발 간 등 록 번 호
11-B552989-000456-01

최종보고서

보안등급
일반[√], 보안[ ]

중앙행정기관명	국토교통부	사업명	사업명	국토교통연구기획사업
전문기관명(해당 시 작성)	국토교통과학기술진흥원		내역사업명 (해당 시 작성)	해당없음
공고번호	공고-제35호		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	해당없음
			연구개발과제번호	20RDPP-C159992-01

기술분류	국가과학기술 표준분류	교통계획	50%	교통운영관리기술	20%	교통시설기반기술	10%	
	부처기술분류 (해당 시 작성)	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%	

총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	해당없음			
	영문	해당없음			
연구개발과제명	국문	대도시권 광역교통 분야 R&D 기술로드맵 수립			
	영문	Establishment of R&D Technical Roadmap for Metropolitan Transportation			
주관연구개발기관	기관명	한국교통연구원	사업자등록번호	120-82-01804	
	주소	(우)30147 세종특별자치시 시청대로 370	법인등록번호	111232-0002184	
연구책임자	성명	박준식	직위	연구위원	
	연락처 직장전화	044-211-3048	휴대전화	010-7296-2340	
	연락처 전자우편	forejs@koti.re.kr	국가연구자번호	1016 9223	
연구개발기간	전체	2020. 12. 23 - 2021. 8. 22.(8 개월)			
	단계 (해당 시 작성) 1단계	YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD(년 개월)			
	단계 (해당 시 작성) n단계	YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD(년 개월)			

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
				지방자치단체		기타( )					
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계	150,000	-	-	-	-	-	-	150,000	-	150,000	-
1단계 1년차	150,000	-	-	-	-	-	-	150,000	-	150,000	-

공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고	
						역할	기관유형
공동연구개발기관	한국철도기술연구원	유소영	책임연구원	010-4509-4258	syyou@krri.re.kr		정부출연연
	경기연구원	김점산	연구위원	010-4206-1106	kymate@gri.re.kr		공립연
위탁연구개발기관	해당없음						
연구개발기관 외 기관	해당없음						

연구개발담당자 실무담당자	성명	문지혜	직위	연구원	
	연락처 직장전화	044-211-3143	휴대전화	010-9964-7890	
	연락처 전자우편	jhmoon@koti.re.kr	국가연구자번호		

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022 년 1 월 7 일

연구책임자: 박 준 식 (인)

주관연구개발기관의 장: 오 재 학 (직인)

공동연구개발기관의 장: 한 석 윤 (직인)

송 미 영

중앙행정기관의 장 귀하

편집을 위하여 비워둔 면입니다.

< 요 약 문 >

사업명	국토교통연구기획사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	해당없음		
내역사업명 (해당 시 작성)	해당없음			연구개발과제번호	20RDPP-C159992-01		
기술분류 국가과학기술 표준분류	교통계획	50%	교통운영관리기술	20%	교통시설기반기술	10%	
기술분류 부처기술분류 (해당 시 작성)	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%	
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	해당없음						
연구개발과제명	대도시권 광역교통 분야 R&D 기술로드맵 수립						
전체 연구개발기간	2020. 12. 23 - 2021. 8. 22.(8 개월)						
총 연구개발비	총 150,000천원 (정부지원연구개발비: 150,000천원, 기관부담연구개발비 : - 천원, 지방자치단체: - 천원, 그 외 지원금: - 천원)						
연구개발단계	기초[√] 응용[ ] 개발[ ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]			기술성숙도 (해당 시 기재)	착수시점 기준( ) 종료시점 목표( )		
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)	해당없음						
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)	해당없음						

연구개발 목표 및 내용	최종 목표	○ 대도시권 광역교통문제 해결에 필요한 기술개발을 위한 중장기 R&D 기술로드맵 수립 ○ 대도시권 광역교통체계 혁신을 위한 교통수단, 시설 및 운영 분야별 기술개발 세부과제 추진을 위한 핵심기술 기획
	전체 내용	○ 광역교통 중장기 R&D 기술로드맵 수립 - 광역교통 현황 및 발전전망 - 광역교통 사업의 정의 및 개념 정립 - 광역교통 중장기 이슈 및 니즈 분석 - 광역교통 R&D 비전 및 목표 설정 - 광역교통 관련 동향분석 및 선행연구 조사·분석 - 광역교통 기술수요조사 - 광역교통 핵심 기술 도출 - 광역교통 기술개발 우선순위 도출 - 광역교통 핵심기술확보전략 - 광역교통 분야 중장기 R&D 기술로드맵 수립 ○ 단기 핵심기술 기획 - 기술수준평가 및 연구개발 전략 수립 - 단계별, 연차별 소요예산 및 중점분야별 소요인력, 장비구축계획 수립 - 핵심 및 구성기술별 목표 달성을 위한 구체적인 사업추진 전략 수립 - 연구개발사업 성과 적용을 위한 테스트베드 구축계획 수립 - 연구성과물의 활용·확산을 위한 관련 법·제도 개선 계획 수립

연구개발성과	○ 광역교통 분야 중장기 R&D 기술로드맵 수립 ○ 단기핵심기술 기획(대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발)
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	○ 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술로드맵에 따라 체계적이고 효율적인 이용자 맞춤형 광역교통 문제해결을 위한 기술개발 및 기술 실용화 ○ 미래 교통기술 및 관련 기술 변화를 고려한 광역교통 정책 방향 부합성 사전검토 및 기술 수용 방향 제시
연구개발성과의 비공개여부 및 사유	해당없음

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명정보	생물자원		정보	실물
	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

국문핵심어 (5개 이내)	광역교통 수단	환승시설	광역교통 통합운영	광역교통 정책	R&D 기술 로드맵
영문핵심어 (5개 이내)	Metropolitan Transport Mode	Transit Facility	Integrated Operation for Metropolitan Transport	Metropolitan Transport Policy	R&D Technology Roadmap

편집을 위하여 비워둔 면입니다.

[목 차]

1. 연구개발과제의 개요 ····· 1

가. 연구개발의 배경 및 필요성 ····· 1

나. 기획연구의 내용 및 추진체계 ····· 5

다. 기대효과 ····· 8

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용 ····· 10

가. 광역교통 R&D 사업 개념 및 범위 설정 ····· 10

나. 환경분석 ····· 12

다. 핵심기술 발굴 ····· 164

라. 추진전략 설정 및 핵심기술 도출 ····· 181

마. 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립 ····· 209

바. 사전 타당성 분석 ····· 212

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 ····· 238

4. 목표 미달 시 원인분석 ····· 240

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도 ····· 240

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 ····· 240

[별첨1] 참고문헌 ····· 241

[별첨2] 핵심기술별 과제카드 ····· 249

[별첨3] 광역교통 R&D 로드맵(안) ····· 279

[별첨4] 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개발 기획보고서 ·· 299

편집을 위하여 비워둔 면입니다.

[표 목 차]

표 1 대도시권광역교통위원회 부서별 주요업무 ····· 14
표 2 시·도별 도시철도망 구축계획 상 트램 반영 현황 ····· 21
표 3 전국 연령별 자동차등록대수 변화 ····· 45
표 4 수도권 목적통행 발생량(2017년) ····· 46
표 5 수도권 교통축별 광역버스 이용현황 ····· 48
표 6 수도권 광역통행 환승현황 ····· 49
표 7 수도권 광역축별 수단별 평균 통행시간 비교 ····· 51
표 8 자율주행자동차의 주요 구성기술 ····· 55
표 9 SAE의 자율주행 기술 단계(SAE 국제표준 J3016) ····· 56
표 10 자율주행 버스 운행현황 ····· 57
표 11 자율주행 택시 운행현황 ····· 58
표 12 해외 철도 및 대중교통 환승이 편리한 환승센터 주요사례 ····· 71
표 13 수요응답형 교통체계(DRT) 국내 사례 ····· 80
표 14 민간 주도 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 사례 ····· 81
표 15 포티투닷 모빌리티 사업추진 계획 ····· 83
표 16 미국 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황 ····· 89
표 17 본 DRT 운영방법 및 도입지역 ····· 90
표 18 해외 통합 모빌리티 구축 사례 ····· 95
표 19 통합 모빌리티 기대효과 ····· 96
표 20 공유교통 서비스 모델 구분 ····· 97
표 21 TaaS(Transportation as a Service) 플랫폼 단계별 특징 ····· 98
표 22 선행과제와의 연계성 및 차별성 ····· 104
표 23 주요 가구유형별 가구, 2017-2047 ····· 105
표 24 친환경자동차 등록현황 ····· 109
표 25 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술 (대분류-중분류) ····· 113
표 26 대도시권 광역교통 중장기 R&D 특허 분석 기준 ····· 115
표 27 기술수요조사 목록 ····· 166
표 28 핵심기술 우선순위 도출 전문가 조사 결과 ····· 177
표 29 트램 전력공급 기술 유형 ····· 204

표 30 타당성 평가항목 및 평가내용 ····· 212
표 31 핵심기술별 타당성 분석 ····· 213
표 32 비용의 현재가치 ····· 220
표 33 편익 요소별 기준 및 산출근거 ····· 221
표 34 최근 5년 국내 연구개발비 현황 ····· 224
표 35 광역버스 준공영제 운송원가 산정 근거비교(대광위/경기도) ····· 225
표 36 광역버스 운행현황(2019년 기준) ····· 226
표 37 편익기간 각 연도별 (기존)노선형 광역버스 운송원가 추정 ····· 226
표 38 편익기간 각 연도별 수요응답형 광역버스 전환 목표율 ····· 226
표 39 편익기간 각 연도별 광역버스 운영비용 저감액 ····· 227
표 40 운영비용 저감 편익 ····· 227
표 41 광역버스 운행거리 현황(2019년 기준) ····· 228
표 42 편익기간 각 연도별 (기존)노선형 광역버스 운행거리 추정 ····· 228
표 43 도로유형별 교통사고 발생비율 ····· 228
표 44 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PGS 포함) ····· 229
표 45 사고비용 추정 ····· 229
표 46 편익기간 각 연도별 광역버스 연간 감소 운행거리 ····· 230
표 47 운영비용 저감 편익 ····· 230
표 48 차종별·속도별 대기오염비용(2020년 기준) ····· 231
표 49 편익기간 각 연도별 광역버스 연간 감소 운행거리 ····· 232
표 50 대기오염 저감 편익 ····· 232
표 51 비용 및 편익의 현재가치화(할인율 4.5% 적용 시) ····· 233
표 52 비용 및 편익의 현재가치화(할인율 5.5% 적용 시) ····· 234
표 53 할인율 변화에 따른 B/C 분석 결과 ····· 234
표 54 고용에 미치는 영향 분석 ····· 236

[그 림 목 차]

그림 1 연구개발의 배경 및 필요성 ····· 2
그림 2 연구추진체계 ····· 7
그림 3 연구추진 프로세스 ····· 7
그림 4 대도시권의 범위 ····· 10
그림 5 광역교통분야 R&D 사업 정의 ····· 11
그림 6 광역교통 R&D 사업분야 및 범위 설정 ····· 11
그림 7 대도시권광역교통위원회 비전 및 목표 ····· 12
그림 8 대도시권광역교통위위원회 주요 업무추진 현황 ····· 13
그림 9 대도시권광역교통위위원회 조직구성 ····· 13
그림 10 부천대장 3기신도시 S-BRT 계획 ····· 15
그림 11 고양창릉 3기신도시 교통대책 ····· 16
그림 12 부천대장 3기신도시 교통대책 ····· 16
그림 13 「광역교통 2030」비전 및 기대효과 ····· 17
그림 14 「광역교통 2030」인포그래픽 ····· 18
그림 15 간선급행버스체계(BRT) 개요 ····· 19
그림 16 GTX 환승센터 공모 최우수(수원역) ····· 23
그림 17 GTX 환승센터 공모 최우수(양재역) ····· 24
그림 18 「제3차 환승센터 및 복합환승센터 구축 기본계획」 중장기 환승정책 방향 및 인포그래픽 ··· 27
그림 19 신광역환승체계 개념도 ····· 29
그림 20 회차형 환승센터 개념 ····· 30
그림 21 도심형 환승센터 개념 ····· 30
그림 22 철도연계형 환승센터 개념 ····· 31
그림 23 환승센터 유형별 후보 환승센터 입지 ····· 31
그림 24 광역버스 준공영제 추진 방향 ····· 32
그림 25 광역버스 준공영제 추진 방향 ····· 33
그림 26 광역버스 서비스표준(안) ····· 33
그림 27 『2050 탄소중립 추진전략』 3+1 전략 추진 ····· 35
그림 28 『2050 탄소중립 추진전략』 수송·교통 분야 미래상 ····· 36
그림 29 『한국판 뉴딜』의 구조 ····· 38

그림 30 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)」 비전 및 전략에 따른 실천과제 · 40
그림 31 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 MAP ····· 41
그림 32 세계를 선도하기 위한 20개 국토・인프라・교통 기술 (20-Wonder) ····· 42
그림 33 수도권 인구 분포 변화(2000년 VS 2020년) ····· 43
그림 34 수도권 인구 분포 변화(2000년 VS 2020년) ····· 44
그림 35 수도권 자동차등록대수 변화 ····· 44
그림 36 전국 연령별 자동차등록대수 변화 ····· 45
그림 37 권역별 통행 발생량 전망 ····· 46
그림 38 수도권 장래 교통축별 혼잡도로 분석 ····· 47
그림 39 수도권 광역버스 노선현황 ····· 48
그림 40 수도권 광역철도 현황 및 노선계획 ····· 49
그림 41 수도권 광역통행 환승횟수 및 환승소요시간 ····· 50
그림 42 수도권 환승통행 현황 ····· 50
그림 43 수도권 수단별 지역 간 평균 통행시간 비교 ····· 52
그림 44 수단별 대도시권역별 첨두시 평균 통행시간 비교 ····· 53
그림 45 자율주행자동차 기술 개요도 ····· 55
그림 46 SAE 자율주행 단계 ····· 56
그림 47 자율주행 버스 차량 ····· 57
그림 48 자율주행 택시 차량 ····· 58
그림 49 Level 3 및 Level4 자율주행차의 세계 시장 전망 ····· 59
그림 50 세계 자율주행 자동차 레벨별 비중 전망 ····· 59
그림 51 친환경차 주요후보별 구조 및 특징 요약 ····· 60
그림 52 국내 친환경차 성능개선 목표 ····· 61
그림 53 수소충전소 구축(안) ····· 62
그림 54 애버딘시 세계 최초 2층 수소버스 공개 ····· 64
그림 55 Optare의 Metrodecker H2 수소 버스 ····· 64
그림 56 전기차 시장 전망 ····· 65
그림 57 장래 차량군별 친환경차 점유율 ····· 65
그림 58 장래 수소차 시장 전망 ····· 66
그림 59 UAM을 통한 항공 운송 서비스의 활용범위 ····· 67
그림 60 Flying car→PAV→eVTOL 발전과정 ····· 68
그림 61 UAM용 전기동력 수직이착륙기(eVTOL) 개발 현황 ····· 68
그림 62 UAM용 기체 유형 ····· 69

그림 63 국가별 버티포트(Vertiport) 개발사 현황 ····· 69
그림 64 세계 UAM 시장규모 전망 ····· 70
그림 65 티센크루프 Multi 개념도 ····· 72
그림 66 티센크루프 Multi 기술을 활용한 미래 철도 환승 개념도 ····· 73
그림 67 티센크루프 가감속이 가능한 무빙워크 ACCEL ····· 73
그림 68 환승센터 내 환승태그 및 요금징수로 인한 불편사항 ····· 74
그림 69 싱가포르, ST-Engineering Gateless Hands-free 요금징수시스템 ····· 74
그림 70 완주군 부름부릉 콜버스 차량 ····· 75
그림 71 밀양시 수요응답형 대중교통 아리랑 버스 ····· 76
그림 72 세종특별자치시 수요응답형 대중교통 두루타 버스 ····· 77
그림 73 인천시 영종국제도시 수요응답형 대중교통 I-MOD ····· 78
그림 74 서울시 은평구 수요응답형 대중교통 셔클의 운행 실적 및 이용자 만족도 ····· 79
그림 75 제주도 수요응답형 대중교통 GreeGo ····· 80
그림 76 e-버스 운영 개념도 ····· 82
그림 77 유모스(UMOS) 개념도 ····· 83
그림 78 주식회사 에티켓의 '셔틀타요' 운영 프로세스 ····· 84
그림 79 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 흐름도 ····· 85
그림 80 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 아키텍쳐 ····· 86
그림 81 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 S/W 구성 ····· 86
그림 82 수요응답형 모빌리티 시장 규모 전망 ····· 87
그림 83 수요응답형 모빌리티 시장의 발전 전망 ····· 88
그림 84 캐나다 MOD 시장 규모 ····· 90
그림 85 호주 Adelaide DRT 노선도 ····· 91
그림 86 영국 East Riding of Yorkshire의 수요응답형교통(DRT) 서비스 ····· 92
그림 87 통합교통서비스 개념 ····· 93
그림 88 서울형 MaaS 도입방향 ····· 94
그림 89 미래 서울형 통합이동서비스(MaaS) 예시 ····· 94
그림 90 MaaS 서비스 현황 ····· 95
그림 91 MaaS Global의 Whim 앱의 UI 환경 ····· 96
그림 92 차량 소유형태별 변화 전망(2015~2030년) ····· 98
그림 93 Super BRT의 우선 신호기술 및 안전기술 개발 사업 ····· 99
그림 94 수소경제활성화 로드맵 요약 ····· 102
그림 95 인구구조 변화 전망 ····· 105

그림 96 2040년 시·군·구 단위 장래인구추계 분포 ····· 106
그림 97 2040년 시·군·구 단위 장래인구추계 증감률 ····· 106
그림 98 근로시간 단축 실시에 따른 여가활동 상위 10개 ····· 107
그림 99 국민 여가시간 추이 ····· 107
그림 100 세계 공유경제 시장 규모 및 시장점유율 전망 ····· 107
그림 101 제4차 산업혁명 시대 대응을 위한 국토교통 R&D 현황 및 대응방향 ····· 108
그림 102 공유모빌리티 결제 데이터 분석 ····· 108
그림 103 환경부 미세먼지 대책 및 저탄소 순환경제 실현 계획 ····· 109
그림 104 5대 메가트렌드 및 시사점 ····· 110
그림 105 광역교통 이용자 설문조사 설문지 ····· 111
그림 106 광역교통 이용자 설문조사 결과 ····· 112
그림 107 광역교통 관련 전문가 의견수렴 결과 ····· 112
그림 108 전체 연도별 특허 출원 분포 ····· 116
그림 109 전체 연도별 특허 출원 분포 ····· 117
그림 110 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 연도별 출원 분포 ····· 118
그림 111 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 국가별 출원 분포 ····· 119
그림 112 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 120
그림 113 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 국가별 영향력 지수(PI) 및 기술력 지수(TS) · 121
그림 114 경량철도 차량 유지보수 기술의 연도별 출원 분포 ····· 122
그림 115 경량철도 차량 유지보수 기술의 국가별 출원 분포 ····· 123
그림 116 경량철도 차량 유지보수 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 124
그림 117 경량철도 차량 유지보수 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 125
그림 118 광역버스 차량 기술의 연도별 출원 분포 ····· 126
그림 119 광역버스 차량 유지보수 기술의 국가별 출원 분포 ····· 127
그림 120 광역버스 차량 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 128
그림 121 광역버스 차량 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 129
그림 122 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 연도별 출원 분포 ····· 130
그림 123 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 국가별 출원 분포 ····· 131
그림 124 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 132
그림 125 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) 133
그림 126 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 연도별 출원 분포 ····· 134
그림 127 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 국가별 출원 분포 ····· 135
그림 128 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 136

그림 129 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 137
그림 130 철도시설 유지보수 기술의 연도별 출원 분포 ····· 138
그림 131 철도시설 유지보수 기술의 국가별 출원 분포 ····· 139
그림 132 철도시설 유지보수 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 140
그림 133 철도시설 유지보수 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 141
그림 134 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 연도별 출원 분포 ····· 142
그림 135 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 국가별 출원 분포 ····· 143
그림 136 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 144
그림 137 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 145
그림 138 광역도로 운영 관리 기술의 연도별 출원 분포 ····· 146
그림 139 광역도로 운영 관리 기술의 국가별 출원 분포 ····· 147
그림 140 광역도로 운영 관리 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 148
그림 141 광역도로 운영 관리 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 149
그림 142 광역철도 운영 관제 기술의 연도별 출원 분포 ····· 150
그림 143 광역철도 운영 관제 기술의 국가별 출원 분포 ····· 151
그림 144 광역철도 운영 관제 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 152
그림 145 광역철도 운영 관제 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 153
그림 146 광역버스 운영 관제 기술의 연도별 출원 분포 ····· 154
그림 147 광역버스 운영 관제 기술의 국가별 출원 분포 ····· 155
그림 148 광역버스 운영 관제 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 156
그림 149 광역버스 운영 관제 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 157
그림 150 대중교통 통합운영 기술의 연도별 출원 분포 ····· 158
그림 151 대중교통 통합운영 기술의 국가별 출원 분포 ····· 159
그림 152 대중교통 통합운영 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP) 160
그림 153 대중교통 통합운영 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS) ····· 161
그림 154 핵심기술 도출 방법 ····· 164
그림 155 기술수요조사 방법 ····· 165
그림 156 기술수요조사 결과 ····· 166
그림 157 핵심기술 우선순위 조사 결과 ····· 176
그림 158 SWOT 분석 ····· 181
그림 159 전략방향 및 추진전략 설정 ····· 182
그림 160 현대로템에서 개발한 수소트램 시제품(좌측) 및 조감도(우측) ····· 187
그림 161 트램-트레인 운영사례 : 독일 카젤 ····· 188

그림 162 수소 2층버스 도입사례 ····· 189
그림 163 에너지 하베스팅 기술 개념도 및 적용사례 ····· 190
그림 164 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개념도 ····· 191
그림 165 모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술 개념도 ····· 193
그림 166 광역 통합교통 서비스(M-MaaS) 개념도 ····· 194
그림 167 광역버스 연계형 개인교통수단 및 화물수송 운영 관제 기술 개념도 ····· 195
그림 168 3D프린팅 기술 활용 유지보수 시스템 장점 ····· 196
그림 169 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준기술개발 개념도 ····· 197
그림 170 도시철도 분야 디지털 트윈 기술 활용 유지보수(예시) ····· 198
그림 171 메타버스 기반 안전관리 기술 구현 (예시) ····· 200
그림 172 메타버스 기술 활용(예시) ····· 201
그림 173 자율주행 트램 개념도 ····· 202
그림 174 트램의 무가선 충전 인프라 기술 개념도 ····· 203
그림 175 자율주행 (굴절)버스 개념도 ····· 205
그림 176 세종시 자율주행 BRT 실증 (자율주행 BRT 실증연구 R&D) ····· 206
그림 177 소형다빈도 입체교통시스템 개념도 ····· 207
그림 178 도심형 버티포트 유형 ····· 208
그림 179 운행 비용 저감 편익 산출법 ····· 221
그림 180 사고 비용 저감 편익 산출법 ····· 221
그림 181 대기오염비용 저감 편익 산출법 ····· 221
그림 182 사업용 자동차의 차령과 그 연장요건 ····· 222

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발의 배경 및 필요성

(1) 연구개발의 배경

- 대도시권의 고밀, 광역화로 장거리 광역 통행 증가
  - 우리나라의 총 인구는 증가해왔으나, 지방지역에서 대도시권으로 인구가 집중되어 지방지역은 인구가 감소하고 대도시권의 인구는 크게 증가함
  - 대도시권의 인구집중에 따라 대도시권이 광역화되어 우리나라 전체 인구의 80%가 대도시권에 거주하고, 전체 통행의 80% 이상이 대도시권에서 발생하고 있음
  - 대도시권 전체의 통행량이 크게 증가한 것과 더불어, 거주공간이 광역화됨에 따라 통행거리 및 통행시간도 크게 증가함
- 대도시권 광역통행의 특성에 따라 시공간적 대중교통 서비스의 불균형 및 이용불편 발생
  - 광역통행은 출퇴근을 위한 통근통학 통행의 비율이 높아 첨두시 통행 집중률이 높아 시간대별 수요공급의 불균형이 높음
  - 대도시권 광역통행은 통행 기종점 분포가 매우 넓어 공간적 수요공급의 불균형이 높으며, 대중교통 서비스 사각지대가 많음
  - 광역통행은 통행거리가 길어 여러가지 수단을 복합적으로 이용해야 하고 그에 따라 다수의 환승이 수반되어 이용자 불편 초래

(2) 연구개발의 필요성

- 대도시권 광역교통 현안 해결을 위한 단기적 대책수립 및 중장기 해결방안 마련 필요
  - 대중교통 서비스의 시공간적 불균형으로 인한 운영 비효율성 개선, 대중교통 서비스 사각지역 해소, 이용자 불편 해소를 위한 시설개선 및 서비스의 고급화, 다양화 등 종합적 대책마련 필요
  - 중장기적으로 광역교통체계 혁신을 위한 광역교통 수단, 시설 및 운영 관련 기술개발 필요
  - 단기적으로 현안 해결을 위해 시급한 핵심기술에 대한 기술기획으로 연구개발 기간 단축 필요

● 광역교통체계 혁신을 위한 대도시권광역교통위원회 차원의 광역교통분야 R&D 기술로드맵 필요

- 그간 통합·조정 실패로 산재 되어있는 대도시권 광역교통 문제를 해결하기 위해 대도시권광역교통위원회가 설립(’19.03)
- 교통수단 및 시설의 공급과 서비스 개선을 위한 계획 수립, 사업추진, 법·제도 정비 등 다각적인 노력을 경주하고 있으나, 신기술 개발 및 적용을 위한 기술 기획은 상대적으로 부족하여 미래예측과 트렌드에 부합하는 기술개발을 통해 광역교통 분야에 적용
- 중장기적인 R&D의 목표, 추진방향 제시와 교통수단, 시설 및 운영 등 광역교통의 다양한 분야에서 세부과제 발굴, 기획 등 기술로드맵 수립 필요

● 기존 대도시권 광역교통 R&D와 연속성 있는 교통정책 및 기술 발굴을 위한 핵심 요소기술 개발 및 기술 기획

- 대도시권광역교통위원회는 고급간선급행버스 (S-BRT) 도입, 경량전철 운영비 절감 등 문제해소를 위한 개별 수단별 국가 R&D를 우선 추진 중이나,
- 각종 개별 수단과 이를 통합할 수 있는 교통시설 (2층 수소 버스, 환승시설, 통합운영 및 교통서비스 등)에 대한 핵심 요소기술 개발 필요



그림 1 연구개발의 배경 및 필요성

■ **광역교통 현황 및 문제점**

- **(통행 수요)** 출퇴근 통행수요 과다로 대도시권 내 도시간 출퇴근 교통 혼잡이 심각함에 따라 출퇴근 시간대 광역 대중교통 서비스 확충 필요

- **(도로 통행)** 수도권 주요 간선도로의 도로용량은 대부분 포화상태로 교통혼잡이 심각하며, 비수도권도 일부 주요도로에 혼잡 발생으로 대도시권 경제활력 증진을 위해 도로 교통혼잡 완화 필요

  - 수도권 교통축 평균 V/c(교통량 대 용량비)는 1.06으로 대부분의 교통축이 혼잡한 상황임

- **(철도 이용)** 수도권 내 철도서비스 불균형으로 일부 교통축의 철도 용량 부족. 출퇴근 시 혼잡 극심해결을 위한 급행철도 서비스 확대 필요

  * 성남축 신분당선(판교→청계산입구)의 혼잡률은 141.9%로 광역축의 철도 노선중 혼잡률이 가장 높음

- **(환승 현황)** 주요 광역통행 거점인 철도역을 중심으로 한 환승 통행 증가와 환승 편의 부족으로 이용자 불편이 심화되고 있어, 대중교통 네트워크의 효율성 향상과 대중교통 통행시간 절감을 위해 환승체계 개선 필요

- **(광역버스 이용현황)** 신도시 및 신규 택지개발 등으로 인한 광역통행 증가로 광역버스 공급이 부족하므로, 철도서비스 부족지역 및 신규택지개발지역 등 수요변동지역의 대중교통 공공성 확보를 위한 버스서비스 제공 필요

  * 수도권 광역버스 일평균 입석률은 3.1%, 첨두시 입석률은 5.9% 임

- **(통행시간 현황)** 승용차 대비 대중교통 통행시간 경쟁력 부족으로 대중교통 통행시간 경쟁력 향상을 위한 대중교통수단 확충 및 서비스 개선을 통해 대중교통 이용 활성화 필요

⑶ 연구개발의 시급성 및 중요도

- ′19.3 출범한 대도시권광역교통위원회는 만성적인 수도권 광역교통 문제, 3기 신도시 입주 전 광역교통 대책 마련 및 비수도권 광역교통 수혜 확대 요구 등 산재한 현안을 안고 있음

- 다수의 현안 해결 뿐만 아니라 타 부처와 협력하여,‘디지털 뉴딜’등 정부 기조에 맞는 중장기 정책 마련 또한 매우 시급한 실정임

  - ‘지역균형 뉴딜’이 활발히 진행 중이며, 각종 교통 산업기술이 중요한 영역을 차지하고 있음

  - 지자체간 교통 산업기술 차이로 발생할 수 있는 문제를 선제적으로 파악하고 이에 따른 서비스 격차 해소 기술이 제시되어야 함

  - 또한, 첨단 교통기술은 통신 기술과 밀접한 연관이 있어, 이로 인한 각종 표준, 인터페이스 정의 없이 지자체 자체 의사결정에 따라 선행된 교통사업은 추후 광역교통 통합운영시 불편 및 예산 중복 투입을 초래 할 수 있음

- 교통수단 및 시설, 운영 및 서비스에 관한 각종 신기술의 개발 및 적용으로 대도시권 광역교통체계를 혁신하기 위해서는 광역교통 중장기 R&D 로드맵 수립 필요

- 또한, 기술 개발이 시급한 분야별 핵심 요소기술에 대한 사전기획으로 기술개발 기간 단축 필요

⑷ 정부지원 필요성

- 정부에서는 제3차 대도시권 광역교통시행 계획을 토대로 광역적으로 대중교통 중심의 노선망 및 환승시설 구축 계획, 교통비를 절감할 수 있는 요금정책 개선 등 마련 계획 추진

- 광역교통체계 효율화를 위해, 수도권 광역교통 혼잡 문제, 비수도권 광역교통 수혜지역 확산, 3기 신도시 등 광역교통 대책 마련이 시급함

  - 대도시권의 효율적이고 안전한 광역교통 시스템 구축을 위해, 정부, 지자체 및 정부, 지자체 산하 시설 운영관리 기관 등 범정부 협의 추진체계 구축 필요

  - 이해관계기관 협의가 불가능한 사항에 대해서는 정부주도의 적극적인 기술개발 및 법·제도 개선을 통한 문제해결이 반드시 필요

나. 기획연구의 내용 및 추진체계

(1) 기획연구의 내용 및 범위

■ 기획연구의 내용

- 광역교통 중장기 R&D 기술로드맵 수립
  - 광역교통 현황 진단 및 개선방안 마련
  - 광역교통 사업의 정의 및 개념 정립
  - 광역교통 중장기 이슈 및 니즈 분석
  - 광역교통 R&D 비전 및 목표 설정
  - 광역교통 관련 동향분석 및 선행연구 조사·분석
  - 광역교통 기술수요조사
  - 광역교통 핵심 기술 도출
  - 광역교통 기술개발 우선순위 도출
  - 광역교통 핵심기술확보전략
  - 광역교통 분야 중장기 R&D 기술로드맵 수립
- 단기 핵심기술 기획
  - 기술수준평가 및 연구개발 전략 수립
  - 단계별, 연차별 소요예산 및 중점분야별 소요인력, 장비구축계획 수립
  - 핵심 및 구성기술별 목표 달성을 위한 구체적인 사업추진 전략 수립
  - 연구개발사업 성과 적용을 위한 테스트베드 구축계획 수립
  - 연구성과물의 활용·확산을 위한 관련 법·제도 개선 계획 수립

■ 기획연구의 범위

- 공간적 범위 : 전국을 대상으로 하되, 직접대상권역은 대도시권으로 함
- 내용적 범위 : 대도시권 광역교통 분야 관련 기술
  - “대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 (국토교통부)” 및 “광역교통2030 비전 및 목표(대도시권 광역교통위원회)”에 부합하는 교통수단, 시설 및 운영에 관한 전반적인 사항 포함

(2) 기획연구의 추진전략 및 추진체계

■ 기획연구 추진전략 : '광역교통 R&D 로드맵 수립'과 '핵심 요소기술 사전기획'의 투트랙 동시 수행

- 광역교통 R&D 로드맵 수립
  - 중장기 R&D 로드맵을 수립하기 위해 기술 수요기관인 대도시권광역교통위원회의 적극적 참여를 유도하고 전담기관 및 연구 수행기관의 전문성을 활용하여 체계적이고 실현 가능한 광역교통 R&D 로드맵 수립
  - 중장기 정책동향, 기술동향 및 기술수준 진단을 통해 단기 적용가능 기술과 중장기 개발 가능기술의 순차적이고 체계적인 R&D 로드랩 수립
- 핵심 요소기술 사전기획
  - 최근 대도시권광역교통위원회 정책방향에 부합하는 핵심 기술 위주로 로드맵 수립과 동시에 기술개발 과제가 바로 추진될 수 있도록 개별 기술별로 상세한 기술개발 기획 수행
  - 핵심 요소기술별 전문가 그룹을 활용하여 사전기획과 기술개발 과제가 순차적으로 이어질 수 있도록 하여 기술개발 요소에 대한 방향성 변경으로 인한 기술개발 기간 지연 발생 가능성 차단

■ 기획연구 추진체계

- **(대도시권광역교통위원회)** 사업 주관부처로서 광역교통분야 R&D 기술개발 사업 기획 총괄
  - 사업 추진계획 수립 및 총괄관리, 총괄기획위원회 조정의견 등을 종합·검토하고 추진계획의 적합 여부 확정 등 수행
- **(국토교통과학기술진흥원)** 기획연구 수행기관을 활용 및 사업상세기획 등 기획연구 전반을 주관
  - 사업에 대한 니즈를 제시, 참여 전문가 후보 추천, 과제 수행과 관련하여 상세기획 내용의 검토·조정 역할을 수행
- **(기획연구 수행기관)** 사업기획 수행을 위탁받아 자료 분석, 각종 정보제공, 기획연구 등 실무적 역할 수행
  - 주관연구기관인 한국교통연구원은 동 기획연구 과제 총괄 역할을 수행하며 광역교통 수단 분야의

동향조사 및 환경분석, 비전 및 목표수립, 기술개발계획 수립, RFP 작성 등 주요 컨텐츠 작성

- 공동연구기관인 한국철도기술연구원 및 경기연구원은 광역교통 시설 및 운영분야의 분야의 동향조사 및 환경분석, 비전 및 목표수립, 기술개발계획 수립, RFP 작성 등 주요 컨텐츠 작성

- **(전문가그룹)** 광역교통 수단 및 시설·운영 등의 각 분야전문가들을 대상으로 새로운 기술분야 도출을 위한 아이디어 제안을 위한 정기 및 비정기적인 자문을 수행



그림 2 **연구추진체계**

■ 추진 프로세스

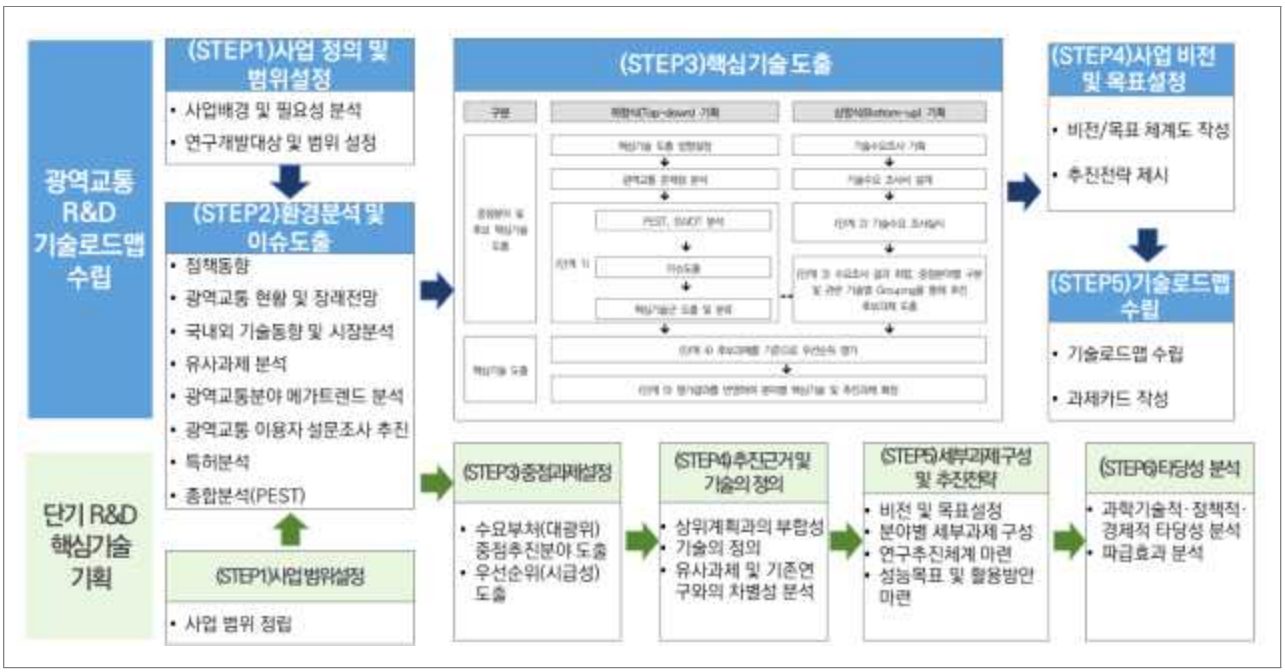


그림 3 **연구추진 프로세스**

다. 기대효과

(1) 기술적 측면

- 친환경 대용량 광역교통 수단 (2층 수소버스 등) 기술 확보
  - 2층 버스 운행에 적합한 수소 연료 전지 파워팩
  - 파워팩, 차량 부품 경량화 등 통한 국내 운영환경에 적합한 2층 버스 플랫폼
  - 광역교통수단 도입 적정성 평가 및 진단 기술
  - 리빙랩 기반 실증 운영 기술
- 광역교통 환승 건설 및 운영 기술 확보
  - 디지털 트윈 기반 환승센터 이동환승시설 적정 배치 평가 기술
  - 이동환승 시설 기술 발전에 따른 용량 분석 및 적용성 진단 등 설계 기술
  - 인공지능 기반 환승시설 선제적 운영관리 기술
  - 초실감 콘텐츠 기반 이용자 정보 안내 서비스 기술
  - 환승센터 유동인구를 활용한 그린 에너지 하베스팅 기술
- 광역 대중교통 협력 모델 구축 및 운영 기술 확보
  - 실시간 교통 빅데이터 플랫폼 기반 광역교통 성능평가 시스템 기술
  - 수요응답형 광역버스 모빌리티 서비스 운영 기술
  - 광역교통 통합 모빌리티 운영 체계 기술
  - 스마트 도로, 자율주행 연계 미래형 광역대중교통 운영 기술
  - 초고령 사회를 대비한 유니버셜 광역교통 운영 기술

(2) 경제적 측면

- 교통 인프라 건설 및 운영비 분담 협업 모델 마련을 통한 국민체감형 신속한 교통인프라 구축
- 시설 경량화, 환승센터 적정 규모 평가 등 건설 비용 절감
- 언택트 요금징수 기술 기반 실시간 연락운임정산 해소 및 운영사간 분쟁으로 인한 각종 사회적 비용 절감
- 환승체계 개선을 통한 대중교통 환승시간(전체 대중교통 통행시간 10% 이상) 절감
- 광역교통 혼잡 및 불편 개선을 통한 통행시간 및 통행비용 절감 기대
- 지역경계를 허무는 수요응답형 교통서비스를 통한 대중교통 비수혜지역 확대
- 대중교통수단 이용 활성화를 통한 사회 비용 최소화 기여

(3) 사회적 측면

- 유연하고 효율적이며 지속가능한 대중교통 시스템 구축 기여
  - 친환경 대용량 버스 개발을 통한 도로 용량을 줄이지 않고 수송 능력 확대
  - 미세먼지, 배출가스 저감을 통한 환경 개선 효과
  - 좌석수 증가, 예약제 도입 등 승용차보다 편리한 교통 서비스 제공 효과
- 환승 저항 최소화를 통한 도로·철도 대중교통망 확대 효과
  - 환승거리 단축, 환승시 혼잡 완화를 통한 기존“1회 환승 당 차내 시간 20분” 인지 체감 시간 단축
  - 환승 유형 다양화를 통한 교통 네트워크 사회적 최적화 기회 확대

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

가. 광역교통 R&D 사업 개념 및 범위 설정

(1) 개념 및 사업 정의

■ 대도시권의 범위

- 『대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령』 제2조 및 [별표 1] 대도시권의 범위에 따른 수도권, 부산·울산권, 대구권, 광주권, 대전권으로 정의됨

■ 대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령 [별표 1] <개정 2015.12.15.>

대도시권의 범위(제2조관련)

권역별	범위
수도권	서울특별시, 인천광역시 및 경기도
부산·울산권	부산광역시, 울산광역시, 경상북도 경주시 및 경상남도 양산시·김해시·창원시
대구권	대구광역시, 경상북도 구미시·경산시·영천시·군위군·청도군·고령군·성주군·칠곡군 및 경상남도 창녕군
광주권	광주광역시 및 전라남도 나주시·담양군·화순군·함평군·장성군
대전권	대전광역시, 세종특별자치시, 충청남도 공주시·논산시·계룡시·금산군 및 충청북도 청주시·보은군·옥천군



* 자료 : 국가법령정보센터, 『대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령』 [별표 1]

그림 4 대도시권의 범위

■ 광역교통 수단·시설·운영

- 광역교통 수단·시설·운영은 다음과 같이 정의함
  - 광역교통 수단 : 광역통행을 위한 교통수단
  - 광역교통 시설 : 광역적인 교통 수요를 처리하기 위한 교통시설
  - 광역교통 운영 : 광역교통 수단·시설의 제어 및 효율적 운용을 위한 기반환경

■ 광역교통 R&D 사업

- 광역교통 R&D 사업의 정의는 대도시권 광역교통 문제를 해결하기 위해 설립된 대도시권광역교통위원회가 주관하고, 국토교통과학기술진흥원이 시행 및 관리하는 “광역교통분야 혁신에 필요한 기술을 개발하는 국가 연구개발사업”으로 정의 함



그림 5 광역교통분야 R&D 사업 정의

(2) 사업분야 및 범위 설정

- 사업분야는 광역통행을 위한 ‘광역교통수단’, 광역적인 교통수요를 처리하기 위한 ‘광역교통시설’, 광역교통 수단·시설의 제어 및 효율적 운용을 위한 기반환경인 ‘광역교통운영’ 분야로 설정함



그림 6 광역교통 R&D 사업분야 및 범위 설정

나. 환경분석

(1) 정책동향

(가) 대도시권광역교통위원회 주요 업무추진 현황

■ 대도시권광역교통위원회 설립 (’19.3)

- 정부는 급행 철도망 구축, 광역버스 확대 등 광역교통 개선을 국정과제로 정하고, 이를 전담할 대도시권광역교통위원회 설립

  - 국민의 약 80%가 대도시권에 거주하며 행정 경계를 넘나드는 등 광역교통 수요가 급증하면서 심각한 교통 문제가 발생하고 있음에도, 지자체 간 협의 지연이나 행정·투자의 사각지대 발생 등으로 인하여 근본적인 문제해결의 한계 존재

  - 정부는 국정과제에 따라 지자체 등과 협의하여 광역교통의 총괄 컨트롤타워 기능을 전담할 수 있는 기관 설립 추진과 동시에 설립 근거 등을 규정하는 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」 개정(`18.12 공포, `19.3 시행)

    * 대도시권광역교통위원회는 지자체 간 사무조정을 전담하는 최초의 국가기관이며, 지자체 부단체장이 위원으로 참여하고, 현장경험이 풍부한 지자체 인력이 사무기구에 참여하는 등 국가와 지자체 간 협업형 조직의 특성을 갖춤으로써 광역교통 문제 해소를 위한 추진동력을 확보



자료 : 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019), 「비전 및 목표」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36808/DTL.jsp(2021. 1. 3)

그림 7 대도시권광역교통위원회 비전 및 목표



그림 8 대도시권광역교통위위원회 주요 업무추진 현황



자료 : 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019), 「주요조직안내」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36812/DTL.jsp(2021. 7. 6)

그림 9 대도시권광역교통위위원회 조직구성

표 1 대도시권광역교통위원회 부서별 주요업무

구 분		주요업무내용
기획 총괄과		• 위원회 정책기획, 예산편성·결산 등 재정 업무 • 조직관리·인사·서무 등 운영지원 업무 • 언론·홍보·공보 등 대변인 업무 등
광역교통 정책국	광역교통정책과	• 광역교통정책 기획·개발 총괄 • 광역교통 기본계획 작성 및 시행계획 수립 • 대도시권 광역교통시설 지정 • 광역교통개선대책 제도 운영 • 광역교통시설부담금 제도 운용 • 총괄 위원회 운영, 권역별·실무위원회 운영 등
	광역버스과	• 대도시권 광역버스 노선총괄계획 • M-버스 면허, 사업자 관리 • 광역버스 노선 조정 및 종사자 수급 관리 • 광역 준공영제 시행·관리 등
	광역교통요금과	• 광역알뜰교통카드 제도 등 할인제도 운영 • 대도시권 택시 사업구역 통합, 조정 • 광역 교통수단별 운임제도 연구 • 광역교통 O/D 분석, 통계, 빅데이터 분석 • 광역교통 통합 빅데이터 플랫폼 운영, 서비스 • 통합 환승요금 정산 기준 마련 등
광역교통 운영국	광역시설운영과	• 광역도로·혼잡도로·광역철도·도시철도 사업 예산, 총사업비 등 사업관리 • 교통혼잡도로 개선사업 계획 수립 • 도시철도 노선별 기본계획·사업계획 승인 등
	간선급행버스체계과	• BRT 종합계획 수립·시행 • BRT 설계·건설·운영 총괄 관리 • BRT 개발계획·실시계획 수립·승인 • BRT 사업자 관리, 배차조정 등 운영 효율화 • 광역 BRT 조명, 정류소, 차고지 등 부대시설 등
	광역환승시설과	• 환승·복합환승센터 구축 기본계획 수립·시행 • 개발계획·실시계획 수립지침 수립·운용 • 복합환승센터 지정승인·인가 • 복합환승센터 설계·건설·운영 총괄 관리 • 기존 정류장, 역사 환승편의 개선 등

자료 : 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019), 「주요조직안내」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36812/DTL.jsp(2021. 7. 6)

■ 3기 신도시 추진 및 광역교통대책 발표 ('19.5)

- (추진경위) 수도권 주택시장 안정을 위해 수도권에 30만호 공급계획 발표('18.9.13) 및 입주시 교통불편이 없도록 교통대책 조기 추진 계획

- (개발방향) 신도시는 교통이 편리한 자족도시로 조성[1)]

  - 3기 신도시는 지하철 신설, Super-BRT 등 교통대책을 기존 보다 2년 빨리 마련*하고 입주시 불편이 없도록 신속히 추진할 계획

    * (기존) 지구계획 수립 단계 → (개선) 지구지정 제안 단계

  - 부천대장 S-BRT는 전용차로, 입체 교차로를 통해 정지 없이 운행 및 지하철역 직결 등이 적용되어 지하철만큼 빠른 속도의 운행 계획

① 스마트정류장	② BRT 전용차로	③ 입체화(지하차도)	④ 지하철역 직결	⑤ 수소·자율주행버스
				

자료 : 국토교통부(2019), 「[참고] 3기 신도시는 인근 주민들도 혜택을 볼 수 있도록 교통이 편리한 자족도시로 조성할 계획입니다.」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_72/dtl.jsp?id=95082258(2021. 1. 3)

그림 10 부천대장 3기신도시 S-BRT 계획

- 3기 신도시별 교통대책[2)]

  - (고양창릉) 서울 새절역(6호선, 서부선*)부터 고양시청까지 연결하는 가칭'고양선**' 신설 및 통일로~중앙로 BRT를 신설(7km)하고 시청·신촌까지 전용차로와 연계

    * 서부선 : 서울대~노량진역~여의도~신촌~새절역까지 계획(서울 도시철도망구축계획)
    ** 고양선은 서부선과 직결 및 급행화 추진

  · 향동지구 역, 지구 내 역 3개, 화정지구 역, 대곡역(3호선, 경의중앙선, GTX-A, 대곡소사선), 고양시청역 등 총 7개 역 신설

  · 지구 남측 화전역(경의중앙선)과 지하철 신설역을 BRT로 연결

    * 효과 : 여의도 25분(서부선), 용산 25분(경의중앙선), 강남 30분(GTX) 등 접근성 개선

  · 수요에 맞춰 광역버스 신설·증차

---

1) 국토교통부(2019), 「[참고] 3기 신도시는 인근 주민들도 혜택을 볼 수 있도록 교통이 편리한 자족도시로 조성할 계획입니다.」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_72/dtl.jsp?id=95082258(2021. 1. 3)

2) 국토교통부(2019), 「수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획.」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95082247(2021. 1. 3)

지하철 신설(GTX · 서부선 연계)	광역도로 신설	BRT 및 서울 간선도로입체화
		

자료 : 국토교통부(2019),「수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획.」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95082247(2021. 1. 3)

그림 11 고양창릉 3기신도시 교통대책

- (부천대장) 김포공항역과 부천종합운동장역을 연결하는 Super-BRT 계획 및 복합환승센터 설치

· 김포공항역(공항철도, 5·9호선, 대곡소사선)과 부천종합운동장역(7호선, 대곡소사선, GTX-B 예정)을 잇는 S(SUPER)-BRT 설치*(17.3km) 및 청라BRT를 S-BRT와 연계하여 부천종합운동장역·김포공항역과 직결

* 신규사업 : 계양지구~부천종합운동장역(9.3km), 기존사업 : 박촌역~김포공항역(8km)

· S-BRT 이용객의 7호선 등 환승 서비스를 높이기 위해 부천종합운동장역에 복합환승센터 설치(김포공항역에도 환승센터 설치)

S-BRT 연결 및 환승센터 신설 (GTX-B 개통시)	경명대로 신설	고강IC (광명서울고속도로) 신설
		

자료 : 국토교통부(2019),「수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획.」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95082247(2021. 1. 3)

그림 12 부천대장 3기신도시 교통대책

■ 「광역교통 2030」 선포 (’19.10)[3)]

- 대도시권광역교통위원회는 광역교통 문제해결 등 중장기 정책방향을 담은 「광역교통 2030(`19.10)」 선포

  - 광역교통 인프라 확충, 대중교통 운영시스템 개선, 제도 혁신 등 근본적인 광역교통 해결방안 마련을 위하여 앞으로 10년간 대도시권 광역교통의 정책 방향과 광역교통의 미래모습을 제시하는 기본구상

  - “광역거점간 통행시간 30분대로 단축”, “통행비용 최대 30% 절감”, “환승 시간 30% 감소”의 3대 목표 제시

  - 3대목표를 달성하기 위해, ①세계적 수준의 급행 광역교통망 구축, ②버스·환승 편의증진 및 공공성 강화, ③광역교통 운영관리 제도 혁신, ④혼잡·공해 걱정 없는 미래교통 구현의 4대 중점 과제와 전략실현을 위한 10대 추진과제 제시

    * 광역버스 대폭 확대 및 서비스 향상, 빠르고 편리한 연계·환승시스템 구축, 광역버스 준공영제 도입, S-BRT, 수소 복합환승센터 구축, 통합 모빌리티 서비스 제공 등 세부과제 제시



자료 : 국토교통부(2019), 「대도시권 광역교통망 철도 중심으로 재편」, http://www.molit.go.kr/metro/main.jsp(2021. 1. 3)

그림 13 「광역교통 2030」 비전 및 기대효과

3) 국토교통부(2019), 「대도시권 광역교통망 철도 중심으로 재편」, http://www.molit.go.kr/metro/main.jsp(2021. 1. 3)



자료 : 국토교통부(2019), 「광역교통 비전 2030」, https://www.molit.go.kr/metro/images/infoG_01.jpg (2021. 1. 3)

그림 14 「광역교통 2030」 인포그래픽

■ S-BRT 표준가이드라인 마련 ('20.1)[4)]

- 그간 서울, 부산, 경기 등 여러 지자체에서 BRT를 도입·운영 중이나, 대부분 중앙버스전용차로로 구축·운영됨에 따라 도입 당시 기대했던 속도나 정시성 등 제 기능 발휘 한계 존재

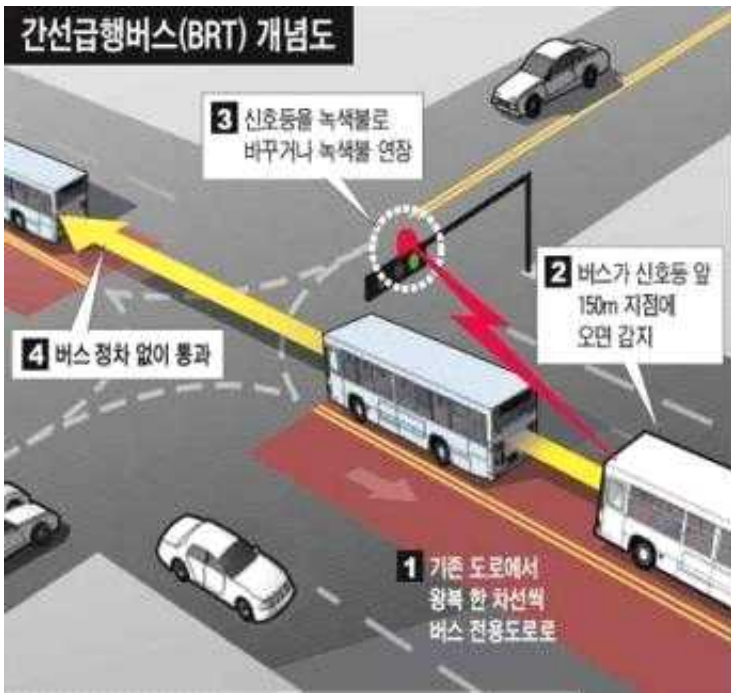
  * 광역BRT 4개 노선(114.5km), 도시BRT 19개 노선(150.5km) 운영중('18말 기준)

- 지자체, BRT 운영기관, 경찰, 연구기관 등으로 BRT 운영체계 개선 및 Super-BRT* (이하 S-BRT) 표준 지침(이하 가이드라인) 마련을 위한 전담조직(이하 T/F)를 구성 및 운영 중

  * 전용차량, 전용차로, 우선신호체계 등 지하철 수준의 서비스를 제공하는 BRT

- S-BRT 수준의 서비스 제공을 목표로 도입·운영 중인 세종 BRT*와 청라-강서 BRT** 를 대상으로 운영체계상의 문제점, 서비스 수준 등을 집중 점검하여 개선할 계획임

  * 세종BRT : 전용도로 설치 등 도로여건은 우수하나 우선신호체계 불비
  ** 청라-강서BRT : 독립된 차선을 운영중이나 잦은 교차로와 우선신호체계 불비



〈 BRT 개념도 〉



〈 브라질 리우데자네이루 BRT 〉



〈 세종시 BRT 〉

자료 : 국토교통부(2019), 「간선급행버스체계(BRT) 더 빠르고 편리해진다!」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=97&id=95082244(2021. 1. 3)

그림 15 간선급행버스체계(BRT) 개요

4) 국토교통부(2019), 「간선급행버스체계(BRT) 더 빠르고 편리해진다!」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=97&id=95082244(2021. 1. 3)

■ 노면전차(트램) 시설 설계 가이드라인 마련 ('20.8)[5)]

- 트램 노선의 계획·설계 시 활용할 수 있는 '노면전차(트램) 시설 설계 가이드라인'(이하 설계 가이드라인)을 마련함

  * 트램 : 도로 위의 선로를 달리는 노면전차

  - 설계 가이드라인은 권고안의 성격이며, 각 지자체에서 트램 노선의 계획·설계 시 도입 초기의 시행착오를 최소화할 수 있도록 활용 가능한 실무 지침

  - 트램의 특성을 고려한 계획·설계 요소를 제시하는 등 총칙, 선로, 신호, 전기, 관제 및 통신, 정거장, 차량기지 등 총 7개의 장으로 구성하였으며, 실무적 활용도를 높일 수 있도록 해외 사례도 제시한 것이 특징

- 트램은 소음이 적고 매연이 없는 친환경적인 장점과 함께 비용 측면에서도 지하철 보다 경쟁력이 있는 교통수단으로, 전용선로를 주행하는 도시철도와 도로를 주행하는 BRT의 특성과 장점을 두루 갖춘 교통수단

  - 도시교통난 해소와 함께 도심의 재생 등에도 효과가 있어 유럽, 북미 등 389개 도시에서 2,304개 노선이 운영*되는 등 해외 주요 도시에서는 쉽게 접할 수 있는 도시교통 수단

    * UITP, "the global tram and light rail landscape"(2019.10)

- 정부는 그간 트램의 활성화를 위해 「도시철도법」, 「철도안전법」. 「도로교통법」 등의 법률 개정을 통해 트램의 운행근거를 신설하는 등 제도적 기틀을 마련

  - 서울, 부산, 대전, 경기 등 5개 시·도는 총 18개의 트램 노선을 도시철도망 구축계획에 반영하는 등 도입 추진 본격화

  - 이 중, 대전 2호선, 부산 오륙도선, 서울 위례선, 경기 동탄트램 등이 노선별 기본계획 및 사업계획을 수립 중

5) 국토교통부(2020), 「앞으로 트램 도입이 본격화 된다」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084353(2021. 1. 3)

표 2 시·도별 도시철도망 구축계획 상 트램 반영 현황

추진 단계	도시	노선명	연장 (㎞)	비용 (억 원)	진행상황
계		242.6	76,328		
기본 계획 수립 등	대전	대전2호선	32.4	5,481	▸ 사업계획 수립 중
	서울	위례선	5.4	1,800	▸ 기본계획 수립 중
	부산	오륙도선	1.9	470	▸ 기본계획 수립 중
	경기	동탄도시철도	32.4	9,967	▸ 기본계획 수립 중
상위 계획 반영	경기	성남1호선 성남2호선 오이도연결선 송내-부천선 수원1호선 스마트허브노선	10.4 13.7 6.6 9.1 6.2 16.2	2,382 3,439 1,761 2,381 1,764 3,666	▸ 경기도 도시철도망 구축계획 반영('19.5) · 성남2호선 예타 중
	인천	인천남부순환선 IN-Tram 영종내부순환선 송도내부순환선	29.4 22.3 14.8 7.4	17,711 5,440 4,420 1,582	▸ 인천광역시 도시철도망 구축계획 반영('18.12)
	부산	강서선 정관선 송도선 C-Bay~Park선	21.3 12.8 7.4 9.1	5,241 3,755 3,732 5,002	▸ 부산광역시 도시철도망 구축계획 반영('17.6)

자료 : 국토교통부(2020), 「앞으로 트램 도입이 본격화 된다」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084353(2021. 1. 3)

■ 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령」 개정안 국무회의 통과 ('20.9)[6]

- 광역교통특별대책지구 지정기준 및 절차 마련과 광역교통시설부담금의 사용범위 확대를 내용으로 하는 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령」이 9월 8일 국무회의를 통과

- 신도시 등 대규모 개발사업 시행에 따라 수립한 광역교통개선대책이 지연되는 경우 광역교통 불편을 방지하기 위해 광역교통특별대책지구 지정을 통해 광역교통특별대책 수립·시행가능

  * 광역교통특별대책지구 제도 도입 관련 광역교통법 개정('20.4)

  - 신도시 등의 입주가 진행되었거나 1년 이내에 입주 예정임에도 광역교통개선대책의 이행률 또는 집행률*이 50% 미만이거나, 철도사업이 1년 이상 지연된 경우 특별대책지구로 지정 가능

    * 이행률 : 완료된 사업 건수 비율 / 집행율 : 완료된 사업비 비율

  - 지구 지정에 따라 광역교통특별대책을 수립할 경우 대책의 실효성이 확보될 수 있도록 연차별 운영 및 건설·관리계획을 함께 마련토록 함

- 대도시권 주민들의 편리한 출퇴근을 지원하는 광역버스 서비스의 안정적 제공과 이용 편의성 향상을 위하여 광역교통시설부담금을 사용할 수 있도록 사용범위 확대

  * 기존 광역교통시설부담금은 광역도로·철도 등 광역교통 관련 시설에 한정하여 사용할 수 있도록 제한되어 일부 수익성이 부족한 광역버스 노선의 충분한 운행 지원 불가

  - 광역버스 서비스가 충분하고 안정적으로 제공될 수 있도록 지원 가능

    * 광역버스의 이용수요는 출퇴근 시간대 한 방향으로 집중되어 일부 노선의 경우 충분한 운행을 위한 수익성 확보에 어려움 발생

  - 환승 정류소 및 버스 회차(回車)시설, 운수종사자 휴게소 등 광역버스 이용자 및 운수종사자의 이용 편의성 향상을 위한 다양한 시설의 건설 및 개량사업에도 광역교통시설부담금 사용 가능

6) 국토교통부(2020), 「광역교통법 시행령 개정안 국무회의 통과」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084426(2021. 1. 3)

■ GTX 환승센터 공모사업 추진 ('20.11)[7]

- 철도사업 완료 후 환승센터를 건립하던 관례를 깨고, GTX 계획과 연계해 철도·버스 간 환승동선을 선제적으로 구축하기 위해 지자체를 대상으로 "GTX 역사 환승센터 시범사업 공모"를 추진을 진행*한 결과, 현장실사·전문가 평가 등을 거쳐 최종 10개의 역사를 선정

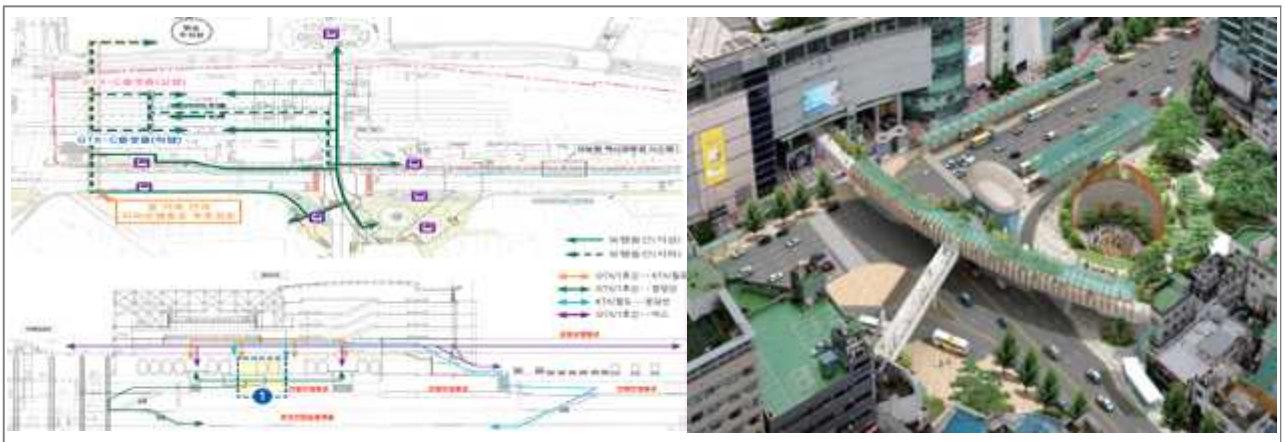
  * (대상역사) GTX 30개 역사 중 2개 노선이 교차하는 'GTX 환승 triangle(서울역, 삼성역, 청량리역)'을 제외한 27개 역사

  - 향후 GTX가 건설되면 하루 이용객이 100만 명에 이르고 2시간이 넘는 출·퇴근시간도 30분대로 단축되는 등 수도권 인구의 77%(약 2천만 명)가 직·간접적인 해택을 누릴 것으로 기대

  - 고속 운행으로 역 간 거리가 멀고, 지하 40m가 넘는 대심도 공간을 활용하는 GTX 특성상, 이와 연결되는 도시철도, 버스 등 도시 내 교통수단과의 획기적인 연계환승 확보를 위해서는 지역 여건에 익숙한 지자체와의 협업 필수

- **(수원역)** GTX-C, 경부선(KTX), 1호선, 분당선과 102개 버스노선이 교차하는 경기 남부의 거점역으로, 수원시는 연결통로 개설 및 확장을 통해 GTX와의 환승동선 및 혼잡도를 개선하는 구상안을 제안

  - 동측 광장에 산재돼 있는 버스정류장을 역사 전면에 재배치해 철도와 버스와의 환승동선을 획기적으로 개선 및 활용도가 낮았던 동측 광장을 재생해 보행자 중심의 시민 휴게공간으로 탈바꿈



〈환승체계〉 〈조감도〉

자료 : 국토교통부(2020), 「수도권 광역 급행 철도(GTX)시대 대표 랜드마크(상징건물)될 환승센터 10곳 선정」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084730(2021. 1. 3)

그림 16 GTX 환승센터 공모 최우수(수원역)

7) 국토교통부(2020), 「수도권 광역 급행 철도(GTX)시대 대표 랜드마크(상징건물)될 환승센터 10곳 선정」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084730(2021. 1. 3)

- **(양재역)** GTX-C, 3호선, 신분당선과 107개 버스노선(광역버스 69개 노선)이 교차하는 대규모 환승역으로, 서초구는 GTX를 중심으로 기존 철도 및 버스의 환승동선을 최소화하는 구상

  - 서초IC와 인접(약 500m)한 위치적 특성을 활용해 남부순환로 지하에 회차가 가능한 버스환승센터를 배치함으로써 서울 도심교통혼잡 완화 계획 제시

  - 서초구 복합청사 사업('20.7월 예타 통과)과 연계해 공공청사와 환승센터가 시너지를 발휘할 수 있는 통합구상안 제시



〈환승체계〉 〈조감도〉

자료 : 국토교통부(2020),「수도권 광역 급행 철도(GTX)시대 대표 랜드마크(상징건물)될 환승센터 10곳 선정」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084730(2021. 1. 3)

그림 17 GTX 환승센터 공모 최우수(양재역)

- (부평역) 매일 14만 명이 이용하고 있는 부평역은 경인선과 인천1호선, 126개 버스노선이 경유하는 인천의 대표역사로, 부평구는 철도·버스의 one-stop 환승서비스를 제공하는 구상안 제안

- (용인역) 용인역은 분당선과 교차하고, GTX 역사 중 유일하게 고속도로(경부·영동)와 인접한 곳으로, 용인시는 고속도로를 지나는 버스와 환승이 가능하도록 특색 있는 구상안 제안

- (운정역)운정역은 운정·교하지구 등 배후인구 24만 명이 예상되는 기·종점역으로, 파주시는 교통편의를 향상시키고, 인접지역이 미개발 상태인 점을 활용한 블록 단위의 역세권 통합개발 구상안 제안

- (인천시청역)인천시청역은 GTX-B와 인천도시철도 1, 2호선이 교차하고 인천시청, 교육청 등 공공시설이 밀집돼 있는 환승역으로, 인천 남동구는 도시공원 내 입지한 위치적 특성을 살린 구상안 마련

(나) 광역교통 관련 법정계획 수립

■ 「제2차 광역교통기본계획(2021~2040)」 수립 중(2021년 하반기 고시예정) 및 「제4차 광역교통시행계획(2021~2025)」고시 (′21.07)

- 대도시권 광역교통문제의 효율적 대응을 위하여 수립한 「대도시권 광역교통기본계획(2013~2020)」 및 「제3차 대도시권 광역교통시행계획(2017~2020)」 만료시기 도래로 2차 기본계획 및 4차 시행계획 수립

  - 수도권을 비롯한 지방 5개 광역시를 중심으로 대도시 생활권이 급속하게 광역화됨에 따라 교통체증 심화 등 교통문제 가중

  - 이에, 광역교통의 환경변화에 적극 대응하고, 효율적인 광역교통체계를 구축하기 위하여 광역교통 기본·시행계획을 수립·시행

- 대도시권광역교통위원회 설립(′19.3), 2차 수도권 주택공급 계획 및 수도권 광역교통망 개선방안 발표(′18.12) 등 변화된 정책 여건을 반영하고, 광역교통 수요 증가에 따른 대도시권 공간구조 변화에 대한 전망과 첨단·친환경 교통수단의 도입에 따른 미래 교통기술 구현 가능성 검토 등 교통 수요·기술 여건 변화 고려

- 향후 5년간 권역별 광역교통망 계획 등을 담은 「제4차 대도시권 광역교통시행계획안(′21~′25)」을 마련, '대도시권광역교통위원회의 심의를 거쳐 7월 5일 최종 확정 및 7월 9일 고시[8)]

  - 「제4차 대도시권 광역교통시행계획(′21~′25)」은 '경계를 넘어 권역의 상생발전을 이끄는 빠르고 편리한 광역교통'을 비전으로 권역별 여건을 고려한 추진전략을 설정하고, 이에 따른 권역별 광역교통망 계획과 광역교통 개선 추진 과제를 제시

  - 권역별 광역교통시설 및 통행 현황, 장래 여건 진단에 기초한 권역별 추진전략, 광역교통망 구축·운영 계획을 제시

  - 시행계획에 반영된 광역교통시설은 광역철도 41개, 광역도로 25개, 광역BRT 12개, 환승센터 44개 등 총 122개임

  - 광역교통망 구축과 함께 국민이 체감할 수 있는 광역교통 개선을 위해 광역교통 운영 및 제도개선 과제를 선정·추진

8) 국토교통부(2021), 「제4차 대도시권 광역교통시행계획 고시」, https://www.molit.go.kr/USR/I0204/m_45/dtl.jsp?idx=16940(2021. 7. 9)

· **(광역버스 확충 및 서비스 향상)** 광역버스 준공영제 확대(지방 대도시권, ~'25), 저비용·고효율의 S-BRT 구축(계양·대장 지구, 창원 S-BRT 등) 및 주요 간선도로에 이동식 중앙 분리대를 활용한 BTX 도입(동부BTX, 서부BTX)

· **(빠르고 편리한 환승체계 구축)** 주요 철도역 등에 환승센터 구축('23 GTX-A 등), 수평 환승체계 확산(GTX-B·C 청량리역) 등 이용자 중심 환승체계 마련, 환승역에서의 환승 편의 제고를 위한 환승 기능 검토 강화

· **(합리적인 광역교통 요금체계 구축)** 알뜰교통카드 전국 확대 및 모바일 알뜰카드 이용지역 확대(서울·충청·제주→전국, ~'22), 통합요금제 지방 대도시권 확대, GTX 개통 등에 대응한 지속 가능한 광역교통요금체계 마련('22~)

· **(광역교통개선대책 관리 강화)** 일정규모 이상 상업·업무용 개발사업 개선대책 수립 추진('22~), 사업 단계별 협의 지연등 사업 지연시 대광위 중재·조정 강화, 광역교통 특별대책지구제도 적극 활용

· **(친환경 미래교통 구현)** 노선버스, BRT 등 대중교통 친환경차량(전기, 수소 등) 전환 추진, 트램, 트램-트레인 등 신교통수단 적극 도입(타당성 평가 기준 개선 등 활성화 기반 마련), 공유형 퍼스널 모빌리티와 광역교통 연계강화

■ 「제3차 환승센터 및 복합환승센터 구축 기본계획」 고시 ('21.08)[9)]

● 제1차(2011~2015) 및 제2차(2016~2020)에 이어 제3차 기본계획(2021~2025) 수립 시기 도래

* 「국가통합교통체계효율화법」개정('18.9): 기본계획 범위 확대 (복합환승센터→ 환승센터)

● 환승센터 기본계획은 '빠르고 편리한 환승으로 대중교통 중심의 교통체계 구현'이라는 미래 비전을 설정하고, 이를 달성하기 위한 제도혁신 및 미래대응 방안, 환승센터 구축계획을 제시

- 이를 통해 2025년에는 환승 인프라가 2배 이상 확충되어 3분 이내 환승이 확대되고, 주요 역사의 환승거리가 1/2로 단축될 것으로 전망

● 환승센터 기본계획을 기반으로 신규 환승센터 및 복합환승센터를 속도감있게 구축해 나갈 계획

- GTX 개통에 맞춰 선제적으로 주요 GTX 역사 20곳에 환승센터를 구축하고, 대규모 환승

9) 국토교통부(2021), 「제3차 환승센터 및 복합환승센터 구축 기본계획(2021~2025) 고시」, https://www.molit.go.kr/USR/I0204/m_45/dtl.jsp?idx=16997(2021. 8. 30)

수요가 발생하는 KTX 역사 7곳 및 거점지역 20곳에 환승센터를 구축

- 특히, 철도역을 중심으로 버스정류장 지하배치, 무빙워크 및 고속 엘리베이터 설치 등을 통해 철도·버스 간 환승동선을 획기적으로 단축*하고 공유 모빌리티, 택시, 승용차 등과의 연계도 강화.

  * 환승서비스 수준(LOS) C등급 이상 목표: 환산거리 180m, 환승시간 3분 미만

- 편리한 환승체계는 다양한 대중교통 수단이 유기적으로 제 역할을 할 수 있도록 하는 윤활유와 같고, 완결성 높은 광역교통체계를 구축하기 위한 필수 요소임

- 편리한 환승체계를 구현하여 쾌적한 출퇴근 여건을 만들고, 교통약자의 이동편의를 향상시키는 등 국민들의 환승불편을 최소화하는데 역점을 두고 환승인프라 구축과 세부과제를 차질 없이 추진해 나갈 예정



자료 : 국토교통부(2021), 「환승인프라 2배 확충…3분 이내 환승·환승거리 1/2 단축」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95085951(2021. 8. 26)

그림 18 「제3차 환승센터 및 복합환승센터 구축 기본계획」 중장기 환승정책 방향 및 인포그래픽

■ 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)」수립 중(2021년 하반기 고시 예정)

- 수도권 및 지방 광역시를 중심으로 대도시권이 지속 확장함에 따라 대도시권 교통 문제를 해결하기 위해 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획」(2018~2027)」을 수립하여 시행 중

- 계획 수립 이후 여타 GTX 등 주요교통망 구축계획 등이 수립되는 등 교통 여건 변화가 나타남에 따라, 이를 반영하여 종합계획 수정 필요

  - 기존 BRT 종합계획(`18~`27)에 반영된 노선을 재검토하고, GTX 등 주요 교통여건 변화를 반영한 신규 BRT 노선을 발굴하여 주요 대도시권별 BRT 사업계획을 수립

  - GTX, 철도 등 다른 급행 교통수단과 연계한 BRT 건설계획(연계지점 도출, 연계방안 마련, 사업 추진 시기 등)을 도출하고, 도로 신호체계 정비, 버스 노선 정비 등 BRT 건설사업과 수반되어 실행할 필요가 있는 지자체 시행계획을 검토 및 기술

  - (주요사업내용) 2019년 기준, 광역BRT 4개 노선(114.5km) 및 도시BRT 20개 노선(160.9km)를 운영 중

  · 광역 BRT- 4개소(L=114.5km, 총사업비 7,112억원, 국비지원 6,148억원)

구 분	기 종 점	연장(km)	총사업비	국비지원	비고(개통)
하남-천호 BRT	서울 천호역~ 하남 창우동	10.5	444억원	218억원	'11년
청라-강서 BRT	인천 청라~서울 화곡역	19.8	519억원	193억원	'13년
세종 BRT	반석역~세종시~오송역	31.2	5,409억원	5,409억원	'12년
대전역-세종 BRT	대전역~세종시~오송역	53	740억원	328억원	'16년

  · 도시 BRT-20개소(L=160.9km, 총사업비 4,070억원, 국비지원 990억원)

구 분	서울	경기	대전	광주	부산
노선수(개)	12	4	2	1	1
총연장(km)	110.2	26.8	8.1	5.4	10.4

  - 사업효과(하남-천호 BRT 개통 이후)

  · 버스통행속도 : 19.2km/h → 21.0km/h로 1.8km/h 증가(약 9.3% 증가)

  · 버스이용객수 : 47,001인/일 → 58,042인/일로 11,401인/일 증가(약 23.5% 증가)

  · 정시성 분석 : 통행시간 편차가 ±4분29초 → ±1분20초로 정시성 제고

(다) 광역교통 관련 연구수행 현황

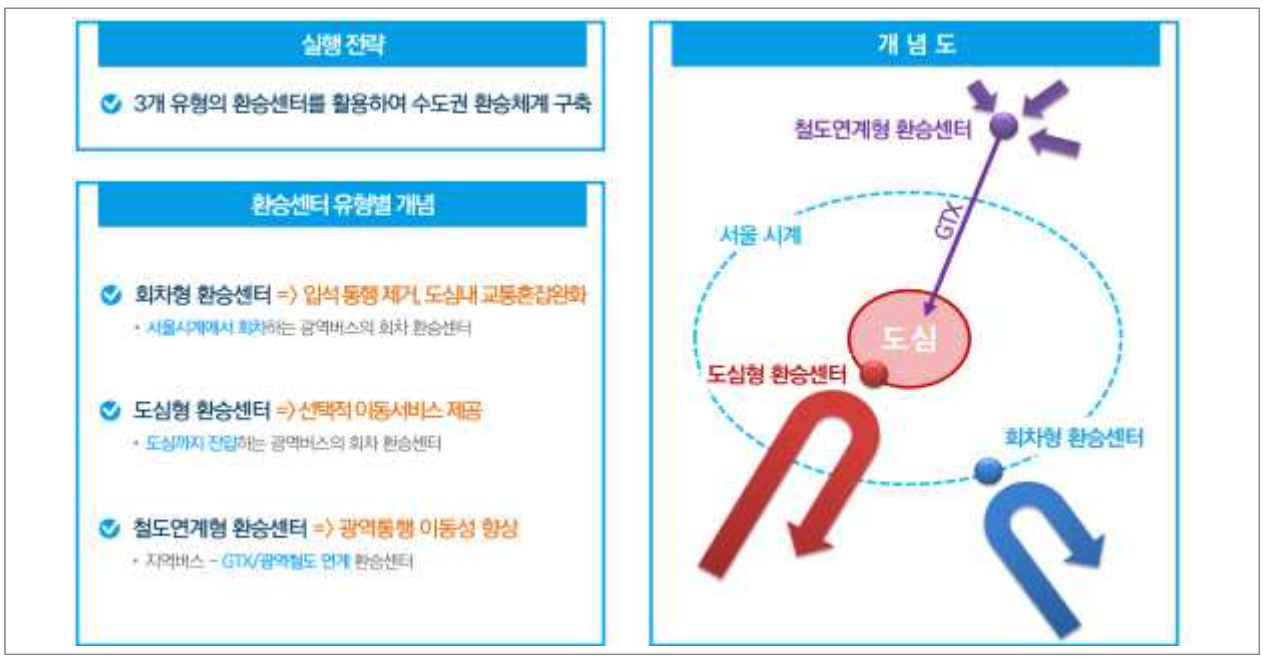
■ 『수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구』[10)]

- (추진배경) 대도시권 교통수요 증가에도 불구하고 지역간 도로·철도 중심 투자로 도심부 교통혼잡 심화 및 대중교통 수송 분담률은 답보 상태 및 기존 도로·철도 중심의 SOC 투자로는 광역교통 혼잡 해소에 한계가 존재하여 저비용·고효율의 혁신적 복합환승센터 구축방안 마련 필요

- (추진목적) 광역교통 정책패러다임 전환을 위한 대중교통지향적 개발(TOD)을 위해 수도권의 新개념 복합환승센터 개발 기본구상 추진 및 광역교통 혼잡완화 및 대중교통 이용활성화를 위해 환승시스템 개선 및 신교통시스템 도입 등 혁신적인 광역교통 환승체계 마련

- (주요내용) 수도권의 광역교통혼잡 완화 및 환승시간을 단축시키기 위한 신 광역환승체계를 제시함

  - 신 광역환승체계는 서울시계 진입 여부에 따라 구분한 도심형, 회차형 광역버스의 환승을 지원하기 위한 도심형, 회차형, 철도연계형 환승센터로 구성된 신개념 환승체계를 의미함



자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.44.

그림 19 신광역환승체계 개념도

10) 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구

① 회차형 환승센터 : 모도시 시계에서 회차하는 회차형 광역버스를 위한 거점 환승센터

· (특징) 시내 대중교통으로의 환승은 필수로 도심 진입통행은 서울시계에 위치한 도시철도역에서 환승하므로 회차형 광역버스는 기본요금만 부과

· (효과) 광역버스 공급용량이 증대(광역버스 노선 연장 단축→운행횟수 증가→공급용량 증대)되며 도심내 진입하는 광역버스 차량수를 줄임으로써 모도시 내 교통혼잡 완화

회차형 환승센터	
- (개념) 광역버스, 모도시 시계 회차 - (연계수단) 광역버스-도시철도 - (광역버스 요금) : 기본요금 - (효과) 도심 혼잡 완화, 광역버스 공급용량 증대	

자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.45.

그림 20 회차형 환승센터 개념

② 도심형 환승센터 : 도심까지 진입하는 도심형 광역버스를 위한 거점 환승센터

· (특징) 환승없는 직결통행 제공으로 도심까지 환승없이 이동 가능하며, 도심형 광역버스는 기본요금+추가요금(모도시 시계부터 거리당 추과요금) 부과

· (효과) 직결통행으로 이용편의 향상 및 요금 할증 제도로 도심 진입 광역버스 수요조절 가능, 회차형 광역버스 이외에 도심형 광역버스를 제공함으로써 이용자 기호에 맞춘 선택적 이동서비스 제공 가능

도심형 환승센터	
- (개념) 광역버스 도심까지 직결 - (광역버스 요금) : 기본+추가요금 - (효과) 직결통행으로 이용 편의 향상, 선택적 이동서비스 제공, 할증요금으로 버스 수요조절	

자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.46.

그림 21 도심형 환승센터 개념

③ 철도연계형 환승센터 : GTX/광역철도와 지역버스간 연계를 위한 거점 환승센터

· (특징) 이동성/정시성 높은 광역급행철도역의 접근성 향상을 통하여 광역급행철도역의 환승저항을 감소시켜 환승 편의 제고

· (효과) 이동성이 좋은 광역급행철도 이용을 유도함으로써 광역통행의 이동시간 단축, 광역버스 수요를 광역철도로 일부 전환함으로써 광역버스 수요 조절 및 광역버스 차내 혼잡 완화

철도연계형 환승센터	
- (개념) GTX 연계 - (연계수단) 철도-시내버스 - (효과) 철도역 접근성 향상 철도역 영향권 확대 광역통행 이동성 향상	

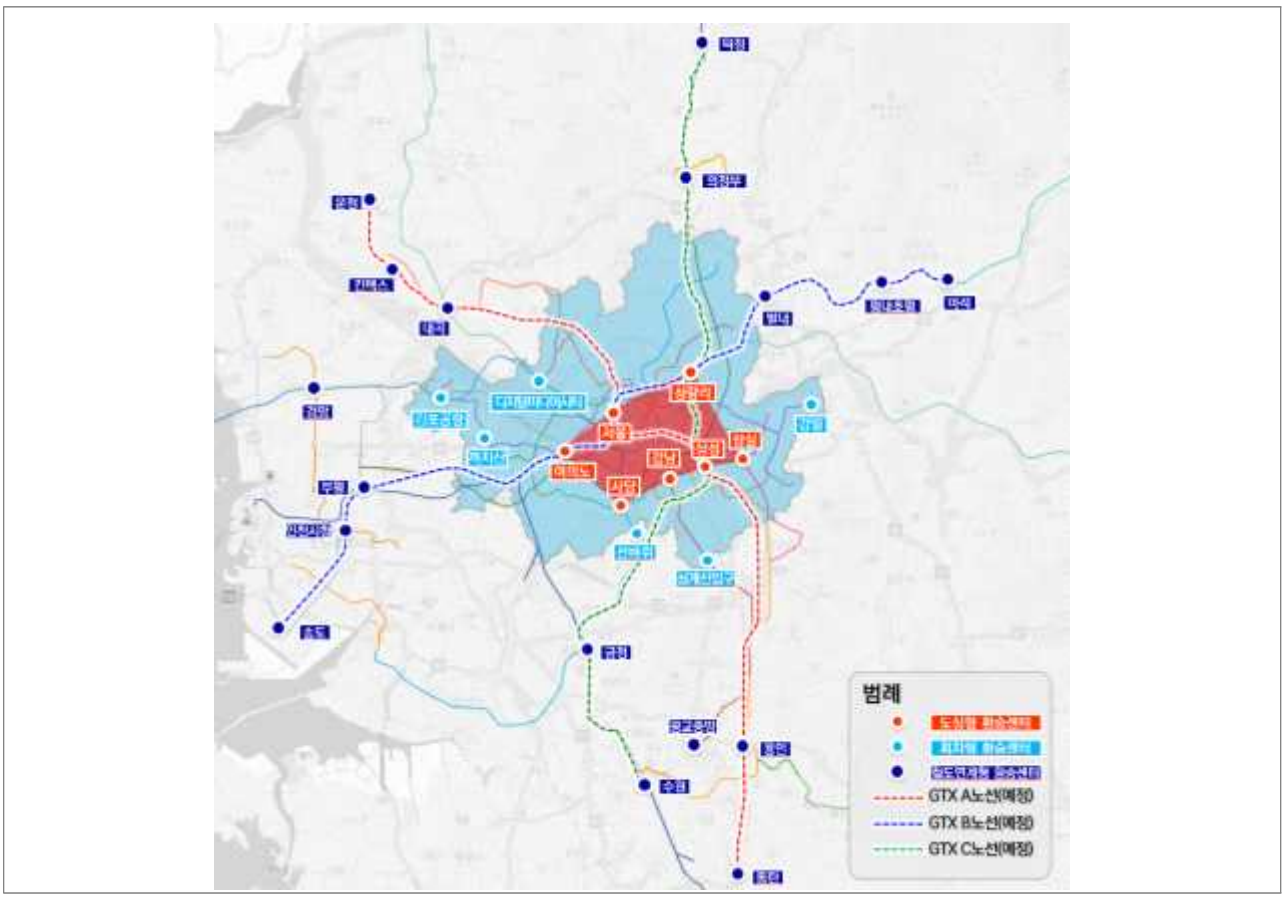
자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.47.

그림 22 철도연계형 환승센터 개념

- 신 광역환승체계를 제시함과 동시에 환승센터 유형별 후보 환승센터 입지를 선정

· 회차형 광역버스 및 회차형 환승센터가 도입하게 되면 광역버스의 노선연장이 단축되어 배차간격이 줄어들게 되고, 그 결과 광역버스 공급수준이 향상되어 현재 발생하는 첨두시 차내혼잡을 해결할 수 있을 것으로 기대됨

· 한편, 신 광역환승체계는 전술한 바와 같이 도심형, 회차형 광역버스의 환승을 지원하는 환승체계이기에 광역버스의 유형 구분이 선행되어야 함. 따라서 신 광역환승체계는 회차형 광역버스 도입 및 유형별 광역버스 차등요금제 도입 개편과 함께 병행 검토되어 함



자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.107.

그림 23 환승센터 유형별 후보 환승센터 입지

■ 『광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구』[11)]

- (추진배경) 버스 서비스 안전 제고 및 운전자 근로환경 향상을 위한 제도개선으로 인한 버스 업계 경영 부담이 가중

  - (최저임금 인상) 2019년 기준 최저임금 10.9% 인상(2018년 7,530원 → 2019년 8,350원)

  - (운전자 휴게시간 확대)"사업용차량 졸음운전 방지대책('17.07)"에 따른 여객자동차법 개정에 따라 2시간(4시간) 운행 시 15분(30분) 이상 휴식 및 첫차 운행시간은 마지막 운행 종료로부터 8시간 이상 휴식 의무화

  - (주52시간 근무제 도입) 주당 최대 근로시간이 당초 68시간에서 52시간으로 축소

- (추진목적) 안전한 버스 서비스의 안정적인 제공을 위해 국가정책으로 광역버스 준공영제 추진 발표

  - 국가에서는 "버스 공공성 및 안전 강화 대책('18.12.)", "국민교통복지 향상을 위한 버스 분야 발전방안('19.05)" 등의 정책을 통해 일반광역버스의 국가사무화 및 M버스를 포함한 광역버스 전체의 준공영제 추진 발표



자료 : 윤상원·박준식(2020),「 광역버스 준공영제 추진방향 및 대상노선 설계 방안」, 한국ITS학회 2020년도 추계학술대회 논문집, p.385

그림 24 광역버스 준공영제 추진 방향

- (주요내용) 광역버스 준공영제 추진을 위한 제도설계, 시범사업 추진방안, 법제도 개선방안 제시

11) 한국교통연구원(2020), 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구

① 광역버스 공공성 향상을 위한 노선입찰제 기반의 준공영제 제도설계

· 국내외 준공영제 사례 및 문제점 검토를 통한 노선입찰제 기반 준공영제 추진방향 설정

② 광역버스 준공영제 도입 및 운영 관련 세부 추진방안 제시

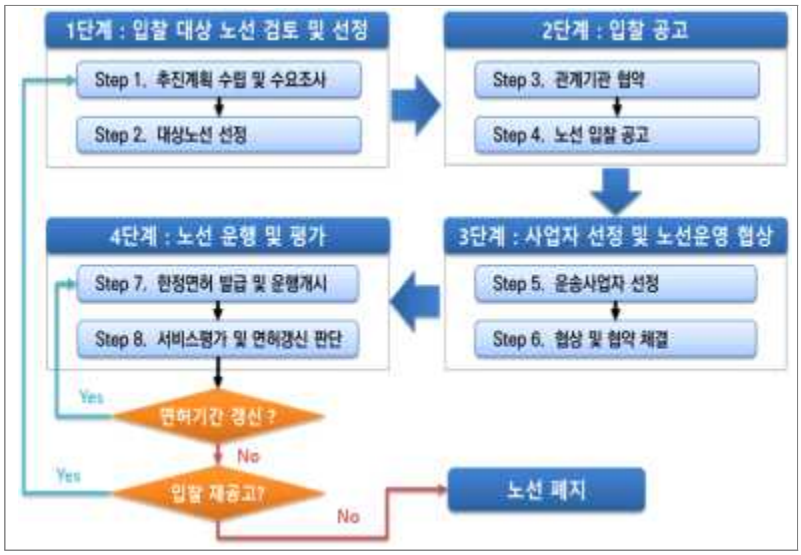
· (도입방식) 총비용입찰제에 품질관리를 연계한 노선입찰제로 추진

· (면허관리) 서비스 공공성 강화와 광역교통 여건변화에 유연하게 대응할 수 있는 한정면허 기반 운영하고, 면허기간 만료 시 재입찰을 원칙으로 하여 노선 사유화 방지

· (품질관리) 광역버스 특성을 고려한 서비스표준을 수립하고, 서비스표준에 따른 주기적 운행평가를 수행하여 평가결과에 따른 인센티브·패널티 부과

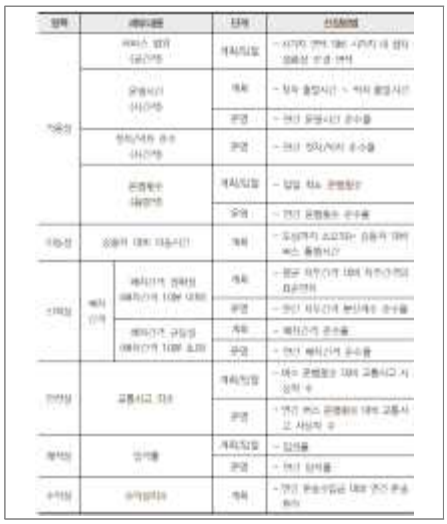
* 성과이윤 차등지급, 한정면허 갱신 등의 인센티브 및 면허갱신 제한, 운행감축 등의 패널티

· (원가관리) 광역버스 운행실적을 바탕으로 합리적인 운송원가 산정방안을 제시하고, 투명한 재정지원금 관리가 이루어질 수 있도록 정산체계 구축



자료 : 한국교통연구원(2019), 「 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구용역 중간보고」, p.25

그림 25 광역버스 준공영제 추진 방향



자료 : 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2020), 「 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구용역」, p.189

그림 26 광역버스 서비스표준(안)

③ 광역버스 준공영제 시범사업 추진

· 노선입찰제 기반 광역버스 준공영제 시범사업 추진(M버스 3개, 일반 광역버스 6개 노선)

· M버스 3개 노선은 입찰공고 후 우선협상 대상자와 협상 진행 중('20.10월말 기준)

· 일반 광역버스 6개 노선은 시범사업 추진 관련 법 개정 이후 시범사업 진행 예정

③ 광역버스 준공영제 추진을 위한 법제도 개선방안 제시

· 현재 시도지사에게 위임되어 있는 일반 광역버스 면허 권한 주체를 대도시권광역교통위원회로 변경하는 등의 광역버스 국가사무화를 위한 개선 내용

· 광역버스 준공영제 추진에 따른 재정지원 근거 마련을 위한 개선 내용

(라) 정부의 과제발굴 및 기술지원 동향

■ 광역교통 관련 정부 국정과제

31	교통·통신비 절감으로 국민 생활비 경감 (국토부·과기부)

- 과제목표
  - **광역알뜰교통카드 도입, 광역버스 확충 등으로 교통비 및 출퇴근 시간 절감**
  - 가계통신비 실효적 인하 및 통신시장 경쟁 촉진
- 주요내용
  - (광역알뜰교통카드) 광역알뜰교통카드 도입 등 제도 개선을 통해 싸고 편안한 대중교통 서비스 제공
    - 광역교통청 업무와 연계하여 대중교통 효율성 제고
  - (광역교통청 신설) 법 개정을 통해 '18년 광역교통청 신설
  - (광역버스 확충) 광역버스 노선 추가 확대
  - (광역급행철도) '18년부터 수도권 광역급행철도 단계적 착공, 기존 전철망 단계적 급행열차 도입 및 시설 개선
  - (저소득층 등 통신비 경감) 요금감면제도 확대, 요금할인율 상향, 경쟁활성화 정책 등을 통해 통신비 인하방안 마련 · 추진
- 기대효과
  - 수도권 지역 출 · 퇴근시간 30분 단축 및 안전하고 편리한 광역버스 서비스 제공
  - 고품질 통신서비스의 저렴하고 편리한 이용 여건 확보

32	국가기간교통망 공공성 강화 및 국토교통산업 경쟁력 강화(국토부)

- 과제목표
  - 건설업을 양질의 일자리로 전환하고 화물종사자 근로 여건 개선
  - **교통의 공공성을 단계적으로 강화하고 노후 인프라 개선**
- 주요내용
  - 건설산업 경쟁력 강화) 간접비 지급방식 개선, 임금지급보증제 도입등 불공정 해소 및 유망분야 육성, 해외진출 지원 통한 일자리 창출
  - (화물운송 종사자 보호강화) '18년 화물자동차법 개정, '20년 표준운임산정위원회 구성 · 운영 등을 통해 '21년부터 표준운임제 본격 시행
  - (도로 · 철도 공공성 강화) 도로통행료 인하, 벽지노선 운영, 일반철도 서비스개선 등을 통해 공공성 강화, 간선망 구축 등 교통 네트워크 효율화
  - (SOC 안전 강화) '17년 노후 철도차량 · 시설 개선을 위한 중장기 개량계획 수립, 성능기반의 철도시설 관리체계 마련 및 노후 도로 개선
  - (대중교통 낙후지역 해소) '18년부터 공공형 택시를 시 · 군에 보급
  - (코로나19 극복) 범부처 지원 방안을 마련하여 코로나19로 피해를 입은 버스·항공 등 교통 업계의 위기 극복 및 재도약 지원
  - (비대면 경제 활성화) 비대면 경제 확산을 고려하여 생활물류 산업의 체계적 육성·지원 및 종사자·소비자 보호 강화를 위한 제도 기반 조성

■ 『2050 탄소중립 추진전략』[12)]

- 탄소중립이라는 대전환 시대에 능동적으로 대응하기 위해 관계부처 합동으로 '2050 탄소중립 추진전략'을 마련하고 12월 7일 '제22차 비상경제 중앙대책본부회의'에서 그 내용을 발표

- 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상 동시 달성을 목표로 3+1 전략 추진

  - 3대 정책방향 : 경제구조 저탄소화, 저탄소산업생태계 조성, 탄소중립 사회로의 공정전환

  - 제도적 기반 강화 : 재정제도 개선, 녹색금융 활성화, R&D 확충, 국제협력



자료 : 기획재정부(2020), 「왜 탄소중립인가…2050 탄소중립 추진 전략」, https://www.korea.kr/news/visualNewsView.do?newsId=148880736(2021. 1. 6.)

그림 27 『2050 탄소중립 추진전략』3+1 전략 추진

- 10대 과제 중 '미래모빌리티로 전환'은 수송 부문 중 도로의 탄소배출량이 절대적('17년 96%)이므로 내연기관차의 친환경차 전환을 가속화하고, 대중교통·철도·선박 등 모빌리티 전반에 대한 혁신을 추진하는 것을 목표로 함

  - (친환경차 전환) 수소·전기차 생산보급 확대, 기술개발·인프라 확충 등을 통해 친환경차 전환 가속화

  · 내연기관차량의 전기·수소 등 친환경 차량 전환을 가속화하고, 환경개선효과가 큰 버스·택시·화물차 등 상용차 집중 전환 등

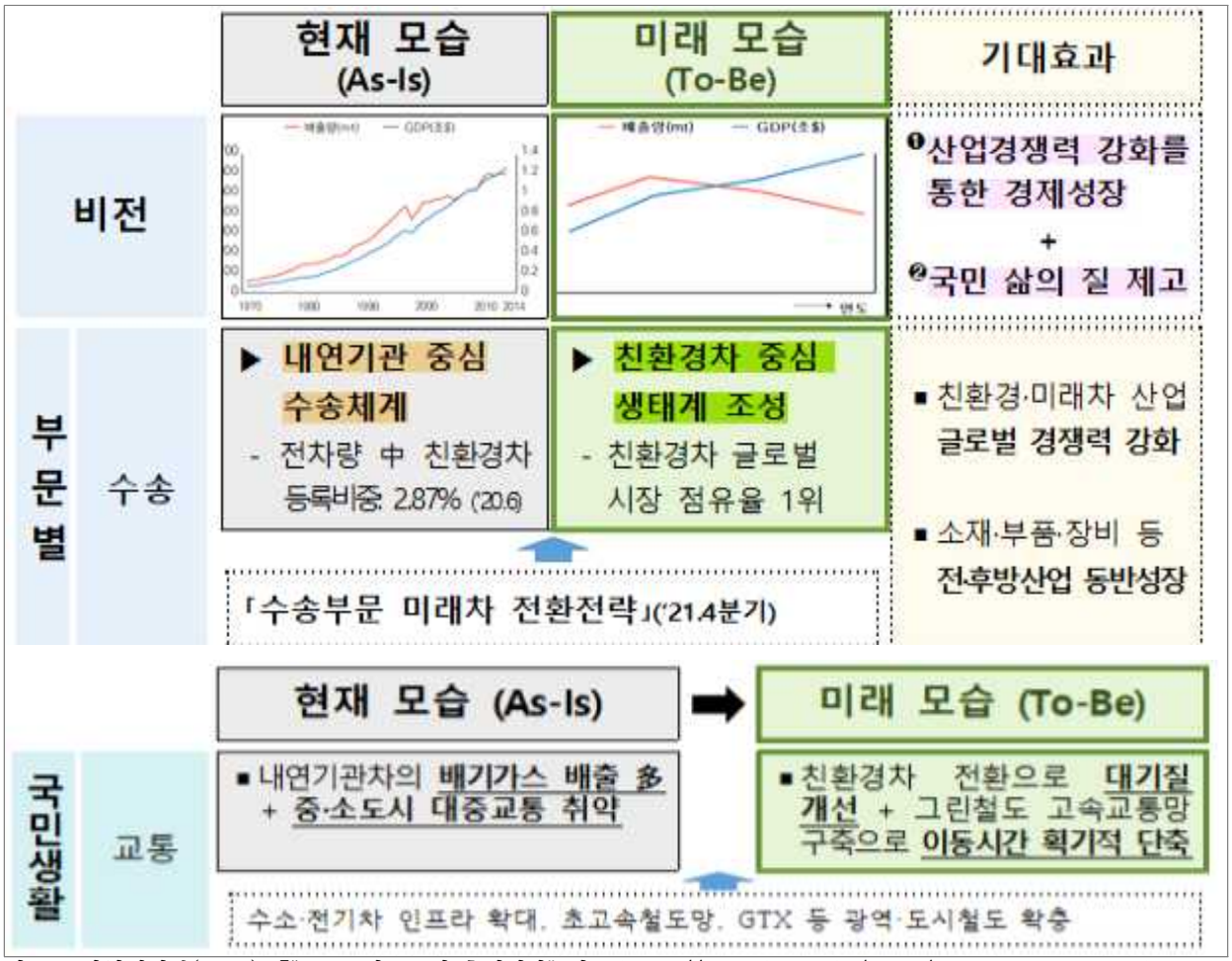
12) 기획재정부(2020), 「「2050 탄소중립」 추진전략」, https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39241(2021.1.6.)

- (모빌리티 혁신) 창의적 모빌리티 서비스 도입, 철도·선박 등 非도로 부문까지 모빌리티 전반에 대한 친환경화 추진

· (대중교통) 자가용 중심의 기존 교통체계를 보행자, 친환경 교통수단 중심으로 전환하고, 창의적 운송사업자 등 모빌리티 서비스* 도입·확산

* 모빌리티 규제샌드박스 도입, 무인자율주행 셔틀 등 新 모빌리티 확대 등

· (철도) 주요 거점의 고속철도망을 연결하고, 초고속철도망 및 광역·도시철도(예: GTX) 등 철도인프라 확충



자료 : 기획재정부(2020), 「"2050 탄소중립 추진전략" 발표,https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156425327(2021.1.6.), 재구성.

그림 28 『2050 탄소중립 추진전략』 수송·교통 분야 미래상

● 「2050 탄소중립 추진전략」 관련 국토교통 부문 추진방향

- 건물부터 도시·국토까지 탄소중립 요소를 확대하여 탄소중립도시 조성의 기반을 마련하고, 철도망 확충, 대중교통·친환경차활성화 등 방향 정립 → 기존 과제만으로는부족, 추가과제발굴 필요

- 탄소중립은기술적 뒷받침이 중요 → R&D 중점 관리 필요

① (건물) 신규 건물의 제로에너지 건축 단계적 의무화, 기존 건물의 그린 리모델링시인센티브 제공을 통한 활성화

· 건물의 全 생애주기에 걸쳐 탄소배출량을 체계적으로 관리

② (도시)새만금등 '탄소중립도시'로시범조성, 스마트시티·수소도시·도시재생사업은 탄소중립을 목표로 재구조화

· 도시기본계획 수립 시(지자체)신재생에너지 시설 공급, 탄소 흡수원(공원, 녹지 등)확충 등 반영 의무화

③ (국토) 중장기계획: 국토를 에너지 저소비형'다핵-압축 구조'로전환, 개발제한구역:탄소 흡수원지속 확충

· 국토종합·국가기간교통망 계획에 탄소중립 반영, 압축형 도시구조로 이동경로 최적화, 그린인프라보전·재생

④ (교통) 어디서나 2시간대 이동 가능한 초고속철도망 구축, GTX 등 광역·도시철도 확충,

· 주요역사에 광역·복합환승센터 구축

· 지선버스, PM 등 연계교통수단, 교통소외지역에 수요응답형서비스,및 무인 자율주행셔틀 확충

· 상용차(버스·택시·화물차)를 전기·수소차로우선 전환, 전기차 충전콘센트확충 등 친환경차활성화 추진

● 「2050 탄소중립 추진전략」 관련 국토교통 부문 R&D 추진방향

- "2050 탄소중립 추진전략"('20.12.7)에 따라 도시·국토차원의저탄소화, 친환경 교통 기반마련 및 신재생 에너지 전환에 집중 투자

- 국가 온실가스 총배출량에서 건물·수송 부문이 약 37%를 차지, 2050 탄소중립을 달성하기 위해서는 동 분야의 기술 개발이 시급

- 건물 에너지 효율 향상, 도시 차원의 신재생에너지 도입 등 탄소중립도시 조성 기술 및 친환경 미래교통 수단의 전환 기술이 중요

■ 『한국판 뉴딜 종합계획』[13]

- 패러다임 전환 추진 과정에서 코로나 사태로 인한 극심한 경기침체 극복 및 구조적 대전환 대응이라는 이중 과제에 직면함에 따라 우리 경제·사회를 새롭게(New) 변화시키겠다는 약속(Deal)에 대한 계획 발표



자료 : 기획재정부(2020), 「「한국판 뉴딜」종합계획 발표」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156401053(2021. 1. 6.)

그림 29 『한국판 뉴딜』의 구조

13) 기획재정부(2020), 「한국판 뉴딜」종합계획 발표, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156401053(2021. 1. 6.)

- 디지털뉴딜로 ′20년 추경부터 ′22년까지 총23.4조원(국비 18.6조원), ′25년까지 58.2조원(국비 44.8조원)을 투자하여, ′22년까지 39만개, ′25년까지 90.3만개의 일자리 창출 계획 수립

- 디지털 전환은 데이터, 네트워크, 인공지능(D.N.A) 등 디지털 신기술을 활용하여, 광역교통 분야 코로나19로 인한 비대면 확산 및 디지털 전환 가속화 지원 필요

- 광역교통은 디지털 뉴딜 4대 분야 중 '사회간접자본 (SOC) 디지털화'분야와 직접적인 연관이 있음

  - 추진과제 ⑩ 4대 분야 핵심 인프라 디지털 관리체계 구축: 안전하고 편리한 국민 생활을 위해 도로·철도·항만·공항 등 핵심시설의 디지털화 및 효율적 재난 예방·대응시스템을 마련

  · (교통) 안전하고 효율적 교통망 구축을 위해 도로·철도·항만·공항 등에 디지털 관리체계 도입

  · (디지털트윈) 안전한 국토·시설 관리 등을 위해 도로·지하공간·항만 대상 디지털 트윈 구축

  · (재난대응) 재해 고위험지역 경보시스템 설치, 재난관리자원 통합관리시스템 구축

  - 광역교통 분야 연계 디지털 뉴딜 대표과제: 국민안전 기반시설(SOC) 디지털화, 디지털 트윈

  · (국민안전 SOC 디지털화) 현재 아날로그식 국가인프라 관리시스템을 스마트한 국가 인프라 관리체계로 전환하여 이용자 안전 및 편의 제고

    * (도로) 자율차 등 미래차의 원활한 주행과 안전한 도로환경을 제공하기 위해 전체 국도와 4차로 이상 지방 주요간선도에 차세대 지능형교통시스템(C-ITS) 구축을 추진
    * (철도) 모든 철로에 전기설비 사물인터넷(IoT) 센서를 설치하여 실시간 상태를 진단하고 다자간 대용량 데이터 통신이 가능한 4세대 철도무선망 구축
    * (철도) '선로 안전점검 무인검측시스템'을 도입하여 시설 유지관리 고도화
    * (공항) 전국 15개 공항에 항공기 탑승권, 신분증, 지문, 얼굴정보 등을 통합한 비대면 생체인식시스템을 2022년까지 구축
    * (제도개선) 자율주행차 제작에 필요한 안전기준을 부분자율차('20.7월 시행)와 완전자율차('21년 이후)에 대하여 단계적으로 마련하고 자율주행차 발전 단계별로 규제를 지속 정비 계획

  · (디지털 트윈) 신산업 기반 마련 및 안전한 국토·시설관리를 위한 디지털 트윈 구축

    * (3D 지도) 도심지 등 주요 지역의 지형을 3차원으로 구축, 12cm급 고해상도 영상지도를 작성
    * (지하공간) 지하공간통합지도 : 상·하수도, 통신, 전력, 가스, 열수송, 지하공동구, 지반정보 등 15종의 지하정보를 반영한 3차원 지도
    * (정밀도로지도) 자율주행차를 위한 핵심 인프라인 정밀도로지도를 국도와 4차로 이상 지방도까지 확대 구축
    * (제도개선) 산업계 활용 지원을 위해 현재는 오프라인으로 제공되는 정밀도로지도 데이터의 온라인 제공을 추진하고, 산업계의 의견수렴도 한층 강화 계획

■ 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)」[14)]

- 「국토교통과학기술 육성법」 제4조에 의거하여 국토교통 과학기술에 관한 장기적이고 종합적인 정책방향을 설정하고 중장기 투자계획을 정하는 최상위 법정 종합계획

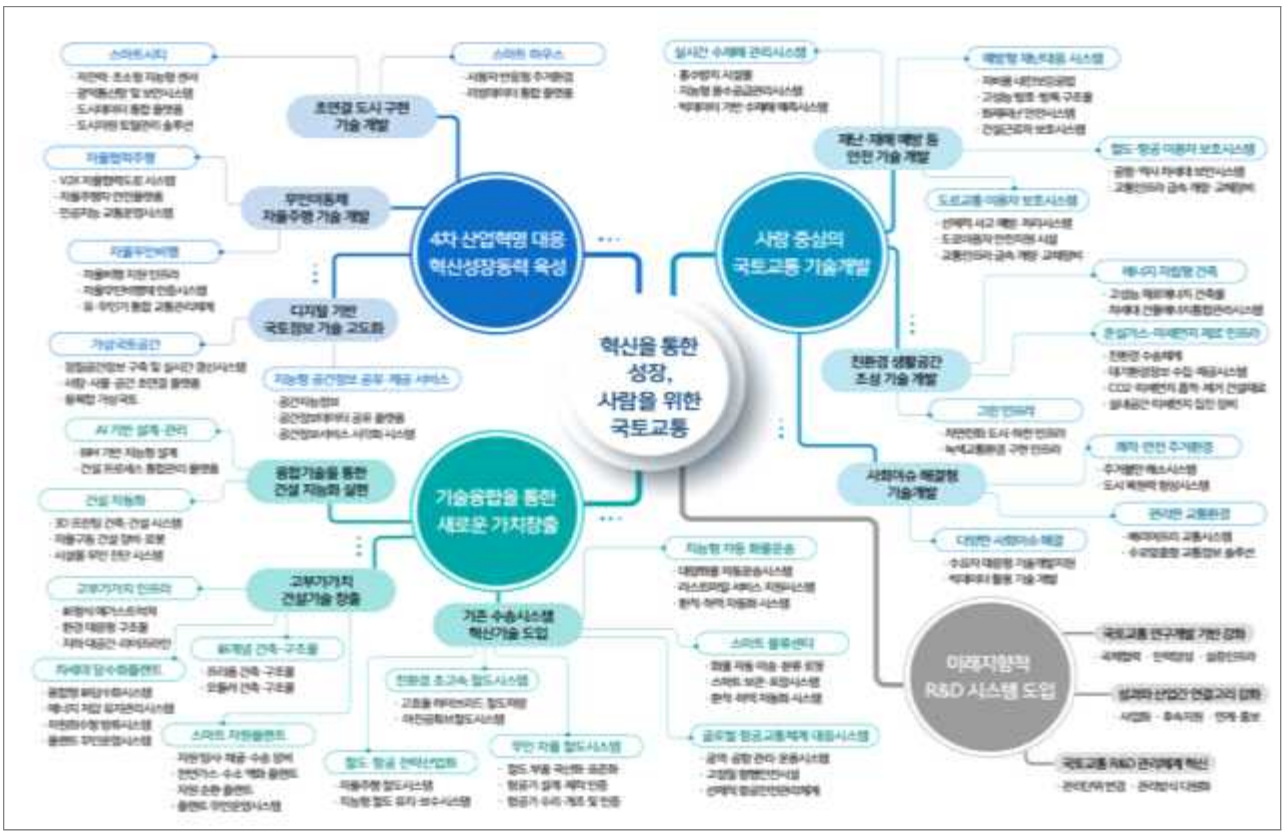
- 스마트시티, 자율주행차, 드론(무인기), 건설자동화, 제로에너지 건축, 가상 국토공간, 스마트물류, 지능형철도를 국토교통 8대 혁신 성장동력으로 선정하고 국토교통 분야 연구개발에 계획기간동안 총 9조 5,800억원 투자 계획



자료 : 국토교통부(2018), 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?id=4357(2021. 1. 6.)

그림 30 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)」비전 및 전략에 따른 실천과제

14) 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)



자료 : 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027), pp.44~45.

그림 31 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 MAP

- 세부과제 중 “사회이슈 해결형 기술 개발”은 국토교통 서비스에 대한 요구사항 및 불편 등에 대한 대응이 실시간 이루어지는 ‘문제해결형 복지도시’를 전략목표로 설정

  - 교통약자 이동권 보장, 교통시설 이용편의 증진 등 교통분야 현안대응형 기술 지속 개발로 고령화 시대를 대비한 교통복지 실현

편의	배리어프리(Barrier Free) 구현 기술 개발 등으로 안전하고 차별없는 도로·철도·항공 교통 서비스를 제공하여 교통복지 실현

- 유니버설(Universal) 디자인 기술 등 개발 및 적용으로 고령자 등 교통약자 이동을 저해하는 불합리한 교통시설 개선
- 교통약자 보조이동수단을 수용할 수 있는 대중교통 플랫폼 등 개발로 교통약자 스스로 장거리 이동이 가능한 교통환경 구축

편리	빅데이터 기반 인공지능 교통정보 제공 솔루션 개발 등을 통해 도로 · 철도 · 항공교통시설 이용 편의성 극대화

- 빅데이터 분석 알고리즘 개발으로 교통정보에 대한 실시간 질의응답 지원 솔루션을 구현하는 등 수요맞춤형 교통정보 시스템 구축

교통약자 및 낙후지역 대중교통시스템



도시철도 역사 이용객 편의서비스



■ 『국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구』[15)]

- 메가트렌드 및 환경변화 조사·분석 등을 통해 기술발전에 따른 2050년 국토교통 분야의 변화를 예측하고, 신기술 시장 선점을 위한 미래기술 선정 및 기술확보를 위한 중장기 정책 방향 제시

  - (국토교통기술 환경 분석 및 미래 예측) 사회·문화적, 정치·경제적, 과학· 기술적 변화를 포함한 2050년대 미래 변화를 반영한 국토교통기술 환경분석 및 미래 변화 방향 예측

  - (미래유망기술 도출 및 확보전략 제시) 건설, 도로교통 등 전통적인 국토교통부 소관 기술 분야 및 타 영역과의 융합기술 분야를 포함한 미래유망기술 도출 및 기술확보 전략(기술적, 정책적) 제시

  - (국토교통 미래기술 및 변화상 설명자료 제작) 미래예측 결과 및 수요 분석에 따른 미래상과 국토교통 미래유망기술을 시나리오의 형태로 제시하고 이해하기 쉽게 기술한 설명자료 제작



〈20대 유망기술(20-Wonder) 기술 목록(교통분야)〉 〈미래기술 2050 기술 목록(교통분야)〉

자료 : 국토교통부(2020), 「세계를 선도하기 위한 20개 국토·인프라·교통 기술 (20-Wonder) 개발 착수」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95083857(2021. 8. 6)

그림 32 세계를 선도하기 위한 20개 국토·인프라·교통 기술 (20-Wonder)

15) ㈜기술과가치(2020), 국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구

(2) 광역교통 현황 및 장래전망

■ (토지이용) 대도시권의 확대

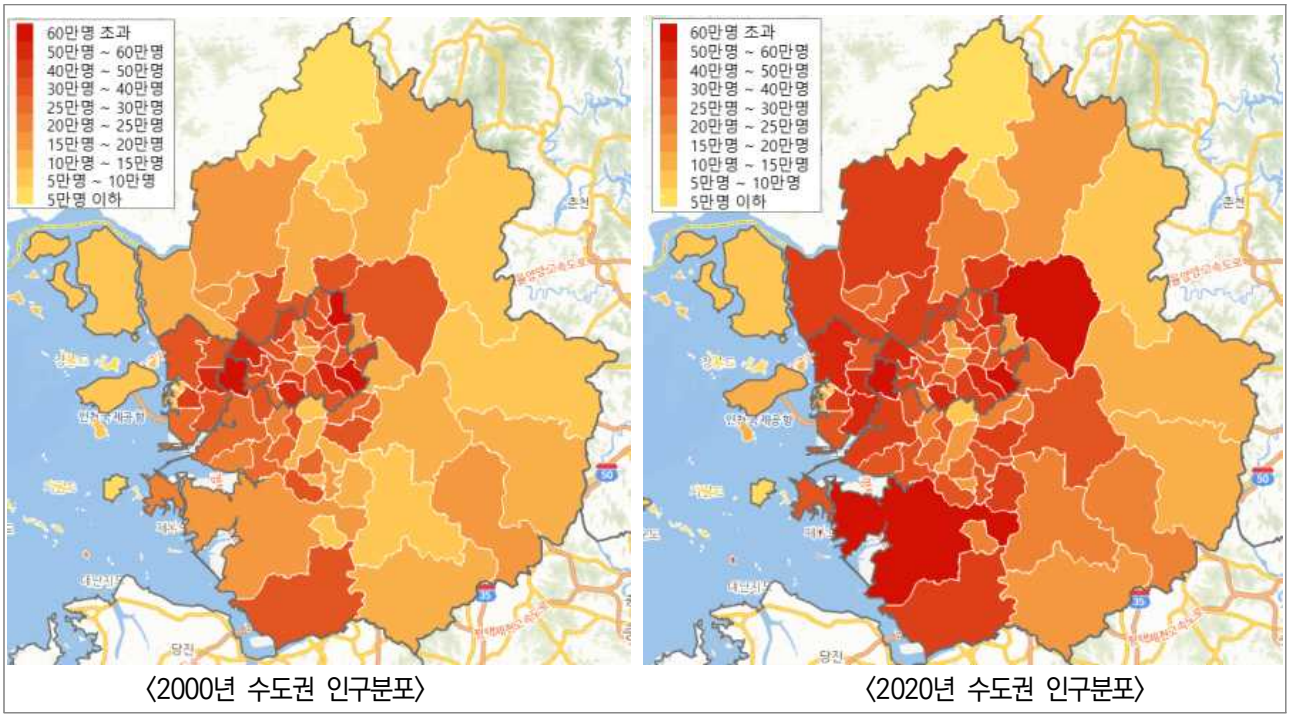
- 수도권 신도시 및 대규모 주택사업으로 중심도시 주변 경기지역의 인구가 증가함에 따라, **중심도시에서 주변 도시로의 광역화 확대**



〈수도권 신도시 입지 현황〉 〈수도권 신규 공공택지 현황〉

자료 :
- 수도권 신도시 입지 현황 : 이재윤(2021.02.24.), 「수도권 3기 신도시 입지 현황」, 『연합뉴스』
- 수도권 신규 공공택지 현황 : 김호경·정순구(2021.08.31.), 「의왕·안산·군포 등 수도권에 12만채 공급… 부동산 안정엔 한계」, 『동아일보』

그림 33 수도권 인구 분포 변화(2000년 VS 2020년)



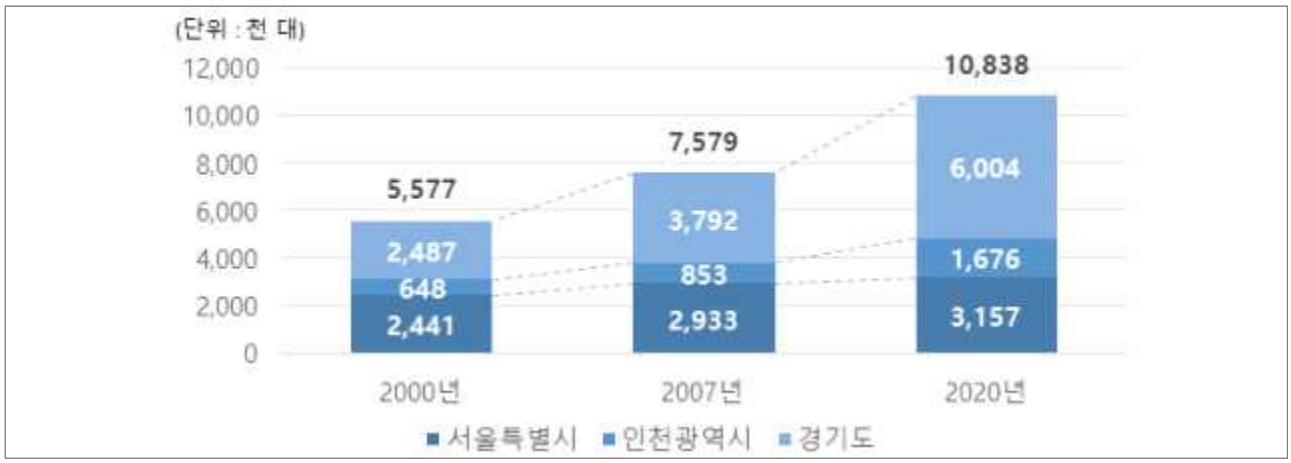
〈2000년 수도권 인구분포〉 〈2020년 수도권 인구분포〉

자료 : 국가통계포털, 「주민등록인구(시도/시/군/구)」, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1YL20651E&conn_path=I2(2021.7.14.)를 바탕으로 연구진 그림 작성

그림 34 수도권 인구 분포 변화(2000년 VS 2020년)

■ (자동차) 자동차 등록대수 증가

- 2000년 이후 수도권 자동차등록대수는 526.1만 대 증가하여 2020년 기준 1,083.8만 대로 큰 폭으로 증가



자료 : 국가교통부 통계누리, 「자동차등록현황보고」, http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=5498&hSelectId=5498&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5498&sStart=202108&sEnd=202108&sStyleNum=2&EXPORT=(2021.7.14.)를 바탕으로 연구진 그림 작성

그림 35 수도권 자동차등록대수 변화

- 2011년 이후 전체 자동차 등록대수는 증가하고 있으며, 특히 전국의 50대 및 60대 이상 연령대에서 매년 자동차등록대수가 큰 폭으로 증가한 반면, 40대 이하는 상대적으로 소폭 증가하거나 감소

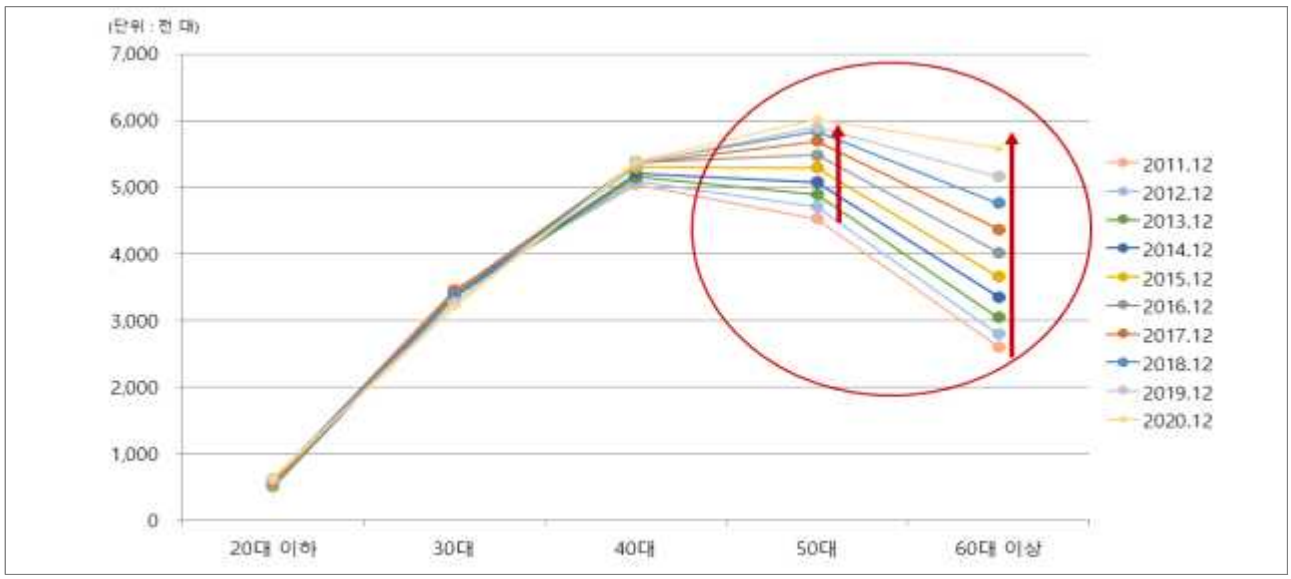
표 3 전국 연령별 자동차등록대수 변화

(단위 : 천 대)

구분	2011년	~	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	연평균 증가율
20대 이하	593	~	574	605	629	631	643	0.90%
	3.7%	~	3.0%	3.1%	3.1%	3.1%	3.1%	
30대	3,472	~	3,433	3,447	3,379	3,273	3,216	-0.85%
	21.4%	~	18.2%	17.7%	16.9%	16.1%	15.4%	
40대	5,047	~	5,382	5,360	5,379	5,367	5,397	0.75%
	31.1%	~	28.5%	27.5%	26.9%	26.4%	25.8%	
50대	4,530	~	5,485	5,694	5,848	5,905	6,032	3.23%
	27.9%	~	29.0%	29.2%	29.2%	29.0%	28.9%	
60대 이상	2,606	~	4,025	4,376	4,767	5,166	5,591	8.85%
	16.0%	~	21.3%	22.5%	23.8%	25.4%	26.8%	
계	16,248	~	18,899	19,483	20,001	20,342	20,879	2.83%

주 : 이륜차 제외

자료 : 국가교통부 통계누리, 「자동차등록현황보고」, http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=5498&hSelectId=5498&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5498&sStart=202108&sEnd=202108&sStyleNum=2&EXPORT=(2021.7.14.). 재작성



자료 : 국가교통부 통계누리, 「자동차등록현황보고」, http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=5498&hSelectId=5498&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5498&sStart=202108&sEnd=202108&sStyleNum=2&EXPORT=(2021.7.14.). 재작성

그림 36 전국 연령별 자동차등록대수 변화

■ (통행수요) 대도시권역별 통행수요 차이 발생

- 2017년 기준 수도권 총 목적통행 발생량은 58,755천 통행/일이며, 이 중 통근 통행은 26,896천 통행/일로 45.8%를 차지

표 4 수도권 목적통행 발생량(2017년)

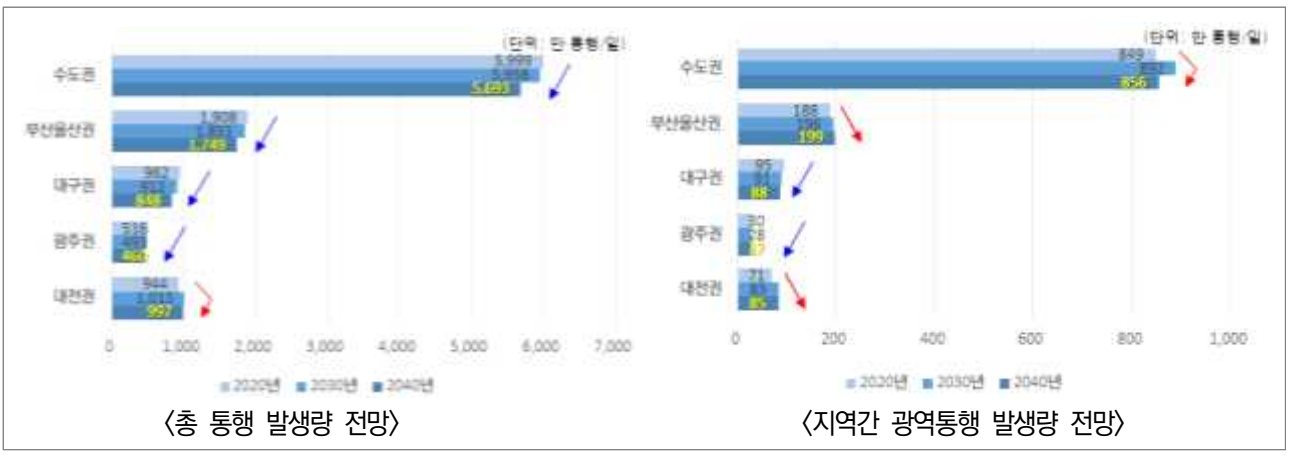
(단위 : 천 통행/일, %)

구분		가정기반					비가정기반			총 목적
		통근	통학	학원	쇼핑	기타	업무	쇼핑	기타	
서울	통행량	11,608	2,840	985	1,751	5,011	1,770	258	1,303	25,526
	비율	45.5	11.1	3.9	6.9	19.6	6.9	1.0	5.1	100.0
인천	통행량	2,878	783	248	455	1,274	346	41	246	6,270
	비율	45.9	12.5	3.9	7.3	20.3	5.5	0.6	3.9	100.0
경기도	통행량	12,411	3,425	1,043	1,669	5,363	1,569	240	1,241	26,959
	비율	46.0	12.7	3.9	6.2	19.9	5.8	0.9	4.6	100.0
수도권 계	통행량	26,896	7,047	2,275	3,876	11,648	3,685	538	2,790	58,755
	비율	45.8	12.0	3.9	6.6	19.8	6.3	0.9	4.7	100.0

주 : 해당 권역 내 시·군에서 전국으로의 통행발생량, 권역 내·외 포함

자료 : 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 수도권 PA 목적 OD 재작성

- 2040년 기준 총 통행은 대전권을 제외하고 감소 전망, 광역통행은 권역별 서로 다른 특성으로 증감 전망



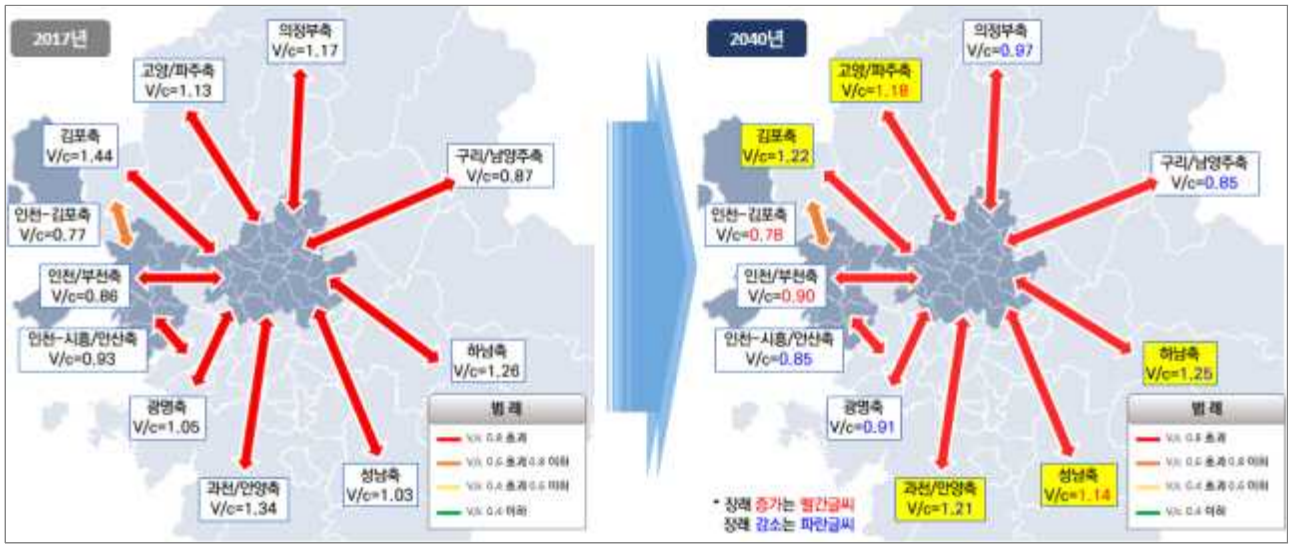
〈총 통행 발생량 전망〉 〈지역간 광역통행 발생량 전망〉

자료 : 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 권역별 PA 목적 OD, 재작성

그림 37 권역별 통행 발생량 전망

■ (도로) 주요간선도로 교통혼잡 심각

- 장래 수도권 도로시설의 소통상태를 분석한 결과, 수도권 주요 교통축의 통행량이 용량을 초과하거나 용량에 도달하는 등 교통혼잡이 지속될 것으로 나타남



주 : 아래 자료를 바탕으로 분석한 결과를 연구진 그림 작성
자료 :
- 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 수도권 주수단 OD
- 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 화물O/D 전수화 및 장래수요예측』, 전국권 화물OD
- 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」교통분석용 네트워크 구축』, 수도권 네트워크

그림 38 수도권 장래 교통축별 혼잡도로 분석

■ (광역버스) 공급부족

- 2019년 11월 기준, 광역버스[16]는 247개 노선이 운영되고 있으며, 광역교통축 중 성남축에 가장 많은 81개 노선이 운행 중
  - 인천-김포축은 광역버스 노선을 운행하고 있지 않음
- 수도권 광역버스 일평균 입석률은 3.2%, 첨두시 입석률은 5.9%로 조사됨
  - 입석률이 가장 높은 광역교통축은 광명축으로 일평균 5.6%, 첨두시 13.7%로 분석됨
  - 인천-시흥/안산축은 입석자가 없는 것으로 분석됨

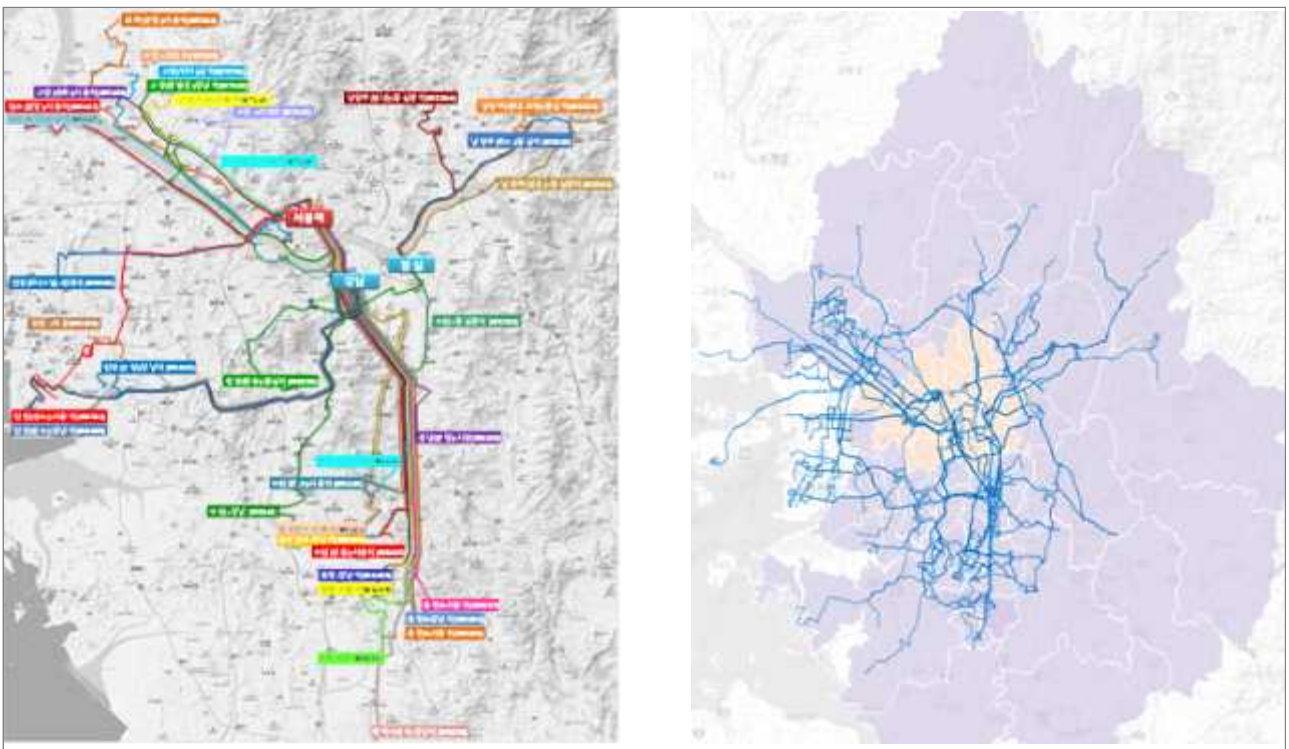
16) 광역급행형버스와 직행좌석형버스

표 5 수도권 교통축별 광역버스 이용현황

구분		노선수(개)	운행횟수(회)		이용객수(명)		입석자수(명)		입석률(%)	
			전일	첨두	전일	첨두	전일	첨두	전일	첨두
서울 중심	고양/파주축	26	1,855	221	77,035	11,732	1,674	483	2.2	4.1
	의정부축	8	433	45	19,702	2,187	354	77	1.8	3.5
	구리/남양주축	31	1,543	177	52,664	7,474	462	107	0.9	1.4
	하남축	10	584	75	25,676	4,223	1,022	278	4.0	6.6
	성남축	81	4,586	632	213,977	36,354	6,740	2,157	3.1	5.9
	과천/안양축	28	1,729	225	85,400	14,385	4,178	1,188	4.9	8.3
	광명축	6	308	41	12,022	2,178	669	298	5.6	13.7
	인천/부천축	12	589	58	22,085	2,439	829	123	3.8	5.0
	김포축	21	1,032	110	34,442	3,822	681	90	2.0	2.4
인천 중심	인천-김포축	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
	인천-시흥/안산축	1	42	4	393	49	0	0	0.0	0.0
기타	경기내부	23	1,266	174	53,126	9,746	2,415	783	4.5	8.0
합계		247	13,967	1,762	596,522	94,589	19,024	5,584	3.2	5.9

주 :
- 입석률은 입석자수/이용객수*100으로 산출
- 첨두는 오전 7시~9시까지의 조사 결과임

자료 : 경기도(2019), 「2019년 11월 교통카드 거래내역」, 재작성

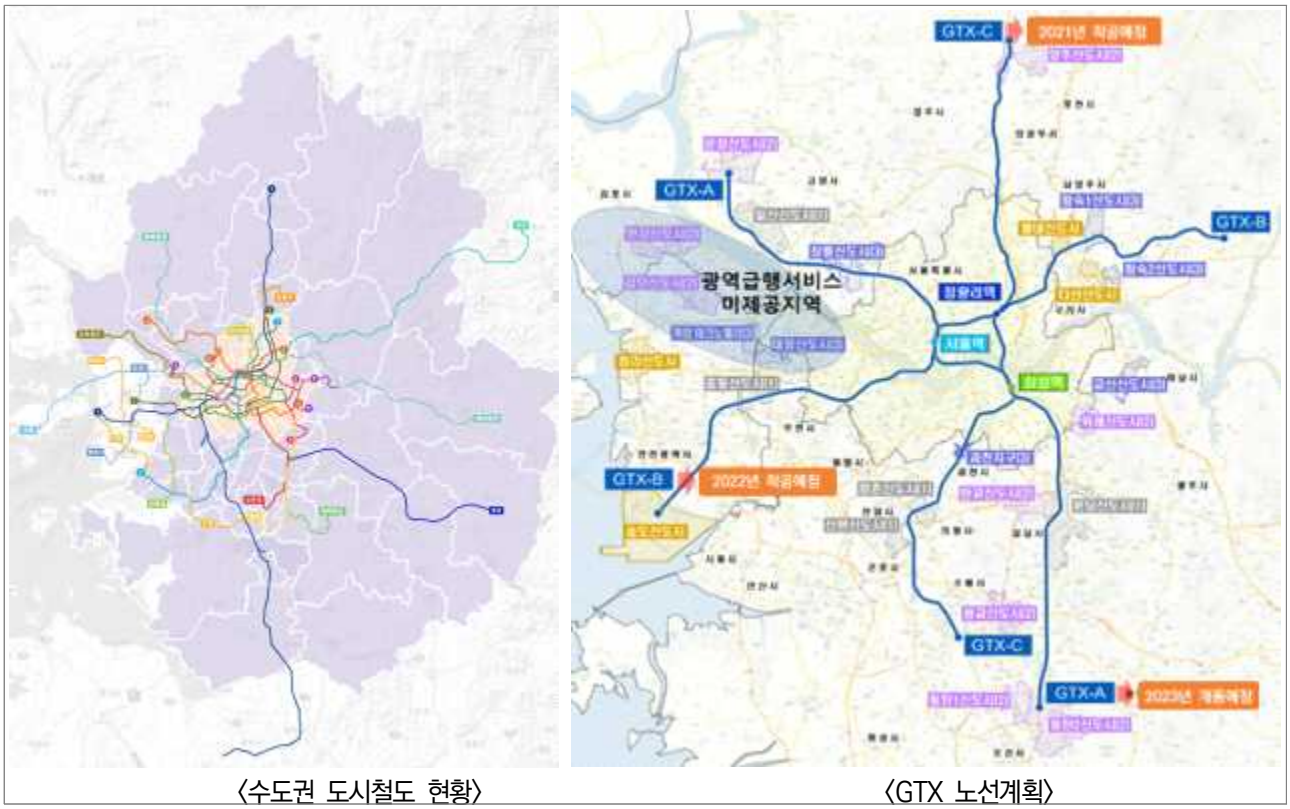


〈수도권 광역급행버스 노선도〉 〈수도권 직행좌석버스 노선도〉

그림 39 수도권 광역버스 노선현황

■ (광역철도) 지역별 철도서비스 불균형

- 지역별 철도서비스를 제공받지 못하는 지역 및 광역급행서비스 미제공 지역이 존재하여 철도서비스 불균형



〈수도권 도시철도 현황〉 〈GTX 노선계획〉

그림 40 수도권 광역철도 현황 및 노선계획

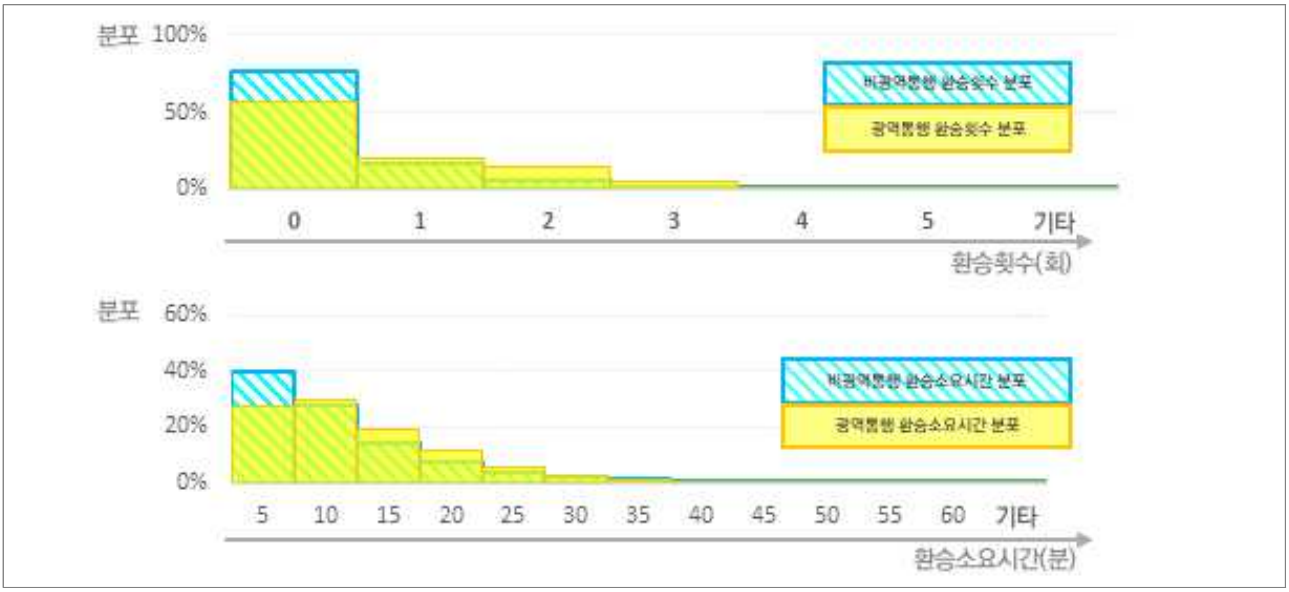
■ (광역철도) 지역별 철도서비스 불균형

- 수도권 광역통행의 평균 환승횟수는 1.75회/통행, 평균 환승소요시간은 10.9분/통행으로 나타남

표 6 수도권 광역통행 환승현황

구분	평균 환승횟수 (회/통행)	평균 환승소요시간 (분/통행)	전체 통행시간 대비 환승소요시간비율
비 광역통행	1.43	9.47	22%
광역통행	1.75	10.94	16%
전체통행	1.53	9.96	19%

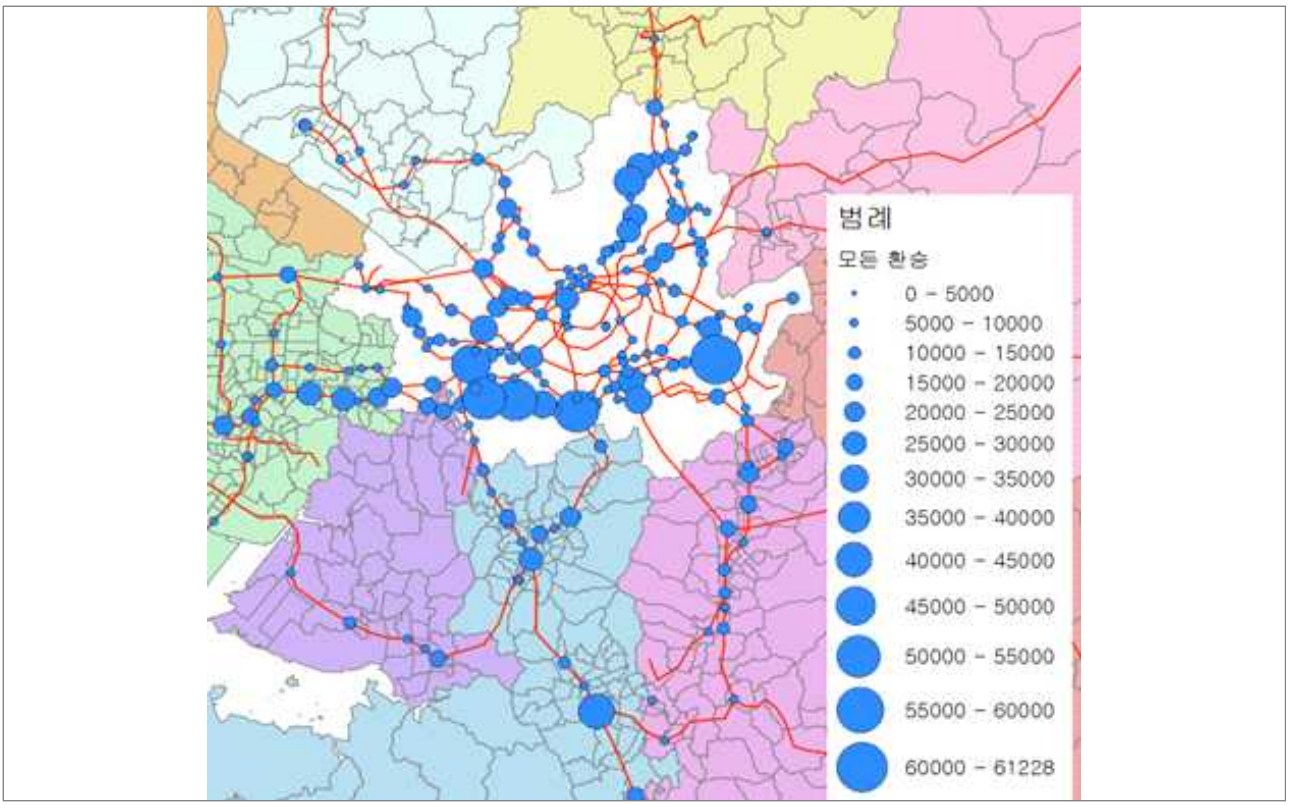
자료 : 경기도(2019), 「2019년 11월 교통카드 거래내역」, 재작성



자료 : 경기도(2019), 「2019년 11월 교통카드 거래내역」, 재작성

그림 41 수도권 광역통행 환승횟수 및 환승소요시간

- 수도권 내 환승통행은 서울 내 도심 지역과 인천·경기의 전철역 소재 지역에서 많이 발생하는 것으로 나타남



자료 : 박준식(2019), 「수도권 광역교통 현황 및 문제점」, 3기 신도시 광역교통대책의 실효성 확보방안 세미나 발표자료, p.18, 재인용

그림 42 수도권 환승통행 현황

■ (통행시간) 대중교통 통행시간 경쟁력 미흡

● 수도권 승용차 대비 대중교통 평균 통행시간 비는 첨두시 1.1배, 비첨두시 1.4배로 대중교통 통행시간의 경쟁력이 미흡

- 승용차 평균 통행시간은 55분~70분, 대중교통은 74~76분

● 수도권 도로 구간 평균 통행속도는 첨두시 30.1㎞/h, 비첨두시 38.4㎞/h로 조사됨

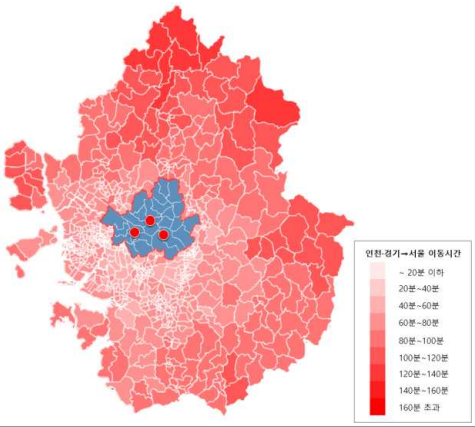
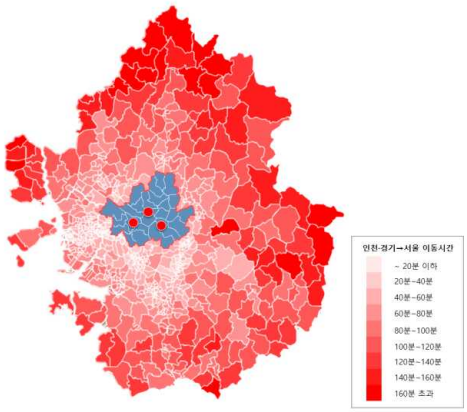
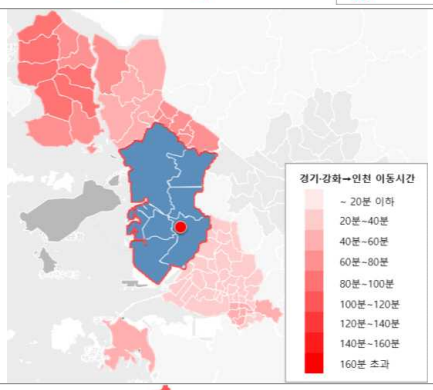
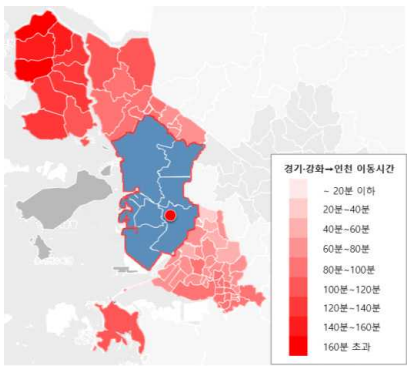
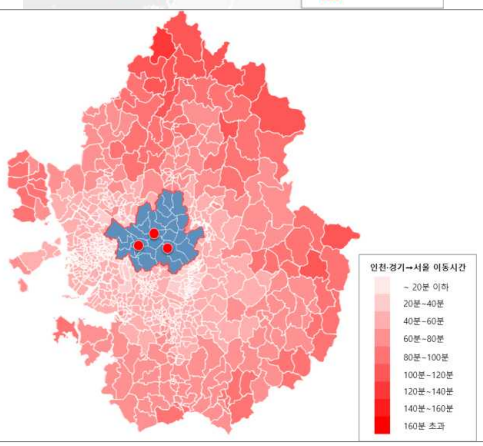
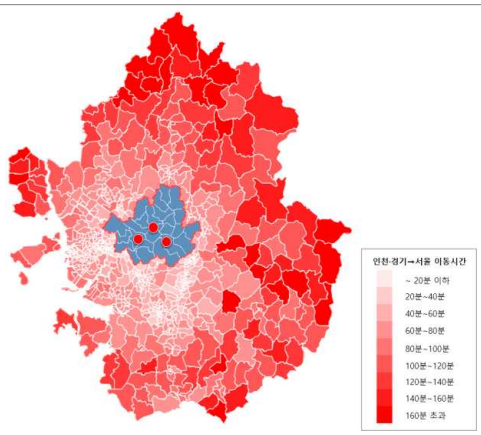
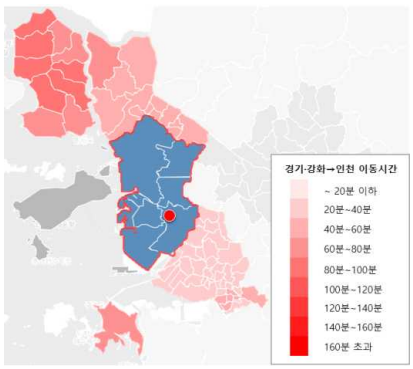
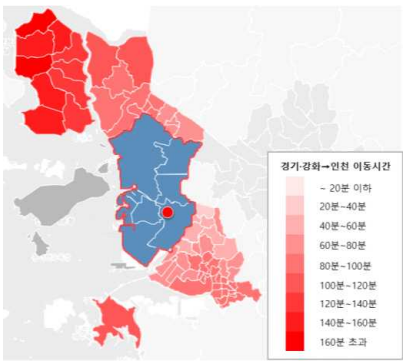
표 7 수도권 광역축별 수단별 평균 통행시간 비교

광역축		승용차 평균 통행거리 (A, ㎞)	평균 통행시간(분)			승용차 평균 통행속도 (A/B*60,㎞/h)
			승용차 (B)	대중교통 (C)	대중교통 /승용차(C/B)	
첨두시 (7:00~ 8:50)	고양/파주축	32.7	78	71	0.9	25.2
	의정부축	54.9	101	111	1.1	32.5
	구리/남양주축	48.3	89	101	1.1	32.7
	하남축	49.2	79	99	1.3	37.5
	성남축	36.9	69	68	1.0	32.3
	과천/안양축	35.1	67	61	0.9	31.4
	광명축	23.8	54	62	1.1	26.2
	인천/부천축	26.3	66	56	0.9	23.9
	김포축	43.0	86	109	1.3	30.0
	인천-김포축	42.2	70	113	1.6	36.1
	인천-시흥/안산축	23.9	37	74	2.0	39.3
	전체	35.3	70	74	1.1	30.1
비첨두시 (12:00~ 13:50)	고양/파주축	33.4	56	73	1.3	35.9
	의정부축	56.3	83	114	1.4	40.8
	구리/남양주축	49.9	72	104	1.4	41.7
	하남축	48.4	63	106	1.7	46.1
	성남축	36.5	52	71	1.4	41.8
	과천/안양축	35.3	56	59	1.1	37.8
	광명축	23.5	44	63	1.4	31.8
	인천/부천축	26.0	47	60	1.3	33.2
	김포축	43.0	67	106	1.6	38.4
	인천-김포축	41.5	66	114	1.7	37.5
	인천-시흥/안산축	23.4	35	76	2.2	39.9
	전체	35.3	55	76	1.4	38.4

주 : 평균 통행거리는 조사된 승용차 통행거리의 평균값임

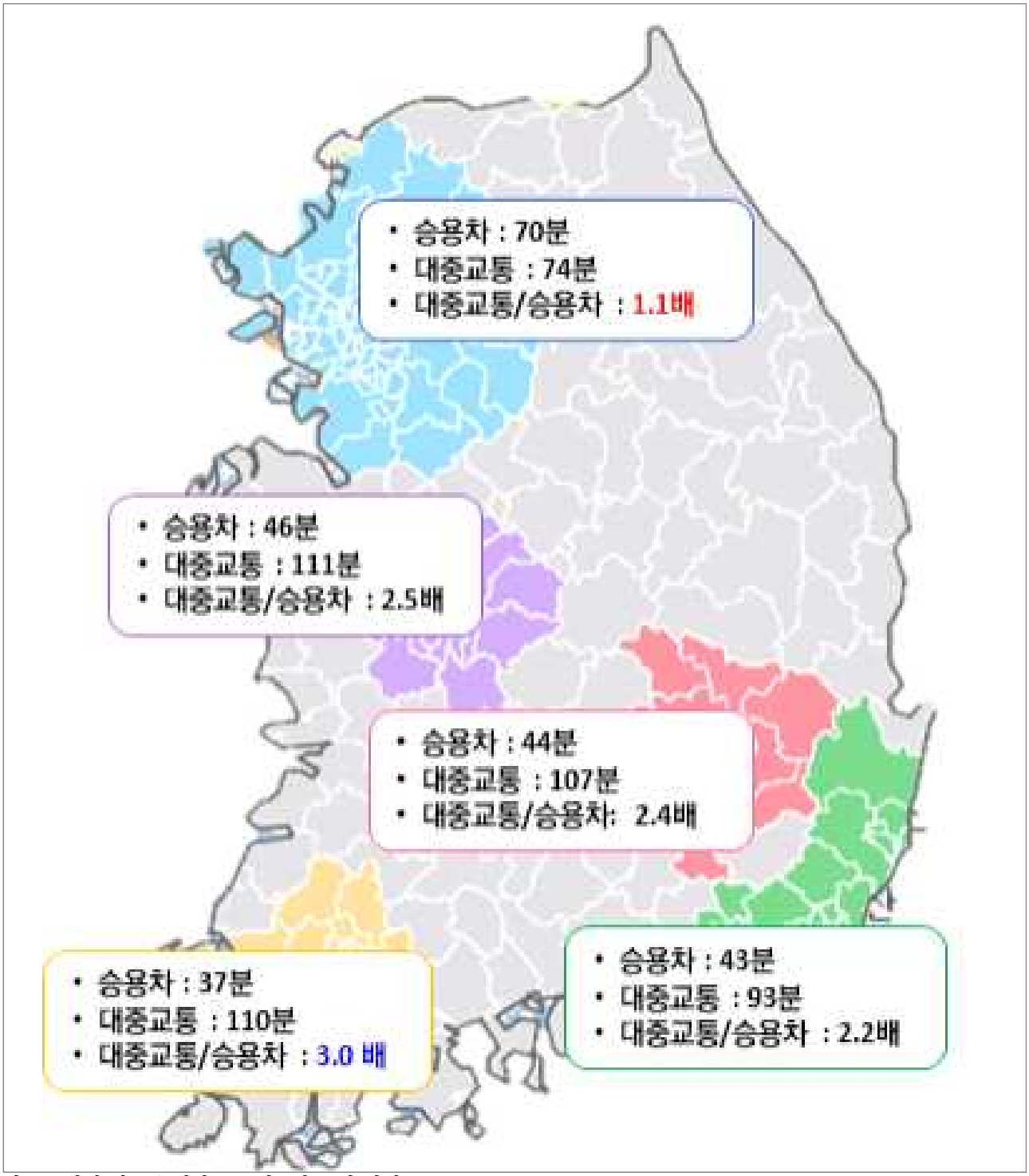
자료 :

- SK open API, 「T map API」, https://developers.sktelecom.com(2019.10.15.), 타임머신경로안내 분석
- 네이버 PC 베타 지도, 「대중교통 길찾기」, https://beta.map.naver.com(2019.10.15.), 최소시간 경로 분석

권역	승용차 평균 통행시간	대중교통 평균 통행시간
첨두시		
		
비첨두시		
		

자료 : 아래 자료를 바탕으로 연구진 그림 작성.
- SK open API, 「T map API」, https://developers.sktelecom.com(2019.10.15.), 타임머신경로안내 분석
- 네이버 PC 베타 지도, 「대중교통 길찾기」, https://beta.map.naver.com(2019.10.15.), 최소시간 경로 분석

그림 43 수도권 수단별 지역 간 평균 통행시간 비교



자료 : 아래 자료를 바탕으로 연구진 그림 작성.
- SK open API, 「T map API」, https://developers.sktelecom.com(2019.10.15.), 타임머신경로안내 분석
- 네이버 PC 베타 지도, 「대중교통 길찾기」, https://beta.map.naver.com(2019.10.15.), 최소시간 경로 분석

그림 44 수단별 대도시권역별 첨두시 평균 통행시간 비교

(3) 국내외 기술동향 및 시장분석

(가) 광역교통수단 관련 기술동향 및 시장분석

- 대도시권광역교통위원회 업무 구분상 대도시권 광역교통수단은 광역버스, 광역철도 및 경량전철이 대표적인 브랜드임

  - 2019년 3기 신도시 추진 발표와 함께, 신속한 광역교통대책 마련을 위해, S-BRT 기술개발 사업이 추진되었으며, 2층 전기버스 등 연구가 지자체 및 민간사업자 주도로 진행되었음

  - 경량전철 분야에서는 트램 사업이 비교적 활발히 진행 중이며, 부산 무가선 트램 실증 연구, 대전 2호선 트램 사업 (설계) 및 동탄 트램 사업 추진이 대표적인 사례임

  - 부산교통공사를 중심으로 운영비 절감을 위한 고무차륜 경량전철 타이어 등 부품 국산화 및 스마트 모니터링 연구 개발이 진행 중이며, 2021년에는 김포 골드라인 개통시 문제가 되었던 소음문제를 해결하고자 무진동 무소음 경량전철 연구 추진 예정

- 대도시권 광역교통은 수도권과 비수도권 지역적 특징에 따라 구분될 수 있음

  - 수도권 광역교통은 혼잡 해소, 서비스 빈도 및 용량 증대가 주요 달성 목표인 반면, 비수도권 광역교통은 저비용 고효율 수단 발굴 및 신속한 도입이 핵심임

  - 비수도권 광역교통수단 도입은 수도권에 비해, 경제성 없는 광역교통 사업에 대한 정부 차원의 재정 지원 근거 및 운영 효율적인 도입 당위성을 확보하는 것이 최우선임

■ 자율주행차 기술동향 및 시장분석

- **(자율주행차 정의)** 자율주행자동차(Autonomous Vehicle)란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말함(자동차관리법 제2조)[17)]

  - 고성능/고신뢰 자동주행 기능이 탑재된 차량이 인프라 및 통신 기술 등과 유기적으로 결합되어 운전자의 개입 없이 스스로 운행하는 개념으로 센서 등으로부터 획득한 다양한 정보를 활용하여 차량의 정밀한 위치와 주변환경을 인식하고 이를 기반으로 충돌없이 안전한 운행이 가능한 자동차임

- **(자율주행차 주요 구성기술)** 자율주행자동차 실현을 위한 주요 구성기술은 환경인식, 위치인식 및 맵핑, 판단, 제어, 인터렉션(HCI[18)]) 기술로 구성됨[19)]

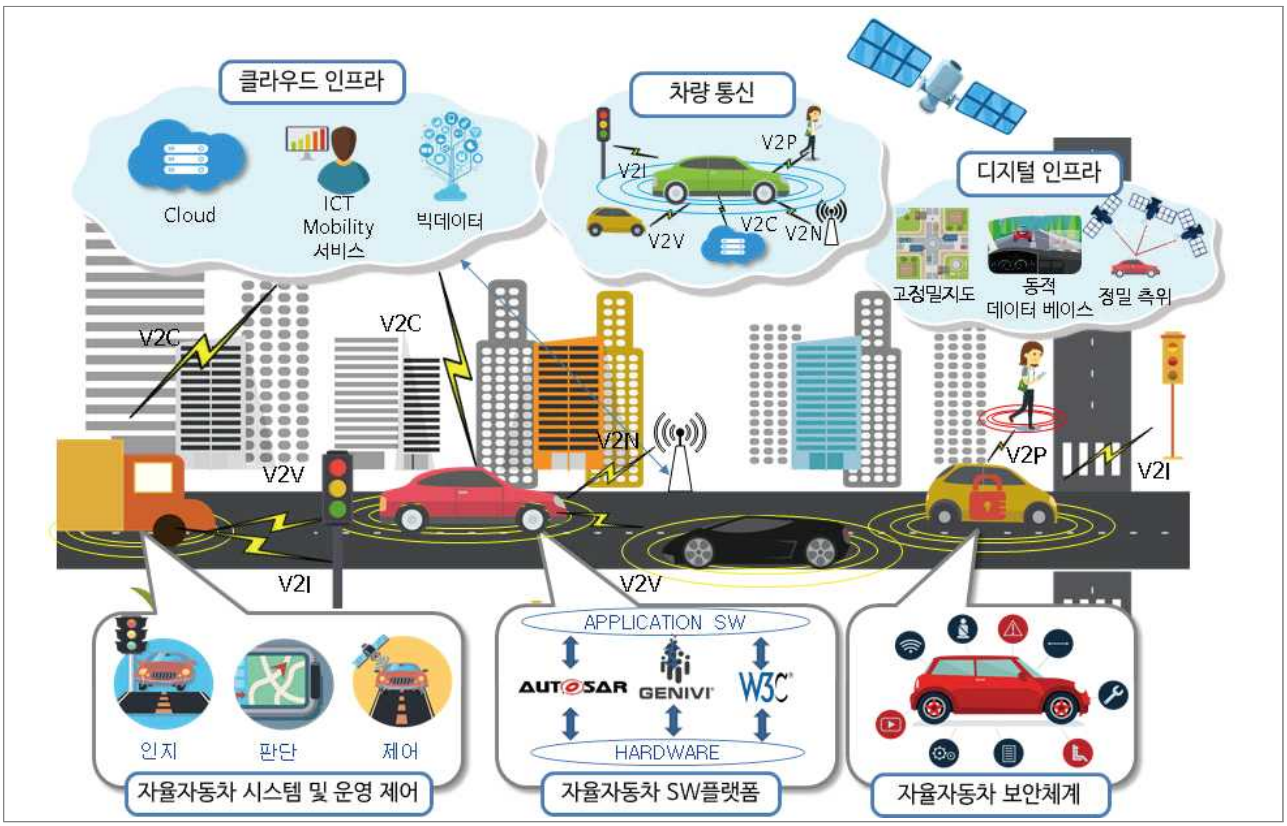
17) 과학기술일자리진흥원(2018), 「자율주행차」, S&T Markket Report VOL. 65, p.1.
18) HCI(Human Computer Interaction) : 사람 - 컴퓨터 간 상화작용을 돕는 작동시스템 설계기술 및 학문

- 자동차가 스스로 주변환경을 인식·판단하여 자동으로 운전하기 위해 인공지능, 빅데이터, 고성능 처리 SW및 HW 플랫폼, 센서 등 첨단 기술이 필요함

표 8 자율주행자동차의 주요 구성기술

구성기술	내용
환경인식	· 레이더, 카메라 등의 센서 사용 · 정적장애물(가로등, 전봇대 등), 동적장애물(차량, 보행자 등), 도로표식(차선, 정지선, 횡단보도 등), 신호 등을 인식
위치인식 및 맵핑	· GPS/INS/Encoder, 기타 맵핑을 위한 센서 사용 · 자동차의 절대/상대 위치 추정
판단	· 목적지까지의 경로 및 장애물 회피 경로 계획 · 차선유지, 차선변경, 좌우회전, 추월, 유턴, 급정지, 주정차 등 주행 상황별 행동 판단
제어	· 운전자가 지정한 경로대로 주행하기 위해 조향, 속도변경, 기어 등 액추에이터 제어
인터렉션(HCI)	· 인간자동차인터페이스(HVI, Human Vehicle Interface)를 통해 운전자에게 경고 및 정보를 제공, 운전자의 명령을 입력 · V2X(Vehicle To Everything) 통신을 통하여 인프라 및 주변차량과 주행정보 교환

자료 : 과학기술일자리진흥원(2018), 「자율주행차」, S&T Markket Report VOL. 65, p.2.



자료 : 과학기술일자리진흥원(2018), 「자율주행차」, S&T Markket Report VOL. 65, p.1.

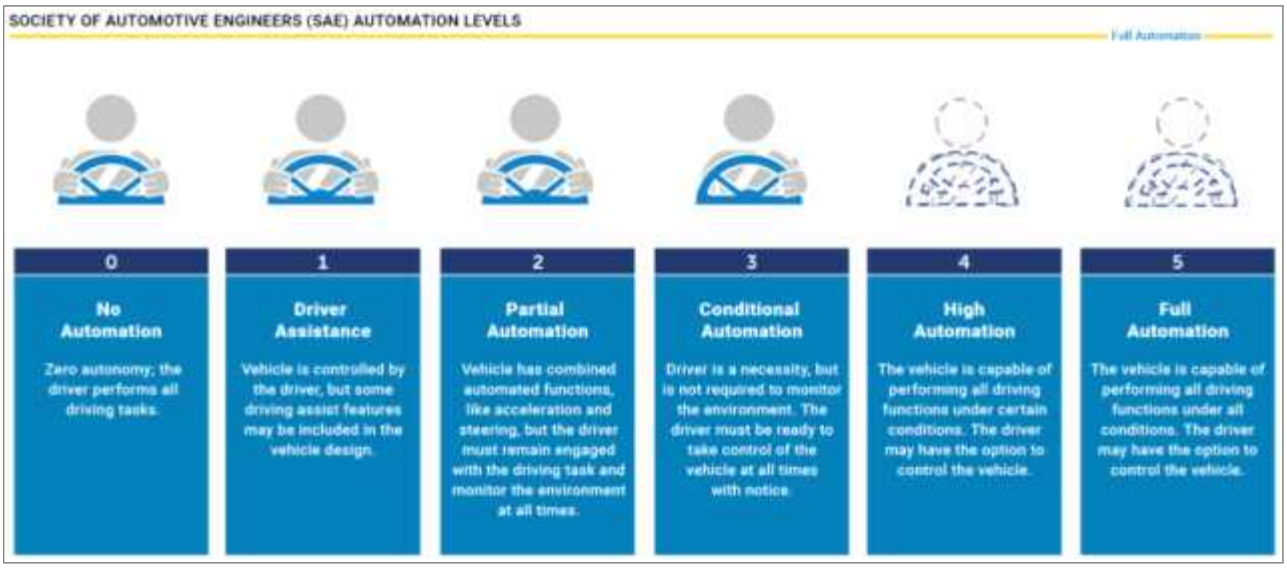
그림 45 자율주행자동차 기술 개요도

19) 과학기술일자리진흥원(2018), 「자율주행차」, S&T Markket Report VOL. 65, p.2.

- **(자율주행기술 단계)** 자율주행기술은 SAE international[20]에서 정의한 J3016 표준을 사용하고 있으며, Level 0부터 Level 5까지 6단계로 구분

  - Level 0 ~ Level 2는 운전자가 운전환경을 직접 확인하고 운전 수행

  - Level 3 ~ Level 5는 자율주행시스템이 운전환경을 모니터링하고 운전 수행



자료 : National Highway Traffic Safety Administration,「Automated Vehicles for Safety」, https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety(2021.1.10.)

그림 46 SAE 자율주행 단계

표 9 SAE의 자율주행 기술 단계(SAE 국제표준 J3016)

단계		설명
운전자가 운전환경을 모니터링		
Level 0	비자동	- 운전자가 모든 운전조작 수행
Level 1	운전자 보조	- 운전 환경에 대한 정보를 이용하여 핸들 조작이나 가감속 등 운전자 지원 역할 수행. 그 외 모든 동적 운전작업은 운전자가 수행
Level 2	부분 자율주행	- 운전환경에 대한 정보를 이용하여 핸들조작과 감가속 등 하나 이상의 운전자 지원 역할 수행, 그 외 모든 동적 운전작업은 운전자가 수행
자율주행시스템이 운전환경을 모니터링		
Level 3	조건부 자율주행	- 운전자가 정해진 조건에서 운전에 전혀 개입하지 않고 주행이 가능한 단계
Level 4	고도 자율주행	- 운전자 개입 요청시 운전자가 적절하게 대응하지 못해도 모든 동적 운전작업을 시스템이 수행 가능
Level 5	완전 자율주행	- 운전자가 수행할 수 있는 모든 도로여건과 환경 조건하에서 완전한 자동운전이 가능

자료 : 우승국 · 박지영 · 김범일 · 이동윤(2017),「자율주행차 도입의 교통부문 파급효과와 과제」, p.18,

20) 전 자동차공학자협회(Society of Automotive Engineers, SAE)

- **(국내 자율주행 버스 동향)** 자율주행버스는 최근 상용 서비스의 제공을 목적으로 국가별 다양한 연구개발이 이루어지고 있음[21)]

  - 국내에서는 에스케이텔레콤(SKT)이 서울대와 협력하여 중형 자율주행 버스를 개발 및 2018년 케이시티(K-City)에서 자율주행 시연

  - 케이티(KT)에서 국내 최초로 일반도로 운행 허가를 취득 2018년 강남구, 평창, 판교신도시 등에서 시연



〈일본 SB Drive〉 〈KT 자율주행 버스〉

자료 : 임서현 · 장원재 · 탁세현 · 박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, p.19, p.24.

그림 47 자율주행 버스 차량

표 10 자율주행 버스 운행현황

구분	운행지역	이용대상	상용여부	이용방법	서비스 목적
에스비 드라이브 (SB Drive)	일본, 오키나와 (비도심)	-	실증 테스트	정거장 기반 서비스	교통 소외지 모빌리티 제공
선전버스그룹	중국 (일반도로)	신청자	시범 운행	정거장 기반 서비스	모든 승객 수송
바이두 & 킹룽	중국 (도심/비도심)	-	시범 운행	스마트폰 앱	모든 승객 수송
에스티 키네틱 (ST Kinetics)	싱가포르	개발자	실증 테스트	-	모든 승객 수송
이지 마일 (EasyMile)	프랑스 외 다수 지역 (도심/비도심)	모든 이용자	시범 운행	스마트폰 앱/정거장 기반 서비스	모든 승객 수송
SK텔레콤	한국 (실험도시)	개발자	시연	-	모든 승객 수송
KT	한국 (비도심/도심)	신청자	시연	-	모든 승객 수송

자료 : 임서현 · 장원재 · 탁세현 · 박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, p.24.

21) 임서현 · 장원재 · 탁세현 · 박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, pp.17-18.

- **(국내 자율주행 택시 동향)** 자율주행기반 택시 서비스는 시범운영이 추진되고 있으나, 현재 택시 서비스와 같은 수준의 서비스를 제공하기에는 기술적인 면과 서비스적인 면에서 한계를 보여주고 있음[22)]

  - 안전성 및 신뢰성이 미확보되어 자율주행임에도 운전자가 동승한 상태로 운영되고 있으며, 기존 택시 서비스와 다르게 경로, 출도착지, 승하차 지점이 제한적임

  - 2019년~ 2020년 일부 구간 사용 서비스를 목표로 제도적인 정비를 함께 추진 중임



〈오토놈 캡(Autonom Cab)〉 〈보야지(Voyage)〉

자료 : 임서현 · 장원재 · 탁세현 · 박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, p.19, p.24.

그림 48 자율주행 택시 차량

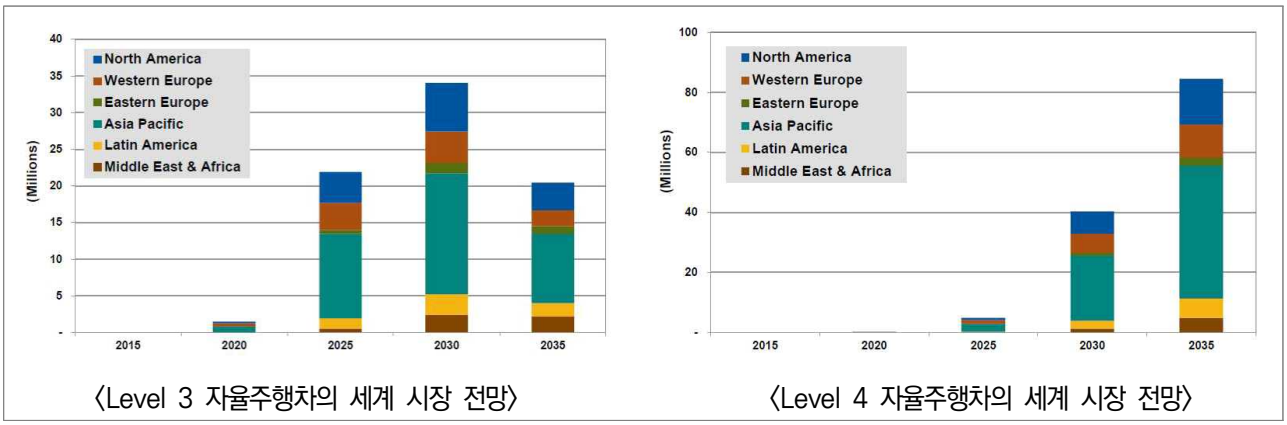
표 11 자율주행 택시 운행현황

구분	운행지역	이용대상	상용여부	이용방법	서비스 목적
지엠피 (ZMP)	일본 (도심)	신청자	시범운영 (도심 5.3km)	스마트폰 앱	모든 승객 수송
이지라이드 (EasyRide)	일본, 요코하마 (도심)	신청자	시범운영 (도심 4.5km)	스마트폰 앱	모든 승객 수송
크루즈 (Cruise)	미국, 샌프란시스코	직원	시범운영	스마트폰 앱	모든 승객 수송
오토놈 캡 (Autonom Cab)	미국, 라스베이거스	신청자	시범운영	스마트폰 앱	모든 승객 수송
드라이브 에이아이 (Drive. AI)	미국, 텍사스주	신청자	시범운영	스마트폰 앱	차내 부가 서비스 제공
보야지 (Voyage)	미국, 캘리포니아	신청자	시범운영	스마트폰 앱	노인
웨이모	미국, 아리조나	신청자 (모든 이용자로 확대 예정)	시범운영	스마트폰 앱	모든 승객 수송

자료 : 임서현 · 장원재 · 탁세현 · 박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, p.17.

22) 임서현 · 장원재 · 탁세현 · 박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, pp.17-18.

● **(자율주행차 시장 전망)** Navigant research(2015)에서는 Level3 이상의 자율주행차가 2025년부터 본격적인 시장이 형성되고, Level4의 자율주행차는 2025년부터 시장에 출시되어 점차 성장할 것으로 전망[23)]



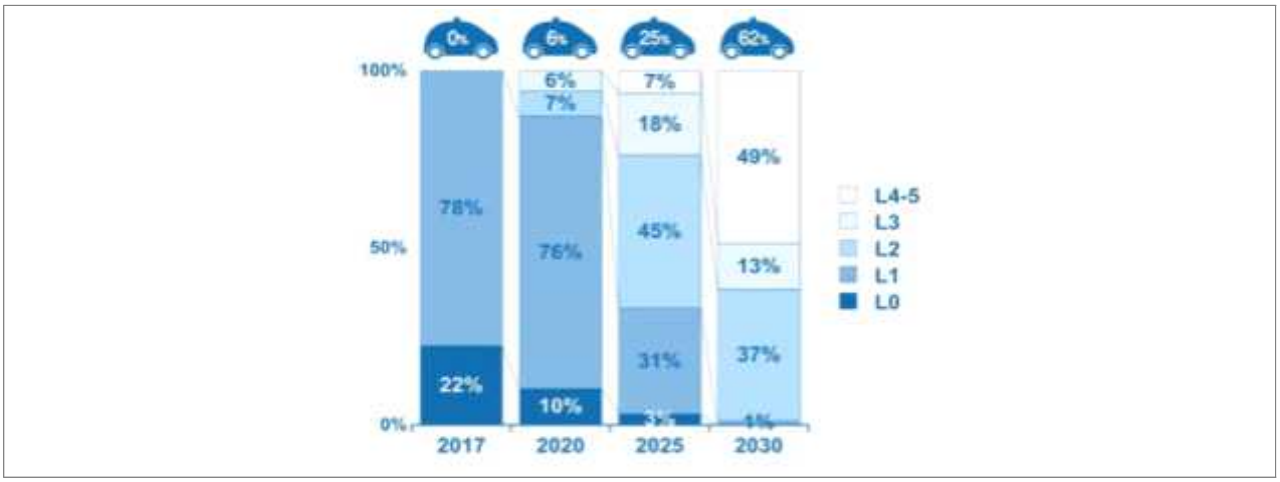
〈Level 3 자율주행차의 세계 시장 전망〉 〈Level 4 자율주행차의 세계 시장 전망〉

자료 : 우승국 · 박지영 · 김범일 · 이동윤(2017), 「자율주행차 도입의 교통부문 파급효과와 과제」, pp.19-20.

그림 49 Level 3 및 Level4 자율주행차의 세계 시장 전망

● IHS 등 시장조사기관에 따르면 자율주행자동차는 관련 규제가 적은 북미와 유럽 지역을 중심으로 초기시장형성, 2025~2035년에 급격한 성장 예측[24)]

- 컨설팅회사 PwC는 신차 중 레벨 3이상 자율주행자동차 비중을 2020년 6%, 2025년 25%, 2030년 62%로 매우 긍정적인 전망 제시



자료 : PwC(2017), "The 201 Strategy & Digital Auto Report", Sep
이승민(2018), 「자율주행자동차 최근 동향 및 시사점」, 『주간기술동향』, 1842호., p.18. 재인용.

그림 50 세계 자율주행 자동차 레벨별 비중 전망

23) Navigant research(2015), 「Autonomous Vehicles」
우승국 · 박지영 · 김범일 · 이동윤(2017), 「자율주행차 도입의 교통부문 파급효과와 과제」, p.19. 재인용.
24) 이승민(2018), 「자율주행자동차 최근 동향 및 시사점」, 『주간기술동향』, 1842호., p.18.

■ 친환경차 기술동향 및 시장분석

- **(친환경차 정의)** 우리나라에서 친환경적 자동차는 전기자동차, 태양광자동차, 하이브리드자동차, 수소전기자동차로 정의[25)]

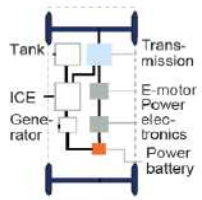
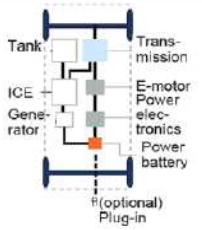
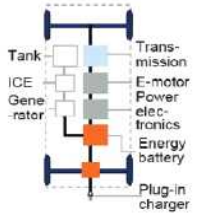
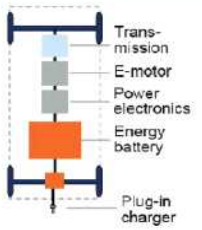
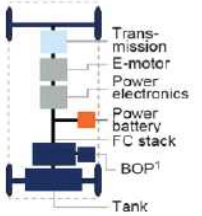
  - 전기자동차 : 전기 공급원으로부터 충전받은 전기에너지를 동력원(動力源)으로 사용하는 자동차

  - 태양광자동차 : 태양에너지를 동력원으로 사용하는 자동차

  - 하이브리드자동차 : 휘발유·경유·액화석유가스·천연가스 또는 산업통상자원부령으로 정하는 연료와 전기에너지(전기 공급원으로부터 충전받은 전기에너지를 포함한다)를 조합하여 동력원으로 사용하는 자동차

  - 수소전기자동차 : 수소를 사용하여 발생시킨 전기에너지를 동력원으로 사용하는 자동차

- **(친환경차 구분)** 전기자동차는 구조 및 구동방식에 따라 크게 배터리전기차(BEV), 플러그인하이브리드차(PHEV), 수소전기차(FCEV), 하이브리드전기차(HEV), 주행거리확장전기차(eREV)로 구분

	하이브리드전기차 (HEV)	플러그인하이브리드차 (PHEV)	주행거리확장전기차 (eREV)	배터리전기차 (BEV)	수소전기차 (FCEV)
구조					
구동방식 및 특징	내연기관과 전기에너지를 동력원으로 사용. 외부 충전 불필요	하이브리드와 같은 구동 방식이지만, 외부 전력 연결로 배터리 재충전이 가능	소형 엔진(발전기 역할)으로 배터리 충전하여 모터로 구동(대표차종 - GM 볼트(Volt))	내연기관 없이 배터리와 모터로 구동	수소를 사용하여 발생시킨 전기로 모터를 구동
영문명칭	Hybrid Electric Vehicle	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	extended-Range Electric Vehicle	Battery Electric Vehicle	Fuel Cell Electric Vehicle

자료 : 김선명·김선재(2018), 「수소전기차」, 『KISTEP 기술동향브리프』, 2018-20호, p.2, 재인용

그림 51 친환경차 주요후보별 구조 및 특징 요약

25) 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률[시행 2019. 4. 1.] 제2조(정의)

● **(국내 친환경차 성능)** 국가차원의 친환경차 성능 개선을 위한 다양한 정책 추진[26)]

- 전비, 주행거리 등 성능 중심의 보조금 개편을 통해 고효율화 및 성능향상을 유도

· (전기차) 한번 충전으로 운행가능한 주행거리를 400 → 600km로 확대('25) 및 충전 속도는 현재보다 3배로 향상('25)

· (수소차) 수소차는 내구성을 16만 → 50만km로 강화('22)하고, 부품 국산화율 100% 달성('22) 및 4천만원대로 차량 가격인하('25)를 추진



자료 : 산업통상자원부(2019), 「미래차 산업 신속전환을 위한 3대 전략」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156355945(2021.07.08)

그림 52 **국내 친환경차 성능개선 목표**

● **(국내 친환경차 보급현황)** 친환경차 국내 보급 확대를 위해 보조금 지급, 세제지원, 수요 확대 방안 추진

- (보조금) '규모의 경제' 도달시까지 보조금 유지

· 생산규모, 배터리(전기차)·수소연료전지(수소차) 가격 성능 등 시장상황, 미래차 경쟁력 등을 감안, '22년 이후 지급여부 수준 검토

· 수소유통비 절감으로 2030년까지 수소가격 50% 인하 추진. 거점별 파이프라인 구축, 튜브트레일러 운송비 지원 등으로 '18년 8천원 → '30년 4천원/kg으로 인하

- (세제지원) 전기·수소차 대상 개별소비세(현재~2022년) 및 취득세(현재~2021년) 일몰 도래시 세제지원 연장 적극 검토

- (수요확대) 수소버스, 수소택시, 수소트럭, 수소·전기차 기반 자율주행차량 확대

· 수소버스를 중심으로 대중교통 친환경차 보급 확대를 목표로 하나 보급 미비

* 버스 보급목표(누적, 대) : ('19) 37대 → ('20) 217대 → ('21) 1,000대 → ('22) 2,000대

· 수소택시 시범운행 후 전국 확산

* 시범운행 ('19) 10대 → ('20) 20대 운영 후 전국확산('22년~)

26) 산업통상자원부(2019), 「미래차 산업 신속전환을 위한 3대 전략」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156355945(2021.07.08)

● **(국내 친환경차 인프라 구축 현황)** 친환경차 국내 보급 확대를 위한 지속적 인프라 구축

① 전기충전기

- 전기충전기는 매년 1,500기 구축하여 2022년 1만기에서 2025년 1.5만기로 확대

· 2019.10월 현재 전기차 급속충전기(공용)는 5,390기 구축 완료

· 국내 주거 특성을 고려, 공동주택 충전기 적극 확대. 의무구축 대상 공동주택 구축량을 현재 500세대 이상 주택의 주차공간 100면당 1기에서 수준에서 2배 이상으로 확대 검토. 의무구축 외 공동주택에 대해 완속충전기 설치 지속 지원

· 접근성·편의성이 좋은 도심 거점 등에 충전기 확대하고 대형마트, 주유소, 고속도로 휴게소 등 우수 입지에 최소 1기에서 부지 사정에 따라 3~5기 이상 급속충전기 설치

② 수소충전소

- 수소차 보급 초기에는 주요도시 및 수요처에 집중하되, 중·장기적으로는 전국에 균형 배치하여 이용 편의성 극대화

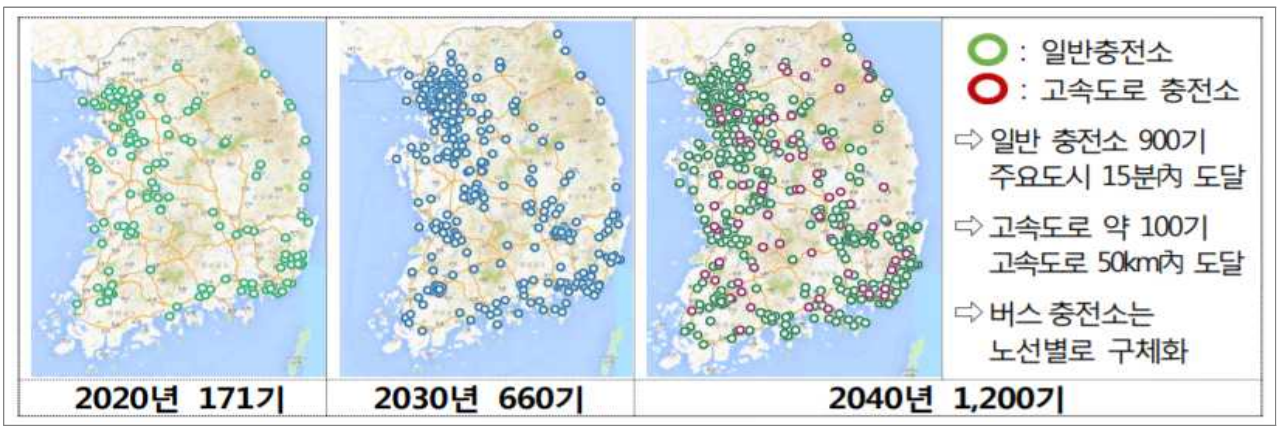
  * 수소충전소 구축 목표 : '22년 310기 → '30년 660기

- 이용자들이 2022년 30분내, 2030년 20분내 충전소에 도달 가능하도록 2020년 171기, 2022년 310기, 2030년 660기로 단계적 확충

· (주요 도시) 단기적으로 권역별 주요 도시(서울, 대전, 울산, 창원, 광주 등)중심으로 '22년까지 일반 190기, 버스전용 60기 등 총 250기 구축. 2040년까지 전국 226개 시·군·구에 최소 1기 이상씩 구축

· (고속도로) 교통량 등을 고려하여 순차 배치 ('19년 18기, '22년 60기)

  * 운영중 : 경부(3기), 남해(1기), 호남(1기), 중부(1기), 중부내륙(1기), 영동(1기)



자료 : 산업통상자원부(2019), 「미래차 산업 신속전환을 위한 3대 전략」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156355945(2021.07.08)

그림 53 수소충전소 구축(안)

- **(국내 수소버스 도입 현황)** 2020년 5월 기준 시내버스 13대(부산5대, 창원 5대, 울산 3대)로 국내 사업용 수소차량 보급 미비

  - 수소 승용차는 7,300여대에 달하지만 사업용 차량은 버스 13대와 택시 20대(서울) 등 35대에 불과

  - 수소충전소 등 수소자동차 운행을 위한 기본 인프라도 40기에 불과하며, 일부충전소는 고장으로 이용을 못하거나 대부분이 승용차 전용으로 버스 전용 수소충전소는 전북 완주에만 1기 설치되어 있음

- **(국내 2층 수소버스 개발 추진 현황)** 2층 전기버스 기술 개발을 완료하고 상용화가 진행 중이며, 수소버스 안전성 평가를 위한 장비 개발 R&D가 2020년 착수됨

  - 국내 친환경 자동차 (전기, 수소 등) 관련 정부 주도의 전기 버스, 수소 버스에 대한 기술 개발이 진행되고 있으나,

  - 민간 사업자의 경우, 제품 다양화에 대한 기회 보다는 확고한 비즈니스 모델 없이 기술 개발이 선행되어야 하는 상황을 우려하고 있는 실정임

- **(해외 2층 수소버스 도입 현황)** 영국 애버딘시는 세계최초로 Wrightbus사에서 개발한 2층 수소버스를 도입하여 시범운행 중에 있으며, Optare사에서도 2층 수소버스 개발에 성공하여 2021년 상용화 예정

  - Aberdeen 시의회, 스코틀랜드 정부 및 유럽 연합(FCH JU)은 Horizon 2020 연구 및 혁신 프로그램, 수소 유럽 산업 및 수소 유럽 연구 등 지원을 받아 830만 파운드 (95 만 유로)를 투자함 (차량당 약 50만 파운드 수준)[27)]

  - Arcola Energy와 Optare Group은 새로운 버스가 코로나 바이러스 전염병 이후 도시 대기질과 저탄소 경제 회복에 중요한 기여를 할 것이라 기대하고 수소 연료 전지 2층 버스 출시를 발표하였으며, Optare Metrodecker EV 플랫폼에 Metrodecker EV의 배터리 파워팩을 대체하기 위해 Arcola Energy에서 개발한 수소연료 전지파워팩을 통합한 Metrodecker H2 수소 버스가 2021년에 출시 예정[28)]

    * 90명 이상의 승객을 태울 수 있으며 사양과 노선에 따라 200 ~ 250 마일의 제로 배출 범위 제공

27) Aberdeen City Council(2020), 「The world's first hydrogen-powered double decker bus arrives in Aberdeen」, https://news.aberdeencity.gov.uk/the-worlds-first-hydrogen-powered-double-decker-bus-arrives-in-aberdeen/(2021. 2. 10)

28) Fuel cell electric buses(2020), 「THE UK TO BECOME A PIONEER IN THE DEVELOPMENT OF HYDROGEN FUEL CELL BUSES」, https://www.fuelcellbuses.eu/public-transport-hydrogen/uk-become-pioneer-development-hydrogen-fuel-cell-buses(2021. 2. 10)



자료 : Aberdeen City Council(2020), 「The world's first hydrogen-powered double decker bus arrives in Aberdeen」, https://news.aberdeencity.gov.uk/the-worlds-first-hydrogen-powered-double-decker-bus-arrives-in-aberdeen/(2021. 2. 10)

그림 54 애버딘시 세계 최초 2층 수소버스 공개

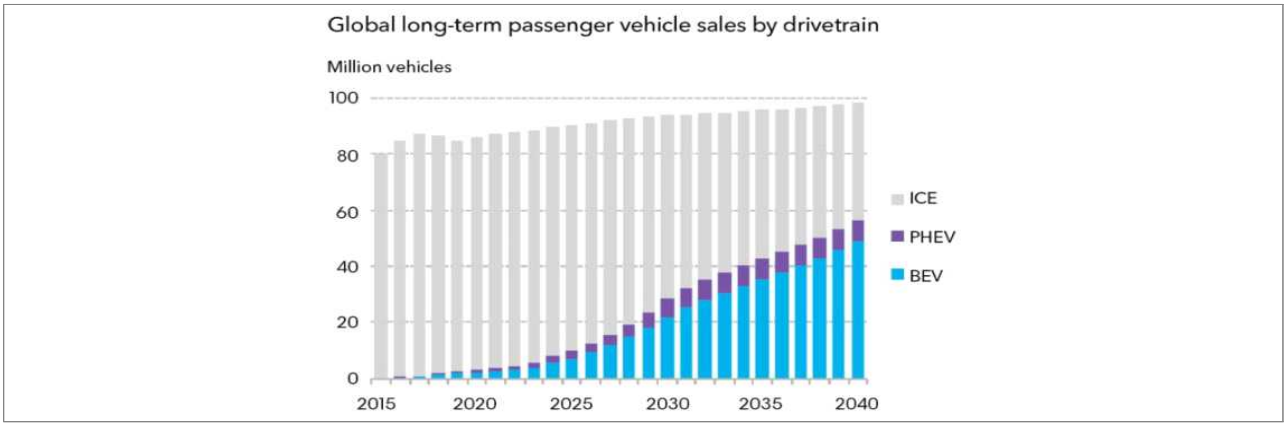


자료 : Fuel cell electric buses(2020), 「THE UK TO BECOME A PIONEER IN THE DEVELOPMENT OF HYDROGEN FUEL CELL BUSES」, https://www.fuelcellbuses.eu/public-transport-hydrogen/uk-become-pioneer-development-hydrogen-fuel-cell-buses(2021. 2. 10)

그림 55 Optare의 Metrodecker H2 수소 버스

● **(전기차 시장전망)** 2040년에는 전체 판매 승용차 대수 중 전기차가 57%를 차지할 것으로 전망

- 2018년 200만대 이상이 판매되었고 2025년에는 1,000만 대, 2030년에는 2,800만대, 2040년에는 5,600만대 전기차 판매 예상[29)]

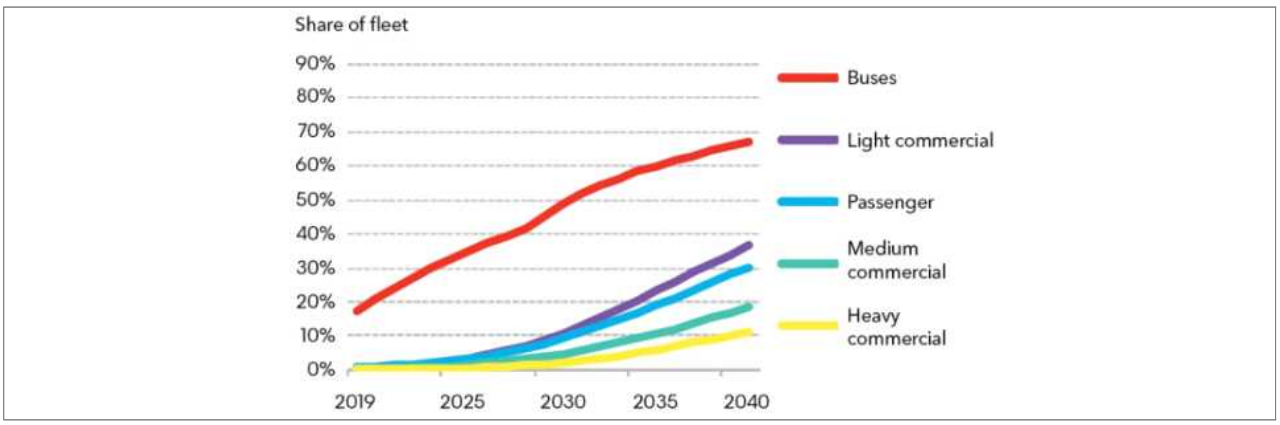


주 :
- ICE(Internal Combustion Engine): 내연기관차
- PHEV(Plugin Hybrid Electric Vehicle): 플러그인 하이브리드차
- BEV(Battery Electric Vehicle): 전기차

자료 : BloombergNEF(2019), "Electric Vehicle Outlook 2019", https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/#toc-viewreport(2021.1.15.)

그림 56 전기차 시장 전망

- 차량군별 친환경차 점유율은 버스, 소형화물차, 자가용, 중형화물차, 대형화물차 순으로 높은 점유율을 차지할 것으로 전망



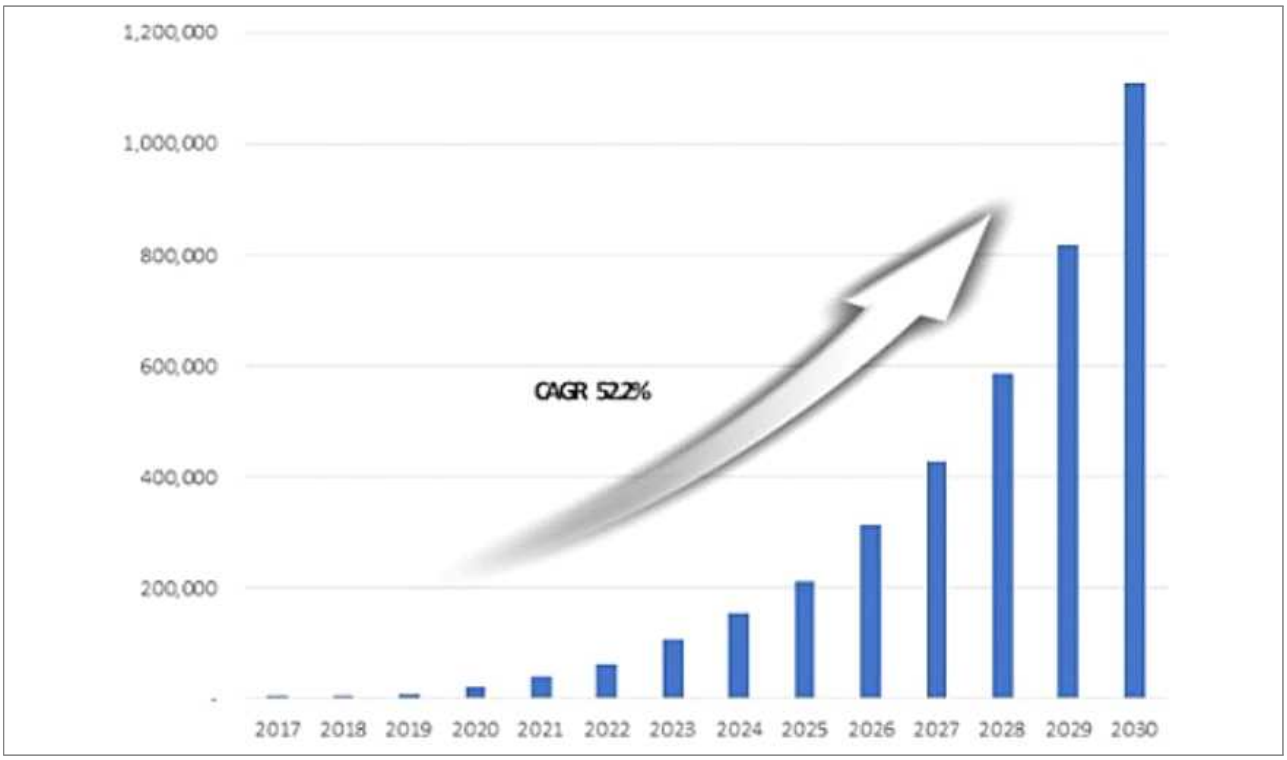
주 : Light commercail(소형화물), Medium commercail(중형화물), Heavy commercial(대형화물), Passenger(승용차), Buses(버스)

자료 : BloombergNEF, "Electric Vehicle Outlook 2019", https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/#toc-download(2021.1.15.)

그림 57 장래 차량군별 친환경차 점유율

29) BloombergNEF, 「Electric Vehicle Outlook 2019」,https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/#toc-viewreport(2019.10.15.), key finding p.1, Global passenger EV sales outlook 인용

- **(수소차 시장전망)** 세계 수소연료전지자동차(FCEV:Fuel Cell Electric Vehicle) 시장 전망은 2020년 이후로 시장형성이 본격화 되고 유럽, 중국, 일본 한국 등의 적극적인 보급정책에 힘입어 연평균 52.2% 성장하여 2030년 110.7만대 규모로 성장 전망[30]



주 : CAGR(Compound Annual Growth Rate)은 연평균 성장률
자료 : ini R&C, 「전기차 vs 수소전기차 경쟁력 분석 및 시장전망(2017~2030)」, https://www.inirnc.com/prop/bbs/board.php?bo_table=new_report&wr_id=57(2019.11.13.)

그림 58 장래 수소차 시장 전망

30) ini R&C, 「전기차 vs 수소전기차 경쟁력 분석 및 시장전망(2017~2030)」, https://www.inirnc.com/prop/bbs/board.php?bo_table=new_report&wr_id=57(2021.1.13.)

■ 도심항공교통(UAM: Urban Air Mobility) 기술동향 및 시장전망

● (도심항공 교통 정의) '도심항공교통(Urban Air Mobility, UAM)'이란 도심 내 3차원 공중교통 체계를 활용한 항공운송 생태계를 의미[31)]

- UAM은 도심 상공에서 사람이나 화물을 운송하는 항공교통 수단으로, 기체 개발부터 인프라 구축, 플랫폼, 서비스, 유지보수 등 관련 사업을 모두 포괄하는 개념
- UAM은 도심 내 이동 뿐만 아니라 도심과 주변 광역권을 아우르는 새로운 이동형 교통수단인 광의적인 개념도 사용



자료 : 임두빈·엄이슬(2020), 하늘 위에 펼쳐지는 모빌리티 혁명, 도심 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, UAM)」, 『Samjong INSIGHT』, Vol.70·2020, p.4, 재인용.

그림 59 UAM을 통한 항공 운송 서비스의 활용범위

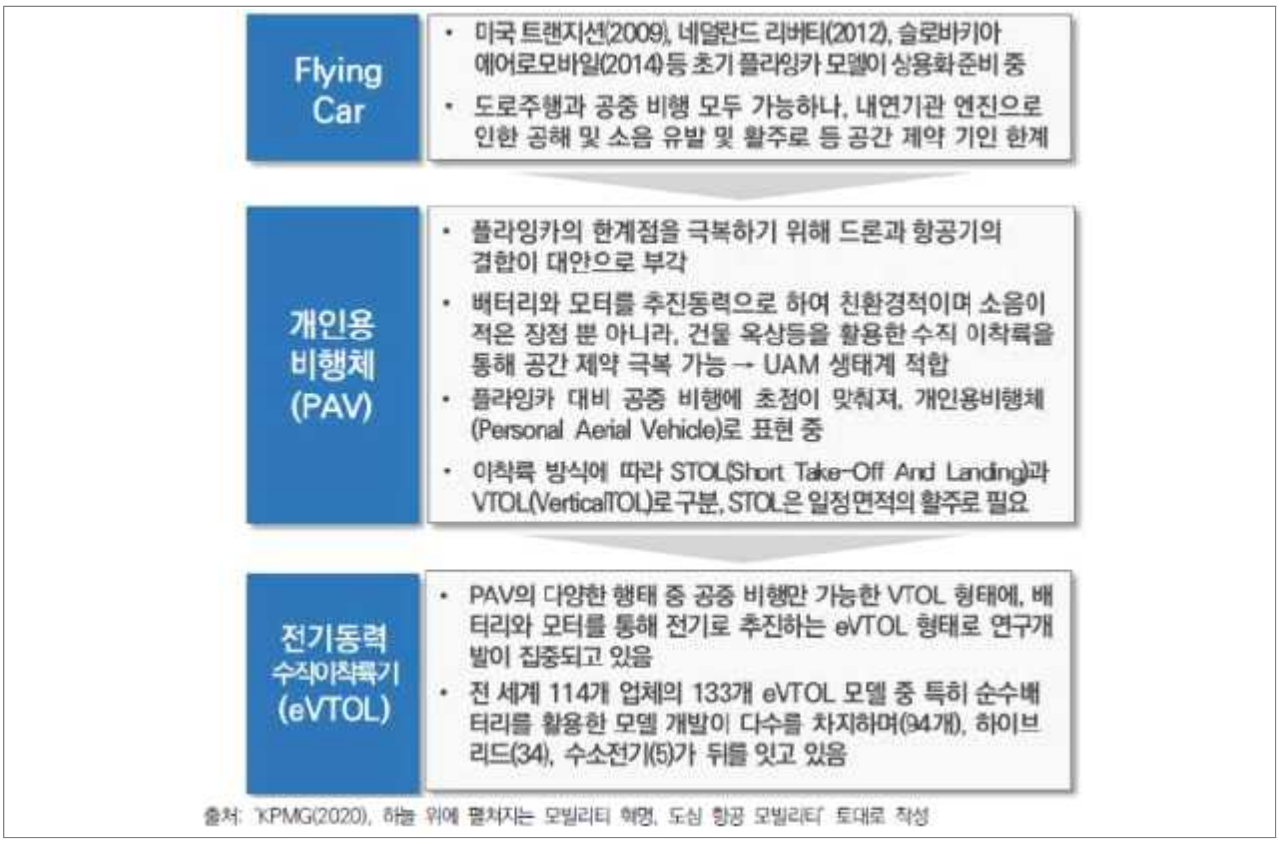
● **(UAM 기체 개발현황)** UAM은 '도심 내 이동'으로 활용범위가 구체화됨에 따라 '하늘을 나는 자동차(Flying Car)'에서 '전기동력 수직이착륙기(eVTOL)'로 발전 중[32)]

- 도심 운항을 위해 플라잉카의 단점을 극복하고자 드론과 항공기를 결합한 UAM 이라는 새로운 대안이 태동되었으며, eVTOL 형태로 연구개발이 진행

· 소음 및 환경 문제로 인하여 배터리와 모터를 적용한 전기추진을 적용하며, 공간제약을 극복하기 위해 수직이착륙이 가능한 형태를 선호

· 국내외 기체 현황을 보면, VTOL(수직이착륙) 기체가 대부분이며, 지상교통수단으로 활용할 수 있는 이중모드 보다는 항공교통수단만 가능한 단일모드 형태 개발이 추세

31) 관계부처 협력(2021), 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, p33.
32) 관계부처 협력(2021), 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, pp.34-35.



자료 : 관계부처 협력(2021), 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, p.35.

그림 60 Flying car→PAV→eVTOL 발전과정



자료 : EASA(European Union AvaiationSafety Agency), Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe, p. 21, 재구성.

그림 61 UAM용 전기동력 수직이착륙기(eVTOL) 개발 현황



자료 : 오재석·황호연(2020),「수도권 도심항공모빌리티수직이착륙장 위치선정, 경로설정 및 운행소요시간 분석」,『한국항행학회눈문지』, vol.24,(5), p.362. 재구성.

그림 62 UAM용 기체 유형

- **(인프라 구축 현황)** 기체개발업체 및 인프라 구축업체들 간 협력 등을 통해 버티포트(Vertiport)의 컨셉 디자인 및 기본설계를 마련하고 구축을 위해 노력 중[33)]

  - (미국) Uber Elevate, Beta Technologies 등 기업은 다양한 기업들과의 협력을 통해 버티포트의 입지와 요구조건을 마련

  - (유럽) 기체 제작사인 Volocopter社 및 Lilium社는 기체개발 뿐만 아니라 국가·기업 등과 파트너십을 통해 버티포트 구축도 추진 중

  - (중국) Ehang은 '20년 허저우市에서 E-Port 목업 형상을 공개하고 유럽 회사와 버티포트 구축을 위해 파트너십 체결



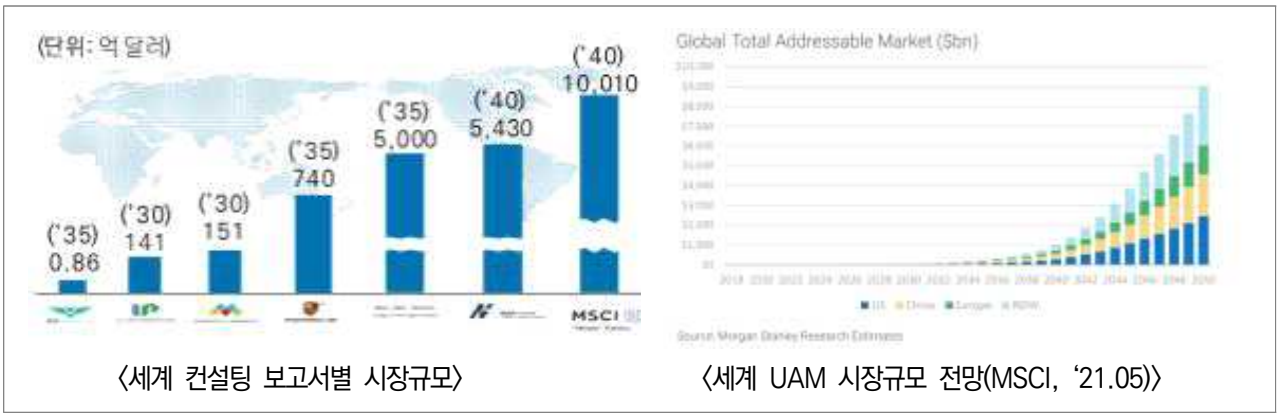
자료 : EASA(European Union AvaiationSafety Agency), Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe, p. 25.

그림 63 국가별 버티포트(Vertiport) 개발사 현황

33) 관계부처 협력(2021),「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, pp.81-83.

● **(UAM 세계 시장 전망)** UAM 시장은 미실현 시장이지만 ’40년에 약 1조 달러 규모로 전망[34]

- 주요 컨설팅社별 분석결과, ’35년 740억달러(한화 약 81조)에서 ’40년경에 1조 달러(한화 약 1,140조)규모로 전망
- Morgan Stanley 보고서에는 ‘35년 255억달러(한화 약 29조원)에서 ’40년경에 1조 달러(한화 약 1,140조), ‘50년경에는 9조달러(한화 약 9,900조) 규모로 전망



〈세계 컨설팅 보고서별 시장규모〉 〈세계 UAM 시장규모 전망(MSCI, ‘21.05)〉

자료 : 관계부처 협력(2021), 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, p.362.재인용.

그림 64 **세계 UAM 시장규모 전망**

● **(UAM 국내 시장 전망)** 국내시장은 해외시장규모 대비 ’40년 109억달러 규모로 성장 전망[35]

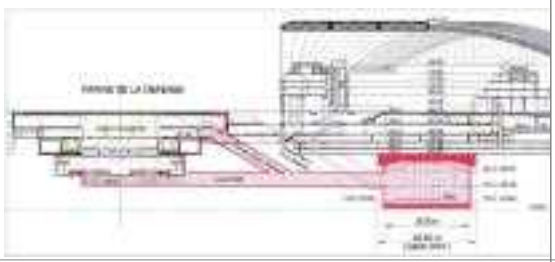
- 기체 시장은 ’25년 3,292만달러에서 ’40년까지 약 10억달러, 연평균 24% 성장률로 전망
- 인프라 시장은 ’25년 2,060만달러에서 ’40년까지 약 17억달러, 연평균 30% 성장률로 전망
- 서비스 시장은 ’25년 1.6억달러에서 ’40년까지 약 82억달러, 연평균 27% 성장률로 전망

34) 관계부처 협력(2021), 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, p.62.
35) 관계부처 협력(2021), 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, p.69.

(나) 광역교통시설 관련 기술동향 및 시장분석

- (광역교통시설)「환승센터 및 복합환승센터 설계·배치 기준」에 근거, 최단 환승거리는 300m 이내, 외부 안전한 곳까지 6분 이내 대피가 가능하도록 설계되어야 함

표 12 해외 철도 및 대중교통 환승이 편리한 환승센터 주요사례

구 분	설명 자료
독일 베를린 중앙역 	• 고속/일반 열차, 도시철도, 경전철, 버스와 직접 연계 • 역사 내 편의시설은 군락 입지를 통해 이동동선 단순화 및 보행 거리 단축 • 두 층에 14개의 승강장이 위치 • 1일 1,000여대의 철도가 운행되고, 근교 철도, Berlin 지하철이 통과 • 환승통로 430개, 에스컬레이터 58개, 엘리베이터 37개 설치
프랑스 파리 라데팡스 	• 지하 층부터 차례로 프랑스 국철, 파리 도시철도가 배치되어 있고, 출발용 승강장과 도착용 승강장이 분리되어 있음 • 대합실 상부는 도로 레벨로, 버스 승강장이 위치하고 있으며, 해당 층에서 트램 탑승도 가능함 • GTX A, C노선이 정차하고 삼성역, 봉은사역을 잇는 강남권 광역복합환승센터는 한국판 라데팡스로 소개되기도 함
스페인 마드리드 환승센터 	• 버스 5개 노선의 종점, 15개의 광역버스와 14개의 장거리버스, 지하철 4개 노선과 연결 • 지하 1층은 접근통로 역할, 장거리버스 발착 • 지하 2층은 지상부와 연결되는 터널로의 출입로 위치 • 지하 3층은 지하철과 연결, 버스 및 승용차와 환승 • 버스터미널이 지하에 위치하여 메트로에서 에스컬레이터를 타고 수직 이동하여 바로 환승하여 탈 수 있도록 배치
미국 샌프란시스코 세일즈포스 대중교통센터 	• SanFrancisco Bay Area는 다양한 교통수단이 도시내외곽을 연결하고 있음 • Amtrak (미국 전역을 연결하는 철도), Caltrain (지역철도), BART (광역철도), 골든게이트 트랜짓, AC 트랜짓 등 주변 지역 연계 노선 버스, 그레이하운드, 메가버스, 볼트버스 등 미국 전역/광역을 연결하는 장거리 버스 환승이 가능 • 지상 층에서 뮤니, 케이블카 등 탑승이 가능

- 대도시권광역교통위원회는 수도권 광역급행철도(GTX) 도입에 따라 지자체를 대상으로 'GTX 역사 환승센터 시범사업 공모'를 진행한 결과, 현장실사·전문가 평가 등을 거쳐 최종 10개 역사를 선정 (2020.11)

  - 해당 공모는 철도사업 완료 후 환승센터를 건립해 환승동선 단축, 출입구 및 대합실 위치 변경 등 환승편의를 위한 시설개선이 불가능하던 기존 관례를 개선하는 새로운 시도였으나,

  - 기존 설계 도면을 기반으로 분석을 진행하는 시뮬레이션 방식을 적용하여, 서비스 수준 분석, 각종 이동시설 용량 적정성 평가 등 과학적인 결과 제시에 한계가 있음

  - 웹 오픈소스 기반 지오빔 기술을 활용할 수 있는 '마고3D'가 개발되어 서비스 되고 있으며, 이를 활용한 환승센터 설계를 지원할 수 있는 디지털 트윈 기술 개발이 가능할 것으로 기대됨 (http://www.mago3d.com/kor/)

- 환승 가능한 대중교통 수단 및 노선이 많을수록, 환승센터의 구조는 복잡해지는 경향이 있으며, 대심도 토목·건축공사의 시공기술, 공사비, 민원 등 각종 애로사항이 발생

  - 편리한 환승시설, 직결 환승 등 대상 여건에 맞는 이동시설 기술을 활용하여, 효율적인 환승동선 확보가 필요

  - 신안산선의 경우, 효율적인 환승 및 접근 동선을 확보하기 위해, 기존 계단, 에스컬레이터가 아닌 대용량 승강기를 주동선으로 하는 설계 방식을 채택하였음

- 티센크루프社는 승강기의 기능과 역할을 확장한 수직수평이동이 자유로운 복수의 승강기를 운영하는 방식인 Multi 기술 확보하여, 시범 운영 진행 중임



그림 65 티센크루프 Multi 개념도

- 런던 교통국, 티센크루프 등 미래 교통기술 전망을 통해, 확장형 Multi 개념이 적용된 미래 철도 환승센터 기술을 제시

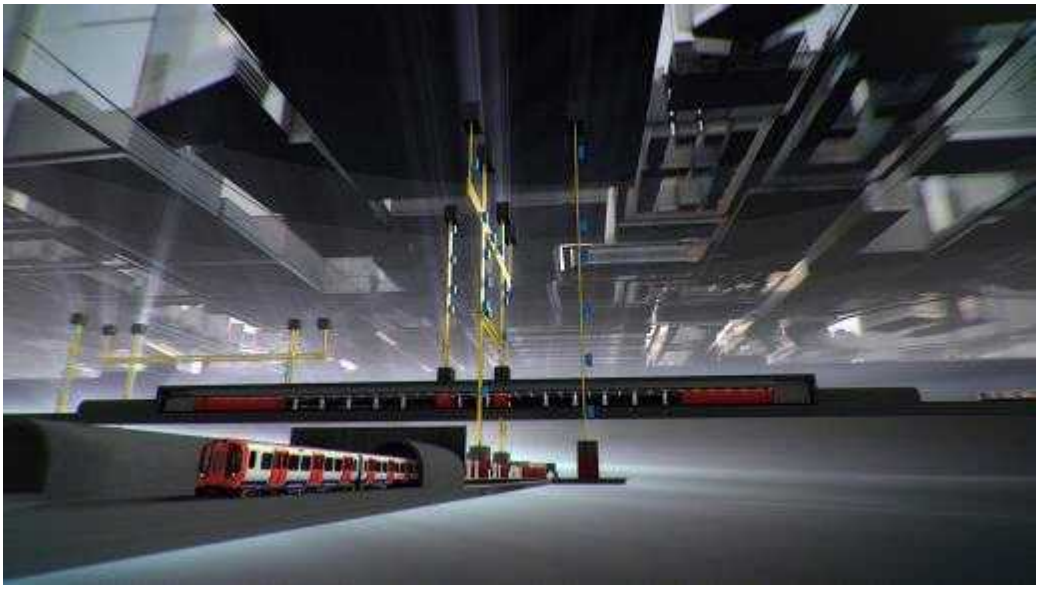


그림 66 **티센크루프 Multi 기술을 활용한 미래 철도 환승 개념도**

- 티센크루프는 장거리 수평이동 구간에 가감속이 가능한 무빙워크인 ACCEL을 소개하여, 일부 공항에 적용 중임

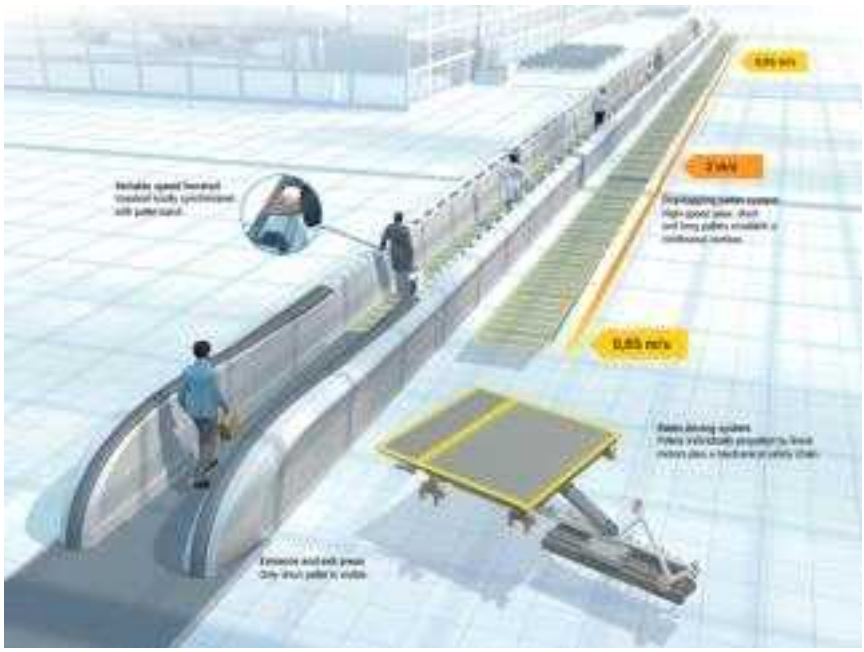


그림 67 **티센크루프 가감속이 가능한 무빙워크 ACCEL**

- 환승센터 설계 및 이동시설 기술을 활용하여, 물리적 구조와 이동동선이 단순화 된다고 하더라도, 기존 게이트 통과 방식의 요금징수시스템 개선 필요

- 기존 도시광역철도 역사는 요금 지불 후 이동 및 대기공간이 과다 설계되어, 이동 및 환승 동선이 복잡하고 이를 위한 공사비 과다 발생

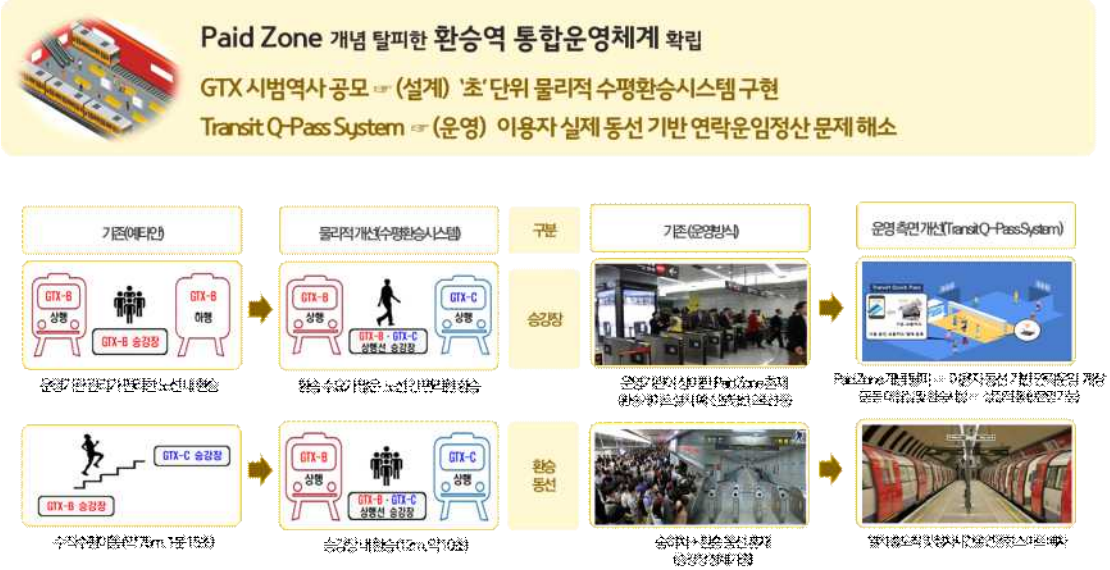


그림 68 환승센터 내 환승태그 및 요금징수로 인한 불편사항

- 싱가포르(2018.7)에서는 Gateless Hand-free 요금징수시스템을 개발하여, Redhill, Tiong Bahru, Kembangan, Bedok 역에 설치운영 중임



그림 69 싱가포르, ST-Engineering Gateless Hands-free 요금징수시스템

- 4차 산업혁명 기술 등 급격한 기술발전에 따른 환승센터 건설, 시설 도입 등에 대한 법제도 및 정책적 현황화가 필요하며, 기술변화에 보다 유연하게 대처할 수 있는 포괄적인 체계가 요구됨

(다) 광역교통운영 관련 기술동향 및 시장분석

■ 국내 정부주도 프로젝트 기반 수요응답형 교통체계(DRT) 운영

- 국내에서는 국토교통부가 주관하는 도시형 및 농촌형 교통모델 사업으로 추진되어 현재 정식 서비스 중인 사례(부름부릉 버스, 아리랑 버스 등)와 2020년부터 스마트시티 챌린지 사업을 통해 활성화되고 있는 사례(I-MOD, 셔클)가 있음

① 전라북도 완주군의 부름부릉 콜버스

- 2015년 6월부터 6개월간 진행된 전북 완주군 수요응답형 버스 서비스로 대중교통 접근성을 높이기 위한 도(道) 공모사업의 일환(지자체예산 100% 투입)으로 추진됨
  - 시범운영에 대한 이용자 만족도 설문조사 결과, 이용횟수, 요금만족도, 운영시간 등의 모든 항목에서 최상의 만족도를 보여 이후 정식운행을 개시, 현재까지 완주군 5개면 전 마을에서 오전 7시부터 오후 8시까지 운행하고 있음
  - 이용 요금은 500원이며 탑승 30분전까지 사전 예약하는 방식으로 기존 버스정류장, 또는 부름부릉 전용 정류장에서만 탑승이 가능함
  - 2018년, 2019년 누적이용객은 각각 44,000명, 55,000명으로 지속적으로 증가하는 추세이며 2020년 누적 이용객은 약 8만명이 예상됨



자료: 완주군청 페이스북, 「새 옷 입고 달린다~부름부릉!」, https://www.facebook.com/wanjustory/posts/1190306164324384/(2021.02.17.)



자료: 박영준(2020.11.13.). 「농촌 주민 만족도 큰 '콜버스'… 지자체, 사업 의지 강화해야 [농어촌이 미래다-그린라이프]」, 『세계일보』.

그림 70 완주군 부름부릉 콜버스 차량

② 경상남도 밀양시 아리랑 버스

- 국토교통부가 주관하는 도시형 교통모델 사업으로 추진된 아리랑 버스는 2020년 1월부터 정식 운행하고 있음

- 수요응답형 버스 서비스(삼랑진 노선)는 노선형 시내버스의 일부로 편입되어 함께 운행되고 있으며 코로나로 인해 월별 이용실적은 매우 변동이 심한 상황이나 최대 이용객수는 2020년 7월 한달 기준 1,467명으로 집계됨

- 이용 요금은 기존 시내버스와 동일하며, 첨두시 출·퇴근 및 통학을 위해 아침과 저녁에는 노선형으로, 이외 시간대에는 예약을 기반으로 한 수요응답형 방식으로 운행함

- 별도의 모바일 앱은 없으며 1시간 전까지의 전화 예약을 통해 배차시간 및 노선을 조정함



자료: 김동화(20202.01.13). 「밀양시, 수요맞춤형 노선 '아리랑 버스'운행 개시」, 『영남연합뉴스』.



자료: 남경문(2019.12.02.), 「밀양 삼랑진읍 아리랑버스, 순조로운 첫 출발」, 『뉴스핌』.

그림 71 **밀양시 수요응답형 대중교통 아리랑 버스**

③ 세종특별자치시 두루타 버스

- 2019년 수요응답형 서비스 시범 운행지역으로 세종시 장군면이 선정되어 두루타 버스가 운행을 시작하였고 이후 금남면으로 버스 서비스 지역이 확장됨

  - 이용을 위해서는 최소 1시간 전에 콜센터 예약을 해야 하며 지정된 장소에서만 탑승이 가능함. 이용요금은 500원으로 매우 저렴하나 타 대중교통 수단과의 환승할인이 적용되지 않으며 이동 중 합승 수요가 발생할 경우 경유지가 추가됨

  - 2020년 11월 SKT와의 협약 체결을 통해 최신 티맵과 실시간 교통정보를 제공받고 있으며 이를 통해 보다 효율적인 최적경로로 운행하고 있음

  - 2021년 3월 기준, 이용자 만족도 조사에서 9.18점(10점 만점)의 매우 높은 평가를 받았으며 누적 이용객 수는 10,000명에 이름

  - 2021년 4월 중으로 세종시 전체 읍면으로 서비스 지역을 확장할 예정임



자료: 세종특별자치시 공식블로그, 「세종시에는 500원으로 탈 수 있는 콜버스가 있다? 세종시 두루타버스」, https://m.blog.naver.com/sejong_story/222015449443(2021.02.17.)

그림 72 세종특별자치시 수요응답형 대중교통 두루타 버스

④ 인천 광역시 영종국제도시의 I-MOD

- 현대자동차컨소시엄이 제안한 사업으로 인천시의 버스 접근성 향상을 위해 I-MOD라는 수요응답형 버스 서비스를 도입함

  - 본 사업은 국토교통부 2020년 스마트시티 챌린지 본사업 선정과 관련하여, 2019년 말부터 약 2개월간 시범서비스 이후에 2020년 10월 26일부터 실제 운행이 시작되었으며 2022년 12월 31일까지 서비스를 우선 목표로 함

- 기존 정류소에서만 승·하차가 가능하지만 실시간 수요를 반영하여 이용객이 있는 정류장만을 운행하는 최적 노선을 설계하고 운행한다는 점에서 기존 버스이용자의 대기시간 및 통행시간을 대폭 단축할 수 있음

  - 16인승 버스로 정식운행의 요금은 최단거리 7km까지는 본요금 1,800원(청소년 1,200원, 어린이 700원), 이후 1km 초과시마다 100원이 추가됨

  - 2021년 2월 기준, 서비스 누적 가입자 수는 1만 5천명에 이르며(영종 국제도시 인구의 약 15.7%), 본 사업기간 내 하루 평균 349명 이용, 누적 수송인원은 3만 9천명으로 집계됨

  - 서비스 도입으로 이용 대기시간이 크게 감소한 것으로 분석됨. 현재 대기시간은 12.7분으로 기존 대기시간(78분) 대비 84% 감축됨



자료: 인천광역시, 「앱으로 호출하는 버스 서비스 (10월 26일 I-MOD버스가 다시 돌아옵니다)」, https://www.incheon.go.kr/IC010601/2060318(2021.02.17.)

그림 73 인천시 영종국제도시 수요응답형 대중교통 I-MOD

⑤ 서울특별시 은평구의 신형 라이드풀링(ride pooling) 서비스 셔클(Shucle)

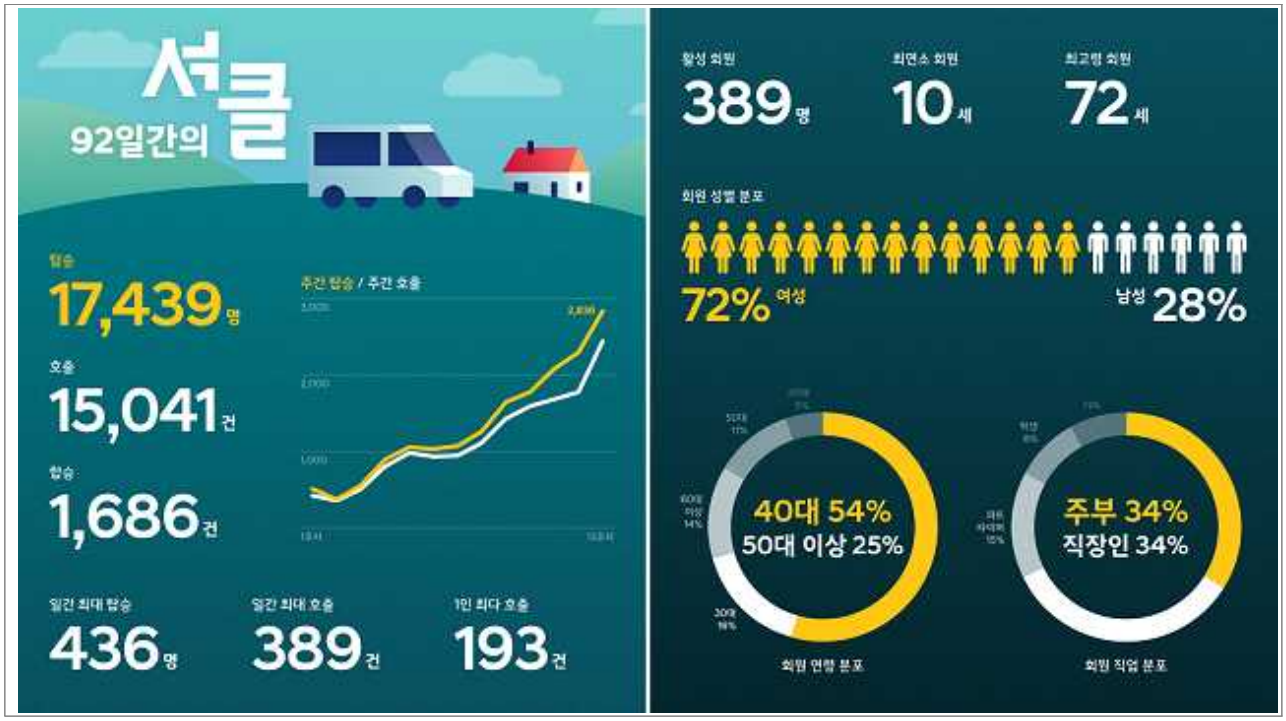
- 현대 자동차와 택시운송가맹사업자인 KST모빌리티가 과학기술정보통신부의 ICT 규제 샌드박스를 통해 실증특례를 부여받아 시작하게 된 수요응답형 대중교통 서비스

- 정해진 노선 없이 실시간 이용 수요를 바탕으로 이용객들에게 최적의 노선을 제공하는 인공지능 기반 알고리즘을 통해 대중교통 서비스를 정식 서비스하고 있음

  - 2020년 2월 14일부터 5월 15일까지 서울 은평 뉴타운 주민 최대 400명(선발자 100명 + 일인당 초대 3명)을 대상으로 시범서비스를 운영한 결과, 1만 7천명이 넘는 이용객이 이용하였으며 이용자 91%가 만족한 것으로 나타남. 하루 최대 탑승 인원은 436명이었으며 이용 수요는 꾸준히 증가해 서비스 마지막 주에는 2,836명이 셔클을 이용함

  - 현재 서울 은평구 뉴타운에서 정식 서비스 중이며 세종특별자치시와 성남시 위례 신도시로 서비스 지역을 넓혀 갈 예정

  - 11인승 대형승합차를 이용하며 정식 서비스는 월정액 구독료 방식으로 1인 기준 월 37,000원(일 4회 탑승 가능), 2인 무제한 월 77,000원 요금제가 있음



자료: 오아름(2020.06.08.), 「현대차, "합승 모빌리티 '셔클' 성공 가능성 확인"」, 『Auto Times』

그림 74 서울시 은평구 수요응답형 대중교통 셔클의 운행 실적 및 이용자 만족도

⑥ 제주특별자치도 GreeGo

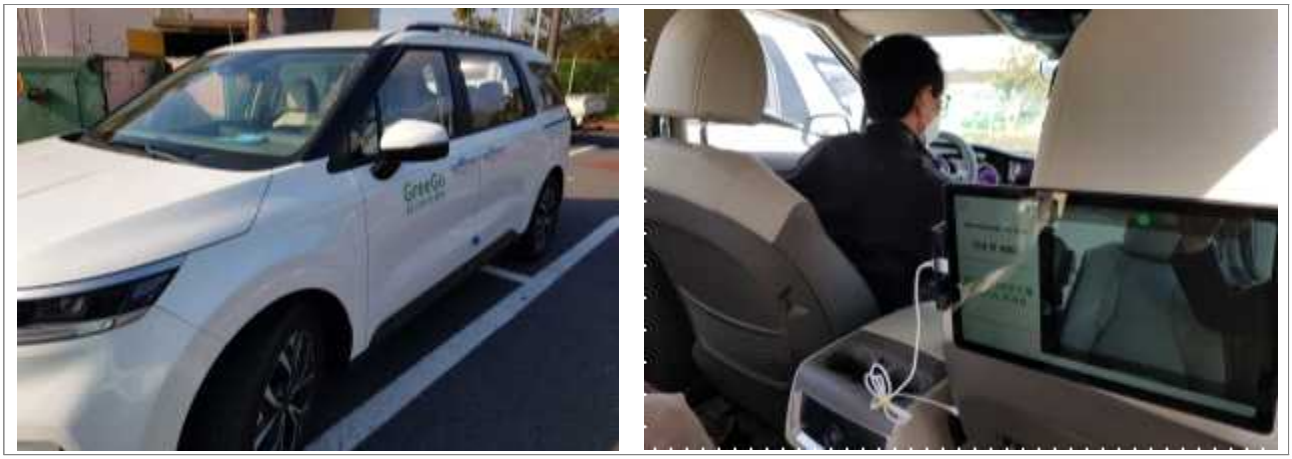
- 제주도 내 대중교통 취약 지역과 주요 거점 간의 연결성 향상을 위한 수요응답형 이동 서비스로 국토교통부 주관 2020 스마트시티 챌린지 공모사업의 최종 사업으로 선정된 이후, KST모빌리티와 제주국제자유도시개발센터(JDC)가 해당 서비스를 제공함

  - 2020년 말부터 약 3개월에 걸쳐 수행된 본 사업은 3개의 운행 구역(중문, 서귀포, 제주공항)을 3대의 차량이 오전 9시부터 저녁 6시까지 운행함

- 정해진 노선을 운영하는 서비스 방식으로 서비스 범위에 거주하는 이용자는 GreeGo 어플을 이용해 차량을 호출할 수 있음. 단, 시범사업 내에서는 이용금액이 무료였으며 시범사업 이후에는 제주도 여건에 맞는 요금제를 추후 개발할 예정

  - 시범 사업을 전개하는 과정에서 제품 개발진과 실제 이용자들이 함께 참여하는 리빙랩 방식을 접목해 이용자들을 대상으로 서비스 홍보 및 체험을 통한 의견수렴 등을 함께 진행

  - 본 사업은 2021년 3월, 스마트 챌린지 본사업으로 선정되어 향후 2년간 실증연구 및 확산 사업을 추진하게 될 예정



자료: e-3DA 시민연구실 블로그, 「수요응답형 이동 서비스」, https://e3dalive.kr/Blog/?idx=5858472&bmode=view (2021.02.17.)

그림 75 제주도 수요응답형 대중교통 GreeGo

⑦ 충청남도 논산시 동고동락 행복버스

- 2017년 운행한 동고동락 행복버스는 논산시 총 5권역의 35개 마을을 대상으로 운영됨

  - 이용요금은 기존 대중교통과 동일하였으나 이용 수요 부족과 고령자들의 예약서비스에 대한 낮은 접근성 등으로 인해 2018년부터 수요응답형 서비스를 폐지하고 노선형으로 운행 방식을 전환함

  - 반대로 동일한 개념으로 서비스를 시작한 동고동락 효도택시는 저렴한 이용요금(100원)으로 현재에도 지역주민들의 선호도가 높아 원활한 서비스를 제공하고 있음

표 13 수요응답형 교통체계(DRT) 국내 사례

구분	아리랑	부름부릉	두루타	I-MOD	셔클	GreeGo
서비스지역	경상남도 밀양시	전라북도 완주군	세종특별자치시	인천광역시 영종국제도시	서울특별시 은평구	제주특별자치도
서비스 기간	20.01~현재	15.06~현재	19.12~현재	시범운영 (19.12~20.01) 본 운영 (20.10~20.12)	시범운영 (20.02~20.05) 본 운영 (20.04~현재)	20.11~21.02
배차간격	탄력적	탄력적	탄력적	탄력적	탄력적	탄력적
노선경로	비고정	비고정	비고정	비고정	비고정	반 고정형 (수요있는 역 정차)
운송사업자 면허	수요응답형 여객운송사업	수요응답형 여객운송사업	수요응답형 여객운송사업	국토교통부 스마트시티 챌린지	과학기술정보통신부 실증특례	국토교통부 스마트시티 챌린지
정류소	기존 정류소	기존 정류소	기존 정류소	기존 정류소	비고정	기존 정류소
예약방식	전화	전화	전화	모바일앱	모바일앱	모바일앱
운송실적	최대 월1,467명	2019년 기준 55,000명	2021년 3월 기준 누적 10,000명	누적가입자수 15,000명, 하루 평균 349명 이용	3개월간 17,000명 이용, 하루 최대 탑승인원 436명	자료없음
요금	기본요금 1,500원	500원	500원	1,800원 (정식 운영)	1인 기준 월 37,000원	무료 (시범운행)

■ 국내 민간 주도 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 사례

● 국내 수요응답형 유사사례로 서울시 심야콜 버스, e-bus, 좌석예약광역버스, 경기도 프리미엄 버스, 서울시 올빼미 버스 등이 있음

- 서울시 “심야콜 버스”는 스마트폰 앱 기반으로 경로가 비슷한 이용자들을 그룹화하고 승객의 목적지에 맞게 실시간 노선을 정하여 운행하는 형태

· 현재 운행이 중단되었으나 심야시간대 운행하는 버스로 검토 중

- e-bus(출·퇴근형)는 지역과 시간이 비슷한 사람이 모여 스스로 노선을 만드는 버스로 공유경제 서비스라고 볼 수 있음

· 현재 최초로 시행된 공유버스이며 스마트모빌리티로 현재 서울시, 경기도, 인천시에서 출퇴근 시간대에 운영 중임

- 좌석예약광역버스(출·퇴근형)는 아침 출근시간대에만 운행하는 경기도→서울 간 노선으로 2017년부터 시범사업으로 시작되어 노선이 확대되고 있음

· 최근 경기도에서는 예약형 광역버스인 ‘프리미엄 버스’를 2020년 11월부터 운행 중에 있음

표 14 민간 주도 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 사례

구 분	e-bus	좌석예약 광역버스	올빼미 (서울시)	다람쥐 (서울시)	심야콜버스 (서울시)
운행여부	정기적	정기적	정기적	정기적	정기적
노선여부	△	고정	고정	고정	비고정
운송사업자 면허	구역여객 운송사업자	-	노선여객 운송사업자	노선여객 운송사업자	-
승·하차 정류소	고정	고정	고정	고정	비고정
환승여부	불가능	가능	가능	가능	불가능
예약여부	필요	불필요	불필요	불필요	필요
사업지원	-	-	-	-	-
법적 정의에 준하는 DRT인가	아님	맞음	아님	아님	△

주 :「여객자동차 운수사업법」 제3조, 제50조 에서는 수요응답형 여객자동차운송사업 운영 시 농·어촌을 기점 또는 종점으로 하거나, 대중교통 현황조사 결과에 따른 대중교통이 부족한 지역을 운행하여야 한다고 정의되어 있음. 또한, 수요응답형 여객자동차운송사업 운영자는 시·도로부터 필요한 자금의 일부를 융자 또는 보조받을 수 있음

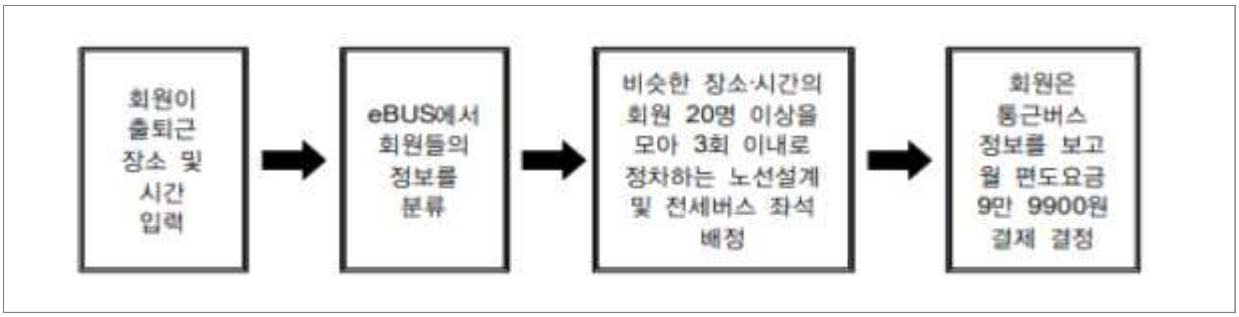
■ 국내 수요응답형 교통체계(DRT) 관련 기술보유 업체 현황

① 위즈돔

- 2009년에 설립된 세계최초 스마트 모빌리티 기업으로 ICT 솔루션 기반 스마트버스 관제·관리·운영사업을 추진하고 있으며, AIBOS, e-버스, 굿모닝 MiRi, 개발 및 핵심 특허 보유 중

  - AIBOS(아이보스) : 진보형 통합버스운영 시스템으로 버스 운영 일정 등 전반적인 관리가 가능하며, 서비스형 소프트웨어(SaaS) 형태로 수요처의 요구에 맞게 어플리케이션을 제작할 수 있다는 특징이 있음

  - e-버스 : 원하는 시간에 원하는 노선(이용자 맞춤형 노선)을 편하게 앉아서 가고 싶은 이용자 요구에 적극적으로 대응한 서비스



자료 : 김점산·박준식(2011),『수도권 수요대응형 버스 서비스 도입방안 연구』, 한국교통연구원, p.30.

그림 76 e-버스 운영 개념도

  - 굿모닝 MiRi/MiRi플러스(Mobile instant Reservation infra) : 이용하고자 하는 광역버스 또는 M-버스 좌석을 사전 예약시, 바로 버스에 탑승하여 예약한 좌석에서 앉아 갈 수 있는 광역버스 좌석예약 서비스

  - 인피니티 서울(Infinity Seoul) : 공항과 서울 도심의 주요 관광지 노선을 연계한 외국 관광객 전용 공유 교통 서비스

② 포티투닷

- 자율주행·모빌리티 스타트업 기업으로, 유모스(UMOS, Urban Mobility Operating System) 개발 및 기타 모빌리티 사업 추진 중

  - 유모스(UMOS) : 도심형 모빌리티 서비스로, 자율주행차, 드론, 딜리버리 로봇 등 다양한 미래 이동수단을 통합해 차량 호출, 공유, 로보택시, 스마트 물류, 식음료 배달 등 모빌리티 서비스의 모든 과정을 아우르는 플랫폼



자료: 손진석(2019.04.15.), 「현대차-코드42 협력, '스마트 모빌리티 솔루션 제공 기업' 전환 가속화」, 『뉴스웍스』

그림 77 유모스(UMOS) 개념도

- 기타 모빌리티 관련 다양한 사업 추진 중

· 기아자동차 퍼플엠(Purple M)과 모빌리티 통합 플랫폼 유모스(UMOS) 및 해당 플랫폼 제반 서비스 공동개발

· 아이나비 시스템즈, NHN과 유모스 맵 얼라이언스(UMOS Map Aliance) 결성

· 포티투닷 자율주행차 : 라이다 없이 카메라와 레이더의 센서 퓨전 기술로 복합적 상황 인식 및 판단, 차량제어 (니로EV 기반)

· 포티투닷 지도 : 자체개발 데이터 수집장치를 통해 도로 위 가변정보 수집 및 빠른 반영 가능. 고정밀 지도에 비해 유지보수 비용이 10분의 1 수준

표 15 포티투닷 모빌리티 사업추진 계획

사업추진 계획	시행연도(예정)	내용
자율주행 택시	2021년	서울 마포구 상암지구에서 레벨 4 자율주행 택시 시범 서비스 개시
자율주행 모빌리티 서비스	2023년 7월	세종 스마트시티 레벨 4 자율주행 모빌리티 서비스 시범 운영
	2024년	세종 스마트 시티에서 레벨 4 자율주행 모빌리티 서비스 제공 계획

③ 주식회사 에티켓

- 2016년 설립된 회사로 어린이 통학차량(학원셔틀) 셰어링 서비스, 셔틀타요 등의 온디맨드 서비스 제공

  - 학원에 차량, 기사, 안전요원 파견 및 관리 등의 서비스 솔루션을 클라우드 방식으로 제공, 셔틀버스 운행비용 30% 이상 절감혜택 제공
  - 투자 유치 금액 누적 17억원 이상
  - 일반차량이 아닌 특수차량에 대한 카셰어링 요소를 통한 시간/비용 절감 혜택



자료: 셔틀타요 블로그, 「셔틀타요 사용후기 1 영렘브란트 미술학원」, https://m.blog.naver.com/edticket/221132209536(2021.02.17.)

그림 78 주식회사 에티켓의 '셔틀타요' 운영 프로세스

④ 지엔티 솔루션

- 국토 및 교통분야 IT 전문기업으로서 5G, AI, IoT, Cloud, Big Data, Mobile 등의 최신 기술을 활용하여 플랫폼 기반 서비스 등 신규 사업 분야 확장 중

- 일반적인 대중교통과 달리 노선 및 스케쥴을 정하지 않고, 사용자(승객) 수요에 따라 차량 종류, 운행 노선 등 탄력적으로 운영하는 모빌리티 솔루션 Dr.T(Demand Response Transport) 개발

  - 사용자 수요가 일정하지 않거나 특정 이벤트 발생 지역, 대중교통 서비스 수준이 낮은 지역을 대상으로 운영

  - 운영 범위, 사용자 특성(연령, 교통약자 등) 등 운행 환경을 고려한 서비스

  - 사용자 이용 신청(승하차 위치 및 시각 요청), 각 개별 신청건에 따른 최적 배차, DRT 차량 기사에 배차 알림, 요금 지불(쿠폰), 운영이력 관리 등의 기능

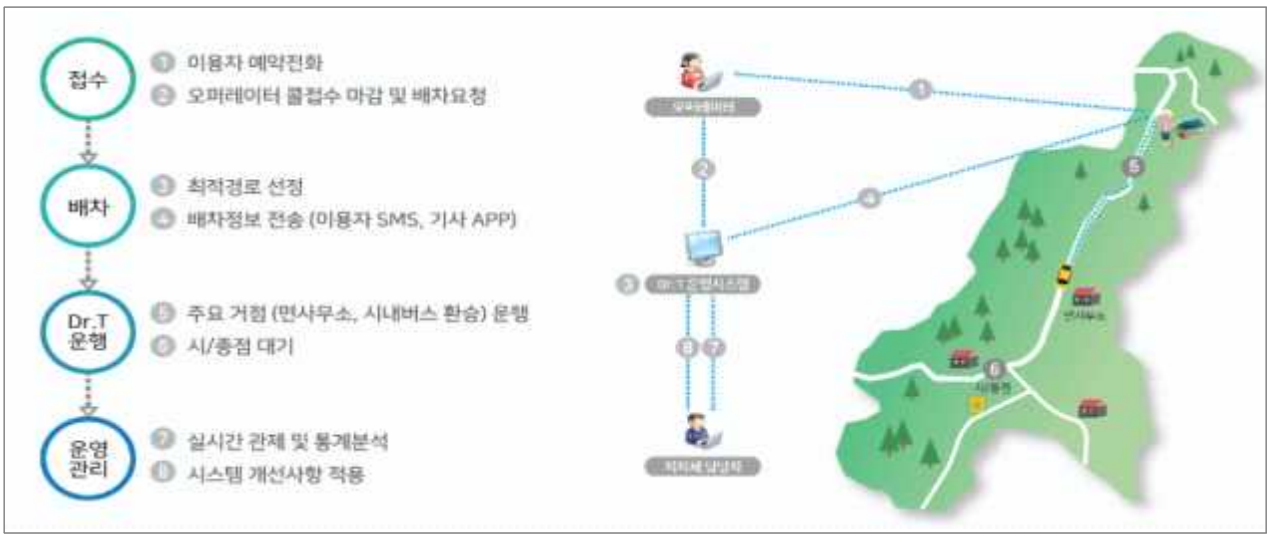
- 구축사례

  - 무주, 장수, 진안(전라북도청, 2.0억, 2017년)

  - 달성, 충주, 전주, 김제, 가평, 포천, 김천 등(한국교통안전공단, 1.5억, 2018년)

  - 경상남도 등(한국교통안전공단, 2019년, 1.3억)

  - 현재 약 40여개 지자체 서비스 운영 중(2021년 2월 기준)



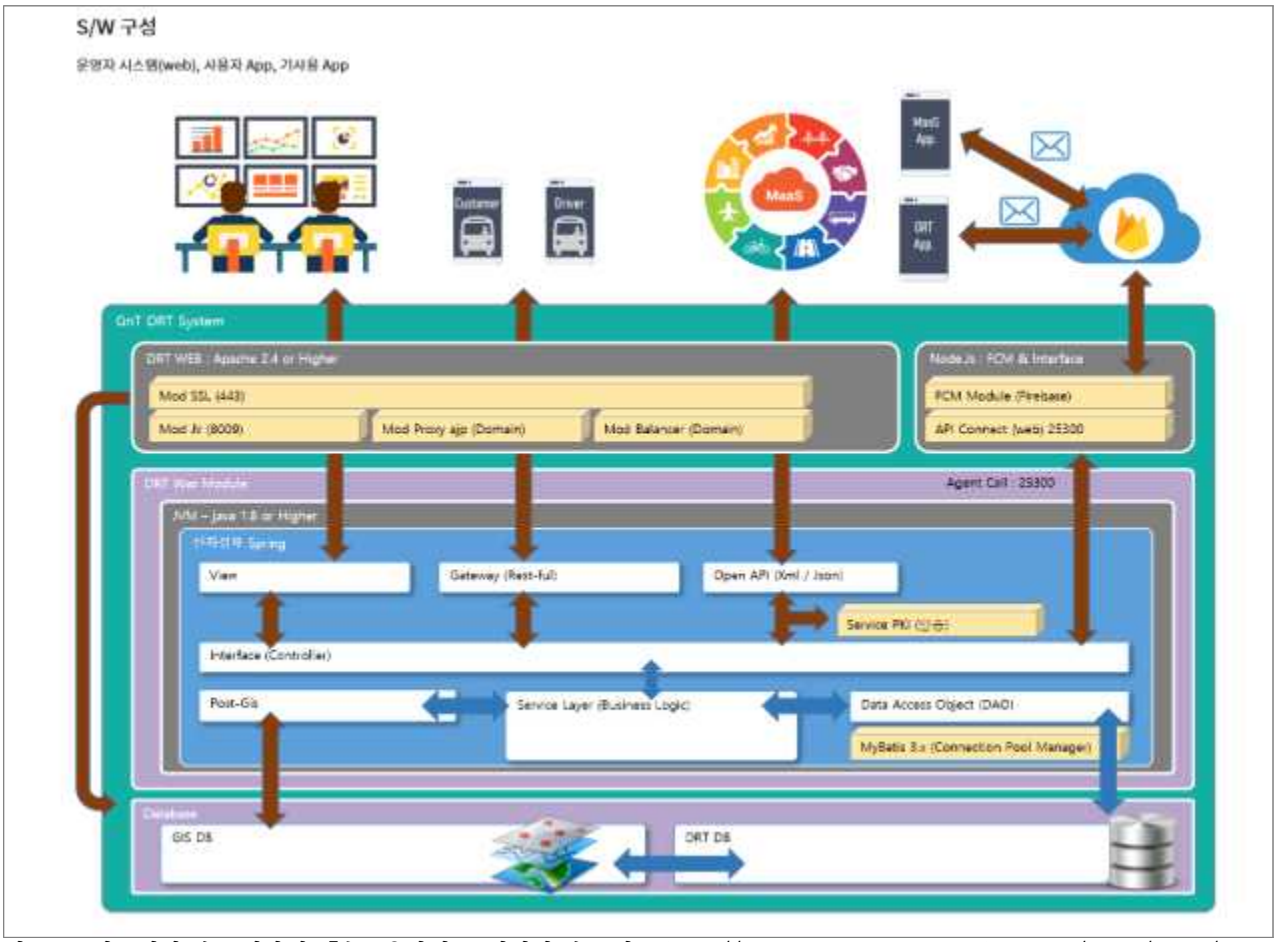
자료: 지엔티 솔루션, 「Dr.T」, https://www.gntsolution.com/offering/drt.php(2021.02.17.)

그림 79 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 흐름도



자료: 지엔티 솔루션, 「Dr.T」, https://www.gntsolution.com/offering/drt.php(2021.02.17.)

그림 80 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 아키텍쳐



자료: 스마트시티 솔루션마켓, 「수요응답형 모빌리티 솔루션」, http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do;%20%20%20%20%20%20jsessionid=FE05BED6D251A12690EDF1837A8A4272?menuNo=2&typeId=TYP002&stvCode=T0005%20%20%20%20%20%20&slutnId=SLUTN_00000000000046(2021.02.17.)

그림 81 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 S/W 구성

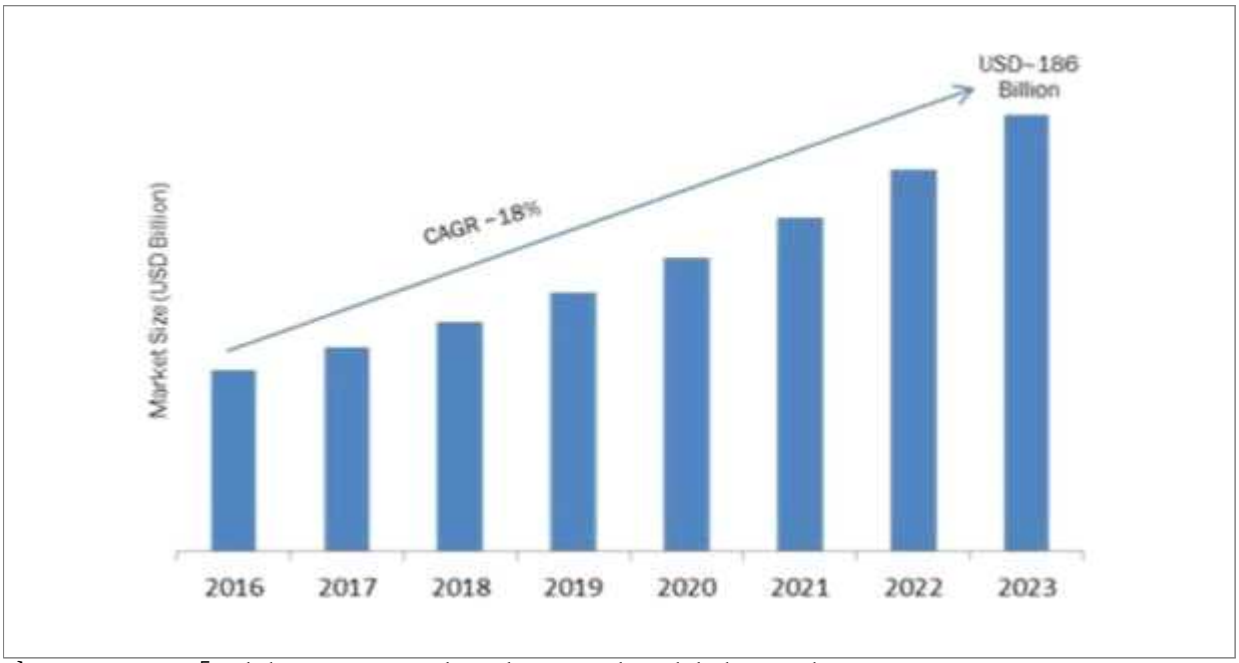
■ 해외 시장현황 및 전망

① 해외 수요응답형 모빌리티 서비스 시장 동향

- 수요응답형 모빌리티 시장규모는 2023년까지 1,860억 달러 (한화 약 207조)로 증가할 것으로 예상

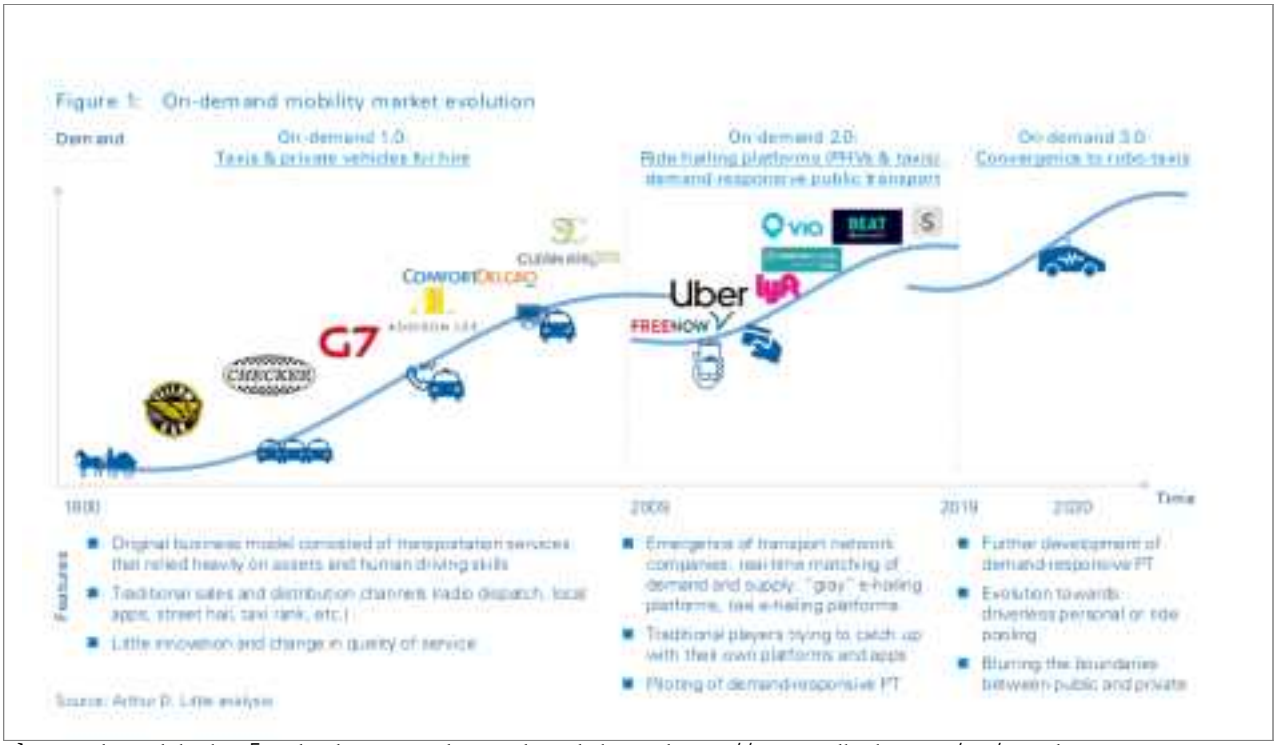
  - Market Research Future (MRFR)의 연구보고에 따르면 수요응답형 모빌리티의 글로벌 시장 가치가 2023년까지 1,860억 USD로 크게 증가하고, 연평균 성장률(CAGR)은 18% 정도로 예상

  - IoT등의 기술 발전 및 정부의 스마트 모빌리티 솔루션 도입에 따라 차량 공유 서비스, 택시 헤일링, 퍼스널 모빌리티 등의 서비스 접근성이 증가



자료 : MENAFN,「Mobility on Demand Market 2020 by Global Key Players, Business Rising Awareness, Financial Plan and Trends by Forecast 2023」, https://menafn.com/1100298050/ Mobility-on-Demand-Market-2020-by-Global-Key-Players-Business-Rising-Awareness-Financial-Plan-and-Trends-by-Forecast-2023(2021.02.24.)

그림 82 수요응답형 모빌리티 시장 규모 전망



자료: arthur d little, 「Rethinking on-demand mobility」, https://www.adlittle.com/en/insights/report/rethinking-demand-mobility(2021.02.24.)

그림 83 수요응답형 모빌리티 시장의 발전 전망

② (미국) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- 미국의 수요응답형 교통은 기존의 택시와 버스의 약점을 보완하여 대중택시라는 개념을 만들었고, 버스가 운행하지 않을 때 택시가 기존 버스의 주요 정류소를 기종점으로 택시 서비스를 제공하는 형태를 띠고 있음

- 미국은 수요응답형이 최초로 운영된 국가로 1900년대 초반 지트니(Jitney)를 시작으로 수요응답형 교통수단이 본격적으로 도입

  - 현재는 버스가 운행하지 않는 심야 및 주말에 기존 버스의 주요 정류소를 중심으로 운행하는 Transit-taxi, 예약에 의해 운행하며 특정 정류소에만 정차하는 CAT connector, 승객의 요구에 의해 노선을 이탈하였다 복귀하는 Omnilink 등이 운행 중

  - 지역특성에 따라 운영주체, 요일, 구간, 시간대, 요금, 차종 등이 상이

  - 주로 지자체에서 운영 중이며 일률적 기준은 정해져 있지 않음

표 16 미국 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

도 시	운영주체	운영시간	요금 및 대상	
인디애나 Monroe,Owen, Lawrence County	Area 10 Agency (비영리사설기관)	오전8:15-오후5:00 오전8:15-오후2:00 오전7:00-오후4:00	모든 주민대상 도시내$0.75 도시간$1.50	
텍사스Waco	지자체	주중(오전5:15-오후7:15) 토요일(오전6:15-오후8:15)	모든 주민대상 $3.00	
오하이오 Delaware	DelawareCounty TransitAgency(지자체)	주중(오전6:00-오후6:00)	모든 주민대상 연령에 따라 $0-$2	
미시시피주 Hattiesburg	HubCityTransit (지자체)	주중(오전6:00-오후6:30)	교통약자 $0.25	
미시간주 Jackson County	Jacksonransportation Authority(JTA) (지자체)	주중(오전6:00-오후10:00) 토요일(오전10:0-오후10:00) 일요일(오전7:00-오후5:00)	모든 주민 대상 운행거리 및 이용시간에 따라 $2-$7.50	
일리노이 McDonough County	McDonoughCountyPublicTRSPSystem(MCPT) (지자체)	주중(오전6:00-오후6:00) 토요일(7:00am-1:00pm)	모든 주민대상	
			-일반-	도시 내 $2.00, 도시 간 $3.00
			-노인 및 장애인-	도시 내 $1.00 도시 간 $2.00
웨스트버지니아 Randolph County	CountryRoads (지자체)	주중(오전8:00-오후4:00)	Randolph주민 거리에따라 $2.50-$10.00 24시간사전예약	
메릴랜드 Harford County	HarfordTransit (지자체)	주중(오후4:00-오후9:00)	노인,장애인,저소득층노인센터 $1.00 병원,심부름,쇼핑 $2.00	
테네시 Knox County	KnoxCountyCACTransit Services(지자체)	주중(오전8:00-오후4:45)	모든 주민 대상 $0.50-$3.00	
일리노이 Freeport	PretzelCityTransitCompany (개인기업)	주중(오전6:00-정오) 토요일(오전6:00-오후1:00)	모든 주민대상 $2.00	

자료: 김태형(2020), 「스마트시티의 모빌리티 서비스 기술 및 연구 동향」, 『융합연구리뷰』, vol.7(2021.04), p.51.

③ (일본) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- 일본은 디맨드 버스(Demand Bus)라는 이름으로 불리고 있으며, 2002년 지방의 적자 노선버스의 폐선·폐지에 따른 대중교통 공백지역 해소 차원에서 도입 검토가 시작됨

  - 대규모 통행 이동이 아닌 도로구조상 큰 버스 운행이 어렵고, 인구 저밀도 지역에서 주로 운행

- DRT 운영주체는 지자체가 직접 운영하거나 상공회의소나 사회복지협의회 등에 위탁하며, 운행시간표와 운행노선은 고정과 비고정형으로 이용자의 요구에 맞춰 설정하는 등 지역특성을 반영하여 다양하게 적용하고 있음

  - 계약은 위탁운영, 사업자 인센티브, 택시미터, 적자보조방식 등으로 다양

- 주민 전체를 대상으로 하거나 특정 계층만을 위한 서비스를 제공하기도 하는데, 대부분 고령자를 대상으로 20시전에 종료하는 것이 일반적인 형태임

- 정보통신기술을 활용한 새로운 개념의 DRT가 본격적으로 도입되어 시스템 측면에서 전화에 의한 완전 예약제 등 첨단교통시스템(ITS)을 도입한 사례도 있음

표 17 본 DRT 운영방법 및 도입지역

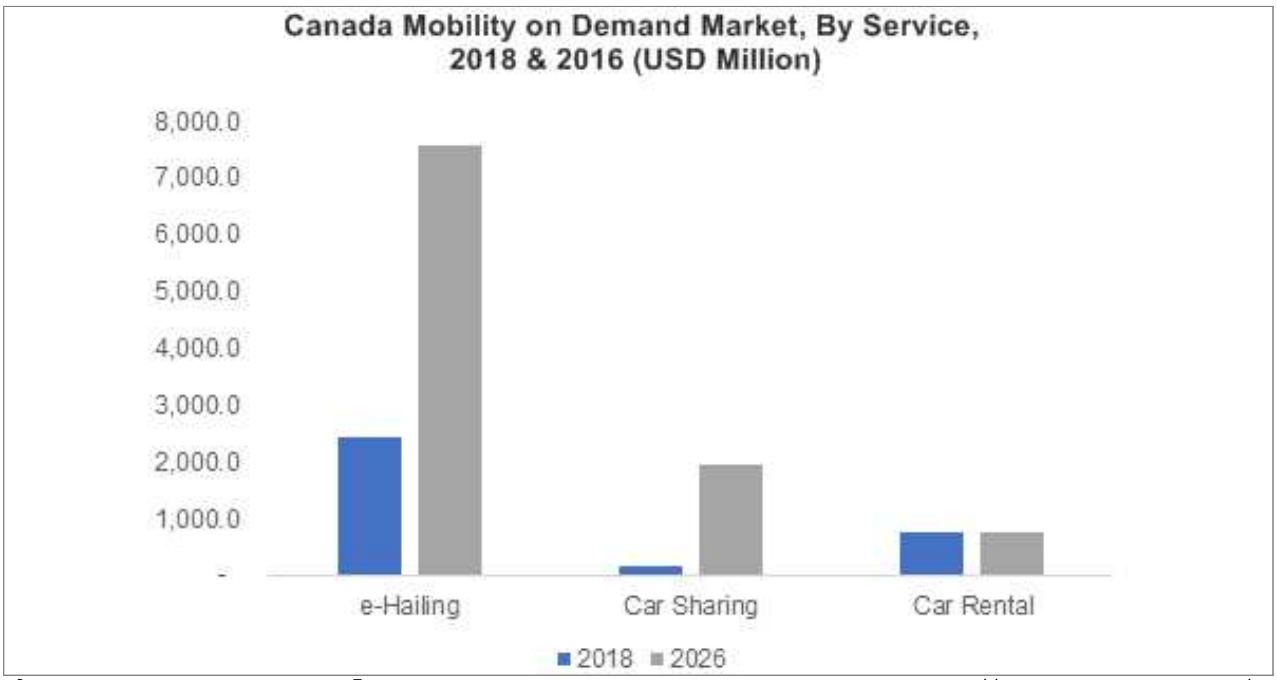
계약방식	내 용	도입지역(사례)
위탁액 일정 방식	· 지자체가 사업자에게 운행단가에 기초한 일정의 운행 위탁비를 지불 · 운임수입 중 수수료(사업자 수입)을 제외한 금액을 지자체 수입으로 함	가와니시 정 (川西町)
사업자 인센티브 방식	· 지자체가 사업자에게 운행단가에 기초한 일정의 운행 위탁비를 지불 · 운임수입 전액을 사업자의 수입으로 함 · 목표 이용자수를 초과하는 운임수입은 사업자의 인센티브로 정산	아키오타 정 (安芸太田町) 미나베 정 (みなべ町)
택시미터 방식	· 지자체는 택시미터에 기초한 운행경비와 운임수입의 차액을 사업자에게 지불	히가시오미 시 (東近江市)
적자보조 방식	· 지자체는 운행단가에 기초한 운행경비와 운임수입의 차액을 사업자에게 지불	이즈나쵸 정(飯綱町) 히카와 정(斐川町) 마에바시 시(前橋市)

④ (캐나다) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- 캐나다 DART(Dial-a-Ride transit)는 캐나다의 위니펙 시 남부 및 남동부 지역에서 운영하는 DRT 서비스 제공 중

  - 승차 시에는 전화 예약을 통하여 이용자가 원하는 장소에서 승차할 수 있고, 하차 시에는 고정된 정류소에서 하차하는 형태로 운영

  - 기·종점 인근의 일부 정류소에서는 일반 노선버스와 같은 방식으로 예약 없이 승차 가능



자료: Global Market Insights, 「Mobility on Demand Market Size By Service」, https://www.gminsights.com/industry-analysis/mobility-on-demand-mod-market(2021.02.24.)

그림 84 캐나다 MOD 시장 규모

⑤ (호주) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- Adelaide는 호주 애들레이드 시 내에서 운영하는 DRT 서비스임

  - 일반 노선버스와 같이 고정된 배차간격 및 노선에 따라 운행하다가 7:00pm부터 막차시간(11:00pm 전후)까지 수요응답형 방식으로 운행방식 전환

  - 노선 내의 정류소 중 특정 정류소에서 승차 후, 이용자가 운전자에게 구역(Roam Zone) 내의 원하는 지점에 하차를 요청하는 형태로 운영



자료: moovit, 「Adelaide Metro (Busways)」(https://moovitapp.com/index/en-gb/public_transportation-line-681-Adelaide-782-1788072-26528340-0(2021.02.24.)

그림 85 호주 Adelaide DRT 노선도

⑥ (영국) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- 'JustGo North Lincs' 와 'Liftango'는 혁신적 파트너십을 통해 영국 내 자치주인 East Riding of Yorkshire와 North Lincolnshire를 대상으로 새로운 교통시스템을 제공할 계획임 (2020년 기준)

  - 농촌지역을 대상으로 대중교통 혁신을 창출하여, 교통소외지역에 주거하는 농촌 주민들에게 편리하고 저렴한 대중교통 서비스 제공을 목적으로 함

  - 해당 서비스는 알고리즘을 이용해 승객에 대한 차량 스케줄링과 운송을 최적화하는 혁신적 운송 기술을 기반으로 운영될 예정임

  - 차세대 On-Demand 운송 기술은 교통소외지역 및 인구 밀도가 낮은 지역에 효율적 운송 서비스를 제공할 수 있는 대안으로 꼽히고 있으며, 이미 많은 이용객이 향상된 정보통신기술(ICT)을 통해 손쉽게 이용하고 있음

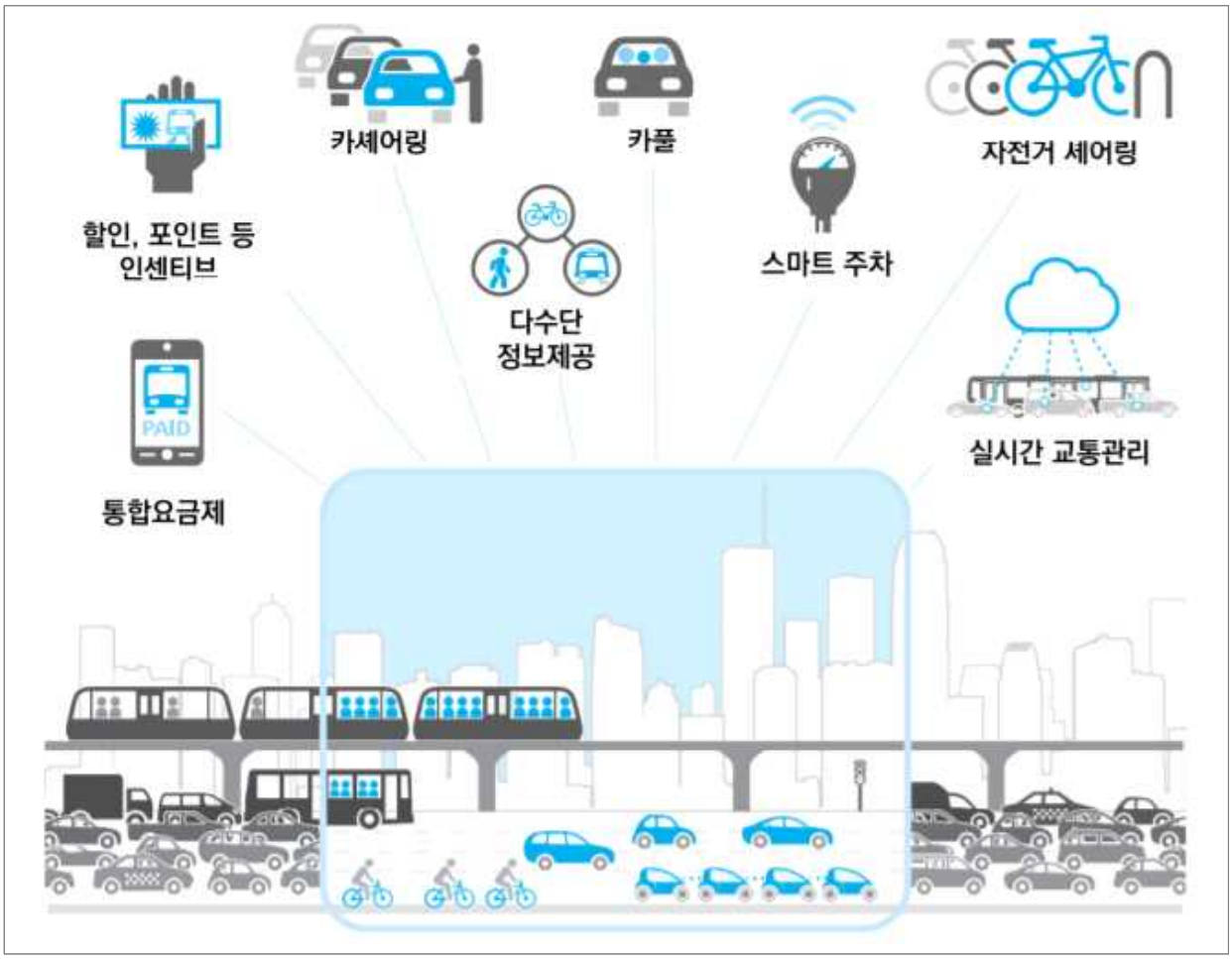


자료: Roger French OBE DL's Blog, 「It's PRT not DRT」, https://busandtrainuser.com/2021/07/13/its-prt-not-drt/(2021.02.24.)

그림 86 영국 East Riding of Yorkshire의 수요응답형교통(DRT) 서비스

■ 통합 모빌리티

- **(통합 모빌리티 개념)** 하나의 플랫폼에서 공유교통, 대중교통, 택시 등 이동수단이 될 수 있는 모든 교통수단을 하나로 묶어 이용자에게 실시간 정보를 바탕으로 다양한 이동수단이 조합된 최적경로를 제공하고 여러 교통수단에 대한 요금을 통합 결제할 수 있는 통합서비스 시스템



자료 : 윤혁렬·기현균(2019), 「서울형 통합교통서비스(MaaS) 도입방안」. p.5.

그림 87 **통합교통서비스 개념**

- **(국내 통합 모빌리티 사례)** 국내 MaaS 서비스는 정부 주도의 개발 단계에서 지자체, 민간기업의 서비스 출시로 전개되고 있음

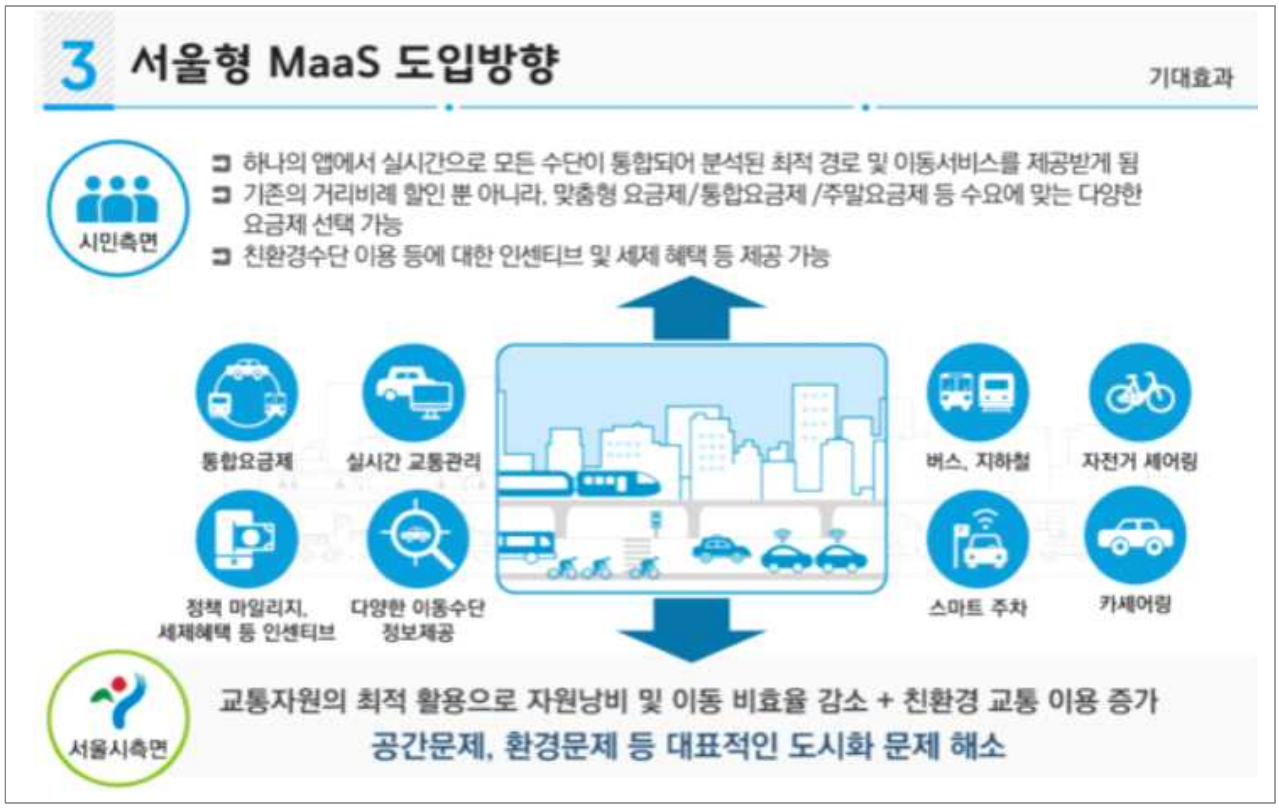
  - 정부는 2018년 8월부터 “스마트 모빌리티 서비스 지원을 위한 통합결제 기술개발 및 시범운영” R&D 연구과제를 착수하여 2020년까지 수행

  · 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원은 한 번의 결제로 버스, 철도, O2O(Online to

Offline) 등 여러 종류의 교통수단을 원활히 이용할 수 있게 하기 위한 목적의 패키지형 교통수단 통합결제(One Pay All Pass) 기술개발 및 시범운영 연구

- 서울특별시는 한국스마트카드와 함께 서울형 교통정보 플랫폼 구축(2019년 4월) 후 서울형 통합이동서비스(MaaS)를 개발

· 2019년 11월 8일 '2019 스마트 모빌리티 엑스포'를 통해 서울형 통합이동서비스 공개



자료 : 김동진(2019.11.08.), 「대중교통부터 모빌리티까지, 서울 통합이동서비스 '마스' 2020년 등장」,『조선일보』.

그림 88 서울형 MaaS 도입방향



〈기존 경로안내〉 〈미래 서울형 통합이동서비스(MaaS) 예시〉

자료 : 서울특별시(2019), 「서울시, 경계없고 차별없고 단절없는 통합이동서비스 시대 연다」, https://opengov.seoul.go.kr/press/17558470(2021.02.16.)

그림 89 미래 서울형 통합이동서비스(MaaS) 예시

- **(국내 통합모빌리티 서비스)** 국내 MaaS 서비스는 정부 주도의 개발 단계에서 카카오 등 민간기업의 서비스 출시로 전개되고 있음

  - 국토교통부는 2018년 8월부터 국토교통연구개발(R&D)을 추진하고 2019년에는 교통안전공단이 제주도에서 MaaS 실증 사업 실시

  - 카카오모빌리티는 카카오페이로 대한항공, 코레일 등과 예약결제시스템을 도입 및 구축, KST모빌리티는 NHN페이코로 서울 은평구 DRT 시범서비스 제공



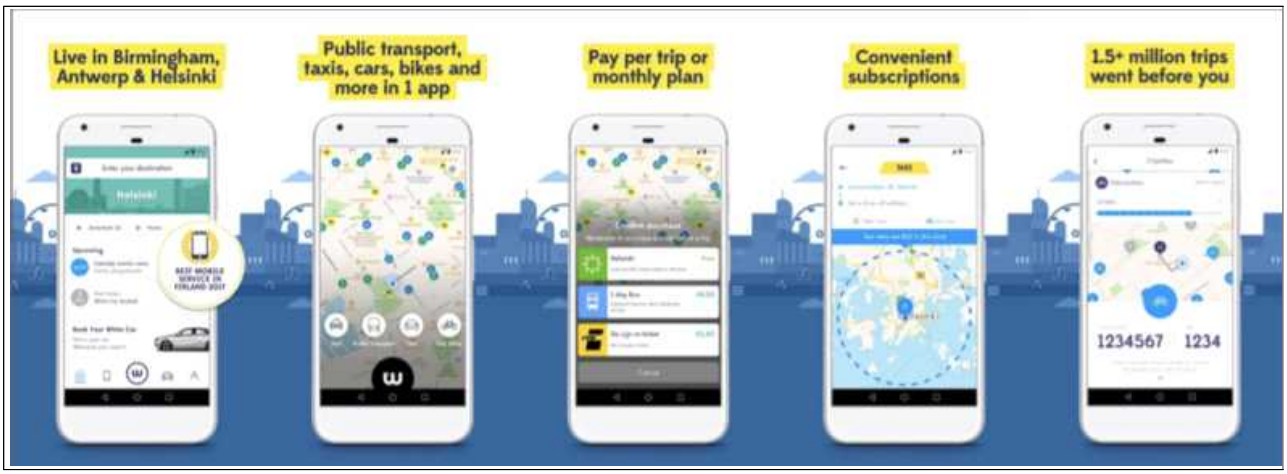
그림 90 **MaaS 서비스 현황**

- (해외 통합모빌리티 서비스) 핀란드 헬싱키(Whim), 스웨덴(Ubigo), 오스트리아 빈(SMILE), 캐나다 퀘벡(Communauto)등 통합 모빌리티 도입

표 18 해외 통합 모빌리티 구축 사례

구분	수단	운영자	주요특징
스마일 (SMILE)	대중교통, 선박, 택시, 공유(전기 자전거 /전기차)	-	- 파일럿 조사수행 - 서비스 운영 후속작업 없음
유비고 (Ubigo)	대중교통, 공유차량, 렌터카, 택시, 라이드셰어링	유비고 이노베이션&에릭슨	- 공공 프로젝트로 시작하여, 종료 후 민간 서비스 준비 중
킥시트 (Qixxit)	기차, 트램, 버스, 자전거, 택시, 라이드셰어링	국영철도 도이치반(DB)	- 공공지출에 의한 서비스 제공
하노버모빌 (Hannover mobil)	대중교통, 공유차량, 렌터카	하노버 교통협회(GVH)	- 통합 플랫폼 콘셉트를 세계 최초 제공
윔 (Whim)	버스, 철도, 지하철, 트램, 페리, 택시, 렌터카	마스글로벌 (MaaS Global)	- 통합 플랫폼/결제 패키지 세계 최초 구축
무블 (Moovel)	기차, 지하철, 벗, 택시, 공유차량	무블그룹 (Moovel Group)	- 통합 모빌리티 플랫폼 선두주자. 3가지 종류의 모빌리티 서비스 제공
코뮨아우토 (Communauto)	공유차량, 버스, 철도	코뮨아우토 (Communauto)	- 카셰어링 서비스에서 모빌리티 통합 플랫폼 구축으로 확장

자료 : 안근원·안현주(2018), 「대중교통 중심의 통합 모빌리티 도입방향」, 월간교통 2018-3 vol.241, p.7, 재구성.



자료 : 조영빈(2019), 「스마트 모빌리티 서비스의 현황과 미래」, 『한국정보화진흥원 DNA플러스』, 2019(4), p.67

그림 91 MaaS Global의 Whim 앱의 UI 환경

- **(통합모빌리티 서비스 기대효과)** MaaS를 통해 이용자의 편의성 증대와 이동시간 절감, 운송업자의 유연한 서비스 제공 및 수익 증가, 새로운 운송서비스 개발 및 빅데이터 수집관리 기대

표 19 통합 모빌리티 기대효과

구분	기대효과
이용자	- 이용 편의성 증대: 단일 App을 통한 실시간 예약, 이동, 결제서비스 제공 - 이동시간 절감: 최적 경로선택 제공, Door-to-Door 서비스 제공
운송업자	- 유연한 서비스 제공: 실시간 정보 교환으로 요구, 선호도, 지불의사 파악 - 이용 수익 증가: 회원제/패키지 서비스 참여로 이용수요 증가 기회
신규 서비스	- 새로운 운송 서비스: 교통수익 신규창출, 교통시장 확대, 신서비스 육성 - 빅데이터 수집: 서비스 이용자의 이동패턴, 수단 등 빅데이터 수집, 관리

자료 : 임서현·장원재·탁세현·박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, p.36, 재인용.

■ 공유교통 서비스

- **(공유교통 서비스 정의)** 승용차, 자전거 등의 이동수단을 공유하여 이용자의 필요에 따라 교통수단을 단기간 사용할 수 있도록 하는 서비스[36]

- **(공유교통 서비스 단계 및 종류)** 공유교통 서비스는 기업-개인 간 공유교통 서비스(B2C), 개인-개인 간 공유교통 서비스(P2P), 운송서비스 호출·주선(For-hire Service)의 단계로 구분

표 20 공유교통 서비스 모델 구분

단계	종류	설 명
기업-개인 간 공유교통 서비스 (B2C)	카셰어링	- 서비스 이용자에게 자가용 승용차의 이점을 제공하면서 구매, 유지비용은 줄여줌. 이용요금은 거리, 요금, 혹은 이를 조합하여 책정되며 왕복 혹은 편도운행이 가능함. (예시: 쏘카, 그린카 등)
	바이크 셰어링	- 지역내 자전거보관소에서 필요로 할 때 이용할 수 있도록 하며 사업자는 자전거보관소에서의 자전거 유지관리, 보관, 주차관리 등을 수행함 (예시: 따릉이, 어울링, 타슈, 피프틴)
	스쿠터 셰어링	- B2C 서비스 모델 중 가장 최근에 도입되었으며 왕복 및 편도서비스를 제공하며, 서비스에 따라 보험, 헬멧 등을 제공하기도 함(예시: Scoot Network(美), Scootaway(美), Motit(西), Enjoy(伊))
	Microtransit	- Car-pooling과 달리 운전자를 고용하여 고정된 경로와 일정으로 소형 버스를 운행하거나, 각 이용자별 유사경로 및 목적지를 조합, 픽업하여 운행하는 등 다양한 형태의 사업 형태를 띄고 있음. (예시: Chariot(美), Bridj(美), Via(美))
개인-개인 간 공유교통 서비스 (P2P)	개인 회원제	- 개인 또는 P2P 공유서비스 회원이 공동으로 이용할 수 있도록 개인차량을 고용하며, 보험은 P2P 공유서비스 사업자가 임대금액의 일부로 보험금을 충당함. (예시: Turo(舊 RelayRides), Getaround, FilghtCar)
	개인간 직거래	- 개인과 개인이 온라인에서 직접 교환이 가능하며, 계약 조건은 거래당사자 간에 개별적으로 결정됨. 개인 회원제와는 달리 거래가 보험서비스 및 기술지원을 제공하지 않음
	승차공유 (Ride-sharing)	- 유사한 운행경로를 희망하는 운전자와 승객을 연결하는 서비스로 인원규모(차량크기)에 따라 구분될 수 있음. 이미 서로를 아는 사람들이 형성하는 지인기반, 온라인 혹은 어플리케이션을 통해 연결된 조직기반, 이용할 때 마다 조합되는 임시이용으로 구분될 수 있으며, 승객과 관계없이 통행이 매칭되며 이용자는 선호 출도착지를 설정하지만 운전자가 승객 픽업/하차 결정을 통제한다는 점에서 Uber나 Lyft 등의 Ride-Sourcing 서비스와는 구별됨
운송서비스 호출·주선 (For-hire Service)	Ride-Sourcing	- 전세계로 가장 많이 확대된 서비스 유형으로 개인차량 운전자와 승객을 연결함으로써 사전 준비된 수요대응형 서비스를 제공하며, 일반적으로 모바일 어플리케이션을 통해 예약과 매칭이 이루어짐.(예시: Lyft(美), Sidecar(美), Grab(동남아), Ola(印), Didi(中))
	택시 호출 (Taxi/E-hail)	- 운전자가 한명 이상의 승객을 태워주는 유료 서비스로 사전에 준비하거나 필요할 때 인터넷과 모바일 플랫폼을 통해 예약, 호출하여 이용할 수 있으며, 지역적으로 규제된 요금 체계를 준용하고 있음. (예시: Arro, Curb, Flywheel, Hailo, iTaxi, 카카오M)

자료 : 임서현·장원재·탁세현·박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, p.33, 재인용 및 재구성.

36) A. Stocker et al.(2017)
임서현·장원재·탁세현·박태윤(2018), 「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, p.33에서 재인용

- **(공유교통 서비스 기술 전망)** 공유교통 서비스는 향후 승차 공유와 자율주행이 결합된 형태인 TaaS(Transportation as a Service) 3.0 플랫폼으로의 전환 예상

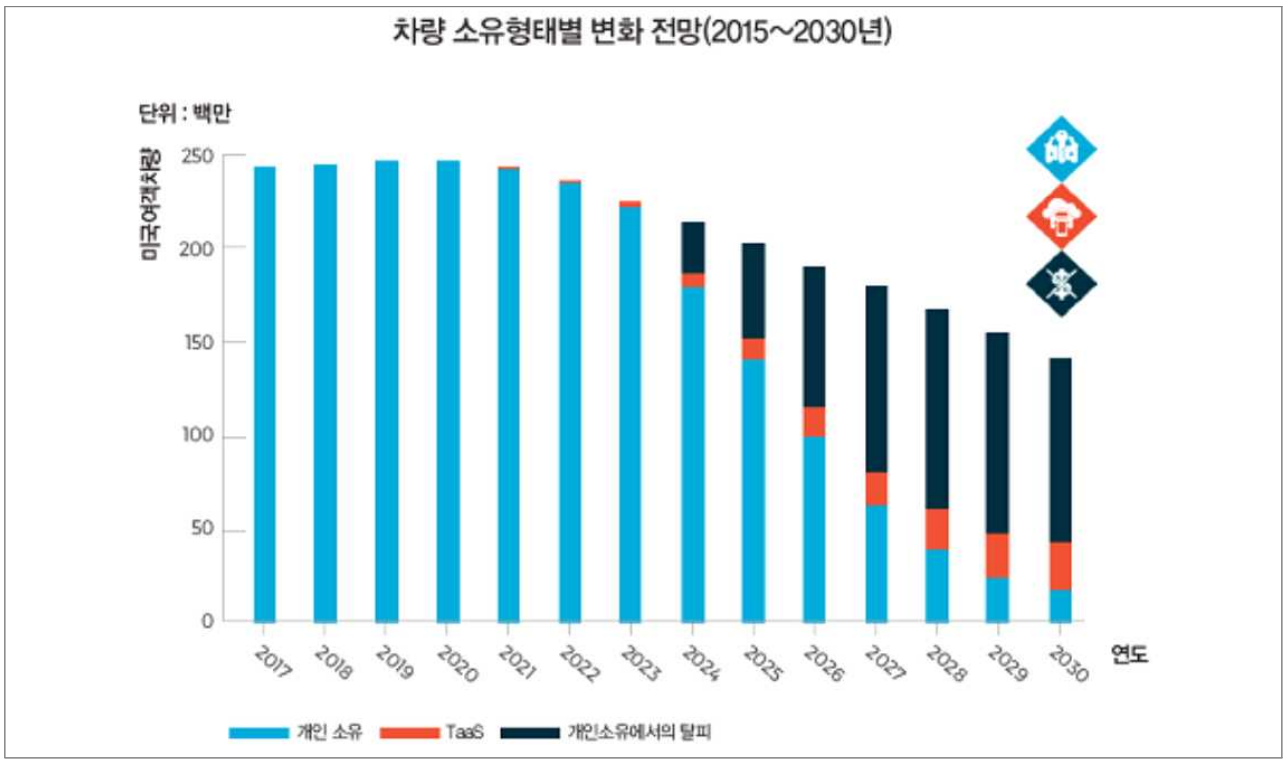
표 21 TaaS(Transportation as a Service) 플랫폼 단계별 특징

단계	특 징
TaaS 1.0	- 기존 콜택시, 카카오택시, 우버 등과 같은 수요대응형 콜택시 서비스 의미(Car Hailing)
TaaS 1.5	- TaaS 1.0에 합승이 더해져 시간적 손실과 불편함을 낮은 요금으로 보완하는 형태
TaaS 2.0	- 자율주행에 의해 승객을 태우고 서비스 하지만 운전자가 있어야 하는 형태
TaaS 3.0	- SAE Lv.4이상의 기술이 구현되어 완전무인 자율주행으로 서비스가 가능한 시점의 공유서비스 형태

자료 : 하이투자증권(2018), 「TaaS 3.0의 시대」, pp.24-26, 재구성.

- 전기 자율주행차 기반의 TaaS 서비스가 본격화 되면 저렴한 이용요금으로 대부분의 사람들이 더 이상 차량을 구입하지 않게 될 것이며, TaaS 기반 서비스가 대중교통을 통합 할 수 있음[37]

- 현재 공유교통 서비스의 이용량은 승용차 통행거리의 5%미만을 차지하고 있으나 빠르게 증가 중으로 2040년에는 승용차 통행거리의 19%까지 증가할 것으로 예상



자료 : 장윤옥·신재희(2017.05.29.), 「2030년, 서비스 교통(TaaS) 시대 열린다」, 『Tech M』.

그림 92 차량 소유형태별 변화 전망(2015~2030년)

37) 장윤옥·신재희(2017.05.29.), 「2030년, 서비스 교통(TaaS) 시대 열린다」, 『Tech M』.

(4) 유사과제 분석

■ 대도시권 광역교통 관련 선행 연구 (주무부처: 대도시권 광역교통위원회)

- Super BRT의 우선신호 기술 및 안전기술 개발 사업 (`20.4 ~ `22.12)

  - 신속하고, 안전하고 편리한 도로 위 도시철도(지하철) 개념의 고급간선버스 시스템 기술 개발 및 실증 도시 적용에 관한 연구

  - S-BRT 차량, 정류장 및 우선신호 연동을 통한 센터 기반의 통합관제로, 무정차 신속 운행이 가능하도록 설계

    * 양문형 S-BRT 차량 제작, 섬식 정류장 도입 및 실증에 대한 부분이 기존 연구와 차별화 요소

  - 해당 연구는 신규, 기존 도시에 적용 가능한 유형별 S-BRT 표준 모델을 제시하고, 기존 도시형 실증 적용 예정

    * 실증 노선 지자체 공모절차를 거쳐 세종시가 우선협상대상자로 선정 (20.10)

  - 해당 연구 결과로, S-BRT 우선신호, 안전, 운영기술 관련 시작품, S-BRT 운영 가이드라인 및 지침 개정(안) 등 도출될 예정



자료 : 권혁재(2020.07.21.), 「철도기술연구원」, 'S-BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발사업 실증 대상지' 공모, 『기계신문』.

그림 93 Super BRT의 우선 신호기술 및 안전기술 개발 사업

● 경전철용 고성능·고내구 타이어 및 안전성 강화 헬스 모니터링 기술 개발사업 (`20.4 ~ `23.12)

- 경전철 타이어의 45%가 이상 발생으로 조기 교체되며, 이로인해 일상점검 시행으로 인한 높은 유비보수비용 대응 및 운행 안전성 확보 필요

- 경전철용 한국형 고성능·고내구 타이어 개발 및 안전성 강화 헬스 모니터링 기술 개발을 통한 경전철 안전 향상, 운영비용 절감 및 운행지연 예방 목표

· 경전철 타이어가 주행 중 겪는 상태를 파악하여, 타이어 구조 및 재료설계를 통한 고성능(가감속성능, 고접지력, 내환경성, 저소음, 저진동), 고내구(내구성, 내마모성) 타이어 개발

· 센싱·머신러닝 기반의 경전철용 타이어 안전성 강화 헬스 모니터링 기술과 유지보수 최적화 시스템 개발 및 실증을 통한 개발 기술 검증

● 도시철도 역사 이동·환승 기술 개발 (`13.12 ~ `18.12)

- 교통약자를 포함한 도시철도 이용자의 편리하고 신속한 이동·환승을 지원하기 위한 3대 이동시설 기술 및 평가 기술 개발

· 이동시설 성과품 보행통로 혼잡관리를 위한 실시간 가변형 이동시스템

· 환승거리 단축을 위한 수직수평형 이동시스템

· 교통약자 보행권 확보를 위한 휠체어 탑승이 가능한 에스컬레이터 시설

· 이동시설 설치 전후 진단 및 효과평가를 위한 PATS (Pedestrian Movement Toolkit for Simulation) 개발

● 교통연계 및 환승시스템 기술개발 (`06.10 ~ `11.6)

- 한국형 환승센터 모형개발

- 교통연계환승 통합운영시스템 기술개발 및 테스트베드 구축

- 연구개발의 기획관리 및 연계교통 활성화 기반구축

■ 대도시권 광역교통 관련 타부처 선행 연구

● 수소버스 안전성 평가기술 및 장비개발 (′20.4 ~ ′23.12)

- 세계적으로 CO2 저감을 위해 내연기관 판매금지(노르웨이, 네덜란드, 독일, 인도, 영국, 프랑스)가 추진 중이며 국가별 연비규제 강화와 무공해차 의무판매(미국, 중국 등) 제도 추진 중임

- (교통사고) 대형교통사고(사망3명 이상 또는 사상자 20명 이상) 추세는 감소하고 있지만, ′18년 대형교통사고에서 승합차의 점유율이 50%이며 그 중 버스가 36.4%를 차지하고, 정면 · 측면 · 추돌 및 전복 등 다양한 사고유형으로 발생하고 있어 수소버스 사고 시 수소누출 최소화를 통한 안전성 확보방안 마련이 필요 (수소승용자동차 충돌 후 연료장치 수소누출을 평가)

- (평가 및 장비) 수소버스 등 보급을 위해서 운행 안전성 확보가 필수적인 정부의 역할이나 안전성 검증을 위한 별도의 평가 · 검사기술 및 장비가 전무

- (국제법) 최근 국제사회 역시 수소버스 등 대형수소자동차 안전기준 부재에 따른 안전 문제점을 인식하고 관련 기준 개발 착수함에 따라 적극 대응을 위한 연구 필요

- 주요 연구개발 내용은 4개 분야로 구성

· 수소버스 충돌안전성 평가기술 개발 및 수소버스 기준 법제화

· 수소버스 구동시스템 성능 평가기술 및 장비개발

· 수소버스 운행차 안전성 검사기술 및 장비개발

· 수소부품 안전성 평가기술 및 부품 평가장비 개발

● 도심 지하 교통 인프라 건설 및 운영 기술 고도화 연구 (′20.4 ~ ′23.12)

- 도시지역의 지속적인 인구 증가에 따른 교통 혼잡 문제가 심화됨

- 지상 공간의 포화로 지하공간의 이용이 추진되고 있으나 안전 등의 이유로 사회적 논란이 야기되어 국민적 안심을 위한 지하 교통 인프라 건설 및 운영 기술의 안전성 확보가 시급함

- 정책 및 환경적 조건을 고려, 지하 교통 인프라 개발사업의 지속적 증가가 예상되므로 향후 도심 지하에 많은 교통 인프라가 존재하는 입체화된 지하 교통망 구축을 고려한 건설 및 운영기술 고도화 필요

- 도시지역은 지속적인 인구 및 교통량 증가로 인해 심각한 교통 혼잡문제가 있으며 이에 대한 근본적인 해결방안으로 지하 교통 인프라 정책 추진 활성화

- 도심 지하굴착 안전성 확보를 위해 2019 국토교통부 주요업무 추진계획(`19.3)에 지하시설물 등 과학적·예방적 안전관리 체계 구축 반영 필요

- 주요 연구개발 내용은 7개 분야로 구성

· 입체 지하 교통 인프라 안전 건설을 위한 조사 및 계측 고도화 기술

· 지하 교통 인프라 건설로 인한 도심 안전 영향 평가 기술 고도화

· 지하 교통 인프라 통합 안전 모니터링 플랫폼 개발

· 지하 교통 인프라 구축 안전기반 수립 및 제도 개선

· 지하 교통 인프라 안전 시공 및 운영을 위한 지하수 관리기술

· 도심지 기존 시설물 진동영향 최소화 굴착기술

· 지하 교통 인프라 연결부(지상-지하, 지하-지하) 설계·운영 기술

● 수소 시범도시 인프라 기술개발 (′20.4 ~ ′23.12)

- 기후변화에 대응한 수소경제사회로 재편이 전망되며 이를 위해 정부는 '수소경제활성화 로드맵(`19.1)', '수소기술개발 로드맵(`19.10)' 등을 발표



자료 : 산업통산자원부, 「세계 최고수준의 수소경제 선도국가로 도약」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156313559(2021.06.25.)

그림 94 수소경제활성화 로드맵 요약

- 건물부문의 온실가스 감축 목표 강화(18.1%→32.%), 제로에너지건축 단계적 의무화, 재생에너지 3020 이행계획 추진 등에 대응하기 위한 건축물의 저탄소 에너지효율화 기술 개발 필요

- 제3차 에너지 기본계획, 건물부문 에너지 효율 평가 체계 도입, 신축건물 제로에너지화 달성, 수소에너지 산업의 육성, 분산형/참여형 에너지 시스템 확대

- 국내의 분산발전확대, 재생에너지의 증가에 따른 계통안정성을 확보하고 에너지 산업의 선진화를 위해 수요반응, 소규모 전력 중개 사업, 개인간 거래 등 다양한 에너지 거래의 산업화가 예상되며 이를 ICT 연계를 통해 커뮤니티 혹은 타운 규모의 주거단위의 에너지 관리 시스템을 통해 에너지의 공유/거래/부가서비스를 통해 수익구조 확보 및 에너지 복지 개선에 대한 필요성 증대

- 주요 연구성과는 타운 하우스형 수소 생산-저장-공유 시스템 기술 개발 및 실증, 수소기반 에너지 프로슈머 주택단지 개발 및 실증 결과 제시

● 한국형 대용량 2층 전기버스 선행차량 개발 (′17.12 ~ ′19.6)

- 국내/외 도입된 2층 버스 경쟁차 분석을 실시, 국내 운영 환경에 적합한 2층 전기버스에 대한 기본 제원 및 차량 레이아웃 결정

- 차량 레이아웃에 따른 차체 플랫폼, 전기 구동 시스템, 샤시 시스템을 개발하여 2층 전기버스 베어샤시 제작

- 베어샤시를 기반으로 차체 구조, 트림/내장부품, 전장 시스템을 개발하여 2층 전기 버스 선행차량 제작

- 대용량 2층 전기버스 도입에 따른 운영환경, 수요자 및 사용자 니즈를 분석하고 차량 특성에 따른 법령 개정 방안을 분석하여 개선안 제시

■ 예타 대응 기획 연구

● 소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업 기획 (′20.10 ~ ′22.3)

- 대중교통밀집지역 및 신시가지 또는 고밀·복합지역에서 입체적으로 이동할 수 있는 궤도기반 소형 다빈도 교통시스템 개발을 위한 연구개발 사업 기획

- 사업의 정책적·기술적·경제적 타당성 확보 등 예비타당성조사 신청 및 대응

● 미래형 교통수단 기술 개발사업 기획 (′20.10 ~ ′22.3)

- 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

- 사업의 정책적·기술적·경제적 타당성 확보 등 예비타당성조사 신청 및 대응

● 도심공중교통수단(UAM) 활성화를 위한 운용기반 구축 기획 (′20.6 ~ ′21.3)

- 도시발전에 따라 심화되는 지상 교통체증과 이로 인한 도심 환경 악화 문제를 개선하기 위해 도심 공중교통망 구축 및 지상교통망과의 연동 필요

- 도심 공중교통망에서 도시간 공중교통망으로 확장하면서 지상 교통부하 저감을 통한 효율적인 국토활용, 사회적 손실 절감 및 지구온난화 가스배출량 절감

- 차세대 교통체계로 각국이 개발을 추진하고 있는 도심 교통수단의 국내 활성화를 위한 안전하고 환경친화적인 공중교통수단 운용기반 구축 필요

- 도심 공중교통망은 기존에 존재하지 않던 전혀 새로운 방식의 교통수단으로 기존 제도는 안전성과 신뢰성 확보에 미흡하여 본 프로젝트를 통해 안전성 확보 검증기술 및 국가 제도를 구축하고자 함

■ 선행 과제와의 연계성 및 차별화 방안

● (선행과제와의 연계성) 관련 선행연구에서 개발된 기술과 연계하여, 기술 및 정책 방향에 정합성을 고려하여 중장기 로드맵 수립 예정

● (선행과제와의 차별성) 기존 기술 개발 중심의 선행과제와 연계하여, 대도시권 광역교통 문제 해소를 위한 실증 중심의 연구 수행 예정이며, 2개 이상 행정구역의 상이한 교통 운영 시스템 및 기술 연계가 핵심임

표 22 선행과제와의 연계성 및 차별성

구분	연계성	차별성
대도시권 광역교통 관련 주무부처 담당 선행 연구	• (예상) 연구성과를 활용하여, 단계별 중장기 기술로드맵 수립에 반영	• 기 수행과제 부분은 기획에서 제외 예정
대도시권 광역교통 관련 타부처 선행 연구	• 정책 및 기술 개발의 일관성 유지	• 본 연구는 기술 개발 중심의 타부처 선행 연구와 달리, 실증 중심의 연구 진행 예정
예타 대응 기획 연구	• 예타 대응 기획 연구는 예타 가능성에 따라 연계성 여부를 검토할 예정임	• 해당 연구진과 협의를 통해, 차별성 확보

(5) 광역교통분야 메가트렌드 분석

(가) 5대 메가트렌드

- 인구구조 변화

  - 인구의 감소, 고령화 증가, 저출산 지속, 1인 가구의 증가 전망

    ➔ 총 통행량 감소, 대중교통 이용 감소에 영향을 미칠 것으로 예상



자료 : 통계청, 장래가구추계, 「숫자로 보는 인구」, https://kosis.kr/visual/populationKorea/index/index.do?mb=N (2021.07.14.)

그림 95 인구구조 변화 전망

표 23 주요 가구유형별 가구, 2017-2047

구분		가구(만가구)						구성비(%)				
		2017년	2019년	2027년	2037년	2047년	연평균 변화(%)	2017년	2019년	2027년	2037년	2047년
합계		1,957.1	2,011.6	2,164.8	2,260.0	2,230.3	9.1	100	100	100	100	100
친족가구	계	1,368.0	1,379.8	1,412.8	1,414.4	1,361.2	-0.2	69.9	68.6	65.3	62.6	61
	부부	309.3	328	402.2	468.4	479.4	5.7	15.8	16.3	18.6	20.7	21.5
	부부+자녀	615	596.2	518	437.3	363.8	-8.4	31.4	29.6	23.9	19.3	16.3
	부+자녀	51.6	54.5	62.7	67.6	67.7	0.5	2.6	2.7	2.9	3	3
	모+자녀	148.3	151.7	157	153.7	143.1	-0.2	7.6	7.5	7.3	6.8	6.4
	3세대 이상[1]	95.1	91.2	75.9	62.4	50.5	-1.5	4.9	4.5	3.5	2.8	2.3
	기타[2]	148.7	158.4	197	225.1	256.7	3.6	7.6	7.9	9.1	10	11.5
1인가구		**558.3**	**598.7**	**711.4**	**807.6**	**832**	**9.1**	**28.5**	**29.8**	**32.9**	**35.7**	**37.3**
비친족가구		30.7	33	40.5	37.9	37.1	0.2	1.6	1.6	1.9	1.7	1.7

주 1) 부부+미혼자녀+부(모), 3세대이상 기타

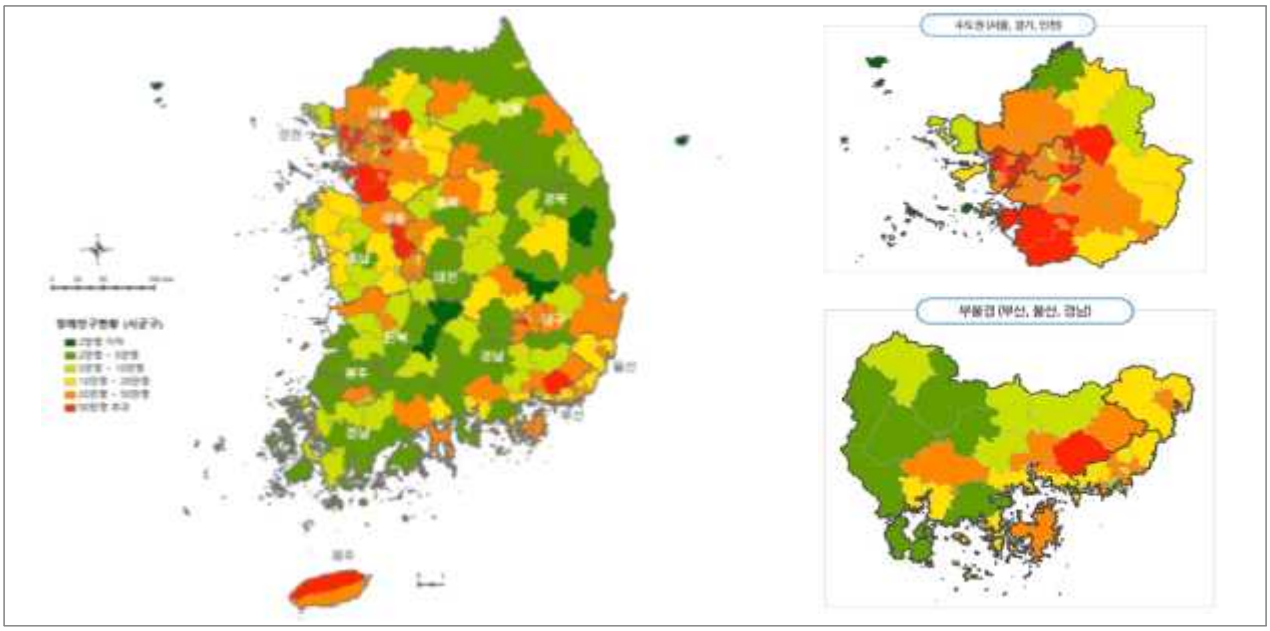
2) 가구주+형제자매(기타 친인척), 1세대 기타, 부부+부(모), 부부+자녀+부부형제자매, 조부(모)+손자녀, 2세대 기타

자료 : 통계청(2019), 「장래가구추계:2017~2047년」, http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/2/6/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=377540&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&searchInfo=&sTarget=title&sTxt=(2021. 1. 6.)

● 도시 집중화

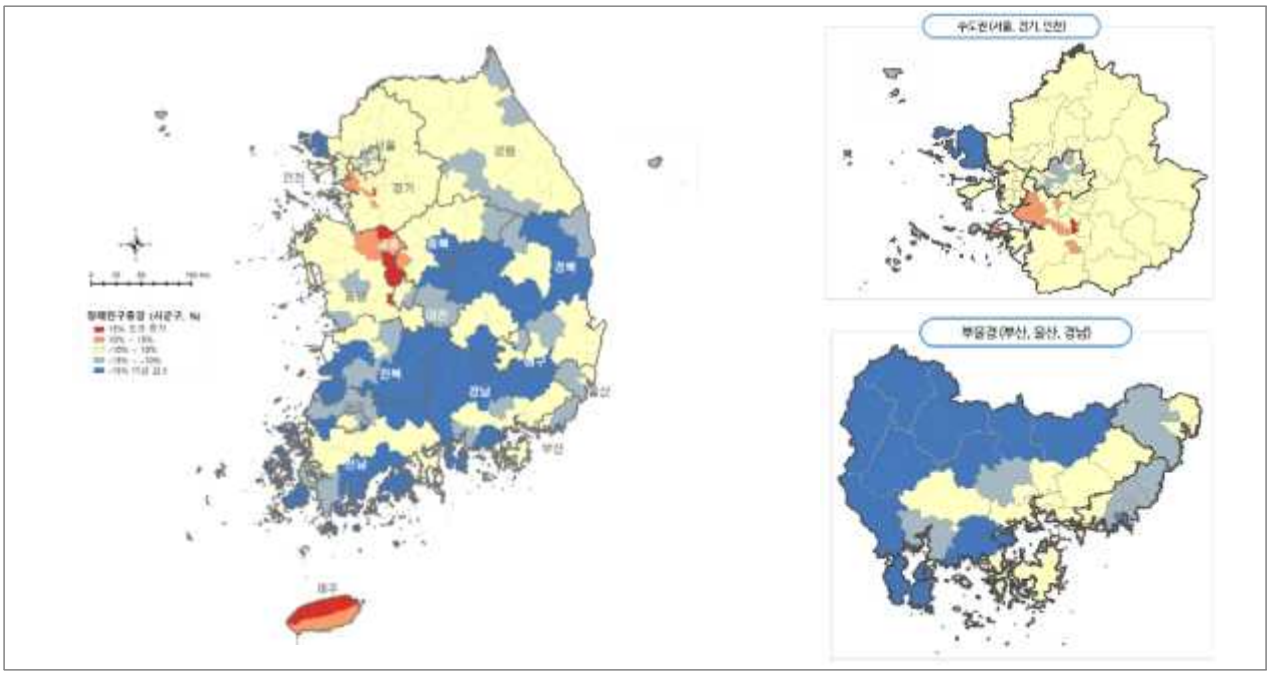
- 대도시의 집중화 심화, 지방도시 일부는 소멸되는 현상 발생 전망

➔ **대도시권 교통투자는 확대되는 반면, 지방권은 축소 예상**



자료 : 이보경(2019), 「2040년 장래인구 분포 전망 연구」, 국토연구원, p.29.

그림 96 2040년 시·군·구 단위 장래인구추계 분포



자료 : 이보경(2019), 「2040년 장래인구 분포 전망 연구」, 국토연구원, p.30.

그림 97 2040년 시·군·구 단위 장래인구추계 증감률

● 사회 및 가치관 변화

- 삶의 질 중시로 근로시간 단축, 여가활동 확대, 공유경제 활성화 전망

➔ 이용자 맞춤형 교통서비스, 교통서비스의 고급화 요구 증대



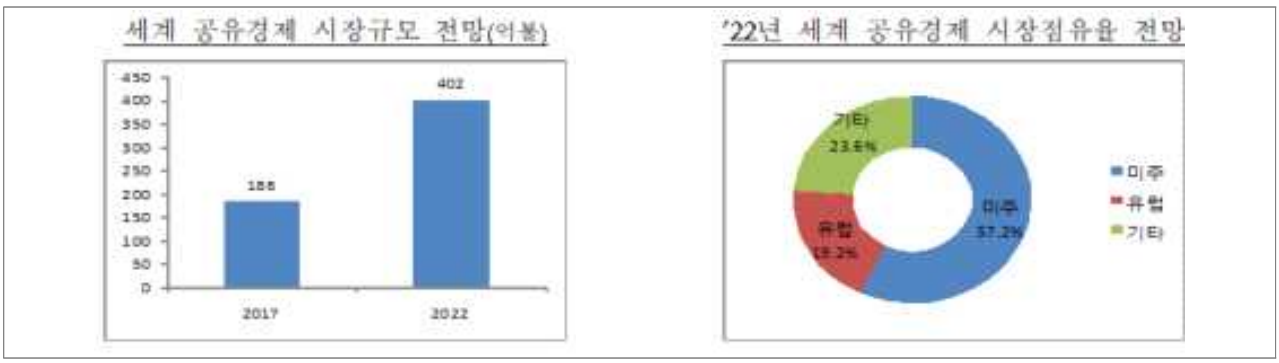
자료 : 문화체육관광부(2020), 2020 국민여가 활동조사, p.71.

그림 98 근로시간 단축 실시에 따른 여가활동 상위 10개



자료 : 문화체육관광부(2020), 2020 국민여가 활동조사, p.79.

그림 99 국민 여가시간 추이



자료 : 기획재정부(2019), 「제5차 경제활력대책회의 개최(공유경제 활성화 방안)」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156312418(2021.7.6.)

그림 100 세계 공유경제 시장 규모 및 시장점유율 전망

● 기술혁명(4차 산업혁명)

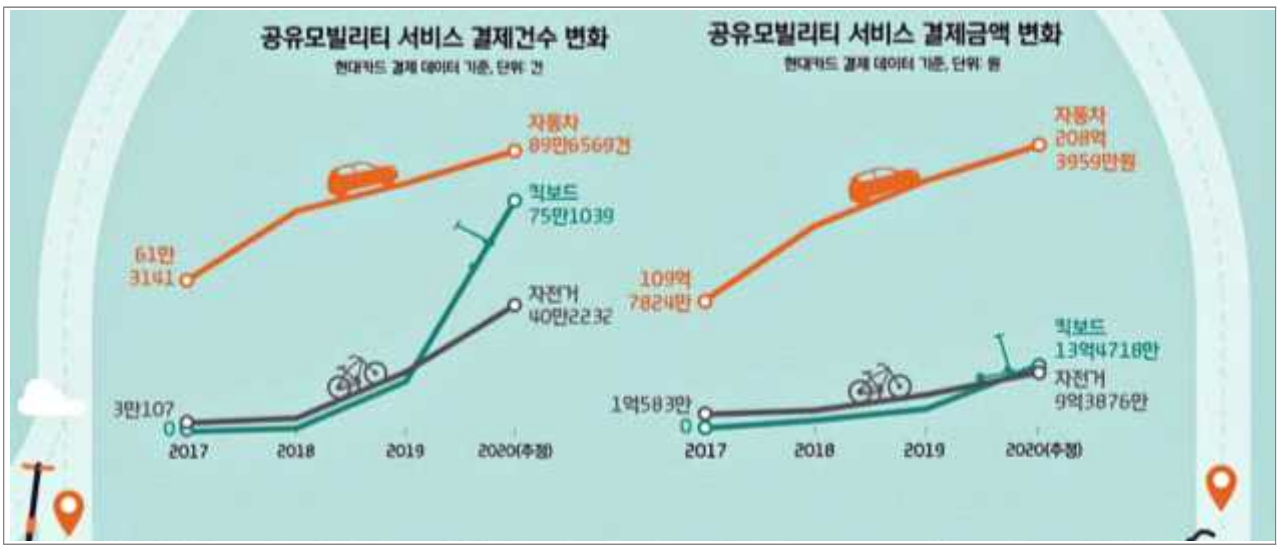
- 교통분야에도 융복합기술, 산업구조 고도화, 자율주행차, 전기차, 공유 모빌리티서비스(카셰어링, 라이드헤일링 등) 도입 증가 전망

➔ 통행행태 변화하고, 여객운송업의 구조 조정 예상



자료 : 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027), pp.40-41. 재구성

그림 101 제4차 산업혁명 시대 대응을 위한 국토교통 R&D 현황 및 대응방향



자료 : 김재학(2020.11.19.), 「'공유모빌리티'시대 가속···코로나에도 결제건수 2109%↑」, 『중앙일보』.

그림 102 공유모빌리티 결제 데이터 분석

● 환경, 기후, 에너지 변화

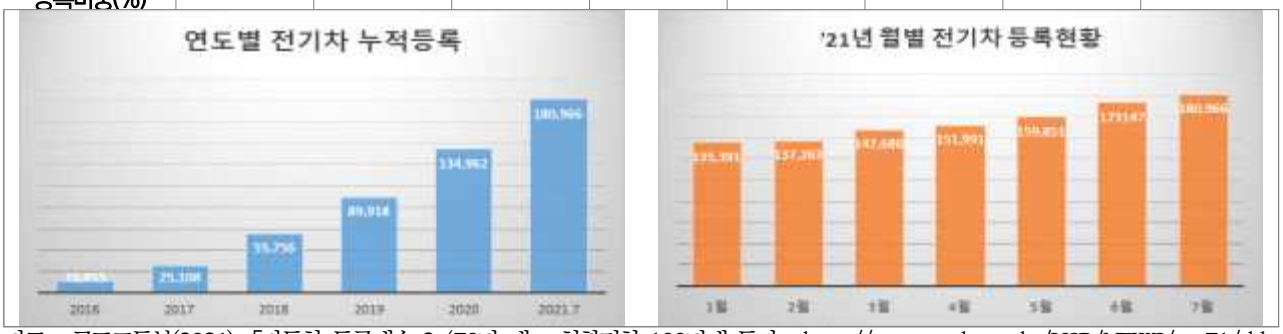
- 친환경 교통수단 확대, 미세먼지/온실가스 감축정책, 재생에너지 사용 증가

➔ 자가용승용차 이용 축소, 대중교통 이용 활성화 요구 증대

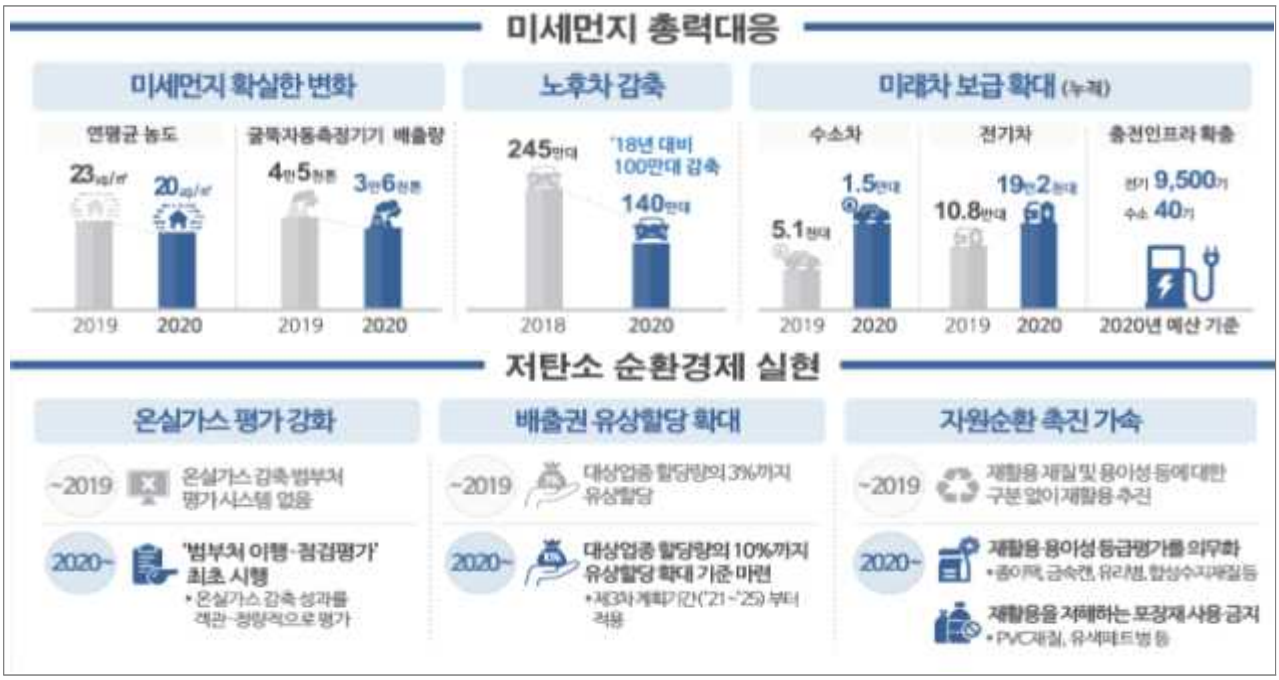
표 24 친환경자동차 등록현황

(단위 : 대)

구 분	'14말	'15말	'16말	'17말	'18말	'19말	'20말	'21.7월
계	140,297	180,361	244,158	339,134	461,733	601,048	820,329	1,003,539
하이브리드차	137,522	174,620	233,216	313,856	405,084	506,047	674,461	806,808
전기차	2,775	5,712	10,855	25,108	55,756	89,918	134,962	180,966
수소차	-	29	87	170	893	5,083	10,906	15,765
친환경차 등록비중(%)	**0.7**	**0.9**	**1.1**	**1.5**	**2.0**	**2.5**	**3.4**	**4.1**



자료 : 국토교통부(2021), 「자동차 등록대수 2,470만 대... 친환경차 100만대 돌파」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95085949(2021. 8. 27.)



자료 : 환경부(2020.), 「2020년 환경부 업무계획입니다」, http://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10260&seq=7473(2021.02.16.)

그림 103 환경부 미세먼지 대책 및 저탄소 순환경제 실현 계획

(나) 메가트렌드 분석 시사점

- 4차산업 시대로의 발전이 가속화되면서 교통분야도 새로운 기술과 서비스들로 변화 전망

- 미래 교통 기술은 자율주행, 공유교통 및 통합모빌리티 서비스, 전기자동차, 도심항공교통 기술이 종합되어 지상은 자율주행 전기차, 하늘에는 자율주행 도심항공교통을 이용하는 공유교통시스템으로 전환 전망

  - 국가적으로 자율주행차 및 친환경자동차의 인프라 구축 및 보급에 집중하고 있으며, 교통체계의 다양화로 인한 공유교통 수단들이 확대될 전망

  - 광역교통 측면에서는 단거리보다 중장거리 통행을 대상으로 하는 경우가 많고, 접근성보다 이동성을 중심으로 하는 연속류 도로의 이용이 많아 상대적으로 자율주행기술의 도입이 빠를 것으로 예상

  - 국내 통합 모빌리티는 일부 공유교통수단(카셰어링, 자전거셰어링) 및 대중교통의 연계를 중심으로 개발이 추진

  - 향후 최근 확대 중인 퍼스널모빌리티 셰어링(전기자전거, 전기스쿠터, 전기킥보드 등)도 포함될 것으로 전망

  - 전기·수소차의 경우 중장거리 광역 통행을 위한 연료전지기술의 향상과 광역교통거점을 중심으로 하는 충전인프라 확대가 중요

  - 도심항공교통은 버스, 철도, 개인형 이동수단(PM: Personal Mobility)등과의 연계교통서비스 형태로 확대 예상

  - 장래 공유교통 및 통합모빌리티 서비스 확대로 인해 개인교통에서 대중교통으로 전환이 이루어질 것으로 예상되며, 광역교통에서도 대중교통 수단분담률 증가를 기대할 수 있음



그림 104 5대 메가트렌드 및 시사점

(6) 광역교통 이용자 설문조사 추진

(가) 광역교통 이용자 설문조사 개요

- 조사 목적 : 광역교통 문제를 이용자 입장에서 정확하게 진단하여 요구사항 및 개선사항 도출
- 조사방법: 인터넷 설문조사
- 표본수: 총 331명 (20대: 21.8%, 30대: 37.5%, 40대: 26.9%, 50대 이상: 13.9%)
  - 광역권(시도간 이동)출퇴근: 96명(29%)



그림 105 광역교통 이용자 설문조사 설문지

(나) 광역교통 이용자 설문조사 결과

- (출퇴근 주 수단) 광역권 출퇴근 시 주수단은 철도(도시철도 및 광역철도)와 자가용승용차 이용이 79.4%로 대부분을 차지하였으며, 시간 경쟁력있는 직결 버스노선 확충 및 환승시설 개선, 신교통체계 추진이 필요한 것으로 나타남



그림 106 광역교통 이용자 설문조사 결과

(7) 지자체 등 관계기관 의견수렴 추진

- 조사방법: 전문가 비대면설문 조사 방식 (2020.12.23 - 2020.12.31)
- 조사대상: 광역교통문제에 대한 지방자치단체 연구기관 전문가
- 조사목적: 지역별 광역교통 문제점 및 해결 방안에 대한 의견 수렴

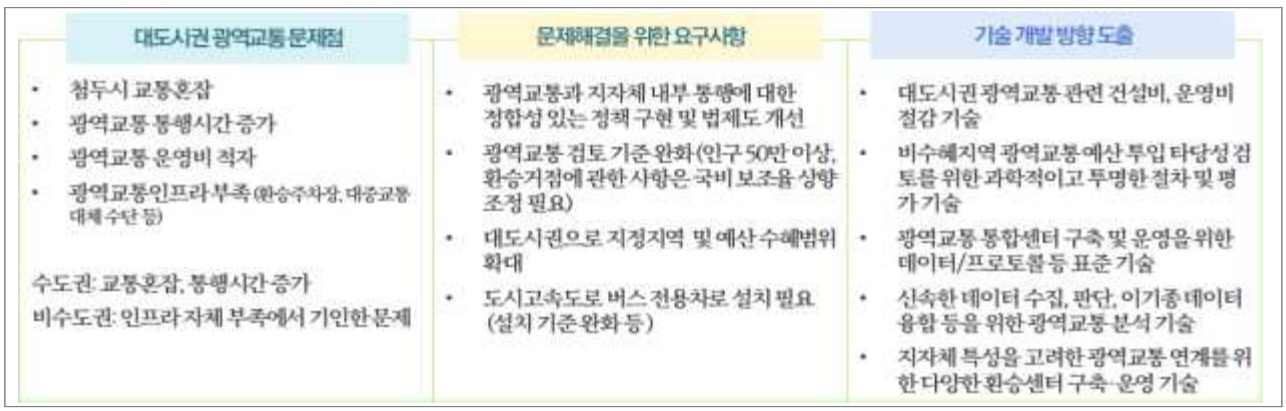


그림 107 광역교통 관련 전문가 의견수렴 결과

(8) 특허분석

(가) 분석개요

■ 특허 지표

- 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술 분야의 중분류별로 특허조사를 진행하고, 각 중분류에 대한 세부적인 특허 지표들을 도출함

표 25 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술 (대분류-중분류)

대분류		중분류		
코드	항목	코드	항목	검색식
A	수단	A1	경량철도 구축 및 운영관리 기술	(((무선* 비접촉*)n/1(급전충전))(wirelessn/1power)(wirelessn/1energy)(wirelessn/1transfer)(wirelessn/1transmit)(wirelessand(powerenergy)and(transfertransmit))) and ((트램 철도 기관차 기차 레일) (tram train locomotive railroad))
		A2	경량철도 차량 유지보수 기술	((((3D (3 n/1 d) 3차원 (3 n/1 차원) 삼차원) and (프린터 프린팅 인쇄 출력 프린트)) 3d인쇄) (3D and (printer printing))) and ((부품 파트) (component parts))
		A3	광역버스 차량 기술 개발	((수소 수소연료전지) (자율 n/1 주행) (hydrogen (fuel n/1 cell) fuelcell) ((autonomous n/1 driving) (automatic n/1 driving))) and ((버스 バス (대형 n/1 차량) (대중 n/1 교통) 대중교통) (((public mass) and (transportation transit)) bus))
B	시설	B1	광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술	(도심 도시 지하 city urban hyper underground) AND ((루프 튜브 loop tube) (pipe* 파이프) "철도" "전철" "지하철" 열차* 트레인* 전동차* 도시철도* 메트로* 경전철 (subway* train* railway* rail* "electric multiple unit" metro))
		B2	광역철도 급행화 시설 개량 기술	((((터널*) (tunnel*)) AND (((확폭* 확장* 확대* 굴착* 시공* 천공* 발파* 파쇄*) and (무진동* 무소음* 저진동* 저소음* 미진동* ((소음* 진동*) n/3 최소*) 저류면*)) ((wide* expand* expansion* enlarge* excavat* construct* boring) and (((anti|lov non|no|zero) a/1 (sound noise vibration)) noiseless soundless|quiet| ((noise vibration) a/1 free) silent mute ((sound noise vibration) n/1 (absorb* proof* reduce)) (without a/1 vibration) vibrationless (free a/1 surface))))) AND ((암반* 암석* 유토전* 유토제트* 와이어쏘* 와이어쏘우* 와이어소우* 와이어소* 발열팽창* 팽창*) (bedrock* rock* (foundation a/1 rock*) (water a/1 jet) (wire a/1 saw) (volume n/1 (expand* expansion)))))) OR (((터널* tunnel*) AND ((확폭* 확장* 확대* 굴착* 시공* 천공* 발파* 개착* 보강* 보수*) (wide* expand* expansion* enlarge* excavat* construct* reinforce* strength* intension)) AND (전차선* 전차선로 전력선* 카테나리* 카테나리* 트롤리선* 전선* 전기선* 배선* 차선* 케이블* 선로* catenary* cable* wire* ((전차 전동차 전기 전원 전력 train* trolly* electric* contact* power) a/2 (선로 line* wire*))))) OR ((((("철도" "전철" "지하철" 열차* 트레인* 전동차* 도시철도* 메트로*) (subway* train* railway* rail* "electric multiple unit" metro "urban railway" "urban railroad")) AND (("분기기" "전철기" "분기레일" "분기장치" "분기선") (turnout* (railroad a/1 switch))) AND (((설치* 시공* 건설* 구축* 이동* 하화* 운반*) (construct* build* transfer* shift* load unload install*)) and ((장비* 설비* 기기 기계 장치* 머신*) (machine apparatus equipment)))))
		B3	철도시설 유지보수 기술	(((트램 철도 기관차 기차) and (레일 선로 트랙)) (tram train locomotive) and (rail road railroad track)) and ((유지 보수 관리 보호) (maintain protect manage repair amend))
		B4	환승센터 구축 및 운영관리 기술	(("철도" "전철" "지하철" 열차* 트레인* 전동차* 도시철도* 메트로*) (subway* train* railway* rail* "electric multiple unit" metro "urban railway" "urban railroad") (교통 transpor* 대중교통 "public transit" "public transport") AND (통합 intergrat* 확장현실 "extended reality" "XR" 증강현실 "augmented reality" "AR" 가상현실 "virtual reality" "VR" 빅데이터 "big data" (public n/1 communica*))) AND (대피 evacuat*) AND (경로 path exit)) AND (건물 빌딩 complex building) (스텝 발걸음 step footstep 진동 vibrat* tremor quak* shak* trembl* 흔들 회전 rotat* 압전 piezo*) AND (에너지 전기 energy electr* power 배터리 battery) AND (생산 하베스트 harvest* produc* generat* mak*) AND (인간 사람 human people man populat* public

대분류		중분류		
코드	항목	코드	항목	검색식
				대중 유동인구 인구 통근 출퇴근 commut*) OR ("에너지플로어" "energy floor") (교통 transpor* traffic 대중교통 (public and (transport* transit))) AND (parcel stuff freight baggage luggage package 화물 수하물 택배 패키지 goods 굿즈) AND (보관 store storage checkin checkout 체크인 체크아웃 픽업 pickup 추적 track* chas* pursu* check*)
C	운영	C1	광역도로 운영 관리 기술	((crossover 교차 교차로 cross crossroad intersect* interchange) AND (merg* amalgamat* 병합)) OR ((Diverging crossover fusion 분기) AND (교차 교차로 crossroad intersect* interchange)) (벽 중앙벽 barrier 중앙선 "center line" 보라도 볼라드 bollard) AND (체인지 변경 가변 chang* variable transfer* moveable mobile) AND (운영 관리 manag* maintain* 장치 기계 machin*)
		C2	광역철도 운영 관제 기술	(((사용자* 이용자* 이용객* 승객* 고객* 탑승객* 탑승자* 클라이언트* user* passenger* client* customer*) AND (((수요* 수요응답* 요구* 요청* 주문* 디맨드* 디맨드* 온디맨드* 온디맨드* 호출* 부른* 동적* 다이나믹* 다이내믹* demand* request* "On-Demand" "On Demand" "Demand Response" "demand-response" hail* dynamic*) AND (모빌리티* 이동성* 대중교통* "대중 교통" 버스* 트레인* 기차* 철도* 지하철* 셔틀* 통학버스* 통근버스* 택시* 항공기* 비행기* mobility* ride transport* "pubilc transit" bus* train* railroad railway* subway shuttle taxi* aircraft*)) "Mobility on Demand" "Mobility on-Demand")) OR ((수요* 수요응답* 요구* 요청* 주문* 디맨드* 디맨드* 온디맨드* 온디맨드* 호출* 부른* 동적* 다이나믹* 다이내믹* demand* request* "On-Demand" "On Demand" "Demand Response" "demand-response" hail* dynamic*) AND (버스* bus*) AND (노선* 루트* 경로* 라우팅* rout*) AND (생성* 매칭* generat* match*)) OR ((피어투피어 피투피 "개인 대 개인" "peer-to-peer" "Peer to Peer" "P2P") AND (모빌리티* 이동성* 대중교통* "대중 교통" 버스* 트레인* 기차* 철도* 지하철* 셔틀* 통학버스* 통근버스* 택시* 항공기* 비행기* mobility* ride transport* "pubilc transit" bus* train* railroad railway* subway shuttle taxi* aircraft*) AND (공유* 쉐어* shar*) AND (매치* 매칭* 매핑* match* mapping*) AND (알고리즘 알고리듬 방법* algorithm method)))
		C3	광역버스 운영 관제 기술	(("철도" "전철" "지하철" 열차* 트레인* 전동차* 도시철도* 메트로*) (subway* train* railway* rail* "electric multiple unit" metro "urban railway" "urban railroad") (교통 transpor* 대중교통 "public transit" "public transport") AND (통합 intergrat* 확장현실 "extended reality" "XR" 증강현실 "augmented reality" "AR" 가상현실 "virtual reality" "VR" 빅데이터 "big data" (public n/1 communica*))) AND (대피 evacuat*) AND (경로 path exit)) AND (건물 빌딩 complex building)
		C4	대중교통 통합운영 기술	((((영상 텍스트 문장 음성 소리 마크업 언어 키보드 필기체 video picture text article script voice sound language keyborad) AND (데이터 자료 데이타 정보 data datum database information* 데이터베이스 데이타베이스) AND (감정 의도 emotion* intention* intend feel* sentiment*)) (멀티모달 multimodal multi-modal 마크업 markup) (mode a/1 choice) 실시간 "real time" 빅데이터 "big data" (((혼잡 conjestion) AND (관리 manag*))))) AND (((public a/1 transport) 대중교통 (광역 교통 "intraregional traffic" "metropolitan transportation" "inter-city") ("철도" "전철" "지하철" "경전철" 열차* 트레인* 전동차* 도시철도* 메트로*) (subway* train* railway* rail* "electric multiple unit" metro "urban railway" "urban railroad")))

■ 특허분석 기준

- 특허분석의 국가별 기준은 한국, 미국, 유럽, 일본을 기준으로 실시하고, 특허의 분석 구간은 1945년 1월 1일부터 2021년 6월 15일을 기준으로 하였음
- 검색범위는 텍스트 및 요약을 중심으로 해당 키워드의 포함여부를 적용하여 1차 검색을 실시하고 이를 개별적으로 담당자가 검토하여 유효 특허 여부를 필터링 하는 방식으로 진행됨

표 26 대도시권 광역교통 중장기 R&D 특허 분석 기준

구 분	분석 기준			
특허검색 DB	Keywert			
검색국가	미국	유럽	일본	한국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록
분석구간	1945.01.01.~2021.06.15			
검색범위	Text, Abstract			

■ 특허지수 분석

- (시장확보 지수) 특정 국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때 해외에 특허를 출원하므로, Family Patent 수가 많을 때 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를 시장 확보력의 지표로 사용

국가별 시장확보지수(PFS) = (Σ 해당국가 특허뭰 패밀리) / 해당국가 특허건수

- (인용도 지수) 특정 국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 횟수가 많을수록 기술경쟁력이 높으므로, 인용도 지수(CPP)가 클수록 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 사용함.

국가별 인용도 지수(CPP) = (Σ 해당국가 특허뭰 피인용수) / 해당국가 특허건수

- (영향력 지수) 특정 국가가 소유한 기술의 질적 수준을 측정하는 지수임.

국가별 영향력 지수(PII) = 해당국가 특허 인용도 지수 / 전체(모든국가) 특허 인용도 지수

- (기술력 지수) 특정 국가의 기술보유 양적수준(특허 건수)과 영향력지수(질적 수준)를 함께 나타냄

국가별 기술력 지수(TS) = 해당국가 특허건수 × 해당국가 영향력 지수

(나) 특허일반분석 결과

■ 전체 연도별 특허출원 현황

- 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술의 특허동향을 살펴보면 현재까지 총 4,414건의 특허 출원이 진행되었으며, 1970년대 출원 이후 2019년까지 꾸준히 특허 출원이 증가하고 있음을 알 수 있음
- 초반 특허 출원의 개수가 작아 증감율의 편차가 큰 것을 제외하고는 증감률이 꾸준히 유지되고 있는 것으로 판단되며, 2019년도 이후 출원의 경우 일부 미공개 특허출원을 포함하고 있으므로 전체적으로 감소되는 것이 아닌 증가세가 유지되는 것으로 보아야 함
- 따라서 해당 분야의 전체적인 특허 출원 현황은 꾸준히 증가하며 향후에도 이 증가세는 지속될 것으로 예상됨

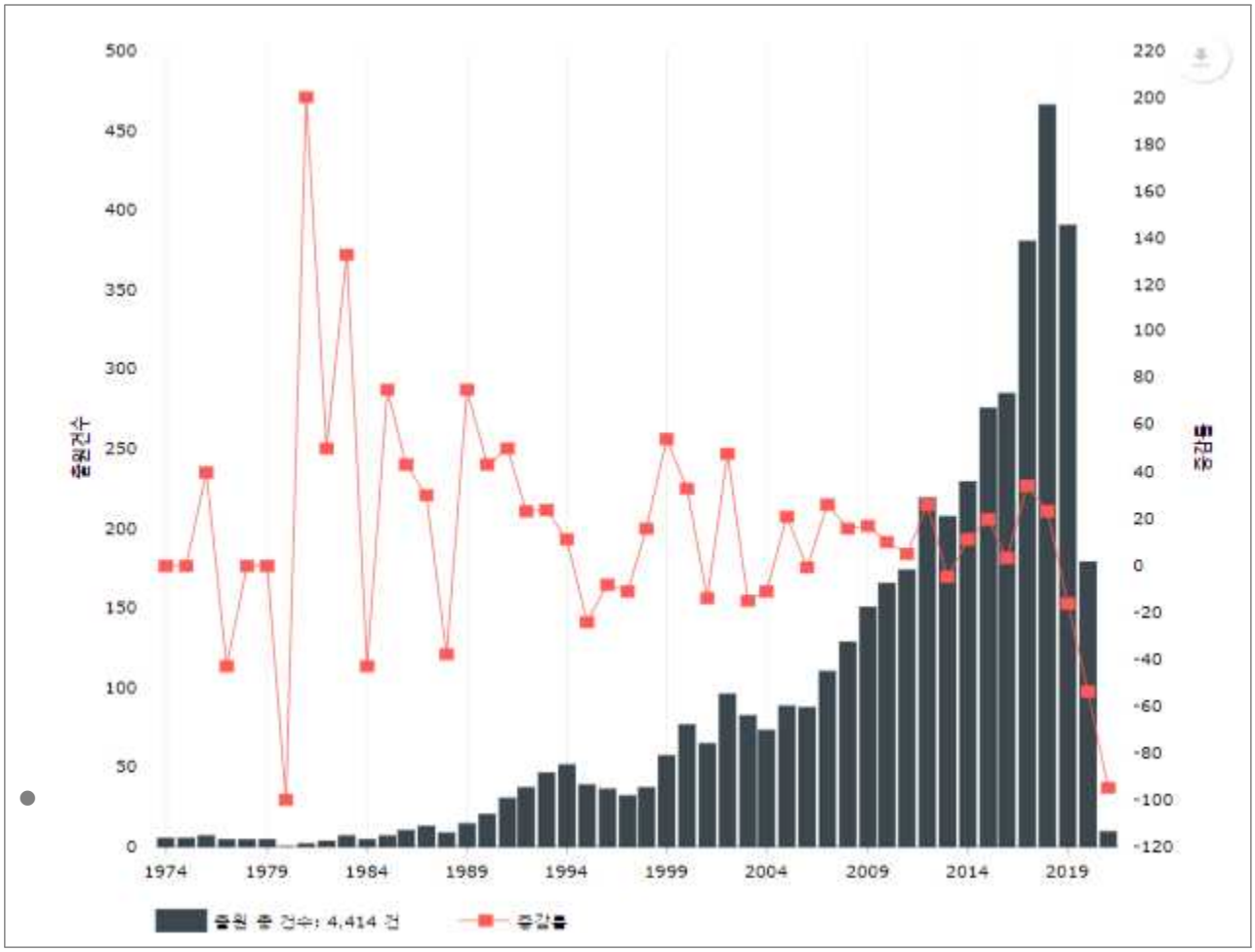


그림 108 전체 연도별 특허 출원 분포

■ 전체 국가별 특허출원 현황

- 국가별 출원 현황을 살펴보면 미국이 42.25%(1,865건)로 최대 출원 국이며 일본이 22.34%(986건), 한국이 20.14%(889건), 유럽이 15.27%(674건)로 출원이 진행됨

- 통상적으로 미국의 특허 출원 동향은 미국의 출원인뿐만이 아니라 타국의 출원인 또한 중요하다고 판단하는 특허들을 미국에도 출원하는 경향이 있어, 미국 내 출원인과 타국 출원인의 출원이 더해져서 많은 특허수를 포함하고 있을 가능성이 높음

- 유럽의 경우 프랑스, 독일, 이탈리아, 네덜란드 등 개별적인 국가에 출원된 특허가 아니라 유럽 통합 특허청에 출원된 특허만을 기준으로 삼았는데, 이는 개별 유럽국가에서 비중 있는 특허만을 선별하여 유럽 통합 특허로써 출원되기 때문임. 그러므로 전체 유럽 개별국가의 특허 수보다는 매우 적은 선별된 특허만이 집계되어 상대적으로 개수가 낮을 가능성이 있음

- 일본의 경우 자국 내 특허출원하는 비중이 높아 다수의 특허들이 일본 출원인에 의해 출원되는 경향이 높음. 또한, 일본에서는 출원 후 심사청구를 바로 진행하지 않고 보류하는 경향이 높아 실재 심사가 진행되는 특허의 비중은 낮음.

- 한국의 경우 정부 연구비 기준 타 국가에 비해 특허출원 수가 많은 것이 특징임. 이것은 같은 연구 개발비를 사용한다는 가정 하에, 해당 연구로 도출되는 특허의 개수가 한국이 타국보다 더 많이 출원이 되는 경향이 있는 것을 알 수 있음

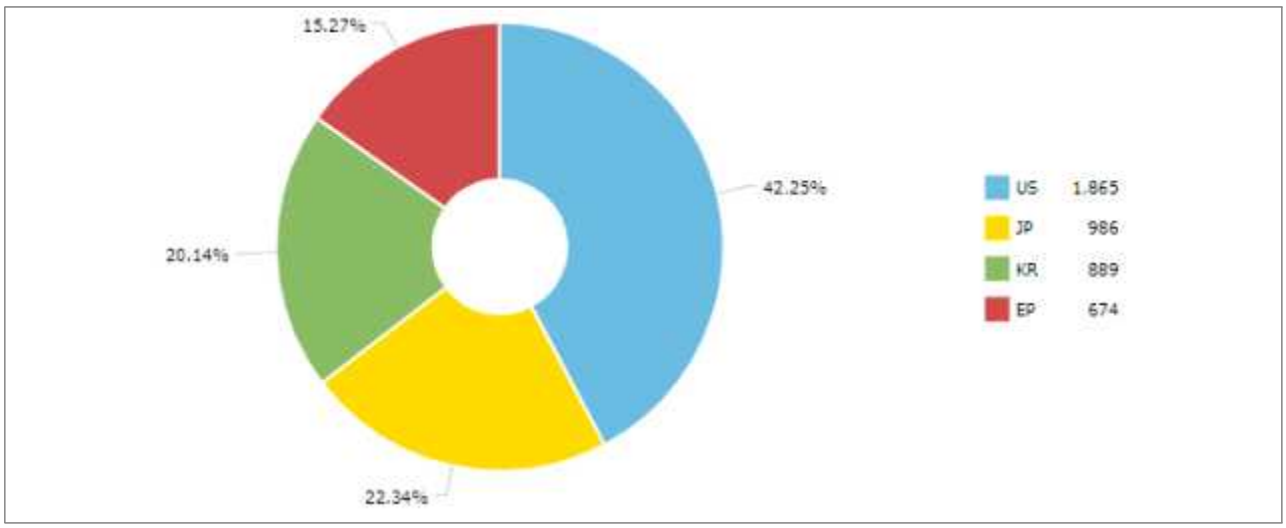


그림 109 전체 연도별 특허 출원 분포

■ 세부기술별 특허출원 동향 및 특허 지표 부석

① 경량철도 구축 및 운영관리 기술(A1)

- 경량철도 구축 및 운영관리 기술(A1)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 92건의 특허가 출원되어 다른 기술 분야에 비해서는 특허의 총 출원 건수가 적게 검색되었음
- 본 기술 분야는 1990년대 후반부터 특허 출원이 꾸준히 증가하고 있으나 특허의 출원 분포가 적어 그래프는 다소 거칠게 형성됨

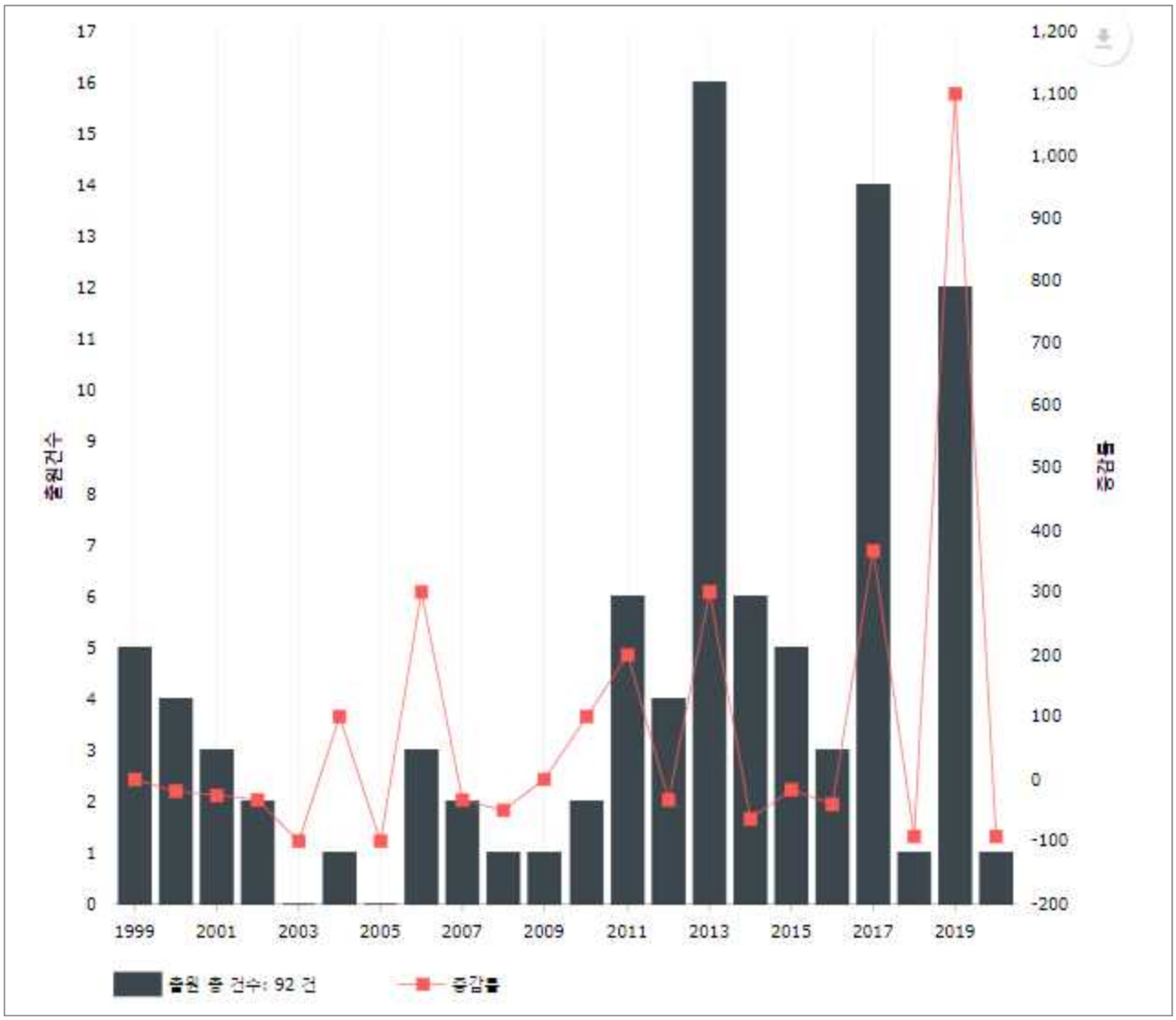


그림 110 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 연도별 출원 분포

- 국가별 출원 현황을 살펴보면 한국이 41.30%(38건), 일본이 40.22%(37건)로 각각 최대 출원 국이며 미국이 15.22%(14건), 유럽이 3.26%(3건)의 순서로 출원이 이루어지고 있음

  - 경량철도 구축 및 운영관리 기술에 관한 니즈가 서구권 국가에 비해 일본이나 한국과 같은 밀집도가 높은 국가에 더 높기 때문으로 판단됨

  - 한국과 일본은 최근까지 가장 높은 출원 비중을 보였으며, 출원 수 분포도를 비교하면 일본은 1990년대부터 꾸준히 특허를 출원해 온 반면 한국은 주로 2010년대 이후에 관련된 특허를 출원함. 이에 최근 들어서는 한국에서 관련 연구가 더 활발하게 이루어진 것을 알 수 있음.

  - 한국의 본격적인 특허 출원 수의 증가 및 일본과 함께 기술적인 수요 또한 증가함에 따라 이에 관련된 연구가 활발히 이루어지고 있어 특허출원도 증가하는 것으로 보임.

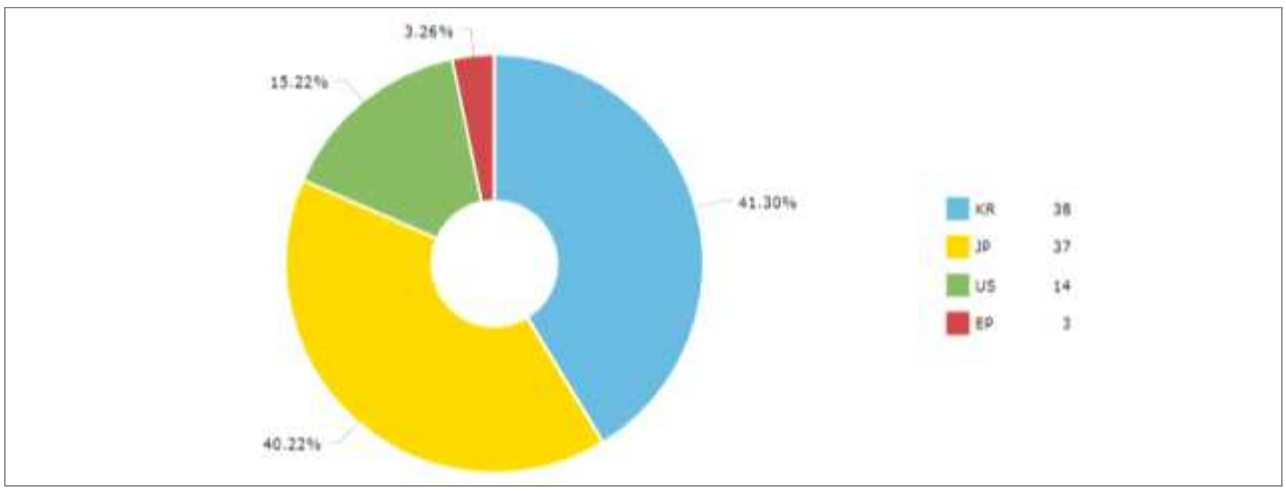


그림 111 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 국가별 출원 분포

- 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 다출원인 분포를 보면, 한국 출원인인 한국철도기술연구원과 한국과학기술원이 상위에 있음

  - 타 국가에서는 철도 관련 특허가 다양한 기관에 의해 나뉘어져 있으나, 한국의 경우 몇몇의 연구기관에서 연구를 독점하여 나타나는 것으로 판단됨

  - 두 개의 한국 출원인 이후 MOJO MOBILITY[US]를 제외하고는 RAILWAY TECHNNICAL RESEARCH INSTITUTE[JP], TOYOTA INDUSTRIES[JP], MURATA MACH[JP], TSUBAKIMOTO CHAIN[JP] 는 모두 일본 출원인이 차지하고 있으며, 이후에 기아[KR] 및 현대[KR] 가 관련 출원을 진행하고 있음을 알 수 있음

- 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 시장확보 지수(PFS) 분석결과 미국의 시장확보 지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 다음으로는 유럽의 시장확보 지수가 높게 나타났음

  - 미국과 유럽에 출원된 특허들이 다수의 패밀리를 가지고 있어 같은 특허가 여러개의 국가에 더 많이 출원된 것을 의미함

  - 한국과 일본은 상대적으로 낮은 시장확보 지수를 가지고 있어 해외 출원으로 이어지는 특허 출원의 개수가 상대적으로 적은 것으로 나타남

- 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 미국이 10.0으로 가장 높은 수치를 나타내며, 기타국가의 경우 미국에 비해 매우 낮은 수준의 국가별 인용도 지수를 나타내고 있음

  - 미국에서 출원되는 특허의 인용도가 높아 상대적으로 기술력이 중요시 되는 원천 특허의 비율이 높은 것을 의미하고, 타국가의 특허들은 미국에서 출원되는 특허에 비해 원천성이 낮은 특허들이 많이 출원되는 것을 알 수 있음

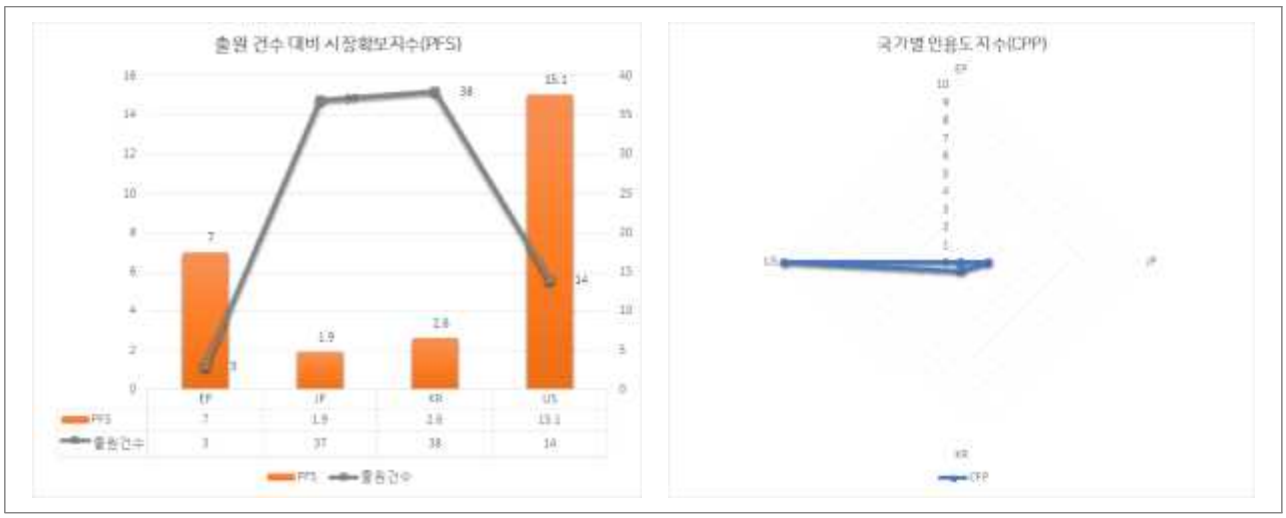


그림 112 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)

- 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 국가별 영향력 지수(PII) 및 기술력 지수(TS)를 살펴보면 미국의 영향력 지수(PII)가 24.9로 가장 높고, 다음으로는 일본이 10.3, 한국이 3.3을 차지하고 있으며 유럽의 경우에는 0으로 나타남

  - 유럽의 경우 인용도 지수가 0으로 계산되어 이후에 도출되는 다른 지수들이 모두 0으로 도출되었음. 유럽의 특허가 다른 국가의 특허에 비해 영향력이나 기술력이 그만큼 낮은 것으로 해석할 수 있음

- 기술력 지수는 미국과 일본이 각각 24.9, 10.3을 기록하여 높은 기술력을 가지고 있는 것으로 판단되며, 한국은 3.3으로 상대적으로 낮은 기술력을 보유하고 있는 것으로 파악됨



그림 113 경량철도 구축 및 운영관리 기술의 국가별 영향력 지수(PI) 및 기술력 지수(TS)

② 경량철도 차량 유지보수 기술(A2)

- 경량철도 차량 유지보수 기술(A2)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 312건의 특허가 출원되었고, 특히 본 기술 분야는 2010년대 이전에는 특허 출원이 많이 분포하지 않다가 2010년대 초반부터 특허 출원이 급격히 증가되고 있는 것을 알 수 있음

- 이처럼 2010년대 초반부터 본격적인 특허 출원이 진행된 것은 해당 기술의 기술 수요가 2010년 이후에 집중적으로 형성되었을 것을 추측해 볼 수 있음.

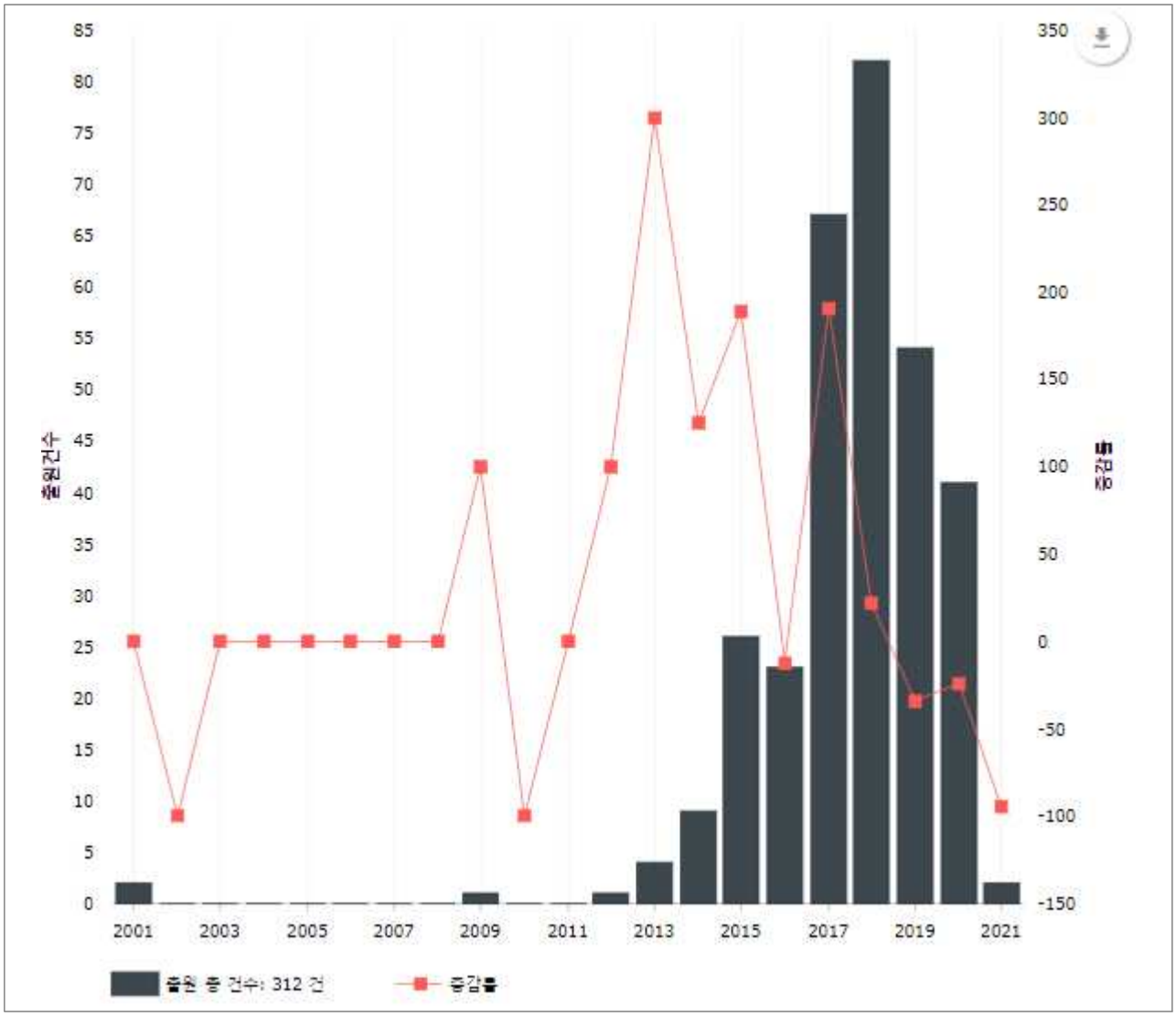


그림 114 경량철도 차량 유지보수 기술의 연도별 출원 분포

● 국가별 출원 현황을 살펴보면 미국이 56.41%(176건)로 최대 출원 국이며 유럽이 32.69%(102건), 한국이 6.41%(20건), 일본이 4.49%(14건)의 순서로 출원이 이루어지고 있음

- 3D 프린터를 이용한 부품 생산 등 혁신적인 방법을 이용하는 관점에서 경량철도 차량 유지보수 기술은 미국과 유럽에서 좀 더 많이 기술 개발이 진행되어 온 것으로 해석할 수 있음
- 미국 및 유럽에서는 오랜 기간 동안 3D 프린터를 이용한 기술을 개발하여 오고 있고 이에 더하여 경량 철도 등에 적용할 수 있도록 강도와 내구력을 가지는 부품을 생산할 수 있는 기술을 개발하여 오고 있음
- 한국은 3D 프린터를 이용한 부품 생산에는 다소 뒤늦게 뛰어든 면이 있어 앞으로 기술 개발의 여지가 많이 남아 있을 것으로 판단됨

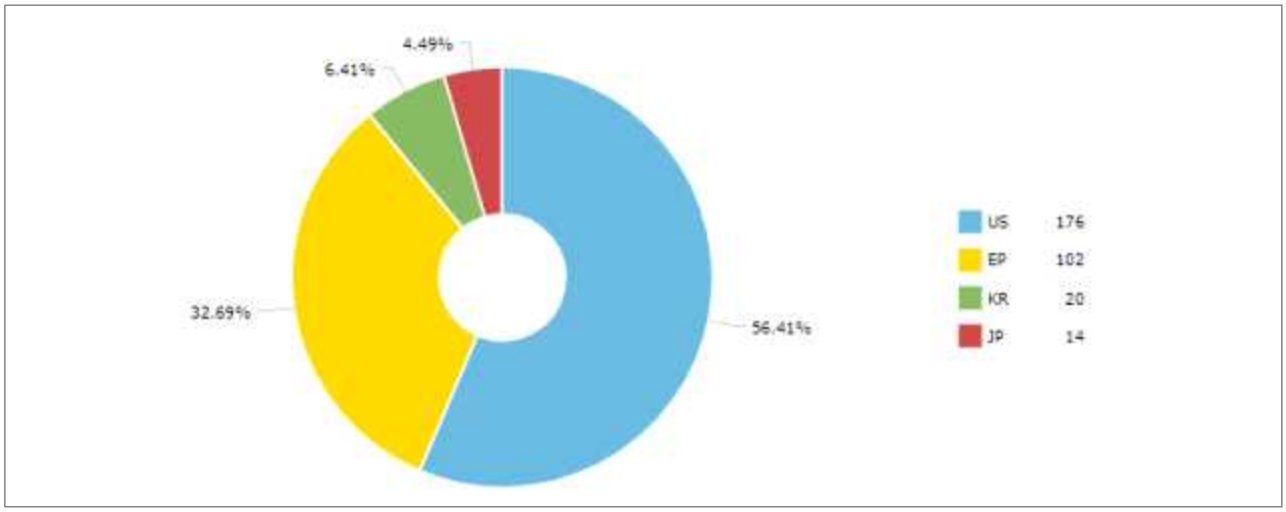


그림 115 경량철도 차량 유지보수 기술의 국가별 출원 분포

● 경량철도 차량 유지보수 기술의 경우 3D 프린팅 기반의 경량철도 부품 생산 기술을 중심으로 조사하였기 때문에 3D 프린팅 관련 특허가 주로 검색되었음

- 상위 출원인으로는 HP[US], DESKTOP METAL[US], 3M[US], XEROX CORP.[US] 등의 미국 출원인이 있으며 이외에는 XYZPRINTING[TW], KINPO ELECTRONICS[TW]의 대만 출원인 등이 분포하고 있음
- 전체적으로 3D 프린팅을 이용한 부품 제작에 있어서는 철도에 특화되는 기술은 많이 검색되지 않았으며, 기본적인 3D 프린팅을 이용한 메탈소재 제작 또는 강성을 높이기 위한 복합소재의 이용 등의 방법이 개발되고 있음

- 경량철도 차량 유지보수 기술의 시장확보 지수(PFS) 분석결과 일본의 시장확보지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 다른 국가들의 시장확보 지수는 유사하게 나타남

  - 이것은 일본에서 출원된 특허들이 다수 국가의 해외 시장을 목표로 하는 중요한 특허가 많이 진행된 것으로 해석할 수 있고, 상대적으로 일본의 특허출원건수가 적은 가운데에 집중적으로 해외 시장을 겨냥한 특허가 많이 출원된 것으로 해석할 수 있음

  - 미국과 유럽에 출원된 특허들은 출원 건수가 많으면서도 한국과 비슷한 시장확보 지수를 가지고 있으며, 한국은 상대적으로 적은 특허 수에 비해 크게 높지 않은 시장확보 지수를 가지고 있음

- 경량철도 차량 유지보수 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 미국이 0.7으로 가장 높은 수치를 나타내나, 유럽 0.2, 한국과 일본 0.0에 비해 큰 차이는 나타내지 않음. 한국과 일본의 정확한 CPP 지수는 각각 0.01, 0.01임

  - 미국에서 출원되는 특허뿐만 아니라 유럽, 일본, 한국에서 출원되는 특허들도 인용도가 낮아 상대적으로 기술력이 중요시 되는 원천 특허가 전체적으로 많이 분포하고 있지 않음을 나타냄

  - 이러한 경우 기술이 어느 하나의 특허에 의해 큰 영향을 받는 상태가 아니므로, 적극적으로 시장에 뛰어들어 원천특허를 개발할 수 있는 가능성이 존재하는 것으로 해석할 수 있음

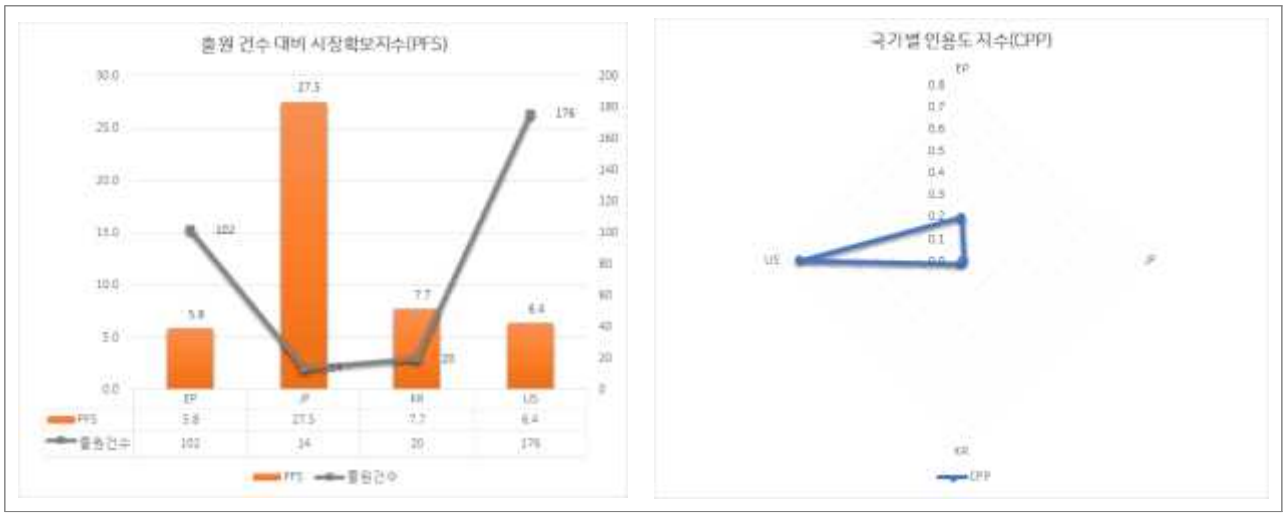


그림 116 **경량철도 차량 유지보수 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)**

- 경량철도 차량 유지보수 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면 미국의 영향력지수(PII)가 1.8로 가장 높고, 다음으로는 유럽이 0.5, 한국과 일본이 각각 0.03, 0.02로 나타남

- 유럽 및 한국, 일본의 영향력 지수가 낮은 것은 출원 되는 특허에 대해 인용되는 비율이 낮거나 거의 없기 때문이며, 이것은 기술을 특허 출원한 이후에 다른 특허를 심사하는 과정에서 참고 되는 특허가 없음을 의미함

- 미국의 경우 기술영향력지수는 308.1로 가장 높으며, 이것은 인용도 지수가 1.8이지만 상대적으로 많은 수의 특허를 출원하였기 때문인 것으로 판단됨. 결과적으로 해당 기술 분야에서 미국은 가장 영향력이 많은 특허의 출원 국가임을 유추할 수 있음

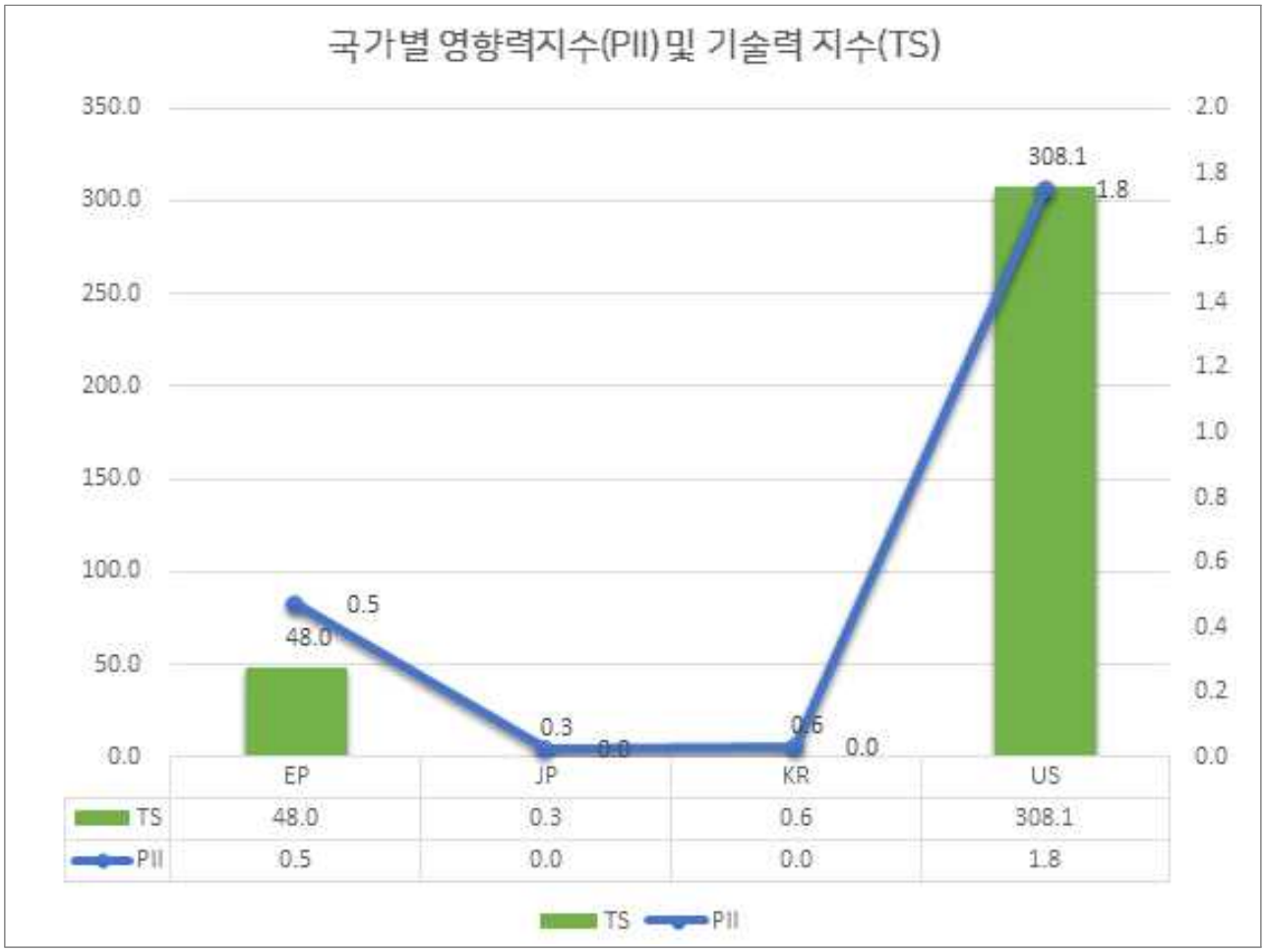


그림 117 경량철도 차량 유지보수 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

③ 광역버스 차량 기술(A3)

- 광역버스 차량 기술(A3)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 184건의 특허가 출원되었고 본 기술 분야는 2000년도 초반부터 꾸준히 그 특허수가 증가하여 오고 있는 것을 알 수 있음

- 광역버스 차량 기술(A3)은 수소 버스 기술과 버스 자율운전에 관한 기술로 분류되며, 최근까지 연구 개발과 특허 출원이 증가되는 추세로 이어져 오고 있는 것을 알 수 있음

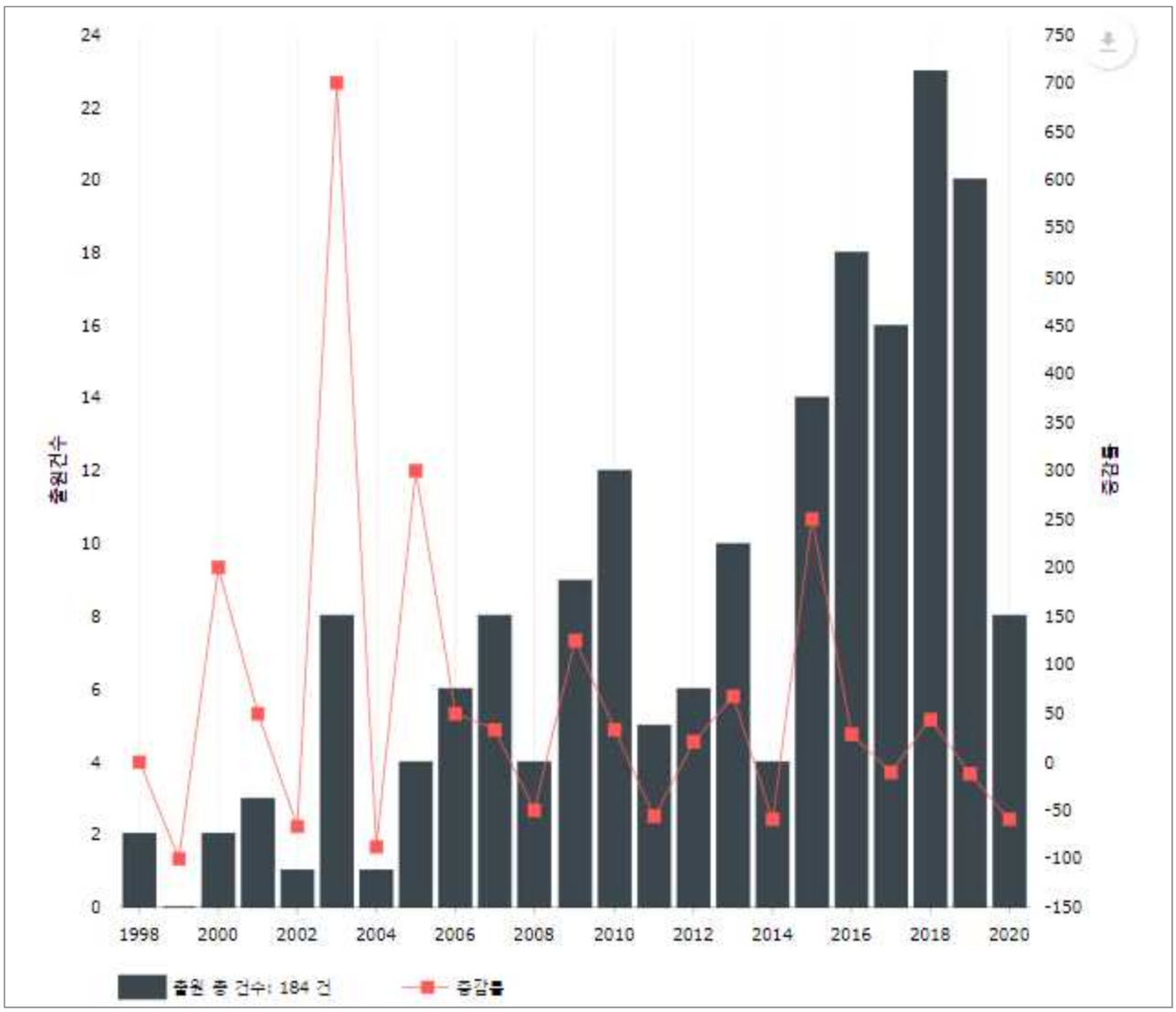


그림 118 광역버스 차량 기술의 연도별 출원 분포

● 국가별 출원 현황을 살펴보면 미국이 48.91%(90건)로 최대 출원 국이며 유럽이 26.09%(48건), 한국이 14.13%(26건), 일본이 10.87%(20건)의 순서로 출원이 이루어지고 있음

- 광역버스 차량 기술에 대한 요소 기술이 미국과 유럽 권에서 먼저 개발이 진행되었기 때문에, 미국은 최근까지 가장 높은 출원 비중을 보였으며 출원 수 분포는 2000년대부터 꾸준히 특허를 출원해 온 것을 알 수 있음
- 미국 내 수소 차량 및 자율 주행 관련 특허의 출원인에는 한국의 현대차와 기아차가 포함되므로 미국에서도 한국 기업의 영향력이 높은 것으로 판단됨
- 한국은 2010년대 본격적으로 특허의 출원이 증가하고 있고, 최근 2019년도에는 그 수가 폭발적으로 증가되고 있어 국내에서도 양산차 회사인 현대와 기아차를 주도로 하여 기술 개발이 착수되고 있는 것으로 보임

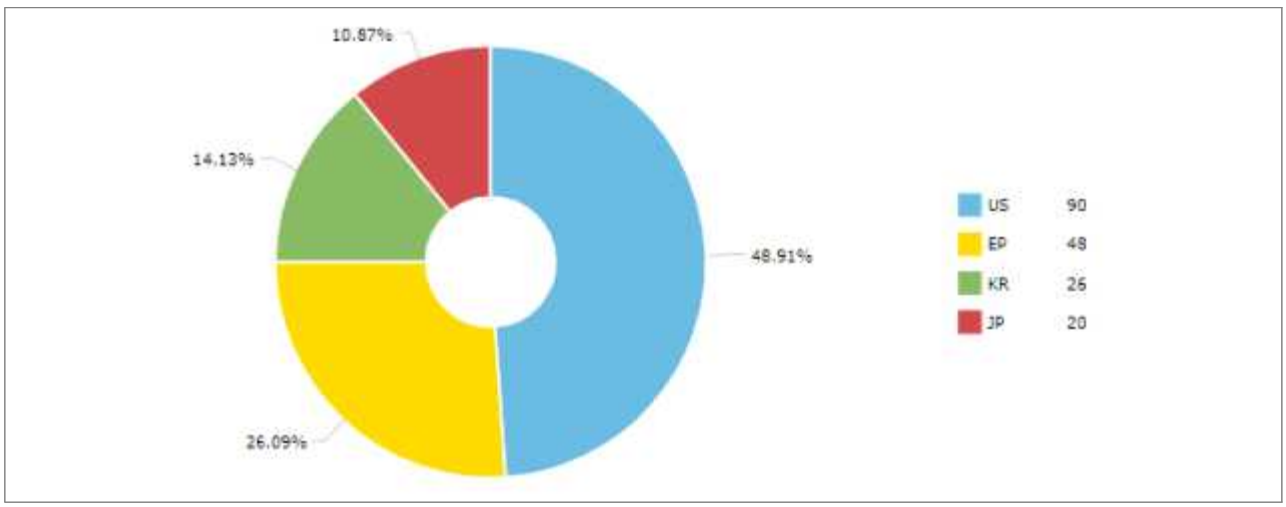


그림 119 **광역버스 차량 유지보수 기술의 국가별 출원 분포**

● 광역버스 차량 유지보수 관련 기술의 출원인 분포를 살펴보면 현대자동차[KR], 기아자동차[KR]가 상위에 분포하는 것을 알 수 있으며, 이것은 국내 뿐 아니라 해외에서도 다양한 관련 특허들을 출원하는 것을 알 수 있음

- 이 두 국내 출원인은 특히 수소 연료 전지 기술에 대해 다양한 특허를 진행하고 있으며 양산차 시장에서 기술을 선점하기 위한 연구 개발 및 특허들을 진행하고 있는 것으로 판단됨
- 이외에도 BLOOM ENERGY CORP.[US]는 수소 연료 전지 관련된 특허를 출원하고 있으며, GM[US] 및 TOYOTA[JP], 인포뱅크[KR] 등은 버스의 자율 주행 관련된 특허들을 출원하고 있음

- 광역버스 차량 기술의 시장확보 지수(PFS) 분석결과 유럽과 일본의 시장확보 지수(PFS)가 가장 각각 10.8, 10.9로 높게 나타났고, 다음으로는 미국의 시장확보 지수가 6.8로 높게 나타났음. 한국의 경우 2.8의 지수가 도출되었음

  - 유럽과 일본에 출원된 특허들이 다수의 패밀리를 가지고 있고, 상대적으로 한국의 경우 낮은 특허 패밀리 수를 가지고 있음을 뜻함. 패밀리 특허 수가 많은 것은 같은 특허가 여러 개의 국가에 더 많이 출원된 것을 의미함

  - 한국은 가장 낮은 시장확보 지수를 가지고 있어 해외 출원으로 이어지는 특허 출원의 개수가 상대적으로 적은 것으로 나타남

- 광역버스 차량 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 미국이 1.4으로 가장 높은 수치를 나타내며, 유럽이 0.04, 한국과 일본이 각각 0.7, 0.2의 국가별 인용도 지수를 나타내고 있음

  - 미국이 가장 높은 인용도 지수를 나타내나 상대적으로 해당 기술 분야에서 최고값은 1.4로 높은 편은 아니며, 이것은 해당 분야의 원천 특허의 비율이 높지 않은 것을 의미함

  - 마찬가지로 이러한 경우 기술이 어느 하나의 특허에 의해 큰 영향을 받는 상태가 아니므로, 적극적으로 시장에 뛰어들어 원천특허를 개발할 수 있는 가능성이 존재하는 것으로 해석될 수 있음

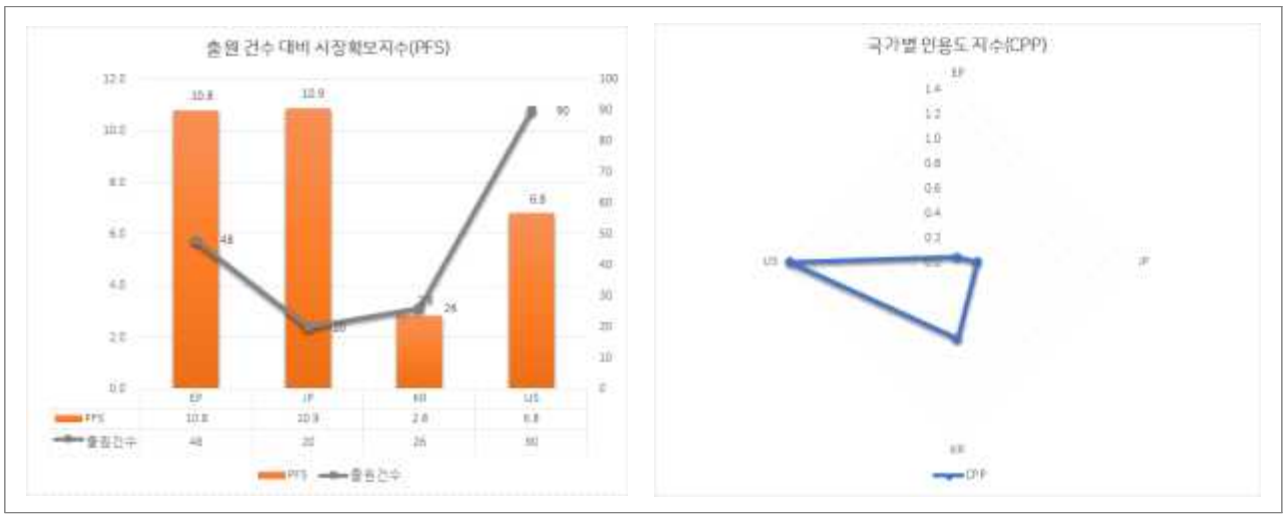


그림 120 **광역버스 차량 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)**

- 광역버스 차량 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면 미국의 영향력지수(PII)가 2.1로 가장 높고, 다음으로는 한국이 0.9, 일본과 유럽이 각각 0.3, 0.1을 차지하는 것으로 나타남

- 한편 기술력 지수를 살펴보면, 미국이 185.6으로 가장 높고, 한국이 24.7, 일본이 5.0 유럽이 3.1을 기록하는 것으로 나타남. 미국은 인용수가 비교적 높은 상태에서 가장 많은 수의 특허를 출원하여 해당 분야의 기술력이 가장 높은 것으로 판단됨

- 한국은 일본이나 유럽 국가에 비해 기술력이 상대적으로는 높으나 미국과의 격차가 큰 편임



그림 121 광역버스 차량 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

④ 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술 (B1)

- 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술(B1)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 382건의 특허가 출원되었고 본 기술 분야는 1970년대부터 특허 출원이 지속적으로 이루어짐을 알 수 있음

- 본 기술 분야는 도시 지역 내 지하 교통을 적용하는 광범위한 기술 분야를 포함하였으며, 이러한 연구는 과거로부터 꾸준히 진행되었고 특히 1990년도에 활발히 진행되어 온 것을 알 수 있음

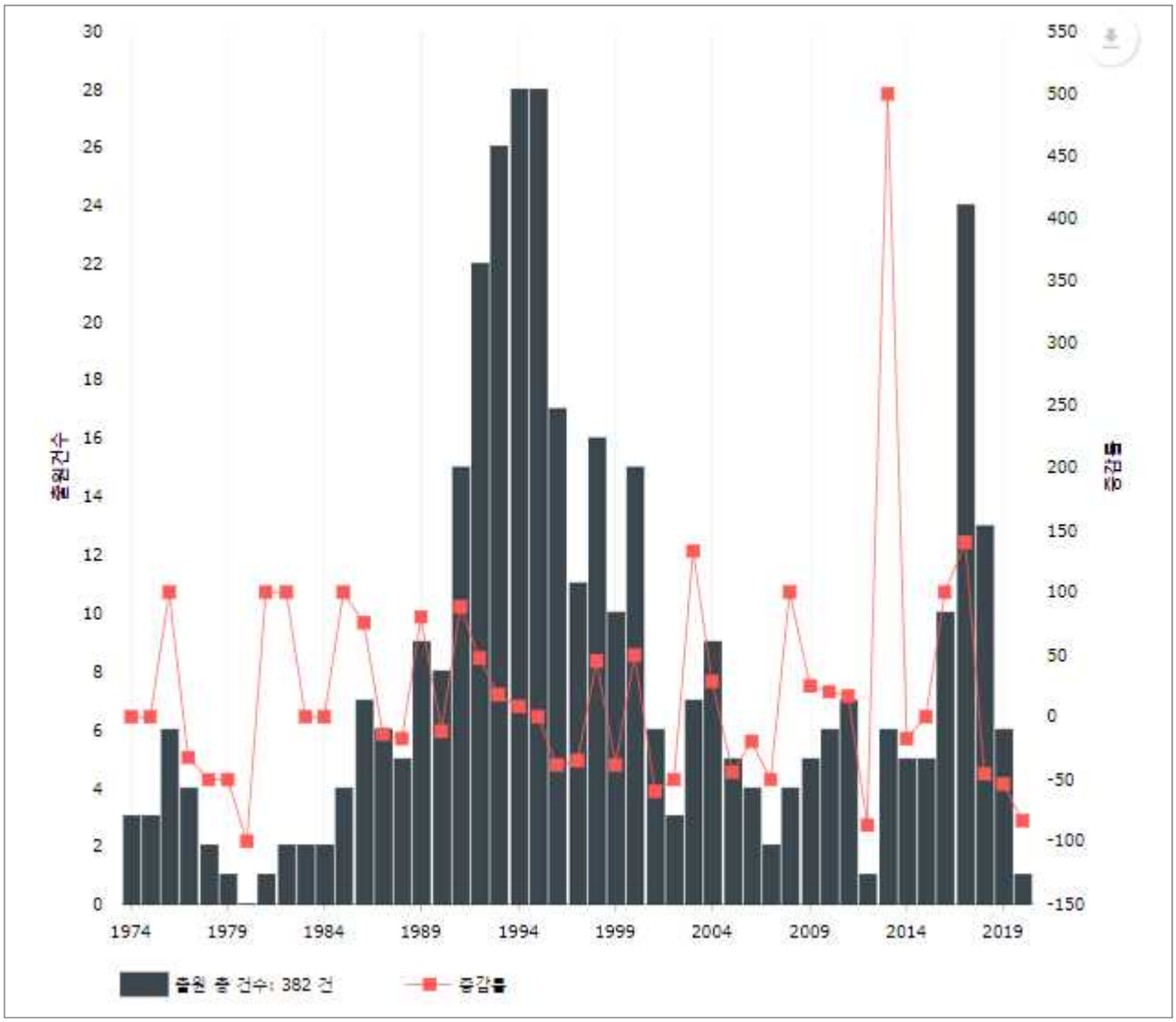


그림 122 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 연도별 출원 분포

- 국가별 출원 현황을 살펴보면 일본이 60.47%(231건)로 최대 출원 국이며 미국이 23.56%(90건), 한국이 10.47%(40건), 유럽이 5.50%(21건)의 순서로 출원이 이루어지고 있음

  - 상대적으로 일본은 1990년대에 지하 터널 등의 이용을 통한 기술이 활발하게 진행된 것을 알 수 있고, 반면 미국의 경우 최근 2010년도 이후에 하이퍼튜브를 대표로 하는 지하 철도 기술 개발에 집중하고 있는 것으로 나타남

  - 미국과 일본은 각각 1위와 2위를 차지하나 기술 개발의 시기와 그 대상에 있어 차이를 가짐

- 한국은 2010년대 이후에 본격적으로 특허 출원이 증가하고 있고, 이것은 미국에서 시발된 하이퍼튜브와 관련된 기술 개발에 영향을 받은 것으로 추측됨

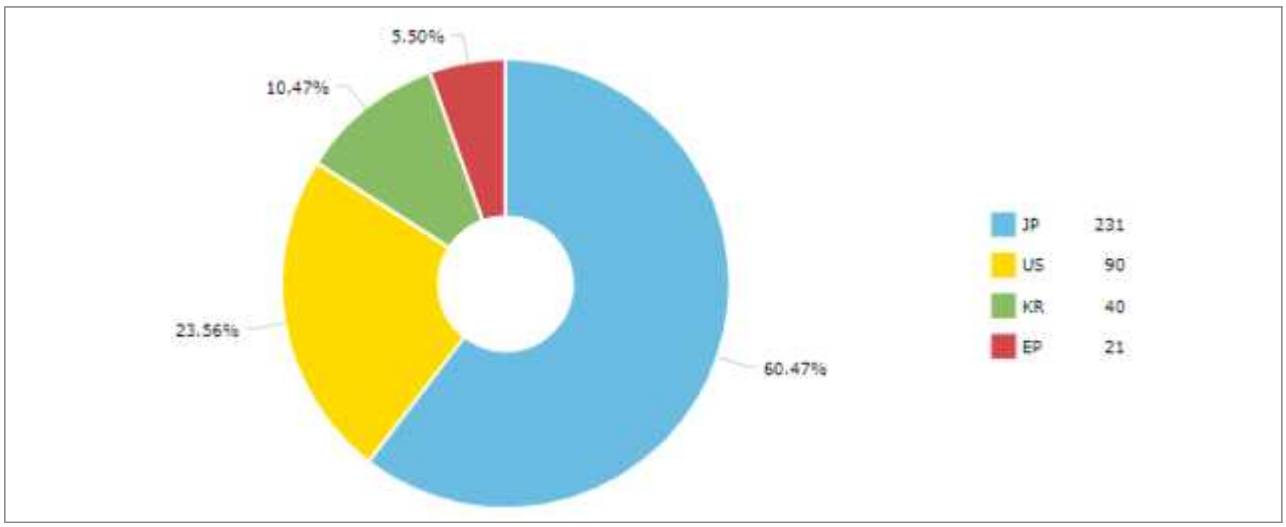


그림 123 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 국가별 출원 분포

- 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술은 상위에 분포하는 주요 출원인은 OSAKA GAS[JP], TOKYO GAS[JP], JFE ENGINEERING[JP], TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY[JP], JAPAN STEEL & TUBE CONSTR[JP], FUJIKURA[JP] 등 일본 출원인이 다수 차지하고 있음

  - 국내 출원인은 한국철도기술연구원[KR]이 상위를 차지하고 있어 국내에서 관련된 기술은 한국철도기술연구원[KR]이 대표적으로 연구 개발하고 있는 것으로 파악됨

- 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 시장확보지수(PFS) 분석결과 미국과 유럽의 시장확보지수(PFS)가 높게 나타났고, 한국과 일본의 시장확보지수가 낮게 나타났음

  - 출원 건수와 비교하여 보면 일본은 상대적으로 가장 많은 수인 231건을 출원하였으나 국내 특허에 한정되었고, 유럽의 경우 가장 낮은 21건의 특허를 출원하였음에도 해외에 출원한 특허가 많아 시장확보지수가 높게 나타남

  - 해외 시장에 진출하고자 하는 정도는 미국과 유럽의 특허 출원 기술이 더 높은 것으로 해석되며, 상대적으로 한국과 일본의 기술들은 해외 시장에 진출하기 보다는 국내에서 사용하는 계량형 기술에 가까울 확률이 높음

- 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 미국이 1.7으로 가장 높은 수치를 나타내며, 기타국가의 경우 유럽, 일본, 한국 순으로 각각 0.1, 0.7, 0.4의 지수를 나타내고 있음

  - 미국이 가장 높은 인용도 지수를 나타내나 상대적으로 해당 기술 분야에서 최고값은 1.7로 높은 편은 아니며 이것은 해당 분야의 원천 특허의 비율이 높지 않은 것을 의미함

  - 마찬가지로 이러한 경우 기술이 어느 하나의 특허에 의해 큰 영향을 받는 상태가 아니므로, 적극적으로 시장에 뛰어들어 원천특허를 개발할 수 있는 가능성이 존재하는 것으로 해석될 수 있음

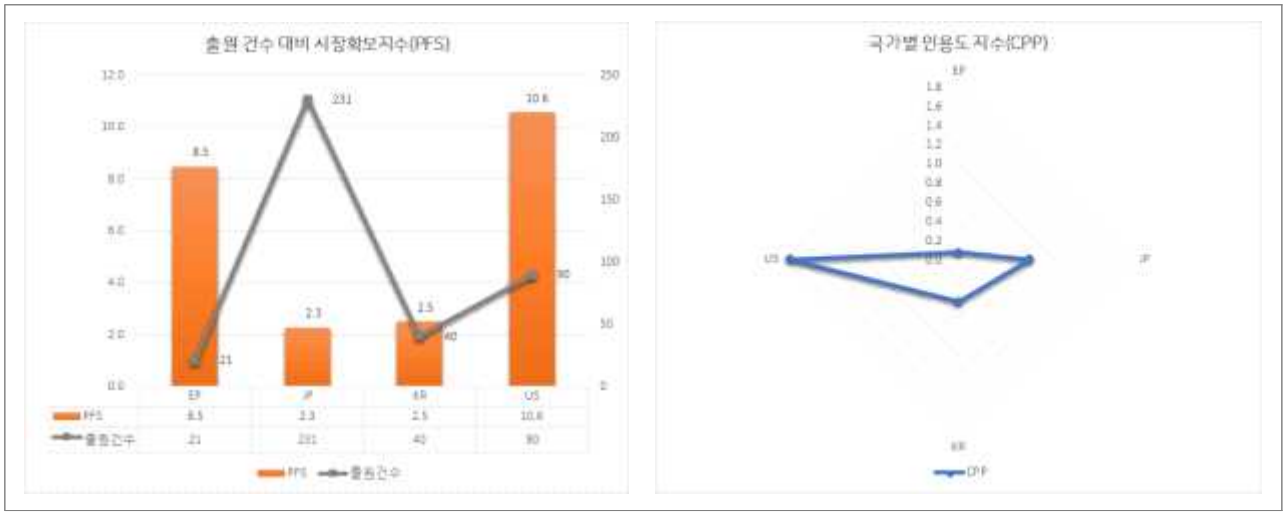


그림 124 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)

- 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면 미국의 영향력지수(PII)가 1.5로 가장 높고, 다음으로는 일본이 0.6, 한국이 0.4를 차지하고 있으며, 유럽의 경우에는 0.1로 나타남

- 한편 기술력 지수를 살펴보면, 일본이 143.0으로 가장 높고 미국이 130.8, 한국이 14.6, 유럽이 1.3으로 가장 낮음. 일본은 인용도는 낮지만 출원 건수가 타국가에 비해 월등이 많기 때문에 영향력지수에서는 가장 높은 지수를 나타냄

- 결과적으로 미국과 일본이 해당 기술 분야에서는 기술력지수가 유리함. 일본은 해외 출원수 또는 인용도가 낮은 특허가 많지만 많은 특허를 출원하였고, 상대적으로 미국은 해외 출원이 많고 인용도가 높아 원천기술에 가까운 특허들을 보유하고 있어 미국과 일본의 차별성이 존재함



그림 125 광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

⑤ 광역철도 급행화 시설 개량 기술 (B2)

- 광역철도 급행화 시설 개량 기술 (B2)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 151건의 특허가 출원되었고, 본 기술 분야는 1980년대부터 꾸준히 특허 출원이 진행되어 온 것을 알 수 있음

- 주요 분기점으로 1999년도를 들 수 있는데 일본에서 관련 기술의 출원이 증가하기 시작한 시점이며 2010년도 중반 이후에는 한국의 출원이 증가하기 시작하였음

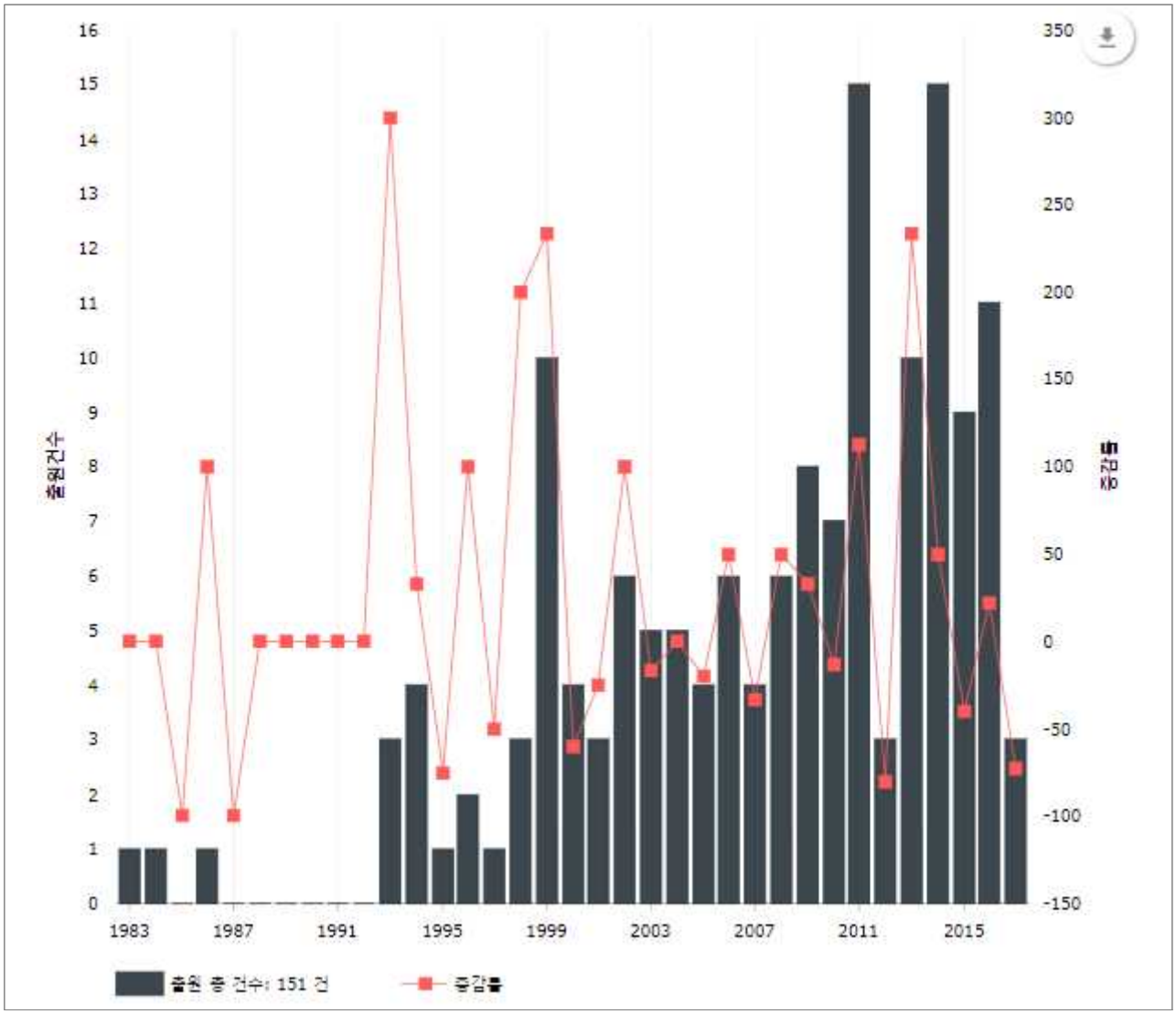


그림 126 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 연도별 출원 분포

- 국가별 출원 현황을 살펴보면 일본이 49.01%(74건)로 최대 출원 국이며 한국이

42.38%(64건), 유럽이 4.64%(7건), 미국이 3.97%(6건)로 출원이 이루어지고 있음

- 한국과 일본은 최근까지 가장 높은 출원 비중을 보이고 있음. 급행화 철도와 관련된 기술은 교통 밀집도가 높은 일본과 한국의 주요 니즈이며, 미국과 유럽에서는 기술 수요가 떨어지기 때문인 것으로 판단됨

- 일본은 꾸준히 해당 기술을 개발하였으며 한국은 2010년대 이후 본격적으로 특허 출원이 나타나고 있음

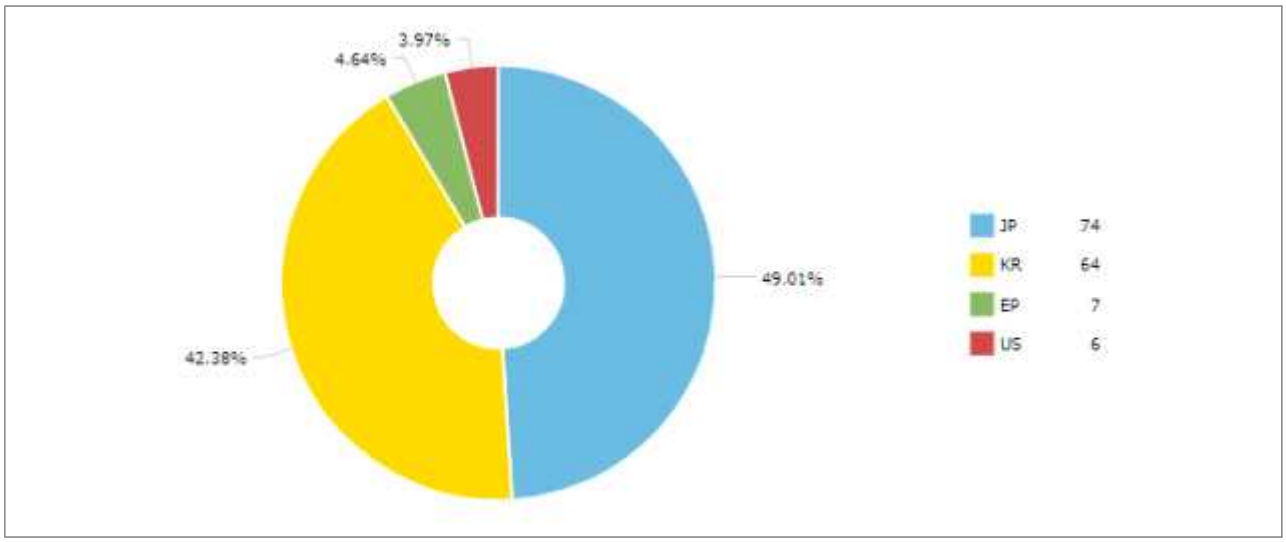


그림 127 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 국가별 출원 분포

- 광역철도 급행화 시설 개량 기술은 주로 일본 기업들인 TAISEI[JP], OHBAYASHI[JP], KAJIMA[JP], SHIMIZU[JP], KUMAGAI GUMI[JP], NISHIMATSU CONSTR[JP], MAEDA[JP] 등이 상위 출원인을 차지하고 있음

  - 국내 출원인으로서는 한국과학기술원[KR]이 상위에 링크된 바 있으며 기타 미국과 유럽에 관련 출원인은 상위에는 등재되지 않았음

- 해당 기술은 복수개의 선로를 이용하여 급행용 선로, 완행용 선로의 다중 차선 설계를 위한 것인데, 한국과 일본 이외의 타 국가에서는 아직까지 활성화 되지 않았으며, 기타 국가에서는 연구개발이 활발히 이루어지지는 않는 것으로 판단됨

- 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 시장확보지수(PFS) 분석결과 미국의 시장확보지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 미국 다음으로는 유럽의 시장확보지수가 높게 나타났음

  - 미국과 유럽에 출원된 특허들이 다수의 패밀리를 가지고 있어 같은 특허가 여러 개의 국가에 더 많이 출원된 것을 의미함. 미국과 유럽은 상대적으로 매우 낮은 수의 출원 건수를 가

지고 있지만 해외에 패밀리 출원이 많은 것이 특징임

- 한국과 일본은 출원 건수는 상대적으로 높으나 해외에 동시 출원된 패밀리건수가 낮아 상대적으로 낮은 시장확보지수를 가지고 있음

● 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 일본이 1.0으로 가장 높은 수치를 나타내며, 한국도 이와 유사한 0.8을 나타냄. 미국과 유럽은 각각 0.5, 0.4의 수치를 나타내 상대적으로 일본과 한국에 비해서 떨어짐

- 이것은 한국과 일본에서 출원되는 특허의 인용도가 높아 상대적으로 기술력이 중요시 되는 원천 특허의 비율이 높은 것을 의미함. 본 기술은 철도의 급행화를 위한 복선 철도 생성과 관련된 기술인데, 본 기술의 특징은 한국과 일본과 같이 교통 밀집도가 높은 국가에서 필요로 하는 기술인 점임

- 결과적으로 미국과 유럽에서 관련되는 기술은 특허로 출원되었으나, 한국과 일본의 특허 출원에 비하여 원천성이 떨어지는 것으로 파악할 수 있음

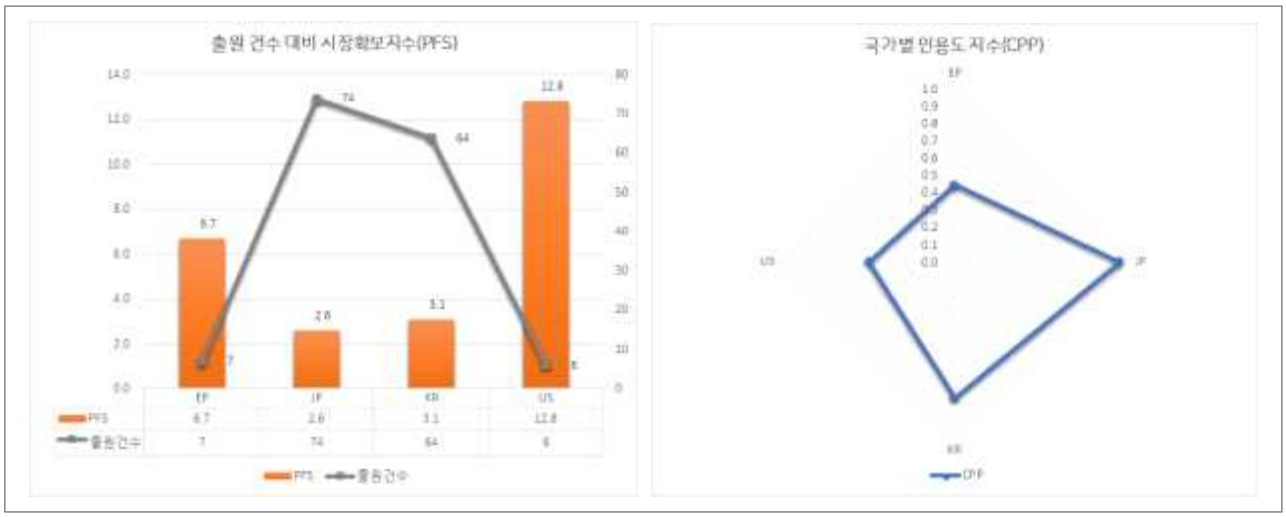


그림 128 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)

● 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면, 일본의 영향력지수(PII)가 1.2로 가장 높고, 다음으로는 한국이 1.0, 유럽과 미국이 같은 0.6을 차지하고 있음

- 한편 기술력 지수를 살펴보면 일본이 91.1로 가장 높고, 한국이 65.1로 그 다음이며 유럽은 4.0, 미국은 3.8로 가장 낮음. 해당 기술 분야에서는 일본과 한국이 인용도 및 특허 출원 건수에서 매우 높은 결과를 나타냄

- 결과적으로 해당 기술 분야에서의 기술력 지수는 일본이 1위, 한국이 2위이며, 해당 기술의 니즈를 볼 때에 본 기술 분야는 일본이나 한국 등 개별 국가 내에서 사용되는 기술들이 개발되고 있고, 해외에는 적극적으로 진출하지는 않지만 기술력의 관점에서는 일본과 한국이 우위를 가지고 있는 것으로 판단됨



그림 129 광역철도 급행화 시설 개량 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

⑥ 철도시설 유지보수 기술 (B3)

- 철도시설 유지보수 기술(B3)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 263건의 특허가 출원되었고 본 기술 분야는 1990년대부터 꾸준히 특허 출원이 진행되었음 알 수 있음

- 철도시설의 유지 보수 기술은 레일의 유지 보수가 가장 많았으며, 이것은 전체적으로 국가마다 동일한 니즈를 가지는 것으로 파악됨. 이에 해당 분야의 특허 출원에 대한 각국의 분포도 또한 비교적 고른 편임을 알 수 있음

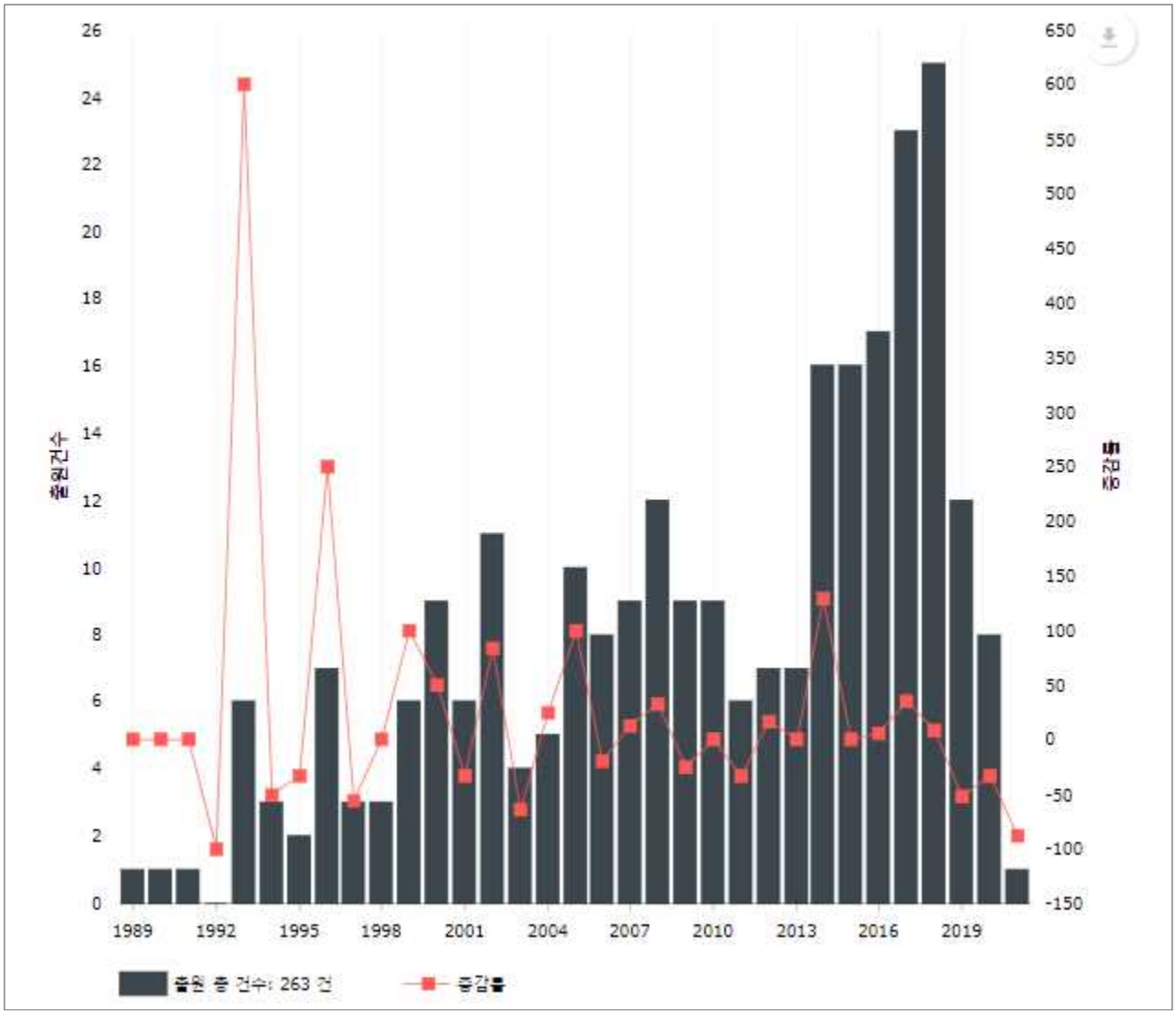


그림 130 철도시설 유지보수 기술의 연도별 출원 분포

● 국가별 출원 현황을 살펴보면 유럽이 23.52%(75건), 미국이 28.52%(75건)로 각각 최대 출원 국이며, 한국이 27%(71건), 일본이 15.97%(42건)의 순으로 출원이 이루어지고 있음

- 철도 시설 유지 보수에 관한 니즈가 서구권 및 동양권 국가별로 큰 차이가 없음을 알 수 있고 각 국가가 고르게 연구개발을 하고 있는 것으로 추정할 수 있음

- 미국과 유럽은 꾸준히 특허를 진행해오고 있는 반면, 한국과 일본은 최근 IOT 센싱 기술을 포함한 ICT 기술과 접목되는 특허를 진행해 오고 있음

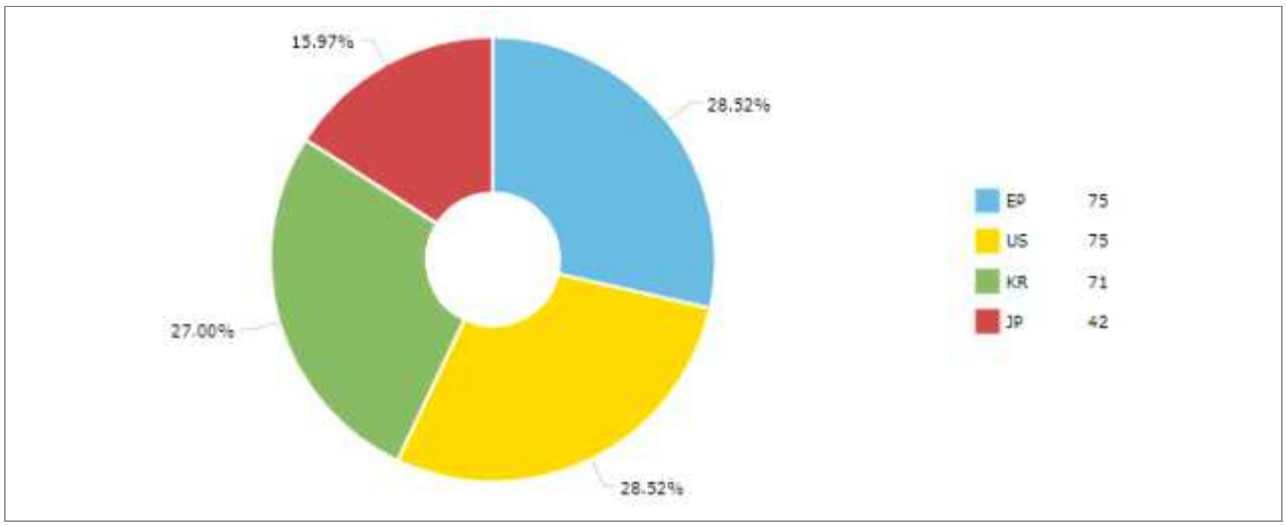


그림 131 **철도시설 유지보수 기술의 국가별 출원 분포**

● 철도시설 유지보수 기술은 한국철도기술연구원[KR]을 필두로 하여 일본 기업인, EASE JAPAN RAILWAY[JP], HITACHI[JP], RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE[JP]와, 미국 기업인 GENERAL ELECTRIC[US], AMSTED RAIL [US]이 상위 출원인을 차지하고 있음

- 한국 기업인 ㈜금호전력[KR], 주식회사 솔트[KR], 벽산파워 주식회사[KR]이 상위에 랭크되어 있음

● 보통 철도의 시설 중 레일을 유지 보수하는 기술들과 최근 IOT등의 기술을 접목하여 자동으로 이상상태를 감지하고 이를 유지 보수에 활용하는 기술들이 최근 출원되고 있음

● 철도시설 유지보수 기술의 시장확보지수(PFS) 분석결과 유럽과 미국의 시장확보지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 다음으로는 일본과 한국이 가장 낮은 시장확보지수를 가졌음

- 이것은 미국과 유럽에 출원된 특허들이 다수의 패밀리를 가지고 있어 같은 특허가 여러 개의 국가에 더 많이 출원된 것을 의미함

- 일본 및 한국은 상대적으로 낮은 시장확보지수를 가지고 있는데, 특히 한국의 경우 철도시설유지보수기술에 대한 해외 진출 의도가 낮은 것으로 판단되며, 관련되는 기술들은 대부분 국내 출원에 머물러 있기 때문으로 생각됨. 이를 바탕으로 향후 핵심이 되는 기술들은 해외로 특허를 진행하여 보는 것을 고려할 수 있음

● 철도시설 유지보수 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 미국이 3.0으로 가장 높은 수치를 나타내며, 기타국가의 경우 미국에 비해 매우 낮은 수준의 국가별 인용도 지수를 나타내고 있음. 유럽은 0.2, 한국과 일본은 각각 0.4의 인용도지수를 나타냄

- 이것은 미국에서 출원되는 특허의 인용도가 높아 상대적으로 기술력이 중요시 되는 원천 특허의 비율이 높은 것을 의미하며, 미국이 3인 반면 다른 국가들은 0.2 내지 0.4이므로 미국의 원천 특허 비율이 높다고 판정할 수 있음

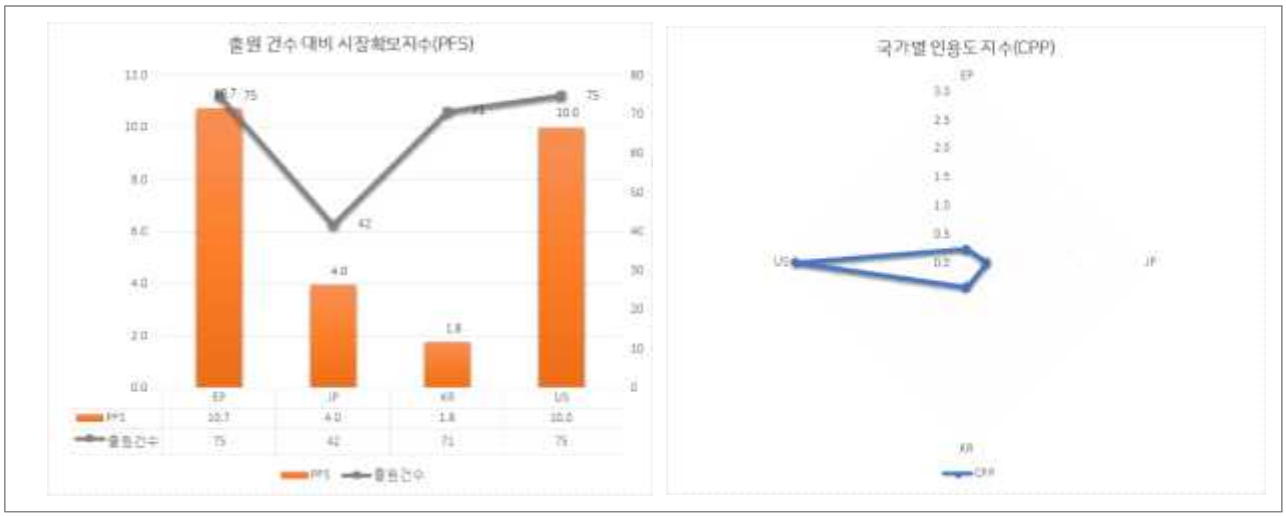


그림 132 **철도시설 유지보수 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)**

● 철도시설 유지보수 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면 미국의 영향력지수(PII)가 2.2로 가장 높고, 다음으로는 한국과 일본이 0.3을 차지하고 유럽의 경우에는 0.2로 나타남

- 한편 기술력 지수를 살펴보면 미국이 162.4로 가장 높고, 한국이 21.8로 그 다음이며 유럽은 13.0, 일본은 11.0으로 가장 낮음. 해당 기술 분야에서는 미국과 한국이 인용도 및 특허 출원 건수에서 매우 높은 결과를 나타냄

- 결과적으로, 해당 기술 분야에서의 기술력 지수는 미국이 1위 한국이 2위이며, 유럽과 일본

이 각각 3, 4위라고 할 수 있으나 1위와 2, 3, 4위와의 격차는 큼. 해당 기술 분야의 기술력의 관점에서는 미국이 우위를 가지고 있는 것으로 판단됨



그림 133 철도시설 유지보수 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

⑦ 환승센터 구축 및 운영관리 기술(B4)

- 환승센터 구축 및 운영관리 기술(B4)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 1,438건의 특허가 출원되었고, 본 기술 분야는 1980년대부터 꾸준히 특허 출원이 진행되어 온 것을 알 수 있음

- 주요 분기점으로 2008년도를 들 수 있는데 2002년도 출원이 한차례 급증하기는 하였으나 이내 본 출원 건수로 돌아왔음. 그 후 다시 2008년도 이후부터는 특허출원의 수가 급증하는 추세를 보임. 이것은 관련 분야의 연구가 2010년도에 들어서 본격적으로 이루어지고 있음을 알 수 있음

- 환승센터 구축 및 운영관리 기술 분야에 대해서는 다양한 요소 기술이 적용될 수 있고 이러한 요소 기술들로서는 비접촉 요금 징수 기술, 환승센터 안전 운영 기술, 에너지 하베스팅 기술 등이 포함될 수 있음

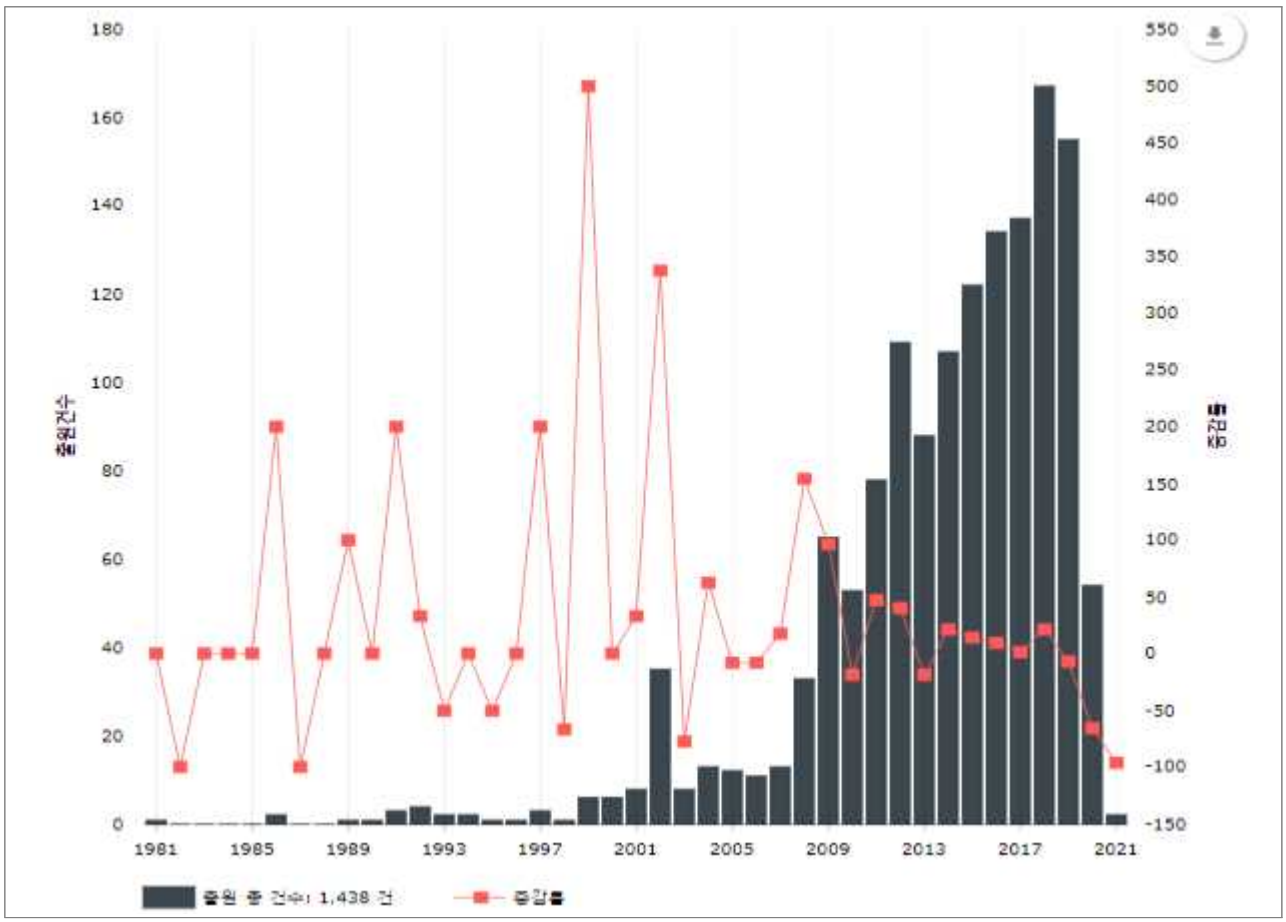


그림 134 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 연도별 출원 분포

● 국가별 출원 현황을 살펴보면 미국이 43.46%(625건)로 최대 출원 국이며, 한국이 20.93%(301건), 일본이 19.75%(284건)로 유사한 출원 수를 보이고 있고 유럽이 15.86%(228건)으로 그 뒤를 잇고 있음

- 미국은 최근까지 출원이 지속적으로 증가하고 있고 출원 건수 면에서도 가장 많은 수의 특허 출원을 진행하였음. 한국도 미국의 출원 형태와 마찬가지로 최근까지 특허 출원이 지속적으로 증가하는 추세에 있음

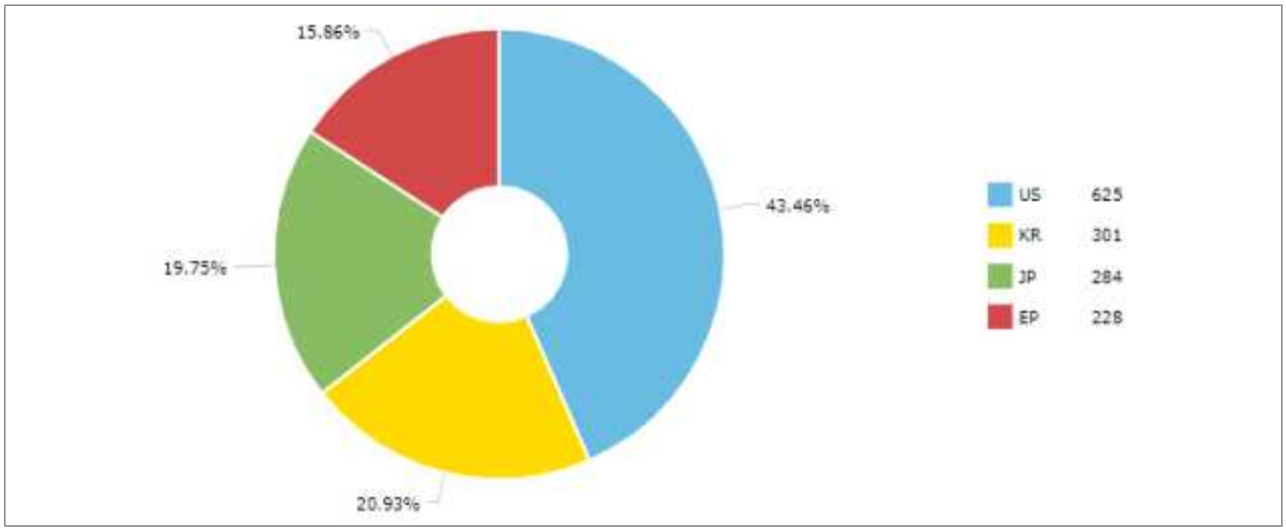


그림 135 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 국가별 출원 분포

● 상위 출원인으로서는 MURATA MANUFACTURING[JP], TRIFORCE MANAGEMENT[JP], SEIKO EPSON[JP], SOUNDPOWER CORP[JP], PANASONIC IP MANAGEMENT[JP], HAYAMIZU KOHEI[JP] 등과 같이 일본 출원인이 상위를 차지하고 있음

- 한국 출원인으로서는 한양대학교 산학협력단[KR], 주식회사 에이엠씨에너지[KR], 한국전자통신연구원[KR]이 상위 출원인에 랭크 되어 있음

- 이중 MURATA MANUFACTURING[JP], TRIFORCE MANAGEMENT[JP] 등은 압전 발전 장치에 특화되어 다양한 특허들을 보유하고 있는데, 이와 관련된 기술은 환승 센터 내에서 적용될 수 있는 에너지 하베스팅 장비와 관련된 특허들이 다수 포함되고 있음

- 또한 한국의 한양대학교 산학협력단[KR], 주식회사 에이엠씨에너지[KR], 한국전자통신연구원[KR] 역시 압전 발전 소자와 같은 에너지 하베스팅 장비와 관련된 특허들을 다수 출원하고 있음

- 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 시장확보지수(PFS) 분석결과 미국의 시장확보지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 미국 다음으로는 유럽의 시장확보지수가 높게 나타났음

  - 이것은 미국과 유럽에 출원된 특허들이 다수의 패밀리를 가지고 있어 같은 특허가 여러 개의 국가에 더 많이 출원된 것을 의미함

  - 한국과 일본은 상대적으로 낮은 시장확보지수를 가지고 있어 해외 출원으로 이어지는 특허 출원의 개수가 상대적으로 적은 것으로 나타남

- 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 한국과 일본이 각각 0.4, 0.3으로 높은 수치를 나타내고, 미국과 유럽이 각각 0.4로 낮은 수치를 나타내나 결과적으로 0.1 내지 0.4의 낮은 인용도지수를 전체적으로 가지는 것으로 판단됨

  - 이러한 경우 어느 국가에서도 원천적인 특허를 출원하고 있지는 않는 것으로 해석될 수 있으며, 기술이 어느 하나의 특허에 의해 큰 영향을 받는 상태가 아니므로 적극적으로 시장에 뛰어들어 원천특허를 개발할 수 있는 가능성이 존재하는 것으로 해석될 수 있음

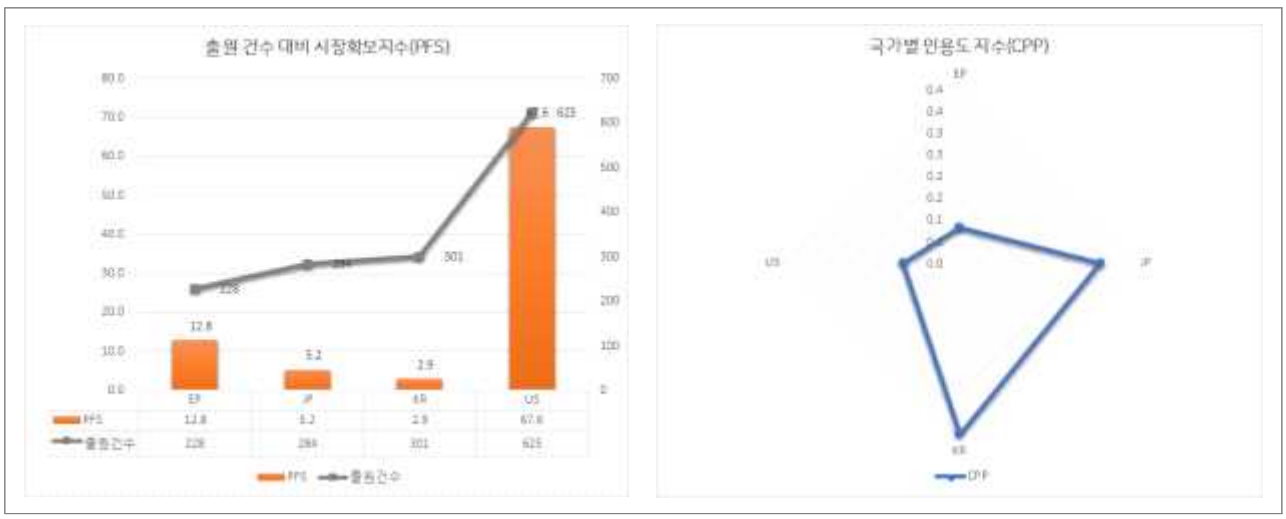


그림 136 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)

- 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면 한국의 영향력지수(PII)가 2.9로 가장 높고, 다음으로는 일본이 2.3을 나타냄. 상대적으로 미국과 유럽은 각각 0.9와 0.6으로 낮은 수치를 나타냄

  - 한편 기술력 지수를 살펴보면 한국이 858.9로 가장 높고, 일본이 666.9, 미국이 589.9를 가지며 유럽은 136.7로 상대적으로 낮은 지수를 나타냄

- 결과적으로 해당 기술 분야에서의 기술력 지수는 한국이 1위, 일본이 2위, 미국이 3위 이나, 유럽을 제외하고는 높은 수준의 기술력 지수를 1위 내지 3위가 차지하는 것으로 나타남



그림 137 환승센터 구축 및 운영관리 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

⑧ 광역도로 운영 관리 기술(C1)

- 광역도로 운영 관리 기술(C1)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 550건의 특허가 출원되었고, 본 기술 분야는 1970년대부터 꾸준히 특허 출원이 진행되어 온 것을 알 수 있음

- 해당 기술은 광역도로의 안전 및 혼잡해소를 위해 진출입부 및 가변형 광역도로를 운영 관리하는 기술이 포함되며 이것은 이전 시점에서부터 교통의 효율화를 위하여 꾸준히 개발되어 온 것으로 판단됨

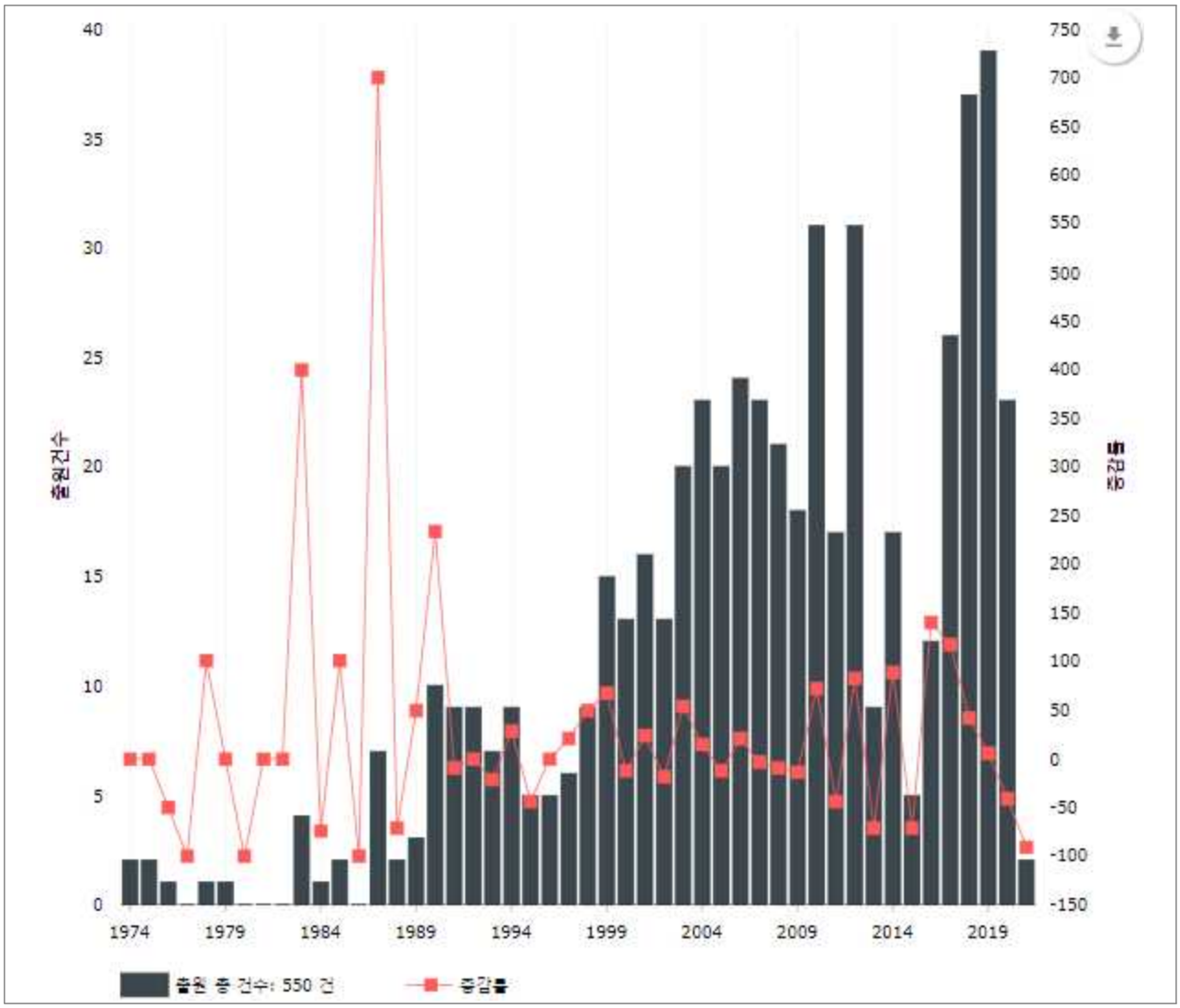


그림 138 광역도로 운영 관리 기술의 연도별 출원 분포

- 국가별 출원 현황을 살펴보면 미국이 41.45%(228건)로 최대 출원 국이며 한국이 24.91%(137건), 일본이 18.73%(103건), 유럽이 14.91%(82건)의 순서로 출원이 이루어지고 있음. 이것은 광역도로 운영 관리에 관한 기술은 국가별 구분 없이 진행하고 있으며 미국에서 특히 다양한 특허를 진행하고 있음을 알 수 있음

  - 미국은 다양한 장치적 발명에 대한 특허 출원을 진행하였고 최근까지 이러한 발명의 특허가 지속적으로 증가함

  - 한국 역시 다양한 장치적 발명에 대한 특허 출원을 진행하고 있고 2010년 후반부에 그 특허 출원 수가 증가하고 있음

  - 본 기술 분야는 광역 도로 운영 관리에 관한 것이나 특허적으로는 이러한 관리 방법에 관한 특허는 많지 않으며 운영 관리에 사용되는 제품이나 장치 위주의 특허가 주로 발견되었음

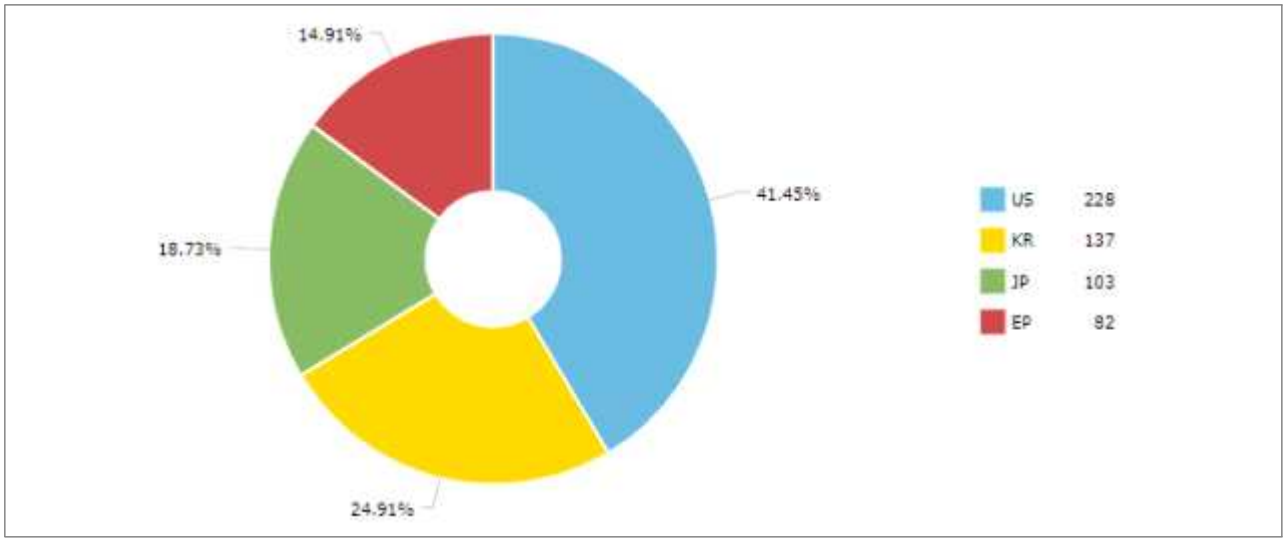


그림 139 **광역도로 운영 관리 기술의 국가별 출원 분포**

- 상위 출원인으로는 SHINSEI SHOJI[JP], TSUKINADA KENSETSU[JP], TAISEI[JP] SHIMIZU[JP] 등 일본 출원인과 ENERGY ABSORPTION SYSTEMS[US]의 미국 출원인이 있으며, 한국 출원인으로는, ㈜에스알디코리아[KR], 여지홍[KR]이 상위 출원인에 분포하고 있음

  - 상위 출원인의 관련되는 특허 기술을 살펴보면 진출입부의 안전 시설관련 장비 및 장치에 관련된 특허들이 다수 존재하며, 상위 출원인 다수가 이러한 장비 및 장치에 관련된 특허들을 주로 출원하고 있는 것으로 파악됨

- 광역도로 운영 관리 기술의 시장확보지수(PFS) 분석결과 유럽의 시장확보지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 유럽 다음으로는 미국의 시장확보지수가 높게 나타났음

  - 이것은 미국과 유럽에 출원된 특허들이 다수의 패밀리를 가지고 있어 같은 특허가 여러 개의 국가에 더 많이 출원된 것을 의미함. 한국과 일본은 상대적으로 낮은 시장 확보 지수를 가지고 있어 해외 출원으로 이어지는 특허 출원의 개수가 상대적으로 적은 것으로 나타남

  - 전체 기술 분야에서 비교적 유럽과 미국의 특허출원은 시장 확보 지수가 높은 편이며, 한국과 일본은 상대적으로 시장확보지수가 낮은 경향이 있는데 이것은 국내에만 출원되는 특허의 비중이 한국과 일본에 더 높기 때문인 것으로 파악됨

- 광역도로 운영 관리 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 미국이 1.1을 나타내며 가장 높고, 한국과 일본이 각각 0.5, 0.5으로 높은 수치이며 유럽이 0.3으로 낮은 수치를 나타냄. 미국이 1.1인 것을 제외하고 한국, 일본 유럽은 각각 0.3 내지 0.5의 인용도 지수를 가짐

  - 미국은 상대적으로 원천적인 특허의 보유 비중이 높으나 전체적으로는 어느 국가에서도 원천적인 특허를 출원하고 있지는 않는 것으로 해석될 수 있음

  - 기술이 어느 하나의 특허에 의해 큰 영향을 받는 상태가 아니므로 적극적으로 시장에 뛰어들어 원천특허를 개발할 수 있는 가능성이 존재하는 것으로 해석될 수 있음

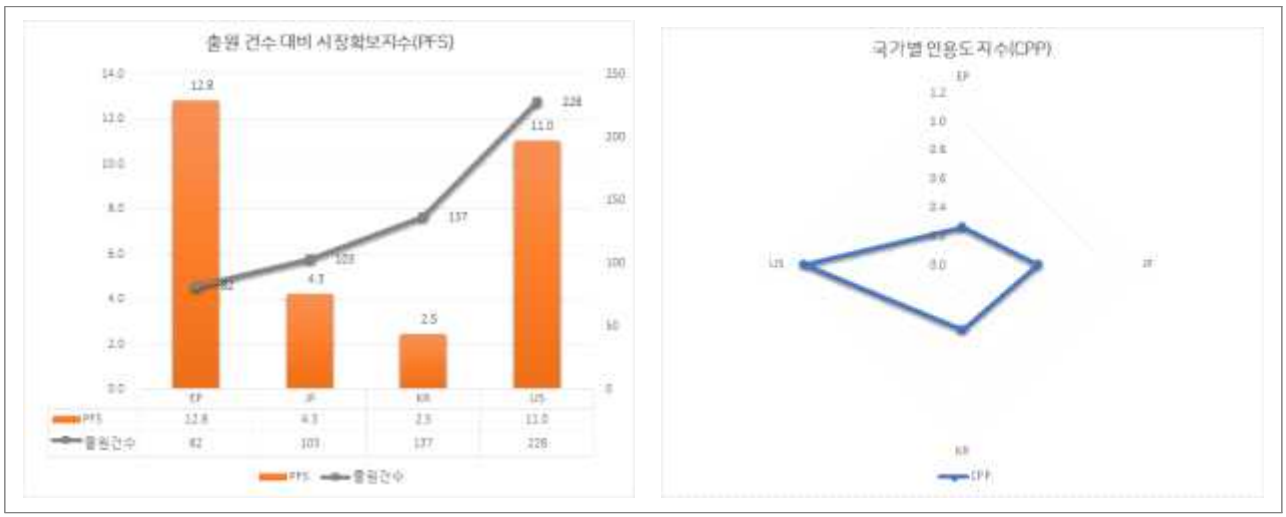


그림 140 광역도로 운영 관리 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)

- 광역도로 운영 관리 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면, 미국의 영향력지수(PII)가 1.4로 가장 높고, 다음으로는 일본이 0.7, 한국이 0.6을 차

지하고 있으며, 유럽의 경우에는 0.3으로 나타남. 전체적으로는 미국을 제외하고, 일본, 한국, 유럽이 낮은 지수를 가지고 있음

- 한편 기술력 지수를 살펴보면 미국이 317.8로 가장 높고, 한국이 78.4로 그 다음이며 일본은 68.8, 유럽은 27.2로 가장 낮음. 결과적으로 해당 기술 분야에서의 기술력 지수는 미국이 1위, 한국과 일본이 2위 그룹을 형성하는 것을 알 수 있음

- 해당 기술 분야에서는 미국의 특허가 기술력이 가장 높은 것으로 해석되며 한국과 일본과는 상당한 격차가 있는 것으로 파악됨



그림 141 광역도로 운영 관리 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

⑨ 광역철도 운영 관제 기술 (C2)

- 광역철도 운영 관제 기술 (C2)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 282건의 특허가 출원되었고 본 기술 분야는 1990년대부터 꾸준히 특허 출원이 진행되어 온 것을 알 수 있음

- 주요 분기점으로 2009년도를 들 수 있는데, 2009년도를 기점으로 ICT에 접목되는 통합 교통 정보 관제 시스템 관련 특허들이 나타나기 시작하였고 최근에는 관련되는 특허가 더 증가하는 모습을 나타내고 있음

  - 구체적인 내용을 예로 들면 증강현실을 이용한 통행정보 시스템, 통합 데이터 센서를 이용한 교통 정보 통합 관리 시스템, 빅데이터를 이용한 대중교통 혼잡 관리 기술과, 디지털 트윈 기반 광역철도 운영 관제 기술을 요소 기술 등이 있음

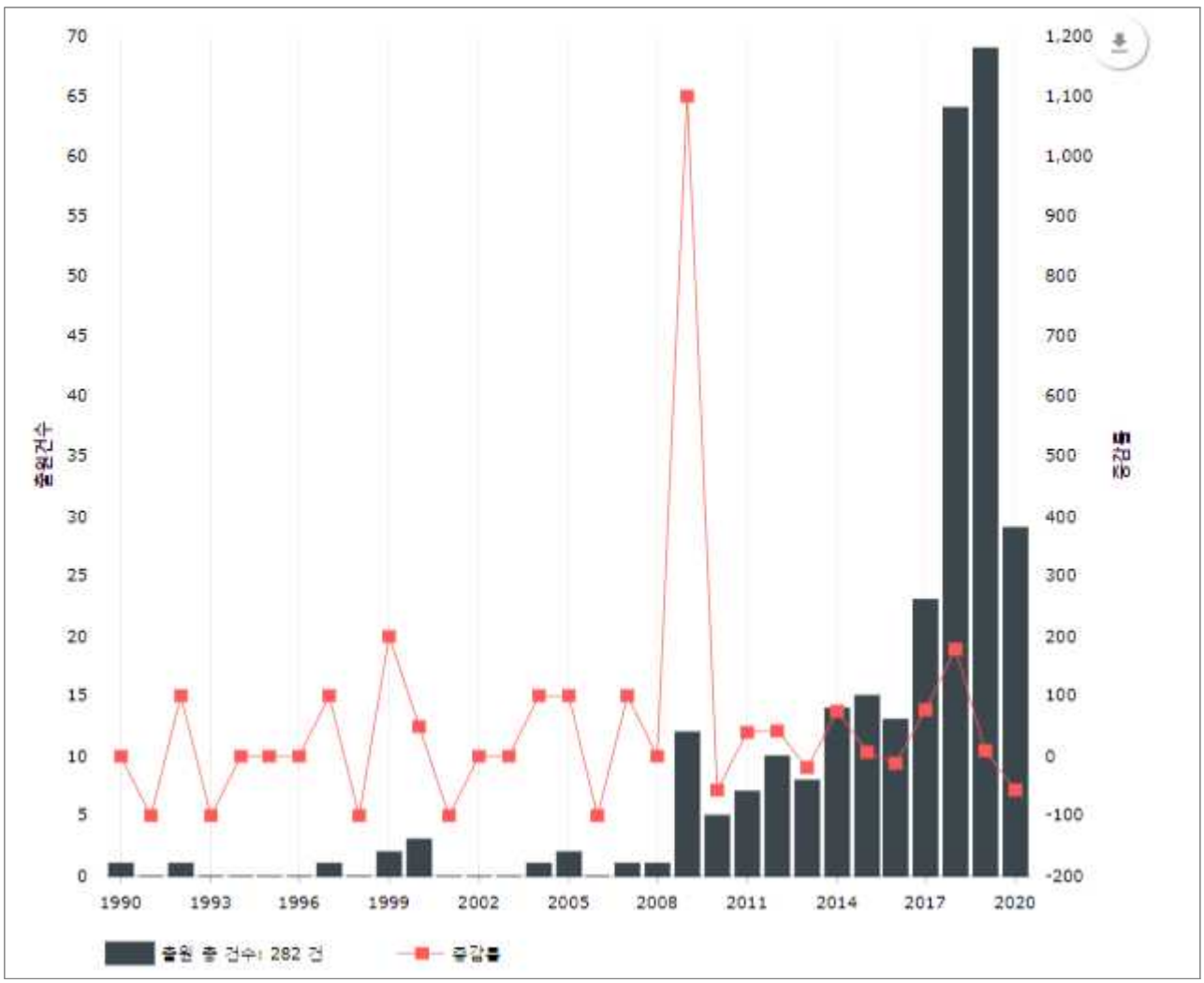


그림 142 광역철도 운영 관제 기술의 연도별 출원 분포

● 국가별 출원 현황을 살펴보면 미국이 46.10%(130건)로 최대 출원 국이며 한국이 42.91%(121건), 유럽이 6.74%(19건), 일본이 4.26%(12건)의 순서로 출원이 이루어지고 있음

- 미국과 한국은 가장 높은 비중으로 특허 출원을 진행하고 있음

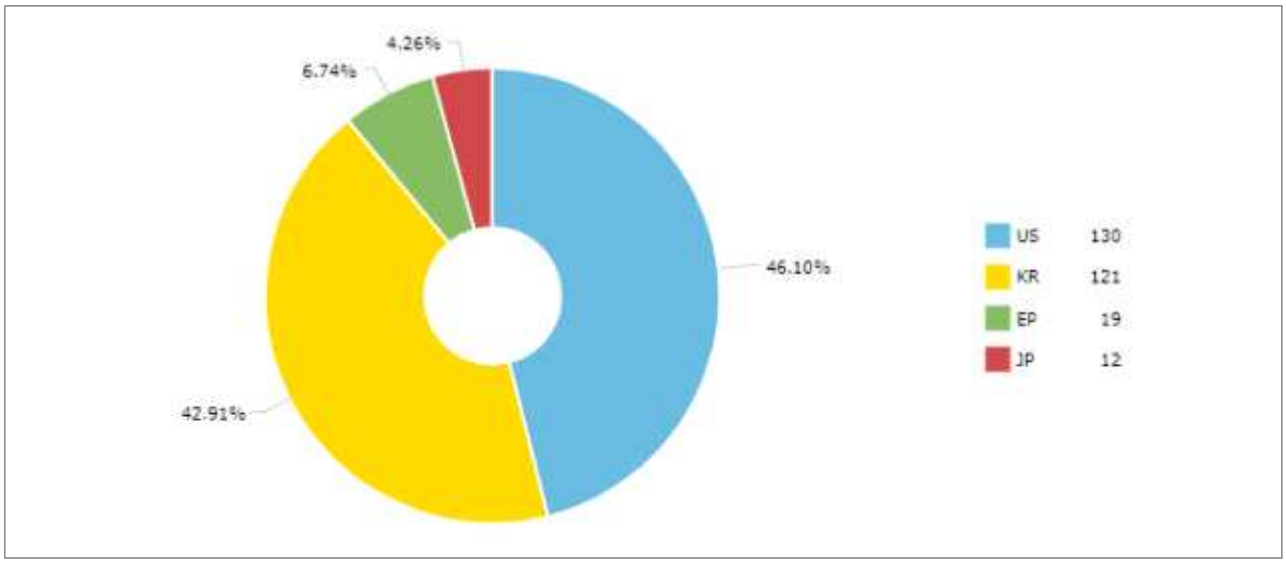


그림 143 광역철도 운영 관제 기술의 국가별 출원 분포

● 상위 출원인으로는 한국의 한국철도기술연구원[KR], 한국전자통신연구원[KR], 서울시립대학교산학협력단[KR], 에스케이텔레콤 주식회사[KR]가 있으며, 일본의 NEC[JP], TOSHIBA[JP], DAIFUKU[JP] 등이 상위를 차지하고 있음

- 상위 출원인의 출원 기술들을 살펴보면 IOT를 이용한 다중 센서를 이용한 교통 관련 데이터의 취득 기술 및 빅데이터를 각종 교통 정보 분석 기술, 교통 수요 분석 기술 등 데이터 수집과 분석에 관련된 기술들이 다수 출원되고 있음을 알 수 있음

● 광역철도 운영 관제 기술의 시장확보지수(PFS) 분석결과 미국의 시장확보지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 다음으로는 유럽의 시장확보지수가 높게 나타났음

- 미국과 유럽에 출원된 특허들이 다수의 패밀리를 가지고 있어 같은 특허가 여러개의 국가에 더 많이 출원된 것을 의미함. 한국과 일본은 상대적으로 낮은 시장확보지수를 가지고 있으나 한국에 비해 일본은 조금 더 높은 시장확보지수를 가지고 있는 것으로 나타남

- 미국, 유럽, 일본, 한국 순으로 순차적으로 시장확보지수가 분포하고, 출원 건수는 미국을 제외하고 한국, 유럽, 일본 순으로 많이 출원을 진행하였음

● 광역철도 운영 관제 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 한국이 0.5로 가장

높은 수치를 나타내고, 미국과 유럽이 각각 0.41과 0.35를 나타내고, 일본은 0.2의 인용도 지수를 나타내고 있음

- 국가별로 차이가 있는 것으로 보이지만 1위인 한국과 4위인 일본의 인용도 지수는 모두 0.5 내지 0.2 사이에 존재하므로 큰 격차가 있는 것으로 파악되지는 않음
- 전체적으로는 어느 국가에서도 원천적인 특허를 출원하고 있지는 않는 것으로 해석될 수 있음. 기술이 어느 하나의 특허에 의해 큰 영향을 받는 상태가 아니므로 적극적으로 시장에 뛰어들어 원천특허를 개발할 수 있는 가능성이 존재하는 것으로 해석될 수 있음

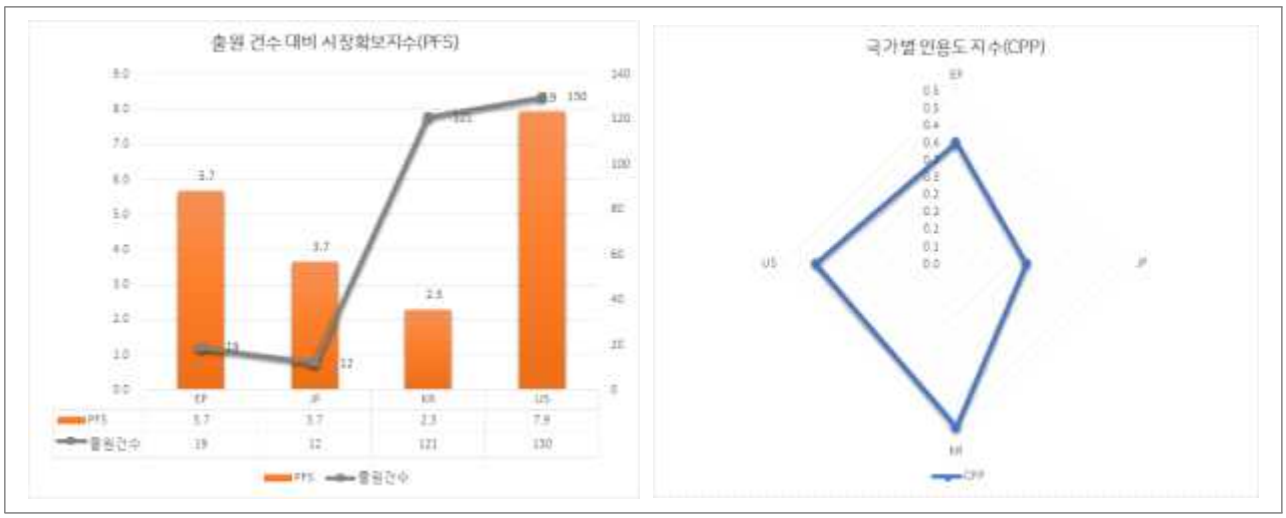


그림 144 광역철도 운영 관제 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)

- 광역철도 운영 관제 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면 한국의 영향력지수(PII)가 1.2로 가장 높고, 다음으로는 미국이 1.0, 유럽이 0.9를 차지하고 있으며, 일본의 경우에는 0.5로 나타남
  - 한편 기술력 지수를 살펴보면 한국이 140.4로 가장 높고, 미국이 129.0로 그 다음이며, 유럽은 16.4, 일본은 6.0로 가장 낮음. 해당 기술 분야에서는 일본과 한국이 인용도 및 특허 출원 건수에서 매우 높은 결과를 나타냄
  - 결과적으로 해당 기술 분야에서의 기술력 지수는 한국이 1위, 미국이 2위이며, 다른 기술 분야에 비해 한국에서의 경쟁력이 높은 기술 분야로 파악됨



그림 145 광역철도 운영 관제 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

⑩ 광역버스 운영 관제 기술 (C3)

- 광역버스 운영 관제 기술 (C3)의 특허동향을 살펴보면 현재까지 577의 특허가 출원되었고, 본 기술 분야는 1990년대부터 꾸준히 특허 출원이 진행되어 온 것을 알 수 있음

- 주요 분기점으로 2000년도를 들 수 있는데 이것은 ICT 기술이 출현하기 시작한 점과 일치함. 이 시점부터 인터넷 등을 통한 정보데이터 이용이 활발해 지면서 관련된 특허의 기술개발 진행 및 출원으로 이어져 온 것으로 판단됨

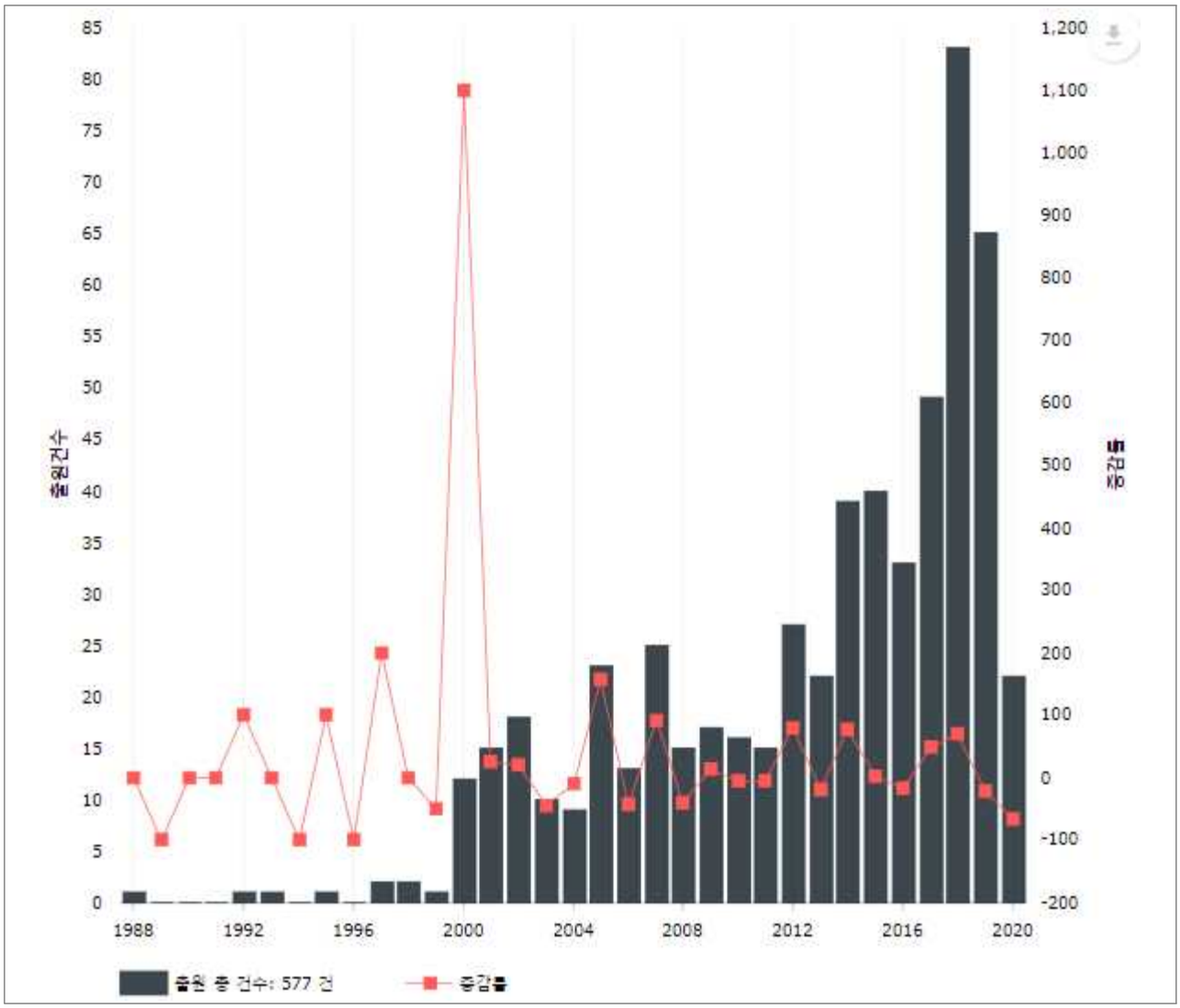


그림 146 광역버스 운영 관제 기술의 연도별 출원 분포

● 국가별 출원 현황을 살펴보면 미국이 76.60%(442건)으로 최대 출원 국이며 유럽이 13.52%(78건), 일본이 6.76%(39건), 한국이 3.12%(18건)의 순서로 출원이 이루어짐을 알 수 있음

- 미국 중심으로 출원이 진행된 것은 관련되는 기반 기술들이 미국에서 먼저 개발이 진행되었고 추후 이러한 기술들을 바탕으로 한국과 일본에서 개발이 시작되는 것으로 판단됨

- 한국은 2010년 후반에 본격적으로 특허의 출원이 증가하고 있고 해당 분야에 있어서는 후속 출원 국에 해당하므로 지속적인 연구 개발 및 투자가 필요할 수 있음

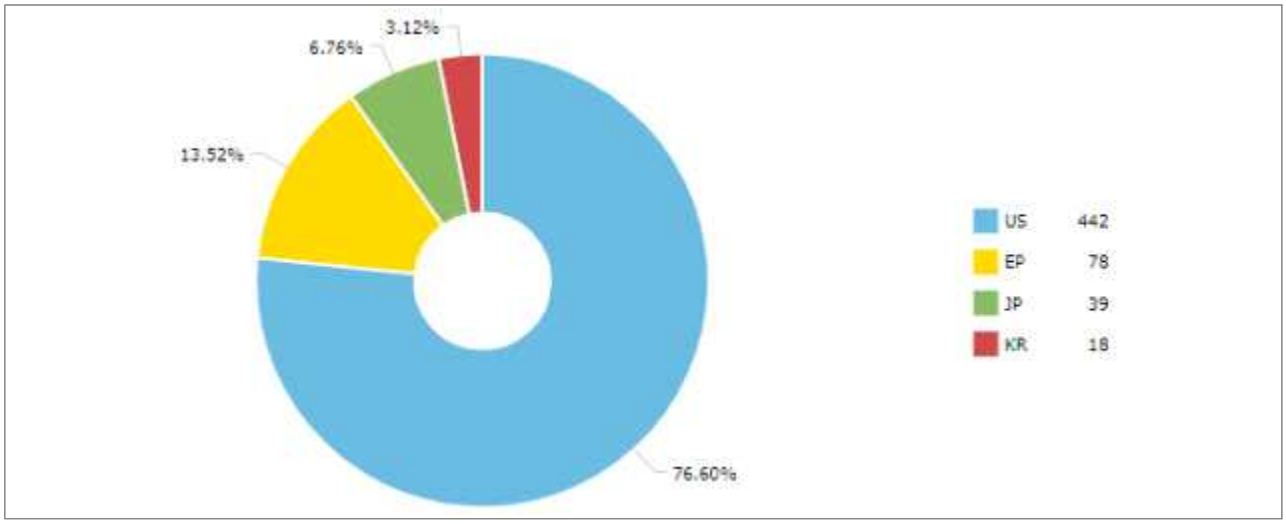


그림 147 광역버스 운영 관제 기술의 국가별 출원 분포

● 광역버스 운영 관제 기술은 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술, 광역버스 연계형 화물수송 운영 관제 기술, 모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술을 요소 기술로 포함하고 있음

● 상위 출원인으로는, 미국의 UBER TECHNOLOGIES[US], HONEYWELL INTERNATIONAL[US], GOOGLE[US] 등이 상위에 있으며, 중국 출원인인 BEIJING DIDI INFINITY TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT[CN]이 상위에 분포하고 있음

● 해당 기술들은 광역 버스 운영과 더불어 연계할 수 있는 다양한 기술들을 포함하고 있으며, 이러한 기술들은 비단 광역 버스에 국한되지 않고, 여러 개의 운송 수단들을 연계할 수 있는 기술로 검색되었음. 이것은 미국 내 다양한 자율 주행 연구 기업과 공유 차량 서비스 기업들이 해당 기술에 관심을 가지고 연구 개발하고 있는 분야로 판단됨

- 광역버스 운영 관제 기술의 시장확보지수(PFS) 분석결과 미국의 시장확보지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 다음으로는 유럽의 시장확보지수가 높게 나타났으며 미국과 유럽의 시장확보지수는 큰 차이가 없음

  - 한국과 일본은 상대적으로 낮은 시장확보 지수를 가지고 있어 해외 출원으로 이어지는 특허 출원의 개수가 상대적으로 적은 것으로 나타남. 일본에 비해 한국이 다소 높은 것으로 나타남

  - 전체 기술 분야에서 비교적 유럽과 미국의 특허출원은 시장확보 지수가 높은 편이며 한국과 일본은 상대적으로 시장확보 지수가 낮은 경향이 있는데, 이것은 국내에만 출원되는 특허의 비중이 한국과 일본에 더 높기 때문인 것으로 파악되며, 해당 기술 분야도 그에 해당하는 것으로 판단됨

- 광역버스 운영 관제 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 미국이 2.5으로 가장 높은 수치를 나타내며, 일본이 0.7, 유럽이 0.5이며, 가장 낮은 한국은 0.1의 수치를 나타냄

  - 미국이 2.5인데 비해 일본, 유럽, 한국은 0.7 내지 0.1에 해당하여 미국과 다른 국가 간의 인용도 지수가 격차가 발생되는 것으로 파악됨

  - 미국에서 출원되는 특허의 인용도가 높아 상대적으로 기술력이 중요시 되는 원천 특허의 비율이 높은 것을 의미하고, 상대적으로 타국가의 특허들은 미국에서 출원되는 특허에 비해 그 원천성이 낮은 특허들이 많이 출원되는 것을 알 수 있음

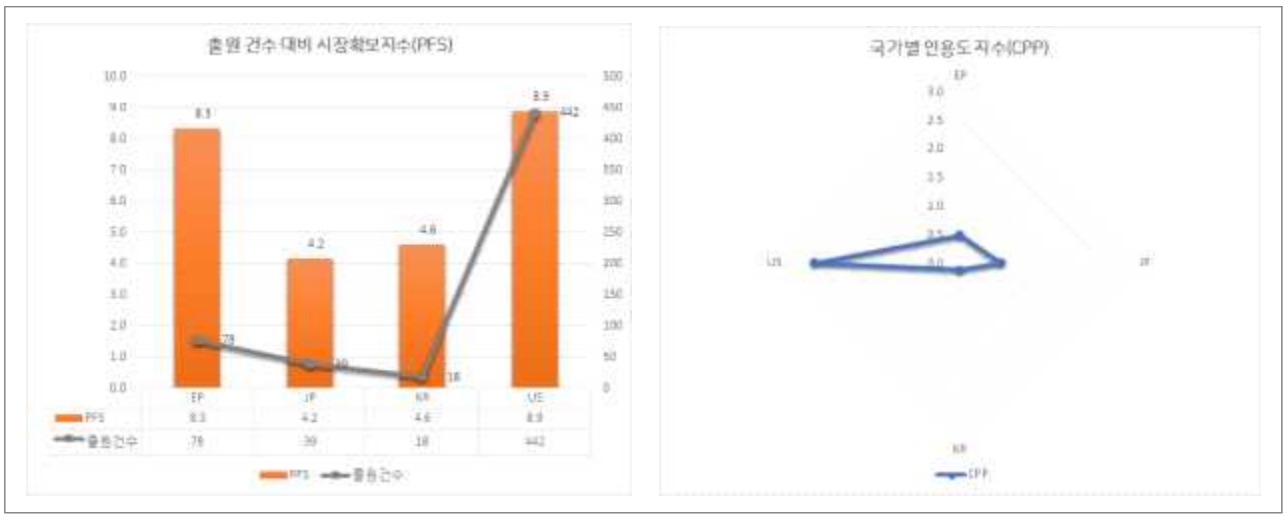


그림 148 광역버스 운영 관제 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)

- 광역버스 운영 관제 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면 미국의 영향력지수(PII)가 1.2로 가장 높고, 다음으로는 일본이 0.3, 유럽이 0.2를 차지하고 있으며, 한국의 경우에는 0.3으로 나타남

  - 한편 기술력 지수를 살펴보면 미국이 519.7로 가장 높고, 유럽이 17.5로 그 다음이며, 일본은 13.1, 한국은 1.0으로 가장 낮음. 해당 기술 분야에서는 미국이 인용도 및 특허출원 건수 면에서 타 국가 대비 압도적으로 많은 수치를 보임

  - 결과적으로 해당 기술 분야에서의 기술력 지수는 미국이 1위, 유럽과 일본이 2위 그룹이며, 한국이 가장 낮은 기술력 지수를 보여 적극적인 연구 개발이 필요한 부분임을 나타냄



그림 149 광역버스 운영 관제 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

⑪ 대중교통 통합운영 기술 (C4)

- 대중교통 통합운영 기술 (C4)의 특허동향을 살펴보면, 현재까지 509건의 특허가 출원되었고, 본 기술 분야는 1980년대부터 꾸준히 특허 출원이 진행되어 온 것을 알 수 있음

- 주요 분기점으로 2000년도 이후를 들 수 있는데, 이 시점을 중심으로 통합 운영에 다양한 ICT 기술을 접목하여 환승 정보를 제공하거나, 대중교통에 대한 다양한 정보들을 제공하는 것을 주요 내용으로 하고 있음

- 대중교통 통합운영 기술은 광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술, 유니버설 디자인 기반 광역 모빌리티 운영 기술을 요소기술로 포함하고 있음

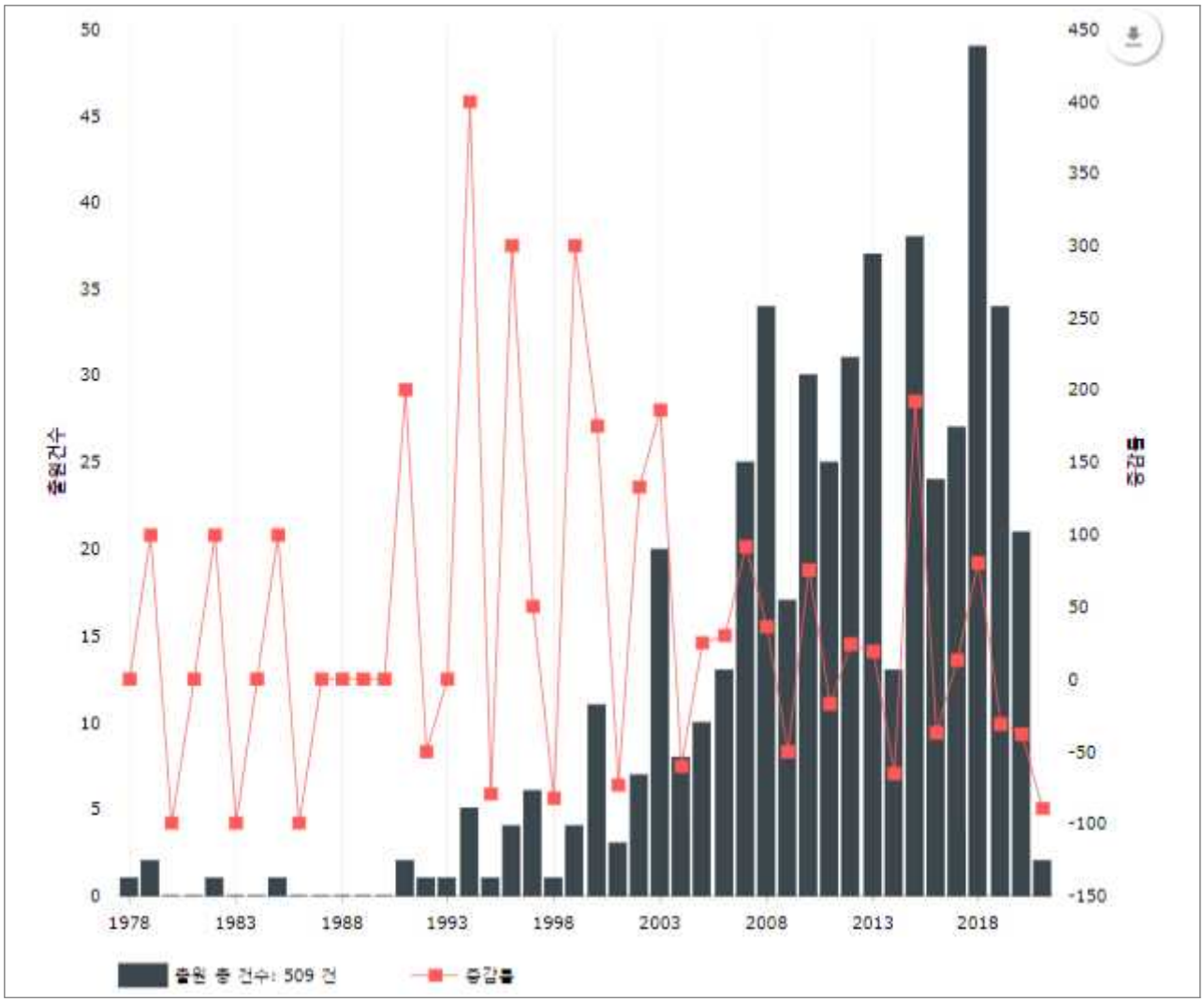


그림 150 대중교통 통합운영 기술의 연도별 출원 분포

● 국가별 출원 현황을 살펴보면 한국이 35.76%(182건)으로 최대 출원 국이며 미국이 28.88%(147건), 일본이 28.29%(144건)로 뒤를 잇고 있으며 유럽이 7.07%(36건)로 이루어지고 있음

- 한국은 2010년대 본격적으로 특허의 출원이 이루어졌으나 최근에는 특허 출원이 다소 감소하는 듯 한 경향을 보임

- 한국, 일본, 미국은 대중교통을 통합적으로 관리하는 니즈가 앞서 있는 것으로 판단되며, 한국의 출원이 가장 많은 이유는 교통에 관한 부분이 공공재적인 성격을 가져 대중교통의 통합 관리 또한 정부 주도로 연구 개발이 이루어졌기 때문으로 추측해 볼 수 있음

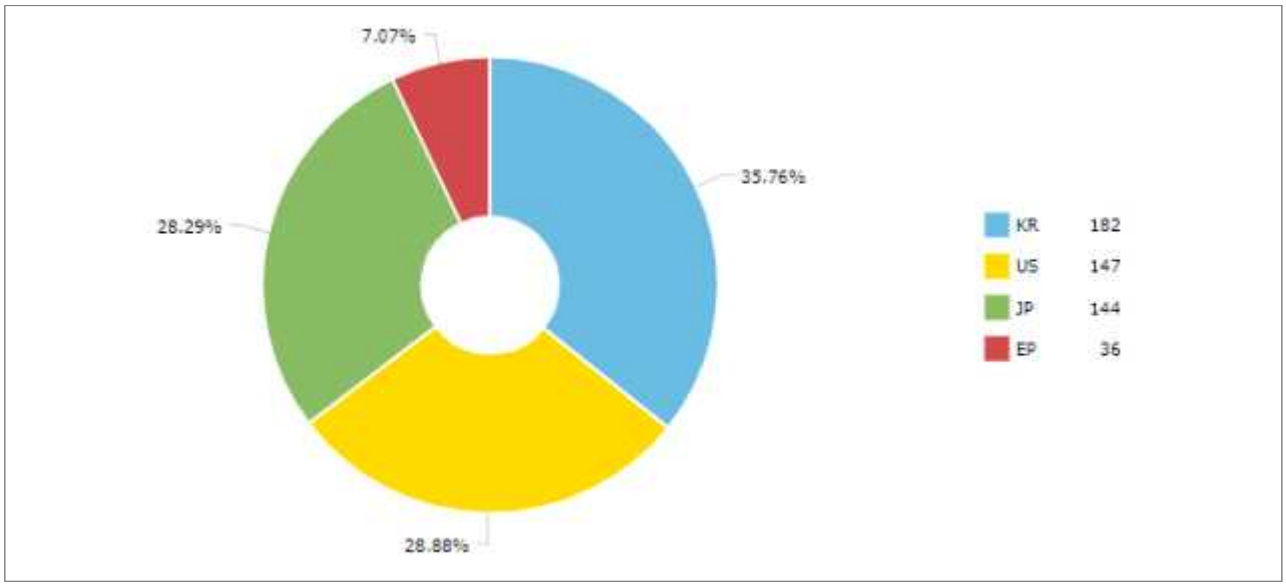


그림 151 대중교통 통합운영 기술의 국가별 출원 분포

● 상위 출원인으로는 한국철도기술연구원[KR], 엘지전자[KR], 현대모비스[KR]의 한국 출원인이 상위에 있으며, 또한 일본 출원인인 HITACHI[JP], MITSUBISHI ELECTRIC[JP], TOSHIBA[JP] 이 있고, 중국 출원인인 BEIJING DIDI INFINITY TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT[CN]이 상위에 있음

● 대중교통 통합운영 기술의 시장확보지수(PFS) 분석결과 유럽의 시장확보지수(PFS)가 가장 높게 나타났고, 유럽 다음으로는 미국의 시장확보지수가 높게 나타났음

- 미국과 유럽에 출원된 특허들이 다수의 패밀리를 가지고 있어 같은 특허가 여러개의 국가에 더 많이 출원된 것을 의미함. 미국에 비해 유럽은 2배 이상의 패밀리 특허수를 포함하고 있음

- 또한 출원 건수와 비교하여 보면 유럽의 경우 낮은 출원 건수에 비해 해외 출원의 비중이 높고, 미국과 일본은 출원 건수는 유사하나 미국이 약 3배 정도의 해외 출원 패밀리 건수를 포함하고 있음. 한국의 경우 출원 건수는 높으나 해외 출원이 낮은 것이 특징임

- 대중교통 통합운영 기술의 국가별 인용도 지수(CPP)를 살펴보면 미국이 1.6으로 가장 높은 수치를 나타내며, 한국이 1.1, 일본이 0.8을 차지하며, 유럽의 경우 0.1로 가장 낮은 인용도 지수를 나타내고 있음

  - 미국과 한국 일본 순으로 1.6 내지 0.8의 지수 분포를 보임. 전체적으로는 유럽에 비해 미국, 한국, 일본이 인용도가 높으나, 국가 간의 큰 차이를 나타내지는 않음

  - 전체적으로는 어느 국가에서도 원천적인 특허를 출원하고 있지는 않는 것으로 해석될 수 있음. 미국이 다소 앞서있기는 하나 기술이 어느 하나의 특허에 의해 큰 영향을 받는 상태가 아니므로, 적극적으로 시장에 뛰어들어 원천특허를 개발할 수 있는 가능성이 존재하는 것으로 해석될 수 있음

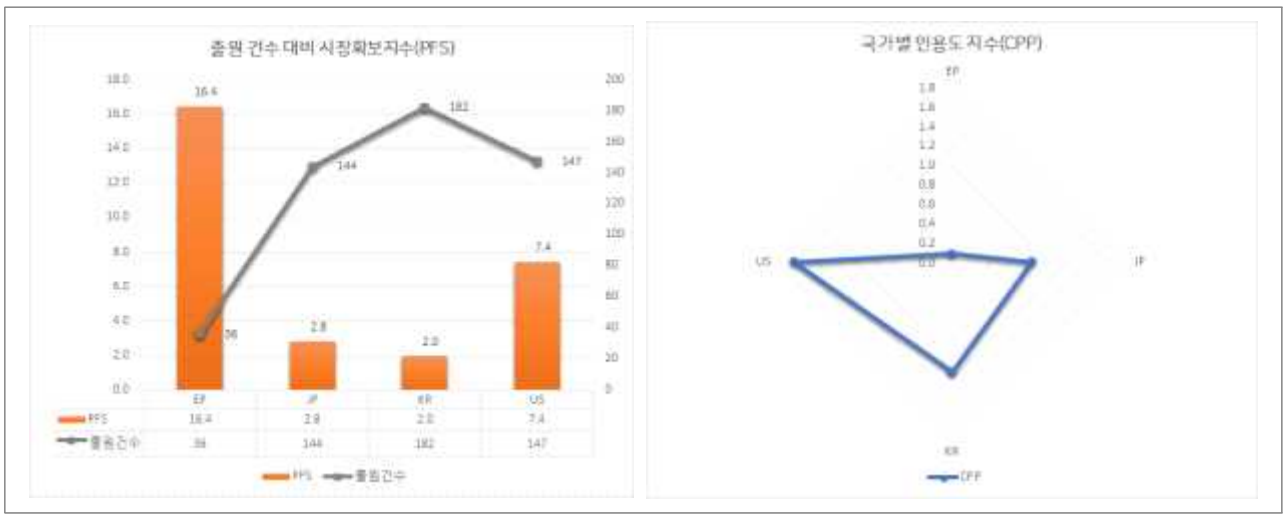


그림 152 대중교통 통합운영 기술의 출원 건수 및 시장확보 지수(PFS) 및 국가별 인용도 지수(CPP)

- 대중교통 통합운영 기술의 국가별 영향력지수(PII) 및 기술력지수(TS)를 살펴보면 미국의 영향력지수(PII)가 1.6로 가장 높고, 다음으로는 한국이 1.1, 일본이 0.8을 차지하고 있으며, 유럽의 경우에는 0.1으로 나타남

  - 한편 기술력 지수를 살펴보면 미국이 228.0으로 가장 높고, 한국이 196.5로 그 다음이며 일본은 112.9, 유럽은 3.0으로 가장 낮음. 해당 기술 분야에서는 미국, 한국, 일본 순으로 높은 결과를 나타냄

  - 결과적으로 해당 기술 분야에서의 기술력 지수는 미국이 1위, 한국이 2위, 일본이 3위이며,

해당 기술의 니즈를 볼 때에 본 기술 분야는 미국과 한국, 일본 순으로 기술력을 보유하고 있는 것으로 나타남



그림 153 대중교통 통합운영 기술의 국가별 영향력지수(PI) 및 기술력지수(TS)

(9) 종합분석(PEST)

■ PEST 분석을 통한 광역교통 혁신 기술개발 사업의 시사점 도출

환경분석			시사점
정책 동향	• 대도시권 광역교통 문제 해결을 위한 종합 컨트롤타워 기능의 '대도시권광역교통위원회' 설립 - 3기신도시 및 신규 택지개발지구의 광역교통대책 발표('19.5) - 광역교통 문제해결 등 중장기 정책방향을 담은 「광역교통 2030」 선포 ('19.10) - 광역교통 관련 법정계획 수립 · (광역교통 시행계획) 효율적인 광역교통체계를 구축하기 위한 '제4차 대도시권 광역교통시행계획(2021~2025)'수립·고시 · (환승센터기본계획) 최적의 환승체계구축으로 대중교통 중심의 연계·환승체계를강화하기 위해 '제3차 환승센터및 복합환승센터 구축 기본계획(2021~2025)'수립·고시 · (광역교통 기본계획) 대도시권 광역교통문제의 효율적 대응을 위해 '제2차 대도시권 광역교통 기본계획(2021~2040)'수립·고시(예정) • 『2050 탄소중립 추진 전략』 정책 추진 - 도시·국토차원의저탄소화, 친환경 교통 기반마련 및 신재생 에너지 전환에 집중 투자 • 한국판 뉴딜 정책 추진 - 안전하고 효율적 교통망 구축을 위해 디지털 관리체계 도입	→	• 정부주도의 광역 대중교통 공공성 강화정책 추진 및 법정계획 기반의 다양한 정책추진 이행력 강화 • 탄소저감을 위한 대중교통 활성화 정책 및 친환경 수단 도입 필요 • 이용자 편리성·안전성, 운영의 효율성을 위한 광역교통 수단 및 시설의 디지털 관리체계 기술 개발 필요
경제 동향	• 수도권/ 비수도권의 광역대중교통 인프라 불균형 및 구축·유지관리 비용 과다 소요 • 광역교통수요 증가 및 공급부족으로 교통혼잡이 심화, 대중교통 통행시간 경쟁력 미흡 등 사회적 비용 발생 - 출퇴근 광역교통수요 과다 및 주요간선도로 교통혼잡 심각 - 광역버스 공급부족 - 환승편의 부족 • 전자상거래 활성화 및 소비채널 다양화로 생활밀착형 물류시장 확대	→	• 광역교통 인프라 비용절감 및 효율성 확보를 위한 유지보수 관리체계 구축 필요 • 광역 대중교통의 통행시간 경쟁력 확보 및 적정 공급체계 구축 • 교통수요 변화에 즉시 대응가능한 교통체계 마련 필요

환경분석			시사점
사회 동향	• 대도시권 인구집중 및 저출산, 고령화 등 경제활동 인구 감소 • 자동차 등록대수 지속적 증가 • 신도시 등 지속적 대단위 택지개발 지구 확대로 대도시권의 확대 • 가치관 변화 및 삶의 질 향상 - 실버문화 : 고령화 및 건강수명 증가로 노령층에 의해 생성되고 향유되는 문화 - 욜로 : 현재 자신의 행복을 가장 중시하여 소비하는 태도 - 워라밸 : 일과 삶의 균형 추구 및 여가와 개인 성장 중시 - 웰빙 : 몸과 마음의 편안함과 행복을 추구 • 포스트 코로나 영향으로 언택트 가속화 및 초개인화 - 재택근무 등 일하는 방식의 변화로 교통패턴의 변화 발생 - 스마트 개인 맞춤형 서비스 요구 증대	→	• 사회적 특성을 반영한 지역 여건을 고려하여 차별화된 광역교통정책 추진 필요 • 대중교통수단이용 활성화 정책 필요 • 가치관 변화 및 삶의 질 향상에 따른 교통서비스 다각화 필요 • 포스트 코로나 시대의 안전성 강화를 위한 출퇴근 광역대중교통 혼잡관리 및 맞춤형 서비스 제공 필요
기술 동향	• 스마트 모빌리티, 언택트기술 등 4차 산업혁명 기술과 ESG(Environmental, Social and Governance) 가치를 추구하는 시장 확대 • 자율주행차 시장이 자동차 및 ICT 기술 주도 및 기술수준도 현재 상용화 또는 상용화 직전까지 성장 • 도심교통 문제해소를 위한 기술개발을 목표로 K-UAM 등 입체교통시스템 개발 • 수송력 증대 기술에서 개인의 이동성 향상 및 서비스 연계·통합으로 기술 패러다임 전환 - 이동성 향상을 위한 수요응답형 교통체계(DRT) 확대 운영 - 서비스 연계·통합을 위한 MaaS 구축 확대	→	• 광역교통체계 혁신을 위하여 미래 신기술 적극적 활용 • UAM 도심 이착륙 공간 확보, 육상교통연계 등 지상과 공중의 온디맨드(On-Demand) 모빌리티 서비스 연계 기술 개발 필요 • 이용자 중심 광역교통서비스 공급체계를 위한 통합운영 기술 개발 필요

다. 핵심기술 발굴

(1) 후보 핵심기술 선정

- (단계 1) 대내외 환경분석과 SWOT분석 결과를 반영하여 주요 이슈 도출 및 Top-down 방식으로 중점과제 도출
- (단계 2) 핵심 및 구성·세부 과제를 도출하기 위하여 산·학·연·관 관계자를 대상으로 Bottom-up 방식의 기술수요조사를 실시
- (단계 3) Bottom-up 방식으로 도출된 후보기술과제는 1단계에서 도출한 중점추진분야별 이슈 및 문제점과 매칭하여 분류하고 관련 기술별 Grouping하여 추진 후보과제 도출
- (단계 4) 분과별 도출된 추진 후보과제에 대해 우선순위 평가
- (단계 5) 최종적으로 국토교통부(대도시권광역교통위원회 및 타 부서) 내부 총괄 검토 과정을 거쳐 선정

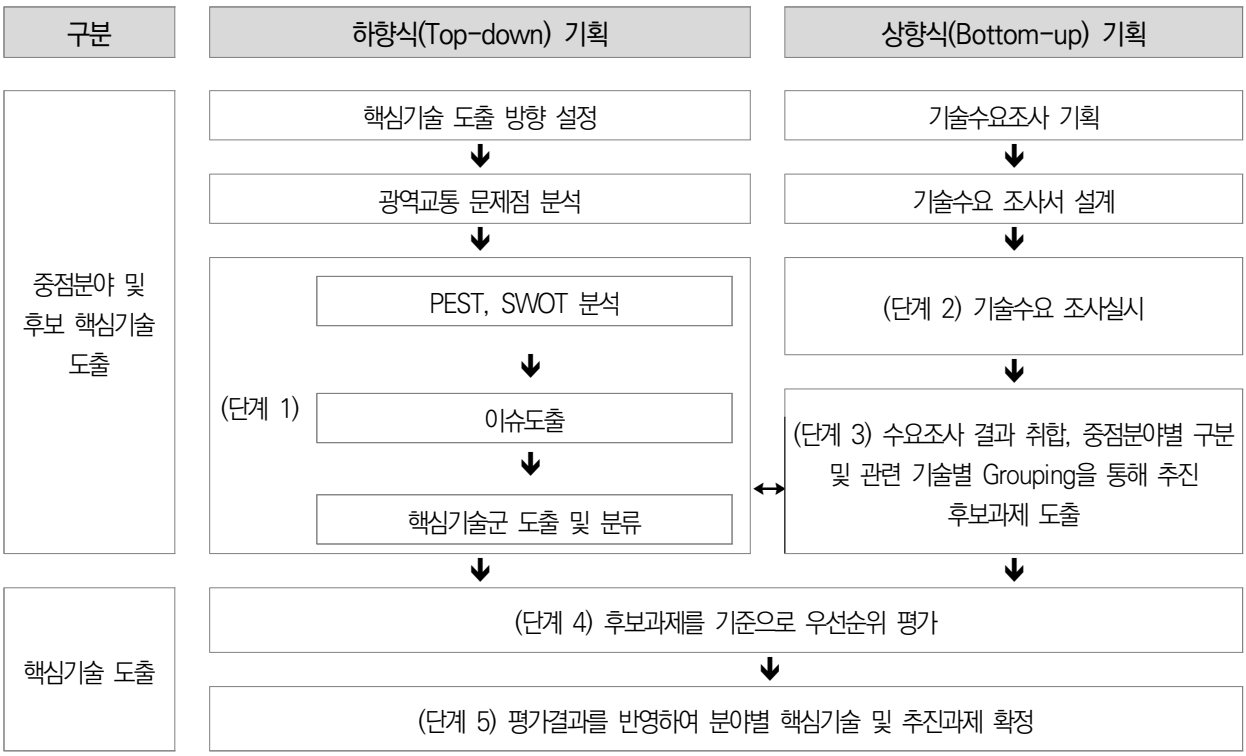


그림 154 핵심기술 도출 방법

(가) 기술수요조사 시행

■ 기술수요조사 개요

- 조사방법: 전문가 비대면설문 조사 방식 (2021.02.19 - 2021.06.19)
- 조사대상: 광역교통관련 학회·협회·연구기관 소속 전문가
- 조사목적: 대도시권 광역교통 문제 진단 및광역교통 분야 중장기 로드맵 구축·신규 R&D사업 발굴



그림 155 기술수요조사 방법

■ 기술수요조사 결과

- 7개기관, 제안과제 32건 및 세부기술 176건 회신



그림 156 기술수요조사 결과

표 27 기술수요조사 목록

구분	소속	제안과제명	핵심기술군분류	담당과 분류
0	대도시권광역교통위원회	대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 ☞단기 핵심기술	수요응답형모빌리티서비스	광역버스과
		한옥형 대용량 2층 수소버스기술 개발	광역버스 차량 기술개발	광역버스과
1	KRRI	기존 광역도시철도 급행화기술 현장 실증 연구	광역교통시설 유지관리	광역시설운영과
2	포스코ICT	고속도로 진출입부접속 도시교차로관리 체계 개선 기술 개발	광역도로 운영관리	광역시설운영과
3	포스코ICT	광역 도로 가변형차선 운영 관리 기술 개발	광역도로 운영관리	광역시설운영과
4	KICT	도시지역 고속친환경지하교통인프라 (Urban Loop 또는 Hyper Tube)	입체교통시스템	광역시설운영과
5	KICT	지하 대중교통 인프라 공사로 인한 지반침하 단위 분석 기술	입체교통시스템	광역시설운영과
6	명지대	광역 대중교통수단 중심의 Multi-modal 수요 분석 Tool 개발	대중교통 통합 운영기술	광역시설운영과
7	공주대	실시간 도시광역철도 운영 빅데이터를 활용한 대중교통 혼잡관리기술	광역철도 운영관리	광역시설운영과
8	KRRI	디지털 트윈 기반 환승센터시범설계및 실증 운영 기술	환승센터구축 및 운영관리	광역환승시설과
9	KRRI	환승센터유동인구를 활용한 그린 에너지 하베스팅기술	환승센터구축 및 운영관리	광역환승시설과
10	KRRI	대용량 대중교통수단 경량형화차인프라 구축 기술	환승센터구축 및 운영관리	광역환승시설과

구분	소속	제안과제명	핵심기술군분류	담당과 분류
11	KRRI	실내외 연속측위기반 개인맞춤형 실시간 환승경로제공 기술	환승센터구축 및 운영관리	광역환승시설과
12	KRRI	광역 화물 수송 연계를 위한 취급보관시설 구축 및 실증사업	환승센터구축 및 운영관리	광역환승시설과
13	KICT	도시지역 지하 대공간 환승시설구축 기술	환승센터구축 및 운영관리	광역환승시설과
14	KRRI	철도간수직수평환승 등 환승체계혁신을 위한 無게이트 및 시설 경량화 구축 기술	환승센터구축 및 운영관리	광역환승시설과 광역교통요금과
15	명지대	철도내 연락운임정산을 위한 대중교통 통행배정모형 고도화 연구	대중교통 통합 운영기술	광역교통요금과
16	㈜ 스타릭스	수요집중시간대 대중교통 서비스 불균형 해소를 위한 사전예약, 상호매칭기반의 수요응답형 모빌리티 및 통합결제시스템 개발	대중교통 통합 운영기술	광역교통요금과
17	KRRI	광역버스 연계형화물 운반 운송 모델 구축 및 실증사업	광역버스 연계 화물수송	광역버스과
18	주식회사 무빙	예측형온디맨드(on-demand) 모빌리티 매칭 솔루션	수요응답형 모빌리티 서비스	광역버스과
19	KRRI	무가선철도 고도화를 위한 비접촉분산충전기술 개발	경량철도구축 및 운영	광역시설운영과
20	KRRI	多차종 경전철의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술 개발	경량철도차량 유지보수	광역시설운영과
21	KRRI	도시철도 안전성(Fail Safety) 확보를 위한 원격 디지털 트윈(Uncontacted Digital twin) 기술 개발	경량철도차량 유지보수	광역시설운영과
22	KRRI	소량 다품종 경전철시스템의 3D 프린팅 기술을 적용한 유지보수 시스템 개발	경량철도차량 유지보수	광역시설운영과
23	KRRI	자율주행 무가선트램실용화 기술 개발	경량철도구축 및 운영	광역시설운영과
24	KRRI	트램-트레인 차량 핵심기술 개발	경량철도구축 및 운영	광역시설운영과
25	KICT	도시지역 효율적 활용을 위한 복층터널	입체교통시스템	광역시설운영과
26	KICT	소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업	입체교통시스템	광역시설운영과
27	KICT	광역교통 경험자 기반 차세대 도로교통 동적 위험관리 시스템 기술 연구	광역도로 운영관리	광역시설운영과
28	KICT	도로상공,지하공간의 입체적 연계를 위한 하이브(Hive)인프라 기술 개발	입체교통시스템	광역시설운영과
29	KICT	지하도로 위험물 차량 감지 및 유지 관리기술 개발	입체교통시스템	광역시설운영과
30	KICT	친환경차량 보급 확대에 따른 도로터널환기 및 방재시설 기준 개정 연구	입체교통시스템	광역시설운영과
31	KICT	드론을활용한 비탈면및 도로포장 관리 효율화 기술 개발	광역도로 운영관리	광역시설운영과
32	KICT	대도시권 광역교통 안전 향상을 위한 유지관리 계측 기술 고도화 연구	광역교통시설 유지관리	광역시설운영과

● 세부기술 176건에 대한 적합도 판단 및 그룹핑 작업 수행

기술수요조사명	세부기술명	세부기술 적합도 판단	수정사항	핵심기술군	핵심기술명(안)
기존 광역도시철도 급행화 기술 현장 실증 연구	일반 지형 무진동 굴착을 위한 쌍기형 할암봉 통합시공장비 개발	적합	-	광역교통시설 유지관리	광역철도 급행화시설개량 기술
	모듈화 PC 박스 추진공법	적합			
	전차선 이설 기능을 겸한 프로텍터	적합			
	유도기열 기반 레이팅 철도해체 공법개발	적합			
	대피선없는 도심지 철도 급행화 기술 개발	적합			
	안전하고 경제적인 대피선 추가 설치 실증 기술 개발	적합			
고속도로 진출입부 접속 도시교차로 관리 체계 개선 기술 개발	고속도로 진출입부 접속 광역도로 유형 조사 및 분석	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	광역도로 운영관리	광역도로 혼잡해소를위한 운영관리기술
	유형별 이중 교차 병합 교차로 (DDI) 개념을 접목한 설계 기술	제안과제 위계조정필요			
	운행 안정성 검토 시뮬레이션을 통한 설계 표준 및 가이드라인 제시	제안과제 위계조정필요			
	급속 시공을 위한 DDI 모듈화 기술	제안과제 위계조정필요			
	K-DDI 적용이 가능한 도로 건설 지침 등 법제도 개선	제안과제 위계조정필요			
광역 도로 가변형 차선 운영 관리 기술 개발	국내 안전 및 성능 기준을 만족하는 Movable Median Barrier (MMB) 소재 기술 개발	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	광역도로 운영관리	광역도로 혼잡해소를 위한 운영관리기술
	국내 도로환경을 고려한 Barrier Transfer Machin (BTM) 기술 개발	제안과제 위계조정필요			
	BTM 운행이 가능한 도로 설계 기준/지침 마련 (기존 중앙분리대와 공존형 운영관리 가법 마련)	제안과제 위계조정필요			
	광역도로 가변형 차선전환 안전성 확보를 위한 운영 가이드라인 마련	제안과제 위계조정필요			
	광역 도로 가변형 차선 전환 등 운영관제 및 이용자 정보제공 기술 개발	제안과제 위계조정필요			
도시지역 고속친환경 지하교통인프라 (Urban Loop 또는 Hyper Tube)	이송체 규모 및 성능과 경제성 확보를 위한 소단면 튜브형 수평수직 운송관의 설계, 시공 및 유지관리 기술	적합	-	(지하공간) 입체교통시스템	고속 지하교통인프라 구축 및 유지관리 기술
	수직 및 수평이동 연계가 가능한 자기부상 이송체(대중 교통형, 군집 이송형) 제작, 운행 동력 및 운영시스템 기술	적합			
	초고속 지하도로 내 적정 교통량 관리 기술과 분산 제어기반 통합관리 및 모니터링 시스템 구축 기술	적합			
	소중규모 복합 모빌리티 허브 인프라 구축 기술과 타교통 인프라 연계 및 지하 물류 운송 인프라 연계 기술	적합			
지하 대중교통 인프라 공사로 인한 지반침하 단위 분석 기술	지표면 변위 측정을 위한 위성(또는 항공) InSAR(Interferometric Synthetic Aperture Radar) 데이터 처리기술	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	(지하공간) 입체교통시스템	고속 지하교통 인프라 구축 및 유지관리 기술
	시계열 InSAR 데이터 분석 기반 지반 정밀변위(mm 단위) 측정 기술	제안과제 위계조정필요			

기술수요조사명	세부기술명	세부기술 적합도 판단	수정사항	핵심기술군	핵심기술명(안)
광역 대중교통수단 중심의 Multi-modal 수요 분석 Tool 개발	광역 대중교통수단 중심의 Multi-Modal Route Planning	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	광역대중교통 통합 운영기술	광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술
	광역 대중교통과의 연계 수단 정의	제안과제 위계조정필요			
	수단에 따른 모형 파라미터 정의 및 산정(RP 또는 SP 데이터 활용)	제안과제 위계조정필요			
	Multi-Modal Route Planning 알고리즘 개발 및 검증	제안과제 위계조정필요			
	광역 대중교통수단 중심의 Multi-modal route choice model	제안과제 위계조정필요			
	분석 Tool을 위한 GUI 설계	제안과제 위계조정필요			
실시간 도시광역철도 운영 빅데이터를 활용한 대중교통 혼잡관리 기술	실시간 대중교통 혼잡지도 구축을 위한 빅데이터 수집, 분석 시스템 구축 기술	적합	-	광역철도 운영관리	실시간 빅데이터를활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술
	유동인구 빅데이터를 활용한 기종점 통행 분석 기술	적합			
	혼잡도, 요금 인센티브 옵션을 고려한 실시간 경로 우회, 경로 탐색 알고리즘 기술	적합			
	GTX A, B, C 노선을 포함한 시뮬레이션 기반 운영 방안 마련 및 평가 기술 개발	적합			
	Travel Backward가 가능한 철도노선 설계 기법개발	적합			
디지털 트윈 기반 환승센터 시범설계 및 실증 운영 기술	환승센터 통합운영 서브 시스템 핵심 항목 구성	적합	-	환승센터 구축 및 운영관리	메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 환승센터 안전 운영관리 기술
	환승센터 통합운영 시스템 데이터 및 통신 표준 정의	적합			
	환승센터 지하공간 내 안정적인 실내위치 측위를 위한 인프라 구축 기술	적합			
	인공지능과 XR기술을 활용한 환승시설 선제적 운영관리 기술	적합			
	영상정보, 실내위치 정보 등 빅데이터 기반 환승센터 내 안전위험 요소 사전진단 및 대응 기술	적합			
	GTX 환승센터 대상 시범설계 및 실증 운영	제외	일부세부기술 제외	미분류	
	광역교통 환승 통합조정 거버넌스 구축 및 관련 법제도 제개정	제외	일부세부기술 제외	미분류	
환승센터 유동인구를 활용한 그린 에너지 하베스팅 기술	환승센터 유동인구의 스텝 등 운동에너지 활용한 그린 에너지 하베스팅 기술 개발	적합	-	환승센터 구축 및 운영관리	그린 에너지하베스팅 기술을 활용한 환승센터 탄소중립형 에너지 관리 기술
	환승센터 내 철도차량 출도착시 발생하는 진동의 그린 에너지 하베스팅 기술 개발	적합			
	소량 하베스팅 에너지를 저장장치 저장 없이 즉각 사용할 수 있는 전력 시스템 체계 설계 및 구축	적합			
	그린 에너지 하베스팅 유지관리 비용 절감 기술 개발	적합			
	환승센터 시범구축 및 실증 운영	제외	일부세부기술 제외	미분류	
대용량 대중교통수단 경량형 회차 인프라 구축 기술	대용량 대중교통수단 회차 유형 및 최소 공간 규모 산정 표준 모델	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	환승센터 구축 및 운영관리	탄소저감형 대심도 환승센터 스마트 시공기술(경량화, 모듈화) 개발
	대용량 대중교통수단 방향 전환기를 활용한 회차 기술 개발	제안과제 위계조정필요			
	주행로-회차로 단차를 이용한 회차로 설계 기술	제안과제 위계조정필요			

기술수요조사명	세부기술명	세부기술 적합도 판단	수정사항	핵심기술군	핵심기술명(안)
실내외 연속측위 기반 개인맞춤형 실시간 환승경로 제공 기술	환승센터 이용자를 위한 실시간 고정밀 실내외 연속측위 시스템 개발	적합	세부기술 병합	환승센터 구축 및 운영관리	메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 환승센터 안전 운영관리 기술
	손쉽게 설치 및 제거 가능한 측위 전용 AP 모듈 개발	적합			
	운영비용 절감을 위한 측위 시스템 유지보수 자동화 기술 개발	적합			
	인공지능 기반 개인맞춤형 최적 통행루트 제공 기술	제외	일부세부기술 제외	미분류	
	주요 시설물 정보와 연계한 환승센터 내 실시간 이동경로 제공 기술 개발	제외			
	모빌리티 서비스 혁신을 위한 개방형 플랫폼 기술 개발	제외			
	실내외 연속측위 기반 개인맞춤형 서비스 실증 연구	제외			
광역 화물 수송 연계를 위한 취급보관시설 구축 및 실증사업	이용자가 이용하는 수단과 상관없이 이용자가 현재 위치한 환승센터 어느 층에서나 쉽게 화물 체크인/체크아웃이 가능한 소규모 공간밀집형 물류 타워 방식 보관 시스템	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	환승센터 구축및 운영관리	고속 지하교통 인프라 구축 및 유지관리 기술
	화물 자동이송 및 피킹 로봇 기술	제안과제 위계조정필요			
	이용자 출도착 정보와 연계한 대기없는 "Walk-through" 서비스	제안과제 위계조정필요			
	관련 법제도 제개정	제안과제 위계조정필요			
도시지역 지하 대공간 환승시설 구축 기술	층상형 지하 대공간 환승 구조물 구축 기술 개발	제외	일부세부기술 제외	미분류	
	도시지역 지하 대심도 다층구조 공간의 안전 구축 기술 개발	적합	-	환승센터 구축 및 운영관리	탄소저감형 대심도 환승센터 스마트 시공기술(경량화, 모듈화) 개발
	주·출차 소요 시간 최소화를 위한 자동 주차 관련 측위 관제 및 인프라 시스템 개발	적합		환승센터 구축 및 운영관리	메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 환승센터 안전 운영관리 기술
철도간 수직수평 환승 등 환승체계 혁신을 위한 無게이트 및 시설 경량화 구축 기술	환승센터 내 승강장 배치 유형화 및 설계 표준 마련	제외	일부세부기술 제외	미분류	
	공간 정보 오픈소스 기반 환승센터 적정 규모, 환승센터 출입구 배치 및 이동환승동선 배치 타당성 분석 기술 (건축설계 전, 기본계획 수립시, 시설 용량, 적정 대수, 배치, 공간 효율성 등)	적합	-	환승센터 구축 및 운영관리	탄소저감형 대심도 환승센터 스마트 시공기술(경량화, 모듈화) 개발
	환승센터 시설 경량화 토목 건설 신공법 개발	적합			
	대기시간 단축을 고려한 수직 환승시설 최적 배치, 규모 산정 및 운영 기술 개발	제외	일부세부기술 제외	미분류	
	단거리 역사 간 차량을 통하지 않는 혁신적인 보행 기반 이동 기술 개발	적합	-	환승센터 구축 및 운영관리	탄소저감형 대심도 환승센터 스마트 시공기술(경량화, 모듈화) 개발
	4세대 요금징수 표준, 성능 인증 절차 마련 및 실증 운영	적합			

기술수요조사명	세부기술명	세부기술 적합도 판단	수정사항	핵심기술군	핵심기술명(안)
철도내 연락운임 정산을 위한 대중교통 통행배정 모형 고도화 연구	수도권 도시철도 내 승하차 및 환승 통행 전수조사 시스템 개발 및 구축	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	광역대중교통 통합 운영기술	광역 통합모빌리티 서비스 운영 기술
	추가적인 게이트 설치 없는 신뢰성 높은 통행 조사 장치 개발				
	정산에 활용되는 모형의 한계 및 개선 기술 개발				
	Ground turth 데이터를 통한 검증				
	대중교통 통행배정모형 고도화	적합	일부세부기술 재배치	광역철도 운영관리	실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술
수요집중 시간대 대중교통 서비스 불균형 해소를 위한 사전예약, 상호매칭 기반의 수요응답형 모빌리티 및 통합결제시스템 개발	사전예약 기반의 최적 경로 생성 기술 개발	제외	일부세부기술 제외	미분류	
	승객의 이동수요와 유휴 전세버스 수요를 효과적으로 연결시키는 상호매칭 배차 기술 개발	제외			
	노선 버스의 효율 개선을 위한 수요응답형 시스템의 선택적 도입에 관한 연구	제외			
	환승할인을 위한 멀티모달 모빌리티 통합정산 시스템개발	적합	-	광역대중교통 통합 운영기술	광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술
	멀티모달 모빌리티 통합예약 시스템 개발	제외	일부세부기술 제외	미분류	
광역버스 연계형 화물 운반 운송 모델 구축 및 실증사업	광역버스 연계형 화물 운반 적재 기술 개발	적합	-	광역버스 운영관리	광역버스 연계형화물수송 운영 관제 기술
	광역 화물연계를 위한 접수주문 추적 운영관리 기술 개발	적합			
	광역버스 연계형 화물 운반 운송 시범 사업	적합			
예측형 온디맨드(on-demand) 모빌리티 매칭 솔루션	지역 사업자 SaaS 플랫폼 (광역시 소재 배달 사업자를 대상으로 한 Fleet management soultion)	부적합	제안과제 제외	미분류	
	이륜 바이크 Sharing 및 관제시스템 (IoT 센싱을 통한 사고율 축소)	부적합			
무가선 철도 고도화를 위한 비접촉 분산충전기술 개발	트램 용량에 최적화되고 차량 정차 중에 충전하는 방식의 급속전 시스템 기술 개발	적합	-	경량철도 구축및 유지보수 기술개발	트램 건설및 유지관리 비용 절감을 위한 무가선 비접촉 분산 충전 기술
	중앙집중식 충적 방식이 아닌 각 정류장에서 차량이 정차할 때 충전할 수 있는 분산충전 기술 및 실증 노선 구축을 통한 신뢰성 검증	적합			
	안전한 분산충전시스템을 위한 이물질 검지기술 개발, 통합시험, 운영기술개발	적합			
	분산충전시스템 부피 최소화, 효율향상, 스마트 그리드 구축이 가능한 무선급전 인버터 배전직결기술 개발	적합			
	수전설비의 피크 부하를 저감시켜 전력 비용을 절감하기 위한 분산 충전용 피크부하저감 에너지 저장 기술 개발	적합			
	분산충전시스템 차량과의 인터페이스 구축 및 운영 알고리즘 개발로 최적 운영기술 개발	적합			

기술수요조사명	세부기술명	세부기술 적합도 판단	수정사항	핵심기술군	핵심기술명(안)
多차종 경전철의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술 개발	스마트 다변형 철도차량 체계(Smart Transform Train Architecture) 개발	적합	-	경량철도 구축및 유지보수 기술개발	다차종 경전철의유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술 개발
	유연성 플랫폼 기반 표준 철도차량 부품/시스템 개발	적합			
	유연성 플랫폼 기반 철도차량 통합 표준체계 개발	적합			
도시철도 안전성(Fail Safety) 확보를 위한 원격 디지털 트윈(Uncontacted Digital twin) 기술 개발	철도차량 부품/시스템의 전 숨수주기 사이버 개발 환경개발	적합	-	경량철도 구축및 유지보수 기술개발	디지털 트윈을활용한 도시철도 안전성 확보 기술
	철도차량 원격 진단 체계 및 제작자 직접 유지보수 지원 체계 개발	적합			
	RAMS 기반 철도차량의 사이버 공간 운영/관리 효율화 기술 개발	적합			
	철도차량의 3D 모델링 기술 및 사이버 유지보수 공장 구축	적합			
	디지털트윈 증강현실 기반 철도차량 유지보수 기술 개발	적합			
	철도차량 및 부품 제작사의 통합디지털 트윈 환경 개발	적합			
	철도차량이 무인 유지보수 기술 개발 및 체계 구축	적합			
	철도차량의 고장사고에 대한 실시간 원격/무인 대응 체계 및 기술 개발	적합			
소량 다품종 경전철시스템의 3D 프린팅 기술을 적용한 유지보수 시스템 개발	기존 부품 소재 및 유지보수 소재간 결합력 향상을 mdl한 공정 안정화 기술 개발	적합	-	경량철도 구축및 유지보수 기술개발	3D 프린팅 기술을 활용한 경전철 다품종 소량 부품 유지보수 시스템 기술
	3D프린팅 불량률 최소화를 위한 공정 모니터링 기술 개발	적합			
	중량물 유지보수를 위한 현장적용용 3D 프린팅 공정 시스템 개발	적합			
	제품 경량화를 위한 최적 설계 자동화 기술 개발	적합			
	제작, 설계, 유지보수 현장을 체계적으로 연계하는 3D 프린팅 기술 적용 유지보수 네트워크 개발	적합			
	모면 등 제품 설계 정보 전송을 위한 철도 산업 전용 온라인 보안 기술 개발	적합			
	철도 산업 적용을 위한 3D 프린팅 기술 기준 연구	적합			
자율주행 무가선트램 실용화 기술 개발	전방 위험도 판단, 승객안전을 고려한 트램 차량 가감속 제어 기술	적합	-	자율주행 광역교통수단 도입	자율주행 무가선트램실용화 기술 개발
	승객 승하차안전을 위한 정거장 사방 감시 기술 개발	적합			
	정거장, 충전유치, 교차로 등 목표지점 정밀 정차제어 기술	적합			
	AI기반 탄력적 수송수요 대응을 mdl한 차량 가변편성 기술	적합			
	자율주행 차량연계형 고신뢰성 매립형 선로전환장치 기술 개발	적합			
	운행계획을 고려한 동적 차량 에너지 관리 기술 개발	적합			
	트램 신호/관제 인터페이스 기술 개발	적합			
	자율주행 트램 인증 및 시험평가 기술 개발	적합			
	자율주행 트램 차량제어장치 안전성(SIL) 기준 연구	적합			
	철도안전법, 도로교통법 및 하위 규정 법제도 정비	적합			

기술수요조사명	세부기술명	세부기술 적합도 판단	수정사항	핵심기술군	핵심기술명(안)
트램-트레인 차량 핵심기술 개발	트램-트레인 시스템 사양 및 기본 설계	적합	-	경량철도 구축및 유지보수 기술개발	100Kph급 트램-트레인 차량 핵심기술 개발
	고속 저상대차 기본설계 및 해석 검증	적합			
	다중전력 추진시스템 구성안 기본 설계 및 해석 검증	적합			
	트램-트레인 차량 표준화 기준 연구 및 안전체계 구축 (표준규격서/성능시험기준/품질인증규격서/차량기술기준 등)	적합			
	종합 주행성능 검증을 위한 시험선 개조 설계, 구축 및 운영	적합			
	저상고속 대차, 다중전력 추진시스템 상세설계 및 제작	적합			
	개발시스템(대차/자율연결기술/추진시스템) 통합 및 시험평가	적합			
	가변 자율편성 기술사양 분석 및 자율편성 시나리오 개발	적합			
	가변 자율편성 구성품 설계 및 연결부자동감시, 자율연결 차량제어기술 개발	적합			
	가상 테스트베드 구축 및 단품 시험평가	적합			
도시지역 효율적 활용을 위한 복층터널	복층터널 최적화 단면 설계 기술	적합	-	(지하공간) 입체교통시스템	광역교통 효율성증대를 위한 복층터널 구축 기술
	근접시공 안정성 확보를 위한 설계 기술	적합			
	내부시설 운전자 친화 설계기술 개발 및 가상 프로젝트 수행	적합			
	취약 특수부 안정 확보 기술 및 모니터링 기술	적합			
	장대 복층터널 굴착부력 친환경 급속돌수공법	적합			
	오염물질 확산 예측 및 외부 배출 방지 기술	적합			
	복층터널 구조체 설계 및 성능 평가 기술	제외	일부세부기술 제외	미분류	
	다목적 활용 설계 및 운영 기술	제외			
	최적화 시공을 위한 굴착 및 확폭 기술	제외			
	구조체(중간슬래브) 시공기술 및 시공장비 개발	제외			
	도심 대심도 수직구 친환경 시공기술	제외			
	네트워크형 환기 설계 및 해석 기술	제외			
	설계화재강도 및 화재확산제어기술	제외			
	중간 슬래브 내화 및 보수/보강기술	제외			
	복층터널 화재안전 평가 및 관리시스템 구축	제외			
소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업	다경로 이동을 위한 궤도 운행 및 시스템 제어 기술	적합	-	(지상 및 상공) 입체교통시스템	소형 다빈도입체교통시스템 개발사업
	입체이동 시스템의 안전 운행연구	적합			
	입체 이동시스템 연계운영 효율화 기술	적합			
	소형초경량 차량 개발 및 제작 기술	제외	일부세부기술 제외	미분류	
	LIM기반 입체이동 차량 구동 기술	제외			
	시스템 통합 및 검증평가 기술	제외			

기술수요조사명	세부기술명	세부기술 적합도 판단	수정사항	핵심기술군	핵심기술명(안)
광역교통 경험자 기반 차세대 도로교통 동적 위험관리 시스템 기술 연구	광역 교통망 동적 위험 관리시스템 설계기술 개발	적합	-	광역도로 운영관리	광역도로 안전및 유지관리 효율화 기술
	광역 교통망 경험기반 인공지능 모델 고도화 및 경험자 학습데이터 기술 개발	적합			
	광역 교통망 경험 기반 동적 위험 특징 지도 (feature map) 기술 개발	적합			
	광역 교통망 동적 위험 인지/서비스 기술 개발	적합			
	광역 교통망 실시간 동적 위험지도 기술 개발	적합			
	광역 교통망 시민 서비스 참조 모델 개발	적합			
	광역 교통망 시민 참여 리빙랩 모델 기술 개발	적합			
도로상공,지하공간의 입체적 연계를 위한 하이브(Hive)인프라 기술 개발	하이브 입지 공간선정 및 세부 설계 기술 개발	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	(지상및 상공) 입체교통시스템	소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업
	교통수단별 수요예측 기술 개발	제안과제 위계조정필요			
	하이브 개발에 따른 거시적 미시적 교통효과 분석	제안과제 위계조정필요			
	모빌리티의 관리/모니터링/관제/서비스 플랫폼 개발	제안과제 위계조정필요			
	운영에 따른 효과측도 및 평가지표 개발	제안과제 위계조정필요			
	법제도 개선(안) 정립	제안과제 위계조정필요			
지하도로 위험물 차량 감지 및 유지 관리기술 개발	위험요소에 대한 상세정보 확득을 위한 감지 기술	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	(지하공간) 입체교통시스템	광역교통 효율성 증대를 위한 복층터널 구축 기술
	위험물 차량에대한 고속 감지 기술 구축	제안과제 위계조정필요			
	위험물 차량 관리 기준	제안과제 위계조정필요			
	터널내 운영 차량의 위험등급별 모니터링 기법 및 관리 매뉴얼	제안과제 위계조정필요			
친환경차량 보급 확대에 따른 도로터널 환기 및 방재시설 기준 개정 연구	친환경차량 보급률에 따른 터널 환기 영향 분석	제안과제 위계조정필요	세부기술 병합 및 제안과제 위계 하향조정	(지하공간) 입체교통시스템	광역교통 효율성 증대를 위한 복층터널 구축 기술
	친환경차량 보급률에 따른 방재 기준 검토	제안과제 위계조정필요			
드론을 활용한 비탈면 및 도로포장 관리 효율화 기술 개발	UAV 활용 포트홀 비탈면 변위 및 포트홀 탐지 기술 개발	부적합	제안과제 제외	미분류	
	UAV 활용 포장 노후화 상태 측정 기술 개발	부적합			
	UAV 활용 SOC 시설물 통합 유지관리 기술 개발	부적합			
대도시권 광역교통 안전 향상을 위한 유지관리 계측 기술 고도화 연구	유지관리 계측 장비 취약점 분석 및 개선 방안 도출	적합	-	광역교통시설 유지관리	광역교통시설 유지보수기술
	신뢰성 및 안전성이 향상된 유지관리 계측 장비 개발	적합			
	계측 장비 신뢰성 및 안전성 검증 장비 설계 및 개발을 통한개발 결과물 검증	적합			
	계측 장비 손망실에 따른 계측 데이터 누락 관련 취약점 파악	적합			
	데이터 신뢰성 향상을 이한 데이터 보정 및 보완 기술 개발	적합			
	시뮬레이션 기반 알고리즘 검증 및 고도화	적합			

■ 하향식 및 상향식 기획으로 26개 핵심기술(안) 도출

대분류		중분류		핵심기술명	
코드	항목	코드	항목	코드	항목
A	수단	A1	경량철도 구축 및 운영관리 기술	A1-1	트램 건설 및 유지관리 비용 절감을 위한 무가선 비접촉 분산 충전 기술
				A1-2	100kph급 트램-트레인 차량 핵심기술 개발
				A1-3	자율주행 무가선트램 실용화 기술 개발
		A2	경량철도 차량 유지보수 기술 개발	A2-1	다차종 경전철 호환성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술
				A2-2	3D 프린팅 기술을 활용한 다품종 소량 부품 유지보수 시스템 기술
				A2-3	디지털 트윈을 활용한 도시철도 안전성 확보 기술
		A3	광역버스 차량 기술 개발	A3-1	한국형 대용량 2층 수소버스 기술 개발
				A3-2	대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술
B	시설	B1	광역급행통행을 위한 입체교통시스템 기술	B1-1	고속 지하교통 인프라 구축 및 유지관리 기술
				B1-2	광역교통 효율성 증대를 위한 복층터널 구축 기술
				B1-3	소형 다빈도 입체교통수단을 위한 다경로 구축 기술
		B2	광역철도 급행화 시설 개량 기술	B2-1	광역철도 급행화 시설 개량 기술
		B3	철도시설 유지보수 기술	B3-1	철도시설 유지보수 기술
		B4	환승센터 구축 및 운영관리 기술	B4-1	언택트 기술을 고려한 GTX 환승센터 최적화 기술
				B4-2	탄소저감형 대심도 환승센터 스마트 시공기술 (경량화, 모듈화) 개발
				B4-3	메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 환승센터 안전 운영관리 기술
				B4-4	그린 에너지 하베스팅 기술을 활용한 환승센터 탄소중립형 에너지 관리 기술
C	운영	C1	광역도로 운영 관리 기술	C1-1	광역도로 혼잡해소를 위한 운영 관리 기술
				C1-2	광역도로 안전 및 유지관리 효율화 기술
		C2	광역철도 운영 관제 기술	C2-1	실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술
				C2-2	디지털 트윈 기반 광역철도 운영 관제 기술
		C3	광역버스 운영 관제 기술	C3-1	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술
				C3-2	광역버스 연계형 화물수송 운영 관제 기술
				C3-3	모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술
		C4	대중교통 통합운영 기술	C4-1	광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술
				C4-2	유니버설 디자인 기반 광역 모빌리티 운영 기술

(나) 핵심기술 우선순위 도출을 위한 전문가 설문조사

■ 조사 개요

- 핵심기술 우선순위 도출 설문조사 : 2021.07.05.~2021.07.13. (온라인조사시행)
- 조사대상 : 정부, 산·학·연 교통관련 전문가
- 총 91명의 전문가 응답 회신 완료

■ 조사 결과

- 핵심기술(안) 중 '대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술'의 우선순위가 가장 높은 것으로 나타남
- (조사한계점) 새롭거나 생소한 기술의 경우 우선순위 점수를 낮게 주는 등 응답자의 분야별 지식수준이 우선순위 도출 순위에 큰 영향을 미침



그림 157 핵심기술 우선순위 조사 결과

표 28 핵심기술 우선순위 도출 전문가 조사 결과

구분		기술성			경제성			정책 및 사회성			평균	합계	전체 우선순위
		기술확보(실현) 가능성	기술 파급성	기술 시급성	시장 수용성	시장 규모성	시장 파급성	사회적 중요성	정부지원 타당성	사회적 영향성			
A1-1	트램 건설 및 유지관리 비용 절감을 위한 무가선 비접촉 분산 충전 기술	3.44	3.32	2.90	3.20	3.05	3.24	3.15	3.18	3.15	3.18	28.64	15
A1-2	100Kph급 트램-트레인 차량 핵심기술 개발	3.43	3.18	2.74	3.04	3.05	3.07	3.07	3.06	3.10	3.08	27.73	21
A1-3	자율주행 무가선트램 실용화 기술 개발	3.37	3.46	3.20	3.43	3.23	3.45	3.31	3.31	3.36	3.35	30.12	11
A2-1	다차종 경전철 호환성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술	3.24	3.10	2.92	3.15	2.99	3.01	3.01	3.23	3.02	3.07	27.67	22
A2-2	3D 프린팅 기술을 활용한 다품종 소량 부품 유지보수 시스템 기술	3.32	3.18	2.90	3.08	3.01	3.08	2.73	2.88	2.93	3.01	27.12	23
A2-3	디지털 트윈을 활용한 도시철도 안전성 확보 기술	3.20	3.23	3.00	3.02	3.07	2.99	3.15	3.29	3.07	3.11	28.02	19
A3-1	한국형 대용량 2층 수소버스 기술 개발	3.63	3.40	3.17	3.42	3.21	3.35	3.46	3.40	3.42	3.38	30.46	7
A3-2	대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술	4.10	4.04	3.75	3.89	3.89	3.95	3.99	3.96	3.98	3.95	35.55	1
B1-1	고속 지하교통 인프라 구축 및 유지관리 기술	3.29	3.62	3.16	3.28	3.42	3.35	3.30	3.58	3.56	3.40	30.56	5
B1-2	광역교통 효율성 증대를 위한 복층터널 구축 기술	3.17	3.36	3.02	3.08	3.13	3.19	3.35	3.29	3.30	3.21	28.90	13
B1-3	소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업	3.03	3.77	2.74	3.00	3.03	3.15	3.03	3.13	3.06	3.11	27.95	20
B2-1	광역철도 급행화 시설개량 기술	3.53	3.41	3.31	3.52	3.43	3.47	3.39	3.61	3.70	3.49	31.37	3
B3-1	광역교통시설 유지보수 기술	3.84	3.20	3.23	3.34	3.25	3.14	3.42	3.37	3.43	3.36	30.24	10
B4-1	언택트 기술을 고려한 GTX 환승센터 최적화 기술	3.64	3.59	3.41	3.53	3.48	3.60	3.48	3.51	3.60	3.54	31.84	2
B4-2	탄소저감형 대심도 환승센터 스마트 시공기술(경량화, 모듈화) 개발	3.56	3.07	3.01	3.18	3.12	3.11	3.18	3.35	3.30	3.21	28.87	14
B4-3	메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 환승센터 안전 운영관리 기술	3.27	3.08	3.06	3.06	3.01	3.11	3.28	3.33	3.45	3.18	28.64	16
B4-4	그린 에너지 하베스팅 기술을 활용한 환승센터 탄소중립형 에너지 관리 기술	3.14	3.13	3.00	3.11	2.87	3.01	3.39	3.30	3.20	3.13	28.16	18
C1-1	광역도로 혼잡해소를 위한 운영 관리 기술	3.38	3.20	3.39	3.48	3.17	3.21	3.55	3.45	3.50	3.37	30.33	8
C1-2	광역도로 안전 및 유지관리 효율화 기술	3.45	3.19	2.88	3.05	2.98	3.04	3.33	3.28	3.35	3.17	28.54	17
C2-1	실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술	3.78	3.29	3.36	3.43	3.30	3.18	3.46	3.45	3.51	3.42	30.76	4
C2-2	디지털 트윈 기반 광역철도 운영관제 기술	3.29	3.07	2.72	2.96	2.95	2.98	3.07	3.06	2.96	3.01	27.07	24
C3-1	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술	3.69	3.39	3.11	3.31	3.21	3.28	3.49	3.48	3.52	3.39	30.48	6
C3-2	광역버스 연계형 화물수송 운영 관제 기술	3.51	2.93	2.74	2.94	3.06	2.89	2.88	2.85	3.00	2.98	26.80	25
C3-3	모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술	3.01	3.14	2.65	2.64	2.87	2.92	2.99	3.11	2.96	2.92	26.30	26
C4-1	광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술	3.58	3.48	3.14	3.33	3.21	3.27	3.39	3.31	3.52	3.36	30.25	9
C4-2	유니버설 디자인 기반 광역 모빌리티 운영 기술	3.62	3.20	3.06	3.05	2.85	2.93	3.69	3.75	3.55	3.30	29.69	12

(다) 전문가 의견을 반영한 분야별 후보 핵심기술 수정

■ 광역교통수단 분야

분야	핵심기술군	기술수요조사	핵심기술명
광역교통수단	경량철도 구축 및 유지보수 기술개발	19.무가선 철도 고도화를 위한 비접촉 분산충전기술 개발	(기술명칭 수정) 트램 건설 및 유지관리 비용 절감을 위한 무가선 비접촉 분산 충전 기술
		24. 트램-트레인 차량 핵심기술 개발	(기술명칭 수정) 100Kph급 트램-트레인 차량 핵심기술 개발
			(연구진 제안) 수소트램 안전관리 및 실증 성능 고도화 기술개발
		20.다차종 경전철의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술 개발	다차종 경전철의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술 개발
		22. 소량 다품종 경전철시스템의 3D 프린팅 기술을 적용한 유지보수 시스템 개발	(기술명칭 수정) 3D 프린팅 기술을 활용한 다품종 소량 부품 유지보수 시스템 기술
		21. 도시철도 안전성(Fail Safety) 확보를 위한 원격 디지털 트윈(Uncontacted Digital twin) 기술 개발	(기술명칭 수정) 디지털 트윈을 활용한 도시철도 안전성 확보 기술
	광역버스 차량 개발		(대광위 광역버스과 제안) 한국형 대용량 2층 수소버스 기술 개발
	자율주행 광역 교통수단 도입	23. 자율주행 무가선트램 실용화 기술 개발	자율주행 무가선트램 실용화 기술 개발
			(연구진 제안) 대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술

■ 광역교통시설 분야

분야	핵심기술군	기술수요조사	핵심기술명
광역교통시설	환승센터 구축 및 운영관리	12. 광역 화물 수송 연계를 위한 취급보관시설 구축 및 실증사업 14. 철도간 수직수평 환승 등 환승체계 혁신을 위한 無계이트 및 시설 경량화 구축 기술 10. 대용량 대중교통수단 경량형 회차 인프라 구축 기술	(기술수요조사 병합 및 신규명칭) 언택트 기술을 고려한 GTX 환승센터 최적화 기술 개발
		13. 도시지역 지하 대공간 환승시설 구축 기술 8. 디지털 트윈 기반 환승센터 시범설계 및 실증 운영 기술	(기술수요조사 병합 및 신규명칭) 탄소저감형 대심도 환승센터 스마트 시공기술 개발
		11. 실내외 연속측위 기반 개인맞춤형 실시간 환승경로 제공 기술 9. 환승센터 유동인구를 활용한 그린 에너지 하베스팅 기술	(기술수요조사 병합 및 신규명칭) 메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 환승센터 안전 운영관리 기술 (기술명칭 수정) 그린 에너지 하베스팅 기술을 활용한 환승센터 탄소중립형 에너지 관리 기술
	광역교통시설 유지관리	32. 대도시권 광역교통 안전 향상을 위한 유지관리 계측 기술 고도화 연구	(연구진보완 후 신규명칭) 광역교통시설 유지보수 기술
		1. 광역철도 급행화 시설개량 기술	(기술수요조사 병합) 광역철도 급행화 시설개량 기술
		25. 도시지역 효율적 활용을 위한 복층터널	
	(지하공간) 입체교통시스템	4. 도시지역 고속친환경 지하교통인프라(Urban Loop 또는 Hyper Tube)	(기술수요조사 병합 및 신규명칭) 고속 지하교통 인프라 구축 및 유지관리 기술
		5. 지하 대중교통 인프라 공사로 인한 지반침하 단위분석 기술	
		12. 광역 화물 수송 연계를 위한 취급보관시설 구축 및 실증사업	
		29. 지하도로 위험물 차량 감지 및 유지 관리기술 개발 30. 친환경차량 보급 확대에 따른 도로터널 환기 및 방재시설 기준 개정 연구 25. 도시지역 효율적 활용을 위한 복층터널	(기술수요조사 병합 및 신규명칭) 광역교통 효율성 증대를 위한 복층터널 구축 기술
		26. 소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업	(기술수요조사 병합) 소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업
	(지상 및 상공) 입체교통시스템	28. 도로상공,지하공간의 입체적 연계를 위한 하이브(Hive)인프라 기술 개발	(연구진 제안) UAM(Urban Air Mobility) 이착륙을 위한 버티포트 인프라 기술 개발

■ 광역교통운영 분야

분야	핵심기술군	기술수요조사	핵심기술명
광역교통운영	광역도로 운영 관리	2.고속도로 진출입부 접속 도시교차로 관리 체계 개선 기술 개발	(기술수요조사 병합 및 신규명칭) 광역도로 혼잡해소를 위한 운영관리기술
		3. 광역 도로 가변형 차선 운영 관리 기술 개발	
		27. 광역교통 경험자 기반 차세대 도로교통 동적 위험관리 시스템 기술 연구	(기술명칭 수정) 광역도로 안전 및 유지관리 효율화 기술
	광역버스 운영관리	17. 광역버스 연계형 화물운송 모델 구축 및 실증사업	(기술명칭 수정) 광역버스 연계형 화물수송 운영 관제 기술
		18. 예측형 온디맨드(on-demand) 모빌리티 매칭 솔루션	(기술수요조사+대광위 광역버스과 제안+연구진 보완) 대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술
			(연구진제안) 모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술
	광역철도 운영관리		(연구진제안) 디지털 트윈 기반 광역철도 운영 관제 기술
		7. 실시간 도시광역철도 운영 빅데이터를 활용한 대중교통 혼잡관리 기술	(기술수요조사 병합 및 신규명칭) 실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술
		15. 철도내 연락운임 정산을 위한 대중교통 통행배정 모형 고도화 연구	
	광역대중교통 통합 운영기술	6. 광역 대중교통수단 중심의 Multi-modal 수요 분석 Tool 개발	(기술수요조사 병합 및 신규명칭) 광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술
		16. 수요집중 시간대 대중교통 서비스 불균형 해소를 위한 사전예약, 상호매칭 기반의 수요응답형 모빌리티 및 통합결제시스템 개발	
			(연구진제안) 유니버설 디자인 기반 광역 모빌리티 운영 기술

라. 추진전략 설정 및 핵심기술 도출

(1) 사업추진방향 및 추진전략 설정

- 메가트렌드, 정책, 사회, 경제, 기술 환경변화를 고려한 대내외 거시환경분석(PEST) 결과와 본 사업의 추진 필요성, 시급성, 국고지원 필요성 등을 종합적으로 고려하여 사업 추진방향과 전략을 도출

(가) SWOT 분석

- 광역교통 문제점 파악 및 해결방안, 메가트렌드, 정책동향 및 동향, R&D 역량 등을 종합적으로 고려하여 SWOT 분석을 통한 본 사업의 추진 방향 도출

  - SWOT분석은 대내외 환경변화와 R&D 역량분석을 통하여 도출된 광역교통의 강점(S)과 약점(W)을 도출하고 이에 따르는 기회요인(O)과 위협요인(T)을 분석하여, SWOT matrix 분석을 통한 기술개발 전략 도출 절차로 진행

  - SO는 강점을 활용한 사업성공 전략, WO는 약점극복을 통한 기회를 활용하는 전략, ST는 강점을 활용하여 위협요인을 최소화하는 전략, WT는 위협을 회피하고 약점을 최소화하는 전략 관점에서 기술

Internal 내부 요인 / External 외부 요인	Strengths 강점	Weaknesses 약점
	• 대광위 설립 및 대중교통 강화 정책 • IT 기술 기반 첨단교통기술 진보	• 수도권/비수도권의 교통 인프라 불균형 및 유지관리 비용 과다 • 출퇴근 교통혼잡심화, 대중교통 경쟁력 미흡 등으로 사회적 비용 발생
Opportunities 기회 • 친환경·탄소중립 중요성 증대 • 스마트, 자율주행, UAM 등 4차 산업혁명 • 서비스 연계통합으로 패러다임 전환 및 삶의 질 강화의 가치관 변화	(SO 전략) • 탄소저감을 위한 친환경·대용량 대중교통 공급 • 자율주행, UAM 관련 광역교통체계 구축 • 이용자 중심 광역교통서비스 공급체계를 위한 대중교통 통합 운영	(WO 전략) • 유지비용 절감 및 효율성 확보 위한 광역교통시설 유지보수 최적화 • 통행시간 경쟁력 확보 등을 위한 교통수단 연계 강화
Threats 위협 • 3기신도시 등으로 급격한 교통수요 변화 • 포스트 코로나 등 언택트, 안전성 증대	(ST 전략) • 급격한 수요변화 지역 등에 수요 맞춤형 광역교통수단 공급	(WT 전략) • 포스트 코로나 시대의 안전성 강화 위한 대중교통 혼잡관리 • 주행 환경 및 이용수요 변화에 대응 가능한 유지관리체계 구축

그림 158 SWOT 분석

(나) 광역교통 문제 해결을 위한 전략방향 및 추진전략 설정

- SWOT 분석을 통하여 본 사업의 전략 방향을 도출하고, 성공적 기술개발과 사업추진을 위한 4대 추진전략 마련



그림 159 전략방향 및 추진전략 설정

(2) 광역교통분야 R&D 사업비전 및 목표설정

비전

국민이 편리한 스마트 광역교통 구현

목표

◇ 친환경 ◇ 국민편의 ◇ 지속가능 ◇ 혁신

◈ 기후변화에 대비한 친환경 대중교통 활성화

◈ 이용자 중심 서비스 제공으로 이용자 만족도 제고

◈ 유지관리 지능화를 통한 지속가능성 확보

◈ 미래형 신교통수단 도입으로 광역교통체계 혁신

추진 전략

추 진 전 략	중 점 과 제
저탄소·친환경 대중교통체계 구축	• 친환경 교통수단 상용화 기술 • 대중교통체계 에너지 관리기술
이용자 중심 광역교통서비스 제공	• 수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술 • 개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술
4차 산업 융합 유지관리	• 철도 유지관리 최적화 기술 • 광역교통체계 운영 안전성 강화 기술
미래혁신 신교통수단 도입	• 자율주행 교통수단 구축·운영 기술 • 입체교통시스템 구축·운영 기술

(3) 추진전략별 핵심기술 도출을 위한 중앙행정기관 의견수렴

- 후보핵심기술(안)을 대상으로 중앙행정기관인 대도시권광역교통위원회 의견수렴

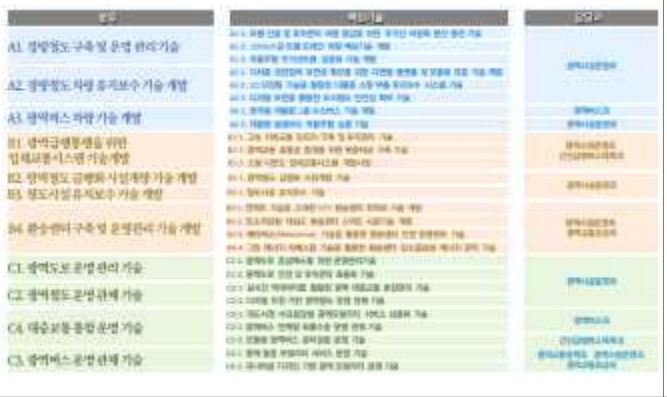
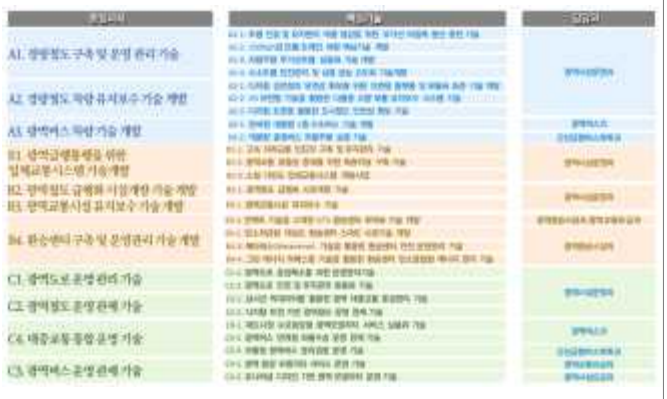
■ 대면회의 (총 5회)

연번	일시 및 장소	참석범위	주요의견
1	2021.01.22. 국토발전전시관	• 대도시권광역교통위원회 위원장 및 광역시설운영과 • 국토교통과학기술진흥원 • 주관·공동 연구기관	• 기술개발 방향 제시 • 과제 추진 전략 방향 제시 • 기술로드맵 수립시 반영키워드 제시
2	2021.05.28. 대도시권광역교통위원회	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과 • 국토교통과학기술진흥원 • 주관·공동 연구기관	• 각 후보핵심기술별 대도시권광역교통위원회 추진 필요성 부각 필요
3	2021.07.29. 대도시권광역교통위원회	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과, 광역환승시설과, 광역버스과 • 주관·공동 연구기관	• 각 후보핵심기술별 선행연구현황 추가설명 필요 • 자율주행 및 UAM 등 광역교통기본계획과 연계된 미래교통관련 기술 보완 필요
4	2021.09.07. 대도시권광역교통위원회	• 대도시권광역교통위원회 위원장, 광역교통정책국장, 광역교통운영국장, 광역시설운영과 담당자	• 핵심기술별 타겟층을 분류하여 사업목표 명확화 필요 • 타부처협조과제, 기획연구 진행과제 등 진행사항 업데이트 필요
5	2021.09.28. 대도시권광역교통위원회	• 대도시권광역교통위원회 대도시권광역교통본부장, 광역교통운영국장, 광역시설운영과·광역환승시설과·광역버스과·광역교통요금과 담당자	• 각 담당과 및 국토교통부 타 과 의견수렴 진행 필요

■ 비대면 의견제시 (총 7회)

연번	일시	의견제시 부서	의견내용
1	2021.08.10.	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과	• SWOT분석 보완 • 하향식 기획 핵심기술 추가 • 미래교통관련 기술 보완
2	2021.08.17.	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과	• 트램-트레인 관련 선행연구와 차별성 부각 필요
3	2021.08.26	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과·광역환승시설과·간선급행버스체계과·광역교통요금과	• 핵심기술별 우선순위 및 추진시기 조율 필요 • 일부 핵심기술 추진의사 없음 • 담당과 변경요청
4	2021.08.27.	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과	• 일부 핵심기술 추진시기 재조정
5	2021.09.03.	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과	• 일부 핵심기술 추진시기 재조정
6	2021.09.09.	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과	• 핵심기술별 상세설명 필요
7	2021.09.24	• 대도시권광역교통위원회 광역시설운영과	• 핵심기술 설명자료 구성 및 세부내용 변경

■ 의견수렴에 따른 핵심기술 및 로드맵(안) 수정

구분	핵심기술	로드맵(안)
1차		
2차		
3차		
4차		

구분	핵심기술	로드맵(안)
5차		
최종	 	

(4) 추진전략별 핵심기술 내용

전략1 저탄소 · 친환경 대중교통체계 구축

(가) (중점과제 1) 친환경 교통수단 상용화 기술

■ 1-1-❶ 수소전기트램 실증환경 구축 및 성능 고도화 기술

- (기술 정의) 친환경 수소전기트램 상용화를 위한, 광역교통 주행여건에 맞는 실증환경 구축 및 성능 고도화 기술 개발



그림 160 현대로템에서 개발한 수소트램 시제품(좌측) 및 조감도(우측)

- (필요성) 수소경제 선도국 도약을 위한「수소경제 활성화 로드맵」('19.1) 및 「수소경제 기술개발 로드맵」('19.10) 등에 발맞춰, 수소트램의 상용화를 위해 체계적인 실증환경 구축 및 성능 고도화 필요

- (추진계획) 진행 중인 R&D*로 개발될 부품·시스템을 활용하여, 운영 데이터 분석을 통한 성능 고도화 및 인프라 실증 수행

  * 수소전기트램실증사업('21.7~'23.12, 산자부)는 폐선 예정인 인입철도(4.6km)에 실증하는 과제로, 실제 노선에 운영되기 위해선 성능 고도화 등의 추가 연구 필요

  - (추진계획) '22년 기획연구에 착수하여 세부 추진계획 마련

- (기대효과) 친환경 교통수단인 수소전기트램 상용화를 통해, 운영비 절감 및 환경오염 감소

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
친환경 교통수단 상용화 기술	수소전기트램 실증환경 구축 및 성능 고도화 기술											• (운영자 측면) 수송용량 증가 및 운영비 절감 • (사회적 측면) 환경오염 감소

■ 1-1-❷ 고속저상대차 트램-트레인 시스템 핵심기술개발

- (기술 정의) 트램-트레인 국내 도입을 위한 직결운행기술* 및 차량개발(저상대차, 가변편성형 자율연결**) 기술

  * (도심 내)트램선로 저속주행-(도시외곽)일반선로 고속주행이 가능한 하이브리드 철도 시스템 기술
  ** 이용자 수요에 따른 열차편성 및 환승없이 목적지까지 이동 가능한 열차 자동분리결합 기술



〈도심내 트램선로 저속주행〉 〈도시외곽 일반 선로 고속주행〉

그림 161 트램-트레인 운영사례 : 독일 카젤

- (필요성) 트램의 경제성·효율성 증대 및 도입* 활성화를 위해, 신설 매립형 궤도 및 기존 일반철도 노선(돌출형)까지 트램 주행이 가능한 트램-트레인 운행기술 연구 필요

  * (트램계획) 6건(기본계획·사업계획 수립 중), 17건(도시철도망 구축계획 반영)

- (추진계획) 시급성을 고려하여 '22년 신규과제로 1단계 사업 우선 추진

고속저상대차 트램-트레인시스템 핵심기술개발

1단계 사업('22~'24)
트램-트레인 국내 도입을 위한 직결운행 핵심 기술개발

(핵심1) 한국형 트램-트레인 시스템 기술개발 및 종합성능 검증
- 트램-트레인 국내도입을 위한 법·제도 개선방안 마련
- 신형 하이브리드 휠프로파일 최적화 설계 및 시제품 제작
- 하이브리드 휠/레일, 휠/분기기 I/F 해석 및 검증
- 직결운행을 위한 테스트베드 구축 및 검증

2단계 사업('25~'27)
100Kph급 트램-트레인 차량 핵심 기술개발

(핵심2) 클러치형 고속 저상대차 제작 및 검증
- 저상고속 대차, 다중전력 추진시스템 상세설계 및 제작
- 고속대차/자율연결기술/다중전력추진시스템 시험용 차체 프레임 설계 및 제작
- 개발시스템(대차/자율연결기술/추진시스템) 통합 및 시험평가

(핵심3) 가변편성형 자율연결기술개발
- 가변 자율편성 구성품 설계 및 연결부자동감시/자율연결 차량 제어기술 개발
- 가상 테스트베드 구축 및 단품 시험평가

- (기대효과) 트램-트레인으로 인근 도심간 무환승 실현이 가능해져 이용자 편의성 증대되고, 유휴노선·폐선 등 활용으로 경제성 확보

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
친환경 교통수단 상용화 기술	**고속 저상대차 트램-트레인시스템 핵심기술개발** - (1단계) 트램-트레인 국내 도입을 위한 직결운행 핵심 기술개발 - (2단계) 100Kph급 트램-트레인 차량 핵심기술		(1단계)	사업	추진	(2단계)	사업	추진				• (이용자 측면) 휠체어 및 유모자 등 교통약자의 승하차 용이, 환승없이 지역간 이용 가능 • (운영자 측면) 수송용량 증가 및 운영비 절감 • (사회적 측면) 환경오염 감소

■ 1-1-❸ 대용량 수소 2층버스 개발 기술

- (기술 정의) 철도 대비 단기간 공급 가능한 광역버스를 친환경· 대용량화 한 수소 2층 버스 도입을 위해, 차량개발 및 실증 운영

  - 2층 수소버스 선행차량 및 충전용기 개발, 안전성 평가, 시범운영 등



〈영국 버밍엄〉



〈영국 애버딘〉

그림 162 수소 2층버스 도입사례

- (필요성) 광역철도가 경제성, 건설기간 등의 이유로 적기에 제공되지 못해, 광역버스에 출퇴근 시간대 불법 입석운행, 차내 혼잡도가 심한 경우 발생

  - 광역버스의 대용량화가 필요하며, 2층 수소버스 개발이 적합

  · 2층 버스 : 광역버스 목적·특성을 고려 시 도로연장당 수송분담율이 가장 우수

  · 수소버스 : 충전시간 및 1회 충전 시 주행거리 성능을 고려하였을 때 2층 전기버스보다 2층 수소버스가 적합

- (추진계획) ’22년 하반기 기획연구에 착수하여, 현재 진행 중인 ‘수소버스 안전성 평가 기술 및 장비개발’(’20~’23) 연구성과를 고려한 ’24년 신규과제로 추진

- (기대효과) 광역버스 대용량화로 이용자 쾌적성이 증대하고, 친환경 신교통수단 도입으로 환경오염 감소 및 기술력 확보

중점과제	핵심기술	’21	’22	’23	’24	’25	’26	’27	’28	’29	’30	기대효과
친환경 교통수단 상용화 기술	대용량 수소 2층버스 개발 기술											• (운영자 측면) 향후 수출을 고려한 사업화 모델 제시 가능 • (사회적 측면) 환경오염 감소

(나) (중점과제 2) 대중교통체계 에너지 관리기술

■ 1-2-❶ 그린 에너지 하베스팅 기술을 활용한 역사 및 환승센터 에너지 관리 기술

- (기술 정의) 역사 및 환승센터 유동인구와 철도차량 출·도착시 발생하는 진동 및 압력을 에너지로 전환(에너지 하베스팅* 기술)하여 환승센터 운영 적용

  * 에너지 하베스팅 기술 : 진동에너지 및 열에너지 등 버려지는 에너지를 수집해 전기에너지로 변환하여 활용하는 친환경적 기술



그림 163 에너지 하베스팅 기술 개념도 및 적용사례

- (필요성) 친환경 에너지 활용을 위한 에너지 하베스팅 기술 개발을 통한 환승센터 최적 운영 필요

  - (국내 적용사례) '12년도에 부산 1~2호선 환승역인 서면역에 하베스팅 기술을 적용한 압전 패드를 설치하여, 주변 조명이나 휴대폰 충전 등에 활용

- (추진계획) 에너지 하베스팅 기술의 낮은 에너지 효율 등의 문제로 장기과제로 검토('26년 기획)하되, 향후 기술성장 속도* 등을 고려하여 추진시기 조정

  * '20년~'28년까지 연평균 10%의 급속한 성장 예상(글로벌 시장조사업체 잉크우드리서치)

- (기대효과) 친환경 에너지 활용으로 탄소중립 실현, 환승센터 운영관리 측면에서 전력비용 절감

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
대중교통체계 에너지 관리 기술	그린 에너지 하베스팅기술을 활용한 역사 및 환승센터 에너지 관리 기술											• (운영자 측면) 역사 및 환승센터 관리 운영 비용 절감 • (사회적 측면) 친환경 에너지 활용으로 환경오염 감소

전략2 이용자 중심 광역교통서비스 기술

(가) (중점과제 1) 수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술

■ 2-1-❶ 대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술

- (기술 정의) 교통수단이 부족한 신도시(특히 입주 초기) 지역에 적기 광역대중교통 공급을 위해 속도·요금경쟁력을 가지면서 광역교통 수요에 즉각적으로 대응이 가능한 수요응답형 광역모빌리티 서비스 개발 및 운영 기술



그림 164 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개념도

● (필요성) 신도시 입주 초기에는 광역교통 개선대책이 완료되지 않은 경우(특히 철도)가 다수 발생하므로, 입주민들의 교통 불편 해소를 위해 변화하는 수요에 즉각 대응 가능한 교통체계 필요

- 3기 신도시가 이르면 '24년부터 입주하는 측면을 감안하여 '22년부터 R&D 사업 본과제 추진 필요

- 수요응답형 광역모빌리티는 신도시를 대상으로 서비스를 공급하여 기존 운송사업자(택시 등)와의 갈등 소지가 낮아, 모빌리티 서비스의 도입·발전 가능성이 높음

· 민간 기업이 추진하고 있는 수요응답형 모빌리티는 단일 구역에서 운영하는 택시와 유사하게 운영 중으로, 택시 사업자와 주요 고객층이 유사하여 택시 반발로 제한적으로 운영되어 모빌리티 서비스 발전이 제한적

· 또한 광역통행의 경우 수급 불균형이 심하여 민간 운송업체가 서비스를 제공하고 있지 않아 공공 지원이 필수

● (추진계획) 3기 신도시 입주시기 등을 고려, 입주 주민의 교통불편 해소를 위해 '22년 신규과제로 추진('22~'25, 166억)

● (기대효과) 신도시 입주민들의 교통불편 해소, 승용차에서 대중교통 전환을 통해 사회적 비용(환경비용, 혼잡비용) 절감

- 속도·요금경쟁력을 가지면서도 이용수요에 즉각적으로 대응이 가능한 수요 응답형 광역모빌리티 서비스를 제공할 경우 신도시 입주민들의 광역교통 이용 패턴을 승용차에서 대중교통으로 전환유도 가능

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술	대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술											• (이용자 측면) 속도·요금경쟁력 갖춘 광역모빌리티 서비스 이용 • (정책적 측면) 사회적비용(혼잡비용)절감, 온실가스 배출 감소

■ 2-1-❷ 모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술

- (기술 정의) 첨두, 비첨두시 상이한 광역교통 수요에 따라 유연하게 분리·결합이 가능한 모듈형 차량* 시스템 개발 및 실증

  * 자율협력 군집주행, 수요응답 분리결합 등의 첨단기술이 결합된 개념



그림 165 모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술 개념도

- (필요성) 첨두와 비첨두시 상이한 광역교통 패턴에 유연하게 대처 가능한 차량규모 조정, 가변형 노선 등 모듈형 분리결합 기술 필요

  - 교통 인프라가 부족한 비수도권 지역 등 소수의 이용자가 다수 목적지로 이동이 필요한 곳에 모듈형 서비스 공급 필요

- (추진계획) 시급성 등을 감안하여 장기과제('26년 기획)로 검토하되, 향후 기술성장 속도 등을 고려하여 추진시기 조정

- (기대효과) 승객 수요에 따른 효율적인 운영이 가능하여, 개별 차량 운행시 보다 교통체증 감소 및 연료비용 감소

  - (적용 예시) 하차 승객이 있는 모듈만 분리되어 정차, 그 외 모듈은 정차없이 운행

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술	모듈형 광역버스 분리결합 운영기술											• (이용자 측면) 환승없이 목적지까지 한번에 이동 가능 • (정책적 측면) 사회적비용(혼잡비용)절감, 온실가스 배출 감소

(나) (중점과제 2) 개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술

■ 2-2-❶ 광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술

- (기술 정의) 모빌리티를 종합분석하여 최적 통행플랜을 제시하고, 통합 예약·결제를 지원하는 광역권 통합교통서비스(M-MaaS) 구현



그림 166 광역 통합교통 서비스(M-MaaS) 개념도

- (필요성) 탄소중립 2050 기조에 맞춰, 지속가능하며 친환경 대중교통으로의 전환을 위한 통합적 공공 모빌리티 서비스 제공 필요

  - 광역교통 MaaS(M-Maas)를 실현하기 위해서는 동일 교통(출퇴근) 영향권으로 묶여 있는 인접 지자체와 일관성 및 연속성 있는 서비스 제공이 필요

  - 광역 통합 데이터 수집/공유, 운영관리 최적화, 공공 필수 핵심 콘텐츠 구축 및 통합요금제와 연계한 공공 교통 생태계 개선 필요 교통 안전성 강화를 위한 혼잡 관리체계 마련 등 필요

- (추진계획) 법정계획인 「제2차 대도시권 광역교통기본계획('21~'40)」에서의 M-MaaS 시범사업('26년), 상용화('30) 시기를 고려하여, '24년 본과제*에 착수하여, 시범사업 추진

  * 철기연에서 관련 기획연구를 기수행했으므로, 해당 기획을 보완하여 본과제 착수

- (기대효과) 이용자 요구사항을 반영한 맞춤형 대중교통 서비스(수단, 요금, 거리, 결제 등) 제공에 따라 이동시간 감소 및 편의성 향상, 운영자는 요금정산 등 운영을 효율적으로 수행 가능

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술	광역통합모빌리티 서비스 운영기술											• (이용자 측면) 요금절감 및 이용편의성 향상 • (운영자 측면) 운영 및 정산 효율화 • (정책적 측면) 법정계획 이행 및 대중교통이용 활성화

■ 2-2-❷ 광역버스 연계형 개인교통수단 및 화물수송 운영 관제 기술

- (기술 정의) 광역버스에 개인용 교통수단(PM) 및 화물을 적재할 수 있는 접수·주문 시스템 및 운반운송 차내 장치 개발 기술

  - 광역 화물정보 연계 플랫폼 및 화물추적 운영관리 기술 개발, 운송시범 사업 등

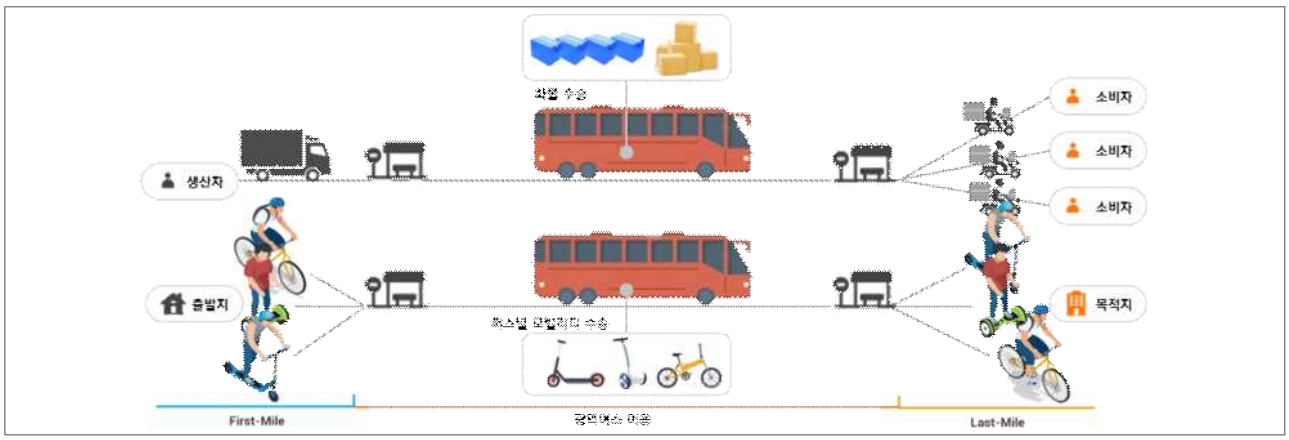


그림 167 광역버스 연계형 개인교통수단 및 화물수송 운영 관제 기술 개념도

- (필요성) 광역버스의 PM 및 화물 적재시스템 도입으로, 운영비 절감과 함께 연계교통 강화 및 친환경 물류서비스 도입 필요

  - 광역버스에 PM을 연계시, 출발지부터 목적지까지 끊김없는 퍼스트마일 및 라스트마일 지원 가능

  - 다빈도 소량 배송 급증으로 발생하는 배송의 비효율성 및 도심 내 교통정체, 대기 및 소음공해와 같은 문제점을 해결하기 위하여 광역버스 활용 정부주도 친환경 소규모 분산 물류시설 도입 필요

  · (도입사례) 유럽은 도심 지역에 소규모 라스트마일 통합 물류센터를 설치하고, 친환경 운송수단과 연계된 라스트마일 물류서비스를 정부주도로 시범 테스트 중(LAMILO(Last mile logistics)프로젝트, SMILE(SMart green Innovative urban Logistics for Energy Efficient Mediterranean cities)프로젝트)

- (추진계획) PM 시장이 급격하게 확대되고 있는 점을 고려, '23년 기획연구에 착수하여 세부 추진계획 마련

- (기대효과) 비첨두시 원활한 광역버스 서비스 제공, 노후 화물차량 대신 광역버스을 활용한 친환경 화물수송체계 개선

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술	광역버스 연계형 개인교통수단 및 화물수송 운영 관제 기술											• (이용자 측면) 출발지부터 목적지까지 끊김없는 이동 • (운영자 측면) 비첨두 시 낮은 이용률에 대한 새로운 비즈니스모델 발굴로 운영효율화

전략3 4차산업 융합 유지관리 기술

(가) (중점과제 1) 철도 유지관리 최적화 기술

■ 3-1-❶ 3D프린팅 기술을 활용한 경전철 다품종 소량부품 유지보수 시스템 기술

- (기술 정의) 경전철 부품의 특성인 다품종 소량 생산방식에 적합한 3D프린팅 기술을 활용하여, 제작→설계→유지보수 단계의 각 현장을 체계적으로 연계하는 3D 프린팅 기술 적용 유지보수 시스템 기술 개발



그림 168 3D프린팅 기술 활용 유지보수 시스템 장점

- (필요성) 다품종 소량 생산으로 호환성 낮고, 해외 의존도가 높아 유지보수에 어려움 존재하므로 경전철 부품 제작 및 공급체계의 신속·간소화 필요
  - 주문제작 대비 기간 30~40% 단축, 현장에서 직접 제작 가능하여 공급체계 단축, 부품 제작 비용 절감
  - 전동차의 대부분 사고가 노후 설비와 부품 적기 교체가 이루어지지 않아 발생하므로, 경전철 부품 교체주기 도래 이전 기술 개발 추진 필요
- (추진계획) 지자체에서 다양한 경전철 노선을 건설·계획 중임을 고려, '23년 기획연구에 착수하여 세부 추진계획 마련
- (기대효과) 경전철의 소량 다품종 유지보수 체계를 구축하여, 유지보수 비용을 절감하고 국내 철도부품 안전성 등 품질 향상 및 효율적 관리

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
철도 유지관리 최적화 기술	3D 프린팅 기술을 활용한 경전철 다품종 소량부품 유지보수 시스템 기술											• (운영자 측면) 유지보수 비용 절감 • (사회적 측면) 철도부품산업 육성

■ 3-1-❷ 다차종 경전철의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준기술

- (기술 정의) 국내 도입된 경전철의 재원 및 부품 인터페이스의 표준화 및 모듈화하고, 소량 다품종 부품의 생산 효율성과 유연성있는 공급체계 마련을 위한 표준기술 통합 관리 플랫폼 개발



그림 169 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준기술개발 개념도

- (필요성) 지자체별로 자체 발주사양에 따라 경전철을 운영 중이며, 각각 다른 차종의 혼재로 핵심기술 및 주요 부품의 호환 어려워 부품의 호환성 및 유연성 확보를 위한 기술개발이 필요

  - 핵심기술 및 주요부품에 대한 해외 의존도가 높아 국내 시장 호환성이 떨어지며 유지보수 시 어려움이 예상

- (추진계획) 지자체에서 다양한 경전철 노선을 건설·계획 중임을 고려, '23년 기획연구에 착수하여 세부 추진계획 마련

- (기대효과) 경전철의 소량 다품종 공급사슬 체계를 구축하여, 유지보수 비용 절감하고 국내 철도부품산업을 육성 기대

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
철도 유지관리 최적화 기술	다차종 경전철의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술											• (운영자 측면) 유지보수 비용 절감 • (사회적 측면) 철도부품산업 육성

■ 3-1-❸ 디지털트윈을 활용한 도시철도 안전성 확보 기술

- (기술 정의) 철도차량 全주기 관리를 위한 디지털 트윈*체계를 개발하고, 철도차량 고장·사고에 실시간으로 대응할 수 있는 원격·무인 유지보수 체계 개발

* 현실과 똑같은 쌍둥이를 사이버 세계에 만들어 다양한 시뮬레이션을 해보는 첨단 기법



그림 170 도시철도 분야 디지털 트윈 기술 활용 유지보수(예시)

- (필요성) 철도 상태를 사전예측하고 실시간 대응 시스템 필요
- (추진계획) '25년 기획연구 착수 예정이나, 향후 기술성장 속도 등을 고려하여 착수시기 조정
- (기대효과) 全주기 자동화 유지보수가 가능해져, 도시철도 안전성 확보 및 유지보수 효율화가 가능하며, 철도산업의 디지털화 기대

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
철도 유지관리 최적화 기술	디지털트윈을 활용한 도시철도 안전성 확보 기술											• (운영자 측면) 무인 자동화 유지보수 구축으로 운영효율성 확보

(나) (중점과제 2) 광역교통체계 운영 안전성 강화 기술

■ 3-2-❶ 실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술

- (기술 정의) 유동인구 빅데이터 분석을 통한 차내 혼잡도를 실시간 파악(혼잡지도 구축) 및 혼잡관리 기술(우회경로* 안내 등) 개발

  * 다양한 철도노선 간 연계를 고려하고, 버스노선까지 통합 분석할 경우 안정적이고 효율적인 우회경로 제공 가능

- (필요성) 포스트 코로나 시대에, 출퇴근 시간대 광역교통 안전성 강화 및 쾌적성 증대를 위한 혼잡관리 체계 마련 필요

  - 철도 네트워크 다양화·연계성 강화되었고, 철도와 버스 노선의 통합 분석시 다양한 우회경로가 가능

  - 우회경로 제공 등은 대중교통 운영기관의 수익과 직결되므로, 과학적인 분석툴, 평가체계 및 제도 마련을 위한 정부 역할 필요

  - 서울교통공사는 SKT과 함께 'T맵 대중교통 앱'을 통해 실시간으로 도시철도 차량 내 혼잡정보를 제공 중이나, 동일한 편성 내 혼잡도가 낮은 객차로 이동할 수 있는 정보를 제공하는 수준으로, 혼잡도에 따른 우회경로 안내 등은 없음

- (추진계획) '23년 기획연구에 착수, '25년 신규과제로 추진

- (기대효과) 대중교통 혼잡관리를 통해, 광역교통 안전성 강화 및 광역교통 이용자의 쾌적성 증대

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
광역교통체계 운영 안전성 강화 기술	실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술											• (이용자 측면) 대중교통이용 안전성 강화 및 이용편의성 향상

■ 3-2-❷ 메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 역사 및 환승센터 안전 운영관리 기술

● (기술 정의) 메타버스(Metaverse)* 기술을 활용한 역사 및 환승센터 운영관리** 기술로 이용자 안전성 및 관리기관 운영 효율성 확보

* 가상과 현실이 융복합된 디지털 세계, 초월 세계를 의미
** 메타버스 구현을 위한 역사 및 환승센터 기반 인프라 구축, 메타버스 기반 환승센터 안전·유지보수·대응 기술 및 피난대피 경로 안내 기술 등

→ 시설상태 예측 및 재난상황 시뮬레이션으로 최적 대응방안 제시



그림 171 **메타버스 기반 안전관리 기술 구현 (예시)**

● (필요성) 역사 및 환승센터 안전관리에 대해, 메타버스 기술을 접목한 선제적 통합운영관리 기술 개발 필요

- 빠르고 편리한 연계·환승을 위하여 주요 교통거점 중심으로 환승센터 구축이 추진되고 있으며, 환승센터의 대규모화 및 대심도화로 인해 대중교통 이용자의 편의성·안전성 현안 증가 예상
- 그러나, 환승센터는 운영기관별로 독립적으로 운영되어, 종합적이고 연속성 있는 현황파악, 정보제공 등에 한계
- 최근, 메타버스 기술이 활발히 개발 중으로, 시설물 상태관리 및 유지보수에 적용 가능하며 교통약자·외국인 제약없이 맞춤형 이용자 서비스 제공 가능



그림 172 메타버스 기술 활용(예시)

- (추진계획) '23년 기획연구에 착수, '25년 신규과제로 추진
- (기대효과) 통합운영관리로 신속한 안전 대응체계 확보 및 운영 효율화, 맞춤형 서비스 제공으로 이용자 만족도 제고

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
광역교통체계 운영 안전성 강화 기술	메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 역사 및 환승센터안전 운영관리 기술											• (이용자 측면) 역사 및 환승센터 이용 안전성 확보 • (운영자 측면) 역사 및 환승센터 관리 운영 효율성 확보

전략4 미래혁신 신교통수단 도입기술

(가) (중점과제 1) 자율주행 교통수단 구축·운영 기술

■ 4-1-❶ 자율주행 무가선 트램 실용화 기술

- (기술 정의) 무가선 트램의 자율주행 기반 마련을 위한, 고신뢰성 차량(정밀정차, 가변편성) 및 인프라 기술(매립·돌출형 선로 전환, 에너지 관리) 개발

  - 무가선 트램 가감속 제어 및 정위치 정차제어 등 고도화된 차량 및 인프라 기술개발 및 시범운행 등으로 실용화 기술개발 추진



그림 173 자율주행 트램 개념도

- (필요성) 트램 사고는 대형사고로 이어질 수 있으므로, 고신뢰성 기술을 통해 안전성 확보가 필요하며, 자율적인 에너지 관리 등 세계 선도기술 확보 필요

- (추진계획) '22년 기획연구에 착수하여, '24년 신규과제로 추진

- (기대효과) 고도화된 자율주행 기술로 기존 트램 대비 사고율 감소 및 자율적 에너지 관리 등으로 운영비 절감

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
자율주행 교통수단 구축·운영 기술	자율주행 무가선트램 실용화 기술											• (이용자 측면) 기존대중교통 서비스 대비 안전성·접근성·서비스질 향상 • (운영자 측면) 수송용량 증가 및 군집주행 등으로 운영비 절감 • (사회적측면) 환경오염 감소

■ 4-1-❷ 트램 최적운영을 위한 인프라 지원 기술

- (기술 정의) 트램의 도입 활성화 및 최적 운영*을 위한, 배터리 기술과 무가선** 충전 인프라 기술의 개발 및 실증

  * 트램 도입시 도시 미관을 고려하여 무가선 방식이 고려되고 있으나, 이에 필요한 배터리 용량의 한계로 노선 길이가 제한되고, 충전기술 부재로 상용화가 더딘 상황
  ** 가선(전원 공급을 위한 전선으로 선로를 따라 설치됨) 없이 배터리 등으로 운행하는 방식

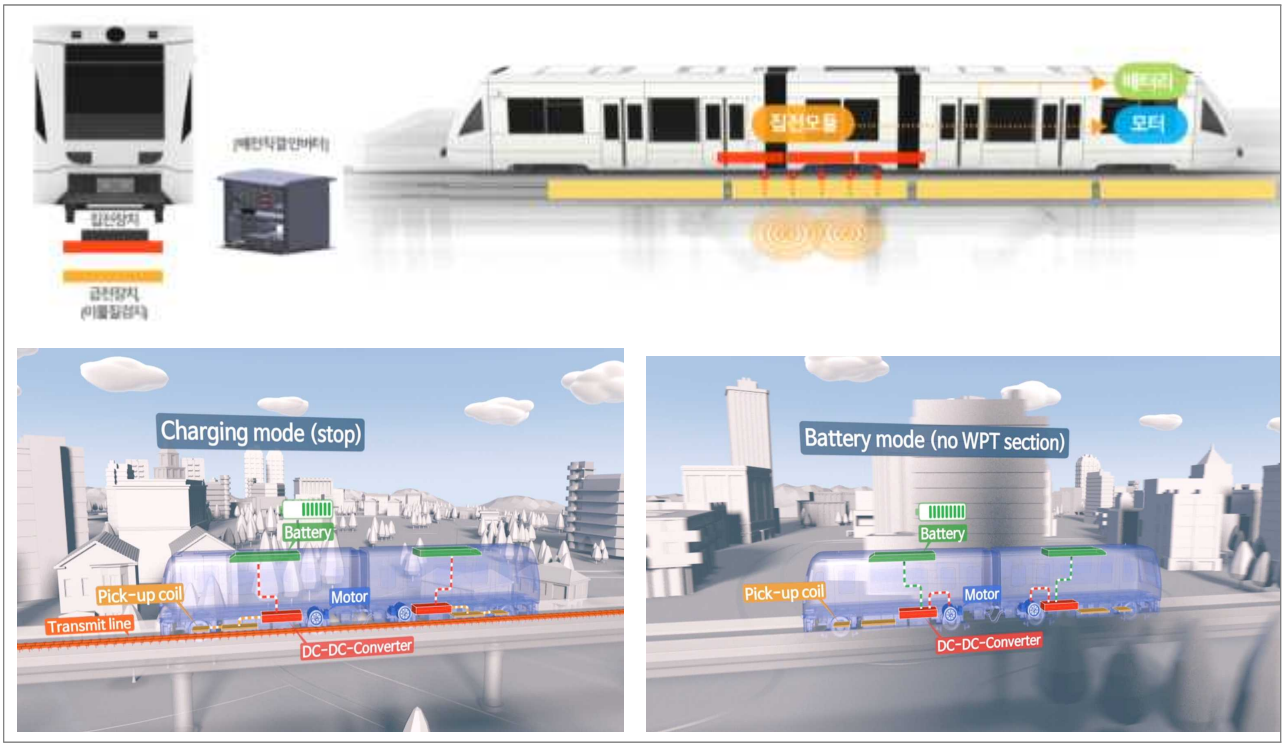


그림 174 트램의 무가선 충전 인프라 기술 개념도

- (필요성) 배터리 용량을 최적화(충전시간 단축)하고, 배터리 용량에 따른 운행거리 극복을 위한 '분산충전(무선급전)' 기술개발 시급

  - 대전 2호선 트램은 당초 무가선을 계획했으나, 배터리 용량 한계에 따른 운행거리 제한으로 혼합형(가선+무가선)을 재검토 중. 정류장 간 거리가 길어 슈퍼커패시티 방식 100% 적용이 어렵고, 국내 현행 법제도하에서 가선 설치는 매우 제한적이기 때문에 실효성 문제 대두

  - 해외 상용 기술인 '슈퍼커패시터 방식'*과 비교가 가능하나, 국내 대체 기술이 없는 상황에서 설치 및 운영관리비용이 과다 소요될 수 있음

    * 각 정류장에서 짧은 시간(20s) 동안 다음 정류장(0.5km 내외)까지 운행 가능한 만큼 배터리를 충전하는 방식으로 운행하는 방식

표 29 트램 전력공급 기술 유형

기술 구분	무가선			가선
	무선급전(분산충전)	배터리(집중충전)	슈퍼커패시터(분산충전)	APS(상시전력)
개요	· 자기장을 이용하여 무선으로 전력전달, 정류장 정차시 배터리 충전	· 고용량배터리 탑재하여 운행하고 종점에서 충전	· 고속 충전이 가능한 슈퍼커패시터를 이용해 정류장 정차시 충전	· 지면에 가선을 설치하여 실시간 전력 공급
장점	· 노선 길이 확장성 · 배터리 용량 감소 및 수명 연장	· 정류장 설비 간단 · 충전효율높음	· 노선 길이 확장성 · 긴 수명 (충방전사이클 약 50만)	· 노선길이 확장성 · 가선 공급으로 안정적 전원 공급
단점	· 지상설비필요 · **트램용 분산충전모델 부재 (개발품은 K-AGT 경전철용)**	· 1회 운행거리 제한 (최대30~40km) · 충전용 예비편성필요 · 배터리 유지보수비용 (약 3년마다 교체 필요)	· 용량 대비 부피가 큼 · 보호 기능을 갖춘 전력공급설비 필요 · 역사 접촉식충전장치 유지보수 필요	· 모든 구간에 가선 공사 필요 (건설비, 유지보수비 증가) · 비, 눈 등의 가혹환경 사용 어려움
기술 동향	· 독일 봄바디어에서 무선급전 트램 시험운행 (2010), 200kW급 상용 무선 급·집전 패드 개발 (89% 효율 수준) · 철도연에서1MW급 경전철용 무선급전시스템 개발/시운전 (2020)	· 중국 난징 7.2km 구간 운행 중 (2014) · 철도연, 현대로템 227kWh급 개발 완료 (2020년 부산 실증사업 진행 중)	· 대만 가오슝 22.1km 구간 (2019년, 카프, 알스톰, 지멘스 참여)	· 카타르 22.7km (2018)

- (추진계획) '무가선 저상트램 실증('17~'22)' 연구성과를 고려하여, '23년 신규과제로 추진

- (기대효과) 충전시간 단축 및 운행거리 극복을 통해 트램 상용화가 촉진되고, 친환경 수단인 트램으로 교통수요가 전환되어 온실가스 저감

  - 트램-트레인 등 도시철도의 CO2 배출량은 승용차의 1.5%, 승합차의 3.6% 수준에 불과

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
자율주행 교통수단 구축·운영 기술	트램 최적운영을 위한 인프라 지원 기술											• (운영자 측면) 무가선 트램의 운영 효율성 확대 • (사회적 측면) 환경오염 감소

■ 4-1-❸ 대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술

- (기술 정의) 대기오염, 교통혼잡 등 도심교통의 문제 해결을 위한 전기동력 방식의 대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술

  - 자율주행 통합제어시스템, 굴절각 고려한 주행판단 시스템, 이동형 스마트 정류장 구축 및 정류장 지원시스템, 시범사업 추진



그림 175 자율주행 (굴절)버스 개념도

- (필요성) 도심교통 문제해결을 위해 대용량, 친환경 수단이 필요하며, 대중교통 자율주행 시대에 대비하여 선제적 현장 실증 기반 마련 필요

  - 후행차량이 정해진 회전반경 내에서 전복되지 않고, 안정적으로 선행차량을 추종할 수 있는 자율주행 기술이 중요

- (추진계획) 기수행한 유사 기획연구(대용량 BRT 자동운전 및 전기동력 시스템 실증연구 기획, '17)을 보완하여, '25년 신규과제로 추진

  - 자율주행 BRT 실증연구('18~'21, 교통연)와 연계하여, 자율주행 BRT의 사업화를 지원*하는 R&D를 '22년 착수

    * '국토교통기술사업화를 위한 이어달리기사업(R&D)' 공모('22.初)를 통해 착수

차량 유형	모델명	호차	노선	운행 구간	운행 거리	비고	차량 사진
대형 자율협력주행 전기버스	현대자동차 일렉시티EV	1	자율 C1	BRT구간 시계방향	23km	V2V 통신을 위한 2대 동시 운행	
		2					
		3	자율 C2	BRT구간 반시계방향		-	
중소형 자율협력주행 전기버스	현대자동차 카운티EV	1	자율 D1	지선구간 Trip 1	8.7km	-	
		2					
		3				비상시 대체 차량으로 운행(1대)	
		4	자율 D2	지선구간 Trip 2	7.7km	-	
		5					

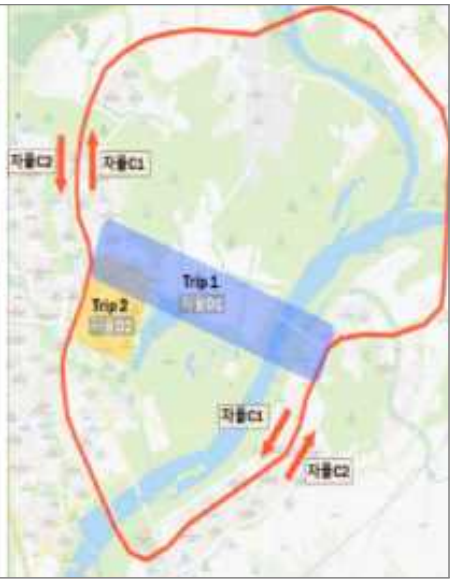


그림 176 세종시 자율주행 BRT 실증 (자율주행 BRT 실증연구 R&D)

- (기대효과) BRT 등 전용노선에 적용시, 정시성·안전성·친환경성이 획기적으로 향상되며, 자율주행 현장실증을 통한 사고 최소화

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
자율주행 교통수단 구축운영 기술	대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술											• (이용자 측면) 기존대중교통 서비스 대비 안전성·접근성·서비스질 향상 • (운영자 측면) 수송용량 증가 및 군집주행 등으로 운영비 절감 • (사회적측면) 환경오염 감소

(나) (중점과제 2) 입체교통시스템 구축·운영 기술

■ 4-2-❶ 소형다빈도 입체교통시스템 개발 기술

- (기술 정의) 고밀·복합지역의 지하·지상·공중에서 입체적 이동이 가능한 소형 다빈도 입체교통시스템(SFMT)* 관련 기술 개발

  * SFMT(Small Frequency Multi-dimensional Transit) : 소수의 인원이 탑승한 소형 차량이 다빈도로 입체이동하는 수요응답 지향형 신교통·환승 시스템



그림 177 소형다빈도 입체교통시스템 개념도

- (필요성) 평면적 교통체계만으로 해결이 어려운 교통난을 해소하고, 교통수단 간 연계*를 통해 대중교통 공백을 채워주는 역할 수행 필요

  * (예시) 대심도 GTX 승강장에서 도시철도 승강장 또는 버스정류장으로 이동

- (추진계획) '24년 신규과제로 검토하되, 현재 진행 중인 기획연구* 결과에 따라 추진시기 조정

  * (대광위 R&D) 소형다빈도 입체교통시스템 개발사업 기획('20.10~'22.4)

- (기대효과) 공간제약 및 환승불편 등이 감소하여 국민의 이동편의성 향상되고, 고 밀·복합지역에 적용 시 복합공간 관련 산업 활성화

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
입체교통시스템 구축·운영 기술	소형다빈도 입체교통시스템 개발기술											• (이용자 측면) 교통체증없이 통행 가능 및 교통접근성 향상 • (운영자 측면) 연계교통체계운영 효율화, 네트워크 최적화

■ 2-2-❷ UAM 이착륙을 위한 도심형 버티포트 실증 기술

- (기술 정의) 도심내 안정된 UAM 서비스 구현 및 기존 대중교통수단(버스, 철도 등)과의 환승에 최적화된 버티포트* 실증기술 연구

  * 비행체 이착륙 기반시설로서, UAM의 정거장 역할 수행



그림 178 도심형 버티포트 유형

- (필요성) 대도시 인구 과밀화로 인한 지상 교통시설의 용량 한계로 교통혼잡가중 및 대기환경문제의 개선을 위한 UAM 도입을 위해 신개념 비행체(eVTOL*)의 이착륙을 위한 기반시설(버티포트) 개발 및 실증 필요

  * eVTOL(electric Vertical Take Off & Landing) : 전기 분산동력 수직이착륙기, 전기동력으로 친환경적이고 수직이착륙이 가능해 활주로가 필요없음(공간 소요↓)

- (추진계획) '도심형 버티포트 구축기술('24~'29)'이 포함된 범부처 K-UAM R&D(드론교통담당관 주관)의 예타 재신청을 계획('22년 상반기) 중이므로, 버티포트 R&D를 드론교통담당관 주관으로 수행하되, 대도시권광역교통위원회는 환승에 최적화되도록 협조 및 지원

- (기대효과) UAM 버티포트 실용화 기술 확보 및 K-UAM 실현을 통한 사회·정책적 기대효과[38] 발생

중점과제	핵심기술	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	기대효과
입체교통시스템 구축·운영 기술	UAM 이착륙을 위한 도심형 버티포트 실증 기술											• (이용자 측면) 교통체증없이 통행 가능 및 교통접근성 향상 • (정책적 측면) K-UAM 로드맵 및 환승센터 구축 기본계획 등 정책 이행

38) K-UAM 구축으로 인한 기대효과 (출처 : K-UAM 로드맵)
① 수도권 기준 출퇴근 통행시간 및 사회적 비용 70% 절감
② 2040년 누적 시장규모 13조 예상
③ 일자리 16만명·생산유발 23조원·부가가치 11조원 창출

마. 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립



* 기 수행 중인 과제(5개)와 사업화 지원 R&D(1개)는 별도 음영처리

※ 추진시기 및 투입예산(안)은 기술수요조사 등을 기반으로 한 추정치로, 기획연구 또는 실제사업 추진시 변동 가능

■ 대도시권 광역교통분야 R&D 핵심기술 총괄표

추진전략	중점과제	핵심기술	담당과	세부 추진계획*			참고사항
				기획연구	예산요구	과제착수	
저탄소·친환경 대중교통체계 구축	친환경 교통수단 상용화 기술	고속저상대차 트램-트레인 시스템 핵심기술개발	광역시설운영과	-	기반영	'22	2단계로 분리 추진 * 1단계 직결운행 핵심기술 우선 착수('22~'24)
		수소전기 트램 실증환경 구축 및 성능 고도화 기술	광역시설운영과	'22	'23	'24	범부처 수소R&D 예타대상으로 미선정됨에 따라, 수소트램 별도 기획 추진
		대용량 2층 수소버스 개발 기술	광역버스과	'22	'23	'24	
	대중교통체계 에너지 관리기술	그린 에너지 하베스팅 기술을 활용한 역사 및 환승센터 에너지 관리 기술	광역환승시설과 & 광역시설운영과	'26	'27	'28	
이용자 중심 광역교통 서비스	수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술	대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술	광역버스과	-	기반영	'22	
		모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술	광역버스과 & BRT과	'26	'27	'28	
	개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술	광역 통합모빌리티 서비스 운영 기술	요금과	유사기획 수행	'23	'24	
		광역버스 연계형 개인교통수단 및 화물수송 운영관제 기술	광역버스과 & BRT과	'23	'24	'25	
4차 산업 융합 유지관리	철도 유지관리 최적화 기술	3D프린팅 기술을 활용한 경전철 다품종 소량부품 유지보수 시스템 기술	광역시설운영과	'23	'24	'25	두 과제의 기획연구를 병합수행하고, 이 과정에서 적절한 과제 추진 방식을 결정(병합 또는 분리)
		다차종 경전철 부품의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준기술	광역시설운영과	'23	'25	'26	
		디지털트윈을 활용한 도시철도 유지관리 기술	광역시설운영과	'25	'26	'27	
	광역교통체계 운영 안전성 강화 기술	실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술	광역시설운영과	'23	'24	'25	
		메타버스 기술을 활용한 역사 및 환승센터 안전운영 관리 기술	광역환승시설과 & 광역시설운영과	'25	'26	'27	
미래혁신 신교통수단 도입	자율주행 교통수단 구축·운영 기술	트램 최적운영을 위한 인프라 지원 기술	광역시설운영과	철기연 보유	'22	'23	
		자율주행 무가선 트램 실용화 기술	광역시설운영과	'22	'23	'24	
		대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술	광역버스과 & BRT과	유사기획 수행	'24	'25	대용량 BRT 자동운전 및 전기동력 시스템 실증연구 기획('17)
	입체교통시스템 구축·운영 기술	소형다빈도 입체교통시스템 개발 기술	광역시설운영과	수행 중	'23	'24	기획연구 결과에 따라, 추진계획 등 조정
		UAM 이착륙을 위한 도심형 버티포트 실증 기술	광역환승시설과			'24	미래드론교통담당관 주관으로 수행, 대광위는 환승에 최적화되도록 협조 및 지원 (범부처 K-UAM R&D 예타 진행상황에 따라,추진계획 변경 가능)

■ 대도시권 광역교통분야 R&D를 통한 광역교통미래상



바. 사전 타당성 분석

● (분석방법) ‘과학기술적 타당성’, ‘정책적 타당성’, ‘경제적 타당성’ 항목에 대한 분석결과를 종합적으로 고려하여 사업의 타당성을 종합적으로 평가[39]

- (과학기술적 타당성 분석) ‘문제/이슈 도출의 적절성’, ‘사업목표의 적절성’, ‘세부활동 및 추진전략의 적절성’을 분석
- (정책적 타당성 분석) ‘정책의 일관성 및 추진체제’, ‘사업 추진상의 위험요인’, ‘사업특수평가항목’을 분석
- (경제적 타당성 분석) 유형에 따라 ‘비용-효과분석(E/C)’과 ‘비용-편익 분석(B/C)’을 적용

표 30 타당성 평가항목 및 평가내용

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	본 과제 적용방안
과학기술적 타당성 분석	문제/이슈 도출의 적절성	-	· 사업이 기획된 배경과 경위의 적절성 · 문제·이슈 식별과정의적절성 · 과학기술기반 문제·이슈 정의의 적절성	· 추진배경 및 필요성 검토
	사업목표의 적절성	-	· 식별된 문제·이슈와의 연관성 · 사업목표설정의 적절성	· 사업목표검토
	세부활동 및 추진전략의 적절성	-	· 세부활동구성 및 내용의 구체성과 연계성 · 사업목표달성을 위한 추진전략의적절성	· 추진전략과의 연관성 검토
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진체제	상위계획과의 부합성	· 정부차원의 정책적 합의	· 정부정책방향(관련 상위법정계획 등)과의 일관성 검토
		사업추진체제 및 추진의지	· 사업의 임무·역할의 차별성 및 연계·협력방안의 적절성과 사회적 합의	· 대광위추진 필요성 검토 · 담당과 의견(추진 의지)반영 및 선행연구 검토
	사업추진상의 위험요인	재원조달 가능성	· 정부·지자체·민간의 재정 여력	· 현 단계에서는 상세 재원 규모 산출 어려움. 검토불가
		법·제도적 위험요인	· 법·제도적 합의	· 사업추진을 위한 법·제도 미비 검토 및 타부처 중복성검토
경제적 타당성 분석	경제성	-	· 사업비 및 비용추정 · 비용편익 분석/비용효과분석 · 파급효과(고용유발효과)분석	· 본 과제의 규모 및 수행특성상 경제적타당성 검토는 단기기획과제(대도시권 수요응답형광역모빌리티 서비스 실용화 기술)에 대해서만 별도 검토

자료 : 과학기술정보통신부(2020), 「2020 국가연구개발사업 예비타당성 조사 매뉴얼」, p.25.

39) 과학기술정보통신부(2020), 「2020 국가연구개발사업 예비타당성 조사 매뉴얼」, p.24.

(1) 핵심기술별 사전 타당성 분석

● 핵심기술별 과학기술적·정책적 타당성 분석 내용을 제시

- (문제/이슈 식별과정의 적절성) 사업을 통해 해결하고자 하는 문제·이슈 등 추진배경과 필요성을 검토
- (사업목표의 적절성) 사업추진을 통해 이루고자 하는 목표 검토
- (세부활동 및 추진전략의 적절성) 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립 시 제시한 추진전략과의 연관성 검토
- (정책의 일관성 및 추진체제) 정부정책방향(관련 법정계획 등)과의 일관성과 대도시권광역교통위원회 추진의지, 선행연구 검토
- (사업추진상의 위험요인) 타부처 사업과의 중복성 검토

표 31 핵심기술별 타당성 분석

항목	내용
1-1-❶ 수소전기트램 실증환경 구축 및 성능 고도화 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 수소경제 선도국 도약을 위한「수소경제 활성화 로드맵」('19.1) 및 「수소경제 기술개발 로드맵」('19.10) 등에 발맞춰, 수소트램의 상용화를 위해 체계적인 실증환경 구축 및 성능 고도화 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 친환경 수소전기트램 상용화를 위한, 광역교통 주행여건에 맞는 실증환경 구축 및 성능 고도화 기술 개발
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (저탄소·친환경 대중교통체계 구축) 친환경 교통수단 상용화 기술개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) (~'23) 산업통상자원부, '수소전기트램실증사업'(정부정책방향)「수소경제 활성화 로드맵」 발표('19.1), 「수소법」 제정('20.2), "수소경제위원회" 출범('20.7) 등 수소경제 선도를 위한 정책 추진방향과 부합
사업추진상의 위험요인	· (타부처업무명확화필요) 산업통상자원부와 국토교통부간 관계 및 업무가 명확하지 않음. 명확화 필요
1-1-❷ 고속저상대차 트램-트레인시스템 핵심 기술개발	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 트램의 경제성·효율성 증대 및 도입 활성화를 위해, 신설 매립형 궤도 및 기존 일반철도 노선(돌출형)까지 트램 주행이 가능한 트램-트레인 운행기술 연구 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 트램-트레인 국내 도입을 위한 직결운행기술* 및 차량개발(저상대차, 가변편성형 자율연결) 기술
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (저탄소·친환경 대중교통체계 구축) 친환경 교통수단 상용화 기술개발
정책의 일관성 및 추진체제	· 시급성을 고려하여 '22년 신규과제로 1단계 사업(트램-트레인 국내 도입을 위한 직결운행 핵심 기술개발) 우선 추진 중 · (대광위 추진 필요성) 선행연구를 통하여 개발된 트램-트레인 차량시스템 기술 개발 및 종합성능검증 필요
사업추진상의 위험요인	· (타부처 중복성) 중복성 없음

항목	내용
1-1-❸ 대용량 2층 수소버스 개발 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 광역버스 운행목적 및 특성을 고려할 때 도로단위 연장당 수송분담율이 가장 우수한 2층버스의 국산화 개발이 필요 - 광역버스 운행특성 상 중·장거리 운행거리를 운행하므로 충전시간과 1회 충전시 주행거리 성능을 고려하였을 때 전기2층 버스보다 수소2층 버스가 적합
사업목표의 적절성	· (사업목표) 국내 광역교통 환경 및 탄소중립, 친환경 트랜드에 적합한 한국형 대용량 2층 수소버스 선행 차량 개발
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (저탄소·친환경 대중교통체계 구축) 탄소저감을 위한 친환경 대용량 광역버스 차량 기술개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) (~'23) 국토교통부 첨단자동차과, '수소버스 안전성 평가기술 및 장비 개발' · (정부정책방향) 「수소경제 활성화 로드맵」 발표('19.1), 「수소법」 제정('20.2), "수소경제위원회" 출범('20.7) 등 수소경제 선도를 위한 정책 추진방향과 부합
사업추진상의 위험요인	· (민간기술시장 협소) 국내 친환경 자동차 (전기, 수소 등) 관련 정부주도 기술개발이 진행되고 있으나, 민간사업자는 제품 다양화에 대한 기회보다는 확고한 비즈니스 모델 없이 기술 개발이 선행되어야 하는 상황을 우려하고 있음
1-2-❶ 그린 에너지 하베스팅 기술을 활용한 역사 및 환승센터 에너지 관리 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 철도역, 환승센터는 피크타임 전력을 기반으로 운영되고 있기 때문에, 전기요금 측면에서도 실제 이용량에 비해 많은 비용 부담이 크므로, 친환경 에너지 활용을 위한 에너지 하베스팅 기술 개발을 활용하여 환승센터 최적 운영 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 환승센터 내 유동인구를 에너지로 전환하여, 탄소중립형 환승센터 유지관리 기술 개발 및 실증
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (저탄소·친환경 대중교통체계 구축) 대중교통체계 에너지 관리기술 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) 국토교통과학기술진흥원 (2017), 압전하베스터를 이용한 메가와트급 에너지 자립형 도로기술 개발 기획 연구 · (대광위 추진 필요성) 부산교통공사에서 일시적으로 적용하였으나, 소량의 하베스팅 에너지로 인한 비용절감보다 운영관리 비용이 커 철거함. 강남권 광역복합환승센터 등 대형 환승센터 시범구축 및 실증운영으로 실용화 추진필요
사업추진상의 위험요인	· (기술수준 향상 필요) 에너지 하베스팅 기술의 낮은 에너지 효율 등의 문제로 장기과제로 검토
2-1-❶ 대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 광역 대중교통 수요·공급의 불균형 증가에 따른 대중교통수단의 수익성 악화에 따라 요금 인상 또는 재정 소요 증가가 예상되므로 이에 대한 대응 필요 · (추진시급성) 광역교통이 부족한 신도시 지역, 특히 입주 초기에는 광역교통 개선대책이 완료되지 않아 입주민들의 광역대중교통 불편이 큰 상황으로 주민 불편 해소를 위해 정책적으로 본 R&D를 추진할 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 광역교통의 사공간적 수급 불균형 해소 및 신도시 입주 초기 적기 대중교통 공급을 위한 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (이용자 중심 광역교통서비스 기술) 수요맞춤형 광역교통수단 운영·관리 추진
정책의 일관성 및 추진체제	· (정부정책방향) 법정계획인 「제2차 광역교통기본계획(2021-2040)」에 광역버스 모빌리티 플랫폼 및 서비스 도입을 명시 · (대광위 추진필요성) 광역버스와 관련하여 지자체 간 이해 상충, 운송사업의 여건 악화 등을 해결하기 위해 관련 업무가 국가사무화 됨에 따라 대광위 추진 적합
사업추진상의 위험요인	· (법·제도 미비) 실시간 광역버스 노선생성 및 운영을 위한 근거법 미비, 법·제도 개선 필요 · (타부처 중복성) 중복성 없음

항목	내용
2-1-❷ 모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 첨두와 비첨두시 상이한 광역교통 패턴에 유연하게 대처 가능한 차량규모 조정, 가변형 노선 등 모듈형 분리결합 기술 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 첨두, 비첨두시 상이한 광역교통 수요에 따라 유연하게 분리·결합이 가능한 모듈형 차량 시스템 개발 및 실증
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (이용자 중심 광역교통서비스 기술) 수요맞춤형 광역교통수단 운영·관리 추진
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) 국토교통과학기술진흥원 (2020), 국가교통체계혁신기술개발 사업 기획 · (대광위 추진필요성) 대중교통체계를 근본적으로 혁신하고 스마트 모빌리티 기반 이용자 체감형 서비스 및 정책 환경 변화에 대응하기 위해서 새로운 공공 교통수단 개발 및 운영 기술 개발 필요
사업추진상의 위험요인	· (시급성 부족) 광역버스 이용자 불편해소에 대한 정책마련이 선행되어야 하므로, 운영비 절감관련 기술에 대한 시급성이 부족함
2-2-❶ 광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 광역교통 MaaS를 실현하기 위해서는 동일 교통 (출퇴근) 영향권으로 묶여 있는 인접 지자체와 일관성 및 연속성 있는 서비스 제공이 필요하며, 광역 통합 데이터 수집/공유, 운영관리 최적화, 공공 필수 핵심 콘텐츠 구축 및 통합요금제와 연계한 공공 교통 생태계 개선 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 모빌리티를 종합분석하여 최적 통행플랜을 제시하고, 통합 예약·결제를 지원하는 광역권 통합교통서비스(M-MaaS) 구현
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (이용자 중심 광역교통서비스 기술) 이용자 중심 광역교통서비스 공급체계를 위한 대중교통 통합 운영 기술 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) 국토부 모빌리티정책과 R&D 추진 : 「국가교통체계 혁신기술개발사업 기획」 ('20) 중 'MaaSLv.4 플랫폼 기술 · (정부정책방향) 법정계획인 「제4차 대도시권 광역교통기본계획」에 광역권통합교통서비스(MMaaS) 도입 추진을 명시 · (대광위 추진필요성) 지자체 및 광역교통운영관리주체 등 이해관계 조정이 필요하므로 대도시권광역교통위원회 지원 및 주도적 사업 추진 필요
사업추진상의 위험요인	· 해당없음
2-2-❷ 광역버스 연계형 개인교통수단 및 화물수송 운영 관제 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 출퇴근 시간 통행 비율이 높은 광역교통의 특성상, 첨두시 광역버스 혼잡율은 매우 높지만, 비첨두시 광역버스 이용률에 따라 배차간격을 조정하면 이용자가 큰 불편을 겪으므로, 화물수송과 연계하여 운영비 절감 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 광역버스에 개인용 교통수단(PM) 및 화물을 적재할 수 있는 접수·주문 시스템 및 운반운송 차내 장치 개발 기술
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (이용자 중심 광역교통서비스 기술) 개인맞춤형 광역교통수단 운영 관리
정책의 일관성 및 추진체제	· (대광위 추진 필요성) 광역버스 운영이 국가사무화가 됨에 따라 운영비 절감에 대한 추가 비즈니스모델 구축 필요. 광역버스의 PM 및 화물 적재시스템 도입으로, 운영비 절감과 함께 연계교통강화 및 친환경 물류서비스 도입 필요
사업추진상의 위험요인	· (시급성 부족) 광역버스 이용자 불편해소에 대한 정책마련이 선행되어야 하므로, 운영비 절감관련 기술에 대한 시급성이 부족함

항목	내용
3-1-❶ 3D프린팅 기술을 활용한 경전철 다품종 소량부품 유지보수 시스템 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 철도 차량 부품 및 인프라 관련 구조물 등은 다품종 소량 생산 환경 특성상 부품 교체 비용의 상승과 유지보수 시간의 장기화 등의 단점이 있음, 따라서 이러한 단점을 극복할 수 있는 철도차량 대상 전용 유지보수 시스템 기술 개발이 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 3D 프린팅 기술을 활용하여, 다품종 소량 부품 설계와 생산시 발생하는 다양한 문제를 해소하고, 다품종 소량 부품 공급체계의 신속·간소화를 통한 유지관리 효율성을 향상
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (4차산업 융합 유지관리 기술) 비용절감 및 효율성 확보를 위한 경량철도 차량 유지보수 기술 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) (~'21.12) 철기연 자체연구 진행 중 : SLM기법 기반 3D 프린팅 융착공정 기술 개발 · (대광위 추진필요성) 선행 연구범위는 '도시철도'에 한정되어있음. 도시철도가 규모의 경제를 가진 것과는 달리, 경전철은 사업규모가 작고 다품종 소량 발주의 특수성으로 기업 단독 개발의 경제성 부족으로 국산화 개발이 어려워 정부지원 필요
사업추진상의 위험요인	-
3-1-❷ 다차종 경전철의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 국내 운행 중인 경전철은 6개 차종으로 지자체 마다 다양한 경전철시스템이 운영되고 있어 부품의 호환성 및 유연성 확보를 위한 기술개발이 필요 - 도시권/광역권 등 도시환경 변화에 최적화된 철도차량 모델이 필요함에 따라 공급체계 복잡화 및 비용증가, 표준화에 어려움이 있음
사업목표의 적절성	· (사업목표) 도입된 경전철 차종과 상관없이, 광역철도망 내 소량 다품종 부품의 생산 효율성과 유연성 공급 체계 마련을 위한 표준기술 및 통합 관리 플랫폼 개발
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (4차산업 융합 유지관리 기술) 비용절감 및 효율성 확보를 위한 경량철도 차량 유지보수 기술 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) 국토부 철도운행안전과 R&D 추진 : (~'25.12) 도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼 개발 · (대광위 추진필요성) 선행 연구범위는 '도시철도'에 한정되어있음. 도시철도가 규모의 경제를 가진 것과는 달리, 경전철은 사업규모가 작고 다품종 소량 발주의 특수성으로 기업 단독 개발의 경제성 부족으로 국산화 개발이 어려워 정부지원 필요
사업추진상의 위험요인	-
3-1-❸ 디지털트윈을 활용한 도시철도 안전성 확보 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 철도차량은 자동차분야 보다 무인화/원격화를 선도적으로 추진한 분야로서 무인시스템에서 고장/사고 등이 발생에 대한 안전한 원격/무인 유지보수가 필요 - 철도분야 유지보수의 고도화 및 유지보수 효율화를 위하여 사이버 공간에서 설계/제작과 연계한 생산자의 직접 유지보수 체계를 활용하기 위한 사이버 공간의 원격 유지보수 및 무인 유지보수 체계의 구축 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 디지털 트윈 기술을 활용하여 철도 상태를 사전에 예측하는 유지보수 체계 구축 및 효율화, 무인 자동화 유지보수 구축 기술 개발
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (4차산업 융합 유지관리 기술) 비용절감 및 효율성 확보를 위한 디지털트윈 기술 활용 유지보수 기술 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) 국토부R&D 철도차량부품개발사업 '도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼 개발' 과제 진행(2021~2025) 중으로 전기/전자/소프트웨어를 위한 플랫폼 체계 개발 예정 - [차별성] 상호호환성 통합제어플랫폼 과제는 '분산객체모델(PSM)'을 기반의 개발 지원 체계로서 디지털트윈을 위한 기본 플랫폼 체계와 정보화 체계에 대한 선행 연구가 진행, '분산객체모델' 기반의 플랫폼은 제어와 기구/기계를 결합한 통합 디지털트윈 체계의 기반이 됨
사업추진상의 위험요인	· (기반기술 성장 필요) 기반기술 성장 및 현장적용 시기 예측 어려움

항목	내용
3-2-❶ 실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 코로나 19로 인한 대중교통 이용률 감소를 감안하여도 우리나라는 대중교통 차내 혼잡수준은 매우 열악함에따라, 혼잡관리체계 마련 필요 - 우리나라의 도시광역철도 용량은 160명/량이며, 런던 기준 5~18배, 세계보건기구(WHO) 1m 거리두기 적용시 3배 높은 수준으로 차내혼잡수준이 매우 열악함
사업목표의 적절성	· (사업목표) 포스트코로나 시대 출퇴근 광역 대중교통 안전성 강화를 위한 혼잡 관리 체계 마련
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (4차산업 융합 유지관리 기술) 광역교통체계운영 안전성 강화 기술개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) 국토교통부 광역도시철도과 R&D 완료, 도시철도 이용편의성 향상 기술 개발('18) · (대광위 추진 필요성) 법정계획인 「제2차 광역교통기본계획(2021-2040)」에 '이용자 중심 광역교통 서비스 기준 도입·관리'와 연계된 내용으로 포스트코로나 시대에 혼잡관리의 중요성 대두
사업추진상의 위험요인	· (관계기관 합의 필요) 대중교통 운영기관 등 이해관계자 협의체 구성을 통한 인센티브 추진 전략을 구체화하여 합의 도출 필요
3-2-❷ 메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 역사 및 환승센터 안전 운영관리 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 환승센터의 대규모화 및 대심도화로 인해 대중교통 이용자의 편의성 및 안전성 관련 현안이 증가 및 지자체에서 환승센터 통합운영 시스템 설계를 진행하고 있으나, 이에 대한 표준, 타당성 여부 검증 절차가 모호하여, 환승센터 안전관리에 대한 통합운영 시스템 개발 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 메타버스(Metaverse) 기술을 활용하여, 환승센터 이용자 안전성 및 관리자 운영 효율성 확보
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (4차산업 융합 유지관리 기술) 광역교통체계운영 안전성 강화 기술개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (대광위 추진 필요성) 환승센터는 다양한 위계의 철도노선과 대중교통수단이 만나는 지점으로, 운영자 관할 구역을 기반으로 독립적으로 운영되는 환승센터는 종합적이고 연속성 있는 현황 파악, 정보 제공 등에 한계가 있으며, 이용자 측면에서는 끊김없는 서비스를 받을 수 없다는 점에서 불편을 초래. 이에 따라, 이용자편의를 위한 통합 관리 및 안전관리 필요
사업추진상의 위험요인	· (기반기술 성장 필요) 기반기술 성장 및 현장적용 시기 예측 어려움
4-1-❶ 자율주행 무가선 트램 실용화 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 국내 트램도입이 본격화 됨에 따라, 도로 안전문제가 대두되고 있음. 전방 자율주행기술뿐만 아니라 정거장 승하차 감지 제어 및 자율 충전 기술들을 통해 고신뢰성 자율주행 무가선 트램 자율주행 기반마련 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 기존에 개발된 자율주행 기술을 활용하여 친환경 대용량 교통수단인 무가선 트램(경전철)의 자율주행 기반마련
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (미래혁신 신교통수단 도입 기술) 주행환경 및 이용수요 변화에 최적화된 자율주행 무가선 트램 실용화 기술 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) (~'21.12) 철기연 자체연구 진행중 : 자율주행트램 차량 핵심기술 개발 · (대광위 추진 필요성) 선행연구를 통하여 전방 장애물 검지를 통한 무가선트램 가감속 제어, 정위치정차 제어 등 기초기술개발 연구를 수행하였으며, 이를 기반으로 정부주도의 고신뢰성 자율주행 무가선트램 차량기술 개발 및 인프라 기술개발, 시범운행 시행 등 기술우위 선점 필요
사업추진상의 위험요인	-

항목	내용
4-1-❷ 트램 최적운영을 위한 인프라 지원 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 배터리 용량을 최적화(충전시간 단축)하고, 배터리 용량에 따른 운행거리 극복을 위한 '분산충전(무선급전)' 기술개발 시급
사업목표의 적절성	· (사업목표) 친환경 대용량 교통수단인 트램(경전철)의 최적 운영을 위한 무선 충전 인프라 기술 개발 및 실증
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (미래혁신 신교통수단 도입 기술) 트램 최적운영을 위한 인프라 지원기술 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) (~'21) 국토교통부, '무가선저상트램실증' · (대광위추진필요성) 배터리 집중충전의배터리 한계 및 수퍼커패시터의접촉 충전의 단점을 보완하기국가R&D로 개발된 무가선트램차량과 연계하여 무선급전분산충전기술 개발 및 실증 추진 - (한계점) 해당 연구는 무가선 방식 중 현 시점 최신 배터리 기술을 적용하였으나, 충전시간이 상대적으로 길고(완속 2h, 급속 30min), 1회 충전시 주행거리가 최대 40㎞ 수준임. 또한, 국토부, 대광위 등 해당 부처 입장에서는 운행시 예상치 못한 상황을 대비할 수 있는 인프라를 구축하여 안전성 확보 필요
사업추진상의 위험요인	-
4-1-❸ 대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 광역교통문제 해결을 위한 대량수송 수단으로 대용량 굴절버스 도입으로 효율적인 광역 대중교통체계 구축 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) 미세먼지와 배기가스로 인한 대기오염, 교통혼잡 등 도심교통의 문제 해결을 위한 전기 동력 방식의 대용량 굴절버스 자율주행 기반기술 개발
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (미래혁신 신교통수단 도입기술) 도심교통의 문제 해결을 위한 전기동력 방식의 대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) 국토부 모빌리티정책과 R&D 추진 : (~'22.12) 전기동력 방식의 대용량 BRT 자율주행 기반 기술 개발, 대용량 BRT 자동운전 및 전기동령 시스템 실증 연구 기획('17) · (대광위 추진 필요성) 도심교통의 문제해결을 위해 정부주도의 대용량 굴절버스의 자율주행 기반기술을 개발하여, 국민이 체감할 수 있는 신교통서비스를 제공하고, 향후 자율주행 대중교통시대를 맞이하여 빠른 현장 실증 기반 마련 필요
사업추진상의 위험요인	-
2-2-❷ 소형다빈도 입체교통시스템 개발 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 기존 도로인프라의 확대로는 도로교통 시스템의 기능개선에 한계 및 기존기술 중심의 투자와 평면적 교통체계로는 교통문제 해결 불가, 세계적으로 소형무인궤도차 및 입체 이동시스템에 대한 지속적인 요구가 증대하고 있어, 소형 다빈도 입체교통시스템 산업의 경쟁력 강화를 위한 기술개발이 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) UAM, Urban Loop 등 미래교통수단을 포함한 다양한 교통수단 이동·환승 편의성 향상을 위한 미래형 환승센터 구축 기술
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (미래혁신 신교통수단 도입기술) 통행시간 경쟁력 확보 및 다교통수단 연계를 위한 도심지역 도로상공·지하공간 활용 광역급행통행 입체교통시스템 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (대광위 추진 필요성) 인프라 공간적 한계 해소를 위해 환승체계 개선 등을 통한 대중교통 활성화를 추진하였지만 교통문제 해결은 한계에 봉착함에 따라 입체적 교통인프라 구축 및 연계환승에 대한 기술적 접근 필요 - 소형 다빈도 입체교통시스템은 지금까지 존재하지 않던 신개념(Novel Concept) 교통시스템으로 On-demand 및 non-stop 서비스가 가능하며, 높은 접근성과 탄력적 운영, 자동화 운전 구현을 통해 기존의 교통시스템 대비 효율적인 이동수단이 될 것으로 전망됨
사업추진상의 위험요인	· (시급성 부족) 해당기술의 현장적용 가능 시기 예측 어려움

항목	내용
4-2-❶ UAM 이착륙을 위한 도심형 버티포트 실증 기술	
문제/이슈 도출의 적절성	· (필요성) 대도시 인구 과밀화로 인한 지상교통수단의 용량 한계 도래에 따라 지상교통 및 환경문제개선을 위한 UAM 개념 등장 및 UAM 이착륙을 위한 버티포트 개발 필요
사업목표의 적절성	· (사업목표) UAM(Urban Air Mobility)을 포함한 미래 교통수단을 수용하 수 있는 이착륙, 환승 인프라 및 운영 관제 기술 개발
세부활동 및 추진전략의 적절성	· (미래혁신 신교통수단 도입기술) 통행시간 경쟁력 확보 및 다교통수단 연계를 위한 도심지역 도로상공·지하공간 활용 광역급행통행 입체교통시스템 개발
정책의 일관성 및 추진체제	· (선행연구) 국토부(주관), 과기부·산통부·중기부·기상청(관계부처) R&D 기획 예타 준비 중 : 한국형 도심항공교통 핵심기술개발사업 · (정부정책방향) 관계부처 합동으로 2020년 5월 '한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵을 발표, 세계 최초 운용모델 기반 기술로드맵 수립, 2025년 상용화 시작, 2030년 호출형 서비스 도입, 노선 확대 등 본격 상용화 목표 제시
사업추진상의 위험요인	· 관계부처와의 지속적 협력 필요

(2) 경제적 타당성

※ 핵심기술별 경제적 타당성은 각 핵심기술의 세부기획과제에서 도출 필요. 본 사업에서는 단기핵심과제인 '대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발'에 한하여 경제적 타당성 도출

(가) 비용 추정

- 수요·편익·비용추정을 위한 자료 구득의 효율성을 위하여 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제49조에 따라 경제성 분석 기준연도는 2018년으로 설정하였으며, 총 사업비의 현재가치는 135.66억원으로 나타남

표 32 비용의 현재가치

(단위 : 억원)

연도	비용	
	명목가치	현재가치
2022	26.00	21.80
2023	58.00	46.54
2024	58.00	44.54
2025	31.00	22.78
합계	173.00	135.66

주 : 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제52조에 따라 할인율 4.5% 적용

(나) 편익 추정

① 분석방법

- 2020년 과학기술정보통신부 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」 제30조에 의거, 경제적 타당성이 있는지 판단하기 위해 비용-편익 분석을 수행

  - 비용-편익 분석은 비용과 편익을 화폐가치로 환산한 후 이 둘을 비교평가 함으로써 경제적인 타당성을 추정하는 방법으로, 순수 R&D 사업 및 기타 비투자 재정부문 사업 등 비용편익분석이 적합하지 않다고 판단되는 경우 비용효과분석(Cost-Effectiveness Analysis) 실시 가능

  - 일반적으로 사용되는 비용편익분석법에는 순현재가치법(NPV), 내부수익률법(IRR), B/C비율법(B/C ratio method) 등이 있음

    * 투자의 경제적 타당성이 있다고 판단되는 기준은 비용/편익 비율은 1.0 이상, 순현재가치는 0 이상, 내부수익률은 사회적 할인율(r)보다 큰 경우임

- '대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발' 사업의 경제적 타당성 분석은 국내 예비타당성 조사에서 활용하고 있는 비용-편익(B/C: Benefit-Cost Analysis)을 적용

● ‘대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발’의 내용을 토대로 발생 가능한 편익항목은 운행비용 저감 편익, 교통사고 저감 편익, 대기오염 비용 저감 편익이 있음

- 운행비용 저감 편익은 해당 사업을 통해 개발된 기술을 적용하여 기존에 발생했던 광역버스 운행비용비용을 낮춤으로써 발생하는 편익으로 다음의 방법으로 편익 도출

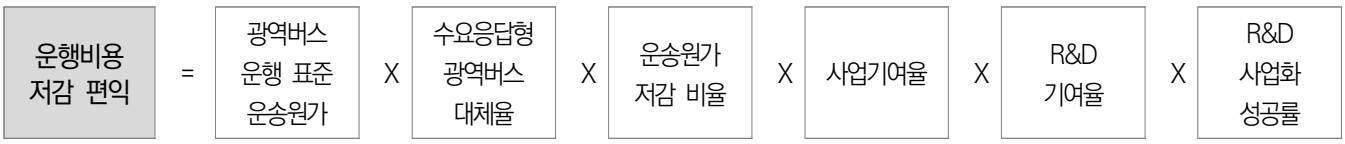


그림 179 운행 비용 저감 편익 산출법

- 교통사고비용 저감 편익은 해당 사업을 통해 개발된 기술을 적용하여 기존에 발생했던 광역버스 교통사고비용을 낮춤으로써 발생하는 편익으로 다음의 방법으로 편익 도출

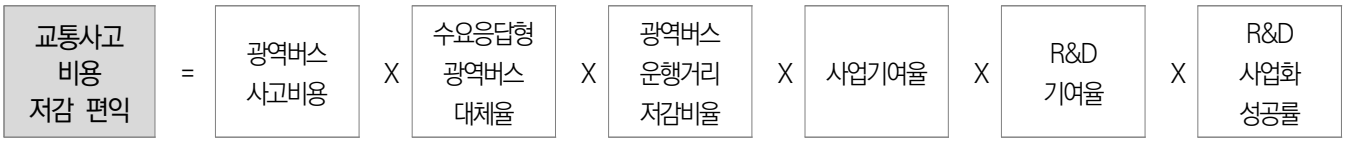


그림 180 사고 비용 저감 편익 산출법

- 대기오염 비용 저감편익은 해당 사업을 통해 개발된 기술을 적용하여 기존에 발생했던 광역버스 대기오염비용을 낮춤으로써 발생하는 편익으로 다음의 방법으로 편익 도출

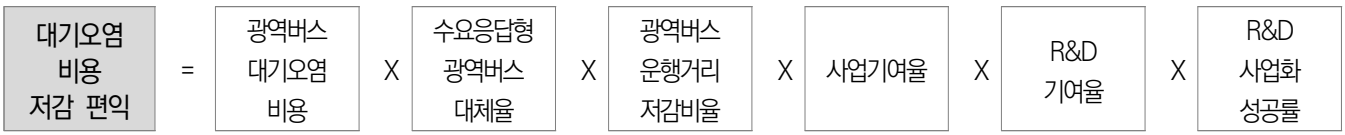


그림 181 대기오염비용 저감 편익 산출법

② 편익추정을 위한 기본가정

표 33 편익 요소별 기준 및 산출근거

구분	기준	근거
편익 회임기간	0년	3기 신도시 등 광역교통 수요가 발생하는 즉시 사업추진 및 광역교통수요를 처리하므로 효과가 즉시 나타므로 편익회임기간 0년 적용
편익기간	9년	노선버스의 차령 및 광역버스 준공영제 한정면허 최대 기간인 9년 적용
사업기여율	21.4%	「2019년도 연구개발활동조사보고서」(2020)에 제시된 국내 연구개발비의 정부와 민간 연구개발투자 비율에 따라 21.4% 적용
R&D 기여율	35.4%	「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」(2019)에서 권고한 R&D 기여율 35.4% 적용
R&D 사업화 성공율	46.2%	2016년부터 2018년까지 3년간 수행한 국토교통 R&D의 사업화 평균 성공률 46.2% 적용
사회적 할인율	4.5%	「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」(2019)
	5.5%	변동상황을 고려한 할인율

■ 편익 회임기간 : 0년

- 편익 회임기간이란 연구개발사업에 대한 투자가 이루어진 후, 경제적인 편익 또는 효과가 발생하기 전까지의 시간적 지연[40]을 의미함

- 본 분석에서는 3기 신도시 등 광역교통 수요가 발생하는 즉시 사업 추진 및 광역교통 수요를 처리하므로 편익회임기간을 0년으로 적용

■ 편익기간 : 9년

- 편익기간은 해당사업을 수행함으로써 편익이 발생할 것으로 기대할 수 있는 기간, 즉 사업의 수명[41]을 의미하며 본 분석에서는 노선버스의 차령 및 광역버스 준공영제 한정면허 최대 기간인 9년으로 분석

  - 차령제한 : 여객자동차운수사업의 종류에 따라 차령을 넘겨 운행하지 못함. 단, 차령 연장요건을 모두 충족할 시 2년까지 연장 가능

    * (차령) 여객자동차운수사업용 자동차의 사용연한

■ 여객자동차운수사업법 시행령 [별표 2] <개정 2021.8.31>

사업용 자동차의 차령과 그 연장요건(제40조제1항 관련)

1. 차령

차 종	사 업 의 구 분		차 령
승용자동차	여 객 자 동 차 운 송 사 업 용	개인택시(경형 · 소형)	5년
		개인택시(배기량 2,400cc 미만)	7년
		개인택시(배기량 2,400cc 이상)	9년
		개인택시[「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조제3호, 제4호 및 제6호에 따른 자동차(이하 이 호에서 "환경친화적자동차"라 한다)]	9년
		일반택시(경형 · 소형)	3년 6개월
		일반택시(배기량 2,400cc 미만)	4년
		일반택시(배기량 2,400cc 이상)	6년
		일반택시(환경친화적자동차)	6년
	자 동 차 대 여 사 업 용	경형 · 소형 · 중형	5년
		대형	8년

40) 한국과학기술기획평가원(2016), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (제2-1판), p.280.
41) 한국과학기술기획평가원(2016), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (제2-1판), p.282.

	특수여객자동차운송사업용	경형·소형·중형	6년
		대형	10년
	플랫폼운송사업용	배기량 2,400cc 미만	4년
		배기량 2,400cc 이상	6년
		환경친화적자동차	6년
승합자동차	전세버스운송사업용 또는 특수여객자동차운송사업용		11년
	그 밖의 사업용		9년

2. 차령 연장요건

시·도지사가 해당 시·도의 자동차 운행 여건 등을 고려하여 해당 시·도의 공보에 차령 연장 등에 관한 고시를 한 경우 다음 각 목의 요건을 모두 충족한 자동차의 차령은 해당 고시에서 정한 기간만큼 연장된다. 다만, 그 연장 기간은 2년을 초과하지 못한다.

가. 전세버스운송사업용 또는 특수여객자동차운송사업용 승합자동차의 차령을 연장하려는 경우에는 해당 차량이 기본차령(제1호 비고에 따라 차령이 달라지는 경우에는 그 차령을 말한다. 이하 같다) 기간에 받아야 하는 「자동차관리법」 제43조제1항제2호에 따른 정기검사 또는 같은 법 제43조의2에 따른 종합검사를 모두 받았을 것

나. 기본차령 기간이 만료되기 전 2개월 이내 및 연장된 차령 기간에 승용자동차는 1년마다, 승합자동차는 6개월마다 「자동차관리법」 제43조제1항제4호에 따른 임시검사를 받아 검사기준에 적합할 것. 다만, 여객자동차운송사업용 승용자동차 및 자동차대여사업용 승용자동차의 차령 연장을 위한 임시검사는 「자동차관리법」 제43조제1항제2호에 따른 정기검사로 대체할 수 있되, 일반택시운송사업자 및 자동차대여사업자와 「자동차관리법」 제45조에 따라 정기검사를 수행하는 지정정비사업자가 동일한 경우에는 해당 일반택시운송사업자 및 자동차대여사업자는 다른 지정정비사업자로부터 정기검사를 받아야 한다.

다. 법 제21조제13항에 따른 운송사업자의 준수 사항 중 자동차의 장치 및 설비 등에 관한 준수 사항에 위반되지 않는다고 판정될 것

* 자료 : 국가법령정보센터, 『여객자동차운수사업법 시행령』 [별표 2]

그림 182 사업용 자동차의 차령과 그 연장요건

- 광역버스 준공영제 노선은 광역버스 노선의 공공성을 강화하고, 신도시 개발, GTX 개통 등 광역교통 여건 변화에 유연하게 대응할 수 있도록 국가에서 노선을 소유하는 한정면허*로 운영[42]

  * 여객운송업무의 범위나 기간이 제한된 면허(여객자동차 운수사업법 제4조제3항)

· 준공영제 노선은 기본 면허기간 5년의 한정면허로 운영되며, 기본 면허기간 동안 주기적으로 시행되는 서비스 평가 결과에 따라 1회 갱신(면허기간 4년 연장)될 수 있음

· 아울러, **면허기간(최대 9년)**이 만료되어 소유권이 국가로 귀속된 노선에 대하여 재입찰을 거쳐 사업자를 선정하여 준공영제 노선의 사유화를 방지할 계획임

42) 대도시권광역교통위원회(2020), 「광역버스 서비스 더욱 안전하고 편리해진다, http://www.molit.go.kr/mtc/USR/N0201/m_36770/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95084317(2021. 7. 6)

■ 사업기여율 : 21.4%

- 본 사업분야의 미래 편익 발생시점의 전체 연구개발투자 규모에 대한 예측이 어려우므로 한국과학기술기획평가원(2016)에 따라, 『연구개발활동조사보고서』에 제시된 국내 연구개발비의 정부와 민간의 연구개발투자 비율에 본 사업 분야인 건설교통기술의 정부투자액 및 민간매칭금액을 적용하여 추산[43)]

  - 2019년 기준, 국내 연구개발비의 정부와 민간의 연구개발투자 비율에 따라 건설교통기술의 정부투자 사업기여율은 21.4%로 정의함

표 34 최근 5년 국내 연구개발비 현황

연도 (년)	연구개발비(백만원)			정부 : 민간
	총계	정부·공공재원	민간·외국재원	
2015	65,959,372	16,293,518	49,665,854	25 : 75
2016	65,405,530	16,410,047	52,995,483	24 : 76
2017	78,789,187	17,737,134	61,052,054	23 : 77
2018	85,728,715	18,363,011	67,365,704	21 : 79
2019	89,047,077	19,095,480	69,951,597	21 : 79
건설교통기술	5,097,370	1,090,837	4,006,533	

자료
- 연도별 연구개발비 : 한국과학기술기획평가원(2020), 2019년도 연구개발활동조사보고서(통계표), p.29.
- 건설교통기술 연구개발비 : 한국과학기술기획평가원(2020), 2019년도 연구개발활동조사보고서(통계표), p.279.

■ R&D 기여율 : 35.4%

- 정확한 R&D 기여율을 도출하기 위해서는 대상 기술을 상용화하기 위해 필요한 비R&D 비용을 추정하는 것이 적절하나, 자료획득의 어려움으로 한국과학기술기획평가원(2020)에 따라 「제3차 과학기술기본계획」에서 제시한 수치(35.4%)를 적용함[44)]

■ R&D 사업화성공률 : 46.2%

- 2016년부터 2018년까지 3년간 수행한 국토교통 R&D의 사업화 성공률은 평균 46.2%로 나타남[45)]

43) 한국과학기술기획평가원(2016), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (제2-1판), p.292.
44) 한국과학기술기획평가원(2020),국가연구개발사업 예비타당성 조사수행 세부지침, p.306.
45) 하종숙(2019.10.14.),「[국감]"국토교통R&D예산 1조7천억 투입 불구 벌어들인 기술료 237억으로 1%대 불과"」, 『국토일보』.

(다) 비용절감 편익 분석

① 운영비용 저감 편익

- 광역버스 표준운송원가(예정가격) : 726,806원/대

표 35 광역버스 준공영제 운송원가 산정 근거비교(대광위/경기도)

(단위 : 원/대 · 일)

구 분		운송원가 산정근거			
		대광위		경기도	
		항 목	금 액	항 목	금 액
인건비	운전직	대당 2.5명 한도, 85th백분위수+인건비 인상률 [표 준 단 가]	406,235	대당 2.5명 한도 [한도내 실비]	424,660
	정비직	정비비에 합산		중위값 [표 준 단 가]	10,306
경비	연료비	운행거리×평균 단가 [한도내 실비]	115,341	좌 동	115,341
	통행료	노선별 차량 및 운행회수 [실 비 정 산]	8,498	중위값 [실 비 정 산]	9,867
	감가 상각비	취득가액의 9년정액법 [표 준 단 가]	37,169	좌 동	34,478
	정비비	정비직 인건비+정비비+타이어비 85th백분위수+인건비 인상률 [표 준 단 가]	45,448	중위값 [표 준 단 가]	21,984
	보험료	신규가입기준 150% [표 준 단 가]	23,135	중위값 [표 준 단 가]	15,283
	기타차량 유지비	85th백분위수+물가 인상률 [표 준 단 가]	32,458	중위값 [표 준 단 가]	7,840
일반 관리비	임원 인건비	관리직 인건비에 합산		제 외	-
	관리직 인건비	임원 및 관리직 인건비+기타관리비, 85th백분위수+인건비 인상률 [표 준 단 가]	36,760	중위값 [표 준 단 가]	16,443
	기타 관리비				
성과이윤		(인건비+경비+일반관리비)×2.7% [차등 지급]	19,912	좌 동	17,717
평균 운송원가		-	726,806	-	673,919

주 : 경기도 노선입찰제 운송원가는 시범사업 16개 노선의 평균 금액이며, 광역버스 표준운송원가는 직행좌석형 CNG 기준

자료 :

- 대도시권광역교통위원회 광역버스 운송원가 산정근거 : 대도시권광역교통위원회(2020), 내부자료
- 경기도 광역버스 운송원가 산정근거 : 경기도(2020), 내부자료

- 2019년 기준으로 광역버스는 총 2,779대 운영 중

표 36 광역버스 운행현황(2019년 기준)

구분	계		광역급행버스		직행좌석버스	
	노선수	운행대수	노선수	운행대수	노선수	운행대수
경기도	227	2,457	30	396	197	2,061
인천시	23	322	5	71	18	251
계	250	2,779	35	467	215	2,312

- 미래 광역버스 운송원가는 2019년 기준 운행대수 및 운송원가 4.5%인상률을 적용하여 편익기간('26년~'34년)까지 예측

표 37 편익기간 각 연도별 (기존)노선형 광역버스 운송원가 추정

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
광역버스 (대)	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779
대당원가 (백만원)	0.989	1.034	1.080	1.129	1.180	1.233	1.288	1,346	1,407
운송원가 (백만원)	1,003,261	1,048,408	1,095,586	1,144,888	1,196,407	1,250,246	1,306,507	1,365,300	1,426,738

주 : 광역버스 운행대수는 2019년 이후 변동없음(수요감소 등 반영) 및 대당 운송원가 인상률 4.5% 가정

- 기존 노선형 광역버스를 초기 3년간 10%, 이후 3년간 15%, 2034년도에는 최대 20%까지 수요응답형 광역버스로 전환하는 것을 목표로 함

표 38 편익기간 각 연도별 수요응답형 광역버스 전환 목표율

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
전환율	10%	10%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
노선형 광역버스 운행대수(대)	2,501	2,501	2,501	2,362	2,362	2,362	2,223	2,223	2,223
수요응답형 광역버스 운행대수(대)	278	278	278	417	417	417	556	556	556

- 기존 노선형 광역버스를 수요응답형 광역버스로 전환 운영 시 운송원가 감소 가능 규모를 50%로 설정하여 운영비용 저감 편익 산출

표 39 편익기간 각 연도별 광역버스 운영비용 저감액

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
노선형 광역버스 운송원가 (백만원)	1,003,261	1,048,408	1,095,586	1,144,888	1,196,407	1,250,246	1,306,507	1,365,300	1,426,738
광역버스 전환 목표율	10%	10%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
운송원가 저감액 (백만원)	50,163.1	52,420.4	54,779.3	85,866.6	89,730.6	93,768.4	130,650.7	136.530.0	142,673.8

운영비용 저감편익 = 운송원가 저감액 × 사업기여율 × R&D 기여율 × R&D 사업화 성공률

- 앞서 산출한 운영비용 저감액에 사업기여율(21.4%), R&D 기여율(35.4%), R&D 사업화 성공률(46.2%)을 적용하여 편익을 산출

표 40 운영비용 저감 편익

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
운송원가 저감액 (백만원)	50,163.1	52,420.4	54,779.3	85,866.6	89,730.6	93,768.4	130,650.7	136.530.0	142,673.8
운송원가 저감 편익 (백만원)	**17,556.7**	**18,346.8**	**19,172.4**	**3,005.3**	**3,145.5**	**3,281.8**	**4,572.7**	**4,778,5**	**4,993.5**

② 사고비용 저감 편익

- 2019년 기준으로 광역버스 연평균 운행거리는 123,061km/대

표 41 광역버스 운행거리 현황(2019년 기준)

구분	운행대수(대)	연간 운행거리(Km)	대당 연간 운행거리(km/대)
광역급행버스	396	51,097,256	129,033
직행좌석버스	2,061	251,264,630	121,914
계	2,779	302,361,886	123,061

- 미래 광역버스 연간 운행거리는 광역버스 운행대수가 2019년 이후 변동없음을 가정하여 편익기간('26년~'34년)까지 예측

표 42 편익기간 각 연도별 (기존)노선형 광역버스 운행거리 추정

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
광역버스 (대)	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779
대당 연간 운행거리 (km/대)	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061
광역버스 연간 총 운행거리 (백만 km)	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0

주 : 광역버스 운행대수는 2019년 이후 변동없음(수요감소 등 반영) 가정

- 광역버스 교통사고비용은 도로부문의 사고비용을 토대로, 대·km당 27.35원으로 추정

표 43 도로유형별 교통사고 발생비율

구분		인적피해(인)		물적피해(건)	
		1억대·km당 사망자수	1억대·km당 부상자수	1억대·km당 차량손해 사고건수	1억대·km당 대물피해 사고건수
고속국도	4차로 이하	0.72	46.88	52.57	51.59
	6차로 이상	0.24	38.08	45.33	45.25
	평균	0.46	42.28	48.82	49.16
일반국도	4차로 이하	4.32	145.60	221.38	222.92
	6차로 이상	1.35	103.09	161.45	162.43
	평균	1.83	110.16	171.44	172.50
전체 평균		1.15	76.22	110.13	110.83

주 : 지방도 및 기타도로는 제외하였음
자료 : 한국개발연구원(2021), 2021년 제1회 예비타당성조사 착수회의 자료(수정),p.51.,재인용.

표 44 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PGS 포함)

(단위 : 만원)

구분	인적피해(인)		물적피해(건)	
	사망	부상	차량손해	대물피해
2015년 기준	72,230	1,905	163	172
2020년 기준	76,130	2,008	172	181
2018년 기준(추정)	74,570	1,967	168	177

주: 1) 인적피해 비용구성 = 순평균비용(위자료, 장례비, 생산손실비, 의료비 및 기타)+경찰행정비용+보험행정비용+PGS비용
2) 물적피해 비용구성 = 순평균비용+경찰행정비용+보험행정비용
3) 부상의 경우에는 PGS 비용 중 가중평균 값을 적용함.
4) 2020년 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PSG포함)는 2015년 기준단가에 2020년 소비자물가지수(105.4)를 적용하여 산출함.

자료 : 한국개발연구원(2021), 2021년 제1회 예비타당성조사 착수회의 자료(수정), 재인용.

표 45 사고비용 추정

(단위 : 원)

구분	인적피해(인)		물적피해(건)	
	사망	부상	차량손해	대물피해
사고건수 (1억대·km당)	1.15	76.22	110.13	110.83
도로부문 교통사고비용 원단위 (만원)	74,570	1,967	168	177
교통사고비용 (만원/1억대·km당)	85,383	149,909	18,546	19,661
교통사고비용 (원/대·km당)	8.5383	14.9909	1.8546	1.9661

주: 1) 사고건수는 도로유형별 교통사고 발생비율의 전체 평균값을 적용함
2) 비용원단위는 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PGS 포함)값이 2015년부터 2020년까지 일정하게 변화한 것을 가정하여 2018년도 값을 추정함
3) 교통사고비용 구성 = 사고건수 × 교통사고비용 원단위

- 기존 노선형 광역버스를 초기 3년간 10%, 이후 3년간 15%, 2034년도에는 최대 20%까지 수요응답형 광역버스로 전환하는 것을 목표로, 전환 시 50%의 운행거리를 감소하는 것으로 설정하여 운행거리 감소에 따른 사고비용 저감편익을 산정

표 46 편익기간 각 연도별 광역버스 연간 감소 운행거리

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
전환율	10%	10%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
노선형 광역버스 운행대수(대)	2,501	2,501	2,501	2,362	2,362	2,362	2,223	2,223	2,223
수요응답형 광역버스 운행대수(대)	278	278	278	417	417	417	556	556	556
광역버스 감소 운행거리 (백만km/년)	17.1	17.1	17.1	25.6	25.6	25.6	34.2	34.2	34.2
연간 사고비용 저감액 (백만원)	467.7	467.7	467.7	701.5	701.5	701.5	935.3	935.3	935.3

사고비용 저감편익 = 광역버스 운행거리 감소에 따른 연간 사고비용 저감액 × 사업 기여율 × R&D 기여율 × R&D 사업화 성공률

- 앞서 산출한 운영비용 저감액에 사업기여율(21.4%), R&D 기여율(35.4%), R&D 사업화 성공률(46.2%)을 적용하여 편익을 산출

표 47 운영비용 저감 편익

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
연간 사고비용 저감액 (백만원)	467.7	467.7	467.7	701.5	701.5	701.5	935.3	935.3	935.3
사고비용 저감 편익 (백만원)	**16.4**	**16.4**	**16.4**	**24.6**	**24.6**	**24.6**	**32.7**	**32.7**	**32.7**

③ 대기오염 저감편익

- 2020년 기준으로 광역버스가 평균속도 70km/h로 운행한다고 가정하여 대기오염비용은 66.53원/대·km로 산정

표 48 차종별·속도별 대기오염비용(2020년 기준)

차종	속도	CO	NOx	VOC	PM2.5			CO_2	합계
					도심	교외	지방		
승용차	10	0.25	9.91	0.38	6.61	1.72	0.69	17.49	34.63
	20	0.14	6.39	0.16	4.96	1.3	0.52	11.55	23.2
	30	0.09	4.97	0.11	4.22	1.1	0.44	9.06	18.45
	40	0.07	4.17	0.07	3.75	0.98	0.39	7.63	15.7
	50	0.06	3.65	0.06	3.44	0.9	0.36	6.67	13.88
	60	0.05	3.28	0.05	3.19	0.83	0.33	5.99	12.55
	70	0.05	2.99	0.04	3	0.78	0.32	5.46	11.54
	80	0.04	2.76	0.04	2.85	0.74	0.3	5.04	10.74
	90	0.04	2.58	0.04	2.72	0.71	0.28	4.7	10.08
	100	0.04	2.42	0.03	2.6	0.67	0.27	4.41	9.52
버스	10	0.36	87.53	1.62	16.16	4.21	1.69	63.47	169.16
	20	0.3	61.92	1.39	11.13	2.9	1.16	44.67	119.41
	30	0.27	51.19	1.31	8.96	2.33	0.93	36.39	98.12
	40	0.25	45.02	1.25	7.67	1.99	0.8	31.48	85.69
	50	0.24	40.91	1.22	6.81	1.77	0.71	28.14	77.32
	60	0.24	37.93	1.19	6.18	1.6	0.64	25.68	71.22
	70	0.23	35.66	1.18	5.69	1.48	0.59	23.77	**66.53**
	80	0.23	33.84	1.16	5.3	1.38	0.55	22.23	62.77
	90	0.23	32.37	1.15	4.97	1.3	0.52	20.95	59.68
	100	0.22	31.12	1.14	4.71	1.22	0.48	19.88	57.07
화물차 (평균)	10	0.33	68.34	0.99	73.18	19.02	7.61	27.78	170.62
	20	0.21	48.05	0.65	51.67	13.44	5.38	21.03	121.6
	30	0.16	39.18	0.52	42.19	10.97	4.38	17.88	99.93
	40	0.14	33.93	0.44	36.56	9.51	3.8	15.94	87
	50	0.12	30.37	0.39	32.73	8.52	3.4	14.58	78.18
	60	0.11	27.74	0.35	29.9	7.78	3.11	13.55	71.65
	70	0.09	25.71	0.32	27.71	7.21	2.88	12.74	66.57
	80	0.08	24.07	0.3	25.94	6.75	2.7	12.09	62.48
	90	0.08	22.71	0.27	24.47	6.37	2.55	11.53	59.08
	100	0.07	21.56	0.26	23.24	6.04	2.41	11.07	56.2

주: 1) 합계는 PM2.5 도심부 기준임.
2) 2015년 기준 단가를 소비자 물가지수(105.4)를 이용하여 2020년 기준으로 보정한 값임.
자료 : 한국개발연구원(2021), 2021년 제1회 예비타당성조사 착수회의 자료(수정),p.53.,재인용.

- 미래 광역버스 연간 운행거리는 사고비용 저감 편익 산출시 활용한 자료와 동일하게. 광역버스 운행대수가 2019년 이후 변동없음을 가정하여 편익기간('26년~'34년)까지 예측

- 기존 노선형 광역버스를 초기 3년간 10%, 이후 3년간 15%, 2034년도에는 최대 20%까지 수요응답형 광역버스로 전환하는 것을 목표로, 전환 시 50%의 운행거리를 감소하는 것으로 설정하여 운행거리 감소에 따른 대기오염 저감편익을 산정

표 49 편익기간 각 연도별 광역버스 연간 감소 운행거리

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
전환율	10%	10%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
노선형 광역버스 운행대수(대)	2,501	2,501	2,501	2,362	2,362	2,362	2,223	2,223	2,223
수요응답형 광역버스 운행대수(대)	278	278	278	417	417	417	556	556	556
광역버스 감소 운행거리 (백만km/년)	17.1	17.1	17.1	25.6	25.6	25.6	34.2	34.2	34.2
대기오염비용 저감액 (백만원)	1,137.7	1,137.7	1,137.7	1,706.4	1,706.4	1,706.4	2,275.3	2,275.3	2,275.3

대기오염 저감편익 = 광역버스 운행거리 감소에 따른 대기오염비용 저감액 × 사업기여율 × R&D 기여율 × R&D 사업화 성공률

- 앞서 산출한 운영비용 저감액에 사업기여율(21.4%), R&D 기여율(35.4%), R&D 사업화 성공률(46.2%)을 적용하여 편익을 산출

표 50 대기오염 저감 편익

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
대기오염비용 저감액 (백만원)	1,137.7	1,137.7	1,137.7	1,706.4	1,706.4	1,706.4	2,275.2	2,275.2	2,275.2
사고비용 저감 편익 (백만원)	39.8	39.8	39.8	59.7	59.7	59.7	79.6	79.6	79.6

④ 편익의 현재가치

- 1안) 예비타당성조사 수행 세부지침상의 4.5% 할인율 적용

표 51 비용 및 편익의 현재가치화(할인율 4.5% 적용 시)

(단위 : 억원)

연도	비용		편익				
	명목가치	현재가치	명목가치				현재가치 합계
			운영비용	사고비용	환경비용	합계	
2022	26.00	21.80	사업기간 4년 회임기간 없음				
2023	58.00	46.54					
2024	58.00	44.54					
2025	31.00	22.78					
2026			17.56	0.16	0.40	18.12	12.74
2027			18.35	0.16	0.40	18.91	12.72
2028			19.17	0.16	0.40	19.73	12.71
2029			30.05	0.25	0.60	30.90	19.04
2030			31.41	0.25	0.60	32.25	19.02
2031			32.82	0.25	0.60	33.66	18.99
2032			45.73	0.33	0.80	46.85	25.30
2033			47.78	0.33	0.80	48.91	25.27
2034			49.93	0.33	0.80	51.06	25.25
합계	**173.00**	**135.66**	**292.80**	**2.21**	**5.38**	**300.38**	**171.04**

● 2안) 변동상황을 고려하여 5.5% 할인율 적용

표 52 비용 및 편익의 현재가치화(할인율 5.5% 적용 시)

(단위 : 억원)

연도	비용		편익				
	명목가치	현재가치	명목가치				현재가치 합계
			운영비용	사고비용	환경비용	합계	
2022	26.00	20.99	사업기간 4년 회임기간 없음				
2023	58.00	44.38					
2024	58.00	42.06					
2025	31.00	21.31					
2026			17.56	0.16	0.40	18.12	11.81
2027			18.35	0.16	0.40	18.91	11.68
2028			19.17	0.16	0.40	19.73	11.55
2029			30.05	0.25	0.60	30.90	17.14
2030			31.41	0.25	0.60	32.25	16.96
2031			32.82	0.25	0.60	33.66	16.78
2032			45.73	0.33	0.80	46.85	22.14
2033			47.78	0.33	0.80	48.91	21.91
2034			49.93	0.33	0.80	51.06	21.68
합계	**173.00**	**128.74**	**292.80**	**2.21**	**5.38**	**300.38**	**151.65**

(라) 경제적 편익 분석 결과

■ **할인율 변화에 따른 B/C Ratio는 1안) 1.12, 2안) 1.06**

● 본 사업을 통해 발생하는 편익은 총 256.11억원이며, 할인율 4.5% 적용시 B/C는 1.12, 할인율 5.5% 적용시 1.06으로 경제성 확보

표 53 할인율 변화에 따른 B/C 분석 결과

할인율 적용	비용현가(억원)	편익합계		B/C
		명목가치(억원)	현재가치	
4.5%	135.7	300.4	171.0	**1.26**
5.5%	128.7		151.7	**1.18**

(3) 파급효과

※ 핵심기술별 파급효과는 각 핵심기술의 세부기획과제에서 도출 필요. 본 사업에서는 단기핵심과제인 '대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발'에 한하여 파급효과 분석

(가) 분석개요[46)]

■ 재정지출 고용효과

● 예산지출을 통한 직·간접적인 일자리 창출 효과로, ①인건비 고용효과와 ②사업비 고용효과로 구성

① 인건비 고용효과 : 인건비 지출을 통해 직접적으로 발생하는 일자리 효과

● 인건비를 산업별로 구분하고, 다음 산식을 적용한 후 합산

- 인건비 교용효과 = 인건비 지출액 ÷ 해당 산업 연평균 임금

  * '20년 고용노동부 사업체노동력조사 연평균 임금총액 적용

② 사업비 고용효과 : 사업비 지출(정부구매·조달 등)로 인해 제품·서비스 수요가 증가하면서 간접적으로 창출되는 일자리 효과

● 각 사업비를 비목별 또는 지출내역별로 구분하고, 다음 산식을 적용한 후 합산

- 사업비 고용효과 = 인건비 외 각 사업비 지출액 × 예산비목별(또는 지출내역별) 고용유발계수

  * '18년 한국은행 산업연관표 '소분류(165개) 기준'으로 적용

■ 추가고용효과

● 인건비·사업비 고용효과 외에 재정투입의 성과(결과물)가 일자리 창출에 기여하는 효과

- 재정지원 일자리사업, 일자리관련 R&D사업* 및 SOC사업**은 유형별 추가고용효과 산식에 사업실적·규모 등을 적용하여 산출

  * (일자리·R&D사업) 지원받은 결과로 종료 후에도 유지되는 고용효과
  ** (SOC사업) 도로, 철도, 공항, 항만 등 시설물 완성 후 운영단계의 일자리창출 효과

46) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, pp.11~14.

(나) 고용효과 분석

- ‘대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발’ 사업의 총 고용 효과는 227명이며, 예산 10억원당 13.1명의 고용효과가 있는 것으로 나타남

표 54 고용에 미치는 영향 분석

	구분		1차년도 (‘22)	2차년도 (‘23)	3차년도 (‘24)	4차년도 (‘25)	합계
고용효과	정부지원 총 연구비 (백만원)		2,600	5,800	5,800	3,100	17,300
	총 고용 (명)	재정지출 고용효과	34.1	76.2	76.2	40.7	227.2
		추가고용 효과	-	-	-	-	-
	예산 10억원당 고용(명)	재정지출 고용효과	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
		추가 고용효과	-	-	-	-	-
고용효과 산출 방식 설명	□ 해당 사업은 고용노동부(2021), 「2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인」 “(3) R&D사업-〈2〉기업50%이상 참여” 산식을 적용하여 산출 [1] 재정지출 고용효과 ① 인건비 고용효과 : 인건비 총액 ÷ 해당 산업 연평균 임금〈표1〉[47] ② 사업비 고용효과 : 인건비 외 각 사업비 지출 × 지출내역별 고용유발계수〈표3〉[48] [2] 추가 고용효과 : 지원업체 수 × 평균지원금 × 지원금액당 추가고용효과						
고용효과 산출내역	□ 고용효과 [1] 재정지출 고용효과: ① + ②						

구분	1차년도(‘22)	2차년도(‘23)	3차년도(‘24)	4차년도(‘25)	합계
① 인건비 고용효과(명)	23.35	52.09	52.09	27.84	155.38
② 사업비 고용효과(명)	10.79	24.07	24.07	12.86	71.79
재정지출 고용효과(명) (① + ②)	34.1	76.2	76.2	40.7	227.2

① 인건비 고용효과 = 인건비 총액 ÷ ‘건축기술, 엔지니어링 및 기타과학기술 서비스업’ 연평균 임금총액

구분	1차년도(‘22)	2차년도(‘23)	3차년도(‘24)	4차년도(‘25)	합계
인건비 총액(억원)주1)	12.03	26.84	26.84	14.34	80.06
건축기술, 엔지니어링 및 기타과학기술 서비스업 연평균 임금총액(억원)주2)	0.5153	0.5153	0.5153	0.5153	0.5153
인건비 고용효과(명)	23.35	52.09	52.09	27.84	155.38

주1) 인건비 총액: 『2019년도 연구개발활동조사보고서』에 제시된 국내 연구개발비의 경상비 총액 대비 인건비가 차지하는 비율인 46.3% 적용[49]

주2) 해당 산업 연평균 임금: 〈표1〉의 ‘건축기술, 엔지니어링 및 기타과학기술 서비스업’ 1인당 연평균 임금총액 0.5153억원 적용[50]

② 사업비 고용효과 = 인건비 외 각 사업비 지출 × 지출내역별 고용유발계수〈표3〉

구분	1차년도 ('22)	2차년도 ('23)	3차년도 ('24)	4차년도 ('25)	합계
인건비 외 예산 (억원)주1)	13.96	31.15	31.15	16.65	92.93
경상비 고용유발계수(명/억원)주2)	0.7725	0.7725	0.7725	0.7725	0.7725
사업비 고용효과(명)	10.79	24.07	24.07	12.86	71.79

주1) 주1) 인건비 총액: 『2019년도 연구개발활동조사보고서』에 제시된 국내 연구개발비의 경상비 총액 대비 인건비 제외 예산이 차지하는 비율인 53.7% 적용[51]

주2) 경상비 고용유발계수 : 〈표3〉의 경상비 전체 지출내역별 고용유발계수 평균치인 0.7725명/억원 적용[52]

[2] 추가 고용효과: 없음

- 추가고용효과 산출에 필요한 자료 미제공으로 산출 불가능

47) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, p.19.
48) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, p.21.
49) 한국과학기술기획평가원(2020), 2019년도 연구개발활동조사보고서(통계표), p.41.
50) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, p.19.
51) 한국과학기술기획평가원(2020), 2019년도 연구개발활동조사보고서(통계표), p.41.
52) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, p.21.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

○ 광역교통 분야 중장기 R&D 기술로드맵 수립

○ 단기핵심기술 기획(대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발)

(2) 정량적 연구개발성과

○ 보고서 원문(2건)
- 최종보고서 (대도시권 광역교통 분야 R&D 기술로드맵 수립)
- 기획보고서 (대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발)

○ 타 연구개발사업에의 활용(1건)
- (교통물류연구) 2022년 예산반영 확정 및 2022년 상반기 사업공고 예정
  · 연구개발 과제명 : 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발
  · 연구기간 : 2022년 ~ 2025년(총 4년)
  · 2022년 예산 : 25억 (총 예산 166억)

〈 정량적 연구개발성과표 〉

(단위 : 건)

성과지표명 / 연도			1단계 (2021년)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표	보고서 원문	목표(단계별)	2	2	50
		실적(누적)	2	2	50
연구개발과제 특성 반영 지표	타 연구개발사업에의 활용	목표(단계별)	1	1	50
		실적(누적)	1	1	50
계		목표(단계별)	3	3	100
		실적(누적)	3	3	100

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
2021	· 최종보고서 (대도시권 광역교통 분야 R&D 기술로드맵 수립)	2021. 8. 22.	-
2021	· 기획보고서 (대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발)	2021. 8. 22.	-

[기술적 성과]

□ 해당없음

[경제적 성과]

□ 해당없음

[사회적 성과]

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비
미정	국토교통부 대도시권광역교통위원회	교통물류연구	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발	미정	166억 ('22년 25억)

* 2022년 예산반영 확정 및 2022년 상반기 사업공고 예정.

[인프라 성과]

□ 해당없음

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항

□ 해당없음

2) 목표 달성 수준

추 진 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 대도시권 광역교통문제 해결에 필요한 기술개발을 위한 중장기 R&D 기술로드맵 수립	○ 광역교통 분야 중장기 R&D 기술로드맵 수립	○ 100 %
○ 대도시권 광역교통체계 혁신을 위한 교통수단, 시설 및 운영 분야별 기술개발 세부과제 추진을 위한 핵심기술 기획	○ 단기핵심기술 기획 및 본사업 추진 - 2022년 예산반영 확정 및 2022년 상반기 사업공고 예정 · 과제명 : 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발 · 연구기간 : 2022년 ~ 2025년(총 4년) · 2022년 예산 : 25억 (총 예산 166억)	○ 100 %

4. 목표 미달 시 원인분석

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

☐ 해당없음

2) 자체 보완활동

☐ 해당없음

3) 연구개발 과정의 성실성

☐ 해당없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술로드맵에 따라 체계적이고 효율적인 이용자 맞춤형 광역교통 문제해결을 위한 기술개발 및 기술 실용화 기반 마련

○ 미래 교통기술 및 관련 기술 변화를 고려한 광역교통 정책 방향 부합성 사전검토 및 기술 수용 방향 제시

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

○ (1단계) 광역대중교통 수단이 부족한 신도시(특히 입주초기) 지역에 적기 광역대중교통 공급을 위한 단기핵심기술 기획 및 본과제 추진을 위한 예산편성 기초자료로 활용(~'21년)

○ (2단계) 향후 10년간 대도시권 광역교통문제 해결을 위한 R&D 중장기 전략 수립(~'30년) 및 정책개발 기초자료로 활용
- 향후 10년간 대도시권 광역교통 분야 R&D 중점 투자 방향 및 기술개발추진을 통해 확보해야 하는 전략기술 분야 제시
- 사업 추진시 예상되는 소요예산의 추정치를 제시하여 한정된 예산의 효율적인 편성 가이드 제시
- 예타 또는 비예타 사업기획이 필요한 R&D 기술 선별 근거로 활용

[별첨1]
참고문헌

편집을 위하여 비워둔 면입니다.

[별첨1] 참고문헌

· Aberdeen City Council(2020), 「The world's first hydrogen-powered double decker bus arrives in Aberdeen」, https://news.aberdeencity.gov.uk/the-worlds-first-hydrogen-powered-double-decker-bus-arrives-in-aberdeen/(2021. 2. 10)

· arthur d little, 「Rethinking on-demand mobility」, https://www.adlittle.com/en/insights/report/rethinking-demand-mobility(2021.02.24.)

· BloombergNEF(2019), "Electric Vehicle Outlook 2019", https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/#toc-viewreport(2021.1.15.)

· BloombergNEF, "Electric Vehicle Outlook 2019", https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/#toc-download(2021.1.15.)

· e-3DA 시민연구실 블로그, 「수요응답형 이동 서비스」, https://e3dalive.kr/Blog/?idx=5858472&bmode=view(2021.02.17.)

· EASA(European Union AvaiationSafety Agency), Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe, p. 21,

· EASA(European Union AvaiationSafety Agency), Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe, p. 25.

· Fuel cell electric buses(2020), 「THE UK TO BECOME A PIONEER IN THE DEVELOPMENT OF HYDROGEN FUEL CELL BUSES」, https://www.fuelcellbuses.eu/public-transport-hydrogen/uk-become-pioneer-development-hydrogen-fuel-cell-buses(2021. 2. 10)

· Global Market Insights, 「Mobility on Demand Market Size By Service」, https://www.gminsights.com/industry-analysis/mobility-on-demand-mod-market(2021.02.24.)

· ini R&C, 「전기차 vs 수소전기차 경쟁력 분석 및 시장전망(2017~2030)」, https://www.inirnc.com/prop/bbs/board.php?bo_table=new_report&wr_id=57(2019.11.13.)

· National Highway Traffic Safety Administration,「Automated Vehicles for Safety」, https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety(2021.1.10.)

· MENAFN, 「Mobility on Demand Market 2020 by Global Key Players, Business Rising Awareness, Financial Plan and Trends by Forecast 2023」, https://menafn.com/1100298050/ Mobility-on-Demand-Market-2020-by-Global-Key-Players-Business-Rising-Awareness-Financial-Plan-and-Trends-by-Forecast-2023(2021.02.24.)

· moovit, 「Adelaide Metro (Busways)」(https://moovitapp.com/index/en-gb/public_transportation-line-681-Adelaide-782-1788072-26528340-0(2021.02.24.)

· PwC(2017), “The 201 Strategy & Digital Auto Report”, Sep

· Roger French OBE DL‘s Blog,「It’s PRT not DRT」, https://busandtrainuser.com/2021/07/13/its-prt-not-drt/(2021.02.24.)

· SK open API,「T map API」, https://developers.sktelecom.com(2019.10.15.), 타임머신경로안내 분석

· UITP, "the global tram and light rail landscape"(2019.10)

· 경기도(2019),「2019년 11월 교통카드 거래내역」

· 과학기술일자리진흥원(2018),「자율주행차」, S&T Markket Report VOL. 65, pp.1-2.

· 관계부처 협력(2021),「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, p.35, p.362.

· 국가교통부 통계누리,「자동차등록현황보고」, http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=5498&hSelectId=5498&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5498&sStart=202108&sEnd=202108&sStyleNum=2&EXPORT=(2021.7.14.)

· 국가법령정보센터,『대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령』 [별표 1]

· 국가통계포털,「주민등록인구(시도/시/군/구)」, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1YL20651E&conn_path=I2(2021.7.14.)

· 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019),「비전 및 목표」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36808/DTL.jsp(2021. 1. 3)

· 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019),「주요조직안내」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36812/DTL.jsp(2021. 7. 6)

· 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019),「주요조직안내」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36812/DTL.jsp(2021. 7. 6)

· 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2020),「 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구용역」, p.189

· 국토교통부(2018),「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(’18~’27)」, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?id=4357(2021. 1. 6.)

· 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027), pp.40-41, pp.44~45

· 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027), pp.44~45.

· 국토교통부(2019),「[참고] 3기 신도시는 인근 주민들도 혜택을 볼 수 있도록 교통이 편리한 자족도시로 조성할 계획입니다.」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_72/dtl.jsp?id=95082258(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2019),「간선급행버스체계(BRT) 더 빠르고 편리해진다!」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=97&id=95082244(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2019),「광역교통 비전 2030」, https://www.molit.go.kr/metro/images/infoG_01.jpg (2021. 1. 3)

· 국토교통부(2019),「대도시권 광역교통망 철도 중심으로 재편」, http://www.molit.go.kr/metro/main.jsp(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2019),「수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획.」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95082247(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2020),「세계를 선도하기 위한 20개 국토·인프라·교통 기술 (20-Wonder) 개발 착수」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95083857(2021. 8. 6)

· 국토교통부(2020),「수도권 광역 급행 철도(GTX)시대 대표 랜드마크(상징건물)될 환승센터 10곳 선정」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084730(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2020),「앞으로 트램 도입이 본격화 된다」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084353(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2021),「자동차 등록대수 2,470만 대… 친환경차 100만대 돌파」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95085949(2021. 8. 27.)

· 국토교통부(2021),「환승인프라 2배 확충···3분 이내 환승·환승거리 1/2 단축」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95085951(2021. 8. 26)

· 권혁재(2020.07.21.),「철도기술연구원」, 'S-BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발사업 실증 대상지' 공모,『기계신문』.

· 기획재정부(2019),「제5차 경제활력대책회의 개최(공유경제 활성화 방안)」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156312418(2021.7.6.)

· 기획재정부(2020),「"2050 탄소중립 추진전략" 발표,https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156425327(2021.1.6.), 재구성.

· 기획재정부(2020),「「한국판 뉴딜」종합계획 발표」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156401053(2021. 1. 6.)

· 기획재정부(2020),「왜 탄소중립인가…2050 탄소중립 추진 전략」, https://www.korea.kr/news/visualNewsView.do?newsId=148880736(2021. 1. 6.)

· 김동진(2019.11.08.),「대중교통부터 모빌리티까지, 서울 통합이동서비스 '마스' 2020년 등장」,『조선일보』.

· 김동화(20202.01.13).「밀양시, 수요맞춤형 노선 '아리랑 버스'운행 개시」,『영남연합뉴스』.

· 김선명 · 김선재(2018), 「수소전기차」, 『KISTEP 기술동향브리프』, 2018-20호, p.2.
· 김재학(2020.11.19.), 「'공유모빌리티'시대 가속···코로나에도 결제건수 2109%↑」, 『중앙일보』
· 김점산·박준식(2011), 『수도권 수요대응형 버스 서비스 도입방안 연구』, 한국교통연구원, p.30.
· 김태형(2020), 「스마트시티의 모빌리티 서비스 기술 및 연구 동향」, 『융합연구리뷰』, vol.7(2021.04), p.51.
· 김호경·정순구(2021.08.31.), 「의왕·안산·군포 등 수도권에 12만채 공급… 부동산 안정엔 한계」, 『동아일보』
· 네이버 PC 베타 지도, 「대중교통 길찾기」, https://beta.map.naver.com(2019.10.15.), 최소시간 경로 분석
· 문화체육관광부(2020), 2020 국민여가 활동조사, p.71, p.79.
· 박준식(2019), 「수도권 광역교통 현황 및 문제점」, 3기 신도시 광역교통대채의 실효성 확보 방안 세미나 발표자료, p.18,
· 산업통상자원부(2019), 「미래차 산업 신속전환을 위한 3대 전략」, https://www.korea.kr/n
· ews/pressReleaseView.do?newsId=156355945(2021.07.08.)
· 산업통산자원부(2020), 「세계 최고수준의 수소경제 선도국가로 도약」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156313559(2021.06.25.)
· 서울특별시(2019), 「서울시, 경계없고 차별없고 단절없는 통합이동서비스 시대 연다」, https://opengov.seoul.go.kr/press/17558470(2021.02.16.)
· 세종특별자치시 공식블로그, 「세종시에는 500원으로 탈 수 있는 콜버스가 있다? 세종시 두루타버스」, https://m.blog.naver.com/sejong_story/222015449443(2021.02.17.)
· 셔틀타요 블로그, 「셔틀타요 사용후기 1 영렘브란트 미술학원」, https://m.blog.naver.com/edticket/221132209536(2021.02.17.)
· 수요대응형 버스서비스 도입방안 연구, 2011, 김점산, 박준식
· 손진석(2019.04.15.), 「현대차-코드42 협력, '스마트 모빌리티 솔루션 제공 기업' 전환 가속화」, 『뉴스웍스』
· 스마트시티 솔루션마켓, 「수요응답형 모빌리티 솔루션」, http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do;%20%20%20%20%20%20jsessionid=FE05BED6D251A12690EDF1837A8A4272?menuNo=2&typeId=TYP002&styCode=T0005%20%20%20%20%20%20&slutnId=SLUTN_00000000000046(2021.02.17.)
· 안근원·안현주(2018), 「대중교통 중심의 통합 모빌리티 도입방향」, 월간교통 2018-3 vol.241, p.7.
· 오아름(2020.06.08.), 「현대차, "합승 모빌리티 '셔클' 성공 가능성 확인"」, 『Auto Times』

· 오재석·황호연(2020),「수도권 도심항공모빌리티수직이착륙장 위치선정, 경로설정 및 운행소요시간 분석」,『한국항행학회눈문지』, vol.24,(5), p.362. 재구성.

· 완주군청 페이스북,「새 옷 입고 달린다~부름부릉!」, https://www.facebook.com/wanjustory/posts/1190306164324384/(2021.02.17.)

· 우승국 · 박지영 · 김범일 · 이동윤(2017),「자율주행차 도입의 교통부문 파급효과와 과제」, p.18, pp.19-20.

· 윤상원·박준식(2020),「 광역버스 준공영제 추진방향 및 대상노선 설계 방안」, 한국ITS학회 2020년도 추계학술대회 논문집, p.385

· 윤혁렬·기현균(2019),「서울형 통합교통서비스(MaaS) 도입방안」. p.5.

· 이보경(2019),「2040년 장래인구 분포 전망 연구」, 국토연구원, pp.29-30.

· 이승민(2018),「자율주행자동차 최근 동향 및 시사점」,『주간기술동향』, 1842호., p.18.

· 이재윤(2021.02.24.),「수도권 3기 신도시 입지 현황」,『연합뉴스』

· 인천광역시,「앱으로 호출하는 버스 서비스 (10월 26일 I-MOD버스가 다시 돌아옵니다)」, https://www.incheon.go.kr/IC010601/2060318(2021.02.17.)

· 임두빈·엄이슬(2020), 하늘 위에 펼쳐지는 모빌리티 혁명, 도심 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, UAM)」,『Samjong INSIGHT』, Vol.70·2020, p.4.

· 임서현·장원재·탁세현·박태윤(2018),「자율주행과 공유시대의 대중교통서비스 제공방안」, p.17, p.19, p.24, p.33, p.36

· 장윤옥·신재희(2017.05.29.),「2030년, 서비스 교통(TaaS) 시대 열린다」,『Tech M』.

· 조영빈(2019),「스마트 모빌리티 서비스의 현황과 미래」,『한국정보화진흥원 DNA플러스』, 2019(4), p.67

· 지엔티 솔루션,「Dr.T」, https://www.gntsolution.com/offering/drt.php(2021.02.17.)

· 통계청(2019),「장래가구추계:2017~2047년」, http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/2/6/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=377540&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&searchInfo=&sTarget=title&sTxt=(2021. 1. 6.)

· 통계청, 장래가구추계,「숫자로 보는 인구」, https://kosis.kr/visual/populationKorea/index/index.do?mb=N(2021.07.14.)

· 하이투자증권(2018),「TaaS 3.0의 시대」, pp.24-26.

· 한국교통연구원(2018),『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」교통분석용 네트워크 구축』, 수도권 네트워크

· 한국교통연구원(2018),『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 수도권 PA목적 OD 재작성

· 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 수도권 주수단 OD

· 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 화물O/D 전수화 및 장래수요예측』, 전국권 화물OD

· 한국교통연구원(2019), 「 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구용역 중간보고」, p.25

· 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, pp.44-47, p.107.

· 환경부(2020.), 「2020년 환경부 업무계획입니다」, http://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10260&seq=7473(2021.02.16.)

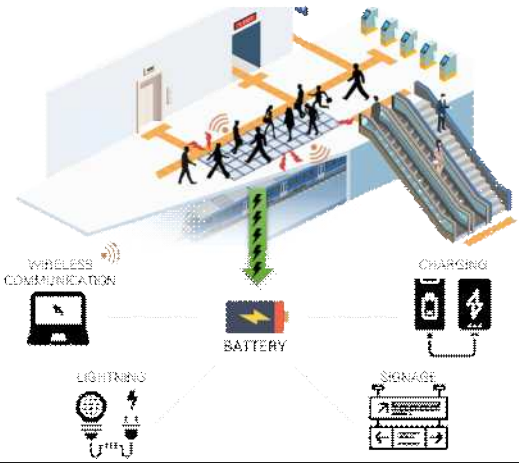
[별첨2]
핵심기술별 과제카드

기 술 명 : 고속저상대차 트램-트레인 차량 핵심기술 개발	
기 술 개 발 목 표	· 주요거점을 연결하는 광역철도망의 효율적 운영을 위한 한국형 트램-트레인 차량시스템 기술 개발
기 술 개 발 필 요 성	· 저출산 고령화로 인해 지방도시의 위축이 심화되고 있어 도심 및 교외 직결형 대중교통을 통해 지역 거점간 통합형 지역활성화 필요. · 해외 트램-트레인은 이중 전력 기반으로 차량의 크기, 중량 및 비용 증대. 특히, 비전철 구간에서는 전력인프라 설치 비용 발생. · 경제성 있는 거점간 통합형 교통수단의 도입을 위해서는 무가선 트램-트레인 기술이 필요.
기 술 동 향	· 무가선 저상트램 개발 - 트램-트레인의 국내개발 사례는 없으나, 트램 시스템과 관련하여 한국철도기술연구원은 국토교통부 국가연구개발사업인 “무가선 저상트램 시스템 기술개발”연구(‘13.4 완료) 및 “무가선 저상트램 실용화”연구(’17.1 완료)를 총괄하여 수행하였으며 해당과제의 성과물인 무가선트램 시제차량과 매립형 궤도와 도로교통연계 트램신호가 설치된 국내 유일한 트램 전용시험선(오송 시설공단 부지 내 위치)을 보유. 주요 시설물로는 1.0km의 매립형궤도 선로, 검수고 1동, 변전소 1동 및 충전시설, 간이승강장 2개소가 있음. · 트램-트레인 시스템 - 트램-트레인 도입의 해외사례는 독일 칼스루헤(Karlsruhe)의 노선구축 모델이 대표적임. 1992년 칼스루헤에서 브레튼으로 연결되는 일반철도 노선을 트램 노선으로 전환하며 탑승객 수가 400% 증가하였으며, 이후에는 환승 없는 이동에 영향을 받아 원래 승객 수의 6배로 증가. 오늘날 트램-트레인 노선은 약 560km까지 확장. 독일 칼스루헤에서 트램-트레인의 성공적인 도입 사례를 시작으로 독일, 네덜란드, 프랑스 등 전 세계적으로 트램-트레인의 도입이 확대. - 트램-트레인 시스템의 무가선 개발 사례는 없으나, 트램 시스템의 경우 도시미관 및 도로 공간을 고려하여 지상전력공급시스템(접촉급전방식, 무접촉급전방식), 차량에너지 저장시스템(배터리방식, 슈퍼커패시터방식)과 같은 2가지 전력공급시스템이 개발되어 상업운영 중에 있음.
선 행 연 구 현 황	· 대도시권광역교통위원회(2021), 트램-트레인 도입전략 연구 용역 · 철도기술연구원 기획 보고서(안): 有
주 요 내 용	· 한국형 트램-트레인 차량시스템 기술 개발 및 종합성능검증 - 트램-트레인 시스템 사양 및 기본 설계 - 고속 저상대차 기본설계 및 해석 검증 - 다중전력 추진시스템 구성안 기본 설계 및 해석 검증 - 트램-트레인 차량표준화 기준 연구 및 안전체계 구축(표준규격서/성능시험기준/품질인증규격서/차량기술기준 등) - 종합 주행성능 검증을 위한 시험선 개조 설계, 구축 및 운영 · 100kph급 클러치 방식(독립차륜형) 고속 저상대차 제작 및 검증 - 저상고속 대차, 다중전력 추진시스템 상세설계 및 제작 - 고속대차/자율연결기술/다중전력추진시스템 시험용 차체 프레임 설계 및 제작 - 개발시스템(대차/자율연결기술/추진시스템) 통합 및 시험평가 · 가변편성형 자율연결기술의 개발 및 검증 - 가변 자율편성 기술사양 분석 및 자율편성 시나리오 개발 - 가변 자율편성 구성품 설계 및 연결부자동감시 및 자율연결 차량제어기술 개발 - 가상 테스트베드 구축 및 단품 시험평가
기 술 개 발 최종성과물	· 트램-트레인 고속저상대차 해석/설계/제작 기술 · 트램-트레인 가변편성형 자율연결기술 · 트램-트레인 차량/인프라 표준화 기준 및 안전체계
활용방안 및 기 대 효 과	· 트램-트레인 국내도입을 위한 기반구축

기 술 명 : 수소 트램 안전 관리 및 실증 성능 고도화 기술	
기술개발 목표	· 탄소중립형 광역교통 수단인 수소트램 안전 및 실증 운영 기술
기술개발 필요성	· 탄소중립 2050 정책 실현을 위한 안전하고 신뢰성 있는 수소트램 시스템 구축 및 실증 운영 기술 개발 필요
기술동향	· 현재, 수소전기트램은 수소버스용 고압 수소탱크, 철도용 리튬이온 추진용 배터리를 장착하여, 시작품을 개발하였으며, 2023년까지 울산 기존 철도인 우산항선 태화강역 4.6Km 구간을 실증 운행할 예정임 · 연료 효율성 제고 등 수소트램 성능 개선을 추진 예정이며, 2030년에는 개통예정인 도시철도에 수소트램 투입을 계획 중에 있음
선행연구 현황	· 한국산업기술평가관리원 (2021-2023), 수소전기트램실증사업 - (해외수출용) 수소전기트램용 시스템 통합 및 검증 기술 개발 (1세부: 수소전기트램용 연료전지 요소부품 및 시스템 기술개발, 2세부: 수소전기트램 기술기준 및 주행 성능평가기술 개발, 3세부: 수소전기트램 실주행 환경 실증 및 운영 기술 개발)
주요내용	· 수소 트램 안전 관리 기술 개발 · 수소 트램 부품 성능 고도화 기술 · 장거리 광역교통 주행 여건에 적합한 실증 운영 기술 개발 · 수소 트램 건설을 위한 인프라 설계 기준 등 법제도 개선
기술개발 최종성과물	· 수소 트램 광역 교통 실증연구 테스트베드, 운용 매뉴얼, 기준지침 등
활용방안 및 기대효과	· 탄소중립형 장거리 광역교통 주행 여건에 맞는 수소트램 성능고도화 · 안전 및 인프라 분야 건설 기준 마련

기 술 명 : 대용량 2층 수소버스 기술 개발	
기술개발 목표	· 국내 광역교통 환경 및 탄소중립, 친환경 트랜드에 적합한 한국형 대용량 2층 수소버스 선행 차량 개발
기술개발 필요성	· 적절한 광역 대중교통서비스 수단을 확보하지 못한 채 정부 주도형으로 도시의 광역화를 급속히 추진함으로서 다수의 광역권 거주자들이 교통접근성이 떨어지는 사회적교통약자로 전철 등 광역이동이 용이한 대중교통서비스를 제공받지 못하고 있는 실정임 · 광역 대중교통 수단 중 광역철도는 막대한 예산, 건설기간 및 경제성 등에 대한 문제로 적기 적소에 교통서비스를 제공하지 못하고 있고 다수의 광역권 거주자들이 광역이동 대중교통수단으로 민간운영 광역버스를 이용하고 있음 · 사회적 교통약자인 광역권 거주자에게 출퇴근 시간대에 불법 입석운행의 관행을 개선하고 차내혼잡도를 해소하기 위해서는 대용량 대중교통수단의 개발과 보급이필수적이며, 광역버스 운행목적 및 특성을 고려할 때 도로단위 연장당 수송분담율이 가장 우수한 2층버스의 국산화 개발이 필요함 · 광역버스 운행특성 상 중·장거리 운행거리를 운행하므로 충전시간과 1회충전시 주행거리 성능을 고려하였을 때 전기2층버스보다 수소2층버스가 적합함
기술동향	· (정부 기술지원) 수소경제 선도를 위한「수소경제 활성화 로드맵」발표('19.1),「수소법」제정('20.2), "수소경제위원회" 출범('20.7) - (수소경제로드맵)"2070년까지 수소차 85만대 보급, 수소충전소 660기 확충"등 수소경제 선도국가 목표 달성을 위해 인프라 확충, 정책 및 기술 지원 - (2021년-2023년) 버스, 화물차 등 사업용 수소차량 보급을 위한 연료 보조금 제도 및 교통거점 내 대형 복합충전시설 구축 예정 · (국내 수소버스 도입 현황) 2020년 5월 기준 시내버스 13대(부산5대, 창원 5대, 울산 3대)로 국내 사업용 수소차량 보급 미비 - 수소 승용차는 7,300여대에 달하지만 사업용 차량은 버스 13대와 택시 20대(서울) 등 35대에 불과 - 수소충전소 등 수소자동차 운행을 위한 기본 인프라도 40기에 불과하며, 일부충전소는 고장으로 이용을 못하거나 대부분이 승용차 전용으로 버스 전용 수소충전소는 전북 완주에만 1기 설치되어 있음 · (국내 2층 수소버스 개발 추진 현황) 2층 전기버스 기술 개발을 완료하고 상용화가 진행 중이며, 수소버스 안전성 평가를 위한 장비 개발 R&D가 2020년 착수됨 - 국내 친환경 자동차 (전기, 수소 등) 관련 정부 주도의 전기 버스, 수소 버스에대한 기술 개발이 진행되고 있으나, 민간 사업자의 경우, 제품 다양화에 대한 기회 보다는 확고한 비즈니스 모델 없이 기술 개발이 선행되어야 하는 상황을 우려하고 있는 실정임 · (해외 2층 수소버스 도입 현황) 영국 애버딘시는 세계최초로 Wrightbus사에서 개발한 2층 수소버스를 도입하여 시범운행 중에 있으며, Optare사에서도 2층 수소버스 개발에 성공하여 2021년 상용화 예정 - Aberdeen 시의회, 스코틀랜드 정부 및 유럽 연합 (FCH JU)은 Horizon 2020 연구 및 혁신 프로그램, 수소 유럽 산업 및 수소 유럽 연구 등 지원을 받아 830 만 파운드 (95 만 유로)를 투자함 (차량당 약 50 만 파운드 수준)

기 술 명 : 대용량 2층 수소버스 기술 개발	
	 〈그림〉 애버딘(Aberdeen)에 도입된 수소 2층버스
선행연구 현황	・ 국토교통과학기술진흥원 교통물류연구사업(2017~2019), 한국형 대용량 2층 전기버스 선행차량 개발(주관연구기관 : 현대자동차(주)) ・ 국토교통과학기술진흥원 교통물류연구사업(2020~2023), 수소버스 안전성 평가기술 및 장비 개발 (주관연구기관: 한국교통안전공단) ・ 기획보고서: 없음
주요내용	・ 한국형 대용량 2층 수소버스 베어샤시 개발 ・ 한국형 대용량 2층 수소버스 선행차량 개발 ・ 한국형 대용량 2층 수소버스 충전용기 개발 ・ 한국형 대용량 2층 수소버스 안전성 평가 기술 개발 ・ 대용량 2층 수소버스 도입 시범사업 운영 및 관련 법제도 개선
최종성과물	・ 한국형 대용량 2층 수소버스 선행차량 ・ 2층 수소버스 특성에 따른 차별성을 고려한 법령 개정(안)
활용방안 및 기대효과	・ 한국형 대용량 2층 수소버스 베어샤시 개발을 통해 국내 중소 바디빌더 업체와 연계성을 강화하고 향후 수출을 고려한 사업화 모델 제시할 수 있음 ・ 중소 바디빌더 업체 연계를 통해 중소기업의 기술력을 향상시키고, 새로운 수익창출 기반을 마련 ・ 한국형 대용량 2층 수소버스 선행차량을 개발하여 국내 운행 환경에 적합한 신교통수단을 검증하고, 국내 광역버스 노선을 시험 운행하여 차량 제원의 적정성을 판단할 수 있음 ・ 국내 최초의 대용량 2층 수소버스 개발을 통해 국산화 기반 기술력을 확보하고 해외시장을 선점하여 기술 주도권을 확보할 수 있음 ・ 신교통수단 도입에 따른 국내 자동차 관련 법령과 연계성을 고려하여 개정안을 도출하고, 배터리 탑재 공간 화재 경보/자동 소화 시스템, 전방 통과높이 장애물 경고시스템 등을 개발하여 운전자 및 승객의 안정성을 향상

기 술 명 : 그린 에너지 하베스팅 기술을 활용한 환승센터 탄소중립형 에너지 관리 기술	
기술개발 목표	· 환승센터 내 유동인구를 에너지로 전환하여, 탄소중립형 환승센터 유지관리 기술 개발 및 실증
기술개발 필요성	· 철도시스템은 탄소중립형 수단으로 각광 받고 있으나, 철도역, 환승센터는 대량 에너지를 소비하고 있어, LCC 측면에서는 탄소중립을 실현하고 있지 못한 실정임 · 철도역, 환승센터는 피크타임 전력을 기반으로 운영되고 있기 때문에, 전기요금 측면에서도 실제 이용량에 비해 많은 비용 부담이 큼 · 친환경 에너지 활용을 위한 에너지 하베스팅 기술 개발을 활용하여 환승센터 최적 운영 필요
기술동향	· 친환경 에너지 활용을 위해, 지열, 태양열 등 다양한 에너지를 활용하고 있으며, 철도 분야의 회생에너지 등 에너지 하베스팅 기술 개발이 활발히 이루어지고 있음 · 부산교통공사에서 일시적으로 적용하였으나, 소량의 하베스팅 에너지로 인한 비용절감보다 운영관리 비용이 커 철거함. 강남권 광역복합환승센터의 경우, 일일 이용객 수를 40만명으로 추산하고 있어, 효율성에 대한 재검토 가능할 것으로 판단됨 · 네덜란드 로테르담 '에너지 플로어' 기술 등 적용 사례
선행연구 현황	· 국토교통과학기술진흥원 (2017), 압전하베스터를 이용한 메가와트급 에너지 자립형 도로기술 개발 기획 연구 · 기획보고서: 없음
주요내용	· 환승센터 유동인구의 스텝 등 운동에너지 활용한 그린 에너지 하베스팅 기술 개발 · 환승센터 내 철도차량 출도착시 발생하는 진동의 그린 에너지 하베스팅 기술 개발 · 소량 하베스팅 에너지를 저장장치 저장 없이 즉각 사용할 수 있는 전력 시스템 체계 설계 및 구축 · 그린 에너지 하베스팅 유지관리 비용 절감 기술 개발 · 환승센터 시범구축 및 실증 운영 ※ 에너지 하베스팅: 진동에너지 및 열에너지 등 버려지는 에너지를 수집해 전기에너지로 변환하는 기술  네덜란드 로테르담 '에너지 플로어'  출처: 전기가 발생하는 '에너지 플로어'는 네덜란드 로테르담에 설치돼 있다. Energy Floors 부산 서면역 압전에너지 블록 
최종성과물	· 그린 에너지 하베스팅 시작품, 실증 적용
활용방안 및 기대효과	· 환승센터 운영관리 측면에서 전력 비용 절감, 탄소중립 실현

기 술 명 : 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술	
기술개발 목표	· 광역교통의 시·공간적 수급 불균형 해소 및 신도시 입주 초기 적기 대중교통 공급을 위한 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축
기술개발 필요성	· 광역교통 분야는 수익성 확보의 어려움으로 인해 민간 참여가 제한적이며 기술 및 법제도의 한계, 지자체간 이해 상충 등의 문제로 국가의 적극적 역할이 필요한 사안임 - 광역교통이 부족한 신도시 지역, 특히 입주 초기에는 광역교통 개선대책이 완료되지 않아 입주민들의 광역 대중교통 불편이 큰 상황으로 주민 불편 해소를 위해 정책적으로 본 R&D를 추진할 필요 - 또한, 수요응답형 광역모빌리티를 통해 승용차에서 대중교통으로 신도시 주민의 교통수단 이용 패턴을 전환하여 교통의 사회적 비용(혼잡비용 등) 절감과 온실가스 배출 감소를 유도할 필요 - 아울러, 신도시 광역교통 분야는 낮은 수익성으로 민간의 참여가 저조할 뿐 아니라 지역 내 범위를 운행하는 운송사업(택시 등)과 수요 특성이 달라 기존 산업과 갈등 소지가 적어 모빌리티 서비스 도입이 수월 · 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화를 위해서는 단순한 수요공급 매칭 수준의 기존 모빌리티 서비스보다 진보한 기술개발 필요 - 신도시 지역의 통행패턴 변화 예측 기반 가변적 노선 설계, 개별 이용자의 실시간 통행 데이터 수집 및 처리, 수요에 따른 최적 차량배정 및 운행효율화 기술 등 * 민간이 추진하고 있는 수요응답형 모빌리티 서비스는 지역의 제한으로 통행 데이터가 한정되어 있기 때문에, 시·공간이 확장된 광역 통행에 적용하기 위해서는 보다 진보된 데이터 취급기술과 알고리즘이 필요 ** 해외에서도 이와 같은 사유로, 대중교통 접근성개선을 위한 수요응답형 버스 서비스를 공공주도의 R&D프로젝트로 추진하고 있음(폴란드 Tele-bus as On-demand Transport, 미국 Open Mobility Foundation 등)
기술동향	· (국내) 단일 지자체의 일정 지역 내에서 실증 위주 서비스로 추진 - 도시형 및 농촌형 교통모델 사업(국토교통부) :부름부릉 콜버스(전북 완주), 아리랑 버스(경남 밀양) 등 - 스마트시티 챌린지 사업(국토교통부) : I-MOD(인천 영종국제도시), GreeGO(제주) - ICT 규제 샌드박스 실증 규제 특례(과학기술정보통신부) : 셔클(서울 은평구, 세종시) · (국외) 공공 주도의 R&D 프로젝트로 추진 - Tele-bus as On-demand Transport 프로젝트 * Interreg Europe에서 지속가능한 모빌리티 혁신을 목표로 하는 연구 그룹인 REGIO-MOB에서 수행한 R&D 프로젝트 중 하나로 Tele-bus는 폴란드 Krakow city의 인구 밀도가 낮은 외곽 산업단지 지역에 거주하는 대중교통 이용자의 접근성 향상을 위한 수요응답형 버스 서비스임 - Real-time Infomobility for a DRT Service * Interreg Europe에서 외곽 지역의 대중교통 접근성 개선을 위한 R&D를 수행하는 RUMOBIL(Rural Mobility in European Regions affected by Demographic Change)프로젝트 중 하나로, 이탈리아 Emilia-Romaga 지역에서 운행하는 수요응답형 버스(ProntoBus)의 서비스 수준 향상을 위해 정부 및 공공기관과 지역 내 서비스 공급자가 참여
선행연구 현황	· 국토교통부(2019), 도시형 교통모델 사업 및 농림축산부 농촌형 교통모델 사업 · 국토교통부(2018), 스마트시티 챌린지 사업 · 기획보고서 : 有
주요내용	· 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 개발 - 수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 모델 개발 - 실시간 교통 빅데이터 수집 및 연계시스템 개발 - 실시간 빅데이터 기반 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 기술 개발 - 수요응답형 광역 모빌리티의 이용자 안전 및 편의 서비스 지원 기술 개발 · 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증 운영 및 평가 - 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 연계 프로그램 구성

기 술 명 : 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술	
	- 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증 - 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증 데이터 결과분석 및 평가 · 광역 모빌리티 서비스 확대 마스터플랜 및 법·제도 개선방안 수립 - 광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 마스터플랜 수립 - 광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선방안 수립  
최종성과물	· 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼
활용방안 및 기 대 효 과	· 광역대중교통이 부족한 신도시(특히 입주 초기) 지역에 수요응답형 광역교통 모빌리티 서비스를 제공하여 광역대중교통 불편을 해소하고 대중교통의 수송 분담율 증대를 통해 온실가스를 저감 · 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 및 운영기술은 시스템 설계, 제작, 검증을 통한 플랫폼 운영으로 국가표준 가이드라인으로 제시되어 대도시권 광역교통 외에도 지방 소멸위기 도시 등 다양한 지역에서 수요응답형 모빌리티 서비스 제공 및 활용이 가능함

기 술 명 : 모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술	
기술개발 목표	· 이용자 수요에 따라 분리결합이 가능한 친환경, 고효율 모듈형 차량 시스템 운영 및 실증
기술개발 필요성	· 대중교통체계를 근본적으로 혁신하고 스마트 모빌리티 기반 이용자 체감형 서비스 및 정책 환경 변화에 대응하기 위해서 새로운 공공 교통수단 개발 및 운영 기술 개발 필요 · 첨두와 비첨두가 극명하게 구분되는 광역교통 패턴에 적합한 미래형 대중교통 시스템으로, 탄소중립 2050 실현을 위한 추진 전략 기술로 적합 · 시간대별 가변형 노선, 차량 규모를 통해, 소수 대중교통 이용자가 다수 목적지로의 모빌리티 서비스로 특히, 광역교통망 인프라가 부족한 비수도권 지역 도입 필요
기술동향	· Scania의 NXT 자율주행 전기차는 독립적으로 분리할 수 있는 전후방 차축을 기반으로 운반 버스에서 재활용 트럭에 결합하여 사용될 수 있는 모듈러 차량 프로젝트를 UITP에서 발표 · 미국 캘리포니아의 Neuron EV는 모듈형 전기버스로, 길이 변형을 통해, 미니버스, 환승버스, 또는 다용도 연결형 버스로 사용 가능하며, 고속철도와도 호환이 될 수 있도록 설계됨 · NEXT의 Smart Pod은 모듈형 전기 자율주행차로, 1대당 최대 10명이 탈수 있으며, 다른 차량과 분리 결합하여 이동이 가능함 – 앱 기반 차량 호출, 스마트 경로선정 시스템 모듈을 결합하여, 결합상태에서는 이용자가 연결된 다른 모듈로 이동이 가능함 – 출퇴근 시간대에는 일반 버스처럼 전체 모듈이 합쳐져 이동하며, 승객 수요에 따라 정류장에서 일부 모듈을 분리할 수 있어, 개별 차량 운행시 보다 78% 교통체증 감소, 35%의 연료사용 감소 기대효과 
선행연구 현황	· 국토교통과학기술진흥원 (2020), 국가교통체계혁신기술개발 사업 기획 · 기획보고서: 없음
주요내용	· 모듈형 광역버스 분리결합 운영에 적합한 표준 차량 설계 · 주행 중 분리 결합이 가능한 차량 유도 및 버추얼 커플링 기술 · 차량 결합상태 유지를 위한 안전모듈 이중화 기술 · 차량 결합상태에서 모듈간 승객 이동이 가능한 도어 개폐 시스템 기술 · 친환경 동력 기반 급속 충전 기술 · 친환경 모듈러 통합 운행관리시스템 개발 (BRT 도로 인프라 활용을 위한 관제 인터페이스 등) · 이용자 맞춤형 편의 서비스, 동적 최적 배차 등 운영 최적화 기술 등
최종성과물	· 친환경 모듈형 광역버스 차량 시작품 · 모듈형 광역버스 분리결합 실증 운영
활용방안 및 기대효과	· 광역교통 비수혜지역 서비스 모델로 보급 가능 · 결합 운행시 대용량 대중교통과 동일하게, 혼잡 완화 효과 有` · 탄소중립 실현 가능

기 술 명 : 광역 통합 모빌리티 서비스 운영 기술

기술개발 목표

- 동일 교통영향권을 가진 대도시 광역교통 서비스의 호환성을 확보하여, 국민이 편리하고 저렴한 광역 통합 모빌리티 서비스 구축 및 실증 운영

기술개발 필요성

- 통합 모빌리티 (MaaS)는 지속가능한 모빌리티 생태계 구축을 위해, 민관이 협력 구축 및 운영해야 하는 근간이 되는 기술이며, 포스트 코로나 시대에 대비하기 위해 정부는 데이터 댐, 언택트 비대면 기술 등 한국판 뉴딜 정책을 강력하게 추진 중에 있음
- 탄소중립2050 구현을 위해, 자가용 승용차 이용자를 친환경 대중교통 수요로 전환이 필요하며, 이를 위해 정시성, 편리성, 안전성 있는 통합적 공공 모빌리티 서비스 제공이 절실히 필요
- 광역교통 MaaS를 실현하기 위해서는 동일 교통 (출퇴근) 영향권으로 묶여 있는 인접 지자체와 일관성 및 연속성 있는 서비스 제공이 필요하며, 광역 통합 데이터 수집/공유, 운영관리 최적화, 공공 필수 핵심 콘텐츠 구축 및 통합요금제와 연계한 공공 교통 생태계 개선 필요

기술동향

- 2016년 서비스를 시작한 핀라드의 윔(Whim)은 다양한 교통수단을 이용한 최적 경로안내, 예약 및 결제 서비스 제공하고 시범사업 시행
- 독일, 영국 등 유럽은 철도, 대중교통 수단을 중심으로 PM 혹은 최적 연계교통을 통합 모바일 패키지로 제공해 나가고 있음
- 특히, 유럽 마스연합(MaaS Alliance)는 MaaS 서비스 레벨을 0~4까지 총 5단계로 구분하여, 최종 단계인 레벨 4의 목표는 도시 차원에서 사회적 최적화를 달성하는 수단으로 정의

단계		설명
Level 0	No Integration	각각의 이동수단이 개별적으로 제공
Level 1	Integration of Information	각 이동수단의 이용요금 및 경로 등의 정보를 통합하여 제공
Level 2	Integration of Finding Booking & Payment	통합된 정보를 기반으로 이동수단의 탐색, 예약 및 결제를 일괄적으로 제공
Level 3	Integration of the transport Service into Passes and Bundels	서로 다른 이동수단을 일원화하여 번들 상품이나 패스로 통합 제공
Level 4	Integration of Societal Goals	도시의 인프라 및 교통정책 등 사회적 목적을 달성하기 위한 효율적 방안으로 확장

- 일본의 경우, 철도운영사인 JR동일본과 오타규전철에서 MaaS 플랫폼 구축 계획 수립하였으며, 서일본철도는 도요타와 협업하여 “My Route” 서비스 시작

선행연구 현황

- 국토교통과학기술진흥원 (2020), 국가교통체계혁신기술개발 사업 기획
- 기획보고서: 없음

주요내용

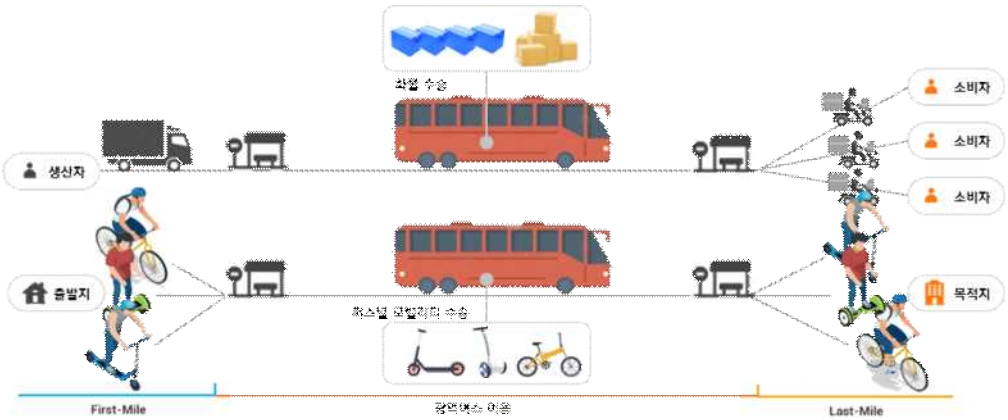
- 광역 MaaS 개념 및 운영 체계 정립
- 광역 MaaS 통합운영관리 표준 플랫폼 구축 기술
- 광역 MaaS 서비스 모델 확장 및 연동을 위한 API 저작도구 개발 (공공 -> 민간 정보제공)
- 통합 대중교통 데이터 기반 지역 맞춤형 광역교통시스템 선정 및 운영 최적화 기술
- 비상시 광역교통 수단 연계 신속 투입 운영체계 기술
- 개인정보보호를 위한 블록체인 적용 데이터 처리 및 관리 기술
- 광역교통 통합 데이터센터 플랫폼 기술 (광역교통의 수단, 시설, 운영과 관련된 데이터 관리, 분석 및 시각화 등을 지원하기 위한 통합 플랫폼)
- 광역교통 데이터 연계 표준 기술 (광역교통 수단, 시설, 운영과 기타 데이터를 연계하기 위한 데이터 규격 표준화를 통해 데이터 품질, 관리 및 활용성 증대)
- 광역 MaaS 최적 서비스 분석 툴(Tool) 개발
- 광역 MaaS와 연계한 최적 통합환승요금 분석 시스템 개발

최종성과물

- 광역 통합 모빌리티 (광역교통수단 전체) 수요 예측 및 최적 서비스 분석 툴 (Tool)
- 광역 MaaS 구현을 위한 시범 인프라 및 플랫폼 구축
- 광역 MaaS 구현을 위한 운영가이드라인 및 법제도 개선

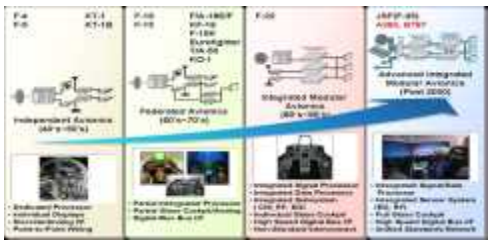
활용방안 및 기대효과

- 광역교통 통합요금제 체계 합리화 및 정산 투명화를 통한 공공·민간이 공존하는 광역 모빌리티 혁신 생태계 구현
- 친환경 대중교통 및 개인교통수단으로 점진적 수요전환을 통한 탄소중립2050 실현
- 광역 통합 모빌리티 서비스의 비대면 비접촉 예약, 결제 시스템 보급 및 확산

기 술 명 : 광역버스 연계형 화물수송 운영 관제 기술	
기술개발 목표	· 노후 경유 화물 차량 대신 광역버스를 활용한 친환경, 고효율 화물 수송 체계 마련
기술개발 필요성	· 출퇴근 시간 통행 비율이 높은 광역교통의 특성상, 첨두시 광역버스 혼잡율은 매우 높지만, 비첨두시 광역버스는 이용자가 거의 없이 운행되는 경우가 빈번함 · 이로 인해, 승객은 대중교통 서비스에 만족하지 못하는 반면, 지방정부에서는 재정부담 등 문제발생 · 광역버스의 PM 및 화물 적재시스템 도입으로, 운영비 절감과 함께 연계교통강화 및 친환경 물류서비스 도입 필요
기술동향	· 국내에서는 2012년에 오텍, 버스에 화물을 싣고 내리는데 용이하기 위한 자동 및 수동 슬라이드 적재함 장치 특허 취득하였으며, 공항버스 등 적재시 편리하게 사용되고 있음 · 2층 저상 광역버스 등 광역 버스 도입 계획에 맞는 화물 운반 운송 장치 설계 및 기기술 개발 필요
선행연구 현황	· 기획보고서: 없음
주요내용	· 광역버스 연계형 화물 및 PM 운반 적재 기술 개발 – 광역 버스에 화물을 적재하기 위한 운반운송 차내 장치 표준 모델 – (기존 광역 버스) 화물 자동 이송 및 잠금 배드 장치 기술 개발 (예: 화물항공기 bed) – (신규 저상 광역 버스): 저상 버스에 적합한 적재 시스템(장치) 기술 개발 · 광역 화물 연계를 위한 접수·주문 추적 운영 관리 개발 – 광역화물정보 연계 플랫폼 – O2O 비즈니스 모델과 연계한 광역화물 주문처리 시스템 (예: 광역수단-지역운반수단 연계운영, 광역수단-이용자, 광역수단-광역수단, 광역수단-도시철도, 광역수단-지역배송수단 등) · 광역버스 연계형 화물 운반 운송 시범 사업 – 광역버스 연계형 화물 운반 운송 실증 및 효과 평가 – 관련 법제도 제·개정 
최종성과물	· 화물자동 이송 및 잠금 배드 장치 · 적재 시스템 장치 · 광역화물 주문처리 시스템
활용방안 및 기대효과	· 퀵 배달 시장 전국 7,000천억 규모이며, 광역버스를 활용한 친환경, 고효율 화물수송체계 제시 · 광역 버스 적자해소를 위한 새로운 비즈니스 모델 창출 · 자율주행, 공공교통시설 관리 자동화로 인한 일자리 축소에 대비한 양질의 공공교통 서비스 기반 일자리 창출 · 광역 화물 배송 네트워크 확장을 통한 서비스 공급 단가 절감 · 광역 화물 연계 운영관리 비지니스 표준 모델 제시

기 술 명 : 3D 프린팅 기술을 활용한 다품종 소량 부품 유지보수 시스템 기술	
기 술 개 발 목 표	· 3D 프린팅 기술을 활용하여, 다품종 소량 부품 설계와 생산시 발생하는 다양한 문제를 해소하고, 다품종 소량 부품 공급체계의 신속·간소화를 통한 유지관리 효율성을 향상할 수 있는 기술 개발
기 술 개 발 필 요 성	· 철도 차량 부품 및 인프라 관련 구조물 등은 다품종 소량 생산 환경 특성상 부품 교체 비용의 상승과 유지보수 시간의 장기화 등의 단점이 있음, 따라서 이러한 단점을 극복할 수 있는 철도차량 대상 전용 유지보수 시스템 기술 개발이 필요함 · 3D 프린팅 기술은 다품종 소량 생산 부품의 제작 및 유지보수에 적합한 제작 기술이며, 기존 금속 소재와 대등한 물성을 가짐, 또한 수요 현장에서 직접 제조 및 유지보수를 진행함으로써 부품의 재고를 합리적으로 진행하여 경비 절감이 가능함 · 3D 프린팅 기술로 부품 제작시 설계 최적화를 통해 기존 제품의 경량화와 기능의 복합화가 가능하고 내구성을 향상할 수 있는 장점이 있음 · 3D 프린팅 기술의 철도산업 적용을 위해, 부품 제작과 유지 보수 현장과의 연계를 고려할 수 있는 철도 산업 대상 전용 3D 프린팅 유지보수 시스템 개발이 필요함
기 술 동 향	· 현재 국내 철도산업 분야에서는 몇개 품목의 단종 부품 대상으로 3D 프린팅 적용 제작 사례가 있으나 이는 3D 프린팅 기술의 기본 특성만을 응용한 사례이며, 체계적인 시스템으로 제품 제작이나 유지보수 사례는 전무함 · 유럽의 경우 독일 DB 중심으로 부품 제작사, 프린팅 기기 업체, 최적설계 SW 개발 업체, 소재 업체 등 수십개의 철도산업 관련 업체 및 프린팅 관련 업체로 이루어진 “Mobility goes Additive” 콘소시엄이 구성되었으며 프린팅 적용 부품 제작의 연간 목표량을 점차적으로 늘리며 스마트 유지보수 시스템 핵심을 구축하고 있음   〈그림〉 유럽 Mobility goes Additive 컨소시엄 구성 및 프린팅 부품 제작예(Axle housing)
선 행 연 구 현 황	· 한국철도기술연구원(2017~2018), 적층기법 공정기술 기초연구 및 실용화를 위한 핵심설계기술개발 · 한국철도기술연구원(2018~2021), SLM기법 기반 3D 프린팅 융착공정 기술 개발 · 기획보고서: 없음
주 요 내 용	· 기존 부품 소재 및 유지보수 소재간 결합력 향상을 위한 공정 안정화 기술 개발 · 3D 프린팅 불량률 최소화를 위한 공정 모니터링 기술 개발 · 중량물 유지보수를 위한 현장적용용 3D 프린팅 공정 시스템 개발 · 제품 경량화를 위한 최적 설계 자동화 기술 개발 · 제작, 설계, 유지보수 현장을 체계적으로 연계하는 3D 프린팅 기술 적용 유지보수 네트워크 개발 · 도면 등 제품 설계 정보 전송을 위한 철도 산업 전용 온라인 보안 기술 개발 · 철도 산업 적용을 위한 3D 프린팅 기술 기준 연구

기 술 명 : 3D 프린팅 기술을 활용한 다품종 소량 부품 유지보수 시스템 기술	
	
최종성과물	· 철도산업 전용 3D 프린팅 기술 적용 유지보수 시스템(HW 및 SW)
활용방안 및 기 대 효 과	· 철도관련 부품의 스마트 유지보수 기술 개발을 통한 경비 절감 · 제품 경량화 설계 및 제작을 통한 에너지 절감 기술

기 술 명 : 다차종 경전철 호환성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술	
기술개발 목표	· 도입된 경전철 차종과 상관없이, 광역철도망 내 소량 다품종 부품의 생산 효율성과 유연성 공급 체계 마련을 위한 표준 기술 및 통합 관리 플랫폼 개발
기술개발 필요성	· 탄소 중립을 위한 저탄소형 광역교통의 수요 증대가 되고 있으나 소량 다품종으로 구성된 시스템의 표준화 확보가 절실함. · 국내에 운행 중인 6개 차종으로 지자체 마다 다양한 경전철시스템이 운영되고 있어 부품의 호환성 및 유연성 확보를 위한 기술개발이 필요함. · 도시권/광역권 등 미래 도시환경의 변화에 최적화된 소량다품종 철도차량 모델이 필요함에 따라 공급체계 복잡화 및 비용 증가, 표준화에 어려움 · 독일 등 선진국은 4차산업혁명 프로젝트 'Industry 4.0 Platform'을 통하여 소량다품종의 수요 변화를 생산의 효율성과 유연성으로 다변성을 확보 · 전기자동차, 스마트팩토리 등 플랫폼 기반 체계 기술의 확대 · 4차산업혁명 시대에서 안전 철도의 지속 가능성 확보를 위한 플랫폼 기반 국가 표준체계 구축 필요
기술동향	· 독일은 'Industry 4.0 Platform'으로 스마트팩토리의 다양성과 소량다품종의 환경변화를 위한 플랫폼을 기반으로 생산 효율성과 유연성 공급 체계 연구 · 현대자동차는 전기자동차 전용 플랫폼 'E-GMP'를 통하여 전기자동차 수요 다양성과 '제로탄소' 시대의 산업규제 해결을 위한 방안 마련 · 미 국방부는 'FACE(Future Airborne Capability Environment) 프로젝트' 로서 소량다품종 주문생산 항공기 공급 체계에서 요구되는 다양성을 SW모듈화/부품화, SW확장성, 재사용성, 상호호환성, 유연성 등을 확보  〈그림〉 현대자동차 전기자동차 플랫폼  〈그림〉 미 국방부 FACE 세대 변화
선행연구 현황	· '상호호환성' 관련 기술 개발 : 국토부R&D 철도차량부품개발사업 '도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼 개발' 과제 진행(2021~2025) 중으로 상호호환성 플랫폼을 개발 예정 - [차별성] 상호호환성 기술 기반의 유연성 표준화 기술로서 국가단위의 철도차량(경전철) 모듈화 체계 확산이 필요 - [차별성] 유연성 기술로 철도의 국가 표준운영 정책과 운영기관의 철도용품 수급에 대한 체계 확립이 필요 - [차별성] 유연성 기술은 부품 중소기업의 철도차량(경전철) 기술 체계 및 표준화 체계 확립을 위한 후속 추가 연구임
주요내용	· 스마트 다변형 철도차량 체계(Smart Transform Train Architecture) 개발 · 유연성 플랫폼 기반 표준 철도차량 부품/시스템 개발 · 유연성 플랫폼 기반 철도차량 통합 표준화 체계 개발

기 술 명 : 다차종 경전철 호환성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준 기술	
	 ※ 용어 해설 안전성 체계 : 철도의 안전을 보장하는 국가 체계 상호호환성 체계 : 제작사의 제품 간에 서로 교환하여 적용할 수 있는 국가 표준화 체계 유연성 체계 : 한 개의 표준에서 다양한 요구사항을 만족할 수 있는 다양한 제품을 생산하여 소량다품종 대량생산이 가능한 기술 체계 호환/유연 부품 : 상호호환성과 유연성 기술이 적용된 부품 고유성능 부품 : 유연성이 적용될 수 없는 성능을 구현한 부품으로 유연부품과 고유성능부품이 결합하여 부품이나 시스템이 구현됨
최종성과물	· 스마트 다변형 철도차량 체계(Smart Transform Train Architecture) 기술 · 유연성 플랫폼 기반 철도차량 통합 표준화 정책 및 체계 · 유연성 플랫폼 기반 표준형 철도차량 부품/시스템 및 표준(안) · 스마트 다변형 철도차량 시범사업 시제품
활용방안 및 기 대 효 과	· 4차산업혁명 및 미래 철도산업의 기반(플랫폼, SW화 기술 등) 구축 · 4차산업혁명형 철도산업 육성 · 철도부품 산업의 소량다품종 대량생산 공급사슬 체계 구축 · 다양한 수요/요구를 짧은 시간과 작은 비용으로 생산이 가능한 철도산업 체계 구축 · 광역/도시 교통망의 경제성 효과 향상

기 술 명 : 디지털 트윈을 활용한 도시철도 안전성 확보 기술	
기 술 개 발 목 표	· 디지털 트윈 기술을 활용하여 철도 상태를 사전에 예측하는 유지보수 체계 구축 및 효율화, 무인 자동화 유지보수 구축 기술 개발
기 술 개 발 필 요 성	· 국제적인 시장조사 전문기관인 가트너(Gartner)는 '디지털 트윈(digital twin)'을 디지털 변혁시대를 맞아 기업들이 주목해야 할 10대 전략 기술 트렌드 중 하나로 지속적으로 언급 · 시장조사 기관인 마켓스 앤 마켓스(Markets and Markets)에 따르면 2016년의 2조원 시장규모가 2023년에는 18조원이 될 것이며 2017~2023년 동안에 연평균성장률이 37.87%나 될 것으로 전망함 · 각국의 정부 및 지방자치단체는 물론 다양한 산업분야의 기업/기관들이 조직 내부의 효율성 향상 및 대외 경쟁력 제고를 위해 관련 시스템(제품, 프로세스, 사람)에 대한 디지털화, 스마트화를 추진하는 등 디지털 트윈 시장이 촉진되고 있음 - 프로세스 최적화, 비용 효율성, 제품의 출시 소요시간 단축 등의 요구와 ICT 기술의 가용성 증가로 비즈니스 성과를 개선해야 할 필요성이 증가하고 있음 - 디지털 트윈 적용을 통한 긍정적 효과 입증 사례가 증가하면서 다양한 산업 분야에서 디지털 트윈 솔루션에 대한 수요가 증가하고 있음 - 클라우드 기반 플랫폼에 대한 수요가 증가하고 사물 인터넷의 인기가 높아지면서 디지털 트윈 시장의 성장을 주도함 - 산업용 사물 인터넷(IIoT) 채택의 급증과 스마트 폰, 스마트 TV 및 스마트 그리드와 같은 스마트 기술 및 장치들이 증가하고 있음 - 비즈니스 인텔리전스에 대한 중요성 인식 및 솔루션 채택 증가는 디지털 트윈 시장의 성장을 주도하는 주요 요인 중 하나임 · 세계시장 조사 보고서에서 언급되는 디지털 트윈의 주요업체로 제너럴 일렉트릭(GE), 다쏘(Dassault), PTC, Ansys, 지멘스(Siemens), SAP, Sight Machine, TIBCO Software, AT&T, Infosys, TwinThread, Prodea System, Cosmo Company Sas, Autodesk, SimScale, DIGITAL TWIN, Concirrus, Computer Science Corporation, Bosch 등이 있으며 국내업체는 전무한 실정임 · 국내의 경우는 소수의 대기업 플랜트 운영사를 중심으로 디지털 트윈 기술 적용 타당성을 검토하거나 외산 제품을 기반으로 특정 분야/응용에 대한 디지털 트윈(또는 플랫폼) 개발 초기단계에 있는 것으로 판단됨 - 제조 엔지니어링 및 디지털 트윈 SW 전문기업/도구, 인력 및 관련 데이터 기반 미비로 디지털 트윈 기술의 부분적인 적용으로 제한되고 있음 · 철도차량은 자동차분야 보다 무인화/원격화를 선도적으로 추진한 분야로서 무인시스템에서 고장/사고 등이 발생에 대한 안전한 원격/무인 유지보수가 필요 · 철도분야 유지보수의 고도화 및 유지보수 효율화를 위하여 사이버 공간에서 설계/제작과 연계한 생산자의 직접 유지보수 체계를 활용하기 위한 사이버 공간의 원격 유지보수 및 무인 유지보수 체계의 구축이 시급
기 술 동 향	· 항공기 엔진 및 발전기 제조 분야의 세계적인 선도 업체들이 자사 제품에 대한 디지털 트윈 제작의 경험/노하우를 바탕으로 디지털 트윈 관련 기술 및 플랫폼 솔루션 분야에서도 시장을 확대하고 있음 - 미국 GE사의 Predix, 독일 Siemens사의 MindSphere는 발전기 중심의 디지털 트윈 플랫폼으로 시장 확대 - 정유/석유화학 플랜트의 디지털 트윈을 위해 GE(Predix), Siemens(MindSphere) 외에도 미국 Honeywell사의 Uniformance, 프랑스 Total사의 TrendMiner 제품 출시 - 노르웨이 DNV-GL사의 Veracity 플랫폼은 선박 및 해양플랜트 중심의 디지털 트윈 구축에 적용 · 3D CAD/CAE 전문기업들이 3D 모델링 기능에 디지털 정보관리 및 시뮬레이션 기능을 확장하여 PLM 기반의 디지털 트윈 소프트웨어 시장을 선도하고 있음 - 미국 Ansys사, 독일 Siemens사, 프랑스 Dassault사는 CAD/CAE/Simulation 솔루션들을 망라하는 제품 수명주기관리(PLM) 솔루션 포트폴리오 보유 - 미국 PTC사는 3D CAD/CAE 기반의 PLM 소프트웨어 제품 및 서비스, IoT 플랫폼 솔루션 판매 - 미국의 다국적 소프트웨어 회사인 AutoDesk는 건축, 엔지니어링, 건설, 제도 등 다양한 분야의 소프트웨어를 제공하며 CAD 기반의 3D 솔루션 보유

기 술 명 : 디지털 트윈을 활용한 도시철도 안전성 확보 기술

- 미국의 의료장비 제조사인 iCAD는 실제 물리적 장치를 가상 3D 모델로 구성하여 예상 동작을 검증하고, 다른 제조 기계들과 통합한 대규모 제조라인 구축을 지원

· 세계적 선도 회사들은 디지털 트윈 소프트웨어 플랫폼 판매만으로도 상당한 수익을 창출하고 있음
- 미국 GE사의 소프트웨어(Predix) 서비스 연매출 규모는 2016년에 60억 달러로 2020년까지 150억 달러 달성을 목표로 함
- 독일 Siemens사는 2016년의 디지털 서비스 매출액이 10억 유로인데 비해 소프트웨어(MindSphere) 매출액은 33억 유로임

· 국내에서는 ICT 선진국으로서 여러 업체/기관에서 디지털 트윈 제작 및 운용에 필요한 기본적인 SW 및 HW는 다수 보유하고 있으나, 특정 부분에 특화되어 있으며 제품의 수명주기 전체를 아우르는 디지털 트윈의 통합솔루션은 부재한 실정임
- CAD/CAE 및 시뮬레이션 기술/솔루션 분야에 상당한 역량을 보유하고 있으나 핵심기술 부분은 외국 글로벌 기업의 기술에 많이 의존하고 있는 편임
- 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능(머신러닝) 등 디지털 트윈의 요소기술 관련 프레임워크 또는 플랫폼 도구의 연구개발 노력도 활발히 진행되고 있음
- 요소기술 관련 역량을 디지털 트윈 제작/운용을 위한 통합기술로의 융합 활용사례는 찾아보기 어려움
- 디지털 트윈과 연계한 최적화, 수명예측, 예지정비 등을 위한 국내의 응용 소프트웨어 역량도 매우 미흡한 수준으로 판단됨

<표>디지털트윈 SW플랫폼/솔루션 분류

디지털 트윈 대상		SW 플랫폼/솔루션	(국방)모의수준 참조
사회구성 관점	체조 관점		
사회/국가	공급망	* 여러 솔루션의 조합 필요	전구/임무급
조직	공장	MindSphere, Predix	임무/교전급
프로세스	제조/생산	DELMIA	교전급
개체 또는 단위시스템	구성부품 및 제품	CATIA, SIMULIA, SimCenter, ANSYS Twin Builder 등	물리/공학급

선 행 연 구 현 황

· '상호호환성' 관련 기술 개발 : 국토부R&D 철도차량부품개발사업 '도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼 개발' 과제 진행(2021~2025) 중으로 전기/전자/소프트웨어를 위한 플랫폼 체계 개발 예정
- [차별성] 상호호환성 통합제어플랫폼 과제는 '분산객체모델(PSM)'을 기반의 개발 지원 체계로서 디지털트윈을 위한 기본 플랫폼 체계와 정보화 체계에 대한 선행 연구가 진행됨
- [차별성] '분산객체모델' 기반의 플랫폼은 제어와 기구/기계를 결합한 통합 디지털트윈 체계의 기반이 됨

주 요 내 용

(1단계) 철도차량 전수명주기 관리를 위한 디지털트윈 사이버 체계 개발

· 철도차량 부품/시스템의 전 수명주기 사이버 개발 환경 개발
· 철도차량 원격 진단 체계 및 제작자 직접 유지보수 지원 체계 개발
· RAMS 기반 철도차량의 사이버 공간 운영/관리 효율화 기술 개발
· 철도차량의 3D 모델링 기술 및 사이버 유지보수 공장 구축
· 디지털트윈 증강현실 기반 철도차량 유지보수 기술 개발

(2단계) 디지털트윈 사이버 플랫폼 기반 무인/원격 유지보수 체계 및 기술 개발

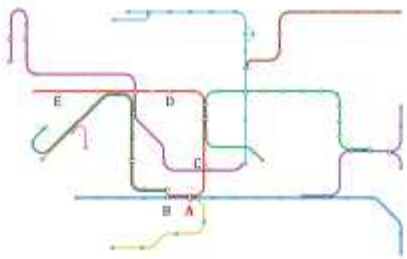
· 철도차량 및 부품 제작사의 통합 디지털 트윈 환경 개발
· 철도차량의 무인 유지보수 기술 개발 및 체계 구축
· 철도차량의 고장/사고에 대한 실시간 원격/무인 대응 체계 및 기술 개발

최종성과물

· 철도차량 디지털트윈 기반 전수명주기 개발/유지보수 환경(사이버 공간, 사이버 공장)
· 철도차량 무인 유지보수 공장
· 철도차량의 원격/무인/제작사 직접 유지보수에 대한 정책 제안

활용방안 및 기 대 효 과

· 4차산업혁명형 철도 유지보수 체계 구축 및 효율화, 무인 자동화 유지보수 구축
· 철도 디지털트윈 분야의 선도적 체계 구축
· 철도산업의 디지털화 / 전자화 / 소프트웨어화 / 미래산업화 기대

기 술 명 : 실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술	
기술개발 목표	· 포스트코로나 시대 출퇴근 광역 대중교통 안전성 강화를 위한 혼잡 관리 체계 마련
기술개발 필요성	· 영국 런던은 코로나 19 이후 대중교통 운영 기준용량을 버스 15명/대, 철도차량 21명/량으로 설정하여 대중교통 내 안전 거리 확보 정책을 추진 중임 · 우리나라의 도시광역철도 용량은 160명/량이며, 최대 혼잡구간인 9호선 염창역-당산역은 380명/량으로 추산되며, 런던 기준 5~18배, 세계보건기구(WHO) 1m 거리두기 적용시 3배 높은 수준임 - 코로나 19로 인한 대중교통 이용률 감소를 감안하여도 우리나라는 대중교통 차내 혼잡수준은 매우 열악함 · GTX 도입, 도시광역 철도 급행화 등 철도 용량 확충 및 네트워크 다양화로 인한 대체 우회 경로 발생, 버스 노선과 통합 분석시 대중교통 혼잡을 줄일 수 있는 경로 선택지는 다양할 것으로 판단됨 - 다만, 출퇴근 통행자는 예측가능하고 익숙한 경로를 선택하고자 하는 경향이 높아, 명확한 대안 노선과 강력한 “착한 보이지 않는 손” 인센티브 정책을 통해, 개개인의 노선선택 의사결정 과정에 관여 필요 · 실시간 혹은 동적 광역 대중교통 혼잡정보 수집, 분석, 예측이 필요하며, 대중교통 운영기관 등 이해관계자 협의체 구성을 통한 착한 인센티브 추진 전략을 구체화하여 합의 도출 필요 - 대중교통 운영기관의 수익과 직결되는 부분이기 때문에 데이터 기반 과학적인 분석 툴, 평가 체계 및 제도 마련 필요
기술동향	· 2020년 3월 18일 기준, 세계 대도시의 대중교통 이용자는 코로나 19 발현 이전과 비교했을 때, 25.8%~84.3% 감소. 미국 LA는 25.6%, 뉴욕 33.9%, 독일 베를린 39.8%, 영국 런던 27.2%, 프랑스 파리 55.4%, 스페인 마드리드 67.0%, 이탈리아 로마 84.3% 감소 · 대중교통 차내 코로나 19 예방을 위한 거리두기 필요성이 대두되어, 차내 혼잡을 완화하기 위한 좌석 및 입지 위치 지정 등 다양한 긴급 정책 도입 - 싱가포르는 대중교통 역사, 정류소, 차내에서 이용자들의 안전거리를 확보하기 위하여, 좌석 및 입석 위치에 표지 부착, 런던의 교통국은 지하철 용량을 15분당 5만명 (15%), 버스 1대당 15명(18%), 밀라노 교통국은 대중교통 용량 하루 4만명 (30%) 수준으로 감축 운행 중임 · 최근 서울교통공사는 SKT과 함께 ‘T맵 대중교통 앱’을 통해 실시간 차량 내 혼잡정보를 제공 중이며, 장기적으로 정확도를 높이고 연장 노선을 확대하는 방안을 추진할 계획임 · 한국철도기술연구원에서는 라이다센서, 열화상센서 등 활용하여, 철도역사 등 실내 공간 혼잡도 관리를 위한 실험 조사 진행
선행연구 현황	· 국토교통과학기술진흥원 (2013-2018), 도시철도이용편의성 향상 기술 개발 · 한국철도기술연구원(2018-2020), 철도 및 대중교통 정책선도 및 지원기술 개발 · 기획보고서: 없음
주요내용	· 실시간 대중교통 혼잡지도 구축을 위한 빅데이터 수집, 분석 시스템 구축 기술 · 유동인구 빅데이터를 활용한 기종점 통행 분석 기술 · 혼잡도, 요금 인센티브 옵션을 고려한 실시간 경로 우회, 경로 탐색 알고리즘 기술 · GTX A, B, C 노선을 포함한 시뮬레이션 기반 운영 방안 마련 및 평가 기술 개발 · Travel Backward 분석이 가능한 대중교통노선 설계 및 실증 운영 Travel Backward 
최종성과물	· 실시간 대중교통 혼잡관리 빅데이터 플랫폼 · 클라우드 기반 광역교통 운영기관 연계 운영관리 시스템
활용방안 및 기대효과	· 기존 교통인프라 효율성 극대화 · 포스트코로나 대중교통 적정 밀도 기준 마련 (관련 차량 내부 설계 지침 제개정)

기 술 명 : 메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 환승센터 안전 운영관리 기술	
기 술 개 발 목 표	· 메타버스(Metaverse) 기술을 활용하여, 환승센터 이용자 안전성 및 관리자 운영 효율성 확보
기 술 개 발 필 요 성	· 최근 빠르고 편리한 연계환승을 위하여 주요 교통거점(철도역, 터미널 등)을 중심으로 환승센터 구축이 추진되고 있으며, 환승센터의 대규모화 및 대심도화로 인해 대중교통 이용자의 편의성 및 안전성 관련 현안이 증가할 것으로 전망 · 환승센터는 다양한 위계의 철도노선과 대중교통수단이 만나는 지점으로, 서로 다른 주체(운영기관)에 의해 운영됨 · 대도시권 광역교통 환승센터 인프라는 버스, 택시 승강장, 공유 모빌리티 정차 공간 등 공공교통 환승센터와 상업·업무시설을 포함하는 대규모 대심도 지하 환승센터화 되고 있으며, 기존 도시철도 인프라와 차별화 · 운영자 관할 구역을 기반으로 독립적으로 운영되는 환승센터는 종합적이고 연속성 있는 현황 파악, 정보 제공 등에 한계가 있으며, 이용자 측면에서는 끊김없는 서비스를 받을 수 없다는 점에서 불편을 초래 · 지자체에서 환승센터 통합운영 시스템 설계를 진행하고 있으나, 이에 대한 표준, 타당성 여부 검증 절차가 모호하여, 난항을 겪고 있는바, 환승센터 안전관리에 대한 통합운영 시스템 개발 필요
기 술 동 향	· IBM, Volvo, 통신사 게임산업 등 메타버스 기술 개발 진행 중이며, 특히, IBM은 MR(혼합현실) 기술을 이용하여, 선박, 시설물 등 대상을 특정하지 않고 상태관리 및 유지보수 기술을 적용하고 있음  · 디지털 사이니지, 에어터치 등 기술과 연계한 XR을 활용한 초실감형 콘텐츠 및 서비스 분야가 급격히 성장중임. 이는 통합운영센터와 연계하여 맞춤형 이용자 서비스 제공이 가능함 · 기존 고정형 정보 제공시 제한적인 정보 획득 및 서비스를 제공 받았던 교통약자, 외국인이 제약 없이 정보를 제공이 가능 

기 술 명 : 메타버스(Metaverse) 기술을 활용한 환승센터 안전 운영관리 기술	
선 행 연 구 현 황	· 기획보고서: 없음
주 요 내 용	· 메타버스(Metaverse) 서비스 구현을 위한 환승센터 기반 인프라 기술 - 환승센터 통합운영 서브 시스템 핵심 항목 구성, 데이터 및 통신 표준 정의 - 환승센터 지하공간 내 안정적인 실내외 연속 측위를 위한 인프라 구축 및 유지보수 자동화 기술 - 확장형 환승센터 시설 및 운영 빅데이터 플랫폼 관리 기술 · XR기술을 활용한 환승센터 시설 선제적 운영관리 기술 · 지속가능한 환승센터 운영을 위한 환승센터 모니터링, 성능진단, 시설 개량 적기 예측 기술 · 메타버스 기반 환승센터 안전/보수보강/점검진단/대응 기술 개발 · 메타버스 기반 대심도 피난대피 경로 안내 기술
최종성과물	· 스마트 통합운영시스템 시작품 및 실증 운영 · 환승센터 데이터 표준 및 통신 프로토콜 마련
활용방안 및 기 대 효 과	· 통합운영관리 효율성 20% 향상 · 비상대응역량 3분 이내 안전지대 (피난대피구역 등) 탈출 · 이용자 서비스 만족도, 혼잡도 개선 30% 이상

기 술 명 : 트램 최적운영을 위한 인프라 지원 기술

기술개발 목표

- 친환경 대용량 교통수단인 트램(경전철)의 최적 운영을 위한 무선 충전 인프라 기술 개발 및 실증

기술개발 필요성

- 국내 대도시권의 광역교통 수단으로 무가선 트램(경전철) 등 도시 친화적인 철도에 대한 수요가 증가하고 있으나 국내 경전철 상용화 기술이 미흡
- 기존의 국내 경전철 도시철도는 적용사례가 많지 않아 축적된 노하우가 부족
- 국내에서 처음으로 추진되고 있는 트램의 경우 도시미관을 고려하여 무가선 방식의 차량 시스템을 채택하고는 있으나 한계거리 극복기술, 분산충전 기술 등의 상용화 기술이 미흡하여 상용화가 지연
- 대전 2호선의 경우 배터리 방식의 무가선 트램의 배터리 용량 한계로 인해, 실제 조건에서 순환 운행이 불가능해 차량 시스템을 재선정해야하는 어려움 발생
- 이를 극복하기 위한 철도 무선급전 기술이 개발되었으나 분산충전기술 등의 실증 연구개발이 이뤄지지 않아 실제 노선에 반영할 수 있는 시스템 구축이 필요

기술동향

- 국내(부산 오륙도선, 서울 위례트램, 대전 2호선 등)에서는 배터리 트램을 기준으로 노선 건설을 준비 중이며 장거리 노선 운행, 건설비 절감 등 각 지역 특성에 맞는 시스템을 검토
- 상용화 가능한 무가선 기술은 무선급전, 배터리 집중식, 슈퍼캐패시터, APS (상부 무가선, 바닥면 가선기술)이며 이 중 국내 기술로는 무선급전, 배터리 집중식 기술이 있음

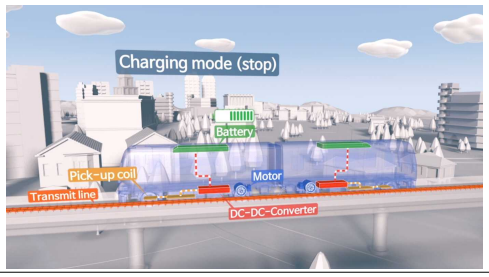
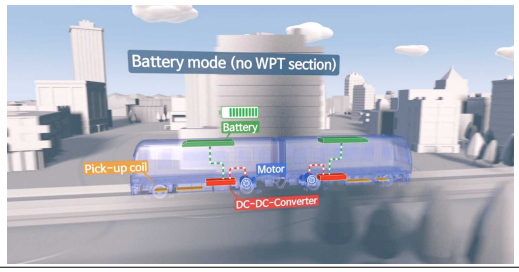
기술 구분	**무선급전 (분산충전)**	배터리 (집중충전)	슈퍼커패시터 (분산충전)	APS (상시전력)
개요	·자기장을 이용하여 무선으로 전력전달, 정류장 정차시 배터리 충전	·고용량 배터리 탑재하여 운행하고 종점에서 충전	·고속 충전이 가능한 슈퍼커패시터를 이용해 정류장 정차시 충전	·지면에 가선을 설치하여 실시간 전력 공급
장점	·노선 길이 확장성 ·배터리 용량 감소 및 수명 연장	·정류장 설비 간단 ·충전효율 높음	·노선 길이 확장성 ·긴 수명 (충방전사이클 약 50만)	·노선길이 확장성 ·가선 공급으로 안정적 전원 공급
단점	·지상설비 필요 **·트램용 분산충전 모델 부재 (개발품은 K-AGT 경전철용)**	·1회 운행거리 제한 (최대 30~40km) ·충전용 예비편성 필요 ·배터리 유지보수비용 (약 3년마다 교체 필요)	·용량 대비 부피가 큼 ·보호 기능을 갖춘 전력공급설비 필요 ·역사 접촉식 충전장치 유지보수 필요	·모든 구간에 가선 공사 필요 (건설비, 유지보수비 증가) ·비, 눈 등의 가혹환경 사용 어려움
기술 동향	·독일 봄바디어에서 무선급전 트램시험 운행 (2010), 200kW급 상용 무선 급·집전 패드 개발 (89% 효율 수준) ·철도연에서 1MW급 경전철용 무선급전 시스템 개발/시운전 (2020)	·중국 난징 7.2km 구간 운행 중(2014) ·철도연, 현대로템 227kWh급 개발 완료 (2020년 부산 실증사업 진행 중)	·대만 가오슝 22.1km 구간 (2019년, 카프, 알스톰, 지멘스 참여)	·카타르 22.7km (2018)

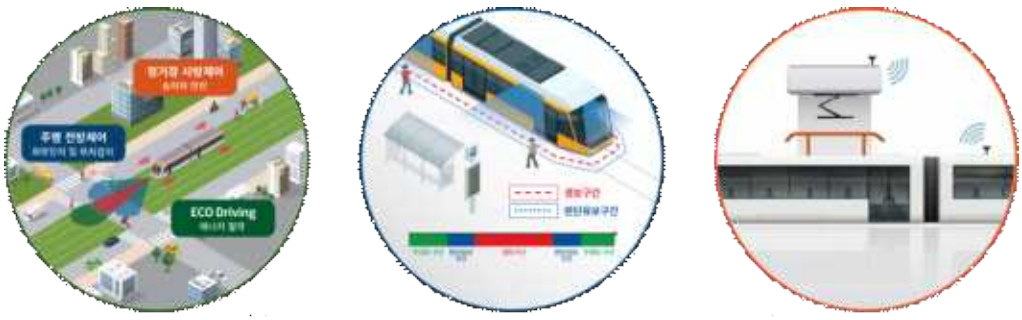
선행연구 현황

- 국토교통과학기술진흥원 철도기술연구사업(2017~2021), 무가선 저상트램 실증(주관연구기관 : 철도기술연구원)
- 철도기술연구원 기획 보고서(안): 有

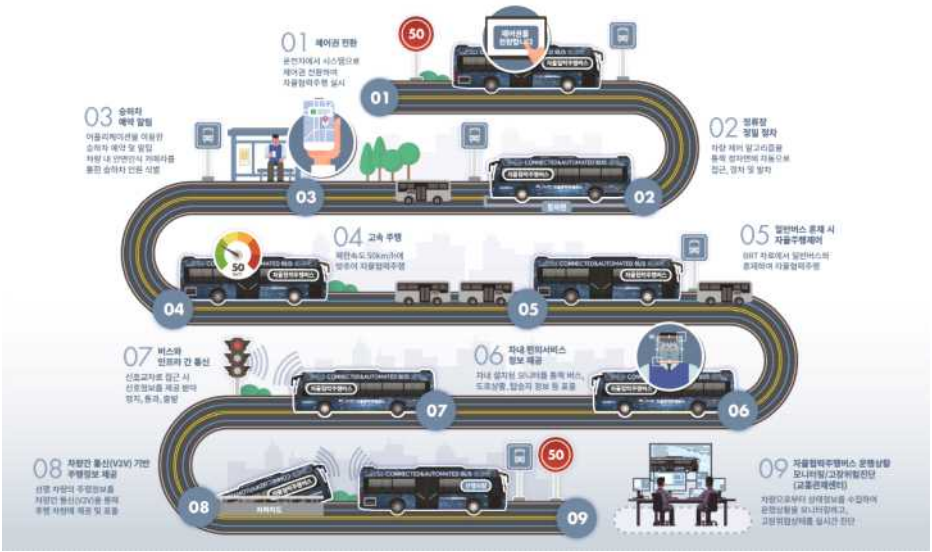
주요내용

- 트램 용량에 최적화되고 차량 정차중에 충전하는 방식의 급집전 시스템 기술 개발
  - 기존 트램 구조에 탑재 가능한 소형화된 무선급전 기술
  - 무선 충전 코일 주위의 인체 및 사물에 영향을 주지 않는 코일설계 기술
- 중앙집중식 충전 방식이 아닌 각 역사에서 차량이 정차할 때 충전할 수 있는 분산충전 기술 및 실증 노선 구축을 통한 신뢰성 검증
  - 최적 충전 정류소 설계 기술 및 운영 노선 구축
- 안전한 분산충전시스템 구현을 위한 이물질 검지 기술개발, 통합시험, 운영기술개발
- 분산충전시스템 부피 최소화, 효율향상, 스마트그리드 구축이 가능한 무선급전인버터 배전직결기술 개발
  - 중앙집중식 충전 방식에서의 변전소 제거 기술

기 술 명 : 트램 최적운영을 위한 인프라 지원 기술	
	· 수전설비의 피크 부하를 저감시켜 전력 비용을 절감하기 위한 분산충전용 피크부하 저감 에너지 저장 기술 개발 · 분산충전시스템과 차량과의 인터페이스 구축 및 운영 알고리즘 개발로 최적 운영기술 개발   
최종성과물	· 트램용 비접촉 분산 충전기술 및 승강장 전자기 안전이 확보된 시범노선 구축
활용방안 및 기 대 효 과	· 노선 정차역에 분산 설치된 안전신 비접촉 충전 시스템을 통해, 승객 승하차 시간 동안 대용량 급속충전에 의한 운행거리 제한 해소 · 노선 확장, 충전 정거장 계획 등 설계 다양성을 제공하여 지자체 특성을 반영한 노선 설계 가능 · 충전 대기 차량이 필요없는 최적 차량 운행이 가능하여 예비 편성수 감소 · 무가선 방식의 대용량 배터리 용량 감소로 가격 및 사이즈 절감 · 집중 충전식 수전 변전소를 분산 충전용 수전 설비로 대체 · 트램 상용화 촉진으로 승용차의 수용분담률을 감소하여 온실가스 저감

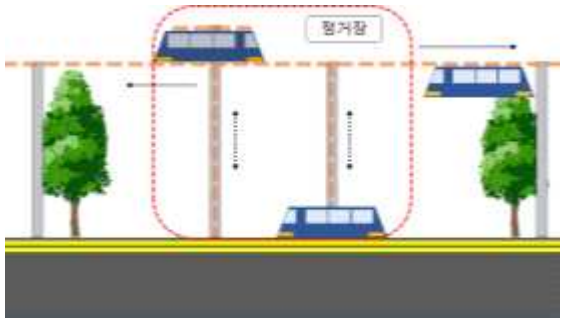
기 술 명 : 자율주행 무가선트램 실용화 기술 개발	
기 술 개 발 목 표	· 교통혼잡과 배기배출물/미세먼지로 인한 환경오염 등의 도심교통 문제 해결 및 기존에 개발된 자율주행 기술을 활용하여 친환경 대용량 교통수단인 무가선 트램(경전철)의 자율주행 기반마련
기 술 개 발 필 요 성	· (국내 트램 도입의 본격화) 최근 정부가 부산오륙도선, 대전 2호선, 서울 위례선의 기본계획을 승인함에 따라 '23년부터 오륙도부터 순차적으로 개통 예정됨. 현재 13개 지자체(24 노선)에서 트램도입을 진행 중임. · (트램 첫 도입에 따른 도로 안전문제 대두) 트램 사고율은 자동차 1/6 수준이나 발생시 대형사고로 인식되며 국내의 경우 첫 도입에 따른 안전문제 대두. 따라서 국내 활성화를 위해서는 운행안전도 증대가 필수이며 이를 통해 운영비 절감도 가능 · (세계 최초 시범운행) 자동차보다 상용화가 먼저 실현될 것으로 예상되며 유럽을 중심으로 자율주행트램 개발이 시작되었으나 초기 단계이므로 시범운행 달성으로 기술우위 선점 필요. 특히, 전방 자율주행기술 뿐만 아니라 정거장 승하차 감지 제어 및 자율충전 기술들을 통해 기존 전체 사고율대비 50%이상 저감하고자 함.  도로, 정거장 및 접수고 사고 저감용 상용노선 시험운행 및 검증
기 술 동 향	· (독일 지멘스) 2018.9 이노트랜스 기간 동안 기업 대표자를 초청하여 무인트램 주행시험 시연. - 포츠담 대중교통 운영사(ViP)와 지멘스가 기존 트램을 개조하여 자동운전으로 기존 돌출 레일에서 시운전  · (폴란드 Newag) 2020년 1월 27 야간에 크라쿠프시 시내 3.4km에서 첫 무인 트램 운행 시험 - 2013년 운행을 시작한 트램차량 개조하여 구현 

기 술 명 : 자율주행 무가선트램 실용화 기술 개발	
	· (프랑스 알스톰사) 도시철도 운영사인 RATP와 2017년 차고지 내에서 자율주행시험을 시작으로 지속적인 연구개발을 진행 중  · (국내) 철도연 주요사업으로"자율주행트램 차량핵심기술개발" ('19.01~'20.12) 과제에서 전방 장애물 검지를 통한 무가선트램 가감속 제어, 정위치정차 제어 등 기초기술개발 연구 수행
선 행 연 구 현 황	· 한국철도기술연구원(2019~2021), 자율주행트램 차량 핵심기술 개발 · 기획보고서: 없음
주 요 내 용	· 고신뢰성 자율주행 무가선트램 차량기술 개발 – 전방 위험도 판단, 승객안전을 고려한 트램 차량 가감속제어 기술 – 승객 승하차안전을 위한 정거장 사방 감시 기술 개발 – 정거장, 충전위치, 교차로 등 목표지점 정밀 정차제어 기술 – AI기반 탄력적 수송수요 대응을 위한 차량 가변편성 기술 · 자율주행을 위한 고신뢰성 인프라 기술 개발 – 자율주행 차량연계형 고신뢰성 매립형선로전환장치 기술 개발 – 운행계획을 고려한 동적 차량에너지관리 기술 개발 – 트램 신호/관제 인터페이스 기술 개발 · 자율주행 철도차량 도로주행을 위한 법제도 정비 및 인증 기술 개발 – 자율주행 트램 인증 및 시험평가 기술 개발 – 자율주행 트램 차량제어장치 안전성(SIL) 기준 연구 – 철도안전법, 도로교통법 및 하위규정 법제도 정비
최종성과물	· 무가선 트램 차량 자율주행 및 충전기술 · 운행계획연계 자율에너지관리시스템 · 도로교통신호, 분기신호연계 차량제어기술 · 철도차량 도로 자율주행 법제도
활용방안 및 기 대 효 과	· 기존 트램 사고율 대비 50% 이상 감소 및 운영비 절감 · 세계 1번째 시범 운행에 도전 및 선도기술 확보 · 인명사고 감소, 에너지 절감, 통근시간의 효과적인 활용, 노약자의 이동성 제고 등의 효과 기대 · 자동차·IT·통신 등 융복합 산업 육성을 통해 신성장 동력으로서 부가가치 증대 및 글로벌 경쟁력 확보

기 술 명 : 대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술	
기술개발 목표	· 미세먼지와 배기가스로 인한 대기오염, 교통혼잡 등 도심교통의 문제 해결을 위한 전기동력 방식의 대용량 굴절버스 자율주행 기반기술 개발
기술개발 필요성	· 광역교통문제 해결을 위한 대량수송 수단으로 대용량 굴절버스 도입으로 효율적인 광역대중교통체계 구축 필요 · 도심교통의 문제해결을 위해 대용량 굴절버스의 자율주행 기반기술을 개발하여, 국민이 체감할 수 있는 신교통 서비스를 제공하고, 향후 자율주행 대중교통 시대를 맞이하여 빠른 현장 실증 기반 마련
기술동향	· (국내자율협력주행)자율주행차 및 일반차량이 인프라와 협력하여 안전한 도로주행을 구현하는 기술로 현재 WAVE 방식으로 서울, 제주 등 전국 600km에서 서비스 제공 중 – 차량통행이 적은 도로에서 중소형 셔틀버스로 시범운행을 주로 하였으나, 최근 실제 버스가 운행하는 노선을 따라 대형버스를 운행하는 등 기술개발 활성화  〈그림〉 자율주행기반 대중교통시스템 실증연구 시연 서비스
선행연구 현황	· 국토교통과학기술진흥원 교통물류연구사업(2019~2022), 전기동력 방식의 대용량 BRT 자율주행 기반 기술 개발(주관연구기관 : 철도기술연구원) · 국토교통과학기술진흥원 (2017), 대용량 BRT 자동운전 및 전기동령 시스템 실증연구 기획 보고서 (기획보고서 있음)
주요내용	· 대용량 굴절버스 탑재용 자율주행 통합제어시스템 개발 · 굴절각을 고려한 주행 차량 인지 및 판단제어 시스템 개발 · 자율주행 대용량 굴절버스 인증 및 시험평가 기술 개발 · 안전 및 편의성 향상을 위한 정류장 및 교차로 지원 시스템 개발 · 대중교통 이용율 제고를 위한 이동형 스마트 정류장 구축 기술 개발 · 자율주행 광역버스 관제 및 운영관리 기술 개발 · 지자체 및 운영기관 시범사업을 통한 운용 적합성 실증
최종성과물	· C-IPTS 자율협력주행 기반 친환경 대용량 굴절버스 대중교통 시스템 · 각종 부품단위 및 시스템 사양서, 설계도면 등 · 실도로 모사 자율주행 시스템 안전성 평가용 실증연구 테스트베드 · C-IPTS 기반 관제시스템(H/W, S/W 포함) · 복합 실증 시나리오(5건 이상) · 실증 계획, 구축, 운영을 위한 효과분석 및 법·제도 개선 등 보고서 · 사용자 중심 시스템 평가 및 운용환경 구축을 위한 핵심 알고리즘 등 보고서 및 S/W · 특허, 논문, 평가 기준 및 지침서 등
활용방안 및 기대효과	· 자율주행 시스템 도입에 따른 대용량 굴절버스 교통사고 최소화 · 전용노선의 자율주행 적용으로 대중교통의 정시성, 안전성, 친환경성의 획기적 향상 · 정류장 지원시스템으로 돌발상황 등 이벤트 발생시 신속한 대처를 통해 승객 안전성 확보 · 친환경 대용량 광역교통서비스로 광역교통 편의성 향상

기 술 명 : 소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업	
기술개발 목표	· UAM, Urban Loop 등 미래교통수단을 포함한 다양한 교통수단 이동·환승 편의성 향상을 위한 미래형 환승센터 구축 기술
기술개발 필요성	· 수도권을 중심으로 한 도시집중화로 각종 사회문제 발생이 심각 · 교통약자의 이동권 확보와 안전문제 해소, 교통서비스 소외·불편 지역의 확대 등 교통 복지 문제가 심화됨에 따라 입체교통수단 및 시스템 개발 필요
기술동향	· 미국에서는 입체이동을 위해 초고속 지하터널 이동 시스템, 플라잉카 등의 연구개발에 초점을 맞추어 기술개발을 진행 · 유럽에서는 교통인프라 개발에 초점을 맞추어 다양한 모빌리티와 연계를 강조한 기술개발을 진행 중 · 내에서도 신교통수단에 대한 관심이 높아짐에 따라 이와 관련된 기술개발을 추진하고 있으며, 포스코의 경우 소형무인궤도차를 설치·운영하고 있음
선행연구 현황	· 국토교통과학기술진흥원, 소형다빈도 입체교통시스템 개발사업 기획 (기획 중임, 기획 보고서 작성 중임)
주요내용	· 소형 다빈도 입체교통시스템의 능동형 기초기술 개발 · 소형 다빈도 입체교통수단을 위한 다경로 이동 궤도 구축 및 안전 관리 기술 · 소형 다빈도 입체교통수단을 위한 다경로 이동 궤도 적정 용량 분석 및 운행제어 시스템 기술 · 소형 입체 이동시스템 연계운영 효율화를 위한 네트워크 최적화 및 확대 설계 기술 · 지상, 지하, 공중 공간의 입체적 연계를 위한 UAM 버티포트를 포함한 하이브 인프라 기술 개발







기 술 명 : 소형 다빈도 입체교통시스템 개발사업	
최종성과물	· 소형 입체 이동시스템 다경로 이동 궤도 구축 및 안전관리·운행제어 시스템 기술
활용방안 및 기 대 효 과	· 무빙워크, 엘리베이터, 에스컬레이터 등 단순 연결 설비 기술을 스마트 모빌리티 등과 연계 가능한 기술 영역으로 확대 가능 · 연계 환승 기술의 다양화를 통해 통합형 스마트 모빌리티 기술로 세계시장 진출 · 정부주도형 기술 개발을 통해 해외 기술격차를 극복하고 선도적 기술로 발전가능성 제고 · 대도시 인구집중으로 인한 교통혼잡 완화 및 환승시간 감소 기대 · 대중교통과 입체교통시스템과 연계하여 시민의 이동경로 다양화 · 지하, 공중 모빌리티 연계 강화로 지상 공간 교통 혼잡 완화

기 술 명 : UAM(Urban Air Mobility) 이착륙을 위한 도심형 버티포트 실증기술	
기술개발 목표	· UAM(Urban Air Mobility)을 포함한 미래 교통수단을 수용하 수 있는 이착륙, 환승 인프라 및 운영 관제 기술 개발
기술개발 필요성	· 대도시 인구 과밀화로 인한 지상교통수단의 용량 한계가 도래 · 지상의 교통 및 환경 문제를 개선하기 위한 UAM 개념이 등장하였으며, 도심 내 사람, 화물을 수송하기 위한 신개념 교통체계임 · 주요 컨설팅社 분석결과에 따르며, 세계시장은 2035년 740억 달러 (한화 약 81조)에서 2040년경에는 14,740억 달러 (한화 약 1.6경) 규모로 전망되며, 실제 글로벌 기업들은 기체, 인프라, 서비스 등 다양한 영역에서 활발하게 협력하여, 초기 UAM 생태계를 구축중에 있음
기술동향	· 2003년 미국 NASA에서 개인항공차량(Personal Air Vehicle, PAV)프로젝트를 시작하면서 본격적으로 연구 개발이 시작된 UAM은 슬로바키아 에어로 모빌에서 2017년 시작품을 발표하여 2020년 판매 예정이며, 일본 카티베이터도 2020년 목표로 개발 중임 · 지속적인 대도시 집중현상으로 인한 교통 혼잡 문제를 해결하기 위한 미래형 교통수단으로, 우버는 미 NASA와 협력해, 2020년부터 '우버플라잉 택시' 시범 프로그램에 착수, 2028년 서비스 개시를 목표로 하고 있음 · 활발히 기술 개발 진행 중인 UAM의 상용화를 위해, 이용 수요가 집중될 것으로 예상되는 도심 내에서 UAM 안전하게 착륙, 주차, 모드 전환(항공→지상주행)시 원활하게 이동할 수 있는 버티포트 시설, 공간이 제공되어 이용자가 UAM를 이용함에 있어 불편함이 없는 제반 기술 필요 · 국내의 경우, 한화시스템, 현대자동차 그룹이 2025년 서비스 목표로, 한화의 경우, 통신(SKT)-비행체(한화시스템)-해외협력(오버에어), 현대자동차의 경우, 통신(KT)-비행체(현대자동차)-항공기술(KAI)-해외협력(우버)의 협력체계를 구축하여 기술 개발 중임 · 해외의 경우, 미국의 'Augusta Westland 프로젝트'와 'Opener BlackFly 프로젝트', 독일의 'Volocopter 프로 젝트' 등을 필두로 중국의 이항(eHang) 등의 eVTOL 기체 활용 가능성도 검토되고 있다. 국 내에서는 한국항공우주연구원(KARI)을 중심으로 eVTOL 개념의 기체(Optionally Piloted PAV, OPPAV)를 개발 중임 · 우리 정부 역시 관계부처 합동으로 2020년 5월 '한국형 도심항 공교통(K-UAM) 로드맵을 발표, 세계 최초 운용모델 기반 기술로드맵 수립, 2025년 상용화 시작, 2030년 호출형 서비스 도입, 노선 확대 등 본격 상용화 목표 제시 

기 술 명 : UAM(Urban Air Mobility) 이착륙을 위한 도심형 버티포트 실증기술	
	 그림. 버티포트 개념도 (위: 한화 시스템, 아래: 현대자동차)
선 행 연 구 현 황	· 2021년 현재, K-UAM 예타 기획 중 · 기획보고서 없음
주 요 내 용	· 지상-도로 상공의 수직수평적 연계를 위한 버티포트 입지선정 및 시설 구축 개발 - UAM 수요예측 기술 (UAM 전환수요예측, 수도권 내 교통량 데이터 기반 버티포트 후보군 도출, 버티포트 후보군 간 UAM 수요예측 등) - 하이브 입지 공간 선정 및 세부 설계 기술 개발 - 적정 버티포트 규모 산정 및 평가 기술 개발 - 버티포트 구축 사업에 따른 교통 및 지역적 효과 분석 · 지상·도로 상공의 수직·수평적 연계를 위한 버티포트 구축 및 운영관리시스템 개발 - 도심형 버티포트 구축 기술 (버티포트 구조설계 표준화, 모듈화 및 구조물 상태감시 기술, 실시간 버티포트 교통 상태 모니터링 및 평가기술) - 버티포트 고효율 자동화 운용기술 (버티포트 정밀이착륙, 유도 및 안전 통합시스템 기술) - 급속 충전 인프라 시설 · 버티포트 실증 구축 및 운영 기술 - 버티포트 이착륙시 소음, 진동 저감, 충격 흡입 재료 개발 - 이용자 편의 서비스 연계 실증 운영 기술 개발
최종성과물	· 버티 포트 설계 및 운영 표준 가이드라인, 버티 포트 실증 운영, 법제도 개선(안)
활용방안 및 기 대 효 과	- **[기술적]** · 운용모델 기반 UAM 실용화 기술 확보 · 버티포트 구축, 운용 시스템 기술 기반 해외 시장 진출 - **[사회·정책적]** · 수도권 기준 출퇴근 통행시간 및 사회적 비용 70% 절감 · 2040년 누적 시장규모 13조 예상 · 대략 16만명 일자리 창출, 생산유발 효과 23조원, 부가가치 11조원 창출

[별첨3]
광역교통 R&D 로드맵(안)

편집을 위하여 비워둔 면입니다.

광역교통 R&D 로드맵(안)

2021. 12.

국토교통부
대도시권광역교통위원회

Ⅰ. 추진배경 및 경과

□ 추진배경

○ **대도시권 광역화 및 고밀화**로 장거리 **광역교통 수요**가 **증가**, **광역통행 특성**으로 인한 **다양한 광역교통 문제**가 **발생**

- **대도시권**에 우리나라 **인구 80%**가 거주, 전국 **통행량 80% 이상**이 발생하는 등 **생활권**이 **광역화**되어, **통행거리**와 **통행시간**이 **증가**

- 높은 통근·통학 비율에 따른 **시간대별 수급 불균형**, 넓은 O/D 분포로 **대중교통 사각지대**, 긴 통행거리로 인한 **환승불편** 등 **초래**

○ 복잡한 **광역교통문제**를 **해결**하기 **위해**, 전담기구인 **대도시권광역교통위원회**가 설립('19.3) 되어 **다양한 정책***을 **추진 중**으로,

* 광역 철도·도로·버스·BRT·환승센터 등 **광역교통수단** 및 **시설**과 관련한 **계획 수립, 사업 추진** 및 **법·제도 개선** 등

- 추진 중인 **정책 이행력**을 **뒷받침**하고 광역교통 **신기술 개발** 및 **광역교통체계 혁신**을 위해선, **체계적인 R&D 관리 필요**

○ 이에, **광역교통 정책***과 **연계**한 **10년 단위**의 **중장기** 「**대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵**('21～'30)」 **수립 추진**

* 광역교통 2030('19.10), 광역교통기본계획('21～'40), 환승센터 기본계획('21～'25) 등

- 단기적 기술개발에서 벗어나 **메가트렌드** 등 **새로운 기술 수요**를 **이해**하고, 이를 토대로 **광역교통체계 혁신**을 위한 **중장기적 전략 마련**

□ 추진경과

○ '20.12 : 기술로드맵 수립* 착수

* (R&D과제) 「대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립」('20.12～'21.8, 1.5억원, 교통연)

○ '20.12 : 연구기관 전문가 의견수렴(광역교통 문제점, 해결방안 등)

○ ‘21.2 ~ ’21.6 : 산·학·연 대상 광역교통 기술 수요조사

○ ‘21.4 : 광역교통 이용자 설문조사(광역교통 불만사항, 요구사항 등)

○ ‘21.7 : 중점과제(안) 및 핵심기술(안) 도출

○ ‘21.7 : 핵심기술(안)에 대한 전문가 우선순위 평가

○ ‘21.8 : 기술로드맵(안) 마련

○ ‘21.9 ~ : 유관부서 의견조회 등

Ⅱ. 여건분석

□ 환경분석

① 정책환경

○ **(대광위, 대중교통)** 광역교통문제 해결 전담기구인 **대광위가 설립**('19.3)되어, **대중교통 강화**를 위한 다수의 **정책*** **추진** 중

* 광역버스 공공성 강화를 위한 **준공영제**, 대중교통 연계를 위한 **환승센터**, 대중교통 문화장착을 위한 **알뜰교통카드** 등

○ **(친환경, 탄소중립) 환경 친화적**인 **교통수단** 활성화 및 **미래교통수단**으로의 **전환** 등 **탄소중립**을 위한 **정책** 및 **연구개발 확대**

② 기술환경

○ **(4차 산업혁명) 정보통신기술**을 기반으로 한 **스마트 기술**(AI, 가상현실 등), **자율주행** 및 **UAM** 관련 **기술**이 지속 **연구** 중

* (자율주행) 자율차 시장이 자동차 ICT기술 주도, 상용화 직전까지 기술수준 성장
(UAM) 한국형 도심항공교통(K-UAM) 개발을 위한 범부처 R&D 추진 계획

○ **(연계·통합)** 수송력 증대 기술에서 **개인 이동편의성 향상** 및 **서비스 연계·통합화** 기술로 **패러다임 전환** 추세

* 이동편의형 향상을 위한 **수요응답형 교통체계**, 서비스를 연계·통합 제공하는 **MaaS**(Mobility as a Service) 등

③ 경제환경

○ (공급·운영) **비수도권**에는 **공급부족**으로 **대중교통 사각지대**가 **발생**하고, **첨두**(출퇴근)·**비첨두 수요불균형**으로 효율적인 **유지관리**가 **어려움**

* 수요가 부족한 비수도권 또는 비첨두 시간대의 대중교통 운영은 운영적자 유발 가능

○ (**사회적 비용**) **출퇴근** 광역교통 **수요과다**로 인한 **교통혼잡 심화** 및 **대중교통 통행시간 경쟁력 미흡** 등으로 **사회적 비용 야기**

④ 사회환경

○ (**가치관 변화**) 욜로, 소확행 등 **삶의 질**이 **중시**되는 사회로 변화

○ (**포스트 코로나**) **언택트** 등 **대중교통**의 **쾌적성·안전성**의 중요도가 상승하고, **초개인화**에 따른 **개인맞춤형 서비스** 요구 증대

○ (**수요변화**) **3기 신도시** 등 대규모 개발로 **급격한 교통수요 변화** 발생

□ SWOT 분석

○ **기술로드맵**의 **추진방향**을 **도출**하기 위하여, **환경분석**을 **기초**로 한 **SWOT 분석**을 수행

Internal 내부 요인 / External 외부 요인	Strengths 강점	Weaknesses 약점
	• 대광위 설립 및 대중교통 강화 정책 • IT 기술 기반 첨단교통기술 진보	• 수도권/비수도권의 교통 인프라 불균형 및 유지관리 비용 과다 • 출퇴근 교통혼잡심화, 대중교통 경쟁력 미흡 등으로 사회적 비용 발생
Opportunities 기회 • 친환경·탄소중립 중요성 증대 • 스마트, 자율주행, UAM 등 4차 산업혁명 • 서비스 연계통합으로 패러다임 전환 및 삶의 질 강화의 가치관 변화	(SO 전략) • 탄소저감을 위한 친환경·대용량 대중교통 공급 • 자율주행, UAM관련 광역교통체계구축 • 이용자 중심 광역교통서비스 공급 체계를 위한 대중교통 통합 운영	(WO 전략) • 유지비용 절감 및 효율성 확보 위한 광역교통시설 유지보수 최적화 • 통행시간 경쟁력 확보 등을 위한 교통수단 연계 강화
Threats 위협 • 3기신도시 등으로 급격한 교통수요 변화 • 포스트 코로나 등 언택트, 안전성 증대	(ST 전략) • 급격한 수요변화 지역 등에 수요 맞춤형 광역교통수단 공급	(WT 전략) • 포스트 코로나 시대의 안전성 강화 위한 대중교통 혼잡관리 • 주행 환경 및 이용수요 변화에 대응 가능한 유지관리체계 구축

⇒ 이를 토대로 **목표** 및 **추진전략** 마련

Ⅲ. 목표 및 전략

비전

국민이 편리한 스마트 광역교통 구현

목표

◇ 친환경 ◇ 국민편의 ◇ 지속가능 ◇ 혁신

◈ 기후변화에 대비한 친환경 대중교통 활성화

◈ 이용자 중심 서비스 제공으로 이용자 만족도 제고

◈ 유지관리 지능화를 통한 지속가능성 확보

◈ 미래형 신교통수단 도입으로 광역교통체계 혁신

추진 전략

추 진 전 략	중 점 과 제
저탄소·친환경 대중교통체계 구축	• 친환경 교통수단 상용화 기술 • 대중교통체계 에너지 관리기술
이용자 중심 광역교통서비스 제공	• 수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술 • 개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술
4차 산업 융합 유지관리	• 철도 유지관리 최적화 기술 • 광역교통체계 운영 안전성 강화 기술
미래혁신 신교통수단 도입	• 자율주행 교통수단 구축·운영 기술 • 입체교통시스템 구축·운영 기술

Ⅳ. 중점과제

전략 1 저탄소 · 친환경 대중교통체계 구축

1 친환경 교통수단 상용화 기술

○ (**수소전기 트램**) 친환경 수소전기트램 상용화를 위한, **광역교통 주행여건**에 맞는 **실증환경 구축** 및 **성능 고도화 기술** 연구

- **진행 중**인 **R&D***로 **개발될 부품·시스템**을 **활용**하여, **운영 데이터 분석**을 통한 **성능 고도화** 및 **인프라 실증** 수행

* 수소전기트램실증사업('21.7～'23.12, 산자부)는 폐선 예정인 인입철도(4.6km)에 실증하는 과제로, 실제 노선에 운영되기 위해선 성능 고도화 등의 추가 연구 필요

※ (추진계획) **'22년 기획연구**에 **착수**하여 세부 추진계획 마련



< 현대로템에서 개발한 수소트램 시제품(좌측) 및 조감도(우측) >

- 이와 함께, **트램**의 **경제성·효율성** 증대 및 **도입*** **활성화**를 위해, **도심내에서 도심외곽까지** 운행 가능한 **트램-트레인**** 연구도 수행

* (트램계획) 6건(기본계획·사업계획 수립 중), 17건(도시철도망 구축계획 반영)

** **도심내 트램선로**에서 저속주행과 **도시외곽 일반선로**에서 고속주행이 가능

※ (추진계획) **'22년 신규과제**로 추진('22～'24, 총 90억)



도심내 트램선로 저속주행	도시외곽 일반선로 고속주행

< 트램-트레인 운영사례(독일 카젤) >

○ (**수소 2층버스**) 철도 대비 단기간 공급 가능한 **광역버스**를 **친환경·대용량화** 한 **수소 2층버스 도입**을 위해, **차량개발** 및 **실증운영**

- **대용량화**로 이용자 **쾌적성 증대,** 친환경 **수소**차량으로 **환경오염 감소**

  * 수송분담율, 1회 충전시 주행거리 성능 등을 고려시, **수소 2층버스**가 **우수**

  ※ (추진계획) **'22년.下 기획연구**에 **착수**하여, 현재 진행 중인 '수소버스 안전성 평가기술 및 장비개발('20~'23) 연구성과를 고려한 **'24년 신규과제로 추진**



영국 버밍엄



영국 애버딘

< 수소 2층버스 도입사례 >

2 대중교통체계 에너지 관리기술

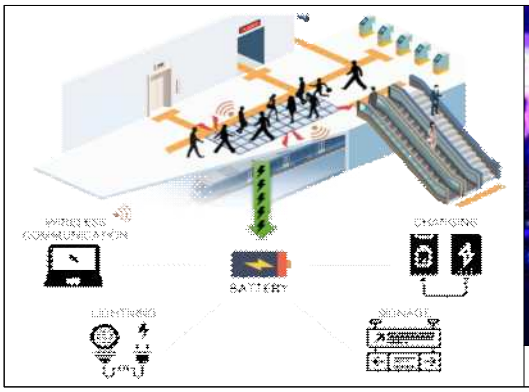
○ (**환승센터 에너지관리**) **역사** 및 **환승센터**의 **유동인구**와 철도**차량의 진동·압력**을 **에너지로 전환**(**에너지 하베스팅*** 기술)하여 환승센터 등을 운영

  * **에너지 하베스팅 기술** : 진동에너지 및 열에너지 등 버려지는 에너지를 수집해 전기에너지로 변환하여 활용하는 **친환경적** 기술

- 에너지 하베스팅 기술의 **낮은 에너지 효율** 등의 문제로 **장기과제**로 **검토**('26년 기획)하되, 향후 **기술성장 속도*** 등을 고려하여 **추진시기 조정**

  * '20년~'28년까지 연평균 10%의 급속한 성장 예상(글로벌 시장조사업체 잉크우드리서치)

  ※ (국내 적용사례) **2012년도**에 부산 1~2호선 **환승역**인 **서면역**에 하베스팅 기술을 **적용**한 압전패드를 설치하여, 주변 조명이나 휴대폰 충전 등에 활용



< 에너지 하베스팅 기술 개념도 >



네덜란드 클럽



부산 서면역

< 적용 사례 >

전략 2 이용자 중심 광역교통서비스 기술

1 수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술

○ (**수요응답형 광역버스**) 다양한 **광역 교통수요**에 **즉각 대응** 가능한 **수요응답형 버스**의 **개발** 및 **운영** 기술 연구

- 일례로, **신도시 입주** 시점에 교통개선대책(철도 등)이 완료되지 않은 경우, **입주민**의 **교통불편**을 **단기간**에 **해결**할 것으로 기대

※ 현재 시범운영 중인 수요응답형 모빌리티는 단일구역에서 운영하여 광역교통 처리에 한계가 있으며, 택시와 유사하게 운영하여 서비스 발전에 제한적

※ (추진계획) **3기 신도시 입주시기** 등을 고려, 입주 주민의 교통불편 해소를 위해 **'22년 신규과제**로 추진('22~'25, 166억)



< 대도시권 수요응답형 광역모빌리티 개념도 >

○ (**모듈형 버스**) 첨두, 비첨두시 **상이한 광역교통 수요**에 따라 **유연하게 분리·결합**이 가능한 **모듈형 차량*** 시스템 개발 및 **실증**

* 자율협력 군집주행, 수요응답 분리결합 등의 첨단기술이 결합된 개념

- 특히, **교통인프라**가 **부족**한 **지역**에서 **소수 이용자**가 **다수 목적지**로 **분기**하는 **경우**, 모듈형 버스로 **환승없이 목적지까지 이동** 가능

※ (추진계획) 시급성 등을 감안하여 **장기과제**('26년 기획)로 **검토**하되, 향후 기술성장 속도 등을 고려하여 추진시기 조정



< 모듈형 버스의 분리결합 운영 기술 개념도 >

② 개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술

○ **(광역 통합교통 서비스) 모빌리티**를 **종합분석**하여 **최적 통행플랜**을 제시하고, **통합 예약·결제**를 지원하는 **광역권 통합교통서비스(M-MaaS)** 구현

※ (추진계획) 제2차 광역교통기본계획('21~'40)에서의 M-MaaS 시범사업('26년), 상용화('30) 시기를 고려하여, **'24년 본과제***에 **착수**하여, **시범사업 추진**

* 철기연에서 관련 기획연구를 기수행했으므로, 해당 기획을 보완하여 본과제 착수

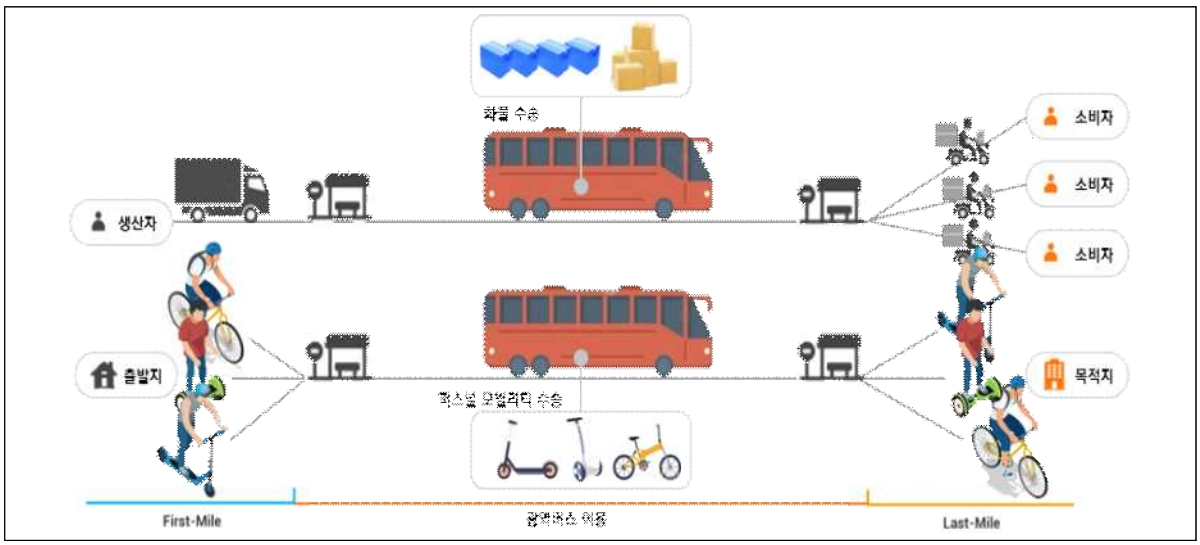


< 광역 통합교통 서비스(M-MaaS) 개념도 >

○ **(광역버스-PM 연계서비스) 광역버스**에 **개인용 교통수단(PM)** 등을 **적재·운송** 할 수 있는 **차내 장치** 및 **운영관리 시스템** 개발

- 광역버스, PM 연계로 **출발지**부터 **목적지**까지 **끊김없는 이동 지원**

※ (추진계획) **PM 시장**이 급격하게 **확대**되고 있는 점을 고려, **'23년 기획연구**에 **착수**하여 세부 추진계획 마련



< 광역버스 연계형 PM 및 화물수송 운영관제 기술 개념도 >

전략 3 4차산업 융합 유지관리 기술

1 철도 유지관리 최적화 기술

○ (부품 유지보수) **경전철 부품***을 **표준화·모듈화**하고, **3D 프린팅 기술** 등으로 현장에서 **제작·공급·유지보수**가 가능한 **통합관리 플랫폼** 개발

* 다품종 소량 생산으로 호환성 낮고, 해외 의존도가 높아 유지보수에 어려움 존재

- 경전철 **다품종 소량 공급사슬 체계 구축**을 통해, **유지보수 비용 절감** 및 **국내 철도부품 산업 육성** 기대

※ (추진계획) 지자체에서 다양한 경전철 노선을 건설·계획 중임을 고려, **'23년 기획연구**에 **착수**하여 세부 추진계획 마련



< 3D 프린팅 유지보수 시스템의 장점 >

○ (차량 유지관리) **철도차량 全주기 관리**를 위한 **디지털 트윈체계*** 및 **고장·사고에 실시간 대응**하는 **원격·무인 유지보수 체계** 개발

* 현실과 똑같은 쌍둥이를 사이버 세계에 만들어 다양한 시뮬레이션을 해보는 첨단 기법

※ (추진계획) **'25년 기획연구 착수 예정**이나, 향후 기술성장 속도 등을 고려하여 착수시기 조정



< 디지털 트윈기술 활용 유지보수(예시) >

2 광역교통체계 운영 안전성 강화 기술

○ (**철도 안정성**) **유동인구 빅데이터 분석**을 통해, 차량 내 **실시간 혼잡도 파악 기술**(혼잡지도 구축) 및 **혼잡관리 기술**(우회경로* 안내) 개발

* 다양한 철도노선 간 연계를 고려하고, 버스노선까지 통합 분석할 경우 안정적이고 효율적인 우회경로 제공 가능

- **포스트 코로나 시대**에 **혼잡관리 체계**를 마련하여, **출퇴근대** 광역교통의 **안전성**을 **강화**하고 **이용자 쾌적성 증대**

※ (추진계획) **'23년 기획연구**에 착수, **'25년 신규과제**로 추진

○ (**환승센터 안전성***) **역사** 및 **환승센터 안전관리**에 **메타버스****가 접목된 **통합운영 기술**(시설상태 예측, 재난상황 모의, 대피경로 안내 등) 개발

* 환승센터는 유동인구가 많은 교통 요충지이므로, 이용자의 편의성·안전성 중요

** 가상과 현실이 융복합된 디지털 세계

- 여러 운영기관*이 얽혀있는 **환승센터**를 메타버스로 **통합운영**하여, **연속적**이고 **종합적**인 **정보**를 **제공**하고, **신속**하고 **안전**한 **대응체계** 확보

* 환승센터는 대중교통(국가철도, 도시철도, 버스 등)이 만나는 곳으로, 여러 운영기관이 각 관할구역을 운영

※ (추진계획) **'25년 기획연구 착수 예정**이나, 향후 기술성장 속도 등을 고려하여 착수시기 조정



< 메타버스 기반 안전관리 기술 구현(예시) >

전략 4 미래혁신 신교통수단 도입기술

1 자율주행 교통수단 구축·운영 기술

○ (**자율주행 트램**) **무가선 트램**의 **자율주행** 기반 마련을 위한, **고신뢰성 차량**(정밀정차, 가변편성) 및 **인프라 기술**(매립·돌출형 선로 전환, 에너지 관리) 개발

- 고신뢰성 기술로 **안전성 확보**, 자율적 에너지 관리로 **환경오염 감소** 기대

※ (추진계획) **'22년 기획연구**에 착수하여, **'24년 신규과제**로 추진

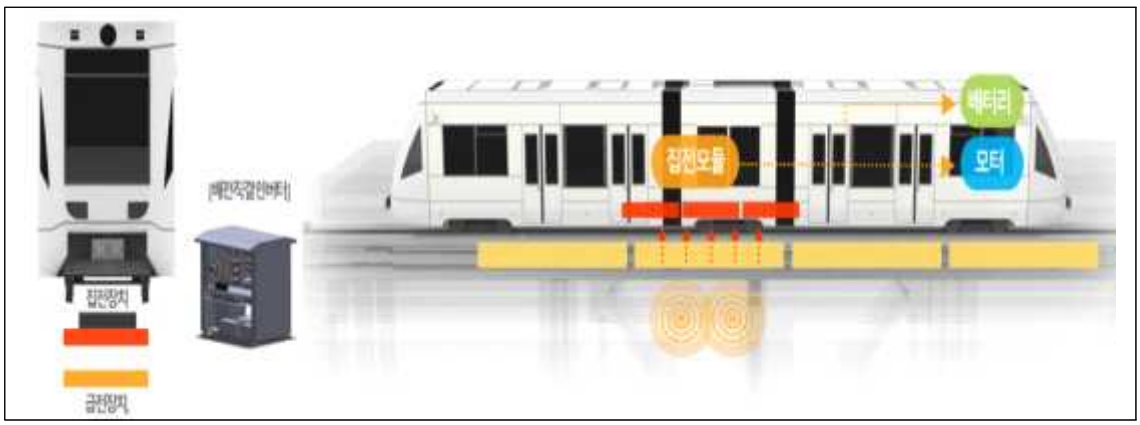


< 자율주행 트램 개념도 >

- 이와 함께, 도시미관을 고려한 **무가선 트램 활성화** 및 **성능향상**을 위한 **트램 최적운영*** **인프라 기술**(충전기술 등) 연구도 추진

* **배터리 용량**을 **최적화(충전시간 단축)**하고, 배터리 용량에 따른 **운행거리 극복**을 위한 '**분산충전(무선급전)**' 기술 등 개발

※ (추진계획) '무가선 저상트램 실증('17~'22)' 연구성과를 고려하여, **'23년 신규과제**로 추진



< 트램의 무가선 충전 인프라 기술 개념도 >

○ (**자율주행 BRT**) 자율주행 BRT 실증연구('18~'21, 교통연)와 연계하여, **자율주행 BRT**의 **사업화**를 **지원***하는 **R&D**를 **'22년 착수**

* '국토교통기술사업화를 위한 이어달리기사업(R&D)' 공모('22.初)를 통해 착수

차량 유형	모델명	호차	노선	운행 구간	운행 거리	비고	차량 사진
대형 자율협력주행 전기버스	현대자동차 일렉시티EV	1	자율 C1	BRT구간 시계방향	23km	V2V 통신을 위한 2대 동시 운행	
		2					
		3	자율 C2	BRT구간 반시계방향		-	
중소형 자율협력주행 전기버스	현대자동차 카운티EV	1	자율 D1	자선구간 Trip 1	8.7km	-	
		2					
		3				비상시 대체 차량으로 운행(1대)	
		4	자율 D2	자선구간 Trip 2	7.7km	-	
		5					



< 세종시 자율주행 BRT 실증 (자율주행 BRT 실증연구 R&D) >

- 이와 함께, 대기오염·교통혼잡 등 도심교통 문제 해결을 위하여, **전기동력** 방식의 **대용량 굴절버스 자율주행*** **실증** 기술 개발도 추진

* 후행차량이 정해진 회전반경 내에서 전복되지 않고, 안정적으로 선행차량을 추종할 수 있는 자율주행 기술이 중요

※ (추진계획) 기수행한 유사 **기획연구**(대용량 BRT 자동운전 및 전기동력 시스템 실증연구 기획, '17)을 **보완**하여, **'25년 신규과제**로 추진



< 자율주행 (굴절)버스 개념도 >

2 입체교통시스템* 구축 · 운영 기술

* **수평**과 **수직**으로 **모두 이동 가능**한, 입체적으로 움직이는 교통시스템

○ (SFMT*) **고밀·복합지역**의 **지하·지상·공중**에서 **입체적 이동**이 가능한 **'소형 다빈도 입체교통시스템**(SFMT)' 관련 **기술** 개발

* SFMT(Small Frequency Multi-dimensional Transit) : 소수의 인원이 탑승한 **소형 차량**이 **다빈도**로 **입체이동**하는 **수요응답 지향**형 **신교통·환승 시스템**

- 평면적 교통체계만으로 해결이 어려운 **교통난**을 **해소**하고, **교통수단 간 연계***를 통해 **대중교통 공백**을 **채워주는 역할** 수행

* (예시) 대심도 GTX 승강장에서 도시철도 승강장 또는 버스정류장으로 이동

※ (추진계획) **'24년 신규과제**로 검토하되, 현재 **진행 중**인 **기획연구**('20.10 ~'22.4) 결과에 따라 **추진시기 조정**



< 소형다빈도 입체교통시스템 개념도 >

○ (UAM 버티포트) 도심내 안정된 **UAM 서비스** 구현 및 **기존 대중교통수단**(버스, 철도 등)과의 **환승**에 **최적화**된 **버티포트* 실증기술** 연구

* 비행체 이착륙 기반시설로서, UAM의 정거장 역할 수행

※ (추진계획) **'도심형 버티포트 구축기술**('24~'29)'이 포함된 **범부처 K-UAM R&D**(드론교통담당관 주관)의 **예타 재신청**을 계획(내년 2분기) 중이므로, 버티포트 R&D를 **드론교통담당관 주관**으로 **수행**하되, **우리위**는 환승에 최적화되도록 **협조 및 지원**



< 버티포트 개념도 >

Ⅳ. 향후계획

□ 소요재원

○ 광역교통 R&D 로드맵('21~'30)은 **18개 핵심기술, 총 투자규모**(국비 기준) **4,573억원 소요 추정**

- 개별과제 추진 시, 참여하는 **민간기업***과 **매칭** 수행

* 참여하는 기업에 따라 매칭비율 상이 (국비 : 중소기업 75%, 중견기업 70%, 그 외 50% 이내)

□ 추진계획

○ (**우선 착수과제**) '**트램-트레인** 도입을 위한 **직결운행 핵심기술**'과 '**수요응답형 광역버스** 실용화 기술' 연구는 '**22년부터 바로 착수**

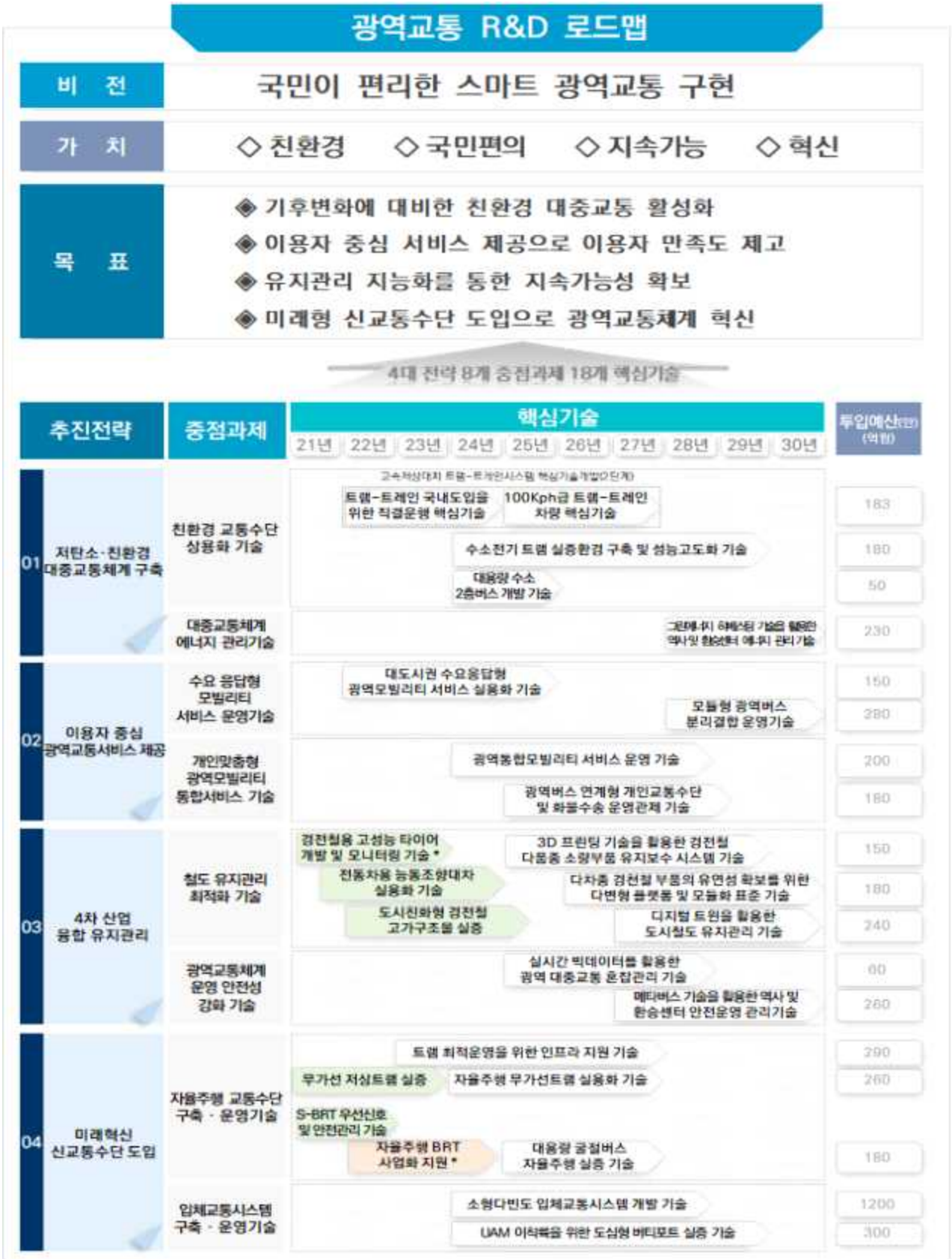
- 이와 함께, **자율주행 BRT**의 **사업화 지원 R&D**도 '**22년**부터 추진

○ (그 외) 로드맵 상 개별 **신규과제 착수시기**를 **고려**하여, **선행 절차** 수행

<신규 R&D 사업 추진절차>

추진단계	시기(참고)	세부 내용	담당 부서
기술수요조사 제출	N-3년 4분기 또는 N-2년 2분기	기획연구를 수행할 기술에 대한 수요조사	대광위 각 부서, 진흥원 → 대광위 총괄담당관(기총과) → 미·담
⇩			
기획연구 수행	N-2년 1분기 또는 N-2년 3분기	신규과제를 기획 (통상 6개월~1년 소요) * 연구기관 등에서 기획연구 기수행시 생략 가능	대광위 각 부서, 진흥원
⇩			
예산 요구·편성	N-1년 4~5월	신규 후보과제 제출	대광위 총괄담당관(기총과) → 미·담 → 과기부
	N-1년 5~12월	R&D 사업 예산심의	과기부(~6월), 기재부(~9월), 국회(~12월)
⇩			
신규과제 착수	N 년 上	사업공고, 협약체결 이후 과제착수	대광위 각 부서, 진흥원

붙임 1 **광역교통 R&D 로드맵**



* 이미 수행 중인 과제(5개)와 사업화 지원 R&D(1개)는 별도 음영처리

※ 추진시기 및 투입예산(안)은 기술수요조사 등을 기반으로 한 추정치로, 기획연구 또는 실제 사업 추진시 변동 가능

붙임 2 과제별 담당과 및 추진계획

추진전략	중점과제	핵심기술	담당과	세부 추진계획*			참고사항
				기획연구	예산요구	과제착수	
저탄소·친환경 대중교통체계 구축	친환경 교통수단 상용화 기술	트램-트레인 시스템 핵심기술개발	광역시설운영과	-	기반영	'22	2단계로 분리 추진 * 1단계 직결운행 핵심기술 우선 착수('22~'24)
		수소전기 트램 실증환경 구축 및 성능 고도화 기술	광역시설운영과	'22	'23	'24	범부처 수소R&D 예타대상으로 미선정됨에 따라, 수소트램 별도 기획 추진
		대용량 수소 2층 수소버스 개발 기술	광역버스과	'22	'23	'24	
	대중교통체계 에너지 관리기술	그린 에너지 하베스팅 기술을 활용한 역사 및 환승센터 에너지 관리 기술	광역환승시설과 & 광역시설운영과	'26	'27	'28	
이용자 중심 광역교통 서비스	수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술	대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술	광역버스과	-	기반영	'22	
		모듈형 광역버스 분리결합 운영 기술	광역버스과 & BRT과	'26	'27	'28	
	개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술	광역 통합모빌리티 서비스 운영 기술	요금과	유사기획 수행	'23	'24	
		광역버스 연계형 개인교통수단 및 화물수송 운영관제 기술	광역버스과 & BRT과	'23	'24	'25	
4차 산업 융합 유지관리	철도 유지관리 최적화 기술	3D프린팅 기술을 활용한 경전철 다품종 소량부품 유지보수 시스템 기술	광역시설운영과	'23	'24	'25	두 과제의 기획연구를 병합수행하고, 이 과정에서 적절한 과제 추진 방식을 결정(병합 또는 분리)
		다차종 경전철 부품의 유연성 확보를 위한 다변형 플랫폼 및 모듈화 표준기술	광역시설운영과	'23	'25	'26	
		디지털트윈을 활용한 도시철도 유지관리 기술	광역시설운영과	'25	'26	'27	
	광역교통체계 운영 안전성 강화 기술	실시간 빅데이터를 활용한 광역 대중교통 혼잡관리 기술	광역시설운영과	'23	'24	'25	
		메타버스 기술을 활용한 역사 및 환승센터 안전운영 관리 기술	광역환승시설과 & 광역시설운영과	'25	'26	'27	
미래혁신 신교통수단 도입	자율주행 교통수단 구축·운영 기술	트램 최적운영을 위한 인프라 지원 기술	광역시설운영과	철기연 보유	'22	'23	
		자율주행 무가선 트램 실용화 기술	광역시설운영과	'22	'23	'24	
		대용량 굴절버스 자율주행 실증 기술	광역버스과 & BRT과	유사기획 수행	'24	'25	대용량 BRT 자동운전 및 전기동력 시스템 실증연구 기획('17)
	입체교통시스템 구축·운영 기술	소형다빈도 입체교통시스템 개발 기술	광역시설운영과	수행 중	'23	'24	기획연구 결과에 따라, 추진계획 등 조정
		UAM 이착륙을 위한 도심형 버티포트 실증 기술	광역환승시설과			'24	미래드론교통담당관 주관으로 수행, 우리위는 환승에 최적화되도록 협조 및 지원 (범부처 K-UAM R&D 예타 진행상황에 따라, 추진계획 변경 가능)

* 추진시기는 현 시점에서의 전문가 평가, 담당부서 추진의지 등을 토대로 결정한 것으로, 향후 여건 변화 등에 따라 변동 가능

편집을 위하여 비워둔 면입니다.

[별첨4]

대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실용화 기술 개발 기획보고서

편집을 위하여 비워둔 면입니다.

기획보고서

대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개발

국토교통부
대도시권광역교통위원회

편집을 위하여 비워둔 면입니다.

요 약

1. 사업개요

가. 사업명: 세부사업명: 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발

나. 사업목적

○ 광역대중교통 수단이 부족한 신도시(특히 입주 초기) 지역에 적기 광역대중교통 공급을 위해 속도·요금경쟁력을 가지면서도 광역교통 수요에 즉각적으로 대응이 가능한 대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 및 운영 기술 개발

다. 사업 추진 필요성

○ 광역통행은 시간·지역별 수급 불균형이 심하여 민간 운송업체는 수익성 확보가 어려워 서비스 제공을 기피하므로 공공의 지원이 필수적임

○ 광역버스와 관련하여 지자체 간 이해 상충, 운송사업의 여건 악화 등을 해결하기 위해 관련 업무가 국가사무화 되었음

○ 대도시권의 수요응답형 광역 모빌리티 서비스를 제공하기 위해서는 관련 기술개발, 법제도 정비, 시범운영을 통한 기술 실증, 서비스 확대를 위한 마스터플랜 및 가이드라인 마련 등 일련의 과정이 순차적으로 추진될 필요가 있음

○ 기존 광역·도시철도, BRT, 노선 여객운송사업 등과 함께, 빠르고 편리한 광역 대중교통체계를 구축하여, 이용자 안전하고 편리한 광역 이동권을 보장하고, 대중교통 공급실패로 인한 자가용 승용차 이용 증가 및 교통혼잡 심화에 따라 발생할 수 있는 사회경제적 비용이 절감될 것으로 예상

라. 사업추진 경위

○ 법적 근거

- 국토교통과학기술육성법 제8조(연구개발사업의 추진)
- 국가통합교통체계효율화법 제98조(교통기술 연구 · 개발사업의 추진)
- 대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 제2조(광역버스운송사업 정의 등)
- 대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령 제9조의4(광역교통특별대책지구의 지정)
  * 광역교통특별대책지구 지정기준과 광역교통시설부담금의 사용 범위 확대
- 여객자동차 운수사업법 시행령 제8조(노선 구역 등), 제37조(권한의 위임)
  * 광역버스 운행 범위 확대 및 광역버스 국가사무화 추진

○ 상위 계획

- 과학기술정보통신부 「2022년도 정부연구개발 투자방향 및 기준」('21.3)
  * 중점투자방향 「D.N.A 기반의 디지털 경제 촉진」 및 「기술분야별 (ICT·SW, 건설교통)의 투자전략」에 부합
- 「광역교통 2030」 선포 ('19.10)
  * 3대 목표: 광역거점간 통행시간 30분대로 단축, 통행비용 최대 30% 절감, 환승시간 30%감소
  * 4대 중점과제: ❶ 세계적 수준의 급행 광역교통망 구축, ❷ 버스·환승 편의증진 및 공

공성 강화, ❸ 광역교통 운영관리 제도 혁신, ❹ 혼잡·공해 걱정 없는 미래교통 구현

- 「제2차 대도시권 광역교통기본계획(2021-2040)」('21.6)
  * 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」제3조에 의거한 20년 단위의 장기 법정 계획으로, 최근 변화된 여건과 장래 변화 전망을 고려하여 광역교통운송산업 육성 및 광역교통 R&D 추진내용 반영

○ 추진 근거: 「대도시권 광역교통 분야 R&D 기술로드맵 수립」('21.08)
- "광역교통분야 기술개발을 통한 경계없는 광역교통체계 구축"을 실현하기 위해, 대도시권 광역교통위원회의 중장기 R&D 로드맵 수립
- (4대 목표) 기후변화에 대비한 친환경 대중교통 활성화, 이용자 중심 서비스 제공으로 이용자 만족도 제고, 유지관리 지능화를 통한 지속가능성 확보, 미래형 신교통수단 도입으로 광역교통체계 혁신
- (추진전략) 이용자 중심 광역교통서비스 제공, (중점과제) 수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술에 근거하여, "대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술"을 '22-25 (4년) 과제로 추진 계획 수립

2. 국내외 기술동향 분석

○ 미국은 1900년대 초반 지트니(Jitney)를 시작하여 수요응답형 교통수단이 본격적으로 도입되었으며, 기존 택시와 버스 약점을 보완한 준 대중교통의 개념임

○ 일본은 디맨드 버스(Demand Bus)가 2002년 지방의 적자노선버스의 폐선·폐지에 따른 대중교통 공백지역 해소 차원에서 도입

○ 캐나다 DART(Dial-a-Ride transit), 호주 Adelaide, 영국 Just Go North Lincs와 Liftango 등이 운영 중에 있음

○ 유럽의 경우, 수요응답형 서비스를 공공 주도의 R&D 프로젝트로 추진
  * Tele-bus as On-demand Transport 프로젝트, RUMOBIL(Rural Mobility in European Regions affected by Demographic Change)프로젝트, TFI(Transport For Ireland)프로그램 등

○ 민간 기업의 모빌리티 데이터 확보를 위한 공공의 노력
  * MDS(Mobility Data Specification)는 OMF(Open Mobility Foundation) 프로젝트의 일환으로 LA 교통국에서 기획하여 개발한 공유수단 정보공유 플랫폼임
  * 2019년 법정 공방을 통해 서비스 공급자의 의무적인 자료 제공을 요구할 수 있게 된 LA 사례 이후, 현재 115개의 도시 및 공공기관(Atlanta, Chicago, LA, New York, Ulm in Germany, Wellington in New Zealand 등)에서 MDS를 활용하고 있음

○ (정부주도 프로젝트) 도시형 및 농촌형 교통서비스 사업으로 추진되어, 전라북도 완주 부름부릉 버스, 경상남도 밀양 아리랑 버스, 세종시 두루타 버스, 제주도의 GreeGo, 충남 논산 동고동락 행복버스가 운영 중에 있음

○ (민간주도) 국내 수요응답형 유사사례로 서울시 심야콜 버스, e-bus, 좌석예약광역버스, 경기도 프리미엄 버스, 서울 올빼미 버스 등 있음

○ (규제특례) 인천 영종도, 서울 은평뉴타운, 세종시 등 수요응답형 커뮤니티 모빌리티 서비스 도입 및 (시범) 운행

3. 사업의 내용 및 전략

○ 사업 비전 및 추진 전략

비전	광역교통의 시공간적 수급 불균형 해소를 위한 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축
전략목표	속도·요금 경쟁력을 가지면서 광역교통 수요에 즉각적으로 대응이 가능한 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 기술 개발 및 실증운영
성과목표	• 수요응답형 광역 모빌리티 실증 표준 등 기술적 질적 수준 제고 • 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축을 위한 법제도 개선 및 정책 활용 • 실증 운영을 통한 실용화 촉진 및 서비스 확대 추진

1단계 (2022-2023)	2단계(2024-2025)
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 핵심 기술 개발 및 실증 기반 구축	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 기술 고도화 추진

○ 사업 주요 내용

내역사업	주요 내용
수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증연구	○ 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 플랫폼 개발, 광역 모빌리티 서비스 실증 운영 및 평가, 서비스 확대 마스터플랜 및 법제도 개선방안 - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발 - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영 지원 기술 개발 - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 안전 및 편의 지원기술 개발 - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가

○ 사업예산: 총 16,614백만원

- 1차년도(2022년): 2,497백만원
- 2차년도(2022년): 5,570백만원
- 3차년도(2022년): 5,570백만원
- 4차년도(2022년): 2,977백만원

○ 최종 성과물

- 수요응답형 광역 모빌리티 통합운영전략 구축 가이드라인(안)
- 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 시작품
- 수요응답형 광역 모빌리티 운영 지원 핵심 알고리즘 S/W (플랫폼/센터 연계)
- 수요응답형 광역 모빌리티 안전 및 편의 지원 시작품(SW 포함)
- 수요응답형 광역 모빌리티 인프라, 시설 설계 기준(안), 표준 모델(안)
- 수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인 (안)
- 수요응답형 광역 모빌리티 효과 평가 지침(안), 실증운영 효과 평가결과 제시
- 수요응답형 광역 모빌리티 기술 표준, 플랫폼 인증 절차 및 제도 마련

○ 사업 추진 로드맵



5. 기대효과 및 활용 방안

○ 과학기술적 기대효과

- 중장거리 광역통행 서비스에 적합한 다인승 다차종 조합, 이용자 선호도를 고려한 수요응답형 광역 모빌리티 운영 알고리즘 기술
- 기존 커뮤니티형 서비스 대비, 20배 내외로 증가한 빅데이터 처리 및 연산 속도 향상 기술
- 수요응답형 광역 모빌리티 운영자, 이용자, 관리자 모두를 고려한 통합 실증을 통해, 사업 본격 추진 이전에 기술적 문제를 사전에 확인하여, 안정적인 상용화 및 사업확대 기여

○ 사회경제적 기대효과

- 광역 모빌리티 체계 혁신으로 자가용 승용차 이용을 감축시켜 도심부 교통혼잡 및 온실가스 배출 감소로 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축 가능
- 수요 부족으로 광역버스 노선 신설이 어려운 3기 신도시 지역, 특히 입주 초기에 수요응답형 광역모빌리티를 공급하여 광역대중교통 이용불편 해소
- 신도시를 대상으로 서비스를 제공하여 기존 운송사업자(택시 등)와의 갈등 소지가 낮아 모빌리티 서비스를 도입·발전시킬 수 있는 가능성이 높음

[목 차]

1. 연구개발과제의 개요 ····· 1

가. 연구개발의 배경 및 필요성 ····· 1

나. 기대효과 ····· 11

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용 ····· 13

가. 기술의 정의 및 분류체계 ····· 13

나. 환경분석 ····· 17

다. 기술수준 분석 및 수요조사 ····· 102

라. 연구개발과제 구성 ····· 118

마. 사전 타당성 분석 ····· 133

바. 기대효과 및 활용방안 ····· 155

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 ····· 159

4. 목표 미달 시 원인분석 ····· 161

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도 ····· 161

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 ····· 161

[별첨1] 참고문헌 ····· 162

[별첨2] 과제제안요구서(RFP) ····· 166

[별첨3] 전략계획서 ····· 179

[표 목 차]

표 1 국가과학기술표준분류체계 - EI. 건설/교통 (2018년) ····· 15
표 2 세부분류에 따른 기술 설명 ····· 16
표 3 대도시권광역교통위원회 부서별 주요업무 ····· 19
표 4 시·도별 도시철도망 구축계획 상 트램 반영 현황 ····· 26
표 5 전국 연령별 자동차등록대수 변화 ····· 51
표 6 수도권 목적통행 발생량(2017년) ····· 52
표 7 수도권 교통축별 광역버스 이용현황 ····· 54
표 8 수도권 광역통행 환승현황 ····· 55
표 9 수도권 광역축별 수단별 평균 통행시간 비교 ····· 57
표 10 수요응답형 교통체계(DRT) 국내 사례 ····· 66
표 11 민간 주도 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 사례 ····· 67
표 12 포티투닷 모빌리티 사업추진 계획 ····· 69
표 13 미국 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황 ····· 83
표 14 본 DRT 운영방법 및 도입지역 ····· 84
표 15 기존 연구과제와의 연계방안 및 차별성 ····· 90
표 16 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 차이점 ····· 93
표 17 분석 기준 ····· 94
표 18 분석 범위 (기술 검색 조합식 및 대상특허건수) ····· 94
표 19 SWOT 분석 ····· 100
표 20 인천 영종도 IMOD 현장 체험 ····· 108
표 21 3차 회의록 ····· 109
표 22 4차 회의록 ····· 109
표 23 5차 회의록 ····· 111
표 24 제안 과제 리스트 ····· 112
표 25 주요 회의 내용 ····· 113
표 26 유사·중복 제안 과제 통합 ····· 114
표 27 목표 부합성 및 실현 가능성 평가 결과 ····· 115
표 28 우선순위조사 평가지표 항목 ····· 116

표 29 우선순위조사 평가지표 결과 ····· 116
표 30 핵심 기술별 우선순위 평가지표 산정결과 ····· 117
표 31 연차별 주요 연구내용 및 최종 성과물 ····· 125
표 32 연차별 최종성과물 성능 목표 ····· 125
표 33 연차별 소요예산 ····· 129
표 34 연차별 인력투입계획 ····· 132
표 35 핵심 기술별 기술수준 평가 결과 ····· 134
표 36 비용의 현재가치 ····· 137
표 37 편익 요소별 기준 및 산출근거 ····· 138
표 38 최근 5년 국내 연구개발비 현황 ····· 141
표 39 광역버스 준공영제 운송원가 산정 근거비교(대광위/경기도) ····· 142
표 40 광역버스 운행현황(2019년 기준) ····· 143
표 41 편익기간 각 연도별 (기존)노선형 광역버스 운송원가 추정 ····· 143
표 42 편익기간 각 연도별 수요응답형 광역버스 전환 목표율 ····· 143
표 43 편익기간 각 연도별 광역버스 운영비용 저감액 ····· 144
표 44 운영비용 저감 편익 ····· 144
표 45 광역버스 운행거리 현황(2019년 기준) ····· 145
표 46 편익기간 각 연도별 (기존)노선형 광역버스 운행거리 추정 ····· 145
표 47 도로유형별 교통사고 발생비율 ····· 145
표 48 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PGS 포함) ····· 146
표 49 사고비용 추정 ····· 146
표 50 편익기간 각 연도별 광역버스 연간 감소 운행거리 ····· 147
표 51 운영비용 저감 편익 ····· 147
표 52 차종별·속도별 대기오염비용(2020년 기준) ····· 148
표 53 편익기간 각 연도별 광역버스 연간 감소 운행거리 ····· 149
표 54 대기오염 저감 편익 ····· 149
표 55 비용 및 편익의 현재가치화(할인율 4.5% 적용 시) ····· 150
표 56 비용 및 편익의 현재가치화(할인율 5.5% 적용 시) ····· 151
표 57 할인율 변화에 따른 B/C 분석 결과 ····· 151
표 58 고용에 미치는 영향 분석 ····· 153

[그 림 목 차]

그림 1 광역교통 개념도 ····· 2
그림 2 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립을 위한 SWOT 분석 ····· 8
그림 3 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵(안) ····· 10
그림 4 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개념도 ····· 14
그림 5 대도시권 광역교통위원회 비전 및 목표 ····· 17
그림 6 대도시권 광역교통위원회 주요 업무추진 현황 ····· 18
그림 7 대도시권 광역교통위원회 조직구성 ····· 18
그림 8 부천대장 3기신도시 S-BRT 계획 ····· 20
그림 9 고양창릉 3기신도시 교통대책 ····· 21
그림 10 부천대장 3기신도시 교통대책 ····· 21
그림 11 「광역교통 2030」비전 및 기대효과 ····· 22
그림 12 「광역교통 2030」인포그래픽 ····· 23
그림 13 간선급행버스체계(BRT) 개요 ····· 24
그림 14 GTX 환승센터 공모 최우수(수원역) ····· 28
그림 15 GTX 환승센터 공모 최우수(양재역) ····· 29
그림 16 「제3차 환승센터 및 복합환승센터 구축 기본계획」 중장기 환승정책 방향 및 인포그래픽 32
그림 17 신광역환승체계 개념도 ····· 34
그림 18 회차형 환승센터 개념 ····· 35
그림 19 도심형 환승센터 개념 ····· 35
그림 20 철도연계형 환승센터 개념 ····· 36
그림 21 환승센터 유형별 후보 환승센터 입지 ····· 36
그림 22 광역버스 준공영제 추진 방향 ····· 37
그림 23 광역버스 준공영제 추진 절차 ····· 38
그림 24 광역버스 서비스표준(안) ····· 38
그림 25 『2050 탄소중립 추진전략』 3+1 전략 추진 ····· 40
그림 26 『2050 탄소중립 추진전략』 수송·교통 분야 미래상 ····· 41
그림 27 『한국판 뉴딜』의 구조 ····· 43
그림 28 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)」 비전 및 전략에 따른 실천과제 · 45

그림 29 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 MAP ····· 46
그림 30 세계를 선도하기 위한 20개 국토・인프라・교통 기술 (20-Wonder) ····· 47
그림 31 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 비전 목표 및 핵심기술 도출 ····· 48
그림 32 수도권 3기 신도시 및 신규 공공택지 공급계획 등 대도시권 확대 현황 ····· 49
그림 33 수도권 인구 분포 변화(2000년 VS 2020년) ····· 50
그림 34 수도권 자동차등록대수 변화 ····· 50
그림 35 전국 연령별 자동차등록대수 변화 ····· 51
그림 36 권역별 통행 발생량 전망 ····· 52
그림 37 수도권 장래 교통축별 혼잡도로 분석 ····· 53
그림 38 수도권 광역버스 노선현황 ····· 54
그림 39 수도권 광역철도 현황 및 노선계획 ····· 55
그림 40 수도권 광역통행 환승횟수 및 환승소요시간 ····· 56
그림 41 수도권 환승통행 현황 ····· 56
그림 42 수도권 수단별 지역 간 평균 통행시간 비교 ····· 58
그림 43 도시형・농촌형 교통모델 사업체계 개편 ····· 59
그림 44 완주군 부름부릉 콜버스 차량 ····· 60
그림 45 밀양시 수요응답형 대중교통 아리랑 버스 ····· 61
그림 46 세종특별자치시 수요응답형 대중교통 두루타 버스 ····· 62
그림 47 2021 스마트 챌린지 사업 ····· 63
그림 48 인천시 영종국제도시 수요응답형 대중교통 I-MOD ····· 64
그림 49 서울시 은평구 수요응답형 대중교통 셔클의 운행 실적 및 이용자 만족도 ····· 65
그림 50 제주도 수요응답형 대중교통 GreeGo ····· 66
그림 51 e-버스 운영 개념도 ····· 68
그림 52 유모스(UMOS) 개념도 ····· 69
그림 53 주식회사 에티켓의 '셔틀타요' 운영 프로세스 ····· 70
그림 54 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 흐름도 ····· 71
그림 55 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 아키텍쳐 ····· 72
그림 56 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 S/W 구성 ····· 72
그림 57 MaaSiFiE 수행 전략 ····· 73
그림 58 European Maas 로드맵 2025 ····· 74
그림 59 Interreg Europe ····· 75
그림 60 Interreg Europe 소속 중 하나인 REGIO-MOB 연구진 ····· 76
그림 61 폴란드 tele-bus 서비스 ····· 77

그림 62 Tele-bus의 확장된 노선 현황 ····· 77
그림 63 MOBIL 프로젝트 참여 기관 ····· 78
그림 64 Real-time Informobility 연구의 주요 목표 ····· 79
그림 65 Real-time Informobility 연구의 주요 목표 ····· 79
그림 66 아일랜드 TFI 버스 ····· 80
그림 67 아일랜드 수요응답형 버스 서비스 홈페이지 ····· 81
그림 68 아일랜드 수요응답형 버스 서비스 모바일 앱 ····· 81
그림 69 MDS(Mobility Data Specification) 정보 개념도 ····· 82
그림 70 호주 Adelaide DRT 노선도 ····· 85
그림 71 캐나다 MOD 시장 규모 ····· 86
그림 72 영국 East Riding of Yorkshire의 수요응답형교통(DRT) 서비스 ····· 87
그림 73 수요응답형 모빌리티 시장 규모 전망 ····· 88
그림 74 수요응답형 모빌리티 시장의 발전 전망 ····· 89
그림 75 특허 출원년도 및 국가별 출원추이 ····· 96
그림 76 주요 출원인 동향 ····· 97
그림 77 연도별 주요 출원인 동향 ····· 97
그림 78 국가별 기술 분포(버블형) ····· 98
그림 79 국가별 출원건수 및 시장 확보 지수 ····· 98
그림 80 국가별 인용도지수 ····· 99
그림 81 국가별 영향력지수 및 기술력지수 ····· 99
그림 82 연구추진체계 ····· 126
그림 83 기술성과 로드맵 ····· 128
그림 84 정책적 타당성 분석 ····· 136
그림 85 운행 비용 저감 편익 산출법 ····· 138
그림 86 사고 비용 저감 편익 산출법 ····· 138
그림 87 대기오염비용 저감 편익 산출법 ····· 138
그림 88 사업용 자동차의 차령과 그 연장요건 ····· 139

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발의 배경 및 필요성

(1) 연구개발의 배경

- 대도시권의 고밀, 광역화로 장거리 광역 통행 증가
  - 우리나라의 총 인구는 증가해왔으나, 지방지역에서 대도시권으로 인구가 집중되어 지방지역은 인구가 감소하고 대도시권의 인구는 크게 증가함
  - 대도시권의 인구집중에 따라 대도시권이 광역화되어 우리나라 전체 인구의 80%가 대도시권에 거주하고, 전체 통행의 80% 이상이 대도시권에서 발생하고 있음
  - 대도시권 전체의 통행량이 크게 증가한 것과 더불어, 거주공간이 광역화됨에 따라 통행거리 및 통행시간도 크게 증가함
- 대도시권 광역통행의 특성에 따라 시공간적 대중교통 서비스의 불균형 및 이용불편 발생
  - 광역통행은 출퇴근을 위한 통근통학 통행의 비율이 높아 첨두시 통행 집중률이 높아 시간대별 수요공급의 불균형이 높음
  - 대도시권 광역통행은 통행 기종점 분포가 매우 넓어 공간적 수요공급의 불균형이 높으며, 대중교통 서비스 사각지대가 많음
  - 광역통행은 통행거리가 길어 여러가지 수단을 복합적으로 이용해야 하고 그에 따라 다수의 환승이 수반되어 이용자 불편 초래

(2) 연구개발의 필요성

- 대도시권 수용응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발은 광역교통의 시·공간적 수급 불균형 해소 및 신도시 입주 초기 적기 대중교통 공급을 위한 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축을 목적으로 함
- 광역 대중교통 수요·공급의 불균형 증가에 따른 요금 인상 압력 및 재정 소요 증가 대응 필요
  - (광역 대중교통체계 효율성 개선) 시·공간적으로 불규칙한 광역 대중교통 수요에 대응하여 수요응답형(적정) 대중교통 공급으로 비용(이용자+운영자) 최적, 효율적 대중교통 체계 구축

- (사회경제적 비용 절감) 빠르고 편리한 광역 대중교통의 적시적소 공급 실패로 인한 자가용 승용차 이용 증가 및 교통혼잡 심화에 따라 발생할 수 있는 사회경제적 비용 절감을 위해 이용자 맞춤형 광역 모빌리티 서비스를 위한 플랫폼 개발 필요

  * 철도와 같은 고비용 교통SOC 대신 기존 도로를 활용하는 광역 모빌리티 서비스를 통해 대중교통 수송분담률 증대 시 교통SOC 예산 절감에도 기여

● 3기 신도시의 선교통·후입주 정책에 따라 적기 대중교통 공급을 위한 기술개발 및 사업화 조기 추진 필요

  * 3기 신도시는 이르면 `24년부터 입주가시작되므로 `24년에 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 시범사업의 적기 추진을 위해 `22년부터 기술개발 시작 필요요



그림 1 광역교통 개념도

● (모빌리티 체계 변화) 인구·사회·경제·환경·기술 등 환경변화에 따라 교통부문의 새로운 변화 요인이 발생하여 이에 대한 대응 필요

- 통행의 목적·거리·수단 등 다양한 상황에 따른 다양한 요구사항을 충족시켜주기 위한 개인 맞춤형 모빌리티 솔루션 필요

· (도시내) 언제·어디서나 신속하고 편리한 친환경 이동 수단 제공 필요

· (광역) 광역급행수단의 서비스 범위 확대 및 접근성 향상, 광역버스 운영효율성 향상, 시·공간적 서비스 사각지대 해소 방안 필요

· (지역간) 통행시간 단축을 위한 초고속 통행수단 개발 필요

구분	메가트렌드		교통부문 변화
인구	-인구감소, 저출산 -고령화 -1인가구화		-자가용승용차 증가 -공유교통 증가
도시	-도시의 고밀광역화, 초광역 -지방소멸, 균형발전		-광역통행 증가 -초고속으로 지방을 도시와 연결
경제	-소득수준 향상, 삶의 질 중시	→	-개인 맞춤형 서비스, 고급화·다양화 요구 증가
사회	-양극화·다양화, 언택트		-대중교통 기피
환경	-기후변화, 에너지고갈 -Net-zero		-교통부문 탄소배출 제로화 -친환경차 보급확대
기술	-지능화, 모바일화, 초연결		-자율주행차, V2X

문제·요구사항		해결도구
-자가용승용차 증가 -광역통행 증가	-대중교통 기피	-(맞춤화) 이용자맞춤형모빌리티 서비스 제공 -(지능화) AI, 자율주행 -(전기화) 전기·수소차 -(공유화) 공유서비스
-개인 맞춤형 서비스	-고급화·다양화	

⑶ 연구개발의 시급성 및 중요도

- ’19.3 출범한 대도시권광역교통위원회는 만성적인 수도권 광역교통 문제, 3기 신도시 입주 전 광역교통 대책 마련 및 비수도권 광역교통 수혜 확대 요구 등 산재한 현안을 안고 있음

- 다수의 현안 해결 뿐만 아니라 타 부처와 협력하여,‘디지털 뉴딜’등 정부 기조에 맞는 중장기 정책 마련 또한 매우 시급한 실정임

  - ‘지역균형 뉴딜’이 활발히 진행 중이며, 각종 교통 산업기술이 중요한 영역을 차지하고 있음
  - 지자체간 교통 산업기술 차이로 발생할 수 있는 문제를 선제적으로 파악하고 이에 따른 서비스 격차 해소 기술이 제시되어야 함
  - 또한, 첨단 교통기술은 통신 기술과 밀접한 연관이 있어, 이로 인한 각종 표준, 인터페이스 정의 없이 지자체 자체 의사결정에 따라 선행된 교통사업은 추후 광역교통 통합운영시 불편 및 예산 중복 투입을 초래 할 수 있음

(4) 정부지원 필요성

- (R&D 추진 필요성) 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화를 위해서는 단순한 수요 공급 매칭 수준의 기존 모빌리티 서비스보다 진보한 기술개발 필요

  - 신도시 지역의 통행패턴 변화 예측 기반 가변적 노선 설계, 개별 이용자의 실시간 통행 데이터 수집 및 처리, 수요에 따른 최적 차량배정 및 운행효율화 기술 등

    * 민간이 추진하고 있는 수요응답형 모빌리티 서비스는 지역의 제한으로 통행 데이터가 한정되어 있기 때문에, 시·공간이 확장된 광역 통행에 적용하기 위해서는 보다 진보된 데이터 취급기술과 알고리즘이 필요
    ** 해외에서도 이와 같은 사유로, 대중교통 접근성개선을 위한 수요응답형 버스 서비스를 공공주도의 R&D프로젝트로 추진하고 있음(폴란드 Tele-bus as On-demand Transport, 미국 Open Mobility Foundation 등)

- (정부지원 필요성) 신도시 입주 초기에는 광역교통 개선대책이 완료되지 않아 입주민들의 교통 불편 해소를 위해 정책적으로 본 R&D를 추진할 필요

  * 3기 신도시가 이르면 '24년부터 입주하는 측면을 감안하여 '22년부터 R&D 사업 본과제 예산반영 추진 필요

  - 승용차에서 대중교통 전환을 통해 교통의 사회적 비용(혼잡비용 등) 절감, 탄소중립 측면에서 온실가스 배출 감소를 유도 가능

    * 속도·요금경쟁력을 가지면서도 이용수요에 즉각적으로 대응이 가능한 수요 응답형 광역모빌리티 서비스를 제공할 경우 신도시 입주민들의 광역교통 이용 패턴을 승용차에서 대중교통으로 전환유도 가능

  - 수요응답형 광역교통 모빌리티는 신도시를 대상으로 서비스를 공급하여 기존 운송사업자(택시 등)와의 갈등 소지가 낮아 모빌리티 서비스가 도입·발전할 수 있는 가능성이 높음

    * 민간 기업이 추진하고 있는 수요응답형 모빌리티는 단일 구역에서 운영하는 택시와 유사하게 운영 중으로, 택시사업자와 주요 고객층이 유사하여 택시 반발로 제한적으로 운영되어 모빌리티 서비스 발전이 제한적
    ** 또한 광역통행의 경우 수급 불균형이 심하여 민간 운송업체가 서비스를 제공하고 있지 않아 공공의 지원이 필수적

(5) 추진근거 : 「대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립 기획」 연구[53]

- "광역교통분야 기술개발을 통한 경계없는 광역교통체계 구축"을 실현하기 위해, 대도시권 광역교통위원회의 중장기 R&D 로드맵을 수립하는 **「대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립 기획」** 연구 수행

- 해당연구를 통하여 메가트렌드, 정책, 사회, 경제, 기술 환경변화를 고려한 대내외 거시환경분석(PEST) 결과와 사업의 추진 필요성, 시급성, 국고지원 필요성 등을 종합적으로 분석하여 '대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술'을 2022년 추진 사업으로 제시

53) 국토교통과학기술진흥원(2021), 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립

■ 추진배경 및 추진경과

● 복잡한 광역교통문제를 해결하기 위해, 전담기구인 대도시권광역교통위원회가 설립('19.3) 되어 다양한 정책*을 추진 중

* 광역 철도·도로·버스·BRT·환승센터 등 광역교통수단 및 시설과 관련한 계획 수립, 사업 추진 및 법·제도 개선 등

- 추진 중인 정책 이행력을 뒷받침하고 광역교통 신기술 개발 및 광역교통체계 혁신을 위해선, 체계적인 R&D 관리 필요

● 이에, 광역교통 정책*과 연계한 10년 단위의 중장기 「대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵('21~'30)」 수립 추진

* 광역교통 2030('19.10), 광역교통기본계획('21~'40), 환승센터 기본계획('21~'25) 등

- 단기적 기술개발에서 벗어나 메가트렌드 등 새로운 기술 수요를 이해하고, 이를 토대로 광역교통체계 혁신을 위한 중장기적 전략 마련

● 추진경과

- '20.12 : 기술로드맵 수립* 착수

* (R&D과제)「대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립」('20.12~'21.8, 1.5억원, 교통연)

- '20.12 : 연구기관 전문가 의견수렴(광역교통 문제점, 해결방안 등)
- '21.2 ~ '21.6 : 산·학·연 대상 광역교통 기술 수요조사
- '21.4 : 광역교통 이용자 설문조사(광역교통 불만사항, 요구사항 등)
- '21.7 : 중점과제(안) 및 핵심기술(안) 도출
- '21.7 : 핵심기술(안)에 대한 전문가 우선순위 평가
- '21.8 : 기술로드맵(안) 마련
- '21.9 ~ : 유관부서 의견조회 등

■ 환경분석

① 정책환경

- (대광위, 대중교통) 광역교통문제 해결 전담기구인 대광위가 설립('19.3)되어, 대중교통 강화를 위한 다수의 정책* 추진 중

  * 광역버스 공공성 강화를 위한 준공영제, 대중교통 연계를 위한 환승센터, 대중교통 문화장착을 위한 알뜰교통카드 등

- (친환경, 탄소중립) 환경 친화적인 교통수단 활성화 및 미래교통수단으로의 전환 등 탄소중립을 위한 정책 및 연구개발 확대

② 기술환경

- (4차 산업혁명) 정보통신기술을 기반으로 한 스마트 기술(AI, 가상현실 등), 자율주행 및 UAM 관련 기술이 지속 연구 중

  * (자율주행) 자율차 시장이 자동차 ICT기술 주도, 상용화 직전까지 기술수준 성장
    (UAM) 한국형 도심항공교통(K-UAM) 개발을 위한 범부처 R&D 추진 계획

- (연계·통합) 수송력 증대 기술에서 개인 이동편의성 향상 및 서비스 연계·통합화 기술로 패러다임 전환 추세

  * 이동편의형 향상을 위한 수요응답형 교통체계, 서비스를 연계·통합 제공하는 MaaS(Mobility as a Service) 등

③ 경제환경

- (공급·운영) 비수도권에는 공급부족으로 대중교통 사각지대가 발생하고, 첨두(출퇴근)·비첨두 수요불균형으로 효율적인 유지관리가 어려움

  * 수요가 부족한 비수도권 또는 비첨두 시간대의 대중교통 운영은 운영적자 유발 가능

- (사회적 비용) 출퇴근 광역교통 수요과다로 인한 교통혼잡 심화 및 대중교통 통행시간 경쟁력 미흡 등으로 사회적 비용 야기

④ 사회환경

- (가치관 변화) 욜로, 소확행 등 삶의 질이 중시되는 사회로 변화

- (포스트 코로나) 언택트 등 대중교통의 쾌적성·안전성의 중요도가 상승하고, 초개인화에 따른 개인맞춤형 서비스 요구 증대

- (수요변화) 3기 신도시 등 대규모 개발로 급격한 교통수요 변화 발생

⑤ 종합분석(PEST)을 통한 시사점 도출

환경분석		시사점
정책동향	• 대도시권 광역교통 문제 해결을 위한 종합 컨트롤 타워 기능의 '대도시권광역교통위원회' 설립 - 3기신도시 및 신규 택지개발지구의 광역교통대책 발표('19.5) - 광역교통 문제해결 등 중장기 정책방향을 담은 「광역교통 2030」 선포 ('19.10) - 광역교통 관련 법정계획 수립 · (광역교통 시행계획) 효율적인 광역교통체계를 구축하기 위한 '제4차 대도시권 광역교통시행계획(2021~2025)' 수립·고시 · (환승센터기본계획) 최적의 환승체계구축으로 대중교통 중심의 연계·환승체계를 강화하기 위해 '제3차 환승센터및 복합환승센터 구축 기본계획(2021~2025)' 수립·고시 · (광역교통 기본계획) 대도시권 광역교통문제의 효율적 대응을 위해 '제2차 대도시권 광역교통 기본계획(2021~2040)' 수립·고시(예정) • 『2050 탄소중립 추진 전략』 정책 추진 - 도시국토차원의저탄소화, 친환경 교통 기반마련 및 신재생 에너지 전환에 집중 투자 • 한국판 뉴딜 정책 추진 - 안전하고 효율적 교통망 구축을 위해 디지털 관리체계 도입	→	• 정부주도의 광역 대중교통 공공성 강화정책 추진 및 법정계획 기반의 다양한 정책추진 이행력 강화 • 탄소저감을 위한 대중교통 활성화 정책 및 친환경 수단 도입 필요 • 이용자 편리성·안전성, 운영의 효율성을 위한 광역교통 수단 및 시설의 디지털 관리체계 기술 개발 필요
경제동향	• 수도권/ 비수도권의 광역대중교통 인프라 불균형 및 구축·유지관리 비용 과다 소요 • 광역교통수요 증가 및 공급부족으로 교통혼잡이 심화, 대중교통 통행시간 경쟁력 미흡 등 사회적 비용 발생 - 출퇴근 광역교통수요 과다 및 주요간선도로 교통혼잡 심각 - 광역버스 공급부족 - 환승편의 부족 • 전자상거래 활성화 및 소비채널 다양화로 생활밀착형 물류시장 확대	→	• 광역교통 인프라 비용절감 및 효율성 확보를 위한 유지보수 관리체계 구축 필요 • 광역 대중교통의 통행시간 경쟁력 확보 및 적정 공급체계 구축 • 교통수요 변화에 즉시 대응가능한 교통체계 마련 필요
사회동향	• 대도시권 인구집중 및 저출산, 고령화 등 경제활동 인구 감소 • 자동차 등록대수 지속적 증가 • 신도시 등 지속적 대단위 택지개발 지구 확대로 대도시권의 확대 • 가치관 변화 및 삶의 질 향상 - 실버문화 : 고령화 및 건강수명 증가로 노령층에 의해 생성되고 향유되는 문화 - 욜로 : 현재 자신의 행복을 가장 중시하여 소비하는 태도 - 워라밸 : 일과 삶의 균형 추구 및 여가와 개인성장 중시 - 웰빙 : 몸과 마음의 편안함과 행복을 추구 • 포스트 코로나 영향으로 언택트 가속화 및 초개인화 - 재택근무 등 일하는 방식의 변화로 교통패턴의 변화 발생 - 스마트 개인 맞춤형 서비스 요구 증대	→	• 사회적 특성을 반영한 지역 여건을 고려하여 차별화된 광역교통정책 추진 필요 • 대중교통수단이용 활성화 정책 필요 • 가치관 변화 및 삶의 질 향상에 따른 교통서비스 다각화 필요 • 포스트 코로나 시대의 안전성 강화를 위한 출퇴근 광역대중교통 혼잡관리 및 맞춤형 서비스 제공 필요

	환경분석		시사점
기술동향	• 스마트 모빌리티, 언택트기술 등 4차 산업혁명 기술과 ESG(Environmental, Social and Governance) 가치를 추구하는 시장 확대 • 자율주행차 시장이 자동차 및 ICT 기술 주도 및 기술 수준도 현재 상용화 또는 상용화 직전까지 성장 • 도심교통 문제해소를 위한 기술개발을 목표로 K-UAM 등 입체교통시스템 개발 • 수송력 증대 기술에서 개인의 이동성 향상 및 서비스 연계·통합으로 기술 패러다임 전환 - 이동성 향상을 위한 수요응답형 교통체계 (DRT) 확대 운영 - 서비스 연계·통합을 위한 MaaS 구축 확대	➔	• 광역교통체계 혁신을 위하여 미래 신기술 적극적 활용 • UAM 도심 이착륙 공간 확보, 육상교통연계 등 지상과 공중의 온디맨드(On-Demand) 모빌리티 서비스 연계 기술 개발 필요 • 이용자 중심 광역교통서비스 공급체계를 위한 통합운영 기술 개발 필요

⑥ SWOT 분석

● 기술로드맵의 추진방향을 도출하기 위하여, 환경분석을 기초로 한 SWOT 분석을 수행

Internal 내부 요인 / External 외부 요인	Strengths 강점	Weaknesses 약점
	• 대광위 설립 및 대중교통 강화 정책 • IT 기술 기반 첨단교통기술 진보	• 수도권/비수도권의 교통 인프라 불균형 및 유지관리 비용 과다 • 출퇴근 교통혼잡심화, 대중교통 경쟁력 미흡 등으로 사회적 비용 발생
Opportunities 기회 • 친환경·탄소중립 중요성 증대 • 스마트, 자율주행, UAM 등 4차 산업혁명 • 서비스 연계통합으로 패러다임 전환 및 삶의 질 강화의 가치관 변화	(SO 전략) • 탄소저감을 위한 친환경·대용량 대중교통 공급 • 자율주행, UAM 관련 광역교통체계 구축 • 이용자 중심 광역교통서비스 공급체계를 위한 대중교통 통합 운영	(WO 전략) • 유지비용 절감 및 효율성 확보 위한 광역교통시설 유지보수 최적화 • 통행시간 경쟁력 확보 등을 위한 교통수단 연계 강화
Threats 위협 • 3기 신도시 등으로 급격한 교통수요 변화 • 포스트 코로나 등 언택트, 안전성 증대	(ST 전략) • 급격한 수요변화 지역 등에 수요 맞춤형 광역교통수단 공급	(WT 전략) • 포스트 코로나 시대의 안전성 강화 위한 대중교통 혼잡관리 • 주행 환경 및 이용수요 변화에 대응 가능한 유지관리체계 구축

그림 2 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립을 위한 SWOT 분석

■ 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 사업비전 및 목표설정

비전

국민이 편리한 스마트 광역교통 구현

목표

◇ 친환경 ◇ 국민편의 ◇ 지속가능 ◇ 혁신

◈ 기후변화에 대비한 친환경 대중교통 활성화

◈ 이용자 중심 서비스 제공으로 이용자 만족도 제고

◈ 유지관리 지능화를 통한 지속가능성 확보

◈ 미래형 신교통수단 도입으로 광역교통체계 혁신

추진 전략

추 진 전 략	중 점 과 제
저탄소·친환경 대중교통체계 구축	• 친환경 교통수단 상용화 기술 • 대중교통체계 에너지 관리기술
이용자 중심 광역교통서비스 제공	• 수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술 • 개인 맞춤형 광역모빌리티 통합서비스 기술
4차 산업 융합 유지관리	• 철도 유지관리 최적화 기술 • 광역교통체계 운영 안전성 강화 기술
미래혁신 신교통수단 도입	• 자율주행 교통수단 구축·운영 기술 • 입체교통시스템 구축·운영 기술

■ 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵

- 광역교통 R&D 로드맵('21~'30)은 4개 전략, 8개 중점과제, 18개 핵심기술을 도출하였으며, 그 중 '대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술'을 2022년 추진 사업으로 제시

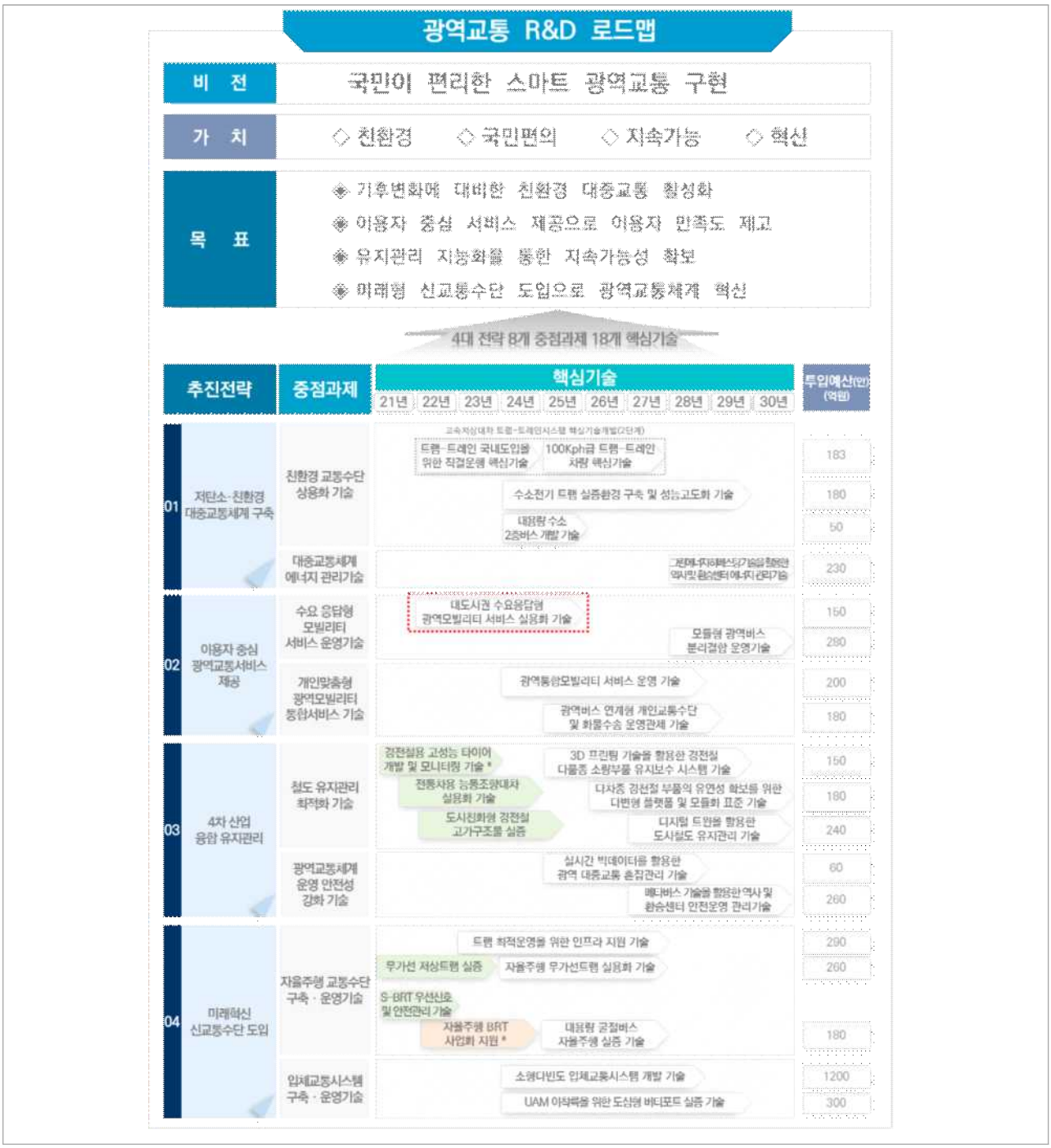


그림 3 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵(안)

나. 기대효과

(1) 사회적 기대효과

- 지역경계를 허무는 수요응답형 교통서비스를 통한 대중교통 비수혜지역 확대

  - 빅데이터를 활용한 수요응답형 광역버스 모빌리티 서비스 운영 기술 및 광역교통 통합 모빌리티 운영 체계기술을 마련하여 실시간 노선 설계 이용자 맞춤형 최적 공유 노선 설계 및 제공 가능

- 국민 교통 불편 최소화

  - 교통약자(고령자, 장애인, 임산부, 영유아 동반자, 외국인 등)를 포함한 모든 이용객이 광역교통 수단을 편리하게 이용하고, 환승할 수 있는 광역교통 시설 개선과 이용자 맞춤형 교통서비스 제공 가능

- 대도시권의 광역 통근·통학 통행 중심의 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화로 탄소중립 모빌리티 체계 구축

  - 「2050 탄소중립 추진전략」의 10대 과제 중 하나인 미래모빌리티 전환의 핵심목표가 친환경차로 전환과 모빌리티 혁신이고, 자가용 중심 교통체계를 친환경 교통수단 중심으로 전환하고 창의적 모빌리티 서비스의 도입·확산이 모빌리티 혁신의 핵심 과제임

  - 신도시 입주 초기와 같이 통행의 수급 불균형이 심할 때, 이용자 맞춤형 모빌리티 서비스를 적시적소에 공급해주면 대중교통수단 수송분담률을 높일 수 있어 친환경 교통수단 중심 교통체계로 전환 가능

(2) 기술적 기대효과

- 대중교통수단 이용 활성화를 통한 사회 비용 최소화 및 미래형 광역대중교통 운영기술 구축

  - 좌석 수 증가, 예약제 도입 등 승용차보다 편리한 교통 서비스 제공이 가능하며 스마트 도로, 자율주행 연계를 통한 미래형 광역대중교통 운영 기술 마련 가능

  - 광역버스는 신규 광역버스 차량 구입 및 노선 신설시 순차적으로 적용가능하며, 기존 버스는 유지·보수시 적용이 가능할 것으로 기대

● 해외 시장 진출

- 광역교통 운영 표준모델 구축을 통해, 교통사업 해외 진출 시 수요응답형 광역버스 등 특성화된 기술 경쟁력 확보

⑶ 경제적 기대효과

● 디지털 뉴딜과 지능화 기술을 접목한 광역교통 안전성, 편의성 향상 및 교통관련 사회적 비용 절감

- AI, IoT, 빅데이터 기술을 접목하여, 안전하고 편리하게 교통시설을 이용하고 최단시간 및 최적경로 대중교통 이동이 가능하므로 국민체감형 대중교통정책 확대 및 교통관련 사회적 비용 절감 가능
- 기술 관련 빅데이터를 수집·가공하여 민간에 공개함으로써 관련 분야 신산업 및 일자리 창출에 기여

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

가. 기술의 정의 및 분류체계

(1) 기술의 정의

- 수요응답형 교통체계(DRT, Demand Responsive Transport)는 다수 승객의 요구에 따라 탄력적으로 노선이나 시간을 변경하거나 신설하여 운행하는 대중교통체계로 정의함

  - 수요응답형 여객자동차운송사업 : 농·어촌을 기·종점으로 하거나 대중교통이 부족한 지역에서 운행계통·운행시간·운행횟수를 여객의 요청에 따라 탄력적으로 운영하여 여객을 운송하는 사업(여객자동차 운수사업법 제3조제1항제3호)

- '대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스'는 기존 수요응답형 교통체계의 공간적 범위를 2개 이상의 시·도 간의 광역교통으로 확대하여 신도시 또는 대규모 택지개발지구의 부족한 광역 출·퇴근 교통문제 해소 목적으로 운영하는 수요응답형 교통체계임

- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스의 핵심기술은 신도시 지역의 통행패턴 변화 예측 기반 가변적 노선 설계, 개별 이용자의 실시간 통행 데이터 수집 및 처리, 수요에 따른 최적 차량배정 및 운행효율화 기술, 이용자의 안전성과 편의성을 최우선으로 하여 대기시간 및 이동시간을 최소화하는 기술로 정의 함

- 기술 정의에 따른 실증 운영 시나리오

  - 통합운영 관제센터 : 통행패턴 변화를 사전에 예측하여 가변적 노선설계 및 운영을 하고, 이용자 앱을 통해 운행서비스 요청이 접수되면 기존노선을 변경 또는 신규노선 생성여부를 결정하여 차량배정 및 노선정보 제공

  - 이용자 서비스 : 통합운영 관제센터에서 제공하는 노선을 이용자선호에 따라 선택하여 예약 및 결제를 한 뒤 가변형 정류장에서 스마트폰 인식으로 도착정보를 송신 후 도착차량 이용, 일찍 도착한 이용자에게는 대기시간을 단축할 수 있는 빠른 차량 배차 기능 제공

  - 이용자 참여형 서비스, 다양한 정책과 연계한 탄소중립 광역 모빌리티 실현 검토, 과학적 평가에 근거한 즉각적인 실증 운영



그림 4 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개념도

(2) 기술분류체계

- 국가과학기술표준분류체계에 따라 본 기획과제의 연구분야는 EI.건설/교통 대분류로 구분

표 1 국가과학기술표준분류체계 - EI. 건설/교통 (2018년)

중분류	소분류	중분류	소분류
EI01 국토정책/계획	EI0101. 국토정책 EI0102. 국토계획 EI0103. 교통계획 EI0104. 도시계획 EI0199. 달리 분류되지 않는 국토정책/계획	EI07 항공교통기술	EI0701. 항공안전기술 EI0702. 항공기 운영기술 EI0703. 공항시스템 기술 EI0704. 항행시스템 기술 EI0799. 달리 분류되지 않는 항공교통기술
EI02 국토공간개발기술	EI0201. 국토지능화/공간정보 EI0202. 자능형 생태도시 EI0203. 대공간 지상건축물 EI0204. 지하대공간 EI0205. 해저공간 EI0206. 인공섬/준설 매립기술 EI0207. 경관관리 EI0299. 달리 분류되지 않는 국토공간개발기술	EI08 해양안전/교통기술	EI0801. 선박운항 안전기술 EI0802. 해상교통 관제기술 EI0803. 인적안전기술 EI0804. 항만/항로 설계기술 EI0805. 해양안전 방재기술 EI0899. 달리 분류되지 않는 해양안전/교통기술
EI03 시설물설계/해석 기술	EI0301. 설계 표준화기술 EI0302. 설계 정보화기술 EI0303. 도로 EI0304. 교량 EI0305. 플랜트 EI0306. 지반구조/터널 EI0307. 건축 EI0308. 철도 EI0309. 항만 EI0399. 달리 분류되지 않는 시설물 설계/해석기술	EI09 수공시스템기술	EI0901. 수리/수문 조사/해석기술 EI0902. 수자원계획기술 EI0903. 수자원 통합관리기술 EI0904. 해안/항만/해양개발기술 EI0905. 수리구조물설계기술 EI0906. 하천설계기술 EI0907. 생태수리/수문기술 EI0999. 달리 분류되지 않는 수공시스템기술
EI04 건설시공/재료	EI0401. 토목시공기술 EI0402. 건축시공기술 EI0403. 플랜트시공기술 EI0404. 건설시공관리기술 EI0405. 시공 자동화기술 EI0406. 건설구조재료 EI0407. 건설마감재료 EI0408. 친환경/재생건설재료 EI0409. 생애주기가치평가 EI0410. 극한 시공기술 EI0411. 건설안전 관리기술 EI0499. 달리 분류되지 않는 건설시공/재료	EI10 물류기술	EI1001. 물류운송기술 EI1002. 보관기술 EI1003. 하역기술 EI1004. 물류정보화기술 EI1005. 물류시스템 운용기술 EI1006. 교통수단별 물류운용기술 EI1007. 물류 표준화기술 EI1099. 달리 분류되지 않는 물류기술
EI05 도로교통기술	EI0501. 교통환경 조사/분석기술 EI0502. 자동차기반기술 EI0503. 교통시설기반기술 EI0504. 교통운영관리기술 EI0505. 교통안전기술 EI0506. 교통환경 개선기술 EI0599. 달리 분류되지 않는 도로교통기술	EI11 시설물 안전/유지관리기술	EI1101. 시설물점검/진단기술 EI1102. 구조물 보수/보강기술 EI1103. 시설물 해체/복구기술 EI1104. 시설물 소방안전관리기술 EI1105. 자연재해 저감기술 EI1199. 달리 분류되지 않는 시설물안전/유지관리기술
EI06 철도교통기술	EI0601. 철도시스템 엔지니어링 EI0602. 궤도토목기술 EI0603. 전철/전력기술 EI0604. 철도신호통신기술 EI0605. 철도시스템 안전방재 EI0606. 철도시스템 유지관리기술 EI0607. 철도역사 시설물/역무 자동화기술 EI0608. 철도차량기술 EI0699. 달리 분류되지 않는 철도교통기술	EI12 건설환경설비기술	EI1201. 상/하수도 시스템 설계/시공/관리기술 EI1202. 건축/도시환경 시스템 정보화기술 EI1203. 건축환경/설비기술 EI1204. 친환경건축물 설계/시공/관리기술 EI1205. 친환경 토목시설물 설계/시공/관리기술 EI1206. 건물일체형 신재생에너지설비 설계/시공/관리기술 EI1207. 시설물 소음진동 제어/관리기술 EI06 EI1299. 달리 분류되지 않는 건설환경설비기술
		EI99기타 건설/교통	EI9999. 달리 분류되지 않는 건설/교통

● 세부분류에 따른 기술 내용은 아래와 같이 간략히 정의됨

표 2 세부분류에 따른 기술 설명

세부분류기술	기술 내용
EI0103. 교통계획	• 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 개념 정립 및 유형화 • 광역 모빌리티 노선선정, 노선변경, 투입 차량 규모 등에 대한 계획 수립 및 의사결정 분석 기술 • 이종(異種) 빅데이터를 활용한 잠재수요 분석, 통행패턴 변화 예측에 기반한 가변적 노선설계 등 노선 운영계획 수립 자동화 기술 개발 • 광역교통 협력성 신규 노선에 대한 최적 운영 계획 수립 모듈 개발 (배차, 차량규모, 인력운영, 유지관리, 차고지 등) • 실시간 수요예측에 따른 최적 차량 배정 및 운행 효율화 기술 (이용자의 공정한 이동권 보장을 위한 최소 요구조건을 고려한 알고리즘, 이용자 선호조건을 고려할 수 있는 확장형 알고리즘 등)
EI0501. 교통환경 조사/분석 기술	• MDS(Mobility Data Specification)를 활용한 이종(異種) 데이터 융합/분석 기술 • 공공주도의 빅데이터 플랫폼 구축하여, 모빌리티 Data 수집 및 제공을 위한 API 등 연계 기술 • 불필요한 서버 감축 등 탄소중립형 실시간 통행 데이터 수집 기법 및 처리 간소화 기술 • 신도시 토지이용 및 입주 변화에 따른 광역 통행패턴 변화 분석을 위한 진단체계 마련 및 단계별 적정 공급 체계 분석용 의사결정 지원 알고리즘 개발 • 수요응답형 광역 모빌리티 실증 데이터 결과 분석 및 평가
EI0504. 교통운영관리 기술	• 수요응답형 광역 모빌리티 표준 제시 (차량 운행, 이용자, 정류장 등 인프라) • 수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 개발 (확장 가능한 범용 모델) • 광역교통 정책 수립 및 공공 교통 서비스 제공시 다수 의사결정요인 및 지방자치단체의 환경요인을 고려한 유형별 교통운영관리, 성능평가 및 우선순위 분석 기술 • 모빌리티 데이터 기반 이용자 선호도를 고려한 이용자 안전 및 편의 향상 지원 기술 • 광역 모빌리티 정부 제안 노선, 민간 제안 노선 등에 대한 빅데이터 분석 및 증거기반의 과학적 평가, 인증 툴 등 분석 체계 기술 • 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 참여형 탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가
EI0599. 달리 분류되지 않는 도로교통기술	• 이용자의 안전성과 편의성을 최우선으로 하여 대기시간 및 이동시간을 최소화하는 기술 • 편리한 승하차, 타수단 연계 환승, 가변형 스마트 정류장(BIT) 등 수요응답형 광역 모빌리티의 이용자 안전 및 편의 서비스 지원 기술 개발 • 이용자 최소 이동권 및 성능 안전성 확보를 위한 기술 인증 제도

나. 환경분석

(1) 정책동향

(가) 대도시권광역교통위원회 주요 업무추진 현황

■ 대도시권광역교통위원회 설립 (’19.3)

- 정부는 급행 철도망 구축, 광역버스 확대 등 광역교통 개선을 국정과제로 정하고, 이를 전담할 대도시권광역교통위원회 설립

  - 국민의 약 80%가 대도시권에 거주하며 행정 경계를 넘나드는 등 광역교통 수요가 급증하면서 심각한 교통 문제가 발생하고 있음에도, 지자체 간 협의 지연이나 행정·투자의 사각지대 발생 등으로 인하여 근본적인 문제해결의 한계 존재

  - 정부는 국정과제에 따라 지자체 등과 협의하여 광역교통의 총괄 컨트롤타워 기능을 전담할 수 있는 기관 설립 추진과 동시에 설립 근거 등을 규정하는 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」 개정(`18.12 공포, `19.3 시행)

    * 대도시권광역교통위원회는 지자체 간 사무조정을 전담하는 최초의 국가기관이며, 지자체 부단체장이 위원으로 참여하고, 현장경험이 풍부한 지자체 인력이 사무기구에 참여하는 등 국가와 지자체 간 협업형 조직의 특성을 갖춤으로써 광역교통 문제 해소를 위한 추진동력을 확보



자료 : 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019), 「비전 및 목표」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36808/DTL.jsp(2021. 1. 3)

그림 5 대도시권 광역교통위원회 비전 및 목표



그림 6 대도시권 광역교통위원회 주요 업무추진 현황



자료 : 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019), 「주요조직안내」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36812/DTL.jsp(2021. 7. 6)

그림 7 대도시권 광역교통위원회 조직구성

표 3 대도시권광역교통위원회 부서별 주요업무

구 분		주요업무내용
기획 총괄과		• 위원회 정책기획, 예산편성·결산 등 재정 업무 • 조직관리·인사·서무 등 운영지원 업무 • 언론·홍보·공보 등 대변인 업무 등
광역교통 정책국	광역교통정책과	• 광역교통정책 기획·개발 총괄 • 광역교통 기본계획 작성 및 시행계획 수립 • 대도시권 광역교통시설 지정 • 광역교통개선대책 제도 운영 • 광역교통시설부담금 제도 운용 • 총괄 위원회 운영, 권역별·실무위원회 운영 등
	광역버스과	• 대도시권 광역버스 노선총괄계획 • M-버스 면허, 사업자 관리 • 광역버스 노선 조정 및 종사자 수급 관리 • 광역 준공영제 시행·관리 등
	광역교통요금과	• 광역알뜰교통카드 제도 등 할인제도 운영 • 대도시권 택시 사업구역 통합, 조정 • 광역 교통수단별 운임제도 연구 • 광역교통 O/D 분석, 통계, 빅데이터 분석 • 광역교통 통합 빅데이터 플랫폼 운영, 서비스 • 통합 환승요금 정산 기준 마련 등
광역교통 운영국	광역시설운영과	• 광역도로·혼잡도로·광역철도·도시철도 사업 예산, 총사업비 등 사업관리 • 교통혼잡도로 개선사업 계획 수립 • 도시철도 노선별 기본계획·사업계획 승인 등
	간선급행버스체계과	• BRT 종합계획 수립·시행 • BRT 설계·건설·운영 총괄 관리 • BRT 개발계획·실시계획 수립·승인 • BRT 사업자 관리, 배차조정 등 운영 효율화 • 광역 BRT 조명, 정류소, 차고지 등 부대시설 등
	광역환승시설과	• 환승·복합환승센터 구축 기본계획 수립·시행 • 개발계획·실시계획 수립지침 수립·운용 • 복합환승센터 지정승인·인가 • 복합환승센터 설계·건설·운영 총괄 관리 • 기존 정류장, 역사 환승편의 개선 등

자료 : 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019), 「주요조직안내」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36812/DTL.jsp(2021. 7. 6)

■ 3기 신도시 추진 및 광역교통대책 발표 ('19.5)

- (추진경위) 수도권 주택시장 안정을 위해 수도권에 30만호 공급계획 발표('18.9.13) 및 입주시 교통불편이 없도록 교통대책 조기 추진 계획

- (개발방향) 신도시는 교통이 편리한 자족도시로 조성[54]

  - 3기 신도시는 지하철 신설, Super-BRT 등 교통대책을 기존 보다 2년 빨리 마련*하고 입주시 불편이 없도록 신속히 추진할 계획

    * (기존) 지구계획 수립 단계 → (개선) 지구지정 제안 단계

  - 부천대장 S-BRT는 전용차로, 입체 교차로를 통해 정지 없이 운행 및 지하철역 직결 등이 적용되어 지하철만큼 빠른 속도의 운행 계획

① 스마트정류장	② BRT 전용차로	③ 입체화(지하차도)	④ 지하철역 직결	⑤ 수소·자율주행버스
				

자료 : 국토교통부(2019), 「[참고] 3기 신도시는 인근 주민들도 혜택을 볼 수 있도록 교통이 편리한 자족도시로 조성할 계획입니다.」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_72/dtl.jsp?id=95082258(2021. 1. 3)

그림 8 부천대장 3기신도시 S-BRT 계획

- 3기 신도시별 교통대책[55]

  - (고양창릉) 서울 새절역(6호선, 서부선*)부터 고양시청까지 연결하는 가칭'고양선**' 신설 및 통일로~중앙로 BRT를 신설(7km)하고 시청·신촌까지 전용차로와 연계

    * 서부선 : 서울대~노량진역~여의도~신촌~새절역까지 계획(서울 도시철도망구축계획)
    ** 고양선은 서부선과 직결 및 급행화 추진

  · 향동지구 역, 지구 내 역 3개, 화정지구 역, 대곡역(3호선, 경의중앙선, GTX-A, 대곡소사선), 고양시청역 등 총 7개 역 신설

  · 지구 남측 화전역(경의중앙선)과 지하철 신설역을 BRT로 연결

    * 효과 : 여의도 25분(서부선), 용산 25분(경의중앙선), 강남 30분(GTX) 등 접근성 개선

  · 수요에 맞춰 광역버스 신설·증차

54) 국토교통부(2019), 「[참고] 3기 신도시는 인근 주민들도 혜택을 볼 수 있도록 교통이 편리한 자족도시로 조성할 계획입니다.」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_72/dtl.jsp?id=95082258(2021. 1. 3)

55) 국토교통부(2019), 「수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획.」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95082247(2021. 1. 3)

지하철 신설(GTX · 서부선 연계)	광역도로 신설	BRT 및 서울 간선도로입체화
		

자료 : 국토교통부(2019),「수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획.」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95082247(2021. 1. 3)

그림 9 고양창릉 3기신도시 교통대책

- (부천대장) 김포공항역과 부천종합운동장역을 연결하는 Super-BRT 계획 및 복합환승센터 설치

· 김포공항역(공항철도, 5·9호선, 대곡소사선)과 부천종합운동장역(7호선, 대곡소사선, GTX-B 예정)을 잇는 S(SUPER)-BRT 설치*(17.3km) 및 청라BRT를 S-BRT와 연계하여 부천종합운동장역·김포공항역과 직결

* 신규사업 : 계양지구~부천종합운동장역(9.3km), 기존사업 : 박촌역~김포공항역(8km)

· S-BRT 이용객의 7호선 등 환승 서비스를 높이기 위해 부천종합운동장역에 복합환승센터 설치(김포공항역에도 환승센터 설치)

S-BRT 연결 및 환승센터 신설 (GTX-B 개통시)	경명대로 신설	고강IC (광명서울고속도로) 신설
		

자료 : 국토교통부(2019),「수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획.」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95082247(2021. 1. 3)

그림 10 부천대장 3기신도시 교통대책

■ 「광역교통 2030」 선포 (’19.10)[56]

- 대도시권광역교통위원회는 광역교통 문제해결 등 중장기 정책방향을 담은 「광역교통 2030(`19.10)」 선포

  - 광역교통 인프라 확충, 대중교통 운영시스템 개선, 제도 혁신 등 근본적인 광역교통 해결방안 마련을 위하여 앞으로 10년간 대도시권 광역교통의 정책 방향과 광역교통의 미래모습을 제시하는 기본구상

  - “광역거점간 통행시간 30분대로 단축”, “통행비용 최대 30% 절감”, “환승 시간 30% 감소”의 3대 목표 제시

  - 3대목표를 달성하기 위해, ①세계적 수준의 급행 광역교통망 구축, ②버스·환승 편의증진 및 공공성 강화, ③광역교통 운영관리 제도 혁신, ④혼잡·공해 걱정 없는 미래교통 구현의 4대 중점 과제와 전략실현을 위한 10대 추진과제 제시

    * 광역버스 대폭 확대 및 서비스 향상, 빠르고 편리한 연계·환승시스템 구축, 광역버스 준공영제 도입, S-BRT, 수소 복합환승센터 구축, 통합 모빌리티 서비스 제공 등 세부과제 제시



자료 : 국토교통부(2019), 「대도시권 광역교통망 철도 중심으로 재편」, http://www.molit.go.kr/metro/main.jsp(2021. 1. 3)

그림 11 「광역교통 2030」 비전 및 기대효과

56) 국토교통부(2019), 「대도시권 광역교통망 철도 중심으로 재편」, http://www.molit.go.kr/metro/main.jsp(2021. 1. 3)



자료 : 국토교통부(2019), 「광역교통 비전 2030」, https://www.molit.go.kr/metro/images/infoG_01.jpg (2021. 1. 3)

그림 12 「광역교통 2030」 인포그래픽

■ S-BRT 표준가이드라인 마련 ('20.1)[57]

- 그간 서울, 부산, 경기 등 여러 지자체에서 BRT를 도입·운영 중이나, 대부분 중앙버스전용차로로 구축·운영됨에 따라 도입 당시 기대했던 속도나 정시성 등 제 기능 발휘 한계 존재

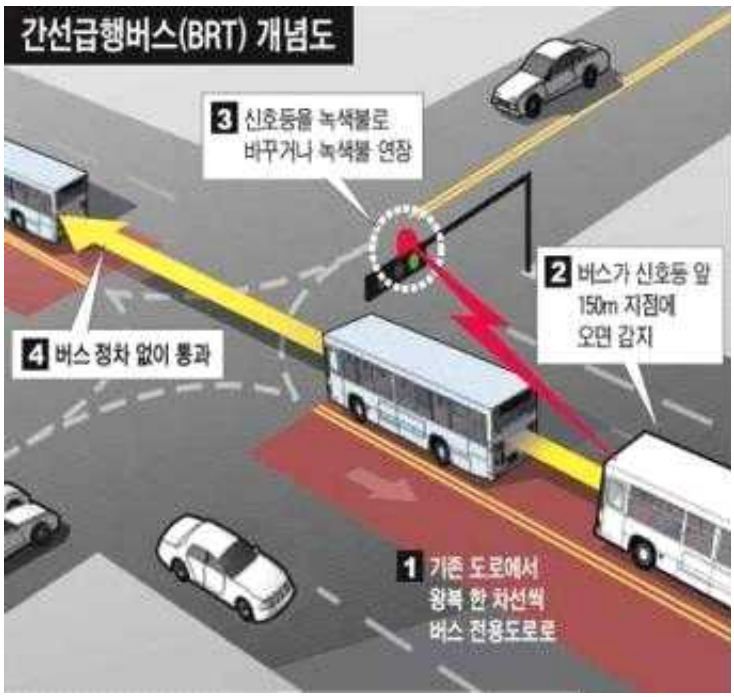
  * 광역BRT 4개 노선(114.5km), 도시BRT 19개 노선(150.5km) 운영중('18말 기준)

- 지자체, BRT 운영기관, 경찰, 연구기관 등으로 BRT 운영체계 개선 및 Super-BRT* (이하 S-BRT) 표준 지침(이하 가이드라인) 마련을 위한 전담조직(이하 T/F)을 구성 및 운영 중

  * 전용차량, 전용차로, 우선신호체계 등 지하철 수준의 서비스를 제공하는 BRT

- S-BRT 수준의 서비스 제공을 목표로 도입·운영 중인 세종 BRT*와 청라-강서 BRT** 를 대상으로 운영체계상의 문제점, 서비스 수준 등을 집중 점검하여 개선할 계획임

  * 세종BRT : 전용도로 설치 등 도로여건은 우수하나 우선신호체계 불비
  ** 청라-강서BRT : 독립된 차선을 운영중이나 잦은 교차로와 우선신호체계 불비



〈 BRT 개념도 〉



〈 브라질 리우데자네이루 BRT 〉



〈 세종시 BRT 〉

자료 : 국토교통부(2019), 「간선급행버스체계(BRT) 더 빠르고 편리해진다!」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=97&id=95082244(2021. 1. 3)

그림 13 간선급행버스체계(BRT) 개요

57) 국토교통부(2019), 「간선급행버스체계(BRT) 더 빠르고 편리해진다!」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=97&id=95082244(2021. 1. 3)

■ 노면전차(트램) 시설 설계 가이드라인 마련 ('20.8)[58]

- 트램 노선의 계획·설계 시 활용할 수 있는 '노면전차(트램) 시설 설계 가이드라인'(이하 설계 가이드라인)을 마련함

  * 트램 : 도로 위의 선로를 달리는 노면전차

  - 설계 가이드라인은 권고안의 성격이며, 각 지자체에서 트램 노선의 계획·설계 시 도입 초기의 시행착오를 최소화할 수 있도록 활용 가능한 실무 지침

  - 트램의 특성을 고려한 계획·설계 요소를 제시하는 등 총칙, 선로, 신호, 전기, 관제 및 통신, 정거장, 차량기지 등 총 7개의 장으로 구성하였으며, 실무적 활용도를 높일 수 있도록 해외 사례도 제시한 것이 특징

- 트램은 소음이 적고 매연이 없는 친환경적인 장점과 함께 비용 측면에서도 지하철 보다 경쟁력이 있는 교통수단으로, 전용선로를 주행하는 도시철도와 도로를 주행하는 BRT의 특성과 장점을 두루 갖춘 교통수단

  - 도시교통난 해소와 함께 도심의 재생 등에도 효과가 있어 유럽, 북미 등 389개 도시에서 2,304개 노선이 운영*되는 등 해외 주요 도시에서는 쉽게 접할 수 있는 도시교통 수단

    * UITP, "the global tram and light rail landscape"(2019.10)

- 정부는 그간 트램의 활성화를 위해 「도시철도법」, 「철도안전법」. 「도로교통법」 등의 법률 개정을 통해 트램의 운행근거를 신설하는 등 제도적 기틀을 마련

  - 서울, 부산, 대전, 경기 등 5개 시·도는 총 18개의 트램 노선을 도시철도망 구축계획에 반영하는 등 도입 추진 본격화

  - 이 중, 대전 2호선, 부산 오륙도선, 서울 위례선, 경기 동탄트램 등이 노선별 기본계획 및 사업계획을 수립 중

58) 국토교통부(2020), 「앞으로 트램 도입이 본격화 된다」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084353(2021. 1. 3)

표 4 시·도별 도시철도망 구축계획 상 트램 반영 현황

추진 단계	도시	노선명	연장 (㎞)	비용 (억 원)	진행상황
계		242.6	76,328		
기본 계획 수립 등	대전	대전2호선	32.4	5,481	▸ 사업계획 수립 중
	서울	위례선	5.4	1,800	▸ 기본계획 수립 중
	부산	오륙도선	1.9	470	▸ 기본계획 수립 중
	경기	동탄도시철도	32.4	9,967	▸ 기본계획 수립 중
상위 계획 반영	경기	성남1호선 성남2호선 오이도연결선 송내-부천선 수원1호선 스마트허브노선	10.4 13.7 6.6 9.1 6.2 16.2	2,382 3,439 1,761 2,381 1,764 3,666	▸ 경기도 도시철도망 구축계획 반영('19.5) · 성남2호선 예타 중
	인천	인천남부순환선 IN-Tram 영종내부순환선 송도내부순환선	29.4 22.3 14.8 7.4	17,711 5,440 4,420 1,582	▸ 인천광역시 도시철도망 구축계획 반영('18.12)
	부산	강서선 정관선 송도선 C-Bay~Park선	21.3 12.8 7.4 9.1	5,241 3,755 3,732 5,002	▸ 부산광역시 도시철도망 구축계획 반영('17.6)

자료 : 국토교통부(2020), 「앞으로 트램 도입이 본격화 된다」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084353(2021. 1. 3)

■ 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령」 개정안 국무회의 통과 ('20.9)[59]

- 광역교통특별대책지구 지정기준 및 절차 마련과 광역교통시설부담금의 사용범위 확대를 내용으로 하는 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령」이 9월 8일 국무회의를 통과

- 신도시 등 대규모 개발사업 시행에 따라 수립한 광역교통개선대책이 지연되는 경우 광역교통 불편을 방지하기 위해 광역교통특별대책지구 지정을 통해 광역교통특별대책 수립·시행가능

  * 광역교통특별대책지구 제도 도입 관련 광역교통법 개정('20.4)

  - 신도시 등의 입주가 진행되었거나 1년 이내에 입주 예정임에도 광역교통개선대책의 이행률 또는 집행률*이 50% 미만이거나, 철도사업이 1년 이상 지연된 경우 특별대책지구로 지정 가능

    * 이행률 : 완료된 사업 건수 비율 / 집행율 : 완료된 사업비 비율

  - 지구 지정에 따라 광역교통특별대책을 수립할 경우 대책의 실효성이 확보될 수 있도록 연차별 운영 및 건설·관리계획을 함께 마련토록 함

- 대도시권 주민들의 편리한 출퇴근을 지원하는 광역버스 서비스의 안정적 제공과 이용 편의성 향상을 위하여 광역교통시설부담금을 사용할 수 있도록 사용범위 확대

  * 기존 광역교통시설부담금은 광역도로·철도 등 광역교통 관련 시설에 한정하여 사용할 수 있도록 제한되어 일부 수익성이 부족한 광역버스 노선의 충분한 운행 지원 불가

  - 광역버스 서비스가 충분하고 안정적으로 제공될 수 있도록 지원 가능

    * 광역버스의 이용수요는 출퇴근 시간대 한 방향으로 집중되어 일부 노선의 경우 충분한 운행을 위한 수익성 확보에 어려움 발생

  - 환승 정류소 및 버스 회차(回車)시설, 운수종사자 휴게소 등 광역버스 이용자 및 운수종사자의 이용 편의성 향상을 위한 다양한 시설의 건설 및 개량사업에도 광역교통시설부담금 사용 가능

59) 국토교통부(2020), 「광역교통법 시행령 개정안 국무회의 통과」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084426(2021. 1. 3)

■ GTX 환승센터 공모사업 추진 ('20.11)[60]

- 철도사업 완료 후 환승센터를 건립하던 관례를 깨고, GTX 계획과 연계해 철도·버스 간 환승동선을 선제적으로 구축하기 위해 지자체를 대상으로 "GTX 역사 환승센터 시범사업 공모"를 추진을 진행*한 결과, 현장실사·전문가 평가 등을 거쳐 최종 10개의 역사를 선정

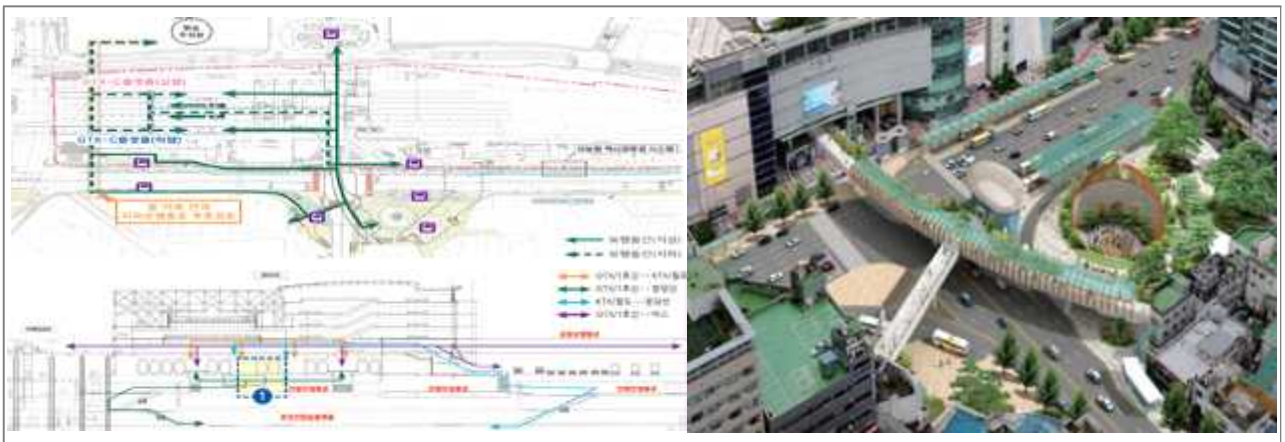
  * (대상역사) GTX 30개 역사 중 2개 노선이 교차하는 'GTX 환승 triangle(서울역, 삼성역, 청량리역)'을 제외한 27개 역사

  - 향후 GTX가 건설되면 하루 이용객이 100만 명에 이르고 2시간이 넘는 출·퇴근시간도 30분대로 단축되는 등 수도권 인구의 77%(약 2천만 명)가 직·간접적인 해택을 누릴 것으로 기대

  - 고속 운행으로 역 간 거리가 멀고, 지하 40m가 넘는 대심도 공간을 활용하는 GTX 특성상, 이와 연결되는 도시철도, 버스 등 도시 내 교통수단과의 획기적인 연계환승 확보를 위해서는 지역 여건에 익숙한 지자체와의 협업 필수

- **(수원역)** GTX-C, 경부선(KTX), 1호선, 분당선과 102개 버스노선이 교차하는 경기 남부의 거점역으로, 수원시는 연결통로 개설 및 확장을 통해 GTX와의 환승동선 및 혼잡도를 개선하는 구상안을 제안

  - 동측 광장에 산재돼 있는 버스정류장을 역사 전면에 재배치해 철도와 버스와의 환승동선을 획기적으로 개선 및 활용도가 낮았던 동측 광장을 재생해 보행자 중심의 시민 휴게공간으로 탈바꿈



〈환승체계〉 〈조감도〉

자료 : 국토교통부(2020), 「수도권 광역 급행 철도(GTX)시대 대표 랜드마크(상징건물)될 환승센터 10곳 선정」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084730(2021. 1. 3)

그림 14 GTX 환승센터 공모 최우수(수원역)

60) 국토교통부(2020), 「수도권 광역 급행 철도(GTX)시대 대표 랜드마크(상징건물)될 환승센터 10곳 선정」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084730(2021. 1. 3)

- **(양재역)** GTX-C, 3호선, 신분당선과 107개 버스노선(광역버스 69개 노선)이 교차하는 대규모 환승역으로, 서초구는 GTX를 중심으로 기존 철도 및 버스의 환승동선을 최소화하는 구상

  - 서초IC와 인접(약 500m)한 위치적 특성을 활용해 남부순환로 지하에 회차가 가능한 버스환승센터를 배치함으로써 서울 도심교통혼잡 완화 계획 제시

  - 서초구 복합청사 사업('20.7월 예타 통과)과 연계해 공공청사와 환승센터가 시너지를 발휘할 수 있는 통합구상안 제시



〈환승체계〉 〈조감도〉

자료 : 국토교통부(2020),「수도권 광역 급행 철도(GTX)시대 대표 랜드마크(상징건물)될 환승센터 10곳 선정」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084730(2021. 1. 3)

그림 15 GTX 환승센터 공모 최우수(양재역)

- (부평역) 매일 14만 명이 이용하고 있는 부평역은 경인선과 인천1호선, 126개 버스노선이 경유하는 인천의 대표역사로, 부평구는 철도·버스의 one-stop 환승서비스를 제공하는 구상안 제안

- (용인역) 용인역은 분당선과 교차하고, GTX 역사 중 유일하게 고속도로(경부·영동)와 인접한 곳으로, 용인시는 고속도로를 지나는 버스와 환승이 가능하도록 특색 있는 구상안 제안

- (운정역)운정역은 운정·교하지구 등 배후인구 24만 명이 예상되는 기·종점역으로, 파주시는 교통편의를 향상시키고, 인접지역이 미개발 상태인 점을 활용한 블록 단위의 역세권 통합개발 구상안 제안

- (인천시청역)인천시청역은 GTX-B와 인천도시철도 1, 2호선이 교차하고 인천시청, 교육청 등 공공시설이 밀집돼 있는 환승역으로, 인천 남동구는 도시공원 내 입지한 위치적 특성을 살린 구상안 마련

(나) 광역교통 관련 법정계획 수립

■ 「제2차 광역교통기본계획(2021~2040)」 고시(′21.10) 및 「제4차 광역교통시행계획(2021~2025)」고시 (′21.07)

- 대도시권 광역교통문제의 효율적 대응을 위하여 수립한 「대도시권 광역교통기본계획(2013~2020)」 및 「제3차 대도시권 광역교통시행계획(2017~2020)」 만료시기 도래로 2차 기본계획 및 4차 시행계획 수립

  - 수도권을 비롯한 지방 5개 광역시를 중심으로 대도시 생활권이 급속하게 광역화됨에 따라 교통체증 심화 등 교통문제 가중

  - 이에, 광역교통의 환경변화에 적극 대응하고, 효율적인 광역교통체계를 구축하기 위하여 광역교통 기본·시행계획을 수립·시행

- 대도시권광역교통위원회 설립(′19.3), 2차 수도권 주택공급 계획 및 수도권 광역교통망 개선방안 발표(′18.12) 등 변화된 정책 여건을 반영하고, 광역교통 수요 증가에 따른 대도시권 공간구조 변화에 대한 전망과 첨단·친환경 교통수단의 도입에 따른 미래 교통기술 구현 가능성 검토 등 교통 수요·기술 여건 변화 고려

- 향후 5년간 권역별 광역교통망 계획 등을 담은 「제4차 대도시권 광역교통시행계획안(′21~′25)」을 마련, '대도시권광역교통위원회의 심의를 거쳐 7월 5일 최종 확정 및 7월 9일 고시[61)]

  - 「제4차 대도시권 광역교통시행계획(′21~′25)」은 '경계를 넘어 권역의 상생발전을 이끄는 빠르고 편리한 광역교통'을 비전으로 권역별 여건을 고려한 추진전략을 설정하고, 이에 따른 권역별 광역교통망 계획과 광역교통 개선 추진 과제를 제시

  - 권역별 광역교통시설 및 통행 현황, 장래 여건 진단에 기초한 권역별 추진전략, 광역교통망 구축·운영 계획을 제시

  - 시행계획에 반영된 광역교통시설은 광역철도 41개, 광역도로 25개, 광역BRT 12개, 환승센터 44개 등 총 122개임

  - 광역교통망 구축과 함께 국민이 체감할 수 있는 광역교통 개선을 위해 광역교통 운영 및 제도개선 과제를 선정·추진

61) 국토교통부(2021), 「제4차 대도시권 광역교통시행계획 고시」, https://www.molit.go.kr/USR/I0204/m_45/dtl.jsp?idx=16940(2021. 7. 9)

· **(광역버스 확충 및 서비스 향상)** 광역버스 준공영제 확대(지방 대도시권, ~'25), 저비용·고효율의 S-BRT 구축(계양·대장 지구, 창원 S-BRT 등) 및 주요 간선도로에 이동식 중앙 분리대를 활용한 BTX 도입(동부BTX, 서부BTX)

· **(빠르고 편리한 환승체계 구축)** 주요 철도역 등에 환승센터 구축('23 GTX-A 등), 수평 환승체계 확산(GTX-B·C 청량리역) 등 이용자 중심 환승체계 마련, 환승역에서의 환승 편의 제고를 위한 환승 기능 검토 강화

· **(합리적인 광역교통 요금체계 구축)** 알뜰교통카드 전국 확대 및 모바일 알뜰카드 이용지역 확대(서울·충청·제주→전국, ~'22), 통합요금제 지방 대도시권 확대, GTX 개통 등에 대응한 지속 가능한 광역교통요금체계 마련('22~)

· **(광역교통개선대책 관리 강화)** 일정규모 이상 상업·업무용 개발사업 개선대책 수립 추진('22~), 사업 단계별 협의 지연 등 사업 지연시 대광위 중재·조정 강화, 광역교통 특별대책지구제도 적극 활용

· **(친환경 미래교통 구현)** 노선버스, BRT 등 대중교통 친환경차량(전기, 수소 등) 전환 추진, 트램, 트램-트레인 등 신교통수단 적극 도입(타당성 평가 기준 개선 등 활성화 기반 마련), 공유형 퍼스널 모빌리티와 광역교통 연계강화

■ 「제3차 환승센터 및 복합환승센터 구축 기본계획」 고시 ('21.08)[62]

- 제1차(2011~2015) 및 제2차(2016~2020)에 이어 제3차 기본계획(2021~2025) 수립 시기 도래

  * 「국가통합교통체계효율화법」개정('18.9): 기본계획 범위 확대 (복합환승센터→ 환승센터)

- 환승센터 기본계획은 '빠르고 편리한 환승으로 대중교통 중심의 교통체계 구현'이라는 미래 비전을 설정하고, 이를 달성하기 위한 제도혁신 및 미래대응 방안, 환승센터 구축계획을 제시

  - 이를 통해 2025년에는 환승 인프라가 2배 이상 확충되어 3분 이내 환승이 확대되고, 주요 역사의 환승거리가 1/2로 단축될 것으로 전망

- 환승센터 기본계획을 기반으로 신규 환승센터 및 복합환승센터를 속도감있게 구축해 나갈 계획

  - GTX 개통에 맞춰 선제적으로 주요 GTX 역사 20곳에 환승센터를 구축하고, 대규모 환승

62) 국토교통부(2021), 「제3차 환승센터 및 복합환승센터 구축 기본계획(2021~2025) 고시」, https://www.molit.go.kr/USR/I0204/m_45/dtl.jsp?idx=16997(2021. 8. 30)

수요가 발생하는 KTX 역사 7곳 및 거점지역 20곳에 환승센터를 구축

- 특히, 철도역을 중심으로 버스정류장 지하배치, 무빙워크 및 고속 엘리베이터 설치 등을 통해 철도·버스 간 환승동선을 획기적으로 단축*하고 공유 모빌리티, 택시, 승용차 등과의 연계도 강화.

  * 환승서비스 수준(LOS) C등급 이상 목표: 환산거리 180m, 환승시간 3분 미만

- 편리한 환승체계는 다양한 대중교통 수단이 유기적으로 제 역할을 할 수 있도록 하는 윤활유와 같고, 완결성 높은 광역교통체계를 구축하기 위한 필수 요소임

- 편리한 환승체계를 구현하여 쾌적한 출퇴근 여건을 만들고, 교통약자의 이동편의를 향상시키는 등 국민들의 환승불편을 최소화하는데 역점을 두고 환승인프라 구축과 세부과제를 차질 없이 추진해 나갈 예정



자료 : 국토교통부(2021), 「환승인프라 2배 확충…3분 이내 환승·환승거리 1/2 단축」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95085951(2021. 8. 26)

그림 16 「제3차 환승센터 및 복합환승센터 구축 기본계획」 중장기 환승정책 방향 및 인포그래픽

■ 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)」수립 중(2021년 하반기 고시 예정)

● 수도권 및 지방 광역시를 중심으로 대도시권이 지속 확장함에 따라 대도시권 교통 문제를 해결하기 위해 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획」(2018~2027)」을 수립하여 시행 중

● 계획 수립 이후 여타 GTX 등 주요교통망 구축계획 등이 수립되는 등 교통 여건 변화가 나타남에 따라, 이를 반영하여 종합계획 수정 필요

- 기존 BRT 종합계획(`18~`27)에 반영된 노선을 재검토하고, GTX 등 주요 교통여건 변화를 반영한 신규 BRT 노선을 발굴하여 주요 대도시권별 BRT 사업계획을 수립

- GTX, 철도 등 다른 급행 교통수단과 연계한 BRT 건설계획(연계지점 도출, 연계방안 마련, 사업 추진 시기 등)을 도출하고, 도로 신호체계 정비, 버스 노선 정비 등 BRT 건설사업과 수반되어 실행할 필요가 있는 지자체 시행계획을 검토 및 기술

- (주요사업내용) 2019년 기준, 광역BRT 4개 노선(114.5km) 및 도시BRT 20개 노선(160.9km)를 운영 중

· 광역 BRT- 4개소(L=114.5km, 총사업비 7,112억원, 국비지원 6,148억원)

구 분	기 종 점	연장(km)	총사업비	국비지원	비고(개통)
하남-천호 BRT	서울 천호역~ 하남 창우동	10.5	444억원	218억원	'11년
청라-강서 BRT	인천 청라~서울 화곡역	19.8	519억원	193억원	'13년
세종 BRT	반석역~세종시~오송역	31.2	5,409억원	5,409억원	'12년
대전역-세종 BRT	대전역~세종시~오송역	53	740억원	328억원	'16년

· 도시 BRT-20개소(L=160.9km, 총사업비 4,070억원, 국비지원 990억원)

구 분	서울	경기	대전	광주	부산
노선수(개)	12	4	2	1	1
총연장(km)	110.2	26.8	8.1	5.4	10.4

- 사업효과(하남-천호 BRT 개통 이후)

· 버스통행속도 : 19.2km/h → 21.0km/h로 1.8km/h 증가(약 9.3% 증가)

· 버스이용객수 : 47,001인/일 → 58,042인/일로 11,401인/일 증가(약 23.5% 증가)

· 정시성 분석 : 통행시간 편차가 ±4분29초 → ±1분20초로 정시성 제고

(다) 광역교통 관련 연구수행 현황

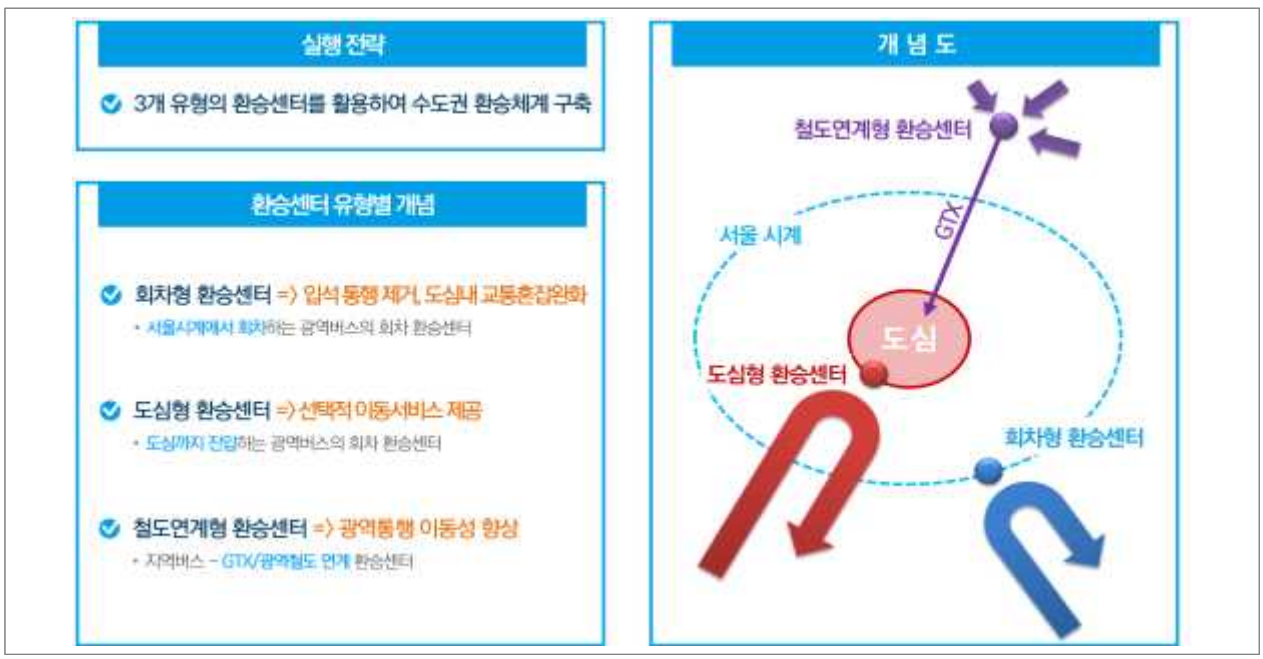
■ 『수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구』[63]

- (추진배경) 대도시권 교통수요 증가에도 불구하고 지역간 도로·철도 중심 투자로 도심부 교통혼잡 심화 및 대중교통 수송 분담률은 답보 상태 및 기존 도로·철도 중심의 SOC 투자로는 광역교통 혼잡 해소에 한계가 존재하여 저비용·고효율의 혁신적 복합환승센터 구축방안 마련 필요

- (추진목적) 광역교통 정책패러다임 전환을 위한 대중교통지향적 개발(TOD)을 위해 수도권의 新개념 복합환승센터 개발 기본구상 추진 및 광역교통 혼잡완화 및 대중교통 이용활성화를 위해 환승시스템 개선 및 신교통시스템 도입 등 혁신적인 광역교통 환승체계 마련

- (주요내용) 수도권의 광역교통혼잡 완화 및 환승시간을 단축시키기 위한 신 광역환승체계를 제시함

  - 신 광역환승체계는 서울시계 진입 여부에 따라 구분한 도심형, 회차형 광역버스의 환승을 지원하기 위한 도심형, 회차형, 철도연계형 환승센터로 구성된 신개념 환승체계를 의미함



자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.44.

그림 17 신광역환승체계 개념도

63) 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구

① 회차형 환승센터 : 모도시 시계에서 회차하는 회차형 광역버스를 위한 거점 환승센터

· (특징) 시내 대중교통으로의 환승은 필수로 도심 진입통행은 서울시계에 위치한 도시철도역에서 환승하므로 회차형 광역버스는 기본요금만 부과

· (효과) 광역버스 공급용량이 증대(광역버스 노선 연장 단축→운행횟수 증가→공급용량 증대)되며 도심내 진입하는 광역버스 차량수를 줄임으로써 모도시 내 교통혼잡 완화

회차형 환승센터	
- (개념) 광역버스, 모도시 시계 회차 - (연계수단) 광역버스-도시철도 - (광역버스 요금) : 기본요금 - (효과) 도심 혼잡 완화, 광역버스 공급용량 증대	

자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.45.

그림 18 회차형 환승센터 개념

② 도심형 환승센터 : 도심까지 진입하는 도심형 광역버스를 위한 거점 환승센터

· (특징) 환승없는 직결통행 제공으로 도심까지 환승없이 이동 가능하며, 도심형 광역버스는 기본요금+추가요금(모도시 시계부터 거리당 추과요금) 부과

· (효과) 직결통행으로 이용편의 향상 및 요금 할증 제도로 도심 진입 광역버스 수요조절 가능, 회차형 광역버스 이외에 도심형 광역버스를 제공함으로써 이용자 기호에 맞춘 선택적 이동서비스 제공 가능

도심형 환승센터	
- (개념) 광역버스 도심까지 직결 - (광역버스 요금) : 기본+추가요금 - (효과) 직결통행으로 이용 편의 향상, 선택적 이동서비스 제공, 할증요금으로 버스 수요조절	

자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.46.

그림 19 도심형 환승센터 개념

③ 철도연계형 환승센터 : GTX/광역철도와 지역버스간 연계를 위한 거점 환승센터

· (특징) 이동성/정시성 높은 광역급행철도역의 접근성 향상을 통하여 광역급행철도역의 환승저항을 감소시켜 환승 편의 제고

· (효과) 이동성이 좋은 광역급행철도 이용을 유도함으로써 광역통행의 이동시간 단축, 광역버스 수요를 광역철도로 일부 전환함으로써 광역버스 수요 조절 및 광역버스 차내 혼잡 완화

철도연계형 환승센터	
- (개념) GTX 연계 - (연계수단) 철도-시내버스 - (효과) 철도역 접근성 향상 철도역 영향권 확대 광역통행 이동성 향상	

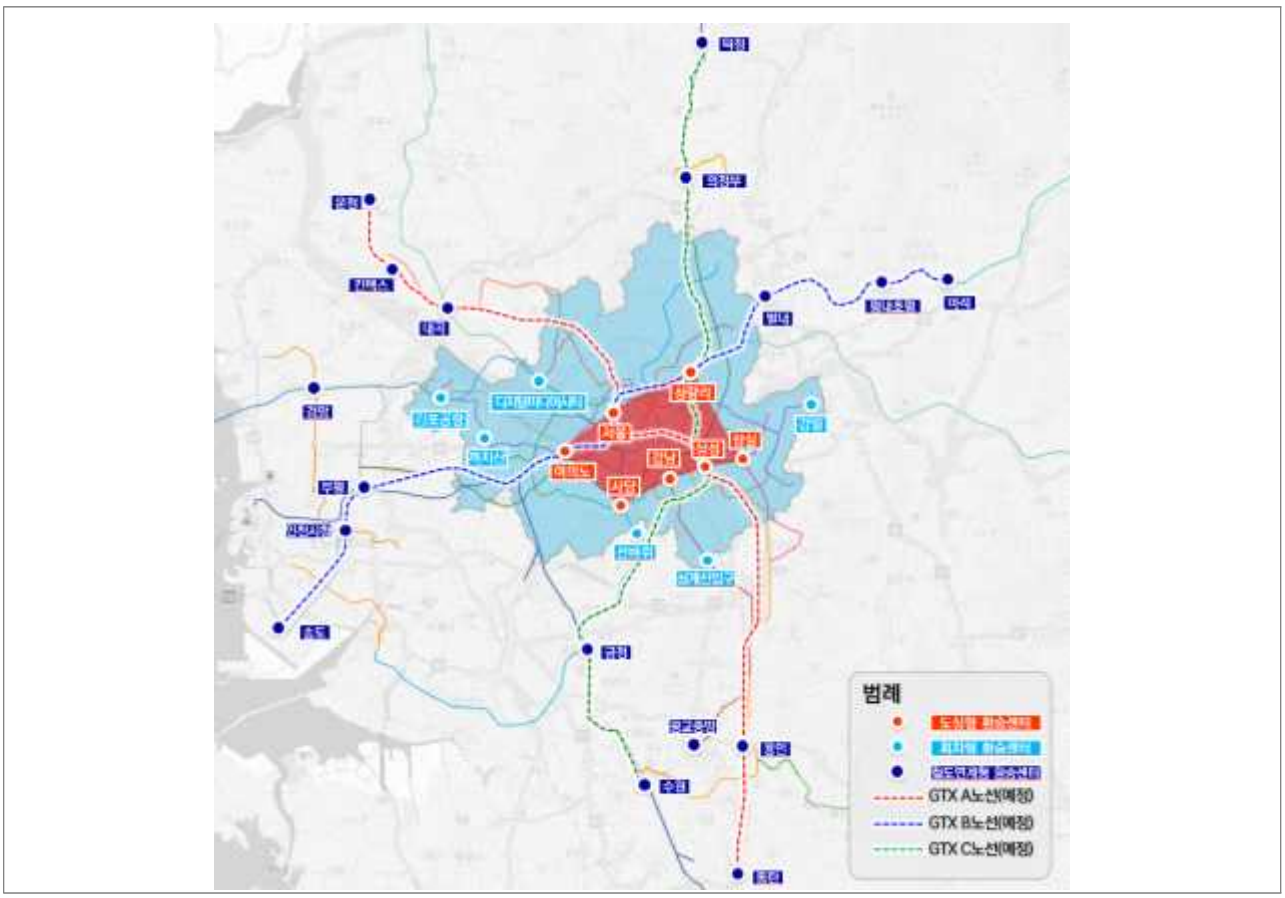
자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.47.

그림 20 철도연계형 환승센터 개념

- 신 광역환승체계를 제시함과 동시에 환승센터 유형별 후보 환승센터 입지를 선정

· 회차형 광역버스 및 회차형 환승센터가 도입하게 되면 광역버스의 노선연장이 단축되어 배차간격이 줄어들게 되고, 그 결과 광역버스 공급수준이 향상되어 현재 발생하는 첨두시 차내혼잡을 해결할 수 있을 것으로 기대됨

· 한편, 신 광역환승체계는 전술한 바와 같이 도심형, 회차형 광역버스의 환승을 지원하는 환승체계이기에 광역버스의 유형 구분이 선행되어야 함. 따라서 신 광역환승체계는 회차형 광역버스 도입 및 유형별 광역버스 차등요금제 도입 개편과 함께 병행 검토되어야 함



자료 : 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, p.107.

그림 21 환승센터 유형별 후보 환승센터 입지

■ 『광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구』[64]

- (추진배경) 버스 서비스 안전 제고 및 운전자 근로환경 향상을 위한 제도개선으로 인한 버스 업계 경영 부담이 가중

  - (최저임금 인상) 2019년 기준 최저임금 10.9% 인상(2018년 7,530원 → 2019년 8,350원)

  - (운전자 휴게시간 확대)"사업용차량 졸음운전 방지대책('17.07)"에 따른 여객자동차법 개정에 따라 2시간(4시간) 운행 시 15분(30분) 이상 휴식 및 첫차 운행시간은 마지막 운행 종료로부터 8시간 이상 휴식 의무화

  - (주52시간 근무제 도입) 주당 최대 근로시간이 당초 68시간에서 52시간으로 축소

- (추진목적) 안전한 버스 서비스의 안정적인 제공을 위해 국가정책으로 광역버스 준공영제 추진 발표

  - 국가에서는 "버스 공공성 및 안전 강화 대책('18.12.)", "국민교통복지 향상을 위한 버스 분야 발전방안('19.05)" 등의 정책을 통해 일반광역버스의 국가사무화 및 M버스를 포함한 광역버스 전체의 준공영제 추진 발표



자료 : 윤상원·박준식(2020),「 광역버스 준공영제 추진방향 및 대상노선 설계 방안」, 한국ITS학회 2020년도 추계학술대회 논문집, p.385

그림 22 광역버스 준공영제 추진 방향

- (주요내용) 광역버스 준공영제 추진을 위한 제도설계, 시범사업 추진방안, 법제도 개선방안 제시

64) 한국교통연구원(2020), 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구

① 광역버스 공공성 향상을 위한 노선입찰제 기반의 준공영제 제도설계

· 국내외 준공영제 사례 및 문제점 검토를 통한 노선입찰제 기반 준공영제 추진방향 설정

② 광역버스 준공영제 도입 및 운영 관련 세부 추진방안 제시

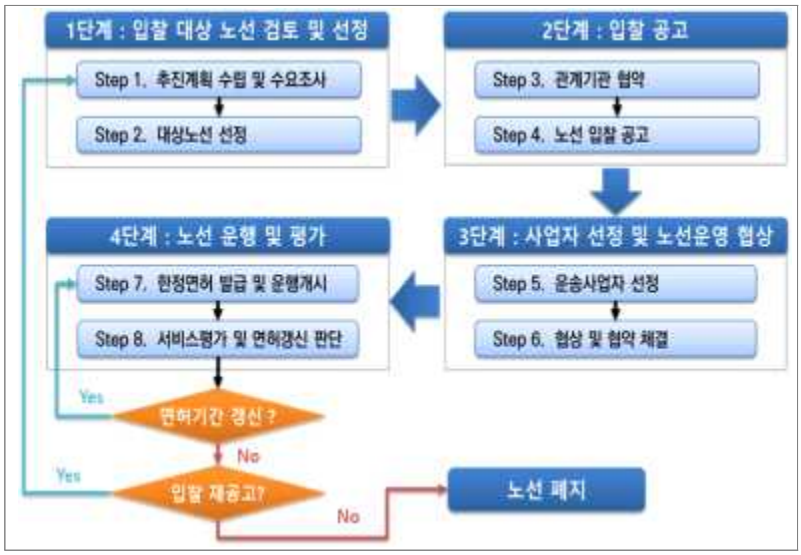
· (도입방식) 총비용입찰제에 품질관리를 연계한 노선입찰제로 추진

· (면허관리) 서비스 공공성 강화와 광역교통 여건변화에 유연하게 대응할 수 있는 한정면허 기반 운영하고, 면허기간 만료 시 재입찰을 원칙으로 하여 노선 사유화 방지

· (품질관리) 광역버스 특성을 고려한 서비스표준을 수립하고, 서비스표준에 따른 주기적 운행평가를 수행하여 평가결과에 따른 인센티브·패널티 부과

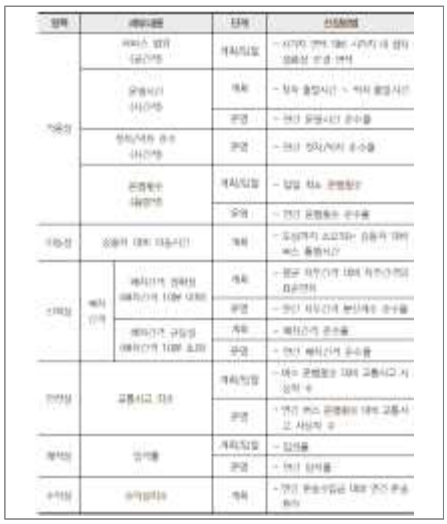
  * 성과이윤 차등지급, 한정면허 갱신 등의 인센티브 및 면허갱신 제한, 운행감축 등의 패널티

· (원가관리) 광역버스 운행실적을 바탕으로 합리적인 운송원가 산정방안을 제시하고, 투명한 재정지원금 관리가 이루어질 수 있도록 정산체계 구축



자료 : 한국교통연구원(2019), 「 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구용역 중간보고」, p.25

그림 23 광역버스 준공영제 추진 절차



자료 : 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2020), 「 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구용역」, p.189

그림 24 광역버스 서비스표준(안)

③ 광역버스 준공영제 시범사업 추진

· 노선입찰제 기반 광역버스 준공영제 시범사업 추진(M버스 3개, 일반 광역버스 6개 노선)

· M버스 3개 노선은 입찰공고 후 우선협상 대상자와 협상 진행 중('20.10월말 기준)

· 일반 광역버스 6개 노선은 시범사업 추진 관련 법 개정 이후 시범사업 진행 예정

③ 광역버스 준공영제 추진을 위한 법제도 개선방안 제시

· 현재 시도지사에게 위임되어 있는 일반 광역버스 면허 권한 주체를 대도시권광역교통위원회로 변경하는 등의 광역버스 국가사무화를 위한 개선 내용

· 광역버스 준공영제 추진에 따른 재정지원 근거 마련을 위한 개선 내용

(라) 정부의 과제발굴 및 기술지원 동향

■ 광역교통 관련 정부 국정과제

31	교통·통신비 절감으로 국민 생활비 경감 (국토부·과기부)

- 과제목표
  - **광역알뜰교통카드 도입, 광역버스 확충 등으로 교통비 및 출퇴근 시간 절감**
  - 가계통신비 실효적 인하 및 통신시장 경쟁 촉진
- 주요내용
  - (광역알뜰교통카드) 광역알뜰교통카드 도입 등 제도 개선을 통해 싸고 편안한 대중교통 서비스 제공
    - 광역교통청 업무와 연계하여 대중교통 효율성 제고
  - (광역교통청 신설) 법 개정을 통해 '18년 광역교통청 신설
  - (광역버스 확충) 광역버스 노선 추가 확대
  - (광역급행철도) '18년부터 수도권 광역급행철도 단계적 착공, 기존 전철망 단계적 급행열차 도입 및 시설 개선
  - (저소득층 등 통신비 경감) 요금감면제도 확대, 요금할인율 상향, 경쟁활성화 정책 등을 통해 통신비 인하방안 마련 · 추진
- 기대효과
  - 수도권 지역 출 · 퇴근시간 30분 단축 및 안전하고 편리한 광역버스 서비스 제공
  - 고품질 통신서비스의 저렴하고 편리한 이용 여건 확보

32	국가기간교통망 공공성 강화 및 국토교통산업 경쟁력 강화(국토부)

- 과제목표
  - 건설업을 양질의 일자리로 전환하고 화물종사자 근로 여건 개선
  - **교통의 공공성을 단계적으로 강화하고 노후 인프라 개선**
- 주요내용
  - 건설산업 경쟁력 강화) 간접비 지급방식 개선, 임금지급보증제 도입등 불공정 해소 및 유망분야 육성, 해외진출 지원 통한 일자리 창출
  - (화물운송 종사자 보호강화) '18년 화물자동차법 개정, '20년 표준운임산정위원회 구성 · 운영 등을 통해 '21년부터 표준운임제 본격 시행
  - (도로 · 철도 공공성 강화) 도로통행료 인하, 벽지노선 운영, 일반철도 서비스개선 등을 통해 공공성 강화, 간선망 구축 등 교통 네트워크 효율화
  - (SOC 안전 강화) '17년 노후 철도차량 · 시설 개선을 위한 중장기 개량계획 수립, 성능기반의 철도시설 관리체계 마련 및 노후 도로 개선
  - (대중교통 낙후지역 해소) '18년부터 공공형 택시를 시 · 군에 보급
  - (코로나19 극복) 범부처 지원 방안을 마련하여 코로나19로 피해를 입은 버스·항공 등 교통 업계의 위기 극복 및 재도약 지원
  - (비대면 경제 활성화) 비대면 경제 확산을 고려하여 생활물류 산업의 체계적 육성·지원 및 종사자·소비자 보호 강화를 위한 제도 기반 조성

■ 『2050 탄소중립 추진전략』[65]

- 탄소중립이라는 대전환 시대에 능동적으로 대응하기 위해 관계부처 합동으로 '2050 탄소중립 추진전략'을 마련하고 12월 7일 '제22차 비상경제 중앙대책본부회의'에서 그 내용을 발표

- 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상 동시 달성을 목표로 3+1 전략 추진

  - 3대 정책방향 : 경제구조 저탄소화, 저탄소산업생태계 조성, 탄소중립 사회로의 공정전환

  - 제도적 기반 강화 : 재정제도 개선, 녹색금융 활성화, R&D 확충, 국제협력



자료 : 기획재정부(2020), 「왜 탄소중립인가…2050 탄소중립 추진 전략」, https://www.korea.kr/news/visualNewsView.do?newsId=148880736(2021. 1. 6.)

그림 25 『2050 탄소중립 추진전략』3+1 전략 추진

- 10대 과제 중 '미래모빌리티로 전환'은 수송 부문 중 도로의 탄소배출량이 절대적('17년 96%)이므로 내연기관차의 친환경차 전환을 가속화하고, 대중교통·철도·선박 등 모빌리티 전반에 대한 혁신을 추진하는 것을 목표로 함

  - (친환경차 전환) 수소·전기차 생산보급 확대, 기술개발·인프라 확충 등을 통해 친환경차 전환 가속화

  · 내연기관차량의 전기·수소 등 친환경 차량 전환을 가속화하고, 환경개선효과가 큰 버스·택시·화물차 등 상용차 집중 전환 등

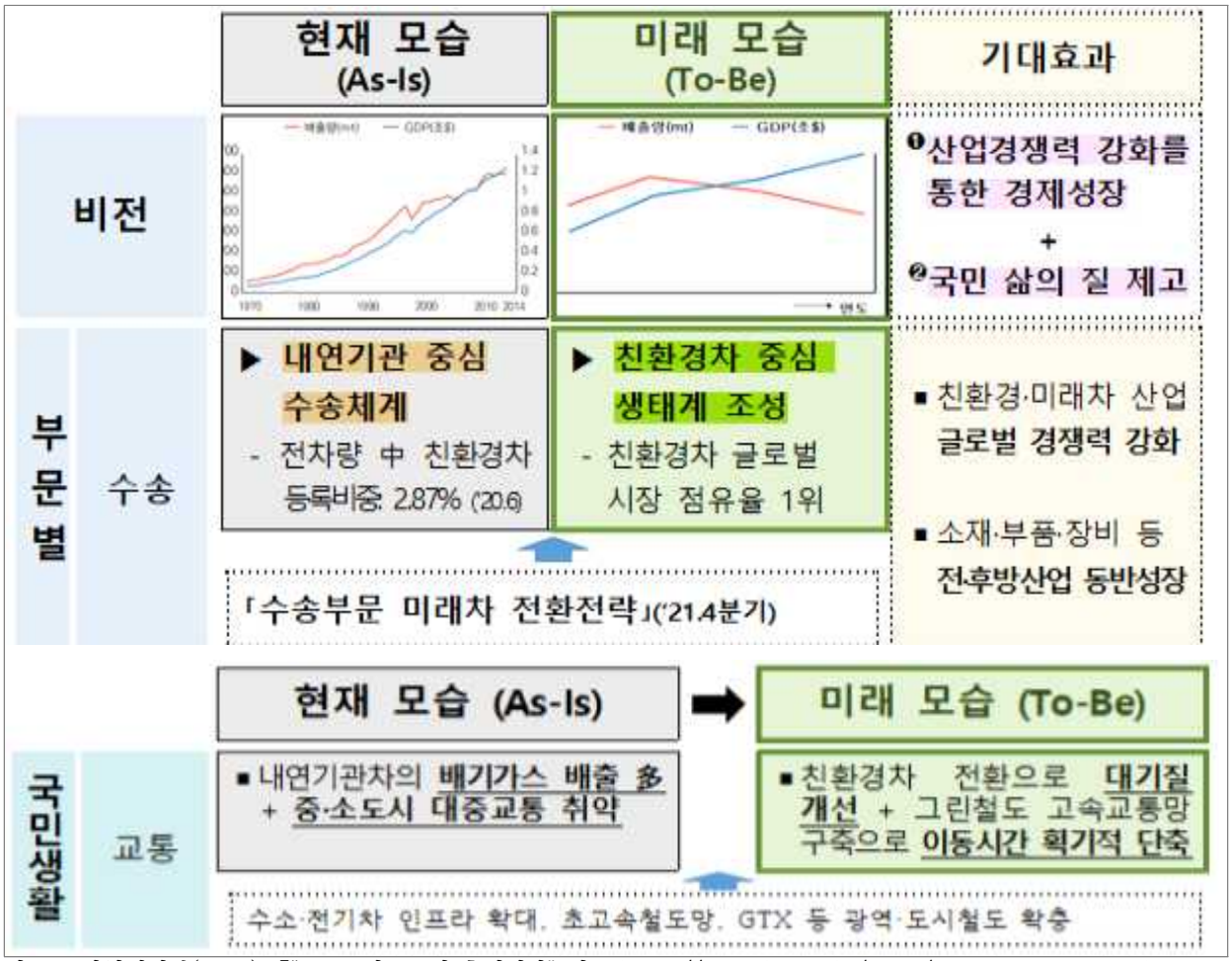
65) 기획재정부(2020), 「「2050 탄소중립」 추진전략」, https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39241(2021.1.6.)

- (모빌리티 혁신) 창의적 모빌리티 서비스 도입, 철도·선박 등 非도로 부문까지 모빌리티 전반에 대한 친환경화 추진

· (대중교통) 자가용 중심의 기존 교통체계를 보행자, 친환경 교통수단 중심으로 전환하고, 창의적 운송사업자 등 모빌리티 서비스* 도입·확산

* 모빌리티 규제샌드박스 도입, 무인자율주행 셔틀 등 新 모빌리티 확대 등

· (철도) 주요 거점의 고속철도망을 연결하고, 초고속철도망 및 광역·도시철도(예: GTX) 등 철도인프라 확충



자료 : 기획재정부(2020), 「"2050 탄소중립 추진전략" 발표,https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156425327(2021.1.6.), 재구성.

그림 26 『2050 탄소중립 추진전략』 수송·교통 분야 미래상

● 「2050 탄소중립 추진전략」 관련 국토교통 부문 추진방향

- 건물부터 도시·국토까지 탄소중립 요소를 확대하여 탄소중립도시 조성의 기반을 마련하고, 철도망 확충, 대중교통·친환경차활성화 등 방향 정립 → 기존 과제만으로는부족, 추가과제발굴 필요

- 탄소중립은기술적 뒷받침이 중요 → R&D 중점 관리 필요

① (건물) 신규 건물의 제로에너지 건축 단계적 의무화, 기존 건물의 그린 리모델링시인센티브 제공을 통한 활성화

· 건물의 全 생애주기에 걸쳐 탄소배출량을 체계적으로 관리

② (도시)새만금등 '탄소중립도시'로시범조성, 스마트시티·수소도시·도시재생사업은 탄소중립을 목표로 재구조화

· 도시기본계획 수립 시(지자체)신재생에너지 시설 공급, 탄소 흡수원(공원, 녹지 등)확충 등 반영 의무화

③ (국토) 중장기계획: 국토를 에너지 저소비형'다핵-압축 구조'로전환, 개발제한구역:탄소 흡수원지속 확충

· 국토종합·국가기간교통망 계획에 탄소중립 반영, 압축형 도시구조로 이동경로 최적화, 그린인프라보전·재생

④ (교통) 어디서나 2시간대 이동 가능한 초고속철도망 구축, GTX 등 광역·도시철도 확충,

· 주요역사에 광역·복합환승센터 구축

· 지선버스, PM 등 연계교통수단, 교통소외지역에 수요응답형서비스 및 무인 자율주행셔틀 확충

· 상용차(버스·택시·화물차)를 전기·수소차로우선 전환, 전기차 충전콘센트확충 등 친환경차활성화 추진

● 「2050 탄소중립 추진전략」 관련 국토교통 부문 R&D 추진방향

- "2050 탄소중립 추진전략"('20.12.7)에 따라 도시·국토차원의저탄소화, 친환경 교통 기반마련 및 신재생 에너지 전환에 집중 투자

- 국가 온실가스 총배출량에서 건물·수송 부문이 약 37%를 차지, 2050 탄소중립을 달성하기 위해서는 동 분야의 기술 개발이 시급

- 건물 에너지 효율 향상, 도시 차원의 신재생에너지 도입 등 탄소중립도시 조성 기술 및 친환경 미래교통 수단의 전환 기술이 중요

■ 『한국판 뉴딜 종합계획』[66]

- 패러다임 전환 추진 과정에서 코로나 사태로 인한 극심한 경기침체 극복 및 구조적 대전환 대응이라는 이중 과제에 직면함에 따라 우리 경제·사회를 새롭게(New) 변화시키겠다는 약속(Deal)에 대한 계획 발표



자료 : 기획재정부(2020), 「「한국판 뉴딜」종합계획 발표」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156401053(2021. 1. 6.)

그림 27 『한국판 뉴딜』의 구조

66) 기획재정부(2020), 「한국판 뉴딜」종합계획 발표, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156401053(2021. 1. 6.)

- 디지털뉴딜로 ′20년 추경부터 ′22년까지 총23.4조원(국비 18.6조원), ′25년까지 58.2조원(국비 44.8조원)을 투자하여, ′22년까지 39만개, ′25년까지 90.3만개의 일자리 창출 계획 수립

- 디지털 전환은 데이터, 네트워크, 인공지능(D.N.A) 등 디지털 신기술을 활용하여, 광역교통 분야 코로나19로 인한 비대면 확산 및 디지털 전환 가속화 지원 필요

- 광역교통은 디지털 뉴딜 4대 분야 중 '사회간접자본 (SOC) 디지털화'분야와 직접적인 연관이 있음

  - 추진과제 ⑩ 4대 분야 핵심 인프라 디지털 관리체계 구축: 안전하고 편리한 국민 생활을 위해 도로·철도·항만·공항 등 핵심시설의 디지털화 및 효율적 재난 예방·대응시스템을 마련

  · (교통) 안전하고 효율적 교통망 구축을 위해 도로·철도·항만·공항 등에 디지털 관리체계 도입

  · (디지털트윈) 안전한 국토·시설 관리 등을 위해 도로·지하공간·항만 대상 디지털 트윈 구축

  · (재난대응) 재해 고위험지역 경보시스템 설치, 재난관리자원 통합관리시스템 구축

  - 광역교통 분야 연계 디지털 뉴딜 대표과제: 국민안전 기반시설(SOC) 디지털화, 디지털 트윈

  · (국민안전 SOC 디지털화) 현재 아날로그식 국가인프라 관리시스템을 스마트한 국가 인프라 관리체계로 전환하여 이용자 안전 및 편의 제고

    * (도로) 자율차 등 미래차의 원활한 주행과 안전한 도로환경을 제공하기 위해 전체 국도와 4차로 이상 지방 주요간선도에 차세대 지능형교통시스템(C-ITS) 구축을 추진
    * (철도) 모든 철로에 전기설비 사물인터넷(IoT) 센서를 설치하여 실시간 상태를 진단하고 다자간 대용량 데이터 통신이 가능한 4세대 철도무선망 구축
    * (철도) '선로 안전점검 무인검측시스템'을 도입하여 시설 유지관리 고도화
    * (공항) 전국 15개 공항에 항공기 탑승권, 신분증, 지문, 얼굴정보 등을 통합한 비대면 생체인식시스템을 2022년까지 구축
    * (제도개선) 자율주행차 제작에 필요한 안전기준을 부분자율차('20.7월 시행)와 완전자율차('21년 이후)에 대하여 단계적으로 마련하고 자율주행차 발전 단계별로 규제를 지속 정비 계획

  · (디지털 트윈) 신산업 기반 마련 및 안전한 국토·시설관리를 위한 디지털 트윈 구축

    * (3D 지도) 도심지 등 주요 지역의 지형을 3차원으로 구축, 12cm급 고해상도 영상지도를 작성
    * (지하공간) 지하공간통합지도 : 상·하수도, 통신, 전력, 가스, 열수송, 지하공동구, 지반정보 등 15종의 지하정보를 반영한 3차원 지도
    * (정밀도로지도) 자율주행차를 위한 핵심 인프라인 정밀도로지도를 국도와 4차로 이상 지방도까지 확대 구축
    * (제도개선) 산업계 활용 지원을 위해 현재는 오프라인으로 제공되는 정밀도로지도 데이터의 온라인 제공을 추진하고, 산업계의 의견수렴도 한층 강화 계획

■ 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)」[67]

- 「국토교통과학기술 육성법」 제4조에 의거하여 국토교통 과학기술에 관한 장기적이고 종합적인 정책방향을 설정하고 중장기 투자계획을 정하는 최상위 법정 종합계획

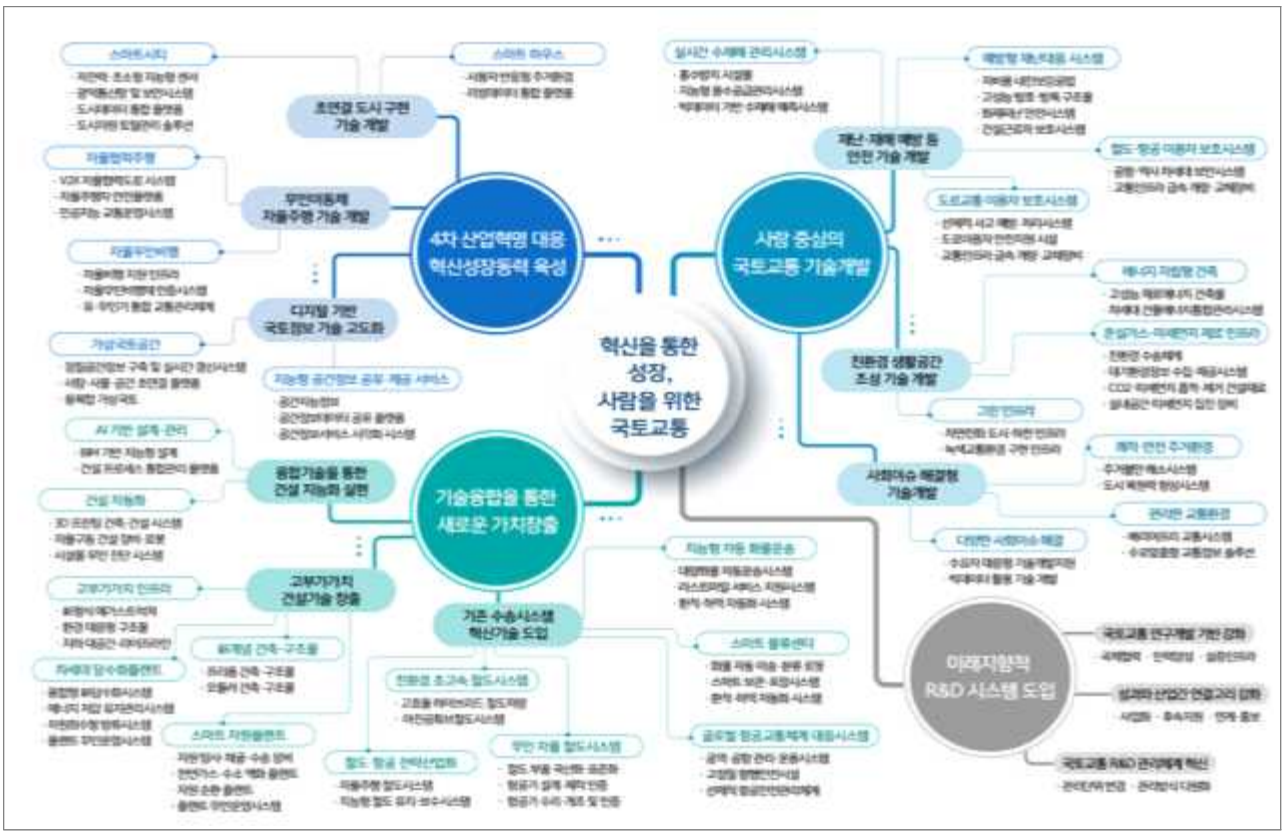
- 스마트시티, 자율주행차, 드론(무인기), 건설자동화, 제로에너지 건축, 가상 국토공간, 스마트물류, 지능형철도를 국토교통 8대 혁신 성장동력으로 선정하고 국토교통 분야 연구개발에 계획기간동안 총 9조 5,800억원 투자 계획



자료 : 국토교통부(2018), 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?id=4357(2021. 1. 6.)

그림 28 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)」비전 및 전략에 따른 실천과제

67) 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)



자료 : 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027), pp.44~45.

그림 29 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 MAP

- 세부과제 중 “사회이슈 해결형 기술 개발”은 국토교통 서비스에 대한 요구사항 및 불편 등에 대한 대응이 실시간 이루어지는 ‘문제해결형 복지도시’를 전략목표로 설정

  - 교통약자 이동권 보장, 교통시설 이용편의 증진 등 교통분야 현안대응형 기술 지속 개발로 고령화 시대를 대비한 교통복지 실현

편의	배리어프리(Barrier Free) 구현 기술 개발 등으로 안전하고 차별없는 도로·철도·항공 교통 서비스를 제공하여 교통복지 실현

- 유니버설(Universal) 디자인 기술 등 개발 및 적용으로 고령자 등 교통약자 이동을 저해하는 불합리한 교통시설 개선
- 교통약자 보조이동수단을 수용할 수 있는 대중교통 플랫폼 등 개발로 교통약자 스스로 장거리 이동이 가능한 교통환경 구축

편리	빅데이터 기반 인공지능 교통정보 제공 솔루션 개발 등을 통해 도로 · 철도 · 항공교통시설 이용 편의성 극대화

- 빅데이터 분석 알고리즘 개발으로 교통정보에 대한 실시간 질의응답 지원 솔루션을 구현하는 등 수요맞춤형 교통정보 시스템 구축

교통약자 및 낙후지역 대중교통시스템



도시철도 역사 이용객 편의서비스



■ 『국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구』[68]

- 메가트렌드 및 환경변화 조사·분석 등을 통해 기술발전에 따른 2050년 국토교통 분야의 변화를 예측하고, 신기술 시장 선점을 위한 미래기술 선정 및 기술확보를 위한 중장기 정책 방향 제시

  - (국토교통기술 환경 분석 및 미래 예측) 사회·문화적, 정치·경제적, 과학· 기술적 변화를 포함한 2050년대 미래 변화를 반영한 국토교통기술 환경분석 및 미래 변화 방향 예측

  - (미래유망기술 도출 및 확보전략 제시) 건설, 도로교통 등 전통적인 국토교통부 소관 기술 분야 및 타 영역과의 융합기술 분야를 포함한 미래유망기술 도출 및 기술확보 전략(기술적, 정책적) 제시

  - (국토교통 미래기술 및 변화상 설명자료 제작) 미래예측 결과 및 수요 분석에 따른 미래상과 국토교통 미래유망기술을 시나리오의 형태로 제시하고 이해하기 쉽게 기술한 설명자료 제작



〈20대 유망기술(20-Wonder) 기술 목록(교통분야)〉 〈미래기술 2050 기술 목록(교통분야)〉

자료 : 국토교통부(2020), 「세계를 선도하기 위한 20개 국토·인프라·교통 기술 (20-Wonder) 개발 착수」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95083857(2021. 8. 6)

그림 30 세계를 선도하기 위한 20개 국토·인프라·교통 기술 (20-Wonder)

68) ㈜기술과가치(2020), 국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구

■ 『대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립 기획』[69]

- 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵은 “광역교통분야 기술개발을 통한 경계없는 광역교통체계 구축” 을 실현하기 위해, 3대 목표 및 추진전략 수립

  - (4대 목표) 기후변화에 대비한 친환경 대중교통 활성화, 이용자 중심 서비스 제공으로 이용자 만족도 제고, 유지관리 지능화를 통한 지속가능성 확보, 미래형 신교통수단 도입으로 광역교통체계 혁신

  - (추진전략) 이용자 중심 광역교통서비스 제공, (중점과제) 수요응답형 모빌리티 서비스 운영 기술에 근거하여, “대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술”을 ’22-25 (4년) 과제로 추진 계획 수립



자료 : 국토교통과학기술진흥원 (2021), 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립

그림 31 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 비전 목표 및 핵심기술 도출

69) 국토교통과학기술진흥원(2021), 대도시권 광역교통분야 R&D 기술로드맵 수립

(2) 광역교통 현황 및 장래전망

■ (토지이용) 대도시권의 확대

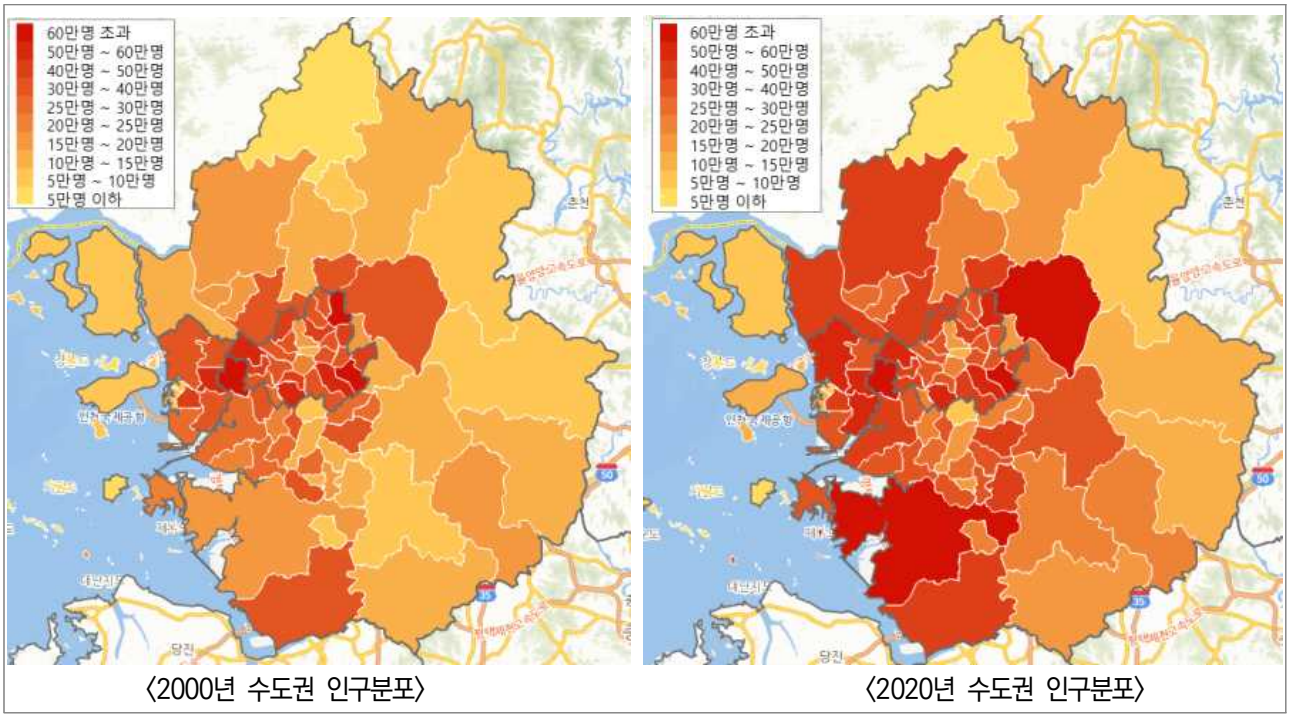
- 수도권 신도시 및 대규모 주택사업으로 중심도시 주변 경기지역의 인구가 증가함에 따라, **중심도시에서 주변 도시로의 광역화 확대**



〈수도권 신도시 입지 현황〉 〈수도권 신규 공공택지 현황〉

자료 :
- 수도권 신도시 입지 현황 : 이재윤(2021.02.24.), 「수도권 3기 신도시 입지 현황」, 『연합뉴스』
- 수도권 신규 공공택지 현황 : 김호경·정순구(2021.08.31.), 「의왕·안산·군포 등 수도권에 12만채 공급… 부동산 안정엔 한계」, 『동아일보』

그림 32 수도권 3기 신도시 및 신규 공공택지 공급계획 등 대도시권 확대 현황



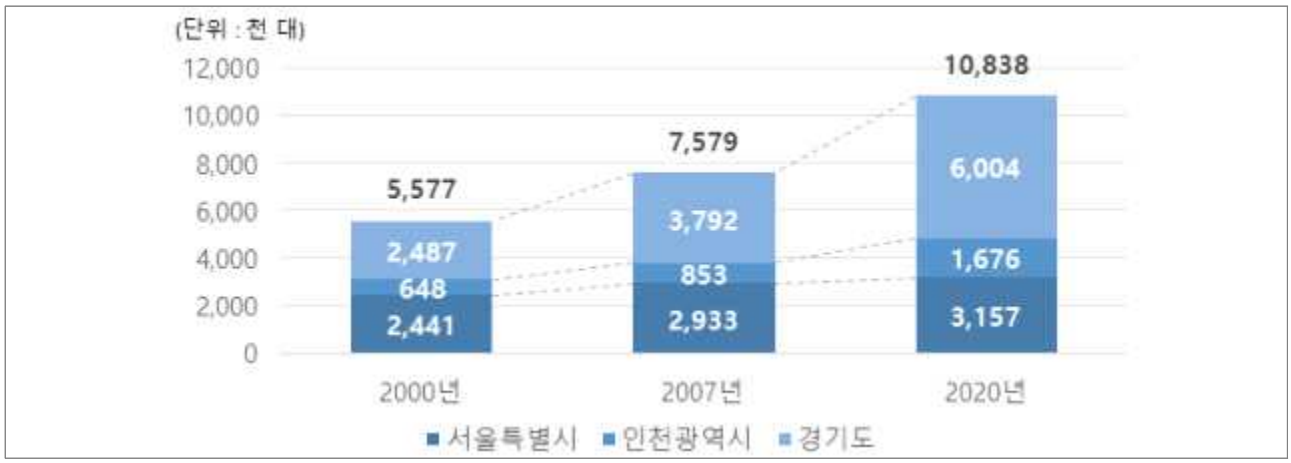
〈2000년 수도권 인구분포〉 〈2020년 수도권 인구분포〉

자료 : 국가통계포털, 「주민등록인구(시도/시/군/구)」, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1YL20651E&conn_path=I2(2021.7.14.)를 바탕으로 연구진 그림 작성

그림 33 수도권 인구 분포 변화(2000년 VS 2020년)

■ (자동차) 자동차 등록대수 증가

- 2000년 이후 수도권 자동차등록대수는 526.1만 대 증가하여 2020년 기준 1,083.8만 대로 큰 폭으로 증가



자료 : 국가교통부 통계누리, 「자동차등록현황보고」, http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=5498&hSelectId=5498&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5498&sStart=202108&sEnd=202108&sStyleNum=2&EXPORT=(2021.7.14.)를 바탕으로 연구진 그림 작성

그림 34 수도권 자동차등록대수 변화

- 2011년 이후 전체 자동차 등록대수는 증가하고 있으며, 특히 전국의 50대 및 60대 이상 연령대에서 매년 자동차등록대수가 큰 폭으로 증가한 반면, 40대 이하는 상대적으로 소폭 증가하거나 감소

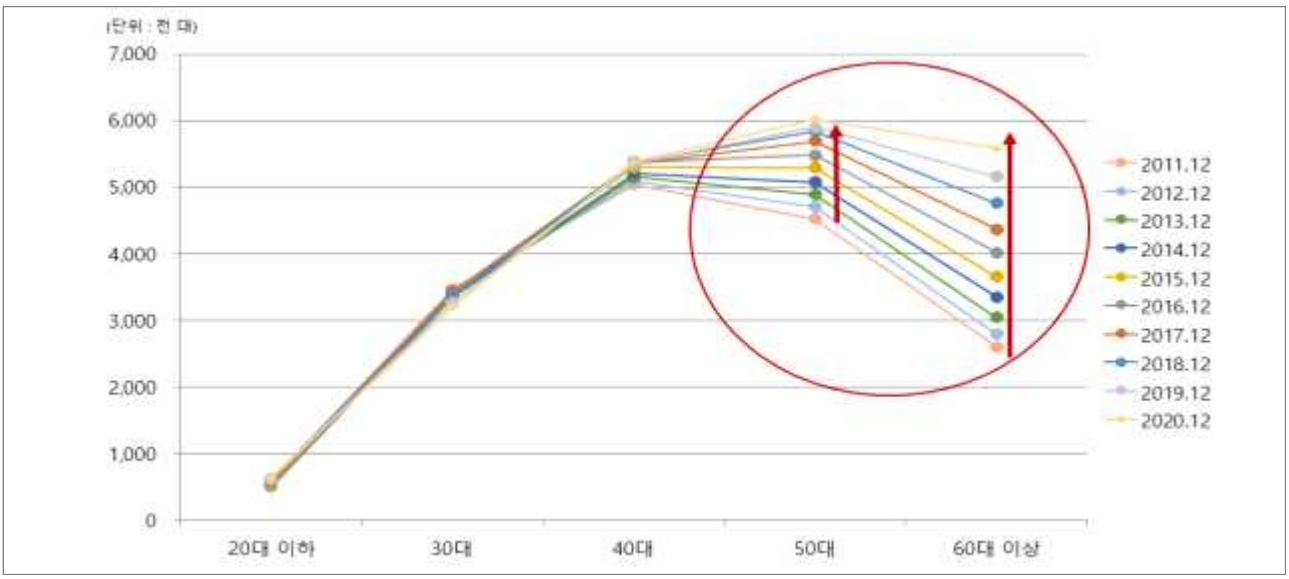
표 5 전국 연령별 자동차등록대수 변화

(단위 : 천 대)

구분	2011년	~	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	연평균 증가율
20대 이하	593	~	574	605	629	631	643	0.90%
	3.7%	~	3.0%	3.1%	3.1%	3.1%	3.1%	
30대	3,472	~	3,433	3,447	3,379	3,273	3,216	-0.85%
	21.4%	~	18.2%	17.7%	16.9%	16.1%	15.4%	
40대	5,047	~	5,382	5,360	5,379	5,367	5,397	0.75%
	31.1%	~	28.5%	27.5%	26.9%	26.4%	25.8%	
50대	4,530	~	5,485	5,694	5,848	5,905	6,032	3.23%
	27.9%	~	29.0%	29.2%	29.2%	29.0%	28.9%	
60대 이상	2,606	~	4,025	4,376	4,767	5,166	5,591	8.85%
	16.0%	~	21.3%	22.5%	23.8%	25.4%	26.8%	
계	16,248	~	18,899	19,483	20,001	20,342	20,879	2.83%

주 : 이륜차 제외

자료 : 국가교통부 통계누리, 「자동차등록현황보고」, http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=5498&hSelectId=5498&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5498&sStart=202108&sEnd=202108&sStyleNum=2&EXPORT=(2021.7.14.). 재작성



자료 : 국가교통부 통계누리, 「자동차등록현황보고」, http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=5498&hSelectId=5498&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5498&sStart=202108&sEnd=202108&sStyleNum=2&EXPORT=(2021.7.14.). 재작성

그림 35 전국 연령별 자동차등록대수 변화

■ (통행수요) 대도시권역별 통행수요 차이 발생

- 2017년 기준 수도권 총 목적통행 발생량은 58,755천 통행/일이며, 이 중 통근 통행은 26,896천 통행/일로 45.8%를 차지

표 6 수도권 목적통행 발생량(2017년)

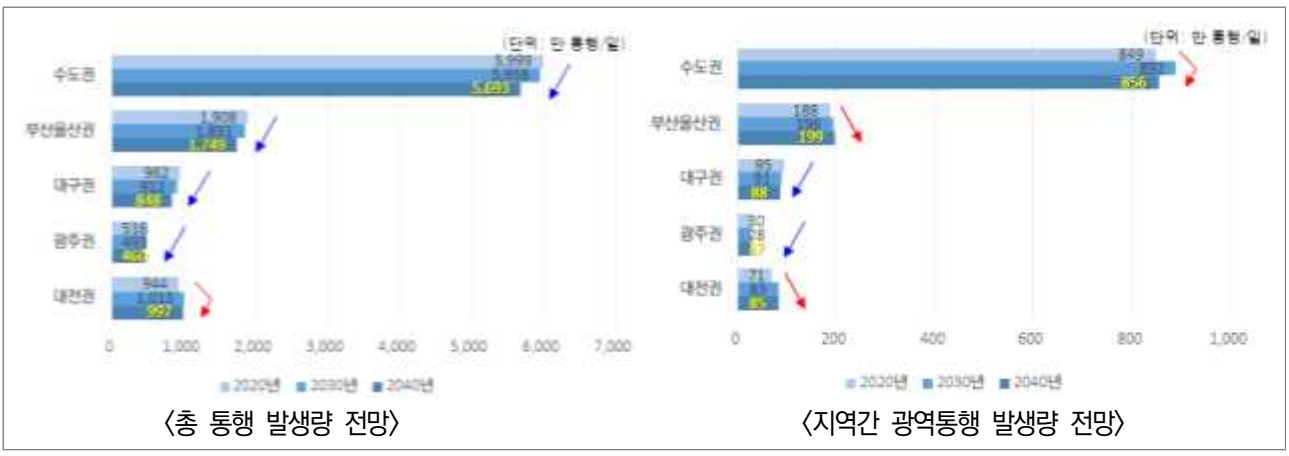
(단위 : 천 통행/일, %)

구분		가정기반					비가정기반			총 목적
		통근	통학	학원	쇼핑	기타	업무	쇼핑	기타	
서울	통행량	11,608	2,840	985	1,751	5,011	1,770	258	1,303	25,526
	비율	45.5	11.1	3.9	6.9	19.6	6.9	1.0	5.1	100.0
인천	통행량	2,878	783	248	455	1,274	346	41	246	6,270
	비율	45.9	12.5	3.9	7.3	20.3	5.5	0.6	3.9	100.0
경기도	통행량	12,411	3,425	1,043	1,669	5,363	1,569	240	1,241	26,959
	비율	46.0	12.7	3.9	6.2	19.9	5.8	0.9	4.6	100.0
수도권 계	통행량	26,896	7,047	2,275	3,876	11,648	3,685	538	2,790	58,755
	비율	45.8	12.0	3.9	6.6	19.8	6.3	0.9	4.7	100.0

주 : 해당 권역 내 시·군에서 전국으로의 통행발생량, 권역 내·외 포함

자료 : 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 수도권 PA 목적 OD 재작성

- 2040년 기준 총 통행은 대전권을 제외하고 감소 전망, 광역통행은 권역별 서로 다른 특성으로 증감 전망



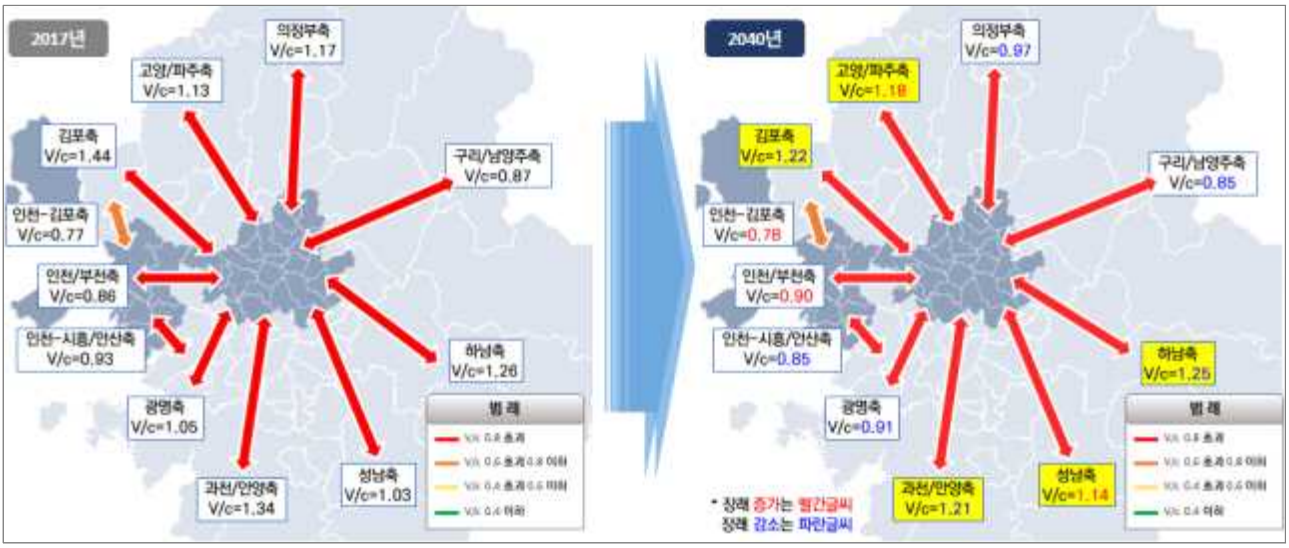
〈총 통행 발생량 전망〉 〈지역간 광역통행 발생량 전망〉

자료 : 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 권역별 PA 목적 OD, 재작성

그림 36 권역별 통행 발생량 전망

■ (도로) 주요간선도로 교통혼잡 심각

- 장래 수도권 도로시설의 소통상태를 분석한 결과, 수도권 주요 교통축의 통행량이 용량을 초과하거나 용량에 도달하는 등 교통혼잡이 지속될 것으로 나타남



주 : 아래 자료를 바탕으로 분석한 결과를 연구진 그림 작성
자료 :
- 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 수도권 주수단 OD
- 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 화물O/D 전수화 및 장래수요예측』, 전국권 화물OD
- 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」교통분석용 네트워크 구축』, 수도권 네트워크

그림 37 수도권 장래 교통축별 혼잡도로 분석

■ (광역버스) 공급부족

- 2019년 11월 기준, 광역버스[70]는 247개 노선이 운영되고 있으며, 광역교통축 중 성남축에 가장 많은 81개 노선이 운행 중
  - 인천-김포축은 광역버스 노선을 운행하고 있지 않음
- 수도권 광역버스 일평균 입석률은 3.2%, 첨두시 입석률은 5.9%로 조사됨
  - 입석률이 가장 높은 광역교통축은 광명축으로 일평균 5.6%, 첨두시 13.7%로 분석됨
  - 인천-시흥/안산축은 입석자가 없는 것으로 분석됨

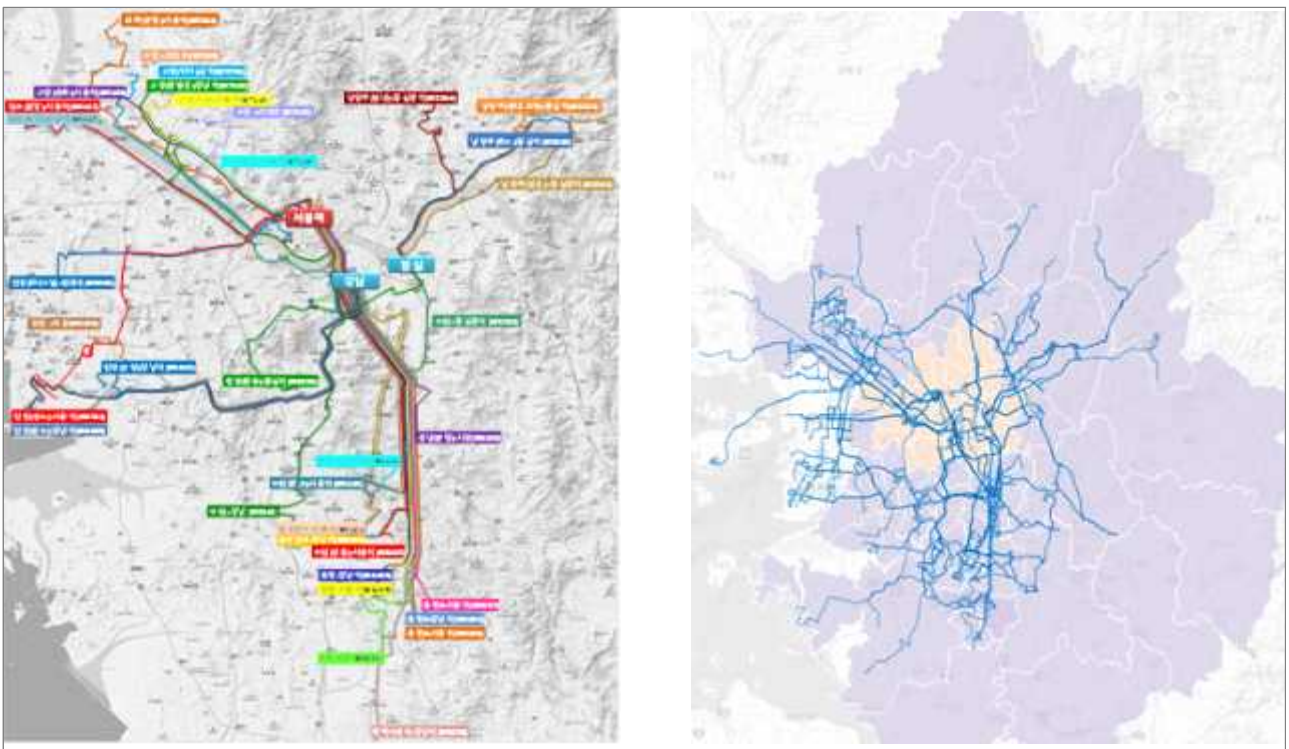
70) 광역급행형버스와 직행좌석형버스

표 7 수도권 교통축별 광역버스 이용현황

구분		노선수(개)	운행횟수(회)		이용객수(명)		입석자수(명)		입석률(%)	
			전일	첨두	전일	첨두	전일	첨두	전일	첨두
서울 중심	고양/파주축	26	1,855	221	77,035	11,732	1,674	483	2.2	4.1
	의정부축	8	433	45	19,702	2,187	354	77	1.8	3.5
	구리/남양주축	31	1,543	177	52,664	7,474	462	107	0.9	1.4
	하남축	10	584	75	25,676	4,223	1,022	278	4.0	6.6
	성남축	81	4,586	632	213,977	36,354	6,740	2,157	3.1	5.9
	과천/안양축	28	1,729	225	85,400	14,385	4,178	1,188	4.9	8.3
	광명축	6	308	41	12,022	2,178	669	298	5.6	13.7
	인천/부천축	12	589	58	22,085	2,439	829	123	3.8	5.0
	김포축	21	1,032	110	34,442	3,822	681	90	2.0	2.4
인천 중심	인천-김포축	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
	인천-시흥/안산축	1	42	4	393	49	0	0	0.0	0.0
기타	경기내부	23	1,266	174	53,126	9,746	2,415	783	4.5	8.0
합계		247	13,967	1,762	596,522	94,589	19,024	5,584	3.2	5.9

주 :
- 입석률은 입석자수/이용객수*100으로 산출
- 첨두는 오전 7시~9시까지의 조사 결과임

자료 : 경기도(2019), 「2019년 11월 교통카드 거래내역」, 재작성

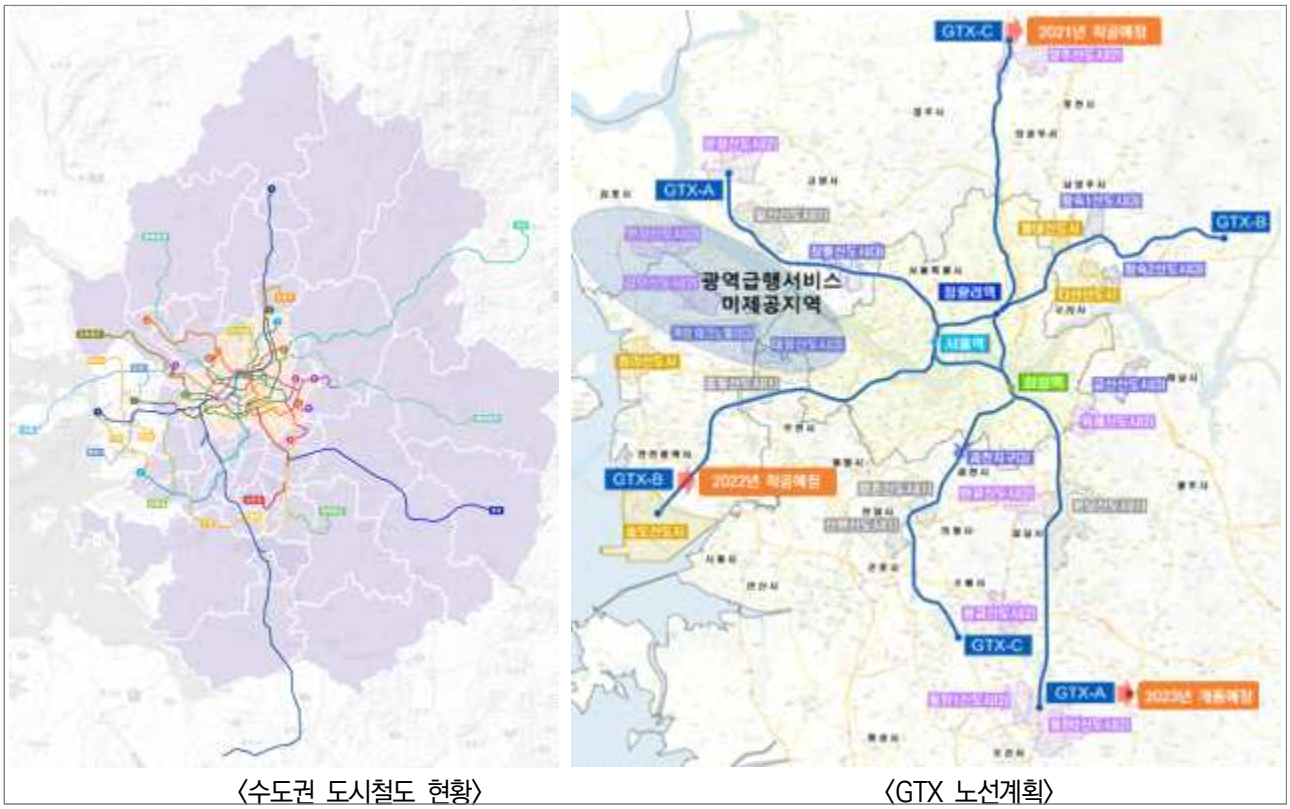


〈수도권 광역급행버스 노선도〉 〈수도권 직행좌석버스 노선도〉

그림 38 수도권 광역버스 노선현황

■ (광역철도) 지역별 철도서비스 불균형

- 지역별 철도서비스를 제공받지 못하는 지역 및 광역급행서비스 미제공 지역이 존재하여 철도서비스 불균형



〈수도권 도시철도 현황〉 〈GTX 노선계획〉

그림 39 수도권 광역철도 현황 및 노선계획

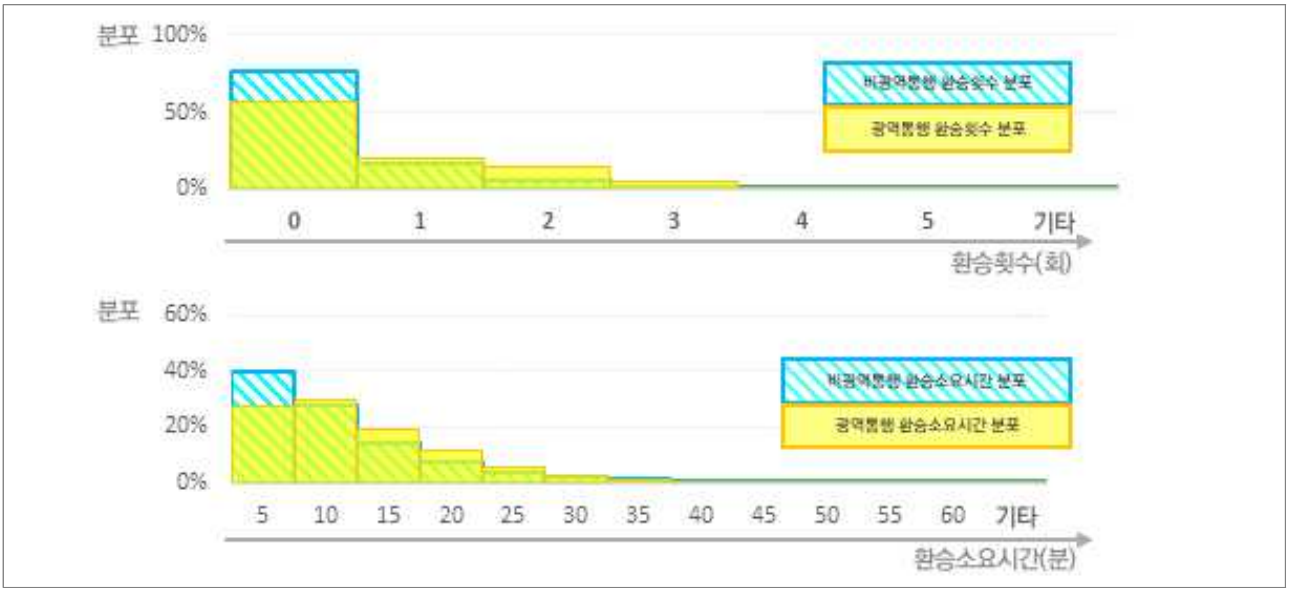
■ (환승체계) 교통수단 간 환승 편의부족

- 수도권 광역통행의 평균 환승횟수는 1.75회/통행, 평균 환승소요시간은 10.9분/통행으로 나타남

표 8 수도권 광역통행 환승현황

구분	평균 환승횟수 (회/통행)	평균 환승소요시간 (분/통행)	전체 통행시간 대비 환승소요시간비율
비 광역통행	1.43	9.47	22%
광역통행	1.75	10.94	16%
전체통행	1.53	9.96	19%

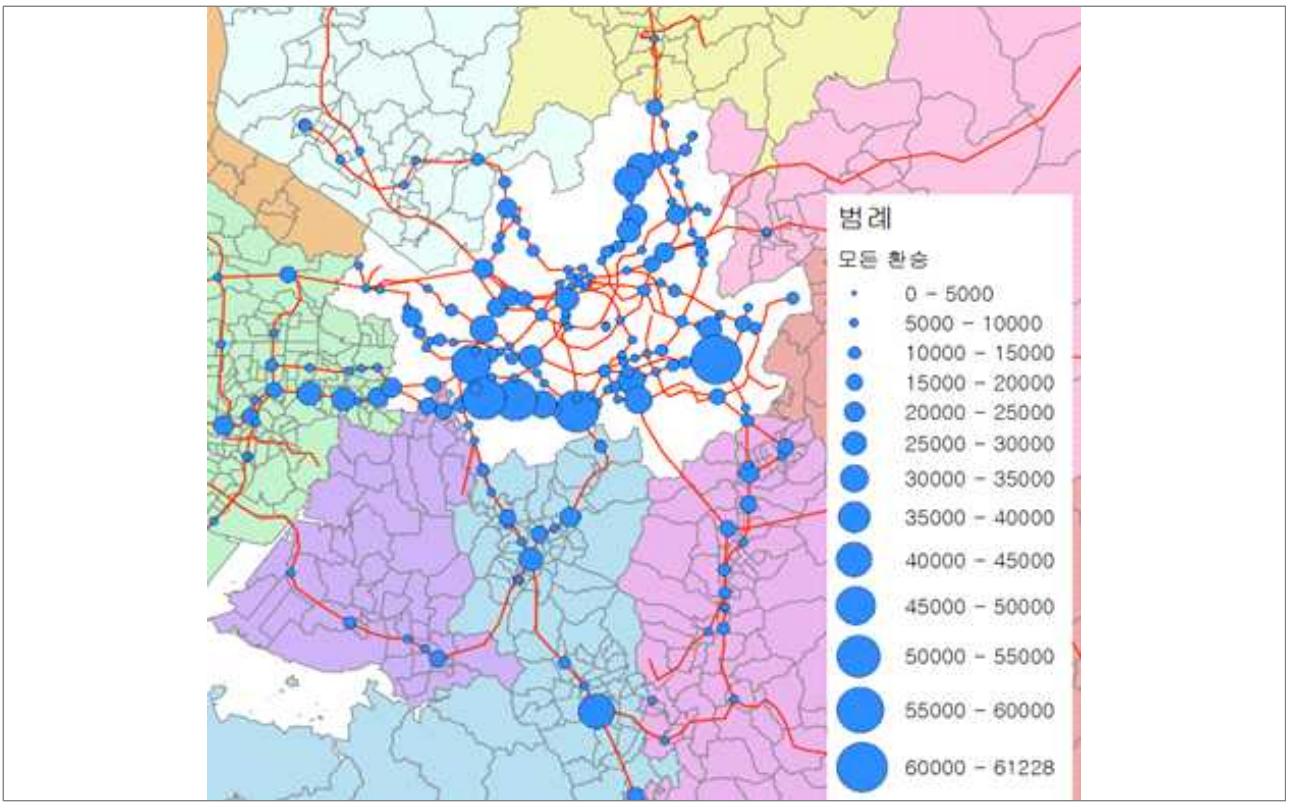
자료 : 경기도(2019), 「2019년 11월 교통카드 거래내역」, 재작성



자료 : 경기도(2019), 「2019년 11월 교통카드 거래내역」, 재작성

그림 40 수도권 광역통행 환승횟수 및 환승소요시간

- 수도권 내 환승통행은 서울 내 도심 지역과 인천·경기의 전철역 소재 지역에서 많이 발생하는 것으로 나타남



자료 : 박준식(2019), 「수도권 광역교통 현황 및 문제점」, 3기 신도시 광역교통대책의 실효성 확보방안 세미나 발표자료, p.18, 재인용

그림 41 수도권 환승통행 현황

■ (통행시간) 대중교통 통행시간 경쟁력 미흡

● 수도권 승용차 대비 대중교통 평균 통행시간 비는 첨두시 1.1배, 비첨두시 1.4배로 대중교통 통행시간의 경쟁력이 미흡

- 승용차 평균 통행시간은 55분~70분, 대중교통은 74~76분

● 수도권 도로 구간 평균 통행속도는 첨두시 30.1㎞/h, 비첨두시 38.4㎞/h로 조사됨

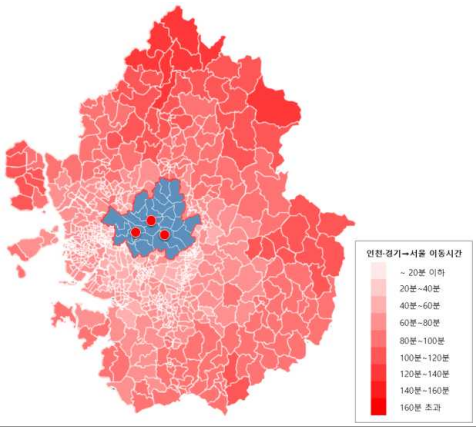
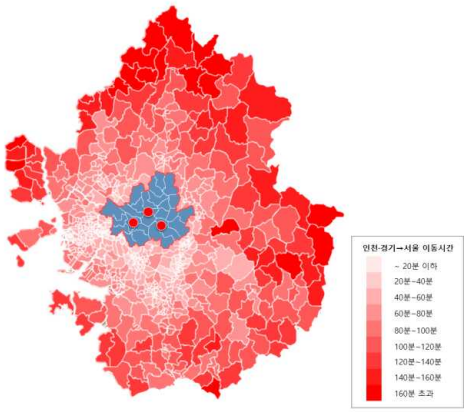
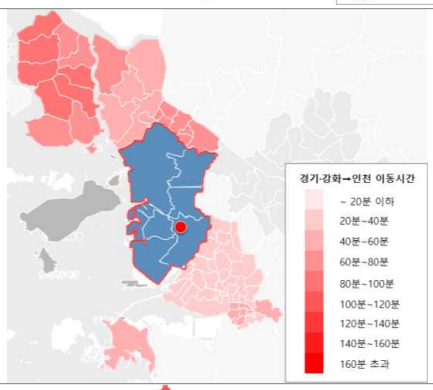
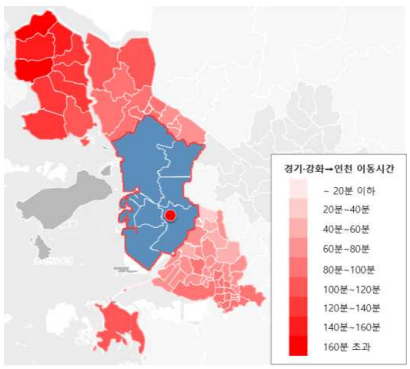
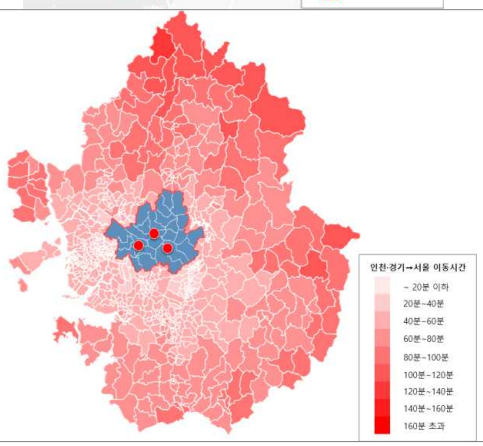
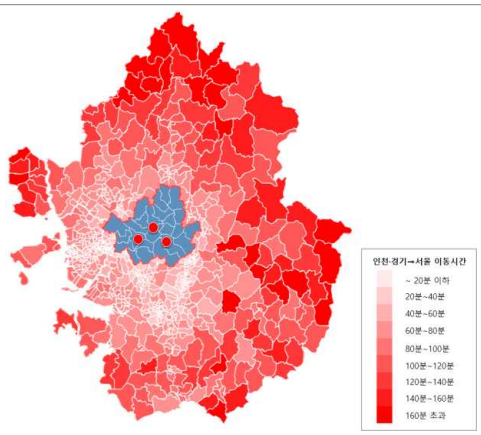
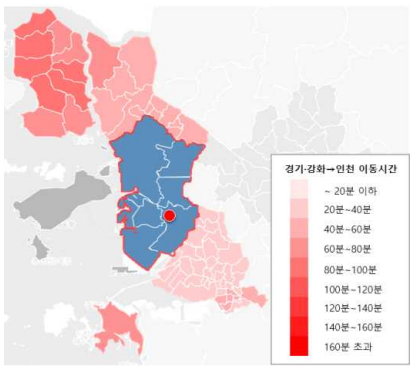
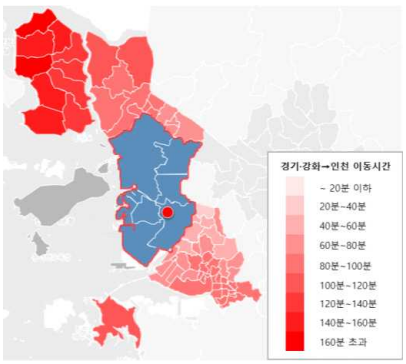
표 9 수도권 광역축별 수단별 평균 통행시간 비교

광역축		승용차 평균 통행거리 (A, ㎞)	평균 통행시간(분)			승용차 평균 통행속도 (A/B*60,㎞/h)
			승용차 (B)	대중교통 (C)	대중교통 /승용차(C/B)	
첨두시 (7:00~ 8:50)	고양/파주축	32.7	78	71	0.9	25.2
	의정부축	54.9	101	111	1.1	32.5
	구리/남양주축	48.3	89	101	1.1	32.7
	하남축	49.2	79	99	1.3	37.5
	성남축	36.9	69	68	1.0	32.3
	과천/안양축	35.1	67	61	0.9	31.4
	광명축	23.8	54	62	1.1	26.2
	인천/부천축	26.3	66	56	0.9	23.9
	김포축	43.0	86	109	1.3	30.0
	인천-김포축	42.2	70	113	1.6	36.1
	인천-시흥/안산축	23.9	37	74	2.0	39.3
	전체	35.3	70	74	1.1	30.1
비첨두시 (12:00~ 13:50)	고양/파주축	33.4	56	73	1.3	35.9
	의정부축	56.3	83	114	1.4	40.8
	구리/남양주축	49.9	72	104	1.4	41.7
	하남축	48.4	63	106	1.7	46.1
	성남축	36.5	52	71	1.4	41.8
	과천/안양축	35.3	56	59	1.1	37.8
	광명축	23.5	44	63	1.4	31.8
	인천/부천축	26.0	47	60	1.3	33.2
	김포축	43.0	67	106	1.6	38.4
	인천-김포축	41.5	66	114	1.7	37.5
	인천-시흥/안산축	23.4	35	76	2.2	39.9
	전체	35.3	55	76	1.4	38.4

주 : 평균 통행거리는 조사된 승용차 통행거리의 평균값임

자료 :

- SK open API, 「T map API」, https://developers.sktelecom.com(2019.10.15.), 타임머신경로안내 분석
- 네이버 PC 베타 지도, 「대중교통 길찾기」, https://beta.map.naver.com(2019.10.15.), 최소시간 경로 분석

권역	승용차 평균 통행시간	대중교통 평균 통행시간
첨두시		
		
비첨두시		
		

자료 : 아래 자료를 바탕으로 연구진 그림 작성.
- SK open API, 「T map API」, https://developers.sktelecom.com(2019.10.15.), 타임머신경로안내 분석
- 네이버 PC 베타 지도, 「대중교통 길찾기」, https://beta.map.naver.com(2019.10.15.), 최소시간 경로 분석

그림 42 수도권 수단별 지역 간 평균 통행시간 비교

(3) 국내 기술동향 및 시장분석

(가) 국내 정부주도 프로젝트 기반 수요응답형 교통체계(DRT) 운영

■ 국토교통부 도시형 교통모델 사업 및 농림축산부 농촌형 교통모델 사업(2019)

- (추진목적) 국민 모두가 편리하게 대중교통 서비스를 이용할 수 있도록 대중교통 사각지대 해소를 위해 농어촌 및 도농복합지역 등 교통소외지역 주민들을 대상으로 소형버스(공공형 버스), 100원 택시(공공형 택시)를 지원하는 사업
  - 2018년 12월 27일 정부가 발표한 「버스 공공성 및 안전 강화 대책」에 반영된 내용으로 2019년 1월 국토부와 농식품부 합동 설명회 개최
- (지원내용) 2019년 국고 552억을 반영하여 국토교통부는 78개 시지역(도시형 교통모델), 농림축산식품부는 82개 군 지역(농촌형 교통모델) 내 교통소외 지역 주민 이동권 보장을 위해 차량 구입비 및 운영비 등을 지원
  - (지원예산)총 160개 시·군, 지자체별(택시 5천만원, 버스 약 3억 지원)/지자체 최소 매칭 비율 5:5로 지원/국토부 265억원, 농식품부 287억원
  - 또한 지역 여건과 주민 수요에 맞는 사업 진행을 위해 지자체의 자율성을 최대한 보장하여 사업 관리
- (추진방향) 지역 수요를 감안하여 기존 노선버스의 운영 효율화를 추진하되, 그 과정에서 주민의 대중교통 이용의 불편이 없도록 소형버스(콜버스 등), 100원 택시 등의 대체 교통수단 투입
  - 이를 위해 정부는 당초 100원 택시 위주의 지원 사업에서 버스분야까지 지원을 확대하는 등 사업 전반 개편
- 농식품부는 원활한 사업추진을 위해 국토부와의 협업체계를 구축
  - 농촌형 교통모델사업이 단순한 대체 교통서비스 제공 차원을 넘어 농촌지역 고령 거주민의 의료·문화·복지서비스가 실질적으로 개선되고 삶의 질 향상에 기여할 수 있도록 정책적 지원

사업명	지원대상	⇒	사업명	세부사업(지원대상)
공공형택시 (국토부)	택시		도시형 교통모델 (국토부)	버스
				택시
농촌형교통모델 (농식품부)	버스, 택시		농촌형 교통모델 (농식품부)	버스
				택시

자료 : 국토교통부·농림축산부(2019), "국토부-농식품부 손잡고 대중교통 사각지대 해소 나선다"

그림 43 도시형·농촌형 교통모델 사업체계 개편

● 국내에서는 국토교통부가 주관하는 도시형 및 농촌형 교통모델 사업으로 추진되어 현재 정식 서비스 중인 사례는 부름부릉 버스, 아리랑 버스 등이 있음

① 전라북도 완주군의 부름부릉 콜버스

● 2015년 6월부터 6개월간 진행된 전북 완주군 수요응답형 버스 서비스로 대중교통 접근성을 높이기 위한 도(道) 공모사업의 일환(지자체예산 100% 투입)으로 추진됨

- 시범운영에 대한 이용자 만족도 설문조사 결과, 이용횟수, 요금만족도, 운영시간 등의 모든 항목에서 최상의 만족도를 보여 이후 정식운행을 개시, 현재까지 완주군 5개면 전 마을에서 오전 7시부터 오후 8시까지 운행하고 있음
- 이용 요금은 500원이며 탑승 30분전까지 사전 예약하는 방식으로 기존 버스정류장, 또는 부름부릉 전용 정류장에서만 탑승이 가능함
- 2018년, 2019년 누적이용객은 각각 44,000명, 55,000명으로 지속적으로 증가하는 추세이며 2020년 누적 이용객은 약 8만명이 예상됨





자료: 완주군청 페이스북, 「새 옷 입고 달린다~부름부릉!」, https://www.facebook.com/wanjustory/posts/1190306164324384/(2021.02.17.)

자료: 박영준(2020.11.13.). 「농촌 주민 만족도 큰 '콜버스'… 지자체, 사업 의지 강화해야 [농어촌이 미래다-그린라이프]」, 『세계일보』.

그림 44 완주군 부름부릉 콜버스 차량

② 경상남도 밀양시 아리랑 버스

● 국토교통부가 주관하는 도시형 교통모델 사업으로 추진된 아리랑 버스는 2020년 1월부터 정식 운행하고 있음

● 수요응답형 버스 서비스(삼랑진 노선)는 노선형 시내버스의 일부로 편입되어 함께 운행되고 있으며 코로나로 인해 월별 이용실적은 매우 변동이 심한 상황이나 최대 이용객수는 2020년 7월 한달 기준 1,467명으로 집계됨

- 이용 요금은 기존 시내버스와 동일하며, 첨두시 출·퇴근 및 통학을 위해 아침과 저녁에는 노선형으로, 이외 시간대에는 예약을 기반으로 한 수요응답형 방식으로 운행함

- 별도의 모바일 앱은 없으며 1시간 전까지의 전화 예약을 통해 배차시간 및 노선을 조정함



자료: 김동화(20202.01.13).「밀양시, 수요맞춤형 노선 '아리랑 버스'운행 개시」,『영남연합뉴스』.



자료: 남경문(2019.12.02.),「밀양 삼랑진읍 아리랑버스, 순조로운 첫 출발」,『뉴스핌』.

그림 45 **밀양시 수요응답형 대중교통 아리랑 버스**

③ 세종특별자치시 두루타 버스

- 2019년 수요응답형 서비스 시범 운행지역으로 세종시 장군면이 선정되어 두루타 버스가 운행을 시작하였고 이후 금남면으로 버스 서비스 지역이 확장됨

  - 이용을 위해서는 최소 1시간 전에 콜센터 예약을 해야 하며 지정된 장소에서만 탑승이 가능함. 이용요금은 500원으로 매우 저렴하나 타 대중교통 수단과의 환승할인이 적용되지 않으며 이동 중 합승 수요가 발생할 경우 경유지가 추가됨

  - 2020년 11월 SKT와의 협약 체결을 통해 최신 티맵과 실시간 교통정보를 제공받고 있으며 이를 통해 보다 효율적인 최적경로로 운행하고 있음

  - 2021년 3월 기준, 이용자 만족도 조사에서 9.18점(10점 만점)의 매우 높은 평가를 받았으며 누적 이용객 수는 10,000명에 이름

  - 2021년 4월 중으로 세종시 전체 읍면으로 서비스 지역을 확장할 예정임



자료: 세종특별자치시 공식블로그, 「세종시에는 500원으로 탈 수 있는 콜버스가 있다? 세종시 두루타버스」, https://m.blog.naver.com/sejong_story/222015449443(2021.02.17.)

그림 46 세종특별자치시 수요응답형 대중교통 두루타 버스

■ 국토교통부 스마트시티 챌린지 사업(2018~)

- (추진배경) 2016년 미국에서 진행한 '챌린지 사업'에 착안해 도입한 경쟁방식의 공모사업으로 한국형 스마트챌린지 사업은 미국 Smart City Challenge 사업과 유럽 Horizon 2020사업의 특성을 반영한 사업으로, 한국의 여건에 맞게 보완하여 현재 2021년에는 '시티 챌린지', '타운 챌린지', '캠퍼스 챌린지', '스마트 솔류션 확산사업'으로 세분화되어 추진

  - '시티 챌린지'는 기업과 지자체가 컨소시엄을 구성하여 도시 전역의 문제를 해결하기 위한 종합적인 솔루션을 개발하는 사업
  - '타운 챌린지'는 중소도시 규모에 최적화된 특화 솔루션을 제안하고 적용하는 것에 중점을 둔 사업
  - 대학을 중심으로 기업과 지자체가 같이 지역에서 스마트 서비스를 실험하고 사업화하는 '캠퍼스 챌린지'는 2021년 새로 도입

- 또한 2021에는 효과성이 검증된 스마트 솔루션을 전국적으로 골고루 보급하여 국민들이 스마트시티 서비스를 체감할 수 있도록 '스마트 솔루션 확산 사업'을 대폭 확대

- 2019년 스마트시티 챌린지 사업으로 수요응답형 교통수단인 인천 영종도의 I-MOD가 선정되어 실증사업으로 진행 되었으며 2020년 본사업으로 선정되어 운영 중에 있음

- 제주도는 2020년 스마트시티 챌린지 사업으로 수요응답형 셔틀버스 등 친환경 MaaS

플랫폼 ‘그리고(GREEFO)’ 운영(2020.12.14.~2021.2.28.)



자료 : Smart City Korea 홈페이지(smartcity.go.kr).

그림 47 2021 스마트 챌린지 사업

- 스마트시티 챌린지 사업을 통해 활성화되고 있는 사례는 I-MOD, 셔클 등이 있음

① 인천 광역시 영종국제도시의 I-MOD

- 현대자동차컨소시엄이 제안한 사업으로 인천시의 버스 접근성 향상을 위해 I-MOD라는 수요응답형 버스 서비스를 도입함

  - 본 사업은 국토교통부 2020년 스마트시티 챌린지 본사업 선정과 관련하여, 2019년 말부터 약 2개월간 시범서비스 이후에 2020년 10월 26일부터 실제 운행이 시작되었으며 2022년 12월 31일까지 서비스를 우선 목표로 함

- 기존 정류소에서만 승·하차가 가능하지만 실시간 수요를 반영하여 이용객이 있는 정류장만을 운행하는 최적 노선을 설계하고 운행한다는 점에서 기존 버스이용자의 대기시간 및 통행시간을 대폭 단축할 수 있음

  - 16인승 버스로 정식운행의 요금은 최단거리 7km까지는 본요금 1,800원(청소년 1,200원, 어린이 700원), 이후 1km 초과시마다 100원이 추가됨

  - 2021년 2월 기준, 서비스 누적 가입자 수는 1만 5천명에 이르며(영종 국제도시 인구의 약 15.7%), 본 사업기간 내 하루 평균 349명 이용, 누적 수송인원은 3만 9천명으로 집계됨

- 서비스 도입으로 이용 대기시간이 크게 감소한 것으로 분석됨. 현재 대기시간은 12.7분으로 기존 대기시간(78분) 대비 84% 감축됨



자료: 인천광역시, 「앱으로 호출하는 버스 서비스 (10월 26일 I-MOD버스가 다시 돌아옵니다)」, https://www.incheon.go.kr/IC010601/2060318(2021.02.17.)

그림 48 **인천시 영종국제도시 수요응답형 대중교통 I-MOD**

② 서울특별시 은평구의 신형 라이드풀링(ride pooling) 서비스 셔클(Shucle)

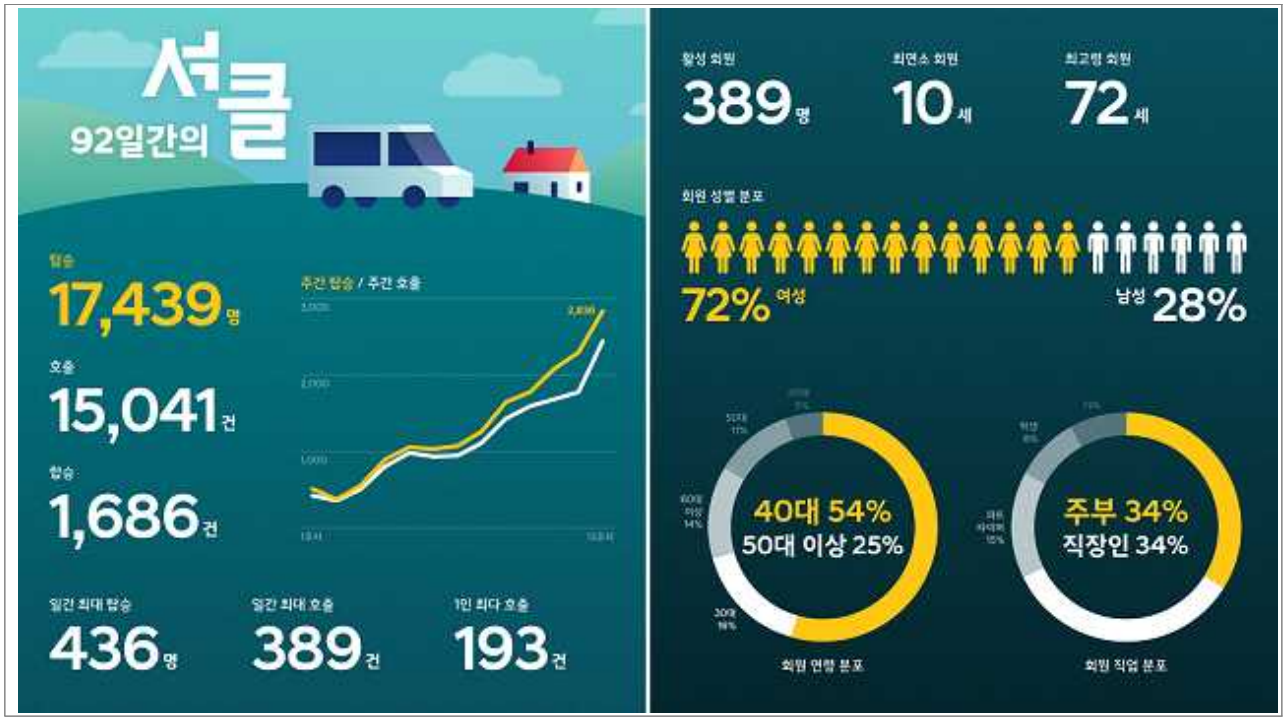
- 현대 자동차와 택시운송가맹사업자인 KST모빌리티가 과학기술정보통신부의 ICT 규제 샌드박스를 통해 실증특례를 부여받아 시작하게 된 수요응답형 대중교통 서비스

- 정해진 노선 없이 실시간 이용 수요를 바탕으로 이용객들에게 최적의 노선을 제공하는 인공지능 기반 알고리즘을 통해 대중교통 서비스를 정식 서비스하고 있음

  - 2020년 2월 14일부터 5월 15일까지 서울 은평 뉴타운 주민 최대 400명(선발자 100명 + 일인당 초대 3명)을 대상으로 시범서비스를 운영한 결과, 1만 7천명이 넘는 이용객이 이용하였으며 이용자 91%가 만족한 것으로 나타남. 하루 최대 탑승 인원은 436명이었으며 이용 수요는 꾸준히 증가해 서비스 마지막 주에는 2,836명이 셔클을 이용함

  - 현재 서울 은평구 뉴타운에서 정식 서비스 중이며 세종특별자치시와 성남시 위례 신도시로 서비스 지역을 넓혀 갈 예정

  - 11인승 대형승합차를 이용하며 정식 서비스는 월정액 구독료 방식으로 1인 기준 월 37,000원(일 4회 탑승 가능), 2인 무제한 월 77,000원 요금제가 있음



자료: 오아름(2020.06.08.), 「현대차, "합승 모빌리티 '셔클' 성공 가능성 확인"」, 『Auto Times』

그림 49 **서울시 은평구 수요응답형 대중교통 셔클의 운행 실적 및 이용자 만족도**

③ 제주특별자치도 GreeGo

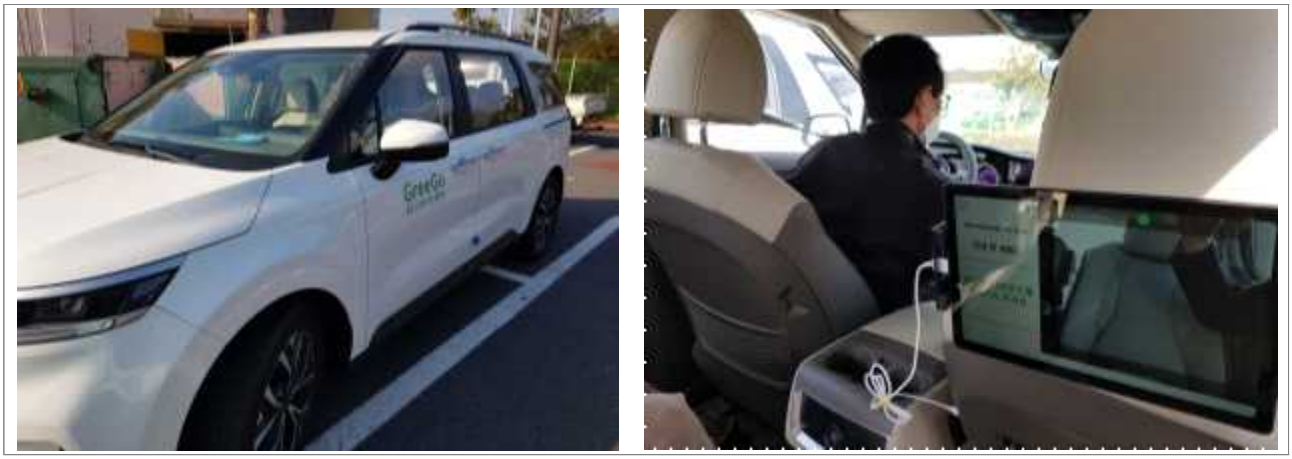
- 제주도 내 대중교통 취약 지역과 주요 거점 간의 연결성 향상을 위한 수요응답형 이동 서비스로 국토교통부 주관 2020 스마트시티 챌린지 공모사업의 최종 사업으로 선정된 이후, KST모빌리티와 제주국제자유도시개발센터(JDC)가 해당 서비스를 제공함

  - 2020년 말부터 약 3개월에 걸쳐 수행된 본 사업은 3개의 운행 구역(중문, 서귀포, 제주공항)을 3대의 차량이 오전 9시부터 저녁 6시까지 운행함

- 정해진 노선을 운영하는 서비스 방식으로 서비스 범위에 거주하는 이용자는 GreeGo 어플을 이용해 차량을 호출할 수 있음. 단, 시범사업 내에서는 이용금액이 무료였으며 시범사업 이후에는 제주도 여건에 맞는 요금제를 추후 개발할 예정

  - 시범 사업을 전개하는 과정에서 제품 개발진과 실제 이용자들이 함께 참여하는 리빙랩 방식을 접목해 이용자들을 대상으로 서비스 홍보 및 체험을 통한 의견수렴 등을 함께 진행

  - 본 사업은 2021년 3월, 스마트 챌린지 본사업으로 선정되어 향후 2년간 실증연구 및 확산 사업을 추진하게 될 예정



자료: e-3DA 시민연구실 블로그, 「수요응답형 이동 서비스」, https://e3dalive.kr/Blog/?idx=5858472&bmode=view (2021.02.17.)

그림 50 제주도 수요응답형 대중교통 GreeGo

표 10 수요응답형 교통체계(DRT) 국내 사례

구분	아리랑	부름부릉	두루타	I-MOD	셔클	GreeGo
서비스지역	경상남도 밀양시	전라북도 완주군	세종특별자치시	인천광역시 영종국제도시	서울특별시 은평구	제주특별자치도
서비스 기간	20.01~현재	15.06~현재	19.12~현재	시범운영 (19.12~20.01) 본 운영 (20.10~20.12)	시범운영 (20.02~20.05) 본 운영 (20.04~현재)	20.11~21.02
배차간격	탄력적	탄력적	탄력적	탄력적	탄력적	탄력적
노선경로	비고정	비고정	비고정	비고정	비고정	반 고정형 (수요있는 역 정차)
운송사업자 면허	수요응답형 여객운송사업	수요응답형 여객운송사업	수요응답형 여객운송사업	국토교통부 스마트시티 챌린지	과학기술정보통신부 실증특례	국토교통부 스마트시티 챌린지
정류소	기존 정류소	기존 정류소	기존 정류소	기존 정류소	비고정	기존 정류소
예약방식	전화	전화	전화	모바일앱	모바일앱	모바일앱
운송실적	최대 월1,467명	2019년 기준 55,000명	2021년 3월 기준 누적 10,000명	누적가입자수 15,000명, 하루 평균 349명 이용	3개월간 17,000명 이용, 하루 최대 탑승인원 436명	자료없음
요금	기본요금 1,500원	500원	500원	1,800원 (정식 운영)	1인 기준 월 37,000원	무료 (시범운행)

(나) 국내 민간 주도 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 사례

● 국내 수요응답형 유사사례로 서울시 심야콜 버스, e-bus, 좌석예약광역버스, 경기도 프리미엄 버스, 서울시 올빼미 버스 등이 있음

- 서울시 “심야콜 버스”는 스마트폰 앱 기반으로 경로가 비슷한 이용자들을 그룹화하고 승객의 목적지에 맞게 실시간 노선을 정하여 운행하는 형태

· 현재 운행이 중단되었으나 심야시간대 운행하는 버스로 검토 중

- e-bus(출·퇴근형)는 지역과 시간이 비슷한 사람이 모여 스스로 노선을 만드는 버스로 공유경제 서비스라고 볼 수 있음

· 현재 최초로 시행된 공유버스이며 스마트모빌리티로 현재 서울시, 경기도, 인천시에서 출퇴근 시간대에 운영 중임

- 좌석예약광역버스(출·퇴근형)는 아침 출근시간대에만 운행하는 경기도→서울 간 노선으로 2017년부터 시범사업으로 시작되어 노선이 확대되고 있음

· 최근 경기도에서는 예약형 광역버스인 ‘프리미엄 버스’를 2020년 11월부터 운행 중에 있음

표 11 민간 주도 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 사례

구 분	e-bus	좌석예약 광역버스	올빼미 (서울시)	다람쥐 (서울시)	심야콜버스 (서울시)
운행여부	정기적	정기적	정기적	정기적	정기적
노선여부	△	고정	고정	고정	비고정
운송사업자 면허	구역여객 운송사업자	-	노선여객 운송사업자	노선여객 운송사업자	-
승·하차 정류소	고정	고정	고정	고정	비고정
환승여부	불가능	가능	가능	가능	불가능
예약여부	필요	불필요	불필요	불필요	필요
사업지원	-	-	-	-	-
법적 정의에 준하는 DRT인가	아님	맞음	아님	아님	△

주 :「여객자동차 운수사업법」 제3조, 제50조 에서는 수요응답형 여객자동차운송사업 운영 시 농·어촌을 기점 또는 종점으로 하거나, 대중교통 현황조사 결과에 따른 대중교통이 부족한 지역을 운행하여야 한다고 정의되어 있음. 또한, 수요응답형 여객자동차운송사업 운영자는 시·도로부터 필요한 자금의 일부를 융자 또는 보조받을 수 있음

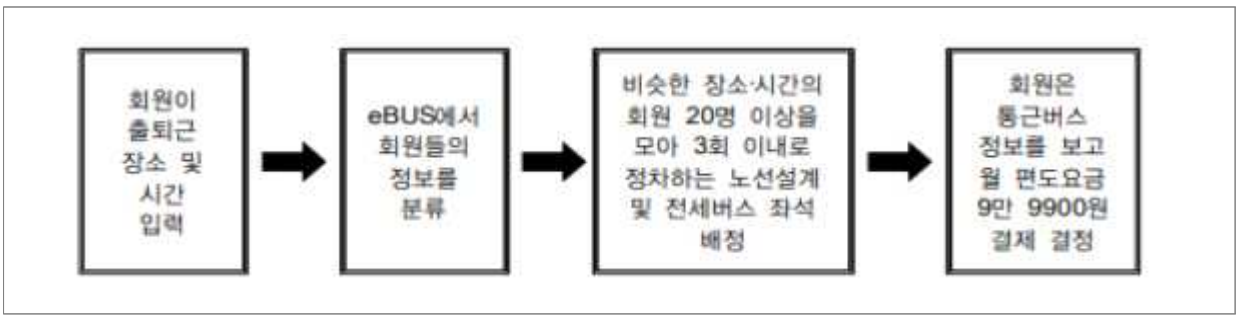
(다) 국내 수요응답형 교통체계(DRT) 관련 기술보유 업체 현황

① 위즈돔

- 2009년에 설립된 세계최초 스마트 모빌리티 기업으로 ICT 솔루션 기반 스마트버스 관제·관리·운영사업을 추진하고 있으며, AIBOS, e-버스, 굿모닝 MiRi, 개발 및 핵심 특허 보유 중

  - AIBOS(아이보스) : 진보형 통합버스운영 시스템으로 버스 운영 일정 등 전반적인 관리가 가능하며, 서비스형 소프트웨어(SaaS) 형태로 수요처의 요구에 맞게 어플리케이션을 제작할 수 있다는 특징이 있음

  - e-버스 : 원하는 시간에 원하는 노선(이용자 맞춤형 노선)을 편하게 앉아서 가고 싶은 이용자 요구에 적극적으로 대응한 서비스



자료 : 김점산·박준식(2011), 『수도권 수요대응형 버스 서비스 도입방안 연구』, 한국교통연구원, p.30.

그림 51 e-버스 운영 개념도

  - 굿모닝 MiRi/MiRi플러스(Mobile instant Reservation infra) : 이용하고자 하는 광역버스 또는 M-버스 좌석을 사전 예약시, 바로 버스에 탑승하여 예약한 좌석에서 앉아 갈 수 있는 광역버스 좌석예약 서비스

  - 인피니티 서울(Infinity Seoul) : 공항과 서울 도심의 주요 관광지 노선을 연계한 외국 관광객 전용 공유 교통 서비스

② 포티투닷

- 자율주행·모빌리티 스타트업 기업으로, 유모스(UMOS, Urban Mobility Operating System) 개발 및 기타 모빌리티 사업 추진 중

  - 유모스(UMOS) : 도심형 모빌리티 서비스로, 자율주행차, 드론, 딜리버리 로봇 등 다양한 미래 이동수단을 통합해 차량 호출, 공유, 로보택시, 스마트 물류, 식음료 배달 등 모빌리티 서비스의 모든 과정을 아우르는 플랫폼



자료: 손진석(2019.04.15.), 「현대차-코드42 협력, '스마트 모빌리티 솔루션 제공 기업' 전환 가속화」, 『뉴스웍스』

그림 52 유모스(UMOS) 개념도

- 기타 모빌리티 관련 다양한 사업 추진 중

· 기아자동차 퍼플엠(Purple M)과 모빌리티 통합 플랫폼 유모스(UMOS) 및 해당 플랫폼 제반 서비스 공동개발

· 아이나비 시스템즈, NHN과 유모스 맵 얼라이언스(UMOS Map Aliance) 결성

· 포티투닷 자율주행차 : 라이다 없이 카메라와 레이더의 센서 퓨전 기술로 복합적 상황 인식 및 판단, 차량제어 (니로EV 기반)

· 포티투닷 지도 : 자체개발 데이터 수집장치를 통해 도로 위 가변정보 수집 및 빠른 반영 가능. 고정밀 지도에 비해 유지보수 비용이 10분의 1 수준

표 12 포티투닷 모빌리티 사업추진 계획

사업추진 계획	시행연도(예정)	내용
자율주행 택시	2021년	서울 마포구 상암지구에서 레벨 4 자율주행 택시 시범 서비스 개시
자율주행 모빌리티 서비스	2023년 7월	세종 스마트시티 레벨 4 자율주행 모빌리티 서비스 시범 운영
	2024년	세종 스마트 시티에서 레벨 4 자율주행 모빌리티 서비스 제공 계획

③ 주식회사 에티켓

- 2016년 설립된 회사로 어린이 통학차량(학원셔틀) 셰어링 서비스, 셔틀타요 등의 온디맨드 서비스 제공

  - 학원에 차량, 기사, 안전요원 파견 및 관리 등의 서비스 솔루션을 클라우드 방식으로 제공, 셔틀버스 운행비용 30% 이상 절감혜택 제공
  - 투자 유치 금액 누적 17억원 이상
  - 일반차량이 아닌 특수차량에 대한 카셰어링 요소를 통한 시간/비용 절감 혜택



자료: 셔틀타요 블로그, 「셔틀타요 사용후기 1 영렘브란트 미술학원」, https://m.blog.naver.com/edticket/221132209536(2021.02.17.)

그림 53 주식회사 에티켓의 '셔틀타요' 운영 프로세스

④ 지엔티 솔루션

- 국토 및 교통분야 IT 전문기업으로서 5G, AI, IoT, Cloud, Big Data, Mobile 등의 최신 기술을 활용하여 플랫폼 기반 서비스 등 신규 사업 분야 확장 중

- 일반적인 대중교통과 달리 노선 및 스케쥴을 정하지 않고, 사용자(승객) 수요에 따라 차량 종류, 운행 노선 등 탄력적으로 운영하는 모빌리티 솔루션 Dr.T(Demand Response Transport) 개발

  - 사용자 수요가 일정하지 않거나 특정 이벤트 발생 지역, 대중교통 서비스 수준이 낮은 지역을 대상으로 운영

  - 운영 범위, 사용자 특성(연령, 교통약자 등) 등 운행 환경을 고려한 서비스

  - 사용자 이용 신청(승하차 위치 및 시각 요청), 각 개별 신청건에 따른 최적 배차, DRT 차량 기사에 배차 알림, 요금 지불(쿠폰), 운영이력 관리 등의 기능

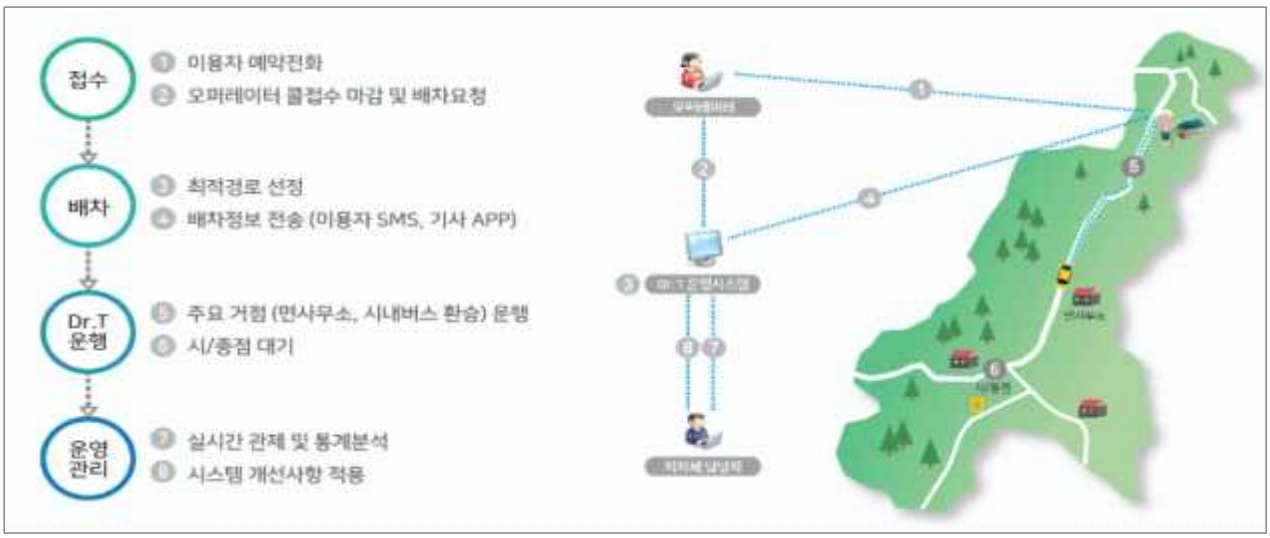
- 구축사례

  - 무주, 장수, 진안(전라북도청, 2.0억, 2017년)

  - 달성, 충주, 전주, 김제, 가평, 포천, 김천 등(한국교통안전공단, 1.5억, 2018년)

  - 경상남도 등(한국교통안전공단, 2019년, 1.3억)

  - 현재 약 40여개 지자체 서비스 운영 중(2021년 2월 기준)



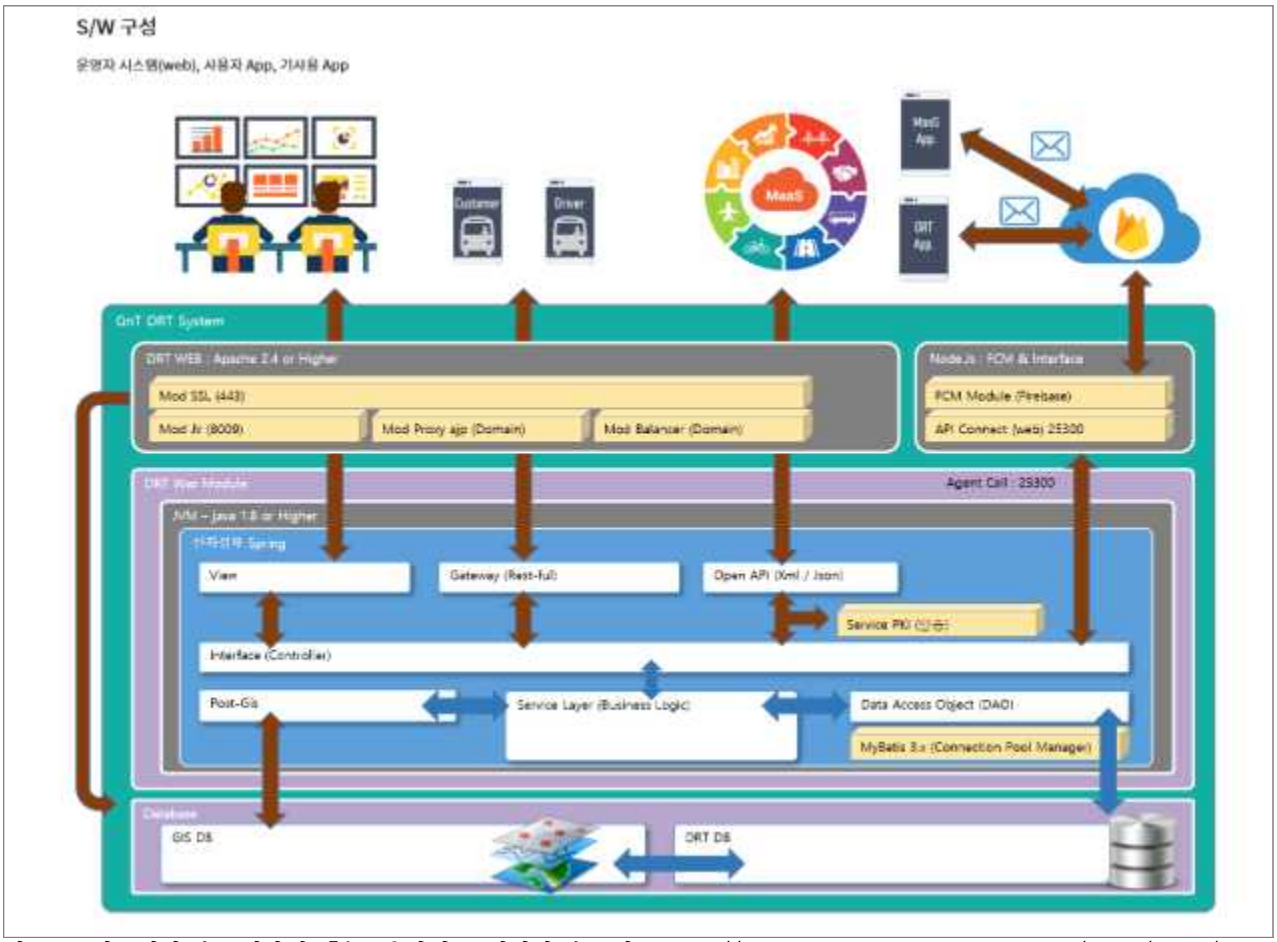
자료: 지엔티 솔루션, 「Dr.T」, https://www.gntsolution.com/offering/drt.php(2021.02.17.)

그림 54 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 흐름도



자료: 지엔티 솔루션, 「Dr.T」, https://www.gntsolution.com/offering/drt.php(2021.02.17.)

그림 55 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 아키텍쳐



자료: 스마트시티 솔루션마켓, 「수요응답형 모빌리티 솔루션」, http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do;%20%20%20%20%20%20jsessionid=FE05BED6D251A12690EDF1837A8A4272?menuNo=2&typeId=TYP002&stvCode=T0005%20%20%20%20%20%20&slutnId=SLUTN_00000000000046(2021.02.17.)

그림 56 지앤티 솔루션의 'Dr.T' 서비스 S/W 구성

(4) 국외 기술동향 및 시장분석

(가) 국가주도 모빌리티 플랫폼 R&D 프로젝트 추진현황

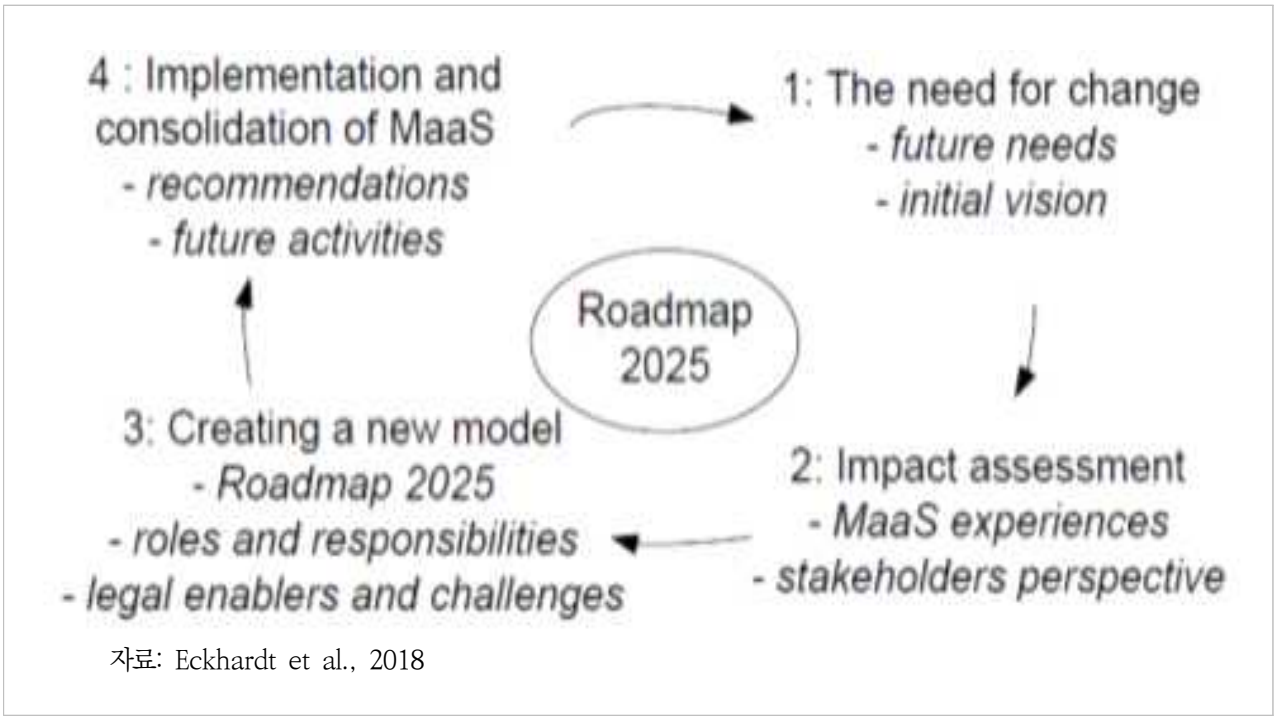
■ MaaSiFiE(Mobility As A Service For Linking Europe) 프로젝트

- MaaSiFiE(Mobility As A Service For Linking Europe) 프로젝트는 유럽 내 범국가적 교통연계 시스템 구축의 일환으로 MaaS 시스템 구상 및 개발을 2025년까지 완료하는 로드맵 수립을 위한 프로젝트임

  - 2015년 6월 1일부터 2017년 5월 31일까지 2년에 걸쳐 수행된 프로젝트로 핀란드, 스웨덴, 오스트리아의 국가 연구소(research institute)가 공동으로 참여함

  - 각 국가에서 3번의 연합 워크샵(national workshops)을 통해 MaaS의 장래 목표와 비전 수립, MaaS의 잠재력 검토를 통한 파급효과 예측 및 평가, 최종 로드맵 구상 등을 수행한 뒤, 국제 워크샵을 통해 이를 널리 공유하고 미래 계획을 구체화 함

  - 초기 단계에서는 공공기관 (public authorities), 잠재적 참여 기관(interest organizations), 산업 및 연구 기관(industry and research organizations) 등으로 프로젝트 팀이 운영되었으며 이후 관련 이해관계 주체들이 참여하는 방식으로 참여진이 확대됨



자료: Eckhardt et al., 2018

그림 57 MaaSiFiE 수행 전략

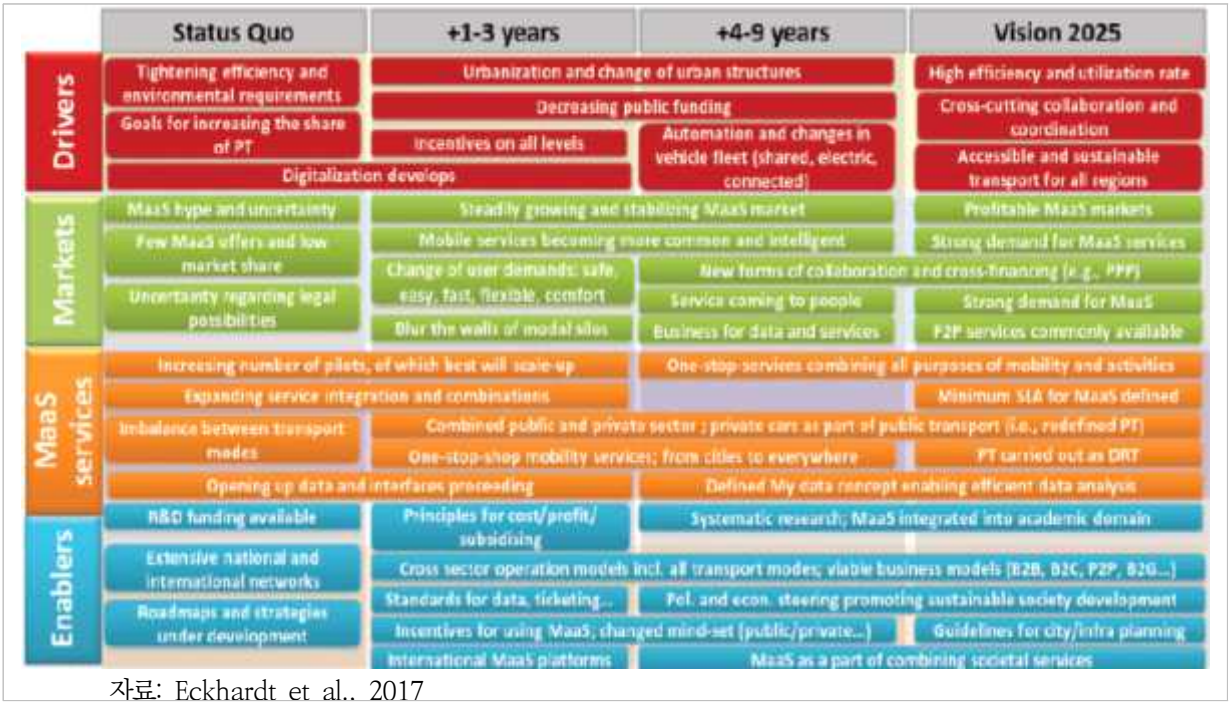
● 주요 내용

- MaaS 구축과 관련된 이해 관계자(stakeholders)로는 학계 및 연구(academy and R&D), 사업(business), 인프라 및 제반환경(infrastructure and built environment), 정책 및 규제(policy and regulation), 기술 및 데이터(technology and data), 사회·문화(social and culture) 분야 등이 총 망라되었음

- 학계 및 연구 분야는 Maas 시스템 개발을 실질적으로 담당하고 신속한 상용화 및 도입을 위한 리빙랩 연구의 병행 가능성을 연구해야 함

- MaaS 시스템의 구체화 및 현실화를 위해서는 정책 및 규제 분야가 가장 중요한 역할을 수행해야 하는 것으로 강조됨. 특히 국가 경계의 의미가 모호한 유럽 시장의 경우, 초국가 MaaS 시스템 구축 시 관련 법·제도 및 규제의 내용이 상이하므로 이를 사전에 검토하고 조율하는 단계는 반드시 선행되어야 함

- 이러한 이해관계자는 다시 수행자(driver), 시장(MaaS market), 서비스(Maas Service), 조력자(MaaS enabler) 등 4개의 수행 주체로 구분되었으며 각 주체별 정의 및 역할 등을 단기(1~3년)와 중기(4~9년)로 구분하여 각각 상세히 제시함



자료: Eckhardt et al., 2017

그림 58 European Maas 로드맵 2025

■ Interreg Europe

- 'Interreg Europe'은 전 유럽 국가를 대상으로 보다 나은 기술 및 정책 개발과 관련된 다양한 연구를 수행하는 기관임

  - 연구기관, 대학, 비영리 단체 등과 함께 컨소시엄 형태로 지역 사회, 국가, 초국가 등의 공공 주체를 지원하며 European Regional Development 펀드를 통해 3억 6천만 유로 이상의 기금을 조성해 정책 연구 및 개발에 활용

  - 유럽국가가 직면한 다양한 사회 문제 해결을 위해 공동연구 프로젝트(interregional Cooperation Projects)를 발주하면 문제 해결에 대한 공통의 관심사를 가진 다양한 기관이 컨소시엄 형태로 과제 제안을 수행함. 1~2백만 유로의 펀드가 지원되며 연구는 3~5년동안 수행됨

  - 4개 분야(Research&innovation, SEM competitiveness, Environment&resource efficiency, Low-carbon economy)의 연구를 다루고 있으며 2018년 기준 약 258개의 프로젝트를 수행함



자료: https://www.interregeurope.eu/

그림 59 Interreg Europe

  - 최근에는 각각의 프로젝트를 통해 구체화된 유럽 내 이슈와 이에 대한 해결책 등을 공유하는 Policy Learning Platform을 구축함. 이 채널을 통해서는 각 국가의 이해관계자(stakeholders), 프로젝트 참여자(prokect partners) 등이 해당 내용을 접하고 실무 정책에 반영할 수 있음

① Tele-bus as On-demand Transport 프로젝트

- Interreg Europe에서 지속가능한 모빌리티 혁신을 목표로 하는 연구 그룹인 REGIO-MOB에서 수행한 R&D 프로젝트 중 하나로 이 그룹은 수행함에 있어 개별 과제의 높은 완성도와 빠른 상용화를 위해 이해관계자들로 구성된 그룹(Regional Stakeholders Group)을 조직함



자료: https://www.interregeurope.eu/regio-mob/

그림 60 Interreg Europe 소속 중 하나인 REGIO-MOB 연구진

- Tele-bus는 폴란드 Krakow city의 인구 밀도가 낮은 외곽 산업단지 지역에 거주하는 대중교통 이용자의 접근성 향상을 위한 수요응답형 버스 서비스임

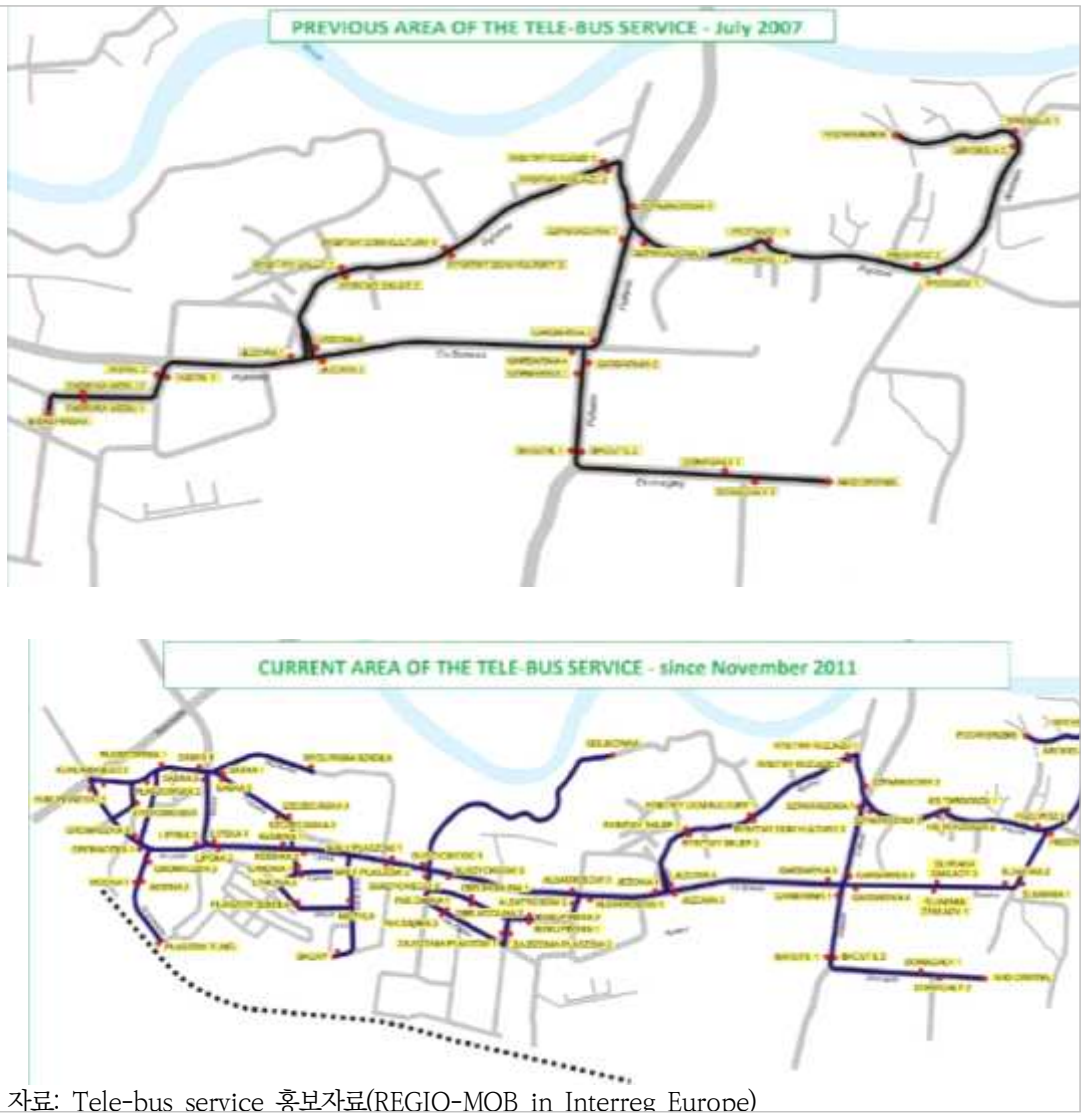
- 이용자는 서비스 이용을 위해서는 정해진 정류장(fixed stop points)을 이용해야 함. 그러나 통행 30분전까지 온라인 시스템을 통해 이용 예약을 할 수 있으며 시스템을 운용하는 TDC(Transport Dispatch Center)에서는 이러한 실시간 수요를 반영해 유동적으로 버스 노선과 운행 시간을 조절함

- 주 이용객은 통근자(commuters), 학생(students), 고령자(eldery)이며 2007년 도입된 이후 시스템이 정착된 현재(2018년)에는 한 달 기준 3,500명이 이용하고 있음



자료: https://www.interregeurope.eu/regio-mob/

그림 61 폴란드 tele-bus 서비스



자료: Tele-bus service 홍보자료(REGIO-MOB in Interreg Europe)

그림 62 Tele-bus의 확장된 노선 현황

② Real-time Infomobility for a DRT Service

- Interreg Europe에서 외곽 지역의 대중교통 접근성 개선을 위한 다양한 R&D를 수행하는 RUMOBIL(Rural Mobility in European Regions affected by Demographic Change)프로젝트 중 하나임. RUMOBIL은 현재 8개의 R&D 연구를 수행하고 있으며 새로운 버스 및 철도 서비스 제안(독일, 체코, 크로아티아), 이용객을 위한 정보제공 서비스 개발(이탈리아, 폴란드), 새로운 교통 인프라 건설(헝가리, 슬로바키아) 등이 포함됨



자료: RUMOBIL Brochure (https://www.interreg-central.eu/Content.Node/2019-07-16-Brochure-Web-FINAL.pdf)

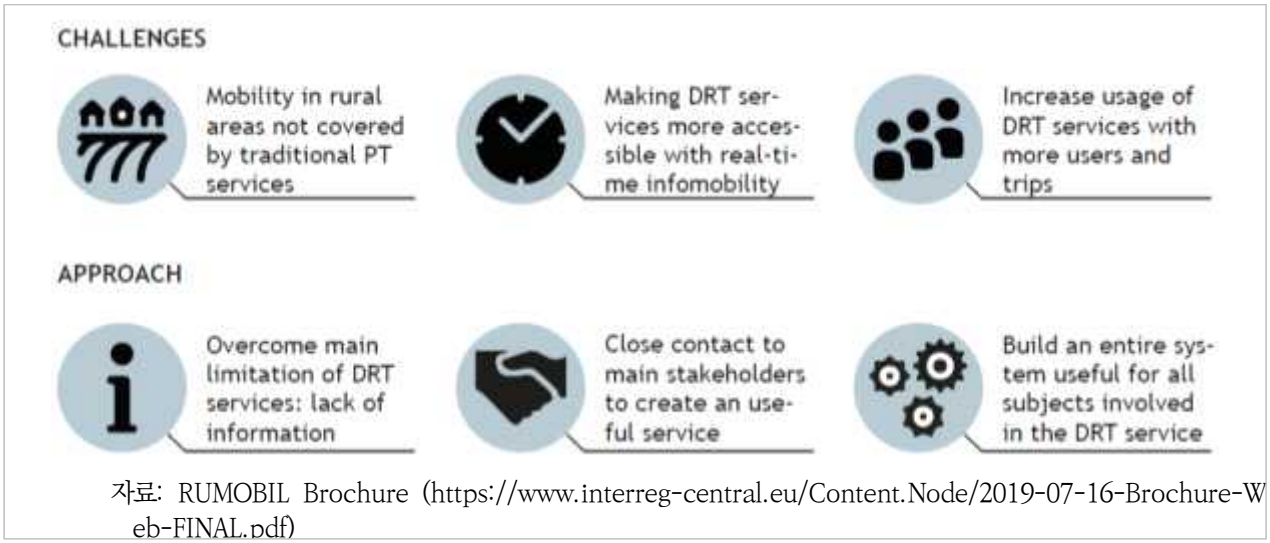
그림 63 MOBIL 프로젝트 참여 기관

- Real-time Infomobility for a DRT Service는 지역 내 대중교통(local public transit) 및 지역 간 주요 교통수단(Supra-regional transport routes)의 접근성 향상을 위해 도입된 이탈리아 Emilia-Romaga 지역에서 운행하는 수요응답형 버스(ProntoBus)의 서비스 수준 향상을 위한 연구임

- 기존 서비스의 경우, 이용자가 관련 정보(노선, 버스 위치, 운행 시각)를 접할 수 있는 채널이 제한적인 관계로 이용률이 매우 저조하였음. 이를 개선하기 위해 정부 및 공공

기관과 지역 내 서비스 공급자가 참여한 프로젝트를 통해 모든 정보를 실시간으로 제공하는 웹사이트와 모바일 앱을 개발해 이용자들에게 제공함

- 도입 결과, 이용자들의 만족도는 매우 높아졌으며 이용객 13.3% 증가, DRT 빅데이터 수집을 활용한 관련 연구 수행, IT기술을 접목한 시스템 구축 덕분에 기존의 콜센터 능률 향상, 시스템 운영 개선 등 다양한 편익이 발생



자료: RUMOBIL Brochure (https://www.interreg-central.eu/Content.Node/2019-07-16-Brochure-Web-FINAL.pdf)

그림 64 Real-time Informobility 연구의 주요 목표



자료: Daniele Berselli., 2018, New software to better direct on-demand bus services to customerneeds in the region of Modena, Italy, Final report

그림 65 Real-time Informobility 연구의 주요 목표

■ TFI(Transport For Ireland)

- TFI(Transport For Ireland)는 아일랜드 교외지역 거주자들의 대중교통 니즈를 만족시키기 위해 지역 특성에 맞는 다양한 수단과 서비스를 제공하는 프로그램임

  - RTP(Rural Transport Programme)으로도 불리며 지역 커뮤니티의 접근성 개선을 위해 시작된 2002년 파일럿 프로젝트인 RTI(Rural Transport Initiative)를 기반으로 성장함

  - 현재 아일랜드의 국가 교통을 관할하는 NTA(National Transport Authority)가 운영하고 있으며 서비스 개선이 필요한 지역의 교통운영 주체 및 관련 기관과의 유기적인 협조를 통해 지속적으로 대중교통 서비스 접근성을 개선해 나가고 있음

  - 새롭게 제공되는 대중교통 서비스는 크게 수요응답형 서비스(Door-to-Door Service)와 정규노선 서비스(Regular Rural Services)로 구분됨

  - 2019년 기준 연간 2백만명 이상이 서비스를 이용하고 있으며 75개의 정규노선, 1,350개의 수요응답형 노선 서비스가 제공되고 있음. 서비스 노선의 총 연장은 1,100만 km에 달하며 400개 업체의 운전기사 900명이 버스 운행을 담당하고 있음



자료: Google images

그림 66 아일랜드 TFI 버스

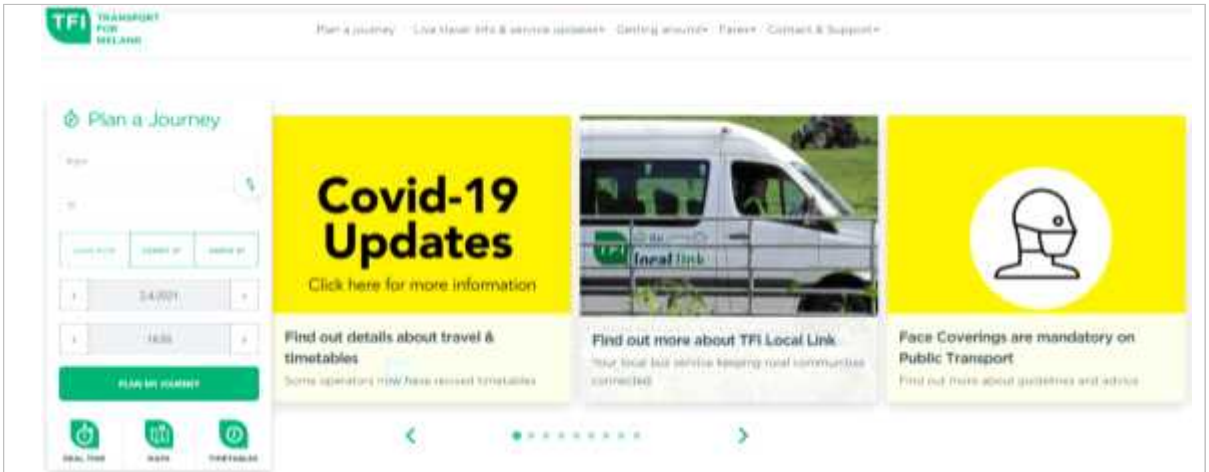
- Door-to-Door Bus Service

  - 수요응답형 서비스를 기반으로 하며 이용자의 출발지, 또는 도착지까지 직접 차량이 이동하

기 때문에 해당 지점에서 승객들의 승·하차가 가능함

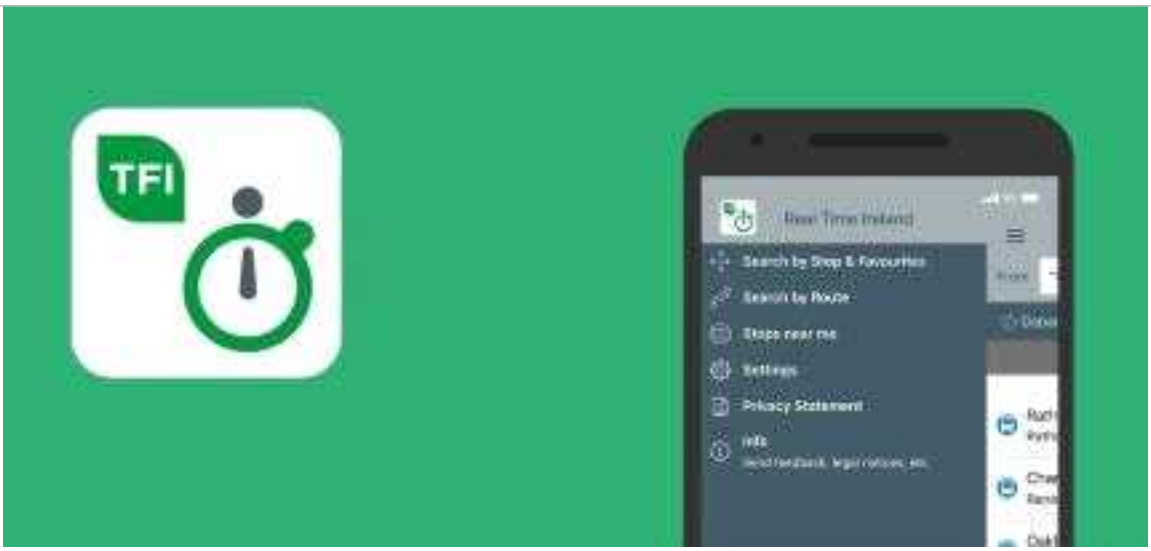
- TFI 홈페이지에서의 사전 예약이 필수(하루 전까지 예약 가능)이며 기본적인 운행계획(time tables)은 제공되나 실시간 수요를 반영해 하루, 또는 일주일 단위로 업데이트됨

- 각 지역의 버스 노선은 전국에 위치한 15개의 TCUs(Transport Coordination Units)가 아일랜드 교통국(Transport for Ireland)을 대신해 관리하며 매일 접수되는 실시간 요청을 토대로 서비스 노선을 구상하고 차량을 배차함. 아울러 교통국은 시스템 운영에 있어 발생하는 문제점, 또는 민원 등을 관리하며 새로운 노선 계획에 참여함



자료: TFI 홈페이지(https://www.transportforireland.ie/)

그림 67 아일랜드 수요응답형 버스 서비스 홈페이지



자료: TFI 홈페이지(https://www.transportforireland.ie/live-travel-info-service-updates/real-time-app/)

그림 68 아일랜드 수요응답형 버스 서비스 모바일 앱

■ OMF(Open Mobility Foundation) 프로젝트

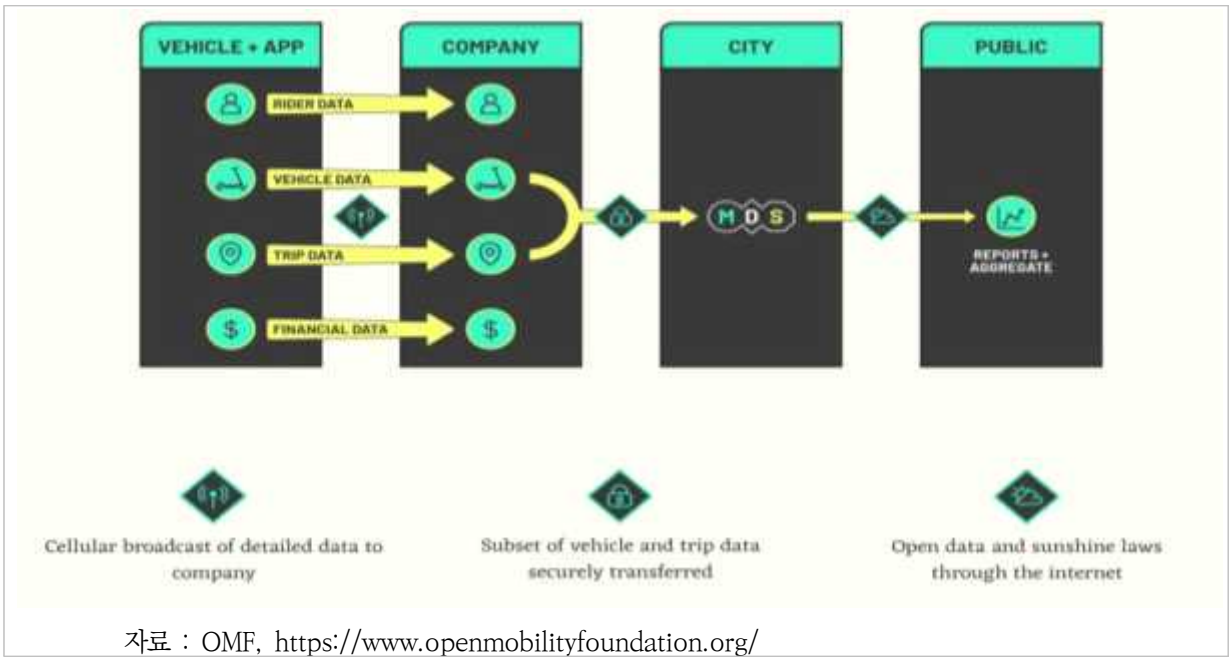
- MDS(Mobility Data Specification)는 OMF(Open Mobility Foundation) 프로젝트의 일환으로 LA교통국(Los Angeles Department of Transportation, LADOT)에서 기획하여 개발한 공유수단 정보공유 플랫폼

  - 도시 내에서 공유교통수단(전동 킥보드, 공유 자전거, 카셰어링 등)을 제공하는 서비스 공급자는 이용 현황과 관련된 모든 자료를 MDS에 제공하며 이는 오픈소스 형태로 APIs(Application Programming Interfaces)를 통해서 누구든 해당 자료를 획득할 수 있음

  - 2019년 법정 공방을 통해 서비스 공급자의 의무적인 자료 제공을 요구할 수 있게 된 LA 사례 이후, 현재 115개의 도시 및 공공기관(Atlanta, Chicago, LA, New York, Ulm in Germany, Wellington in New Zealand 등)에서 MDS를 활용하고 있음

  - LA의 경우, 현재 우버를 비롯한 서비스 공급자는 지속적인 법정 공방을 통해 자료 제출을 거부하려 하고 있으나 공공복지와 시민의 안전 측면에서 자료공개 요구는 앞으로 더 가속화 될 것으로 예상됨

    * 2021년 3월, LA는 이러한 데이터 공개 및 공유를 택시 분야까지 확대하여 적용하기로 결정함



자료 : OMF, https://www.openmobilityfoundation.org/

그림 69 MDS(Mobility Data Specification) 정보 개념도

(나) 해외 수요응답형 모빌리티 서비스 시장 동향

■ (미국) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- 미국의 수요응답형 교통은 기존의 택시와 버스의 약점을 보완하여 대중택시라는 개념을 만들었고, 버스가 운행하지 않을 때 택시가 기존 버스의 주요 정류소를 기종점으로 택시 서비스를 제공하는 형태를 띠고 있음

- 미국은 수요응답형이 최초로 운영된 국가로 1900년대 초반 지트니(Jitney)를 시작으로 수요응답형 교통수단이 본격적으로 도입

  - 현재는 버스가 운행하지 않는 심야 및 주말에 기존 버스의 주요 정류소를 중심으로 운행하는 Transit-taxi, 예약에 의해 운행하며 특정 정류소에만 정차하는 CAT connector, 승객의 요구에 의해 노선을 이탈하였다 복귀하는 Omnilink 등이 운행 중

  - 지역특성에 따라 운영주체, 요일, 구간, 시간대, 요금, 차종 등이 상이

  - 주로 지자체에서 운영 중이며 일률적 기준은 정해져 있지 않음

표 13 미국 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

도 시	운영주체	운영시간	요금 및 대상	
인디애나 Monroe,Owen, Lawrence County	Area 10 Agency (비영리사설기관)	오전8:15-오후5:00 오전8:15-오후2:00 오전7:00-오후4:00	모든 주민대상 도시내$0.75 도시간$1.50	
텍사스Waco	지자체	주중(오전5:15-오후7:15) 토요일(오전6:15-오후8:15)	모든 주민대상 $3.00	
오하이오 Delaware	DelawareCounty TransitAgency(지자체)	주중(오전6:00-오후6:00)	모든 주민대상 연령에 따라 $0-$2	
미시시피주 Hattiesburg	HubCityTransit (지자체)	주중(오전6:00-오후6:30)	교통약자 $0.25	
미시간주 Jackson County	Jacksonransportation Authority(JTA) (지자체)	주중(오전6:00-오후10:00) 토요일(오전10:0-오후10:00) 일요일(오전7:00-오후5:00)	모든 주민 대상 운행거리 및 이용시간에 따라 $2-$7.50	
일리노이 McDonough County	McDonoughCountyPublicTRSPSystem(MCPT) (지자체)	주중(오전6:00-오후6:00) 토요일(7:00am-1:00pm)	모든 주민대상	
			-일반-	도시 내 $2.00, 도시 간 $3.00
			-노인 및 장애인-	도시 내 $1.00 도시 간 $2.00
웨스트버지니아 Randolph County	CountryRoads (지자체)	주중(오전8:00-오후4:00)	Randolph주민 거리에따라 $2.50-$10.00 24시간사전예약	
메릴랜드 Harford County	HarfordTransit (지자체)	주중(오후4:00-오후9:00)	노인,장애인,저소득층노인센터 $1.00 병원,심부름,쇼핑 $2.00	
테네시 Knox County	KnoxCountyCACTransit Services(지자체)	주중(오전8:00-오후4:45)	모든 주민 대상 $0.50-$3.00	
일리노이 Freeport	PretzelCityTransitCompany (개인기업)	주중(오전6:00-정오) 토요일(오전6:00-오후1:00)	모든 주민대상 $2.00	

자료: 김태형(2020), 「스마트시티의 모빌리티 서비스 기술 및 연구 동향」, 『융합연구리뷰』, vol.7(2021.04), p.51.

■ (일본) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- 일본은 디맨드 버스(Demand Bus)라는 이름으로 불리고 있으며, 2002년 지방의 적자 노선버스의 폐선·폐지에 따른 대중교통 공백지역 해소 차원에서 도입 검토가 시작됨

  - 대규모 통행 이동이 아닌 도로구조상 큰 버스 운행이 어렵고, 인구 저밀도 지역에서 주로 운행

- DRT 운영주체는 지자체가 직접 운영하거나 상공회의소나 사회복지협의회 등에 위탁하며, 운행시간표와 운행노선은 고정과 비고정형으로 이용자의 요구에 맞춰 설정하는 등 지역특성을 반영하여 다양하게 적용하고 있음

  - 계약은 위탁운영, 사업자 인센티브, 택시미터, 적자보조방식 등으로 다양

- 주민 전체를 대상으로 하거나 특정 계층만을 위한 서비스를 제공하기도 하는데, 대부분 고령자를 대상으로 20시전에 종료하는 것이 일반적인 형태임

- 정보통신기술을 활용한 새로운 개념의 DRT가 본격적으로 도입되어 시스템 측면에서 전화에 의한 완전 예약제 등 첨단교통시스템(ITS)을 도입한 사례도 있음

표 14 본 DRT 운영방법 및 도입지역

계약방식	내 용	도입지역(사례)
위탁액 일정 방식	· 지자체가 사업자에게 운행단가에 기초한 일정의 운행 위탁비를 지불 · 운임수입 중 수수료(사업자 수입)를 제외한 금액을 지자체 수입으로 함	가와니시 정 (川西町)
사업자 인센티브 방식	· 지자체가 사업자에게 운행단가에 기초한 일정의 운행 위탁비를 지불 · 운임수입 전액을 사업자의 수입으로 함 · 목표 이용자수를 초과하는 운임수입은 사업자의 인센티브로 정산	아키오타 정 (安芸太田町) 미나베 정 (みなべ町)
택시미터 방식	· 지자체는 택시미터에 기초한 운행경비와 운임수입의 차액을 사업자에게 지불	히가시오미 시 (東近江市)
적자보조 방식	· 지자체는 운행단가에 기초한 운행경비와 운임수입의 차액을 사업자에게 지불	이즈나쵸 정(飯綱町) 히카와 정(斐川町) 마에바시 시(前橋市)

■ (호주) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- Adelaide는 호주 애들레이드 시 내에서 운영하는 DRT 서비스임
  - 일반 노선버스와 같이 고정된 배차간격 및 노선에 따라 운행하다가 7:00pm부터 막차시간(11:00pm 전후)까지 수요응답형 방식으로 운행방식 전환
  - 노선 내의 정류소 중 특정 정류소에서 승차 후, 이용자가 운전자에게 구역(Roam Zone) 내의 원하는 지점에 하차를 요청하는 형태로 운영



자료: moovit, 「Adelaide Metro (Busways)」(https://moovitapp.com/index/en-gb/public_transportation-line-681-Adelaide-782-1788072-26528340-0(2021.02.24.)

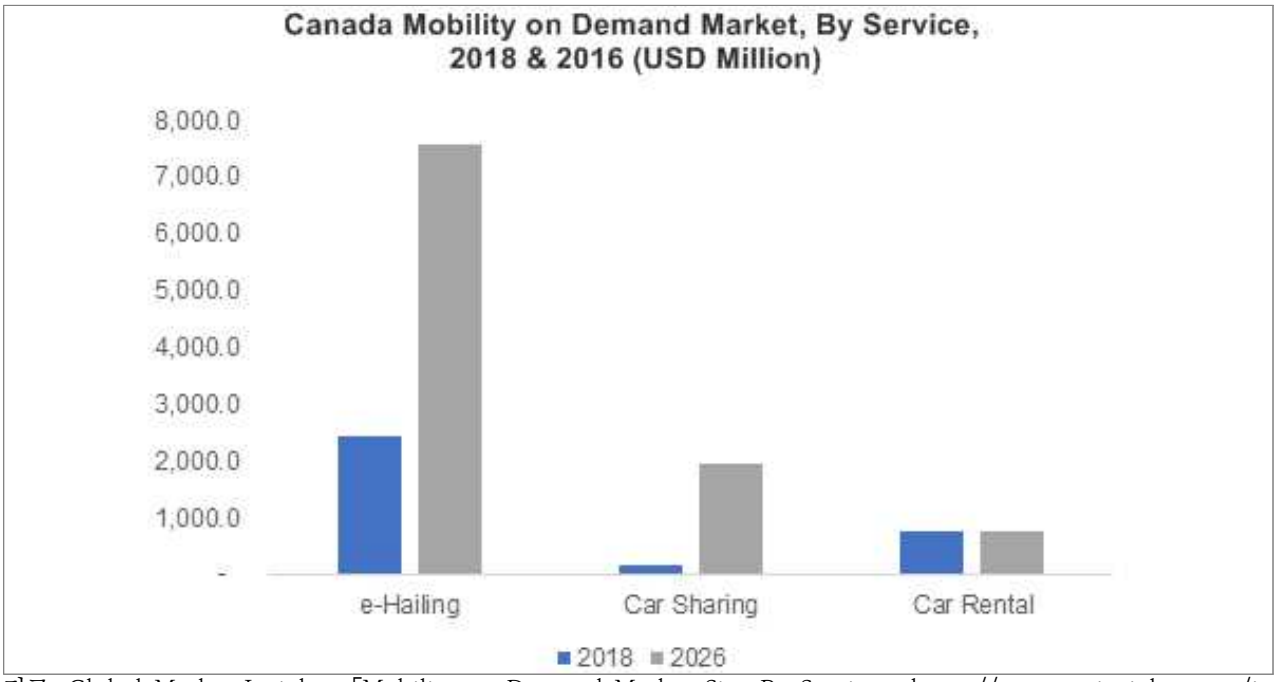
그림 70 호주 Adelaide DRT 노선도

■ (캐나다) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- 캐나다 DART(Dial-a-Ride transit)는 캐나다의 위니펙 시 남부 및 남동부 지역에서 운영하는 DRT 서비스 제공 중

  - 승차 시에는 전화 예약을 통하여 이용자가 원하는 장소에서 승차할 수 있고, 하차 시에는 고정된 정류소에서 하차하는 형태로 운영

  - 기·종점 인근의 일부 정류소에서는 일반 노선버스와 같은 방식으로 예약 없이 승차 가능



자료: Global Market Insights, 「Mobility on Demand Market Size By Service」, https://www.gminsights.com/industry-analysis/mobility-on-demand-mod-market(2021.02.24.)

그림 71 캐나다 MOD 시장 규모

■ (영국) 수요응답형 교통체계(DRT) 운영 현황

- ‘JustGo North Lincs’ 와 ‘Liftango’는 혁신적 파트너십을 통해 영국 내 자치주인 East Riding of Yorkshire와 North Lincolnshire를 대상으로 새로운 교통시스템을 제공할 계획임 (2020년 기준)

  - 농촌지역을 대상으로 대중교통 혁신을 창출하여, 교통소외지역에 주거하는 농촌 주민들에게 편리하고 저렴한 대중교통 서비스 제공을 목적으로 함

  - 해당 서비스는 알고리즘을 이용해 승객에 대한 차량 스케줄링과 운송을 최적화하는 혁신적 운송 기술을 기반으로 운영될 예정임

  - 차세대 On-Demand 운송 기술은 교통소외지역 및 인구 밀도가 낮은 지역에 효율적 운송 서비스를 제공할 수 있는 대안으로 꼽히고 있으며, 이미 많은 이용객이 향상된 정보통신기술(ICT)을 통해 손쉽게 이용하고 있음



자료: Roger French OBE DL‘s Blog, 「It’s PRT not DRT」, https://busandtrainuser.com/2021/07/13/its-prt-not-drt/(2021.02.24.)

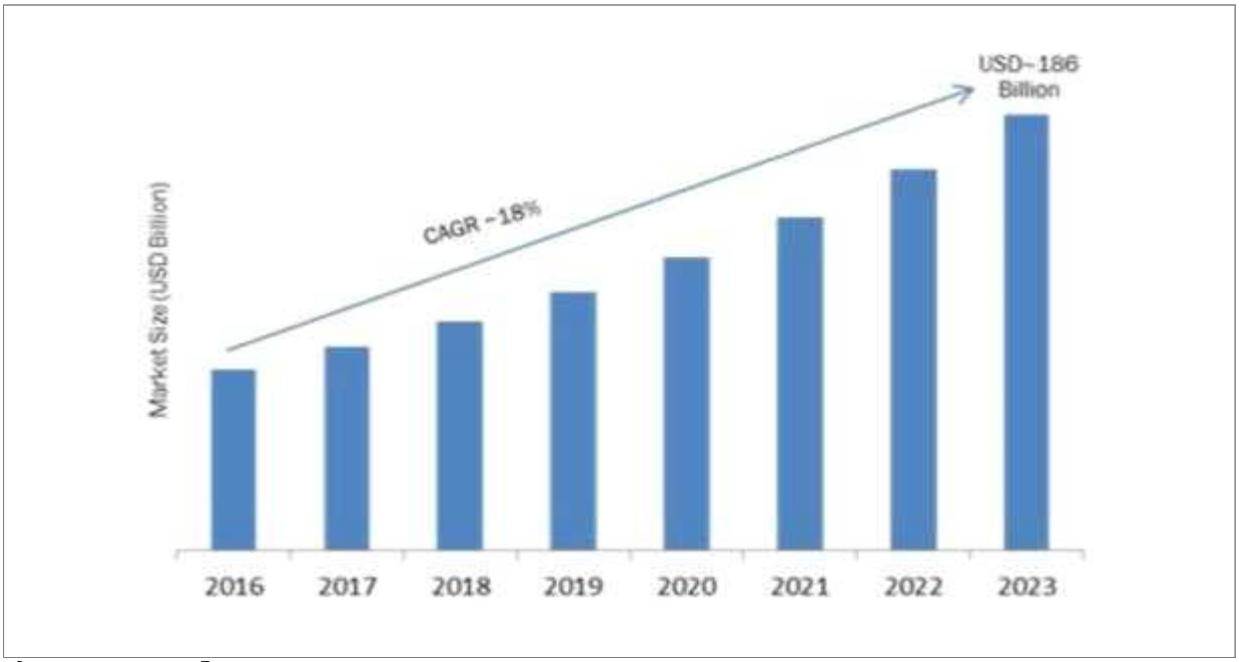
그림 72 영국 East Riding of Yorkshire의 수요응답형교통(DRT) 서비스

(다) 수요응답형 모빌리티 서비스 시장 규모 전망

- 수요응답형 모빌리티 시장규모는 2023년까지 1,860억 달러 (한화 약 207조)로 증가할 것으로 예상

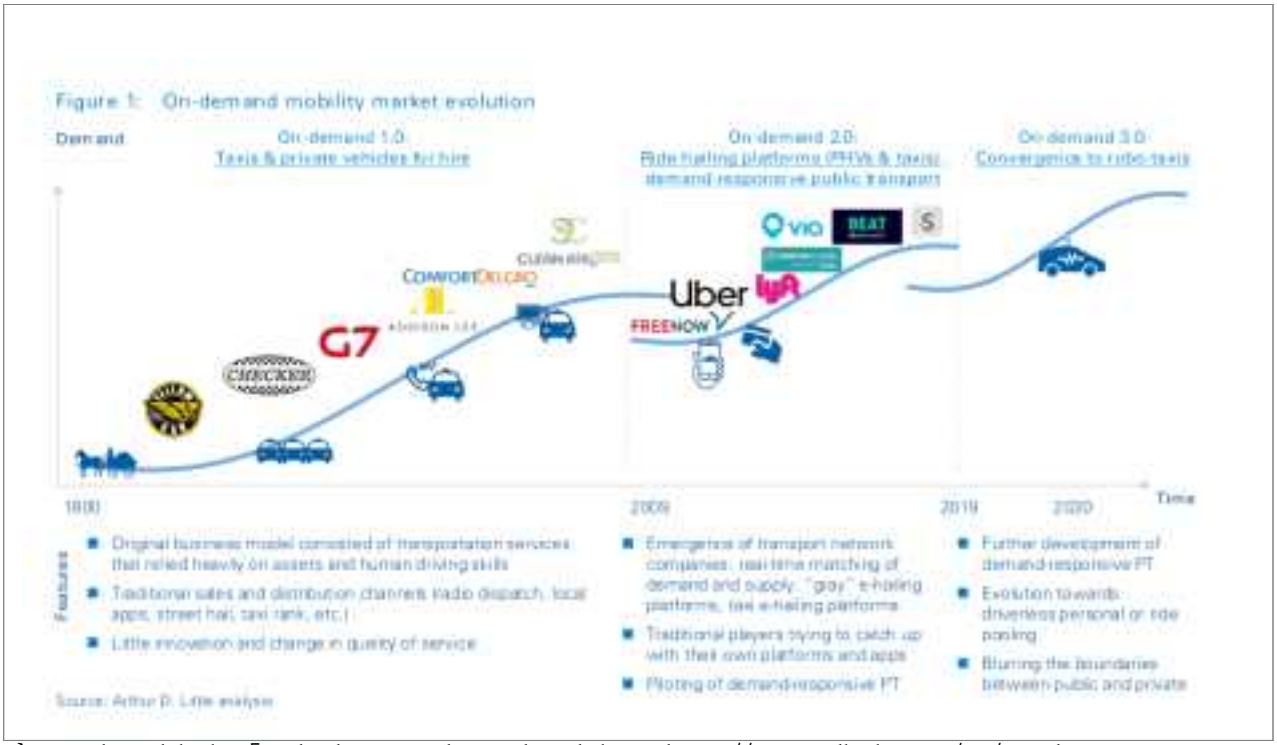
  - Market Research Future (MRFR)의 연구보고에 따르면 수요응답형 모빌리티의 글로벌 시장 가치가 2023년까지 1,860억 USD로 크게 증가하고, 연평균 성장률(CAGR)은 18% 정도로 예상

  - IoT등의 기술 발전 및 정부의 스마트 모빌리티 솔루션 도입에 따라 차량 공유 서비스, 택시 헤일링, 퍼스널 모빌리티 등의 서비스 접근성이 증가



자료 : MENAFN, 「Mobility on Demand Market 2020 by Global Key Players, Business Rising Awareness, Financial Plan and Trends by Forecast 2023」, https://menafn.com/1100298050/ Mobility-on-Demand-Market-2020-by-Global-Key-Players-Business-Rising-Awareness-Financial-Plan-and-Trends-by-Forecast-2023(2021.02.24.)

그림 73 수요응답형 모빌리티 시장 규모 전망



자료: arthur d little, 「Rethinking on-demand mobility」, https://www.adlittle.com/en/insights/report/rethinking-demand-mobility(2021.02.24.)

그림 74 수요응답형 모빌리티 시장의 발전 전망

(5) 유사과제 분석 및 기존연구와의 차별성

(가) 유사과제분석

- NTIS 유사성 검토 결과, 빅데이터 플랫폼 및 수요응답 관련 39개 사전 연구가 검색되었으나, 대중교통 분야에 해당하는 연구로 정리하면 아래와 같이 10개 과제로 정리됨
- 기획 연구는 중복성 검토 결과에서 제외하였으며, 완료 및 진행 중인 국가 R&D 기준으로 정리함

표 15 기존 연구과제와의 연계방안 및 차별성

과제명	연구기간/기관	연계방안	차별성
교통 플랫폼 기반 신규 교통 서비스 솔루션 개발	2018-2022 (중앙대학교)	신규 교통서비스 솔루션 기초 연구를 연계활용하여, 실용 알고리즘을 다양화 및 고도화할 수 있음	단일 교통 플랫폼이 아닌 다수 민간 플랫폼을 아우르는 총괄 플랫폼역할 수행, 이기종 데이터 융합 및 거래를 위한 보안 체계 확보
사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발	2018-2021 (한국교통연구원)	이용자 앱 구축 등 관련 사항은 이용자 요구사항 반영시 연계하여 서비스 고도화에 반영 가능	규제특례지역 내 자율주행 대중교통 서비스 실증에 국한되어, 지역 경계를 넘는 광역교통모빌리티 서비스와는 차별화
교통 빅데이터 기반의 통합 모빌리티 서비스 구축 방안 연구	2017-2020 (홍익대학교)	통합 모빌리티 서비스 구축을 위한 교통 전략 수립 및 알고리즘 개발 연구의 실용화 모델 발굴 등 연계 협력	서비스 실증 및 시범 구축에 대한 부분에 있어 차별화
교통/비교통데이터 활용을 위한 공공, 민간 상생형 교통플랫폼 개발	2018-2022 (한국교통대학교)	교통DB 분석 목적의 플랫폼으로, 본 사업의 실시간 운영을 위한 기반 데이터 확보 측면에서 연계활용 가능	교통정책지원용 교통데이터 분석 플랫폼과 실시간 운영 정보를 활용한 서비스 제공 등 플랫폼 목적과 활용 분야에 있어 차별화
미니트램 확장 기술 개발	2018-2020 (한국철도기술연구원)	수요응답형 이용자 서비스 개념 연계활용 가능	궤도형 수단과 무궤도형 수단을 통한 노선선정 계획 측면에서 차별화됨
자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발	2018-2021 (서울대학교)	이용자 서비스 측면에서 활용되는 알고리즘 연계 및 고도화하여 활용 가능	규제특구의 자율협력주행과 광역권 실시간 노선 운영에 대한 문제의 복잡성 측면에서 차별화
통행행태기반의 개인형 이동수단 최적운영방안 연구	2020-2023 (홍익대학교)	수요응답형 광역모빌리티와 연계 수단의 행태연구와 플랫폼	공유형 대중교통 서비스와 개인 교통운영과는 차별화

과제명	연구기간/기관	연계방안	차별성
		연구로 연계 가능	
지역 불균형 완화를 위한 대중교통 노선 조정 시뮬레이션 기법 개발	2017-2019 (서울시립대학교)	노선 조정 시뮬레이션 알고리즘 연계 및 고도화 가능	지역내 불변 고정 노선에 대한 조정에 대한 연구로, 본 사업의 지역간 가변형 노선 운행 측면에서 차별화
스마트 모빌리티 및 주차공간 공유지원 기술 개발	2018-2021 (한국교통연구원)	스마트 모빌리티 "운영" 플랫폼 및 도시내 실증기술 연계 활용 가능	2개 이상 도시 (광역권)의 모빌리티 "운영"으로 기술, 제도적 확대 및 단계별 적정 공급 체계 분석, 용량 확대, 타 대중교통 인프라 공급과 연계를 위한 의사결정 지원 알고리즘 기술 등 차별화
실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 기술 개발	2021-2027 (한국건설기술연구원)	First&Last mile 지구단위 자율주행을 위한 서비스 기술로, 무인서비스 및 운영 기술에 중점을 두고 있어, 본 과제에서 유인 서비스, 광역 모빌리티 중장거리 이동, 단기 실증 결과를 제공 가능	기존 광역 통행 인프라 (광역버스, 광역철도) 공급 전 과도기적 운영 뿐만 아니라 지역간 관계 등 다양한 위계에서 신속한 의사결정, **탄소중립 계획 및 전략 추진**을 위한 플랫폼, 가변형 스마트 정류장(BIT) 등 기술을 통한 이용자 편의시설 제공 등 차별화

(나) 기존 연구와의 차별성

■ 기존 연구와 비교

- 기존 연구과제는 ① 통행패턴이 정착된 기존 도시의 과거 통행 이력 데이터를 사용한 실험실 차원의 알고리즘 개발과, ② 소규모 한정된 지역 내에서 규제특례를 활용한 생활교통 서비스를 위한 모빌리티 서비스 실증이 주된 연구내용인 것과 달리,

  - 본 과제는 ① 통행패턴이 정착되지 않은 대도시권 내 신도시 지역의 변화하는 실제 통행 데이터를 기반으로, ② 대도시권 내 광역통행을 대상으로 규제특례가 아닌 실제 인면허 받은 여객운송사업에 적용하기 위한 기술을 개발한다는 점에서 기존 연구과제와 차별화될 수 있음

  - 본 과제에서는 **신도시 지역의 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축을 목적**으로, ① 통행패턴 변화 예측에 기반한 가변적 노선 계획 및 설계 기술 개발, ② 개별 이용자의 실시간 통행 데이터의 수집 및 처리 기술 고도화, ③ 수요 변화에 따른 최적 차량배정 및 운행효율화 기술 개발, ④ 이용자 선호조건을 고려하여 이용자 안전 및 편의를 증진시킬 수 있는 지원 기술 개발, ⑤ 신도시 지역의 중장기적 체계적 광역교통 운영/관리를 위한 의사결정체계 개발, ⑥ Life-cycle 기반 평가체계 개발, ⑦ 법제도 개선을 포함한 수요응답형 광역 모빌리티 실증 연구에 집중하고자 함

  - 본 과제를 통해 광역교통 모빌리티 서비스가 실용화될 경우, 통행거리가 길고, 출퇴근 통행 비율이 높은 광역통행의 **자가용승용차 이용자를 대중교통수단으로 전환**시킬 수 있어, 기존 연구과제들에 비해 **국토교통 분야의 탄소중립 추진전략에 보다 더 적합함**

■ 기존 실증 서비스 기술의 한계점

- 국내외에서 운영 중인 수요응답형 모빌리티는 한정된 지역 및 소규모 지역에서 운영 및 관리되고 있는 수요응답형 도시형 모빌리티라고 볼 수 있음

  - 현재 운영 중인 국내 수요응답형 모빌리티의 경우 인천 영종도 내에서만 운영되거나 제주도의 경우 제주공항 인근, 중문 인근, 서귀포 인근, 마을단위 등 소규모 지역에 한정되어 운영

- 필수불가결하고 반복적으로 대량으로 발생하는 통근·통학 통행이 아닌 기타 통행 위주의 서비스로 실증서비스를 통해 수집된 데이터가 충분치 않고, 이용자 편익증대 및 편의향상이 크지 않음

표 16 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 차이점

구 분	도시형	광역형
시장성	O (민간주도)	X (민간외면)
공간범위	시・군・구	광역시・도
통행목적	기타 통행 (비정기적)	통근·통학 (반복적)
대체수단	택시・시내버스	광역버스, 자가용 승용차
공급방식	단일공급자 단일차종	다수공급자 다수차종
정보량	小	大
처리방식	다소 단순	복잡
요금제	단일 또는 거리비례	직행, 좌석수(우등) 거리비례
정보연계 필요성	도로, 통신 필요성 다소 낮음	도로, 통신, 정책수용으로 연계 필요

- 따라서, 도시내에 한정되어있는 수요응답형 모빌리티를 광역통행 범위로 확대하고, 중요도·시급성이 높고 수급 불균형이 심한 광역 통근·통학 통행문제 해결을 위해 공공이 주도하여 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 필요

(6) 특허분석

(가) 분석개요

- 해당 기술 분야의 중분류별로 특허조사를 진행하고, 각 중분류에 대한 세부적인 특허 지표들을 도출함

표 17 분석 기준

구 분	분석 기준			
특허검색 DB	Keywert			
검색국가	미국	유럽	일본	한국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록
분석구간	~ 2021.03.29.			
검색범위	발명의 명칭, 요약, 대표청구항			

표 18 분석 범위 (기술 검색 조합식 및 대상특허건수)

기술구분	검색 조합식	대상 특허건수
A. 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼	**AA. 수요응답형 모빌리티 서비스 기술** (((사용자* 이용자* 이용객* 승객* 고객* 탑승객* 탑승자* 클라이언트* user* passenger* client* customer*) AND (((수요* 수요응답* 요구* 요청* 주문* 디맨드* 디멘드* 온디맨드* 온디멘드* 호출* 부르* 동적* 다이나믹* 다이내믹* demand* request* "On-Demand" "On Demand" "Demand Response" "demand-response" hail* dynamic*) AND (모빌리티* 이동성* 대중교통* "대중 교통" 버스* 트레인* 기차* 철도* 지하철* 셔틀* 통학버스* 통근버스* 택시* 항공기* 비행기* mobility* ride transport* "pubilc transit" bus* train* railroad railway* subway shuttle taxi* aircraft*)) "Mobility on Demand" "Mobility on-Demand")) OR ((수요* 수요응답* 요구* 요청* 주문* 디맨드* 디멘드* 온디맨드* 온디멘드* 호출* 부르* 동적* 다이나믹* 다이내믹* demand* request* "On-Demand" "On Demand" "Demand Response" "demand-response" hail* dynamic*) AND (버스* bus*) AND (노선* 루트* 경로* 라우팅* rout*) AND (생성* 매칭* generat* match*)) OR ((피어투피어 피투피 "개인 대 개인" "peer-to-peer" "Peer to Peer" "P2P") AND (모빌리티* 이동성* 대중교통* "대중 교통" 버스* 트레인* 기차* 철도* 지하철* 셔틀* 통학버스* 통근버스* 택시* 항공기* 비행기* mobility* ride transport* "pubilc transit" bus* train* railroad railway* subway shuttle taxi* aircraft*) AND (공유* 쉐어* shar*) AND (매치* 매칭* 매핑* match* mapping*) AND (알고리즘 알고리듬 방법* algorithm method)))	253 건

- (시장확보 지수) 특정 국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때 해외에 특허를 출원하므로, Family Patent 수가 많을 때 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를 시장 확보력의 지표로 사용

국가별 시장확보지수(PFS) = (Σ 해당국가 특허㈜ 패밀리) / 해당국가 특허건수

- (인용도 지수) 특정 국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 횟수가 많을수록 기술경쟁력이 높으므로, 인용도 지수(CPP)가 클수록 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 사용함.

국가별 인용도 지수(CPP) = (Σ 해당국가 특허㈜ 피인용수) / 해당국가 특허건수

- (영향력 지수) 특정 국가가 소유한 기술의 질적 수준을 측정하는 지수임.

국가별 영향력 지수(PII) = 해당국가 특허 인용도 지수 / 전체(모든국가) 특허 인용도 지수

- (기술력 지수) 특정 국가의 기술보유 양적수준(특허 건수)과 영향력지수(질적 수준)를 함께 나타냄

국가별 기술력 지수(TS) = 해당국가 특허건수 × 해당국가 영향력 지수

(나) 특허일반분석 결과

- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 분야의 특허동향을 살펴보면, 현재까지 253건의 특허가 출원되고 있으며, 2000년대 중반부터 특허 출원이 급격히 증가되고 있음

- 국가별 출원현황을 살펴보면 미국이 70%(178건)로 최대 출원국이며, 유럽(17%), 일본(7%), 한국(6%)의 순서로 출원이 이루어지고 있음

- 미국은 최근까지 가장 높은 출원비중을 보였으며, 출원수도 증가추세로 나타나 여전히 이 분야의 선도국가로 보여짐

- 우리나라는 2010년대 중반부터 특허의 출원이 상승추세인 것으로 보아 관련분야의 관심도가 높아지고 있음을 알 수 있음

- 수요응답형 모빌리티 서비스 기술은 출원과 증가가 감소하면서, 거시적으로는 특허 출원이 증가하는 양상을 보이고 있으며, 최근 2018년도에 높은 특허건수를 보이고 있음

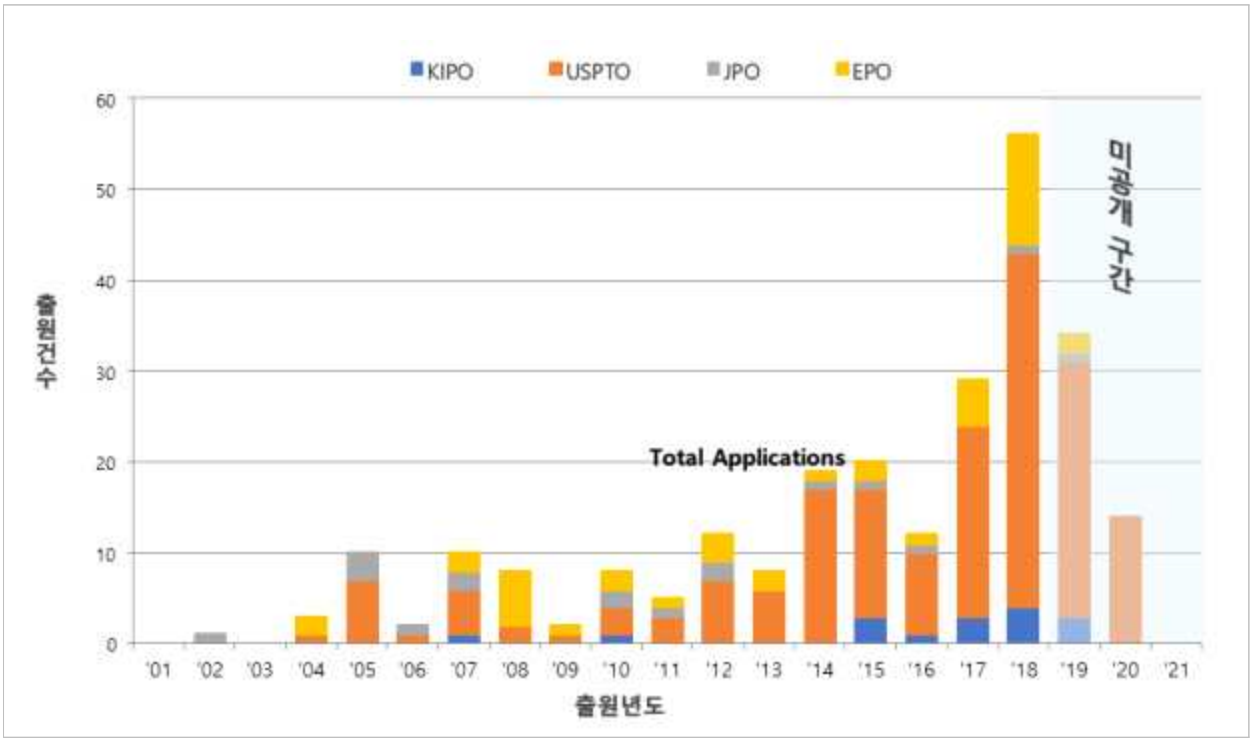


그림 75 특허 출원년도 및 국가별 출원추이

-

■ 주요 출원인 분석

- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, Uber Technologies, Inc.[US], LYFT, INC.[US], Google [US] 등이 조사되었으며, 미국 출원인에 의하여 출원이 집중되고 있는 경향을 보이고 있음

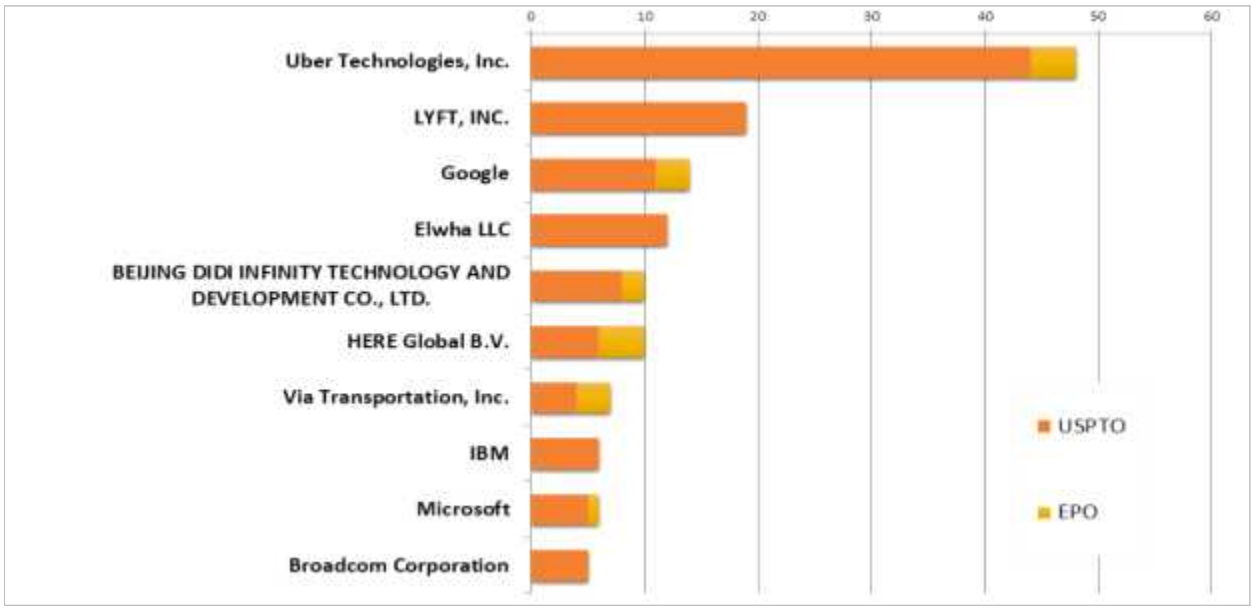


그림 76 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허출원을 보면 최다 출원인인 Uber Technologies, Inc.[US]는 2014년도부터 현재까지 꾸준히 특허출원을 진행하고 있음

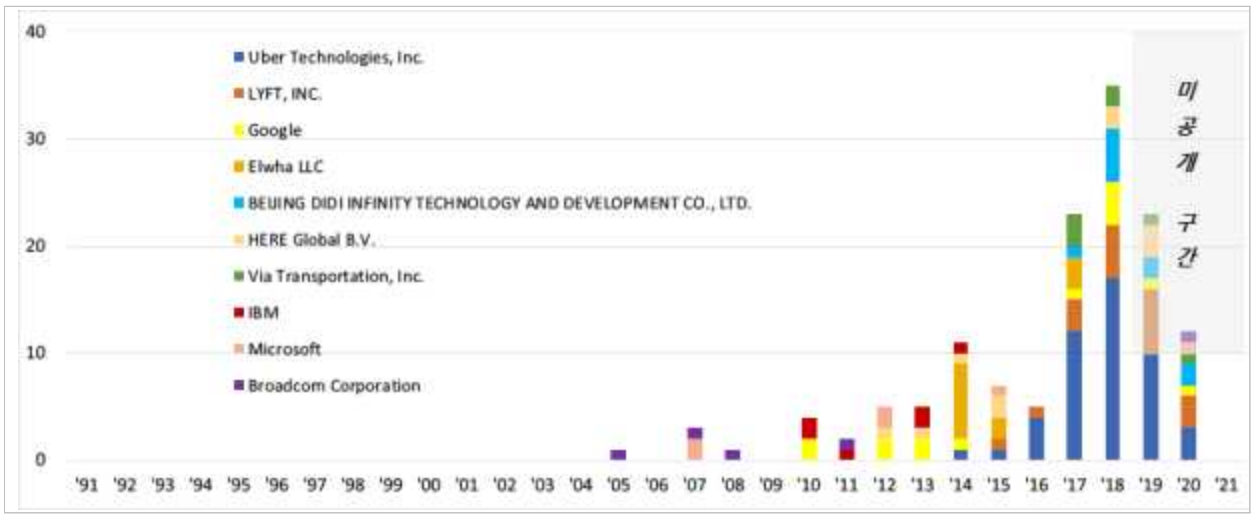


그림 77 연도별 주요 출원인 동향

■ 국가별 기술 분포

● 수요응답형 모빌리티 서비스 기술 분야는 미국이 가장 기술 개발이 앞서 있는 상태로 판단되며, 한국의 경우 타국에 비해 뒤쳐져있는 상태로 수요응답형 모빌리티 서비스 기술 특허확보가 필요한 상황임



그림 78 국가별 기술 분포(버블형)

■ 국가별 특허분포 지수분석

● 시장확보지수 (PFS : Patent Family Size)는 특정 국가에서 상업적인 이익 또는 기술 경쟁 관계에 있을 때 해외에 특허를 출원하므로, Family Patent 수가 많을 때 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를 시장 확보력의 지표로 사용함

- 국가별 시장확보지수(PFS) = (Σ 해당국가 특허別 패밀리) / 해당국가 특허건수

○ (분석결과)
- 미국의 시장확보지수(PFS)가 8.83으로 가장 높게 나타났고, 미국 다음으로는 유럽, 한국의 시장확보력이 높게 나타남
- 유럽은 출원건수는 작으나 다수 국가에 해외 출원을 진행한 상태임
- 일본의 경우 해외 특허 확보 비율이 가장 낮아 시장 확보력이 낮은 상태임

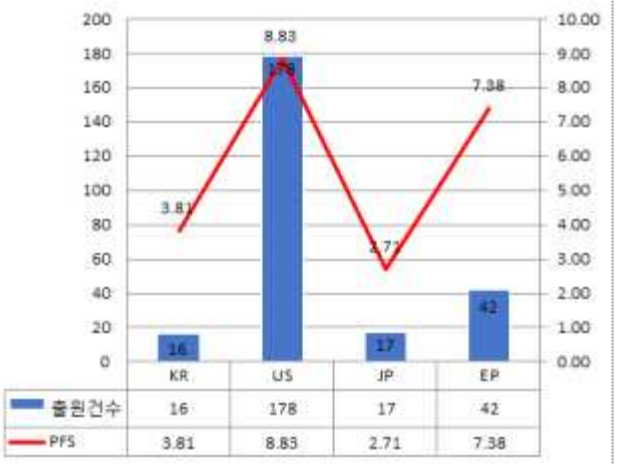


그림 79 국가별 출원건수 및 시장 확보 지수

● 인용도지수 (CPP : Cites Per Patent)는 특정 국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 횟수가 많을수록 기술경쟁력이 높으므로, 인용도지수(CPP)가 클수록 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 사용함

- 국가별 인용도 지수(CPP) = (Σ 해당국가 특허別 피인용수) / 해당국가 특허건수

○ (분석결과)

- 미국의 인용도지수(CPP)가 10.1로 가장 높게 나타났으며, 미국이 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 것으로 판단할 수 있음
- 미국 다음으로 유럽, 일본, 한국이 순서로 나타났으며, 미국이 다른 국가보다 상대적으로 월등히 인용도 지수가 높음



그림 80 국가별 인용도지수

● 영향력지수(PII : Patent Impact Index)는 특정 국가가 소유한 기술의 질적수준을 측정하는 지수이며, 기술력지수(TS : Technology Strength)는 특정 국가의 기술보유 양적수준(특허건수)과 영향력지수(질적수준)를 함께 나타냄

- 국가별 영향력 지수(PII) = 해당국가 특허 인용도지수 / 전체(모든국가) 특허 인용도지수
- 국가별 기술력 지수(TS) = 해당국가 특허건수 × 해당국가 영향력 지수

○ (분석결과)

- 미국의 영향력지수(PII)가 1.24로 가장 높게 나타나 질적수준에서 가장 경쟁력 있는 것으로 보임
- 양적 수준(특허건수)을 고려한 기술력지수(TS)에서도 미국이 221.6으로 다른 나라에 비해 월등하게 높게 나타남
- 우리나라는 영향력지수, 기술력 지수 모두 낮은 수준으로, 향후 지속적인 기술역량 강화가 필요함

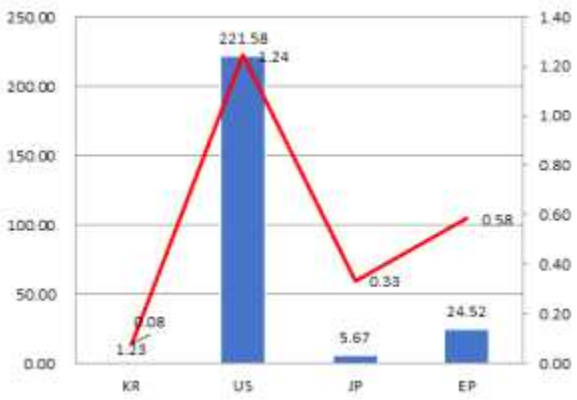


그림 81 국가별 영향력지수 및 기술력지수

(7) 국내 연구개발 인프라 분석 및 활용가능성

(가) 기술개발 SWOT 분석

- 기술동향, 기술수준, 연구 인프라 및 연구개발 역량, 지적재산권 확보 가능성 등을 종합적으로 분석하여, Strength(강점), Weakness(약점), Opportunity(기회), Threat(위험) 요인을 아래와 같이 분석

표 19 SWOT 분석

Strength(강점)	Weakness(약점)
• 대도시권광역교통위원회 설립 • 정부주도의 대중교통 공공성 강화 정책 추진 및 이행력강화 • IT 연계기술기반 첨단교통기술 진보	• 광역교통 통행시간 경쟁력 미흡 • 수도권/비수도권의대중교통 인프라 불균형 및 유지관리비용 과다 • 첨두통행 집중으로 교통혼잡 심화 • 환승편의부족
Opportunity(기회),	**Threat(위험)**
• 삶의 질 중시 및 안전안식상향 등 가치관 변화 • 친환경·탄소중립, 한국판 뉴딜 정책추진 • 4차 산업혁명 본격화	• 대도시권 인구집중 및 통행수요불균형 • 3기 신도시 등 대규모 개발지역 확대로 급격한 교통수요변화 발생 • 자동차 등록대수 증가 • 감염병확산

(나) 연구개발 역량

- 광역 모빌리티 연구개발 인력

  - 광역 대중교통 기술 및 정책 분야는 정부산하 국책연구원, 지방자치단체 산하 연구원 주도하에, 산학연 중심으로 활발히 연구 개발 및 실용화가 진행 중임

  - 광역 모빌리티 분야는 수요응답형 모빌리티, 공유형 초소형 개인교통수단, 친환경 대용량 광역버스 (2층, 굴절 버스, 수소, 전기 동력 버스 등), IT기술을 연계한 언택트 기술을 접목하여 이용자 편의 서비스 및 정책 연구를 활발히 진행 중에 있음

- 빅데이터 플랫폼 연구개발 인력

  - 교통분야 빅데이터 플랫폼 연구개발 인력은 산학연을 중심으로 꾸준히 증가하고 있으며, 고속도로, 철도, 국도 및 지방도, 지방자치단체 관할의 시내버스 (BIS), 시외버스 등 정부주도의 통합운영관리시스템도 구축 혹은 구축될 예정임

- 4차 산업혁명 혁신 기술 장려, 정부 주도의 디지털 뉴딜 정책 등으로 해당 산학연 및 관련 연구인력은 꾸준히 증가할 것으로 예상되며, 본 사업과 연계하여, 정부주도형 빅데이터 플랫폼 연구개발 및 기술 고도화 등 시너지 기대

● 광역 모빌리티 실증운영 인력

- 광역 모빌리티 실증운영 부분은 단순 빅데이터 플랫폼 유지관리 분야 뿐만 아니라, 차량 운영 및 유지관리, 승무원 고용, 재정 확보 및 서비스 콘텐츠 기획 등 광역교통 공공서비스가 원활하게 운영 및 확산 될 수 있는 실증 인력 필요
- 서울, 경기, 세종, 부산, 대전 (설립 예정) 등 다수 대도시권으로 분류되는 지방자치단체에서 교통공사를 설립하고, 버스, 철도 등 대중교통시스템을 직접 운영하고 있음
- 이에, 해당 노하우를 바탕으로 공공측면에서 광역 모빌리티 실증운영 표준 모델 구축 및 확산이 가능할 것으로 판단됨

(다) 활용가능성

● 3기 신도시 대중교통 적기 공급을 위한 수요응답형 광역 모빌리티 서비스를 제공하고, 기존 광역(대중)교통 비수혜지역을 중심으로 확대 적용 가능함

● 플랫폼 사업자는 수익창출이 가능한 기존 수요응답형 모빌리티 서비스를 확장 고도화하며, 본 사업에서 추진하는 공공 분야는 비수혜지역 수요응답형 모빌리티 서비스를 지속가능하게 운영할 수 있는 표준 모델 제시 및 이용자 측면에서 갑작스러운 민간사업자의 서비스 중단 등에 효율적으로 대응 할 수 있을 것으로 판단됨

● 향후 출현할 수 있는 다양한 미래교통수단에 대해, 공공 모빌리티 서비스 차별화 및 정형화된 운영체계 확보를 위해 참고할 만한 활용 사례로 제시될 수 있음

다. 기술수준 분석 및 수요조사

(1) 전문가 자문회의

- 수요응답형 모빌리티 서비스 분야 민간 전문가 그룹과의 자문회의 및 현장조사를 6차례 진행

연번	일시	전문가	주요의견
1	2021.02.04.	• 아주대학교 유정훈 교수 • SKT텔레콤(주) 최찬영 부장 • ㈜ 카카오 모빌리티 김수 정책협력실장	• Q1. 수요응답형 광역교통 서비스 도입시 문제점 • Q2. 수요응답형 광역교통 서비스 도입을 위한 R&D 기술 개발 요소 • Q3. 수요응답형 광역교통 서비스 R&D 사업시 기대효과 및 예상 성과
2	2021.03.03.	• 대도시권광역교통위원회 버스정책과 • SK 텔레콤 최찬영 부장 • ㈜카카오모빌리티 김수 실장 • 아주대학교 유정훈 교수	• Q1. 기술개발 동향 • Q2. 통신데이터 발전방향 • Q3. 민간의 R&D 역할
3	2021.03.18	• 대도시권광역교통위원회 버스정책과	• 인천영 종도 I-MOOD 탑승 및 운행 절차 등 현장조사 • 현장 운영 문제, 불편사항 파악 및 개선 방향 도출
4	2021.03.18	• 대도시권광역교통위원회 버스정책과 • SK모빌리티 최찬영 부장 • 카카오모빌리티 김수 실장 • ㈜위즈돔 한상우 대표 • 티맵 모빌리티 이재환 상무 • 현대오토에버 민동순 상무 • 포티투닷 김동호 CPO	• Q1. 사업추진방향 검토 • Q2. 사업추진 확장성 검토 • Q3. 기술실현 가능성 검토
5	2021.05.13	• 대도시권광역교통위원회 버스정책과	• Q1. 사업추진 세부사항 검토
6	2021.08.03	• 명지대학교 박호철 교수 • 스타릭스 오광훈 대표 • 서울연구원 유경상 박사 • ㈜무빙 한순구 실장	• Q1. 기술실현 가능성 검토

● 회의별 주요 논의사항이 포함된 회의록은 아래와 같음

표 1 1차 회의록

일시	2021년 2월 4일 (목) 오후 3시
회의	수요응답형 광역교통 서비스 도입을 위한 수요기술 전문가 자문
전문가	아주대학교 유정훈 교수 SKT텔레콤(주) 최찬영 부장 ㈜ 카카오 모빌리티 김수 정책협력실장
주요 내용	Q1. 수요응답형 광역교통 서비스 도입시 문제점 Q2. 수요응답형 광역교통 서비스 도입을 위한 R&D 기술 개발 요소 Q3. 수요응답형 광역교통 서비스 R&D 사업시 기대효과 및 예상 성과
Q1	수요응답형 광역서비스는 기존 버스 노선사업자 뿐만 아니라 택시 등 구역사업자의 커다란 반발도 예상됨, 따라서 수요응답형 광역교통 서비스 활성화를 위해서는 기존 여객운송사업자 및 이들과 같이 제휴한 결제사업자 등 다수의 이해관계자와의 이해관계 충돌문제 해결이 가장 중요 광역교통 서비스에 대한 해당 지역 또는 범위 기준으로 정확한 수요 파악이 중요한데, 정확한 수요 파악이 가능해야, 그 수요에 부합하는 탄력적인 공급이 가능하므로 국민 전체 수준 또는 50% 이상의 이동패턴을 분석 할 수 있는 통신 데이터 기반 수요 파악이 필요함 "광역 DRT"라는 개념 제안은 기존 DRT가 local area service에 기반을 두고 발전해 왔고, 또한 이러한 서비스영역 때문에 국내에서는 기존 여객운송 노선/구역 사업자들과의 첨예한 conflicts가 발생할 수 밖에 없는 상황을 개선할 수 있다는 점에서 매우 창의적이며, 기대되는 실증 연구임. 실제 국내 smart mobility 업계에서도 DRT의 필요성과 사업성에도 불구하고 본격적인 사업 참여가 지지부진한 상황에 봉착해 있음 본 연구에서 추진하는 광역 DRT는 기존에 국내에서 시도 되어온 DRT 계획과 운영전략과는 다른 새로운 관점에서 검토되어야 하며, 이를 위해서 현재 개정이 추진 중인 여객자동차운수사업법의 DRT 관련 조항에 대한 면밀한 검토 선행 및 추가적으로 필요한 사항들도 개정(안)에 반영 필요 작년 법개정을 통해 광역버스 업무가 국가사무화되었고 운영방식도 노선입찰제 방식의 준공영제로 추진되는 바, 향후 광역 DRT 서비스 도입에 있어서 기존 여객운송사업자와의 갈등은 거의 없을 것으로 되며, 코로나 사태를 거쳐오면서 광역버스 노선소유권도 공공으로 상당부분 이전되었고 앞으로 더욱 가속화될 것으로 보여 향후 시범사업 추진에도 별다른 장애 요소는 없을 것으로 사료됨 이러한 우호적인 환경 하에서 그동안 DRT 사업 진출이 쉽지 않았던 민간 mobility 사업자들의 참여를 적절히 방식으로 유도하면서도 광역버스서비스의 공공성을 확실히 담보할 수 있을 것인가에 대한 심도깊은 고민과 논의가 필요
Q2	수요응답형 서비스 도입시 이해관계의 충돌은 현행 법령의 해석문제로 귀결될 것으로 예상됨(과거 타다서비스, 카풀 서비스의 이해관계 충돌시 현행 법령상 합법 여부 중심으로 심하게 대립), 따라서 현행법상 수요응답 서비스를 활성화될 수 있는 법제도적 기반을 마련하고 정부의 강력한 중재 역할 필요 기존 노선서비스와 비교해 수요응답형이 얼마나 효율적으로 수요-공급을 매칭하고, 이를 통해서 교통편익의 증가효과를 비교할 수 있는 연구자료가 있다면 이해관계 조정에 도움이 될 것으로 예상 광역교통은 잦은 환승과 정차가 발생할 가능성이 높고, 이로 인해 이동시간 증가 등이 불가피함, 따라서 수요응답형 서비스는 수요 예측을 통해 최소한의 환승과 정차가 되도록 효율적 거점 분석 필요 GPS 정확도 수준의 통신 데이터 기반 광역교통을 이용하는 이용자 대상 교통수단별/지역별/성별/연령별 등의 이동인구 분석 대중교통수요 추정: 법정동간 O-D와 같은 KTDB에서 제공하는 수준의 정밀도를 기반으로는 DRT에서 요구되는 대중교통수요를 추정할 수 없기 때문에, 개별 버스정류장간 level의 대중교통수요를 파악할 수

	있는 기술이 핵심 - 실시간 routing 계산: 실시간 대중교통수요에 따라 최적 DRT route를 산출하는 알고리즘이 중요 - 운영서비스 개발 및 재무분석모형: DRT 이용 수요 및 패턴 자료를 활용하여 DRT 차량 종류, 규모, 세부 서비스 항목 등 최적 운영서비스를 개발하고 이에 대한 재무적 분석을 체계적으로 결합한 프로세스가 필요
Q3	이용자 각각의 니즈에 상응하는 맞춤형 광역교통 서비스 제공 가능 수요응답형 광역교통 서비스의 성공적 사업수행을 통해 향후 MaaS의 주요 서비스로 자리 매김 광역교통서비스의 획기적 개선을 통한 시민의 교통기본권의 실질적 향상

표 1 2차 회의록

일시	2021.3.3.(수) 15:00~
회의	SKT 모빌리티관련 기술 개발 동향
전문가	대도시권광역교통위원회 박문수 과장 SK 텔레콤 최찬영 부장 ㈜카카오모빌리티 김수 실장 아주대학교 유정훈 교수 경기연구원 김점산 연구위원 철도기술연구원 유소영 책임연구원 한국교통연구원 박준식 연구위원, 문지혜 연구원
주요 내용	Q1. 기술개발 동향 Q2. 통신데이터 발전방향 Q3. 민간의 R&D 역할
Q1	SKT DataLake 안에 자회사 데이터가 모두 수집 및 분석 티맵은 1,800만 가입자, 순수 이용자는 1,300만 사용/월, 평균 200만/일, 이동량이 많은 날은 최대 400만이용자 정보가 수집되며, 가입자는 매일 이용은 아니더라도 꾸준히 이용하는 것으로 나타나고 있음 티맵 알고리즘은 길안내시 편안하고 안전한 길 우선으로 추천하며, 고속도로 통행량의 20%가 티맵을 사용하는 것으로 분석됨 현대는 케이티, 기아 에스케이티 통신회선을 통한 연동을 하고 있으며, 광역버스 서비스를 상용화하게 되면 통신속도 보완이 필요할 것임 - 테슬라 사용자의 가장 큰 불만이 네비게이션으로, 실시간 교통정보가 반영되고 있지 않음 - 티맵네트워크+퍼스널 모빌리티 네트워크+광역알뜰 교통카드 네트워크를 전부 얹어서 사람이 다닐수 있는 모든 네트워크를 구축해보려고 시도하여 통합 네트워크 구축 프로젝트 수행 - 도로공사의 돌발정보를 티맵에서 뿌려주는 기능이나, 데이터 기반 사고예측 모델 개발 - 사고예측은 입력자료가 가장 중요하며, 속도, 구간교통량, 연속주행시간, 기하구조나 날씨 등 반영 - 국토부에 명절 당일 예측 교통정보를 제공하고 있음. 매년 특별수송기간 (추석, 설)에 국가표준 노드링크에 맞추어 개발 및 정보 제공 국토부는 민간데이터가 많이 들어오고 있으나 데이터 형식이나 기준이 다르므로 표준화, 통계화(평균)하기 어려운 실정임 - 앱 연동에 따른 정보수집이기 때문에, 티맵은 앱이 꺼진 상태에서 언더그라운드 정보수집은 불가능

	티맵통행시간 계산방식은 초반구간은 실시간정보를 활용하고 라스트 구간은 패턴정보를 활용하고 이동하면서 실시간정보를 얹어서 제공하고 있음. 실시간과 패턴정보를 조합하여 예측시간을 제공하고있음 -〉 가장 많이 사용하는 버튼이 재탐색 버튼임. 이용자가 가장 빠른길을 안내를 제공받기를 원함 -〉 티맵을 사용하는 사용자의 운행정보를 수집하여 다른 티맵 사용자에게 돌발상황이나 운행정보를 제공하고 있음. 사용자 기준 전방차량이 급정거를 할경우 바로 돌발상황(급정거) 정보 제공중. 후방에 긴급차량(구급차 등)이 올 경우에도 정보 제공 티맵 Trip Data 현황을 추출하여 O-D분석을 하고 있으며, 사용자가 목적지를 가기 전 보통 앱을 종료시키는데 이 경우는 목적지가 불명확해도 데이터를 가지고 가는지? -〉 데이터 품질 관리를 엄격하게 하고 있으며, 판단기준에 의거하여 부정확한 데이터는 삭제 도로공사와 프로젝트를 해서 연속주행시 휴게소 적정장소 추정을 하는 프로젝트도 수행하였으며, 티맵에서 유일하게 제3자에 데이터 제공은 “운전습관” 정보를 보험사에 제공. 운전습관 스코어 계산은 보험사에서 직접 하며, 보험사에서는 해당 정보를 기반으로 비즈니스모델 활용 디지털 맵 분야의 선두주자인 히어(HERE)와 프로젝트를 수행하였음. 자동차가 가진 센서로 도로표지판이나 각종 물체를 감지하고 감지를 통하여 분석하는 프로젝트임 터널안에서 블랙아이스로 인한 사고가 날 경우 돌발상황 안내가 좀 어려움 - 터널에 들어갔을때 위치를 잡지못하는데 반해 네이버나 카카오 지도 등은 터널에 들어가도 작동되는데? -〉 터널안에서도 위치를 잡긴하지만 정확도가 떨어짐 - 국내 자동차는 차량센서를 활용한 데이터 수집은 이루어지지 않고 있나? -〉 국내차량 회사는 관심이 없음. 현대자동차는 교통신호에 관심이 높음. - 차량자체에 데이터가 결합되어있는 상황이므로 차량데이터의 중요성이 높아질 것임. - 통신데이터의 가장 큰 단점이 기지국기반의 교통량과 티맵사용자 교통량을 비교했을때 차이가 큼. - 티맵데이터는 수집데이터량에 한계가 있음 19년 워너원 콘서트 당시 유동인구 기반 통신데이터 분석을 한 경우가 있었는데 고척돔이 차량 주차가 안되는 특징, 고척돔 유동인구가 택시수요로 이어지므로 이를 이용하여 유동인구 급증/감을 토대로 택시수요에 대한 예측이 가능, 이를 활용한 수요예측모델 제시가 가능. 서리풀터널 개통에 따른 루트(이수역-강남역) 간 통신데이터 기반으로 이동수단이 무엇인지에 대한 분석을 하였음 김포골드라인 개통도 분석을 수행하였음. 개통 전후 김포-을지로 출근시간이 대폭 감소 상권분석도 공간통계량을 기반으로 할 수 있음. 유동인구 분포 분석 및 거주지 분석 가능 - 데이터 통신으로 소득수준 예측이 가능한가? -)카드사와 결합하여 분석가능함. 상권분석이나 금융스코어 정보 분석도 가능함. - 소득에 따른 통행패턴을 알아내고 분석이 가능한지? -〉 개인정보문제로 직접 결합은 어려움. 법개정이 필요한 사안 (개인정보 이슈 등 민감) 통신데이터 기반 광역교통망 개선 연구를 수행하였으며, 통신데이터 기반의 인구이동 데이터와 교통데이터를 기반으로 광역교통망 최적화 분석 수행

	- 현재 연구프로젝트가 국토부와 협업을 해서 이루어진건지 아니면 개별 연구를 한것인가? 프리젠테이션 정보들이 사실 정책 결정에 반영되면 좋은 데이터들인데 실제 현장에서는 이러한 데이터들을 받을수 없는 상황임 - 3사 데이터를 합치면 전수화가 된다는 거 아닌가? -〉 공공에서의 역할이 중요한 상황 대중교통 취약지역이나 교통약자에 대한 분석가능. 교통약자는 고령자 요금제 또는 장애인할인요금제 사용자를 기반으로 데이터를 수집함
Q2	일일 시그널 데이터 건수가 4백억건의 Call-log(핸드폰 데이터를 활용한 이용자 위치추정)가 만들어지고 있음. 패턴셀(이용자 근처 기지국 세기를 기반으로 한 정확한 위치추정)데이터도 수집 중 - 콜로그는 GPS와 달리 터널부에서도 정확한 위치측위 가능. GPS는 터널부에서 끊기지만 콜로그는 위치추정가능. - 터널에 스몰 기지국을 만들수있지않나? GPS가 안잡혀서 발생하는 문제를 해결할 수 있는거 아닌가? 지하철 내부에서 위치측위가 가능한 방식 활용은? -〉터널에 블루투스 기반 비콘을 달아주는 시범사업을 하기도 했음. 추진이 미흡한 상황 - 콜로그 기반으로 교통량 변화 분석이 가능. 이 정보를 교통정책으로 활용하려면 어찌해야 하나? 개인정보 문제를 피하려면? -〉 로우데이터가 아닌 통계 데이터 제공은 가능할 것임 통신데이터 기반 지하철 혼잡도 서비스를 시행하고 있음. 티맵 대중교통 앱에서 수도권 지하철 열차 혼잡도 국내최초 제공 중. - 홍대역에서 선릉을 가는 경우 외선순환을 선택한 비율과 내선순환을 선택한 비율을 뽑아내고 실제 소요시간을 살펴보니 내선 이용이 더 짧음. - 요일별/역사별 승하차 고객수 산정, 지하철 객실열차 내 와이파이 또는 통신망 사용자로 혼잡도 추정 - 열차 행발별 혼잡도 산출, 열차 객차별 혼잡도로 얼마나 타고 내리는지 산출이 가능함. - 열차 안에만 피코기지국이 있는줄 알았는데 지하철 터널안에도 있는건지? -〉터널안에도 피코기지국이 설치되어있어서 승하차량도 산출가능함. - 서울교통공사와 협업하여 지하철 재차인원 분석을 수행함. - 카드데이터는 승,하차만 명확하기 때문에 어떤 노선을 이용하여 이동했는지 알 수 없지만 통신데이터를 활용하면 추측이 가능 통신사에서는 교통수단에 대한 파악, 통행목적 파악이 매우 어려움. 핸드폰-카드정보 등과 매칭을 해야할 텐데 불가능. 점점 데이터 발전으로 수단 추정이 가능할것임. 그러나 통행목적 파악은 아직 어려움. 통신회사에서 위치추적 데이터가 실시간으로 수집이 가능하므로 공급좌석총량이 추정가능할 것임. 그 공급이 실시간으로 안되고 노선 신규생성이 1년 단위로 이루어지므로 공급차량 수요조정을 하고 있으나 통신데이터로 더 빨라질 수 있을 것임.
Q3	알앤디에서 공공에서는 아이디어를 제공하고 실제 구현은 민간에서 해주는것이 가장 이상적일 것임. 연구기관의 한계는 데이터를 구매해도 데이터 자체의 한계가 있음. 통신사는 로우데이터를 활용하여 분석하고 있을텐데, 데이터 한계가 있고. 알앤디를 했을때 1회성 로우데이터를 사온다고 해도 해당 데이터로 작업을 했을때 지속이 안 되고 실시간 작업이 안되면 소용 없는것 아닌가? 해결하기 위해서는 민간과 역할분담을 해야 하는데 통신사는 R&D사업에 관심이 없음

	통신데이터 기반 교통서비스 분석분야를 잘 소개해주셨고, 다음은 카카오의 사업분야 세미나를 진행하도록 하겠음
사진 첨부	
	

표 20 인천 영종도 IMOD 현장 체험

일시	2021년 3월 18일 오전 10시
회의	인천 영종도 IMOD 운영 현장 조사
참석자	대도시권 광역교통위원회 광역버스과 박문수 과장 경기연구원 김점산 박사, 김서정 연구원 한국철도기술연구원 유소영 박사
주요 내용	인천영종도 IMOOD 탑승 및 운행 절차 등 현장 조사 현장 운영 문제, 불편사항 파악 및 개선 방향 도출
사진 첨부	







표 21 3차 회의록

일시	2021년 3월 18일 오후 3시
장소	인스파이어 비즈센터 4층 F1회의실(서울)
회의 내용	모빌리티 사업자의 서비스 현황 및 개발 방향(국외 사례 벤치마킹 등)
참석자	경기연구원 김점산 박사, 김서정 연구원 한국교통연구원 박준식 박사, 문지혜 연구원 한국철도기술연구원 유소영 박사, 고상필 박사 대도시권광역교통위원회 박문수 과장, 위성화 사무관 SK모빌리티 최찬영 부장, 카카오모빌리티 김수 실장, 위즈돔 한상우 대표 티맵 모빌리티 이재환 상무, 현대오토에버 민동순 상무, 포티투닷 김동호 CPO
주요 내용	○ 과제의 방향 - 신도시가 성숙되거나 수요가 있는 지역보다는 신도시 입주 초기 지역 대상 - 버스는 인건비가 70~80%정도 들어가기 때문에 신도시 입주 초기 3년 정도는 광역버스 2대만 운행 됨. 이 경우 배차간격이 1시간이 넘게 됨. 배차간격을 15분 정도에 맞춰주려면 버스 8대 운행되어야 함. 이에 적자를 최소화할 수 있는 방안을 고려 중 - 민간의 경우 손익, 수익에 대해서 생각하지만 공공의 경우 이용자 서비스 향상이 목적, 민간과 경쟁이 아닌 민간이 못하는 것은 공공이 하는 것 - 새로운 서비스를 만든다기 보다는 새로운 서비스의 기술을 개발하는게 포인트임 ○ 문제의 해결 - On Demend보다는 Demend가 맞는거 같음. 가는 곳은 정해져 있지만 사람이 버스 번호를 외우면 노선을 알고 있기 때문 - 확장성 고려 필요(자율주행) - 본사업을 광역교통 수요 대응을 위해 하게 되면 의의는 있겠지만 현실적 허들(소비자 만족)을 넘을 수 있을지 고민 ○ 기술관련 - 아이모드에서 사용하고 있는 앱을 광역 서비스에 적용 할 수 있는지? 아니면 새로 만들어야 하는지 ▸ 기본적인 BtoB 모빌리티 플랫폼을 가지고 있기 때문에 활용할 수 있을 것이라고 봄 - 출퇴근 수요의 경우 퇴근수요는 모을 수 있지만, 출근 수요는 모을 수 없음. 거주지에서 다 흩어져 있기 때문에 ▸ 방법 중 하나가 카카오나 티맵은 유저가 누군지 특정할 수 있고 거주지가 확인된 사람은 이 택시를 탔을 때 합법이다라고 규제를 풀어주면 기사는 출근할 때 최대한 태워갈 수 있음
사진 첨부	



표 22 4차 회의록

일시	2021년 5월 13일 오후 5시
장소	경기연구원 9층 회의실
회의 내용	광역버스 운행관련 자문 및 협의
참석자	경기연구원 김점산 박사 한국교통연구원 박준식 박사 대도시권광역교통위원회 박문수 과장 한국교통연구원 박준식 박사
주요 내용	○ 광역교통의 대중교통 수단분담률은 2017년 기준 43.2% 수준으로 꾸준히 증가하는 추세이며 많은 통행의 많은 부분을 차지하고 있음 ○ 시내버스의 평균 통행속도 역시 2018년 기준 24.1km/h로 10년 전보다 3.3km/h 증가하였음. 승용차의 경우 10년 전보다 0.3km/h 증가한 것과 비교하였을 때 시내버스의 평균 통행속도 증가율이 더 큰 것에 의미가 큼 ○ 또한 도로 환경 및 철도 환경 확장, 수도권 신도시 개발 등으로 생활권이 확장되고 있는 추세로 광역교통 및 광역버스의 적절한 대응방안 마련 중요 ○ 생활권 확대 현상은 수도권 뿐만 아니라 다른 대도시권인 부산울산권, 대구권, 광주권, 대전권 역시 비슷한 현상을 띄고 있어 수도권의 광역교통 빛 광역버스의 운영 및 운행에 대한 개선은 타 대도시권의 교통환경 개선에도 도움이 클 것임 ○ 현재 수도권 광역버스의 경우 정부 주도의 준공영제로 전환되고 있는 중으로 자칫 교통환경 불균형으로 이어질 수 있는 문제점에 대해 효과적으로 대응할 수 있을 것임 ○ 또한, 이용자 교통 운행 패턴 및 환경을 고려한다면 대도시권 광역교통에 대한 수요응답형 도입은 자율주행차 도입 등과 연계하여 새로운 광역교통 패러다임을 만들 것으로 판단됨 ○ 광역버스 준공영제 및 수요응답형, 자율주행 등의 연계 및 적절한 활용을 통해 광역버스 공급 및 서비스 부족 지역이나 환승 편의 부족 지역 등의 교통환경 개선에 도움이 될 것임. 또한 일반 기업 및 사업자들과의 기술수준에 대한 논의를 통해 획기적이며 보다 안정화된 서비스 제공 가능

표 23 5차 회의록

일시	2021년 8월 3일 오전 10시
장소	Zoom을 이용한 화상회의
회의 내용	기술수요조사 제안 기술 논의 및 자문
참석자	경기연구원 김점산 박사, 김서정 연구원 한국교통연구원 박준식 박사 명지대학교 박호철 교수, 스타릭스 오광훈 대표 서울연구원 유경상 박사, 무빙 한순구 실장
주요 내용	○ 본 회의 기술수요 조사 내 제안 기술 - 광역 대중교통수단 중심의 Multi-modal 수요 분석 Tool 개발(명지대 박호철, 6) - 철도내 연락운임 정산을 위한 대중교통 통행배정 모형 고도화 연구(명지대 박호철, 15) - 수요집중 시간대 대중교통 서비스 불균형 해소를 위한 사전예약, 상호매칭 기반의 수요응답형 모빌리티 및 통합결제시스템 개발(스타릭스 오광훈, 16) - 예측형 온디맨드(on-demand) 모빌리티 매칭 솔루션(무빙 이상명, 18) ○ 기술 논의 - 현재 운행되고 있는 수요응답형서비스의 경우 지역연계에 한계를 갖고 있음 이에 프리미엄버스와 같은 광역교통 DRT 도입에 대해 논의되어 왔음 - 출퇴근시간대는 준 DRT 형태의 예약도 병행 가능하며 다수가 이용하는 목적지에 한정을 두어 운행하면 많은 이용자가 이용할 수 있을 것임 - 광역교통의 경우 버스가 철도보다 경쟁력을 갖기는 어려움. 따라서 One to many 전략으로 First-Last mile을 추구하는 것이 효율적임 - 스타릭스의 제안 기술의 경우 One to Many 형태를 제안으로 판단. 그렇다면 노선 선정 및 배정도 중요한 결정요인이 될 수 있음. 이 부분의 주체는 어떻게 되는지 판단 필요 → 수요응답형 모빌리티의 경우 기점을 정할 data가 있어야 되고 data 확보 채널이 필요함. 따라서 data를 보유하고 있는 플랫폼기업 및 파트너 기업이 함께 실이용수요 파악 후 제공할 수 있을 것임 - 광역버스와 GTX의 연계 프로그램 개발은 향후 광역교통수요를 고려하여 필요한 기술이라고 생각됨 - 또한, 마을버스 등의 경우 현재 적자 운행으로 전세버스를 활용하여 광역철도역 연계는 필요하다고 생각되며 타 광역시도에서도 수요가 있을 것이라고 판단 - 연락운임 정산에 대한 기술개발이 이루어져 방법론이 개발된다면 광역교통의 효율적 운영에 도움이 될 것임 - 현재 배달의 증가로 물류와 이륜차 등에 대한 논의가 필요한 시점이라고 생각됨. 물류와 이륜차 등에 대한 실시간 관리, 안전문제 등이 이루어진다면 지자체에서도 주도적으로 수행할 필요가 있을 것임

● 자문회의 결과 및 수요처 의견을 수렴하여, “광역”에 적합한 수요응답형 모빌리티 실증 운영에 관한 전문가 중심의 제안 과제 리스트를 작성함

표 24 제안 과제 리스트

구분	제안 과제
1	수요응답형 광역 모빌리티 운영 데이터 정의 및 신속 수집, 저장 기술
2	수요응답형 광역 모빌리티 운영 시나리오 개발
3	실시간 수요 정밀 예측 기술
4	수요응답형 실시간 콜 처리 및 분석기술
5	버스정류장 level 대중교통수요 예측기술
6	최적 DRT Route 산출 알고리즘
7	다양한 운영계획을 고려할 수 있는 확정성 있는 분석 플랫폼 기술
8	이기종 데이터 융합 처리 기술
9	차량 투입 계획 및 배정 모형 개발
10	실내외 연속형 측위 정밀도 향상 기술
11	이용자 요구 맞춤형 선호 서비스 발굴
12	이용자 선호 조건을 고려한 실시간 노선생성 기술
13	이용자 선호 조건을 고려한 실시간 차량 배정 알고리즘 개발
14	개인 혹은 그룹형 서비스 이용자 선호에 따른 적정 차량 배정 기술
15	가변형 정류장 이용자 안전 서비스 지원 기술
16	차량 실내 공간 모듈 제작 기반 이용자 편의 서비스 지원 기술
17	교통 및 교통외 융합정보를 활용한 출도착 정시성 확보 지원 기술
18	수요응답형 광역 모빌리티 실증 계획 수립
19	통합운영결제(MaaS) 서비스 적용 기술
20	수요응답형 모빌리티 성능평가지수 개발
21	실증 관제 센터 구축 기술
22	실증 관제 운영 기술
23	탄소중립 LCC 분석 기술
24	탄소중립형 운영 서비스 개발
25	탄소중립형 서비스 효과 평가
26	광역 모빌리티 수요-공급 관측 기술
27	단계별 적정 공급 체계 분석 기술
28	잠재수요→확정수요 化 수요전환기술
29	광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 마스터 플랜 수립광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 방안 마련
30	광역 모빌리티 빅데이터 플랫폼을 활용한 구독형 데이터 제공 표준 절차 및 모듈화 기술

(2) 기술수요조사 및 분석

(가) 조사 개요

- 조사 목적

  - 수요응답형 광역모빌리티 기술의 실현 (필요)시기, 기술수준 등 기술특성의 변화속도를 정량적으로 평가하여, 이를 본 기획의 기술개발 추진전략을 수립하기 위한 기초자료로 활용

- 조사 기간

  - 2021년 8월 18일, 비대면 화상회의

- 조사 대상

  - 대도시권 광역교통 분야 산학연 전문가 10인

표 25 주요 회의 내용

일시	2021년 8월 18일 오전 9시 30분
장소	Zoom을 이용한 화상회의 및 서면자문
회의 내용	최종보고서 점검
참석자	경기연구원 김점산 박사, 김서정 연구원 서울연구원 유경상 박사 한국교통연구원 박준식 박사, 문지혜 연구원 수원시정연구원 김숙희 박사 한국철도기술연구원 유소영 박사 미래교통 김성인 상무이사 연세대학교 정진혁 교수 한양대학교 서원호 교수 아주대학교 유정훈 교수 한국지방행정연구원 김남주 박사 인천연구원 김종형 박사, 손지언 박사
주요 내용	○ 참여기관별 시설, 수단, 운영 등으로 기술을 구분하여 로드맵을 도출한 것에 대해 타당하다고 판단됨. 특히 업체 및 전문가들을 대상으로 기술수요조사를 진행하며 국내 광역교통 관련 기술들의 확장성을 넓히는데 다양한 기술들이 조사되었음 ○ 단기기획과제로 선정된 수요응답형 광역교통의 경우 국내외 기술동향 및 사례들을 통해 향후 알앤디 진행 시 국내 시장 및 환경에 맞게 개발될 수 있도록 방향을 잡는 것 필요 ○ 또한, 민간사업자와 연관될 수 있는 사업이기에 법제도 정비방안에 대해서도 심도있는 검토 필요 ○ 광역교통 기술 마련을 위해 다양한 방법으로 기술을 발굴하였음 ○ 플랫폼 사업의 경우 시시각각 변하는 국외 시장 변화에 대해 꾸준한 동향 파악 필요 ○ 플랫폼 사업은 국내에서도 과도기를 거치며 문제가 된 것처럼 국외에서도 문제점이 발생되고 이에 대해 다양한 정책방안들이 나오고 있음 ○ 국내 수요응답형 광역 플랫폼 역시 알앤디 기술개발과 함께 이와 같은 문제점을 개선할 수 있는 다양한 정책 및 기술 방안들을 제시될 수 있게 진행되어야 함 ○ 특히, 현재는 모빌리티 플랫폼 사업자의 독과점에 대한 문제점이 가장 큼. 이용자들의 편의성은 증대되

	었으나 이에 대한 사업비부담은 플랫폼 사업자가 아닌 플랫폼 이용 업체들이 부담하는 실정임 ○ 따라서 규제의 영역을 판단하는 것이 필요할 것임 ○ 정부의 규제는 공공재인지 아닌지에 대한 판단이 먼저되어야 할 것임. 수요응답형 광역모빌리티의 경우 역시 공공에서 어느정도의 표준을 가지고 가는 것이 공공재 영역에서 필요한 정책 및 기술이라고 판단됨 ○ 광역교통 로드맵 사업 진행 시 교통분야만이 아닌 통신, 항공 등 다양한 사례 검토를 통해 유사점 또는 차이점을 검토 필요 ○ 또한, 국가마다 특수성이 다르기 때문에 국내 실정에 맞는 방안에 대한 연구 필요

(나) 조사 절차 및 내용

- 전문가 기술 예측조사 대상기술 선정, 기술수준 분석 수행, 후보과제 도출 프로세스에 따라 기술 수준분석 실시

  - (대상기술 선정) 민간 전문가 회의를 거쳐 도출된 기술 포함, 유사중복 과제 통합, 과제 적합성 평가 과정을 통해 기술수준분석 설문조사 수행을 위한 대상기술 선정

  - (조사 수행) FGI를 통한 기술수준분석 조사 실시 후 기술수준분석 조사 결과 분석 수행

  - (후보과제 도출) 기술수준분석 조사 결과를 바탕으로 후보과제 도출

표 26 유사중복 제안 과제 통합

제안 과제	통합 과제명	통합 이유
수요응답형 광역 모빌리티 운영 데이터 정의 및 신속 수집, 저장 기술	수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 모델 개발	수요응답형 광역 모빌리티 운영 시나리오 및 유형화와 관련된 기술로 통합 정리
수요응답형 광역 모빌리티 운영 시나리오 개발		
실시간 수요 정밀 예측 기술	수요응답형 광역 모빌리티 노선생성을 위한 잠재수요 빅데이터 수집, 분석 및 노선 운영계획 수립 모듈 개발	수요응답형 빅데이터 플랫폼 연계 기술로 통합 정리
수요응답형 실시간 콜 처리 및 분석기술		
버스정류장 level 대중교통수요 예측기술		
최적 DRT Route 산출 알고리즘		
다양한 운영계획을 고려할 수 있는 확정성 있는 분석 플랫폼 기술		
이기종 데이터 융합 처리 기술		
차량 투입 계획 및 배정 모형 개발		
실내외 연속형 측위 정밀도 향상 기술	실내외 연속형 측위 정밀도 기술	-
이용자 요구 맞춤형 선호 서비스 발굴	수요응답형 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 반영한 실시간 노선생성 및 차량 배정 알고리즘 개발	운영 알고리즘 개발에 관한 기술로 통합 정리
이용자 선호 조건을 고려한 실시간 노선생성 기술		
이용자 선호 조건을 고려한 실시간 차량 배정 알고리즘 개발		
개인 혹은 그룹형 서비스 이용자 선호에 따른 적정 차량 배정 기술		
이용자 안전 서비스 지원 기술	수요응답형 광역 모빌리티 이용자 안전 및 편	시작품 개발이 필요한 이용
이용자 편의 서비스 지원 기술		

제안 과제	통합 과제명	통합 이유
출도착 정시성 확보 지원 기술	의 서비스 지원 기술 개발	자 서비스 기술 통합
수요응답형 광역 모빌리티 실증 계획 수립	수요응답형 광역 모빌리티 실증 계획 수립	-
통합운영결제(MaaS) 서비스 적용 기술	통합운영결제(MaaS) 서비스 적용 기술	-
수요응답형 모빌리티 성능평가지수 개발	실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능평가 기능을 갖춘 관제 센터 구축 및 운영 기술	실증 관제 기술 중심으로 통합
실증 관제 센터 구축 기술		
실증 관제 운영 기술		
탄소중립 LCC 분석 기술	수요응답형 광역 모빌리티 이용자 참여형 탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가	탄소중립 관련 기술 중심으로 통합
탄소중립형 운영 서비스 개발		
탄소중립형 서비스 효과 평가		
광역 모빌리티 수요-공급 관측 기술	광역 모빌리티 서비스의 단계별 적정 공급체계 분석 및 의사결정 지원 모듈 개발	단계별 적정 공급체계 분석 필요 기술로 통합
단계별 적정 공급 체계 분석 기술		
잠재수요→확정수요 化 수요전환기술		
광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 마스터 플랜 수립광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 방안 마련	광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 마스터 플랜 수립광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 방안 마련	-

- 최종 후보과제 선정을 위한 제안과제에 대한 목표 부합성 및 실현 가능성에 대한 평가를 수행

표 27 목표 부합성 및 실현 가능성 평가 결과

제안 과제명	평가결과		최종 선정여부
	목표 부합성	인프라 적정성	
수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 모델 개발	O	O	O
수요응답형 광역 모빌리티 노선생성을 위한 잠재수요 빅데이터 수집, 분석 및 노선 운영계획 수립 모듈 개발	O	O	O
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 반영한 실시간 노선생성 및 차량 배정 알고리즘 개발	O	O	O
실내외 연속형 측위 정밀도 향상 기술	△	X	X
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 안전 및 편의 서비스 지원 기술 개발	O	O	O
수요응답형 광역 모빌리티 실증 계획 수립	O	O	O
통합운영결제(MaaS) 서비스 적용 기술	X	△	X
실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능평가 기능을 갖춘 관제 센터 구축 및 운영 기술	O	O	O
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 참여형 탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가	O	O	O
광역 모빌리티 서비스의 단계별 적정 공급체계 분석 및 의사결정 지원 모듈 개발	O	O	O
광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 마스터 플랜 수립광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 방안 마련	O	O	O

(3) 우선순위조사

(가) 조사 개요

- 조사 목적: 본 연구과제에 부합하는 과제의 기획 및 발굴을 위해 전략성과 기술성, 경제성과 파급성 등을 감안하여 우선적으로 연구개발되어야 할 기획과제 선정
- 평가지표: 우선순위 도출을 위해 본 연구과제의 특성을 감안하여 기술성, 경제성, 정책 및 사회성 등 3대분류 9항목으로 평가지표 구성
- 조사 방법 및 대상: 온라인조사를 통한 정부, 산학연 교통관련 전문가 대상

표 28 우선순위조사 평가지표 항목

대분류 평가 항목	세부평가 항목
기술성	기술확보(실현) 가능성
	기술 파급성
	기술 시급성
경제성	시장 수요성
	시장 규모성
	시장 파급성
정책 및 사회성	사회정책적 중요성
	정부지원 타당성
	사회적 영향성

(나) 조사결과

- 각 항목별 조사결과는 다음과 같이 나타남

표 29 우선순위조사 평가지표 결과

대분류 평가 항목	세부평가 항목	점수 (최고점: 5점)	평균
기술성	기술확보(실현) 가능성	3.69	3.40
	기술 파급성	3.39	
	기술 시급성	3.11	
경제성	시장 수요성	3.31	3.27
	시장 규모성	3.21	
	시장 파급성	3.28	
정책 및 사회성	사회정책적 중요성	3.49	3.50
	정부지원 타당성	3.48	
	사회적 영향성	3.52	
평 균			**3.39**

- 대도시권 광역교통 R&D 제안 과제 중 “대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개발” 의 핵심 기술별 우선순위 조사를 수행한 결과는 아래와 같이 도출

- 평균 점수 3.00미만인 핵심 기술은 과제 정합성 및 목표 달성을 위해 배제하도록 정리함

표 30 핵심 기술별 우선순위 평가지표 산정결과

핵심 기술분류	대분류	평가항목별 점수						평균점수
수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 모델 개발	기술성	실현 가능성	4	파급성	4	시급성	4	4.00 (선정)
	경제성	수용성	3	규모성	3	파급성	4	
	정책/사회성	중요성	5	지원 타당성	5	영향성	4	
수요응답형 광역 모빌리티 노선생성을 위한 잠재수요 빅데이터 수집, 분석 및 노선 운영계획 수립 모듈 개발	기술성	실현 가능성	5	파급성	4	시급성	4	4.33 (선정)
	경제성	수용성	3	규모성	4	파급성	4	
	정책/사회성	중요성	4	지원 타당성	5	영향성	5	
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 선호 조건을 반영한 실시간 노선생성 및 차량 배정 알고리즘 개발	기술성	실현 가능성	4	파급성	4	시급성	4	3.78 (선정)
	경제성	수용성	3	규모성	4	파급성	3	
	정책/사회성	중요성	4	지원 타당성	4	영향성	4	
실내외 연속형 측위 정밀도 향상 기술	기술성	실현 가능성	3	파급성	4	시급성	4	2.89 (탈락)
	경제성	수용성	2	규모성	3	파급성	3	
	정책/사회성	중요성	2	지원 타당성	2	영향성	3	
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 안전 및 편의 서비스 지원 기술 개발	기술성	실현 가능성	4	파급성	4	시급성	4	3.67 (선정)
	경제성	수용성	4	규모성	4	파급성	3	
	정책/사회성	중요성	4	지원 타당성	3	영향성	3	
수요응답형 광역 모빌리티 실증 계획 수립	기술성	실현 가능성	5	파급성	5	시급성	5	5.00 (선정)
	경제성	수용성	5	규모성	5	파급성	5	
	정책/사회성	중요성	5	지원 타당성	5	영향성	5	
통합운영결제(MaaS) 서비스 적용 기술	기술성	실현 가능성	3	파급성	3	시급성	3	2.89 (탈락)
	경제성	수용성	2	규모성	3	파급성	3	
	정책/사회성	중요성	3	지원 타당성	4	영향성	3	
실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능평가 기능을 갖춘 관제 센터 구축 및 운영 기술	기술성	실현 가능성	4	파급성	4	시급성	4	4.33 (선정)
	경제성	수용성	4	규모성	4	파급성	4	
	정책/사회성	중요성	5	지원 타당성	5	영향성	5	
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 참여형 탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가	기술성	실현 가능성	3	파급성	3	시급성	4	3.56 (선정)
	경제성	수용성	3	규모성	3	파급성	3	
	정책/사회성	중요성	4	지원 타당성	5	영향성	4	
광역 모빌리티 서비스의 단계별 적정 공급체계 분석 및 의사결정 지원 모듈 개발	기술성	실현 가능성	4	파급성	4	시급성	4	3.89 (선정)
	경제성	수용성	4	규모성	3	파급성	4	
	정책/사회성	중요성	4	지원 타당성	4	영향성	4	
광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 마스터 플랜 수립 광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 방안 마련	기술성	실현 가능성	4	파급성	4	시급성	4	4.33 (선정)
	경제성	수용성	4	규모성	4	파급성	4	
	정책/사회성	중요성	5	지원 타당성	5	영향성	5	

라. 연구개발과제 구성

(1) 비전 및 목표

【 정 책 목 표 】

신도시 입주 초기 적기 교통공급 및 광역교통의 시공간적 수급 불균형 해소를 위한 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축

【 추 진 방 향 】

**대중교통 비수혜지역 모빌리티 서비스 선제적 보급,
대중교통 통행시간과 요금 경쟁력 강화, 이용자 편의성 향상**

1	**광역교통 모빌리티 서비스 중재자에서 능동적 협력자로 전환** · 3기 신도시의 先교통 後입주 추진정책에 따라, 민간주도로 사업성 있는 노선에 국지적으로 운영되던 수요응답형 모빌리티 서비스를 민간과 협력하여 광역교통에 적용하고 이용자 서비스 강화 및 적자감소를 위한 표준 모델 개발
2	**광역교통 모빌리티 빅데이터 플랫폼 정보공유 체계 구축** · 민간에서 제공한 이종(異種) 빅데이터의 합법적인[71] 융합·분석 결과를 정보제공자에게 공유할 수 있으며, 의사결정이 가능한 오픈 플랫폼 구축 및 운영
3	**친환경 수요응답형 모빌리티 교통체계 개선 및 교통 데이터 뱅크 등 기술 효율화 기반 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축** · 자가용승용차 수요를 공공/공유 모빌리티 수요로 전환하여, 교통분야 탄소배출량 저감 효과 창출 · 중복성 있는 모빌리티 데이터 융합, 활용도가 낮은 데이터는 맡기고 필요시 찾아가는 교통 데이터 뱅크화 추진 등 모빌리티 데이터 센터 운영으로 인한 탄소중립 체계 마련

71) 데이터 3법에 의거, 이종 빅데이터 융합은 국가지정 전문기관의 데이터 결합이 원칙이며, 데이터 3법은 “개인정보보호법”, “정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률”, “신용 정보의 이용 및 보호에 관한 법률”임

(2) 연구개발과제 구성 및 주요 내용

- ‘대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개발’은 광역교통의 시·공간적 수급 불균형 해소 및 신도시 입주 초기 적기 대중교통 공급을 위한 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축을 목적으로, 아래와 같이 세부 연구 내용으로 구성함

  - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발
  - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영 지원 기술 개발
  - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가

■ 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발 (TRL 8)

① 수요응답형 광역 모빌리티 통합 운영전략 수립

- 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 개념 정립 및 유형화
- 수요응답형 광역 모빌리티 최소 서비스 기준 정립
- 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 구간의 예약, 배차 등 차량 투입계획 등 운영 최적화 및 이용객을 위한 실시간 편의성 제고 등 운영전략 수립
- 교통정보수집 및 제공, 예약·배차 등 운행관리체계, 서브 시스템 간 데이터 및 정보교환 체계 등 정립
- 이용자 선호조건을 고려한 가변형 적정 요금 체계 정립
- 광역 모빌리티 서비스의 단계별 적정 공급 체계 등 전략 수립
- 기존 교통수단 및 신교통수단을 고려한 환승 등 전략 수립 (요금, 정산 체계 포함)
- 기존 서비스 제공업체와 상생 및 협력방안 수립

② 광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 및 서비스 확대 방안 마련

- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 체계 표준 가이드라인 마련

- 실시간 노선생성 및 운영을 위한 관련 법제도 개선
- 이용자 최소 이동권 및 성능 안전성을 확보할 수 있는 '수요응답형 모빌리티 플랫폼' 인증 제도 마련 (성능 평가 기준 포함)

  * 서비스 상용화를 고려한 통신 프로토콜, 기술표준, 기술인증 제도 등

- 광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 서비스 확대 및 활성화 방안 마련

■ 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영 지원 기술 개발 (TRL 7)

① 수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 설계 및 개발

- 서비스 및 인프라 등 수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 모델 개발
- 관리자, 운영자, 이용자 기술을 포함한 확장 가능한 범용 모델 개발
- 수요응답형 광역 모빌리티 유형별 통행패턴 혹은 이용자 요구사항을 고려한 운영 모듈 수정 기능

② (관리자/운영자) 수요응답형 광역 모빌리티 노선생성을 위한 잠재 수요 빅데이터 분석 및 노선 운영계획 수립 자동화 기술

- 교통데이터, 통신데이터 등 다분야 빅데이터를 활용한 잠재수요 분석
- 통행패턴 변화 예측 기반 가변적 노선설계 기술
- 신규 생성 노선에 대한 최적 운영 계획 수립 모듈 개발 (배차간격, 차량제원, 차량투입 규모, 인력 규모, 운영비 등)
- 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 유형 기준에 따른 노선 수립 계획 타당성 평가 기술
- 광역 모빌리티 서비스의 단계별 적정 공급체계 분석 및 의사결정 지원 모듈 개발

③ **(이용자) 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 반영한 실시간 노선생성 및 차량 배차 기술**

- 광역 모빌리티 이용자 선호도 조사 및 분석
- 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 반영한 배차 기술
- 실시간 교통 빅데이터 수집, 연계 기법 및 처리 간소화 기술
- 실시간 수요예측에 따른 최적 차량배정, 운행효율화 기술 (정시성, 신속성, 편리성, 저렴한 요금과 안전성 등이 보장되는 모든 이용자에게 공정한 서비스 알고리즘)

■ **대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가 (TRL 7)**

① **지속가능한 수요응답형 광역 모빌리티 운영센터 기술 개발**

- 실시간 정보제공 기능을 갖춘 수요응답형 광역 모빌리티 관제 센터 설계 및 운영 기술
- 실시간 배차, 운영관리 등 전문 인력 확보 및 운영 매뉴얼을 포함한 통합운영시스템(센터) 연계
- 실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능평가 항목, 방법론 개발 및 테스트
- 센터와 연계한 차량 운영·제어/서비스 인터페이스 설계 및 장치 기술 개발
- 실증 주행 데이터 결과 분석 및 실증 플랫폼 안정화 기술
- 실증운영을 통한 운영센터 고도화 방안 도출

② **대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 편의 지원기술 개발**

- 차량 승하차 자동인식 기반 연계교통 환승요금 결제 등 편의 지원 기술 (실증용 이용자 예약, 결제 S/W 제작)
- 수요응답형 광역 모빌리티 차내 승객 및 승하차 승객 안전 지원 기술

- 수요응답형 광역 모빌리티 정류장 대기시 이용자 쾌적성 확보 기술
- 정류장 대기 이용자를 위한 실시간 최적 배차(변경) 갱신 지원 기술
- 이용자 도착 인식, 도착 차량 정보 안내 등 스마트 정차정보안내 (BIT) 지원 기술

③ 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가

- 실증을 위한 지자체 공모 및 실증운영
- 실증운영을 위한 관련 기관 역할 제시 및 협의체 구성
- 실증운영 효과 평가 (경제성 분석 포함) 및 개선
- 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 참여형 탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가
- 수요응답형 광역 모빌리티 운영 효과 평가 지표 개발 (정시성, 편의성, 쾌적성, 안전성, 운영비, 요금의 적정성, 탄소중립 기여도 등을 고려한 MOE 제시)
- 실증결과를 반영한 지속가능한 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략

* 실증운영 조건 : 3기 신도시 등 2개 이상 시·도를 포함한 서비스 제공, 최초 출발지에서 운행거리 20km 이상, 최소 정차 지점 3개소 이상, 운영 차량 12대 이상 (선정된 실증대상 지자체와 협약에 따라 변경 가능), 실도로 6개월 이상 시범운영 (복수 실증대상 지역 선정)

** 실증운영 조건을 만족하기 위한 차량, 정차 지점 등 장비 및 시설은 정부출연금, 민간매칭, 지자체 매칭 상황에 따라 주관기관과 선정된 실증대상 지자체와 협약에 따라 변경 가능

표 31 연차별 주요 연구내용 및 최종 성과물

구분	연구 내용		최종 성과물
1차 년도 **수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 및 기본 설계**	플랫폼 및 현장장치 기본설계	수요응답형 광역 모빌리티 서비스 개념 정립 및 유형화	요구사항 정의서
		수요응답형 광역 모빌리티 DB 설계 및 표준제시 (차량운행, 이용자, 정류장 등 인프라 정보)	
		수요응답형 광역모빌리티 표준 플랫폼 요구사항 정의 및 기본 설계	
		잠재수요예측이 가능한 빅데이터 수집, 분석 및 정보 자동 갱신 모듈 개발	알고리즘 개발 (S/W 등록)
		통행패턴 변화 예측에 기반한 가변적 노선설계 기술	
		광역 모빌리티 이용자 선호조건을 고려하기 위한 평가 요소 도출	
		이용자 안전 및 편의 서비스 요구사항 정의와 장치 설계	시작품 기본설계
		센터(플랫폼)와 연동을 위한 데이터 수집 항목, 통신 프로토콜 등 정의서 작성	
	실증 대상지역 선정 및 계획 수립	수요응답형 광역 모빌리티 실증 계획 및 운영방안 수립	실증 지자체 협약 체결
		수요응답형 광역 모빌리티 실증 대상지 평가 계획 수립 및 선정	
		수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼과 연계한 실시간 관제 환경 설계	센터 설계
		실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능평가 항목 도출	운영 및 정책 시나리오 구축 (보고서)
		시민참여형 탄소중립 운영 서비스 Use-Case 발굴	
		버스전용차로 이용 등 정책 완화형 탄소중립 Use-Case 발굴	
		신도시 토지이용 및 입주 변화에 따른 광역 통행패턴 변화 분석을 위한 진단체계 마련	알고리즘 개발 (S/W 등록)
	정책 계획 방향 수립	광역 모빌리티 서비스 정책 성능 평가 계획 수립	실증 선정 공모 및 운영계획 (보고서)
		실시간 노선생성 및 운영을 위한 관련 법제도 개선 방향 마련	
2차 년도 **수요응답형 광역 모빌리티 운영 시스템 프로토타입 구현**	플랫폼 프로토 타입 구현	수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 실시설계 및 프로토타입 구현	시작품
		신규 생성 노선에 대한 최적운영계획 수립 모듈 개발 (배차간격, 차량 제원, 차량 투입 규모, 인력 규모, 운영비 등)	핵심 알고리즘 구현 (SW 등록)
		광역 모빌리티 이용자 선호조건을 고려하기 위한 평가 방법론 개발	
		실시간 통행 데이터 수집 처리 간소화 기술	
		이용자 예약결제 기능 편의 서비스 제공을 위한 실증용 서비스 앱 제작	시작품
		이용자 도착여부 확인, 예약시간보다 일찍 도착한 이용자에게 자가진단을 통해 배차 변경 기능 제공이 가능한 가변형 스마트 정류장(BIT) 시작품 제작	시작품
		이용자 승하차 및 환승 연계 정보 제공을 위한 정보 수집장치 시작품 제작	시작품
	핵심운영 알고리즘 개발	수요응답형 광역 모빌리티 실증 대상지 여건 분석 및 운영 계획 상세 수립	센터 구축 (현장장치 설치)
		수요응답형 광역 모빌리티 실증을 위한 Use-Case 구성	
		수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증 운영을 위한 관제 센터 구축	
		실증 서비스 구현을 위한 빅데이터 수집 및 분석	
		실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능평가 알고리즘 개발 및 S/W 구현	S/W 시작품
		탄소중립 Use-Case 도입 효과 평가 항목 및 방법론 개발	결과 분석 (보고서)
		시계열 데이터 기반 광역 모빌리티 서비스 및 주변 교통량 연계 통행패턴 변화 예측	
	표준운영 가이드 라인 마련	광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 서비스 확대 방안 마련	보고서
		실시간 노선생성 및 운영을 위한 법제도 개정(안) 도출	
		서비스 실용화 및 연계 확장성을 고려한 통신 프로토콜, 데이터 표준 등 기술 표준 마련	표준 정의서

구분	연구 내용		최종 성과물
3차 년도 **수요응답형 광역 모빌리티 현장 테스트를 통한 안전성 확보**	플랫폼(시작품) 현장 테스트 및 인증	수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 성능 및 안전성 테스트	실험결과서
		수요응답형 광역 모빌리티 서비스 유형 기준에 따른 노선 수립 계획 타당성 평가	S/W 시작품
		실시간 수요예측에 따른 최적 차량배정 및 운행효율화 기술 (이용자의 공정한 이동권 보장을 위한 최소 요구조건, 이용자 선호조건을 고려할 수 있는 확장형 알고리즘)	S/W 시작품
		센터와 연계한 이용자 안전 및 편의 시작품 현장 테스트	실험결과서
		체험단 테스트를 통한 이용자 만족도 조사 수행	만족도 조사 결과서
		체험단 테스트 결과 기반 성능 고도화	
	테스트 베드 구축 및 현장 실험	Use-Case 기반 현장장비, 통신 인프라 등 실증 환경 구축	현장 구축
		실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능 평가 기준에 따른 실증 플랫폼 운영 시험 및 성능테스트	실험결과서
		수요응답형 광역 모빌리티 실증 대상지 특수 유형 통행패턴 혹은 이용자 요구사항을 고려한 운영 모듈 구현	S/W 시작품
		우선순위 평가에 따른 탄소중립 운영 서비스 실증 적용을 위한 실증 플랫폼 기능 구현	S/W 시작품
		단계별 적정 공급 체계 분석 및 의사결정 지원 알고리즘 개발	S/W 시작품
	광역 모빌리티 체계 혁신	광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 서비스 확대 및 활성화 방안 마련	보고서
		관련 법 개정 절차 진행	법개정고시(안)
		이용자 최소 요구사항 만족 및 성능 안전성을 확보할 수 있는 인증제도 (안) 마련	제도(안)
4차 년도 **수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 성능 고도화**	플랫폼 성능 고도화	수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 인증 및 성능 고도화	시험인증서
		시작품 성능 및 안전성 인증	
		수요응답형 광역 모빌리티 이용자 안전 및 편의 서비스 지원 기술 실증 운영 및 평가	실증평가서
	시범사업 운영 및 평가	수요응답형 광역 모빌리티 실증 플랫폼 안정화 및 서비스 실증 구현	시범사업 결과 보고서 (매뉴얼)
		수요응답형 광역 모빌리티 실증데이터 결과 분석 및 평가	
		수용응답형 광역 모빌리티 관제 센터 구축 및 운영 가이드라인 작성 (매뉴얼)	
		우선순위 평가에 따른 탄소중립 운영 서비스 실증 적용 및 결과 분석	
		실증 플랫폼 연계 운영 결과 분석	
	법제도 개선	관련 법 개정 고시	개정고시
		기술 인증 절차 및 제도 개선	인증제도

표 32 연차별 최종성과물 성능 목표

구분		2022년 (1차년도)	2023년 (2차년도)	2024년 (3차년도)	최종목표 (4차년도)	도출 근거	평가(검증) 방법
1	수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 개발	플랫폼 요구사항	핵심알고리즘 개발	90%	100%	시스템 성능 평가	핵심 알고리즘 성능평가 기준 (연산처리속도, 결과 정확성 등)
		설계서	시작품	연계 모듈 단위 테스트	플랫폼 안정화 및 실증운영		
	이용자 안전 및 편의 서비스 지원 기술 개발	스마트BIT	스마트정보 연계 장치	C (보통)	A (만족)	현장 장비 성능 평가	이용자 안전 및 편의 만족도 조사 (조사결과, A-F 등급 환산 적용)
		설계도	시작품	현장연계 테스트	현장부 실증운영		
2	수요응답형 광역 모빌리티 실증 운영 기술	실증 지자체 MOU 체결	센터 구축	85%	95%	실증 평가 (정량적)	실시간 운영성능지표 기준 (신속성, 정시성, 대기시간 등 정량적 지표에 따른 통합점수)
	탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가	-	서비스 발굴	20%*	20%**	효과 평가	20% 이상 탄소저감 목표 달성 * 시뮬레이션 결과 기준 ** 실증 운영 결과 기준
	광역 모빌리티 실증 평가	실증 선정 공모, 운영계획수립	성능평가 체계 확보	단위 기술 실증 평가	시범사업 실증 운영	만족도 조사 (정성적)	성과보고서
	통행시간 절감 효과 평가	-	15%*	-	15%**	실증 평가 (정량적)	기존 대중교통 대비 15%이상 통행시간 절감 목표 달성 * 시뮬레이션 결과 기준 ** 실증 운영 결과 기준
3	실시간 노선생성 및 운영에 관한 법제도 개선	25%	60%	90%	100% (고시)	법제도 개선	법개정 절차 기준 진행율 (%)
	표준 및 기술 인증제도 마련	40%	60%	80%	100% (제도)	표준 인증	제도마련 절차 기준 진행율 (%)
	마스터 플랜	마스터 플랜 방향 설정	유형별 운영 가이드라인	실증 기술 표준 마련 등	마스터 플랜 실행계획 수립	정책 반영 여부	법제도 개선, 마스터플랜

⑶ 연구추진체계

● 일반과제로 구성하여, 총괄주관기관 책임 하에 4개의 세부내용에 대해 관련 전문인력과 기술능력을 보유한 연구소, 대학 및 기업을 참여기관으로 하는 산·학·연 공동연구 수행

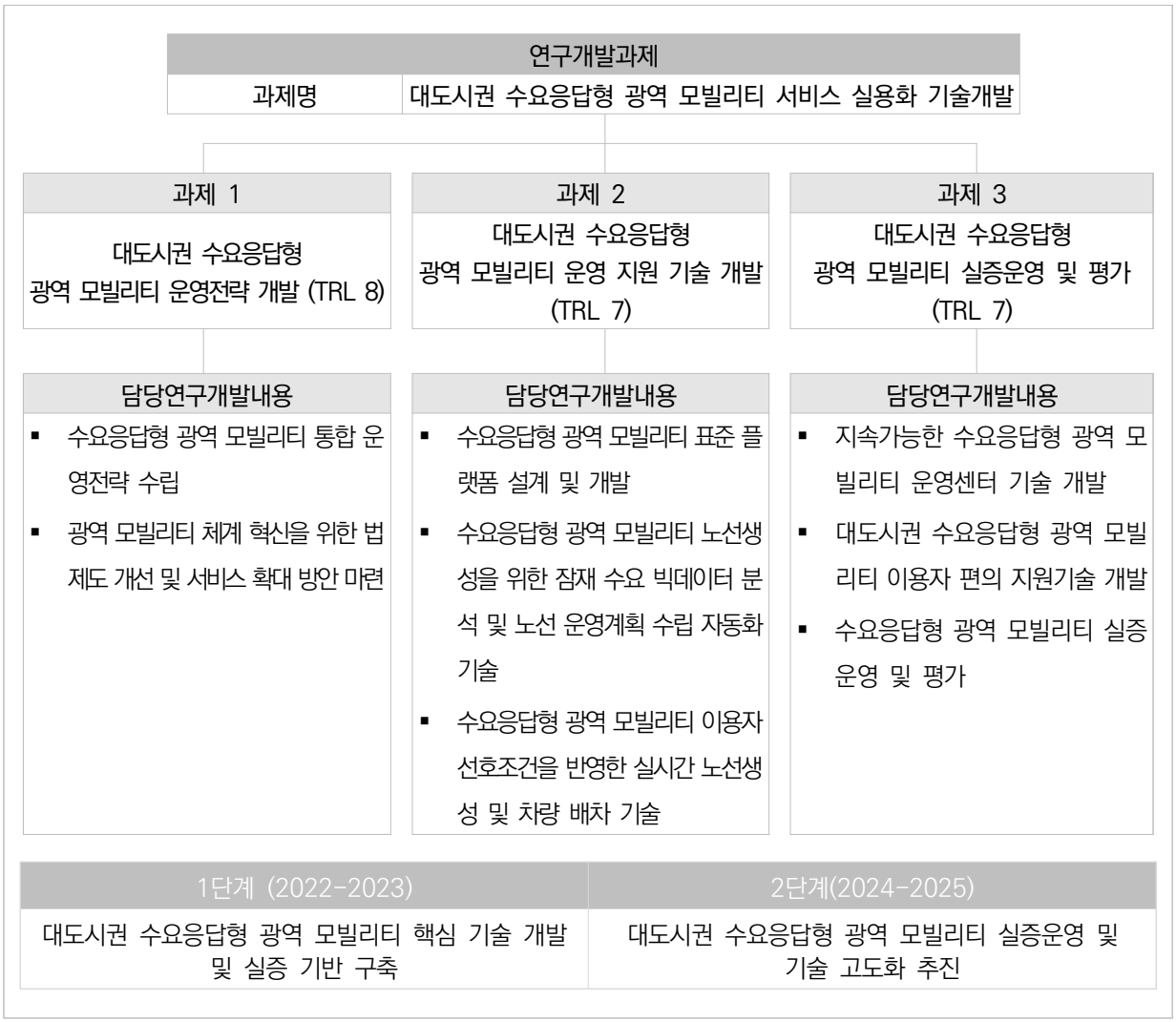


그림 82 연구추진체계

● 관련 유관기관이 참여토록 하여 향후 연구결과가 국내 수요응답형 광역 모빌리티 시스템 내 충분히 반영될 수 있도록 함

● 산학연관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진

- 주관기관 : 연구 내용과 연구비를 총괄하여 기획, 관리하는 인력과 시스템을 구비하고 있으

며, 실증 및 최종성과물에 대한 성과를 확산시키는 능력을 확보한 기관

- 참여기관 : 수요응답형 여객운송사업을 운영할 수 있는 민간 사업자, 관련 지자체 등의 참여를 통해, 개별 시스템을 연계하여, 수요응답형 모빌리티 데이터 플랫폼을 구성하고, 신속하고 정확한 의사결정을 통한 협력 방안 모색

· 지자체 및 산하 교통운영기관에서 운영하는 교통센터, 민간 사업자의 운영 플랫폼 등 연계 정기적 운영 정보 수집, DB 분석·관리·운영, 이종(異種) 데이터 분석 알고리즘, 분석 결과 제공하는 모듈 기반 기술로 확대

· 민간 사업자 간, 공공 광역교통 운영 기관 간, 민간 사업자와 광역교통 운영 기관의 분쟁 해소와 경쟁이 아닌 협력적 관계 형성을 위한 데이터 기반의 과학적인 분석체계 확보 및 결과 제시 (ex. 모빌리티 서비스로 인한 시너지 효과 분석 등)

· 민간 사업자의 신규 제안 광역 모빌리티 서비스가 정부 정책 방향, 국민의 교통비용 상승에 미치는 영향을 즉각 분석하여, 인허가 절차에 대한 과학적이고 신속한 평가 체계 마련

● 실증운영을 위한 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 운용 시험을 위한 협력체계 구축 (1차년도 연구수행 기간 내 실증운영 지자체 선정)

● 각 분야별 국내외 전문가와 기술협력 구축 및 기술자문 등 개방형 연구 수행 예정

- 국내외 전문가와 연구 협력

- 기술 개발 실용화를 위한 국내외 기술전문 기업과 협력 및 참여 도모

● 민간 기업 참여로 국가시책 동참

- 법제도 완화 및 개선 방향 모색, 국내시장 확보 및 해외시장 진출 도모

● 적극적인 기술이전 및 지적재산권 확보로 중소기업의 국제경쟁력 강화

(4) 기술/성과 로드맵

- 총 연구기간: 2022.04 ~ 2025.12(4차년도)

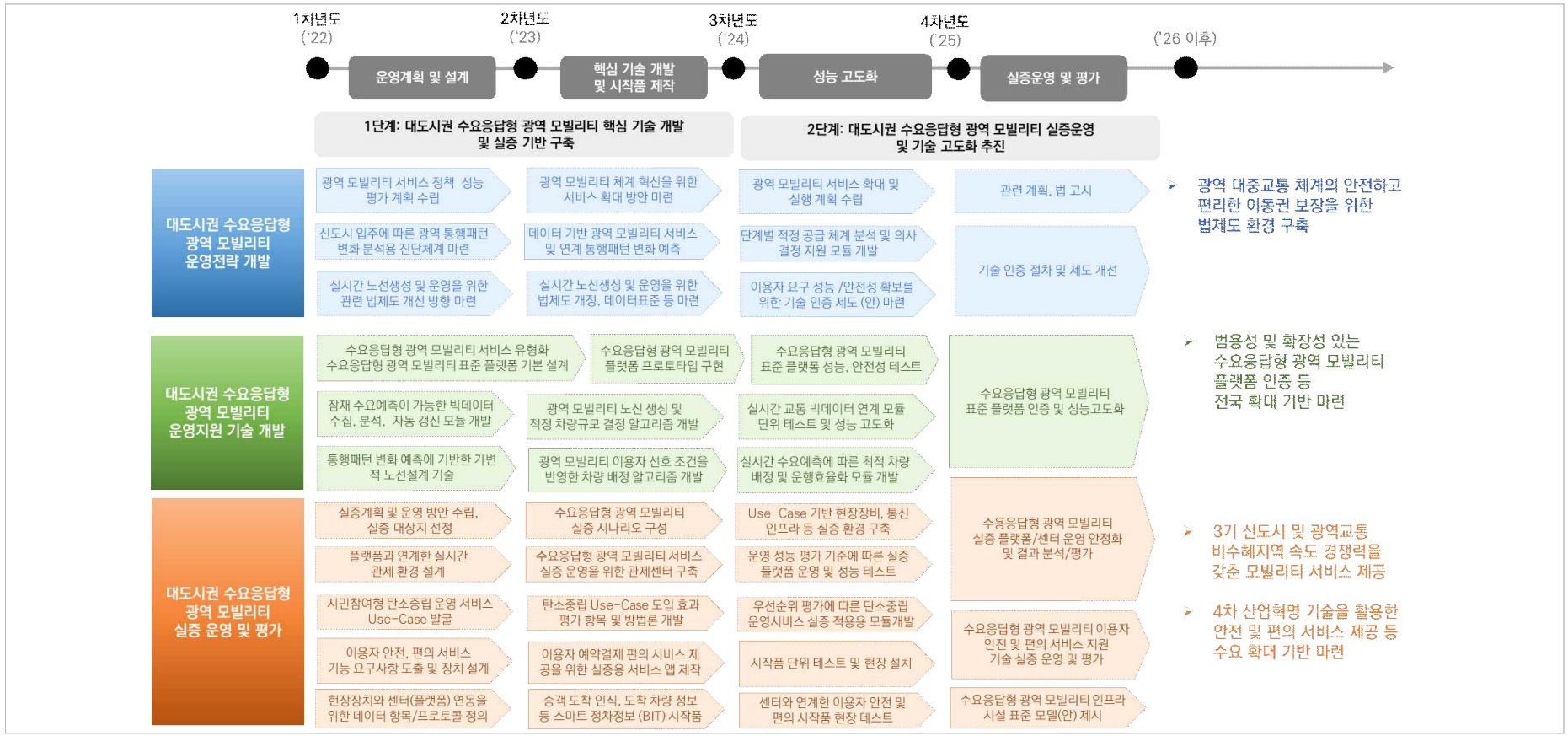


그림 83 기술성과 로드맵

● 총 예산: 총사업비 16,614백만원

- 1차년도 (‘22년, 수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 및 기본 설계) : 2,497백만원
- 2차년도 (’23년, 수요응답형 광역 모빌리티 운영 시스템 프로토타입 구현): 5,570백만원
- 3차년도 (‘24년, 수요응답형 광역 모빌리티 현장 테스트를 통한 안전성 확보): 5,570백만원
- 4차년도 (’25년, 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 성능 고도화): 2,977백만원

표 33 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

연구 내용	1차년도 (‘22)	2차년도 (‘23)	3차년도 (‘24)	4차년도 (‘25)	소요예산
	수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 및 기본 설계	수요응답형 광역 모빌리티 운영 시스템 프로토타입 구현	수요응답형 광역 모빌리티 현장 테스트를 통한 안전성 확보	수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 성능 고도화	
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발	• 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 개념 정립 및 유형화 • 수요응답형 광역 모빌리티 최소 서비스 기준 정립 • 신도시 토지이용 및 입주 변화에 따른 광역 통행패턴 변화 분석을 위한 진단체계 마련 • 광역 모빌리티 서비스 정책 성능 평가 계획 수립 • 실시간 노선생성 및 운영을 위한 관련 법제도 개선 방향 마련	• 수요응답형 광역 모빌리티 실증 대상지 여건 분석 및 운영 계획 상세 수립 • 수요응답형 광역 모빌리티 실증을 위한 Use-Case 구성 • 시계열 데이터 기반 광역 모빌리티 서비스 및 주변 교통량 연계 통행패턴 변화 예측 • 광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 서비스 확대 방안 마련 • 실시간 노선생성 및 운영을 위한 법제도 개정(안) 도출 • 수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인(안) 마련	• 이용자 최소 이동권 및 성능 안전성을 확보할 수 있는 “수요응답형 모빌리티 플랫폼” 인증 제도(안) 마련 • 체험단 테스트를 통한 이용자 만족도 조사 수행 • 단계별 적정 공급체계 분석 및 의사결정 지원 알고리즘 개발 • 기존 교통수단 및 신교통수단을 고려한 환승 등 전략 수립(요금, 정산 체계 포함) • 광역 모빌리티 사업 확대 및 실행계획 수립 • 관련 법 개정 절차 진행	• 수요응답형 광역 모빌리티 통합운영전략 구축 가이드라인(안) 제시 • 수요응답형 광역 모빌리티 기술표준, 플랫폼 인증 절차 및 제도 마련 • 관련 법 개정 고시 • 기존 서비스 제공업체와의 상생 및 협력방안 수립	3,264
	768	960	768	768	

연구 내용	1차년도 ('22)	2차년도 ('23)	3차년도 ('24)	4차년도 ('25)	소요예산
	수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 및 기본 설계	수요응답형 광역 모빌리티 운영 시스템 프로토타입 구현	수요응답형 광역 모빌리티 현장 테스트를 통한 안전성 확보	수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 성능 고도화	
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영지원 기술 개발	• 수요응답형 광역 모빌리티 DB 설계 및 표준제시 (차량운행, 이용자, 정류장 등 인프라 정보) • 수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 요구사항 정의 및 기본설계 • 잠재수요예측이 가능한 빅데이터 수집, 분석 및 정보 자동갱신 모듈 개발 • 통행패턴 변화 예측에 기반한 노선설계 기술 • 광역 모빌리티 이용자 선호도 조사 및 분석 • 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 고려하기 위한 평가 요소 도출	• 수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 실시설계 및 프로토타입 구현 • 신규 생성 노선에 대한 최적운영계획 수립 모듈 개발 (배차간격, 차량 제원, 차량 투입 규모, 인력 규모, 운영비 등) • 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 고려하기 위한 방법론 개발 • 실시간 통행 데이터 수집 처리 간소화 기술 • 서비스 실용화 및 연계 확장성을 고려한 통신 프로토콜, 데이터 표준 등 기술 표준 마련 • 수요응답형 모빌리티 플랫폼 인증서 획득	• 수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 성능 및 안정성 테스트 • 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 유형 기준에 따른 노선 수립 계획 타당성 평가 • 실시간 수요예측에 따른 최적 차량배정 및 운행 효율화 기술	• 수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 인증 및 성능 고도화 • 실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능 평가 기준에 따른 실증 플랫폼 운영 시험 및 성능 테스트 • 실증 결과를 활용한 광역 모빌리티 플랫폼 개발 및 유지관리 가이드 라인 작성 등 전문인력 양성 연계 기술 지원	5,858
	960	2,305	1,729	864	
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가	• 수요응답형 광역 모빌리티 실증 계획 및 운영 방안 수립 • 수요응답형 광역 모빌리티 실증 대상지 평가계획 수립 및 선정 • 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼과 연계한 실시간 관제 환경 설계 • 실시간 수요응답형 광역 모빌리티	• 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증 운영을 위한 관제 센터 구축 • 실증 서비스 구현을 위한 빅데이터 수집 및 분석 • 수요응답형 광역 모빌리티 운영 효과 평가 지표 개발 • 수요응답형 광역 모빌리티 운영 평가 지표 개발 • 실증운영을 위한	• Use-Case 기반 현장장비, 통신 인프라 등 실증 환경 구축 • 실증 대상지 특수유형 통행패턴 혹은 이용자 요구사항을 고려한 운영 모듈 구현 • 수요응답형 광역 모빌리티 효과 평가 지침 (안) 마련 • 실시간 수요응답형 광역 모빌리티	• 수요응답형 광역 모빌리티 실증데이터 결과 분석 및 실증 플랫폼 안정화 기술 • 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 안전 및 편의 서비스 지원 기술 고도화 • 체험단 테스트 결과 기반 성능 고도화 • 수요응답형 광역 모빌리티 인프라, 사설 표준 모델 (안) 제시	7,492

연구 내용	1차년도 ('22)	2차년도 ('23)	3차년도 ('24)	4차년도 ('25)	소요예산
	수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 및 기본 설계	수요응답형 광역 모빌리티 운영 시스템 프로토타입 구현	수요응답형 광역 모빌리티 현장 테스트를 통한 안전성 확보	수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 성능 고도화	
	운영 성능평가 항목 도출 • 이용자 안전 및 편의 서비스 요구사항 정의 • 이용자 안전 및 편의 현장장치 기본 설계 • 이용자 안전, 편의 H/W, S/W 및 센터(플랫폼)와 연동을 위한 데이터 수집항목, 통신 프로토콜 등 정의서 작성 • 시민참여형 탄소중립 운영 서비스 Use-Case 발굴	관련 기관 역할 제시 및 협의체 구성 • 이용자 예약결제 기능 편의 서비스 제공을 위한 실증용 서비스 앱 제작 • 이용자 도착 인식, 도착 차량 정보 안내 등 스마트 정차정보안내(BIT) 시작품 제작 • 이용자 승하차 및 환승 연계 정보 제공을 위한 정보 수집장치 시작품 제작 • 차내 승객 및 승하차 승객 안전 지원 기술	운영 성능평가 알고리즘 개발 및 S/W 구현 • 이용자 안전 및 편의 현장장치 시작품 단위 테스트 • 시작품 현장 설치 • 차량 승하차 자동인식 기반 능동형 편의 지원 서비스 현장 테스트 • 정류장 대기 이용자 자동인식 기반 실시간 최적 배차(변경) 갱신 지원 현장 테스트	• 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 안전 및 편의 지원 기술 실증 운영 및 평가 • 수요응답형 광역 모빌리티 관제센터 구축 및 운영 가이드라인 (매뉴얼) 작성 • 실증 운영을 통한 고도화 방안 마련 • 실증운영 효과 평가 (경제성 분석 포함) 및 개선 • 실증결과를 반영한 지속가능한 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략	
	769	2,305	3,703	960	
	2,497	5,570	5,570	2,977	**16,614**

표 34 연차별 인력투입계획

(단위 : 인)

연구 내용		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발	수요응답형 광역 모빌리티 통합 운영전략 수립	4	8	8	7	27
	광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 및 서비스 확대 방안 마련	3	5	5	4	17
	소계	7	13	13	11	44
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영지원 기술 개발	수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 설계 및 개발	3	6	6	2	17
	(관리자/운영자) 수요응답형 광역 모빌리티 노선생성을 위한 잠재 수요 빅데이터 분석 및 노선 운영계획 수립 자동화 기술	8	12	12	6	38
	(이용자) 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 반영한 실시간 노선생성 및 배차 기술	4	8	8	4	24
	소계	15	26	26	12	79
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가	지속가능한 수요응답형 광역 모빌리티 운영센터 기술 개발	3	12	12	12	39
	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 편의 지원기술 개발	8	14	14	6	42
	수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가	7	8	8	6	39
	소계	18	34	34	24	120
전체인원		**40**	**73**	**73**	**47**	**233**

마. 사전 타당성 분석

1) 과학기술적 타당성

- 본 사업에서는 이슈 니즈 분석 및 사업추진방향 설정, 비전 및 목표 설정, 중점추진분야별 동향 조사분석, 기술분류체계 전개 분석, 기술역량분석, 핵심기술(과제) 도출, 확보전략, 과제제안요구서 작성 등의 기획 과정을 통해 기술적 타당성을 분석함

- 관련하여, 국내외 시장현황 및 전망 (제2장 2절), 국내외 특허조사(제2장 3절), 핵심기술과제 도출(제2장 4절), 확보전략, 과제제안요구서 작성 (제3장)에 자세히 서술하였으며, 아래와 같이, 기술역량 분석을 통해 국내외 기술수준과 격차, TRL단계를 확인하고 이를 기반으로 성공가능성을 분석함

가) 스마트시티 구축 및 운영기술 (KISTEP, 2020년 기술수준평가)

- KISTEP에서 발간한 2020년 기술수준평가는 국내 전문가를 대상으로 델파이 조사 결과를 제시 하고 있으며, 특히 건설·교통 중 “스마트시티 구축 및 운영기술”이 본 사업과 직접적으로 연계되어 있는 항목임

- “스마트시티 구축 및 운영 기술”은 ICT기술을 접목하여, 교통·에너지·환경·시설물 ·안전·보안 등 도시의 다양한 개별 구성요소를 지능화하고, 이들 구성요소 간 초연결(Hyper-connected)을 통해 데이터를 상호연계재생산하여 공공서비스 제공을 극대화함으로써, 거주자의 삶의 질을 향상 시킬 수 있는 지능형 도시 공간 플랫폼을 구축하고 도시 관리 서비스를 운영·제공하는 기술을 일컬음

  - 본 사업도 스마트시티 구축 및 운영 기술 중 교통분야 운영 기술로 분류되며, 주요국 기술수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동경향 등 점수에 따라, 미국 (100%), EU (90.0%), 한국 (86.5%) 순으로 나타났으며, 미국 기술력과는 1.5년 격차를 보이며, 기초 및 응용개발 분야 모두에서 우수한 수준으로 나타나고 있음
  - 국내 기술수준 향상을 위한 정부중점추진 정책 우선순위는 1위가 인프라 구축과 법제도 개선이며, 인력 양성 및 유치에 대한 정부 노력이 필요한 것으로 조사됨
  - 국내 기술은 최근 2년 간 급속히 증가하였으며, 이는 국가 스마트시티 시범사업 추진을 통해 실증 기반 경험이 풍부해졌고, 기술 수준도 고도화되어 가고 있다는 평가임

나) 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 (자체 기술수준 평가)

- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 핵심 기술별 기술수준 평가 결과, 아래와 같이 도출됨

  - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술의 최고수준 기술보유국가는 유럽, 미국이며, 우리나라의 기술 수준은 75%~90% 사이로 추정되며, 연구단계 역량은 3.45~4.23으로 비교적 우수한 수준으로 나타남. 연구개발 활동경향 점수의 경우, 2점 후반에서 3점 초반으로 상승 단계를 유지하고 있는 것으로 나타남

  - 기술수준 평가 결과, 기술개발 성공가능성은 비교적 높은 것으로 예상되며, 현재 TRL 5-7 수준의 기술을 본 과제를 통해서 TRL 7-9 달성을 목표로 하고 있음

표 35 핵심 기술별 기술수준 평가 결과

핵심 기술분류	기술수준		연구단계 역량 (점수*)		연구개발 활동경향 (점수**)
	최고수준 기술보유국가	우리나라 기술 수준 (%)	기초	응용	
수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 모델 개발	유럽	85%	3.85	4.11	3.22
수요응답형 광역 모빌리티 노선생성을 위한 잠재수요 빅데이터 수집, 분석 및 노선 운영계획 수립 모듈 개발	미국	83%	3.67	3.89	3.05
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 반영한 실시간 노선생성 및 차량 배정 알고리즘 개발	미국	80%	3.56	3.75	3.00
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 안전 및 편의 서비스 지원 기술 개발	유럽	82%	3.35	3.78	2.89
수요응답형 광역 모빌리티 실증 계획 수립	유럽	88%	3.88	4.02	2.95
실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능평가 기능을 갖춘 관제 센터 구축 및 운영 기술	미국	90%	3.95	4.23	3.15
수요응답형 광역 모빌리티 이용자 참여형 탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가	유럽	75%	3.45	3.32	2.78
광역 모빌리티 서비스의 단계별 적정 공급체계 분석 및 의사결정 지원 모듈 개발	유럽	78%	3.45	3.65	2.83
광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 마스터 플랜 수립광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 방안 마련	유럽	80%	3.78	3.89	2.97

* 연구단계 역량 구간 (5구간): 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산함
** 연구개발 활동경향 구간 (4구간): 급상승(4점), 상승(3점), 유지(2점), 하강(1점)으로 하여 평균값을 계산함

- 특히, “실시간 노선생성 및 차량 배정 알고리즘 개발”의 경우, 기존 사업과 중복성이 제기되었으나, 대도시권 광역모빌리티라는 “사업구역”의 확대, “이용자 선호조건”의 반영이라는 모빌리티 혁신 개념이 포함되어, 빅데이터 처리 수준 및 방법론 측면에서 기존 기술과는 차별화되는 것으로 나타남

● 국내 기술수준 향상을 위한 정부중점추진 정책 우선순위는 공동 1위로 인프라 구축, 법제도 개선, 3위 연구비 및 실증사업비 확대, 4위 국내협력 촉진 (정부, 지방자치단체, 민간 협력 등), 5위 인력 양성 및 유치, 6위 국제협력 촉진 순으로 나타남

- - 또한, 기타의견으로 해당 분야 국내 지재권 확보, 자체 기술 기반 생태계 활성화 정책 마련 등이 제시됨

- - 정부중점추진 정책 조사 결과를 바탕으로, 기술개발 추진전략은 테스트베드 중심의 “실증” 연구가 적합한 것으로 나타나며, 본 기획의 기술개발 계획은 매우 적절한 것으로 분석됨

2) 정책적 타당성

● 본 사업에서는 정의 및 개념, 이슈 및 니즈분석, 현황 및 발전전망 기획을 통해 정책적 타당성을 분석

● 관련하여, 정책동향에 대한 세부 사항은 본 보고서 제2장 국내외 동향 및 환경분석 (1절 국내외 정책동향)에 상세히 분석 및 기술하였으며, 주요 현안은 아래와 같이 간략히 요약 정리함

- 정의 및 개념: 대도시권 광역교통위원회 광역버스 국가사무화 등 고유 업무영역 부합

- 이슈 및 니즈 분석과 현황 및 발전전망 검토

① 2015년 우버 한국진출 실패 이후, 카카오 택시, 카카오 대리, 카카오카풀, 타타, 카카오 T바이크 등 다양한 모빌리티 서비스가 출시되었으나, 택시 등 기존 운수산업과의 갈등 심화

② 사회적 대타협기구가 많은 기대 속에 출범하였으나 2차 모빌리티 갈등으로 타타베이직 사업이 종료

③ 2020년 여객자동차 운수사업버 개정, 모빌리티 혁신위 권고안 발표를 거쳐 현재, 현대 IMOD, 셔클 등 수요응답형 서비스 사업 진행 중임

④ 미국, 유럽연합(EU) 등 주요 글로벌 국가의 온라인 플랫폼의 독점적 지위 남용 규제와

맞물려, 국내에서도 입법 논의 등 모빌리티 플랫폼 사업의 불확실성 증가

- 정부 정책 목표, 사회적 현안 해결을 위한 사업추진 타당성 확보

① '여객자동차 운수사업법' 개정 (2020.3 국회 통과, 2021.9 시행)을 통해, '여객자동차운송플랫폼사업'을 3가지 사업형태로 구분 (여객자동차플랫폼운송사업, 여객자동차플랫폼운송가맹사업, 여객자동차플랫폼운송중개사업)

② '여객자동차플랫폼사업'은 국토교통부장관의 허가를 받아야 하며, 사업구역 설정 등에 대한 사항은 다소 논란의 소지가 있음 (승자독식 상황 발생 우려, 사업구역 설정에 따라 택시면허 등 기존 운수산업에 미치는 영향 등)

③ '여객자동차플랫폼사업'에 참여가능한 기존 운수사업 형태, 차고지 보유의무, 운임 및 요금결정에 대한 사항, 기여금 산정 방식 등 본 실증 사업을 통해 해결해 나갈 다양한 현안이 존재

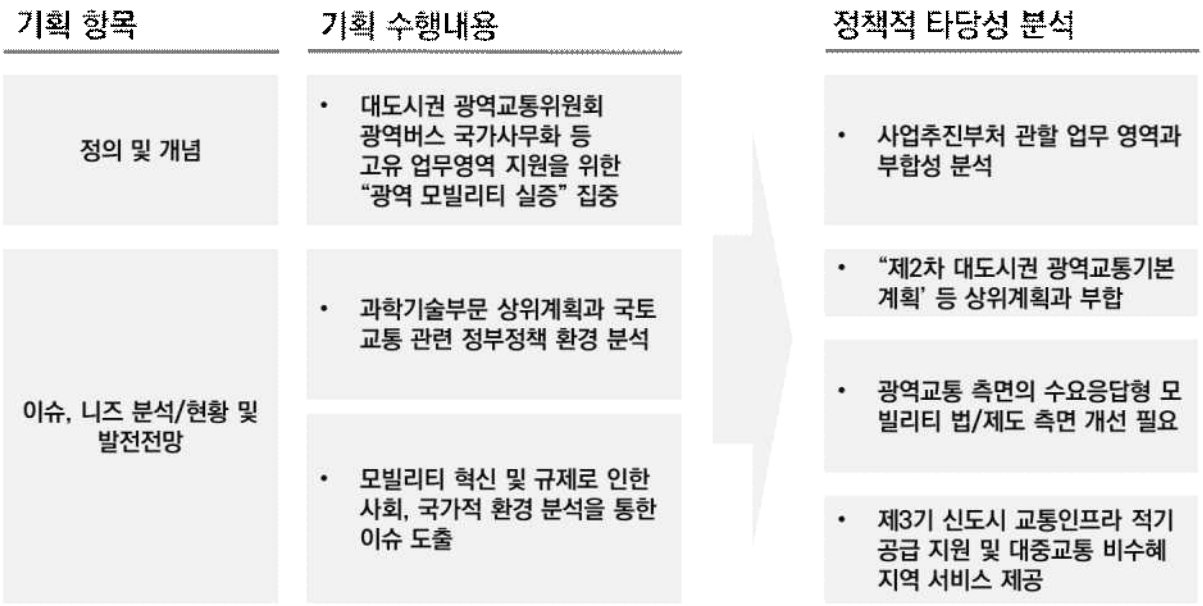


그림 85 정책적 타당성 분석

3) 경제적 타당성

가) 비용 추정

● 수요·편익·비용추정을 위한 자료 구득의 효율성을 위하여 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제49조에 따라 경제성 분석 기준연도는 2018년으로 설정하였으며, 총 사업비의 현재가치는 135.66억원으로 나타남

표 36 비용의 현재가치

(단위 : 억원)

연도	비용	
	명목가치	현재가치
2022	26.00	21.80
2023	58.00	46.54
2024	58.00	44.54
2025	31.00	22.78
합계	173.00	135.66

주 : 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제52조에 따라 할인율 4.5% 적용

나) 편익 추정

(가) 분석방법

● 2020년 과학기술정보통신부 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」 제30조에 의거, 경제적 타당성이 있는지 판단하기 위해 비용-편익 분석을 수행

- 비용-편익 분석은 비용과 편익을 화폐가치로 환산한 후 이 둘을 비교평가 함으로써 경제적인 타당성을 추정하는 방법으로, 순수 R&D 사업 및 기타 비투자 재정부문 사업 등 비용편익분석이 적합하지 않다고 판단되는 경우 비용효과분석(Cost-Effectiveness Analysis) 실시 가능
- 일반적으로 사용되는 비용편익분석법에는 순현재가치법(NPV), 내부수익률법(IRR), B/C비율법(B/C ratio method) 등이 있음

  * 투자의 경제적 타당성이 있다고 판단되는 기준은 비용/편익 비율은 1.0 이상, 순현재가치는 0 이상, 내부수익률은 사회적 할인율(r)보다 큰 경우임

● '대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발' 사업의 경제적 타당성 분석은 국내 예비타당성 조사에서 활용하고 있는 비용-편익(B/C: Benefit-Cost Analysis)을 적용

● ‘대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발’의 내용을 토대로 발생 가능한 편익항목은 운행비용 저감 편익, 교통사고 저감 편익, 대기오염 비용 저감 편익이 있음

- 운행비용 저감 편익은 해당 사업을 통해 개발된 기술을 적용하여 기존에 발생했던 광역버스 운행비용을 낮춤으로써 발생하는 편익으로 다음의 방법으로 편익 도출

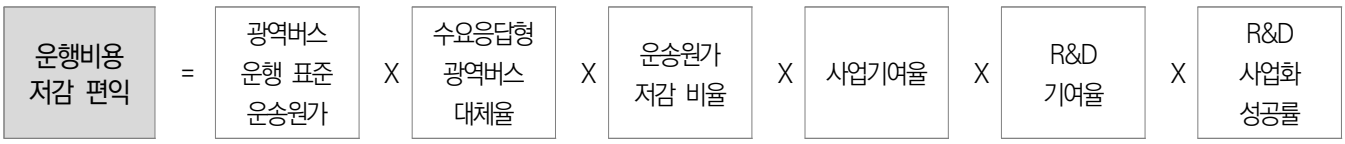


그림 86 운행 비용 저감 편익 산출법

- 교통사고비용 저감 편익은 해당 사업을 통해 개발된 기술을 적용하여 기존에 발생했던 광역버스 교통사고비용을 낮춤으로써 발생하는 편익으로 다음의 방법으로 편익 도출

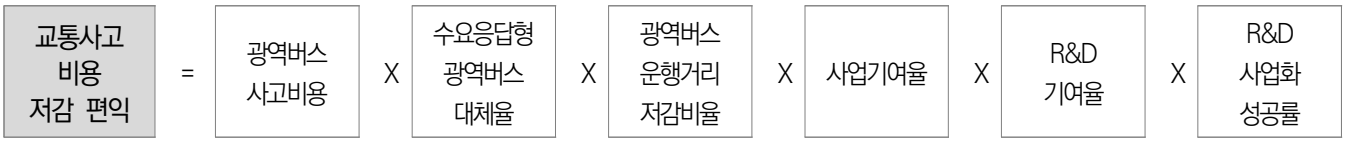


그림 87 사고 비용 저감 편익 산출법

- 대기오염 비용 저감편익은 해당 사업을 통해 개발된 기술을 적용하여 기존에 발생했던 광역버스 대기오염비용을 낮춤으로써 발생하는 편익으로 다음의 방법으로 편익 도출

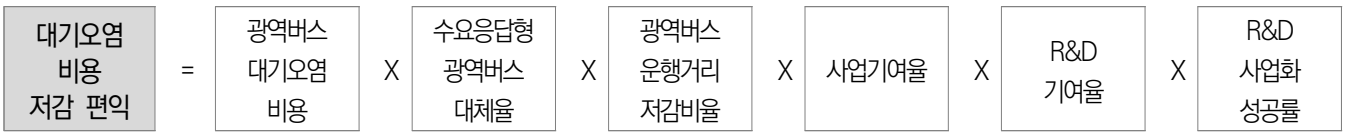


그림 88 대기오염비용 저감 편익 산출법

(나) 편익추정을 위한 기본가정

표 37 편익 요소별 기준 및 산출근거

구분	기준	근거
편익 회임기간	0년	3기 신도시 등 광역교통 수요가 발생하는 즉시 사업추진 및 광역교통수요를 처리하므로 효과가 즉시 나타므로 편익회임기간 0년 적용
편익기간	9년	노선버스의 차령 및 광역버스 준공영제 한정면허 최대 기간인 9년 적용
사업기여율	21.4%	「2019년도 연구개발활동조사보고서」(2020)에 제시된 국내 연구개발비의 정부와 민간 연구개발투자 비율에 따라 21.4% 적용
R&D 기여율	35.4%	「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」(2019)에서 권고한 R&D 기여율 35.4% 적용
R&D 사업화 성공율	46.2%	2016년부터 2018년까지 3년간 수행한 국토교통 R&D의 사업화 평균 성공률 46.2% 적용
사회적 할인율	4.5%	「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」(2019)
	5.5%	변동상황을 고려한 할인율

(2) 편익 회임기간 : 0년

- 편익 회임기간이란 연구개발사업에 대한 투자가 이루어진 후, 경제적인 편익 또는 효과가 발생하기 전까지의 시간적 지연[72]을 의미함

- 본 분석에서는 3기 신도시 등 광역교통 수요가 발생하는 즉시 사업 추진 및 광역교통 수요를 처리하므로 편익회임기간을 0년으로 적용

(3) 편익기간 : 9년

- 편익기간은 해당사업을 수행함으로써 편익이 발생할 것으로 기대할 수 있는 기간, 즉 사업의 수명[73]을 의미하며 본 분석에서는 노선버스의 차령 및 광역버스 준공영제 한정면허 최대 기간인 9년으로 분석

  - 차령제한 : 여객자동차운수사업의 종류에 따라 차령을 넘겨 운행하지 못함. 단, 차령 연장요건을 모두 충족할 시 2년까지 연장 가능

    * (차령) 여객자동차운수사업용 자동차의 사용연한

■ 여객자동차운수사업법 시행령 [별표 2] <개정 2021.8.31>

사업용 자동차의 차령과 그 연장요건(제40조제1항 관련)

1. 차령

차 종	사 업 의 구 분		차 령
승용자동차	여 객 자 동 차 운 송 사 업 용	개인택시(경형 · 소형)	5년
		개인택시(배기량 2,400cc 미만)	7년
		개인택시(배기량 2,400cc 이상)	9년
		개인택시[「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조제3호, 제4호 및 제6호에 따른 자동차(이하 이 호에서 "환경친화적자동차"라 한다)]	9년
		일반택시(경형 · 소형)	3년 6개월
		일반택시(배기량 2,400cc 미만)	4년
		일반택시(배기량 2,400cc 이상)	6년
		일반택시(환경친화적자동차)	6년
	자 동 차 대 여 사 업 용	경형 · 소형 · 중형	5년
		대형	8년

72) 한국과학기술기획평가원(2016), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (제2-1판), p.280.
73) 한국과학기술기획평가원(2016), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (제2-1판), p.282.

	특수여객자동차운송사업용	경형·소형·중형	6년
		대형	10년
	플랫폼운송사업용	배기량 2,400cc 미만	4년
		배기량 2,400cc 이상	6년
		환경친화적자동차	6년
승합자동차	전세버스운송사업용 또는 특수여객자동차운송사업용		11년
	그 밖의 사업용		9년

2. 차령 연장요건

시·도지사가 해당 시·도의 자동차 운행 여건 등을 고려하여 해당 시·도의 공보에 차령 연장 등에 관한 고시를 한 경우 다음 각 목의 요건을 모두 충족한 자동차의 차령은 해당 고시에서 정한 기간만큼 연장된다. 다만, 그 연장 기간은 2년을 초과하지 못한다.

가. 전세버스운송사업용 또는 특수여객자동차운송사업용 승합자동차의 차령을 연장하려는 경우에는 해당 차량이 기본차령(제1호 비고에 따라 차령이 달라지는 경우에는 그 차령을 말한다. 이하 같다) 기간에 받아야 하는 「자동차관리법」 제43조제1항제2호에 따른 정기검사 또는 같은 법 제43조의2에 따른 종합검사를 모두 받았을 것

나. 기본차령 기간이 만료되기 전 2개월 이내 및 연장된 차령 기간에 승용자동차는 1년마다, 승합자동차는 6개월마다 「자동차관리법」 제43조제1항제4호에 따른 임시검사를 받아 검사기준에 적합할 것. 다만, 여객자동차운송사업용 승용자동차 및 자동차대여사업용 승용자동차의 차령 연장을 위한 임시검사는 「자동차관리법」 제43조제1항제2호에 따른 정기검사로 대체할 수 있되, 일반택시운송사업자 및 자동차대여사업자와 「자동차관리법」 제45조에 따라 정기검사를 수행하는 지정정비사업자가 동일한 경우에는 해당 일반택시운송사업자 및 자동차대여사업자는 다른 지정정비사업자로부터 정기검사를 받아야 한다.

다. 법 제21조제13항에 따른 운송사업자의 준수 사항 중 자동차의 장치 및 설비 등에 관한 준수 사항에 위반되지 않는다고 판정될 것

* 자료 : 국가법령정보센터, 『여객자동차운수사업법 시행령』 [별표 2]

그림 89 사업용 자동차의 차령과 그 연장요건

- 광역버스 준공영제 노선은 광역버스 노선의 공공성을 강화하고, 신도시 개발, GTX 개통 등 광역교통 여건 변화에 유연하게 대응할 수 있도록 국가에서 노선을 소유하는 한정면허*로 운영[74]

  * 여객운송업무의 범위나 기간이 제한된 면허(여객자동차 운수사업법 제4조제3항)

· 준공영제 노선은 기본 면허기간 5년의 한정면허로 운영되며, 기본 면허기간 동안 주기적으로 시행되는 서비스 평가 결과에 따라 1회 갱신(면허기간 4년 연장)될 수 있음

· 아울러, **면허기간(최대 9년)**이 만료되어 소유권이 국가로 귀속된 노선에 대하여 재입찰을 거쳐 사업자를 선정하여 준공영제 노선의 사유화를 방지할 계획임

74) 대도시권광역교통위원회(2020), 「광역버스 서비스 더욱 안전하고 편리해진다, http://www.molit.go.kr/mtc/USR/N0201/m_36770/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95084317(2021. 7. 6)

(4) 사업기여율 : 21.4%

- 본 사업분야의 미래 편익 발생시점의 전체 연구개발투자 규모에 대한 예측이 어려우므로 한국과학기술기획평가원(2016)에 따라, 『연구개발활동조사보고서』에 제시된 국내 연구개발비의 정부와 민간의 연구개발투자 비율에 본 사업 분야인 건설교통기술의 정부투자액 및 민간매칭금액을 적용하여 추산[75]

  - 2019년 기준, 국내 연구개발비의 정부와 민간의 연구개발투자 비율에 따라 건설교통기술의 정부투자 사업기여율은 21.4%로 정의함

표 38 최근 5년 국내 연구개발비 현황

연도 (년)	연구개발비(백만원)			정부 : 민간
	총계	정부·공공재원	민간·외국재원	
2015	65,959,372	16,293,518	49,665,854	25 : 75
2016	65,405,530	16,410,047	52,995,483	24 : 76
2017	78,789,187	17,737,134	61,052,054	23 : 77
2018	85,728,715	18,363,011	67,365,704	21 : 79
2019	89,047,077	19,095,480	69,951,597	21 : 79
건설교통기술	5,097,370	1,090,837	4,006,533	

자료
- 연도별 연구개발비 : 한국과학기술기획평가원(2020), 2019년도 연구개발활동조사보고서(통계표), p.29.
- 건설교통기술 연구개발비 : 한국과학기술기획평가원(2020), 2019년도 연구개발활동조사보고서(통계표), p.279.

(5) R&D 기여율 : 35.4%

- 정확한 R&D 기여율을 도출하기 위해서는 대상 기술을 상용화하기 위해 필요한 비 R&D 비용을 추정하는 것이 적절하나, 자료획득의 어려움으로 한국과학기술기획평가원(2020)에 따라 「제3차 과학기술기본계획」에서 제시한 수치(35.4%)를 적용함[76]

(6) R&D 사업화성공률 : 46.2%

- 2016년부터 2018년까지 3년간 수행한 국토교통 R&D의 사업화 성공률은 평균 46.2%로 나타남[77]

75) 한국과학기술기획평가원(2016), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (제2-1판), p.292.
76) 한국과학기술기획평가원(2020),국가연구개발사업 예비타당성 조사수행 세부지침, p.306.
77) 하종숙(2019.10.14.),「[국감]"국토교통R&D예산 1조7천억 투입 불구 벌어들인 기술료 237억으로 1%대 불과"」, 『국토일보』.

다) 비용절감 편익 분석

(가) 운영비용 저감 편익

- 광역버스 표준운송원가(예정가격) : 726,806원/대

표 39 광역버스 준공영제 운송원가 산정 근거비교(대광위/경기도)

(단위 : 원/대 · 일)

구 분		운송원가 산정근거			
		대광위		경기도	
		항 목	금 액	항 목	금 액
인건비	운전직	대당 2.5명 한도, 85th백분위수+인건비 인상률 [표 준 단 가]	406,235	대당 2.5명 한도 [한도내 실비]	424,660
	정비직	정비비에 합산		중위값 [표 준 단 가]	10,306
경비	연료비	운행거리×평균 단가 [한도내 실비]	115,341	좌 동	115,341
	통행료	노선별 차량 및 운행회수 [실 비 정 산]	8,498	중위값 [실 비 정 산]	9,867
	감가 상각비	취득가액의 9년정액법 [표 준 단 가]	37,169	좌 동	34,478
	정비비	정비직 인건비+정비비+타이어비 85th백분위수+인건비 인상률 [표 준 단 가]	45,448	중위값 [표 준 단 가]	21,984
	보험료	신규가입기준 150% [표 준 단 가]	23,135	중위값 [표 준 단 가]	15,283
	기타차량 유지비	85th백분위수+물가 인상률 [표 준 단 가]	32,458	중위값 [표 준 단 가]	7,840
일반 관리비	임원 인건비	관리직 인건비에 합산		제 외	-
	관리직 인건비	임원 및 관리직 인건비+기타관리비, 85th백분위수+인건비 인상률 [표 준 단 가]	36,760	중위값 [표 준 단 가]	16,443
	기타 관리비				
성과이윤		(인건비+경비+일반관리비)×2.7% [차등 지급]	19,912	좌 동	17,717
평균 운송원가		-	726,806	-	673,919

주 : 경기도 노선입찰제 운송원가는 시범사업 16개 노선의 평균 금액이며, 광역버스 표준운송원가는 직행좌석형 CNG 기준

자료 :

- 대도시권광역교통위원회 광역버스 운송원가 산정근거 : 대도시권광역교통위원회(2020), 내부자료
- 경기도 광역버스 운송원가 산정근거 : 경기도(2020), 내부자료

- 2019년 기준으로 광역버스는 총 2,779대 운영 중

표 40 광역버스 운행현황(2019년 기준)

구분	계		광역급행버스		직행좌석버스	
	노선수	운행대수	노선수	운행대수	노선수	운행대수
경기도	227	2,457	30	396	197	2,061
인천시	23	322	5	71	18	251
계	250	2,779	35	467	215	2,312

- 미래 광역버스 운송원가는 2019년 기준 운행대수 및 운송원가 4.5%인상률을 적용하여 편익기간('26년~'34년)까지 예측

표 41 편익기간 각 연도별 (기존)노선형 광역버스 운송원가 추정

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
광역버스 (대)	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779
대당원가 (백만원)	0.989	1.034	1.080	1.129	1.180	1.233	1.288	1,346	1,407
운송원가 (백만원)	1,003,261	1,048,408	1,095,586	1,144,888	1,196,407	1,250,246	1,306,507	1,365,300	1,426,738

주 : 광역버스 운행대수는 2019년 이후 변동없음(수요감소 등 반영) 및 대당 운송원가 인상률 4.5% 가정

- 기존 노선형 광역버스를 초기 3년간 10%, 이후 3년간 15%, 2034년도에는 최대 20%까지 수요응답형 광역버스로 전환하는 것을 목표로 함

표 42 편익기간 각 연도별 수요응답형 광역버스 전환 목표율

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
전환율	10%	10%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
노선형 광역버스 운행대수(대)	2,501	2,501	2,501	2,362	2,362	2,362	2,223	2,223	2,223
수요응답형 광역버스 운행대수(대)	278	278	278	417	417	417	556	556	556

- 기존 노선형 광역버스를 수요응답형 광역버스로 전환 운영 시 운송원가 감소 가능 규모를 50%로 설정하여 운영비용 저감 편익 산출

표 43 편익기간 각 연도별 광역버스 운영비용 저감액

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
노선형 광역버스 운송원가 (백만원)	1,003,261	1,048,408	1,095,586	1,144,888	1,196,407	1,250,246	1,306,507	1,365,300	1,426,738
광역버스 전환 목표율	10%	10%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
운송원가 저감액 (백만원)	50,163.1	52,420.4	54,779.3	85,866.6	89,730.6	93,768.4	130,650.7	136.530.0	142,673.8

운영비용 저감편익 = 운송원가 저감액 × 사업기여율 × R&D 기여율 × R&D 사업화 성공률

- 앞서 산출한 운영비용 저감액에 사업기여율(21.4%), R&D 기여율(35.4%), R&D 사업화 성공률(46.2%)을 적용하여 편익을 산출

표 44 운영비용 저감 편익

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
운송원가 저감액 (백만원)	50,163.1	52,420.4	54,779.3	85,866.6	89,730.6	93,768.4	130,650.7	136.530.0	142,673.8
운송원가 저감 편익 (백만원)	**17,556.7**	**18,346.8**	**19,172.4**	**3,005.3**	**3,145.5**	**3,281.8**	**4,572.7**	**4,778,5**	**4,993.5**

(나) 사고비용 저감 편익

- 2019년 기준으로 광역버스 연평균 운행거리는 123,061km/대

표 45 광역버스 운행거리 현황(2019년 기준)

구분	운행대수(대)	연간 운행거리(Km)	대당 연간 운행거리(km/대)
광역급행버스	396	51,097,256	129,033
직행좌석버스	2,061	251,264,630	121,914
계	2,779	302,361,886	123,061

- 미래 광역버스 연간 운행거리는 광역버스 운행대수가 2019년 이후 변동없음을 가정하여 편익기간('26년~'34년)까지 예측

표 46 편익기간 각 연도별 (기존)노선형 광역버스 운행거리 추정

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
광역버스 (대)	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779	2,779
대당 연간 운행거리 (km/대)	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061	123,061
광역버스 연간 총 운행거리 (백만 km)	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0	342.0

주 : 광역버스 운행대수는 2019년 이후 변동없음(수요감소 등 반영) 가정

- 광역버스 교통사고비용은 도로부문의 사고비용을 토대로, 대·km당 27.35원으로 추정

표 47 도로유형별 교통사고 발생비율

구분		인적피해(인)		물적피해(건)	
		1억대·km당 사망자수	1억대·km당 부상자수	1억대·km당 차량손해 사고건수	1억대·km당 대물피해 사고건수
고속국도	4차로 이하	0.72	46.88	52.57	51.59
	6차로 이상	0.24	38.08	45.33	45.25
	평균	0.46	42.28	48.82	49.16
일반국도	4차로 이하	4.32	145.60	221.38	222.92
	6차로 이상	1.35	103.09	161.45	162.43
	평균	1.83	110.16	171.44	172.50
전체 평균		1.15	76.22	110.13	110.83

주 : 지방도 및 기타도로는 제외하였음
자료 : 한국개발연구원(2021), 2021년 제1회 예비타당성조사 착수회의 자료(수정),p.51.,재인용.

표 48 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PGS 포함)

(단위 : 만원)

구분	인적피해(인)		물적피해(건)	
	사망	부상	차량손해	대물피해
2015년 기준	72,230	1,905	163	172
2020년 기준	76,130	2,008	172	181
2018년 기준(추정)	74,570	1,967	168	177

주: 1) 인적피해 비용구성 = 순평균비용(위자료, 장례비, 생산손실비, 의료비 및 기타)+경찰행정비용+보험행정비용+PGS비용
2) 물적피해 비용구성 = 순평균비용+경찰행정비용+보험행정비용
3) 부상의 경우에는 PGS 비용 중 가중평균 값을 적용함.
4) 2020년 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PSG포함)는 2015년 기준단가에 2020년 소비자물가지수(105.4)를 적용하여 산출함.

자료 : 한국개발연구원(2021), 2021년 제1회 예비타당성조사 착수회의 자료(수정), 재인용.

표 49 사고비용 추정

(단위 : 원)

구분	인적피해(인)		물적피해(건)	
	사망	부상	차량손해	대물피해
사고건수 (1억대·km당)	1.15	76.22	110.13	110.83
도로부문 교통사고비용 원단위 (만원)	74,570	1,967	168	177
교통사고비용 (만원/1억대·km당)	85,383	149,909	18,546	19,661
교통사고비용 (원/대·km당)	8.5383	14.9909	1.8546	1.9661

주: 1) 사고건수는 도로유형별 교통사고 발생비율의 전체 평균값을 적용함
2) 비용원단위는 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PGS 포함)값이 2015년부터 2020년까지 일정하게 변화한 것을 가정하여 2018년도 값을 추정함
3) 교통사고비용 구성 = 사고건수 × 교통사고비용 원단위

- 기존 노선형 광역버스를 초기 3년간 10%, 이후 3년간 15%, 2034년도에는 최대 20%까지 수요응답형 광역버스로 전환하는 것을 목표로, 전환 시 50%의 운행거리를 감소하는 것으로 설정하여 운행거리 감소에 따른 사고비용 저감편익을 산정

표 50 편익기간 각 연도별 광역버스 연간 감소 운행거리

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
전환율	10%	10%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
노선형 광역버스 운행대수(대)	2,501	2,501	2,501	2,362	2,362	2,362	2,223	2,223	2,223
수요응답형 광역버스 운행대수(대)	278	278	278	417	417	417	556	556	556
광역버스 감소 운행거리 (백만km/년)	17.1	17.1	17.1	25.6	25.6	25.6	34.2	34.2	34.2
연간 사고비용 저감액 (백만원)	467.7	467.7	467.7	701.5	701.5	701.5	935.3	935.3	935.3

사고비용 저감편익 = 광역버스 운행거리 감소에 따른 연간 사고비용 저감액 × 사업 기여율 × R&D 기여율 × R&D 사업화 성공률

- 앞서 산출한 운영비용 저감액에 사업기여율(21.4%), R&D 기여율(35.4%), R&D 사업화 성공률(46.2%)을 적용하여 편익을 산출

표 51 운영비용 저감 편익

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
연간 사고비용 저감액 (백만원)	467.7	467.7	467.7	701.5	701.5	701.5	935.3	935.3	935.3
사고비용 저감 편익 (백만원)	**16.4**	**16.4**	**16.4**	**24.6**	**24.6**	**24.6**	**32.7**	**32.7**	**32.7**

(다) 대기오염 저감편익

- 2020년 기준으로 광역버스가 평균속도 70km/h로 운행한다고 가정하여 대기오염비용은 66.53원/대·km로 산정

표 52 차종별·속도별 대기오염비용(2020년 기준)

차종	속도	CO	NOx	VOC	PM2.5			CO_2	합계
					도심	교외	지방		
승용차	10	0.25	9.91	0.38	6.61	1.72	0.69	17.49	34.63
	20	0.14	6.39	0.16	4.96	1.3	0.52	11.55	23.2
	30	0.09	4.97	0.11	4.22	1.1	0.44	9.06	18.45
	40	0.07	4.17	0.07	3.75	0.98	0.39	7.63	15.7
	50	0.06	3.65	0.06	3.44	0.9	0.36	6.67	13.88
	60	0.05	3.28	0.05	3.19	0.83	0.33	5.99	12.55
	70	0.05	2.99	0.04	3	0.78	0.32	5.46	11.54
	80	0.04	2.76	0.04	2.85	0.74	0.3	5.04	10.74
	90	0.04	2.58	0.04	2.72	0.71	0.28	4.7	10.08
	100	0.04	2.42	0.03	2.6	0.67	0.27	4.41	9.52
버스	10	0.36	87.53	1.62	16.16	4.21	1.69	63.47	169.16
	20	0.3	61.92	1.39	11.13	2.9	1.16	44.67	119.41
	30	0.27	51.19	1.31	8.96	2.33	0.93	36.39	98.12
	40	0.25	45.02	1.25	7.67	1.99	0.8	31.48	85.69
	50	0.24	40.91	1.22	6.81	1.77	0.71	28.14	77.32
	60	0.24	37.93	1.19	6.18	1.6	0.64	25.68	71.22
	70	0.23	35.66	1.18	5.69	1.48	0.59	23.77	**66.53**
	80	0.23	33.84	1.16	5.3	1.38	0.55	22.23	62.77
	90	0.23	32.37	1.15	4.97	1.3	0.52	20.95	59.68
	100	0.22	31.12	1.14	4.71	1.22	0.48	19.88	57.07
화물차 (평균)	10	0.33	68.34	0.99	73.18	19.02	7.61	27.78	170.62
	20	0.21	48.05	0.65	51.67	13.44	5.38	21.03	121.6
	30	0.16	39.18	0.52	42.19	10.97	4.38	17.88	99.93
	40	0.14	33.93	0.44	36.56	9.51	3.8	15.94	87
	50	0.12	30.37	0.39	32.73	8.52	3.4	14.58	78.18
	60	0.11	27.74	0.35	29.9	7.78	3.11	13.55	71.65
	70	0.09	25.71	0.32	27.71	7.21	2.88	12.74	66.57
	80	0.08	24.07	0.3	25.94	6.75	2.7	12.09	62.48
	90	0.08	22.71	0.27	24.47	6.37	2.55	11.53	59.08
	100	0.07	21.56	0.26	23.24	6.04	2.41	11.07	56.2

주: 1) 합계는 PM2.5 도심부 기준임.
2) 2015년 기준 단가를 소비자 물가지수(105.4)를 이용하여 2020년 기준으로 보정한 값임.
자료 : 한국개발연구원(2021), 2021년 제1회 예비타당성조사 착수회의 자료(수정),p.53.,재인용.

- 미래 광역버스 연간 운행거리는 사고비용 저감 편익 산출시 활용한 자료와 동일하게. 광역버스 운행대수가 2019년 이후 변동없음을 가정하여 편익기간('26년~'34년)까지 예측

- 기존 노선형 광역버스를 초기 3년간 10%, 이후 3년간 15%, 2034년도에는 최대 20%까지 수요응답형 광역버스로 전환하는 것을 목표로, 전환 시 50%의 운행거리를 감소하는 것으로 설정하여 운행거리 감소에 따른 대기오염 저감편익을 산정

표 53 편익기간 각 연도별 광역버스 연간 감소 운행거리

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
전환율	10%	10%	10%	15%	15%	15%	20%	20%	20%
노선형 광역버스 운행대수(대)	2,501	2,501	2,501	2,362	2,362	2,362	2,223	2,223	2,223
수요응답형 광역버스 운행대수(대)	278	278	278	417	417	417	556	556	556
광역버스 감소 운행거리 (백만km/년)	17.1	17.1	17.1	25.6	25.6	25.6	34.2	34.2	34.2
대기오염비용 저감액 (백만원)	1,137.7	1,137.7	1,137.7	1,706.4	1,706.4	1,706.4	2,275.3	2,275.3	2,275.3

대기오염 저감편익 = 광역버스 운행거리 감소에 따른 대기오염비용 저감액 × 사업기여율 × R&D 기여율 × R&D 사업화 성공률

- 앞서 산출한 운영비용 저감액에 사업기여율(21.4%), R&D 기여율(35.4%), R&D 사업화 성공률(46.2%)을 적용하여 편익을 산출

표 54 대기오염 저감 편익

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년	2032년	2033년	2034년
대기오염비용 저감액 (백만원)	1,137.7	1,137.7	1,137.7	1,706.4	1,706.4	1,706.4	2,275.2	2,275.2	2,275.2
사고비용 저감 편익 (백만원)	39.8	39.8	39.8	59.7	59.7	59.7	79.6	79.6	79.6

(라) 편익의 현재가치

- 1안) 예비타당성조사 수행 세부지침상의 4.5% 할인율 적용

표 55 비용 및 편익의 현재가치화(할인율 4.5% 적용 시)

(단위 : 억원)

연도	비용		편익				
	명목가치	현재가치	명목가치				현재가치 합계
			운영비용	사고비용	환경비용	합계	
2022	26.00	21.80	사업기간 4년 회임기간 없음				
2023	58.00	46.54					
2024	58.00	44.54					
2025	31.00	22.78					
2026			17.56	0.16	0.40	18.12	12.74
2027			18.35	0.16	0.40	18.91	12.72
2028			19.17	0.16	0.40	19.73	12.71
2029			30.05	0.25	0.60	30.90	19.04
2030			31.41	0.25	0.60	32.25	19.02
2031			32.82	0.25	0.60	33.66	18.99
2032			45.73	0.33	0.80	46.85	25.30
2033			47.78	0.33	0.80	48.91	25.27
2034			49.93	0.33	0.80	51.06	25.25
합계	**173.00**	**135.66**	**292.80**	**2.21**	**5.38**	**300.38**	**171.04**

● 2안) 변동상황을 고려하여 5.5% 할인율 적용

표 56 비용 및 편익의 현재가치화(할인율 5.5% 적용 시)

(단위 : 억원)

연도	비용		편익				
	명목가치	현재가치	명목가치				현재가치 합계
			운영비용	사고비용	환경비용	합계	
2022	26.00	20.99	사업기간 4년 회임기간 없음				
2023	58.00	44.38					
2024	58.00	42.06					
2025	31.00	21.31					
2026			17.56	0.16	0.40	18.12	11.81
2027			18.35	0.16	0.40	18.91	11.68
2028			19.17	0.16	0.40	19.73	11.55
2029			30.05	0.25	0.60	30.90	17.14
2030			31.41	0.25	0.60	32.25	16.96
2031			32.82	0.25	0.60	33.66	16.78
2032			45.73	0.33	0.80	46.85	22.14
2033			47.78	0.33	0.80	48.91	21.91
2034			49.93	0.33	0.80	51.06	21.68
합계	**173.00**	**128.74**	**292.80**	**2.21**	**5.38**	**300.38**	**151.65**

라) 경제적 편익 분석 결과

(1) 할인율 변화에 따른 B/C Ratio는 1안) 1.12, 2안) 1.06

● 본 사업을 통해 발생하는 편익은 총 256.11억원이며, 할인율 4.5% 적용시 B/C는 1.12, 할인율 5.5% 적용시 1.06으로 경제성 확보

표 57 할인율 변화에 따른 B/C 분석 결과

할인율 적용	비용현가(억원)	편익합계		B/C
		명목가치(억원)	현재가치	
4.5%	135.7	300.4	171.0	**1.26**
5.5%	128.7		151.7	**1.18**

4) 파급효과

※ 핵심기술별 파급효과는 각 핵심기술의 세부기획과제에서 도출 필요. 본 사업에서는 단기핵심과제인 '대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발'에 한하여 파급효과 분석

가) 분석개요[78)]

(1) 재정지출 고용효과

● 예산지출을 통한 직·간접적인 일자리 창출 효과로, ①인건비 고용효과와 ②사업비 고용효과로 구성

(가) 인건비 고용효과 : 인건비 지출을 통해 직접적으로 발생하는 일자리 효과

● 인건비를 산업별로 구분하고, 다음 산식을 적용한 후 합산

- 인건비 교용효과 = 인건비 지출액 ÷ 해당 산업 연평균 임금

  * '20년 고용노동부 사업체노동력조사 연평균 임금총액 적용

(나) 사업비 고용효과 : 사업비 지출(정부구매·조달 등)로 인해 제품·서비스 수요가 증가하면서 간접적으로 창출되는 일자리 효과

● 각 사업비를 비목별 또는 지출내역별로 구분하고, 다음 산식을 적용한 후 합산

- 사업비 고용효과 = 인건비 외 각 사업비 지출액 × 예산비목별(또는 지출내역별) 고용유발계수

  * '18년 한국은행 산업연관표 '소분류(165개) 기준'으로 적용

(2) 추가고용효과

● 인건비·사업비 고용효과 외에 재정투입의 성과(결과물)가 일자리 창출에 기여하는 효과

- 재정지원 일자리사업, 일자리관련 R&D사업* 및 SOC사업**은 유형별 추가고용효과 산식에 사업실적·규모 등을 적용하여 산출

  * (일자리·R&D사업) 지원받은 결과로 종료 후에도 유지되는 고용효과
  ** (SOC사업) 도로, 철도, 공항, 항만 등 시설물 완성 후 운영단계의 일자리창출 효과

78) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, pp.11~14.

나) 고용효과 분석

- ‘대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 실용화 기술 개발’ 사업의 총 고용 효과는 227명이며, 예산 10억원당 13.1명의 고용효과가 있는 것으로 나타남

표 58 고용에 미치는 영향 분석

<table>
<tr><td rowspan="5">고용효과</td><td colspan="2">구분</td><td>1차년도
('22)</td><td>2차년도
('23)</td><td>3차년도
('24)</td><td>4차년도
('25)</td><td>합계</td></tr>
<tr><td colspan="2">정부지원 총 연구비
(백만원)</td><td>2,600</td><td>5,800</td><td>5,800</td><td>3,100</td><td>17,300</td></tr>
<tr><td rowspan="2">총 고용
(명)</td><td>재정지출
고용효과</td><td>34.1</td><td>76.2</td><td>76.2</td><td>40.7</td><td>227.2</td></tr>
<tr><td>추가고용 효과</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">예산 10억원당
고용(명)</td><td>재정지출
고용효과</td><td>13.1</td><td>13.1</td><td>13.1</td><td>13.1</td><td>13.1</td></tr>
<tr><td></td><td>추가
고용효과</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>고용효과
산출 방식 설명</td><td colspan="7">□ 해당 사업은 고용노동부(2021), 「2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인」 “(3) R&D사업-〈2〉기업50%이상 참여” 산식을 적용하여 산출
[1] 재정지출 고용효과
① 인건비 고용효과 : 인건비 총액 ÷ 해당 산업 연평균 임금〈표1〉[79]
② 사업비 고용효과 : 인건비 외 각 사업비 지출 × 지출내역별 고용유발계수〈표3〉[80]
[2] 추가 고용효과 : 지원업체 수 × 평균지원금 × 지원금액당 추가고용효과</td></tr>
<tr><td>고용효과
산출내역</td><td colspan="7">□ 고용효과
[1] 재정지출 고용효과: ① + ②</td></tr>
</table>

구분	1차년도('22)	2차년도('23)	3차년도('24)	4차년도('25)	합계
① 인건비 고용효과(명)	23.35	52.09	52.09	27.84	155.38
② 사업비 고용효과(명)	10.79	24.07	24.07	12.86	71.79
재정지출 고용효과(명) (① + ②)	34.1	76.2	76.2	40.7	227.2

① 인건비 고용효과 = 인건비 총액 ÷ ‘건축기술, 엔지니어링 및 기타과학기술 서비스업’ 연평균 임금총액

구분	1차년도('22)	2차년도('23)	3차년도('24)	4차년도('25)	합계
인건비 총액(억원)주1)	12.03	26.84	26.84	14.34	80.06
건축기술, 엔지니어링 및 기타과학기술 서비스업 연평균 임금총액(억원)주2)	0.5153	0.5153	0.5153	0.5153	0.5153
인건비 고용효과(명)	23.35	52.09	52.09	27.84	155.38

주1) 인건비 총액: 『2019년도 연구개발활동조사보고서』에 제시된 국내 연구개발비의 경상비 총액 대비 인건비가 차지하는 비율인 46.3% 적용[81]

주2) 해당 산업 연평균 임금: 〈표1〉의 ‘건축기술, 엔지니어링 및 기타과학기술 서비스업’ 1인당 연평균 임금총액 0.5153억원 적용[82]

② 사업비 고용효과 = 인건비 외 각 사업비 지출 × 지출내역별 고용유발계수〈표3〉

구분	1차년도 ('22)	2차년도 ('23)	3차년도 ('24)	4차년도 ('25)	합계
인건비 외 예산 (억원)주1)	13.96	31.15	31.15	16.65	92.93
경상비 고용유발계수(명/억원)주2)	0.7725	0.7725	0.7725	0.7725	0.7725
사업비 고용효과(명)	10.79	24.07	24.07	12.86	71.79

주1) 주1) 인건비 총액: 『2019년도 연구개발활동조사보고서』에 제시된 국내 연구개발비의 경상비 총액 대비 인건비 제외 예산이 차지하는 비율인 53.7% 적용[83]

주2) 경상비 고용유발계수 : 〈표3〉의 경상비 전체 지출내역별 고용유발계수 평균치인 0.7725명/억원 적용[84]

[2] 추가 고용효과: 없음

- 추가고용효과 산출에 필요한 자료 미제공으로 산출 불가능

79) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, p.19.
80) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, p.21.
81) 한국과학기술기획평가원(2020), 2019년도 연구개발활동조사보고서(통계표), p.41.
82) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, p.19.
83) 한국과학기술기획평가원(2020), 2019년도 연구개발활동조사보고서(통계표), p.41.
84) 고용노동부(2021), 2021년 재정사업 고용영향평가 가이드라인, p.21.

바. 기대효과 및 활용방안

1) 기대효과

가) 사회적 기대효과

- 지역경계를 허무는 수요응답형 교통서비스를 통한 대중교통 비수혜지역 확대

  - 빅데이터를 활용한 수요응답형 광역버스 모빌리티 서비스 운영 기술 및 광역교통 통합 모빌리티 운영 체계기술을 마련하여 실시간 노선 설계 이용자 맞춤형 최적 공유 노선 설계 및 제공 가능

- 국민 교통 불편 최소화

  - 교통약자(고령자, 장애인, 임산부, 영유아 동반자, 외국인 등)를 포함한 모든 이용객이 광역교통 수단을 편리하게 이용하고, 환승할 수 있는 광역교통 시설 개선과 이용자 맞춤형 교통서비스 제공 가능

- 대도시권의 광역 통근·통학 통행 중심의 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화로 탄소중립 모빌리티 체계 구축

  - 「2050 탄소중립 추진전략」의 10대 과제 중 하나인 미래모빌리티 전환의 핵심목표가 친환경차로 전환과 모빌리티 혁신이고, 자가용 중심 교통체계를 친환경 교통수단 중심으로 전환하고 창의적 모빌리티 서비스의 도입·확산이 모빌리티 혁신의 핵심 과제임
  - 신도시 입주 초기와 같이 통행의 수급 불균형이 심할 때, 이용자 맞춤형 모빌리티 서비스를 적시적소에 공급해주면 대중교통수단 수송분담률을 높일 수 있어 친환경 교통수단 중심 교통체계로 전환 가능

나) 기술적 기대효과

- 대중교통수단 이용 활성화를 통한 사회 비용 최소화 및 미래형 광역대중교통 운영기술 구축

  - 좌석 수 증가, 예약제 도입 등 승용차보다 편리한 교통 서비스 제공이 가능하며 스마트 도로, 자율주행 연계를 통한 미래형 광역대중교통 운영 기술 마련 가능
  - 광역버스는 신규 광역버스 차량 구입 및 노선 신설시 순차적으로 적용가능하며, 기존 버스

는 유지·보수시 적용이 가능할 것으로 기대

- 해외 시장 진출

  - 광역교통 운영 표준모델 구축을 통해, 교통사업 해외 진출 시 수요응답형 광역버스 등 특성화된 기술 경쟁력 확보

다) 경제적 기대효과

- 디지털 뉴딜과 지능화 기술을 접목한 광역교통 안전성, 편의성 향상 및 교통관련 사회적 비용 절감

  - AI, IoT, 빅데이터 기술을 접목하여, 안전하고 편리하게 교통시설을 이용하고 최단시간 및 최적경로 대중교통 이동이 가능하므로 국민체감형 대중교통정책 확대 및 교통관련 사회적 비용 절감 가능

  - 기술 관련 빅데이터를 수집·가공하여 민간에 공개함으로써 관련 분야 신산업 및 일자리 창출에 기여

2) 활용방안

가) 성과활용 계획

- 3기 신도시와 광역교통 비수혜지역 등 속도와 요금 경쟁력 있는 모빌리티 서비스 제공

  - 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 제공을 위한 민관 협력 표준 모델 구축

  - 버스 노선 신설 요청 민원에 대한 신속한 대체 서비스 제공

  - 광역 모빌리티 플랫폼 기반의 과학적이고 객관적인 분석 결과 제공을 통해,

  · 정부주도의 선제적인 노선 발굴 및 투명한 절차에 따른 위탁사업자 선정 등 절차 구축

  · 민간기업이 대중교통 이용자 모빌리티 서비스 만족에 집중할 수 있도록 협력 및 지원

- 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 및 운영기술은 시스템 설계, 제작, 검증을 통한 플랫폼 운영으로 국가표준가이드라인으로 제시되어 대도시권 광역교통 외에도 지방 소멸위기 도시 등 다양한 지역에서 수요응답형 모빌리티 서비스 제공 및 활용이 가능함

나) 성과확산 계획

- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개발 관련 성과확산 계획은 아래와 같음

  - 수요응답형 교통체계(DRT) 관련 중요한 의사결정 지원체계로서의 역할을 수행할 수 있도록 추진
  - 국내 DRT 및 관련 산업의 해외사업 추진 시 사업의 효과 예측에 대한 정량적 근거자료로 활용될 수 있도록 빅데이터 기반 분석 프레임워크 제시
  - 중앙정부 및 지방자치단체 담당자의 의견을 적극 수렴하고 MOU 체결 등을 통해 타수단연계 모빌리티 관련 투자 의사결정에 실제로 활용될 수 있도록 추진
  - 연구성과에 대한 충분한 검증을 위해 관련 분야 전문가 자문회의 및 공청회를 주기적으로 개최하고, 연구성과 홍보 및 공유를 위한 국제세미나, 워크샵 개최 추진

핵심항목	현재 수준(모습)	R&D 수행시 개선수준(모습)		향후 수준(모습)
		'22년 수준	최종 목표수준	
	~'21	'22	'26(종료년도)	~'30(종료이후)
광역 모빌리티 체계 혁신	· (규제 샌드박스) 특정 지역 내 수요응답형 커뮤니티 셔틀 실증운영	· 수요응답형 모빌리티 계획, 운영을 위한 이종 빅데이터 융합 가공 기술 확보 · 빅데이터를 활용한 실시간 경로생성 및 수요자 맞춤형 효율적 공급기술 확보 · 수요응답형 광역 모빌리티 서비스를 위한 플랫폼 개발 및 실증운영	· 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 시범사업 추진 · 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 확대를 위한 마스터플랜 수립 및 법제도 마련	· (정부) 빅데이터 플랫폼을 기반으로 이용자 맞춤형 광역 모빌리티 서비스를 위한 과학적 계획 수립 및 의사결정 지원 · (민간) 법제도 개선 및 표준 인증 절차에 따른 광역 모빌리티 신규 사업자 진입 및 서비스 다양화
그림	 

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

○ 단기핵심기술 기획(대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발)

(2) 정량적 연구개발성과

○ 보고서 원문(1건)
- 기획보고서 (대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발)

○ 타 연구개발사업에의 활용(1건)
- (교통물류연구) 2022년 예산반영 확정 및 2022년 상반기 사업공고 예정
  - 연구개발 과제명 : 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발
  - 연구기간 : 2022년 ~ 2025년(총 4년)
  - 2022년 예산 : 24.97억 (총 예산 166.14억)

〈 정량적 연구개발성과표 〉

(단위 : 건)

성과지표명 / 연도			1단계 (2021년)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표	보고서 원문	목표(단계별)	1	1	50
		실적(누적)	1	1	50
연구개발과제 특성 반영 지표	타 연구개발사업에의 활용	목표(단계별)	1	1	50
		실적(누적)	1	1	50
계		목표(단계별)	2	2	100
		실적(누적)	2	2	100

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
2021	· 기획보고서 (대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발)	2021. 8. 22.	-

[기술적 성과]

☐ 해당없음

[경제적 성과]

☐ 해당없음

[사회적 성과]

☐ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비
미정	국토교통부 대도시권광역교통위원회	교통물류연구	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발	미정	166억 ('22년 25억)

* 2022년 예산반영 확정 및 2022년 상반기 사업공고 예정.

[인프라 성과]

☐ 해당없음

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항

☐ 해당없음

2) 목표 달성 수준

추 진 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 대도시권 광역교통체계 혁신을 위한 교통수단, 시설 및 운영 분야별 기술개발 세부과제 추진을 위한 핵심기술 기획	○ 단기핵심기술 기획 및 본사업 추진 - 2022년 예산반영 확정 및 2022년 상반기 사업공고 예정 ・과제명 : 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발 ・연구기간 : 2022년 ~ 2025년(총 4년) ・2022년 예산 : 25억 (총 예산 166억)	○ 100 %

4. 목표 미달 시 원인분석

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

☐ 해당없음

2) 자체 보완활동

☐ 해당없음

3) 연구개발 과정의 성실성

☐ 해당없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술로드맵에 따라 체계적이고 효율적인 이용자 맞춤형 광역교통 문제해결을 위한 기술개발 및 기술 실용화 기반 마련

○ 미래 교통기술 및 관련 기술 변화를 고려한 광역교통 정책 방향 부합성 사전검토 및 기술 수용 방향 제시

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

○ 광역대중교통 수단이 부족한 신도시(특히 입주초기) 지역에 적기 광역대중교통 공급을 위한 단기핵심기술 기획 및 본과제 추진을 위한 예산편성 기초자료로 활용(~'21년)

[별첨1] 참고문헌

· arthur d little, 「Rethinking on-demand mobility」, https://www.adlittle.com/en/insights/report/rethinking-demand-mobility(2021.02.24.)

· Daniele Berselli(2018), New software to better direct on-demand bus services to customerneeds in the region of Modena, Italy, Final report

· e-3DA 시민연구실 블로그, 「수요응답형 이동 서비스」, https://e3dalive.kr/Blog/?idx=5858472&bmode=view(2021.02.17.)

· Global Market Insights, 「Mobility on Demand Market Size By Service」, https://www.gminsights.com/industry-analysis/mobility-on-demand-mod-market(2021.02.24.)

· MENAFN, 「Mobility on Demand Market 2020 by Global Key Players, Business Rising Awareness, Financial Plan and Trends by Forecast 2023」, https://menafn.com/1100298050/ Mobility-on-Demand-Market-2020-by-Global-Key-Players-Business-Rising-Awareness-Financial-Plan-and-Trends-by-Forecast-2023(2021.02.24.)

· moovit, 「Adelaide Metro (Busways)」(https://moovitapp.com/index/en-gb/public_transportation-line-681-Adelaide-782-1788072-26528340-0(2021.02.24.)

· Roger French OBE DL's Blog, 「It's PRT not DRT」, https://busandtrainuser.com/2021/07/13/its-prt-not-drt/(2021.02.24.)

· SK open API, 「T map API」, https://developers.sktelecom.com(2019.10.15.), 타임머신경로안내 분석

· Tele-bus service 홍보자료(REGIO-MOB in Interreg Europe)RUMOBIL Brochure (https://www.interreg-central.eu/Content.Node/2019-07-16-Brochure-Web-FINAL.pdf)

· 경기도(2019), 「2019년 11월 교통카드 거래내역」

· 과학기술일자리진흥원(2018), 「자율주행차」, S&T Markket Report VOL. 65, pp.1-2.

· 관계부처 협력(2021), 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」, p.35, p.362.

· 국가교통부 통계누리, 「자동차등록현황보고」, http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=5498&hSelectId=5498&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5498&sStart=202108&sEnd=202108&sStyleNum=2&EXPORT=(2021.7.14.)

· 국가법령정보센터, 『대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령』 [별표 1]

· 국가통계포털, 「주민등록인구(시도/시/군/구)」, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1YL20651E&conn_path=I2(2021.7.14.)

· 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019),「비전 및 목표」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36808/DTL.jsp(2021. 1. 3)

· 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2019),「주요조직안내」, https://www.molit.go.kr/mtc/USR/WPGE0201/m_36812/DTL.jsp(2021. 7. 6)

· 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2020),「 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구용역」, p.189

· 국토교통부(2018),「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?id=4357(2021. 1. 6.)

· 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027), pp.40-41, pp.44~45

· 국토교통부(2019),「[참고] 3기 신도시는 인근 주민들도 혜택을 볼 수 있도록 교통이 편리한 자족도시로 조성할 계획입니다.」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_72/dtl.jsp?id=95082258(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2019),「간선급행버스체계(BRT) 더 빠르고 편리해진다!」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=97&id=95082244(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2019),「광역교통 비전 2030」, https://www.molit.go.kr/metro/images/infoG_01.jpg (2021. 1. 3)

· 국토교통부(2019),「대도시권 광역교통망 철도 중심으로 재편」, http://www.molit.go.kr/metro/main.jsp(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2019),「수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획.」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95082247(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2020),「세계를 선도하기 위한 20개 국토·인프라·교통 기술 (20-Wonder) 개발 착수」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95083857(2021. 8. 6)

· 국토교통부(2020),「수도권 광역 급행 철도(GTX)시대 대표 랜드마크(상징건물)될 환승센터 10곳 선정」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084730(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2020),「앞으로 트램 도입이 본격화 된다」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084353(2021. 1. 3)

· 국토교통부(2021),「자동차 등록대수 2,470만 대... 친환경차 100만대 돌파」, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95085949(2021. 8. 27.)

· 국토교통부(2021),「환승인프라 2배 확충···3분 이내 환승·환승거리 1/2 단축」, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95085951(2021. 8. 26)

· 기획재정부(2020),「"2050 탄소중립 추진전략" 발표,https://www.korea.kr/news/pressR

eleaseView.do?newsId=156425327(2021.1.6.), 재구성.

· 기획재정부(2020), 「「한국판 뉴딜」종합계획 발표」, https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156401053(2021. 1. 6.)

· 기획재정부(2020), 「왜 탄소중립인가…2050 탄소중립 추진 전략」, https://www.korea.kr/news/visualNewsView.do?newsId=148880736(2021. 1. 6.)

· 김동화(20202.01.13). 「밀양시, 수요맞춤형 노선 '아리랑 버스'운행 개시」, 『영남연합뉴스』.

· 김점산·박준식(2011), 『수도권 수요대응형 버스 서비스 도입방안 연구』, 한국교통연구원, p.30.

· 김태형(2020), 「스마트시티의 모빌리티 서비스 기술 및 연구 동향」, 『융합연구리뷰』, vol.7(2021.04), p.51.

· 김호경·정순구(2021.08.31.), 「의왕·안산·군포 등 수도권에 12만채 공급… 부동산 안정엔 한계」, 『동아일보』

· 남경문(2019.12.02.), 「밀양 삼랑진읍 아리랑버스, 순조로운 첫 출발」, 『뉴스핌』.

· 네이버 PC 베타 지도, 「대중교통 길찾기」, https://beta.map.naver.com(2019.10.15.), 최소시간 경로 분석

· 박준식(2019), 「수도권 광역교통 현황 및 문제점」, 3기 신도시 광역교통대채의 실효성 확보 방안 세미나 발표자료, p.18,

· 세종특별자치시 공식블로그, 「세종시에는 500원으로 탈 수 있는 콜버스가 있다? 세종시 두루타버스」, https://m.blog.naver.com/sejong_story/222015449443(2021.02.17.)

· 셔틀타요 블로그, 「셔틀타요 사용후기 1 영렘브란트 미술학원」, https://m.blog.naver.com/edticket/221132209536(2021.02.17.)

· 수요대응형 버스서비스 도입방안 연구, 2011, 김점산, 박준식

· 손진석(2019.04.15.), 「현대차-코드42 협력, '스마트 모빌리티 솔루션 제공 기업' 전환 가속화」, 『뉴스웍스』

· 스마트시티 솔루션마켓, 「수요응답형 모빌리티 솔루션」, http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do;%20%20%20%20%20%20jsessionid=FE05BED6D251A12690EDF1837A8A4272?menuNo=2&typeId=TYP002&styCode=T0005%20%20%20%20%20%20&slutnId=SLUTN_00000000000046(2021.02.17.)

· 오아름(2020.06.08.), 「현대차, "합승 모빌리티 '셔클' 성공 가능성 확인"」, 『Auto Times』

· 완주군청 페이스북, 「새 옷 입고 달린다~부름부릉!」, https://www.facebook.com/wanjustory/posts/1190306164324384/(2021.02.17.)

· 윤상원·박준식(2020), 「 광역버스 준공영제 추진방향 및 대상노선 설계 방안」, 한국ITS학회 2020년도 추계학술대회 논문집, p.385

· 이재윤(2021.02.24.), 「수도권 3기 신도시 입지 현황」, 『연합뉴스』

· 인천광역시, 「앱으로 호출하는 버스 서비스 (10월 26일 I-MOD버스가 다시 돌아옵니다)」, https://www.incheon.go.kr/IC010601/2060318(2021.02.17.)

· 지엔티 솔루션, 「Dr.T」, https://www.gntsolution.com/offering/drt.php(2021.02.17.)

· 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」교통분석용 네트워크 구축』, 수도권 네트워크

· 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 수도권 PA목적 OD 재작성

· 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 여객O/D 보완갱신』, 수도권 주수단 OD

· 한국교통연구원(2018), 『2018년「국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수」전국 화물O/D 전수화 및 장래수요예측』, 전국권 화물OD

· 한국교통연구원(2019), 「 광역버스 준공영제 추진방안 마련 연구용역 중간보고」, p.25

· 한국교통연구원(2019), 수도권 교통축별 복합환승센터 개발 기본구상 연구, pp.44-47, p.107.

[별첨2] 과제제안요구서(RFP)

2022년 교통물류연구사업 신규과제 과제제안요구서(RFP)

- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개발 -

연구개발 과제명	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술 개발

1. 연구개발 목표

◦ 광역대중교통 수단이 부족한 신도시(특히, 입주 초기) 지역에 적기 광역대중교통 공급을 위해 속도·요금 경쟁력을 가지면서도 광역교통 수요에 즉각적으로 대응이 가능한 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 기술 개발 및 실증운영

* 기존 대중교통 이용시 통행시간 대비 15% 통행시간 절감, 실증 이용객 서비스 만족도 90% 이상

- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발
- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영 지원 기술 개발
- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가

** 실증운영 조건 : 3기 신도시 등 2개 이상 시·도를 포함한 서비스 제공, 최초 출발지에서 운행거리 20km 이상, 최소 정차 지점 3개소 이상, 운영 차량 12대 이상(선정된 실증대상 지자체와 협약에 따라 변경 가능), 실도로 6개월 이상 시범운영(복수 실증대상 지역 선정)

*** 실증 후 서비스 확대를 위한 마스터플랜 및 가이드라인 마련 : 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 표준 운영 모델 정립, 이용자의 안전·편의 기준 마련, 광역 지자체 및 운송기관 간 협업체계 등에 관한 가이드라인 마련

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ **연구개발의 필요성**

◦ 광역통행은 시간·지역별 수급 불균형이 심하여 민간 운송업체는 수익성 확보가 어려워 서비스 제공을 기피하므로 공공의 지원이 필수적임

- 광역버스의 경우, 출퇴근시에는 통행수요가 많고, 낮시간에는 통행수요가 없어 운영 효율성이 낮기 때문에 중앙정부 및 지자체의 재정지원에 의해 운영 유지
- 광역 대중교통 수요·공급의 불균형 및 여건변화에 따른 여객운송사업의 경영악화로 인한 요금 인상 압력 및 재정 소요 증가 대응한 기술 개발 필요

◦ 광역버스와 관련하여 지자체 간 이해 상충, 운송사업의 여건 악화 등을 해결하기 위해 관련 업무가 국가사무화 되었음

- 관련 근거: “여객자동차운수사업법 시행령 제37조(권한의 위임) 개정 (‘20.12)”
- 직행좌석형 시내버스 중 아래 요건을 모두 만족하는 노선의 면허 등 권한을 대도시권 광역교통위원회(이하 대광위)에 위임
  - 기점지역: 경기도 내 31개 시군
  - 운행범위: 둘 이상의 시·도에 걸쳐 운행되는 노선

· 기타: 국토교통부 장관이 정하여 고시하는 노선

◦ 2021년 10월에 고시된 「제2차 대도시권 광역교통기본계획(2021~2040)」에서는 광역교통 사각지대 해소를 위한 노선을 지속적으로 확대하는 것과 더불어, [전략 3. 친환경·스마트 교통시스템 구축]을 위한 '4 플랫폼 기반 광역교통 서비스 고도화' 과제를 제시하고 있음

❶ 플랫폼 기반 광역교통 서비스

- 비정기적 출퇴근 등 이동수요 다양화에 대응하고 여객운송시장 여건을 고려하여 플랫폼을 이용한 광역 모빌리티 서비스 모델 도입 추진

❷ 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 제공

- 기존 광역교통 서비스와 수요응답형 모빌리티 서비스와의 연계를 통해 이용자의 광역교통 편의 제고
- 입주 초기 광역버스 노선이 부족한 신도시 등 광역 대중교통 취약지역에 대해 수요응답형 광역 모빌리티 제공

◦ 대도시권의 수요응답형 광역 모빌리티 서비스를 제공하기 위해서는 관련 기술개발, 법제도 정비, 시범운영을 통한 기술 실증, 서비스 확대를 위한 마스터플랜 및 가이드라인 마련 등 일련의 과정이 순차적으로 추진될 필요가 있음

- 국내 민간이 추진하고 있는 수요응답형 모빌리티 서비스는 4km 이내 커뮤니티 통행에 최적화되어 있고, 지역의 제한으로 데이터가 한정되어 있어, 광역 모빌리티 서비스 제공을 위해서는 신속, 정확한 최적 경로 생성의 한계를 극복하기 위한 기술개발 필요
- 현 여객법에서는 수요응답형 여객운송사업을 기종점이 농어촌지역이거나 대중교통 사각지대로 한정하고 있어, 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 제공을 위해서는 법령 개정 필요
- 현재 수요응답형 여객운송사업의 표준 운영 모델과 이용자의 안전·편의에 관한 기준 등이 부재하므로, 실증을 통해 표준 운영 모델 정립, 이용자의 안전·편의 기준 마련, 광역 지자체 및 운송기관 간 협업체계 등에 관한 가이드라인 마련 필요

◦ 기존 광역·도시철도, BRT, 노선 여객운송사업 등과 함께, 빠르고 편리한 광역 대중교통체계를 구축하여, 이용자 안전하고 편리한 광역 이동권을 보장하고, 대중교통 공급실패로 인한 자가용 승용차 이용 증가 및 교통혼잡 심화에 따라 발생할 수 있는 사회경제적 비용이 절감될 것으로 예상

□ 개발동향 **(국외 동향)**

◦ 해외 수요응답형 교통체계 운영 현황

- 미국은 1900년대 초반 지트니(Jitney)를 시작하여 수요응답형 교통수단이 본격적으로 도입되었으며, 기존 택시와 버스 약점을 보완한 준 대중교통의 개념임
  * 버스가 운행하지 않는 심야 및 주말에 기존 버스의 주요 정류소를 중심으로 운행하는 Transit-taxi, 예약에 의해 운행하며 특정 정류소에만 정차하는 CAT connector, 승객의 요구에 의해 노선을 이탈하였다 복귀하는 Omnilink 등이 운행 중
- 일본은 디맨드 버스(Demand Bus)가 2002년 지방의 적자노선버스의 폐선·폐지에 따른 대중교통 공백지역 해소 차원에서 도입
  * 운영방식은 위탁운영, 사업자 인센티브, 택시미터 방식, 적자보조 방식 등 다양하게 적용 중임
- 캐나다 DART(Dial-a-Ride transit), 호주 Adelaide, 영국 Just Go North Lincs와 Liftango 등이 운영 중에 있음

◦ (유럽) 수요응답형 서비스를 공공 주도의 R&D 프로젝트로 추진

- Tele-bus as On-demand Transport 프로젝트는 Interreg Europe에서 지속가능한 모빌리티 혁신을 목표로 하는 연구 그룹인 REGIO-MOB에서 수행한 R&D 프로젝트 중 하나로 Tele-bus는 폴란드 Krakow city의 인구 밀도가 낮은 외곽 산업단지 지역에 거주하는 대중교통 이용자의 접근성 향상을 위한 수요응답형 버스 서비스임
- Real-time Infomobility for a DRT Service는 Interreg Europe에서 외곽 지역의 대중교통 접근성 개선을 위한 R&D를 수행하는 RUMOBIL(Rural Mobility in European Regions affected by Demographic Change)프로젝트 중 하나로, 이탈리아 Emilia-Romaga 지역에서 운행하는 수요응답형 버스(ProntoBus)의 서비스 수준 향상을 위해 정부 및 공공기관과 지역 내 서비스 공급자가 참여
- TFI(Transport For Ireland)는 아일랜드 교외지역 거주자들의 대중교통 요구를 만족시키기 위해 지역 특성에 맞는 다양한 수단과 서비스를 제공하는 프로그램

◦ 민간 기업의 모빌리티 데이터 확보를 위한 공공의 노력

- MDS(Mobility Data Specification)는 OMF(Open Mobility Foundation) 프로젝트의 일환으로 LA 교통국에서 기획하여 개발한 공유수단 정보공유 플랫폼임
- 2019년 법정 공방을 통해 서비스 공급자의 의무적인 자료 제공을 요구할 수 있게 된 LA 사례 이후, 현재 115개의 도시 및 공공기관

(Atlanta, Chicago, LA, New York, Ulm in Germany, Wellington in New Zealand 등)에서 MDS를 활용하고 있음

(국내 동향)

◦ (정부주도 프로젝트) 도시형 및 농촌형 교통서비스 사업으로 추진되어, 전라북도 완주 부름부름 버스, 경상남도 밀양 아리랑 버스, 세종시 두루타 버스, 제주도의 GreeGo, 충남 논산 동고동락 행복버스가 운영중에 있음

◦ (민간주도) 국내 수요응답형 유사사례로 서울시 심야콜 버스, e-bus, 좌석예약광역버스, 경기도 프리미엄 버스, 서울 올빼미 버스 등 있음
- 서울시 “심야콜 버스”는 앱 기반으로 경로가 비슷한 이용자들을 그룹화하고 목적지에 맞게 실시간 노선을 정하여 운행 (현재 중단)
- e-bus는 출퇴근 지역과 시간이 비슷한 사람들이 모여 스스로 노선을 만드는 서비스로, 서울, 경기, 인천에서 운영 중임
- 좌석예약광역버스는 출근시간대만 경기에서 서울 간 노선을 2017년 시범사업으로 시작하여, 노선 확대 중임. 최근 경기도에서는 예약형 광역버스인 ‘프리미엄 버스’를 2020년 11월부터 운행 중임

◦ (규제특례) 인천 영종도, 서울 은평뉴타운, 세종시 등 수요응답형 커뮤니티 모빌리티 서비스 도입 및 (시범) 운행
- 수요 기반 자율경로 운송서비스 “I-MOD”: `19년, 국토교통부 스마트시티 챌린지사업으로 선정되어 영종도 지역에서 운영됨
- 대형승합택시 “셔클”: 서울 은평뉴타운에서 규제샌드박스로 `20.2.5일까지 운행
- 수요응답형 커뮤니티 모빌리티 서비스 “셔클”: 국토교통부 스마트시티 실증사업으로 `21.4월 세종시에서 운행 시작

3. 연구개발내용

□ 연구내용

1) 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발 (TRL 8)

◦ 수요응답형 광역 모빌리티 통합 운영전략 수립
- 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 개념 정립 및 유형화
- 수요응답형 광역 모빌리티 최소 서비스기준 정립
- 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 구간의 예약, 배차 등 차량 투입계획 등 운영 최적화 및 이용객을 위한 실시간 편의성 제고 등 운영전략 수립
- 교통정보수집 및 제공, 예약·배차 등 운행관리체계, 서브 시스템 간 데이터 및 정보교환 체계 등 정립
- 이용자 선호조건을 고려한 가변형 적정 요금 체계 정립

- 광역 모빌리티 서비스의 단계별 적정 공급 체계 등 전략 수립
- 기존 교통수단 및 신교통수단을 고려한 환승 등 전략 수립(요금, 정산 체계 포함)
- 기존 서비스 제공업체와의 상생 및 협력방안 수립

◦ 광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 법제도 개선 및 서비스 확대 방안 마련
- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 체계 표준 가이드라인 마련
- 실시간 노선생성 및 운영을 위한 관련 법제도 개선
- 이용자 최소 이동권 및 성능 안전성을 확보할 수 있는 '수요응답형 모빌리티 플랫폼' 인증 제도 마련 (성능 평가 기준 포함)
  * 서비스 상용화를 고려한 통신 프로토콜, 기술표준, 기술인증 제도 등
- 광역 모빌리티 체계 혁신을 위한 서비스 확대 및 활성화 방안 마련

2) 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영 지원 기술 개발 (TRL 8)

◦ 수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 설계 및 개발
- 서비스 및 인프라 등 수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 모델 개발
- 관리자, 운영자, 이용자 기술을 포함한 확장 가능한 범용 모델 개발
- 수요응답형 광역 모빌리티 유형별 통행패턴 혹은 이용자 요구사항을 고려한 운영 모듈 개발

◦ (관리자/운영자) 수요응답형 광역 모빌리티 노선생성을 위한 잠재 수요 빅데이터 분석 및 노선 운영계획 수립 자동화 기술
- 교통데이터, 통신데이터 등 다분야 빅데이터를 활용한 잠재수요 분석
- 통행패턴 변화 예측 기반 가변적 노선설계 기술(가변정류장, 첨두/비첨두 통행수요분석 등)
- 신규 생성 노선에 대한 최적 운영 계획 수립 모듈 개발 (배차간격, 차량제원, 차량투입규모, 인력 규모, 운영비 등)
- 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 유형 기준에 따른 노선 수립 계획 타당성 평가 기술
- 광역 모빌리티 서비스의 단계별 적정 공급체계 분석 및 의사결정 지원 모듈 개발

◦ (이용자) 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 반영한 실시간 노선생성 및 차량 배차 기술
- 광역 모빌리티 이용자 선호도 조사 및 분석
- 광역 모빌리티 이용자 선호조건을 반영한 배차 기술
- 실시간 교통 빅데이터 수집, 연계 기법 및 처리 간소화 기술
- 실시간 수요예측에 따른 최적 차량배정, 운행효율화 기술 (정시성, 신속성, 편리성, 저렴한 요금과 안전성 측면에서 개별 이용

자가 수용 가능한 우회 수준의 서비스가 보장되는 알고리즘)

3) 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가 (TRL 8)

◦ 지속가능한 수요응답형 광역 모빌리티 운영센터 기술 개발
- 실시간 정보제공 기능을 갖춘 수요응답형 광역 모빌리티 관제 센터 설계 및 운영 기술
- 실시간 배차, 운영관리 등 전문 인력 확보 및 운영 매뉴얼을 포함한 통합운영시스템(센터) 연계
- 실시간 수요응답형 광역 모빌리티 운영 성능평가 항목, 방법론 개발 및 테스트
- 센터와 연계한 차량 운영·제어/서비스 인터페이스 설계 및 장치 기술 개발
- 실증 주행 데이터 결과 분석 및 실증 플랫폼 안정화 기술
- 실증운영을 통한 운영센터 고도화 방안 도출

◦ 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 편의 지원기술 개발
- 차량 승하차 자동인식 기반 연계교통 환승요금 결제 등 편의 지원 기술 (실증용 이용자 예약, 결제 S/W 제작)
- 수요응답형 광역 모빌리티 차내 승객 및 승하차 승객 안전 지원 기술
- 수요응답형 광역 모빌리티 정류장 대기 시 이용자 쾌적성 확보 기술
- 정류장 대기 이용자를 위한 실시간 최적 배차 (변경) 갱신 지원 기술
- 이용자 도착 인식, 도착 차량 정보 안내 등 스마트 정차정보안내 (BIT) 지원 기술

◦ 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가
- 실증을 위한 지자체 공모 및 실증운영
- 실증운영을 위한 관련 기관 역할 제시 및 협의체 구성
- 실증운영 효과 평가 (경제성 분석 포함) 및 개선
- 수요응답형 광역 모빌리티 이용자 참여형 탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가
- 수요응답형 광역 모빌리티 운영 효과 평가 지표 개발 (정시성, 편의성, 쾌적성, 안전성, 운영비, 요금의 적정성, 탄소중립 기여도 등을 고려한 MOE 제시)
- 실증결과를 반영한 지속가능한 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략

* 실증운영 조건 : 3기 신도시 등 2개 이상 시·도를 포함한 서비스 제공, 최초 출발지에서 운행거리 20km 이상, 최소 정차 지점 3개소 이상, 운영 차량 12대 이상 (선정된 실증대상 지자체와 협약에 따라 변경 가능), 실도로 6개월 이상 시범운영(복수 실증대상 지역 선정)

* 실증운영 조건을 만족하기 위한 차량, 정차 지점 등 장비 및 시설은 정부출연금, 민간매칭, 지자체 매칭 상황에 따라 주관기관과 선정된 실증대상 지자체와 협약에 따라 변경 가능

4. 연구개발 추진방법

□ **추진전략**

◦ 각 분야별 전문 지식과 기술을 가지고 있는 기관들 중심 산·학·연·관 공동연구 수행을 통한 기술 개발

◦ 관련분야 국내외 (민간) 전문가 자문: 관련 선행, 유사사례에 대한 국내외 조사, 기술 개발 성공 및 성과보급을 위한 전문가 의견 수렴

◦ 개발 기술의 현장 적용/실증 운영을 위한 관련 부처, 지자체, 기관 등 기술수요처와 유기적인 협조체계 구축

◦ 본 과제의 연구개발 추진계획에 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함

- **수요응답형 광역 모빌리티 통합운영전략 구축 가이드라인(안)**은 서비스 예약, 지불, 이용, 배차간격, 차량제원, 차량투입규모, 인력규모, 차량 유지 관리 등 관리자, 운영자, 이용자 등 유형별 요구사항 및 기능 정의에 대한 가이드라인을 제시하여야 함
- **수요응답형 광역 모빌리티 인프라, 시설 표준 모델 (안)**은 차량제원을 고려하여 적정 정차 장소 (주변 상황 조건) 및 어린이 보호구역, 보행자 동선을 고려한 표준 모델을 제시하도록 하며, 디지털 기반 정차 시설에 대한 유형별 설계(안)을 제시하여야 함
- **수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인 (안)**은 수요응답형 광역 모빌리티 운영시, 인프라, 시설, 차량 운영, 이용자 안전, 편의 서비스 제공에 대한 최소 기준을 마련하여, 해당 서비스 도입시 관련 부처, 지자체, 이해관계자가 쉽게 이해하고 참고할 수 있도록 제시하여야 함
- **수요응답형 광역 모빌리티 효과 평가 지침(안)**은 수요응답형 광역 모빌리티 도입시 다양하고 복합적인 도로 및 교통환경에서 해당 서비스가 반드시 달성해야 할 운영 목표(정시성, 편의성, 쾌적성, 안전성, 운영비, 요금의 적정성, 탄소중립 기여도 등)를 제시하고, 구체적인 효과 평가 지표, 방법론 및 성능개선 방안에 대해 제시하여야 함
- **수요응답형 광역 모빌리티 기술 표준, 플랫폼 인증 절차 및 제도**는 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 도입시 담당 기관이 플랫폼을 개발하지 않고, 표준 기능이 구현된 플랫폼을 선택하여, 안정적인 서비스를 제공할 수 있도록 사전에 인증절차를 거친 플랫폼을 소유한 사업자에게 우선권을 부여하는 방안을 정립하고 절차 및 제도에 대해 구체적으로 제시하여야 함

□ **추진체계**

◦ 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된

컨소시엄 공모로 진행

- 주관연구개발기관이 전체 사업을 총괄할 컨소시엄을 구성하여 전체 사업을 책임지고 진행하며, 주관연구개발기관 연구책임자는 총괄연구개발과제 책임자로 공동연구개발기관과의 구체적인 연계전략 제시 필요
- 공동연구개발기관은 주관연구개발기관과 협의하여 연구계획 수립

◦ 과제 컨소시엄 구성 시 과다한 기관 수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하여야 함(중소·중견기업 참여 필수)

◦ 본 연구는 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진이 필요하며 향후 연구결과가 국내 수요응답형 광역 모빌리티 시스템 내 충분히 반영될 수 있도록 함

- 주관기관 : 연구 내용과 연구비를 총괄하여 기획, 관리하는 인력과 시스템을 구비하고 있으며, 실증 및 최종성과물에 대한 성과를 확산시키는 능력을 확보한 기관
- 참여기관 : 수요응답형 여객운송사업을 운영할 수 있는 민간 사업자, 관련 지자체 등의 참여를 통해, 개별 시스템을 연계하여, 수요응답형 모빌리티 데이터 플랫폼을 구성하고, 신속하고 정확한 의사결정을 통한 협력 방안 모색

· 지자체 및 산하 교통운영기관에서 운영하는 교통센터, 민간 사업자의 운영 플랫폼 등 연계 정기적 운영 정보 수집, DB 분석·관리·운영, 교통, 통신 등 다양한 데이터 분석 알고리즘, 분석 결과 제공하는 모듈 기반 기술로 확대

· 민간 사업자 간, 공공 광역교통 운영 기관 간, 민간 사업자와 광역교통 운영 기관의 분쟁 해소와 경쟁이 아닌 협력적 관계 형성을 위한 데이터 기반의 과학적인 분석체계 확보 및 결과 제시 (ex. 모빌리티 서비스로 인한 시너지 효과 분석 등)

· 민간 사업자의 신규 제안 광역 모빌리티 서비스가 정부 정책 방향, 국민의 교통비용 상승에 미치는 영향을 즉각 분석하여, 인허가 절차에 대한 과학적이고 신속한 평가 체계 마련

◦ 실증운영을 위한 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 운용 시험을 위한 협력체계 구축 (1차년도 연구수행 기간 내 실증운영 지자체 선정)

5. 최종성과물

□ **주요 최종성과물** (1단계)

◦ 수요응답형 광역 모빌리티 통합운영전략 구축 가이드라인(안)

◦ 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 시작품

◦ 수요응답형 광역 모빌리티 운영 지원 핵심 알고리즘 S/W (플랫폼/센터 연계)

◦ 수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인 (안)
◦ 수요응답형 광역 모빌리티 안전 및 편의 지원 시작품 (SW 포함)
(2단계)
◦ 수요응답형 광역 모빌리티 인프라, 시설 설계 기준(안), 표준 모델(안)
◦ 수요응답형 광역 모빌리티 기술 표준, 플랫폼 인증 절차 및 제도
◦ 수요응답형 광역 모빌리티 효과평가 지침(안)
◦ 실증운영 모니터링 및 효과평가 보고서
◦ (실증결과 반영) 수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인(안)
◦ 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 마스터플랜

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

◦ (시범적용) 3기 신도시 등을 대상으로 지자체 선정 공모를 통해, 복수의 대상 지역을 선정하고, 실증단계(2단계)시 수요응답형 광역 모빌리티 시범 운영하여, 6개월 이상 실도로 운영을 통해 개발 기술 적용 및 실증 운영기술 고도화 예정

※ 실증대상 지역은 사업 착수 1차년도에, 3기 신도시 등을 대상으로 설명회를 개최하고, 지자체 선정 공모 및 평가를 진행하여 최종 결정하도록 함(복수 실증대상 지역 선정)

◦ (활용처) 국토교통부(대도시권 광역교통위원회)의 수요응답형 광역 모빌리티 체계 표준 운영 가이드라인 마련과 수요응답형 광역 모빌리티 운영 등에 활용되어야 함 (연구개발계획서에 관련사항 제안)

◦ (실용화 조건) 수요응답형 광역 모빌리티 최소 차량 12대를 활용, 실증대상지 서비스 노선 (2개 이상 시·도를 포함한 서비스 제공, 최초 출발지에서 운행거리 20km, 최소 정차 지점 3개소 이상)에서 6개월 이상, 실 도로 시범 운영하여, 실증결과가 반영된 수요응답형 광역 모빌리티 체계 표준 가이드라인 마련, 서비스 상용화를 고려한 기술 표준 및 인증 제도 마련, 효과평가 체계 및 실증운영 모니터링 결과 보고서 제출 등 (사업 종료 전 개선안 마련)

□ 기대효과

◦ 사회·경제적 기대효과
- 광역 모빌리티 체계 혁신으로 자가용 승용차 이용을 감축시켜 도심부 교통혼잡 및 온실가스 배출 감소로 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축 가능
- 수요 부족으로 광역버스 노선 신설이 어려운 신도시 지역, 특히 입주 초기에 수요응답형 광역 모빌리티 서비스를 공급하여 광역 대중교통 이용불편 해소
- 신도시를 대상으로 서비스를 제공하여 기존 운송사업자(택시 등)와

의 갈등 소지가 낮아 모빌리티 서비스를 도입·발전시킬 수 있는 가능성이 높음

* 민간 기업이 추진하고 있는 수요응답형 모빌리티는 단일 구역에서 운영하는 택시와 유사한 방향으로, 택시 사업자와 주요 고객층이 유사하여 택시 사업자의 반발로 시간·공간상 제한을 두어 운영되고 있음

◦ 기술적 기대효과

- 국내 커뮤니티형 수요응답형 모빌리티(특례실증)은 기 개발되어 있으나, 지자체 간 이해상충, 수익성 확보 문제, 법제도적 한계 등으로 민간 단독 추진이 어려운 실정이며, 본 연구를 통해 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 품질 향상이 가능할 것으로 예상
- 디지털 뉴딜, 탄소중립 등 국가시책 뿐만 아니라 국제적인 정책 방향에도 부합하며, 국가주도형 수요응답형 광역 모빌리티 실증 기술 및 표준 모델 마련을 통해 해외 진출 시 우위를 선점할 수 있음
- 수요응답형 광역 모빌리티 운영자, 이용자, 관리자 모두를 고려한 통합 실증을 통해, 사업 본격 추진 이전에 기술적 문제를 사전에 확인하여, 안정적인 상용화 및 사업 확대에 기여할 수 있음

◦ 직간접 고용, 일자리 창출, 인력양성 파급효과

- 인공지능, 빅데이터, IT 등 4차 산업혁명 시대에 적합한 전문 인력 양성
- 기존 운수사업자의 사업모델 전환, 모빌리티 스타트업 기업의 수월한 시장 진입 지원을 통한 일자리 창출 효과

7. 연구기간 및 소요예산

◦ 총 연구기간 : 2022. 4. ~ 2025. 12. (45개월)

- 1단계 (기술 개발) : 2022. 4. ~ 2023. 12. (21개월)
  * 단, 실증지자체 공모 및 선정 평가는 1차년도 내 완료
- 2단계 (실증 운영): 2024. 1. ~ 2025. 12. (24개월)

◦ 총 정부출연금 : 16,614백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 2,497백만원 이내

※ 1차년도 이후 연차별 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여 시 기업부담금은 연차별로 “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

◦ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”로, 전문기관을 통한 지정공모 및 선정평가

◦ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

◦ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 과제의 연구개발 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발 목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

◦ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

- 개발기술과 성과물 간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호 간, 성과물 상호 간, 개발기술-성과물 간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

◦ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

◦ 연구성과의 실용화 및 사업화 추진계획 제시

- 신청자는 연구성과의 실용화・사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회・문화적 파급효과 및 산출근거 제시
- 신청자는 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 제시(연구개발 종료 후 국가차원 서비스 제공을 위한 구체적 방안 제시할 것)

◦ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제

공 등)이 명확하여야 하며 연구개발 결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

◦ 국제 공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

◦ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관연구기관(연구책임자)과 협의를 통해 연구개발계획서를 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용 및 연구개발비는 조정될 수 있음

◦ 최종 성과물에 대한 소유권은 국가연구개발혁신법 제16조 제3항 2호 등을 고려하여 추후 정책적 협의를 통해 결정 예정임

[별첨3] 전략계획서

2022년도

국가연구개발사업

전략계획서

국 토 교 통 부

사업명: 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발

작성자	작성 부서	광역교통정책국 광역버스과	작성 실무자 및 연락처	서지훈 사무관 044-201-5067 zzimi@korea.kr
	작성 책임자	광역버스과장 윤준상		국토교통과학기술진흥원 최윤혁 PO 031-389-6394 / hyuk7427@kaia.re.kr

1. 사업개요

1 사업명

사업명	단위사업	교통물류연구사업
	세부사업	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발
	내역사업	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발 / 기획평가관리비

2 사업목적

사업목적	○ 광역대중교통 수단이 부족한 신도시(특히 입주 초기) 지역에 적기 광역대중교통 공급을 위해 속도·요금경쟁력을 가지면서도 광역교통 수요에 즉각적으로 대응이 가능한 대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 및 운영 기술 개발

3 사업추진경위

추진근거	법적 근거	○ 국토교통과학기술육성법 제8조(연구개발사업의 추진) ○ 국가통합교통체계효율화법 제98조(교통기술 연구 · 개발사업의 추진) ○ 대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 제2조(광역버스운송사업 정의 등) ○ 대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법 시행령 제9조의4(광역교통특별대책지구의 지정) - 광역교통특별대책지구 지정기준과 광역교통시설부담금의 사용 범위 확대 ○ 여객자동차 운수사업법 시행령 제8조(노선 구역 등), 제37조(권한의 위임) - 광역버스 운행 범위 확대 및 광역버스 국가사무화 추진
	상위계획	○ 과학기술정보통신부「2022년도 정부연구개발 투자방향 및 기준」('21.3) - 중점투자방향「D.N.A 기반의 디지털 경제 촉진」및「기술분야별 (ICT·SW, 건설교통)의 투자전략」에 부합 ○「광역교통 2030」선포 ('19.10) - 3대 목표: 광역거점간 통행시간 30분대로 단축, 통행비용 최대 30% 절감, 환승시간 30%감소 - 4대 중점과제: ❶ 세계적 수준의 급행 광역교통망 구축, ❷ 버스·환승 편의증진 및 공공성 강화, ❸ 광역교통 운영관리 제도 혁신, ❹ 혼잡·공해 걱정 없는 미래교통 구현 ○「제2차 대도시권 광역교통기본계획(2021-2040)」('21.6) -「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」제3조에 의거한 20년 단위의 장기 법정 계획으로, 최근 변화된 여건과 장래 변화 전망을 고려하여 광역교통운송산업 육성 및 광역교통 R&D 추진내용 반영\ ○「대도시권 광역교통 분야 R&D 기술로드맵 수립」('21.8) - "광역교통분야 기술개발을 통한 경계없는 광역교통체계 구축"을 실현하기 위해, 대도시권 광역교통위원회의 중장기 R&D 로드맵 수립 - (4대 목표) 기후변화에 대비한 친환경 대중교통 활성화, 이용자 중심 서비스 제공으로 이용자

		만족도 제고, 유지관리 지능화를 통한 지속가능성 확보, 미래형 신교통수단 도입으로 광역교통 체계 혁신 - (추진전략) 이용자 중심 광역교통서비스 제공, (중점과제) 수요응답형 모빌리티 서비스 운영기술에 근거하여, “대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술”을 ’22-25 (4년) 과제로 추진 계획 수립

4 사업 현황

사업구분	계속사업 □ 기한사업 ■		
사업추진방식	상향식 □ 혼합식 □ 하향식 ■		
사업유형	공공기술개발		
다부처 여부	다부처 □	참여부처 **(다부처사업)**	국토교통부
사업기간	‘22년 ~ ’25년	**총사업비**	16,614백만원 (국비)
사업규모	‘22년 기준 과제 1개, 2,497백만원	**지원대상**	출연(연), 대학, 기업연구소 등
지원형태	출연	**지원조건**	참여기업이 있는 경우 Matching
사업시행주체	국토교통부(전문기관: 국토교통과학기술진흥원)		
예비타당성 통과여부	예타통과(사업타당성 평가 포함) □		

5 사업추진체계 및 전략

사업수행주체

수행주체	역할 세부내용
국토교통부	ㅇ 사업정책 총괄, 연도별 시행계획 수립 및 성과평가
국토교통과학기술위원회	ㅇ 예산 투자방향, 종합계획 및 시행계획 등 심의
운영위원회	ㅇ 사업의 중요사항에 대한 심의 및 조정, 확정
국토교통과학기술진흥원	ㅇ 기술수요조사 및 예측, 사업 기획·관리·평가 등
연구과제 평가단	ㅇ 연구과제 선정·중간·최종평가
주관연구기관	ㅇ 연구과제 수행, 성과 및 활용실적 보고

사업추진전략

추진전략

비전	광역교통의 시공간적 수급 불균형 해소를 위한 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축
전략목표	속도·요금 경쟁력을 가지면서 광역교통 수요에 즉각적으로 대응이 가능한 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 기술 개발 및 실증운영
성과목표	• 수요응답형 광역 모빌리티 실증 표준 등 기술적 질적 수준 제고 • 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축을 위한 법제도 개선 및 정책 활용 • 실증 운영을 통한 실용화 촉진 및 서비스 확대 추진

1단계 (2022-2023)	2단계(2024-2025)
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 핵심 기술 개발 및 실증 기반 구축	대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 기술 고도화 추진

R&D 전주기 사업관리 계획

ㅇ (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

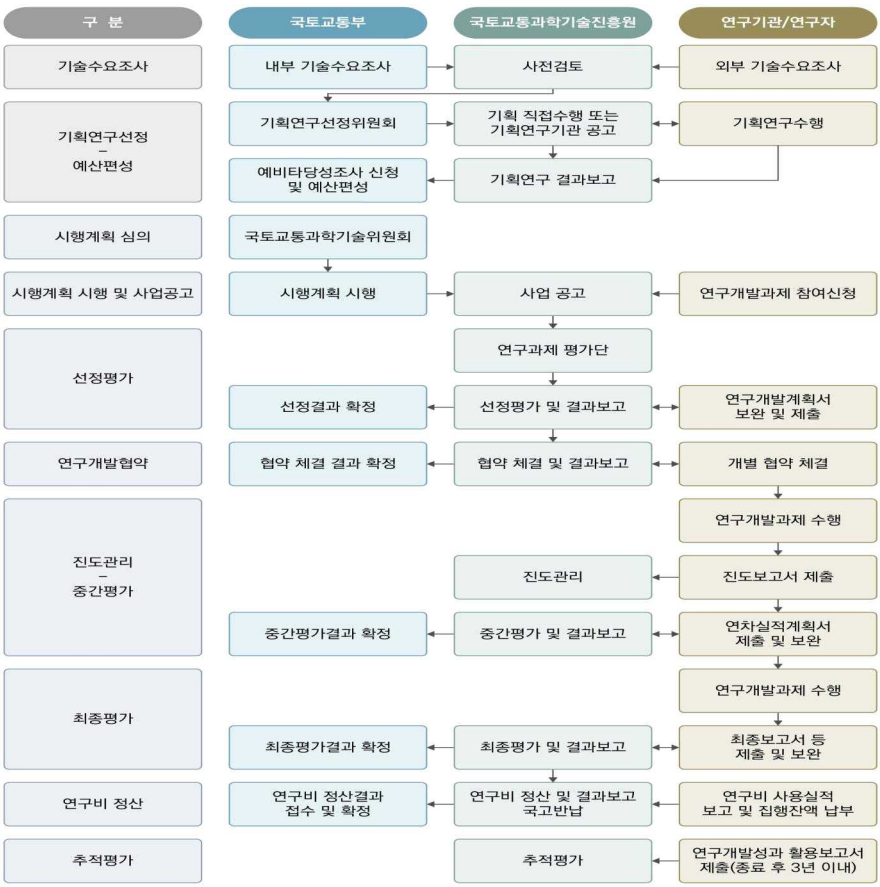
※ 계속사업의 경우, 매년 차년도 투입 예산요구 및 결산, 성과평가 업무 추진

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 : 국토교통기술촉진연구사업을 포함한 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	위험요인	극복방안

극복방안	**위험요인**	**극복방안**
	수요응답형 광역 모빌리티 서비스, 관리 및 실증 운영 등 관련 법제도 미비	○ 수요응답형 광역 모빌리티 관련 법제도 정비 - 광역 모빌리티 서비스의 시공간적 범위 및 도입/운영 등 의사결정 등 평가기준 명확화 - 광역 모빌리티 운영기관 선정 및 평가 절차 구체화 - 표준 운영 가이드라인 마련, 관련 정책 및 재원 마련 계획 수립
	기존 민간 사업과 중복·유사성 문제 야기	○ 민간·정부의 역할 명확화 - (민간) 커뮤니티형 서비스, 수익 노선 중심의 서비스 제공, (정부) 비수혜지역, 수익성 낮은 지역 및 대중교통 수급불균형 지역 서비스 제공
수혜자	- 버스·철도 등 대중교통 시설 확보가 저조한 3기 신도시 초기 입주자 - 대도시권 광역 대중교통 연계 미흡 지역 거주자	

6 사업기대효과

과학기술적 기대효과	□ 중장거리 광역통행 서비스에 적합한 다인승 다차종 조합, 이용자 선호도를 고려한 수요응답형 광역 모빌리티 운영 알고리즘 기술 □ 기존 커뮤니티형 서비스 대비, 20배 내외로 증가한 빅데이터 처리 및 연산 속도 향상 기술 □ 수요응답형 광역 모빌리티 운영자, 이용자, 관리자 모두를 고려한 통합 실증을 통해, 사업 본격 추진 이전에 기술적 문제를 사전에 확인하여, 안정적인 상용화 및 사업확대 기여
사회경제적 기대효과	□ 광역 모빌리티 체계 혁신으로 자가용 승용차 이용을 감축시켜 도심부 교통혼잡 및 온실가스 배출 감소로 탄소중립 광역 모빌리티 체계 구축 가능 □ 수요 부족으로 광역버스 노선 산설이 어려운 3기 신도시 지역, 특히 입주 초기에 수요응답형 광역모빌리티를 공급하여 광역대중교통 이용불편 해소 □ 신도시를 대상으로 서비스를 제공하여 기존 운송사업자(택시 등)와의 갈등 소지가 낮아 모빌리티 서비스를 도입 · 발전시킬 수 있는 가능성이 높음

7 사업 내용

예산 규모

(백만원)

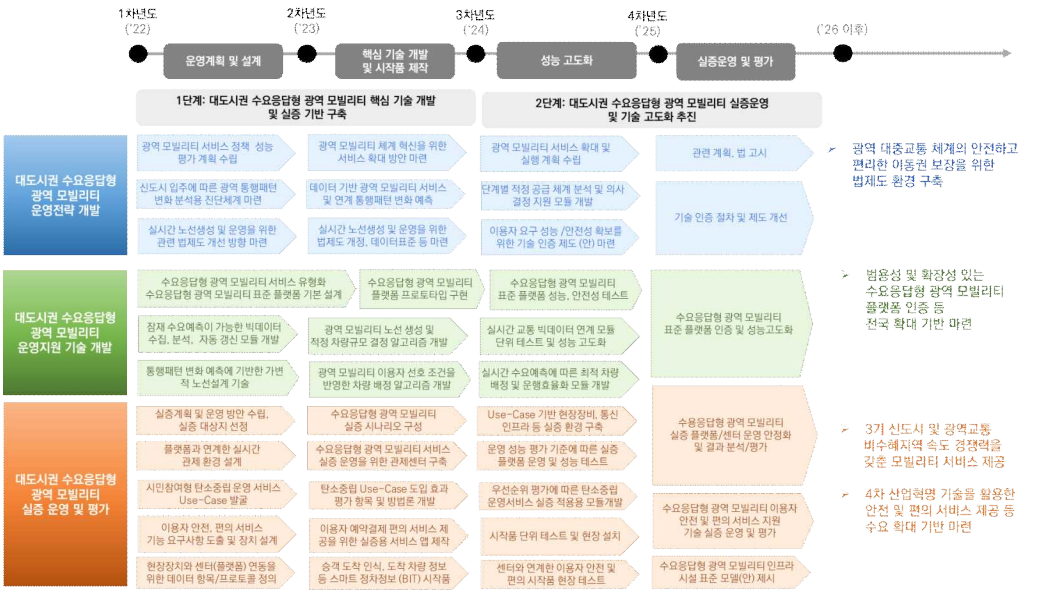
구분		2022년도	2023년도	2024년도	2025년도
□ 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실용화 기술개발	16,614	2,497	5,570	5,570	2,977
■ 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발	3,264	768	960	768	768
■ 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영지원 기술개발	5,858	960	23,05	1,729	864
■ 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가	7,492	769	2,305	3,703	960

세부내용

내역사업	주요 내용
수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증연구	○ 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 플랫폼 개발, 광역 모빌리티 서비스 실증 운영 및 평가, 서비스 확대 마스터플랜 및 법제도 개선방안 - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영전략 개발 - 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 운영 지원 기술 개발

내역사업	주요 내용
	- 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 실증운영 및 평가

연차별 추진내용(로드맵)



연도	연차목표	핵심목표 및 내용
2022	수요응답형 광역 모빌리티 운영 표준 및 기본설계	○ 플랫폼 및 현장장치 기본설계 - 수요응답형 광역 모빌리티 DB 설계 및 표준 제시 (차량운행, 이용자, 정차지 등 인프라 정보), 수요응답형 표준 플랫폼 요구사항 정의 및 기본설계, 핵심 운영 알고리즘 설계 기술 ○ 실증 대상지역 선정 및 계획 수립 - 실증 대상지 공모 및 선정평가, 운영 시나리오 수립 등 ○ 정책계획 방향 수립 - 표준운영 시나리오, 법제도 개선 및 서비스 확산 전략 수립
2023	수요응답형 광역 모빌리티 운영 시스템 프로토타입 구현	○ 플랫폼 프로토타입 구현 및 실증 지원 핵심 알고리즘/장치 개발 - 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 실시설계 및 프로토타입 구현, 운영 지원 알고리즘, 이용자 안전 편의 지원 기술 설계 및 프로토타입 구현 ○ 표준운영 가이드라인 마련 - 실증 이해관계자 협의체 구성 및 세부 운영 계획 마련, 서비스 실용화 및 연계 확장성을 고려한 통신 프로토콜, 데이터 표준 등 기술 표준 마련
2024	수요응답형 광역 모빌리티 현장 테스트를 통한 안전성 확보	○ 플랫폼 등 시작품 현장 테스트, 인증 및 현장실험 ○ 실증운영 및 평가 체계 마련 - 실증운영 효과 평가 및 개선, 이용자 참여형 탄소중립 운영 서비스 도입 및 효과 평가, 운영 효과 평가 지표 (정시성, 편의성, 쾌적성, 안전성, 운영비, 요금의 적정성, 탄소중립 기여도 등) 제시
2025	수요응답형 광역 모빌리티 실증 운영 및 성능 고도화	○ 수요응답형 광역 모빌리티 표준 플랫폼 인증 및 성능 고도화 - 표준 플랫폼 인증 절차, 제도 및 평가지표 마련, 실증 서비스 및 운영 성능 고도화 ○ 시범사업 운영, 평가 및 법제도 개선

2. 단계별 성과목표 및 지표

1 전략목표

전략목표	속도·요금 경쟁력을 가지면서 광역교통 수요에 즉각적으로 대응이 가능한 대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 기술 개발 및 실증운영

가. 1단계 성과목표 및 지표

2 단계별 성과목표

단계(평가주기)	1단계	기간	2022~2023

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	수요응답형 모빌리티 서비스 핵심 기술 향상 및 검증	가중치	0.7	설정 근거	중장거리 광역교통에 적합한 서비스 구현을 위한 이종 빅데이터 분석, AI기술이 접목된 핵심 운영 알고리즘 연구가 필요하여, '수요응답형 모빌리티 서비스 핵심 기술 향상'을 주요 성과목표로 설정	수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증연구
성과목표-2	수요응답형 모빌리티 플랫폼 일자리 창출	가중치	0.3	설정 근거	R&D를 통한 기술경쟁력 강화와 더불어 사회적 가치 구현을 위해 '수요응답형 모빌리티 플랫폼 일자리 창출'을 주요 성과 목표로 설정	수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증연구

3 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치		지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
					연도	2022	2023			
성과목표-1	수요응답형 모빌리티 서비스 핵심 기술 향상 및 검증	0.7	특허등급지수	지수	목표	-	4.10	결과	√	· 수요응답형 광역 모빌리티 기술 경쟁력 제고를 위해 특허 등 관련지식 재산권 확보가 중요하여 주요지표로 선정
					실적	-	-			
			요소기술 성능지표	%	목표	-	100	결과	√	· 수요응답형 광역 모빌리티 기술 경쟁력 제고를 위해 기술적 성과를 측정할 수 있는 요소기술의 공인성적 등 시제품 성능을 평가할 수 있는 지표 설정
					실적	-	100			

			기술성능 만족도	%	목표	80	90	결과	√	· 외부 전문가를 대상으로 “수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 및 지원 장치 성능 만족도 조사” 결과를 평가 지표로 설정
					실적	-	-			
			플랫폼 인증	1건	목표	-	1	결과	√	· TTA (한국정보통신기술협회) 등 공인인증기관을 통한 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 인증서 획득
					실적	-	-			
			수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인	1건	목표	-	1	결과	√	· 대도시권 광역교통위원회, 관련 지방자치단체 및 운송기관이 쉽게 이해하고 활용할 수 있는 수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인 제시 (대도시권 광역교통위원회 승인 必)
					실적	-	-			
성과목표-2	수요응답형 모빌리티 플랫폼 일자리 창출	0.3	고용유발지수 (신규고용 & 고용유지율)		목표	100	100	결과	√	· 연구 추진 및 핵심기술 개발을 위한 신규 채용인력 등 고용효과를 측정할 수 있는 “고용유발지수(신규고용 & 고용 유지율)” 지표 설정
					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>• 본 사업은 '대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술 로드맵(2021)'을 근거로 수행되는 최초 과제이며, 향후 성과계획 및 교통물류사업 성과를 고려하여 성과지표 설정
* 대도시권 광역교통연구는 20년부터 시작하여, 교통물류연구사업 및 철도연구사업으로 사업 특성에 맞게 분류되어 추진되어 왔으며, '21년 수립된 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술 로드맵에서 관련 사업을 일괄적으로 관리 예정임 (현재 별도 집계현황 없음)
• 목표치는 교통물류사업 최근 목표치 4.10인 동일 수치로 선정함</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>요소기술 성능지표</td><td>• 연구사업의 주요 개발 성과물을 확인할 수 있도록 요소기술의 공인성적 등 시제품 성능을 측정 가능한 지표를 설정</td><td>[측정산식]
• 요소기술 성능 지표(%) = 각 요소기술 별 달성도 평균
* 달성도 : 해당연도 요소기술 목표치 / 요소기술 달성치 × 100
* 단 목표치를 초과 달성할 경우 100%로 결정
[측정시기 및 방법]
• 측정 방법 : 각 평가항목별 평가 방법에 따른 증빙서류 제시
• 측정 대상기간 : 사업 착수부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td><td>• 국토교통R&D 사업관리시스템</td></tr>
<tr><td>기술성능 만족도</td><td>• 수요응답형 광역 모빌리티 실증 서비스에 대한 기술전문가, 지자체 대상으로 운영 효율, 안전 및 편의 관련 만족도 조사를 지표로 설정
- 단계별 조사대상 및 내용을 차별화하고, 객관성을 갖춘 외부기관에 의뢰
* 1차년도 설계 기준 기술 성능 목표
* 2차년도 구현 기준 기술 성능 목표</td><td>[측정산식]
• 수요응답형 광역 모빌리티 기술성능 만족도 = 성능 만족도 평균(%)
[측정시기 및 방법]
• 조사항목 : 전문가 의견 수렴 등 객관적인 기술 성능 지표를 선정
• 측정수행기관 : 컨설팅 기업 등 제3의 외부기관
• 평점부여방식 : 서비스별 설문항목 5점 척도를 기준으로 100점 만점 체계로 설계
• 측정 대상기간 : 사업 착수부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td><td>• 설문조사 결과서</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 공인인증서 획득</td>
<td>• 범용성, 확장성, 필수 요구 기능을 포함한 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 구현 여부를 평가하기 위해, 공인인증서 (1건) 획득을 지표로 설정</td>
<td>[측정산식]
• 인증서 획득: 1건

[측정시기 및 방법]
• 측정방법: TTA (한국정보통신기술협회) 등 공인인증기관을 통한 수요응답형 광역 모빌리티 플랫폼 인증서 획득
• 측정 시기 : 사업 착수부터 12월 31일까지</td>
<td>• 플랫폼 공인인증서</td>
</tr>
<tr>
<td>수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인</td>
<td>• 수요응답형 광역 모빌리티 실증 후 서비스 확대를 위해, 표준 체계 운영 가이드라인 마련을 지표로 설정
* 해당 과제 주무부서인 대도시권 광역교통위원회 승인 必</td>
<td>[측정산식]
• 운영 가이드라인 작성: 1건

[측정시기 및 방법]
• 대도시권 광역교통위원회, 관련 지방자치단체 및 운송기관이 쉽게 이해하고 활용할 수 있는 수요응답형 광역 모빌리티 표준 체계 운영 가이드라인 제시 (대도시권 광역교통위원회 승인 여부가 성과 달성여부 판단 기준임)
• 측정 시기: 사업 착수부터 12월 31일까지</td>
<td>• 운영 가이드라인</td>
</tr>
<tr>
<td>고용유발지수
(신규고용 & 고용유지율)</td>
<td>• 사업 수행을 통한 일자리 창출, 산업 발전 등 사회, 경제적 성과를 대변할 수 있도록 신규 고용과 관련된 지표를 성과지표로 선정
• 정부출연금 기준 10억당 1명 채용 기준으로 채용된 신규 채용인원 및 고용 유지 기간을 “고용 유발지수”로 산정하여, 각 연도별 목표치에 따른 인력 및 신규 채용한 인원의 고용 유지 실적치에 대한 달성율 산출(각 목표치에 가중치 50%씩 부여)
<table>
<tr><th>구분</th><th>’22</th><th>’23</th></tr>
<tr><td>신규고용 인원 목표치
(누적)</td><td>4
(4)</td><td>5
(9)</td></tr>
<tr><td>고용 유지 기간 목표치
(누적)</td><td>40
(40)</td><td>50
(90)</td></tr>
</table>
</td>
<td>[측정산식]
• 고용지수(신규 고용 & 고용 유지율) = [(당해연도까지 누적 고용 실적)/목표실적]×0.5 + [(당해연도까지 사업 착수 후 신규 고용 직원의 총 고용 유지 기간)/목표 고용기간]×0.5

[측정시기 및 방법]
• 신규고용에 따른 고용지수 기준: 연구비 10억원당 신규 채용 1명(소수점 이하 절삭)
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말
• 측정 방법 : 당해연도 예산액 대비 신규 고용한 인력에 대한 정보를 확인. 사업 도중 퇴사한 인원이 있을 경우, 퇴사 인원에 대해 새로 고용한 인원으로 대체하여 계산</td>
<td>• 국토교통 R&D 사업관리시스템에 채용 실적 및 관련증빙(4대 보험 확인서, 국민연금 사업장 가입자 명부 등 국가 및 공공기관 발행 증명서) 등록 서류 및 예산서</td>
</tr>
</table>

나. 2단계 성과 목표 및 지표

1 단계별 성과목표

단계(평가주기)	2단계	기간	2024~2025

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	수요응답형 모빌리티 운영관리 및 안전·편의 기술 고도화	가중치	0.7	설정 근거	국민체감형 연구성과 및 서비스 제공을 위해, '수요응답형 광역 모빌리티 실증'을 통한 운영관리 및 이용자 안전·편의 기술 고도화를 주요 성과 목표로 설정	수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증연구
성과목표-2	수요응답형 광역 모빌리티 실증 및 확산 기반 구축	가중치	0.3	설정 근거	본 사업에서 개발되는 '수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증 및 평가 수행'을 주요 성과 목표로 설정	수요응답형 광역 모빌리티 서비스 실증연구

2 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치		지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
					연도	2024	2025			
성과목표-1	수요응답형 모빌리티 운영관리 및 안전·편의 기술 고도화	0.7	운영성능지표	-	목표	성공	성공	결과	√	· 실시간 수집된 실증 데이터를 활용하여, 신속, 정시, 대기시간 등 정량화된 운영성능지표 (KPI)에 대한 달성 여부(성공/실패)를 평가 지표로 설정 (운영관리 기술 관련)
					실적	-	-			
			현장 체험 만족도	%	목표	80	90	결과	√	· 서비스 체험단 대상으로 "서비스 체험 만족도 조사"결과를 평가 지표로 설정 (이용자 안전·편의 기술 관련)
					실적	-	-			
성과목표-2	수요응답형 광역 모빌리티 실증 및 확산 기반 구축	0.3	교통물류 정책활용도	비율	목표	0.18	0.18	결과	√	· 출퇴근 혼잡 개선, 시공간 대중교통 수급불균형 문제 등 다양한 사회 이슈 해결을 위하여, 수요응답형 광역 모빌리티 기술이 공공분야에 반영될 수 있도록 주요지표로 선정
					실적	-	-			
			고용유발지수 (신규고용 & 고용유지율)	%	목표	100	100	결과	√	· 연구 추진 및 핵심기술 개발을 위한 신규 채용인력 등 고용효과를 측정할 수 있는 "고용유발지수(신규고용 & 고용 유지율)" 지표 설정
					실적	-	-			
계										

3 성과지표의 목표치 및 측정방법

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
운영성능 지표 (운영관리 기술 관련)	• 수요응답형 광역 모빌리티 운영성능지표(KPI)를 개발하고, 실증 데이터를 활용하여 여부를 평가 지표로 설정 - 실시간 수집된 실증 데이터 등 정량적, 과학적 근거를 바탕으로 운영성능지표 달성여부를 분석하고, 절차 보고서 등 증빙 문건 제출	**[측정산식]** • 수요응답형 광역 모빌리티 운영성능지표 = 지수 **[측정시기 및 방법]** • 조사항목 : 본 사업에 적합한 성능 지표 개발, 전문가 자문 등 평가 절차에 대한 타당성 검증 • 검증수행기관 : 제3의 외부기관을 통한 평가 절차 및 결과에 대한 신뢰성 검증 • 최소 성과 달성기준 제시: Pass/Fail 방식 • 측정 대상기간 : 사업 착수부터 12월31일까지 • 측정 시기 : 차년도 1월말	• 실증 수집 데이터 기반 분석 결과서
현장 체험 만족도 (이용자 안전·편의 기술 관련)	• 수요응답형 광역 모빌리티 실증 서비스를 직접 체험한 시민을 대상으로 만족도 조사를 지표로 설정 - 단계별 조사대상 및 내용을 차별화하고, 객관성을 갖춘 외부기관에 의뢰	**[측정산식]** • 수요응답형 광역 모빌리티 현장 체험 만족도 = 서비스 만족도 평균(%) **[측정시기 및 방법]** • 조사항목 : 전문가 의견 수렴 등 객관적인 기술 성능 지표를 선정 • 측정수행기관 : 컨설팅 기업 등 제3의 외부기관 • 평점부여방식 : 서비스별 설문항목 5점 척도를 기준으로 100점 만점 체계로 설계 • 측정 대상기간 : 사업 착수부터 12월31일까지 • 측정 시기 : 차년도 1월말	• 설문조사 결과서
교통물류 정책활용도 (단위: 비율)	• 본 사업은 '대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술 로드맵(2021)'을 근거로 수행되는 최초 과제이며, 향후 성과계획 및 교통물류사업 성과를 고려하여 성과지표 설정 * 대도시권 광역교통연구는 20년부터 시작하여, 교통물류연구사업 및 철도연구사업으로 사업 특성에 맞게 분류되어 추진되어 왔으며, '21년 수립된 대도시권 광역교통 중장기 R&D 기술 로드맵에서 관련 사업을 일괄적으로 관리 예정임 (현재 별도 집계현황 없음) • 목표치는 교통물류사업 최근 목표 설정 0.14~0.18에서 가장 높은 수치인 0.18	**[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	• 관련 법령 제·개정 문서 등

<table>
<tr><td></td><td>을 적용함</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>고용유발지수
(신규고용 & 고용유지율)</td><td>• 사업 수행을 통한 일자리 창출, 산업 발전 등 사회, 경제적 성과를 대변할 수 있도록 신규 고용과 관련된 지표를 성과지표로 선정
• 정부출연금 기준 10억당 1명 채용 기준으로 채용된 신규 채용인원 및 고용 유지 기간을 “고용 유발지수”로 산정하여, 각 연도별 목표치에 따른 인력 및 신규 채용한 인원의 고용 유지 실적치에 대한 달성률 산출(각 목표치에 가중치 50%씩 부여)
<table>
<tr><th>구분</th><th>’24</th><th>’25</th></tr>
<tr><td>신규고용 인원 목표치
(누적)</td><td>4
(13)</td><td>4
(17)</td></tr>
<tr><td>고용 유지 기간 목표치
(누적)</td><td>50
(140)</td><td>30
(170)</td></tr>
</table></td><td>[측정산식]
• 고용지수(신규 고용 & 고용 유지율) = [(당해연도까지 누적 고용 실적)/목표실적]×0.5 + [(당해연도까지 사업 착수 후 신규 고용 직원의 총 고용 유지 기간)/목표 고용기간]×0.5

[측정시기 및 방법]
• 신규고용에 따른 고용지수 기준: 연구비 10억원당 신규 채용 1명(소수점 이하 절삭)
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말
• 측정 방법 : 당해연도 예산액 대비 신규 고용한 인력에 대한 정보를 확인. 사업 도중 퇴사한 인원이 있을 경우, 퇴사 인원에 대해 새로 고용한 인원으로 대체하여 계산</td><td>• 국토교통 R&D 사업관리시스템에 채용 실적 및 관련증빙(4대 보험 확인서, 국민연금 사업장 가입자 명부 등 국가 및 공공기관 발행 증명서) 등록 서류 및 예산서</td></tr>
</table>

[참고] 성과목표 및 지표 총괄표

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="4">내용</td></tr>
<tr><td>전략목표</td><td colspan="4">속도·요금 경쟁력을 가지면서 광역교통 수요에 즉각적으로 대응이 가능한
대도시권 수요응답형 광역 모빌리티 서비스 기술 개발 및 실증운영</td></tr>
<tr><td>(최종)
성과목표</td><td colspan="4">- 수요응답형 모빌리티 서비스 핵심 기술 향상 및 검증
* 특허등급지수: (‘23년) 4.10
* 요소기술 성능지표: (’23년) 100%
* 기술성능 만족도: (‘23년) 90%
- 수요응답형 모빌리티 플랫폼 일자리 창출
* 고용유발지수: (’23년) 100%
- 수요응답형 모빌리티 운영관리 및 안전·편의 기술 고도화
* 운영성능 지표: (‘25년) 성공
* 현장 체험 만족도: (’25년) 90%
- 수요응답형 광역 모빌리티 실증 및 확산 기반 구축
* 교통물류 정책활용도: (‘25년) 0.18
* 고용유발지수: (’25년) 100%</td></tr>
<tr><td rowspan="8">단계별
성과목표
및 지표</td><td colspan="4">1단계(22년도~23년도)</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">▪ 수요응답형 모빌리티 서비스 핵심 기술 향상 및 검증</td><td rowspan="3">0.7</td><td>특허등급지수</td><td>질</td></tr>
<tr><td>요소기술 성능지표</td><td>질</td></tr>
<tr><td>기술성능 만족도</td><td>질</td></tr>
<tr><td>▪ 수요응답형 모빌리티 플랫폼 일자리 창출</td><td>0.3</td><td>고용유발지수
(신규고용 & 고용유지율)</td><td>질</td></tr>
<tr><td colspan="4">2단계(24년도~25년도)</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="2">▪ 수요응답형 모빌리티 운영관리 및 안전·편의 기술 고도화</td><td rowspan="2">0.7</td><td>운영성능 지표
(운영관리 기술 관련)</td><td>질</td></tr>
<tr><td>현장 체험 만족도
(이용자 안전·편의 기술 관련)</td><td>질</td></tr>
<tr><td rowspan="2">▪ 수요응답형 광역 모빌리티 실증 및 확산 기반 구축</td><td rowspan="2">0.3</td><td>교통물류 정책활용도</td><td>질</td></tr>
<tr><td>고용유발지수
(신규고용 & 고용유지율)</td><td>질</td></tr>
</table>

3. 사업평가 계획

평가연도	평가대상 기간/ 해당 단계	평가대상 성과목표	평가 시기 설정 사유
2024년	2022~2023 (총 2년)/1단계	- 수요응답형 모빌리티 서비스 핵심 기술 향상 및 검증 * 특허등급지수: ('23년) 4.10 * 요소기술 성능지표: ('23년) 100% * 기술성능 만족도: ('23년) 90% - 수요응답형 모빌리티 플랫폼 일자리 창출 * 고용유발지수: ('23년) 100%	국가연구개발혁신법에 의해 단계평가로 조정되어 1단계 연구개발 평가
2026년	2024~2025 (총 2년)/2단계	- 수요응답형 모빌리티 운영관리 및 안전·편의 기술 고도화 * 운영성능 지표: ('25년) 성공 * 현장 체험 만족도: ('25년) 90% - 수요응답형 광역 모빌리티 실증 및 확산 기반 구축 * 교통물류 정책활용도: ('25년) 0.18 * 고용유발지수: ('25년) 100%	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

사업수행주체

○ 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	성과확용·확산 계획서 제출 연도
2025년	2026년

※ 상기 전략계획서는 연구수행기관 선정결과 등 대내외 환경변화에 따라 변경될 수 있음

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부 대도시권광역교통위원회에서 시행한 국토교통연구기획사업「대도시권 광역교통 분야 R&D 기술로드맵 수립」최종보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부 대도시권광역교통위원회에서 시행한 국토교통연구기획사업의 결과임을 밝혀야 한다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다

93530
9 791163 842606
ISBN 979-11-6384-260-6