봇공학, 자동화가 포함됨
- AV와 로봇공학은 운전을 할 수 없거나 원치않는 사람들의 이동성을 확보하고 장애인의 독립적인 이동성을 향상시킬 것으로 기대

164) https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND0000000000040430&menuNo=200004&pageUnit=10&pageIndex=2



1. 경로 계획	스마트폰 앱을 이용하여 목적지까지 이동경로를 확인
2. 대중교통 정류장으로 이동	자율주행 셔틀서비스를 이용하여 대중교통 정류장/역까지 이동, 향후 보조로봇이 개발되면 활용 가능
3. 대중교통 탑승	목적지에 가까워지면 앱이 대중교통에서 내릴 타이밍을 알람을 통해 제공
4. 교차로 횡단	앱이 교차로 신호등과 연동되어 교통약자가 길을 건널 충분한 시간을 확보하며, 주변 차량에도 정보 공유
5. 목적지 도착	이용자가 목적지에 도착한 후 다시 집으로 돌아갈 경로 계획을 준비

[출처] https://www.its.dot.gov/research_archives/attri/index.htm

[그림 2-123] ATTRI 앱 이용 프로세스

5 [Smart City Challenge(USDOT)] 2015년 12월, USDOT는 스마트시티 챌린지 이니셔티브를 통해 통합 데이터, 기술, 혁신 등을 모빌리티와 관련된 도시 과제를 해결하기 위한 기술로 활용하고자 함

- (목적) 도시화 성장 계획에 있어 새로운 기술을 잘 활용하도록 장려
- 이는 도시들에게 재정적으로 부담이 되기 때문에, USDOT는 자금을 여러 관할권에 배분하는 대신 한 도시에 4천만 달러를 전부 보조금 형식으로 지급하고자 도시들이 스마트시티 파일럿 프로젝트로 제안서를 개발하고 자금을 위해 경쟁하도록 장려
- USDOT 자금은 공공기관-민간기업 간의 파트너쉽을 활성화하기 위한 것으로, 공적 자금(committed funds), 현물 지급(in-kind contribution), 행정 효율화 등의 형태로 이루어짐
- (결과) 81개 도시에서 스마트시티 챌린지에 78개의 제안서를 제출
- 우승자는 오하이오주의 콜럼버스로 이 도시는 다양한 교통 전략을 제시하였는데, 한 예로, 1.4마일 경로를 따라 운행하는 자율셔틀시스템은 2018년 12월부터 2019년 9월까지 운영되었으며, 이 기간 동안 19,118마일, 16,062번의 이동이 이루어졌음

이는 도로의 저속화, 도입 시 적은 위험도, 시내 교통수단으로의 접근성, 노선에 차질 발생 시 승객에게 적은 영향을 이유로 선정되었음

ㅇ (향후 전망) 자동화 레벨이 증가함에 따라 AV/SAV에 대한 새로운 연구개발이 가속화되고 있음

- SAV 파일럿이 빠르게 발전 중이며, 특히 저속의 제한된 환경에서의 파일럿이 공공 목적으로 도입되고 있음
- 온디맨드 형태의 SAV의 개발로 인해 SAV 도입 속도가 빠르게 증가할 것으로 전망

□ [Urban Air Mobility(UAM)] 도시 내 새로운 승객 운송 및 물품 배송 서비스로 무인 또는 유인으로 조종되는 항공기 및 관련 시스템을 의미하며, 자동화 유무·이용 목적 등 기반의 정확한 UAM 분류 및 문제점 파악 필요

[참고] 영공(airspace)* 분류체계

* 영공(airspace)이란 국가의 주권이 미치는 영토와 영해의 수직 상공을 의미하며, 일반적으로 대기권까지를 고도 한계로 간주

- 연방항공청(FAA)은 영공(airspace)을 6개로 분류하여 정의하고 있음
  - [Class A] 18,000피트 이상의 영공(비행 레벨 600, 약 60,000피트), UAM은 절대 이 공간에서 비행할 수 없음
  - [Class B] 대형 공항 주변의 영공(일반적으로 최대 10,000피트), 모든 항공기는 항공교통 통제를 받아야 함
  - [Class C] Class B와 유사한 혼잡한 영공(일반적으로 공항 상공 1,200피트~4,000피트)으로 교통량이 낮음. 모든 항공기는 항공교통 통제를 받아야 함
  - [Class D] 관제탑이 있는 소규모 공항 주위의 영공(일반적으로 최대 2,500피트)
  - [Class E] Class A~D 이외의 모든 통제된 영공(일반적으로 Class A의 시작부분까지 지상 700피트부터 1,200피트까지 확장됨)
  - [Class G] 통제되지 않는 영공(airspace). 조종사가 항공교통관제의 허가를 요청할 필요없는 유일한 구역
- 대부분 UA나 드론은 지상 400피트 이하에서 작동하며, 이 고도 이상으로 비행하기 위해서는 FAA의 허가가 필요
- 일반적으로 승객을 태운 UAM 항공기는 지상 약 5,000피트까지 운행 가능하지만, 항공기에 따라 상이함



[그림] FAA 영공(airspace) 분류체계

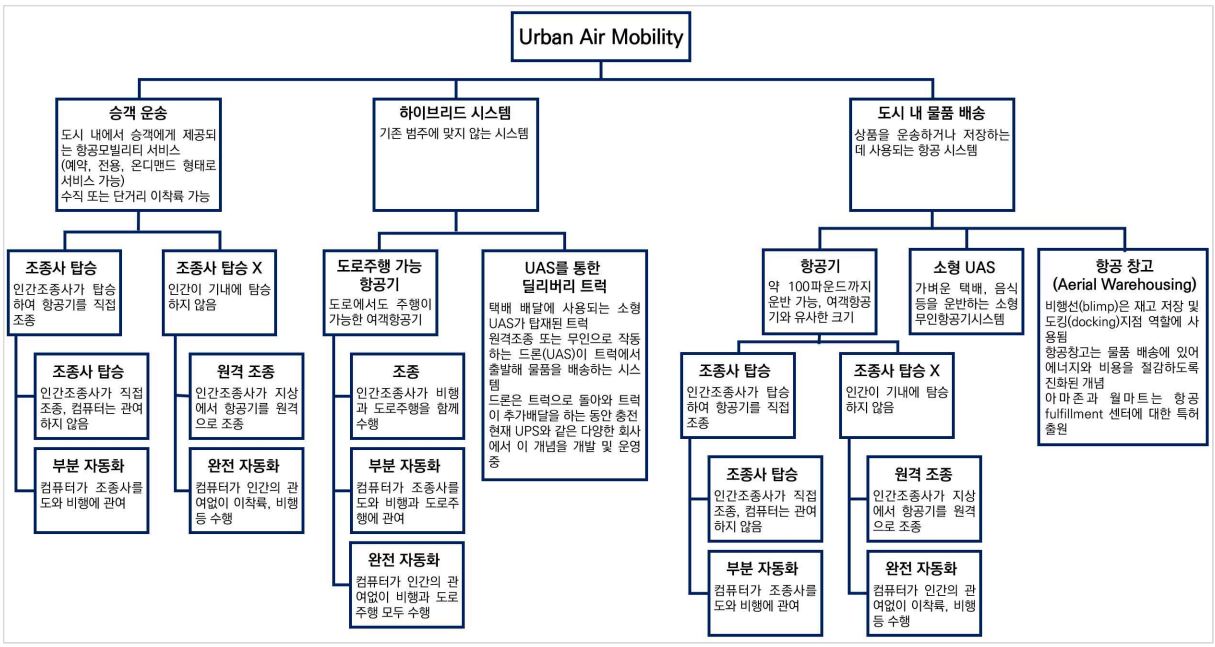
ㅇ (UAM 유형) UAM은 재난 구조, 물품 배송, 승객 운송 등 다양한 use case를 기반으로 인간조종사 탑승, 원격 조종, 부분 자동화, 완전 자동화 등 다양한 형태로 개발되고 있음

[표 2-63] UAM의 유형 및 정의

용어	약자	정의
시스템		
지방지역(rural) 항공모빌리티		시골 및 교외 지역 내 승객 이동, 화물 운송, 비상 관리 등을 위한 안전하고 효율적이며 접근성이 좋고 조용한 항공 운송 시스템
소형 무인항공기시스템	Small UAS	국가 영공(airspace) 시스템 내에서 소형 무인항공기의 안전하고 효율적인 운용에 필요한 소형 무인항공기 및 관련 요소 (소형 무인항공기를 제어하는 통신 링크 및 구성요소 포함)
도심항공모빌리티	UAM	대도시 내 승객 이동, 화물 운송, 비상 관리 등을 위한 안전하고 효율적이며 접근성이 좋고 조용한 항공 운송 시스템
무인항공기시스템	UAS	사람이 탑승하지 않고 원격으로 조종하거나 완전히 자율적으로 운용되는 항공기 및 관련 요소
무인항공기시스템 교통관제	UTM	영공(airspace) 통합 요건을 제공하여 안전한 저고도 운영을 가능하게 하는 교통관리 시스템으로, 영공(airspace) 설계, 공중 회랑(air corridor), 동적 지오펜싱(dynamic geofencing)*, 경로 계획 등의 서비스를 제공 NASA는 UTM 시스템이 항상 모든 항공기를 지속적으로 감시하기보다는 인간조종사에게 전략적 의사결정을 위한 데이터만을 제공할 것을 제안함 * 지오펜스(geofence): 실제 위치에 기반하여 가상의 경계나 구역을 만드는 기술
항공기		
소형 무인항공기		이륙 시 무게가 55파운드(약 25kg) 미만인 무인 항공기 (기내 혹은 다른 곳에 부착되어 있는 모든 항공기를 포함)
무인항공기 (Unmanned Aerial Vehicles)	UAV	인간조종사가 탑승하지 않은 다용도 항공기로, 일반적으로 '드론'이라고 불리며, 원격으로 조종하거나 완전히 자율적으로 조종 가능 화물운송을 위한 장치에는 일반적으로 4~8개의 프로펠러, 충전식 배터리, UAV 몸체 아래의 물품으로 구성되고, 더 큰 사이즈의 UAV는 승객 운송에도 사용 가능
무인항공기 (Unmanned Aircraft)	UA	기내 또는 항공기 위에 부착된 사람의 직접적인 개입 없이 운행 가능한 항공기이며, 일반적으로 '드론'이라고 불림
수직 이착륙	VTOL	수직 이착륙이 가능한 항공기
단거리 이착륙	STOL	기존보다 단거리 이착륙이 가능한 항공기

○ (UAM 분류체계) UAM은 다양한 use case 및 기타 고려사항을 기준으로 세밀하게 분류 가능

- (use case) ①**승객 운송**(항공기(aircraft)와 헬리콥터(rotorcraft)로 구성), ②**도시 내 물품 배송**(유인/무인 배송 시스템으로 구성), ③**하이브리드 시스템**(도로주행이 가능한 항공기, 항공 창고(aerial warehousing), UAV 시스템 등 기존 범주에 맞지 않는 시스템을 설명하기 위한 분류)
- (고려사항) ①**인간조종사 탑승 및 부분 자동화**(이착륙과 같은 특정 비행단계를 부분적으로 자동화), ②**원격조종**(다수의 항공기를 제어하는 원격 조종사가 있는 운영센터 포함), ③**완전 자동화 또는 무인항공기**(흔히 UAV 또는 드론으로 지칭)



[그림 2-124] UAM 분류체계

ㅇ (발생가능한 문제점) UAM이 도시에 도입됨으로써 지역사회에 잠재적인 문제를 일으킬 수 있음

- (경제적/사회적 형평성) 현재 UAM은 저소득층/중산층을 위한 저렴한 교통수단이 아니며, 고소득층이 교통혼잡을 벗어나기 위해 이용할 가능성 존재
- (시각 공해) 많은 저고도 항공기의 도입으로 상공이 혼잡해질 경우 원치않는 시각 공해를 일으킬 수 있음
- (소음 공해) 도시 내 많은 저고도 항공기가 도입되면 발생할 수 있는 잠재적 문제
- (프라이버시) 주거지역 내에서 저고도 항공기가 운행될 경우 안전성, 프라이버시, 소음, 미관에 대한 우려 발생 가능
- (기술적/운영상 문제) UAM을 도시 규모에 맞게 배치하기 위해서는 다양한 기술적/운영상의 어려움이 존재하며, 특히 원격조종 및 완전자율 항공기에 관련된 문제가 있을 수 있음

ㅇ (스카이포트(Skyports) 및 UAM 인프라) UAM의 이착륙을 위한 인프라로 UAS 도입 시 구축 필수

- 스카이포트의 위치는 영공(airspace) 고려사항, 토지이용, 지리적 환경, 날씨 패턴, 기존 인프라, 사회 형평성, 운영 요건 등 다양한 요인에 의해 영향을 받음
- 지역사회는 UAM을 위한 특별 구역을 설정하는 규제 도구로서 '오버레이 영역(Overlay zoning)'* 도입 고려 가능

* 오버레이 영역(Overlay zoning): 주변 건물 높이를 제한하고 스카이포트로 이용 가능한 접근경로를 유지하는 등 기존 구역 위에 구축할 수 있는 영역 (기존 영역과 경계를 공유하거나 여러 영역 경계에 걸쳐있을 수 있음)

오버레이 영역은 신규 구축을 지원하기 위한 개발 요건(주차기준 등)을 완화함으로써 UAM 모빌리티 허브를 장려하는 데 사용할 수 있음

[참고] 스카이포트(Skyports)

• (정의) UAM 항공기가 이착륙을 위해 사용하는 인프라 공간이며, 크기 및 비행 레벨에 따라 3가지로 분류됨
- (Vertipad) 1대의 항공기 수용이 가능한 단일 착륙대 및 주차공간
- (Vertiport) 2~3대의 항공기 수용이 가능한 단일 착륙대 및 주차공간
- (Vertihub) 여러대의 항공기 수용이 가능한 2개 이상의 착륙대



[그림] Vertipad 예시
[출처] Volocopter



[그림] Vertiport 예시
[출처] Lilium Aviation



[그림] Vertihub 예시
[출처] Pickard Chilton

[참고] NASA의 첨단 항공모빌리티 내셔널 캠페인(Advanced Air Mobility Natioanl Campaign)

• (개요) 2020년부터 UAM 생태계 전반에 대한 과제를 주도하여 통합 테스트함으로써 UAM의 안전성을 향상시키고 확장성을 가속시킨다는 목표로 진행되는 내셔널 캠페인
- 이러한 과제들은 연방항공청(FAA)의 UAM 인증에 대한 승인프로세스 개발, 비행 프로세스 지침 개발, 통신·내비게이션·감시 요건 평가, 영공(airspace) 운영 관리 활동 정의, 소음 레벨 특징분류 등의 활동에 도움이 될 것임
- 내셔널 캠페인은 미국 Aeronautics Research Mission Directorate의 첨단 항공모빌리티 프로젝트(Advanced Air Mobility project)의 하위 프로젝트
- 내셔널 캠페인은 첨단 항공모빌리티에 대한 NASA의 비전을 달성하기 위한 주요 문제점을 식별하고 이를 해결하기 위해 UAM 커뮤니티와 협력하도록 구성됨

• 첫 번째 테스트에서는 미국의 기존에 개발된 항공기를 테스트하는 데 초점을 맞추면서 UAM 운영의 안전성과 확장성을 위해 필요한 아키텍처와 기술을 연구하는 영공(airspace) 운영 관리 서비스를 포함
- 첫 번째 테스트는 2022년 내셔널 캠페인의 첫걸음이며, 국내 기업은 물론 복잡한 UAM의 운행이 가능한 국제 기업까지 폭넓은 업계의 참여가 이뤄질 예정
- 첫 번째 테스트에서는 참가 기업들이 복잡한 도시환경 시뮬레이션 내에서 조종 또는 원격조종으로 적어도 한 명의 성인 승객을 운송할 수 있음을 입증해야 하며, 악천후/비상착륙/감시/통신단절 등과 같은 상황에서의 UAM 기술을 테스트 (내셔널 캠페인을 위해 개발된 시나리오는 실제 UAM 운행에 있어 항공기 인증, 운행 안전성, 지역사회 수용에 대한 문제를 해결하도록 설계됨)

□ [라스트마일 딜리버리] 라스트마일 딜리버리는 현재 개발되고 있는 미래혁신 기술을 접목해 지역사회에 다양한 방식으로 도입되고 있으며, 이로 인해 발생가능한 문제점 파악 필요

○ 라스트마일 딜리버리는 보통 온디맨드 방식으로 운영되고, 소매업체와 소비자 모두 앱 또는 웹

인터페이스를 통해 배송 위치추적이 가능하며, 보안을 위해 배달 로봇과 ADV는 잠겨있고 수신자의 잠금해제 코드를 통해서만 열 수 있도록 설계됨

ㅇ 라스트마일 딜리버리 관련 혁신 기술은 크게 ①무인항공기(UA), ②배달 로봇, ③자동배송차량(ADV)로 설명할 수 있음

- [무인항공기(UA)] 음식 또는 택배를 배송하는 사람의 개입없이 운행하는 항공기
- [배달 로봇] 음식 또는 택배를 배송하는 단거리 무인 지상 장치
- [자동배송차량(Automated Delivery Vehicles, ADVs)] 기업 및 소비자에게 음식 또는 택배를 배송하는 중거리 자율주행차량(최소 레벨 4)

ㅇ [무인항공기(UA)] 현재 많은 유통업체와 물류업체가 드론이라고 불리는 무인항공기(UA)를 다양한 배송방식으로 활용하고자 테스트를 하고 있음

* (예) 도시 내 패스트푸드 배송, 교외지역에서의 의료용품 전달, 연안 선박에 대한 3D 프린팅 도구 전달 등

- (문제점) 드론을 이용한 배송은 안전성, 사용자 안전에 대한 우려, 심미적/시각적 오염에 대한 우려가 있을 수 있음
- 다양한 운영문제(영공(airspace) 고려사항, 허가, 운용 표준, 규제, 착륙 위치 등)를 해결하기 위해 기관 간 협력이 필요할 수 있음

ㅇ 미국 연방항공국(FAA)은 UAS 이용을 장려하기 위한 정책 및 파일럿 프로그램을 개발하고 있음

- FAA는 드론 사용을 확대하고 이를 국가 영공(airspace)에서 안전하게 이용하기 위해 두 가지 핵심 이니셔티브를 개발

1 [이니셔티브 1: UAS Traffic Management Pilot Program(UPP)] 저고도에서 운행되는 드론의 비행을 지원하기 위해 필요한 운영기술 및 FAA의 역할을 파악하기 위해 설립(2017)

- UPP는 항공교통관제시설의 개입 없이 저고도 드론 운영을 관리하기 위한 서비스, 역할/책임, 정보 아키텍처, 데이터 교환 프로토콜, 소프트웨어 기능, 성능 요구사항을 파악하도록 지원
- FAA는 3개의 FAA UAS 테스트 장소*를 선정했다고 발표(2019.01)

* Nevada Institute for Autonomous Systems (NIAS), Northern Plains UAS Test Site (NPUASTS), Virgin Tech Mid Atlantic Airbrain Partnership(APA)

- UPP은 결과물로써 현재 연구개발 중인 UTM 기능에 대한 개념 증명 및 UTM 기능의 초기 배치에 대한 개념을 제공할 것

2 [이니셔티브 2: UAS Integratin Pilot Program(IPP)] 안전하게 드론을 지역사회에 활용하기 위해 주/지방 정부가 민간 기관(UAS 사업자, 제조업체 등)과 협력하도록 지원(2018)

- USDOT와 FAA는 복잡한 드론 운영을 지원하기 위해 ▲드론 도입 관련 지역사회 및 국익이 균형

을 이루는 방법 파악, ▲주/지방 정부 관할권과의 커뮤니케이션 개선, ▲보안 및 개인정보 유출 위험 해결, ▲현재 특별 승인이 필요한 작업의 승인 가속화 등 새로운 규정을 개발하고 있음

- IPP는 물품 배송, 승객 운송, 비행, 야간 비행, 탐지 및 회피 기술, 조종사-항공기 간 데이터 연결의 신뢰성 및 보안 등 다양한 활용 방안을 테스트하고 있는 9명의 주요 참가기관에 자금 지원

[표 2-64] 연방항공국(FAA)의 자금지원을 받은 UAS IPP 주요 프로젝트

주관기관	장소	UAS 활용 방안
Choctaw Nation	Durant	· 농업 · 인프라 · 공공 안전성 시찰
City of San Diego	San Diego	· 국경(border) 보호 · 음식 배달 · 국제 무역 · 스마트시티, AV의 상호운용성 및 감시 기능
Innovation and Entrepreneurship Investment Authority	Herndon	· 도시와 교외지역에서의 택배 배송
Kansas Department of Transportation	Topeka	· 정밀한 농사 작업 지원
Memphis-Shelby County Airport Authority	Memphis	· FedEx 항공기 시찰 · 비행기 운영 지원(보안 등)
North Carolina Department of Transportation	Raleigh	· 지역사회 내 드론 배송
North Dakota Department of Transportation	Bismarck	· UAS의 심야운영 확대 · UAS의 BVLS* 운영 확대 * BVLS(Beyond Visual Lind of Sight): 드론이 눈에 보이지 않는 상태에서 조종하는 것을 의미
City of Reno	Reno	· 도시 및 교외지역 내 급박하고 생명을 구하는 의료 장비의 배송
University of Alaska -Fairbanks	Fairbanks	· 파이프라인 원격점검 · 원격 측량

- 2019년 10월, FAA는 UAS IPP 프로젝트의 파트너인 UPS Flight Forward에 135개의 항공기와 운영자 인증서(operator cerfitication)을 수여하였고, 이 인증서를 통해 연방 규정에 따라 수익 창출이 가능한 택배 배송을 할 수 있게 되며 UPS Flight Forward는 현재 노스캐롤라이나주 롤리 지역의 병원에 의료 물품을 납품하는 작업을 진행하고 있음

[참고] 음식 배달 파일럿 Uber Elevate

• Uber Elevate는 내부적으로 Uber Eats 사업부와 제휴하여 음식 배달에 적합한 레스토랑 및 UAS 공급업체 파트너를 찾아 UAS(드론)를 이용한 음식 배달 서비스를 개발 및 도입함
  - Uber는 초기 협업업체로 신기술에 대한 관심을 받을 수 있고 대규모의 고객층을 보유한 맥도날드를 선정하여, 현재 샌디애고 주립대(SDSU)와 주변 지역에서 이 배달 서비스를 테스트하고 있음

• Uber Elevate의 드론을 이용한 음식 배달 서비스 프로세스

[표] Uber Elevate 딜리버리 서비스 프로세스



1. 지정 서비스 구역의 Uber Eats 사용자가 협력 제공업체의 특정 음식을 선택
2. Uber Elevate 직원이 식당에서 Uber Elevate 드론으로 음식을 실음
3. Uber Elevate 드론은 최종 배달 목적지 근처에 지정된 구역까지 비행한 뒤 착륙
4. Uber Eats 배달원이 드론에서 음식을 픽업한 뒤 라스트마일 배송을 완료함

• Uber Elevate는 향후 eVTOL 항공기를 이용한 항공택시 서비스를 계획하고 있음

ㅇ (배달 로봇) 많은 스타트업과 물류업체들이 배달 로봇을 활용한 배송방법 개발 및 도입

- 배달 로봇은 크기와 이용가능한 도로에 따라 2가지로 분류되며, 주변 도로이용자를 방해하지 않도록 지정된 속도로 주행해야 함

① (소형 배달 로봇) 보도에서 보행자 속도로 작동하도록 설계된 100파운드(약 45kg) 미만의 소형 로봇

② (대형 배달 로봇) 자전거 전용도로 또는 저속 도로에서 다른 차량과 함께 주행하는 최대 시속 15마일(약 24km/h)로 작동하는 자전거 크기의 대형 로봇



[그림 2-125] 소형 배달 로봇 예시
[출처] Joe Flood, 2017



[그림 2-126] 대형 배달 로봇 예시
[출처] Refraction AI, 2019

- (잠재적인 문제점) 배달 로봇을 활용함으로써 라스트마일 딜리버리 모빌리티의 크기를 줄인다면 교통/주차 혼잡을 감소시킬 수 있는 반면, 좁은 도로에서 보행자 및 장애인에 방해가 될 수 있기 때문에 배달 로봇 관련 법률 및 규정은 일부 특성을 제한

* (예) ▲운전 능력(특정장소에서 전면 금지), ▲기기 중량(100파운드(약 45kg) 이하, ▲선로설비(ROW) 관리(기기는 인도 및 횡단보도에서만 주행 가능), ▲제한 속도(시속 10마일 이하), ▲인적 감독(기기를 항상 원격 감시/조작 가능해야 함), ▲안전 기능(제동 시스템 설계), ▲보험 적용범위(최소 10,000달러), 법 집행(주요 규정 위반 시)

- (규제 현황) 2019년 4월 현재 8개 주(애리조나, 플로리다, 아이다호, 오하이오, 유타, 버지니아, 워싱턴, 위스콘신)가 배달 로봇을 규제하는 법을 통과시킴. 또한, 지역사회는 선로설비(ROW) 내 배달 로봇에 대한 규정을 제정할 수 있음

ㅇ (자동배송차량(ADV)) 배달 로봇은 point-to-point 배송서비스인 반면, ADV는 한번에 여러 고객에게 배송하는 서비스이며, 식료품, 패스트푸드, 택배 등을 배송하기 위해 시범운용되고 있음

- ADV는 자동화 정도와 락커 유무에 따라 3가지 유형으로 분류 가능

① (완전 자동화 배송 차량(ADV)) ADV(레벨 4 또는 5)는 배송 시 운전자의 감독없이 작동 가능하지만, 건물 내 택배 배달 및 서명을 받아야 하는 방문 서비스의 경우 등 일부 사례에서 인간 배달원이 필요할 것. 미래에는 ADV를 소형 배달로봇과 결합하여 인간에 대한 의존도 절감 가능

② (반자동 배송 차량) 반자동 배달 차량(주로 레벨 3)은 운전자의 감독 하에 일부 주행작업을 수행하며, 운전자는 일부 경우(택배 스캔, 고객의 픽업일정 조정 등)에 개입

③ (자동 배송 차량(락커 포함)) 락커가 장착된 ADV는 소비자에게 정확한 배송시간을 미리 알려준 다음 차량 측면의 락커에서 잠금해제 코드를 사용하여 픽업하는 형태로 배송



[출처] Boxbot, 2019

[그림 2-127] 락커를 장착한 ADV

- (규제 현황) 일반적으로 AV와 동일한 규정에 따라 규제됨. 현재 알링턴, 텍사스, 오스틴과 같은 일부 지자체에서 ADV 파일럿 프로그램을 시행하기 시작했으며, 캘리포니아 자동차부(DMV)는 ADV에 대한 별도의 시험등급을 고려하고 있다고 발표(2019.05)

[참고] AV 식료품 배달 서비스 예시: Kroger, Nuro

- (Nuro) 애리조나주 스코츠데일에서 Fry's Food Stores와 함께 ADV를 활용한 식료품 배달 서비스를 시범 운영 (2018.08~2019.03)
- (Kroget, Nuro) 텍사스주 휴스턴에서 ADV를 활용한 식료품 배달 서비스를 시작했으며, 서비스 테스트 수행시 온보드 안전모니터를 사용(2019년 말까지 단계적으로 폐지) (2019.04)

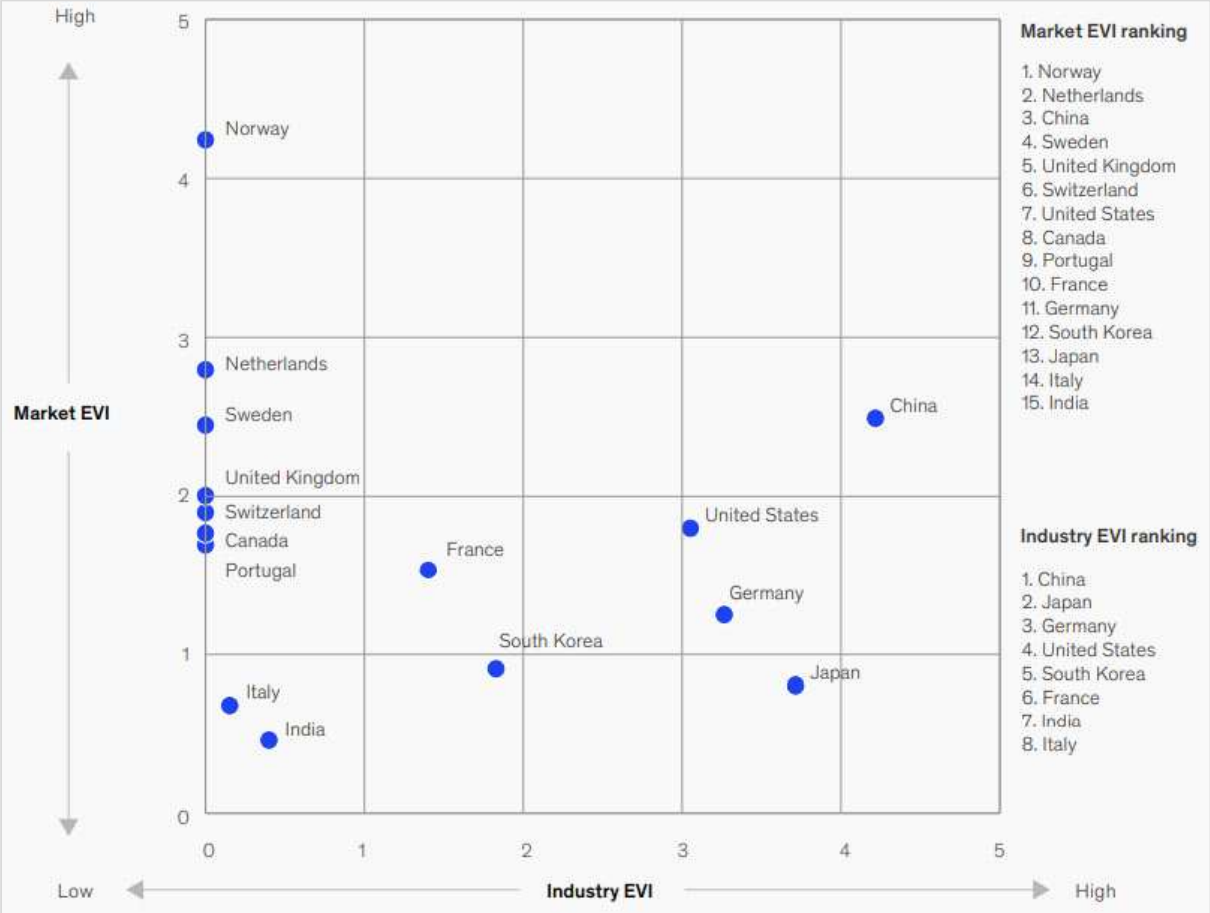
ㅇ (발생가능한 문제점) 라스트마일 딜리버리 기기가 도입됨으로써 지역사회에 잠재적인 문제를 일으킬 수 있음

- (경제적 형평성) 저소득층 등 특정 가구에게는 저렴하지 않을 수 있음
- (접근성) 라스트마일 딜리버리에 이용되는 플랫폼(웹사이트, 앱 등)에 이용하기 어려운 특정 사용자(스마트폰이 없는 사람, 인터넷 접속이 불가능한 사람, 노인 등)는 접근이 쉽지 않음
- (교통 및 선로설비(ROW) 혼잡도 증가) 증가하는 라스트마일 딜리버리 차량, 로봇, 드론 등은 도로, 상공 등에 혼잡을 가져오며, 서비스 간 선로설비(ROW)에 대한 경쟁 발생 가능
- (보행자, 자전거 이용자, 장애인의 이동 방해) ADV와 배달 로봇은 보행자, 자전거 이용자와 도로를 공유하므로 충돌이 일어날 수 있고, 장애인의 이동을 방해할 수 있음
- (시각 공해) 배달 로봇 및 드론 배송 등이 증가하면서 원치않는 시각 공해를 일으킴
- (소음 공해) ADV, 배달 로봇, 드론을 이용함으로써 소음 문제가 발생. 예를 들어, 드론의 경우 단일 기기에서의 날개 회전 소음은 견딜 수 있지만, 다수의 기기가 머리 위로 비행한다면 문제가 될 수 있음
- (인프라 유지보수) 증가하는 라스트마일 딜리버리 기기로 인해 도로, 보도, 연석 등과 같은 인프라 유지보수가 더 많이 필요할 수 있음

Table 5.3 Reported technology inception dates

Technology	2025	2030	2040	Notes and references
Electric cars	Emerging	Widespread	Widespread	Element Energy (2013)
Level 4 passenger vehicle automation	Niche	Emerging	Widespread	(Underwood, 2014); (Automotive Council UK and Advanced Propulsion Centre, 2017)
Level 5 passenger vehicle automation	Developing	Niche	Widespread	(Automotive Council UK and Advanced Propulsion Centre, 2017; London Assembly, 2018) Contrarily some claim L5 is unachievable (Wolmar, 2018)
Electric LGVs/vans	Emerging	Widespread	Widespread	Element Energy (2013)
Electric HGVs	Niche	Emerging	Emerging	<15 tonnes (Heid et al., 2017)
Level 4 truck automation	Developing	Niche	Widespread	(International Transport Forum, 2017a)
Level 5 truck automation	Developing	Developing/ Niche	Emerging	2042 self-driving trucks common (Transport Topics, 2017); 2035 (Frisoni et al., 2016)
Truck platoons	Niche	Emerging	Widespread	Truck Platoons 2021-2030 (Frost and Sullivan, 2016); 2022 (European Automobile Manufacturers Association, 2017); truck platooning on highways 2025-2030 (Frost and Sullivan, 2015; Underwood, 2014)
Flying cars	Developing	Niche	Emerging	2035, wider commercial applications (Frost and Sullivan, 2017a)
Delivery drones	Niche	Emerging	Widespread	(Walker, 2017)
Droids (ground-based drones)	Niche	Emerging	Widespread	(Yole Développement, 2016)
Hyperloop	Developing	Niche	Niche	2030 first scheduled to complete in Saudi Arabia (Virgin, 2018); Dubai 2022 (Reuters, 2017)
Autonomous underground trains	Niche	Niche	Emerging	London 2030 (Beard, 2014); although technically possible since 1967 Victoria line (Preston, 2017)
Autonomous overground trains	Niche	Niche	Emerging	1980s, DLR/Vancouver sky train for metros; 2022-2024 in France (Atelier BNP Paribas, 2017); currently semi-autonomous on Victoria, Central, Northern and Jubilee lines (Verdict, 2017); 2023 in France (Tarantola, 2017)
Autonomous freight trains	Niche	Niche	Emerging	Already used in Australia (Thompson, 2017; Railway Gazette, 2017; BBC, 2018a)

[그림 2-128] 기술개발 착수 일정



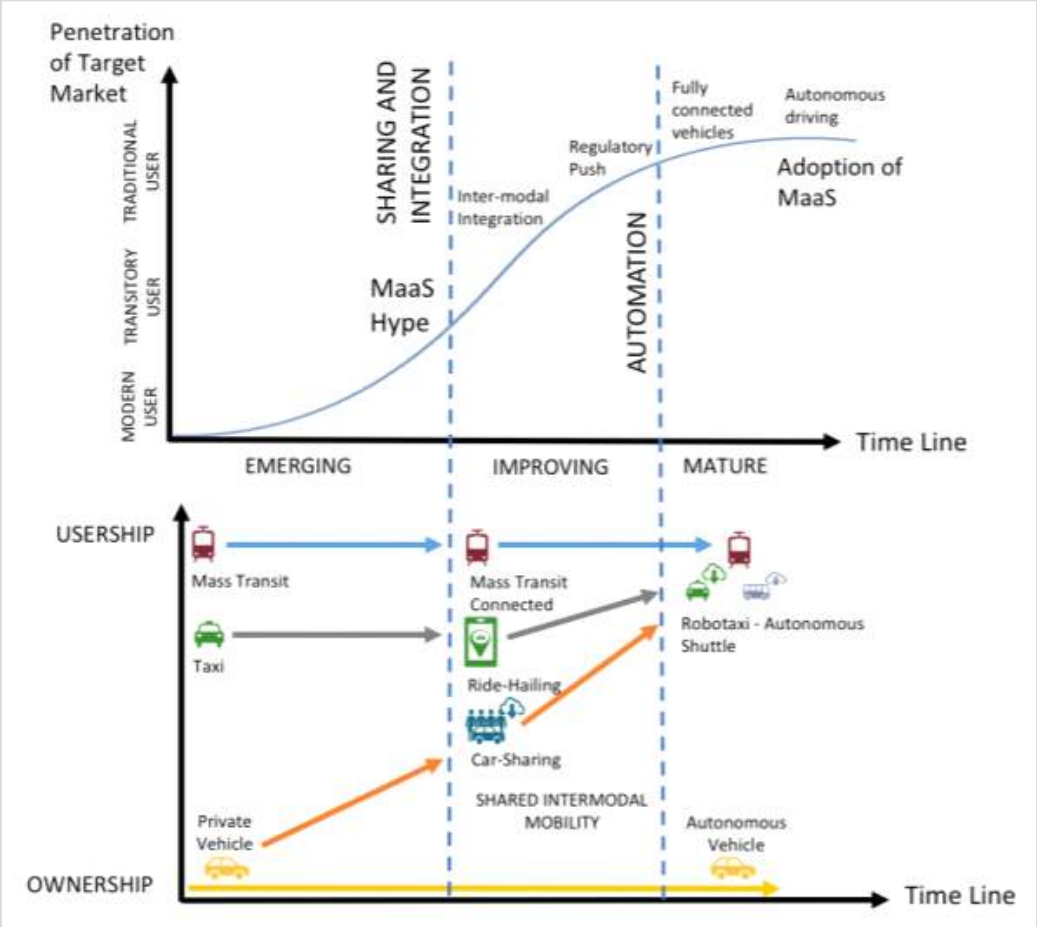
[그림 2-129] Electric Vehicle Index(EVI) 국가별 비교

[출처] Expanding electric-vehicle adoption despite early growing pains, Mckinsey&Company, 2019.08



[그림 2-130] 향후 5년간 자동차 구매 및 모빌리티 서비스 이용 결정 요소

[출처] Global Automotive Executive Survey 2020, KPMG



[그림 2-131] 단계별 교통시스템 변화

[출처] https://baxcompany.com/insights/from-car-owning-to-ride-sharing-how-maas-could-change-the-way-we-travel/

4-1-2. 국내 정책 동향

가. 제 5차 국토종합계획 ('20~'40) (2019.11)

□ 교통서비스 격차와 대도시권의 혼잡 심화 문제가 발생하였고 스마트시티의 글로벌 경쟁력 강화가 시급해지면서 관련 인프라 구축이 필요하며, 교통인프라의 급속한 노후화로 관리필요성이 증대되고 4차산업혁명을 반영한 교통체계 개편이 요구됨

ㅇ 네트워크형 교통망의 효율화와 대도시권 혼잡해소, 그리고 국가 간선망의 효율화를 통해 전국을 2시간대로 연결하고, GTX 등 주요 거점을 30분대로 연결하는 광역철도망 구축, 대심도 지하도로 등을 추진하고자 함

- 또한 장기적으로 자율주행자동차, 개인형 교통수단, 하이퍼루프 등에 대비한 미래형 교통체계로의 개편 필요성이 제기됨

ㅇ 자율주행자동차, 개인용 이동수단의 등장으로 도로 체계 개편이 요구되며, 신 교통수단의 등장으로 도로 인프라의 첨단화와 안전시스템을 구축해야 함

- 기존 대중교통의 서비스 혁신을 위해 노후된 인프라를 정비하고,MaaS 모델을 확대하고, 대중교통의 고급화와 요금체계 개편등의 전반적인 검토가 필요함

나. 한국형 도심항공교통 (K-UAM) 기술 로드맵 수립 ('22~'35) (2021.03)[165]

□ [배경] 도시 지상교통의 혼잡 해결수단으로 부상한 도심항공교통(이하 UAM)은 혁신 교통수단 중 하나로, 새로운 분야인 UAM산업의 성장을 지원하기 위한 맞춤형 발전전략

ㅇ UAM은 기체·부품제작, 인프라, 플랫폼 서비스까지 다양한 분야가 유기적으로 조화되는 산업으로, 소재·배터리·AI·빅데이터 등의 첨단기술이 필수적이며 항공분야 특성상 높은 안전도 달성을 위해 높은 수준의 기술이 집약되어야 함

- UAM의 세부기술을 구체화하고 상용화 시기, 비용 등의 분석을 통한 맞춤형 추진전략이 필요하며, 산업생태계 전환 및 혁신성장 등 한국판 뉴딜로 대표되는 기술발전 노력과 조화를 이뤄 연관산업의 발전을 유도하고자 함

---

165) https://www.moef.go.kr/com/synap/synapView.do;jsessionid=qA-Sm-UsaagjI-hKR6RyE0IN.node20?atchFileId=ATCH_000000000017202&fileSn=4

□ [주요 체계] 상용화 기반 마련('22~'29), 상용화('30~'34), 대중화('35)의 마일스톤과 5대 추진전략을 통해 UAM 시장의 발전을 추진함

[표 2-65] K-UAM 기술개발 로드맵 5대 추진전략

구분	전략	내용
1	안전성 확보 관리기술 개발	· 탑승객 안전성 향상을 위한 관련 기체 구조설계 및 시스템기술확보 · 핵심부품의 실시간 모니터링 기능 구현 · 안전성 인증 및 시험평가 체계 확보 · 자율비행, 무선통신, 안전 및 보안 등 교통관리시스템 인증체계구축
2	수용성 증대 친화기술 확보	· 도심하늘의 저소음 환경을 위한 기체, 부품, 복합 신소재 개발 · 탄소배출이 없는 전기, 수소 기반 추진동력 활용 기술개발 · 초경량, 고밀도, 고효율 전기배터리 양산기술개발
3	경제성 향상 상용기술 마련	· 시장규모에 맞춘 속도 및 균등 품질 생산기술 · 배터리 교체주기 단축을 통한 비용절감 도모
4	지속가능성 기초기술 생태계 구축	· 자율비행기술 개발 및 인증체계 마련 · 교통관리체계의 주체를 사람에서 프로그램으로의 전환 · AI 역할 확대 및 빅데이터 기반의 교통흐름 분석
5	상호발전 기술교류 확대	· 다양한 기술산업과 부품, 교류를 상호작용 · 스핀오프, 스핀온, 스핀업 등 다양한 교류형태에 대한 자금 지원 · 국제 협력 강화를 통한 R&D 수행

다. 제 2차 국가기간교통망계획('21~'40) (2021. 05)[166]

□ [배경] 국토교통 여건, 기후 등 환경변화, 사회·경제적 변화 등에 따른 복잡·다양한 교통문제에 대해 효율적으로 대응하고, 미래 국가교통의 방향 설정 등을 위해 계획 수립

○ (사회문화적 영향) 1인가구의 증가, 고령화, 인구감소, 대도시집중, 대도시교통난, 서비스 격차발생, 주거패턴 변화, 가치관변화, 친환경 관심 증대 등의 현상을 교통부문에 반영하고자 함

○ (과학기술적 영향) IT기반의 수요자 중심 모빌리티 교통체계로 전환되고, 신교통수단의 일상화가 진행되며 기존 교통체계와 새로운 교통체계간 조화로운 상생 필요성 제기됨

○ (경제적 영향) 기존 시설의 노후화, 친환경 차 대체시 교통세 감소로 인한 재원부족, 공유 경제 활성화를 대비해야 함

○ (환경적 영향) 지속가능한 교통체계 구축이 필요하며 인프라 적기 공급이 필요하며 Covid-19로 인해 수요가 급감한 교통부문의 정상화가 필요하고 대중교통수단에 대한 철저한 방역대책이 필요함

□ [목표] 안전하고 지속가능한 교통체계를 구축하고, 일상 속의 자율교통을 달성하며, 차별없는 이동권을 보장하고 글로벌 교통 공동체를 실현함

○ 이를 위한 주요 정책과제는 하기 표와 같으며, 다양한 대중교통수단 공급을 통하여 출퇴근 시간을

166) http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=2&id=95086375

30분대로 단축하고, MaaS, 자율주행셔틀 등 다양한 대중교통 서비스를 제공하며, 대중교통의 공공성을 강화하여 국민의 보편적 이동권을 보장하고자 함

[표 2-66] 제 2차 국가기간교통망 계획의 주요 정책과제

구분	전략	내용
1	국토균형발전을 위한 교통망 완성	· 고속 국가 철도망 완성 · 국가 간선도로망 완성 · 경제성장을 지원하는 공항인프라 구축 · 국가 수출입 관문 항만 경쟁력 강화
2	언제 어디서나 접근가능한 대중교통 환경 조성	· **대중교통의 공공성 강화** · **대중교통 수단·서비스 다양화** · **복합환승센터 확대 구축**
3	친환경 첨단 모빌리티의 일상화	· **친환경 모빌리티 보급 확대** · **친환경 교통 인프라 확대** · **첨단 교통수단의 개발 및 보급 지원** · **교통·물류의 스마트화**
4	안전하고 차별없는 교통사회 실현	· **사람 중심의 도로 교통 체계로 개편** · 노후교통시설 생애주기 관리 · 교통약자에 대한 복지체계 강화
5	글로벌 교통 공동체 기반 마련	· 남북간 교통인프라 연결 및 현대화 · 유라시아 대륙과 한반도 연결성 강화

라. 제 1차 자율주행 교통물류 기본계획('21~'25) 수립 (2021.06)[167]

□ [배경] 국토교통부는 향후 5년간 자율주행차의 확산 및 자율주행 기반 교통물류체계의 발전, 그리고 조속한 도입을 위한 기본계획수립을 추진하였음

○ 자율주행차의 시장규모는 연평균 40% 이상의 성장세가 예측되며 동시에 교통·물류 서비스의 확산이 예상되며, 2021년부터 본격적으로 레벨3 단위의 자율차가 출시될 전망으로 자율차 안전확보 및 기술개발 지원 등에 필요한 입법 및 중장기 계획을 수립 중임

○ 우리나라는 2027년 세계 최초 레벨4 자율차 상용화를 목표로 설정하고 세부과제를 추진 중으로, 자율주행 서비스 상용화를 위한 기반을 선제적으로 추진하고자 함

□ [전략] 다음과 같은 5대 전략을 통해 자율주행기술의 도입발전을 도모함

[표 2-67] 제 1차 자율주행 교통물류 기본계획

구분	전략	내용
1	자율주행 교통물류 서비스 기술 고도화	· 자율주행 여객, 화물, 사회기반 서비스에 대한 기술력 확보 추진하며, 화물배송 서비스 개발 및 도로 모니터링 등 사회기반 서비스의 기술개발 추진
2	자율주행 교통물류 서비스 실증환경 조성	· 시범운행 지구, 규제자유특구 중심으로 실증확대 및 자율주행 테스트베드의 고도화를 추진
3	자율주행 교통물류서비스 사업환경 조성	· 도로·통신 인프라의 전국구축 및 데이터·플랫폼 서비스 기반에 대한 관리체계 정립을 추진함

167) https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=215476&topic=P&pp=20&datecount=&recommend=&pg=

구분	전략	내용
		· 자율주행 관련 데이터 표준화 및 빅데이터 관리를 위한 공통 플랫폼을 개발하며, 관련 평가체계를 마련
4	자율주행 안전성 강화 및 기술 수용성 제고	· 안전기술 고도화 및 안전 기준의 국제조화 기반마련 · 주행, 충돌, 통신, 시스템 분야의 안전성 평가를 위한 기준마련
5	자율주행 교통물류 생태계 구축	· 관련 인력 양성 및 국토교통 혁신펀드 확대, 예산지원 확대

마. 제 2차 국가 도로망종합계획 ('21~'30) 수립 (2021.09) [168]

□ [배경] 도로망의 건설과 효율적인 관리를 위해 국가도로망종합계획을 수립하였으며, 본 계획은 국내 도로정책의 추진방향을 제시하고, 도로교통에 대한 여건변화 분석 및 전망 등을 포함함

○ 본 계획은 도로법 제5조에 따른 도로분야의 최상위 법정 계획으로, 국토종합계획 및 국가기간교통망계획과 연계됨

○ 총 인구가 증가하며 동시에 수도권 및 대도시의 인구집중 심화, 빠른 고령화 추세, COVID-19, 첨단 기술의 발달, AICBM 등 사회적 현상을 반영하여 도로망에 대한 전략을 수립함

□ [주요 정책 과제] 다음과 같은 경제·포용·안전·미래 4대 정책방향에 따라 국가간선도로망을 개편, 공공성 강화, 이용자 편의제고, 디지털·스마트 도로 구축 등 추진 과제를 제시함

[표 2-68] 제2차 국가 도로망종합계획 주요 과제

적재 적소에 투자하여 경제 재도약 지원	사람 중심의 포용적 교통서비스 제공
· 국가 간선도로망 구축·정비 · 국토균형 발전 지원 · 도로산업 육성·연구개발 · 도로투자 효율화	· 도로 공공성 강화 · 사람중심도로 구축 · 도로이용자 편의 제고 · 교통 운영·관리 효율화
안전한 도로환경 조성	**혁신성장을 선도하는 미래도로 구축**
· 도로교통 안전 강화 · 구조물 안전관리 · 재난대응 역량 강화 · 유지관리 자동화·무인화	· 디지털·스마트 도로 · 친환경·탄소중립 도로 · 글로벌 도로망 구축

○ 미래형 교통수단과 밀접히 관련있는 정책과제의 경우, 혁신성장을 선도하는 미래구축 사업이 해당되며 UAM, 자율주행 등 미래형 모빌리티가 도입될 경우 관련 도로망·인프라 개발을 추진함

168) https://www.codil.or.kr/policy/read.do;jsessionid=66Orgaaj5S1oUupT11PQM1T4JgJSj1hN8bvyamU5XEGbotYaplVNbxJnq5D0AHjm.codil_servlet_engine1?bbsId=BBSMSTR_900000000006&nttId=12484&searchWrd=

[표 2-69] 제1차 자율주행 교통물류 기본계획 중 '미래' 부문 정책방향 주요내용

구분	전략	내용
디지털·스마트 도로	**미래모빌리티 지원을 위한 디지털 도로망 구축**	· 27년 완전자율주행(Lv.4) 상용화를 대비하여 주요 도로에 디지털 도로망(ITS·C-ITS) 확충 · 자율주행 모니터링, 인프라 운영관리 등 실시간 교통관리를 위한 AI 교통정보센터 구축 · C-ITS 정보를 융합하여 실시간으로 도로교통 환경인지 기술 개발·인프라 구축
	디지털 트윈기반의 자율차 안전주행 지원	· 세분화된 교통관리체계를 구축하고, 시뮬레이션기반 자율차·非자율차 혼재에 따른 미래 교통체계 예측 환경 조성 · 주행 의도와 도로상황을 종합 판단하여 차량 간 원활한 운행을지원·조정하는 가이던스 기술 개발
	수요자 중심 新 모빌리티 서비스 제공	· 도로 유형, 도시 규모, 자율차·C-ITS 보급 등을 고려한 무인셔틀 및 화물차군집주행 등 자율주행 서비스 확대를 위한 SOC 기반 구축 · 공공·민간 모빌리티 데이터의 축적·유통·활용을 지원하는 모빌리티 데이터공유플랫폼 구축 지원 · 교통 소외지역 이동권 보장을 위한수요 응답형 교통서비스 확대를 위한 SOC 기반 구축
	UAM 등 신교통수단 상용화에 대비한 도로 인프라 구축	· UAM 등 신교통수단 허브 플랫폼 개발 및 주차·충전 등 이동지원 서비스 개발
친환경·탄소중립 도로	지속가능한 친환경 도로 구현	· 신기술·친환경 공법을 통한 국토의 지속가능성 제고에 기여
	친환경 차량 보급확대 촉진	· 수소차 및 전기차 충전소를 확충하여 친환경차량 보급에 기여하며 동시에 온실가스 배출감축을 추진함
	신재생에너지 및 에너지생산고속도로 구현	· 2025년 고속도로 에너지 자립100%를 목표로 신재생에너지 보급을 확대하고 에너지 생산도로를 구축함
	전주기 스마트·디지털 도로 구현	· 고속도로 신설시 BIM 설계 전면 도입 및 디지털 트윈 구축을 통한 예방적 유지관리체계 시범 구현 · 무인화, 자동화, 디지털트윈, 인공지능 기반의 스마트 건설관리체계를 구축함
글로벌 도로망 구축	한반도 도로망 기반 마련	· 경의선, 동해선 연결 및 현대화 추진 · 국제 간선도로망 (ASIAN-HIGHWAY) 연결성 강화

바. 지능형교통체계 기본계획 2030('21~'30) 수립 (2021.10)[169]

□ **[배경] 인공지능, 빅데이터 등 4차 산업혁명 시대의 첨단기술을 활용하여 새로운 이동수단을 수용하는 것에서 더 나아가 지능형교통체계 인프라를 구축하고, 이용자의 수요에 맞춤형으로 대응하는 스마트 교통서비스 제공을 통해 안전하고 편리한 교통 이용환경을 조성하고 자 함**

○ 기존의 지능형 교통체계가 교통시설이 자동차등의 교통수단 운행정보를 수집 후 이용자에게 일방향적 전달을 하는 데 그쳤다면, 앞으로는 첨단기술을 통해 교통시설-수단간 복합 및 쌍방향적 소통을 수행하여 실시간 수집·정보정확성 향상과 교통서비스의 효율성을 증진시킬 수 있음

169) http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=6&id=95086099

□ [방안] 신교통수단의 도입과 인프라를 구축하고 첨단기술을 통한 교통안전 사각지대를 해소하며, 이용자 맞춤 서비스 제공의 기반을 마련하고, 해외진출을 지원함

ㅇ (미래 신교통수단의 도입 및 인프라 구축) 완전 자율주행 상용화에 대비하여, 전국 주요도로의 C-ITS 인프라를 구축하고, V2X 보안 인증체계를 구축하여 자율주행의 원활한 운행을 지원함

- 도심 내 UAM 탑승시설 등 신교통수단의 제반설비 기준을 마련하고, 도심 3차원 지도를 구축함

ㅇ (첨단기술로 안전 사각지대 해소) 인공지능을 통해 돌발상황을 감지하는 스마트 모니터링 시스템을 확대설치하고, 장애물 검지 및 도로상태 관리 시스템등을 구축함

ㅇ (맞춤형 서비스) 이용자들의 수요 특성을 반영하여 편리하고 효율적인 이동이 가능하도록 지원하기 위해, 실내 측위 시스템을 개발하고 맞춤형 가상서비스 및 스마트공항 구축등을 통해 편의를 증진함

ㅇ (국내 지능형교통체계의 해외진출지원) 해당 기술의 해외시장 진출등을 지원하여 한국형 ITS 수출 생태계를 조성함

사. 국토교통 탄소중립 로드맵 (2021.12)[170]

□ [배경] 기후변화 문제에 대응하기 위해 우리나라는 「2050 탄소 중립('20.10)」을 선언하였고 후속으로 2050년도 순배출량 0을 달성하는 「2050 탄소중립 시나리오('21.10)」를 확정하였음

ㅇ **「2050 탄소중립 시나리오('21.10)」** 는 2050년 탄소중립 선언 이후 후속대응으로 추진된 계획으로 수송, 건물, 농축수산, 폐기물 부문의 탄소배출 감축 목표를 구체적으로 설정하였으며 수송부문의 주요 계획은 하기와 같음

- (승용차 통행량 감축) 대중교통 및 개인 모빌리티 이용을 확대하고, 화물운송수단을 도로에서 철도, 해운으로 전환하며 공유차량 등으로 **승용차 통행량 15% 감축** 도모
- (대중교통 확대 및 수송 수요관리 강화) 대중교통인프라 확대 및 이동량 조정 고려, 무탄소 이동수단을 활성화 하고, **모빌리티 혁신을 통한 이동 효율화**를 도모함
- (친환경 전환) **교통수단의 친환경화(무탄소 동력전환)**을 도모하기 위해 규제 및 인센티브를 마련하고, 관련 산업과 더불어 대체연료 기술개발을 지원함

□ [목표] 우리나라 전체는 `30년까지 `18년 총배출량 대비 40% 감축, `50년까지 탄소중립(순배출량 0) 목표 설정 속에서 수송부문은 '18년 대비 **'30년까지 37.8% 감축**을 목표로 함

ㅇ 수송부문의 탄소배출은 `50년까지 97.1%(A안) 또는 90.6%(B안) 감축을 목표로 함

170) https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95085155

* A안: 화력발전 전면 중단 등 배출 자체 감소, B안: LNG 발전 잔존대신 CCUS 등 제거기술 적극 활용

- 특히 수송분야의 경우, 내연기관 차량 항공기 등의 화석연료(휘발유 CNG 등) 사용에 따른 배출로 차량이 95% 이상이며, 철도 항공은 상대적으로 미미한 실정

□ **[방안] 탄소 배출감축을 위해 전기·수소차 보급 가속화와 대중교통 활성화를 도모함**

○ (전기, 수소차 보급 가속화) 보조금 지급, 세금감면 등의 인센티브를 통해 친환경차 구매 운영 부담을 줄여 이용자의 자발적인 친환경차 전환 유도

- (충전인프라 확충) `30년까지 전기충전기 153만기, 수소충전소 660기이상 보급으로 충전 걱정 없는 신속 편리한 충전환경 조성(범부처)

○ (대중교통 체계 혁신) 고품질의 대중교통수단 확대 다양화, 편리한 환승 연계 등으로 자가용보다 편리한 대중교통 체계 혁신을 도모함

- (환승 연계교통) 환승센터 구축, 환승요금 제도 다양화(이용 시간대 등 고려)등, PM과 대중교통거점과 연계 등의 방안 고려
- (수요응답형) 지방 소도시 등 대중교통 부족지역에 수요자 맞춤형 교통서비스를 공급하여 교통소외지역에 대한 지원 강화
- (이용 인센티브 확대) 대중교통 전국 환승할인(`20, 수도권 등 → `30, 전국), 이용요금 다양화(정기권, 무제한권 등)
- (BRT) 고속철도역과 중소 혁신도시를 연계하는 BRT(간선급행버스 체계), S-BRT(Super-BRT) 노선 확충(연장: '21, 318km → `30, 950km)
- 친환경 철도의 수송 분담률을 확대(`19:11.5%→`30:17.0%)하기 위한 철도망 확대(`19: 4,276km → `30: 5,341km) 특히, 친환경 철도물류 경쟁력 강화를 위해 인프라 확충, 민간투자 활성화, 전환교통(육상 → 철도물류) 지원사업 확대

아. 윤석열 정부 110대 국정과제 (2022.05) [171]

□ **[배경] 윤석열 정부는 출범 이후 대한민국의 변화의 흐름과 미래 대비를 위한 6대 국정목표와 이에 기반한 20대 국민약속 및 110대 국정과제를 선정하였음**

□ **미래형 교통수단 기술개발과 관련된 국정목표는 '국정목표 (2) 민간이 끌고 정부가 미는 역동적 경제'가 해당되며 기술 및 기업혁신을 통한 대한민국의 성장을 목표로 함**

○ 상기 국정목표는 20대 국민약속 중 5대 국민약속이 포함되어 있으며, 이 중 '(5) 핵심전략산업 육성을 통한 경제 재도약 견인'은 국토교통산업의 미래 전략산업화를 목표로 함

171) https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39973

[표 2-70] '국정목표 (2) 민간이 끌고 정부가 미는 역동적 경제' 부문 주요 내용

전략	내용
제조업 등 주력산업 고도화로 일자리 창출 기반 마련	· 디지털·그린 전환 등 산업경쟁력 원천 변화에 대응하여 제조업 등 주력산업을 혁신하고, 일자리 창출기반을 강화 · 친환경·지능형 모빌리티 전환 촉진을 위한 기업생태계 조성 · **지능형 모빌리티 및 UAM 제조산업 육성, 모빌리티 제조·서비스 융합을 위한 기술·부품·SW 개발 등 기업 주도의 모빌리티 혁신기반 강화**
반도체·AI·배터리 등 미래전략산업 초격차 확보	· 반도체, 배터리 등 국가첨단전략산업 성장기반 마련 · 로봇, 반도체, 센서 등 디지털 실현산업 수요연계 강화 · 수소, CCUS 등 에너지 신산업 조기 상용화
바이오·디지털헬스 글로벌 중심국가 도약	· 차세대 첨단의료기술 개발, 디지털 헬스 기술 확보 · 데이터기반의 연구개발 확대 및 정밀의료 촉진
신성장동력 확보를 위한 서비스 경제 전환 촉진	· 서비스산업 인프라고도화, 제조업 및 서비스업의 융합 · 주력 산업의 사업 모델 고도화 및 제조업 전주기 혁신 추진
글로벌 미디어 강국 실현	· OTT 제도적 기반 마련(세액공제·자체등급제 등)및 글로벌 전진기지 구축, 특화 콘텐츠 제작
모빌리티 시대 본격 개막 및 국토교통산업의 미래 전략 산업화	· **국토교통 산업의 혁신을 통해 4차 산업혁명 시대의 미래 먹거리로 육성하고, 역동적 경제성장을 지원** · **미래 모빌리티 육성을 위해 완전자율주행('27), UAM('25) 상용화를 위한 인프라, 법제도, 실증기반 마련, 전기·수소차 클러스터, 인증검사정비체계 구축** · **하이퍼튜브 등 혁신·도전적인 과제와안전·미세먼지·주거환경 등 생활체감도가 높은 분야에 R&D 투자확대**

4-1-3. 미래교통수단 시장조사

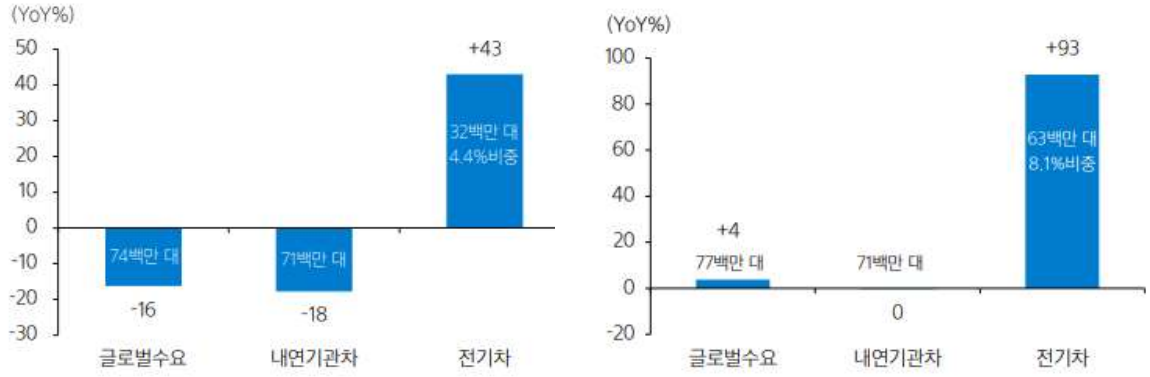
□ 모빌리티 산업은 4차 산업혁명 속에서 전통적인 교통수단에 IT 기술을 결합해 효율과 편의성을 높였으며, 세계 모빌리티 시장 규모는 2015년 300억 달러(약 33조 원)에서 2030년 1조5,000억 달러(약 1,680조 원)로 예측됨 [172)]

○ 모빌리티 산업에는 다양한 서비스모델이 등장하며 MaaS, TaaS 개념 등장과 자동차 제조업체는 전기차, 자율주행 기술을 기반으로 Robo-Taxi 서비스와 로봇, UAM 등으로 비즈니스 확장 진행 중

- 국내 자동차 그룹 현대자동차는 Boston Dynamics 인수를 계기로 UAM보다 로봇 상용화에 집중하고 있으며 향후 그룹의 매출 비중으로 자동차 50%, UAM 30%, 로봇 20%를 목표로 하며, 해외 전기차 제조업체 Tesla의 경우, 전기차와 자율주행의 기술 기반을 AI 로봇에 적용하기 위해 노력 중

○ 코로나19 이후로 환경과 지속가능성에 대한 중요성이 대두되며 모빌리티의 전동화는 하나의 메가트렌드로 자리잡으며 전기차는 초기 시장을 지나 대중화로 진입하였으며, 모빌리티는 하나의 거주공간, 활동공간으로 강조되는 중 [173)]

172) The future ofmobility is atour doorstep, mickinsey, 2020



[자료] Tech자동차, 삼성증권, 2022.01

[그림 2-132] (좌) 2020년 (우) 2021년 글로벌 자동차 수요

○ 글로벌 자동차 소비자 조사에서, 아직 대다수의 소비자들은 첨단 기술에 대한 추가지불의사는 제한적이며, 전기차에 대한 관심은 증가되었으나 주행거리 및 충전에 대한 현실적인 장벽을 넘지 못했으며, 차량호출 등 공유 모빌리티에 대한 선호도는 팬데믹 이전으로 돌아가지 못함

□ 자율주행자동차는 국내외 모두 현재 초기시장이 형성되고 있는 단계로, 레벨3 수준의 상용화 단계는 일부 진행 중이나, 레벨 4이상에 대한 시장전망에 대한 의견은 상이함

○ 2020년까지는 주행차선 이탈방지, 차량 간격 유지 등 주행보조 수준의 레벨 2~3의 자율주행 차량이 제조되어 초기시장을 형성하였으며 현재 완전자율주행 레벨4의 차량이 전세계적으로 개발 진행 중

- 자율주행차의 자율주행 레벨 3 이상의 자율주행 기술을 탑재한 자동차는 2025년경부터 시장을 형성할 것으로 예상되며, 2025년에서 2035년까지 연평균성장률은 14.7%에 이를것으로 전망됨, 또한 2030년도에는 신차 판매의 50% 이상이 레벨3 기술을 탑재할 것으로 예상됨[174]

- 자율주행 레벨3 자동차는 2025년을 기준으로 전 세계에서 약 26.7백만 대 수준이며, 동 기간에 세계 자동차 세계판매시장은 103.2백만 대 수준으로 전망되고 있고, 세계 자동차 세계판매시장에서 레벨 3이상의 자율주행 기술을 탑재한 양산형 자동차의 비율은 약 25.8%로 산출되며, 이를 전력구동 자동차 생산시장 4,000만대에 반영하면 약 1,032만대가 자율주행 레벨 3이상 기능을 탑재한 전력구동 자동차일 것으로 전망됨[175]

○ 자율주행차 시장의 세계 시장규모는 2020년 64억 달러에서 연평균 41% 성장하여 2035년에는 1조 1,204억 달러 규모에 이를 것으로 전망되고 있으며, 완전자율주행기능의 자율주행차 세계 시장규모는 2020년 6.6억 달러에서 연평균 84.2% 성장하여 2035년에는 6,299억 달러 규모에 이를 것으로 예상됨

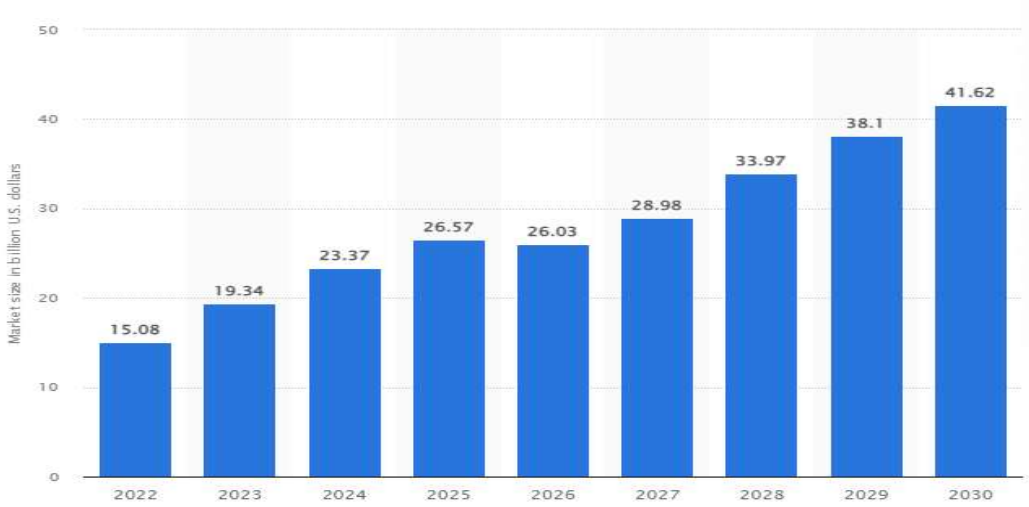
173) Tech자동차, 삼성증권, 2022.01
174) 자율주행차 시장 급격한 성장…2030년 신차 50%, 레벨3 적용, TECH 42, 2021.08
175) 2022 국내외 미래차 기술개발 동향과 사업화전략, IRS GLOBAL

[표 2-71] 자율주행차량 레벨별 세계 시장 규모 및 전망

(단위 : 억 달러, %)

구분	자율주행수준	2020	2025	2030	2035	CAGR
글로벌 시장	레벨3	63.9	1,234.80	3,456	4,905	33.6
	레벨4	6.6	314.1	3,109.2	6,299	84.2
	합계	64.5	1,548.90	6,565.2	11,204	41

[자료] Autonomous Vehicles, Navigant Research/ Strategic Analysis of the European and North American Market for Automated Driving, Frost&Sullivan



[자료] Statista

[그림 2-133] 레벨4 자율주행 시장 규모 (2022~2030)

□ **항공 부문에서는 포화상태인 도심 내 교통 문제를 해결할 수 있는 수단으로 도심항공 모빌리티(이하 UAM) 에 대한 중요성이 부각되고 있으며, 2030년 이후 본격적인 상용화 궤도에 오를 것으로 전망됨**

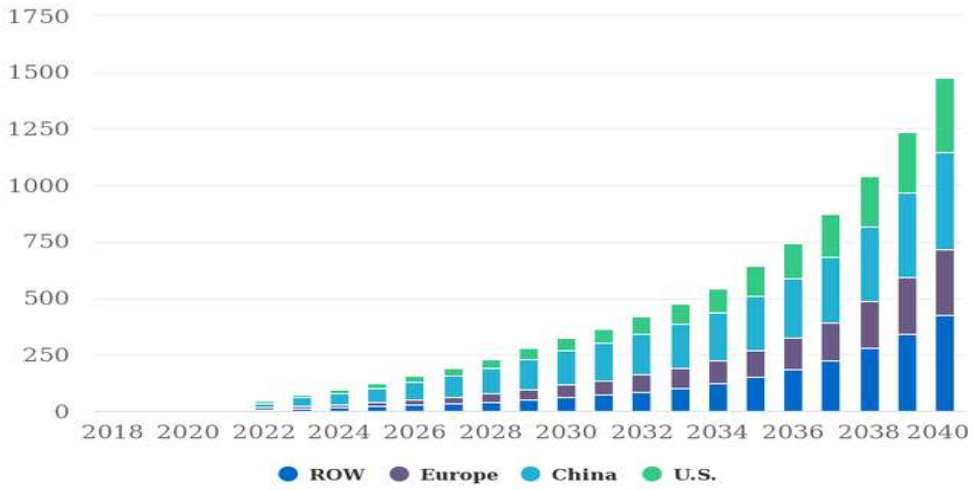
○ UAM은 승객탑승이 가능한 도심항공 이동수단으로 첨단기술이 집약된 친환경 및 미래형 교통수단으로 평가되며, 대부분 기체 개발 및 시범 운영단계이며 일부 기업은 상용화를 추진 중임

- UN은 전 세계 도시화율이 2018년 55.3%에서 2035년 62.5%에 이를 것으로 전망하였으며, 인구 천만 명 이상이 거주하는 메가시티(Megacity)는 2010년 25개에서 2035년 48개로 증가, 그리고 세계 도시 인구는 총인구보다 2배 이상 빠른 속도로 증가할 것으로 전망하였으며, 이러한 도시집중화 현상으로 도로교통 혼잡으로 인한 도시 거주자들의 이동 속도가 급격이 저하되고, 물류 및 운송비용의 증가를 가져오게 되었고, 교통체증으로 시간 낭비와 이로 인한 경제적 손실이 발생 중임
- 도시인구 증가·도로교통 혼잡 및 환경 문제를 해결할 3차원 미래형 교통수단으로 UAM이 급부상 중이며 에어택시에 대한 관심이 높아지는 추세이며 기존 교통사업이 도로 및 노선 확충과 같은 교통연계발 (TOD) 사업 중심이였다면 UAM은 지점 간 (PTP) 이동이 가능한 거점 개발 중심임

○ UAM 산업은 비행체 개발 뿐 아니라 연료전지(수소, 전고체배터리 등), 자율주행, 운송서비스, 신

소재, 방위산업 등 산업 파급력이 매우 큰 산업으로 시장 규모는 2040년 약 1조 5,000억 달러(약 1,800조원)에 달할 전망이며, 연평균 성장률 30.7%에 이름 [176]

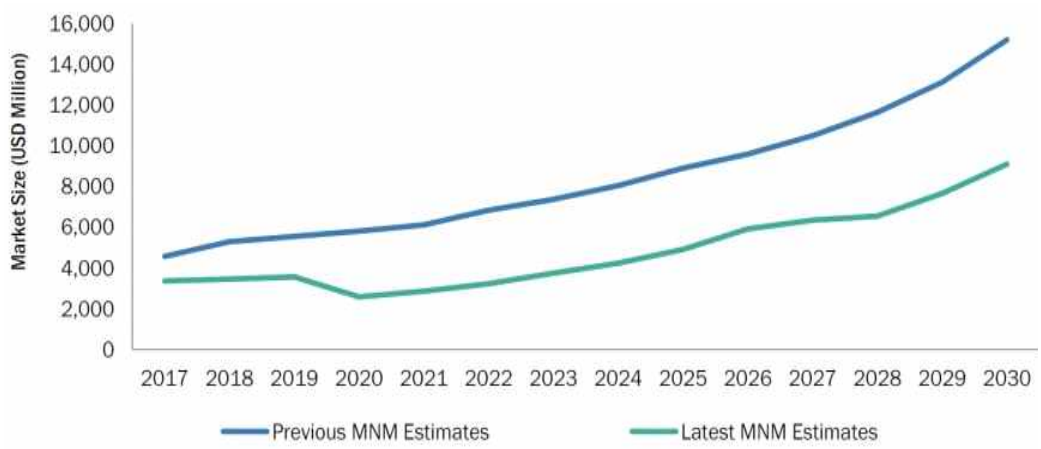
- 중국은 전체 시장의 30%를 차지할 전망이며, 활용분야별로 보면 승객수송 기체 시장 규모 8,510억 달러(약 1,000조원), 화물운송 4,130억 달러(약 500조원)에 달할 전망임[177]



[자료] Morgan Stanley, Are Flying Cars for Takeoff?

[그림 2-134] 글로벌 UAM 시장 전망

- 코로나19 팬데믹으로 인해 전세계 항공 산업에 부정적인 영향이 발생하였고, 동시에 UAM 상용화에 대한 지연이 발생하였으나 2021년부터는 완만한 회복세와 함께 2025년을 기점으로 높은 성장이 예상됨[178]



[자료] Market and Markets (2021.01)

[그림 2-135] 코로나19 영향을 고려한 세계 UAM 시장 전망

176) https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20210206/105307484/1
177) http://www.fki.or.kr/FkiAct/Promotion/Report/View.aspx?content_id=bfef6d45-900f-409d-b8a4-d961f60df3b1&cPage=&search_type=0&search_keyword=
178) https://now.k2base.re.kr/portal/issue/ovsealssued/view.do?polIsueId=ISUE_0000000000000997&menuNo=200046&pageIndex=1

ㅇ UAM의 개발은 초기 미국, 영국, 독일 등의 선진국 내 스타트업의 주도로 발전되었으나, 최근 보잉·에어버스·엠브라에르같은 글로벌 항공기 OEM들의 본격적인 참여가 이루어지고 있으며 최근 현대자동차·도요타·아우디·다임러와 같은 글로벌 완성차 OEM들도 활발한 투자, 개발을 진행 중

- UAM 비행체의 대표 형태는 '전기 수직이착륙 항공기(이하 eVTOL)로, eVTOL은 도시 권역의 30~50km를 오가며, 기존 헬기보다 높은 150~3,500m 고도를 비행하며 현재 세계 45개국에서 약 400개의 UAM 비행체가 개발 중인데, 유럽과 북미가 차지하는 비중이 74%이 됨[179)]
- UAM 시장의 구성은 항공기 제작·서비스 기업(Aviation), 자동차 제조기업, 스타트업, 기술기업등으로 구분되며 항공기 제작·서비스 기업은 탄소절감과 새로운 운송수단 개발의 필요성에 의해, 전용기 제공서비스 규모를 넘는 고객확장 및 시장 확장의 기회를 보며 서비스형 이동수단(Mobility as a Service, MaaS) 죽 공항과인접도심간의 연결 서비스 제공 시장 진입을 목표로 하는 중 [180)]



[그림 2-136] UAM 시장 개발 기업

179) http://www.kai-webzine.com/news/articleView.html?idxno=2844
180) 차세대 항공 모빌리티 및 우주기술 개발 관련 주요 동향, KIAT, 산업통상자원부, 2021

4-2. 미래교통수단 개발·출시 현황조사

4-2-1. 인프라

가. DART (Dynamic Autonomous Road Transit)

(1) 싱가포르 미래 모빌리티 준비현황

□ [싱가포르 Smart Mobility 2030] 싱가포르의 미래 모빌리티를 위한 전략 이니셔티브[181)]

○ (개요) 도로 운송 커뮤니티를 향해 노력하고 ITS*구현을 세계적으로 조정하는 전략 계획

* ITS(Intelligent Transport Systems): 인간 중심의 신교통공간 및 수단의 효율을 높이고 교통체계의 운영·관리를 자동화·과학화하는 친화적 미래형 교통체계[182)]

- (주관 기관) 싱가포르 육상교통청(LTA)과 싱가포르 지능형 교통 협회(ITSS)간의 공동 개발
- (등장 배경) 싱가포르의 인구가 530만명 이상으로 크게 증가하고 개인차량도 증가하게 되어 도로 확장 문제에 직면하게 되면서 운송 서비스를 향상시키고자 함

○ (목표) 상호작용하는 운송 커뮤니티로서 사람과 운송 인프라가 통합된 운송 시스템 구축

- (전략1 운송 트렌드 통찰) 지속가능한 스마트 모빌리티 솔루션을 구현함과 동시에 빅데이터 분석을 통해 운송 트렌드에 대한 빠른 통찰을 가능하도록 하게 함
- (전략2 ITS 표준 개발) 정확한 운송데이터와 신뢰성 높은 정보서비스를 제공하기 위해 ITS표준의 개발에 노력함
- (전략3 파트너십 구축) 공공 부문과 민간 부문간의 파트너십, 협력을 구축하면서 이해관계자들의 협업을 조정하고 ITS를 촉진 가능하도록 함

○ (초점) ITS이니셔티브는 4개의 중점영역(정보, 상호작용, 보조, 친환경)을 중심으로 진행

- (정보) 일관되고 신뢰성 높은 데이터는 많은 ITS 솔루션 및 서비스가 구축되는 기반을 제공, 머신러닝과 같은 알고리즘을 통해 혁신적·비용 효율적인 트래픽 데이터 수집방법을 모색, 수집된 방대한 데이터를 관리하고 처리하는 데 적합한 기술을 확보하여 교통 시나리오에 대한 예측 분석이 가능하도록 함
- (상호작용) 정보통신 기술을 사용하여 데이터 수집를 수집하고 개인의 이동 패턴을 파악하여 개인과 대중교통의 상호작용을 늘리는 관리시스템을 통해 운영 효율성 증대, 익명데이터를 수집하여 대중교통 서비스 품질과 사용자의 통근 패턴에 대한 통찰력 데이터 수집가능
- (보조 역할) 차량 대 차량(V2V) 차량 대 인프라(V2I) 통신을 통해 교통사고를 조기 감지하고 빠른 경고를 통해 사고 예방, ITS Telematics가 진화하면서 고급서비스 제공, 자율주행차량에 대한 개발형

181) Smart Mobility 2030 – ITS Strategic Plan for Singapore, CHIN Kian Keong, 2015
182) 육상교통청 지능형교통체계(ITS) 정의, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl?id=406

플랫폼 건설, 2014년부터 자율주행에 대한 기술 플랫폼 이니셔티브(SAVI) 진행, 2015년부터는 자율주행차 테스트를 위한 도로 네트워크 제작

[참고] ITS Telematics (ITS 텔레매틱스)

- 자동차 수의 증가에 비해 도로를 포함한 인프라 시설은 부족한 상황이며 이를 극복하기 위한 여러 방안 중 대표적 2가지는 '텔레매틱스', 'ITS(Intelligent Transport System)' 이다.
- 텔레매틱스(Telematics)는 통신(Telecommunication)과 정보과학(Informatics) 의 합성어로 자동차와 컴퓨터 이동통신 기술의 결합을 의미
- 텔레매틱스는 위치정보와 무선 통신망을 이용하여 차량을 안전하고 편리하게 유지 및 관리하기 위하여 자동차 탑승자에게 경로안내, 교통 정보제공 등의 안전서비스와 인터넷, 영화, 게임등의 서비스를 제공하는 '차량 멀티미디어 서비스'를 일컬음 (한국정보통신기술협회, 텔레매틱스)
- ITS는 교통수단 및 교통시설에 전자, 제어 및 통신 등 첨단기술을 활용하여 교통체계의 운영 및 관리를 과학화, 자동화하고 교통정보를 수집, 처리, 보관, 가공 및 이를 제공함으로써 교통의 효율성과 안전성을 향상
- 차이점: 유사한 개념이나 사용목적에 있어서 차이점이 있는데 텔레매틱스는 이미 사용되고 있는 통신시스템등을 활용하여 기타 서비스를 제공하고 ITS는 안전 및 교통제어를 목적으로 함. 이러한 차이점을 서로 보완하여 제공하는 융합서비스 (한국정보통신기술협회, 텔레매틱스/ITS)

- (친환경 모빌리티) 탄소 배출량을 줄이는 대중교통을 홍보하여 개인차량에 대한 의존도를 줄이고 전기차와 같이 친환경 차량의 개발 및 홍보를 하며 전기차 보급을 위해 충전소와 같이 전국적 인프라기 기반을 마련, 태양광패널 가로등시스템 등으로 친환경 인프라 확장

□ **[싱가포르 SAVI(Singapore Autonomous Vehicle Initiative)] 싱가포르 육상교통청 (LTA) 장관이 발표한 자율주행 차량 개발 이니셔티브로 자율주행의 개발 플랫폼 제공**[183]

ㅇ (개요) 자율운행 차량 시범운영, 앱 개발, R&D 등을 지원하는 기술 플랫폼의 제공

- (목적) 자율주행 기술을 통해 도로 위 자동차 수를 감소시키며 물류 운송의 최적화가 가능하도록 하여 싱가포르의 입지 향상효과를 기대, 교통사고를 방지하여 도로안전성 향상

ㅇ (목표 3가지) 자율주행시스템이 등장하면서 이에 따른 기대효과들을 대비하고 도로인프라를 재정비하여 자율주행 시스템을 상용화 대비[184]

- (자율운행차 개발) 무인버스의 상용화등을 통해 대중교통 서비스의 자동화 기대
- (자동화 시스템 개발) 자율주행 서비스가 발전하게 되면서 공유차량(여러명의 탑승자들이 하나의 자동차를 공유하는 시스템)이 확산효과 기대
- (도로 시스템 정비) 자율주행차량의 도입으로 기존의 신호등이 사라지고 도로 위의 교통상황을 효과적으로 정리할 수 있는 자동화 도로 시스템을 대비한 도로 및 도로법 재정비

ㅇ (CARTS 출범) 2014년 육상교통청으로부터 조직된 자율 주행차 위원회 (The Committee of Autonomous Road Transport for Singapore, CARTS)는 자율주행차량의 전략적 방향을 연구[185]

183) KOTRA 해외시장 뉴스, 싱가포르 10년 내 무인자동차 국가적 상용화 목표, 2015
184) Singapore Autonomous Vehicle Initiative (SAVI). Alan Quek
185) 싱가포르 교통부, https://www.mot.gov.sg/news-centre/news/Detail/Committee-on-Autonomous-Road-Transport-for-Singapore

- (연구방향) 싱가포르가 자율주행차량에 적합한 국가가 될 수 있도록 전략적으로 연구하고 방향 제시
- (지원) 육상교통청과 과학기술연구기관 A*STAR와 양해각서 체결

ㅇ (싱가포르 자율주행 시범 운행) 육상교통청에서 진행한 자율주행 차량의 R&D 프로글매

- (자율주행 버스 시범운행) 싱가포르 국토 교통부에는 도시 간 이동을 위한 자율주행 버스에 대한 R&D를 난양 공과 대학교와 ST엔지니어링*과 체결하였음

  * ST엔지니어링: 싱가포르의 항공 우주, 전자, 도로, 해양 부문의 통합 엔지니어링 그룹기업

ㅇ (CETRAN 출범) Centre of Excellence for Testing & Research of AVs-NTU으로서 자율주행 테스트 및 ITS테스트 지원[186)]

- (출범) 육상교통청과 난양 기술 대학교, 싱가포르 국립대학교에 의해 출범
- (목적) 싱가포르에서 자율주행 차량을 배포하기 위해 테스트를 하는 육상교통청의 개발을 지원하기 위해 COE로서 지원
- (파트너) 육상교통청, 난양기술대학, JTC Corporation, BMW AG, SystemX, TNO
- (역할) 자율주행을 위한 새로운 기술을 직접 개발하지 않고 자율주행 시스템의 테스트 요구사항과 국제 표준에 대해 설정
- (연구) 자율주행이 안전하고 효과적인 작동을 할 수 있는 요구사항을 결정하고 도로에서 자율주행을 위해 표준 및 규제 프로세스 개발, 자율주행 기술평가, 자율주행 테스트 센터 운영, 공공연구 참여
- (센터 운영) 자율주행 기술의 개발 및 배포를 지원하기 위해 JTC Corporation*에서 지은 1.8헥타르(약 5445평)의 자율주행 테스트 센터 운영

[참고] JTC Corporation
- 싱가포르 정부기관으로서 새로운 산업의 성장 촉진 및 산업 인프라 개발
- 7,000 헥타르 이상의 산업 부지와 400 만 평방 미터의 가성 시설을 개발
- 상징적인 프로젝트: JTC 에어로 스페이스 파크, Jurong Island의 화학 허브, 싱가포르 공항 물류 단지, 국제 및 창이 비즈니스 파크, 셀레타 항공우주 공원, Clean TECH 파크, 바이오 메디컬 파크, 바이오 폴리스 등 (https://www.jtc.gov.sg)

186) CERTRAN, https://cetran.sg



[그림 2-137] CETRAN 테스트 센터

□ (2020년 이후 싱가포르 모빌리티) 미래에 도입될 모빌리티를 테스트하고 이를 위한 기반 시설 준비 중

○ (2022년 파일럿 프로젝트) '풍골, 텡가, 주롱 혁신 지구'라는 3개의 도시에서 자율주행 차량의 서비스 프로젝트 2가지를 시행 예정[187)]

- ①정기 노선에서 운행되는 자율버스 ②맞춤형 셔틀을 통해 새로운 요금 부과 시스템 시험
- (자율주행 충전) 자율충전 지점 및 시내의 픽업 구역과 같은 몇 가지 기본 기능을 통합

○ (전기자동차 충전소 설치) 육상교통청이 제안한 사업이며 2022년까지 설치 완료 예정[188)]

- (사업제안) 2020년까지 약 600개의 전기차 충전소를 전 지역의 200개가 넘는 공공주차장 내부에 설치, 현재 입찰 진행중 (2020.11.30.)
- (이후 28,000개의 지점) 향후 10년동안 약 28,000개의 전기차 충전소를 설치하는 프로젝트 구상, 친환경 에너지 차량의 사용을 가속화 도모
- (태양광 회사 SunSeap Group) 본 입찰의 가장 유력한 후보로서 Sunseap Group은 2030년까지 10,000개의 전기차 충전소를 설치하는 것을 목표로 Charge + 라는 장치 설치[189)]

187) https://www.csc.gov.sg/articles/public-transport-planning-and-the-technological-revolution
188) https://www.straitstimes.com/singapore/transport/lta-calls-for-bids-to-build-600-electric-vehicle-charging-points-in-200-carparks
189) https://www.straitstimes.com/singapore/transport/local-solar-power-firm-to-install-10000-electric-vehicle-charging-points-here-by

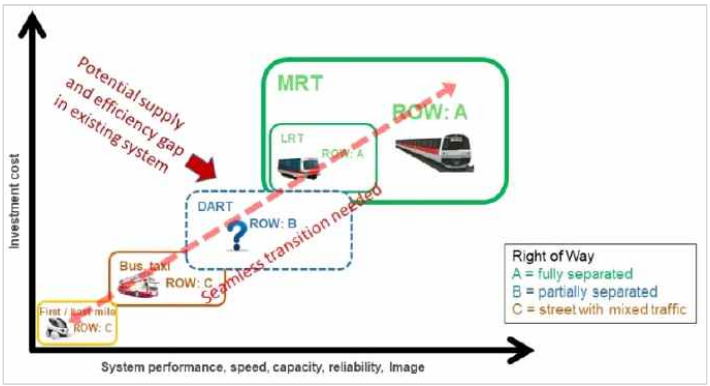
(2) 싱가포르 미래 대중교통 시스템 DART

□ [DART 등장 배경] 대중교통 활성화를 도모하여 미래 교통 문제를 해결하기 위해 싱가포르에서 진행하는 모듈형 미래 교통 시스템[190)191)]

ㅇ (개요) 싱가포르 연구재단 TUMCREATE이 개발한 DART(Dynamic Autonomous Road Transit)는 새로운 대중교통 솔루션으로, 완전 자율형 차량모듈에 지속가능하고 효율적인 첨단시스템설계가 통합되어 기존의 MRT(Mass Rapid Transit, 도시철도)와 버스 시스템 간의 수용인원 격차를 해소하고자 개발되었으며, Campus for Research Excellence and Technical Enterprise(CREATE) 프로그램의 일부로 싱가포르 국립연구재단에서 재정적 지원을 받음

ㅇ (배경) 싱가포르는 한정된 토지자원 최적화 및 인구·이동·건설비용 증가를 이유로 추가적인 도로 인프라 확충없이 정교한 대중교통 시스템 구축하고자 함

- 현재 운영되는 싱가포르 대중교통 시스템인 버스와 MRT의 한계점 극복을 위해 DART 자율주행 모듈차량은 수요에 따라 군집주행으로 일정한 경로를 따르고 수요가 적은 경로에도 단일 모듈로 서비스 제공이 가능하도록 개발됨
- DART 시스템은 최대수용가능인원에 있어 버스와 MRT 사이에 위치하며, DART 시스템 설계에 있어 자율주행, 군집주행, V2V, V2X 통신 등 신기술 구현이 가능하다고 가정



[그림 2-138] DART 시스템과 기존 대중교통 비교

- (핵심요소) DART의 개념은 주어진 운영환경의 핵심요소를 이용해 효율적인 운영을 위한 새로운 대중교통 시스템을 구축하도록 계획했으며, DART 개발의 핵심요소는 AV(DART Modules), 지능형 정류소 및 도로인프라(DART Infrastructure), 중앙교통관리(DART Central), 협력 지능형 교통시스템(DART Connect), 전기 이용(DART Power)으로 구성

190) Deployment Planning of Single-Line Modular-Vehicle SemiRapid Transit System, Tao Liu, 2018
191) Planning and Design of a New Dynamic Autonomous Public Transport System: The DART System in Singapore, Andreas Rau, 2019

ㅇ (필요성|높은 인구밀도) 한정된 토지 자원, 높은 인구 밀도 및 급격히 증가한 이동 수요로 교통을 관리하기 위한 새로운 통합 교통 정책 시스템 필요

- (인구 증가) 세계 인구는 2050년까지 98억 명에 도달할 것이며 이 중 도시인구는 70억 명 차지할 것으로 예상, 싱가포르는 690만 명까지 증가할 것으로 예상되며 2019년 기준으로 토지 대비 인구 밀도는 전 세계 3위를 차지함

ㅇ (필요성|미래의 교통문제) 인구가 증가하면서 등장하는 미래 교통문제를 해결하기 위해 싱가포르 내 기존 대중교통 환경을 분석하며 효율적인 대중교통수단 인프라를 구성하기 위함

- (미래 교통 문제) 급속한 도시화와 자동차 증가*가 합쳐짐에 따라 교통체증 증가, 사고 및 에너지 소비와 같은 다양한 문제들을 초래할 것으로 예상됨

  * (자동차) 세계의 총 차량 수는 2050년까지 25억대 도달 예상

ㅇ (싱가포르 교통정책) 보상처벌 정책을 사용하여 대중교통 사용계층 확장 추진

- (보상|대중교통 매력증대) 대중교통 서비스 사용을 장려하며 기존 대중교통 네트워크의 확장, 다양한 대중교통 서비스의 통합, 지능형 교통 시스템(ITS)*기술 구현과 같은 정책 조치를 사용하여 대중교통 서비스의 매력을 증대

  * ITS(Intelligent Transport Systems): 인간 중심의 신 교통공간교통수단의 수송효율을 높이고 교통체계의 운영·관리를 자동화·과학화하는 친화적 미래형 교통체계[192]

- (처벌|개인차량 사용감소) 자동차 소유 및 사용을 막기 위한 내용으로써 전자도로요금(ERP)*, 라이센스 요금, 휘발유세 등과 같은 조치의 시행

  * ERP(Electronic Road Pricing) : 싱가포르의 시가지에서 무선 통신으로 도로의 통행 요금을 징수하는 시스템. 차량에 탑재한 단말기와 도로 위로 설치된 게이트가 통신을 해 자동적으로 요금을 징수

- (공동목표) 사회적으로 최적의 교통 시스템을 달성하기 위해 일정량의 개인 차량 사용자를 대중교통 사용층으로 이동

ㅇ (DART 주관기관) 싱가포르 육상교통청 (LTA)

ㅇ (연구 담당 기관|TUMCREATE) 싱가포르의 대중교통 개선을 위한 연구 플랫폼[193]

- (TUMCREATE 설립배경) 2002년 설립된 TUM Asia 이후 싱가포르 난양 공과대학(NTU)과 뮌헨 기술 대학교간(TUM)의 공동 연구 프로그램으로 2010년에 설립된 조직

- (연구기간) 2010년 4월부터 1단계 대도시 모빌리티 연구가 시작되었으며 이후 2016년 4월부터 2021년 3월까지 2단계 모빌리티 연구 예정이며 해당 단계에 DART 연구 존재[194]

192) 육상교통청 지능형교통체계(ITS) 정의, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl?id=406
193) TUMCREATE, https://www.tum-create.edu.sg/about/about-tum-create
194) TUMCREATE, https://www.tum-create.edu.sg/about/about-tum-create

[참고] TUM Asia

- 싱가포르를 세계적 수준의 교육기관 허브로 발전시키는 것을 목표로 하는 프로젝트인 Global Schoolhouse Initiative의 일환으로 TUM(뮌헨공과대학)은 싱가포르에 캠퍼스 설립 초청됨. 독일 대학의 첫 번째 학술 브랜치 캠퍼스
- 싱가포르 경제 개발위원회 (EDB)와 독일 연방 교육 연구부 및 독일 학술 교환 서비스 (DAAD)를 통해 독일 정부의 자금 지원을 받음
- 싱가포르 국립 대학교 및 싱가포르 난양 기술 대학교와 협력하여 독일대학의 세계화 목적, 15년동안 아시아와 관련이 있는 독일 고등 교육을 제공

- (구성원) 뮌헨 공과대학과 난양 공과대학의 교수들이 이끄는 100명 이상의 과학자, 연구원, 엔지니어로 구성
- (예산출처) 싱가포르 국립 연구 재단(National Research Foundation)의 지원[195]
- (목적) 싱가포르 국민들을 위한 최고의 대중교통 시스템을 찾고 혁신적인 도로 운송 솔루션을 통해 이용시 높은 편안함과 환경보호 및 사회 경제부분에 최대 이익 창출
  - · (1단계 목적) 미래의 운송 개념 확립과 전기자동차(EV) 적용을 개발하고, 세계 최초의 전기택시 EVA 발명
  - · (2단계 목적) 기존 대중교통을 전기화 및 자율운행으로 발전시켜 개인교통수단 대신 대중교통이 최적화 될 수 있게끔 전략을 수립하며 동시에 DART 진행 중

ㅇ (TUMCREATE 연구방향) DART를 실현시키기 위한 연구 6가지 영역[196]

- (①RRT) 고속 도로 운송 (Rapid Road Transport, RRT)은 자율주행 차량 및 군집 기능을 사용 개발 외에도 DART 차량의 가속화 및 우선 순위 지정을 위한 포괄적인 운송관리 개념, 신호등의 실시간 교통 제어 알고리즘 및 가상 통행권등의 사용이 포함
- (②AIDA,면적 인터링크 디자인 분석) DART의 모든 영역들의 협업을 위해 공통 데이터 구조 및 정보 물류를 제공
- (③SMAT, Sensing and Management for Agile Transport) 자율주행 차량의 배치에 중점을 두고 DART의 교통사고 감지기술을 제공하며 가상 통행권을 활성화하고 교통 시스템의 민첩성과 수요 공급의 흐름을 향상시킴
- (④DAM. 자율주행을 위한 설계) 대중교통의 맥락에서 자율주행의 과제 및 사용자 경험을 조사
- (⑤IMVS, Individual Mobility Vehicles & Services) RRT가 운송 전체 개념을 고려하고 DART차량의 필요한 용량 및 운영특성을 정의할 때 IMVS는 새로운 운송모드에 적합한 차량개념과 세부 개념 (미니 버스 등)을 제안
- (⑥ESTL, 지역 전기 화 스위트 룸 및 테스트 랩) 전력공급을 친환경으로 진행하기 위해 싱가포르 내외에서 대체 에너지원과 저장옵션에 대해 연구, 충전인프라를 버스네트워크와 연결하고 에너지 저장 시스템을 활용한 도로충전 등의 기능은 RRT와 연계하여 개발

195) https://www.forte.tum.de/en/tum-create/
196) TUMCREATE, https://www.tum-create.edu.sg/research



[그림 2-139] DART 시스템 예상 컨셉도

□ [싱가포르 대중교통 연구] 대중교통의 사용률 75%를 목표로 하며 새로운 기술들을 결합한 스마트 대중교통을 목표로 설정

○ (개요) 싱가포르의 국토 교통부 (Land Transport Authority, LTA)가 발표한 'Land Transport Master Plan 2013'에서 2030년까지 교통 피크시간 동안 75%의 대중교통 사용률을 달성하는 목표 설정[197)]

- 대중교통 서비스 강화와 편리한 환승 시스템을 개발하고, 높은 접근성과 저렴한 가격을 제공하며 대중교통의 신뢰성과 경쟁력을 확보하는 방법들 제안

○ (환승, 경전철시스템) MRT(지하철) 및 LRT(경전철) 시스템은 대중교통 수단 중 속도, 용량, 신뢰성 등에서 최고의 성능을 가지나 고비용이라는 단점 존재

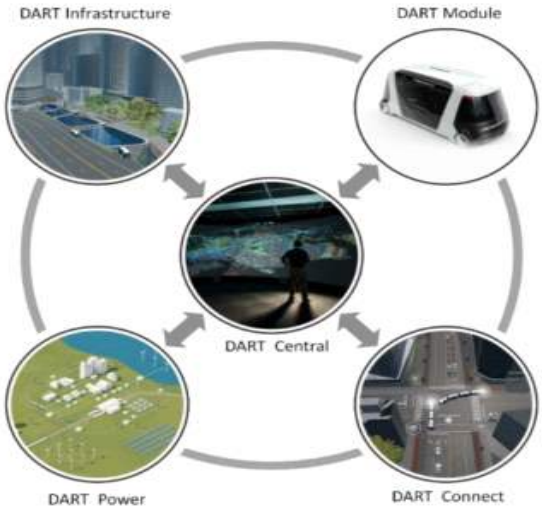
- 현재 싱가포르는 길이 199.6km의 MRT 노선 5개와 총 119개역이 존재하고 경전철 시스템은 총 길이 28.8km에 총 42개의 역을 가진 3개의 경전철 노선으로 구성됨
- 스마트 폰 앱, 스마트 카드, GPS (Global Positioning System) 기반 차량 추적 시스템, 자율 주행 시스템, 커넥티드 차량 기술, 인공지능과 같은 기술들을 통해 새로운 교통 기술을 만들고 보다 발전된 대중교통 시스템으로 업데이트하여 매력적이고 비용 효율적인 서비스의 제공을 목표로 함

□ [DART 시스템 준비과정] 싱가포르 사람들의 대중교통의 수요패턴을 여러 단계로 분석하여 대중교통의 효율을 높이고 배차 데이터를 준비

○ (DART 시스템 특성 정의) 주어진 운영 환경 내 효율적인 대중교통 운영을 위한 5가지 요소들의 포괄적인 구성을 반영함[198)]

197) Planning and Design of a New Dynamic Autonomous Public Transport System: The DART System in Singapore, Andreas Rau, 2019
198) Dynamic Autonomous Road Transit (DART) For Use-case Capacity More Than Bus, Andreas Rau, 2019

- (핵심요소 5가지) ①자능형 정류장 및 도로 인프라 (DART Infrastructure), ②자율주행 (DART Module), ③중앙 교통 관리 (DART Central), ④연결형 교통 시스템 (DART Connect), ⑤완전 전기 (DART Power)



[그림 2-140] DART 핵심요소 구성

ㅇ (DART 모듈) 각 모듈은 30명(일반 버스의 절반)을 기준으로 설계되며, 차량 군집주행을 통해 목표 수요 충족 가능하며 DART 모듈에는 2가지 이점 존재; ① DART 차량단의 수용인원은 매우 유연하기 때문에 계속 변화하는 수요 충족 가능, ② 한 차량단에 2개 이상의 목적지 결합 가능

- 단일 DART 10개의 모듈을 결합하면 차량단당 300명이 수용 가능하며, 이는 버스의 수용인원보다 많고, MRT보다 적은 수준이며, 마찬가지로 단일 DART 모듈 사용시, 버스의 수용인원보다 낮은 수요 또한 충족이 가능함. 이를 바탕으로 DART 모듈에 대해 '버스보다 적은 수용인원'을 위한 모듈과 '버스보다 많은 수용인원'을 위한 모듈의 2가지 Use case 정의 가능

[표 2-72] DART의 2가지 Use case 비교

Use case	수요	군집주행	AV 수	경로	시간표	정류장	운행간격
버스보다 적은 수용인원	낮음	O	고정 (1개)	유연	유연	고정	유연
버스보다 많은 수용인원	높음	X	유연 (최대 10개)	고정	고정	고정	고정

- 본 논문은 버스보다 수용인원이 많은 Use case에 초점을 맞추며, DART 모듈은 정해진 수용인원(30명) 및 시설 등으로 인해 길이 6m, 높이 3.1m, 넓이 2.7m로 제한됨
- (DART Infrastructure) 정류장은 기존 버스와 DART 모듈에 센서장치 및 승객정보시스템을 제공하기에 적합하며, 단일 모듈의 경우 별도의 정비없이 기존 인프라 이용이 가능하고, 다수 모듈의 경우 기존 정류장을 약 60m의 DART 차량단이 사용가능하도록 재설계 필요
- 싱가포르 대부분의 정류장은 통합 교통허브로 승객의 원활한 환승이 가능하도록 설계되었으며, DART 모듈에도 유용하다고 가정

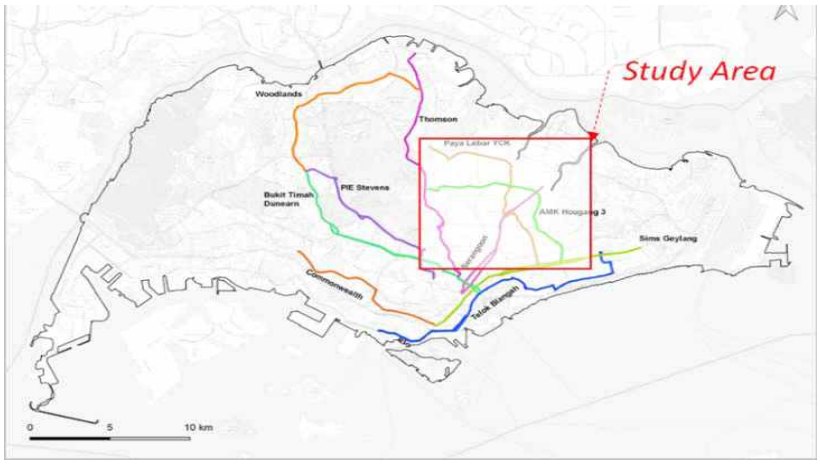
- (DART Central) 원활한 탑승경험을 위해서는 실시간 시스템 운영상태가 매우 중요하므로, DART Central에서는 DART Modules와 DART Infrastructure 간의 커뮤니케이션을 통한 전략적 기획/운영, 첨단 도시교통관제, 실시간 사고관리, 지속적인 품질 모니터링 등 주요기능 수행
  · 중앙 Intelligence는 여러 유형의 데이터의 저장 및 실시간 분석 역할을 담당하며, 데이터 유형에는 승객의 수요-공급 데이터, 서비스 경로 배분, 충전 및 유지관리 상태, 정류소 및 터미널 위치 등을 포함됨. 이는 '사용자 대상 시스템운영'뿐만 아니라 '지능형 교통 시스템(ITS)'를 통한 유연한 의사결정 및 운영이 가능함을 의미
- (DART Connect) DART는 모듈과 인프라 간 통신에 의해 운영되는 디지털 연결시스템으로, 고도화된 도시교통관리는 DART 모듈의 우선순위 결정 및 다른 교통흐름 관리에 도움을 주며, 실시간 사고관리를 통해 응급상황 또는 예상치 못한 사건 발생 시 실시간 승객정보 및 경로 재탐색 등의 기능을 이용하여 승객들에게 신뢰성 있는 운행이 제공가능함
- (DART Power) DART는 완전 전기 시스템으로, 원활한 작동을 위해 DART Power는 DART 모듈이 중단없이 작동하도록 잘 계획된 충전 전략과 인프라를 제공하며, 또한 지속가능한 운송시스템을 위해 재생가능한 에너지원을 통합하여 전력 제공

ㅇ (목표) 운전자 및 승객의 관점을 통합하는 DART 네트워크 구성과 최적의 대중교통 수단구현

ㅇ (해결책) 효율적인 비용과 지속가능성, 공유 가능한 이동 시스템인 대중교통을 미래교통문제의 해결책으로 보고 기존 PT 시스템의 오래된 개념을 미래지향적 개념으로 전환

ㅇ (Use case 설계) 버스보다 많은 인원을 수용하는 DART 시스템 개발을 목표로 함

- (연구 범위) 연구 해당 지역의 최대 교통량 수요는 방향 및 시간당 약 3,600명으로, DART 차량단의 예상 수용인원을 바탕으로 5분간 간선도로를 이용해 수요 충족을 위해서는 방향 및 시간당 12개의 모듈 필요. 체류시간은 미환승 정류장 기준 10~30초, 환승 정류장 기준 30~40초로 가정하며, 최대 주행속도는 현지 교통법규에 따라 시속 60km로 지정

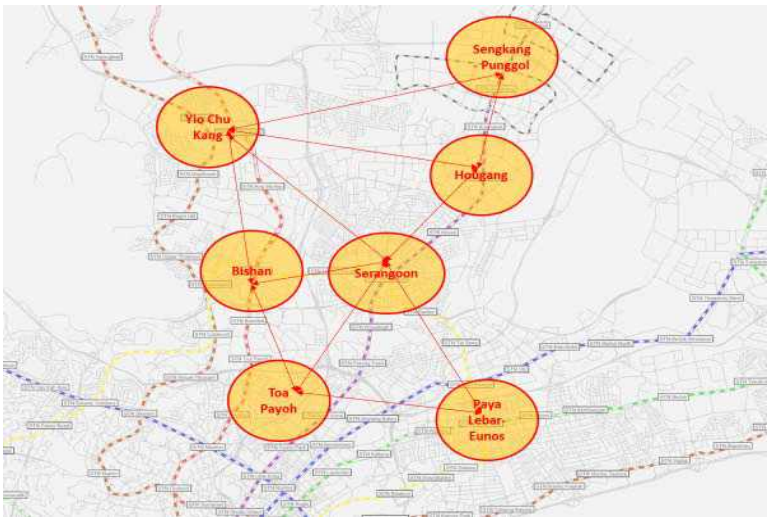


[그림 2-141] DART 연구영역 채택

[표 2-73] DART 연구 영역 채택 기준

기준	상세 내용
① 도로 유형	싱가포르 LTA(국토교통청)이 정의한 도로의 3가지 유형 중 DART는 충분한 수요를 가진 간선도로에 적합하며, 이러한 도로는 다차선 및 커브가 적다는 특성이 있음
② 승차율	DART 시스템 구축을 위해서는 승객 수요의 최소 임계값 필요
③ 속도 비율	속도 비율(Speed Ratio)은 평일 peak시간과 off-peak시간 간의 주행속도를 의미하며, 이는 DART 서비스의 잠재력에 대한 인사이트를 위해 필요
④ all-day 서비스 가능성	하루종일 서비스 제공이 가능해야 하며, 이는 가장 바쁘지 않은 기간 동안 시스템을 설계함을 의미함
⑤ 체류시간	승하차 시 DART 모듈이 정류장에 정차해있는 총 시간을 의미함
⑥ 평균 주행길이	평균 주행길이는 일정 도로내에서 출발하고 도착하는 주행거리를 의미하며, 이는 DART 시스템에 대한 도로의 적합성을 나타내는 중요한 지표
⑦ Critical arc load	Critical arc load는 정류장 간의 최대 승객 volume을 의미하며, DART 서비스에 대한 가능성은 Critical arc load가 증가함에 따라 증가함
⑧ 버스 혼잡도	버스 혼잡도가 높을수록 더 적은 인원을 수용하는 교통수단에 대한 수요가 증가할 것으로 예상되므로, 이를 DART가 충족 가능하다고 판단
⑨ Trip concentration	Trip concentration은 몇 개의 O-D 중 도로를 따라 이동하는 trip의 밀도를 의미하며, Trip concentration이 높을수록 DART 서비스의 가능성이 높아짐
⑩ 교통 운영 영향	DART 시스템이 민간 교통에 미치는 영향을 의미하며, DART와 같은 대중교통에 대한 교통 우선순위 관련 다른 도로 이용자에 미치는 영향 고려 필요

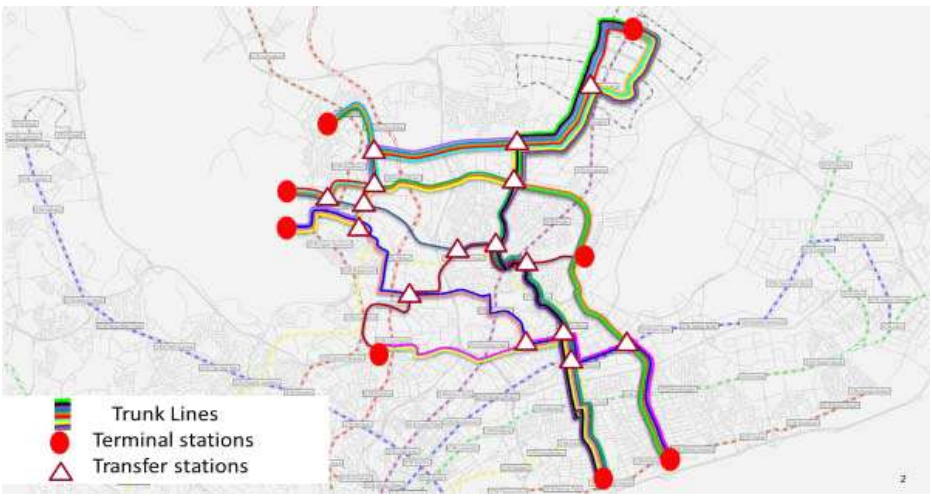
- (네트워크 계획) 원활한 대중교통 시스템 구축을 위해 DART 시스템과 기존 시스템인 MRT 및 버스와 통합하였으며, 이를 위해 2단계 방법론 채택; ① 버스보다 수용인원이 많은 DART 라인을 구축하며, 이를 DART Trunk 노선으로 지칭함, ② DART 시스템을 연구영역 내부 및 주변 버스 노선과 연결하는 방법 분석하며, 버스|DART Trunk 노선|MRT로의 이동을 위해 단거리|로컬 연결을 제공하는 서비스를 DART Feeder로 지칭함
- (DART Trunk 노선) 연구 영역에는 인구밀도가 높은 서브센터가 여러 개 있고 이는 기존의 MRT 노선으로 도심과 연결되고 버스로 서로 연결되는데, 이때 DART Trunk 노선은 버스노선을 대체하여 도심과 연결하며 MRT 노선과 동일하게 운행되지 않음, DART Trunk 노선 채택은 하기의 3단계를 통해 수행됨



[그림 2-142] DART 연구영역 내 서브센터

- ① (DART Trunk 노선과 연결되어야 하는 연구영역의 서브센터 분석) 서브센터의 토지 이용 및 인구밀도를 고려하여 수행됨
- ② (연구 영역 내 가능한 Trunk/간선도로 선택) 다차선 및 커브가 적은 도로에서 더 빠른 주행이 가능하며, 서브 센터들은 이 간선도로 중 가장 짧은 경로를 사용하여 연결
- ③ (정류장 결정) DART Trunk 서비스는 버스 시스템을 능가하기 위해 정차간격이 버스의 거의 2배로 계획되었고 평균 800m로 DART의 빠른 주행이 가능하며, 이는 현재 버스정류장 위치·도시밀도·토지이용패턴·MRT·기타 DART 노선과의 연결 등을 분석하여 결정됨, 기존 버스정류장 324개 중 123개를 DART 정류장으로 선정했으며, 환승역 16개, 터미널역 7개, 일반 정류장 2개가 추가되어 총 148개의 정류장이 DART 네트워크에 할당됨
- ④ 또한, 편리한 환승체계를 위해 DART와 MRT 시스템을 통합하여 MRT와 DART 간 이동 도보 거리는 가능한 짧게 유지되었으며, 2개 이상의 노선이 겹치는 곳에 16개의 환승역과 차량단 관리·전력충전·모듈 유지보수를 위해 종점에 8개의 터미널역이 추가로 계획됨
- ⑤ 마지막으로, 노선 구축 시 유의할 사항은 모든 서브센터를 직접 연결해야하며, 향후 비효율적인 운영 방지를 위해 필요 이상의 노선을 만들지 않아야 함. 이는 네트워크 내 승객의 흐름을 고려하여 이루어짐, 교통량이 높은 O-D(Origin-Destination) 패턴은 직선으로 연결되었으며, 나머지 하나는 MRT와 DART 간 또는 두 DART 노선 간 환승을 위해 채택

  · 따라서, 하기 그림과 같이 터미널 및 환승역을 포함한 최종 18개의 노선이 계획됨



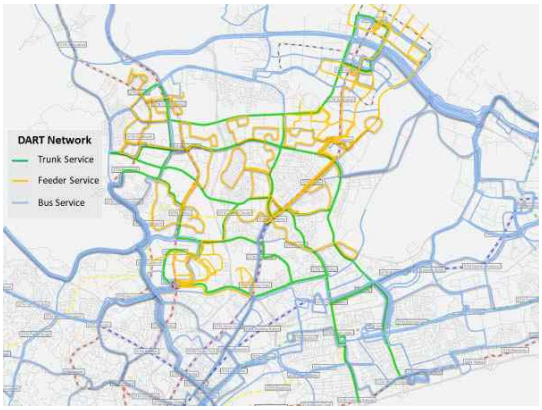
[그림 2-143] DART Trunk 노선

ㅇ (DART Feeder 노선) Feeder 경로 계획 및 기존 버스시스템과 DART 연결을 위해 3가지 기본 원칙 적용; ① 연구 영역 내 모든 정류장이 연결되도록 함으로써 어디에서나 서비스 이용 가능, ② 노선 중복을 피하고 네트워크를 단순화한 효율적인 운영, ③ 주변 버스 네트워크와의 원활한 연결로 통합된 DART 시스템

- DART Feeder 노선 채택은 연구 영역 내 버스 노선을 고려하여 수행되었으며, 그 과정은 다음과 같음

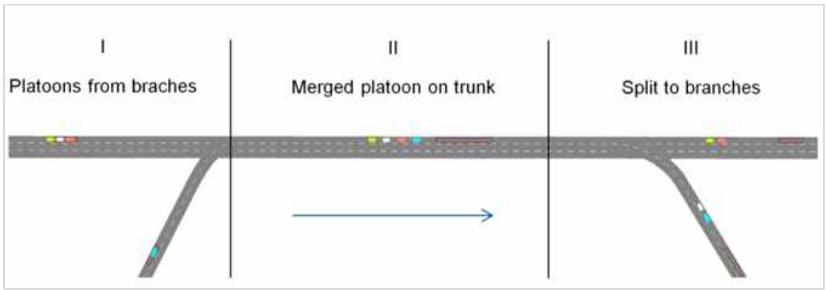


- 최종적으로 주변 버스노선과 통합된 DART Trunk 및 Feeder 노선을 포함한 연구 영역을 위한 완전한 DART 네트워크는 다음 그림과 같음



[그림 2-144] 최종 DART 네트워크

- (군집주행) DART 모듈은 전자적으로 커플링(Coupling)되어 같은 노선에서 군집주행을 형성할 수 있고 경로가 분산될 경우 사용자의 수요를 충족하기 위해 분리가 가능하며, 이는 수용인원 활용도 및 도로공간의 최적화를 위한 가장 유연한 방법 중 하나임
- 환승역에서 모듈의 스케쥴이 동기화되면서 차량단 수 최소화 및 승객의 환승대기시간 단축되는 것이 군집주행의 특징임



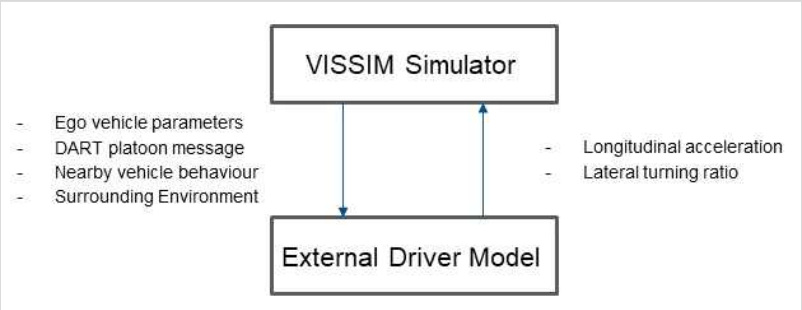
주) 개별 모듈이 같은 노선의 다른 모듈과 결합하여 군집주행을 형성하고 각각 Trunk와 Branch에서 결합 및 분리됨

[그림 2-145] DART 군집주행 개념

ㅇ (승객밀도에 따른 유연한 운행) 신뢰성 있는 서비스 제공을 위해 배차간격은 높고 신뢰가능한 빈도 유지가 필요한데, 버스의 경우 수요가 적은 기간에 높은 빈도로 운행되는 경우 적정한 승객이 수용되지 않으므로 비효율적인 반면, 이는 DART 군집주행으로 빈도를 일정하게 유지하면서 실제 수요에 따라 모듈의 수, 즉 수용인원의 조정이 가능하므로, 이로 인해 서비스 신뢰성 향상 및 승객 대기시간 단축에 도움이 됨

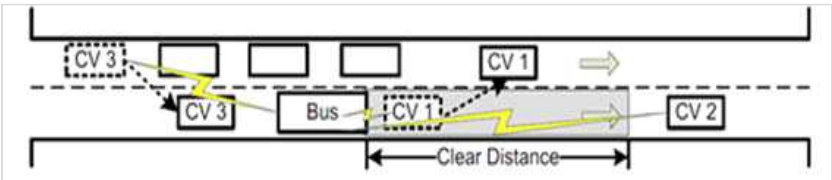
ㅇ (환승체계 개선) DART 네트워크에서는 목적지 모듈이 동일한 차량단의 일부일 경우 승객에게 현재 위치한 모듈에서 목적지 모듈로 환승해야하는 정류장을 알려주면 환승시간이 현저히 낮아질 수 있음

ㅇ (DART 주행 모델링) DART와 차량단의 특성은 기존 소프트웨어에 존재하지 않는 새로운 형태의 차량주행의 움직임을 요구하는데, 이러한 기능은 VISSIM에서 제공하는 외부기능 확장 API를 활용하여 구현됨. API는 차량 파라미터와 주변환경을 제공하고 그 대가로 차량 주행 움직임을 수신함으로써 외부 소스에 의해 차량의 움직임 제어가 가능하며, 이 프로세스는 각 시뮬레이션 단계에서 반복됨



[그림 2-146] DART 주행 모델 시스템 아키텍처

- (Virtual Right of Way) V-RoW(Virtual Right of Way, 가상 통행우선권) 아이디어는 Viegas and Lu(1997)에 의해 도입된 개념으로, 전통적으로 분리형 차선은 통행속도와 신뢰성을 향상시키는 효율적인 수단이지만 교통 혼잡에 해로운 영향을 미치므로 이를 해결하기 위해 대중교통 차량의 접근이 감지될 때만 V-RoW 작동이 활성화되고, 일단 활성화되면 대중교통 차량 뒤에 위치한 일반 차량은 대중교통 차량에 즉시 길을 만들어주기 위해 다른 차선으로 이동하는 원리이며 이 개념은 현재 DART 시스템에서 구현하기 위해 연구를 진행 중임



[그림 2-147] 커넥티드 차량 기술 기반의 V-RoW 개념

ㅇ (준비단계|버스수요 분석) EZ-Link 교통카드를 통해 버스의 수요를 분석

- (EZ-Link) 싱가포르에서 가장 많이 사용되는 대중교통 카드이며 승하차 및 환승에 대한 데이터베이스가 존재하고 평균 데이터 기록은 하루 당 약 500만개

ㅇ (준비단계|이동 패턴 분석) 평균 교통량에 대한 현장 교통조사를 활용

- (수요대상) 기존 대중교통 이용객과 개인차량을 이용하던 신규 이용객이 DART시스템의 수요대상이므로 대중교통 수요에는 MRT수요와 버스수요를 참작하여 고려

ㅇ (준비단계|수요피크분석) 하루를 15분 간격으로 각각의 대중교통 수요를 분석

- (출퇴근 형태) 아침시간대의 피크는 7~9시, 오후피크는 17시~20시45분으로 주로 저녁시간대 대중교통 수요가 아침 시간대 수요보다 큼, 대중교통 수요가 출근시 택시와 자가용을 사용하지만 퇴근 후 대중교통을 대부분 선호하는 문화가 반영된 것으로 보여짐
- (환경요인) 싱가폴은 더운 날씨로 인해 밤에 활동하는 사람들이 많으며 통근자들은 출근시간 문제로 택시와 자가용을 사용하지만 퇴근 후 대중교통을 선호



[그림 2-148] DART 시스템

□ [DART 모듈 차량 배치 시스템 연구] 가장 적합한 연구지역을 선정한 후 탑승자의 인원수를 파악하여 필요한 모듈 수를 고정 배차[199)]

ㅇ (우선 지역 및 도로 선정|BRT) 2단계를 포함하는 BRT 프레임워크를 통해 DART 시스템에 가장 적합한 연구지역을 선정[200)]

- (BRT|1단계 네트워크 축소) 새로운 대중교통을 적용할 지역, 도로의 범위를 사용자 수요 기준을 충족, 도로유형 등의 기준을 갖고 목록을 생성
- (BRT|2단계 채점 시스템) 1단계 생성 목록에서 도로상의 승객수, 속도비율, 24시 서비스 가능성, 체류 시간, 평균 이동길이, 아크부하(탑승율과 비율), 버스혼잡, 교통운영 효과 등의 기준으로 점수를 부여한 총 점수로 우선순위 지정

199) Deployment Planning of Single-Line Modular-Vehicle SemiRapid Transit System, Tao Liu, 2018 Transportation Research Procedia Volume 41, 2019, Pages 812-823

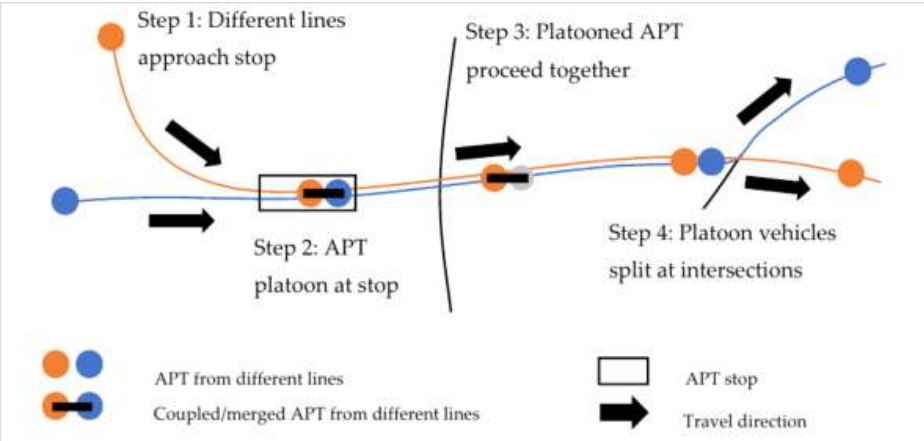
200) Planning and Design of a New Dynamic Autonomous Public Transport System: The DART System in Singapore, Andreas Rau, 2019

ㅇ (전략적 네트워크 설계) 개인용 자동차보다 경쟁력 있는 서비스를 제공하기 위해 설계

- (경로 선정 요소) 도심과 부도심의 연결, MRT 역을 연결, 승객의 흐름과 수요 3가지의 요소를 통해 설계
- (MRT와 밀접한 연결) 접선 서비스를 제공하여 환승이 필요한 역에 직접적인 연결, 만약 기존 MRT와 겹칠시 DART 열차의 속도가 우선 증가하고 우선 순위를 높이기 위한 일부 자능형 교통 시스템(ITS) 조치 구현

ㅇ (전체론적 평가) 사회 경제와 환경적 측면에 대한 모든 이해 관계자의 우려를 고려하는 포괄적인 시스템 평가 진행

□ [DART 운영설계] DART 운영속도를 높이기 위해 교통체증과 스케줄링을 위한 전략 및 시뮬레이션 진행[201)]



[그림 2-149] 버스 군집을 기반으로 한 DART모듈차 커플링 예시

ㅇ (차량 모듈 연결|커플링) 교통체증 관리에 가장 중요한 역할을 수행하며, 모듈이 일체화되어 움직이는 것이 아닌 적재적소에 탈·부착 되어 운행가능함

- (커플링 4단계) (①단계) 두 개의 서로 다른 라인이 만나는 정류장을 사전 정의, (②단계) 사전 정의된 정류장에서 DART 차량들이 병합되어 군집 조성, (③단계) 군집된 DART 차량들이 함께 이동, (④단계) 공유 경유 완료 시 교차로에서 군집 DART 차량 분리[202)]
- (대중교통의 우선순위 지정 조치를 강화) 정류장에 동시 도착이 가능하도록 조작하며 빠르고 편리한 환승을 유기적으로 가능하게 함

ㅇ (모듈차 스케줄링) 운행시간, 수요데이터 등을 통해 대중교통의 시간표를 작성하여 승객의 평균 대기시간 단축하고 커플링이 가능하게 하며 대중교통 및 운송 최적화를 지원

201) Planning and Design of a New Dynamic Autonomous Public Transport System: The DART System in Singapore, Andreas Rau, 2019
202) Platooning of Autonomous Public Transport Vehicles: The Influence of Ride Comfort on Travel Delay,Teron Nguyen, 2019

- (원리) 승객 수요 데이터, 네트워크 경로 데이터, 정차 간격 및 운행시간 데이터 등을 사용하여 배차 간격이 생성되며 차량 최대 탑승 가능 승객수과 같이 기타 서비스 기준도 포함되어 제작
- (기대효과) 고정 배차 시간표가 제공되면서 DART 차량의 커플링을 보장하며 승객 수요를 고려한 배차로 인한 교통체증 완화

ㅇ (V-RoW* 제도) 간헐적 우선 순위가 있는 차선을 사용할 수 있는 제도

* V-RoW (Virtual Right of Way) : 가상 통행권 제도이며 IBL(간헐적 버스차선)이라고도 칭함

- (활성화) 특정 DART대중교통 차량이 감지 될 때만 활성화, V-RoW가 특정 구간에서 활성화되면 개인차량은 DART 차량의 통행을 보장하기 위해 차선을 양보(이탈)
- (비활성화) DART차량이 해당 영역을 벗어나면 V-RoW는 비활성화되며 일반 차선으로 복귀
- (원리) DART차량이 도로를 따라 운행하고 필요시 V-RoW 요청 메시지는 무선통신을 통해 개인차량 사용자에게 송출되며 앞쪽의 사용자는 DART차량의 존재를 인식하고 차선이탈의 필요성을 인식
- (제어 매개 변수) 차선 이탈시 교통량, 용량 비율, 연결된 차량 침투, DART와 일반 교통 간의 속도 차이 등을 고려해서 시스템을 제어

ㅇ (차량모듈 할당) 탑승자의 인원수를 파악하여 필요한 차량 모듈 수를 3가지 전략으로 고려한 후 할당

- (전략1) 가장 많은 수의 차량 모듈 할당은 각 모듈의 탑승용량이 탑승자가 군집된 곳에서 관찰된 인원수의 평균보다 작거나 같은 경우
- (전략2) 가장 적은 수의 차량 모듈 할당은 각 모듈의 탑승용량이 탑승자가 군집된 곳에서 관찰된 인원 수의 평균보다 크거나 같은 경우
- (전략3) 이외에는 관찰된 평균 탑승객과 가장 가까운 탑승용량을 가진 차량 모듈 수를 할당

□ [DART 시스템을 위한 도로 인프라 설계] 도로 인프라에 대한 설계는 대중교통 이용객을 유치하기 위한 중요한 요소로 DART 운영 속도를 높이는 것이 목표[203)]

ㅇ (곡선형 도로) 급격한 회전이 필요한 곡선형 도로는 탑승객에게 불편함을 초래할 수 있고 연구를 통해 이를 보완

- (실험연구|승차감 임계값) 급회전 곡선구간의 승차감 임계값을 위한 실험연구를 수행한 후 4단계의 레벨로 설정, 가속도 1.5이하는 편안함, 1.5~1.75 불편함, 1.76~2.0는 매우 불편함, 2.0 초과시 최고조 불편
- (가속도 2.0 초과 기피) 최고조 불편함의 수준은 반드시 피할 수 있게 도로 설계

203) Planning and Design of a New Dynamic Autonomous Public Transport System: The DART System in Singapore, Andreas Rau, 2019

[36]		a_y = 0.6–1.0: uncomfortable C = 0.3–0.6: uncomfortable	Guided bus	Not specific
[33]	$a_x > +1.5$: uncomfortable $a_x < -0.75$: uncomfortable		Bus	Sitting
[34]	$a_x < -1.4$, $a_x > +1.5$: level 1 $a_x < -2.2$, $a_x > +2.5$: level 2	$a_y < -1.4$, $a_y > +1.6$: level 1 $a_y < -2.0$, $a_y > +2.0$: level 2	Bus	Standing
[17]		$a_y \leq 1.5$: comfortable $a_y = 1.5 \div 1.75$: uncomfortable $a_y = 1.75 \div 2.0$: very uncomfortable $a_y > 2.0$: extremely uncomfortable	Bus, AB application	Sitting, leaning standing

[그림 2-150] 승차감 임계값

- (가속도 2.0 초과 기피) 최고조 불편함의 수준은 반드시 피할 수 있게 도로 설계

ㅇ (승차감 보장) DART 시스템을 통해 탑승객의 위치와 방향을 센서로 쉽게 감지할 수 있고 승차감을 보장하기 위해 작동속도를 최적화 가능

- 급회전 곡선을 넓히거나 DART 궤도를 개선하여 승객의 승차감 유지하며 빠른 속도를 보장

ㅇ (도로표면) 도로표면을 최신으로 유지하여 도로의 거침이 승객에게 미치는 영향을 최소화

- (BRI) 승차감지수 (Bus Ride Index, BRI)를 통해 연구하고 DART 승객의 승차감을 보장하기 위해 BRI를 통해 IRI(국제 거칠기 지수)의 임계값을 확인
- 기존의 값비싼 IRI측정 방식에 비해 도로 위 차량 가속을 기반으로 쉽고 빠르게 측정가능
- 연구결과는 차량 간 통신을 통해 DART의 속도를 최적화하는 매커니즘을 제공가능
- (DRI) DART 매개 변수에 BRI를 적용하여 IRI와 차량속도 및 DART 시스템의 새로운 관계가 형성되고 DART승차감지수 (DART Ride Index, DRI)로 정의가능
- (연구 예시) DRI를 통해 60km/h의 속도에서 편안한 승차감을 보장하기 위한 DART 도로표면은 IRI〈2.42의 상태여야 함을 유추 가능
- (DRI 역할) DART 도로표면의 자동 감지 및 모니터링을 위한 도구 역할

□ [PUTW (Precast Ultra-Thin Whitetopping) DART 도로포장 시스템] 기존 아스팔트 도로제작방법과 다르게 미리 만들어진 콘크리트 도로표면을 설치[204)]

ㅇ (정의) 싱가포르의 도로 인프라 유지 보수를 위한 효율적이고 내구성 높은 도로포장 시스템

ㅇ (설치) 도로의 세정기능과 빠른시공이 가능하며 DART 모듈 차량의 충전 연구

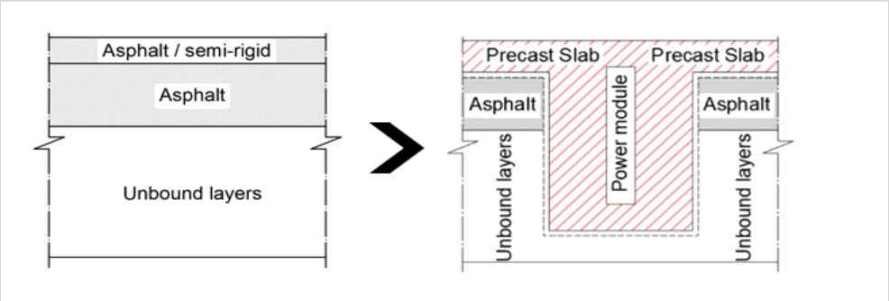
- (광촉매 반응)도로 포장 표면의 미끄럼 저항의 기능을 개선하여 안전 측면에 중점을 두고 광촉매 작용을 가능하게 하는 *이산화티타늄을 결합하여 포장 도로의 세정기능을 연구

204) https://www.tum-create.edu.sg/research/project/rrt-3-%E2%80%94-future-road-infrastructure-dart

* 이산화티타늄 광촉매 반응: 이산화티타늄이 자외선을 받은 후 유기물 대부분을 물과 이산화탄소로 산화분해시키며 각종 오염물질을 무해물질로 변화시켜주는 친환경 반응

- (빠른 시공) 기존 도로의 콘크리트 포장은 약 2주가 소요됨에 비해 PUTW 도로는 8시간 이내에 시공 가능
- (차이점) 기존 아스팔트 포장도로의 최상층 아스팔트 대신 얇은 프리캐스트 슬래브*로 교체

* 프리캐스트 슬래브: 공장에서 미리 만들어둔 콘크리트 도로표면



[그림 2-151] PUTW 도로 포장

ㅇ (효과) 모듈 차 충전 및 교통 지연 최소화 가능

- 전원 공급 장치 모듈을 수용할 수 있는 유연성을 갖추고 있어 도로 위를 주행할 때 무선으로 DART 모듈 전기 자동차에게 전기에너지를 전송 가능
- 교통 지연을 최소화하며 도로 및 충전 인프라의 빠른 설치 및 유지관리를 제공

□ [DART의 사회적 효과] 한정된 토지의 최적화와 예상되는 미래사회문제를 미래 모빌리티의 활성화를 통해 해결

ㅇ (내용) 한정된 토지를 최적화하고 미래 모빌리티 활성화를 통해 사회, 경제 및 환경 간의 번성하는 균형을 유지하고 토지 부족과 인구 증가, 여행 수요 및 건설 비용을 해결

- 하이테크, 지속 가능하며 효율적인 시스템 설계에 통합된 완전 자율 차량 모듈을 특징으로하는 기존 MRT (Mass Rapid Transit) 및 버스 시스템 간의 기존 용량 격차를 해소

ㅇ (특징) 모듈형 자율주행차량을 사용한 다양한 작동 및 신호대기 단축

- 스마트정류장에서 승하차 시간 단축을 하고 교차로 신호등에서 우선순위 파악하여 시간단축
- 모듈형 자율주행 차량을 군집화하여 교통 체증 완화
- 전기차를 사용하여 깨끗한 도시환경 조성
- 변동하는 승객 수요에 대응하여 최적의 DART 차량의 모듈 수를 설정 가능

나. Floating Tunnel

□ [개요] 노르웨이의 E39 도로는 수출품 운송경로이자 핵심 이동경로로써, 운송 및 이동시 소요되는 시간을 줄이고 이동효율을 높이기 위해 수중터널을 개발하는 중[205)]

○ (프로젝트 배경) 노르웨이의 남서부 해안에 위치한 E39 도로는 노르웨이의 핵심 이동경로이기 때문에[, 국민들의 이동편의와 물류의 이동효율을 높이기 위해 수중터널프로젝트가 진행됨

- 기존 교통수단인 페리를 통해 피요르드 (해안절벽)를 건너기 때문에 오랜 시간 소요된다는 문제가 존재하여, 수출품 운송의 시간 단축과 지역 주민들의 복지 개선을 위해 수중터널을 고안함

○ (연구관계자) 노르웨이 공공 도로 관리국 (NPRA)연구를 통해 구조물의 타당성 입증을 시행하였고 북유럽지역 3개 대학의 (노르웨이 과학기술대학, 스타방에르대학, 찰머스 공과대학) 협력 중

○ (자금) 약 440억 달러 (약 한화 44조 원) 규모의 프로젝트



[그림 2-152] 케이블로 고정된 Floating 터널과 설치될 E39 도로 위치

□ [프로젝트 내용] 2개의 콘크리트 터널을 제작하여 수면 30m아래에 부교와 케이블 등을 통해 고정한 플로팅 터널을 설치

○ (내용) 2개의 길이 27km 깊이 492m 인 콘크리트 터널 제작과 제작한 터널을 해저에 설치하는 플로팅 터널 프로젝트, 현수교 방식의 3개 터널 및 부유교 방식의 5개 터널이 건설될 예정[206)]

* 현수교: 케이블에 의해 지지되는 형식의 다리, 부유교: 거대한 부교(폰툰)에 의해 지탱되는 구조

- (설치위치) E39도로의 일부이며 노르웨이 피요르드 횡단 수면 30m 아래, 약 8개의 피요르드를 가로지르고 터널 양 끝은 피요르드 기반암에 연결

205) https://www.geoengineer.org/news/norway-to-achieve-floating-tunnel-project
206) https://www.news.com.au/travel/destinations/europe/norways-plans-for-a-56-billion-floating-tunnel/news-story/01130afcaf2c7b99daaac8071ff04844

- (한계) 터널은 해저에 고정되거나 케이블선을 통해 따로 고정 필요하며 피요르드가 1km보다 깊고 5km보다 넓은 경우 터널 개통 불가, 수심 깊을 시 현수교의 기초설치 불가

ㅇ (방법) 부유교와 현수교의 방법을 각각 차용하여 중력을 최소화하는 방향으로 설치[207)]

- (부유교) 튜브 터널을 특정한 간격으로 해저에 고정할 수 있는 거대한 부교인 '폰툰(Pontoon)'을 터널 상단에 장착하고 해저 표면에 고정하여 해저의 중력 제어
- (현수교) 케이블 선을 통해 다리를 고정
- (형태) 튜브는 강철, 콘크리트의 조합으로 구성될 수 있고 유체역학적 이유로 원형 설계
- (고려사항) 위를 지나가는 선박교통에 간섭이 없게 폰툰 정렬을 해야 하며 대피로 설치

ㅇ (기간) 2050년 완공목표이나 더 오래 소요될 것이라는 전문가들의 의견



[그림 2-153] 플로팅 터널 내부 렌더링

207) Design of the Submerged Floating Tunnel operating under various conditions. 2010, Bernt Jakobsen

다. Lilium 허브공항

□ [개요] 독일 항공기업 Lilium*이 미국 플로리다주 올랜도 시와 미국 최초로 에어택시(비행택시)를 위한 교통 허브를 시작하는 교통허브 건설 추진[208)]

* 릴리움: 독일 항공스타트업으로서 수직 이착륙 무인항공기 제작, 약 3.7억 달러의 투자를 받음

- ㅇ (파트너) Tavistock (기획, 설계, 금융, 건설 및 개발을 전문으로 하는 다각화된 부동산회사) 및 올랜도 시와 제휴
- ㅇ (건설목적) 릴리움의 수직이착륙 무인항공기 릴리움 제트가 에어택시의 형태로 운행되는 교통허브의 제공
- ㅇ (규모) 56000 스퀘어피트 (약 1573평) 로 예상되며 약 2,500만달러(약 한화 4400억 원) 비용소모 예상[209)]

□ [진행사항] 올랜도시와 협력하여 2025년도 완공 목표를 갖고 기관의 승인 대기 중

- ㅇ (자금지원) 2025년에 운영이 시작될 것으로 목표로 하며 현재 투자자금으로 약 4억 달러 지원
- ㅇ (승인단계) 연방항공국 (FAA) 플로리다 교통국(FDOT) 및 기타 규제기관의 승인을 받아야 하고 현재는 일부 기관만 승인된 상태
  - 5인승 릴리움 제트기는 비행테스트를 통과한 후 유럽 항공안전국 (EASA)와 연방항공국(FAA) 승인 후 기타 기관의 승인을 기다리는 중[210)]



[그림 2-154] 미국 플로리다 올랜도시의 릴리움 허브 공항

□ (기대효과) 일자리 창출과 같은 경제적 효과를 비롯하여 운송문제를 해결하는 등 환경문제에 대한 해결책 역할 가능

208) https://www.designboom.com/technology/lilium-flying-taxi-hub-florida-11-12-2020/
209) https://www.nytimes.com/2020/11/11/business/flying-car-vertiport
210) https://www.designboom.com/technology/lilium-flying-taxi-hub-florida-11-12-2020/

ㅇ (경제적 효과) 2025년까지 근처 지역 내 143개의 일자리 창출 가능하며 이후 지속적으로 일자리를 창출하여 올랜도시는 해당 시설이 10년동안 170만 달러의 경제적 효과 창출할 것으로 예상[211)]

ㅇ (환경적 효과) 우버와 유사한 방식(차량을 호출하는 어플)을 통해 다양한 도시에 에어 택시 네트워크를 구축하고 운송문제를 해결하며 환경문제에 대한 해결책을 제공

라. Multi elevator

□ **[개요] 티센 크루프가 도입한 세계 최초의 로프없는 엘리베이터 시스템이며 수직이동과 수평이동이 가능하여 건물의 디자인과 건물 간의 이동 용이[212)]**

ㅇ (정의) 멀티엘리베이터는 수직뿐 아니라 수평으로도 움직이는 세계 최초 케이블이 없는 엘리베이터이며 선형 모터 기술과 함께 작동

- (방법) 수직 급행노선을 따라 이동한 후 수평으로 회전하여 다른 호수가 지나가는 동안 승객 하차

ㅇ (제작사) 티센 크루프 독일의 건축과 도시 계획을 위한 엘리베이터를 설계하는 엘리베이터회사

ㅇ (목적) 건물 엘리베이터에 대한 한계를 없애며 전체 도시를 연결할 수 있는 친환경적이고 스마트한 미래도시로 재구성할 수 있으며 건물 높이와 디자인에 더 이상 제약이 없음



[그림 2-155] 수직, 수평 이동이 가능한 멀티 엘리베이터

□ **[추진현황] 독일의 이스트 사이드 타워에서 멀티 엘리베이터를 출시했고 미국에선 별도 인증 과정들이 시작되었으며 2022년 중반에 건설 추진예상**

211) https://www.sciencetimes.com/articles/28107/20201107/air-taxis-coming-orlando-2025-what-expect.htm
212)https://multi.thyssenkrupp-elevator.com/

ㅇ (독일 이스트 사이드 타워) 2017년 6월 22일 티센크루프는 독일 베를린의 이스트 사이드 타워에서 세계 최초의 완전 멀티 엘리베이터 출시

ㅇ (이 외 국가) 북미 이외의 국가에 대한 인증은 2020년 중반 예정이며 캐나다와 미국에 필요한 별도의 인증이 이미 시작되었고 빠르면 2022년 중반 예상

□ **[향후 목표] 사물인터넷, AI등의 기술을 결합하여 새로운 엘리베이터 운영을 활성화하고 에너지 절약에 기여**[213)]

ㅇ (AI, IoT 결합) 멀티엘리베이터에 인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT)을 결합하여 엘리베이터 사용, 에너지 절약과 운영의 혁신 기대[214)]

- (에너지 절약) 최대 전력 수요를 60%까지 줄이는 시스템을 통합하여 건물의 에너지비용 절감
- (예시) 엘리베이터 사용량이 적은 시간대에 스스로 에너지 효율을 위해 에너지소비 부품을 완전히 차단하거나 해당 시간 이후 사용량에 큰 곳에 미리 이동해 있는 것

ㅇ (건물 간 이동) 교통수단을 이용해서 이동할 필요없이 간단히 건물과 건물 사이를 엘리베이터로 연결하여 이동

213) https://multi.thyssenkrupp-elevator.com/
214) https://interestingengineering.com/worlds-first-ropeless-multi-directional-elevator-installed-in-berlin

마. 시카고 Aerial Cable Car

□ [개요] 시카고 도심을 연결하는 케이블카 네트워크이며 아직 컨셉 단계에 그침

ㅇ (컨셉 제안) 데이비스 브로디 본드 건축회사와 마크 바 필드 건축회사가 설계하여 도심에 설치될 수 있는 투명케이블카[215]

ㅇ (진행 미정) 아직 공식적인 계획 제안서가 등록되지 않았으며 많은 이해 관계자들이 우려를 표명함

- (원인) 사람이 많은 시카고 리버워크에 오히려 사람들을 몰리게 하며 보행자들을 힘들게 할 가능성 우려, 주위 조망을 방해할 수 있으며 투어회사들의 경쟁에 대한 우려가 존재함[216]



[그림 2-156] 시카고 Aerial Cable car 컨셉

□ (컨셉 내용) 시카고 호숫가, 리버워크를 시카고 시내 등과 연결하여 항공 관광 명소형성

ㅇ (목표) 밀레니엄 공원과 미시간 애비뉴 근처에 역을 배치하여 자동차를 사용하지 않고도 도시를 관광할 수 있게 장려하고 강변 산책로와 인접한 공공장소에 좋은 영향

- (비용 및 시간) 프로젝트 수행시 약 2.5억 달러가 소요될 것으로 예상 되며 3~4년 정도 소요 예상[217]

ㅇ (운행내용) 약 20달러 정도의 비용으로 탑승 가능하고 강을따라 4m/s 속도 소요 되며 시간당 최대 3,000명 수용 가능

215) https://www.designboom.com/architecture/chicago-skyline-cable-car-sky-gondolas-davis-brody-bond-marks-barfield-architects-05-05-2016
216) https://chicago.curbed.com/2018/3/22/17138728/chicago-river-gondolas-skyline-transportation
217) https://inhabitat.com/chicago-considers-transparent-aerial-cable-cars-to-link-famous-city-sights/

바. UAM-PBV-Hub

□ [개요] 현대자동차가 2020년 발표한 인간중심의 미래 모빌리티 비전이자 솔루션이며 앞으로 인류가 경험하게 될 혁신적 이동성과 이에 기반한 미래도시 제시[218)]

○ (개념) 현대자동차가 미래도시를 구현하기 위해 CES2020*에서 발표한 미래 모빌리티 개념으로써 UAM-PBV-Hub로 구분되며 사람이 모빌리티의 중심이라는 점을 강조[219)]

* CES 2020:세계가전전시회(Consumer Electronics Show)의 줄임말로써 매년 전세계 IT기업이 참여하는 박람회, 미국 라스베가스에서 개최되고 전자제품의 최신기종과 라이프 스타일 및 IT 트렌드를 발표[220)]

- (UAM) 도심 항공 모빌리티 (Urban Air Mobility)란 도시 지상 교통의 혼잡을 해결하고 3차원 공간을 활용하는 항공 교통체계, 전기 추진기반의 수직이착륙이 가능한 PAV*를 활용

* PAV: 개인용 비행체 (Personal Air Vehice), 수직이착륙이 가능해 활주로가 없어도 도심 내 이동 가능한 미래 모빌리티

- (PBV) 목적 기반 모빌리티 (Purpose Built Vehicle)란 개인화 설계 기반의 친환경 이동수단으로써 단순한 이동수단을 넘어 탑승객이 목적지로 이동하는 동안 본인에게 필요한 맞춤형 서비스를 자유롭게 누릴 수 있는 이동수단

- (Hub) 모빌리티 환승 거점이란 뜻으로 UAM과 PBV를 연결하는 구심점으로써 사람들이 다양한 방식으로 교류하고 공감대를 형성하는 미래형 신개념 커뮤니티



[그림 2-157] 현대자동차의 UAM-PBV-Hub

○ (모빌리티 생태계) Hub 위에 설치된 이착륙장에는 하늘을 나는 이동수단 UAM이 있고 지상에는 개인화된 용도로 제작된 PBV가 도로 주행[221)]

218) 현대자동차그룹, https://tech.hyundaimotorgroup.com
219) 오토모티브리포트, http://www.automotivereport.co.kr/news/articleView.html?idxno=2420
220) 비아이뉴스(https://www.beinews.net
221) 현대자동차그룹, https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/press-release/hyundai-motor-showcases-miniature-m

- (생태계 형성) UAM은 하늘과 지상을 연결하고 PBV는 도로 위에서 사람과 사람을 연결하며 두 종류의 스마트 모빌리티는 도시 전역에 설치될 Hub와 연결돼 모빌리티 생태계를 형성

□ **[추진현황] 미래 모빌리티 부서와 관련 조직을 신설하여 각 솔루션별 프로젝트를 계획하고 우버(Uber)와 협업을 통해 확실한 모빌리티 전략을 추진**[222)223)]

ㅇ (UAM 현황) 현대자동차의 현대디자인 이노베이션 부서 내 UAM 사업부와 디자인연구 전문조직을 구성하여 전략기술본부 등과 협업

- (UAM 4대 원칙) 4대원칙 ①안전성 ②저소음 ③경제성과 접근용이성 ④승객 중심을 발표하며 다중화 설계를 통해 PAV의 문제없는 이착륙 보증과 가격 경쟁력을 위한 다양한 방침
- (예상 수단) 전기 추진기반의 수직이착륙이 가능한 PAV 활용
- (사물인터넷 IoT) IoT가 결합된 내부 디자인을 비롯해 비행 편의성과 안전성을 확보
- (UAM 사업부) 도심 속 항공 모빌리티의 혁신적 기술개발 및 시장개척을 위해 사업부 신설, 우버(Uber)와 협업*을 통해 스마트 모빌리티 솔루션의 축소 모형물 디자인 후 제작
  * (2020.12.09) 우버가 항공사업을 매각하였지만 산업생태계가 확실히 정립되지 않아 큰 영향없을 것이라는 전망
- (UAM 디자인) 자동차 디자인뿐만 아니라 미래 모빌리티에 대한 디자인으로 업무영역확대
- (협업시스템) 전략기술본부, UAM 사업부, 현대디자인센터 등 유관 부분 간 개방형 협업
- (UAM의 PAV) 활주로 없이 랜딩이 가능한 PAV를 활용해 도심 내 이동을 추진
- (PAV 컨셉카 S-A1) 세계 최대 모빌리티 기업 우버(Uber)와 협업하여 전기 추진 방식의 수직이착륙 기능을 탑재하고 조종사를 포함하여 5명이 탑승 가능한 컨셉 플라잉카 제작
- (자율비행) 자동비행기술이 안정화된다면 자율비행이 가능하도록 개발 예정

ㅇ (PBV 현황) 3가지의 핵심가치를 선정하고 PBV의 다양한 활용 아이디어를 도모

- (PBV 3가지 핵심가치) ①도시의 상징 ②이동형 삶의 공간 ③군집주행 3가지 가치를 적용
- (친환경, AI) 전기차 기반의 친환경 모빌리티로 AI가 최적의 경로를 설정하고 이동 중 배터리 충전용으로 제작된 PBV로부터 충전 가능
- (디자인) 차량 하부와 상부의 완전한 분리가 가능하고 차량의 목적에 맞추어 기존길이 4m에서 6m까지 확장
- (맞춤형 서비스) 약국, 치과, 내과 등으로 구성될 수도 있고 영화관, 전시장처럼 문화공간으로 구성 가능
- (자율군집주행) 두 대 이상의 수단이 하나로 연결된 호송대를 구성 후 운행하여 물류산업의 혁신적인 변화 예상

---

odel-of-smart-mobility-ecosystem/

222) 현대자동차그룹, https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/press-release/hyundai-motor-showcases-miniature-model-of-smart-mobility-ecosystem/

223) 현대자동차그룹 https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/press-release/hyundai-motor-presents-smart-mobility-solution-uam-pbv-hub-to-vitalize-future-cities/

ㅇ (Hub 현황) 조감도를 제작하여 전시하며 PBV와 연계이용에 대한 방안 고려

- (S-Hub 조감도) Uber와 협력하여 제작한 PBV-Hub 결합의 새로운 커뮤니티 조감도 연출
- (구조) Hub 최상층에는 UAM 수단 중 하나인 PAV 이착륙장이 위치하며 1층에는 도심운행을 마친 PBV가 Hub에 연결하는 도킹 스테이션
- (다양한 공간) PBV 결합에 따라 새로운 공간으로 이용가능하다는 개념 도입, 공연장 전시장 영화관 등으로 제작된 개별 PBV가 Hub가 모이면 문화복합공간 역할 가능



[그림 2-158] UAM-PBV-Hub

ㅇ (중장기 혁신계획 '2025 전략') 지능형 모빌리티 제품(Smart Mobility Device)과 지능형 모빌리티 서비스(Smart Mobility Service)의 2대 사업 구조로 전환

ㅇ (인간 중심 도시 자문단) 심리, 도시건축, 디자인 공학, 교통환경, 정치등 각 분야의 전문가들이 참여한 인간중심 도시자문단 구성한 후 도시 설계에 대한 연구 진행

- (핵심가치) 역동적, 자아실현적, 포용적 도시 구현이라는 3가지 선정

□ **[향후목표] 3가지 솔루션을 토대로 미래도시와 사람들이 공간과 시간의 제약에서 벗어나 더 많은 가치 창출할 수 있는 기반 제공**[224]

ㅇ (현대자동차 차세대 브랜드 비전) 인류를 위한 진보, 스마트 모빌리티 솔루션 기업 실천

ㅇ (이동의 자유) 끊김 없는 이동의 자유를 제공하여 사회에 활기를 불어넣고 인류를 위한 진보 실천

ㅇ (도시화 문제 해결) 장시간의 이동이 늘고 메가시티화*로 인해 교통체증 및 이동 효율성 저하, 물류 운송비용 등 사회적 비용 급증과 같은 문제들을 극복

* 메가시티화 : 인구 1,000만명 이상의 거대 도시화

ㅇ (이동 시간 단축) 도시 간 경계를 허물고 의미 있는 시간 활용

- (인간 중심의 미래 도시 구현) 사람들이 효율적으로 목표를 이루고 새로운 커뮤니티를 통해 사람들이 함께 모일 수 있는 인간 중심 도시 구현
- (공간과 시간의 제약탈피) 공간과 시간의 제약에서 탈피하여 더 많은 가치를 창출 할 수 있는 기반을 제공하겠다는 구상

224) https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/press-release/hyundai-motor-presents-smart-mobility-solution-uam-pbv-hub-to-vitalize-future-cities/

○ (PBV 물류 운송) PBV는 자율 군집 주행이 가능해 개인별 수화물과 미래도시 내 물류산업의 새로운 혁신적인 변화 예상

4-2-2. PT (Public Transit, 가제목)

가. Hyperloop

□ **[하이퍼루프 개요] 기존의 고속철도보다 저렴한 건설 비용과 터널형 튜브 내부를 진공 수준의 압력으로 만들어 빠른 속도로 이동 가능한 미래형 교통수단**

○ (역사) 2013년 Telsa, SpaceX의 CEO 일론 머스크에 의해 처음으로 공개되었으며 오픈소스로 공개하여 누구나 개발 가능하게 함[225)]

- (제안) 일론 머스크에 의해 처음으로 제안되었으며 이후 2014년 독일 기업가 Ahlborn은 하이퍼루프 아이디어를 통해 Hyperloop TT회사를 설립

○ (하이퍼루프 정의) 터널과 같은 튜브를 설치하여 음속에 가까운 속도로 기차역할을 하는 포드(캡슐)를 운행하고 마찰을 방지하기 위해 튜브는 진공과 가까운 기압상태, 빠르고 많은 사람들을 이송 가능

○ (필요성) 기존의 교통수단은 느리거나 비싸기 때문에 빠르고 저렴한 새로운 수단이 필요

- (기존 교통수단) 항공 또는 자기부상 열차를 이용해 시간절약을 할 수 있었으나 중간 정차, 환승으로 인한 추가 지연시간 소요

○ (예상비용) 2개의 편도 튜브와 40개의 캡슐은 약 60억 달러의 소요비용이 예상되며 해당 비용을 20년 동안 상각하고 일일 운영비용을 고려하면 편도 티켓은 약 20달러 예상되나 많은 전문가들은 해당 가격은 불가능으로 예상[226)]

○ (비평) 비평가들은 하이퍼루프가 일반 국민들을 대상으로 한 교통인프라 개선이 힘들 것이고 현실화가 어려우며 많은 비용만 소모될 것이라고 비평[227)]

□ **[하이퍼루프 원리] 전용 터널과 선로 역할을 하는 진공상태의 '튜브'와 승객이 탑승하는 기차 역할 '캡슐(포드)'로 구성[228)]**

○ (튜브) 일종의 터널형 선로 역할을 하며 진공상태에 가까운 환경과 자기장 원리를 사용하여 공기

225) https://instaiq.org/ko/blog/iq-elon-musk
226) https://www.investopedia.com/articles/investing/050815/elon-musks-hyperloop-economically-feasible.asp
227) https://www.forbes.com/sites/davidrvetter/2020/12/22/virgin-hyperloop-cto-fires-back-at-critics-denies-system-is-simpsons-monorail/?sh=413a82666aa0
228) 버진 하이퍼루프, https://virginhyperloop.com/

저항과 마찰을 줄여 속도를 극대화, 외부에 태양전지패널 부착하여 전력공급

- (실내|진공 상태) 해발 200,000피트 수준의 기압 수준으로 맞추어 진공에 가까운 기압형태를 만들어 공기 저항력을 크게 낮추고 최소한의 에너지를 사용하면서 빠른 속도 가능
- (실내|자기부상) 자기부상열차의 원리를 사용해 자기장을 이용해 추진력을 얻고 마찰력을 최소화
- (실내|자율 통신) 근거리와 원거리 통신은 완전 자율 시스템 내에서 열차(캡슐)의 이동을 조정하며 센서는 마이크로 초 단위로 조정가능하여 실시간 위치 데이터를 수집 후 전송
- (실내|소음 방지벽) 튜브 설계에 내재된 소음 방지벽을 통해 저소음 실현
- (실외|태양전지패널) 튜브를 덮는 태양 전지판을 설치하여 전기에너지 공급받고 선형 전기모터로 전력 소비하고 남은 전력은 재판매 가능

ㅇ (캡슐|포드) 열차 객실의 개념으로 승객 수요에 따라 적절히 배치 가능

* 캡슐과 포드는 열차의 객실 칸 같은 개념으로 두 가지 단어를 혼용하여 사용

- (소형포드) 최대 28명이 탑승 가능한 캡슐을 통해 탑승객 수요에 맞추어 열차를 연결하여 전체 길이를 유동적으로 조정
- (운행에너지) 자기부상 원리와 전기 선형 모터를 이용해 최소한의 에너지를 사용하는 전기 추진 방법을 사용하지만 두바이의 경우 100% 전기에너지 활용한 전기모터 사용
- (캡슐크기) 평균적으로 길이 25~30m, 높이1.1m, 폭 1.35m으로 승객을 수송하며 2열의 좌석과 각 열에 14개의 좌석 제공하여 한번에 28명의 승객 탑승 가능
- (탑승인원) 한 방향으로 시간당 50,000명 이상 승객 수송 가능

ㅇ (기존 자기부상열차와 차이) 대량의 전력을 공급해서 자력의 반발력으로 자기부상열차를 레일로 띄워야했기 때문에 전자석 코일이 대량으로 필요했으나 하이퍼루프는 전자석 코일 설치 불필요

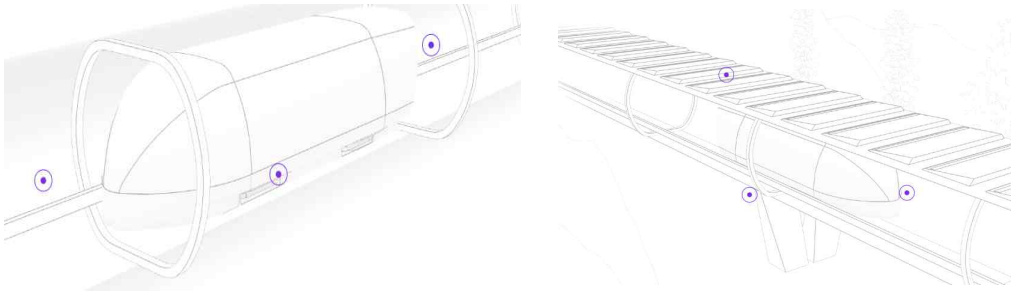
ㅇ (기술현황) 2020년 11월 8일, 승객이 탑승한 하이퍼루프가 미국 네바다 사막에서 시범운행[229)]

- (XP-2) 기존의 28인승 열차가 아니라 2인 전용열차 XP-2로 시범 운행
- (의의) 완벽한 실행이 가능하다는 증명보다 '진공환경의 캡슐에 사람이 안전히 탑승가능'에 의의
- (2020년 7월 규제 프레임 발표) 미국 교통부 (USDOT) 장관 Elaine Chao와 신흥 운송 기술 위원회 (NETT)는 미국의 하이퍼 루프에 대한 명확한 규제 프레임 워크에 대한 지침 문서를 공개

229) https://virginhyperloop.com/press/first-passenger-testing



[그림 2-159] 버진 하이퍼루프 2인용 시범운행 성공(20.11.08)



[그림 2-160] 하이퍼루프 전개도 (좌: 객실 역할을 하는 캡슐, 우: 선로역할을 하는 튜브와 태양광패널)

□ [하이퍼루프 기업] SpaceX의 자회사 Boring Company, Virgin Hyperloop one, Hyperloop TT, Hardt Hyperloop, Zeleros, DGW 하이퍼루프 등[230]

○ (Virgin Hyperloop One) 미국의 하이퍼루프 회사로 DP World*가 최대 투자자[231]

* DP World: 아랍에미리트 두바이에 본사를 둔 다국적 물류회사

- (회장) 술탄 아메드 빈 술라이엠 (DP World의 CEO), 제이 월더, 조시 지젤
- (사무실) 미국 라스베가스, 미국 로스엔젤레스, 아랍에미리트 두바이
- (현황) 2020년 기준 가장 활발한 활동 진행 중, 2인용 하이퍼루프 시범운행 성공
- (인증센터) 2025년까지 운행 허가 획득을 목표로 하며 2020년 초 미국의 17개 주가 하이퍼루프의 인증센터를 설치하기 위해 제안서를 제출, 현재 2022년 웨스트 버지니아의 탄광부지에서 25년까지 안전인증을 받고 30년 상업운행 시행계획, 이 과정에서 약 13,000개의 일자리 창출 예상, 최소 6마일의 트랙을 가지며 워싱턴, 인도 델리, 브뤼셀 예정[232]
- (목표) 웨스트 버지니아에 본격적인 테스트 트랙 및 인증센터 구축 중이며 2025년까지 확실한 인증을 획득하고 2030년 말까지 첫 번째 상용트랙 배포[233]

230) https://www.ns-businesshub.com/transport/hyperloop-companies/
231) 버진 하이퍼루프, https://virginhyperloop.com/project/hcc
232) https://www.reuters.com/article/virgin-hyperloop-west-virginia/exclusive-virgin-hyperloop-picks-west-virginia-to-test-high-speed-transport-system-idUSL1N2GY1LC
233) https://www.forbes.com/sites/geekgirlrising/2020/12/08/san-francisco-to-la-in-35-minutes-virgin-hyperloop

ㅇ (SpaceX, The Boring Company) SpaceX와 지하교통 개발회사 TBC의 협업으로 진행중

- (회장) 일론 머스크 (Elon Musk)
- (인증센터) 캘리포니아 호손 지역에 Test Track 설치[234], TBC와 협업하여 확장 중[235]
- (Hyperloop pod대회) 2017년부터 호손 Test Track에서 매년 SpaceX의 후원으로 개최되는 하이퍼루프 대회를 진행중이며 2020년은 신설 트랙과 코로나 바이러스로 인한 대회 미진행, 2019년 우승자는 뮌헨기술대학교 TUM팀으로 463km/h의 속도 성공[236]
- (Virgin hyperloop one) Space X 및 Tesla와 비공식적으로 연결되어있는 것으로 보임[237]

ㅇ (HyperloopTT) 2013년 설립되어 상업용 운송시스템을 개발하기 위한 미국의 하이퍼루프회사

- (회장) 안드레스 드 레옹
- (인증센터) 프랑스 R&D센터, 미국 오대호 타당성조사센터, 아부다비 프로토센터, 독일 함부르크 화물 프로토 센터[238]
- (사양) 약 1222km/h의 속도와 캡슐당 28~50명의 승객과 하루 160,000명의 승객이송 목표[239]
- (현황) 유럽위원회, USDOT와 함께 협력 중이며 아부다비와 두바이를 연결하는 하이퍼루프 건설 진행 중[240]

□ [대표 국가별 현황|미국] 신교통기술위원회(NETT)와 미국 교통부(USDOT)의 협력하에 활발히 연구 중

ㅇ (규제 및 배포 적격성) 2020년 7월, 미국 교통부 (USDOT)와 신 교통 기술 (NETT)위원회는 미국의 하이퍼루프에 대한 명확한 규제 프레임워크 지침 문서 공개[241]

- (세계 최초 지침문서) 미국이 하이퍼루프를 인정하고 세계최초로 정부차원에서 하이퍼루프 운송 법안 통과[242]
- (시사점) 정부는 하이퍼루프를 미래기술로서 규제 승인을 위한 프레임워크의 필요성 인식[243]

ㅇ (현황) 정부차원의 하이퍼루프 지원이 계속되고 있으며 기업은 테스트센터에서 연구진행 중

- (2020.11.17) 라스 베이거스의 Virgin Hyperloop 테스트시설에서 인도인 직원이 포드에 탑승하여

-moves-closer-to-reality/?sh=45f375455274

234) SpaceX Hyperloop Test-Track Specification Revision 5.0

235) https://www.teslarati.com/spacex-elon-musk-new-hyperloop-test-track-2020/

236) https://www.slashgear.com/spacexs-2020-hyperloop-competition-is-getting-much-tougher-says-elon-musk-22584754/

237) Hyperloop Commercial Feasibility Analysis, 2016

238) https://www.hyperlooptt.com/projects/

239) https://www.hyperlooptt.com/technology/

240) https://www.hyperlooptt.com/projects/commercial-prototype/

241) 버진 하이퍼루프, https://virginhyperloop.com/project/regulatory-progress#washingtondc

242) https://www.intelligenttransport.com/transport-news/101723/big-win-for-u-s-hyperloop-industry/

243) https://www.forbes.com/sites/geekgirlrising/2020/12/08/san-francisco-to-la-in-35-minutes-virgin-hyperloop-moves-closer-to-reality/?sh=45f375455274

최대 172km/h 속력으로 운행 [244]

- (2020.05|NETT 보고서) 하이퍼루프 같은 다양한 신흥 운송 기술 프로젝트에 대해 연방 재정 지원 가능, 하이퍼루프를 포함한 신규 운송 기술에 대한 연구를 수행하기 위해 NETT에 200만 달러(한화 약 20억원)의 자금 할당[245]

□ **[대표 국가별 현황|아랍에미리트] 두바이와 아부다비를 기존 1시간의 이동시간을 12분으로 단축하기 위해 건설 진행중이나 2020년은 별다른 현황보고 없음[246]**

○ (개요) 두바이와 아부다비를 연결하는 미래형 고속 운송시스템이며 진공튜브와 자기부상 원리[247]

- (주관기관) 두바이 도로 교통국 (RTA)
- (주관기업) Hyperloop TT
- (완공 목표) 2020년까지 초반 10km의 완공과 2029년 전체완공 목표이며 첫 10km 구간은 2020년까지 완공하는 것을 목표로 하며[248] 전체완공의 경우 정부 승인이 2023년까지 완료되고 일부 상용화와 함께 2029년까지 완전 상용화 희망[249]
- (소요비용) 킬로미터 당 약 4,000만 달러로 추정되고 총 프로젝트 추정치는 60억 달러[250]
- (경제적 효과) 일자리 124,000개 이상을 창출할 수 있으며 2030년까지 사우디의 GDP는 40억달러 증가 예상[251]

○ (형태) 두바이의 하이퍼루프는 긴 기차의 형태가 아니라 포드(Pod)형태로 지칭하고 대기 시간을 단축하기 위한 방식, 시행 초반은 배차안전을 위해 승객용 포드 3개 연결

- (탑승포드 종류 2가지) 승객 5명만을 위한 골드클래스와 14명을 수용할 수 있는 실버클래스
- (탑승인원) 시간당 10,000명 운송예정이지만 기존 승객 수에 따라 승객용 포드 조정가능하며 연간 4천 5백만명 수송 예상

○ (거리|속도) 두바이 하이퍼루프의 경우 최대속도는 1123km/h, 안전에 대한 문제가 제기될 시 속도를 낮출 수 있고 평균속도는 약 900km/h 예상

○ (안전조치) 모든 포드에는 비상구가 포함되며, 펑크 방지를 위해 튼튼한 강철 소재

○ (Energy Strategy 2050) 아랍에미리트는 국가 사용 에너지 중 친환경에너지의 기여도를 2050년

244) https://www.thehindubusinessline.com/info-tech/virgin-hyperloop-onboards-its-first-indian-passenger/article33115916.ece
245) Pathways to the Futureof Transportation, 2020, NETT
246) https://www.bayut.com/mybayut/all-about-dubai-abu-dhabi-hyperloop/
247) https://www.architectmagazine.com/technology/first-look-at-dubai-hyperloop-one-pod_o
248) https://www.timeoutdubai.com/travel/394954-uae-hyperloop-opening-date-is-revealed
249) https://edition.cnn.com/travel/article/how-long-hyperloop/index.html
250) https://www.industrytap.com/hyperloop-tt-to-initiate-commercial-operations-by-2023/50734
251) https://www.arabianbusiness.com/transport/454441-how-dubai-backed-hyperloop-has-created-wright-brothers-moment

까지 50%까지 확보하고 탄소 발자국을 70%줄여 약 2000억 원을 절약하는 이니셔티브[252]

- (사업지원) 에너지 이니셔티브의 일환으로 하이퍼루프 사업 지원

ㅇ (추진현황) 2029년 완공을 목표로 하지만 2020년은 뚜렷한 성과 보고되지 않음

- (2020년 7월, MoU 서명) UAE의 Mohamed bin Zayed 인공 지능 대학(MBZUAI)과 연구 및 혁신에 대한 공동 접근 방식을 시작하기 위해 양해 각서 (MoU)에 서명[253]
- (2020년 3월, 하이퍼루프 타당성조사) 하이퍼루프 대한 국가 타당성 조사 후 라이센스 발행[254]
- (2019년 두바이 국제 모터쇼) 실제 크기로 확장된 승객용 포드의 프로토타입 전시[255]
- (2018년 Hyperloop TT 계약) 세계 최초 상용 하이퍼루프 시스템 계약 체결[256]
- (비고) 2020년 두바이 하이퍼루프에 대해서는 뚜렷한 성과보고 없음



[그림 2-161] 아랍에미리트 두바이 하이퍼루프

□ [대표 국가별 현황|인도] 활발한 연구 진행중이였으나 코로나로 인한 잠정중단 상태

ㅇ (제작사) Virgin Hyperloop

- (공공 인프라 프로젝트) 마하라슈트라(Maharashtra)주는 하이퍼루프를 공공 인프라 프로젝트로 간주하고 Virgin Hyperloop-DP World Consortium을 OPP (Original Project Proponent)로 승인[257]

252) UAE,https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/federal-governments-strategies-and-plans/uae-energy-strategy-2050
253) https://gulfnews.com/uae/transport/uae-hyperloop-now-a-step-closer-to-reality-after-us-congress-ruling-1.72609186
254) https://www.thenationalnews.com/business/technology/hyperloop-systems-a-step-closer-to-reality-with-progress-on-legislation-1.1049648
255) https://www.bayut.com/mybayut/all-about-dubai-abu-dhabi-hyperloop/
256) 하이퍼루프TT, https://www.hyperlooptt.com/projects/commercial-prototype/
257) 버진 하이퍼루프, https://virginhyperloop.com/project/regulatory-progress#washingtondc

ㅇ (지역선정) 푸네-뭄바이 하이퍼 루프 운송 시스템을 구축, 푸네-뭄바이는 매년 7,500만명의 승객이 여행을 하고 있으며 이후 2026년엔 1억 3천만명이 될 것으로 예상, 기존 교통수단 사용시 4시간이 소요되었지만 하이퍼루프 탑승시 25분 소요 예상[258]

- (독립위원회 구성) 인도 정부의 수석 과학 고문 (PSA) Vijayraghavan 교수는 하이퍼루프에 대한 경로 규제를 위해 CGFT (Consulative Group on Future of Transportation)라는 독립위원회 구성

ㅇ (전망) 최대 규모의 민간 인프라 투자가 되어서 180만개의 직·간접 일자리를 창출하고 사회경제 이익으로 360억 달러를 창출할 것으로 예상[259]

- (사회적이익 예상) 버진 하이퍼루프와 KPMG의 추정에 따르면 건설 기간동안 약 100억 이상의 투자를 유치할 것으로 보이며 주 GDP를 2.6% 증가시킬 것으로 예상 [260]
- (완성) 2024년 완공될 것으로 예상되었으나 최소 10년 이상을 더 기다려야할 것으로 예상

ㅇ (현황) 코로나로 인한 중단 선언

- (2020.06) 2020년 중반까지 1단계 건설을 목표로 했으나 코로나로 인한 지연, 중단 선언[261]
- (2018.02) 하이퍼루프 프로젝트 승인[262]



[그림 2-162] 인도 하이퍼루프

258) 버진 하이퍼루프, https://virginhyperloop.com/project/maharashtra
259) https://virginhyperloop.com/press/maharashtra-jobs-socioeconomic-benefits
260) https://virginhyperloop.com/press/maharashtra-jobs-socioeconomic-benefits
261) https://www.verdict.co.uk/hyperloop-india-on-pause/
262) https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/industry/mumbai-to-pune-in-25-minutes-still-a-faraway-dream/71931957

나. 현대자동차 셔클(Shucle)

□ [개요] 지역 내의 이동을 쉽게 할 수 있도록 도와 개인차량의 사용을 줄이고 주차공간을 다른 사용으로 확보할 수 있으며 인공지능을 바탕으로 한 라이드풀링 차량

ㅇ (정의) 셔클은 여러 지역을 정기적으로 오가는'셔틀(Shuttle)'과 원형, 집단, 모임등을 의미하는 '서클(Circle)'의 합성어[263]

- (의미) 누구나 생활 반경 안에서 편하고 자유롭게 이동할 수 있는 모빌리티 환경

ㅇ (목적) 인공지능 플랫폼 기반의 라이드 풀링(Ride Pooling)* 서비스를 제공

* 라이드 풀링 승합차 등을 이용해 이동경로가 유사한 승객들을 함께 탑승시켜 목적지 이동

ㅇ (규제) 1982년 이래 택시 합승 서비스는 택시발전법으로 금지되어있었으나 과학기술정보통신부 ICT 규제 샌드박스* 특례(수요응답 기반 커뮤니티형 대형승합택시)로 지정되면서 시범운행 가능

* 규제 샌드박스: 신제품 또는 새로운 서비스를 출시할 때 일정기간 기존 규제를 면제 혹은 유예

- (실증) 1단계 실증 결과를 바탕으로 추가 적용 지역, 고객수, 차량수 등을 국가교통부 및 지자체와 협의하여 2단계 실증 추진[264]

ㅇ (협력사) KSTM (KST모빌리티) 와 함께 2월부터 5월 말까지 진행하였으며 앞으로 향후 2년간 협업 계획

- (KSTM) 택시 운송 산업과 상생하는 비즈니스 모델 '마카롱 택시'로 주목받는 플랫폼 기반 승객 운송 스타트업
- (KSTM 역할) 셔클 차량 운전자 교육과 쏠라티 차량 운행, CS 등 서비스 운영 담당



[그림 2-163] 셔클 차량

□ [원리] 어플을 사용한 호출 이후, 인공지능 기술을 사용하여 기존 승객과 새로운 탑승객의 목적지 간 최적의 경로를 설정

263) 현대자동차 TECH, https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/article/shucle-anywhere-in-town/
264) https://www.mk.co.kr/news/business/view/2020/05/504705/

ㅇ (커뮤니티 기반 모빌리티 서비스) 이용자가 반경 2km의 서비스 지역 내 호출시 대형 승합차가 실시간으로 생성되는 최적의 경로를 따라 운행 후 승객 하차

ㅇ (실시간 최적경로 설정) 앱으로 호출시 실시간 수요와 교통상황을 고려하여 차량을 배치하는 AI Dynamic Routing 인공지능 알고리즘 기반의 기술을 이용

- (개발조직 AIR랩) 현대·기아차 인공지능 전문 조직 AIR랩(AIR Lab, Artificial Intelligence Research Lab)이 개발한 실시간 최적경로 설정 기술을 통해 운행되며 앞서 탄 승객과 나중 탑승 승객의 대기시간이 길지 않도록 경로를 설정
- (인공지능 수요분석) 인공지능을 기반으로 승객의 실시간 이동수요를 분석해 가장 적합한 경로를 찾아 차량을 효율적으로 배차하는 기술, 인공지능을 활용해 앞서 탑승한 승객의 경로에 크게 벗어나지 않게 최적화된 경로를 설정

□ [시범운행] 2020년 6월, 은평 뉴타운을 시범운행 지역으로 선정한 후 6대의 차량으로 시범운행

ㅇ (선정 기준) 해당 지역 주민의 수요만큼 대중교통 불충분

- (주민의 수요) 2019년 10월 기준 5만 7,800여명이 은평뉴타운에 거주중이고 3호선 구파발 역을 지나는 지하철과 및 4개의 버스노선만 존재하기 때문에 대중교통이 필요한 지역으로 선정

ㅇ (시범운영 방식) 11인승 차량 6대를 은평뉴타운 주민 100명을 대상으로 3개월간 무료 운영

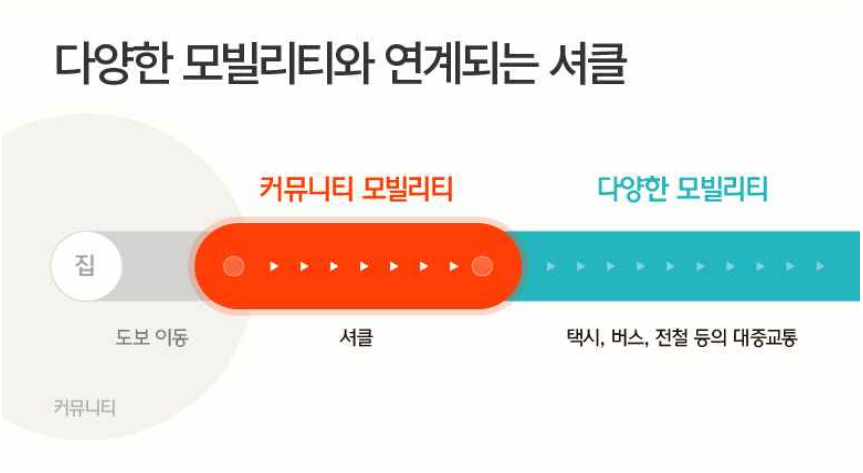
- (최대 400명 이용가능) 선정된 주민은 자신을 포함한 최대 4명의 가족 구성원과 서비스이용가능, 즉 최대 400명의 주민이 이용가능
- (차량 6대) 실제 교통 정보를 반영한 차량의 도착 및 대기시간을 예측하고 수요를 예측한 배차 서비스를 제공하며 6대를 시범운행

ㅇ (시범운영 결과) 3개월 동안 1만 5041건의 호출을 통해 셔클을 1만 7439번 이용[265)]

- (최대 이용값) 하루 최대 호출은 389건, 하루 최대 탑승인원은 436건으로 후반부로 갈수록 탑승자 및 호출빈도가 증가하였고 운영 마지막 주에는 400명이 셔클을 2836번 이용
- (이용 목적) 등하교, 병원, 은행, 마트 등 생활기반
- (서비스 만족도) 91%가 서비스에 만족한다고 응답했으며 목적지까지 빠른 이동과 안전하고 친절한 서비스, 쾌적한 차량 실내등을 만족요인으로 응답

265) http://m.businesspost.co.kr/BP?command=mobile_view&num=181834

□ [향후 계획] 국내 서비스를 점차 확대하면서 미래 PBV에 접목 계획[266]



[그림 2-164] 셔클 서비스를 정교화해 모빌리티 플랫폼으로의 확장

○ (국내 서비스 확장) 국토교통부, 지자체와 협의하여 전국 17곳으로 서비스를 확장할 계획[267]

- (은평뉴타운) 2021년 2월 정식 오픈예정, 기존 방식처럼 서비스 지역 주민들의 가까운 이동을 활성화하며 친환경 차의 사용도 고려
- (세종특별자치시) 오픈 준비중

○ (PBV에 적용) CES에서 발표한 신개념 모빌리티 솔루션인 PBV(Purpose Built Vehicle, 목적기반 모빌리티)에도 셔클 서비스를 적용 가능

- (PBV의 등장) PBV는 전기차 기반의 친환경 모빌리티로 지상에서 목적지까지 이동하는 시간 동안 탑승객에게 필요한 맞춤형 서비스를 제공, 셔클과 같은 인공지능 기반 라이드 풀링 서비스를 접목해 도심 안에서 편리한 이동 서비스 제공 가능할 것으로 예상

266) 현대자동차 TECH, https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/article/shucle-anywhere-in-town/
267) 셔클, https://www.shucle.com/servicearea

다. Robo-taxi (로봇택시)

□ [개요] 자율주행기술이 점차 실현됨에 따라 로봇택시에 대한 연구와 이니셔티브 증가

○ (로봇택시 정의) 자율주행 택시 혹은 무인택시라고도 하는 로봇택시는 운전자가 없는 완전 자율주행 차량을 기반으로 하는 택시 서비스

- (MaaS 중점) Mobility as a Service (MaaS)라는 서비스에 중점을 두어 자율주행 차량과 Ride-Hailing 서비스의 이점을 결합[268]

○ (Ride-Hailing) Ride(차) Hailing(부름) 이란 단어들이 합쳐져 최근 주목 받고 있는 차량 공유 분야의 형태 중 하나로 넓은 의미로는 차량 호출 서비스를 뜻하며 E-hailing 혹은 Car-hailing이라고 칭함 (국내의 경우 택시업계의 반발로 중단한 카카오 카풀이 가까운 예시)

[참고] Ride-Hailing(E-Hailing)[269]

- 택시와 같이 운전자와 승객을 연결하는 개인 간 거래(P2P) 서비스
- 국내는 택시 업체와의 갈등으로 인해 철수된 서비스
- (Sharing과 비교)

사업 유형	B2C	P2P
Car Sharing	전통적 렌탈 사업과는 달리 앱을 통해 지점 영업소가 아닌 시내 거점에서 차량 공유 회사가 차를 소유하여 단기 공유하는 B2C 모델 ex) Zipcar, Socar, Grean car 등	개인이 소유한 차를 개인에게 연결해주는 플랫폼 제공 ex) Getaround, CarNextDoor 등
Car Hailing	전문 자격증을 소유한 운전자의 차량을 호출 기존의 콜택시가 대표적인 사례이나 현재 모바일 기반의 간편한 탭 호출로 진화 ex) KakaoTaxi, Mytaxi 등	승객과 가까이 위치한 일반인의 차량을 호출하는 서비스로, 카풀의 비즈니스 모델화 ex) Uber, DiDi, Lyft, Grab

[출처: 하이투자증권 리서치센터]

○ (성장) 2020년 2,024대에서 2030년 3,830,912대로 연평균 112.67% 성장할 것으로 예상[270]

- (성장원인) 도로 안전, 배기 가스에 대한 우려가 높아지고 차량 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 시장이 성장, 자율주행 차량의 발전에 따라 운전사에 대한 고용 비용감소

□ [로봇택시 현황과 전망] 막대한 비용이 예상되나 계속해서 투자가 진행될 것이며 상용화를 위해 기존 기업 및 스타트업들 참여[271]

○ (현황 | 자동차 산업의 전환) 4가지 ACES 트렌드가 가속화되며 해당 영역에서 2030년까지 700억 달러(약 76조)의 비용 투자 예상

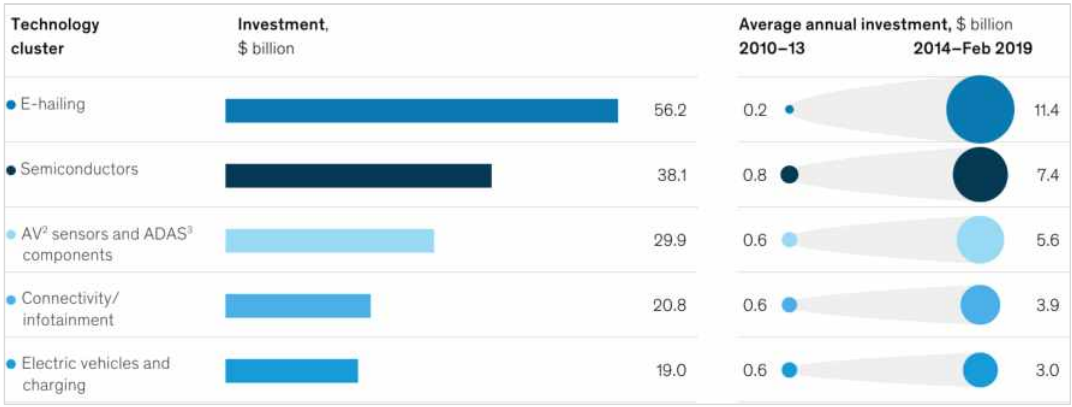
---

268) Robo-Taxi Market by Application - Global Forecast to 2030
269) 한국경제매거진 https://magazine.hankyung.com/business/article/2018100101192000011
http://file.mk.co.kr/imss/write/20181128112739_00.pdf
270) Robo-Taxi Market by Application - Global Forecast to 2030
271) McKinsey(맥킨지), The future of mobility is at our doorstep, 2019/2020

[참고] ACES [272]

- A: Autonomous(자율주행) C:Connected(커넥티드, 상호작용), E:Elctric(전기에너지) S:Shared(공유)
- 모빌리티 및 자율주행 자동차의 미래를 위한 핵심 약어로서 미래 모빌리티의 메가 트랜드
- A(Autonomous) : 레벨 5에 도달한 완전자율주행차량 출시, 운송분야 향상 기대
- C(Connected) : 자동차의 통신 연결을 의미하며 차량간(V2V), 차량과 인프라간(V2I)등 연결
- E(Electric) : 전기자동차, 전기에너지 사용
- S(Shared) : 차량공유, Ride-Sharing, Ride-Hailing등

○ (현황 | 투자가속화) 자율주행에 대한 투자가 지속되면서 관련 기술인 E-hailing, 반도체, 첨단 주행 보조시스템, 센서 등에 대한 투자 가속화 동반



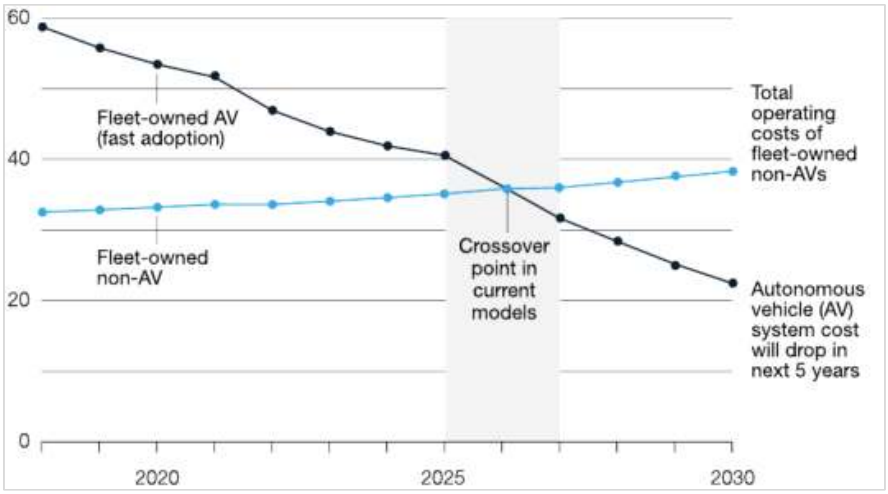
[그림 2-165] 1,183개 기업의 샘플, 2010~2019년 기술 투자 포진



[그림 2-166] 자율주행 단계 (미국 도로교통안전국)

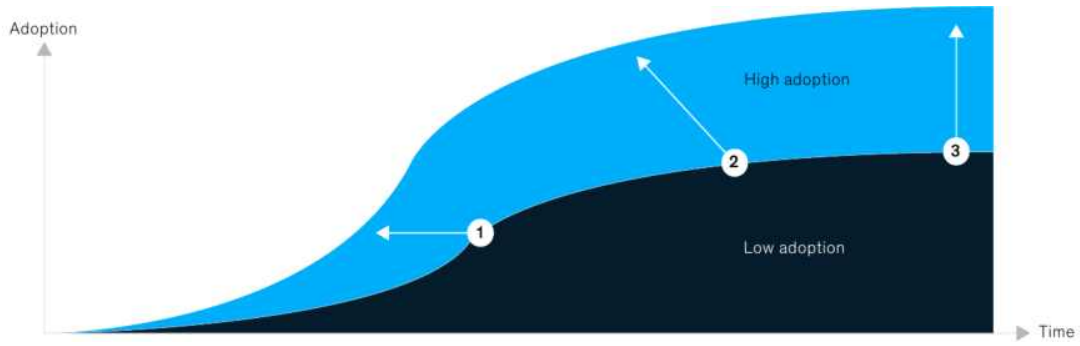
○ (전망 | 가격 확보) 기술 비용은 시간이 지나면서 감소하고 자율주행 공유 모빌리티를 저렴하게 만들기 때문에 서비스 이용가격이 하락할 것이고 국가 및 도시 차원에서는 대중 교통 비용까지 근접해지는 것을 원치 않음

272) Forbes(포브스), https://www.forbes.com/sites/lanceeliot/2019/07/04



[그림 2-167] (비) 자율주행의 비용 추세 예측

- (비용감소) 전체 자율주행(AV) 시스템(센서, 컴퓨팅 플랫폼 및 소프트웨어 포함)의 비용은 2023년부터 눈에 띄게 하락하며 2025년에 확연한 감소 예상
- (상용화 가속) 자율 주행 시스템 비용이 비자율차량 비용과 교차 지점 도달 시 상용화 가속
- (교차점) 인간이 운전하는 것과 자율주행 시스템 운전이 경제적으로 동등한 수준에 도달, 자율주행 차의 킬로미터당 총 비용은 운전자가 있는 기존 자동차의 비용과 비슷해지는 교차점 이후 수요 증가 예상
- (교차점에 대한 우려) 도시, 국가 차원에서는 자율주행 차량 및 시스템의 가격이 너무 저렴할 시 대중교통 서비스를 사용하지 않을 가능성과 대중 교통을 이용하지 않을 것에 우려
- (국가별 차이 가능성) 인건비가 높은 유럽, 미국 등은 인건비가 낮은 중국보다 빠르게 로봇택시 발전 및 조기시장 확보 가능으로 예상



① 상용 출시
- 국가차원의 규제 유무
- 로봇택시 제작가능 유무

②채택 속도
- 로봇택시의 안전성 신뢰유무
- 투자자들의 로봇택시 출시유무

③안정된 상태의 사용
- 로봇택시 이용가격 합리성 유무
- 도시에서 로봇택시 지원 유무

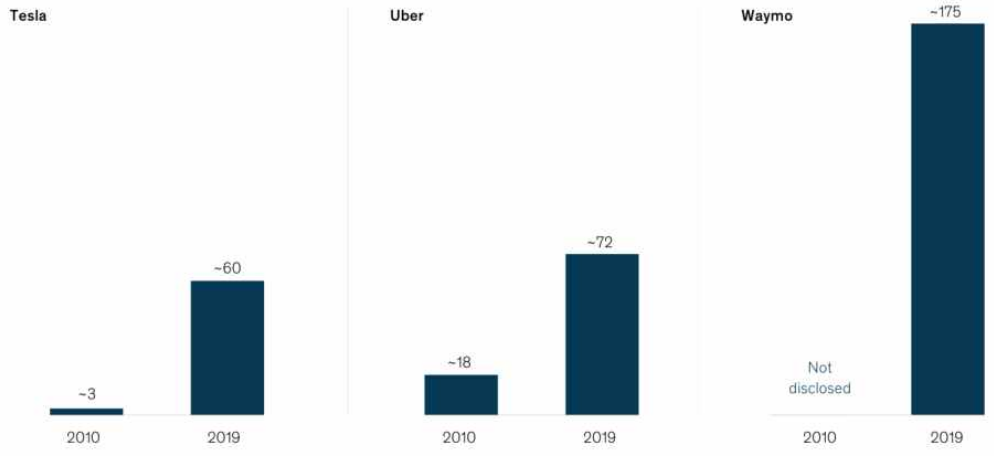
[그림 2-168] 시간 경과에 따른 로봇 택시 사용전망

○ (전망 | 2023) 2023년까지 10.3억 달러까지 이를 것으로 예상되며 2030년에는 3,861억 달러에 이를 것으로 예상되고 2023년부터 2030년까지 연평균 67.8 % 성장할 것으로 예상[273)]

273) Robo Taxi Market by Application 2023-2030, 2020,Abhay Singh

ㅇ (전망 | 정부 이니셔티브) 정부 이니셔티브의 증가와 자동차산업의 투자 증가를 통해 글로벌 로보택시 시장의 성장을 촉진하는 중, 자율주행 차량의 긍정적 영향

□ [대표기업 | Waymo, Tesla, Uber, Aurora Innovation] Waymo가 앞서 있으며 Tesla는 계속 개발 진행중, Uber는 사업을 매각



[그림 2-169] 미래 지향적 모빌리티의 선도기업 테슬라, 우버, 웨이모의 가치평가 상승 (단위, $ billion)

ㅇ (전체) Telsa와 Waymo는 계속해서 로봇택시 사업 진행할 것으로 보이나 Uber는 관련 사업을 오로라 이노베이션에 매각 (2020.12.08)

- 현재 Waymo의 로봇택시가 가장 앞서 있는 상태로 평가됨 (피닉스 교외의 로봇택시 프로젝트 실행 중)[274]
- (Uber매각) 코로나와 실현 가능성에 대한 문제로 Uber는 자율주행 부서 매각 (2020.12.08)

ㅇ (기업 | Tesla) 우버의 시스템처럼 어플을 통해 E-Hailing 서비스를 먼저 진행한 후 차량을 무인 로봇택시로 전환 예정

- (현황) 2020년 1분기 발표 실적에서 CEO 일론 머스크는 로봇 택시를 제공하기 위한 3단계 계획을 발표[275]
- (3단계 계획) ①완전 자율주행 소프트웨어의 출시 ②로봇택시 소프트웨어 출시 ③운전자 배제
- (로봇택시 보급 계획) Uber와 유사한 방식의 E-Hailing 서비스를 먼저 제공, 스마트폰 어플 출시를 목표로 하여 E-Hailing을 먼저 실현하여 자금을 모은 후 이후 운전자를 완전히 배제한 완전자율주행 차량만 배치
- (한계) 완전 자율주행에 대한 규제 및 정부 승인이 없어서 실제도로 주행에 대한 어려움

ㅇ (기업 | Uber) 스마트폰을 기반으로 한 미국의 승차공유 서비스 회사, 차량 서비스와 음식 배달

274) 월스트리트 저널, https://www.wsj.com/articles/driverless-cars-are-coming-but-not-yet-to-take-over-11606909414

275) INNOVATION TESLA ROBO-TAXI: ELON MUSK OUTLINES 3-STEP PLAN TO FULLY-AUTONOMOUS RIDES, INVERSE

서비스를 제공하며 자율주행 시스템을 Uber네트워크에 적용 목표[276]

- (Uber ATG) 자율주행차와 사업에 주력하여 자율주행 교통수단을 개발하는 그룹
- (사업 매각) 코로나 이후로 음식배달과 같이 기존의 핵심사업에 초점을 맞추고, 완전한 자율주행 로봇택시를 구현하기 어렵다고 생각하여 자율주행 스타트업 오로라*에게 ATG 부서 매각(2020.12.08)[277]
  * 오로라 : 자율주행 개발자들에 의해 세워진 미국의 자율주행 스타트업
  * 현재 Airtaxi를 개발하는 부서 Uber elevate도 매각 예정

ㅇ (기업 | Aurora Innovation) 구글의 모회사 알파벳의 자율주행 프로젝트 엔지니어, 테슬라 자율주행 엔지니어, 우버 자율주행 엔지니어가 공동으로 창립한 자율주행 스타트업

- (사업 | Aurora Driver) 오로라 자율주행 소프트웨어이며 로봇택시, 물류 사업 예정
- (사업 | Aurora Ecosystem) 오로라 생태계로써 제조, 이동, 물류, 차량관리등의 자율주행 네트워크 제공, 오로라 드라이버를 사용한 물류·모빌리티 서비스·차량 관리 서비스 등 구성[278]

ㅇ (기업 | Waymo) 미국의 자율주행 기술개발 회사로서 구글의 모회사인 알파벳 사의 자회사

- (개요) 사람과 사물이 안전하고 쉽게 이동하는 것을 목표로 하는 자율주행 기술회사이며 구글이 2009년부터 개발한 기술로부터 창립[279]
- (Waymo One | 지난 과정) 레벨4 수준의 상업용 자율주행 서비스로 로봇택시의 한 종류, 얼리 라이더 프로그램을 통해 일부 사람들에게 서비스를 공개하여 피드백을 받는 베타서비스를 진행 (2019년 10월)
- (Waymo One | 최신현황) 2020년 10월 8일 미국 애리조나 주 피닉스에서 완전 자율주행 서비스를 제공, 구글 앱을 통해 서비스에 참여[280]



[그림 2-170] Waymo의 로봇택시

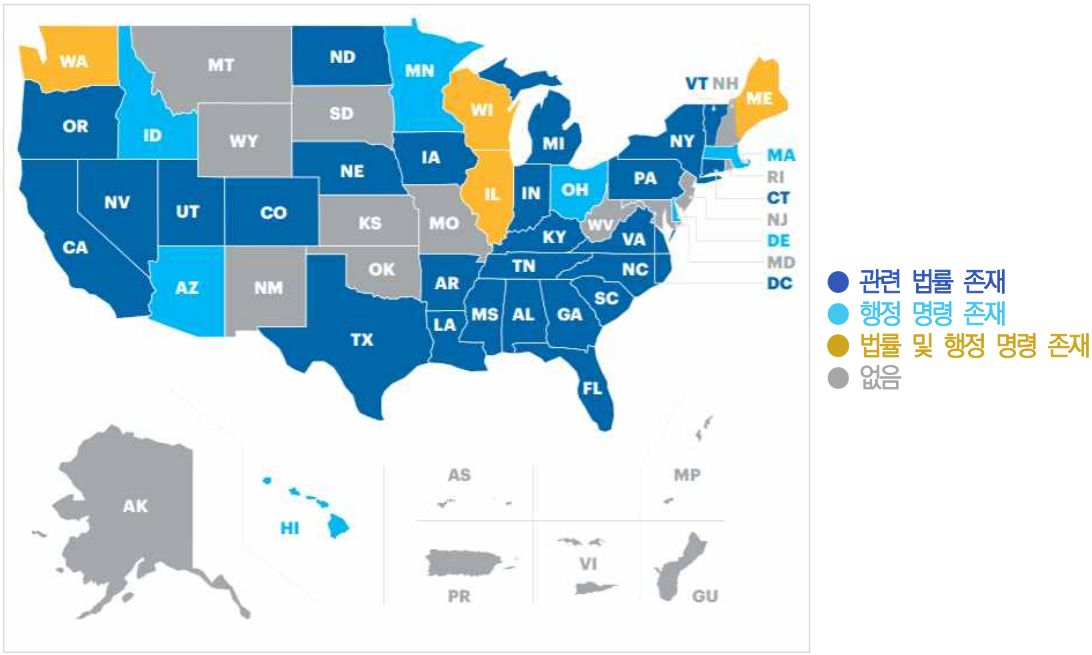
276) 우버, https://www.uber.com/kr/ko/atg/technology/
277) 포브스, https://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2020/12/07/aurora-acquires-ubers-automated-driving-unitand-ubers-cash/?ss=lifestyle&sh=be52a7d63eb5
278) 오로라 이노베이션, https://aurora.tech/technology/driver/#ecosystem
279) 웨이모, https://waymo.com/faq/
280) 웨이모 블로그, https://blog.waymo.com/2020/10/waymo-is-opening-its-fully-driverless.html

□ [국가별 현황 | 미국] 미국 내 다수 기업들이 자율주행, 로봇택시에 연구를 하며 국가는 이를 위한 규제, 인프라 기반을 마련

○ (정책현황) 미국교통부(USDOT)는 자율주행 기술을 지원하기 위해 여러 이해관계자와 협력하여 관련 정책을 만들고 2017년 9월 자율주행 차 규제를 위한 연방 프레임워크를 확립하는 '차량 진화의 미래 배치 및 연구법(self Drive Act)에 대한 안전 보장' 법안을 통과[281)]

- (차이) 미국 도시별로 제정 법률 및 행정 명령 차이 존재[282)]
- (임시승인) 2016년 10월 21일부터 NHTSA*는 20개주의 89개 프로젝트에서 테스트 및 시범운행을 위해 87대의 자율주행 차량에 대한 임시 승인을 허가[283)]

* NHTSA: 미국 도로교통 안전국으로 도로 위 광범위한 제품의 안전도를 시험평가하며 시정명령 내림 미국 교통부(USDOT) 산하기관



[그림 2-171] 2019 미국의 자율주행 차량에 대한 법률 혹은 명령 제정된 각 주 표시

○ (관련 부서) NHTSA, FMCSA, FTA 등 자율주행과 관련되어 역할분담[284)]

- (NHTSA | 미국 도로교통안전국) 연구, 안전 표준 및 집행활동을 통해 도로교통 사고로 인한 경제적 비용을 감소시키는 활동을 하며 자동차 안전 성능 표준을 설정 및 시행, 고속도로 안전 프로그램 개발
- (FMCSA | 연방 운송회사 안전청) 대형 트럭 버스와 관련된 사고 및 부상자와 사망자 방지, 대형 트럭 및 버스 규제
- (FTA | 연방 교통국) 버스, 경전철, 지하철 등을 포함한 지역 대중 교통 시스템의 재정 및 기술지원

281) Robo Taxi Market by Application 2023-2030, 2020,Abhay Singh
282) Autonomous Vehicles: US Legal and Regulatory Landscape, 2019
283) NHSTA, https://www.nhtsa.gov/speeches-presentations/automated-vehicles-symposium
284) USDOT, Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies Automated Vehicles 4.0

제공하며 안전조치를 감독하고 차세대 기술 연구개발 지원

- (FHWA | 연방 고속도로 관리국) 미국의 고속도로, 터널 건설, 유지 및 관리하며 연구와 기술지원
- (NTSB | 국가 교통안전위원회) 특정사고의 원인을 파악하고 향후 사고 예방을 위한 활동, 고속도로 안전 조사 후 우선순위 지정, 자율주행 시스템 관련 충돌 원인파악

ㅇ (미국 교통부 | USDOT) AV 이니셔티브의 업그레이드(최신 4.0)를 통해 관련 규제 제정[285)]

- (2020.01 | Automated Vehicles 4.0) 38개의 연방 부서, 독립기관, 위원회, 대통령행정실에서 미래 자율주행차량의 혁신에 대한 지침을 제공, 자율주행기술의 혁신을 방해하지 않으면서안전 및 개인정보 보호에 대한 대중의 우려를 해결하기 위해 적극적으로 대비
- (AV 4.0 | 3가지 원칙) 자율주행기술에 대해 연방 정부가 인식해야 할 크게 3가지 원칙 제정
  ①사용자 및 커뮤니티의 보호 (안전 우선 및 개인정보 보호 강조) ②시장장려 (규제를 현대화 할 것) ③ 일관된 표준 및 정책
- (AV 4.0 | 행정) 2021년 행정 연구 및 개발 예산의 우선순위를 자율주행 기술로 선정하여 자율주행 R&D, 상용화 등 연구지원
- (AV 4.0 | 투자) 자율주행을 사용하는 운송 시스템과 인프라 및 보안 전범위에 걸쳐 투자
- (AV 4.0 | 인프라) 에너지부 산하 국립연구소는 자율주행 소프트웨어를 모델링하고 시뮬레이션 하기 위해 고성능 컴퓨팅 인프라를 개발하여 교통혼잡을 줄이고 교통시스템 최적화를 위한 연구를 진행, 고속도로 관리국은 도로 자동화 전략개발 중이며 자율주행 트럭 등이 도로 인프라에 (도로포장 및 시설물) 미칠 수 있는 영향 연구수행

ㅇ (미국 교통부 | NHTSA) 자율주행의 상용화를 위해 본격적으로 관련 이니셔티브 및 활동진행중

- (2020.09 | AV TEST DATA제공) 국민들이 자율주행 기술을 이해할 수 있도록 돕기위해 전국의 자율주행 테스트에 대한 구체적인 정보를 제공 및 공유할 수 있는 사이트(nhtsa.gov/avtest)오픈 (덴버, 잭슨빌, 워싱턴DC 등 전국 17개의 도로 테스트 데이터 존재)[286)]
- (2020.06 | AV TEST Initiative) 제조업체, 개발자, 운영자등과 정부를 연결하여 도로 주행 테스트 및 프로토타입 개발에 대한 정보를 투명성 있게 공유하는 최초의 시스템 플랫폼이며 Waymo, Uber, Toyota 등 9개 회사와 캘리포니아, 플로리다, 오하이오 등 8개 주의 참여[287)]

□ [국가별 현황 | 중국] 현재 빠른 속도로 자율주행 및 택시에 대한 연구와 시범운행 진행 중

ㅇ (시장현황) 중국 자동차 시장은 이미 빠른 속도로 MaaS를 채택하고 있으며 세계 최대의 자율주행 시장이 될 가능성 높음[288)]

285) USDOT, Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies Automated Vehicles 4.0
286) NATSA, https://www.nhtsa.gov/automated-vehicles-safety/av-test-initiative-tracking-tool
287) NATSA, https://www.nhtsa.gov/speeches-presentations/av-test-initiative-launch-remarks
288) McKinsey. The future of mobility is at our doorstep, 2019/2020

- (성장) 모빌리티 서비스 자동차는 중국 전체 자동차 판매의 약 10%를 차지하고 있으며 중국 모빌리티 서비스 시장은 지난 몇 년간 두 자릿수 성장률을 보임

ㅇ (5G 및 C-V2X 기술활용) 모든 자율 주행차량에 5G 및 C-V2X* 기술 접목

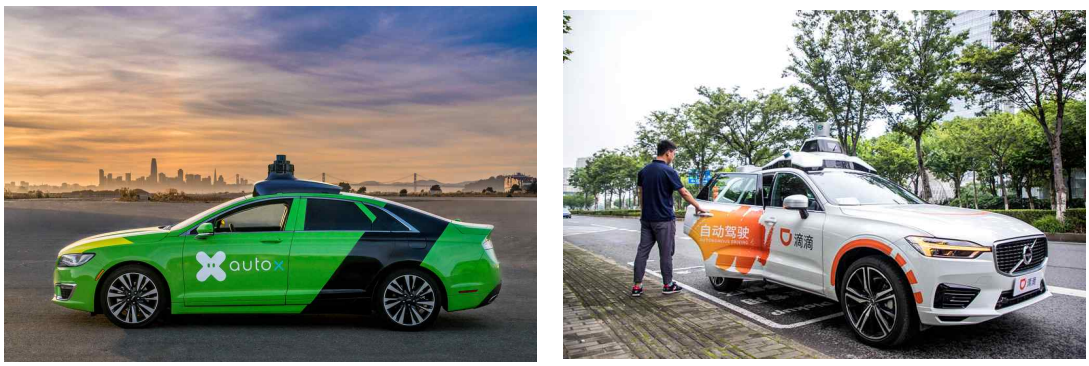
* C-V2X(Vehicle to Everything communication, V2X communication):차량이 유·무선망을 통해 다른 차량 및 도로 등 인프라가 구축된 사물과 정보를 교환하는 것 또는 그 기술 (도로교통공단)

ㅇ (정책현황) 코로나 바이러스로 인해 언택트의 필요성을 느끼고 정부는 자율주행기술 발전장려[289]

- (테스트 허가) 2018년 4월부터 지방정부가 자율주행에 대한 도로 테스트 준비 허가

ㅇ (최신기술 현황) 알리바바가 지원하는 스타트업 AutoX는 중국 심천의 도로에서 완전 자율주행 차량 시범운행 성공[290]

- (AutoX) 테스트 도로가 아닌 중국의 실제 공공도로에서 완전 자율주행 차량 시범운행 (2020.12.03.) 상하이와 우한을 포함한 중국 5개 도시에 100개 이상의 자율주행 차량 배치, 원격조종자 혹은 백업 드라이버 없이 운전 및 U턴을 수행, 캘리포니아 로봇택시 허가 승인[291]
- (BIDU) 중국의 검색엔진 기업 BIDU는 베이징 특정 지역에서 로봇택시 서비스 제공(2020.10.11)[292], 120개의 관련 허가승인, 6월기준 10만번의 로봇택시 운행 성공[293]
- (DiDi) 중국의 최대 승용차 서비스회사로 상하이의 특정 지역 내에서 자율주행차량 무료 서비스 제공 시작 (2020.06.27)[294]



[그림 2-172] (왼) AutoX의 로봇택시 (우) DiDi의 로봇택시

ㅇ (전망) 중국에서는 레벨4 이상의 자율주행 택시가 9~10년 내에 다수 배치될 것으로 예상되며 2040년까지 1조1천억 달러 수익창출 예상[295]

- AutoX의 CEO XIAO는 중국 전역 자율주행 택시일반화는 5년 이상 더 소요될 것으로 예상

289) CNN Business, https://edition.cnn.com/2020/12/03/tech/autox-robotaxi-china-intl-hnk/index.html
290) CNN Business, https://edition.cnn.com/2020/12/03/tech/autox-robotaxi-china-intl-hnk/index.html
291) https://techcrunch.com/2019/06/19/autox-pony-ai-california-robotaxis/
292) http://autonews.gasgoo.com/icv/70017615.html
293) China Robotaxi: Full Steam Ahead,Egil Juliussen,2020.09(https://www.eetimes.com/china-robotaxi-full-steam-ahead/)
294) DiDi, https://www.didiglobal.com/news/newsDetail?id=923&type=news
295) McKinsey. The future of mobility is at our doorstep 8p, 2019/2020

라. Super Falcon series

□ [개요] 잠수함을 목적에 맞게 3종류로 분류하여 제작하였고 전기에너지를 사용

ㅇ (정의) SuperFalcon, SuperFalcon Dragon, SuperFalcon 3S 세 가지 버전으로 존재하며 수중 이동수단 및 수중 관광용으로 나뉘며 약 150만 달러정도의 판매가

ㅇ (Super Falcon) 기존의 잠수함과는 다르게 쉬운 조종법을 가지며 리튬배터리팩 구성되며 해안 기반 운영에 통합서비스 제공을 목표[296]

- (길이) 5.9m의 길이에 1,800kg 무게

ㅇ (Super Falcon dragon) 개인용 전기 잠수함으로서 쉬운 조종법과 요트 차고내에 보관이 가능[297]

- (길이) 5m 길이에 1,800kg 무게
- (전기 잠수함) 대형 리튬배터리 팩을 사용하여 완충시 최대 8시간 운행이 가능하고 주변 바다를 즐기도록 설계[298]
- (비상시) 최대 72시간 사용 가능한 추가 비상 배터리 전원 공급가능[299]

ㅇ (Super Falcon 3S) 최신 잠수함으로서 조종사 및 두 명의 승객이 수중 여행을 할 수 있도록 설계된 잠수함 겸 리조트[300]

- (길이) 약 8m 정도의 길이와 3.3m의 폭이며 3,400kg의 무게

ㅇ (제작사) DeepFlight이며 미국 리치몬드 주에 위치해있으나 2020년 기준 뚜렷한 행보없음

- 2008년부터 고성능 수중 선박의 설계와 제조를 연구



[그림 2-173] SuperFalcon Dragon

296) SuperFalcon, http://www.deepflight.com/super-falcon/
297) SuperFalcon Dragon, http://www.deepflight.com/dragon/
298) https://www.electrive.com/2019/02/01/deepflight-dragon-works-like-a-drone-under-water/
299) https://electrek.co/2019/01/29/deepflight-dragon-electric-submarine/
300) SuperFalcon3s, http://www.deepflight.com/deepflight-super-falcon-3s/

마. Volocopter

□ [개요] 도시 내 빠르게 이동할 수 있는 미래형 모빌리티로 수직 이착륙 방식의 에어택시

- ㅇ (목적) 대규모 도시항공(UAM)에 집중할 것이며 지역 간 승객을 수송하는 지역셔틀 방식이 아닌 도시 내 승객의 비행에 집중[301]
  - (임무) 도시 지역 내에서 A지점-B지점으로 승객과 수하물을 운송
- ㅇ (종류) VOLOCITY(볼로시티), VOLOPORT(볼로포트), VOLODRONE(볼로드론)
- ㅇ (제작사) Volocopter GmbH
  - (소개) 독일 항공기 제조업체로서 본사는 브뤼셀에 위치, 에어택시용으로 설계된 전기 멀티로터 헬리콥터를 설계
- ㅇ (파트너십) 프랑크푸르트 공항 운영자 Fraport AG 및 독일 항공 교통 관제 (DFS)와 함께 지상 및 승객 안전을 포함한 국제 공항의 일상적인 운영에 비행 택시를 통합방법 연구[302]

□ [작동 방식] 전기와 멀티로터를 사용하는 수직이착륙 비행 및 자율주행 도입예정

- ㅇ (VTOL) Vertical Takeoff and landing의 줄임말로써 헬리콥터처럼 수직으로 이착륙하고 수평으로 나는 비행체를 지칭하는 용어
  - (eVTOL) VTOL 비행기 중에 전기에너지로 구동하는 것을 eVTOL라고 칭하며 볼로콥터는 eVTOL에 해당
- ㅇ (18개의 모터) 개별모터로 구성되어 여러 개의 모터가 고장이 나더라도 안전하게 운행 가능[303]
- ㅇ (좌석 수) 많은 좌석은 운영비용에 도움이 되나 에어택시의 전체 중량과 수직 이착륙 동력에 부정적인 영향을 주므로 2개 좌석만을 배치
  - 자율주행이 가능하기 전까진 파일럿 1명과 승객1명, 자율주행 가능할 시 승객 2명

□ [VoloCity] 최초의 상용 라이센스를 받은 볼로콥터의 최신 모델[304]

- ㅇ (최신 모델) VoloCity는 기존 볼로콥터1, 볼로콥터2, 볼로콥터200 등 프로토타입 이후 첫 번째 정식 생산모델
  - (안전표준) 2019년 8월 VoloCity를 공개하고 유럽연합항공안전국(EASA)의 SC-VTOL* 규정에서

301) VOLOCOPER 백서, PIONEERING THE URBAN AIR TAXI REVOLUTION, 2019
302) VOLOCOPTER, https://www.volocopter.com/en/urban-mobility/
303) VOLOCOPER 백서, PIONEERING THE URBAN AIR TAXI REVOLUTION, 2019
304) https://evtol.news/volocopter-volocity/

지정한 안전 표준을 충족하도록 설계

* SC-VTOL: Special Condition Vertical Take-Off and Landing 으로서 소형급 VTOL 시장에 대처하기 위해 소형급 VTOL의 객관적 인증요구사항 및 규제를 넓은 범위로 제정

ㅇ (운행정보) 속도 100~110km/h이며 완충시 가능한 운행거리는 35km,2명의 탑승가능

ㅇ (에너지 및 자율주행) 전기에너지로 구동되며 유인으로 작동하다가 자율주행으로 전환 예정

□ **[VoloDrone] 볼로콥터 플랫폼과 강력한 시너지 효과를 공유하는 무인 전기 유틸리티 드론으로서 산업 전반에 걸친 운송이 가능하도록 설계**

ㅇ (수행작업) 농업, 물류, 인프라 구성, 공공서비스 등에 모두 투입 가능[305)]

- (농업) 식물보호, 종자 파종 산림관리, 서리 제거 등이 가능하여 농작물 생산성 향상
- (물류) 소매점, 의료, 부품배송 등까지 물류 운송을 정확한 시간 내 가능
- (인프라) 건설, 유지 보수 및 현장 계획에 작업지원 가능
- (공공서비스) 재난 구조, 항공구조와 같이 필요시 볼로드론 배치하여 구조 작업 진행 가능

□ **[VoloPort] 일종의 비행 택시 정류장(공항)으로서 이착륙 인프라의 통합을 위해 영국의 Skyports*와 협력하여 에어택시 운영에 필요한 환경 제공**

* Skyport:영국 스타트업으로 Vertiports(수직이착륙 비행기들을 위한 공항)를 건설하기 위한 런던 옥상 공간 매입 중이며 옥상 80~100개 매입 예상[306)]

ㅇ (역할) 비행과 관련된 점검을 비롯해 탑승대기 고객에게 서비스 제공[307)]

- (비행 관련 서비스) 비행 전 점검, 배터리 교체 및 충전, 에어택시 유지 및 관리, 안전 및 보안, 기관 및 산업 규제 기관과 상호작용하고 피드백 제공
- (고객 관련 서비스) 고객 라운지의 제공, 탑승절차 진행



Volocity Volodrone Voloport

[그림 2-174] VoloCity-VoloDrone-VoloPort

305) VOLOCOPER, https://www.volocopter.com/en/volodrone/
306) 딜로이트, 미래 모빌리티 인프라 장벽 https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/infrastructure-barriers-to-urban-air-mobility-with-VTOL.html
307) VOLOCOPER, https://www.volocopter.com/en/voloport/





[그림 2-175] VoloCity와 VoloPort 내부

□ **[현황 및 전망] 상용화에 대한 문제를 파악하고 극복하기 위해 노력하며 최근 에어택시 Volocity 탑승티켓 사전판매 프로모션 진행**

○ (문제해결 목표) ①안전 및 인증 ②소음문제 해결 ③범위 및 속도 ④합리적 비용 4가지를 해결하기 위해 연구개발 중[308)]

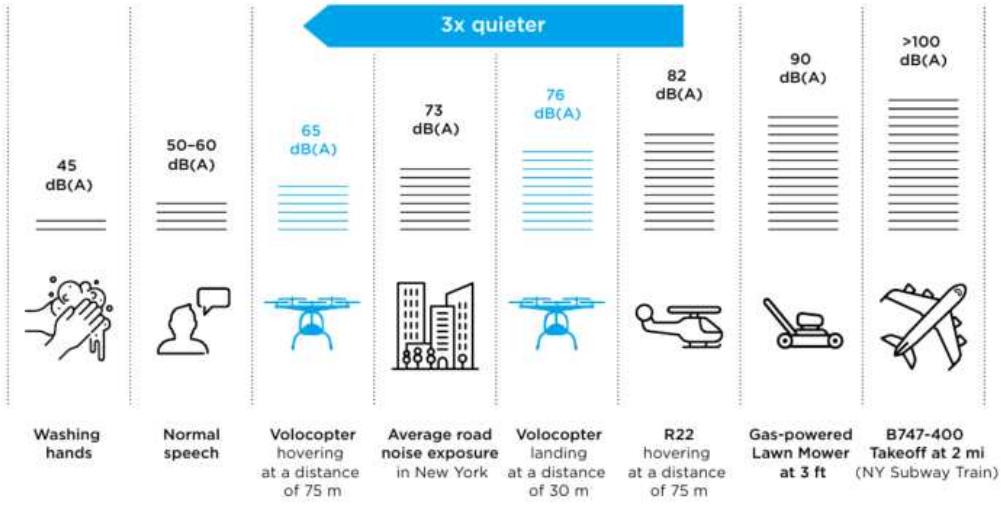
- (안전 및 인증) 2019년 유럽연합항공안전국(EASA)는 SC-VTOL(소형 수직이착륙항공기)를 위한 특별 법령 발표, 고장 허용 확률이 비행시간당 10^{-9} 이하 (고장 발생확률이 10억 비행시간 당 1번 이하)[309)]

	Maximum Passenger Seating Configuration	FAILURE CONDITION CLASSIFICATION			
		Minor	Major	Hazardous	Catastrophic
Category Enhanced	0 to 9	≤ 10^{-3} FDAL D	≤ 10^{-5} FDAL C	≤ 10^{-7} FDAL B	≤ 10^{-9} FDAL A
Category Basic	7 to 9	≤ 10^{-3} FDAL D	≤ 10^{-5} FDAL C	≤ 10^{-7} FDAL B	≤ 10^{-9} FDAL A
	2 to 6	≤ 10^{-3} FDAL D	≤ 10^{-5} FDAL C	≤ 10^{-7} FDAL C	≤ 10^{-8} FDAL B
	0 to 1	≤ 10^{-3} FDAL D	≤ 10^{-5} FDAL C	≤ 10^{-6} FDAL C	≤ 10^{-7} FDAL C

[그림 2-176] EASA의 항공안전정의 중 도시형 항공 택시 (Category Enhanced) 카테고리 채택

- (소음문제 해결) 도시에서 헬기의 제한은 비행 시 소음공해 때문이므로 소음문제는 반드시 해결해야 함, 무게에 비해 로터(날개) 표면이 큰 에어택시는 더 넓은 표면에서 더 낮은 속도로 공기를 가속하여 필요한 에너지를 전달하기 때문에 적은 소음발생 가능

308) VOLOCOPER 백서, PIONEERING THE URBAN AIR TAXI REVOLUTION, 2019
309) EASA, SPECIAL CONDITION Vertical Take-Off and Landing (VTOL) Aircraft, 2019



[그림 2-177] 에어택시 설계시 소음을 고려하여 제작

- (범위) 단순히 통근 목적 외에 쇼핑몰, 기차역 등 지리적 연결에 쓰이고 볼로콥터사 자체 분석에 따르면 대도시의 70%는 도심에서 20km이내 주요 공항이 존재하며 93%는 도심에서 30km 이내에 주요 공항이 존재, 따라서 에어택시 범위를 30~35km로 설정
- (속도) 기존 도시 내 교통수단의 경우 교통체증이 있거나 효율적인 경로가 없을시 30km이동시 35~120분 소요, 볼로콥터는 35km 이동시 80~100km/h 속도이며 18~22분 소요 예정
- (합리적 비용|배터리 비용) 자동차의 경우 긴 수명에 최적화된 배터리를 설계하는데 익숙하지만에어택시의 경우 무게제약으로 인해 높은 전력을 연속적으로 공급하되 수명이 짧은 배터리 시스템 선호
- (합리적 비용|기타 비용) 검사 및 유지보수에 대한 비용으로 인해 높은 운영 비용이 소요되며 특히나 제한된 수명을 가진 기계 구성이 많을수록 검사를 수행하는 데 필요한 비용이 높아짐 또한 에어택시는 일반 여객기보다 더 많이 사용되어 서비스 수명제한에 빠르게 도달하므로 고비용 부품을 많이 사용할 시 비용증가 우려
- (합리적 비용|볼로콥터 비용) 50kWh이하의 에너지로 비행을 수행할 수 있게 설계 하였으며 매 비행 후 배터리를 교체하여 냉각 시스템의 비용을 낮추고 최적의 배터리를 유지할 수 있으며 유지보수가 많은 시스템을 제외하도록 설계하여 비용절감

ㅇ (현황) 본격적인 상용화를 위한 승인 허가 및 인프라 구축, 파트너십 체결 진행 중[310]

- (2020) 미래 전기에어택시 Volocity 티켓 사전판매 프로모션 진행
- (2020)루프트한자와 함께 Microsoft Azure VoloIQ에서 실행될 Volocopter의 도시 항공 이동 소프트웨어 플랫폼 구축

310) VOLOCOPTER, https://www.volocopter.com/en/company/

[참고] Microsoft Azure VoloIQ

- 루프트한자 인더스트리 솔루션은 항공 산업과 그 밖의 분야에서 광범위한 경험을 보유한 디지털화 솔루션 전문가로서 IT 컨설팅 및 시스템 통합을위한 서비스를 제공하고 볼로콥터와 함께 UAM 서비스의 디지털화 도모
- VoloIQ는 볼로콥터의 UAM을 가능하게 하는 두뇌 역할을 하며 에어택시 생태계, 이동 옵션, 승차안내 등을 디지털로 볼 수 있게 처리
- Microsoft Azure 2010년 시작된 마이크로소프트의 클라우드 컴퓨팅 플랫폼으로서 UAM 디지털 서비스를 실현할 수 있는 인프라 제공
- 자상과 항공의 데이터가 수집되며 이를 기반으로 한 자율비행 기능 업데이트

- (2020) 일본 항공 JAL과 승객 물품 운송 옵션을 위한 협력 체결
- (2020) 전기 항공 택시 비행 예약을 위한 세계 최초의 공개 판매 발표 (1000개 한정)
- (2019) 유럽 항공 안전국에서 세계 최초 Air Taxi로서 SC-VTOL 설계 조직 승인허가
- (2019) VOLODRONE 발표
- (2019) 싱가포르 마리나베이에 Volocopter 첫 유인비행 성공 및 VOLOPORT 프로토타입 제작
- (2017) 2016년 비행허가를 받고 세계 최초 항공택시 Volocopter 발표 및 두바이에서 자율 eVTOL 진행

ㅇ (전망) 2-3년 내로 Volocity 출시 계획 중이고 항공 서비스 티켓도 판매 되었으며 비행날짜는 2022년 12월로 예상하나 확정일 미정[311)]

- (VoloCity 예약티켓) 2~3년 후 상업용 비행기로서 정식 인증을 받을 것으로 예상되는 VoloCity의 예약티켓 판매 완료

311) VOLOCOPTER TICKET, https://volocopter.com/assets/pdf/VOLOCOPTER_TICKET_RESERVATIONS_CONDITIONS.pdf

바. Electric commuter Airplanes - Alice

□ [개요] 전기 통근 비행기(앨리스)에 필요한 전기모터를 롤스로이스에서 공급하고 다른 제작사와 협력하여 비행기 제작

○ (정의) 승객이 9명 탑승가능한 전기 통근 비행기로서 비교적 가까운 지역내의 운항을 예정으로 하는 전기 비행기

○ (제작사) Eviation, 롤스로이스

- (Eviation) 이스라엘 회사로서 항공기를 통해 새로운 시장 기회를 창출하려고 하며 전기 에너지를 통해 유지 관리 비용절감 및 친환경 사용 추구[312]
- (롤스로이스) 전기 모터를 제공하며 Eviation외에도 여러 협력사와 사업진행 중*
  * TECNAM P-VOLT: 최대 19명이 탑승 가능한 소형 지역간 이동용 전기 통근 비행기[313]
  * CityAirbus: Airbus와 협력하여 eVTOL 방식의 에어택시를 개발했으며 최대 75마일의 속도로 최대 4명의 승객 탑승가능[314]

○ (개발 배경) 국제 항공 운송 협회(IATA)는 승객 수가 2037년까지 82억명으로 예측

- (수요 및 친환경) 항공 승객수의 수요에 맞추며 동시에 전기에너지를 통해 친환경적 에너지사용

□ [작동원리 및 사양] 전기에너지를 사용한 운행방식[315]

○ (사양) 920kwh의 리튬이온 배터리와 3개의 전기모터를 사용

- (탑승인원) 승무원 2명, 고객 8명
- (속도 및 거리) 430~480km/h의 속력이며 리튬이온 배터리 완충시 약1000km 운행가능
- (배터리무게) 배터리 무게가 약 8000파운드이므로 무게 경량화에 초점[316]
- (공기역학적 디자인) 날개가 공기를 통해 얼마나 양력을 생산하는지에 대한 비율은 일반 비행기 경우 17:1, Alice는 25:1

○ (하이브리드 전기 추진 시스템) 항력을 줄이거나 조용한 비행을 가능하게 함

○ (예상 운항 비용) Alice를 운항하는데 시간당 200달러가 소요[317]

- (티켓 비용) 1마일 운행시 좌석당 7~9센트 정도 예상[318]

---

312) Eviation, https://www.eviation.co/company/
313) 롤스로이스, https://www.rolls-royce.com/innovation/propulsion/commuter-aircraft.aspx
314) 롤스로이스 https://www.rolls-royce.com/innovation/propulsion/air-taxis.aspx
315) Eviation, https://www.eviation.co/aircraft/#4
316) https://www.businessinsider.com/inside-alice-first-full-size-passenger-electric-plane-eviation-2020-10
317) https://www.businessinsider.com/inside-alice-first-full-size-passenger-electric-plane-eviation-2020-10
318) https://robbreport.com/motors/aviation/eviation-alice-electric-airplane-revolution-sooner-than-you-think-2830522/



[그림 2-178] Eviation의 Alice

□ [현황 및 전망] 프로토타입의 화재가 있었지만 최초의 전기비행기 납품계약 진행

○ (현황) 애리조나 프레스콧 지역 공항에서 프로토타입 화재 이후에도 계속 연구

- (2020.05 | GKN Aerospace 계약) Eviation은 Alice날개, 꼬리 부분 조립 및 전기 배선 연결 시스템의 설계 및 제조를 위해 GKN Aerospace*와 협력 계약 체결[319]

  * GKN Aerospace: 영국의 기계부품 중견기업으로 항공, 차량분야의 필수부품 제조회사

- (2020.01 | 프로토 타입 화재) Alice 프로토 타입의 배터리에 폭팔이 일어나 화재 발생[320]

○ (전망) 2022년 Cape Air*와 최초 전기비행기 납품계약[321]

  * Cape Air:미국 매사추세츠 주에 위치한 항공사

- 비행기당 약 400만 달러에 구매 계약하였고 지역 노선을 제공할 예정[322]

319) https://www.imeche.org/news/news-article/gkn-aerospace-joins-eviation-alice-electric-plane-project-as-work-continues-after-fire
320) https://www.flightglobal.com/airframers/eviation-alice-fire-involved-lithium-ion-batteries-which-ignited-after-hours-of-powerplant-tests/141228.article
321) https://www.scientificamerican.com/article/electric-aviation-could-be-closer-than-you-think/
322) https://www.businessinsider.com/inside-alice-first-full-size-passenger-electric-plane-eviation-2020-10

사. Lilium JET

□ [개요] 독일 스타트업 릴리움이 지역 간 이동을 염두에 두고 설계한 eVTOL(전기수직이착륙) 상용 항공기

○ (제작사) Lilium GmbH는 뮌헨 공과 대학에서 4명의 항공 우주 엔지니어 및 제품 디자이너가 2015년에 공동설립한 독일 스타트업[323]

- (판매 방침) Lilium Jet는 개인소비자에게 판매되지 않을 것
- (자금 유치) 3.7억만 달러이상의 자금을 유치

○ (속도 및 거리) 최고속도는 300km/h 이며 완충시 300km 운행 가능하며 비행시간 최대 60분 예상[324]

○ (완전 전기) 크루즈모드에서 km 당 전력 소비는 전기 자동차와 비슷하고 비행 중에 배출 가스 없음

○ (소음 해결) 전기모터를 사용하여 이륙시 헬리콥터보다 6~7배 조용한 소음[325]

- (맞춤형 모터) 릴리움 사내 연구소에서 개발된 맞춤형 전기모터와 발생하는 소음을 최대한 흡수하는 덕트를 개발 및 사용하여 전기자동차 수준의 소음 발생

○ (디자인) 접이식 프로펠러와 날개, 꼬리, 수냉식, 액체, 기어박스 모두 없음

□ [전체 사업 현황] 2025년 완전한 상용화를 목표로 두고 계속해서 연구 진행 중[326]

○ (2025) 완전한 운행 및 상용화 (전세계 대중에게 공개 목표)

○ (2020) 코로나 이후로 5인승 비행테스트가 취소, 펀딩라운드를 통해 2.7억만 달러 자금 확보 및 서비스 운영준비[327]

- (연속생산) 릴리움은 약 500대에 달하는 최초의 연속생산 설계 중
- (배터리 집중) 고출력 고에너지가 가능한 배터리팩 제조, 300Wh/kg 배터리 사용예정[328]

323) 릴리움, https://lilium.com/about-us
324) https://evtol.news/lilium/
325) https://evtol.news/lilium/
326) 릴리움, https://lilium.com/about-us
327) https://evtol.news/news/lilium-draws-searing-publicity-then-soaring-investment
328) https://evtol.news/news/lilium-draws-searing-publicity-then-soaring-investment

□ [전망] 릴리움 제트의 네트워크를 형성하기 위해 지역별 전용 허브를 설치하여 본격적인 서비스 운영 계획

ㅇ (목표) 도시에서 시골 지역 또는 도시에서 비행하는 지역 에어 택시 서비스로 운영 할 계획

- (2025년 출시) 2025년까지 전 세계 여러 도시에서 완전히 작동할 것으로 예상하지만, 이보다 더 일찍 시범운행이 여러도시에서 진행 될 예정
- (배터리 개선) 배터리 에너지 밀도에 대한 개선사항 수정 예정

ㅇ (에어택시 서비스 준비) 모바일 앱을 사용하여 에어택시 항공편 예약 가능

ㅇ (릴리움 허브) 독일 및 미국 플로리다 올랜도에 에어택시 서비스를 위한 교통허브인 릴리움 허브공항 건설 예정

- (2020.11 | 플로리다 올랜도 노나호수) 2025년까지 고속 전기 항공 모빌리티 네트워크를 위한 최초의 허브 출시 예정[329]
- (2020.09 | 뒤셀도르프 공항) 뒤셀도르프 공항 및 쾰른 공항과 파트너십을 체결하여 지역 항공의 허브 역할을 탐구하기 위해 협업[330]



[그림 2-179] 릴리움 제트

329) https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-partners-with-tavistock-and-orlando
330) 릴리움, https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-partnership-dusseldorf-cologne

아. POP UP NEXT

□ [컨셉내용] 아우디와 에어버스가 제안한 미래형 플라잉카

ㅇ (제작사) 아우디, 에어버스

ㅇ (컨셉카) 2018 제네바 국제 모터쇼에서 비행드론 기능을 갖춘 자율주행자동차 (플라잉카) 공개

- (플라잉카) 자율주행 자동차와 자율주행 항공기를 결합한 형태로 에어캡슐, 캐빈, 지상 모듈로 구성되며 자동차와 비행기 두가지 형태로 탑승 가능[331)]
- (수직이착륙) 전기에너지를 사용하는 수직이착륙 플라잉카로써 2인용의 소형 차량이며 자율주행이 가능해 로봇택시 및 에어택시의 역할 가능 [332)]



[그림 2-180] Pop up Next 컨셉

ㅇ (중단) 2019년도 아우디는 이를 실현하는 데 필요한 복잡한 기술과 자금으로 인해 중단[333)]

- (배터리) 강력한 배터리와 소음문제 해결이 어려움

331) https://evtol.news/pop-up-next/
332) https://www.audi.com/en/experience-audi/mobility-and-trends/e-mobility/blue-sky-thinking.html
333) https://www.autoblog.com/2019/10/14/audi-airbus-cancel-popup-flying-car

자. Straddling Bus[334)]

□ [개요] 도로 위의 고가도로처럼 운영되는 미래형 버스이며 많은 사람들을 수용가능함

ㅇ (정의) 스트래들링 버스는 TEB(Transit Elevated Bus) 라고도 칭하는 새로운 버스개념

- (도로 위 버스) 거대한 버스의 형태로 도로 위에 떠다니며 사람들을 이송

ㅇ (등장) 중국에서 2010년 처음으로 등장하였고 2016년 베이징 국제 하이테크 엑스포에서 모델을 발표

- (교통체증 해소) 대도시의 교통체증을 해소하기 위해 제안된 것으로 한번에 1200~1400명 이용 가능하고 주요 노선의 교통체증을 최대 25~30% 감소 가능

ㅇ (규격 및 속도) 최고 높이 4.6m이며 객실은 2.2m 높이부터 설치, 시속 60km까지 도달가능

ㅇ (예상 비용) 공사비용은 지하철의 1/5~1/6 수준



[그림 2-181] 스트래들링 버스 컨셉

□ [특징] 친환경에너지로 구동되며 스트래들링 버스 하단의 여유공간 사용가능

ㅇ (친환경 에너지) 전기에너지와 태양열 에너지 시스템으로 구동

- (대기오염 감소) 연간 최대 860톤의 연료를 절약해 탄소 배출량 2,640톤 감소 가능
- (충전기) 버스와 함께 작동할 수 있도록 상단에 2개의 레일 구축, 릴레이 방식으로 충전

ㅇ (플랫폼 사용) 스태들링 버스 위에 역을 설치하고 리프트를 통해 탑승

- (다른 유형) 스태들링 버스 옆에 전용 정류장 설치

ㅇ (버스 아래 공간) 자동차와 사람들이 지나다닐 수 있는 공간을 이용할 수 있음

334) Straddling bus, Mehedi Hasan,2017

- (초음파 발생) 자체 초음파를 통해 높은 차나 트럭이 터널안으로 들어오는 것을 방지
- (점유공간) 기존의 2층버스는 지역버스와 동일한 도로공간을 점유, 스트래들링 버스는 도로공간이 비어있고 높이가 있기때문에 높이 2.2m미만의 차량들이 자유롭게 이동 가능

ㅇ (수용공간) 사람들을 한번에 1200~1400명을 운반 가능하며 스트래들링 버스 1개가 약 20개의 고속버스 역할 가능

ㅇ (빠른속도) 고속도로 위 로컬버스의 경우 최대 시속 40km이며 스트래들링 버스는 시속 60km가능

ㅇ (건설 비용 및 시간) 스트래들링버스는 450만 달러의 설치비용이 들고 공사기간 최대 1년

ㅇ (안전) 센서가 존재하여 버스 근처의 비정상적 차량 접근시 경보와 조명 디스플레이 존재, 도로 위 고가 도로처럼 운영하는 시스템이므로 차선진입 사고 등 발생 우려 적음

□ **[현황] 실제 시범운행까지 진행했으나 취소 및 트랙 해제**

ㅇ (시험 제안 후 취소) 2010년 말 베이징에 185km의 전용 선로가 건설되고 운행테스트도 진행하였으나 운행 가능성에 대한 의구심으로 테스트 취소와 트랙 해체 [335]

- (현실화 우려) 직선 도로만 가능할 것이라는 우려와 건설되어 있는 육교 통과의 우려, 기존의 높은 버스가 스트래들링 버스 아래로 통과하기 힘들다는 어려움, 스트래들링 전용차선의 추가건설 등
- (전용 정류장 설치) 2km마다 전용 정류장을 건설해야 하며 추가 공간이 필요

335) BBC NEWS, https://www.bbc.com/news/world-asia-china-40365161

차. Supersonic Aircraft X-59

□ [개요] 초음속 속도로 비행가능하여 새로운 항공 시장을 가능하게 할 항공기

ㅇ (정의) NASA에서 개발 중인 초음속 항공기로써 기존 항공기처럼 소음을 일으키지 않고 소리보다 빠르게 비행하도록 설계된 상업용 항공기

ㅇ (제작사) NASA, Lockheed Martin

- (NASA) 항공 연구부서의 3개 프로젝트로 분산하여 연구 중, 버지니아 NASA Langley연구센터의 Commercial Supersonic Technology 프로젝트, Armstrong Flight Research센터의 Flight Demonstrations and Capabilities 프로젝트, Mary W. Jackson NASA 본부에서 X-59 항공기 자체를 담당 하는 Low Boom Flight Demonstrator 프로젝트[336]
- (Lockheed Martin) 메릴랜드에 본사를 둔 글로벌 보안 및 항공 우주 회사, 사업의 대부분은 미국 국방부 및 미국 연방 정부 기관과 함께하며 미군의 군용 항공기를 제공[337]

ㅇ (규제당국) 미국 연방항공청 (FAA), 미국 교통부(USDOT) [338]

- (FAA) 초음속 항공기에 대한 소음 2가지 활동 시작, ①소음 인증을 위한 규칙 제정 ②초음속 비행 테스트를 수행하기 위한 특별 비행 승인의 절차 간소화
- (USDOT) 교통 혁신에 대한 우선 순위 사업의 일환으로 FAA와 함께 초음속 항공기 개발을 진전시키기 위한 조치



[그림 2-182] NASA의 X-59 (초음속 비행기)

336) NASA, https://www.nasa.gov/aeroresearch/nasa-marks-continued-progress-on-x-59
337) 록히드 마틴, https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/aircraft.html
338) FAA, https://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsId=22754

□ [기술특징] 기존 비행기보다 빠르게 이동하며 시간 절약을 할 수 있으며 소음해결에 집중

ㅇ (속도) x-59의 속도는 마하1.4* (마하 1은 약 340m/s 혹은 1,224km/h이므로 마하1.4는 약 시속 1,713km)[339]

* 마하: 음속에 비해 속도가 얼마나 되는 지 나타내는 단위, 마하 수가 1<M<5일 때 초음속 영역이라고 일컬으며 공기의 압력과 밀도가 급격히 변화하는 지점이 발생하면서 충격파가 발생

- (기존 비행기 속도) 기존 비행기의 속도는 약 925km/h이므로 초음속 비행기 이용 시 2배 가량 시간절약 가능

ㅇ (XVS 시스템) 조종사가 AR*을 통해 항공기 외부를 관찰할 수 있게 하는 전방 카메라 및 디스플레이 시스템[340]

* AR(증강현실) : 우리가 눈으로 보는 현실에 가상 정보나 이미지를 합쳐서 보여주는 기술, 현실 공간 위에 정보가 덧붙여지는 방식이라 스마트 글라스, 네비게이션 등 (유명게임 포켓몬GO와 같은 것)[341]

- (원리) 센서, 컴퓨팅, 디스플레이의 조합으로서 조종석 4K 모니터에 그래픽을 통해 경로를 안내하고 비행경로 근처에 있는 다른 물체(항공기, 새 등)에 대해 경고를 표시, AR뷰를 생성하기 위해 이미지 처리 소프트웨어를 같이 사용
- (항공기 디자인) 기존 비행기와 다르게 조종석 칸 창문이 존재하지 않는 것에 대한 해결책

ㅇ (소음) 기존의 비행기와 같이 시끄러운 소음은 없으나 단회성 충격파 존재

- (충격파) 공기를 통해 이동하면서 함께 합쳐지는 충격파를 생성하여 저음의 소음 생성
- (디자인) T자형 보조 날개를 통해 압축공기를 가르고, 충격파가 하나로 융합되어 증폭방지, 곡면형 디자인을 통해 공기의 흐름을 제어하며 소음방지

□ [현황 및 전망] 코로나 전염병에도 불구하고 계속해서 연구 중

ㅇ (현황) 2018년부터 개발을 이어가면서 동시에 다른 협력기관을 찾는 활발한 연구 활동과 2021년 첫 비행을 계획 중[342]

- (2020.11) 케네디 우주센터와 나사의 캘리포니아 암스트롱 비행 연구 센터 협력
- (2020.11) SCHAMROQ 프로젝트를 통해 소음에 대한 테스트 계속해서 진행
- (2019.08) XVS 시스템 테스트 및 비행테스트 성공

ㅇ (전망) 현재 미국의 규정상 초음속 비행기에 대한 금지규정이 있으나 점차 규제를 만들고 허용 및 상용화 예정[343]

339) NASA, https://www.nasa.gov/specials/X59/why-build-a-quiet-supersonic.html#maxwell
340) NASA, https://www.nasa.gov/feature/langley/testing-of-x-59-virtual-forward-window-successful
341) 삼성반도체, https://www.samsungsemiconstory.com/2280
342) NASA, https://www.nasa.gov/centers/armstrong/features/teamwork-advances-quiet-supersonic-technology.html
343) NASA, https://www.nasa.gov/aeroresearch/nasa-marks-continued-progress-on-x-59

- (2020년 말) X-59의 날개 제조 및 항공기 동체와의 결합 예정
- (2021년 여름) 조립 완료 후 주요 지상 테스트 예정
- (2022년 여름) 첫 비행 목표, 소음테스트 후에 데이터 베이스를 만든 후 규제당국*에 제공하여 초음속 비행기의 상업적 사용허가 규칙에 대해 활용 될 예정(주민들이 사는 지역에 미리 센서를 설치한 후 상공 통과하여 측정)[344]

  * 미국 연방 항공청 (FAA): 초음속여객기에 대한 소음 기준을 공개하면서 본격적인 기준 수립 착수의사공개 (2020.03)[345]

- (2023년 예상) 소음 대신 일어나는 저음의 단회성 초음속 충격파에 대한 검증 예정
- (2028년 예상) 규제당국의 기존 규정인 초음속 비행 금지규칙에 대한 변경 유무 조정

카. Link & Fly

□ [개요] 2019년 국제 파리 에어쇼에서 처음 등장한 탈착식 비행 열차이며 비행기 이용시 공항 안팎의 혼잡과 이동시간을 줄이는 목적으로 개발

ㅇ (정의) 탈착식 캐빈, 날개 추진기 등을 포함하는 복합 항공 운송 시스템

- (시간 및 에너지 소요에 집중) 기존 비행기를 타기 위해 공항까지 운전하고 무거운 짐을 들고 이동해야하는 시간과 에너지의 소요를 절감하기 위해 고안한 비행기
- (도시에서 탑승) AKKA는 도시에서 공항으로 쉽고 빠르게 가는 방법을 연구

ㅇ (제작사) AKKA Technologies(벨기에)[346]

- (주 업무) 엔지니어링 및 기술 컨설팅 그룹으로서 시장을 예상하고 변화하는 모빌리티에 대해 집중



[그림 2-183] Link&Fly

□ [기술특징] 탈착식 캐빈을 사용하여 열차와 비행기의 역할을 하며 시간을 절약

344) NASA, https://www.nasa.gov/image-feature/nasa-s-x-59-quesst-airplane-takes-shape-at-lockheed-martin-skunk-works
345) FAA, https://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsId=22754
346) AKKA, https://www.akka-technologies.com/about-us/

ㅇ (원리) 열차의 형태로 도심에서 승객을 탑승시킨 후 공항에서 날개를 부착하여 비행기 역할

- (이용방법) 집에서 가까운 정류장을 이용하여 Link&Fly 열차에 탑승하고 공항으로 이동하는 시간동안 출국 수속을 마치며 공항에 도착한 뒤 열차는 날개와 결합하여 비행, 목적지 도착 시 날개와 분리하여 다시 열차의 형태가 되며 최종 목적지와 가까운 역으로 승객수송

ㅇ (친환경 에너지) 태양광 에너지, 수소에너지 등 사용

□ **[현황 및 전망] 19년도 이후 뚜렷한 행보는 없지만 연구중인 것으로 판단**

ㅇ (현황) 19년도 프로토타입 비행테스트를 성공했지만 이후 뚜렷한 행보 없음

- (2019.07) 1/13크기의 프로토타입 첫 비행 테스트 완료 [347]

타. 초전도 리니어 중앙 신칸센 (주오 신칸센)

□ **[개요] 미래 대규모 재해와 기존 열차의 고장을 대비하고 일본 전체의 라이프스타일을 변화시킬 수 있는 자기 부상 열차**

ㅇ (정의) 빠른 속도와 소음문제를 해결할 수 있는 자기부상 열차

ㅇ (제작사) JR 토카이 (일본의 여객 철도 회사)

ㅇ (예상비용) 도쿄-오사카시 사이의 건설 비용은 9.03조 엔(한화 약 94조 원)[348]

ㅇ (속도) 시속 약 500km

□ **[기술특징] 차량에 탑재된 초전도 자석과 가이드웨이에 부착된 전자석을 통해 열차를 레일에서 약 10cm 높이로 띄운 후 운행하는 자기부상 방식을 활용**[349]

ㅇ (원리) 자기부상을 사용하여 소음과 속도의 한계를 극복

- (소음해결) 바퀴와 레일의 접촉이 없기 때문에 마찰에 의한 소음이 없고 방음벽을 도입하여 소음 차단에 노력

ㅇ (자기부상) 리니어모터를 사용하여 전기에너지를 회전 운동에너지로 변경하여 움직이기 때문에 리니어 모터를 직선으로 만든 후 운행하므로 자기부상이 가능

- (고속시 운행) 저속시엔 고무타이어로 주행하며 시속150km가 되야 하면 타이어를 넣고 자기부상

347) AKKA, https://www.akka-technologies.com/app/uploads/final-cp-en-linkfly-first-test-flight-230719-en-2.pdf
348) https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/faq/
349) 리니어 주오 신칸센 https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/about/

방식으로 주행하며 타이어 주행시에도 전기 주행[350]

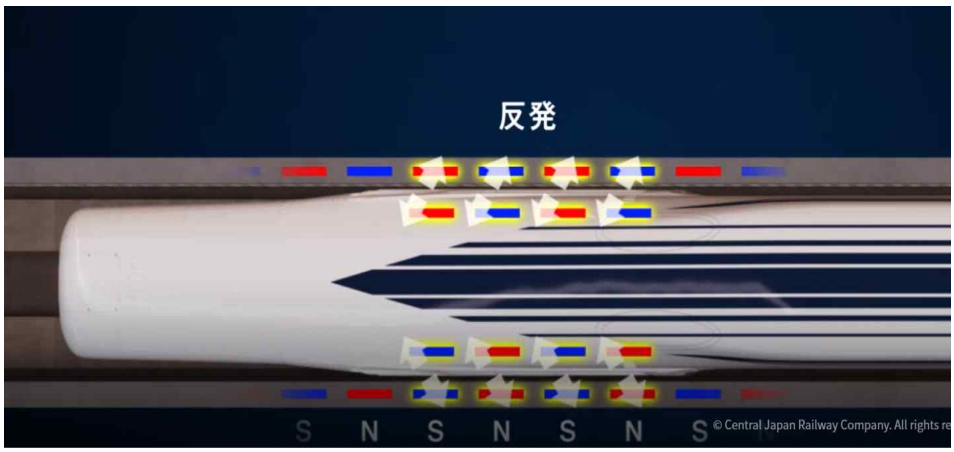
- (리니어모터) 편평하게 펼쳐진 자석 모터로써 트랙은 강철과 영구자석을 부착하여 조립하고 자기력에 의해 모터가 회전하면서 전기에너지가 운동에너지로 바뀌어 구동 [351]
- (자석과 전류) 강력한 자기력을 얻기위해 많은 전력이 필요하고 전기저항에 의해 열이 발생하기 때문에 에너지 손실이 있음, N,S극을 교대로 설치
- (예상 전력) 나고야 개업시 약 27만kw, 오사카 개업시 약 74만kw 필요하나 앞으로 열차 경량화 및 전력 변환장치의 개량등을 통해 에너지 절약하도록 노력 할 예정

o (초전도 현상 활용) 강력한 자기장을 얻기 위해 전기저항이 0이 되는 초전도 현상이용

- (방법) 니오부찌탄 합금을 사용하여 액체 헬륨으로 -269℃까지 냉각하여 반영구적으로 전류를 흘릴 수 있고 발열에 의한 에너지 손실 없이 안정된 초전도 현상을 유지하여 자기력 향상

o (자석 설치방법) 차량에 초전도 자석을 N, S극을 교대로 설치하고 가이드 웨이의 추진코일에 전류를 흘려 N,S극을 전기적으로 전환하여 열차가 전진하게 도움

- (속도제어) 흐르는 전류의 주파수를 바꾸어 N, S극의 전환 속도를 제어하여 속도를 조정

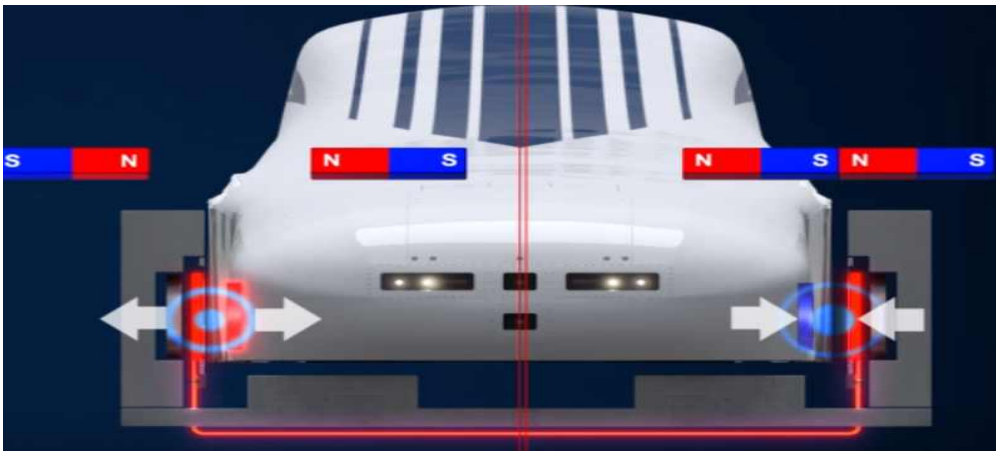


[그림 2-184] 주오 신칸센 차량운행 - N,S극 변환

o (가이드 웨이) 열차는 가이드 웨이의 중앙을 주행하는데 가이드 웨이 내 '부상 및 안내코일'에서 열차의 이동경로를 자기력으로 고정

- (자석의 척력) 한쪽 벽에 근접할 시 부상 및 안내코일 내 자기력과 열차의 초전도 자석에 의해 척력이 발생하게 하여 중심으로 밀어내므로 열차는 항상 가이드웨이 중앙에 위치 가능

350) https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/faq/
351) http://www.msdkr.com/news/articleView.html?idxno=22



[그림 2-185] 가이드 웨이를 통해 열차의 중앙 경로 유지

□ [현황 및 전망] 기술은 완성되었으나 관련 인프라에 대한 연구 진행중

○ (현황) 이미 운행 기술은 완성되었고 앞으로 실제 노선에 대한 건설 및 운영 비용 절감을 연구하며 장거리 주행시험을 매일 실시하고 1일 평균 약 2,000km의 거리를 시속 500km로 매일 안정적 주행[352]

- (2020.10) 4번째 시험차량 공개[353]
- (2020.07) 2027년도 상용화 연기표명, 계획에 대한 재검토 할 것 (노선 근처 벌목 등 갈등 존재)[354]
- (2018.12) 개량형 시험차량 제작 시작하여 2020년 완공예정
- (2015.04) 세계 최고 속도 603km를 기록(세계 철도 최고속도 기록 갱신), 시험운행 반복하여 1일 주행거리 4,064km를 기록

○ (전망) 이미 필요한 기술은 완료되었고 향후 상용화에 필요한 기술을 바탕으로 쾌적한 이용을 위한 편의성 향상 및 유지 보수의 효율에 집중 연구 [355]

- (유지보수 비용 절감) 문제가 발생하기 전 가이드웨이에 이를 사전에 감지하는 종합 센서 및 실시간 전송분석시스템 도입
- (귀 먹먹 현상 해결) 가파른 구간을 고속으로 주행하는 것처럼 차량 외부의 압력이 급격히 변화하여 발생하는 현상으로 차내외의 압력 변화를 완만하게 하여 최적의 솔루션 제공 예정
- (노선 설정 | 2027년 예정) 직선에 가까운 루트를 설정하여 시나가와-나고야에 먼저 건설예정[356]
- (노선 설정 | 2045년 예정) 직선에 가까운 루트를 설정하여 나고야-오사카 운행을 위해 나고야 건설 후 연속하여 오사카 공사에 즉시 착수 예정*

  * 나고야 건설 후 재정상태를 회복하면서 오사카 착수 예정

352) https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/faq/
353) https://tetsudo-shimbun.com/article/topic/entry-2915.html
354) https://www.at-s.com/news/article/politics/shizuoka/782667.html
355) https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/yamanashi/about/
356) https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/plan/kaigyoprocess/

파. i-Cristal셔틀

□ [개요] 대중들에게 편안하고 쉽게 사용가능한 모빌리티를 제공하기 위함[357]

ㅇ (정의) 2018년 발표된 프랑스의 새로운 자율전기 셔틀이며 대중교통에도 사용이 가능하고 특정 기업이나 특정용도의 주문형 셔틀도 가능

- (Lohr cristal) Lohr 그룹의 Crital 이라는 기존 전기셔틀로부터 고안된 것

ㅇ (제작사) Transdev , Lohr, Torc[358]

- (Transdev | 모빌리티 연구) 단순히 자율주행차량에 국한되어 있는 것이 아니라 교통수단에 대한 전반적인 연구를 진행하고 서비스를 제공
- (Lohr) 운송시스템을 연구, 제조 및 판매하는 프랑스 그룹
- (Torc Robotics) 버지니아에 본사를 두며 자동차, 대중교통 및 기술분야의 파트너와 협력하여 셔틀용 자율주행 소프트웨어를 제공
- (파트너십) Lohr 그룹의 전기셔틀 기술과 Torc사의 자율주행 기술 그리고 Transdev의 모빌리티 서비스 제공 연구가 최적화되어 새로운 미래형 운송수단을 고안
- (목표) 50~70km/h와 안전 기준을 준수하며 도시교통이 원활한 조화를 이루도록 함

□ [기술특징] 전기배터리를 사용하며 자율주행 레벨4 달성

ㅇ (특징) 전기에너지로 충전하고 자율주행이 가능하며 차량에 360˚시야를 제공하는 센서 존재

- (자율주행) SAE 레벨 4(특정 조건, 지리적 영역에서 자율 작동가능), 스티어링 휠이나 페달없이 작동[359]

ㅇ (승객) 최대 16명 수용가능[360]

ㅇ (고속 충전) 30분으로 절반 충전, 90분으로 완전 충전 가능한 고속 충전 시스템 장착

ㅇ (어플제공) 셔틀의 이동을 어플을 통해 실시간으로 추적 가능하며 목적지까지의 시간도 표시

- (주문형 셔틀의 경우) 즉시 혹은 나중 사용으로 예약가능하며 가까운 픽업지점으로 안내

ㅇ (운영 통제 센터) Massy역에 운영 제어 센터가 존재하며 서비스 운영을 실시간으로 추적하고 차량의 상태와 장애물등을 파악하고 필요에 따라 적절한 조치[361]

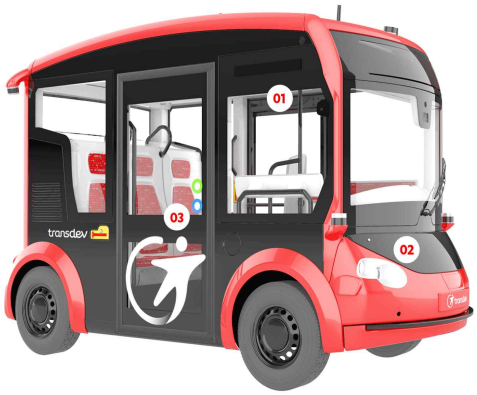
---

357) https://www.transdev.com/en/press-release/lohr-and-transdev-unveil-i-cristal-the-new-autonomous-electric-vehicle/

358) https://transdevna.com/news/2019/01/07/torc-and-transdev-partner-to-develop-technology-for-i-cristal-a-shared-and-fully-autonomous-shuttle/

359) https://transdevna.com/news/2019/01/07/torc-and-transdev-partner-to-develop-technology-for-i-cristal-a-shared-and-fully-autonomous-shuttle/

360) https://www.transdev.com/en/press-release/lohr-and-transdev-unveil-i-cristal-the-new-autonomous-electric-vehicle/



[그림 2-186] i-Cristal

□ [현황] 계속적인 연구 개발중이나 2020년도 동향은 찾기 어려움

○ 2019년도 자율주행 소프트웨어 제공업체인 Torc Robotics와 파트너십을 맺으며 연구개발 중[362]

- (Paris-Saclay Autonomous Lab 프로젝트) 인구밀집으로 인한 문제들을 예방하기 위해 대중교통 시스템의 일부로 새로운 유형의 모빌리티 사용을 확대하는 프로젝트, i-Cristal 셔틀은 야간 집단 교통 서비스로 이용되며 프랑스 Massy역에서 Paris-Saclay캠퍼스에서 밤 12시 30분부터 오전 3시 전까지 i-cristal 자율주행 셔틀 운행[363]
- 현재 20개국에서 운영되며 하루에 1,100만명의 승객이 이동시 사용
- (비고) 2020년 내용과 미래에 관련된 내용은 보이지 않음

하. NEXT POD

□ [개요] 2018년 처음 선보인 군집 모듈차 개념으로 결합과 분리를 사용하여 도로 효율성을 높이는 교통 수단

○ (정의) Next는 모듈형 자율주행차 군집을 기반으로 한 첨단 스마트교통시스템으로, 각 모듈(Module)은 도시 내 다른 모듈과 결합 및 분리되어 주행하며, 모듈이 결합되면 모듈 사이의 문이 열리면서 모듈 간 보행이 가능한 열린 공간이 만들어짐[364]

- (모듈) 각 모듈 차량은 도로위에서 다른 모듈과 최대 7개까지 결합 및 분리가 가능하며, 결합된 후 다른 모듈로 이동 가능
- (크기) 길이 2.7m, 높이 2.8m, 넓이 2.5m

361) https://iot-automotive.news/renault-paris-saclay-autonomous-lab-new-autonomous-electric-and-shared-mobility-services/
362) https://paris-saclay.business/torc-transdev-partner-develop-technology-cristal-shared-fully-autonomous-shuttle-test-plateau-de-saclay-soon/
363) https://www.transdev.ca/en/solutions/offering-night-or-off-peak-services/
364) https://www.javakhkservice.com/next-future-transportation.html

- (최대 속도) 60km/hr(단일 모듈), 130km/hr(결합된 모듈)
- (수용인원) 10명(좌석 6명, 입석 4명), 좌석이 없다면 최대 14명까지 수용 가능

ㅇ (제작사) 모듈운송 스타트업 Next future transportation, 자동차 호출회사 Careem[365]

- (파트너십) 2016년도 두 회사는 중동과 북아프리카에 배터리식 자율 주행 전기포드를 제공하기 위한 파트너십을 발표, 5년동안 1억 달러 투자 발표[366]
- (Next future transportation) 이탈리아와 미국 캘리포니아에 기반을 둔 스타트업이며 전기 모듈차를 통해 교통문제를 해결하고 전기에너지를 통해 환경문제를 개선하는 모빌리티 개발을 목적으로 함
- (Careem) 지역 기반의 자동차 호출 회사

□ [기술특징] 어플을 통해 차량을 호출, 자율주행으로 운행

ㅇ (특징) 어플을 통해 차량을 호출하고 자율주행을 통해 이동가능하며 이동시 모듈차 내 서비스 제공[367]

- (어플) 전용 어플을 통해 모듈차량을 호출하고 선택한 목적지 주행 가능
- (모듈 결합) 모듈차를 결합을 통해 승객의 자리를 해소하고 분리를 통해 에너지 소비 절감, 버스보다 높은 교통 효율 예상, 모듈은 약 4~15대까지 결합가능하며 현지 도로 규정 반영[368]
- (전기배터리) 배터리 교체가 가능하기 때문에 충전은 자체 충전이 아닌 차량 외부 배터리 충전으로 사용가능, 90%이상 충전시 9시간 사용가능 (배터리 교체시 2분 소요)

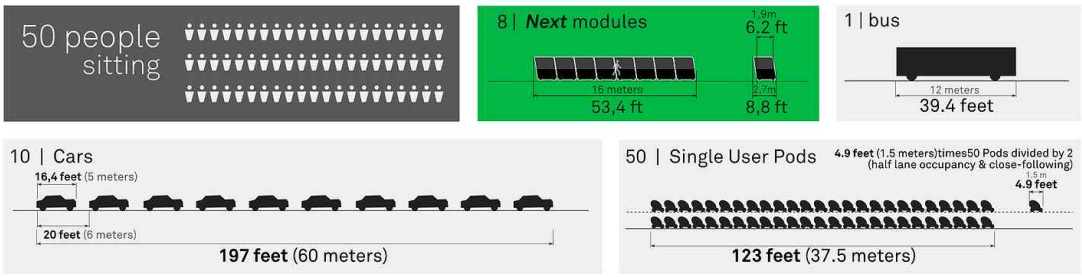
ㅇ (기능) Next는 크게 3가지 특징으로 구성됨; Modules Coupling, Redistribution, Logistics Optimization

① (Modules Coupling) 스마트 라우팅 시스템(Smart Routing System)을 통한 자율적으로 차량 주행, 모듈의 결합 및 분리

② (Redistribution) 모듈이 결합(Coupling)되면 승객은 탑승률을 최적화하기 위해 모듈 내에서 재분배(Redistribution)되어 에너지 소비량 저감 및 교통 효율화

③ (Logistics Optimization) 모듈의 동적화(Dynamic Modularity)는 버스보다 교통효율이 높고 개인용 자동차의 편재성(Ubiquity)과 유연성(Flexibility)의 장점 보유

365) https://www.next-future-mobility.com/about
366) https://www.albawaba.com/business/app-based-car-service-careem-injects-100b-rd-861212
367) https://www.next-future-mobility.com/home
368) https://www.next-future-mobility.com/specs



[그림 2-187] 50명 기준 버스, 자동차, 개인 모빌리티, Next 모듈 비교

□ [이용자에 미치는 영향] Next의 모듈형 자율주행차가 도입됨으로써 사용자(User), 이해관계자, 기관에 미치는 영향을 예상[369)]

[표 2-74] 사용자(User) 기준 예상되는 영향

사용자(User)	기존 교통수단	도입 후 예상되는 영향
통근자	시내버스, 셔틀버스 이용	· 다수의 모듈이 결합되어 하나의 버스로 주행 → 교통 혼잡도 저감 · 통근자 간 네트워크 공간 형성
노인	보조교통수단, 택시, 개인차량 이용	· 요청에 따라 단일의 모듈 사용 가능 → 접근성 향상
관광객	관광버스, 캠핑카 이용	· 서비스 모듈과 승객 모듈을 결합함으로써 모든 종류의 온디맨드 서비스 제공 가능
worker	tematic, 사무실, 버스 렌트 이용	· 비즈니스 모듈과 승객 모듈을 결합함으로써 독립된 공간을 제공하여 작업공간 또는 회의공간으로 활용 가능

[표 2-75] 이해관계자 기준 예상되는 영향

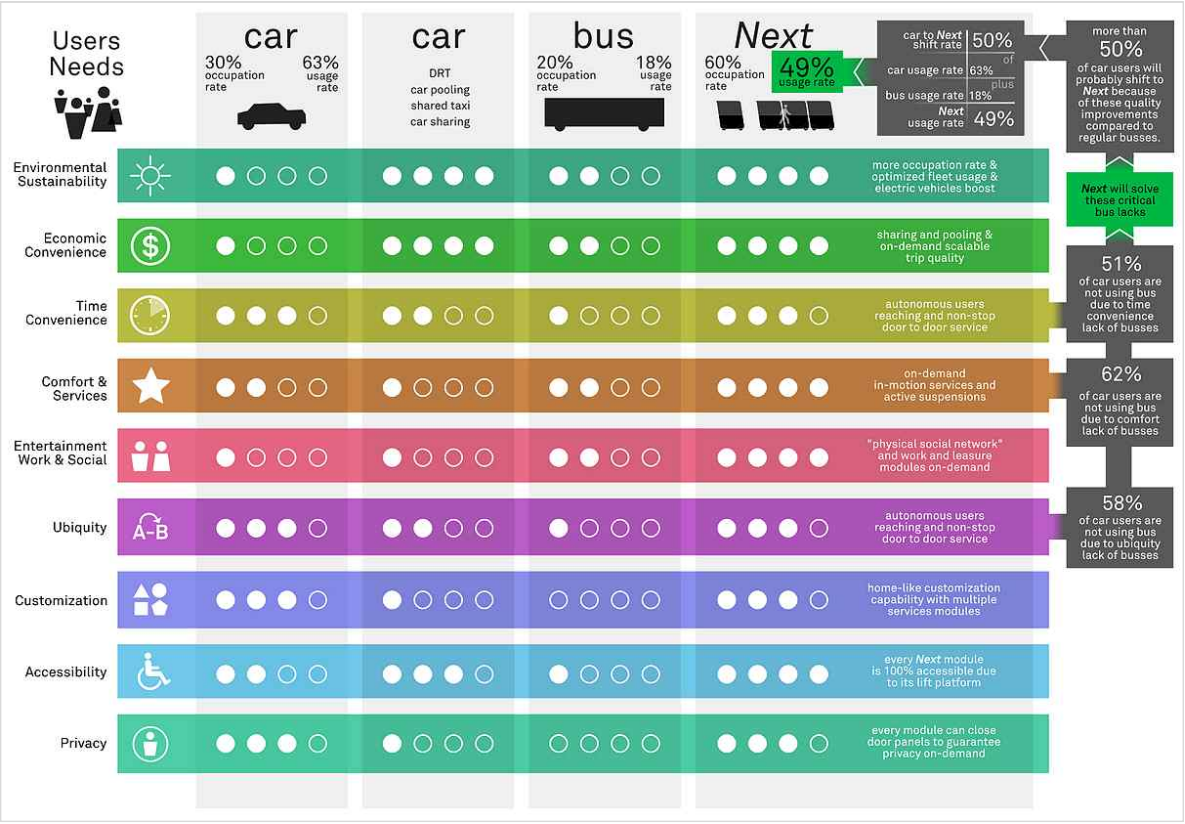
이해관계자	기존	도입 후 예상되는 영향
자동차 제조업체	자동차, 버스, 개인용 모빌리티, 캠핑카 따로 제조	· 서비스, 작업공간, 승객 등 다양한 목적의 모듈로 사용 가능 · 새로운 거대한 모듈러 차량 시장 개척
자동차 보험업체	기존 자율주행 및 인간주행 자동차는 책임문제 야기	· 모듈에 인간운전자가 탑승하지 않으므로 모듈 제조업체에 모든 책임부과 · 자동 원격시스템 확인 및 유지관리 제공
트럭운전사	자율주행 트럭의 도입은 엄청난 실업을 야기함	· 모듈에 화물운송 서비스를 결합함으로써 운전자 고용복귀 지원 · 운전사의 새로운 역할: 모듈 소유자, 화물 감시/관리자 등
택시운전사	기존 자율주행 택시는 새로운 비즈니스 기회 창출 X	· Next의 모듈형 차량은 다양한 비즈니스 기회 생성 · 운전사의 새로운 역할: 모듈 소유자, 서비스 품질관리자 등
대중교통	부피가 큰 유휴 대중교통차량	· 모듈의 활용도가 높으므로 사용되지 않는 모듈의 수 최소화 · 부피차지, 주차 공간, 차량단 사이즈의 80% 최적화 가능
정비소	사고가 90% 절감함으로써 정비소 수입 감소	· 모듈에 기존차량 정비 및 유지보수 서비스를 결합함으로써 도로위에서의 정비소 비즈니스 구축 가능
석유회사	· 석유회사는 이미 전기 생산 및 신재생 생산에 투자 중	
서비스& 엔터테인먼트 산업	· 다양한 목적의 모듈로 사용함으로써 새로운 서비스 비즈니스 창출 · 서비스업계의 새로운 역할: 관광가이드, 레스토랑/바, 승무원, 유지보수 등	

[표 2-76] 기관(Institution) 기준 예상되는 영향

기관/단체	기존		도입 후 예상되는 영향
운전자 협회	자율주행차량의 방대한 도입은 엄청난 실업 야기		· 움직이는 서비스 및 비즈니스로 확대 가능
보건단체	90% 사고절감으로 사상자 감소	그러나, 전기 자율주행차는 배터리 문제 및 부정적인 인식으로 채택이 불확실함	· 배터리 교환서비스 모듈을 통해 다른 모듈 충전 가능 → 배터리 문제를 해결함으로써 전기 자율주행차 시장의 확장으로 교통 및 환경오염 70% 절감
정부	90% 사고절감으로 교통/의료 비용 감소		
환경단체	전기 자율주행차의 도입으로 배기가스 감소		

369) https://www.next-future-mobility.com/analysis

○ (사용자 니즈 충족) 현재는 인간이 직접 운전하거나 자율주행차를 이용하더라도 인간운전자가 전방주시를 해야한다는 이유로 주행시간을 낭비하는 시간으로 여기기 때문에 Next의 모듈형 자율주행차는 주행시간을 개인시간으로 활용하려는 사용자의 니즈를 충족시킴



[그림 2-188] 기존 교통수단 대비 Next의 사용자 니즈 만족도 분석

[표 2-77] 현재(화석연료/인간주행 차량) 대비 미래(전기/자율주행 차량) 교통수단의 사용자 니즈에 대한 영향

사용자 니즈	현재(화석연료/인간주행 차량)	미래(전기/자율주행 차량)
환경 지속가능성	화석연료로 인해 환경오염 및 지구온난화가 발생하며, 이를 민감한 문제로 고려됨	전기차는 배기가스를 배출하지 않으므로 환경 지속가능성에 대한 니즈 충족 가능
경제적 효율성	석유값 증가 및 운전자 임금 증가로, 경제적 효율성에 대한 요구 증가	전기 갤런(Eslectric Gallon)이 가솔린에 비해 훨신 저렴하므로, 경제적 효율성에 대한 니즈 충족 가능
시간 효율성	운전하는 시간을 낭비하고 생각함	자율주행으로 개인시간이 확보되므로 더 이상 운전시간이 낭비되기 않기 때문에 고속에 대한 필요성 감소
편안함	현재는 주행시간을 낭비하는 시간으로 여기기 때문에 기타 니즈는 상대적으로 덜 중요하게 생각됨	주행시간동안 개인시간이 확보되므로 편안함과 서비스를 향후 크게 떠오르는 트렌드로 예상
엔터테인먼트 &네트워크		주행시간동안 작업, 소셜 네트워크, 엔터테인먼트에 대한 니즈 증가 예상
편재성(Ubiquity)		-
개인 맞춤형		-
접근가능성		고령인구 증가로 차량의 접근성에 대한 니즈 증가 예상
프라이버시		-

□ [시나리오] 이해관계자를 3가지(개인, 기업, 공공)로 분류하여 시나리오 구성

ㅇ (개인) 개인이 소유한 개인맞춤형 다용도 모듈 사용

ㅇ (개인/공공) (Social Pooling/Sharing) 모듈 소유자는 Next App을 통해 카셰어링/카풀링, 청소, 유지보수 서비스를 제공함으로써 수익 창출 → 개인이 관리하는 카셰어링/카풀링 소셜 네트워크가 '개인 대중교통 서비스'로 확장됨

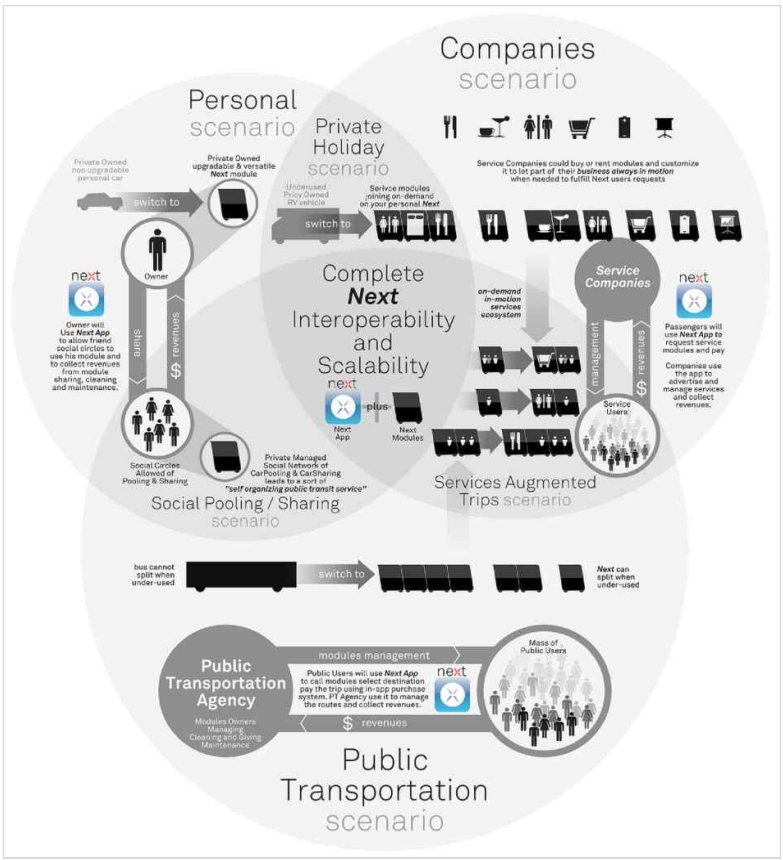
ㅇ (개인/기업) (Private Holiday) 개인 요구에 맞게 서비스 모듈을 결합하여 하나의 개인 캠핑카로 재구성

ㅇ (기업) 서비스제공 기업이 모듈을 구매 또는 임대하여 비즈니스에 맞게 재구성하며, Next 사용자의 요구사항/니즈를 충족시키는 움직이는 서비스 제공

ㅇ (기업/공공) (Services Augmented Trips) Next App을 통해 서비스제공 기업은 서비스 광고·관리·사용료 수금, 사용자는 서비스 모듈 요청 및 결제

- (공공) 유휴 모듈은 분리되어 대기하는 형태로 기존 버스보다 효율적임. 대중교통 업체는 모듈 소유자로서 모듈의 유지관리와 경로 감독을 통해 수익을 창출하고, 사용자는 Next App을 통해 목적지 등록, 모듈 호출, 결제 서비스 이용
- (시범운행) 2018년 두바이에서 각각 6.5m 부피에 달하는 2개의 시제품을 시험했으며 최고속도가 시속 90km로 측정됨. 내년 말까지 출시를 준비해 두바이 2020 엑스포 부지 내에서 방문객을 실어 나르기 위해 최소 4개의 모듈을 구비할 계획
- 두바이 도로교통청(RTA)에 따르면, 두바이는 2명당 1대 이상의 차량보유율을 가지며 뉴욕, 베를린, 런던 등 다른 주요도시보다 1인당 자동차 수가 훨씬 많음
- 이에 따라 두바이 정부는 교통과 기후 온난화를 줄이기 위한 새로운 교통기술을 찾기 시작, 2005년부터 지하철·전차·버스 노선을 포함한 인프라에 거의 1,000억 디르함(약 270억 달러)을 투자해 왔으며 현재 두바이 도시 내에서 드론택시와 운전자 없는 운송수단 실험 중임

ㅇ (기타서비스 제공) 모듈 내 스낵바, 화장실 등을 고루 설치하여 모듈차가 움직이는 동안 승객은 서비스 이용가능



[그림 2-189] 개인-기업-공공 간 시나리오

□ [예상되는 효과] 자율주행 기술의 장점을 최대한 활용하는 새로운 하드웨어 모빌리티인 Next pod을 도입함으로써 교통체증과 비용의 최적화 가능[370]

○ (경제적 문제 해결) IEA ENERGY꽉 차지않은(under-occupied) 차량으로 인한 교통체증은 경제적인 손실을 일으키며, 이를 해결한다면 미국의 경우 1,210억 달러(약 134조 원) 규모의 연료 비용을 절감할 수 있을 것으로 예상

○ (사회적 문제 해결) 통근에 소요되는 시간과 불편한 대중교통 이용으로 발생하는 손해는 연간 약 4,220억 달러(약 466조 원) 규모로 추정되는데, 이는 Next pod을 도입함으로써 해결이 가능할 것으로 예상

○ (수익 목표) Next는 향후 5개 대도시(두바이, 아부다비, 싱가포르, 상하이, 홍콩)에서 기존의 낡은 대중교통의 30%를 Next pod으로 대체하는 것을 목표로 하고 있으며, 이를 통해 약 250억 달러(약 27조 원)의 수익을 낼 것으로 예측

□ [현황] 특별한 활동 내역은 없지만 현재 Pre-order를 주문받고 있으며 내년 중순(21년) 상용화 가능하다고 명시[371]

370) http://www.javakhkservice.com/next-future-transportation.html
371) https://www.next-future-mobility.com/pre-order

ㅇ 2018년 두바이에서 6.5m 크기의 2개의 시제품을 시험했으며 최고속도는 90km/h로 측정, 두바이 2020 엑스포(`21년으로 연기) 부지 내 방문객 운송을 위해 최소 4개의 모듈 구비 계획

* 두바이 정부는 교통혼잡 및 기후온난화를 줄이기 위한 새로운 교통기술을 찾기 시작, 이 외에도 두바이 도시내 드론 택시와 운전자 없는 운송수단에 대한 실험 중



[출처] RTA(두바이 도로교통청)

[그림 2-190] (좌) Next pod 차량운영 예시, (우) 두바이에서 시범운행된 차량

거. 현대자동차 Elevate

□ [개요] CES 2019(국제 전자제품 박람회)에서 데뷔한 UMV* Elevate는 자연재해 발생 시 사람을 구하며 오프로드 차량의 한계를 넘는 새로운 컨셉카

* UMV(Ultimate Mobility Vehicle): 현대가 세계 최초로 만든 개념으로서 전기자동차와 로봇의 기술을 결합[372]

○ (정의) 자연재해 시 골든 타임을 놓치지 않기 위해 수색 구조 및 도움이 필요한 사람들에게 도달하여 즉각적인 도움을 주고 몸이 불편한 사람들 이송가능

○ (제작사) 현대 CRADLE

- (CRADLE) Center for Robotic-Augmented Design in Living Experiences의 약자로써 기존의 현대 벤처스 (벤처 기반의 혁신을 통해 신기술과 새로운 사업 모델을 발굴하는 조직)의 기능을 확대하여 새로운 비즈니스를 창출하는 조직, 요람(Cradle)이라는 의미처럼 유망한 스타트업이 성장할 수 있도록 새로운 아이디어를 키워낸다는 의미를 가짐[373]
- (위치) 미국, 서울, 이스라엘, 독일, 중국, 베이징
- (업무) 새로운 비즈니스를 창출하기 위해 활발한 투자 활동과 신기술(인공지능, 로봇, 스마트 시티, 에너지 등) 여러 분야에 투자 중
- (협력) 다수의 대학교, 벤처 투자사, 스타트업 엑셀러레이터 등과 밀접한 관계[374]



[그림 2-191] 현대 Elevate

□ [기술특징] 긴급 상황에서 구조시 혹은 일상생활에서 운송수단 가능

○ (원리) 특정 상황에서 다른 차체로 전환 가능한 모듈형 전기자동차 플랫폼 기반

372) http://autos.koreadaily.com
373) https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/article/hyundai-motor-groups-secret-weapon-for-the-future-hyundai-cradle/
374) https://brunch.co.kr/@hmgjournal/151

- (구조) 로봇 다리 구조 5개의 축으로 구성되어 있으며 포유류와 파충류의 보행과 어느 방향과 지형에서든 움직일 수 있고 관절전력이 차단되는 모드가 존재하여 배터리의 효율성을 극대화[375]
- (거리) 1.5미터의 수직 벽도 넘을 수 있고 1.5미터의 간격도 뛰어 넘는 것 가능

ㅇ (주행모드) 승객을 탑승시키고 거친 지형을 편안하게 주행가능

- (노약자 이송) 몸이 불편하거나 노약자의 호출 시 집의 현관까지 걸어가 자동으로 수평을 맞추고 승객은 휠체어에 탄 상태로 바로 탑승 가능[376]

□ **[현황 및 전망] 현재 특별한 현황은 없으나 로봇 기업 '보스턴 다이내믹스'를 인수하였기 때문에 실제 제작 가능성에 대한 긍정적 평가**

ㅇ (현황) 컨셉 발표 이후로 특별한 현황없음

- (2020) 5:1 규모의 프로토 타입은 존재하나 실물과 같은 완전한 프로토 타입은 아직 미개발

ㅇ (전망) 미래 모빌리티의 혁신을 위해 계속 연구할 것이며 최근 보스턴 다이내믹스를 인수하였기 때문에 본격적인 연구 전망 예상[377]

- (보스턴 다이내믹스) 소프트뱅크 그룹의 스마트 로봇 개발기업으로써 2020.12에 현대가 인수
- (예상 투입) 미개발 지역 탐사나 건설현상에서 활용[378]
- (구조대) 일반 도로가 없는 절벽이나 고속도로에서 부상당한 사람들을 구조

375) https://www.hyundainews.com/en-us/releases/2680
376)https://www.motor1.com/news/300142/hyundai-elevate-concept-revealed/
377) https://www.insidehook.com/daily_brief/vehicles/hyundai-walking-robotic-car
378) https://www.hyundai.com/worldwide/ko/brand/technology-with-a-human-heart

너. Ghost (Supercavitation)

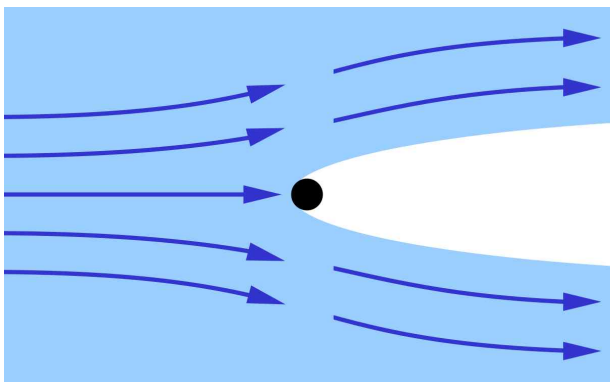
□ [개요] 수심 내에서 물체 주위에 거품을 인위적으로 만들어 물과의 마찰항력을 줄인 후 속도를 높이는 방식으로 운행되는 선체

○ (정의) 물체 주변의 흐름으로 인해 액체에 증기거품이 형성되는 현상인 Cavitation을 통해 마찰 항력을 감소시키고 빠른 속도로 이동 가능한 수중 잠수함

- (초공동 | Super Cavitation) 물체 주변에 액체 증기거품이 생기는 현상인 Cavitation을 이용해 물체의 바로 앞부터 cavitation 거품이 생기도록 설계된 고속 물체, 거품이 전체로 확장되어 잠수함과 물 사이의 접촉을 맞고 마찰을 감소 (기존에는 어뢰에 사용되던 기술)

○ (제작사) Juliet Marine Systems

- (목표) 소형 선박의 성능에 집중하며 상업용 및 방위용에서 최고의 성능을 제공하고 지속적으로 해양 시스템을 혁신 및 발전[379]



[그림 2-192] Supercavitation 원리

□ [기술특징] 초공동 효과를 통해 빠르게 운행 가능

○ (고속) 지지대 양끝에서 동력 엔진을 갖고 있고 각 엔진은 2000마력을 출력하여 빠른 속도로 운행 가동하며 super cavitation 효과를 이용[380]

- (super cavitation) 전방에 장착된 프로펠러 유닛을 통해 다가오는 물을 옆으로 밀어내며 이때 공기가 물의 틈새로 들어가는 공간이 발생하고 충분히 큰 거품을 생성하여 항력을 줄이고 선박이 고속으로 운행하게 함

○ (내부) 승객은 최대 16명의 승객 혹은 전투요원 착석 가능하고 별도의 화물칸 존재하여 무기나 물류 저장 가능

379) http://www.julietmarine.com/AboutUs.htm
380) https://www.militaryfactory.com/ships/detail.asp?ship_id=Juliet-Marine-Ghost-Stealth-Boat

ㅇ (두개의 지느러미) 프로펠러로 생성된 거품을 지나가며 떠있거나 물살을 가르는 역할



[그림 2-193] Ghost

□ [현황 및 전망] 중단되었다는 말은 없으나 뚜렷한 동향 찾기 어려움

ㅇ (현황) 현재 2004년부터 계속 설계 및 개발 중이라고 나오나 특별한 동향 파악어려움

- (2016) Ghost의 다른 버전인 Guardian 컨셉 공개, 유인 및 무인으로 모두 가능하며 해군의 임무를 수행하기 위함, 하이브리드 전기 디젤로 구동되며 완전히 잠수가능[381]

ㅇ (전망) 군사적 사용 뿐만 아니라 일부 사람들 대상으로 하는 교통수단 가능 [382]

- (VIP 수송) 일반 국민들 대상이기보단 특별계층, VIP 등의 이동수단 가능성
- (가격) 약 1000만 달러 (한화 약 100억)

381) https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3856542/Meet-underwater-ghost-ship-Stealth-military-machine-travel-high-speed-water-submerge-supercavitation-bubble-hit-similar-speeds-sea.html
382) https://www.militaryfactory.com/ships/detail.asp?ship_id=Juliet-Marine-Ghost-Stealth-Boat

더. Terrafugia TF-2

□ [개요] 비행기의 기능과 도로주행이 가능한 캐빈으로 구성되어 기존 이동과정을 단축시키는 새로운 운송수단

ㅇ (제작사) Terrafugia

- (소개) MIT 졸업생들이 미국 메사추세츠주에 본사를 둔 중국 소유의 기업으로 TF-2, Transition (전환) 두 가지의 비행기 제작
- (인수) Geely* 회사가 2017년도 Teraafugia 인수[383]

* Geely: 중국의 비상장 다국적 자동차 회사

□ [특징] 수직이착륙을 기본 기능으로 하되, 분리되는 캐빈이 존재하는 TF-2 존재

ㅇ (TF-2) 자동차 (캐빈)부분과 비행기(날개) 부분이 분리 및 결합되어 기존의 비행기 탑승 과정 시간을 절약하는 eVTOL 운송시스템[384]

- (추진시스템) 8개의 전기모터로 구성되고 초기에는 터빈 발전기 이후 기술 발전시 전체 전기배터리사용
- (속도 및 거리) 최대 시속 230km, 최대 300km 주행가능
- (사용예시) 승객은 도로주행 모드의 캐빈(포드 겸 자동차)을 타고 전용 허브로 도착한 후 비행기 날개 부분(드론)과 결합하여 수직이착륙 비행
- (2가지 용도 캐빈) 캐빈은 두가지 용도(승객용, 화물용)로 나뉘며 4인용 승객과 수하물을 실을 수 있으며 wifi사용이 가능하고 화물용 캐빈의 경우 당일 배송을 지원하고 물류시스템에 혁신을 가져올 수 있음[385]

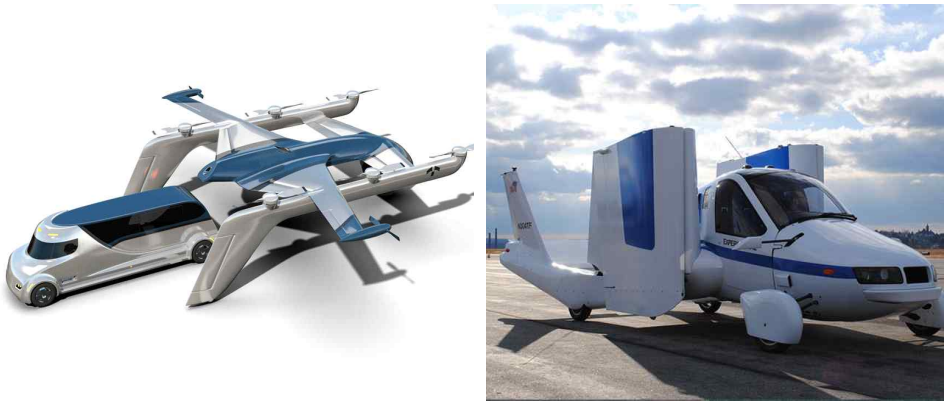
ㅇ (Transition) 한 대의 차량으로 두가지 여행모드를 즐길 수 있는 플라잉카이며 파일럿 1명 및 승객 최대 2명이 탑승 가능 [386]

- (속도) 최고속도 시속 161km
- (소요시간) 특정 버튼을 누르게 되면 1분안에 도로주행 모드에서 비행 모드로 전환
- (연료) 자동차 가스로 연료를 공급하며 전기모터를 장착하여 하이브리드로 사용
- (구성) 낙하산, 에어백, 안전벨트

ㅇ (TF-2A) Geely에게 인수된 후 2020.01에 새롭게 발표된 eVTOL 항공기[387]

383) https://www.scmp.com/business/companies/article/2120084/geely-buys-us-start-terrafugia-and-promises-flying-car-2019
384) https://terrafugia.com/tf-2/
385) https://terrafugia.com/wp-content/uploads/2018/10/TF2_Datasheet_RevA.pdf
386) https://terrafugia.com/transition/
387) https://evtol.news/news/geely-unveils-terrafugia-tf-2a/

- (연료) 전기에너지를 사용
- (자율주행) 현재는 조종사가 필요하나 자율주행 기술 완성될 시 자율주행으로 전환
- (속도 및 거리) 최대 시속 180km, 최대거리 100km
- (승객) 최대 2명 탑승 가능하고 동반 수하물 가능



[그림 2-194] (좌)TF-2 (우)Transition



[그림 2-195] TF-2A

□ [현황 및 전망] 기존 TF-2보다 TF-2A에 집중하여 연구 중

○ (현황) 인수 된 후 본격적인 연구 들어갔으나 TF-2에 대한 연구보다 TF-2A라는 새로운 연구가 주로 진행되며 스케일 모델 시범운행 후 활발히 연구중[388)]

- (2020.06) TF-2A 운영 인증을 획득하기 위해 계속해서 개발 중이며 프로토 타입을 최대한 가까운 미래에 출시 할 예정[389)]
- (2019) Geely에게 인수 된 후 중국에 연구개발팀을 구성하고 TF-2A의 연구개발을 시작한 후 12월 중순 스케일 모델 비행[390)]

○ (전망) 초기 사용은 비상시 혹은 특수 물류 운반에 적용하고 점차 항공 관광 및 도시항공 운송으로 전환하려고 하며 자율주행 기술이 완성될 시 자율주행으로 전환 예상[391)]

388) https://evtol.news/news/geely-unveils-terrafugia-tf-2a/
389) https://evtol.com/news/new-images-geely-terrafugia-evtol/
390) https://evtol.com/news/geely-terrafugia-tf2a-evtol/
391) https://evtol.com/news/geely-terrafugia-tf2a-evtol/

러. Clip-Air

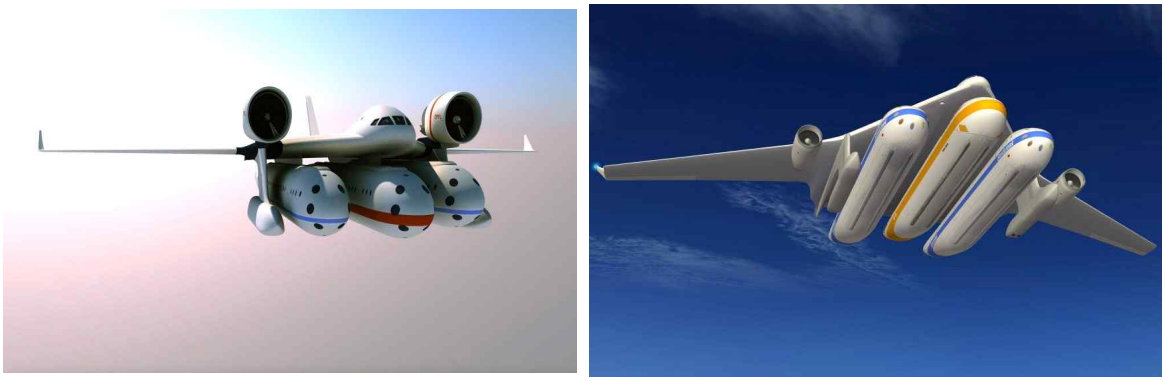
□ [개요] 탈착형 모듈 항공기로써 승객 및 화물을 운반할 수 있는 캡슐과 비행날개인 운송 모듈이 결합 및 분리 되는 것[392)]

○ (정의) 1개에서 최대 3개까지의 캡슐을 부착가능한 모듈 비행기로 캡슐은 철도의 역할을 대신하여 승객은 캡슐에 탑승하여 공항에 하차 가능

- (철도인프라) 철도 인프라와 호환가능

○ (제작 기관) 로잔 연방 공과 대학교 (EPFL)

- (소개) 스위스의 자연과학 및 공학 전문 대학교와 연구기관으로 2009년도 Clip-Air 제안



[그림 2-196] Clip-Air 예상 컨셉도

□ [기술특징] 아직 뚜렷한 기술은 존재하지 않음

○ (이용예시) 승객들은 특정 정류장에서 Clip-Air 캡슐에 탑승 후 날개가 부착되면서 필요한 곳으로 이동 가능하며 최대 3개의 캡슐을 목적지로 수송가능, 이후 목적지에 도착한 후 화물 캡슐과 결합한 후 다른 정류장으로 가서 분리 후 승객 캡슐을 다시 다른 목적지로 수송

○ (내부특징) 친환경 에너지를 사용 및 고장 방지를 위한 다중 모터 사용

- (연료) 구체적으로 지정된 것은 아니나 친환경 에너지 사용예정
- (다중모터) 다중모터를 통해 고장 방지
- (탑승 인원수) 하나의 비행날개를 통해 최대 에어버스 A320 (에어버스에서 개발한 일반 항공기) 3대 수용 인원수 만큼 탑승가능 (최대 450명)

□ [전망] 현재는 컨셉 비디오만 존재하는 동시에 특별한 현황은 찾기 어렵고 앞으로 기술

392) https://www.epfl.ch/research/domains/transportation-center/research-overview/aeronautics/modular-aircraft-clip-air/concept/

발전에 대한 미래 계획 아이디어 제안만 존재

ㅇ (예상 개발 단계) 상당한 시간이 소요될 것으로 예상되며 3개의 모든 캡슐을 사용하려면 약 40~50년 소요 예상

- (단계별 개발) 개인용 제트기 정도의 스케일 모델 제작은 약 5~10년 이내 개발 예정이며 그 이후로 비행날개 개발을 약 10~15년 걸쳐 완성, 캡슐 3개와 결합 가능한 최종 완성은 약 40~50년 소요 예상[393]

ㅇ (전망) 수용인원을 확대하면서 수익창출에 용이하고 확대된 물류 운송(자동차, 기계 등 부피가 큰 항목 가능)이 가능할 것

- (비용 경쟁력) 3개의 캡슐 수반 전제시 일반 표준 항공기보다 저렴하며 더 많은 수익 창출 가능 [394]
- (운송 시나리오) 승객과 동시에 확대된 물류 운송이 가능해질 것으로 예상
- (보수 작업 간편화) 캡슐부분과 날개의 분리를 통해 항공사의 항공기 관리 및 유지보수작업이 간소화되고 공항 내 지상 작업 개선[395]

머. Sky Tran

□ [개요] 자기부상 원리를 사용한 미래형 케이블카

ㅇ (정의) 케이블카의 형태이면서 자기부상 원리를 통해 트랙을 따라 빠르게 이동 가능

ㅇ (제작사) SkyTran

- (소개) 2011년 이스라엘의 IAI(Israel Aerospace Industries)와 미국의 NASA가 설립하였으며 미국 캘리포니아에 위치하며 텍사스에 본격적인 제작트랙 설치중, IAI, NASA와 파트너십 연구진행



[그림 2-197] SkyTran 컨셉도

393) https://www.epfl.ch/research/domains/transportation-center/research-overview/aeronautics/modular-aircraft-clip-air/concept/the-steps/
394) https://www.epfl.ch/research/domains/transportation-center/research-overview/aeronautics/modular-aircraft-clip-air/concept/potential/
395) https://www.epfl.ch/research/domains/transportation-center/research-overview/aeronautics/clip-air-concept/

□ [기술특징 자기부상 기술을 사용하며 기존 철도보다 저렴한 설치비용[396]]

ㅇ (원리) 자기부상 기술을 사용하여 전용 포드는 트랙을 조용하고 빠르게 이동가능

- (자기부상) 트랙과 포드의 마찰을 방지하기 위해 자기부상 원리 사용

ㅇ (연료) 전기에너지를 사용하여 배기가스 배출이 없음

ㅇ (캡슐) 소형 크기라서 필요한 인프라 시설은 최소의 지면 공간만 요함

- (디자인 및 승객) 공기역학적 형태로 디자인되며 2인승, 바퀴같은 부품없음
- (속도) 시속 70km로 예상하나 240km까지 가능할 것이라는 전망[397]

ㅇ (정차) 선택한 목적지에서만 정차하며 무정차 구간은 고속으로 이동

- (네트워크) 노선들이 서로를 간섭하지 않기 때문에 정차 없이 직진하거나 노선 변경 가능

ㅇ (트랙) 아주 적은 콘크리트 면적과 50m마다의 지지대 필요[398]

- (비용) 기존 지하철도 시스템의 경우 마일당 약 1억 6천만 달러였으나 스카이트란은 마일당 1,300만 달러 설치 가능으로 예상[399]
- (스케줄러 | 사고방지) 자동 스케줄러의 통신 시스템을 통해 포드가 손상된부분 감지 후 전송
- (JPEG | 감지) JPEG 형식의 데이터를 사용하여 급격한 변화 감지

□ [현황 및 전망] 계속해서 개발을 하고 있으나 뚜렷한 성과나 특별한 전망 없음

ㅇ (현황) 개발 협약에 대한 과거 기사들은 존재하나 19년도 이후로 뚜렷한 행보없음

- (2019) 두바이 도로 교통국 (RTA)와 MoU 체결[400]
- (2019) NASA Ames Research Center에서 개발한 기술을 기반으로 Israel Aerospace Industries와 제휴하여 이스라엘 남단에 설치 계약 [401]
- (2016) 나이지리아 라고스에 약 40km의 스카이트란 시스템을 구축할 것으로 계약[402]

ㅇ (전망) 2020.04 Reliance Industries Ltd (RIL)*은 SkyTran에 대한 지분을 26.31%로 확장하였기 때문에 계속해서 연구 개발 중으로 짐작[403]

* RIL: 인도에서 가장 큰 상장기업이며 석유, 천연가스, 통신, 소프트웨어 등 다양한 사업 진행

396) https://www.skytran.com/technology
397) https://www.industryweek.com/supply-chain/transportation/article/21963123/futuristic-elevated-transport-system-to-be-built-in-israel
398) Automatic Persistent Inspection of SkyTran Track System, Yair Wiseman
399) https://www.themanufacturer.com/articles/futuristic-skytran-levitating-pod-transportation-set-for-lagos-nigeria/
400) https://gulfbusiness.com/dubais-rta-signs-agreement-skytran-suspended-transport-systems/
401) https://www.timesofisrael.com/eilat-inks-deal-with-skytran-taking-step-toward-futuristic-pod-transport-system/
402) https://www.themanufacturer.com/articles/futuristic-skytran-levitating-pod-transportation-set-for-lagos-nigeria/
403) https://www.livemint.com/companies/news/ril-raises-stake-in-us-based-skytran-to-26-3-11588157023518.html

버. Super Train

□ [개요] 중국에서 개발중인 시속 600km의 속도의 자기부상 방식의 열차

ㅇ (정의) 일본의 주오 신칸센과 마찬가지로 자기 부상 방식을 사용하여 이동시간을 감소하기 위해 중국 정부의 주도하에 연구중인 열차

ㅇ (제작사) 중국 국영 철도 차량 공사 (CRRC)

- 매출 측면에서 세계 최대의 철도 차량 제조업체로, 중국 정부와 연구기관, 대학 및 30개의 기업이 협력하였으며 본 프로젝트에 약 150억 달러의 예산이 소요됨[404]

□ [특징] 자기부상 원리 사용

ㅇ (원리) 자기부상의 방식을 사용하여 열차는 레일 위 약 2인치 미만으로 공중에 뜬 상태가 되어 운행

ㅇ (속도) 4.5시간 및 기존 철도로 약 5.5시간 소요되었으나 Super Train은 3.5시간 소요예정[405]



[그림 2-198] 중국의 Super Train

□ [현황 및 전망] 현재 프로토타입 테스트는 완료되었고 2021년 생산 목표

ㅇ (현황 및 전망) 프로토타입의 시운행 및 테스트 완료

- (2021) 완전한 상업생산 목표 [406]
- (2020) 상하이 Tongji 대학에서 프로토타입 시운행과 200여가지 테스트 실행 완료[407]
- (2019) 중국 칭다오에서 프로토 타입 조립 시작 및 경량 열차 본체 개발, 자기부상 시험 센터 건설

404) https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-11-23/china-and-japan-race-to-dominate-the-future-of-high-speed-rail
405) https://edition.cnn.com/travel/article/china-highspeed-maglev-prototype/index.html
406) https://edition.cnn.com/travel/article/china-highspeed-maglev-prototype/index.html
407) https://www.dailymail.co.uk/news/article-8455279/China-completes-test-run-self-developed-maglev-train-travel-372-miles-hour.html

서. E-School Bus

□ [개요] Dominion Energy가 발표한 버지니아 전기 스쿨버스 이니셔티브와 함께 진행하는 전기 스쿨버스 프로젝트

ㅇ (정의) 2019년 발표된 전기 스쿨버스 이니셔티브의 일환으로 제작되는 전기 스쿨 버스

- (전기 스쿨버스 이니셔티브) 2050년까지 탄소배출량을 80%까지 줄이고 버지니아의 공기질 향상과 어린이 건강개선을 위해 향후 5년 동안 버지니아 도로에 최대 1,050대의 전기 스쿨버스를 배치[408]
- (전기 충전소) 버지니아 내 600개의 공공 충전소가 존재하며 학교 내에 충전소 제공 예정

ㅇ (제작사) Dominion Energy, 미국 버지니아에 본사를 둔 미국 최대의 에너지 생산 및 운송 기업으로 탄소 배출 감소를 위해 노력하고 다양한 친환경 에너지 프로젝트 진행

□ [특징] 전기 스쿨버스를 추가비용없이 각 학교에 교체 지원하며 V2G 기술 실현

ㅇ (진행 단계) 전기스쿨버스의 배치는 초기 단계와 2단계, 3단계로 목표 설정[409]

- (초기 단계) 2020년 말까지 서비스 지역 내 50개의 버스를 가격변동 없이 전기버스로 교체
- (2단계) 주의 승인을 받아 2025년까지 약 1000대의 전기스쿨버스를 제공, 2단계 구현시 버스의 배터리들은 약 10,000개 이상의 가정에 전력을 공급할 수 있는 에너지 제공
- (3단계) 2025년까지 모든 디젤 버스의 50%를 교체하고, 2030년까지 100% 전기버스로 교체

ㅇ (원리) V2G 기술과 전기배터리 기술

- (V2G 기술) Vehicle to grid의 줄임말로 전기차 배터리들간의 전력망을 연결하는 전력 연결망 개념, 전기차 배터리에 전기요금이 저렴할 때 충전해서 전력을 비축해두고, 전기 요금이 비쌀 때 역송전하여 되파는 것. 충전 및 사용 후 남은 전기를 전력망으로 송전 판매하는 방식(움직이는 전기에너지 저장장치 개념)[410]
- (전기배터리) 배터리 수명은 버스 자체 수명 (약 15년)과 함께 지속되도록 보증[411]
- (에너지 그리드 프로젝트) 그리드란 전기가 발전원에서 소비자에게 전달되는 상호 연결된 전력망을 의미[412]

ㅇ (판매계획) 참여학교는 디젤 버스와 동일한 비용으로 전기스쿨버스를 구매 가능하며 관련 장비들과 충전소는 학교에 무료로 제공[413]

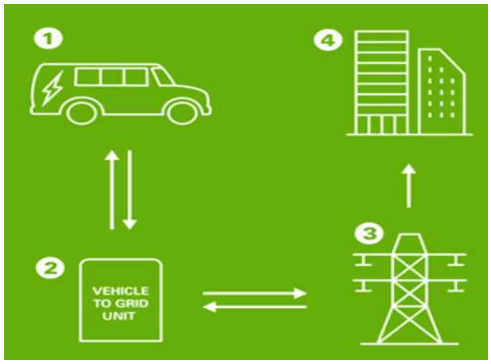
---

408) https://www.prnewswire.com/news-releases/dominion-energy-proposes-largest-electric-school-bus-initiative-in-the-country-300909228.html
409) https://www.prnewswire.com/news-releases/dominion-energy-proposes-largest-electric-school-bus-initiative-in-the-country-300909228.html
410) 대한전기협회, V2G 적용 사례 및 국내 시설기준 제정 방향 http://www.kea.kr/elec_journal/2015_7/7.pdf
411) Dominionenergy, https://www.dominionenergy.com/electricschoolbus
412) 한국전력 블로그, https://blog.kepco.co.kr/1539

- (가장 큰 규모) 미국의 가장 큰 규모의 전기 스쿨 버스 배치



[그림 2-199] Jouley 전기 스쿨 버스



① 전기에너지를 사용하는 버스는 휴대용 배터리로서 사용 가능
② 차량을 사용하지 않을 때 에너지 자원으로 활용가능
③ 에너지 수요 높을시 배터리는 안정성 제공
④ 정전 혹은 비상시 배터리는 이동식 발전소 역할

[그림 2-200] V2G 기술을 이용한 예시

□ **[현황 및 예상효과] 2020년 50대의 전기 스쿨버스를 일부 학교에 제공하였고 이후 단계 논의 중**

○ (현황) 전기 스쿨버스 단계 중 초기단계 완료

- (2020.10 | 전기 스쿨버스 Jouley) Thomas Built Buses(미국의 자동차 및 스쿨버스 제조업체)와 함께 전기 스쿨버스 50대 제공, 3시간의 완충시간이 걸리고 약 135마일의 주행을 제공하며 V2G 가능한 220kWh 배터리 탑재[414]

- (Smart Charging Infrastructure Pilot Program | 승인) 버지니아의 전기 자동차 구입을 지원하고 충전소 및 기타시설 설치 프로그램 승인[415]

○ (예상효과)

- (환경적 효과) 디젤버스 1대를 교체할 시 매년 온실 가스 배출량을 54,000파운드 감소 가능하며 완전히 시행될 시 2025년은 연간 5,000대 이상의 차량을 도로에서 제거하는 효과 예상

- (절감효과) 운영 및 유지 관리 비용도 낮아지므로 운영 관리 비용을 60% 절감 가능하고 학교는 학생, 교사 및 학습에 더 많은 투자 가능

413) https://www.dominionenergy.com/electricschoolbus
414) https://cleantechnica.com/2020/11/13/new-electric-school-buses-in-virginia-massachusetts/
415) https://www.dominionenergy.com/-/media/pdfs/virginia/save-energy/scip-faqs.pdf

어. eBussy

□ [개요] 'Not Car, but More (자동차 그 이상)' 슬로건과 함께 전기 모듈식 버스 시스템 제공

ㅇ (정의) 전기배터리를 사용한 모듈식 차량 및 버스 시스템

ㅇ (제작사) 독일의 전기차 스타트업 Electric Brands

□ [특징] 특별한 기능은 없으나 전기 배터리를 사용하여 용도에 맞는 차량을 선택가능

ㅇ (기능) 10~30kWh의 전기 배터리 탑재하며 모델마다 차이가 있지만 최대 24개의 배터리팩 탑재하며 해당 부품은 삼성 SDI에서 주로 생산[416]

- (충전 및 시간) 충전시 차량 지붕의 태양광 패널로 충전가능, 완충 3시간 소요[417]
- (최대 범위 및 중량) 최대 800km 운행 가능하며 450kg의 중량
- (방전) 방전된 배터리를 미리 충전해둔 배터리로 교환할 수 있는 배터리 교환소 설치 예상[418]
- (비고) 도시와 단거리 주행을 염두에 두고 설계되었으므로 특출난 성능 사양은 없음[419]

ㅇ (다양한 종류) 기본적인 유형(도로, 오프로드)을 선택한 후 라이프 스타일에 맞게 선택 할 수 있는 여러 종류의 버스로 구성[420]

- (일반버스) 완충시 200km 운행 가능하며, 태양열 루프를 통해 에너지 충전, 19,600유로
- (덤프트럭, 오프로드) 완충시 약 600km 운행 가능, 태양열 루프 존재, 22,300유로, 18,200유로
- (운송용) 운송 모듈과 트렁크 모듈존재하며 최대 600km범위, 최대 1000kg 탑재가능, 태양열 루프 존재. 19,600유로
- (픽업용) 캐빈과 별도의 픽업 플랩 존재, 위와 동일, 18,500유로
- (캠핑용) 캠핑모듈이 존재하며 냉장고, TV, 싱크대 등 존재하며 26,800유로



[그림 2-201] eBussy

416) https://www.electrive.com/2020/08/06/electric-brands-reveals-the-ebussy-modular-ev-for-2021/
417) https://www.thedrive.com/news/35104/adorable-ebussy-ev-is-the-best-volkswagen-bus-not-built-by-vw
418) https://www.thedrive.com/news/35104/adorable-ebussy-ev-is-the-best-volkswagen-bus-not-built-by-vw
419) https://robbreport.com/motors/cars/electric-brands-ebussy-ev-2942742/
420) https://electricbrands.de/ebussy/

□ [현황 및 전망] 현재 예약 주문 진행중이고 5년간 150,000대가 판매될 것으로 예상[421)]

ㅇ (현황) 현재 홈페이지에서 예약판매 진행중이며 2020.12건의 4883건의 예약이 있으며 가장 인기있는 종류는 캠핑카모델[422)]로, 2021년에 배송 예정

ㅇ (전망) 판매적인 측면에서 기존 자동차회사와 협력을 우선으로 하며 기존의 완성차 제조업체인 현대, 오펠 등의 차량을 판매하는 딜러들이 쇼룸에 eBussy를 입고시키고 싶어하며, 동시에 Eletric Brands는 독일의 80개 쇼룸을 목표로 하고 있음

저. Air Bus Vahana

□ [개요] 자율주행이 가능한 전기 수직이착륙 (eVTOL) 비행기

ㅇ (정의) UAM용 자율 주행 전기 수직 이착륙 비행기로서 훗날 사용될 에어택시 등에 대한 연구 차원의 프로젝트로 제작, CityAirbus를 연구하기 위한 하위 규모 모델

ㅇ (제작사) AirBus의 Acubed

- (소개) 유럽(네덜란드)의 항공기 제작회사 Airbus가 미국 실리콘 밸리에 세운 이노베이션 센터[423)]
- (연구) 주로 자율주행 항공 모빌리티, 머신러닝 시스템등 미래 항공 모빌리티에 대한 연구

ㅇ (Airbus Urban Mobility) Vahana는 도시 항공 모빌리티 프로젝트에 정보를 제공하기 위한 목적으로 설계된 프로젝트[424)]

- (개요) 2018년부터 최첨단 상업용 도시 항공 모빌리티 서비스를 업그레이드 하기 위해 만들어진 프로젝트
- (기술) 전기 수직 이착륙 비행기의 개발
- (영공관리) 에어택시 및 배달드론을 포함한 새로운 항공기가 우리미래의 하늘에 안전하게 운행할 수 있도록 필요한 핵심 인프라를 설계, 개발 및 구축
- (규제 프레임워크) 공공 및 민간 이해관계자와 협력하여 사회적 이익을 달성할 수 있도록 필요한 규제 및 공동 프레임워크를 설정
- (인프라) 새로운 모빌리티 시스템과 기존 도시 교통 네트워크를 원활하게 통합하는 인프라 솔루션을 개발

421) https://www.electrive.com/2020/08/06/electric-brands-reveals-the-ebussy-modular-ev-for-2021/
422) https://electricbrands.de/en/?fbclid=IwAR18BtexC6MD4LMBbn6AE9pqLISd2zkDh54HU6GU0z_KKpQJeAs83HGWsP0
423) https://acubed.airbus.com/
424) https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility.html

□ [기술특징] 수직 이착륙과 함께 전기배터리를 쓰며 자율 주행 혹은 원격 조종가능

ㅇ (항공기 사양) 약 726kg의 무게를 가지며 2.81m의 높이와 6.25m의 가로길이 구성[425)]

- (구성) 38kWh 배터리, 8개의 전기모터, 단일 승객 탑승가능한 캐빈, 스마트 센서(자율주행)
- (속도) 190km/h가 평균 속력이며 220km/h가 최대 속력

ㅇ (운행기술) 기본적으로 이착륙시 수직으로 진행하며 앞으로 회전하는 로터를 통해 기존의 비행 방식을 일부 따르고 자율 주행 및 원격 조종이 가능

- (활주로) 제자리에서 바로 수직으로 이륙, 전용 포트나 활주로의 필수사항 없음



[그림 2-202] Airbus Vahana

□ [현황 및 전망] 미래 모빌리티를 위한 연구 프로젝트였기 때문에 최종 시범 운행 후 종료

ㅇ (현황) 약 3년 간의 프로젝트였으며 2019.11 마지막 테스트 이후 종료

- (2019.11.14) 미국 오레곤에서 최종 비행테스트를 진행하여 플래그십 프로그램 종료하였고 3가지 주요 목표 달성, ①완전 전기 수직 비행 ②공중 및 지상의 위험에 대한 실시간 탐지 기능 포함 ③운영 비용 및 인증요구등 비즈니스 가능성 인증[426)]
- (2019.05) 81회의 비행테스트를 수행하고 157km 정도를 완전 자율 비행[427)]
- (2018.01) FAA의 안전 평가 후 제작 승인

ㅇ (전망) 시험테스트를 통해 수집한 정보들을 추후 Airbus의 모빌리티에 적용할 것

- (종료) Vahana는 판매되는 것이 아니라 추후 나올 Airbus를 위한 연구로 일단 마감 [428)]
- (관련 이용) 훗날 화물 운송, 응급 서비스, 수색 및 구조 현장등에서 사용가능할 것으로 예상[429)]

425) https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility/vahana.htm
426) https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility/vahana.html
427) https://acubed.airbus.com/blog/vahana/our-story-part-4/
428) https://acubed.airbus.com/blog/vahana/a-celebratory-bittersweet-moment-vahanas-final-flight/
429) https://transportup.com/airbus-vahana/

처. Air Bus CityAirBus

□ [개요] 원격조종 전기 수직 이착륙 비행을 하는 4인승 멀티콥터 에어택시

○ (정의) 도시항공의 이동을 위해 설계된 Vahana의 상위 규모 모델이며 에어택시의 한 종류

○ (제작사) 유럽 (네덜란드) 의 유명 항공기 제조업체 Airbus



[그림 2-203] Airbus의 CityAirbus

□ [기술특징] 덕트방식의 멀티콥터를 사용하고 지정된 위치에서만 운행

○ (사양) 덕트 방식의 4개의 멀티콥터, 전기모터가 작동하는 8개의 프로펠러[430]

- 120km/h의 속력으로 최대 15분의 고정경로에서 자율주행으로 주행이 가능하며 동시에 4명의 승객 수용가능하고 무게는 2.2t임, 또한 배터리는 분리되는 형태로 운행 후 완충된 배터리로 교체

○ (주행방법) 일반택시처럼 원하는 주소로 자유 비행하는 형태가 아닌, 지정된 위치에서 지정된 경로로 이착륙 및 운행을 수행함 (셔틀개념)[431]

□ [현황 및 전망] 코로나로 인한 타격은 있지만 계속해서 연구중이며 상용화는 2023년 예정

○ (현황) 2018년부터 지상테스트가 시작되었고 2019년 비행테스트 성공, 계속해서 연구중

* 독일에서 공개 비행 시연 성공 (2020.07)

○ (전망) 자율주행의 완전한 규제와 기술이 준비되기 전까지 조종사를 고용하여 시장에 진입 할 수 있도록 하며 관련 환경이 갖추어지면 자율주행으로 전환[432]

- 인증 및 상용화는 2023년 예정 중이며 전기 배터리 대신 수소에너지 사용에 대한 가능성 존재[433]

430) https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility/cityairbus.html
431) https://www.br.de/nachrichten/bayern/flugtaxi-von-airbus-hebt-ab,S5GiA14
432) https://evtol.news/airbus-helicopters/
433) https://www.br.de/nachrichten/bayern/was-das-airbus-flugtaxi-kann-und-was-es-mal-koennen-soll,S5lCJzY

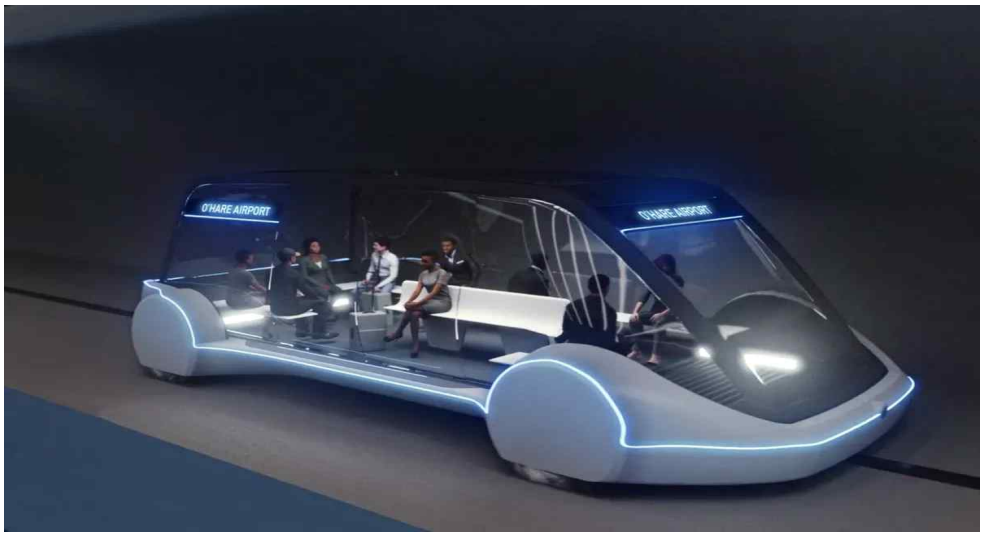
커. O'Hare Express

□ [개요] 시카고 시내의 오 헤어 공항을 빠르고 편리하게 사용가능한 대중교통

ㅇ (정의) Chicago Express Loop라는 이름을 통해 시카고 시내의 오헤어 공항과 블록 37사이를 빠르고 편리하게 사람들을 운송

ㅇ (제작사) The Boring Company (TBC)

- (소개) TESLA의 CEO인 일론 머스크가 설립한 회사이며 교통 체증을 해결하기 위한 프로젝트들을 진행 중이며 대표적으로 루프, 터널 사업등이 존재



[그림 2-204] O'Hare express Loop



[그림 2-205] O'Hare Express (정류장)

□ [기술특징] 터널을 설치하여 자율적으로 움직이는 AEV에 탑승하여 이동

ㅇ (운행방법) 승객은 AEV*에 탑승하여 메인터널을 통과하고 하차 및 출입을 위해 사이드 터널(측면

별도 설계)을 사용하여 멈춤없이 최종 목적지에 도착[434]

* AEV: 테슬라 모델X를 기반으로 제작된 자율주행 차량

- (이용예시) 루프를 설치하고 루프와 호환되는 차량 AEV를 통해 시간당 최대 155마일 속도로 이동 가능한 고속 지하 대중교통 시스템, AEV는 매 30초마다 역을 떠남[435], 즉 지하철로 비유하면 100개의 정류장이 존재한다고 가정 시 100번 정차해야 하기 때문에 이동시간이 길어지는 반면 루프 승객은 중간역에서 멈추지 않고 원하는 정류장에서 옆으로 빠지게 됨

ㅇ (루프) 3가지 유형의 스테이션으로 구성되며 시간당 10,000명의 이동을 목표로 함[436]

- 지하터널형, 노천형, 도로 위 유형이 존재하며 오헤어의 경우 지하터널형으로 구성되며, 지하철보다 지하 고속도로를 닮은 고속 대중교통 시스템으로 요금은 대중교통요금과 비슷한 수준으로 계획중
- 표준 대중 교통 시스템과 달리 루프 차량은 적은 수의 승객을 운송하므로 공기 중 바이러스에 노출 될 위험을 줄일 수 있으며 운행 중간마다 청소와 소독진행하여 코로나대비에 용이
- (하이퍼루프와의 차이) 하이퍼루프는 진공 밀폐 터널 내에서 시속 600km이상으로 운행되는 반면 루프는 더 짧은 경로와 더 느린 속도로 이동, 다만 기본 루프들은 훗날 하이퍼루프로 전환 대비하여 설계

ㅇ (AEV) 개조된 테슬라 모델X를 기반으로 제작된 자율주행 차량이며 NHTSA의 최고등급인 별 5개 획득[437]

- 240km/h의 속도와 전기배터리로 구동되는 무공해 차량인 동시에 온도 조절 및 Wifi 기능 탑재

ㅇ (루프 터널) 루프는 전기 기반의 고속 지하 대중 교통 시스템으로 승객은 호환되는 자율 전기 차량(AEV)을 통해 역 사이의 터널들을 지나가며 시간당 최대 150 마일로 이송

- (사용 이유) 표면 소음과 진동이 없으며 통행 제약이 적기 때문에 승객에게 편안함을 줄 수 있고 빠른 속도가 가능하며 날씨의 영향을 받지 않음

ㅇ (속도) 오헤어 공항에서 시내까지 이동하는데 12분 소요. 기존 교통시스템보다 3~4배 빠름[438]

□ [현황] 2018년까지 공사에 착수한다는 이야기가 있었으나 2019년 이후로 중단됨

ㅇ (2018.06) 전 시장인 람 엠마누엘은 머스크와 O'hare 시스템 구축 발표

ㅇ (2019) 라이트풋 시장이 역임하면서 진행목록에서 제외되었고 이미 관련 역을 건설하였으나 중단되면서 생긴 미완성 지하시설이 대중 교통으로 사용될 수 없기 때문에 사용된 연방 보조금을 상환해야 할 가능성 존재[439]

---

434) https://www.boringcompany.com/faq
435) https://www.boringcompany.com/chicago
436) https://www.boringcompany.com/faq
437) https://www.boringcompany.com/faq
438) https://www.boringcompany.com/chicago
439) https://chi.streetsblog.org/2019/12/16/cheer-up-clevelanders-the-ohare-express-is-dead-and-you-can-kill-the-hyperloop/

터. Airquad One

□ [개요] 대중교통 및 중공업화물 드론으로서 유인, 무인 운전이 가능하며 덕트 팬을 탑재, 기반으로 하는 드론형 교통수단 컨셉카

○ (정의) 2017년 국제 파리 에어쇼에서 처음으로 소개된 수직이착륙 플라잉카로서 덕트 모터를 사용하여 대중교통(에어택시)와 더불어 중공업용으로도 사용가능

○ (제작사) Neva Aerospace

- (소개) 영국에 기반을 둔 유럽 컨소시엄이며 무인항공기, 무인 항공화물, 항공 로봇 플랫폼 등의 기술을 개발

□ [기술특징] 전기 수직이착륙을 지원하는 컨셉

○ (사양) 최대 30km/h에서 약 30분 정도의 짧은 운행이 가능한 단거리 전기 동력 플라잉카[440]

- (디자인) 20개 가량의 팬이 존재하며 오픈형 조종석 존재
- (높이) 지상 위 3,000피트까지 올라 갈 수 있음

□ [현황] 컨셉 공개 이후로 별다른 동향 없음

○ (현황) 2017년 이후로 프로토 타입이나 다른 발표 없음[441]



[그림 2-206] AirQuad One

440) https://economictimes.indiatimes.com/industry/transportation/airlines-/-aviation/this-is-how-you-will-be-flying-in-the-future/airquad-one/slideshow/65645177.cms
441) https://transportup.com/neva-airquad/

퍼. Flying Hotel Pods

□ [개요] 드론을 타고 이동을 하며 관광까지 할 수 있는 컨셉형 드론

ㅇ (정의) 항공 이동수단이 되며 동시에 호텔의 역할을 할 수 있다는 컨셉 드론

ㅇ (제작사) HOK

- (소개) 홍콩의 글로벌 건축회사로, 특별한 현황 없음

□ [특징] 전면 투명재질로 제작되어 관광에 용이[442)]

ㅇ (사양) 성인 2명이 들어갈 수 있는 객실이 포함되는 약 19제곱미터의 드론

- (재질) 항공 우주 합금을 사용하고 고분자를 사용하여 투명하게 제작 예정
- (버튼) 이동용으로 사용하다가 버튼을 터치하면 침대로 바뀌며 사이드 테이블엔 싱크대, 샤워기 등 탑재

ㅇ (이용예시) 드론 유닛 내부에서 여행 및 이동 경로를 선택하여 세렝게티, 그랜드 캐년 같은 세계 곳곳의 명소에 방문가능

ㅇ (작동방법) 중앙 내비게이션 시스템에 의해 작동



[그림 2-207] Flying Hotel Pods

442) https://www.dezeen.com/2016/07/22/hok-driftscape-flying-hotel-pods-drones-access-remote-holiday-destinations/

허. GyroScopic

□ [개요] 도시 주변을 이동하는 부유식 플랫폼을 기반으로 하는 미래형 운송수단 컨셉

ㅇ (정의) 중국의 스태들링 버스와 비슷한 방식으로 교통체증이 심한 도시문제 해결책을 도로위 자동차 위를 통과하는 방식으로 해결하는 교통수단 컨셉

- (차이점) 자이로 스코픽은 높이조절 가능하며 곡선도로를 매끄럽게 운행가능

ㅇ (제작사) Dahir Insaat (러시아 엔지니어 Dahir Insaatrk가 설립, 다양한 건축 기술을 개발하는 터키기업)



[그림 2-208] Gyroscopic 컨셉도

□ [기술특징] 차선 사이의 특수 레인을 따라 주행하며 높이를 조절하며 적절한 운행

ㅇ (운행방식) 기존의 도로 인프라에 적합하면서도 아래의 일반 자동차 교통 흐름에서 독립적으로 유지[443]

- (높이조절) 대부분의 자동차를 안전하게 지나갈 수 있도록 지지대는 높이조절 가능

ㅇ (내부디자인) 표준 비행기 스타일의 좌석을 갖고 있으며 일부는 라운지, 스낵바등 다양한 서비스 공간을 포함[444]

443) https://weburbanist.com/2017/08/25/gyroscopic-public-transit-concept-hovers-above-traffic-at-varying-heights/
444) https://www.theverge.com/2017/8/27/16203096/traffic-gyroscopic-vehicle-concept-ridiculous-ideas-video-watch

고. Moving Platform

□ [개요] 무빙 플랫폼은 승객이 이동하는 트램이나 고속 열차에서 다른 전차로 직접 환승할 수 있는 네트워크 컨셉

ㅇ (정의) 이동플랫픔으로서 고속철도와 함께 운행, 고속철도 운행시 무빙플랫폼이 접근하면 철도는 속도가 느려지고 무빙플랫폼은 빨라지면서 둘의 속도를 조율하고 환승가능

ㅇ (제작사) PriestmanGoode으로 영국의 항공 디자인, 운송, 항공 및 환경 설계 분야 기업



[그림 2-209] Moving platform 컨셉도

□ [특징] 달리는 고속철도와 도킹한 후 승객이 자유자재로 이동[445)]

ㅇ (도킹시스템) 고속철도가 속도를 줄이게 되면 무빙플랫폼과 도킹 시스템을 통해 물리적으로 연결되어 승객이 고속열차로 직접 이동할 수 있고 그 반대의 경우도 가능

- (환승완료) 환승완료시 무빙플랫폼은 열차에서 내린 승객과 함께 시내 혹은 도심으로 복귀 혹은 다른 고속 열차로 이동

ㅇ (철도 속도) 고속철도의 속도를 늦출 것이라는 우려가 있지만, 최고 속도로 달리다가 잠시 제한된 시간동안 감속시키는 것이기에 큰 문제가 없으며 완전 정차보다 에너지 절약가능

ㅇ (효율) 승객은 승하차시 많은 시간을 소요하게 되는데 이동플랫폼 사용시 기차에서 완전 하차를 하지 않더라도 쉽고 빠르게 이동가능

- (자동차 사용량) 도심으로 이동하기 위한 자동차 사용량을 줄이는 데 도움 가능
- (물류 운송) 현지 배송 및 화물에도 사용가능하며 도시의 혼잡을 완화하는 데 도움

445) https://www.priestmangoode.com/wp-content/uploads/2014/12/PG-Moving-Platforms-Press-Release.pdf

노. cTrain(caterpillar)

□ [개요] 도시 대중 교통 솔루션의 새로운 개념으로서 아치형의 트랙에서 달리는 트램 열차 컨셉

○ (제작) Indian Institute of Technology (IIT) Delhi의 토목 엔지니어 Upadhyaya와 MIT의 연구원 Emil Jacob



[그림 2-210] C-Train 컨셉도

□ [기술특징] 빠른 속도로 적은 인원들을 이송하며 아치형 지지대가 필요

○ (설치) 폭 5m 의 좁은 거리에서 운행가능하고 아치형 지지대 필요하며 최대 12대 예상[446)]

- (운행) 약 10~15초 간격으로 새로운 열차 출발가능, 시속 100km 예상, 소음없음
- (자율주행) 운행은 별도의 조종사 없이 자율주행으로 가능

○ (수용인원) 약 24명의 승객 탑승가능

○ (예상 비용) 지하철 100m비용으로 C-Train용 선로 1500km 개발[447)]

- (열차) 1대당 제작비용은 평균 자동차 1대(약 3만달러) 가격 이하로 추정

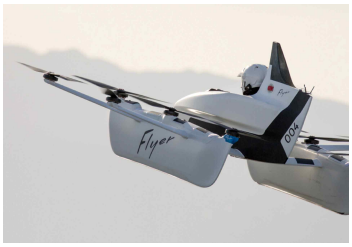
446) https://www.theweekendleader.com/Innovation/2518/sky-riders.html
447) https://www.theweekendleader.com/Innovation/2518/sky-riders.html

도. Cora, Flyer, Heaviside

□ [개요] 통근과 도시 여행의 미래를 변화시킬 쓰일 수 있는 생활용 수직이착륙 비행기 시리즈

○ (제작사) Wisk (Kittyhawk, Boeing)

- (소개) Kittyhawk는 2010년에 설립된 미국의 UAM 위주의 회사로 Boeing과 함께 2019년 Wisk라는 새로운 회사 합작 투자를 설립[448]



[그림 2-211] Cora-Flyer-Heaviside

□ [특징 | Cora] 세계 최초의 완전 전기 자율비행 에어택시로 2017년 처음 공개된 2인용 전기 수직이착륙 에어택시

○ (사양) 12개의 독립 전기 프로펠러와 3개의 pusher 프로펠러 존재

- (활주로) 헬리콥터처럼 떠오르기 때문에 활주로는 불필요
- (안전 낙하산) 급하게 착륙해야할 때를 대비한 낙하산 장착
- (고도 및 속도) 약 1500피트 위로 비행 가능하며 시속 160km

○ (시범운행) 1,000회 이상의 비행을 기록하고 있으며 뉴질랜드 민간 항공국 (CAA)와 협력중[449]

- (규제 인증 협력) 뉴질랜드 민간 항공국(CAA), 미국 연방 항공국 (FAA)의 실험적 감항 인증서 보유 중이며 상업시장에 진입할 수 있는 추가 인증을 위해 CAA와 협력 중

□ [특징 | Flyer] 초경량의 전기수직이착륙(eVTOL) 비행기

○ (사양) 10개의 수직형 프로펠러와 10개의 전기 모터를 사용하는 1인용 전기 이착륙 비행기[450]

- (고도 및 속도) 최대 고도는 3m 순항속도는 32km/h
- (비행시간) 12~20분
- (무게) 250파운드

○ (시범운행) 111대를 제작하고 75명이 넘는 사람들이 테스트 진행하며 25,000회 이상 비행성공[451]

448) https://evtol.news/kitty-hawk-cora/
449) https://wisk.aero/cora/
450) https://evtol.news/kitty-hawk-flyer/

ㅇ (한계) 성공적인 비즈니스 창출 어려움[452]

□ [특징 | Heaviside] 1인승 전기이착륙(eVTOL) 비행기이며 Kittyhawk가 연구 중

ㅇ (사양) 8개의 전기 프로펠러가 존재하는 1인승 저소음 전기 이착륙 비행기로 Flyer 연구 내용을 바탕으로 Kittyhawk가 진행하는 새로운 프로젝트[453]

- (수직이착륙) 활주로 대신 30피트x30피트의 영역이 필요
- (에너지) 테슬라 S모델과 비교시, S모델의 주행거리당 소요되는 전기에너지의 절반미만 정도로 소요
- (소음) 35데시벨 정도의 소음수준으로 도시 및 교외의 소음과 비슷, 이륙 시 30초 이내만 소음 발생
- (거리 및 속도) 100마일, 180mph 속도

ㅇ (안전) 맞춤형 항공기 복구 낙하산 탑재

□ [현황] Cora와 Heaviside는 활발히 연구중이며 Flyer는 프로젝트 종료

ㅇ (현황 | Cora) 코로나 이전까지 1,300회 이상 테스트를 진행하였고 자율 주행만 가능하게 제작 중

- (2020.11) NASA와 Wisk의 파트너십 체결. UAM운영을 위한 주요 지침을 개발하고 인증 및 표준 개발에 대한 과제를 해결 하기 위함
- (2020.06) 코로나 때문에 중단된 테스트를 다시 재개[454]
- (2020.01) 별도의 조종사 없이 자율주행만 가능하도록 제작 예정, 2인승보다 더 크게 만들 의향 있으나 확실한 계획 미공개[455]

ㅇ (현황 | Flyer) 2020.06으로 Flyer 프로젝트 종료

ㅇ (현황 | Heaviside) 2019년 처음으로 배포되었으며 2020.06 이후로 활발한 연구

451) https://kittyhawk.aero/blog-post/our-next-chapter/
452) https://techcrunch.com/2020/06/03/kitty-hawk-ends-flyer-program-shifts-focus-to-once-secret-autonomous-aircraft/
453) https://kittyhawk.aero/heaviside/
454) https://wisk.aero/blog/wisk-resumes-flight-testing-with-self-flying-air-taxi/
455) https://evtol.news/kitty-hawk-cora/

로. SkyDrive

□ [개요] 저비용, 저소음, 자율주행이 가능한 플라잉카

○ (정의) 2014년부터 진행한 플라잉카

○ (제작사) Cartivator(Skydrive)[456]

- (소개) 일본의 전기수직이착륙(eVTOL)회사로 2012년 처음으로 설립된 이후 CATRIVATOR의 자회사 SKYDRIVE를 2018년도 창립하였으며 UAM시대를 맞아 2020년 이후부터 실제 사용가능한 수직 이착륙 항공기를 개발하는 것이 목표



[그림 2-212] (좌) Skydrive (우) 화물 드론

□ [특징] 세상에서 가장 작은 전기 수직 이착륙 모델로 설계

○ (Skydrive | 사양) 4m정도의 길이를 가지며 전기배터리를 사용하며 최대 2명이 탑승가능

- (속도) 비행모드 100km/h, 드라이브 모드 60km/h[457]로 최대 500m이동 가능[458]

○ (화물드론 | 사양) 길이 1.3M를 가지며 비행속도 36km/h로 15분 비행가능[459]

- (운반 가능 무게) 30kg이 적정기준

○ (화물드론 | 사용) 철탑유지 보수 및 토목 건설현장에 쓰이는 자재 운송, 농수산물 운송, 재해 시 긴급수송 등 작업효율을 높이고 시간 절약 가능 [460]

□ [현황 및 전망] 2025년까지 오사카 베이 지역에서 에어택시 서비스를 구현

○ (현황) 2020.08 자율주행 대신 조종사가 있는 유인 시범비행을 완료[461]

456) http://cartivator.com/after2020
457) http://cartivator.com/skydrive
458) http://en.skydrive2020.com/air-mobility/
459) http://en.skydrive2020.com/cargo-drone/
460) http://en.skydrive2020.com/cargo-drone/
461) http://en.skydrive2020.com/2020/08/28/0828pressrelease01/

- (한계) 약 4분간의 운행과 10km/h 속도로 운행[462]

ㅇ (전망) 2023년 부터 안전한 에어택시 운행 서비스가 가능하도록 인증획득에 집중할 것

- (인증) 현재 skydrive의 수직이착륙 비행기는 비행기로 분류되어 있으며 현재 비행기와 헬리콥터에 대한 규정을 준수해야 함, 대중을 위한 eVTOL 규제는 아직 일본에서 제정된 규제 없고 국토교통부와 협력 중
- (2030년) 2025년에 오사카에서 에어택시 서비스를 구현할 수 있도록 하고 2028년까지 자율주행 기술을 완성하여 2030년에는 완전 자율주행으로 작동희망[463]

모. BeemCar

□ [개요] 도시교통모델 및 지역 이동가능 모델 2종류로 사용 가능한 친환경 모노레일형 교통수단

ㅇ (정의) 모노레일과 유사한 형태로 탑승용 포드가 매달려 이동하는 교통수단이며 분류는 SKYPOD에 해당

ㅇ (제작사) Beemcar, 영국회사의 모노레일 등 스마트 모빌리티 시스템 개발회사



[그림 2-213] Beemcar(컨셉)

□ [특징] 포드(승객탑승칸)와 빔(레일부분)으로 구성되어 운행하며 중간하차·환승없이 목적지까지 빠르게 이동가능

ㅇ (기술특징) 철도 기반 시스템과 달리 물리적인 트랙전환이 없으며 지능형 포드는 분기점과 수렴 교차점을 통해 최단 경로를 선택하여 정지없이 목적지로 이동[464]

462) https://hivelife.com/flying-cars-skydrive-japanese-startup/
463) https://hivelife.com/flying-cars-skydrive-japanese-startup/
464) BeemCar, http://beemcar.com

- (기존기술의 혼합) 모노레일과 스키리프트를 혼합한 것과 비슷, 포드는 지상 5m 위
- (탑승방법) 500~800m 간격으로 설치된 정류장에서 제어포드에 탑승, 탑승 후 포드는 지면에서 메인 빔(공중트랙)으로 가속되어 이동하고 다른 포드사이로 합류, 목적지에 다다를시 감속하여 지면으로 하차
- (운행형태) 무인운행이며 24시간 연중무휴, 한 포드당 4인 탑승이며 빔카 운행시 이론상 최대 28,800명이 한시간 동안 탑승가능하고 휠체어 및 자전거, 스쿠터 등 휴대가능하며 항상 수평을 유지하는 형태로 운행
- (속도) 도시 내 교통을 위한 경우 50km/h의 속도로 움직이며 인터어반모드(지역간 이동)시도시에서 50km/h의 속도로 탑승하여 95~135km/h의 속도로 운행
- (에너지) 빔의 상단 표면에 통합된 태양 전지판을 통해 에너지 효율 활성화

ㅇ (사양) 부품수를 최소화하고 에너지가 소비되어야 하는 질량을 최소화[465]

- (포드|무게 및 크기) 400kg, 약 2m의 길이를 가지며 4개의 좌석 존재
- (포드|탑재량) 500kg 탑재 가능하여 승객 4명 혹은 승객1명과 360kg 정도의 스쿠터를 운반가능
- (빔|사양) 탄소 복합 소재를 사용하여 경량화 및 열팽창률을 낮추어 날씨로부터 선로를 보호하며 태양전지판을 탑재
- (빔|필수 인프라) 별도의 정류장이 필요하나 대형 버스 정류장과 비슷한 형태가 될 것이며 승객수요 구간에 따라 500~800m간격으로 설정 될 예정이며 일부 정류장은 쇼핑몰, 백화점 등의 복합건물에 통합될 수 있음

□ [현황 및 전망] 두바이 도로 교통국 (RTA)와 파트너십 계약 체결 (2020.03)

ㅇ (2020.03) 두바이 도로 교통국 (RTA)와 BeemCar는 두바이 내 설치를 위한 파트너십 계약 체결하였으며 약 3~4년 정도 소요될 것이라는 전망[466]

- (비고) 두바이 도로 교통국 (RTA)는 빔카와 비슷한 형태의 교통수단을 제공하는 SkyTran사와도 계약체결[467]

보. Pop.Up

□ [개요] 대도시의 이동성 문제를 해결하기 위한 공동 과제의 일환으로 제87회 제네바 국제 모터쇼에서 최초의 전기 모듈식 컨셉차량 제시

465) BEEMCAR, http://beemcar.com/technical/beam-infrastructure/
466) https://www.arabianbusiness.com/transport/450504-dubais-futuristic-sky-pod-system-could-be-ready-in-just-4-years-says-ceo
467) https://edition.cnn.com/travel/article/dubai-beemcar-sky-pods/index.html

ㅇ (정의) 2030년까지 교통 혼잡증가에 대한 해결 방법으로 모듈식 다중모드 모빌리티 시스템을 탄생

- (Pop.Up 3가지 시스템) ①복잡한 이동경로를 관리하는 인공지능 플랫폼 ② 두 개의 서로 다른 독립 전기 추진 모듈과 결합되도록 설계된 승객용 캡슐차량, 차후 다른 교통수단도 결합 가능하게 노력 ③인터페이스 모듈[468]

ㅇ (제작사) Airbus (항공, 우주 서비스 분야의 유럽 항공회사), Italdesign (운송 산업을 위한 설계, 엔지니어링을 제공하는 이탈리아서비스회사로 비즈니스 모델 설계에 대한 지원을 제공)



[그림 2-214] Pop.Up

□ [기술특징] 항공모듈(드론), 승객 탑승모듈(캡슐), 지상모듈(바퀴) 3가지로 구성되며 이동 용도에 따라 결합과 분리 가능

ㅇ (캡슐) 탄소 섬유로 제작된 캡슐은 길이 2.6m, 너비 1.5m정도의 소형이며 배터리로 구동되는 지상 모듈에 연결하면 도시 자동차로 변신[469]

- (미래 교통 시스템 호환) 승객용 캡슐은 훗날 하이퍼 루프 및 지하철과 호환하는 방식으로 설계 가능[470]

ㅇ (이용예시) 전용어플을 통해 목적지를 입력하면 시스템은 시간, 교통 혼잡, 비용, 승차요구 사항 등 모든 옵션을 고려하여 최상의 경로를 자동으로 제안[471]함, 전용어플을 통해 목적지 입력시 소형 자동차 형태의 승객 탑승 캡슐이 출발지로 도착하여 승객을 수송한 후 전용허브로 도착, 이 후 8개의 로터가 달린 공중 모듈 드론과 결합되고 지상모듈 바퀴부분은 분리되며 비행 시작

- (승객 목적지 도착시) 각 모듈은 전용 충전소로 돌아가 다음 고객 이송을 위해 대기

468) https://www.italdesign.it/project/popup/
469) https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2017/03/ITALDESIGN-AND-AIRBUS-UNVEIL-POPUP.html
470) https://www.airbus.com/newsroom/news/en/2017/03/PopUp.html
471) https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2017/03/ITALDESIGN-AND-AIRBUS-UNVEIL-POPUP.html

4-2-3. Personal Transit

가. PAL-V Liberty

□ [개요] 도로주행과 항공 비행이 모두 가능한 세계 최초의 플라잉카

○ (제작사) PAL-V

- (소개) 2008년 설립된 회사로서 Personal Air and Land Vehicle의 약자
- (플라잉 아카데미 운영) 전세계의 PAL-V를 비행할 수 있는 조종사 자격증 취득 강의 지원
- (제공서비스) 배송시 안내 과정, 입문 교육 세션, 후속 교육 지원



[그림 2-215] PAL-V Liberty

□ [특징] 비행모드와 도로주행모드 두가지가 모두 가능하며 다만 전환시 약 10분 정도의 시간이 소요

○ (사양) 2인용까지 가능하며 드라이브 모드 시 최고 속도 160km/h, 비행모드 시 140km/h

- (최대 범위) 비행 시 175km/h 속도로 500km, 자동차운전 시 160km/h 속도로 1,315km 주행
- (연료) 무연 자동차 연료를 사용하며 약 100리터 탑재 가능 (비행 4.3시간 가능)
- (안전) 비행 안정성을 높이기 위해 두 개의 엔진을 장착하였고 낙하산을 별도로 장착하여 비상시 안전한 착륙 가능[472]

○ (전환) 자동차에서 헬리콥터로 변신은 10분 정도 소요되며 이륙시 165m의 활주로와 착륙시 30m의 활주로 공간이 필요[473]

- (활주로) 아직 기술과 환경이 발전하지 않아 활주로 필요[474]

□ [현황 및 전망] 유럽도로에서 볼 수 있는 세계 최초의 상용 플라잉카

472) https://www.pal-v.com/en/professional-applications
473) https://robbreport.mx/motor/pal-v-liberty-el-primer-auto-volador-del-mundo-a-la-venta-y-con-permiso-para-circular/
474) https://www.carros.nl/nieuws/kort-gesproken-robert-dingemanse-van-pal-v-liberty

ㅇ (현황) 현재 유럽내 도로 사용 허가가 승인되었고 90대 한정으로 판매하고 있으며 국가를 입력하면 각 나라에서 사용가능한 에디션 확인가능

- (2020.08) 도로 주행 테스트 성공적으로 통과 후 도로 사용 승인 허가
- (2017.05) PAL-V Liberty 공개 출시
- (2016) 시장 개발 시작하여 북미 고객의 첫 예약, 가상 쇼룸 제공

ㅇ (전망 | 2022) 앞으로 차량 인증 후 현재 판매된 90대 한정판매 리버티를 배송예정[475]

나. Ryno Micro-Cycle

□ [개요] 인체 공학적 설계로 자전거보다 더 빠른 단일바퀴 모터

ㅇ (정의) 새로운 라이프 스타일은 제공하고 간편한 교통수단을 제공

- (군중친밀) 사람들과 어우러지며 군중들에 섞여 사용할 수 있는 교통수단

ㅇ (제작사) Ryno motors, 미국 오레곤주에 위치한 1륜 전기 스쿠터 제조업체, 현재 사업 중단상태[476]



[그림 2-216] Ryno Micro-Cycle

□ [특징] 각도 감지를 할 수 있는 특별한 센서 부착

ㅇ (사양) 가속도계 센서와 기울기 각도 감지에 매우 예민하게 반응하는 자이로스코프 센서 탑재[477]

- (기울기센서) 앞으로 기울여질 때 모터는 균형을 유지하기 위해 바퀴를 구동
- (쉬운 사용) 빠르고 쉽게 속도 조정가능, 빠른 속도여도 두 발로 편안하게 운행 가능

475) https://www.pal-v.com/en/the-pal-v-story
476) https://pitchbook.com/profiles/company/56295-55#overview
477) https://electricmotorcycles.news/ryno-micro-cycle/

- (속도) 시간당 최대 10마일의 속도이며 가벼운 산책처럼 느린 속도 가능
- (가격) 약 5,000달러

ㅇ (사업종료) 판매까지 진행했었으나 사업 종료된 것으로 판단됨

다. EO smart connecting car

□ [개요] 대도시에 집중되면서 생기는 교통체증, 주차 문제에 대한 솔루션이 되는 컨셉카

ㅇ (정의) EO스마트 커넥팅 카의 첫 번째 연구 종료 이후 연구 개발하여 EO 스마트커넥팅 카2를 개발

ㅇ (기관) 연방 교통부(BMWI) 및 디지털인프라부(BMVI)

ㅇ (관련 프로젝트) 미래의 모빌리티 관련 프로젝트의 일환으로 개발[478)]

- (Dreams4Cars | 2017~2019.12) 독일 인공지능연구센터와 유럽위원회가 진행한 자율주행 시스템 연구
- (CERMcity | 2016~2019.09) 독일 인공지능연구센터와 독일 연방 교육연구부가 함께 진행한 자율주행 센서 검증 및 데이터 연구
- (SADA | 2015~2018.04) 독일 인공지능연구센터와 연방 경제 에너지부가 함께 진행한 최적의 자율주행 데이터 수집 연구



[그림 2-217] EO Smart Connecting Car 프로토타입

□ [특징] 바퀴의 이동이 자유롭고 몸체를 들어올려서 공간확보 가능

ㅇ (사양) 운전 가능한 범위는 약 48~70km이며 배터리를 완전히 충전하는데 4시간 소요[479)]

- 65km/h의 속도와 750kg무게이며, 리튬철배터리를 사용해 에너지를 공급하고 완충 시 4시간 소요

ㅇ (군집 및 자율주행) 여러 차량이 도킹하여 군집을 이룰 수 있고 동시에 조종가능[480)]

478) https://robotik.dfki-bremen.de/en/research/robot-systems/eo-smart-connecting-1.html
479) https://www.digitaltrends.com/android/eo-smart-connecting-car-2-details-specs-pictures/
480) https://www.digitaltrends.com/android/eo-smart-connecting-car-2-details-specs-pictures/

ㅇ (운전) 자율주행이 가능하며 상하좌우 운전이 자유로움 (바퀴가 90˚회전 가능)[481]

- 자율주행과 자율주차가 가능하며 주차공간이나 주행공간이 크지 않은 경우 차 뒷면을 위로 올려서 전체 길이를 7.5피트에서 5.2피트까지 수축가능

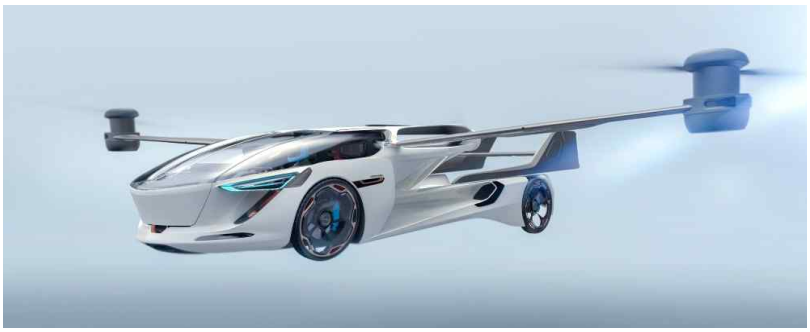
ㅇ (현황) 2015년 프로토타입 제작 후 종료

라. AeroMobil 4.0

□ [개요] 별도의 활주로가 필요하지 않는 플라잉카로서 기존 도로 인프라에서 수직 이착륙 가능한 4인용 플라잉카

ㅇ (정의) 이륙시 날개가 차량 측면에서 뻗어나가고 두 개의 큰 로터가 상향 추진력 제공하는 플라잉카

ㅇ (제작사) 2010년 설립된 슬로바키아의 비행 자동차 제조업체인 AeroMobil



[그림 2-218] AERO MOBIL 5.0

□ [기술특징] 3분 이내에 비행 모드로 완전히 전환 가능한 4인승 플라잉카

ㅇ (사양) 자동차 모드와 항공모드간의 차이가 존재

- (최대 속도) 자동차 모드는 160km/h, 항공모드는 111~360km/h
- (크기) 자동차 모드 5.9m, 항공 모드 5.8m, 최대 이륙 중량 1200kg
- (전력) 자동차 전력 전기에너지 80kW, 항공 전력 224kW, 배터리 무게 110kg

□ [현황 및 전망] 계속해서 테스트 진행 중이나 2020년 하반기부터 전해지는 뚜렷한 소식 없음

ㅇ (현황) 2013년 Aeromobile 2.5가 처음 등장하고 이후 2020년도 버전 4.0의 성공적인 비행테스트 완료[482]

- (유인비행) 현재 유인모델로 시험하였지만 훗날 자율주행 기술 가능해지면 완전자율주행 도입

ㅇ (전망) 2022년 AEROMobil 4.0 상용출시 예정 [483]

481) https://www.digitaltrends.com/android/eo-smart-connecting-car-2-details-specs-pictures/
482) https://www.aeromobil.com/evolution/
483) https://www.aeromobil.com/evolution/

마. MetroSnap

□ [개요] 미래에 개인의 이동을 단순하게 하며 다양한 용도로 활용가능한 전기 모듈차량

- ㅇ (정의) 자율주행 모듈차로서 개인이 구매하는 용도와 기업 등에서 구매하여 상점, 편의점, 푸드트럭 등 다양한 서비스 제공 가능한 컨셉카
- ㅇ (제작사) Rinspeed, 스위스 회사로서 혁신적인 컨셉 카, 미래 모빌리티의 아이디어 회사이며 모듈식 차량에 대한 아이디어를 2018년 라스베가스 CES에서 처음으로 공개 (컨셉 설계)



[그림 2-219] MetroSnap

□ [특징] 여러 가지 용도로 개인이 사용할 수 있는 캡슐형 차체로 구성

- ㅇ (특징) 캡슐형 차체와 스케이드 플랫폼으로 나뉘는데 차체는 용도에 따라 승합, 화물, 푸드트럭, 편의점으로 다변화 가능하며 주행 환경 및 실내온도 등은 스마트폰 앱으로 제어가능[484]
  - (동력에너지) 전용 확장형 배터리시스템인 클린 에너지팩
- ㅇ (현황) 2018년 처음으로 snap에 대한 개념을 공개하였고 2019년도에는 더 작은버전인 MicroSnap을 공개했으며 이후 세 번째 컨셉인 Metrosnap을 공개
  - (탑승인원수) 사람수송을 목적으로 하여 좌석을 설치한다면 최대 6명 (무인 운전자)가능[485]
- ㅇ (이용예시) 무인 배달 차량, 사람이송, 화물 운송, 푸드트럭, 우편물 배달, 편의점, 셔틀 등 다양한 목적으로 사용가능

484) https://www.hankyung.com/car/article/2020022658352
485) https://www.timesnownews.com/auto/features/article/rinspeed-metrosnap-is-a-driverless-ev-with-a-detachable-body/557476

ㅇ (전망) 2021년 봄, Citysnap 컨셉카 공개 예정

- (Citysnap) 유인 모듈식 배송차량이나 훗날 자율주행 기술이 도입되면 무인 모듈식으로 전환 예정, 각 지역에 소포 스테이션을 독립적으로 설치하여 citysnap이 배송하는 시스템, 독일에서 컨셉 차량에 대한 연구를 진행 하였고 혼잡한 도시와 배송차량을 줄일 수 있다는 가능성 확인[486]

바. 미정 (포르셰, 보잉)

□ [개요] 기존 플라잉카들은 저렴한 티켓 등 모든 계층의 사용에 집중했다면 포르셰와 보잉은 프리미엄 플라잉카로서 특정 부유층을 위한 고급 플라잉카개발이 목적

ㅇ (제작사) 포르셰, 보잉

- (파트너십) 프리미엄 도시 항공 모빌리티 시장을 확장하기 위해 2019년도 서명하였으나 구속력 있는 계약은 아니며 파트너십의 일환



[그림 2-220] 포르셰, 보잉 예상 컨셉도

□ [파트너십 특징] 보잉의 자회사가 기술을 돕고 개인 위주의 서비스를 제공, 2020년도의 특별한 현황은 없음

ㅇ (Aurora Flight science) 보잉의 자회사인 오로라 플라이트가 같이 협력하여 고급 전기 플라잉카 개발 예정[487]

* 오로라플라이트: 미국의 항공연구 회사로 특수 목적의 무인 항공기 설계 및 제조 전문 회사

ㅇ (포르쉐 목적) 모빌리티 기술을 통해 수익을 지속적으로 창출하고 브랜드 이미지와 가치에 부합하는 고급 프리미엄 전기 플라잉카 제공[488]

- (서비스 내용) 프리미엄 에어택시와 같은 공공 서비스도 생각중이긴 하나, 개인 리스 시장을 더 큰

486) https://www.autofutures.tv/2020/11/23/rinspeed-unveils-citysnap-concept-delivery-vehicle/
487) https://www.theverge.com/2019/10/11/20909771/porsche-boeing-partnership-flying-cars-rich-people
488) https://www.fool.com/investing/2019/10/14/why-is-porsche-teaming-up-with-boeing-on-flying-ca.aspx

시장으로서 고려중이므로 공용 차량보단 개인차량에 가깝고 훗날 규제가 완화된다면 개인 차량으로 항공을 누비는 것이 가능할 것으로 예상[489]

사. SKY car (M400)

□ [개요] 저렴한 개인용 수직 이착륙 (VTOL) 차량

○ (정의) 덕트형 팬을 사용한 5세대 VTOL 항공기로서 현재는 프토로타입 단계

○ (제작사) Moller International

- (소개) 2015년 이후로 특별한 활동은 없다고 보여짐



[그림 2-221] Skycar

□ [특징] 프로토타입이 존재하나 그 뒤로 근황없음

○ (목표사양) VTOL구성에 있어 4개의 추력 엔진을 사용하고 하이브리드 엔진은 개발 중[490]

- (연료) 에탄올 연료 사용
- (승객) 4인승
- (소음) 약 500피트에서 65데시벨
- (여유공간) 공항이나 헬리콥터 같은 별도의 장소가 필요한 것은 아니나 이착륙시 직경 35피트의 여유 공간은 필요

489) https://www.aviationtoday.com/2019/10/15/porsche-and-boeing-to-explore-premium-urban-air-mobility-market/
490) https://moller.com/moller_skycar400.html

아. EZ-ULTIMO

□ [개요] 2018년 파리 모터쇼에서 공개된 자율주행 로봇 전기 컨셉카

○ (EZ-ULTIMO | 정의) 기존 컨셉카 EZ-PRO 와 EZ-GO를 잇는 자율주행 컨셉카로 프라이빗한 이동 제공을 위한 프리미엄 모빌리티 솔루션[491]

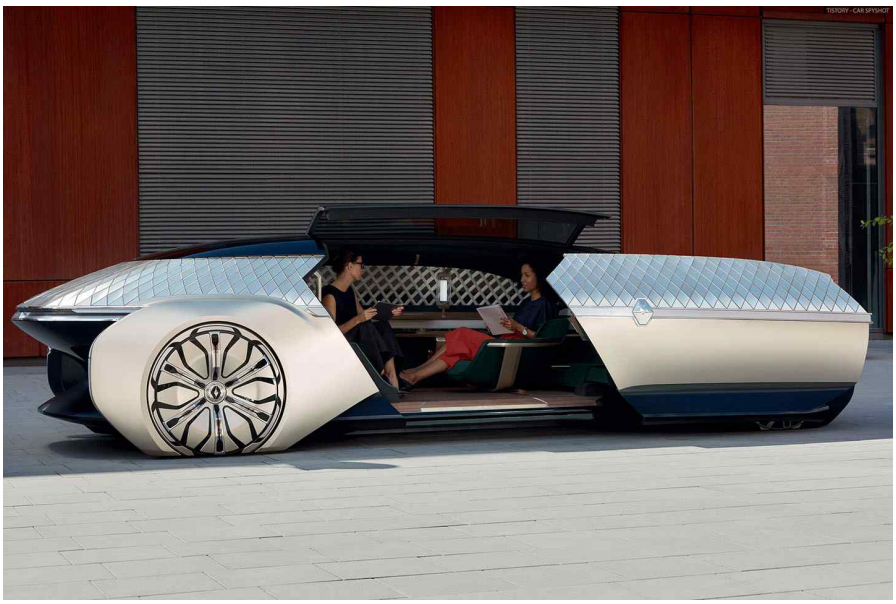
○ (제작사) 르노 삼성

□ [특징] 전용 인터페이스와 어플을 통해 목적지를 설정 가능하고 태블릿으로 조종가능

○ (특징) 내부는 세련된 캐빈 공간을 통해 사적인 업무를 볼 수 있는 환경조성[492]

- (완전 자율주행) 운전자가 존재하지 않기 때문에 시간과 업무 효율을 높임
- (기타 서비스 제공) VR, Wi-fi 등 부가 기능 제공하며 스마트 시티와 연결하여 정보를 제공하고 일종의 개인 비서 역할 가능
- (좌석) 최대 3명이 탑승 가능하고 좌석이 앞뒤로 변경가능하므로 안락하고 프라이빗한 이동 제공가능[493]

○ (현황) 아직 확실한 연구개발은 미정



[그림 2-222] EZ-ULTIMO

491) https://www.renault.co.kr/about/concept_car.jsp
492) https://www.renault.co.uk/concept-cars/ez-go-concept.html
493) https://www.renault.co.uk/concept-cars/ez-ultimo-concept.html

4-2-4. 운송

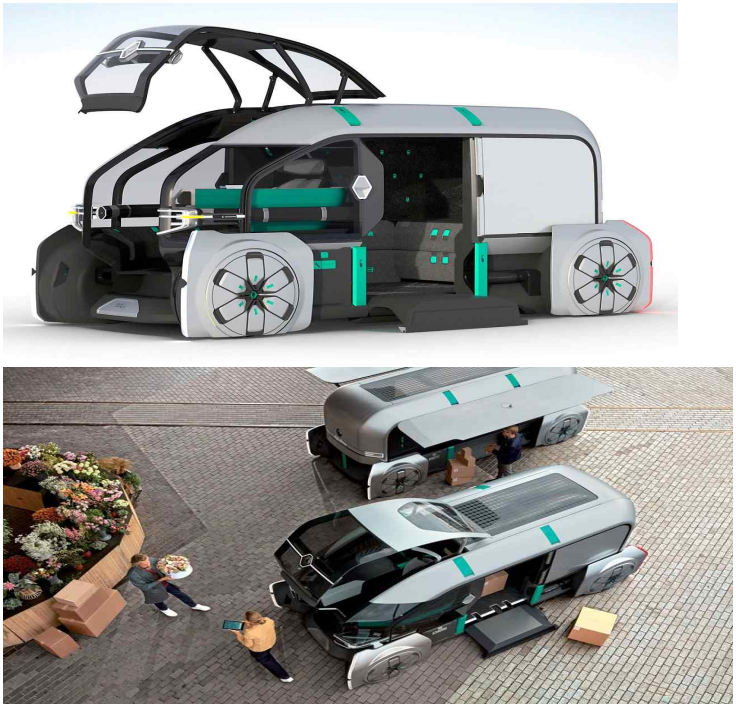
가. EZ-PRO

□ [개요] 미래 발생할 배달, 운송문제를 해결하기 위해 새로운 형태로 공유된 무인 컨셉카

- ㅇ (EZ-PRO | 정의) 완전 자율주행 순수 로봇 전기차로서 미래의 배송수단 솔루션[494]
- ㅇ (제작사) 르노 삼성

□ [특징] 무인 모듈 전기 컨셉카로서 어플을 사용하여 고객이 지정한 위치로 주문한 품목을 배달하거나 다양한 비즈니스로 사용 가능[495]

- ㅇ (커넥티드 배송) 리더포드와 팔로워포드로 구성되어 군집을 이루고 배달 지점을 이동
- ㅇ (측면도어) 위쪽으로 열리는 측면 도어가 장착되어 있어 쉽게 접근 가능
- ㅇ (배송 외) 개인 사무실로 사용하거나 간이 카페, 푸드트럭으로도 사용가능



[그림 2-223] EZ-PRO

494) https://www.renault.co.kr/about/concept_car.jsp
495) https://www.renault.co.uk/concept-cars/ez-pro-concept.html

나. Waymo-UPS mini Van

□ [개요] 자율운전차량이 물류사업에서 고객 서비스와 네트워크 효율성을 개선할 수 있는 방법을 탐구하고 기업과 협력할 수 있는 방법을 탐구

○ (정의) 물류 배송사업을 확장하기 위한 노력의 일환으로 Chrysler Pacifica 미니 밴에 Waymo driver 기능을 탑재하여 효율적으로 배송가능

- (Waymo driver) 웨이모의 자율주행 기술로서 Lidar를 탑재하여 차량 주변의 물체크기와 거리를 측정 가능하고 수백미터가 떨어진 사물이여도 파악 가능

○ (제작사) Waymo, UPS[496]

- (파트너십) 무인 셔틀을 통해 물류창고를 더 빠르게 채우고 분류할 수 있고 이어서 배송 네트워크에 빠른 속도로 이어지므로 훗날 고객에게 물류 회사로서 가치를 더할 수 있음

○ (예상 경로) 미국 Metro Phoenix지역의 UPS Store에서 UPS Tempe허브로 운송



[그림 2-224] Waymo-UPS의 물류 운반

○ (Waymo driver) 계속적인 운행테스트를 통해 보완해가는 자율운행 시스템

- 현재 수백만 마일의 도로 테스트와 수십억 마일의 시뮬레이션을 통해 세계에서 가장 길고 가장 힘든 지속적인 운전 테스트를 통과[497], 또한 단일 통합 시스템을 개발하여 운전자가 복잡한 환경을 안전하게 탐색 할 수 있도록 포괄적인 제공

□ [현황 및 전망] 2020년 초 협약 이후로 뚜렷한 현황 없으나 연구 중인 것으로 추측

○ (현황) 2020.01 Waymo Driver, UPS의 물류 셔틀 미니밴 협력계약

496) UPS PRESS, https://pressroom.ups.com/pressroom/ContentDetailsViewer.page?ConceptType=PressReleases&id=1580327674120-833
497) 웨이모, https://waymo.com/tech/

다. Waymo VIA

□ [개요] 물류이동을 위한 자율주행 시스템으로 현재 캘리포이나, 애리조나, 텍사스 및 뉴멕시코에서 운행 중

○ (정의) Waymo driver가 탑재된 Class 8 대형 트럭을 사용한 물류 배송시스템

○ (제작사) WAYMO, 자율주행 기술회사로 사람과 사물의 안전하고 쉬운 이동이 목표



[그림 2-225] Waymo Via

□ [기술특징] 자율주행을 탑재한 물류 운송 프로그램

○ (Waymo Driver) 자율주행을 지칭하는 말로써 하드웨어와 소프트웨어 두가지 요소로 구성[498]

- (하드웨어) 라이더, 카메라, 레이더 및 AI 컴퓨팅 플랫폼이 포함된 센서들 존재
- (소프트웨어) 센서가 수집하는 정보를 처리
- (고속도로 주행) 고속도로의 사고 관련한 정보처리를 통해 트럭들의 운전을 도움, 고속도로 주행은 자율주행 시스템 중에서도 매우 높은 신뢰도를 요구하기 때문에 계속해서 엄격한 검증 진행 중[499]

○ (일반 자율주행 차이) 일반 승객들을 대상으로 한 자율주행과 물류 운송을 대상으로 하는 자율주행의 차이는 센서 수의 증가[500]

□ [현황] 현지 배송은 미국 애리조나 주 피닉스에서 운영되는 중

○ (현황) Daimler AG*와 Class 8 트럭개발을 위한 파트너십 체결

498) https://waymo.com/faq/
499) https://blog.waymo.com/2020/10/How%20trucks%20help%20advance%20our%20self-driving%20technology.html
500) https://www.freightwaves.com/news/from-waymo-a-smattering-of-detail-about-its-autonomous-trucking-technology

* Daimler AG: 독일의 자동차 제조그룹으로서 메르세데스 벤츠, 프레이트 라이너 등을 제조

- (2020.10) Daimler의 Freightliner Cascadia Class 8 세미트럭과 Waymo Driver 기술을 결합시켜 자율주행 물류 트럭 제작을 하는 방향으로 예상[501]
- (2020.01) UPS와 파트너십 체결하여 피닉스 지역의 UPS Store의 물류를 UPS Tempe 허브로 셔틀배송[502]

라. UPS Flight Forward (Drone delivery)

□ [개요] 미 연방 항공국 (FAA)의 PART 135 규정 인증을 받은 최초의 드론 배송

ㅇ (정의) 사람이 볼 수 있는 가시영역 밖에서 상업용 드론 배송을 최초로 시작[503]

ㅇ (제작사) UPS Flight Forward

- (소개) 세계적인 국제 화물 운송회사 UPS의 자회사로 무인 항공기 배송에 중점을 두었으며 FAA의 135 표준 인증을 받은 최초의 회사

□ [관련 규정] FAA는 상업용 드론에 대한 규정을 제정하여 사회흐름에 맞게 업데이트 중

ㅇ (FAA|PART 135) 드론 항공사에 대한 최고 수준의 인증으로 규모, 운영에 제한이 없음 [504]

- (내용) 2019년 처음 최초로 허가된 인증이며 상업을 목적으로 드론을 활용하여 수익 창출가능한 운송 활동을 수행할 수 있으며 하나의 인증서를 통해 여러 개의 드론 운영가능



[그림 2-226] UPS 운송트럭과 배달드론

ㅇ (FAA|PART 107) 2020.12.28에 발표된 상업용 무인드론 운행규칙 완화 업데이트[505]

- (원격 ID) 모든 드론 사업자에게 적용되며 드론의 원격 ID를 FAA에 등록해야 하며 이를 드론의

501) 로이터, https://www.reuters.com/article/us-autos-selfdriving-waymo-daimler-idUSKBN27C1UM
502) https://blog.waymo.com/2020/01/partnering-with-ups-to-deliver-on-our.html
503) UPS, https://www.ups.com/us/en/services/shipping-services/flight-forward-drones
504) FAA, https://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?newsId=24277
505) FAA, https://www.faa.gov/news/media/attachments/OOP_Executive_Summary.pdf

'디지털 번호판'으로 활용하여 안전 및 보안 문제 해결, 자신의 ID와 위치를 식별해야 하는 무선 신호를 전송해야 함

- (야간비행) 기존 규칙은 일출 30분 전 혹은 일몰 30분까지 비행하려면 별도의 규정 면제가 필요했으나 이제 추가 온라인교육을 받은 조종사는 충돌방지 조명을 탑재한 드론을 시간에 구애받지 않고 야간 운행 가능

□ [특징] 기존 트럭과 연계하여 조종사 없이 배송서비스를 제공할 예정

○ (용도) 기존 운송트럭과 함께 사용하면서 편리함을 높이고 신속함이 중요한 의료 표본 배송 등 다양한 용도로 사용가능

- (운송트럭 연계) 드론이 운송트럭 지붕에 도킹하게 되면 트럭 내부 UPS 드라이버가 배송할 패키지를 드론 케이지에 넣고 드론을 사전설정된 주소로 전송(자율주행). 최대 30분의 비행이 가능하고 최대 10파운드의 패키지 운반 가능하며 드론은 배송 후 트럭으로 복귀[506]
- (의료용 드론|Matternet) 노스캐롤라이나의 WakeMed 주력 병원에서 중앙 연구소 내 고정 착륙장으로 혈액 및 기타 진단표본을 드론배송하여 이동시간을 3분으로 단축하고 테스트 속도 단축, 11mph의 속도로 운행가능[507]
- (드론군단|Wingcopter) 독일 드론 제조업체인 Wingcopter와 협력하여 차세대 패키지 배송드론 개발 파트너십, 잠재고객의 요구를 충족하기 위하 다양한 기능을 갖춘 드론 군단을 구축할 예정[508]

□ [현황 및 전망] 기존 트럭과 함께 사용되어 물류를 운반할 계획을 준비하고 있으며 비교적 가볍고 빠른 시간이 소요되야 하는 의료 분야에 많이 투입되는 중

○ (현황) 드론의 하드웨어 및 소프트웨어 구축을 위해 드론 제조업체와 협력하고 있으며 의료약품 배송에 먼저 투입 중

- (20.04|코로나바이러스 지원) UPS와 CVS Health은 UPS의 자회사 UPSFF가 드론을 사용하여 CVS 약국에서 노인들을 위한 처방약 전달 [509]

○ (전망) 전국의 병원 및 캠퍼스, 연구소로 드론 의료배송 서비스를 확대할 것이며 일반인 물류 대상으로도 진행 할 예정

- 리오에서는 민간부문에서 미래 교통시장을 위한 기술개발 및 도입을 주도하고, 정부에서 운송 및 관련 교통산업에 대한 규제완화 등의 시행을 통해 급속한 기술발전이 있었던 미래를 가정함

---

506) UPS, https://www.ups.com/us/en/services/knowledge-center/article.page?kid=cd18bdc2
507) UPS, https://www.ups.com/us/en/services/knowledge-center/article.page?name=the-sky-is-the-limit-for-medical-drones&kid=art169a5e96709
508) UPS, https://www.pressroom.ups.com/pressroom/ContentDetailsViewer.page?ConceptType=PressReleases&id=1585013339002-237
509) https://www.pressroom.ups.com/pressroom/ContentDetailsViewer.page?ConceptType=PressReleases&id=1587995241555-272

III. 국내 R&D 역량분석

1. R&D 투자동향

□ 국가연구개발사업과 국토교통 R&D

○ 조사범위는 본 사업과 관련하여 기 추진된 유사 및 관련사업과 과제 전체를 대상으로 설정하였음

- 분석의 신뢰성을 확보하기 위해 자료원을 NTIS(국가과학기술지식정보서비스)로 한정하여 핵심키워드를 기반으로 2022년 1월을 기준으로 진행 중 및 완료된 사업 및 과제를 조사함
- 2018년도~2022년도 사업 중 [1차] 사업단위에서 국토부에서 수행하는 사업 중 미래형 교통수단 기술개발 기획 중 가장 관련성이 높은 연구개발사업으로 조사하였으며 이후 [2차] 과제 단위에서의 미래형 교통수단 기술개발 기획의 연구를 다수 수행하고 있는 사업의 주요 내용을 조사함

부처	유사·관련 사업명
국토교통부	[교통물류연구] 자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술개발 (2021)
	[자율주행기술개발혁신사업] 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 기술개발
	[교통물류연구] 교통플랫폼 기반 신규 교통서비스 솔루션 개발_손기민 (2018~2021)
	[혁신성장동력 프로젝트] 스마트 모빌리티 및 주차공간 공유지원 기술 개발 (2018~2021)
	[국토교통연구기획사업] 국가교통체계 혁신기술 개발사업 기획 (2021~2027)
과학기술정보통신부	통합모빌리티서비스 기반의 지능형 대중 교통서비스 개선 알고리즘 (2021) 강성우
	교통편의성 향상을 위한 통행자 그룹별 시공간 Mobility 분석 기술개발 (2018~2020), 엄진기
	인공지능과 최적화 기법 기반의 공유경제, 전기차, 자율주행을 고려한 교통시스템 인프라 구축 및 운영 플랫폼 개발, (2020~2021) 권상진
	미래교통 스마트 인프라 핵심기술 개발 (2021)
	스마트 도시를 위한 스마트도로인프라 및 교통플랫폼 기술개발 (2018)

□ 과제단위의 유사사업의 주요내용

○ [국토교통부] 자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발

구분	세부내용
사업목적	대중교통에 적합한 자율주행 기술 개발을 선도하며, 향후 스마트시티 교통체계에 적용가능한 기술 개발을 도모하며 관제센터를 통한 자율주행 고도화 및 협조주행 기술을 선도함
지원기간	2018.04.01.~2021.12.31
예산규모	(2018년) 5.5억 (2019년) 66.98억 (2020년) 71.55억 (2021년) 41.54억
지원대상	· 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 · 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	· 자율협력주행 기반 대중교통시스템 알고리즘 적용 기술 개발 · 중소형 버스 시스템 설계 및 중소형/대형 버스 기반 기술 개발 – 전용/비전용 대중교통 노선 자율주행을 위한 정밀 인지/측위/판단/제어 기술 개발 – 관제센터, 네비게이션, V2X 정보 연계 자율협력주행 기술 개발 – 차량 안전성 향상을 위한 센서 고장 진단/대응 기술 개발 · 중소형 자율주행 기술 적용 및 대형 버스 자율주행 시스템 기본설계 – 중소형 버스 인지/측위/판단/제어 알고리즘 적용 및 실차 실험 – 대형 버스 자율주행시스템 기본설계 – 대형 버스 인지/측위 기능 개발 · 중소형 버스 자율협력주행 기술 고도화 및 대형 버스 자율주행 기술 적용

구분	세부내용
	- 중소형 버스 자율협력주행 기능 고도화 - 대형 버스 인지/측위/판단/제어 알고리즘 적용 및 실차 실험 · 중소형 및 대형 버스 자율협력주행 기술 고도화 - 중소형 버스, 대형 버스용 자율협력주행 기능 개발/보완 - 관제센터 연계 판단 및 주행 제어 등 기능 추가 · 자율협력주행 기술(인지/측위/판단/제어) 및 C-IPTS 연동 차량서비스(차량관리/관제/응용서비스) 확장을 위한 SW &HW 플랫폼 개발(성우모바일) - Connected 자율주행 구현을 위한 차량 내부 통신 환경 구축 - 측위 시스템 HDmap 연동시의 HDmap 포맷 범용성 확보를 위한 HDmap Engine 개발 - 자율협력주행 취약시나리오 DB화를 통한 자율주행 기술 시험 환경 구축 연구 - 자율협력주행 기반 대중교통 이용편의성 확보를 위한 승객용 HMI 개발 - 자율주행 시스템 작동 및 조작편의성 확보를 위한 운전자용 HMI 개발 · 자율협력주행 기술 적용을 위한 소형 및 대형 버스 개조기술 개발 - 자율협력주행을 위한 중소형 디젤버스 제작 및 차량 개조 - 자율협력주행을 위한 중소형 전기버스 제작 - 자율협력주행을 위한 대형 전기버스 제작 - 중소형/대형 전기버스 기반 조향/구동/제동제어 시스템 적용 · 자율협력주행 및 승객 안전을 위한 비전 센서 기반 인지 최적화 기술 개발 - 센서정보 기반 차량 주변정보(차선, 보행자, 장애물 등) 인식 기술 적용 - 관제센터 정보 및 V2X 통신모듈 정보 연계 주변정보 인식 향상 기술 개발 - 승객 안전을 위한 차량 내 비전 센서 기반 인지 기술 개발 - 인식 알고리즘 성능 향상을 위한 튜닝 - Camera 센서 기반의 검출 정확도 개선 및 자율협력주행에 최적화된 알고리즘 개발
주요성과	(2018년) 특허 3건 (2019년) 논문 3건, 특허 3건, 소프트웨어 1건, 연구시설장비 9건 (2020년) 논문 5건, 소프트웨어 3건, 연구시설장비 3건 (2021년) 논문 1건, 기술이전 1건, 소프트웨어1건, 연구시설장비 2건
세부과제	자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발

차별성	해당 과제는 기존 대중교통에 적용할 수 있는 고도화된 자율주행 기술을 개발하며,
연계성	자율주행 승용차 확대로 인해 기존 대중교통과 자율주행차량간의 V2V통신, 자율주행 보급에 따른 주변 인프라와 통신 연계를 위한 V2X기술을 활용하여 대중교통을 개발하고, 센서 기반 인지를 통해 승객안전 및 주변 정보 인식을 향상 시킨다는 점에서 본 사업과 연계됨

ㅇ [국토교통부] 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 기술개발

구분	세부내용
사업목적	실시간 수요대응과 환승없는 D2D 서비스를 제공할 수 있는 자율주행 대중교통 기술을 개발하고, 자율주행 셔틀 기반 대중교통 서비스 및 운영기술 개발과 이용자의 이용패턴 및 잠재적 선호도 등을 파악하여 대중교통 이용을 극대화하고 최적 대안 수립기술 및 서비스 고도화 기술, 대중교통 모빌리티 서비스 특화형(공공성강화) 자율주행 시스템 개발 및 리빙랩 실증을 진행함. 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 서비스 요구사항 개발에 따른 차량 플랫폼 및 시스템 최적화를 도모함
지원기간	2021.04.01.~2027.12.31
예산규모	(2021년) 36억원
지원대상	· 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 · 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	· 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 및 운행관리 시스템 개발 - 실시간 이용정보(출발시간, 승하차위치정보, Virtual Station, 예상도착시간 등) 생성 및 제공 플랫폼 기술개발 - AI 기반 대중교통 모빌리티 실시간 동적 노선 최적화 기술개발 - 단기 예측기반 Fleet 단위 실시간 최적 경로 생성기술 개발 - 실시간 교통상황 및 연계교통수단을 고려한 최적 배분 및 재배치 기술 개발

구분	세부내용
	- 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 최적 운행계획수립 시뮬레이터 개발 - 실시간 수요 대응 자율주행 대중교통 상태 모니터링, 원격관제 등 센터시스템 개발 - 돌발상황 대응체계 및 알고리즘 기술 개발 - 대중교통 이용수요를 고려한 자율주행 대중교통 군집주행 운행 기술 개발 - 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 서비스 요구사항에 따른 차량플랫폼 및 시스템 최적화 개발 · 개별 이용자 맞춤형(Personalized &Customized) 자율주행 대중교통 통행지원 기술 개발 - 개별 이용자의 이용패턴, 잠재 선호도 등을 대중교통 이용을 극대화 할 수 있는 최적 대안 수립기술 및 서비스 고도화 기술 개발 - 빅데이터 기반 대중교통 D2D 이용 일단위 수요예측 기술개발 - AI 기반 개별 이용자 이용패턴 및 선호경로 분석 및 예측 기술 개발 - 이용자 행태 및 잠재선호 기반 실시간 자율주행 대중교통 모빌리티 수요예측 기술 개발 - 도시 단위 서비스 공급을 위한 최적 운행계획 수립 기술 개발 · 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 구현 기술 개발 - RAMS 모델을 적용한 실시간 수요대응 자율주행 대중교통의 공공성 평가지표 개발 - 이용자-센터-자율주행 대중교통 등의 연계 표준 기술개발 - V-model 기반 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 시스템 통합검증 절차서 개발 및 설계 적합성 검증 - 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 운영 및 서비스 평가 시스템 개발 - 자율주행 대중교통 서비스의 공공성 평가를 포함한 서비스 검증 · Lv.4/4+ 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 서비스 실증 운영 및 검증 - 서비스 운영 및 평가 시스템 개발 - 차량대수: 전기차 기반 Driverless Lv.4/4+ 수요 응답형 자율주행 대중교통 차량 15대 - 실증지역 : 자율주행 리빙랩 , 주행실증거리 누적 92,000km 달성 - 빅데이터 수집량: 누적 2,600TB
주요성과	(2021년) 논문 1건
세부과제	수요대응 자율주행 대중교통 공공성 확보를 위한 시스템 요구사항 분석

차별성	해당 과제는 실시간 수요대응을 통해 가상 정류장을 개발하고, 대중교통 이용수요를 고려한 군집주행을 개발한다는 점에서 본 기획과제와 차별됨
연계성	AI 기술을 활용하여 실시간 이용정보(출발시간, 예상 도착시간, 수요 등)을 생성하고 이용자들에게 제공할 수 있는 플랫폼 기술을 개발하며, 자율주행을 적용한 미래형 대중교통을 개발한다는 점에서 본 과제와 연계됨

ㅇ [국토교통부] 교통플랫폼 기반 신규 교통서비스 솔루션 개발

구분	세부내용
사업목적	AI 와 데이터를 중심으로 교통 예측, 제어 방법론을 개발하며 정확한 예측을 기반으로 하여 효율적인 교통 솔루션을 개발하고 하며 머신러닝 및 딥러닝을 활용해 버스노선 체계 적합도 평가방법을 도출하고 노선조정 지원 솔루션을 개발함
지원기간	2018.06.29.~2022.12.31
예산규모	(2018년) 3.5억원 (2019년) 18.9억원 (2020년) 33억원 (2021년) 21.5억원
지원대상	· 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 · 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	· 도시부 간선도로 소통상태 계측 및 예측 - 소통상태 계측부분 구간 직접 계측이 불가능한 것으로 알려진 차량밀도와 공간평균속도를 검지할 수 있는 인공지능체계를 개발함.기존 검지체계에 의존하지 않고, 오로지 영상추출 연속 이미지만을 통해 교통밀도 및 공간평균속도를 계측하는 CNN기반 학습 인공지능을 개발함 · 보행 소통상태 계측 부문 - 군중 이미지로부터 직접 사람 수를 셀 수 있는 가볍고 현실적용이 쉬운 보행서비스수준 검지용 인공지능을 구현함. · 도시부 간선도로망에서의 통합 교통신호 최적화 - 교차로의 교통상태를 추출하기 위한 그 어떤 가공지표도 사용하지 않고 오로지 영상 이미지만으로 교통상태를 파악함.각 교차로마다 별도의 독립적인 신호 제어기를 갖는 다중주체(multi-agent) 강화학습의 한계에서 벗어나, 모든 교차로를 하나의 인공지능이 제어하면서 전역해를 얻을 수 있는 단일

구분	세부내용
	주체(single agent) 강화학습을 구현 - 화물자동차 배기가스 총 노출정도 분석을 통한 교통이용자 건강위해성 예측 - 화물교통-환경-건강데이터 가공 및 통합분석을 위한 알고리즘 개발 - 화물자동차 배기가스 노출에 따른 사회적 물류비용 추정 - 기상상황별 화물자동차 사고분석을 통한 위험수준 예측 - 실시간 기상상태에 따른 교통 네트워크 취약구간별 관리 및 대응시스템 구축 - 대중교통 주요 정류장 접근통행자 영상검지를 통한 실시간 접근통행량 산출 - 대중교통 환승역에서의 환승통행량 감지를 통한 보행교통류 분석가능 - 접근통행이 발생하는 보행로, 환승통로의 용량분석을 통한 수요/공급 정책 결정 - 어려움을 겪고 있는 교통약자를 확인하고, 지하철 역사 직원 호출을 통한 이동편의 서비스 제공 - 모바일 통신데이터 분석을 통한 접근통행 분석기술 개발 - 접근성 평가 및 접근통행 취약지구 선정 및 대중교통 접근성 종합 평가
주요성과	(2019년) 논문 4건, 특허 2건, 연구시설 장비 1건 (2020년) 논문 15건, 특허 2건, 소프트웨어 5건 (2021년) 논문 12건, 소프트웨어 10건
세부과제	수요대응 자율주행 대중교통 공공성 확보를 위한 시스템 요구사항 분석

차별성	해당 과제는 신 교통수단을 개발하는 것이 아닌, 신기술을 통해 모빌리티에 적용하근앟ㄴ 소프트웨어 개발에 좀 더 가까운 성격을 보임. 또한 해당과제는 화물자동차를 고려하나(배기가스 및 안전 평가, 사회적 비용 등) 본 기획과제는 화물자동차를 타겟팅하지않음
연계성	보행자 및 이용자들의 상태를 측정하여 대중교통에 반영함, 통합 교통신호의 최적화를 통해 모빌리티에 적용, 다양한 교통분야 빅데이터를 활용해 교통관리의 솔루션을 제시할 수 잇음

○ [국토교통부] 스마트 모빌리티 및 주차공간 공유지원 기술 개발

구분	세부내용
사업목적	스마트 모빌리티 서비스 시나리오 개발 및 실증, 실시간 교통 현황 및 모빌리티 이동정보 수집개발, 실시간 MaaS 교통수단 운행정보 수집기술 개발, 수요대응형 교통수단 운영을 위한 실시간 배차 및 승객수요 예측 기술 개발 등을 통해 개인 이용자 중심의 스마트 모빌리티 통합서비스 제공을 통한 대중교통 및 개인이동수단에 대한 편의성 증진 및 도심 교통혼잡 해소를 도모함
지원기간	2018.09.20.~2022.12.31
예산규모	(2018년) 6.4억원 (2019년) 41.2억원 (2020년) 32.1억원 (2021년) 9.7억원
지원대상	· 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 · 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	· 개인 이용자 중심의 스마트 모빌리티 통합서비스 제공을 통한 대중교통 및 개인이동수단에 대한 편의성 증진 및 도심 교통혼잡 해소 · 기존시스템 연계 및 개인이동정보 데이터수집 기술개발 - 데이터 수집연계 아키텍쳐 개발· SNS Web Crawling 기반 이용자 통행만족선호도 수집기술 개발· 실시간 MaaS 교통수단 운행정보 수집기술 개발 · 스마트 모빌리티 통합서비스 제공을 위한 제반 기술 개발 · 개발된 스마트 모빌리티 서비스(DRT 통합모빌리티)의 대구광역시 실증 적용, 검증 및 평가 · 빅데이터 기반 실시간 교통흐름 분석 및 시각화 기술 개발 · MaaS 서비스를 위한 최적 경로 제공 기술 개발 · 머신러닝/활동기반 교통모형을 이용한 개인 이동패턴 분석 기술 개발 - 빅데이터 기반 실시간 교통흐름 분석 및 시각화 기술 개발 - MaaS 서비스를 위한 최적 경로 제공 기술 개발 · 수요대응형 교통서비스 운영시스템 개발 및 수요대응형 교통수단 운영을 위한 실시간 배차 및 승객수요 예측기술 개발 · 실증 시나리오를 바탕으로 한 MaaS 서비스적 요구사항 분석
주요성과	(2019년) 논문 1건, 특허 1건, 소프트웨어 1건 (2020년) 논문 2건, 소프트웨어 11건 (2021년) 사업화 1건, 소프트웨어 4건
세부과제	-

구분	세부내용

차별성	새로운 모빌리티 자체를 개발하는 것이 아닌, 모빌리티 서비스 개발과 제공을 통해 대중교통 및 개인 이동수단에 대한 편의성 증진 및 도심 교통혼잡 해소를 도모한다는 점에서 본 기획과제와 차별성이 있음
연계성	수요대응형 교통서비스를 구현하고자 하며, 대중교통의 이동정보 및 운행정보를 연계제공하며, 실증 시나리오를 통해 서비스 요구사항을 분석하고 수요대응형 교통수단 운영을 위해 승객수요 예측기술 개발 등에서 본 기획과제와 연계됨

○ [과학기술정보통신부] 통합모빌리티서비스 기반의 지능형 대중 교통서비스 개선 알고리즘

구분	세부내용
사업목적	빅데이터를 활용하여 디지털 트윈 기반의 대중 교통 네트워크를 구축하고 이용객의 다양한 욕구를 (최소시간, 최소비용, 최소혼잡도) 반영할 수 있는 인공지능 기반의 통합모빌리티서비스 모델을 개발함
지원기간	2021.06.01.~2023.02.28
예산규모	(2021년) 4,000만원
지원대상	· 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 · 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	교통취약지역을 개선하고자 통합모빌리티서비스(MaaS)를 고려한 지능형 노선 구축, 교통 및 인구 데이터 분석을 기반으로 디지털 대중교통 네트워크 구축, 경로 최적화 알고리즘 기반의 인공지능(genetic algorithm/ set covering algorithm 등의 융합) 노선 탐지 모델 개발, Covid 19과 같이 전염 속도가 빠른 질병을 대비하여 지역별 승하차량 분석을 통한 이동경로내 최소혼잡도 알고리즘 개발 및 기존 경로 최적화 노선 탐지 모델에 적용, 시뮬레이션 및 현장 실증을 통한 모델 개선 및 모바일 환경 어플리케이션 개발
	· 교통 현황 분석을 통한 디지털 교통 맵 구축 - 모바일 데이터, 교통 데이터, 인구통계 데이터, 지형 데이터 등을 분석하여 대중교통 네트워크 구축 · 기존 교통수단과 신규수단의 통합노선 탐지개발 - GA를 통한 통합교통수단 최적화, 지형·이용혼잡도·시간을 고려한 최적화 경로 탐지 알고리즘 구축 · 시공간에 따른 경로 및 수단별 인구혼잡도와 지형의 경사도를 기반으로 한 네트워크 알고리즘 개발 - GIS 데이터와 전철 및 버스와 같은 기존 대중교통 재차 및 승하차 정보를 정량변수로 변환하여 MaaS용 통합 대중교통 네트워크에 적용연구진의 현장 검증을 위한 MaaS용 통합 대중교통 네트워크 기반의 이용 경로 최적화 산출 어플리케이션을 개발함으로써 추후 MaaS 관련 연구시 표준 시뮬레이션 모델로 적용할 수 있게 함
주요성과	(2021년) 논문 1건
세부과제	-

차별성	새로운 모빌리티들을 개발하는 것이 아닌 관리부분에 집중한다는 점에서 본 기획과제와 차별성이 있음
연계성	수요중심의 대중교통 네트워크를 구축하고, 기존 대중교통과 새로운 수단들을 통합할 수 있는 인공지능 최적화 알고리즘을 개발하여 국민들의 편의성을 제고한다는 점에서 본 과제와 연계됨

○ [국토교통부] 국가교통체계 혁신기술개발사업 기획

구분	세부내용
사업목적	다양한 운송방식과 인프라, 서비스 기술 등을 혁신적으로 융복합하여 모빌리티의 최적화외 시스템 최적화를 실현하기 위한 기술 개발 사업 기획으로, 누구에게나 효율적인 모빌리티 최적화를 통해 도시교통체계를 실현하고, 국민의 삶의 질을 향상시키고자 함
지원기간	2019.11.01.~2020.10.31
예산규모	(2019년) 2억원
지원대상	· 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 · 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	· 시장, 기술, 특허, 정책 등 동향분석 방안 - 교통체계의 문제/이슈제기, 기술수준 분석 및 대응 기술로드맵 전략 수립 등을 위하여 정책, 기술, 시장, 특허 동향 분석

구분	세부내용
	・ 기술수요조사 및 핵심요소기술 도출 - 기술개발 미래상을 도출을 통한 전략분야 도출 - 사회 현안 해소를 위한 교통분야 중점추진 전략분야 도출 - 기술발전을 통해 궁극적으로 제공하고자 하는 핵심 서비스를 형상화
주요성과	연구보고서 1건
세부과제	・ (1중점분야) MaaS Lv.4 플랫폼 기술 개발 - 플랫폼 개발 기술, 데이터 수집 및 공유 기술, 도시교통 운영 최적화 기술 ・ (2중점분야) 공공교통 서비스 혁신기술 - 대중교통 통합 운영 서비스 기술, 공공교통 운송서비스 기술, 유니버셜 모빌리티 서비스 기술 ・ (3중점분야) 안전보행 및 이동편의 지원 스마트 인프라 기술 - 환승 불편 제로 스마트 허브기술, 라스트마일 인프라 기술 ・ (4중점분야) 기반조성 및 리빙랩 기반 실증 - MaaS Lv.4 수준 서비스 제공 기반 조성 및 평가·인증 평가 체계 기술 - 리빙랩 구축 및 서비스 실증

차별성	새로운 모빌리티 자체를 개발하는 것이 아닌, 최신 기술과 산업구조 및 사회현안을 반영한 플랫폼 및 시스템, 인프라 관련 기술을 개발하고자 한다는 점에서 본 기획과제와 차별성이 있음
연계성	4차혁명 기술, 인프라, 수요대응형 교통서비스를 구현하고, 자율주행을 반영한 도시 교통 운영 최적화 기술을 연구한다는 점에서 본 기획과제와 연계됨

○ [과학기술정보통신부] 교통편의성 향상을 위한 통행자 그룹별 시공간 Mobility 분석 기술개발

구분	세부내용
사업목적	최근 다양한 정보통신 기술들과 데이터들이 융합되어 수요자 중심의 다변화, 다양화, 세분화 측면이 강조된 교통수단이 강조되고 있으며, 이에 발맞추어 미래사회 변화 및 4차 산업혁명 시대 대응을 이한 기술개발 및 기존 수요예측 한계를 보완할 수 있는 분석기술 개발을 통해 대중교통 이용자 삶의 질 향상을 도모하고자 함
지원기간	2018.01.01.~2020.12.31
예산규모	(2018년) 3억원 (2019년) 2.5억원 (2020년)2.2억원 (2021년)
지원대상	・ 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 ・ 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	수도권을 분석범위로 설정하여 전통적인 대중교통 통행배정 알고리즘을 검토하고, 개인 단위의 통행 행태자료, 건물연상면적자료 , 사회 결제지표자료 , 토지이용계획을 기반-로 총존재인구 , 활동스케줄 , 활동유인력을 산정하고 지역별 , 시간대별 활동인구 및 OD를 산정하여 수요를 예측할 수 있는 시뮬레이터 UI를 구축함,
	・ 마이크로(블록 단위) 활동인구 산정 모델링 기술 개발 - 활동인구 또는 교통 네트워크 속성을 반영한 통행 목적지 선택 방안 개발 - 관련 DB 구축 ・ 대중교통 네트워크 속성에 따른 통행량 추정기술 개발 - 시간대별 및 집계구별 활동인구 산정 모델링기술 개발 - 대중교통 네트워크 속성에 따른 통행량 추정기술 개발 - 대중교통 영향권(교통시설 등) 변화에 따른 통행량 추정기술 개발 ・ 미시적 시 공간 Mobility 분석 시뮬레이터 UI 구축 - 미래사회(도시,인구구조, 토지이용) 변화 시나리오별 시공간 Mobility(통행자 그룹별 활동인구 및 통행량) 추정 및 성능 검증 - 교통 네트워크 변화 시나리오 개발 및 활동인구 추정과 성능 검증 ・ 시공간 Mobility 분석기술 실용화 - 활동인구 및 통행량 기반 인구/교통 분석지표 수립 - 도시계획 및 교통영향평가 활용을 위한 분석기술 적용 방안 수립
주요성과	(2018년) 논문 2건, 연구보고서 1건 (2019년) 논문 4건, 특허 1건, 연구보고서 1건 (2020년) 논문 4건, 특허 1건, 기술이전 1건
세부과제	-

구분	세부내용
차별성	새로운 형태의 모빌리티 개발이 아닌, 모빌리티 개발시 적용될 모델링 기술을 개발한다는 점에서 본 기획과제와 차별성이 있음
연계성	미래사회 도시·인구·환경·토지이용 변화에 따른 시·공간 활동인구 및 통행량 추정기술 확보하여 대중교통에 적용한다는 점에서 본 기획과제와 연계됨

○ [과학기술정보통신부] 인공지능과 최적화 기법 기반의 공유경제, 전기차, 자율주행을 고려한 교통시스템 인프라 구축 및 운영 플랫폼 개발

구분	세부내용
사업목적	공유경제, 전기차, 자율주행이 결합된 교통환경에서의 인프라 구축 및 승차공유 운영 플랫폼에 대한 최적의 전략을 제시하여 미래의 교통시스템 인프라 구축 및 운영에 대한 정책제언을 기대하고, 교통 데이터 분석 및 최적해 탐색 성능 개선에 있어서 다양한 인공지능 기법을 활용하여 교통시스템 인프라를 구축하고 효율적인 운영 플랫폼을 개발
지원기간	2020.03.01.~2023.02.28
예산규모	(2020년) 0.3억원 (2021년) 0.3억원
지원대상	・ 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 ・ 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	・ 교통관련 빅데이터 분석을 위한 인공지능 기법 개발 - 교통 분야의 특정 패턴을 추출하고 교통수요를 예측함 ・ 새로운 교통 시스템 인프라 구축 및 운영 플랫폼을 위한 최적화 모델 개발 - 전기차 충전소 및 공유자전거 정거장 선정 최적화 모델 - 승차공유 플랫폼 수요자와 공급자 균형을 맞추기 위한 운영 플랫폼 최적화 모델 ・ 메타휴리스틱 기법에 인공지능 기법을 결합하여 최적해 탐색성능개선 및 실제 교통데이터 적용
주요성과	(2021년) 논문 4건
세부과제	・ 1세부: 교통관련 빅데이터 분석을 위한 인공지능 기법 개발 ・ 2세부: 새로운 교통 시스템 인프라 구축 및 운영 플랫폼을 위한 최적화 모델 개발 ・ 3세부: 메타휴리스틱에 인공지능 기법을 결합하여 최적화 모델 탐색 성능 개선 ・ 4세부: 개발된 방법론을 서울 택시운행 데이터 및 울산 남구 kt유동인구 빅데이터에 적용하여 실제 교통환경에서의 구현을 검증하고 결과분석

차별성	새로운 대중교통에 적용할 수 있는 교통 관련 빅데이터 분석과 소프트웨어 (인공지능모델)을 개발한다는 점에서 본 과제와 차별성이 있음
연계성	친환경, 자율주행, 공유경제 등이 결합된 새로운 교통시스템 인프라 구축을 검증하고 교통데이터 분석을 통해 다양한 기술을 활용한다는 점에서 본 기획과제와 연계됨

○ [과학기술정보통신부] 미래교통 스마트 인프라 핵심기술 개발

구분	세부내용
사업목적	향후 변화하는 시대에 대응하기 위해 효율적인 도로관리와 안전관리를 주도하고, 보행자와 운전자의 통행 안전성 향상을 도모하여 사고에 의한 사회적 비용을 절감하고자 하며, 노면 상태 정보를 실시간 수집 하여 도로교통의 안전성 향상을 도모함. 도로 위의 무선 충전 인프라 기반 도로안전기술을 통해 탈탄소를 달성하고, 사회경제적 비용절감을 기대함
지원기간	2021.01.01.~2023.12.31
예산규모	(2021년) 1.6억원
지원대상	・ 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 ・ 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	・ 효율적인 도로관리와 안전성 분석을 위한 도로정보수집 및 분석기술 - 정밀지도, 자율협력자동차 지원, 시설물 관리 등 현황 조사를 위한 장비 성능 요구 기획 - AI 기반 도로정보 분석기법 , 도로 시설물 상태 정보 검지, 도로 위험 시설물 요소 도출 - 도로설계 요소 및 AI 기반 도로 설계 기법 개발 ・ 도로교통안전 디지털트윈 운영체계 및 서비스 기술 개발 기획 - 가상환경(디지털트윈) 기반 도로교통안전 기술개발 수준 및 현황 분석 - 가상 환경(디지털트윈) 기반 도로교통안전 로드맵 수립 - 연구과제의 실용화 방안 수립

구분	세부내용
	・ 디지털 하이웨이 기반기술 - 보급형 도로차선 측위 플렛폼 - 신호교차로 교통류 상황 디지털화 기술, 커넥티드 차량을 이용한 노면상태 디지털화 기술 ・ AR기반의 지도내 차량 주행위치 인식기술 개발 - 3개 도로유형 (교차로, 입체적 도로구역, 평행 도로구역) 내 주행위치 인식률 80%이상 달성 ・ 도로포장 탄소발자국 통합 관리 시스템 구축 기획 연구 ・ Triple-A (Anywhere, Anytime, Anyobjects) 무선충전 구현 도로 인프라 기반구축 기술개발 -Anytime 대응 고속주행(연속류) 및 정차시(단속류) 무선 충전 도로인프라 기반 구축기술 개발기획 -Anyobjects 대응 무선충전인프라 기반 포기빙 도로안전 구현 기술 개발기획 ・ 3세대 도로 SOC 기획 연구 - 자율주행 및 새로운 교통수단의 출현으로 인한 도로 SOC의 구조적/기능적 변화 요소 평가 - 시민 생활 수준과 안전 향상을 위한 도로 SOC의 변화 요소 평가 - 도심내 에너지 효율 향상과 열섬현상 저감을 위한 도로 SOC의 기능 요소 평가
주요성과	성과없음
세부과제	

차별성	해당 연구과제는 도로 포장을 통한 친환경 달성, 노면 상태 실시간 공유등을 통해 도로 안전성을 확보하고자 하나 본 기획과제에는 도로 포장에 대한 개발은 해당되지 않아 차별성이 있음
연계성	미래형 교통수단을 개발하기 위해 도로 정보 수집을 통한 도로 시설물, 장애물, 차량위치 확인등은 필수적이며 친환경 교통수단을 위해 도로 위 무선 충전기술을 도입하여 미래형 교통수단 개발을 기획해야 하므로, 본 기획과제와 연계됨

○ [과학기술정보통신부] 미래교통 스마트 인프라 핵심기술 개발

구분	세부내용
사업목적	스마트 도시를 구축하여 자율주행 차량의 로컬 지능을 최소화하고, 자율주행 차량에 레벨 5 이상의 서비스를 제공할 수 있도록 디지털 인프라, 로지컬 인프라, 애드혹 인프라를 제공함으로써 신호등이 필요없는 최적의 신교통체계를 개발하고자 함
지원기간	2018.03.01.~2018.10.31
예산규모	(2018년) 2,000만원
지원대상	・ 대학, 출연(연), 기업연구소 등에 전부 또는 일부 출연 ・ 참여기업이 있는 경우 Matching
사업내용	・ 사람 중심의 미래형 교통안전체계가 적용된 스마트시티를 구성하기 위해 차량 및 시스템 서비스를 통한 교통 복지 실현, 도로인프라 서비스를 통한 교통안전체계 마련, 친환경에너지가 적용된 미래형 교통서비스를 개발하고자 함 ・ 도로 상황 센싱을 위한 스마트 도로 센서 기술, 차량, 센서, 기지국 간 원활한 데이터 송수신을 위한 통신 기술, 자율주행 차량의 지원을 위한 이동 도우미(guide vehicle) 기술, 스마트 도로 인프라의 원활한 전원 공급을 위한 무선 충전 기술 기반 스마트 도로 디지털 인프라 기술 개발 등을 목표로 함 ・ 차량 및 시스템 서비스 실증 (수요응답형 대중교통 서비스, 무인자동 대중교통 서비스, 수소 전기 자동차 도입) ・ 도로 인프라 서비스 실증 (차세대 도로분야 무선통신 서비스, 실시간 대기환경 측정 서비스, 도로 정보 서비스, 데이터 기반 교통 서비스 플랫폼) ・ 도로 에너지 서비스 실증 (차량용 스마트 무선 충전 도로 서비스, 이동체용 스마트 무선 충전 서비스) ・ 미래형 교통 R&D 실증 (물리적 교통 인프라 기술, 빅데이터 기반 교통 플랫폼 기술, 스마트도로 에너지 인프라 기술)
주요성과	(2018년) 연구보고서 1건
세부과제	

차별성	해당 사업은 최신 기술이 적용될 차량을 위해 주요 차량 및 시스템 서비스 실증과, 도로인프라 서비스 실증 등을 연구하며, 새로운 교통수단 개발이 아닌 새로운 교통수단이 도입될 인프라 기술개발이라는 점에서 본 기획과제와 차별성이 있음
연계성	도시문제 해결과 미래형 지속가능 도시를 구현하기 위해 교통문제를 해결하고자 하며, 센싱기술 및 통신기술을 통해 물리적 교통 인프라 기술 및 빅데이터 기반 교통 플랫폼 기술 개발 등을 진행한다는 점에서 본 기획과제와 연계됨

2. 기술역량 분석

2-1. 특허분석

·본 특허 분석에서는 미래형 교통수단 관련 국내외 연구개발 동향 및 국내 모빌리티의 현안을 반영하여, 고용량·고효율·지속가능한 교통수단으로 **환승고가 버스기술로 범위를 한정하여 특허분석을 수행**함,
·특허 분석은 환승고가 버스 기술개발의 특허 동향을 국가별, 기술별, 연구주체별 분석을 통해 국내외 기술수준 및 연구개발 동향을 조사함
·기술분류는 ①환승고가버스제작 및 운행(차량제조 및 설계/차량운행제어/차량운행안전성평가기술) ②환승고가버스 도로시스템 운영, 제어(차량 및 주요시설간 통신기술/ 교통현시정보 및 도로데이터 수집, 처리, 분석/ 구조물 설치/선로 및 보행자 안전성 평가기술) ③환승시설(승강장)운영 및 안전 (차량 충전기술, 환승시설 관제 및 운영기술) 총 3개의 대분류, 10개 중분류를 기준으로 총 3,481건의 유효특허를 선별하여 연도별, 출원인별, 기술별 동향 및 경쟁력 분석을 실시하였음 (세부검색식 및 검색범위는 별첨참조)

□ [1세부] 대용량 운송을 위한 환승고가 버스 및 운행제어 기술

○ 본 세부과제의 기술은 크게 **차량 제조 및 설계기술, 차량 운행제어 기술, 차량운행 안전성 (평가) 기술**을 중분류로 분류하여 기술을 파악하였으며 각 중분류별 주요 기술내용은 하기와 같음

- (제조, 설계 기술) 환승고가 버스의 1층은 일종의 터널형 구조로 승용차들이 버스 하단 부분을 통과하여 지나다니게 되므로, 터널 내 센서 및 사고감시시스템, 비상시 터널 내 자동차 진입차단 장치, 경보장치, 스마트카메라 모듈 기술 등을 확인하였음
- (차량 운행 제어 기술) 기존 대중교통 및 승용차들과의 충돌을 예방하기 위해 버스운행시 주위 차량 및 장애물 파악을 위한 레이더 및 초음파센서, 위험 경고장치, 추돌위험경고장치, 시야확보 디스플레이 등에 대한 기술을 참고하였으며 승객 탑승시 안전을 위한 승객감지수단 및 출입문 개방 판단 수단등의 기술을 파악하였음
- (차량운행안전성 기술) 차량 제작시 안전함을 평가할 수 있는 기술로 차량 부품 및 운행시 기능에 따른 안전성평가를 파악하였음

□ [2세부] 환승고가 버스 이동수단을 위한 전용 인프라 및 운영인프라 기술

○ 본 세부과제의 기술은 **차량 통신기술, 도로데이터 수집 및 분석처리 기술, 구조물 설치 기술, 도로운행 안전성평가를** 중분류로 분류하여 기술을 파악하였으며 각 중분류별 주요 기술내용은 하기와 같음

- (차량 및 주요시설간 통신기술) 도로 위 차량의 위치정보를 실시간으로 파악하고 장애물을 탐지하기 위해 V2X(V2I, V2V) 협력 통신기술과 레이다센서와 내부 차량들에게 적절한 정보를 제공할 수 있는 터널 안 교통정보제공장치 기술 등을 확인하였음
- (교통현시정보 수집 및 데이터 수집, 분석, 처리 기술) 교통신호를 반영하고, 주요 도로 데이터 수집을 통해 현 교통상황을 반영한 운영을 할 수 있도록 스마트 교통정보 수집장치, 자동교통정보 추출, 교통상태 예측패턴 기술 등을 파악하였으며, 환승고가 버스 내부에서 차량의 차선변경을 감

지할 수 있는 차선변경의도 및 경로 예측시스템, 버스 내부의 사고상황을 파악하여 적절히 대응할 수 있는 터널내부 교통상황 예측 시스템, 스마트센서 통신망 등을 참고하였음

- (구조물 및 설치 기술) 환승고가버스를 운행할 시 필요한 선로 제작을 위해 선로전환장치, 수평유지장치, 가이드레일, 탈선방지 등의 기술을 확인하였음
- (도로운행 안전성평가) 환승고가버스를 운행할 시 도로의 보행자, 차량 등을 적절히 파악하고 위험상황을 인지하는 기능과 부품등에 대한 안전성 평가기술을 확인하였음

□ [3세부] 이용객의 환승 편의 및 이동확보를 위한 환승 시설 및 운영 관제 기술

○ 본 세부과제의 기술은 크게 **차량 충전기술, 승강장 관제 및 운영기술, 승객이용안전기술**을 중분류로 분류하여 기술을 파악하였으며 각 중분류별 주요 기술내용은 하기와 같음

- (차량 충전 기술) 환승고가버스는 태양열 전기를 이용한 친환경 교통수단으로, 환승시설 내 태양열 전지를 이용한 레일 위 충전시설을 구비하므로 태양전지(솔라셀), 릴레이 충전, 무선충전, 배터리 교환시스템, 스마트 그리드 기반 철도시스템등의 기술을 확인하였음
- (승강장 관제 및 운영기술) 승강장 내 쾌적한 환경을 구비하고 이용자들에게 다양한 첨단 서비스를 제공하여 복합공간으로의 활용을 위해 열차상태 정보제공, 스마트쉘터 기술, 스마트 버스노선 제공 시스템 등의 기술을 확인하였으며 승강장의 효과적인 운영을 위해 대중교통 환승연계 시스템, 사물인터넷 기반 교통안전시설 운영관리시스템, 정차 시간 자동 산출 시스템, 다중센서 승강장 모니터링시스템 등을 파악하였음
- (승객 이용 안전 기술) 고가형/고층 승강장이라는 특성상 승객들의 안전한 이용을 위해 승객 자동감지장치, 승강장 스크린도어, 지능형 구조물 안전 모니터링 플랫폼, 승강장 돌발상황 자동 감지 영상 처리 경보시스템 등을 파악하였으며 사고 발생 시 안전한 대피를 위한 안전 도피 계단 장치, 긴급탈출 등의 기술을 파악하였음

[표 3-1] 세부과제별 주요 기술 내용

대분류		중분류	주요기술내용
환승고가 버스 제작 및 운행기술	차량 제작·설계 기술 차량 운행 제어 기술	차량 제조/설계기술 (친환경, 전기, 터널)	스마트 버스, 스마트주행버스, 과좌식 모노레일, 모노레 차량, 과좌식차량, 스트래들타입 모노레일 차량(straddle -type monorail vehicle), 스키드스티어링, 무소음 차동장치, 동력제어장치, 소음 및 충격 흡수시설, 블록형 공기정화시스템, 자동열차보호정지장치, 태양광 발전모듈 ,휠허브타이어, CAN 통신버스 ,후방추돌경보 시스템, 터널입구용 차량충돌완화장치, 차량통행높이 제한시스템, 터널에서의 사고감시시스템. 터널화재시 자동차 진입차단 장치 , 터널 경보장치, 터널 안전유도등, 스마트 카메라 모듈
		차량 운행 제어 기술	레이더센서, 초음파센서, 감지신호, 경고장치(레이저, 초음파), 승객감지수단, 출입문개방 판단수단,

대분류		중분류	주요기술내용
			실내상황감시장치, 시야확보 디스플레이, 열차제어장치, 장애물높이감지장치, 추돌위험경고장치 및 그 방법, 핸드오버장치, 스마트 에너지 미터링 시스템, 지능형 교통시스템, 클라우드기반 중앙집중식 열차제어 시스템, 모듈형 열차제어시스템, 열차종합제어장치, 궤도주행열차감시시스템, 위험경고장치, 곡선로이탈방지장치, 지능형 열차스케줄링시스템
		차량 안전성 평가기술	승객탑승시뮬레이션 시스템, 안전성평가모델, 확률론적안전성평가, 열차제어시스템 소프트웨어 기능안전성 테스팅장치, 열차윤중측정장치, 탈선시뮬레이터, 성능평가시스템, 열차제어시스템소프트웨어안전성평가를 위한 시험방법, 열차바퀴회전테자동평가 장치, 곡선궤도시뮬레이션, 안전운전능력평가시스템, 고장 안전성시험평가시스템, 드라이빙시뮬레이션 평가시스템, 전기적관성부하 시험용제어장치, 급커브철도터널 안전장치,터널안전시스템, 터널안전관리장치, 원격모니터링시스템, 터널상부낙하안전진단방법, 기둥안전진단장치, 안전운행용 모니터링시스템, 실시간곡선감지를 통한주행안전성분석시스템, 원격진단
환승고가 버스 도로 시스템 운영, 제어	V2X 통신기술 도로 데이터 처리 인프라 구축, 운영기술 인프라 제어기술 안전 (평가) 기술	차량 통신기술	V2I협력통신, V2V통신부, V2V센서, 멀티채널통신장치, 차량센싱신호, 차선변경의도 및 경로예측시스템, 교통상황영상 송수신 시스템, 레이다센서, 버스로드관리시스템, 텔레매틱스시스템, 열차위치 검지 태그 시스템, 터널안차량위치추적시스템, 터널안 교통정보 제공장치, 레이더이용한터널내차량측위시스템, SDR 기반 통합무선통신, GPS 음영해소기술
		도로데이터 수집 및 분석 처리 기술	교통신호현시정보, 교통신호현시제어시스템, 교통신호 현시제어방법, 지능형교통정보 제공시스템, 지능형 교통안내, cctv통합관제시스템, 교통정보수집카메라, 스마트 교통정보 수집장치, 데이터송수신기, 실시간 교통데이터, 터널 내 사고위험차량 감지방법, 교통사고 데이터제공시스템, 스마트센서통신망, 터널 내 차선변경 차량 탐지방법, 터널내부교통상황정보제공시스템, 실시간 교통정보분석, 빅데이터분석부, 예측뷰포트, 자동교통 정보추출시스템, 교통상태패턴 예측시스템, 분산교통 데이터 관리시스템, 딥러닝모델을 이용한 교통데이터 예측장치, 교통상태패턴 예측시스템, 교통수요분석, 교통흐름 시뮬레이션시스템
		구조물 및 설치 기술	교통시스템용궤도, 선로전환기, 선로전환장치, 피니언 기어, 수평유지장치, 가이드레일, 가이드롤러, 탈선방지용 레일지지구, 레일설치공법, 지상승강장연결

대분류		중분류	주요기술내용
		운행안전성 평가	철도 도노반다짐도평가시스템, 철로트랙상태 모니터링시스템, 안전레일의 좌굴방지장치, 곡선구간안전경보시스템, 플랫폼기반 교통체계안전시스템, 열차선로의이상검사장치, 네트워크이상징후탐지시스템, 철도설비상태판정장치, 인접건물안전도측정장치, 보행자안전관리, 보행자 및 운전자를 위한 안전 신호등
환승고가 버스 환승시설 (승강장) 운영 및 안전	차량 충전기술 승강장 제어, 관제기술 승객 서비스 제공 안전기술	차량 충전기술	태양광 에너지, 태양전지, 솔라셀, 축전기, 릴레이충전(레일충전), 무선충전장치, 충전제어방법, 자율지능충전인프라시스템, 배터리교환시스템, 스마트솔라웨이, 스마트 그리드 기반 전기철도시스템,
		승강장 관제 및 운영기술	열차상태정보전송, GPS모듈. 관제서버, 동적 정류장, 환승정보 제공방법, 지능형버스스테이션, 근거리무선환승시스템, 최적환승시스템, 승객대기 정보시스템, 플랫폼실시간운영시스템, 정류장 스마트 쉘터, 승객자동감지장치, 자동안내장치, 태양광발전버스승강장시스템, 교통정보안내장치, 안전도어시스템 제어방법, 정류장 지원시스템, 자가발전형버스정류장, 지능형 정류장시스템, 대중교통 환승연계 시스템, 스마트버스노선제공시스템 , 사물인터넷기반 교통안전시설 운영관리시스템, 승강장 무단통과 방지장치, 정차시간 자동산출시스템, 다중센서 기반의 승강장 모니터링 시스템
		승객 이용 안전 기술	승강장안전도피계단장. 승강장용 안전장치, 승강장스크린도어, 안전사고방지시스템, 플랫폼안전장치, 지능형구조물 안전모니터링플랫폼, 인공지능을 활용한 통합 스마트안전플랫폼, 안전관리플랫폼, 승객안전유도시스템, 소방설비의 성능평가시험장치, 승강장돌발상황 자동감지영상처리 경보시스템, 화재재난용긴급탈출승강장치, 안전도피 계단장치

2-1-1. 국가별 특허출원 현황

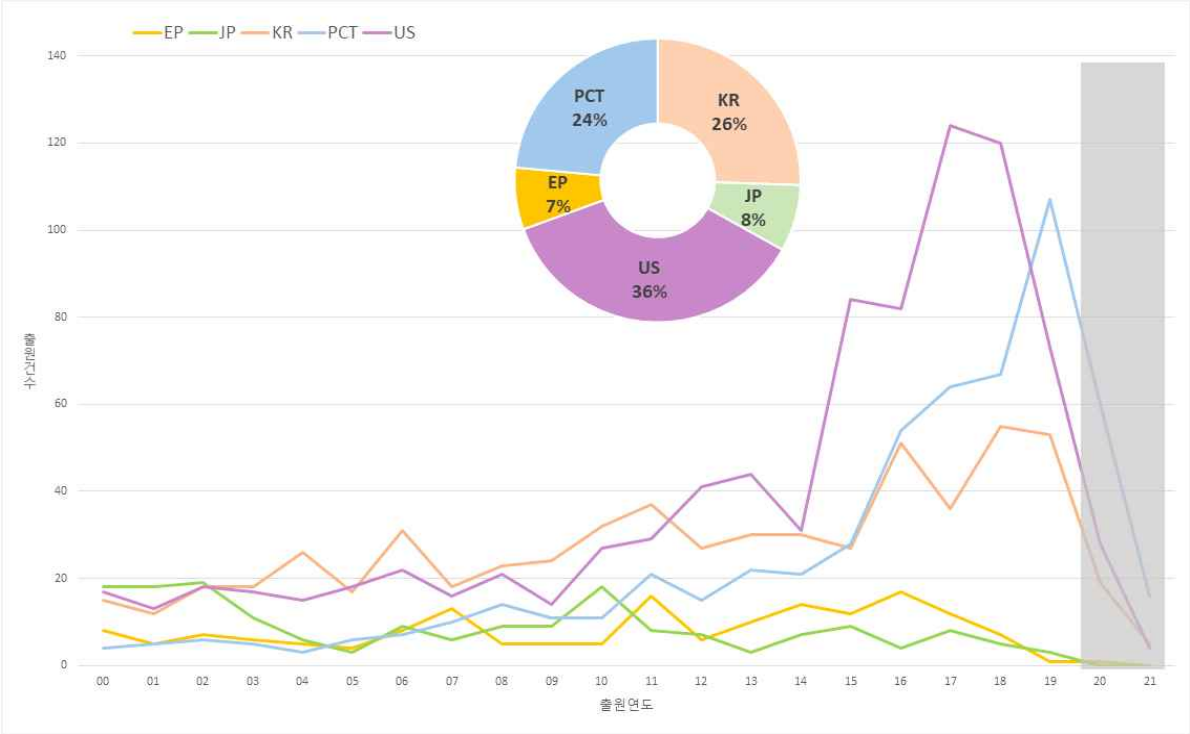
□ 미래형 교통수단 기술개발 기획의 환승고가형 버스 기술 관련 특허 출원은 2000년에서 평이한 수준으로 증감을 반복하며 2010년도부터 본격적으로 증가하였고, 이후 2014년도부터 급격하게 증가하는 추세를 보이며 미국이 전체 특허의 36%를 보유, 한국은 25%의 특허점유율을 차지하고 있음

○ 특허 출원동향은 2000년부터 증가감소를 반복하며, 2009년 이후로 증가하기 시작하여 2014년도부터 출원이 가파르게 급증하는 추이를 보이며 이는 미국의 영향이 가장 큰 것으로 보여짐



[그림 3-1] 연도별 전체 특허동향 및 증감율

- 미국은 전체특허의 36% 비중을 차지하여 가장 많은 점유율을 가지며, 전체 특허동향과 유사하게 2009년에서 출원이 증가한 후, 2014년도에 급증하는 추이를 보임
- 미국의 전체특허 36% 비중 다음으로 한국 26%, PCT 24%, 일본 8%, 유럽 7%의 점유율을 보임
- 한국의 경우 연도별 특허건수가 29건 내외로 2018년도 가장 많은 특허출원이 이루어졌으며 미국, EP, PCT의 경우 연도별 특허건수가 20건내외를 기록하고 있으며 14년도 이후 전반적으로 급증함



[그림 3-2] 주요 출원국 연도별 특허동향 및 특허점유율

□ [국가별 유효특허 비교] 미래형 교통수단 기술개발 기획에서 선정한 환승고가형 버스 관련 유효특허는 전체 2,361건이 선별되었으며 유효특허 비율이 높은 미국, 한국, 일본, 유럽 순인 것으로 나타남

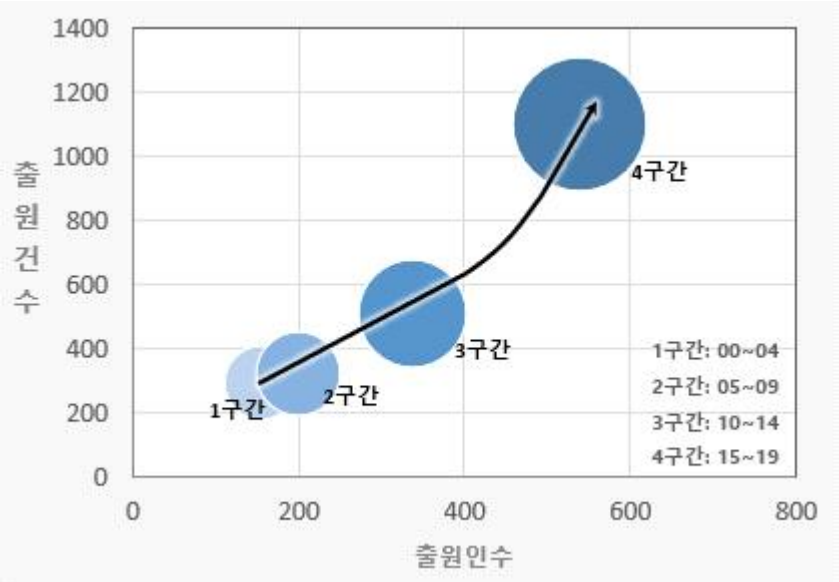
○ 한국은 총 603건의 유효특허를 보유하고 있으며 이와 비교하여 미국은 855건(약 1.4배)의 유효특허를 보유하여 가장 많은 유효특허를 보유하고 있음

[표 3-2] 기술트리 및 유효특허 결과

대분류		중분류	KR	JP	US	EP	PCT	합계
환승고가 버스 제작 및 운행 (A)	차량 제작기술 차량운행제어기술 안전성 평가기술	차량 제조/설계기술 (A1)	71	43	25	16	11	168
		차량 운행/제어기술 (A2)	40	2	52	14	39	147
		차량 안전성 평가기술 (A3)	125	75	7	3	26	236
		소계	**236**	**120**	**84**	**33**	**76**	**549**
환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어 (B)	V2X통신기술 도로데이터처리 인프라구축 인프라 운영 및 제어 기술 안전평가기술	차량 통신기술(B1)	117	14	320	25	234	710
		도로데이터수집 및 분석 처리 기술 (B2)	43	3	280	24	95	445
		구조물 및 설치기술 (B3)	32	12	47	73	88	252
		도로운행 안전성평가기술(B4)	73	18	68	6	21	186
		소계	**265**	**47**	**715**	**128**	**438**	**1593**
환승고가버스 승강장 운영 및 안전 (C)	차량충전기술 승강장 제어,관제 승객서비스제공 안전기술	차량 충전기술 (C1)	19	6	21	2	11	59
		승강장 관제 및 운영기술(C2)	64	4	17	3	17	105
		승객 이용 안전 기술 (C3)	19	2	18	1	15	55
		소계	**102**	**12**	**56**	**6**	**43**	**219**
총 계			**604**	**180**	**855**	**167**	**557**	**2,363**

2-1-2. 국가간 기술경쟁력 분석

□ [기술성장단계] 미래형 교통수단 기술개발기획의 환승고가형 버스분야의 전체 및 해당 국가의 포트폴리오를 통해 기술 위치를 분석한 것으로, 전체 출원연도를 구간별(4구간)로 나누어, 구간별 특허 출원 건수 및 출원인 수 변화를 통해 기술성장단계를 분석함



[그림 3-3] 전체 포트폴리오

○ 미래형 교통수단 기술개발기획의 환승고가형 버스분야의 전체 포트폴리오를 분석한 결과, 1구간에서 4구간까지 출원 건수와 출원인 수 모두 지속적으로 증가하고 있어, 연구개발이 활발하게 진행되고 있는 것으로 나타나, 시장에서의 경쟁이 심화되고 있는 "성장" 단계인 것으로 분석됨

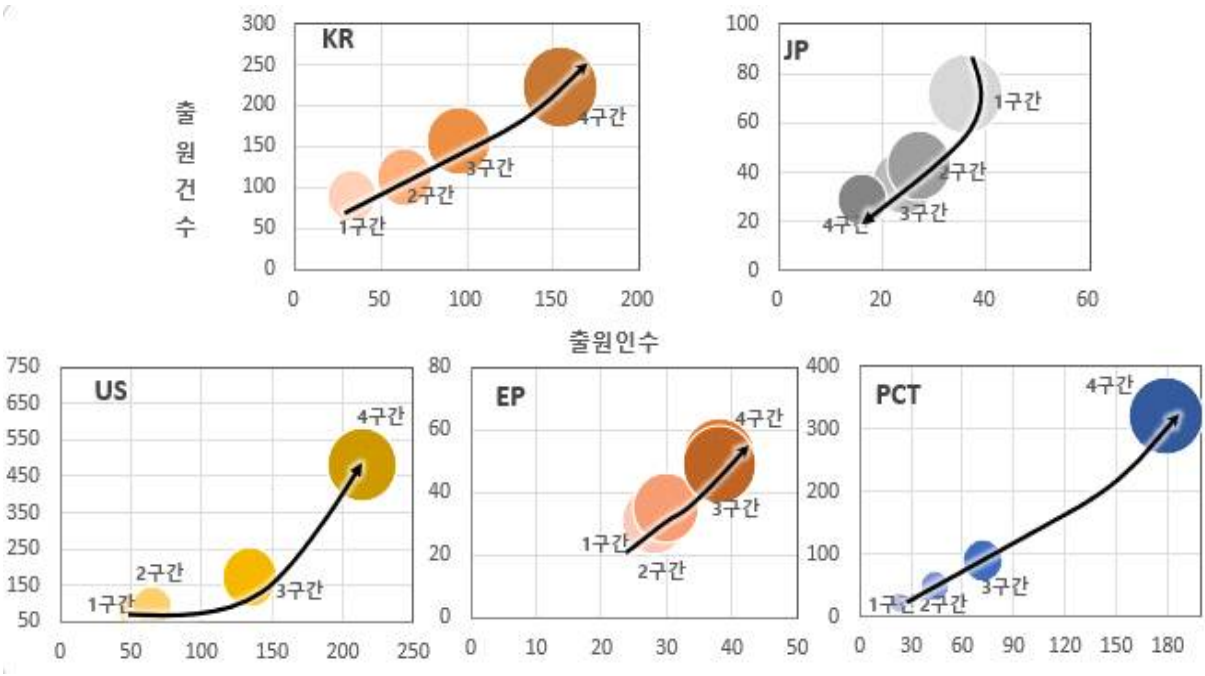
□ [국가별 기술성장단계] 한국, 미국, 일본, EP, PCT 특허의 포트폴리오 분석 결과, 1구간부터 4구간까지 출원 건수와 출원인 수 모두 증가하는'성장'단계로 파악됨

○ 한국특허의 기술위치는 3구간에서 4구간 사이에 출원 건수와 출원인 수가 큰 폭으로 증가하고 있어, 성장단계로 분석되며 시장의 신규 진입자들의 증가로 인해 시장 경쟁이 심화되고 있는 것으로 파악됨

○ 일본특허의 기술위치는 1구간에서 가장 많은수의 출원인수, 출원건수로 파악되며 이후 4구간까지 출원건수 및 출원인수 모두 감소하는추세로 "쇠퇴"단계로 분석됨

○ 미국, PCT 특허의 기술위치는 1구간에서 3구간까지 완만한 상승추세 였으나, 3구간에서 4구사이에 출원건수 및 출원인수가 큰 폭으로 증가하고 있어 시장의 신규진입자들의 증가로 인해 시장 경쟁이 심화되고 있는 것으로 파악되며 성장단계로 분석됨

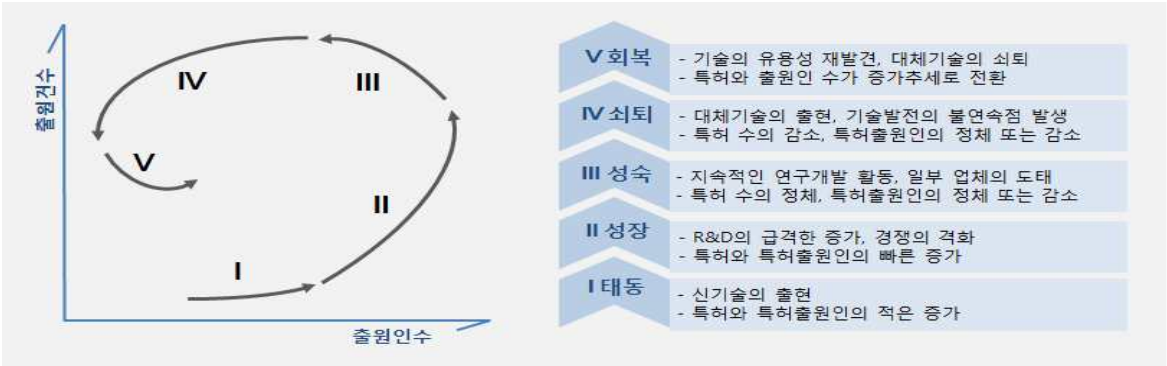
○ EP 특허 기술위치는 1~3구간까지 완만한 상승추세로 3구간에서 4구간 사이에 출원인수가 정체되고, 출원건수는 감소하여 성숙단계로 분석됨



구간	1구간	2구간	3구간	4구간
출원연도	00~04	05~09	10~14	15~19

[그림 3-4] 국가별 기술성장단계

*** [참고] 기술성장단계 구간별 의미**



의미: 각 출원구간으로 구분하여 출원건수(특허건수)와 출원인수(특허권자수)를 2차원 버블차트로 구현한 그래프로, 버블의 크기는 출원인수(특허권자수)임, 출원건수는 기술개발의 활동정도를 나타내고, 출원인수의 증가는 시장의 신규진입자가 증가하는 것을 의미하며, 이는 해당기술분야의 시장이 커지고 있다는 것을 의미함

·성장기 단계에서는 출원인과 출원건수가 증가하는 단계로 연구활동이 활발하다는 것을 의미함

·성숙기 단계는 출원건수 및 출원인의 증가율이 낮아지면서 시장진입자들이 빠져나가는 단계임.

·쇠퇴기 단계는 출원인 및 출원건수가 감소하여 해당기술의 시장이 위축되는 단계로 해석할 수 있음.

·회복기 단계는 원천기술을 이용하여 현 시장에 맞는 기술들이 다시 개발되어 새로운 아이디어와 함께 시장이 재형성되는 단계로 볼 수 있음

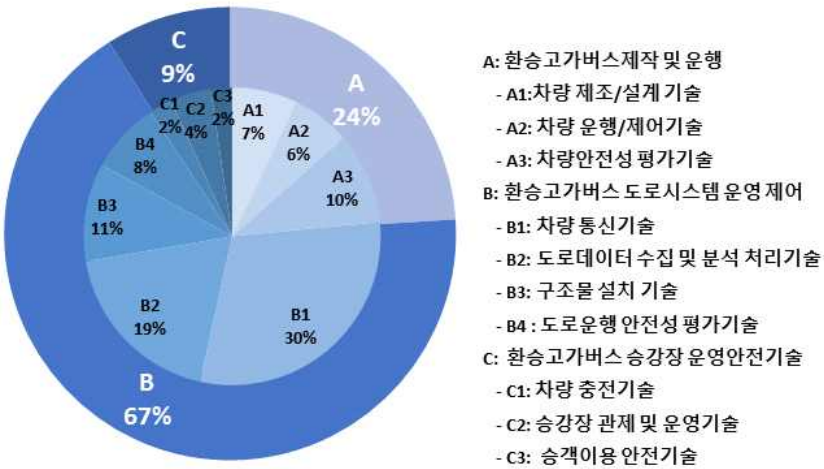
2-1-3. 세부 기술분류별 특허 출원 현황

미래형 교통수단 기술개발 기획의 환승고가형 버스 기술분류 체계에 따른 세부기술별 특허출원현황을 분석하였음

□ [기술분류별 특허 점유율] 기술분야(환승고가버스제작(A), 환승고가버스 도로시스템 운영제어(B), 환승고가버스 승강장 운영안전기술(C))에 대해, 분야별 점유율은 환승고가버스 도로시스템 운영제어(B)이 67%로 전체 기술 중 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 다음으로 환승고가버스제작(A)이 24%, 환승고가버스 승강장 운영안전기술(B)이 9%로 나타남

○ 대분류 기술분야별 출원연도를 기준으로 특허동향을 살펴보면 환승고가버스 도로시스템 운영제어(B) 기술이 전체 67%를 차지하며 가장 많은 비율로 분석되고, 다음으로 환승고가버스제작 (A) 23%, 환승고가버스 승강장 운영·안전기술 (B) 9%로 분석됨

○ 세부기술 중 가장 높은 비율을 차지하고 있는 기술 분야는 차량 및 시설 통신기술(B1)로 30%의 점유율을 기록하고 있으며, 다음으로는 도로데이터 수집·분석 처리(B2) 18%, 구조물 설치(B3) 11%, 차량 운행안전성 평가기술(A3) 10%, 도로운행 안전성 평가기술 (B4) 8%, 차량 제조 및 설계기술 (A1) 7%, 차량운행제어기술(A2) 6%, 탑승시설 관제 및 운영기술(C2) 4%, 차량 충전기술(C1), 승객이용 안전기술(C3) 각 2% 순으로 나타남

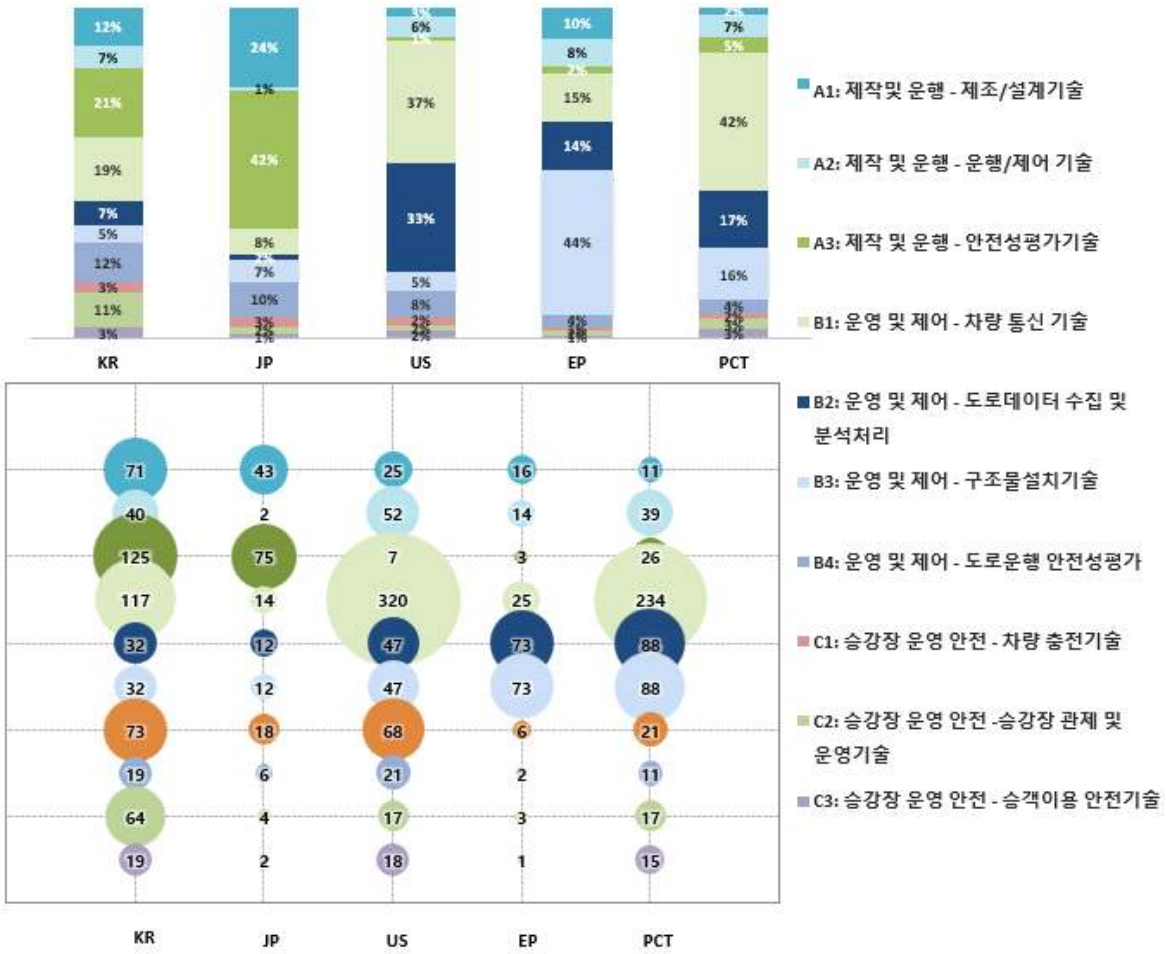


[그림 3-5] 기술별 세부기술 특허현황

□ [기술분류별 특허 출원동향] 한국, 일본은 제작 및 운행 부문의 안전성평가기술 (A3), 미국은 도로데이터 수집 및 분석처리(B2), 유럽은 구조물 설치 기술(B3), PCT는 차량 통신 (B1)기술이 집중되어 있는 것으로 나타남

ㅇ 한국의 경우, 기술별 특허점유율을 살펴보면 A3, B1, A1, B4, C2, A2, B3, B2, C1, C3의 순으로 나타나며, 일본은 A3, A1, B4, B1, B3, C1, C2, B2, C3, A2순의 점유율을 기록하고 있음

ㅇ 미국의 경우 B1, B2, B4, A2, B3, A1, C1, C2, C3, A3 점유율 순으로 분석되며, EP는 B3, B1, B2, A1, A2, B4, A3, C2, C1, C3 의 순으로, PCT의 경우 B1, B2, B3, A2, A3, B4, C2, C3, A1, C1 특허출원 비율로 분석됨



[그림 3-6] 국가별 기술특허 현황

2-1-4. 주요출원인 연구활동 분석

미래형 교통수단 기술개발 기획의 환승고가 버스관련 기술 특허의 출원인 특성 구분을 통해 정부지원 현황, 대학의 R&D 참여도를 살펴보았으며 주요 다출원인이 기술분야별 보유 포트폴리오와 주요 진출국 출원현황, 연도별 출원추이, 기술경쟁력을 판단함

□ **[출원인 특성] 미래형 교통수단 기술개발 기획의 환승고가버스 기술분야 전체 특허의 각 국가별 상위 출원인을 살펴보면 주로 기업과 연구소의 출원이 대부분을 차지하고 있으며 이는 대부분의 국가들에게서 확인할 수 있었음**

- ㅇ 한국은 자국 자동차 회사인 현대자동차 그룹, 연구기관인 한국철도기술연구원 순으로 특허건수가 많은 것으로 파악됨
- ㅇ 일본은 연구기관 RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE (철도종합기술연구소), 자국의 자동차회사 MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORP, CENTRAL JAPAN RAILWAY CO 순으로 특허건수가 많은 것으로 파악됨
- ㅇ 미국은 자국의 International Business Machines Corporation(IBM)이 가장 많은 특허출원을 한 것으로 나타나며 다음으로는 YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA, LG ELECTRONICS INC., QUALCOMM Incorporated, Intel Corporation 순으로 특허출원이 많은 것으로 분석됨
- ㅇ EP는 YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA, LG ELECTRONICS INC., QUALCOMM Incorporated, SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. 순으로 주로 전자기기 회사의 특허출원이 많은 것으로 보여짐
- ㅇ PCT는 한국의 전자기기 회사인 LG ELECTRONICS INC., SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.과 미국의 통신회사 QUALCOMM Incorporated, 반도체 회사 Intel Corporation 등의 특허출원이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 분석됨

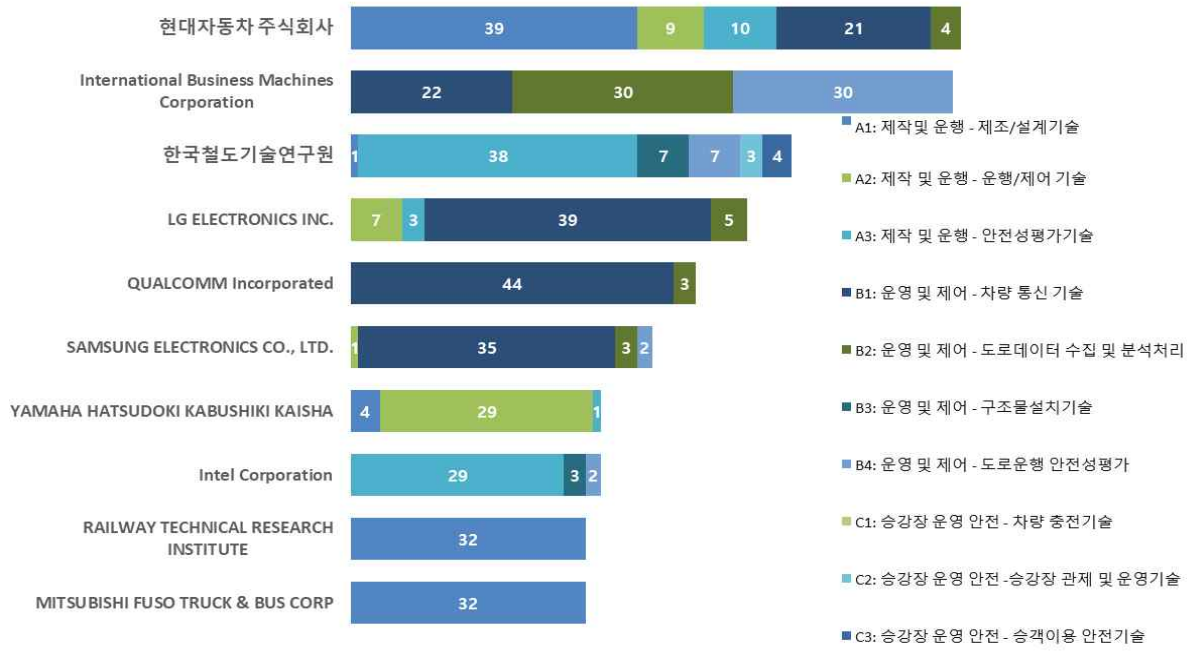
[표 3-3] 주요 출원인 국가별 출원현황

출원인	KR	JP	US	EP	PCT	전체
현대자동차 주식회사	83	0	0	0	0	83
International Business Machines Corporation	0	0	79	0	3	82
한국철도기술연구원	60	0	0	0	0	60
LG ELECTRONICS INC.	0	0	16	4	34	54
QUALCOMM Incorporated	0	0	16	3	28	47
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	0	0	13	1	27	41
YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI	0	1	23	5	5	34

출원인	KR	JP	US	EP	PCT	전체
KAISHA						
Intel Corporation	0	0	6	2	24	32
RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE	0	34	0	0	0	34
MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORP	0	32	0	0	0	32

□ [주요 출원인 보유특허 현황] 미래형 교통수단 기술개발 기획의 환승고가버스 분야에서 특허활동이 가장 활발한 출원인은 (한국)현대자동차 주식회사 83건의 통해 가장 많은 특허출원을 보유하였고 다음으로 (미국)International Business Machines Corporation, (한국) 한국철도기술 연구원, (한국)LG ELECTRONICS INC. (미국)QUALCOMM Incorporated, (한국)SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD., (일본)YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA, (미국) INTEL Corporation, (일본)RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE, (일본) MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORP 순임

○ 상위 출원인 10위까지를 선정하여, 해당 출원인들의 국가별, 기술별 출원현황을 분석함



[그림 3-7] 상위 출원인 TOP10 현황 및 세부기술 출원현황

- 출원인 중 현대자동차 주식회사, MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORP의 자동차 제조업체들은 모두 차량제작 및 운행(A) 분야의 세부기술 차량 제조/설계 기술(A1)출원에 집중되어 있음
- LG ELECTRONICS INC., QUALCOMM Incorporated, SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.의 전자기기 회사는 도로시스템 운영 및 제어 (B)분야의 세부기술 차량 통신(B1)출원에 집중되어 있으며, 동시에 PCT 출원에 집중하며 해외시장 선점을 목표로 하는 것으로 분석됨
- International Business Machines Corporation의 경우 환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어 (B)분야의 세부기술 도로데이터 수집 및 분석처리(B2)기술에 특허출원이 집중되어 있는 것으로 파악됨

2-1-5. 기술별 특허분석

미래형 교통수단 기술개발 기획의 대상 특허인 환승고가형 버스의 기술분야별(환승고가버스 제작(A), 환승고가버스 도로시스템운영제어(B), 환승고가버스 승강장 운영안전기술(C))로 특허분석을 실시함

가. 환승고가버스 제작 및 운행 (A) 특허분석

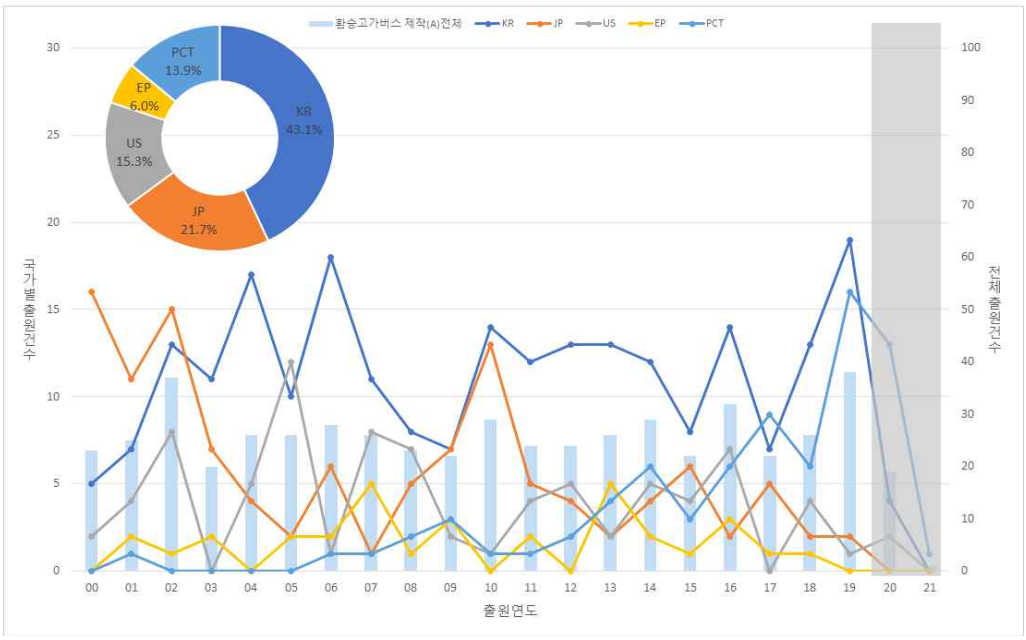
환승고가버스 제작 및 운행 (A) 분야에 관한 특허는 전체 549건으로, 세부기술은 차량 제작 및 설계 기술(A1), 차량 운행/제어기술(A2), 차량 안전성 평가기술(A3)을 포함함

□ [출원국 특허동향] 환승고가버스 제작 및 운행 (A) 기술분야에 있어 가장 높은 비율은 한국 43%로 분석됨

○ [출원국 연도별 특허동향 및 국가별 점유율] 출원연도를 기준으로 각국에서의 특허 출원 건수 현황을 통해 출원 증감 추이와 국가별 점유율을 파악하고자 함

○ 환승고가버스 제작(A)분야에 있어, 국가별 특허 점유율은 한국이 43%로 가장 높은 비율을 나타내고 있으며, 다음으로 일본이 21.9%, 미국이 15.3%, PCT 13.8%, EP가 6.0%를 점유하고 있는 것으로 나타남

○ 환승고가버스 제작(A) 분야의 전체 특허에 대한 출원연도별 특허동향을 분석한 결과, 2010년까지 증가, 감소를 반복하다가, 이후 최근까지 점차 증가하는 추이를 보이고 있음

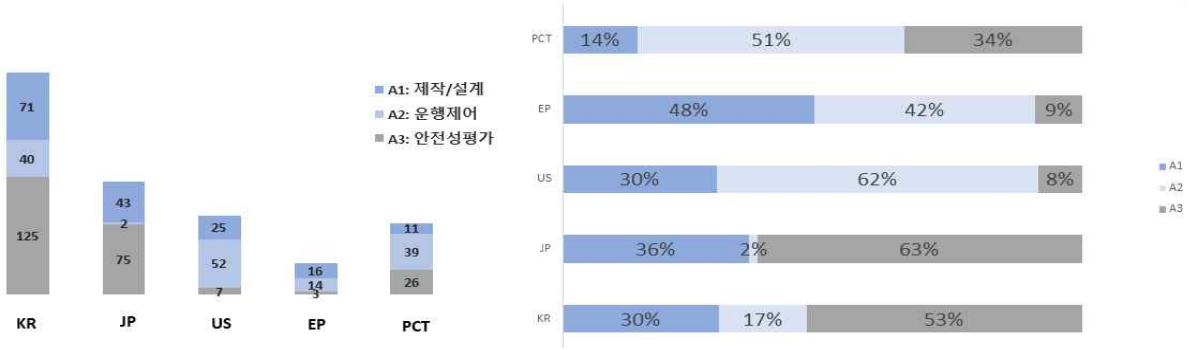


[그림 3-8] 환승고가버스 제작(A) 분야국가별 출원 동향

- 한국과 PCT의 경우 2005년부터 대체적으로 증감을 반복하는 추세로 2018년도부터 급증하는 추세이며, 일본은 증감을 반복하며 10년 이후로 감소하는 추세, 미국과 유유럽은 증감을 반복하는 추이를 보이며 대체로 감소하는 추세

○ [국가별 세부기술 특허현황] 환승고가버스 제작 및 운행(A) 분야에 있어 한국, 일본의 경우 안전성평가기술(A3)에 대한 특허출원 비율이 가장 높고 미국, PCT는 차량 운행제어(A2), 유럽의 경우 차량제작 및 설계(A1)에 대한 특허출원 비율이 가장 높음

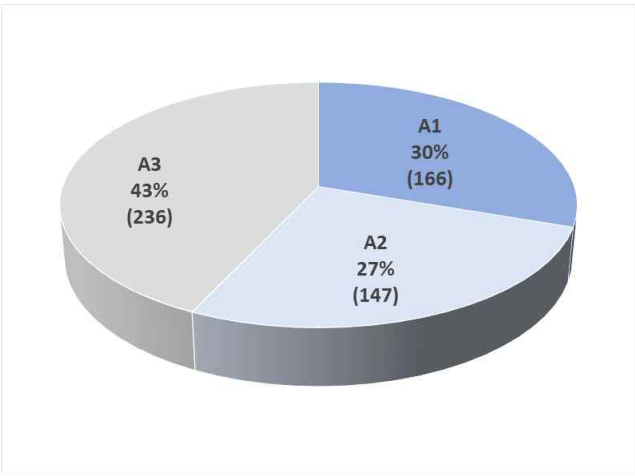
- 국가별 세부기술 분야 특허건수를 분석한 결과, 제작/설계(A1) 및 안전성평가기술(A3) 모두 한국이 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 파악되며 운행/제어(A2)기술은 미국이 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 분석됨
- 안전성평가기술(A3)에 대한 특허출원 비율은 한국 53%, 일본 63%, 미국 8%, EP 9%, PCT는 33%의 점유율을 기록



[그림 3-9] 환승고가버스 제작 및 운행 (A) 분야 국가별 세부분류 특허동향

□ [세부기술 특허현황] 세부기술에 대한 특허점유율, 구간별 특허현황, 메인 IPC(국제특허분류 코드) 분석을 통해, 세부기술의 특허동향을 파악함

○ 환승고가버스 제작 및 운행(A)분야의 세부기술별 특허점유율 분석결과, 제작/설계 기술(A1)이 30%, 운행/제어기술(A2)이 27%, 차량 안전성평가기술(A3)이 43%의 점유율을 기록함

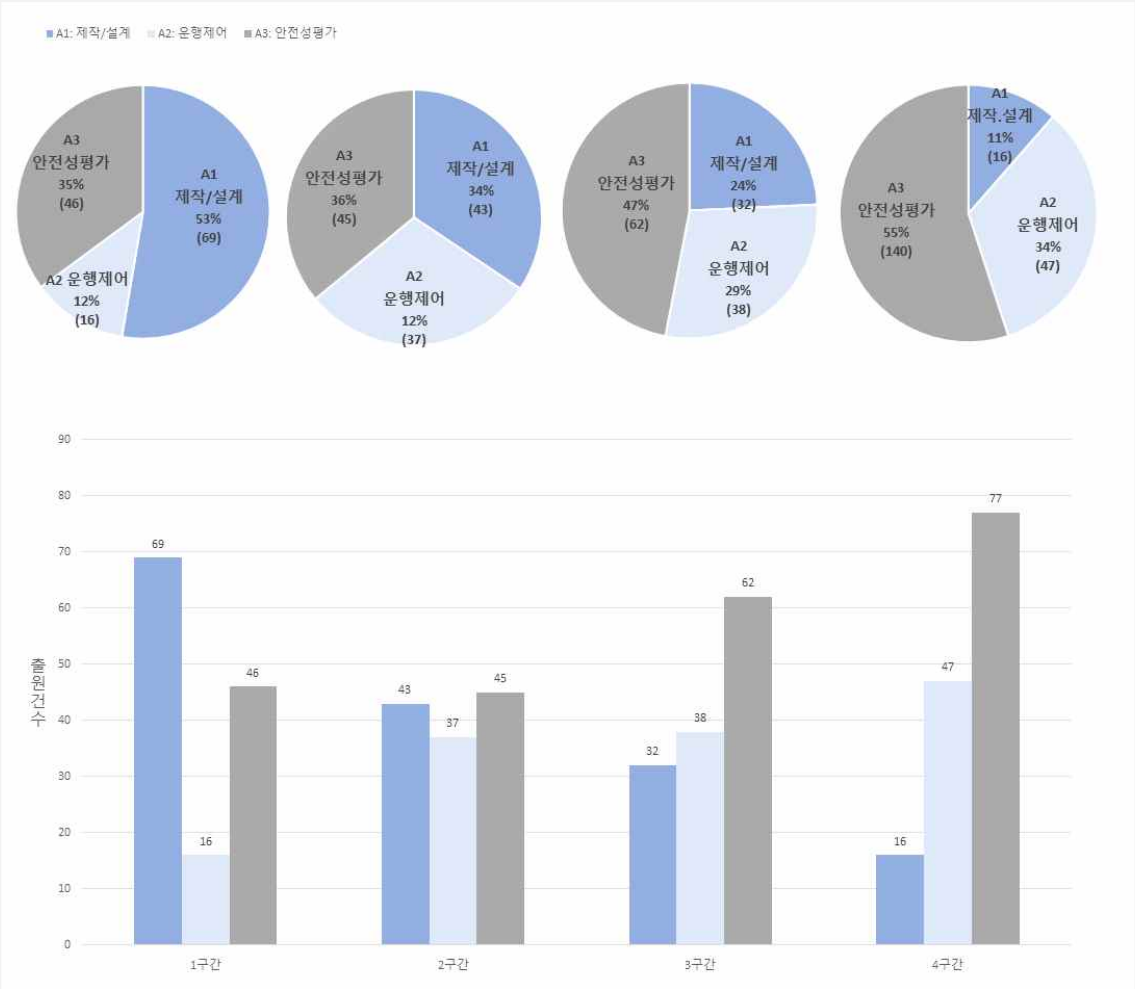


[그림 3-10] 환승고가버스 제작 및 운행 (A) 분야 세부기술 특허현황

- 환승고가버스 설계(A)분야의 세부분류의 구간별 특허건수 및 점유율을 분석한 결과, 제작/설계 기술

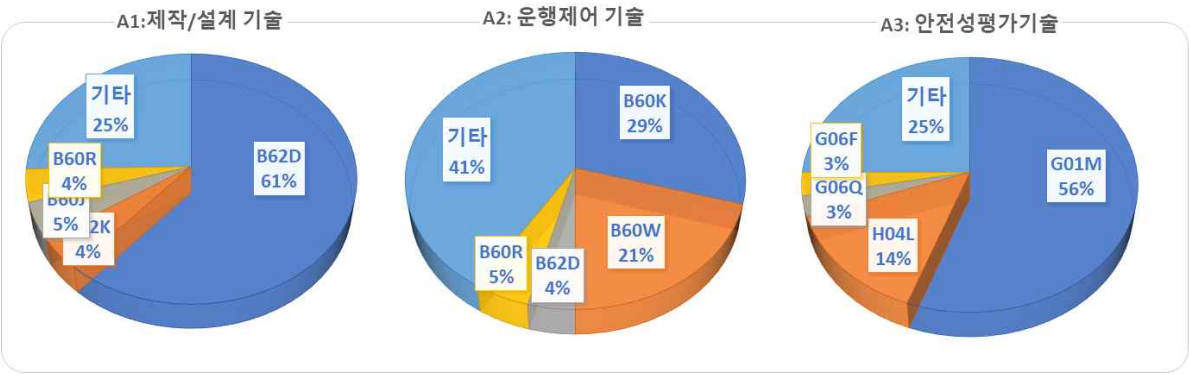
(A1) 관련 특허는 1구간에서 4구간까지 점차 감소하고 있음

- 세부기술의 구간별 차량 운행제어(A2) 및 안전성 평가기술 (A3)의 점유율은 1~4구간에 걸쳐 확대되고 있으며 안전성평가(A3)기술의 점유율이 4구간에서 50% 이상으로 주도적인 것으로 분석됨



[그림 3-11] 환승고가버스 제작(A) 분야 세부기술 구간별 점유율 및 특허현황

○ 환승고가버스 제작(A)분야의 세부분류의 IPC 특허현황을 분석한 결과, 제작/설계 기술(A1)은 자동차 및 트레일러 제작 기술의 B62D 분야가 61%로 가장 주도적인 것으로 분석되었으며, 운행제어기술(A2)은 B60K 분야로 차량의 추진기관 및 변속기 배치 또는 설계 관련된 기술이 29%, 다음이 차량용 부품 관련 제어 기술 B60W분야가 21%순으로 나타나며, 안전성평가기술(A3)은 기계 및 구조물의 시험기술의 G01M분야가 58%로 가장 주도적인 것으로 분석됨



[그림 3-12] 환승고가버스 제작(A) 분야 세부기술별 IPC(국제특허분류) 특허현황

[표 3-4] IPC 코드 설명

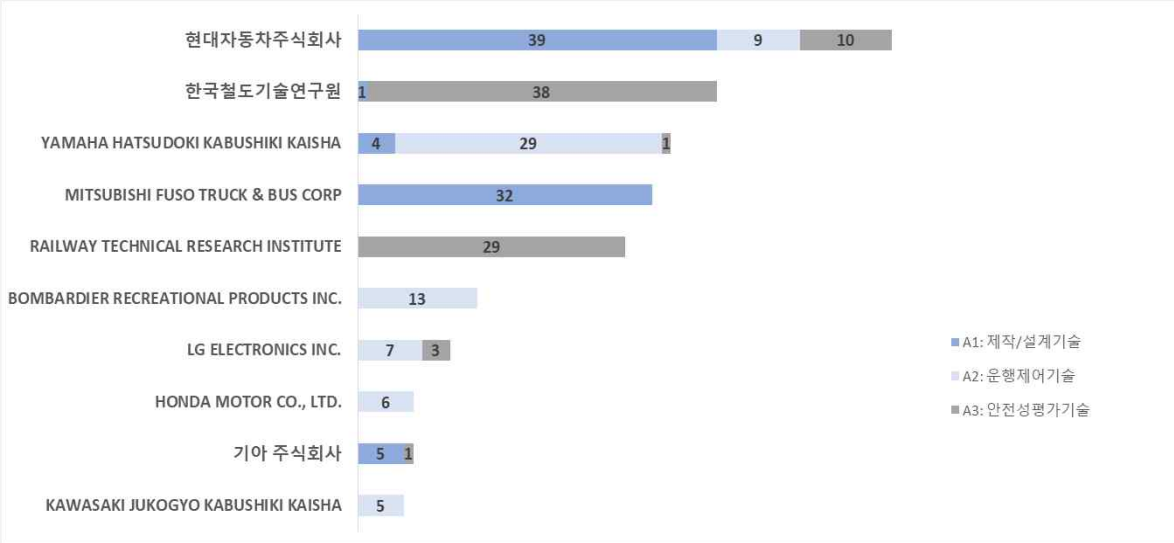
IPC 코드	코드설명
B62D	자동차; 트레일러 (농업 기계 또는 그 설비의 조향 및 안내 A01B 69/00; 차륜, 캐스터, 차축, 차륜의 점착력을 증가시키는 것
H02K	회전-전기 기계
B60J	차량의 창, 방풍 유리, 비고정식의 지붕, 문 또는 동류의 장치; 차량에 특별히 적합하게 분리가능한 외부 보호 커버
B60R	달리 분류되지 않는 차량, 차량 부속구 또는 차량부품
B60K	차량의 추진 기관 또는 변속기(트랜스미션, transmission)의 배치 또는 설치; 복수의 다양한 원동기의 배치 또는 설치; 차량용 보조 구동장치; 차량용 계기 또는 계기판; 차량의 추진 장치의 냉각, 흡기, 배기 또는 연료 공급에 관한 배치
B60W	다른 종류 또는 다른 기능의 차량용 부품의 관련 제어; 하이브리드 차량에 특별히 적합한 제어 시스템; 특정의 단일의 부품의 제어에 관한 것은 아닌, 특정의 목적을 위한 도로상의 차량의 운전 제어 시스템
G01M	기계 또는 구조물의 정적 또는 동적 평형시험; 달리 분류되지 않는 구조물 또는 장치의 시험
H04L	디지털 정보의 전송, 예
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리
G06Q	관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법

□ [상위 출원인 특허동향] 환승고가버스 제작(A)분야 전체 특허에 대해 출원 건수를 기반으로 상위 출원인 10위까지를 선정한 결과, 한국과 일본 국적의 출원인이 강세를 보이고 있으며, 자동차 및 철도회사 및 기관 등이 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타남

○ 상위 출원인 TOP10의 현황을 살펴보면, (한국)현대자동차 주식회사가 58건으로 가장 많은 특허 건수를 보유하고 있어 1위를 차지하고 있으며, 다음으로는 (한국)한국철도기술연구원, (일본) YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA, (일본) MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORP, (일본)RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE, (캐나다)BOMBARDIER RECREATIONAL PRODUCTS INC., (한국)LG ELECTRONICS INC., (일본) HONDA MOTOR CO., LTD., (한국) 기아 주식회사 (일본) KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISH 순으로 관련 기술 특허를 보유한 것으로 분석됨

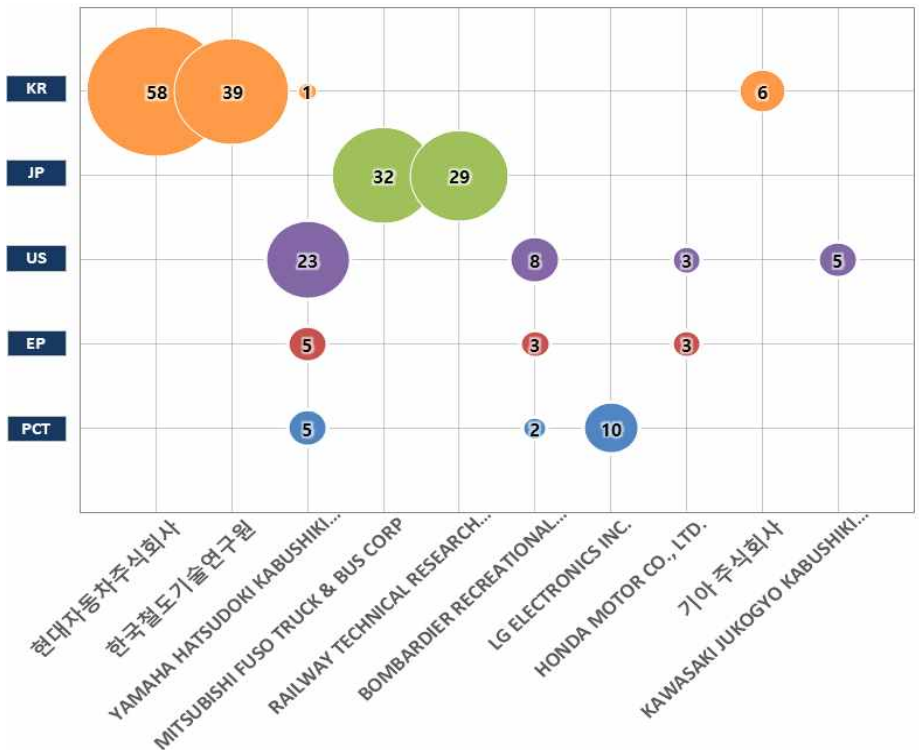
- 자동차회사인 1위 현대자동차 주식회사와 4위 MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORP, 9위 기아

주식회사는 제작/설계 기술 (A1)을 중점적으로 출원하고 있으며, 철도기관인 2위 한국철도기술연구원, 5위 RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE,는 안전성 평가기술(A3)분야에 특허출원이 집중되어 있는 것으로 분석되고 그 외 출원인은 운행제어기술(A2)분야에 중점적으로 출원하고 있는 것으로 분석됨



[그림 3-13] 환승고가버스 설계(A) 분야 상위 출원인 TOP10 현황 및 세부기술별 특허현황

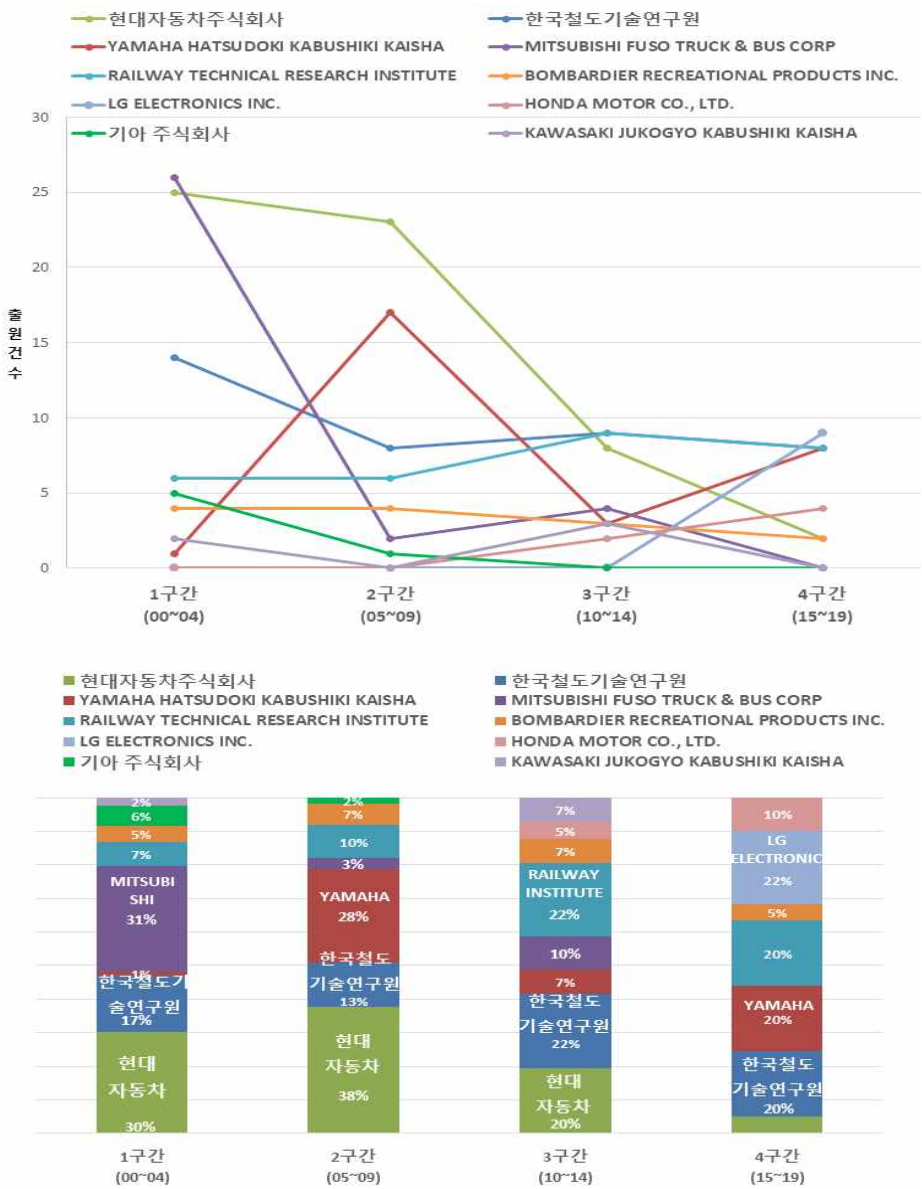
○ 상위 10위 출원인들의 국가별 특허출원 건수를 살펴보면, 1위 (한국)현대자동차주식회사, 2위 (한국)한국철도기술연구원, 4위 MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORP 는 자국내 출원이 가장 많은 것으로 분석되며 3위 YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA은 미국 내 출원이 가장 많은 것으로 분석됨



[그림 3-14] 환승고가버스 설계(A) 분야 상위 출원인 TOP10의 국가별 특허

ㅇ 상위 10위 출원인들의 환승고가버스 설계(A) 분야의 구간별 특허동향을 살펴본 결과, 대부분의 특허 출원은 감소하고 있는 추세로 최근 4구간에서 특허출원이 증가하고 있는 출원인으로는 (한국) LG ELECTRONICS INC. (일본) YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA, HONDA MOTOR CO., LTD.로 분석되며, 4구간에서 상위 출원인 TOP10 중 각각 22%, 20%, 20%의 점유율을 기록하며 최근까지 연구개발이 활발하게 이어지고 있는 것으로 파악됨

- 1위의 현대자동차 주식회사는 1~4구간에 걸쳐 특허출원이 감소하는 것으로 나타나 최근에는 관련 기술에 대한 연구개발이 감소 된 것으로 나타나며, 대부분의 특허출원은 1~4구간에 걸쳐 증가, 감소를 반복 중으로 분석됨



[그림 3-15] 환승고가버스 설계(A) 분야 상위 출원인 TOP10의 구간별 특허현황 및 점유율

나. 환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어(B) 특허 분석

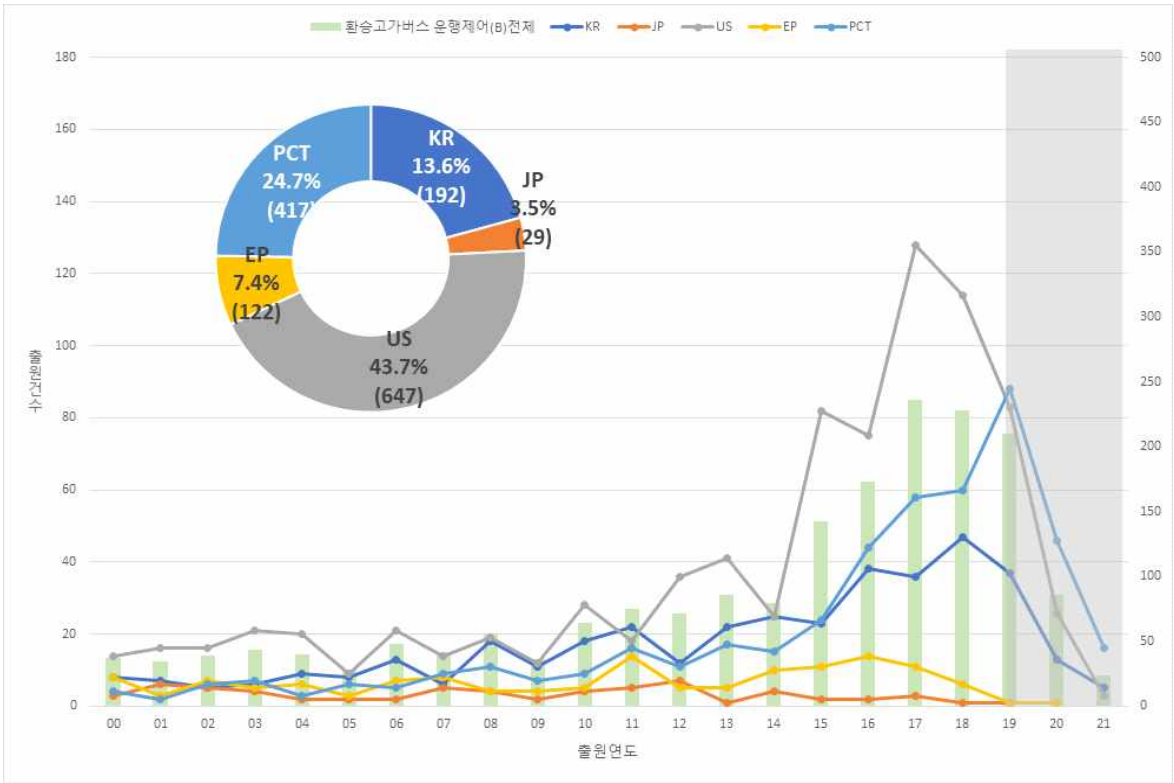
환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어(B) 분야에 관한 특허는 전체 1,593건으로, 세부기술은 차량 통신기술(B1), 도로데이터 수집 및 분석 처리 기술(B2), 구조물설치기술(B3), 도로운행 안전성평가기술(B4)을 포함

□ [출원국 특허동향] 환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어(B) 기술분야에 있어 가장 높은 비율은 미국 43.7%로 분석됨

○ [출원국 연도별 특허동향 및 국가별 점유율] 출원연도를 기준으로 각국에서의 특허 출원 건수 현황을 통해 출원 증감 추이와 국가별 점유율을 파악하고자 함

○ 환승고가버스 운행제어(B)분야에 있어, 국가별 특허 점유율은 미국이 43.7%로 가장 높은 비율을 나타내고 있으며, 다음으로 PCT 24.7%, 한국 13.6%, EP 7.4%, 일본이 3.5%를 점유하고 있는 것으로 나타남

○ 환승고가버스 운행제어(B) 분야의 전체 특허에 대한 출원연도별 특허동향을 분석한 결과, 2014년까지 증가, 감소를 반복하다가, 이후 2017년도까지 급격하게 상승하며 최근까지 점차 감소하는 추이를 보이고 있음



[그림 3-16] 운행제어(B) 분야 국가별 출원동향

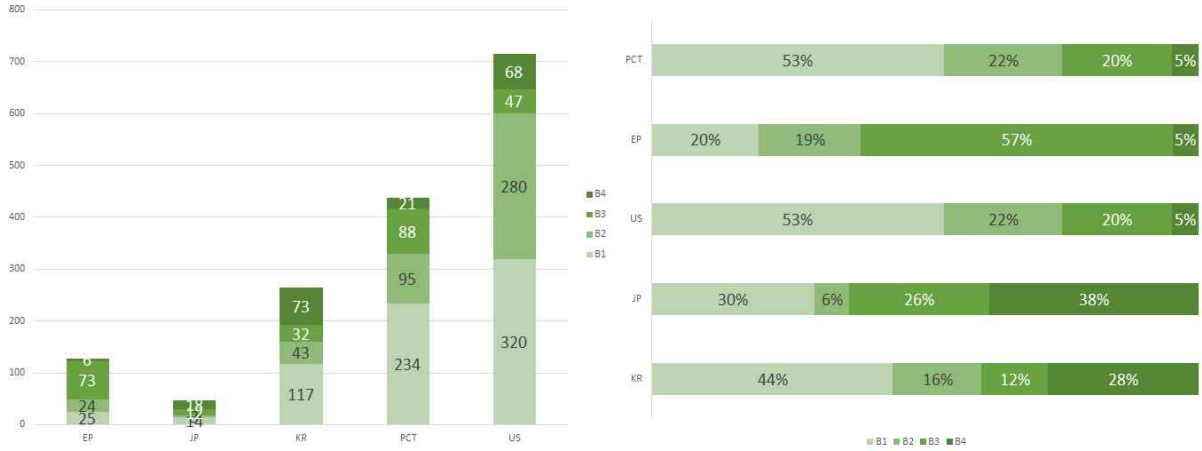
- 미국은 2017년도에 가장 활발히 특허출원이 이루어지며 이를 기점으로 감소하는 추세로, 한국의 경우 2018년까지 증가 추이로 감소와 증가를 반복하고 있으며 2018년도에 가장 많은 출원을 한

것으로 보여짐

- 미국, EP, PCT의 경우 2012년까지 증가, 감소를 반복하다가 이후로는 미국은 2016년까지 증가 후 감소, EP는 2019년까지 증가하고, PCT는 2018년까지 증가하는 추이를 보이고 있음

○ [국가별 세부기술 특허현황] 운행제어(B) 분야에 있어 한국, 일본, 미국, PCT에서 차량 통신 기술(B1)에 대한 특허출원 비율이 도로데이터 수집, 분석, 처리기술 (B2), 구조물설치기술(B3), 안전성 평가기술(B4) 보다 많은 것으로 분석되며 EP는 구조물설치기술(B3)이 가장 많은 것으로 분석됨

- 차량통신기술(B1)에 대한 특허출원 비율은 한국 44%, 일본 30%, 미국 53%, EP20%, PCT는 53%의 점유율을 기록



[그림 3-17] 운행제어(B) 분야 국가별 세부 특허동향

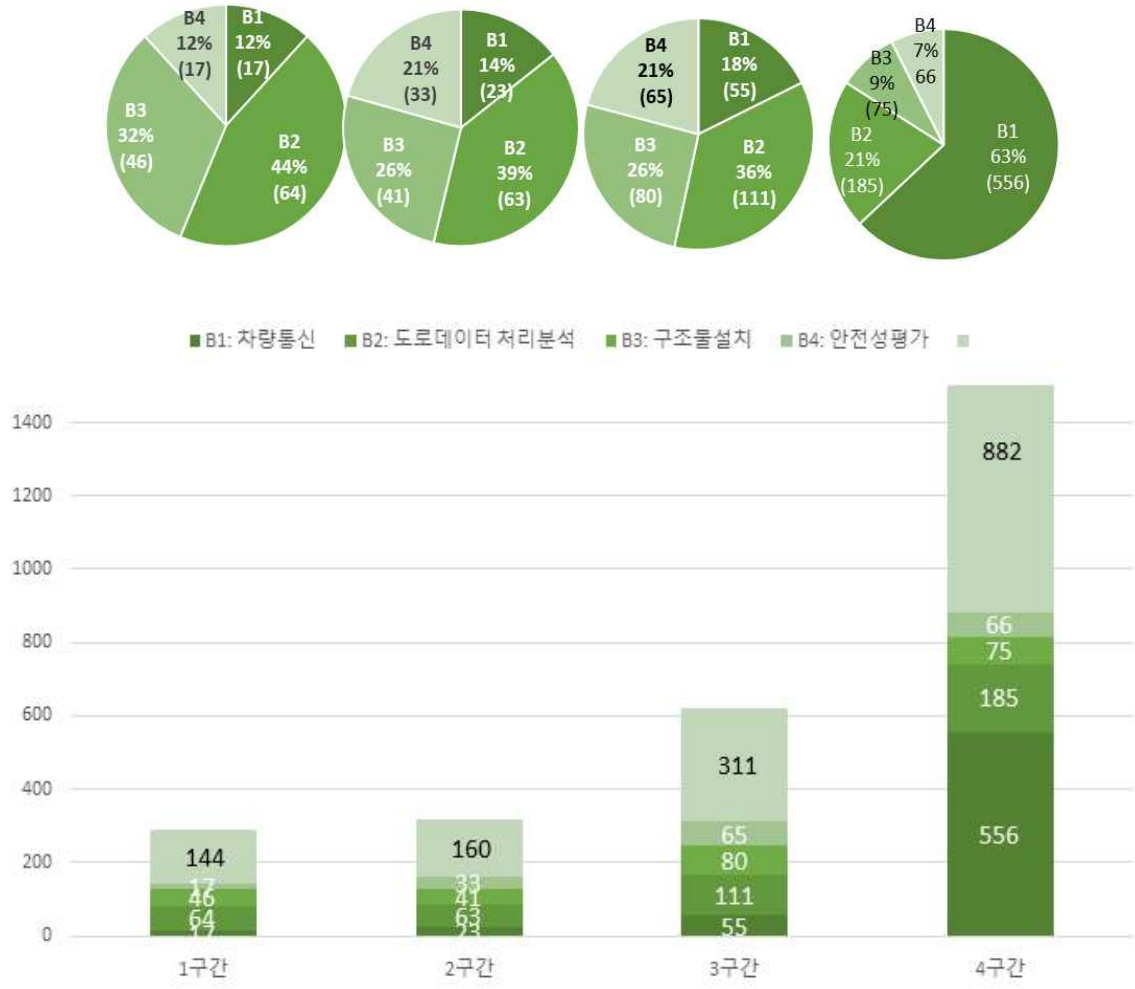
□ [세부기술 특허현황] 세부기술에 대한 특허점유율, 구간별 특허현황, 메인 IPC(국제특허분류 코드) 분석을 통해, 세부기술의 특허동향을 파악함

○ 운행제어(B)분야의 세부기술별 특허점유율 분석결과, 차량 통신기술(B1)이 45%, 도로데이터 처리분석 기술(B2)이 28%, 구조물설치기술(B3) 16%, 안전성평가(B4) 12%의 점유율을 기록함



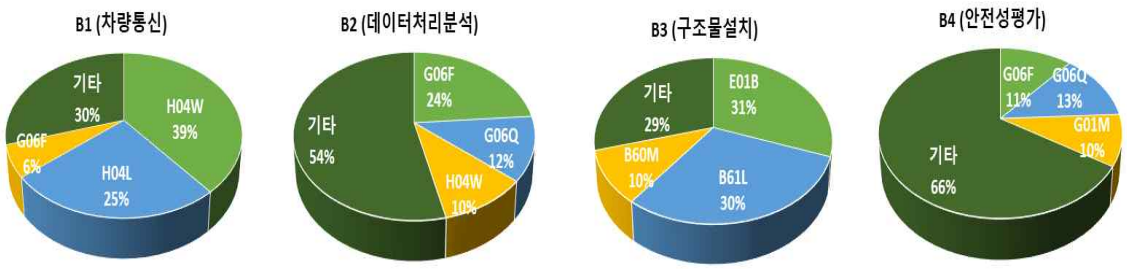
[그림 3-18] 운행제어(B) 분야 세부기술 특허현황

- 운행제어(B) 분야의 세부 분류의 구간별 특허건수 및 점유율을 분석한 결과, 차량통신 기술(B1)는 1구간부터 점차 증가하며 특히 4구간에서 급격한 증가 추세를 보이며, 구조물 설치기술(B3)외 기타 세부기술들은 1구간부터 점차 감소하는 추세로 분석됨
- 차량통신기술(B1)은 1구간에서부터 점차 증가하며 4구간에서 급격한 증가 추세를 보이며 그 외 데이터처리분석기술(B2), 구조물 설치기술(B3), 안전성평가기술(B4)들은 증감을 반복하는 감소추세로 분석됨
- 세부기술의 구간별 점유율은 1~3구간에 있어 데이터 처리분석기술(B2)이 주도적이였으나, 4구간에서부터 차량 통신기술(B1)의 점유율이 주도적인 것으로 분석됨



[그림 3-19] 운행제어(B) 분야 세부기술 구간별 점유율 및 특허현황

○ 차량 운행제어(B) 분야의 세부분류의 IPC 특허현황을 분석한 결과, 차량통신기술(B1)은 무선통신 분야의 H04W 분야가 약 40%로 가장 주도적인 것으로 분석되었으며, 데이터 처리 분석 기술(B2)은 G06F 분야로 디지털 데이터처리 분야가 약 24%를 차지하였으며, 구조물설치기술(B3)는 철도 궤도 및 건설용기계 분야인 E01B가 약 30%, 안전성 평가기술(B4)는 G06Q 관리용, 상업용, 감독용, 예측용 데이터처리 시스템 또는 방법이 13%를 차지함



[그림 3-20] 운행제어 (B) 분야 세부기술별 IPC(국제특허분류) 특허 현황

[표 3-5] IPC 코드 설명

IPC 코드	코드설명
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리(특정계산모델방식의 컴퓨터시스템 G06N)
H04W	무선 통신 네트워크 (방송 통신 H04H; 비선택적 통신을 위한 무선 링크를 사용하는 통신 시스템, 예. 무선 증설 H04M 1/72) [2009.01]
H04L	디지털 정보의 전송, 예. 전신통신(전신(telegraphic) 및 전화통신의 공통장치 H04M) [1985.01]
B61L	철도 교통의 안내; 철도 교통의 보안(제동 장치 또는 보조 장치 B61H, B61K; 전철기 또는 철우(points)의 구성 E01B)
G06Q	관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법 [2006.01]

□ **[상위 출원인 특허동향] 차량운행제어(B) 분야 전체 특허에 대해 출원 건수를 기반으로 상위 출원인 10위까지를 선정한 결과, 미국 출원인이 강세를 보이고 있으며, 소프트웨어 및 반도체 전자 회사들이 주로 차지하고 있는 것으로 분석됨**

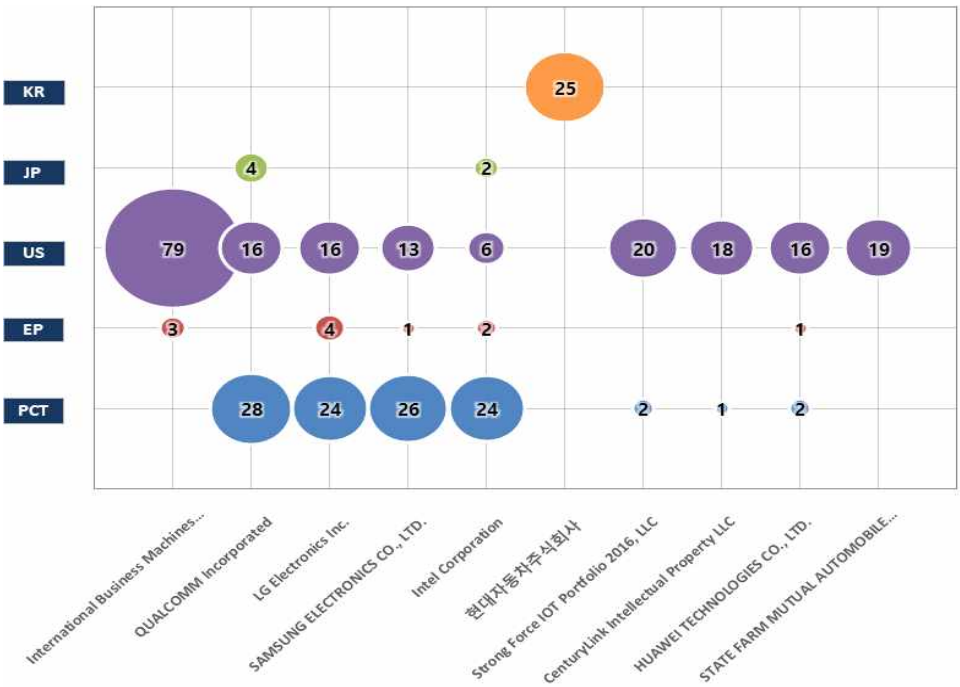
○ 상위 출원인 TOP10의 현황을 살펴보면, (미국) International Business Machines Corporation(IBM)이 82건으로 가장 많은 특허건수를 보유하고 있어 1위를 차지하고 있으며, 다음으로는 (미국)QUALCOMM Incorporated, (한국) LG Electronics Inc., (한국)SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (미국)Intel Corporation. (한국)현대자동차주식회사 (미국) Strong Force IOT (미국) CenturyLink Intellectual Property LLC, (중국) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD., (미국) STATE FARM MUTUAL AUTOMOBILE INSURANCE COMPANY 순으로 관련 기술 특허를 보유한 것으로 분석됨

- 1위 10위를 제외한 8개의 출원인들은 차량통신기술(B1)을 중점적으로 출원을 하고있으며, IBM의 경우 데이터분석처리기술(B2) 분야의 특허출원이 집중되어 있는 것으로 분석됨



[그림 3-21] 차량운행제어(B) 분야 상위 출원인 TOP10 현황 및 세부기술별 특허현황

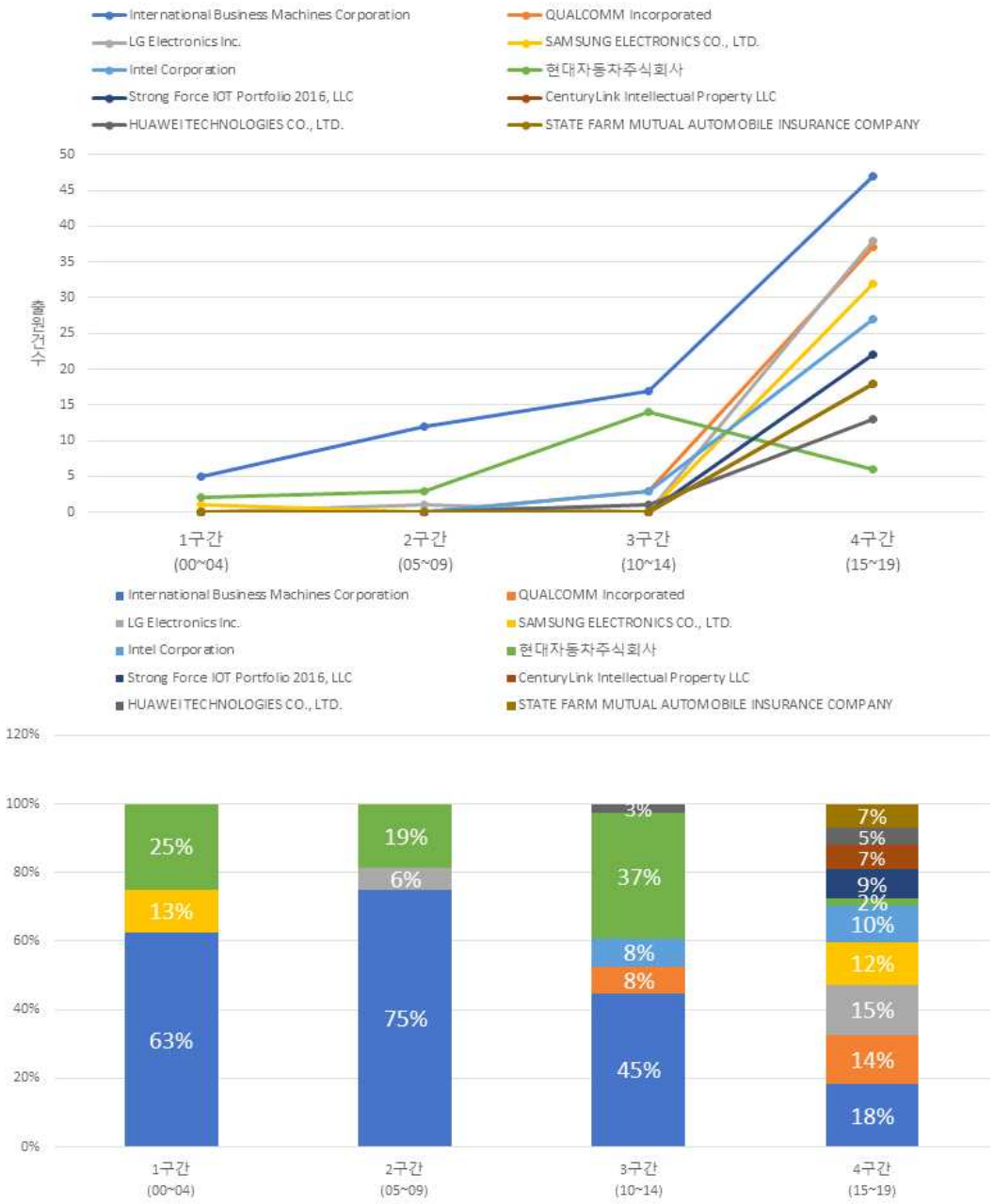
○ 상위 10위 출원인들의 국가별 특허출원 건수를 살펴보면, 5위까지의 출원인들 1위 International Business Machines Corporation(IBM)는 자국 내 특허출원이 가장 많은 것으로 분석되며 1위를 제외한 2위 QUALCOMM Incorporated, 3위 LG Electronics Inc., (한국) 4위 SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.(한국) 5위 Intel Corporation.은 PCT 출원이 가장 많은 것으로 분석되어 국제출원을 통해 해외시장 확보에 노력을 보이는 것으로 분석됨



[그림 3-22] 차량 운행제어(B) 분야 상위 출원인 TOP10의 국가별 특허

ㅇ 상위 10위 출원인들의 차량 운행제어 (B) 분야의 구간별 특허동향을 살펴본 결과, 최근 4구간에서 특허출원이 급증하고 있으며 감소하고 있는 출원인은 (한국) 현대자동차주식회사로 분석됨

- 모든 출원인들의 출원이 4구간에서 급격히 증가하는 추세이며 상위 1위인 (미국)International Business Machines Corporation(IBM)은 모든 구간 증가하는 추세로, 이와 동시에 모든 구간에서 가장 높은 점유율을 보임



[그림 3-23] 차량운행제어(B) 분야 상위 출원인 TOP10의 구간별 특허현황 및 점유율

다. 환승고가버스 승강장 운영 안전기술(C) 특허분석

환승고가버스 승강장 운영안전기술(C) 분야에 관한 특허는 전체 건으로, 세부기술은 차량 충전기술(C1), 승강장 관제 및 운영기술(C2), 승객이용안전기술(C3)을 포함함

□ [출원국 특허동향] 환승고가버스 승강장 운영안전 (C) 기술분야의 가장 높은 비율은 한국 46.6%로 분석됨

○ [출원국 연도별 특허동향 및 국가별 점유율] 출원연도를 기준으로 각국에서의 특허 출원 건수 현황을 통해 출원 증감 추이와 국가별 점유율을 파악하고자 함

- 환승고가버스 승강장 운영안전 (C)분야에 있어, 국가별 특허 점유율은 한국이 46.6%로 가장 높은 비율을 나타내고 있으며, 다음으로 미국25.6%, PCT 19.6%, JP 5.5%, EP 2.7%를 점유하고 있는 것으로 나타남
- 환승고가버스 승강장 운영안전 (C)분야의 전체 특허에 대한 출원연도별 특허동향을 분석한 결과, 2014년까지 증가, 감소를 반복하다가, 이후 2017년도까지 급격하게 상승하며 최근까지 점차 감소하는 추이를 보이고 있음



[그림 3-24] 승강장 운영안전기술 (C) 분야 국가별 출원 동향

○ [국가별 세부기술 특허현황] 승강장 운영안전기술(C) 분야에 있어, 국가별 세부기술 분야 특허현황을 파악하고자 함

- 국가별 세부기술 분야 특허건수를 분석한 결과, 차량 충전기술(C1)은 미국, 탑승시설관제 및 운영기술(C2) 및 승객이용 안전기술(C3)은 한국이 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 파악됨

- 국가별 세부기술 분야 특허현황을 분석한 결과, 한국은 탑승시설 관제 및 운영 기술(C2) 특허출원이 63%, 유럽 50%, PCT 40%로 높게 나타나는 반면, 일본과 미국은 차량 충전기술 (C1) 특허출원이 각각 50%, 38%로 집중되어 있는 것으로 나타남



[그림 3-25] 승강장 운영안전(C) 분야 국가별 세부분류 특허동향

□ **[세부기술 특허현황] 세부기술에 대한 특허점유율, 구간별 특허현황, 메인 IPC(국제특허분류 코드) 분석을 통해 탑승시설 관제 및 운영기술 (C2) 48%, 차량 충전기술 (C1) 27%, 승객이용 안전기술 (C3) 25%의 점유율을 분석함**

○ [세부기술 특허현황] 기술분야의 세부기술에 대한 특허점유율, 구간별 특허현황, 메인 IPC(국제특허분류 코드) 분석을 통해, 세부기술의 특허동향을 파악함



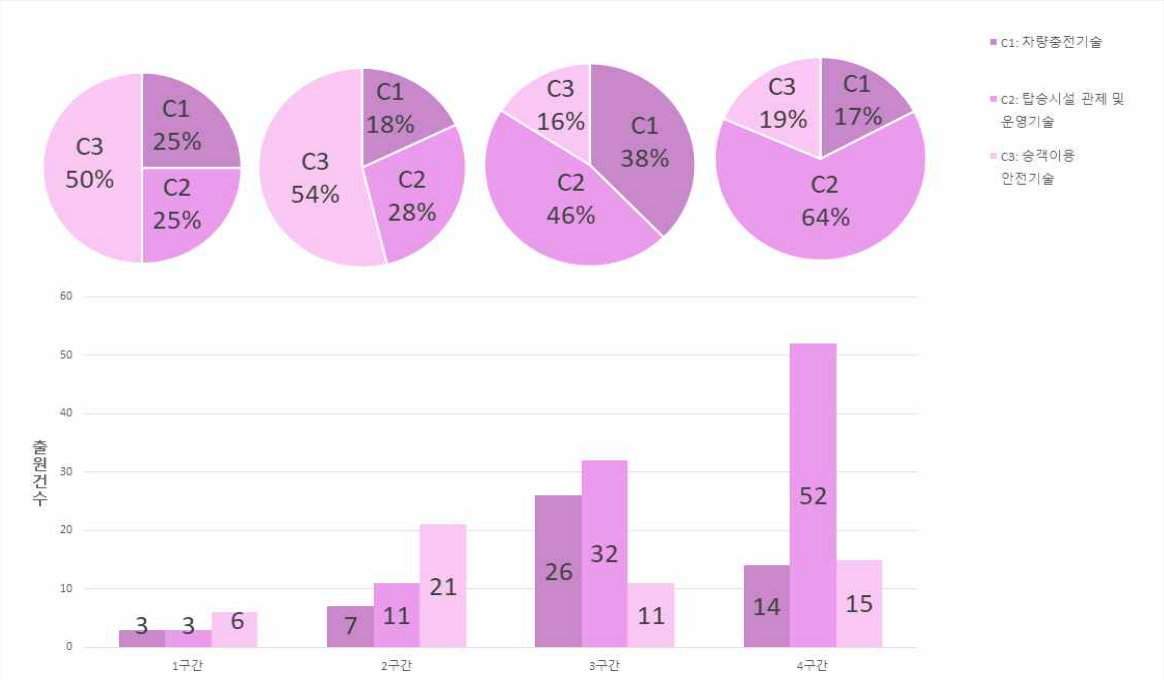
[그림 3-26] 승강장 운영안전(C) 분야 세부기술 특허

- 승강장 운영안전(C) 분야의 기술분류별 특허현황 분석결과, 전체 특허 219건 중 승강장 관제 및 운영기술 (C2) 105건으로 48%, 차량충전기술(C1)이 59건으로 27%, 승객이용 안전기술(C3)이 55건으로 25%의 점유율을 기록함

- 승객이용 운영안전(C) 분야 세부분류의 구간별 특허건수 및 점유율을 분석한 결과, 구간별 출원건수의 경우, 세부기술 차량충전기술(C1)은 3구간까지 증가 후 4구간까지 감소하는 추이를 나타내고 있으며, 승강장 관제 및 운영 기술(C2)은 4구간까지 계속적으로 증가하는 추세이며, 승객이용

안전기술(C3)의 경우 2구간 이후 감소하는 추세로 분석됨

- 구간별 점유율의 경우, 1구간과 2구간의 경우 승객이용 안전기술(C3)이 점유율의 50% 이상을 기록하며 가장 높은 점유율로 분석되었으나, 3구간과 4구간의 경우 탑승시설 관제 및 운영기술(C2)의 점유율이 가장 높은 것으로 분석됨



[그림 3-27] 승강장 운영안전(C) 분야 세부기술 구간별 점유율 및 특허현황

○ 승강장 운영안전(C) 분야 세부분류의 IPC 특허현황을 분석한 결과, 차량 충전기술(C1)은 건축물 E04H 분야가 37%, 차량의 신호 및 조명장치 B60Q 14%, 태양광 에너지 H02S가 8%, 전기 추진 차량의 기술인 B60L 분야가 7%로 다양한 분야의 기술이 분포되어 있는 것으로 분석됨

- 승강장 관제 및 운영기술 (C2)은 예측을 위한 데이터처리시스템 기술의 G06Q 분야가 69%, 교통제어 및 안전확보 기술인 G08G이 10%, 그래픽 데이터 판독 기술인 G06K 5% 기술이 분포되어 있는 것으로 분석됨
- 승객이용 안전기술(C3)는 예측을 위한 데이터처리시스템 기술의 G06Q 분야가 13%, 엘리베이터 및 에스컬레이터, 구조용 이동보도 기술인 B66B 13%, 경보 및 호출시스템 G08B 7%기술이 분포되어 있는 것으로 분석됨



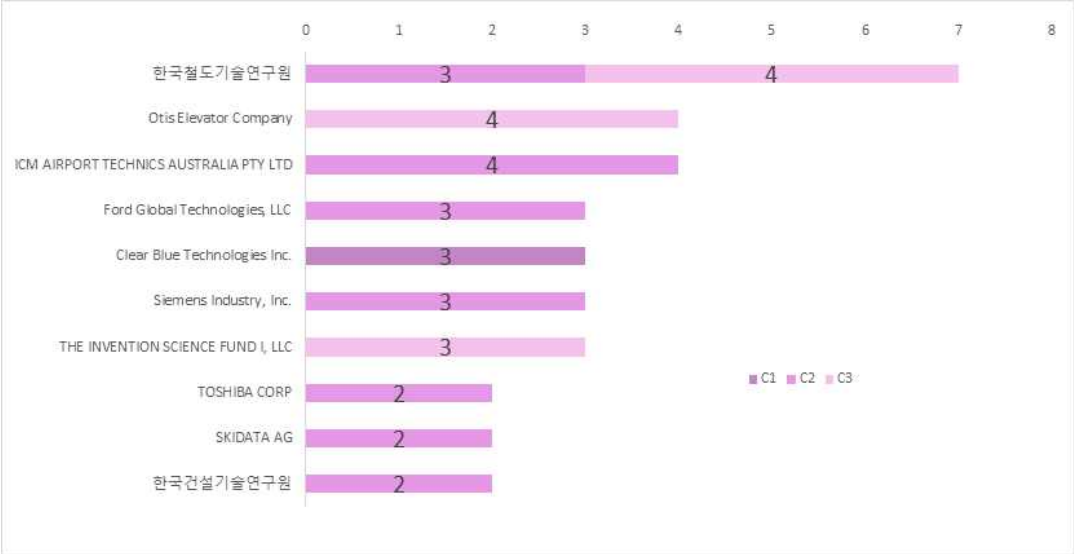
[그림 3-28] 승강장 운영안전(C) 분야 세부기술별 IPC(국제특허분류 특허현황)

[표 3-6] 코드 설명

IPC 코드	코드설명
E04H	특정 목적의 건축물 또는 유사한 구축물(構築物)
B60Q	차량의 일반적인 신호 또는 조명장치의 배치, 그것의 또는 그것을 위한 회로의 장착 또는 지지
H02S	적외선, 가시광선 또는 자외선의 변환에 의한 전력의 발생, 예. 광전지[PV] 모듈을 이용하는 것 (방사원으로 부터 전기 에너지를 획득하는 것
B60L	전기 추진차량의 추진(차량의 공통 추진 또는 상호 추진을 위한 여러 다양한 견인차의 또는 전기 추진 장치의 설치 또는 배치
G06Q	관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법 [2006.01]
G08G	교통제어시스템(철도교통의 안내, 철도교통의 안전확보 B61L; 교통제어용 레이더(radar) 및 유사 시스템, 소나시스템 또는 라이더(lidar)시스템
G06K	그래픽 데이터의 판독 (이미지 또는 비디오 인식 또는 이해 G06V); 데이터의 표현; 기록 매체; 기록 매체 처리
B66B	엘리베이터; 에스컬레이터 또는 이동 보도(일반적인 출구 수단의 대체품으로 사용되는 인명 구조 장치)
G08B	신호 또는 호출시스템; 지령발신장치; 경보 시스템

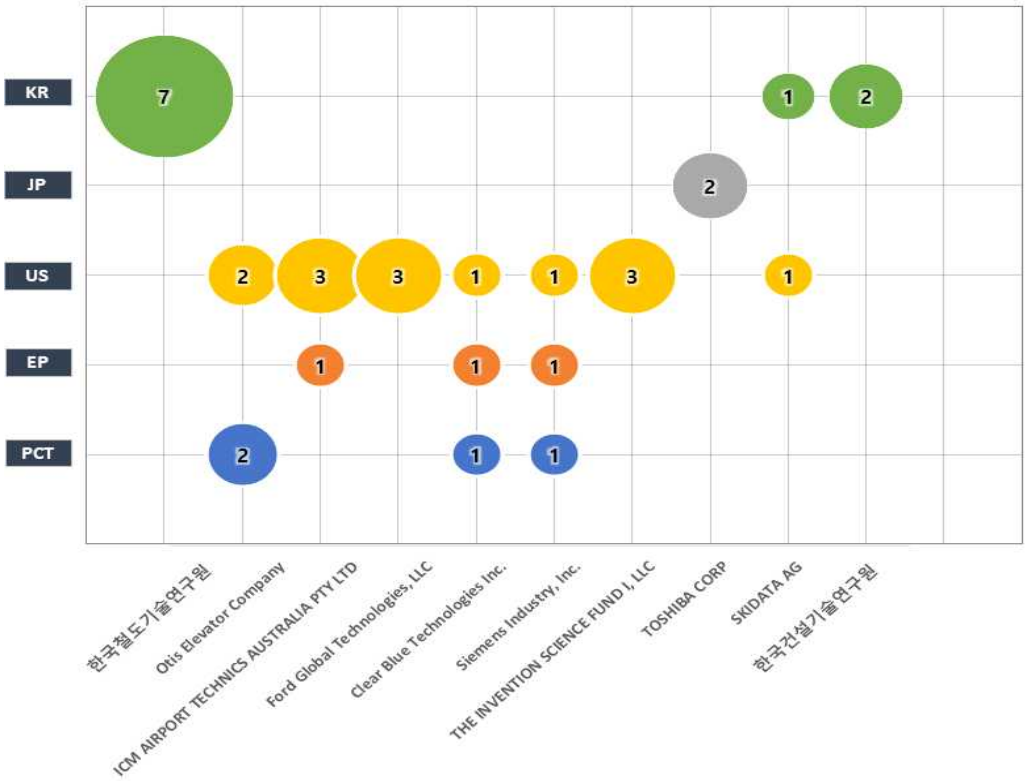
□ **[상위 출원인 특허동향 승강장 운영안전(C)분야 전체 특허에 대해 출원 건수를 기반으로 상위 출원인 10위까지를 선정한 결과, 미국 출원인이 강세를 보이고 있으며, 다분야기업들이 차지하고 있음**

○ 상위 출원인의 현황을 살펴보면, (한국) 한국철도기술연구원이 7건으로 가장 많은 특허건수를 보유하고 있어 1위를 차지하고 있으며, 다음으로는 (미국) Otis Elevator Company, (호주) ICM AIRPORT TECHNICS AUSTRALIA PTY LTD, (미국) Ford Global Technologies, LLC, (캐나다) Clear Blue Technologies Inc., (독일)Siemens Industry, Inc., (미국) THE INVENTION SCIENCE FUND I, LLC, (일본) TOSHIBA CORP, (한국) 한국건설기술연구원이 자리매김 하고 있는 것으로 분석됨



[그림 3-29] 승강장 운영안전 (C) 분야 상위출원인 TOP10 현황 및 세부기술별 특허현황

○ 상위 10위 출원인들의 국가별 특허출원 건수를 살펴보면, 1위를 차지한 (한국) 한국철도기술연구원과 그 외 출원인들은 자국 내 출원에 집중되어 있는 것으로 분석됨



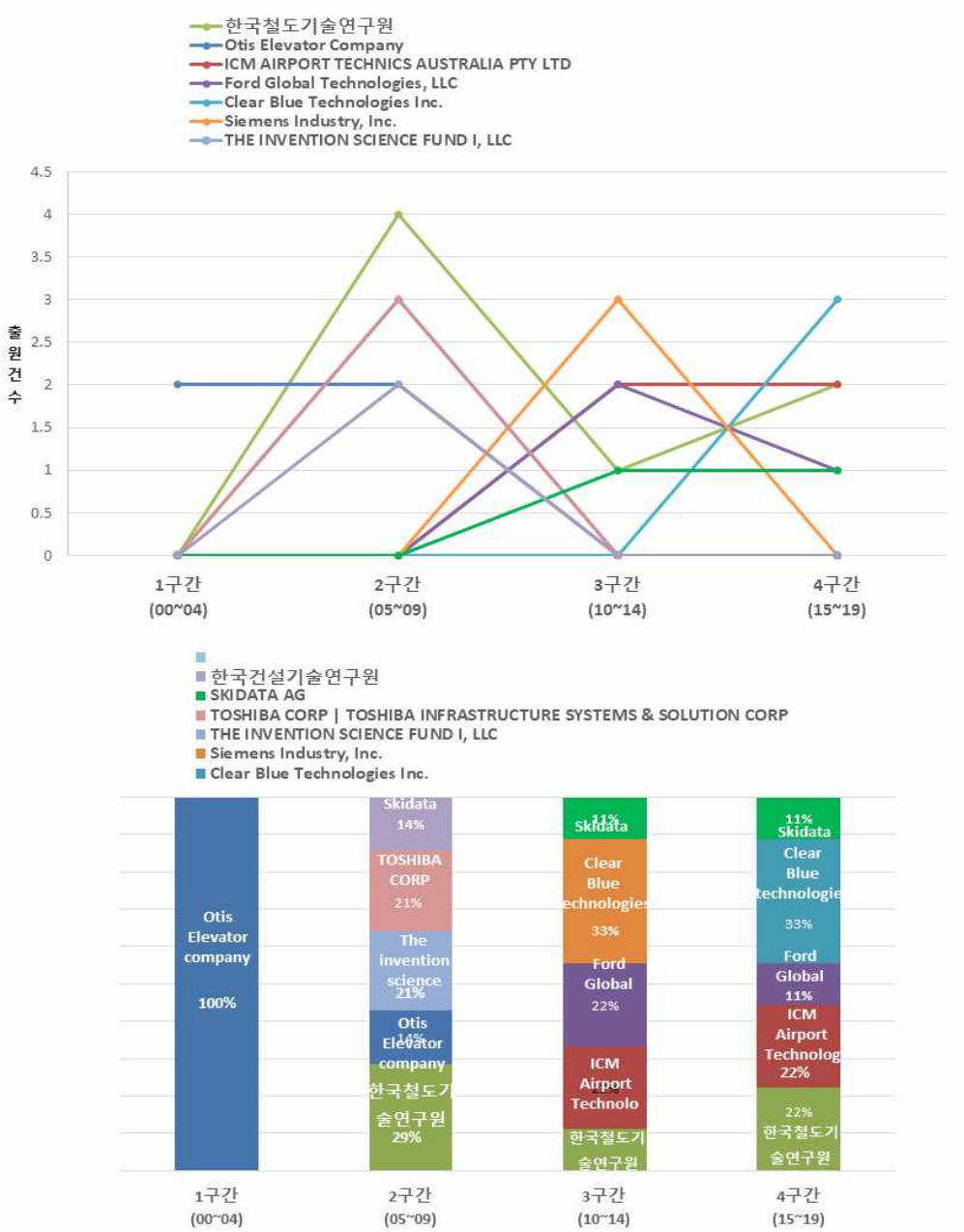
[그림 3-30] 승강장 운영안전(C) 분야 상위 출원인 TOP10의 국가별 특허

- 한국에서는 (한국) 한국철도기술연구원이 가장 많은 특허출원을 기록하고 있으며, 일본에서는 (일본) TOSHIBA CORP 특허 출원이 활발한 것으로 나타남. 미국에서는 (미국)Ford Global Technologies, LLC, (미국) THE INVENTION SCIENCE FUND 순으로 특허출원이 많은 것으로 나타남

- (한국) 한국철도기술연구원는 자국내 특허만 보유하고 있는 것으로 분석되고 있으며, (일본) TOSHIBA CORP은 일본 자국내 특허만 보유하고 있어 자국시장에 집중되는 것으로 분석됨

ㅇ 상위 10위 출원인들의 승강장 운영안전(C)분야의 구간별 특허동향을 살펴본 결과, 최근 4구간에서의 눈에 띄는 증가 추이는 없으며, 전반적으로 낮은 특허건수를 기록하고 있음

- (한국) 한국철도기술연구원은 1구간에서 2구간까지 증가하다가 3구간에서 특허출원이 감소 후 4구간에서 다시 증가한 것으로 나타남



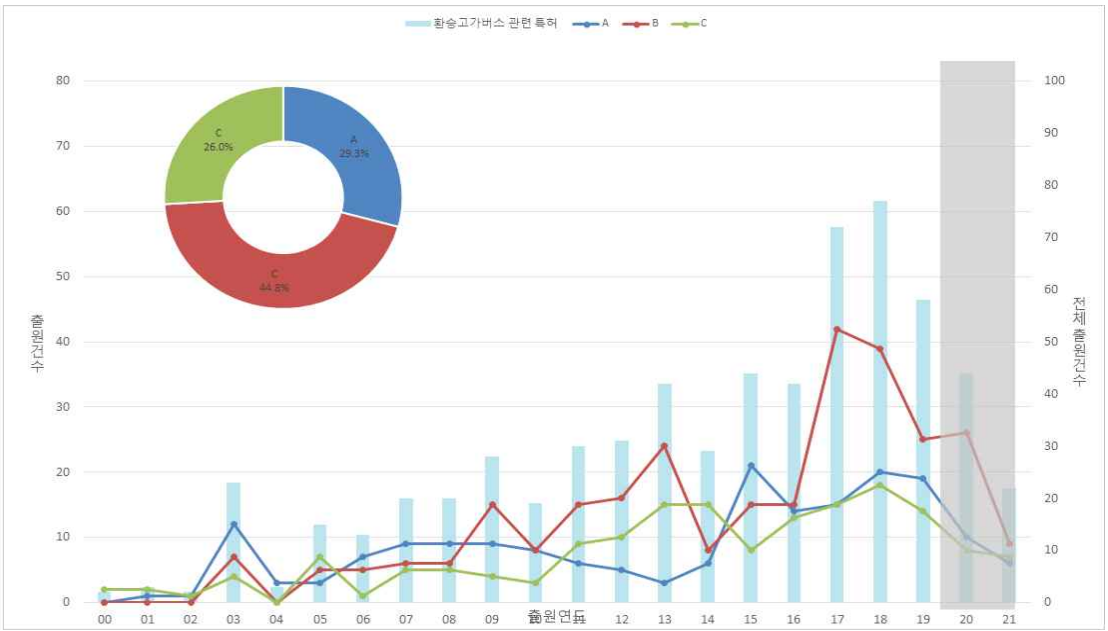
[그림 3-31] 승강장 운영안전(C) 분야 상위 출원인 TOP10의 구간별 특허현황 및 점유율

2-1-6. 중국 특허분석

□ 중국의 환승고가형 버스 기술 관련 특허 출원은 2003년 이후로 평이한 수준으로 증감을 반복하며 2013년도부터 본격적으로 증가하였고, 이후 2017년도부터 급격하게 증가하는 추세를 보임

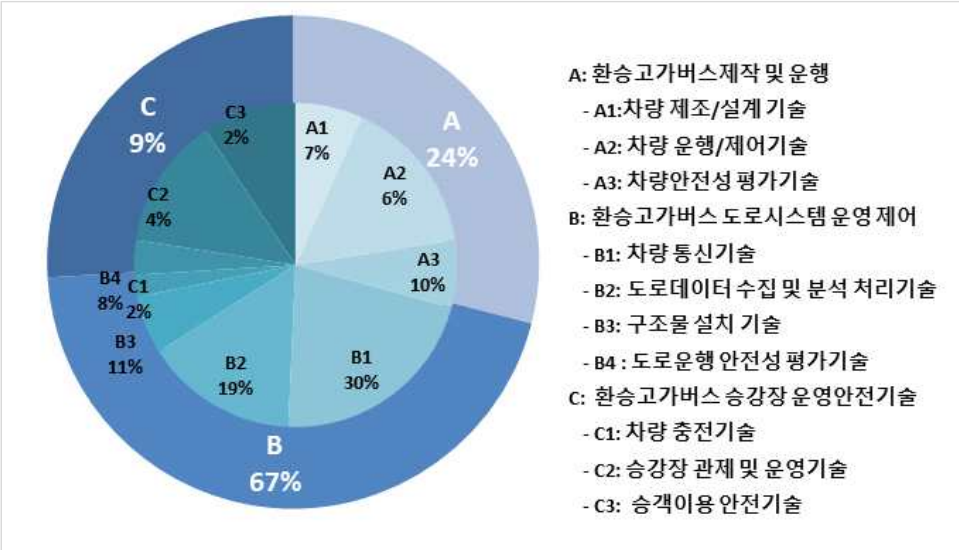
[표 3-7] 중국 기술트리 및 유효특허 결과

대분류		중분류	중국
환승고가 버스 제작 및 운행 (A)	차량 제작기술 차량운행제어기술 안전성 평가기술	차량 제조/설계기술 (A1)	43
		차량 운행/제어기술 (A2)	101
		차량 안전성 평가기술 (A3)	43
		소계	**187**
환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어 (B)	V2X통신기술 도로데이터처리 인프라구축 인프라 운영 및 제어 기술 안전평가기술	차량 통신기술(B1)	98
		도로데이터수집 및 분석 처리 기술 (B2)	37
		구조물 및 설치기술 (B3)	14
		도로운행 안전성평가기술(B4)	22
		소계	**286**
환승고가버스 승강장 운영 및 안전 (C)	차량충전기술 승강장 제어,관제 승객서비스제공 안전기술	차량 충전기술 (C1)	22
		승강장 관제 및 운영기술(C2)	84
		승객 이용 안전 기술 (C3)	60
		소계	**166**
총 계			**639**



[그림 3-32] 중국 출원 동향

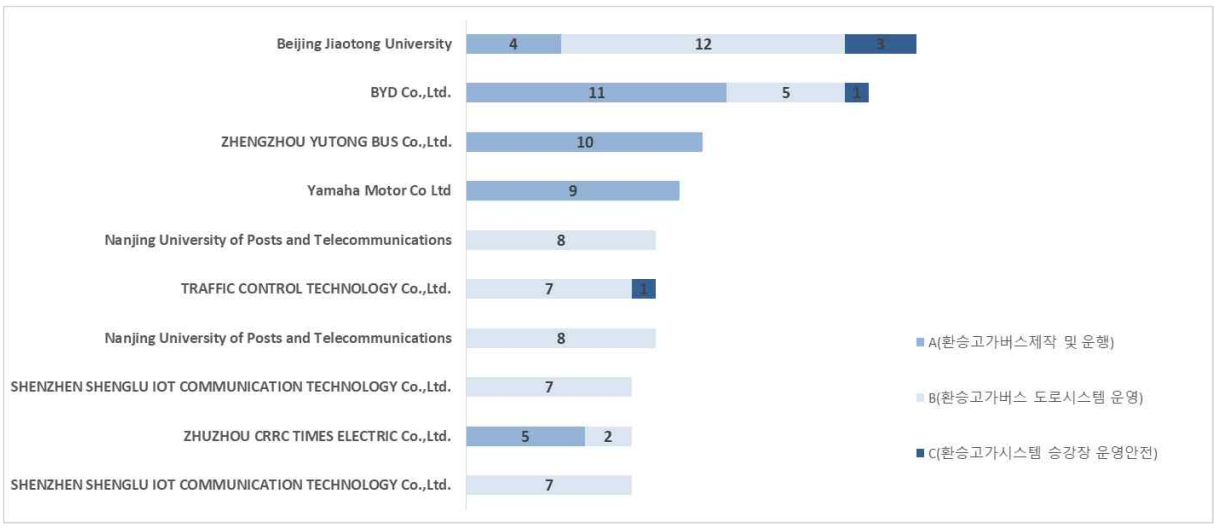
○ 대분류 B (환승고가버스 도로시스템 운영제어) 기술은 중국 전체 특허 중 67%로 가장 많은 기술 분야를 차지하였으며, 중분류 B1(도로데이터 수집 및 분석 처리기술)이 30%로, 중분류 중 가장 많은 기술 분야를 차지하였음



[그림 3-33] 중국 특허 대분류 및 중분류

○ [상위 출원인 특허동향] 전체 특허에 대해 출원 건수를 기반으로 상위 출원인 10위까지를 선정한 결과, 중국의 자오퉁 대학교가 강세를 보이고 있으며, 그 외 자동차 및 버스, 통신기업들이 차지하고 있음

- 상위 출원인의 현황을 살펴보면, 중국의 자오퉁 대학이 19건으로 가장 많은 특허건수를 보유하고 있어 1위를 차지하고 있으며, 다음으로는 (중국) BYD Co.,Ltd., ZHENGZHOU YUTONG BUS Co.,Ltd.,(일본) Yamaha Motor Co Ltd, (중국) Nanjing University of Posts and Telecommunications, TRAFFIC CONTROL TECHNOLOGY Co.,Ltd., SHENZHEN SHENGLU IOT COMMUNICATION TECHNOLOGY Co.,Ltd.ZHUZHOU CRRC TIMES ELECTRIC Co.,Ltd. 순으로 특허를 보유 중



[그림 3-34] 중국 출원인 특허보유 현황

2-1-7. 결론

- ㅇ 미래형 교통수단 기술개발 기획의 환승고가버스와 관련하여 선별된 한국, 미국, 중국, 일본, EP, PCT 특허 2,361건를 선별하여 분석한 결과, 출원연도에 따른 특허건수는 2000년부터 2014년까지 증감을 반복하며 증가하는 추세로, **2015년부터 출원이 가파르게 증가**하여 2019년 이후 감소추이를 나타냄
- ㅇ **국가별 출원비중**을 살펴보면 미국이 36% 비중을 차지하며 가장 많은 특허를 출원 중으로 이어서 한국이 26%, PCT 24%, 일본 8% EP 7%의 점유율로 미국에 의한 특허출원이 활발한 것으로 분석되며 미국, 한국, 일본은 자국 주도에 의한 특허출원이 주를 이루고 있으며, PCT의 경우 한국 국적출원인에 의한 특허출원이 주도되고 있는 것으로 분석됨
- ㅇ **기술별 분석 결과,** 환승고가버스 도로시스템 운영제어(B)가 67%로 전체 기술 중 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 다음으로 제작 및 운행(A)이 24%, 승강장 운영안전기술(C)이 9%로 나타나 도로시스템 운영제어(B)분야가 주도적인 것으로 나타남
- ㅇ **기술성장 단계의 포트폴리오 분석 결과,** 전체 특허는"성장"단계이며, 국가별로는 한국, 미국, PCT 특허는"성장"단계, EP는 "성숙"단계, 일본은 "쇠퇴"단계로 나타나, 신규 시장 진입자들의 경쟁이 심화될 것으로 전망됨
- ㅇ **주요 출원인 분석결과,** 한국기업 현대자동차주식회사, 미국기업 International Business Machines Corporation, 한국철도기술연구원이 1~3위이며 그다음으로는(한국)LG ELECTRONICS INC. (미국)QUALCOMM Incorporated, (한국)SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD., (일본) YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA, (미국) INTEL Corporation, (일본)RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE, (일본) MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORP 순으로 나타나며 주로 한국국적의 출원인과 다음으로 미국 국적의 출원인이 강세를 나타내고 있으며 대부분 자동차기업, 전자기기 및 반도체 기업들로 파악됨
- ㅇ **세부기술 점유율 분석결과,** 차량통신기술(B1) 30%,도로데이터 수집 및 분석처리기술(B2) 19%, 구조물설치기술(B3) 11%, 차량안전성평가기술(A3) 10%, 도로운행 안전성 평가기술 (B4) 8%, 차량 제조/설계기술 (A1) 7%, 차량 운행/제어 기술(A2) 6%, 승강장 관제 및 운영기술(C2) 4%, 차량 충전기술 (C1) 및 승객이용안전기술(C3) 각 2%로 분석됨
  - 국가별로는 한국 안전성평가기술(A3), 일본은 차량 제작/설계기술(A1), 미국과 PCT는 차량통신기술(B1) EP는 구조물 설치기술 (B3)이 우세한 것으로 분석됨

2-2. 논문분석

본 분석에서는 미래형 교통수단 기술개발 기획에서 선정한 환승고가버스의 연구 트렌드를 분석하기 위해 2001년부터 2022년 3월 18일까지 기술분류별 국내/해외 논문을 조사하여 총 00건의 유효논문을 선별하고 이를 기반으로 각 세부분야별 연도별 논문동향을 분석함

□ 미래형 교통수단 기술개발 기획의 환승고가버스 분야 기술 분류체계

○ 특허 조사/분석시 활용한 기술 분류체계와 동일하게 기술분야를 크게 환승고가버스 제작 및 운행(A), 도로시스템 운영 및 제어(B), 승강장 운영 안전기술(C)로 분류하였음

- 각 기술분야별 주요기술 내용을 기반으로 핵심 키워드를 추출하고, 논문검색시 활용 가능하도록 해당 키워드를 확장하여 검색식을 작성함

[표 3-8] 기술분류 체계

대분류		중분류	주요기술내용	코드
환승고가 버스 제작 및 운행기술	차량 제작·설계 기술 차량 운행 제어 기술	차량 제조/설계기술	스마트 버스, 스마트주행버스, 과좌식 모노레일, 모노레 차량, 과좌식차량, 스트래들타입 모노레일 차량(straddle -type monorail vehicle), 스키드스티어링, 무소음 차동장치, 동력제어장치, 소음 및 충격 흡수시설, 블록형 공기정화시스템, 자동열차보호정지장치, 태양광 발전모듈, CAN 통신버스 ,후방추돌경보 시스템, 터널입구용 차량충돌완화장치,차량통행높이 제한시스템, 터널에서의 사고감시시스템. 터널화재시 자동차 진입차단 장치 , 터널 경보장치, 터널 안전유도등, 스마트 카메라 모듈	A1
		차량 운행 제어 기술	레이더센서, 초음파센서, 감지신호, 경고장치(레이저, 초음파), 승객감지수단, 출입문개방 판단수단, 실내상황감시장치, 시야확보 디스플레이, 열차제어장치, 장애물높이감지장치, 추돌위험경고장치 및 그 방법, 핸드오버장치, 스마트 에너지 미터링 시스템, 지능형 교통시스템, 클라우드기반 중앙집중식 열차제어 시스템, 모듈형 열차제어시스템, 열차종합제어장치, 궤도주행열차감시시스템, 위험경고장치, 곡선로이탈방지장치, 지능형 열차스케줄링시스템	A2
		차량 안전성 평가기술	승객탑승시뮬레이션 시스템, 안전성평가모델, 확률론적안전성평가, 열차제어시스템 소프트웨어 기능안전성 테스팅장치, 열차윤중측정장치, 탈선시뮬레이터, 성능평가시스템, 열차제어시스템소프트웨어안전성평가를 위한 시험방법, 열차바퀴회전테자동평가 장치, 곡선궤도시뮬레이션, 안전운전능력평가시스템, 고장 안전성시험평가시스템, 드라이빙시뮬레이션 평가시스템, 전기적관성부하 시험용제어장치, 급커브철도터널 안전장치,터널안전시스템, 터널안전관리장치, 원격모니터링시스템, 터널상부낙하안전진단방법, 기둥안전진단장치, 안전운행용 모니터링시스템, 실시간곡선감지를 통한주행안전성분석시스템, 원격진단	A3
환승고가 버스 도로 시스템 운영, 제어	V2X 통신기술 도로 데이터 처리 인프라 구축, 운영기술 인프라 제어기술 안전 (평가)	차량 통신 기술	V2I협력통신, V2V통신부, V2V센서, 멀티채널통신장치, 차량센싱신호, 차선변경의도 및 경로예측시스템, 교통상황영상 송수신 시스템, 레이다센서, 버스로드관리시스템, 텔레매틱스시스템, 열차위치 검지 태그 시스템, 터널안차량위치추적시스템, 터널안 교통정보 제공장치, 레이더이용한터널내차량측위시스템, SDR 기반 통합무선통신, GPS 음영해소기술	B1

대분류		중분류	주요기술내용	코드
	기술	도로데이터 수집 및분석 처리 기술	교통신호현시정보, 교통신호현시제어시스템, 교통신호 현시제어방법, 지능형교통정보 제공시스템, 지능형 교통안내, cctv통합관제시스템, 교통정보수집카메라, 스마트 교통정보 수집장치, 데이터송수신기, 실시간 교통데이터, 터널 내 사고위험차량 감지방법, 교통사고 데이터제공시스템, 스마트센서통신망, 터널 내 차선변경 차량 탐지방법, 터널내부교통상황정보제공시스템, 실시간 교통정보분석, 빅데이터분석부, 예측뷰포트, 자동교통 정보추출시스템, 교통상태패턴 예측시스템, 분산교통 데이터 관리시스템, 딥러닝모델을 이용한 교통데이터 예측장치, 교통상태패턴 예측시스템, 교통수요분석, 교통흐름 시뮬레이션시스템	B2
		구조물 및 설치 기술	교통시스템용궤도, 선로전환기, 선로전환장치, 피니언 기어, 수평유지장치, 가이드레일, 가이드롤러, 탈선방지용 레일지지구, 레일설치공법, 지상승강장연결	B3
		운행안전성 평가	철도 도노반다짐도평가시스템, 철로트랙상태 모니터링시스템, 안전레일의 좌굴방지장치, 곡선구간안전경보시스템, 플랫폼기반 교통체계안전시스템, 열차선로의이상검사장치, 네트워크이상징후탐지시스템, 철도설비상태판정장치, 인접건물안전도측정장치, 보행자안전관리, 보행자 및 운전자를 위한 안전 신호등	B4
환승고가 버스 환승시설 (승강장) 운영 및 안전	차량 충전기술 승강장 제어, 관제기술 승객 서비스 제공 안전기술	차량 충전 기술	태양광 에너지, 태양전지, 솔라셀, 축전기, 릴레이충전(레일충전), 무선충전장치, 충전제어방법, 자율지능충전인프라시스템, 배터리교환시스템, 스마트솔라웨이, 스마트 그리드 기반 전기철도시스템,	C1
		승강장 관제 및 운영기술	열차상태정보전송, GPS모듈. 관제서버, 동적 정류장, 환승정보 제공방법, 지능형버스스테이션, 근거리무선환승시스템, 최적환승시스템, 승객대기 정보시스템, 플랫폼실시간운영시스템, 정류장 스마트 쉘터, 승객자동감지장치, 자동안내장치, 태양광발전버스승강장시스템, 교통정보안내장치, 안전도어시스템 제어방법, 정류장 지원시스템, 자가발전형버스정류장, 지능형 정류장시스템, 대중교통 환승연계 시스템, 스마트버스노선제공시스템 , 사물인터넷기반 교통안전시설 운영관리시스템, 승강장 무단통과 방지장치, 정차시간 자동산출시스템, 다중센서 기반의 승강장 모니터링 시스템	C2
		승객 이용 안전 기술	승강장안전도피계단장. 승강장용 안전장치, 승강장스크린도어, 안전사고방지시스템, 플랫폼안전장치, 지능형구조물 안전모니터링플랫폼, 인공지능을 활용한 통합 스마트안전플랫폼, 안전관리플랫폼, 승객안전유도시스템, 소방설비의 성능평가시험장치, 승강장돌발상황 자동감지영상처리 경보시스템, 화재재난용긴급탈출승강장치, 안전도피 계단장치	C3

□ 검색 범위 및 검색식

○ (범위) 논문 분석을 위한 데이터는 한국과학기술정보원의 논문검색사이트인 NDSL[510] 을 활용하여 최근 22년간(2001년~ 2022.3월) 발행된 수소연료전지차 안전성 관련 국내/해외 논문을 분석대상으로 함

○ (검색식) 상기 환승고가 버스 관련 기술분류에서 중분류의 주요기술내용을 중심으로 검색식을 작성함, 검색의 정확도를 높이기 위해 검색식은 논문명, 초록, 주제어에 적용하는 것으로 한정함

510) http://www.ndsl.kr/

- (검색결과) 총 1,820건의 유효 논문이 선별되었으며, 이 중 국내논문은 594건, 해외논문은 1,226건을 차지하고 있음

[표 3-9] 기술분류체계에 따른 논문 검색식 및 검색 결과

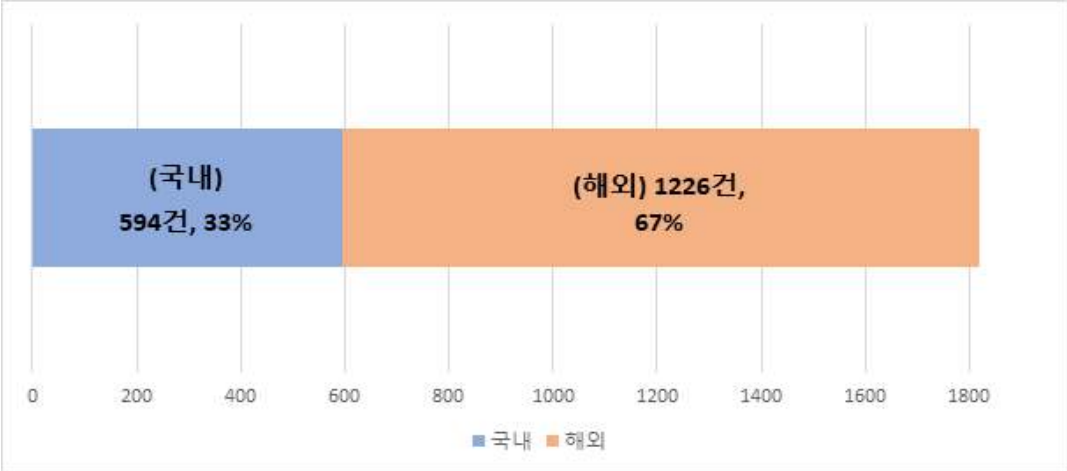
구분	검색식	논문수(건)		
		국내	해외	합계
A01	("과좌형" | 모노레일버스 | 스트래들타입 | 스트레들 | 스트레들차량 | 모노레일차량 | 무소음차량 | 태양광버스 | 태양광열차 | 태양열열차 | 고가형버스 | straddling | "straddling bus" | "future" | "future transportation" | "straddle bus" | " straddle type" | straddle monorail | 스트래들링 버스| 스트래들) "straddle" | manufacture | manufacturing | 제작 | 설계 | 규격 | 설치	3	47	50
A02	(운행제어 | 버스전자제어 | 레이더센서 | 후방초음파센서 | 감지신호 | 차량후방센서 | 충돌경고 | 경고음 | 승객감지 | 실내상황감시 | 열차제어 | 추돌위험경고장치 | 전후방경고 | 도로정보처리 | 도로감지| 후방경고 | 경고센서 | 위치파악센서 | 커넥티드 | 중앙집중식열차제어 | 열차제어 | 운행관리 | 궤도주행열차감시 | 곡선로이탈방지 | 지능형스케줄링 | 열차디스플레이 | smartsensor | buscontrol | smartbus | detectivesensor | roadsensor | connected | warning | drivingcontrol | ADAS) 대중교통 | (버스 | BUS)| 모노레일 | 스트래들링버스 | 트롤리 | 선로형차량 | 스마트트램 | 스마트트롤리 | smartbus | trolleybus |transportation | transport safety | BUS ADAS !computer !컴퓨터 !model !policy !political !모델 !연비	31	314	345
A03	(승객탑승시뮬레이션 | 버스안전성 | 버스평가 | 버스안전평가 | 버스시험평가 | 차량성능평가 | 곡선궤도 | 안전운전능력 | 열차제어시스템평가 | 탈선시뮬레이터 | 탈선평가 | 탈선안전 | 터널안전관리장치 | 실시간사고감시 | 실시간곡선감지 | 원격진단 | evaluation | perfomance assessment |"safety assessment" |"bustesting"|"ADAS testing" | "occupant safety") | (버스 | BUS)| 모노레일 | 스트래들링버스 | 트롤리 | 선로형차량 | 스마트트램 | 스마트트롤리 | smartbus | trolleybus | "transportation test" | "transit safety assessment"| BUS ADAS) | (!버스전용차로 !교차로 !CNG !천연가스 !교통사고 !배차 !버스서비스 !버스정류장 !busstop !노선 !network !스쿨버스 !school !의무 !"평가" !hybridization !성능평가 !서비스 !traffic !서비스평가 !버스운영 !transitsystem)	31	212	243
B01	(차량간통신 | V2V | V2I | VEHICLE TO VEHICLE | V2X | c-its | "cooperative ITS"| "car sensing" | "vehicle signal" | "vehicle communication" | "tranmission message" | "tranmission signal" | 협력통신 | 차량센싱신호| 센싱신호 | 경로예측 | 차량탐지 | 사고탐지| 송수신시스템 | 협동지능교통 | 터널안위치 | GPS음영해소기술) (버스 | BUS)| 모노레일 | 스트래들링버스 | 트롤리 | 선로형차량 | 스마트트램 | 스마트트롤리 | SMARTBUS | 대중교통 | transit (!통신망 !CAN !케이블 !CABLE !설치방법 !DQDB !비트동기버스 !통신속도향상 !검출 !MHz !GHz !company !개발 !development !디자인 !design !디젤 !mV !항공 !IEEE !solution !security !emission !assess !evaluate !databus !개선 !scheduling)	34	228	262
B2	(교통신호현시정보 | 지능형교통정보 | CCTV통합관제 | 스마트교통정보 | 교통정보수집장치 | 교통정보송수신기 | 실시간교통데이터 | 사고데이터 | 교통패턴 | 교통상태패턴 | 교통예측 | 딥러닝교통| 교통빅데이터 | 교통수요분석 | 교통정보데이터처리 | "TRAFFIC SIGNAL PHASE" | 스마트 교통정보 | "data collection" | 교통수집데이터 | " traffic collection data" | "traffic data" | " traffic information" | "data processing" | "traffic big data" | "traffic accidents data") | (버스 | BUS)| 모노레일 | 스트래들링버스 | 트롤리 | 선로형차량 | 스마트트램 | 스마트트롤리 | SMARTBUS | 대중교통 | transit (!스마트폰 !스마트카드 !개발 !이용수요 !이용궤적)	52	188	240
B3	(교통시스템궤도|선로전환기|선로전환장치|수평유지장치|가이드레일|탈선방지|고가형정류장|고가형승강장|고가정류장|스마트쉘터| 단일레일| 주행레일| "rail track" | "tracksystem" | smart shleter | "Trolley rail" | "rail system" | "stradle monorail" | "monorail trolley hoist" | 레일설치방법 | 정거장설치 | 정류장설치| 설치 | 모노레일 설치구조물 | 지상승강장) | "설치" | "설치방법" | (버스 | BUS | 정거장 | 정류장 | STATION | TRAM | 트램 | 모노레일 | MONORAIL | straddle) | STRADDLINGBUS | STRADDLED BUS | 스트래들링버스 | 트롤리 | 선로형차량 | 스마트트램 |	26	29	55

구분	검색식	논문수(건)		
		국내	해외	합계
	스마트트롤리 | SMARTBUS | 대중교통 | transit (!경량전철 !피난 !중앙버스전용차로 !표준 !안전성 !개발)			
B4	(철도노반다짐평가 | 철로트랙모니터링| 안전레일 | 곡선구간안전경보| 선로이상검사| 이상징후탐지 | 철도설비상태 | 궤도안전 | 인접건물안전| 보행자안전 | 운전자안전| 안전성평가 | 안전평가| "safety evaluation" | "모니터링장치" | "구조안전성" | "structural safety" | 안전점검| 안전도평가| 잔류수명 | 피로수명 | (버스 | BUS | 정거장 | 정류장 | STATION | TRAM | 트램 | 모노레일 | 레일 |철로| rail | MONORAIL | straddle) | STRADDLINGBUS | STRADDLED BUS | 스트래들링버스 | 트롤리 | 선로형차량 | 스마트트램 | 스마트트롤리 | SMARTBUS | 대중교통 | transit	162	69	231
C01	(태양광에너지 | 태양전지 | 솔라셀 | 태양광 | 지붕프레임충전 | 솔라웨이 | 자율지능충전인프라 | 전기철도충전 | 전기버스충전 | 솔라모듈 | "solar modules" | "solar energy" | "relay charge" | "solar power" | "relay charing" | "charge relay" | "solar panel" | 릴레이충전 | 태양광패널 | "부착형태양광" | 태양광발전장치 | " photovoltatic power generation" | "railway solar" | "photovolatic device" | "sunlight energy" | "solar cell " | "roof recharge" | (버스 | BUS | 정거장 | 정류장 | TRAM | 트램 | 모노레일 | 레일 |철로| rail | MONORAIL | straddle | 대중교통) | STRADDLINGBUS | STRADDLED BUS | 스트래들링버스 | 트롤리 | 선로형차량 | 스마트트램 | 스마트트롤리 | SMARTBUS | transit | railway	29	74	103
C02	(환승정보제공 | 정류장관제 | 정거장관제 | 지능형버스정류장 | 승객안내 | 플랫폼실시간 | 플랫폼운영 | 지능형정류장 | 지능형정거장 | 스마트쉘터 | 자가발전정류장 | 대중교통환승연계 | 승강장모니터링 | 정류장모니터링 | 교통정보안내 | 환승시스템 | 스크린도어 | 정보제공 | 대중교통정보 | "publictraffic information" | "screen door" | 중앙집중제어 | 승객분산 | "passenger decentralization" | "passenger information" | "passenger guider" | "arrival time" | "smart inermodal") | ("정류장" | "정거장" | "환승" | "승강장" | "탑승시설" | "환승시설" | "버스정류장" | "스마트쉘터" | "교통쉘터" | "환승역" | "transfer station" | "bus stop" | "bus station" | "station" | "transit platform" | "smart station")	194	49	243
C03	(승강장안전도피 | 정류장안전 | 승객자동감지 | 안전사고방지 | 안전모니터링 | 스마트안전 | 승객안전유도 | 소방설비 | 안전도피계단 | 안전도피장치 | 돌발상황 | 사고방지 | 사고감지 | 비상탈출 | 승객편의 | 긴급탈출 | 스마트안전제어 | 스마트안전관리 | 안전경보 | 탑승안전 | "passenger safe" | "firefigthing" | 화재감지 | "fire detect" | 탑승모니터링 | "safety monitoring" | "escape system" | "safety boarding" | "고가도로안전" | 안전망 | "safety web structure" | "smart safety control" | "passenger service" | "passenger safety" | "safety structure" | "convenience system") | ("정류장" | "정거장" | "환승" | "승강장" | "탑승시설" | "환승시설" | "버스정류장" | "스마트쉘터" | "교통쉘터" | "환승역" | "transfer station" | "bus stop" | "bus station" | "station" | "transit platform" | "smart station")	32	16	48
합계		594	1226	1820

* 대상기간인 2001-2022년 기간 중 2021~2022년의 실제 발행 논문수는 더 많을 것으로 예상됨

□ 미래형 교통수단 기술개발 기획 내 환승고가버스 분야 전체 논문 발행동향

○ (국내/해외 논문 비중) 전체 논문 1,820건 중에서 분석대상 기간 동안 국내에서 발행된 논문 비중은 33%(594건), 해외에서 추출된 논문 비중은 67%(1,226건)를 보였음



[그림 3-35] 국내외 논문발행 현황

○ (연도별 논문 발행동향) 분석대상 기간 동안, 발행연도별 동향을 살펴보면, 2001년 23건에서 2021년 134건으로 연평균 9.7%로 증가하고 있으며, 2000년도부터 꾸준히 2011년까지 꾸준히 성장하는 추세였으며 이후 증감을 반복하며 2021년도에 가장 많은 논문이 발행되어 최근 들어서 미래형 교통수단 기술개발 기획에 대한 연구가 활발하다는 것을 보여주고 있음

* 연평균 증가율(CAGR)은 2001년부터 2021년까지의 수치로 산정

- (국내) 국내 논문은 2000년 5건에서 2011년 56건으로 꾸준히 증가하였으나, 2013년부터 감소세를 보인 후 2021년도 14건을 발행하며 국내 관련 연구개발이 둔해짐을 유추할 수 있음
- (해외) 해외 논문은 2000년 18건에서 2012년 75건까지 꾸준히 증가하였으며 이후 증감을 반복하지만 대체로 성장하는 추세로, 2021년 120건을 발행하며 가장 많은 논문이 발행되었음. 이를 통해 해외에서 관련 연구가 최근 활발히 진행되고 있음을 유추할 수 있음



주1) 2022년의 논문 발행 현황은 6건으로 본 추이자료에서 제외하였음
주2) 논문 투고부터 게재까지의 소요 시간이 최대 2년까지 소요될 수 있는 점을 감안하여 본 논문대상 기간인 2001-2022년 기간 中 2020~2022년의 실제 발행 논문 수는 더 많을 것으로 예상됨

[그림 3-36] 연도별(2001년-2021년) 논문 발행수 추이

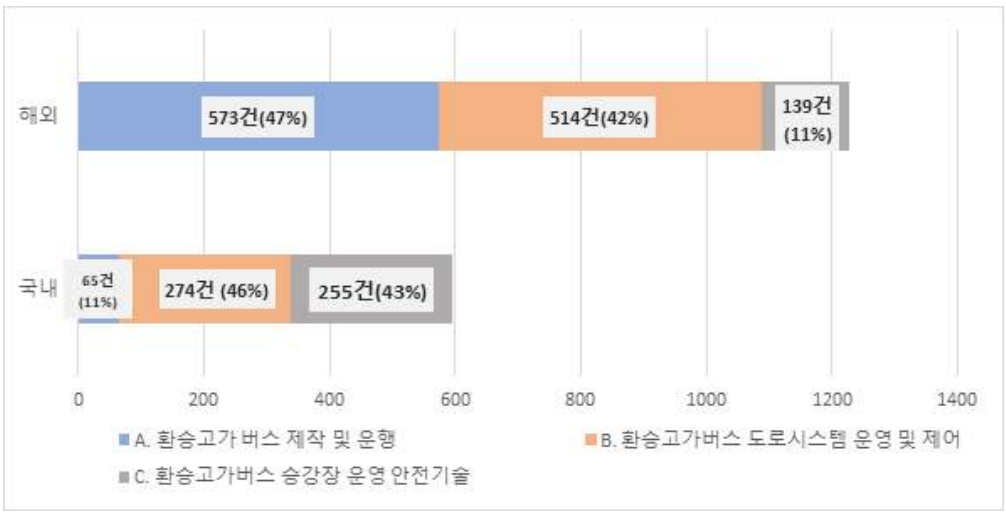
□ 기술분류별 논문 발행동향

○ (대분류별 논문 발행비중) 대분류별 논문 발행비중을 살펴보면, 환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어 연구분야의 논문 발행 건수가 총 788건(43%)으로 가장 비중이 높았으며, 환승고가버스 제작 및 운행기술 관련 논문 발행 건수가 총 638건(35%)을 차지하고 있으며, 환승고가버스 승강장 운영 안전기술 관련 논문이 가장 낮은 394건(22%)이 발행된 것으로 나타남



[그림 3-37] 기술 대분류별 논문발행 비중

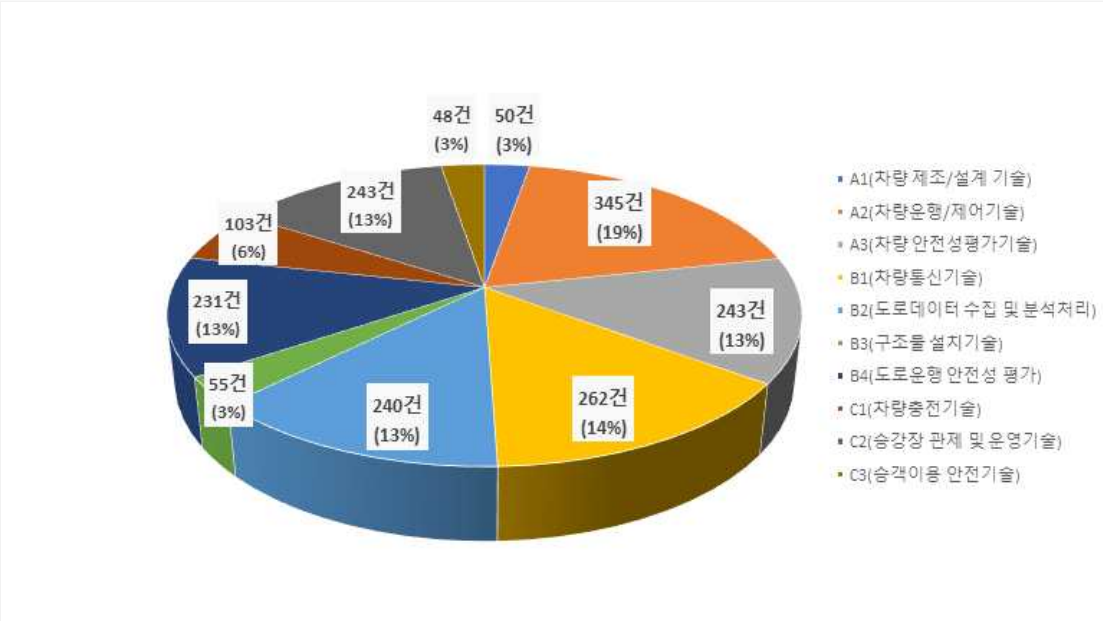
- (대분류별 국내/해외 발행비중) 국내의 경우 (B)환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어 기술이 가장 많은 비중을 차지하였으며 국내외 논문차이는 약 1.87배 정도 차이가 존재하여 국내의 환승고가버스 도로시스템 운영 및 제어 연구가 해외에 비해 상대적으로 활발하지 않음을 유추할 수 있음, 해외의 경우 (A)환승고가버스 제작 및 운행 기술 논문이 가장 많은 비중을 차지하였으며 국내의 8.8배 정도 차이가 존재하여 국내에 비해 상대적으로 활발함을 유추할 수 있었음



[그림 3-38] 기술 대분류별 해외/국내 논문 발행 비중

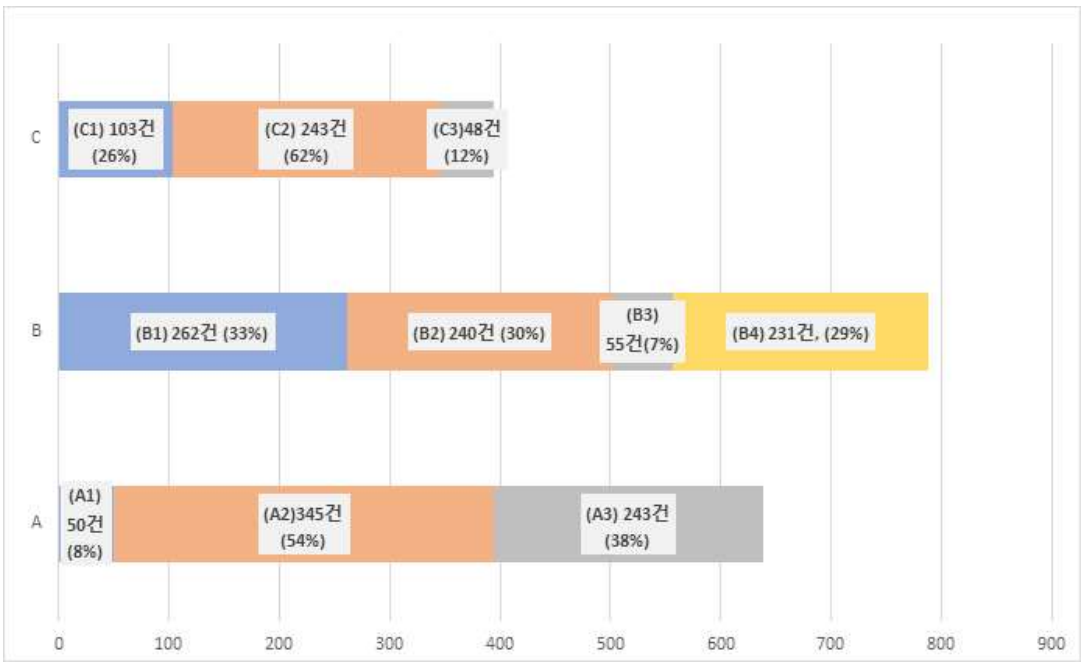
○ (중분류별 논문 발행비중) 중분류별 논문 발행비중은 (A2)차량 운행/제어기술 345건 (19%)으로 가장 많고 (B1) 차량통신 기술이 262건(14%), (A3)차량 안정성평가기술 243건(13%), (C2)승강장 관제 및 운영기술 243건(13%), (B2)도로데이터 수집 및 분석처리 기술 240건(13%), (B4) 도

로운행 안전성 평가 231건(13%), (C1)차량 충전기술 103건(6%), (B3)구조물 설치기술 (3%), (A1)차량 제조/설계 기술 50건 (3%), (C3) 승객이용 안전기술 48건 (3%) 순으로 나타남



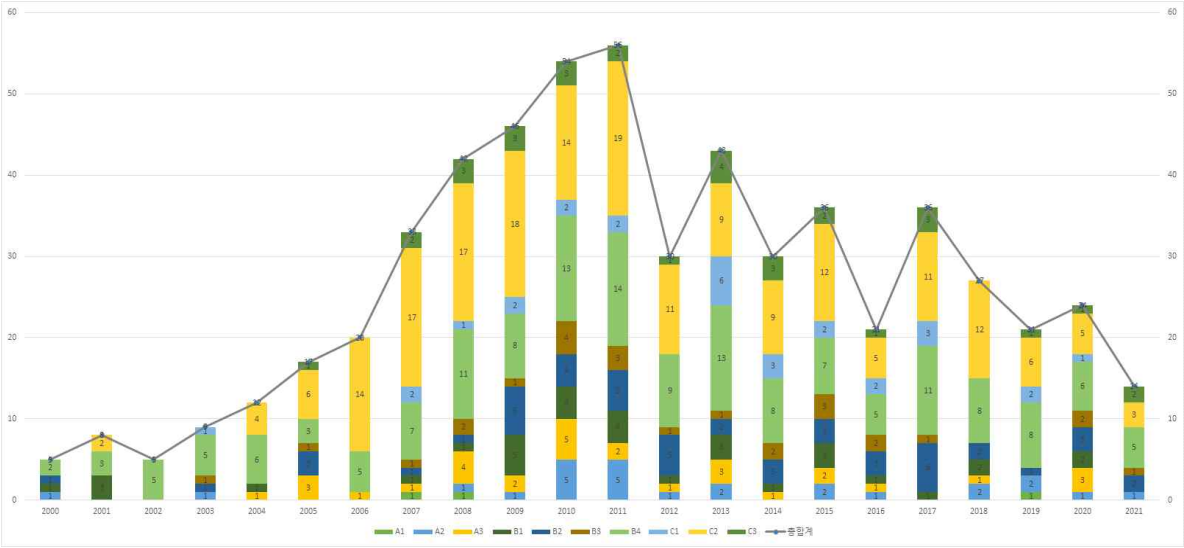
[그림 3-39] 중분류별 논문발행 비중

- 중분류 A의 (A2) 차량운행/제어 기술 논문의 경우에는 345건 (54%)을 차지하나, (A1) 차량 제조/설계 기술의 경우 50건(8%) 에 그치고, 중분류 B의 경우 (B1)차량 통신 기술논문이 262건 (33%)을 차지하나, (B3) 구조물 설치 기술은 55건(7%) 그치며, 또한 중분류 C의 (C2)승강장 관제 및 운영기술은 243건 (62%) 발행되었으나, (C3) 승객이용 안전기술 논문은 48건 (12%)에 그치며 환승고가버스의 실질적인 제작과 이를 운행할 기반 시설(정류장 등), 승객이용 안전 연구가 부족함을 유추 가능함

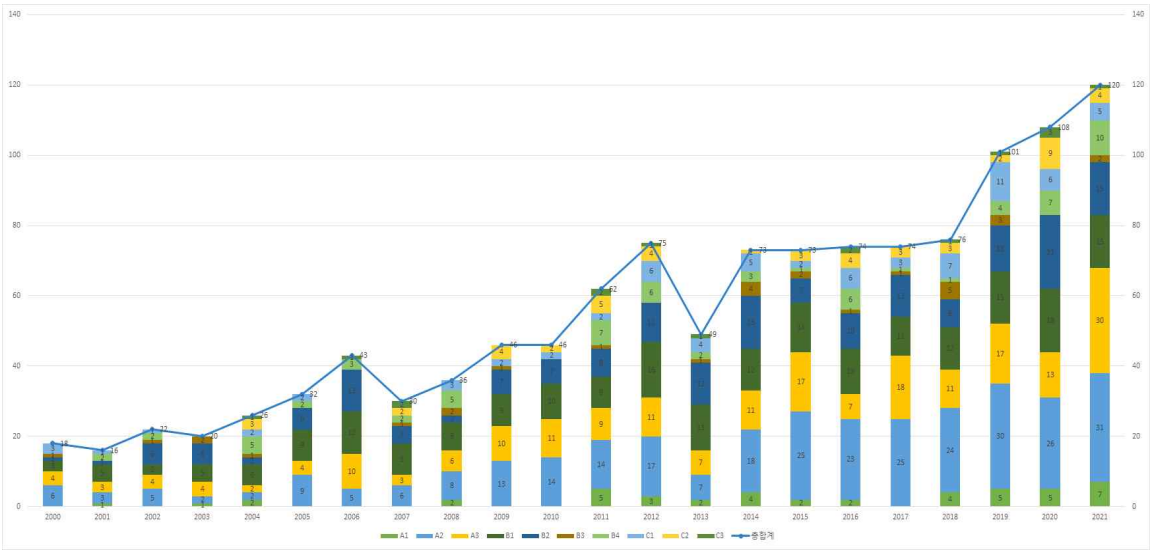


[그림 3-40] 중분류별 논문 발행 비중 비교

○ (중분류별-연도별 국내/해외 논문 발행동향) 해당 부문의 논문은 2001년 이후 국내는 감소 추세, 해외는 증가 추세로 보여지며 특히 국내의 경우 2011년까지 전체적으로 논문 발행 수가 증가하는 추세였으나 2012년부터 증감을 반복하며 감소하는 추세로 최근 들어 연구가 감소하는 것으로 유추 가능함



[그림 3-41] (국내) 중분류별 논문 발행 동향



[그림 3-42] (해외) 중분류별 논문 발행 동향

□ 정리 및 시사점

○ 미래형 교통수단 기술개발 기획의 환승고가버스 분야 논문은 2001년 23건에서 2021년 134건이 발행되어 연평균 9.7%로 꾸준한 증가율을 보이고 있으며 특히 2011년 이후로 잠시 감소하였다가 활발해지는 추세로, 2021년도에 가장 많은 논문이 발행되며(134건) 최근 들어 환승고가버스 기술에 대한 연구가 활발하다는 것을 보여주고 있음

- 관련 논문이 가장 많이 발행된 연도의 경우 국내 2011년(56건), 해외 2020년(120건)으로, 국내에 비해 해외의 경우 관련 연구가 활발하게 진행되고 있음을 보여주고 있음

ㅇ 가장 많은 논문이 발행된 2021년도의 경우, 국내는 (B4) 도로운행 안전성평가의 논문이 가장 많을 수를 차지하며, 해외의 경우 (A2) 차량 운행 제어 기술이 가장 많이 발행되어 연구집중 분야에 대한 차이가 존재함

ㅇ 대분류별 국내/해외 발행 비중을 보면 (A) 환승고가 버스 제작 및 운행기술은 해외 573건, 국내 65건의 논문이 발행되었으며, (B) 도로시스템 운영 및 제어 기술은 해외 514건, 국내 274건이 발행되었고, (C) 승차장 운영 안전 기술의 경우 해외 139건, 국내 255건이 발행되어 이는 상대적으로 국내의 경우 환승고가 버스 제작 및 운행, 도로 시스템 운영 및 제어 기술 분야의 연구 개발이 취약함을 나타냄

ㅇ (A1) 환승고가버스 제작, (B3) 구조물 설치 기술, (C3) 승객이용 안전기술은 전체 논문의 각 3%밖에 차지하지 않아 현재 관련 연구는 국내외 모두 거의 진행되지 않고 있으며 국내외 모두 취약함을 알 수 있음

2-3. 기술수준 분석

본 기술수준분석은 국토교통과학기술진흥원에서 수행하고 있는 「2019 기술수준조사보고서」의 미래형 교통수단 기술분야인 도로교통 인프라 및 도로교통관리 분야를 기반으로 2013|2015|2019년 기술수준 및 기술격차 현황을 조사함

2-3-1. 도로교통 분야

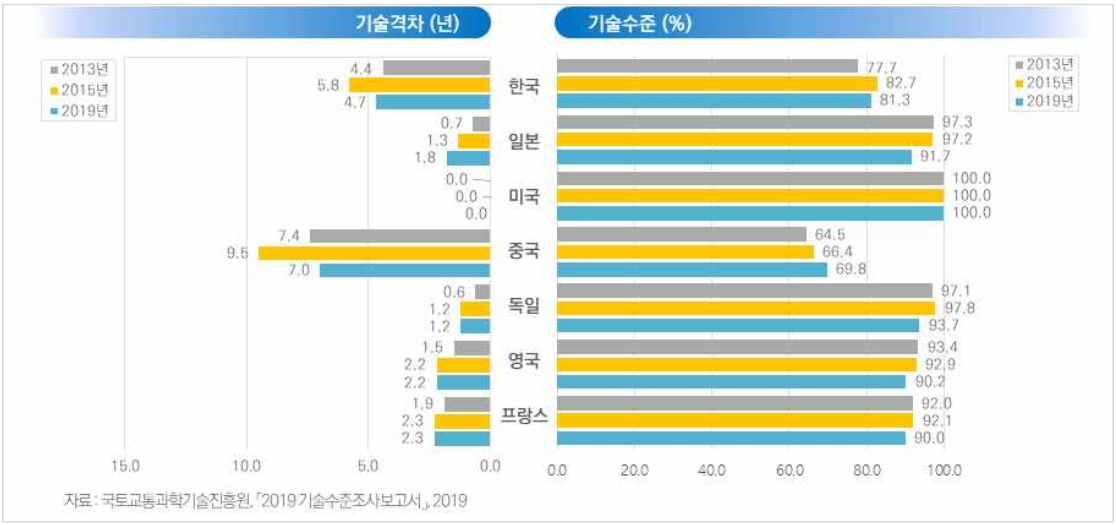
□ ’19년 기준 도로교통분야 전체 최고기술국은 미국과 독일, 우리나라의 기술수준은 6위

국토교통과학기술진흥원, 「2019 기술수준조사보고서」의 대분류인 ‘도로교통 분야’의 중분류는 도로교통 인프라분야, 도로교통 관리분야, 자동차분야로 구분되며, 이 중 도로교통 인프라 및 관리분야의 기술수준을 정리함

ㅇ [도로교통 인프라] **한국의 ’19년 기술수준은 81.3%, 기술격차는 4.7년**으로 7개 주요국 중 미국, 독일, 영국, 일본, 프랑스에 이어 6번째에 상대적으로 기술수준이 낮은편에 속하며, 주요국 중 가장 낮은 수준으로 조사된 중국보다는 상당 수준 앞서고 있음

- 도로교통 인프라 분야 최고기술보유국은 미국으로 분야 내 모든 소분류 기술분야에서 최고기술을 보유하고 있으며, 주로 도로의 사용연한을 늘리고 지속적으로 활용 가능하도록 노후화된 도로에 대한 표면 보수를 위한 연구가 중점적으로 추진되고 있음
- 한국의 도로교통 인프라분야의 기술수준은 ’15년 82.7% 대비 ’19년 81.3%로 다소 낮아졌으며, 현재 기술개발 진행단계인 ‘비배수성·저소음포장’과 현재 시행중인 ‘포장 요철 평탄화’를 통해 차량 충격음을 줄이는 연구 수행중임

- 중국의 ’19년 기술수준은 최고기술국 대비 69.8%, 기술격차는 7.0년으로 한국과 비교했을 때 각각 11.5%, 2.3년 정도 뒤쳐지고 있음



[그림 3-43] 도로교통 인프라 분야 국가별 기술격차 및 기술수준('13년, ’15년, ’19년)

[표 3-10] 도로교통 인프라 분야 소분류 단위 기술수준 및 기술격차

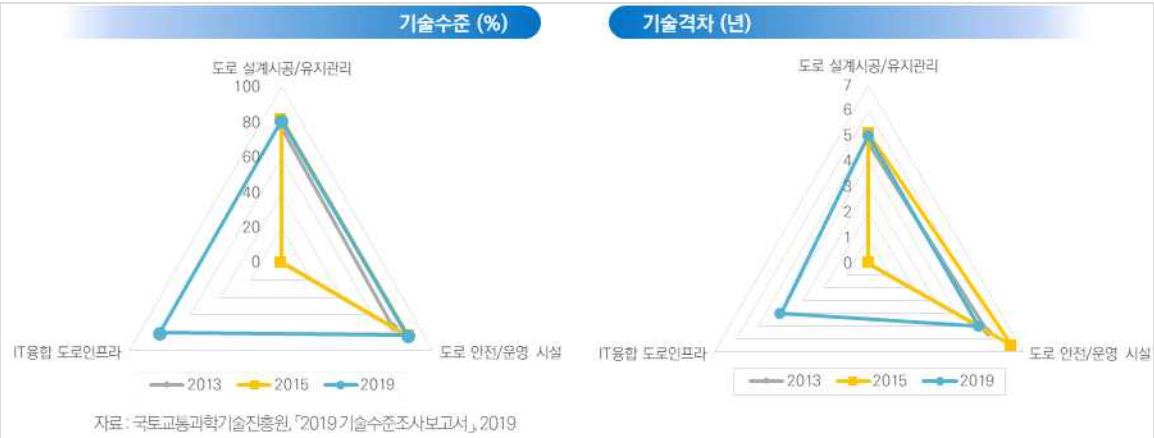
(단위 : %, 년)

구분		한국		일본		미국		중국		독일		영국		프랑스	
		기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차
도로설계/ 시공/ 유지관리	’13	77.1	4.7	93.8	1.6	98.0	0.6	65.1	7.5	93.5	1.5	88.7	2.6	88.9	2.8
	’15	81.8	5.1	94.8	1.3	100.0	0.0	67.9	8.3	96.0	1.0	90.3	2.5	89.9	2.5
	’19	81.0	5.0	90.0	2.0	100.0	0.0	70.0	7.0	95.0	1.0	90.0	2.5	90.0	3.0
도로 안전/ 운영 시설	’13	73.8	5.4	95.0	1.1	96.1	0.8	60.2	8.6	94.9	1.1	92.6	1.7	89.6	2.4
	’15	83.7	6.5	99.6	1.3	100.0	0.0	64.9	10.8	99.5	1.3	95.6	1.9	94.3	2.2
	’19	83.0	5.0	95.0	1.5	100.0	0.0	69.5	8.0	96.0	1.0	90.5	2.0	93.0	2.0
IT융합 도로인프라	’13	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	’15	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	’19	80.0	4.0	90.0	2.0	100.0	0.0	70.0	6.0	90.0	1.5	90.0	2.0	87.0	2.0

[자료] 국토교통과학기술진흥원, 「2019 기술수준조사 보고서」, 2019

- 우리나라는 도로교통 인프라분야 內 도로설계|시공|유지관리와 도로안전|운영시설 분야에서 모두 ’15년 대비 ’19년에는 상대적으로 기술수준이 낮아진 것으로 나타남

  * 도로설계|시공|유지관리 : 81.8('15)→81.0('19), 도로안전|운영시설 : 83.7('15)→83.0('19)



[그림 3-44] 한국의 도로교통 인프라 분야 소분류별 기술수준 및 기술격차 비교('13, '15, '19)

○ [도로교통 관리] 한국의 '19년 기술수준은 최고기술국 대비 81.2%, 기술격차 4.0년으로 7개 비교국 중 6번째로 높은 기술수준을 가지고 있는 것으로 조사되었고 중국은 이에 한참 못미치며 기술수준은 64.4%, 기술격차는 7.7년으로 조사되었음

- 한국의 도로교통 관리 분야 기술수준은 '15년 76.7%에서 '19년 81.2%로 성장하였고 인공지능 기술을 활용해 교통정체의 원인을 파악하고 특정 도로의 가까운 미래 상황을 예측해 시각화 하는 시스템을 개발하고 있음

- 도로교통 관리 분야 최고기술국은 미국과 독일로 꼽히며, 특히 미국은 소분류 기술분야 중 '교통계획/운영' 분야에서 '15년에 이어 '19년에도 기술수준이 100%로 조사됨

- 독일은 '교통계획/운영' 분야를 제외한 모든 소분류 기술분야에서 최고기술을 보유하고 있는 한편 EU의 국가들은 '교통환경', '안전/편의' 관련 정책을 공유하고 공동 기술개발을 추진하고 있어 영국|프랑스 대비 기술격차가 크지 않은 것이 특징임

[표 3-11] 도로교통관리 분야 소분류 단위 기술수준 및 기술격차

(단위 : %, 년)

구분		한국		일본		미국		중국		독일		영국		프랑스	
		기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차	기술 수준	기술 격차
교통 계획/운영	'13	80.8	3.5	100.0	0.0	99.9	0.1	64.8	7.6	98.7	0.4	97.1	0.5	96.4	1.0
	'15	82.0	3.8	93.7	1.4	100.0	0.0	66.0	7.6	96.7	0.8	92.9	1.6	92.4	1.7
	'19	85.0	3.5	90.0	2.0	100.0	0.0	70.0	7.0	95.0	1.0	92.0	1.5	90.0	1.5
교통 안전/편의	'13	70.1	7.1	97.0	0.9	88.6	2.7	63.8	8.5	84.5	3.4	89.2	2.7	87.0	3.1
	'15	72.8	5.1	95.2	0.0	94.9	0.5	55.6	9.5	100.0	0.6	92.8	1.6	92.4	1.9
	'19	75.0	4.5	92.0	0.0	95.0	0.5	60.0	8.0	100.0	0.0	93.0	1.5	91.0	2.0
교통 환경	'13	65.6	6.2	91.1	2.1	93.3	1.7	55.6	10.5	95.8	0.6	91.7	1.8	88.3	2.7
	'15	72.8	5.5	95.2	1.2	94.9	1.5	55.6	10.5	100.0	0.0	92.8	1.8	92.4	1.9
	'19	79.5	5.0	92.0	1.5	95.0	1.0	60.0	9.0	100.0	0.0	92.0	1.8	91.5	2.0

[자료] 국토교통과학기술진흥원, 「2019 기술수준조사 보고서」, 2019



[그림 3-45] 도로교통관리 분야 국가별 기술격차 및 기술수준('13년, '15년, '19년)

- 우리나라의 도로교통 관리 분야 內 소분류 기술분야 별 기술수준은 '교통계획/운영' 및 '교통안전/편의' 분야에서 조사시기마다 2~3%로 근소하게 상승한 반면 '교통환경' 분야는 약 7% 수준으로 뚜렷한 상승세를 보임
- 소분류 기술분야 별 기술격차의 경우 '교통안전/편의' 분야가 '13년 7.1년에서 '19년 4.5년으로 크게 감소하여 다른 소분류 기술분야와의 차이도 줄어든 것으로 나타남



[그림 3-46] 한국의 도로교통관리 분야 소분류별 기술수준 및 기술격차 비교('13, '15, '19)

본 기술수준분석은 한국과학기술기획평가원에서 수행한 2020년 기술수준평가 분석 자료를 본 기획과제와 연관된 분야에 대해 해당 분야를 인용 제시함
출처: 안지현 외(2021), 2020년 기술수준평가, 한국과학기술기획평가원

2-3-2. 스마트시티 구축 및 운영 기술 분야

1) 주요국 기술수준

[표 3-12] 주요국 기술수준

국 가	수준(%)					격차(년)			
	수준(%)	Q1	Q3	표준편차	합의도*	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	86.5	82.0	96.5	9.1	0.83	1.5	0.5	2.3	1.1
중국	80.0	77.0	85.0	15.4	0.90	3.0	1.8	4.3	1.5
일본	77.5	71.5	80.0	14.9	0.89	3.5	2.5	4.8	1.4
EU	90.0	90.0	97.0	5.3	0.92	0.8	0.3	1.5	1.2
미국	100.0	100.0	100.0	3.5	1.00	0.0	0.0	0.0	0.7

* 델파이 기법의 타당도를 조사하는 방법으로서 Q1(1사분위값)과 Q3(3사분위값)가 일치(완전 합의) 했을 때 1의 값을 가지며, 의견의 편차가 클 경우 수치가 감소함

* Q1, Q3는 SPSS 24.0을 사용하여 도출함

[표 3-13] 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단 근거
한국 (86.5%)	· 스마트시티법을 근거로 지자체 확산 중 · 2018년 이후 U-city, ICT 기반사업 성장 등으로 선도그룹과 동일한 수준 확보 · 스마트시티 기술도입 초창기에는 민간 선도기업들과 정부산하 관련 연구기관을 중심으로 글로벌 기술 분야에서 좀 더 선도적 역할을 수행했으나 최근들어 양적 및 질적 지표에 있어 급격한 성장세를 보이는 중국에 밀리는 양상을 보임 · 미국의 Smart City Challenge 사업과 유럽 Horizon 2020 사업의 특성을 반영하여 경쟁방식의 공모사업인 한국형 스마트 챌린지 추진 · 국가시범도시를 지정하여 한국을 대표적 스마트시티 레퍼런스로 활용할 수 있는 기반 마련 · 민간 기업들의 주도적인 참여 유도 · 노후 도시 대상 스마트 시티형 도시재생 사업 추진 계획 · U-city 사업으로부터의 반성과 성찰을 바탕으로한 스마트시티 혁신 가능성 · 플랫폼 주도하에 구축/운영 시스템 적용 및 데이터 관리 선도적 · 국가주도형 스마트시티 추진 중 · 2020년 7월 발표된 디지털 뉴딜 정책을 통해 디지털 자료 구축, AI 분석 등 기초 인프라 확보 가속화 · K-방역 등 의료 분야와 스마트 시티를 연계한 국내 잠재력 확인 · 디지털 뉴딜 등 정부 주도로 스마트시티 활성화 · 국내 스마트도시 실험이 진행되고 있으나 아직 도시 데이터 플랫폼의 실체가 모호함
중국 (80.0%)	· 광범위한 스마트도시 건설 중 · 최근 많은 기술개발 투자 및 U-city 구현 설계 등으로 격차가 줄고 있으며, ICT 기반 많은 사업을 수행 중임 · 후발주자로 출발하여 스마트시티 단계 초기에 양적 측면에서의 성과 중심으로 성장하다가 최근에는 질적 측면에서의 성장도 시작되고 있음 · 2015년 신형도시계획에 따라 2020년까지 500개 스마트시티를 구축하는 지혜성시(智慧城市)발표, 총 1조 위안(약164조원) 투자 계획 · 중국의 글로벌 기업인 화웨이, ZTE, 알리바바, 바이두, 텐센트의 참여로 사물인터넷 및 스마트 검침 솔루션, 인공지능 기술을 활용한 도시 운영 사업 “시티브레인 프로젝트”, 도시 정보공유, 민원 행정처리, 공공 서비스 지불 플랫폼 제공, 실물화폐 없는 도시 시스템 등을 구축 중 · 도시문제에서 비롯된 스마트시티 요구 증가로 인한 기술 혁신 가능성 · 활발한 스마트시티 구축 및 운영 기술 관련 특허 출원 활동 · 개별적, 통합적 시스템 개발은 활발하게 나타나고 있으나 구축 운영부분에서는 추격단계 · 개인정보침해 등의 사유로 타 국가에서 진행하기에는 다소 제약이 있는 영상기반 감시시스템 기술 등 가파른 기술수준 상승이 진행 중 · 개인정보 보호 이슈 등으로 추진이 지연되는 자본주의 국가 대비 국가의 강력한 정책의지 기반으로 실증 선도

국가 (기술수준)	판단 근거
	· 도시수준의 실험이 없음
일본 (77.5%)	· 생태 중심의 스마트도시 계획 · 최근 장기 경기침체로 추가적인 연구 및 제도 확충 부실, 기술발전이 더뎌지고 있음 · 자생적으로 스마트도시와 관련된 기술들이 축적되어 왔고, 도시 현장에서 적용되어 활용되고 있으나 비교대상 국가들에 비해 활성화의 정도가 낮은 편임. 기술 관련 여러 양적/질적 지표에서도 격차를 보이고 있음 · 신성장전략('10~'20)의 일환으로 에너지·환경 분야를 중심으로 스마트시티를 추진 중이며, 규제 샌드박스 제도 도입 및 활용 · 자율차, 드론 등의 미래기술 분야 규제 완화 · 개별적, 통합적 시스템 개발은 활발하게 나타나고 있으나 구축 운영부분에서는 추격단계 · 차량 제조자 등 민간 기업을 중심으로 자율주행, 모빌리티 연계 등 고령화 사회에 적합한 스마트 기술 강조 · 언택트 시대, 코로나 대응의 낙후로 증명된 디지털 트랜스포메이션 역량 · 도시 수준의 실험이 진행되고 있지 않음
EU (90.0%)	· 민간 업체 중심의 스마트시티 추진 중 · 지속적인 투자 및 연구로 선도그룹을 유지하고 있음 · 유럽 최초의 리빙랩인 암스테르담을 포함해 파리, 코펜하겐, 상크트아우구스틴(독일), 샤무스키(포르투갈), 로마 등 다른 어떤 대륙보다 다양하고 많은 리빙랩을 도시환경에 보유 · 스마트시티 관련 R&D 투자 전략으로 Horizon 2020 사업 추진. 2014~2020년까지 약 800억 유로를 투자하여 스마트시티 관련 실증기술 개발 주력 · 런던 광역 행정청은 디지털 소외 계층을 위한 교육 지원과 런던 시민의 이익을 위한 데이터 공유 및 협업 강화를 위해 LODA(London Office for Data Analytics) 및 프로그램을 실행하고 있으며, Horizon 2020이 후원하는 Sharing Cities 프로그램을 주도하고 있음 · 스마트시티 서비스 이용 시민과 사용자가 주체가 되는 리빙랩의 활발한 운영 및 시민들의 참여로 도시의 직/간접적 문제 해결 · 지속가능성을 추구하는 스마트시티 정책 방향 · 꾸준하고 활발한 스마트시티 구축 및 운영 기술 관련 연구 지원 · 개별적인 시스템 구축 및 운영은 우수하나 통합적인 관리체계는 개발단계 · EU의 공동 목표(친환경, 에너지 절약, 각종 도시문제 해소)와 표준화를 통한 국가 간 기술 통합 잠재력이 높음 · EU 주도의 정책적, 제도적 뒷받침에 따른 안정적 기술 개발 환경 · 시민체감형 스마트 서비스를 중심으로 기술 강조 · 각 나라별 특화된 스마트시티 기술 기반 사업 추진 · 네덜란드, 영국 등에서 자율주행과 스마트 도시 관련 실험
미국 (100.0%)	· 민간 업체 중심의 스마트시티 추진 중 · 지속적인 U-city, ICT 관련 연구 및 투자로 선도그룹 유지 · 구글, 테슬라, 아마존 등 업계를 선도하는 민간기업의 역할과 실리콘밸리 창업 생태계의 혁신성을 바탕으로 한 스마트도시 기술개발에 있어서의 선도적 역량 · 경쟁공모 방식의 지자체 지원 Smart City Challenge 사업을 바탕으로 현재 뉴욕, 보스톤, 샌프란시스코, 시카고, 시애틀 등에서 스마트시티 구축 및 운영 기술 선도 · 콜럼버스의 스마트시티 사업이 연방정부와 민간기업 등의 추가 지원하에 2021년 중반까지 연장되어, 모빌리티 혁신과 지속가능한 플랫폼 등의 구축 및 개선 예정 · 일부 지역 자율주행 셔틀 및 차량 노선 구축 예정 · 5G 산업 주요 정책을 발표하고 민간부문이 주도할 수 있는 환경 조성과 민간 개발 활성화. 도시 외곽 지역을 대상으로 5G 통신망을 구축하기 위해 향후 10년간 204억 달러 투자 예정 · IBM, 시스코(Cisco), 구굴(Google) 등 글로벌 기업이 AI, 빅데이터, 자율주행, 사이버 보안 등 첨단기술 분야를 선점하고 이를 활용해 교통, 환경, 치안 등 도시문제 개선. · 미국표준기술연구소의 주도 하에 미국 스마트 시티 혁신 협력 플랫폼을 결성하여 스마트시티 관련 IoT 기술 보급에 앞장 섬 · 단위 적용기술 구축 운영, 데이터 관리 및 분석으로 활용성 우수 · 글로벌 민간기업을 중심으로 Living Lab, 다양한 사업모델 발굴 · 구글, 애플 등 빅데이터 수집, AI 고도화 지속적으로 진행 중 · 타 국가에 비해 압도적인 특허 및 원천 기술 보유에 따른 안정적인 기술 시장 확보 · 플랫폼 중심의 코어 기술 강조 · 실리콘 밸리 중심의 민간 스마트시티 인프라 풍부 · 다양한 도시에서 스마트시티 시험(예: 포틀랜드)

2) 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향

[표 3-14] 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동 경향

국 가	기술수준			연구단계 역량		연구개발 활동경향 (점수***)
	수준(%)	격차(년)	그룹 (점수*)	기초 (점수**)	응용개발 (점수**)	
한국	86.5	1.5	추격 (3.38)	우수 (3.67)	우수 (4.11)	상승 (3.00)
중국	80.0	3.0	추격 (2.88)	우수 (3.56)	우수 (3.78)	상승 (3.22)
일본	77.5	3.5	추격 (2.63)	보통 (3.33)	보통 (3.11)	유지 (2.44)
EU	90.0	0.8	선도 (3.88)	탁월 (4.56)	우수 (3.78)	상승 (2.89)
미국	100.0	0.0	최고 (4.00)	탁월 (4.67)	우수 (4.44)	상승 (2.78)

* *기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함

* ** 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함

* *** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

3) 주요국 기술수준 변화(2018~2020)

[표 3-15] 주요국 기술수준 변화

국 가	기술수준(%)			기술격차(년)			기술수준 그룹		
	2018	2020	증감 (%p)	2018	2020	증감 (년)	2018	2020	증감
한국	80.0	86.5	6.5	2.0	1.5	-0.5	추격	추격	-
중국	75.0	80.0	5.0	3.0	3.0	0.0	추격	추격	-
일본	75.0	77.5	2.5	4.0	3.5	-0.5	추격	추격	-
EU	90.0	90.0	0.0	1.0	0.8	-0.2	선도	선도	-
미국	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	최고	최고	-

4) 국내 기술수준 변화 주요 원인

[표 3-16] 국내 기술수준 변화 주요 원인

기술수준 변화	주요 원인
증가	· 국가 스마트시티 시범도시 사업을 추진하여 사업이 진행 중임. 이에 따라 관련 경험이 풍부해졌고, 스마트시티 기술수준도 다소 향상되었음 · 2018년 대비 기술수준은 AI 기술의 적용으로 향상되었음. 더불어 그린뉴딜 정책의 발표로 향후 많은 기술의 발전이 기대됨 · 스마트시티 국가시범사업의 테스트베드인 세종과 부산에서의 구축과정 경험과 최근 코로나-19와 관련된 방역시스템의 운영 경험이 국내 기술수준의 향상에 직간접적으로 영향을 미치고 있는 것으로 판단됨 · 정부, 지자체, 개발 시행주체 중심으로 활발하게 구축 추진 중에 있으며 정책, R&D 시행으로 시범도시 구축, 규제샌드박스, 신기술, 창업 지원 등 다양한 사업 추진과 함께 기술 개발이 한층 가속화 진행되고 있는 실정임 · 스마트시티 리빙랩 운영 및 스마트시티 챌린지 사업 등 과기정통부 외에 타 부처의 스마트시티 관련 실증사업이 활발히 진행되어 기술수준이 증가하였음 · 스마트시티의 플랫폼이 되는 디지털트윈에 대한 논의가 본격화되고 있고, 시범사업이 진행되고 있어 기술수준에 향상이 있어 보임
변화없음	· 여전히 스마트시티 운영보다는 구축에 대한 기술에 치중하고 있으며, 새로운 구축 기술보다는 U-city부터 이용하던 구축 기술에 의존하려는 경향이 높음. 운영에서 필요한 스마트 기술이 적용되어야 “스마트시티” 기술이 활성화될 수 있음

※ 델파이 조사에 참여한 전문가의 개별 의견으로 최종 결과와는 차이가 있을 수 있으며, 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아님

2-3-3. 지속가능한 인프라 구조물 건설기술 분야

1) 주요국 기술수준

[표 3-17] 주요국 기술수준

국 가	수준(%)					격차(년)			
	수준(%)	Q1	Q3	표준편차	합의도*	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	85.0	85.0	88.0	4.4	0.96	3.8	2.0	4.5	1.4
중국	80.0	78.0	83.0	8.4	0.94	4.5	2.5	5.5	2.2
일본	92.5	90.0	95.0	3.9	0.95	1.5	1.0	1.5	0.7
EU	100.0	95.0	100.0	2.4	0.95	0.0	0.0	0.5	0.4
미국	98.5	95.0	100.0	4.1	0.95	0.3	0.0	0.5	0.5

* 델파이 기법의 타당도를 조사하는 방법으로서 Q1(1사분위값)과 Q3(3사분위값)가 일치(완전 합의) 했을 때 1의 값을 가지며, 의견의 편차가 클 경우 수치가 감소함
※Q1, Q3는 SPSS 24.0을 사용하여 도출함

[표 3-18] 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거
* 델파이 조사에 참여한 전문가의 개별 의견으로 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아님

국가 (기술수준)	판단 근거
한국 (85.0%)	· 국가연구개발사업을 중심으로 혁신에 투자하고 있으며, 선도그룹과의 격차 단축을 위해 노력 · AI 시스템 적용의 가속화로 미국을 추월하는 것이 가능 · 다양한 연구개발에 대한 노력이 지속적으로 진행되고 있으나, 전문인력과 과감한 투자 부족으로 선진 시스템 추월이 어려움 · 최근 모듈러 공법, BIM에 적극적으로 투자 · 슈퍼 콘크리트(초고강도 콘크리트) 분야에서 경쟁력 보유 · AI, ICT, IoT 기술의 융합을 위한 제도적 보완 부진 · 현재 국내 건설부분의 정부 R&D 투자가 부진하고 건설경기 침체로 발전 미흡 · 스마트 건설기술의 적극적인 활용 · Off-site construction 방식의 도입, 생산체계 개편, 새로운 건설 비즈니스 모델 구축 등 변화가 이루어짐 · IT 인프라를 활용한 4차 산업혁명 대응방안 수립의 단계별 구축 · 전자, 통신 분야가 우수하며 정보통신 기반 기술개발 및 발전 모델 구축에 노력 · 4차 산업혁명 관련 정부의 선택과 집중 투자가 기대됨 · 초고강도 콘크리트 개발 및 실제 교량 적용 등 일부 기술에서 세계적인 성과 도출 · 정부의 지속적인 IT 산업, 융·복합 기술개발로 최첨단 인프라 구조물 건설 기술 발달 · 원천기술 개발 확대 필요 · 한국형 뉴딜 사업 착수, 스마트 건설기술 사업의 시작 등 국가 주도의 연구 및 기술개발이 산학연 협력체계로 지속적으로 추진 · 국가 기술 경쟁력 수준을 평가할 수 있는 원천기술 개발보다는 응용 및 활용기술의 비중이 높음 · 한국의 강점인 정보통신 기술이 인프라 구조물 건설 기술과 지속적으로 접목되어 향후 기술격차 해소가 예상됨 · 전자/통신 분야가 우수하나 최근 조선/해양 분야의 부진, 제조업 분야의 인건비 경쟁력 하락으로 부진 · 정부의 집중투자 시 발전 가능성이 높음 · 초고강도 콘크리트 개발 및 실제 교량 적용 등 일부 세계적인 성과를 도출했으나, 아직까지는 기술 추격 단계 · 건설부재 생산 자동화 진행 중
중국	· 연구인력과 논문 실적 등 양적 지표 성과는 크지만 질적 지표에서 선도국과 격차 존재

국가 (기술수준)	판단 근거
(80.0%)	· 지역별·건물별 격차와 대도시 및 신도시에 편중된 기술 적용 · 풍부한 자본과 우수한 인력을 바탕으로 연구개발에 매진하여 논문 및 특허 지표 향상 · BIM 등 일부 종목에서 선도적이나 미흡한 기술 · 건설기술의 양적/질적 성장세가 빠름 · 인프라의 양적 팽창 단계에 있음 · 건설산업의 디지털화는 정보화 및 창의력 향상과 혁신을 초래할 것으로 예측 · 풍부한 연구인력과 자본을 바탕으로 교량, 터널, 항만, 특수구조물 분야에서 추격 중이나 기술 선도국과의 기술격차 존재 · 다수의 초고층 건축물 시공으로 관련 기술격차 단축 · 환경 안전 고려는 미흡하고 전반적 기술수준이 후발그룹 · 건설부재 생산 자동화 진행 중
일본 (92.5%)	· 독자적인 성과 구축이 가능한 연구인력과 인프라를 보유하지만, 최근 경기 침체와 인프라 투자 저조로 실적이 하락했으며, 전문인력이 고령화 추세에 있음 · 논문 및 연구활동이 활발하고 적용 기술을 선도 · 첨단기술을 이용한 안전 및 인프라 유지관리 기술에 대한 강점이 있으나, 낡은 의사결정 시스템으로 인한 연구개발 성과의 달성이 늦어, EU, 미국 대비 기술적으로 낙후됨 · 지진이 많아 생존을 위한 기술 개발이 적극적일 것으로 예측 · 인공지능의 실용화가 빠르게 진행 중 · 2025년까지 스마트건설 자동화 등 4차 산업에 대응하는 기술개발을 수행하여 노동 생산성을 40%까지 향상시킬 예정 · 드론을 활용한 측량, ICT 중장비 활용 시공, CIM 플랫폼을 활용한 검사 기술을 완성하여 실용화 중 · 기존 연구실적 축적으로 선도 중 · 사회기반 연구 중 에너지 분야 연구가 많고, 연구결과를 건설기술에 응용하고 적용하는 연구 활발 · 노후 철도교량 등 비파괴 진단 방법 사용 · AI를 이용한 건설장비, 인명구조, 해양 구조물 건설에 많은 연구와 노하우로 빠른 실용화 · 국가의 지리적 조건 및 환경의 영향으로 인해 사회기반 시설물에 대한 안전이 국가 정책기조이며, 이에 따라 사회기반 시설의 시공 및 유지관리 기술은 세계 최고 수준 · 사회기반 시설의 시공 요소가 되는 소재, 부품, 장비의 기술력이 우수함 · IoT 기반 실물 적용 단계 · 모듈화 및 프리패브 공법 확대 · 성능기반 설계법 자체개발 및 일반화 · 양중 및 기타 건설장비 고도화 · 건설부재 생산 자동화 기술 보유
EU (100.0%)	· 독일, 영국, 프랑스는 인프라 시설물 설계와 시공에 특화된 전문기업과 전문가를 보유했으며, 지속적이고 활발한 연구성과를 도출 중이며 기술적용을 선도 · 독일을 중심으로 스마트 혁신기술에 대한 연구개발을 집중하고 있으며, EU 국가와 공동협력체계 구축을 통해 R&D 시너지 효과 확보 · 최근 경제 침체로 기술개발 투자가 미흡하였을 것으로 예측 · 빅데이터, 스마트 재료, 디지털트윈 협업 플랫폼, 앱 등 혁신기술을 수용 · BIM 기반 건물관리 및 시스템 분야의 선두주자로 산업 분야의 노하우를 건물 분야에 적용하고 있으며, 세계시장을 선도 · 건설환경 위험을 모니터링하고 예측하기 위한 클라우드 기반 소프트웨어 개발, AI를 통한 향상된 도시 설계, 협업 플랫폼의 개발 및 활용 등 다양한 프로그램을 개발 · 실용화 논문 발표 수 증가 · 기존의 연구실적 축적으로 선도 · 모듈화 공법 등 일부 기술은 독일과 프랑스를 중심으로 발전 중 · 독일과 영국을 중심으로 혁신 건설기술 개발에 집중하며 독일은 인터스터리 4.0 연계 전략 수행 중 · 시설물 분야 특허 영향력과 논문 점유율에서 세계 최고 수준인 서유럽과 북유럽에서 최근 혁신적 건설기술 개발(3D 프린팅 시공 등)이 활발 · EU 공동연구 프로그램의 지향점과 최근 활동 우수 · 성능기반 설계법 자체개발 및 일반화 · 양중 및 기타 건설장비 고도화 · 건설부재 생산 자동화 기술 보유

국가 (기술수준)	판단 근거
미국 (98.5%)	· 세계 최고의 연구인력 및 인프라를 바탕으로 기술을 개발하고 있으며, 혁신에 유리한 기업환경과 정부 보유 · 논문 및 연구활동이 활발하며 기술적용을 선도 · 기존 선진기술을 바탕으로 AI, 자율주행 기술이 우수하며, 대규모 투자를 통해 EU를 추격할 것으로 예상 · 지하공간 활용 기술이 크게 발달하여 전반적 기술수준 향상 · 연구 인프라 및 인적자원이 풍부하고, ICT, IoT 관련 산업을 크게 선도할 것으로 예상 · 다양한 건설환경에 적응할 수 있도록 하는 로봇 기술 개발 · 생산성 향상과 노동력 부족을 해결하기 위해 반복 작업과 관련된 건설 현장의 자동화 시스템 개발 · 디지털 기술과 실시간 수집되는 데이터를 이용, 관리자가 데이터에 기반해 정확한 의사결정을 하도록 돕는 스마트 프로젝트 관리 기술을 개발하고 활용 · 지속적인 정부 투자와 관심 · 정보통신 인프라 기반이 우월함 · 드론 등 4차 산업과 건설산업 접목 · 기초 핵심기술의 지속적인 발전을 위한 인재 증가로 수월성 계속 유지 · BIM, IoT, AI, 가상현실, 인공지능, 빅데이터 자료처리, 자율주행 기술, 드론, 3D 프린팅, 클라우드 등 디지털 정보 기술 활용 · 디지털 요소가 융·복합된 기반 기술을 이용하고 있으며, 관련 연구 활발 · 슈퍼콘크리트 기술의 실용화로 장수명 구조물 건설 · 연구개발 투자와 타 분야와의 융합이 지속적으로 수행되어 기술 선도그룹을 유지 · 정치적 환경에 의해 줄어드는 연방정부 차원의 투자가 약점 · 구글의 자율주행차량, 테슬라의 우주/항공 분야 및 하이퍼루프 진출 등 새로운 분야에 자유롭게 진출하여 성공 사례를 만들어가는 민간 분야 시도가 국가 기술력의 큰 경쟁력임 · 클라우드 컴퓨팅 및 BIM 기반 설계/시공 확대 · 성능 기반 설계법 자체개발 및 일반화 · 건설부재 생산 자동화 기술 보유

2) 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향

[표 3-19] 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향

국 가	기술수준			연구단계 역량		연구개발 활동경향 (점수***)
	수준(%)	격차(년)	그룹 (점수*)	기초 (점수**)	응용개발 (점수**)	
한국	85.0	3.8	추격 (3.00)	우수 (3.50)	우수 (3.70)	상승 (3.00)
중국	80.0	4.5	후발 (2.30)	우수 (3.50)	보통 (3.30)	상승 (3.40)
일본	92.5	1.5	선도 (3.80)	탁월 (4.50)	우수 (4.40)	상승 (2.90)
EU	100.0	0.0	최고 (3.90)	탁월 (4.90)	우수 (4.40)	상승 (2.80)
미국	98.5	0.3	선도 (4.00)	탁월 (4.60)	탁월 (4.70)	상승 (3.00)

* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함
** 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함
*** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

3) 주요국 기술수준 변화(2018~2020)

[표 3-20] 주요국 기술수준 변화

국 가	기술수준(%)			기술격차(년)			기술수준 그룹		
	2018	2020	증감 (%p)	2018	2020	증감 (년)	2018	2020	증감
한국	80.0	85.0	5.0	5.0	3.8	-1.2	추격	추격	-
중국	76.0	80.0	4.0	6.0	4.5	-1.5	추격	후발	↓
일본	90.0	92.5	2.5	2.0	1.5	-0.5	선도	선도	-
EU	92.0	100.0	8.0	1.8	0.0	-1.8	선도	최고	↑
미국	100.0	98.5	-1.5	0.0	0.3	0.3	최고	선도	↓

4) 국내 기술수준 변화 주요 원인

[표 3-21] 국내기술수준 변화 주요 원인

기술수준변화	주요 원인
증가	· 약간의 기술수준 상승은 인프라 구조물 건설기술 분야에서 그동안 축적된 국내 연구진의 연구역량과 꾸준한 성과 달성이 원인이라고 생각함 · 첨단 정보통신 기술과의 결합을 통해 인프라 유지관리 기술에서 진보가 있는 등 국내 기술수준이 소폭 증가함 · 국내 IoT, AI, 드론, 증강현실, BIM 등 기술수준이 향상된 4차산업 기술을 기반으로 많은 응용기술들이 실용화되고, 실용화를 이루기 위해 속도를 올리고 있음. 이를 기반으로 스마트건설 기술의 연구개발을 시작으로 3~5년 뒤에는 기술격차가 더 줄어들고 선도하는 기술이 출현할 수 있다고 판단함 · 국내에서도 건설장비 자동화, 디지털 지도, 원격자동시공 기술과 같은 스마트건설 기술 개발이 본격화되었음. 현재는 국내 경쟁력은 글로벌 수준보다 다소 뒤처진 상태로 경쟁력의 우위를 선점하기 위해서는 스마트건설 기술 개발과 활용을 가속화해야 된다고 생각함
변화없음	· 국내 기술수준은 지속적인 노력은 증가하고 있으나, 정량적인 결과치는 크지 않다고 판단. 하지만 최근 스마트건설 기술 관련 연구가 집중되고 활성화되면서 이에 대한 긍정적인 모멘텀이 제공되어 좋은 결과가 나올 것으로 예상됨

※ 델파이 조사에 참여한 전문가의 개별 의견으로 최종 결과와는 차이가 있을 수 있으며, 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아님

2-3-4. 스마트 도로교통 기술 분야

1) 주요국 기술수준

[표 3-22] 주요국 기술수준

국 가	수준(%)					격차(년)			
	수준(%)	Q1	Q3	표준편차	합의도*	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	80.0	80.0	85.0	4.6	0.94	3.0	2.0	3.0	1.1
중국	75.0	70.0	75.0	6.9	0.93	4.0	3.0	4.0	1.4
일본	86.0	80.0	90.0	9.5	0.88	1.5	1.0	2.0	2.9
EU	96.0	95.0	100.0	4.6	0.95	0.5	0.0	1.0	0.9
미국	100.0	100.0	100.0	1.7	1.00	0.0	0.0	0.0	0.4

* 델파이 기법의 타당도를 조사하는 방법으로서 Q1(1사분위값)과 Q3(3사분위값)가 일치(완전 합의) 했을 때 1의 값을 가지며, 의견의 편차가 클 경우 수치가 감소함

[표 3-23] 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

국가 (기술수준)	판단 근거
한국 (80.0%)	· C-ITS 시범/실증에 이은 구축사업 계획 수립 · 기존 ITS 정부-민간 협업 추진 · '21년 C-ITS 본사업 추진(미래자동차 산업발전전략, 한국형 뉴딜/SOC 디지털) 예정 · 사회전반의 진보성이 있으나, 완성도 측면에서 다소 미흡함 · 자율주행차 등 대규모 R&D 투자가 이루어지고 있음(세계 최고 수준). 그러나 아직 선도그룹과의 격차가 존재하고, 실효성 부분에 대한 고민이 필요함. 민관협력적 부분이 많으나 국내 자동차 제작사의 연구참여 및 실용화에 대한 부분에서 R&D 제도 및 현실과 괴리가 있음 · 정부의 적극적인 R&D 및 정책 지원 · C-ITS 사업 및 자율주행 연구개발 사업 추진을 통해 핵심기술 개발 및 실증 추진 · CV(Connected Vehicle) 기술, 자율주행 관련 인프라 기술 개발 및 사업 추진 · 자동차와 센싱 등 데이터 수집 분야에서 핵심기술을 확대하고 있는 상태 · 데이터 플랫폼의 경우 국제 시장의 활동이 약하여, 글로벌 데이터 플랫폼의 역량 강화가 필요함 · 정부지원 R&D 및 C-ITS 시범사업 확대 등을 통해 선도그룹 추격 · 정부 주도 스마트교통, 자율주행 등 프로젝트 추진으로 기술격차 해소 중 · 자동차 기업의 참여가 미흡한 상황에서 도로 인프라 투자가 선행되는 상황 · 다양한 스마트교통 및 자율주행 프로젝트 추진 중으로 이에 따르 표준화 추진, 논문, 특허가 산출됨 · 최근 대규모 R&D 사업 추진으로 선도그룹을 적극적으로 추격 중 · 민간기업의 활발한 연구개발이 불충분함 · 대규모 실증실험 지연 등 · H/W 측면에서 기술수준은 높으나 정밀지도, S/W 분야에서 선도그룹 대비 충분한 기술력을 보유한 기업이 적음 · 상대적으로 정교하지 못한 R&D 계획 대비 상대적으로 많은 연구비로 중복적인 연구, 결과를 보여주기 쉬운 실적 위주의 R&D 진행 중
중국 (75.0%)	· 최근 논문, 특허 활동이 급격히 증가함 · C-V2X 정부정책으로 커넥티드 인프라 구축 가속화 예상 · 기존 스마트 도로 인프라(검지 등) 기술의 개선은 여전히 미흡 · 완성도 측면과 사회전반으로의 확장성 측면에서 다소 미흡함 · 국가적 지원을 기반으로하는 연구개발 및 사업이 투자되고 있으나 스마트도로교통 분야 전략 및 기술선도 분야 선정 등에서 미흡한 부분 존재 · 관련 기술 분야의 기술력은 향상되고 있으나, 전반적으로 핵심기술 및 기초연구가 취약함 · 센싱과 인공지능 그리고 데이터 플랫폼 분야에서 기술력을 넓혀가는데, 데이터플랫폼은 많은 인구를 통한 유저 증대를 모색하나, 여전히 글로벌 플랫폼과의 경쟁력은 약세임

국가 (기술수준)	판단 근거
	· 정부주도 스마트교통, 자율주행 등 프로젝트 추진으로 기술격차 해소 중 · 범국가적 투자가 진행되고 실증실험도 활발하게 추진 중 · H/W 부문은 일정 기술수준에 있으나, S/W 분야에서 선도그룹 대비 충분한 기술력을 보유한 기업이 적음 · 최근 수년간 중앙정부의 R&D 계획과 엄청난 예산을 투입하여 기술개발 중
일본 (86.0%)	· CAD(자율협력주행) 관련 부처(국토교통성-경찰청) 간 협업 · C-ITS 사업(고속도로)의 민간참여 활발 및 정부-민간 협업 강화 · 자동차를 중심으로한 특정분야의 기술에 진보성이 인정됨 · 민간중심의 R&D에 한계가 있으나 실용화 부분에서는 점차 추격하고 있는 것으로 판단 · 미국, EU 등과 관련 분야 기술개발 협업 및 경쟁 · 데이터플랫폼의 글로벌 경쟁력이 약세임 · 첨단 ITS 기술 분야 선도 · 자동차 기업과 정부의 협력이 강점으로 지속적인 사업 추진 중 · 미국, EU 등과 기술개발 경쟁 중이나, 일본 독자적인 표준화로 세계화는 미지수임 · 관련 분야 영향력이 높은 논문, 특허 등을 보유하고 있음 · 개발 로드맵에 따른 연구 수행, 대규모 연구투자 진행, 대규모 실증실험 시행 등 · 최근 동경올림픽 연기 등으로 대규모 실증실험에 대한 가시적인 진적이 없는 것으로 판단 · 최근들어 상대적으로 크게 눈에 띄는 R&D 성과는 없으나 기업별로 특화된 R&D에 집중하는 것으로 보임 · 당장 성과가 나타나지는 않아도 기본이 되는 장기적인 연구 진행 중
EU (96.0%)	· C-ITS 사업 및 주요 서비스 구현 주도 · CAD(자율협력주행) 관련 연구개발의 정부-민간 협업 주도 · 미국의 경우 일부 특정 그룹의 발전이 뚜렷한 반면, 독일을 비롯한 유럽은 교통체계 전반에 걸친 시스템 업그레이드 차원에서 진화하고 있음 · 원천기술 개발 및 논문 특허 등은 타 국가와 유사했으나, 민관협력 및 범국가적 체계를 기반으로 실증결과가 나오고 있으며 국제표준 선도, 공적, 사적 표준화 기구에 대한 표준화과제 리딩 등 실용화, 상용화 준비가 가장 우수함 · 국가연합임에도 불구하고 자동차뿐만 아니라 도로교통 측면의 접근 및 행정협력이 가장 잘 된 것으로 판단 · 범국가적 및 다양한 민관협력체계 구축을 통한 기술개발, 인프라 확보, 실증 사업 추진 · 관련 분야 연구개발 활발 및 표준화 선도 · 자동차와 센싱 등 데이터 수집 분야는 선도국과 기술수준이 비슷하나, 데이터 플랫폼과 연동하는 분야는 추격하는 수준임 · 민관 협력체계를 토대로 기술개발 및 인프라 확보를 적극 추진하고 있음 · 자동차 기업과 정부의 협력이 강점으로 지속적인 사업 추진 중 · EU의 다양한 국가들이 각자 여건과 환경에 맞는 파일럿 프로젝트 추진 중. 특히 Horizon 2020 프로젝트를 통해 EU가 다양한 지원 중 · 다양한 표준과 특허들이 산출되고 있음 · 관련 분야 영향력 높은 논문, 특허 등을 보유하고 있음. 특히 EU의 특성상 국제표준화 부문을 선도하고 있음 · 개발로드맵에 따른 연구 수행, 대규모 연구투자 진행, 대규모 실증실험을 활발하게 추진 중이나 실제 EU차원의 기술실증과 도입은 각국의 사정에 따라 상이함 · 특정 요소기술 관련하여 전세계적인 R&D를 이끌고 있음
미국 (100.0%)	· CV(또는 C-ITS) 관련 주파수 및 채널 정책, 기술기준 및 표준 주도 · AV 및 CAV(자율협력주행)의 상용화 기술 및 정책 주도 · 기술격차는 없으나 기술 확산 측면에서 다소 뒤처지고 있음 · 자동차 중심의 산업으로 스마트 도로교통기술 분야에 대한 기술 점유도가 점점 떨어지고 산업 활성화 뒷받침(근거)가 약함 · 관련 기술의 연구개발 및 핵심기술 선도 · 다양한 실증사업 및 표준 개발 리딩 · 데이터 수집의 다양한 핵심기술을 보유했고, 특히 데이터 플랫폼의 국제적 위상강화와 국제 경쟁력있는 빅데이터 플랫폼을 중심으로 센싱 기술, 자동차 기술, 서비스 분야 등의 연결성을 통해 선도하고 있음 · 핵심기술 확보, 시장 선점을 위한 관련 표준화 선도 및 다양한 실증 사업 추진 · 다수의 스마트 도로교통 프로젝트를 통해 지속적으로 세계 기술을 선도 중 · 자율주행 프로젝트를 꾸준하게 추진 중으로 관련 특허, 논문 등이 꾸준하게 산출되고 있음

국가 (기술수준)	판단 근거
	· 관련 분야 영향력이 높은 논문, 특허 등을 보유하고 있음 · 민관협력의 대규모 R&D 투자, 대규모 실증실험을 활발하게 추진 중. 특히 H/W뿐만 아니라 S/W 측면에서 기술강점이 높은 기업들이 존재 · 거의 모든 분야에 걸쳐서 세계의 R&D 및 상용화를 이끌고 있음

※ 델파이 조사에 참여한 전문가의 개별 의견으로 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아님
※Q1, Q3는 SPSS 24.0을 사용하여 도출함

2) 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향

[표 3-24] 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향

국 가	기술수준			연구단계 역량		연구개발 활동경향 (점수***)
	수준(%)	격차(년)	그룹 (점수*)	기초 (점수**)	응용개발 (점수**)	
한국	80.0	3.0	추격 (3.00)	보통 (3.44)	우수 (3.78)	상승 (3.33)
중국	75.0	4.0	추격 (2.67)	보통 (3.44)	보통 (3.33)	상승 (3.44)
일본	86.0	1.5	추격 (3.44)	우수 (4.11)	우수 (3.78)	상승 (2.78)
EU	96.0	0.5	선도 (3.89)	탁월 (4.56)	우수 (4.44)	상승 (2.89)
미국	100.0	0.0	최고 (4.00)	탁월 (4.89)	탁월 (4.56)	상승 (3.00)

* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함
** 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함
*** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

3) 주요국 기술수준 변화(2018~2020)

[표 3-25] 주요국 기술수준 변화

국 가	기술수준(%)			기술격차(년)			기술수준 그룹		
	2018	2020	증감 (%p)	2018	2020	증감 (년)	2018	2020	증감
한국	82.5	80.0	-2.5	3.0	3.0	0.0	추격	추격	-
중국	75.5	75.0	-0.5	4.0	4.0	0.0	추격	추격	-
일본	95.0	86.0	-9.0	1.0	1.5	0.5	선도	추격	↓
EU	97.0	96.0	-1.0	0.5	0.5	0.0	선도	선도	-
미국	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	최고	최고	-

4) 국내 기술수준 변화 주요 원인

[표 3-26] 국내 기술수준 변화 주요 원인

기술수준 변화	주요 원인
증가	· 뉴딜 등 스마트도로교통 관련 인프라 구축사업 및 R&D 기반 개발된 기술의 사업화 및 상용화가 촉진되면서 기술이 발전하고 있음 · 4차 산업혁명 기반의 다양한 ICT 신기술 및 서비스 등장 · 정부 디지털트랜스포메이션 정책과 투자계획에 따른 스마트 도로교통핵심기술의 개발로 기술수준

기술수준 변화	주요 원인
	은 다소 향상될 것으로 예상함 · 정부 주도의 R&D 및 정책 지원을 통해 응용기술 및 상용화 기술수준 소폭 증가 · 정부의 대규모 R&D 기술 투자, 실증실험단지 완공, 민간기업(현대 등)의 기술수준 증가 · 정부의 대폭적인 연구비 증액으로 쉬운 연구, 편한 연구를 많이 수행한 면이 없지 않으나 과거에는 연구비 때문에 엄두를 못내거나 시도하기 못했던 연구를 수행하는 등 실제로 기술수준이 높아진 것도 사실임
기타*	· 스마트 도로교통기술의 핵심 기능은 디지털 인프라이며, C-ITS 인프라가 도로교통 체계의 유기적 연계성 강화를 통한 시스템 효율성에 기반조성을 할 수 있음. C-ITS 기술은 정책/연구개발, 시범 및 실증을 통해 본사업 기반을 마련하여 21년부터 추진이 가능한 상황임

* 수준변화 양상에 대하여 명확한 언급이 없는 경우

※ 델파이 조사에 참여한 전문가의 개별 의견으로 최종 결과와는 차이가 있을 수 있으며, 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아님

2-3-5. 스마트 철도교통 기술 분야

1) 주요국 기술수준

[표 3-27] 주요국 기술수준

국 가	수준(%)					격차(년)			
	수준(%)	Q1	Q3	표준편차	합의도*	격차(년)	Q1	Q3	표준편차
한국	86.5	80.0	90.0	6.6	0.88	3.0	2.0	5.0	2.6
중국	85.0	83.0	87.0	3.2	0.95	3.0	2.0	4.0	1.9
일본	95.0	90.0	96.0	3.9	0.94	1.5	0.5	2.0	1.5
EU	100.0	100.0	100.0	4.7	1.00	0.0	0.0	0.0	1.3
미국	89.5	85.0	90.0	5.8	0.94	2.0	2.0	3.0	2.5

* 델파이 기법의 타당도를 조사하는 방법으로서 Q1(1사분위값)과 Q3(3사분위값)가 일치(완전 합의) 했을 때 1의 값을 가지며, 의견의 편차가 클 경우 수치가 감소함

※Q1, Q3는 SPSS 24.0을 사용하여 도출함

[표 3-28] 주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

* 델파이 조사에 참여한 전문가의 개별 의견으로 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아님

국가 (기술수준)	판단 근거
한국 (86.5%)	· 스마트 안전, 유지보수 인프라 기술력이 평균 수준임 · 일부 선행기술 개발은 진행 중이나 적용에 따른 실제 운영기술 확보 부족 · 교통수단 연계 기술, 첨단도시 철도시스템 기술, 고속철도 인프라 구축 기술은 연구개발 단계 수준 · 세계 4번째로 빠른 고속철도 속도를 보유하고 있으며, LTE-R 무선통신 등 ICT 기술, 하이퍼루프 기술 분야에서 선도그룹을 추격 중 · 철도산업 일부 분야의 독과점, 수용 한계로 선도그룹과의 격차 존재 · 하이퍼루프 분야 핵심기술을 보유했으며, 기초 핵심기술 확보를 위한 연구개발 진행 중 · 선도국가의 기술을 모방하는 수준이며, 선도적 기술개발이 부진한 상황 · 신기술의 개발이 아닌 시장요구에 따른 기술개발에 치중 · 협소한 국내 철도시장에도 불구하고 디지털, 그린기술로 선진국과 격차 감소 · 철도 신호체계가 전기, H/W 중심에서 (무선)통신, S/W 중심으로 변화되고 있음. 우리나라가 장점을 가지는 5G 등의 통신기술과 첨단 S/W 기술을 통해 세계 최고 수준의 도약이 가능하다고 생각함 · 정부 지원으로 산학연이 융합된 연구 수행체제를 구성하는 데에 시간이 많이 지체되어 기술개발 속도를 따라가지 못함

국가 (기술수준)	판단 근거
	· 철도교통의 LTE-R 활용을 통해 무선제어 열차제어 기술 사업화, 자율주행 열차제어 기술 기획 연구, 스마트 시티 등 자율주행 사업화 추진 · 지속적으로 기술개발이 이루어지고 있으나 현재 철도 R&D 투자 비중이 감소하는 추세이므로 향후 기술격차가 증가할 것으로 예상 · 일부 기술은 세계 최고 수준을 보유했으나, 보수적인 철도 운영기관으로 인하여 개발된 기술의 현장 적용에 많은 어려움이 존재함. 이로 인해 향후 선진국과 격차가 더욱 증가할 것으로 예상 · 선진기술의 획득이 어렵고 독자적인 기술확보 능력이 부족 · 분산형 고속철도 차량을 개발했으며 2021년 실용화 추진 예정 · 무선기반 열차신호 분야에서 국산화 기술개발을 위한 성능 검증 중
중국 (85.0%)	· 스마트 안전, 유지보수 인프라 및 기술력 미흡 · 다수의 상용화 실적에 따른 기술 보유 · 하이퍼튜브, 교통수단 연계 기술, 첨단도시 철도시스템 기술, 스마트 유지관리 자동화 기술 등은 연구개발 단계 · 화물분야 및 기초원천기술에 있어서는 세계적 수준이며, 최근 하이퍼루프 기술 등 교통체계를 근본적으로 바꿀 수 있는 원천기술 분야에 강점 보유 · 중장기 철도망구축계획('03~'20년)을 기반으로 고속철도 노선 확대 시행(약 5조 위안을 투입하여 8종 8횡의 고속철도망 구축) · 세계 최대의 철도차량 제조사인 중국중차를 주축으로 시속 600km 고속열차 연구 프로젝트 본격 추진 · 최근 기술 분야의 발전으로 국제 전시회에 전시된 제품 중 일부는 한국 제품보다도 앞섬 · 초고속철도 등 사업화 진행 중 · 최근 급속한 철도 발전을 달성했으나, 안전, 스마트 분야는 아직 미약 · 최근 전 세계 고속철의 50% 이상을 부설함으로써 고속철 시공능력(가격경쟁력 포함) 등에 있어서는 세계를 선도하고 있으며, 기존 철도 분야에서도 물량을 중심으로 엄청난 성장세를 유지 · 국가차원의 철도 부처를 1949년 창립하고, 최근 경제성장과 함께 막대한 예산지원을 투입하고 있음 · 자국 철도신호체계를 위한 CTCS(중국철도신호시스템)을 개발하여 설치 운용 중이며 차세대 철도신호체계를 위해 논문과 특허 등에서 활발한 연구실적을 확보하고 있음 · 최근 CARS(중국철도과학연구원)를 중심으로 차세대 철도신호체계(자율주행 철도신호체계)를 개발 중임 · 무인로봇을 이용한 열차제어 자율주행 기술 사업화 접근 · 지속적인 철도 투자와 고속철도 건설로 많은 기술력을 확보하고 있으며, 일부 기술은 이미 세계 최고 수준으로 평가됨. 다만 중국에서 나오는 자료 및 기술의 신뢰성이 의심되고 있는 문제가 있음 · 철도교통의 수요증가로 인한 실용화 기술 발전 및 연구능력의 향상으로 선진기술을 추격하고 있음 · 무선기반 열차신호 분야 국산화 완료
일본 (95.0%)	· 스마트 안전, 유지보수 인프라 및 기술력 우수 · 특정 분야의 부품 및 장치는 세계 최고 수준 · 하이퍼튜브, 교통수단 연계교통, 첨단도시 철도 기술, 초고속철도의 인프라 구축 기술, 신호 기술 등이 우수함 · 기술의 호환성은 떨어지지만, 신호 및 운용 기술 등 철도기술 분야 전반을 선도 · 초고속자기부상열차를 개발하여 최고시속 603km의 시험운행 완료 · 철도차량 분야 중 주행 및 추진제어에서, 철도시설 분야 중 궤도토목, 전철전력에서, 철도운영 및 환경분야 중 계획 및 운영, 철도환경에서 우위 · 일부 기술의 수준은 EU와 동등 혹은 그 이상이나 운용이 한정적임에 따라 연계기술 등이 떨어짐 · EU 또는 미국과 더불어 기술차이가 크게 나지 않는 선도그룹이지만 자국의 독자적 표준체계를 구축하여 세계시장 진출에는 한계를 가짐 · 국내외 시장을 통한 기술 활용력이 뛰어남 · 지속적인 연구개발을 통하여 철도망 구축 및 현대화를 이루고 있으며, 소재, 센서 등의 분야에서 탁월한 실적을 보임 · 일본은 RTRI(철도종합기술연구소)를 중심으로 차세대 철도신호체계(자율주행 철도신호체계)를 개발 중임 · 무선제어시스템 등을 활용하여 무인운전 기술 등 사업화 · 오랜 기간동안 철도 중심의 교통망을 구축하고 있으며, 지진 등 재난대비 최고 기술을 확보하고 있음 · 자국 위주의 기술개발에 치우치는 관계로 국제화 및 기술 수출에 있어서는 소극적인 것으로 판단됨 · EU와 더불어 스마트교통 시스템의 독자적 기술을 보유하고 있음 · 규격 및 규정 등의 신규제정을 위한 노력 중임 · LSM 방식의 자기부상열차 선도 · 신칸센 운영 경험을 바탕으로 한 차량 및 인프라 유지보수 기술 선도 · 무선기반 열차신호 분야 국산화 완료
EU (100.0%)	· 스마트 안전, 유지보수 인프라 및 기술력 탁월 · 전시회 탐방 결과 우수한 부품 및 제품과 이를 생산, 개발할 수 있는 기업 다수 보유

국가 (기술수준)	판단 근거
	· 철도 인프라를 바탕으로 관련 기술이 많이 나오고 있으며, 기술과 표준 선도 · 교통수단 간 연계교통(intermodal) 기술, 무선통신 기반 초고속 열차제어 시스템 및 열차정보제공 서비스 기술 분야에서 선도 · 과거부터 현재까지 세계 열차제어 시스템 기술을 주도하고 있으며, 차세대 열차제어 기술에 대한 연구개발 투자를 지속적으로 수행 · 독일의 경우, 4차 산업혁명 기술의 선두주자로 철도, 교통 분야도 관련 기술 활용 중. 특히 관련 전시회를 주최하는 등 리딩그룹임 · 고속철도 최고 속도 기록을 보유한 프랑스와 자기부상 실용화 기술을 보유한 독일 등 스마트 철도분야 선도 · 철도시스템 분야, 차량 분야, 신호 분야 등에서 우위를 점하고 있으며 타 분야에서도 전반적 기술수준이 높음 · 국가 간 상호 운영성 규정의 제정 및 운영을 통해 철도분야 기술을 선도하고 있음 · 이미 단일 유럽철도망(SERA: Single European Railway Area) 구축을 위해 ETCS(유럽철도신호시스템)을 개발하고, 유럽뿐만 아니라 전세계적으로 적용을 확장하고 있음 · EU의 지원 하에 ERRAC(유럽철도연구자문회)에서 중장기 철도로드맵을 수립하고 로드맵에 따라 MODURBAN, NGTC, Shift2Rail 등 유럽 각국이 참여하는 지속적이고 체계적인 연구개발 프로그램을 수행하고 있음. 이러한 연구개발 프로그램 지원에 따라 프랑스, 독일, 이탈리아 등 철도 선진국은 세계시장 지배력 강화를 위해 차세대 철도신호체계, 즉 자율주행 철도신호체계 개발을 활발히 진행 중이며, 2030년까지 일반 및 고속철도(장거리 철도)의 자율주행은 물론 군집주행과 주행중 분리결합 실현을 목표로 하고 있음. · 일부 시험노선을 구축하여 상용화 수준으로 접근 중 · 철도 중심의 장거리 운송 수단의 발전이 오랜 기간동안 지속되어 오고 있음 · 대부분의 국제 기준이 EU를 중심으로 제정되어 있어 한국의 경우 유럽의 표준화된 기준을 따라가야 하는 실정임 · 신규규격, 규정제정 및 현장과 연계, 즉 실용화 기술이 최고 수준임 · 무인운전 등 스마트화 요소 기술 및 신호 기술을 선도하고 있음 · 4차 산업혁명 기술을 선도적으로 철도에 융합 · 국가 간 상호운영성을 기반으로 한 철도 규격 선도 · 무선기반 열차신호분야 선도
미국 (89.5%)	· 스마트 안전, 유지보수 인프라 및 기술력 퇴보 · 부품, 장치에 대한 기술은 우수하나 전반적인 철도 건설과 운영이 타 교통수단(항공, 차량)에 비해 뒤처짐 · 첨단도시 철도, 안전관리 및 운영 기술, 신호 기술, 교통수단 연계교통, 에너지 절감 및 효율화 기술 등이 우수 · 최근 전 세계 고속철도의 50% 이상을 부설함으로써 고속철 시공능력(가격 경쟁력 포함)등에 있어서는 세계를 선도하고 있음 · 기존 철도 분야에서도 물량을 중심으로 엄청난 성장세를 유지 · 철도교통이 항공이나 도로교통보다 낙후되어 있으나 하이퍼튜브 등 관련하여 혁신적인 기술이 많이 도출됨 · EU와 동등한 수준의 기술을 보유하고 있다고 판단되나 자국의 주 교통수단이 도로 교통인 관계로 산업의 활성화는 크지 않음 · 91년 뉴욕 지하철 Union Square역 탈선사고를 계기로 무선통신기반 열차제어(CBTC)를 개발하고, IEEE 1474.X 표준에 반영. 비록 철도가 주 교통수단은 아니지만 높은 수준의 기초과학 기술을 보유하고 있어 빠른 시간에 선도그룹으로 도약이 가능하다고 사료됨 · 일부 상업 노선 활용으로 스마트교통 활성화 및 일자리 창출 · 후속 연구개발 지속 지원 중 · 철도에 대한 투자가 아직 많이 이루어지고 있지는 않지만 기초기술에서는 세계 최고임. 철도에 투자가 본격적으로 이루어진다면 세계 최고의 기술력을 확보하는 것은 어렵지 않을 것으로 생각됨 · 4차 산업 관련 빅데이터 처리 능력 및 자율주행 기술(자동차) 등이 스마트 철도 기술에 영향력이 있음 · 철도교통이 항공이나 도로교통보다 낙후되어 있으나 하이퍼튜브 등 혁신적인 기술이 많이 도출됨 · 기초기술과 철도 원천기술 확보 · 무선기반 열차신호 분야의 국산화 완료

2) 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향

[표 3-29] 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향

국 가	기술수준			연구단계 역량		연구개발 활동경향 (점수***)
	수준(%)	격차(년)	그룹 (점수*)	기초 (점수**)	응용개발 (점수**)	
한국	86.5	3.0	추격 (2.90)	보통 (3.10)	우수 (3.90)	상승 (2.90)
중국	85.0	3.0	추격 (2.90)	우수 (3.60)	우수 (4.10)	상승 (3.40)
일본	95.0	1.5	선도 (3.90)	우수 (4.30)	우수 (4.30)	상승 (2.60)
EU	100.0	0.0	최고 (3.90)	탁월 (4.60)	우수 (4.30)	상승 (2.60)
미국	89.5	2.0	추격 (3.00)	우수 (4.20)	우수 (3.50)	유지 (2.30)

* 기술수준 그룹(4그룹)을 선도/최고(4점), 추격(3점), 후발(2점), 낙후(1점)로 하여 평균값을 계산함
** 연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함
*** 연구개발 활동경향 구간(4구간)을 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

3) 주요국 기술수준 변화(2018~2020)

[표 3-30] 주요국 기술수준 변화

국 가	기술수준(%)			기술격차(년)			기술수준 그룹		
	2018	2020	증감 (%p)	2018	2020	증감 (년)	2018	2020	증감
한국	80.0	86.5	6.5	4.0	3.0	-1.0	추격	추격	-
중국	82.0	85.0	3.0	3.0	3.0	0.0	추격	추격	-
일본	95.0	95.0	0.0	1.0	1.5	0.5	선도	선도	-
EU	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	최고	최고	-
미국	90.0	89.5	-0.5	2.0	2.0	0.0	추격	추격	-

4) 국내 기술수준 변화 주요 원인

[표 3-31] 국내 기술수준 변화 주요 원인

기술수준변화	주요 원인
증가	· 상태기반 시설물 검측 기술(전용검측차량, 상용검측차량), 노후시설물 개량 기술(자갈궤도를 콘크리트 궤도 개량) 등 분야에서 세계 최고 수준의 기술을 확보하고 있음 · 많은 노력으로 기술수준 자체는 올라갔으나 격차는 유지되거나 약간 벌어진 것으로 생각되며, 이는 기존 기관(정부, 연구소, 산업체 등)의 이해관계 등에 따라 신기술의 개발과 적용이 지연되었기 때문임 · 국내 연구개발 여건이 발전하였음 · 오송 철도종합시험선로 완공 및 운영에 따라서 시험평가 및 인증 기능이 강화되면서 기술수준 증가 · 철도교통 시스템에 IT, 사물인터넷, 빅데이터 분석 기법 등의 사용이 증가하고 있어 철도교통의 운영, 유지보수 등의 스마트화가 증가하고 있음
기타*	· 국내의 경우 빠르게 변화되는 R&D 추세에 적절히 대응하지 못하고 있음. 특히 철도 부문의 경우, 관련 사업의 일몰과 함께 신규 R&D 예타 준비로 현재 답보상태임에 반해 국외의 경우 정부주도의 연구개발을 지속적으로 수행 중 · 현재 철도에 대한 R&D 투자가 급격히 감소하고 있는 실정이므로 점차 기술격차가 발생할 수 있을 것으로 우려됨

* 수준변화 양상에 대하여 명확한 언급이 없는 경우
※ 델파이 조사에 참여한 전문가의 개별 의견으로 최종 결과와는 차이가 있을 수 있으며, 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아님

Ⅳ. 연구개발과제 구성

1. SWOT 분석 및 중점분야

1-1. SWOT 분석

○ (개요) SWOT 분석은 1차적으로 각 중점분야별 연구진 브레인 스토밍을 통해 작성, 2차적으로 연구진 및 기획분과위원의 검토를 통해 확정

- 각 분과별로 작성된 내부환경요인, 외부환경요인 및 포지션별 전략 취합을 통해 총괄 SWOT 분석 작성

○ 강점(Strength) 및 약점(Weakness) 분석

- 외부 환경대비 상대적으로 우수하거나 부족한 부분을 제시함
- 강점 및 약점은 앞서 검토된 동향 및 환경분석에서 기술, 특허, 논문, 인프라 분석결과를 내부와 외부 요인으로 구분한 후 내부요인을 강점과 약점으로 다시 구분하여 키워드 작성

○ 기회(Opportunity) 및 위협(Threat) 요인 분석

- 대외 환경변화로 인하여 새롭게 발생하는 기회요인 및 불안요인 등을 제시함
- 기회 및 위협요인은 동향 및 환경분석에서 정책/시장/기술 동향 분석 결과를 내/외부요인으로 구분하고 외부요인을 기회와 위협 요인으로 구분하여 정리

○ 포지션별 전략 수립

- 제시된 내부 강점(S) 및 약점(W), 외부 기회(O) 및 위협(T) 요인을 분석하고 활성화 전략 SO/ 보완전략 WO/ 차별화 전략 ST/약점극복 전략 WT의 포지션별 전략을 수립함

○ 내부와 외부 환경분석 결과를 바탕으로 SWOT를 분석하여 전략을 도출하면 다음과 같음

- SO 전략: 다양한 첨단교통 기술 개발, 4차 산업혁명 기술의 발전 등으로 교통기술과 사물인터넷, 빅데이터 등 정보 기술을 결합한 형태의 모빌리티 서비스 발굴, 교통수단 이용질 향상과 지속적 환경 개선을 위한 수요응답형 교통수단 개발, 이동 공간의 확장 및 통합 운영체계 구축 등을 추진하여 미래형 교통수단의 개발을 위한 전략과 투자 확대
- ST 전략: 위협 요소가 영향을 덜 미치거나 위협을 분산할 수 있는 새로운 교통수단 도입으로 교통약자 이동 지원을 위한 교통 플랫폼 개발, 신개념 모빌리티 서비스 제공을 위한 기술적 안전망 확충 및 후발주자와의 기술격차를 벌리고, 미래 교통수단 운행에 필요한 디지털 인프라 구축 및 관리 추진
- WO 전략: 약점으로 인식되는 미래 교통수단 도입에 필요한 제도와 교통체계 정비, 미래 모빌리티 산업육성을 위한 정책 지원과 리더쉽 발휘, 신산업 창출을 위한 기술개발과 지원 등 전략적 대응

- WT: 해외 첨단기술의 국산화부터 단계적으로 추진하되, 대규모 투자가 불가피한 대형기술은 정부 주도로 공공분야 교통기술 개발과제부터 추진하는 전략을 마련함

[표 4-1] SWOT 분석을 통한 전략방향 도출

내부요인 \ 외부요인	기회(O)	위협(T)
	· 4차 산업혁명에 따른 첨단 기술융합의 사회적 관심 증대 · 新 교통 서비스 및 비즈니스 기회 확대 · MaaS 서비스 요구 증대 · 친환경 차량의 보급 촉진 · 모빌리티 서비스 다양화와 수요 대응형 서비스 요구 증가 · 이종산업간 협업 증가 및 신산업 태동 · 대도시의 교통체증 증가로 인한 대용량 대중교통 서비스 요구 증가	· 초연결|초지능화 사회 부작용 및 보안 위험이슈 · 도시화 양극화 심화 · 초고령화 사회 진입 가속화 · 새로운 교통수단 등장에 따른 인프라 구축 비용 상승 · 인구 감소 및 차량의 주행거리 감소로 자동차 기술 경쟁력 약화
강점(S)	**SO 전략 추진방향**	**ST 전략 추진방향**
· 미래형 교통수단 기술개발을 위한 정책적 환경조성 · ICT 기술의 발전 및 Digital Skill · Digital Infra 준비도↑ · 자율차|친환경 교통수단 확대 가속화 · 첨단융합기술 기반으로 2차원 교통체계에서 3차원 교통체계로 전환 가속화	· 통합적 관점에서의 교통체계 마련 필요 · 모빌리티 서비스 질 향상과 지속적 환경 개선을 위한 수요 응답형 교통수단개발 · 이동 공간의 확장 및 통합운영체계 구축	· 선진국의 기술보호 강화로 국가간 교통수단 기술 격차 심화 · 교통약자 이동 지원을 위한 교통플랫폼 개발 필요 · 신개념 모빌리티 서비스 제공을 위한 기술적 안전망 확충 · 미래교통수단 운행에 필요한 디지털 인프라 구축 및 관리
약점(W)	**WO 전략 추진방향**	**WT 전략 추진방향**
· 교통혼잡 비용의 지속적인 증가 · 선진국 대비 뒤쳐진 자율주행 기술 · 미래차, 모빌리티 서비스에 대한 산업계의 투자 및 리더십이 낮음 · 신교통수단 정책 및 법|규제 시스템↓ · 새로운 교통수단 도입에 필요한 제도적 지원체계 약함 · 통합적 협력 기반의 정책지원 미흡	· 미래 교통수단 도입에 필요한 제도와 교통체계 정비 · 미래 모빌리티 산업 육성을 위한 정책 지원과 리더십 발휘 · 신산업 창출을 위한 기술 개발과 지원	· 미래대응형 교통수단 기술 개발에 대한 과감한 투자로 국산기술 보급 확대 · 교통수단과 모빌리티 서비스를 연계한 기술 개발로 선진국 기술격차 해소 · 교통약자 배려를 위한 제도와 정책 마련 · 안전한 디지털 인프라 구축에 필요한 정책 지원 · 고령화와 도시화에 대비한 교통 수단 개발과 관련 산업 육성

1-2. 중점 분야 도출

1-2-1. 중점 분야 선정 고려를 위한 기술 분류 체계

- 국토교통부는 국토교통 연구개발사업 관리지침 제4조(기술분류체계)에 의거 국토교통기술분류체계를 정하고 있으며, 국가과학기술표준분류체계를 기본으로 활용하되 필요시 국토교통 분야의 기술동향 및 지원분야 등을 고려한 별도의 기술분류체계 수립 명시
- 본 기획 연구에서는 도로교통의 자동차, 철도 교통의 철도 차량, 항공교통의 항공기, 물류의 운송수단을 포함한 조사를 수행

[표 4-2] 중점분야 선정을 위한 기술분류 체계

구분	중분류	소분류
도로교통	자동차	자동차 안전 향상, 친환경자동차, IT 융합 자동차
	도로 및 교통시설	도로 설계 및 구조, 도로 포장, 도로시공 및 유지 관리, 도로교통안전시설
	교통 계획 및 운영	교통계획 및 평가, 교통운영 및 정보관리, 대중교통 및 연계 환승 체계
	교통 안전 및 환경	교통안전, 교통약자 편의, 교통 환경
철도 교통	철도 차량	일반 철도 차량, 고속철도 차량, 자기부상 철도차량, 도시철도 차량
	철도 시설	철도 노반, 철도 궤도, 철도 교량/터널/역사, 전철/전력, 신호 통신
	철도 운영 및 환경	철도 운영 및 안전, 철도 환경, 철도시스템 유지관리
항공 교통	항공기	비행기 제작·인증, 무인 항공기 제작·인증, 회전익 항공기 제작·인증, 항공기정비/개조
	항행(CNS/ATM)	통신/항법/감시, 교통관리
	항공안전	사고예방 및 피해저감, 운항안전
	공항	공항시설 및 운영, 공항보안 및 안전
물류	운송	육상운송, 수상운송, 항공운송, 복합운송
	운송지원시스템	보관, 하역, 포장, 물류정보

- 각국의 정부 차원에서 국가 비전과 전략으로 발표한 보고서와 추진 계획을 분석하여, 교통수단을 이용한 모빌리티 제공 전략을 파악
- 교통수단의 기술이 진화하면서 2차원에서 3차원으로 공간이 확장되고 새로운 교통서비스의 등장이 예상되는 데, 기술 개발은 공공 보다는 민간 영역에서 선제적으로 이루어지고 있으므로 각 기업의 전략과 비전을 분석

1-2-2. 중점 연구분야 도출

구분	추진방향	중점분야
미래형 교통 수단	• 첨단 기술과 융합되어 편리성 향상 • 고효율의 교통수단으로 효율 향상 • 도시 교통문제의 해소 및 대기 오염 완화에 기여 • 출퇴근 교통문제 해결할 수 있는 대중교통 수송 능력 향상 • 탄소배출을 줄일 수 있는 친환경 • 교통 수요에 대응할 수 있는 운영 및 배차 효율 향상 • 국민 이동성 향상	효율적이고 편리한 친환경 교통수단 및 교통 기술
편리한 서비스 제공 체계	• 국민의 이동성 향상과 편리성 향상 • 모빌리티 통합과 정보 연계 강화 • 대중교통 연계 및 환승 편리성 제공 • 다양한 교통수단과 운영 연계 • 실시간 정보 제공 및 교통체계 통합 • 2차원 교통체계 통합 및 연계	국민의 이동성 향상 핵심 기술 및 운영·관리 기술
혁신 인프라 구축	• 교통체계를 선징화할 수 있는 인프라 구축 및 운영 • 주차와 정차, 환승 시설 등 대중교통 인프라 개선 • 미래지향적 도로 및 충전 설계 • ICT 기술 융합형 도로인프라 연계 • 대중교통수단 연계 운영 가능한 첨단 인프라 설계	미래 지향적 기반 인프라 기술
모빌리티 혁신 및 생태계 구축	• 미래형 교통 신기술 적용 • 도로교통 산업의 핵심 기술 개발 • 교통안전성 강화 및 안전 확보 핵심 기술 확보, 역량 강화 • 미래 교통물류 산업 생태계 기반 마련 및 산업 경쟁력 향상	미래 모빌리티 융합 기술 개발

○ 미래 교통수단을 개발할 때 핵심 환경, 예를 들면 에너지 절감, 기후 온난화 대비, 교통수단의 전기화 및 자동화, 공유 경제화, 인구 고령화, 교통 용량 증대 및 정체 완화, 수요 응답형 서비스 요구 증대, 도시 공간의 효율적 활용 등을 종합적으로 고려해 현 기술 수준에서 예측 가능한 교통수단과 혁신적인 기술 발전이 이루어 졌을 경우의 개발 가능한 교통수단을 구상

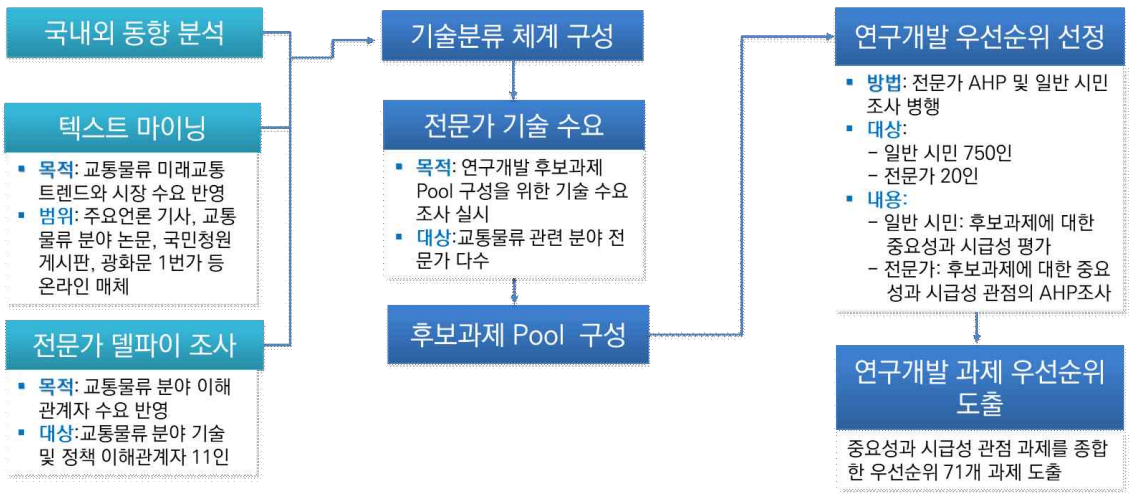
○ 사업의 범위에는 미래형 교통수단뿐만 아니라, 운행하기 위한 인프라, 서비스 제공, 법과 제도 등을 포함하며, 미래형 교통수단의 상용화가 가능하도록 연구개발 사업 추진

○ 특히, 미래형 교통수단의 안전성과 사회적 수용성이 확보될 수 있는 지에 대해 산업계, 학계 및 연구기관 등에 종사하는 다양한 전문가들의 의견 수렴하고, 도출된 교통수단에 가장 근접한 기술을 확보한 해외의 연구 개발 추진 사례를 벤치마킹해 사업의 범위 확정

2. 연구 개발 과제 도출

2-1. 후보 과제 도출을 위한 1차 조사 및 결과

○ 본 기획연구의 연구개발 과제를 도출하기 위한 절차는 다음 그림과 같음



[그림 4-1] 연구개발 과제 우선순위 도출 과정

2-1-1. 텍스트 마이닝 조사

○ 국내외 동향 분석을 통해 도출된 키워드와 텍스트 마이닝을 통한 키워드 도출

- 텍스트 마이닝 분석은 교통물류분야 미래트렌드와 시장의 수요를 반영하기 위해 실시함
- 분석 범위는 국내 주요 언론 기사, 교통물류 분야 논문, 청와대 국민청원 게시물, 광화문 1번가 등 다수의 온라인 매체 검토하였고, 분석 엔진을 활용해 주요 어휘를 추출하였고, 빈도, 분류, 그

룹핑 및 컨셉 연결 링크를 분석함

- 텍스트 마이닝 분석은 텍스트 데이터를 수집하고 이를 바탕으로 데이터를 구조화 한후에, 프로그램을 활용하여 텍스트를 분석하고, 시각화 및 해석하는 절차를 밟아 진행되었음

○ 도출된 키워드를 중심으로 기술분류체계(안)을 구성하고, 이를 바탕으로 전문가 델파이 조사 시행

[표 4-3] 모빌리티 분야 키워드

워드클라우드	키워드
	**통합모빌리티, 모빌리티, 스마트시티, 자율주행자동차, 4차산업혁명, 스마트모빌리티, MaaS, 포스트코로나, 공유교통, 첨단교통, 퍼스널모빌리티, 카셰어링, 자율주행대중교통, 자율주행셔틀, 수요응답형서비스, 스마트횡단보도, 스마트교차로, 스마트도로, 스마트인프라, 모빌리티플랫폼, 데이터허브**, 전기차, 통합화, 자율화, 전기화, 공유화, 라이드셰어링, V2X, 정밀지도, 센서(라이다,레이더), 통합요금제 사회적수용성, 미래모빌리티, SAE자율주행기술수준, 로봇택배, 자동발렛주차, 미래혁신, 자율주행상용화, 미래도시, 스마트교통운영체계, 신교통수송, 패러다임전환, 모빌리티서비스, 신산업대응, 탄소제로교통체계, 혁신기반정책융합, AI빅데이터, 교통활용체계, 교통물류연계융합, 이용자중심, 빅데이터 플랫폼, 대중교통중심, 모빌리티혁신서비스, 완전자율주행, 상용화, 미래도로인프라, 자율주행, 인공지능기반, 서비스모델, 교통SOC, 디지털화, 뉴노멀시대, 신도시교통계획기준, 무인항공기산업, 자율비행항공기, 개인형항공기, 교통신속도입,, 수소경제활성화, 수소화물차, 자율주행화물차, 저비용고효율, 도로네트워크, 공유교통정책, 대중교통서비스, 비대면물류서비스, 전염병유행, 도시교통체계, 신교통서비스도입, 비대면서비스활성화, 고령화, 도시쇠퇴, 교통안전모니터링, 스마트기기, 화물운송시장, 항공교통관리체계, 코로나방역지원, 3기신도시, 광역환승시설, 지역관광산업, 스마트그리드, 공생발전, 수소차

[표 4-4] 자동차 분야 키워드

워드클라우드	키워드
	**친환경자동차, 스마트모빌리티, 스마트시티, 플랫폼경제, 빅데이터, 교통빅데이터, 인공지능, 자율주행, 자율주행자동차, 교통안전, 통행행태, 스마트인프라, 양질의일자리, 퍼스널모빌리티, Maas, 컨넥티드차량, 혼합정보, 대중교통정보, 차내안전정보, 버스, 지하철, 대중교통요금, 유가, 보조금, 고령화, 개인화, 교통약자 교통, 유지관리, 시설투자, K뉴딜, 주52시간, 포스트코로나**, 주차요금, 혼합비용, 물류비용, 사고비용, 환경비용, 안전운임제, 교통요금정책 재생, SOC예산, 미세먼지저감, 운전자고령화 자동화대체업종, 트램, 보행수단, 개인교통수단, 도로네트워크, 도로살얼음진단, 펜데믹시대

[표 4-5] 도로분야 분야 키워드

워드클라우드	키워드
	**기후변화대응, 도로교통안전, 남북연결, 노후화, 도로운영효율화, 도로유지관리, 빅데이터,** 교통안전관리체계, 디지털트윈, 디지털화, 수소차, 유료도로, 자산관리, 개인형이동수단, 스마트기기, 지하도로, 초고속고속도로

[표 4-6] 물류 분야 키워드

워드클라우드	키워드
	**콜드체인, 디지털화, 택배, 이륜차배달대행, 화물안전운임, 생활물류, 라스트마일, 물류종사자, 물류플랫폼, 풀필먼트, 비대면생활경제, 위기대응물류,** 친환경, 공급망, 물류4.0, 스마트물류, 예측물류, 고령화, 영업용화물자동차공급기준, 물류안전, 유가보조금, 지입제, 상생산업생태계, 규제혁신, **택시, 산업구조, 디지털뉴딜정책, 항공시장, 동북아교통물류, 물류관리체계, 물류기반시설,** 공정물류, 자율주행, 물류인프라, 물류복지, 물류보안, 물류시설, 비대면생활물류 지하화물운송체계, 스마트물류산업

[표 4-7] 대중교통분야 키워드

워드클라우드	키워드
	**광역급행버스, S-BRT, 복합환승센터, 사회적 거리두기, 공유킥보드PM, 플랫폼운송사업, 시내버스, 시외/고속버스, BRT 보행(보행환경), 요금, 서비스만족도, 혼잡도, 공유자전거, 카셰어링, 자율주행대중교통,** 마을버스, 2층버스, 환승시설, 카풀, 택시, **광역급행교통망, 직결환승, 교통운임체계,** 감영병, 대중교통서비스, 이용자중심, 통합형모빌리티, 탄소중립, 교통세제, 보조금개편, 뉴노멀시대, 소비자지향적

[표 4-8] 철도분야 키워드

워드클라우드	키워드
	**고속화, 서비스고급화, 운영효율화(효율화),** **열차혼잡도, 접근성, 철도경제효과, 철도역중심성,** 민자철도, 민자철도운임체계, 요금, 철도운임, 교통기본권, 도시철도혼잡, 보건환경개선, 서비스선택모형 역사공간, 철도시설유지보수/관리, 철도요금체계, 철도이용형평성, 선호지하화 철도정보

[표 4-9] 항공분야 키워드

워드클라우드	키워드
	**수용량, 항공로데이터, 항공로구조,** **항공기충돌모형, 교통량, 공역안전, 지연기준,** **지연/결항, 공역계획, 무인기통합공역운영,** **공항주변장해물, 항공학적검토, 장애물표면,** **제한표면, 고도제한, 비행절차, 미래공항,** **스마트공항, 신공항, 공항정보성, 도시개발계획,** **공항개발, 공항계획, 공항접근교통, 공항정책,** **지역공항, 공항과지역, 갈등관리, 출입국** **공항방역, 항공기방역, 공항운영효율성개선,** **네트워크지표, 네트워킹전략, 항공네트워크** **항공연결성, 항공수요증대, 항공금융, 남북관계,** **항공소비자, 관광, 피해구제, 항공모빌리티, 미래, 저성장,** **저출산, PSO노선, 실업률** **항공기조달비용, 항공산업, 플랫폼비즈니스, 공급과잉,** **지배구조, 노선다변화,** **중장거리항공기도입, 항공사정부지원,** **항공시장구조변화, 항공산업구조개혁, 시장조정, 수요예측,** **회복, 코로나19, 질병전파,** **질병, 환율, 유가, 자가격리, 행태변화, 방역,** **감염, 사람중심, 해외확진, 미래감염병대응,** **여행감소, 경기침체**, 항공(공항)소음, 닥터헬기소음, 군공항소음, 소음노출인구, 소음지도, 소음대책, 소음저감, 저소음운항절차, 소음분석, 소음중기계획, ICT, 빅데이터, AI, 머신러닝, 딥러닝, 정보, 커뮤니케이션, 개인용항공기, 항공운송산업무인화, 생채정보보안검색

2-1-2. 전문가 델파이 조사

ㅇ 2회의 전문가 델파이 조사와 전문가 자문의견을 수렴한 기술분류 체계 구성

ㅇ 이를 바탕으로 후보과제 풀 구성을 위한 기술 수요조사 실시

ㅇ (1차 조사 개요) 텍스트마이닝, 국정과제, 주요 키워드를 반영한 설문 구성 및 조사

- 정부 및 국회 관련자 대상 조사(미래 교통 트렌드 및 니즈 항목 발굴 조사)
- 조사대상 : 정부, 국회 관련자(보좌관, 국토교통위원회 등) 조사
- 조사방법 : 서면 자문조사 등
- 표본규모 : 국토교통부 공무원 5명, 국토교통위원회 국회의원 보좌관 5명, 교통물류전문 기자 1명 등 총 11명
- 조사기간 : 2020년 11월 9일 ~ 2020년 11월 16일

[표 4-10] 전문가 델파이 조사 1차 응답자

연번	구분	성명	성별	연령
1	국토교통부 공무원	이 ○ ○	여	30대
2	국토교통부 공무원	유 ○ ○	남	40대
3	국토교통부 공무원	김 ○ ○	남	30대
4	국토교통부 공무원	나 ○ ○	여	30대
5	국토교통부 공무원	박 ○ ○	남	50대
6	국토교통위원회 의원 보좌관	류 ○ ○	남	50대
7	국토교통위원회 의원 보좌관	송 ○ ○	남	40대
8	국토교통위원회 의원 보좌관	설 ○ ○	남	40대
9	국토교통위원회 의원 보좌관	이 ○ ○	남	50대
10	국토교통위원회 의원 보좌관	전 ○ ○	남	50대
11	조선일보 기자	홍 ○ ○	남	30대

ㅇ (2차조사 개요) 델파이 조사 1차 결과를 바탕으로 2차 전문가 의견 조사, 후보과제 Pool 조사

- 조사대상 : 교통·물류 분야의 전문가로 구성된 20명이며, 학계, 연구계 및 기타 기관에 종사하는 전문가임
- 조사방법 : 이메일을 통한 온라인 서면 자문조사
- 조사기간 : 2020년 12월 1일 ~ 12월 7일
- 조사내용 : 델파이 조사 1차 결과를 바탕으로 AHP 항목 발굴, 미래 교통 트렌드 및 니즈 항목 발굴 조사 등

[표 4-11] 전문가 델파이 조사 2차 응답자 특성

구분		사례수	비율(%)
성별	남성	17	85.0
	여성	3	15.0
연령	20대	-	-
	30대	7	35.0
	40대	7	35.0
	50대	6	30.0
	60대	-	
분야 경력	5년 미만	3	15.0
	5~10년 미만	7	35.0
	10~15년 미만	5	25.0
	15~20년 미만	2	10.0
	20년 이상	3	15.0
전체		20	100.0

○ (AHP 조사) 교통·물류 분야 미래 트렌드를 반영한 연구전략 수립체계의 정책목표, 추진전략, 핵심연구분야, 세부 연구주제의 우선순위 도출을 위해 시행하는 것이며, 관련 전문가의 의견을 반영함

[표 4-12] 사람 중심의 4차산업혁명 선도의 모빌리티 미래 혁신 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
통합 모빌리티 구현	이용자 중심의 통합형 모빌리티 사업체계 구현방안
	전국 통합 모빌리티 빅데이터 플랫폼 구축
	대중교통 중심 통합모빌리티와의 연결성 강화방안
	모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법·제도 개선
자율주행 상용화 실증 기획	완전 자율주행 조기 구현을 위한 국가전략
	자율주행자동차의 상용화 촉진을 위한 미래 도로인프라 구축
	자율주행 및 인공지능 기반의 스마트 교통운영체계 구상
미래도시 스마트교통 구상	한국형 스마트시티 서비스 모델 개발
	교통SOC 디지털화 국가전략
	뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구
신교통·수송 수단 도입 전략	무인항공기산업 발전 국가전략 수립 연구
	자율비행항공기/개인형항공기(PAV) 교통 신속도입 전략
	수소경제 활성화를 위한 교통체계 구상
	수소화물차 및 자율주행화물차 도입 활성화 방안
	저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안
	개인형 이동수단의 안정적 도입을 위한 제도 개선 방안
	보행·개인교통수단 활성화를 위한 도시부 도로 네트워크 설계

[표 4-13] 사람 중심의 4차산업혁명 선도의 패러다임 전환 대응 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
언택트 시대 교통서비스 전환	포스트 코로나 시대의 모빌리티 발전 전략
	포스트코로나 공유교통정책 전환 방안
	감염병 대응 대중교통 서비스 기준 설정
	비대면 물류서비스의 선진화 전환 전략
	포스트 코로나 시대의 이동패턴 변화 분석 및 장기수요 전망
	전염병 유행을 반영한 교통분석모형 개발 기초연구
모빌리티 서비스 신산업 대응	모빌리티 신구 산업의 공생발전 및 지원전략
	플랫폼 기반 공유교통 운송사업 활성화 방안
	교통부문 신산업 시장진입 활성화 국가전략
	신교통서비스 도입에 따른 데이터 기반 모빌리티 행태 분석
	드론 등 무인항공기를 활용한 물류 서비스의 신규 도입 검토
	물류 산업 플랫폼 비즈니스 및 비대면 서비스 활성화 방안
사회변화 교통정책 대응	고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고
	수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구
	교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안
탄소제로 교통체계 기획	지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안
	탄소중립 교통체계구축을 위한 교통세제 및 보조금 개편 방안
	수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안

[표 4-14] 국민 삶의 질 제고의 지역발전 유도 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
교통망 구축의 경제사회효과 극대화	교통 SOC 고용 및 경제 효과 평가 체계 구축
	광역급행교통망 연계를 통한 지역경제 활성화 및 수요분산 전략
	물류시설 공급정책 변화의 효과분석 및 개선방안
	지방중소도시에서 도시재생에 부합하는 지역 공공교통망 정비방안
	GTX 등 광역급행교통시설의 직결환승 방안 구상
이용자 중심의 교통서비스 운영 혁신	이용자 중심의 위계별 교통시설 접근성, 편의성 개선 방안
	이용자 중심의 광역교통 서비스 관리 방안
	이용자 중심의 대중교통 통합서비스 기반 마련
	도시철도 혼잡 및 보건환경 개선을 위한 이용자 관점의 역사 공간 개선
	포스트 코로나시대 항공 소비자 보호 방안
	지속가능한 준공영제 운영을 위한 광역버스 운행효율화 방안
교통인프라 연계형 지역발전 정책 기획	대도시권 공간구조 개편과 연계한 광역교통망 개편 방안
	중소도시 활성화를 위한 도심부 교통개선 정책 기획
	공간구조 개편과 연계한 물류 개편 방안

[표 4-15] 국민 삶의 질 제고의 민생경제 및 생활교통 개선 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
교통비의 절감 및 공정 분담	교통운임체계의 지속가능성 제고 방안
	교통기본권 강화를 위한 철도 요금체계 개편방안
	대중교통 서비스 다변화에 대비한 요금체계 혁신 방안
	화물안전운임제도의 도입 성과 평가 및 개선방향
출퇴근 교통난 해소	광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책
	퍼스트·라스트마일 모빌리티 연결성 제고
	환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안
	수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안
	대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향

[표4-16] 사람 중심의 4차산업혁명 선도의 혁신기반 정책 융합 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
AI·빅데이터 활용 정책 지원	빅데이터 기반 교통안전 모니터링 및 대응체계 구상
	스마트기기를 이용한 개인형이동수단 빅데이터 구축과 활용
	AI·빅데이터 기반 도로 살얼음(블랙아이스) 진단 및 대응 방안
	AI·빅데이터 활용 화물운송시장 분석 및 개선방안
	공항 및 공역 운영 효율화를 위한 디지털 항공교통관리체계 구상
	AI·빅데이터 활용 코로나 방역 지원 기술 개발
교통물류 연계 융합 정책 기획	3기 신도시에 따른 광역교통개선대책 관리 방안
	교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안
	교통망 연계를 통한 서민 주거안정 및 국토 균형개발 방안
	대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축
	교통정책 연계형 지역관광산업 발전 전략
	Post-코로나 미래환경변화 대응 지역 관광교통 활성화 전략

[표 4-17] 국민 삶의 질 제고의 국민안전 제고 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
안전중심의 교통정책 전환	안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련
	물류산업 재해예방을 위한 안전한 물류관리체계 구축 및 고도화
	입체 교통체계 시대를 대비한 드론의 운영 안전성 평가방안
	교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화
재난대응형 교통체계 구현·운영	팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원정책 개발
	감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안
	재해재난 대응 교통안전관리체계 조사 및 평가
	재난안전 대응 교통체계 구현 및 고도화
생활 밀착형 교통·물류환경 개선	안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등 교통안전 제고
	비대면 생활물류 환경조성을 위한 지하 화물운송체계 구축 연구
	도시 내 물류기반시설 설치기준 마련
	주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구
	교통분야 미세먼지 최소화를 위한 유류세제 개편 전략

[표 4-18] 포용적 혁신성장 지원의 교통 SOC 공공성 강화 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
교통시설투자 및 산업의 공공성 강화	미래 SOC 수요에 부응하는 민자도로 투자전략
	교통부문 SOC 투자평가 및 공공성 진단체계 개선 방안
	도로부문 민자사업의 재정운용 효율성 제고
	철도산업 경쟁력 제고 등 공공성 강화 방안 마련
	정부·지자체·민간간 민간투자사업의 갈등관리 방안
유료도로 등 서비스 합리화	민자도로의 소비자 지향적 운영 방안 연구
	민간투자사업의 대국민 서비스 기능 제고 방안
	유료도로 공공성 강화를 위한 요금조정 및 재구조화 방안
	민자철도 운임체계의 합리성 확보 방안
소외지역·계층 교통접근성 개선	낙후지역에서의 수요대응형 교통 서비스 제공 전략
	소외·낙후지역 교통서비스 평가를 통한 이동권 지역격차 해소 방안
	지방 대도시권의 철도 기반 이동권 확대 방안
	장애인 통합 모빌리티 제고 방안

[표 4-19] 포용적 혁신성장 지원의 교통일자리 경제 혁신 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
교통물류 일자리 양질화	교통물류부문 한국판 뉴딜 추진 방안
	생활물류 종사자 근로여건 개선 방안
	포스트 코로나시대 운송산업 일자리경제 안정화 지원 방안
	교통물류 일자리 여건 및 실태조사 및 DB 구축방안
	교통물류 일자리 양질화 및 창출방안
교통물류 산업 선진화	미래 교통산업의 전망과 대응 전략 수립
	뉴노멀 시대의 여객운송산업의 구조변화 대응 전략
	모빌리티 혁신에 대비한 철도 여객 운송사업의 대응 방안
	전염병의 초국가적 확산에 따른 항공시장의 변화와 대응 전략
	디지털 뉴딜정책에 대응하기 위한 택시 산업구조 개선방안 연구

[표 4-20] 포용적 혁신성장 지원의 포용적 글로벌 교통협력 핵심 연구분야

소분류 (핵심 연구분야)	세부 연구주제
남북 교통협력 정책허브 역할	동북아 교통물류 협력을 통한 한반도(남북) 및 동북아 발전 구상
	동북아 교통물류협력 사업 발굴 및 타당성 분석
신남방, 신북방 교통협력	글로벌인프라 시장 확대에 따른 교통부문 중장기 진출전략 수립
	교통물류부문 기후변화협약 국제협력 방안
	빅데이터 플랫폼, 미래 모빌리티 등 신산업의 해외진출 방안
	교통물류 기술의 국제표준화 전략
	교통부문 국제개발협력사업의 지속성 평가와 발전방안 모색

○ (결과) 향후에 교통·물류 부문에서의 영향 요인 및 이유

[표 4-21] 교통 분야

분야	이유
미래 환경 변화 대응	· 기후변화 대응에 따라 환경친화적 교통정책을 지속 추진하고 있음. 해외 선진 사례 등을 참고하여 장기적으로 환경친화적 교통정책의 지향점과 강도 등을 설정할 필요
자율주행	· ICT 기술 발전과 함께 자율주행 자동차 성능 수준 향상
포스트코로나 공유교통 (카셰어링, 공유자전거)	· 그간 카셰어링 등 공유교통 관련 정책이 강화되어 왔으나, 코로나19 영향으로 인해 정책 전반에 걸친 보완 또는 대책검토가 필요 · 공유교통은 불특정 다수가 접촉 또는 이용하는 시설로써 코로나와 같은 · 에 취약할 수 밖에 없으며 기존의 이용형태 또는 방법으로는 이와 같은 문제에 대응하기에 한계
PM	· 최근 개인형 이동수단 이용이 급증함에 따라 안전하고 편리한 이용을 위한 대책이 지속 요구되고 있음
교통데이터 이용 및 개인정보보호와의 충돌문제	· 교통데이터를 적극 활용해야 하나, 개인정보보호 문제로 위치 정도 등의 활용에 한계가 발생하고 있으며, 급변하는 교통환경변화에 신속하게 적응하기 위해서는 비식별(위치)정보 활용방안 등을 검토할 필요
친환경 자동차의 보급	· 최근 정부와 지자체 보조금을 통해서 전기차 등 친환경차의 보급이 촉진되고 있음. 일종의 산업적인 측면에서 테슬라 등 미국 브랜드나 중국 브랜드 등에 비해서 우리나라 친환경차량이 가지는 이점을 키워나가려는 노력이 중요할 것 · 이러한 차원에서 현대차가 수소차에 집중하고 있고, 정부가 수소 충전소를 만드는 것을 정부 재정으로 지원하려는 것을 필요한 조치라고 생각됨
기후위기	· 기후변화에 대응해 주요 선진국들이 내연기관차에 대한 도심진입 금지 및 생산금지를 본격화하고 있음. · 전기자동차 충전인프라 구축 등 교통분야의 커다란 변화 불가피
저출산 및 고령화, 코로나, 플랫폼 등 기술발전	· 저출산, 고령화에 따른 교통 이용량 및 이용형태 변화 · 코로나 일상화 시대에 따른 언택트 등 일상생활의 변화 · 코로나 양상에 따른 항공수요 증감 및 항공산업 영향 · 플랫폼 기술 발전에 따른 교통 전분야에서의 혁신 영향
기후변화 대응	· 향후 온실가스 감축 목표를 위해 탄소세 등 환경세 도입이 강하게 제기될 것으로 예상됨. 이럴 경우 교통수단 운영비용 증가 및 교통수요 감소 등의 결과를 초래함. 결과적으로 전기차 등 친환경차량으로의 전환이 가속되고 개인교통수단이 적극 활용될 것으로 예상됨.
기후위기	· 기후변화에 대응해 주요 선진국들 환경규제 강화, 내연기관차에 대한 도심 진입 금지, 생산금지 본격화. 전기자동차 충전인프라 구축 등 교통분야의 커다란 변화 불가피
친환경 자동차	· 세계 각국의 내연기관 자동차 퇴출이 본격화되며, 전기차와 수소차 등 친환경 자동차 시대 개막. 이에 따른 정부 정책의 변화 필요

[표 4-22] 물류 분야

분야	이유
미래 환경 변화 대응	· 포스트코로나시대 급증하는 물류 수요에 대응하기 위해 물류체계의 효율성을 제고하고, 스마트화, 선진화 필요
무인항공기	· 화물운송용 무인항공기의 기술의 발전
스마트 물류	· 물류와 첨단기술 접목 방안
친환경 자동차 환산 및 대응문제	· 전기화물차, 수소화물차 등이 확산될 예정이며, 이를 조기에 산업화하는 것이 국가경쟁력 확보 차원에서도 필요하므로, 이를 활성화시킬 수 있도록 기반시설 구축방안 및 활성화 방안 필요
언택트+생활물류	· 결국 언택트 시대로 인해서 각종 배송이 확대되면서 이로 인한 수요 확대를 택배사들이 얼마나 수용할 수 있는지에 대한 고민이 우선적으로 필요함 · 또한, 기술 발전을 통해서 택배 배송의 끝단, 즉 택배기사들이 배정받은 택배를 차량에 싣고, 다시 이를 가정까지 배달하는 과정에서 물리적으로 들여야 하는 노력을 줄일 수 있는 방안에 대한 검토가 필요함 · 절대적인 물류량 증가에 맞춰서 도로 운송과 철도 운송, 해운 운송 등이 물류 차원에서 적절히 배분되고 있는지 등에 대한 검토도 필요할 것
새로운 물류 플렛폼 구축	· 택배차량, 오토바이, 개별교통수단 등으로 이루어진 새로운 플렛폼이 구축되었고, 이를 이용한 다양한 서비스가 확대될 것이며, 이를 둘러싼 사회적 갈등이 초래될 것
코로나, 남북관계	· 코로나 일상화 시대에 따른 택배 물량 증가 등 물류환경 변화 · 남북관계 진전에 따라 철도, 도로 연결 및 교역량 증대 예상
새로운 물류 플렛폼 구축	· 택배차량, 오토바이, 개별교통수단 등으로 이루어진 새로운 플렛폼 출현, 이를 이용한 다양한 서비스가 확대될 것이며, 이를 둘러싼 사회적 갈등이 초래될 것
기후변화 대응	· 급격한 기후변화에 따라 소비자의 소비품목 및 형태 변화 가능성. 이에 대한 선제적 대응 필요

○ 미래를 선제적으로 준비하기 위해서 강화되어야 할 교통·물류 분야의 연구영역 및 세부 이슈

[표 4-23] 교통 분야

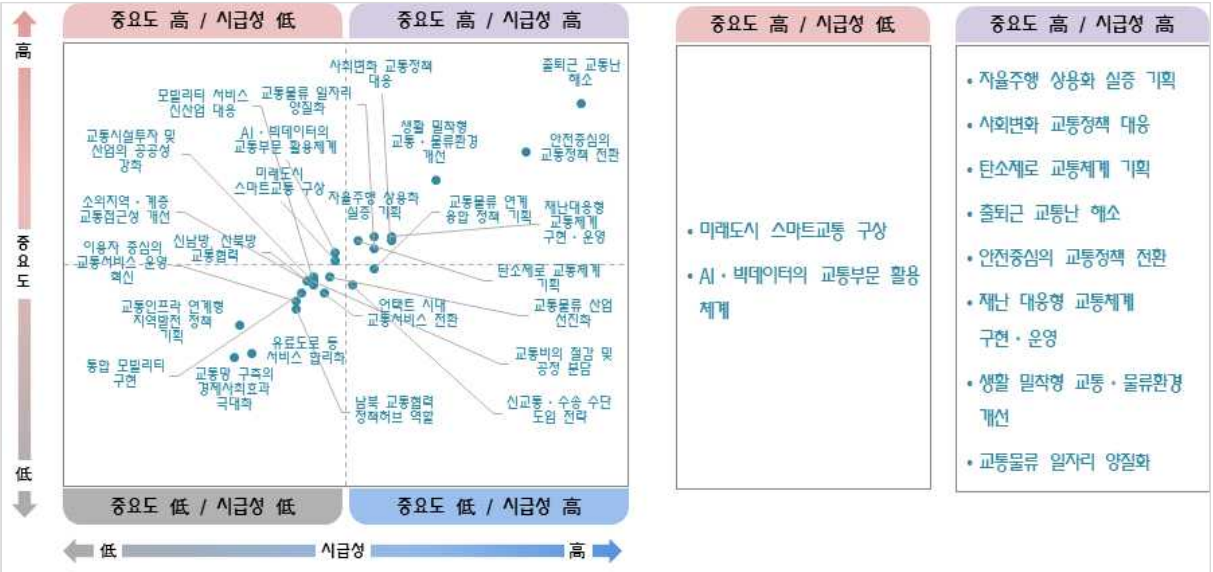
분야	이유
포스트 코로나 대응	· 코로나19로 인한 지역 봉쇄, 격리 등은 개인의 이동패턴을 확연히 바꾸고 있으며, 개인들은 점점 더 개인주의화 되고 있음(접촉을 기피) · 이에 따른 이동패턴의 변화를 분석하고, 장기적으로 어떤 방향으로 교통시설이나 서비스 투자를 추진해야하는지 분석 필요
차세대 항공교통체계	· 유인, 무인항공기 통합운영시스템 · 디지털 항공관제시스템 · 궤적기반 항공기 비행관제 · 저고도 드론비행로 관제시스템 · 항행안전, 효율화를 위한 국가공역 현대화
개인교통수단	· 향후 미래는 저출산 고령화 추세로 인해 지역 거점간 이동보다는 도시 내 교통의 중요성이 더 커질 것으로 보이며, 이로 인해 단거리 거리를 빠르고 안전하게 이용할 수 있는 개인교통수준과 같은 교통시설의 도입, 활용이슈가 부각될 것으로 예상
교통분야 빅데이터 관리 및 활용 문제	· 현재 도로상 VDS 자료 등 교통량조사 자료를 수집하고 있으나, 체계적인 자료 축적과 관리가 부족하고 다양한 방식으로 교통패턴 변화 분석 및 데이터 활용에 쓰이지 못하고 단순 교통량 측정수준에 머물러 있어 향후 AI를 활용하여 시장분할방식을 적용하여 분석할 수 있는 체계를 만들 수 있도록 선제적인 연구가 필요함
스마트 교통으로의 전환 (무인 교통수단 + 드론 + 초고속열차)	· 결국 '기술 표준' 싸움에서 우리가 얼마나 세계적인 트렌드를 잘 읽고 따라가는 지의 문제가 될 것 · 우선 우리나라는 자율차 영역에 있어서 미국이 자율차 자체의 센서 등을 강화해 자율주행체계를 구축하고 있다면, 우리는 도로 인프라와 차량의 센서가 상호 호응하여 주행하는 '자율협력주행'을 목표로 하고 있음. 자율주행 차량의 안전성을 확보하고, 향후 세계 자율차 시장에서 입지를 다지는데 있어서 우리가 밀고 있는 기술 표준이 적확한 것인지 검토가 필요함 · 드론 등의 발전에 있어서 규제와 기술 발전의 균형이 필요함. 특히 드론 등 신기술에 있어서 국내에서 '규제가 기술 발전을 막는다'는 프레임이 우세한데, 탈규제 분위기 속에서 드론 사고로 인해

분야	이유
	인명 피해가 발생한다면 오히려 기술 발전을 제약하는 요소로 작용할 수 있기 때문. 역설적으로 드론 기술을 더 발전시키기 위해 안전 규제를 더욱 강화해야 함. 이는 자율주행차 등에서도 마찬가지임. 우리가 자기부상열차 등의 기술을 개발하면서 '안전'에 대한 우려 때문에 상용화 등이 지연됐는데 이러한 부분에 대한 고민이 필요함 · 최근 전동킥보드를 면허 없이 탈 수 있게 만들어놓은 도로교통법 개정 때문에 오히려 안전문제가 부각 되고 있음. 이러한 문제가 생기면 개인용 운송수단이 '라스트마일'을 책임지는 등의 교통시스템 구축에도 문제가 생기는 것임 · 또한, 기존 시설 개량 등의 부분에 있어서 우리는 선택이 필요함. 예를 들어 KTX 선로를 시속 400km로 개량하느냐, 아니면 하이퍼루프 같은 초고속열차까지 내다보고 시설 투자를 하느냐는 고민이 필요한 문제임 · 초고속열차까지 상정한다면 우리는 지방공항을 얼마나 더 지어야 하는지도 같이 고민할 필요가 있음. 사실상 초고속열차가 도입되는 시점에는 국내선 내륙 항공 노선은 무의미한 것이 되기 때문
하이퍼루프 시대에 대비한 교통체계 구축 및 도시개발	· 시속 1,000Km 이상의 교통수단 등장으로 도시 간 거리 극복시대에 대비하고 현재 급등하고 있는 대도시 내 부동산(주택) 문제 해결방식 제시, 도시개발 및 도시교통체계 변화 문제 등을 조기에 검토할 필요
교통기술 선진화 대응	· 교통기술 발달에 따라 교통이슈를 선점하기 위한 정책방향 마련 필요
대심도 교통시설	· 지하공간 입체적 활용을 통한 혼잡 해소 및 친환경 교통수단 기반 인프라 확충 등 필요
모빌리티 서비스 활성화	· PM 등 새로운 모빌리티 수단 등을 활용한 국민 이동편의 획기적 제고 필요
남북연결	· 대중국 고속철도와 연결하기 위한 남북고속철도 구축
사회적 갈등관리	· 신기술 도입에 따른 사회적 갈등을 관리할 수 있는 인문학적 연구
교통요금	· 대중교통 수단 간, 대중교통 이용기간에 따른 교통요금 체계 구축
교통시설투자	· 광역간 교통시설 투자에서 도시 내 교통시설(도시 순환 트램 등)간 시설 투자
모빌리티, 개인교통수단(PM), 드론, 자율주행차	· 모빌리티 관련 법제화 및 제도화 방안 · 모빌리티 산업 지원 방안 마련 · 개인교통수단 활성화 및 안전확보 방안 · 드론산업 발전 및 규제의 조화 · 자율주행차 관련 인증체계 구축 · 자율주행차 사고 시 보험 적용 문제 · 플랫폼 기술과 택시업계 등과의 상생발전 방안
기후변화 대응	· 포스트코로나 시대, 기후변화 대응을 위해 친환경 교통정책을 기존과 같이 추진해야 하는지, 축소해야 하는지, 확대해야 하는지 등을 해외 사례 등을 통해 분석하고, 장기적인 방향설정을 필요
기후변화 대응	· 향후 온실가스 감축 목표를 위해 내연기관 교통수단 전면 폐지 가능성 높고 전기차. 수소차 등 친환경 차량 보급 급속히 확대될 가능성 높음. 이와 관련하여 교통분야 및 물류분야의 영향 및 관련 인프라 확충 방향에 대해 심도있고 정책실효성 높은 연구가 필요함 · 특히 개별 자치체의 경우 급속한 인프라 확충 요구 대비 재원부족으로 큰 불편을 겪을 수 있어 정부의 계획과 지자체의 계획이 효과적으로 연계돼 추진돼야 함
남북연결	· 남북고속철도 구축
사회적 갈등관리	· 신기술 도입에 따른 사회적 갈등을 관리할 수 있는 인문학적 연구
교통시설투자	· 광역간 교통시설 투자에서 도시 내 교통시설(도시 순환 트램 등)간 시설 투자, 도심 대중교통의 트램 등 친환경 신 교통수단으로 전환 방안 등
스마트시티	· 한국형 스마트시티 서비스 개발
인공지능 및 자율주행	· 인공지능 및 자율주행이 가능한 인프라 구축을 위해 국토정보 등의 고도화
드론	· 드론산업의 국산화 제고 방안 및 활용 방안
친환경 자동차	· 전기차와 수소차의 공존 가능성에 따른 정부 정책 수립 필요

[표 4-24] 물류 분야

분야	이유
포스트 코로나 대응 물류기술 선진화	· 포스트코로나 시대, 비대면 사회구조로 재편되면서, 물류의 중요성은 점차 강조되고 있는 상황. 급증하는 물류 수요에 스마트하게 대응하기 위해 물류산업의 변화 방향을 모색 필요. 물류 산업 내 개별 주체들의 노력과 이를 이끌어 낼 시스템의 변화 모색 · 로켓배송 등 우리나라 택배 시장이 활성화된 것에 비해 물류기술은 상대적으로 뒤쳐져 있음. 국제 물류 시장 선도를 위해 어떤 기술개발에 투자해야 하는지 방향 설정 필요
남북항공교통협력	· 동서해 국제항공로 활용방안 · 평화적 공역 이용 방안
첨단화	· 각종 기술을 접목한 물류 첨단화를 세계시장 선도
드론 택배 및 로봇 택배 촉진 방안 연구	· 향후 급증할 것으로 예상되는 드론 택배 및 로봇 택배 시장에 효과적으로 대처하기 위한 정책적 대응 방안, 규제 완화 및 지원방안 마련 필요
온라인 쇼핑 확산 및 택배 확대 대처방안 연구	· 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상되는 온라인 쇼핑 및 유통시장에 대응하기 위한 택배 활성화 및 물류 지원시설 확보, 통합물류지원시스템 구축 방안 등을 연구할 필요
물류 일자리 선진화	· 일반적으로 교통도 마찬가지지만 물류 일자리의 경우 '양질의 일자리'로 인식되지 않음. 하지만 향후 추세를 보면 배송 수요 증가로 인해서 물류 분야에서 일자리가 계속해서 늘어날 것으로 예상되기 때문에 이러한 분야에서 양질의 일자리가 만들어질 수 있도록 정부가 관심을 가질 필요가 있음 · 각종 온라인 쇼핑 기업들과의 협력을 통해서 좀 더 효율적인 배송을 위한 노력을 할 필요가 있음. 이미 물류 수요가 많은 기업들은 각종 거점을 위주로 물건을 미리 보내 단기적인 배송 수요에 탄력적으로 대응할 수 있도록 노력하고 있을 것임. 각종 빅데이터를 활용해 어떤 지역에 어떤 상품 수요가 많은지를 미리 알고 대응하는 등의 노력이 이뤄질 것. · 또한, 국토부 등이 강원도 영월 등의 공역에서 물건 나르는 드론, 구조용 드론 등에 대한 시연을 한 적이 있는데 이러한 노력을 계속해줄 필요가 있음. 정부가 적절한 수요를 만들어줘야 새로운 시도들이 이어질 수 있기 때문임 · 위에서도 강조했든 친환경 운송수단에 대한 필요성은 더 커질 것임. 특히 미국 바이든 행정부 출범 이후 이에 대한 국제적인 요구는 더 많아질 것
남북연결	· 대중국 고속철도와 연결하기 위한 남북고속철도 및 물류망 구축
사회적 갈등관리	· 신기술 도입에 따른 사회적 갈등을 관리할 수 있는 인문학적 연구
항공네트워크	· 포스트 코로나 이후의 항공물류 발전 방안
철도물류, 남북물류, 대륙물류,	· 철도물류 경쟁력 제고방안 · 남북 철도 및 도로 연결에 따른 남북물류 사전 준비 · 남북 물류 이어 대륙물류 진출 사전 준비 · 동아시아철도 공동체 관련 연구
남북연결	· 대중국 고속철도와 연결하기 위한 남북고속철도 및 물류망 구축
사회적 갈등관리	· 신기술 도입에 따른 사회적 갈등을 관리할 수 있는 인문학적 연구
항공네트워크	· 포스트 코로나 이후의 항공물류 발전 방안
AI·빅데이터의 교통부문 활용체계	· AI 기반 빅데이터 활용 화물운송시장 분석 및 개선방안
드론 등 물류수단의 다양화	· 싱가포르, 중국 등 일부 국가에서 드론 등 새로운 물류수단 등장, 활용 중. 우리 역시 이에 대한 인프라 구축 및 법적. 제도적 장치 검토 필요
저출산.고령화	· 저출산.고령화 심화에 따른 물류 수요 변화에 능동적으로 대처 필요
포스트 코로나 대응 등	· 포스트 코로나로 일상화된 언텍트의 상시화에 대비 필요

- 과제 전략 수립체계의 상대적 중요도 및 시급성에 대한 IPA 분석 결과, 중요도와 시급성이 모두 높은 핵심 과제 분야는 단기 추진전략으로 볼 수 있으며, 중요도는 높으나 시급성은 낮은 핵심 과제 분야는 중·장기 추진전략으로 제시



[그림 4-2] 연구 과제 중요도 및 시급성 IPA 분석

2-1-3. 일반 시민 조사

○ (개요) 미래 교통에 대한 고객 니즈 조사 및 적용 가능성 조사, 우선 순위 시 고려

- 조사대상 : 전국 만19세 이상 60세 미만의 성인 남녀
- 조사방법 : 온라인 패널을 활용한 온라인조사
- 조사기간 : 2020년 11월 30일 ~ 12월 4일
- 조사내용 : 미래 교통에 대한 고객 니즈 조사(불편사항, 개선안),
  미래 교통 트렌드 항목별 성장 시기에 따른 적용 가능성 조사
- 표본설계 : 지역 특성 및 주이용 교통수단별 유의할당 표본추출

○ (활용) 2회의 전문가 델파이 조사와 전문가 자문의견을 수렴한 기술분류 체계 구성과 이를 바탕으로 후보과제 풀 구성을 위한 기술 수요조사 실시할 때 일반 시민 대상의 중요도 및 시급성 평가 조사와 전문가 대상의 AHP 시행

- 일반 시민의 과제 평가 결과를 고려하여 종합 우선 순위 도출

2-1-4. 후보과제 Pool 구성

가. 후보과제 Pool 구성

○ 교통물류 전분야의 전문가를 대상으로 미래형 교통물류 기술수요 조사 및 전문가 회의를 통해 실시

- 기술수요조사는 본 기획과제에서 도출된 기술 분류 체계도를 기반으로 작성하도록 하였음
- 전문가 회의를 통하여 미래형 교통수단 기술 개발의 적용을 위한 제도개선 수요와 추가적인 기술 수요를 조사함
- 이를 통하여 도출된 후보 과제 풀 구성

[표 4-25] 후보 연구과제 후보 결과

중분류	세부 연구
통합 모빌리티 구현	이용자 중심의 통합형 모빌리티 사업체계 구현방안
	전국 통합 모빌리티 빅데이터 플랫폼 구축
	대중교통 중심 통합모빌리티와의 연결성 강화방안
	모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법·제도 개선
자율주행 상용화 실증 기획	완전 자율주행 조기 구현을 위한 국가전략
	자율주행자동차의 상용화 촉진을 위한 미래 도로인프라 구축
	자율주행 및 인공지능 기반의 스마트 교통운영체계 구상
미래도시 스마트교통 구상	**한국형 스마트시티 서비스 모델 개발**
	교통SOC 디지털화 국가전략
	뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구
신교통·수송 수단 도입 전략	무인항공기산업 발전 국가전략 수립 연구
	자율비행항공기/개인형항공기(PAV) 교통 신속도입 전략
	수소경제 활성화를 위한 교통체계 구상
	수소화물차 및 자율주행화물차 도입 활성화 방안
	저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안
	개인형 이동수단의 안정적 도입을 위한 제도 개선 방안
	보행·개인교통수단 활성화를 위한 도시부 도로 네트워크 설계
언택트 시대 교통서비스 전환	포스트 코로나 시대의 모빌리티 발전 전략
	포스트코로나 공유교통정책 전환 방안
	감염병 대응 대중교통 서비스 기준 설정
	비대면 물류서비스의 선진화 전환 전략
	포스트 코로나 시대의 이동패턴 변화 분석 및 장기수요 전망
	전염병 유행을 반영한 교통분석모형 개발 기초연구
모빌리티 서비스 신산업 대응	모빌리티 신구 산업의 공생발전 및 지원전략
	플랫폼 기반 공유교통 운송사업 활성화 방안
	교통부문 신산업 시장진입 활성화 국가전략
	신교통서비스 도입에 따른 데이터 기반 모빌리티 행태 분석
	드론 등 무인항공기를 활용한 물류 서비스의 신규 도입 검토
	물류 산업 플랫폼 비즈니스 및 비대면 서비스 활성화 방안
사회변화 교통정책 대응	고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고
	수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구
	교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안
탄소제로 교통체계 기획	**지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안**
	탄소중립 교통체계구축을 위한 교통세제 및 보조금 개편 방안
	수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안
AI·빅데이터 활용	**빅데이터 기반 교통안전 모니터링 및 대응체계 구상**

중분류	세부 연구
정책 지원	스마트기기를 이용한 개인형이동수단 빅데이터 구축과 활용
	AI·빅데이터 기반 도로 살얼음(블랙아이스) 진단 및 대응 방안
	AI·빅데이터 활용 화물운송시장 분석 및 개선방안
	공항 및 공역 운영 효율화를 위한 디지털 항공교통관리체계 구상
	AI·빅데이터 활용 코로나 방역 지원 기술 개발
교통물류 연계 융합 정책 기획	**3기 신도시에 따른 광역교통개선대책 관리 방안**
	교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안
	교통망 연계를 통한 서민 주거안정 및 국토 균형개발 방안
	대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축
	교통정책 연계형 지역관광산업 발전 전략
	Post-코로나 미래환경변화 대응 지역 관광교통 활성화 전략
교통망 구축의 경제사회효과 극대화	**교통 SOC 고용 및 경제 효과 평가 체계 구축**
	광역급행교통망 연계를 통한 지역경제 활성화 및 수요분산 전략
	물류시설 공급정책 변화의 효과분석 및 개선방안
	지방중소도시에서 도시재생에 부합하는 지역 공공교통망 정비방안
	GTX 등 광역급행교통시설의 직결환승 방안 구상
이용자 중심의 교통서비스 운영 혁신	**이용자 중심의 위계별 교통시설 접근성, 편의성 개선 방안**
	이용자 중심의 광역교통 서비스 관리 방안
	이용자 중심의 대중교통 통합서비스 기반 마련
	도시철도 혼잡 및 보건환경 개선을 위한 이용자 관점의 역사 공간 개선
	포스트 코로나시대 항공 소비자 보호 방안
	지속가능한 준공영제 운영을 위한 광역버스 운행효율화 방안
교통인프라 연계형 지역발전 정책기획	**대도시권 공간구조 개편과 연계한 광역교통망 개편 방안**
	중소도시 활성화를 위한 도심부 교통개선 정책 기획
	공간구조 개편과 연계한 물류 개편 방안
교통비의 절감 및 공정 분담	교통운임체계의 지속가능성 제고 방안
	교통기본권 강화를 위한 철도 요금체계 개편방안
	대중교통 서비스 다변화에 대비한 요금체계 혁신 방안
	화물안전운임제도의 도입 성과 평가 및 개선방향
출퇴근 교통난 해소	**광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책**
	퍼스트·라스트마일 모빌리티 연결성 제고
	환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안
	수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안
	대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향
안전중심의 교통정책 전환	**안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련**
	물류산업 재해예방을 위한 안전한 물류관리체계 구축 및 고도화
	입체 교통체계 시대를 대비한 드론의 운영 안전성 평가방안
	교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화
재난대응형 교통체계 구현·운영	팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원정책 개발
	감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안
	재해재난 대응 교통안전관리체계 조사 및 평가
	재난안전 대응 교통체계 구현 및 고도화
생활 밀착형 교통·	**안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등 교통안전 제고**

중분류	세부 연구
물류환경 개선	비대면 생활물류 환경조성을 위한 지하 화물운송체계 구축 연구
	도시 내 물류기반시설 설치기준 마련
	주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구
	교통분야 미세먼지 최소화를 위한 유류세제 개편 전략
교통시설투자 및 산업의 공공성 강화	미래 SOC 수요에 부응하는 민자도로 투자전략
	교통부문 SOC 투자평가 및 공공성 진단체계 개선 방안
	도로부문 민자사업의 재정운용 효율성 제고
	철도산업 경쟁력 제고 등 공공성 강화 방안 마련
	정부·지자체·민간간 민간투자사업의 갈등관리 방안
유료도로 등 서비스 합리화	민자도로의 소비자 지향적 운영 방안 연구(*)
	민간투자사업의 대국민 서비스 기능 제고 방안
	유료도로 공공성 강화를 위한 요금조정 및 재구조화 방안
	민자철도 운임체계의 합리성 확보 방안
소외지역·계층 교통접근성 개선	**낙후지역에서의 수요대응형 교통 서비스 제공 전략**
	소외·낙후지역 교통서비스 평가를 통한 이동권 지역격차 해소 방안
	지방 대도시권의 철도 기반 이동권 확대 방안
	장애인 통합 모빌리티 제고 방안
교통물류 일자리 양질화	교통물류부문 한국판 뉴딜 추진 방안
	생활물류 종사자 근로여건 개선 방안
	포스트 코로나시대 운송산업 일자리경제 안정화 지원 방안
	교통물류 일자리 여건 및 실태조사 및 DB 구축방안
	교통물류 일자리 양질화 및 창출방안
교통물류 산업 선진화	**미래 교통산업의 전망과 대응 전략 수립**
	뉴노멀 시대의 여객운송산업의 구조변화 대응 전략
	모빌리티 혁신에 대비한 철도 여객 운송사업의 대응 방안
	전염병의 초국가적 확산에 따른 항공시장의 변화와 대응 전략
	디지털 뉴딜정책에 대응하기 위한 택시 산업구조 개선방안 연구
남북 교통협력 정책허브 역할	**동북아 교통물류 협력을 통한 한반도(남북) 및 동북아 발전 구상**
	동북아 교통물류협력 사업 발굴 및 타당성 분석
신남방, 신북방 교통협력	**글로벌인프라 시장 확대에 따른 교통부문 중장기 진출전략 수립**
	교통물류부문 기후변화협약 국제협력 방안
	빅데이터 플랫폼, 미래 모빌리티 등 신산업의 해외진출 방안
	교통물류 기술의 국제표준화 전략
	교통부문 국제개발협력사업의 지속성 평가와 발전방안 모색

나. 후보과제 우선순위 평가

○ 우선 순위 평가 개요

- 본 기획 과제에서 도출된 후보 과제 중 사업 수행에 필요한 과제를 선정하고, 추진 우선순위를 설정하기 위해 실시함

○ 우선순위 평가 절차

- 우선순위 평가는 전문가와 일반인으로 구성된 평가위원을 대상으로 수행
- 우선순위 평가항목은 기술 개발의 중요성과 시급성을 평가
- 전문가 평가조사는 교통과 물류 분야의 학계, 연구계 및 산업계 관련 전문가 20명을 대상으로 중분류에 대한 AHP 조사를 실시하고, 세부연구 과제에 대한 평가는 일반 시만 평가 방법과 비교를 위해 절대 평가 실시
- 일반 시민 평가조사는 전국민 성인 남녀를 대상으로 실시하였으며, 표본은 지역 특성과 주이용 교통수단별 유의할당 표본 추출하였으며, 표본 설계는 다음 표와 같음

[표 4-26] 표본 설계

구분			주 이용 교통수단				표본수
			자가용	버스	철도	기타	
지역 유형	대도시	도시철도 有	50	50	50	30	180
		도시철도 無	50	50	0	30	130
	중소도시	도시철도 有	50	50	50	30	180
		도시철도 無	50	50	0	30	130
	군지역		50	50	0	30	130
계			250	250	100	150	750

ㅇ 우선순위 평가 결과

- 중분류 AHP 평가 결과, 출퇴근 교통난 해소에 대한 중요도와 시급성 모두에서 우선순위가 높은 것으로 평가
- 2순위는 안전중심의 교통정책 전화, 3순위는 생활 밀착형 교통물류 환경 개선의 우선순위가 높은 것으로 평가

[표 4-27] 중분류 우선순위 AHP 조사 결과

중분류	중요도		시급성	
	가중치	우선순위	가중치	우선순위
출퇴근 교통난 해소	0.08	**1**	0.082	**1**
안전중심의 교통정책 전환	**0.068**	2	**0.072**	2
생활 밀착형 교통·물류환경 개선	**0.061**	3	**0.056**	3
자율주행 상용화 실증 기획	**0.047**	4	**0.045**	6
재난대응형 교통체계 구현·운영	**0.047**	5	**0.048**	5
탄소제로 교통체계 기획	**0.046**	6	**0.042**	9
사회변화 교통정책 대응	**0.046**	7	**0.048**	4
교통물류 일자리 양질화	**0.044**	8	**0.045**	7
AI·빅데이터의 교통부문 활용체계	**0.043**	9	**0.038**	12
미래도시 스마트교통 구상	**0.041**	10	**0.038**	11
교통물류 연계 융합 정책 기획	**0.039**	11	**0.045**	8
교통물류 산업 선진화	**0.037**	12	**0.037**	13
모빌리티 서비스 신산업 대응	**0.037**	13	**0.034**	18
교통비의 절감 및 공정 분담	**0.036**	14	**0.034**	15
소외지역·계층 교통접근성 개선	**0.036**	15	**0.033**	19

중분류	중요도		시급성	
	가중치	우선순위	가중치	우선순위
교통시설투자 및 산업의 공공성 강화	**0.036**	16	**0.034**	16
신남방, 신북방 교통협력	**0.035**	17	**0.034**	17
신교통·수송 수단 도입 전략	**0.035**	18	**0.041**	10
통합 모빌리티 구현	**0.033**	19	**0.032**	20
언택트 시대 교통서비스 전환	**0.033**	20	**0.036**	14
이용자 중심의 교통서비스 운영 혁신	**0.031**	21	**0.031**	21
남북 교통협력 정책허브 역할	**0.029**	22	**0.031**	22
교통인프라 연계형 지역발전 정책 기획	**0.025**	23	**0.021**	24
유료도로 등 서비스 합리화	**0.018**	24	**0.023**	23
교통망 구축의 경제사회효과 극대화	0.017	25	0.02	25

1) 중요성 관점의 전문가 우선순위 도출

ㅇ 세부 연구과제 풀에 대한 중요도 관점의 결과에서 전문가의 평가 순위와 일반 시민의 평가 순위가 다른 것으로 나타남

- 일반 시민은 세부과제의 중요도 부문에서 감염병 대응 대중교통 서비스를 1순위로 평가했고, 저비용 고효율 대중교통수단 확대를 2순위로 전성하고, 지속가능 도시교통체계를 위한 친환경 교통수단 활성화를 3순위로 선정
- 전문가는 모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법제도 개선을 1순위로 선정하고, 고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고를 2순위로, 지속가능 준공영제 운영을 위한 광역버스 운행 효율화 방안을 3순위로 선

ㅇ 전문가 AHP 우선 선위를 선정하기 위하여 중요성 관점의 전문가 가중치를 적용한 전문가 가중점수와 순위를 선정한 결과는 표와 같음

[표 4-28] 중요도 관점의 세부연구과제 리스트

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안	5.35	26	0.428	1	5.22	17
퍼스트·라스트마일 모빌리티 연결성 제고	5.25	36	0.42	2	5.01	87
광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책	5.2	46	0.416	3	5.24	13
대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향	5.15	52	0.412	4	5	91
수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안	5.1	58	0.408	5	5.15	39
안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련	5.5	13	0.374	6	5.27	8
물류산업 재해예방을 위한 안전한 물류관리체계 구축 및 고도화	5.1	58	0.3468	7	5.17	33
교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화	5	69	0.34	8	5.29	5
안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등 교통안전 제고	5.45	16	0.33245	9	5.22	19
입체 교통체계 시대를 대비한 드론의 운영 안전성 평가방안	4.55	101	0.3094	10	4.98	100
교통분야 미세먼지 최소화를 위한 유류세제 개편 전략	5	69	0.305	11	5.14	41
주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구	4.9	79	0.2989	12	5.14	42
비대면 생활물류 환경조성을 위한 지하 화물운송체계	4.8	86	0.2928	13	5.05	79

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
구축 연구						
도시 내 물류기반시설 설치기준 마련	4.5	103	0.2745	14	4.99	94
고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고	5.85	2	0.2691	15	5.28	7
교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안	5.7	4	0.2622	16	5.12	54
지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안	5.65	6	0.2599	17	5.31	3
자율주행자동차의 상용화 촉진을 위한 미래 도로인프라 구축	5.45	16	0.25615	18	5.13	46
완전 자율주행 조기 구현을 위한 국가전략	5.4	21	0.2538	19	4.99	94
자율주행 및 인공지능 기반의 스마트 교통운영체계 구상	5.3	31	0.2491	20	5.13	49
재난안전 대응 교통체계 구현 및 고도화	5.2	46	0.2444	21	5.24	14
수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안	5.3	31	0.2438	22	5.11	60
생활물류 종사자 근로여건 개선 방안	5.45	16	0.2398	23	5.12	54
교통물류 일자리 양질화 및 창출방안	5.4	21	0.2376	24	5.11	58
감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안	5	69	0.235	25	5.19	23
포스트 코로나시대 운송산업 일자리경제 안정화 지원 방안	5.25	36	0.231	26	5.11	63
팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원정책 개발	4.85	80	0.22795	27	5.25	11
탄소중립 교통체계구축을 위한 교통세제 및 보조금 개편 방안	4.95	77	0.2277	28	5.14	40
교통물류부문 한국판 뉴딜 추진 방안	5.1	58	0.2244	29	5.01	85
교통물류 일자리 여건 및 실태조사 및 DB 구축방안	5.1	58	0.2244	30	5.07	76
재해재난 대응 교통안전관리체계 조사 및 평가	4.7	93	0.2209	31	5.29	6
공항 및 공역 운영 효율화를 위한 디지털 항공교통관리 체계 구상	5.1	58	0.2193	32	5.09	72
스마트기기를 이용한 개인형이동수단 빅데이터 구축과 활용	5.05	64	0.21715	33	4.99	94
수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구	4.7	93	0.2162	34	5.12	53
빅데이터 기반 교통안전 모니터링 및 대응체계 구상	5	69	0.215	35	5.22	18
교통망 연계를 통한 서민 주거안정 및 국토 균형개발 방안	5.35	26	0.20865	36	5.17	32
AI·빅데이터 활용 코로나 방역 지원 기술 개발	4.85	80	0.20855	37	5.17	33
뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구	5.05	64	0.20705	38	5.1	70
AI·빅데이터 활용 화물운송시장 분석 및 개선방안	4.8	86	0.2064	39	5.11	63
미래 교통산업의 전망과 대응 전략 수립	5.55	8	0.20535	40	5.11	61
3기 신도시에 따른 광역교통개선대책 관리 방안	5.25	36	0.20475	41	5.13	46
대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축	5.25	36	0.20475	42	5.2	20
교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안	5.2	46	0.2028	43	5.17	35
전염병의 초국가적 확산에 따른 항공시장의 변화와 대응 전략	5.45	16	0.20165	44	5.1	71
소외·낙후지역 교통서비스 평가를 통한 이동권 지역격차 해소 방안	5.6	7	0.2016	45	5.19	23
드론 등 무인항공기를 활용한 물류 서비스의 신규 도입 검토	5.4	21	0.1998	46	5.07	75
플랫폼 기반 공유교통 운송사업 활성화 방안	5.4	21	0.1998	47	5.11	66
교통운임체계의 지속가능성 제고 방안	5.55	8	0.1998	48	5.13	48
낙후지역에서의 수요대응형 교통 서비스 제공 전략	5.55	8	0.1998	49	5.2	22
철도산업 경쟁력 제고 등 공공성 강화 방안 마련	5.5	13	0.198	50	5.05	78
모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법·제도 개선	5.95	1	0.19635	51	5.2	20
개인형 이동수단의 안정적 도입을 위한 제도 개선 방안	5.55	8	0.19425	52	5.18	28
AI·빅데이터 기반 도로 살얼음(블랙아이스) 진단 및 대응 방안	4.5	103	0.1935	53	5.15	38
디지털 뉴딜정책에 대응하기 위한 택시 산업구조 개선방안 연구	5.2	46	0.1924	54	4.99	97
저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안	5.45	16	0.19075	55	5.32	2
모빌리티 신구 산업의 공생발전 및 지원전략	5.15	52	0.19055	56	5.09	73
신교통서비스 도입에 따른 데이터 기반 모빌리티 행태 분석	5.15	52	0.19055	57	5.13	43
지방 대도시권의 철도 기반 이동권 확대 방안	5.25	36	0.189	58	5.16	37
한국형 스마트시티 서비스 모델 개발	4.6	99	0.1886	59	5.12	50
이용자 중심의 통합형 모빌리티 사업체계 구현방안	5.7	4	0.1881	60	5.03	82
수소화물차 및 자율주행화물차 도입 활성화 방안	5.35	26	0.18725	61	5	90

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
보행·개인교통수단 활성화를 위한 도시부 도로 네트워크 설계	5.3	31	0.1855	62	5.19	26
장애인 통합 모빌리티 제고 방안	5.15	52	0.1854	63	5.1	69
교통SOC 디지털화 국가전략	4.5	103	0.1845	64	5.12	54
교통물류부문 기후변화협약 국제협력 방안	5.25	36	0.18375	65	5	89
대중교통 중심 통합모빌리티와의 연결성 강화방안	5.55	8	0.18315	66	5.23	16
수소경제 활성화를 위한 교통체계 구상	5.2	46	0.182	67	5.04	81
포스트 코로나 시대의 이동패턴 변화 분석 및 장기수요 전망	5.5	13	0.1815	68	5.18	28
빅데이터 플랫폼, 미래 모빌리티 등 신산업의 해외진출 방안	5.15	52	0.18025	69	4.97	102
도로부문 민자사업의 재정운용 효율성 제고	5	69	0.18	70	4.97	101
화물안전운임제도의 도입 성과 평가 및 개선방향	5	69	0.18	71	5.02	84
지속가능한 준공영제 운영을 위한 광역버스 운행효율화 방안	5.8	3	0.1798	72	5.12	57
모빌리티 혁신에 대비한 철도 여객 운송사업의 대응 방안	4.85	80	0.17945	73	4.99	99
뉴노멀 시대의 여객운송산업의 구조변화 대응 전략	4.85	80	0.17945	74	5.03	83
교통부문 SOC 투자평가 및 공공성 진단체계 개선 방안	4.95	77	0.1782	75	4.99	93
교통부문 신산업 시장진입 활성화 국가전략	4.8	86	0.1776	76	5.18	27
포스트 코로나 시대의 모빌리티 발전 전략	5.3	31	0.1749	77	5.11	61
포스트코로나 공유교통정책 전환 방안	5.3	31	0.1749	78	5.18	30
감염병 대응 대중교통 서비스 기준 설정	5.25	36	0.17325	79	5.38	1
교통기본권 강화를 위한 철도 요금체계 개편방안	4.8	86	0.1728	80	5.11	65
대중교통 서비스 다변화에 대비한 요금체계 혁신 방안	4.75	91	0.171	81	5.18	30
자율비행항공기/개인형항공기(PAV) 교통 산속도입 전략	4.85	80	0.16975	82	4.91	107
교통물류 기술의 국제표준화 전략	4.85	80	0.16975	83	4.95	104
물류 산업 플랫폼 비즈니스 및 비대면 서비스 활성화 방안	4.55	101	0.16835	84	5.11	59
전국 통합 모빌리티 빅데이터 플랫폼 구축	5.1	58	0.1683	85	5.17	35
글로벌인프라 시장 확대에 따른 교통부문 중장기 진출전략 수립	4.75	91	0.16625	86	4.95	105
이용자 중심의 위계별 교통시설 접근성, 편의성 개선 방안	5.35	26	0.16585	87	5.24	15
비대면 물류서비스의 선진화 전환 전략	5	69	0.165	88	5.25	9
이용자 중심의 대중교통 통합서비스 기반 마련	5.25	36	0.16275	89	5.31	4
정부·지자체·민간간 민간투자사업의 갈등관리 방안	4.5	103	0.162	90	5	88
교통정책 연계형 지역관광산업 발전 전략	4.15	110	0.16185	91	4.99	92
이용자 중심의 광역교통 서비스 관리 방안	5.2	46	0.1612	92	5.24	12
교통부문 국제개발협력사업의 지속성 평가와 발전방안 모색	4.6	99	0.161	93	4.95	103
전염병 유행을 반영한 교통분석모형 개발 기초연구	4.8	86	0.1584	94	5.25	9
도시철도 혼잡 및 보건환경 개선을 위한 이용자 관점의 역사 공간 개선	5.05	64	0.15655	95	5.19	23
Post-코로나 미래환경변화 대응 지역 관광교통 활성화 전략	4	112	0.156	96	5.11	67
미래 SOC 수요에 부응하는 민자도로 투자전략	4.25	109	0.153	97	4.9	109
동북아 교통물류 협력을 통한 한반도(남북) 및 동북아 발전 구상	5.25	36	0.15225	98	4.88	111
무인항공기산업 발전 국가전략 수립 연구	4.35	107	0.15225	99	4.92	106
동북아 교통물류협력 사업 발굴 및 타당성 분석	5.05	64	0.14645	100	4.86	112
포스트 코로나시대 항공 소비자 보호 방안	4.7	93	0.1457	101	5.12	50
대도시권 공간구조 개편과 연계한 광역교통망 개편 방안	5.25	36	0.13125	102	5.11	67
공간구조 개편과 연계한 물류 개편 방안	5.15	52	0.12875	103	5.04	80
중소도시 활성화를 위한 도심부 교통개선 정책 기획	5.05	64	0.12625	104	5.13	44
광역급행교통망 연계를 통한 지역경제 활성화 및 수요분산 전략	5.4	21	0.0918	105	5.05	77
GTX 등 광역급행교통시설의 직결환승 방안 구상	5.35	26	0.09095	106	5.12	52
물류시설 공급정책 변화의 효과분석 및 개선방안	5	69	0.085	107	5.01	86
유료도로 공공성 강화를 위한 요금조정 및 재구조화 방안	4.7	93	0.0846	108	4.99	98
교통 SOC 고용 및 경제 효과 평가 체계 구축	4.7	93	0.0799	109	5.09	74
지방중소도시에서 도시재생에 부합하는 지역 공공교통망 정비방안	4.65	98	0.07905	110	5.13	44
민자철도 운임체계의 합리성 확보 방안	4.35	107	0.0783	111	4.9	108

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
민간투자사업의 대국민 서비스 기능 제고 방안	4.05	111	0.0729	112	4.79	113
민자도로의 소비자 지향적 운영 방안 연구	3.9	113	0.0702	113	4.89	110

○ 중요성 관점의 전문가 가중점수에 대한 수치 통계로 평균, 중앙값, 최빈값, 최고값과 최소값을 산출

- 평균: 0.203466
- 중앙값: 0.19055
- 최빈값: 0.2244
- 최고값: 0.428 (1순위)
- 최소값: 0.0702 (최하순위)

○ 연구개발과제 적정과제를 도출하기 위하여 중앙값 이상을 중요성 관점의 우선추진 과제로 선정한 결과 총 57개 과제 도출

[표 4-29] 중요도 관점의 연구개발과제 우선순위

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안	5.35	26	0.428	1	5.22	17
퍼스트·라스트마일 모빌리티 연결성 제고	5.25	36	0.42	2	5.01	87
광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책	5.2	46	0.416	3	5.24	13
대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향	5.15	52	0.412	4	5	91
수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안	5.1	58	0.408	5	5.15	39
안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련	5.5	13	0.374	6	5.27	8
물류산업 재해예방을 위한 안전한 물류관리체계 구축 및 고도화	5.1	58	0.3468	7	5.17	33
교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화	5	69	0.34	8	5.29	5
안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등 교통안전 제고	5.45	16	0.33245	9	5.22	19
입체 교통체계 시대를 대비한 드론의 운영 안전성 평가방안	4.55	101	0.3094	10	4.98	100
교통분야 미세먼지 최소화를 위한 유류세제 개편 전략	5	69	0.305	11	5.14	41
주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구	4.9	79	0.2989	12	5.14	42
비대면 생활물류 환경조성을 위한 지하 화물운송체계 구축 연구	4.8	86	0.2928	13	5.05	79
도시 내 물류기반시설 설치기준 마련	4.5	103	0.2745	14	4.99	94
고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고	5.85	2	0.2691	15	5.28	7
교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안	5.7	4	0.2622	16	5.12	54
지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안	5.65	6	0.2599	17	5.31	3
자율주행자동차의 상용화 촉진을 위한 미래 도로인프라 구축	5.45	16	0.25615	18	5.13	46
완전 자율주행 조기 구현을 위한 국가전략	5.4	21	0.2538	19	4.99	94
자율주행 및 인공지능 기반의 스마트 교통운영체계 구상	5.3	31	0.2491	20	5.13	49
재난안전 대응 교통체계 구현 및 고도화	5.2	46	0.2444	21	5.24	14

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안	5.3	31	0.2438	22	5.11	60
생활물류 종사자 근로여건 개선 방안	5.45	16	0.2398	23	5.12	54
교통물류 일자리 양질화 및 창출방안	5.4	21	0.2376	24	5.11	58
감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안	5	69	0.235	25	5.19	23
포스트 코로나시대 운송산업 일자리경제 안정화 지원 방안	5.25	36	0.231	26	5.11	63
팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원정책 개발	4.85	80	0.22795	27	5.25	11
탄소중립 교통체계구축을 위한 교통세제 및 보조금 개편 방안	4.95	77	0.2277	28	5.14	40
교통물류부문 한국판 뉴딜 추진 방안	5.1	58	0.2244	29	5.01	85
교통물류 일자리 여건 및 실태조사 및 DB 구축방안	5.1	58	0.2244	30	5.07	76
재해재난 대응 교통안전관리체계 조사 및 평가	4.7	93	0.2209	31	5.29	6
공항 및 공역 운영 효율화를 위한 디지털 항공교통관리체계 구상	5.1	58	0.2193	32	5.09	72
스마트기기를 이용한 개인형이동수단 빅데이터 구축과 활용	5.05	64	0.21715	33	4.99	94
수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구	4.7	93	0.2162	34	5.12	53
빅데이터 기반 교통안전 모니터링 및 대응체계 구상	5	69	0.215	35	5.22	18
교통망 연계를 통한 서민 주거안정 및 국토 균형개발 방안	5.35	26	0.20865	36	5.17	32
AI·빅데이터 활용 코로나 방역 지원 기술 개발	4.85	80	0.20855	37	5.17	33
뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구	5.05	64	0.20705	38	5.1	70
AI·빅데이터 활용 화물운송시장 분석 및 개선방안	4.8	86	0.2064	39	5.11	63
미래 교통산업의 전망과 대응 전략 수립	5.55	8	0.20535	40	5.11	61
3기 신도시에 따른 광역교통개선대책 관리 방안	5.25	36	0.20475	41	5.13	46
대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축	5.25	36	0.20475	42	5.2	20
교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안	5.2	46	0.2028	43	5.17	35
전염병의 초국가적 확산에 따른 항공시장의 변화와 대응 전략	5.45	16	0.20165	44	5.1	71
소외·낙후지역 교통서비스 평가를 통한 이동권 지역격차 해소 방안	5.6	7	0.2016	45	5.19	23
드론 등 무인항공기를 활용한 물류 서비스의 신규 도입 검토	5.4	21	0.1998	46	5.07	75
플랫폼 기반 공유교통 운송사업 활성화 방안	5.4	21	0.1998	47	5.11	66
교통운임체계의 지속가능성 제고 방안	5.55	8	0.1998	48	5.13	48
낙후지역에서의 수요대응형 교통 서비스 제공 전략	5.55	8	0.1998	49	5.2	22
철도산업 경쟁력 제고 등 공공성 강화 방안 마련	5.5	13	0.198	50	5.05	78
모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법·제도 개선	5.95	1	0.19635	51	5.2	20
개인형 이동수단의 안정적 도입을 위한 제도 개선 방안	5.55	8	0.19425	52	5.18	28
AI·빅데이터 기반 도로 살얼음(블랙아이스) 진단 및 대응 방안	4.5	103	0.1935	53	5.15	38
디지털 뉴딜정책에 대응하기 위한 택시 산업구조 개선방안 연구	5.2	46	0.1924	54	4.99	97
저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안	5.45	16	0.19075	55	5.32	2
모빌리티 신구 산업의 공생발전 및 지원전략	5.15	52	0.19055	56	5.09	73
신교통서비스 도입에 따른 데이터 기반 모빌리티 행태 분석	5.15	52	0.19055	57	5.13	43

2) 시급성 관점의 우선 순위

○ 시급성 관점의 우선순위 조사 결과 일반 시민은 안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등

교통안전 제고를 1순위로 전성하고, 저비용 고효율 대중교통 두단 확대를 2순위, 감염병 대응 대중교통 서비스 기준을 3순위로 선정

ㅇ 전문가는 전염병의 초국가적 확산에 따른 항공 시장의 변화와 대응 전략을 1순위로 선정하고, 안전 취약계층의 교통안전 제고와 고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고를 2순위로 선정

ㅇ 전문가 AHP 우선순위를 도출하기 위해 시급성 관점의 우선순위 가중치를 전문가 평가점수에 반영하여 전문가 가중점수와 가중 순위 도출

[표 4-30] 시급성 관점의 세부 연구과제 리스트

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책	5.05	31	0.4141	1	5.14	8
안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련	5.6	2	0.4032	2	5.15	6
환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안	4.9	47	0.4018	3	5.04	24
퍼스트·라스트마일 모빌리티 연결성 제고	4.85	53	0.3977	4	4.83	102
수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안	4.75	59	0.3895	5	4.97	54
물류산업 재해예방을 위한 안전한 물류관리체계 구축 및 고도화	5.15	22	0.3708	6	4.96	61
대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향	4.15	104	0.3403	7	4.95	64
교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화	4.35	92	0.3132	8	5.13	9
안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등 교통안전 제고	5.45	7	0.3052	9	5.22	1
입체 교통체계 시대를 대비한 드론의 운영 안전성 평가방안	4.05	106	0.2916	10	4.92	75
교통분야 미세먼지 최소화를 위한 유류세제 개편 전략	5	36	0.28	11	5.03	35
고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고	5.6	2	0.2688	12	5.1	13
교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안	5.5	5	0.264	13	5.03	31
감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안	5.35	11	0.2568	14	5.01	39
주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구	4.55	77	0.2548	15	5	40
팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원정책 개발	5.15	22	0.2472	16	5.03	32
비대면 생활물류 환경조성을 위한 지하 화물운송체계 구축 연구	4.4	87	0.2464	17	4.91	78
생활물류 종사자 근로여건 개선 방안	5.45	7	0.24525	18	4.96	60
포스트 코로나시대 운송산업 일자리경제 안정화 지원 방안	5.45	7	0.24525	19	4.98	52
미래 교통산업의 전망과 대응 전략 수립	5.4	10	0.243	20	4.93	71
교통물류 일자리 양질화 및 창출방안	5.35	11	0.24075	21	4.99	44
도시 내 물류기반시설 설치기준 마련	4.25	101	0.238	22	4.88	91
3기 신도시에 따른 광역교통개선대책 관리 방안	5.25	15	0.23625	23	4.95	62
재난안전 대응 교통체계 구현 및 고도화	4.85	53	0.2328	24	5.18	4
수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구	4.75	59	0.228	25	5.02	36
자율주행자동차의 상용화 촉진을 위한 미래 도로인프라 구축	5.05	31	0.22725	26	4.94	68
수소경제 활성화를 위한 교통체계 구상	5.5	5	0.2255	27	5.05	23
교통물류 일자리 여건 및 실태조사 및 DB 구축방안	5	36	0.225	28	4.92	73
재해재난 대응 교통안전관리체계 조사 및 평가	4.65	71	0.2232	29	5.08	14
대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축	4.95	39	0.22275	30	4.93	69
교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안	4.95	39	0.22275	31	4.98	49
교통망 연계를 통한 서민 주거안정 및 국토 균형개발 방안	4.95	39	0.22275	32	5.05	20
지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안	5.15	22	0.2163	33	5.11	11
개인형 이동수단의 안정적 도입을 위한 제도 개선 방안	5.25	15	0.21525	34	5.07	16
전염병의 초국가적 확산에 따른 항공시장의 변화와 대응 전략	5.8	1	0.2146	35	4.89	87
저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안	5.1	27	0.2091	36	5.21	2

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안	4.9	47	0.2058	37	4.95	63
Post-코로나 미래환경변화 대응 지역 관광교통 활성화 전략	4.5	80	0.2025	38	4.97	54
수소화물차 및 자율주행화물차 도입 활성화 방안	4.9	47	0.2009	39	4.96	58
보행·개인교통수단 활성화를 위한 도시부 도로 네트워크 설계	4.9	47	0.2009	40	5.05	22
탄소중립 교통체계구축을 위한 교통세제 및 보조금 개편 방안	4.75	59	0.1995	41	4.93	72
완전 자율주행 조기 구현을 위한 국가전략	4.4	87	0.198	42	4.93	70
자율주행 및 인공지능 기반의 스마트 교통운영체계 구상	4.35	92	0.19575	43	4.9	86
감염병 대응 대중교통 서비스 기준 설정	5.35	11	0.1926	44	5.19	3
포스트 코로나 시대의 이동패턴 변화 분석 및 장기수요 전망	5.2	20	0.1872	45	5.07	15
디지털 뉴딜정책에 대응하기 위한 택시 산업구조 개선방안 연구	5.05	31	0.18685	46	4.82	104
포스트 코로나 시대의 모빌리티 발전 전략	5.15	22	0.1854	47	5.06	18
스마트기기를 이용한 개인형이동수단 빅데이터 구축과 활용	4.85	53	0.1843	48	4.92	73
모빌리티 혁신에 대비한 철도 여객 운송사업의 대응 방안	4.95	39	0.18315	49	4.89	88
공항 및 공역 운영 효율화를 위한 디지털 항공교통관리체계 구상	4.75	59	0.1805	50	4.96	57
교통물류부문 기후변화협약 국제협력 방안	5.25	15	0.1785	51	4.87	95
무인항공기산업 발전 국가전략 수립 연구	4.35	92	0.17835	52	4.91	76
교통정책 연계형 지역관광산업 발전 전략	3.95	108	0.17775	53	4.88	94
뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구	4.65	71	0.1767	54	4.89	89
뉴노멀 시대의 여객운송산업의 구조변화 대응 전략	4.7	67	0.1739	55	4.87	97
교통물류 기술의 국제표준화 전략	5.1	27	0.1734	56	4.87	96
포스트코로나 공유교통정책 전환 방안	4.8	57	0.1728	57	5.02	38
철도산업 경쟁력 제고 등 공공성 강화 방안 마련	5.05	31	0.1717	58	4.88	93
AI·빅데이터 활용 화물운송시장 분석 및 개선방안	4.5	80	0.171	59	4.95	66
빅데이터 기반 교통안전 모니터링 및 대응체계 구상	4.5	80	0.171	60	4.99	44
비대면 물류서비스의 선진화 전환 전략	4.75	59	0.171	61	5.04	28
자율비행항공기/개인형항공기(PAV) 교통 신속도입 전략	4.15	104	0.17015	62	4.79	108
전염병 유행을 반영한 교통분석모형 개발 기초연구	4.7	67	0.1692	63	5.07	16
교통부문 SOC 투자평가 및 공공성 진단체계 개선 방안	4.95	39	0.1683	64	4.83	102
플랫폼 기반 공유교통 운송사업 활성화 방안	4.95	39	0.1683	65	4.9	82
모빌리티 신구 산업의 공생발전 및 지원전략	4.95	39	0.1683	66	4.98	49
신교통서비스 도입에 따른 데이터 기반 모빌리티 행태 분석	4.95	39	0.1683	67	4.98	49
낙후지역에서의 수요대응형 교통 서비스 제공 전략	5.1	27	0.1683	68	5	41
이용자 중심의 통합형 모빌리티 사업체계 구현방안	5.25	15	0.168	69	5.04	25
AI·빅데이터 활용 코로나 방역 지원 기술 개발	4.4	87	0.1672	70	5.04	30
소외·낙후지역 교통서비스 평가를 통한 이동권 지역격차 해소 방안	5.05	31	0.16665	71	5.06	19
화물안전운임제도의 도입 성과 평가 및 개선방향	4.9	47	0.1666	72	4.84	100
이용자 중심의 위계별 교통시설 접근성, 편의성 개선 방안	5.35	11	0.16585	73	5.16	5
한국형 스마트시티 서비스 모델 개발	4.35	92	0.1653	74	4.97	56
교통운임체계의 지속가능성 제고 방안	4.85	53	0.1649	75	5.04	28
교통SOC 디지털화 국가전략	4.3	97	0.1634	76	4.99	42
모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법·제도 개선	5.1	27	0.1632	77	5.02	36
장애인 통합 모빌리티 제고 방안	4.9	47	0.1617	78	4.98	47
도로부문 민자사업의 재정운용 효율성 제고	4.75	59	0.1615	79	4.91	79
이용자 중심의 광역교통 서비스 관리 방안	5.2	20	0.1612	80	5.11	10
지속가능한 준공영제 운영을 위한 광역버스 운행효율화 방안	5.15	22	0.15965	81	4.98	47
AI·빅데이터 기반 도로 살얼음(블랙아이스) 진단 및 대응 방안	4.2	103	0.1596	82	4.95	65
빅데이터 플랫폼, 미래 모빌리티 등 신산업의 해외진출 방안	4.65	71	0.1581	83	4.81	106
대중교통 서비스 다변화에 대비한 요금체계 혁신 방안	4.65	71	0.1581	84	5.04	25
지방 대도시권의 철도 기반 이동권 확대 방안	4.7	67	0.1551	85	4.98	52
교통부문 국제개발협력사업의 지속성 평가와 발전방안 모색	4.55	77	0.1547	86	4.83	101
교통기본권 강화를 위한 철도 요금체계 개편방안	4.55	77	0.1547	87	5.04	27
정부·지자체·민간간 민간투자사업의 갈등관리 방안	4.5	80	0.153	88	4.88	91

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
대중교통 중심 통합모빌리티와의 연결성 강화방안	4.7	67	0.1504	89	5.11	12
물류 산업 플랫폼 비즈니스 및 비대면 서비스 활성화 방안	4.4	87	0.1496	90	4.91	79
교통부문 신산업 시장진입 활성화 국가전략	4.4	87	0.1496	91	5.05	21
교통물류부문 한국판 뉴딜 추진 방안	4.5	80	0.1485	92	4.86	98
도시철도 혼잡 및 보건환경 개선을 위한 이용자 관점의 역사 공간 개선	4.75	59	0.14725	93	5.03	34
이용자 중심의 대중교통 통합서비스 기반 마련	4.75	59	0.14725	94	5.14	7
글로벌인프라 시장 확대에 따른 교통부문 중장기 진출전략 수립	4.3	97	0.1462	95	4.78	109
동북아 교통물류협력 사업 발굴 및 타당성 분석	4.6	76	0.1426	96	4.75	111
드론 등 무인항공기를 활용한 물류 서비스의 신규 도입 검토	3.95	108	0.1343	97	4.9	83
동북아 교통물류 협력을 통한 한반도(남북) 및 동북아 발전 구상	4.3	97	0.1333	98	4.74	112
포스트 코로나시대 항공 소비자 보호 방안	4.25	101	0.13175	99	4.96	58
미래 SOC 수요에 부응하는 민자도로 투자전략	3.8	112	0.1292	100	4.85	99
전국 통합 모빌리티 빅데이터 플랫폼 구축	3.9	110	0.1248	101	5.03	32
GTX 등 광역급행교통시설의 직결환승 방안 구상	5.6	2	0.112	102	4.94	67
대도시권 공간구조 개편과 연계한 광역교통망 개편 방안	5	36	0.105	103	4.9	84
광역급행교통망 연계를 통한 지역경제 활성화 및 수요분산 전략	5.25	15	0.105	104	4.99	43
공간구조 개편과 연계한 물류 개편 방안	4.8	57	0.1008	105	4.88	90
유료도로 공공성 강화를 위한 요금조정 및 재구조화 방안	4.3	97	0.0989	106	4.82	105
교통 SOC 고용 및 경제 효과 평가 체계 구축	4.65	71	0.093	107	4.91	76
민자철도 운임체계의 합리성 확보 방안	4	107	0.092	108	4.8	107
중소도시 활성화를 위한 도심부 교통개선 정책 기획	4.35	92	0.09135	109	4.99	44
민간투자사업의 대국민 서비스 기능 제고 방안	3.9	110	0.0897	110	4.77	110
지방중소도시에서 도시재생에 부합하는 지역 공공교통망 정비방안	4.45	85	0.089	111	4.9	84
물류시설 공급정책 변화의 효과분석 및 개선방안	4.45	85	0.089	112	4.91	81
민자도로의 소비자 지향적 운영 방안 연구	3.75	113	0.08625	113	4.7	113

○ 시급성 관점의 전문가 가중 점수의 수치통계로 평균, 중앙값, 최빈값, 최고값, 최소값 산출

- 평균: 0.1928
- 중앙값: 0.1728
- 최빈값: 0.1683
- 최고값: 0.4141 (1순위)
- 최소값: 0.0862 (최하순위)

○ 연구개발과제 적정과제를 도출하기 위하여 중앙값 이상을 시급성 관점의 우선 추진 과제로 선정한 결과 총 57개 과제 도출

[표 4-31] 시급성 관점의 연구개발과제 우선 순위

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책	5.05	31	0.4141	1	5.14	8
안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련	5.6	2	0.4032	2	5.15	6
환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안	4.9	47	0.4018	3	5.04	24
퍼스트·라스트마일 모빌리티 연결성 제고	4.85	53	0.3977	4	4.83	102
수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안	4.75	59	0.3895	5	4.97	54

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
물류산업 재해예방을 위한 안전한 물류관리체계 구축 및 고도화	5.15	22	0.3708	6	4.96	61
대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향	4.15	104	0.3403	7	4.95	64
교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화	4.35	92	0.3132	8	5.13	9
안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등 교통안전 제고	5.45	7	0.3052	9	5.22	1
입체 교통체계 시대를 대비한 드론의 운영 안전성 평가방안	4.05	106	0.2916	10	4.92	75
교통분야 미세먼지 최소화를 위한 유류세제 개편 전략	5	36	0.28	11	5.03	35
고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고	5.6	2	0.2688	12	5.1	13
교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안	5.5	5	0.264	13	5.03	31
감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안	5.35	11	0.2568	14	5.01	39
주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구	4.55	77	0.2548	15	5	40
팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원 정책 개발	5.15	22	0.2472	16	5.03	32
비대면 생활물류 환경조성을 위한 지하 화물운송체계 구축 연구	4.4	87	0.2464	17	4.91	78
생활물류 종사자 근로여건 개선 방안	5.45	7	0.24525	18	4.96	60
포스트 코로나시대 운송산업 일자리경제 안정화 지원 방안	5.45	7	0.24525	19	4.98	52
미래 교통산업의 전망과 대응 전략 수립	5.4	10	0.243	20	4.93	71
교통물류 일자리 양질화 및 창출방안	5.35	11	0.24075	21	4.99	44
도시 내 물류기반시설 설치기준 마련	4.25	101	0.238	22	4.88	91
3기 신도시에 따른 광역교통개선대책 관리 방안	5.25	15	0.23625	23	4.95	62
재난안전 대응 교통체계 구현 및 고도화	4.85	53	0.2328	24	5.18	4
수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구	4.75	59	0.228	25	5.02	36
자율주행자동차의 상용화 촉진을 위한 미래 도로인프라 구축	5.05	31	0.22725	26	4.94	68
수소경제 활성화를 위한 교통체계 구상	5.5	5	0.2255	27	5.05	23
교통물류 일자리 여건 및 실태조사 및 DB 구축방안	5	36	0.225	28	4.92	73
재해재난 대응 교통안전관리체계 조사 및 평가	4.65	71	0.2232	29	5.08	14
대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축	4.95	39	0.22275	30	4.93	69
교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안	4.95	39	0.22275	31	4.98	49
교통망 연계를 통한 서민 주거안정 및 국토 균형개발 방안	4.95	39	0.22275	32	5.05	20
지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안	5.15	22	0.2163	33	5.11	11
개인형 이동수단의 안정적 도입을 위한 제도 개선 방안	5.25	15	0.21525	34	5.07	16
전염병의 초국가적 확산에 따른 항공시장의 변화와 대응 전략	5.8	1	0.2146	35	4.89	87
저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안	5.1	27	0.2091	36	5.21	2
수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안	4.9	47	0.2058	37	4.95	63
Post-코로나 미래환경변화 대응 지역 관광교통 활성화 전략	4.5	80	0.2025	38	4.97	54
수소화물차 및 자율주행화물차 도입 활성화 방안	4.9	47	0.2009	39	4.96	58
보행·개인교통수단 활성화를 위한 도시부 도로 네트워크 설계	4.9	47	0.2009	40	5.05	22
탄소중립 교통체계구축을 위한 교통세제 및 보조금 개편 방안	4.75	59	0.1995	41	4.93	72
완전 자율주행 조기 구현을 위한 국가전략	4.4	87	0.198	42	4.93	70
자율주행 및 인공지능 기반의 스마트 교통운영체계 구상	4.35	92	0.19575	43	4.9	86
감염병 대응 대중교통 서비스 기준 설정	5.35	11	0.1926	44	5.19	3
포스트 코로나 시대의 이동패턴 변화 분석 및 장기수요 전망	5.2	20	0.1872	45	5.07	15
디지털 뉴딜정책에 대응하기 위한 택시 산업구조 개선방안 연구	5.05	31	0.18685	46	4.82	104
포스트 코로나 시대의 모빌리티 발전 전략	5.15	22	0.1854	47	5.06	18
스마트기기를 이용한 개인형이동수단 빅데이터 구축과 활용	4.85	53	0.1843	48	4.92	73
모빌리티 혁신에 대비한 철도 여객 운송사업의 대응 방안	4.95	39	0.18315	49	4.89	88
공항 및 공역 운영 효율화를 위한 디지털 항공교통관리체계 구상	4.75	59	0.1805	50	4.96	57
교통물류부문 기후변화협약 국제협력 방안	5.25	15	0.1785	51	4.87	95
무인항공기산업 발전 국가전략 수립 연구	4.35	92	0.17835	52	4.91	76
교통정책 연계형 지역관광산업 발전 전략	3.95	108	0.17775	53	4.88	94
뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구	4.65	71	0.1767	54	4.89	89
뉴노멀 시대의 여객운송산업의 구조변화 대응 전략	4.7	67	0.1739	55	4.87	97

세부 연구과제	전문가 점수	전문가 순위	전문가 가중점수	전문가 가중순위	일반시민 점수	일반시민 순위
교통물류 기술의 국제표준화 전략	5.1	27	0.1734	56	4.87	96
포스트코로나 공유교통정책 전환 방안	4.8	57	0.1728	57	5.02	38

○ 중요성과 시급성 관점의 우선순위를 종합한 우선순위 71개 과제는 다음 표와 같음

[표 4-32] 종합 우선순위 71개 과제

세부 연구과제 목록	전문가 중요도 가중 점수	전문가 중요도 가중순위	전문가 시급성 가중점수	전문가 시급성가 중순위
환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안	0.428	1	0.4018	3
퍼스트·라스트마일 모빌리티 연결성 제고	0.42	2	0.3977	4
광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책	0.416	3	0.4141	1
대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향	0.412	4	0.3403	7
수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안	0.408	5	0.3895	5
안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련	0.374	6	0.4032	2
물류산업 재해예방을 위한 안전한 물류관리체계 구축 및 고도화	0.3468	7	0.3708	6
교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화	0.34	8	0.3132	8
안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등 교통안전 제고	0.33245	9	0.3052	9
입체 교통체계 시대를 대비한 드론의 운영 안전성 평가방안	0.3094	10	0.2916	10
교통분야 미세먼지 최소화를 위한 유류세제 개편 전략	0.305	11	0.28	11
주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구	0.2989	12	0.2548	15
비대면 생활물류 환경조성을 위한 지하 화물운송체계 구축 연구	0.2928	13	0.2464	17
도시 내 물류기반시설 설치기준 마련	0.2745	14	0.238	22
고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고	0.2691	15	0.2688	12
교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안	0.2622	16	0.264	13
지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안	0.2599	17	0.2163	33
자율주행자동차의 상용화 촉진을 위한 미래 도로인프라 구축	0.25615	18	0.22725	26
완전 자율주행 조기 구현을 위한 국가전략	0.2538	19	0.198	42
자율주행 및 인공지능 기반의 스마트 교통운영체계 구상	0.2491	20	0.19575	43
재난안전 대응 교통체계 구현 및 고도화	0.2444	21	0.2328	24
수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안	0.2438	22	0.2058	37
생활물류 종사자 근로여건 개선 방안	0.2398	23	0.24525	18
교통물류 일자리 양질화 및 창출방안	0.2376	24	0.24075	21
감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안	0.235	25	0.2568	14
포스트 코로나시대 운송산업 일자리경제 안정화 지원 방안	0.231	26	0.24525	19
팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원정책 개발	0.22795	27	0.2472	16
탄소중립 교통체계구축을 위한 교통세제 및 보조금 개편 방안	0.2277	28	0.1995	41
교통물류부문 한국판 뉴딜 추진 방안	0.2244	29	-	-
교통물류 일자리 여건 및 실태조사 및 DB 구축방안	0.2244	30	0.225	28
재해재난 대응 교통안전관리체계 조사 및 평가	0.2209	31	0.2232	29
공항 및 공역 운영 효율화를 위한 디지털 항공교통관리체계 구상	0.2193	32	0.1805	50
스마트기기를 이용한 개인형이동수단 빅데이터 구축과 활용	0.21715	33	0.1843	48
수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구	0.2162	34	0.228	25
빅데이터 기반 교통안전 모니터링 및 대응체계 구상	0.215	35	-	-
교통망 연계를 통한 서민 주거안정 및 국토 균형개발 방안	0.20865	36	0.22275	32
AI·빅데이터 활용 코로나 방역 지원 기술 개발	0.20855	37	-	-
뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구	0.20705	38	0.1767	54
AI·빅데이터 활용 화물운송시장 분석 및 개선방안	0.2064	39	-	-
미래 교통산업의 전망과 대응 전략 수립	0.20535	40	0.243	20
3기 신도시에 따른 광역교통개선대책 관리 방안	0.20475	41	0.23625	23
대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축	0.20475	42	0.22275	30

세부 연구과제 목록	전문가 중요도 가중 점수	전문가 중요도 가중순위	전문가 시급성 가중점수	전문가 시급성가 중순위
교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안	0.2028	43	0.22275	31
전염병의 초국가적 확산에 따른 항공시장의 변화와 대응 전략	0.20165	44	0.2146	35
소외·낙후지역 교통서비스 평가를 통한 이동권 지역격차해소 방안	0.2016	45	-	-
드론 등 무인항공기를 활용한 물류 서비스의 신규 도입 검토	0.1998	46	-	-
플랫폼 기반 공유교통 운송사업 활성화 방안	0.1998	47	-	-
교통운임체계의 지속가능성 제고 방안	0.1998	48	-	-
낙후지역에서의 수요대응형 교통 서비스 제공 전략	0.1998	49	-	-
철도산업 경쟁력 제고 등 공공성 강화 방안 마련	0.198	50	-	-
모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법·제도 개선	0.19635	51	-	-
개인형 이동수단의 안정적 도입을 위한 제도 개선 방안	0.19425	52	0.21525	34
AI·빅데이터 기반 도로 살얼음(블랙아이스) 진단 및 대응 방안	0.1935	53	-	-
디지털 뉴딜정책에 대응하기 위한 택시 산업구조 개선방안 연구	0.1924	54	0.18685	46
저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안	0.19075	55	0.2091	36
모빌리티 신구 산업의 공생발전 및 지원전략	0.19055	56	-	-
신교통서비스 도입에 따른 데이터 기반 모빌리티 행태 분석	0.19055	57	-	-
수소경제 활성화를 위한 교통체계 구상	-	-	0.2255	27
Post-코로나 미래환경변화 대응 지역 관광교통 활성화 전략	-	-	0.2025	38
수소화물차 및 자율주행화물차 도입 활성화 방안	-	-	0.2009	39
보행·개인교통수단 활성화를 위한 도시부 도로 네트워크 설계	-	-	0.2009	40
감염병 대응 대중교통 서비스 기준 설정	-	-	0.1926	44
포스트 코로나 시대의 이동패턴 변화 분석 및 장기수요 전망	-	-	0.1872	45
포스트 코로나 시대의 모빌리티 발전 전략	-	-	0.1854	47
모빌리티 혁신에 대비한 철도 여객 운송사업의 대응 방안	-	-	0.18315	49
교통물류부문 기후변화협약 국제협력 방안	-	-	0.1785	51
무인항공기산업 발전 국가전략 수립 연구	-	-	0.17835	52
교통정책 연계형 지역관광산업 발전 전략	-	-	0.17775	53
뉴노멀 시대의 여객운송산업의 구조변화 대응 전략	-	-	0.1739	55
교통물류 기술의 국제표준화 전략	-	-	0.1734	56
포스트코로나 공유교통정책 전환 방안	-	-	0.1728	57

2-2. 후보 과제 도출을 위한 전문가 및 실무위원회 검토 결과

○ 교통 현황과 기술 개발의 타당성, 기존 과제와의 중복성 등을 평가하기 위한 전문가 회의 및 실무 회의 추진

○ (개요) 후보 과제를 도출하기 위한 전문가 회의와 실무 위원회 6회 이상 추진

- 회의 일시: 2021.3.10., 3.29., 4.8., 4.30. 5.20. 5.25.
- 주요 검토 사항 : 총괄 위원회 구성, 연구개발 아젠다와 범위 검토, 관련 R&D 과제의 추진 현황과 중복성 등 집중 검토

2-2-1. 미래형 교통수단의 범위와 성격에 대한 검토

○ 완전히 새로운 형태의 미래 도시구조가 어떻게 바뀔 것인가를 고려해서 미래 교통수단 연구 필요

- ① ground-separate, ② energy-independent(energy-free), ③ system-oriented

ㅇ 미래상을 구현하여 미래도시에 필요한 것을 찾는 방식(go-frontier) & 현재 발생하는 문제를 해결하는 방식(problem-solving)으로 접근 가능

- 미래상을 구현하여 이에 필요한 교통수단을 찾는 방식은 시간이 많이 소요되므로 현재 발생하는 문제를 해결하는 방식이 현실적으로 적절함
- 국토부의 '미래비전 2050/2045'의 미래도시 로드맵 참고

ㅇ 빈부격차, 지역 간 격차가 없는 모든 사람의 이동권을 보장하는 교통수단 필요

- 비도심의 교통편/체계 부족 문제는 국가에서 더 많이 지원해서 해결해야 함
- 도시에 인구가 밀집되면 에너지를 효율적으로 쓸 수 있는 특징을 활용하여 도시를 더 효율적으로 활용 가능한 관점으로 연구 필요

ㅇ 미래상은 국토교통부에서 발표한 '국토교통 2050'과 '국토교통 2045'를 참조하여 국토와 도시구조의 변화상을 참조할 수 있음

- '국토교통 2045'에서는 비전을 달성하기 위한 과제를 도출하여 제시하였으며, 이중 자율주행과 관련된 사업은 상당 부분 추진이 되고 있음

  (예: 자율주행 대중교통 사업과 교통약자 지원사업은 2027년까지 추진 예정)
- 국토부의 이미 발표된 미래상을 참고하여 국토와 도시의 변화상을 그려보고, 이를 바탕으로 새로운 교통수단을 개발하는 기획을 추진할 수 있음
- 2023년 기초연구에 착수하여 2030년 이후 중상위 TRL (5-6) 기술을 개발하고, 2050년에는 실증하는 것을 목표로 할 수 있을 것으로 판단됨

ㅇ 기존 교통체계의 부족한 부분을 채우는/통합하는 교통수단 간 연계 역할의 교통체계 필요

ㅇ 거리(근거리|도시-도시|국가-국가)에 따른 이동을 분류하여 교통수단의 제한 필요

ㅇ 플라잉카 또는 건물 내 수직 위로 이동 가능한 모듈 형태의 교통수단 제안

2-2-2. 교통문제 해결형 미래교통수단 성격에 맞는 과제 검토

ㅇ [미래 환경변화] 새로운 교통수단(교통체계)의 구성-목적 측면에서 수요|기회요인

	새로운 기술(교통수단|모빌리티)	새로운 교통서비스모델
혼잡-환경	·전 세계적으로 자동차 산업이 전기차, 수소차, 하이브리드 등 **친환경차 중심으로 재편** 전망 ·기후변화, 에너지소비 증가 등으로 **탄소배출량 지속적으로 증가** 예상→**글로벌 환경규제 강화** ·**지역간 빠른 이동 수요를 충족**하기 위한 기술혁신 (교통 본연의 수요) ·대중교통의 **고정된 인프라**(철로, 역 등)는 **도시의 빠르고 역동적인 변화** 속도에 신속한 대응이 어려워 **'공간 노후화'**될 가능성이 있음[511]	·**도시화 가속화**로 도심 교통문제 심화 ·교통서비스 등 **도시-비도시간 양극화** 심화 ·도시내 **삶의 질, 쾌적성 향상에의 니즈 증가** (교통체계에서도 이동성보다 접근성|환경성의 중요성이 점차 중요해지는 추세[512]) ·이동가치가 출근|등교 등 필수 경제활동에서 다양한 목적(여가 등)으로 변화하면서 **개인화된 양질의 교통서비스에 대한 니즈** 증가[513]
안전-편의성	·**CAV 보급**으로 교통수단|서비스 획기적 변화 ·완전 자율주행은 승용차보다 정해진 노선을 운행하는 **대중교통 서비스에 먼저 도입 예상**[514] ·4차 산업혁명 기술 기반의 **교통체계 혁신** 예상 ·1인 가구 증가, COVID-19 팬데믹 장기화에 따른 **퍼스널 모빌리티 수요 증가**	·**고령화**에 따른 고령인구(약자)의 교통수요 증가 ·온디맨드 서비스로 **미래 모빌리티 환경 급변** ·사용자 중심의 **MaaS의 중요한 역할 예상** ·다양한 **공유서비스 모델 증가** 예상 ·**소비자 다양성 + 빠른배송에 대한 욕구** 증가 ·스마트시티 등 **스마트X가 본격적으로 추진**되면서 이의 운영|제어시스템의 사이버위협 증가

ㅇ 메가트렌드 기반 미래교통수단의 개발 방향 타당성 검토

➜ **메가트렌드 기반의 미래 교통수단 부문의 연구 Agenda**

·고령인구의 공간\|교통\|건물로의 접근성 향상을 위한 이동지원(교통수단\|체계) 필요
·도시화 가속에 따른 도심내 교통혼잡의 최적화를 위한 새로운 교통수단\|체계 필요
·도시-비도시간 보편적 혜택 제공을 위한 서비스 모델 필요
·스마트 시티의 고가용성 인프라와 연계되는 새로운 교통수단\|서비스 필요
·1인가구 증가로 소형\|공유형 이동수단 증가에 대응 필요
·사람중심의 친환경적인 이동성 촉진을 위한 교통체계 필요 (지속가능한 교통수단\|서비스 필요)
·기존교통수단-새로운 교통수단간 안전\|효율적 활용을 위한 모빌리티 서비스 필요
·에너지 소비를 줄일 수 있는 교통수단으로써의 자율주행 기술 기반의 서비스
·4차 산업혁명 기술기반의 새로운 교통수단\|서비스 개발 및 이를 위한 법\|제개정 필요
·물류배송에서 라스트 마일 딜리버리 서비스 등을 위한 교통수단/서비스 개발\|고도화 필요
·맞춤형 배송 및 이동 서비스 필요 (유연한 교통서비스)
·사이버보안 위협 등에 대응할 수 있는 위협정보 탐지/사전분석 예측 기술 필요

511) https://transportgeography.org/contents/chapter8/urban-transport-challenges/
512) 서울시 내부자료
513) 미래 교통수요 변화 대응 교통 SOC 추진전략 수립, 한국교통연구원, 2019.08
514) 국토정책 Brief, 국토연구원, 2020.01.20

○ 공간-이동수단 관점에서 교통수단(교통체계)의 문제점 및 이슈 검토 분석

	개인교통	대중교통
도심	·통행량 증가, 특히 **수도권 + 승용차 통행량** 크게 증가로 인한 **교통체증·혼잡 구간 증가** **|'10년 대비 '16년 교통 현황|** **[전국통행량**(천통행)**]** 78,868('10)→87,051('16) **[통행량 증가율]** 10.4%(전체), 20.5%(승용차) **[혼잡구간 비중('16)]** 22.8%(서울), 10.4%(부산), 10.4%(인천시), 10.3%(대구시) 순 **[지역별 출퇴근 통행시간]** 서울(96.4)→인천(92.0)→경기(91.7) 순 (수도권 통근시간 증가) ·도시과밀화에 따른 **교통안전 및 환경문제** 증가 **[대기오염]** 온실가스 배출은 대부분 도시에서 증가 추세 *온실가스 배출량 증감률('10년 대비 '18년): 서울(-12.9%), 경기(21.8%), 인천(14.93%), 부산(0.45%), 대구(12.87%)[515] ·한정된 공간에 **다양한 교통수단**(자전거, 퍼스널 모빌리티 등)**의 이용·보급 확산**으로 이를 위한 공간 요구로 도로공간은 더욱 축소·부족 예상 ·도심도로 **주차문제**(불법주차, 상습정체, 도시 미관 훼손, 도시배회 등으로 인한 비효율 등) 심각 **|도로부문 교통문제 분석**(설문, 빅데이터)**|**[516] 도로정체|주요간선 및 도심지(25%), 혼잡|주요간선 및 도심지(19%), 주차|도심지(19%)순	·Peak 시간대 전체 통행의 약 30%가 집중되어, 대중교통 이용자들의 **차내 혼잡|쾌적성 문제**(혼잡|쾌적성 수요는 COVID-19 이후 더욱 증가) 서울광역버스 일평균 혼잡율 65%, 출근시간은 106% 직장인 **48.5%는 대중교통 출퇴근 스트레스**로 퇴사 고려 경험[517] ·수도권 광역화|인구증가로 **광역 교통 수요 증가** **|대중교통부문 교통문제 분석**(설문, 빅데이터)**|**[518] 노선운영 및 배차간격|대도시권 및 지방(31%), 환승|대도시권(23%), 교통비|대도시권(15%)순 **|주변도시→중심도시로의 통행량 증가 추이|**(통행/일)[519] 수도권(주변도시→서울): 2,567,524('06년)→3,425,833('16년) ·서울-경기 등 대도시 **광역거점간 출퇴근 시간 지속적으로 증가** (신도시의 교통환경 ↓) '20년 **수도권 대중교통 이용 출근시간**은 '19년 평균보다 **6분 증가**한, 평균 **1시간 27분**[520] (KBS)(OECD평균:28분) ·**Off-Peak 시간대**의 일정수준 서비스 수준 유지를 위해 **과도한 차량 운행**으로 온실가스배출, 운행손실(불필요한 교통량), 수송효율 저하 초래 **[도심 버스운영적자 지원]** 2020년 서울시내버스 운영적자는 6,800억원에 이를 것으로 추산됨[521](연평균 2,500~3,000억원 수준) ·신도시(분당, 일산 등) 내에서는 이용자 중심이 아닌 **도로중심의 교통시설 공급으로 대중교통 이용불편**(환승 등)에 따른 승용차 선호(대중교통 유인력 부족)[522]
비도심	·고령운전자의 교통사고 증가→고령자 친화적 교통수단 보급필요 **|고령운전면허 반납의 사회적 요구 증가|**[523] *국내 만 65세 이상 운전자 교통사고 건수는 증가추세('14년 2만4429건→'19년 3만3239건) -만75세 이상 운전자 **면허증 갱신|적성검사 주기**를 **5년→3년**으로 변경 -지자체들은 **교통비 지원 등의 혜택**을 통해 **면허 반납 권장**, 현재 전국 **면허 자진반납수**는 **'19년 7만 3221명**	·비도심 지역의 **대중교통 인프라**(환승체계)**|교통편 부족**(접근성) 문제 심화 **대중교통 최소서비스(접근성/운행횟수) 비교결과** 농어촌 지역 68.2%가 대중교통 사각/취약 지역으로 평가됨[524] **농림부 농촌형 교통모델 발굴사업('14~) 정체**[525] ·비도심 지역의 고령인구 비중 증가 → **대중교통에 의존하는 고령자의 이동권 확보** 필요

○ 교통현황 및 이슈 기반 미래 교통수단의 개발 방향 타당성 검토

➜ 국내 현안 및 이슈 기반의 미래 교통수단 부문의 연구 Agenda

·도로교통 최적화를 위한 이용자 수요 기반 유동적 교통서비스 모델 필요 (특히 수도권 신도시)
- 대중교통 수급불균형(첨두-비첨두), 이용자 편의 증진, 환승체계 개선, 서비스 질 향상 등

·도로공간 한계 극복을 위한 지하|지상 공간을 이용한 3차원 교통시스템 마련 필요
·친환경 교통수단(자전거, 대중교통 등)기반의 지상공간 이용 교통수단|체계 마련 필요
·친환경, 에너지 효율적인 교통수단|서비스 개발 필요
·고령자 친화적 교통수단 개발 및 보급 필요

515) 온실가스종합정보센터 '지역별 온실가스 인벤토리(1990~2018)' 활용(검색일자: 2021.03.22.),
516) 이용자 관점의 수도권 교통문제 유형분석 -빅데이터 분석을 통한 사례 중심으로-, KOTI, 2019
517) https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20201110/103881697/1
518) 이용자 관점의 수도권 교통문제 유형분석 -빅데이터 분석을 통한 사례 중심으로-, KOTI, 2019
519) 미래 교통수요 변화 대응 교통 SOC 추진전략 수립, 한국교통연구원, 2019.08
520) https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4431347
521) http://www.laborplus.co.kr/news/articleView.html?idxno=25757
522) 대중교통 지향형 도시개발과 교통체계 구축방안, 교통개발연구원, 2004.12
523) https://www.dementianews.co.kr/news/articleView.html?idxno=3282
524) 2018년 대중교통현황조사 종합결과보고서(국토교통부, 2019년 발행)
525) http://m.segye.com/view/20201110527105

○ 국내외 공간-이동수단 관점에서 교통수단(교통체계) 개발현황 분석 결과

	개인교통	대중교통
도심	·**마이크로모빌리티**(호버보드, (미)Ryno Micro-cycle) **(목적) 도심內 상대적으로 짧은 이동거리에 대한 개인 이동성의 편리함을 제공함**	·**종합교통관리+차량+인프라 기반 첨단도심교통시스템**((싱)DART, (두)NEXT-Pods) **(목적) 도심內 교통혼잡 완화를 위해 수요기반의 유연한 新대중교통시스템 및 운영기술을 제공함** ·**도심항공모빌리티**(현대차, (독)LiliumJET, (일)SkyDrive, (네)City Airbus, (미,EU)Electric Commuter Airplanes, (미)Cora, (독)Volocopter) **(목적) 도심 교통혼잡 완화를 위해 3차원 공간을 활용하는 Air Mobility 기술을 개발함** ·**자율주행셔틀**((스)MetroSnap, (프)i-Cristal) **(목적) 기존 도로를 활용하여 사람뿐 아니라 화물 등 다양한 목적으로 활용가능한 자율주행셔틀을 개발함** ·**로보택시**((중)AutoX, (미)Tesla/Waymo) **(목적) 완전자율주행기술을 탑재한 택시로 소규모 인원(2~3인)을 목적지까지 이동함** ·**모노레일**((두)BeemCar, (미)SkyTran(자기부상방식) **(목적) 지상 5~10m 상공에서 무인 모노레일 방식으로 2~4인 규모의 승객을 목적지까지 이동함** ·**환승고가버스(Transit Elevated Bus)**((중)StraddlingBus) **(목적) 도로 위 고가 형태의 대형버스로 한번에 승객 1200~1400명을 이동하여 도심 교통체증을 해소함** *[화물운송]자율배송셔틀+라스트마일딜리버리(UPS Flight Forward Drone, Waymo Via, Waymo minivan)
비도심	·**플라잉카**(PAL-V Liberty, Aero Mobil) **(목적) 비도심內 상대적으로 긴 이동거리에 대한 개인 이동성의 편리함을 제공함(이착륙용 활주로 필요)** ·**퍼스널모빌리티**(플라잉바이크, 호버바이크, 플라잉제트팩, 제트슈트) **(목적) 비도심內 상대적으로 긴 이동거리에 대한 개인 이동성의 편리함 및 엔터테이닝을 제공함**	·**초고속철도**((미)Hyperloop, (중)SuperTrain, (일)주오 신칸센)) **(목적) 비도심-도심間 승객 이동속도 향상을 위해 초전도기반 시속 600km 이상의 이동성을 제공함** ·**해저터널+해저/해상이동수단**((노)FloatingTunnel, (미)SuperFalcon, (미)SuperCavitation) **(목적) 비도심-도심間 교통 흐름 개선을 위해 해저터널(터널內 일반차량운행) 및 해상 교통을 제공함** ·**도심간 플라잉허브**((미)Lilium허브공항, (벨)Link&Fly) **(목적) 비도심-도심間 승객 및 화물 이동성 향상을 위한 항공기반 모빌리티 기술개발** ·**초음속항공기**(Supersonic Aircraft X-59) **(목적) 비도심-도심間 또는 국가間 승객 이동속도 향상을 위한 초음속 항공 기술개발**

□ 종합 및 시사점 도출

○ [수요분산(공간적확대)] 한정된 도로공간 한계 극복을 위한 3차원 교통시스템 및 퍼스널 모빌리티 및 관련 교통체계 개발 필요

- (국내외 주요 연구개발분야) 도심항공모빌리티, 모노레일(자기부상방식), 환승고가버스

➜ **도심항공모빌리티, 모노레일, 환승고가버스 기술은 공공 주도의 기술개발분야**로 적합하나, 도심항공모빌리티 R&D는 기존 국토부 사업과 중복(2030년 상용화 목표)

○ [수요관리(효율성강화)] ①도심 교통혼잡 최적화를 위한 수요기반 유동적 교통수단+서비스모델 필요, ②대중교통 이용자 편의|쾌적성 향상 등 대중교통 서비스 질 개선을 위한 교통수단 필요,

③인프라 및 교통수단 間 효율적 연계 가능한 모빌리티 서비스 필요, ④교통약자(고령인구 등) 우선순위의 도로 교통수단 시스템 마련 필요

- (국내외 주요 연구 개발 분야) 첨단 도심 교통 시스템, 자율주행 셔틀, 로보택시

> ➜ **교통관리+차량+인프라를 종합적으로 연계 개발하는 첨단도심교통시스템이 공공 주도의 기술개발 분야로 적합**(자율주행셔틀, 로보택시는 민간 산업에서 주도하는 분야임)

○ [공급관리(접근성향상)] 비도심 지역의 개인/대중교통 접근성 향상을 위한 수요 대응형 모빌리티 서비스 필요

- (국내 주요 사례) DRT(Demand Responsive Transport) 서비스(인천/세종), 공공형 버스/택시(국토부/농림부), 행복버스(지자체)

> ➜ **비도심 지역의 모빌리티 서비스 향상은 정책적/제도적 지원으로 접근 필요**

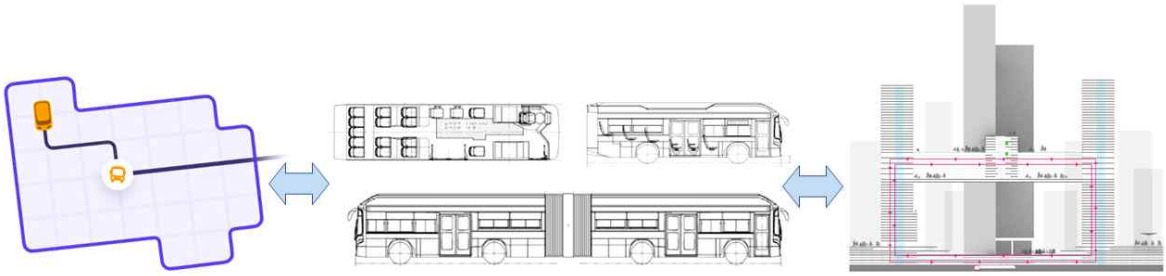
➜ (시사점) 다양한 미래형 교통수단 중 도심의 교통혼잡 문제를 해결하기 위한 미래형 대중교통수단 기술개발을 본 사업의 방향으로 정의하고, 국내 R&D사업과 중복 영역(UAM, 플라잉카, 자율주행) 및 민간 R&D영역(플라잉카, 로보택시, 자율주행셔틀)을 제외하면 본 사업에서 추진 가능한 미래형 교통수단의 영역은 4가지 분야로 정리가능함

·(1안) 친환경 모듈형 교통수단 및 도심 고층건물 연결기반 모빌리티 시스템 기술개발
·(2안) 도심의 복잡한 환승 수요 분산을 위한 환승고가버스 개발
·(3안) 도심 교통 최적화를 위한 수요/상황대응 첨단도심교통체계 기술개발
·(4안) 초전도 자기부상 기반 모노레일 기술개발

□ 미래형 교통수단 기술개발기획 추진(안) 검토 및 추진 방향 설정

○ (1안) 수요대응 모듈형 교통수단 및 도심 고층건물 연결기반 모빌리티 연계 시스템 개발

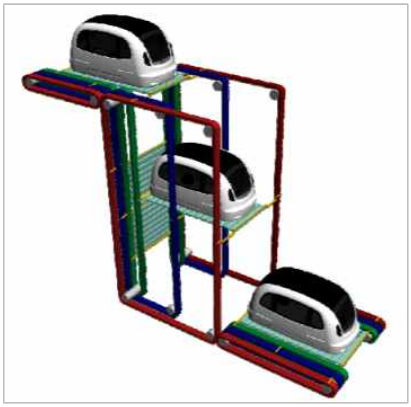
- (목적) 도심 교통혼잡 경감 및 도로공간의 한계 극복을 위한 3차원 모빌리티 연계 기술개발
  · (교통수단) 수요대응 및 환승체계 개선을 위한 친환경 모듈형 교통수단 개발
  · (인프라) 교통 혼잡지역 주변 도심 고층 건물 연결 기반 모듈 운송체계 개발
  · (체계) 모듈형 교통수단 기반 Micro-transit ↔ 기존도로 ↔ 건물연결도로의 효과적 연계



[그림 4-3] 수요대응 및 도심 ㄱ층건물 연계 모빌리티(예시)

- 국내외 주요 사례





〈(국내) 원격호출 및 수직이동이 가능한 무인자동 미니트램 개발(철도연, 2014년)



〈(독일) 건물간 수직/수평이동이 가능한 MULTI Elevator〉

[그림 4-4] 수직/수평이동 모빌리티 기술개발 사례

ㅇ (2안) 도심의 복잡한 환승 수요 분산을 위한 환승고가버스 개발

- (목적) 도심 교통혼잡을 경감하고 복잡한 환승 수요를 분산하기 위한 고가버스 개발

·(교통수단) 기존 일반도로를 최대한 활용한 고가버스 개발(일정 도로폭 및 높이확보 필요)

·(인프라) 기존 지하철역 및 버스정류장과 연결되는 환승시스템 및 도로 운행기반 개발

- 국내외 주요 사례



〈[(좌)컨셉디자인] (터키)Gyroscopic Transport[526], [(우)프로토타입] (중국)Stradding Bus(우)〉

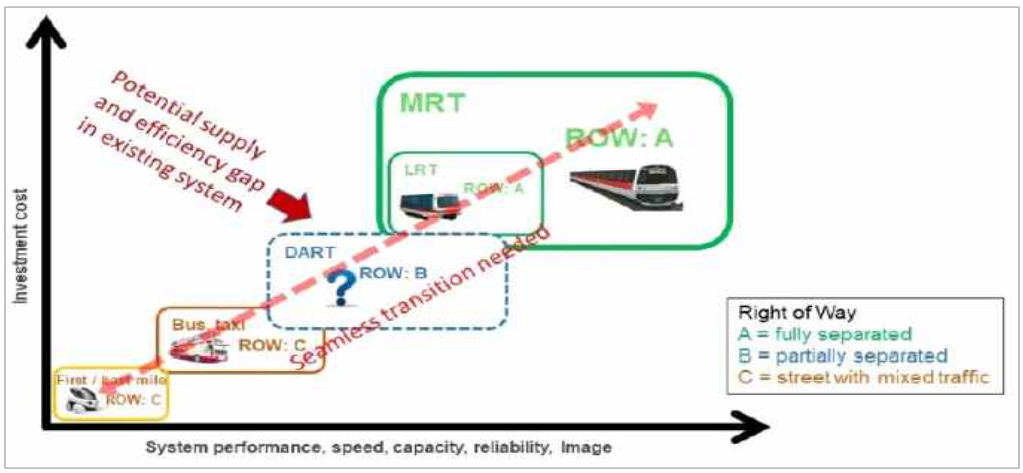
[그림 4-5] 환승 고가버스 사례

○ (3안) 도심 교통 최적화를 위한 수요/상황대응 첨단도심교통체계 기술개발

- (목적) 도심 교통혼잡 최적화를 위한 수요기반 유동적 교통수단 서비스를 개발하여 대중교통 이용자의 편의성 향상 등 대중교통 서비스 질 개선

- (해외사례) 싱가포르 DART(Dynamic Autonomous Road Transit)

·(목적) 완전 자율형 차량 모듈에 첨단교통시스템이 통합되어 기존 대중교통시스템(Mass Rapid Transit)과 버스 간의 수용인원 격차 해소 목적으로 개발함

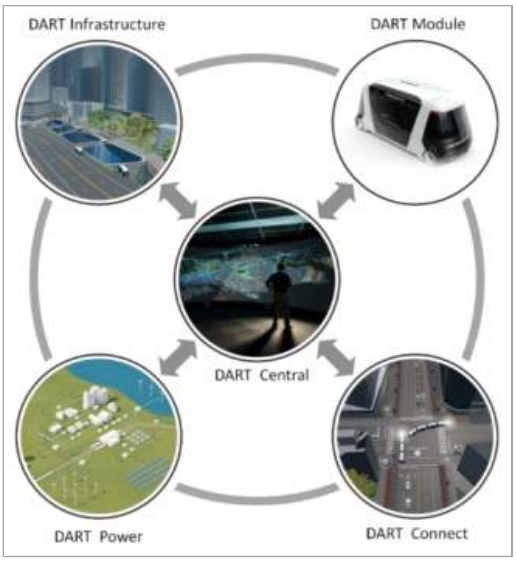


[그림 4-6] DART 시스템과 기존 대중교통 비교

·(기본개념) 이동 수요에 따라 군집주행으로 일정 경로를 운행하며, 수요가 적은 경로는 단일 모듈로 서비스 제공이 가능함

·(핵심요소) 싱가포르 교통체계의 효율적 운영을 위한 새로운 대중교통 시스템을 구축하도록 계획했으며, DART 개발의 핵심요소는 AV(DART Modules), 지능형 정류소 및 도로인프라(DART Infrastructure), 중앙교통관리(DART Central), 협력 지능형 교통시스템(DART Connect), 전기충전/공급/인프라(DART Power)로 구성됨

526) https://www.youtube.com/watch?v=kC4DwcrE658&list=WL&index=1



[그림 4-7] DART 핵심 구성요소

* (참고) 국가교통체계 혁신기술개발사업(중점분야2 공공교통서비스 혁신기술) vs 싱가포르 DART 비교

[표 4-33] 국가교통체계 혁신기술과 싱가포르 DART 특징 비교

구분	국가교통체계 혁신기술개발사업 기획연구 (중점분야2. 공공교통서비스 혁신기술)	싱가포르 DART
목적	수요대응 대중교통서비스 개발	수요/상황대응 첨단도심교통체계
개발내용	· 기존 대중교통 통합 운행관리기술 · O2O기반 On-Demand 이동수단 운영기술 · 단일/결합 운행 및 차간이동 기능 · 친환경 모듈러 개발 및 운행관리시스템 개발 · 휠체어 장애인 이동지원 서비스 · 교통약자 포용 모빌리티최적화 기술	· (포괄적 운행관리) 차량 속도/우선순위 지정, 실시간 교통제어(신호등 등) · (교통수단) 수요기반 단독/군집 주행이 가능한 자율/지능형 모듈차량 개발 · (상황대응) 교통사고 등 도로 응급상황에 실시간 대응하는 민첩한 교통시스템 · (사용자경험향상) 대중교통 이용자들의 경험조사 기반 차량 및 운행관리 기술개발 · (발전/저장/충전 인프라) 친환경 전력공급을 위한 에너지원, 충전인프라, 도로충전 등
차별성	· 친환경 모듈차량 및 운행관리기술 중심	· 친환경 + 자율형/지능형 모듈차량, 사용자 친화적 수요/상황기반 운행관리기술, 친환경 전력공급을 위한 인프라기술을 포함하는 · 포괄적 도심교통체계
연계성	· 대중교통 통합 운행관리기술과 연계가능	

○ (4안) 초전도 자기부상 기반 모노레일 기술개발

- (목적) 한정된 도로공간 한계를 극복하여 이동수요가 많은 지역을 연결하는 3차원 이동기술개발

·(교통수단) 모노레일을 고속 이동하는 소형 Pod 개발

·(인프라) 초전도 자기부상 기반 모노레일 및 정거장(환승체계) 개발

- 국내외 주요 사례



〈[(좌)프로토타입] (미국)SkyTran, [(우)프로토타입] (두바이)SkyPod〉

[그림 4-8] 자기부상 기반 모노레일 기술개발 사례

⇨ **자율차+ICT 기술 기반의 수요관리로 교통효율 최적화|편이성 개선**을 위한 교통시스템과 **입체적 인프라(수요분산)를 활용한 교통수단|시스템** 중심으로 기술혁신 활발

⇨ 해외 주요국들은 새로운 교통수단 및 서비스 혁신을 위한 적극적인 노력/투자 진행 → **새로운 유형의 교통수단 및 서비스 혁신이 지속적으로 등장 중 → 경쟁치열**

⇨ 교통수단(교통체계) **혁신 및 경쟁력 확보**를 위해서는 해당 **산업 육성을 위한 투자 필요**

* 글로벌 스타트업 중 모빌리티 기업은 26.5%로 매우 빠르게 성장하는 산업, 그러나 글로벌 스타트업 중 국내기업은 4개에 불과

□ 미래형 교통수단 기술개발기획 추진 방향 결정

○ 상기 교통수단|교통체계 기술현황을 기반으로, 본 사업과의 적합성 및 타 사업과의 중복성 검토를 통해 본 사업의 연구개발 범위(안)을 도출함

	개인교통	대중교통
도심	·파이크로모빌리티 → *민간투자영역*	~~·완전자율기반 모듈형 (도심)대중교통시스템~~ → *국토부 자율주행기술개발혁신사업 추진中* ~~·수직수평이동형 PRT(Personal Rapid Transit)~~ → *사회적 편익↓, 교통수단|교통체계 보다는 건물편의 시설 차원의 접근* ~~·도심항공모빌리티~~ → *한국형 도심항공(K-UAM) 로드맵 기반으로 추진中* ~~·자율주행셔틀~~ → *국토부 자율주행기술개발혁신사업 추진中* ~~·로보택시~~ → *민간투자 영역* ~~·모노레일~~ → *도로교통 외 수단에 해당* **·환승고가버스(Transit Elevated Bus)**[참고1]
비도심	·플라잉카 → *산업부의 '2030 산업발전전략'에서 플라잉카 실용화방안 발표* → *국토부 R&D 영역|역할성 낮은분야* ~~·퍼스널모빌리티~~ → *민간투자영역*	~~·초고속철도, 해저터널+해저/해상이동수단, 초음속항공기, 도심간 플라잉허브~~ → *도로교통 외 수단에 해당*

→ (종합) 본 사업의 연구개발 범위를 「도심 교통문제 해결을 위한 수요분산형 친환경 대용량 교통수단 기술 개발」로 정의함

2-3. 미래형 교통수단의 후보 도출을 위한 공모전 시행 및 결과

ㅇ 공모전 개요

- 목적: 2050년 미래 모습을 상상해 보고 미래형 교통수단의 개발에 관한 아이디어를 얻고, 이를 연구개발 기획에 활용, 초등학생과 중학생이 참여할 수 있도록 공모분야를 다양화하고, 미래 교통수단과 교통기술에 대한 이해도를 높이기 위한 아이디어를 공모
- 공모명: 교통기술로 변화하는 미래형 교통수단
- 시기: 2021.5.17.~2021.6.18.(1차), 2021.6.28.~2021.7.30.(2차)

ㅇ 공모 분야 및 주제

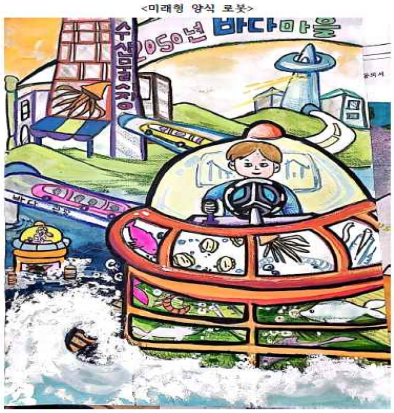
- 2050년 교통기술의 발전에 따라 변화하게 되는 미래형 교통수단을 예측하는 창의적인 아이디어
- `다가올 미래 모습과 생활상을 상상하여 초등학생과 중학생들이 교통기술을 통해 구현될 미래 교통수단을 창의적이고 흥미있게 예측할 수 있는 아이디어

[표 4-34] 공모전 주제 및 지원 조건

공모 분야	주제	지원 조건
초등부	□ 2050 실현 가능 미래 교통수단 ㅇ 아래 주제 중 하나와 관련된 2050년대 미래상을 보여줄 수 있는 그림 또는 에세이 ① 2050년 미래 우리 마을은 어떤 모습이고 어떻게 이동할까요? - 마을 내 건물, 길, 공원, 사람들의 모습과 교통수단 - 학교/학원 가는 모습, 소풍가는 모습, 부모님과 쇼핑가는 모습, 친구들/가족(부모님, 형제자매)들과 나들이 가는 모습과 교통수단 ② 2050년 미래 시대에는 어떤 교통 수단 (자동차, 기차, 비행기, 배 등)을 이용하여 여행(바닷가, 섬, 산 등)을 갈까요?	□ 형식 및 규격 ㅇ 지원자격 : 개인으로 지원 가능 □ 에세이 분야 ㅇ A4 15pt (줄간격 170%) ㅇ 분량 : 3페이지 이하 ㅇ 필요 시 아이디어의 설명에 필요한 그림 등을 자유롭게 추가할 수 있음 □ 그림분야 ㅇ 규격: A1(841mm * 594m) 사이즈 1장 이내 ㅇ 필요 시 아이디어에 대한 간단한 설명 가능 (A4 1페이지 이내)
중등부	□ 2050실현 가능 미래 교통수단 ㅇ 아래 주제 중 하나와 관련된 2050년대 미래상을 보여줄 수 있는 그림 또는 에세이 ① 2050 미래 도시와 교통수단 - 미래 도시의 모습을 상상하고, 도시에서 이동할 수 있는 교통수단 ② 2050 미래 농어촌과 교통수단 - 농어촌의 모습을 상상하고, 농어촌에서 이용할 수 있는 교통수단 ③ 2050 미래 장거리 교통수단 - 도시와 농촌을 연결하는 장거리 교통수단	

ㅇ 아이디어 공모전 우수 수상작

[표 4-35] 아이디어 공모전 수상작 현황

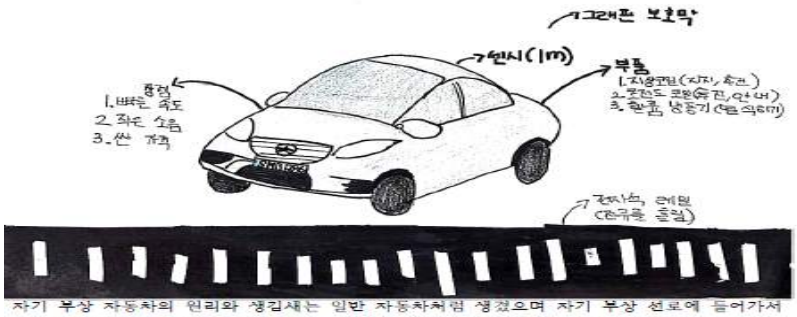
수상자	Farm city [농촌도시]
최우수 000 학생	
우수 000 학생	미래형 로봇 양식 
우수 000 학생	새로운 환경에서 출발하는 여행   
우수 000 학생	미래의 교통수단

<table>
<tr><td></td><td> 
</td></tr>
<tr><td>우수 000 학생</td><td>자기부상 자동차

자기부상 자동차(Magneticlevitation Vehicle)

자기부상 자동차는 전자석을 이용해 뜨는 원리입니다. 자기력을 이용해 차량을 선로위에 부상시켜 움직이는 자동차입니다. 자기부상 자동차는 일리는 차도에서 벗어나 서로 접촉 없이 빠르게 이동할 수 있는 교통수단 이기에 교통체증이 줄어져 자기부상 자동차는 필요하다고 할 수 있습니다.

이 교통수단은 일리는 차도에서 벗어나서 빠른 이동이 필요한 상황.일상.타 지역을 이동할때 사용됩니다 (예:구급차가 환자를 이송할 때 차가 일리지 않는 자기부상 선로에 올라가 빠르게 이동합니다)

자기 부상 자동차의 원리와 생김새는 일반 자동차처럼 생겼으며 자기 부상 선로에 들어가서 조금 후에 설명할 레일에서 뜰 수 있는 장치가 있습니다 자기 부상 자동차는 일반 자동차의 단가 X2입니다 선로와 자동차의 역할로 먼저 자동차는 쇠막대를 코일로 감아서전류를 흘려보내야 하는데 이때의 방안은 추전도 자석입니다.

그러면 추전도 자석에 사용된 코일은 저항이 0이 됩니다 전류의 방향을 바꾸면 자석의 극도 바뀝니다 이러한 원리를 바탕으로 자동차에 설치된 자석과 선로는 같은 극이지만 자동차 앞에 선로는 다른 극 자석입니다자동차는 다른 극의 자석에 이끌려 앞으로 움직입니다.

자동차가 탈선하지 않는 이유는 그 위로 극이 같아져 떨어지지 않기 때문입니다 헬륨 낸 용기는 전류와 열을 식히고 초전도 코일은 지지하는 역할을 합니다 마지막으로 지상 코일은 지지용과 추진 안내용으로 나누어져 있습니다 기본 모양은 자동차이지만 레일을 이용해 움직이게 됩니다.

자기부상 자동차 레일은 하늘에 기둥을 세워 만들게 됩니다 도로 관리는 자석 때문에 크게 문제가 없습니다 또한 도로에서는 멈추지 못해 위험 할 수 있습니다. 이때1m 정도 가까이 가면 센서가 감지해 그래픈으로 만든 보호막을 펼치게 됩니다. 또한 멈출때는 전자석에 전류를 멈추어 주차하게 합니다. 이 교통수단은 차 종에 따라 수용 인원이 달라집니다.

이렇게 작은 소음과 빠른 속도 때문에 자기부상 자동차를 설치해야 합니다</td></tr>
</table>

2-4. 연구개발 최종 과제 도출 내용

2-4-1. 1차 수요조사에 대한 기술개발 필요성과 중복성 검토 결과

○ 도시문제와 교통문제 해결을 위한 기술수요 과제의 적합성 검토 결과

[표 4-36] 기술 수요 과제 적합성 검토 결과

세부 연구과제 목록	전문가 중요도 가중순위	기술 필요성/타당성	기술개발 중복성 해당 여부
환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안	1	적합	-
퍼스트·라스트마일 모빌리티 연결성 제고	2	부적합	-
광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책	3	적합	-
대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향	4	적합	-
수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안	5	적합	-
안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련	6	적합	-
물류산업 재해예방을 위한 안전한 물류관리체계 구축 및 고도화	7	부적합	-
교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화	8	적합	-
안전한 생활환경 조성을 위한 보행, 자전거 등 교통안전 제고	9	부적합	-
입체 교통체계 시대를 대비한 드론의 운영 안전성 평가방안	10	부적합	
교통분야 미세먼지 최소화를 위한 유류세제 개편 전략	11	부적합	
주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구	12	적합	
비대면 생활물류 환경조성을 위한 지하 화물운송체계 구축 연구	13	부적합	
도시 내 물류기반시설 설치기준 마련	14	부적합	
고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고	15	적합	
교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안	16	적합	
지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안	17	적합	
자율주행자동차의 상용화 촉진을 위한 미래 도로인프라 구축	18	적합	해당
완전 자율주행 조기 구현을 위한 국가전략	19	적합	해당
자율주행 및 인공지능 기반의 스마트 교통운영체계 구상	20	적합	해당
재난안전 대응 교통체계 구현 및 고도화	21	적합	해당
수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안	22	적합	-
생활물류 종사자 근로여건 개선 방안	23	부적합	-
교통물류 일자리 양질화 및 창출방안	24	부적합	-
감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안	25	적합	-
포스트 코로나시대 운송산업 일자리경제 안정화 지원 방안	26	부적합	-
팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원정책 개발	27	적합	-
탄소중립 교통체계구축을 위한 교통세제 및 보조금 개편 방안	28	부적합	-
교통물류부문 한국판 뉴딜 추진 방안	29	적합	-
교통물류 일자리 여건 및 실태조사 및 DB 구축방안	30	부적합	-
재해재난 대응 교통안전관리체계 조사 및 평가	31	부적합	-
공항 및 공역 운영 효율화를 위한 디지털 항공교통관리체계 구상	32	부적합	-
스마트기기를 이용한 개인형이동수단 빅데이터 구축과 활용	33	부적합	-
수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구	34	적합	-
빅데이터 기반 교통안전 모니터링 및 대응체계 구상	35	적합	-
교통망 연계를 통한 서민 주거안정 및 국토 균형개발 방안	36	부적합	-
AI·빅데이터 활용 코로나 방역 지원 기술 개발	37	부적합	-
뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구	38	적합	-
AI·빅데이터 활용 화물운송시장 분석 및 개선방안	39	부적합	-
미래 교통산업의 전망과 대응 전략 수립	40	부적합	-
3기 신도시에 따른 광역교통개선대책 관리 방안	41	부적합	-
대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축	42	적합	-
교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안	43	적합	-

세부 연구과제 목록	전문가 중요도 가중순위	기술 필요성/타당성	기술개발 중복성 해당 여부
전염병의 초국가적 확산에 따른 항공시장의 변화와 대응 전략	44	부적합	-
소외·낙후지역 교통서비스 평가를 통한 이동권 지역격차해소 방안	45	부적합	-
드론 등 무인항공기를 활용한 물류 서비스의 신규 도입 검토	46	부적합	-
플랫폼 기반 공유교통 운송사업 활성화 방안	47	부적합	-
교통운임체계의 지속가능성 제고 방안	48	부적합	-
낙후지역에서의 수요대응형 교통 서비스 제공 전략	49	적합	-
철도산업 경쟁력 제고 등 공공성 강화 방안 마련	50	부적합	-
모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법·제도 개선	51	적합	-
개인형 이동수단의 안정적 도입을 위한 제도 개선 방안	52	부적합	-
AI·빅데이터 기반 도로 살얼음(블랙아이스) 진단 및 대응 방안	53	부적합	-
디지털 뉴딜정책에 대응하기 위한 택시 산업구조 개선방안 연구	54	부적합	-
저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안	55	적합	-
모빌리티 신구 산업의 공생발전 및 지원전략	56	적합	-
신교통서비스 도입에 따른 데이터 기반 모빌리티 행태 분석	57	적합	-
수소경제 활성화를 위한 교통체계 구상	58	부적합	-
Post-코로나 미래환경변화 대응 지역 관광교통 활성화 전략	59	부적합	-
수소화물차 및 자율주행화물차 도입 활성화 방안	60	부적합	-
보행·개인교통수단 활성화를 위한 도시부 도로 네트워크 설계	61	부적합	-
감염병 대응 대중교통 서비스 기준 설정	62	부적합	-
포스트 코로나 시대의 이동패턴 변화 분석 및 장기수요 전망	63	적합	-
포스트 코로나 시대의 모빌리티 발전 전략	64	적합	-
모빌리티 혁신에 대비한 철도 여객 운송사업의 대응 방안	65	적합	-
교통물류부문 기후변화협약 국제협력 방안	66	부적합	-
무인항공기산업 발전 국가전략 수립 연구	67	부적합	-
교통정책 연계형 지역관광산업 발전 전략	68	부적합	-
뉴노멀 시대의 여객운송산업의 구조변화 대응 전략	69	적합	-
교통물류 기술의 국제표준화 전략	70	적합	-
포스트코로나 공유교통정책 전환 방안	71	적합	-

2-4-2. 2차 기술 수요조사 반영 및 최종 결과

○ 실무위원회 및 자문위원회의 의견을 반영한 도출 과제 후보 선정

- - 1차 수요조사의 과제 적합성 적합성 최종 검토 결과(30개 추진과제)

[표 4-37] 1차 최종 후보과제(30개)

세부 연구과제 목록	전문가 기준 최종 순위	분야
환승 기능 강화를 위한 복합환승센터의 구축 및 갈등해소 방안	1	인프라 개발
광역 출퇴근 교통 현황조사 및 종합대책	2	서비스 개발
대도시권광역교통 정책협력 평가와 방향	3	정책/법제도 개발
수요대응형 버스를 활용한 광역버스 운행효율화 방안	4	서비스 개발
안전 취약계층의 교통안전 제고방안 마련	5	정책/법제도 개발
교통시설물 유지보수 및 안전기준 강화	6	인프라 개발
주차수요 전환과 공급관리 개선 전략 연구	7	서비스 개발
고령화, 도시쇠퇴 등 사회구조변화 대응 교통정책 실효성 제고	8	정책/법제도 개발
교통물류부문 사회적 갈등 및 차별 해소 방안	9	정책/법제도개발
지속가능 도시교통체계를 위한 친환경교통수단 활성화 방안	10	수단 개발
수요창출형 e-Mobility(전기자동차) 교통체계의 구현 방안	11	수단 개발
감염병 확산 방지를 위한 도시철도 시설계획 및 운영관리 방안	12	인프라 개발
팬데믹 시대의 사회적 거리두기 영향분석 및 교통분야 지원정책 개발	13	정책/법제도개발
교통물류부문 한국판 뉴딜 추진 방안	14	인프라 개발

세부 연구과제 목록	전문가 기준 최종 순위	분야
수요자 니즈를 고려한 고급 대중교통수단 도입방안 연구	15	수단 개발
빅데이터 기반 교통안전 모니터링 및 대응체계 구상	16	서비스 개발
뉴노멀 시대의 신도시 교통 계획기준 연구	17	정책 개발
대규모 철도역사 중심의 광역환승시설 구축	18	인프라 개발
교통정책 관련 법률간 정합성 제고를 위한 법제 정비방안	19	정책/법제도 개발
낙후지역에서의 수요대응형 교통 서비스 제공 전략	20	서비스 개발
모빌리티 혁신 서비스 확대를 위한 법·제도 개선	21	정책/법제도 개발
저비용 고효율 대중교통 수단 확대 방안	22	수단 개발
모빌리티 신구 산업의 공생발전 및 지원전략	23	정책/법제도 개발
신교통서비스 도입에 따른 데이터 기반 모빌리티 행태 분석	24	수단 개발
포스트 코로나 시대의 이동패턴 변화 분석 및 장기수요 전망	25	수단 개발
포스트 코로나 시대의 모빌리티 발전 전략	26	서비스 개발
모빌리티 혁신에 대비한 철도 여객 운송사업의 대응 방안	27	정책/밥제도 개발
뉴노멀 시대의 여객운송산업의 구조변화 대응 전략	28	서비스 개발
교통물류 기술의 국제표준화 전략	29	수단 개발
포스트코로나 공유교통정책 전환 방안	30	서비스 개발

○ 2차 기술수요 조사 실시

- 10회에 걸친 실무위원회의 의견을 반영한 기술 수요 조사를 실시하고 전문가 의견 수렴
- 한국교통연구원과 국토교통과학기술진원, 관련 기관 및 협회 등의 전문가를 통해 기술 수요 조사를 실시(2021년 7월과 12월 수행)하였고, 약 10개의 세부 과제가 추가 도출됨
- 추가로 진행된 기술 수요 조사서는 다음과 같음

[별첨 *] 기술수요조사서

이동권 향상을 위한 미래형 교통체계 인프라 기술개발 및 리빙랩 실증

□ 기획과제 개요

○ 목표

- 新모빌리티 서비스(자율주행, 스마트모빌리티, MaaS 등)의 **교통체계 측면의 효율적 이용 환경 구축**을 통해 **이동 측면의 Door-to-door (D2D) 연결성 강화** 및 **이동시간 감소**를 위한 미래형 교통체계 기술개발 및 리빙랩 실증
- 미래형 교통체계 기술개발 및 실증을 통해 **궁극적으로 국격에 맞는 국민 이동의 질 향상 목표**
  * 이동의 질이란 이동시간 감소, 이동수단 확보, 이동 쾌적성 (수단 내 1인당 점유공간 확대 등) 등과 같이 이동간 체감하는 교통서비스의 각종 질적 측면을 의미

○ 필요성

- 지속적인 경제성장을 통한 **선진국으로의 지위 변경**에 따른 국민들의 교통체계 고도화를 통한 **국민 이동의 질 향상 요구 증대**
  * 新모빌리티 서비스(자율주행, 스마트모빌리티, MaaS 등)의 교통체계 편입과 이를 통한 이동시간 감소 및 이동간 쾌적성 증대와 같은 이동서비스의 질 향상 요구 증대

- 포스트코로나 시대 **언택트(untact) 사회현상을 반영한 쾌적성 높은 교통체계** 기술 개발을 통한 **국민 이동의 질 향상 요구 증대**
  * 코로나19로 인한 교통 분야 개인화·소형화·쾌적성 요구 증대 (이하 생략)

□ **국내 · 외 연구개발 동향**

○ 국내 교통 분야 정책·기술 로드맵

- (2030 미래자동차 로드맵) 2030년 미래자동차 국가 로드맵 발표하고, 친환경차(전기·수소), 자율주행차(Lv4), 라스트마일, 플라잉카 등 새로운 이동수단의 기술개발과 연계 교통수단 기반 마련 (이하 생략)

□ **주요 연구내용**

○ 미래교통체계의 서비스 영역 확대를 위한 교통시설 입체화 기술 개발

- 혼잡구간 도로 입체화 기술 (e.g., 도로 복층화, 바이패스 차로 등)
- 차로운영 입체화 기술 개발 (e.g., 제한속도가 다른 차로운영, 자율주행차로 등) (이하 생략)

□ **추진 방안**

○ 연구개발을 통해 구축되는 교통인프라의 IoT센서 통합개발을 통한 교통체계 관련 데이터의 지속 확보 인프라 구축 (이하 생략)

□ **추정 기간 및 비용**

○ 기획연구 유형(예타기획 [✓], 중형사업 기획 [ ], 사전기획 [ ]) (이하 생략)

□ **기존의 선행연구**

(이하 생략)

○ 연구개발 과제의 최종 선정

- 10회 이상에 걸친 실무위원회의 의견과 기획위원회의 의견과 국토교통부의 정책 현안 해결 요청에 따른 시급성 등을 고려하고, 국토교통부의 업무 분야 등을 검토하여 다음과 같은 최종 추진과제를 도출 함

3. 중점 분야 과제 도출

□ 중점분야 1 : 대용량 운송을 위한 대중교통수단 및 운행 제어 기술 개발

세부분야	최종 도출 과제
차량 시스템 분야	고효율 대용량 모듈형 대중교통수단의 기술 정의 및 차량 설계
	환승 시설과 연계한 대중교통수단과 시스템 정의 및 기준 정립
	고효율 대용량 대중교통수단 동력 분산 추진제어시스템 개발
	친환경 모듈형 대중교통시스템 개발
	중소 모듈형 대중교통시스템 개발
	차량-도로인프라 간 교통정보 및 제어스세템 개발
	자동 정차 및 환승, 출발 등 운영시스템 개발
실도로 안전성 검증 분야	실도로 환경의 검증을 위한 시작품 제작
	실도로 환경 검증용 운영 플랫폼 제작
	실도로 안전성 평가 시나리오 개발
	실도로 평가 지표 및 효과 평가

□ 중점분야 2: 대용량 모듈형 대중교통수단 전용 인프라 및 운영 기술 개발

세부분야	최종 도출 과제
도로 인프라 분야	대용량 고효율 전용 인프라 설계
	전용 인프라 구축 요구 사항 정립
	수요 응답형 도로교통체계 운영 전환 기술 개발
	입체교차로 및 복합 차로구간 운영 제어 기술 개발
도로 운영 분야	대중교통수단 전용 시설 구조물 설계 및 개발
	대중교통수단 운영 인프라 및 운영 가이드 라인 개발
	관제 센터 기술 개발
	운영 효과 및 안전성 평가 기술 개발

□ 중점분야 3 : 이용객의 환승 편익 및 이동확보를 위한 환승 시설 및 운영 관제 기술개발

세부분야	최종 도출 과제
환승 시설 분야	대용량 모듈형 대중교통수단 환승 시설 연계 개념 정립
	환승 시설 연계 인프라 설계 및 구축
	수요 분산형 대용량 버스 환승 시설 개발
	환승시설 입지 선정 기준 마련
운영 분야	수요 분산형 교통체계 시설 개발
	수요 대응형 운영 및 관리 시스템 개발
	환승 시설 내 대중교통수단의 환승, 운영 및 관제 평가 기술 개발
	환승 시설 연계 시나리오 개발
	환승 시설 연계 및 실증 평가
제도화 분야	현장적용 및 제도화

□ 중점분야 4 : 신 교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

세부분야	최종 도출 과제
현장 적용 및 테스트 베드 구축 분야	신교통수단 안전성 평가를 위한 테스트 베드 구축
	신교통수단 안전성 평가 시나리오 개발
	신 교통수단 안전 기준 개발
	신교통 수단 평가 기술 개발
	현장 운영 및 효과 평가
제도화 분야	현장적용 및 제도화 지원

V. 사업의 추진 전략

1. 사업 비전 및 목표

□ 비전

○ 도시 교통정체와 첨두시 수송 용량 확보로 대중교통 서비스 질 향상 및 경쟁력 강화

□ 사업 목표

○ 인구증가, 도시집중 현상, 교통혼잡, 에너지 고갈 등 기존 도시 문제를 해결하고, 도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 증대를 위한 고효율 대용량 수요 분산형 대중교통수단과 인프라 및 서비스 향상

<table>
<tr><td>비전</td><td colspan="8">도시 교통정체와 첨두시 수송 용량 확보로 대중교통 서비스 질 향상 및 경쟁력 강화</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사업
목표</td><td colspan="8">도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 용량 증대를 위한 고효율 대용량 대중교통수단, 관련 인프라 개발, 리빙랩 구축</td></tr>
<tr><td colspan="8">인구증가, 도시집중 현상, 교통혼잡, 에너지 고갈 등 기존 도시 문제를 해결하고 대중교통의 서비스 질 향상</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과
지표</td><td>논문게재</td><td>특허등록</td><td>기준/지침</td><td>법령제안</td><td>제품 개발</td><td>SW</td><td>현장 적용</td><td>인프라 구축</td></tr>
<tr><td>100건</td><td>17건</td><td>29건</td><td>7건</td><td>20건</td><td>18건</td><td>7건</td><td>6건</td></tr>
<tr><td>전략</td><td colspan="8">■ 대중교통의 공급 효율화 및 수요 응답형 서비스 제공을 위한 고효율 대용량 대중교통수단과 시스템, 도로 및 환승 인프라 개발
1. (교통수단) 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발
2. (도로 인프라) 대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발
3. (환승 편의성) 대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발
4. (서비스 구현) 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영</td></tr>
<tr><td rowspan="2">투입
규모</td><td colspan="8">정부 주도의 중·장기 제원 투입</td></tr>
<tr><td colspan="8">■사업기간 : 2023 ~ 2027(총 5년)
■총사업비 : 1,516.6억 (정부 1,126.9억/민간 389.7억)</td></tr>
<tr><td>기대
효과</td><td colspan="8">■ 도시 삶의 질과 대중교통서비스 향상을 위한 대중교통수단과 서비스 기술 및 보급을 통한 정책/기술/사회적 기대효과 창출
(기술) 혁신적 대중교통수단과 ict 기술, 환승·교통체계 기술과 리빙랩 서비스 등을 통한 신기술력 제고
(경제) 교통정체 완화로 인한 교통혼잡 비용 감소 및 대중교통 수송분담율 향상으로 경제적 효과
(사회) 교통혼잡과 사고 발생으로 인한 지역사회 피해 방지 및 사회간접비용 발생 예방
■ 편리하고 효율적인 대중교통인프라 구축 및 국민 이동성 향상
(국민) 첨두시 편리한 출퇴근과 대중교통 연계성 향상
(정부/지자체) 도시 혼잡 감소 및 대중교통 공공서비스 제공의 효율성 증대
(민간/전문가) 비용효율적인 대중교통시스템 구축 및 관련 산업 생태계 조성</td></tr>
</table>

[그림 5-1] 사업 비전 및 목표 설정

1-1. 사업 추진 개요

1-1-1. 사업추진 근거

- ㅇ 도시 집중화로 인한 삶의 질이 지속적으로 떨어지고 있고, 출퇴근 시 대중교통 서비스가 악화되고 있어 이를 극복하기 위한 방안 필요
- ㅇ 도시 교통정체와 출퇴근 불편은 첨두시의 대중교통 수송 용량을 증대하고 수요 응답형 서비스 제공으로 이용자들의 편의성을 높이면 해결 가능
- ㅇ 문재인 정부 100대 국정과제는 '4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가'에서 '소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도기반 구축' 및 미래형 신산업 육성 등의 분야 포함
- ㅇ 제5차 국토종합계획('20~'40)은 교통서비스 격차와 대도시권의 혼잡 심화 문제를 해소하기 위한 방안 마련이 필요하다고 보고 이를 해결하기 위한 인프라 구축과 4차산업혁명 기술을 반영한 교통체계 개편 방안 마련을 계획에 포함
- ㅇ 미래형 교통수단의 등장에 따른 도로 체계 개편, 신 교통수단의 등장으로 도로 인프라의 첨단화와 안전시스템 구축, 대중교통의 체계 개편 추진 등의 정책과 사업의 추진 방향이 일치
- ㅇ 제2차 국가기간교통망계획(`21~`40)은 복잡·다양한 교통문제 대응과 국가교통의 방향 설정 및 추진 전략을 제시하고 있으며, 대중교통 서비스 제공의 질 향상을 위한 계획을 수립하여 세부 정책 추진
- ㅇ 제1차 자율주행 교통물류 기본계획계획('21~'25)은 대중교통의 자율주행 서비스 기술 개발과 서비스 실증 환경 조성을 포함하고 있으며, 자율주행 기술 실증을 대중교통 중심으로 추진하는 서비스 제공 전략에 포함
- ㅇ 국토교통 탄소중립 로드맵(2021.12)은 대중교통 이용 확대, 대중교통 인프라 확대 및 이동성 향상, 무탄소 이동수단 활성화 등 교통 부문의 정책과 추진 과제 포함
- ㅇ 제4차 과학기술기본계획(`18~`22)은 융복합 과학기술의 적용 및 미래사회의 모습을 제시하고 있으며, 미래 필요한 기술 개발 정책을 제시
- ㅇ 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획(`18~`27)은 미래변화에 대응한 중점 기술 개발전략과 기술의 보급·활용 지원체계 구축, 추진 방향 제시하고 있으며, 국토교통부가 추진해야할 교통물류 기술 개발을 지원

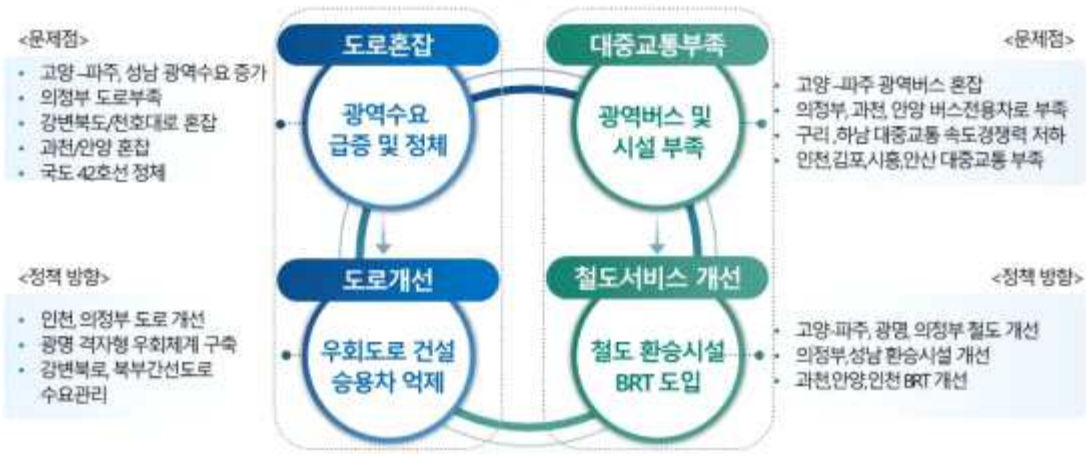
○ 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률에 따르면 국가 및 지방자치단체는 모든 국민이 편리하고 안전하게 대중교통을 이용할 수 있도록 대중교통을 육성하고 지원하기 위한 정책을 수립하여야 하며 국토교통부는 제4차 대중교통기본계획('22년~'26년) 수립

- 대중교통서비스 향상을 위한 다양하고 새로운 교통수단의 보급과 시설·장비의 확충 및 지원의 강화
- 광역적인 대중교통서비스의 개선
- 친환경적인 대중교통수단의 개발 및 보급
- 대중교통수단간 환승의 편의증진
- 지역균형개발및지방중소기업육성에관한법률에 의한 개발촉진지구에 대한 대중교통서비스의 강화
- 오지·도서 및 벽지 등의 지역에 대한 대중교통서비스의 강화
- 대중교통이용에 필요한 정보의 제공 등

1-1-2. 사업추진 필요성

○ 제3차 대도시권 광역교통 시행계획('17~'20) 자료에 따르면, 수도권 교통문제를 크게 '도로혼잡'과 '대중교통 부족'으로 구분하고 있음

- 도로혼잡 관련 광역수요 급증, 도로 정체 및 혼잡, 도로 부족 등이 주요 요인이며, 대중교통 부족 관련 광역버스 혼잡, 대중교통 부족, 대중교통 속도 경쟁력 저하 등이 주요 요인으로 나타남



[그림 5-2] 수도권의 교통문제

○ 정부는 '도로혼잡'과 '대중교통 부족'을 중심으로 관련 정책을 추진 중이며, 수도권 내 광역수요 급증으로 인한 정체를 해소할 수 있는 대책과 격형 도로 우회체계구축, 도로 개선, 승용차 억제 정책 추진 중

○ 또한, 대중교통 부족 문제를 해결하고 대중교통 수단 분담률 저하 문제를 해결하기 위한 방안으로 철도, BRT, 환승시설 개선 정책 등을 정부가 주도 중



[그림 5-3] 수도권의 교통문제 해결을 위한 정책추진 방향

○ 정부는 광역 축 도로 혼잡을 개선하고 대중교통 서비스 부족을 해결하려는 방안을 마련하고 있음

- 주요 수도권 광역축을 중심으로 혼잡이 발생하며, 이를 개선하기 위한 도로혼잡 개선대책이 필요하고 수요억제, 수요 분산, 수요 관리 정책을 추진
  - 수요억제 : 신규 수요를 억제하기 위한 대규모 개발 사업 시행 시 규제책 마련을 통한 시행 필요
  - 수요분산 : 신규노선 개발 및 우회도로, 입체도로망 구축을 통한 도로 이용자 간의 수요 분산 수행, 다양한 대중교통 서비스 도입을 통한 도로 이용자 수요분산 수행
  - 수요관리 : 불합리한 기하구조 및 운영관리 개선을 통한 주요 광역 축 용량 증대방안 마련
- 광역버스 혼잡 및 일부 광역축의 버스전용차로 부족으로 인한 대중교통 서비스 부족 문제가 발생하고 있으며, 일부 광역축은 광역철도의 운영 및 계획의 부재에 따른 잠재적 문제 야기
  - 신규노선 발굴 : 광역버스 전용차로가 부재한 광역축에 우선 버스전용차로 운영
  - 대중교통 우선 정책을 통한 대중교통 서비스 개선
- 기존 대중교통 서비스의 경우 광역버스와 광역철도에만 의존하여 제공 되었으며, 이러한 기존 서비스 역시 수도권 내 지역별 격차 발생하여 개선 대책 필요
  - 대중교통 서비스에 대한 이용자 요구는 다양하며 이러한 요구를 수용할 수 있는 다양한 서비스에 대한 대안 필요
  - 광역 급행버스 도입 : 기존 버스전용차로로 대변되는 수도권 BRT를 일부 개량하여 광역 급행버스 도입이 필요(표정속도 향상을 통한 이용자 서비스 질 개선 및 이용 용량 증대)
  - 광역 급행 철도 추가 노선 발굴을 통한 대중교통 부족 문제 해결

ㅇ 인구증가, 도시 집중현상, 교통혼잡, 에너지 고갈 등 기존 도시문제를 해결하고 도시 생활의 질 향상을 위해서는 대중교통 서비스 개선과 수송 증대할 수 있는 수요분산형 대용량 대중교통수단 개발 필요

- 대중교통수단의 종류와 형태에 대해서는 기술개발이 필요하며, 자율주행 기술과 친환경성, 편리한 모듈형, 수요 분산형 등 이용자의 수요에 맞는 기술개발 필요

ㅇ 도시 문제의 근원적인 부분은 출퇴근시 대중교통 혼잡, 승용차 증가로 인한 도로 용량 감소, 대중교통 이용 불편 가중 등이며, 이를 해소하기 위해 대중교통 혁신 및 서비스 제공을 위한 정책과 종합 계획을 수립해 대응하고 있지만 불편은 지속되고 있음

ㅇ 도심 교통 혼잡을 경감하고 복잡한 환승 수요를 분산할 수 있는 대용량 교통수단 개발 필요

- 국내 도시의 도로·교통 상황 및 인프라를 고려하면 인프라 용량 증대는 한계 있고, 친환경 대형 대중교통수단과 환승·교통체계 및 인프라 개선이 적합한 대안이며 이를 위한 기술개발 지원 필요
- ICT 기술 기반의 수요관리와 교통시스템을 적용하고, 입체적 인프라(수요분산)를 활용하여 친환경 대형 대중교통수단 이용 효율 극대화 가능하며 도시의 탄소 배출 감축에도 기여

ㅇ 대용량 환승고가버스는 일반 차로를 운행하지 않고, 도로와 이격된 공간에서 운행되기 때문에 기술 검증 및 운행 안전성 확보가 필요하며, 특히 대중교통 관련 정부의 정책과 계획과 연계 필요

- 중·장거리 보다는 단거리 통행량이 높은 구간에 적용할 수 있으나, 이를 위한 정부의 정책 지원과 지자체의 협력 필수
- 기존의 버스 운행과 차별되는 대규모 용량의 버스 운행과 차량 제어에 대한 안전성 검증 필요
- 여객운송과 관련한 법·제도 개선 병행되어야 하며, 실증 및 사업화를 위한 이해 집단 존재

ㅇ 차체 및 환경 인프라 등 측면의 요구사항과 제약사항

* 환승고가버스의 주요 사양(안)은 차량구성과 성능조건 항목은 중국 Straddling Bus기준, 선로조건은 국내 무가선 저상트램 사양을 기준으로 설정함

[표 5-1] 환승고가버스 요구 사항 및 제약 사항 분석

항목		환승고가버스 주요사양(안)	(비교)무가선 저상트램 차량 주요사양[527]
차량구성	편성길이	36 m	31.8 m 이내
	차체높이	4.5 m 이하	3.40 m
	차체폭	7 m	2.5 m
	바닥 높이	2 m 이상	350 mm
성능조건	만차중량: (도시철도차량 총중량 기준) 축중량 16톤, 총중량 1000톤이하	100톤/편성	49.5 톤/편성
	최고속도	60 km/h	70 km/h
	최대 탑승인원	300 명/편성	235 명/편성
선로조건	최소곡선반경:(곡선반경)선로의 커브 정도	25m	25m
	구배조건(퍼밀, per-mil)1,000m를 진행하는 동안 몇 m의 고도를 올라가는지를 표기	60 ‰	60 ‰

- 도시철도차량 성능시험 하중조건(도시철도차량의 성능시험에 관한 기준, 국토해양부고시 제 2009-641호, 2009)

(1) 수직하중시험 : (운전정비상태일때의 하중 + 최대승객하중 - 대차하중) X 상하진동가속도(1.2g) - (구조체하중 + 시험기하중)

(2) 수평압축하중시험

(가) 압축하중 : 490kN

(나) 수직하중 : (운전정비상태일때의 하중) - (대차하중) - (구조체하중 + 시험기하중)

(3) 비틀림하중시험 : 39.2 kN-m

(4) 3점지지시험 : (운전정비상태일때의 하중) - (대차하중) - (구조체하중 + 시험기하중)

(5) 굽힘고유진동수 측정시험 : 진동이 가능한 부하하중

(가) 비틀림고유진동수 측정시험 : 진동이 가능한 부하하중

[표 5-2] 환승고가버스 요구 사항 및 제약 사항 상세 분석

부분		요구사항	제약사항
차체	운행	· 상시 교통혼잡 지역의 수요를 분산함 -(수송능력비교) 버스 < 환승고가버스 < 지하철 -(편당 탑승인원) 300명 -(배차간격 및 수송능력) 5분 간격으로 운행시 시간당 6천명 수송 (첨두시간 지하철 대비 1/3수준 *2호선 Peak시간 시간당 약2만명 수송* · 직선 도로에서 순환 노선으로 운행 · 육교 등 도로의 고가 시설물이 없는 도로에서 운행필요 · 승객 승하차 방식 → (예) 1층 지상에서 엘리베이터를 통해 승객칸으로 이동 및 지하철역과 연결된 2층 승객칸 출입구로 승하차	· 도로교통법 준수여부 (운행규칙, 신호규칙 등) · 속도 50km/h (도심속도제한기준) · 다른 차량의 차선변경/좌회전/우회전 방해 요인
	에너지원	· 태양광/전기 등 친환경 에너지 사용 · 전기충전소를 통해 차량 배터리 충전	
	안전설비	· (주변 감지 센서) 다른 차량과의 충돌방지, 높이 제한 이상의 차량 통행시 경고 등에 활용 · 다른 차량과의 신호 필요(신호등/차단기/경고음/경고등 등) · 충돌/낙하시 승객 안전보호 방안 설계 필요 · 화재, 고장 등 긴급상황 발생시 승객 대피/탈출 방안 필요	
	차체 높이 (운전자 고려)	· 다른 차량 운전자 경험을 고려한 차체 높이 설계 (시야 방해 및 심리적 압박감 등)	· 기존 도로 설치물(신호등, 표지판 등)의 시야 방해 및 충돌
	차체 높이 (안전과 고려)	· (하부) 고가버스 하단 터널로 운행할 수 있는 차량을 고려하여 하부 높이를 설정함 → 하부높이 가변 및 장애물 회피 기능 필요 · (상부) 탑승객의 사용자 경험을 고려하여 설정하되, 정류장에서의 환승을 고려하여 설정함	· 기존 도로의 구조물(육교 등)에 따른 운행 불가능 (국내 시설물(육교 등) 높이 제한 기준은 4.5m이며 , 4.5m 이하는 통과높이 제한을 표시해야함)

527) 무가선 저상트램 개발현황 및 추진방향(2013, 현대로템(주), 국토교통부 미래도시철도기술개발사업)

부분		요구사항	제약사항
	하중 제한	· 전용 레일과 도로가 지지할 수 있는 최대 하중 분석 및 이를 고려한 수송 캐파 및 차체 설계 필요	
환경, 인프라	**대상지 선정**	· 운행 시 요구사항을 고려한 대상지 선정 → (예) 강남역 중심으로 테헤란로 및 압구정-양재 직선 구간에 설치 · 도입 지역 교통수요 및 지형조사 필요	· 도로 설치물/구조물, 도로폭
	정류장	· 지하철의 지상-지하 엘리베이터와 연결 · 탑승객 수를 고려, 정류장 공간 설계 · 정류장 위치를 몇 km간격으로 운행해야 효율적인지에 대한 분석 필요 · 충전소 설치/운영	· 기존 버스정거장 및 지하철역 → 연계 필요
	도로	· 편도 4차선 이상의 도로 폭 필요 · 평평한 직선 도로에서 운행(무게 및 회전반경 감안 필요) · 직선 도로의 순환 노선으로 활용(곡선 노선 설정시 도로곡률과 회전반경의 고려가 필요함) · 도로 위 전용 레일 필요 → 국내 매립형궤도 기술 활용	· 곡선도로, 좁은도로 환경 · 도로폭/차선폭 고려 · 기존 도로 설치물/구조물

[표 5-3] 환승고가버스 해외 적용사례 분석

구분	(중국) Straddling bus[528]	(터키) Gyroscopic Transport[529]
도입계기	· (목표) 심각한 도심 교통 혼잡을 해결함, 기존 혼잡도 대비 20~30%의 감소를 목표로 함	· 다른 차량과 충돌하지 않으면서 동시에 교통체증에 영향받지 않는 교통수단 개발
개발단계	· 시범 운행 후 중단	· 컨셉 디자인
현황	**[미운영]** · 기술 부족과 사용성 입증 부족 · 특정 **지형이나 구조물에의 충돌우려 등 기존 도로의 한계, (Straddling Bus 하단으로 통행 못하는) 버스나 트럭 등을 위한 별도의 추가 도로 건설 필요 (또는 폭넓은 도로가 필요**함) · 불법 자금 모집 등 사기죄	**[구현 지연]** · 실제 구현할 수 있는 기술이 불충분하다고 판단 *2022년 카타르 월드컵에 맞추어 20여대의 자이로 트레인 설치를 논의 중이나, 구체적인 사항은 확인불가[530]
운행 제약사항	· **(일반차량의 시야 확보 문제) 고가버스가 일반 차량의 시야를 방해할 수 있다는 우려 제기** · (차선변경문제) **버스 하부에 위치한 자동차는 차선변경 등이 어렵다는 문제**가 제기됨 · (직선도로 필요) 대부분의 도심은 커브형 도로가 많이 존재하므로 **직선도로가 추가적으로 필요**함 · (버스 높이 문제) 기존 **도로 고가 시설물의 높이 제한은 4.5m로 4.6m 높이의 스트래들링 버스는 기존 고가 도로 아래로 통행 불가** * 중국 도로 고가 시설물 기준 ①고속도로 터널 높이 5m ②일반 도로 터널 높이 4.5m → 안전을 위해 최대 3.5m 이내의 차량만 통과 가능 · (차량 높이 문제) 버스 아래는 최대 2.1m의 차량만 통행 가능하므로 **차고가 높은 고속버스, 트럭 등에 대한 별도의 해결책 필요** (버스/트럭을 위한 별도 차선 마련 등) · (승용차 운전자 심리문제) 고가버스 하부 터널 높이가 기존 고가도로, 육교, 터널 등의 높이 기준(4.5m) 보다 낮아(2.2m) 심리적 압박 가능성 존재 · (중량문제) 1인 평균 75kg으로 계산하였을 때 차체와 합친 **최대 중량은 100톤을 초과할 것으로 예상하며**	· **(차량 시야문제) 기존 차량들의 시야문제**와 관련하여 주행에 대한 문제가 우려됨 · (기존 도로교통법 문제) 본 교통수단도 **'차량의 일부로 차선 위, 혹은 차량들 사이에서의 운행 정책/규제 등의 적용을 고려**해야함

구분	(중국) Straddling bus[528]	(터키) Gyroscopic Transport[529]
	이러한 무게를 도로가 견딜 수 있을지 분석 필요 · (정류장 공간 문제) **버스의 승하차를 위한 정류장이 많은 공간을 차지**하게 됨 · (기타) 운행 중 기술적 문제 발생시 교통체증, 배차 등 이슈발생	
장점	· 지하철 대비 유사한 수송능력 보유, 건설비용 및 차량 제작비용 저렴(지하철 1/6수준) 및 설치/제작 기간 감소(지하철 3~4년, 스트레들버스 1년) · **일반 버스 40~50대 대체효과**로 연간 864톤의 화석연료 절감 및 2,640톤의 탄소배출 감소 · 기타 대중 교통은 별도의 주차공간이 필요하나 스트래들링 버스는 특별한 주차공간이 필요치 않음	· 특수 목적 차량(소방차, 긴급출동 차량) 등으로 활용시 로 위 차량들을 가로질러 출동하고 화재현장, 응급현장등에 빠르게 도착하여 수습가능 · **(높이 조절 가능) 다리의 길이가 높이 조절이 가능하므로 육교 아래로 쉽게 통과 가능**
사양	· (1층)다리 역할의 지지대를 통해 승객 승·하차 (엘리베이터 활용) · (2층)승객 탑승 공간 · 탑승칸을 최대 4개까지 연결 가능(탑승칸 간 1m 연결 공간이 존재함)	· 2개의 다리와 2개 바퀴, 승객탑승칸(포드)으로 구성 · (타)원형을 유지해야 중심을 잃지 않음 · 내부는 비행기좌석 형태나 라운지 형태 등 가능
	· 가로 폭 7~7.8m 길이 36m 높이 4.6m ((1층)2.2m + (2층)2.4m)	· 포드를 받치고 있는 다리 높이 7m
	· (에너지원) **전기에너지** - 릴레이충전방식을 사용함 (**정류장에 별도의 전기충전레일이 연결되어 정류장 이동시 버스에 전원공급**) - 추후 **태양광 에너지** 등 활용 가능	· (연료) **태양광에너지** - 차체 지붕에 태양광 패널이 별도로 설치되어 있어 태양광에너지로 운행가능 - 아침 첫 운행시 디젤 발전기를 통해 플라이 휠을 15~20분정도 운행, 이후 태양광에너지로 전력을 공급받는 원리임 - 발전기 및 백업 배터리를 활용하여 지속적인 전력을 제공
	· 평균시속 40km, 최대 시속 60km · 앞뒤 구분없이 운행 가능 · 도로 양쪽의 **별도의 레일설치가 필요**함	· 별도 도로확장없이, 도로상 자이로스코픽의 바퀴가 들어갈 수 있는 띠 형태의 좁은 공간만 필요함 - 특수 강화 스트립을 사용 (마찰력 거의 없음)
	· **(주변 감지 센서)** 센서가 2.2m 이상의 높은 차량(트럭 등)을 식별하여 버스 밑으로 들어오지 못하게 경고음 송출 및 경고등이 작동	· **(주변 감지 센서)** 철제다리에 센서가 부착되어 있어, 이를 통해 장애물을 인식하고 경고등 표시 · 차량의 안정적인 무게중심을 잡기 위한 플라이휠 작동 → 외발 차량에 사용되는 것으로 추정됨
	· (수송능력)탑승칸 당 300명 탑승하여 최대 4개 연결 **→1,200~1,400명 탑승 가능하여 일반버스 40~50대와 맞먹는 수송능력**	· 포드에 300명 탑승
정류장	· **정류장은 2km마다 설치되며, 정류장에는 태양광 발전시설이 포함**됨 - (①고가도로형) 스트래들링의 높이가 같은 정류장으로 승객들은 에스컬레이터 리프트를 이용하여 정류장으로 올라갈 수 있으며 짐을 싣고내릴 수 있음 - (②지상형) 지상에 위치하나 스트래들링처럼 빈 공간이 존재하여 자전거 도로, 인도 등으로 사용가능, 버스가 정류장에 도착하면 센서도 작동	· 정류장에 대한 구체적인 내용 없음
안전 조치	· **사고시 승객이 탈출할 수 있는 비상구** 시스템 존재 - 장애물, 사고 등을 센서가 감지하면 비상 브레이크 기능이 사용되어 스트래들링 버스는 자동으로 정지 - 승객이 비상버튼을 누르면 비상게이트가 열리고 계단(사다리)가 내려오며 하차 가능	· 사고 발생시 차체 외부를 에어백으로 보호함(차량 충돌, 본체 낙하 등의 외부충격 감소용)

ㅇ 관련 기술(한국철도기술연구원, 무가선 저상트램 실용화 관련 기술) 수준 분석[531)]

- (개요) 국토교통부의 국가연구개발사업으로 무가선 저상트램시스템(차량 궤도, 신호, 법제도)의 개발이 완료된 상태이며 현재 부산 오륙도에서 실증사업 진행 중

· (과제명) 무가선 저상트램 시스템 개발(1단계)/무가선 저상트램 실용화(2단계)
· (연구목표) 무가선 저상트램 차량, 궤도, 신호, 법제도 개발
· (연구기간) 2009.12~2013.04(1단계)/2013.09~2017.01(2단계)
· (연구비) 363억원(1단계)/258억원(2단계)
· (참여기관) 철도연(주관), 현대로템, 도로교통공단, 코캄 외 10개 기관

- (특징) 무가선 저상트램의 실용화를 위한 차량시스템 신뢰성 확보, 도심지 트램 운행을 위한 인프라·신호·운영기술 확보
- (특징) 개발된 차량은 차상에 대용량 배터리를 탑재하여 1회 충전 시 만차 조건에서 35km 이상 주행 가능하며, 무가선 및 유가선 하이브리드* 방식으로 운행 가능

  * 노선거리가 길어 100% 무가선 주행이 불가할 경우 유가선을 혼용하여 시스템 가용성을 넓히고, 주행 중 배터리 충전을 통한 차량 유휴시간 감소 및 배터리 수명증대 효과

- (사양) 최소 곡선반경 25m, 최대 구배 6%의 조건에서 주행이 가능하도록 설계·제작

  * ※ 무가선 저상트램 연구를 분석하여 환승고가버스 기술 관련 키워드 도출에 참고하고자 현재 기술수준 및 개발현황을 정리함

[표 5-4] 무가선 저상트램 관련 기술 수준 및 개발 현황 분석

구분	기술	기술수준 및 개발현황
무가선 저상트램 실용화 기술 개발	무가선 트램 차량 시스템	· 대용량/고효율 배터리 기술에 의한 세계 최장거리 무가선 주행(35km) 달성 · 세계수준 저상 대차(탑승높이 35cm) 국산화 개발 · 누적 주행거리 6만km 달성→기술에 대한 신뢰성 확보 · 지붕탑재형 배터리 기술, 급속 지상충전장치 기술 등 보유 · 주요 전기장치부품 소형화 및 차량 경량화 · 트램 운행시 소음분포 특성을 파악하여 소음 예측 및 저감
	대용량 배터리 시스템	· 배터리 팩 상세 설계, 제작, 성능평가, 안전성 평가 – 차량에는 2개의 배터리 뱅크 탑재 – 각 배터리 뱅크는 2개의 칼럼(Column)이 직렬로 구성 – 각 Column 및 Bank는 최대전압이 796.8V, 최대용량이 196kWh로 전기적 구성을 이룸 – 각 칼럼은 8개의 서브팩으로 구성, 서브팩은 3개의 모듈로 구성 · 최적 배터리 가용 구간 설계 · 주행부하, 전류/출력범위, 온도/진동/충격환경 시험 실시 · 배터리 시스템 모니터링을 위한 컴퓨터 프로그램 개발 · 트램용 대용량 배터리 표준 규격 개발
트램 인프라	도로교통연계	· 트램신호장치(TRAMISIG) H/W, S/W 국산화 개발 – 실시간 ITS 무선통신을 적용하여 접근하는 트램 차상장치와 정보연계

528) Report on Straddling Bus (NORTH SOUTH UNIVERSITY, 2017)
529) https://www.youtube.com/watch?v=kC4DwcrE658&list=WL&index=1
530) https://www.globalconstructionreview.com/news/russian-revolution-inventor-proposes-gyroscope-sta/
531) 무가선 저상트램 실용화 최종보고서, 국토교통부, 2017.04

구분	기술	기술수준 및 개발현황
실용화 기술 개발	트램 신호/관제시스템	- 트램 관제센터와 정보연계(전용/자가망 기반) - 교차로 신호제어기와 정보연계 - 교차로 진입/진출/점유 검지기 정보수집 - 교차로 분기제어기와의 정보연계(외부 시스템(장치)과 유/무선 통신방식으로 실시간 연계하여 트램의 교차로 주행과 관련된 제반기능 수행) · 트램관제시스템(TOCCS) 국산화 개발 - 기능적으로 관제운행지원장치와 열차자동감시설비로 구분 - 관제운행지원장치는 도로교통연계, 트램우선신호, 시설물관리, 정류장 연계 등 운행 정시성 확보를 위한 제반업무 수행 - 열차자동감시설비는 분기구간 트램 진로제어, 스케쥴 관리 등 트램 안전운행에 관련된 제반업무 수행 · 무선통신기반 교차로 우선통과체계 및 분기진로제어체계 개발
	매립형 궤도 시스템	· 수지고정형 매립형 궤도 국산화 개발 - (매립궤도 구조) 베이스부가 없는 현장타설 매립궤도, 프리캐스트 ERS 레일, 프리캐스트 ERS 슬래브, 현장경화재를 이용한 이중방진 궤도, 폴리머 덮개를 가진 분리형 궤도, 친자전거 궤도 · 매립형궤도 신뢰성 검증 및 급속시공기술 개발 · 매립형 궤도 선로 유지보수 장치 개발 - 매립형 궤도는 유지보수가 거의 필요없이 장기간 사용할 수 있는 궤도구조이나 레일갱환, 콘크리트(슬래브) 균열보수, 레일홈 이물질 청소, 제설/제빙 등 운영 중 유지관리를 효율적으로 할 수 있는 장비가 중요 · 모터구동식 매립형 분기기* 시스템 국산화 개발(유지보수 매뉴얼, 중앙모니터링 포함) * 한 궤도에서 다른 궤도로 이동시키기 위하여 궤도상에 설치한 설비 · 이중방진 노반을 접목한 저진동/저소음 매립형 궤도 국산화 개발(기존 궤도선로 대비 진동 30% 또는 8dB이상 저감)
트램 운영기술 개발	트램 건설/운영/안전 관련 제도 정비	· 트램 운영 및 이용활성화를 위한 종합법령 및 매뉴얼 개발 - 도시철도법, 철도안전법, 도로교통법 제·개정 - 교통신호기, 교통안전표지, 교통노면표시 설치·운영·유지보수 매뉴얼 개발 · 트램 사고처리 등 안전관련 법령 개정 · 트램 보험제도 개발 등 트램 운영지원 · 철도안전관리체계 승인/검사체계 구축 · ICT를 이용한 무임승차 방지 기술 개발 - 실시간 통신을 이용한 요금징수장치-현장단말-센터 연계기술 및 체계 개발 · 트램 운전면허체계 구축 - 운전자 교육 및 운전면허시험 관련 지침·기준 개발, 교육 프로그램 개발
	사고저감기술	· 트램 충돌경보 및 긴급제동 시스템 구축 - 지능형 센서(카메라, 레이저 스캐너 등)를 이용하여 주변 환경정보 인식 - 트램내부 센서를 통해 속도 및 위치정보 획득 - 카메라 이미지의 필터링 알고리즘을 통해 선로에 대한 특징점 검출 및 이러한 특징점으로부터 수학적 선로 모델 생성 - 확률기반 물체 추적 알고리즘을 통해 물체의 위치, 속도 정보 및 방향정보 산출 - 산출한 선로 모델과 물체들의 위치 및 속도 데이터에 기반하여 충돌 판단 · 카메라를 이용한 디지털펜스를 통해 승강장에서 일어날 수 있는 안전사고를 예방하고자 도로주행보안솔루션 시스템 개발 · 트램 사고대응체계 구축 - 탈선사고 복구용 제크키트·기중기 등 장비 개발, 비상시 트램용 특수 구난차량으로 고장난 트램차량을 견인하여 차량기지로 대피, 차내 화재발생시 대처방안

□ 미래형 교통수단 적용 입지 분석|선정(안)

○ (대안 1) 제주도 : 육교 등 도로 시설물이 적고, 대중교통 이용 수요 높음

- 노선 365번 : 제주도의 평일 최다 이용 노선으로 유동인구가 많은 제주시 중산지역과 관덕정 등을 지나고 제주국제공항, 제주대, 한라대를 지나는 노선, 이용수요가 많음
- 노선 201번 : 두 번째로 이용인원이 많으며 제주시 버스터미널에서 일주동로를 따라 운행하여 서귀포시 성산읍을 거쳐 서귀포시 버스터미널까지 운행하는 왕복 노선
- 제주는 1주간 대중교통이용횟수 7.36회, 접근 소요시간 7.92분, 환승 이용율 58.45%, 환승 대기시간 8.86분, 환승 이동시간 6.86분 (2019 TS 자료)

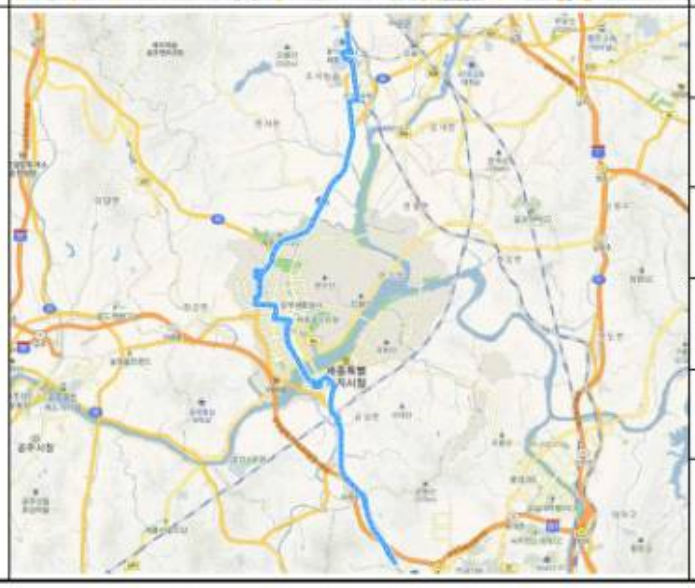
	노선도	구분	내용
1		노선명	365번
		유형	간선
		기·종점	제주대 ↔ 한라대
		첫차 / 막차	06:00 ↔ 22:00
		배차간격	8~12분
		하루평균 이용인원	11,593명
2		노선명	201번
		유형	간선
		기·종점	제주버스터미널 ↔ 서귀포버스터미널
		첫차 / 막차	05:35 / 21:40
		배차간격	14~30분
		하루평균 이용인원	9,494명

[그림 5-4] 미래형 교통수단 적용 입지 대안 (1)

○ (대안 2) 세종 : 기존 이용 수요 높은 BRT노선 활용, 지하철 대용 교통수단 역할

- 노선 990번 : 세종시의 평일 최다 이용 노선으로 반석역에서 오송역까지 운행하는 노선
- 노선 1000번 : 홍익대(조치원)에서 반석역을 연결하는 노선

  두 노선 모두 도램 마을 등의 아파트 단지, 정부청사, 세종 고속시외버스터미널을 경유하여 지역주민과 외지인의 이용수요 많음
- 세종은 1주간 대중교통이용횟수 7.58회, 접근 소요시간 8.51분, 환승 이용율 57.17%, 환승 대기시간 8.79분, 환승 이동시간 5.75분 (2019 TS 자료)

	노선도	구분	내용
1		노선명	990번(BRT1번)
		유형	급행
		기·종점	오송역 ↔ 반석역
		첫차 / 막차	05:00 / 00:30
		배차간격	5~16분
		하루평균 이용인원	8,366명
2		노선명	1000번
		유형	광역
		기·종점	홍익대(조치원) ↔ 반석역
		첫차 / 막차	05:30 / 00:20
		배차간격	15~20분
		하루평균 이용인원	5,637명

[그림 5-5] 미래형 교통수단 적용 입지 대안(1)

ㅇ (대안 3) 경기도

- 노선 88번 : 계양구, 부평구~여의도로 연결되는 노선
- 노선 광주 720-2번 : 수원대, 서현역, 판교 백현 마을을 잇는 노선
- 경기도는 1주간 대중교통이용횟수 8.56회, 접근 소요시간 8.11분, 환승 이용율 90.97%, 환승 대기 시간 8.4분, 환승 이동시간 6.24분 (2019 TS 자료)

	노선도	구분	내용
1		노선명	88번
		유형	일반
		기·종점	대장공영차고지 ↔ 여의도환승센터
		첫차 / 막차	03:50 / 23:00
		배차간격	4~9분
		하루평균 이용인원	39,145명
2		노선명	광주720-2
		유형	일반
		기·종점	경기고속차고지↔ 백현마을8단지
		첫차 / 막차	05:00 / 22:55
		배차간격	5~15분
		하루평균 이용인원	34,026명

[그림 5-6] 미래형 교통수단 적용 입지 대안(3)

※ 도시 설계 단계에서 미래 교통수단을 함께 고려할 필요가 있다면, 3기 신도시(남양주 왕숙, 하남 교산, 인천 계양, 고양 창릉, 부천 대장, 광명 시흥, 과천, 안산 장상)를 대상으로 추가 검토가능하나, 아직 도로교통망에 대한 자세한 정보가 없음

2. 사업의 주요 내용

2-1. 핵심 기술별 개발 내용

○ 본 사업은 도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 용량 증대를 위한 고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 개발 및 리빙랩 구축이 목표



[그림 5-7] 핵심 기술별 연구내용과 최종 성과

핵심항목	현재 수준(모습)	R&D 수행시 개선수준(모습)		향후 수준(모습)
		'23년 수준	최종 목표수준	
	~'22	'23	'27(종료년도)	'28~(종료이후)
대중교통 수송 부담	■ 45인승일반버스(차량단독주행) 정기노선 운행 ■ 세종 B0 노선 84인승 **굴절 버스 운행**	■ **대용량 대중교통 수단 및 운영 기술 개발** ■ 전용차로의 **설계** 및 도로운영 **기술 개발** ■ 신교통수단을 위한 환승시설 **설계** 및 통합관제 **기술 개발** ■ 수요 대응형 대중교통 운영시스템 **설계** ■ **신교통수단 상용화 기반 준비** - 안전기준 및 평가기술 개발 - 신교통수단 법·제도 및 표준기술 개발	■ **신교통수단 상용화 기반 완성** - 대중교통 기본계획 및 정책에 반영 - 상용화를 위한 법·제도 및 안전기준 정비 - 공공서비스 산업화 추진 ■ **테스트베드 실증** - 차량 안전성 검증 - 도로 운행 안전성 확보 - 이용자 환승 편의성 평가 - 수요 대응형 대중교통시스템 서비스 제공	■ **신교통 수단 출시** ■ **수요 응답형 신교통수단 사업화**

[그림 5-8] 핵심 기술개발 및 미래상

2-1-1. 핵심기술 1 : 고효율 대용량 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발

가. 기술 개발의 정의

○ 도시화의 교통문제를 해소하고 첨두시의 수요 과잉에 따른 대중교통 용량 부족을 해소할 수 있는 대중교통수단과 시스템

- 첨두시 수요에 대응할 수 있는 수요 대응형 대중교통수단
- 탄소 배출을 최소화할 수 있도록 하는 친환경 재생에너지원 기반의 운행
- 수요에 따라 모듈 형식으로 용량을 조정할 수 있는 모듈형 대중교통수단
- 고효율의 대용량 수송이 가능한 대중교통수단
- 미래 도로와 철도의 궤도를 이용할 수 있는 혁신 교통수단

[표 5-5] 기술개발의 정의

 모듈형 대중교통 시스템	[정의] 사물인터넷(IoT), 원격조정, 자율주행 등의 스마트 기술을 기반으로 운행되는 자동 조립식 레고형 대중교통 시스템 [활용] 노약자, 장애인, 취약계층의 도어 투 도어 이동 서비스 구현이 가능하며, 원하는 모듈을 붙였다 뗐다하며 택시(~3명), 밴(~6명), 버스(~수십명) 등의 형태로 활용 가능
 고효율 대용량 대중교통시스템	[정의] 대중교통 대중교통 수송 용량을 증대하기 위해 450명/1대를 수송할 수 있는 대용량 버스의 핵심기술과 인프라, 환승교통시스템 [활용] 교통 첨두시 대중교통수요가 많은 도시 지역을 잇는 구간에 일반인의 편의 증진을 위해 활용, 버스와 버스를 무선으로 연결하는 형태로 대용량 수요 분담 가능한 형태로 개발 가능

나. 기술 개발의 필요성

○ 도로교통 혼잡비용은 지속해서 증가, 2018년 67.76조원, GDP의 3.57%에 달하며, 이러한 문제 해결방안으로 대중교통 중심의 이동이 대두 → 수단분담률은 답보상태

○ 승용차 통행량 증가 및 나홀로차량|차량 재차 인원 감소로 교통 체증·혼잡 구간 증가

○ 도심지 주차공간 부족 및 불법주차로 인한 도시배회, 교통 흐름 상습저해 등 비효율 심각

○ 주차를 위해 배회·대기하는 차량으로 인한 상습적인 정체 및 주차공간 확보에 실패한 운전자가

불법 주정차를 함으로써 발생하는 사회경제적 비용 증가

ㅇ 대도시 광역거점간 출퇴근 시간이 지속해서 증가하여 신도시 교통환경에 불편함 가중

ㅇ Peak 시간대(전체 통행의 30%가 집중)의 대중교통 차내 혼잡|쾌적성 문제 → 대중교통 유인력을 떨어뜨리는 원인이며, Off-Peak 시간대의 일정 수준 서비스 수준 유지를 위한 과도한 차량 운행으로 온실가스배출, 운행손실(불필요한 교통량), 수송효율 저하 등 비효율 초래

ㅇ 수도권 내 현재 대중교통 운행의 접근성 및 효율성은 승용차보다 낮은 수준

ㅇ 한정된 도로 공간 한계 극복을 위한 도로 인프라 확장 및 연장은 교통 문제 해결의 실효성 측면에서 한계 (트래픽 증가 + 혼잡 완화 효과 낮음)

다. 과제 관련 동향

ㅇ 호주 뉴사우스웨일스(NSW)주는 안전하고 효율적이며 신뢰할 수 있는 교통·운송 시스템 구축 및 유지를 위해 NSW주 전역에 걸친 인프라와 서비스 계획, 전략 등을 수립 중

ㅇ 교통은 경제적·사회적 활동을 촉진하고, 장기적으로 경제·사회·환경 등 전 분야에 걸쳐 성과에 기여한다는 점에 기인하여 시골 및 외곽지역과 시드니를 포함하는 도시지역에 대하여 6가지 관점에서 미래 교통의 변화상 및 성과를 예측

- [1. 시골 및 외곽지역에서의 미래교통 예측] 시드니를 중심으로 하는 기존의 교통시스템에서 탈피하여, 지역 도시와 해당 지역 중심의 센터가 소비· 보건·교육·문화활동 및 고용·서비스 등을 제공하는 Hub로서 기능을 수행하고, 이를 중심으로 교통 시스템이 발산되는 'Hub & Spoke' 네트워크 모델에 초점을 맞출 것으로 예상하여 미래교통을 예측
- [2. 시드니를 포함하는 도시지역에서의 미래교통 예측] 사람과 상품의 효율적인 이동 지원과 토지 이용 및 서비스 접근, 인프라 수준 향상을 위해 지역 체계를 도시·시내·센터의 3가지 유형(Corridor)*으로 분류하고 미래교통을 관점별로 예측
  - 도시형(City-shaping) corridors : 주요 간선도로 및 대중교통의 영역으로, 도시간 대규모 이동을 빠르게 제공하며 주민과 기업의 의사결정을 형성하는 중심지역
  - 시내형(City-serving) corridors : 광역 중심에서 10km 이내의 고밀도 지역으로, 광역 도시 및 센터로의 높은 접근성을 제공하나, 지역 내 정차 패턴이 다소 빈번함
  - 센터형(Centre-serving) corridors : 버스, 보행, 자전거 등을 지원하는 영역으로, 가장 가까운 거리의 센터와 교차로간 사람을 연결

ㅇ NEXT社는 자율차 군집주행 기반의 교통수단으로, 각 모듈(Self-Driving Box)은 도시 내 다른

모듈과 결합|분리되어 주행하며, 모듈 결합시 모듈사이 문이 열려 모듈간 보행이 가능한 열린공간이 만들어 짐

- NEXT의 주요 기능은 [Module Couple] Smart Routing System을 통한 자율차량 주행 및 모듈의 결합|분리, [Redistribution] 모듈 결합시 승객 탑승률 최적화를 위해 모듈 내에서 재분배되어 에너지 소비량 저감 및 교통 효율화, [Logistics Optimization] Dynamic Modularity는 버스보다 교통효율이 높고 승용차의 편재성|유연성 장점 보유



자료 : 두바이 도로교통청

[그림 5-9] 〈(좌) NEXT社의 Modular형 Self-driving Car (우) 두바이에서 시범운행된 차량〉

- 2018년 두바이에서 6.5m 크기의 2개의 시제품을 시험했으며 최고속도는 90km/h로 측정, 두바이 2020 엑스포(21년으로 연기) 부지 내 방문객 운송을 위해 최소 4개의 모듈 구비 계획
- 두바이 정부는 교통 혼잡 및 기후온난화를 줄이기 위한 새로운 교통기술을 찾기 시작, 이 외에도 두바이 도시 내 드론택시와 운전자 없는 운송수단에 대한 실험 중

ㅇ 미래 모빌리티 컨셉 디자인 기업인 터키 Dahir Inssat은 단일 선로를 활용하는 Gyroscopic transport를 제안함

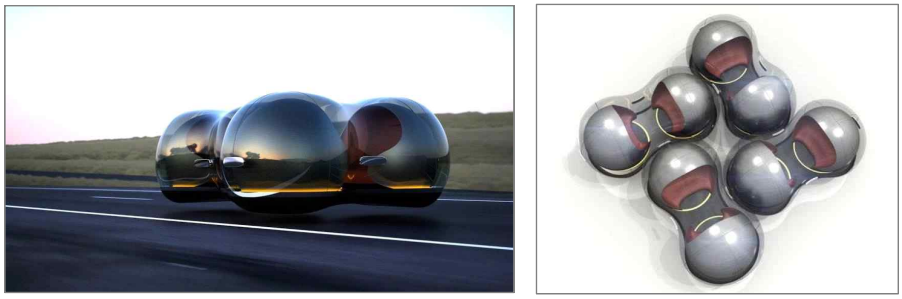
ㅇ 높낮이가 조절 가능하여 교량 아래를 통과할 수 있으며, 약 200여개의 좌석이 배치되도록 설계되었음

ㅇ 중국은 지난 2016년 두 다리가 있는(Straddling) 버스를 친우항다오市에서 시범 운행하였음



[그림 5-10] 〈(좌)Dahir Insaat의 Elevated Bus System 및 (우)출원한 특허 도면〉

ㅇ 르노의 미래형 디자인 공모전(2017년)에서 우승한 미래 자동차 컨셉으로, 자기부상 기술을 사용하며, 외부의 마그네틱 벨트를 통해 다수의 Pod가 서로 연결될 수 있음



[그림 5-11] 르노 미래 자동차 디자인 공모전 우승작 'The Float'

라. 기술 개발 목표

- 도시화의 교통문제를 해결하고 첨두시의 수요 과잉에 따른 대중교통 용량 부족을 해소할 수 있는 대중교통수단과 시스템 개발
- 고효율 대용량 대중교통수단의 개발과 시스템 설계
- 대중교통수단과 도로 인프라 간의 교통정보 및 제어시스템 개발
- 실도로 차량 안전 검증 시작품 개발 및 평가 등 대중교통수요에 맞는 대용량 신교통수단의 개발
- 첨두시 도심 내 교통혼잡 완화 및 대규모 수송용량의 버스를 개발하여 운행
- 대규모 용량을 수용하기 위해서는 일반버스를 여러대 연결하는 형태의 모듈형 버스를 고려할 수 있으며, 연결은 자율주행 및 무선통신 기술을 활용

  * 우선, 대용량 버스 핵심기술 개발과 운행 인프라 개발을 추진하고, 기존 도시의 대중교통이용 수요가 높은 구간 및 신도시 도로 구간에 적용·실증

AS-IS	TO-BE
〈첨두시 수송 용량 부족〉	
■ 첨두시 일반 버스는 수송 용량 부족하고, 교통 혼잡으로 인한 정체 심화	■ 첨두시 450명/1대 이상의 수송 용량 향상되고, 대중교통 이용 증가 효과
〈대중교통 만족도 저하〉	
■ 첨두시 버스 서비스 이용시 쾌적성, 청결성 낮아 대중교통 이용 및 수송 분담 저하	■ 첨두시 일반버스 대비 공간 넓고, 쾌적한 차내 환경 유지 가능해 만족도 향상 및 수송 분담 상승
〈비효율적 운행 및 환승 불편〉	
■ 첨두와 비첨두시 이용 수요 차이 커서 비효율로 운영되고 환승 불편	■ 수요 분산형 및 대응형으로 운영하여 운영 효율 높고, 환승시설 이용 용이
〈도로 위 차로 운행〉	
■ 일반 도로를 운행하여 도로 및 교통용량에 따라 교통정체 상습 경험	■ 도로와 이격된 공간을 활용해 운영하므로 도로교통상황에 따른 정체 최소화

[그림 5-12] AS-IS TO-BE 분석

마. 세부 연구 개발 내용

[표 5-6] 1세부 과제 연구개발 내용

구분	세부 연구내용
고효율 대용량 대중교통수단과 시스템 설계 및 개발	- 고효율 대용량 대중교통수단과 시스템의 기술 정의 및 차량 설계 · 대용량 대중교통수단의 용량 및 차량 설계 · 용량 설계에 따른 차량 기본 단위 설계 · 대중교통수단의 자동화 단위 및 연결 방법 설계 - 환승 시설과 연계한 대중교통수단과 종합 시스템의 정의 및 기준 · 환승 시설을 고려한 대중교통수단의 차량 설계 및 운영 기준 마련 · 환승 시설의 연계를 위한 대중교통 시스템 설계 · 환승 자동 연계 및 배차 시설 정보 연계 기준 마련 - 고효율 대용량 대중교통수단의 동력 분산 추진 제어시스템 개발 · 대중교통수단 구동시스템 개발 · 대중교통수단의 제어시스템 개발 · 차륜 제어시스템 개발 · 환승 제어 시스템 개발 - 친환경 모듈형 대중교통 시스템 개발 · 모듈형 대중교통시스템 설계 및 안전 기준 정립 · 친환경 에너지 충전 기술 · 차체 모듈형 연결 기술 - 중소 모듈형 대중교통 시스템 개발
대중교통수단-도로인프라 간 교통정보 및 제어시스템 개발	- DRT 교통신호 정보를 연계한 속도 및 경로 선택 시스템 개발 - 대중교통 노선의 도로운행 상태 모니터링 시스템 개발 - 대중교통 관제 및 버스 제어 시스템 개발 - 대중교통수단-도로 모니터링 기술 개발 - 노선별 교통정보 수집 및 안전정보 제공 기술 개발 - 대중교통수단의 운행 안전 확보를 위한 보안 기술 개발 및 적용 - 보안 안전성 검증 기술 개발
실도로 차량 안전 검증 시작품 개발 및 평가	- 실도로 환경의 검증을 위한 시작품 개발 - 실도로 환경 검증을 위한 버스 운영시스템 개발 - 실도로 차량 안전성 평가 시나리오 개발 - 실도로 차량 안전성 평가 지표 및 효과 평가 - 실도로 보안 안전성 평가 지표 개발 및 적용

바. 세부 성과 지표 내용

[표 5-7] 1세부 성과지표 내용

성과지표명	1세부 과제 목표치					측정방법
	'23	'24	'25	'26	'27	
대중교통수단 관련 기준 및 지침, 설계서	3*	2	2	1	1	기준 및 지침 개수
대중교통수단-도로인프라간 대응 신기술(특허 등록)	0	2	2	3	2	특허 개수
대중교통수단-도로인프라간 대응 신기술(제품/시작품)	0	2	3	3	3	제품/지작품 개수
대중교통 수단 기반기술 (SW개발)	0	2	3	3	3	기반기술 건별 개수
대중교통 수단 기반기술 (인프라 구축)	0	0	0	0	0	구축 건수
논문게재 (전체게재수/SCI수)	(2/0)	(5/0)	(5/3)	(8/4)	(10/2)	논문게재 개수
실용화 (현장적용)	0	0	0	0	1	현장적용 개수
법령 개정	0	0	0	0	0	법령 개정 수

바. 1세부과제 성과물

[표 5-8] 1세부 과제 연구개발 성과물

구분	연구 개발 성과물
고효율 대용량 대중교통수단과 시스템 설계 및 개발	- 고효율 대용량 대중교통수단과 시스템의 기술 정의서 및 차량 설계서 · 대용량 대중교통수단의 용량 및 차량 설계서 · 용량 설계에 따른 차량 기본 단위 설계서 · 대중교통수단의 자동화 단위 및 연결 방법 설계서 - 환승 시설과 연계한 대중교통수단과 종합 시스템의 정의서 및 기준서 · 환승 시설을 고려한 대중교통수단의 차량 설계서 및 운영 기준서 · 환승 시설의 연계를 위한 대중교통 시스템 설계서 · 환승 자동 연계 및 배차 시설 정보 연계 기준서 - 고효율 대용량 대중교통수단의 동력 분산 추진 제어시스템 시작품 · 대중교통수단 구동시스템 S/W, H/W · 대중교통수단의 제어시스템 S/W, H/W · 차륜 제어시스템 S/W, H/W · 환승 제어 시스템 S/W, H/W - 친환경 모듈형 대중교통 시스템 시작품 · 모듈형 대중교통시스템 설계서 및 안전 기준서 · 친환경 에너지 충전 기술 설명서 · 차체 모듈형 연결 시스템 S/W, H/W - 중소 모듈형 대중교통 시스템 S/W, H/W
대중교통수단-도로인프라 간 교통정보 및 제어시스템 개발	- DRT 교통신호 정보를 연계한 속도 및 경로 선택 시스템 S/W, H/W - 대중교통 노선의 도로운행 상태 모니터링 시스템 S/W, H/W - 대중교통 관제 및 버스 제어 시스템 S/W, H/W - 대중교통수단-도로 모니터링 시스템 S/W, H/W - 노선별 교통정보 수집 및 안전정보 제공 시스템 S/W, H/W
실도로 차량 안전 검증 시작품 개발 및 평가	- 실도로 환경의 검증을 위한 시작품 - 실도로 환경 검증을 위한 버스 운영시스템 시작품 - 실도로 차량 보안 및 안전성 평가 시나리오 개발서 - 실도로 차량 보안 및 안전성 평가 지표 및 효과 평가서

2-1-2. 핵심기술 2 : 대용량 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 운영 기술 개발

가. 기술 개발의 정의

○ 고효율 대용량 대중교통수단이 안전하게 운행 할 수 있는 대중교통전용도로의 설계 및 구축, 차량과 도로가 상호 협력해 운행가능한 도로 기술 및 시스템

- 미래 수요 응답형으로 운영될 대중교통수단의 크기, 높이, 길이 등에 따라 기존의 도로에서 운영 여건의 적합성을 파악 필요를 위한 신개념의 도로 설계 도입
- 차량과 도로가 상호 협력해서 운행 될 수 있도록 ICT 기능이 접목된 도로
- 대중교통수단의 전용 인프라 도로 설계와 구조물 설계 등을 포함

나. 기술 개발의 필요성

○ 대도시권 도로용량 확대|도심 교통혼잡 개선을 위한 대중교통 중심의 교통수단|서비스 혁신 필요

○ 교통 이용의 수요-공급간 Gap을 해소할 수 있는 수요기반의 유연한 교통수단|서비스 개발 필요

○ 이용자 중심의 편이성 향상, 환승체계 개선 등 서비스질 개선 필요 → 대중교통 이용자 유입 필요

○ 운영자|주행방식 관점에서의 에너지 효율적, 시간 효율적, 비용 효율적인 교통시스템 필요

○ 물리적 도로인프라 연장·확장의 한계를 극복할 수 있는 혁신기반 교통수단|시스템 필요

○ 고효율 대용량 대중교통수단의 도로 운행 방법은 기존의 도로와 달라 새로운 연구 개발의 필요성 제기

다. 과제 관련 동향

○ 중국과 터키는 도심 교통혼잡을 경감하고 복잡한 환승 수요를 분산하기 위한 고가버스 개발 중이며, 기존 일반 도로를 최대한 활용한 고가버스 개발 (일정 도로 폭 및 높이 확보 필요) 시도 중이고, 기존 지하철역 및 버스정류장과 연결되는 환승 시스템 및 도로 운행 기반 기술 개발 중

라. 기술 개발 목표

○ 고효율 대용량 대중교통수단을 도입하여 도로에서 운행할 수 있도록 하고, 차량과 도로가 상호 협력해서 운행 될 수 있도록 하는 대중교통 전용 도로 설계 및 운영

- 고효율 대용량 대중교통수단전용 인프라 설계
- 대중교통수단의 전용 인프라 구조물 설계 및 개발
- 인프라 운영 방법 및 운영 가이드라인 개발
- 대중교통수단의 관제센터 개발 및 효과 평가 등

마. 세부 연구 개발 내용

[표 5-9] 2세부 과제 연구개발 내용

구분	세부 연구내용
고효율 대용량 대중교통수단 전용 인프라 설계 기준 마련	- 대용량 고효율 대중교통수단의 도로 인프라 설계 기준 마련 · 도로 인프라의 기본 요구조건 정립 · 대중교통수단과 도로 안전 시설물의 요구사항 정립 · 교통류와의 상충 및 안전 요구사항 정립 · 전용도로의 형태 및 다른 도로와의 연결성 확보 방안 마련 - 전용 인프라 구축 요구사항 정립 · 도로의 선형, 곡률, 궤도 등의 형태 · 전용 도로인프라 선정을 위한 기준 마련 · 기존 도로의 교통량과 하중 등 - 수요 대응형 도로교통체계 운영 전환 기술 - 입체 교차구간 및 복합 차로구간 운영 제어 기술
고효율 대중교통수단 전용 인프라 구조물 설계 및 개발	- 전용 인프라 안전 시설물 개발 - 안전 확보를 위한 도로 센서 개발 - 운행 인프라 개발
대중교통수단 전용 인프라 운영 및 운영 가이드라인 개발	- 인프라 구축 및 운영을 위한 지침 마련 - 차로 운영 입체화 기술 개발 - 안전 시설, 도로 가이던스 센서, 안전시설 진입 등 안전 운영을 위한 고려사항과 의무사항 등 제시 - 도로 및 통행의 정책과 법제도 정비
대중교통수단의 관제센터 개발 및 효과 평가	- 운행 모니터링 센터 개발 - 돌발상황 대응 시스템 개발 - 수용 응답형 배차관리 시스템 개발 - 대중교통수단 운영 효과 및 안전성 평가 기술 개발

바. 세부 성과 지표 내용

[표 5-10] 2세부 성과지표 내용

성과지표명	1세부 과제 목표치					측정방법
	'23	'24	'25	'26	'27	
대중교통수단 관련 기준 및 지침, 설계서	1*	2	2	3	1	기준 및 지침 개수
대중교통수단-도로인프라간 대응 신기술(특허 등록)	0	0	1	1	1	특허 개수
대중교통수단-도로인프라간 대응 신기술(제품/시작품)	0	1	1	1	1	제품/지작품 개수
대중교통 수단 기반기술 (SW개발)	0	1	0	2	1	기반기술 건별 개수
대중교통 수단 기반기술(인프라 구축)	0	0	0	1	0	구축 건수
논문게재(전체게재수/SCI수)	(2/0)	(5/0)	(5/3)	(8/4)	(10/2)	논문게재 개수
실용화(현장적용)	0	0	0	1		현장적용 개수
법령 개정	0	0	0	1	1	법령 개정 수

사. 2세부과제 성과물

[표 5-11] 2세부 과제 연구개발 성과물

구분	연구 개발 성과물
고효율 대용량 대중교통수단 전용 인프라 설계 기준 마련	- 대용량 고효율 대중교통수단의 도로 인프라 설계서 · 도로 인프라의 기본 요구조건 설명서 · 대중교통수단과 도로 안전 시설물의 요구사항 설명서 · 교통류와의 상충 및 안전 요구사항 설명서 · 전용도로의 형태 및 다른 도로와의 연결성 확보 방안 설명서 - 전용 인프라 구축 요구사항 정립 지침서 · 도로의 선형, 곡률, 궤도 등의 형태 지침서 · 전용 도로인프라 선정을 위한 기준 지침서 · 기존 도로의 교통량과 하중 등 지침서 - 수요 대응형 도로교통체계 운영 전환 S/W - 입체 교차구간 및 복합 차로구간 운영 제어 S/W
고효율 대중교통수단 전용 인프라 구조물 설계 및 개발	- 전용 인프라 안전 시설물 시작품 - 안전 확보를 위한 도로 센서 시작품 - 운행 인프라 시작품
대중교통수단 전용 인프라 운영 및 운영 가이드라인 개발	- 인프라 구축 및 운영을 위한 지침서 - 차로 운영 입체화 기술 설명서 - 안전 시설, 도로 가이던스 센서, 안전시설 진입 등 안전 운영을 위한 고려사항과 의무사항 등 지침서 - 도로 및 통행의 정책과 법제도 개정(안)
대중교통수단의 관제센터 개발 및 효과 평가	- 운행 모니터링 센터 시작품 - 돌발상황 대응 시스템 S/W, H/W - 수용 응답형 배차관리 시스템 S/W, H/W - 대중교통수단 운영 효과 및 안전성 평가 방법론

2-1-3. 핵심기술 3 : 대용량 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발

가. 기술 개발의 정의

○ 대용량 교통수단과 연계해 이용 편의성을 높이고 환승 문제를 해결할 수 있는 환승시설 설계 및 구축, 대중교통 서비스 향상을 위한 환승체계 개선 기술

- 대용량 대중교통수단과 연계운영될 수 있는 환승 시설 설계 및 시스템
- 수요 분산형 대중교통수단의 정차, 환승 등이 연계될 수 있는 교통체계 시설
- 환승 시설 내의 도로 연계 및 운영 기술 등

나. 기술 개발의 필요성

○ 대도시권 도로용량 확대|도심 교통혼잡 개선을 위한 대중교통 중심의 교통수단|서비스 혁신 필요

○ 교통 이용의 수요-공급간 Gap을 해소할 수 있는 수요기반의 유연한 교통수단|서비스 개발 필요

○ 이용자 중심의 편이성 향상, 환승체계 개선 등 서비스질 개선 필요 → 대중교통 이용자 유입 필요

○ 운영자|주행방식 관점에서의 에너지 효율적, 시간 효율적, 비용 효율적인 교통시스템 필요

○ 물리적 도로인프라 연장·확장의 한계를 극복할 수 있는 혁신기반 교통수단|시스템 필요

다. 과제 관련 동향

○ 싱가포르 DART(Dynamic Autonomous Road Transit)는 도심 교통혼잡 최적화를 위한 수요기반 유동적 교통수단 서비스를 개발하여 대중교통 이용자의 편의성 향상 등 대중교통 서비스 질 개선을 목적으로 실증 중

○ 완전 자율형 차량 모듈에 첨단교통시스템이 통합되어 기존 대중교통시스템(Mass Rapid Transit)과 버스 간의 수용인원 격차 해소 목적으로 개발함

○ 이동 수요에 따라 군집주행 + 일정경로 운행하며, 수요가 적은 경로는 단일 모듈 운행

○ 핵심요소는 AV(DART Modules), 지능형 정류소 및 도로인프라(DART Infrastructure), 중앙교통관리(DART Central), 협력 지능형 교통시스템(DART Connect), 전기 충전|공급 인프라(DART Power)로 구성됨

○ 차량단 수용인원이 매우 유연하기 때문에 변화하는 수요에 대응 강화, 주변 교통에 미치는 영향을 최소화하면서 효율적이고 원활한 이동을 지원함, 지능형 버스정류장과 통합함으로써 환승 대기시

간 단축 가능함 DART 시스템의 가장 큰 특징인 군집 주행은 이용자의 수요를 기반으로 유연하게 분리·결합하여 운행이 가능하도록 지원하는 기술

- ㅇ DART 군집 주행으로 빈도를 일정하게 유지하면서 실수요에 따라 모듈수, 즉 수용인원 조정이 가능하여 서비스 신뢰성 향상 및 승객 대기시간 단축에 도움
- ㅇ 신뢰성 있는 서비스 제공을 위해 배차간격은 높고 신뢰 가능한 빈도 유지가 필요한데, 버스의 경우 수요가 적은 기간에 높은 빈도로 운행되는 경우 적정한 승객이 수용되지 않아 비효율적인 요소를 개선
- ㅇ 커넥티드 대중교통 차량 뒤에 있는 일반 차량은 대중교통 차량에 즉시 길을 만들어주기 위해 다른 차선으로 이동하는 원리, 이 개념은 현재 DART 시스템에서 구현하기 위해 연구 진행 중
- ㅇ 자율주행 +ICT 기술 기반의 수요관리로 교통효율 최적화|편이성 개선을 위한 교통 시스템과 입체적 인프라(수요분산)를 활용한 교통수단|시스템 중심으로 기술혁신 활발
- ㅇ 해외 주요국들은 새로운 교통수단 및 서비스 혁신을 위한 적극적인 노력/투자 진행 → 새로운 유형의 교통수단 및 서비스 혁신이 지속해서 등장 중 → 경쟁 치열
- ㅇ 교통수단(교통체계) 혁신 및 경쟁력 확보를 위해서는 해당 산업육성을 위한 투자 필요
- ㅇ 환승 시설에 대한 정부의 지원과 기술개발, 실증 활발


서울역 환승센터



꾸리찌바의 버스환승


청림리역 환승센터

[그림 5-13] 서울시 환승 체계

- ㅇ 기존의 환승 시설은 각 교통수단을 염두하고 체계적으로 건설되지 못하였기에 과다한 환승 거리와 환승 시간이 소요하게 되어 원활한 환승 시스템 구축이 되지 않은 부분이 가장 큰 문제점으로 부각
- ㅇ 환승을 위한 동선이 체계적이지 않아 적절한 환승 동선이 구축되지 않았으며, 동선상의 장애물 등으로 인해 이동에 어려움을 겪는 사례가 많아 환승 교통 수단과 이동 경로 등의 개선 노력 중
- ㅇ 기존과 달리 환승센터의 유형에 따라 다른 설계가 필요하며, 이용 가능한 교통수단에 따른 효율적인 환승 동선의 구축 및 편의시설의 배치가 필요

라. 기술 개발 목표

○ 대용량 교통수단의 이용 편의성 증대 및 도시내에서의 환승 문제를 해결할 수 있는 환승시설 설계 및 구축, 대중교통 서비스 향사에 필요한 환승체계 개선 및 제도 개선

- 대용량 대중교통수단 환승 시설 설계 및 시시템 구축
- 수요 분산형 교통체계 시설 개발
- 환승 시설 내 운영 기술 개발
- 현장 적용 및 제도화 등

마. 세부 연구 개발 내용

[표 5-12] 3세부 과제 연구개발 내용

구분	세부 연구내용
대용량 대중교통수단 환승시설 설계 및 시스템 구축	- 대용량 대중교통수단의 환승 시설 설계 지침 · 환승 대중교통수단의 환승 흐름 및 교통 연계 정립 · 대용량 대중교통수단의 정차, 환승 시설 설계 · 환승 시설 내 접속 및 연계 시설 설계 · 환승 시설의 도로, 표지판, 교통정보 시설물 설계 - 환승 시설 인프라 설계 및 구축 · 정류장, 환승장, 보행자 경로 등을 고려한 안전성 확보 · 기존 환승시설의 활용 방안 및 요구조건 제시 · 기존 환승시설의 개선 지침 마련 - 환승 시설 입지 적정성 기준 마련
수요 분산형 교통체계 시설 개발	- 교통 분산 교통 및 환승시설 입체화 기술 개발 · 혼잡구간 환승시설 구축 기술 · 스마트 모빌리티 복합 환승 시설 구축 기술 · 환승 연계도로 시설의 입체화 기술 - 환승 시설 내 환승 수요 운영 제어 기술 - 환승 시설 내 운영 안전 및 보안 확보 기술
환승 시설 내 운영 기술 개발	- 수요 대응형 대중교통수단의 운영 및 안전 관리 기술 - 대중교통수단의 환승, 운영, 관제 기술 - 환승 시설 내 교통 연계 시나리오 개발 - 환승 시설 내 효과 검증 및 실증 평가 기술 개발
현장 적용 및 제도화	- 대중교통 환승 시설의 지침 개정 - 디양한 교통수단에 적용 가능한 환승 시설 지침 마련 - 대중교통 및 교통약자의 시설 개정 - 대중교통기본계획의 적용 구간 및 시범 사업 추진 방안 마련

바. 세부 성과 지표 내용

[표 5-13] 3세부 성과지표 내용

성과지표명	1세부 과제 목표치					측정방법
	'23	'24	'25	'26	'27	
대중교통수단 관련 기준 및 지침, 설계서	1*	2	2	2	1	기준 및 지침 개수
대중교통수단-도로인프라간 대응 신기술(특허 등록)	0	0	2	2	1	특허 개수
대중교통수단-도로인프라간 대응 신기술(제품/시작품)	0	1	1	1	1	제품/지작품 개수
대중교통 수단 기반기술 (SW개발)	0	0	0	2	1	기반기술 건별 개수
대중교통 수단 기반기술(인프라 구축)	0	0	1	1	0	구축 건수
논문게재(전체게재수/SCI수)	(2/0)	(5/0)	(5/3)	(8/4)	(10/2)	논문게재 개수
실용화(현장적용)	0	0	0	1	1	현장적용 개수
법령 개정	0	0	1	1	1	법령 개정 수

사. 3세부과제 성과물

[표 5-14] 3세부 과제 연구개발 성과물

구분	연구 개발 성과물
대용량 대중교통수단 환승시설 설계 및 시스템 구축	- 대용량 대중교통수단스의 환승 시설 설계 지침서 · 환승 대중교통수단의 환승 흐름 및 교통 연계 정립 설명서 · 대용량 대중교통수단의 정차, 환승 시설 설계서 · 환승 시설 내 접속 및 연계 시설 설계서 · 환승 시설의 도로, 표지판, 교통정보 시설물 설계서 - 환승 시설 인프라 설계서/ 시작품 · 정류장, 환승장, 보행자 경로 등 설계서 · 기존 환승시설의 활용 방안 및 요구조건 지침서 · 기존 환승시설의 개선 지침서 - 환승 시설 입지 적정성 기준서
수요 분산형 교통체계 시설 개발	- 교통 분산 교통 및 환승시설 입체화 기술 개발 · 혼잡구간 환승시설 구축 시작품 · 스마트 모빌리티 복합 환승 시설 구축 시작품 · 환승 연계도로 시설의 입체화 시작품 - 환승 시설 내 환승 수요 운영 제어 H/W, S/W
환승 시설 내 운영 기술 개발	- 수요 대응형 대중교통수단의 운영 및 안전 관리 기술서 - 대중교통수단의 환승, 운영, 관제 H/W, S/W - 환승 시설 내 교통 연계 시나리오 개발서 - 환승 시설 내 효과 검증 및 실증 평가(안)
현장 적용 및 제도화	- 대중교통 환승 시설의 지침 개정(안) - 대중교통 및 교통약자의 시설 개정(안) - 대중교통기본계획의 적용 구간 및 시범 사업 추진(안)

2-1-4. 핵심기술 4 : 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

가. 기술 개발의 정의

○ 고효율 대용량 대중교통수단의 안전성과 신뢰성을 평가하고, 제공되는 서비스의 국민 수용성을 높이기 위한 리빙랩 구축 및 운영 기술

- 신교통수단의 시스템 통합 및 운영, 시스템 검증 및 효과 평가를 위한 시스템 운영 기술

나. 기술 개발의 필요성

○ 다양한 교통수단이 등장하고 있으며, 시스템의 안전성과 신뢰성을 검증하기 위한 리빙랩 사업이 광범위하게 추진중이며, 상용화를 위한 리빙랩 테스트베드의 역할이 큼

○ 기술의 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 교통혼잡이 상습적으로 발생하고 대중교통 수요가 높은 지자체에 기술을 적용해 시미의 수용성을 확인

○ 국토교통부, 지자체 등 대중교통시설 및 운영 관할 정부 부처의 정책수립과 개선도출에 활용하며, ICT 등 첨단 기술과 융합한 형태의 스마트 모빌리티 구현, 스마트시티의 구축 및 운영, 비용효율적인 대중교통시스템 최적 구축·관리 평가

○ 개발기술을 실제 도시의 대중교통서비스 제공 지역과 구간에 적용 효율성과 안전성을 확보하기 위한 시범 적용 후 상용화를 준비

다. 과제 관련 동향

○ 모빌리티 서비스(자율주행, 스마트모빌리티, MaaS 등)의 교통체계 측면의 효율적 이용환경 구축을 통해 이동 측면의 Door-to-door (D2D) 연결성 강화 및 이동시간 감소를 위한 미래형 교통체계 기술개발 및 리빙랩 실증 활발

○ 대중교통, 공유차와 개인형 이동수단을 연계한 서비스, 수요응답형 서비스 등을 제공하기 위한 실증 가속화 중이며, MaaS(Mobility as a Service) 서비스와 연계 제공, 일본과 유럽을 중심으로 MaaS 시스템과 제도를 마련 서비스 제공 중

○ 국내는 스마트 모빌리티 및 주차공유 공유지원 기술 개발 R&D 추진 중이며, 세종과 대구 등에서 서비스 실증하고, 서울시는 MaaS 추진 중

○ 싱가폴은 도심 교통혼잡 최적화를 위한 수요기반 유동적 교통수단 서비스를 개발하여 대중교통 이용자의 편의성 향상 등 대중교통 서비스 질 개선 중이며 서비스 실증 중

○ 차량단 수용인원이 매우 유연하기 때문에 변화하는 수요에 대응 강화, 주변 교통에 미치는 영향을 최소화하면서 효율적이고 원활한 이동을 지원함, 지능형 버스정류장과 통합함으로써 환승 대기시간 단축 등의 효과

○ 국내에서는 모빌리티 실증을 위한 다양한 리빙랩 사업이 추진되고 있으며, 여객과 화물의 자율주행차 기술 상용화를 위한 기술 개발과 서비스 실증 경쟁 치열

라. 기술 개발 목표

○ 고효율 대용량 대중교통서비스를 실증하고 구현하기 위한 리빙랩 구축 및 운영

- 신교통수단의 시스템 통합 및 운영
- 서비스 구현 등을 목적으로 리빙랩 환경을 구축
- 현장 적용 및 평가
- 상용화 촉진 방안 마련 등

마. 세부 연구 개발 내용

[표 5-15] 4세부 과제 연구개발 내용

구분	세부 연구내용
리빙랩 환경 구축	- 리빙랩 선정 및 환경 구축 방안 수립 - 테스트베드의 기능 및 요구조건 마련 - 도시유형별 리빙랩 구축 * 인구규모, 광역연결특성 등에 따른 리빙랩 대상 도시 선정 - 중소규모의 서비스 형태별 리빙랩 구축 * 포스트코로나 미래교통 실증형, 스마트모빌리티 이용지원형, 교통소외지역/교통약자 이동지원형 등과 연계
리빙랩 현장 적용 및 평가	- 안전성 평가를 위한 테스트베드 구성 방안 마련 - 안전성 평가 시나리오 개발 - 안전 기준 및 평가 기술 개발 - 현장 운영 및 효과 평가 방법 마련
리빙랩 후 상용화 촉진 방안 마련	- 대중교통 도로 인프라 지원 방안 - 여객자동차운수사업법 등 관련 법 개정 등

바. 세부 성과 지표 내용

[표 5- 16] 4세부 성과지표 내용

성과지표명	4세부 과제 목표치					측정방법
	'23	'24	'25	'26	'27	
대중교통수단 관련 기준 및 지침, 설계서	0	0	1	1	1	기준 및 지침 개수
대중교통수단-도로인프라간 대응 신기술 (특허 등록)	0	0	0	1	1	특허 개수
대중교통수단-도로인프라간 대응 신기술 (제품/시작품)	0	0	0	0	1	제품/지작품 개수
대중교통 수단 기반기술 (SW개발)	0	0	0	0	1	기반기술 건별 개수
대중교통 수단 기반기술 (인프라 구축)	0	0	0	3	0	구축 건수
논문게재 (전체게재수/SCI수)	(0/0)	(0/0)	(2/0)	(4/1)	(4/1)	논문게재 개수
실용화 (현장적용)	0	0	0	1	2	현장적용 개수
법령 개정	0	0		1	1	법령 개정 수

사. 4세부과제 성과물

[표 5-17] 4세부 과제 연구개발 성과물

구분	연구개발 성과물
리빙랩 환경 구축	- 리빙랩 환경 구축 통합 S/W, H/W - 테스트베드의 기능 및 요구조건 설명서 - 도시유형별 리빙랩 구축 시설물 3건
리빙랩 현장 적용 및 평가	- 안전성 평가 시나리오 설명서 - 안전 기준 및 평가 기술 지침서 - 현장 운영 및 효과 평가 보고서
리빙랩 후 상용화 촉진 방안 마련	- 대중교통 도로 인프라 지원(안) - 여객자동차운수사업법 등 관련 법 개정(안)

2-2. 연구과제 연계 관계

2-2-1. 세부과제간 연계 관계

○ 본 기획과제는 기존 도시문제를 해결하고, 도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 증대를 위한 수요 분산형 대용량 교통수단 개발을 주요 목표로 추진하며 4개의 세부 과제로 구성

- 세부 과제 1: 고효율 대용량 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발
- 세부 과제 2: 대용량 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발
- 세부 과제 3: 대용량 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발
- 세부 과제 4: 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

○ 각 세부 과제의 주요 연구 내용은 다음과 같음

- 세부 과제 1: 고효율 대용량, 모듈형 대중교통수단의 개발과 시스템 설계, 대중교통수단과 도로 인프라 간의 교통정보 및 제어시스템 시스템 개발, 실도로 차량 안전 검증 시작품 개발 및 평가 등이며 대중교통 수요에 맞는 대용량 신교통수단의 개발에 초점
- 세부 과제 2: 고효율 대용량 대중교통수단 전용 인프라 설계, 대중교통수단의 전용 인프라 구조물 설계 및 개발, 인프라 운영 방법 및 운영 가이드라인 개발, 대중교통수단의 관제센터 개발 및 효과 평가 등을 포함하며, 대중교통수단이 운행할 수 있는 기반 인프라를 개발하고 구축하는 데 집중
- 세부 과제 3: 대용량 대중교통수단 환승 시설 설계 및 시스템 구축, 수요 분산형 교통체계 시설 개발, 환승 시설 내 운영 기술개발, 현장 적용 및 제도화를 포함하며, 대중교통수단의 환승을 위한 시스템과 인프라를 구축하는 목적으로 추진
- 세부 과제 4: 신교통수단의 시스템 통합 및 운영, 서비스 구현 등을 목적으로 리빙랩 환경을 구축하고, 현장 적용 및 평가, 상용화 촉진 방안 마련 등 추진

○ 각 세부 과제 간에는 다음과 같은 연계 관계가 있으며, 이러한 연계성을 검토하고 상호 개발이 효율적으로 추진될 수 있도록 조직화 및 추진체계

- 세부 과제 간의 연계성을 보면 세부 과제1은 고효율 대용량, 모듈형 대중교통수단의 개발과 시스템 개발에 집중하며, 이러한 미래 교통체계와 교통수단이 운행될 수 있도록 세부 과제 2에서는 도로 인프라를 개발하고 운영 가이드라인을 제공함
- 세부 과제 3은 세부 과제 1에서 개발된 대용량 모듈형 대중교통수단이 도시 내에서 편리하게 운영될 수 있도록 환승 체계와 연결하고, 필요한 환승 시설을 개발 및 구축하여 대중교통 이동성을 향상할 수 있도록 마련하고, 세부 과제 4에서는 리빙랩을 구축하여 서비스를 구현하고 법과 제도를 마련하며, 통합적인 운영을 할 수 있도록 준비함

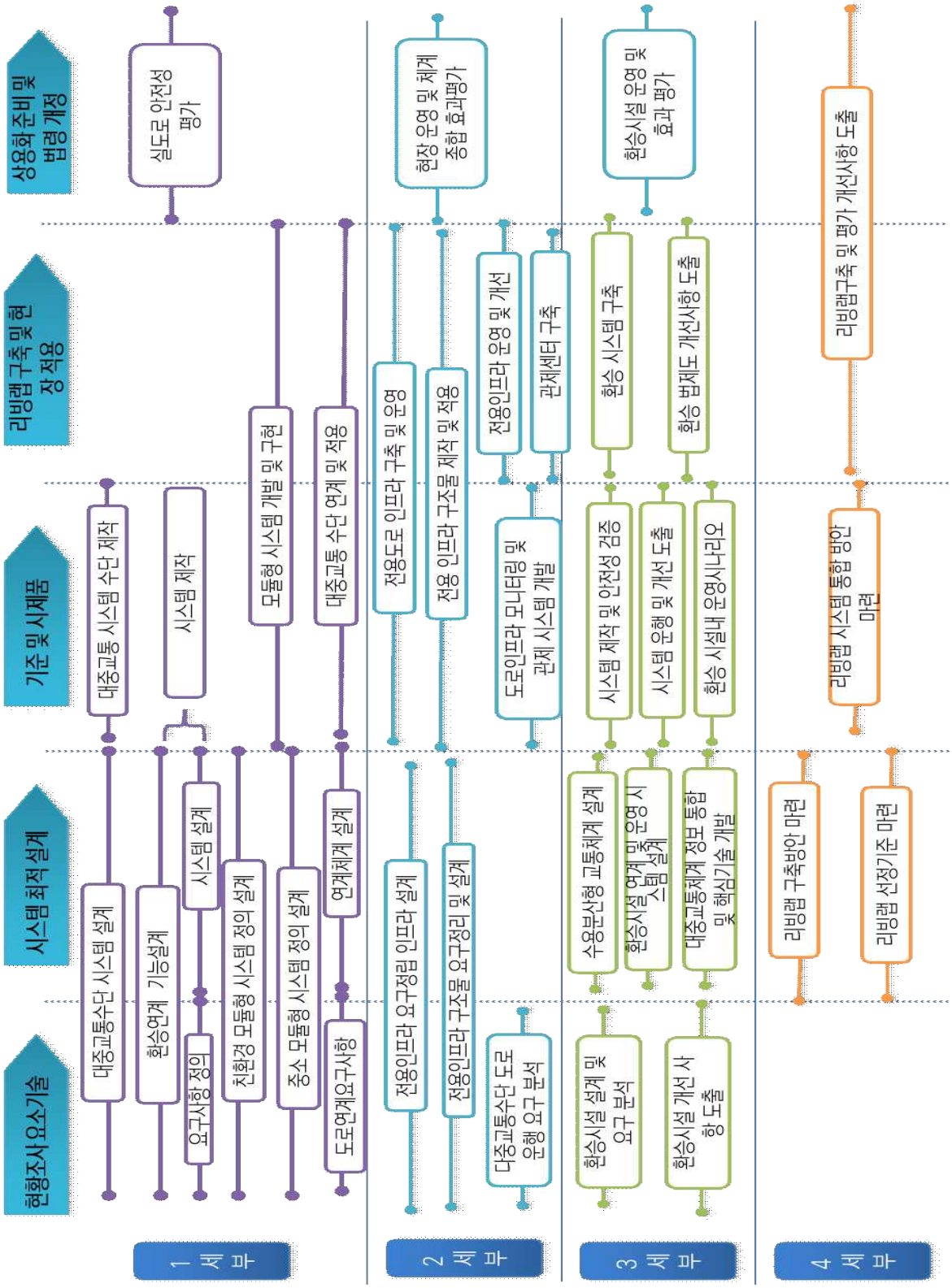


[그림 5-14] 세부 과제간 연계도

○ 세부 과제 1에서는 교통수단의 안전성을 최종 검토하고, 세부 과제 2의 도로 인프라 운행 여건과 요구 조건 등을 고려해 연구 개발이 진행되도록 추진하고, 세부 과제 3에서는 세부 과제 1의 성과물의 환승 체계 연계성을 확보하고 세부 과제 4에서 체계 종합 및 최종 서비스 구현이 이루어지도록 과제 간 연계성 확보

- 세부 과제 1은 대중교통수단의 안전성과 제어시스템의 신뢰성 확보
- 세부 과제 2는 대중교통수단 전용 인프라의 안전성 확보와 운영 방안을 마련
- 세부 과제 3은 대중교통수단 환승 시설 설계의 타당성과 현장 적용 및 제도화 마련
- 세부 과제 4는 최종 연구 개발 성과물의 시스템 통합 및 운영, 서비스 구현 등을 확인하고 상용화를 추진하기 위한 기반 마련

2-3. 세부 추진 기술 로드맵



[그림 5-15] 세부추진기술 로드맵

2-3-1. RFP

연구과제명	고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 인구증가, 도시 집중 현상, 교통 혼잡, 에너지 고갈 등 기존 도시 문제를 해결하고, 도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 증대를 위한 수요 분산형 대용량 버스와 인프라 개발 ○ 모빌리티 서비스(자율주행, 스마트모빌리티, MaaS 등)의 교통체계 측면의 효율적 이용환경 구축을 통해 이동 측면의 Door-to-door (D2D) 연결성 강화 및 이동시간 감소를 위한 미래형 교통체계 기술개발 및 리빙랩 실증 - 미래형 교통체계 기술개발 및 실증을 통해 궁극적으로 국격에 맞는 국민 이동의 질 향상 목표 * 이동의 질이란 이동시간 감소, 이동수단 확보, 이동 쾌적성(수단 내 1인당 점유공간 확대 등) 등과 같이 이동간 체감하는 교통서비스의 각종 질적 측면을 의미
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 중장거리 도심지역의 인구밀도 증가 및 도심-비도심간 양극화 발생 * 도시인구의 지속적인 증가로 2030년까지 인구 1,000만 이상의 메가시티는 약 41개로 증가, 2050년 인구 67%가 도시에 거주 * 우리나라 도시화율은 2018년 81.5%로 2050년 86.2%에 이를 것으로 전망되며 다양한 도시문제가 양산·심화될 것으로 전망 ○ 도로교통 혼잡비용은 지속적으로 증가, 2018년 67.76조원, GDP의 3.57%에 달함 * 연도별 GDP대비 교통혼잡비중은 '16년 3.21% → '17년3.25% → '18년 3.57%로 지속 증가 ○ 도로 인프라 확장 및 연장은 교통문제 해결의 실효성 높지 않아 해결 대안 필요 ○ 도시 문제 해결 방안으로 대중교통 중심의 이동 필요하나 수송 분담율은 답보 상태 * 우리나라의 대중교통 수송 분담율은 08년 42.2%에서 16년 42.8% 수준으로 여전히 승용차 이용 선호 * 최근 5년간 서울시 수단분담율의 경우 승용차는 지속적으로 증가하는 반면 대

중교통은 소폭 감소, 시민들의 승용차 이용을 선호와 개인차량 소유 증가로 인해 교통혼잡이 가중되는 실정(서울의 수단분담율 : 대중교통 '13년 65.9% → '17년 65.0%, 승용차 '13년22.9% → '17년 24.4%)

○ 대도시권 교통혼잡 구간이 증가하고 있으며, 도시부의 교통혼잡 비용도 지속 증가, 7대 특·광역시를 기준으로 서울, 부산, 대구, 인천은 지속적으로 혼잡 구간이 증가하고 있으며, 특히 서울시의 혼잡구간비율 증가율이 상대적으로 높음

○ 첨두 시간대 대중교통 차내 혼잡하지만, 비첨두시에는 이용자 낮고 운영 비효율 초래

* 첨두 시간대(전체 통행의 30%가 집중)의 대중교통 차내 혼잡하여 이용 불편 및 쾌적성 부족이 대중교통 유인력을 떨어뜨리는 원인

○ 대도시 광역 거점간 출퇴근시간이 지속적 증가하여 신도시 교통 환경에 불편함 가중

* `20년 수도권 대중교통 이용 출근시간은 `19년 평균보다 6분 증가한 평균 1시간 27분, 지역 내 평균 출근시간은 서울 47분, 인천 50분, 경기 1시간 36분, 지역간 평균 출근시간은 인천→서울 1시간 30분, 경기→서울 1시간 24분이 소요

○ 교통체계 고도화를 통한 국민 이동의 질 향상 요구 증대와 쾌적성 높은 교통체계 기술 개발을 통한 국민 이동의 질 향상 요구 증대, 신 모빌리티 서비스의 효율 극대화를 위한 수요 증가

○ 따라서, 도시내 교통 문제를 해결하고 모빌리티 신 기술을 접목할 수 있는 대중교통체계, 환승시설, 교통 및 운영, 리빙랩(Living Lab)을 통한 미래교통수단의 기술 개발 및 상용화 촉진

□ 기술 및 정책 동향

[국외 동향]

○ 각국은 도시화에 대비하기 위한 미래교통체계 마련을 위한 중장기 전략을 마련 중

* 시드니 사례를 분석해 보면, 이동 지원과 토지 이용 및 서비스 접근, 인프라 수준 향상을 위해 지역 체계를 도시·시내·센터의 3가지 유형(Corridor)으로 분류하고 미래교통을 관점별로 예측

- 도시형(City-shaping) corridors : 주요 간선도로 및 대중교통의 영역으로, 도시간 대규모 이동을 빠르게 제공하며 주민과 기업의 의사결정을 형성하는 중심지역
- 시내형(City-serving) corridors : 광역 중심에서 10km 이내의 고밀도 지역으로, 광역 도시 및 센터로의 높은 접근성을 제공하나, 지역 내 정차 패턴이 다소 빈번함
- 센터형(Centre-serving) corridors : 버스, 보행, 자전거 등을 지원하는 영역으로, 가장 가까운 거리의 센터와 교차로간 사람을 연결

○ 대중교통, 공유차와 개인형 이동수단을 연계한 서비스, 수요응답형 서비스 등을 제공하기 위한 실증 가속화 중이며, MaaS(Mobility as a Service) 서비스와 연계 제공

* 일본과 유럽을 중심으로 MaaS 시스템과 제도를 마련 서비스 제공 중
* 국내는 스마트 모빌리티 및 주차공유 공유지원 기술 개발 R&D 추진 중이며, 세종과 대구 등에서 서비스 실증하고, 서울시는 MaaS 추진 중

○ 싱가폴은 도심 교통혼잡 최적화를 위한 수요기반 유동적 교통수단 서비스를 개발하여 대중교통 이용자의 편의성 향상 등 대중교통 서비스 질 개선

* 차량단 수용인원이 매우 유연하기 때문에 변화하는 수요에 대응 강화, 주변 교통에 미치는 영향을 최소화하면서 효율적이고 원활한 이동을 지원함, 지능형 버스정류장과 통합함으로써 환승 대기시간 단축 등의 효과

○ 중국과 터키는 환승 고가 버스 개발 시도

* 도심 교통혼잡을 경감하고 복잡한 환승 수요를 분산하기 위한 고가버스 개발

○ 여객과 화물의 자율주행차 기술 상용화를 위한 기술 개발과 서비스 실증 경쟁

* 국외는 로봇 택시(위이모, Zoox 등), 로봇 트럭, 군집주행 등 상용화를 위한 실증 중
* 국내는 자율주행셔틀 및 버스(위더스, 오미오, 현대 등)를 활용 세종과 서울 등에서 실증 중이며, 범부처 자율주행 기술개발 혁신 사업 추진 중

[국내 동향]

○ 2030년 미래자동차 국가 로드맵 발표하고, 친환경차(전기·수소), 자율주행차(레벨4), 라스트마일, 플라잉카 등 새로운 이동수단의 기술개발과 연계 교통수단 기반 마련

* 친환경차 보급, 와전 자율주행 운행 기반 마련, 미래차 서비스 기반 마련, 미래차 산업 생태계 전환 지원 등

○ 2030년까지 ITS 추진 기본계획 발표하고, 육상, 철도, 항공 분야의 ITS 구축 기반 마련

* 이용자 맞춤형 이동서비스 제공 통합 모빌리티 서비스 환경 조성(모빌리티 데이터 공유 플랫폼 구축, 블록체인 기반 모빌리티 데이터 거래소 개발), 교통약자 모빌리티 서비스 확대, RaaS 구현을 위한 맞춤형 서비스 제공 및 관련 시스템 개발, 신항공모빌리티(UAM) 인프라 및 연계 교통 체계 마련

3. 연구개발 내용	

□ (핵심기술 1) 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발

○ 고효율 대용량, 모듈형 대중교통수단과 시스템 설계 및 개발

- 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단과 시스템의 기술 정의 및 차량 설계
  - 대용량 대중교통수단의 용량 및 차량 설계
  - 용량 설계에 따른 차량 기본 단위 설계
  - 대중교통수단의 자동화 단위 및 연결 방법 설계
- 환승 시설과 연계한 대중교통수단과 종합 시스템의 정의 및 기준
  - 환승 시설을 고려한 대중교통수단의 차량 설계 및 운영 기준 마련
  - 환승 시설의 연계를 위한 대중교통 시스템 설계
  - 환승 자동 연계 및 배차 시설 정보 연계 기준 마련
- 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단의 동력 분산 추진 제어시스템 개발
  - 대중교통수단 구동시스템 개발
  - 대중교통수단의 제어시스템 개발
  - 차륜 제어시스템 개발
  - 환승 제어 시스템 개발
  - 모듈형 차량 제어 시스템 개발
- 친환경 모듈형 대중교통 시스템 개발
- 중소 모듈형 대중교통 시스템 개발

○ 대중교통수단-도로인프라 간 교통정보 및 제어시스템 개발

- DRT 교통신호 정보를 연계한 속도 및 경로 선택 시스템 개발
- 대중교통 노선의 도로운행 상태 모니터링 시스템 개발
- 대중교통 관제 및 버스 제어 시스템 개발
- 대중교통 보안 및 안전성 시스템 개발

○ 실도로 차량 안전 검증 시작품 개발 및 평가

- 실도로 환경의 검증을 위한 시작품 개발

- 실도로 환경 검증을 위한 버스 운영시스템 개발
- 실도로 차량 보안 및 안전성 평가 시나리오 개발
- 실도로 차량 보안 및 안전성 평가 지표 및 효과 평가

□ **(핵심기술 2) 대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발**

○ **고효율 대용량, 모듈형 대중교통수단 전용 인프라 설계**

- 대용량 고효율 모듈형 대중교통수단의 도로 인프라 설계 기준 마련
  - 도로 인프라의 기본 요구조건 정립
  - 대중교통수단과 도로 안전 시설물의 요구사항 정립
  - 교통류와의 상충 및 안전 요구사항 정립
  - 전용도로의 형태 및 다른 도로와의 연결성 확보 방안 마련
- 전용 인프라 구축 요구사항 정립
  - 도로의 선형, 곡률, 궤도 등의 형태
  - 전용 도로인프라 선정을 위한 기준 마련
  - 기존 도로의 교통량과 하중 등
  - 모듈형 교통수단의 전용도로의 이용
- 수요 대응형 도로교통체계 운영 전환 기술
- 입체 교차구간 및 복합 차로구간 운영 제어 기술
- 모듈형 대중교통수단의 인프라 설계 및 운영 전략

○ **고효율 대용량 모듈형 대중교통수단의 전용 인프라 구조물 설계 및 개발**

- 전용 인프라 안전 시설물 개발
- 안전 확보를 위한 도로 센서 개발
- 운행 인프라 개발
- 모듈형 운행 인프라 시설물 개발

○ **대중교통수단 전용 인프라 운영 및 운영 가이드라인 개발**

- 인프라 구축 및 운영을 위한 지침 마련
- 차로 운영 입체화 기술 개발

- 안전 시설, 도로 가이던스 센서, 안전시설 진입 등 안전 운영을

  위한 고려사항과 의무사항 등 제시

- 도로 및 통행의 정책과 법제도 정비

○ 대중교통수단의 관제센터 개발 및 효과 평가

- 운행 모니터링 센터 개발
- 돌발상황 대응 시스템 개발
- 수용 응답형 배차관리 시스템 개발
- 대중교통수단 운영 효과 및 안전성 평가 기술 개발

□ (핵심기술 3) 대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발

○ 대용량 모듈형 대중교통수단 환승 시설 설계 및 시스템 구축

- 대용량 모듈형 대중교통수단스의 환승 시설 설계
  - 환승 대중교통수단의 환승 흐름 및 교통 연계 정립
  - 대용량 대중교통수단의 정차, 환승 시설 설계
  - 환승 시설 내 접속 및 연계 시설 설계
  - 환승 시설의 도로, 표지판, 교통정보 시설물 설계
  - 모듈형 교통수단의 환승 시설 및 운영 설계
- 환승 시설 인프라 설계 및 구축
  - 정류장, 환승장, 보행자 경로 등을 고려한 안전성 확보
  - 기존 환승시설의 활용 방안 및 요구조건 제시
  - 기존 환승시설의 개선 지침 마련
- 환승 시설 입지 적정성 기준 마련

○ 수요 분산형 교통체계 시설 개발

- 교통 분산 교통 및 환승시설 입체화 기술 개발
- 혼잡구간 환승시설 구축 기술
- 스마트 모빌리티 복합 환승 시설 구축 기술
- 환승 연계도로 시설의 입체화 기술
- 환승 시설 내 환승 수요 운영 제어 기술

○ 환승 시설 내 운영 기술 개발

- 수요 대응형 대중교통수단의 운영 및 안전 관리 기술
- 대중교통수단의 환승, 운영, 관제 기술
- 환승 시설 내 교통 연계 시나리오 개발
- 환승 시설 내 효과 검증 및 실증 평가 기술 개발
- 환승 시설 내 운영 안전 및 보안 기술 개발

○ 현장 적용 및 제도화

- 대중교통 환승 시설의 지침 개정
- 대중교통 및 교통약자의 시설 개정
- 대중교통기본계획의 적용 구간 및 시범 사업 추진 방안 마련

□ (핵심기술 4) 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

○ 리빙랩 환경 구축

- 리빙랩 선정 및 환경 구축 방안 수립
- 테스트베드의 기능 및 요구조건 마련
- 도시유형별 리빙랩 구축

 * 인구규모, 광역연결특성 등에 따른 리빙랩 대상 도시 선정

- 중소규모의 서비스 형태별 리빙랩 구축

 * 포스트코로나 미래교통 실증형, 스마트모빌리티 이용지원형, 교통소외지역/교통약자 이동지원형 등과 연계

○ 리빙랩 현장 적용 및 평가

- 안전성 평가를 위한 테스트베드 구성 방안 마련
- 안전성 평가 시나리오 개발
- 안전 기준 및 평가 기술 개발
- 현장 운영 및 효과 평가 방법 마련

○ 리빙랩 후 상용화 촉진 방안 마련

- 대중교통 도로 인프라 지원 방안
- 여객자동차운수사업법 등 관련 법 개정 등

4. 연구개발 추진방법	

□ 추진전략

○ 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시

- 핵심 연구개발성과를 제시하고 그에 따른 연차별 목표 수립, 연차별 세부 추진전략·일정계획 및 핵심 연구개발성과의 로드맵을

제시할 것

- 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것

- 연구개발목표는 가능한 정량화하여 제시하고 제품 개발의 경우(제품 성능, 경제성 등)는 기존 제품과 대비하여 설정 근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것

  * 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등

○ 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시

○ 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구개발계획에 포함시켜 추진

- 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시

○ 정부 및 관련 물류기업 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축

- 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
- 관련 정부부처* 및 전문기관과 협의 수행

  * 국토교통부, 산업통상자원부 등

- 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악

○ 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출

○ 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시

- 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시
- 수요자 중심으로 연구개발성과물 활용방안 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시
- 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출 근거 제시

  * 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 될 수 있음

□ 추진체계

○ 컨소시엄 구성시 과다한 연구개발기관의 참여 및 연구개발 계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것

* 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음

○ 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제

○ 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영

○ 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요 (지속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등)

○ 국토교통부, 환경부, 산업통상자원부 등의 유관 부처의 기술개발 및 제도와 연계될 수 있도록 연구개발 전략 수립 필요

- 연구기간 내 법/제도의 가시적 성과 도출을 위하여 국토교통부 및 관련 이해관계기관 등과 사전 협의를 통해 추진

○ 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행

- 주관연구개발기관이 전체 사업을 총괄할 컨소시엄을 구성하여 전체 사업을 책임지고 진행하며, 주관연구개발기관 연구책임자는 총괄연구개발과제 책임자로 공동연구개발기관과의 구체적인 연계 전략 제시 필요

- 공동연구개발기관은 주관연구개발기관과 협의하여 연구계획 수립

5. 최종 연구개발성과물

□ (핵심기술 1) 고효율 대용량 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발

○ 고효율 대용량 대중교통수단과 시스템 설계 및 개발

- 대용량 대중교통수단과 시스템의 기술 정의서

- 대용량 대중교통수단의 차량 설계서
- 환승 시설과 연계한 종합 시스템의 정의서
  · 환승 시설을 고려한 대중교통수단의 차량 설계 및 운영 기준
  · 환승 시설의 연계를 위한 대중교통수단 시스템 설계서
  · 환승 자동 연계 및 배차 시설 정보 연계 기준
- 동력 분산 추진 제어시스템 H/W, S/W 시작품
- 친환경 모듈형 대중교통 시스템 H/W, S/W 시작품
- 중소 모듈형 대중교통 시스템 H/W, S/W 시작품

○ 대중교통수단-도로인프라 간 교통정보 및 제어시스템 H/W, S/W 시작품

○ 실도로 차량 안전 검증 시작품 및 운영 방안

□ (핵심기술 2) 대용량 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발

○ 대용량 대중교통수단 전용 인프라 설계

- 대용량 대중교통수단의 도로 인프라 설계 기준
  · 도로 인프라의 기본 요구조건
  · 대중교통수단과 도로 안전 시설물의 요구사항
  · 교통류와의 상충 및 안전 요구사항
  · 전용도로의 형태 및 다른 도로와의 연결성 확보 방안 등
- 전용 인프라 구축 요구사항 및 기준
- 수요 대응형 도로교통체계 운영 전환 기술 및 방법
- 입체 교차구간 및 복합 차로구간 운영 제어 기술 및 방법

○ 대용량 대중교통수단 전용 인프라 구조물 시작품

- 전용 인프라 안전 시설물 시작품
- 안전 확보를 위한 도로 센서 시작품
- 운행 인프라 시작품

○ 대중교통수단 전용 인프라 운영 및 운영 가이드라인

- 인프라 구축 및 운영을 위한 지침 등

- 도로 및 통행의 정책과 법제도 정비

○ 대중교통수단 관제센터 H/W, S/W 및 효과 평가

- 대중교통수단의 운행 모니터링 센터, 돌발상황 대응 시스템, 수용 응답형 배차관리 시스템 등

- 대중교통수단 운영 효과 및 안전성 평가 기술 방법론

□ (핵심기술 3) 대용량 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발

○ 대용량 대중교통수단 환승 시설 설계 및 시스템 구축

- 환승 시설 설계 지침

- 환승 시설 인프라 설계 시방서 및 가이드라인

- 환승 시설 입지 적정성 기준

○ 수요 분산형 교통체계 시설 및 시작품 제작

- 교통 분산 교통 및 환승시설 입체화 시작품

・혼잡구간 환승시설, 스마트 모빌리티 복합 환승 시설, 환승 연계도로 시설의 입체화 시작품 등

○ 환승 시설 내 운영 기술 및 시나리오 마련

○ 현장 적용 및 제도화를 위한 지침 마련

- 대중교통 환승 시설의 지침 등

- 대중교통기본계획의 적용 구간 및 시범 사업 추진 방안 등

□ (핵심기술 4) 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

○ 리빙랩 환경 구축 및 시설물

○ 리빙랩 현장 적용 및 평가 보고서

○ 리빙랩 후 상용화 촉진 방안 및 활성화 정책 방안 마련

- 대중교통 도로 인프라 지원 방안

- 여객자동차운수사업법 등 관련 법 개정 등

6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ (시범적용) 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 교통혼잡이 상습적으로 발생하고 대중교통 수요가 높은 지자체에 기술을 적용

	○ (활용처) 국토교통부, 지자체 등 대중교통시설 및 운영 관할 정부 부처의 정책수립과 개선도출에 활용하며, ICT 등 첨단 기술과 융합한 형태의 스마트 모빌리티 구현, 스마트시티의 구축 및 운영, 비용효율적인 대중교통시스템 최적 구축·관리에 이용 ○ (실용화 조건) 개발기술을 실제 도시의 대중교통서비스 제공 지역과 구간에 적용 효율성과 안전성을 확보하기 위한 시범 적용 후 상용화를 위한 관련 제도 개선(안) 마련
□ 기대효과	○ 기술적 효과 - 혁신적인 대용량 대중교통수단과 ICT 기술, 환승·교통체계 기술과 리빙랩 서비스 구현 등을 통한 신기술의 개발 및 보급 - 고효율 대용량 대중교통수단은 기계, 전자, 재료소재 등 과학기술 분야의 기술 발전 뿐만 아니라 친환경 대중교통수단의 기술 확산에 기여 - 대중교통 서비스 특성과 형태를 반영한 신기술 개발, 실규모 실험·평가 및 수요처 협조의 현장적용을 통해 상용화 기술 제시 ○ 경제적 효과 - 도심의 교통정체 완화로 물류 비용 감소와 대중교통 서비스 질 향상을 통한 이용 만족도 증가로 대중교통 분담율 증가 - 대중교통 서비스 산업의 활성화 및 안전 확보를 통한 사회·경제적 편익 증가 ○ 사회적 효과 - 대용량으로 수송할 수 있는 대중교통수단의 도입으로 상습적인 교통난 해소와 서비스 만족도 향상 - 교통 혼잡과 사고 발생으로 인한 지역사회의 경제적·환경적 피해를 미연에 방지하여 사회간접비용 발생 예방
7. 연구개발 기간 및 연구개발비	
	○ 총 연구개발기간 : 2023.04 ~ 2027.12 (4년 9개월) [1단계] - 1차년도 연구개발기간 : 2023.04~2023.12 (9개월)

[2단계]
- 2차년도 연구개발기간 : 2024.01～2024.12 (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2025.01～2025.12 (12개월)

[3단계]
- 4차년도 연구개발기간 : 2026.01～2026.12 (12개월)
- 5차년도 연구개발기간 : 2027.01～2027.12 (12개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 112,695백만원 이내

- 1차년도 정부지원연구개발비 : 2,543백만원 이내

※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타	

○ 본 연구개발과제의 보안등급은 “일반과제”임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음

○ 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제・보고서 및 www.ntis.go.kr 참고

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함

- 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그

근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구개발 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심연구개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 구성기술 간 연구개발내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시

○ 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음

- 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

- 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음

○ 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험시설 적극 활용

Ⅵ. 사업의 운영 계획

1. 사업운영관리 계획(안)

1-1. 사업추진체계 및 역할 기능

□ **국토교통부 소관사업**으로 전문기관, 운영·평가위원회, 핵심과제로 구성

○ [사업총괄부처 : 국토교통부] 사업 총괄 담당, 정책방향 수립 및 예산지원

- 사업총괄 주관부처, 사업 추진의 정책적 판단 및 의사결정의 최종적 판단, 사업 실시계획 수립, 예산확보, 유관부처 간 협업 지원 수행

○ [사업관리기관 : 국토교통과학기술진흥원] 본 사업의 기획, 공모, 평가, 관리, 성과확산 및 활용업무 등 관계법령에 따른 수행과제 전주기의 실무를 담당

- 연구개발 관리 계획, 단계·종료 평가 결과 등에 대한 검토 및 승인
- '국토교통과학기술 육성법' 제16조에 의거, 연구개발 사업의 기획, 관리, 평가 등을 효율적으로 지원하기 위하여 설립된 국토교통과학기술진흥원이 전문기관 역할을 수행

○ [운영위원회] 사업 관련 행정절차, 추진관리, 연구개발 계획 등 주요 사안에 대한 심의·의결

- 운영위원회는 위원장 1명을 포함하여 10인 내외의 위원으로 구성하며, 국토교통부 소속 1인은 당연직 위원으로 위촉

○ [평가위원회] 사업의 진도 및 연구개발 성과에 대한 검증 및 평가 수행

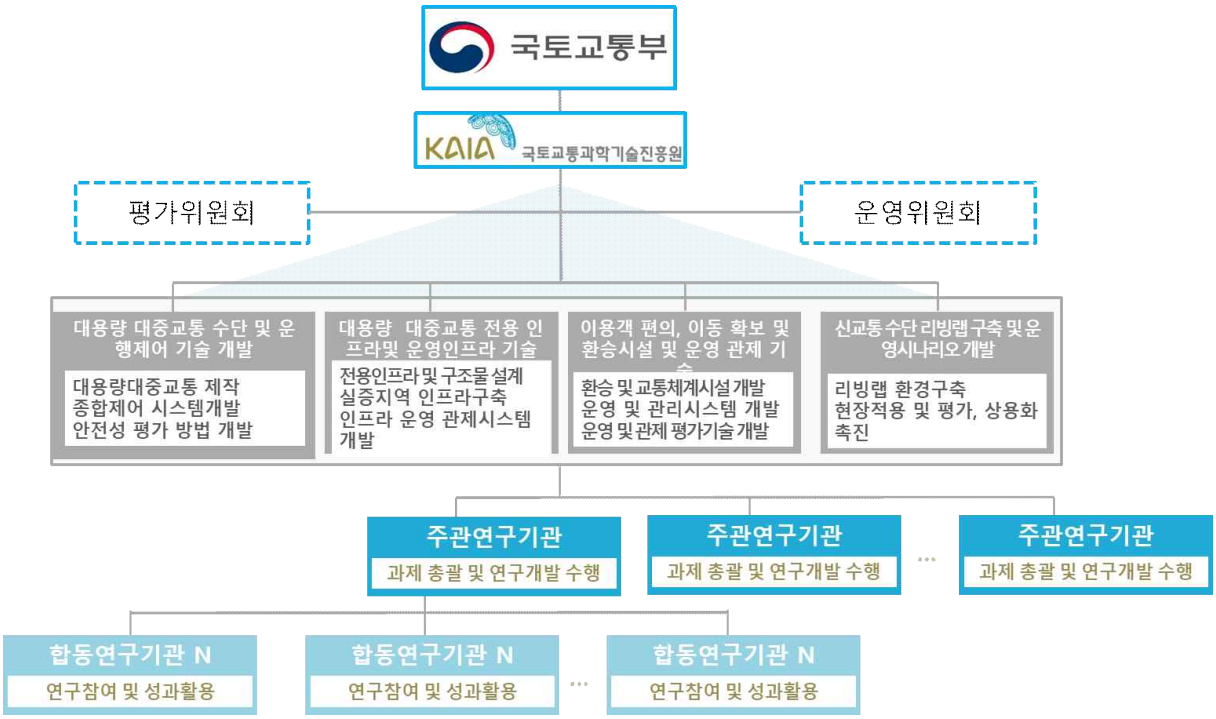
- 각 기술분야의 산학연 전문가 10인 내외로 구성하며, 관계 법령에 따라 선정평가, 단계 평가, 최종평가 등을 시행

○ [주관 및 참여기관] 주관기관은 산·학·연으로 구성하되, 연구 컨소시엄 구성 가능

○ [핵심과제] 연구과제별 공모를 통해 수행기관을 선정하며, 선정기관은 연구과제 추진방향에 따라 과업을 수행

- 동 사업의 참여기관은 '국토교통과학기술 육성법'의 기준*에 따라 국내 연구기관, 산업체, 대학, 공공기관 등 포괄적으로 참여 가능

* '국토교통과학기술 육성법'(시행 2018.1.18, 법률 제14545호) 제8조, 동법 시행령(시행 2018.1.1, 대통령령 제27280호) 제7조, 동법 시행규칙(시행 2016.6.30, 국토교통부령 제323호) 제3조에 의한 기관



[그림 6-1] 미래형 교통수단 기술개발 추진 체계

[표 6-1] 미래형 교통수단 기술개발 기획 사업 주체별 주요기능 및 역할

구 분	주요 기능 및 역할
국토교통부	· 사업전반적 사항에 대한 의사결정 및 총괄책임 · 사업 비전 목표 및 사업추진방향 및 중점분야 선정 · 재원투입 방향 및 규모의 조정 · 사업 추진계획 수립 · 사업공고, 사업대상 선정 등
국토교통과학기술진흥원 [KAIA]	· 연구계획서 접수 및 평가 · 협약관리 · 운영지침 마련 및 업무체계 구축 · 선정, 단계, 최종 평가계획 수립 및 시행
운영위원회	· 사업 관련 행정절차, 추진관리, 연구개발 계획 등 주요 사안에 대한 심의·의결
평가위원회	· 사업의 진도 및 연구개발 성과에 대한 검증 및 평가 수행
주관참여기관	· 연구 컨소시업 구성운영 · 핵심기술 개발 및 실증 등 연구수행

□ [관리|운영 방안 설계] 문헌 및 인터뷰 내용을 종합하여 본 사업의 관리|운영방안을 설계

○ 실제 본 사업은 '아직 개념이 명확하지 않은 실험적인 관점에서의 미래형 교통수단에 관한 R&D 사업 + 인프라 및 타부문과의 융합의 필요성 + 대형사업' 인점을 고려하여 사업목표 달성을 위한 체계적인 사업운영|관리 방식 도입이 매우 중요함

- 사업추진체계: 기획-관리-평가-성과확산-홍보 프로세스 측면, 조직구성 및 관리|운영 측면 검토

· **[기획단계]** 사업수요조사, 후보과제 발굴|선정|평가 방식, 이를 위한 전문가 및 위원회 운영방식, 우선순위 도출방식 등 본 사업의 차별화된 기획방식 도출

· **[평가단계]** 신규과제 평가방식 및 중간/최종 평가방식 및 위원회 구성방안 마련

· **[성과관리]** 체계적인 성과관리 및 성과연계방안, 홍보방안 등을 마련함으로써 기술개발성과의 후속연구 또는 성과 활용을 촉진할 수 있도록 함

- 사업책임자(단장) 선정기준 및 방식: 본 사업의 성공요인, 추진전략 등을 고려하여 사업(연구)책임자가 갖추어야 할 핵심역량 등을 기반으로 선정평가기준 및 프로세스 설계

· 탁월한 성과를 창출하는 조직을 경영하려면 당연히 거기에 합당한 제도가 있어야 하고, 그 제도를 매끄럽게 운영하기위한 시스템이 필요하며, 그 모든 제도와 시스템을 잘 운영할 리더가 필요함

- 운영|관리 : 연구기간, 연구비규모, 수행주체, 기술발전단계, 성과유형, 연구책임자의 책임|권

□ [국토교통부] 사업의 총괄 주관부처로 정책적 연계 및 주요 의사결정 등 수행

○ 사업총괄 주관부처, 사업 추진의 정책적 판단 및 의사결정의 최종적 판단, 사업 실시계획 수립, 예산확보, 유관부처 간 협업 지원 수행

□ [국토교통과학기술진흥원] 사업관리 및 추진 전담기관으로 사업의 전반적인 관리 수행

○ 사업 시행계획 수립·사업공고·평가·운영위원회를 구성·운영하고, 사업단의 추진 내용(기획·선정·평가, 진도관리)을 주기적 모니터링, 세부기술 과제 선정·평가, 사업 시행 시 진도점검 및 성과물 검토

□ [한국교통연구원] 과제수행기관으로 사업관련 산/학/연 컨소시엄을 구성하여, 사업 내 중점분야별로 기술개발을 직접 수행

[표 6-2] 미래형 교통수단 기술개발 기획 사업 주체별 주요기능 및 역할

구 분	주요 기능 및 역할
국토교통부	· 사업전반적 사항에 대한 의사결정 및 총괄책임 · 사업 비전 목표 및 사업추진방향 및 중점분야 선정 · 재원투입 방향 및 규모의 조정 · 사업 추진계획 수립 · 사업공고, 사업대상 선정 등
국토교통과학기술진흥원 [KAIA]	· 연구계획서 접수 및 평가 · 협약관리 · 운영지침 마련 및 업무체계 구축 · 선정, 단계, 최종 평가계획 수립 및 시행
운영위원회	· 사업 관련 행정절차, 추진관리, 연구개발 계획 등 주요 사안에 대한 심의·의결
평가위원회	· 사업의 진도 및 연구개발 성과에 대한 검증 및 평가 수행
주관참여기관	· 연구 컨소시업 구성운영 · 핵심기술 개발 및 실증 등 연구수행

2. 사업관리방안

2-1. 사업관리체계 및 프로세스

□ 동 사업은 국토교통부 국토교통과학기술진흥원, 주관기관을 중심으로 '기획→평가→관리→활용' 4단계의 사업관리체계를 구축하여 운영

○ 주관연구기관 선정 및 평가 등 사업운영 전반적인 절차는 전문기관인 국토교통과학기술진흥원[KAIA]을 중심으로 수행하며, 주요 사업추진 절차는 아래와 같음

[표 6-3] 사업추진절차

단계	프로세스		수행 주체	내 용
①기획	수요조사		국토교통과학기술진흥원	○ 수요조사 실시 (지정공모, 품목지정 과제에 한함)
	사업시행계획		국토교통부|국토교통과학기술진흥원	○ 사업시행계획 수립 및 심의·확정
②평가	사업시행 공고		국토교통과학기술진흥원	○ 사업시행 공고 (사업안내서 및 과제제안요구서(RFP) 포함)
	과제신청 및 접수		국토교통과학기술진흥원	○ 연구기관 : 신규과제 연구개발계획서 작성 및 신청 ○ 국토교통과학기술진흥원 : 연구개발계획서 접수
	과제선정 및 평가		국토교통과학기술진흥원	○ 사전검토 → 전문가평가(서면|발표평가) → 조정 및 협의
	협약체결		국토교통과학기술진흥원	○ 협약체결 - 국토교통과학기술진흥원 ↔ 주관연구기관 - 주관연구기관 ↔ 참여기관, 위탁기관 등 ○ 사업비 지급
③관리	성과관리	사업관리	국토교통과학기술진흥원 [연중]	○ 사업관리 ○ 단계평가 (진도점검 및 중간평가) ○ 최종평가
④활용	성과활용	성과연계 및 확산	국토교통과학기술진흥원 | 주관|참여기관	○ 사업화 등 연구성과 활용 (과제별 상이) ○ 국토교통과학기술진흥원 : 상과현황 및 활용보고서 관리 및 추적평가실시 ○ 연구기관 : 성과보고 및 활용보고서 제출

2-2. 단계별 평가|관리 절차 및 기준

□ 선정평가

○ 전문기관인 국토교통과학기술진흥원이 연구과제 공고에서 최종선정에서 협약까지 전반적인 주관기관 선정 업무를 수행

[표 6-4] 주관기관 선정절차

프로세스	주요 내용
신청서류 접수 [국토교통과학기술진흥원]	○ 연구개발계획서 등 신청서류 접수
↓	
선정평가 계획수립 [국토교통과학기술진흥원]	○ 선정평가 절차 및 일정계획 수립 안내
↓	
사전검토 [국토교통과학기술진흥원]	○ 과제담당자 사전검토 - 신청서류 적합성, RFP 부합여부, 중복성 조사내용 등
↓	
연구과제 평가단 구성 [국토교통과학기술진흥원]	○ 전문가 중심의 연구과제 평가단 구성 (이해관계인 제척)
↓	
선정평가 실시 [국토교통과학기술진흥원]	○ 서면평가, 온라인 평가, 발표평가, 현장평가 중 하나 이상의 방법 - 고가(3천만원 이상) 연구장비 심의
↓	
평가결과 보고 및 통보 [국토교통과학기술진흥원]	○ 선정평가 결과 국토부보고 ○ 평가결과 신청기관 통보 및 협약체결 안내
↓	
협약체결 [국토교통과학기술진흥원 ↔ 주관연구기관]	○ 선정기관은 평가위원 의견을 반영 조치하여 협약체결

- [사전검토] 신청기관이 제출한 연구개발계획서에 대한 과제제안요구서(RFP)와의 부합성, 타 과제와의 중복성 등 사전검토 자료를 연구과제 평가단에 제공 가능
- [평가방법] 서면평가, 온라인 평가, 대면(발표) 평가, 현장평가 중 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- [평가항목 및 배점] 개별 평가계획 수립시 「국토교통R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목과 배점을 달리할 수 있음
- [평가결과의 산정] 종합평가점수 산정시 「국토교통 연구개발사업 관리지침」제17조에 따라 과제 획득점수를 기준으로 가점 및 감점을 부여 가능하며, 이를 반영한 과제별 최종점수로 지원대상 기관 선정
- [평가결과의 조치] 선정평가 결과를 국토교통부장관에게 보고하고, 평가위원의 명단 및 종합의견 등 평가결과를 신청기관에 통보 후 연구과제 평가단 의견 등을 반영 및 보완하여 협약 추진

□ 중간평가

○ 주관연구기관은 중간(단계)실적·계획서를 연구개발 종료 1개월 전까지 전문기관에 제출하도록 하고 전문기관은 이를 평가하여 다음 단계 연구지원 여부 및 지원 연구비를 확정함

○ 연구책임자가 제시한 마일스톤의 목표 달성여부를 확인 및 평가하고, 과제 진척도 및 성과추적 등이 가능하도록 전주기적 온라인 연구실적 및 성과정보 모니터링 시스템을 구축·운영

[표 6-5] 중간평가절차

프로세스	주요 내용
중간[단계] 평가 계획수립 [국토교통과학기술진흥원]	○ 중간[단계] 평가 절차 및 일정계획 수립 및 안내
↓	
중간[단계] 평가 자료제출 [주관연구기관]	○ 중간[단계] 실적·계획서, 성과점검기준표 증빙서류 등 평가자료 제출
↓	
사전검토 [국토교통과학기술진흥원]	○ 과제담당자 사전검토 - 연구성과 질적|양적 달성도 - 연구계획 변경내용 - 실용화 점검결과 반영내용 - 연구비 집행실적 및 이월 신청 등
↓	
연구과제 평가단 구성 [국토교통과학기술진흥원]	○ 전문가 중심의 연구과제 평가단 구성 (이해관계인 제척)
↓	
중간[단계] 평가 실시 [국토교통과학기술진흥원]	○해당 단계 실적평가 및 다음단계 계획 검토
↓	
중간[단계] 평가 결과 보고 및 통보 [국토교통과학기술진흥원]	○ 중간[단계] 평가결과 국토부 보고 ○ 중간[단계] 평가결과 주관기관 통보 및 협약체결 안내
↓	
협약체결 [국토교통과학기술진흥원 ↔ 주관연구기관]	○ 중간[단계] 평가결과를 반영하여 차년도 협약체결

- [사전검토] 주관연구기관이 제출한 중간(단계)실적·계획서, 성과점검 기준표 등을 전담기관 담당자가 사전검토하고, 검토 내역을 평가단에 제공 가능
- [평가방법] 온라인 평가, 대면(발표) 평가, 현장평가 중 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- [평가항목 및 배점] 중간(단계) 평가계획 수립시 「국토교통R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목과 배점을 달리할 수 있음
  · (기본방향) 원칙적으로 정성평가를 실시하되 연구목표 달성도 등 일부 평가항목은 정량평가 실시 가능
  · (실적) 해당 단계의 핵심성과 중심의 질적 달성수준을 중심으로 점수평가 실시
  · (계획) 최종목표 달성을 위해 수립된 다음 단계 연구계획의 적정성에 대한 연구과제 평가단의 검토를 통해 “일부보완” 또는 “전면수정” 판정

○ (평가결과의 산정) 종합평가점수 산정시 연구과제 평가단 평가점수(90%) 및 진도관리 평가결과(10%)를 기준으로 종합평가점수를 정하되, 진도관리 평가 생략시 평가단 결과만으로 종합평가점수를 정함

○ (평가결과의 조치) 실적 종합평가점수에 따라 과제의 '계속지원'(60점 이상) 또는 '지원중단' (60점 미만)으로 판정하고, 실적 종합평가점수에 따라 평가단위 과제의 연구수당 지급기준을 차등적용함

- '계속지원' 대상과제는 평가결과 및 종합의견을 통보하고, 보완대비표 및 연차(단계)실적 계획서 등을 수정 보완 요청

□ 상시 모니터링 및 마일스톤 점검

○ 본 사업은 국토교통과학기술진흥원의 사업실, 사업단 등을 통해 사업수행과정을 정기적으로 모니터링함으로써 사업 실패 확률을 최소화하여 운영

○ 세부과제별 연구책임자가 제시한 마일스톤에 입각하여 연구 진척도 및 목표달성도에 대한 진도관리와 연구성과를 모니터링하고, 이를 평가와 연계- 과제 진척도와 성과 추적 등이 가능하도록 전 주기적 온라인 연구실적·성과정보 모니터링 시스템을 운영

□ 최종평가

○ 최종평가는 연구목표 달성도와 연구결가의 우수성을 중심으로 평가하며, 평가지표를 산출 및 결과지표 위주로 설계하여 평가를 진행

- [연구목표 달성도] 사업특성을 평가하는 지표와 각 세부과제별 연구목표 달성도를 평가하는 지표를 설계
- [연구결과 우수성] 과학적 성과와 사회경제적 성과를 중심으로 파악하여, 미래환경변화 대응 도로인프라 혁신기술개발 사업의 목적 달성을 통한 사회경제적 기여도를 평가

[표 6-6] 최종평가 중점항목 및 평가지표(예시)

구 분	세부 평가 항목		가중치
연구목표 달성도	개발목표의 달성도	- 계획 대비 목표의 정량적 달성도 - 핵심 기술개발 내용의 질적 수준 - 마일스톤(TRL) 계획 대비 달성 수준	10
	수행결과의 파급효과	- 연구결과의 기술적·사회적 기여도 - 기술이전 및 매출 발생 실적 - 상위사업 성과목표 달성 기여도	10
기술성	기술개발 결과의 혁신성	- 글로벌 사업화를 위해 국외 특허 출원/등록을 하였는가?	15
	기설적 파급효과	- 다른 기술 분야로의 파급효과 및 사회적 기여가 가능한가?	15
경제성 및 사업성	사업화추진전략의 적정성	- 투자 계획은 적정한가? - 시장 진출 시 경제적, 제도적인 면에서 용이하고 점유 가능한가?	25
	경제성	- 기술개발을 통하여 추가적인 가치창출이 가능한가? - (매출, 수익, 수입대체, 수출효과, 고용창출 등)	25

○ 최종평가 결과 종합점수에 따라 과제의 성공(60점 이상) 또는 실패(60점 미만) 판정, 실패로 판정받은 과제는 연구개발과제 수행실태 등 점검을 통해 성실수행 여부를 확인하고, 그 결과에 따라 참여제한 등의 조치

[표 6-7] 최종평가절차

프로세스	주요 내용
최종 평가 계획수립 [국토교통과학기술진흥원]	○ 최종평가 절차 및 일정 계획 수립 및 안내
최종평가 자료제출 [주관연구기관]	○ 최종보고서, 성과점검기준표, 자체평가보고서, 연구개발결과 활용계획서 등 평가자료 제출
사전검토 [국토교통과학기술진흥원]	○ 과제담당자 사전검토 - 연구성과 질적|양적 달성도 - 당초 연구개발 계획 대비 수행여부 - 연구성과 활용계획의 적정성 등
연구과제 평가단 구성 [국토교통과학기술진흥원]	○ 전문가 중심의 연구과제 평가단 구성 (이해관계인 제척)
최종평가 실시 [국토교통과학기술진흥원]	○ 연구개발 목표 달성여부, 연구성과 우수성 등에 대한 평가
최종평가 결과 보고 및 통보 [국토교통과학기술진흥원]	○ 최종평가결과 국토부 보고 ○ 최종평가결과 주관기관 통보 및 보완요청
최종보고서 발간|배포 [주관연구기관]	○ 최종보고서 보완본 필수 배포처 배포 - 총 수행기간 종료일로부터 45일 이내에 최종보고서|파일 제출

2-3. 성과관리계획

□ 성과관리 기본방향

○ 동 사업의 연구성과 활용은 정부의 「연구성과 관리·활용 기본계획」의 정책기조에 부합토록 활용체계를 운영

- 연구성과의 기술성과 시장성·사업성 간의 간극을 간소화하고, 성과활용 중심의 연구개발 혁신과 유기적 협력체제 구축을 통해 일자리 창출 및 경제활성화 견인

○ 기획과정부터 최종 성과물의 성과활용에 이르기까지 전주기에 걸쳐 체계적으로 사업|과제 관리가 가능하도록 사업관리 조직 등 관리체계를 설계함

- 특히, 빠른 기술|사회 환경변화, 융합연구의 전분야 확산, 교통분야 R&D의 시스템적인 특성, 서

비스 R&D 부문에서 이노베이션의 유의미한 사회실현(수용성)의 중요성 등을 감안할 때,

- 본 연구는 사회에서 체감할 수 있는 R&D 발굴 및 기획, 이를 위해 필요한 다양한 분야의 전문연구자의 참여 유도, 각 분야간 융합|협력을 효과적으로 할 수 있도록 하기 위한 지원전략이 필요
- 예를 들어 추진사업|과제와 관련하여 지속적으로 시장|기술동향을 모니터링하고 이러한 환경변화를 실시간으로 사업추진 과정상에 반영하기 위한 조직(Coordination 또는 Advisory Gr.) 조직설계 및 운영계획, 업무 프로세스 설계 등을 추진 등도 고려 가능

□ 성과관리 계획

○ 본 「미래형 교통수단 기술개발 기획」 방향을 기반으로, 사업의 목적 및 목표에 따라 성과지표를 수립하며, 관련 전문가 의견 수렴 및 국가 연구개발사업 표준성과 지표 작성 가이드라인에 부합하는 성과지표 설계함

- (성과계획) 사업기획시부터 기술개발과제의 최종성과물을 제시하고 연구책임자는 구체적인 성과지표·목표, 성과도출 마일스톤, 성과활용방안 등을 연구개발계획에 제시하여 연구수행 및 성과를 도출하며, 중간(단계)평가 결과를 반영하여 필요한 경우 성과계획을 수정 보완 실시
- (성과관리) 전문기관 및 사업단은 사업기획시 제시한 사업관리방안에 따라 세부과제별 연구성과 도출 및 진척도 등을 모니터링하고, 진도점검을 실시
- (성과평가) 전문기관은 주관기관과 협의하여 중간(단계) 평가를 통해 성과목표 달성 등 연구목표 달성도와 다음단계 연구계획을 평가하고, 연구종료시에는 최종 성과목표 달성 여부를 평가
- (성과활용 지원) 전문기관은 연구성과의 활용촉진 및 확산을 위해 인프라 지원(기술가치평가, 금융연계 지원), 기술사업화 및 기술이전 컨설팅, 시장지출 지원(기술설명회, 공공구매협의체 등) 등 성과활용 지원체계를 운영
- (성과활용) 대학, 연구소, 기업 등 연구에 참여한 기관들은 연구성과를 활용하여 현장적용, 기술사업화 달성, 정책·제도 반영, 지식재산권 확보 등 실시

□ 성과지표 도출

○ 성과지표는 논리모형 단계에 따라 **투입(Input), 활동(Activities), 산출(Output), 결과(Outcome), 영향(Impact)**으로 구분하여 도출하여 사업체계(사업목표/비전, 사업전략/추진활동)를 연계하여 사업의 성과흐름을 설명할 수 있는 논리모형을 도출함

- 논리모형에 근거하여 산출, 결과, 영향 등 과정에서 도출되는 기술적|경제적|사회적 성과들을 확인함



[그림 6-2] 타 사업의 논리모형 기반의 성과지표(안) 도출(예시)

[표 6-8] 단계별 성과지표

단계별 성과지표	내용 및 설정 예시	특 성
투입(input) 지표	▸사업 추진에 투입된 재원, 인력, 기타의 자원을 나타냄 (예시) 예산집행률이나 투입인원, 투입시간 등	예산집행과 사업 진행과정상의 문제점을 발견하는데 도움이 됨
활동(activity) 지표	▸사업목표 달성을 위한 진행과정에서 자연스럽게 나타나는 산출물의 양을 나타냄 (예시) 장비도입/시설구축, 학술대회/국제협력 활동, 연구성과 관리 활동, 참여연구원 교육수강 등	사업진도 등 사업추진 정도를 중간 점검하는데 도움이 됨
산출(output) 지표	▸사업 종료 후 나타나는 1차적 결과 또는 산출물을 나타냄 (예시) 기술적 산출물의 양적/질적 성과, 사업화 성공률, 표준채택/인증획득 건수, 교육 만족도 등	사업의 1차적인 목적을 달성하였는가를 점검하는데 도움이 됨
결과(outcome) 지표	▸사업완료 후 나타내는 사업 목표에 관한 궁극적인 변화 및 이를 위한 중간결과들을 나타냄 (예시) 신제품 매출액, 개발된 기술의 현장적용 횟수, 투입대비 효과, 부품의 국산화율 등	사업이 추구하는 최종목표의 달성도 측면에서 도움이 됨
영향(Impact) 지표	▸사업 목표 달성이 궁극적으로 조직, 사회, 국가에 미치는 중장기적 효과를 나타냄 (예시) 관련 산업의 인력양성, 일자리 창출, 글로벌 경쟁력 제고 등	사업의 중장기적 파급효과를 확인하는데 도움이 됨

□ 성과분석

○ 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원은 매년 연구성과 조사·분석·평가를 통해 연구성과 활용체계 운영을 점검하고, 성과관리 및 평가 개선, 활용지원 체계 확대 등 연구성과 활용체계를 개선

- 성과분석기관은 성과자료를 제출받아 확인, 취합하여 성과자료 DB를 구축하고, 이를 활용하여 성과검증 및 분석을 수행

○ 국토교통과학기술진흥원은 성과분석 결과를 확정하고, 중간 및 최종평가에 이를 활용함으로써 지원유지 여부 결정이나 예산조정 반영 등 사업운영에 피드백

□ 추적평가

○ 성과의 활용 및 확산을 위하여 과제종료 후 5년간 발생성과에 대한 정기적 추적평가를 실시하여 성과의 사후관리를 수행

○ 국토교통과학기술진흥원의 성과활용·조사평가 전문가가 추적(성과) 평가 실무를 담당하고, 주관기관과 유기적으로 협력하여 평가를 실시함

3. 사업 예산 및 인력투입 계획

3-1. 사업 예산 투입 계획

3-1-1. 총사업비 및 연도별 예산

○ 전체 사업비 151,664 백만원

- 재원별 규모 및 비중

  : 국고(정부출연금) : 112,695 백만원 (전체 사업비의 74.9%)

  : 민간(기업부담금) : 38,969 백만원 (전체 사업비의 25.1%)

- 연도별 예산투자 계획

[표 6-9] 연도별 예산투자 계획

(백만원)

구 분 (사업기간)	총사업비	연차별 투자계획				
		'23	'24	'25	'26	'27
○ 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 기술 개발 ('23~'27)	151,664	7,583	37,916	45,499	30,333	30,333
합 계	151,664	7,583	37,916	45,499	30,333	30,333
○ 국 고	112,695	5,635	28,174	33,808	22,539	22,539
■ 출연	112,695	5,635	28,174	33,808	22,539	22,539
○ 민간매칭 등	38,969	1,948	9,742	11,691	7,794	7,794

3-1-2. 세부과제별 예산규모

○ 과제를 구성하는 세부과제별 예산규모(정부출연금+민간부담금)

- 1세부 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발 : 30,333 백만원
- 2세부 대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발 : 45,499 백만원
- 3세부 대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발 : 53,080 백만원
- 4세부 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발 : 22,750 백만원

[표 6-10] 세부과제별 예산규모(정부출연금+민간부담금 기준)

(백만원)

세부과제	세부과제별 사업비	연차별 투자계획				
		'23	'24	'25	'26	'27
고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발 (세부과제1)	30,333	1,517	7,583	9,100	6,067	6,067
대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발 (세부과제2)	45,499	2,275	11,375	13,650	9,100	9,100
대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발 (세부과제3)	53,082	2,654	13,271	15,925	10,616	10,616
신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발 (세부과제4)	22,750	1,137	5,687	6,825	4,550	4,550
합 계	151,664	7,587	37,916	45,499	30,333	30,333

[표 6-11] 세부과제별 예산규모 (정부출연금 기준)

(백만원)

세부과제	세부과제별 사업비	연차별 투자계획				
		'23	'24	'25	'26	'27
고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발 (세부과제1)	22,538	1,127	5,634	6,761	4,508	4,508
대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발 (세부과제2)	33,807	1,690	8,452	10,142	6,761	6,761
대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발 (세부과제3)	39,440	1,972	9,860	11,832	7,888	7,888
신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발 (세부과제4)	16,910	846	4,228	5,072	3,383	3,383
합 계	112,695	5,635	28,174	33,808	22,539	22,539

가. 세부과제1의 주요 성과 및 소요 예산

[표 6-12] 1세부 과제 연구개발 성과물 및 소요 예산

구분	연구 개발 성과물	연차별 소요 예산					
		'23	'24	'25	'26	'27	합계
고효율 대용량 모듈형 대중교통수단과 시스템 설계 및 개발	- 고효율 대용량 대중교통수단과 시스템의 기술 정의서 및 차량 설계서 · 대용량 대중교통수단의 용량 및 차량 설계서 · 용량 설계에 따른 차량 기본 단위 설계서 · 대중교통수단의 자동화 단위 및 연결 방법 설계서 - 환승 시설과 연계한 대중교통수단과 종합 시스템의 정의서 및 기준서 · 환승 시설을 고려한 대중교통수단의 차량 설계서 및 운영 기준서 · 환승 시설의 연계를 위한 대중교통 시스템 설계서 · 환승 자동 연계 및 배차 시설 정보 연계 기준서 - 고효율 대용량 대중교통수단의 동력 분산 추진 제어시스템 시작품 · 대중교통수단 구동시스템 S/W, H/W · 대중교통수단의 제어시스템 S/W, H/W · 차륜 제어시스템 S/W, H/W · 환승 제어 시스템 S/W, H/W - 친환경 모듈형 대중교통 시스템 시작품 · 모듈형 대중교통시스템 설계서 및 안전 기준서 · 친환경 에너지 충전 기술 설명서 · 차체 모듈형 연결 시스템 S/W, H/W - 중소 모듈형 대중교통 시스템 S/W, H/W	759	3,792	4,550	3,034	3,034	15,167
대중교통수단-도로인프라 간 교통정보 및 제어시스템 개발	- DRT 교통신호 정보를 연계한 속도 및 경로 선택 시스템 S/W, H/W - 대중교통 노선의 도로운행 상태 모니터링 시스템 S/W, H/W - 대중교통 관제 및 버스 제어 시스템 S/W, H/W - 대중교통수단-도로 모니터링 시스템 S/W, H/W - 노선별 교통정보 수집 및 안전정보 제공 시스템 S/W, H/W	455	2,275	2,730	1,820	1,820	9,100
실도로 차량 안전 검증 시작품 개발 및 평가	- 실도로 환경의 검증을 위한 시작품 - 실도로 환경 검증을 위한 버스 운영시스템 시작품 - 실도로 차량 보안 및 안전성 평가 시나리오 개발서 - 실도로 차량 보안 및 안전성 평가 지표 및 효과 평가서	303	1,517	1,820	1,213	1,213	6,067

나. 세부과제2의 주요 성과 및 소요 예산

[표 6-13] 2세부 과제 연구개발 성과물 및 소요 예산

구분	연구 개발 성과물	연차별 소요 예산					
		'23	'24	'25	'26	'27	합계
고효율 대용량 대중교통수단 전용 인프라 설계 기준 마련	- 대용량 고효율 대중교통수단의 도로 인프라 설계서 · 도로 인프라의 기본 요구조건 설명서 · 대중교통수단과 도로 안전 시설물의 요구사항 설명서 · 교통류와의 상충 및 안전 요구사항 설명서 · 전용도로의 형태 및 다른 도로와의 연결성 확보 방안 설명서 - 전용 인프라 구축 요구사항 정립 지침서 · 도로의 선형, 곡률, 궤도 등의 형태 지침서 · 전용 도로인프라 선정을 위한 기준 지침서 · 기존 도로의 교통량과 하중 등 지침서 - 수요 대응형 도로교통체계 운영 전환 S/W - 입체 교차구간 및 복합 차로구간 운영 제어 S/W	683	3,413	4,095	2,730	2,730	13,650
고효율 대중교통수단 전용 인프라 구조물 설계 및 개발	- 전용 인프라 안전 시설물 시작품 - 안전 확보를 위한 도로 센서 시작품 - 운행 인프라 시작품	683	3,413	4,095	2,730	2,730	13,650
대중교통수단 전용 인프라 운영 및 운영 가이드라인 개발	- 인프라 구축 및 운영을 위한 지침서 - 차로 운영 입체화 기술 설명서 - 안전 시설, 도로 가이던스 센서, 안전시설 진입 등 안전 운영을 위한 고려사항과 의무사항 등 지침서 - 도로 및 통행의 정책과 법제도 개정(안)	455	2,275	2,730	1,820	1,820	9,100
대중교통수단의 관제센터 개발 및 효과 평가	- 운행 모니터링 센터 시작품 - 돌발상황 대응 시스템 S/W, H/W - 수용 응답형 배차관리 시스템 S/W, H/W - 대중교통수단 운영 효과 및 안전성 평가 방법론	455	2,275	2,730	1,820	1,820	9,100

다. 세부과제3의 주요 성과 및 소요 예산

[표 6-14] 3세부 과제 연구개발 성과물 및 소요 예산

구분	연구 개발 성과물	연차별 소요 예산					
		'23	'24	'25	'26	'27	합계
대용량 대중교통수단 환승시설 설계 및 시스템 구축	- 대용량 대중교통수단스의 환승 시설 설계 지침서 · 환승 대중교통수단의 환승 흐름 및 교통 연계 정립 설명서 · 대용량 대중교통수단의 정차, 환승 시설 설계서 · 환승 시설 내 접속 및 연계 시설 설계서 · 환승 시설의 도로, 표지판, 교통정보 시설물 설계서 - 환승 시설 인프라 설계서/ 시작품 · 정류장, 환승장, 보행자 경로 등 설계서 · 기존 환승시설의 활용 방안 및 요구조건 지침서 · 기존 환승시설의 개선 지침서 - 환승 시설 입지 적정성 기준서	1,327	6,636	7,963	5,308	5,308	26,541
수요 분산형 교통체계 시설 개발	- 교통 분산 교통 및 환승시설 입체화 기술 개발 · 혼잡구간 환승시설 구축 시작품 · 스마트 모빌리티 복합 환승 시설 구축 시작품 · 환승 연계도로 시설의 입체화 시작품 - 환승 시설 내 환승 수요 운영 제어 H/W, S/W	664	3,318	3,981	2,654	2,654	13,271
환승 시설 내 운영 기술 개발	- 수요 대응형 대중교통수단의 운영 및 안전 관리 기술서 - 대중교통수단의 환승, 운영, 관제 H/W, S/W - 환승 시설 내 교통 연계 시나리오 개발서 - 환승 시설 내 효과 검증 및 실증 평가(안)	398	1,991	2,389	1,592	1,592	7,962
현장 적용 및 제도화	- 대중교통 환승 시설의 지침 개정(안) - 대중교통 및 교통약자의 시설 개정(안) - 대중교통기본계획의 적용 구간 및 시범 사업 추진(안)	265	1,327	1,593	1,062	1,062	5,308

라. 세부과제4의 주요 성과 및 소요 예산

[표 6-15] 4세부 과제 연구개발 성과물 및 소요 예산

구분	연구 개발 성과물	연차별 소요 예산					
		'23	'24	'25	'26	'27	합계
리빙랩 환경 구축	- 리빙랩 선정 및 환경 구축 방안 수립 - 테스트베드의 기능 및 요구조건 마련 - 도시유형별 리빙랩 구축 - 중소규모의 서비스 형태별 리빙랩 구축	569	2,844	3,413	2,275	2,275	11,375
리빙랩 현장 적용 및 평가	- 안전성 평가를 위한 테스트베드 구성 방안 마련 - 안전성 평가 시나리오 개발 - 안전 기준 및 평가 기술 개발 - 현장 운영 및 효과 평가 방법 마련	398	1,990	2,389	1,593	1,593	7,962
리빙랩 후 상용화 촉진 방안 마련	- 대중교통 도로 인프라 지원 방안 - 여객자동차운수사업법 등 관련 법 개정 등	171	853	1,024	683	683	3,412

3-2. 인력 투입 계획

○ 2023년도부터 2027까지 본 사업에 소요되는 연구인력은 연평균 574.2명 참여 예상

- 소요 연구인력은 세부과제별 기술수요조사 내용을 근거로 1억원 당 참여인력 수 평균을 기준으로 산출

※ 1억원 당 연구인력은 평균 2.55명이며, 학위별로 박사는 0.93명, 석사 0.91명, 학사 0.71명 등

[표 6-16] 연도별 참여예상 연구인력(단위: 억원, 명)

구분	2022	2023	2024	2025	2026	합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
총 정출금	5,635	28,174	33,808	22,539	22,539	112,695
소요연구인력	143.7	718.4	862.1	574.7	574.7	2,873.7
박사	52.4	262.0	314.4	209.6	209.6	1,048.1
석사	51.3	256.4	307.7	205.1	205.1	1,025.5
학사	40.0	200.0	240.0	160.0	160.0	800.1

Ⅶ. 사전 타당성 분석

1. 정책적 타당성 분석

1-1. 국가 전략의 중요성

○ 도시화가 지속되고 있으나 승용차 이용 늘고 대중교통 이용 답보 상태로 첨두시 대중교통서비스 열악해 대중교통 용량 증대 필요

○ 중·장거리 도심지역의 인구밀도 증가 및 도심-비도심간 양극화 발생

- 도시인구의 지속적인 증가로 2030년까지 인구 1,000만 이상의 메가시티는 약 41개로 증가, 2050년 인구 67%가 도시에 거주
- 우리나라 도시화율은 2018년 81.5%로 2050년 86.2%에 이를 것으로 전망되며 다양한 도시문제가 양산·심화될 것으로 전망

○ 도로교통 혼잡비용은 지속적으로 증가, 2018년 67.76조원, GDP의 3.57%에 달함

- 연도별 GDP대비 교통혼잡비중은 '16년 3.21% → '17년3.25% → '18년 3.57%로 지속 증가, 우리나라는 미국의 교통혼잡비용('17년 1.57%)의 2배 이상

○ 도로 인프라 확장 및 연장은 교통문제 해결의 실효성 높지 않아 해결 대안 필요

- 도로 인프라 확장에 의한 교통혼잡도 개선 효과는 낮은 것으로 나타나고 있으며, 오히려 교통량이 늘어나 교통혼잡을 악화시키는 형태를 보임
- 전국의 도로 연장은 ' 19년 12월 기준 111,300km로 전년 대비 600km(0.5%) 늘어났으며, 하루 평균 교통량은 15,348대로 전년 14,964대 보다 2.6% 증가, 도로 연장과 교통량은 꾸준한 증가 추세
- '10년과 비교 시 '19년 도로연장은 약 6,000km, 교통량은 약 3,000대 늘어나 10년동안 각각 5.4%, 20.5% 증가한 것으로 나타남

○ 도시 문제 해결 방안으로 대중교통 중심의 이동 필요하나 수송 분담율은 답보 상태

- 우리나라의 대중교통 수송 분담율은 08년 42.2%에서'16년 42.8% 수준으로 여전히 승용차 이용 선호
- 최근 5년간 서울시 수단분담율의 경우 승용차는 지속적으로 증가하는 반면 대중교통은 소폭 감소, 시민들의 승용차 이용을 선호와 개인차량 소유 증가로 인해 교통혼잡이 가중되는 실정
  * 서울의 수단분담율 : 대중교통 '13년 65.9% → '17년 65.0%, 승용차 '13년22.9% → '17년 24.4%

○ 도심지 주차공간 부족으로 불법주차가 사회적 문제로 대두, 교통흐름을 상습적으로 저해

- 불법 주정차를 함으로써 발생하는 사회경제적 비용은 서울에서만 연간 4조 8,970억원에 달하는 것으로 추산되는 등 비효율 심각

○ 대도시권 교통혼잡 구간이 증가하고 있으며, 도시부의 교통혼잡 비용도 지속 증가

- 7대 특·광역시를 기준으로 서울, 부산, 대구, 인천은 지속적으로 혼잡 구간이 증가하고 있으며, 특히 서울시의 혼잡구간비율 증가율이 상대적으로 높은 것으로 나타남

  * 연도별 혼잡구간비율의 변화('14년→'16년): (서울)19.47%→22.78%, (부산)8.96%→10.36%, (대구)9.34%→10.36%, (인천)8.96%→10.36%

- 도시부 교통혼잡비용의 연평균 증가율(3.96%)이 지역 간 도로(2.86%)보다 높으므로 대도시권의 교통혼잡을 해소하기 위한 대책이 요구됨

○ 첨두시간대 대중교통 차내 혼잡하지만, 비첨두시에는 이용자 낮고 운영 비효율 초래

- 첨두시간대(전체 통행의 30%가 집중)의 대중교통 차내 혼잡하여 이용 불편 및 쾌적성 부족이 대중교통 유인력을 떨어뜨리는 원인

- 비첨두 시간대에는 이용자가 많지 않음에도 불구하고 일정수준 서비스 유지를 위해 차량대수 확보 및 운전자 고용 등으로 인한 운영적자에 따라 지자체 보조금이 계속 증가

  * '20년 서울시내버스 운영적자는 6,800억원에 이를 것으로 추산 (연평균 2,500~3,000억원 수준)

○ 대중대도시 광역 거점간 출퇴근시간이 지속적 증가하여 신도시 교통환경에 불편함 가중

- 수도권 지역내 출퇴근시간 교통밀집으로 인한 교통혼잡으로 통근시간이 증가하고 있어 개인의 삶의 만족도 저하 및 사회적 비용 증가가 심각한 실정

  * '20년 수도권 대중교통 이용 출근시간은 '19년 평균보다 6분 증가한 평균 1시간 27분, 지역내 평균 출근시간은 서울 47분, 인천 50분, 경기 1시간 36분, 지역간 평균 출근시간은 인천→서울 1시간 30분, 경기→서울 1시간 24분이 소요 [참고] OECD 평균출퇴근시간 : 28분

○ 대중교통 수요의 고급화 및 다양화, 운송 시장 경쟁 치열하나, 대중교통 시장 실패 및 정부 관리 역할 미흡

- 대중교통 사업 환경 개선, 이해 갈등 및 현상 유지식 시장 구조, 민원 해결식 관리 방식 탈피 필요

○ 대중교통 수단 이용 활성화를 위해서는 대중교통 서비스 개선 필요하나, 서비스 낙후

- 대중교통 서비스 분석 조사결과(2019, TS), 운영, 이용환경, 쾌적환경 서비스가 열악해 최우선 개선이 필요한 것으로 나타났고, 배차시간 간격, 안전운행 등 전반적인 개선 필요

서비스					
A	B	C	D	E	F
운영서비스	이용환경서비스	쾌적환경서비스	안전환경서비스	정보제공서비스	환승서비스
서비스 요소					
1	2	3	4	5	6
노선체계	배차시간간격	이용요금	대중교통중심운영	기사/역무원 친절도	차량내부이용편리
7	8	9	10	11	12
교통약자시설	혼잡도	이용시설청결성	안전운행	비상시대처법	정보제공체계
13	14	15	16	17	
정보정확성	변경정보제공	환승체계구축	환승정보제공	환승요금	
【해당영역】 ■ 최우선 개선 ■ 점진개선 □ 지속유지 강화 □ 현상 유지					

[그림 7-1] 전국 대중교통 서비스 분석

- 출근시간대 경기도 광역버스 입석율은 17.3%~34.7%까지 분포하고 있으며, 수요 대비 용량의 부족으로 서비스 악화 지속

  * '20년 경기도 광역버스 1900번은 입석율이 34.7% 수준으로 매우 높아 배차간격 줄이거나 추가 배치 등 조치가 필요한 상황

ㅇ 인구증가, 도시 집중현상, 교통혼잡, 에너지 고갈 등 기존 도시 문제를 해결하고 도시 생활의 질 향상을 위해서는 대중교통 서비스 개선과 수송 증대할 수 있는 수요분산형 대용량 환승고가버스 개발 필요

ㅇ 정부는 국민의 삶의 질 향상과 질높은 모빌리티 서비스 제공을 위한 정책을 적극적으로 펼치고 있으며, 대중교통 혁신 및 서비스 제공을 위한 정책과 종합 계획을 수립해 대응하고 있음

ㅇ 도심 교통 혼잡을 경감하고 복잡한 환승 수요를 분산할 수 있는 대용량 버스 개발 필요

- 국내 도시의 도로·교통 상황 및 인프라를 고려하면 인프라 용량 증대는 한계 있고, 친환경 대형 대중교통수단과 환승·교통체계 및 인프라 개선이 적합한 대안
- ICT 기술 기반의 수요관리와 교통시스템을 적용하고, 입체적 인프라(수요분산)를 활용하여 친환경 대형 대중교통수단 이용 효율 극대화

1-2. 상위 계획과의 부합성

1-2-1. 국가 정책

ㅇ 국가 정책 부문은 현 정부의 국가정책 기조를 담은 '국정운영 4개년 계획'을 분석하였고, 관련성이 높은 중장기 계획을 분석하여 정책과의 부합성을 판단하였음

- 연구개발사업 예비타당성조사의 정책적 분석대상은 연구개발사업 중장기 법정계획이 기본 분석대상이며, 현 정부 운영방향을 제시하는 공약집과 경제활성화 부문의 계획을 분석하여, 정부차원의 정책적 합의 여부를 검토할 필요성 있음

ㅇ 정부는 4차 산업혁명의 핵심 동인인 데이터·초연결 네트워크·지능화 기술(AI) 역량을 강화하고, 소프트웨어·ICT 산업 생태계 혁신과 각 분야와의 융합을 촉진

ㅇ 새로운 기술·서비스를 국민이 직접 체감할 수 있도록 스마트시티 조성과 확산에 집중하여, 경제성장과 삶의 질 향상을 동시에 달성하는 '사람 중심의 4차 산업혁명'을 추진

ㅇ 정부는 2020년 자율주행차 상용화, 2022년까지 완전자율주행 기반 마련을 목표로 기술개발, 인프라, 제도 등 전방위적으로 지원정책을 본격 추진

○ 미래 고부가가치 신산업인 드론 산업을 육성하기 위해 정부는 2017년 11월 드론산업을 8대 혁신 성장 선도사업으로 선정한데 이어, 2017년 12월 산업육성 중장기로드맵인 '드론산업발전기본계획'을 발표해 추진

가. 국정운영 5개년 계획

○ 국정운영 5개년 계획은 5대 목표 및 20대 국정전략을 달성하기 위해, 100대 국정과제를 추진하여 487개의 실천과제를 수립

○ 대선 공약을 기초로 국민제안 사항, 정책 현안 등을 종합적으로 고려하여 새정부 100대 국정과제를 선정

- (국정과제 33) 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도기반 구축은 4차 산업혁명 대응, 생태계 조성, 인프라 조성 및 융합 확산, 소프트웨어 경쟁력 강화, 역기능 대응을 추진
- (국정과제 34) 세계적 경쟁력을 갖춘 제조업에 ICT, 서비스 등을 융합한 친환경·스마트카, 제약·바이오·의료기기, 자율협력주행, 드론 등 미래형 신산업 육성을 추진
- (국정과제 37) 에너지정책의 패러다임을 근본적으로 바꾸어 원전의 단계적 감축, 재생에너지 보급 확대, 석탄발전의 축소 등 친환경 에너지믹스로의 전환을 추진

국가비전	국민의 나라 정의로운 대한민국				
5대 국정목표	국민이 주인인 정부	더불어 잘사는 경제	내 삶을 책임지는 국가	고르게 발전하는 지역	평화와 번영의 한반도
20대 국정전략	1.국민주권의 촛불 민주주의 실현	1.소득 주도 성장을 위한 일자리경제	1.모두가 누리는 포용적 복지국가	1.풀뿌리 민주주의를 실현하는 자치분권	1.강한 안보와 책임국방
	2.소통으로 통합하는 광화문 대통령	2.활력이 넘치는 공정경제	2.국가가 책임지는 보육과 교육	2.골고루 잘사는 균형발전	2.남북 간 화해협력과 한반도 비핵화
	3.투명하고 유능한 정부	3.서민과 중산층을 위한 민생경제	3.국민안전과 생명을 지키는 안심사회	3.사람이 돌아오는 농산어촌	3.국제협력을 주도하는 당당한 외교
	4.권력기관의 민주적 개혁	4.과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명	4.노동존중, 성평등을 포함한 차별 없는 공정사회		
		5.중소벤처가 주도하는 창업과 혁신성장	5.자유와 창의가 넘치는 문화국가		
100대 국정과제 (496개 실천과제)	15개 과제 (71개 실천과제)	26개 과제 (135개 실천과제)	32개 과제 (164개 실천과제)	11개 과제 (54개 실천과제)	16개 과제 (72개 실천과제)

[그림 7-2]신정부 100대 국정운영 과제

[표 7-1] 국가정책(국정운영 5개년 계획)과의 부합성

구분		대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
국정과제 33	소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업 혁명 선도 기반 구축	○	○	◎	○
국정과제 34	친환경·스마트카, 바이오·의료기기, 자율협력주행, 드론 등 미래형 신산업 육성 추진	◎	○	○	○
국정과제 37	친환경 에너지믹스로의 전환	◎	○	○	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

나. 제5차 국토종합계획 ('20~'40)

ㅇ 교통서비스 격차와 대도시권의 혼잡 심화 문제를 해소하기 위한 인프라 구축과 4차산업혁명 기술을 반영한 교통체계 개편

- 네트워크형 교통망의 효율화와 대도시권 혼잡 해소, 국가 간선망의 효율화를 통해 전국을 2시간대로 연결하고, 장기적으로 자율주행자동차, 개인형 교통수단, 하이퍼루프 등에 대비한 미래형 교통체계로의 개편을 추진
- 자율주행자동차, 개인용 이동수단의 등장으로 도로 체계 개편, 신 교통수단의 등장으로 도로 인프라의 첨단화와 안전시스템 구축 추진하며, 대중교통의 체계 개편 추진

[표 7-2] 제5차 국토종합 계획과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
네트워크형 교통망의 효율화와 대도시권 혼잡 해소	◎	◎	○	○
미래형 교통체계로의 개편	◎	◎	○	○
신 교통수단의 등장으로 도로 인프라의 첨단화	○	◎	○	◎
대중교통의 체계 개편	◎	◎	◎	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

다. 제2차 국가기간교통망계획('21~'40)

○ 환경변화, 사회·경제적 변화 등에 따른 복잡·다양한 교통문제에 대해 효율적으로 대응하고, 미래 국가교통의 방향 설정 및 추진

- 안전하고 지속가능한 교통체계를 구축하고, 일상속의 자율교통을 달성하며, 차별없는 이동권을 보장하고 글로벌 교통 공동체를 실현하기 위한 계획 수립
- 다양한 대중교통수단 공급을 통하여 출퇴근 시간을 30분대로 단축하고, MaaS, 자율주행셔틀 등 다양한 대중교통 서비스를 제공하며, 대중교통의 공공성을 강화하여 국민의 보편적 이동권을 보장

[표 7-3] 제2차 국가기간교통망 계획과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
국토균형발전을 위한 교통망 완성	○	○	○	○
언제 어디서나 접근가능한 대중교통 환경 조성을 위한 교통수단 다양화 및 복합환승센터 등 구축	◎	◎	◎	○
친환경 첨단 모빌리티의 교통수단 개발 및 도로 인프라 구축 등 친환경 모빌리티 이용 일상화	◎	◎	○	◎
안전하고 차별없는 교통사회 실현	○	○	○	○
글로벌 교통 공동체 기반 마련	△	△	○	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

라. 도로기술개발 전략('21~'30)

○ 국토교통부에서는 빅데이터, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등 4차 산업기술이 접목된 미래 도로상을 구현하고자 도로기술 개발 전략을 발표함

- 2021~2030년까지 추진하게 될 중점 추진 기술을 선정하였으며 안전한 도로, 편리한 도로, 경제적 도로, 친환경 도로 등을 목표로 제시

[표 7-4] 도로기술 개발 전략과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
교통사고 사망자 수 30% 감축 지원할 수 있는 안전한 도로	○	◎	○	○
도로 혼잡구간 30% 해소를 실현할 수 있는 편리한 도로	○	◎	○	○
도로 유지관리 비용 30% 절감할 수 있는 경제적 도로	○	◎	○	○
도로 소음 20%, 미세먼지 등 유해물질 15% 감축 할 수 있는 친환경 도로	◎	◎	○	○

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

마. 지능형교통체계 기본계획 2030('21~'30)

ㅇ 인공지능, 빅데이터 등 4차 산업혁명 시대의 첨단기술을 활용한 지능형교통체계 인프라를 구축하고, 스마트 교통서비스 제공을 통해 안전하고 편리한 교통 이용환경을 조성

- 신교통수단의 도입과 인프라를 구축하고 첨단기술을 통한 교통안전 확보, 완전 자율주행 상용화에 대비, 도심 내 UAM 탑승시설 등 신교통수단의 제반설비 기준을 마련
- 스마트 모니터링시스템을 확대 설치하고, 도로상태 관리시스템 등을 구축, 이용자들의 수요에 맞춤형 정보서비스 제공 등 포함

[표 7-5] 지능형 교통체계 기본계획과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
신교통 수단의 도입과 인프라 구축	◎	◎	○	○
첨단기술을 활용한 교통 안전 확보	○	◎	○	○
완전 자율주행 기술의 적용 및 도로상태 모니터링 서비스 제공	○	○	○	◎
이용자 맞춤형 정보 서비스 제공	◎	○	◎	○

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

바. 제2차 자동차정책기본계획('17~'22)

○ 자동차정책 기본 방향을 제시하고 자동차의 안전과 자동차 관리체계의 기본 전략을 제시하는 법정계획으로 자동차 관리, 안전, 이용자 권익 보호, 산업 생태계 조성 등 포함

- 첨단차 운행 생태계 조성 등 자동차 안전기반 구축과 자동차 서비스 선진화를 통한 국민 권익 보호 등 전략 제시
- 자율주행차와 전기자동차의 운행 인프라 구축과 안전성 평가를 위한 테스트 베드 구축, 친환경 대중교통 수단의 연구 개발 등 내용 포함

[표 7-6] 제2차 자동차정책기본계획과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
자동차 안전성 및 국제협력 강화	○	△	△	○
생애주기별 자동차 서비스 기반 선진화	△	△	△	○
자동차 소비자 권익 보호 강화	△	○	○	○
첨단 미래형 자동차 운행 생태계 구축	◎	○	○	◎
지속 가능한 자동차 정책 수립체계 확립	△	△	○	△

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

사. 제1차 자율주행 교통물류 기본계획계획('21~'25)

○ 「제1차 자율주행 교통물류 기본계획」은 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」에 따른 5년 단위 법정계획으로 자율주행 기반 교통물류 체계의 발전 및 자율주행차의 확산을 목적으로 수립

- 전국 고속도로 및 시도별 주요거점에서 자율주행 서비스 제공, 자율주행 서비스(10종 이상) 기술 개발, 자율차 상용화 및 서비스 고도화를 위한 제도·인프라 기반 완비 등을 목표로 추진

[표 7-7] 제1차 자율주행 교통물류 기본계획과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
자율주행 교통물류 서비스 기술 고도화	◎	○	○	○
자율주행 교통물류 서비스 실증환경 조성	◎	○	◎	○
자율주행 교통물류 서비스 사업환경 조성	○	◎	○	◎
자율주행 안전성 강화 및 기술 수용성 제고	○	○	○	○
자율주행 교통물류 생태계 조성	○	△	○	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

아. 국토교통 탄소중립 로드맵 (2021.12)

ㅇ 기후변화 문제에 대응하기 위한 「2050 탄소중립 시나리오('21.10)」를 확정하고 이를 추진하기 위해수송 부문의 주요 계획을 수립

- 승용차 통행량 감축하고 대중교통 및 개인 모빌리티 이용을 확대하며, 화물운송수단을 도로에서 철도, 해운으로 전환
- 대중교통인프라 확대 및 이동성 향상, 무탄소 이동수단을 활성화 하고, 혁신을 통한 이동 효율화 추진
- 고품질의 대중교통수단 확대 다양화, 편리한 환승 연계 등으로 자가용보다 편리한 대중교통체계를 마련하고, 환승 연계교통체계 구축

[표 7-8] 국토교통 탄소중립 로드맵과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
대중교통 및 개인 모빌리티 이용 활성화	○	○	○	○
대중교통 인프라 확대 및 이동성 향상	◎	◎	◎	○
무탄소 이동수단 활성화	◎	◎	○	◎
안전하고 차별없는 교통사회 실현	○	○	○	○
글로벌 교통 공동체 기반 마련	△	△	○	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

1-2-2. 연구개발 정책

○ 연구개발정책 부문은 '제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획', '2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준' 등을 분석하여 동 사업의 부합성을 검토

- 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획은 국토교통 분야 전문 연구인력 양성, 과제 공모방식 개선, 국제협력 등 R&D 수행기반 마련을 위한 전략적 추진방안 제시
- 2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준은 국민이 체감하는 삶의 질 개선을 목표로 안전한 삶 지원, 지속가능한 환경 조성, 건강·생활편익 증진 등 국민이 체감하는 성과 창출과 혁신성장 성과 가속화를 위한 투자에 주력할 계획

가. 제4차 과학기술기본계획('18~'22)

○ 우리나라 과학기술혁신정책의 비전, 목표, 방향 등을 제시하는 중장기 발전전략을 포함하고 있으며, 각 부처 과학기술 관련 정책의 수립·추진방향을 제시하는 최상위 계획

- 중장기적 관점에서 우리가 주목해야 할 전 세계적인 미래사회 변화 트렌드를 과학기술 관점에서 분석
- 2040년까지의 장기적 비전을 설정하고 과학기술이 지향해야 할 바람직한 미래사회의 모습을 구체적인 목표로 제시

[표 7-9] 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
미래 도전을 위한 과학기술 역량 확충	○	○	○	○
혁신이 활발히 일어나는 과학기술 생태계 조성	◎	△	◎	○
과학기술이 선도하는 신산업 일자리 창출	○	△	△	△
과학 기술로 모두가 행복한 삶 구현	○	○	○	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

나. 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획('18~'27)

○ 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획은 국토교통 과학기술에 관한 장기적이고 종합적인 정책방향을 설정하고 중장기 투자계획을 정하는 최상위 법정 종합계획

- 미래변화에 대응한 중점 기술 개발전략을 종합적으로 제시하고 사업화 등 개발된 기술의 보급·활용 지원체계도 구축 및 세부 추진 방향 제시
- 국내외 미래전망 보고서에서 제시한 메가 트렌드 중 정부정책 부합성 및 국토교통 분야 연관도 등을 고려하여 과제 선정

[표 7-10] 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성	○	○	○	○
기술융합을 통한 새로운 가치 창출	◎	△	◎	○
사람 중심의 국토교통 기술 개발	○	○	○	◎
미래지향적 연구개발 시스템 도입	△	△	△	△

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

나. 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준(2021)

ㅇ 2021년도 정부 연구 개발(R&D) 투자 방향 및 기준은 과학 기술 혁신, 경제발전 기여, 삶의 질 개선의 기본 투자 기조를 유지하고, 국민이 체감하는 성과 창출과 혁신성장 성과 가속화를 위한 투자에 주력

- 3대 분야 10대 중점 투자방향을 설정하고, 자율과 협업 기반의 투자 강화 등 투자 시스템 개선을 위한 6대 과제를 제시
- 건설·교통분야의 시설물·건축물의 안전성 제고, 신속·편리한 교통물류체계 마련 등 삶의 질 향상 분야에 지속 투자

[표 7-11] 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준(2021)과의 부합성

구분	대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
혁신주체의 연구역량 강화	△	△	△	△
과학기술로 성장동력 기반 확충	○	○	○	○
국민이 체감하는 삶의 질 개선	◎	◎	◎	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

1-3. 정책적 일관성 및 추진체계

○ 정부 정책과 상위계획과의 부합성을 검토하고, 동 사업이 국가정책의 구체적 실현에 기여할 수 있으며 정책적 일관성을 가지고 추진될 수 있는지를 평가

- 상위계획은 국가정책, 정부 부처의 기본계획, 연구개발 정책 부문으로 나누어 검토하였으며, 국가국정운영 안전 정책에 이르기까지 다양한 정책 방향을 검토

○ 본 사업은 도시 집중화로 대중교통 서비스가 악화되고 있어 이를 극복하려는 방안으로 도시 교통 정채와 첨두시의 수송용량을 증대하고 수요응답형 서비스 제공으로 이용자들의 편의성을 높이기 위한 목적으로 제안

○ 검토 결과, 대용량 버스 시스템 기술개발, 대중교통 전용 도로 인프라 및 운영 기술개발, 대중교통 환승 시설 및 기술개발, 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 등의 핵심과제는 상위 계획과의 부합성이 높으므로, 정책적 타당성이 높은 것으로 평가

- 문재인 정부 100대 국정과제는 '4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가'에서 '소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도기반 구축' 및 미래형 신산업 육성 등의 분야 포함
- 제5차 국토종합계획('20~'40)은 교통서비스 격차와 대도시권의 혼잡 심화 문제를 해소하기 위한 인프라 구축과 4차산업혁명 기술을 반영한 교통체계 개편을 주요 골자로 하고 있으며 정책 부합성이 높음
- 특히, 미래형 교통수단의 등장에 따른 도로 체계 개편, 신 교통수단의 등장으로 도로 인프라의 첨단화와 안전시스템 구축, 대중교통의 체계 개편 추진 등의 정책 방향과 전략과 부합성이 높음
- 제2차 국가기간교통망계획(`21~`40)은 거시적인 측면에서 환경변화, 사회·경제적 변화 등에 따른 복잡·다양한 교통문제 대응과 국가교통의 방향 설정 및 추진 전략을 제시하고 있으며, 대중교통 서비스 제공의 질 향상 측면에서 부합성이 높음
- 도로기술개발 전략('21~'30)은 빅데이터, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등 4차 산업기술이 접목된 미래 도로상을 구현과 도로기술 개발전략을 제시하고 있으며, 본 사업과 대중교통기반의 친환경 도로인프라의 구축 부문에서 부합성이 높음
- 제2차 자동차정책기본계획('17~'22)은 자동차의 안전과 자동차 관리체계의 기본 전략을 제시하고 있으며, 대중교통수단의 기술 개발과 안전 확보 부문에서 정책과 부합
- 제1차 자율주행 교통물류 기본계획계획('21~'25)은 자율주행 기반 교통물류 체계의 발전 및 자율주행차의 확산을 목적으로 대중교통의 자율주행 서비스기술 개발과 서비스 실증 환경조성, 법과 제도 개선 등의 부문에서 부합성이 높음
- 국토교통 탄소중립 로드맵(2021.12)은 대중교통 이용 확대, 대중교통 인프라 확대 및 이동성 향상, 무탄소 이동수단 활성화 등 부문에서 본 사업의 기술과 시스템이 저탄소를 지향하고 있어 정

책 방향과 부합성 높음

- 제4차 과학기술기본계획(`18~`22)은 과학기술 혁신 정책의 비전, 목표, 방향 등 중장기 발전전략을 제시하고 있으며, 융복합 과학기술의 적용 및 미래사회의 모습을 제시하는 부문에서 부합성 높음
- 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획(`18~`27)은 미래변화에 대응한 중점 기술 개발전략과 기술의 보급·활용 지원체계 구축, 추진 방향 제시하고 있으며, 기술융합을 통한 새로운 가치 창출 부문과 사람 중심의 국토교통 기술 개발 부문에서 정부 정책과 부합
- 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준(2021)은 국민이 체감하는 성과 창출과 혁신성장 성과 가속화를 위한 투자 방향을 제시하고 있으며, 신속·편리한 교통물류체계 마련 등 삶의 질 향상 분야의 투자 부문에서 정부 정책과 부합

[표 7-12] 정부의 상위 계획과의 부합성 평가

부문별 정책		대용량 버스시스템 기술 개발	대중교통 전용 도로인프라 및 운영 기술 개발	대중교통 환승 시설 및 운영 기술 개발	신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
국정 계획	국정과제 33	보통	보통	높음	보통
	국정과제 34	높음	보통	보통	보통
	국정과제 37	높음	보통	보통	높음
국가 정책	제5차 국토종합 계획	높음	높음	높음	높음
	제2차 국가기간교통망계획	높음	보통	높음	보통
	도로기술개발 전략	보통	높음	보통	보통
	지능형교통체계 기본계획 2030	높음	높음	보통	보통
	제2차 자동차정책기본계획	보통	보통	보통	보통
	제1차 자율주행 교통물류 기본계획	높음	보통	보통	높음
	국토교통 탄소중립 로드맵	높음	높음	보통	높음
연구 개발	제4차 과학기술기본계획	높음	보통	보통	높음
	제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획	높음	보통	높음	높음
	정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준	보통	보통	보통	보통

1-4. 사업의 추진 체제 및 추진 의지

○ 정책적 추진의지는 주관부처·사업수행기관·유관부처·유관기관 등 각 주체 간의 사업수행체계와 협조체계를 검토하고, 사업주체들의 추진의지를 평가하는 항목

- 정책목표를 달성하기 위해 사업수행체계와 역할분담의 적절성, 협조체계와 운영방안의 효율성 등을 거버넌스 관점에서 수직적·수평적 협력체계로 평가
- 수직적협력체계는 정책을 결정하는 정부부처, 사업을 관리하는 연구관리전문기관, 연구과제를 수행하는 연구기관 간의 정책목적 전달과 자금의 제공 및 조정체계를 평가
- 수평적 협력체계는 사업에 참여하는 정부부처·연구기관·연구자 등 사업참여주체 간, 사업참여주체와 이해관계자 간의 네트워크 및 소통체계를 평가
- 추진의지는 사업기획주체들의 사업추진의지와 사업으로 인해 영향 받는 이해 관계자들의 선호도를 분석

○ 사업기획 단계에서 사업기획에 필요한 적정한 기관들을 참여시키고, 기관의 역량에 따라 필요한 역할을 분담하여, 체계적으로 사업도출

- (국토교통부) 대중교통체계의 개편 및 대중교통 서비스 질 향상, 이동성 향상 및 대중교통 서비스 기본권 보장, 대중교통 기본계획 수립, 대중교통 인프라 구축 및 환승 시설 개선, 스마트 모빌리티 구현 등 전반적인 기획사업의 추진 주체이며, 본 사업의 전체적인 조율 및 방향설정, 주요 안건에 대한 심의 및 결정을 담당
- (국토교통과학기술진흥원) 교통물류 시설의 서비스와 인프라 기술 개발, 기술 사업화 및 보급 확대, 교통 안전성 향상 및 관리 기술 기획사업의 전체적인 추진일정 조율 및 기획보고서 작성 방향설정, 전문가 위원회 및 기획자와의 정보교류 및 모니터링 등의 실무 총괄을 담당
- (기획분과위원회) 산·학·연·관의 전문가를 고루 구성하며, 대중교통 수단 개발과 도로인프라 확충, 운영 및 관리, 리빙랩 추진 등 기획사업 기술선정, 목표설정, 로드맵 및 상용화 전략 수립 등 기획보고서 작성 전반을 담당
- (자문위원회) 대중교통 수단 개발과 도로인프라 확충, 운영 및 관리, 리빙랩 추진 등 기술 기획사업 보고서 작성 안에 대하여 국내외 정책, 경제, 기술 등 다방면으로 검토 및 자문
- (한국교통연구원) 본 사업의 기술개발 이아템 발굴, 목표 설정, 로드맵 및 상용화 전략 수립 등 기술기획보고서 작성 및 기획위원회 운영 전반을 담당

○ 대중교통 수단 개발과 도로인프라 확충, 운영 및 관리, 리빙랩 추진 등 기획사업 관련 비전 및 목표, 중점기술 도출, 기술로드맵 제시, 사업의 기술성과 투자 타당성 확보를 위한 연구개발 기획 수행

○ 기획위원회, 자문위원회 등 관련 분야의 외부전문가 의견을 수렴하고 기획연구에 반영

○ (기획위원회 및 자문위원회) 각계 전문가 의견을 수렴하고, 중점분야, 세부기술, 구성기술 등의 기획내용 작성 및 검토

1-5. 사업의 추진 위험 요인 및 대응

○ 대용량 환승 고가버스 타입은 일반 차로를 운행하지 않고, 도로와 이격된 공간에서 운행되기 때문에 기술 검증 및 운행 안전성 확보가 필요하며, 특히 대중교통 관련 정부의 정책과 계획과 연계 필요

○ 중·장거리 보다는 단거리 통행량이 높은 구간에 적용할 수 있으나, 이를 위한 정부의 정책 지원과 지자체의 협력 필수

○ 기존의 버스 운행과 차별되는 대규모 용량의 버스 운행과 차량 제어에 대한 안전성 검증 필요

○ 여객운송과 관련한 법·제도 개선 병행되어야 하며, 실증 및 사업화를 위한 이해 집단 존재

○ 대중교통 관련 서비스 제공 및 인프라 구축, 서비스 제공 등과 관련한 정부의 정책과 지자체의 운수사업체의 민간 서비스 발굴

○ 정부와 민간의 부담금과 재원 조달 방안 마련으로 사업 성공 가능성 향상

○ 사업의 효과 극대화를 위한 리빙랩 사업 범위와 추진 체계 마련

2. 과학기술적 타당성 분석

2-1. 문제|이슈 도출의 적절성

2-1-1. 외부환경 변화 대응 적절성

□ 인구구조의 변화와 저출산 고령화 지속

○ 문제: 세계적으로 60세 이상 인구는 2017년 대비 2050년까지 2배 이상, 80세 이상 인구는 3배 이상 증가할 것으로 전망되고 있으며, 특히 우리나라는 전 세계에서 가장 빠른 속도로 초고령화 사회가 진행 중→자동차 수요증가

○ 대응: 제한된 접근성을 가진 고령자가 공간|교통|건물에의 접근성이 용이하도록 교통수단 및 포괄적 교통시스템 필요

□ 도시 집중화 심화

○ 문제: 전 세계적으로 도시규모가 지속적으로 증가(Mega-region) + 양극화] 도시화 확산으로 교통|이동성에 직면하는 문제들이 도심지역에서 심화되고 있으며, 반면 비 도시권은 도시 쇠퇴현상이 두드러지면서 주거환경 및 삶의 질(Well-being) 격차 발생

○ 대응: 도시 內 또는 도시-비도시간 보편적 혜택 제공을 위한 새로운 도로교통수단 및 모빌리티 서비스 모델이 필요하고, 또한 고령화 진행이 도심보다는 비도심에서의 진행속도가 빠르게 진행됨에 따라 교통수단 마련 필요

□ 스마트시티 확산

○ 문제 : 도시경쟁력 및 지속가능성 확보를 위한 스마트시티 확산] 도시경쟁력의 패러다임이 '경제력'에서 '삶의 질'로 변화함에 따라 도시문제 해결을 통한 도시경쟁력 및 지속가능성 확보를 위해 스마트시티 구축이 확산되고 있으며, 이 중 지속가능 모빌리티를 위한 대중교통 최적화를 위한 도시별 다양한 방식의 노력이 확대

○ 대응: 지역기반의 각 특성에 맞는 도심공간, 스마트시티와 연계한 교통수단 및 모빌리티 서비스 필요

□ 디지털 서비스

○ 문제: 서비스의 디지털화로 인한 교통서비스에 큰 영향] 이동의 필요성을 줄이는 재택근무의 증가, 원격 유지보수에 따른 엔지니어 이동성 감소 등 경제사회 전반의 디지털 서비스 증가(배달서

비스 등)는 미래 이동 수요에 큰 영향을 미칠 것으로

ㅇ 대응: 배출가스와 혼잡 관점에서 환경에 영향을 최소화할 수 있는 효율적 교통 수단 필요

□ 공유경제의 부상

ㅇ 문제: 협력소비 전제의 공유경제의 급부상| 친환경, 기술발전, 정보공개수준 확대, 글로벌 경제 저성장 등으로 자원의 효율적 활용을 통해 부가가치를 창출하는 공유경제 기반의 새로운 경제시스템 성장

ㅇ 대응: 서로다른 교통수단간 안전하고 효율적인 상호작용 + 고가용성 인프라와의 결합을 통한 새로운 서비스 필요하고, 모빌리티 생태계는 지역별 다양화|복잡화 될 전망→ 도로공간의 효율적 활용 기회로 보고 유연|능동적 대응 필요

□ 기후변화|에너지 대응

ㅇ 문제: 기후변화|에너지 증가|자원의 희소성, 대기오염 등에 대응요구 증가| 세계 에너지 수요는 2017~2040년까지 25% 이상, 에너지 효율 개선이 시도되지 않을 시 50%까지 증가할 전망 (World Energy Outlook 2018) + 에너지 소비가 유발하는 탄소배출양은 2040년까지 지속될 전망 + 도로교통은 대기오염 증가에 크게 기여 → 기후변화에 따른 피해 최소화를 위한 온실가스 배출량 감축 요구 증가

ㅇ 대응: 이동수단 효율 개선, 운송의 원활화 및 활동 감소에 대응한 에너지 효율적 교통수단 개발 필요

□ CAVs 보급|확산으로 인한 도로교통 수단 및 서비스에 획기적 변화

ㅇ 문제: 다양한 CAVs의 보급으로 여객|화물 운송 방식을 근본적으로 변화시킴으로써 다양한 교통문제 개선 기회 제공 필요하고 서비스 필요하나 기술 초보 단계

ㅇ 대응: CAVs는 운전자가 없으므로 셰어링 서비스를 가속할 수 있는 동력, 이를 활용한 서비스 개발 필요

□ 모빌리티 지능화 및 산업영역 확대

ㅇ 문제: '사용자 중심'의 '교통플랫폼'으로써의 모빌리티 영역이 '사용자 경험' 중심의 '라이프 플랫폼'으로써의 스마트시티로 확장|진화됨에 따라 협력|연계적, 자동화된, 이동성(CCAM) 기반 + 민관 협력|합의 기반의 다양한 비즈니스 모델 등장 예측

- 대중교통, 화물운송, 퍼스널모빌리티 등

ㅇ 대응: 다양한 새로운 이동수단-서비스-인프라간의 영역이 점차 확대됨에 따라 이의 실현을 위한 메커니즘 연구 필요

□ 4차 산업혁명 기술 기반의 혁신

ㅇ 문제: 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등 4차 산업혁명 주요 기술을 기반으로 초연결|초지능|초실감 등의 변화하는 환경에서, 사회의 혁신 인프라로써 이러한 혁신기술 기반의 교통수단 및 서비스 운영방식의 변화 예상

ㅇ 대응: 사회적 편익 극대화를 위한 데이터를 활용한 인프라 계획 및 교통수단 서비스 운영방식 혁신 필요

□ 친환경 자동차 증가

ㅇ 문제: 전기차(EVs), 수소차, 하이브리드, 대체 파워트레인(alternative powertrain)와 같은 친환경차가 꾸준히 상위 트렌드에 자리매김하고 있으며, 특히 전기차의 생산효율 향상으로 비중이 증가할 전망

ㅇ 대응: 보다 친환경적인 이동성을 촉진하기 위한 교통수단 도입 필요

2-1-2. 현안 및 이슈 대응 적절성

가. 주요 교통 현안 및 이슈

ㅇ 도로교통 혼잡비용은 지속적으로 증가, 2018년 67.76조원, GDP의 3.57%에 달함

ㅇ 이러한 문제 해결방안으로 대중교통 중심의 이동이 대두 → 수단분담률은 답보상태

ㅇ 승용차 통행량 증가 및 나홀로차량|차량 재차인원 감소로 교통 체증·혼잡 구간 증가

- [전국통행량(천통행)] 78,868(2010) → 87,051(2016) | [통행량 증가율(2016)] 10.4%(전체), 20.5%(승용차)
- [재차 인원] 1.32 (2010) → 1.22(2016) | [나홀로차량(%)] 78.9 (2010) → 82.5(2016)

ㅇ 도심지 주차공간 부족 및 불법주차로 인한 도시배회, 교통흐름 상습저해 등 비효율 심각

- 주차를 위해 배회·대기하는 차량으로 인한 상습적인 정체 및 주차공간 확보에 실패한 운전자가 불법 주정차를 함으로써 발생하는 사회경제적 비용은 서울에서만 연간 4조 8,970억원에 달하는 것으로 추산(삼성교통안전문화연구소, 2016)

- [도로부문 교통문제(설문, 빅데이터)][532] 도로정체|주요간선 및 도심지(25%), 혼잡|주요간선 및 도심지(19%), 주차|도심지(19%) 순

ㅇ 이러한 대부분 환경|이동 불편문제 증가는 대도시권 중심의 교통 체증·혼잡문제에 기인

- [시도별 교통혼잡비용(조원|비중)]은 경기(18.4|27%), 서울(13.1|19%), 부산(4.2|6%), 인천(3.9|6%), 대구(3.7|5%) 순으로 수도권이 35.4조원, 특광역시가 14.8조원으로 추정(2018년 기준)[533]

- [온실가스 배출량 증감률(2010년 대비 2018년)] : 전국(16.8%) | 서울(-12.9%), 경기(21.8%), 인천(14.93%), 부산(0.45%), 대구(12.87%)

ㅇ 대도시 광역거점간 출퇴근 시간이 지속적으로 증가하여 신도시 교통환경에 불편함 가중

- 20년 수도권 대중교통 이용 출근시간은 '19년 평균보다 6분 증가한, 평균 1시간 27분[534] (KBS)(OECD평균:28분)

ㅇ Peak 시간대(전체 통행의 30%가 집중)의 대중교통 차내 혼잡|쾌적성 문제 → 대중교통 유인력을 떨어뜨리는 원인

- 서울광역버스 일평균 혼잡율 65%, 출근시간은 106%, 직장인 48.5%는 대중교통 출퇴근 스트레스로 퇴사 고려 경험[535]

- (예) 수도권광역버스(5003) 일평균 혼잡율 65%, 오전 peak시간대에는 100~109%로 약 1.6배 더 혼잡

ㅇ Off-Peak 시간대의 일정수준 서비스 수준 유지를 위한 과도한 차량운행으로 온실가스배출, 운행손실(불필요한 교통량), 수송효율 저하 등 비효율 초래

- [도심 버스운영적자] 2020년 서울시내버스 운영적자는 6,800억원에 이를 것으로 추산[536] (연평균 2,500~3,000억원 수준)

ㅇ 수도권 내 현재 대중교통 운행의 접근성 및 효율성은 승용차보다 낮은 수준

ㅇ 한정된 도로공간 한계 극복을 위한 도로인프라 확장 및 연장은 교통문제 해결의 실효성 측면에서 한계 (트래픽 증가 + 혼잡완화 효과 낮음)

- 전국의 도로 연장은 2019년 12월 기준 111,300km로 전년대비 600km(0.5%) 늘어났으며, 하루 평균 교통량은 15,348대로 전년 14,964대 보다 2.6% 증가, 도로 연장과 교통량은 꾸준한 증가 추세를 보이고 있으며, 2010년과 비교 시 연장은 약 6,000km, 교통량은 약 3,000대 늘어나 10년동안 각각 5.4%, 20.5% 증가한 것으로 나타남[537]

---

532) 이용자 관점의 수도권 교통문제 유형분석 -빅데이터 분석을 통한 사례 중심으로-, KOTI, 2019
533) 2020 교통정책 평가지표 조사사업, 한국교통연구원, 2020
534) https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4431347
535) https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20201110/103881697/1
536) http://www.laborplus.co.kr/news/articleView.html?idxno=25757
537) https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156387397&call_from=naver_news

나. 대응 방안 및 적절성

ㅇ 대도시권 도로용량 확대|도심 교통혼잡 개선을 위한 대중교통 중심의 교통수단|서비스 혁신 필요

ㅇ 교통 이용의 수요-공급간 Gap을 해소할 수 있는 수요기반의 유연한 교통수단|서비스 개발 필요

ㅇ 이용자 중심의 편이성 향상, 환승체계 개선 등 서비스질 개선 필요 → 대중교통 이용자 유입 필요

ㅇ 운영자|주행방식 관점에서의 에너지 효율적, 시간 효율적, 비용 효율적인 교통시스템 필요

ㅇ 물리적 도로인프라 연장·확장의 한계를 극복할 수 있는 혁신기반 교통수단|시스템 필요

ㅇ 도심의 교통 문제 진단과 문제를 해결할 수 있는 방안과 기술 제시이 제시됨

2-2. 사업목표의 적절성

가. 사업 목표와 비전 제시의 구체성

ㅇ 본 사업은 도시 교통 정체와 첨두시 수송 용량을 증대하여 대중교통 서비스의 질을 향상하고 국민의 삶의 질 향상을 위한 목적으로 구체적인 사업의 목표가 제시됨

- 인구증가, 도시 집중현상, 교통혼잡, 에너지 고갈 등 기존 도시 문제를 해결하고 도시 생활의 질 향상을 위해서는 대중교통 서비스 개선과 수송 증대할 수 있는 수요분산형 대용량 대중교통버스 개발
- 도심 교통 혼잡을 경감하고 복잡한 환승 수요를 분산할 수 있는 대용량 버스 개발
- 도시의 도로·교통 상황 및 인프라의 용량 증대 한계를 고려한 친환경 대형 대중교통수단과 환승·교통체계 및 인프라 개선
- ICT 기술 기반의 수요관리와 교통시스템을 적용하고, 입체적 인프라(수요분산)를 활용하여 친환경 대형 대중교통수단 이용 효율 극대화

ㅇ 연구 비전 설정의 구체성

- 본 연구의 비전은 " 첨두시 도심 내 교통혼잡 완화 및 대규모 수송용량의 버스를 개발하여 대중교통 서비스의 질 향상과 대중교통 기술 개발 및 인프라 구축"이며 도시의 혼잡 완화와 대중교통 이용 증대로 도시화 문제 해결을 목적으로 방안 제시됨

ㅇ 연구 목표 설정의 구체성

- 대중교통 수송 용량을 증대하기 위해 450명/1대를 수송할 수 있는 대용량 버스의 핵심기술과 인프라, 환승·교통시스템 개발을 목표로 설정

- (대용량 버스 및 운행 도로 인프라) 기존 일반 도로를 최대한 활용하고 일반 차량과 차로분리 운행하는 초용량 버스의 차체설계, 버스 구동 및 모터 기술, 도로 이격 구조물 등 개발
- (환승·교통체계 연계 시설) 수요분산형 대용량 버스 운행에 필요한 환승 및 교통체계 시설과 시스템 개발

[표 7-13] 연구개발의 기대효과

AS-IS	TO-BE
〈첨두시 수송 용량 부족〉	
■ 첨두시 일반 버스는 수송 용량 부족하고, 교통 혼잡으로 인한 정체 심화	■ 첨두시 450명/1대 이상의 수송 용량 향상되고, 대중교통 이용 증가 효과
〈대중교통 만족도 저하〉	
■ 첨두시 버스 서비스 이용시 쾌적성, 청결성 낮아 대중교통 이용 및 수송 분담 저하	■ 첨두시 일반버스 대비 공간 넓고, 쾌적한 차내 환경 유지 가능해 만족도 향상 및 수송 분담 상승
〈비효율적 운행 및 환승 불편〉	
■ 첨두와 비첨두시 이용 수요 차이 커서 비효율로 운영되고 환승 불편	■ 수요 분산형 및 대응형으로 운영하여 운영 효율 높고, 환승시설 이용 용이
〈도로 위 차로 운행〉	
■ 일반 도로를 운행하여 도로 및 교통용량에 따라 교통정체 상습 경험	■ 도로와 이격된 공간을 활용해 운영하므로 도로교통상황에 따른 정체 최소화

나. 연구 내용 설정의 구체성

○ 4개 중점분야 구분에 따라 약 20개의 핵심기술로 분류하였으며 핵심기술에 따른 연구내용은 본 연구사업의 총괄목표 및 성과목표 달성을 위해 필요한 내용들로 적절하게 반영

○ 각 핵심기술의 기술개발 필요성, 기술개발 목표, 기술개발 내용 및 성과, 기술개발에 따른 기대효과를 정리하여 나타내었으며 각 연구내용은 각 핵심기술 및 중점분야 그리고 성과목표와 총괄목표 달성을 위해 타당하게 구성

〈 기술 개발 내용〉

① 대용량 운송을 위한 환승고가 버스 및 운행제어 기술
② 환승고가 버스 이동 수단을 위한 전용 인프라 및 운영 인프라 기술
③ 이용객의 환승 편의 및 이동 확보를 위한 환승 시설 및 운영·관제 기술
④ 리빙랩 구축 및 모빌리티 기술 실증

중국 사례



터키 사례



다. 연구사업 추진전략의 적절성

- ㅇ 본 사업은 산, 학, 연 전문가로 구성된 기획위원회와 다양한 전문가 의견수렴을 통하여 기술의 정의 및 개발 기술의 적용 시나리오를 수립하였으며 이러한 과정을 통해 화재대응 및 기술변화를 고려한 기술개발 시나리오를 수립함
- ㅇ 또한 사업의 총괄목표 및 기술구성을 비롯하여 정책, 시장, 기술동향에 대한 조사와 함께 논문 및 특허분석 등 객관적이고 정량적인 자료를 바탕으로 , SWOT 분석을 실시하였고 이를 통해 글로벌 주요 트랜드가 반영된 미래 물류시설 안전 관련 기술이슈 도출
- ㅇ SWOT 분석을 통한 중점분야도출, 중점분야에 따른 핵심기술과 각 핵심기술에 필요성 구성기술을 도출하였음
- ㅇ 선정된 4개 중점분야와 20개 핵심기술, 연구내용을 바탕으로 사업 추진을 위해 반영해야할 추진전략으로 구성

라. 연구사업 추진전략의 적절성

- ㅇ 추진체계 및 핵심기술에 따른 연구개발 내용 등 구성은 기획연구진과 기획분과위원회의 브레인스토밍을 통해 과제의 목적, 기준, 그룹핑 순으로 진행
- ㅇ 본 연구과제는 총 5년의 연구기간, 20개의 핵심기술 구성 및 1126.9억원(정출금 기준) 규모의 전체 사업 특성을 고려할 때 사업단 형태로 추진하는 것이 타당하다고 판단됨
- ㅇ 추진전략 수립을 통해 총 5년의 사업기간을 3단계로 나누어 사업추진체계를 수립하였으며 1) 대용량 대중교통 수단 및 인프라 기술 개발, 2) 환승시설 구축 및 운영 기술 개발 3) 도시 리빙랩 구축 및 서비스 구현을 위한 실증·실용화로 구분함
- ㅇ 본 연구사업의 1단계는 현황조사·요소기술, 분석·예측·최적설계, 기준제시·시제품에 대한 핵심기술 개발을 목표로 하며 기술적 및 사회적 여건 변화에 따라 연구개발 수행에 따른 기술력 확보가 시급할 때는 1단계 사업에 대해서 연구단급 형태의 추진을 통해 핵심기술 확보가 가능할 것으로 판단

마. 연구사업 추진전략의 적절성

- ㅇ 본 연구개발 사업의 거시적 기술개발 로드맵을 작성함으로써 연도별, 중점분야별 및 핵심기술별 기술 추진 내용, 성과 등을 파악할 수 있도록 효과적으로 작성된 것으로 판단

○ 또한, 제시된 기술로드맵을 바탕으로 사업추진 시급성이 높은 기술 및 기술간 연계관계 파악, 각 핵심기술에서 도출 가능한 주요 성과물을 제시하여 연구개발 최종 성과물 도출에 필요한 요소기술과 기술개발 흐름이 명학하게 드러나도록 작성됨

○ 본 연구기획을 통해 작성된 기술개발 로드맵은 국내외 기술동향, 환경분석 결과 등을 종합하여 도출된 핵심기술 및 구성기술을 대상으로 하기 때문에 기술적, 사회적, 경제적, 정책적 측면의 분석결과가 반영된 것으로 고려할 수 있음

2-3. 기술 수준 및 성공 가능성

2-3-1. 기술 수준 및 성공 가능성

가. 대용량 운송을 위한 버스 및 운행제어 기술

○ 본 세부과제의 기술은 크게 차량 제조 및 설계기술, 차량 운행제어 기술, 차량운행 안전성 (평가) 기술 등으로 분류됨

- (제조, 설계 기술) 환승고가 버스의 1층은 일종의 터널형 구조로 승용차들이 버스 하단 부분을 통과하여 지나다니게 되므로, 터널 내 센서 및 사고감시시스템, 비상시 터널 내 자동차 진입차단 장치, 경보장치, 스마트카메라 모듈 기술 등이 필요함
- (차량 운행 제어 기술) 기존 대중교통 및 승용차들과의 충돌을 예방하기 위해 버스운행시 주위 차량 및 장애물 파악을 위한 레이더 및 초음파센서, 위험 경고장치, 추돌위험경고장치, 시야확보 디스플레이 등에 대한 기술이 개발되고 있음
- (탑승객 안전) 승객 탑승시 안전을 위한 승객감지수단 및 출입문 개방 판단 수단 등의 기술이 개발되고 있으며, 자동 모지터링 시슻템이 구축되고 있음
- (차량운행 안전성 기술) 차량 제작시 안전함을 평가할 수 있는 기술로 차량 부품 및 운행시 기능에 따른 안전성 평가가 필요함

○ [수요분산(공간적확대)] 한정된 도로공간 한계 극복을 위한 3차원 교통시스템 및 퍼스널 모빌리티 및 관련 교통체계 개발이 필요하며 다양한 계층의 이용 수요 확보

- (국내외 주요 연구개발분야) 도심항공모빌리티, 모노레일(자기부상방식), 환승고가버스

○ [수요관리(효율성강화)] ①도심 교통혼잡 최적화를 위한 수요기반 유동적 교통수단+서비스모델 필요, ②대중교통 이용자 편의|쾌적성 향상 등 대중교통 서비스 질 개선을 위한 교통수단 필요, ③인프라 및 교통수단間 효율적 연계 가능한 모빌리티 서비스 필요, ④교통약자(고령인구 등) 우

선순위의 도로 교통수단 시스템 마련 필요

ㅇ 국내 기술 역량과 수준은 확보된 상황이며, 해외에서도 다양한 기술 개발 추진 중

나. 대용량 버스 이동수단을 위한 전용 인프라 및 운영인프라 기술

ㅇ 본 세부과제의 기술은 차량 통신기술, 도로데이터 수집 및 분석처리 기술, 구조물 설치 기술, 도로 운행 안전성 평가 등으로 분류

- (차량 및 주요시설간 통신기술) 도로 위 차량의 위치정보를 실시간으로 파악하고 장애물을 탐지하기 위해 V2X(V2I, V2V) 협력 통신기술과 레이다센서와 내부 차량들에게 적절한 정보를 제공할 수 있는 터널 안 교통정보제공장치 기술 등이 확보됨
- (교통현시정보 수집 및 데이터 수집, 분석, 처리 기술) 도심내 교통신호를 반영하고, 주요 도로 데이터 수집을 통해 현 교통상황을 반영한 운영을 할 수 있도록 스마트 교통정보 수집장치, 자동교통정보추출, 교통상태 예측패턴 기술 등이 확보됨
- (도로 모니터링 및 돌발상황 감지) 버스 내부에서 차량의 차선변경을 감지할 수 있는 차선변경의도 및 경로 예측시스템, 버스 내부의 사고상황을 파악하여 적절히 대응할 수 있는 터널내부 교통상황 예측 시스템, 스마트센서 통신망 등이 확보됨
- (구조물 및 설치 기술) 대용량 버스를 운행할 시 필요한 선로 제작을 위해 선로전환장치, 수평유지장치, 가이드레일, 탈선방지 등의 기술이 필요하며, 다양한 형태의 구조물이 필요
- (도로운행 안전성평가) 환승고가버스를 운행할 시 도로의 보행자, 차량 등을 적절히 파악하고 위험상황을 인지하는 기능과 부품 등이 필요하며, 안전성 평가기술 개발도 필요

ㅇ 교통관리+차량+인프라를 종합적으로 연계 개발하는 첨단도심교통시스템이 공공 주도의 기술개발 분야로 적합하며 기술 수준은 선진국 수준

다. 이용객의 환승 편의 및 이동확보를 위한 환승 시설 및 운영 관제 기술

ㅇ 본 세부과제의 기술은 크게 차량 충전기술, 승강장 관제 및 운영기술, 승객이용 안전기술 등을 포함하며, 환승 시설의 확보도 필요

- (차량 충전 기술) 환승버스는 태양열 전기를 이용한 친환경 교통수단으로, 환승시설 내 태양열 전지를 이용한 레일 위 충전시설을 구비하므로 태양전지(솔라셀), 릴레이 충전, 무선충전, 배터리 교환시스템, 스마트 그리드 기반 철도시스템 등의 기술이 이용될 수 있으며, 원천 기술은 확보된 것으로 파악
- (승강장 관제 및 운영기술) 승강장 내 쾌적환 환경을 구비하고 이용자들에게 다양한 첨단 서비스를 제공하여 복합공간으로의 활용을 위해 열차상태 정보제공, 스마트쉘터 기술, 스마트 버스노선

제공시스템 등의 기술이 필요하며 응용 가능

- (대중교통 연계 및 환승 체계 기술) 대중교통 환승연계 시스템, 사물인터넷 기반 교통안전시설 운영관리시스템, 정차시간 자동산출 시스템, 다중센서 승강장 모니터링 시스템 등이 필요하며, AI 등을 통한 최적 운영 필요
- (승객이용 안전기술) 고가형/고층 승강장이라는 특성상 승객들의 안전한 이용을 위해 승객 자동감지장치, 승강장 스크린도어, 지능형구조물 안전모니터링 플랫폼, 승강장돌발상황 자동감지영상처리 경보시스템 등의 기술 개발 필요
- (응급 상황 대응) 사고 발생시 안전한 대피를 위한 안전도피 계단장치, 긴급탈출 등의 기술 개발 및 응용 필요

2-3-2. 기존 연구과제와의 중복성

○ 기존 연구과제와의 중복성 문제는 없는 것으로 조사되었으며, 유사 과제는 다음과 같음

가. 국토부, 국가교통체계 혁신기술개발사업[538)]

○ 「국가교통체계 혁신기술개발」 사업은 4개 중점분야*로 구성되며, 이중 본 사업과 유사한 ▲1중점분야 MaaS Lv.4 플랫폼 기술과 ▲2중점분야 공공교통 서비스 혁신 기술을 기준으로 세부 연구내용을 정리

* (1중점분야) MaaS Lv.4 플랫폼 기술, (2중점분야) 공공교통 서비스 혁신 기술, (3중점분야) 안전보행 및 이동편의 지원 기술, (4중점분야) 기반조성 및 리빙랩 기반 실증

중점분야	[1중점분야] MaaS Lv.4 플랫폼 기술 * MaaS Lv.4 플랫폼 기술의 3가지 핵심기술 中 본 사업과 유사한 세부과제 'MaaS Lv.4 달성을 위한 도시교통 운영 최적화 기술'에 대한 세부 기술내용을 정리·비교	[2중점분야] 공공교통 서비스 혁신 기술 * 공공교통 서비스 혁신기술의 3가지 핵심기술 中 본 사업과 유사한 세부과제 '1trip, 1Transit, D2D(Door-to-Door) 지원 공공교통 운송 서비스'에 대한 세부 기술내용을 정리·비교
기간/예산	5년/200억 원	5년/1,200억 원
목적	다양한 도시운영 상황에 효율적으로 대응하고 공공의 이익을 극대화하기 위하여 개별 이용자들의 교통서비스 운영·관리에 필요한 **MaaS Lv.4 기반 도시교통운영 최적화 기술을 개발**하고자 함	국내 도로·교통 상황 및 인프라를 고려한 새로운 형태 및 기능의 **친환경 소형 대중교통 모듈러**를 개발하고자 함
연구내용	①MaaS 측면에서 도시교통분석 최적화 기술, ②최적화 추진에 필요한 적정 모빌리티 공급규모 산정 및 운영 기술, ③도시 내 MaaS 서비스 현황을 지속적으로 모니터링하고, 효과평가를 통해 최적화 전략을 보완하는 기술 개발	실시간 예측수요를 기반으로 최적의 '1trip, 1transit, D2D(차량간 연계 및 독립 운행으로 수단간/노선간 환승이 필요없는 서비스)'를 달성할 수 있는 친환경 모듈러 및 관련 운행관리시스템 개발

538) 국가교통체계 혁신기술개발사업 기획, 한국지능형교통체계협회, 2021.01.29

	※본 사업의 **'수요예측관리'**와 관련된 세부기술 정리 · 도시교통 최적화 알고리즘을 적용한 **모빌리티 서비스 공급 수준 결정 알고리즘 및 전략** 개발 · 모빌리티 서비스 공급 시 **예상되는 문제점 도출 및 대응방안** 구축 · **실시간 교통상황, 이용자 Feedback을 반영**한 모빌리티 서비스 운영 전략 수립 · 운영 현황을 반영한 **개별 모빌리티 서비스의 단기 수요예측 알고리즘** 개발 및 **수요 불균형 발생 시 대응 알고리즘** 개발 · **도시 교통수요 관리 및 혼잡 최소화**를 위한 **모빌리티 최적화 알고리즘** 개발	※본 사업의 **'자율주행 모듈형 교통수단'**과 관련된 세부기술 정리 · **단일/결합 운행 및 차간이동 가능 친환경 모듈러 개발** - 최대속도 60km/h로 연속 5시간 이상 주행(완충시) 가능한 소형 대중교통 기본 모듈러(좌석 6인/입석 포함 10인 탑승 가능) 설계/개발 - 친환경 배터리 모듈러 및 다용도 모듈러(예: 소형물류배송, 휠체어 탑승, 어린이 탑승 등) 설계/개발 - 차간 결합/분리가 가능한 모듈 및 차량 결합시 승객 이동 지원을 위한 도어 개폐 시스템 설계/개발(안전 결합장치 포함) · **친환경 모듈러 운행관리시스템 개발** - 동적 연계/배차 최적화 기술 - 이용자 개별 맞춤형 통행지원 기술 - 관제, 관리, 운영기술
기대효과	· 교통정보센터 및 의사결정기관의 예측·예보 기술에 대한 대체시장 창출 · 동 사업을 기반으로 한 수요예측·계획·평가 등에 대한 시장으로 확대 가능	· 실시간 이용자 맞춤형 이동패턴 파악→삶의 질 및 도심부 교통혼잡 완화 · 대중교통의 대면 최소화를 유도하여 코로나19 등 사회적 질병 감염 우려 감소
차별성	· MaaS 플랫폼은 미래 모빌리티 수단의 이용 및 보급을 확산시키고 관련 인프라에 대한 지원을 목적으로 함 · 자율주행, 퍼스널 모빌리티 등 신기술 기반의 모빌리티 산업 전반을 포괄하여 개별 **이용자의 모빌리티 서비스를 최적화하는 데 초점**을 맞춤	· 소형 모듈러(최대 10인 탑승 가능)로 온디맨드, 실시간 예측기반 서비스 등 **개인 맞춤형 서비스**에 중점 · 차량 결합시 승객의 차간 이동을 지원하여 **환승이 필요없는 Door-to-Door 서비스 제공** · 다양한 이용목적(음료, 소형물류배송, 화장실 등)의 서비스 모듈러 제공

나. 한국철도기술연구원, 무가선 저상트램 실용화 관련 기술수준[539]

○ (개요) 국토교통부의 국가연구개발사업으로 무가선 저상트램시스템(차량 궤도, 신호, 법제도)의 개발이 완료된 상태이며 현재 부산 오륙도에서 실증사업 진행 중

· (과제명) 무가선 저상트램 시스템 개발(1단계)/무가선 저상트램 실용화(2단계)
· (연구목표) 무가선 저상트램 차량, 궤도, 신호, 법제도 개발
· (연구기간) 2009.12~2013.04(1단계)/2013.09~2017.01(2단계)
· (연구비) 363억원(1단계)/258억원(2단계)
· (참여기관) 철도연(주관), 현대로템, 도로교통공단, 코캄 외 10개 기관

○ (특징) 무가선 저상트램의 실용화를 위한 차량시스템 신뢰성 확보, 도심지 트램 운행을 위한 인프라·신호·운영기술 확보

- 개발된 차량은 차상에 대용량 배터리를 탑재하여 1회 충전 시 만차 조건에서 35km 이상 주행 가능하며, 무가선 및 유가선 하이브리드* 방식으로 운행 가능

  * 노선거리가 길어 100% 무가선 주행이 불가할 경우 유가선을 혼용하여 시스템 가용성을 넓히고, 주행 중 배터리 충전을 통한 차량 유휴시간 감소 및 배터리 수명증대 효과

- 도심운행을 위해 최소 곡선반경 25m, 최대 구배 6%의 조건에서 주행이 가능하도록 설계·제작

539) 무가선 저상트램 실용화 최종보고서, 국토교통부, 2017.04

※ 무가선 저상트램 연구를 분석하여 환승고가버스 기술 관련 키워드 도출에 참고하고자 현재 기술수준 및 개발현황을 정리함

구분	기술	기술수준 및 개발현황
무가선 저상트램 실용화 기술 개발	무가선 트램 차량 시스템	· 대용량/고효율 배터리 기술에 의한 세계 최장거리 무가선 주행(35km) 달성 · 세계수준 저상 대차(탑승높이 35cm) 국산화 개발 · 누적 주행거리 6만km 달성→기술에 대한 신뢰성 확보 · 지붕탑재형 배터리 기술, 급속 지상충전장치 기술 등 보유 · 주요 전기장치부품 소형화 및 차량 경량화 · 트램 운행시 소음분포 특성을 파악하여 소음 예측 및 저감
	대용량 배터리 시스템	· 배터리 팩 상세 설계, 제작, 성능평가, 안전성 평가 - 차량에는 2개의 배터리 뱅크 탑재 - 각 배터리 뱅크는 2개의 칼럼(Column)이 직렬로 구성 - 각 Column 및 Bank는 최대전압이 796.8V, 최대용량이 196kWh로 전기적 구성을 이룸 - 각 칼럼은 8개의 서브팩으로 구성, 서브팩은 3개의 모듈로 구성 · 최적 배터리 가용 구간 설계 · 주행부하, 전류/출력범위, 온도/진동/충격환경 시험 실시 · 배터리 시스템 모니터링을 위한 컴퓨터 프로그램 개발 · 트램용 대용량 배터리 표준 규격 개발
트램 인프라 실용화 기술 개발	도로교통연계 트램 신호/관제시스템	· 트램신호장치(TRAMISIG) H/W, S/W 국산화 개발 - 실시간 ITS 무선통신을 적용하여 접근하는 트램 차상장치와 정보연계 - 트램 관제센터와 정보연계(전용/자가망 기반) - 교차로 신호제어기와 정보연계 - 교차로 진입/진출/점유 검지기 정보수집 - 교차로 분기제어기와의 정보연계(외부 시스템(장치)과 유/무선 통신방식으로 실시간 연계하여 트램의 교차로 주행과 관련된 제반기능 수행) · 트램관제시스템(TOCCS) 국산화 개발 - 기능적으로 관제운행지원장치와 열차자동감시설비로 구분 - 관제운행지원장치는 도로교통연계, 트램우선신호, 시설물관리, 정류장 연계 등 운행 정시성 확보를 위한 제반업무 수행 - 열차자동감시설비는 분기구간 트램 진로제어, 스케쥴 관리 등 트램 안전운행에 관련된 제반업무 수행 · 무선통신기반 교차로 우선통과체계 및 분기진로제어체계 개발
	매립형 궤도 시스템	· 수지고정형 매립형 궤도 국산화 개발 - (매립궤도 구조) 베이스부가 없는 현장타설 매립궤도, 프리캐스트 ERS 레일, 프리캐스트 ERS 슬래브, 현장경화재를 이용한 이중방진 궤도, 폴리머 덮개를 가진 분리형 궤도, 친자전거 궤도 · 매립형궤도 신뢰성 검증 및 급속시공기술 개발 · 매립형 궤도 선로 유지보수 장치 개발 - 매립형 궤도는 유지보수가 거의 필요없이 장기간 사용할 수 있는 궤도구조이나 레일갱환, 콘크리트(슬래브) 균열보수, 레일홈 이물질 청소, 제설/제빙 등 운영 중 유지관리를 효율적으로 할 수 있는 장비가 중요 · 모터구동식 매립형 분기기* 시스템 국산화 개발(유지보수 매뉴얼, 중앙모니터링 포함) * 한 궤도에서 다른 궤도로 이동시키기 위하여 궤도상에 설치한 설비 · 이중방진 노반을 접목한 저진동/저소음 매립형 궤도 국산화 개발(기존 궤도선로 대비 진동 30% 또는 8dB이상 저감)
트램 운영기술 개발	트램 건설/운영/안전 관련 제도 정비	· 트램 운영 및 이용활성화를 위한 종합법령 및 매뉴얼 개발 - 도시철도법, 철도안전법, 도로교통법 제·개정 - 교통신호기, 교통안전표지, 교통노면표시 설치·운영·유지보수 매뉴얼 개발 · 트램 사고처리 등 안전관련 법령 개정 · 트램 보험제도 개발 등 트램 운영지원 · 철도안전관리체계 승인/검사체계 구축 · ICT를 이용한 무임승차 방지 기술 개발 - 실시간 통신을 이용한 요금징수장치-현장단말-센터 연계기술 및 체계 개발 · 트램 운전면허체계 구축 - 운전자 교육 및 운전면허시험 관련 지침·기준 개발, 교육 프로그램 개발

구분	기술	기술수준 및 개발현황
	사고저감기술	· 트램 충돌경보 및 긴급제동 시스템 구축 - 지능형 센서(카메라, 레이저 스캐너 등)를 이용하여 주변 환경정보 인식 - 트램내부 센서를 통해 속도 및 위치정보 획득 - 카메라 이미지의 필터링 알고리즘을 통해 선로에 대한 특징점 검출 및 이러한 특징점으로부터 수학적 선로 모델 생성 - 확률기반 물체 추적 알고리즘을 통해 물체의 위치, 속도 정보 및 방향정보 산출 - 산출한 선로 모델과 물체들의 위치 및 속도 데이터에 기반하여 충돌 판단 · 카메라를 이용한 디지털펜스를 통해 승강장에서 일어날 수 있는 안전사고를 예방하고자 도로주행보안솔루션 시스템 개발 · 트램 사고대응체계 구축 - 탈선사고 복구용 제크키트·기중기 등 장비 개발, 비상시 트램용 특수 구난차량으로 고장난 트램차량을 견인하여 차량기지로 대피, 차내 화재발생시 대처방안

3. 경제적 타당성

3-1. 분석 개요

가. 비용편익분석의 개념

○ 경제적 타당성 분석은 해당 사업의 추진에 의해 국민경제 전체에서 발생이 예상되는 편익과 비용을 추정하고, 이를 이용해 비용편익분석(Cost-benefit analysis)을 통해 사업추진 타당성을 판단

- 경제적 타당성 분석은 공공사업의 추진으로 통해 국민경제 전체에서 발생이 예상되는 편익과 비용을 추정하고 이를 이용해 투입 비용 대비 예상 가능한 편익과 비교를 통하여 사업추진의 타당성을 판단
- 한편, 연구개발사업의 경제적 타당성 분석은 건설부문과 달리 수요추정에 기반한 편익 산출이 이루어지지 않으며, 비시장재에 대한 가치를 측정함에 따라 연구개발 결과물에 대한 내재된 가치를 계량화하는데 한계 존재
- 이러한 한계점에도 불구하고 사업추진 여부를 절대적인 가치 기준으로 판단이 용이한 비용편익분석이 가장 폭넓게 활용되고 있으며, 현재, 연구개발부문 신규사업 추진을 위한 경제성 분석 방법론으로 인식
- 경제적 타당성 분석을 위한 대표적인 분석방식인 비용편익 분석은 장기적인 안목과 넓은 안목에서 사업의 바람직한 정도를 평가할 수 있는 실용적인 방법이며, 모든 관련된 비용과 편익들을 하나하나 열거하고 평가하는 것을 의미
- 다만, 비용편익 분석을 위해서는 다양한 편익요소를 측정 가능한 화폐단위로서 분석이 이루어지는 것을 의미하며, 화폐단위로 환산이 불가능한 경우 비용효과 분석을 통하여 사업추진에 따른 상대적인 위치를 분석
- 비용편익분석에 기반한 결과지표는 비용변제기간(pay-back period), 평균수익률(net average rate of return), 순현재가치(net present value; NPV), 비용편익비율(benefit-cost ratio), 내부수익률(internal rate of return; IRR) 등의 여러 가지가 있으며, 비용편익 비율을 기본지표로 제시하며, 순현재가치, 내부수익률 등의 지표 제시
- 비용편익 비율은 편익의 현재가치의 합을 비용의 현재가치의 합으로 나눈 것으로 다음과 같이 수식으로 가능

$$\frac{B}{C}=\sum_{t=0}^{T}\frac{B_t}{(1+r)^t}/\sum_{t=0}^{T}\frac{C_t}{(1+r)^t}$$

- 사업의 비용, 편익은 장시간에 걸쳐 투입되거나 발생하기 때문에 할인율을 적용하여 이를 특정기

간(일반적으로 현재연도)에 발생하는 것으로 환산하여 비교하게 되는데 이를 현재가치화라고 함

- 편익/비용 비율(B/C ratio)은 개별 대안사업별로 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값이 1 이상이면 경제성이 있다고 판단
- 편익/비용 비율은 특정 항목을 편익 또는 비용으로 처리하는가에 따라 값이 달라지는 단점이 있으나, 신규사업 추진의 타당성을 분석하기 위한 판단 기준으로 다양한 분야에서 활용

나. 비용편익분석 항목

○ 경제적 타당성(비용편익 분석) 분석을 위한 기본 항목으로 총사업비, 추가 투입비용 및 편익 등으로 구분할 수 있으며, 객관화된 데이터를 활용하여 화폐가치로 환산하여 추정

- 총 사업비는 계획된 사업기간 내 연구개발 목적을 달성하기 위해 투입되는 비용으로 인건비, 재료비 등의 직접비와 간접비 등의 항목으로 구성
- 추가 투입비용은 기술개발 완료 후 사업화 또는 현장적용 등을 위해 추가적으로 투입되는 숨은비용(Hidden Cost)을 의미하며, 사업완료 후 등 사업기간과는 별도의 기간을 고려하여 합리적인 기준을 설정하여 추정
- 편익은 동 사업 추진을 통한 연구개발 결과물(성과)이 사업화 또는 현장적용을 달성하는 것을 가정하여 국민경제 측면에서 예상되는 편익항목을 세분화화여 추정

○ 분석된 총 비용과 총 편익을 현재가치화하여 B/C Ratio가 1.0 이상일 경우 사업추진 타당성이 있는 것으로 판단

중항목	소항목		주요 검토 내용
비용 추정	연구개발	연구활동지원	• 과제규모, 연구수행주체(수, 질), 기술성숙도(기술수명주기), 연구기간, 연구개발단계, 과제특성(직접비/간접비 비중) 등
		체계개발(HW,SW)	• 용도, 사양, 중량, 복잡도, 기술적 난이도, 기존 수행경험, 기능점수 등
	연구시설·장비 구입 및 유지비	연구시설	• 용도, 면적(인원, 시설장비규모), 지형, 지질학적특성, 입지, 재료, 층수, 개조관련사항, 허가사항, 환경영향, 공공수용성, 내부체계 등
		연구장비	• 용도, 사양, 개수, 발주처(비교견적서) 등
	연구관리		• 관리인력(수, 질), 과제(평가·관리방법, 과제규모), 등
편익 추정 ※ 시장수요접근법 1) 가장 많이 적용	수요 추정		• 해당 연구개발을 통해 실질적으로 혜택을 받을 수요를 추정
	편익 산정		• 對 국민 경제적 편익, 연구개발 편익, 과학기술 및 산업적 응용 편익 등을 고려 - 연구개발 편익 : 핵심 기술 및 노하우, 경험 확보->무형적 편익 - 편익 범위 명확화 및 기준선 설정 필요 - 직접 편익과 간접 편익 고려
경제성 분석	B/C 분석		• 현재가로 환산한 비용 대비 편익의 비율이 1.0 이상이면 경제성이 있다고 판단 • 시나리오 별로 BC 분석
	E/C 분석		• 편익을 화폐가치로 환산할 수 없는 경우 비용효과분석 적용 • 비용대비 효과 값이 비교대상 사업에 비해 클 경우 사업 시행이 적절함
	사회적 할인율 설정		• 미래의 비용과 편익을 현재가치로 환산하는 데 사용하는 할인율 • 적정 사회적 할인율 5.5% 적용
	민감도 분석		• 투입 요소 변동에 따른 순현재가치의 변화 정도를 분석하기 위해 민감도 분석을 실시(할인율 ±2%, 비용/편익 ±20%) - 민감도가 클수록 위험한 사업으로 인식

[그림 7-3] 주요 검토 항목

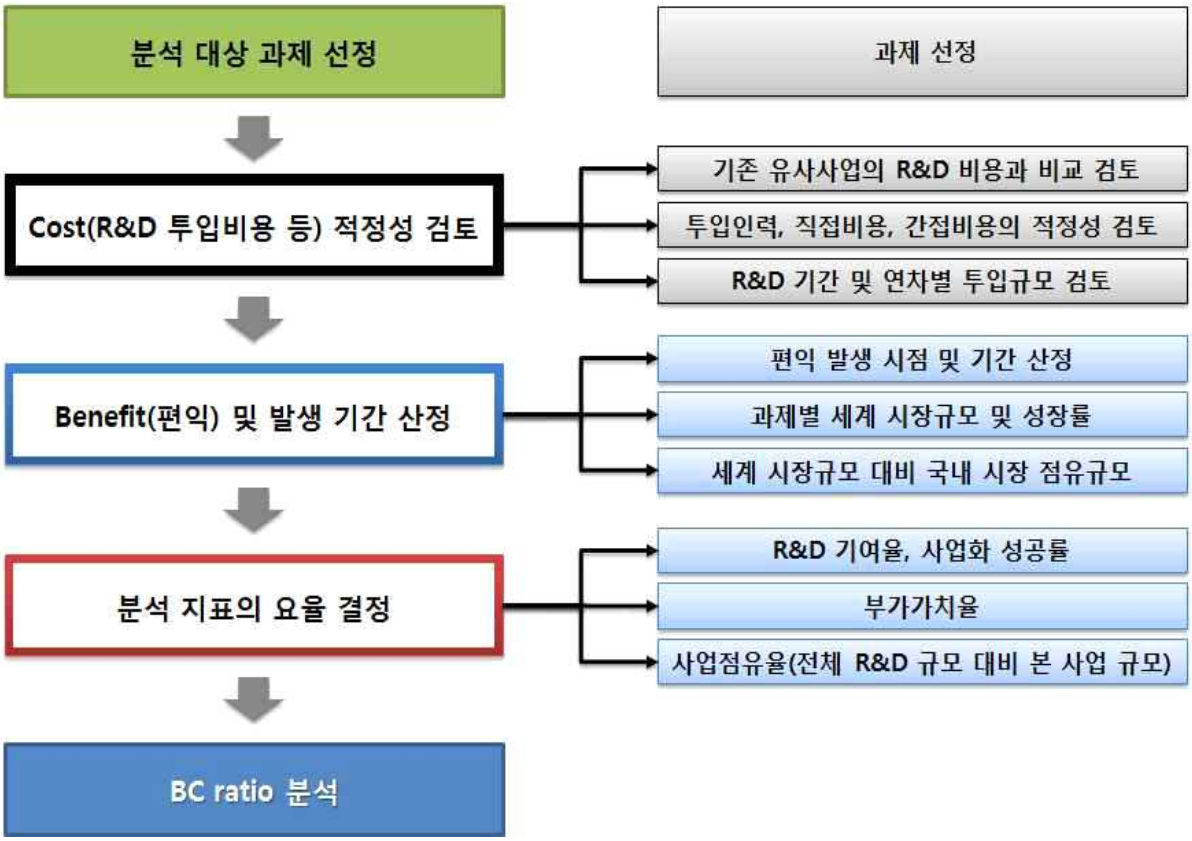
구 분	주요항목	세부 내용
편익 (Benefit)	직접 편익	• 기술개발에 따른 관련 제품의 국내외 추가 시장 창출 규모 • 관련 기업 추가 매출액 • 조건부가치측정법(CVM)에 따라 WTP(지불의사)의 측정값 - 신규 제품 혹은 서비스에 대한 추가 지불금액 의향 • 기존 시설구축비 및 임대료 등을 대체/개선함에 따른 비용 절감액 • 인명피해/재해복구 등의 사회적 비용 감소 편익, 정보제공에 따른 사회적 편익증가 • 연구기반으로 인한 비용저감효과
	간접 편익	• 타 산업으로의 경제적 파급효과 - 생산유발효과, 고용유발효과, 부가가치유발효과 등
비용 (Cost)	연구개발비	• 기술개발에 소요되는 인건비, 직/간접비, 위탁연구비 등을 포함한 전체 연구비 - 인건비 : 내부 인원 투입 부분 산정 - 직접비 : 국내외 업체 외주비, 연구장비/재료 구입비, 기타 등 - 간접비 : 해당 출연연의 간접비(교과부, 국가연구개발사업 간접비 계상기준 참고)
	시설구축비	• 단지조성, 센터 구축 등 시설구축비(설계비, 감리비, 측량비 등을 포함한 전체 공사비)
	운영 및 유지보수비	• 편익을 발생시키기 위해 지속적으로 운영/유지보수가 필요한 경우에는 편익이 발생하는 기간 동안 운영비를 산정해야 함

[그림 7-4] 세부 편익 및 비용 항목

다. 비용-편익분석 프로세스

○ 비용편익 분석을 위한 분석과정은 총 비용의 추정 및 적정성 검토, 주요 편익항목 도출 및 편익발생 기간 선정, 편익의 세분화를 위한 각 지표 값 결정 등의 과정 설정, 사업추진에 따른 직접적인 편익항목을 도출하여 사업 전반적인 타당성 여부를 판단

- 먼저, 동 사업 수행을 위해 소요되는 총 사업비 및 사업기간 이후 발생되는 비용을 추정하여 경제성 분석을 위한 총 비용으로 산정
- 다음으로, 편익발생 시점과 편익발생 기간 등을 설정 한 후, 편익유형 및 추정방법 등을 결정
- 최종적으로 편익산정을 위한 분석 지표 설정 후 경제적 타당성 분석을 실시



[그림 7-5] 비용편익분석 프로세스

3-2. 비용 편익 분석

가. 편익추정 항목 및 논리구조

○ 경제적 타당성 분석은 동 사업의 비용과 편익을 추정하여 사업 추진이 경제적 측면에서 타당성을 확보하고 있음을 증명하기 위함임

- 연구개발사업의 편익은 연구개발활동의 결과로 직접적으로 나타나는 모든 긍정적 효과를 의미하며, 미시적 수준에서 긍정적 효과를 구분하여 추정한 후, 거시적 수준에서 각각의 긍정적 효과를 기준에 따라 적절하게 합산하여 추정
- 연구개발사업의 편익은 사업의 결과로부터 직접적으로 얻어지는 것에 한하여 반영하고, 크게 정(positive)의 편익인 가치창출 편익과 부(negative)의 편익인 비용저감 편익으로 구분하여 산출
- 가치창출 편익은 연구개발사업의 결과로 나타난 산출물이 시장을 통해 거래됨으로서 새롭게 부가가치를 창출하는 것을 의미하며, 성과의 수혜 대상에 따라 소비자 중심 편익과 생산자 중심 편익으로 나눔

○ 동 사업의 목표와 성과물의 수혜자를 중심으로 달성 가능한 편익항목을 도출

[표 7-14] 편익항목 구조

구분	유형	내용
가치증가	가치창출·증대	· 신기술 적용을 통한 생산량 증가 · 신기술 개발로 인한 가치창출
	기술거래	· 기술이전에 의한 로열티 수입
비용감소	생산비용저감	· 생산투입 자원 및 시간의 저감 · 연구기간 등의 연구수행 비용저감 및 물류비용 저감
	피해비용저감	· 화재·사고로 인한 피해 감소

○ 동 사업에서는 시장수요접근법에 의한 가치창출 편익으로 추정

- 동 사업의 목표 및 기술개발 구성·내용에 따라 표적화된 수혜자 특성을 고려하여 부가가치창출 편익을 동 사업의 편익으로 추정
- 동 사업의 사업 기간 및 편익 발생기간을 고려하여 비용과 편익을 현재가치화하여 그 비율을 산정하여 B/C ratio를 산출

○ 가치창출 편익 추정을 위한 산정 식은 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)에 근거하여 적용

- 동 사업에서 추진 예정인 기술개발 내용 및 목표와 연관된 시장 범위, 규모 등과 표적화된 수혜자 등을 고려하여 추정
- 편익산정 요소인 R&D기여율, 사업화 성공률 등은 객관적이고 공신력 있는 자료를 토대로 산정하여 적용함
- 동 사업의 편익 산정을 위한 식은 아래와 같음

편익 = 대상시장 × 부가가치율 × R&D 사업화 성공률 ×
R&D 기여율 × 사업기여율

[표 7-15] 동 사업의 편익산정을 위한 편익 구성요소 산출 I

구분		비고
대상시장	2조 4100억 원('22)	· 대중교통, 구독형 모빌리티 등 Mobility as a Service 시장 규모 추정 · 포브스코리아(2022)
부가가치율	38.1%	· 관련 품목과 서비스의 평균 값
R&D 사업화 성공률	26.5%	· 국토부 R&D사업 과거 3개년 사업화성공률
R&D 기여율	35.4%	· 제3차 과학기술기본계획
사업기여율	2.1%	· 최근 3년간 교통물류R&D 투자금액, 민간투자 금액 대비 동 사업 예산 비중

○ 목표시장은 통계청 국가통계포털(KOSIS)에 운수업 매출액 데이터를 토대로 산정하고 사업기간, 회임기간 및 편익 발생기간을 고려하여 예측함

- 운수업에서 육상운송업, 수상운송업, 항공운송업을 제외한 창고 및 운송관련 서비스업으로 산정하였고, 2019년 기준 30,210 십억원으로 조사됨
- 시장 추정은 최근 10년(2009~2019) 데이터를 토대로 선형(linear) 추정방법에 따라 2040년까지 예측함

[표 7-16] 동 사업의 편익산정을 위한 편익 구성요소 산출 II

(단위 : 백만원)

구분	연도	매출액(추정)
사업기간	2023	33,323,275
	2024	36,735,614
	2025	40,497,381
	2026	44,644,356
	2027	49,215,987
편익 발생기간	2028	54,255,757
	2029	59,811,606
	2030	65,936,379
	2031	72,688,335
	2032	80,131,700
	2033	88,337,273
	2034	97,383,105
	2035	107,355,241
	2036	118,348,534
	2037	130,467,552
	2038	143,827,571
	2039	158,555,670
	2040	174,791,943
	2041	191,028,216
	2042	207,264,489
	2043	223,500,762
	2044	239,737,035
	2045	255,973,308

○ 부가가치율은 한국은행의 2019년 산업연관표(연장표)의 연관성이 높은 품목의 평균 값을 적용

[표 7-17] 부가가치율

품목	부가가치율
운송 장비	21.7%
운송 서비스	36.4%
정보통신 방송 서비스	56.2%
평균 값	**38.1%**

ㅇ R&D사업화성공률의 경우 국토교통부 R&D사업 3개년 평균 사업화성공률을 적용

ㅇ 사업화성공률 26.5%를 적용

ㅇ R&D기여율은 예비타당성조사 표준지침 제2판 기준에 따라 35.4%를 적용

ㅇ 사업기여율은 물류기술 관련 기존 유사분야 정부투자와 민간투자 규모를 추정하여 동 사업과 관련된 분야에 대한 전체 투자와 동 사업이 점유하는 비율을 산정

나. 사업의 경제적 타당성(B/C Ratio)

ㅇ 고효율 대용량 대중교통수단 기술 개발 사업의 경제적 타당성 분석 결과, 사업 착수년도(2023년) 및 기준연도(2022년)와 사회적 할인율(4.5%)을 적용하였을 경우 B/C Ratio는 0.845로 산정되었음

ㅇ 동일한 조건에서 사회적 할인율 3.5%를 적용하면, B/C Ratio는 0.973으로 산정됨

[표 7-18] 연도별 비용 편익 분석

(단위: 억 원)

구분	비용		편익		순편익
	비용	비용현가(NPV)	편익규모	편익현가(NPV)	
2023	56.3	56.3	·	·	
2024	281.7	269.6	·	·	
2025	338.1	309.6	·	·	
2026	225.4	197.5	·	·	
2027	225.4	189.0			
2028	·	·	40.7	29.9	
2029	·	·	44.9	31.6	
2030	·	·	49.5	33.3	
2031	·	·	54.6	35.1	
2032	·	·	60.1	37.1	
2033	·	·	66.3	39.1	
2034	·	·	73.1	41.2	
2035	·	·	80.6	43.5	
2036			88.8	45.9	
2037			97.9	48.4	
2038			108.0	51.1	
2039			119.0	53.9	
2040			131.2	56.8	
2041			143.4	59.5	
2042			155.6	61.7	
2043			167.8	63.7	
2044			179.9	65.4	
2045			192.1	66.8	
합계	1126.9	**1022.0**	1853.5	**864.0**	

4. 사업 기대효과

4-1. 기대효과

- ㅇ 혁신적인 대용량 대중교통수단과 ICT 기술, 환승·교통체계 기술과 리빙랩 서비스 구현 등을 통한 신기술의 개발 및 보급
- ㅇ 고효율 대용량 대중교통수단은 기계, 전자, 재료소재 등 과학 기술 분야의 기술 발전 뿐만 아니라 친환경 대중교통수단의 기술 확산에 기여
- ㅇ 대중교통 서비스 특성과 형태를 반영한 신기술 개발, 실규모 실험·평가 및 수요처 협조의 현장적용을 통해 상용화 기술 제시
- ㅇ 도심의 교통정체 완화로 물류 비용 감소와 대중교통 서비스 질 향상을 통한 이용 만족도 증가로 대중교통 분담율 증가
- ㅇ 대중교통 서비스 산업의 활성화 및 안전 확보를 통한 사회·경제적 편익 증가
- ㅇ 대용량으로 수송할 수 있는 대중교통수단의 도입으로 상습적인 교통난 해소와 서비스 만족도 향상
- ㅇ 교통 혼잡과 사고 발생으로 인한 지역사회의 경제적·환경적 피해를 미연에 방지하여 사회간접비용 발생 예방

4-2. 산업 연관 파급효과

- ㅇ 산업연관분석은 구조적 측면에서 산업간 연관관계를 파악할 수 있다는 장점이 있으며, 최종수요가 유발하는 각종 파급효과를 산업별로 구분하여 분석 가능하여 경제정책 수립 및 정책효과 분석에 활용
  - 산업연관표의 세로방향(열)은 각 산업부문의 비용구성인 투입구조를 나타내는 부가가치의 양 부분으로 나누어지며 최종 합계를 총 투입액이라 지칭
  - 표의 가로방향(행)은 각 산업부문의 생산물이 어떻게 판매되는지에 대한 배분구조를 나타내는 것으로 중간재로 판매되는 중간수요와 소비재, 자본재, 수출상품 등으로 판매되는 최종수요의 두 부분으로 구성
  - 또한, 중간수요와 최종수요를 합한 것을 총 수요액이라 하고 여기서 수입을 뺀 것을 총 산출액이라 하며, 각 산업무문의 총 산출액과 이에 대응하는 총 투입액은 항상 일치
- ㅇ 위 산업연관표로부터 최종수요 변화에 따른 산업별 변화를 나타내는 부가가치유발승수(Income Multiplier), 고용 및 고용자 승수(Employment Multiplier)를 추정

○ 산업연관분석을 신규사업으로 분류가 가능한 산업의 경제적 파급효과를 분석하기 위해 다음과 같은 전제조건을 설정

- 산업연관표는 한국은행(2021)에서 배포한 “2019년 산업연관표”를 활용하여 분석 실시
- 산업연관표의 총 30개 산업 대분류 내 대분류 운수업을 대상으로 실시

[표 7-19] 산업연관표의 총 30개 산업대분류

No.	산업분류	No.	산업분류
1	농림어업	16	전력, 가스 및 증기업
2	광업	17	수도, 폐기물 및 재활용서비스업
3	음식료품 및 담배 제조업	18	건설업
4	섬유 및 가죽제품 제조업	19	도매 및 소매업
5	목재, 종이, 인쇄 및 복제업	20	운수업
6	석탄 및 석유제품 제조업	21	음식점 및 숙박업
7	화학제품 제조업	22	정보통신 및 방송업
8	비금속광물제품 제조업	23	금융 및 보험업
9	1차 금속제품 제조업	24	부동산 및 임대업
10	금속제품 제조업	25	전문, 과학 및 기술서비스업
11	기계 및 장비 제조업	26	사업지원 서비스업
12	전기 및 전자기기 제조업	27	공공행정 및 국방
13	정밀기기 제조업	28	교육서비스업
14	운송장비 제조업	29	보건 및 사회복지 서비스업
15	기타 제조업	30	문화 및 기타 서비스업

○ 경제적 파급효과 분석 대상은 및 부가가치 유발효과, 고용유발효과로 구분

○ 고용유발효과는 생산 및 부가가치 유발효과와 더불어 직접적, 간접적인 고용창출 효과를 의미하며, 본 사업 추진 시 경제적 파급효과를 유발하는 사업비는 약 1,127억 원으로 분석

○ 본 사업 추진시 2023년부터 2027년까지 총 5년동안 약 429.8억 원의 부가가치유발효과 및 358명의 고용유발효과를 나타낼 것으로 기대

- 부가가치유발계수는 어떤 산업부문의 최종수요가 한 단위 증가 하였을 때, 이를 충족시키기 위하여 각 산업 부문에서 직·간접적으로 유발되는 생산액 수준과 부가가치 단위를 의미
- 고용유발계수는 어떤 산업부문의 최종수요가 일정금액(10억 원) 증가할 경우 각 산업 부문에서 직·간접적으로 유발되는 고용자 수를 의미
- 경제적 기대효과 분석을 위해 한국은행 산업연관표(2019)를 활용하여 본 사업의 관련 산업의 산업연과계수를 도출

[표 7-20] 본 사업 관련 산업연관계수

구분	계수
부가가치 유발계수	0.821
고용유발계수	15.7

* 한국은행 산업연관분석(2019)에서 관련된 해당 산업분야의 계수값으로 활용

○ 본 사업의 경제적 기대효과를 산출하기 위해 분야별 투입비용 및 관련 계수를 활용하여 유발효과를 산출

○ 부가가치유발효과(약 925.2억 원) : 한국은행 산업연관표(2019)상 부가가치유발계수 활용, 연도별 총 투입비용 × 부가가치유발계수 = 연도별 부가가치유발효과

[표 7-21] 본 사업 부가가치유발효과 산출결과

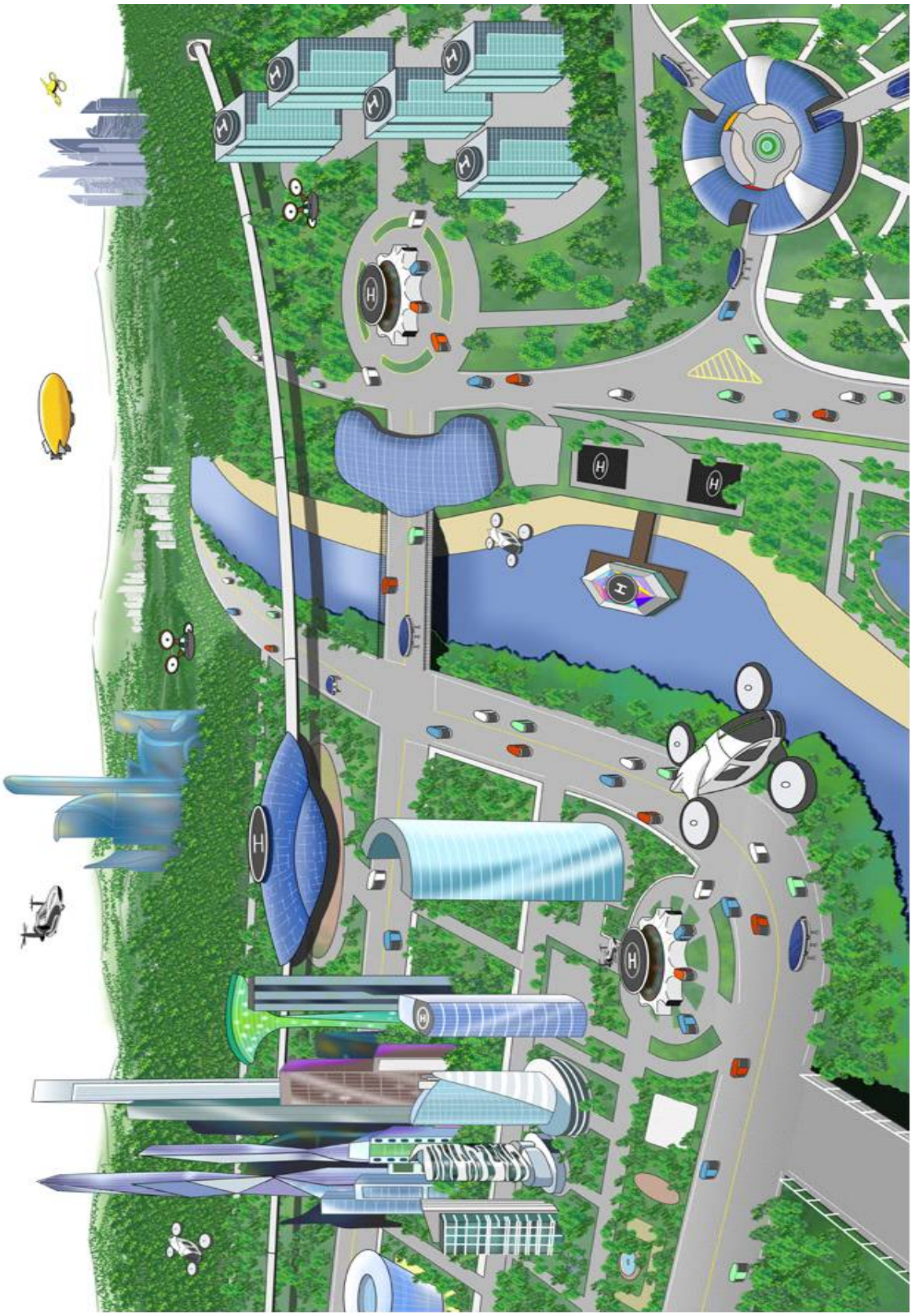
구분	`23	`24	`25	`26	`27	합계
투입비용(억 원)	56.3	281.7	338.1	225.4	225.4	1126.9
부가가치유발계수	0.821	0.821	0.821	0.821	0.821	-
부가가치유발효과(억 원)	46.2	231.3	277.6	185.1	185.1	925.2

○ 고용유발효과(약 1769명) : 한국은행 산업연관표(2019)상 고용유발계수 활용, 연도별 총 투입비용 × 고용유발계수 = 연도별 고용창출효과

[표 7-22] 본 사업 고용유발효과 산출결과

구분	`23	`24	`25	`26	`27	합계
투입비용(억 원)	56.3	281.7	338.1	225.4	225.4	1126.9
고용유발계수	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	
고용유발효과(명)	88.4	442.3	530.8	353.9	353.9	1,769.2

4-3. 교통물류 미래상



VIII. 참고문헌

[국내문헌]

1 IRS 글로벌(2021.09.), 「2022 국내외 미래차 기술개발 동향과 사업화전략」.
2 건설정보시스템(2011), 「입체환승체계 설계 매뉴얼」.
3 경기연구원(2017.11.29.), 「자율주행차 도입과 교통이용환경 변화 전망」.
4 경기연구원(2020), 「스마트모빌리티 서비스의 현황 및 발전방안 연구」.
5 경기연구원(2020.02.19.), 「미세먼지 저감, 전기차·수소차 어디까지 왔나」.
6 경기연구원(2020.05.22.), 「코로나19 이후 교통정책은 효율성에서 안전성으로」.
7 공민식(KAIA)(2021.09), 「스마트시티 콘셉트 실현의 지표로서의 트램」.
8 과학기술정보통신부(2018), 「ICT R&D 기술로드맵 2023'」.
9 국가교통DB(2017), 「통계로 본 교통; 2017 교통 주요 이슈에 관한 인사이트」.
10 국가교통DB(2019.12.31.), 「2018 국가교통통계 국내편, 국가교통DB」.
11 국가안보전략연구원(2020), 「2019년 신안보 위협 전망, 이슈브리프 18-62」.
12 국토교통과학기술진흥원(2021.01.29.), 「국가교통체계 혁신기술개발사업 기획」.
13 국토교통부 도시활력지원과보도자료 (2019.06.24.), 「우리나라 도시지역은 국토면적의 16.7%, 인구의 91.8% 도시에 거주」.
14 국토교통부 보도자료 (2021.01.20.) 「'20.12월 기준 자동차 등록대수 2,437만대, 친환경차 80만대 돌파」.
15 국토교통부 보도자료(2020.01.03.), 「세계 최초 부분자율주행차(레벨3) 안전기준 제정」.
16 국토교통부 보도자료(2020.04.27.), 「지난해 전국 도로연장 600km 늘고 교통량도 2.6%↑」.
17 국토교통부(2015), 「지능형교통체계(ITS) 정의」.
18 국토교통부(2017.04.), 「무가선 저상트램 실용화 최종보고서」.
19 국토교통부(2021.02.), 「'국토교통 2050 탄소중립 로드맵', 민관이 함께 만든다.」.
20 국토교통부(2021.10.), 「지능형 교통체계 기본계획 2030 ('21~'30)」.
21 국토교통부(2021.12.), 「누구나 편리하게 이동할 수 있는 안전하고 지속가능한 국가교통정책계획 수립」.
22 국토연구원(2013.12.), 「지속가능한 교통인프라 투자정책 방향」.
23 국토연구원(2019), 「2040년 장래인구 분포 전망 연구」.
24 국토연구원(2019.01), 「물류중점도로 해외 사례 및 시사점」.
25 대전발전연구원(2015), 「대전 2030 그랜드 플랜 수립을 위한 연구(교통부문)」.
26 대테러센터 관계부처 합동(2018.01.19.), 「폭력적 극단주의 예방을 위한 국가행동계획」.
27 대한법무사협회(2020.06.11.), 「퍼스널 모빌리티법' 제정의 필요성과 입법 과제」.
28 대한전기협회(2015), 「V2G 적용 사례 및 국내 시설기준 제정 방향」.
29 도로교통공단(2020), 「2019년도 도로교통비용의 추계와 평가」.
30 박상준(2020.12.), 「[특집1] 그린 모빌리티 확대를 위한 당면 과제」, 한국교통연구원, 『월간교통』, Vol.274.
31 산업통상자원부(2021), 「차세대 항공 모빌리티 및 우주기술 개발 관련 주요 동향」.
32 삼일회계법인(2020.10), 「Samil Insights 자동차 산업」.
33 삼정 KPMG (2018), 「미래 자동차 권력의 이동」.
34 삼정 KPMG(2018.12.), 「라스트마일 딜리버리: 택배물류의 마지막 1마일 시장을 잡아라'」.
35 삼정 KPMG(2020.02.), 「자율주행이 만드는 새로운 변화」.
36 삼정 KPMG(2020.03.), 「국내 택배 산업 해법 찾기: 디지털과 비즈니스 혁신을 중심으로」.
37 삼정 KPMG(2020.07.), 「Global Automotive Executive Survey 2020」.
38 서울디지털재단(2018), 「디지털 미래 서울; 스마트 모빌리티」, pp. 32-33.
39 서울디지털재단(2020.08.), 「서울시 주차문제 해결을 위한 주차장 이용 효율 향상 방안 연구-빅데이터 분석을 통한 주차 수요 분산 가능성 검증을 중심으로」.
40 서울연구원(2017.02.16.), 「진화하는 교통」.
41 서울연구원(2020.02.24.), 「서울시 스마트 모빌리티 서비스 도입 방안」.
42 성현곤(2008.12), 「대중교통지향형개발 (TOD)의 의의와 바람직한 개발방향」, 대한국토·도시계획학회, 도시정보, Vol. 321.
43 소프트웨어정책연구소 안미소(2020), 「진화하는 글로벌 차량공유 산업 동향」.
44 손가녕(2020.03.31.), 「미래차 국·내외 시장 동향 」.

45 송관수(2020.), 「전국최초 친환경 전기굴절버스 운행, 세종시를 가다 」, 한국운수산업연구원, 『버스교통』, vol.65.
46 송승범(2020.07.09.), 「스마트 모빌리티: 사용자 중심의 모빌리티 서비스로 패러다임 전환 」.
47 에너지경제연구원(2019.12.02.), 「세계 에너지시장 인사이트(제19-42호)」.
48 에너지경제연구원(2020), 「세계 연료 연소 지원 이산화탄소(CO2)와 기타 온실가스 배출 현황」.
49 오재학(2021.07.), 「모빌리티 대전환의 시대-새로운 변화와 선순환적 추진전략」, 『제27회 공학한림원 한반도국토포럼』, 한국공학한림원.
50 자동차연구원 모빌리티 인사이트(2020.7.), 「COVID-19와 모빌리티 산업 변화」.
51 조대연(2020.02.) 「[특집1] 스마트시티의 등장과 최근 동향」, 한국교통연구원, 『스마트시티와 교통』, Vol.264.
52 통계개발원(2020.12.), 「한국의 사회동향 2020」.
53 통계청(2019.11.), 「전동킥보드, 전동휠, 전기자전거, 새로운 이동수단 퍼스널 모빌리티」.
54 통계청(2020), 「2019년 국내 인구이동 통계」.
55 한국개발연구원 경제정보센터(2015.07.), 「세계화의 두 얼굴」.
56 한국교통안전공단(2018.12.), 「2018년 대중교통 현황조사」.
57 한국교통연구원(2017), 「퍼스널 모빌리티 이용실태 조사」.
58 한국교통연구원(2018.11.), 「자율주행과 공유교통시대의 대중교통서비스 제공방안」.
59 한국교통연구원(2019), 「이용자 관점의 수도권 교통문제 유형분석-빅데이터 분석을 통한 사례 중심으로」.
60 한국교통연구원(2019.08.), 「미래 교통수요 변화 대응 교통 SOC 추진전략 수립」
61 한국교통연구원(2019.12.31.), 「국가 교통정책 평가지표 연구사업 제3권 교통혼잡비용(2017)」.
62 한국교통연구원(2020), 「2020 교통정책 평가지표 조사사업」.
63 한국교통연구원(2020), 「미래교통수단과 서비스의 등장에 따른 교통시설 혁신방안」.
64 한국교통연구원(2020), 「미래차 기반 교통체제 지원사업 2019년도 성과요약」,
65 한국무역협회 국제무역연구원(2019.06.), 「미·중 무역분쟁의 수출 영향」.
66 한국무역협회(2020.06.), 「코로나19 이후 글로벌 전자상거래 트렌드」.
67 (사)한국스마트이모빌리티협회(2017), 「Personal Mobility Devices Market by Product, Crystal Market Research」.
68 한국은행 조사국(2020.06.), 「코로나19 이후 경제구조 변화와 우리 경제에의 영향」.
69 한국은행(2008), 「세계화와 기술발전이 제조업 노동수요에 미치는 영향」.
70 한국전자통신연구원(2018), 「ICT 기반 도시 교통문제 대응방안」.
71 한국환경산업기술원(2021), 「유럽에서 EURO 7/VII 배출기준도입전망」.

[국외문헌]

72 UN DESA(2019), *2018 World Urbanization Prospects.*
73 Chen S, Kuhn M, Prettner K, Bloom DE.(2019.09), "The global macroeconomic burden of road injuries: estimates and projections for 166 countries". *Lancet Planet Health*, 4(3).
74 EC(2019), *Strategic Transport Research and Innovation Agenda-STRIA.*
75 Yair Wiseman(2017), *Automatic Persistent Inspection of SkyTran Track System.*
76 U.S. Department of Transportation(2017), *Beyond traffic 2045.*
77 Enviornmental Protection Agency(2020), *Carbon Pollution From Transportation.*
78 Tao Liu(2018), *"Deployment Planning of Single-Line Modular-Vehicle SemiRapid Transit System",Transportation Research Procedia, 41.*
79 Bernt Jakobsen(2010), *Design of the Submerged Floating Tunnel operating under various conditions.*
80 TUMCREATE(2019.09), *Dynamic Autonomous Road Transit (DART) For Use-case Capacity More Than Bus.*
81 McKinsey&Company(2018.06), *Elements of success: Urban transportation systems of 24 global cities.*
82 FAA(2019.10), *U.S. Transportation Secretary Elaine L. Chao Announces FAA Certification of UPS Flight Forward as an Air Carrier.*
83 Hyde, David J. (2016), *Hyperloop Commercial Feasibility Analysis : High Level Overview.*
84 McKinsey(2019/2020), *The future of mobility is at our doorstep.*
85 U.S. Department of Transportation(2020.03), *Mobility on Demand Planning and Implementation.*
86 Andreas Rau(2019), *Planning and Design of a New Dynamic Autonomous Public Transport System: The DART System in Singapore.*

87 EC(2019), *Smart Mobility and Services Roadmaps 2019.*
88 CHIN Kian Keong(2015), *Smart Mobility 2030 - ITS Strategic Plan for Singapore.*
89 Mehedi Hasan(2017.07), *Straddling bus.*
90 European Commission(2019), *The Future of Road Transport.*
91 UN-DESA(2019), *World Urbanization Prospects-the 2018 revision.*
92 SpaceX(2016.02), *SpaceX Hyperloop Test-Track Specification Revision 5.0.*
93 Tao Liu(2018), *Deployment Planning of Single-Line Modular-Vehicle SemiRapid Transit System.*
94 Andreas Rau(2019), *Planning and Design of a New Dynamic Autonomous Public Transport System: The DART System in Singapore.*
95 UAE (2017), *UAE Energy Strategy 2050.*

[웹사이트(국내)]

96 보안뉴스칼럼, 「2020년 신안보 위협에 대한 정책적 제언」, https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=85692(2020.01).
97 한국일보, 「4차 산업혁명이 양극화, 불평등 더 키울수도」, https://www.hankookilbo.com/News/Read/201702211627056117(2017.02.21.).
98 HMG Journal, 「가장 가까운 모빌리티, 퍼스널 모빌리티」, https://naver.me/GMqBFpLd(2020.02.24.).
99 이데일리 홈페이지, 「'당국 '리스도 빚'..저소득자 고가 리스 막는다.'」, https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01190646622520736(2019.06.).
100 서울특별시 홈페이지, 「똑똑한 버스정류소 스마트쉘터'」, https://mediahub.seoul.go.kr/archives/2002602(2021.09.).
101 매일경제, 「'모빌리티' 최대 격전지 부상...韓기업, 힘겨운 추격전」, https://www.mk.co.kr/news/economy/view/2019/12/1087026/(2019.12.26.).
102 서울시 교통정보 시스템 홈페이지, https://topis.seoul.go.kr/notice/openCardNewsView.do.
103 삼성반도체 홈페이지, https://www.samsungsemiconstory.com/2280.
104 셔클 홈페이지, https://www.shucle.com/servicearea.
105 파이낸셜뉴스, 「성인 75.4% "친환경 생활 필수"」, https://www.fnnews.com/news/201908111050569592(2019.08.11.).
106 기호일보, 「수원 공유자전거' 두 달 뒤에나 출발선 스타트」, https://www.kihoilbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=871034(2020.06.11.).
107 오토모티브리포트 홈페이지, http://www.automotivereport.co.kr/news/articleView.html?idxno=2420
108 이뉴스투데이, 「2020년 친환경차, 보조금 축소되지만, '보급확대'에 집중...어떻게?」, https://www.enewstoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=1358703(2019.12).
109 월간수소경제, 「친환경차의 글로벌 트렌드 'EV& FCEV'」, https://www.h2news.kr/mobile/article.html?no=8170(2020.04.02.).
110 TECH42, 「자율주행차 시장 급격한 성장…2030년 신차 50%, 레벨3 적용」, https://www.tech42.co.kr/%EC%9E%90%EC%9C%A8%EC%A3%BC%ED%96%89%EC%B0%A8-%EC%8B%9C%EC%9E%A5-%EA%B8%89%EA%B2%A9%ED%95%9C-%EC%84%B1%EC%9E%A52030%EB%85%84-%EC%8B%A0%EC%B0%A8-50-%EB%A0%88%EB%B2%A83-%EC%A0%81%EC%9A%A9/(2021.08).
111 KOTRA 해외시장 뉴스, 「싱가포르 10년 내 무인자동차 국가적 상용화 목표」, https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsSn=243&pNttSn=141253(2015.03.).
112 매거진 한경, 「모든 산업의 헤게모니 바꿔놓을 '자율주행 공유자동차'」, https://magazine.hankyung.com/business/article/201810025049b(2018.10.).
113 한국전력 블로그, https://blog.kepco.co.kr/1539
114 현대자동차그룹 홈페이지, https://tech.hyundaimotorgroup.com
115 현대자동차 TECH, https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/article/shucle-anywhere-in-town/
116 현대경제연구원 홈페이지, 「Logistics 4.0 시대의 특징과 시사점」, http://www.hri.co.kr/board/reportView.asp?firstDepth=1&secondDepth=1%20&numIdx=30171(2020.01.).
117 SCIENCE ON 홈페이지, http://www.ndsl.kr/
118 IT DongA 홈페이지, 「교통 정보계의 빅 데이터, C-ITS란?」,

https://it.donga.com/31976/(2021.05.).
119 Autocrypt 홈페이지, https://www.autocrypt.co.kr/drt
120 HMG 저널 홈페이지, 「현대 크래들, 실리콘밸리에서 어떤 미래를 꿈꾸고 있을까」, https://brunch.co.kr/@hmgjournal/151(2020.06.).
121 한경자동차, 「린스피드, 모듈형 모빌리티 '메트로 스냅 공개'」, https://www.hankyung.com/car/article/2020022658352(2020.02.).
122 르노자동차 컨셉카 홈페이지, https://www.renault.co.kr/about/concept_car.jsp
123 전자신문, 「완전 자율주행차+공유, 도심주차장 최대 93% 줄인다」, https://www.etnews.com/20210330000204(2021.03.).
124 매일경제, 「KST-현대차, 커뮤니티형 이동 서비스 '셔클' 시범운영 성료」, https://m.mk.co.kr/uberin/read.php?sc=30000001&year=2020&no=504705(2020.05.).
125 4차산업혁명 뉴스포탈, 「리니어 모터 기초」, http://www.msdkr.com/news/articleView.html?idxno=22(2018.09.).
126 스마트시티 투데이 홈페이지, 「'30분 도시' 실현 위한 'K-모빌리티 마스터플랜' 확정」 https://www.smartcitytoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=21751(2021.10.).
127 Fly Together 홈페이지, 「세계 UAM 시장 리포트」, http://www.kai-webzine.com/news/articleView.html?idxno=2844(2022.03.).
128 조선비즈 홈페이지, 「개인화·안전·비대면'으로 교통 패러다임 전환」, https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2021/03/25/2021032502472.html(2021.03.).
129 현대자동차 홈페이지, 「걸어다니는 자동차 엘리베이트' 콘셉트카」, https://www.hyundai.com/worldwide/ko/brand/technology-with-a-human-heart
130 참여와혁신, 「서울시 버스 노사 "버스요금 인상 논의 서둘러야"」, https://www.laborplus.co.kr/news/articleView.html?idxno=25757(2020.11.).
131 동아일보. 「직장인 76.1%, 대중교통 출퇴근…스트레스 유발 1위는 '밀어내기'」, https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20201110/103881697/1(2020.11.).
132 KBS NEWS 홈페이지, 「출퇴근만 평균 3시간…1년에 '한 달' 길 위에서 보낸다", https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4431347, (2020.04.).
133 조선비즈 홈페이지, 「'개인화·안전·비대면'으로 교통 패러다임 전환」, https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2021/03/25/2021032502472.html(2021.03.).
134 녹색교통운동 홈페이지, 「포스트코로나, 대중교통은 어떻게 나아가야 할까?」, 녹색 교통 운동, https://greentransport.org/news/?q=YToxOntzOjEyOiJrZXl3b3JkX3R5cGUiO3M6MzoiYWxsIjt9&bmode=view&idx=6337033&t=board(2021.04.).
135 경북매일, 「대중교통 활성화가 필요하다」, https://www.kbmaeil.com/news/articleView.html?idxno=902588(2021.06.).
136 THE GURU 홈페이지, '꿈의 교통수단' 하이퍼루프 산업 대전환…美 인프라법 통과로 날개, https://theguru.co.kr/news/article.html?no=28256(2021.11.).
137 국민일보 홈페이지, 「양천구, 최첨단 버스정류장 '스마트마루'」, https://m.kmib.co.kr/view.asp?arcid=0016184289(2021.08.).
138 정보통신신문 홈페이지, 「통신 안전 시설 갖춘 '스마트쉘터' 구축 본격 시동」, https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=90093(2021.10.).
139 한국교통연구원 홈페이지, 「2018년 교통혼잡비용, 명목 GDP의 3.6%에 달해」, https://www.koti.re.kr/user/bbs/BD_selectBbs.do?q_bbsCode=1005&q_bbscttSn=20210702154251438(2021.07.).
140 대통령직속 북방경제협력위원회 홈페이지, 「16대 중점과제」, https://www.bukbang.go.kr/bukbang/vision_policy/policys/0005/
141 인더스트리뉴스 홈페이지, 「2020년 스마트팩토리 사이버 테러 위협 늘어난다」, https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=35801(2019.12.).
142 동아일보 홈페이지, 「1650조로 커질 시장 잡아라' 플라잉카 격전 스타트」, https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20210206/105307484/1(2021.02.).
143 Business Post 홈페이지, 「현대자, 인공지능 합승서비스 '셔클' 시범운영 마치고 하반기 본 사업」, http://www.businesspost.co.kr/BP?command=mobile_view&num=181834(2020.06.).
144 Nielsen 홈페이지, 「모빌리티 모바일 애플리케이션 서비스 이용행태 분석」, http://www.koreanclick.com/insights/newsletter_view.html?code=topic&id=543&page=1(2019.09.).
145 S&T GPS 홈페이지, 「구글 웨이모(Waymo), 자율주행 호출택시 정식 운행 예정」, https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND0000000000040430&menuNo=2&pageUnit=10&pageIndex=30(2020.10.).
146 르노자동차 홈페이지, 「PARIS-SACLAY AUTONOMOUS LAB: NEW AUTONOMOUS,

ELECTRIC AND SHARED MOBILITY SERVICES」,
https://iot-automotive.news/renault-paris-saclay-autonomous-lab-new-autonomous-electric-and-shared-mobility-services/
147 전국경제인연합회(FKI) 홈페이지, 「도심항공모빌리티(UAM) 동향 및 과제」,
https://m.fki.or.kr/bbs/bbs_view.asp?cate=news&content_id=bfef6d45-900f-409d-b8a4-d961f60df3b1(2022.04.).

[웹사이트(국외)]

148 롤스로이스 에어택시 홈페이지, https://www.rolls-royce.com/innovation/propulsion/air-taxis.aspx
149 리니어 주오 신칸센 홈페이지, https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/about/
150 릴리움 홈페이지, https://lilium.com/about-us
151 버진 하이퍼루프 홈페이지, https://virginhyperloop.com/
152 오로라 이노베이션 홈페이지, https://aurora.tech/technology/driver/#ecosystem
153 우버 홈페이지, https://www.uber.com/kr/ko/atg/technology/
154 웨이모 홈페이지, https://waymo.com/faq/
155 Waymo 홈페이지, "Waymo s opening its fully driverless service to the general public in Phoenix",
https://blog.waymo.com/2020/10/waymo-is-opening-its-fully-driverless.html(2020.10.).
156 하이퍼루프TT 홈페이지, https://www.hyperlooptt.com/projects/commercial-prototype/
157 AKKA 홈페이지, https://www.akka-technologies.com/about-us/
158 AKKA 홈페이지, "AKKA's multimodal Link & Fly aircraftsuccessfully completes first test flight",
https://www.akka-technologies.com/press-release/akkas-multimodal-link-fly-aircraft-successfully-completes-first-test-flight/(2019.07.).
159 DENTONS 홈페이지, "Autonomous Vehicles: US Legal and Regulatory Landscape",
https://www.dentons.com/en/insights/guides-reports-and-whitepapers/2019/july/31/autonomous-vehicles-us-legal-and-regulatory-landscape(2019.07.).
160 BBC NEWS 홈페이지, "China's 'straddling bus' hits its final roadblock.",
https://www.bbc.com/news/world-asia-china-40365161(2017.06).
161 BEEMCAR 홈페이지, http://beemcar.com/technical/beam-infrastructure/
162 CERTRAN 홈페이지, https://cetran.sg
163 CNN BUSINESS, "Self-driving robotaxis are taking off in China",
https://edition.cnn.com/2020/12/03/tech/autox-robotaxi-china-intl-hnk/index.html(2020.12.08.)
164 Egil Juliussen, "China Robotaxi: Full Steam Ahead',
https://www.eetimes.com/china-robotaxi-full-steam-ahead(2020.09.).
165 DiD 홈페이지, "DiDi Robotaxi Service Begins Operation in Shanghai",
https://www.didiglobal.com/news/newsDetail?id=923&type=news(2020.06.).
166 Dominionenergy, "Electric School Buses",
https://www.dominionenergy.com/virginia/save-energy/electric-school-buses(2022.03).
167 Eviation 홈페이지, https://www.eviation.co/aircraft/#4
168 FAA, "Supersonic Flight",
https://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsId=22754(2020.11).
169 NASA 홈페이지, "Why build a quiet supersonic aircraft?",
https://www.nasa.gov/specials/X59/why-build-a-quiet-supersonic.html#maxwell(2019.07.).
170 NASA 홈페이지, "NASA Centers Collaborate to Advance Quiet Supersonic Technology During Pandemic",
https://www.nasa.gov/centers/armstrong/features/teamwork-advances-quiet-supersonic-technology.html(2020.11.).
171 NASA 홈페이지, https://www.nasa.gov/aeroresearch/nasa-marks-continued-progress-on-x-59(2020.09.).
172 NHTSA 홈페이지, "Automated Vehicles Symposium,
https://www.nhtsa.gov/speeches-presentations/automated-vehicles-symposium(2020.01.).
173 NHTSA 홈페이지, "AV TEST Initiative", https://avtest.nhtsa.dot.gov/av-test/home
174 INVERSE 홈페이지, "ELON MUSK OUTLINES 3-STEP PLAN TO FULLY-AUTONOMOUS RIDES", https://www.inverse.com/innovation/tesla-robo-taxi-elon-musk-gives-updated-timeline
175 SuperFalcon 홈페이지, "Super falcon", http://www.deepflight.com/super-falcon/
176 SuperFalcon Dragon 홈페이지, "Superfalcon Dragon", http://www.deepflight.com/dragon/
177 TUMCREATE 홈페이지, "About TUMCREATE",
https://www.tum-create.edu.sg/about/about-tum-create
178 USDOT 홈페이지, "Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies

Automated Vehicles 4.0", https://www.transportation.gov/av/4
179 UPS 홈페이지, https://www.ups.com/us/en/services/knowledge-center/article.page?kid=cd18bdc2
180 VOLOCOPER 홈페이지, "PIONEERING THE URBAN AIR TAXI REVOLUTION", https://www.volocopter.com/wp-content/uploads/Volocopter-WhitePaper-1-01.pdf
181 VOLOCOPTER 홈페이지, https://www.volocopter.com/en/urban-mobility/
182 VOLOCOPTER 홈페이지, https://www.volocopter.com/en/volodrone/
183 TRANSIT ORIENTED DEVELOPMENT INSTITUTE 홈페이지, http://www.tod.org/
184 Wisk 홈페이지, "A leader in Self-Flying", https://wisk.aero/cora/
185 Waymo 홈페이지, "General FAQ", https://waymo.com/faq/
186 Acubed airbus 홈페이지, https://acubed.airbus.com/
187 Cartivator 홈페이지, "Skydrive", http://cartivator.com/skydrive
188 Electric Evtol News 홈페이지, "Kitty Hawk Flyer", https://evtol.news/kitty-hawk-flyer/
189 Aeromobil 홈페이지, https://www.aeromobil.com/evolution/
190 Skytran 홈페이지, "SkyTran", https://www.skytran.com/technology
191 Electric VTOL News 홈페이지, "CityAirbus information", https://evtol.news/airbus-helicopters/
192 TK Multi elevator 홈페이지, https://multi.thyssenkrupp-elevator.com/
193 Airbus Popup 홈페이지, "Pop UP", https://www.italdesign.it/project/popup/
194 뮌헨 공과대학 TUM 연구소 홈페이지, https://www.forte.tum.de/en/tum-create/
195 skydrive 홈페이지, http://en.skydrive2020.com/cargo-drone/
196 Next 홈페이지, https://www.next-future-mobility.com/home
197 Kittyhawk 홈페이지, https://kittyhawk.aero/blog-post/our-next-chapter/
198 Juliet Marine 홈페이지, http://www.julietmarine.com/AboutUs.htm
199 Neva AirQuad One 홈페이지, "AirQuad One", https://transportup.com/neva-airquad/
200 Boring Company 홈페이지, https://www.boringcompany.com/faq
201 Next 홈페이지, https://www.next-future-mobility.com/about
202 Next 홈페이지, https://www.next-future-mobility.com/analysis
203 Evtol news 홈페이지, "Geely Unveils Terrafugia TF-2A", https://evtol.news/news/geely-unveils-terrafugia-tf-2a(2020.01.09.).
204 HiveLife 홈페이지, "SkyDrive: The Japanese Startup Making Flying Cars A Reality", https://hivelife.com/flying-cars-skydrive-japanese-startup/
205 SkyDrive 홈페이지, "Conducts First Public Manned Flight in Japan - SD-03 manned model makes its world debut", https://en.skydrive2020.com/archives/642
206 Dominionenergy 홈페이지, "Electric School Buses", https://www.dominionenergy.com/electricschoolbus
207 EU, "Holistic approach to improved, sustainable transport Project", https://cordis.europa.eu/project/id/815269
208 Globaltimes 홈페이지, "Baidu fully opens Apollo Go Robotaxi service in Beijing", https://www.globaltimes.cn/content/1203174.shtml
209 신칸센 홈페이지, https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/faq/
210 Virgin Hyperloop 홈페이지, "First Passengers Travel Safely on a Hyperloop", https://www.globenewswire.com/news-release/2020/11/09/2122351/0/en/First-Passengers-Travel-Safely-on-a-Hyperloop.html
211 Pal-v 홈페이지, https://www.pal-v.com/en/the-pal-v-story
212 eVTOL 홈페이지, "Geely's Terrafugia reveals new eVTOL for urban air mobility", https://evtol.com/news/geely-terrafugia-tf2a-evtol/(2020.01.).
213 The pack 홈페이지, "Ryno Micro-cycle", https://electricmotorcycles.news/ryno-micro-cycle
214 Pitchbook 홈페이지, "Ryno Motors Overview", https://pitchbook.com/profiles/company/56295-55#overview
215 The Weekend Leader 홈페이지, "Your friendly neighbourhood trains might soon be a reality in India", https://www.theweekendleader.com/Innovation/2518/sky-riders.html
216 Carros 홈페이지, "Kort gesproken: Robert Dingemanse van PAL-V Liberty", https://www.carros.nl/nieuws/posts/kort-gesproken-robert-dingemanse-van-pal-v-liberty/
217 Renault Concept 홈페이지, https://www.renault.co.uk/concept-cars/ez-ultimo-concept.html
218 하이퍼루프 TT 홈페이지, https://www.hyperlooptt.com/projects/commercial-prototype/
219 NS business, "Hyperloop companies: The start-ups vying to create the 'fifth mode of transport'",

https://www.ns-businesshub.com/transport/hyperloop-companies/(2019.08.).
220 CNN TRAVEL 홈페이지, “Dubai unveils plans for electric sky pod network”, https://edition.cnn.com/travel/article/dubai-beemcar-sky-pods/index.html
221 InsideHook 홈페이지, “Uh, Is Hyundai Serious About Building a Walking Robotic Car?”, https://www.insidehook.com/daily_brief/vehicles/hyundai-walking-robotic-car
222 Hyundai Elevate Concept Is A Futuristic Go-Anywhere Vehicle, Motor1, https://www.motor1.com/news/300142/hyundai-elevate-concept-revealed/(2019.01.).
223 Transdev 홈페이지, https://www.transdev.ca/en/solutions/offering-night-or-off-peak-services/
224 Waymo, “Daimler to partner in developing self-driving semi trucks, Reuters”, https://www.reuters.com/article/us-autos-selfdriving-waymo-daimler-idUSKBN27C1UM(2020.10.27.).
225 GCR 홈페이지, “Russian revolution: inventor proposes gyroscope-stabilised trains for congested roads”, https://www.globalconstructionreview.com/russian-revolution-inventor-proposes-gyroscope-sta/(2017)
226 Psychnews daily 홈페이지, "This powerful Dutch flying car just got permission to drive on European roads, Psych news", https://www.psychnewsdaily.com/dutch-flying-car-pal-v-gets-permission-to-drive-on-european-roads/(2020.10.).
227 Albwada 홈페이지, “App-based car service Careem injects $100B into R&D”, https://www.albawaba.com/business/app-based-car-service-careem-injects-100b-rd-861212
228 AVIATIONTODAY 홈페이지,“Porsche and Boeing to Explore ‘Premium’ Urban Air Mobility Market, https://www.aviationtoday.com/2019/10/15/porsche-and-boeing-to-explore-premium-urban-air-mobility-market/
229 Otonomo 홈페이지, Mobility Trends report for 2022, https://otonomo.io/blog/mobility-trends-report-for-2022/
230 TeslaRati 홈페이지, SpaceX to build massive, new Hyperloop tunnel for 2020 competition, says Elon Musk, https://www.teslarati.com/spacex-elon-musk-new-hyperloop-test-track-2020/
231 Digitaltrends 홈페이지, “This tiny electric car can drive sideways and shrink to fit into parking spaces”, https://www.digitaltrends.com/mobile/eo-smart-connecting-car-2-details-specs-pictures/
232 Airbus Vahana 홈페이지, https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility/vahana.html
233 Electrek 홈페이지, “This electric submarine could be just what your electric superyacht needs”, https://electrek.co/2019/01/29/deepflight-dragon-electric-submarine/
234 Electrive홈페이지, “DeepFlight Dragon works like a drone under water”, https://www.electrive.com/2019/02/01/deepflight-dragon-works-like-a-drone-under-water/
235 Bayut, “All about the Dubai-Abu Dhabi Virgin Hyperloop One project”, https://www.bayut.com/mybayut/all-about-dubai-abu-dhabi-hyperloop/
236 Architect 홈페이지, “First Look at Dubai Hyperloop One Pod”, https://www.architectmagazine.com/technology/first-look-at-dubai-hyperloop-one-pod_o(2018.02.).
237 Timeoutdubia 홈페이지, “UAE Hyperloop opening date is revealed”, https://www.timeoutdubai.com/travel/394954-uae-hyperloop-opening-date-is-revealed
238 Industry Tap 홈페이지, “Hyperloop TT to Initiate Commercial Operations by 2023”, https://www.industrytap.com/hyperloop-tt-to-initiate-commercial-operations-by-2023/50734
239 Civil Servie College 홈페이지, “Public Transport Planning and the Technological”, Revolution,https://www.csc.gov.sg/articles/public-transport-planning-and-the-technological-revolution
240 The straits Times 홈페이지, “LTA calls for bids to build 600 electric vehicle charging points in 200 carparks”, https://www.straitstimes.com/singapore/transport/lta-calls-for-bids-to-build-600-electric-vehicle-charging-points-in-200-carparks
241 Insider 홈페이지, “Inside a $4 million electric plane, the first full-size, all-electric passenger aircraft in the world”, https://www.businessinsider.com/inside-alice-first-full-size-passenger-electric-plane-eviation-2020-10
242 Futuristic skyTran levitating pod transportation set for Lagos, Nigeria, Manufacturer, 2016.05
243 mint 홈페이지, “RIL raises stake in US-based SkyTran to 26.3%”, https://www.livemint.com/companies/news/ril-raises-stake-in-us-based-skytran-to-26-3-11588157023518.html
244 Geoengineer홈페이지, “Norway to achieve "floating tunnel" project”, https://www.geoengineer.org/news/norway-to-achieve-floating-tunnel-project
245 News.com 홈페이지, “Norway’s plans for a $56 billion ‘floating tunnel’”, https://www.news.com.au/travel/destinations/europe/norways-plans-for-a-56-billion-floating-tunnel/news-story/01130afcaf2c7b99daaac8071ff04844
246 Urbanist 홈페이지, “Gyroscopic Public Transit Concept Hovers Above Traffic at Varying Heights”, https://weburbanist.com/2017/08/25/gyroscopic-public-transit-concept-hovers-above-traffic-at-varying-heights/
247 Designboom홈페이지, “flying taxi startup lilium reveals plans for first flying-car hub in florida”, https://www.designboom.com/technology/lilium-flying-taxi-hub-florida-11-12-2020/

248 CNN 홈페이지, “China unveils 600km/h maglev train prototype”, https://edition.cnn.com/travel/gallery/china-maglev-prototype/index.html
249 The Science times 홈페이지, “Air Taxis Are Coming To Orlando This 2025: What to Expect”, https://www.sciencetimes.com/articles/28107/20201107/air-taxis-coming-orlando-2025-what-expect.html
250 Interesting Engineering 홈페이지, “World's First Ropeless Multi-Directional Elevator Will Be Installed in Berlin”, https://interestingengineering.com/worlds-first-ropeless-multi-directional-elevator-installed-in-berlin
251 DesignBoom 홈페이지, “Plans revealed to connect chicago with aerial cable car network”, https://www.designboom.com/architecture/chicago-skyline-cable-car-sky-gondolas-davis-brody-bond-marks-barfield-architects-05-05-2016/
252 CURBED 홈페이지, “Hotelier keeps pushing for aerial tramway to Navy Pier”, https://chicago.curbed.com/2018/3/22/17138728/chicago-river-gondolas-skyline-transportation
253 INHABITAT 홈페이지, “Chicago considers transparent aerial cable cars to link famous city sights”, https://inhabitat.com/chicago-considers-transparent-aerial-cable-cars-to-link-famous-city-sights/
254 FORBES 홈페이지, “Virgin Hyperloop CTO Defends Project From Critics And ‘Simpsons’ Monorail Memes”, https://www.forbes.com/sites/davidrvetter/2020/12/22/virgin-hyperloop-cto-fires-back-at-critics-denies-system-is-simpsons-monorail/
255 FORBES 홈페이지, “San Francisco To L.A. In 35 Minutes? Elon Musk’s Hyperloop Moves Closer To Reality”, https://www.forbes.com/sites/geekgirlrising/2020/12/08/san-francisco-to-la-in-35-minutes-virgin-hyperloop-moves-closer-to-reality/?sh=457d712d5274
256 Slash Gear 홈페이지, “SpaceX’s 2020 Hyperloop Competition Is Getting Much Tougher Says Elon Musk. Slash Gear”, https://www.slashgear.com/spacexs-2020-hyperloop-competition-is-getting-much-tougher-says-elon-musk-22584754
257 INSIDER 홈페이지, “Inside a $4 million electric plane, the first full-size, all-electric passenger aircraft in the world”, https://www.businessinsider.com/inside-alice-first-full-size-passenger-electric-plane-eviation-2020-10
258 Electrive 홈페이지, “Electric Brands reveals the eBussy modular EV for 2021”, https://www.electrive.com/2020/08/06/electric-brands-reveals-the-ebussy-modular-ev-for-2021/
259 CleanTechnica 홈페이지, “New Electric School Buses In Virginia &Massachusetts”, https://www.electrive.com/2020/08/06/electric-brands-reveals-the-ebussy-modular-ev-for-2021/
260 Scientific American 홈페이지, “Electric Aviation Could Be Closer Than You Think”, https://www.scientificamerican.com/article/electric-aviation-could-be-closer-than-you-think/
261 The Wall Street Journal 홈페이지, “Driverless Cars Are Coming, but Not Yet to Take Over”, https://www.scientificamerican.com/article/electric-aviation-could-be-closer-than-you-think/
262 The Verge 홈페이지, “This video about a gyroscopic vehicle concept is full of other ridiculous ideas, too”, https://www.theverge.com/2017/8/27/16203096/traffic-gyroscopic-vehicle-concept-ridiculous-ideas-video-watch
263 Intelligent Transport 홈페이지, “Big win for U.S. hyperloop industry”, https://www.intelligenttransport.com/transport-news/101723/big-win-for-u-s-hyperloop-industry/
264 How Dubai-backed Hyperloop has created a ‘Wright Brothers’ moment, Arabian business, https://www.arabianbusiness.com/industries/transport/454441-how-dubai-backed-hyperloop-has-created-wright-brothers-moment(2020.11)
265 AIRBUS 홈페이지, “Italdesign and Airbus unveil Pop.Up”, https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2017-03-italdesign-and-airbus-unveil-popup
266 Business line 홈페이지, “Virgin Hyperloop onboards its first Indian passenger”, https://www.thehindubusinessline.com/info-tech/virgin-hyperloop-onboards-its-first-indian-passenger/article33115916.ece
267 Gulfnews 홈페이지, “UAE Hyperloop now a step closer to reality after US Congress ruling”, https://gulfnews.com/uae/transport/uae-hyperloop-now-a-step-closer-to-reality-after-us-congress-ruling-1.72609186
268 Nationalnews 홈페이지, “Hyperloop systems a step closer to reality with progress on legislation”, https://www.thenationalnews.com/business/technology/hyperloop-systems-a-step-closer-to-reality-with-progress-on-legislation-1.1049648
269 Auto 홈페이지, “Mumbai to Pune in 25 minutes: still a faraway dream!”, https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/industry/mumbai-to-pune-in-25-minutes-still-a-faraway-dream/71931957
270 IndustryWeek 홈페이지, “Futuristic Elevated Transport System to be Built in Israel”, https://www.industryweek.com/supply-chain/transportation/article/21963123/futuristic-elevated

-transport-system-to-be-built-in-israel
271 Bloomberg 홈페이지, "China and Japan Race to Dominate Future of High-Speed Rail", https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-11-23/china-and-japan-race-to-dominate-the-future-of-high-speed-rail#xj4y7vzkg
272 Mailonline 홈페이지, "China completes test run of self-developed maglev train prototype that can travel at 372 miles per hour", https://www.dailymail.co.uk/news/article-8455279/China-completes-test-run-self-developed-maglev-train-travel-372-miles-hour.html
273 Streetsblogchicago 홈페이지, "Cheer up Clevelanders, the O'Hare Express is dead, and you can kill the Hyperloop", https://chi.streetsblog.org/2019/12/16/cheer-up-clevelanders-the-ohare-express-is-dead-and-you-can-kill-the-hyperloop/
274 Arabian business 홈페이지, "Dubai's futuristic 'sky pod' system could be ready in '3 to 4 years', says CEO", https://www.arabianbusiness.com/gcc/uae/450504-dubais-futuristic-sky-pod-system-could-be-ready-in-just-4-years-says-ceo
275 Forbes 홈페이지, "Aurora Acquires Uber's Automated Driving Unit-And Uber's Cash", https://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2020/12/07/aurora-acquires-ubers-automated-driving-unitand-ubers-cash/?sh=250a3d4263eb
276 딜로이트 홈페이지, "Infrastructure barriers to the elevated future of mobility", https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/infrastructure-barriers-to-urban-air-mobility-with-VTOL.html
277 Robb Report 홈페이지, "The Electric Airplane Revolution May Come Sooner Than You Think", https://robbreport.com/motors/aviation/eviation-alice-electric-airplane-revolution-sooner-than-you-think-2830522/
278 IMECHE 홈페이지, "GKN Aerospace joins Eviation Alice electric plane project as work continues after fire", https://www.imeche.org/news/news-article/gkn-aerospace-joins-eviation-alice-electric-plane-project-as-work-continues-after-fire
279 FlightGlobal 홈페이지, "Eviation Alice fire involved lithium-ion batteries which ignited after hours of powerplant tests", https://www.flightglobal.com/airframers/eviation-alice-fire-involved-lithium-ion-batteries-which-ignited-after-hours-of-powerplant-tests/141228.article
280 Paris-Saclay Business 홈페이지, "Torc and Transdev partner to develop technology for i-Cristal, a shared and fully autonomous shuttle. In test on the Plateau de Saclay soon", https://paris-saclay.business/torc-transdev-partner-develop-technology-cristal-shared-fully-autonomous-shuttle-test-plateau-de-saclay-soon/
281 South China Morning Post 홈페이지, " Geely buys US start-up Terrafugia and promises a flying car by 2019", https://www.scmp.com/business/companies/article/2120084/geely-buys-us-start-terrafugia-and-promises-flying-car-2019
282 CISION 홈페이지, "Dominion Energy Proposes Largest Electric School Bus Initiative in the Country", https://www.prnewswire.com/news-releases/dominion-energy-proposes-largest-electric-school-bus-initiative-in-the-country-300909228.html
283 Electricbrands 홈페이지, "THE XBUS IS HERE MADE IN GERMANY WITH LOVE", https://electricbrands.de/en/myxbus/
284 Airbus 홈페이지, A Celebratory, Bittersweet Moment: Vahana's Final Flight, https://acubed.airbus.com/blog/vahana/a-celebratory-bittersweet-moment-vahanas-final-flight/
285 TimesDrive 홈페이지, "Rinspeed MetroSnap is a driverless EV with a detachable body", https://www.timesnownews.com/auto/features/article/rinspeed-metrosnap-is-a-driverless-ev-with-a-detachable-body/557476
286 The Verge 홈페이지, "Porsche teams up with Boeing to build flying cars for rich people", https://www.theverge.com/2019/10/11/20909771/porsche-boeing-partnership-flying-cars-rich-people
287 The Motley fool 홈페이지, "Why Is Porsche Teaming Up With Boeing on Flying Cars?", https://www.fool.com/investing/2019/10/14/why-is-porsche-teaming-up-with-boeing-on-flying-ca.aspx
288 Freight Waves 홈페이지, "From Waymo, a smattering of detail about its autonomous trucking technology", https://www.freightwaves.com/news/from-waymo-a-smattering-of-detail-about-its-autonomous-trucking-technology

IX. 부록

1. 전략계획서

사업명: 미래형 교통수단 기술개발 사업

작성자	작성 부서	생활교통복지과	작성 실무자 및 연락처	김민수 주무관 / 044-201-3806 /
	작성 책임자	생활교통복지과장 최정민		국토교통과학기술진흥원 권혁 연구원 / 031-389-6557 / hhkwon@kaia.re.kr

1. 사업개요

1 사업명

사업명	단위사업	미래형 교통수단 기획
	세부사업	미래형 교통수단 개발(R&D)
	내역사업	· (핵심과제1) 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발 · (핵심과제2) 대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용도로 인프라 및 운영 기술 개발 · (핵심과제3) 대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승시설 및 운영 기술 개발 · (핵심과제4) 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

2 사업목적

사업목적	○ 도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 증대를 위한 수요 분산형 대용량 대중교통 수단과 기반 인프라 개발

3 사업추진경위

추진근거	법적 근거	○ 「국토교통과학기술 육성법」 제8조(연구개발사업의 추진) ○ 도로법 제58조(도로와 관련한 연구 · 개발 사업 등) ○ 지속가능한 기반시설 관리 기본법 제17조(연구개발의 촉진 등) ○ 국가통합교통체계효율화법 시행령 제87조(교통기술 연구 · 개발사업의 분야별 전담기관의 지정 및 담당 업무 등)
	상위계획	○ 제5차 국토종합계획('20~'40) - 국토종합계획은 헌법과 국토기본법에 따라 수립 공표 ○ 제2차 국가기간교통망계획('21~'40) - 국토교통 여건, 기후 등 환경변화, 사회 경제적 변화등 복잡 다양한 교통문제에 대해 효율적으로 대응하고, 미래 국가교통의 방향 설정 등을 위해 수립 ○ 도로기술개발 전략('21~'30) - 2030년까지 추진할 중점 도로기술 개발 분야 선정 ○ 제2차 자동차정책기본계획('17~'22) - 자동차를 효율적으로 관리하고 안전도를 높이기 위해 자동차 정책 마련 ○ 제1차 자율주행 교통물류 기본계획계획('21~'25) - 체계적이고 예측가능한 자율주행자동차 상용화 지원정책 수립과 이행 ○ 국토교통 탄소중립 로드맵(2021.12) - 모든 공간과 이동수단의 탄소중립을 이루기 위해 건물과 교통 분야 탄소중립 계획 ○ 제4차 과학기술기본계획('18~'22) - 과학기술발전에 관한 중장기 정책목표와 방향, 중장기 정책목표와 방향 ○ 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획('18~'27) - 국토교통과학기술에 관한 장기적이고 종합적인 정책방향을 설정하고 중장기 투자 계획

4 사업 현황

사업구분	계속사업 □ 기한사업 ■		
사업추진방식	상향식 □ 혼합식 ■ 하향식□		
사업유형	공공기술개발		
다부처 여부	-	참여부처 **(다부처사업)**	-
사업기간	'239년~'27년	**총사업비**	1126.9억원
사업규모	'23년 4개 분야 25.4억원 4개 과제	**지원대상**	대학, 기업, 출연연 등
지원형태	출연	**지원조건**	과제별 기업참여시 Matching
사업시행주체	국토교통부(국토교통과학기술진흥원)		
예비타당성 통과여부	예타통과(사업타당성 평가 포함) □		

5 사업추진체계 및 전략

사업수행 주체

수행주체	역할 세부내용
국토교통부	○ 사업정책 총괄, 연도별 시행계획 수립 및 성과평가
국토교통과학기술위원회	○ 예산 투자방향, 종합계획 및 시행계획 등 심의
운영위원회	○ 사업의 중요사항에 대한 심의 및 조정, 확정
국토교통과학기술진흥원	○ 기술수요조사 및 예측, 사업 기획·관리·평가 등
연구과제 평가단	○ 연구과제 선정·중간·최종평가
주관연구기관	○ 연구과제 수행, 성과 및 활용실적 보고

사업추진 전략

추진전략

비전	도시 교통정체와 첨두시 수송 용량 확보로 대중교통 서비스 질 향상 및 경쟁력 강화
사업 목표	도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 용량 증대를 위한 고효율 대용량 대중교통수단, 관련 인프라 개발, 리빙랩 구축 인구증가, 도시집중 현상, 교통혼잡, 에너지 고갈 등 기존 도시 문제를 해결하고 대중교통의 서비스 질 향상

성과지표	논문게재	특허등록	기준/지침	법령제안	제품 개발	SW	현장 적용	인프라 구축
	100건	17건	29건	7건	20건	18건	7건	6건

전략	■ 대중교통의 공급 효율화 및 수요 응답형 서비스 제공을 위한 고효율 대용량 대중교통수단과 시스템, 도로 및 환승 인프라 개발 1. (교통수단) 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발 2. (도로 인프라) 대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발 3. (환승 편의성) 대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발 4. (서비스 구현) 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영
투입 규모	정부 주도의 중·장기 제원 투입 ■ 사업기간 : 2023 ~ 2027(총 5년) ■ 총사업비 : 1,516.6억 (정부 1,126.9억/민간 389.7억)
기대 효과	■ 도시 삶의 질과 대중교통서비스 향상을 위한 대중교통수단과 서비스 기술 및 보급을 통한 정책/기술/사회적 기대효과 창출 (기술) 혁신적 대중교통수단과 ict 기술, 환승·교통체계 기술과 리빙랩 서비스 등을 통한 신기술력 제고 (경제) 교통정체 완화로 인한 교통혼잡 비용 감소 및 대중교통 수송분담율 향상으로 경제적 효과 (사회) 교통혼잡과 사고 발생으로 인한 지역사회 피해 방지 및 사회간접비용 발생 예방 ■ 편리하고 효율적인 대중교통인프라 구축 및 국민 이동성 향상 (국민) 첨두시 편리한 출퇴근과 대중교통 연계성 향상 (정부/지자체) 도시 혼잡 감소 및 대중교통 공공서비스 제공의 효율성 증대 (민간/전문가) 비용효율적인 대중교통시스템 구축 및 관련 산업 생태계 조성

	R&D 전주기 사업관리 계획

○ (추진절차) 과제 발굴·기획 → 과제 선정 → 과제 관리 → 과제종료 → 성과활용·확산

① (과제 발굴 및 기획) 기술수요조사*를 통해 연구과제를 발굴하고, 필요시 사전 단계로 기획연구 수행(총 연구비 50억원 이상 경우 등)

* On-line을 통한 상시 수요조사 및 Off-line을 통한 반기별(매년 1월, 7월) 수요조사 병행 추진

※ 국가R&D사업 일몰제 도입에 따른 예타성 대형사업 기획연구 추진 중(KAIA 기획그룹)

② (신규과제 선정) 사업담당관(실·국)이 우선순위를 매겨 미래전략일자리담당관에게 제출하면, 별도 선정회의를 통해 예산편성안에 반영

* 과기부(4~7월), 기재부(8월), 국회 예산심의(~12월)를 거쳐 신규 추진여부 확정

③ (과제 확정 및 관리) 예산에 반영된 신규과제는 진흥원을 통해 차년도에 연구자 선정을 거쳐 평가·성과 관리 등 과제 관리 진행

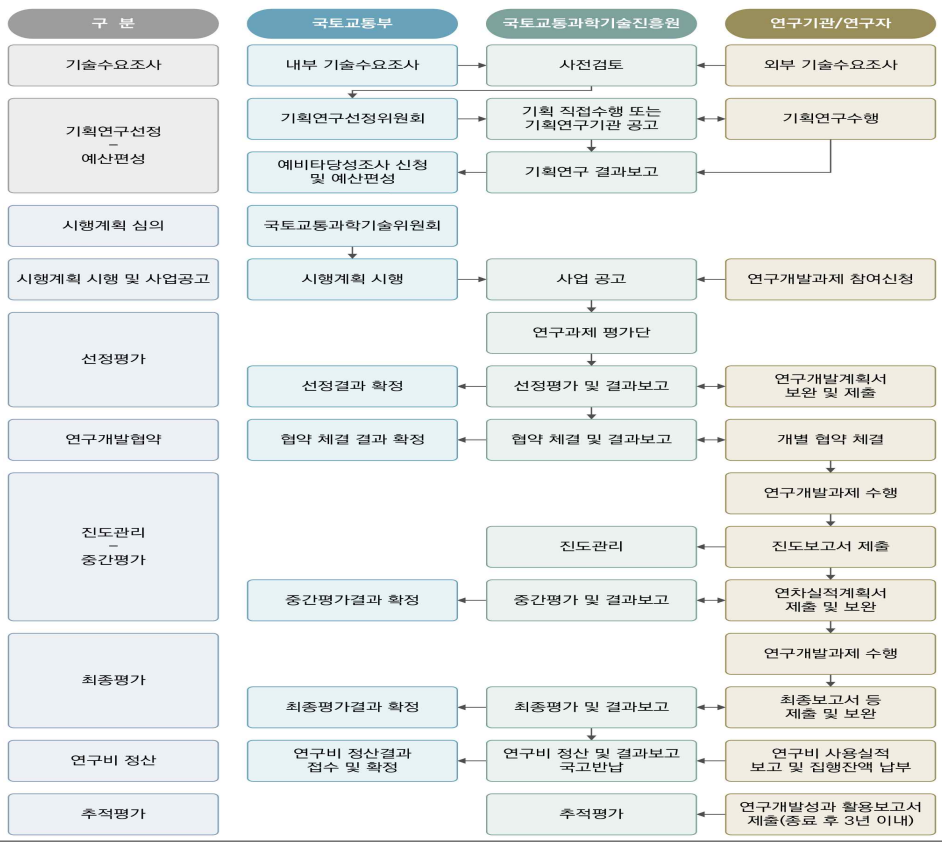
※ 계속사업의 경우, 매년 차년도 투입 예산요구 및 결산, 성과평가 업무 추진

④ (과제 종료) 최종 평가를 통해 과제의 성공·실패를 결정

⑤ (성과활용·확산) 성과의 활용 및 확산을 위한 성과정보시스템 운영, 추적평가, 공모전, 전시회 등 활동을 정기적으로 추진

- 성과 및 사업화정보 시스템 운영 : 국토교통 R&D 사업의 성과관리를 위하여 국토교통 R&D 사업관리시스템(http://rnd.kaia.re.kr) 운영
- 추적평가 수행 : 성과의 활용 및 확산을 위하여 종료된 R&D과제를 대상으로 과제 종료 후 5년간 발생성과에 대한 정기적 추적평가를 실시하여 성과의 사후관리를 수행
- 국토교통기술대전 개최 : 매년 국토교통 R&D 성과물에 대한 대국민 홍보와 기술교류 확산을 위해 국토교통 R&D 우수성과 전시 등을 추진
- 국토교통기술 아이디어 공모전 개최 : 국토교통 기술 분야에 대한 국민 관심 증대와 기술저변 확대를 위해 국토교통기술 아이디어를 발굴
- 국토교통 R&D 대표성과 사례집 발간 : 매년 대국민을 대상으로 국토교통 R&D 성과물에 대한 홍보추진을 위해 대표성과 사례집 발간

〈 사업 추진절차 〉



위험요인 및 극복방안	위험요인	극복방안
	-	-
수혜자	-	

6 사업기대효과

과학기술적 기대효과	□ 도로의 혁신적인 대용량 대중교통수단과 ICT 기술, 환승·교통체계 기술과 리빙랩 서비스 구현 등을 통한 신기술의 개발 및 보급 □ 고효율 대용량 대중교통수단은 기계, 전자, 재료소재 등 과학 기술 분야의 기술 발전 뿐만 아니라 친환경 대중교통수단의 기술 확산에 기여 □ 대중교통 서비스 특성과 형태를 반영한 신기술 개발, 실규모 실험·평가 및 수요처 협조의 현장적용을 통해 상용화 기술 제시
사회경제적 기대효과	□ 도심의 교통정체 완화로 물류 비용 감소와 대중교통 서비스 질 향상을 통한 이용 만족도 증가로 대중교통 분담율 증가 □ 대중교통 서비스 산업의 활성화 및 안전 확보를 통한 사회·경제적 편익 증가 □ 대용량으로 수송할 수 있는 대중교통수단의 도입으로 상습적인 교통난 해소와 서비스 만족도 향상 □ 교통 혼잡과 사고 발생으로 인한 지역사회의 경제적·환경적 피해를 미연에 방지하여 사회간접비용 발생 예방

7 사업 내용

예산 규모

(백만원)

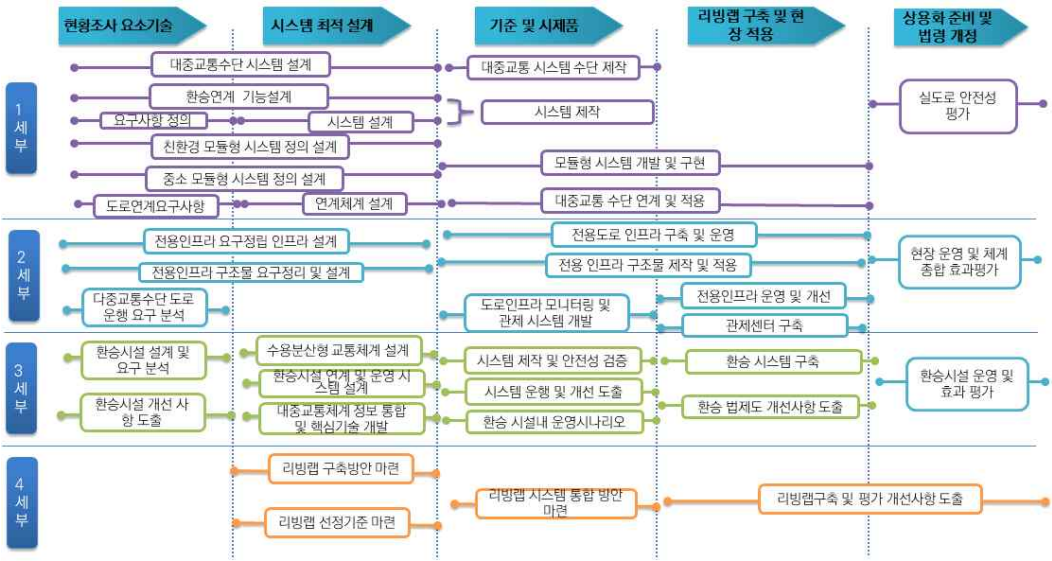
세부과제	세부과제별 사업비	연차별 투자계획				
		'23	'24	'25	'26	'27
고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발 (세부과제1)	22,538	1,127	5,634	6,761	4,508	4,508
대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발 (세부과제2)	33,807	1,690	8,452	10,142	6,761	6,761
대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발 (세부과제3)	39,440	1,972	9,860	11,832	7,888	7,888
신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발 (세부과제4)	16,910	846	4,228	5,072	3,383	3,383
합 계	112,695	5,635	28,174	33,808	22,539	22,539

세부내용

내역사업	주요 내용
○ 고효율 대용량 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발	○ 고효율 대용량 대중교통수단의 개발과 시스템 설계, 대중교통수단과 도로 인프라 간의 교통정보 및 제어시스템 시스템 개발, 실도로 차량 안전 검증 시작품 개발 및 평가 등이며 대중교통수요에 맞는 대용량 신교통수단의 개발
○ 대용량 대중교통수 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발	○ 고효율 대용량 대중교통수단 전용 인프라 설계, 대중교통수단의 전용 인프라 구조물 설계 및 개발, 인프라 운영 방법 및 운영 가이드라인 개발, 대중교통수단의 관제센터 개발 및 효과 평가 등
○ 대용량 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발	○ 대용량 대중교통수단 환승 시설 설계 및 시시템 구축, 수요 분산형 교통체계 시설 개발, 환승 시설 내 운영 기술 개발, 현장 적용 및 제도화
○ 신교통수단 리빙랩 구	○ 신교통수단의 시스템 통합 및 운영, 서비스 구현 등을 목적으로 리빙랩 환경을

내역사업	주요 내용
축 및 운영 시나리오 개발	구축하고, 현장 적용 및 평가, 상용화 촉진 방안 마련

연차별 추진내용(로드맵)



2. 단계별 성과목표 및 지표

1 전략목표

전략목표	○ 도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 용량 증대를 위한 고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 개발 및 리빙랩 구축

가. 1단계 성과목표 및 지표

2 단계별 성과목표

단계(평가주기)	1단계	기간	2023 ~ 2024년

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	고효율 대용량 모듈형 대중교통수단과 관련 인프라 및 핵심 서비스 기술 개발	가중치	1.0	설정 근거	도로교통 및 대중교통분야 과학적·기술적 역량 및 경제·사회적 효과 발현을 위한 기반을 강화하기 위하여, '대중교통 및 도로 분야 기반기술개발 및 실증기반 구축'을 주요 성과 목표로 설정	○ 고효율 대용량 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발 ○ 대용량 대중교통수 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발 ○ 대용량 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발 ○ 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

3 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분 / 연도	실적 및 목표치 2023	2024	2025	지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
성과목표-1	고효율 대용량 모듈형 대중교통수단과 관련 인프라 및 핵심 서비스 기술 개발	1.0	특허 등급지수	지수	목표	0.82	4.04	4.12	결과	❍ √	· 대중교통분야 기술수준 향상 및 경쟁력 제고를 위해 특허 등 관련지식 재산권 확보가 중요하여 주요지표로 선정
					실적	4.0	4.15	-			
			교통물류 정책활용도	비율	목표	0.13	0.16	0.18	결과	❍ √	· 대중교통 혼잡도 완화, 혼잡 개선, 쾌적한 대중교통 이용 환경 경 구축 등 다양한 사회 이슈 해결을 위하여, 대중교통분야 관련 기술이 공공분야에 반영될 수 있도록 주요지표로 선정
					실적	0.14	0.17	-			
			기술실시 계약 체결	건수	목표	4	4	4	결과	-	· 대중교통분야 관련기술의 상용화 지원을 위한 기술이전 실적을 주요지표로 선정
					실적	5	6	-			
계											

4 성과지표의 목표치 및 측정방법

<table>
<tr><th>성과지표명</th><th>목표치 설정방법 및 근거</th><th>측정산식 및 방법, 시기</th><th>자료 출처</th></tr>
<tr>
<td>특허등급지수
(단위: 지수)</td>
<td>• 사업 성과관리의 연속성 등을 위해 '2020년도 도로기술연구사업 성과계획서'를 고려하여 성과지표를 설정
* 도로기술연구는 '18년까지 교통물류연구사업에 포함되어 추진되어 왔으며, '17년도 회계결산시 국회 지적에 따라 '19년도부터 교통물류연구사업에서 회계 분리되어 현행 도로기술연구사업으로 추진 중임('19년 예산 기준 교통물류연구사업 대비 20% 수준)
• 목표치는 '2020년도 도로기술연구사업 성과계획서', 유사사업(교통물류연구사업) 목표치 등을 고려하여 설정
- 당초 유사사업인 교통물류연구사업 '19년 목표치(4.10)의 20.03%에 해당하는 0.82로 설정되었음. 또한 교통물류연구사업의 최근 3년 특허등급지수 실적치의 연평균 증가율은 0.5%임. '20~'21년 목표치의 경우, 전년도('19년) 실적치(4.0)에 교통물류연구사업의 연평균 증가율 보다 2배 높은 수준인 1% 증가율을 반영하여 각각 '20년 4.04, '21년 4.12을 제시함
〈교통물류연구사업 특허등급지수 실적〉
<table>
<tr><th>구분</th><th>'17</th><th>'18</th><th>'19</th></tr>
<tr><td>목표치</td><td>4.31</td><td>4.53</td><td>4.1</td></tr>
<tr><td>실적치</td><td>3.94</td><td>3.54</td><td>3.98</td></tr>
<tr><td>3년 평균</td><td colspan="3">3.82</td></tr>
<tr><td>연평균 증가율(%)</td><td colspan="3">0.5</td></tr>
</table>
</td>
<td>[측정산식]
• $\sum_{ij}(A_i \times B_j)$/ 특허건수
(Ai: 등급별 특허성과 건수, Bj: 특허등급별 가중치*)
<table>
<tr><th>등급</th><th>가중치</th><th>등급</th><th>가중치</th><th>등급</th><th>가중치</th></tr>
<tr><td>AAA</td><td>9</td><td>BBB</td><td>6</td><td>CCC</td><td>3</td></tr>
<tr><td>AA</td><td>8</td><td>BB</td><td>5</td><td>CC</td><td>2</td></tr>
<tr><td>A</td><td>7</td><td>B</td><td>4</td><td>C</td><td>1</td></tr>
</table>
* 미국 등록 특허는 SMART 등급을 적용하고, 그 외 해외 특허 등록은 10점 부여

[측정시기 및 방법]
• 측정방법 : 당해연도 도로기술연구사업으로 지원된 과제에서 등록된 국내·외 특허 중 NTIS에 등록/검증된 특허를 대상으로 함
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 특허집계:
국토교통 연구관리 종합정보시스템 DB(NTIS와 시스템연계·전송)

• 특허등급:
한국발명진흥회 특허분석평가시스템 등급(SMART)</td>
</tr>
<tr>
<td>교통물류 정책활용도
(단위: 비율)</td>
<td>• 사업 성과관리의 연속성 등을 위해 '2020년도 도로기술연구사업 성과계획서'를 고려하여 성과지표를 설정
* 도로기술연구는 '18년까지 교통물류연구사업에 포함되어 추진되어 왔으며, '17년도 회계결산시 국회 지적에 따라 '19년도부터 교통물류연구사업에서 회계 분리되어 현행 도로기술연구사업으로 추진 중임('19년 예산 기준 교통물류연구사업 대비 20% 수준)
• 목표치는 '2020년도 도로기술연구사업 성과계획서', 유사사업(교통물류연구사업) 목표치 등을 고려하여 설정
-당초 유사사업인 교통물류연구사업 '19년 목표치(0.63)의 20.03%에 해당하는 0.13으</td>
<td>[측정산식]
• 당해년도 Σ((정부 정책반영 건수) + (설계기준·지침반영 건수)+(표준·신기술반영건수)) / 직전년도 Σ((정부 정책제안 건수) + (설계기준·지침제안건수) + (표준·신기술제안건수))

[측정시기 및 방법]
• 인정기준 : 중앙정부의 법률 및 법령 제개정, 국가계획 및 정책발표자료, 지방정부의 조례 제개정, 지자체 기본계획 및 정책발표 자료, 기술표준원에서 고시한 KS규격(안), 분야별 설계시공 지침 등을 고시하는 기관에서 발표한 자료
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 관련 법령 제개정 문서 등</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>로 설정되었음. 교통물류연구사업의 경우 최근 3년 교통물류 정책활용도 실적치의 연평균 증가율은 8%임. '20~'21년 목표치의 경우, 전년도('19년) 실적치(0.14)에 교통물류연구사업 연평균 증가율 보다 2배 높은 수준인 15% 증가율을 반영하여 각각 '20년 0.16, '21년 0.18을 제시함.
〈교통물류연구사업 교통물류 정책활용도 실적〉
<table>
<tr><td>구분</td><td>'17</td><td>'18</td><td>'19</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>0.51</td><td>0.54</td><td>0.63</td></tr>
<tr><td>실적치</td><td>0.6</td><td>0.71</td><td>0.7</td></tr>
<tr><td>3년 평균</td><td colspan="3">0.67</td></tr>
<tr><td>연평균 증가율(%)</td><td colspan="3">8.0</td></tr>
</table>
</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>기술실시 계약 체결
(단위: 건수)</td>
<td>• 사업 성과관리의 연속성 등을 위해 '2020년도 도로기술연구사업 성과계획서'를 고려하여 성과지표를 설정
* 도로기술연구는 '18년까지 교통물류연구 사업에 포함되어 추진되어 왔으며, '17년도 회계결산시 국회 지적에 따라 '19년도부터 교통물류연구사업에서 회계 분리되어 현행 도로기술연구 사업으로 추진 중임('19년 예산 기준 교통물류연구사업 대비 20% 수준)
• 목표치는 '2020년도 도로기술연구사업 성과계획서', 유사사업(교통물류연구사업) 목표치 등을 고려하여 설정
-당초 유사사업인 교통물류연구사업 '19년 목표치(22)의 20.03%에 해당하는 4로 설정되었음. '20년 목표치의 경우 '20년에 종료되는 과제가 2개로 목표치 상향에는 한계가 있어 동일한 수치인 4로 설정하였음. '21년 목표치의 경우 종료과제 없이 '20년과 동일한 과제수가 진행됨을 고려하여 '20년과 동일한 4로 설정함.
〈도로기술연구사업 연도별 종료되는 과제수 (연도별 총 과제수)〉
<table>
<tr><td>구분</td><td>'19년</td><td>'20년</td><td>'21년</td><td>'22년</td><td>'23년</td></tr>
<tr><td>종료 과제수
(총 과제수)</td><td>2(8)</td><td>2(6)</td><td>0(4)</td><td>2(4)</td><td>2(2)</td></tr>
</table>
</td>
<td>[측정산식]
• 기술실시(제3자 기술이전) 계약 건수 = Σ(제3자 기술실시계약 계약건수)
* 21년부터 제3자 실시로 산식변경

[측정시기 및 방법]
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 기술실시계약서 또는 기술료 납부 이행 계획서</td>
</tr>
</table>

나. 2단계 성과목표 및 지표

1 단계별 성과목표

단계(평가주기)	2단계	기간	2025 ~ 2027년

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	고효율 대용량 모듈형 대중교통수단과 관련 인프라 구축 및 서비스 구현 환경 구축 및 운영	가중치	1.0	설정 근거	도로교통 및 대중교통분야 과학적·기술적 역량 및 경제·사회적 효과 발현을 위한 기반을 강화하기 위하여, '대중교통 및 도로 분야 기반기술개발 및 실증기반 구축'을 주요 성과 목표로 설정	○ 고효율 대용량 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발 ○ 대용량 대중교통수 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발 ○ 대용량 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발 ○ 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

2 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치		지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
					연도	2022	2023			
성과목표-1	고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 구축 및 서비스 구현 및 지속적 사회경제적 효과 창출	1.0	특허 등급지수	지수	목표	4.16	4.16	결과	❍	· 도로 및 대중교통 분야 기술 고도화 및 경쟁력 제고를 위해 특허 등 관련지식 재산권 확보가 중요하여 주요지표로 선정
					실적	-	-			
			교통물류 정책활용도	비율	목표	0.21	0.24	결과	❍	· 대중교통 혼잡도 완화, 혼잡 개선, 쾌적한 대중교통 이용 환경 경 구축 등 다양한 사회 이슈 해결을 위하여, 대중교통분야 관련 기술이 공공분야에 반영될 수 있도록 주요지표로 선정
					실적	-	-			
			기술실시 계약 체결	건수	목표	4	4	결과	-	· 대중교통분야 관련기술의 상용화 지원을 위한 기술이전 실적을 주요지표로 선정
					실적	-	-			
계										

4 성과지표의 목표치 및 측정방법

<table>
<tr><th>성과지표명</th><th>목표치 설정방법 및 근거</th><th>측정산식 및 방법, 시기</th><th>자료 출처</th></tr>
<tr>
<td>특허등급지수
(단위: 지수)</td>
<td>• 2단계 목표인 '고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 구축 및 서비스 구현 및 지속적 사회경제적 효과 창출'을 고려하여 1단계 목표보다 상향된 목표치를 설정함
• 유사사업인 교통물류연구사업의 경우 최근 3년 실적치의 연평균 증가율은 0.5%임. '22~'23년 목표치의 경우, '21년 목표치(4.12)에 교통물류연구사업 연평균 증가율보다 2배 높은 1% 증가율을 반영하여 각각 '22년 4.16을 제시함. 다만, '23년은 과제수 감소 및 사업종료('22년 4개, '23년 2개) 등을 고려하여 '22년 목표수준인 4.16으로 유지함
〈교통물류연구사업 특허등급지수 실적〉
<table>
<tr><td>구분</td><td>'17</td><td>'18</td><td>'19</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>4.31</td><td>4.53</td><td>4.1</td></tr>
<tr><td>실적치</td><td>3.94</td><td>3.54</td><td>3.98</td></tr>
<tr><td>3년 평균</td><td colspan="3">3.82</td></tr>
<tr><td>연평균 증가율(%)</td><td colspan="3">0.5</td></tr>
</table>
</td>
<td>[측정산식]
• $\sum_{ij}(A_i \times B_j)$/ 특허건수
(Ai: 등급별 특허성과 건수, Bj: 특허등급별 가중치*)
<table>
<tr><th>등급</th><th>가중치</th><th>등급</th><th>가중치</th><th>등급</th><th>가중치</th></tr>
<tr><td>AAA</td><td>9</td><td>BBB</td><td>6</td><td>CCC</td><td>3</td></tr>
<tr><td>AA</td><td>8</td><td>BB</td><td>5</td><td>CC</td><td>2</td></tr>
<tr><td>A</td><td>7</td><td>B</td><td>4</td><td>C</td><td>1</td></tr>
</table>
* 미국 등록 특허는 SMART 등급을 적용하고, 그 외 해외 특허 등록은 10점 부여

[측정시기 및 방법]
• 측정방법 : 당해연도 도로기술연구사업으로 지원된 과제에서 등록된 국내·외 특허 중 NTIS에 등록/검증된 특허를 대상으로 함
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 특허집계:
국토교통 연구관리 종합정보시스템 DB(NTIS와 시스템연계·전송)

• 특허등급:
한국발명진흥회 특허분석평가시스템 등급(SMART)</td>
</tr>
<tr>
<td>교통물류 정책활용도
(단위: 비율)</td>
<td>• 2단계 목표인 '고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 구축 및 서비스 구현 및 지속적 사회경제적 효과 창출'을 고려하여 1단계 목표보다 상향된 목표치를 설정함
• 교통물류 정책활용도의 '19년 목표치는 기재부의 도로기술연구사업 성과계획서를 준용하였으며, 당초 유사사업인 교통물류연구사업 '19년 목표치(0.63)의 20.03%에 해당하는 0.13으로 설정되었음. 교통물류연구사업의 경우 최근 3년 교통물류 정책활용도 실적치의 연평균 증가율은 8%임. '20~'21년 목표치의 경우, 전년도('19년) 실적치(0.14)에 교통물류연구사업</td>
<td>[측정산식]
• 당해년도 Σ((정부 정책반영 건수) + (설계기준·지침반영 건수)+(표준·신기술반영건수)) / 직전년도 Σ((정부 정책제안 건수) + (설계기준·지침제안 건수) + (표준·신기술제안건수))

[측정시기 및 방법]
• 인정기준 : 중앙정부의 법률 및 법령 제개정, 국가계획 및 정책발표자료, 지방정부의 조례 제개정, 지자체 기본계획 및 정책발표 자료, 기술표준원에서 고시한 KS규격(안), 분야별 설계시공 지침 등을 고시하는 기관에서 발표한 자료
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 관련 법령 제개정 문서 등</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>연평균 증가율 보다 2배 높은 수준인 15% 증가율을 반영하여 각각 '20년 0.16, '21년 0.18을 제시함.

〈교통물류연구사업 교통물류 정책활용도 실적〉
<table>
<tr><th>구분</th><th>'17</th><th>'18</th><th>'19</th></tr>
<tr><td>목표치</td><td>0.51</td><td>0.54</td><td>0.63</td></tr>
<tr><td>실적치</td><td>0.6</td><td>0.71</td><td>0.7</td></tr>
<tr><td>3년 평균</td><td colspan="3">0.67</td></tr>
<tr><td>연평균 증가율(%)</td><td colspan="3">8.0</td></tr>
</table></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>기술실시 계약 체결
(단위: 건수)</td>
<td>• 2단계 목표인 '고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 구축 및 서비스 구현 및 지속적 사회경제적 효과 창출'을 고려하여 일몰시기가 도래함에도 1단계 목표를 유지하여 목표치를 설정함
• 기술실시계약 체결의 '22~'23년 목표치의 경우 '22년 종료되는 과제가 4개, '23년 종료되는 과제가 2개로 감소함에도 1단계 목표와 동일한 수치인 4로 각각 설정함
〈도로기술연구사업 연도별 종료되는 과제수 (연도별 총 과제수)〉
<table>
<tr><th>구분</th><th>'19년</th><th>'20년</th><th>'21년</th><th>'22년</th><th>'23년</th></tr>
<tr><td>종료 과제수
(총 과제수)</td><td>2(8)</td><td>2(6)</td><td>0(4)</td><td>2(4)</td><td>2(2)</td></tr>
</table></td>
<td>[측정산식]
• 기술실시(제3자 기술이전) 계약 건수 = Σ(제3자 기술실시계약 계약건수)
* 21년부터 제3자 실시로 산식변경

[측정시기 및 방법]
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 기술실시계약서 또는 기술료 납부이행 계획서</td>
</tr>
</table>

[참고] 성과목표 및 지표 총괄표

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="4">내용</th></tr>
<tr><td>전략목표</td><td colspan="4">○ 도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 용량 증대를 위한 고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 개발 및 리빙랩 구축</td></tr>
<tr><td>(최종)
성과목표</td><td colspan="4">- 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단과 관련 인프라 및 핵심 서비스 기술 개발
• 특허등급지수 : ('22년) 0.82 → ('24년) 4.12
• 교통물류 정책활용도 : ('22년) 0.13 → ('24년) 0.18
• 기술실시 계약 체결 : ('22년) 4건 → ('24년) 4건
- 고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 구축 및 서비스 구현 및 지속적 사회경제적 효과 창출
• 특허등급지수 : ('25년) 4.16 → ('27년) 4.16
• 교통물류 정책활용도 : ('25년) 0.21 → ('27년) 0.24
• 기술실시 계약 체결 : ('25년) 4건 → ('27년) 4건</td></tr>
<tr><td rowspan="6">단계별
성과목표
및 지표</td><td colspan="4">1단계(2023년도~2024년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표 구분</td></tr>
<tr><td rowspan="3">고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 및 핵심 서비스 기술 개발</td><td rowspan="3">1.0</td><td>특허 등급지수</td><td>질</td></tr>
<tr><td>교통물류 정책활용도</td><td>질</td></tr>
<tr><td>기술실시 계약 체결</td><td>양</td></tr>
<tr><td colspan="4">2단계(2025년도~2027년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표 구분</td></tr>
<tr><td rowspan="3">고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 구축 및 서비스 구현 및 지속적 사회경제적 효과 창출</td><td rowspan="3">1.0</td><td>특허 등급지수</td><td>질</td></tr>
<tr><td>교통물류 정책활용도</td><td>질</td></tr>
<tr><td>기술실시 계약 체결</td><td>양</td></tr>
</table>

3. 사업평가 계획

평가연도	평가대상 기간/ 해당 단계	평가대상 성과목표	평가 시기 설정 사유
2024	2023~2024 (총 2년)/1단계	- 고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 및 핵심 서비스 기술 개발 • 특허등급지수 : ('22년) 0.82 → ('24년) 4.12 • 교통물류 정책활용도 : ('22년) 0.13 → ('24년) 0.18 • 기술실시 계약 체결 : ('22년) 4건 → ('24년) 4건	국가연구개발혁신법에 의해 단계평가로 조정되어 1단계 연구개발 평가
2028	2025~2027 (총 3년)/2단계	- 고효율 대용량 대중교통수단과 관련 인프라 구축 및 서비스 구현 및 지속적 사회경제적 효과 창출 • 특허등급지수 : ('25년) 4.16 → ('27년) 4.16 • 교통물류 정책활용도 : ('25년) 0.21 → ('27년) 0.24 • 기술실시 계약 체결 : ('25년) 4건 → ('27년) 4건	국가연구개발혁신법에 의해 단계평가로 조정되어 2단계 연구개발 평가

4. 핵심특허 등 지식재산권 창출 활동(해당하는 경우 추가 작성)

1 사업 내용

지식재산 관련 예산 규모

〈Y연도 신규사업〉

(백만원)

구분		Y년도 예산	Y+1년도 예산	Y+2년도 예산	Y+3년도 예산	Y+4년도 예산
□ *세부사업명*	총 예산					
■ *내역사업명 1*	총 예산					
■ *내역사업명 2*	총 예산					
□ 비목(합계) ①						
■ 비목명(특허정보 조사비)						
■ 비목명(특허자료 구입비)						

〈기존사업〉

(백만원)

구분		Y-2년도 예산	Y-1년도 예산	Y년도 예산	Y+1년도 예산	Y+2년도 예산
□ *세부사업명*	총 예산					
■ *내역사업명 1*	총 예산					
■ *내역사업명 2*	총 예산					
□ 비목(합계) ①						
■ 비목명(특허정보 조사비)						
■ 비목명(특허자료 구입비)						

지식재산 관련 세부내용

내역사업(전략과제)별 주요 내용

○지식재산권 개발 / 지식재산 사업화 지원 / 지식재산 기반구축 ②

내역사업(전략과제)	주요 내용
5G 통신표준 선도	○ (주요 내용 기술) -
5G 통신표준 특허개발	○ (주요 내용 기술) -
표준특허 해외출원 지원	○ (주요 내용 기술) -

지식재산권 개발 계획 ③

연도	내역사업명	대표 핵심특허 주요내용	질적 수준 목표
Y년도		④	⑤
Y+1년도			
Y+2년도			

* 해당과제의 신규/기존 사업 여부 및 연차에 맞게 양식을 변경 또는 추가해서 작성

⑥ 핵심개발 내용 및 질적 수준 목표의 설정 근거

○ (주요 설정 근거 기술)
-

○ (주요 설정 근거 기술)
-

2 사업추진체계 및 추진전략

사업수행 주체

○ 추진주체 간 역할분담: 부처-전문기관-사업단 또는 센터 ①

수행주체	역할 세부내용
부처	*○ 지식재산권 개발 / 사업화 지원 / 기반구축 역할 및 업무분장 내용*
전문기관	*○ 지식재산권 개발 / 사업화 지원 / 기반구축 역할 및 업무분장 내용*
사업단 / 센터	*○ 지식재산권 개발 / 사업화 지원 / 기반구축 역할 및 업무분장 내용*

지식재산 관련 사업추진전략

IP-R&D 추진전략 및 체계 ②

○ 추진전략 개념도, 사업추진의 흐름도 등 제시
○ 사업추진 주체별, 전략별 추진체계 제시
○ 역할 및 수행 주체별 협력 방안 제시

IP-R&D 전주기 사업 및 목표 관리 계획

○ IP-R&D 전주기별 사업 추진 및 관리 계획 ③
○ IP-R&D 활동 및 목표관리 계획 ④

연도	내역 사업명	사업관리 관점의 IP와 R&D 연계 활동 목표			대표성과
		기획(Plan)	연구개발(Do)	평가(See)	
Y년도					
Y+2년도					

* 해당과제의 연차에 맞게 양식을 추가해서 작성

지식재산 관련 위험요인 및 극복방안

구분	위험요인	극복방안
유사특허 발견	⑤	⑥

5. 성과 활용・확산 계획서 제출 계획(계속사업은 작성 불요)

사업 종료 연도	성과활용・확산 계획서 제출 연도
2027년	2028년

2.RFP(제안요청서)

연구과제명	고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 인구증가, 도시 집중 현상, 교통 혼잡, 에너지 고갈 등 기존 도시 문제를 해결하고, 도시 생활의 질 향상을 위한 대중교통 서비스 개선과 수송 증대를 위한 수요 분산형 대용량 버스와 인프라 개발 ○ 모빌리티 서비스(자율주행, 스마트모빌리티, MaaS 등)의 교통체계 측면의 효율적 이용환경 구축을 통해 이동 측면의 Door-to-door (D2D) 연결성 강화 및 이동시간 감소를 위한 미래형 교통체계 기술개발 및 리빙랩 실증 - 미래형 교통체계 기술개발 및 실증을 통해 궁극적으로 국격에 맞는 국민 이동의 질 향상 목표 * 이동의 질이란 이동시간 감소, 이동수단 확보, 이동 쾌적성(수단 내 1인당 점유공간 확대 등) 등과 같이 이동간 체감하는 교통서비스의 각종 질적 측면을 의미
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 중장거리 도심지역의 인구밀도 증가 및 도심-비도심간 양극화 발생 * 도시인구의 지속적인 증가로 2030년까지 인구 1,000만 이상의 메가시티는 약 41개로 증가, 2050년 인구 67%가 도시에 거주 * 우리나라 도시화율은 2018년 81.5%로 2050년 86.2%에 이를 것으로 전망되며 다양한 도시문제가 양산·심화될 것으로 전망 ○ 도로교통 혼잡비용은 지속적으로 증가, 2018년 67.76조원, GDP의 3.57%에 달함 * 연도별 GDP대비 교통혼잡비중은 '16년 3.21% → '17년3.25% → '18년 3.57%로 지속 증가 ○ 도로 인프라 확장 및 연장은 교통문제 해결의 실효성 높지 않아 해결 대안 필요 ○ 도시 문제 해결 방안으로 대중교통 중심의 이동 필요하나 수송 분담율은 답보 상태 * 우리나라의 대중교통 수송 분담율은 08년 42.2%에서 16년 42.8% 수준으로 여전히 승용차 이용 선호

* 최근 5년간 서울시 수단분담율의 경우 승용차는 지속적으로 증가하는 반면 대중교통은 소폭 감소, 시민들의 승용차 이용을 선호와 개인차량 소유 증가로 인해 교통혼잡이 가중되는 실정(서울의 수단분담율 : 대중교통 '13년 65.9% → '17년 65.0%, 승용차 '13년22.9% → '17년 24.4%)

○ 대도시권 교통혼잡 구간이 증가하고 있으며, 도시부의 교통혼잡 비용도 지속 증가, 7대 특·광역시를 기준으로 서울, 부산, 대구, 인천은 지속적으로 혼잡 구간이 증가하고 있으며, 특히 서울시의 혼잡구간비율 증가율이 상대적으로 높음

○ 첨두 시간대 대중교통 차내 혼잡하지만, 비첨두시에는 이용자 낮고 운영 비효율 초래

* 첨두 시간대(전체 통행의 30%가 집중)의 대중교통 차내 혼잡하여 이용 불편 및 쾌적성 부족이 대중교통 유인력을 떨어뜨리는 원인

○ 대도시 광역 거점간 출퇴근시간이 지속적 증가하여 신도시 교통환경에 불편함 가중

* `20년 수도권 대중교통 이용 출근시간은 `19년 평균보다 6분 증가한 평균 1시간 27분, 지역내 평균 출근시간은 서울 47분, 인천 50분, 경기 1시간 36분, 지역간 평균 출근시간은 인천→서울 1시간 30분, 경기→서울 1시간 24분이 소요

○ 교통체계 고도화를 통한 국민 이동의 질 향상 요구 증대와 쾌적성 높은 교통체계 기술 개발을 통한 국민 이동의 질 향상 요구 증대, 신 모빌리티 서비스의 효율 극대화를 위한 수요 증가

○ 따라서, 도시내 교통 문제를 해결하고 모빌리티 신 기술을 접목할 수 있는 대중교통체계, 환승시설, 교통 및 운영, 리빙랩(Living Lab)을 통한 미래교통수단의 기술 개발 및 상용화 촉진

□ 기술 및 정책 동향

[국외 동향]

○ 각국은 도시화에 대비하기 위한 미래교통체계 마련을 위한 중장기 전략을 마련 중

* 시드니 사례를 분석해 보면, 이동 지원과 토지 이용 및 서비스 접근, 인프라 수준 향상을 위해 지역 체계를 도시·시내·센터의 3가지 유형(Corridor)으로 분류하고 미래교통을 관점별로 예측

- 도시형(City-shaping) corridors : 주요 간선도로 및 대중교통의 영역으로, 도시간 대규모 이동을 빠르게 제공하며 주민과 기업의 의사결정을 형성하는 중심지역
- 시내형(City-serving) corridors : 광역 중심에서 10km 이내의 고밀도 지역으로, 광역 도시 및 센터로의 높은 접근성을 제공하나, 지역 내 정차 패턴이 다소 빈번함

· 센터형(Centre-serving) corridors : 버스, 보행, 자전거 등을 지원하는 영역으로, 가장 가까운 거리의 센터와 교차로간 사람을 연결

○ 대중교통, 공유차와 개인형 이동수단을 연계한 서비스, 수요응답형 서비스 등을 제공하기 위한 실증 가속화 중이며, MaaS(Mobility as a Service) 서비스와 연계 제공

* 일본과 유럽을 중심으로 MaaS 시스템과 제도를 마련 서비스 제공 중
* 국내는 스마트 모빌리티 및 주차공유 공유지원 기술 개발 R&D 추진 중이며, 세종과 대구 등에서 서비스 실증하고, 서울시는 MaaS 추진 중

○ 싱가폴은 도심 교통혼잡 최적화를 위한 수요기반 유동적 교통수단 서비스를 개발하여 대중교통 이용자의 편의성 향상 등 대중교통 서비스 질 개선

* 차량단 수용인원이 매우 유연하기 때문에 변화하는 수요에 대응 강화, 주변 교통에 미치는 영향을 최소화하면서 효율적이고 원활한 이동을 지원함, 지능형 버스정류장과 통합함으로써 환승 대기시간 단축 등의 효과

○ 중국과 터키는 환승 고가 버스 개발 시도

* 도심 교통혼잡을 경감하고 복잡한 환승 수요를 분산하기 위한 고가버스 개발

○ 여객과 화물의 자율주행차 기술 상용화를 위한 기술 개발과 서비스 실증 경쟁

* 국외는 로봇 택시(위이모, Zoox 등), 로봇 트럭, 군집주행 등 상용화를 위한 실증 중
* 국내는 자율주행셔틀 및 버스(위더스, 오미오, 현대 등)를 활용 세종과 서울 등에서 실증 중이며, 범부처 자율주행 기술개발 혁신 사업 추진 중

[국내 동향]

○ 2030년 미래자동차 국가 로드맵 발표하고, 친환경차(전기·수소), 자율주행차(레벨4), 라스트마일, 플라잉카 등 새로운 이동수단의 기술개발과 연계 교통수단 기반 마련

* 친환경차 보급, 와전 자율주행 운행 기반 마련, 미래차 서비스 기반 마련, 미래차 산업 생태계 전환 지원 등

○ 2030년까지 ITS 추진 기본계획 발표하고, 육상, 철도, 항공 분야의 ITS 구축 기반 마련

* 이용자 맞춤형 이동서비스 제공 통합 모빌리티 서비스 환경 조성(모빌리티 데이터 공유 플랫폼 구축, 블록체인 기반 모빌리티 데이터 거래소 개발), 교통약자 모빌리티 서비스 확대, RaaS 구현을 위한 맞춤형 서비스 제공

	및 관련 시스템 개발, 신항공모빌리티(UAM) 인프라 및 연계 교통 체계 마련
3. 연구개발 내용	

□ (핵심기술 1) 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발

○ 고효율 대용량, 모듈형 대중교통수단과 시스템 설계 및 개발

- 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단과 시스템의 기술 정의 및 차량 설계
  - 대용량 대중교통수단의 용량 및 차량 설계
  - 용량 설계에 따른 차량 기본 단위 설계
  - 대중교통수단의 자동화 단위 및 연결 방법 설계
- 환승 시설과 연계한 대중교통수단과 종합 시스템의 정의 및 기준
  - 환승 시설을 고려한 대중교통수단의 차량 설계 및 운영 기준 마련
  - 환승 시설의 연계를 위한 대중교통 시스템 설계
  - 환승 자동 연계 및 배차 시설 정보 연계 기준 마련
- 고효율 대용량 모듈형 대중교통수단의 동력 분산 추진 제어시스템 개발
  - 대중교통수단 구동시스템 개발
  - 대중교통수단의 제어시스템 개발
  - 차륜 제어시스템 개발
  - 환승 제어 시스템 개발
  - 모듈형 차량 제어 시스템 개발
- 친환경 모듈형 대중교통 시스템 개발
- 중소 모듈형 대중교통 시스템 개발

○ 대중교통수단-도로인프라 간 교통정보 및 제어시스템 개발

- DRT 교통신호 정보를 연계한 속도 및 경로 선택 시스템 개발
- 대중교통 노선의 도로운행 상태 모니터링 시스템 개발
- 대중교통 관제 및 버스 제어 시스템 개발
- 대중교통 보안 및 안전성 시스템 개발

○ **실도로 차량 안전 검증 시작품 개발 및 평가**

- 실도로 환경의 검증을 위한 시작품 개발
- 실도로 환경 검증을 위한 버스 운영시스템 개발
- 실도로 차량 보안 및 안전성 평가 시나리오 개발
- 실도로 차량 보안 및 안전성 평가 지표 및 효과 평가

□ **(핵심기술 2) 대용량 모듈형 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발**

○ **고효율 대용량, 모듈형 대중교통수단 전용 인프라 설계**

- 대용량 고효율 모듈형 대중교통수단의 도로 인프라 설계 기준 마련
  - 도로 인프라의 기본 요구조건 정립
  - 대중교통수단과 도로 안전 시설물의 요구사항 정립
  - 교통류와의 상충 및 안전 요구사항 정립
  - 전용도로의 형태 및 다른 도로와의 연결성 확보 방안 마련
- 전용 인프라 구축 요구사항 정립
  - 도로의 선형, 곡률, 궤도 등의 형태
  - 전용 도로인프라 선정을 위한 기준 마련
  - 기존 도로의 교통량과 하중 등
  - 모듈형 교통수단의 전용도로의 이용
- 수요 대응형 도로교통체계 운영 전환 기술
- 입체 교차구간 및 복합 차로구간 운영 제어 기술
- 모듈형 대중교통수단의 인프라 설계 및 운영 전략

○ **고효율 대용량 모듈형 대중교통수단의 전용 인프라 구조물 설계 및 개발**

- 전용 인프라 안전 시설물 개발
- 안전 확보를 위한 도로 센서 개발
- 운행 인프라 개발
- 모듈형 운행 인프라 시설물 개발

○ **대중교통수단 전용 인프라 운영 및 운영 가이드라인 개발**

- 인프라 구축 및 운영을 위한 지침 마련
- 차로 운영 입체화 기술 개발
- 안전 시설, 도로 가이던스 센서, 안전시설 진입 등 안전 운영을

  위한 고려사항과 의무사항 등 제시
- 도로 및 통행의 정책과 법제도 정비

○ 대중교통수단의 관제센터 개발 및 효과 평가

- 운행 모니터링 센터 개발
- 돌발상황 대응 시스템 개발
- 수용 응답형 배차관리 시스템 개발
- 대중교통수단 운영 효과 및 안전성 평가 기술 개발

□ (핵심기술 3) 대용량 모듈형 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발

○ 대용량 모듈형 대중교통수단 환승 시설 설계 및 시스템 구축

- 대용량 모듈형 대중교통수단스의 환승 시설 설계
  - 환승 대중교통수단의 환승 흐름 및 교통 연계 정립
  - 대용량 대중교통수단의 정차, 환승 시설 설계
  - 환승 시설 내 접속 및 연계 시설 설계
  - 환승 시설의 도로, 표지판, 교통정보 시설물 설계
  - 모듈형 교통수단의 환승 시설 및 운영 설계
- 환승 시설 인프라 설계 및 구축
  - 정류장, 환승장, 보행자 경로 등을 고려한 안전성 확보
  - 기존 환승시설의 활용 방안 및 요구조건 제시
  - 기존 환승시설의 개선 지침 마련
- 환승 시설 입지 적정성 기준 마련

○ 수요 분산형 교통체계 시설 개발

- 교통 분산 교통 및 환승시설 입체화 기술 개발
- 혼잡구간 환승시설 구축 기술
- 스마트 모빌리티 복합 환승 시설 구축 기술

・환승 연계도로 시설의 입체화 기술

- 환승 시설 내 환승 수요 운영 제어 기술

○ 환승 시설 내 운영 기술 개발

- 수요 대응형 대중교통수단의 운영 및 안전 관리 기술
- 대중교통수단의 환승, 운영, 관제 기술
- 환승 시설 내 교통 연계 시나리오 개발
- 환승 시설 내 효과 검증 및 실증 평가 기술 개발
- 환승 시설 내 운영 안전 및 보안 기술 개발

○ 현장 적용 및 제도화

- 대중교통 환승 시설의 지침 개정
- 대중교통 및 교통약자의 시설 개정
- 대중교통기본계획의 적용 구간 및 시범 사업 추진 방안 마련

□ (핵심기술 4) 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

○ 리빙랩 환경 구축

- 리빙랩 선정 및 환경 구축 방안 수립
- 테스트베드의 기능 및 요구조건 마련
- 도시유형별 리빙랩 구축

 * 인구규모, 광역연결특성 등에 따른 리빙랩 대상 도시 선정

- 중소규모의 서비스 형태별 리빙랩 구축

 * 포스트코로나 미래교통 실증형, 스마트모빌리티 이용지원형, 교통소외지역/교통약자 이동지원형 등과 연계

○ 리빙랩 현장 적용 및 평가

- 안전성 평가를 위한 테스트베드 구성 방안 마련
- 안전성 평가 시나리오 개발
- 안전 기준 및 평가 기술 개발
- 현장 운영 및 효과 평가 방법 마련

○ 리빙랩 후 상용화 촉진 방안 마련

- 대중교통 도로 인프라 지원 방안
- 여객자동차운수사업법 등 관련 법 개정 등

4. 연구개발 추진방법	

□ 추진전략

○ 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시

- 핵심 연구개발성과를 제시하고 그에 따른 연차별 목표 수립, 연차별 세부 추진전략·일정계획 및 핵심 연구개발성과의 로드맵을 제시할 것

- 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것

- 연구개발목표는 가능한 정량화하여 제시하고 제품 개발의 경우(제품 성능, 경제성 등)는 기존 제품과 대비하여 설정 근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것

  * 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등

○ 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시

○ 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구개발계획에 포함시켜 추진

- 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시

○ 정부 및 관련 물류기업 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축

- 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
- 관련 정부부처* 및 전문기관과 협의 수행

  * 국토교통부, 산업통상자원부 등

- 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악

○ 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출

○ 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시

- 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시
- 수요자 중심으로 연구개발성과물 활용방안 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는

	객관적 방안 제시 - 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출 근거 제시 * 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 될 수 있음
□ 추진체계	○ 컨소시엄 구성시 과다한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것 * 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음 ○ 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제 ○ 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영 ○ 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요 ○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요 (지속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등) ○ 국토교통부, 환경부, 산업통상자원부 등의 유관 부처의 기술개발 및 제도와 연계될 수 있도록 연구개발 전략 수립 필요 - 연구기간 내 법/제도의 가시적 성과 도출을 위하여 국토교통부 및 관련 이해관계기관 등과 사전 협의를 통해 추진 ○ 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행 - 주관연구개발기관이 전체 사업을 총괄할 컨소시엄을 구성하여 전체 사업을 책임지고 진행하며, 주관연구개발기관 연구책임자는 총괄연구개발과제 책임자로 공동연구개발기관과의 구체적인 연계 전략 제시 필요 - 공동연구개발기관은 주관연구개발기관과 협의하여 연구계획 수립
5. 최종 연구개발성과물	

□ (핵심기술 1) 고효율 대용량 대중교통수단 및 운행제어 기술 개발

○ 고효율 대용량 대중교통수단과 시스템 설계 및 개발

- 대용량 대중교통수단과 시스템의 기술 정의서
- 대용량 대중교통수단의 차량 설계서
- 환승 시설과 연계한 종합 시스템의 정의서
  - 환승 시설을 고려한 대중교통수단의 차량 설계 및 운영 기준
  - 환승 시설의 연계를 위한 대중교통수단 시스템 설계서
  - 환승 자동 연계 및 배차 시설 정보 연계 기준
- 동력 분산 추진 제어시스템 H/W, S/W 시작품
- 친환경 모듈형 대중교통 시스템 H/W, S/W 시작품
- 중소 모듈형 대중교통 시스템 H/W, S/W 시작품

○ 대중교통수단-도로인프라 간 교통정보 및 제어시스템 H/W, S/W 시작품

○ 실도로 차량 안전 검증 시작품 및 운영 방안

□ (핵심기술 2) 대용량 대중교통수단을 위한 전용 도로 인프라 및 운영 기술 개발

○ 대용량 대중교통수단 전용 인프라 설계

- 대용량 대중교통수단의 도로 인프라 설계 기준
  - 도로 인프라의 기본 요구조건
  - 대중교통수단과 도로 안전 시설물의 요구사항
  - 교통류와의 상충 및 안전 요구사항
  - 전용도로의 형태 및 다른 도로와의 연결성 확보 방안 등
- 전용 인프라 구축 요구사항 및 기준
- 수요 대응형 도로교통체계 운영 전환 기술 및 방법
- 입체 교차구간 및 복합 차로구간 운영 제어 기술 및 방법

○ 대용량 대중교통수단 전용 인프라 구조물 시작품

- 전용 인프라 안전 시설물 시작품
- 안전 확보를 위한 도로 센서 시작품
- 운행 인프라 시작품

○ 대중교통수단 전용 인프라 운영 및 운영 가이드라인

- 인프라 구축 및 운영을 위한 지침 등
- 도로 및 통행의 정책과 법제도 정비

○ 대중교통수단 관제센터 H/W, S/W 및 효과 평가

- 대중교통수단의 운행 모니터링 센터, 돌발상황 대응 시스템, 수용 응답형 배차관리 시스템 등
- 대중교통수단 운영 효과 및 안전성 평가 기술 방법론

□ (핵심기술 3) 대용량 대중교통수단 연계 환승 시설 및 운영 기술 개발

○ 대용량 대중교통수단 환승 시설 설계 및 시스템 구축

- 환승 시설 설계 지침
- 환승 시설 인프라 설계 시방서 및 가이드라인
- 환승 시설 입지 적정성 기준

○ 수요 분산형 교통체계 시설 및 시작품 제작

- 교통 분산 교통 및 환승시설 입체화 시작품

・혼잡구간 환승시설, 스마트 모빌리티 복합 환승 시설, 환승 연계도로 시설의 입체화 시작품 등

○ 환승 시설 내 운영 기술 및 시나리오 마련

○ 현장 적용 및 제도화를 위한 지침 마련

- 대중교통 환승 시설의 지침 등
- 대중교통기본계획의 적용 구간 및 시범 사업 추진 방안 등

□ (핵심기술 4) 신교통수단 리빙랩 구축 및 운영 시나리오 개발

○ 리빙랩 환경 구축 및 시설물

○ 리빙랩 현장 적용 및 평가 보고서

○ 리빙랩 후 상용화 촉진 방안 및 활성화 정책 방안 마련

- 대중교통 도로 인프라 지원 방안
- 여객자동차운수사업법 등 관련 법 개정 등

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ (시범적용) 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 교통혼잡이 상습적으로 발생하고 대중교통 수요가 높은 지자체에 기술을 적용

○ (활용처) 국토교통부, 지자체 등 대중교통시설 및 운영 관할 정부부처의 정책수립과 개선도출에 활용하며, ICT 등 첨단 기술과 융합한 형태의 스마트 모빌리티 구현, 스마트시티의 구축 및 운영, 비용효율적인 대중교통시스템 최적 구축·관리에 이용

○ (실용화 조건) 개발기술을 실제 도시의 대중교통서비스 제공 지역과 구간에 적용 효율성과 안전성을 확보하기 위한 시범 적용 후 상용화를 위한 관련 제도 개선(안) 마련

□ 기대효과

○ 기술적 효과

- 혁신적인 대용량 대중교통수단과 ICT 기술, 환승·교통체계 기술과 리빙랩 서비스 구현 등을 통한 신기술의 개발 및 보급
- 고효율 대용량 대중교통수단은 기계, 전자, 재료소재 등 과학기술 분야의 기술 발전 뿐만 아니라 친환경 대중교통수단의 기술 확산에 기여
- 대중교통 서비스 특성과 형태를 반영한 신기술 개발, 실규모 실험·평가 및 수요처 협조의 현장적용을 통해 상용화 기술 제시

○ 경제적 효과

- 도심의 교통정체 완화로 물류 비용 감소와 대중교통 서비스 질 향상을 통한 이용 만족도 증가로 대중교통 분담율 증가
- 대중교통 서비스 산업의 활성화 및 안전 확보를 통한 사회·경제적 편익 증가

○ 사회적 효과

- 대용량으로 수송할 수 있는 대중교통수단의 도입으로 상습적인 교통난 해소와 서비스 만족도 향상
- 교통 혼잡과 사고 발생으로 인한 지역사회의 경제적·환경적 피

해를 미연에 방지하여 사회간접비용 발생 예방	
7. 연구개발 기간 및 연구개발비	

○ 총 연구개발기간 : 2023.04 ~ 2027.12 (4년 9개월)

[1단계]
- 1차년도 연구개발기간 : 2023.04～2023.12 (9개월)

[2단계]
- 2차년도 연구개발기간 : 2024.01～2024.12 (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2025.01～2025.12 (12개월)

[3단계]
- 4차년도 연구개발기간 : 2026.01～2026.12 (12개월)
- 5차년도 연구개발기간 : 2027.01～2027.12 (12개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 112,695백만원 이내

- 1차년도 정부지원연구개발비 : 2,543백만원 이내

※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타	

○ 본 연구개발과제의 보안등급은 “일반과제”임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음

○ 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발

내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제·보고서 및 www.ntis.go.kr 참고

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함

- 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구개발 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심연구개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 구성기술 간 연구개발내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시

○ 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음

- 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용

및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음 - 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발 내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음 ○ 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험시설 적극 활용