

R&D /
RS-2023-
00321914

자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업 기획 최종보고서

2025

국토교통부

국토교통과학기술진흥원

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(○), 비공개() 발간등록번호(11-1613000-100319-01)

2025년 국토교통연구기획사업

R&D / RS-2023-00321914

자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업 기획

최종보고서

2025. 12.

주관연구기관 / (주)날리지웍스
보완기획 / 국토교통과학기술진흥원

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

[전문기관 및 수행기관]

구분	소속	연구책임자	참여연구원
전문기관	국토교통과학기술진흥원 글로벌성장협력실	김승일 실장	이희원 PD
주관연구기관	(주)날리지웍스	류형근 부사장	방영민 수석 손창수 수석
보완기획 (’25.1.~12.)	국토교통과학기술진흥원 글로벌성장협력실	김승일 실장	이희원 PD

제 출 문

국토교통부장관/국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘자율주행 글로벌 혁신 클러스터 연구개발사업 기획’(기획연구 : 2023.12.~ 2025.1.,
보완기획 2025.1.~12.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2025. 12.

주관연구기관명: (주)날리지웍스 (인)
보완기획: 국토교통과학기술진흥원 (인)

주관연구기관책임자: 류 형 근
보완기획책임자: 김 승 일

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제37조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

목 차

1장. 사업 개요	1
1절. 개념 및 정의	1
1. 국제공동연구의 개념	1
2. 혁신클러스터형 국제공동연구의 개념	2
2절. 배경 및 필요성	8
1. 사업추진 배경	8
2. 사업추진 필요성	12
3절. 사업추진근거	27
4절. 기획범위	29
1. 자율주행 기술의 범위	29
2. 자율주행분야 혁신클러스터형 국제공동연구의 범위	30
5절. 과업 추진 프로세스	31
2장. 대내외 환경분석	32
1절. 자율주행 발전 전망	32
2절. 정책동향분석	40
1. 국내 정책동향분석	40
2. 국외 정책동향분석	65
3. 정책동향 시사점	82
3절. 산업·시장 동향분석	85
1. 국내 산업·시장 동향분석	85
2. 국외 산업·시장 동향분석	88
3. 산업·시장동향 시사점	94
4절. 기술동향분석	95
1. 국내 기술동향분석	95
2. 국외 기술동향분석	126
3. 국내 기술수준 분석	188
4. 선행연구 분석	195
5. 연구개발 투자 현황 분석	217

6. 기술동향 시사점	226
5절. 국내외 자율주행 혁신클러스터 사례	237
1. 국외 자율주행 혁신클러스터 사례	237
2. 국내 자율주행 혁신클러스터 사례	285
3. 자율주행 혁신클러스터 시사점	300
6절. 종합시사점	303

3장. 사업추진전략 308

1절. 사업 추진방향	308
2절. 사업 개념 및 정의	312
3절. 사업 비전·목표	315
1. 사업 비전 및 목표	315
4절. 사업구조 및 세부과제 도	319
1. 국제협력연구 어젠다 도출	319
2. 혁신클러스터형 국내외 공동연구과제 도출	322
3. 사업구조 설정	337
5절. 기존 유사 사업과의 차별성	339

4장. 세부 사업내용 349

1절. [1세부] 자율주행자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구	350
1. 연구 배경 및 필요성	350
2. 국내외 동향	350
3. 연구목표	352
4. 과제구성 및 연구내용	353
5. 차별성 및 연계방안	357
6. 연구추진 방법	369
7. 최종성과물	370
8. 활용방안	372
9. 기대효과	374
10. 연구기간 및 소요예산	375
11. 협력대상 국가/기관	376

2절. [2세부] 자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증 ..	378

1. 연구 배경 및 필요성	378
2. 국내외 동향	379
3. 연구목표	385
4. 과제구성 및 연구내용	386
5. 차별성 및 연계방안	390
6. 연구추진 방법	391
7. 최종성과물	392
8. 활용방안	393
9. 기대효과	394
10. 연구기간 및 소요예산	394
11. 협력대상 국가/기관	395

3절. [3세부] 자율주행 대중교통 글로벌 상호호환 지원 서비스 연동기술 개발 ... 397

1. 연구 배경 및 필요성	397
2. 국내외 동향	400
3. 연구목표	403
4. 과제구성 및 연구내용	404
5. 차별성 및 연계방안	405
6. 연구추진 방법	406
7. 최종성과물	407
8. 활용방안	407
9. 기대효과	408
10. 연구기간 및 소요예산	408
11. 협력대상 국가/기관	409

5장. 사업추진체계 및 관리방안 410

1절. 사업추진체계 410

2절. 국가간 협력 추진 418

1. 협력협약(MOU) 및 참여의향서(LOI) 추진 현황	418
2. 다양한 교류활동 및 컨퍼런스 개최	423
3. 협력 관련 규정 마련 방안	425

3절. 사업성과 관리방안 426

1. 관문심사를 통한 성과관리	426
2. 사업추진 로드맵	427

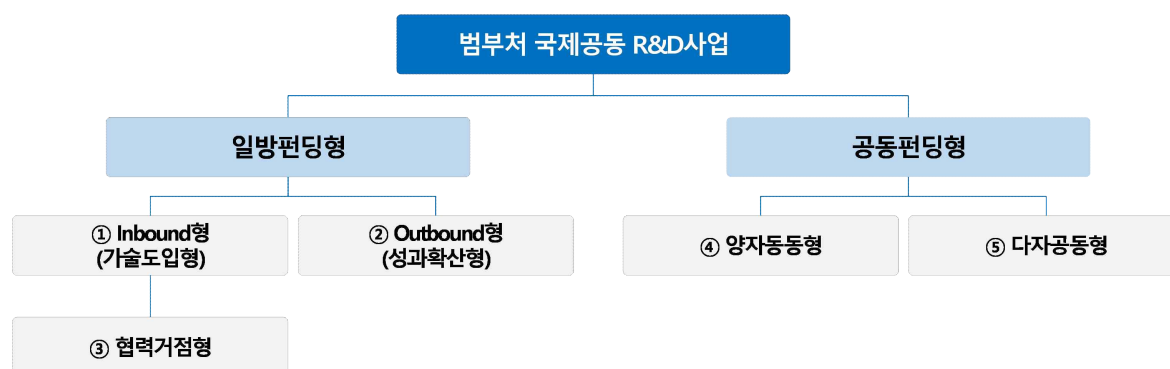
3. 세부성과관리 방안	428
4. 성과지표	430
6장. 소요자원	431
1절. 소요예산	431
2절. 소요인력	434
 7장. 기대효과 및 파급효과	 436
 8장. RFP	 438

1장. 사업 개요

1절. 개념 및 정의

1. 국제공동연구의 개념

- 국제공동연구란 일반적으로 ① 2개 이상의 국가에 소재하는 주체가, ② 공동의 목적을 위하여, ③ 연구개발에 소요되는 연구개발 자금-인력-시설-기자재-정보 등을 공동으로 부담하고, ④ 도출된 성과를 공동으로 활용하고자 하는 연구형태를 지칭함¹⁾
- 국제공동연구(글로벌 R&D)는 국제 공동연구 및 인력교류, 해외진출 지원 및 성과확산, ODA, 국제 협력 기반 조성 등 활동과 함께 기술 실증, 국제표준화, 기초연구 중 일부 사업까지 포괄하는 개념임²⁾
- 국제공동연구사업은 크게 3가지 유형으로 구분할 수 있음
 - (활성화단계) 대규모 협력사업 : 특수 목적형 공동연구, 일반 연구형 공동연구(중대형 Top-Down), 국제기구 분납금, 연구개발 ODA
 - (발전단계) 공동 연구 거점 형성 : 인프라 지원 및 구축, 일반연구형 공동연구(소규모 Bottom-up)
 - (기초단계) 네트워크 구축 : 과학기술 인력교류, 협력네트워크 조성
- 교통-통신수단의 발달로 인한 물리적 경계의 해소, 공식적-비공식적 네트워크 활성화, 기후변화와 같은 글로벌 이슈의 부각은 국제공동연구의 필요성을 더욱 높이고 있음
- 현재 추진중인 각 부처별 국제공동연구사업은 편당방식과 기술확산방향, 참가국 수 등에 따라 5가지 유형으로 구분됨 (기술도입형, 성과확산형, 협력거점형, 양자공동형, 다자공동형)



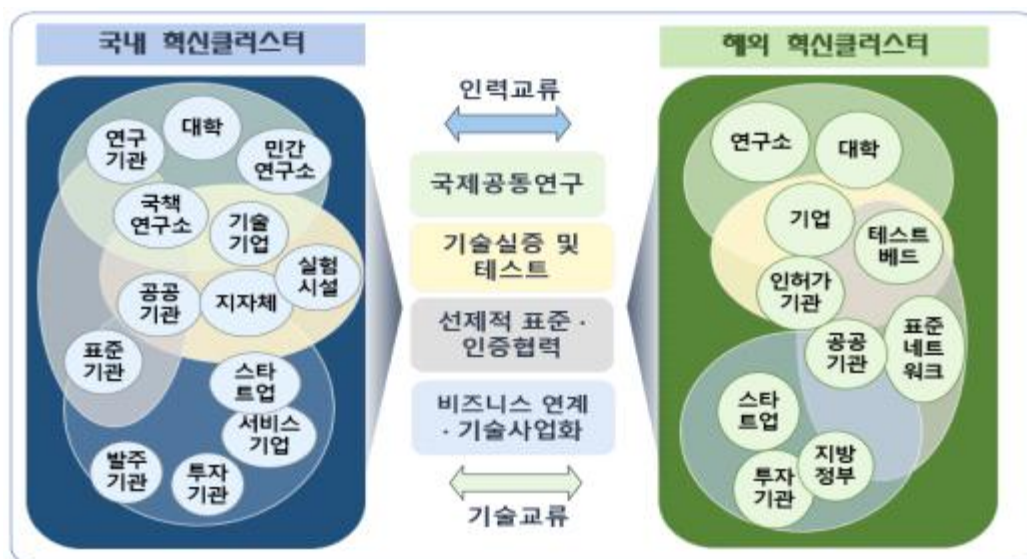
[그림 1] 범부처 국제공동연구사업 유형화

1) 양승우-이규석, 2012

2) 첨단산업 글로벌 클러스터 육성방안, 관계부처합동, 2023.6.1

2. 혁신클러스터형 국제공동연구의 개념

- 국토교통 혁신클러스터형 국제공동 연구사업은 국내 혁신클러스터와 해외 혁신클러스터를 직접 연계하고, 상호 협력하에 국제공동연구와 인적교류의 원활한 수행이 가능한 사업임
- 동 사업은 전통적인 지역기반의 클러스터간 연계·육성 뿐만 아니라, 상호교차 실증을 통한 기술검증, 국제기술협력 네트워크 구축 등 다양한 형태의 국제협력을 포괄하는 사업임
- 궁극적으로 미국, 유럽 등 선도국의 혁신클러스터와의 공동연구를 통해 세계선도기술 확보, 핵심기술의 국산화, 국내 산업생태계 혁신 및 활성화 등을 도모함³⁾
- 국토교통 기술의 특성상 클러스터간의 공동기술개발 뿐만 아니라 법·제도·표준·인증, 시험평가·검증·실증, 서비스·사업화 측면에서의 협력이 서로 연계되어 추진되어야 함

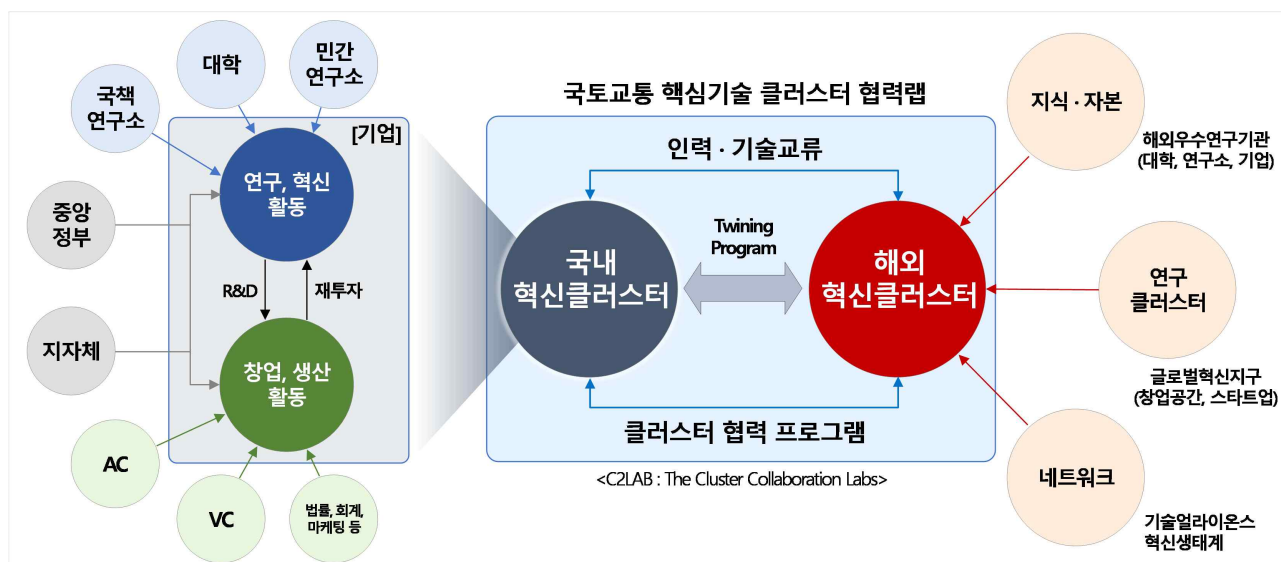


[그림 2] 국토교통 혁신클러스터형 국제협력 공동연구사업 개념도

- 동 사업은 기존의 혁신클러스터 모델의 형태에서 보다 발전된 형태인 실증을 위한 클러스터 협력랩(C2LAB)* 형태 연구를 지향함

* 클러스터협력랩(Cluster Collaboration Lab, C2LAB)은 EU ECCP(European Cluster Collaboration Platform)에서 제공하는 서비스로, 국가를 초월해 클러스터간의 협력파트너를 선정, 프로젝트를 공동기획하고 비즈니스 케이스를 개발하는 플랫폼임

3) 2023년 국토교통연구기획사업 제3차 시행 공고 안내서(국토교통 혁신클러스터형 국제협력 공동연구사업 기획)



[그림 3] 국토교통 핵심기술 클러스터 협력랩

- 국토교통분야는 주로 공공인프라를 대상으로 하기 때문에 국제공동연구에서도 각국간의 신뢰성 및 안전성 확보가 중요하며, 최근 다양한 기술접목에 따라 다양한 주체간의 동시협력이 고려되어야 함
 - 국토교통분야의 경우 국가와 국민을 수혜자로 하는 공공·공익적 성격의 인프라 연계 기술을 다루기 때문에 국제공동연구 시 협력국간의 신뢰성 및 안전성 확보를 위한 실증, 표준 및 제도적 측면이 같이 다루어져야 함
 - 국토교통 기술은 공공주도형, 규제중심형 산업으로 고도의 신뢰성이 요구되며, 동일한 기술이라도 국가 및 지역 여건에 따라 최적화가 필요하므로 규격화, 표준화에 어려움이 있음
 - 실험/실증연구, 시험시공까지의 과정이 필요하여 각국의 상이한 인프라 환경을 동시에 고려한 교차 실증이 요구됨
 - 국토교통분야 관련 기술은 시스템 기술의 특성을 가지며, 점차 다양한 산업 내 플레이어들의 연계·협력을 필요로 하게됨에 따라 기술의 집약축적이 더 어려운 형태로 변모하고 있어 다양한 산업주체간 그룹간의 협력을 통한 공동연구 방식의 추진이 필요함
 - 설계도서, 공법, 소재, 프로그램 등 다양한 형태의 생산품으로 구성되며, 대규모 시스템에 의한 혁신성과 창출로 부분적 혁신이 시스템에 내재화되지 못하면 산업현장 적용이 어려움
 - 국토교통분야는 IT기술의 발전 및 디지털 혁신과 관련 기술의 접목에 따라 다양한 기술분야간 연계·협력 형태로 발전 중

- 자율주행 기술의 경우 자율주행 차량 플랫폼, 센서, AI, 자율주행 SW, 고정밀 맵 데이터, 자율주행 서비스 솔루션, 통신 및 보안, 기술평가·검증 등의 기술 연계로 구성
- 스마트 그린시티 분야의 경우 다양한 국토교통기술이 하나의 도시 내에서 이루어지는 기술분야로 플랫폼, 모빌리티, 에너지, 헬스케어, 안전, 디지털트윈, 사이버보안, 환경, 로봇 AI 데이터 등 다양한 기술분야들로 연계되어 있음
- UAM 기술의 경우 배터리, 전기모터, 임베디드 SW, 소음저감기술, UTM(드론관제), 운송기술, 네비게이션, 무선통신, 인포테인먼트 등의 기술 연계로 구성

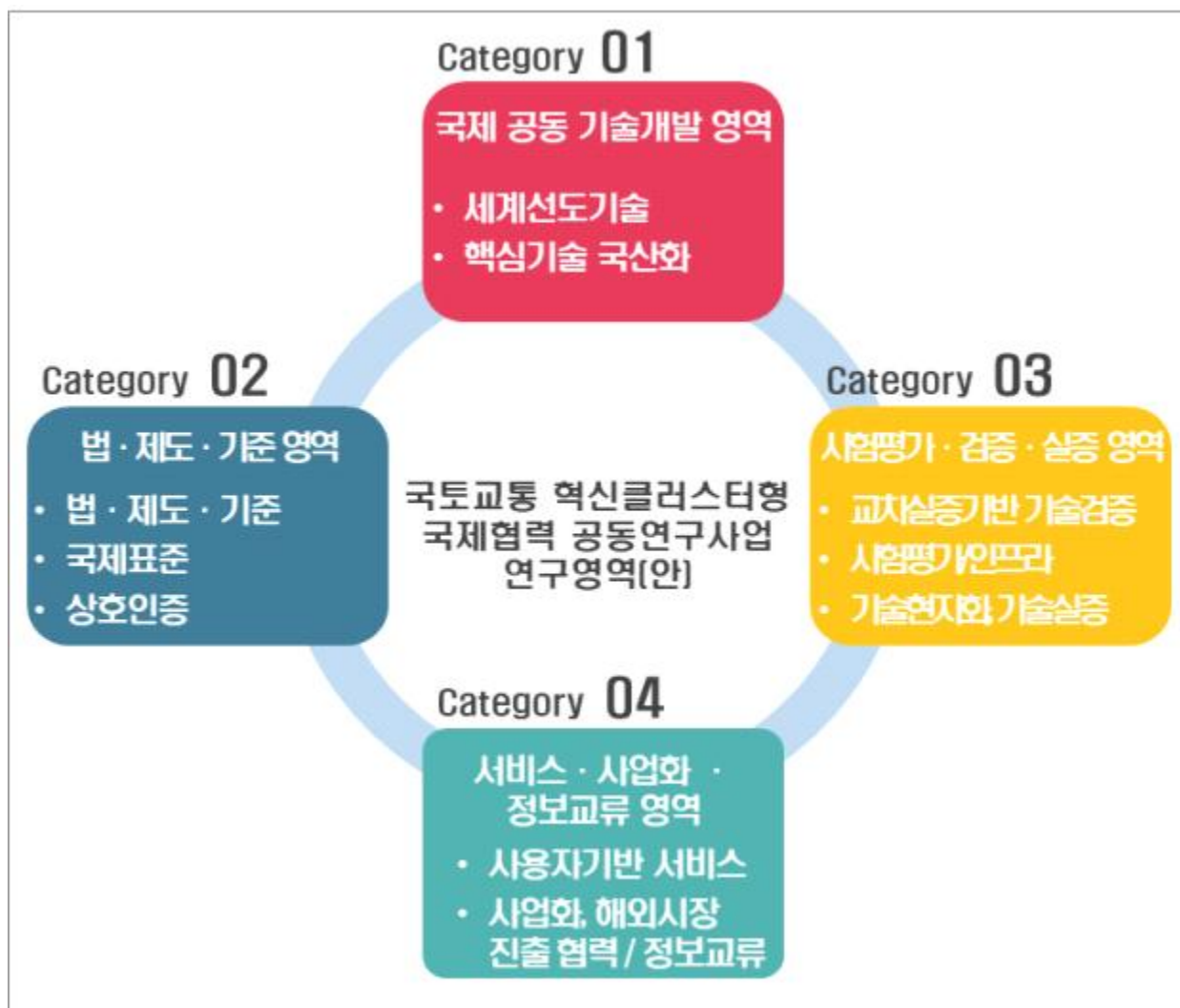
□ 국토교통분야 관련 기술의 특성을 반영하여 동 사업의 연구 영역은 국제공동기술개발, 법·제도·표준·인증, 시험평가·검증·실증, 서비스·사업화의 4개 영역으로 설정함

- ‘세계를 선도하는 글로벌 R&D 추진전략(‘23)’ , ‘국토교통 국제협력사업 추진전략(‘22)’ 등에서 제시하고 있는 국제공동연구 추진방향 및 이슈를 검토하여 4개 영역 및 세부영역을 도출함

<표 5> 동 사업의 연구영역(안)

동 사업 연구영역(안)		세계를 선도하는 글로벌 R&D 추진전략(‘23)	국토교통 국제협력사업 추진전략(‘22)
국제공동 기술개발 영역	세계선도기술	• 세계선도형 R&D 협력	• 글로벌 기술 선점
	핵심기술 국산화	• 공급망 핵심기술 내재화	• 국토교통분야 수입의존 기술·품목 자립 확대
법·제도·표준· 인증 영역	법·제도·기준	• 현지 규제 지원	• 선진기술 도입에 따른 기준 정립
	국제표준	• 글로벌 기술 표준선점, 국제표준 선제적 개발·확대	• 세계표준 제정 적극참여
	상호인증	• 해외인증 지원	• 국토교통분야 시험·인증상호인정 체계구축
시험평가·검증· 실증 영역	교차실증기반 기술검증	• 분야별 실증 지원 및 실증단지 상호 참여 • 공동실증 추진	• 선진기술을 보유한 협력국과의 기술검증, 상호 교차실증 연구
	시험평가/인프라	• 연구인프라 공동 구축·운영	• 기술검증 및 성능평가, 실험시설 장비 글로벌 공유 확대
	기술 현지화, 현지실증	• 선도국과의 실증 협력	• 국내기술의 현지실증
서비스·사업화 영역	사용자기반 서비스	-	• 시범구축 사업
	사업화, 해외시장 진출 협력	• 국토교통분야 해외시장 진출	• 해외시장 선도기반 마련, 국토교통 분야 기업의 현지시장 진출 지원 확대

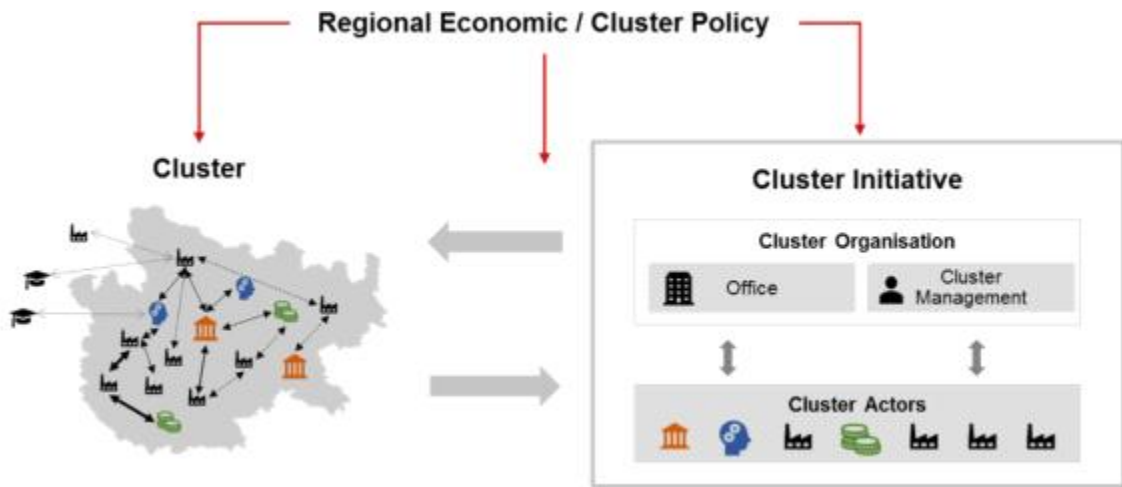
- 제시된 4개 영역은 개별적으로 추진되기보다 모두 연계되어 추진되어야 하므로 국내외 기관대 기관간의 공동연구방식보다 협력클러스터형 국제공동연구방식이 적합함



[그림 4] 국토교통 혁신클러스터형 국제협력 공동연구사업 연구범위(안)

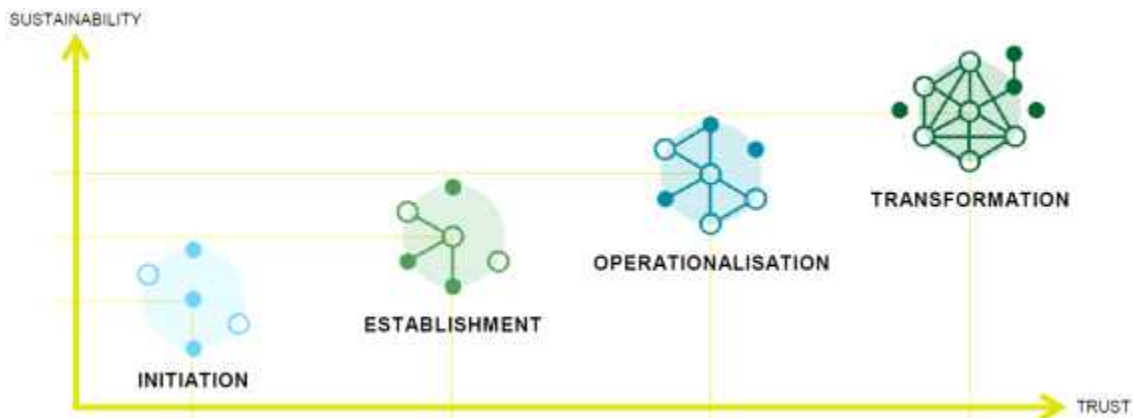
- 국토교통기술 관련 국내외 혁신클러스터의 경우 기술분야별로 그 형태와 성장 단계가 상이하므로 지역기반(공간), 연구 및 산업분야(산업섹터), 기업집적, 대표기관(관리조직)의 특성을 갖춘 형태를 우선적으로 검토함
- 모든 클러스터들은 공간, 산업섹터, 기업집적, 관리조직의 네 가지 특성을 공통적으로 지니고 있으며 클러스터의 성장 단계를 네 단계로 구분해볼 수 있음⁴⁾
- 클러스터는 공간, 산업섹터, 기업집적, 관리조직의 공통적 특성을 지님

4) Cluster Development Guide, german cooperation, 2020



[그림 5] 클러스터의 4가지 특성

- 클러스터의 성장단계는 INITIATION > ESTABLISHMENT > OPERATIONALISATION > TRANSFORMATION의 4단계로 구분할 수 있음
- (INITIATION) 지역기반 다수의 클러스터 행위자(특정부문의 역량을 보유)가 단절된 형태로 운영
- (ESTABLISHMENT) 클러스터의 최초 조직, 몇몇 클러스터 행위자를 중심으로 운영되며, 클러스터 행위자간의 네트워킹 및 신뢰를 통해 연계
- (OPERATIONALISATION) 클러스터 내 조정역할 강화, 학계-산업계-정부의 연계강화, 더 많은 행위자들의 참여
- (TRANSFORMATION) 새로운 주제와 서비스의 창출 및 클러스터 전체 경쟁력 관심제고, 국제적 가시성과 및 협력의 중요성, 클러스터의 지역 내 영향력 강화



[그림 6] 클러스터 성장단계

○ 동 사업에서의 협력대상 클러스터는 아래 4가지 특성을 갖춘 클러스터를 우선적으로 검토함

- 특정 지역을 기반으로 집적되어 있는가?
- 연구 및 산업분야가 동 사업의 연구범위와 부합하는가?
- 클러스터 내 공동연구를 추진할 수 있는 기업 또는 기관이 존재하는가?
- 클러스터 내 관리조직 및 대표기관이 존재하는가? (컨택기관, 주요 협력기관)

□ 국내 클러스터의 경우 특정 프로젝트나 인프라, 대표기관을 중심으로 집적된 연구단, 사업단 형태의 연구그룹도 검토 대상으로 함

○ 국내 대부분의 클러스터는 산업단지, 지역 주력산업 중심 클러스터 등 정부주도로 조성·운영중으로 클러스터 내 자생적인 교류·협력은 미흡한 것으로 평가되고 있음⁵⁾

- 자생적 생태계가 구축된 선진국과 달리, 국내는 부처별·분야별로 운영됨에 따라 산·학·연 연계 등 생태계 조성 미흡
- 클러스터 입주기관 간 단순 집적 및 네트워크 부족
- 연구개발 성과 활용 미흡 및 글로벌 협력 부족 등

○ 국토교통분야의 경우 다양한 형태의 테스트베드형 사업과 기술생태계 조성을 위한 사업을 추진 중이나, 앞서 정의한 형태의 클러스터는 부재한 상황임

* 자율차 시험을 위한 K-City 조성, 세종·부산 국가 스마트시티 시범도시 추진, 오송역 철도 시험, 의왕 물류단지, 대형실험시설동(12개) 운영 등

○ 따라서 동 사업에서의 클러스터는 프로젝트 중심으로 구성된 연구단, 사업단 등 연구그룹, 특정 인프라 또는 기관을 중심으로 집적된 연구그룹도 포괄하여 검토함

5) 첨단산업 글로벌 클러스터 육성방안, 관계부처 합동, 2023.6.1

2절. 배경 및 필요성

1. 사업추진 배경

- 자율주행은 첨단 혁신기술의 융합을 통해 구현되며, 글로벌 사회 변화를 이끌어갈 핵심기술이며, 미래국가성장동력의 전략적인 분야임
- 자율주행은 기존 자동차 기술뿐만 아니라, 통신, 보안, ICT인프라 등 차량과 인프라의 통합시스템으로 구현됨
 - 제어기술의 혁신을 주도할 수 있는 부품업체 및 IT 하드웨어 업체의 역할과 연결성 측면에서 통신업체, IT소프트웨어 플랫폼, 콘텐츠 업체의 역할이 강조
 - 자동차 자체의 인지·판단·제어 기술뿐만 아니라 차량-클라우드-도로·교통인프라가 연결된 초연결 통신 인프라 및 스마트인프라 구축 필요



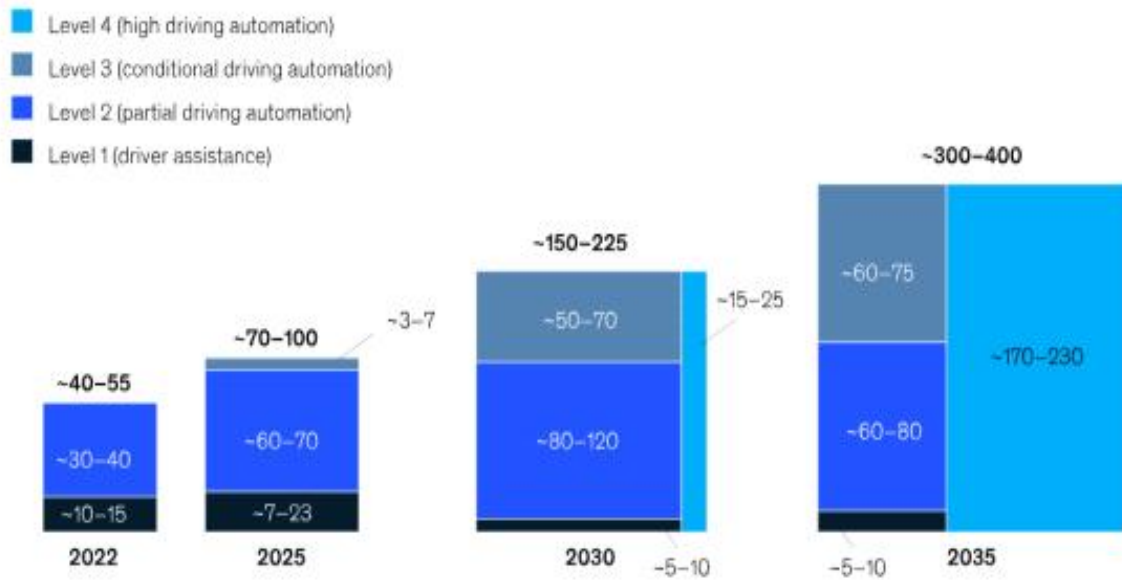
[그림 7] 자율주행 기술

* 자료:디바이스 자율주행차, TTA, 2018

- 선도국의 여러 완성차 업체들은 부품기업과 IT계열 기업 등과 협력하여 완전 자율주행차 출시를 목표로 활발하게 기술개발을 진행
- 자율주행의 안정성과 효율성 제고를 위해 5G·6G, AI, IoT, 디지털트윈, Cloud 등 첨단 기술의 융·복합이 진행되고 있음

- 자율주행을 위해서는 고성능 센서를 통한 명확한 주변 상황 인지부터 주행상황 정보를 종합 판단하여 제어까지 이어지는 인지·판단·제어 기술개발이 필수
 - 효율적 교통서비스 제공을 위해 빅데이터 기반 AI 등 디지털 기술 활용 필요성 증가
 - 구글, 애플, 우버, 엔비디아 등 다수 기업들이 독자적으로 혹은 완성차 업체와 기술 제휴를 통해 기술개발을 선도
 - 기술 융복합 심화로 인해 기존 산업의 경쟁구도, 생산주체, 기존산업-신산업 간 경계 측면에서 혁신적 변화가 전망
- 21세기 혁신기술의 경연장으로 자율주행 모빌리티 기술 선점을 위해 국가간 노력이 가열되고 있으며, 전세계적으로 치열한 경쟁과 협력이 요구되고 있음
- 다양한 소비자 요구 및 기술 진보의 가속화로 산업 및 기술 패러다임이 빠르게 전환
 - 기술발전 속도, 표준화 된 기술의 확산 등의 증가속도가 점차 빨라지고, 소비계층의 니즈 다양화로 인한 공급자-소비자 간 네트워크 강화 촉진
- 국가 간 협력을 강화하여 핵심기술을 확보하고, 인재 양성 및 제도 개선 등을 통해 자율주행 기술의 글로벌 경쟁력을 높이하고자 하는 노력들이 진행되고 있음
- 각국 정부와 업계는 자율주행 기술의 상호운용성과 안전성 확보를 위해 국제 표준화 활동에 적극 나서고 있음
 - 국제 협력을 통해 자율주행 기술 생태계 확대, 기업 간 개방형 혁신, 핵심기술 확보, 국제 표준화 등을 통해 자율주행 기술의 보완과 발전을 유도하는 데 핵심역할 기대
- 자율주행 시장의 고성장이 전망되며, 선진국은 미래 먹거리로 인식하고, 제품 출시와 운행환경 조성을 위한 노력을 기울이고 있음
- 직접 운전하지 않아도 이동 가능하고, 개인화되면서 쾌적한 환경(앉아서 이동할 수 있는)의 이동 서비스에 대한 욕구 및 수요 증가
 - 맥킨지에 따르면 세계 자율주행차에 대한 운전자 지원시스템 및 자율주행시스템의 시장규모는 2035년까지 3000억달러에서 4000억달러로 성장할 것으로 전망

Advanced driver-assistance systems (ADAS) and autonomous-driving (AD) revenues, \$ billion



Source: McKinsey Center for Future Mobility

[그림 8] 미래 주행보조 및 자율주행 시스템 시장 전망

- 주요 선진국은 완전자율주행자동차의 개발 및 제품 출시와 운행 환경 조성을 위해 노력을 기울이고 있음
 - 미국은 2030년까지 자동차의 전체 주행거리 중 4분의 1이 자율주행에 의해 이루어질 것이며, 2035년에는 전체 신규 판매 차량의 10%가 Lv4 자율주행차량일 것으로 전망⁶⁾
 - 선진국은 연구개발뿐만 아니라, 법·제도 기반 마련, 실증, 사업 발굴 등 자율주행을 조기 정착하기 위한 정부차원의 지원
- 자율주행 차량과 함께, 이를 지원하는 V2X인프라, 자율주행 기반 MaaS(Mobility as a Service) 시장은 고성장 전망

<표 6> 자율주행 관련 시장 전망

(단위 : 억 달러)

구분	2022년	2024년	2026년	2028년	2030년	CAGR
자율주행	1,218	2,074	3,641	6,586	12,272	33.48%
V2X	24	46	90	174	339	39.25%
MaaS	1,890	2,572	3,512	4,811	6,614	16.95%

6) Boston Consulting Group(2022)

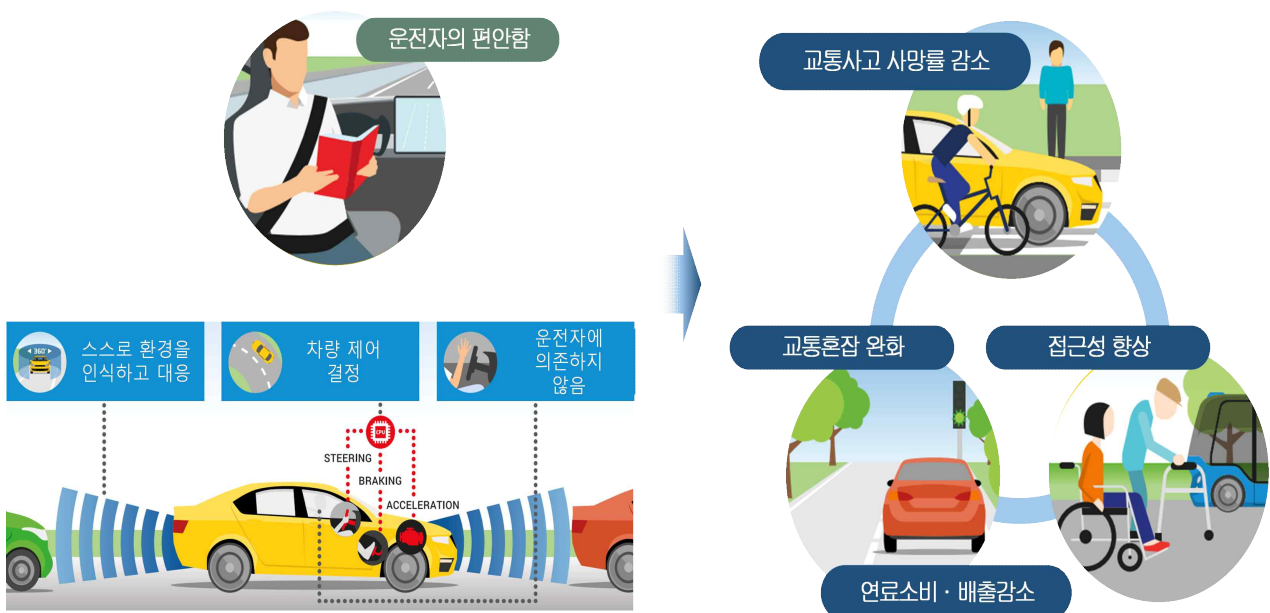
- 정부는 자율주행 시스템을 포함하는 첨단 모빌리티를 12대 국가전략기술로 분류하고, 완전 자율주행(‘27) 상용화를 위한 인프라, 법·제도, 실증기반 마련, 인증·검사정비체계를 구축 중에 있음
 - 12대 국가전략기술의 첨단 모빌리티분야에서는 자율주행시스템을 50대 중점기술로 제시하고 자율주행 기술의 상용화를 도모
 - 자율주행 기술의 안착을 위해 「R&D-실증-기반구축」의 패키지형 R&D 지원, 친환경 경차 초격차 기술, UAM 상용·안전성 기반기술 확보
 - 모빌리티 산업은 국가 경제의 근간이자 미래 핵심성장동력으로 그 중요성이 커지고 있음
 - 자율차, UAM, MaaS 등 다양한 분야의 급격한 성장이 전망되는 상황에서 주요 국가·기업의 주도권 선점 노력도 심화
 - 다만, 아직까지 우리의 기술 수준과 서비스 경쟁력은 주요 경쟁상대에 비해 확실하게 우위를 선점하지 못하고 있는 상황
 - 자율주행분야의 글로벌 선도를 위해 ①글로벌 기술협력 체제 구축, ②실증환경 조성, ③세부기술 상용화를 통한 ④기술 안정성 확보가 중요
- 유럽에서는 2050년 완전 자율주행이 일반화 될 것으로 예상, 다만 기존 구형 차량과의 상호작용, 안전문제, 소외지역 보급 문제는 지속될 것으로 예측⁷⁾
 - 차량과 도로망의 100% 실시간 연결, 원격으로 운영가능한 교통관리시스템 구축, 모든 신규 차량의 자동화 기능 탑재
 - 비(非)도로 및 건설 분야에서도 완전 자율 운행이 일반화
 - 자율 교통 체계의 점유율이 높아짐에 따라 일부 구역에서는 시스템 전체를 인공지능(AI) 기반의 하향식 제어 구조 내에서 자체적으로 발전, 다만 기존 구형 차량과의 상호작용은 지속
 - 운영 영역에 한계가 존재하여 이를 넘어선 영역에서는 수동 제어가 필요할 가능성 존재
 - 소외지역의 모든 교통 수요를 충족할 수 있을 만큼 가격경쟁력을 가지고 접근 가능한 자율주행 모빌리티를 실현할 수 있는지는 미지수

7) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022.2.18

2. 사업추진 필요성

가. 자율주행 기술개발 필요성

- 자율주행은 운전자의 편안함 뿐만 아니라 교통혼잡 완화, 기후변화 대응, 도로 안전, 접근성 향상 기여
 - WHO는 매년 135만명이 넘는 사람이 도로교통사고로 사망하는 것으로 분석하고 있으며, 미국 교통부는 자율주행이 교통사고 사망자를 최대 94%까지 줄이고 사람의 실수로 인한 사고를 없앨 수 있을 것으로 추정
 - 사고를 줄이기 위해서는 차량간의 향상된 데이터 공유와 지능적인 인프라가 중요
 - 미시간 대학에서는 CAV가 이동 시간 비용을 크게 줄이고 환경오염도 줄일 것으로 전망
 - EU 규제기관들은 저렴한 이동수단을 이용할 수 없거나 교통약자에게 자율주행 차량이 큰 혜택을 부여할 것으로 인식
 - Goldman Sachs는 자율주행차의 글로벌 경제적 이익이 2050년까지 연간 3조 5천억 달러로 전망하며, 이동성 증가에 따른 1조 3천억 달러, 생산성 향상에 따른 0.9조 달러로 평가



[그림 9] 자율주행으로 인한 기대효과

- 운전 주체가 전환되는 자율주행차의 특성상 상용화를 위해서는 반드시 국민수용성의 확보가 필요하며, 국제협력을 통한 다양한 환경에서의 신뢰성 확보 추진⁸⁾

○ 딜로이트 글로벌에 따르면, 자율주행차 국민신뢰도는 '19년 기준 49% 수준임



[그림 10] 자율주행차 안전성에 대한 소비자 불신 정도

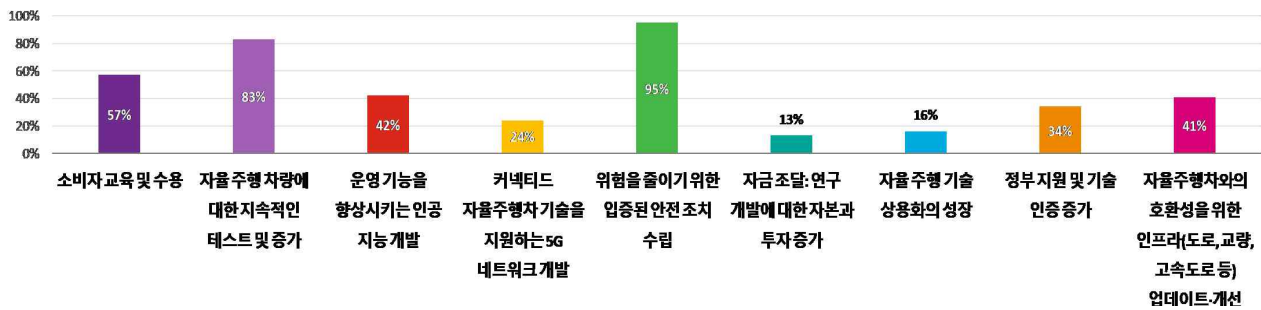
- 안전한 자동차를 지향하는 자율주행차가 안전하지 않을 수도 있다는 불안감을 불식시키기 위해 대중의 신뢰 확보가 중요
- 소비자 불안감을 해소하기 위해 기술 신뢰성 및 안전성 확보가 필요하며, 국제협력을 통해 선도기술간 교류 및 다양한 환경에서의 실증 등을 통한 국민수용성 증대 필요
- 자율주행차에 관한 설문조사 결과 ‘안전’이 가장 큰 관심사이며, ‘위험을 줄이기 위한 조치’가 가장 필요할 것이라 응답⁹⁾

- 70%의 응답자가 자율주행 개발을 위해 중요한 법적, 규제 분야의 첫 번째 사항으로 승객의 안전을 선정
- 88%의 응답자는 향후 15년 간 자율주행 산업 발전을 위한 요소로, 위험을 줄이기 위해 입증된 안전 조치 수립이 매우 또는 상당히 중요하다고 응답
- 향후 5년 간 자율주행 개발에 가장 중요한 요소로 선정된 첫 번째가 위험을 줄이기 위해 입증된 안전 조치의 확립

8) 미래공존형 자율주행 혁신사업 기획, 국토교통부, 2020.

9) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

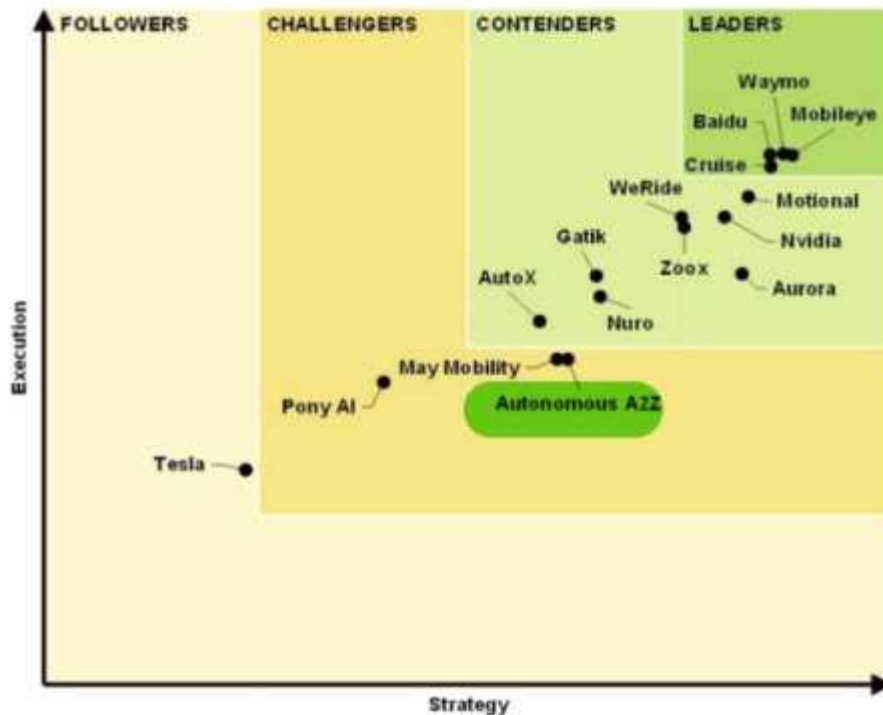
자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업



[그림 11] 향후 5년간 자율주행차 개발 관련 중요 요소 설문 결과

* 출처: Global guide to Autonomous vehicles(Dentons, 2022)

- 자율주행은 첨단 융합기술의 집약체로 안전성 강화를 최우선 목표로 삼을 시, 기술 고도화와 함께 국제 표준화 주도권을 확보해 장기적 혁신 역량 강화 가능



[그림 12] 자율주행기업 기술경쟁력 분포

* 출처: Guidehouse Insights(미국, 2023)

- ERTRAC는 완전자율주행 달성을 위한 해결과제를 인프라 측면, 검증, AI 및 데이터 등 3가지 측면으로 제시

○ 인프라 측면 해결과제

- 혁신적 교통관리모델 : 도로관리에서 차량 편대관리, 차량 조작지원으로 발전

- 디지털 트윈 확대 : 자율주행 인프라 지원(ISAD)¹⁰⁾은 물리 및 디지털 인프라의 실시간 디지털 트윈을 제공함, 자율주행 차량의 운영설계 영역(ODD)¹¹⁾을 확장
- 데이터 접근성 및 활용성 향상 : 접근성과 활용성을 지닌 데이터의 개선을 통해 기능적 안전을 별개가 아닌 전체적으로 평가해야 하는 협업 체계 생성, 이에 따른 표준, 사양, 실무에 대한 연구 필요
- 새로운 규제 및 사업모델 : 새로운 공공 및 민간 사업 개념과 협력 패턴에 대한 연구 개발을 통한 규제 체계와 사업 모델 구축 필요

○ 검증을 통한 해결과제

- 다양한 시나리오를 고려한 검증 : 자율주행 차량 증가, 새로운 교통 수단의 등장, 향후 등장할 가능성이 있는 문제, 타 교통 시스템 관련 시나리오 고려
- 안전에 대한 지속적 검증 : 자율주행 차량의 원격 운행, 검증이 어려운 (시스템내/외부) 분산형 지능을 갖춘 모든 핵심 안전 시스템 등
- AI 자율발전 시스템 적용 대비 : AI 기반의 자율학습 차량 시스템 검증에 관한 기본적인 문제들 외 AI 자율발전 시스템 개념이 교통 시스템에 적용된다면 또 다른 문제에 직면할 가능성 존재

○ AI 및 데이터 해결과제

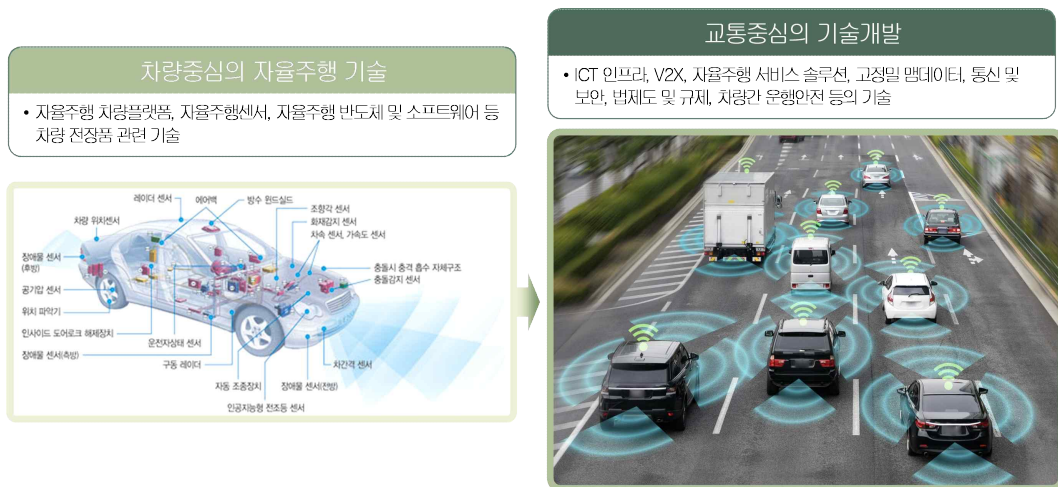
- 다양한 데이터의 확보 및 활용 : 호스트(host) 차량, 다른 차량들, 인프라, 관련 지원 부서에서 얻은 데이터를 복잡한 시나리오에서의 의사결정에 활용
- 상호간 데이터 교환체계 설정 : 관련 데이터를 어떻게, 어떠한 형식으로, 누구와 교환할 것인지 체계 설정
- 신뢰하고 믿을 수 있는 인공지능 개념 강조 : 최근 부상하고 있는 신뢰할 수 있는 인공지능(trustworthy AI), 믿을 수 있는 인공지능(reliable AI)의 개념

10) ISAD : Infrastructure Support for Automated Driving

11) ODD : Operational Design Domain

나. 국토부 지원 필요성

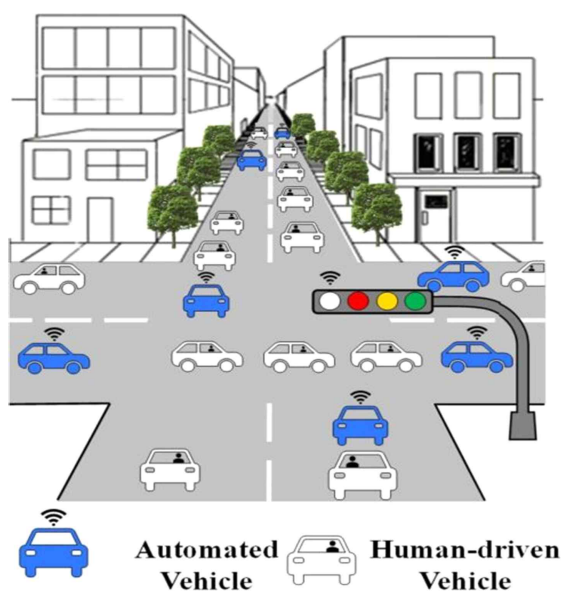
- 자율주행 글로벌 시장 진출 및 미래 신산업 육성을 위해 차량뿐만 아니라, 인프라, 법·제도, 서비스 등 전방위 생태계 기반 마련 필요
 - 국내 자율주행 기술은 산자부, 과기부를 중심으로 수행되며, 주로 차량기술개발에 초점을 두고 있음
 - 기존에는 자율주행 차량플랫폼, 자율주행센서, 자율주행 반도체 및 소프트웨어 등 차량 전장품 관련 기술 중심으로 개발
 - 최근 자율주행기술은 자율주행 안전성과 효율성 제고를 위해 교통중심의 기술개발로 확장되고 있음
 - ICT 인프라, V2X, 자율주행 서비스 솔루션, 고정밀 맵데이터, 통신 및 보안, 법제도 및 규제, 차량간 운행안전 등의 기술



[그림 13] 자율주행 기술 고도화 방향

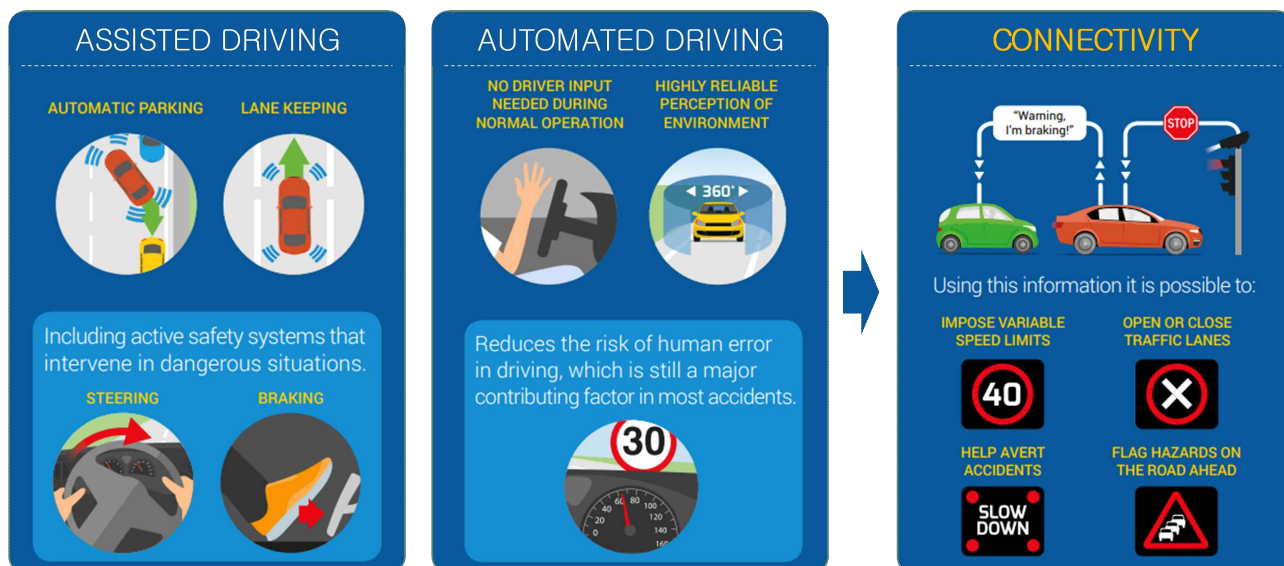
- 자율주행차 산업은 자동차-ICT-도로교통 관련 미래 기술이 융합된 신산업으로 융합 신기술 개발 및 실증을 통한 기술역량 확보 필요
 - 센서 등의 한계로 도로와 협력하는 자율주행 기술, V2X기술이 부각
 - 차량과 보행자, 교통신호 및 도로 표지판 등 도로인프라와 통신하는 V2X기술이 자율주행 성능에 중요한 역할
 - 물리적 인프라를 활용하며 교통 신호, 도로 표시, 표지판과 같은 안전 기능을 사용하여 운전 결정을 내리고 사고 위험 저감

- 초기에는 일반-자율주행 차량 혼합주행이 이루어지게 되며, 다양성과 불확실성 안에서 안전성 및 교통효율성 제고 기술 실증 요구
- 싱가포르, 일본, 연국 등은 공공도로에서 혼합교통 상황에서 자율주행차량 시험을 위한 기반을 마련하고 시험 주행 시작



[그림 14] 혼합교통 상황에서 차량운영 예시

- 기존 능동안전기술로 인한 자율주행의 안전성은 차량-인프라간 연계를 통해 크게 향상될 수 있음



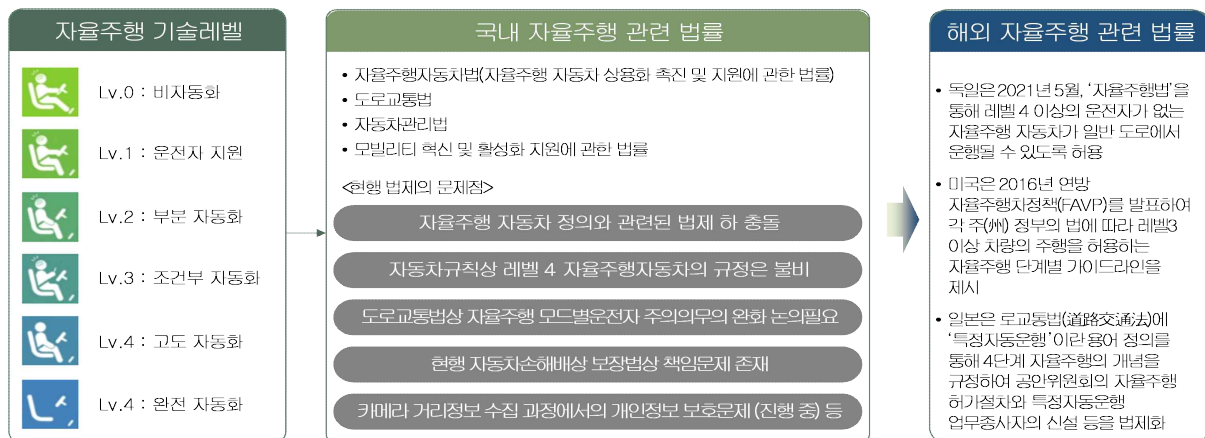
[그림 15] 차량-인프라간 연계를 통한 안전성 향상

□ 자율주행 선진국인 EU에서는 고속도로에서의 자율주행 적용 시 속도문제 해결을 위해서는 주요도로 인프라의 기능이 추가적으로 강화되어야 함

- 고도의 디지털 인프라를 갖춘 ISAD A 주요도로(완전 자율주행이 가능한 인프라 수준)는 핵심 지점에서의 안전상 이점을 비롯하여 교통 밀도 관리를 가능하게 함
- 정지 구역 등과 같은 물리적 인프라 또한 ISAD의 발전과 발맞추어 진화할 필요가 있음
- 전용차로 또는 특정 시간대의 자율 호송, 군집 주행, 버스 및 트럭 전용 주요도로 등과 같은 높은 수준의 서비스가 가능해질 것으로 판단

□ 자율주행 관련 법·제도, 규제에 대한 고려 필요

- 미국, 유럽, 일본 등 자율주행 기술 선도국들은 기술개발과 제도 개선, 도로교통 인프라 정비를 위해 지속적으로 정부 차원의 투자 진행
 - (미국) ‘16년부터 자율주행 기술개발과 제도 개선에 40억 달러를 투자(10년간 투자 예정)하고 있으며, 교통 인프라 정비, 커넥티드카 기술개발 및 제도 마련을 위해 39억 달러 투자 발표
 - (유럽) CityMobil, VRA, AdaptiVe, AutoNET 등의 프로젝트를 통해 2000년대 초반부터 자율주행차의 선제적인 개발과 상용화를 위하여 다양한 R&D 정책 및 지원 추진
 - (일본) 범부처 SIP 프로젝트를 통해 ‘14년부터 자율주행시스템 개발에 약 225억 엔을 투자하고 있으며, ‘17년부터 자동운전기술의 개발 및 실용화 촉진을 위해 국토교통성에서 투자 진행
- 국내 자율주행 관련 법체계는 레벨 3 자율주행 단계, 4단계 자율주행을 위한 연구 필요



[그림 16] 국내 자율주행 관련 법·제도, 규제 개선 필요성

다. 혁신클러스터형 국제협력 연구 필요성

- 자율주행기술의 경우 국가간 상이한 도로환경(도로, 인프라, 교통신호체계, 교통법규, 교통문화 등)에 따라 교차실증을 기반으로 한 표준협력이 필요하며, 이를 위한 글로벌 R&D는 필수적임
 - 국가간 상이한 도로환경(도로, 인프라, 교통신호체계, 교통법규, 교통문화 등)에 따라 교차실증을 기반으로 한 표준협력이 필요하며, 이를 위한 글로벌 R&D는 필수적임
 - 최근 자율주행 관련 국제 표준화 활동은 ISO TC22(도로차량), ISO TC204(지능형교통시스템) 기술 위원회에서 미국, 독일, 프랑스 일본을 중심으로 추진 중에 있음¹²⁾
 - 국내 글로벌 완성차 기업과 통신인프라 현황은 국내 자율주행 도입에 유리한 측면은 있지만, 자율주행을 위해 필수적인 관련 법·제도·기준 및 관련 인프라에 대한 수준은 아직 미흡하며, 향후 완전자율주행(Lv4) 시장 선점을 위한 글로벌 경쟁 대응 노력 필요¹³⁾
 - '22년 말 세계 세 번째로 부분자율주행(Lv3) 상용화하고, 임시운행허가(' 16.2~, 246대), 시범운행지구 운영(' 20.5~, 14개소), C-ITS 구축사업(' 14.7~, 976km) 등을 통해 운행 지원하고 있음
 - 국내외 자율주행 관련 법·제도 기준 현황과 기술표준, 인프라, 사회적 수용성 관련 현황은 다음과 같음

<표 7> 국내외 자율주행 관련 현황

구분	해외	국내
자율주행 관련 법·제도·기준	• (독) '21년 Lv.4 상업운행 허용 표준화된 법체계 • (일) '20년 Lv.3 공공도로 운행 허용	• '23년 Lv.4 시범운행 지원 (자율주행자동차법 개정)
기술표준	• '21년 UN/ECE/WP.29에서 자율주행 차량에 대한 규제 프레임워크 수립 - 레벨3 차로유지(ALKS)(R157), 사이버보안(R155), S/W업데이트(R156) 규정	• 교통안전공단은 UN/ECE/WP.29 국제표준에 참여하여 국내 법제도 개정 추진 • 자율주행사업단은 국제표준 활동을 하고 있으나, 국내 개발기술의 국제표준 등록 성과는 전무
인프라현황	• (미) WAVE, C-V2X/LTE-V2X 지원 • (EU) C-V2X/LTE-V2X 지원	• 5G 스마트인프라로 V2X지원 가능
사회적 수용성	• (EU) Horizon Europe의 CCAM 프로젝트를 통해 사회적수용성 제고 연구 • (미) Waymo, Tesla에서 상용화 서비스 제공	• 리빙랩을 통해 사회적 수용성 제고를 위한 노력 중

12) 자율주행차 국가표준 활동 가이드라인

13) 모빌리티, 혁신 로드맵, 국토교통부, 2022. 4.

- 국내 자율주행 관련 기술수준은 추격그룹 및 선도그룹에 위치함¹⁴⁾
 - 완전자율주행 모빌리티 및 첨단 도로 인프라 기술수준은 76.4%으로 기술격차는 3.57년이며 추격그룹에 위치함
 - 스마트 모빌리티 서비스(MaaS) 및 미래교통관리시스템(FTMS) 기술수준은 83.2%로 기술격차는 2.72년이며, 선도그룹에 위치함

○ 국제기술협력을 통한 국가신뢰도 제고 필요

- 자율주행은 국가 경계를 넘어 글로벌 시장에서 운행되는 기술로, 각 국가별 안전 기준과 인프라가 상이할 경우 사고 및 혼선발생
- 국제공동연구 및 상호교차 실증을 통해 적극적으로 글로벌 규범 형성에 참여함으로써, 기술·정책 리더십을 확보하고 신뢰도 제고

	제도 현황	주요내용	현재 운행가능 수준	
			레벨3	레벨4
	•연방자율주행차정책(FAVP) 자율주행 단계별 가이드라인 제시(2016.9) •연방자동차안전기준 규칙 개정(2022.3.10.)	•각 주 정부의 법에 따라 레벨3 이상 차량 주행 허용 •기존 제어장치 장착하지 않은 자율주행차 허용	운행 가능	운행 가능
	•레벨4 실용화를 위한 자율주행법 제정 (2021.5)	•무인자율주행차 허용	운행 가능	운행 가능
	•도로운송차량법 개정 완료(2019.5) •자율주행차 안전기준 공포(2020.3)	•레벨3 제도 정비 •혼다 레벨3 자율주행시스템 시판 승인	운행 가능	임시운행 가능
	•자율주행차 분야 선제적 규제해파 로드맵 (2018) •자동차손해배상보장법 개정(2021.4)	•2027년까지 레벨4 자율주행 상용화 목표 추진 •자율주행 기록장치 설치의무화 등	임시운행 가능	임시운행 가능

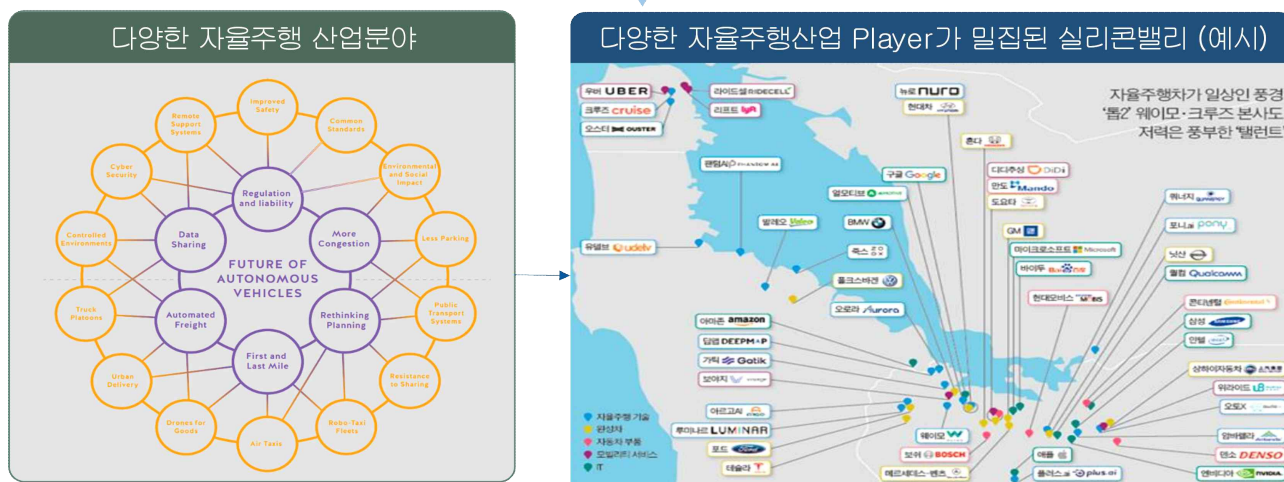
[그림 17] 주요국의 자율주행제도 레벨에 따른 운행가능수준 비교(정보통신신문,'22.4)

14) 국토교통 2050 미래기술 전략로드맵, 국토교통부, 2023.

□ 자율주행 분야는 다양한 산업 내 플레이어들의 연계·협력 필요

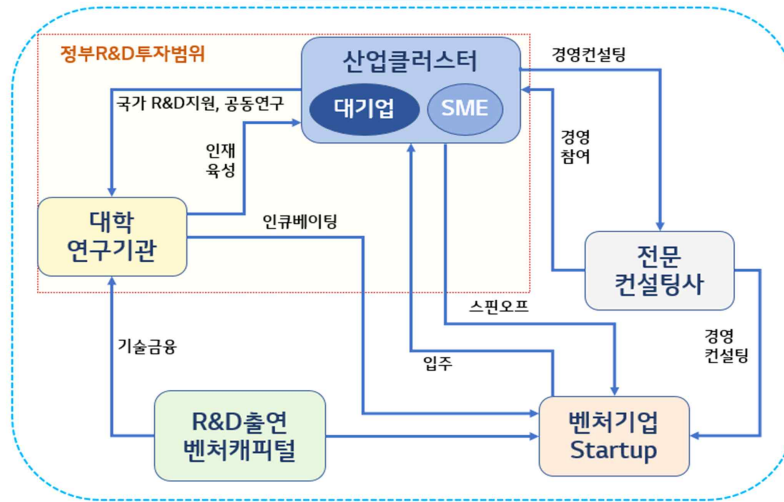
- 자율주행은 사람, 기술, 규제, 기준, 정보, 연결, 환경, 서비스 등 다양한 요소들이 서로 연계되어 상호작용

• 실리콘밸리는 자율주행 관련 대표기업인 UBER, CRUISE, 웨이모 뿐만 아니라 Apple, Google, Intel, Facebook, Nvidia, Oracle, SAP 등 첨단산업 기업들이 밀집



[그림 18] 다양한 산업과 요소가 서로 연계되어 상호작용하는 자율주행 산업분야

- 선진국에서는 산업, 혁신기관이 함께 연구개발, 실증, 사업발굴을 촉진하는 혁신클러스터 형태로 발전 중
 - 혁신클러스터란 특정산업을 중심으로 부가가치를 창출하는 기업, 지식생산기관(대학, R&D연구기관 등), 지원기관(벤처캐피탈 등), 고객 간에 혁신적 제품·프로세스개발을 위해 형성된 네트워크임
 - 1990년대 마이클포터 교수(하바드大)가 국가경쟁에서 클러스터의 중요성을 강조한 이후, 국가 과학기술발전과 경제성장을 견인하는 가장 강력하고 혁신적인 산업정책으로 자리매김
 - 혁신 클러스터는 산업별로 형성되는 경우가 많으며, 기업, 대학, 연구소 등이 다수로 참여하고 정부 및 지자체가 지원
 - 신제품·공정 개발의 조기성공을 위해 벤처캐피탈과 스타트업, 컨설팅·마케팅 등이 유기적으로 연계되어 활동



[그림 19] 혁신클러스터의 개념

- 자율주행분야의 대표적 클러스터로 유럽 CCAM, 영국 CCAV, 미국 Mcity 등이 존재
 - 유럽 CCAM은 유럽 26개국, 180여개 이상 관계기관이 결합된 커넥티드 협력 자율주행(Connected Collaborative Automated Mobility, CCAM) 분야 비영리 파트너십 조직
 - 유럽 다자 공동연구 혁신 프로그램인 호라이즌 유럽(Horizon Europe) 내 공동양해각서(MOU)를 기반으로 공식화
 - 영국 정부는 도로안전과 자동차기술 선도를 목표로 2015년 2개 정부부처(교통부, 산업부)가 공동으로 CCAV(Centre for Connected and Autonomous Vehicles)를 설립, 공공, 산업계, 학계 등 중심으로 안전하고 친환경·효율·포용적 미래교통프로그램 설계·적용·확산에 주력
 - 세계 최초 자율차테스트베드(32에이커부지에 16에이커이상의 도로 및 교통 인프라)인 Mcity는 미국 국립과학재단으로부터 510만 달러 지원을 받아 Mcity2.0으로 고도화 중



[그림 20] 유럽 SHOW프로젝트



[그림 21] 미국 MCity 2.0

- 유럽에서는 Horizon Europe을 통해 자율주행 관련 국가간 공동연구 프로젝트들이 추진되고 있음

- ‘21~‘22년에 착수된 자율주행 관련 프로젝트는 총 18건임



[그림 22] Horizon Europe을 통해 지원되는 자율주행 관련 프로젝트 추진 현황

□ 자율형 자동차 연구를 위해 리빙랩 기반의 모빌리티 부문 개방형 혁신 네트워크 접근 방식이 매우 관련성이 높은 것으로 나타남¹⁵⁾

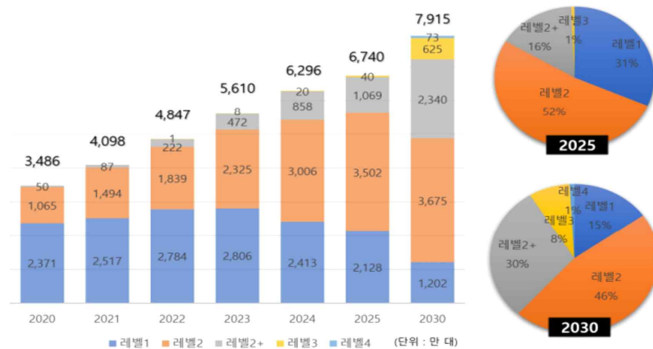
- 이러한 협업 접근 방식의 이유는 맞춤형 제품 및 서비스에 대한 수요뿐 아니라 계속해서 증가하는 개인의 경쟁적 위치에 대한 전반적인 요구 때문임
 - 모빌리티 부문의 경제적 변화와 디지털화의 증가로 인해 이 부문의 조직은 고객 요구와 위험 감소에 더 집중해야 하며, 다자간 네트워크 형성에 대한 압력이 높아짐
 - 네트워크의 일부로서 법적으로 독립된 조직은 효율적인 정보, 향상된 유연성, 새로운 아이디어와 솔루션의 공동 개발을 통한 시너지 효과에 중점을 두고 있음
- 도시의 미래를 형성하는 데 관심이 있는 영리/비영리, 연구 또는 공공 기관으로 구성된 37개 파트너의 개방형 혁신 네트워크인 “Living Lab Aachen”의 개발 및 지속적 관리가 중요
 - 중요한 측면은 모든 참여 조직에 균형 잡힌 부가가치를 제공하고 프로세스에 지속적인 통합을 제공하는 개방형 혁신 네트워크의 공정한 관리임

15) Smart Transportation: AI Enabled Mobility and Autonomous Driving, CRC Press, 2023.

- “Living Lab Aachen”의 싱크탱크 내에서 활발한 조직 간 교류를 통해 미래 도시 이동성 부문에서 시너지 효과를 활용하기 위해 여러 가지 새로운 이니셔티브와 기존 프로젝트의 통합으로 이어졌음
 - 공공 자금을 지원받는 컨소시엄 영역의 한 가지 예시적인 프로젝트는 “APEROL”임
 - 풀링된 DRT 개념에 내장된 자동화된 전기 자동차의 시범 운영을 구현하는 것이 목표임
 - 첫 번째 단계의 결과는 나중에 도시 기반의 선행 교통 시뮬레이션을 통해 뒷받침되는 포괄적인 이동성 시스템에 통합됨
- 모빌리티 부문의 개방형 혁신 네트워크 관리와 각 생태계 설계에 대한 공통 목표의 성공을 보여줌

□ 자율주행시스템 보급 확대에 따른 해외진출 기반마련 필요

- 자율주행 시장은 지속성장할 것으로 전망되며, ‘30년부터는 레벨3 시장이 확대되고, 본격적으로 레벨4가 적용될 것으로 전망됨



[그림 23] 자율주행 단계별 시장 성장 전망

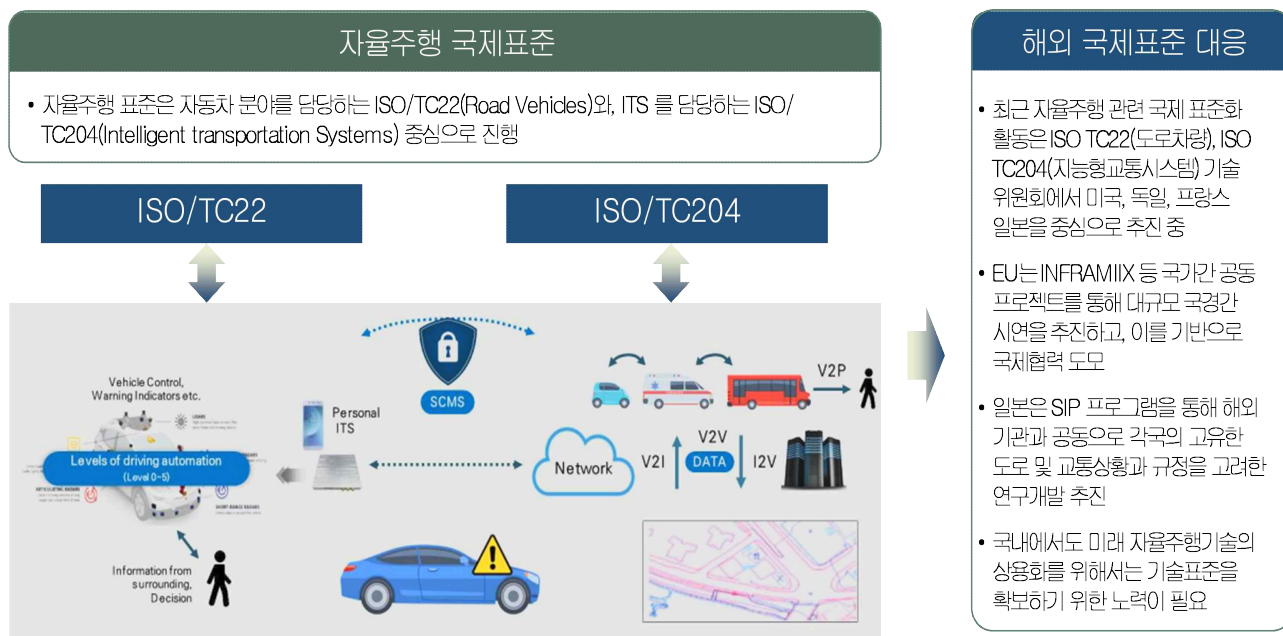
- 이에 따라 자율주행과 연관되는 글로벌 시장의 급성장이 전망되며, 인프라와 연계되는 레벨4 이상의 기술력 확보를 통해 초기 시장 진출이 필요함

□ 자율주행 2단계 제품 시장이 형성됨에 따라, 3단계 이상의 자율주행을 구현하기 위한 표준선점이 중요

- 자율주행 표준은 자동차 분야를 담당하는 ISO/TC22(Road Vehicles)와, ITS 를 담당하는 ISO/ TC204(Intelligent transportation Systems) 중심으로 진행
- 해외 국제표준화 활동에 대응하여 국내에서도 미래 자율주행기술의 상용화를 위해서는 기술표준을 확보하기 위한 노력이 필요
 - 최근 자율주행 관련 국제 표준화 활동은 ISO TC22(도로차량), ISO TC204(지능형교통

시스템) 기술 위원회에서 미국, 독일, 프랑스 일본을 중심으로 추진 중

- EU는 INFRAMIIX 등 국가간 공동 프로젝트를 통해 대규모 국경간 시연을 추진하고, 이를 기반으로 국제협력 도모
- 일본은 SIP 프로그램을 통해 해외 기관과 공동으로 각국의 고유한 도로 및 교통상황과 규정을 고려한 연구개발 추진



[그림 24] 자율주행 국제표준 추진 현황

라. 사업 추진 시급성

- ‘자율주행기술개발혁신사업(‘21~‘27)’ 등 글로벌 기술선도를 위한 투자가 이루어지고 있으나, 자율주행차량 운영·관리를 위한 인프라, 시스템 개발 및 상용화가 시급한 실정
 - 국내외 클러스터 간 국제협력과 상호교차실증은 자율주행 기술의 안전성과 조기 상용화에 필수적임. 자율주행은 기술·규범·행정체계가 복합적으로 작용하므로 글로벌 수준의 인프라·통신·데이터 실증환경 및 운영체계 구축이 최우선 과제임
 - (시너지 극대화) 국제협력(검증·인증·실증·인적교류)을 통해 각 클러스터의 인프라·노하우·시장 네트워크를 공유하고 상호 보완적 성장 도모
 - (다양한 주행환경 교차검증) 고속도로 무인주행·다중교차로 등 국내 구현이 어려운 환경을 PG(Proving Ground) 교차실증으로 재현, 실도로·가상환경 결합한 하이브리드 시험을 통해 정교한 검증 수행
 - ((공동운행허가 기준·표준화 추진) 국가 간 공동운행허가 프로세스 조기 개발, UNECE WP29·SAE 등에 실증데이터·결과를 제시해 표준화 선도
 - (법·제도·정책 기반구축) 정부 차원의 운행관리 책임소재·제도를 신속 정비, 글로벌 기준에 부합하는 법·정책 마련으로 자율주행 시대 선도
- 선도국은 국제협력을 통해 다양한 환경에서의 기술 검증, 상호호환성 확보, 국제표준, 정보공유를 위한 노력 중으로 글로벌 네트워크에 동참 시급
 - 자율주행기술의 경우 국가간 상이한 도로교통환경에 따라 교차실증을 기반으로 한 표준협력이 필요하며, 이를 위한 글로벌 R&D는 필수
 - 자율주행기술이 아직 상용화되지 않은 상황에서 자율주행 기준이 정립되는 단계에 있으며, 선도국들은 보다 안전한 자율주행 기술, 다양한 환경조건에서도 통용될 수 있는 자율주행 기술의 국제표준활동에 참여하고 있음
 - 이를 위해 국가간 상호호환성 확보가 중요하며, EU국가들은 CCAM파트너십을 통해 공동연구 및 실증 추진, 영국 CCAV는 국제표준 공동대응을 위해 국제협력 추진
 - 영국은 새로운 제품 및 서비스 개발을 위해 데이터가 교환되는 개방형 플랫폼 제공
 - 우리도, 이에 동참이 필요하며, 상대국과 글로벌 협력네트워크를 형성하고, 상호호환성을 갖기 위한 교차실증, 공동시험 기준 등의 기반 마련이 필요함

- 국제 공동 기술개발, 실증, 평가, 기준, 인증, 제도화 지체 시 해외 글로벌 인증기관(TUV, BV, DNV, KIWA 등)의 시장선점으로 관련 산업 생태계가 해외기술에 종속될 우려가 있음

3절. 사업추진근거

□ 이 사업은 국토교통과학기술육성법, 정부 국정과제, 제5차 과학기술기본계획에 근거하여 추진

- 국토교통과학기술육성법 제8조(연구개발사업의 추진), 제14조에 따라 국제공동연구 개발의 활성화 등 국제협력업무 추진, 해외건설 촉진법 제15조의 4에 따라 해외건설 정책 및 연구개발 등을 추진
- 정부의 국정과제에서 미래차 혁신 생태계 조성, 자율주행·UAM 산업 육성, K-AI 시티 인프라 구축 등의 여러 차원에서 미래 모빌리티 육성을 위한 과제를 설정함
 - 국정과제 30-1 (전략산업 혁신) 친환경차·소프트웨어차량(SDV)·AI 자율주행차 등 미래차 혁신 생태계 조성
 - 국정과제 31-1 (미래 모빌리티 실현) 레벨4자율차 출시 및 대중교통 등 공공서비스 활용, 자율주행 AI 학습센터 등 인프라 구축, E2E 차세대 모델기술 개발
- 「제5차 과학기술기본계획」에서는 과학기술의 국제화를 촉진하기 위해 해외거점 활성화 및 국내 기업의 해외 진출 지원 추진
 - 과제2-5-3 전략적 국제 공동연구 추진 및 중장기 협력 기반 구축에서 협력 유형 및 권역별 국제협력 전략성 강화 內 국제협력 R&D 확대, 양자다자 공동연구 프로젝트 추진
- 정부는 「글로벌 R&D 추진전략(‘23.11)」에서 12대 국가전략기술, 17대 탄소중립기술 분야 중심 글로벌 플래그십 프로젝트 발굴 및 R&D 투자 지원 강화 제시
 - 12대 국가전략기술(첨단모빌리티, 반도체·디스플레이, 이차전지, 첨단바이오 등)
- 정부는 '글로벌 3대 자율주행차 강국' 도약을 위한 「자율주행차 산업 경쟁력 제고 방안」을 발표
 - 자율주행 실증도시 조성, 자율주행 전용 GPU 확보와 AI 학습센터 조성 지원
- 국토교통부에서는 ‘모빌리티 혁신로드맵(‘22.9)’에 따라 모빌리티 시대 글로벌 선도도와 혁신 서비스의 일상 구현을 위하여 첨단모빌리티 집중육성

참고 : 「국가 도로교통안전 추진전략」 연계('23.12)

※ 「완전 자율주행 시대에 대비한 도로교통안전 추진전략」(관계부처합동 '23.12.13)

- (추진배경) 완전 자율주행 시대 대비 도로교통법·제도 기반 마련 필요
- (추진전략) 자율주행 기술개발 단계 고려, 평가검증체계, 운행안전관리, 인프라조성 3개 분야 추진
 - (평가검증체계) 자율주행차 운행 안전 확보를 위한 관리주체 검증, 법규준수 평가, 면허체계 검토 등
 - (운행안전관리) 자율주행 안전운행 관리방안 정립 및 사고대응·예방체계, 국제협력 및 교육 등
 - (인프라조성) 자율협력주행 위한 교통안전시설 정보 연계, 교통정보센터 강화 위한 정보플랫폼 구축

	1단계(23~25)	2단계(26~27)	3단계(28~)
평가 검증 체계	완전 자율주행차에 대비한 인적 주체 규정 사전 마련	자율주행차 도로교통법 준수 능력 평가 지원 방안 마련	완전 자율주행에 따른 기존 면허체계 개편안 검토
운영 안전 관리	완전 자율주행 상용화 전 시스템 관리방안, 법규 위반 책임 등 명확화	완전 자율주행을 위한 통행규칙, 형사책임 정립	긴급상황 시 자율주행 운행 통제방안 등 마련
인프라 조성	교통정보 수집·제공을 위한 법적 근거 등 마련	교통안전시설 정보 제공 등 시스템 구축	자율주행 종합교통정보 플랫폼 확대

- (실행전략) 자율주행 안전운행 관련 법제도 개선, 도로교통 안전분야 R&D사업 확장 추진, 자율주행 도로교통 정책 추진 전담조직 구성, 대국민 공청회 등 소통 강화



○ '국가 도로교통안전 추진전략'과 국제협력 기반 '자율주행 글로벌 혁신클러스터' 신규사업 연계(안)

	국가 도로교통안전 추진전략	자율주행 글로벌 혁신클러스터 신규사업(안)
법제도 기반 및 안전성 강화	○ 완전 자율주행 대비 도로교통법, 안전규제 및 면허체계 개선 추진	○ 글로벌 안전기준·인증체계 구축을 통해 국제적으로 통일된 법·제도 기반 마련 목표 - 국내 도로교통법 및 책임소재 명확히하여 UNECE, ISO 등 글로벌 기준 도입·준용 - 국내에서 고려하지 못한 다양한 해외 시나리오가 반영된 안전기준 수립
교차실증 및 데이터 표준화	○ 도로인프라와 자율주행 데이터 기반 교통정보센터 강화를 위한 교통정보 수집제공시스템 구축 목표	○ 다양한 국가 간 교차실증과 데이터 표준화를 통해 자율주행 기술 신뢰성 향상 - 국내 자율주행 실증사업 데이터 국제적으로 공유 및 분석하는 실증시나리오 구체화 * 고신대 약천후, 고속도로 등 다양 환경 테스트 시뮬레이션 * UNECE WP.29, ISO/TC204 국제표준 호환성 기반 데이터 연계 - 데이터 지연·오류 감소 및 정확·신속 정보제공
정기검사 및 안전성 평가체계 구축	○ 자율주행차 도로교통법 준수 능력 평가시스템 구축을 강조하며, 차량 안전성 평가·관리 방안 제시	○ 정기검사 프로토콜 개발(검사항목, 시뮬레이션) 및 글로벌 검사체계 도입 - 법규 준수 능력 평가시스템과 연계하여 정기검사 프로토콜 연구를 위한 글로벌 정기검사 표준 모델 연구개발 * 센서AI·알고리즘 등 정기검증항목·데이터 처리 구체화 * ISO 표준 연계 및 상호인증 체계 구축

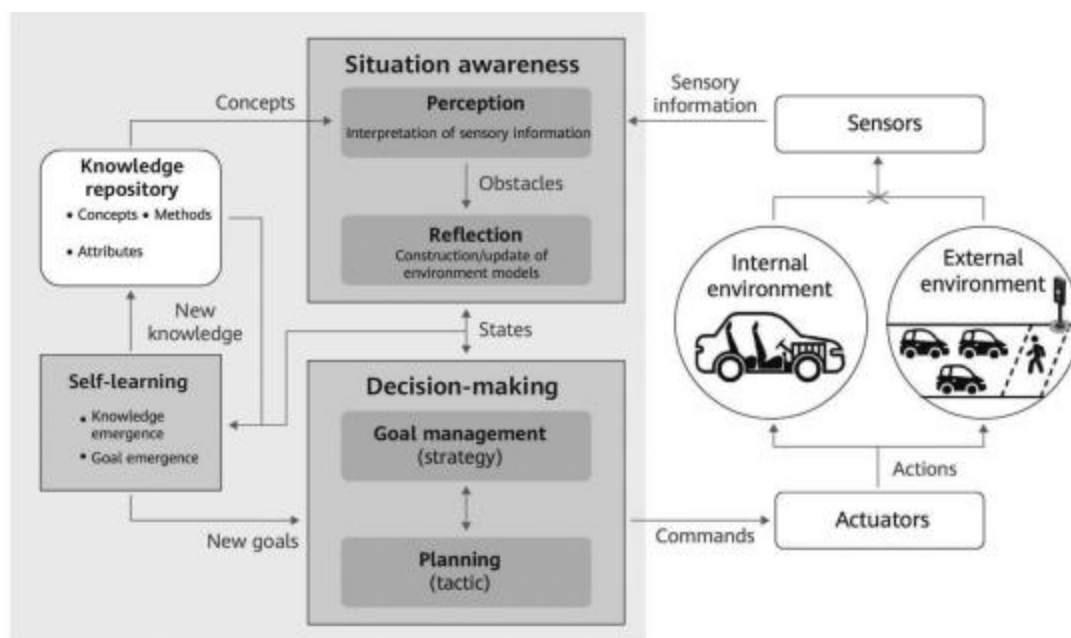
4절. 기획범위

1. 자율주행 기술의 범위

□ 자율주행에 영향을 주는 요인을 토대로 자율주행 기술의 범위를 설정하며, 기술의 범위는 Joseph Sifakis의 자율주행 시스템 레퍼런스 모델을 기반으로 체계화하여 정리함

○ Joseph Sifakis는 자율주행 시스템에 대해 상황인식, 의사결정, 자기학습의 3가지 핵심기능의 결합으로 정의하였음¹⁶⁾

- 상황인식단계에서는 관련 정보를 생성하는데 필요한 기능으로 차량내부의 환경, 외부의 교통환경에 대한 센서를 통해 수집된 정보를 해석하고 결합된 정보를 수신하면 시스템 환경과 시스템 상태를 나타내는 모델을 생성하고 지속적으로 이를 갱신함
- 의사결정단계에서는 설정된 목표 중에서 현재 상황에 맞는 목표를 선택하고, 시스템 상태 제약 조건과 목표 관리 요구 사항을 충족하기 위해 생성된 목표 세트를 충족하는 계획을 판단하며, 시스템이 현재 환경 상태에 대응하기 위해 취할 조치가 결정됨
- 자가 학습단계에서는 시스템과 환경의 진화 상태에 따라 학습과 추론을 통해 시스템 목표와 목표 계획 프로세스를 동적으로 조정함



[그림 30] Joseph Sifakis의 자율주행 레퍼런스 모델

16) Autonomous Driving Network Network Architecture in the Era of Autonomy, CRC Press, 2024.

2. 자율주행분야 혁신클러스터형 국제공동연구의 범위

□ 자율주행부문 국토교통 국제협력분야-자율주행분야 국토교통부의 기술영역의 범위 안에서 주요 동향 및 클러스터 분석

- 자율주행부문 국토교통 국제협력 분야로 기술개발, 현지실증, 법·제도·기준, 서비스·사업화 관점에서 검토
- 자율주행분야 국토교통부의 기술영역은 해외사례로부터 자율주행에 영향을 주는 기술영역 중 국토교통부 기술영역을 선별하여 설정

자율주행 매커니즘		국토부 기술영역(안)	<(혁신클러스터형) 국제협력 영역(안)>			
			기술개발	현지 실증	법·제도·기준	서비스·사업화
주행환경인식 (Situation awareness)	↔	자율주행 환경정보 인식	자율주행 환경정보 인식 성능 향상, 악천후 기능 보장 등	실도로, T/B 등을 활용한 환경정보 인식기술 실증	자율주행 교통 환경정보 인식을 위한 안전/검증 기준	자율주행 환경정보 인식을 위한 인프라
판단/주행전략 (Decision-Making)	↔	자율주행 정보 분석 및 교통운영 판단	자율주행 인식·교통운영 정보 통합 분석 알고리즘 등	실시간 교통정보 반영 자율주행 시스템 실증	자율주행 교통운영 분석을 위한 표준화된 검증 절차·기준	자율주행 교통운영 서비스 등
주행제어 (Control)	↔	자율주행 교통운영정보 공유 및 운행지원	자율주행 통신 인프라 네트워크 데이터 교환	차량-인프라간 V2X기술의 실증	통신 및 네트워크 데이터 규격 등의 표준	ITS연계 자율주행 운행지원 서비스 등

5절. 과업 추진 프로세스

- 기획과정은 기술분야별 연구범위 설정, 국내외 환경분석, 사업추진방향 설정, 국제협력 어젠다 도출, 국제협력 item 도출, 연구과제 설정의 6단계로 추진됨
- 기술분야별 연구범위 설정단계에서는 혁신클러스터형 국제협력에서의 연구영역, 자율주행 기술영역으로 자율주행분야 혁신클러스터 국제협력 연구범위를 설정함
- 국내외 환경분석 단계에서는 연구범위 안에서 국내외 정책/기술/시장동향분석 및 자율주행분야 선행연구, 국제협력 및 혁신클러스터 사례를 분석함
- 사업추진방향 설정단계에서는 환경분석 결과를 기반으로 사업추진방향을 설정함
- 국제협력 어젠다 도출단계에서는 사업추진방향 안에서 국제협력연구 어젠다를 도출함
- 국제협력 item 도출단계에서는 어젠다별로 전문가 수요조사를 통해 item을 발굴함
- 연구과제 설정단계에서는 item을 기반으로 시급하고, 사업추진기간내 추진이 가능한 내용으로 과제화함



[그림 31] 과업 추진 프로세스

2장. 대내외 환경분석

1절. 자율주행 발전 전망

- ERTRAC¹⁷⁾는 2050년에는 완전 자율주행이 일반화 될 것으로 예상하고 있으나, 기존 구형차량과의 상호작용, 안전문제, 소외지역으로의 보급 문제는 지속될 것으로 예측하고 있음¹⁸⁾
- 차량과 도로망의 100% 실시간 연결, 원격으로 운영가능한 교통관리시스템 구축, 모든 신규 차량의 자동화 기능 탑재
 - 도심에서 운행하는 버스, 배송 차량 등의 다수는 관제 센터의 지원을 받아 자율 운행함으로써 기존에 서비스가 부족했던 지역에서 교통 접근성을 확보하는 동시에 전체적인 교통량을 감소
 - 고속도로에서 주행하는 거의 모든 차량은 운전자의 즉각적인 개입 없이 자율 주행이 가능해짐에 따라 운전자는 휴식, 생산성 증대 등 다양한 목적으로 시간을 활용
 - 도로에서 주행하는 모든 자동차, 트럭에는 신호등, 회전교차로 등에 대한 반응을 포함한 첨단 지원 시스템이 설치되어 사고를 방지하고 탄소 배출을 저감에 기여
- 비(非)도로 및 건설 분야에서도 완전 자율 운행이 일반화
- 자율 교통 체계의 점유율이 높아짐에 따라 일부 구역에서는 시스템 전체를 인공지능(AI) 기반의 하향식 제어 구조 내에서 자체적으로 발전, 다만 기존 구형 차량과의 상호작용은 지속
 - 이러한 체계적 접근방식의 적용에 따라 교통량이 혼재되어 있는 상황에서도 높은 수준의 효율과 안전을 달성
 - 교통량에서 자동화 차량의 비중이 높아지고 도보와 자전거 등이 차지하는 비중도 2050년까지 지속적으로 상승할 것으로 예측되나, 이륜동력차와 구형 차량은 여전히 존재함에 따라 이들과의 상호작용을 안전하고 원활하게 조정하기 위한 노력이 지속
- 2050년에도 운영 영역에 한계가 존재하여 이를 넘어선 영역에서는 수동 제어가 필요할 가능성이 존재

17) ERTRAC(European Road Transport Research Advisory Council) 유럽 도로 교통연구 자문 위원회

18) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022.2.18

- 자율주행 차량조차도 도로 사용자의 불규칙적인 행동에 모두 대응하는 것이 불가능
- 기술적 고장의 가능성도 배제하기 어려움

* 전체적인 안전 개념에서 한 개의 단계(layer)가 고장을 일으키는 경우 다른 단계에서 이를 보상하는 안전 시스템 접근방식(Safe System Approach)에 따라 도로 안전을 개선하기 위한 집중적이고 확고한 노력이 요구

○ 시외 소외지역의 모든 교통 수요를 충족할 수 있을 만큼 충분히 저렴하고 접근가능한 자율주행 모빌리티를 실현할 수 있는지는 미지수

- 이러한 지역에서는 사회 활동 참여와 일상 내 수요 충족을 원하는 어린이, 노인, 장애인들이 자동차 운전의 대안을 강력하게 요구하고 있음

□ ERTRAC는 2050 비전 달성을 위해 해결해야하는 과제를 인프라, 검증, AI 및 데이터 3가지 측면으로 제시하고 있음

○ 인프라 해결과제

- **(교통관리의 혁신적 모델)** 교통량 관리 방법은 도로 관리에서 차량 편대 관리, 개별 차량 관리와 개별적 조작 지원으로 발전해 나감에 따라 혁신적인 모델이 등장할 것으로 예상
- **(디지털 트윈의 활용 확대)** 자율주행 인프라 지원(ISAD : Infrastructure Support for Automated Driving)은 물리 및 디지털 인프라의 실시간 디지털 트윈(digital twin)을 제공함으로써 자율주행 차량의 운영설계 영역(ODD : Operational Design Domain)을 확장되어야 함
 - 이러한 디지털 트윈은 터널, 교량, 요금소 등 다양한 인프라의 정확한 상세 구축, 교량의 적재 하중, 영구 설치된 도로 표지 등 정적 데이터 뿐만 아니라 임시 도로 공사, 도로 상태, 알려진 안전 관련 정보 등과 같은 동적 데이터도 포함하고 있어야 함
- **(데이터 접근성 및 활용성 향상)** 또한 접근성과 활용성을 지닌 데이터의 개선을 통해 기능적 안전을 별개의 부분이 아닌 전체적으로 평가해야 하는 협업 체계를 생성해야 하며, 이에따라 표준, 사양, 실무에 대한 연구 개발이 필요
 - 이러한 협업은 모두 적합한 연결 시스템의 진화 및 막대한 양의 데이터 처리 및 공유를 기반으로 하므로 모바일 인터넷, 노변 ITS 스테이션, 클라우드 데이터 스페이스, 모바일 엣지 컴퓨팅 등과 같은 통신 기술의 융합이 필요
- **(새로운 규제 및 사업모델)** 새로운 공공 및 민간 사업 개념과 협력 패턴에 대한 연구 개발을 통해 이에 대응하는 규제 체계와 사업 모델 구축이 필요

○ 검증 해결과제

- **(다양한 시나리오를 고려한 검증)** 시험 사례 추출을 위한 시나리오 데이터베이스를 지속적으로 업데이트함으로써, 지속적으로 확장되는 자율주행 차량의 운영설계 영역(ODD : Operational Design Domain)의 반영
 - 자율주행 차량 증가, 새로운 교통 수단의 등장, 현 시점에서는 예측이 어려우나 2050년까지 등장할 가능성이 있는 문제를 비롯해 교통 시스템의 다른 과제들도 관련 시나리오와 시험 사례에서 고려할 필요가 있음
- **(안전에 대한 지속적 검증)** 안전 핵심 기능은 장기적인 맥락에서는 이러한 연결성에 의존하게 될 가능성이 있으므로, 향후 검증 시나리오에서 반영할 필요가 있음
 - 특히 자율주행 차량의 원격 운행, 검증이 어려운 (시스템내/외부) 분산형 지능을 갖춘 모든 핵심 안전 시스템에 적용
- **(AI 자율발전 시스템 적용 고려)** AI 기반의 자율학습 차량 시스템 검증에 관한 기본적인 문제들은 2050년 경이면 해결되어 있을 것으로 예상되나, AI 자율발전 시스템 개념이 교통 시스템에 적용된다면 또다른 문제에 직면할 수 있음

○ AI 및 데이터 해결과제

- **(다양한 데이터의 확보 및 활용)** 호스트(host) 차량, 다른 차량들, 인프라, 후방 지원 부서에서 얻은 데이터를 활용해 복잡한 시나리오에서의 의사결정에 활용할 수 있음
 - 여기에는 안전에 핵심적인 상황, 교통량 관리, 배출 관리, 차량 충전, 새롭게 등장하는 다양한 모빌리티 서비스의 제공 등이 포함되어야 함
 - 안전, 효율, 지속가능성에 긍정적인 영향을 입증하는 것은 정책 결정, 입법, 투자 의사결정 및 책임성 측면에서 매우 중요함
- **(상호간 데이터 교환체계 설정)** AI는 전반적인 모빌리티 시스템의 다양한 부분에 적용될 수 있으므로 상호 인정된 공동의 데이터 교환 체계를 설정하는 것이 필수적
 - 일부는 중앙 장치 또는 센서에 탑재될 것이며, 하나의 통합 지점 또는 서비스 제공자의 후방 지원 부서에 설치될 수도 있음
 - 관련 데이터를 어떻게, 어떠한 형식으로, 누구와 교환할 것인지에 관한 사항을 분명하게 할 필요가 있음
 - 이러한 논의에서 새롭게 등장한 주제 중 하나는 데이터 교환에 소요되는 에너지 사용량의 증가이며, 모빌리티의 지속가능성 관점에서 이러한 측면에 대해 조기부터 논의해야 할 필요성이 있음

- (신뢰하고 믿을 수 있는 인공지능 개념 강조) 최근 부상하고 있는 신뢰할 수 있는 인공지능(trustworthy AI), 믿을 수 있는 인공지능(reliable AI)의 개념도 더욱 강조할 필요가 있음

- 이는 사용자의 기술 수용을 촉진하고 안전, 배출, 포용, 모빌리티 접근성과 같은 필수적인 사회적 이점을 앞당길 수 있는 핵심 요소임
- 동시에 도로 모빌리티에서 AI의 윤리적 기초를 구축하기 위해서도 필요함

□ ERTRAC는 2030년 로드맵의 핵심의제를 4가지 도로영역 측면에서 제시하고 있음

○ Highways and corridors (고속도로 및 주요 간선도로)

<표 12> ERTRAC 2030 로드맵 의제 (Highways and corridors 영역)

구분	주요내용
개요	• 고속도로의 자동화, 플레투닝 트럭 운행, 인프라 보조를 통한 협력형 자율주행 지원을 가능하게 함 • 다양한 수준의 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS)이 장착된 차량이 운용
추진방향	• 높은 수준의 자동화(L3-L4) 조기 도입으로 안전, 교통 흐름, 편의성 향상 • 운전자의 업무 부담 경감 및 편의 증대
활용사례	• (교통 체증 운전 대행) 교통 체증 상황에서 최대 60km/h까지 L3 구현. 전방 차량 추종 및 가능한 경우 차로 변경. 차량의 안전 정지가 가능한 시스템 • (고속도로 운전 대행) 차로 변경을 포함하여 최대 130km/h까지 고속도로에서 L3 구현. 비상 차로에서 차량의 안전 정지가 가능한 시스템 • (안전한 자율 주행) 자동차의 경우 최대 130km/h까지 L4, 트럭의 경우 최대 90km/h까지 L4 고속도로 군집 주행/자율 추종. 운전자 개입 필요 없음 • (허브간 운송) 감시가 이루어지는 일부 도로에서 터미널/허브간 운송
(요구되는) 차량기능	• L2-L4 기능을 갖춘 저렴한 차량
(요구되는) 인프라기능	• 실시간 교통 제어 • 정밀한 위치 확인 • C-ITS 구현을 위한 충분한 연결성, 서비스의 질, 데이터의 신뢰성 • 인프라 안전 구역의 가용성(예 : 갓길)
검증요인	• 전체적인 교통 시스템의 기능적 안전성 • 인증 요건을 준수하는 효율적인 검증 도구
표준화요인	• ITS-G5, LTE, 5G 등 V2X를 위한 연결성 인터페이스

구분	주요내용
인프라의 기능적 안전성	- 차량과 인프라의 지각 성능에 대한 공통 평가 “안전 정지 구역”에 대한 규칙과 원칙 * ex) 노건과 비상 차로 이용 : 사고가 발생했을 때 안전 정지 차량이 차로를 점유하고 있는 경우에 대한 판단
규제요인	- 주요 간선도로에서 높은 수준의 자동화(L3-L4) 안전 운영 - 다양한 유럽연합 회원국에서 연결차량 자동화 시험을 위한 규제 조화

○ Confined areas (제한구역)

<표 13> ERTRAC 2030 로드맵 의제 (Confined areas 영역)

구분	주요내용
개요	- 제한구역의 전형적인 예로는 폐쇄형 주차장과 주차동, 물류 터미널과 항만 구역, 버스 기지와 버스 터미널 등을 들 수 있음 - 해당 영역에서는 수동 조작 차량과 자동화 차량이 혼재될 수 있으며, 차량은 상대적으로 낮은 속도에서 운행되는 것이 일반적으로 특정한 교통 규제가 적용될 수 있음
추진방향	- 미인가 교통 흐름의 위험이 적어 고도로 자동화된 (L4) 차량의 조기 도입에 적합 - 통상적으로 차량이 저속으로 운행하며 국지적인 교통 규제가 적용되는 경우 ODD의 복잡성을 현저히 낮출 수 있으나, 다른 차량과 보호되지 않은 인원이 구역 주변에서 이동할 가능성이 있으므로 방해의 위험을 무시할 수는 없음
활용사례	- L4 자율차량 대리 주차로 편의 및 주차 시설의 효율 개선 - 사람과 화물 이동을 위한 운전자 없는 (원격 감시) 제한구역 내의 저속 운행 L4 셔틀 - 차량기지 운영을 위한 L4 버스 자율 운행으로 안전과 생산성 개선 - 터미널/허브의 L4 무인 트럭/트레일러 운행으로 생산성과 안전성 개선
(요구되는) 차량기능	- 파라미터 설정 기능을 갖춘 L4 차량 - 연결성 기반 안전 기능을 바탕으로 한 실시간 반응
(요구되는) 인프라기능	- 실시간 교통 제어 및 감시 - 영역 전반의 광대역 연결 가능성 - 출입구, 울타리, 가상울타리(geo-fence) 등을 이용한 주변부 안전 관리 - 불완전한 조건 하에서도 만족스러운 성능을 담보할 수 있는 메커니즘
검증요인	- 교통 시스템 전체의 기능적 안전성 - 인증 요건을 준수하는 효율적인 검증 도구
표준화요인	- 연결성 및 C-ITS 인터페이스 - 인프라의 기능적 안전성 - 교통 제어 및 감시 - 지각 기능의 공통 평가(차량 및 인프라) - 비폐쇄영역과의 인터페이스(예 : 출입 절차)
규제요인	폐쇄구역의 안전 운영

○ Urban mixed traffic (도시 혼합교통)

<표 14> ETRAC 2030 로드맵 의제 (Urban mixed traffic 영역)

구분	주요내용
개요	• 단기 및 중기적으로 모빌리티 분야에서 가장 중요한 사회적 목표 중 하나는 대도시권과 도심 내의 안전 및 효율 개선임 • 다양한 차량, 배송 서비스, 물자의 운송, 공공 및 민간 교통, 차량 공유, 차량 편대 운영은 물론 보행자, 자전거, 전동 이륜차, 마이크로 모빌리티(micro-mobility) 솔루션까지 아우르는 복합 모빌리티 시스템에 자동화를 통합하는 방법이 고려되어야 함
추진방향	• 안전 : 자율주행은 인간의 오류로 인한 교통사고를 감소시켜 2050년까지 도로 사망자 및 중상자를 완전히 없애는 "비전 제로(Vision Zero)" 달성에 이바지 • 효율 및 환경 : 자율주행은 교통 시스템의 효율을 높이고 교통 체증을 감소 • 접근성 및 사회적 포용 : 자동화된 수요 기반의 모빌리티 서비스는 다양한 대중교통 서비스를 보완하고 대중교통에 접근할 수 없었던 사람들에게 대중교통을 제공하는 역할
활용사례	• 자율 주차, 출입 제한 구역의 저속 운행 등과 같은 제한적 적용 • 전용 차량의 전용도 • 여객과 물자의 주거지 최종 구간 운송 • 혼합 교통 상황에서 사전에 정의된 경로를 따르는 버스(와 같은) 활용 • 정의된 도로망 내에서 유연한 경로를 이용하는 택시와 같은 운행
(요구되는) 차량기능	• 점점 복잡해지는 교통 상황에 대응할 수 있는 센서 및 인지 기술은 도시 혼합 교통 상황에서의 활용을 위해 필수적 • 센서에 의해 검증된 디지털 지도 정보를 사용하여 환경을 인식하는 방안 보완 • 차량 편대 관리/차량 제어 센터 연결을 위한 V2X가 필요
(요구되는) 인프라기능	• 도시 도로망의 최신 HD 지도 • 실시간 교통 정보를 포함한 PDI 연결성 • 추가 인프라 지원 제공(차량 관리, 차량 제어 센터)
검증요인	• 인증 요건을 준수하는 효율적인 검증 도구 • EU 전역의 시나리오 데이터베이스에 도심 교통과 관련이 있는 핵심 안전 시나리오 반영
표준화요인	• 시험 절차 및 순위 표준화 • L4 자율주행을 위한 PDI 지원 요건에 대한 표준화가 필요하며 이후 PDI 개념 및 일반적 요건, 전체적인 수명주기, 특히 PDI 지원 시스템의 유지보수에 관한 표준화가 필요함
규제요인	• L4 자율주행의 형식 승인 및 교통 규칙에 대한 국제 규제가 사실상 전무한 상황 • L4 FOT/실증을 위한 예외 인정 절차의 간소화와 조화가 필요

○ Rural roads (시외도로)

<표 15> ERTRAC 2030 로드맵 의제 (Rural roads 영역)

구분	주요내용
개요	• EU 인구 중 시외에 거주하거나, 근무하는 인구는 약 30% 수준 • 많은 EU 회원국의 시외 인구는 자동차에 의존하고 있으며, 대중교통 수단이 거의 없는 경우도 있어 자율주행 차량은 시외 지역의 여객과 물자 운송 개선을 위한 좋은 기회로 볼 수 있음 • 시외 도로에는 교통량이 혼재되어 있으며(야생동물, 농기계 등 포함) 일부 회원국에서는 최대 110 km/h에 달하는 상대적으로 높은 속도로 주행이 이루어짐 • 반대 방향에서 주행하는 차량과 마주하는 경우가 일반적이기 때문에 차량의 상대속도가 대단히 빠르고 도로 인프라의 종류와 상태도 매우 다양함 • 인프라의 경우 쌓인 눈이 치워지지 않고 남는 경우와 같이 매일 도로 환경이 달라질 수 있고, 시외 지역에서는 디지털 지도 데이터와 연결성의 질도 떨어지는 경우가 대부분임
추진방향	• EU 도로 사망자의 50% 이상이 시외 도로에서 일어난 사고에서 비롯되므로, 상대적으로 비용이 적게 소요되는 시스템을 기반으로한 낮은 수준의 자율주행(L1-L2)으로도 시외 도로의 안전 개선에 상당한 기여를 할 수 있음 • 시외 지역의 고도 자율주행은 사전에 정의된 경로에서 제한적인 ODD만으로 이루어진다 하더라도 운송서비스의 비용 대비 효율을 높여줄 것으로 기대 - 서비스의 운영에서 운전자의 인건비가 상당한 비중을 차지, 이에 따라 장기적으로 고도 자율주행은 도로 교통 시스템의 포용성을 담보하고 소외지역에서 양질의 대중교통 운영을 가능하게 해줄 것으로 판단 - 특히 나이가 너무 많거나 적어 운전을 할 수 없는 사람들, 자가용 소유가 어려운 사람들, 이동성이 제한된 사람들이 자율주행 차량을 이용한 운송 서비스의 혜택을 누릴 수 있음
활용사례	• 자동 긴급 제동(Automatic Emergency Braking) • 차선 이탈 경보(Lane Departure Warning) • 적응형 순항제어(Adaptive Cruise Control) • 조향 및 차선 제어보조 시스템(Steering and Lane Control Assistant Systems) 등 → 주로 낮은 단계의 자동화
(요구되는) 차량기능	• 환경 인지의 지속적인 개선 • 낮은 단계의 자율주행 수용도를 개선하기 위한 비용 절감 • 불량한 노면 상태, 녹지 정리 불량, 감도 저하, 높은 단계의 자율주행을 위한 완벽한 인프라와 유지보수 의존 등 PDI 지원이 제한적인 상태에서의 대처 능력
(요구되는) 인프라기능	• 시외 도로망의 최신 HD 지도(지속적으로 내용이 갱신되는 디지털 지도(도로 표지, 속도 제한 등)에 의한 낮은 수준의 자율주행 지원) • 실시간 교통 정보 및 시외 지역 기상 조건에 대한 정확한 정보 • 시외 지역의 신뢰할 수 있는 연결성 • 비고정식 인프라 지원(예 : 단기 도로 공사 정보를 제공하는 드론)
검증요인	• 인증 요건을 준수하는 비용 감소를 위한 가상 검증 기법 활용 증대, 낮은 수준의 자율주행에도 해당 • 검증 절차에 인간-기계 상호작용 포함(주행방식 인식) • 높은 단계의 자율주행을 위한 EU 전체 시나리오 데이터베이스에 시외 도로의 핵심 안전 시나리오 반영 (다양한 조명/도로 조건, 경계조건 포함)

구분	주요내용
표준화요인	- 시험 절차 및 순위 표준화 - 사용자 인터페이스에 의한 최소 정보 제공을 포함한 인터페이스, 구성요소, 도구 표준화 - 시외 지역에서 높은 수준의 자율주행 PDI 지원을 위한 구체적인 요건에 대한 표준화 - 이후 (다른 운영 환경에서는 첫 번째 단계에서 초점을 맞춘) PDI 개념 및 일반적 요건, 전체적인 수명주기, 특히 PDI 지원 시스템의 유지보수에 관한 표준화 필요
규제요인	- 낮은 수준의 자율주행 기존 규제 체계에 대한 전세계적인 조화 - 안전상의 이점에 대해 (재정적) 근거를 제공함으로써 낮은 수준의 자율주행 시장 수용 촉진 - L3 이상의 자율주행에 대해서는 국제 규제가 사실상 전무한 상황 - L4 FOT/실증을 위한 예외 인정 절차의 간소화 및 조화

□ 자율주행의 고속도로 활용사례에서는 속도문제 해결을 위해서는 주요도로 인프라의 기능이 추가적으로 강화되어야 함을 강조하고 있음

- 주요도로의 기능 강화에 이어 기상 조건 또는 노면 상태 등과 관련한 ODD 확대, 교차로에서의 AI 기반 의사결정 등을 포함한 고속도로 ISAD 적용을 위한 기준을 마련해야함
- 고도의 디지털 인프라를 갖춘 ISAD(Infrastructure Support Levels for Automated Driving) A 주요도로(완전 자율주행이 가능한 인프라수준)는 핵심 지점에서의 안전상 이점을 비롯하여 교통 밀도 관리를 가능하게 함
- 정지 구역 등과 같은 물리적 인프라 또한 ISAD의 발전과 발맞추어 진화할 필요가 있음
- 전용 차로 또는 특정 시간대의 자율 호송, 군집 주행, 버스 및 트럭 전용 주요도로 등과 같은 높은 수준의 서비스가 가능해질 것으로 판단



[그림 32] 고속도로 자동화 전망

2절. 정책동향분석

1. 국내 정책동향분석

가. 법·제도 분석

- 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률이 '21년 제정되었으며, '25년 성능인증 및 승인, 자동차제작자 책임, 이를 관리하는 전담기관 지정 등의 내용을 추가한 법령이 새로 시행될 예정임¹⁹⁾
 - 자율주행자동차의 도입·확산과 안전한 운행을 위한 운행기반 조성 및 지원 등에 필요한 사항을 규정하여 자율주행자동차의 상용화를 촉진하고 지원함으로써 국민의 생활환경 개선과 국가경제의 발전에 이바지함을 목적으로 제정
 - 자율주행자동차의 이용촉진, 자율주행자동차의 이용환경 조성, 자율주행자동차의 안전성 확보를 위한 자율협력주행 인증, 자율주행자동차의 적합성 승인 등을 주요 내용으로 하고 있음
- '22년 국토교통부는 자율주행차가 안전하게 제작되고 조기 상용화될 수 있도록 지원하기 위하여 관계기관 협의를 거쳐 레벨3 자율주행차 안전기준 개정을 추진함²⁰⁾
 - 레벨 3는 고속도로 등 제한된 범위에서 자율주행시스템이 운전하며, 필요시(차선 불분명, 기상 악화 등)에만 운전자가 개입하여 운전하는 단계로 국토부는 '19년 세계 최초 레벨 3 자율주행차 안전기준 제정 이후 국제기준과의 정합성을 높이기 위해 개정을 추진함
 - (자율주행 해제 방식 명확·구체화) 기존에는 자율주행 상황에서 가속·제동장치 조작 시 자율주행 기능이 바로 해제되도록 규정하고 있으나, 국제기준과의 정합성을 고려하여 해제를 위한 조작 방식을 세분화
 - 페달만 조작 시에는 자율주행 기능이 지속되는 상태에서 운전전환 요구 실시
 - 핸들을 잡은 상태에서 가·감속 페달 조작 시에는 자율주행 해제
 - (운전전환 요구 기준 개선) 기존에는 자율주행 상황에서 고속도로 출구 등 운전자 개입이 필요한 시점의 15초 전에 운전전환을 요구토록 하였으나, 복잡한 운행상황 등을 감안하여 자동차를 안전하게 정지시킬 수 있는 충분한 시간을 제작사가 자율적으로 설정토록 변경

19) 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률, 법제처

20) 자율주행차 안전성 높인다... 레벨3 안전기준 개정 추진, 국토교통부 보도자료, 2022.05.25

- (비상운행 조건 명확화) 기존에는 자율주행 상황에서 운전자가 운전전환요구에 대응할 수 있는 시간이 충분하지 않을 경우 비상운행을 시작하도록 하여 비상운행 조건이 불분명하였으나, 비상운행 시작 조건을 최소 제동성능인 5m/s²(현행 안전기준 상 최소 제동성능)을 초과하여 감속해야 하는 상황으로 명확화
- (자율주행시스템 작동상태 알림 방식 개선) 자율주행시스템의 작동상태를 운전자에게 보다 확실히 알릴 수 있도록 계기판 외 핸들 테두리 등에 별도 시각장치를 추가하고, 해제 시에도 운전자에게 별도 알림



[그림 33] 자율주행시스템 알림방식 개선

- (자율주행 해제 시 영상장치의 자동종료 규정) 「도로교통법」 개정('21.10)으로 자율주행 시스템 사용 시 휴대폰·영상장치 조작 등이 허용됨에 따라, 자율주행 해제 시에는 영상장치 등이 종료되도록 규정
 - 그 외 시스템 감지거리, 최소 안전거리, 운전전환 요구 시각신호 등에 대해 그림, 도표 등을 추가 제시하여 이해도 제고
- 자율주행자동차와 관련한 현행법 체계는 운전자와 자율주행시스템이 역할을 분담하는 레벨 3 자율주행 단계에 주로 머물러 있고, 레벨 4 자율주행 단계를 위해서는 일부 보완이 필요할 것으로 보이나, 개정 개인정보 보호법으로 자율주행시스템 개발을 위한 데이터 확보 방안이 마련된 상태임
- 독일은 2021년 5월, ‘자율주행법(Gesetz zum autonomen Fahren)’을 통해 레벨 4 이상의 운전자가 없는 자율주행자동차가 일반 도로에서 운행될 수 있도록 허용
- 미국은 2016년 연방 자율주행차 정책(Federal Automated Vehicles Policy, FAVP)를 발표하여 각 주(州) 정부의 법에 따라 레벨3 이상 차량의 주행을 허용하는 자율주행 단계별 가이드라인을 제시
- 일본은 도로교통법(道路交通法)에 ‘특정자동운행’이란 용어 정의를 통해 4단계 자율주행의 개념을 규정하여 공안위원회의 자율주행 허가 절차와 특정자동운행 업무종사자의 신설 등을 법제화

나. 상위계획 분석

(1) 이재명 정부 123대 국정과제²¹⁾

- 이재명 정부 123대 국정과제에서는 미래차 혁신 생태계 조성, 자율주행·UAM 산업 육성, K-AI 시티 인프라 구축 등의 여러 차원에서 미래 모빌리티 육성을 위한 과제를 설정함
 - 123대 국정과제 30 ‘주력산업 혁신으로 4대 제조강국 실현’에서는 전략산업 혁신을 통해 친환경차·AI자율주행차 등 미래차 혁신 생태계를 조성하여 세계를 선도하는 4대 제조강국 실현이라는 기대효과 제시
 - 123대 국정과제 31 ‘미래 모빌리티와 ‘K-AI 시티’ 실현’에서는 레벨 4 자율주행 실현, UAM 조기 상용화 등을 통해 미래 모빌리티 3대 강국으로 도약하고 글로벌 신시장을 선점한다는 기대효과를 제시
- 레벨 4 자율차 조기 상용화를 목표로 공공서비스 활용, 인프라(자율주행 AI 학습센터 등) 구축 E2E 차세대 모델 개발 등을 통해 미래 모빌리티 산업 육성

<표 16> 자율주행 관련 이재명 정부 123대 국정과제

실천과제	추진현황
30-1. 전략산업 혁신	· 제품 탑재형 AI반도체·초격차 HBM 등 세계 선도형 반도체 기술개발
	· 차세대 배터리 기술개발 및 충청·영남·호남을 잇는 배터리 삼각벨트 구축
	· 친환경차·소프트웨어차량(SDV)·AI 자율주행차 등 미래차 혁신 생태계 조성
31-1. 미래 모빌리티 실현	· (자율주행 실현) 레벨 4 자율차 출시 및 대중교통 등 공공서비스 활용, 자율주행 AI 학습센터 등 인프라 구축, E2E 차세대 모델 기술 개발
	· (UAM 조기 상용화) 공공서비스 우선 상용화 이후 민간 상용화 추진, UAM 허브(김포공항 등) 구축 지원, AI 기반 교통관리 체계 고도화
	· (드론산업 육성) 5대 중점분야(소방·농업·물류 등) 핵심기술 국산화, 스마트 드론 팩토리 등 제조생태계 구축, 해안순찰 등 드론활용 공공서비스 확대
	· (차세대 고속열차 도입) 400km/h급 철도 단계적 구축, 하이퍼튜브 기술개발

21) “이재명정부 123대 국정과제”, 대한민국정부, 2025.09.

(2) 제5차 과학기술 기본계획('23~'27)

- 정부는 ‘제5차 과학기술 기본계획('23~'27)’에서 국가 난제 및 도전과제 해결을 위한 임무중심 R&D를 강조하고 있으며, 도전과제로 지정한 12대 전략기술에 자율주행 관련 기술을 포함²²⁾
- 제5차 과학기술 기본계획은 ‘임무중심 문제해결을 위한 R&D 전략성 강화’를 첫 번째 과제로 제시함
- 국가·사회 난제 해결을 위한 과학기술의 중요도에 대한 인식과 과학기술 육성을 위한 공공재정 책임에 대한 요구는 강화되고 있으나 파급력 있는 성과 창출 미흡
 - 국가적 도전과제 해결을 위해 과학기술 임무 정의, 구체적 R&D 성과목표 설정을 통해 대체 불가능한 원천기술을 육성하는 계획을 제시
- 임무중심형 R&D에는 과학기술혁신이 크게 기여할 수 있는 국가전략기술, 2050 탄소중립에 우선 적용하고 향후 범위를 확대하고자 하며, 첨단 모빌리티, 인공지능, 사이버 보안 등 자율주행 및 첨단 모빌리티와 관련된 기술을 12개 국가전략기술로 지정하고 50개 중점기술을 구체화함



[그림 34] 과학기술정보통신부 제공 12대 국가전략기술

22) 제5차 과학기술기본계획, 과학기술정보통신부, 2022.12.

□ 정부는 동 계획에서 전략기술 육성, 자생적 지역혁신을 위한 방향으로 지역 혁신 클러스터 활성화하기 위한 클러스터 조성안 계획을 발표함²³⁾

- 산업부 주관으로 지역 혁신 클러스터 활성화 추진을 계획하고 있으며 이에 따라 산업부는 지역혁신클러스터육성 사업을 추진함
- 과기부, 중기부, 국토부, 산업부가 부처간 합동으로 규제자유특구, 연구개발특구 등 혁신클러스터 사업과 연계해 R&D·실증·규제특례 패키지를 지원하는 방안을 제시함
- 연구개발 거점을 중심으로 지역 산-학-연 간 연계·협력체계를 촘촘히 구축해 지역 성장동력의 선순환 생태계를 조성하는 것이 목표임

(3) 제1차 국가연구개발 중장기 투자전략('23~'27)

□ 정부는 ‘제1차 국가연구개발 중장기 투자전략('23~'27)’에서 “미래대응 과학기술 기반 확충”을 위해 국제협력 차원에서 규모·범위의 확대와 지속가능 발전(SDG) 강화를 위한 투자전략을 수립하여 제시함²⁴⁾

- 제1차 국가연구개발 중장기 투자전략('23~'27)은 국가R&D의 양적 확대에 따른 전략적인 투자목표 및 방향을 4대 전략, 23대 과제로 제시하였고, 과제 중 하나로 국제협력 규모·범위의 확대, 지속가능발전(SDG) 강화 내용을 포함
- 과학기술 국제협력의 전략성 강화를 위해 중대형 국제공동연구 확대 및 인력교류 등 네트워크 강화, 다자 플랫폼 참여, 협력 거점 역량 강화 등을 지원
 - 국가 주도로 기술선점이 필요한 전략 분야에 대해 중대형 국제공동연구를 확대하고 인력교류 등 네트워크 강화
 - 국제 정세 변화에 유동적으로 대응할 수 있도록 협력국가를 다변화하고 다자 플랫폼 참여, 과학기술 ODA 확대 및 협력 거점의 역량 강화 등 지원

23) 과학기술정보통신부, 제5차 과학기술기본계획, 2022.12.

24) 과학기술정보통신부, 제1차 국가연구개발 중장기 투자전략('23~'27)(안), 2023.2.22.

(4) 2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('23~'32)

- 국토부는 ‘2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('23~'32)’에서 “미래형 모빌리티 체계 대전환” 전략 중 “첨단 지능형 모빌리티” 기술과제를 통해 자율주행 기술에 대한 연구개발 계획을 제시함²⁵⁾
- 미래형 모빌리티 체계 대전환 전략은 “미래 모빌리티 시장을 선도하는 핵심기술 확보를 통해 융합 모빌리티 생태계를 조성하여 미래 신산업을 육성하고 글로벌 신시장 선점”을 목적으로 함
- 미래 모빌리티는 이용자의 이동성 극대화 요구에 따라 ICT, IoT 등 첨단기술과의 융·복합을 통해 기술적 도약이 필요함
 - 융·복합된 지능형 모빌리티는 미래 신시장의 새로운 성장동력으로서 모빌리티 산업 선점을 위한 글로벌 기술 경쟁력 확보가 필요함
 - 모빌리티 산업은 현재 국가간 첨예한 경쟁이 벌어지고 있는 첨단 기술을 망라한 성장산업으로 민간의 투자와 함께 국토교통 R&D를 통한 지원 확대가 필요함
- 첨단 지능형 모빌리티는 5개의 중점분야로 구분되며, 자율주행 도로교통시스템 중점분야에서는 레벨 4 이상의 자율주행을 위한 도로교통 융합 인프라 및 서비스를 통해 안전기준, 사고분석, 제도 정비 등 실증에 기반한 자율주행 생태계 구축을 내용으로 함
- 자율주행 도로교통시스템 중점분야는 레벨 4 이상 자율주행 상용화를 목표로 신기술 확보, 공공 서비스 개발, 법제도 개선, 실증 등을 포함한 연구개발로 추진함
- (도로교통융합 신기술) 자율차-도로인프라-센터간 연계협력으로 자율차의 안전한 운행지원을 위한 선도적 융합기술 개발
 - (자율주행 서비스) 교통약자 이동지원, 수요대응 미니셔틀, 공유차, 도시환경관리 등 자율주행 공공 서비스 개발
 - (자율주행 생태계) 레벨 4 이상 자율차 실제 도로 운행 및 상용화 대비 안전성 평가 기준, 법·제도, 표준, 인증체계 등 자율주행 생태계 조성
 - (자율주행 테스트 및 실증) 자율주행 서비스 제공을 위한 가상-물리공간 통합 핵심기술 시험 및 실증

25) 제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 2023-2032, 국토교통부



[그림 35] 자율주행 모빌리티 센터 및 리빙랩 실증(안)

- 12대 STAR 프로그램 중 최소 목표기술로 자율주행 기술을 포함하며 자율주행 기술 육성 의지 표명
- (자율협력 주행) 자율협력 주행 모빌리티 운용을 위한 지능형 교통체계, 인프라 등 사용 환경 고도화 기술 개발

(5) 모빌리티 혁신 로드맵

- 국토부는 ‘22년 9월 「모빌리티 혁신 로드맵」을 발표해 2030년까지 연도별 기술 확보, 제도, 투자안을 제시했으며 모빌리티 혁신위원회로 로드맵 이행을 관리함²⁶⁾
- 자율주행차, 도심항공교통, 디지털 물류, 모빌리티 서비스·도시 4개의 항목에 대해 로드맵을 제시
- 자율주행차의 경우 자율주행 단계에 따른 기술 확보 시점, 안전기준, 보험 제도, 실증 지원, 인프라 구축 등의 시기별 주요 과제를 제시
- 민·관 합동 모빌리티 혁신위원회를 모빌리티 관련 주요 정책을 논하는 최종 의사결정 기구로 구성해 운영
- 전문성 있는 기관을 모빌리티 지원센터(모빌리티법)로 지정해 모빌리티 분야 진흥을 위해 연구용역, 교통체계, 일자리, R&D, 정책 등 이슈 전반 지원

26) 국토교통부 보도자료, 미래를 향한 멈추지 않는 혁신 「모빌리티 혁신 로드맵」 발표, 2022.09.20.



[그림 36] '모빌리티 혁신 로드맵' 시기별 주요 과제

□ '모빌리티 혁신 로드맵'에서는 혁신을 통한 모빌리티 혁명의 일상 구현과 글로벌 선도를 목표로 하고 있음

- 규제 개선, 실증 지원을 통한 혁신 성과 창출과 모빌리티 시대에 부합하는 법·제도 기반 강화, 인프라 확충 및 기술개발을 통한 선제적 투자 확대를 기본방향으로 제시함
- 자율주행 관련 세부과제로 대중교통 등 자율주행 서비스의 일상 안착, 자율주행 본격화를 위한 과감한 규제 혁신, 親자율주행 모빌리티 인프라 전국 구축, 선도국가 도약을 위한 산업생태계 조성을 세부 과제로 추진함

□ '27년 세계 최고 수준의 완전자율주행(Lv4) 상용화를 통해 자율주행 모빌리티를 국민 일상에서 구현을 도모함

- 대중교통 등 자율주행 서비스의 국민 일상 안착
 - 완전자율주행(Lv4) 노선형(버스·셔틀) 서비스('25) 및 구역형 서비스 상용화('27) 등을 통해 자율주행 기반의 여객 운송 시스템 구축

- 제도 개편 이전에도 규제 특례와 행·재정적 지원을 통해 자율주행 기반의 여객 운송 서비스를 속도감 있게 도입
- 자율차 시범운행지구 지정 확대, 자율주행 모빌리티 서비스 시범사업 등
- 교통약자 이동 지원, 긴급차량 우선 통행, 라스트마일 무인 배송 등 신규 서비스 개발·도입 추진
- 장애인·노약자 이동지원, 수요 대응형 대중교통 서비스 등 개발 추진

< 교통약자 이동 지원 >



·자율주행 + 특별교통수단

< 긴급차량 우선 통행 >



·센서 등으로 긴급차량 인식·양보

< 라스트마일 무인 배송 >



·자율주행 + 택배 서비스

[그림 37] 자율주행 서비스의 국민 일상 안착 과제

○ 자율주행 본격화를 위한 과감한 규제 혁신

- 부분자율주행(Lv3) 제도 완비에 따라 Lv3 자율차는 기 마련 제도에 근거하여 제작 및 판매·운행이 이미 가능
- 제작 기준(세계 최초), 보험제도, 운행제도 시행
- 세계에서 세 번째로 Lv3 자율차(승용차) 출시 전망

<표 17> 자율차 관련 국가별 제도 현황 비교

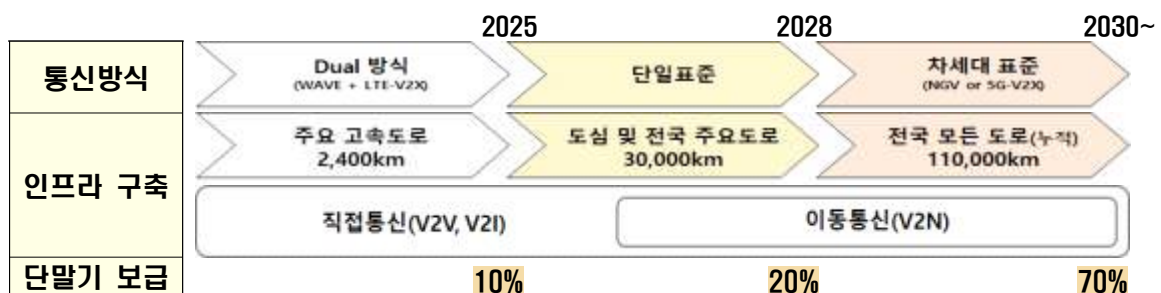
국가		미국	독일	일본	한국
시험운행		무인운행 가능	무인운행 가능	무인운행 가능	무인운행 가능
상용화	Lv.3	가능(미출시)	가능(출시)	가능(출시)	가능(출시예정)
	Lv.4		불가	불가	불가

- Lv4 차량 시스템(결합시 대응 등) 및 주행(좌석배치별 충돌 안전성 등) 등에 대한 안전 기준 마련
- 성능 인증 제도를 운영하여 별도 성능 인증 차량은 임시운행허가 기한과 무관하게 자유롭게 운행 가능

- 보험제도를 운영하여 운전자 중심의 현행 보험제도에서 벗어나 운전자·제작사·사업자·인프라 운영자 등 관계에서 사고 책임 명확화
- 운행제도를 마련하여 운전대 조작이 필요없는 상황에 따라 운전자 개념을 재정립하고, 면허·교통법규와 사이버 보안 등도 제도화
- 전자·제어장치 무선 업데이트 허용, 소프트웨어 업데이트 안전관리 규정 마련
- 유상 운송 및 안전 기준 특례 등을 통해 자유로운 실증이 가능한 시범운행지구 전국 확대(시·도별 1개소 이상)
- 스쿨존 내 C-ITS 안전 서비스 발굴·확산 등을 위해 어린이보호구역에서도 자율주행이 가능토록 실증 특례도 부여

○ 親 자율주행 모빌리티 인프라의 전국 구축

- 자율주행을 지원하는 지능형 교통체계(C-ITS) 강화
- 차량간, 차량-도로간 정보를 실시간으로 공유할 수 있는 통신 인프라를 전국 도로에 구축
- 관련 산업 성장 가능성, 실증 성과 등을 고려하여 통신 방식(WAVE 또는 C-V2X) 결정
- C-ITS 연계 어린이 보호구역 안전서비스 등 국민 체감형 서비스 개발
- 앱단말기 등 다양한 단말기 개발 및 보급 확대 추진



[그림 38] 차세대 지능형 교통체계(C-ITS) 구축 전략

- 실시간 갱신·유통되는 고정밀 도로지도 구축
- 자율주행 우선 운행이 예상되는 도로를 시작으로 전국 주요 도로 및 도심 지역을 대상으로 단계적으로 구축
- 장애물이 많은 도심 등 도로 특성에 따라 모바일 매핑 시스템(MMS)에 더하여 고 해상도 항공사진을 활용하여 구축
- 디지털 트윈 구현을 위해 터널·교량 등 시설물의 3차원 고정밀 입체지도 구축도 병행

- 개인용 차량 센서, 도로 대장 등을 활용하여 도로 변화탐지 시점에 지도 데이터를 실시간 갱신하는 체계 구축
 - 민간에 지도 데이터를 개방하여 다각도 활용 지원
- 기존 도로 인프라의 자율주행 지원 확대
 - 모빌리티 혁신 고속도로를 선정하여 자율차 시범 운행지구로 지정하고, 다양한 기술 실증의 테스트베드로 활용
- ※ 자율주행 전용차로 지정·운영, 화물차 자율 군집주행, 자율주행 버스 운영 등

○ 자율주행 선도국가 도약을 위한 산업 생태계 조성

- 자율주행기술 전문기업 육성
 - 자율주행 스타트업의 창업·연구 활동 지원
 - 스타트업·강소기업 성장을 위한 산업 생태계 및 투자 사다리 구축
- 완전자율주행(Lv4) 고도화를 위한 핵심 기술 및 서비스는 국가연구·개발(R&D)을 통해 마중물 투자

<표 18> 자율주행 기술 및 서비스 개발 로드맵

구분		~'22	'23~'25	'26~30
차량	단계	부분자율주행(레벨3)		완전자율주행(레벨4)
	수준	▪ 고속도로 주행보조 - 자동 차로유지, 충돌안전 지원		▪ 고속도로 주행보조 - 자동 차로변경, 분합류 자율
서비스	공공	▪ 저속서틀('19~'21, 레벨4) ▪ 차선·속도 관제('22)		▪ 시내 완전자율주행 - 교차로 자율주행, 자동 주차
		▪ 자율주행 카셰어링('25) ▪ 장애인·순찰 자율차량('25)		▪ 주차장 원격제어('28) ▪ 자율주행 택배('30)

(6) 자율주행차 규제혁신 로드맵 2.0 ('21. 12.)

- 국토교통부는 '21년 12월 기존 '선제적 규제혁신 로드맵('18)' 을 차량, 기반 조성, 서비스 3개 분야로 개정된 「자율주행차 규제혁신 로드맵 2.0」을 발표하며 급속 전개되는 자율주행 시대에 대응함²⁷⁾

- 정부는 7개 '18.11~'21.10.에 걸쳐 7개 신산업 분야에 규제혁신 로드맵을 수립한 바 있으며 이 중 자율주행 분야에 대해 최초로 로드맵을 수립하고 '21년 12월 기준 전체 30개 과제 중 15개 과제를 정비함

27) 자율주행차 규제혁신 로드맵 2.0, 국토교통부, 2021.12.23.

- 주요 내용으로 레벨 3 자율주행차 안전기준, 보험제도 등 선제적 기준 마련으로 불확실성을 해소하고, 기존 규제를 완화해 기술혁신 및 활용을 촉진
- 급속히 전개되는 자율주행 시대 적응 대응을 위해 해당 규제개선 로드맵의 추진현황을 점검하고 과제를 내실화하는 로드맵 개정을 추진함
- '22년 레벨3 자율주행차 출시, '27년 레벨4 자율주행차 상용화라는 예측을 기반으로 '30년까지 단기·중기·장기로 나눠 차량, 기반 조성, 서비스 3개 분야에 대해 20개 신규 과제를 포함해 총 40개 규제혁신 과제를 마련함



[그림 39] 자율주행차 규제혁신 로드맵 2.0 개요

(7) 완전 자율주행 시대에 대비한 도로교통안전 추진전략('23. 12.)

□ 완전 자율주행 상용화를 위해 여러 기술개발, 제도 개선이 활발히 이루어짐에 따라, 이에 대비한 도로교통법·제도 기반을 마련하고자 세부 전략을 마련

○ 완전 자율주행 상용화를 위한 기술개발, 제도 개선이 활발히 진행 중

- 연구용 자율주행 차량 증가, 시범운행지구 확대와 지자체별 자율주행 서비스 지원을 위한 조례 제정 등이 활발히 진행

* 임시운행허가('16년 11대 → '23년 422대), 시범운행지구('21년 7개 → '23년 24개)

- 주요 선진국에서는 무인 로보택시 운행 등 수요응답형 교통서비스 기술 개발과 도로 운행에 필요한 제도를 선제적으로 정비

- (일본) ‘특정자동운행’ (Lv.4 자율주행)을 위한 도로교통법 규정 정비('23)

- (독일) 운전자 없는(Driverless) 자율주행의 법적 근거 마련('21)

- (미국, 중국) Lv.4 무인 로보택시 완전 상용 서비스 승인('23. 8. ~ 9.)

- 국내·외에서의 자율주행 실증사업·운행 서비스 확대와 함께 자율주행차 운행 관련 도로교통 안전 문제가 쟁점으로 부상

* 미국 캘리포니아에서 운행되던 무인 로보택시의 안전 문제로 캘리포니아 차량관리국에서 GM 크루즈의 운행허가 중단('23. 10.)

○ 완전 자율주행 시대에 대비한 도로교통법·제도 기반 마련 필요

- 도로교통 안전을 담당하는 경찰청은 제도 정비 및 자율주행 기반 조성을 위한 범정부 협의에 참여하여, 도로교통법 개정 등 진행

* 자율주행차 실증 지원을 위한 도로교통법 개정('18~'19년) / Lv.3 자율주행차상용화에 대비한 정의 규정 및 운전자 준수사항 규정('21년)

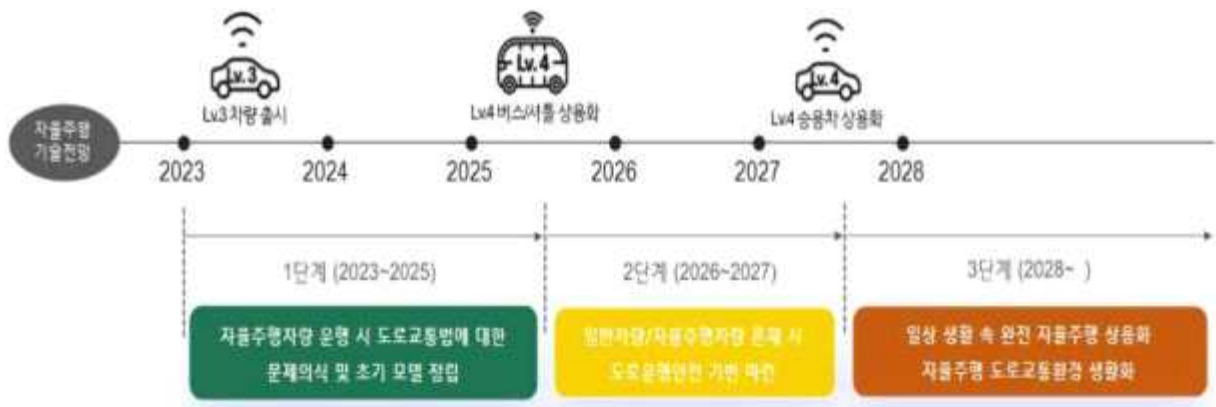
- 다양한 형태의 자율주행 차량(무인 자동차 등) 서비스가 국내 · 외에서 본격화됨에 따라, 도로교통법 및 제도의 조속한 확충 필요

- 이에, 자율주행차 기술개발 상황과 국내·외 입법 사례를 감안해 도로교통안전 정책의 일관된 추진을 위한 세부 전략 마련

□ 안전한 자율주행 교통 환경 조성을 위해 기존 자율주행 관련 법·제도 로드맵 등을 고려한 자율주행 상용화 시기에 맞는 제도 구축 추진

- (목표) 안전한 자율주행 교통환경 조성을 통해 국민의 편리한 이동권 및 교통안전 보장
- (개요) 기존 자율주행 관련 법·제도 로드맵* 등을 종합적으로 고려, 자율주행 상용화 시기를 3단계로 구분하고 관련 제도 구축

* 「자율주행차 규제혁신 로드맵 2.0」(‘21), 「모빌리티 혁신 로드맵」(‘22) 등



* 출처: 완전 자율주행 시대에 대비한 도로교통안전 추진전략, 관계부처 합동, 2023. 12. 13.

[그림 40] 시기별 자율주행차 기술개발 전망

- (세부과제) 자율주행차 기술개발 단계를 고려하여, 평가검증체계, 운행안전관리, 인프라 조성의 3개 분야로 나누어 세부 과제 추진

	1단계(23~25)	2단계(26~27)	3단계(28~)
평가 검정 체계	완전 자율주행차에 대비한 인적 주체 규정 사전 마련	자율주행차 도로교통법 준수 능력 평가 지원 방안 마련	완전 자율주행에 따른 기존 면허체계 개편안 검토
운영 안전 관리	완전 자율주행 상용화 전 시스템 관리방안, 법규 위반 책임 등 명확화	완전 자율주행을 위한 통행규칙, 형사책임 정립	긴급상황 시 자율주행 운행 통제방안 등 마련
인프라 조성	교통정보 수집·제공을 위한 법적 근거 등 마련	교통안전시설 정보 제공 등 시스템 구축	자율주행 종합교통정보 플랫폼 확대

* 출처: 완전 자율주행 시대에 대비한 도로교통안전 추진전략, 관계부처 합동, 2023. 12. 13.

[그림 41] 도로교통안전 3개 분야별 단계별 주요 과제

□ (1. 평가검증체계) “사람+차” 자율주행차 운행 안전 확보

○ (사람) 자율주행차 운행의 관리 주체 검증·자격 마련

- 일반 운전자의 자율주행차 관련 이해를 높이기 위해 신규 면허취득자 대상 자율주행차 교통안전교육 과목 추가('24)
- 운전자가 없는 시스템의 도로 운행에 대비, 자율주행차의 안전운행 관리 주체 명확화('25) 및 검증제도 마련('25)
 - * (독일) 자동차 소유자, 기술감독관, 제조자, (일본) 특정 자동운행 실시자, 특정 자동운행 주임자, 현장조치 업무 실시자 등의 개념 정의
- 특정 수준 이상의 자율주행시스템이 적용된 차종만을 운전할 수 있는 조건으로 간소(조건부) 운전면허 제도 추진('28)

○ (차) 자율주행차의 도로교통법 준수 능력 향상 지원

- 자율주행차의 도로교통법 준수 여부, 타 도로 이용자와의 관계에서 안전운행 가능 여부를 평가할 수 있는 가이드라인* 제시('24)
 - * 자율주행과 일반차 혼재 상황에서 발생 가능한 시나리오를 제작사 등에 배포
- 자율주행차 준법 운행 가이드라인 등을 바탕으로, 시스템의 도로교통법 등 법규 준수 능력이 명확하게 평가될 수 있도록 협력('27)
 - * 현재 자율주행차 운전능력 평가 시스템 개발을 위한 R&D 사업 진행 중('21~)

□ (2. 운행안전관리) 자율주행 신뢰 확보를 위한 관리 체계 마련

○ 일상 속 자율주행 안전 운행 관리방안 정립

- 자율주행시스템의 교통법규 위반에 따른 벌점·과태료 등 규제 대상, 방법 등 명확화('25)
- 자율주행시스템 사용 제한 조건 명확화('27), 재난 등 긴급상황 발생 시 통제 방안 구축('28~) 등 통행안전 관리 방안 마련
 - * ※ 돌발상황 및 재난 발생 시 현장 경찰관이 자율주행차를 긴급통제 할 수 있는 방안에 대한 R&D 사업 진행 중('21~)
- 자율주행시스템 상용화에 따라, 과로 등에 의한 운전금지 조건(도로교통법 제45조) 등 완화 추진('28~)

○ 자율주행차의 안전한 도로 통행을 위한 규칙 마련

- 국토교통부 성능 인증 제도 추진에 따라 일정 지역 내 자율주행차의 운행 안전성을 평가하는 운행 허가 제도 마련('24)

* 지역 내 교통량 등 교통환경을 평가하여, 자율주행차 운행 가능 여부확인 ○ 자율주행시스템이 준수해야 하는 통행 규칙(서행 등)을 명확화,

- 시스템에 즉시 적용 가능하도록 프로그램화 추진('26~)

○ 자율주행 교통사고 대응·예방을 위한 체계 구축

- Lv.3 시스템의 제어권 전환(Take-Over), Lv.4 시스템이 운행설계 영역(ODD)을 벗어난 경우 등 사고 책임소재와 입증 문제 발생

• 정확한 사고 원인 조사를 위한 운행 데이터 활용 근거 마련('24)

- Lv.4 이상 자율주행차의 운행 중 사고 발생 시 제조사, 운영자, 운전자 등 다양한 책임 주체에 대한 형사책임 기준 마련('26)

○ 안전한 자율주행을 위한 대외협력 및 교육 제공

- 실증용 자율주행차의 안전을 위한 교육제도 마련('24), 자율주행시스템 운영 주체별 의무위반에 대한 교육 수립('27)

* 시험, 연구 목적용 자율차는 도로 운행을 위해 국토부 장관의 임시 운행허가를 받아 시험운전자가 지정되거나 안전 교육 등 부재

- 자율주행 관련 도로교통법 등과 관련된 국제 흐름 파악, WP.1 등 국제회의 참석 및 연락체계 구축 등 대외협력 전담기관 마련('24)

□ (3. 인프라 구축) 교통정보 기반 자율주행 안전 여건 조성

○ 자율협력주행을 위한 교통안전시설 인프라 혁신

- 교통안전시설은 도로 통행을 규제하는 것으로, 자율주행차와 일반 자동차 및 보행자와의 충돌을 막기 위한 필수 정보를 포함

• 자율협력주행을 위한 교통안전시설 정보 연계 장치 등 기준 배포('26)

• 교통안전시설 DB 구축 및 정보제공을 통한 운행 안전 확보('27)

○ 교통정보센터 강화를 통한 자율주행 운행 안전정보 지원

- 자율주행차 대상으로 교통정보센터 중심의 실시간 신호정보 수집·제공 시범사업 추진('24), 지자체와 협력, 전국 확대 추진('27)

○ 경찰청 도시교통정보센터 운영 법적 근거를 명확화('24)

- 자율주행 관련 정보를 전국 단위로 취합, 민·관에 제공하는 종합 교통정보 플랫폼 구축('28~)

<표 19> 완전 자율주행 시대 대비 도로교통안전 추진전략 조치 사항

추진 과제	소관 부처
[1단계] Lv.3 자율주행 상용화, Lv.4 자율주행 기반 마련('23~'25)	
1-1. 신규 면허취득자 대상 자율주행 교통안전교육 규정 마련	경찰청, 도로교통공단
1-2. 자율주행 우녕 주체 규정 및 의무사항 정립	경찰청
2-1. 자율주행차 준법 운행 가이드라인 배포	경찰청, 도로교통공단
3-1. 자율주행차 관리 기반 마련	경찰청
3-2. 자율주행차 대상 교통법규 위반 제도 개선	경찰청
4-1. 운행허가 제도 및 기준 마련	경찰청, 국토교통부
5-1. 사고조사를 위한 자율주행 데이터 활용 근거 마련	경찰청
6-1. 자율주행 시험운전자 등 교육 규정 마련	경찰청, 국토교통부
6-3. 자율주행 관련 협력 체계 구축	경찰청, 국토교통부 등
8-1. 경찰청 교통정보센터 법적 근거 마련	경찰청
8-2. 전국 신호정보 제공 체계 구축	경찰청
[2단계] 완전 자율주행 상용화 기반 마련을 위한 선제적 대응('26~'27)	
1-3. 자율주행 운행 주체에 대한 자격 및 요건 신설	
2-2. 자율주행차 도로교통법 준수 능력 평가 지원	경찰청, 도로교통공단
3-3. 자율주행차 장치 형태에 따른 도로교통법 규제 개정	경찰청, 국토교통부
3-4. 자율주행 제한구간 기준 마련	경찰청, 국토교통부
3-5. 화물차 군집주행 허용조건 마련	경찰청
4-2. 자율주행을 위한 디지털 안전 통행규칙 마련	경찰청
5-2. 자율주행 연구 분석센터 설립	경찰청
5-3. 자율주행 사고 형사책임 소재 정립	경찰청
6-2. 교통법규 위반 자율주행 운행 주체 대상 교육 마련	경찰청, 도로교통공단
7-1. 자율주행 운행 지원을 위한 교통안전시설 기준 마련	경찰청
7-2. 교통안전시설 정보제공 및 운영관리 체계 마련	경찰청
7-3. 자율주행 기술을 활용한 AI 신호 운영 체계 마련	경찰청
[3단계] 완전 자율주행 상용화 시기 안전관리 방안 정책('28~)	
1-4. 자율주행차용 한정 면허 신설	경찰청, 도로교통공단
3-6. 과로, 질병 등 운전금지 관련 특례 신설	경찰청
3-7. 긴급상황시 자율주행차 통행 안전 관리방안 마련	경찰청
5-4. 사고 예방을 위한 선제적 위험상황 모니터링 체계 구축	경찰청
8-3. 자율주행 대비 종합 교통정보 플랫폼 구축	경찰청, 국토교통부

* 출처: 완전 자율주행 시대에 대비한 도로교통안전 추진전략, 관계부처 합동, 2023. 12. 13.

		1단계			2단계		3단계
		23년	24년	25년	26년	27년	28년~
평가 검정 체계	인적 주체	신규·변회특차 대상 자율주행 교통안전교육 규정 마련	자율주행 운행 주체에 대한 자격 및 요건 신설			자율주행차용 한경 면허 신설	
	시스템		자율주행 운행 주체 규정 및 의무사항 정립				
운영 안전 관리			자율주행차 준법 운행 가이드라인 배포				
				자율주행차 도로교통법 준수 능력 평가 지원			
	통제 단속		자율주행시스템 관리 기반 마련	자율주행 제한구간 기준 마련			과표, 길명 등 운전금지 관련 특례 신설
				자율주행차 장치 형태에 따른 도로교통법 유계 개정			긴급상황시 자율주행차 불법 안전 관리 방안 마련
	통행 규칙		자율주행차 대상 교통법규 위반 제도 개선	화물차 군림주행 허용조건 마련			
			운행허가 제도 및 기준 마련	자율주행을 위한 디지털 안전 통행규칙 마련			
	사고	사고조사를 위한 자율주행 데이터 활용 근거 마련			자율주행 사고 형사책임 소재 정립	사고 예방을 위한 선제적 위험상황 모니터링 체계 구축	
교육 협력			자율주행 연구 분석센터 설립				
		자율주행 시험운전자 등 교육 규정 마련			교통법규 위반 자율주행 운행 주체 대상 교육 마련		
			자율주행 관련 협력 체계 구축				
인프라 조성				자율주행 운행 지원을 위한 교통안전시 설 기준 마련			
	시설				교통안전시설 정보제공 및 운영관리 체계 마련		
					자율주행 기술을 활용한 AI 신호 운영 체계 마련		
교통 정보 센터							
	교통 정보 센터	경찰청 교통정보센터 법제 근거 마련					자율주행 대비 종합 교통정보 플랫폼 구축
		전국 신호정보 제공 체계 구축					

* 출처: 완전 자율주행 시대에 대비한 도로교통안전 추진전략, 관계부처 합동, 2023. 12. 13.

[그림 42] 완전 자율주행 시대에 대비한 도로교통안전 추진전략 로드맵

다. 기타 자율주행 관련 정책 · 사업

□ 국토부와 산업부는 국내 자율주행산업 경쟁력 강화를 위해 ‘21년 한국자율주행산업협회를 설립하고, 산업경쟁력 강화를 위한 정책 및 규제 개선 과제 발굴, 기업간 협업사업 발굴, 국제 네트워크 구축 등을 추진함²⁸⁾

○ 완성차, 부품, 서비스, e-모빌리티 등 업종 구분없이 가입 가능하며 초기 약 60여개 기업이 참여함

<표 20> 한국자율주행산업협회 이사회

순번	규모	기업명
1	대기업	현대모비스
2		카카오모빌리티
3		KT
4	중견기업	만도
5		쏘카
6	중소기업·스타트업	컨트롤웍스
7		토르드라이브
8	연구기관	자동차안전연구원
9		한국자동차연구원

○ 정책기획

- 미래 모빌리티 융합산업 지원정책 수립 지원과 교통물류체계 및 인프라 등의 개선을 위한 연구 · 조사 및 자문 업계 애로 해소 지원

○ 기반구축

- 조사연구 · 통계DB 구축, 국내외 연관 산업 · 기술 동향 및 전망 분석을 통한 미래 모빌리티 융합산업 생태계 구축 및 활성화

○ 산업진흥

- 연관 산업 R&D · 협력사업 기획 · 운영, 인력양성, IP사업화 및 자율주행기술개발혁신사업 수행을 위한 지원

○ 국제협력

- 자율주행 산업 및 기술 관련 국내외 활동 참여를 통한 국제협력 네트워크 구축, 국제 표준 제안 · 수립 대응, 수출 지원

28) 자율주행 글로벌 강국, 산업계 간 협업으로 앞당긴다, 국토교통부 보도자료, 2021. 10. 13.

- 국토교통부는 자율주행차 등 6개 분야를 빠르게 성장하는 산업으로 보고 해당 분야 기업의 성장을 위해 집중 투자할 계획임²⁹⁾
- 제3호 펀드(패스파인더 국토교통혁신 투자조합 제2호)는 정부 출자금 100억 원에 민간 자금 80억 원을 추가로 모집하여 총 180억 원 규모로 조성
 - 모든 국토교통 기업에 투자가 가능한 기존 펀드(제1, 2호)와 다르게 최근 빠른 성장세가 지속되고 있는 자율주행차, 스마트물류, 드론, 스마트시티, 스마트건설, 그린리모델링 등 6개 분야 기업에 집중 투자함
 - 6개 분야에 60% 이상 투자 의무, 나머지는 운용사 자율 투자
 - 제4, 5호 펀드도 340억원 조성을 목표로 현재 운용사를 선정하였으며, 향후 ‘27년까지 총 3천억 원 규모의 펀드를 조성할 계획
- 국토교통부는 민간의 자율차 기반의 프로젝트에 대해 2년간 80억 원의 보조금을 지원하며 국민 체감형 자율주행 서비스를 제공함과 동시에, 스타트업 및 중소기업에게 자율주행 실증 기회를 부여하고 있음³⁰⁾
- ‘22년 2차 공모에는 총 7개의 컨소시엄이 참여했으며, 사업모델의 혁신성, 서비스에 적용되는 기술의 실현가능성, 자율차 서비스의 대국민 수용성 제고효과 등 다양한 지표를 바탕으로 사업계획을 평가하여 최종 사업자를 선정함
 - 오토노머스에이투지 컨소시엄은 대구 테크노폴리스와 국가산업단지를 배경으로 여객(수요응답형)·물류(배송서비스)를 통합 서비스할 수 있는 차량 플랫폼 및 관련 통신 인프라 기반을 마련함
 - 참여업체는 카카오모빌리티, KT, 현대오트모터, 뉴빌리티, 한국자동차연구원임
 - 아이티텔레콤 컨소시엄은 제주공항 인근의 주요 관광 거점을 연계하는 순환형 자율주행 관광셔틀 서비스, 공항-중문호텔 간 캐리어 배송 서비스, 대중교통 셔틀버스 서비스를 제공
 - 참여업체는 라이드플릭스, 광명 D&C, KAIST, 제주연구원임
 - 사업시행자로 선정된 기관은 보조금을 통해 자율차를 제작하고 서비스 대상지역에 자율주행 인프라를 구축하여 사업을 운영

29) 국토교통 혁신펀드로 중소벤처기업 성장 이끈다, 국토교통부 보도자료, 2022. 3. 23.

30) 국민 체감형 자율주행 모빌리티 서비스가 가까워집니다, 국토교통부 보도자료, 2022. 5. 23.

- 사업기간 동안 총 11대 내외의 레벨3 자율차(아이오닉, 라티 등)가 제작·운영될 예정이며, 기본적으로 자율주행 서비스를 제공하지만 돌발상황 발생 등에 대비하여 전문적으로 훈련받은 안전요원이 탑승한 상태에서 운행
- 사업과정에서 제작된 자율차는 사업 종료 시 국가가 환수하여 각종 시험운행, 데이터 수집 등의 용도로 산업계·학계·연구기관 등에 대여하는 등 지속적인 모빌리티서비스 제공을 위해 활용될 예정

□ 자율주행 서비스의 일상화를 위해 국토교통부와 서울시, 현대자동차 협업으로 전 세계적으로도 가장 혼잡한 지역인 서울 강남 도심 내에서 시범사업으로 자율주행 기술을 실증 추진³¹⁾

- 자율주행 로보라이드 차량은 보행자·대형버스 등이 혼재하는 도로상황에서 스스로 차선변경, 좌·우회전, 유턴 등이 가능
- 국토교통부는 자율주행 모빌리티 서비스 창출을 지원하기 위하여 선제적으로 제도를 개선하고 인프라 구축, 기술개발과 실증 지원 등을 추진
 - 자율차가 전국의 도로를 달리며 기술을 개발할 수 있도록 임시운행허가제도를 마련하였으며, 다양한 자율주행 서비스를 실험해볼 수 있도록 「자율주행차법」을 시행(‘20.5)하여 시범운행지구를 지정(현행 7곳)
 - 새로운 기술을 개발하는 데에 어려움이 없도록 수요자 중심의 규제혁신을 전면적으로 실시하고 자율주행 기업에 대한 연구 인프라 등 지원을 확대하여 민간 주도의 모빌리티 혁신을 촉진
 - C-ITS 인프라와 정밀도로지도를 전국에 구축하여 자율차가 안전하게 주행할 수 있도록 지원

□ 국토교통부는 자동차정책관 주재로 미국 도로교통안전국(NHTSA)과 제8차 한·미 자동차안전 협력회의를 개최하고, 자율주행 기술 발전 등 미래 자동차 정책현안에 대한 논의 추진³²⁾

- 한국은 자율주행차 기술개발을 위한 제도적 노력 및 C-ITS 실증·상용화를 위한 인프라 구축 현황을 소개함
- 양국은 자동차의 지속적인 첨단화를 고려한 신차평가제도의 첨단안전장치 평가항목 및 평가비중 확대 등 평가기준 개선방안을 공유할 계획임

31) 2030년 자율주행 서비스 일상화, 미래 모빌리티 선도국가 도약, 국토교통부 보도자료, 2022. 6. 9.

32) 국토교통부-美도로교통안전국(NHTSA) 제8차 「한·미 자동차안전 협력회의」 개최, 국토교통부 보도자료, 2022. 9. 5.

- 신차평가제도(NCAP, New Car Assessment Program) : 법적기준보다 높은 수준의 테스트를 실시하고, 평가결과를 공개하여 제작사의 자발적인 투자를 유도하는 제도

□ 국토교통부는 산업통상자원부와 자율차 데이터 국가표준(KS) 2개를 제정하고, 해외 자율주행 분야의 표준개발 기관인 미국자동차기술협회(SAE)와의 긴밀한 협의도 함께 진행함

- 자율차 데이터 국가표준(KS)은 자율주행 차량 간(V2V), 그리고 차량과 인프라 간(V2I)을 오가는 데이터의 형식을 규정
- 이번에 고시되는 개념적 시나리오와 차량 안전 기본 메시지를 포함하여 총 7개의 시리즈로 구성되며, 2024년 말까지 제정을 완료할 계획임
- 이번 표준은 서울시·세종시 등 지자체뿐만 아니라 전자통신연구원, 표준협회, 자동차연구원, 지능형교통체계협회, 도로공사, 도로교통공단, 현대차, SKT 등 산학연 30여 기관이 총망라되어 참여하여 개발함
- 해외 자율주행 분야의 표준개발 기관인 미국자동차기술협회(SAE)와의 긴밀한 협의도 함께 진행함

□ 국토교통부는 '23년 글로벌 모빌리티 콘퍼런스를 개최하고, 모빌리티 분야 국내외 인사와 전문가들을 초청하여 최근 기술 및 정책 동향 공유와 모빌리티 미래 비전과 가치를 논의함³³⁾

- 글로벌 기업, 국제기구(국제교통포럼ITF, 세계경제포럼WEF), 오피니언 리더, 주요국 정부 측 인사 등 국내외 산·학·연·관 전문가가 참석함
 - (국제기구·정부) 국제교통포럼(OECD ITF), 세계경제포럼(WEF), 핀란드, 리투아니아 등
 - (기업) (美)Overair, (美)Motional, 현대차, SKT, 폭스바겐, 카카오모빌리티, 우티 등
 - (학계) 대한교통학회, 아주대, 인하대, (英)런던대, (캐)캘거리대, (日)구마모토대 등

33) 세계적인 모빌리티 전문가 한자리에 모인다, 국토교통부 보도자료, 2023. 6. 28.



GLOBAL MOBILITY CONFERENCE

글로벌 모빌리티 컨퍼런스

Mobility Innovation, Change Your Life!

2023. 6. 29[목] - 30[금] 서울 코엑스 아셈볼룸

Opening Ceremony

모빌리티 혁신이 가져올 일상의 변화

기조연설 I
Ben Tigner
Overair CEO

기조연설 II
Abe Ghabra
Motional COO

Vision Talk 1

모빌리티 혁신이 지향해야 할 가치

발제
Benjamin Heydecker
편의대학교 교수

좌장
정진혁
대한교통학회 회장

Vision Talk 2

모빌리티 혁신을 위한 공공-민간의 역할

발제
최기주
아주대학교 총장

좌장
하원구
모빌리티 혁신 포럼 위원장

패널

김동욱
현대자동차
부사장

Till Scheer
테스라코리아
CEO

성석환
SK물류
부사장

Saeid Saidi
알기리 대학교
교수

패널

Takuya Maruyama
구마오리 대학교
교수

Agne Vaiciukeviciute
리투아니아
교통통신부 차관

황윤영
카카오 모빌리티
부사장

Tom White
UT
CEO

Antti Niemela
후한탄란드
대사대리



QR코드를 스캔하시면
컨퍼런스 프로그램을
확인하실 수 있습니다.

 국토교통부
  International Transport Forum
  TS 한국교통안전공단

[그림 43] 「글로벌 모빌리티 컨퍼런스」포스터

- 국토교통부는 모빌리티 혁신법에 따라 설치되는 법정위원회를 출범하고, 대형 화물차량의 간선운송 자율주행(마스오토)등 8개 규제샌드박스 실증 특례사업을 심의 의결하였음³⁴⁾
- 고속도로 등을 경유하여 주요 물류센터를 연결하는 자율주행 기반 대형 화물차량의 간선 운송 서비스도 실증 추진
- 현행 「자율주행차의 안전운행 요건 등에 관한 규정」은 연간 2,500대 이상의 차량을 제작하는 자기 인증 능력이 있는 제작사에 한해서만 연결자동차를 이용한 자율주행 운행을 허용(임시운행허가)하고 있어, 사업자와 같은 스타트업 기업은 연결자동차를 이용한 자율주행 화물 운송 실증에 어려움이 있음
- 이번 심의에서 스타트업 기업에게도 전자제어제동장치 등 안전장치를 장착하고 전문기관(자동차안전연구원)으로부터 안전성을 확인 받으면 연결자동차를 이용한 자율주행 실도로 운행을 허용하기로 결정함



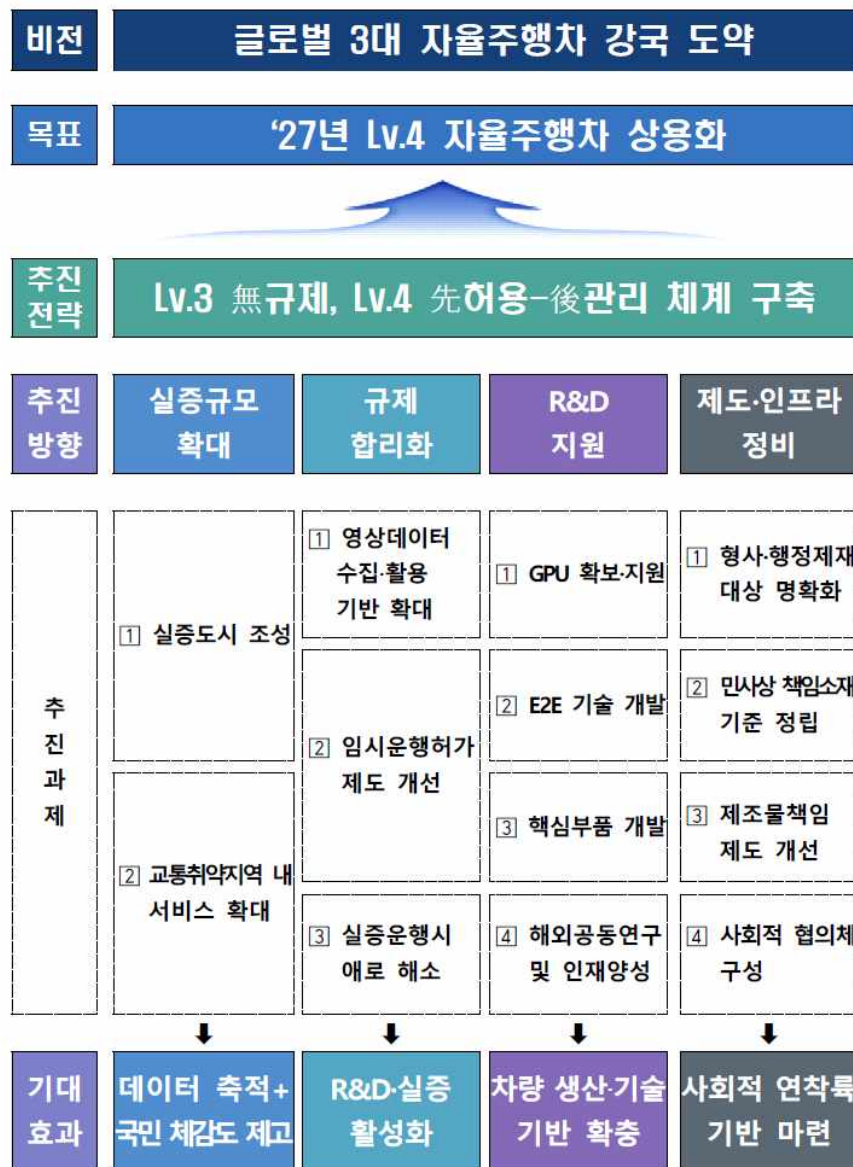
[그림 44] 사업 개념도

- 정부는 '글로벌 3대 자율주행차 강국' 도약을 위한 「자율주행차 산업 경쟁력 제고 방안」을 발표하고, '27년 완전자율주행차 상용화를 목표로 「Lv.3 無규제, Lv.4 先허용-後관리 체계 구축」 추진함³⁵⁾
- 도시 전체가 실증구역이 되는 “자율주행 실증도시”를 조성하고, 100대 이상의 차량이 투입, 대기업과 스타트업이 함께하는 'K-자율주행' 협력모델을 운영 추진
- 이를 통해 자율주행 기술 개발의 핵심인 주행 데이터 축적하여 국민이 일상 속 자율주행에 다가갈 수 있는 계기 마련 기대

34) 모빌리티 혁신의 실험장 열린다, 국토교통부 보도자료 2024. 2. 16

35) 글로벌 3대 자율주행차 강국을 향해 실증도시 조성, R&D 규제개선 등 전방위 지원, 관계부처합동 보도자료 2025.11.26

- 촬영사실 표시 차량을 통한 원본 영상데이터 활용, 개인차량을 통해 수집된 영상데이터는 익명·가명처리 후 활용을 허용하고, 임시운행허가 대상을 운수사업자까지 확대하는 등 기업의 실증과 R&D 애로로 지적되어 온 각종 규제 완화
- 자율주행 전용 GPU 확보와 AI 학습센터 조성을 지원하며, E2E 기술 개발 및 국가 핵심기술 수출 심사 간소화, 인재 양성을 위한 학생 정원 증원 등 R&D 기반을 전방위적으로 개선하기로 결정
- 2027년 완전자율주행차 상용화 목표 달성을 위해 내년 상반기까지 자율주행 산업 관리방안을 마련하는 등 산업 발전을 지속적으로 뒷받침할 계획



[그림 45] 자율주행차 산업 경쟁력 제고방안 추진전략(관계부처 합동, 2025)

2. 국외 정책동향분석

가. 미국

- 미국 교통부는 ‘20년 ‘자율주행 차량 기술에서의 미국 리더십 확보: 자율주행차 4.0(AV 4.0)’ 에서 안전, 현대화 및 기술중립성을 강조하고 혁신주체간 협력을 장려하는 자율주행 차량 기술 개발 종합 프레임워크를 제시함³⁶⁾
- 자율주행 차량 기술에서 사용자 안전 강화, 시장 경쟁력 강화, 협력 강화라는 세 가지 키워드를 제시하며 각 항목에 대한 하위 방향을 설정하고 해당 키워드 달성을 위한 기관·정부의 사업 추진 상황 정리함
- 미국 교통부는 AV 4.0에서 발표된 원칙을 기반으로 ‘21년 2월 AVCP(Automated Vehicles Comprehensive Plan)를 시행했으며 자율주행 시스템 상용화를 달성하기 위한 세 가지 목표와 그 세부 목표 방향을 제안함³⁷⁾
 - AVCP는 안전을 최우선으로 하되 교통 효율화와 이동 경험 개선이라는 목표를 달성하고자 세 가지 목표를 설정했으며, 각 목표별 세부 목표를 설정하고 세부 목표별로 진행 중인 사업을 예시로 방향성을 구체화함



[그림 46] US DOT 자율주행차 종합 계획(AVCP) 비전 및 목표

36) Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies: Automated Vehicles 4.0, US DOT, 2020.02.

37) USDOT's Automated Vehicles Comprehensive Plan, US DOT, 2021.02.

- NSTC와 White House Office of Science and Technology Policy(OSTP)는 자율주행 기술 성장을 위한 전략을 발행하고, 기획-R&D-상업화로 이어지는 패키지 형태 지원을 통해 정부 차원에서 자율주행 기술 리더십 확보를 도모함
 - NSTC는 '18년 10월 American Leadership in advanced Manufacturing을 발행해 미국의 첨단 제조업의 리더십에 대한 정부의 비전을 제시함
 - '19년 2월 11일, 트럼프 전 대통령은 행정 명령 13840 (Maintaining American Leadership in AI)을 시행했으며, 자율주행에 필수적인 AI 혁신을 위해 인력 양성, AI 친화적 국제 환경 조성, AI R&D 투자 유치와 관련된 사업을 기획·시행함
- 미국 교통부 산하 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration)는 자율주행 커뮤니티 관련 지방 정부 및 기업들과 ADS 장비 차량 테스트 정보에 대한 대중 접근성을 올리기 위한 AV TEST 이니셔티브를 시행함³⁸⁾
 - 제공 매체로 상호작용 가능한 웹 파일럿 도구 Test Tracking Tool을 사용하며 제공 정보에는 활동, 입법, 규정, 지역 참여 및 자율주행 시스템 테스트 정보 등을 포함
 - 정보 제공을 통해 자율주행 실증 테스트, 안전성, 테스트 관련 정책에 대한 공공 인식 개선을 시도
 - 계속해서 더 많은 기업, 주, 지역, 관할로 데이터 제공 지역을 확장하고 더 깊은 자율주행에 대한 대중 인식 개선을 위해 공개 회의, 패널 토론 등 공론의 장을 마련하는 계획을 보유함



[그림 47] AV TEST 이니셔티브 Test Tracking Tool

38) AV Test Initiative 사이트 방문, <https://www.nhtsa.gov/automated-vehicle-test-tracking-tool>, 2024.02.23.

- 미국 연방정부는 자율주행 분야에 대한 주 정부의 자율성 부여와 금전적 지원을 하고 있으며, 미시건, 캘리포니아, 애리조나 주 정부는 자율주행 친화 정책을 선제적으로 도입해 자율주행차의 리더로서 성장하고 있음³⁹⁾
 - ‘12년, 연방 정부는 주정부가 자율주행 활동을 장려하는 법적 프레임워크를 만들 수 있도록 권한을 부여하는 자발적 지침을 발표함
 - AV 4.0 정책으로 자율주행차의 승객 안전, 아키텍처 현대화 및 기술 중립 등 자율주행 기술 개발의 방향을 제시하고 자율주행 기업에 대한 최대 20%의 연방 소득세 공제를 제공하는 등 정책적으로 지원하고 있음
 - 자율주행 이해관계자는 미시간, 캘리포니아, 애리조나와 같은 자율주행 기술을 장려하는 주의 진보적인 법체계, 자율주행 테스트 도로, 고급 인력에 대한 규제를 완화하고 있음
 - 미시건주는 선제적으로 자율주행 테스트를 허용하는 법 체계를 도입하고 미시건 대학 내 자율협력 주행 실증시설인 Mcity를 비롯한 자동차 연구기관 및 실증시설을 기반으로 자율주행 혁신클러스터로 거듭남
 - ‘13년 당시 가장 선제적이던 미시간 차량법(Michigan Vehicle Code)에서 섹션 257.665를 제정하여 제조사 요건 만족, 보험 증빙서류 구비 및 자율주행차 모니터링·제어 기능 탑재 시 특정 구역 내에서 무인 자율주행 테스트를 허용
 - ‘16년 SAVE(Safe Autonomous Vehicle) 프로젝트인 섹션 257.665b를 제정하여 특정 구역 내 운송 서비스를 제공하는 자동화 차량 개발 허용
 - Planet M Mobility Grant와 이어진 MMFP(Michigan Mobility Funding Platform)으로 모빌리티 혁신 기업에게 실증 시설, 공도 테스트에 대한 지원금 지급하는 사업 추진
 - Mcity 시설국가 과학 재단에서 510만 달러의 지원을 받아 Mcity 시설을 Mcity 2.0으로 고도화하는 프로젝트 진행 중⁴⁰⁾
 - 캘리포니아주는 ‘12년과 ‘18년 각각 자율주행 테스트 허가 규정을 단계별로 도입했고 현재는 가장 많은 자율주행차가 운행되며 유일하게 운행 원본데이터를 공개하고 있음⁴¹⁾
 - ‘12년 요구 사항을 만족하는 테스터에 대해 자율주행 차량 주 도로 운행을 허용했으며 ‘18년 무인 자율주행 테스트 허가 규정도 확립

39) State-not federal-policy guides US autonomous driving, Automotive World est.1992, 2022.09.19.

40) Mcity 2.0, Mcity 홈페이지, 2024.02.23. 방문

41) [차두원이 본] 2023 캘리포니아 자율주행차 해제 데이터 분석, Byline Network, 2024.02.22.

- ‘23년 기준 캘리포니아 운전자 탑승 · 자율주행차 준비 규모는 23개 3,575대이며 실제로는 2,115대가 대략 1,451만km 주행
- 매년 캘리포니아 교통당국은 ‘자율주행 해제 보고서(Disengagement Reports)’를 공개해 당해의 자율주행 원본 데이터셋, 자율주행 해제 위치 및 원인 등의 자율주행 데이터를 공개
- ‘자율주행 사고보고서(Autonomous Vehicle Collision Report)’에서 테스트 참여자가 의무적으로 보고하는 자율주행 충돌 사고 데이터를 분석 · 공개



<캘리포니아 메르세데스-벤츠 레벨3 자율주행차>



<애리조나 웨이모 자율주행차>

[그림 48] 캘리포니아 · 애리조나 자율주행차 테스트 참여자

- 애리조나는 ‘15년~‘18년에 걸친 주지사 행정 명령을 통해 AV 이해관계자가 반자동 및 완전 자율 테스트, 자율주행 주문형 운송 서비스를 수행할 수 있도록 규제 장벽을 완화하고 자율주행 개발, 테스트 및 평가 기능을 수행하는 자율주행 컨소시엄(Institute for Automated Mobility Consortium) 창설함
- 미시간, 캘리포니아, 애리조나 외에 텍사스, 네바다, 콜로라도, 플로리다 등의 주에서도 법적 체계를 개정하고 민간 투자를 장려하고 있으며 이러한 주 및 지역 리더십에 힘입어 미국 자율주행 연방법 또한 발전 · 확장될 것으로 전망함

나. 영국

□ 영국 정부는 2018~2021년까지 AV에 적용하기 적합한 전향적이며 유연할 새로운 법체계 구축을 위한 연구사업을 추진하고 있음⁴²⁾

- 영국에서도 ADS의 개념, ADS가 개입되지 않았을 경우 운전자의 책임, 도로규칙 적용을 위한 협력, 역동적 활동 증진, 장애인에 대한 안전기준을 법제도적 개선사항의 핵심주제로 선정하였음
 - 자율주행 자동차와 대중교통에 관한 법제도 개선사항의 핵심주제로 미래교통(공정 혹은 부정) 접근성과 호혜 원칙, 운영자 라이선스, 교통 수요 조율, 지역 정부의 역할, 일반 대중교통화의 통합을 선정하였음
 - 자율주행 서비스 시범 운영을 허용하기 위한 운행 규칙을 '16년 발표하였으며, '19년에는 보험, 안전운행, 무인의 원격 조종 차량의 시험 운영을 고려하여 제도를 개정하였음
- 영국 정부는 '21년 완전 자율주행 자동차의 도로운행을 실현할 것을 선언하고, 세계에서 가장 먼저 자율주행 자동차의 안전과 보안을 확보할 수 있는 절차를 마련하기 위한 정책을 추진하고 있음
- 영국에서는 자율주행자동차 이용자(승객) 서비스 파일럿을 추진하고 있음
 - 스코트랜드 지역에서는 Lv4 기술의 대형 자율주행버스 서비스를 약 14마일 구간에서 추진하고 있으며, 매주 1만 명이 이용하였다고, 영국 CCAV 관계자가 발표하였음
 - Endeavour는 복잡한 자율주행 시험운행으로 그린위치에서 추진되고 있는 실증 사업임
 - 최종 파일럿 모델은 수요대응형의 pick-up과 drop off를 구현하는 것임- ServCity는 수요대응형 택시 서비스로 런던의 4개 지역을 연결하는 서비스임



[그림 49] 자율주행 이용자 서비스 파일럿

42) 자율주행자동차 사회적 수용성 향상 기반기술 연구, 국토교통부, 2021.

□ 영국은 도로교통 인프라를 중심으로 다양한 영역으로의 디지털 전환을 추진하고 있음⁴³⁾

○ 영국 National Highways는 잉글랜드 정부 소유의 기업으로 고속도로 및 주요 도로의 운영, 유지 및 개선을 담당하는 기관으로 고속도로와 Major A Roads*를 전략적 도로 네트워크(Strategic Road Network, SRN)로 일컬어 통합 관리하고 있음

* 영국 내 A로 시작하는 번호를 갖는 도로로 주요 도시·타운을 연결하거나 인접 지역(스코틀랜드, 웨일즈)과의 연결성을 제공

- National Highways의 SRN 운영·관리는 도로투자 전략(Road Investment Strategy, RIS)의 비전에 따라 목표 및 방향성이 설정되며, 운전자·커뮤니티·안전·혼잡·환경 등의 미래 도로 분야에도 적극 투자

○ 디지털 로드는 ‘디지털 설계·건설(Digital Design & Construction)’ , ‘디지털 운영(Digital Customers)’ , ‘사용자용 디지털(Digital for Customers)’ 로 구분됨

- (디지털 설계·건설) 기계중심-인간보조 도구 개발을 통한 효율화 및 자동화 등을 포함

- (디지털 운영) 원격·실시간 대응, 데이터 기반의 교통류 최적화, 안전사고 예방과 같은 선제적·예방적 조치를 위한 첨단 기술들을 활용하되, 해당 워크플로우를 디지털화하여 관리하는 계획을 포함

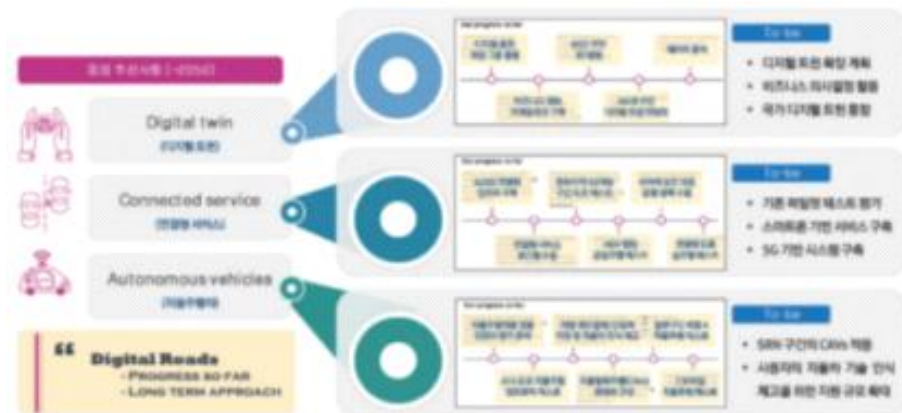
- (사용자용 디지털) 디지털 정보제공은 대규모 도로 관련 데이터를 실시간으로 다양한 채널을 통해 사용자에게 제공하는 것으로 모바일 기기, VMS, 차량 통신 등을 통해 도로 정보를 제공하기 위한 도로변 통신 기술 고도화 단계와 신호 체계 및 가변 표지판 등 시설물에 대한 개선 단계를 포함



[그림 50] 영국 National Highways의 Digital Roads

43) 영국의 도로교통 인프라 디지털화 전략, 국토연구원, 2023. 06

- National Highways는 디지털 로드 계획을 통해 도로분야 발전에 대한 장기적인 비전을 제시하고 있으며 특히 ‘50년까지 추진하고자 하는 중심 키워드는 디지털 트윈(Digital twin), 연결형 서비스(Connected service), 자율주행 차량 (Autonomous vehicles)임
- (디지털 트윈) 현재 SRN 내 일부 파일럿 구간에 대한 3D 맵핑 및 모델링을 통한 다양한 교통 상황 예측·시나리오 분석을 수행하고 있으며, 향후에는 SRN 전 구간에 대한 디지털 트윈 모델 확장을 목표
- (연결형 서비스) 현재 SRN 내 일부 구간에서 대형 수송차량 군집주행 테스트를 수행하며 도로변 통신 기술 및 연결형 도로에 대한 실주행 테스트를 포함하며 5G 기반의 통신 시스템을 구축하여 연결형 서비스에 활용하는 것을 목표
- (자율주행) 자율협력주행 위원회를 구성하여 자율주행 차량 전용 인프라에 대한 기준 마련 및 평가 등을 수행하며, SRN의 일부 구간에 대해 자율협력주행(CAVs) 테스트를 위한 환경을 조성하는 등 SRN 전 구간 자율주행을 위한 투자 및 지원을 목표



[그림 51] 디지털 로드 계획의 주요 키워드별 As-is/To-Be 모델

다. 독일

- 독일 연방정부는 국가 주도의 자율주행기술 육성을 법제화하고 명확한 책임소재 파악을 위한 정보처리에 대해 규정하는 등 선제적으로 제도적 기반을 마련함⁴⁴⁾
- ‘17년 6월, ‘21년 7월 「도로교통법」(StVG)을 개정하여 레벨3 및 레벨4 자율주행차 상용화를 위한 법제도를 마련함
- ‘21년 5월 「도로교통법」(StVG)을 개정하여 ‘무인 자율주행차법’을 도입함

44) 해외정책동향 - 독일과 일본의 자율주행 레벨4 관련 입법례, 국회도서관, 2022.11.01.

- '21년 7월 「도로교통법」 개정과 함께 「차량보유자를 위한 의무보험에 관한 법률」(PfIVG)의 제1조에 제2문을 삽입하여 자율주행 차량에 대해서도 의무보험제도를 유지함
- '22년 6월, 「자율주행자동차 승인·운행령」(AFGBV)를 제정하여 연방도로교통청의 자율주행 관련 역할, 기술감독 자격요건, 자율주행 정보 관련사항, 질서위반에 대한 제재 등을 규정함
 - 연방도로교통청(KBA)는 자율주행자동차의 운행허가를 내릴 권한을 가지며 승인된 자율주행차량 및 부품에 대한 감시 업무 수행
 - 기술감독은 관련 전공자중 자율주행자동차 관련 교육을 필수 이수하고 심사를 통해 신뢰할 수 있다고 판단될 경우 선정
 - 자율주행 차량은 「도로교통법」 제1조에 따라 차량 운행시 다음과 같은 13가지 정보를 저장하고 관련기관에서 요청 시 저장 정보를 제공할 의무가 있음

<표 21> 독일 자율주행 차량 필수 저장 정보

저장 정보 13가지	
① 차량식별번호	⑧ 활성화 및 비활성화된 수동·능동 안전시스템의 이름, 해당 안전시스템의 상태정보와 안전시스템 촉발 사례(시스템 또는 외부)
② 위치 정보	⑨ 종방향·횡방향 차량 가속도
③ 자율기능의 이용과 활성화 및 비활성화 횟수와 시간	⑩ 속도
④ 대체운전기동의 활성화 횟수와 시간	⑪ 조명 장비의 상태
⑤ 소프트웨어 버전 및 시스템 모니터링 데이터(시작/종료)	⑫ 자율주행기능 탑재 차량의 전원 공급
⑥ 환경 및 날씨 정보	⑬ 외부에서 차량으로 전송된 명령 및 정보
⑦ 지연시간과 이용 가능한 주파수 대역폭 등 네트워크 매개변수	

□ 독일은 연방교통 디지털인프라부 주도로 자율주행 윤리위원회를 운영하여 ‘컴퓨터 운전 윤리지침 작성’ 자문회의 개최

- '17년 ‘자율주행 윤리위원회’를 통해 세계 최초로 ‘컴퓨터 운전 윤리지침(Ethik-Regeln für Fahrcomputer)’을 작성했으며 동 지침은 자율주행 법규에 반영되었고, 동 위원회의 자문회의 결과를 바탕으로 연방정부는 다음과 같은 실행계획을 결정함
 - 자율주행 시스템 기술적 진보에 대한 독일 도로교통법의 일관된 적용
 - 데이터 수집과 보호 및 정보의 자기결정권 보장 간의 균형
 - 안전하고 국경을 초월한 사용을 가능하게 하는 자동화 시스템의 국제 표준화
 - 윤리 강령에 포함된 원칙을 의무화하는 적절한 법적 프레임워크 개발

□ ‘21년 5월 세계 최초로 Level 4 자율주행을 위한 법적 토대가 될 정부안을 발표함⁴⁵⁾

○ 독일의 연방교통·디지털인프라부(BMVI)는 2021.2.10. SAE4단계 운행 관련한 ‘자율주행기술자에 대한 기술적 감독자(Technische Aufsicht, technical supervisor)를 내용으로 하는 도로교통법 개정안을 연방의회에 제출함⁴⁶⁾

- 4단계 자율주행기능 자동차의 개념과 차량을 운전하는 사람이 없는 지정된 운영 영역에서 독립적으로 운전작업을 수행할 수 있는 자동차의 개념을 명시적
- 기존의 도로교통법이 3단계 운행을 기준으로 한 것으로서 인간 운전자를 기준으로 하였다면 이번 개정안은 4단계 운행을 기준으로 connected driving의 관점에서 인간 운전자가 없는 운행을 분명하게 하였고, 그 대신 기술감독자(TS)를 의무화하는 내용임
 - 기존의 도로교통법과 비교하여 4단계 자율주행차량을 대상으로 하고 있음
- 기술감독자(TS) 규정
 - 기술감독자(TS)의 개념 정의(§ 1d 제3항) : 4단계 자율주행차의 경우 인간 운전자 개입은 없지만, 외부에서 자율주행 기능을 갖춘 자동차의 주행 기능을 비활성 또는 해제할 수 있는 책임을 부여할 사람이 필요한데 이를 기술감독자라고 함
 - 기술감독자는 자연인을 임명하여야 하며, 차량의 요청에 따라 개별적인 경우에 필요한 경우 차량을 비활성화하거나 운전기능을 가능하게 할 준비가 갖추어져야 함
 - 기술감독자(TS)는 자율주행차를 모니터링 할 의무는 없고, 다만 자율주행 기능으로 차량을 비활성화하거나 운전기능을 가능하게 해야 하는 경우 그에 따라 인식할 수 있어야 함
 - 이 경우 기술 장비는 자율주행 기능을 갖춘 차량이 외부 통신시스템을 통하여 적절한 방식으로 기술감독자(TS)에게 신호를 보낼 수 있어야 함
 - 이런 내용으로 요구하는 필수적 기술장치(Mandatory technical equipment)로는 1) 언제든지 차량을 비활성화하여야 하고, 2) 대체적 운동기능을 활성화하여야 하며, 3) TS와 사이버 보안이 갖춘 무선 연결이 보장되는 것을 요구함
 - 4단계 ADS가 비상 상황 대응 경고를 하면 “TS” 는 이러한 경고에 대응해 비상상황대응(Fallback performance) 역할을 수행할 수 있도록 함으로써 “운전자” 를 운전의 주의 의무로부터 해방시킴
 - 기술감독자(TS)의 손해배상책임을 위한 책임보험 가입 의무도 규정함

45) 자율주행시대의 고속도로 교통관리전략 수립연구, 한국도로공사, 2021.

46) 자율주행자동차 사회적 수용성 향상 기반기술 연구, 국토교통부, 2021.

- 데이터 저장, 보호 등 관련 규정

- 도로 적합성 및 안전에 대한 효과적인 제어를 위하여 데이터의 저장, 처리 등에 대한 법적 근거 신설(§ 1항)

* 차량 소유자는 다음과 같은 데이터를 저장할 의무가 있음(제1항) : 차량식별번호, 위치데이터, 자율주행기능의 활성화 및 비활성화, 사용횟수, 사용시간, 대체주행의 횟수와 승인 시간, 소프트웨어 버전 데이터를 포함한 시스템 모니터링 데이터, 환경 및 기상조건, 전송 대기시간 및 사용 가능한 대역폭과 같은 네트워킹 매개변수, 활성화 및 비활성화된 수동 및 능동 안전 시스템의 이름 등, 세로 및 횡 방향의 차량가속, 속도, 조명 장비의 상태, 자율주행 기능을 갖춘 자동차의 전원공급장치, 차량 외부로 전송된 명령 및 정보

- 데이터 저장의 경우(제2항) : 기술감독자가 개입한 경우, 충돌 시나리오의 경우, 계획되지 않은 차선 변경 또는 회피의 경우, 운영중단의 경우 개인정보 보호 및 데이터 처리에 관하여 디자인에 의한 개인정보보호원칙(Privacy by Design) 적용(제3항)
- 연방 자동차교통청과 주법에 따른 관할당국의 데이터 수집, 저장, 사용 권한 부여(제4항, 제6항)

- 개인정보가 아닌 데이터에 대한 액세스 근거 (제5항)

- ‘22년 일반도로의 특정 지역에서 Level 4 자율주행차를 운행하는 것을 목표로 자율주행 관련 당사자들의 의무사항, 자율주행차 운행 시 의무적으로 수집해야 하는 데이터 항목을 제시함

- 독일은 ‘17년 자율주행차 운행을 위해 도로교통법을 개정한 바 있으며, 이번 상정안은 일반도로에서 Level 4 자율주행차를 정기적으로 운행할 수 있도록 할 뿐만 아니라 국가산업의 다양한 영역에 적용하기 위한 토대를 만들고자 한 것임

- 상정안이 통과될 경우 자율주행 셔틀 운송, 물류센터 간 무인운행 연결, 단거리용 자동 여객 운송 시스템 등의 서비스가 가능해질 전망이다

□ 독일 함부르크시 정부는 ‘23년 미래 이동성 정책에 대한 로드맵을 발표해 자율주행을 뼈대로 하는 교통의 디지털화를 함부르크시에 도입하고자 함⁴⁷⁾

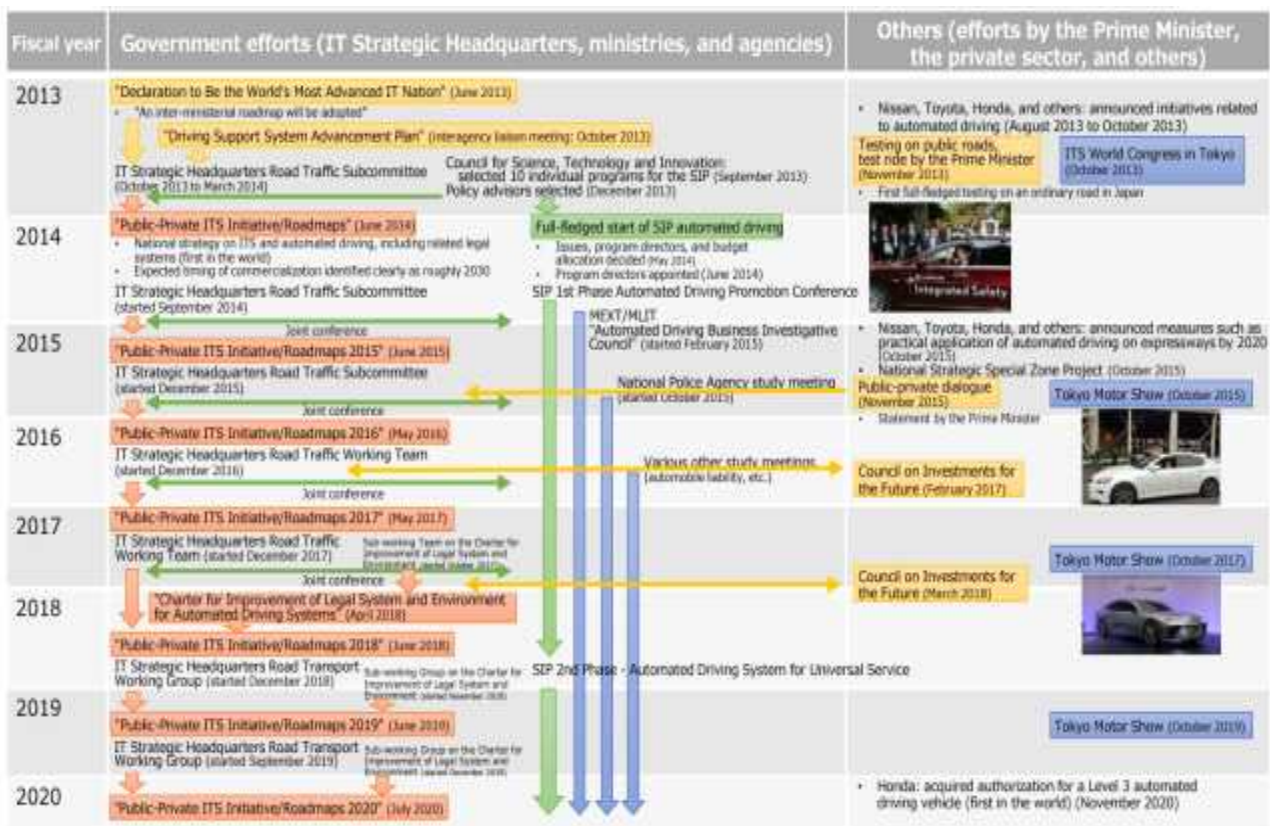
- 동 로드맵은 독일 함부르크시 정부와 독일 연방 교통부 사이에 메트로폴리탄 모델 지역 이동성(Metropol-Modellregion Mobilität)의 이름으로 체결됨
- ‘30년까지 1만 대의 자율주행차를 운행할 시스템과 서비스 도입을 제안했으며 자율주행차 운행에는 화물, 대중교통, MOIA, 택시 서비스 등이 포함됨
- 기존 대중교통 및 지속가능성 이니셔티브와 충돌하지 않고 새로운 시스템을 도입하기 위한 방안에 초점을 맞춤

47) 독일 함부르크, 2030년까지 자율주행차 1만 대 운행, 스마트투데이, 2023.01.05.

라. 일본

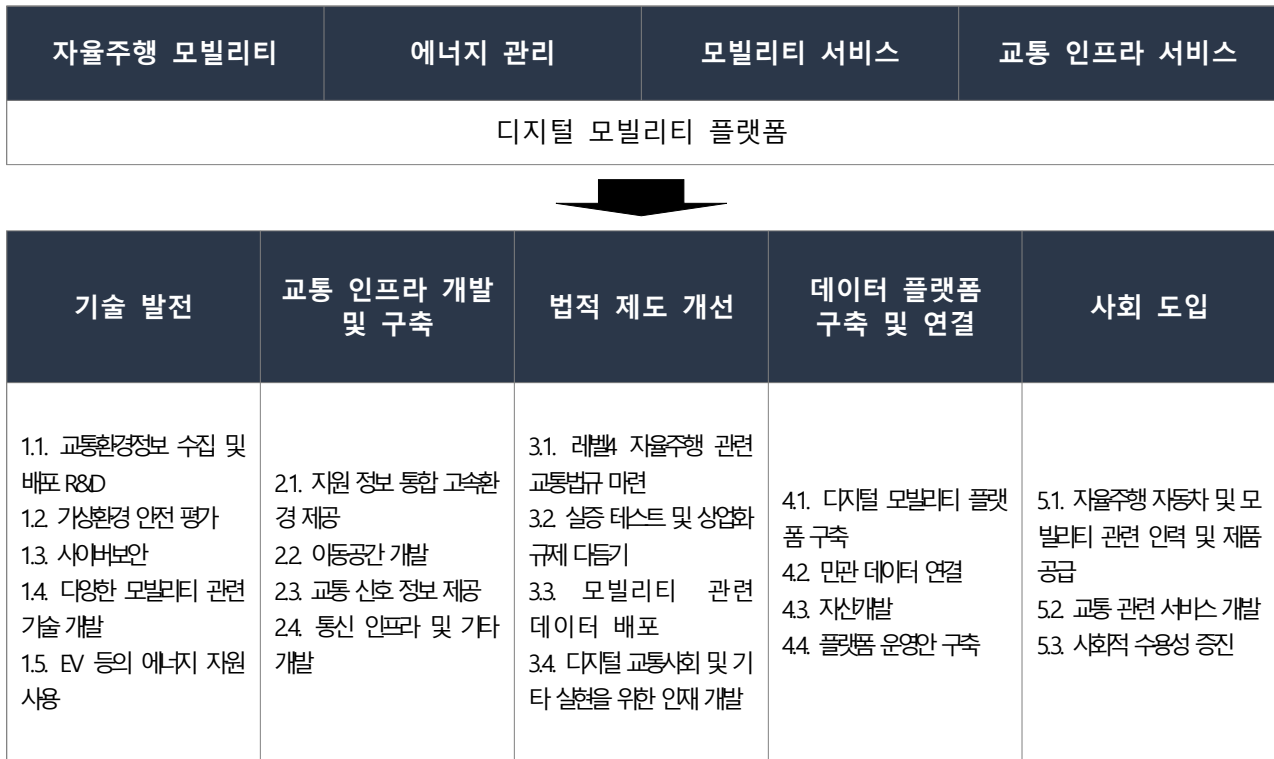
□ 일본 정부는 '13년 설립된 IT 전략본부 도로교통 소위원회를 중심으로 '14년 자동운행 국가전략인 '민관 지능형 도로교통 시스템 구상·로드맵'을 구축했으며 매년 기술의 변화를 반영해 개정하고 있음⁴⁸⁾

- 자율주행의 조기 실현을 목표로 민관이 협동하여 전략을 입안하고 실행해 가는 것을 목적으로 수립되었으며, 매년 IT 전략본부 워킹 그룹을 형성해 로드맵 개정을 주도하고 있고, 국무총리와 산업계는 민관 소통, 투자의 역할을 수행함
- '21년에는 2030 모빌리티 사회 실현을 목표로 기술 발전, 자율협력 주행 인프라 구축, 법적 제도 기반 마련, 데이터 플랫폼 구축, 사회 도입 5가지 부문에 대해 과제를 설정함



[그림 52] 연도별 일본 ITS 구상·로드맵 민·관 역할

48) Public-Private ITS Initiative/Roadmaps, Digital Agency, 2021.10.11.



[그림 53] '22 민관 ITS 구상·로드맵 기초 개념

□ 일본은 민관 로드맵에 따라 '19년 5월 「도로운송차량법」 개정을 시작으로 '22년 무인 이동시스템을 허용, '23년 자율주행 운행 주체 정의 등 자율주행 제도를 구축하고 있음⁴⁹⁾

- '19년 개정된 「도로운송차량법」은 자동운행 장치의 안전기준 포함, 자율주행 행위의 운전 포함, 자동차 작동기록 보존 의무 등을 포함함
- '22년 개정된 「도로교통법」은 무인 이동시스템으로 버스나 택시를 운행할 수 있는 항목을 포함함
- '23년 개정된 「도로교통법」은 자율주행 운행 주체를 정의하고 주체별 책임과 의무를 정립함
 - 특정자동운행 실시자: 특정 자동운행 허가를 자로 주입자 등 업무 종사자를 정하고 교육, 업무 지정 등을 담당

49) 해외정책동향 - 독일과 일본의 자율주행 레벨4 관련 입법례, 국회도서관, 2022.11.01.

- 일본은 범부처 전략적 혁신 촉진 프로그램(SIP:The Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)를 통해 첨단 자율주행 시스템 구현을 위한 산학관 협력을 추진하고 있으며, 해외 자동차 부품 제조업체와 대학 등이 함께 참여하고 있음⁵⁰⁾
- 2017년 10월부터 2019년 3월까지 대규모 운영 현장 테스트를 진행하며, 일본 단체 외에도 자동차 부품 제조업체와 대학 등 21개 외국 단체가 참가함
 - SIP의 프로젝트는 개방형 혁신 추구를 위한 테스트 케이스로 일본과 세계 각국의 협력은 혁신을 가속화하고 있으며, 일본은 필요한 토대를 마련하기 위해 노력하고 있음
 - SIP의 대규모 현장 테스트에 참여하고 있는 독일 자동차 부품 제조업체 콘티넨탈 재팬에서는 전 세계에 자율주행 시스템을 구현하기 위해서는 각국의 고유한 도로 및 교통 상황과 규정을 고려한 연구 개발이 필요성을 제기함
 - 운전자가 원하는 자율주행 기능의 종류에 대해 말하자면, 독일 고객은 아우토반의 장거리 자율주행에 더 관심이 있는 반면, 일본에서는 교통 체증이 심한 상황에서 자동가다 서다를 반복하는 주행과 자동 주차에 대한 수요가 더 많기 때문에 현지 주행 조건이 고객의 니즈에 반영이 필요함
 - 따라서 다양한 형태의 자율 주행 시스템을 발전시키고 있으며 일본의 대규모 현장 테스트는 개발에 큰 도움이 될 것으로 판단함
 - 현재 가장 시급한 문제는 자율주행에 관한 적절한 지침을 기존 법률 체계에 포함시키는 것으로 제기함
 - 일본의 SIP는 민간 부문과 정부 및 학술 기관을 연결할 뿐만 아니라 기초 연구에서 상용화에 이르기까지 계획된 프로젝트를 발전시키고 외국 플레이어의 참여를 장려하며, 일본의 자율주행 시스템 개발과 구현에 있어 세계를 선도하고자 하는 의지로 인식함
 - 도쿄 도심의 수도권 고속도로와 신토메이 고속도로뿐만 아니라 일본 각지의 다양한 교통 환경에서 연구 개발이 진행되고 있음
 - 자율주행 시스템의 SIP 테스트는 오키나와현 기노완시에서 실시되었으며, Michibiki Quasi-Zenith 위성 시스템과 고정밀 3D 지도를 사용하여 자율 주행 버스를 테스트함
 - 실험의 주요 목적은 벤치마킹과 센서 기술 개선으로 Michibiki Quasi-Zenith 위성을 통해 기존의 위치 오차 범위를 수 미터(약 10피트)에서 단 6센티미터(약 2.4인치)로 줄일 예정임

50) Open Innovation for Fully Automated Driving, The government of JAPAN,

□ 일본은 히타치시 이니셔티브로 레벨4 자율주행 자동차의 공도 실험을 시작했으며 국가 전반에 걸친 ‘디지털 라이프라인’ 구축을 목표함⁵¹⁾

- 히타치시는 인구 감소와 운전자 노령화 등의 문제를 해결하기 위해 자율주행을 제시했으며 이미 ‘16년부터 레벨3 자율주행 자동차의 실험을 진행하고 ‘19년부터 노인을 위한 자율주행 버스를 시험운행한 바 있음
- 히타치시 이니셔티브는 특정 도로 구간에 대해 레벨4 자율주행 자동차를 운행하여 데이터를 수집하고, 안전성을 확보해 국가 전반으로 확장하는 것을 목표로 함
- 물류 운전자 부족 문제를 해결할 뿐만 아니라 고령화된 도시에서 ‘디지털 라이프라인’을 실현하는 데 기여할 것으로 기대됨

마. 중국

□ 중국 국무원은 ‘17년 7월 「차세대 AI 발전계획」을 발표하며 ‘30년까지 인공지능 최강국이 되겠다는 목표를 밝혔고, 상호 운용성 이론적 아키텍처, 유비쿼터스 지능형 인프라 시스템 구축 등 자율주행 관련 혁신을 주요 업무로 설정함⁵²⁾

- 목표를 ‘20년, ‘25년, ‘30년까지 3단계에 걸쳐 세계 수준 선도, 획기적 성과 창출, 총체적 영역의 글로벌 수준 도달이라는 성과를 이루고자 함
- AI와 관련된 6대 중점임무를 제시했으며 첫 임무인 ‘(1) 인공지능 기술혁신 시스템 구축’에서는 자율 지능형 무인 시스템 구현을 위한 자율협력 제어 및 최적화 의사결정 이론을 개발할 필요성을 언급했고, 혁신 플랫폼의 레이아웃 지원을 위해 자율 무인 시스템 지원 플랫폼 구축을 제안

□ ‘23년 6월, 중국 공업정보화부 차관 신귀빈은 기자회견에서 자율협력 차량의 실 도로 시범 프로젝트를 시작하고 차량-도로-클라우드 일체화 시범 응용 프로그램을 조직할 것이라고 밝힘

- 비약적인 시장 관심과 규모의 성장에 힘입어 중국 내에선 레벨3 자율주행이 대세로 자리했으며 레벨3 실현을 위한 ‘차량-도로-클라우드’ 융복합 발전을 방향으로 나아가고 있음

51) Japan Paves the Way for Level 4 Autonomous Driving: A Leap Towards a Digital Lifeline, BNN, 2023.09.26.

52) 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知, 国务院, 2017.07.08.

- 이미 '23년 5월 기준으로 V2X 통신 실증 적용 차원에서 중국 내 15,000km 이상의 테스트 도로를 구축하고 자율주행 택시, 무인 버스, 자율 주차, 무인 배송 등 서비스를 시범 운영하고 있으며 총 누적 테스트 거리는 6,000만km를 돌파함
- 중국 교통부는 '23년 12월, 자율주행차 운행 관련 시험 안전 지침 발표하여 자율주행차 운행시 운전자와 검사관의 자격·역할을 규정해 안전성을 강화하고 책임소재를 명확히 함
 - 동 지침에 따르면 화물 운송용 자율주행차, 조건부 자율주행 택시, 완전 자율주행 택시 등에 따라 관리 강도에 차등을 둠
 - 동 지침에 따르면 자율주행 운전자는 자율주행 기술 전문 교육 수료, 도로 교통 안전 법규 조항 숙지, 차량 수동 제어 능력 등 자격을 갖추고 면허를 취득해야 하며, 자율주행 차량을 타 운전자에게 표시하고 승객에서 자율주행 기능 및 위험 상황 대처 방법을 고시할 의무가 있음
 - 보안검사관은 한 번에 3대 이하 차량을 감독할 수 있으며 신중한 승객 운송 서비스 활용을 위해 도로 상황 조건, 교통 여건 등을 만족할 의무를 지님
- 중국 충칭시 하이테크구(高新区) 정부는 자율주행차 운행 시범 구역을 건설하고 정책과 법률을 마련, '23년 8월부터 7가지 유형의 자율주행 자동차를 시범 운행하여 정식 상업화를 위한 주행 사업을 진행함⁵³⁾
 - 자율주행 통근버스, 저속 무인판매차, 저속 무인배송차, 저속 무인보안순찰차, 저속 무인 청소차 등 7가지 유형의 자율주행 서비스를 시범 운행함⁵⁴⁾
 - 동 사업의 목표는 다양한 자율주행 자동차 시범 운행을 통한 데이터로 안전성을 확보하고 서비스 구역 내 도로에 클라우드 통합 인프라를 구축해 정식 상업화를 달성하는 것임
 - 다양한 유형의 자율주행 서비스 시범 운행과 상업화를 가능한 이유는 충칭시 정부가 자율주행 상업화를 위해 꾸준히 법률·정책을 마련했기 때문임
 - '22년 1월 충칭시 인민대표대회 상무위원회는 「충칭시 스마트 온라인자동차 도로테스트와 응용관리시행관법」을 시행하여 자율주행차 운행 시범 구역 건설 및 구역 내 온라인 클라우드 통합 인프라 구축⁵⁵⁾

53) 7가지 유형의 자율주행차를 시범 운행하며 상업화 준비 (중국 충칭시), 헤드라인 뉴스, 2023.10.20.

54) 首批7款智能网联汽车在重庆高新区进行试跑, 中国新闻网, 2023.08.12.



<자율주행 통근버스>



<저속 무인배송차>



<자율주행 통근버스 커넥티드 주행 테스트>



<커넥티드 주행을 위한 도로 인프라>

[그림 54] 충칭시 하이테크구 자율협력 주행 서비스 홍보자료

- '22년 8월 충칭시 융촨구 정부는 「스마트온라인자동차 선행정책 도로 테스트와 응용관리시행판법」을 통과시켜 자율주행차 정식 상업운행 서비스를 중국 최초로 허가
- '22년 9월 충칭시 정부는 자율주행차 상업화를 위한 구체적인 단계 목표를 제시하는 「2022~2025년 충칭시 자율주행 및 자동차네트워크혁신 응용행동계획」을 발표⁵⁵⁾

바. 싱가포르

- 싱가포르는 '14년 자율주행자동차 싱가포르 커미티를 구성하고 '15년 공도로 혼합 교통류에 AV 시험주행을 시작하였으며, '16년 CETRAN 발족, '17년 도로교통법 개정 후 '20년까지 AV 대중교통 파일럿 주행을 추진하는 계획을 수립하였음⁵⁷⁾

- CETRAN AV 센터는 국내의 K-CITY와 같은 폐쇄된 지역 내에서 자율주행 자동차를 시험하기 위한 시설로 '17년 착수하여 '19년 68개의 자율주행 기술 Reference 개발에 착수하였음

55) 重庆市智能网联汽车道路测试与应用管理试行办法, 重庆 市政府, 2022.01.29.

56) 重庆市人民政府办公厅关于印发重庆市自动驾驶和车联网创新应用行动计划(2022—2025年)的通知, 市政府办公厅, 2022.10.08.

57) 자율주행자동차 사회적 수용성 향상 기반기술 연구, 국토교통부, 2021.

- 현재 싱가포르의 고정 노선과 수요대응형 모빌리티 컨셉을 바탕으로 기술개발하고 있으며 센토사섬의 자율주행 셔틀버스의 실증을 수행하고 있음
 - 자율주행 실증은 3단계로 구성되어 있으며, 1단계는 테스트베드 구축단계로 시험운행이 추가되고, 2단계는 근거리 지역 내의 운행을 할 수 있도록 보급하며, 3단계는 싱가포르 전체에 완전히 보급하는 계획임
 - 고려하고 있는 자동차는 개인 승용자동차, 대형과 소형버스 서비스, 대형 화물트럭과 특수자동차가 포함됨
 - 싱가포르는 자율주행차 기술개발을 위하여 대학, 연구소, 공공기관, 민간 기업 등과 협업 체계를 구축하여 사업을 추진하고 있음
 - 2단계 사업은 '20년 AV 대중교통 파일럿 사업을 실증하는 것으로 이를 위한 기반으로 관련 인프라와 시스템, 제도와 기준, 사회적 수용성, 인력 양성과 산업 개발 등을 추진하고 있음
 - 싱가포르 TR 68은 '19년 1월에 공개된 것으로 자율주행 자동차의 기본 행태, 안전, 사이버보안 원칙과 프레임워크, 자동차 데이터 유형과 형식으로 구성되어 있음
- 법제도 측면에서 '17년 도로교통법을 개정하여 AV 시험주행을 허용하였으며, 자율주행 자동차의 운행을 실증하기 위하여 샌드박스를 도입하는 것을 주요내용으로 함
 - 시험주행을 위해서 제3자의 위험을 회피하기 위한 보험 가입, 운전자는 운전면허 취득
 - 무사고 운행기록을 보유하고 있어야 하며, AV 기술 개발자가 제공하는 교육 훈련 이수 필요
 - 개별 AV는 블랙박스 기록을 유지하고 있어야 하며 AV 시험 활동을 기록하고 있어야 함
 - AV 개발자는 LTA에 AV의 운행상태 기록을 제출하도록 하고 있으며, 제출 내용은 AV의 주행 상태, 속도, AV의 위치정보 등임



[그림 55] 싱가포르의 모빌리티 실증 구상 사례

3. 정책동향 시사점

- 국내에서는 완전자율주행 상용화를 정책 목표로 설정·달성하기 위해 자율주행 시스템을 국가전략기술로 선정하고, 관련 인프라, 법·제도, 실증기반 마련 및 인증·검사·정비 체계의 구축을 정책적으로 추진
 - 정부는 친환경·지능형 모빌리티 전환 및 완성자율주행 상용화를 위해, ‘자율주행 시스템’을 중점기술로 제시하며, 자율주행 인프라 구축 등 자율주행 기술 상용화를 도모
 - 정부는 123대 국정과제로 미래차 혁신 생태계 조성, 자율주행·UAM 산업 육성, K-AI 시티 인프라 구축 등 미래 모빌리티 육성을 위한 과제를 설정
 - 신성장 4.0 전략 추진계획에서는 ‘30년까지 전국 도로에 C-ITS, 3차원 공간정보 등 자율주행 관련 인프라를 완비할 것을 명시
 - ‘5차 과학기술기본계획’을 발표하며, 첨단 모빌리티 분야를 포함한 12대 국가전략 기술을 설정하고, 50대 중점기술 중 하나로 ‘자율주행 시스템’을 제시
 - ‘자율주행차 산업경쟁력 제고방안’을 발표하고, 글로벌 3대 자율주행차 강국 도약을 위해 ‘27년 완전자율주행차 상용화를 목표 제시
 - 국토교통부는 ‘미래형 모빌리티 체계 대전환’을 위해 자율주행을 위한 도로교통 기술 연구를 수행하고, 자율주행 상용화를 위한 안전기준과 보험제도 마련과 실증 지원 등 추진
 - ‘2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획’에서 ‘미래형 모빌리티 체계 대전환’을 주요 전략으로 수립하고, 도로교통 융합 신기술, 자율주행 서비스, 자율주행 생태계, 자율주행 테스트 및 실증 등 자율주행 도로교통시스템 분야의 연구개발 추진
 - ‘모빌리티 혁신 로드맵’을 수립하여 2030년까지 자율주행 단계에 따른 기술 확보 시점과 안전기준, 보험제도, 실증 지원, 인프라 구축 등 시기별 주요 과제를 제시
 - 법률에 근거한 ‘자율주행 교통물류 기본계획’을 수립하여, 2025년 전국 고속도로 및 주요 거점에서의 자율주행차 상용서비스 제공을 위해 자율주행 기술 고도화 및 실증환경 조성 등 추진
 - 자율주행차 관련 제도 완화를 위해 국토교통부는 ‘자율주행차 규제혁신 로드맵’을 발표하여 자율주행차 관련 차량, 기반 조성, 서비스 분야에 대한 규제 혁신 추진
 - ‘모빌리티 혁신 로드맵’에서 제시한 안전기준 등을 마련하기 위한 구체적인 법 및 제도적 개정 계획을 제시

- 국토교통부는 또한, 민간의 자율주행차 기반 프로젝트를 지원하여, 스타트업 및 중소기업에게 자율주행 실증기회를 부여
 - 컨소시엄 형태로 참여한 업체에 보조금을 지급하여, 자율차를 제작하고 서비스 대상 지역에서 자율주행 인프라를 구축해 사업을 운영할 수 있도록 지원
 - 자율주행 일상화를 위해 서울 강남 도심 내 시범사업으로 자율주행 기술 실증 추진
- 해외 기관과의 논의·협업, 글로벌 컨퍼런스 개최 등 국내 자율주행 서비스의 해외 도입 등을 위한 국제협력 활동도 활발히 추진
 - 국토교통부는 자동차정책관 주재로 미 도로교통안전국(NHTSA)과 제8차 한·미 자동차 안전 협력회의를 개최해, 자율주행 기술 발전 등 미래자동차 정책현안에 관해 논의
 - 국토교통부와 산업통상자원부는 자율차데이터 국가표준(KS)을 2개 제정하고, 해외 자율주행 분야 표준개발 기관인 미국자동차기술협회(SAE)와 협의 진행
 - 국토교통부는 글로벌 모빌리티 컨퍼런스를 개최('23)하여 모빌리티 분야의 기술 및 정책 동향 공유와 미래 비전 및 가치 논의
- 주요 선진국은 완전자율주행자동차의 개발 및 제품 출시와 운행 환경 조성을 위해 기술개발, 인프라 구축 등을 수행하고, 특히, 법·제도적 개정을 집중 추진
 - 미국은 자율주행 분야의 성장을 위한 정책을 추진해 기술개발 방향·목표를 제시하고 지원하며, 법·제도적 차원에서 자율주행 친화 정책을 도입
 - 미국 정부 및 교통부 등은 자율주행 분야 성장을 지원하기 위해 관련 정책을 수립해 기술개발 방향 및 목표를 제시하고, 자율주행 커뮤니티에 관한 접근성을 향상
 - 미 연방정부는 자율주행 분야에 대한 주정부의 활동을 장려해 성장 기반을 제공하고, 일부 주 정부는 이를 토대로 자율주행 친화 정책을 도입해 자율주행차 리더로 성장
 - 미국에서는 또한 주 단위로 PDDs(Personal Delivery Devices) 또는 Last-Mile Autonomous Delivery Robots)에 관한 법률 입법 추진
 - 영국은 '21년 완전자율주행차 운행 실현을 선언하고, 도로교통 인프라 중심 디지털 전환을 위한 정책을 수립하고, 보다 유연한 법 체계를 구축하고자 연구사업 추진
 - 영국은 National Highway에서 디지털로드 계획에 따라 2050년까지 디지털 트윈, 연결형 서비스, 자율주행 차량 중심의 도로분야 발전 추진

- 영국 정부는 자율주행차에 적용하기 적합한, 전향적이고 유연한 새로운 법체계 구축을 위한 연구사업 추진('18~'21)
- 영국은 '21년 완전자율주행차 도로운행을 실현할 것을 선언하고, 세계에서 가장 먼저 자율주행 자동차 안전 및 보안 확보를 위한 절차를 마련하는 정책을 추진
- 영국은 자율주행자동차 이용자 서비스 파일럿 사업 추진
- 독일 연방정부는 세계최초로 Lv4 자율주행의 법적 토대가 될 정부안을 발표하는 등 자율주행 육성을 법제화하고, 함부르크시는 자율주행 기반 교통의 디지털화 도입
 - 독일 연방정부는 국가주도 자율주행 기술 육성을 법제화하고, '21년 세계 최초로 Lv4 자율주행을 위한 법적 토대가 될 정부안 발표
 - 독일 함부르크시 정부는 미래 이동성 정책 로드맵을 발표('23)하여 자율주행을 기반으로 하는 교통의 디지털화 도입
- 일본은 '지능형 도로교통 시스템 로드맵'을 개정하고, 노령화 등 대응을 위한 '디지털 라이프라인'을 추구하여, 자율주행 기술 개발 및 인프라 구축, 법·제도 개선 등을 수행하고, 자율주행 시스템 구현을 위한 산·학·관 및 국제 협력 추진
 - 일본 정부는 자율주행 국가전략인 '민관 지능형 도로교통 시스템 구상·로드맵'을 매년 개정하며, 관련 법·제도를 개정하고, 기술발전 및 인프라 구축 등의 과제를 설정
 - 인구감소 및 노령화 문제 해결방안 중의 하나로 '디지털 라이프라인'을 추구하며, 자율주행차 상용화를 위한 실험 및 자율주행 지원도로 인프라 구축 추진
- 중국은 AI발전계획에서 자율주행 지능형 인프라 구축을 추진하고, '차량-도로-클라우드' 일체화 프로그램 조직, 자율주행차 안전지침 발표 및 상업화를 위한 사업 진행
 - 중국 국무원은 「차세대 AI 발전계획('17.7.)」에서 '30년까지 AI 최강국 달성을 위해 자율주행 관련 혁신을 주요 업무로 설정해 상호 운용성 아키텍처, 유비쿼터스 지능형 인프라 시스템 구축 등을 추진
 - 중국 교통부는 '자율주행차 운행 관련 시험 안전 지침('23.12.)'을 발표해 자율차 운행시 운전자와 검사관의 자격·역할을 규정해 안전성 강화 및 책임소재 명확화
- 싱가포르는 자율주행자동차 싱가포르 커미티를 구성한 후, 공도로 혼합 교통류에 자율차 시험주행을 시작했고, 도로교통법을 개정해 자율차 대중교통 주행계획 수립

3절. 산업 · 시장 동향분석

1. 국내 산업 · 시장 동향분석

- ‘ASTI MARKET INSIGHT’에 따르면, 국내 자율주행차 시장은 ‘24년 기준 1,092백만 달러에서 연평균 16.2% 성장하여 ‘28년에는 1,989백만 달러의 규모가 될 것으로 전망됨⁵⁸⁾



[그림 56] 자율주행 통합솔루션의 세계 및 국내 시장

* 출처 : ASTI MARKET INSIGHT, 한국과학기술정보연구원, 2022

- 현대자동차 · 기아 · 현대모비스 등 현대차그룹 주요 3사는 전동화 · 친환경, 신기술 · 신사업, 기존 사업 경쟁력 강화 등을 위해 4년간 국내에 63조 원을 투자하기로 했으며, 이를 통해 미래 모빌리티 분야의 선도 업체로 도약하고자 함⁵⁹⁾

○ 로봇틱스, 미래 항공 모빌리티(UAM), 커넥티비티, 자율주행, 모빌리티 서비스, 인공지능(AD) 등 미래 신기술 개발 및 신사업의 체계적인 추진을 위해 8조 9,000억 원을 투자할 계획

- (커넥티비티 분야) 차량 제어기술 무선 업데이트(OTA), 제어기 통합, 서버 음성 인식, 위치 기반 개인화 서비스 강화 등 미래 스마트카 개발을 위한 소프트웨어 기술 고도화에 집중

58) ASTI MARKET INSIGHT, 한국과학기술정보연구원, 2022

59) 현대차그룹, 국내에 63조 투자...“한국을 미래 사업 허브로”, 한국경제, 2022.05.24

- (자율주행 분야) 차량 제어기, 라이다와 카메라 등 센서를 비롯해 자율주행 기술 상용화시 비상상황을 대비한 이중안전기술(Redundancy) 시스템 등 레벨4 자율주행 요소기술 개발 및 로보라이드 등 로보택시와 로보셔틀은 상용화를 대비한 도심 실증 사업을 추진

○ '22년 부분자율주행(Lv3) 상용화를 시작으로 미국 애플티브社 합작법인인 모셔널을 설립('20.3)하고 완전자율주행(Lv4) 기술 개발을 추진하고 있음⁶⁰⁾

□ '20년 국토교통부는 세계 최초로 Level 3 자율주행차 안전기준 6가지를 발표하여 Level 3 차량의 출시·판매가 가능해졌으며⁶¹⁾ 최근 대기업을 중심으로 자율주행차 글로벌 시장 선점을 위한 투자가 활발하게 진행되고 있음⁶²⁾

○ 국내 자율주행차 기술개발은 완성차 업체인 현대기아차 등을 중심으로 선제적 신기술을 적용하고 있으며, 국내 통신사 및 IT 기업들도 적극적으로 참여 중임

○ 국내 부분 자율주행시스템(Level 3)과 관련된 안전기준으로는 운전 가능 여부 확인 후 작동, 자율주행 시 안전확보, 상황별 운전전환 요구 등의 6가지 기준이 있음

<표 22> 우리나라 부분자율주행시스템(Level 3) 안전기준

기준	세부 내용
운전 가능 여부 확인 후 작동	· 운전자 착석여부 등을 감지하여 운전 가능 여부가 확인되었을 경우에만 작동
자율주행 시 안전확보	· 안전하게 차로 유지기능을 구현할 수 있도록 최대속도 및 속도에 따른 앞 차량과의 최소안전거리 제시
상황별 운전전환 요구	· 예정된 경우 15초 전 운전전환 경고를 발생시키고, 예상되지 않은 상황에서는 즉시 운전전환 경고 발생
긴급한 상황의 경우	· 운전전환 요구에 대응할 수 있는 시간이 충분하지 않은 경우 시스템이 비상운행 기준에 따라 대응
운전자 대응이 필요한 상황에서 반응이 없는 경우	· 운전전환 요구에도 불구하고 10초 이내에 운전자의 대응이 없으면 안전을 위해 위험 최소화 운행 시행
시스템 고장 대비	· 시스템 이중화 등을 고려하여 설계

60) 미래를 향한 멈추지 않는 혁신 '모빌리티 혁신 로드맵', 국토교통부, 2022.09

61) 유망시장 Issue Report 자율주행차, 연구개발특구진흥재단, 2021.07

62) 미래를 향한 멈추지 않는 혁신 '모빌리티 혁신 로드맵', 국토교통부, 2022.09

□ 국내 스타트업 중심의 투자 현황을 살펴보면, 자율주행 소프트웨어 및 하드웨어와 관련된 다수의 스타트업 기업들이 대규모 투자를 유치한 것으로 나타남⁶³⁾

○ 자동차와 자율주행 부문의 스타트업 투자가 증가하는 가운데 SW 관련 비중이 높음

- '22년 국내 자동차 분야 스타트업 및 중소기업에 대한 투자는 총 75건, 총투자 금액은 1조 845억 원으로, 총 95건의 투자를 통해 4,920억 원이 투자된 2021에 비해 투자건수는 감소했으나 투자 금액은 약 120%가량 급증
- 또한, '21.1.~'23.10. 기간의 자율주행 관련 스타트업 36개社の 투자 금액은 약 1.28조 수준이며 13개社は 시리즈 A 투자를 유치하였고 금액은 약 2,200억 수준임

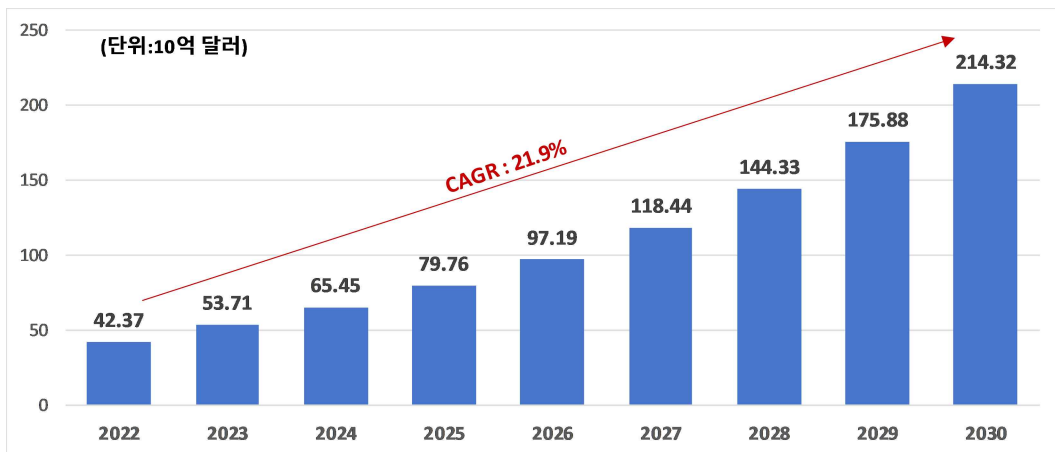
63) 자율주행시스템, KISTEP 브리프 104, 2023.12.18

2. 국외 산업 · 시장 동향분석

□ 전 세계적으로 자율주행시스템의 보급이 확대되고 있는 가운데 글로벌 자율주행 시장은 '23년 537.1억 달러에서 '30년 2,143.2억 달러로 연평균 21.9%의 고성장 전망⁶⁴⁾

○ 기술적 진보로 자율주행의 안전성과 신뢰성이 향상됨에 따라 사람의 수송뿐만 아니라, 물류측면에서의 자율주행 활용성도 높아질 것으로 기대되며 고성장 전망되고 있음

- '22년 기준 자율주행 승용차는 전체 자율주행 시장의 71.4%를 차지함
- 상업용 물류를 간소화하고, 공급망을 최적화하고, 증가하는 고객 수요를 충족할 수 있는 잠재력은 상업용 차량에서 자율주행 솔루션 도입을 촉진할 것으로 전망



[그림 57] 글로벌 자율주행 시장 전망

* 출처 : Global Autonomous Vehicle Market, Grand View Research, 2023.12

○ '22년 기준으로 자율주행 Lv.1은 시장의 47.1%를 차지하고 있으며, 점진적으로 Lv.4와 Lv.5의 성장이 전망되고 있음

○ '22년 기준으로는 북미시장이 전 세계 자율주행시장의 38.0%로 가장 크지만, 이후, 인구밀도가 높아 교통문제가 심각한 아시아·태평양 지역을 중심으로 시장성장세가 클 것으로 전망

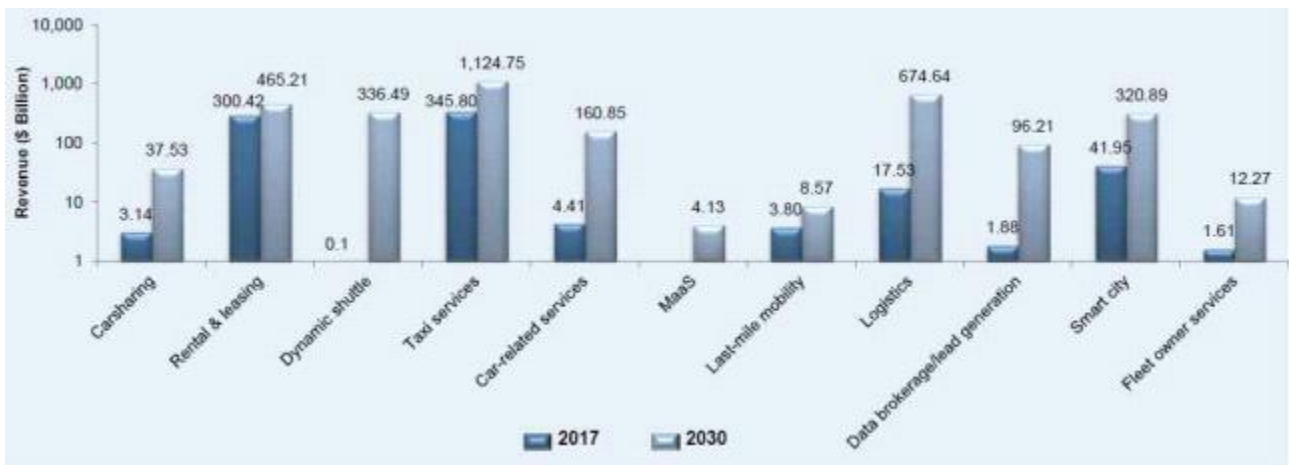
- 북미지역의 캘리포니아 실리콘밸리 등의 지역에서는 자율주행 기술을 테스트할 수 있는 광범위한 인프라를 제공하고 있으며, 혁신적인 기술을 수용성이 높아 자율주행 수요가 높으며 추가적인 개발을 촉진하며 현재 가장 큰 시장을 형성하고 있음

64) Global Autonomous Vehicle Market, Grand View Research, 2023.12

- 중국, 일본, 한국 등의 아시아·태평양 국가는 도시 인구밀도가 높아 교통문제에 직면해 있으며, 교통체증 해결 및 이동성 개선, 교통효율성 제고를 위한 수단으로 자율주행 개발에 관심이 높음

□ Frost Sullivan에서는 자율주행 서비스 시장 규모가 ‘30년에는 3조 2,410억 달러 규모로 성장할 것으로 전망하고 있으며, 자율주행차를 활용한 다양한 서비스가 발굴되어 제공될 것으로 전망함⁶⁵⁾

- 카셰어링, 이용자 편의, MaaS(Mobility as a Service) 시장이 급격하게 증가할 것으로 전망되며, 다목적 셔틀, 택시, 물류, 카셰어링 등의 서비스에 자율주행차가 활용될 것으로 전망
- ‘30년에 다목적 셔틀의 15%, 택시의 2%, 화물차(물류)의 3%가 자율주행 시스템으로 운행될 것으로 예상되며, 해당 시장 규모는 각각 491억 달러, 223억 달러, 172억 달러로 전망



[그림 58] 자율주행 서비스 세계 시장 규모

* 출처 : Frost & Sullivan, 2018

□ 글로벌 모빌리티 인프라 및 서비스 관련 산업은 지속적으로 확장되고 있음

- 통신을 기반으로 자율주행시스템을 지원하는 V2X 인프라 시장이 지속 성장 중이며, 로보택시 등에 자율주행 기술을 본격 적용하기 시작한 MaaS 분야 시장도 지속 성장 중임
- V2X는 유형에 따라 차량과 통신하는 대상이 차량, 인프라, 보행자, 네트워크, 그리드 등으로 다양하게 구분될 수 있고 셀룰러, DSRC 등 통신 표준으로도 구분

65) 미래공존형 자율주행 혁신사업 기획, 국토교통부, 2020.

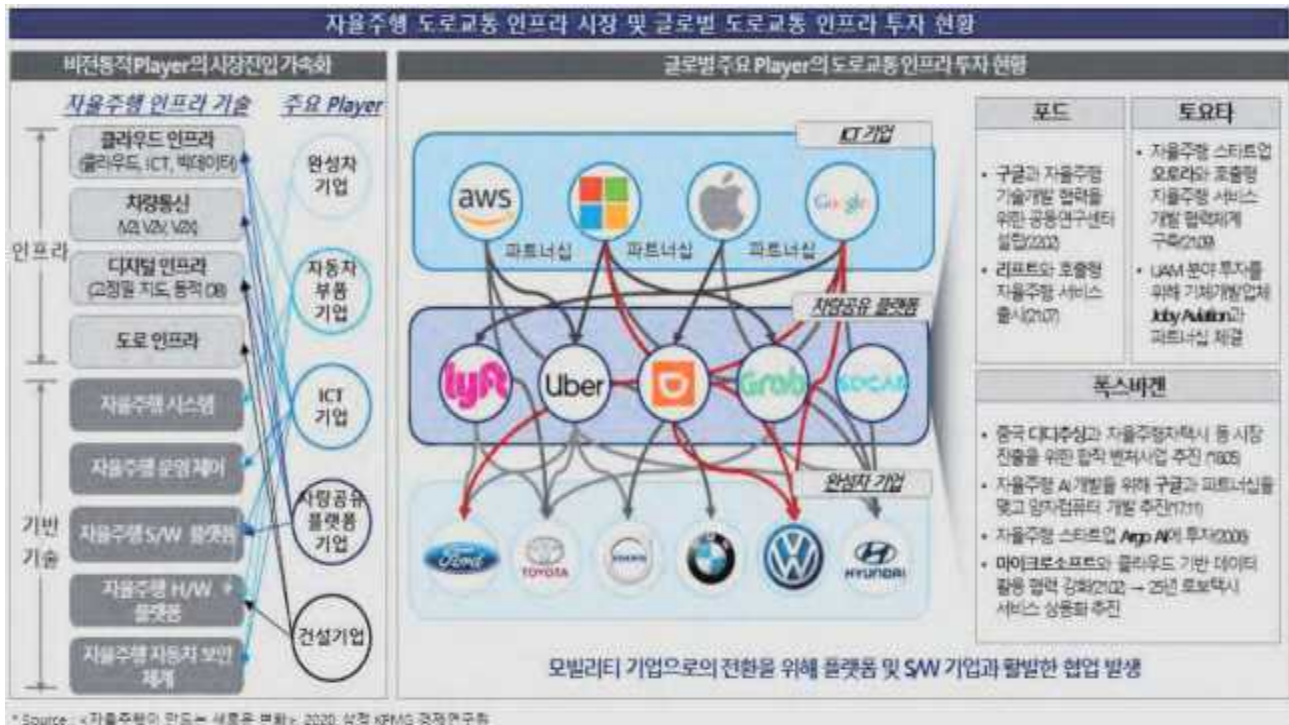
- MaaS 시장에서는 라이드 헤일링, 카셰어링 등의 서비스가 확대되고 있으며, 로보택시 시장의 경우 '23년 기준 4억 달러 수준에서 '30년 기준 457억 달러까지 성장 전망

<표 23> 자율주행 주요 분야별 글로벌 시장성장 전망

(단위 : 억 달러)

구분	2022년	2024년	2026년	2028년	2030년	CAGR
자율주행	1,218	2,074	3,641	6,586	12,272	33.48%
V2X	24	46	90	174	339	39.25%
MaaS	1,890	2,572	3,512	4,811	6,614	16.95%

- 자율주행 분야는 전통적 자동차 산업강자와 ICT기업, 플랫폼 기업 등의 협업을 통해 인프라 기반 데이터 및 차량통신 데이터 활용 플랫폼 사업으로 규모가 점차 확대되고 있음⁶⁶⁾



[그림 59] 글로벌 자율주행 도로교통 인프라 투자 현황

- 자율주행차 개발에서 독자적 위치인 유럽의 주요 완성차기업들은 다임러, 르노-닛산, 볼보, 폭스바겐, BMW, 아우디 등으로 다양한 ICT 기술기업과의 협력 및 R&D에 대한 집중투자를 통해 자율주행차의 상용화 주도⁶⁷⁾

66) 미래 자동차 변화에 따른 2030 도로사업 신모델 제시 연구, 한국도로공사, 2022.

67) 미래공존형 자율주행 혁신사업 기획, 국토교통부, 2020.

- EU, 기관 및 정부 차원의 기업들에 대한 지원도 활발하게 이루어지고 있음
 - 2017년 11월 유럽투자은행(EIB)은 볼보의 커넥티드카 및 ADAS(첨단운전자지원시스템) 기술개발 프로젝트에 2억 4천 5백만 유로의 자금을 대출
 - 영국 기업에너지산업전략부(BEIS)는 정부지원, 산업주도의 커넥티드카 및 자율주행차 기술개발 프로젝트에 1억 파운드 투입
- 특히 독일은 세계 최초의 자율주행차 법률 가이드라인 등 법체계로도 지원받고 있으므로 자율주행차 상용화에 앞장설 것으로 전망
- 유럽의 자율주행차 산업은 전통적인 완성차기업들이 비유럽지역의 다양한 ICT 전문기업들과 협력하는 등 기술개발의 다각화를 보임

<표 24> 비유럽 자율주행 ICT기업과 유럽기업의 협력 동향

기업	동향
Wipro (인도)	▪ IT서비스 전문기업인 Wipro는 루마니아 티미쇼아라에 자동차기술센터를 설립 ▪ 인포테인먼트, 클러스터 디스플레이, 텔레매틱스, 커넥티드카, ADAS 등의 임베디드 솔루션 개발에 중점을 둘 전망
Baidu (중국)	▪ 중국 최대 검색엔진 기업으로 독일의 컨티넨탈, 보쉬와 '17년 5월 및 6월 전략적 파트너십을 맺음 ▪ 주요 자율주행기술은 환경인식, 행동예측, 계획과 컨트롤, 차량장비, 인간과 기계간 소통, 위치인식, HD지도 등임
Karamba Security (이스라엘)	▪ 자율주행차용 백신을 생산하며, 프랑스의 자율주행차 기업인 베데콤(Vedecom tech)과 파트너십을 맺고, 프랑스, 독일 이탈리아, 포르투갈, 네덜란드의 특정 지역에서 제한적으로 사용될 자율주행차 시스템을 공동 개발 예정
NVIDIA (미국)	▪ 볼보 및 오토리브(Autoliv)와 협력하여 인공지능 자율주행차를 위한 첨단시스템 및 소프트웨어를 개발 ▪ 아우디와 협력하여 최첨단 인공지능자동차(모델 Xavier) 출시

* 출처 : KITA Market Report, 2017.11, 유럽의 자율주행차 정책 및 산업 동향, p.4

- 주요 글로벌 모빌리티 그룹들은 SW 역량 강화를 위해 조직 개편 및 M&A를 적극 추진 중이며, 업체별 기술 확보 전략에 따른 다양한 협업 구도를 형성하고 있음

- 테슬라의 경우 자율주행 SW·HW에 대한 전방위 기술을 모두 개발하여 대응 중임
 - 일부 주요 센서뿐 아니라 SW 솔루션 및 AI 그리고 DCU 등 핵심 HW 플랫폼을 개발
 - 최근 모건스탠리는 테슬라 AI 기술인 Dojo가 테슬라의 기업가치를 최대 5,000억 달러 상승시킬 수 있다는 의견을 제시

- 구글의 경우 웨이모라는 자회사를 두고 로보택시 서비스를 중심으로 기술 개발을 추진 중임
 - 정밀맵, 서비스를 포함하는 SW는 자체 개발 중이며, 센서의 경우 기존 타 업체의 센서를 활용하는 개념으로 접근
 - GM의 경우 MS의 클라우드 기반 기술을 활용하고자 전략적 협업을 추진하고 있으며, 크루즈 솔루션 도입을 원하는 혼다와의 제휴를 통해 일본 내 서비스 양산을 지원하고 있음
 - OS, 클라우드, 엣지 컴퓨팅 등의 기술 노하우가 축적된 MS의 Azure 플랫폼을 활용하여 자율주행 SW 솔루션을 개발하고 타 자동차사에까지 보급하는 비즈니스 모델을 고려
 - 혼다는 일본 내 MasS 차량에 해당 솔루션을 적용할 계획이며, 이를 위해 크루즈와 업무 협약을 맺고 로보택시 등을 대상으로 일본 내 주행 실증을 진행 중
 - 유럽 및 미국의 메이저 자동차 회사의 경우 Tier1/2 부품 및 솔루션 업체와 적극 협업 중이며, 기존 자동차 사의 경우 리콜 등으로 인해 발생하는 경제적 타격을 예방하고자 안전성을 매우 중요하게 고려하며 조심스럽게 자율주행 양산을 전개하고 있음
 - 모빌리티 산업의 특성상 안전을 신중하게 고려한 기존 사례들을 감안하면, 예상한 시점보다 몇 년 후에 유의미한 양산(상당한 수준의 시장 보급)이 진행될 가능성이 존재
 - 중국의 경우 미국 기술제재 등의 영향으로 자국 내 기업 간 기술협력만이 활발히 이루어지고 있음
 - 중국 외 해외 업체들의 부품을 구매 후 단순 적용하여 양산하는 경우는 존재하나, R&D 수준에서는 타국과 협업하는 경우는 드물며 자국 내 기업들하고만 협업을 수행 중
- EmergenResearch가 선정한 상위 10개 자율주행차 부문 선도기업으로는 미국의 Microsoft Corporation, Alphabet, Uber Technologies 등이 있음⁶⁸⁾
- 미국 Microsoft Corporation은 자율주행차 기술 지원 및 산업용 솔루션을 개발함
 - 자율주행차의 운전자와 승객의 경험을 확장하는 확장현실 헤드셋 홀로렌즈2 개발
 - 미국 Alphabet은 자율주행 택시 서비스 확장 및 사업을 다각화함
 - 자율주행 화물 배송 서비스인 웨이모비아(WaymoVia) 서비스 확대
 - 미국 Uber Technologies는 자율주행차를 이용한 우버잇츠 음식 배송 및 자율주행 택시 서비스 시작

68) 품목별 ICT 시장동향(자율주행차), 정보통신산업진흥원, 2023.04.07

- 라스베이거스에서 자율주행 택시 상용화함

<표 25> EmergenResearch가 선정한 상위 10개 자율주행차 부문 선도기업

순위	기업명	국적	사업내용
1	Microsoft Corporation	미국	· 폭스바겐 그룹과 미래 자율주행차 시스템의 특정 클라우드 기반 플랫폼 개발 파트너십 체결
2	Alphabet	미국	· 로보택시인 웨이모, 화물운송서비스인 웨이모비아 확대
3	Uber Technologies	미국	· 승차 공유 부문 50% 이상 점유율
4	General Motors	미국	· '23년부터 최초의 자율주행 차량 제조 시작
5	Nvidia Corporation	미국	· 지능형 차량의 핵심 컴퓨터 역할 시스템온칩(SoC) 채택 확대
6	Tesla	미국	· 딥러닝 기반 자율주행 소프트웨어 플랫폼 개선
7	Baidu	중국	· 세계 최초 통합 모빌리티 서비스(MaaS) 플랫폼 출시
8	Ford Motor Company	미국	· 미국의 주요 도시에서 자율주행기술 테스트
9	Aptiv	아일랜드	· 완전 전기식 로보택시 아이오닉5(IONIQ 5) 공개
10	Luminar Technologies	미국	· 다임러 트럭, SAIC, 볼보와 제휴하여 자율주행차 라이다(LiDar) 시스템 구축

□ 우버는 승차 공유 서비스, 음식 배달, 택배 등의 모빌리티 서비스 기업으로 '11년 샌프란시스코에서 공식 서비스를 시작했고 '20년에는 자율주행 기술 기업인 오로라에 4억 달러(약 5,200억 원)를 투자함

○ '22년에는 우버잇츠를 통해 주문된 음식 배송을 자율주행차로 배송하는 서비스와 라스베이거스에서 자율주행 택시 서비스 테스트를 시작함

<표 26> Uber 기업 분석

구분	사업내용
발전 단계	· '10년 공유된 차량의 운전기사와 승객을 모바일 앱으로 중개하는 서비스 시작
	· '14년 100개 이상의 도시에서 서비스 제공
	· '20년 자율주행 기업 오로라(Aurora)에 4억 달러 투자
	· '22년 자율주행 택시 및 음식 배송 서비스 시작
개발 기술	· 대표 솔루션 ① 자율주행 우버 - 자율주행 기술 기업인 모셔널과 파트너십을 통해 아이오닉 5 차량을 이용해 무인 상용 서비스 제공
	· 대표 솔루션 ② 우버잇츠 음식 배달 - 뉴로 자율배송 차량을 사용하여 우버잇츠 음식 배송 - 텍사스와 캘리포니아에서 서비스 시작

3. 산업 · 시장동향 시사점

□ 국내외 모두 자율주행 시장규모 확대가 전망되며, 자율주행을 지원하는 관련 시장도 고성장 예상

- 자율주행 시장의 고성장이 전망되며, 선진국은 미래 먹거리로 인식하고, 제품 출시와 운행환경 조성을 위한 노력을 기울여 '30년 Lv4. 자율주행차 본격 적용 전망
 - 직접 운전하지 않아도 이동 가능하고, 개인화되면서 쾌적한 환경(앉아서 이동할 수 있는)의 이동 서비스에 대한 욕구 및 수요 증가
 - 전세계 자율주행시스템 적용 차량은 '21년 기준 약 4천만 대에서 '30년 7,915만 대로 확대 전망되며, '30년부터 Lv4. 자율주행차 적용 차량이 본격 상용화될 것으로 예상
- 전세계 자율주행 시장 규모는 분석 자료에 따라 상이하나, '30년 최대 약 3조 2천억 달러에 달할 것으로 보이며, 일부 자료에 따르면 국내 규모는 세계시장의 3.8%

□ 전통적인 완성차 기업뿐만 아니라, ICT 기업 등 새로운 플레이어도 자율주행 시장에 참여하여 시장의 플레이어 범위가 확대되고 있고, 스타트업을 포함한 기업들의 투자 확대

- 전통적인 완성차기업들과 ICT 기업 등 도로교통 및 차량 시장의 비전통적 기업 간 협업체계를 구축하고, 자율주행 기술개발에 집중투자하여, 자율주행 상용화 추진
 - 폭스바겐, 토요타 등 완성차 기업과 구글, 바이두 등의 ICT 기업, 우버 등 차량공유 플랫폼 기업 등이 자율주행 시장에 참여 및 협력
 - 국내에서도 완성차 업체인 현대기아차 등을 중심으로 선제적 신기술을 적용 중이며, 국내 통신사 및 IT 기업과 협력해 자율주행차량 개발을 위한 투자 추진
- 자율주행 관련한 스타트업의 대규모 투자도 이루어 지고 있으며, 국외에선 완성차 기업 주도 하에 스타트업과 협력을 통한 자율주행 서비스 개발 추진
 - 국내 자율주행 관련 스타트업 36개 기업의 투자금은 약 1.28조 원('21.1.~'23.10.)으로, 자율주행 소프트웨어 관련 비중이 높은 것으로 파악
 - 국외에선 주요 완성차기업이 자율주행 기술을 보유한 스타트업에 투자해 협력체계를 구축하고, 자율주행 상용화를 추진

4절. 기술동향분석

1. 국내 기술동향분석

가. 자율주행 환경정보 인식

- 자율주행 기술이 고도화되면, ADAS장치, 센서 등 자율주행 차량 자체의 성능 보다는 차량과 도시 인프라간 데이터 공유가 실시간으로 정확하게 이루어지는 기능이 더욱 중요해질 것으로 전망⁶⁹⁾
- ITS Korea는 '18년 부터 C-ITS 스마트 인프라 통신성능 및 서비스 정보연계를 확인 하기 위한 시험을 관련 제조사들과 자리를 마련하여 상호호환성 시험(K-PLUGTEST)을 운영 중
 - [C-V2X(LTE-V2X)] C-ITS 실시간 데이터 송수신, 통신 속도·정확도, 통신성능 등 요구 규격 확인 외 8가지 시험분야 구성
- 한국교통안전공단 자동차안전연구원에서는 자율주행 실험도시(K-City)를 기반으로 데이터 공유센터와 공유협의를체를 운영 중에 있음
 - 무선통신 네트워크와 가상주행시험장비 등이 구축되어 있어 디지털 루프 기반 OTA 업데이트 통합 가상 검증/승인 프로세스 개발에 필요한 기반 시설을 보유하고 있음
- 고속도로에서 자율주행차량에게 제공하는 보조 데이터의 종류를 다양화하고, 데이터 전송 과정의 고신뢰성과 저지연 목표를 달성할 수 있도록 고속도로의 소프트웨어적 측면 보완 필요
- 한국도로공사는 자율주행차량에게 요구되는 모든 데이터를 실시간으로 지원하는 스마트 고속도로 구현을 목표로 자율주행을 위한 고속도로 소프트웨어 인프라 구축을 신사업분야로 도출함
 - 이 사업의 정의와 목표는 다음과 같음
 - LAI(Look Ahead Information; 도로 및 교통 상태 예측 정보) 서비스 제공, 디지털 맵 구현, 데이터 네트워크 성능 개선 등 자율주행 사용화에 대응하여 차량·고속도로 간 원활한 통신 환경 조성 사업
 - 자율주행차량에게 요구되는 모든 종류의 데이터를 실시간으로 지원하는 스마트 고속도로 구현 목표

69) 미래 자동차 변화에 따른 2030 도로사업 신모델 제시 연구, 한국도로공사, 2022.

- 고속도로에서 자율주행차량에게 제공하는 보조 데이터의 종류를 다양화하고, 데이터 전송 과정의 고신뢰성과 저지연 목표
- 자율주행 상용화에 대비한 인프라 구축 경쟁 있어 연구개발, 임시운행 단계에서 더 나아가 실질적인 하드웨어&소프트웨어 인프라 구축으로 기존 사업과 차별화
- 이 사업의 필요성과 기대효과는 다음과 같음
 - 자율주행 기술 고도화 시 차량 자체의 성능보다는 차량과 도로 인프라 간 실시간 데이터 공유가 더욱 중요해질 전망
 - 완전 디지털화된 C-ITS(지능형 교통체계) 구현 기대
- 도로포장, 교통사고 및 장애물, 도로공사장, 교통혼잡, 톨케이트 등에 대한 LAI(Look Ahead Information)서비스 제공
 - 습기, 빙판 상태 등 악천후로 인한 도로 포장의 마찰력 증가가 교통사고로 이어지지 않도록 주행 속도를 적절히 제어하기 위함
 - EX 에어백 작동 시 주변 사람에게 자동으로 비상 정보 전송
 - W2D(Work Zone Data Exchange)규격 사용하여 관할 구역에서 일관된 공공 데이터를 생산하도록 관리
- 도로표지 디지털화를 통한 고정밀-실시간 디지털 맵 구현
 - 도로표지 디지털화를 다계적으로 추진하며, 디지털 트윈 기술, 3차원 입체지도 등을 활용한 고정밀실시간 디지털 맵 구현 및 민간 지도 데이터 개방을 통한 다각도 활용 지원
- 표준화된 데이터 교환 인터페이스, 고속통신 실현, GNSS성능개선, 사이버 보안 등 데이터 네트워크 성능개선
 - 중앙 교통정보센터 인력 확충 등 기능 강화
 - 표준화된 데이터 교환 인터페이스 사용
- * 데이터 변환 프로세스 중 일어나는 데이터 손실 방지
- 고속 통신 실현
- * Edge 프로세싱(데이터를 클라우드 또는 중앙처리 서버로 보내지 않고 현장에서 처리하는 방식) 활용
- * WAVE, C-V2X, DSRC(근거리 전용 통신), 5G 네트워크 등 통신네트워크 기술 개발 및 관련 성과를 고려한 통신 방식 결정

- * 24년까지 전국 주요 고속도로망에 통신 인프라 구축
- GNSS(글로벌 네비게이션 위성 시스템) 성능 개선
- 사이버 보안 관련 기술개발
- * 개인 데이터 익명화 메커니즘, 기업간 데이터 교환을 위한 통신 링크 암호화 등
- 국토지리정보원, 한국정보인증, 완성차 기업, 이동통신사, 한국전자통신연구원 등과 협업하고 도로공사는 자율주행 고속도로 소프트웨어 인프라 구축 총괄
- 국토지리정보원과 고속도로 정밀도로지도 구축 협력
- 한국정보인증, 현대기아차, LG전자와 자율주행 사이버 보안 기술 협력
- 이동통신사, 한국전자통신 연구원과 5G-V2X, 통신기술 개발

□ 한국건설기술연구원은 안전한 미래도로 환경 구현을 위한 Eye-on-Road(객체 인식 고도화)기술을 개발함⁷⁰⁾

- 기존 도로 이상 상태 인식 기술의 고도화를 위한 문제점 분석 및 개선기술을 개발하여 이미지 정제, 스케일 향상 알고리즘 시작품, 레이블링 데이터 확보를 진행함
- 이미지 정제 알고리즘을 통해 이미 정제 성공률 70%이상의 시작품 제작을 완료하였고, SSIM검증 결과 91.32%의 정제 성공률을 보임
- AI모델의 학습 성능을 향상시킬 수 있는 레이블링 데이터의 경우 1분 영상 클립 1,800개 수집, 레이블링 데이터 707개, 도로상태이상 식별 S/W시작품 제작



[그림 60] Eye-on-Road(객체 인식 고도화)기술

70) 미래교통 스마트 인프라 핵심기술 개발, 한국건설기술연구원, 2022. 12.

나. 자율주행정보 분석 및 교통운영 판단

- 연속류 돌발 교통상황에서 자율주행 Lv.4/4+의 ODD를 만족시키고, 회전교차로와 무신호교차로 등을 ODD에 추가적으로 포함시켜 ODD를 확장 시킬 수 있는 기술 개발이 요구됨⁷¹⁾
 - 자율주행 기술 개발 혁신사업의 목표인 “융합형 레벨4+ 자율주행”은 도심로, 전용도로, 비정형도로에서 다양한 물체(비포장도로, 경찰수신호 포함)에 대응하여 운행하는 것을 Operational Design Domain (ODD)에 포함하고 있음
 - 다음과 같은 돌발 교통상황과 도로환경에서는 자율주행 Lv.4/4+ 차량의 단독인지 및 단독판단에 의한 안전하고 유연한 운행을 보장할 수 없음
 - 연속류 환경에서 공사, 사고, 지정체 등에 의해 발생하는 병목 현장에서, 각 자율주행 차량의 단독 인지와 판단에 의한 다수 자율주행 차량들간에 조정되지 않은 동시 차선 변경에 의한 상충 발생
 - 회전교차로, 무신호교차로, 도로합류부 등에서 자율주행 차량의 불완전한 도로상황 인지와 각 자율주행 차량의 단독 인지와 판단에 의한 다수 자율주행 차량들간 조정되지 않은 경로 계획에 의한 상충 발생
- 현재 자율주행 시험환경은 제한적 시나리오를 제공하고, 자체 포맷을 이용함으로써 낮은 호환성을 보이고 있음
 - 유럽/북미용 인터페이스 및 콘텐츠를 기반으로 하고 있으며, Lv.2+ ADAS수준의 기술이 적용
 - AI와 연계하여 학습용 데이터셋을 지원하지 않으며, 대규모 실증 시뮬레이션 지원 및 유지보수 측면에서 즉각 대응이 어려움
- Lv.3 수준의 자율주행이 가능한 수준의 테스트베드가 지원되고 있으며, 더미 등을 활용한 테스트로 한계가 있음
 - 교통류를 반영한 안전검증 및 성능평가에 한계가 있으며, 실차 및 더미 등을 활용한 Lv.3시나리오 평가로 많은 시간과 예산이 투입되고 있음
 - 실제 주행환경과 가상 주행환경의 차이로 인한 수정 및 보완이 지속 필요하며, 실험환경에 대한 신뢰도가 낮음

71) 자율주행기술개발혁신사업 국토부 소관 과제관리카드, 자율주행기술개발혁신사업단, 2023. 5.

- 가상주행환경과 실제 환경의 차이로 인한 시험간 안전사고 발생 가능성이 존재함
- 시나리오 구현수준이 단순하고, 다양한 엣지케이스 시뮬레이션 구현에 어려움이 존재하고, Lv.4 자율주행 상용화를 위한 자율주행 성능 및 기능에 특화된 표준 실험시나리오 셋이 미비함

□ 한국도로공사는 자율주행차의 혼입율과 장래 자율차 운행비율을 토대로 자율주행 전용차로 도입 타당성을 검토하고, 자율주행 전용차로 도입 시기를 전망하는 연구를 수행함⁷²⁾

- 버스 전용차로에 대해서는 2030년 이후 자율주행차의 혼입율이 증가하여 20%에 도달하는 기간까지는 한시적으로 도입 타당성이 있으며 대상기간에는 도입이 가능할 것으로 판단함
- 자율주행차 전용차로(가상도로)에 대해서는 자율주행차 운행비율은 2030년까지 11.1%, 9.6%로 전망하고 있어 2030년 이후 자율주행차의 혼입율이 각각 20%(진출입 600대/시), 30%(진출입 1,200대/시) 비율에 도달하는 시점에 도입을 검토하는 것이 적절할 것으로 판단함
- 자율주행차 전용차로의 교통관리는 우선적으로 안전성을 높이기 위한 조치가 우선되어야 하며, 자율주행차의 주행안전성을 악화 시키는 요인에 대한 현재 돌발상황 대응보다는 강화된 대응 조치가 필요할 것으로 판단함
- 자율주행 기술은 도로 용량 효율성을 높일 수 있으며 이를 위해서는 전용차로 내 자율주행차의 동질적 속도와 짧은 차간 거리에 있어 자율주행차 운행 특성을 유지하기 위한 동적 차로변경 제어가 필요할 것으로 판단함
- 돌발상황 상습정체 등에 의한 혼잡 발생시 진출입을 위한 최적의 차로 변경구간을 동적으로 유도 및 제어한다면 교통류의 영향을 최소화할 수 있을 것으로 분석



[그림 61] 자율주행차 동적제어(차로변경구간) 개념

72) 자율주행차 전용차로 도입 타당성 분석 방법론 연구, 한국도로공사, 2022.

- 이와 함께 자율주행차 전용차로 도입을 위한 사전 제반 요구사항에 대한 검토를 진행하였음

<표 27> 자율주행차 전용차로 도입을 위한 사전 제반 요구

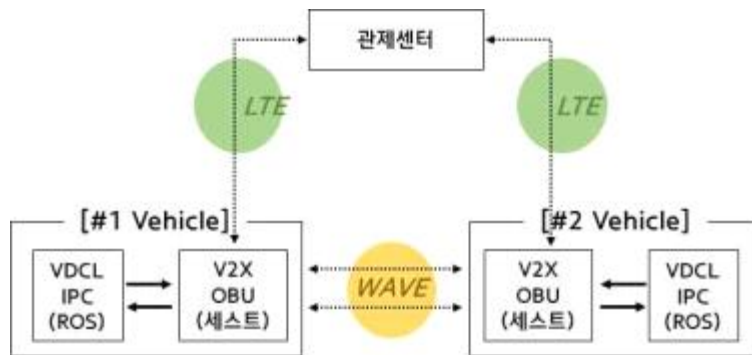
요구사항	주요내용
국민적 공감대 형성	• 고가의 자율주행차에게 통행우선권 제공에 대한 국민적 합의, - 도로 이용 형평성 검토 필요
기존 도로이용자의 수용도 대응	• 기존 도로 이용자 수용도 대응(서비스질 저하 대응) - 기존 버스전용차로 이용자의 통행시간 증가에 대한 수용도 검토 필요
자율주행차 성능 확보	• 안전운행을 위한 자율주행차 주행성능 및 안전성 확보 - 주변 차량과의 상충에 대한 안전한 주행 기술 인증, 확보(충돌, 추돌 등)
전용차로 도입 목적 및 근거 수립	• 자율주행차 전용차로 도입 목적 수립 - 기존 고속도로 버스전용차로는 '원활한 소통'을 목적으로 함 • 자율주행차 전용차로 설치 및 운영을 위한 법·제도 정비 - 기존 도로교통법, 자동차법 등 관련 법안 개정 필요
전용차로 위반차량 단속체계 마련	• 자율주행차 전용차로 위반 차량 신규 단속체계 확보 - 단속시스템, 단속 근거(법·제도) 필요
자율주행차 도입 지속적 모니터링	• 주기적인 자율주행차 도입 및 운행비율 등 도입 상황에 대한 지속적 모니터링 필요

- 중소형/대형 자율주행 플랫폼 연계시스템 실증연구를 수행하였으며, 자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발, 지능형 인프라 연계 자율주행 지원 관제 시스템 개발, 사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발로 구분되어 추진됨⁷³⁾

○ 자율협력주행 기반 친환경 대중교통 플랫폼 기술 개발

- 자율협력주행 기반 대중교통시스템 알고리즘 적용 기술 개발
 - 보행자,표지판,신호 등 검출 통합 SW를 개발하고, 통합된 SW 검출기능별 성능평가, 실증을 통한 알고리즘 성능을 개선함
- 자율협력주행 기술(인지/측위/판단/제어) 및 C-IPTS 연동 차량서비스 (차량관리/관제/응용서비스) 확장을 위한 SW&HW 플랫폼 개발
 - 관제센터 정보 연계 수요대응형 경로 추종 및 속력 제어 알고리즘 개발, V2X 통신 단말기 인터페이스를 개발함

73) 자율주행기반 대중교통시스템 실증연구, 국토교통부, 2022.



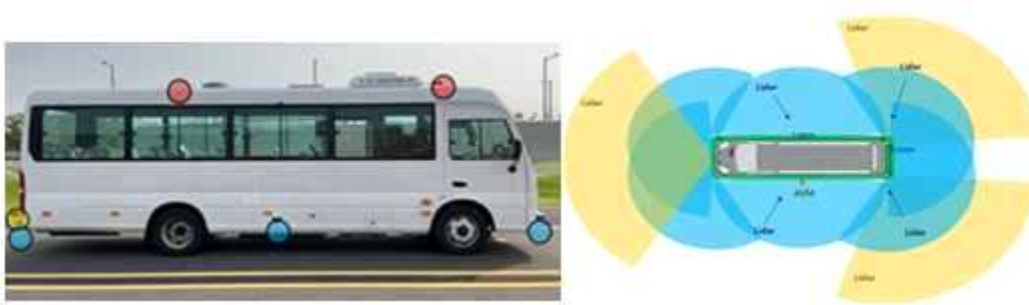
[그림 62] 차량간, 차량-관제센터 통신 인터페이스 구성

- 대형과 중소형 자율협력버스를 연계한 경로 및 서비스를 실증 시나리오 도출하고, 도출된 시나리오를 대형과 중소형 자율협력버스가 연계된 현장테스트 및 실증, 시연을 통한 검증



[그림 63] 대형 (BRT) 자율협력버스 시나리오

- 자율협력주행 기술 적용을 위한 소형 및 대형 버스 개조기술 개발
 - 실증에 이용할 중소형 전기버스 자율협력 주행차량 및 주행기술을 개발하고, 시연 차량 8대 유지관리 및 실증 테스트 및 운영함
 - 중소형 전기버스의 센서구성을 고려한 네트워크 구성, 배선 등 개조사양을 설계하고, 인지/측위, 판단/제어 알고리즘을 적용함



[그림 64] 중소형 전기버스 센서 구성 및 설치 위치 설계

- 자율협력주행 및 승객 안전을 위한 비전 센서 기반 인지 최적화 기술 개발

○ 지능형 인프라 연계 자율주행지원 관제 시스템 개발

- 자율주행 대중교통 서비스 제공 및 실증을 위한 표준 및 통신 기술, 개발
 - C-IPTS 서비스/표준제안 메시지셋 차량 장치 탑재 및 V2X 기반 서비스를 실증함
 - 대형버스 및 중소형버스 대상 100회 실차 운행을 통한 V2X 서비스 실증 수행
 - 자율주행 대중교통을 위한 정보교환 규격 메시지인 차량의 실시간 주행 정보 (PVSD), 자율차 센서 정보(AVSM), 동적 경로(PIM), 권장제한속도(ASL) 등 V2X 서비스 실증 등
- 자율협력주행을 위한 HD map 정적 DB 구축
 - 실증 구간 중 중소형 대중교통을 위한 약 40km 구간 신규 HD map 구축
 - 자율협력주행을 위해 필요한 정적 정밀도로 지도 DB 구축
 - 대중교통서비스 제공을 위한 시설물 DB 구축
 - NDS Open Lane Model 기능 구현을 위한 HD map 구축
 - MMS(Mobile Mapping System) 측량을 통한 3차원 데이터, 영상정보, 위치정보 데이터 취득
- C-IPTS 기반 자율협력주행 대중교통 관제시스템 구축
 - 실증단지 BIS 일반 버스와 C-ITS 차량의 관제 통합을 위한 HD map 변환 기술 개발 및 실증



[그림 65] 관제센터 상황판 화면

- 실시간 차량-관제시스템 모니터링 및 신뢰성 평가 기술 개발
- 자율협력주행을 위한 HD map 서버 설계/개발
- 사용자 중심 대중교통 운영환경 구축 및 실증 평가기술 개발
 - 실증연구 수행방안 수립 및 시뮬레이션/편의서비스 핵심 기술 개발
 - 자율협력주행 시뮬레이션 behavior model 및 수요응답 경로 산출 알고리즘 개발
 - 스마트 대중교통 운영 효율성평가 시뮬레이션 프로그램 개발
 - C-IPTS 기반 관제시스템 빅데이터 활용(서비스) 기술 개발
 - 실증단지 구축 및 실용화 추진을 위한 법·제도 정비
 - C-IPTS 데이터의 특성을 반영한 데이터 카탈로그 작성 표준 제시
 - 자율협력주행기반 대중교통시스템 실증을 위한 세종시 대중교통시스템 운영·관리 지원

□ **교통운영 판단을 위한 국내 데이터 플랫폼(수집·전처리·거래·품질·교환) 기술동향**

- (데이터 수집) 교통운영 판단에 필요한 실시간 교통상황·돌발·공사/통제·기상 등 데이터는 도로 인프라(검지기·영상분석 등) 및 관계기관 보유 데이터를 플랫폼에서 연계·수집하여 제공하는 체계가 확산되고 있음⁷⁴⁾
 - 국가교통정보센터(ITS) 오픈데이터(파일·Open API) 등으로 소통정보·돌발정보 등 교통데이터의 수집·제공 체계가 운영 중
 - 자율주행 기술개발 촉진을 위한 주행데이터 공유 기반 조성(데이터 공유센터 구축·협의체 운영 등)과 같이 데이터 공유 체계 마련이 추진 중
- (데이터 전처리) 영상·차량궤적·C-ITS 메시지 등 비정형·고빈도 데이터 증가로 정제·표준화·라벨링·메타데이터화가 중요해지고 있으며, 가명처리 등 개인정보 보호를 고려한 전처리 가이드라인 기반 구축이 확대되고 있음⁷⁵⁾
 - (정제/동기화) 결측·이상치 처리, 좌표계/시간축 정합, 센서 융합 전처리 등 분석·운영에 적합한 형태로 정규화
 - (라벨링/검수) AI 학습데이터 구축 안내서 등 가이드 기반 라벨링·검수 체계 적용 확대(객체/행동/상황 등)
 - (프라이버시) 차량번호·얼굴 등 개인정보 포함 가능 데이터에 대한 가명처리·비식별 조치 및 접근통제 병행
- (데이터 거래) 데이터 유통·거래 플랫폼(KDX 등)을 통해 데이터셋·API·분석결과물의 상품화 및 라이선스 기반 유통이 시도되며, 모빌리티 데이터의 민간 유통경로가 다변화되는 추세임⁷⁶⁾
 - 데이터셋 판매 외에도 API 구독, 분석지표/모델 제공 등 서비스형 데이터(Data as a Service) 확산
 - 이용범위·재배포 제한·결합/가공 허용범위 등 계약조건 명확화 필요성 증대
- (데이터 품질관리체계) 공공데이터 품질 진단·평가 및 개선(수준평가) 등 제도 기반 품질관리체계가 운영되어, 데이터 정확성·최신성·일관성 확보 및 품질지표 기

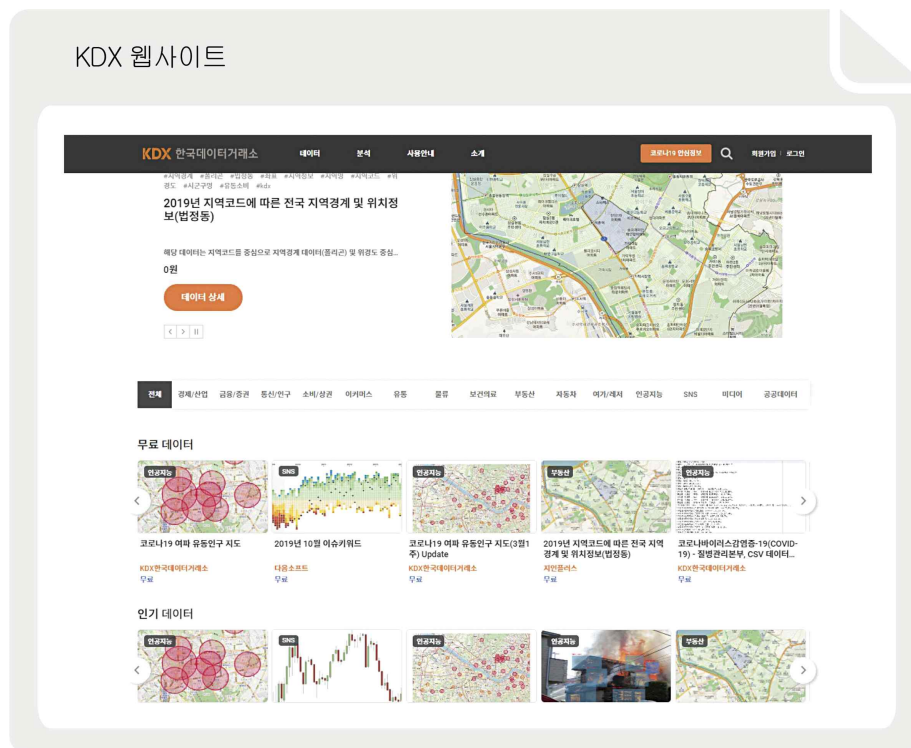
74) ITS 국가교통정보센터 오픈데이터(파일·Open API), 대한민국 정책브리핑, 자율주행 데이터 공유센터 구축 관련

75) AI-Hub, AI 학습데이터 구축 안내서(2025), 개인정보보호위원회, 가명정보 처리 가이드라인(개정 2024.2),

76) KDX 한국데이터거래소

반 관리 필요성이 증대되고 있음⁷⁷⁾

- (공공부문) 개방데이터 품질관리 · 수준평가 등을 통해 오류 · 중복 · 결측 개선과 표준화 추진
- (유통/민간) 데이터 유통 활성화를 위한 품질진단 · 인증 절차 및 평가항목 정립 필요



출처 : <https://kdx.kr/main>

[그림 66] 한국데이터거래소 웹사이트

- (데이터 교환방식) 파일 제공 중심에서 Open API 기반 교환이 보편화되고, 실시간 의사결정을 위해 스트리밍 · 이벤트 기반 연계와 표준 데이터모델/메타데이터 적용 요구가 증가하고 있음⁷⁸⁾
- (교환 수단) Open API(REST 등) 중심 제공 확대 및 데이터 카탈로그 기반 검색 · 활용 고도화
- (상호운용성) C-ITS 메시지, 교통 · 공간정보 표준 등 도메인 표준 적용과 함께 플랫폼 간 연계 표준화 요구 증가

77) 행정안전부, 공공데이터 품질관리 매뉴얼(2023)

78) ITS 국가교통정보센터 오픈데이터(Open API/파일) 제공 방식

다. 자율주행 교통운행정보공유 및 운행지원

- ☐ 자율주행 고도화 Level에 따른 고속도로 통신 및 인프라 요구 예상 수준은 다음과 같음⁷⁹⁾

<표 28> 자율주행 Level별 통신 정확도 요구 수준>

자율주행 레벨	요구 정확도 수준	
	위치 정확도	GNSS 기술 수준
Level 2 (부분 자율주행)	미터 수준의 정확도(2~10m)	단일 주파수 수신기
Level 3 (조건부 자율주행)	반 미터 수준의 정확도(40~50m)	단일-이중 주파수 수신기
Level 4 (고도 자율주행)	수십 센티미터 수준의 정확도(25~45m)	이중-삼중 주파수 수신기
Level 5 (완전 자율주행)	수십 센티미터 또는 센티미터 수준의 정확도	고도의 정확성을 제공하는 다중 주파수 수신기

※ 현재까지 개발된 SF-PPP(단일 주파수 정밀 포인트 포지셔닝) 기술 정확도는 약 50cm 수준임

<표 29> 자율주행 인프라 지원 Level 구분 기준>

구분	자율주행 인프라 지원 Level	인프라수준
전통적 인프라	Level E (전통적 인프라)	자율주행 차량 전혀 지원하지 않음 센서를 통해 교통지표를 감지하는 등 자율주행 차량의 기술에 전적으로 의존
	Level D (정적 디지털 정보)	디지털 맵을 통해 정적 도로 표지 정보 제공 신호등, VMS(도로전광표지), 교통흐름 등 정보는 자율주행 차량이 직접 인식해야 함
디지털 인프라	Level C (동적 디지털 정보)	디지털 맵을 통해 정적동적 도로 표지 정보 모두 제공
	Level B (협력적 인식)	디지털 맵 뿐만 아니라 미세한 교통상황 정보까지도 수집하여 자율주행 차량에게 실시간으로 제공
	Level A (협력적 주행)	실시간 교통정보를 활용해 도로 인프라가 직접 자율주행차를 제어하여 원활한 교통흐름 관리 가능

※ 도로 시설물이 자율주행 차량에게 제공하는 정보와 지원 기능의 범위에 따라 Level E-A로 구분

79) 미래 자동차 변화에 따른 2030 도로사업 신모델 제시 연구, 한국도로공사, 2022.

- 한국정보통신기술협회(TTA)는 V2C 인증 시험을 위해 GCF 인증시험, OmniAir 인증시험, 개발지원시험을 지원
 - (GCF) 정한 시험규격에 따라, OBU를 대상으로 시험인증 수행
 - (OmniAir) WAVE 기술 적용 OBU에 대해 표준적합성 시험 인증
 - (개발지원시험) V2X 적용 OBU, RSU의 개발단계, 시제품의 디버깅 등 기술 전반적인 사항 확인 시험 지원
- 현재 안전기준과 평가방법이 미비하여 Lv.4 이상 상용화는 불가능하며, Lv.2~3 수준의 고속도로 기반 시나리오까지 가능한 상황임
 - 설치 PG기반의 안전성 검증에 의존하여 모든 시나리오에 대해서 실차 평가가 이루어져야 하며, 안전검증을 위한 많은 시간과 예산 투입이 요구되고 있음
 - 시스템 아키텍처 및 의도치 않은 기능적 미비점에 대응한 검증 기준이 없어 오류 및 센서 열화 등에 대한 위험이 상존하며 운전자 개입이 필요함
 - 다양한 도로·교통·기상·환경을 고려한 Lv.4/4+ 자율주행차 주행 안전성 평가기술과 착좌유형을 고려한 충돌 안전성 평가기술 개발이 필요함
 - 연속류(전용, 고속) 환경, Lv.3 이하 기술수준으로 단일 시나리오별 기능위주임
 - 자율차와 비자율차간 혼재의 시대가 장기간 유지되며, 안전벨트 착용, 에어백 탑재한 전방위적 정자세만 평가 가능함
- V2E 인지판단 안전성 및 사고대응 평가기술 개발이 필요함
 - V2E분야는 국내 TRL 2~3수준으로 기술이 부족하나, 해외는 기술상용화가 완료된 상황임
 - 센서 인지 평가 환경에 대한 기초연구는 부족한 상황이며, V2E 평가방법 및 표준절차가 부족한 상황임
 - V2H분야는 국내 TRL 2~3수준으로 기술이 부족하나, 해외는 GTB 등 회의에서 논의 중에 있음
 - 학계 및 관련 기업에서 Concept Car 형태를 논의중이며, 초기 시장형성 단계에 있음
 - EDR/DSSAD분야는 국내 TRL 2~3수준으로 기술이 부족하나, 해외는 WP29 국제항목 논의 중이며, 자율차 사고관리 시스템은 부재함

□ Lv.4 자율주행상용화의 선제조건인 자동차 사이버보안 확보를 위한 자동차 통합보안 안전성 평가기술 개발이 필요함

- 자동차 내부 통신 보안 안전성 평가기술, WAVE 기반 V2V 보안안전성 평가기술이 제한적으로 자동차의 통합적인 보안 안전성 확보가 어려운 상황임
- 제작사별 사이버보안 평가기준을 소유하고 갱신이 이루어짐에 따라 다양한 사이버 위협에 대한 보안 안전성 평가체계를 가지지 못함
- 체계화된 자율주행 관련 법제가 부재하고, 자율주행 관련 데이터의 보호/활용을 위한 기준이 부재한 상황임

□ 서울 미래 모빌리티 센터(FMTC는 단계별로 복합 테스트 환경을 제공하는 테스트베드를 구축해 초기기술개발 - 고도화 및 모빌리티 서비스 실증 - 상용화 단계로 이어지는 자율주행 기술 개발을 지원함⁸⁰⁾

- 서울 미래 모빌리티 센터에서는 일반도로에서 차량과 모든 사물을 연결(V2X)해 자율주행의 실증을 수행하는 실도로환경 테스트베드를 구축해 제공하고 있으며 정밀 도로지도, 교차로 맵데이터 등을 제공함
- 기능 및 주행시험 인증 목적의 공인된 주행장을 보유하고 있으며, 약 2만 평 크기의 주행장에서 테스트베드 기능에 대한 표준 참가가 가능
- 도심부도로, 교외부도로, 커뮤니티도로, 연속류도로, 다목적 주행시험로, 자율주차시설, 전기차 충전시설 등 각 기능별 트랙과 시설물 구비
- 주행장 내부의 신호 제어가 가능하며, 버스정류장과 가드레일, 주차 차단기, TG, 회전교차로 등이 구현되어 있어 자율주행 테스트 주행 등에 최적화된 트랙 보유

<표 30> 주행시험장 도로 구분 및 시나리오

구분	시나리오	FMTC
도심부 도로	신호 교차로(3지, 4지)	반영
	도심 건물 밀집부	반영
	버스전용차로	반영
	버스정류장	반영
	U턴 구간	반영
커뮤니티 도로	비신호교차로	반영
	School Zone	반영
	협로(골목길)	추후 반영

80) 서울 미래 모빌리티 센터(FMTC) 홈페이지 검색(www.fmtc.snu.ac.kr), 2024.02.26. 검색

구분	시나리오	FMTC
고속주행 도로(연속류)	주차시험장	반영
	합류/분류부	부분반영
	문형식표지판·겐트리	부분반영
	톨게이트	반영
교외도로	회전교차로	반영
	지하도 및 터널	추후 반영
	철도건널목	추후 반영
	경사도로	반영
도로 약세사리	가드레일·중분대·방음벽·가로수길·공사구간·자갈길	반영

□ 자율주행서비스는 제한된 노선·구역에서 운영되고 있음

- 지자체 주도로 자율주행 시범운행지구가 운영되고 있으며, 공급 중심의 자율주행 서비스 운영계획이 수립되고, 운영평가체계가 구축되어 있으며, 제한된 노선·구역에서 자율주행 서비스를 운영하고 있음
- 도시 일부 서비스로 스마트시티에서 자율주행 서비스가 중심이 아닌 자율주행자체만으로 독립 주행 체험형·독립형 서비스를 제공하고 있음
- 규제자유특구 등을 이용하여 제한된 운영기간 동안 자율주행 서비스가 이루어지고 있어 단기간 서비스 후 서비스 지속성이 낮음
- 대중교통은 고정된 경로로 정해진 시간에 이동하고, 비효율적 동선으로 운영됨에 따라 추가적인 수단통행이 발생하고 있음
- 도시환경관리 서비스는 주로 야간 또는 새벽시간에 작업을 진행하고 있어 차량 충돌에 의한 교통사고가 빈번하게 발생하고 있음
 - 디젤차 운행으로 인한 2차 대기오염을 일으키며, 저속 주행으로 인해 교통체증 및 심야시간 또는 새벽시간에만 운행하는 비효율적인 운영 문제가 있음

□ '21년부터 한국건설기술연구원에서 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술개발에 대한 연구를 수행중임⁸¹⁾

- 한국건설기술연구원에서는 '21년부터 '25년까지 연구를 추진하며, 현재 개념 정립과 미래도로의 설계 요소를 도출하고 있음

81) 윤덕근(2022a), 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발, 국토교통부 보고자료

- 연속류(고속도로)와 단속류(도심도로)의 상황을 모두 고려하고 있음
- 주요 검토 요소는 시거(시야거리), 평면선형 등 도로설계 요소와 자율주행 전용도로, Flex Zone 등 도로 및 도시 공간의 새로운 시설물임
- 도로설계 요소의 경우 도심도로에서의 도입은 현재는 고려하지 않으며, 자율주행 100%가 아닌 경우는 도입이 어려운 것으로 판단함

<표 31> 미래도로 설계 고려 요소

구분	주요 항목	적용조건
도로선형 설계요소	시거	전용차로나 자율주행 100% 때 적용
	평면선형(곡선반지름, 차로폭 등)	
	종단선형	
	횡단선형	
도로공간 구성요소	전용차로	일반차와 자율차 혼입시 적용
	Flex Zone	
	교차로 설계	
	차량정차 및 환승시설	

* 자료 : 윤덕근 2022b

□ 국토교통연구원은 2018년 자율주행 시나리오를 정의하고, 자율주행을 위해 개선이 필요한 인프라 항목을 도출함⁸²⁾

○ 분석과 결과 도출을 위해 기본 시나리오를 다음과 같이 정의함

- 자율주행 상용화는 2020~2025년에 이루어질 것으로 판단함
- 자율주행 레벨은 3단계 이상을 가정함
- 교통수단 측면에서 개인용과 공유서비스(DRT 포함)로 구분함
- 고수준의 자율주행이 한정된 공간에서 이루어지는 경우(ES방식)와 부분 자율주행이 광범위한 공간에서 이루어지는 경우(SE방식)로 구분함
- 자율주행 방식은 영상과 인공지능에 의존하는 방식 1(AV1)과 고정밀 센서와 HD Map에 기반을 둔 방식 2(AV2)로 구분
- 협력주행의 수준은 도로 인프라가 제공하는 V2I 정보가 단순히 탑승자에게 정보제공을 위해 사용(V2I_1)되는가, 차량제어에 사용(V2I_2)되는가에 따라 2단계로 구분

○ 2가지의 단기 시나리오로 가정함

82) 김광호, 박종일, 윤태관(2018), 자율주행차 상용화를 고려한 고도부문 대응과제:도로설계 및 계획을 중심으로, 국토연구원, 2018

- 개인이용 : SE방식-AV1-V2L_1

- 자율주행이 개인적으로 이용되는 시나리오 부분 자율주행이 광범위한 공간에서 이루어지며, 자율주행 기술은 영상과 인공지능에 의존함
- 협력주행을 위한 시설은 정보제공을 주목적으로 하므로, 도로 인프라의 중요성이 낮음

- 공유서비스 : ES방식-AV2-V2L_2

- DRT와 같은 공유서비스에서 자율주행을 도입하는 경우 고수준의 자율주행이 한정된 범위에서 이루어지며, 자율주행 기술은 고정밀 센서와 HD Map에 대한 의존도가 높음
- 도로 인프라에서 제공하는 정보는 차량제어를 위해 사용되므로 도로 인프라의 중요성이 높음

<표 32> 자율주행을 위해 개선이 필요한 인프라 항목(국토연구원 연구)

구분	일반	공유서비스
운행 모드 경고 시스템(통신인프라)	○	○
안전 정차 공간 및 휴게소	○	○
휴게소 유도안내시설	○	○
자율주행 지원 주차시설	○	○
HD Map	△	○
승·하차 시설(통신시설 포함)	△	○

* 자료 : 김광호 외, 2018.

□ 자율주행 기술수준은 차량이 교통표지, 도로표시 등 도로시설물을 얼마나 잘 탐지할 수 있는가에 달려있으므로 센서 자체의 성능개선과 함께 이를 보조하는 고속도로 설계 개선이 동반되어야 함⁸³⁾

- 군집 주행으로 인한 도로의 하중과 교통 밀도 증가를 고려하여 교량 강화, 전용차로 구축 등 추가적인 고속도로 설계변경 방안 마련이 요구됨
- 한국도로공사는 사고율 제로를 목표로 자율주행을 위한 고속도로 하드웨어 인프라 구축을 신사업분야로 도출함

- 이 사업의 정의와 목적은 다음과 같음

83) 미래 자동차 변화에 따른 2030 도로사업 신모델 제시 연구, 한국도로공사, 2022.

- 교통 표지 표준화, 도로표시 가시성 개선, 자율주행 전용차로 구축, 군집주행 안전성 확보 등 자율주행 상용화에 대응하여 고속도로 설계 유지·보수 및 변경하는 사업
- 전국 고속도로망 내 모든 도로시설물을 표준화하고 일정 품질을 유지하도록 지속적으로 관리하여 원활한 자율주행 환경 조성 목적
- 자율주행 및 군집주행 전용차로 운영으로 ‘사고율 Zero화’ 달성 목표
- 자율주행 상용화에 대비한 인프라 구축에 있어 연구개발, 임시운행 단계에서 더 나아가 실질적인 하드웨어&소프트웨어 인프라 구축 지향으로 기존 사업과 차별화
- 이 사업의 필요성은 다음과 같음
 - 자율주행차량 센서의 도로시설물 탐지가 용이하도록 주행 환경 개선
 - 군집주행 도입으로 인한 하중 및 교통 밀도 증가에 대처
- 이 사업의 기대효과는 다음과 같음
 - 자율주행 시스템 오류 및 교통사고 방지
 - 자율주행 전용차로 시범운행 및 점진적 구역 확대를 통해 궁극적으로 완전 자율주행 고속도로 구현
- 교통표지를 표준화하고, 단위, 모양 색, 언어 등 국제적 조화 추진
 - 재귀반사 테스트 등 교통표지 유지·보수 및 관리
 - * 교통표지의 위치, 크기, 높이, 각도, 조명 수준 등에 통일성을 부여하여 자율주행 TSR(교통표지인식) 시스템의 오작동방지
 - 단위, 모양, 색, 언어 등 국제적 조화 추진
 - * TSR 시스템이 색상 정보는 뚜렷하게 구분하지 않으므로 표지 모양의 조화에 우선적으로 초점
- 도로표시 가시성을 개선하고, 포장부에 마그네틱 마커 및 자기유도선 설치
 - 재귀반사테스트 등 도로표시
 - * 중앙분리대, 가드레일 등을 구분하는 차선의 가시성 개선
 - 일부 고속도로 구간 포장부에 마그네틱 마커 및 자기 유도선 설치
 - * 산악 지역, 터널 등 지리적 조건과 악천후 조건으로 센서 기능이 저하하더라도 자율주행차량이 자신의 위치를 식별할 수 있도록 지원
- 자율주행 전용차로 구축 및 전용차로를 따라 비상정차구역 주기적 배치

- 자율주행 전용차로 구축
 - * 자율주행차량이 정적 표지가 아닌 차량 등 동적 장애물을 인식하는 기술이 아직 미흡하여 차로 혼합 시 사고 발생 가능성 높음
- 전용차로를 따라 비상정차구역 주기적으로 배치
 - * 현재 운영하는 갓길은 고속 환경 중 장시간 정차에 적합하지 않음
 - * 시스템 오작동, 운전자 사고 등 비상 상황에 대비하여 다수의 차량이 장시간 정차할 수 있는 충분한 공간 확보
- 군집주행 안정성 확보를 위해 도로포장 파손 점검, 교량강화 등 안전성 확보 등
 - 도로 포장 파손 점검, 교량 강화 등 안전성 확보
 - * 교통 밀집도 증가, 차로 증설 등에 따른 도로상태 변화 상시 감시
 - IC 밀집도, IC간 간격 등 정보 활용
 - * 교통 병목 현상 방지를 위함
 - 군집주행 전용차로 구축
 - * 변화를 최소화하기 위하여 화물차 전용차로의 형태로 구축
 - 추월 차로 확장, 연결로 가속차로 변경, 램프 미터링(진입로 신호등 조절을 통한 교통량 수요 관리기법), 도로 표시 확대 등 방안 추가적으로 고려



그림 67 자율주행 상용화에 따른 고속도로 하드웨어 변화

- 경찰청, 도로교통공단, 한국건설기술연구원, 자율주행 완성차 업체와 기술개발 협력 체계를 구축하고 도로공사는 자율주행 고속도로 하드웨어 인프라 구축 총괄
 - 경찰청에서 교통안전심의위원회 지원하고 안전표지, 노면표시에 대해 협의
 - 도로교통공단에서 교통신호 제어시스템 연구개발
 - 한국건설기술연구원에서 자율주행 도로시설물 개발 및 전용차로 설계 연구
 - 자율주행 완성차 업체에서 하드웨어 인프라 실증 및 군집주행 실증 참여

- 자율차의 안전한 주행을 위해 정밀지도의 객체 위치정보뿐만 아니라 자율차가 활용 가능한 도로 인프라 데이터도 자율차에게 제공이 필요하며, 자율주행기술개발혁신사업 등을 통해 기술 확보 중
 - 자율주행을 위한 지도는 제작사별로 자체 생성 및 갱신하고 있으며, 고정정보만 포함하고 있음
 - 국토지리정보원은 '15년부터 자율주행기술 상용화를 위해 정밀도로지도를 구축중이며, 현재 기준 고속국도 46개 노선, 일반 국도 51개 노선, 실증지구 등 기타도로 39 노선 구축 완료
 - 갱신주기는 최소 4개월이며, 자율차 활용을 높이기 위한 데이터 규격 보완 중
 - 네이버랩스는 라이다, 카메라, 관성센서, 휠인코더 등의 다양한 센서로부터 획득된 데이터와 정밀지도를 결합한 xDM 기술과 고정밀 데이터를 통합하여, 시내, 실외, 도로 등을 아우르는 음영지역이 없는 정밀 측위 기술 개발
 - 고화질 비행기에서 촬영한 항공사진 데이터와 이동형 매핑시스템, GPS, IMU, CAN데이터, 라이다 신호, 카메라 영상 등을 결합해 하이브리드 HD맵 제시
 - 현대 오토에버는 '11년부터 MMS 장비를 운영하여 국내 정밀지도 기술을 선도하였고, 지도자동화 구축기술인 MAC을 개발해 기존 수작업 데이터의 98% 이상 정확하게 자동 처리
 - 자율주행기술개발혁신사업 일환으로, 자율차에게 근실시간 갱신된 자율차전용지도 제공을 위한 플랫폼 개발 중
 - ISO 22726, NDS 등 국제표준 기반 정밀지도 개발



[그림 68] 자율주행을 위한 지도 제작 현황

- 국토교통부는 자율주행차 지원을 위한 도로변화 정보 신속수집 갱신·공유 기술을 개발하고, 테스트베드 운영을 통해 자율협력주행차량과 연계하여 맵 정보 갱신을 실증함⁸⁴⁾
 - 자율주행차 지원을 위한 실시간 도로변화 정보 신속수집·갱신·공유를 위한 요소기술들을 개발함
 - 정밀 도로공간정보 구축센서-소프트웨어 통합솔루션 개발
 - 도로공간정보 구축을 위한 모듈형 장비 표준화 기술 개발
 - 활용목적에 따른 센서 조합형 표준화 플랫폼 기술 개발
 - 다중 취득 MMS 데이터 위치정합 기술
 - 모듈형 장비 통합데이터 처리 기술 개발
 - 모듈형 장비 데이터의 압축 및 신속전송 솔루션 개발 (5G 환경)
 - 도로 및 시설물 변화정보 신속수집 및 갱신 기술 개발
 - 단위시험이 가능한 비공용 테스트베드와 실증을 위한 공용도로 테스트베드 2-Track 구축
 - 정밀 맵 및 도로변화정보의 실검증을 위한 자율협력주행차와의 연계검증
 - 범용센서 기반 도로 및 시설물 정밀 맵 식별 및 탐지 SW 개발
 - 클라우드 소싱 기반 변화정보 신속 수집 및 탐지 자동화 기술 개발
 - 도로 및 시설물 변화정보 수집 및 탐지 자동화 기술 개발
 - 정밀도로지도 갱신 표준기술 개발
 - 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 통합 실증 및 공유 기술 개발
 - 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 통합 검증 및 품질 확보방안 마련
 - 도로변화 정보 현행화 기술 시험평가 기준 개발
 - 수요처별 센서 플랫폼 갱신정보 품질 검증체계 구축
 - 클라우드 기반 실시간 변화정보 관리 및 제공기술 개발
 - 공용/비공용 테스트베드 운영을 통해 완성도를 검증하고, 단위시험을 위한 폐도로 및 실증을 위한 고속도로 및 시가지 도로에서 실증을 추진함

84) 자율주행 지원을 위한 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 개발 및 실증, 국토교통부, 2022.



[그림 69] 자율주행차 지원을 위한 도로변화 정보 신속수집 갱신·공유 기술개발 개념

- 개발과정에서 특정구간 위치정확도 저하, 객체 탐지, 도로 구조물 탐지, 이미지기반 정밀도로지도 구축 시 추가적인 기술개선이 요구되었음

- 터널, 지하차도, 고층건물 밀집지역 등 GPS음영 지역에서의 GNSS정밀도 저하 문제 발생
- 자율주행 지원을 위한 도로시설물 대상의 연구진행으로 모든 객체를 인식하지 않았으며, 가드레일, 중앙분리대, 과속방지턱, 연석과 같이 자율주행을 위해 필요한 도로 시설물에 대한 추가 인식이 필요함
- 터널, 교량 등 도로구조물의 종류 판별이 불가능하여 비전 센서 기반 인식이 어려운 구조물을 인식하기 위한 기술개발이 필요함
- 현재 정밀도로지도 구축 사양이 카메라 기반 구축 갱신에 맞지 않아, Lidar기반의 정밀도로지도 구축사양으로 카메라 기반 기술 적용이 불가능하였음

□ 한국건설기술연구원 연구에서는 우리나라 실정에 맞는 Flex Zone을 정의하고 활용방안에 대한 연구를 수행함

- Flex Zone의 필요성을 미래도로의 경우 차로폭 감소로 인해 유휴공간이 발생한다는 전제를 바탕으로 함
- Seattle시의 Use Cases를 기반으로 14가지 용도로 세분화하고 가상설계를 수행
- Flex Zone의 또 다른 용도로 긴급피난구역 역할로 설정함
 - 자율주행차량의 고장 등으로 인한 정차 장소가 필요함
 - Flex Zone과 같은 공간을 활용하는 방법과 노상 주차공간 중 빈 곳을 활용하는 방법 등이 있음

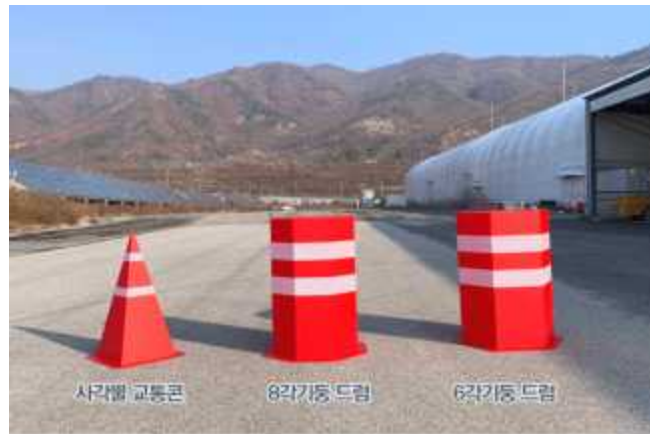
<표 33> Flex Zone의 개념

기능	소분류	개념
교통이동성	자율주행차 이동성	AV, SAV 등을 포함한 이동
	보행 이동성	이동, 보행자 전용 도로를 이용한 사람과 물품의 이동
	자전거 및 PM 이동성	자전거 및 PM의 이동
	대중교통 이동성	버스전용차로, 경전철/전차 도로를 활용한 대중교통의 이동
	항공교통 이동성	UAM과 같은 항공 모빌리티의 이동
교통접근성	SAV 승하차 구역	SAV의 승객 승하차 구역
	환승 가능 구역	대중교통, 경전철/전차 및 SAV의 상호 환승 가능 구역
	단기 주차 구역	개인용 자율자동차의 단기 주차를 위한 구역
물류접근성	정기물류	개인을 위한 물류회사의 새벽배송, 편의점, 일반 가게와 같은 식품 및 정기적 물품 배송의 적재 구역
	택배물류	비정기적 택배물류 배송을 위한 적재 구역
	도심항공물류	드론 및 UAM을 이용한 물류 적재 구역
여가시설		푸드트럭, 거리축제 등 활기찬 사회 공간
녹지		가로수, Plant box, Rain garden, 등 미학 및 환경 개선
특정용도 지정공간		자율차 Fallback 대응공간, 경찰 및 소방차, 충전시설과 같은 특정용도를 위한 공간

□ 한국건설기술연구원은 자율주행차량의 주행 안전성 확보를 위한 도로시설물 기술을 개발함⁸⁵⁾

- 공사구간 시설물 개선 관련 규정 검토 및 개선 요구조건을 도출하고, 공사구간 자율주행차량 안전주행 지원 시설물 선정 및 개선방향을 도출함
- 공사구간 자율주행차량 안전주행 지원 시설물 시제품 설계 및 제작과 성능시험을 수행함

85) 미래교통 스마트 인프라 핵심기술 개발, 한국건설기술연구원, 2022. 12.

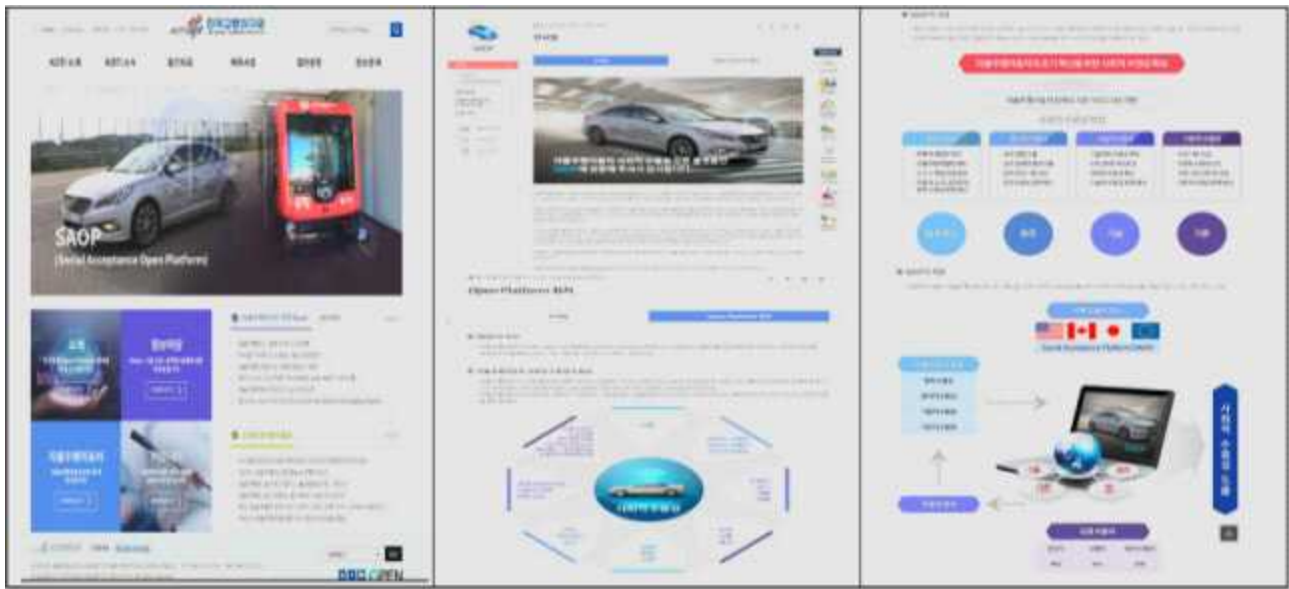


[그림 70] 자율주행 안전성 확보를 위한 도로시설물

- 국제표준 준용을 통해 안전성을 확보하고, 자율주행 혁신기술개발사업을 통해 자율협력주행 시대를 대비한 도로 인프라 서비스, 기술이 개발 중임
 - 자율주행차 안전성은 ISO 26262, ISO 21448 표준을 적용하여 확보하고 있으며, 민간에서는 완성차 업계에서 협력사에 기능안전이 적용된 부품을 요구하여 관련 기술을 활발히 개발하고 있음
 - ‘자율주행 기술개발혁신사업’을 통해 ‘27년 융합형 레벨4+ 자율주행 상용화 기반 조성을 위해 인프라 가이드라인, 도로 상황인지 등 차량-ICT-도로교통 연계 자율주행 융합 신산업을 육성하고 있음
- 국토교통부는 자율주행 사회적 수용성 연구를 통해 자율주행차 법적 관점의 수용성 향상을 위한 법령 개정안 및 윤리 가이드라인을 개발하고, 국제 수용성 합의를 위한 오픈플랫폼 및 국제합의 방향을 개발함⁸⁶⁾
 - 자율주행자동차 법적 관점의 수용성 향상을 위한 자동차관리법, 도로법 개정안 개발 및 공공서비스 제공을 위한 여객자동차운수사업법개정안 개발
 - 자동차 관리법, 도로법, 여객자동차 운수사업법 개정안은 향후 해당 법령의 개정활동을 지속적으로 추진
 - 자율주행자동차 기술개발 혁신사업 중 자율주행 생태계 조성을 위한 후속 과제에 활용
 - 자율주행자동차 윤리적 수용성 향상을 위한 윤리가이드라인, 자동차손해배상보장법 개정안개발 및 국제 수용성 합의를 위한 오픈플랫폼, 국제합의 방향 개발

86) 자율주행자동차 사회적 수용성 향상 기반기술 연구, 국토교통부, 2021.

- 자동차 윤리가이드라인은 자동차 제작사, 기술개발 연구사업, 실증 시험 등의 후속 사업 추진시에 가이드라인을 참고
 - 자동차 및 교통관련 학회와 공동협약서에 협약하고, 관련 연구에 관한 학회 활동에 참고
 - 자동차손해배상보장법 개정안은 관련법령 개정 활동에 지속적으로 추진하고, 자율주행자동차 기술개발 혁신사업 중 자율주행 생태계 조성을 위한 후속 과제에 활용
 - 자율주행자동차 국제 수용성 합의를 위한 오픈 플랫폼은 지속적인 국제 연구 활동에 활용할 수 있으며, 국내 연구개발에 활용
- 자율주행자동차 기술적 수용성 향상을 위한 수용성 평가지표, 자율주행자동차 수용성 모델, 교육 프로토콜 구상, 자율주행 자동차 정책가이드라인 개발
- 자율주행차 수용성 평가지표, 정책 가이드라인 교육 프로토콜은 향후 자율주행차 관련 정책 개발에 활용
 - 자율주행 교통물류 기본계획에 반영하여 지속적인 수용성 향상을 통한 기반을 마련
- 자율주행자동차 기준 수용성 향상을 위한 자율주행차 안전기준 개선 방안(Lv3, Lv4) 및 미래자동차 안전기준 개선 방향 개발
- 자율주행차 안전기준 개선 방향은 향후 자율주행차 안전기준 마련에 활용할 수 있고, 자율주행 교통물류 기본계획에 반영하여 지속적인 안전기준 개선 추진
 - 미래자동차 안전기준 개선 방향은 자율주행 교통물류 기본계획에 반영하여 지속적인 자동차 안전기준 개선 활동에 참고
- 오픈 플랫폼의 구성은 메인페이지, Open Platform 소개 페이지, 자율주행자동차 관련 기술/정책/법제 정보 페이지, 통계 정보 페이지, 수용성 조사를 위한 주요 이슈 poll 과 설문조사 결과 공유 페이지, 참여자 의견 교환 페이지로 구성함



[그림 71] 자율주행자동차 오픈 플랫폼 구축

○ 브레인스토밍과 일반인 대상 심층면접을 통해 윤리관련 쟁점사항을 도출하고, 윤리 수용성 국제합의 방향을 도출함

- 자율주행 자동차 기술 수용성 관련 주요 이슈 사항은 다음과 같음

- 운행 데이터 수집 및 이용
- AVS를 위한 도로 인프라 구축
- AVS 이용자를 위한 인테리어 디자인
- AVS 외부이용자를 위한 차량 설계
- AVS 외부이용자와의 상호 소통
- 보행자와 자전거 이용자와의 상호 작용

- 자율주행자동차 안전과 기준 이슈 수용성 관련 주요 이슈 사항은 다음과 같음

- 전통적인 자동차 안전기준의 AVS 적용 시 문제
- 운전면허취득의 주체 (이용자 vs AVS)
- 자동차 안전기준에 윤리기준 포함 가능성 유무
- 윤리문제의 자동차 안전규정으로의 법제화 가능성 여부

- 자율주행 대중교통 안전과 개인정보 이슈 수용성 관련 주요 이슈 사항은 다음과 같음

- 개인 이동정보를 공공에 제공하는 문제
- 개인정보 제공에 대한 이용자 동의 문제
- 차내 발생한 응급상황 대응방안
- 외부 차량과 충돌 등 사고 발생 대응방안
- 교통약자를 위한 버스 설계 방안

<표 34> 자율주행자동차 증명책임에 대한 국제 비교

	제조물책임	운행자책임	운전자책임
한국	원칙적으로 소비자가 제조물의 결함을 증명해야 함 하지만, 일정한 경우 제조물의 결함을 추정하므로, 이러한 경우에는 제조자가 손해가 결함이 아닌 다른원인에 기해 발생하였음을 증명해야 함	원칙적으로 운행자의 무과실책임으로 운용되므로, 운행자가 자신의 면책을 위해 사고가 다른 원인으로 발생하였음을 증명해야 함	원칙적으로 과실책임이므로 피해자가 운전자의 고의 과실로 인하여 손해가 발생하였음을 입증해야 함
독일	원칙적으로 소비자가 제조물의 결함을 증명해야 함	우리나라와 유사함	우리나라와 유사함
일본	원칙적으로 소비자가 제조물의 결함을 증명해야 함	우리나라와 유사함	우리나라와 유사함
미국	주마다 다른 원칙적으로 소비자가 제조물의 결함을 증명해야 함	주에 따라 다르나 운행자책임을 채택하지 않음 우리나라의 운행자책임과 유사한 제도를 채택하는 주도 있음	원칙적으로 과실책임 원칙이므로 피해자가 증명해야 함 보험으로 해결
영국	원칙적으로 소비자가 제조물의 결함을 증명해야 함	운행자책임을 채택하지 않으나, 보험을 통해 우리나라와 비슷한 효과를 거둠	원칙적으로 과실책임원칙이므로, 피해자가 증명해야함 보험으로 해결

○ ISO TC 241/WG6 자율주행 윤리 Working Group에 자율주행차 윤리 표준 문서에 국내 사례를 제안하며, 자율주행자동차 국제 합의 활동 추진

□ 국토교통부 주관으로 자율주행 기술 개발 촉진, 상용화를 위해 제도 개선을 추진하고 있음

○ 국토교통부는 「자동차관리법」을 개정하여 자동차 산업이 소프트웨어 중심으로 전환되고 자율협력주행 시대가 도래함에 따라 사이버보안 및 소프트웨어 업데이트 안전관리 조치를 의무화하는 제도적 기반을 마련함

- 국토교통부는 자율주행차 안정성 확보를 위해 「레벨 4 자율주행자동차 제작 안전 가이드라인(2020.12.)」를 제작·고시하였으며 자율주행차의 안정성 확보를 위한 설계 제작을 권고함
- 국토교통부는 '23년 10월, 자율주행 민간 기술개발 촉진을 위해 자율주행 임시운행 허가제를 개선하여 자율주행 성능시험 대행자의 안전성과 허가 요건 등을 완화함
- 한국도로공사는 고속도로 자율주행 제도기반 마련을 신사업으로 도출하고, 세계 최초로 자율주행 Lv.4 고속도로 상용화를 위한 제도 제안과 자율주행 산업 활성화 기반 마련을 추진⁸⁷⁾
 - 세계최초 자율주행 Lv4 고속도로 상용화를 위한 한국도로공사의 주도적 제도 제안 및 실행 사업
 - 고속도로 자율주행과 활성화, 안전 각 영역별 고속도로 자율주행 제도 기반 마련을 목표로 함
 - 고속도로 자율주행 규제자유특구 허가 및 시범운행지구 확대 등 네거티브 규제시스템을 개선하고, 자율주행 안전제도로 사이버 보안체계 및 교통법규 위반 행정체계 마련 등 추진
 - 아직 형성중인 많은 자율주행 산업 활성화를 위해 세계적으로 안전을 담보한 네거티브 규제방안 마련 필요
 - 네거티브 규제시스템을 통한 민간 자율주행 역량강화 기대
 - 사업 과정과 상용화 이후에 대한 안전규제 선제적 마련 기대
 - 네거티브 규제 시스템의 사업화 및 상용화 내용은 다음과 같음
 - (사업화) 고속도로 자율주행 규제자유특구 허가 및 시범운행지구 확대
 - (사업화) 자율주행 모빌리티 서비스 실증특례 확대
 - (사업화) 여객운송사업 규제 완화
 - (사업화) 소형 무인배송차 등 새로운 모빌리티 차종 분류 및 제작 기준 마련
 - (상용화) 신속허가제를 통한 임시운행 허가 취득 지원
 - (상용화) 자율주행용 간소면허 신설

87) 미래 자동차 변화에 따른 2030 도로사업 신모델 제시 연구, 한국도로공사, 2022.

- (상용화) 운전자 개념 및 의무사항 규제 완화
- 자율주행 안전 제도의 보안, 안전 및 사고처리 내용은 다음과 같음
 - (보안) 사이버 보안체계 마련
 - (보안) 보안강화를 위한 인증관리체계 수립
 - (안전 및 사고처리) 교통법규 위반 행정제재 체계 마련
 - (안전 및 사고처리) 사고 책임원칙 명확화한 자율주행 보험체계 마련
- 국토부, 경찰청, 금융위, 법무부, 개인정보 보호위원회와 고속도로 자율주행 규제 제도 완화 협력체계를 구축하고 민간기업과 논의 및 지원하는 협의체 형성
- 민간주도의 고속도로 자율주행 산업활성화를 위한 한국도로공사의 지원 역할을 다양화함
 - 고속도로 자율주행 관련 기술개발 지원으로 테스트베드 구축, 연구협업 등 추진
 - 협의체를 통한 고속도로 자율주행 산업지원 및 지자체 자율주행 클러스터링 구축
 - 진입장벽이 높은 제조중심의 내연차에서 IT, 부품 등 다양한 산업과의 연계를 통한 밸런스 있는 산업활성화 필요
 - 고속도로 자율주행 연관기업 생존율과 자생력 확보를 통한 산업 활성화 및 Lv4 실험 견인 기대
 - 기업 지원, 산학연 연계 등 다양한 방법으로 기술개발
 - 자율주행 관련 기업을 위한 혁신성장 지원센터 입주 지원 및 중·소규모 테스트베드 구축·개방
 - 산학연 연계를 통한 기술개발 및 인력 양성 지원
 - 완전자율주행 고도화를 위한 핵심 기술 및 서비스 국가 R&D를 통한 마중물 투자
 - 지자체와 자율주행차 개발 및 서비스 실증을 위한 MOU추진 및 운영 지원
 - 스타트업·강소기업 스케일업 성장을 위한 산업 생태계 및 투자 사다리 구축(대기업, VC 등 투자사와 강소기업 매칭, 엔젤투자 유치 등 지원)
 - 시설지원, 창업교육, 행사, 멘토링, 사업화 등 지원 가능영역의 확대
 - 민간 기업, 대학연구기관, 지자체, 창업진흥원, 중소벤처기업진흥공단 등과 협의체 구축

- 민간 스타트업, 강소기업에 자금 등 사업화지원 및 교육 등 시설지원
- 창업진흥원, 중소벤처기업진흥공단 등과 지원사업구축 협력
- 대학연구기관과 기술연구 협력
- 민간기업에 테스트베드 제공 및 기술 개발 지원
- 지자체와 클러스터 추진

□ 범부처로 추진되는 자율주행기술개발혁신사업에서 ‘23년부터는 ‘자율주행 리빙랩 과제’를 포함한 6개 과제를 시작

- 리빙랩 연구과제는 교통약자 이동지원, 수요응답 미니셔틀 등 그간 범부처 R&D를 통해 개발된 기술·서비스를 종합적으로 통합 실증하기 위한 기술개발 과제로서, '23.4월부터 '27년까지 총 450억 원의 예산이 투입
- 이번에 조성되는 자율주행 리빙랩에서는 실증지역을 도시 단위로 크게 확장하여 자율주행 핵심기술·인프라·공공 서비스 등을 종합적으로 실증하는 등 시민들에게 다양한 체험기회를 제공하게 되며, 이를 통해 범부처 사업과정에서 개발한 성과물의 실효성과 사업화 가능성에 대한 체계적인 검토도 이루어질 계획
- 화성시는 '23년 11월 국토교통부와 한국교통안전공단에서 주관하는 ‘자율주행 리빙랩 도시 선정 공모 사업’에 선정돼 2024년부터 2027년까지 국비 740억원을 유치함



[그림 72] Lv.4/4+ 개방형 오픈 리빙랩 개념도

라. HPC(고성능 컴퓨팅) 클러스터 시스템

- 자율주행 연구센터 HPC 클러스터는 대규모 AI 모델 학습과 시뮬레이션을 위한 핵심인프라이며, 컴퓨팅 노드, 중앙스케줄러, 고속 인터커넥트로 구성
 - 국내 HPC 인프라 중 하나인 드림AI는 3.18페타플롭스의 성능을 가지며, 자율주행에 특화되어 있고, 삼성SDS 동탄DC의 경우 대규모 GPU 서버로써, 반도체 설계 및 AI 데이터 분석에 활용
 - (컴퓨팅 노드) 수천~수만개의 GPU 서버로 구성된 분산 컴퓨팅 환경
 - (중앙스케줄러) 병렬컴퓨팅 작업 부하 관리 및 자원 할당
 - (고속 인터커넥트) 노드간 초저지연 데이터 전송

2. 국외 기술동향분석

가. 자율주행 환경정보 인식

□ MCity는 스마트 교차로 프로젝트를 통해 미시간 주 앤아버 시에 배포된 도로변 인식 시스템에서 인식하는 도로 사용자 궤적 데이터를 수집함⁸⁸⁾

○ 데이터 세트에는 미시간주 앤아버 시의 신호 교차로 및 보행자 전용 블록에 배포된 도로변 인식 시스템에서 인식하는 차량 궤적 데이터가 포함

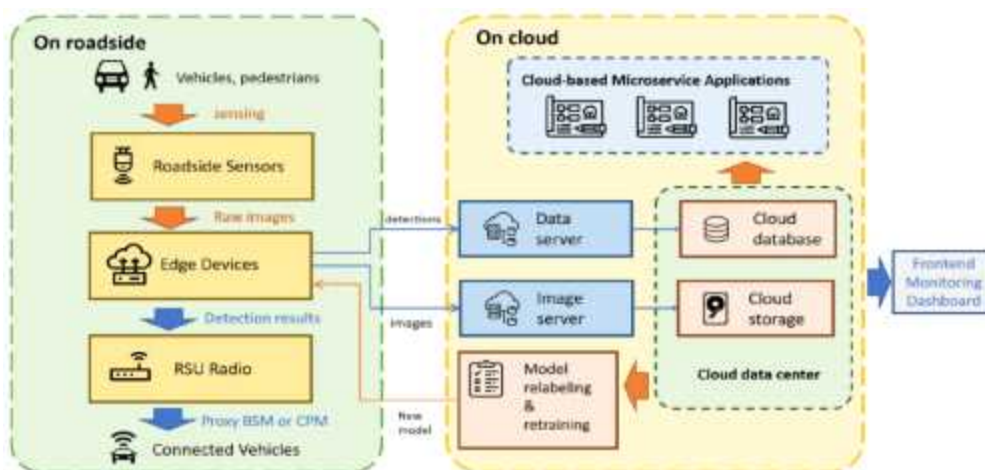
- 이 데이터는 미시간주 앤아버 시의 신호 교차로와 횡단보도 중간 블록에서 2023년 3분기 오전 9시부터 오후 6시까지 수집되었음

- Msight 도로변 인식 시스템은 원시 비디오 프레임에서 도로 사용자의 궤적을 추출하는 데 사용됨

□ Mcity에서는 미시간주 앤아버의 State Street와 W. Ellsworth Road 교차점에 배포된 도로변 협력 인식 시스템의 설계, 구현 및 평가 연구를 수행함⁸⁹⁾

○ 어안 카메라, 열화상 카메라, 레이더 센서의 조합을 사용하여 차량 감지 및 추적을 향상하도록 설계된 새로 개발된 길가 협동 인식 시스템임

- 엣지-클라우드 구조로 운영되어 현장(에지 장치)에서 실시간 처리가 가능하고 클라우드에서 추가 데이터 분석이 가능함



[그림 73] 도로변 시스템과 클라우드 시스템 구성

88) <https://github.com/michigan-traffic-lab/Ann-Arbor-Intersection-Trajectory-Data?tab=readme-ov-file>

89) Design, Implementation, and Evaluation of a Roadside Cooperative Perception System, TRR, 2022

- 도로 인프라로부터 추가 정보를 제공하여 연결된 자율주행 차량(CAV)의 인식 능력을 향상시키는 것을 목적으로 하며, 막힌 차량, 보행자를 감지하고 복잡한 운전 시나리오를 탐색하는 데에 기여함
 - GRIDSMArt 어안 카메라, FLIR TrifiSense2 듀얼 열화상 카메라, Econolite AccuScan EVO 레이더 센서를 사용하여 다양한 환경 조건에서 포괄적인 적용 범위와 안정적인 감지 기능을 제공함
 - Nvidia AGX Xavier가 탑재된 엣지 디바이스는 차량 및 보행자를 감지하고 추적하기 위한 딥러닝 알고리즘을 실행하는 데 사용됨
 - DSRC(Dedicated Short-Range Communications) RSU(Roadside Unit)는 탐지 결과를 CAV에 전송하여 주변 환경에 대한 반응 능력을 향상시키는 데 사용됨
- 영국은 Sim4CAMSens 프로젝트를 통해 결합된 시험 데이터 수집, 분석 및 모델 개발 활동을 통해 자율 주행 차량 및 ADAS 시뮬레이션을 위한 인식 센서 모델링을 고도화하고 있음⁹⁰⁾
 - Sim4CAMSens는 CCAV의 CCAMSC(Commercializing CAM Supply Chain Competition)의 일부로 추진되며, 상용화 CAM 프로그램은 Innovate UK 및 Zenzic과 협력하여 제공
 - 영국 자동차 전장시스템 관련 AESIN, 화합물 반도체 응용연구를 수행하는 CATAPULT, 자율주행 시뮬레이션 기업 Claytex, 영국 측정과학 연구를 수행하는 NPL(National Physical Laboratory), ADAS센서 개발 Oxford RF, Warwick대학이 함께 참여함
 - 실험실 기반 테스트, 현장 작업 및 자동차 시험장 테스트를 포함한 광범위한 조건에서 카메라, 레이더 및 라이더의 성능에 대한 데이터를 수집하기 위해 광범위한 테스트 프로그램을 실행함
 - 센서 성능에 영향을 미치는 노이즈 요인을 탐색하고 식별하기 위해 설계됨
 - 최근 강설시, 카메라, 레이더, LiDAR 데이터를 수집하고 분석하여 악천후 시 영향에 대한 요인을 분석함

90) <https://sim4camsens.org/>

나. 자율주행정보 분석 및 교통운영 판단

- 영국은 CERTUS프로젝트를 통해 여러 복잡한 자율주행 운영 설계 영역과 조정, 복잡한 도시 환경에서 취약한 도로 사용자와의 상호작용 개선 관련 연구 및 실증을 수행⁹¹⁾
 - CERTUS는 자율 주행 시스템에 대한 테스트 요구 사항을 식별하고 정의하는 데 도움이 되는 도구 세트를 제공
 - HORIBA MIRA가 주도하며, Coventry University, Connected Places Catapult, Polestar Automotive UK, IPG Automotive UK가 참여
 - 자율 주행 시스템의 검증, 테스트 대상, 테스트 방법 및 테스트 중지 시기 설정에 대한 연구 수행
- 영국 CCAV는 자율주행시스템 운영중 예상치 못한 상황에서의 안전을 위한 AI, 시뮬레이션, 전략 등을 발전시키기 위해 DeepSafe 프로젝트 추진⁹²⁾
 - AI 및 시뮬레이션 회사인 dRISK.ai가 주도하고 DG Cities, Imperial College London, Claytex 및 rFpro를 포함한 파트너와 협력하여 “최첨단 사례“ 처리를 기반으로 자율주행 차량의 안전을 위한 드물고 예상치 못한 운전 시나리오 연구를 수행
 - DeepSafe는 시뮬레이션 데이터의 품질을 개선하고 AV 성능의 약점을 식별하고 수정하기 위한 새로운 도구를 개발함으로써 자율 주행 시스템의 안전성을 크게 향상시키는 것을 목표로 함
 - DeepSafe는 시뮬레이션 데이터를 모아 결합하고, 안전하고 신뢰할 수 있는 자율 주행 서비스를 개발하는 시뮬레이션 지원
- 교차로에서의 AI 기반 의사결정 등을 포함한 고속도로 자율주행 인프라 지원 (ISAD) 적용을 위한 기준을 마련 필요⁹³⁾⁹⁴⁾
 - 자율주행 시스템 인가는 가상 검증, 시험궤도에서의 물리적 검증, 공공도로 또는 운행 현장에서의 물리적 검증을 결합한 다층 접근방식(Multi-Pillar Approach) 기반
 - 자율주행 기능에 자율주행 인프라 지원(ISAD) 체계의 도로인프라나 C2X 연결 또는 디지털 지도의 지원이 수반되는 경우, 이러한 지원 수단을 가상 검증 과정에 포함할 것을 명시

91) <https://cp.catapult.org.uk/news/autonomous-driving-projects-secure-government-funds/>, 2023.

92) <https://www.dgcities.com/deepsafe>

93) 자율주행시스템, KISTEP 브리프 104, 2023.12.18

94) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ETRAC, 2022. 2. 18.

- 자율주행을 위한 AI는 지속적인 연동학습이 필요하며, 이를 위한 규칙, 기준 필요
 - 이를 위해 이해관계자들이 핵심 안전주행 행동과 관련하여 수집된 주행 데이터에 접근할 수 있도록 하는 기본적인 기준과 규칙, 모든 차량의 안전 관련 주행 행동의 최소 구현 및 업데이트에 대한 기본적인 기준 등 필요
 - 차량과 인프라를 결합한 전반적인 도로교통 시스템의 아키텍처 전체는 물론 각각의 구성요소 측면에서도 기능적 안전 개념에 대한 분석이 필요하며, 자동차 및 인프라 영역을 아우르는 기능 안전 시스템에 대한 필요를 충족하기 위해서는 관련 기술의 진화와 표준의 정교화가 반드시 필요
- 도로 안전 개선은 자율주행 커넥티드카 안전 및 보안에 대한 신뢰 보장은 도
전해야 할 과제⁹⁵⁾
- 필요한 정부 조치 사항으로, 법적 프레임워크 및 안전·보안 보장 프로세스 설정, 광범위한 사용에 앞서 정부 서비스 변경에 대비(운전자 및 차량 테스트) 제시
 - 테스트, 광범위한 검증을 통해 솔루션의 안전과 보안을 보장하는데 기여하는 서비스 및 향상된 개인 안전 및 보안을 위한 옵션 제공을 자율주행 커넥티드카의 기회로 선정⁹⁶⁾
 - 영국은 자율주행차량의 새로운 안전 프레임워크를 구축하고 있는 상황으로, 2025년
까지 정부의 보증 요구⁹⁷⁾
 - CCAM 안전 기능의 실시간 반응 기준에 대한 정의된 파라미터 필요하며, 전체적인
교통시스템의 기능적 안전성과 인증 요건을 준수하는 효율적인 검증도구를 요구⁹⁸⁾
 - 인프라의 기능적 안전성 차원에서 차량과 인프라의 지각 성능에 대한 공통 평가를 수행⁹⁹⁾
 - 검증 방법론과 도구는 ODD를 범위에 포함해야 하며, 차량 성능에 영향을 미칠 수
있는 다양한 조건을 고려하는 다양한 ODD 세트 정의 필요¹⁰⁰⁾
 - 테스트에서는 정의된 ODD 내에서의 차량 성능은 물론 ODD 내부 및 외부로의 전환도 고려

95) Connected & Automated Mobility 2025: Realising the benefits of self-driving vehicles in the UK, 2022. 8.

96) The UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2035 Executive Summary, ZENZIC, 2023. 3.

97) Connected & Automated Mobility 2025: Realising the benefits of self-driving vehicles in the UK, 2022. 8.

98) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022. 2. 18.

99) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022. 2. 18.

100) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

□ 도로변의 정지차량이나 자전거, 보행자, 악천후, 조명조건 등 도로 상의 다양한 요인 고려 필요¹⁰¹⁾

- “안전 정지 구역”에 대한 규칙과 원칙이 필요함을 제시
 - 노면과 비상차로 이용의 윤리적 차원에서, 사고가 발생했을 때 안전 정지 차량이 차로를 점유하고 있는 경우에는 어떻게 반응해야 하는지 등 규칙, 원칙 필요
- 기상 조건 또는 노면 상태 등과 관련한 자율주행차량의 운영설계 영역(ODD*) 확대 필요

* Operational Design Domain

□ 자율주행차 내부에서의 요구사항(비운전중 멀미, 자동화 시스템의 운전자 인계 방안 등) 대응¹⁰²⁾

- 레벨 4 이상의 자율차에서 운전하지 않는 활동 중 멀미 등 인적 요인 해결과제에 대한 설계 솔루션 및 표준을 모색 필요
- 다양한 사용자 그룹, 상태, 요구사항 등에 대한 자율차 이점과 안전, 수용성 등 연구 필요
- 레벨 4 자동화에 중점을 두어 자동화 시스템의 운전자 인계 연기 방법 등 제어권한에 대한 연구 필요
- 원격 제어와 관련해 소비자 및 법적 테스트 절차에 포함되는 자율주행차와 사람 간 안전하고 수용 가능한 상호작용을 보장하는 절차에 관한 연구 필요

□ 자율주행차 전환 과정에서 비자율주행차량, 여러 레벨의 자율주행차 혼재로 도로 교통량 증가 예상됨에 따라 유럽에서는 혼합자율주행 상황에서 자율주행 연구 수행¹⁰³⁾

- 자율주행차를 위한 미래 연구 및 혁신 요구사항으로 혼합교통 환경을 고려한 ‘공동 테스트를 함께 수행하기 위한 다양한 차량 유형 간 교환’, ‘혼합교통 상황에서 대형화물 및 상업용 여객 차량의 효율성과 지속 가능성 향상을 위해 연결된 협력 자동화 신규 기술 및 방법의 다중 이해관계자 참여로 협력 CAD 시스템 구축’을 선정
- 도시용 완전 자율주행차를 위한 미래 연구 및 혁신 요구사항으로 혼합교통상황에서의 완전 자율주행(레벨4 이상) 커넥티드카 개발 선정

101) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022. 2. 18.

102) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

103) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

- 대중교통 자율화로 혼잡 완화가 예상되며, 비용 효율성, 이용 대상, 운영 위치 등을 고려한 연구가 추진되고 있음
 - 자율주행은 대중교통과 경쟁하기 보단 통합 연계될 것으로 전망하며, 대중교통의 자율주행화는 도로 혼잡성을 완화할 것으로 기대¹⁰⁴⁾
 - 런던에서는 대중교통망에 자율주행차를 통합해 혼잡을 완화함을 우선순위로 간주
 - 뉴질랜드는 비효율적인 대중교통에서 원활하고 안전한 여행이 결합된 복합교통으로의 전환
 - 싱가포르의 개인 여행(현재 자신의 차량으로)을 선호하는 많은 사람들의 AV 채택에서 가장 중요한 것은 로보택시, AV 버스 또는 네트워크의 다른 부분과 같은 대중 교통 시스템을 보다 개인화할 수 있는 방법이 될 것임
 - 승객 모빌리티 시스템 등을 위한 완전 자동화 솔루션 시뮬레이션용 모델을 개발로 새로운 비즈니스 모델을 테스트해 시스템의 경제적 생존 가능성 보장¹⁰⁵⁾
 - 완전 자동화 차량을 위한 새로운 교통 개발 차원에서, 승객 유틸리티 등의 시스템 요구 사항과 서비스 경험의 균형을 유지
 - 네트워크 및 이용자 통행행태 기반의 체계적 연계 시스템 개발 및 실증
- EU는 Horizon Europe 지원을 통해 오픈 소스 허브로 운전자 행동모델을 개발 하고며 안전성 및 사회적 수용성을 높이고자 함¹⁰⁶⁾
 - BBN(Bayesian Belief Network)을 사용하여 자율주행차가 인간의 관점에서 예측 가능하고 수용 가능한 결정을 내릴 수 있도록 확률적인 인간의 운전 행태 개발을 목표로 함
 - BERTHA가 개발한 운전자 행동 모델은 업계에서 타당성을 검증하기 위해 오픈 소스 저장소에 구현되며, 모델의 글로벌 확장성과 채택 촉진을 도모함
 - 운전자 행동모델은 CARLA 시뮬레이션 플랫폼에 통합되어 다양한 시나리오에서 테스트 및 개발에 사용할 수 있는 새로운 주행 모델을 생성할 수 있음
 - BERTHA는 인간 중심 설계에 초점을 맞추으로써 자율주행차가 인간 운전자처럼 행동하도록 하여 안전성, 예측 가능성 및 사회적 수용성을 높이는 것을 목표로 함

104) The Future of Autonomous Vehicles - Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020. 4.

105) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

106) <https://berthaproject.eu/>

- DBM을 적용하여 혼합 교통 시나리오에서 인간과 유사한 자동 운전 기능을 설계하고 CCAM 구성 요소의 전반적인 개발 및 검증에 기여할 수 있는 방법을 보여줄 수 있도록 시연을 포함하고 있음
- EU는 CONDUCTOR 프로젝트를 통해 혼합주행 상황에서 교통 및 차량 시스템 관리를 목표로 하는 프로젝트로, 다양한 운송수단에서 최적화하여 다중모드와 상호운용성을 보장하는 교통 및 차량 관리 시스템을 설계, 통합 및 시연함¹⁰⁷⁾
 - 자율주행차량과 기존 차량의 동적 균형 조정과 우선순위 기반 관리를 위한 혁신적인 시스템을 만드는 데 중점을 두고 있음
 - 기존 차량 및 교통 관리 기술을 기반으로 하며 기계 학습과 데이터 융합의 통합을 통해 기능을 향상시킴
 - 다양한 사용 사례에서 실제 데이터를 통해 검증될 차세대 시뮬레이션 모델 및 도구를 개발함
 - 교통 관리를 복합 운송 솔루션과 통합
 - 수요 반응 운송 시스템 테스트
 - 도시 물류 최적화
 - 미래 도시의 중심에 자율주행 차량을 배치함으로써 도시 교통 혼잡을 줄이고 오염 수준을 낮추며 전반적인 삶의 질을 향상시키는 것을 추구함
 - 개발된 혁신 기술은 공통의 개방형 플랫폼에 통합되어 교통 당국이 모빌리티 네트워크를 보다 효과적으로 관리하고 “수행”할 수 있는 능력을 향상시키고자 함
 - 그리스, 네덜란드, 슬로베니아 및 스페인에서의 시연이 포함되어 개발기술의 다양한 도시 및 지역 상황에 적용할 수 있음을 보장함
- 영국 CCAV는 DriveSafeAI 프로젝트를 통해 자율주행차에 AI를 적용하는 연구를 수행중이며, 자율주행기술 개발기업인 Wayve Technologies와 Warwick대 협력으로 추진¹⁰⁸⁾
 - DriveSafeAI는 엔드-투-엔드(end-to-end) 머신 러닝 시스템 개발에 대한 Wayve의 전문성을 결합하고, 이를 자율 주행 기술의 안전성을 검증하고 검증하는 WMG의 세계 최고의 전문성과 결합한 솔루션을 제공

107) <https://conductor-project.eu/>

108) <https://zenzic.io/cam-supply-chain-uk/drivesafeai/>

- Wayve는 데이터와 머신 러닝을 사용하여 모든 도시에서 모든 전기 자동차를 운전할 수 있는 기능을 갖춘 구현된 인공 지능을 만들어 자율 주행 차량 기술을 재구상
 - 자율주행차에 사용되는 AI 시스템의 검증 및 규제에 중요한 안전 방법론, 도구 및 데이터세트를 개발하는 데 중점을 두고 있음
 - 다양한 ODD(Operational Design Domain)로 확장할 수 있는 AI 보증 방법론을 개발
 - AI 안전에 대한 명확하고 신뢰할 수 있는 증거를 제공함으로써 자율 주행 차량 배치와 관련된 향후 정책 및 규정에 영향을 미치는 것을 목표로 함
 - 프로젝트의 상당 부분은 자율 주행에 사용되는 AI 기술에 대한 대중과 정책 입안자 간의 신뢰를 구축하는 데 전념하고 있음
 - 2035년까지 영국 경제에 크게 기여할 것으로 예상되는 자율주행차의 광범위한 상업적 채택을 향한 중요한 단계로 간주
- 영국 CCAV는 SAFE프로젝트를 통해 자율주행 시스템 장애가 시 자율주행차가 계속해서 안전하게 작동할 수 있도록 drive-by-wire라는 자율주행 소프트웨어 플랫폼을 개발¹⁰⁹⁾
- SAFE 프로젝트는 SAE 레벨 4 자율성을 지원하도록 설계되어 사람의 개입없이 정의된 조건에서 운전의 모든 측면을 처리할 수 있음
 - 플랫폼은 중요한 구성 요소에 오류가 발생하더라도 차량의 조향 및 가속 및 제동에 대한 제어를 유지하기 위해 다양한 하위 시스템을 통합
 - 자율주행 중소기업인 Alcon Components, Chassis Autonomy와 Surrey대학이 공동으로 개발하고, 광범위한 운영 설계 도메인(ODD) 내에서 차량과 도로 사용자의 안전과 보안을 위협하지 않고 잠재적인 실패를 견딜 수 있는지 시험을 통해 검증할 계획임
 - 여러 실제 상황에서 시뮬레이션을 통해 테스트하고, 2024년 말까지 트랙에서 검증하여 예상되는 레벨 4 안전 규정 충족여부를 검증할 계획임
- 독일의 산학연이 참여하는 @CITY 프로젝트를 통해 도시 환경에서 자율주행 기술의 안전과 효율성을 도모하기 위한 기술개발 및 실증을 수행함¹¹⁰⁾
- 보행자, 자전거 이용자 및 기타 차량과의 상호 작용이 포함되는 복잡한 도시 시나리오를 탐색할 수 있는 자율주행 능력을 향상을 목표로 함

109) <https://zenzic.io/cam-supply-chain-uk/systems-for-autonomy-in-fail-operational-environments-safe/>

110) <https://www.atcity-online.de/>

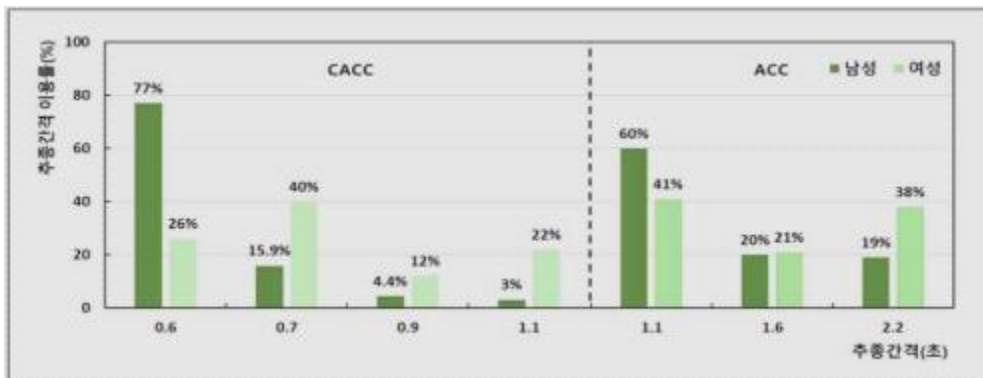
- 인프라와의 실시간 데이터 교환을 포함하여 자율주행차량이 기존 도시 교통 관리 시스템과 원활하게 통합될 수 있도록 추진
 - 자율주행차량이 실시간으로 안전한 결정을 내릴 수 있도록 하는 강력한 센서 시스템 및 알고리즘 개발에 중점을 두고 밀집된 도시 환경에서 안전의 중요성을 강조하였으며, 개발 기술의 성능을 검증하고 광범위한 채택을 위해 확장할 수 있는지 확인하기 위해 다양한 도시 지역에서 광범위한 실제 테스트를 추진하였음
 - 환경 감지, 디지털 지도 및 현지화, 파일럿 어플리케이션, 인간-차량 상호작용, 도심 교차로 자율주행, 도심 거리 자율주행, 취약 도로이용자 상호작용의 7개 하위 프로젝트로 추진
- EU는 AI4CCAM 프로젝트, Althena 프로젝트를 통해 고신뢰성의 자율주행 AI시스템 개발과 AI의 윤리적 영향에 대한 연구를 추진하며, 사회적 수용성을 높이고 있음¹¹¹⁾
- AI4CCAM은 EU자금 지원을 통해 보행자 및 자전거 이용자와 같은 VRU(취약한 도로 사용자)와의 상호 작용에 중점을 두고 연결된 자율주행차에서 AI 구현을 목표로 함
 - 연구기관, 중소기업, 대기업 등 14개 파트너로 구성된 컨소시엄으로 추진되며, Simula Research Laboratory가 조정자 역할을 수행하고, IRT SystemX 및 Barcelona Supercomputing Center가 참여함
 - 특히, 자율주행에서 AI의 윤리적 영향을 강조하며, 도시 환경에서 다양한 인구와 상호 작용할 때 이러한 기술이 사회적으로 수용 가능하고 공정한지 검토함
 - 개방형 디지털 프레임워크를 통해 AI 기반 도시 교통 시나리오를 관리하고 생성하기 위한 상호 운용 가능한 플랫폼을 개발하고 있음
 - 프레임워크는 시뮬레이션된 환경에서 AI 모델의 테스트 및 검증을 용이하게 하여 실제 조건에서 구현여부를 검토하는 데에 활용함
 - 또한 이해관계자가 기술에 참여하여 그 의미를 이해하며 피드백을 제공할 수 있는 참여 공간을 만들어 모빌리티 분야 AI에 대한 대중의 신뢰와 수용을 조성하는 것을 목표로 하고 있음
 - Althena프로젝트는 자율주행차의 인식, 상황 인식, 의사 결정, 교통 관리 등 다양한 사용 사례를 통해 방법론을 시연

111) <https://www.ai4ccam.eu/>

- 실제 데이터와 가공 데이터를 모두 효과적으로 관리하고 하이브리드 AI 모델을 개발하며 이러한 모델을 엄격하게 테스트하고 검증할 수 있도록 노력
- 광범위한 데이터 세트를 처리하기 위한 인프라를 구축하고 이를 확장 가능한 AI 기반 시스템에 통합 추진

□ 자율주행차 기술수준 및 차량 혼입비율에 따른 교통영향 전망에 대한 연구가 이루어지며, 고속도로에서 자율주행을 위한 시나리오 기술이 발전되고 있음¹¹²⁾

- Shladover, S. E. 외 2인(2011)은 CACC(협력적 자율주행, Cooperative Adaptive Cruise Control, 이하 CACC)의 도입을 통한 AV 기술 발전이 고속도로에 미치는 영향을 용량 증감, 교통류 안전성 및 속도, 환경오염 물질 배출량에 초점을 두어 분석함¹¹³⁾
- CACC의 평균 추종간격은 0.64초 및 0.78초(남성, 여성 순서)로 ACC(단독 자율주행, Adaptive Cruise Control, 이하 ACC)와 비교하여 45% 단축된 것으로 나타났으며 CACC의 도입 비율에 따라 차로 당 용량은 2,000대에서 4,000대까지 선형적으로 증가할 것으로 분석결과가 나타남
- CACC(협력형ACC) : 차량군(Platoon) 형성을 통한 군집주행시 차두거리(Headway)와 차간거리 단축, 교통류 흐름 안정화로 인해 도로 용량증대, 안전성 향상 기대
- 기존 ACC는 개별차량 독립 주행시 앞차량과 일정한 차두거리(headway) 유지



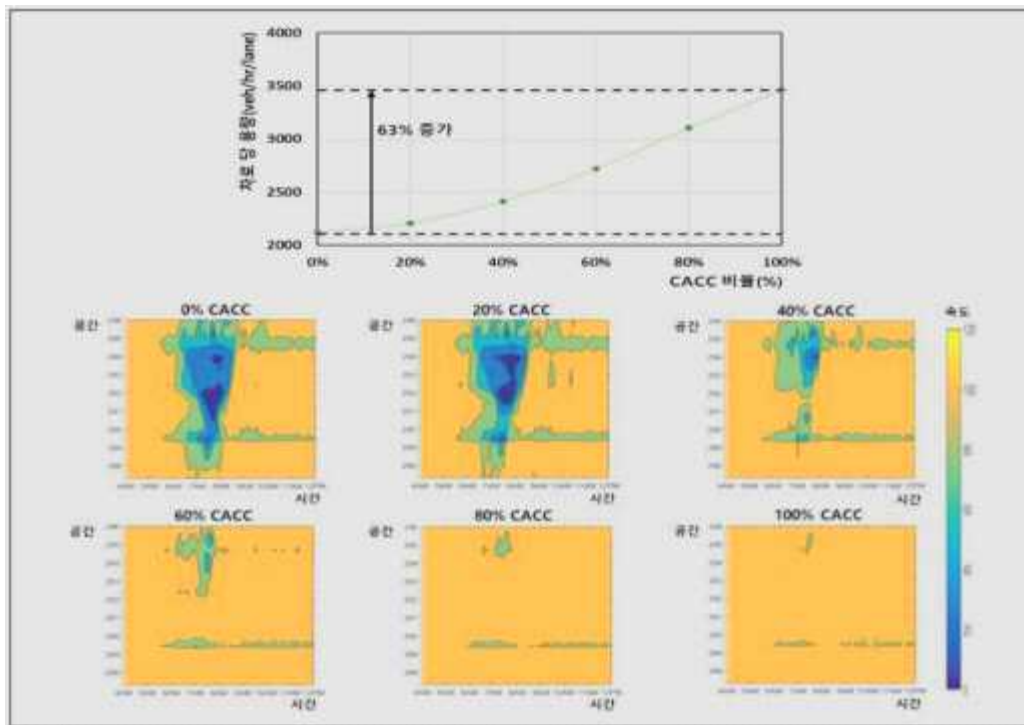
[그림 74] 운전자의 추종간격 설정 비율

- Liu, H. 외 7인(2018)은 운전자의 차량추종 및 인접 차량과의 상호작용을 미시적으로 접근하여 거시적 수준에서의 교통 패턴을 결정하는 모형을 기반으로 CACC의 도입 비율 별 차로당 용량의 변화를 분석하였으며 혼잡시간대 CACC의 도입에 따른 혼잡 추이를

112) 자율주행차 전용차로 도입 타당성 분석 방법론 연구, 한국도로공사, 2022.

113) Development and assessment of selected mobility applications for VII: Principal findings, Shladover, S. E et al. 2011

확인하고자 99번 고속국도의 CACC 비율별 혼잡시간대 시공도를 분석하여 제시함¹¹⁴⁾

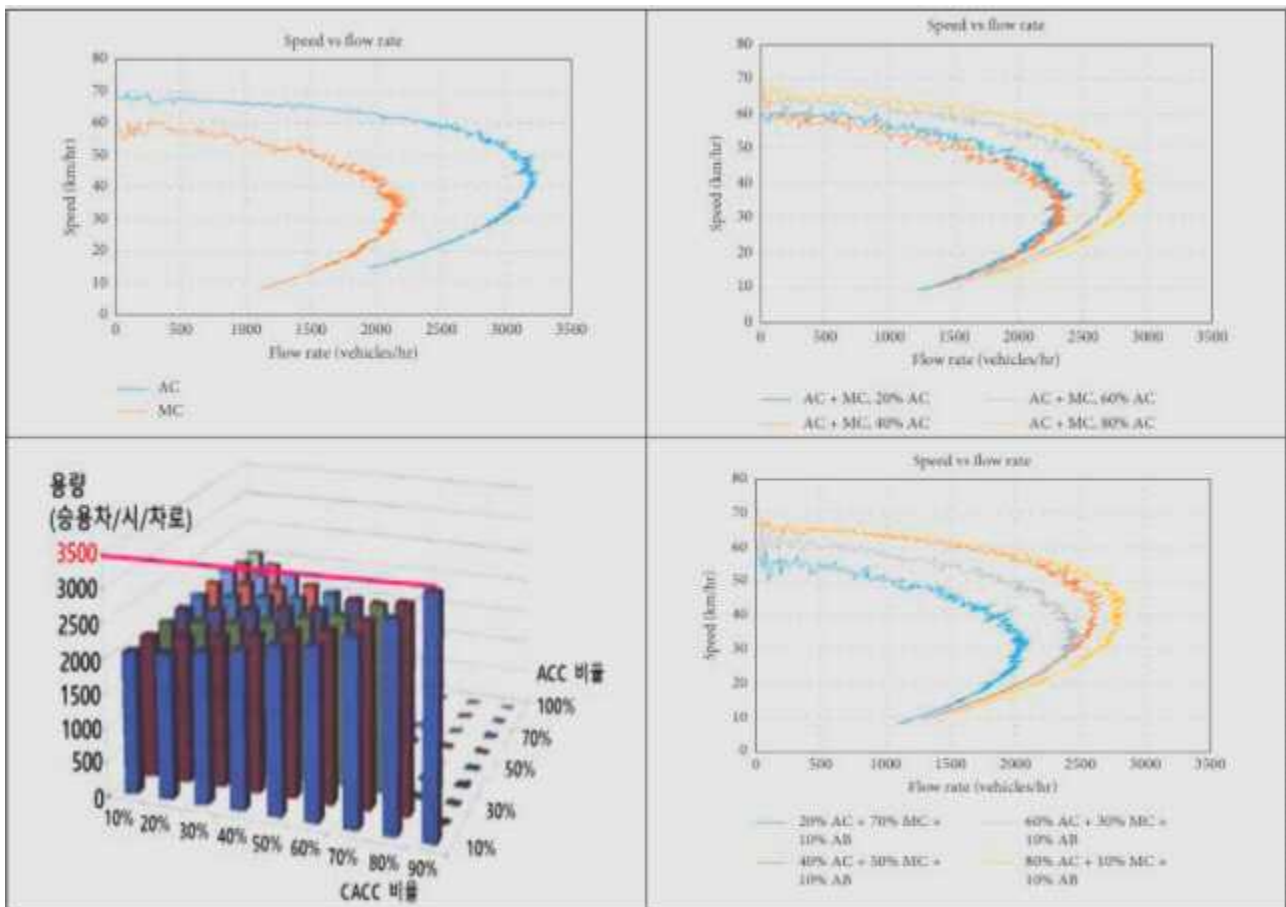


[그림 75] CACC 도입비율별 차로당 용량 및 CACC 도입비율별 시공도

- Muhammad, T 외 5인(2020)은 자율주행 승용차 및 버스와 일반 승용차 및 버스의 도입 비율별 실시간 교통 시나리오를 시뮬레이션하기 위해 CA 모델을 개발하여, CACC의 비율과 차량 조합별 교통류율을 산출한 결과 각 시나리오별 최소값 대비 21%에서 44%까지 증가한 것으로 나타남¹¹⁵⁾
- 도로상에 일반차량(MC, Manual Car), ACC차량, CACC차량이 주행할 경우, 일반차량, ACC차량, CACC차량 순서로 용량이 증가하며, CACC 차량 비율 증가에 따라서도 증가한다고 전망함

114) Liu, H. et al. Using Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC) to Form High-Performance Vehicle Streams. FINAL REPORT, 2018

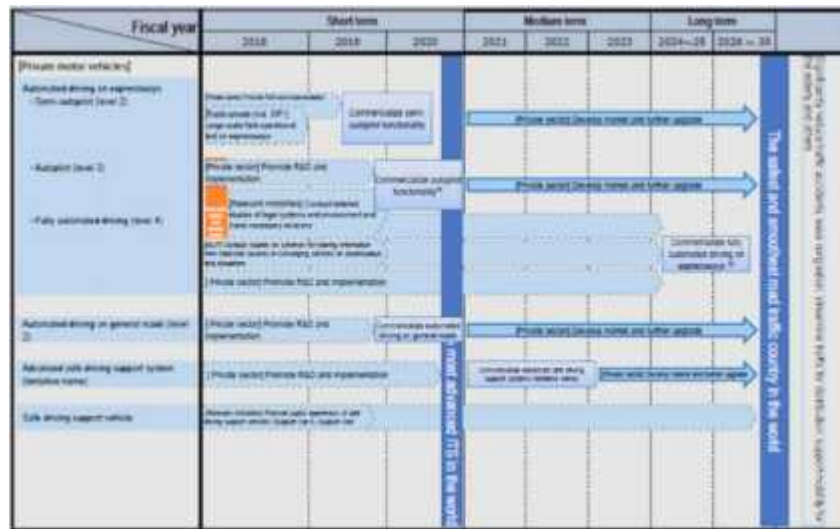
115) Simulation study of autonomous vehicles' effect on traffic flow characteristics including autonomous buses. Journal of Advanced Transportation, Muhammad, T et al. 2020



[그림 76] 일반차와 자율주행차의 조합에 따른 용량 변화

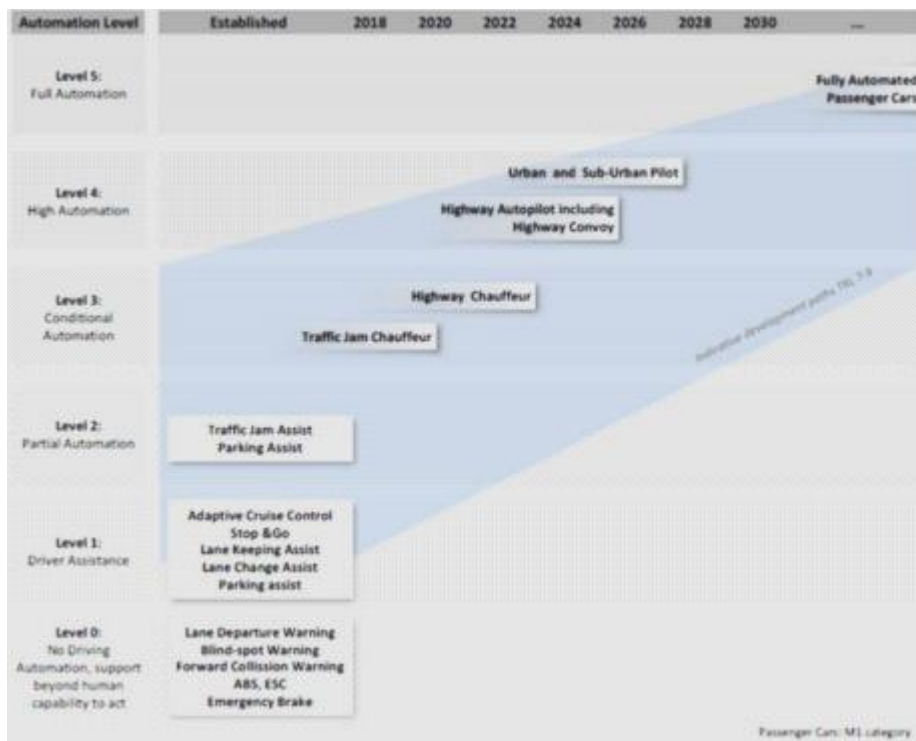
- 선도국은 ‘30년을 ADAS에서 완전 자율주행 전환을 위한 로드맵을 수립하여 기술개발을 추진하고 있음¹¹⁶⁾
- 일본은 2020년 후반부를 Level 4 수준의 자율주행 도입시기로 설정하고, 2030년까지 로드맵을 제시함

116) Radar Signal Processing for Autonomous Driving, Jonah Gamba, 2020.



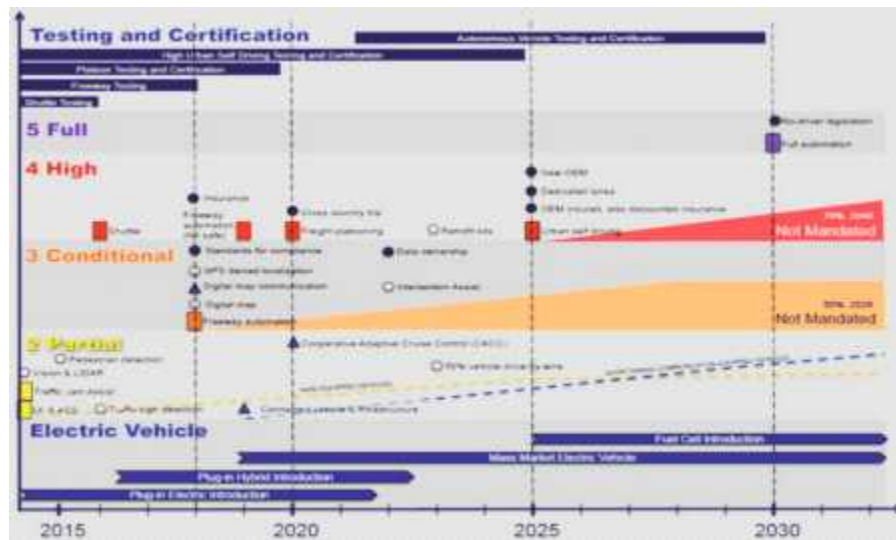
[그림 77] 일본의 자율주행 로드맵

- EU은 '20년대 후반부까지 도심지와 교외지 Pilot에서 Level 4 수준의 자율주행 실증을 추진하고, '30년 이후에는 완전 자동화단계로 계획을 수립함



[그림 78] EU의 자율주행 로드맵

- 미국은 '25년부터 도심지역에서 Level 4수준의 자율주행을 추진하고, '30년에는 완전 자동화하는 계획을 제시함



[그림 79] 미국의 자율주행 로드맵

- 자율 이동성을 위한 다양한 시뮬레이션 도구, 특히 그 기능, 적용 시나리오 및 상호 호환성을 제시하고, 시뮬레이션 목적으로도 사용할 수 있는 자율주행 기능 개발 환경인 ADTF도 도입함¹¹⁷⁾
 - 제시된 일부 애플리케이션 시나리오에서는 이러한 도구 중 여러 가지를 결합하는 것이 가치가 있으며, 시뮬레이션에서 차량이나 보행자와 같은 다른 지능형 에이전트나 신호 등, 도로 건설목, 건물과 같은 환경의 특정 부분을 포함한 모든 측면을 고려할 수 있음
 - 상호 운용성 측면에서 단일 프로그램이 다른 형식과 얼마나 호환되는지에는 상당한 차이가 있다는 점에 유의해야 함
 - 광범위한 인터페이스를 갖춘 플랫폼인 SUMO는 Open-StreetMap, OpenDRIVE, Shapefiles 및 MATSim을 포함한 모든 형식과 호환되며 상호 운용성이 우수함
 - 부정적인 예는 기본적으로 Apollo API만 지원하므로 이를 구현하는 다른 도구와 함께 사용할 수 있는 Apollo Dreamland임
 - SUMO와 달리 MATSim은 전기 자동차의 특정 고정 충전 동작을 시뮬레이션하는 데 사용할 수 있음
 - SUMO의 한 가지 장점은 차량의 속도와 위치 외에도 소비량 계산에 매우 중요한 가속도가 도구에 포함되어 있다는 것임
 - 두 도구 모두 언덕이나 산과 같은 지리적 차이가 차량 소비에 미치는 영향을 매핑할 수 없음

117) Smart Transportation: AI Enabled Mobility and Autonomous Driving, CRC Press, 2023.

- 두 도구 모두 고려하지 않는 추가 측면은 전기화된 자율 교통의 완전한 시뮬레이션에 필요한 기본 에너지 공급 네트워크임
- SUMO와 MATSim은 트래픽 전체에 대한 거시적인 관점을 허용하므로 중간 시스템으로도 이해될 수 있음
- MATSim과 같은 일부 시뮬레이션은 짧은 시간에 대규모 시나리오를 시뮬레이션하기 때문에 더 추상적임
- Unity 또는 Unreal 엔진과 같은 게임 엔진을 사용하여 거의 사실적인 시뮬레이션을 실시간으로 수행하고 이미지 인식을 위한 기계 학습 알고리즘을 훈련하는 데 사용할 수 있는 LGSVL Simulator 또는 CARLA와 같은 보다 시각적인 시뮬레이션임
- ADTF를 제외하고 제시된 모든 시뮬레이션 도구는 어느 정도 무료로 사용할 수 있으며 부분적으로 오픈 소스 프로젝트임
- 이러한 상황은 프로젝트에 상용 솔루션보다 더 큰 개발자 기반을 제공하고 대부분의 경우 공개적으로 확장 가능하게 만듦
- 또한 Apollo와 LGSVL을 포함한 모든 프로젝트는 지속적으로 개발되고 있으므로 기능 범위가 지속적으로 변화하고 있다는 점에 유의하는 것이 중요함
- 미국 Microsoft Corporation사는 자동차 제조 기업인 폭스바겐과 파트너십을 체결하고 자율주행 플랫폼과 첨단 운전자 보조시스템(ADAS) 개발에 협력하고 있음¹¹⁸⁾
- 운전자와 승객의 경험을 확장하기 위해 혼합현실 헤드셋인 홀로렌즈2 개발 계획을 발표했으며, 자율주행차의 시스템 설계와 소프트웨어를 지원하는 산업용 솔루션을 개발 및 배포함

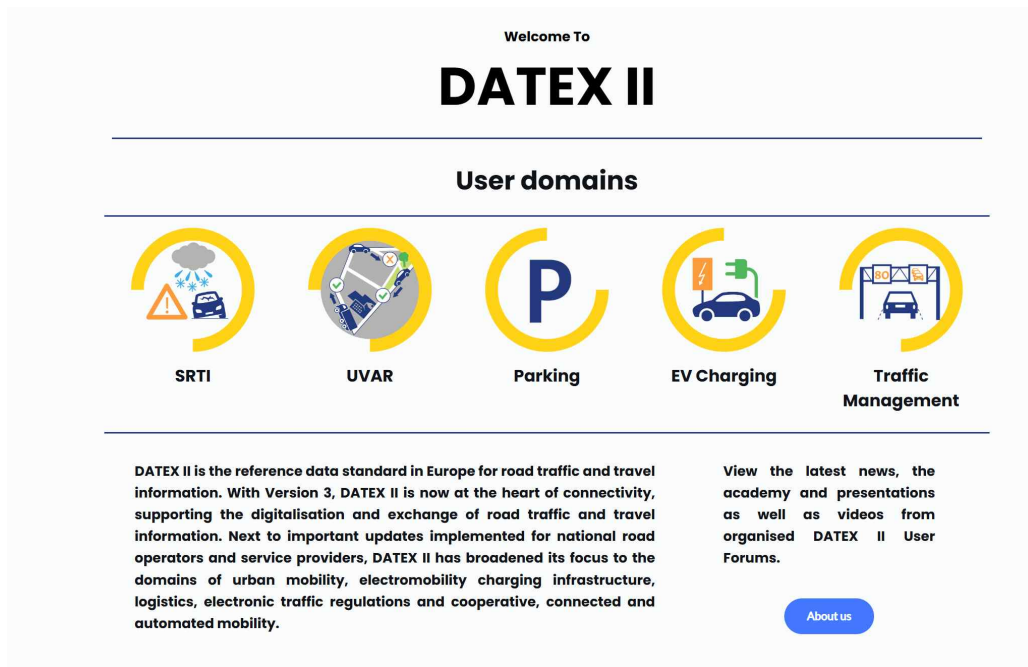
<표 35> Microsoft 기업 분석

구분	사업내용
발전 단계	· 차량 혁신을 가속화하는 산업용 솔루션 개발 · 폭스바겐 그룹과 자율주행 플랫폼 개발 파트너십 체결
개발 기술	· 대표 솔루션 ① 홀로렌즈 혼합 현실 헤드셋 - 폭스바겐 그룹과의 파트너십을 통해 자율주행차에서 증강현실 서비스 제공 - 자동차가 목적으로 이동하는 사이 교통정보, 날씨, 쇼핑 추천 등 홀로그래픽으로 제공해 새로운 경험 창출 · 대표 솔루션 ② 자동차용 애저 고성능 컴퓨팅 - 애저 데이터 분석 및 기계 학습 도구를 사용해 시뮬레이션 과정 개선 · 대표 솔루션 ③ 애저 지도 - 개발자와 기업이 지능형 위치 지원 및 지도 기반 환경을 구축할 수 있도록 하는 지리 위치 서비스 제품

118) 품목별 ICT 시장동향(자율주행차), 정보통신산업진흥원, 2023.04.07

□ 국외 데이터 플랫폼의 수집·전처리·거래·품질·교환 기술동향

- (데이터 수집) 교통·모빌리티 분야는 공공 주도의 데이터 허브/플랫폼을 중심으로 멀티소스 데이터를 수집·개방하는 추세가 강화되고 있음¹¹⁹⁾
 - (EU) 회원국 단위 National Access Point(NAP)를 통해 교통 데이터/서비스 정보를 제공하는 체계가 확산
 - (미국) USDOT ITS DataHub 등에서 ITS·커넥티드차량 데이터셋을 공개하여 연구·산업 활용 기반을 제공
- (데이터 전처리) 이중·대용량 데이터의 재사용을 위해 표준화된 데이터모델/메타데이터 기반 전처리(정제·정규화·검증)가 강조되고 있음¹²⁰⁾
 - (표준모델) DATEX II 등 공통 데이터모델 적용을 통해 데이터 구조·속성의 정합성 확보 및 자동 검증 활용
 - (프라이버시) 개인정보보호 규정(GDPR 등) 하에서 데이터 최소화·가명화 등 전처리 및 접근통제 요건 반영



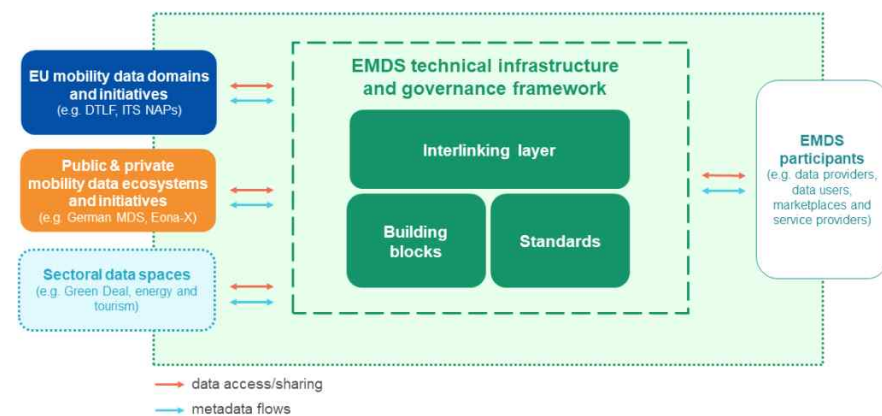
[그림 80] DATEX II, 유럽의 도로 교통 및 여행 정보에 대한 기준 데이터 표준

- (데이터 거래) 클라우드 기반 데이터 마켓플레이스가 데이터셋 구독/배포 기능을 제공함에 따라 교통·모빌리티 데이터의 상업적 유통 경로가 다양화되고 있음¹²¹⁾

119) European Commission, National Access Points(NAP)

120) DATEX II, 'https://www.datex2.eu/', European Commission, NAP Guidance

- (거래 방식) 데이터셋 단위 판매 외에 구독형(Subscription) · API형 상품 확대 및 분석 서비스 연계
- (생태계) 공급자-플랫폼-수요자 간 매칭 · 결제 · 이용권한 관리 기능 강화
- (데이터 품질관리체계) 데이터의 재사용성과 신뢰성 확보를 위해 FAIR 원칙 기반 관리와 데이터 카탈로그/검증도구를 통한 품질 진단 체계가 확산되고 있음¹²²⁾
 - (FAIR) 접근가능 · 상호운용 · 재사용성을 체계적으로 관리하는 원칙이 공공/연구 데이터 플랫폼에 적용
 - (검증/평가) 표준 준수 여부(스키마/메타데이터) 자동검증 및 품질지표 기반 모니터링 확대
- (데이터 교환방식) DATEX II(도로교통), GTFS(대중교통) 등 도메인 표준과 함께, 컨텍스트 기반 상황정보 교환(NGSI-LD 등) 및 ‘데이터 스페이스’ 기반 신뢰 연계 방식이 부상하고 있음¹²³⁾
 - (표준 API/모델) 도메인 표준 데이터모델 · API를 활용한 플랫폼 간 상호운용 확대 및 실시간 연계 고도화
 - (신뢰 연계) 데이터 제공자 통제 · 정책 기반 접근을 지원하는 커넥터 기반 연계 모델 확산



EMDS 프레임워크 개념

[그림 81] common European mobility data space (EMDS)

121) AWS, AWS Data Exchange, Snowflake, Marketplace

122) Wilkinson, M.D. et al., "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship", Scientific Data, 2016.

123) TFS, ETSI NGSI-LD(ETSI GS CIM 009), IDSA, Data Space Connector 관련 보고서, European Commission, European mobility data space

다. 자율주행 교통운행정보공유 및 운행지원

□ EU는 MANTRA 프로젝트를 통해 물리적, 디지털 인프라의 항목에 대한 개선이 필요할 것으로 바라봄¹²⁴⁾

- 물리적 인프라 중 주요 항목은 도로선형, 속도제한, 좌우회전용 유도차로, 노면표시, 교통신호, 도로변 시설 등이 있음
- 디지털 인프라 항목으로는 고정밀 지도, 위성기반 위치 측정, 통신, 정보시스템, 교통관리, 인프라 유지관리, 군집주행, 디지털 트윈 등이 있음

<표 36> 자율주행을 위해 개선이 필요한 인프라항목(EU MANTRA프로젝트)

구분	인프라 유형	속성
Road	Physical	Static
Speed Range	Physical	Static
Shoulder or Kerb	Physical	Static
Road markings	Physical	Static
Traffic signs	Physical	Static
Road Furniture	Physical	Static
Traffic	-	Dynamic
Time	-	Dynamic
Weather Conditions	-	Dynamic
HD map	Digital	Static
Satellite Positioning	Digital	Static
Communication	Digital	Static
Information System	Digital	Static
Traffic Management	Digital	Dynamic
Infrastructure Maintenance	Digital	Dynamic
Fleet Supervision	Digital	Dynamic
Digital Twin	Digital	Dynamic

124) EU EIP(2020), Attributes of physical and digital infrastructure for highly automated driving from EU EIP and MANTRA

□ 자율주행 관련 대규모 공유 데이터 전처리, 저장, 지속적인 유지관리 필요¹²⁵⁾

- 모빌리티의 지속가능성 관점에서 데이터 교환에 소요되는 에너지 사용량을 고려해 논의 필요
 - AI는 다양한 부분에 적용 가능함에 따라, 상호 인정된 공동의 데이터 교환 체계를 설정하는 것이 필수적
 - 데이터 교환에 소요되는 에너지 사용량의 증가가 주요 주제로 나타나고 있으며, 모빌리티의 지속가능성 관점에서 이러한 측면에 대해 조기부터 논의 필요
- AI 및 데이터의 데브옵스 주기*에 따라, 지속적인 연동 학습이 필요
 - 모니터링 데이터를 기초로 차량 외부 분석 및 소프트웨어 개선

* 구축 → 지속적 연동 → 배치 → 운영 → 지속적 피드백 → 계획 → 구축

□ 미국은 Michigan Connected Corridor 프로젝트를 통해 고속도로상 자율주행 대중교통(버스) 및 공유서비스 차량에 대한 전용차로를 검토 중임¹²⁶⁾

- 미국 미시간 주정부와 도시개발사업 전문업체 캐브뉴(Cavnue)가 수행하는 프로젝트로서 디트로이트와 앤아버를 잇는 94번 고속도로 중앙차로(총 64km)에 전용차로를 계획 중에 있으며, 자동차 제조사인 포드, BMW, GM, 혼다, 토요타 등과 협업할 예정임
- 이를 위해 자율주행차 전용도로 관련 법안 제정을 추진하고, 우선 자율주행차 전용차로 시범운영구간(1.6km)을 선정하여 효율성, 안전성, 운영 등 기술 테스트 등 시범운영 결과를 통해 전체 구간 건설 여부를 결정할 계획임
- 물리적 인프라로 전용도로 및 포장 유지관리 최적화(예측, 자동화), 물리적 구분 시설(운영효율 및 안전성 확보), 자율주행차(기계적인식)가 인식 가능한 교통안전시설(표지판 및 신호 등)을 구축함
 - 부가적으로 디지털 인프라를 통해 보완하며, 신뢰성 높은 연결성(V2X통신), 정밀지도(High Definition Map), 고정밀 GPS(고신뢰성), 도로상 교통 센서(교통, 기상, 도로상태 등)와 자율협력주행을 위한 교통관리 및 모니터링 통합시스템을 구축함

125) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022. 2. 18.

126) 자율주행차 전용차로 도입 타당성 분석 방법론 연구, 한국도로공사, 2022.



[그림 82] 자율주행차 전용차로(Michigan Connected Corridor) 개념도

* 출처 : Cavnue's vision for the Michigan connected corridor, 2020

□ 중국은 스마트 고속도로 프로젝트를 통해 고속도로상 화물차 군집주행을 위한 전용차로를 계획 중에 있음¹²⁷⁾

- 중국은 저장성 항저우(杭州)~사오싱~닝보(총연장 174km) 구간에 초고속 고속도로 ‘항사오닝 스마트 고속도로’ 건설을 추진중임
- 화물차 군집주행을 위한 자율주행도로 설치 후 장기적으로 전면 자율주행차 전용도로로 변경(상용화 측면 화물 자율주행차를 대상)을 계획하고 있음
- 물리적 인프라로 자율주행 전용도로, 차로구분 노면표시, 태양에너지 시스템 및 충전소, 화물차 군집주행을 위한 자율주행차로 설치 후 장기적으로 전면 확대 예정임
 - 디지털 인프라로 무선통신네트워크(5G), 정밀지도(HD), 고정밀GPS를 구축 예정이며, 클라우드 컨트롤 플랫폼 기반의 자율주행 교통관제시스템을 구축하고, 차량 통제가능한 환경에서 차량간격 유지 및 사고 예방을 통해 자유롭게 주행을 보장할 계획임

127) 자율주행차 전용차로 도입 타당성 분석 방법론 연구, 한국도로공사, 2022.



[그림 83] 중국 자율주행차 전용차로(화물차 전용차로) 개념도

* 출처 : <https://new.qq.com>

□ 정밀맵 등의 디지털 인프라가 정밀·고도화되며 자율주행 안전향상에 활용되고 있으며, 이를 실시간으로 지속 갱신하는 서비스가 제공 중에 있음¹²⁸⁾

- 디지털 정밀지도는 정밀도로지도, HD맵, 고정밀 도로지도 등으로도 불리며, 기존의 지도보다 정밀한 고 축척의 지도를 전자화하여 만든 것을 의미함
 - 5cm이하의 차선 등을 확인할 수 있을 만큼 정밀하고, 대부분의 자율주행차량은 이러한 정밀지도를 기반으로 절대측위를 함
 - 미국 Intel & Mobileye, 독일 Audi, Daimler, BMW는 H/W, S/W, MAP데이터로 구성된 완전 자율주행 솔루션인 4단계 AV Kit 제공을 추진하고 있음
- HERE는 자율주행 시스템을 위한 정밀맵을 구축하고 있으며, 최근 맵 데이터를 지속적으로 업데이트하는 클라우드 기반 솔루션인 HERE HD 라이브 맵 서비스를 제공
 - HERE HD 라이브 맵은 자율주행 차량이 정확한 위치와 주변 주행환경을 이해하도록 지원하는 매우 상세한 클라우드 기반 지도이며, 차량의 통신 센서 데이터로 실시간 업데이트가 가능
 - 독일 Audi, Daimler, BMW는 유럽의 주요 자동차 제조사로 노키아의 HERE를 공동 인수하여 유럽을 대상으로 자율주행 지원을 위한 고정밀지도를 구축하고 일부 지도를 제공 중

128) 자율주행차량의 주행안전성 확보를 위한 도로시설물 기술개발(2단계), 한국건설기술연구원, 2022.



[그림 84] 정밀도로지도 예시

- Horizon Europe에서 지원하는 AUGMENTED CCAM 프로젝트는 자율주행 기술의 보급확산을 위해 물리적, 디지털 및 통신 인프라의 준비 상태를 향상시키는 것을 목표로 추진됨¹²⁹⁾
 - 물리적, 디지털 및 통신 인프라에 대한 지원수준을 높이기 위해 고속 5G 네트워크와 통합하여 원활한 데이터 교환을 촉진하는 공통 서비스 지향 아키텍처를 포함함
 - 향상된 물리적, 디지털 및 통신 인프라 지원을 통해 자율주행 기능이 어떻게 발전할 것인지를 보여주는 여러 가지 사용 사례를 개발
 - 긴급 차량 접근, 교통 관리 최적화, 물류 개선, 취약한 도로 사용자 보호와 같은 시나리오를 포함
 - 스페인, 라트비아, 프랑스의 7개 파일럿 사이트에서 개념을 테스트하며, 도시, 시골, 고속도로 설정을 포함한 다양한 환경을 포괄하여 솔루션이 강력하고 다양한 조건에 적응할 수 있도록 보장
- EU는 CONNECT 프로젝트를 통해 데이터 소스 간 사이버 보안 데이터 공유, MEC 및 클라우드에 작업을 아웃소싱을 추진¹³⁰⁾
 - 고급 신뢰 관리 및 보안 메커니즘을 개발하고 통합하여 CCAM 시스템의 탄력성 보장을 목표로 함

129) <https://augmentedccam.com/>130) <https://horizon-connect.eu/>

- 차량, 인프라, 사용자 등 다양한 개체 간의 신뢰를 동적으로 관리하고 검증할 수 있는 프레임워크를 만들어 자율주행 네트워크의 무결성과 안전성 보장을 포함
 - 기계 학습 및 데이터 융합 기술을 활용하여 신뢰 관리 시스템의 기능을 향상
 - CCAM 생태계 내에서 보다 효율적이고 신뢰할 수 있는 실시간 의사 결정 프로세스를 허용
 - CCAM 환경 내에서 다양한 시스템과 이해관계자 간의 원활한 상호 운용성을 보장하기 위해 다양한 데이터 소스의 통합과 다양한 국가 및 플랫폼에 걸친 보안 프로토콜 조정을 수행
 - 다양한 사용 사례를 통해 혁신을 입증하여 개발된 솔루션이 실제 시나리오에서 테스트되고 검증되도록 보장함
- 자율주행차량 사고 발생 대응·제어, 관련 데이터 관리 등을 위한 유인 지원 센터 필요
- 자율주행차 초기의 감독, 지원 및 비상 대응을 위한 유인 지원센터 필요¹³¹⁾
 - 유인 지원 센터는 초기에 모든 AV에 대한 감독, 지원 및 비상 대응을 제공하며, 운전자가 없는 경우 대부분의 대중교통 차량에는 사람의 원격 감독이 필요
 - 독일은 일종의 중앙 관리가 필요하며, 2030년까지 우리는 모든 AV에 대한 감독, 지원 및 비상 대응을 제공하는 완전히 연결된 유인 제어 센터를 구상할 수 있다고 주장
 - 실리콘밸리는 모든 시스템에는 일정 수준의 인간 감독이 있으며, AI도 인간의 감독이 필요하다고 주장
 - V2I 연결 측면에서 교통관리센터와의 직접적인 정보 전송이 가능¹³²⁾
 - 네트워크에서 이동 중인 차량과의 연결을 V2I라 지칭하며, 이를 통해 네트워크 인텔리전스를 개선하고 사용자 위치와 차량 유형에 따른 데이터 서비스 제공 가능
 - 교통관리센터에서 전송하는 정보에 직접 연결 가능
- 5G는 향상된 신뢰성, 처리량, 가용성 및 대기 시간으로 자율주행, V2I, V2V (Vehicle-to-Vehicle)와 같은 안전과 관련한 기술을 지원하며, 가트너는 5G를 지원하는 자동차의 비중이 '28년 94%에 달할 것으로 전망함

131) The Future of Autonomous Vehicles – Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020. 4.

132) Connected & Automated Mobility 2025: Realising the benefits of self-driving vehicles in the UK, 2022. 8.

- 유럽우주국(ESA)은 자율주행차의 안전을 위한 위성 연결 기술 연구 지원 사업을 통해 위성 통신 및 기타 우주 자산을 디지털 기술과 통합하여 차량의 안전한 배치와 관리를 가능하게 하는 애플리케이션을 개발 중
- 위성 통신(SatCom), 위성 지구 관측(SatEO), 위성 내비게이션(SatNav)를 활용하여 자율주행차의 안전을 위한 기술 개발 목적

<표 37> 최신 자동차 통신 기술 사례

기술	주요 내용
차량 GPS	· 경로 탐색에 사용하는 기능에서 확장되어 최적의 여행 경로 식별, 레스토랑이나 랜드마크에 대한 세부 정보, 실시간 교통상황, 운전 활동 기록, 분실 도난 차량의 회수에 사용
셀프 주차	· 통신을 통해 사용 가능한 주차 공간을 찾고 고급 센서로 주변 환경을 평가해 스스로 주차
헤드업 디스플레이	· 내비게이션, 차량 속도 및 안전거리에 대한 정보를 제공하는
속도 제한 모니터링	· 지역의 속도 제한 규정을 모니터링하여 속도 제한을 초과하면 운전자에게 경고 · 차량의 최적 속도 결정에 위치 기반 시스템 및 고급 통신 기술 활용
졸음 감지 시스템	· 운전자의 피로를 식별하는 다중 센서를 통해 운전자의 얼굴 특징, 모바일 센서, 내장 차량 센서를 추적해 졸음 식별
텔레매틱스	· 운전자의 활동을 모니터링하는 텔레매틱스 시스템을 통해 신규 운전자의 위치, 차량 속도, 여행거리, 급제동사고, 급가속 등의 정보 제공

□ 자율주행차량 간, 차량-도로인프라간 실시간 데이터 상호 공유를 위한 통신 사이버 보안, 장애 문제해결 필요

○ 자율주행커넥티드카를 위한 물리적 도로 인프라 적응 필요¹³³⁾

- 더 높은 수준의 자율화에 대한 물리적(도로, 도로변) 인프라 요구사항과 결과를 평가하기 위한 연구 및 혁신과 대규모 현장 운영 테스트(FOT)로, 기존 물리적 인프라* 및 새로운 물리적 인프라* 구축과 관련

* 포장, 베어링 용량, 갓길 활용, 우회로, 새로운 도로 모니터링/유지관리 도구, 특수 용도 차선의 할당, 시각적 지침 형태, 교통 관리, 연결성 솔루션, 모든 도로 사용자 그룹 고려, 전기화, 자율화를 위한 표준화된 도로인프라 필요

* 도시계획, 도시/거리 계획 및 설계

○ 디지털 도로 인프라 환경에서 자율주행커넥티드카 인프라 감지 가능하며, 이를 위해 신뢰 가능한 플랫폼 및 제어 전략 필요¹³⁴⁾

133) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

134) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

- 디지털 및 데이터 중심 인프라, 오프보드 센서와 관련해 도시 환경에서 새로운 인프라 감지방법은 여러 소스의 데이터를 집계해 중요한 상황에 대처함으로써 차량 주변 감지 사각지대 극복이 가능
 - 또 다른 접근방식은 백엔드 기반 집단 인식을 위해 대규모의 이기종 차량 데이터를 사용하여 거의 실시간 지도를 만드는 것으로, 연결된 자율주행차에서 생성된 데이터의 사용, 재사용, 공유에 대한 필요성과 조건을 평가
 - 적합한 백엔드 솔루션을 설정하려면 통합되고 효율적이며 신뢰할 수 있는 컴퓨팅 플랫폼과 제어 전략이 필요
 - 전체적으로 대량의 자율차 데이터의 확장 가능한 통합이 필요하며 데이터 신뢰성이 보장되어야 하고, 적용된 데이터 인터페이스에 대한 새로운 표준 확립 예정
 - 물리적 도로 인프라에 대한 공통 ODD 매개변수를 정의하기 위해 물리적 도로 인프라와 차량 내 지원 장치의 긴밀한 상호작용 필요
- 센서 융합과 C-ITS 기술로 무장한 도로 인프라는 인식된 사물에 대한 안전 관련 정보를 제공·배포하여 차량이 ODD를 벗어나는 일 없이 까다로운 고속도로 시나리오를 관리할 수 있게 하며, 이는 특히 악천후와 조명 조건이 불량한 상황에서 중요¹³⁵⁾
- 차량과 인프라가 하나의 핵심 안전 시스템을 구성하는 환경에서 연결성 등 협업의 기술적 구성요소가 발전되어야 하며, 지연(레이턴시)과 인프라가 제공할 수 있는 정보의 양 사이의 상각관계 등을 해결하여 기능적 안전성을 담보해야 하고, 인프라와 차량 모두에게 중요한 데이터 신뢰성을 위해 적합한 데이터 공유 기술과 생태계가 필요¹³⁶⁾
- 구성 요소, 아키텍처, 시스템의 시스템(SoS) 수준의 검증 및 확인 프로세스에 사이버 보안을 통합¹³⁷⁾
- 연결되고 협력적인 CAD 배포의 진화, 사이버 보안은 새로운 전략, 즉 토폴로지 인식 적응형 보안을 통해 현재와 미래의 위협에 대처할 수 있는 탄력성 보유 필요
- 자율주행의 안전성 향상을 위해 시스템 간 유연한 통신 등 차량 간 향상된 데이터 공유와 지능적인 인프라 요구¹³⁸⁾

135) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022. 2. 18.

136) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022. 2. 18.

137) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

138) The Future of Autonomous Vehicles - Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020.

- 더 우수하고, 더 깊고, 더 안전한 데이터 공유는 완전한 AV 목표를 실현하는 데 중추적인 역할 수행¹³⁹⁾
 - 필요한 데이터와 액세스 시스템을 모두 포함하여 주요 장치에 대한 명확한 표준 설정 필요
- 차량 가능화요인 중 하나로 차량 편대 관리/차량 제어 센터 연결을 위한 V2X가 필요함을 제시하고, 인프라 가능화요인에 차량 관리, 차량 제어 센터 등 추가 인프라 지원 제공 명시
- 차량 위치 추정에는 고도 자율주행 차량의 필수 가능화요인으로, 영상, 레이더, 도로 표지 정보 등 다양한 입력 데이터를 통합하는 정확한 고해상도 정밀 디지털 지도가 차량에 탑재 필요¹⁴⁰⁾
 - 상세한 동적 도로 인프라 정보와 실시간 교통 정보를 처리하는 데에도 디지털 지도가 필요
 - 영국 자율주행커넥티드카 2035 로드맵에서 센서에 의해 검증된 디지털 지도 정보를 사용한 환경 인식 보안을 차량 가능화 요인으로 제시하고, 인프라 가능화 요인으로 도시 도로망의 최신 HD 지도를 2030 의제로 제시
- 해킹, 서비스 거부, 고객 데이터 도용 행위 등의 예방이 필요하며, 이를 위해 폐쇄적이지만 협력 가능한 시스템이 필요¹⁴¹⁾
- 이탈리아는 자율주행 테스트의 안전 보장을 위해 내부 컴퓨터 시스템 무단 접근 방지를 위한 안전보호 장치 요구¹⁴²⁾
- 호주의 사이버보안은 개인정보 보호정책과 해당되는 APP에 의해 규제¹⁴³⁾
- 영국 자율주행커넥티드카 2035 로드맵의 하부 구조 및 데이터 서비스 부문에서 단기('23~'26)적으로 데이터 요구사항을 정리하고, 중기적으로('27~'30) 필수 데이터 공유를 위한 디지털화된 규제 정보 수립¹⁴⁴⁾

139) The Future of Autonomous Vehicles - Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020. 4.

140) The UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2035 Executive Summary, ZENZIC, 2023. 3.

141) The Future of Autonomous Vehicles - Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020. 4.

142) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

143) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

144) The UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2035 Executive Summary, ZENZIC, 2023. 3.

□ 거리가 먼 외곽지역으로의 화물 운송 자율화 등 자율주행차의 경제적 이점 고려 필요

- 지자체 서비스의 자동화 등은 시외 지역에서 고도 자율주행의 초기 활용사례가 될 가능성이 크며, 이러한 서비스에 소요되는 높은 인건비를 감안할 때, 자율주행 서비스는 경제적 관점에서 매력적인 선택이 될 수 있어, 대규모 실증 사업으로 낮은 수준의 자율주행이 안전에 미치는 영향을 평가하는 것을 뒷받침하고 수용도 및 경제적 타당성 평가를 촉진¹⁴⁵⁾
- 화물 및 대형 상용차의 효율성과 지속가능성에 대한 기대되는 개선을 보장하려면 연결된 대형 상용차의 자동화를 시험하고 배포하는 것이 중요¹⁴⁶⁾
- 화물과 사람의 이동은 전반적인 조건은 동일하지만 실행 방식이 다르며, 이를 위해서는 더 나은 허브 인프라, 내장된 프로세스 및 올바른 차량이 필요¹⁴⁷⁾
 - 효과적인 다중 배송/대도시에서 하차하려면 더 큰 차량이 필요
- 대중의 신뢰를 구축하고 규제를 추진해 공공자금을 조달하기 위해선 도로에 더 많은 파일럿이 필요해, 새로운 사용 사례를 시연하는데 중점
 - 미국 텍사스 주는 자율주행 트럭을 테스트하고 배포하는 주로 명성을 넓히고 있으며, 휴스턴에서는 자율배달 로봇 회사가 도시 전역에 피자를 배달하도록 하기 위한 파트너십 계약
 - 호주는 물류 부문 자동화가 빠르게 이루어질 것이며, 전용차선과 전용 운영 시간 창은 규제로서 중요한 역할을 할 것이라 주장
 - 실리콘밸리는 레벨4 자동화 트럭은 2030년까지 배치될 것으로, 초기엔 규제와 날씨 관점 모두 유리한 상태에 초점을 두고 추진할 것이며, 10년 안에 영향력을 갖기 위해선 많은 지역에서 지원 법안이 시행되고 안전 사례가 명확해야 함을 명시(다만, 트레일러가 아닌 트럭 대상)
- 2030년까지 무인 자동화 트럭은 미국 남부, 호주, EU 전역에서 광범위하게 운영될 것으로 전망하나, 규제기관과 대중이 수용할 교통상황에서의 자율주행 동작 및 전반적인 안전 기록이 전제로 필요

145) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022. 2. 18.

146) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

147) The Future of Autonomous Vehicles - Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020. 4.

- 자동화된 트럭을 화물 운송업체가 유지관리 및 운영할지, OEC 및 기타 자율주행 제 공업체가 운영할지가 중요한 질문
- 영국 자율주행커넥티드카 2035 로드맵에서는 비용 효율적인 솔루션을 지원하고, 전 주기 비용 선정이 필요함을 명시¹⁴⁸⁾
 - 자율주행 커넥티드카의 중기 단계('27~'30) 지원 요소로 비용 효율적인 기술/제품 솔루션(HD 맵핑, 도로용 인프라) 제시
 - 로드맵의 핵심메시지 및 우선순위로 자율주행 커넥티드카 서비스를 위한 전체 수명 주기 비용을 선정해, 정부, 업계 및 운영자는 자율주행 커넥티드카 서비스 및 전체 수명 주기비용을 이해하기 위해 협력해야 함을 명시

□ 해외에서는 리빙랩 자율주행 인프라 기술에 대한 실증을 추진하고 있음

○ 스페인 카탈루냐 리빙랩(Catalonia Living Lab)

- 카탈루냐 주정부는 '15년 공용도로에서 레벨 3~5 자율차를 테스트할 수 있도록 법 을 개정하고, '16년부터 본격적 서비스 개시하여 OpenDrive 방식의 HD맵 무료 배포, 5개의 시험도로와 14개 구간의 공용도로 시험환경 등을 제공



[그림 85] 스페인 카탈루냐 리빙랩(Catalonia Living Lab)

○ 영국 런던 스마트 모빌리티 리빙랩(Smart Mobility Living Lab, SMLL)

- 런던의 올림픽파크, 그리니치 왕립구의 도로 24km를 리빙랩 테스트 도로로 선정하 고, 실도로 테스트를 위한 지원체계 등 컨설팅 서비스 지원
- 24km의 테스트 도로에 196대의 관제용 카메라, V2X 인프라 등을 설치하고, 디지털트 윈 기술로 도로 네트워크 구현

148) The UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2035 Executive Summary, ZENZIC, 2023. 3.



[그림 86] 영국 런던 스마트 모빌리티 리빙랩(SMLL)

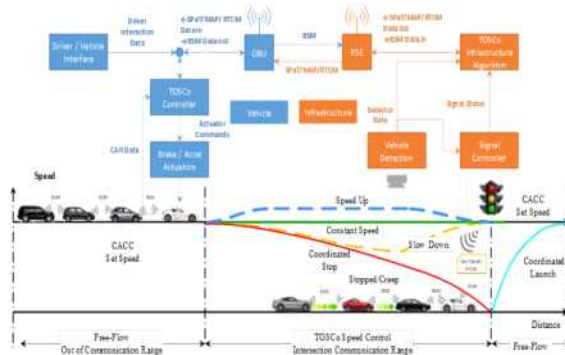
○ 이탈리아 이스프라(Ispra) FMS(Future Mobility Solution) 리빙랩

- 리빙랩 중 최대 규모로, 자율주행, C-ITS 테스트에 적합하게 조성
- 농촌 및 도시환경을 모두 갖추고 있으며, 직선도로, 고속도로, 회전교차로 등 다양한 유형의 횡단보도, 주차공간, 포장조건과 5G/6G 네트워크 개발환경 등을 포함
- 213,000m² 공간, 36km의 도로로 구성되어 있으며, 이용자 약 2,250명
- 리빙랩 내에서 D2D 라이드 셰어링, 배달, V2X, 자율주행 셔틀-로보택시 등의 서비스 제공 중

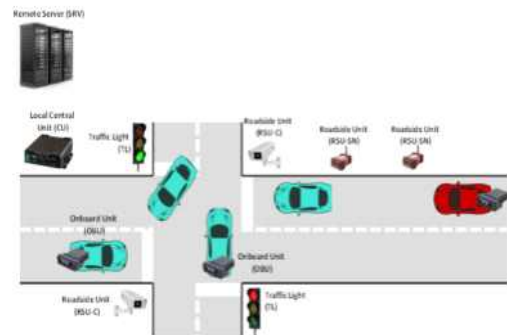
□ 해외에서는 도로 인프라에 대한 위험분석 및 안전성 연구를 통해 자율주행 실현을 위한 노력을 기울이고 있으며, 노변 기지국의 위험분석, 안전목표, 안전무결성 수준 등급 부여 등 수행하고 있음

○ 미국 TOSCo 연구프로젝트의 ‘도로 인프라에 대한 위험 분석 및 기능안전 요구사항 도출 연구’ 및 유럽 SafeCOP 프로젝트의 ‘도로 인프라 안전성 연구’ 등이 진행됨

- TOSCo(Traffic Optimization for Signalized Corridors) 프로젝트 (2015-2021)는 도로 인프라와 협력을 통해 자율협력주행 차량을 제어하여 교통흐름 및 소음, 연비 개선 프로젝트임
- SafeCOP(Safe Cooperating Cyber-Physical Systems using Wireless Communication) 프로젝트(2016-2019)에서 RSE와 OBU의 오동작이나 고장에 의한 위험원 분석과 안전목표, 안전무결성 등급 도출



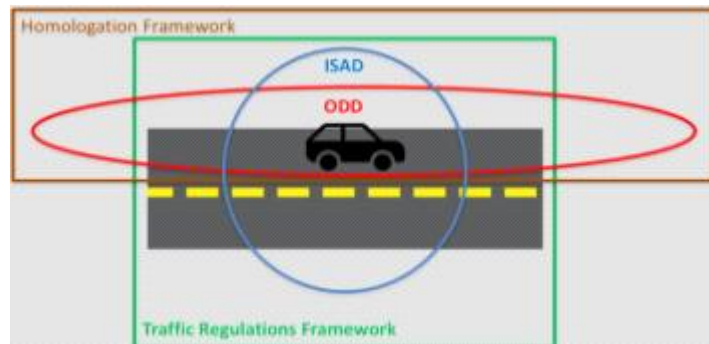
[그림 87] 미국 TOSCo 프로젝트



[그림 88] 유럽 SafeCOP 프로젝트

- Horizon 2020을 통해 지원된 INFRAMIX프로젝트에서는 자율주행 차량의 단계적 도입을 위해 경제적인 도로 인프라 준비를 목표로 오스트리아, 그리스, 독일, 스페인이 공동으로 연구를 수행함¹⁴⁹⁾
- INFRAMIX는 기존 차량과 자율 주행 차량의 과도기와 공존을 지원하기 위해 도로 인프라를 준비하고 있음
 - INFRAMIX의 주요 목표는 도로 인프라의 물리적 요소와 디지털 요소를 모두 설계, 업그레이드, 조정 및 테스트하여 특정 시나리오에서 자동화 차량과 기존 차량의 공존을 가능토록 하여 중단없고 예측가능하며 안전하고 효율적인 교통을 보장하는 것임
- INFRAMIX 구현 및 테스트 관점에서 ASFiNAG 및 Autopistas가 운영하는 실제 고속도로의 하이브리드 인프라(물리적 및 디지털)는 유럽과 그 외 지역에서 기술적으로 가장 진보되고 현대적인 고속도로 인프라 중 하나임
 - 교통 통제 조치와 전략을 자율차량과 일반차량 모두 인식할 수 있는 새로운 신호 및 시각화 요소가 있음
 - 교통 흐름과 같은 인프라의 동적 정보를 통합함으로써 자율 주행 차량의 전자 지평선에 대한 발전이 이루어짐
 - 조사할 다른 요소로는 물리적 및 디지털 분리 요소, 자율주행차 등록을 위한 새로운 표준, 표준화된 V2I 통신 메시지 등이 있음
- 목표를 달성하기 위해 INFRAMIX는 새로운 미시적 교통 흐름 모델, 고급 시뮬레이션 기술, 혁신적인 제어 전략뿐만 아니라 적절한 신규 및 조정된 기존 물리적 및 디지털 인프라 요소를 사용함

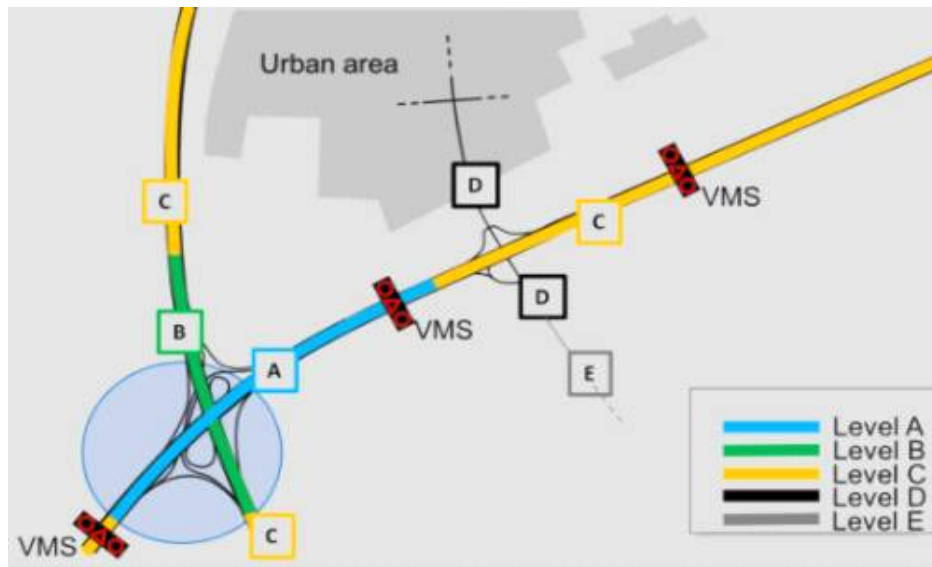
149) INFRAMIX홈페이지(<https://www.inframix.eu/consortium/>) '24.검색기준



[그림 89] ISAD 수준, ODD 및 교통 규정 간의 상호 작용

- INFRAMIX 프로젝트에서 인프라 지원 수준은 전체 도로망이 아닌 도로 또는 고속도로 구간을 설명하기 위한 것임¹⁵⁰⁾
 - 센서 및 가변 메시지 표지판(VMS)과 같은 교통 제어 시스템은 일반적으로 교통 용량 제한에 도달하는 고속도로 구간에 배치되는 반면, 다른 고속도로 구간은 교통 흐름이 거의 중단되지 않기 때문에 교통 제어 시스템을 고정적으로 설치할 필요가 없음
 - 복잡한 교차로에 전용 교통 센서가 있는 경우 교통 상황 인식(레벨 B) 및 AV 안내(레벨 A)가 제공될 수 있음
 - 다른 섹션에서는 레벨 C 지원만 제공하며, 여기에는 VMS 데이터를 디지털 인터페이스를 통해 사용할 수 있다는 내용이 포함됨
 - 보조 도로망은 지도 지원(레벨 D)으로 부분적으로 덮여 있으며 일부 농촌 지역은 지원이 없음
 - 이 예제에서는 자율주행차가 도로망의 특정 부분에서 기대할 수 있는 사항에 대한 간단한 설명에 ISAD 수준을 사용하는 방법을 보여줌

150) INFRAMIX 홈페이지(<https://www.inframix.eu/consortium/>)`24. 검색기준



[그림 90] 도로망에 할당된 ISAD 레벨의 예

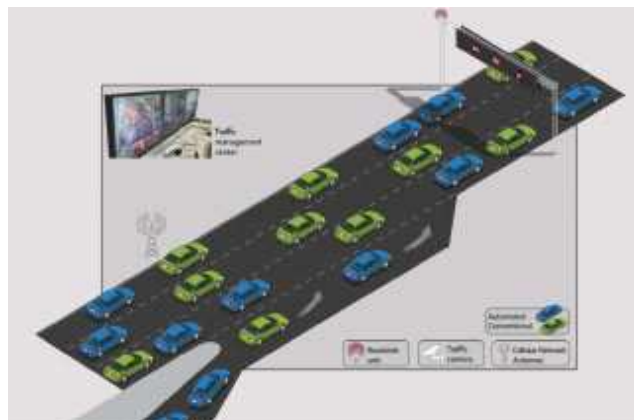
- INFRAMIX프로젝트에서는 자율주행에 대한 동적 차선 할당, 도로공사 구역, 병목현상의 3가지 시나리오에 대해 분석함



[그림 91] 자율주행에 대한 동적 차선 할당 시나리오



[그림 92] 도로공사구역 시나리오



[그림 93] 병목현상 시나리오

□ 유럽과 미국을 중심으로 자율주행분야 5G 기술 실증을 위해 테스트베드를 활용하는 다수의 프로젝트를 수행하고 있음

○ 유럽은 Smart highway V2X testbed에서 V2V와 V2I간 초 연결성을 기반으로 초고용량 데이터 처리가 필요한 서비스를 MEC 기반으로 지원하는 기술을 개발 중임¹⁵¹⁾

- 앤트워프 스마트 고속도로 테스트 사이트는 유럽의 심장부인 벨기에에 위치한 E313 고속도로 위에 건설

- 테스트 사이트는 RSU(Road Side Unit)가 장착된 4km의 고속도로 스트립으로 구성되어 있으며 V2X(Vehicle-to-Everything) 통신 및 분산/에지 컴퓨팅 연구를 위해 설계

- RSU가 있는 테스트베드 옆에서 IDLab은 차량 내 장치와 루프탑 장치 간에 기능이 분할된 3개의 온보드 장치(OBU)를 개발

- RSU는 도로 운영자의 광섬유 네트워크에 연결되어 고속도로의 전자 교통 표지판에 대한 정보를 가져오고 RSU에서 에지 처리를 위한 안정적인 백홀 연결을 제공할 수 있음

- 스마트 고속도로 아키텍처는 연구원들이 RSU와 엣지를 활용하여 OBU에서 클라우드에 이르는 다양한 컴퓨팅 위치에 기능을 배치할 수 있도록 지원

○ Smart Highway 테스트베드를 통해 CEF CONCORDA, H2020 5G-Blueprint, H2020 5G-CARMEN, H2020 5G-MOBIX, H2020 DEDICAT 6G 프로젝트 등이 추진됨

- CEF CONCORDA : 드라이빙 오토메이션을 위한 커넥티드 인프라

- H2020 5G-Blueprint : 향상되고 안전하며 효율적인 운송 및 물류를 위한 차세대 연결

- H2020 5G-CARMEN : 유럽 연합의 커넥티드 및 자동 자동차 모빌리티를 위한 5G

- H2020 5G-MOBIX : X-국경 회랑의 협력 및 연결된 자동화 MOBility를 위한 5G

- H2020 DEDICAT 6G : 보안, 개인 정보 보호 및 신뢰가 보장되는 인간 중심 애플리케이션을 위한 동적 커버리지 확장 및 분산 인텔리전스

151) Antwerp Smart Highway test site, University of Antwerp IDLAB(<https://www.uantwerpen.be/en/research-groups/idlab/infrastructure/smart-highway/>)



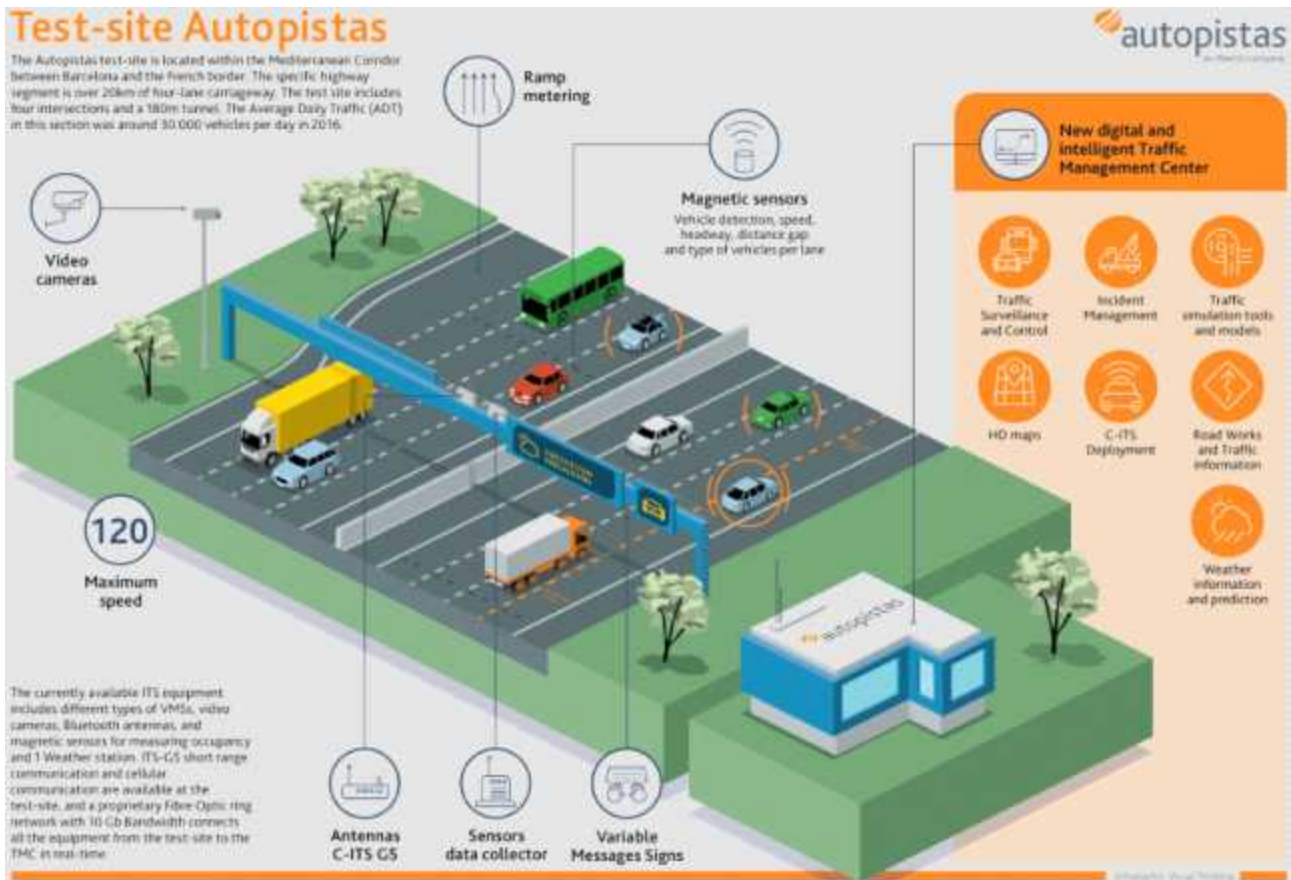
[그림 94] Antwerp Smart Highway TestBed

□ INFRAMIX 프로젝트에서는 스페인과 오스트리아에 실증 테스트베드를 운영하며, 서로 다른 인프라체계를 갖는 국경 통과 시 기술을 검증함¹⁵²⁾

○ 스페인 시험장은 바르셀로나와 프랑스 국경 사이의 지중해 회랑 내에 있으며, 특정 고속도로 구간은 20km가 넘는 4차선 차도임

- 각 차선의 너비는 3,5m이며, 내부 하드 솔더는 1m이고 외부 하드 솔더는 2,5m임
- 고속도로 중앙분리대 폭은 평균 5m이며, 테스트 사이트에는 4개의 교차로와 180m 터널이 있음
- 이 구간의 평균 일일 교통량(ADT)은 2016년 하루 약 30,000대였으며 제한 속도는 120km/h임
- 현재 사용 가능한 ITS 장비에는 다양한 유형의 VMS, 비디오 카메라, 블루투스 안테나 및 점유 측정용 자기 센서와 1개의 기상 관측소가 포함됨
- 테스트 사이트에서는 ITS-G5 근거리 통신 및 셀룰러 통신이 가능하며, 10Gb 대역폭의 독점적인 광섬유 링 네트워크는 테스트 사이트의 모든 장비를 TMC에 실시간으로 연결함

152) INFRAMIX 홈페이지(<https://www.inframix.eu/consortium/>) '24.검색기준



[그림 95] 스페인 테스트베드

- 오스트리아 시험장에는 라스니츠호헤(Laßnitzhöhe)와 그라츠(Graz) 시를 잇는 20km의 A2 고속도로가 있음
 - 테스트 사이트에는 갠트리, 모바일 VMS, 도로 공사 경고 장비, ITS-G5 RSU, 비디오 카메라(교통 관리, 단일 차량 감지), 단일 차량 카운터, 환경 센서 및 레이더 감지가 장착되어 있음
 - 이를 통해 새로 개발된 시각 정보, ITS-G5 근거리 통신, 셀룰러 통신 및 교통 관제 센터와의 실시간 통신을 테스트할 수 있음
 - 인프라는 갠트리에 IP 기반 네트워크 연결을 제공하는 광섬유 네트워크를 기반으로 함
 - 오스트리아 테스트 사이트의 또 다른 의도는 테스트 당사자가 분석할 수 있도록 테스트 차량과 주변 교통의 모든 차량의 완전한 정확한 궤적을 각 테스트 실행에 제공하는 것임
 - 따라서 ASFINAG는 모든 인프라 센서의 데이터 융합을 수행하는 것을 목표로 하며, 데이터는 3D 시뮬레이션 도구를 통해 재생할 수 있음

- 호주 Austroads는 자율주행자동차와 일반차량이 같이 운행하는 시기의 물리적 인프라의 변화와 투자에 대한 연구를 수행하고 전망을 제시함¹⁵³⁾
 - 자율주행자동차의 도입이 Lv.3, LV.4/5로 단계적으로 이루어지듯이 도로 인프라 역시 이에 맞춰 점진적으로 이루어질 것으로 전망함
 - 기본적으로 Lv.3를 지원하는 인프라는 Lv.4/5를 위해서도 유용할 것으로 전망
 - 자율주행자동차 100%인 시대가 오기 전까지는 자율주행자동차와 일반 자동차가 같이 운행하는 상황을 고려하여 인프라에 투자가 이루어져야 할 것으로 바라봄
 - V2X 등의 디지털/통신 인프라와 달리 도로의 물리적 인프라는 안전을 위해 일반 자동차의 운전을 고려하여 급격한 변화를 추구하기 어려움
 - 자율주행자동차의 실질적인 상용화 전망을 고려하여 인프라 개선이 이루어져야 하며, 다음의 3가지 단계별 시나리오를 제시함
 - 2030년까지는 자율주행자동차와 일반자동차를 모두 포괄할 수 있는 인프라 중심으로 개선
 - 2030~2040년까지는 보다 자율주행자동차를 위한 인프라를 개선
 - 2040년 이후에는 자율주행자동차를 위한 전용 인프라에 대한 제공

153) Austroads(2022), Minimum Physical Infrastructure Standard for the Operation of Automated Driving Part B

<표 38> Austroads의 자율주행을 대비한 물리적 인프라 투자 대상

구분	도로 유형	활용대상	개선 시기	투자등급	디지털 인프라에 의한 개선 가능성	센서장비에 의한 개선 가능성
도로표지판 및 노면 표시	모든 도로	모든 자율주행차	~2030년	Class 1	AV/HD map에 의해 가능성 있음	가능성 있음
공사구역 표지	모든 도로	모든 자율주행차	~2030년	Class 1	V2X에 의해 가능성 있음	가능성 있음
교통 신호 및 스쿨존 표지	도심 도로	모든 자율주행차	~2030년	Class 1	V2X와 HD map에 의해 가능성 있음	가능성 있음
보도 연석 및 보도 관리	도심 도로	모든 자율주행차	~2040년	Class 2	N/A	N/A
무신호 입체 인터체인지	외곽도로	모든 자율주행차	~2040년	Class 2	V2X와 HD map에 의해 가능성 있음	가능성 있음
안전 장치구역	고속도로	모든 자율주행차	~2040년	Class 2	N/A	N/A
교량 및 도로포장	모든 도로	모든 자율주행차	2040년~	Class 3	V2X와 HD map에 의해 가능성 있음	가능성 있음
자율주행 대중교통(버스) 전용차로	도심 도로	대중교통수단 공유 로보택시	2040년~	Class 3	V2X에 의해 가능성 있음	높은 가능성
가변 자율주행 화물차 전용차로	고속도로	장거리 대형 화물차	2040년~	Class 4	V2X에 의해 가능성 있음	높은 가능성
원격 자율주행차 주차시설 및 교통허브	도심도로	승용차 및 로보택시	2040년~	Class 4	N/A	N/A

※ Class 1 : 기존 시설의 개선 수준으로 ADAS(자율주행보조기능)와 ADS(자율주행기능) 모두에 도움이 되는 시설이지만, 자율차 100%인 시대가 오면 더이상 필요하지 않을 시설

※ Class 2 : 자율주행자동차를 위해 필요한 새로운 시설이지만, 일반차 이용자들에게도 도움이 되는 시설

※ Class 3 : 자율주행차의 운행과 확장을 위해 개선되어야 하는 시설

※ Class 4 : 오직 자율주행차만을 위해 필요한 시설

- Liu et al.(2019)는 영국 고속도로청에서 발간한 네트워크 관리 매뉴얼을 참고하여 도로 기반시설을 5개 부문으로 분류하고, 기존연구를 참고하여 기하구조 개선 시 중점적으로 고려해야 하는 12개 세부요소를 도출하고, 3단계 기반시설 도입시나리오를 설정함¹⁵⁴⁾

- 기하구조 개선 시 중점적으로 고려해야 하는 12개 세부요소는 다음과 같음

<표 39> 기반시설 개선 시 고려사항(Liu et al. 연구)

구분		고려사항
통신	표지판 및 노면 표시	글로벌 표준화 등의 균일한 도로 표시 가독성 향상을 위한 유지관리기준 개선 및 모니터링 시스템
	도로 이벤트 정보	교통사고 및 도로 공사에 대한 실시간 정보 제공을 위한 도로변 디지털 통신시스템
	디지털 통신	도로 내 및 도로 위 센서 모바일 네트워크(4G/5G), Wi-Fi 기반 시설, 광섬유 케이블
포장	포장 구조 (포장재의 구성)	내구성 강화를 위해 강도 높은 포장재 사용(AV 전용차로) 포장층(surface layer)에 대한 유지보수 빈도 확대
	노면	정지거리 및 마찰 계수 설계 기준 완화
구조	주차장	특정 공간(최상층)은 자율주행차량 전용 주차공간으로 조성하고, 자율주행 차량 증가 추세에 따라 저층에 주차 또는 충전 공간으로 전환
	충전소	단기 : 일반 주유소에 충전기 확대 설치 장기 : 주해하면서 충전이 가능한 무선 충전 도로 설치
	대피공간	자율주행 특성을 반영해 현재 대피공간의 설계기준 및 설치 간격 등에 대한 재검토
	회전교차로	자율주행으로 인해 안전성 측면에서 신호교차로가 더 안전할 수 있다는 측면과 원활한 차량 흐름 측면에서 회전교차로가 더 효율적이라는 상반된 의견이 있음 지역의 교통 특성에 맞춰 도입한다면 자율주행과 병행했을 때의 이점에 따라 설치가 확대될 것으로 예상됨
	교량	자율주행 트럭의 군집주행 증가를 대비하기 위한 설계기준 보완
지반	지반	절토 및 성토를 통해 종단경사 감소

- 자율주행차의 점유율 변화를 고려한 3단계 기반시설 도입 시나리오는 다음과 같음

- 1단계(2019년) : 2030년까지는 Lv.2 수준의 자율화가 지배적일 것으로 예상

- 현재 도로 네트워크의 유지관리에 집중

154) Liu et al.(2019), A systematic Review: Road Infrastructure requirement for Connected and Autonomous Vehicles(CAVs)

- 정부 및 관련 기관은 자율주행 기술 발전을 지원하기 위한 일정 수준의 새로운 도로 표준 개발
- 2단계(~2050년) : Lv.2 수준의 자율주행자동차가 대다수이며, Lv.3~4 수준의 자율주행자동차가 일정수준 보급됨
- 전용차로, 대피공간 등 자율주행자동차를 위한 공간과 시설의 설치가 필요하며, 관련 설계기준 및 지침 구축이 필요함
- 3단계(2050년~) : Lv.3~4 수준의 자율주행자동차가 대부분을 차지하며, Lv.5 수준의 자율주행자동차가 상용화되고, 자율주행버스와 자율주행택시가 일반화됨에 따라 개인 소유 차량이 상당수 줄어들음
- 도로 기반시설이 더 단순해져서 도로 표시와 교통신호는 단일 디지털 통신 비콘 등으로 대체
- 도심 내 주차공간이 사라지며, 대부분 기존 주유소는 충전소로 대체

<표 40> 기반시설 도입 시나리오에 따른 세부사항(Liu et al. 연구)

시나리오	세부사항
1단계 유지보수	• 유지관리를 중심으로 한 기존 기반시설 업그레이드 - 통신장치 유지관리 기준 강화 - 도로 포장상태 유지관리 빈도 증대 - 배수 시스템에 대한 유지관리 범위 확대
2단계 분리	• 자동화 수준 발전에 따라 하위 수준의 시설 보존 및 상위 수준 지원을 위한 자율주행 전용 추가 인프라 구축 - 내구성이 강화된 포장재로 조성된 전용 차로 - 물리적으로 분리된 대피 공간 - 자율주행차량 전용 공유 공간, 충전소, 충전 도로 등의 서비스 시설
3단계 단순화	• 완전 자동화에 따라 다양한 기반시설에 대한 새로운 표준 개발 - 자율주행 전용 공간의 경우 도로 표지 및 표시 단순화 - 과속 단속 카메라 및 과속 방지턱 제거 - 주유소는 자율주행차량의 긴급 대피공간이나 정비소로 대체 - 도로의 형태 단순화

□ 단기적으로 자율주행차 운영을 위해 야간 및 악천후 시의 차선의 시인성에 대한 기준을 제시하고 있으나, 궁극적으로 V2X기반 완전자율로 전환될 것으로 바라보고 있음¹⁵⁵⁾

○ 자율주행자동차 AI알고리즘은 표준화에 민감하며, 노면표시와 도로 표지판의 규격화가 중요함

155) 자율주행시스템을 고려한 신도시 도로 네트워크 구축방안(1), 토지주택연구원, 2023.

- 단기적으로 일반차량, 자율주행차량이 혼재되어 있고, V2X 통신 서비스가 완전하지 않은 기간에는 중요한 이슈임
 - 호주 Austroads는 시인성 확보를 위한 라인마킹(차선)의 반사기준을 주야간 3:1, 재귀반사성능기준을 마른 도로 150mcd/lx/m2, 젖은 도로 75mcd/lx/m2로 제시함
 - 차선표시의 폭의 경우 미국 FHWA의 경우 자율주행자동차를 고려할 때, 15.3cm(6인치)를 제안하고 있으며, 호주 Austroads 역시 15cm를 적합한 기준으로 제시하고 있음
 - 장기적으로 자율주행자동차 100%인 시대가 오면 V2X 통신으로 라인마킹을 포함한 노면표시와 도로표지판의 필요성은 감소 또는 없어질 것으로 전망됨
- 자율주행차의 주행 안전성 확보를 위한 도로시설물로 규제정보는 표지판 위주로 센서의 시인성을 향상시키는 방향으로 개발이 이루어지고 있음¹⁵⁶⁾
- 독일 고속도로 유지관리 기관은 2016년 독일 Wolnzach시 인근 93번 고속도로에서 자율주행차량용 도로표지판을 설치하여 자율주행 안전성 확보실험을 지원
 - 해당 표지판은 자율주행차가 참조하는 기준점, 마일스톤 역할을 수행함



[그림 96] 독일 자율주행 교통안전 표지

- 미국은 자율주행차량에 대한 교통안전시설 정보가 노변에서 차량으로 효율적으로 전달될 수 있도록 Color Code와 Smart Code 기술을 연구하고 있음
- 통신기술의 발달 등 여러분야의 신속한 정보 교환이 필요함에 따라 정보를 교환하는 방식으로 2차원 방식의 코드 체계 사용에 한계가 있음을 인식하고, Color Code가 연구됨
 - Color Code는 정해지니 색상의 조합을 이용해 디지털 정보를 기록 저장하는 새로운 개념의 데이터 표현 기술임

156) 미래교통 스마트 인프라 핵심기술 개발, 한국건설기술연구원, 2022. 12.

- 5X5매트릭스는 표현 가능한 주소 공간이 32Bit로 40억개 이상의 데이터를 관리할 수 있는 수준임
- 코드에 이물질이 묻거나 파손되면 스캔하지 못하는 단점이 있음



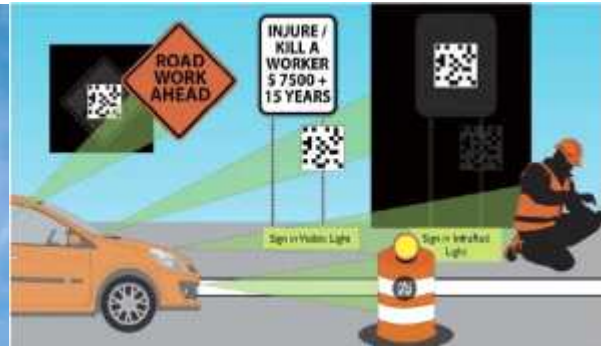
[그림 97] Color Code 예시

- Smart Code로 자율주행차의 표지판 인식율을 높이고 규격화를 위해 QR(Quick response Code)를 도로표지판의 보조표지로 활용하는 방안들이 고려되고 있음¹⁵⁷⁾
 - 도로상에 존재하는 중요 안전시설 및 교통안전표지 등을 QR 코드로 처리할 경우, 자율주행차의 인식률이 높고 많은 정보를 받을 수 있어 도로 안전 주행에 기여할 수 있을 것으로 판단
 - QR코드는 한글/영문/한자/기호 등 대부분의 문자 코드 처리가 가능하고 7,890개 문자의 정보량 취급이 가능함
 - 동일한 정보량 기준 바코드의 10% 크기로 제작이 가능하고, 오류 복원력이 강해 코드 일부가 손상되어도 원래의 데이터 복원이 가능함
 - 자율주행차가 정차하는 정류장, 전용도로나 합류 지점, 공사구간 등의 시점과 종점 등 중요한 정보를 제공해야 하는 특정위치에 활용할 수 있음

157) 자율주행시스템을 고려한 신도시 도로 네트워크 구축방안(1), 토지주택연구원, 2023.



[그림 98] 도로 이정표의 보조표지 사용 예시



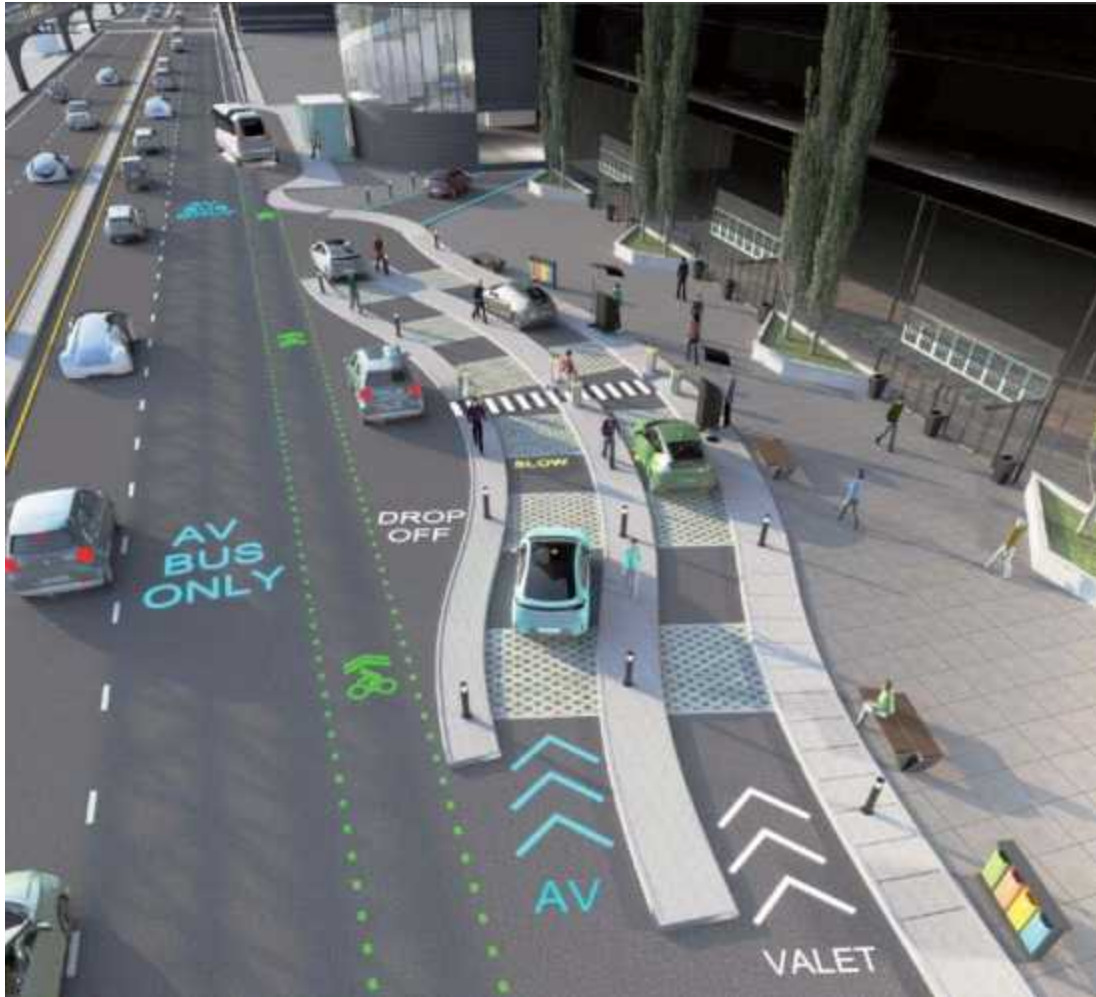
[그림 99] QR코드를 이용한 공사지역 표시

□ 자율주행이 활성화될 경우 도시의 공간적 측면에서 변화가 일어나고 관리가 필요한 부분으로 보도변 공간(Kerb)이 언급됨

- 현재 보도변 공간은 버스정류장이 위치한 경우가 많으며, 소방시설, 교통제어 시설, 자전거 또는 PM전용도로 등이 설치되어 있음
 - 보도변 공간에는 현재도 단기 주차, 사람들의 승하차, 화물차량에 의한 물건의 상하차 등 다양한 활동이 이루어지고 있음
 - 다양한 활동은 같은 시간에 발생하기보다는 유형에 따라 서로 다른 시간에 발생하는 경향이 있음
- 보도변 공간을 자율주행자동차에 최적화한 방향으로 활용하기 위해 Flex Zone이란 개념이 점점 확대되고 있음
 - Flex Zone은 승객의 승하차 중심의 기능과 노상주차 공간이 강조된 기존의 드랍존, 픽업존에서 확장된 기능을 수행하는 시설임

<표 41> 미국 Seattle시의 Flex Zone 활용 Use Cases

기능	정의	이용 사례
이동서비스 (Mobility)	사람과 물자의 이동	보도/ 버스전용차로 자전거전용도로/ 우회전 전용 등
사람들의 접근성 (Access for People)	승객의 도착과 환승	버스 및 도시철도 정류장 자전거 주차대/승용차 이용자 승하차 단기주차/택시 승하차 등
상업시설에 대한 접근성 (Access for Commercial)	고객과 시설에 대한 물자와 상업 서비스	화물차 상하차 등
활동성 (Activation)	사회활동 공간	푸드트럭/ 길거리 공연 등
녹지 및 휴식 (Greening)	휴식, 녹지, 건강 시설	가로수/ 녹지 공간 등
특정 용도 공간 (Storage)	차량과 장비를 위한 정차 공간	버스 간이터미널 장기주차/ 공공업무용 공간 건설 및 공사 등



[그림 100] 자율주행시대의 보도변 공간의 활용 개념

□ EU집행부는 Horizon2020을 통해 승용차를 위한 커넥티드 및 고도의 자율주행 관련 프로젝트에 대해 국제 표준에 따른 기준 제시 및 국제협력을 권장함¹⁵⁸⁾

○ 제안된 조치에는 다음과 같은 측면이 모두 포함되어야 함

- 승용차용 커넥티드 및 고도의 자율주행 기술 및 시스템의 견고성과 신뢰성(기능 안전) 및 사용자 수용성을 입증함
- SAE 레벨 4 SAE International의 표준 J3016에 따르며, 2020년 이후 시장에 출시될 것으로 예상되는 특히 까다롭고 복잡한 환경의 다양한 사용 사례에 적합함

158) https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020_DT-ART-06-2020

- 자율주행차가 다른 차량, 인프라 및 다른 도로 사용자와 통신하고 협력하면 자율주행차의 안전성, 편안함, 생산성 및 혁신적인 비즈니스 모델을 실현하고 전체 운송 시스템의 효율성을 개선할 수 있는 잠재력이 있기 때문에 커넥티드 및 자율주행을 위한 혁신적인 커넥티비티 기술을 테스트함
- 자율 주행 기능을 위한 고급 위성 포지셔닝의 잠재력을 최대한 활용하기 위해 유럽 글로벌 내비게이션 위성 시스템(Galileo 및 EGNOS)의 사용을 권장해야 함
- 자동화를 위해 사물 인터넷, 인공지능 및 빅 데이터와 같은 디지털 기술의 최적화된 사용을 고려해야 함
- 새로운 서비스와 시스템이 유럽 수준에서 호환 및 상호 운용 가능한지 확인하고, 국가 간 자동화를 위한 디지털 기술 사용을 최적화하고, 신뢰할 수 있는 통신 커버리지를 위한 투자를 조정하고, 5.9GHz 스펙트럼 대역 내에서 단거리 및 장거리 기술과 기술 간의 하이브리드 통신의 잠재력을 최대한 활용하기 위해 국경 간 시연을 수행함
- 자율주행차와 사용자 및 기타 (취약한) 도로 사용자 간의 원활한 커뮤니케이션과 상호 작용을 위한 솔루션을 개발하고 테스트하며, 관련된 경우 성별 차이를 고려함
- 사이버 보안에 대한 전체론적 개념은 자율 주행 시스템(및 연결 지점)을 보호하여 자율 주행 기능을 가능하게 하는 정보의 (의식적인) 조작을 방지하고 데이터의 기밀성, 가용성 및 무결성을 보장함
 - 이 개념에는 자율주행차에서 수집한 정보와 차량으로 전송되는 외부 데이터의 보호도 포함되어야 함
 - 사이버 보안과 관련된 성능을 포함하여 커넥티드 및 자율 주행 기능의 테스트 및 검증 절차 개발을 지원함
- 커넥티드, 협력 및 고도로 자동화된 주행 시스템이 운송 시스템 효율성, 안전, 보안, 환경뿐만 아니라 사용자 행동 및 사용자 수용에 미치는 영향을 평가하고, 관련된 경우 성별 차이 및 기타 교차성을 고려함
- 컨소시엄은 추가 연구를 촉진하기 위해 파일럿 기간 동안 수집된 데이터를 공통 데이터 공유 프레임워크를 통해 사용할 수 있도록 해야 함
- 연구 및 혁신 분야의 국제 협력을 위한 EU의 전략에 따라 국제 협력이 권장됨
 - 특히, 제안서는 미국, 일본, 한국, 싱가포르 및/또는 호주의 프로젝트 또는 파트너와의 협력을 전제로 해야 함

- 제안서는 지식과 경험을 교환하고 시너지 효과를 활용하기 위해 미국 DOT가 자금을 지원하는 프로젝트에 참여하는 기관과의 자매결연을 예견해야 하며, 일본과의 자매결연도 권장됨
- 도로에서 볼 수 있기까지 특히 고도로 자동화된 차량의 경우 몇 가지 과제가 남아 있음
 - 고도로 자동화된 차량은 차량 기능의 매우 높은 수준의 가용성과 효율성을 달성해야 하며 그 성능은 인간 운전자의 성능과 비교하여 더 우수해야 함
 - 현재 진행 중인 시범 사업들을 기반으로 고도의 자율주행 시스템을 위한 새로운 대규모 국경 간 회랑 프로젝트는 새로운 위험이 발생하지 않도록 하고 사용자 및 고객의 기대와 수용, 시장 잠재력 및 위험을 연구해야 함
 - 특히 까다롭고 복잡한 환경에서 다양한 사용 사례에 대한 커넥티드 및 고도로 자동화된 주행 기능의 기술적 준비성, 신뢰성 및 안전성을 대규모로 입증할 것으로 예상됨
- 승용차용 고도로 자동화된 주행 시스템이 도로 안전과 운송 효율성을 높이고 에너지 사용, 오염 물질 배출 및 교통 혼잡을 줄여 기후 행동과 지속 가능한 개발 목표를 지원할 수 있음을 보여줄 것임
 - 모든 유형의 사이버 위협으로부터 커넥티드 및 자동화 차량을 더 잘 보호하여 안전한 운영을 보장하며, 혁신적인 커넥티드 및 고도로 자동화된 주행 시스템에 대한 사용자 수용과 새로운 비즈니스 모델의 활용을 개선하기 위한 조치가 됨
 - 통신 인프라에 대한 민간 또는 공공 민간 투자로 이어질 수 있는 실행 가능한 비즈니스 및 운영 모델을 더 잘 이해하는 데 기여함
- 독일은 자율주행에 관한 법률에서 레벨 4 차량 운행의 법적 근거를 제공하나, 다소 유연하고 규제에 관한 부분은 부재하며, 안전을 위해 운전자 탑승 등 조건이 명시되지 않은 임시 규정¹⁵⁹⁾
 - 독일의 자율주행에 관한 법률(Act on Autonomous Driving, 도로교통법 및 책임보험법 개정법)은 정의된 운행 구역 내 레벨 4 차량 운행을 위한 법적 근거를 제공(BGBl 2021 I No. 48, 27.07.2021, pp. 3108-3114)
 - 새로운 법률은 운전자 없이 차량의 운행이 가능한 다양한 구축 시나리오가 다루어진다는 점에서 유연성을 중점으로 하며, 여러가지 Usecase는 확정된 운행 구역에서 지리적 제한만 받게 되며 규제는 부재

159) Connected, Cooperative and Automated Mobility Roadmap, ERTRAC, 2022. 2. 18.

- 따라서, 개별 허가, 면제, 안전을 위해 항시 개입할 준비가 되어 있는 운전자 탑승 등의 조건은 요구되지 않으며, 자율주행에 관한 법률은 국제 조화 규정이 발효되는 시기까지의 임시 규정
- 레벨 2, 3급 자율주행차 안전 기준은 존재하나, 레벨 4 이상의 기준은 개발 중이거나 임시 지정¹⁶⁰⁾
 - 레벨 3, 4 자율주행차 실증 테스트시 모든 시나리오를 물리적으로 테스트하지 않고, 안전보장 해결 및 영향을 평가해야 하며, 실증 파일럿은 안전에 대한 법적 논의 지원을 위해 시뮬레이션 접근과 계산 모델 형성에 기여해야함
 - 안전과 행동 모두를 평가하기 위해 전체 차량 수명주기 전반에 걸쳐 자율주행차의 초기 출시부터 모든 단계를 처리할 수 있는 비용효율적이고 표준화된 유럽/국제 검증 및 검증 방법, 도구, 프로토콜, 지침 및 시뮬레이션 모델을 개발
 - 시뮬레이션에서 테스트할 수 있는 항목과 테스트 트랙 및 일반 도로에서 테스트해야 하는 항목에 대한 조사와 함께 시뮬레이션 모델 검증 지침을 제공
 - 자율주행차 시스템 안전을 가상으로 평가할 수 있도록 중요 상황 및 제어 인계 시 운전자와 기타 도로 사용자의 반응 프로세스에 대한 정량적 모델을 개발
 - 사회경제적 영향으로 윤리적 문제 목록을 확립하고 어떻게 해야할지 조사 연구하여, 법적인 측면과의 관계 구축을 추진
- 서로 다른 도로교통 환경에서의 안전성 평가 및 검증 기준 국제 표준화
 - 안전과 행동 모두를 평가하기 위해 전체 차량 수명주기 전반에 걸쳐 자율주행차의 초기 출시부터 모든 단계를 처리 가능한 비용 효율적이고 표준화된 유럽 또는 국제 검증 및 검증방법, 도구, 프로토콜, 지침 등 개발
- 기술표준은 부품 및 엔지니어링 접근 방식에 중점을 두고 제품이 만들어지는 방식을 다루고 있으며, 안전표준은 차량이 탑승자를 인터페이스하고 보호하도록 설계하는 방법과 자율주행모드에서 교통상황에서 차량이 어떻게 작동하는지에 중점¹⁶¹⁾

160) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

161) The Future of Autonomous Vehicles - Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020.

- EU와 같은 일부 지역에서는 규제와 안전표준이 함께 적용되며, 안전표준은 UN 유럽경제위원회 작업반과 상호작용하는 국제 표준과 긴밀히 연결
- 미국의 경우, 추후 안전기준이 마련되겠지만, 현재는 안전에 대한 ‘자체 인증’이 표준
- 다른 국가 대부분의 안전표준 관련 조치는 국가 차원에서 AV 안전 표준에 동의하는 것임
- 영국 등은 국가 경제 의제의 일환으로 CAV 안전에 대한 새로운 표준을 설정하려 노력

□ 2030년까지 안전기준이 부족해 어려움을 겪을것이라 예상¹⁶²⁾

- 국제 안전 표준은 지역적 AV 도입보다 글로벌화를 추진하는데 필수적이라 제시
- 일부는 글로벌 합의 달성이 어렵고 오랜 기간이 걸려, 국제 안전 표준에 대해 다소 부정적
- 뉴질랜드에서는 운전면허증을 부여하는 것에서 AV 시스템이 충족할 안전 표준을 갖는 것으로 전환될 것이라 제안하며, 레벨 4 시스템 제공업체가 새로운 국제안전 표준을 정의하도록 장려
- 실리콘밸리에서는 2030년까지 국제 안전표준 수립은 다소 비현실적이나, 안전표준의 부족은 대량 배포의 가장 큰 장애물일 것이며, 중국과 EU가 스스로 정한 안전 기준을 대규모로 추진할 것으로 보며 이것이 국제 표준으로 지정됨에 대해 대부분 국가에서 우려 표명
- 미국이 스스로의 안전 기준을 정하지만, 세계를 위한 기준은 설정하지 않는지 여부에 대해 의문 제기
- 사람보다는 시스템이 점점 더 많은 결정을 내리게 되면서 운전자보다는 차량이 작동하도록 허가를 받아야 할 것임을 명시

□ 규정과 안전표준 개발은 전 세계적으로 긴밀히 연결되어 있으며, 향후 10년간 정부기관이 규제를 활성화 하는데 필요한 주요 안전표준이 상당히 성숙해질 것으로 예상¹⁶³⁾

162) The Future of Autonomous Vehicles - Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020. 4.

163) The Future of Autonomous Vehicles - Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020.

- 자율주행 안전의 핵심은 사망과 부상을 줄이는 것으로 이를 위해 증거에 기반한 새로운 지침과 기준이 필요
- 새롭고 심층적인 안전 연구를 통해 뒷받침
- 기술 성숙에 따라 안전성이 향상될 것이나, 이를 위해 정부의 더 많은 의견, 윤리적 논쟁을 구성하려는 원칙에 대한 합의, 안전 검증에 대한 시뮬레이션의 역할 등 필요
- GCF는 유럽 이동통신 인증기관으로, 5GAA와 C-V2X 인증(OBU, RSU 등) 프로그램 개발
 - 과기부는 '19년 9월부터 5.9GHz 대역 이동통신(Cellular) 기반 차량통신(C-V2X) 단말에 대한 국제공인 인증시험(GCF) 서비스를 제공하며 TTA(한국정보통신기술협회)에서 운영
- 유럽 SAFESPOT 프로젝트에서는 CVIS파트너들과 협력하여 ETSI 및 ISO/TC204 WG18에서 LDM(Local Dynamic Map) 표준화를 추진 중에 있음¹⁶⁴⁾
 - 자율협력주행의 원활한 구성을 위해서는 정보를 체계적이고 안정적으로 수집 및 제공할 수 있는 체계가 필요하며, LDM은 이를 위해 적용하고자 하는 표준 기술임
 - ISO 18750에 따르면, LDM은 센터, 노변기주국, 차량 ITS Station 내부에 위치한 데이터 저장소로서 정밀 전자지도 자체를 의미하는 것은 아님
 - LDM전자지도 가지고 있는 POI(Point of Interest) 및 속성 정보를 기반으로 운영되는 것으로 정밀 전자지도는 LDM을 운영하기 위한 매개체 또는 정보의 매칭을 위한 서비스 수단으로 활용

4.

164) 자율주행차량의 주행안전성 확보를 위한 도로시설물 기술개발(2단계), 한국건설기술연구원, 2022.



[그림 101] ISO TC 204 표준화의 분류

○ ISO/TR 17424는 ITS 스테이션 안에 지형정보, 위치정보, 상태정보 등을 저장하는 개념적인 데이터 저장소로의 LDM 소개와 무결성, 보완성, 접근성 지원 등에 대한 설명이 중심임

- 세부적으로 최신 LDM기술과 CEN/ETSI/ISO의 LDM 아키텍처를 비교하고, 지리적 위치 참조, 데이터 개인 정보 보호, 데이터 보안, 데이터 무결성, 데이터 내용 충돌에 대한 의사결정 규칙, LDM동기화의 6가지 항목으로 LDM 고려 요소를 명시

□ UNECE는 ‘20년 6월, SAE 레벨3 자율주행기능 형식승인을 위한 세계 최초 국제규정을 채택함¹⁶⁵⁾

○ 자동차선유지 시스템(ALKS, Automated Lane Keeping Systems) 관련 규정

- 운전자 제외 8인석 승용차, 보행자와 자전거 통행이 금지되고 쌍방향 교통을 분리하는 도로 조건에서 시속 60km 이하의 조건, 차량의 횡방향 및 종방향의 움직임 제어하여 운전자의 개입 없이 차선 유지 주행기능 등과 관련된 기준 제시

- 상황에 따라 자동차선유지 시스템이 요청하는 경우 운전자가 정해진 시간내에 제어권 되찾을 수 있도록 조치 취하여 하여야 함

- 안전한 제어권 전환을 위한 운전자 행동 모니터링, 인간과 기계 사이의 인터페이스에 대한 요구 사항, 시스템이 인간 운전자를 모니터링하여야 하는 요구사항 명시

• 기능안전(ISO 26262) SOTIF(Safety of the Intended Functionality, ISO/PAS21448),

165) 자율주행자동차 사회적 수용성 향상 기반기술 연구, 국토교통부, 2021.

예비시험 및 차량 시험에 대한 문서 검토 포함

- 물리적, 시뮬레이션 시나리오에 대한 요구사항에 대한 주행 기능 시험과 사용된 시뮬레이션 도구와 수학적 모델의 유효성도 입증되어야함
- 추가적으로 소프트웨어 업데이트와 사이버 보안에 대한 새로운 unece 규정의 적합성 평가 필요

<표 42> ALKS 활성화 기준

- The driver is in the driver seat with safety belt fastened
- The driver is available to take over control of the driving task
- No failure affecting the safe operation or some functionalities of the system is detected
- DSSAD is operational
- Positive confirmation of system self-check
- The vehicle is on road where pedestrians and cyclists are prohibited and which, by design, are equipped with a physical separation that divides the traffic moving in opposite directions
- The environmental and infrastructural conditions allow the operation

- 유럽은 물론, 일본, 캐나다도 시행과 동시에 규정 적용 예정

- ALKS와 동시에 데이터저장장치(DSSAD, Data Storage System for Automated Driving)의 장착 의무도 규정

<표 43> ALKS 기록사항

- Activation of the system
- Deactivation of the system(e.g. override on the steering wheel)
- Transition Demand by the system(e.g. planned, unplanned etc.)
- Reduction or suppression of driver input
- Emergency Manoeuvre
- Involved in a detected collision
- Minimum Risk Manoeuvre engagement by the system
- Failures

- OmniAir는 커넥티드 차량, 지능형 교통체계, 도로 결제 시스템 및 단말 상호 운용성 등을 검증하는 비영리 인증기관으로, 미국 교통국의 규제·가이드라인 및 V2X 시험인증을 주력

- 미국 OmniAir는 한국 ITS Korea와 장치 및 시스템 성능인증 시험소 확인 및 공동인증마크 추진을 위한 협약체결

- 한·미 공동인증마크 추진을 위해 ITS Korea는 OmniAir 컨소시엄 의장사로 가입하고 CVCA(Connected Vehicle Conformity Assessment) 프로그램 사용권한 획득

□ 일본은 자율주행차 안전기술 가이드라인을 발표하여 국제적 안전기준과 안전성 평가 방법이 정해질 때까지 일본 내에서 안전성을 고려한 자율주행차 개발과 실용화를 목적으로 하는 가이드라인을 제시하였음¹⁶⁶⁾

○ 이 가이드라인은 3~4단계 자율주행시스템 기능이 장착된 승용차 및 상용 자동차를 대상으로 하고 있으며 안전성 관련하여 10가지의 요건을 요구하였음

- 10가지의 요건에는 운행설계영역(ODD) 설정, 자율주행 시스템 안전성, 보안기준 준수, 사이버보안, 무인자동운전이동서비스에 이용되는 차량의 안전성, 안전성 평가, 사용과정에서의 안전확보, 자율주행차 사용자 대상 정보제공의 내용을 포함하고 있음

○ 이와 더불어 일본 교외 지역의 뉴타운에서 자율주행서비스 실증조사 시행 공모를 추진하고 있음

- 국토교통성은 일본 전국의 뉴타운을 대상으로 공공교통 네트워크에 자율주행서비스 사회실현을 위한 실증조사를 할 주체를 공모

- 이중 공공교통서비스 도입을 위한 비즈니스모델 및 사업성 조사, 상기 조사를 근거로 뉴타운에서 자율주행서비스 사회실현을 위한 기술적 제약 및 기술적 과제를 검토하고 정리, 단기 실증조사에서 기술적 제약, 기술적 과제 및 사업성 등을 검증함

- 뉴타운에서 요구되는 서비스는 지역내 복수의 기점과 주택을 연결하는 이동성, 단거리 이동, 이용자 수요에 부응한 유연한 노선이동, 지역내 셔틀이동 서비스 등을 포함

- 안전측면에서의 과제는 보행자와 자전거가 혼재한 무신호 교차로에서의 다양한 생활도로주행 안전성과 시인성을 확보하는 것임

- 서비스 및 시설상으로는 지역 특성, 기술적 제약에 대응한 적절한 운행 계획(노선, 정거장 수, 주행속도 등)을 설정 및 검증하는 것이 과제임

- 시스템상은 이용자 수요에 맞는 노선 변경 안전성 검증이 과제이며 레벨 4 수준의 자율주행 기술을 포함하고 레벨 2와 3에서는 단계적인 실용화 가능성을 검증하는 내용으로 구성됨

○ 일본 정부는 2025년까지 주행환경에 따른 폐쇄구간, BRT 전용구간, 고속도로, 혼합교통 구간에서 자율주행 서비스 운행이 가능하도록 기술개발 추진 중

166) 자율주행자동차 사회적 수용성 향상 기반기술 연구, 국토교통부, 2021.

□ 자율주행차 상용화시 교통 및 사고 관리를 위해 도로 당국, 교통관리자, 운전자 등 역할과 책임 검토 필요¹⁶⁷⁾

- 동적 인프라 및 트래픽 데이터: 자율차에 인프라(지리적 정적 동적) 및 교통(통계, 실시간) 데이터가 무엇이며 어떻게 필요하며 차량의 정보가 인프라 관리(레벨 3 차량 또는 혼합교통)에 어떻게 도움이 되며, 수집된 모든 데이터 관리, 품질 보장, 공유 방법, 필요한 분석, 조화 방법 및 해당 데이터 사용에 대한 책임 처리 방법 등 연구
- 도로 당국, 교통관리자, 민간 차량 운영자의 역할을 검토
 - 공통 목표, 경쟁, 데이터 공유 방법, 각 이해관계자의 시스템상 역할, 차량 관리자/운영자가 도로 당국 및 교통 관리자 목표와 호환되어야 하는 방식 등 정의
 - 서로 다른 환경 간 지리적 전환 책임 이전 방식 등 연구도 필요

□ 자율주행을 위한 데이터 공유 시 개인정보보호 방안, 데이터 소유권 등 확립 필요

- 새로운 사용 사례 발전 시 전제 조건으로 데이터 공유 및 개인정보보호 문제해결 필요¹⁶⁸⁾
- 미국 일리노이 주는 레벨2 자율주행 자동차가 안전조치로 운전자 의 얼굴을 스캔하는 것에 대해 자동차 제조업체의 생체인식 데이터 캡처 및 보존과 관련한 소송 계류 중이며, 캘리포니아, 콜로라도, 버지니아는 모두 주 데이터 개인정보 보호법을 통과¹⁶⁹⁾
- 영국은 비자율차량 보험을 자율차 사고에 적용하도록 하는 보험 제도를 도입했고, 자율주행커넥티드카 로드맵에서 보험 산업의 적극적인 참여를 요구
 - 영국은 자율차로 인해 사고가 발생한 경우, 기존의 비자율차량 보험 보험사가 사람이 입은 피해에 대해 책임을 지도록 하는 법정 보험 제도를 도입(자율주행차 및 전기자동차법, 2018)
 - 영국 자율주행커넥티드카 2035 로드맵의 핵심메시지 및 우선순위 사항으로 보험 산업의 더 큰 참여 선정¹⁷⁰⁾
 - (보험산업의 더 큰 참여) 보험이 광범위한 배포에 장애요소가 아닌 지원 조력자가 되도록 보장할 필요가 있음

167) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

168) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

169) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

170) The UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2035 Executive Summary, ZENZIC, 2023. 3.

- 터키는 개인 데이터 보호에 관한 법률에 의거해, 데이터 관리자는 개인정보의 불법적인 처리 방지와 불법적인 접근 방지, 개인정보 보호 보장을 위한 모든 조치를 취할 의무가 있음¹⁷¹⁾
- 폴란드는 주호 데이터 보호 규정에 따라 개인 데이터 처리는 해당 데이터 주체의 동의나 다른 동의 하에 처리되는 경우 합법적
- 이탈리아는 자율주행 테스트의 안전 보장을 위해 무인 차량에 대한 보험 체결 여부 요구
- 독일은 자율주행차에서 수집한 데이터(위치 데이터, 센서 데이터 등)는 EU 및 연방 데이터 보호법(현재 BDSG) 및 '18년 5월 현재 EU 데이터 보호 규정(GDPR)에 정의된 "개인 데이터"로 간주하며, 데이터 보호법에 따라 조치
- 캐나다는 자율주행차에 대해 개인정보 보호법을 원칙으로 적용해 익명화된 데이터 사용을 고려할 것을 요구
 - 자율주행차는 IoT로 간주될 수 있고, IoT에 대한 구체적인 법령은 없으나 개인정보와 관련된 경우 개인정보 보호법이 적용
 - 캐나다 민간 부문 개인정보 보호법의 개혁에 대한 선례를 세워, 식별되지 않은 정보 및 익명화된 정보를 규제하고 허용되는 용도를 명시해 자율주행 알고리즘 교육, 교통 신호 시스템 프로그래밍, 교통계획자 지원 등 가능한 경우 익명화된 데이터 사용을 고려해야 하고, 국경 간 데이터 전송에 대한 조건을 부과해 개인정보보호 원칙에 따라 적절한지의 여부를 결정하도록 요구
- 캐나다 자율주행 시스템 테스트를 위한 지침 버전 2.0을 발표, 새로운 지침은 시험기관에 대해 연방, 주, 준주 및 지역의 다양한 역할과 책임을 명확화하고, 시험 기간이 따라야 할 안전 모범 사례를 설정¹⁷²⁾
- 온타리오주는 자율주행차 시범 프로그램을 운영하며, 파일럿 프로젝트에서 허용한 경우를 제외하고 레벨 4 및 5의 사용을 금지하며, 레벨 4 및 5 테스트를 위해서 회사는 온타리오 교통부의 승인을 받아야 하고 책임보험으로 최소 500만 달러(캐나다), 8인 이상 차량은 800만 달러(캐나다) 요구
- UL(Underwriters Laboratories)은 완전 자율주행차에 대한 최초의 전용 안전 표준인 '자율주행 제품 평가 표준'인 UL 4600을 발표(UL 4600은 '목표'를 기반으로 기술에 구애받지 않고 안전 사례를 만드는데 초점)

171) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

172) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

- 독일은 레벨3 및 레벨4에 대해 특정 상황에서 운전자가 자율주행 시스템에 제어권을 넘기는 방식으로 주행 가능하며, 이는 의도된 목적에 따라서만 활용 가능(2021년 7월 자율주행법이 발효되어 물류 터미널 간 교통 등 정의된 운영 구역에서 레벨 4 자율주행이 가능)하며, 레벨 5의 자율주행에 대한 규제는 부재함¹⁷³⁾
 - 차량은 승인 절차 내에서 공공 도로 교통에 대한 적합성과 안전성을 테스트
 - 즉, 차량, 디자인 또는 장비가 StVZO 섹션 30의 구성 및 작동 요구 사항을 충족하는지 확인
 - 안전과 관련하여 일반적인 생활 경험이나 과학적 발견을 바탕으로 공공 도로 교통 및 기타 도로 사용자가 위험에 처할 가능성이 충분한지 여부에 중점
- 영국은 자율주행차 및 전기자동차법에서 자율주행차량에 대한 민사책임 규정을 검토¹⁷⁴⁾
 - ‘22년 자동화된 차량:공동보고서에서 RT 국무장관은 자율주행의 안전성이 실제로 측정하여 안전 표준을 발표해야 한다고 명시
 - 자율차는 도로 차량 규정(1986)에 명시된 운행 요구사항 충족 필요
 - 공공 도로에서의 자율차 시험은 자격증을 취득하고 훈련받은 안전운전자/안전요원의 감독 하에 이루어져야 하며, 감독자는 차량이 교통법규를 준수하는지 등 확인 필요
 - 영국 자율주행커넥티드카 2035 로드맵의 오픈 하이웨이 차량 및 서비스 부문의 단기(‘23~‘26) 지원 요소로 제한된 자율차 운영 설계영역 내 안전을 해결하는 서비스, 초기 배포를 통해 법률 개발에 대한 의견을 제시하고 증거를 뒷받침 하기 위한 초기 상용 서비스 모델 구축 추진¹⁷⁵⁾
 - 영국 자율주행커넥티드카 2035 로드맵의 확인
 - 검증 및 보증서비스 부문 단기(‘23~‘26) 지원요소로 사전 인증 검증(조직 내), 기본 법안 기마련
 - 2차 입법 컨설팅(보증 표준 지원 연구, 제품 개발 보증)을 지원하고, 중기(‘27~‘30)에 선 상용 서비스 모델에 대한 2차 법안 마련 및 평생 보증(유지보수 및 교체에 대한 A/S 포함)

173) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

174) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

175) The UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2035 Executive Summary, ZENZIC, 2023. 3.

- 장기('31~)에선 사람과 물건의 효율적 운송을 위한 통합 비즈니스 사례를 지원하는 법률 및 규정 제시
- 영국 자율주행커넥티드카 2035 로드맵의 핵심메시지 및 우선순위 사항으로 프로그램 규제 개발 선정¹⁷⁶⁾
 - (프로그램 규제 개발) 정부는 CAM 시장이 대규모 배포로 향할 수 있도록 영국 규정을 도입하는 작업 프로그램에 대한 명확성, 일정을 제공해야 하며, 이 작업 프로그램은 개발자부터 운영자까지 업계 전반의 전폭적인 지지 및 참여가 필요
- 이탈리아는 자율주행차 관련 법안으로 스마트도로법령을 제정하였으나, 아직은 레벨3 단계 시스템만 허용¹⁷⁷⁾
 - 자율주행 테스트를 위해 민사책임 목적상 차량 소유주, 실험대상 도로, 도로 소유자의 승인 증명서류, 실험 수행 도로 및 교통 외부, 기상 및 가시성 조건 등 요구
 - 자율주행 테스트의 안전 보장을 위해 일반적인 운전 상황과 다른 도로 사용자와 상호작용 관리를 위한 차량 적합성, 차량 사용과 관련된 위험에 대한설명 및 예상 대책 요구
- 폴란드는 2018년 도로 교통법 개정¹⁷⁸⁾에 따라 기업은 안전 요구사항을 충족하고 관련 교통관리 당국의 허가를 받은 경우 폴란드의 공공도로에서 자율주행차를 테스트 가능하며, 이를 위해 다양한 요구사항 만족 필요¹⁷⁸⁾
 - 시험 주최자는 시험을 진행할 도로 관리 담당자에게 회사명, 시험일자, 계획경로, 자율차 경로 확보 담당자, 테스트 관련 발생하는 손해에 대한 책임 보험 증명 등 공식 요구사항 제출 필요
 - 신청서 제출 후 교통관리청은 지자체 주민들과 지역협의 진행
 - 도로관리자 동의 및 해당 지방경찰관 의견 등 교통 관리 당국 허가 필요
 - 시험 주체자는 경찰이 안전을 보호하는 활동을 수행 가능하도록 하고, 시험 중 위험 발생시 제어 가능한 운전자 확보, 자율차 테스트 경로 정보 공개, 운송 기술 감독자에게 자율차 및 장비 테스트 보고서 제공 등을 수행할 의무가 있음

176) The UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2035 Executive Summary, ZENZIC, 2023. 3.

177) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

178) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

- 법적 체계상 소비자가 폴란드의 공공 도로에서 레벨 3~5 AV를 사용하는 것을 허용하지 않고 있으며, 테스트 중 운전자의 존재는 필수임에 따라, 레벨 5 자율주행차 테스트 수행은 불가능함
- 자율주행자동차 윤리 가이드라인과 관련하여 트롤리 딜레마 관련 연구 및 자율주행자동차 윤리 관련 연구 등이 추진되었음¹⁷⁹⁾
 - Jean-Francois Bonnefon et al.(2015)은 자율주행 차량이 달성해야 할 세 가지 목표를 제시하고 제조업체와 규제 당국은 자율주행차량과 관련된 피할 수 없는 사고에 실험적 윤리(experimental ethics)의 방식을 적용 할 심리학자가 필요하다고 주장함
 - Rolf Johansson and Jonas Nilsson(2016)은 자율주행자동차의 도입이 트롤리 딜레마와 같은 윤리적 문제를 해결할 수 있을 것이며, 완전한 해결(Disarm)을 위하여 기능적 안전 접근법(Functional safety approach)을 제시함
 - 자율주행자동차에 탑재된 차량속도, 주변 사물까지의 거리, 추월 거리 등 사물에 관한 기술적 결정은 운용 능력에 따라 조정되고, 해당 기능은 트롤리 문제의 안전한 해결(Disarmament)을 보장한다고 주장함
 - Anna-Katharina Frison et al.(2016)은 트롤리 문제 상황에서 운전자의 결정에 따른 피해자 유형 및 운전자의 생존에 대하여 운전 시뮬레이터 연구를 실시하였음
 - 시뮬레이터를 진행하기 전 각 피실험자들에게 인구통계학적 정보를 포함한 온라인 조사를 진행하였으며, 이는 트롤리 문제 상황에 대한 의사를 평가하고 운행의 불확실성과 위험을 반영하여 제시하였음
 - 주행 시뮬레이터의 피실험자는 다양한 사고 구성원들이 포함된 5가지의 안전상의 위험 상황을 경험했으며, 그 결과를 생존 확률(Probability of survival)의 형태로 제시함
- 미국은 지난 2016년부터 연방정부 차원의 자율주행차 정책 가이드라인을 매년 발표하며, 자율주행차 및 서비스 기술개발을 허용하고 있음¹⁸⁰⁾
 - 2018년 자율주행자동차 3.0을 발표하였으며, AV3.0은 미국 교통부의 주요 관심은 안전이며, 승용자동차뿐만이 아닌 다른 교통수단을 고려하고 있음
 - 2021년 자율주행차 종합계획을 발표하였고, 지역별로 활발히 추진되고 있는 실증 사업에 대한 정보를 제공하기 위해 AV 테스트 추적틀을 개발하여 제공하고 있음

179) 자율주행자동차 사회적 수용성 향상 기반기술 연구, 국토교통부, 2021.

180) 자율주행자동차 사회적 수용성 향상 기반기술 연구, 국토교통부, 2021.

- 통신을 위해 5.9GHz 스펙트럼을 자율주행 자동차의 V2X 통신에 활용될 수 있도록 검토하고 있음
- 미국 자율주행 자동차 3.0의 특징은 자율주행 자동차가 장애인의 모빌리티를 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 장애인을 고려한 자율주행 자동차 설계 방안을 모색하기 위한 연구사업을 발주하였음
- 최근 미국 정부는 자율주행 시스템이 장착된 상업용 자동차의 안전을 위한 제도 개선과 자율주행 자동차의 고속도로 주행의 규제 완화를 위한 법제도 개정을 추진하고 있으며 앞으로 계획된 법제도 사항은 다음과 같음

<표 44> 미국 법제도 개선 추진계획

FMCSA	Prerule Stage	Safe Integration of Automated Driving Systems-Equipped Commercial Motor Vehicles
NHTSA	Proposed Rule Stage	Occupant Protection for Automated Driving Systems
NHTSA	Prerule Stage	Pilot Program for Collaborative Research on Motor Vehicles With High or Full Driving Automation
NHTSA	Prerule Stage	Removing Regulatory Barriers for Automated Driving Systems
NHTSA	Prerule Stage	Removing Regulatory Barriers for Innovative Motor Vehicle Technologies
NHTSA	Prerule Stage	Safety Principles for Automated Driving System

- 주정부에서는 자율주행 실증을 허용하기 위하여 주정부 법령 개정을 추진하고 있으며, 개별 주정부별 내용은 상이하나, 대체적으로 자율주행 여객 서비스 제공을 위한 사항으로 보험가입, 비상시의 관리 방안, 특히 운전자 없는 자율주행차를 일반인에게 여객 서비스를 제공할 수 있도록 허용하는 지역도 있음

<표 45> 주요 주 정부별 무인 자율주행 셔틀 운행 허용을 위한 법제도 개선 사항

주 정부	관련 내용
캘리포니아	- 콘트라 코스타 교통국(Contra Costa Transport Authority)이 지정된 구역 내에서 조향장치, 브레이크 및 가속페달과 차량 운전자가 없는 자율주행 자동차의 시험을 허용하도록 함 - 리버모아 아마도 벨리 교통국(Livermore Amador Valley Transit Authority)이 조향장치, 브레이크 및 가속페달, 운전자 좌석이 없는 자율주행 자동차를 이용한 공유 서비스를 시험할 수 있도록 함 - 공공도로에서 운전자 없이 운행 가능한 자율주행 자동차의 운행 허용을 요구하는 신청서의 접수를 DMV가 입법부에 공지하도록 하는 의무조항을 폐지함
플로리다	- 유효한 운전면허를 소지한 개인이 자율주행 자동차를 공공도로에서 운행할 수 있도록 허용

주 정부	관련 내용
	- 자율주행 자동차의 시험목적으로 운행하기 위한 요구사항을 삭제하고, 시험목적의 운행과 관련된 규정을 삭제함 - 자동차 운행 시 운전자가 있어야 한다는 조항을 삭제함 - 자율주행 자동차의 연방정부의 안전기준과 규칙을 준수할 것을 요구함
조지아	- 운전자 없는 자율주행 자동차 운행 조건을 명시함(보험 및 법적 요구사항 등)
미시간	- 특정 조건하에서의 자율주행 운행을 허용 - 운전자 없는 자율주행 자동차의 운행을 허용
네브래스카	- 특정 조건을 만족하는 자율주행 자동차의 경우 인간 운전자가 물리적으로 탑승하지 않더라도 공공도로를 운행할 수 있도록 허용
네바다	- 네바다주 내부에서 운전자 없이 완전자율주행 자동차를 운행할 수 있도록 허용
테네시	- 자율주행 자동차가 특정 조건에 부합할 경우 운전자 없이 공공도로를 주행할 수 있도록 허용 - 책임 소재 측면에서 완전 자율주행 모드에서 적합하게 운행하는 경우, 자율주행 전동차를 운전자로 볼 수 있도록 허용함
텍사스	- 자율주행 자동차가 특정 요구조건을 만족하는 경우 인간 운전자의 탑승 여부와 관계없이 텍사스주 내에서 운행 허용

□ 미국 Alphabet사는 자율주행 사업 부문 웨이모, 자율주행 택시 서비스 확장 및 사업 다각화를 추진 중이며 미국 피닉스와 샌프란시스코 지역에서 상업용 완전 자율주행 택시 서비스를 확장하고 있음¹⁸¹⁾

○ '22년 자율주행 트럭을 활용한 화물 배송 서비스 테스트를 시행하여 델러스에서 휴스턴까지 성공적으로 맥주와 와인을 배송했으며, 함께 테스트를 진행한 물류 서비스 기업 CH로빈슨은 장거리 운전자 부족에 대한 해결책이 될 수 있을 것으로 기대함

<표 46> Alphabet(Waymo) 기업 분석

구분	사업내용
발전 단계	· '09년 무인 자동차 기술 개발 시작
	· '12년 네바다, 캘리포니아주에서 최초의 자율주행 시험 면허 획득
	· '15년 자율주행 기술 전문 기업 웨이모 출범
	· '20년 완전 자율주행차량 호출 서비스 출시
	· '22년 서비스 확장 및 트럭 화물 배송 테스트

181) 품목별 ICT 시장동향(자율주행차), 정보통신산업진흥원, 2023.04.07

구분	사업내용
개발 기술	· 대표 솔루션 : 웨이모(Waymo) - 구글 대표 자율주행 플랫폼 - 피닉스 시내에서 완전 자율(L5) 수준의 로봇 택시 운영 및 피닉스 전역을 확대 - 샌프란시스코에서 완전 자율 운전 택시 웨이모 드라이버(Waymo Driver) 운행 - 화물 및 화물 운송 서비스 웨이모 비아(Waymo Via) 확장

□ 자율주행차 사고 발생시 책임(운전자, 차량 소유 또는 관리자, 제조업체 등) 기준 불분명¹⁸²⁾

- 적절한 규제 환경 조성은 AV 출시 등에 큰 영향을 미칠 것으로, 이것이 없다면 책임 보험이 불가능할 것으로 예상
 - 유럽은 '19년 일반 안전 규정(GSF)을 대폭 개정했으며, 이는 SAE 레벨 3, 4, 5의 자율차에도 적용될 예정으로, '운전자 제어를 대체하는 시스템', '운전자 준비 상태 모니터링'과 이벤트 데이터 기록장치가 있어야 할 것이나, ADS 항목에 대해서는 아직 시행일 미정
 - 호주는 자동차에만 적용되는 AV 정책 접근 방식을 주도하며, 안전한 작동을 전담하고 정부에 등록해야 하는 자동운전 시스템 엔터티(ADSE)를 정의
- 책임, 특히 이면에 있는 보험 문제는 향후 몇 년간 전략적 문제(예: 실제 테스트 결과)를 통해 해결 필요¹⁸³⁾
 - 보험이 인수한 후 제품 실패가 발생하면 다시 발생할 문제
 - 보험 공급망은 간소화되어야 하며, 저장소 요구 사항인 OEM의 위험은 계산하기 어렵고, 사고는 적지만 비용은 더 많이 들 것으로 예상(예: 전체 소대에 대해 첫 번째 트럭에 더 많은 책임을 지는 트럭 군집 운행에 대한 해결책이 필요함)
- 규제 변화에 통합되는 부분은 차량과 사람이 어떻게 보험에 가입할 것인지에 대한 부분
 - 자동차 보험이 큰 혼란에 직면한 상황으로, 자동차 충돌 가능성이 크게 줄어들며 그에 따른 보험 필요
- 자율주행차 보험에 대한 접근방식은 다양하게 고려되고 있으며, 미국은 주마다 다르게 나타나고 있고, 유럽연합, 특히 독일에서는 보다 엄격한 책임 시스템 구축을 추진하려는 움직임

182) The Future of Autonomous Vehicles – Global Insights gained from Multiple Expert Discussions, Future Agenda Open Foresight, 2020. 4.

183) CARTRE Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe

- 실리콘밸리는 규제 진전 부족으로 3단계에 머물렀고, 레벨 2.999에서 책임과 씨름 중이며, 싱가포르의 이에 대해 전 세계으로 규제와 책임으로 인해 진전이 제한되고 있다며 동의
- 독일과 일부 다른 국가에서는 운전자, 소유자, 제조업체 책임으로 구성된 3가지 기동 모델이 있기 때문에 법적 상황이 명확¹⁸⁴⁾
 - (운전자) 운전 작업에 대한 책임이 있으며 항상 차량을 모니터링하고 비상 상황(예: 반자율 주행 기능의 경우)에 개입/ 운전자가 주의 의무를 준수하지 않아 사고를 일으킨 경우 소유자 외에 그로 인해 발생한 손해에 대해서도 책임져야 함
 - (제조업체) 제조업체는 제품 결함으로 인해 발생한 손해에 대해 제품 및 생산자 책임에 따라 책임을 질 수 있음
- 터키는 자율주행차 관련 보험 제도, 사고 관련 책임에 대한 구체적인 규정 부재
 - 보험 요구사항 측면에서 자율주행차 테스트에 대한 구체적인 요구사항은 없지만, 도로교통법 제2918호에 의거 차량을 소유한 자 또는 소유권이 유지된 상태로 매각된 경우 등기부에 구매자로 등록된 자, 장기 리스, 대출 또는 리스의 경우 임차인, 질권자 책임보험에 가입할 의무가 있음
 - 터키 법률엔 자율차 사고 관련 책임에 대한 구체적인 규정이 없으며, 책임을 규제하는 주요 입법하는 부분은 법의 의미 내에서 차량 “운영자“에 대한 고속도로 교통법의 불법 행위 조항에 관한 것으로, 차량 사용에 관해선 “결함 책임“에 기초한 불법 행위법을 원칙으로 하며 “제조업체“의 책임은 고속도로 교통법상 드문 것으로 간주
- 영국 자율주행커넥티드카 2035 로드맵의 핵심메시지 및 우선순위 사항으로 프로그램 보험 산업의 더 큰 참여 선정¹⁸⁵⁾
 - (보험산업의 더 큰 참여) 보험이 광범위한 배포에 장애요소가 아닌 지원 조력자가 되도록 보장할 필요가 있음

184) Global Guide to Autonomous Vehicles 2022, Dentons

185) The UK Connected and Automated Mobility Roadmap to 2035 Executive Summary, ZENZIC, 2023. 3.

라. AI 가속기 기술(GPU, TPU, NPU) 및 고성능 컴퓨팅 시스템

- 자율주행 AI모델의 학습과 추론은 대규모 연산 처리 능력이 필수적이며, GPU는 범용 병렬 연산에 강점을 보이고, TPU는 텐서 연산에 최적화, NPU는 저전력 엣지 AI에 특화

<표 47> AI 가속기 유형별 현황

구분	GPU	TPU	NPU	자율주행 활용
주요 제조사	NVIDIA, AMD	Google	Qualcomm, Intel, Apple	모두 활용
최적화 대상	범용 병렬 연산	텐서/행렬 연산	저전력 추론	용도별 선택
성능	최고(3-20 PFLOPS)	고성능(4.6 TFLOPS)	중성능(20 TOPS)	훈련: GPU/TPU
전력 효율	중간(700-1,400W)	우수(와트당2배)	매우 우수(75W)	차량: NPU
배치 위치	데이터센터	클라우드/데이터센터	엣지/차량	클라우드+엣지
가격	3-7만 달러/칩	1.2-4.2달러/시간	500달러 미만/칩	예산에 따라

- 엔비디아는 자율주행 AI 학습에 필수적인 고성능 GPU를 제공하며, 전체 시장의 80% 점유

<표 48> 엔비디아 GPU 플랫폼 현황

모델명	GPU 메모리	AI 성능	주요 용도
Blackwell Ultra (GB300)	288GB HBM3e	15 페타플롭스(FP4)	추론 워크로드 최적화
B200 (Blackwell)	192GB HBM3e	20 페타플롭스(FP4)	트릴리언 파라미터 모델
GB200 Superchip	384GB (2x192GB)	40 페타플롭스	대규모LLM 훈련/추론
H200	141GB HBM3e	4.8TB/s 대역폭	LLM 추론 특화
H100	80GB HBM3	3엑사플롭스	대규모 모델 학습
DRIVE AGX Orin	32GB	254 TOPS	차량 내 엣지 추론

- Google TPU는 텐서 연산에 특화된ASIC(Application-Specific Integrated Circuit)로, 대규모AI 모델 훈련과 추론에 최적화되어 있으며, Systolic array 아키텍처를 통해 행렬 연산을 효율적으로 처리
- NPU는 저전력 온디바이스AI 추론에 특화된 프로세서로, 차량 내 실시간AI 처리에 최적화되어 있으며, 모바일 기기, 자율주행 차량, IoT 디바이스 등에서 실시간 데이터 처리를 담당
- Qualcomm Snapdragon Ride Elite: Oryon CPU + Hexagon NPU + Adreno GPU, Level 2-4 자율주행 지원, 20 TOPS AI 성능

- Snapdragon Ride Flex: 단일SoC에서 콕핏, ADAS, AD 통합, 최대32개 카메라+ 12개 레이더, 75W 전력 소비
- Snapdragon Ride Pilot: BMW와 공동 개발, 2026년 양산, hands-free 고속도로/도심 주행, 85mph까지 지원

□ 글로벌 자율주행 선도기업은 HPC(고성능 컴퓨팅) 클러스터 시스템에 수조원을 투자하여 경쟁력 확보

- Tesla FSD 투자: 삼성과 165억 달러 AI6 칩 계약, Dojo 프로젝트 중단 후 NVIDIA H100/H200로 전환
- Waymo 확장: 2025년 Denver/Seattle 등 10개 도시 진출, TPU 기반 Foundation Model로 도시별 적응 시간 단축
- 한국 AI 인프라: 260,000개 이상 NVIDIA GPU 확보, 정부 주도 Sovereign AI 프로그램
- NAVER Cloud: 60,000개 이상 GPU로 Physical AI 워크로드 지원

<표 49> 글로벌 자율주행 대기업 HPC 인프라 사례

기업	시스템 명	규모	주요 특징
Tesla	Cortex	67,000 H100 상당	50K H100 + 16K H200, FSD 훈련
xAI (Tesla)	Colossus	100,000 H100	200K로 확장 예정, 자율주행 AI
Waymo	TPU v7 기반	대규모 TPU Pod	Google TPU, JAX, Waymax 시뮬레이션
Hyundai	AI Factory	50,000 Blackwell	한국 정부 협력, 제조/자율주행
Samsung	반도체 AI Factory	50,000+ GPU	스마트 제조, 제품 AI 통합

3. 국내 기술수준 분석

□ 국내 자율주행차 기술은 해외 선진국과 비교해 3~5년 정도 느린 상황으로 평가됨¹⁸⁶⁾

○ 기술 상용화 수준은 Level 3 미만이며, 연구개발은 1~2년 뒤처지거나 유사한 상황임

□ KISTEP의 2022년도 기술수준평가 결과, 우리나라 자율주행시스템분야의 기술 수준은 80.0%, 기술격차는 1.8년으로 추격 그룹에 위치한 것으로 분석됨¹⁸⁷⁾

<표 50> 자율주행시스템분야 기술수준 및 기술격차

구분		한국	중국	일본	EU	미국
자율주행 시스템	기술수준(%)	80.0	89.0	90.0	97.0	100.0
	기술격차(년)	1.8	2.0	1.5	0.5	0.0
	기술수준 그룹	추격	추격	추격	선도	최고

□ 우리나라의 자율주행시스템 기술은 역량면에서 대부분 탁월한 미국, EU 등의 선도국과 차이를 보이고 있음

○ 우리나라 자율주행시스템 분야의 기초연구개발 역량은 보통, 응용연구개발 역량은 우수이며, 연구개발활동 경향이 상승세에 있음

- 상대적으로 기초연구개발역량은 보통수준으로 응용연구개발역량에 비해 상대적으로 취약

○ 중국이 자율주행 관련 연구개발 활동경향이 급상승하고 있으며, 우리나라도 연구개발 활동 가속화가 필요한 것으로 분석됨

<표 51> 자율주행시스템분야 연구개발 역량 및 활동경향

구분		한국	중국	일본	EU	미국
자율주행 시스템	기초연구개발 역량	보통	우수	우수	탁월	탁월
	응용연구개발 역량	우수	우수	우수	우수	탁월
	연구개발 활동경향	↗	↗	↗	↗	↗

186) 박인교, “자율주행 기술 발전, 사회적 인식 변화·대규모 실증 필요”, 공학저널, 20.09.11.

187) 2022년도 기술수준평가 결과(안), 과학기술정보통신부, 2024. 2.

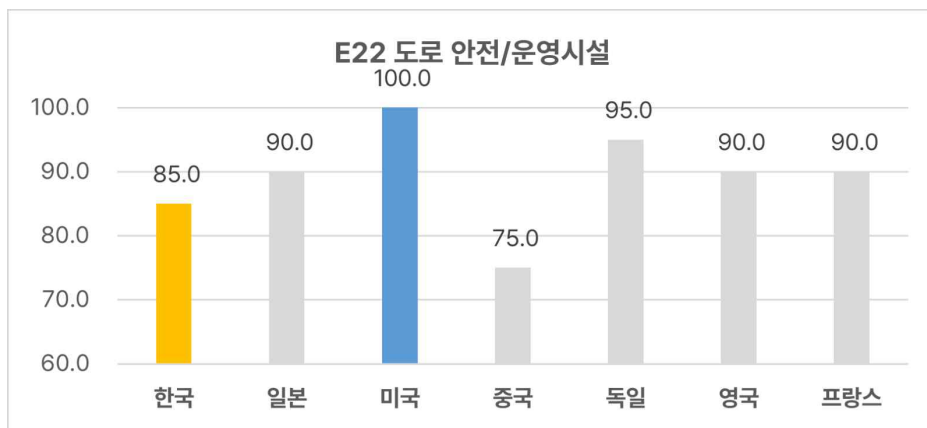
- 우리나라의 자율주행시스템 기술분야의 논문/특허 점유율 및 영향력은 타 국에 비해 상대적으로 부족한 것으로 분석됨



[그림 102] 자율주행시스템분야 논문/특허 점유율 및 영향력

- KISTEP에서는 국가전략기술로서 첨단 모빌리티 내 자율주행시스템 기술에 대해 기술수준 제고를 위해 이해당사자간 협력, 국제표준화 등 국제공조 강화, 실증 및 산업기반 조성 강화 등의 정책제언을 제시함
- Maas 등 자율주행 서비스의 조기 활성화 및 지속적 확산을 위해 도로·교통·대중교통·택시 등 이동수단 관련 이해당사자들 간의 협력이 필요함
 - 국제표준화(예: ISO/TC22&204) 및 국제법규화(예: UN/EC WP29) 국제공조 강화 필요
 - 자율주행 기술 및 서비스 개발 이후 실도로에서 시민들을 상대로 서비스 시범사업 등을 시행할 수 있도록 각 부처별로 퍼져있는 법·제도를 한 곳으로 일원화하여 지원해야 함
 - 자율주행 핵심기술(센서, 제어, 통신, SW플랫폼 등) 내재화를 위한 연구개발비 지원 및 테스트 프레임워크 구축을 위한 산업기반 조성 강화
 - R&D단계를 지나 상용화 경쟁의 단계에 진입하였으며, 자율주행 상용화를 위한 각종 시험 검증 인프라 구축이 중요해지고 있음
 - 도로교통·무선통신 관련 인프라 강화 및 단순 물리적인 인프라 구축에 거치지 않고 데이터 공유·가공·생성이 가능한 로지컬 인프라 구축 필요

- 국토교통부는 자율주행을 위한 인프라, IT 융합시스템, 안전 등에 대한 국내기술수준분석('22)을 수행하였으며, 자율주행 도로시설, 시스템, 소프트웨어 등 세부 기술분야에 대해서 선진국과의 적극적인 기술협력이 필요한 것으로 분석됨
- 자율주행 도로 안전/운영시설 기술 분야의 국내 기술수준은 선도국인 미국 대비 85.0% 수준으로, ICT 기술을 이용하여 도로안전을 위한 투자가 활발히 이루어지고 있으나, 시험인증체계는 부재한 상황임

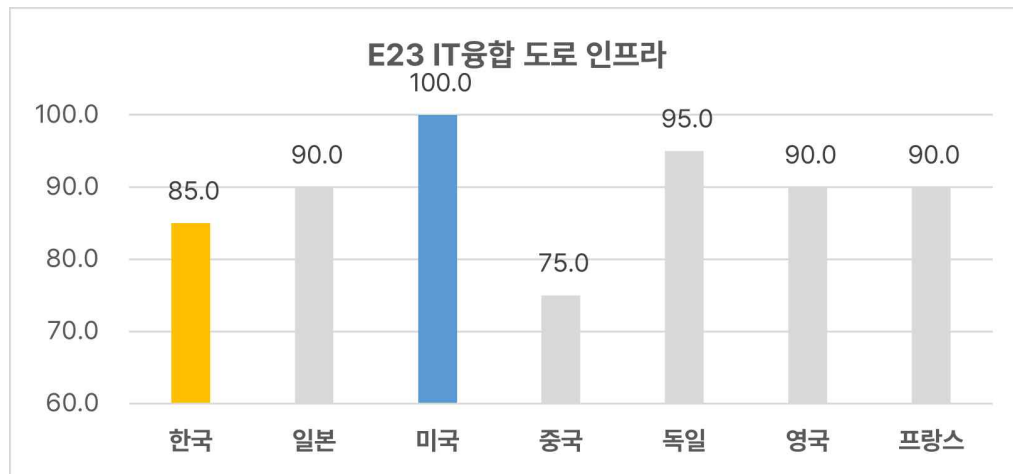


[그림 103] 도로 안전/운영시설 기술 분야 한국의 기술수준

<표 52> 도로 안전/운영시설 기술 분야에 대한 국가별 강점 및 약점

국가	강점 분야	약점 분야
한국	ICT 기술 이용, 도로안전을 위한 투자 활발	시험인증체계 부재
일본	시스템 노하우 많고, 첨단교통 투자 증대	경직된 연구 분위기
미국	첨단교통체계/자율주행 연구역량 강함	중앙정부 차원의 지원 미흡
독일	지능형 도로 시스템 개발 및 적용에 빠름	현장 적용 어려움 및 시설노후화
영국	교통문화 선진화, 도로안전에 기술도 높음	사업화 여건 미흡
프랑스	도로 첨단화에 대한 기초연구 역량 충분	기술개발 관련 시설 및 인프라 부족

- 자율주행 IT 융합 도로 인프라 기술 분야의 국내 기술수준은 선도국인 미국 대비 85.0% 수준으로, 4차 산업혁명 관련 정책적 지원이 이루어지고 있지만, 현장 적용이 어렵고, 도로실험 시설이 부족한 상황임

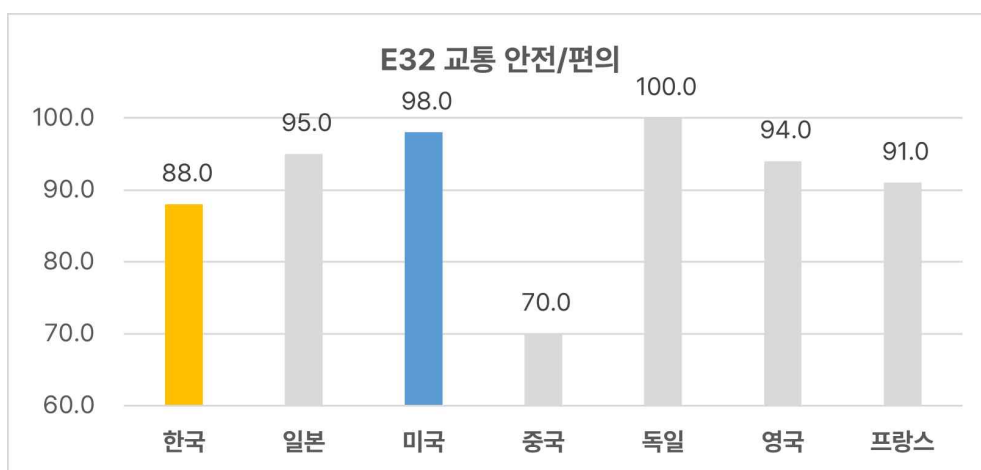


[그림 104] 자율주행 IT 융합 도로 인프라 기술 분야 한국의 기술수준

<표 53> 자율주행 IT 융합 도로 인프라 기술 분야에 대한 국가별 강점 및 약점

국가	강점 분야	약점 분야
한국	4차 산업혁명 관련 정책적 지원이 강함	현장 적용 어려움 및 도로실험 시설 부족
일본	전략적 지원 및 사업화 방안 양호	디지털 뉴딜 등 정책적 환경 다소 미비
미국	도로시설 종합실험 가능	인프라에 대한 정부의 관리 미비
독일	전통적 기술에 ICT 기술 융합 강점	연구인력 부족
영국	도로시설 종합실험 가능	디지털 뉴딜 등 정책적 환경 미비
프랑스	전략적 지원 및 사업화 방안 양호	디지털 뉴딜 등 정책적 환경 및 시설미비

- 자율주행 교통 안전/편의 기술 분야의 국내 기술수준은 선도국인 독일 대비 88.0% 수준으로, ICT 융복합 연구 영역이 증가하고 있지만, 법·제도, 상용화 수준, 인프라 등 미흡한 상황임



[그림 105] 자율주행 교통 안전/편의 기술 분야 한국의 기술수준

<표 54> 자율주행 교통 안전/편의 기술 분야에 대한 국가별 강점 및 약점

국가	강점 분야	약점 분야
한국	ICT 융복합 연구 영역 증가	법·제도, 상용화 수준, 인프라 등 미흡
일본	표준화 추진에 강세	ICT 융복합 부족, 자국 내 상용화만 추진
미국	기술력 및 제도 지원 등 환경이 좋은 편	V2X 기술혁신 저해, 전환비용 발생
독일	관련분야에 대한 정부의 적극적 투자 예상	관련 기업의 신사업영역 관심도 다소 낮음
영국	자율주행 기술개발 우위를 위해 투자 활발	투자 여력 미흡 및 도전적인 탈탄소 규모
프랑스	C-ITS 관련 기술개발 및 사업을 추진 중	투자여력 및 사업화 방안 부족

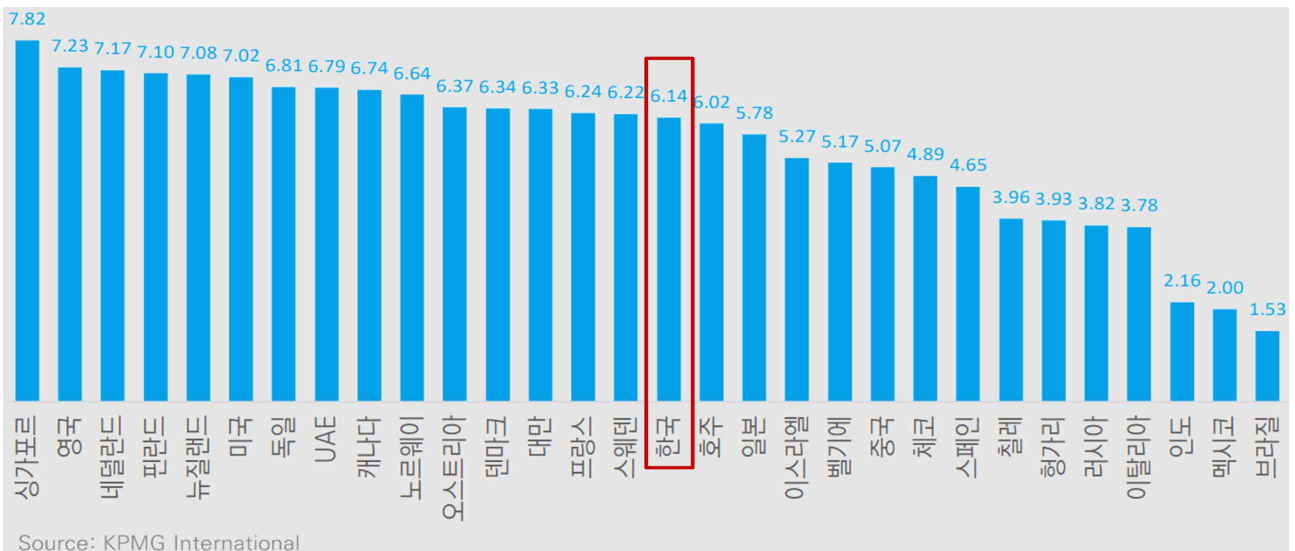
- 자율주행기술개발사업단은 2022년 6개의 자율주행부문 세부분야에 대한 기술 수준조사를 수행하였으며, 기술수준이 가장 높은 분야는 주행제어 분야(92.7%)이며, 가장 낮은 분야는 자율주행 서비스 분야(78.1%)임

- 자율주행부문 세부분야는 주행환경 인식/판단, 주행제어, 차량 통신/보안, 차량 휴먼 인터페이스, 자율주행 플랫폼, 자율주행 서비스의 6개 분야로 분류함
- 각 분야별 최고기술보유국은 미국으로 파악됨

- KPMG에서는 2020년 전세계 30개국을 대상으로 자율주행차 도입 준비도를 정책·입법, 기술·혁신, 인프라, 소비자 수용성의 4가지 영역으로 유형화하여 분석하였으며, 우리나라는 종합 7위 수준으로 특히 인프라 측면에서 높은 평가를 받고 있음¹⁸⁸⁾

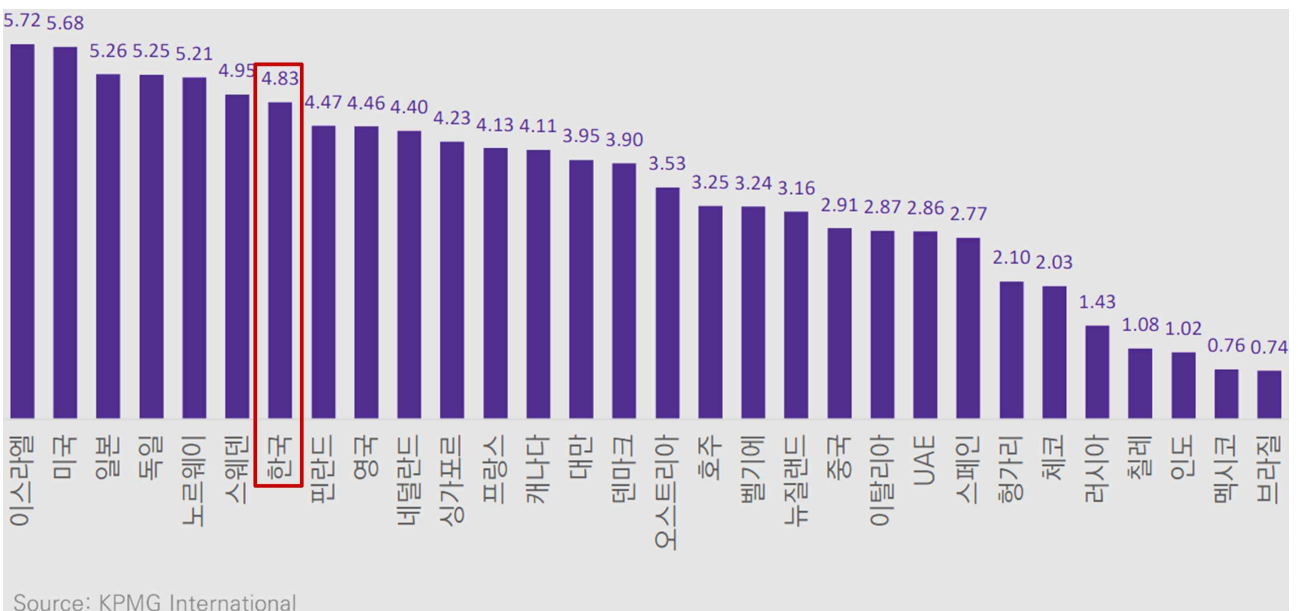
- 우리나라는 자율주행 준비도에 대한 4개 항목중 특히 인프라, 기술·혁신, 소비자 수용성 측면에서 높은 평가를 받은 반면, 정책·규제 측면에서는 상대적으로 경쟁국에 비해 준비도가 낮은 것으로 나타남
- 정책·규제 측면에서 우리나라는 30개국 중 16위로 평가되었으며, 정부 지원의 자율주행 파일럿 프로그램이 추진되는 점은 높게 평가받았으나, 그 외 법률 시스템의 효율성, 정부의 변화에 대한 대응 준비도 등은 상대적으로 경쟁국에 비해 부족한 것으로 평가됨

188) 2020 Autonomous Vehicle Readiness Index, KPMG, 2020.



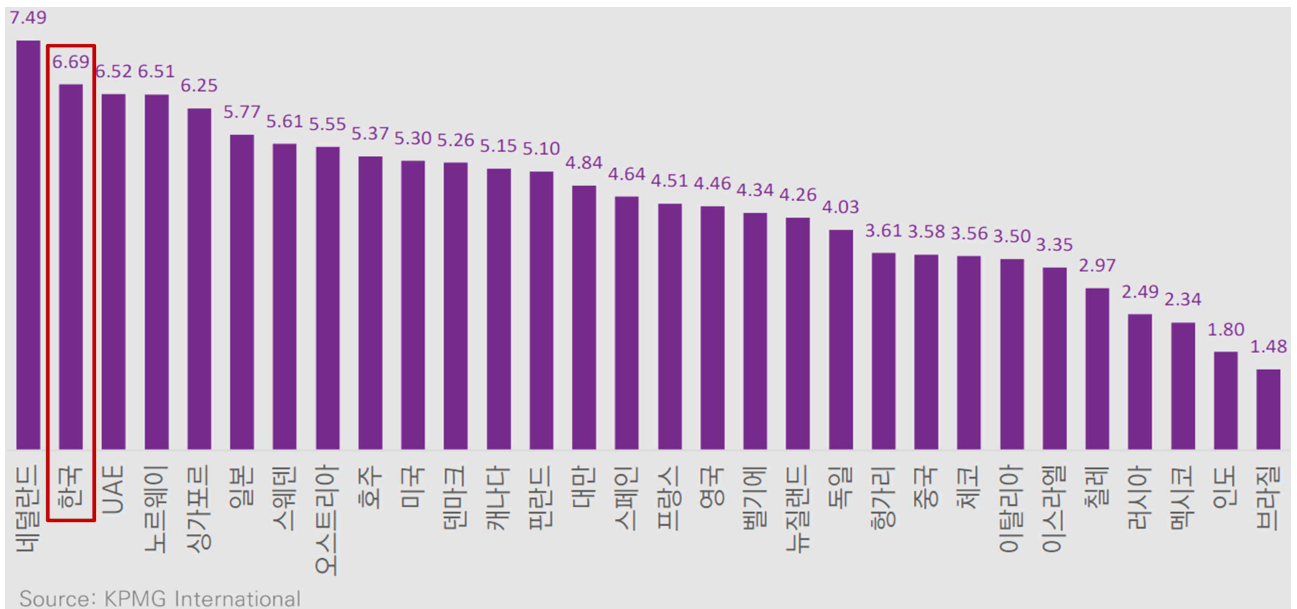
[그림 106] KPMG 자율주행 준비도 평가(정책·규제분야)

- 기술·혁신 측면에서 우리나라는 30개국 중 7위로 평가되었으며, 산업 파트너십, 특허 등은 높게 평가받았으나, 자율주행차량 기업 및 투자, 전기차 점유율 등은 상대적으로 경쟁국에 비해 부족한 것으로 평가됨



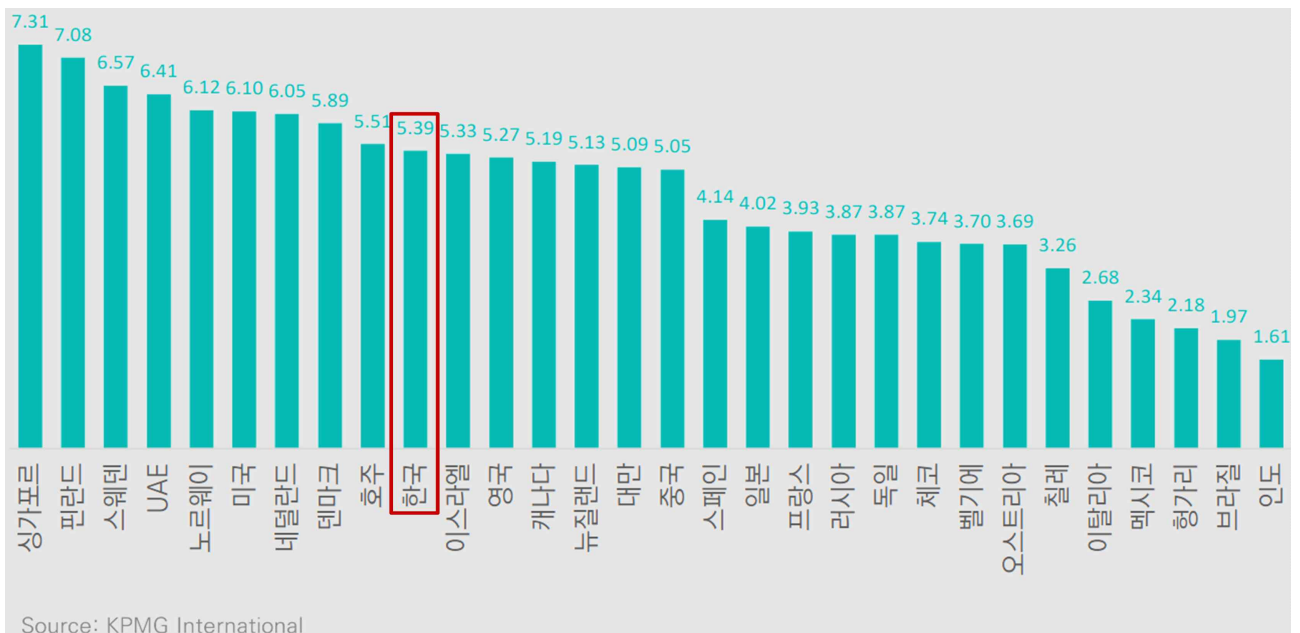
[그림 107] KPMG 자율주행 준비도 평가(기술·혁신분야)

- 인프라 측면에서 우리나라는 30개국 중 2위로 우수한 것으로 평가되었으며, 특히 자율주행차가 모바일 데이터 네트워크에 광범위하게 액세스 할 있는지를 나타내는 4G커버리지 부분과 고속데이터 통신망과 모바일 연결속도 측면에서 우수한 것으로 평가됨



[그림 108] KPMG 자율주행 준비도 평가(인프라분야)

- 소비자 수용성 측면에서 우리나라는 30개국 중 10위로 평가되었으며, 소비자의 ICT채택은 높게 평가받았으나, 테스트지역 거주 인구비율 등은 상대적으로 경쟁국에 비해 부족한 것으로 평가됨



[그림 109] KPMG 자율주행 준비도 평가(소비자 수용성분야)

4. 선행연구 분석

- 자율주행 분야 국내 선행연구로는 다부처 사업으로 '21년부터 '27년까지 추진되는 자율주행기술개발혁신사업이 있음
- 자율주행기술개발 혁신사업은 자율주행 Lv.4/4+단계 자율주행 기술 확보를 목적으로 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 국토교통부, 경찰청 등 4개 부처가 추진하는 다부처 사업임¹⁸⁹⁾
 - '자율주행 기술개발혁신사업'은 자동차-ICT-도로교통 융합신기술·서비스 개발 및 법·제도 개선, 표준화 등 융합생태계 기반 마련을 통한 자율주행 융합신기술 개발 및 융합신산업 발굴·육성을 목적으로 함¹⁹⁰⁾
 - 7년간 총 1조 974억원이 투입되며, 차량 융합신기술, ICT융합신기술, 도로교통융합신기술, 서비스 창출, 생태계 구축 등 5대 전략분야를 중심으로 88개 과제가 추진됨



[그림 110] 자율주행기술개발혁신사업 주요 연구내용

189) 자율주행기술개발혁신사업단 자율주행 4+단계 기술개발 본격 착수, 에너지 Time 뉴스, 2021. 6. 28.

190) 2024년도 제1차 자율주행기술개발혁신사업 신규지원 대상과제 공고, 과학기술정보통신부 공고, 2024.01.05

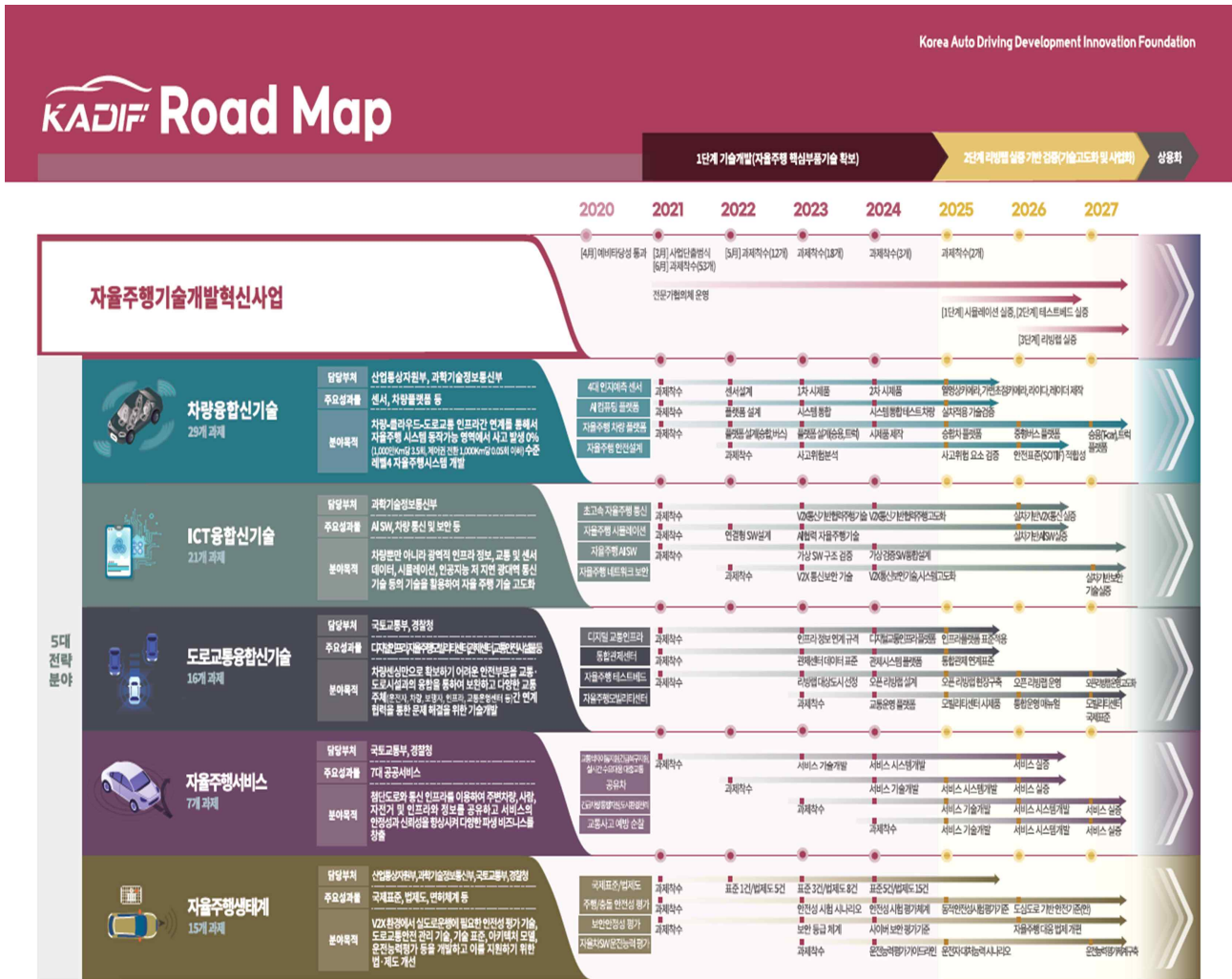
- 자율주행 서비스 기반 리빙랩 환경 구축을 위한 상세설계 및 시스템 구축, 자율주행 서비스를 위한 리빙랩 구축, 운영, 평가 및 사업모델 개발 등의 사업내용을 포함함

<표 55> 자율주행기술개발 혁신사업 내용

사업목적	사업내용
패키지형 융합기술개발을 통한 3대 글로벌 자율주행 기술강국 진입	· 차량-ICT-도로교통 범부처 융합기술개발을 통한 Global Intelligence 글로벌 선도 기술 확보 (5대전략-30대 분야 기술개발을 통한 글로벌 기술경쟁력 확보) · 자율주행 Safety Mode 전환 최소화를 위한 ODD-RSD 기반 상용화 기술력 내재화 및 자율주행 기술 신뢰성 향상(융합형 Lv.4+ ODD 환경에서 Safety Mode 전환빈도가 100,000km 당 5회 이하)
자율주행 서비스 실증을 통한 신시장 창출 및 국민수용성 제고	· 개방형 자율주행 데이터 공유화 신서비스 제공을 통해 지속가능한 신시장 창출 및 사업화 촉진 · 리빙랩 기반의 국민체감형 실증을 통한 혁신기술수용성 80%이상 달성
자율주행 생태계 구축을 통한 신산업 기반 확보	· 범부처 차원의 법·제도 연구를 통한 자율주행 신산업의 규제개혁 및 상용화 기반 확보 · 국제표준 및 안전기준 선제적 대응을 통한 글로벌 표준 확보 및 상호 협력체계 구축

- 세부적으로 차량융합신기술, ICT융합신기술, 도로교통융합신기술, 자율주행서비스, 자율주행생태계의 5개 전략분야로 구분됨¹⁹¹⁾

191) 자율주행기술개발혁신사업단 홈페이지(<https://www.kadif.kr/business/selfDrivingTech.php>) `24년 검색기준



[그림 111] 자율주행기술개발혁신사업 로드맵

- 차량융합신기술은 산업부와 과기부가 담당하며, 차량-클라우드-도로교통인프라 간 연계를 통해서 자율주행 시스템 동작가능 영역에서 사고발생 0%(1,000만km당 3.5회, 제어권 전환 1,000km당 0.05회 이하) 수준 레벨4 자율주행 시스템을 개발함

<표 56> 차량융합신기술 중점분야 및 중점목표

연번	중점분야	중점목표
1	자율주행 차량용 컴퓨팅 기술	▪ 자율주행을 위한 1000TOPS 이상 컴퓨팅 플랫폼 성능확보
2	차량탐재형 인지에측 센싱 기술	▪ 동작가능 영역내 인간운전자 수준의 주변 상황 및 주행의도 파악 100%달성
3	N2N 협력형 제어기술	▪ 모든 구간에서 인식 오차 0.25m(악의조건시 0.5m) 이내, 오류변경 정보인지율 99%이상
4	자율주행-탑승자 상호작용 기술	▪ 운전자-차량-외부 간 안전정보인지율 99%이상의 운전자-차량-외부 상호 안전정보제공 기술 및 UI/UX 개발
5	산업표준 자율주행 차량플랫폼 기술	▪ 산업표준 자율주행 차량플랫폼 기술
6	차량탐재형 부품 및 시스템 평가 기술	▪ 동작가능영역내 차량탐재형 부품 및 시스템 성능 신뢰성 100% 달성 및 30만 Km 내구성 확보
7	차량탐재형 자율주행 측위 기술	▪ 악의 조건에서 자차 위치 인식이 가능한 Hyper 측위 기술 개발
8	자율주행 시스템 안전설계 기술	▪ 자율주행차 내 딥러닝 알고리즘에 대한 Fail-operational 기술 개발
9	산업표준 자율주행 차량플랫폼 기술	▪ 거점기반 Lv.4 자율주행 대형트럭 차량플랫폼 기술개발
10	차량탐재형 부품 및 시스템 평가 기술	▪ 자율주행시스템 ECU통신 및 보안부품 시험기준 및 평가기술 개발

- ICT 융합신기술은 과기부가 담당하며, 차량뿐만 아니라 광역적 인프라 정보, 교통 및 센서데이터, 시뮬레이션, 인공지능 저지연 광대역 통신기술 등의 기술을 활용하여 자율주행기술 고도화를 주요 내용으로 함

<표 57> ICT융합신기술 중점분야 및 중점목표

연번	중점분야	중점목표
1	클라우드 기반 자율주행 AI SW 기술	▪ 클라우드기반 인지지능/주행지능 정확도 성능 90% 이상을 만족하는 자율주행 학습 신경망 관리.배포 프레임워크 기술 개발
2	자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼 기술	▪ 자율주행을 위한 광역(Cloud), 지역(Edge), Car 지능 분산공유 환경에서 100% 이상의 서비스 수행이 가능한 지능화 플랫폼 기술 개발
3	자율주행 데이터 전처리 기술	▪ 수집 데이터에 대한 개인정보 비식별화, 데이터 유효성 검증/증식 통해 100,000Frame 및 30,000Km 이상 자율주행 데이터셋 구성을 위한 데이터 전처리 기술 개발
4	자율주행 V2X 통합 최적화 기술	▪ 자율주행차리 연결성 보장을 위한 초저지연 10ms를 만족하는 통신네트워크 기술 개발
5	자율주행 사이버 보안 기술	▪ 공유기반 자율차의 안전을 위해 생체 정보 검출율 98% 이상을 제공하는 보안위협 방지 기술 개발
6	자율주행 서비스 검증 시뮬레이션 기술	▪ 엣지연계형 자율주행 SW 플랫폼이 탑재된 100대 이상 자율차 운용서비스 환경에서 100ms 이하로 운용 시나리오, 서비스 검증 수행이 가능한 분산-가상환경기반 모의실험 기술 개발
7	가상환경 기반 디지털트윈 자율주행 시뮬레이션 기술	▪ Lv.4급 콘텐츠를 기반으로 4종 10건 이상의 센서, 환경모델에 대해 엣지 연계형 자율주행 모의실험과 10Hz 이상의 동작속도로 현실 융합형 동작검증 가능한 기술 개발
8	자율주행SW평가검증모델·프로세스 기술	▪ 50건 이상 ODD에 대해 10,000건 이상 DDT 검증으로 고장안전 구현율 90%, 고장안전 검증능력 10개 이상 평가 능력을 갖는 엣지-클라우드 연계 자율주행SW 검증평가

- 도로교통융합신기술은 국토부와 경찰청이 담당하며, 차량 센싱만으로 확보하기 어려운 안전부문을 교통·도로시설과의 융합을 통하여 보완하고 다양한 교통주체 간 연계 협력을 통한 문제해결을 위한 기술을 개발함

<표 58> 도로교통융합신기술 중점분야 및 중점목표

연번	중점분야	중점목표
1	자율주행 Lv.4 대응 도로인프라 기술	▪ 도로인프라디지털 정보화율 95% 달성
2	자율주행 Lv.4 대응 교통안전 인프라기술	▪ 스마트 교통안전 인프라 인식률 ≥ 98%
3	자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스 기술	▪ 주행협상 범위 내 자율차 통행정보 95% 제공
4	자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리 기술	▪ TOD 방식 기준 대비 통과교통량 20%증가
5	Lv.4 기반 도로교통정보융합 기술	▪ 데이터 정보 연계 ≥ 95%
6	자율주행 Lv.4 융합 실증 기술	▪ Lv.4 자율차 3단계(가상-테스트베드-실도로) 실증환경 구축

- 자율주행서비스는 국토부와 경찰청이 담당하며, 첨단도로와 통신인프라를 이용하여 주변차량, 사람, 자전거 및 인프라와 정보를 공유하고 서비스의 안전성과 신뢰성을 향상시켜 다양한 파생 비즈니스를 창출함

<표 59> 자율주행서비스 중점분야 및 중점목표

연번	중점분야	중점목표
1	이용자 편의증진 서비스 기술	▪ 이용자 서비스 만족도 80% 이상 달성
2	도시기능 효율화 서비스 기술	▪ 운영자 서비스 만족도 80% 이상 달성
3	국민안전 서비스 기술	▪ 생활도로 범죄 감소율 10% 및 2차사고 감소율 40%

- 자율주행생태계는 국토부, 산업부, 과기부, 경찰청이 담당하며, V2X 환경에서 실도로 운행에 필요한 안전성 평가기술, 도로교통 안전관리기술, 기술표준, 아키텍처 모델, 운전능력 평가 등을 개발하고 이를 지원하기 위한 법·제도를 개선함

<표 60> 자율주행생태계 중점분야 및 중점목표

연번	중점분야	중점목표
1	Lv.4 자율주행차 안전성 평가기술	▪ Lv.4 자율차 안전기준 6건 이상 달성(국제조화 포함)
2	자율주행 Lv.4 대응 도로교통 안전관리 기술	▪ 자율주행 Lv.4 상용화에 따른 교통사고 30% 감소
3	자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경 개발	▪ 실도로 실증을 통한 자율주행 Lv.4 TRL 7단계 달성
4	자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	▪ Lv.4 자율차 관련법 신규·개정안 15건 이상 제안
5	자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	▪ Lv.4 자율차 시스템 및 서비스 표준화율 90% 이상

- 국토교통부는 자율주행 인프라, 리빙랩 실증, 안전성평가 및 표준화, 자율주행 서비스와 관련된 도로교통융합신기술, 자율주행서비스, 자율주행생태계의 3개 전략분야의 과제를 수행하고 있음¹⁹²⁾



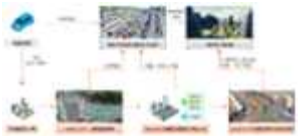
[그림 112] 자율주행기술개발혁신사업 전략분야별 과제 개요

- 국토교통부에서 관리하는 22개 과제의 연구내용 및 주요 성과는 다음과 같음

<표 61> 자율주행기술개발혁신사업의 국토교통부 과제

연구내용	추진현황 및 주요성과	예산
1. 클라우드 소싱 기반의 디지털 도로·교통 인프라 융합 플랫폼 기술 개발		
 디지털 도로교통 인프라 환경 구축(인프라 플랫폼 및 법·제도)	- 인증체계 법제도 개선안 - 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼 아키텍처, 데이터·정보교환 표준규격서	130억원 ('21~'26)
2. 인프라 센서 기반의 도로상황 인지 고도화 기술 개발		
 - 스마트 도로상황인지 노변 플랫폼 통합 개발·구축 - 도로데이터 수집 센서네트워크 - 도로상황인지 노변시스템 개발	- 도로상황 데이터 수집 센서 네트워크 - 실시간 상황인지 LDM 플랫폼 - 센서-통신-컴퓨팅 통합 노변인프라 시스템 시제품	90억원 ('21~'25)
3. 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발		
 Lv4/4+의 자율협력주행 실현 도로기술 개발(설계, 운영, 평가, 실증, 기준)	- 도로설계 편람(안), FlexZone설계 예시도 - 주행 안전성평가 가이드라인, 미래도로 구축 설계·시공	100억원 ('21~'26)
4. 인프라 가이드를 통한 자율차 주행지원 기술개발		

192) 자율주행기술개발혁신사업단 홈페이지(<https://www.kadif.kr/business/selfDrivingTech.php>) '24년 검색기준

연구내용	추진현황 및 주요성과	예산
 - 자율주행 Lv.4/4+ 지원 인프라 가이드 서비스 개발 - 서비스 국내표준 및 아키텍처	인프라 가이드 서비스 아키텍처, 시나리오, RSU/OBU APP 및 서비스 검증 시스템	120억원 (`22~`26)
5. 자율차-일반차 혼재상황 대비 AI 기반 자율주행 모빌리티 운영 플랫폼 개발		
 - 자율주행모빌리티센터 플랫폼 - AI 기반 교통운영 최적화 모듈 - 플랫폼 성능/운영평가 상용화 전략 수립	- 센터 운영 플랫폼 아키텍처 - AI 기반 알고리즘 설명서 - 자율주행모빌리티센터 상용화 방안 및 확산 전략서	150억원 (`23~`27)
6. 자율주행 Lv.4/4+ 빅데이터를 활용한 도로교통 디지털트윈 개발		
 - 일반차-자율차 혼재상황 모사 도로교통 디지털 트윈 개발 - 혼재상황 분석·예측 시뮬레이터 - 교통관리 등 의사결정 Tool	- 도로교통 디지털 트윈 시스템 및 시뮬레이터 - 레퍼런스 DATA 오픈플랫폼 - 교통정책 의사결정지원 Tool	120억원 (`22~`26)
7. 메타버스 기반 자율주행 가상시험환경 실증기술 개발		
 - 다목적 가변 확장형* 가상시험환경 플랫폼 개발 * 다양한 시뮬레이션 요소 기술에 유연한 확장, 이중 톨 연계 가능	- 메타버스 기반 통합 시뮬레이션 표준 플랫폼 및 GUI - AI 학습 네트워크 및 데이터셋 - 사용자 참여형 디바이스	120억원 (`23~`27)
8. Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축		
 - 자율(협력)주행 테스트베드 - 자율주행 시뮬레이터 개발 - 안전성 시나리오 개발	- Lv4/4+ 테스트 베드 구축 - 자율주행 시뮬레이터(MLS) - 자율주행 테스트 시나리오(50건)	120억원 (`21~`27)
9. 자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업 모델 개발		
 리빙랩 도시 기반 자율주행 기술 및 서비스 실증 환경 구축, 운영	- 오픈 이노베이션 지향 리빙랩 - 리빙랩 관련 운영확인서 및 가이드라인, 평가시스템 등	450억원 (`23~`27)
10. 교통약자(장애인, 노약자, 교통소외지역 등) 이동지원 모빌리티 서비스 기술개발		
 - 교통약자 이동권 격차해소 서비스 기술, 자율차 관제·운영 및 데이터 통합관리 - 플랫폼 기술 및 서비스 실증	- Lv4+ 교통약자 이동지원 자율차 플랫폼 및 운영 관제 시스템 - 교통약자 이동지원 관련 법·제도 개선안	150억원 (`21~`26)
11. 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 기술 개발		
 - 실시간 대중교통 수요예측 - 대중교통 D2D 서비스 구현 - 자율주행 대중교통 모빌리티 플랫폼 기술개발, 실증 검증	실시간 수요대응 자율주행 대중교통 서비스 특화 자율주행 시스템 운영 및 관제시스템 등	180억원 (`21~`27)
12. 자율주행 Lv.4/4+ 기반 공유차 서비스 기술 개발		
 - 자율주행 공유차 서비스/시스템 기술개발 및 리빙랩 운영 실증 - 관제시스템 개발 및 서비스 플랫폼 평가	- 자율주행 공유차 서비스 기반 기술, 플랫폼 평가기술 - 자율주행차 공유서비스 기술 및 공유차 원격제어시스템	150억원 (`22~`27)
13. 자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스기술개발		
 - Lv.4/4+ 자율주행차량 시스템 - 도시환경관리 서비스 운영 관리 및 원격제어기술개발	자율주행 도시환경관리 서비스 자율주행 차량 /운영/원격주행 시스템, 운영센터 및 매뉴얼	120억원 (`23~`27)
14. 도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 지원 서비스 기술 개발		

연구내용	추진현황 및 주요성과	예산
 - V2X 기반 실시간 도로 상황 진단·추론기술 개발 - 긴급복구지원 운영관리기술 개발	- V2X 실시간 도로 진단·추론기술 - 자율주행 인프라 긴급복구 운영관리시스템 - 자동대응 서비스 실증	100억원 (`21~`26)
15. 자율주행 Lv.4/4+ 기반 긴급차량 통행지원 서비스 기술 개발		
 - 긴급차량 통행지원 서비스 정의 및 기반 기술 개발 - Lv.4/4+ 긴급차량 시스템 - 통행지원시스템 V2X 통신기술	- 긴급차량 통행지원 서비스 정보 교환 규격 마련 및 법제도 제언, 자율주행 모빌리티센터 연계 시스템 - Lv.4/4+ 앰블런스 및 현장대응차량 등	80억원 (`23~`27)
16. 주행 및 충돌상황 대응 안전성 평가기술 개발		
 - 주행 DB구축 및 시나리오, 고속/도심도로 안전성 검증 - 탑승객 안전기준, 자율주행차 충돌안전성 등 평가기술 개발 - 신교통 산업진흥 등 법제개선	- 고속/도심도로 시나리오 등 설계서 - 주행분야 현행 고속/도심도로 안전기준 - 자율차 충돌안전성 및 실내안전 평가기술 - 자동차안전관리, 신교통서비스 산업 촉진법 제·개정(안)	198억원 (`21~`27)
17. 실차 시뮬레이션 기반 시스템 안전성 평가기술 개발		
 - 자율주행 위험분석평가 시나리오 - 시뮬레이션 기반 Lv. 4/4+ 평가 검증 환경, 상관성·유효성 검증 - 시스템 설계 안전성 평가기술	- 시스템 안전성 평가기준(안) - 위험상황 분석기술 및 MLS MLS 환경 구축 - 시스템 평가기술 설계(안) 및 가이드라인 - 안전성 평가 지표 및 기술	164억원 (`21~`27)
18. V2E 인지판단 안전성 및 사고대응 평가기술 개발		
 - 자율주행차 환경인지 시스템(V2E), 도로 이용자(V2H) 안전 평가기술 개발 (EDR) 사고대응 신뢰성기술	- V2E환경인지센서/ V2H커뮤니케이션 시제품 및 시스템 안전기준 - 자율차사고 정보관리 시스템 및 데이터 안전기준 개정	139억원 (`21~`26)
19. 화물차/도로인프라 상태정보 융합 동적 안전성 평가기술 개발		
 - 실시간 동적 안전성 평가 시스템 개발 및 기준(안) 도출 - 화물차 동적 운행 중량 센싱 및 자율구동형 전원 모듈 개발	- 상태정보 융합 실시간 동적 안전성 평가 및 예측시스템 - 자율주행 화물차 안전성 평가기준(안)	50억원 (`21~`25)
20. 자동차 통합보안 안전성 평가기술 개발		
 - 자동차 사이버보안 안전성 평가기술개발 및 대응체계구축 - S/W업데이트 안전성 평가기술 - Lv.4/4+ 데이터보호 법제 연구	- 사이버보안 위험 관리체계 검증/평가기술 - S/W 업데이트 안전성 평가기술 - 국제기준 기반 국내기준 개편 - Lv.4/4+ 대응 데이터보호법제 개편(안)	100억원 (`21~`27)
21. 자동차 V2X 통신성능 안전성 및 전자파 적합성 평가기술 개발		
 - V2X 통신 안전성 평가 기술개발, 성능기준(안) 제시 - Lv.4/4+ 수준 전자파 적합성 평가방법기준(안) 및 규격제안	- V2X 통신 안전/평가/설치 기준(안), 통신성능 평가 시스템 - 자율주행 및 자동차 V2X 전자파 평가방법·환경 구축	60억원 (`21~`26)
22. 자율주행 Lv.4 상호호환성 확보를 위한 데이터 표준 및 표준적합성 시험방법 개발		
 - 자율주행 (메타)데이터 표준화 - 자율주행 표준 데이터 관리 플랫폼 개발 (제도화) 자율주행 데이터 관련 시험인증제도 도입	- 데이터 관리체계 및 표준적합성 시험법 개발 - 자율주행 데이터 거버넌스 체계 - 표준데이터 관리 플랫폼 개발 - 데이터 시험환경 마련, 인증제 도입	50억원 (`23~`27)

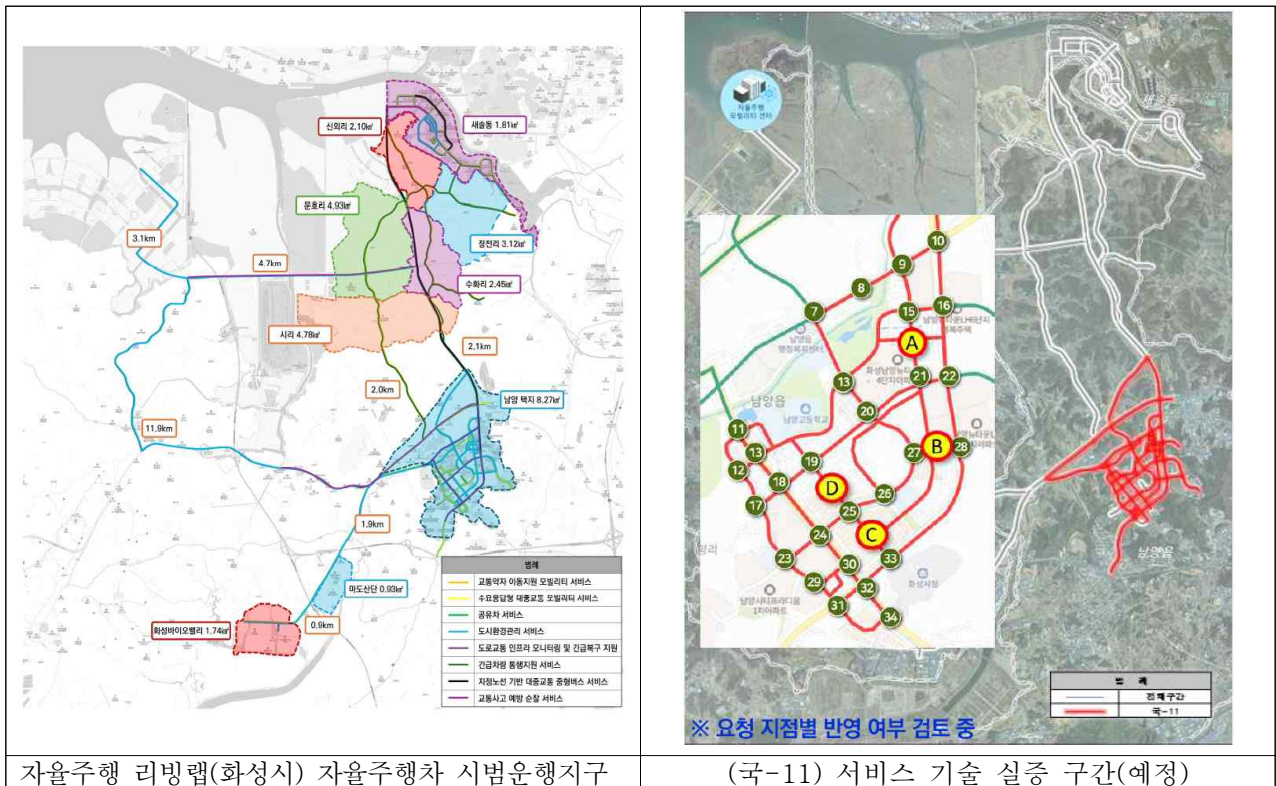
□ 자율주행 대중교통 분야의 최근 국내 선행연구로는 자율주행기술개발혁신사업(KADIF, 2021~2027)에서 추진하고 있는 세부과제 중 “실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 기술 개발(이하, 국-11)”이 있음

- (국-11)은 5개 전략분야 중 ‘자율주행서비스’이고, 20개 중점분야 중 ‘이용자 편의증진 서비스’에 속하는 세부과제로서 지속가능한 교통체계 수립을 위한 대중교통체계의 혁신, 자율주행기반 대중교통서비스 고도화로 친환경 미래 모빌리티 시스템 구축, 자율주행서비스의 공공성 확보 및 국민 수용성 제고 등을 위하여 추진함
- (국-11)의 연구개발 목표는 실시간 수요대응, 환승없이 Door-to-Door(D2D) 서비스를 제공할 수 있는 동적노선 기반 자율주행 대중교통 운영기술 개발, 이용자의 평균 니즈가 아닌 개별 모빌리티 니즈를 충족시킬 수 있는 개별 이용자 맞춤형 자율주행 대중교통서비스 기술 개발, 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 특화(공공성 강화)형 자율주행 시스템 개발 및 리빙랩 실증 등임
- 현재까지 (국-11)의 연구개발 현황은 서비스 운영, 자율주행시스템 구동 등에 대한 핵심기술 개발을 완료하여 시뮬레이션 검증이 완료되었음



[그림 135] 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티서비스 기술 개발(국-11)의 연구개발 현황
(출처: 25년 자율주행 리빙랩 협의체, 수원과학대학교 SINTEX, 2025. 3. 12)

- 국토교통부와 KADIF의 계획에 따라 (국-11)의 실증은 (국-7)의 가상환경, (국-8)의 K-City의 테스트환경을 거쳐 2026~2027년까지 자율주행 리빙랩으로 선정된 화성시 실제 공로상에서 실증을 진행할 예정임



[그림 137] 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티서비스 기술 개발(국-11)의 자율주행 리빙랩 실증 계획

(출처: 25년 자율주행 리빙랩 협의체, 수원과학대학교 SINTEX, 2025. 3. 12)

- 기존 「첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발」 사업에서는 첨단안전장치가 장착된 차량의 운행 단계 안전관리를 위한 정기검사 항목 선정과 검사에 요구되는 검사장비 사양 및 규격 선정, 검사 시나리오 개발, 시나리오 정합성 검증 등 첨단안전장치 검사 기반 기술 개발을 내용으로 수행됨



[그림 138] 첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발 비교

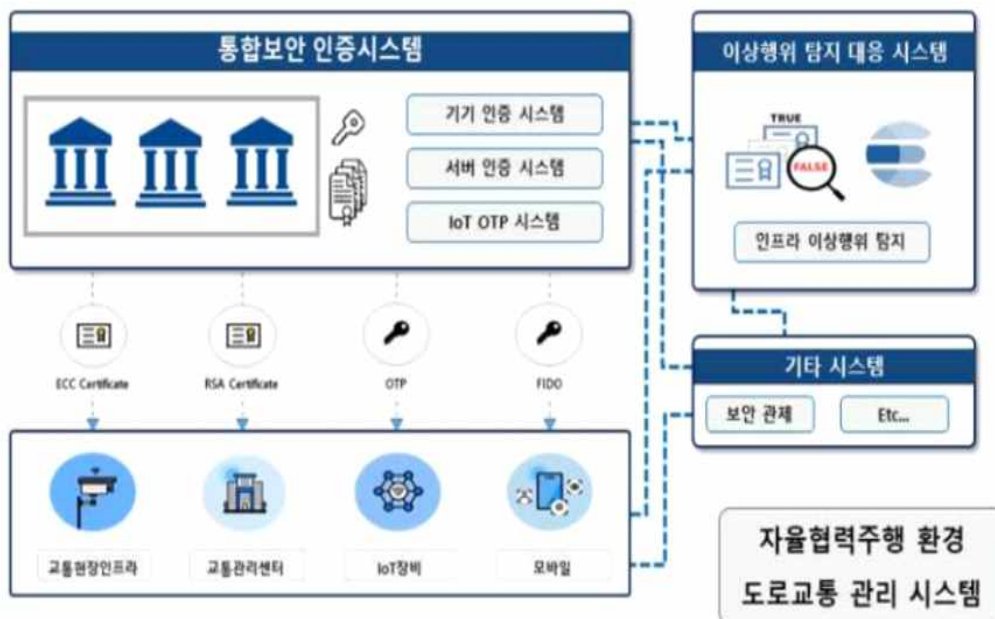


[그림 139] 실차 시뮬레이션 기반 시스템 안전성 평가기술 개발 비교

- 신규 사업은 기존 사업을 통해 제시된 검사 기반 기술을 바탕으로 첨단안전장치 검사를 위한 검사장비 양산화 등을 통해 민간검사소에도 활용이 가능하도록 보급형 장비를 개발하는데 차이가 있음
- 기술적 측면에서 기존 연구는 시제품 개발로 기술성숙도(TRL; Technology Readiness Level) 6단계에 해당하며 본 과제는 TRL 7~8단계에 해당하는 실용화를 넘어 양산을 위한 장비를 개발하는데 차이가 있음
- 「첨단안전장치 장착자동차 성능평가 검사기술 개발」을 통해 제시되는 첨단운전자보조지원시스템 장치별 검사 시나리오 및 검사장비 사양 및 규격서 등 기존 사업에서의 성과물을 반영한 검사장비 개발 및 제도화 기반 마련
- 검사장비 규격서를 통해 제시된 사양 및 규격을 적용하여 개발 프로세스 단축 및 상용화를 위한 최적화 설계 반영
- 선행 과제에서는 ACC, AEB, FCWS, LKAS, LDWS 항목에 대해 검사 가능하며, Gantry와 RTS를 추가한 향후 과제에서는 Cut-in, Cut-out 시나리오 구현 가능
- 뿐만 아니라 해당 장비는 조향이 가능한 장비로 차선 변경 시나리오, 차선 변경 시 후방 차량이 근접 해오는 시나리오 등 다양한 시나리오 검증 가능

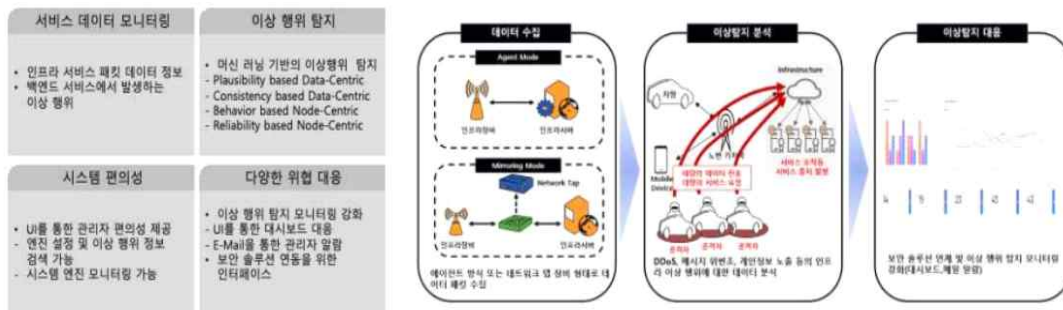
□ 자율주행 통합보안 인증시스템 분야 국내 선행연구로는 교통연구물류사업으로 ‘19년부터 ‘22년까지 추진된 자율협력주행 환경 도로교통 통합보안 인증시스템 및 이상탐지 기술개발 과제가 있음

- ‘자율협력주행 환경 도로교통 통합보안 인증시스템 및 이상탐지 기술개발’ 과제는 자율협력주행 도로교통 통합보안 인증시스템 및 이상탐지/대응기술 개발을 목적으로 국토교통부에서 추진한 교통물류연구사업임
- 인증된 사용자 기반 통합보안 인프라 구축 및 이상행위 탐지를 위한 도로교통체계 인프라 보안 가이드라인, 통합보안 인증시스템/관제시스템을 개발하여 자율협력주행 도로교통체계의 신뢰성과 안전 확보를 목표로 함



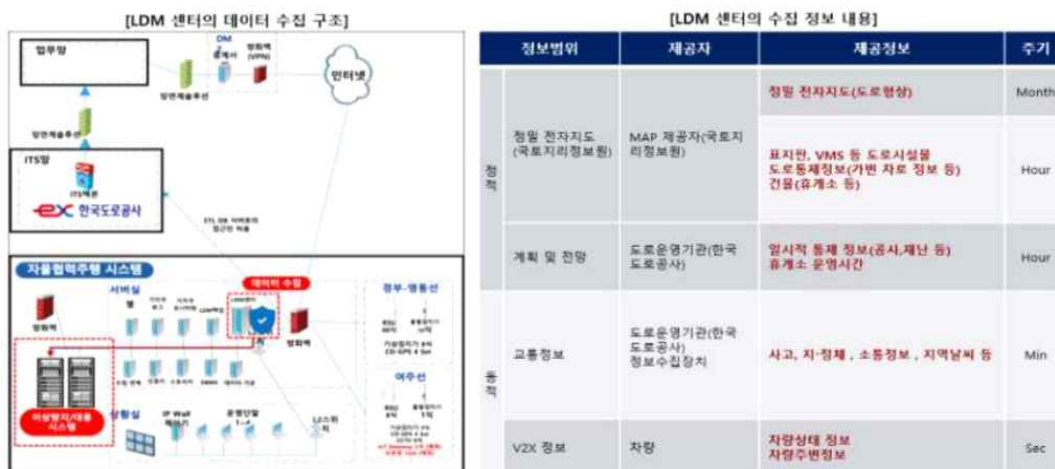
[그림 140] 자율협력주행 환경 도로교통 통합보안 인증시스템 및 이상탐지 기술개발 과제 개요

- 통합보안 인증시스템은 C-ITS를 구성하는 요소로서 차량, 노변기지국, 인증기관 외에도 교통관리 센터, 교통현장 인프라 등이 존재하며, 이에 대한 인증기술을 제공함
- 논문, 표준, 관련 문서 분석을 통해 자율협력주행 환경 인프라 보안을 위한 이상행위를 정의하고, 이상행위 탐지 절차 및 대응 방안을 수립함
 - 차량 외부 네트워크/ 도로교통 인프라에서의 이상행위(ex. 시스템 공격 및 신호 제어로 인한 이상상황 발생)를 정의



[그림 141] 보안 이상 탐지 대응 종류 및 탐지/대응 절차

- 탐지에 필요한 6가지 핵심모듈(관리, 데이터 수집, 데이터 적재, 이상 데이터 학습, 이상 행위 분석, 이상 행위 알람) 등 도로교통 체계 인프라 보안 이상 탐지 엔진을 설계함
- 도로교통 인프라 보안 이상 행위 데이터를 확보를 위해 동적정보 중 돌발검지기(Radar 기반) 데이터를 수집하여 이상 탐지에 사용함
- LDM 표준 기반 인프라 시스템에 사용된 정보는 정적정보 및 동적정보로 구성

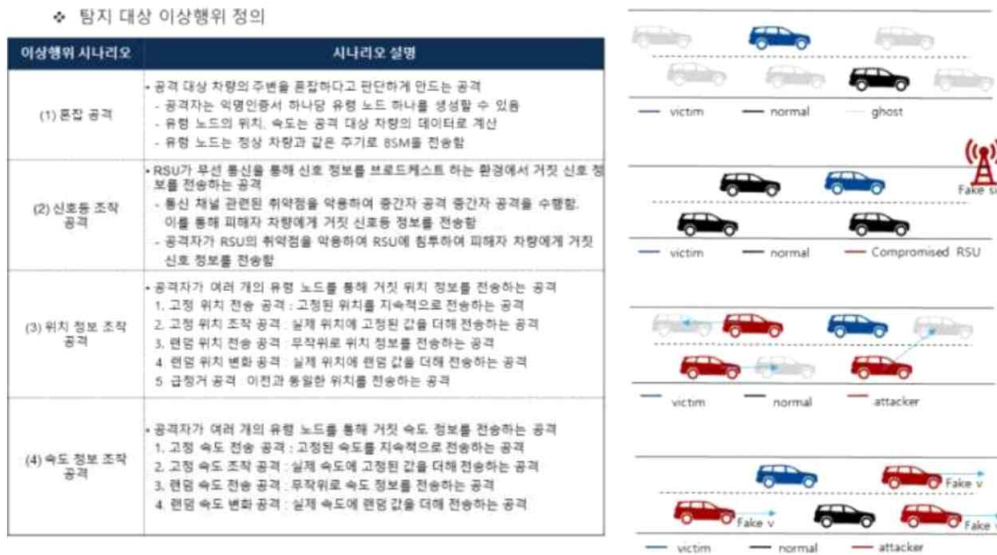


[그림 142] LDM 센터 수집 정보 내용

- 도로교통 통합보안 인증시스템 운영 및 시나리오를 개발하고 도로교통 인프라 보안 이상 (Misbehavior) 탐지 알고리즘을 설계함
- Local 차량에서 사용 가능한 도로교통체계 인프라 보안 이상 탐지(Local Misbehavior Detection) 알고리즘 설계
- 혼잡, 신호등 조작, 위치정보 조작, 속도 정보 조작 공격 등의 탐지 대상 이상행위 시나리오 정의
- DNN, LSTM 모델 등 딥러닝 기반 이상행위 탐지 알고리즘 설계



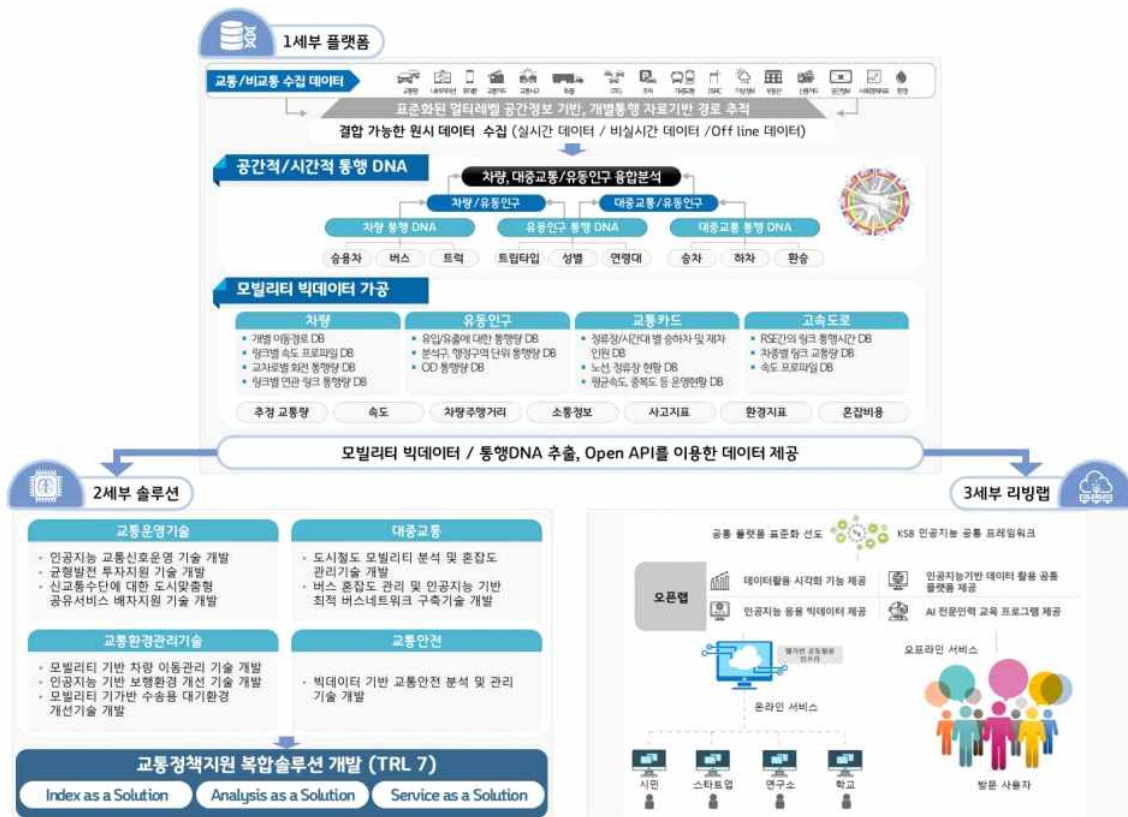
[그림 143] 도로교통 통합보안 인증시스템 운영 시나리오 및 흐름도



[그림 144] 도로교통 통합보안 인증시스템 탐지대상 이상행위

- 통합보안 인증시스템 공인시험 시나리오 작성, 인증시스템 운영 평가 도구 설계/개발 등의 통합보안 인증시스템 검증을 수행함
- 서비스 보안 관리, 사용성, 기능관리, 성능관리 등 통합보안 인증시스템 인증기관 특성 및 운영 시나리오별 적합한 운영 기준을 산출
- 4년간 총 51억원이 투입되며, 통합보안 인증 및 이상행위 대응 기술 실증을 통해 자율협력주행 시 인프라 보안 강화 및 통합인증 관련 원천기술을 확보하고자 함

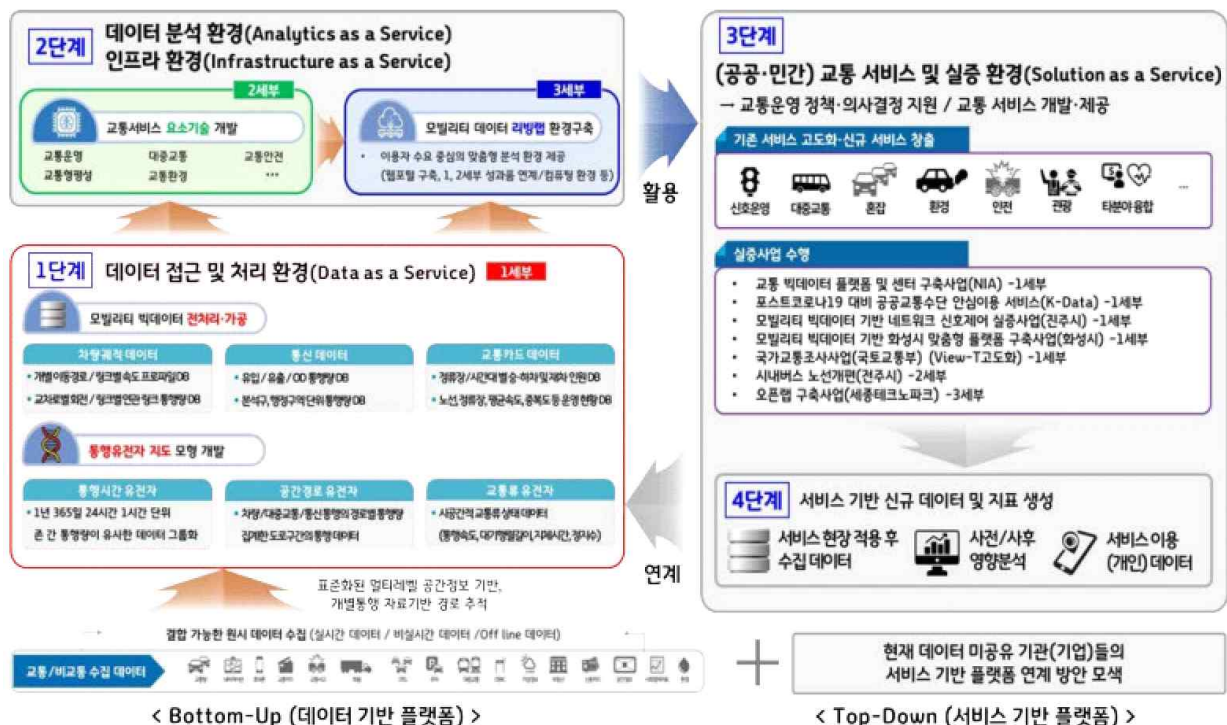
- 데이터 플랫폼 분야 국내 선행연구로는 ‘18년부터 ‘22년까지 수행한 교통물류 연구사업의 ‘인공지능 기반의 미래교통 운영 기반기술 개발 및 활용’ 과제가 있음
- 교통물류연구사업은 교통사고 사망자 수 및 교통혼잡·물류비용 감소, 쾌적한 도로 환경을 위한 배출가스 저감 등을 목적으로 국토교통부에서 진행한 사업임
 - ‘인공지능 기반의 미래교통 운영 기반기술 개발 및 활용’ 과제는 교통물류연구사업 중 막힘없는 첨단교통 사업¹⁹³⁾에 포함된 R&D과제임
 - ‘인공지능 기반의 미래교통 운영 기반기술 개발 및 활용’ 과제는 공공·민간 협동형 교통 빅데이터 플랫폼 개발, 인공지능 기반 교통운영기술 개발 등을 통한 다양한 교통 서비스 제공 및 정책지원 기술 개발을 목적으로 함
 - 4년 6개월간 약 200억이 투입되어 공공-민간 모빌리티 빅데이터 공유·활용 생태계 구축, 교통플랫폼 및 인공지능 기반 교통정책지원 솔루션 개발, 클라우드 오픈랩 시스템 구축 및 온디맨드 신규 교통 서비스 개발 지원을 위한 과제가 추진되었음
 - 1세부(플랫폼 개발), 2세부(솔루션 도출), 3세부(리빙랩 구축) 총 3세부로 구분됨



[그림 145] '인공지능 기반의 미래교통 운영 기반기술 개발 및 활용' 연구 흐름도

193) 자율주행 대중교통-상용차 군집주행 등을 위한 신호통수단 및 자율협력 도로시스템 개발과 AI-빅데이터 기반 국가교통 운영관리 시스템 구축 등을 추진

- 1세부는 교통/비교통 데이터 활용을 위한 공공-민간 상생형 교통플랫폼 개발을 수행함
- 공공, 민간 등 다수의 기관에서 수집되는 교통정보를 융합·공유·분석·시각화가 가능한 교통 빅데이터 플랫폼을 구축하고 시범운영하는 것으로 목표로 함
 - 교통/비교통 데이터 통합, 가공 및 제공을 위한 플랫폼과 데이터 표준 관리분석 체계 설계, 통행 DNA 및 핵심 교통지표 DB 구축, 플랫폼 운영 시스템 및 인터페이스 개발을 수행함
 - 데이터 기반 플랫폼 구축(데이터 수집·저장·가공 등 시스템 설계 등), 요소기술 및 솔루션 개발(공공, 민간 서비스를 위한 지표·요소기술·솔루션 등 개발), 교통 서비스 제공, 서비스 기반 플랫폼 연계 단계의 반복적 순환을 통해 데이터 공유 생태계를 조성할 수 있는 대규모 S2 MODE 플랫폼¹⁹⁴⁾을 구축함
 - 주행 경로, 교통류의 미시적 정보를 분석·저장·추출할 수 있는 교통정보와 차량 궤적, 교통카드, 통신 등 다양한 형태와 제공방식으로 수집되는 비교통정보를 효과적으로 적재·가공·제공할 수 있음



[그림 146] S2 MODE 플랫폼 구상도

194) S2 MODE(Sustainable Service on Mobility Online Duplex Environment) 플랫폼은 데이터 기반 플랫폼(Bottom-Up), 서비스 기반 플랫폼(Top-Down) 방식의 장점을 조합한 새로운 형태의 플랫폼

○ 2세부는 구축한 교통플랫폼 기반 신규 교통서비스 솔루션 개발을 수행함

- 인공지능 기반 교통 빅데이터 분석을 통해 교통 운영관리 및 교통정책 의사결정 지원에 활용되는 교통 솔루션 및 비즈니스 모델 개발에 목표를 둠
- 구축한 교통플랫폼과 빅데이터 및 인공지능 기반 총 교통분야 요소기술 바탕의 미래교통 운영 솔루션을 설계하였고, 비교통 분야의 이용자도 교통플랫폼과 솔루션을 활용할 수 있도록 API 커넥터를 이용한 교통정책지원 연계 솔루션을 개발함
- 미래교통운영 기술을 지표(Index), 분석(Analysis), 서비스(Service) 범주로 묶어 공공, 민간에게 교통문제 해결을 위한 솔루션으로 제공할 수 있음
- 미래교통운영 솔루션(10개)
 - ①인공지능 기반 데이터 분석/활용 기술(교통신호운영)
 - ②빅데이터 기반 교통안전 분석 및 관리기술
 - ③모빌리티 기반 대기 환경 개선 기술
 - ④모빌리티 기반 차량이동 관리 기술
 - ⑤인공지능 기반 보행환경 개선 기술,
 - ⑥도시철도 모빌리티 분석 및 혼잡도 관리 기술
 - ⑦버스 노선체계 적합도 분석 및 조정 지원
 - ⑧신교통수단에 대한 도시 맞춤형 공유 서비스 배차 지원 기술
 - ⑨균형발전 투자지원 기술
 - ⑩교통 빅데이터의 국내 관광데이터 변환 및 분석 솔루션

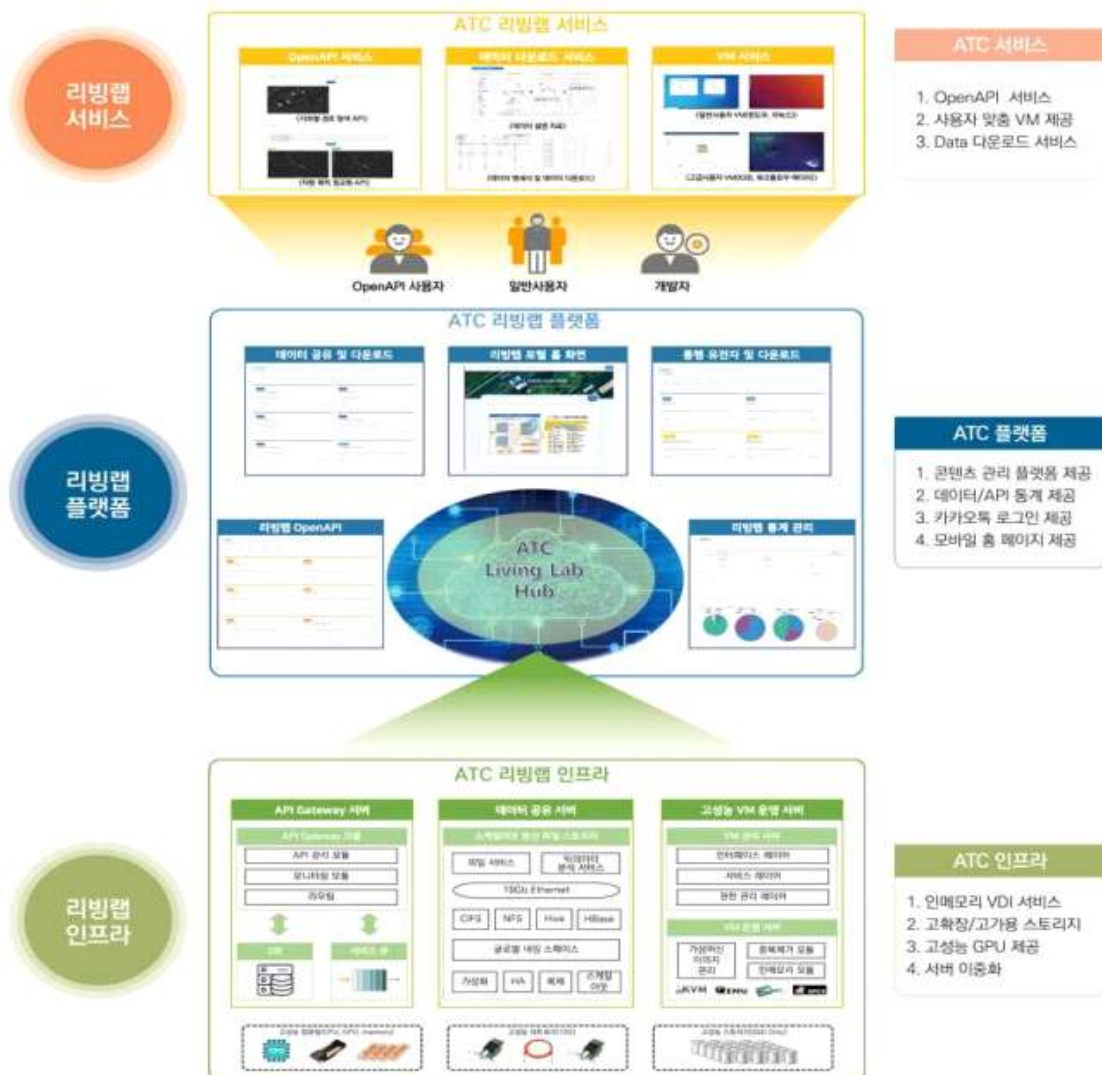
2세부(솔루션) 교통정책의사결정지원 및 교통서비스제공



[그림 147] 교통운영 기반 솔루션 개발 개념도

○ 3세부는 클라우드 기반으로 데이터 공유 환경을 구축함

- 공공-민간 상생형 빅데이터 공유 활용을 위한 온라인 생태계 구축 및 미래 교통체계 도입효과 분석·관리를 위한 클라우드 기반 교통 데이터 공유 플랫폼 개발을 목표로 함
- 교통플랫폼과 교통서비스 솔루션을 연계하여 클라우드 기반의 이용자 맞춤형 데이터 가공과 AI 분석 및 서비스 개발을 위한 도구를 제공하는 리빙랩을 구축하고 관련 업계 활성화를 위한 교육, 지원체계를 구축함
- 교통 DNA 데이터(통행, 교통유전자 등) 구축 및 이용자 맞춤형 데이터 제공, 전문가/비전문가를 위한 리빙랩 가상 공간 제공, 빅데이터 및 인공지능 기반 데이터 분석 방법 및 서비스 제공, 고성능 컴퓨팅 자원 제공 등의 특징을 가지고 있음



[그림 148] 리빙랩 플랫폼 전체 구성도

- 타 분야 국내 선행연구로는 ‘17년부터 ‘20년까지 수행한 국가표준기술력향상사업의 ‘자율주행차의 실용화 촉진을 위한 자동차-ITS-ICT 융합 표준화 기반 조성’ 과제가 있음
- 해당 과제는 자율주행 기술의 시장 실용화를 지원하고, 국제 표준화를 주도하기 위한 융합 표준화 기반을 마련하고자 산업통상자원부 국가표준기술력향상사업의 일환으로 추진되었음
 - 본 과제를 통해 자율주행차 기술의 실증을 위한 상호운용성 확보 및 국제표준 기구 활동 연계를 통해 국내 기업의 글로벌 진출 기반 마련을 지원함
 - ‘자율주행차의 실용화 촉진을 위한 자동차-ITS-ICT 융합 표준화 기반 조성’ 과제는 표준을 통한 자동차-ICT-ITS 연계, 일원화된 체계적 표준화 대응을 목적으로 함
 - 3년간 약 6.3억을 투입하여 자동차, ITS/ICT 분야의 표준을 담당하고 있는 주요 기관이 자율주행 분야 국가표준화 코디네이터를 중심으로 표준화 활동을 지원하는 체계 구축
 - 또한, 세미나와 워크샵, 기술보고서 발간 등을 통해 자동차-ITS-ICT 산업계의 자율주행자동차 관련 표준 니즈를 충족시키고, 향후 표준화 활동이 지속적으로 운영될 수 있는 기반을 마련함
 - 총 4차년도의 사업으로 각 연도별 목표 및 연구 성과는 아래와 같음
 - 1차년도 : 자율주행 시스템 및 요소기술에 대한 국제 및 국내 표준화 대응체계 구축을 위한 인적 네트워크 구성 및 표준화 코디와의 협력체계 구축
 - 국가표준 1건 제안, 단체표준 2건 제안, ISO/TC22/SC33/WG11의 컨비너 활동
 - 네트워크/포럼 6회(자율주행차 표준화연계협력위원회 구성 4회 등)
 - 표준이행 성과분석 보고서 3건(자율주행차 관련 분야별 표준화 현황, 자율주행차 표준화연계 R&D, 자동차 통합안전, 인프라 등의 융합 표준화 로드맵 및 전략)
 - 기타 표준화 성과 홍보 1건
 - 2차년도 : 자율주행 시스템 및 요소기술에 대한 국제 및 국내 표준 제안 및 제정 활동을 진행하고, 1차년도에 구축한 인적 네트워크와 표준화 코디와의 협력체계를 기반으로, 표준화 기반을 조성하기 위한 활동 실시
 - 국제표준 NP 제안 2건, CD 승인 1건, 국가표준 제정 1건, 개정제안 1건, 단체표준 신청 2건, 제정 2건, ISO/TC22/SC33/WG11의 컨비너 지속
 - ISO/TC22/SC32 관련 회의 개최

- ISO/TC22, ISO/TC22/SC33 참가 및 작업반회의
- ISO/TC204 총회 및 ISO/TC204/WG14, WG18 참가
- 표준화 전문인력 양성교육 및 세미나 (3회), 산학연관 간담회 (2회)
- 자율주행차 표준화연계협력위원회 구성 운영 (4회)
- 자율주행차 표준화 우선분야 추진전략 및 기업참여 활성화 방안, 자율주행차 R&D 표준특허 현황 분석 및 비즈니스 연계 전략 등 보고서 제작 및 배포
- 오토저널 및 ITS 스탠더드 등을 통한 표준화 성과 홍보 1건

- 3차년도

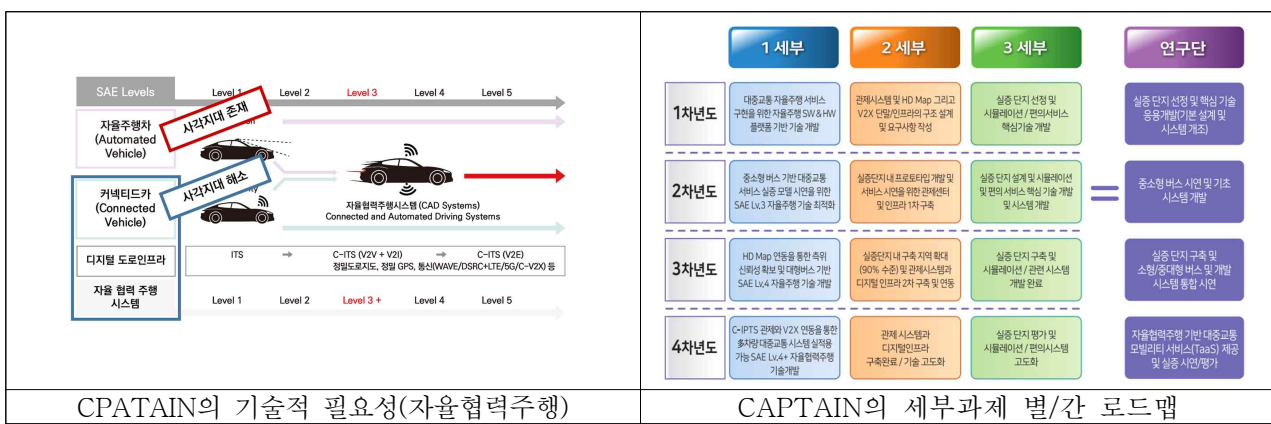
- 국제표준 CD 승인 1건, 국가표준 개정 1건
- 단체표준 제안 2건, 제정 2건
- ISO/TC22/SC33/WG11의 컨비너 지속
- ISO/TC22, ISO/TC22/SC33 참가 및 작업반회의
- ISO/TC204 총회 및 ISO/TC204/WG14, WG18 참가
- 표준화 전문인력 양성교육 및 세미나 (2회), 산학연관 간담회 (2회)
- 자율주행차 표준화연계협력위원회 구성 운영 (4회)
- 장기적 국제표준화 대응 체계 구축 및 단체표준 운영방안 등 보고서 제작 및 배포
- 오토저널 및 ITS 스탠더드 등을 통한 표준화 성과 홍보 1건

- 4차년도

- 국제표준 DIS 승인 1건, IS 제정 1건, 단체표준 제정 2건
- ISO/TC22/SC33/WG11의 컨비너 지속
- ISO/TC22, ISO/TC22/SC33 참가 및 작업반회의
- ISO/TC204 총회 및 ISO/TC204/WG14, WG18 참가
- 자율주행차 표준화 성과 발표 국내포럼 개최
- 국가표준 코디네이터를 중심으로 자율주행차 표준화연계협력위원회 지속적 운영
- 국내 실용화 촉진을 위한 표준화 로드맵 및 산업체 활용 방안 등 보고서 제작 및 배포
- 오토저널 및 ITS 스탠더드 등을 통한 표준화 성과 홍보 1건

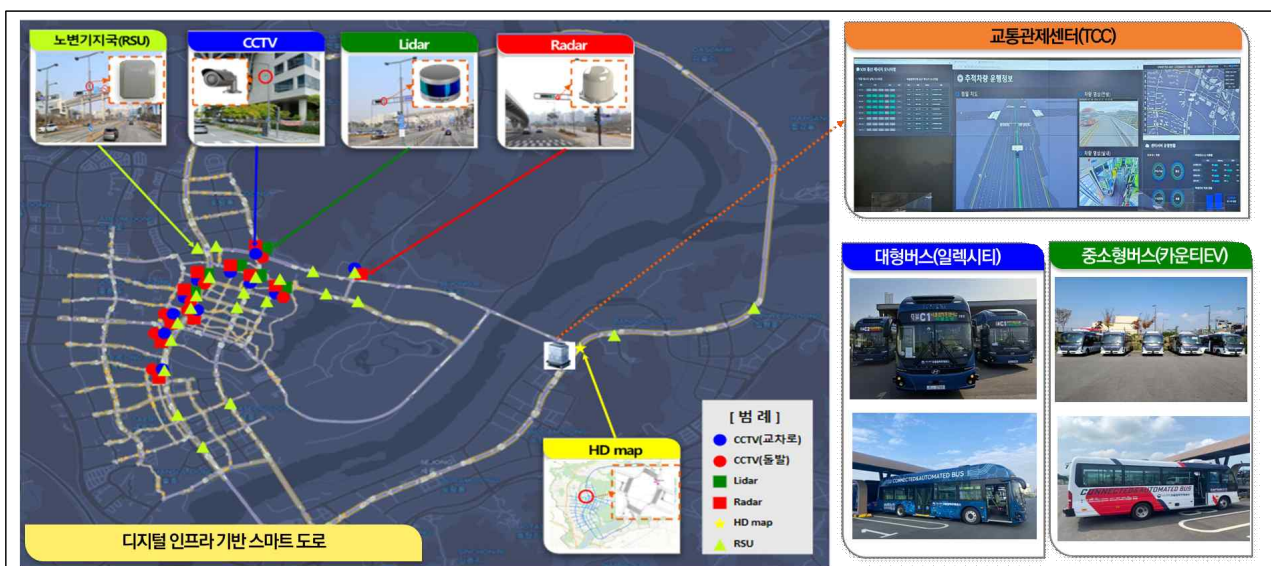
□ 이밖에 또 따른 대표적인 국내 선행연구로는 자율주행기반 대중교통시스템 실증 연구(2018~2021)로서 자율협력주행기반 대중교통시스템 혁신사업(Connected & Automated driving based Public Transport system INnovation, 이하 CAPTAIN)임

○ CAPTAIN은 기존 자율주행차(레벨3)의 주행능력을 보다 안전하고 안정적으로 고도화하기 위하여 C-ITS 기반 디지털도로인프라와 연계한 자율협력주행 기반 기존 대중교통시스템을 혁신하기 위하여 추진함



[그림 150] 자율주행기반 대중교통시스템 실증(CAPTAIN) 개요

○ CAPTAIN의 성과물은 실증단지(세종시)내 BRT 버스전용차로와 주변 지선도로 간의 실시간 환승서비스 구현을 통하여 자율협력주행기반 대중교통시스템의 혁신방향을 제시함



[그림 151] 자율주행기반 대중교통시스템 실증(CAPTAIN)의 주요 성과물

- CAPTAIN는 실증단지(세종시)에 자율주행버스(대형버스 3대, 중소형셔틀 5대)가 C-ITS 기반 디지털 도로인프라, 교통관제센터 등과 실시간 연계를 통하여 안전하고 안정적인 자율주행과 모빌리티서비스를 구현함



(상) 4개 서비스군 및 12개 세부서비스 시나리오

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	자율 C2	BRT구간 반시계방향		-	
		3	자율 D1	자선구간 Trip 1		-	
중소형 자율협력주행 전기버스	현대자동차 카운티EV	4	자율 D2	자선구간 Trip 2	7.7km	-	
		5	자율 D2	자선구간 Trip 2	7.7km	-	
		6	자율 D2	자선구간 Trip 2	7.7km	-	

(하) 자율주행차 시범운행지구(세종시)내 CAPTAIN 실증구간

[그림 153]자율주행기반 대중교통시스템 실증(CAPTAIN) 서비스

- CAPTAIN의 성과물과 서비스 기술은 「자율주행자동차법」의 제정(‘20. 5) 이후에 추진되고 있는 지자체별 자율주행차 시범운행지구에서 자율주행 대중교통서비스의 추진 정책 및 기술에 반영되어 추진하고 있음



[그림 154] CAPTAIN 이후 지자체 자율주행차 시범운행지구 확대

5. 연구개발 투자 현황 분석

- 국내 자율주행차와 관련된 총 연구비 규모를 파악하기 위해 NTIS 상세검색 및 스크리닝을 활용해 자율주행과 직접적인 연관성을 갖는 약 1,683개의 연구과제 목록을 확인함
- NTIS의 상세검색에서 키워드 ‘자율주행’으로 검색 시 총 3,163개의 과제를 확인했으며, 해당 목록에서 다음과 같은 목록을 제외하고 자율주행차와 직접적인 연관성을 가지는 1,683개 과제 목록을 추출함
- ‘농기계’, ‘스마트 팩토리’, ‘로봇’ 등 도심 자율주행차를 타겟으로 하지 않는 연구
 - AI나 센서 등 기초연구 성격이 강하고 넓은 범위에 적용 가능한 연구
 - 직접적 연구비 지원이 아닌 인재 양성, 교육 운영 등 간접 투자에 해당하는 연구비 지원
 - 그 외 자율주행 키워드를 가지지만 수소차, 충전 인프라 등 자율주행과 관련성이 낮은 연구
- 해당 목록을 ‘자율주행차 분야’ 연구과제로 정의하고 기준년도, 부처명, 수행기관, 과제명, 연구 단계 분류, 기술분류, 연구내용 요약, 연구비(국가, 민간, 국가+민간) 등의 내용을 분석에 사용함

<표 67> 자율주행 자동차 분야 연구과제 목록

(단위 : 백만 원)

기준년도	부처명	과제명	국가 연구비	총 연구비
2023	과기부	설명가능 인공지능 및 메타학습 기반 자율주행 차량의 주행 경험 개인화 평가 프레임워크 연구	50.74	50.74
2023	과기부	교통혼잡 해소를 위한 블록체인 기반 협력적 자율주행 운영기술 연구	48.12	48.12
2023	산업부	중고속 일반-자율주행차 혼합류 대응을 위한 미래차 주행데이터 취득장치 개발 및 운전행태 DB 확보	1,500.00	1,695.00
...	...	...	...	...
2014	미래창조과학부	적응형 자율주행 인간-차량 인터랙션의 하향식 규범 모델 연구	50.70	50.70
2014	중소기업청	자율주행차량 사고예방 및 회피를 위한 저가용 2D 라이다(LIDAR) 기술	245.00	410.00
2014	산업부	자율안전 주행을 위한 협력제어통신/보안 기술 및 핵심 코어 칩 개발	1,500.00	2,000.00

□ NTIS에서 자율주행차 분야 과제 목록을 추출한 결과, 최근 10년간('14~'23) 실시된 과제 수는 약 712개 정도이며, 연간 총 과제비는 증가하는 추세임

○ 총 1,686개의 과제 중 단일년도 기준 계속사업 과제는 712개로 '14년부터 '22년까지 연구 과제수는 꾸준히 증가했으며, '23년도에 소폭 감소함

<표 68> 최근 10년간 자율주행차 분야 연구과제수 및 연구투자비

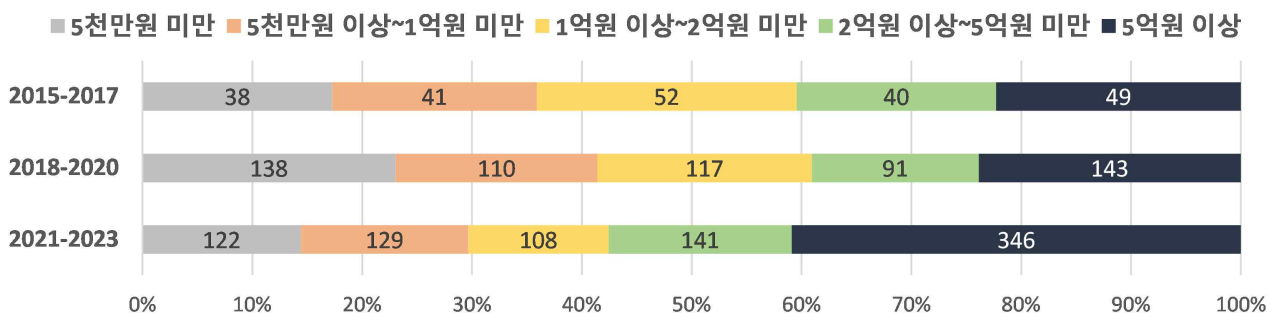
(단위: 백만 원)

연도	연구과제수*	정부투자 연구비	민간 연구비	총 연구비
2014	18	6,216	1,829	8,045
2015	34	9,142	2,267	11,409
2016	66	21,441	7,109	28,549
2017	120	47,456	14,977	62,433
2018	152	66,583	29,253	95,836
2019	203	90,981	37,329	128,310
2020	244	130,970	51,997	182,967
2021	279	186,293	48,772	235,065
2022	286	190,159	45,616	235,775
2023	281	233,308	48,184	281,492

* 연구과제수는 그 해 신규사업, 계속사업을 모두 포함(전체 1,683개)

□ 연구과제수뿐 아니라 연구과제별 지원비 규모도 증가하는 추세를 보이며 특히 최근 3년('21~'23)에 들어서 5억 원 이상 대형 과제의 비중이 증가함

○ 3개년 별로 묶어서 연구과제 규모를 비교해 보면 최근 3년('21년도~'23년도)에 들어서 5억 원 이상 대형 과제 수가 346개(40.9%)로 '18년도~'20년도 143개(23.9%)에 비해 규모와 비중 모두 증가함



[그림 155] 연도별(3개년 묶음) 연구과제 규모 비중

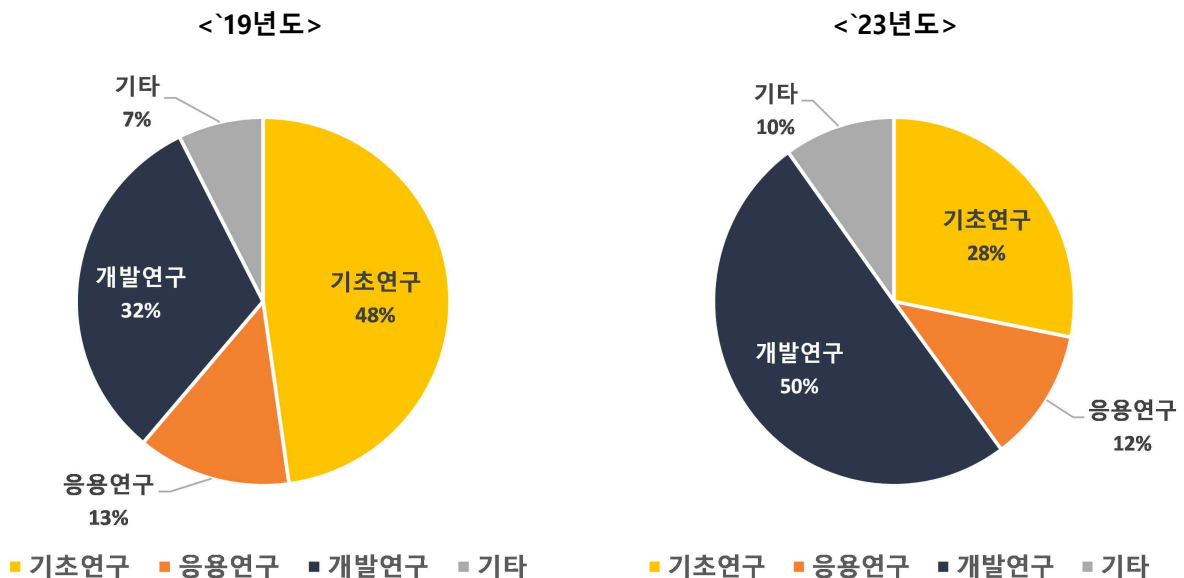
□ 평균 연구과제 규모 증가는 자율주행 기술이 부분적으로 상용화 단계에 다다르며 실증 및 인프라 구축 등 개발 연구의 비중이 늘어난 상황에 영향을 받음

○ 최근 10년간 연간 연구비합계 상위 10개 과제 중 9개 항목이 실증·인프라 구축 관련 사업이며 모두 최근 6년간('18~'23) 시행되었음

<표 69> 자율주행차 분야 연구과제 규모 기준 상위 10개 과제

규모 순위	부처명	과제명	시행 년도	연구비 (백만 원)
1	산업부	미래차 디지털 융합산업 실증플랫폼 구축	2022	16,338
2	과기부	자율주행·C-ITS 서비스를 위한 5G V2X 융합기술 개발 및 실증	2020	15,857
3	과기부	자율주행·C-ITS 서비스를 위한 5G V2X 융합기술 개발 및 실증	2019	14,887
4	과기부	자율주행·C-ITS 서비스를 위한 5G V2X 융합기술 개발 및 실증	2018	12,943
5	산업부	미래차 디지털 융합산업 실증플랫폼 구축	2023	12,727
6	과기부	자율주행 레벨4급의 기능안전성 인공지능 반도체 개발	2023	11,354
7	국토부	도심도로 자율협력주행 안전·인프라 연구	2021	11,012
8	산업부	새만금지역 상용차 자율주행 테스트베드 구축사업	2021	10,362
9	국토부	도심도로 자율협력주행 안전·인프라 연구	2020	9,892
10	산업부	새만금지역 상용차 자율주행 테스트베드 구축사업	2020	9,405

○ 연도에 따라 연구 단계별 비중을 보면 '19년도에 비해 '23년도에는 실증, 도로·테스트베드 인프라 구축, 시스템 개발, 서비스 개발 등을 포함하는 개발 연구 비중이 증가함



[그림 156] '19년도(왼쪽) 및 '23년도(오른쪽) 연구과제의 연구 단계별 비중

□ 자율주행차 분야에 투자되는 연구비는 자동차 산업의 지정학적, 기술적 특성상 정부 투자가 높은 비중을 보임

○ 자율주행차 전체 연구비 중 정부 R&D 투자가 높은 비율을 차지하는 상황으로, 정부 주도로 자율주행 연구가 이뤄지고 있음을 알 수 있음

- 일반적으로 정부 R&D 투자는 국내 총 R&D 투자에서 대략 20%~30% 정도를 차지*

* '22년 기준 국내 총 연구개발비는 112.6조 원이고 정부 R&D는 29.8조 원이며 대략 이 비율이 유지되어 있음¹⁹⁵⁾

- 자율주행 관련 연구과제의 정부 R&D 투자 비중은 '23년 기준 82.9%, 최근 10년 평균은 77.4%로 일반적인 R&D의 정부 투자 비중과 비교해 높은 값

<표 70> 최근 10년간('14~'23) 자율주행차 분야 투자 연구비

(단위: 백만 원)

연도	정부투자 연구비 (A)	민간연구비	자율주행차 전체 연구비 (B)	전체 연구비 중 정부투자 비율 (A/B)
2014	6,216	1,829	8,045	77.3%
2015	9,142	2,267	11,409	80.1%
2016	21,441	7,109	28,549	75.1%
2017	47,456	14,977	62,433	76.0%
2018	66,583	29,253	95,836	69.5%
2019	90,981	37,329	128,310	70.9%
2020	130,970	51,997	182,967	71.6%
2021	186,293	48,772	235,065	79.3%
2022	190,159	45,616	235,775	80.7%
2023	233,308	48,184	281,492	82.9%

○ 정부 R&D 투자의 높은 비율은 자동차 산업 특유의 지정학적 중요성, 국토교통과의 연관성 등의 특성 등에서 기인함

- 자동차 산업은 국가 경쟁력을 결정하는 첨단 제조업이며 전동화, AI 변환, 5G 도입 등에 따라 관련 기술이 고도화되는 현황

- 자율주행의 안전성 제고, 상용화를 위한 실증 및 인프라 확보·제도적 기반 마련에 정부의 역할이 필수적으로 필요

- '신성장 4.0 전략 추진계획'에서 제시한 '30년까지 자율주행 관련 인프라 완비 계획과 방향 일치

195) 우리나라 '22년 R&D투자(정부+민간)는 총 112조원, 과기부 보도자료, 2023.12.07.

□ '23년 국가 R&D 예산 총 30.7조 원에서 0.76% 정도가 자율주행 자동차에 투자되고 있으며 이 비율은 '14년 0.03%에서 10년간 계속해서 증가해 왔음

○ 정부 R&D 예산이 2배 가까이 증가했음에도 자율주행차 정부 투자 연구비의 비중은 증가함

<표 71> 자율주행차 분야 정부 투자 연구비의 전체 정부 R&D 예산 대비 비중

(단위: 백만 원)

연도	자율주행차 정부 투자 연구비 (A)	정부 R&D 전체 예산 (B)	자율주행차 연구비 비중 (A/B)
2014	6,216	17.8조 원	0.03%
2015	9,142	18.9조 원	0.05%
2016	21,441	19.1조 원	0.11%
2017	47,456	19.5조 원	0.24%
2018	66,583	19.7조 원	0.34%
2019	90,981	20.5조 원	0.44%
2020	130,970	24.2조 원	0.54%
2021	186,293	27.4조 원	0.68%
2022	190,159	29.8조 원	0.64%
2023	233,308	30.7조 원	0.76%

□ 국내 자율주행차 분야 연구는 초기에 연구기관과 대학에서 주도했으나 '18년도부터 기업이 주도하며 투자 규모도 빠르게 증가하기 시작함

○ '18년도 기업 연구비 집행 규모가 전년 대비 3배 이상 증가하며 국가연구기관과 대학의 연구비 집행 규모를 역전함

○ '23년도 기업 연구비 규모는 전체 연구비의 50% 가까이 차지하고 있으며 사업화와 밀접한 기술 개발이 주로 이뤄지고 있음을 짐작할 수 있음

<표 72> 자율주행차 분야 연구수행 주체별 연구비 집행 규모

(단위: 백만 원)

연도	국가연구기관 (국공립+출연연구원)	기업 (대기업+중견+중소)	대학	기타*	합계
2014	2,674	2,660	2,453	258	8,045
2015	3,820	2,072	3,426	2,092	11,409
2016	6,224	7,776	8,786	5,764	28,549
2017	12,282	10,529	11,072	28,550	62,433
2018	10,030	34,736	12,157	38,913	95,836
2019	11,989	56,194	18,554	41,573	128,310
2020	20,022	84,442	16,223	62,280	182,967
2021	29,669	87,194	16,493	101,709	235,065
2022	31,768	104,096	14,280	85,630	235,775
2023	48,900	139,390	17,457	75,745	281,492

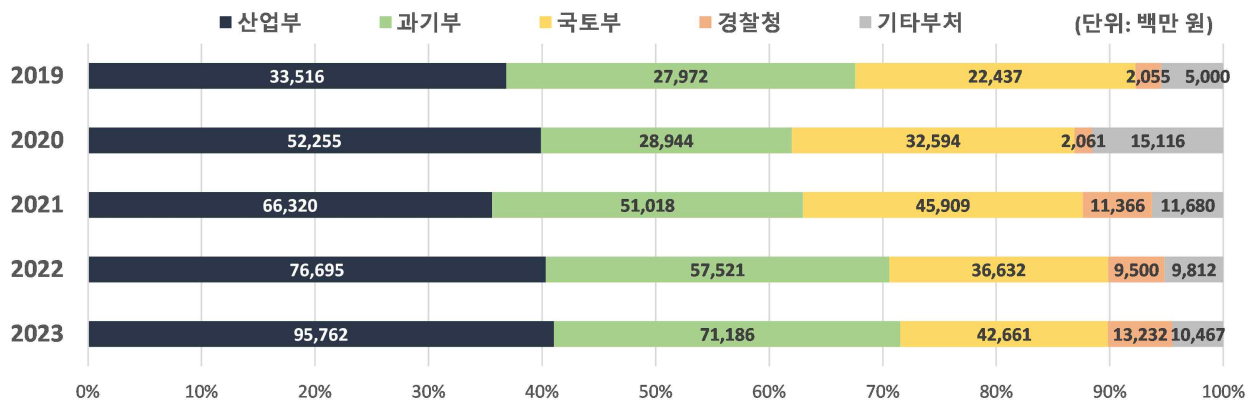
* 공사, 공단, 협회, 진흥원 등을 포함

□ 자율주행차 분야 연구의 수행 주체는 산업부, 과기부, 국토부가 90% 정도를 주관하고 있고 '21년부터 경찰청도 자율주행차 분야 연구 비중이 증가하기 시작함

○ 최근 5년간('19년~'23년) 산업부, 과기부, 국토부, 경찰청에서 자율주행차 연구에 투자한 비율은 90% 가까이 차지하며, 산업부는 '23년 전체 40% 이상을 차지함

○ 경찰청은 기술 도입을 위한 도로교통 시스템 연구의 필요성 등장에 따라 '21년부터 연구 비중이 확대된 것으로 나타남

○ 그 외 기타부처 비중은 중기부와 교육부가 차지하고 있으며 중기부는 '창업성장 기술개발사업' 등을 중심으로 중소기업 혁신 연구를, 교육부는 '개인기초연구' 또는 '이공학 학술연구' 등의 사업을 명목으로 기초연구 성격의 과제를 주로 지원하고 있음



[그림 157] 부처별 자율주행 분야 국가연구비 투자 추이

□ 중기부와 교육부는 소규모 연구 위주로 여러 개 과제를 지원하여 연구비 비중은 10% 안팎임에도 연구과제수는 20~30% 비율을 차지함

<표 73> 부처별 자율주행차 분야 국가연구비

연도	산업부	과기부	국토부	경찰청	기타부처*	전체	4개 부처 비중
2019	33,516	27,972	22,437	2,055	5,000	90,981	94.5%
2020	52,255	28,944	32,594	2,061	15,116	130,970	88.5%
2021	66,320	51,018	45,909	11,366	11,680	186,293	93.7%
2022	76,695	57,521	36,632	9,500	9,812	190,159	94.8%
2023	95,762	71,186	42,661	13,232	10,467	233,308	95.5%

* 중기부와 교육부

<표 74> 부처별 자율주행차 분야 연구과제수

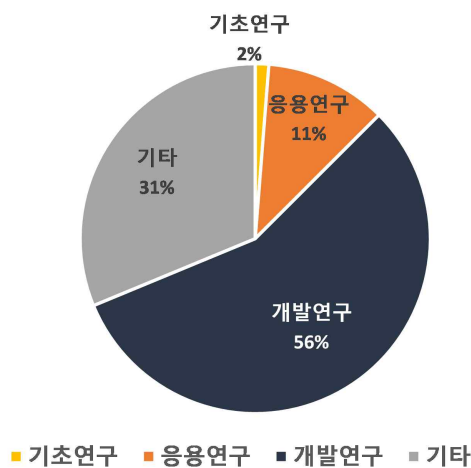
							(단위: 개)
연도	산업부	과기부	국토부	경찰청	기타부처	전체	4개 부처 비중
2019	37	79	20	3	64	203	68.5%
2020	59	85	16	3	80	243	67.1%
2021	69	111	23	8	67	278	75.9%
2022	72	121	20	5	66	284	76.8%
2023	80	109	23	7	59	278	78.8%

□ 산업부는 가장 많은 자율주행 관련 사업을 진행하고 있고 서비스, 모듈, 국제 표준, 실증 등 산업기술 혁신 또는 실용화와 관련된 연구를 주로 진행함

○ ‘미래차디지털융합산업 실증플랫폼구축’, ‘자율주행기술개발혁신사업’, ‘자율주행기술 개발’, ‘국가표준기술개발 및 보급’ 등 가장 많은 자율주행차 연구개발 지원 사업을 진행 중임

- 연구비 비중은 최근 5년간(‘19년~‘23년) 부처 중 가장 높으나 지원 과제 수는 과기부 보다 적으며, 주로 산업 경쟁력을 키울 수 있는 품목을 지정해 개발연구 과제를 지원

* ‘23년 기준 80개 과제 중 52개 과제가 품목지정형 과제



(단위: 개)		
연구 단계	5억 미만	5억 이상
기초연구	1	0
응용연구	3	6
개발연구	10	35
기타	11	14
전체	25	55

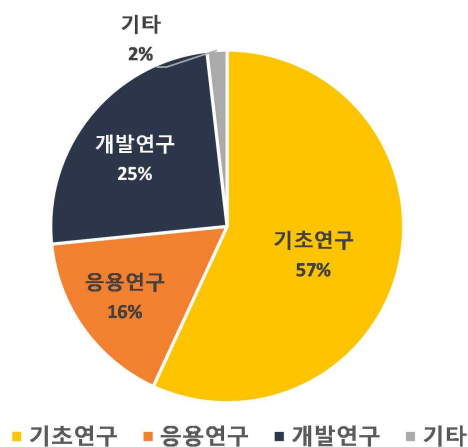
[그림 158] '23년 산업부 연구과제 연구 단계별 비중 및 규모

□ 과기부는 최근 5년간('19년~'23년) 가장 많은 과제를 지원하고 있으며 제어시스템, 인공지능, 네트워크 보안, 측위, 센서 등 다양한 분야에 걸쳐 기술 개발 위주의 연구를 진행함

○ '정보통신·방송 기술개발사업 및 표준개발지원사업', '자율주행기술개발혁신사업', '개인기초연구' 등의 사업을 위주로 자율주행차 연구를 지원하고 있음

- 과제 중 '개인 기초연구'가 높은 비중을 차지하며 자유공모 형식으로 다양한 범위의 기초연구 과제를 지원

* '23년 기준 109개 과제 중 73개 과제가 자유공모형 과제



(단위: 개)

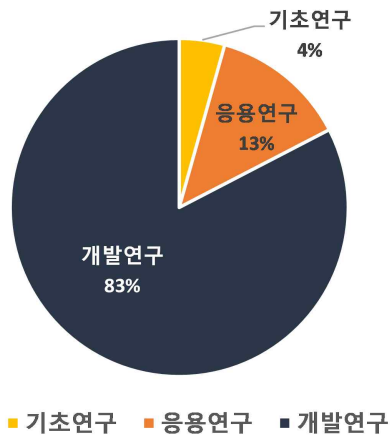
연구 단계	5억 미만	5억 이상
기초연구	62	0
응용연구	9	9
개발연구	5	22
기타	0	2
전체	76	33

[그림 159] '23년 과기부 연구과제 연구 단계별 비중 및 규모

□ 국토부는 국토를 활용한 인프라 구축 및 실증 연구를 통한 안전성 연구를 주로 지원하여 과제수에 비해 과제 규모가 큰 것으로 나타남

○ '23년 기준 '국토교통연구기획', '자율주행기술개발혁신사업', '국토교통기술사업화지원' 등의 R&D 사업에서 자율주행차 연구를 지원함

- 상용화를 위한 기술·서비스의 테스트베드·실 도로 환경 실증 또는 안전성 연구를 지원하며 국비 지원 규모 5억 원 이상 대형 과제의 비중이 '23년 기준 23개 중 18개로 높은 비중을 차지



(단위: 개)

연구 단계	5억 미만	5억이상
기초연구	1	0
응용연구	2	1
개발연구	2	17
기타	0	0
전체	5	18

[그림 160] '23년 국토부 연구과제 연구 단계별 비중 및 규모

□ 경찰청은 '21년도부터 다부처 협동 사업인 '자율주행기술개발혁신사업'의 시작으로 자율주행차 분야 연구에 본격적으로 참여하기 시작했고 도로교통 시스템 운영 및 제어와 관련된 연구를 진행함

○ 실제 도로교통 환경에서의 관리·평가·운행을 위한 상용화 연구를 진행하며 '23년 진행 중인 4개 과제 모두 국비 지원 규모 5억 원 이상의 대형 과제에 포함됨

<표 75> '23년 경찰청 자율주행차 분야 지원 과제

(단위 : 백만 원)

과제명	연구비 (국비+민간)
자율주행 혼재 시 도로교통 통합관제시스템 및 운영기술 개발	4,342
Lv.4 대응 교통안전 인프라 표준 및 평가기술 개발	2,238
실시간 교통안전시설 운용을 위한 인프라 정보 융합 및 관리 기술 개발	1,124
자율주행자동차 교통사고 조사·분석 기술 개발을 위한 교통사고 재현 S/W 개발	2,276

6. 기술동향 시사점

- ☐ 기존 연구는 시제품 개발(TRL 6단계)에 집중했지만, 신규 사업은 이를 기반으로 양산화와 클러스터 기반의 실용화(TRL 7~8단계)를 목표로 하여 민간검사소에서 활용할 수 있는 보급형 장비 개발 지향
- ☐ 기존 연구에서 개발된 검사 시나리오와 장비 규격서를 활용해 개발기간을 단축하고 최적화 설계를 적용하여 상용화 가능성을 높임
- ☐ 첨단안전장치 뿐만 아니라 자율주행자동차를 포함한 다양한 검사 항목과 시나리오를 구현하여 시스템의 범용성과 신뢰성을 강화하여 검사 시스템 범위를 확대함
- ☐ 자율주행자동차 시장 성장과 ADAS 장착 의무화에 따른 검사 기술 수요에 대응하며, 양산 가능한 보급형 장비를 통해 기술 경쟁력을 높임
- ☐ 검사장비의 보급으로 민간검사소의 접근성을 향상 시키고 자율주행차의 안전성 확보와 시장 활성화에 기여하여 산업 및 정책적 파급 효과를 높임
- ☐ 신규 사업은 기존 연구 성과를 기반으로 기술 성숙도를 한 단계 높이고, 양산화 및 상용화라는 구체적인 목표를 통해 국내외 시장에서의 경쟁력 강화
- ☐ 기존 연구와의 차별성을 명확히 인식하고, 기술적 연계성을 극대화하여 자율주행차의 안전성과 산업적 파급 효과를 동시에 달성할 수 있는 전략적 접근 필요
 - 이를 통해, 국내 자율주행차 검사 기술의 선진화를 이루고, 글로벌 시장에서의 기술적 우위를 선점할 수 있을 것으로 판단됨
- ☐ 자율주행 요소장치 기술의 다양화
 - 스테레오 카메라, 전방 레이더 추가 설치(2개 이상), 측방 레이더, 라이다 적용 등 자율주행요소장치의 기본인 레이더 1 + 카메라 1의 기본적인 틀을 벗어나 다양한 형태의 요소장치가 등장하고 있어, 다양한 형태의 자동차를 대응할 수 있는 장비개발 필요

□ 시뮬레이션 환경 검증체계 강화

- 복잡한 시험조건으로 인해 차량 손상 및 안전사고 예방, 데이터 취득 장비 설치 및 PG 사용 등을 위한 시험비용 절감, 동일 조건에서의 반복시험 등의 문제점 등을 해결하기 위해 시뮬레이션을 활용한 다양한 검증방법 등장으로 VILS 환경에서 다양한 시험 가능

□ 기존 2~3레벨 자율주행 국제 안전기준에 대한 국내 기준 조화 및 향후 레벨4 이상 안전기준에 대한 평가체계 적용 프로세스 마련 필요

- 유럽은 CARTRE라는 EU Horizon 2020의 협력지원활동(CSA)의 일환으로 추진되는 자율주행 도로교통 서비스 도입 활성화 지원 프로젝트로 자율차의 안전 및 주행성능 등 차량 개발 전반의 모든 단계를 범위로 경제적이고 유럽/국제 표준화 수준의 검증 지침 및 방안, 평가 도구, 시뮬레이션 모델 등 분야별 개발 방향 제시하고 있음
- 기존 2~3레벨 자율주행차 국제 안전기준에 대한 국내 조화가 필요하며 현재의 안전 기준 파라미터와 개발중인 4레벨 기준의 국내 자율주행 기술 평가체계 반영을 위한 국내외 안전기준 메타데이터 활용 관련 프레임워크 개발 및 표준화 선도 추진 등 상호 호환 검증체계 마련이 필요

□ 차량과 인프라를 결합한 전반적인 도로교통 시스템의 안전 개념에 대한 분석이 필요하며 이를 위해 AI 기반 주행/인프라 등 데이터 융합 및 활용 기준 마련 필요

- 자율주행 기능에 자율주행 인프라 지원체계의 도로인프라나 C2X 연결 또는 디지털 지도의 지원 등이 수반되고 있음
- 자율주행을 위한 AI는 지속적인 연동 학습이 필요하며, 이를 위한 현행 자율주행 지원 도로 인프라 체계의 규칙 및 기준 데이터가 연계되고 갱신되어야 함
 - 다양한 기술 개발 주체 대상으로 접근 가능한 자율주행 데이터 정보 공유체계를 마련 하고 자율주행 관련 국제기준 등 법제도 및 자율주행 안전 평가 관련 파라미터의 갱신/연동을 통해 AI 기반 자율주행 훈련 생태계 조성이 가능하도록 범국가적 자율주행 데이터 연계 기준 마련 필요한 상황
 - 이를 위해 EU의 국제표준 기반 안전기준 및 미국 자체인증을 반영한 안전기준 메타 데이터 체계분석 및 표준화 선도 개발이 요구됨

□ 돌발 상황 대응 기술 개발을 위한 도로 이용 객체, 기상 조건 등 다양한 도로

환경 요인 고려 필요

- E2E 기반 자율주행시스템의 돌발 상황 대응 AI 학습 환경 제공을 위해서는 AI 훈련 생태계 상의 자율주행 평가 엡지 케이스를 제공해야함
- 엡지 케이스 시나리오 생성 및 제공은 다양한 도로상 객체 및 기상 조건 등 상황 데이터 확보가 필요하며 이를 위한 보유 시나리오 및 데이터 기반 데이터 증강 기술과 상황별 데이터 라벨링 등 관리 기술 확보 필요
 - 엡지 케이스 활용 데이터는 차량 자체 자율주행 데이터 및 자율주행기술 수준별 제어권 전환 상황 데이터, 도로상 존재하는 객체 유형 및 거동, 지원 인프라 유형 및 제공 정보, 다양한 기상 유형 및 상황 범위 데이터 등 광범위로 존재

□ 자율주행을 위한 데이터 공유 시 개인정보보호 방안, 데이터 소유권 등 확립 필요

- 미국 일리노이에서는 자율주행 자동차의 운전자 얼굴 스캔 등 생체인식 데이터 캡처 및 저장 관련 소송이 계류 중이며 캘리포니아, 콜로라도, 버지니아는 자율주행 데이터 개인정보 보호법을 통과
- 독일은 자율주행차 수집 데이터(위치 데이터, 센서 데이터 등)를 EU 및 연방 데이터 보호법(현재 BDSG), EU 데이터 보호 규정(GDPR)에 정의된 “개인정보”로 간주하며, 데이터 보호법에 따라 조치
- 새로운 사용 사례 발전 시 전제 조건으로 데이터 공유 및 개인정보보호 문제해결 필요
 - 자율주행 AI 학습 훈련을 위한 데이터 공유 통합플랫폼의 데이터 연계 및 관리 차원에서 공유 데이터 보안 가이드라인 및 개인정보보호 체계 확립 및 적용이 요구됨

□ 자율주행 관련 대규모 공유 데이터 전처리 및 전주기 최적화 기술 개발 필요

- 자율주행 데이터 공유 환경은 연계/활용 주체 간 합의된 데이터 교환 체계로 설정되어야 하며 이를 기반으로 한 데이터계 인터페이스(정보 규격 등) 및 모듈 개발 필요
- 자율주행 관련 정형/비정형 학습 데이터에 대한 Data-Centric AI 중심 데이터 정제처리를 위해서는 데이터 생애 전주기(수집-가공-공유-재사용)에 걸친 최적화 관리방안 마련 필요

□ 자율주행 상용화 서비스 모델 연계 기반 데이터 공유플랫폼 구축 및 실증 운영 필요

- 자율주행 서비스 모델을 강화하기 위해 AI 기반 자율주행시스템 학습 환경 구축 및 다양한 실증환경 데이터(교통상황, 대중교통 운행, 기상조건 등 도로환경 및 센싱

및 주행 제어 등 차량 자체 수집 데이터)를 활용하는 방안이 제시되는 추세임

- 자율주행 AI 학습 생태계 구축을 위한 데이터 공유 통합플랫폼 개발이 요구되며 다양한 상황 시나리오 제공을 위한 Data-Centric 기반 데이터 정제/관리 기술과 자율주행 적용 산업별 특화 서비스 모델 개발 지원을 위한 도메인 특화형 AI 학습 모듈 개발이 필요

□ 국내에서 추진 중인 자율주행기술의 연구개발과 시범사업은 유인(레벨3) 또는 무인(레벨4) 기반 자율주행시스템의 개발과 이를 구현하기 위한 서비스 실증이며, 궁극적인 자율주행기술의 상용화는 미래 모빌리티의 안전성과 운영효율성, 나아가 경제성 측면에서 무인(레벨4) 중심으로 추진할 필요가 있음

- 국내 자율주행기술은 유인(레벨3) 중심으로 진행되어 왔으나, 아직 레벨3 자율주행 차의 제작·판매는 이루어지지 않고 있으며, 자율주행기술개발혁신사업단(KADIF)에서 추진 중인 연구개발사업은 무인(레벨4) 자율주행차 상용화의 기반(핵심)기술 완성이며, 이를 위한 자율주행 리빙랩(화성시)에 서비스 실증을 준비 중임



[그림 162] 자율주행기술개발혁신사업단(KADIF)의 비전과 목표

- 국내 자율주행차 시범운행지구에서 제공하는 서비스 역시 레벨3의 자율주행시스템을 탑재한 차량이 한정운수면허를 취득 후 모빌리티 서비스를 제공 중이며, 특히 대중교통인 경우에는 유인운전자(시험운전자, 즉 safety driver)와 더불어 안전관리

자를 추가로 배치하여 운행뿐만 아니라 운송사업의 경제성(인건비 등 운영비 증가)에도 비효율성이 증가하고 있어 대부분이 담당 지자체의 보조금에 의존하고 있음

- 특히, 레벨3의 자율주행은 운전자↔시스템 간 제어권전환(disengagement)를 전제로 자율주행시스템이 운전을 하고 있어, 운행설계영역(ODD)를 벗어나는 상황에 대한 준비를 해야 하므로 유인(레벨3) 차량에 대한 과도한 의존 혹은 제어권전환 과정에서 불안전성이 항상 존재함.
- 반면, 레벨4 자율주행차는 특정 구간에서 무인 운전(Driverless)이 가능하므로 모빌리티 서비스 전반의 안전성이 향상될 수 있으며, 이로 인하여 다음과 같은 모빌리티 서비스 사업의 효율성과 경제성을 검토할 필요가 있음
 - 현재 많은 운송 서비스 기업들은 인건비를 포함한 높은 운영 비용, 낮은 수익성 등의 문제로 재정적인 어려움을 겪고 있으며, 이러한 문제는 저수익 노선이 많은 대중교통, 나아가 농어촌 등의 교통 소외지역과 중소규모의 지방 도시에서 더욱 크게 부각되고 있음
 - 특히, 국내 인구구조의 고령화와 기피 현상으로 인한 운전자 부족 문제로서, 이는 국내뿐만 아니라 해외에서도 자율주행기술이 필요한 공통된 주된 배경인데, 운전자의 필요성이 작은 무인 자율주행기반 모빌리티 서비스는 인건비 절감을 통하여 이러한 문제를 해결하는 데에 효과적일 것으로 예상됨
 - 또한, 자율주행을 기반으로 한 모빌리티 서비스 운영·관리는 차량의 운행과 스케줄을 최적화하여 운영 효율성을 높일 수 있으므로 운영 비용을 크게 저감하고 재정적 안정성을 향상시킬 수 있음

□ 데이터 기반 공공운송 자율주행 서비스 모델 개발 필요

- 실증환경 데이터(교통, 승하차, 차량 센서 데이터 등)를 활용하여, 다음과 같은 서비스를 구체적으로 개발 필요
 - AI 기반의 수요 예측과 최적 배차 알고리즘 도입이 필요하며, 데이터 실시간 분석을 통한 대기지역 최적화 및 배차 효율성 극대화
 - AI 기반 교통신호 제어 및 적응형 신호 제어 모델 도입과 예측 정비 시스템을 통한 버스 및 기타 대중교통 수단의 상태 모니터링
 - ISO 20524-2 메타데이터, TLSM 신호정보 및 NDS 지도 데이터를 활용한 ML/DL 모델 구축
 - Kubernetes 및 Karpenter 기반 클러스터 환경 구축으로 모델 학습 및 자원 관리 최적화

□ 특히, 특정 구역을 운행하는 대중교통 모빌리티서비스의 상용화는 자율주행시스템 기반 자율주행차와 자율주행서비스분야로 나누어 상용화 추진전략과 내용을 살펴볼 필요가 있음

○ 자율주행차는 레벨3(something) 기반 개인소유차 중심으로 불특정 지역(everywhere)으로 상용화(즉, something → everywhere)가 진행 중이며, 자율주행서비스는 레벨4(everything) 기반 모빌리티 서비스 중심으로 특정 지역(somewhere)으로 상용화(즉, everything → somewhere)가 진행 중임



[그림 163] 자율주행분야 2가지 상용화 전략

○ 자율주행차의 상용화(something → everywhere)는 현재 일부 국가가 레벨3 수준의 안전기준을 갖고 있으므로 자동차제작사가 부분적으로 제작·판매를 하고 있음

- 메르세데스 벤츠는 2022년 5월, 레벨3 자율 운전자 지원 시스템인 드라이브 파일럿(Drive pilot) 옵션 패키지를 포함하여 차량 판매를 시작하였음
- BMW는 2024년에 레벨3 수준의 자율주행 시스템 ‘BMW 퍼스널 파일럿 L3(BMW Personal Pilot L3)’ 도입을 시작함
- 일본 토요타(Toyota)는 2021년에는 운전자 개입 없이 차량이 스스로 목적지를 찾고 주행하는 레벨3 수준의 신차를 발표하였으며, 해당 차량의 운행 주체는 자동차이며 운전자는 위기 상황 발생 등의 최소한의 수준에서 개입하게 됨
- 일본 혼다(Honda)의 자율주행 ‘레벨3’ 차량 ‘레전드’는 자동항법장치인 ‘트래픽 잼 파일럿’을 탑재하여 고속도로가 정체되거나 정체에 가까운 상태에서, 차량의

속도나 날씨 등 특정 조건에 부합하는 경우에 한해 자율주행이 가능함

○ 자율주행서비스의 상용화(everything → somewhere)는 특정구역에서 국내를 제외하고는 무인(레벨4) 자율주행 모빌리티 서비스를 제공 중임

- 웨이모(Waymo)는 캘리포니아 공익위원회(California Public Utilities Committee, 이하 CPUC) 승인을 받아 사업을 확장 중이며, 2023년 10월에는 우버(Uber)와 협력하여 Phoenix(애리조나주)에서 자율주행차 탑승 서비스를 시작하여, 샌프란시스코 & 로스앤젤레스(캘리포니아주)에서 제공 중이며, 2025년에 오스틴(텍사스) 등으로 확대 예정임

- 제네럴모터스(General Motors, GM)의 산하기업인 Cruise는 샌프란시스코(San Francisco) 일부 지역에서 운행을 진행하다, 2023년 10월 보행자 사고 발생으로 인해 현재는 운행허가가 모두 취소된 상태임

- 중국의 Pony.ai는 2024년 2월에는 바이두 등 자율주행 서비스 개발 업체와 함께 도심 지역에서 자율주행 운행면허를 승인받아, 국제공항에서 베이징 Daxing지구의 Yizhuang을 연결하는 40km 고속도로와 공항 내 일부 지정구역에서 자율주행택시서비스 운영을 하고 있으며, 대표적인 IT 기업인 바이두(Baidu)는 Apollo 플랫폼을 통해 자율주행기술을 개발하여 바이두는 선전지역에서 완전 무인 차량 호출 서비스의 상업적 운영을 진행 중임

- 하지만, 국내는 자율주행차 시범운행지구에서 제공하고 있는 자율주행기술은 레벨3이며, 특히 노선이나 셔틀 등 대중교통서비스인 경우에는 해당 지자체 조례에 따라 시험운전자와 더불어 안전관리자 탑승을 의무화하여 향후 무인 자율주행 기반 운영 효율성과 안전성을 고도화할 필요가 있음

□ 자율주행서비스 분야는 레벨4(everything) 기반 특정 구역(somewhere)에 한정된 모빌리티 서비스(예: 대중교통) 중심으로 상용화(everything → somewhere)를 준비할 필요가 있음

○ 독일은 2021년 「도로교통법」 개정(2차)와 「책임보험법(자동차의무보험법)」 개정을 통해 무인자율주행차(레벨4) 상용화를 위한 법체계, 즉 「(무인)자율주행차법」를 마련함

- (무인)자율주행차의 상용화는 불특정 구역이 아닌 (무인)자율주행차의 운행조건을 충족하는 지정운행구역 기반으로 추진 ⇒ (무인)자율주행차의 상용화는 개인소유보다 특정구역에서 제공하고자 하는 모빌리티 서비스 분야에서 추진 → (무인)자율주행차

의 소유자, 기술감독관, 제조사의 의무를 명시함

- 레벨4 기반 (무인)자율주행차의 핵심기능으로서 위험최소화상황(minimum risk condition)을 정의하고, 이에 대한 자율주행시스템(ADS)의 기능(minimum risk maneuver) 외에도 기술감독관의 의무도 명시 ⇒ 국내 「자동차관리법」의 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙(이하 자동차규칙)」 외에도 도로교통과 모빌리티 서비스 분야로 확대함

○ 일본은 2023년 4월부터 일본 정부는 특정조건하에서 운전자가 없는 자율주행 레벨 4 대응을 위해 개정된 「도로교통법」을 시행함

- 레벨4의 자율주행차는 개인소유차량이 아닌 서비스사업용(즉, 특정자동운행사업자) 차량(예: AV delivery, AV taxi 등)으로 우선 진행하고 있음
- 레벨4의 자율주행차는 인간 운전자가 아닌 특정자동운행을 담당하는 자율주행시스템 관련 담당자로서 특정자동운행사업자, 특정자동운행주임자, 특정자동운행현장조치업무종사자 등의 정의와 의무를 명시하고 있음
- 특히, 특정자동운행주임자는 원격감시 장치의 작동 확인, 사고발생 시 소방기관에 통보 등의 의무를 명시하고 있음

□ 레벨4(무인) 모빌리티서비스의 실질적인 상용화 관련, 특히 대중교통처럼 특정 구역에 제한된 서비스에 대해서는 AI 기반으로 발생가능한 도로교통데이터를 생성하고 다양한 상황과 시나리오에 대응할 수 있는 대중교통 분야의 AI기반 자율주행 모빌리티서비스 상용화 플랫폼이 필요함

- 무인(레벨4) 자율주행기반 모빌리티서비스의 상용화를 위해서는 해당 서비스 구역뿐만 아니라 예측하지 못하는 다양한 도로교통상황과 시나리오에 대응할 수 있는 자율주행시스템의 고도화와 서비스 플랫폼 개발이 시급함
- 특히, 대중교통체계는 서비스 제공 노선이나 구역이 정해져 있으므로 개인소유의 승용차를 이용하는 불특정 이용구간보다 도로교통상황에 대한 예측가능한 데이터 수집과 분석, 나아가 교통상황시나리오에 대한 대응이 가능함
- 이를 위하여 빅데이터 생성과 분석을 위하여 AI 모빌리티 지원 자율주행 통합플랫폼에 대중교통 데이터 생성·활용 기술을 연계시킴으로써 무인(레벨4) 자율주행 대중교통시스템 고도화를 통한 모빌리티서비스의 상용화 기반을 마련할 수 있음
- 즉, 국내 대중교통 데이터 수집 및 AI 지원 대중교통 생성데이터를 활용하여 필요한

대중교통 (엣지) 데이터 생성·정제 및 합성데이터 시나리오 검증을 통한 범용성 있는 자율주행 대중교통서비스 플랫폼 기반이 구축됨

- 필요시, AI모빌리티 기반 자율주행 대중교통 시뮬레이션 기반 자율주행 대중교통시스템(ADS) 데이터 상호연계와 기능검증이 가능함

□ **국내 자율주행시스템 기술개발과 자율주행 모빌리티서비스에 참여하고 있는 기업의 역량은 자율주행차 시범운행지구에서의 연구개발과 서비스 시범운영에 제한되어 상용화 모델 구축을 위한 인프라 및 재정적 지원이 필요함**

- 현재 국내 자율주행차 시범운행지구는 양적 증가(24 지자체 38지구, '24년 10월 기준)를 가져오긴 하였으나, 기존 레벨3에서 레벨4로 변경하여 임시면허 또는 한정운수면허 등을 고도화한 사례는 없음
- 주된 이유는 자율주행차 시범운행지구에 참여하고 있는 사업자는 스타트업 또는 중소기업으로서 자율주행시스템 기술개발과 서비스 제공을 동시에 담당하고 있어, 기술개발과 서비스 고도화를 동시에 달성하기에는 역부족임
- 이로 인해 국내 자율주행차 시범운행지구에서 자율주행서비스를 담당하고 기업은 담당 구역 또는 노선에 국한된 자율주행기술 개발에 집중할 수밖에 없으며, 서비스 제공에 필요한 운영비의 대부분을 국토부 또는 지자체 보조금에 의존하고 있는 상황에서 상용화 수준의 무인 자율주행기술과 서비스를 기대하기엔 무리임
- 따라서, 국내 자율주행 관련 기업들이 필요하는 분야는 해당 지점 및 구간과 주변의 정확하고 신뢰성 있는 도로교통데이터와 이를 기반으로 맞춤형 (엣지) 데이터 생성과 정제를 통해 필요한 합성 데이터 및 시나리오에 대한 지원이 시급함

□ **레벨4(무인) 기반 자율주행서비스가 공로상에서 제공이 가능하고 실제 상용화 수준으로서 발전시키기 위해서는 현장에서 발생하는 도로교통상황에 따른 대응시나리가 상용화 플랫폼에 반영되어야 함**

- 일련의 레벨4 자율주행차를 가지고(fleet management) 서비스를 제공하려는 여객운수사업자는 기존 운전자의 역할을 위하여 2가지를 고려할 필요가 있음
 - 하나는 원격으로 해당 자율주행차의 운행상태를 모니터링하고, 필요시 제어할 수 있는 관제센터의 원격운영(Remote operation) 기능임
 - 다른 하나는 해당 자율주행차가 현장서비스를 제공하는 상황에서 발생하는 비정상적

인(abnormal) 도로교통상황에 대하여 기존 운전자 대신 최초로 대응하는 자(First-responders)의 역할임

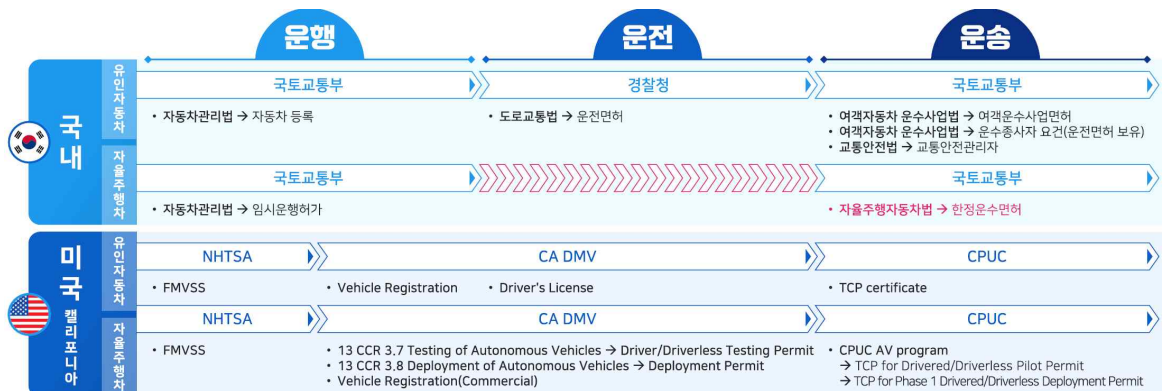
- 현재 원격운영(Remote operation)은 레벨4의 핵심기능인 위험최소화운행(Minimum Risk Maneuver, 이하 MRM)에 의한 최소위험조건(Minimal Risk Condition, 이하 MRC)을 만족하는 기능개발에 집중하고 있으며, 관제센터의 운영매뉴얼은 개발기업의 의무사항으로 두고 있음
 - MRM, MRC는 레벨4의 자율주행시스템(ADS)의 핵심기능이지만, 실제 공로상에서 제공하려는 모빌리티서비스를 위해서는 원격운영이 이루어지는 관제센터는 다양한 현장시나리오에 따라 실시간으로 대응할 수 있도록 현장대응자(First-responders)와 유기적으로 연계할 수 있는 운영매뉴얼이 필요함
 - 특히, 대중교통의 공공성과 현장대응자와 밀접한 연계성을 고려하여 무인 자율주행 대중교통서비스에서는 이러한 운영매뉴얼이 일관성 있게 마련되어야 함
- 현장대응자(First-responders) 관련 국내는 현재 유인 자율주행(레벨3) 기반 모빌리티 서비스로서 현장대응관련 업무는 대부분 시험운전자 또는 안전관리자가 대응하고 있으나 무인 자율주행(레벨4)인 경우는 기술개발과 대응방안이 시급함
 - 현장대응자(First-responder)는 사고 현장에 먼저 도착하여 생명을 구하고, 재산을 보호하며, 기본적인 인간의 필요를 충족시키기 위한 조치를 취하는 응급 인력(Emergency Personnel)을 말함
 - 일반적으로 공공 안전 영역(Public Safety Domain)을 말하며, 서비스 구역을 담당하는 경찰(법 집행기관), 소방관(소방 및 구조), 응급담당자(응급 의료 서비스), 도로관리청(도로 대응 서비스), 서비스 운영자(견인 및 복구(원격) 서비스)와 협업기반 운영매뉴얼이 필요함
 - 반면, 해외(미국)에서는 Waymo 또는 GM Cruise의 로봇택시서비스를 제공할 경우 해당 지역의 First-responders 역할을 담당할 기관과 직원과의 유기적인 협력체계를 마련하여 필요한 업무매뉴얼을 공유, 훈련을 통하여 완성시킨 후에 서비스를 제공하고 있음
- **레벨4(무인) 기반 대중교통 모빌리티서비스 상용화 모델을 서비스구역에 적용하기 위해서는 실제 현장서비스 과정에서 필요한 공통적인 대응매뉴얼에 대한 법제도적 지원이 필요함**
 - 미국은 유인과 무인 자동차와 상관없이 등록(Registration), 운전면허(Driver's

License), 운송허가(TCP)를 순차적으로 관리하고 있으며, 자율주행차의 경우 시험운행허가(Testing permit), 상용 운행허가(Deployment Permit), 상용 운송허가(TCP for Phase 1 Drived/Driverless Deployment permit)를 통해 분야별 검증을 통해 상용 면허를 발급하고 있음

- 특히, 상용 운송허가(TCP for Phase 1 Drived/Driverless Deployment permit)에는 현장서비스 대응매뉴얼이 포함되어 있음
- 뿐만 아니라, 서비스 구역의 First-responders 담당기관과 업무가 다를 수 있기 때문에 서비스 제공 전에 교육과 훈련을 수반하고 있음

○ 국내는 최근 「자율주행자동차법」의 개정을 통하여 성능인증(제작, 판매), 그리고 적합성 승인(운행승인) 제도가 마련되었지만, 무인(레벨4) 자율주행 모빌리티의 ‘운전’과 ‘운송’ 서비스까지 포함될 수 있는지 검토가 필요함

- 특히, 국내 대중교통이 공공서비스인 점을 감안하여 무인 대중교통 모빌리티서비스 제공 시 현장서비스 대응 매뉴얼에 대하여 가능할 경우 담당기관 간의 협의와 협력을 바탕으로 법제도적 뒷받침이 필요함



[그림 164] 무인 자율주행서비스 운송서비스 면허 발급 과정 비교(국내와 미국)

5절. 국내외 자율주행 혁신클러스터 사례

1. 국외 자율주행 혁신클러스터 사례

가. CCAM(Connected, Cooperative and Automated Mobility) 파트너십

(1) 개요

- EU의 산업, 학계, 공공 부문의 전문가들이 모인 유럽 기술 플랫폼으로 유럽도로교통연구자문위원회(ERTRAC)는 ARCADE, FUTURE-Horizon, COSMOS 프로젝트 지원을 통해 CCAM분야 로드맵 수립
 - ERTRAC 로드맵은 유럽의 CCAM분야의 장기적 발전에 대한 이해관계자들의 공통된 비전을 제시하고, 단기적 조치인 Agenda 2030을 바탕으로 Outlook 2040 도출
 - EU의 Horizon Europe 체계 하에서 CCAM 파트너십을 구축하고, 2021년부터 2030년까지 전략 연구 혁신 의제(SRIA:Strategic Research and Innovation Agenda)를 수립
 - 로드맵을 수립하며 유럽 자동차제조사협회(ACEA)의 로드맵, 미국 자동차공학회(USCAR)의 비전, Zenzic의 영국 2030 연결 및 자동화 모빌리티 로드맵, C2C 컨소시엄의 연결성 로드맵, 자율주행차에 관한 Ecorys의 연구 등을 고려
- 2019년 6월 유럽 집행위원회는 CCAM의 공공도로 시험 조화를 목표로 모든 관련 민간 및 공공 이해관계자들이 모인 전문가 플랫폼을 출범
 - 제 3차 모빌리티 패키지와 관련 선언(communication)에서 CCAM의 공공도로 시험 및 사전구축을 위한 EU wide 플랫폼을 수립함
 - 이 플랫폼의 목적에는 CCAM 분야의 유럽 연구 프로그램 개발과 작업반(Working Group) 1에서 논의한 유럽 파트너십에 대한 예비 작업이 포함됨
 - “R&I와 시험 활동 조정 및 협력”에 초점을 맞춘 작업반 2는 핵심 해결과제를 분석하고 공통 평가 방법론(CEM : common evaluation methodology)과 데이터 공유 체계 개발에 관한 정책들을 확인했으며 유럽 CEM의 첫 번째 윤곽을 제시함
 - 다른 4개 작업반은 각각 물리 및 디지털 인프라, 도로 안전, 사이버 보안, 차량 내 데이터 접근 및 연결성에 초점을 맞춤
 - 각 그룹은 현황 및 공백을 분석하는 보고서를 작성하고 유럽 내의 CCAM 시험 및 구축을 위한 각 분야별 과제 해결을 위한 조치와 권고사항들을 파악

- 2021년 6월 23일, 유럽 집행위원회와 CCAM 이해관계자들이 모인 CCAM 협회 간의 양해각서가 체결되면서 CCAM 파트너십이 공식화됨
 - 유럽 26개국, 180여 개 이상 관계기관이 결합된 커넥티드협력자율주행(Connected Collaborative Automated Mobility, CCAM) 분야 비영리 파트너십 조직
 - CCAM분야는 UN과 EU의 주요 정책목표에 기여할 수 있는 잠재력에도 불구하고, 아직 CCAM 솔루션의 보급확산이 이루어지지 못한 상황에서 이를 실현하기 위한 목적으로 사용자 참여, 혁신 프로세스 전환 등을 추진하기 위해 CCAM 파트너십이 추진됨
 - CCAM분야가 실현되지 못한 이유를 다음의 4가지로 제시함
 - 사회가 CCAM을 통한 모빌리티의 잠재적 이점을 아직 이해하지 못하기 때문에 수요가 충분하지 않고, CCAM 솔루션을 모빌리티 시스템에 통합하는 것의 장기적인 영향, 이점 및 영향은 충분히 조사되지 않음
 - CCAM 솔루션은 아직 광범위한 시장 점유율을 확보할 만큼 충분히 성숙하지 않았으며, CCAM R&I에 대한 현재 투자 수준은 EU 산업 리더십을 유지하고 확장하기에 불충분함
 - 현재의 R&I 노력은 파편화되어 있으며 체계적인 솔루션을 목표로 삼기 위한 일관되고 장기적인 비전과 전략이 부족함
 - 완전한 CCAM 솔루션을 구축하기 위해서는 잘 조직되고 광범위하며 복잡한 부문 간 가치 사슬이 여전히 필요하기 때문에 시연 및 확장은 제한적임
 - CCAM 솔루션을 보급하려면 R&I, 표준 및 규정이 동기화된 방식으로 발전해야 하며, 연구 분야 전반에 걸쳐 명확한 목표와 효과적인 조정을 갖춘 CCAM 파트너십이 필요
 - 사용자 중심의 포용적 모빌리티 시스템 구현, 도로 안전성 증대, 환경문제와 도로혼잡도 감소 등을 위해 자율주행분야 협력연구, 테스트·실증 등 통한 혁신 촉진 및 기술·서비스 수용성·효율성 증대를 위한 유럽 전역 장벽제거를 위한 협업체계 구축
 - 파트너십 이사회는 CCAM 파트너십 EC와 CCAM협회간 CCAM기술에 전념하는 작업 프로그램에 포함될 권장 사항과 우선순위를 논의하는 장소가 됨
 - CCAM협회의 모든 회원으로 구성된 총회는 협회의 핵심이 되며, 집행단의 제안을 바탕으로 협회의 일반 정책 승인과 실행을 위한 집행단에 권고사항을 제공함

(2) 주요 기능

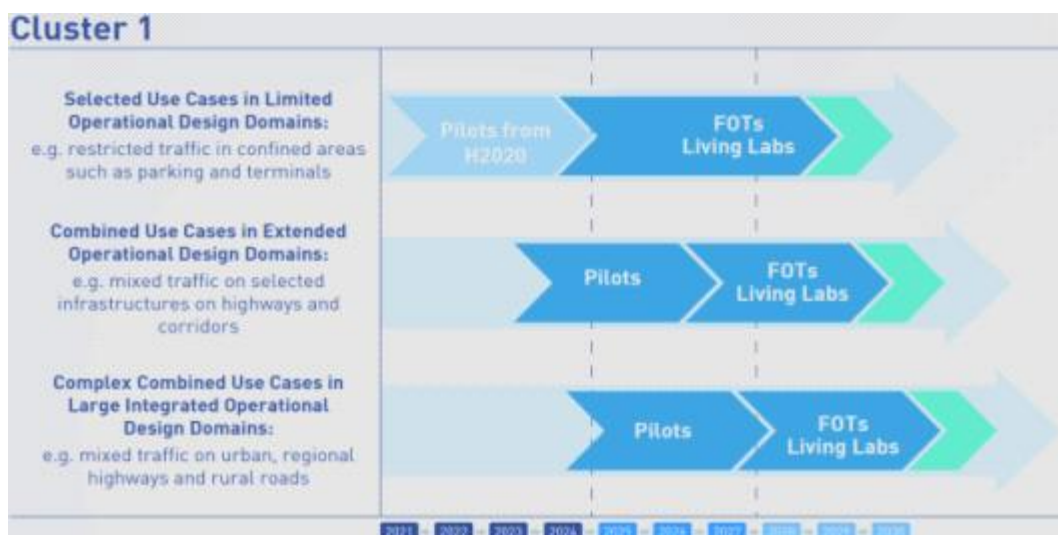
- 최대 17명의 회원으로 구성된 집행 그룹(EXECUTIVE GROUP)은 특히 CCAM 파트너십의 전략적 연구 및 혁신 의제(SRIA)를 구성하는 7개의 주제별 클러스터에 대한 콘텐츠를 개발함으로써 목표를 달성하기 위해 협회가 수행하는 활동 개발

<표 77> CCAM파트너십의 7개 주제별 클러스터



○ (클러스터 1, 대규모 실증) Volvo, PAVE Europe¹⁹⁶⁾이 리딩 그룹

- 다른 모든 클러스터의 결과를 파일럿, FOT(Field operational Trials) 및 리빙랩의 대규모 데모로 지속적으로 구현하여 배포 준비 및 최종 영향 평가를 지원

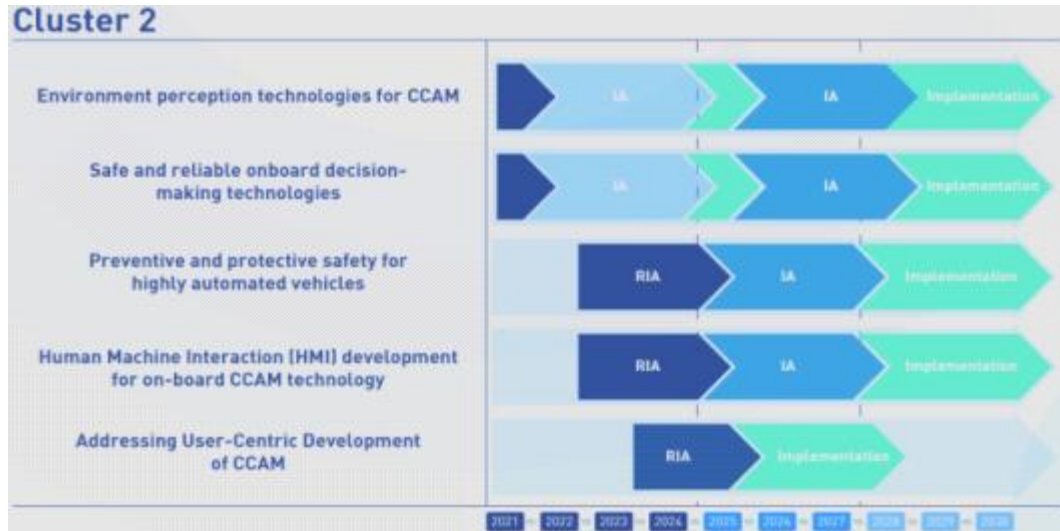


[그림 165] CCAM파트너십의 클러스터1 활동 로드맵

196) Partners for Automated Vehicle Education, 유럽의 자율주행차에 대한 홍보, 시연 등을 위한 산업계, 비영리단체, 학계 연합체

○ (클러스터 2, 자동차 기술) CLEPA¹⁹⁷⁾, EPoSS¹⁹⁸⁾가 리딩 그룹

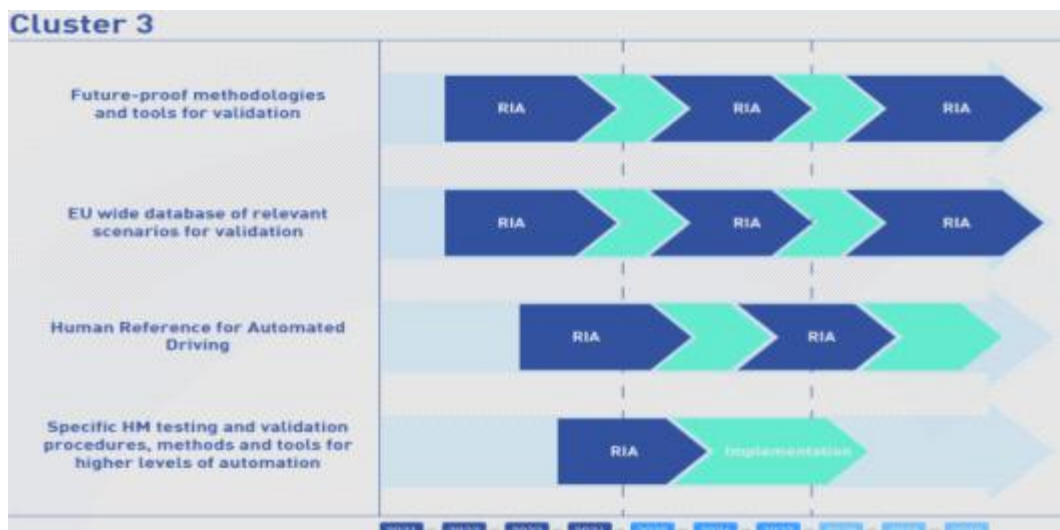
- 안전하고 신뢰할 수 있는 것으로 입증된 가장 효율적이고 효과적인 미래 솔루션 제공을 목표



[그림 166] CCAM파트너십의 클러스터2 활동 로드맵

○ (클러스터 3, 인증) Aachen, TNO가 리딩 그룹

- 기술 자체와 기술을 처리하는 인적 요소 측면에서 CCAM 시스템을 검증 및 평가하는데 필요한 절차, 방법론 및 도구를 제공하며, 시스템 동작 및 성능에 대한 적절한 측정항목과 참조를 포함

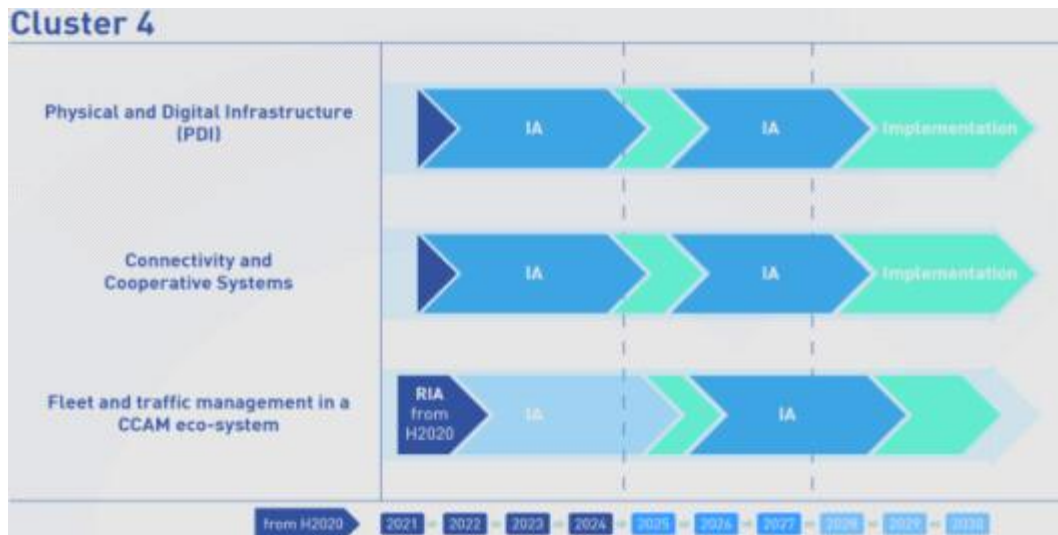


[그림 167] CCAM파트너십의 클러스터3 활동 로드맵

197) 유럽의 자동차 부품, 시스템 및 모듈 공급업체, 협회 등이 참여하는 협회로 국내 현대모비스도 회원사로 참여

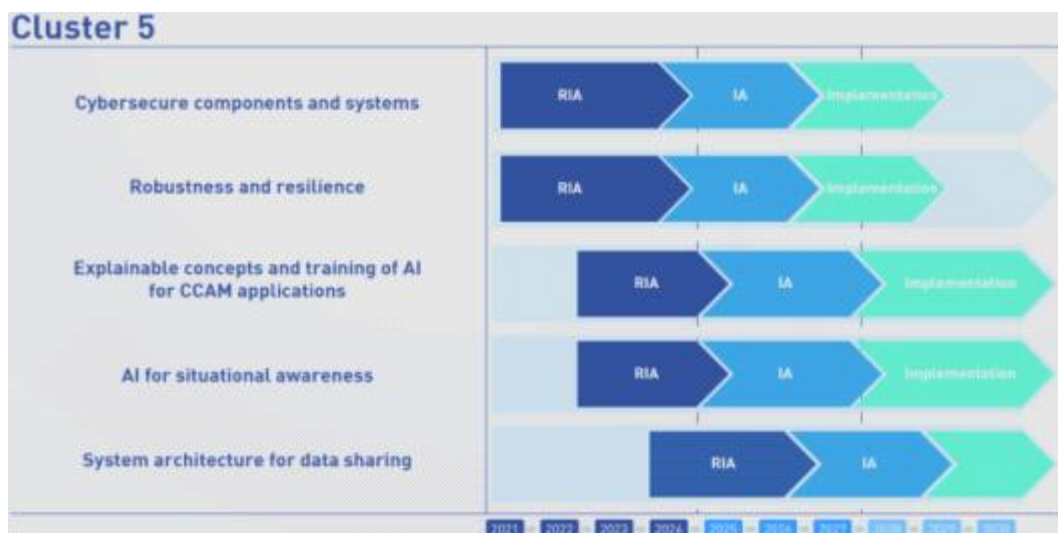
198) 20개 이상의 유럽 회원국의 주요 산업 기업 및 연구 기관 등의 이해관계자로 구성된 협회

- (클러스터 4, CCAM과 교통시스템 통합) National Highways UK, ERTICO가 리딩 그룹
- CCAM 차량에 대한 물리적 및 디지털 인프라 지원을 발전시키고 행위자 간의 연결성과 협력을 향상시켜, 차량 및 교통 관리 시스템이 향상될 수 있도록 전체 운송 시스템에 CCAM 차량의 통합을 지원하는 연구 및 혁신 프로젝트



[그림 168] CCAM파트너십의 클러스터4 활동 로드맵

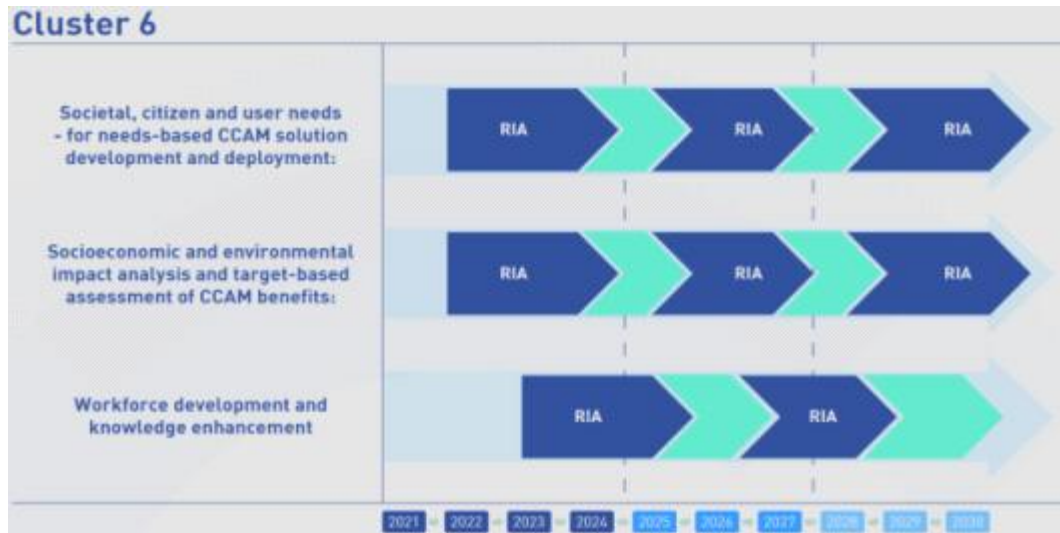
- (클러스터 5, 핵심 가용 기술) TUE Eindhoven, Viomtech가 리딩 그룹
- 빅데이터와 사이버 보안은 차량 기술로 구성된 전체 모빌리티 시스템을 지원하고 차량을 운송 시스템에 통합하며 전체 시스템의 모든 측면에 대한 검증을 지원하며, 클러스터 2, 3, 4에 대한 기술 세부 정보, 기여도, 요구사항과 함께 핵심 구현 기술 포함



[그림 169] CCAM파트너십의 클러스터5 활동 로드맵

○ (클러스터 6, 사회영향 및 시민 니즈) VTI, DLR이 리딩 그룹

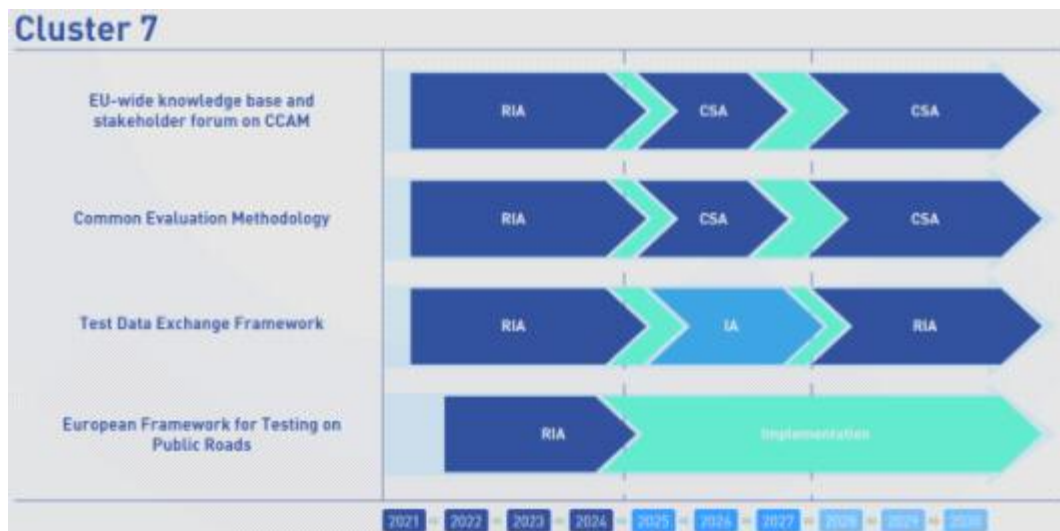
- 사용자와 시민의 요구 사항, 이동성의 사회적 측면을 이해하고 고려하기 위한 프레임워크를 다른 모든 클러스터에 제공하며, 클러스터 1 결과의 최종 사회적 영향 평가를 실행할 때 사회적 영향 평가를 위한 방법 및 조치가 개발 및 적용됨



[그림 170] CCAM파트너십의 클러스터6 활동 로드맵

○ (클러스터 7, 조정) ERICO, RISE가 리딩 그룹

- 모든 CCAM 이해관계자와 활동을 조정하고 지식 교환을 촉진하며 교훈을 얻을 수 있도록 지원



[그림 171] CCAM파트너십의 클러스터7 활동 로드맵

- 모든 클러스터는 예상되는 영향을 제공하고 파트너십의 목표를 달성하기 위한 포괄적인 프레임워크를 함께 형성
 - 모빌리티의 사용자 요구와 사회적 측면에 대한 이해(클러스터 6), 기술의 고도화(클러스터 2, 4, 5), 대규모 실증 및 성숙도 입증(클러스터 1, 3)이 시작점이 됨
 - 솔루션을 향상하려면 핵심 가용 기술(클러스터 5)이 필요함
 - 핵심 가용 기술은 감지, 센서 융합 및 강화된 안전 시스템을 위한 미래 차량 기술과 함께 구현될 것임(클러스터 2)
 - 전반적인 모빌리티 시스템 통합은 안전한 인간-기계 상호 작용을 보완하여 교통 및 차량 관리에 대한 요구사항과 필요성을 이해하고 물리적 및 디지털 인프라 지원을 제공함(클러스터 4)
 - 대규모로 시연하기 전에(클러스터 1) 안전하고 탄력적인 시스템 기능을 검증(클러스터 3)
 - 모든 활동은 모든 관련 이해관계자의 조정(클러스터 7)을 통해 서로 연결되어 정렬, 상호 운용성을 보장하고 혁신 활용을 가속화함
- CCAM 파트너십은 CAM 파트너십과 그 목표를 구현하기 위한 포괄적인 로드맵으로 SRIA(Strategic Research and Innovation Agenda)를 수립
 - Horizon Europe Work Programmes에 포함될 연구 및 혁신 활동에 대한 통화 주제를 식별하고 정의하기 위한 배경 제공
 - SRIA는 모든 파트너가 협력하여 파트너십의 비전과 R&I 활동 포트폴리오에 연결하는 프로세스임
 - 연간 또는 다년간 작업 계획의 기초를 형성하고 CCAM 파트너십이 목표를 달성할 수 있도록 하는 장기적인 행동 논리를 정의함
 - 국가 프로그램 및 기타 Horizon Europe 파트너십과의 공유 활동을 개발하기 위한 기반
 - SRIA는 안전시스템 기능에 대한 검증, 예상되는 영향과 잠재적 위험에 대한 이해, 사회적 수용, CCAM요구 및 적용을 범위로 하고 있음

<표 78> CCAM파트너십의 SRIA(Strategic Research and Innovation Agenda) 추진단계

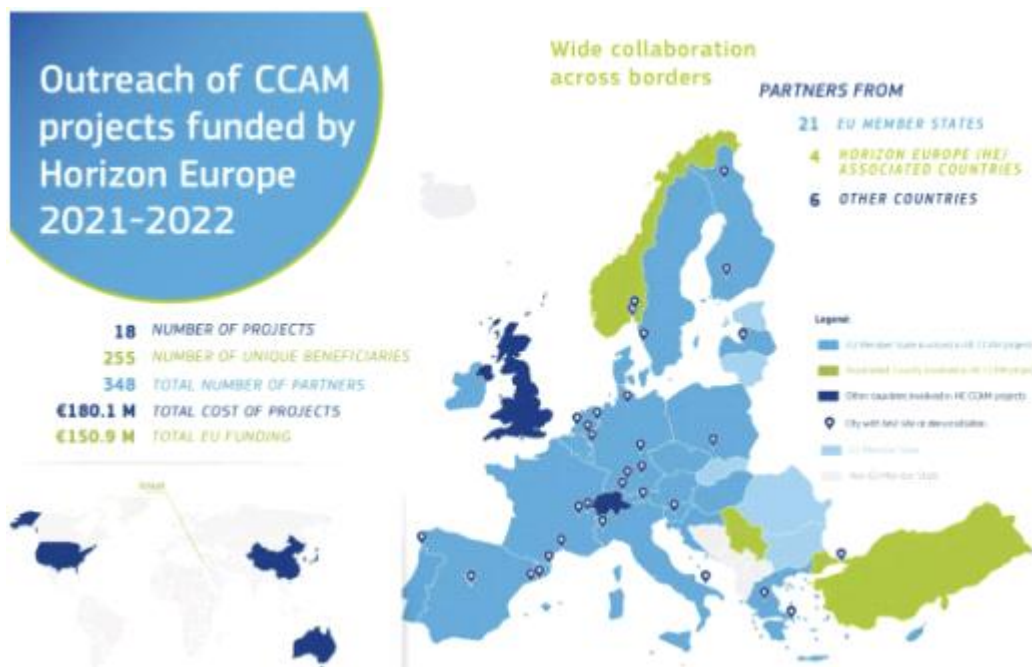
SRIA 추진 단계	내용
1단계(2021~2024)	- 차량 및 인프라 기술, 핵심 지원 요소, 사용자 및 시민과 소통하는 방법, 안전 시스템 기능을 검증하는 방법 측면에서 개발 전념 - 대규모 시연에서는 ODD가 제한된 덜 복잡한 사용 사례에 중점
2단계(2025~2027)	운영 환경에서 테스트 및 검증하고 가능하다면 이미 대규모 시연 프로젝트에서 구현하거나 TRL을 더욱 발전시켜 최종 프로그램에서 구현을 준비함으로써 기술의 기술적 성숙도를 향상
3단계(2028~2030)	유럽 전역의 리빙랩에서 대규모 시연 추가 구현

(3) 주요 연구분야

□ CCAM 파트너십은 유럽 집행위원회와 이해관계자들이 모여 협력 연구 및 혁신을 통해 유럽의 가장 시급한 과제들을 해결하기 위한 Horizon 유럽의 핵심 실행 도구임

○ 유럽은 지난 10년간('10~' 20) 커넥티드협력자율주행분야의 약 400개 연구·실증 프로젝트 수행 및 약 300개 실증·테스트베드 구축, 최근 2년간('21-' 22) 호라이즌유럽 공동연구편당기반 7개 세부클러스터 대상 총 18개 사업 수행 중

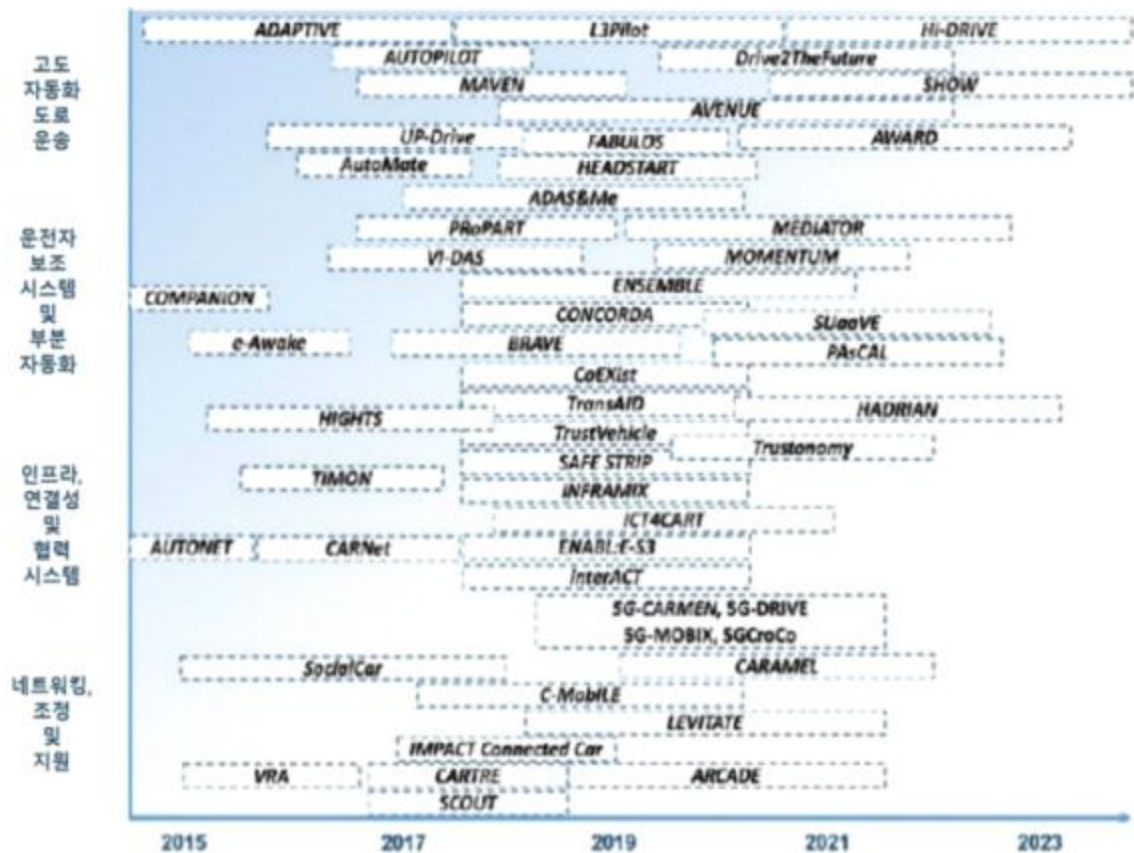
- 348개 파트너 참여, 총사업비 1억8천만유로 투입(약 2천6백억원)



[그림 172] 2021-2022 유럽 CCAM 프로젝트 포트폴리오



[그림 173] 유럽 CCAM 실증·테스트베드 지역



EU 호라이즌 2020 사업 분류. <https://www.connectedautomateddriving.eu/projects/findproject/> 참고.

[그림 174] CCAM 분야 Horizon2020프로젝트 로드맵

□ CCAM에서는 ARCADE와 FAME 프로젝트를 통해 자율주행 인프라 관련 다음의 연구주제를 다루고 있음

○ Policy and Regulatory Needs, European Harmonisation

- 사회적 기준을 준수하는 다양한 솔루션을 수용할 수 있는 규제 마련을 목적으로 책임 및 SAE 레벨 2 충돌에 대한 연구, 데이터보호규정 적용, 민간 및 공공 모빌리티 공존에 관한 연구, 대규모 현장 실증 및 파일럿 프로그램 실시, 운전자 및 사용자 교육, UN ECE 활동 및 국가 AD 프로젝트 참여 등을 추진
- 책임 전환, 데이터 사용 및 데이터보호규정 준수, 민간 및 공공 모빌리티 공존 문제 해결, 차량 승인 및 테스트의 일치 등이 도전 주제로 제시하였으며, 기술역량과 차량과 도로의 역할분배를 한계로 제시

○ Socio-Economic Assessment and Sustainability

- 모든 지역에서 매력적인 도시 공간과 거주 적합성을 향상을 목적으로, 대규모 파일럿 및 현장 운용 테스트, 공통 평가 프레임워크 개발, 장기적인 영향에 대한 새로운 평가 방법을 개발, 토지 이용 정책이 미치는 영향, CAV 및 인프라의 예상 수명 비용 평가 등을 연구함
- 원격지역에 대한 배제, 간접적이고 장기적인 영향의 시뮬레이션 고려 등이 도전적 주제로 제시되었으며, 일반 사용자를 대상으로 한 공공 도로에서의 현장 테스트가 부족이 한계점으로 제시

○ Safety Validation and Roadworthiness Testing

- 공공 도로에 자동화된 도로 운송을 안전하게 추진하는 것을 목적으로 하며, 검증방법론에 대한 호환성, 모든 환경에서 작동여부, 불확실한 상황에서 위험관리, 인간-차량 상호작용을 위한 도전 주제로 제시
- 현재 CAV가 기술 및 규제 요구 사항을 충족하는지 확인하기 위한 포괄적이고 신뢰할 수 있는 검증 절차가 없는 부분을 한계로 제시

○ User Awareness, Users and Societal Acceptance and Ethics, Driver Training

- 자동 주행 기능에 대한 사용자 및 사회적 수용 보장, 안전한 적용과 데이터 교환 관리를 목적으로 정보 캠페인 및 시연, 운전자 교육 및 인간-기계 인터페이스(HMI), 책임 문제의 명확성, 법적 및 윤리적 프레임워크에 대한 합의, 데이터 접근성, 데이터 보호 및 사이버 보안 등을 연구함

- 법적 및 개인정보 보호 문제, 책임 규칙 인식, HMI 및 운전자 교육 적응, 윤리적 AI 적응, 사이버 보안 문제 등을 도전 주제로 제시

○ Digital and Physical Infrastructure

- 자동화 및 연결된 차량을 지원하여 더 안전하고 효율적인 교통 시스템을 촉진, 새로운 교통 관리 방식과 지역 협력을 통한 새로운 모빌리티 서비스 지원, 유지 보수 활동 개선을 목적으로 Usecase, 디지털 인프라를 위한 EU 표준 개발, 데이터 제공 등을 추진함
- 관련 이해관계자 간 요구 사항에 대한 합의 부족, 투자 유용성 및 기술 개발에 대한 불확실성이 한계로 제시

○ Big Data, AI and their Applications

- 데이터를 공유하고 관리하기 위한 표준 프레임워크 구축, 안전하고 신뢰할 수 있는 결정을 내리는 AI개발을 목적으로 데이터 공유를 위한 EU 정책 및 윤리적 데이터 사용 지침, 데이터 저장, 관리, 컴퓨팅을 위한 하드웨어 및 소프트웨어 기술, AI 기반 기술 투자 및 개발의 조정, 미래 자율주행 기능 및 서비스를 위한 새로운 AI 기술 개발 등을 연구
- 데이터 공유, 프라이버시 및 보안 문제, 데이터 관리 및 품질 보장, AI 알고리즘의 교육 및 테스트, 산업 표준화된 AI 기술, 새로운 AI 개념과 기술 개발을 도전적 주제로 제시하며, 데이터 공유를 위한 안전하고 신뢰할 수 있는 모델과 AI 자율주행 기능 개발에 대한 협력 부족을 한계로 제시

나. 영국 CCAV

(1) 개요

- 영국 정부는 도로안전과 자동차기술 선도를 목표로 2015년 2개 정부부처(교통부, 산업부)가 공동으로 CCAV(Centre for Connected and Autonomous Vehicles)를 설립, 공공, 산업계, 학계 등 중심으로 안전하고 친환경적, 효율적, 포용적 미래교통프로그램 설계 및 적용·확산에 주력
- 약 4억 4천만 파운드(약 9천억원)의 공공·민간 공동투자를 통해 타당성 연구, 도로 CAV 시험 시뮬레이션 등 약 100개 프로젝트에 자금 지원하고 실행규범 등 규제 개발 및 국제표준 활동을 활발히 추진

- 2035년까지 영국 신차의 약 40%를 자율주행차로 운행 목표
- 교통사고 휴먼에러 감소로 향후 10년간 4만7천건의 중대사고 예방과 3,900여명의 생명 구할 것으로 예측

(2) 주요 기능

□ CCAV의 주요 임무는 영국 전역에 연결된 CAV(연결형 자율주행차) 기술의 개발 및 배포를 지원하고 가속화를 위해 안전 및 규제, 연구 및 개발, 공공 및 산업 참여, 경제적 영향 증대의 기능을 추구함

○ 안전 및 규제

- 영국 도로에 자율주행차를 안전하게 도입하는 데 필요한 규제 프레임워크를 형성하는 데 중추적인 역할을 수행
- 차량이 엄격한 안전 및 사이버 보안 표준을 충족하도록 보장하는 CAVPASS 프로그램과 같은 계획을 통해 안전 보장 프로세스를 개발하는 것이 포함

○ 연구 및 개발

- CCAV는 기술 장벽을 극복하고 공공 배치를 위한 자율주행차의 준비 상태를 향상시키는 것을 목표로 하는 R&D 프로젝트에 투자
- 안전한 자동화 차량 작동을 입증하는 프로젝트에 자금을 지원하기 위해 Innovate UK 및 기타 업계 파트너와의 협력
 - Oxbotica 및 StreetDrone과 같은 회사가 주도하는 다양한 프로젝트에서는 자동화된 상품 배송에 중점을 두고 CAV의 안전 사례를 강화

○ 공공 및 산업 참여

- CCAV는 산업, 학계, 대중과 긴밀히 협력하여 혁신을 촉진하고 영국이 CAV 기술의 글로벌 리더로 남을 수 있도록 보장
- 자율주행차에 대한 대중의 이해와 수용도를 높이기 위해 노력

○ 경제적 영향

- 글로벌 투자 유치, 일자리 창출, 영국을 자율주행차 분야의 리더로 자리매김하는 것을 목표로 활동

(3) 참여주체

- 영국은 2억 파운드를 투자하여 버밍엄에서 런던까지 6개의 시설로 구성된 test-bed를 운영하고 있음¹⁹⁹⁾
 - CAM Testbed UK에서는 자율주행 솔루션의 모델링, 시뮬레이션, 테스트 및 시험배 포를 위한 환경을 제공하고 있으며, 기업이 컨셉부터 개발, 배포까지 가상과 물리적 으로 아이디어를 구현할 수 있음
 - ASSURED CAV(HORIBA MIRA 및 Coventry University)²⁰⁰⁾
 - HORIBA-MIRA는 영국 정부가 자동차 산업 경쟁력 강화 및 기술혁신을 목표로 1945 년 설립한 자동차 전문 연구기관임
 - 현재 600여명의 엔지니어가 근무하고 있으며, 344만㎡ 규모 부지에 39개 시험 및 충돌테스트 설비, 세계 최대 규모인 100km의 주행시험장을 보유하고 있음
 - MIRA Technology Park는 세계적 수준의 테스트 시설 및 서비스에 대한 액세스를 제 공하고 직원들이 MIRA Technology Institute를 통해 기술 개발에 액세스할 수 있는 기회를 제공함
 - 자동차연구원과 호리바-마이라는 MOU 체결을 계기로 △커넥티드 자율주행(CAV)을 포함한 EV 분야의 기술 개발 △커넥티드 자율주행을 포함한 EV 분야의 애플리케이 션 개발 △커넥티드 자율주행 상용화를 위한 새로운 테스트 및 검증 방법 대응 △연 구 인프라 및 인력교류를 통한 공동 연구개발 등을 추진
 - Daimler, BMW, Audi 독일 3사는 글로벌 지도 제작사인 HERE를 공동으로 인수하여, Road Model, HD Lane Model, HD Localization Model로 구성된 HD Live Map 구축
 - 차차 센서 데이터와의 융합을 통해 도심지 측위 기술 개발
 - REM(Road Experience Management)은 모빌아이 EyeQ칩이 탑재된 차량에서 이미지 추출, 자사 클라우드 전송, 지도데이터 형성을 추진하고 있음
 - 미국, 유럽 등지 운행 차량 1백만대를 통해 매일 8백만 km 수준 데이터 축적하며, 라이다 없이 삼각측량 방식 기반 3차원 지도 구축
 - 일본은 민간(다수의 자동차 제작사, 지도제작사)과 공공이 함께 투자하여 DMP(Dynamic Map Platform)을 설립하고, 일본 고속도로 정밀도로지도 구축
 - 3차원 점군데이터를 수집하며, 주기적 데이터 갱신 관리

199) Connected & Automated Mobility 2025: Realising the benefits of self-driving vehicles in the UK, 2022

200) <https://www.miratechnologypark.com/r-d-facilities>



[그림 175] 정밀도로지도 구축 현황

○ MFM(Midlands Future Mobility)

- 시험이 지원될 수 있는 캠퍼스(미니 도시), 도시, 시골 및 고속도로 도로의 조합에서 광범위한 CAM 솔루션을 제공함
- 350km(200마일)가 넘는 MFM의 포괄적인 시험 환경은 CAV 안전 시뮬레이션을 위한 세계 최대 공개 시나리오 데이터베이스인 Safety Pool을 포함하여 실제 시험 및 시장 배포를 통한 초기 가상 개발을 제공함

○ Convex

- University of Warwick에서 운영하며, CAM의 새로운 이동성 제품 및 서비스 개발을 향상하고 가속화하기 위한 상업적 데이터 교환을 위한 개방형 플랫폼임
- 이 시설에서는 차량, 인프라, 교통 통제 등 다양한 소스로부터 데이터를 집계함

○ CAVWAY

- 50년 넘게 영국에서 건설된 최초의 새로운 자동차 성능 시험장으로 CAV 테스트를 지원하고 도로 교차점과 유연한 연결성에 중점을 두는 독특한 자동차 시설임
- 성능 시험장은 유연성을 극대화하도록 설계되었으며 다양한 구성의 교차점을 시뮬레이션할 수 있는 다기능 플랫폼을 포함함

○ UTAC Millbrook-Culham(UTAC 및 영국 원자력청)

- 두 사이트에 걸쳐 CAV 기술 개발을 위한 테스트베드를 운영하고 있음
- 안전한 사이트에서 2,000명의 성인 인구에 대한 고유한 액세스와 함께 전송을 위한 세계 최초의 5G 개방형 테스트베드임
- MaaS(Mobility as a Service)를 포함하여 CAM의 실제 운영에 대한 인간적 측면을 포착하는 테스트를 가능하게 함

○ 스마트 모빌리티 리빙 랩(Smart Mobility Living Lab)

- 런던(SMLL)은 영국에서 가장 진보된 연결된 도시 테스트베드로 그리니치와 런던 스트랫퍼드의 공공 및 민간 도로를 사용하여 실제 연결된 환경에서 새로운 운송 기술을 안전하게 개발하고 검증함
- 테스트베드는 도시 생활 실험실과 반제어 테스트 환경을 제공하고 시뮬레이션 기반 테스트를 지원함



[그림 176] 영국 CAV Testbed UK

(4) 주요 연구분야

- CCAV는 자율주행 차량을 위한 강력한 안전 및 사이버 보안 프레임워크를 만드는 데 초점을 맞춘 CAVPASS(안전 및 보안 보장을 위한 연결 및 자동화 차량 프로세스) 프로그램을 주도²⁰¹⁾
- 여기에는 이러한 차량이 사이버 보안을 침해하지 않고 공공 도로에서 안전하게 작동할 수 있도록 보장하는 표준 및 절차 개발이 포함

201) Connected and Automated Vehicles Process for Assuring Safety and Security

- 안전 프레임워크 구축, 사이버 보안 강화, 규제 및 법적개발, 공공 신뢰 구축을 주요 연구주제로 연구중임
 - CAVPASS는 자율주행 차량이 도로에서 안전하게 운행될 수 있도록 새로운 안전 프레임워크를 개발
 - 차량이 처음 배치될 때부터 운영되는 동안 계속해서 안전성을 보장하는 데 필요한 절차를 포함
 - 자율주행 차량은 높은 수준의 디지털 연결성을 요구하기 때문에, 사이버 보안도 중요하며, 자율주행 차량이 사이버 공격에 취약하지 않도록 강력한 보안 프로토콜을 마련하는 데 중점을 두고 연구
 - 자율주행 차량의 배치를 규제하고 감독하는 법적 체계를 구축하며, 자율주행 차량의 인증과 허가 절차를 개발하고, 관련 법규를 개정함
 - 자율주행 차량 기술에 대한 사회적 수용성 확보를 위해 기술의 안전성을 입증하는 명확한 증거를 제시하고, 자율주행 차량이 도로에서 안전하게 운행되는 것을 보장
- CCAV는 영국 UKRI(UK Research and Innovation)의 일부인 Innovate UK와 협력하여 자율주행 프로젝트에 투자²⁰²⁾
 - Oxbotica 프로젝트
 - 무인 자율성으로 자율 상품 배송을 안전하게 수행할 수 있는 방법 연구
 - 프로젝트 파트너십에는 영국에 본사를 둔 선구적인 온라인 식료품 기술 회사인 오카도 그룹(Ocado Group)이 미래의 AV 차량 운영업체로 포함
 - Aurigo 프로젝트
 - 영국 전역의 테스트 베드 사이트와 버밍엄의 국립 전시 센터 부지를 사용하여 실제 환경에서 작동하는 동안 온보드 안전 감독자의 필요성을 제거한다는 궁극적인 목표 달성을 위한 활동 수행
 - CAV 기술, 통신 시스템 및 사이버 보안 요구 사항을 개발, 검증
 - CAV에 대한 안전성 사례 강화
 - 안전한 운영에 필요한 인프라에 대한 이해 제고
 - 영국 정책에 대한 홍보

202) Safe, secure and autonomous vehicle projects get funding boost

○ StreetDrone 프로젝트

- 상품 이동에서 커넥티드 및 자동화 차량 기술의 시장 출시 시간을 단축하는 것을 목표로 함
- 다중 운전자 차량 사용에 중점을 두고 있음
 - 차량 내 오퍼레이터
 - 원격 운전자
 - 자율 주행 스택(ADS)
- 이와 함께 제공되는 보안 및 안전 보장을 통해 StreetDrone과 영국이 화물 공급망 자동화 분야에서 최초로 시장 진출 도모

○ Conigital 프로젝트

- 인적 요인 연구는 주요 사용성 목표를 식별하기 위해 시뮬레이션 환경에서 수행
- CAVWAY 테스트베드와 코번트리의 Midlands Future Mobility(MFM) 테스트베드에서 테스트하기 위해 진화된 AV 스택을 구성하는 데 사용

다. 미국 M-City

(1) 개요

- 미국 M-City는 세계 최초 자율차 테스트베드로, 미국 국립과학재단(National Science Foundation)으로부터 510만 달러 지원을 받아 Mcity 2.0으로 고도화되고 있음²⁰³⁾

○ Mcity는 미시건 대학교(University of Michigan)에서 설립한 첨단 모빌리티 연구시설로, 2015년 7월 설립

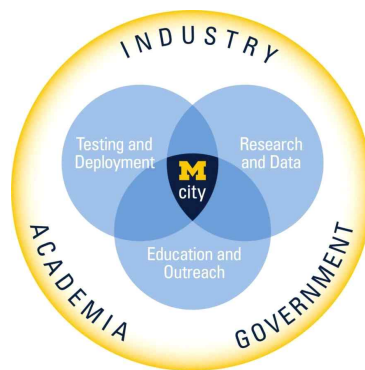
- 새로운 모빌리티 기술의 잠재력과 상업적, 경제적 생존 가능성 실현을 위해 다양한 전문지식과 자원을 통합하기 위해 Mcity 설립

○ Mcity는 교통안전, 지속 가능성, 형평성 및 접근성 향상을 목적으로 정부, 학계, 산업계 등이 하나가 되어 협업

203) 미시간대학교 Mcity홈페이지(<https://mcity.umich.edu>)

(2) 주요 기능

- Mcity는 초기 단계 테스트와 배포, 광범위한 모빌리티 연구 및 데이터 수집을 위한 자금 지원, 교육 및 봉사활동에 대한 헌신을 제공
 - Mcity에서 자금을 지원하여 진행되고 있는 연구 프로젝트는 총 25개이며, 연구, 개발 및 배포 프로젝트에 투자된 금액은 2,820만 달러
 - 새로운 모빌리티 솔루션을 안내하기 위해 세계적 수준의 테스트 시설 및 도로 배치에서 데이터 수집 및 사용을 확장
 - 2017년 1월 이후 Mcity 테스트 시설에 기록된 테스트 및 참여 시간은 9천 시간에 이르며, 사용 가능한 데이터셋은 70개 이상
 - 기술적 문제뿐 아니라 모빌리티 기술이 사회에 미치는 영향에 대한 토론 및 문제해결을 위한 포럼을 지속 운영
 - 미시건 대학교 캠퍼스 전체를 대상으로 학제 간 연구기회를 모색하고, 학생들이 모빌리티 전문인력으로 진출할 수 있도록 교육 제공



출처: mcity 홈페이지(<https://mcity.umich.edu/our-vision/>)

[그림 177] Mcity 주요 3요소

- 혁신클러스터로서 커넥티드, 자율주행 차량 연구개발뿐 아니라, 세계 최초 자율주행 차량 테스트베드를 운영하고, 이해관계자들과 적극적인 소통 추진
 - Mcity는 4가지 범주에 입각하여 커넥티드(Connected), 자율주행 차량 연구개발 수행
 - Mcity는 커넥티드(Connected) 자율주행 차량의 실행 가능한 작업시스템을 개발하기 위한 연구 추진

- 안전성(Safety), 효율성(Efficiency), 접근성(Accessibility), 상업적/경제적 생존 가능성(Commercial/Economic Viability)의 4가지 범주로 구분되는 연구개발 수행
- Mcity는 세계 최초의 자율차 테스트베드로, 미국 국립과학재단(National Science Foundation)에게 510만 달러를 지원받아 Mcity 2.0으로 고도화 추진²⁰⁴⁾
 - NSF의 지원으로 물리적 테스트 시설을 오버레이하고 전국의 학술 연구원이 사용할 수 있는 클라우드 기반 증강 현실 CAV 테스트베드를 만드는 디지털 인프라를 개발하여 Mcity 2.0으로 테스트 시설을 개선
 - 실시간 도시 교통 데이터는 Mcity의 모빌리티 데이터 센터에 공급되고, 현재 Ann Arbor의 State Street/Ellsworth 원형 교차로에 장착된 센서를 사용하여 생성된 차량 궤적 데이터를 사용
 - 8개의 상용 시뮬레이션 공급업체가 물리적 Mcity 테스트 시설의 디지털 트윈을 구축했으며, 급제동, 끼어들기 등과 같은 안전이 중요한 시나리오에 대해 테스트
 - Mcity OS를 통해 연구원은 커넥티드 차량, 자율주행 차량, 커넥티드 및 자율주행 차량에 대한 복잡하고 정교하며 쉽게 반복 가능한 테스트 시나리오를 만들고 실행 가능 테스트 시간과 비용을 절약하고 제품 개발을 가속화
 - Mcity 2.0을 통해 미국에 기반을 둔 연구원들은 테스트 알고리즘과 프로그램을 Mcity로 보내고, 테스트 시설의 Mcity OS 운영 체제에 연결하고, 테스트를 위한 특정 조건을 요청하고, Mcity의 실제/가상 결합 설정에서 이러한 매개변수가 재생될 때 원격으로 참여

204) 미시간대학교 Mcity홈페이지(<https://mcity.umich.edu>)



[그림 178] M-City 2.0 개요

- Mcity 테스트 시설은 미시간대 노스 캠퍼스의 32에이커 부지에 16에이커 이상의 도로 및 교통 인프라로 구성
 - 실물 크기의 실외 실험실은 도시 및 교외 환경에서 차량이 직면하는 광범위한 복잡성을 시뮬레이션하고 스마트시티 테스트베드 역할을 하는 연결된 인프라 및 운영 체제를 제공함



[그림 179] M-City의 Test Facility

- Mcity는 미연방 교통부에서 약 750만 달러의 보조금을 지원받아, 디트로이트시티에 자율주행 차량을 배치

- 미시간 남동부, 디트로이트 시에서 앤아버 시까지의 거리를 오가는 자율주행 차량을 운행할 수 있는 미래형 도로 개발 프로젝트에 참여해 자율주행 차량 운영 지원



출처: cavvue 홈페이지(<https://www.cavvue.com/michigan-project>)

[그림 180] 자율주행차량 미래형도로 노선

- Mcity는 일반 대중과 정부, 산업계, 학계 등 이해관계자에게 커넥티드 자율주행 차량의 가능성과 그에 대한 과제에 대해 적극적으로 소통
 - 일반 대중과 미시건 대학의 여러 학과생, 전문가 등을 위한 교육을 추진
 - 교수진이 이용할 수 있는 연구 자금 지원
 - Mcity 테스트 시설 견학, 강연 등을 포함한 이벤트, 기술 데모 활동 추진
 - Mcity 내 Tech Lab을 운영해 학생들에게 연구기회를 제공하고, 미시간 미래 모빌리티 및 전기화 사무국과 협의해, 미시간 모빌리티 펀딩 플랫폼(Michigan Mobility Funding Platform)을 통해 스타트업 대상 자금을 지원해 기술개발의 기회를 제공
 - Mcity 자금을 지원 받는 연구자들의 성과를 공유하고자 분기별로 백서를 발행해 연구결과 공유확산 추진
 - 언론인을 통해 초대해 미디어 및 사진 등 자료를 확보, 공개하여 성과 등 홍보 추진

□ 보유한 테스트 시설 인프라로 국제 차원에서의 기술교류 등 협력 수행

- (MORAI) M-City는 지난 23년 11월 13일 시뮬레이션 기반 자율주행 검증 업체인 MORAI와 양해각서(MOU)를 체결해 자율주행 기술연구 활동 강화 추진²⁰⁵⁾
 - M-City는 MORAI와 자율주행 가상 시험 환경 구축, 데이터 공동 활용, 국제 공동연구를 강화하여 국제 연구교류를 활성화할 것을 약속하며, 상호 간의 양해각서(MOU)를 체결
 - 원천기술 확보 및 핵심 전략 수립을 위한 멤버십을 체결
 - M-city는 또한, MORAI 및 한국자동차안전연구원(KATRI)와도 기술연구를 공동으로 추진
 - 자율주행 실험도시 환경 고도화, 실도로와 가상환경 결합을 통한 물리·가상 환경 평가 플랫폼 공유 등 자율주행 가상검증 및 관련 기술 분야 공동연구를 위해 협력 강화
- (Humanetics) M-city는 Humanetics와 새로운 이동성 애플리케이션을 위한 고급 소프트웨어 및 로봇의 공동 개발을 위해 협력 파트너십 체결²⁰⁶⁾
 - M-city는 Humanetics와 협력 파트너십을 체결해, Humanetics의 동적 테스트 시스템을 M-city의 Test 시설 환경에 통합함을 목표로 기술교류 추진
 - Humanetics는 협력의 일환으로 학술연구에 자금을 지원하고 파트너와 협력해 M-city 제휴회원으로 합류
 - Humanetics는 M-city에 로봇 테스트 플랫폼과 소프트웨어 솔루션 제공
 - 보행자, 자전거 운전자, 오토바이, 어린이 등 다양한 도로 사용자 모방이 가능한 Active Safety 로봇 테스트 플랫폼 제공
 - 복잡한 테스트 시나리오를 관리하고 다양한 차량, 신호등 및 보행자 플랫폼의 실행을 조정하는데 도움이 되는 소프트웨어 솔루션 TrackBase Connect 및 교육 서비스 제공
 - M-city는 Humanetics에게 Mcity 2.0 시설을 이용할 수 있도록 제공

□ Mcity는 미시건 대학 자금, 각 사업에 대한 정부 자금과 산업계 편당을 통해 운용되고 있음²⁰⁷⁾

- (미시건 대학) 미시건 대학은 Mcity 관리를 총괄하며 시설 사용 기업을 대상으로 필요 장비, 기술 자문을 제공함

205) MORAI 뉴스(<https://www.morai.ai/news>)

206) Humanetics 보도자료(<https://www.humaneticsgroup.com/about-us/press-releases>)

207) Mcity 사이트 방문, "<https://mcity.umich.edu/our-partners/>", 2024.01.29.

- (정부) 미시건주 정부와 연방정부에서 Mcity에 다방면으로 지원금을 제공하고 있음
 - 미국 교통부는 ‘21년 31개의 미시건 대학 내 연구 프로젝트 진행에 800만 달러를 지원
 - UMTRI는 미국 교통부로부터 1300만 달러의 지원을 받아 Ann Arbor Connected Environment (AACE) 프로젝트를 진행하며 Ann Arbor 내 공도에서 커넥티드 카 기술의 실증 연구를 수행²⁰⁸⁾
 - UMTRI와 Argonne and Idaho national labs는 미국 에너지부로부터 2015년부터 3년간 270만 달러의 지원을 받아 커넥티드-자율주행 차량의 에너지 절약 관련 연구를 수행
 - 미국 경제개발청(MEDC)은 Testing grant의 형태로 Mcity Test Facility 이용을 희망하는 업체에게 시설 사용비 일부 지원²⁰⁹⁾

(3) 참여기관

- 미래 모빌리티 솔루션을 위해 Mcity와 협력 중인 업계 파트너는 25개에 달하며, 약 150명 이상의 미시건 대학교 교수진, 대학원생 및 학부생이 Mcity 활동에 참여
- (산업계) 시스템을 작동시키는 제품과 서비스를 개발하는 역할을 수행하며, Leadership Circle Member는 3년간 60만 달러를, Affiliate Members는 3년에 걸쳐 15만 달러 투자
 - Covington, Deloitte, Denso, Ford, Honda, StateFarm, Toyota, Verizon, AWS 등 9개의 Leadership Circle Members와 GM, Navya, Nissan, Hitachi 등 20여의 Affiliate Members들로 구성
- (정부) 공공의 이익을 위한 혁신을 추구하고 규정을 설정하며 인프라를 개발하는 역할
 - 앤아버 시(Ann Arbor), 미시간 미래 모빌리티 및 전기화 사무국(Michigan Office of Future Mobility and Electrification), 미시간 교통부(Michigan Department Of Transportation), 미시간 경제개발공사(Michigan Economic Development Corporation), 미국 모빌리티 센터(American Center for Mobility), 미연방 교통부(U.S. Department Of Transportation), 미연방 에너지부(U.S. Department of Energy) 등 참여

208) AACVTE 사이트 방문, "<https://aacvte.umtri.umich.edu/about-ann-arbor-connected-vehicle-test-environment-aacvte/>", 2024.01.29.

209) MEDC, "FISCAL YEAR 2022 MSF/MEDC Annual Report to the Legislature", 2022

○ (학계) 첨단 기술개념과 사회적 통찰을 탐구하는 동시에 미래에 형성할 혁신가 세대 교육 수행

- 미시간 공과대학, 미시간대 교통연구소, 미시간 법학과, Michigan Ross 경영대학원, A.Alfred Taubman 건축 및 도시계획 대학 교수진, 미시간 로보틱스 등의 협업을 통해 상주기업 기술지원 및 학부생 대상 실습기회 제공

(4) 주요 연구분야

□ MCity를 운영하는 미시간대학 연구진이 참여하여 안전, 효율, 접근성, 경제적 타당성 관점에서 연구를 수행하였음²¹⁰⁾

○ 세부 연구 카테고리는 빅데이터, 아키텍처, 비즈니스 모델, 커넥티드&자동화 기술, 커넥티드 차량환경, 사이버 보안, 인적 요인, 법적 책임 및 보험, 시뮬레이션 및 시험으로 구분되어 다수 프로젝트 수행

- 빅데이터 관련하여 Mcity 인프라 데이터 수집 및 관리 시스템 개발, 차량 구성 요소 및 자동차 보안 제품을 평가할 수 있도록 사이버 보안 테스트 랩 구축 연구를 수행
- 아키텍처 관련하여 이동 수요, 차량 구성 옵션 및 자율 주행 차량 배치의 지속 가능성을 분석하기 위한 프레임워크를 개발함
- 비즈니스 모델 관련하여 스마트 인프라와 자율주행 차량을 위한 협업적 인식 및 계획 모델에 대한 연구를 수행
 - 제한된 ODD 내에서 L2 ADAS 차량이 L4 AV로 작동할 수 있도록 가상 프로토타입을 시연하고 지원
- 커넥티드 및 자율화 기술 관련 인적요인 기반 자율주행 고장에 대한 안전 전략, ADAS 차량의 도로정비 개선, 자율주행 차량 시험 지원 로봇, 보행자/차량 상호작용 수집 시스템, 모션 예측 및 협력주행 알고리즘 시연, 5G 및 AI기반 Mcity테스트 역량, Lv.3 이상의 자율주행 성능평가를 위한 지표, V2X 기반 위치 정확도 개선, 차량 데이터 기반 맵 업데이트 등의 연구를 수행
- 커넥티드 차량환경 관련 엔아버 도로변 인프라 장비 확장 및 V2I 시험 및 개발, 보행자 감지 시스템, 연결된 신호교차로의 상호운용성 등의 연구를 수행

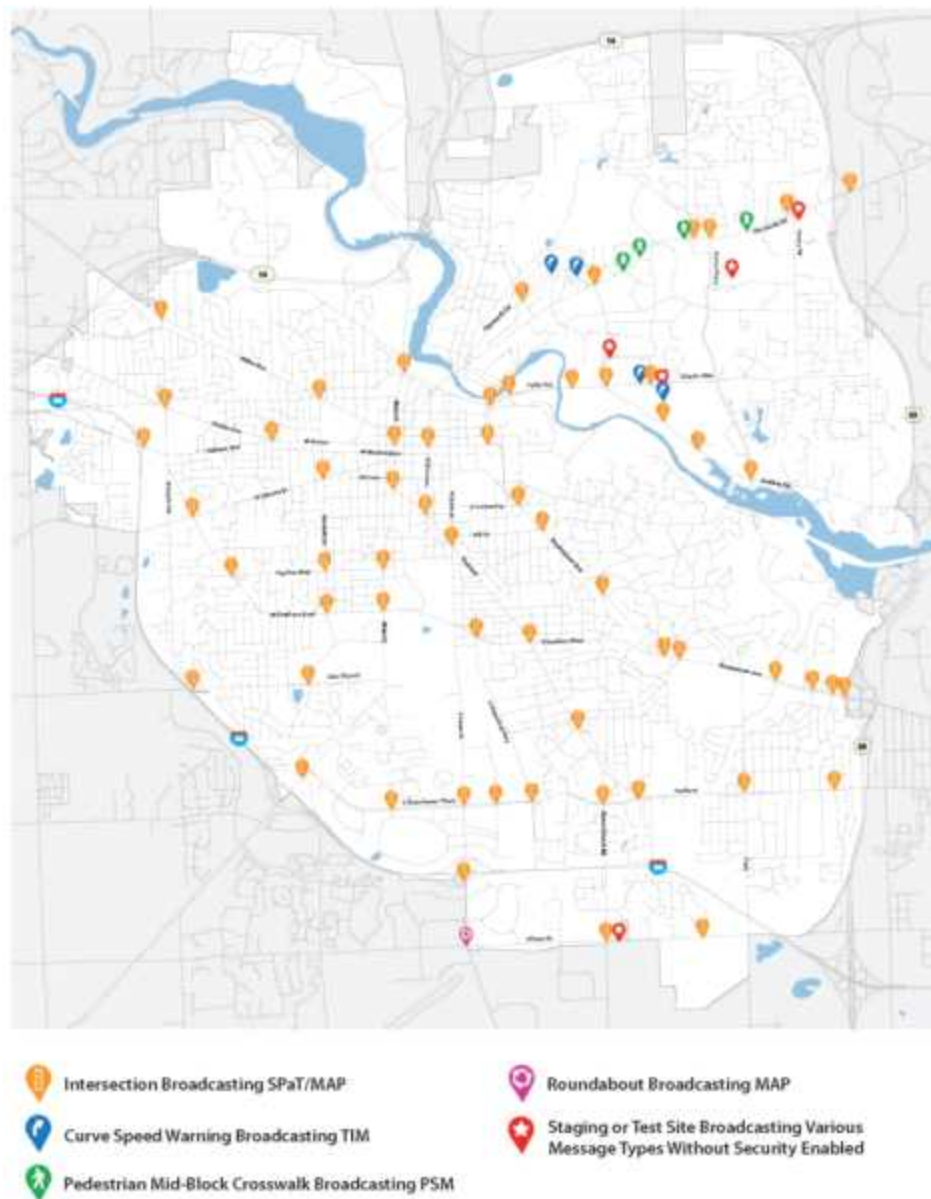
210) Mcity 홈페이지(<https://mcity.umich.edu/what-we-do/research/>)

- 사이버보안 관련 오픈소스 자율주행 시스템의 방어시스템, 네트워크 보안 표준 및 지침 연구, 머신러닝 기반 센싱 보안, 차량 아날로그 센서 보안, 커넥티드 교통인프라 방어전략, 교통인프라 사이버 보안 등의 연구를 수행
- 인적요인 관련 교통불안에 대한 교통 보안지수, 자율주행 기술에 대한 소비자 수용성, 보행자, 자전거, 도로 작업자 등과 같은 VRU(Vulnerable Road User)-자율차 통신 UI 디자인, 운전자 인계준비 상태 예측, 교차로에서 운전자와 도로 취약사용자간 상호작용 등에 대한 연구를 수행
- 법적 책임 및 보험 관련 접근 가능한 자율주행 차량 설계지침, 자율주행 산업의 책임, 지적재산권, 자율주행을 위한 계획, 자율주행 시나리오에 적용된 설계 결함 시험, 보험 및 위험관리, 지적재산권 등에 대한 연구를 수행
- 시뮬레이션 및 시험 관련 MCity의 증강현실 시험환경 개발, 표준시나리오 정의, 컴퓨터 비전 알고리즘, 자율주행 및 안전 의사결정 증강현실 개발 등에 대한 연구를 수행

□ AACE(Ann Arbor Connected Environment) 2.0은 커넥티드 차량 기술 발전을 목표로 하는 기존 프로젝트를 개선한 것으로 미시간대 교통연구소가 주도한 이 계획은 미국 교통부의 ATTAIN(Advanced Transportation Technology and Innovation) 프로그램의 일환으로 추진됨²¹¹⁾

- ‘23년 선정된 이 프로젝트는 미국 교통부로부터 980만 달러의 보조금을 받아 ‘26년까지 추진되며, 차량이 서로 통신할 뿐만 아니라 인프라, 보행자 및 기타 도로 사용자와도 통신할 수 있도록 하는 C-V2X(셀룰러 차량 대 사물) 기술의 배포를 향상
- 실시간 데이터 교환을 통해 사고를 예방하고 심각도를 낮춤으로써 안전성을 크게 향상
 - C-V2X 기술로 앤아버의 51개 추가 사이트를 개조하여 기존 21개 사이트에 추가
 - 데이터 공유 기능을 강화하기 위해 다양한 교차로, 횡단보도 및 기타 중요 구역에 도로변 장치를 설치
- Mcity, Ann Arbor시, Ford Motor Company, WSP, Qualcomm, Integral Blue, Institute of Transportation Engineers 등이 파트너로 참여하는 이 프로젝트는 보다 안전한 도로뿐만 아니라 새로운 제품, 서비스 및 스마트 인프라 개발에 기여하여 잠재적으로 다양한 분야에서 120,000개 이상의 일자리를 창출할 것으로 예상

211) <https://news.engin.umich.edu/2023/05/9-8m-to-boost-connected-vehicle-research-expand-ann-arbor-deployment/>



[그림 181] AACE 2.0 프로젝트의 도로변 유닛의 위치

- Mcity는 Mcity Test Facility뿐만 아니라 정부와의 협력하에 A2GO 프로젝트, 미래 모빌리티 기반 스마트 인프라 시범 도입 프로젝트 등을 진행하고 있음
- May Mobility는 Ann Arbor SPARK를 중심으로 Mcity를 비롯한 다른 기업들과 협력하여 Ann Arbor에서 무인 셔틀 운행, 커넥티드카 기술 시범 도입하는 A2GO 프로젝트를 진행함²¹²⁾

212) Mcity, "White Paper - Mcity Driverless Shuttle", 2020.10.



[그림 182] A2GO 프로젝트

- 디트로이트에서는 미시건 대학, 미국 모빌리티 센터(ACM) 등의 주체가 모여 Michigan Mobility Collaborative(MMC)를 시행하여 미국 교통부에서 750만 달러의 지원금을 받았으며 도시 내 자율주행 차량을 시험 운행함²¹³⁾
- 미시건 남동부에서는 ‘20년 미시건 대학, 미시건주 정부와 Cavue, Ford 등 기업체가 협력해 Michigan Connected Corridor 이니셔티브를 발족하여 미래 모빌리티 기반 스마트 인프라 시범 도입 프로젝트를 진행함²¹⁴⁾
- Mcity는 파트너들과 협력하여, Mcity가 위치한 시(앤아버) 및 인근 지역에서(디트로이트, 미시간 남동부)에서 커넥티드 및 자율주행 차량 기술을 시연
 - Mcity는 May Mobility, AACE(Ann Arbor Connected Environment) 등과 협력해 자율주행 셔틀버스인 A2GO를 앤아버 시에 출시·배포하여 앤아버 시 구성원이나 방문객, 미시간 대학교 학생·교직원 등에게 무료로 제공
 - 2019년까지 미시간 대학 북쪽 캠퍼스 내에서 운행한 자율주행 셔틀(Mcity Dirverless Shuttle) 사례의 결과를 A2GO 개발에 반영
- 미시건주 내의 차별적 실험 인프라와 밀집된 산업적 기반을 중심으로 미시건 경제개발청(MEDC), 미시건 교통부(MDOT) 등 정부기관 주도의 사업 활발히 진행함
 - 미래 모빌리티 전동화 사무소(OFME)와 미시건 교통부(MDOT)는 미시건주의 풍부한 모빌리티 산업 기반 내 파트너십으로 모빌리티 산업을 선도하기 위해 보조금 지원 기금 MMFP(Michigan Mobility Funding Platform)를 운영함²¹⁵⁾

213) Mcity 사이트 Federal Mobility Grant 검색, "<https://mcity.umich.edu/?s=feder>", 2024.01.29.

214) Mcity 사이트 Detroit 검색, "<https://mcity.umich.edu/?s=detroit>", 2024.01.29.

215) MEDC 사이트 방문, "<https://www.michiganbusiness.org/mobility-funding/>", 2024.01.29.

- MMFP는 기업을 대상으로 실험 인프라 또는 공도에서의 실증 프로젝트를 지원하는 정부 주도 매칭 펀드 사업
- 매칭 펀드의 비율로 과거에는 25% 비율로 기업 또는 파트너사의 펀딩을 요구했으며 개정된 MMFP는 희망하는 매칭 펀드 비율을 제시 가능하게 변경
- 지원 규모는 테스트 시설 이용자 대상으로 1만 달러~10만 달러, 공도 환경 실증 대상으로는 4만 달러~12.5만 달러 내에서 지급
- 지원 대상은 연간 2~3회에 걸쳐 민간-공공 전문가 위원회가 파트너, 위치, 예산, 사업 일정 등을 고려해 선정하며 2018년 8월부터 '22년 4월까지 9회 진행
- 지원 기업은 지속가능, 편의성, 혁신성을 보이는 기술을 제시해야 하며 특히 공도 환경 실증 희망자는 미시간 지역 수요 부합 필요
 - Round 1~5: 자율주행 기술의 초기 발달 단계였으며 자율주행 기술 고도화를 위한 소프트웨어 기업을 주로 선정
 - Round 6: COVID-19 확산에 따라 질병예방 관련 모빌리티 솔루션 제공 기업 선정
 - Round 7~9: 자율주행 기술이 활용 단계에 이르며 자율주행 기술을 활용한 서비스 솔루션, EV 확산에 따른 충전 인프라 조성 관련 기업을 주로 선정

□ Mcity는 Mcity 회원, 학술 연구자 학생에게 구축한 데이터를 제공하고 있음²¹⁶⁾

- Mcity Data Engine은 AI 알고리즘을 만들고 머신 러닝을 통해 실행 가능한 데이터 인사이트를 찾는 교통 혁신가를 위한 Mcity 메이커스페이스의 필수 도구
- Data Engine을 통해 연구원은 대량의 데이터를 효율적으로 쿼리할 수 있으며, Mcity의 교통 데이터 수집 네트워크에 특정 작업을 지시하여 개발을 위한 고품질 인공지능 모델을 생성할 수 있음
- Mcity Data Engine은 AI의 힘을 사용하여 데이터와 레이블을 사용하여 AI 알고리즘의 성능을 최적화하고 개선하는 지속적인 개선 루프를 통해 회원사와 연구원에게 모빌리티 애플리케이션을 위한 미세 조정된 데이터 세트를 제공하여 원하는 특정 데이터만 제공
- 모빌리티 애플리케이션을 위한 AI 교육에 맞춤형된 대규모 컴퓨팅 클러스터에 대한 액세스를 제공

216) Mcity 홈페이지(<https://mcity.umich.edu/what-we-do/data-for-ai/>)

- 방대한 Mcity 데이터 네트워크를 효율적으로 수집, 처리 및 레이블 지정
 - Mcity 데이터 및 모델과 인터페이스하여 AI 기반 솔루션 구축
 - 차량 테스트를 위한 대규모의 다양하고 주석이 달린 교육 데이터 세트를 개발하고, 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 교육 데이터 세트를 향상시켜 합성 데이터를 생성하고 추가함
- Mcity는 Mcity Test Facility와 Ann Arbor 시에 위치한 협력 인프라에서 생성된 대량의 실제 데이터를 수집, 보관, 처리 및 공유하도록 설계된 클라우드 기반 데이터 플랫폼을 유지 관리하며, 협력 인프라는 차량과 도로변 인프라 간의 데이터 통신을 지원
- 실시간 지방 자치 단체 교통 데이터는 클라우드 기반 플랫폼에 공급
 - 웹 사이트 사용자 인터페이스를 통해 실시간 트래픽 모니터링, near-miss/충돌 이벤트 쿼리 및 원시 데이터 쿼리를 수행할 수 있음
 - 데이터는 이미지(차량 및 보행자 및 자전거 이용자와 같은 무동력 도로 사용자, 오토바이 운전자 및 장애인 또는 이동성 및 방향 제한이 있는 사람)를 캡처하는 도로변 센서(카메라)에서 수집됨
 - 이후 이미지는 기계 학습을 사용하여 추적 정보, 궤적 예측 및 잠재적 충돌 타이밍을 위해 처리되며, near-miss 및 충돌 이벤트는 데이터 플랫폼에 보관됨

라. 미국 CFAVP(Central Florida Autonomous Vehicle Partnership)

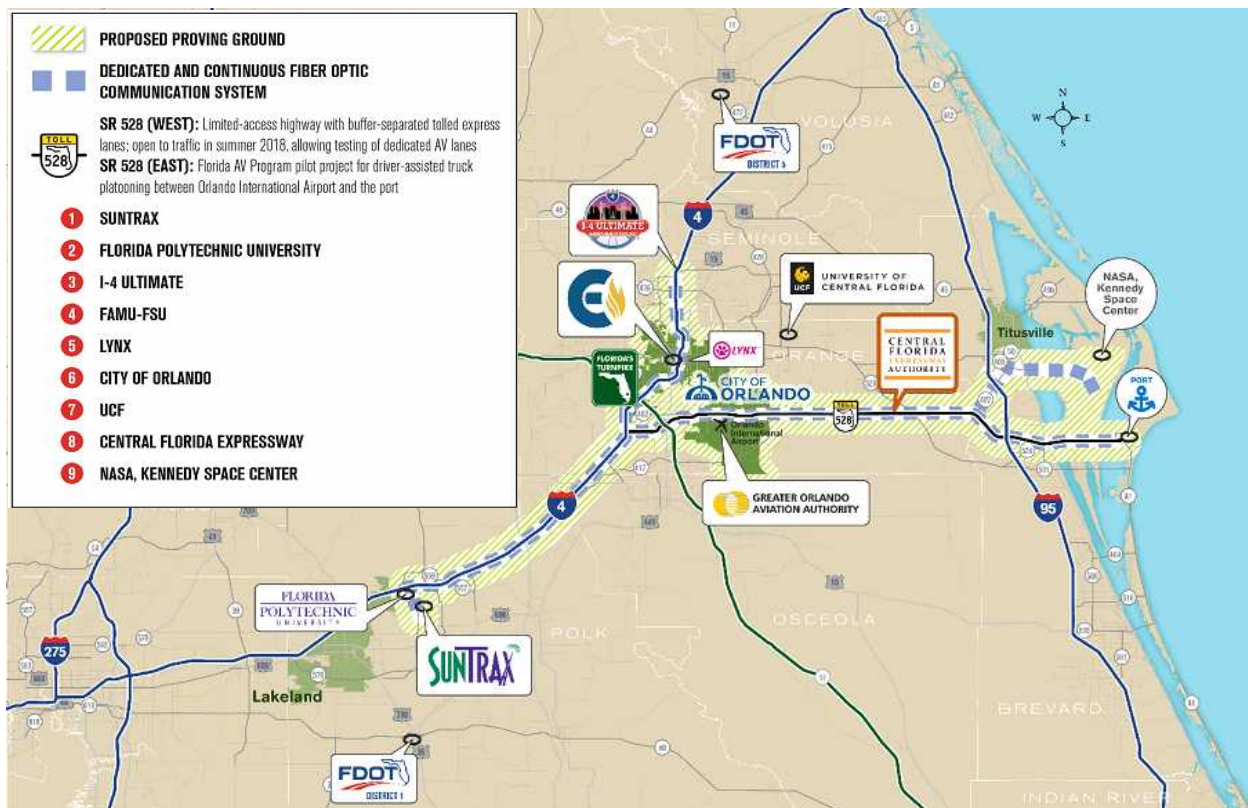
(1) 개요

□ CFAVP는 모든 이동 수단에 걸쳐 자동화된 차량 기술의 연구 및 개발을 위한 클러스터

○ 지역 정부 및 학계 파트너와 협력하여 화물, 대중교통, 자동차, 자전거, 보행자를 위한 스마트 기술을 테스트하는 혁신 센터

○ 미국 교통부에서 자율주행차 시험장(Proving Ground) 시범 시설로 지정²¹⁷⁾

- 안전을 측정하고, 다양한 도로와 조건을 관리하고, 다양한 유형의 차량을 처리하는데 사용할 수 있는 시설을 구축



* 출처: 플로리다 교통부(FDOT) 홈페이지

(<https://www.fdot.gov/traffic/teo-divisions.shtm/cav-ml-stamp/cv/maplocations/cf-av.shtm>)

[그림 183] CFAVP 자율주행차 시험장

217) "U.S. Department of Transportation Designates 10 Automated Vehicle Proving Grounds to Encourage Testing of New Technologies", U.S. Department of Transportation News, 2017. 1. 19.

(2) 주요 기능

- CFAVP는 자율주행차량 테스트 시설로서, 시험장에서 얻은 결과를 공유하고, 안전 검토를 업데이트해 시험장을 지속 개발함
 - Central Florida AV Proving Ground는 가장 포괄적인 테스트 경기장을 제공할 여러 기존 및 계획된 시설로 구성
 - 최첨단 대학의 시뮬레이션부터 극한 환경 및 통제된 시나리오 테스트를 제공하는 “테스트 트랙”을 운영하며, 일부 도로에서의 개방형 배치 등을 제공
 - 테스트 트랙과 개방형 테스트 도로 등을 하나의 테스트 그라운드에 배치하면 최상의 안전 관행 및 자동 운송 기술의 검증에 대한 보다 견고한 결과를 생성 가능
 - 시험장에서 얻은 결과를 전파할 필요성을 이해한 파트너십은 실무 커뮤니티와 협력하고 지역, 지역 및 국가 플랫폼에서 결과를 공유
 - 각 파트너십 회원은 정기적으로 예정된 회의에 참여하여 노력을 조정하고, 안전 검토를 업데이트하고, 시험장을 계속 개발

(3) 참여기관

- Central Florida AV Partnership에는 이동성 문제에 대한 리더십과 상당한 기여를 입증한 지역 기관 및 단체가 포함
 - University of Central Florida와 Florida Polytechnic University를 포함한 일부 지역 대학에서 연구 및 시뮬레이션을 실시
 - 안전 및 정책 준수 검토는 Florida A&M University-Florida State University (FAMU-FSU) 공과대학 내 법학대학에서 관리
 - 기타 NASA 케네디 우주 센터의 Roadway Network and Swamp Works Lab, UCF Transportation Lab, 올랜도 시의 도심 도시 핵심부, 주간 고속도로, 고속도로, 미국 남동부에서 유일하게 전담 고속 AV 및 톨링 테스트 센터인 SunTrax 등이 참여

(4) 주요 연구분야

□ 다양한 시험장 구축, 운영 등의 프로젝트를 진행하여 안전표준, 데이터관리, 사이버보안, 보행자-자동차 충돌방지, 사고 정보 제공 등 프로젝트 추진²¹⁸⁾

○ (SunTrax) 교통 기술 테스트를 위한 타원형 트랙 시설로 환경, 차량 및 보행자 안전 영향에 대한 안전 표준, 데이터 관리, 사이버 보안 및 장비 품질 연구 수행

- 플로리다 교통부의 플로리다 터프라이크 엔터프라이즈(FTE)와 플로리다 폴리테크닉은 장기적 파트너십을 체결해 건설된 대규모 자율주행 차량 테스트 시설로 자율주행 기술의 개발과 테스트를 지원

• ‘19년 Auburndale에서 건설중인 자율 주행 차량을 테스트하기 위한 시설(Suntrax)을 구축되었으며, 차량 외부에 설치된 카메라가 360도 시야를 제공²¹⁹⁾

• 플로리다 폴리테크닉 캠퍼스에서 남쪽으로 2mile 떨어진 FTE의 폴크 파크웨이(SR 540)에 인접한 곳에 구축

- SunTrax에는 Tampa와 Orlando 사이에 위치한 폴크 카운티의 400Acre 부지로, 크게 2가지 구성요소로 구축

• (고속도로 테스트 루프) 약 3.62km 길이의 고속도로 테스트 루프는 실제 고속도로 환경을 모사하여 자율주행 차량이 다양한 교통 상황과 속도에서 안전하고 효율적으로 운행할 수 있는지 테스트하기 위한 공간

* 다양한 교통 패턴과 상황을 시뮬레이션할 수 있도록 설계

• (도심지역 시뮬레이션) 자율주행 차량이 보행자, 자전거, 다양한 교통 표지판 및 신호, 다른 일반적인 도시 환경 요소들과 상호작용하는 방법을 테스트하기 위해 설계되었으며 차량이 복잡한 도시 교통 상황에서도 안전하게 운행할 수 있는지 평가

- SunTrax에는 2.25mile의 타원형 트랙이 포함되며, 여러 시나리오를 중심으로 설계

• 타원형 트랙에는 대피소, 건물, 거트리 구조물, 도로변 장치 및 톨링 장비를 위한 다양한 장착 위치와 같은 인프라가 포함

• 단일 차선, 다중 차선, 평행 유료 및 급행 차선과 같은 여러 시나리오를 중심으로 설계

218) <http://centralfloridaavpg.com/projects/>

219) 플로리다 교통부 자율주행 자동차 테스트 시설 구축, nbc-2, 2019.09.11

- 트랙의 200에이커 내부는 간선 환경을 위한 제어된 자동 및 연결 차량(CV) 테스트에 전념
 - 학습 실험실, 시뮬레이션된 도심, 교외 및 시골 도로, 상호 연결된 신호 교차로, 인터체인지 램프, 원형 교차로 및 다양한 포장 표면 등의 특징 보유
 - 주요 연구 분야는 환경, 차량 및 보행자 안전 영향에 대한 안전 표준, 데이터 관리, 사이버 보안 및 장비 품질



[그림 184] 미국 플로리다주의 SunTrax

- (DATP) 플로리다 최초 주 후원 시범 시험 프로젝트로, 주요 연구 분야는 잠재적인 상업적 배치를 준비하기 위한 안전 및 연료 절감
 - 플로리다 교통부의 플로리다 터파이크 엔터프라이즈는 플로리다 하원 법안 7027(2016)에 의해 확립된 기술의 사용 및 안전한 작동을 연구할 기회에 대응하여 플로리다에서 CV/AV 분야에서 최초의 주 후원 시범 시험을 실시

- 이 프로젝트에는 Orlando에서 Palm Beach까지 이어지는 턴파이크 본선(SR 91)의 143mile 구간에서 입증되고 안전한 연결 V2V 기술을 사용하여 트럭 플레톤을 운행하는 연구 및 시범 시험이 포함
- 이 구간은 주로 트럭이 가장 많이 이동하는 턴파이크 시스템 구간 중 하나이기에 기술을 테스트할 시험장으로 선정
- DATP의 중장기 목표는 플로리다의 주간 고속도로 시스템으로 테스트를 확대하고 남동쪽 다주간 복도를 만드는 것임
- 주요 연구 분야는 잠재적인 상업적 배치를 준비하기 위한 안전 및 연료 절감
- (ATTAIN Central Florida) 플로리다 중부 공공 도로에 스마트 교통 기술을 배치하기 위해 관련 프로그램들을 지원하는 프로젝트로, 보행자(자전거)-자동차 간 충돌 방지, 교통체증 저감을 위한 자동 교통 신호 성능 측정, 교통 키오스크 등의 프로그램 지원²²⁰⁾
- ATTAIN Central Florida는 교통 체증 감소, 안전성 향상 등을 위한 프로그램을 지원하는 프로젝트로서, 연방 고속도로 관리국의 보조금과 지역 매칭 기금으로 자금 지원
 - 플로리다 교통부(FDOT)의 ATTAIN Central Florida 프로그램은 신뢰성을 개선하고, 혼잡을 줄이며, 이동성과 안전성을 높이기 위해 플로리다 중부의 공공 도로에 스마트 교통 기술을 배치
 - 연방 고속도로 관리국(FHWA)의 Advanced Transportation and Congestion Management Technologies Deployment(ATCMTD) 보조금과 지역 매칭 기금으로 프로그램 자금을 지원
- 크게 3가지 관련 프로그램을 향후 5년간 시행할 예정이며, 각 프로그램의 연구결과는 데이터 저장 이니셔티브인 SunStore로 연결
 - (PedSafe) 보행자와 자전거의 차량 충돌 발생 저감을 위해 연결된 차량 기술을 활용하는 충돌방지 시스템 연구
 - * 기존 교통신호 시스템에 연결하면 보행자 감지와 함께 신호등이 바뀌는 시점에 대한 정보를 제공해 차량과의 충돌을 저감
 - * PedSafe는 UCF 본 캠퍼스, Alafaya Trail(State Road 434), McCulloch Road 및 Pine Hills Neighborhood 근처의 Colonial Drive(US Highway 50)에 구현
 - (GreenWay) 지역 전체의 교통 체증을 줄이고 이동성을 높이기 위한 여러 가지 첨단 교통 관리 기술을 도입
 - * (ICM, 통합 도로 관리) 올랜도의 Interstate 4(I-4)에서 사고로 모든 교통 차선이 막혔을 때 운전자가 움직이고 쉬지 않고 운전하도록 설계된 프로그램

220) <https://www.cfsmartroads.com/projects/ATTAIN-CFL.html>

- * (CV Infra, 커넥티드카 인프라) 온보드 유닛(OBU)이 설치된 차량과 UCF 모바일 앱이 설치된 스마트폰의 OBU 애플리케이션에 경고 및 주의 메시지를 전송해주는 프로그램으로, 경고 및 주의 메시지에는 신호 단계 및 타이밍(SPAT), 교통 신호 우선 순위(TSP), 비상 차량 우선권(EVP), 교통 차량 앞에서 우회전, 곡선 속도 경고 및 신호 교차로의 보행자를 포함함
- * (IMC, 교차로 이동 횟수) 실시간 교차로 이동 횟수 데이터를 수집하는 기술로, 교차로의 교통 흐름이 최적화, 도로 이용자 안전 개선, 정차 횟수 저감 및 이동시간 단축, 평균 속도 증가, 연료 소비 및 배출량 감소, 사고 저감, 도로지연 감소 등 기여
- * (ATSPM, 자동 교통 신호 성능 측정) 1,000개 교차로에서 교통 신호 제어기, 캐비닛 및 제어기 펌웨어를 업데이트하여 고해상도 데이터 로깅을 지원하고 시스템 상태와 운영 품질을 실시간으로 모니터링
- (SmartCommunity) 사람들을 가고 싶은 장소와 필요한 서비스에 연결해주는 새로운 기술에 초점을 맞춘 프로그램
- * (AV 셔틀) 운전자 없는 전기 자율주행차 셔틀 1쌍을 '21년 가을부터 중부 플로리다 대학(UCF)의 메인 캠퍼스에서 최대 시속 15mile로 운행하고 있으며, AV셔틀 서비스는 3년간 제공
- * (교통키오스크) UCF 본 캠퍼스의 셔틀 정류장에 환승 키오스크를 설치해 사용자가 목적지까지 이동할 수 있는 여러 교통 수단을 결합할 수 있도록 지원
- (SunStore) 해당 지역의 교통 시스템 관리 및 운영과 관련된 다양한 데이터 소스를 저장하여 연구목적으로 제공하기 위한 이니셔티브
- * 플로리다 교통부(FDOT)의 데이터 저장 및 연구 공유 이니셔티브로 데이터 품질 향상을 위한 마스터 데이터 관리, 데이터 융복합 및 센서 융복합을 포함
- (SR 434 CV Pilot) 커넥티드 차량(CV) 프로젝트로, CV 애플리케이션과 관련 기술에 대해 연구
 - 플로리다 교통부(FDOT) 5구에서 진행하는 프로젝트로 세미놀 카운티, 센트럴 플로리다 대학교(UCF) 북쪽, SR 434, McCulloch Road 북쪽에서 Mitchell Hammock Road 동쪽에 위치
 - 주요 연구 내용으로 선점, 우선 교통 신호, 신호 성능 지표, 신호 위상 및 타이밍과 같은 CV 애플리케이션과 커넥티드 카 기술(DSRC, RSU, OBU)을 포함
- (I-75 Frame) 비상 상황, 사고 관리 시에 교통 체증을 저감하고 운전자에게 실시간으로 해당 정보를 제공하기 위한 프로젝트
 - 동 프로젝트는 비상 상황 및 사고 관리 시, I-75의 교통을 다른 도로로 재지정하고, 운전자에게 실시간을 정보를 전달하기 위해 중앙사무소에서 신청하여 추진
 - 프로젝트의 목적은 비상 상황 및 사고 관리 중에 I-75 교통을 SR 500, SR 200 및 SR 40과 같은 동서 간선도로를 사용하여 US 301/441로 재지정하는 것임
 - 프로젝트의 목표는 고속도로 사고 중에 운전자에게 실시간 정보를 전달하는 것임

- 게인즈빌과 와일드우드/오칼라 지역 사이의 I-75에서 반복적이거나 반복적이지 않은 혼잡을 완화하기 위해 2016년 중앙 사무소 ATCMTD에서 신청해 추진
- I-75 FRAME(플로리다 지역 고급 이동성 요소) 프로젝트 는 I-75와 US 301/441 복도에 위치하고 있으며, 이 두 복도 사이의 동서 간선도로를 연결
- 지역 노력의 북부 및 남부 지역이 위치한 FDOT 지구 2 및 5 관할 구역으로 구성
- 각 지구는 CV Technologies를 배치하여 멀티모달 시스템을 보다 잘 관리, 운영 및 유지하고 통합 복도 관리 솔루션을 만드는 해당 지역의 노력을 주도
- 자동 교통 신호 성능 측정(ATSPM), RSU 및 온보드 장치(OBU), 교통 신호 우선(TSP), 보행자 안전 요소 배치, US 301/441 갭에 광섬유 케이블 추가가 포함

마. 독일 KUS Drive²²¹⁾

(1) 개요

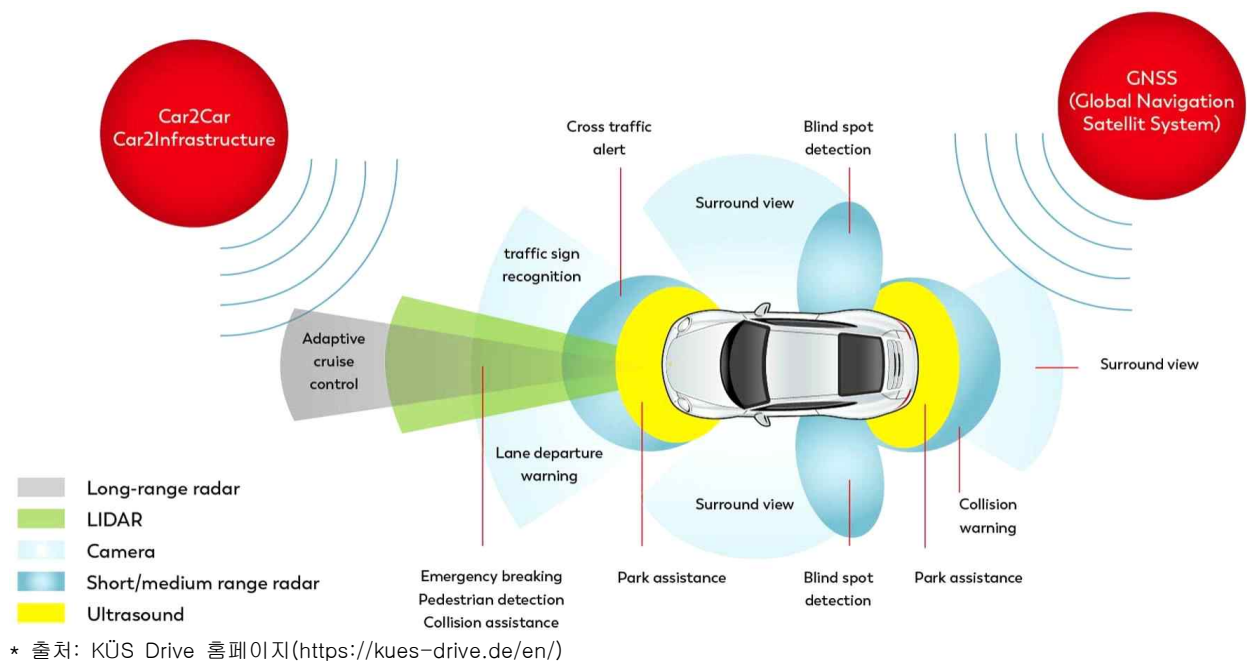
- 독일의 자동차 검사기관에서 추진하는 프로젝트로, 자율주행차 성능 평가 및 검사를 수행
 - 독일의 자동차 검사기관 KÜS에서 수행하는 프로젝트로 커넥티드카, 자율주행차에 대한 주기적 기술 검사(PTD)를 수행
 - 비접촉 센서 테스트, 시나리오 기반 테스트 및 VIL (Vehicle-in-the-Loop) 시뮬레이션 등 OTA(Over-the-Air) 기반 운전자 지원시스템에 대한 자율주행차 안전관련 테스트 라인 혁신 주도
 - 자동차의 전체 수명주기 동안 올바른 기능을 확인하고 보장
 - 2024년부터 의무화되는 AEBS(자동긴급제동장치) 비상제동 보조장치 등 자율주행 기능이 제대로 작동하는지 점검
 - 차량이 법적 기준과 안전 표준을 충족하는지를 확인하며, 최신 기술 동향에 맞춰 검사 방법을 지속적으로 개선

(2) 주요 기능

- 자율주행 차량 및 시스템에 대한 검사 기능 제공
 - 운전자지원시스템(ADAS) 및 자율주행 시스템 검사
 - 차량에 탑재된 첨단 운전자 지원 시스템과 자율주행 기능의 정확한 작동 여부 검사
 - 적응형 크루즈 컨트롤(ACC)
 - 차선 유지 보조 장치(LKA)
 - ISA(Intelligent Speed Adaptation)를 통한 교통 표지판 인식
 - 사각지대 경고(BSW)
 - 교차 교통 경고(RCW)

²²¹⁾ <https://kues-drive.de/en/>

- 주차 지원(APA)
- 적응형 크루즈 컨트롤(ACC)
- 자동긴급제동장치(AEB)
- 사각지대 보조(BSW)
- 적응형 조명(AHB)



[그림 185] KÜS Drive에서 제시하는 보조 시스템(ADAS) 개념

- 자율주행 시스템 검사 기술 요구 사항

- 국가 표준을 추적할 수 있는 효율성 테스트 측정 결과
- 날씨 조건에 관계없이 최적화된 공간 요구 사항을 갖춘 홀에서 테스트
- 60km/h 이상의 속도에서 역동적이고 자유롭게 편집 가능한 시나리오 기반 효율성 테스트 진행
- ADAS 제어 장치 통신 없이 OTA(Over the Air) 자극을 통한 테스트 구현
- 사이클 시간을 최소화하기 위한 효율성 테스트의 높은 자동화

○ OTA 방식을 활용한 시나리오 기반 유효성 원리 테스트

* OTA(Over The Air) 테스트는 비디오, 레이더, LiDAR, 초음파 또는 광파 등 물리적 입력 변수를 사용하여 센서를 비 접촉식으로 자극하는 테스트

- 차량의 환경 센서는 관련 ADAS 제어 장치에 대한 액세스 없이 비접촉식으로 자극
- 활성 원리 테스트 기술은 알려지고 정의된 자극에 대한 전체 기술 시스템의 반응을 테스트하고 시스템 반응과 목표 반응 간의 차이를 평가

○ 차량 센서 OTA 가상 시험

- 유효하고 재현 가능한 결과를 위해 가상 환경에서 실제 차량을 테스트하는 VIL(Vehicle-in-the-Loop) 시뮬레이션 방법을 사용
 - 정기적인 일반 검사(정기기술 검사, PTI)뿐만 아니라 자동차 생산 및 R&D 영역의 최종 라인 테스트에도 사용 가능
- VIL 테스트 중에 차량은 스티어링 기능 테스터(SFT)에 위치하며, 주행할 테스트 시나리오에 따라 운전자의 제어 하에 좌우로 가속, 제동 또는 조향 가능
 - 스티어링 기능 테스터(SFT)는 Dürr의 “X-로드 커브”를 활용
 - 스티어링 테스터의 기술적 특성으로 인해 차량은 항상 테스트 벤치의 대칭 축에 대해 종방향으로 위치를 유지하며, 최대 130km/h의 속도로 주행 가능
- 조종 가능한 기능 테스터와 dSPACE 툴체인 간의 소프트웨어 인터페이스를 사용하면 차량의 실제 물리적 움직임을 디지털 그림자로 전송 가능
 - 이는 차량 환경과 함께 dSPACE의 시뮬레이터에서 실시간으로 계산
 - 시뮬레이션은 카메라와 레이더 센서의 OTA 자극을 위해 모니터와 레이더 타겟 시뮬레이터에 공급

○ 센서 시스템의 테스트 설정

- 모니터와 레이더 안테나는 수평 및 수직으로 배치할 수 있는 테스트 대상 차량 바로 앞의 테스트 라인에 통합
 - 모니터는 센서 사실적 시뮬레이션 솔루션인 AURELION을 통해 3D 세계로 애니메이션화한 환경 및 도로 시나리오로 차량의 카메라를 검사
 - 이는 VUT(“테스트 대상 차량”)의 카메라 센서가 관련 객체를 올바르게 감지하는 지 확인하는 데 사용
 - 차선 유지 보조 장치(LKAS)와 차선 이탈 경고 시스템 보조 장치(LDWS) 또는 지능형 속도 적응(ISA)을 갖춘 교통 표지판 인식의 올바른 기능은 사실적인 도로 시각화를 통해 테스트

- dSPACE의 레이더 타겟 시뮬레이터 DARTS(dSPACE Automotive Radar Test Systems)를 통해 레이더 센서를 테스트

- 레이더 타겟 시뮬레이터 DARTS 안테나를 센서 바로 앞에 배치하여 레이더 센서 테스트

* DARTS는 시뮬레이션된 타겟 객체의 레이더 반사를 방출

* 반사파는 객체의 거리, 크기 및 속도를 반사하여 레이더 센서를 자극

* 이를 통해 테스트 엔지니어에게 안전한 적응형 크루즈 컨트롤(ACC) 및 비상 브레이크 지원(AEB)의 재현 가능한 테스트가 가능

- 테스트 벤치의 동질적이고 조정된 하드웨어 및 소프트웨어 구성 요소를 통해 실시간으로 안정적인 테스트 시퀀스가 가능해짐

- 필요한 경우, 테스트 사례를 정확하게 재현하여 오류를 성공적으로 제거했음을 입증 가능함

○ V2X 통신 검사

- 차량과 인프라 간 통신(Vehicle-to-Everything)이 원활하게 이루어지는지 테스트

○ 안전성 평가

- 차량의 전체적인 안전 기능을 종합적으로 평가하여 잠재적 위험 요소를 식별

○ 기술 컨설팅

- 자동차 제조사와 협력하여 안전 기준에 부합하는 기술 개발을 지원



* 출처: KÜS Drive 홈페이지(<https://kues-drive.de/en/>)

[그림 186] KÜS Drive 테스트 범위

(3) 참여기관

- 시뮬레이터 구현 기업인 dSPACE와 스티어링 테스터 제공업체 Dürr가 테스트 라인에 참여
 - (dSPACE) 센서 시뮬레이션 기술, 센서자극기술 등 자율주행차 시스템을 개발하고 구현하는 기업으로 KÜS DRIVE 테스트 라인 개발에 참여
 - (Dürr) 첨단운전자지원 시스템 ADAS(Advanced Driver Assistant System)/자율주행 AD(Autonomous Driving)용 스티어링 가능한 주행 시뮬레이터 및 센서 시뮬레이터 이송 시스템 개발 보급하여 자율주행 및 자동화 차량을 위한 테스트 기술 제공 또한 KÜS DRIVE 테스트 라인 개발에 참여

(4) 주요 연구분야

- KÜS Drive는 자율주행 기술 검증 및 사이버 보안 검사 방법 등을 연구하고, 국제적인 검사 기준 및 표준 수립 연구를 수행
 - 자율주행 기술 검증
 - 자율주행 차량의 안전성을 검증하기 위한 새로운 검사 방법과 프로토콜을 개발
 - 사이버 보안 검사
 - 차량의 전자 시스템이 해킹 등 사이버 위협에 대응할 수 있는지 평가
 - OTA 업데이트 안전성
 - 무선 소프트웨어 업데이트 과정에서 발생할 수 있는 오류나 위험을 식별하고 예방
 - 환경 영향 평가
 - 전기차 및 친환경 차량의 배터리 상태와 효율성을 검사하여 환경 친화성 제고
 - 표준화 작업
 - 국제적인 검사 기준과 표준을 수립하여 글로벌 시장에서의 일관성을 확보

바. 네덜란드 Commsignia²²²⁾

(1) 개요

□ Commsignia는 V2X 기술에 특화된 선도적인 기업으로, 종단간 V2X 솔루션을 개발

- Commsignia는 2012년 업계 전문가들에 의해 V2X 기술의 연구와 응용에 전념하는 선구적 기업 중 하나로 설립
- Commsignia는 차량 대 차량(V2V) 및 차량 대 인프라(V2I) 통신 기술을 포함한 협력 지능형 교통 시스템(C-ITS)의 연구, 개발, 제조 및 유통을 전문
 - 10년 이상의 C-ITS 및 V2X 경험 보유
 - EU/US 표준과 호환
 - HW 독립적인 솔루션 제공
 - 자동차 규격(MISRA:C) 임베디드 소프트웨어 보유
 - ISO 표준 품질 준수
 - 완벽한 HW/SW 솔루션 제공
 - 독점적인 보안 스택 구축

(2) 주요 기능

□ Commsignia는 디지털 도로 인프라 구축업체와 자동차 OEM에 도로변 및 차량 내 장치를 공급하는 것은 물론, 자동차 등급 V2X 연결, 보안 및 애플리케이션을 구현하는 통합 소프트웨어도 제공

- (V2X OBU) Commsignia의 4세대 차량 연결 시스템으로, 미국 교통부 및 EU 프로젝트에 설치된 제품으로, 향상된 연결성(C-V2X 등), 미래 지향적
 - 저렴하고 쉬운 OEM 또는 애프터마켓 통합을 가능하게 하며, 내장된 변조 방지 하드웨어 보안 모듈, CAN, 고범위 V2X 무선 및 쉬운 HMI 통합을 제공

222) <https://www.commsignia.com/>

- 자동차 등급 설계, 고성능 애플리케이션 CPU 및 듀얼 채널 V2X 무선 성능의 이점을 결합
- 미국 교통부 및 EU C-Roads 프로젝트에 설치된 제품으로, 충돌 방지 경고, 교차로 우선권(EVP)을 통한 보다 효율적인 비상 대응, 신호우선(TSP)을 통한 더 나은 대중교통 일정 등에 활용 가능
- 향상된 연결성(DSRC/ETSI-G5, C-V2X/LTE-V2X), 미래 지향적 인터페이스(ETH, USB, CAN, GPIO, 4G/LTE, BLE, WiFi)를 보유



* 출처: commsignia 홈페이지(<https://www.commsignia.com/products/obu-lite/>)

[그림 187] Commsignia V2X OBU

- (V2X OBU Lite) V2X OBU Light 유닛으로, 자전거 및 기타 마이크로 모빌리티 차량에 자동차 등급 성능과 보안을 제공하는 DSR 및 C-V2X 통신 인터페이스
 - OBU Lite의 고성능 애플리케이션 CPU는 자전거 및 마이크로 모빌리티 OEM이 자동차의 급성장하는 V2X 생태계에 가입하고 도로 안전 서비스를 제공하기 위해 도시에 서 구축한 V2X 인프라를 활용할 수 있는 완벽한 솔루션을 제공
 - 2륜차(전기 자전거, 전기 스쿠터 등)에 완벽하게 적합한 작은 크기, 커넥터, 지속 시간, 전력 소모량을 보이며, 안전 애플리케이션으로 위험 인식 및 경고 알림
 - 개선되고 안정적인 연결성(DSRC/ETSI-G5, C-V2X/PC5)과 최첨단 GNSS 기능, 미래 지향적 인터페이스(CAN-FD, USB, GPIO, WiFi/BT5/BLE) 보유
 - 관련 산업 표준을 사용하는 단일 인터페이스 커넥터로 간편한 통합 가능
 - 안전하고 안정적인 하드웨어 설계 Commsignia V2X SW 스택

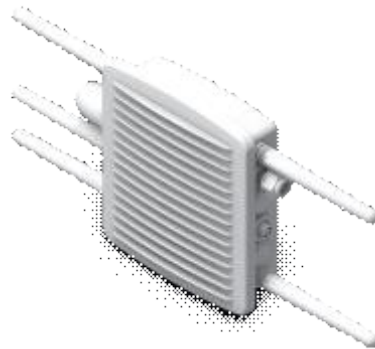


* 출처: commsignia 홈페이지(<https://www.commsignia.com/products/obu-lite/>)

[그림 188] Commsignia V2X OBU Lite

○ (V2X RSU) 엣지 컴퓨팅을 탑재한 고성능 V2X 지원 도로변 장치로

- 협력 ITS 배포를 위해 설계된 Commsignia의 4세대 ITS-RS4는 도로변 애플리케이션과 미래의 엣지 컴퓨팅 솔루션을 위한 V2X 통신 솔루션
- 고성능 애플리케이션 CPU와 실시간 V2X 소프트웨어 스택 및 도로를 따라 새로운 센서를 연결할 수 있는 무선 인터페이스를 결합
- 강화된 보안 솔루션, IP66/IP67 인클로저, 산업용 설계로 장비 운영자에게 전문적인 솔루션을 제공하며 TMC 통합을 쉽고 안전하게 구성



* 출처: commsignia 홈페이지(<https://www.commsignia.com/products/obu-lite/>)

[그림 190] Commsignia V2X RSU

○ (V2X Software Stack) Linux 및 RTOS 운영 체제를 기반으로 다양한 리소스 제약 대상 플랫폼에 모듈식 프레임워크와 작은 풋프린트를 제공

- V2X 임베디드 솔루션으로 ETSI, ISO, IEEE, SAE, CAICT, CAICV, CCSA에서 정의한 표준 및 지침은 물론 C2C-CC, C-Roads, NISSTC의 프로필을 지원하여 전 세계적 상호 운용성과 협력적 ITS 통신 프로토콜의 유연성을 보장

- (Central Device & Data Manager Platform) 다양한 V2X 장치를 원격으로 구성, 모니터링 및 관리가 가능한 플랫폼
 - 중앙 위치에서 장치의 상태와 성능 모니터링이 가능하여, 도로변 장치를 한 번에 구성 및 설정해 유지관리 시간을 단축
 - V2X 메시지가 어디에서 어떤 경로로 오고가는지 실시간 확인 가능
 - 교통 이벤트에 대한 V2X 메시지를 생성 및 배포 가능하여, 도로 정보를 자동으로 배포하는데 기여
 - 도시, 고속도로, 교통 관리자 및 시스템 통합자, 시험장 및 테스트 시설 등에 활용 가능
- (Commsignia Hybrid Suite) 클라우드, 소프트웨어, 하드웨어 기능을 복합한 다각적인 솔루션
 - V2X RSU, OBU, Device & Data Manager Platform 등을 복합적으로 활용해 도로에서의 연결성과 안전을 강화하여 도로 및 차량 운영자에게 중요한 지원 및 개입 도구를 제공



* 출처: commsignia 홈페이지(<https://www.commsignia.com/products/hybrid-suite/>)

[그림 191] commsignia Hybrid Suite 이점

(3) 참여기관

□ Commsignia는 12개 기관과 파트너 관계를 형성하였으며, 파트너에게 최고의 솔루션 포트폴리오를 위한 프레임워크 제공

○ 무선 통신 업체인 Qualcomm, 음향기기 업체 HARMAN 등을 비롯해 12개의 다양한 기업, 기관과 V2X 파트너 관계 형성



* 출처: commsignia 홈페이지(<https://www.commsignia.com/about-us/>)

[그림 192] commsignia 파트너

○ Commsignia 채널 파트너 프로그램은 파트너에게 다양한 최고의 솔루션 포트폴리오를 통해 솔루션 포트폴리오를 성장시킬 수 있는 프레임워크를 제공



* 출처: commsignia 홈페이지(<https://www.commsignia.com/partners/>)

[그림 193] commsignia 파트너 프로그램 개요

(4) 주요 연구분야

□ Commsignia는 7가지 분야에 대한 전문지식을 보유, 5가지 산업에 대해 연구

○ Commsignia는 전문 분야(Field)로 7가지 영역을 제시

- (5G & Edge Computing, 5G & 엣지 컴퓨팅) V2X 서비스를 셀룰러 인프라와 연결
- (Vulnerable User Protection, 취약한 사용자 보호) AI 카메라와 액티브 태그를 통한 보행자 감지
- (Day 2 application, 2일차 신청) 오프라인 사용자를 V2X 생태계로 유입
- (Trust in V2X, V2X에 대한 신뢰) 고정확도 위치 지정, 신뢰할 수 있는 RSU, 잘못된 동작 감지
- (Future of smart cities, 스마트 시티의 미래) AI 교통 예측 및 분석, 미래 TMC, 긴급 차량 경로 안내
- (Business and economic analysis, 사업 및 경제 분석) 전략적 계획, 의사결정 지원
- (Micromobility, 개인이동장치) 자전거 및 마이크로모빌리티 V2X 온보드 장치 및 응용 프로그램

○ Commsignia는 차량, DOT, 통신, 센서 및 ADAS, 위치 및 탐색 산업에 대해 연구

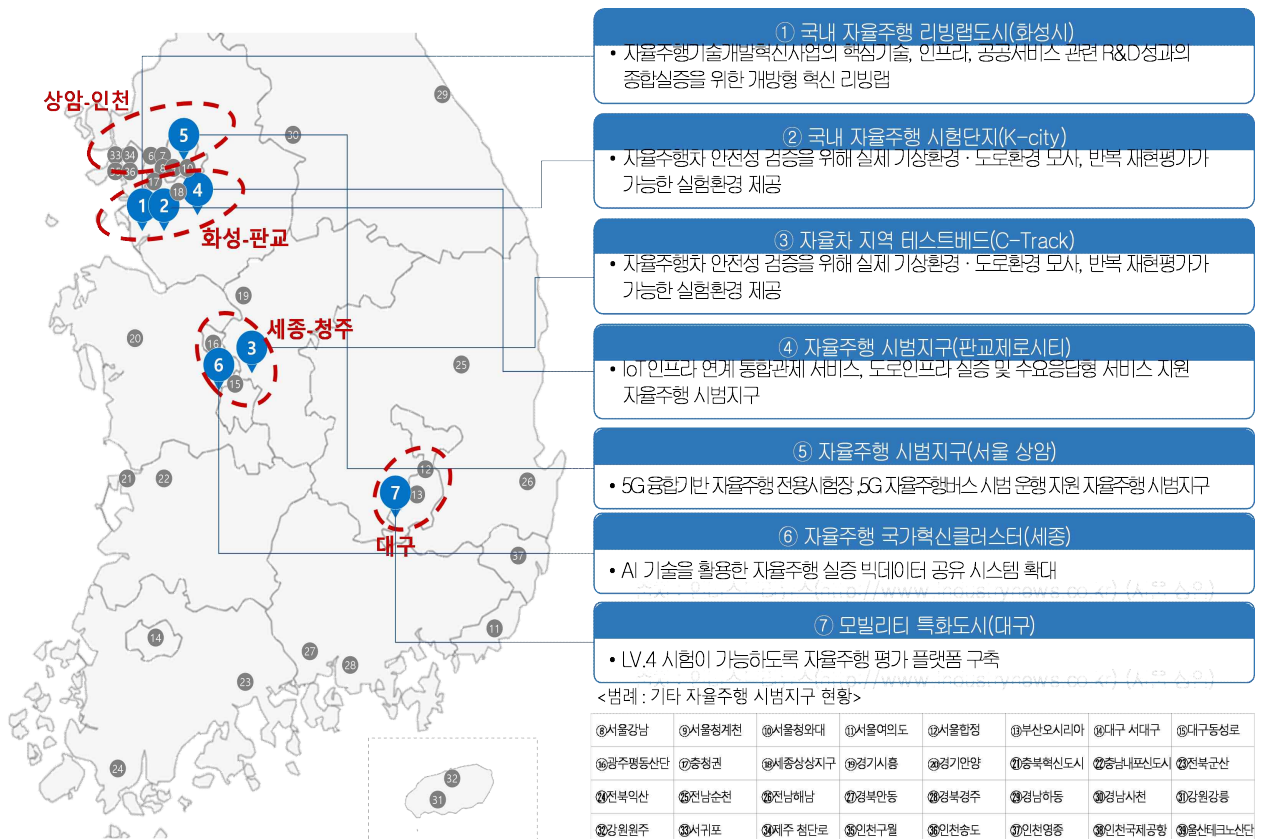
- (차량) Tier1 공급업체와 OEM을 위해 통합 보안 스택을 갖춘 강력하고 유연한 글로벌 소프트웨어 솔루션을 제공하여 이들이 V2X 기술을 탑재한 차량을 제작할 수 있도록 지원
- (DOT) V2X는 도로 사용자를 교통 관리 인프라에 연결하여 교통 체증을 관리하고 충돌 횟수를 줄이는 데 기여
 - 연결성을 통해 정부, 도시 및 도로 운영자는 운전자와 보행자에게 경고 전달 가능
- (통신) 차량 통신의 장거리 애플리케이션에 4G 및 5G 연결을 사용
 - 도로를 따라 셀룰러 서비스에 대한 수요를 증가시키는 방법
 - V2X 도로변 장치는 로컬에서 정보를 처리할 수 있는 소형의 내구성 있는 모바일 엣지 컴퓨터로, 초저지연 5G 클라우드 서비스 가능
- (센서 및 ADAS) Commsignia는 자동차 교통 안전을 위한 V2X 기반 센서 공유 분야에서 초기 혁신을 이룬 기업으로, 센서 데이터 변환 및 협력적 교환을 기반으로 ADAS를 위한 자동차 시스템 개발에 기여

- 센서 데이터의 변환 및 협력적 교환에 대한 당사의 이해는 차세대 ADAS를 위한 복잡한 자동차 시스템을 개발하는 데 필수적인 자산임이 입증
 - Commsignia는 유럽에서 집단적 지각 방법을 만드는 데 기여
 - (반)자율적 기동 기능을 위한 최종 입력이라고 믿는 저지연 점유 가능 자유 공간 정보를 공유하는 기능을 개발
 - 수동 및 능동, 다층 보행자 및 취약한 도로 사용자 감지 시스템을 통해 생명을 구하기 위한 중요한 인프라를 구축하는 데 중점
- (위치 및 탐색) V2X 서비스와 V2X를 기반으로 구축된 기능은 위치 지정 및 내비게이션을 강화
- Commsignia V2X 서비스는 안전하고 지연 시간이 짧은 전송을 통해 위치 지정을 강화 가능

2. 국내 자율주행 혁신클러스터 사례

□ 자율주행 리빙랩도시, 자율주행 시험단지, 자율차 지역 테스트베드, 자율주행 시범지구 등 국내 자율주행 혁신클러스터 현황은 다음과 같음

- 5G기반 자율주행 전용시험장 및 시범운행 지원이 이루어지고 있는 서울 상암과 인천 지역의 자율주행 시범지구가 인접하여 형성되어 있음
- 자율주행 시험단지인 K-City가 위치해 있고 도시 전지역 종합실증이 가능한 자율주행 리빙랩도시로 선정된 화성과 IoT인프라 연계 도로인프라 실증 및 수요응답형 서비스 지원 자율주행 시범지구인 판교제로시티를 중심으로 혁신 클러스터 형성
- 자율차 지역 테스트베드인 C-Track이 위치한 충북 청주와 AI기반 자율주행 실증 빅데이터 공유시스템 확대를 추구하는 자율주행 국가혁신클러스터가 위치한 세종을 중심으로 클러스터가 형성되어 있음
- Lv4. 시험 가능 자율주행 평가플랫폼이 구축되는 대구 모빌리티 특화도시 인근으로 자율주행 시범지구가 형성되어 있어 관련 클러스터간 시너지 기대



[그림 194] 국내 자율주행 혁신클러스터 현황

가. 자율주행 리빙랩도시

- 자율주행 리빙랩都市는 자율주행기술개발혁신사업의 핵심기술, 인프라, 공공서비스 관련 R&D 성과의 종합 실증을 위한 개방형 혁신 리빙랩으로 화성시를 선정하여 추진 중

<표 79> 자율주행 리빙랩도시(화성) 주요 내용

	위치/규모	경기도 화성시 전체
	주요분야	'교통약자 이동지원', '수요응답 셔틀버스', '공유차', '청소, 방역 등 도시환경관리', '인프라 모니터링 및 긴급복구', '긴급차량 통행지원', '중형버스 차량플랫폼', '교통사고 예방 순찰' 등 8대 서비스 실증
	특징	- 대중교통이 취약하고 대형화물차량 운송이 빈번한 교통 환경 여건을 가진 화성시 전역을 대상으로 추진 - 자율주행기술개발 성과의 실증 - 개방형으로 일정조건(인증, 임시운행허가 등)만 갖추면 외부 기관의 리빙랩 참여 가능

- 자율주행 리빙랩은 그간 범부처 연구개발(R&D)을 통해 확보된 기술을 도시 단위의 지역에서 실증하는 사업으로, 자율주행 핵심기술을 종합적으로 실증하고 시민들에게 다양한 체험 기회를 제공해 향후 실효성과 사업화 가능성을 기대해볼 수 있음²²³⁾
- '자율주행기술개발혁신사업'('21년~'27년, 예타 1.1조 원) 등 자율주행 R&D의 다양한 성과물들을 (1단계) 테스트베드(K-City), (2단계) 메타버스 기반 가상시험환경(자율차 AI 지능학습, 성능검증, 성능평가/차량인증), (3단계) 리빙랩(대상도시 공모중) 등을 통해 융합형 Lv.4/4+ 자율주행 실증을 위한 국내 혁신클러스터 조성 중
- 교통약자(장애인·노약자·교통소외지역) 이동편의증진, 수요응답형 대중교통(미니셔틀), 공유차, 도시환경관리, 인프라 모니터링, 긴급차량 통행지원 등 자율주행 공공서비스를 실증할 예정임

223) 도시 전체를 자율주행 실증공간으로... '자율주행 리빙랩' 만든다, 연합뉴스, 2023.04.20



[그림 195] 레벨4 자율주행 리빙랩 개념도

- 국토교통부와 한국교통안전공단은 자율주행 실증도시 공모사업 후보지로 지자체 단독으로 응모한 화성시를 우선협상 대상자로 선정함²²⁴⁾
 - 화성시의 경우, 대형화물 운송차량이 빈전한 산업단지와 대중교통이 취약한 농촌지역을 포함하고 있어 자율주행 공공서비스를 통한 대중교통 접근성 향상이 기대되는 지역임
 - 교통약자 이동지원, 수요응답 미니셔틀, 도로유지 관리, 긴급출동 및 도로통제 등 레벨4(Lv.4) 이상 자율주행 기술·서비스의 통합적 실증과 공공, 민간, 이용자 간 파트너십을 통한 자율주행 공공서비스의 시범적용이 이루어질 예정임
- 자율주행 리빙랩 과제는 개방형 혁신 리빙랩으로 기존 리빙랩 및 자율주행 시범운행지구 내 자율주행 서비스 운영과 차별화하여 추진될 예정이며, 화성시가 최종 선정됨²²⁵⁾
 - 화성시 전역을 서비스 제공 범위로 하고, 일부 자율주행 운행이 불가능한 구간은 사전에 파악하여 자율주행 모드 전환을 통해 통과하도록 하고, 리빙랩 인프라가 설치되어 있지 않은 구간은 기존 통신망을 활용한 V2N 서비스로 운영할 계획임
 - 리빙랩에 종합적으로 통합 구축되는 시스템은 8대 자율주행서비스 제공을 위한 시스템(차량 및 운영시스템)뿐만 아니라 정밀도로지도, 노변인프라, 디지털트윈환경, 가상시험환경, 자율주행센터, 기구축 인프라와의 연계, 통합관제 및 모니터링을 위한 시스템 등이 포함되어 구축·운영됨

224) 자율주행 실증도시 우선협상... “화성시” 선정, 국토교통부 보도자료, 2023. 10. 31.

225) 2027년 완전 상용화 목표로 시범운행 가속도, 교통신문, 2024. 1. 5.

- 운행 중첩구간 및 기술·서비스 실증 적합 구간을 우선으로 구축하며, 자율주행 통합 센터는 리빙랩 참여기관과 외부기관 및 기 구축 시스템과의 연계 등의 고려가 필요
- 리빙랩 실증대상 8대 서비스는 ‘교통약자 이동지원’, ‘수요응답 셔틀버스’, ‘공유차’, ‘청소, 방역 등 도시환경관리’, ‘인프라 모니터링 및 긴급복구’, ‘긴급차량 통행지원’, ‘중형버스 차량플랫폼’, ‘교통사고 예방 순찰’이며, 전체 자율주행차량은 약 70대 규모로 서비스별 2년 이상의 실증을 통해 관련 기술 및 서비스 모델의 상용화 가능성을 검증
- 개방형 리빙랩으로 구축하여 사업에 참여하지 않은 외부 자율주행 기술보유 기업도 임시운행허가와 리빙랩 참여를 위한 관련 표준/인증 및 안전기준 등 정해진 조건만 갖추면 Plug&Play 형태로 실증이 가능하며, 외부기업의 리빙랩 참여를 유도하기 위해 리빙랩 실증 운영을 위한 가이드 제공과 기술 및 운영 지원이 요구
- 전체 사업의 최종 가시적인 성과가 리빙랩 도시에 조성·운영되는 것이므로 사업종료 이후에도 지속운영을 전제로 하고 있으며, 리빙랩 조성단계에서부터 이를 반영한 거버넌스 구성과 지속가능한 조직구성 및 전담인력 배치, 시민참여를 위한 다양한 홍보·지원, 수요기업의 직·간접 참여 환경 마련 등이 요구

<표 80> 기존 리빙랩과 개방형 혁신 리빙랩 비교

구분	기존 리빙랩	개방형 혁신 리빙랩
실증 범위	지구 단위 혹은 지정 노선 단위로 서비스별 제조사당 1~2대	도시 단위로 서비스별 2~20대, 총 70여 대 운영
실증 형태	서비스 단독 실증	8개 서비스와 도로인프라 및 센터 포함 통합 실증
실증기간 및 운영시간	이벤트 형식으로 정해진 기간 운영 (프로젝트 기간)	2년 이상 장기간 운영 (지속운영 가능)
	서비스 오전/오후 정해진 시간 운영 (일 평균 6시간 이하)	상시 운영(일반시민 이용가능 시간 운영)
운영횟수	비교적 적음 (운영시간, 운행 대수/노선에 따라 다름)	비교적 많음 (운영시간, 운행 대수/노선에 따라 다름)
외부 차명	프로젝트 형태로 외부 기관 참여 어려움	개방형으로 외부 기관 참여 가능
지속성	프로젝트 종료 후 운영부서/담당자 부재 및 예산부족으로 서비스 단절	사업 초기 운영부서/담당자 지정 및 지속운영 거버넌스 구성으로 서비스 지속 가능

- 리빙랩 실증대상 도시는 도시 단위 규모로 사업성과 실증 및 8대 서비스 운영 등 리빙랩 환경 조성·운영에 적합한 화성시가 최종 선정됨('23. 11)
 - 화성시 전역을 서비스 제공 범위로 하고, 일부 자율주행 운행이 불가한 구간은 사전에 파악하여 자율주행 모드 전환을 통해 통과하도록 하고, 리빙랩 인프라가 설치되어 있지 않은 구간은 기존 통신망을 활용한 V2N 서비스로 운영할 계획임
 - 리빙랩에 종합적으로 통합 구축되는 시스템은 8대 자율주행서비스 제공을 위한 시스템(차량 및 운영시스템)뿐만 아니라 정밀도로지도, 노변인프라, 디지털트윈환경, 가상시험환경, 자율주행센터, 기 구축 인프라와의 연계, 통합관제 및 모니터링을 위한 시스템 등이 포함되어 구축·운영됨
 - 운행 중첩구간 및 기술·서비스 실증 적합 구간을 우선으로 구축하며, 자율주행 통합센터는 리빙랩 참여기관과 외부기관 및 기 구축 시스템과의 연계 등의 고려가 필요
 - 리빙랩 실증대상 8대 서비스는 ‘교통약자 이동지원’, ‘수요응답 셔틀버스’, ‘공유차’, ‘청소, 방역 등 도시환경관리’, ‘인프라 모니터링 및 긴급복구’, ‘긴급차량 통행지원’, ‘중형버스 차량플랫폼’, ‘교통사고 예방 순찰’이며, 전체 자율주행차량은 약 70대 규모로 서비스별 2년 이상의 실증을 통해 관련 기술 및 서비스 모델의 상용화 가능성을 검증
 - 일반시민들이 일상생활에서 상시 이용할 수 있도록 상시서비스 형태로 제공하며, 시민체험결과와 피드백을 통해 예기치 못한 상황에 대한 문제인식과 서비스 개선을 통해 서비스 만족도와 수용성을 높이는 것을 목적으로 함

나. 자율주행 시험단지

- (K-City) 화성시에 위치한 K-City는 국토교통부와 한국교통안전공단자동차안전연구원에 의해 구축된 자율주행차량 테스트베드로 실제 도로상황과 유사한 실험환경을 제공하여 안전성 검증 지원
- 국토부와 한국교통안전공단은 '19년부터 K-City에 첨단 시험설비를 구축하는 등 레벨 4 이상의 기술개발을 지원하기 위한 테스트베드와 고도화 사업을 단계적으로 추진함

<표 81> 자율주행 시험단지(K-City) 주요 내용

	위치/규모	경기 화성시 한국교통안전공단 자동차안전연구원 주행시험장
	주요분야	5대 도로환경과 35종의 시설을 기반으로, 기상환경재현, 시나리오 기반의 자율차 테스트 등 유연한 평가시설을 구현하여, 자율주행차 기술개발·검증 지원
	특징	- 반복 재현 평가가 가능한 실제 도로상황 유사 실험 환경을 조성·제공하여 자율주행차 기술개발 안전성 검증 지원 - 다양한 주행상황에서 시험하며 동시에 데이터 분석, AI 알고리즘 수정, 차량·센서 수리 등 연구개발 정비 가능 - 무선통신 네트워크와 가상주행시험장비 구축으로 OTA 업데이트 통합 가상 검증/승인 프로세스 개발가능

○ 5대 도로환경(자동차전용도로, 도심부, 커뮤니티부, 교외도로, 자율주차시설)

- 자율주차시설 : 평면/직각/사선주차/실내주차/자율발렛 기능/상충발생 상황 대처 등 환경별 자율주차가 가능한 시험 시설 제공
- 커뮤니티부 : 스쿨존 내 자율주행 제한속도(30km/h), 어린이 보행자, 자전거 등 돌발 상황 대응 시험 시설
- 실제 도심부 내 도로상황을 재현하여 자율주행, 주변시설물 인지, 돌발대응 등의 실험환경 시설 제공
 - 도심부 내 자율주행 : 차선유지/변경/속도유지(제한속도, 신호, 차선유지, 차선거리 준수, 일반통행, 자전거 및 버스전용도로, 비보호좌회전)
 - 주변인지 : 도심부 노면표지, 버스정류장, 신호등, 횡단보도, 건물면 등 인프라 인지 기능 ⇒ 차선유지/전방정지
 - 돌발대응 : 보행자, 자전거 등의 돌발상황 대응시험 ⇒ 전방정지
- 자동차전용도로 고속이동이 가능한 도로교통환경을 재현하고, 다양한 자율주행차 운전지원서비스 지원 시설 제공
 - 자동차전용도로 제한속도유지, 신호(차로별 제어), 차선변경, 차간거리 준수여부 시험
 - 합류부, 본분류부 진출입 자율 주행 시험
 - 터널통과 시 빛 변화 대응시험 및 하이패스 구간 통과시험

- V2V, V2X, V2I 통신 전방출동 대응 시험 ⇒ 전방대응시험
- 교외도로는 인프라시설이 부족한 지방도 교통환경을 재현한 시험 시설 제공
 - 도로 악의 조건에서 자율주행 테스트
 - 합류부, 분분류부 진출입 자율 주행 시험
 - 노면파손, 포트홀, 험로 등의 자율주행시험
 - 철도건널목 주행/정지에 따른 대응시험 ⇒ 전방정지



[그림 196] K-City 주요시설

- 톨게이트, 신호체계(신호/비신호/점멸), 버스전용차로(중앙/가변), 스쿨존, 톨게이트, 터널(통신음영), 회전교차로, 자전거도로/보도, 철도건널목 등 35종의 시설을 구비함
- 35종의 시설에서 자율차에 대한 시험평가를 지원

<표 82> K-CITY 자율주행테스트 주요 업무

비고	기반시설	설치내용	평가항목
도심부	버스전용차로	2→4(3+1)차로 확장(260m) - 버스전용차로 관련 차선마킹 및 부대시설(표지판, 차선변경금지봉 등) 설치	버스전용차로(중앙/가변) 인지 및 버스로 인한 영향 평가
	건물면설치	- 건물면(고정식/이동식 철공공사 및 폴리프로필렌건물면) 설치 및 컨테이너 신설 156m(고정식), 70m(이동식) 12개(컨테이너)	건물면(이동식, 다양한 높이)으로 인한 환경 인지 영향 평가
	신호교차로	4지, 3지 교차로 2010년형 교통신호제어기 8대 - CVIB(신호정보 연계장치) 8대	- 교차로 및 횡단보도 인지 여부 - 차량 및 보행자 신호현시 인지 여부 - 차량/보행자 상충발생 평가 - 돌발상황에 대한 대처 여부 평가 등
	버스/택시 정류장	버스 및 택시정류장 1개소	버스/택시 출발 시 상충발생 상황 대처 평가
교외도로	회전교차로	평면교차로→2차로 회전교차로 설치	- 회전교차로 인지 및 차량간 우선순위 결정 - 상충상황 대처 평가
	비신호교차로	2차로 신설(L=60.0m) - 시종점부 평면교차로 설치	비신호교차로 인지 및 영향 평가, 주행장 이동동선 확보
	가로수길	양방향 가로수길(인조목) 조성(L=160m)	가로수로 인한 환경 인지 성능 영향 평가
	터널구간	천막형 터널(L=120m, 타포린 재질)	터널 통과구간에서 명암(명각화/암각화)에 의한 환경인지성능 평가
	공사도로/도로 노면 노이즈	포트홀, 맨홀, 도로파손, 도로변형 등의 노면 노이즈 도로	공사도로 및 다양한 노면 상태에 따른 도로환경 인지 성능 평가
	협로(골목길)	노면 장애물이 존재하는 도로환경 구현	양방향 비분리구간(협로)인지 및 상충발생 상황대처 평가
커뮤니티부	학교부지 및 스쿨존	- 보도신설(L=70.0m) - 스쿨존 관련 부대시설 설치(차선마킹, 포장형식 등)	어린이보호구역에서 교통약자와의 상충발생 상황 대처 평가
	보도 및 자전거도로	보도 및 자전거도로 설치(L=40.0m)	- 보도/자전거도로 인지 및 보행자/자전거와의 상충발생 상황 대처 평가 - 자동차안전도평가(ISA) 수행 가능
자율주차 시설	자율주차시설	- 기존 주차시설 규모 확장 - 주차시설 관련 부대시설 설치 2층 형태 주차시설 추가	- 직각/평행/사선 주차 기능 평가 - 상충발생 상황 대처 평가 - 자율 발렛 주차 기능 평가
	노건주차시설	- 도로양측으로 주차시설을 위한 공간 확장(L=70m) - 주차관련 차선마킹 및 부대시설 설치	- 노면주차구간에서의 직각/평행/사선 주차 기능 평가 - 자동차안전도평가(RCTA) 수행 가능
자동차 전용도로	톨게이트	- 톨게이트 2차로 - 하이패스 1차로, 톨게이트 1차로	톨게이트 인지 및 통과 기능 여부 평가(Hi-pass 및 일반 톨게이트 구성)

비고	기반시설	설치내용	평가항목
	도로시설물	• 본선 내 중앙분리대 설치 (L=320m) • 높이 127cm형(L=160m) • 높이 81cm형(L=160m) • 본선 좌우측 가드레일 설치 (L=284m) • 중분대용(L=184m) • 노건용(L=100m) • 소음방음벽 설치(L=100m)	• (본선)고속주행환경에서 차간거리/차선유지/전방충돌경고, 비상자동제동 기능 등 평가 • (갓길)운전자 긴급상황 발생 시 대처 여부 평가 • 도로시설물 구간(방음벽, 가드레일, 중분대) 통신 및 환경인지 영향 평가 • 가속차로 이용 및 본선 합류/분류 기능 평가 • 자동차안전도 평가(LDWS, LKAS(직선), AEBS, FCW) 수행
	합류부 도로 및 가속차로	• 합류부 연결방법 변경(차선 도색)	• 자동차전용도로 가속차로 이용 및 본선 합류 기능 평가

- 유연한(flexible) 평가시설 구현으로 다양한 평가환경 구현 및 종합통신환경(5G, LTE, WAVE 등) 제공
- 자율차 테스트 시나리오, 통합관제, K-City 테스트평가지원, 로봇시스템, 기상환경재현시설 등을 구비



[그림 197] 기상환경재현시설



[그림 198] 통신음영시설



[그림 199] 로봇시스템

- 국토교통부는 국내 최대 자율주행 테스트베드인 K-City와 연계하여 실증 인프라와의 시너지효과를 통한 기업의 기술혁신을 지원하기 위해 자동차안전연구원 내에 자율주행 미래혁신센터 건립²²⁶⁾
- K-City를 이용하는 기업들은 개발한 자율주행자동차를 다양한 주행상황에서 반복시험하면서, 동시에 데이터 분석, AI 알고리즘 수정, 차량·센서 수리 등 연구개발과 정비활동도 수행할 수 있음
- 자율주행 미래혁신센터에는 공모절차를 통해 선정된 자율주행 관련 분야 기업이 입주하며, “글로벌 네트워킹 데이”를 국내 자율주행 중소새싹기업 기술의 우수성을 세계에 알리고, 해외 주요 서비스·시험·연구기관과의 매칭을 통해 해외진출 사업 기회를 창출하기 위해 행사추진

226) 국토부, 모빌리티 혁신 이끌 민간육성에 힘 쏟는다! 국토교통부 보도자료, 2022. 9. 28.

- 제네바 교통공사(서비스), 싱가포르 Cetran(시험·연구), 영국 MIRA·미국 가이드하우스(기술평가)
- K-City 자율주행 시험·실증 인프라와 연계한 새싹기업의 기술연구 지원시설인 미래혁신센터에서 개최

□ (C-Track) 지역 기업육성을 통해 지역특화 모빌리티 서비스 창출 촉진을 위해 충북대 오창캠퍼스-중소기업-연구소간 협력체계 구축이 가능한 테스트베드임

<표 83> 자율주행 시험단지(C-Track) 주요 내용

	위치/규모	■ 충북 청주 오창
	주요분야	■ 실증 시험시설(경사구간·BRT 전용도로·갓길주차구역 등 다양한 도심환경 재현) 제공
	특징	■ 자율주행 기술수준 향상에 맞추어 비포장로·산악경사로·주차구역 등 주행난이도가 높은 시험시설을 구축 ■ 연구기관의 기술개발 편의를 고려하여 자율차 시험 중 차량 개조·시스템 조정이 가능한 시험동 구축 ■ 한국전자기술연구원, 한국기계전기전자연구원, 현대모비스 등이 인근에 위치

○ 충북 청주에 구축한 「자율차 지역 테스트베드(C-Track)」는 비수도권 지역의 자율주행 기술개발 수요에 대응하여 중·소규모 테스트베드를 확충하고, 지역 기업육성·전문인력 양성을 통해 지역특화형 모빌리티 서비스 창출을 촉진하기 위하여 건립²²⁷⁾

- 충북대학교 오창캠퍼스와 중소·새싹기업, 연구소 등 간의 유기적인 협력체계 구축이 가능한 테스트베드의 적지이며, 시험운행을 거쳐 '23년 정식 개소함
- 구축된 지역 테스트베드는 신호교차로·보행자도로 등 필수적인 자율차 시험시설은 물론, 공사구간·BRT 전용도로·갓길주차구역 등 보다 다양한 도심환경을 재현하여 모빌리티 서비스 개발·실증에 적합한 시험시설을 갖추었음
 - (시험구역) 도심, 야외, 순환, 응용, 주차 등 5개 구역
 - (시험로) 신호교차로, 회전교차로, 자전거·보행자도로, 갓길주차구간, 버스정류장, U턴구간, 공사구간, 비포장로, 자동차 전용 순환로(1.4km) 등 16개 시험시설
 - (기타) 통합관제센터, VILS 시험동

227) 미래차 산업 인프라 구축으로 지역 균형발전 견인, 국토교통부 보도자료, 2022. 12. 22.

- 국내 자율주행 기술수준 향상에 맞추어 비포장로·산악경사로·주차구역 등 주행난이도가 높은 시험시설을 구축하고, 연구기관의 기술개발 편의를 고려하여 자율차 시험 중 차량 개조·시스템 조정이 가능한 시험동도 구축
- 근방에 국내 최고 과학기술 관련 대학을 비롯하여 자율주행 관련 다수의 연구기관·기업 등이 위치하여 산·학·연의 시너지 효과 기대
 - 한국전자기술연구원, 한국기계전기전자연구원 대용량ESS센터(음성), 현대모비스(충주) 등

□ 전라북도는 ‘21년 상용차 자율주행 기술의 조기상용화 촉진 및 기술 선도를 위해 준비한 ‘자율주행 테스트베드 구축사업 착공식을 개최²²⁸⁾했으며, 이는 기능검증-성능검증을 마친 자율주행차가 최종적으로 실도로에서 기술 실증을 하기 위한 사업임

- ‘자율주행 테스트베드 구축사업’은 새만금 4호 방조제 하부 수변도로와 명소화 부지를 활용해 자율주행 레벨 3 수준의 상용차 자율 군집주행을 위한 테스트 환경을 조성하는 사업임
 - 새만금지역 내에 상용 자율차의 기술 구현부터 성능검증, 기술실증까지 동일지역 안에서 원스톱 실증이 가능²²⁹⁾
 - ‘22년부터 5년간 440억 원이 투입되며, 새만금 산업단지에서 군산 IC 입구까지를 잇는 자동차 전용도로 구간에 실증을 위한 도로환경과 통합관제센터 등을 구축하고, 자율협력주행 기술개발을 지원
- 자동차융합기술원 주관으로 한국자동차연구원, 한국전자기술연구원, 한국국토정보공사 공간정보연구원, 한국통합물류협회 등의 기관이 참여하며, 새만금과 연결되는 인근 도심, 국도 및 고속도로, 일반차와 자율차 공동 운행 환경에서의 실도로 기반 자율주행 상용차의 안전성 등을 실증함
- 3단계 수준 상용차 자율 군집주행 환경 조성 이후 기술진보에 따라 레벨 4~5수준까지 실증할 수 있는 환경 조성 및 시속 80km의 고속 자율군집주행 시험·평가가 가능한 국내 최장 규모 21km 구간의 실증도로를 구축할 예정임
 - 상용차 자율주행 핵심부품 및 시스템의 실주행 인지 제어 성능평가와 고속 주행 안정성을 검증할 수 있는 장비 3종도 구축하고 있어 자율주행 테스트베드와 연계·활용이 가능

228) 디지털 뉴딜 핵심, 국내 최장 규모 ‘자율주행 테스트베드’ 착공, 전북일보, 2021.11.07

229) 전북도, 전국 최고 상용차 자율주행 실증기반 구축 주도권 확보, 전자신문, 2022.05.09



[그림 200] 새만금 자율운송상용차 실증지원 인프라 사업위치

다. 모빌리티 특화도시

- 국토교통부는 자율주행 등 첨단 모빌리티 서비스가 도시 전체에서 구현되어 시민의 이동성이 혁신적으로 증진된 모빌리티 특화도시를 조성함²³⁰⁾
 - 모빌리티 특화도시는 첨단 모빌리티 서비스가 도시 전체에서 구현되어 시민의 이동성이 혁신적으로 증진된 도시임
 - 도시계획 시점부터 적용가능한 신규도시와 지역여건에 따라 단계적으로 적용 가능한 기존도시를 구분하여 지원대상을 선정하여 지원함
 - 미래모빌리티도시형(신규도시)
 - 도시 내 공간을 도시계획 시점부터 첨단모빌리티가 적용될 수 있는 거점으로 조성이 가능한 신규도시 1개소에 대해 마스터플랜 등 도시계획 수립비 최대 7억원(국비)을 지원하고, ‘23, 경상북도(의성군), 광명·시흥시 등 지자체 2곳
 - 모빌리티 혁신 지원형(기존도시)
 - 각 지역 여건에 맞게 특화된 첨단 모빌리티 기술을 도입하여 이동성이 최적화된 도시로 전환하는 기존도시 2개소에 대해 국비 최대 연 10억원(지방비 5:5 매칭), 최대 2년간 지원할 계획 ‘23, 대구광역시, 성남시 등 지자체 2곳

230) 미래모빌리티도시 조성 위한 공모사업 추진, 국토교통부 보도자료, 2023. 6. 7.

라. 자율주행 시범지구

- 자율주행 시범지구 지정을 매년 확대하며, 현재 자율차 서비스 가능 지역은 전국 12개 시·도 34개 지구로 확대되었음²³¹⁾

<표 84> 자율차 서비스 가능지역 현황

연번	지구(지자체)		지구 범위	최초 지정시기
1	서울	상암	· 서울 상암동 일원(6.6Kkm ²)	'20.12(1차)
2	서울	강남	· 강남구·서초구 일원(20.4km ²)	'22.6(3차)
3	서울	청계천	· 종로구 청계천 일원(9.9km)	'22.6(3차)
4	서울	청와대	· 서울시 청와대·경복궁 일원(3.8km)	'23.6(5차)
5	서울	여의도	· 서울 국회주변 일원(3.1km)	'23.6(5차)
6	서울	중앙버스전용차로	· 서울 합정역~청량리역 일원(13.2km)	'23.6(5차)
7	부산	오시리아	· 부산 오시리아 관광단지 일부구간(4.75km)	'22.11(4차)
8	대구	산단-서대구역	· 국가산단-서대구역 등(19.3km ² , 40.8km)	'20.12(1차)
9	대구	동성로	· 대구 중구 일원(4.55km)	'23.11(6차)
10	광주	평동산단	· 광산구 평동산단 등(4.4km ² , 14.2km)	'20.12(1차)
11	충청권	충북·세종·대전	· 충북↔세종↔대전 BRT노선(87.3km)	'20.12(1차)
12	세종	상상지구	· BRT 노선(22.9km), 1~4생활권(27.12km ²)	'20.12(1차)
13	경기	판교	· 성남시 분당구·수정구 일원(1.34km ² , 2.69km)	'21.4(2차)
14	경기	시흥	· 배곧동, 정왕 일원(9.5km)	'22.6(3차)
15	경기	안양	· 안양시 일원(10.6km)	'23.11(6차)
16	충북	혁신도시	· 충청북도 진천군·음성군 일원(6.8km)	'23.6(5차)
17	충남	내포신도시	· 내포신도시 일원(14.5km)	'23.6(5차)
18	전북	군산	· 새만금, 고군산군도 일원(2.8km ² , 41.6km)	'22.6(3차)
19	전북	익산	· 전라북도 익산시 익산역 일대(10.7km)	'22.11(4차)
20	전남	순천	· 순천역~국가정원(9.8km)	'22.6(3차)
21	전남	해남	· 해남군 산이로 일원(8.2km)	'23.11(6차)
22	경북	도청신도시	· 경북도청 신도시 일원(11.5km)	'23.6(5차)
23	경북	경주	· 경주 보문관광단지 일원(9.7km)	'23.11(6차)
24	경남	하동	· 하동군 시가지·화개장터 일원(27.1km)	'23.6(5차)
25	경남	사천	· 사천시 일원(7.3km)	'23.11(6차)
26	강원	강릉	· 강릉시 일원(53.5km)	'22.6(3차)
27	강원	원주	· 혁신도시 반곡관설동(10km)	'22.6(3차)
28	제주	시청-서귀포	· 제주시청~서귀포제1청사 등(2.2km ² , 69.8km)	'20.12(1차)
29	제주	첨단과기단지	· 제주시 첨단로 일원(11.7km)	'23.6(5차)
30	인천	구월	· 인천시청 일원(4.2km)	'23.11(6차)
31	인천	송도	· 송도 센트럴파크 일원(3.65km)	'23.11(6차)
32	인천	영종	· 영종 운서역~하늘도시 일원(3.65km)	'23.11(6차)
33	인천	국제공항	· 국제공항 일원(17km)	'23.11(6차)
34	울산	테크노산단	· 울산 남구 테크노산업로 일원(1.8km)	'23.11(6차)

231) 자율차 서비스 가능 지역 전국 12개 시·도 16개 지구로 확대, 국토교통부 보도자료, 2022. 11. 25.

□ (판교제로시티) IoT인프라 연계 통합관제 서비스, 도로인프라 실증 및 수요응답형 서비스 지원 자율주행 시범지구

<표 85> 자율주행 시범지구(판교제로시티) 주요 내용

	위치/규모	경기 성남 분당, 수정 일원/1.34km², 2.69km
	주요분야	- 관제 플랫폼(빅데이터, GIS) - 자율안전운행 지원 도로 인프라 실증 - 수요응답형, 이용자 맞춤형 서비스(보행자 케어, 자율주행 도로감시, 도로환경(노면 등) 감시 등)
	특징	- IoT 인프라 연계 통합관제 플랫폼 제공 - 수요 응답형 자율주행 모빌리티 실증 - 계획된 4개 노선운송 서비스 적정 운영, 도로 관제시스템 등 자율주행 안전 지원 인프라 구축 - 시범운영지구 지원 등 조례 제정 및 면허 발급체계 마련

○ 판교제로시티는 '19년 경기도시공사를 포함한 5개 기관에 의해 구축, 국내 최초 자율주행 대중교통인 제로 셔틀(자율주행 버스)의 시범 운행 및 참여기관의 기술개발을 위한 실증 테스트베드로 활용되고 있으며 실제 도심부의 실도로 공간에서 연구가 가능함

- 실도로에서 시험주행이 이루어지므로 도로상의 위험요인 파악 및 적절한 제어를 위해 통합관제센터를 운영하며, 판교제로시티와 주변 도로의 교통정보를 수집하여 V2X 통신을 통해 자율주행차량에 제공함



[그림 201] 자율주행차 유상서비스 실증 구역

□ (서울상암) 5G 융합기반 자율주행 전용시험장 조성 및 5G 자율주행버스 시범 운행 지원 자율주행 시범지구

<표 86> 자율주행 시범지구(서울상암) 주요 내용

	위치/규모	서울 상암동 일원/6.6Kkm²
	주요분야	- V2X기반 실증 인프라 (자율주행지원을 위한 노변센서, V2X 통신설비, 관제시스템 등 스마트인프라(C-ITS)가 구축) - 대중교통 안전서비스 실증
	특징	5G 기술기반 자율주행 지원 전용 시험장 - 고정밀지도(HD), 차량정비.주차공간, 전기차 충전소 및 휴게.사무공간 제공 - 계획된 4개 노선 유상운송 서비스 제공 - 자율주행 서비스 지원 시설 및 관제시스템 구축 - 시범운행지구 지원 등 조례 제정 및 면허 발급체계 제도적 정비

3. 자율주행 혁신클러스터 시사점

- 해외에서는 안전에 대한 신뢰성 실증이 가능한 Test-Bed중심으로 혁신클러스터가 형성되어 차량-인프라-제도-서비스가 상호연계되는 생태계가 조성됨
 - 각 차량/인프라 기관 협력을 통해 다양한 자율주행 데이터 통합 분석 및 운영모델 연구 등을 통해 다양성이 고려된 자율주행기술 개발
 - CCAM에 참여하는 Vicomtech 등 기업이 보유한 기술의 통합 및 요구사항에 따른 기술 개발
 - Mcity Test-Bed에 참여하는 협력 기업들은 보유기술을 기반으로 공동으로 프로젝트를 수행
 - 현지 실시간 도로계측정보 연계 시나리오를 통해 Test-Bed의 실도로환경 모사율 제고
 - 벨기에 고속도로 등 CCAM참여, 공공기관이 Test-Bed를 제공하고, 실증할 수 있는 기반 조성
 - 미시간대는 실제 도로환경 데이터를 실시간으로 연계하여 실증 지원하며, 참여기관과 프로젝트 공동 수행
 - 실증데이터 연계 시험평가 및 검증기준·법제도 수립, 신뢰성 확보 및 국제표준 활동을 위한 글로벌 파트너십 구축 및 기술교류
 - 영국 CCAV에서 실증 데이터 연계 법제도 기준 수립, 기술 신뢰성 확보, 국제 표준확보를 위해 국제 파트너십 구축과 기술교류를 통한 국제표준 공동 개발
 - 네덜란드 공공 연구기관 TNO가 리딩하여 검증 및 평가, 절차 방법론 도구 제공
 - 장시간 구축된 실시간 실증 데이터의 정보 구축 플랫폼 표준화 및 공유체계 구축으로 서비스 개발 등에 활용
 - National Highways UK, ERTICO 등 공공기관에서 축적한 데이터 공유
 - 영국 CCAV MFM은 조기 개발 지원을 위해 CAV 안전 시뮬레이션 세계 최대 공개 시나리오 D/B인 Safety Pool 제공
 - 영국 University of Warwick은 CAM의 제품 및 서비스 개발을 가속화하기 위해 데이터 교환 개방형 플랫폼 제공

- 국내는 Lv.4를 목표로 자율주행 차량, 인프라, 서비스 개발 및 실증을 추진하는 자율주행혁신 사업단과 자율주행에 대한 인증·규제기능을 갖는 교통안전공단이 중심이 되어 연구 및 실증 추진이 이루어지고 있음
 - 국내 자율주행 핵심기술 확보를 목표로 제한된 시나리오 하에서 차량, 인프라, 서비스 분야 개발
 - 자율주행 혁신사업단에서는 Lv.4를 목표로 자율주행 차량, 인프라, 서비스 개발 및 실증 연구 추진하고 있으나, 도심지(60km/h이하) 자율주행 인프라 구축 지역만을 대상으로 함
 - 국내 도로교통환경을 고려한, 제한된 도로교통환경 시나리오 하에서 실증 지원
 - 교통안전공단은 K-City 시험 트랙 운영을 통해 관련 기관의 실증연구를 지원하고 있으나, 국내 도로교통 환경에 부합하도록 구축되었으며, 실시간 계측 정보 기반으로 시나리오가 업데이트되고 있지 않음
 - 국제 표준에서 논의되는 사항 법제도 반영은 하고 있으나, 국내 개발기술의 국제표준화 미흡
 - 교통안전공단은 UN/ECE/WP.29 국제표준활동에 참여하여 국제표준에 부합하도록 국내 법제도 개정 추진하고 있으며, 사업단에서도 국제표준 활동을 하고 있으나, 국내 개발기술이 국제표준으로 등록되지 못하고 있음
 - 국내 환경여건을 고려한 연구 및 실증을 통한 데이터 축적단계
 - 자율주행 혁신사업단에서는 자율주행 기술의 확보를 위해 국내 교통환경을 고려한 기술로 개발이 이루어지고 있으며, '25년부터 실증하며 데이터 축적이 예상됨
 - 다만, 정부 부처 및 기관별로 각자 구축을 하여 자율주행 실증 데이터에 대한 통합 관리 시스템이 부재하여 자율주행 업체들의 접근성이 제한적이며, 활용도가 떨어짐
- 국내 대중교통분야의 ITS/C-ITS 분야는 글로벌 선도적 위치에 있으므로, 이를 기반으로 국외 자율주행시스템의 안전기준과 현장서비스 대응 매뉴얼을 반영하여 무인(레벨4) 자율주행 대중교통시스템 기반 모빌리티서비스 산업생태계 조성을 촉진할 수 있음
 - 국내는 자율주행 대중교통시스템은 특정 서비스 구역에 집중한 무인(레벨4) 자율주행 대중교통시스템 개발 환경이 마련되었으므로, 국외(유럽) 자율주행시스템의 안전

기준과 연계 및 협업할 수 있는 기술 클러스터 지원이 가능함

- 무인(레벨4) 자율주행 대중교통 모빌리티의 현장서비스는 국내외 사례가 없지만, 국외(미국) 로봇택시서비스는 현장 및 원격 대응매뉴얼이 만들어 적용되고 있으므로, 한미 ITS 협력체계를 기반으로 민간분야의 대응매뉴얼의 연계방안이 필요함

6절. 종합시사점

- 독일, 미국 등 선도 기술 보유국과의 협력으로 개발기간과 비용을 단축하고, 글로벌 표준을 확보하기 위해 국제공동 연구가 필요하며, 글로벌 검사 시스템 표준화를 선점하여 각국 검사소 적용 가능성을 높이고, 국내 기업의 시장 진출 기회를 확대하기 위해 글로벌 표준이 되는 정기검사방법 개발 필요
- 첨단기술 기반 장비개발 및 제도적 기반 마련
 - 레이더, 카메라, 라이다 등 첨단 센서를 활용한 검사장비 및 환경 시뮬레이터 기술 개발이 요구되며, 자율주행자동차 정기검사 기준과 국제 기술 규정을 반영한 정책 및 제도화를 통해 기술 경쟁력을 강화해야 함
- 자율주행자동차 정기검사 시스템 개발은 안전성 확보와 글로벌 경쟁력을 위한 핵심과제이며, 국제 협력과 표준화 전략을 통해 국내 기술의 선진화를 이끌어야 함
- 자율주행 시험단지 구축, 자율주행 리빙랩 도시 선정 등을 통해 국내 도로교통환경에서 자율주행 기술시험 및 실증 환경 조성
 - K-City, C-Track 등 실 도로환경과 유사한 테스트베드가 구축되어 자율주행 기술의 국내 도로교통환경 시험 및 검증이 가능한 기반이 조성되어 있음
 - 화성시가 자율주행 리빙랩도시로 선정되어 도시 전체를 실증지로 이용가능한 상황이며, 자율주행혁신사업단 개발기술의 리빙랩 실증이 이루어질 예정
 - 전국에 자율차 서비스가 가능한 자율주행차 시범운행지구가 지정되어 있으며, 서울 상암, 청계천, 경기 판교, 시흥 등 34개 지구에서 운행하고 있는 자율주행데이터의 제공 가능
 - 현재 자율주행차 시범운행지구의 서비스 유형은 대부분 대중교통분야의 노선형과 수요응답형 서비스로서 자율주행차 및 C-ITS 데이터를 수집하고 있어, 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스에 필요한 실증환경은 조성되어 있음
 - 무인(레벨4) 자율주행 대중교통 모빌리티서비스 상용화 모델에 필요한 현장서비스와 원격운영에 대한 요구사항은 현재 운영 중인 레벨3 기반 자율주행차 시범운행지구에서 대중교통서비스 유형별(노선형, 수요응답형)로 조사·분석이 가능함

- 국내 도로교통환경을 고려한, 제한된 도로교통환경 시나리오 하에서 실증 지원
 - 교통안전공단은 K-City 시험 트랙 운영을 통해 관련 기관의 실증연구를 지원하고 있으나, 국내 도로교통 환경에 부합하도록 구축되었으며, 실시간 계측 정보 기반으로 시나리오가 업데이트되고 있지 않음
 - 국내 환경여건을 고려한 연구 및 실증을 통한 데이터 축적단계
- 국제 표준에서 논의되는 사항 법제도 반영은 하고 있으나, 국내 개발기술의 국제표준화 미흡
 - 교통안전공단은 UN/ECE/WP.29 국제표준활동에 참여하여 국제표준에 부합하도록 국내 법제도 개정 추진하고 있으며, 사업단에서도 국제표준 활동을 하고 있으나, 국내 개발기술이 국제표준으로 등록되지 못하고 있음
 - 기존 2~3레벨 자율주행차 국제 안전기준에 대한 조화가 필요하며 현재의 안전기준 파라미터와 개발 중인 4레벨 기준의 국내 자율주행 기술 평가체계 반영을 위한 국내외 안전기준 상호호환 검증체계 마련이 필요
- Lv.4/4+ 자율주행기술 확보를 목적으로 자율주행혁신사업단이 추진 중이나, 국내 특정 환경에서의 자율주행 기술확보에 초점을 두어 자율주행 확산 및 해외 진출을 위해 별도 연구가 필요한 상황
 - 자율주행 기술 확보를 목적으로 4개 부처에서 7년간 총 1조 974억 원이 투입 예정이며, 세부적으로 차량융합신기술, ICT융합신기술, 도로교통융합신기술, 자율주행서비스, 자율주행생태계의 5개 영역, 88개 기술개발 추진
 - 국토교통부는 22개 기술을 지원하고 있으며, 국내 교통환경 여건과 법·제도 체계 하에 기술개발과 리빙랩 실증 추진
 - 도심지(60km/h이하) 자율주행 인프라가 구축된 환경을 전제로 개발되고 있어, 고속환경, 자율주행 인프라가 미비한 지역에서의 자율주행 보장은 어려운 상황
 - 국내 자율주행 핵심기술 확보를 목표로 제한된 시나리오 하에서 차량, 인프라, 서비스 분야 개발
 - 자율주행 혁신사업단에서는 Lv.4를 목표로 자율주행 차량, 인프라, 서비스 개발 및 실증 연구 추진하고 있으나, 도심지(60km/h이하) 자율주행 인프라 구축 지역만을 대상으로 함

- 자율주행기술개발혁신사업단(‘21~’ 27)이 목표는 ‘2027년 레벨4 자율주행차 상용화 기반 완성’으로서 자율주행 리빙랩(화성시)에서 구현하는 자율주행서비스는 레벨4 자율주행차 상용화 기반기술을 실증하기 위한 과제이며, 상용화 서비스가 아님
 - 대중교통서비스, 교통약자서비스, 공유서비스 등 자율주행서비스는 자율주행 리빙랩(화성시)의 특정 구간 및 구역에서 실증 예정으로서 해당 구간 및 구역이 국내 모든 서비스 구역을 대표하지 않음
 - 따라서, 국내 도로교통환경과 교통시나리오를 바탕으로 자율주행데이터 통합플랫폼과 연계한 AI기반 대중교통 데이터 생성·활용 기술개발을 통한 상용화 서비스 개발이 필요함
 - 특히, 국내 자율주행차 시범운행지구에서 제공 중인 대부분의 서비스가 대중교통 분야이므로 유형별(노선형, 수요응답형) 데이터 생성·정제 및 합성데이터 시나리오 검증이 수반되어야 함
 - 자율주행 혁신사업단에서는 자율주행 기술의 확보를 위해 국내 교통환경을 고려한 기술로 개발이 이루어지고 있으며, ‘25년부터 실증하며 데이터 축적이 예상됨
 - 각 정부 부처, 기관별로 구축한 데이터의 소유권 등 거버넌스와 데이터 내 민감정보(개인정보, 정밀 지리정보 등) 보호에 관한 연구 필요
 - 다만, 자율주행 실증 데이터에 대한 통합 관리 시스템이 부재하여 자율주행 관련 대규모 공유 데이터 전처리 및 전주기 최적화 기술 연구 필요
 - 또한, 개발기술로 해외시장에 진출하기 위해서는 국제표준 기반의 안전기준 및 미국 자체인증을 고려한 별도의 후속 연구 필요
- EU는 기존 파편화된 연구 개선을 위해 관련 기관간 파트너십을 구축하고 중장기 로드맵 하에 체계적 연구 지원
- EU집행위원회는 ‘21년 유럽 26개국, 180여 개 이상 관계기관이 참여하는 CCAM(Connected Collaborative Automated Mobility) 비영리 파트너십 조직
 - 7개 영역으로 구분하여 로드맵과 아젠다를 수립하고, Horizon Europe Work Programme에 포함될 연구 및 혁신활동에 대한 배경을 제공
 - CCAM파트너십 참여 기관은 Horizon Europe 및 기타 연구재원 기반 도시 환경 인프라 계획 실시간 정보 연계, 교통-자율주행 모델 통합 및 상호운용성 도모, 5G기반 네트워크 통합 및 서비스 개발 등의 연구 수행

- KÜS는 독일에서 차량 검사와 안전을 담당하는 기관으로 CITA(국제차량검사위원회) 등과 차량검사 및 규제 및 차량안전기준 협력
 - 각 차량/인프라 기관 협력을 통해 다양한 자율주행 데이터 통합 분석 및 운영모델 연구 등을 통해 다양성이 고려된 자율주행기술 개발
 - CCAM에 참여하는 Vicomtech 등 기업이 보유한 기술의 통합 및 요구사항에 따른 기술 개발
 - 벨기에 고속도로 등 CCAM참여, 공공기관이 Test-Bed를 제공하고, 실증할 수 있는 기반 조성
- 영국은 도로안전과 자동차 기술 선도를 위해 교통부, 산업부가 공동으로 정부 기관인 CCAV를 설립하고, 기술 신뢰성 확보, 국제 표준확보를 위해 국제 파트너십 구축과 기술교류를 통한 국제표준 공동 개발 추진
- CCAV(Centre for Connected and Autonomous Vehicles)는 UKRI를 통해 자율주행기술 연구를 촉진하기 위한 자금을 지원하고, 기술 성과들을 기반으로 자율주행 운행 표준을 위한 규제 및 법적 프레임워크를 마련하고 있음
 - 영국 CCAV에서 실증 데이터 연계 법제도 기준 수립, 기술 신뢰성 확보, 국제 표준확보를 위해 국제 파트너십 구축과 기술교류를 통한 국제표준 공동 개발
 - 악천후에서 인식성능 개선, 비상상황 고려 자율주행 기술 고도화 및 법·제도·기준 마련, 자율주행 소프트웨어 오류 상황에서 제어가능한 기술 검증 및 제도화 추진 등의 연구 수행
- 미국 미시간 주립대는 자율주행 Test-Bed인 Mcity를 구축하고, 실제 도로환경 데이터를 실시간으로 연계하여 실증 지원하며, 참여기관과 프로젝트 공동 수행
- 미국 M-City는 세계 최초 자율차 테스트베드로, 미시간대 자금, 각 사업에 대한 미시간주 정부 및 연방정부 자금 지원, 산업계 펀딩을 통해 운용
 - 도로변 인식시스템을 통해 실시간 도로 환경 데이터 계측, 차량 및 인프라 계측 정보 기반 복잡한 운전시나리오 및 교통관리 통합시스템 운영 등의 연구 수행
 - 미시간대는 실제 도로환경 데이터를 실시간으로 연계하여 실증 지원하며, 참여기관과 프로젝트 공동 수행

- 장시간 구축된 실시간 실증 데이터의 정보 구축 플랫폼 표준화 및 공유체계 구축으로 서비스 개발 등에 활용
 - National Highways UK, ERTICO 등 공공기관에서 축적한 데이터 공유
 - 영국 CCAV MFM은 조기 개발 지원을 위해 CAV 안전 시뮬레이션 세계 최대 공개 시나리오 D/B인 Safety Pool 제공
 - 영국 University of Warwick은 CAM의 제품 및 서비스 개발을 가속화하기 위해 데이터 교환 개방형 플랫폼 제공
- 한·미 ITS 국제협력회의를 활용하여 미국 ITS JPO(USDOT) 자율주행팀 (Automation Program)과 협력을 통하여 미국 자동차기준과 로봇택시서비스 관련 자율주행정책과 실증, 상용화 추진전략에 대한 협업을 추진함
 - ITS JPO는 연방교통부(USDOT) 내에 연방도로청(FHWA), 연방교통안전청(NHTSA), 연방대중교통청(FTA), 연방물류청(FMCSA) 등에서 첨단교통시스템, 자율주행, 연구개발 및 실증 관련 연방교통정책과 사업을 관련 부처 간 협업을 기반으로 추진하고 있는 부서임
 - 특히, ITS JPO의 Automation Program은 미국뿐만 아니라 유럽과 일본과의 협업을 추진하고 있으므로 한·미 ITS 협력 시 자율주행을 아젠다로 추가하여 자동차기준(NHTSA), 대중교통서비스(FTA) 등 관련 부서와 협력을 추진함
 - 뿐만 아니라, ITS JPO에 협력을 요청하여 웨이모, May Mobility 등 민간기업이 추진하는 로봇택시 및 로봇셔틀서비스 상용화를 위한 지원시스템(First-responders, Remote operations 등)에 대한 기술협업을 추진함

3장. 사업추진전략

1절. 사업 추진방향

- 자율주행 혁신클러스터형 기술개발을 4개 영역(안)별로 국내 및 해외 혁신클러스터 현황 분석 내용을 토대로 우리가 선도그룹으로 나아가고 이를 위한 국제협력기반 연구개발 관점에서 사업 추진방향(안)을 설정함
- (기술) 해외에서는 다양성과 호환성을 고려한 자율주행 통합 분석 등의 기술개발이 이루어지고 있으나, 국내에서는 자율주행 핵심기술확보를 목표로 제한된 시나리오에서 각 요소기술별 개발이 이루어지고 있음
 - (해외) 각 차량/인프라 기관 협력을 통해 다양한 자율주행 데이터 통합 분석 및 운영 모델 연구 등을 통해 다양성이 고려된 자율주행기술 개발
 - CCAM에 참여하는 Vicomtech 등 기업이 보유한 기술의 통합 및 요구사항에 따른 기술 개발
 - Mcity Test-Bed에 참여하는 협력 기업들은 보유기술을 기반으로 공동으로 프로젝트를 수행
 - (국내) 국내 자율주행 핵심기술 확보를 목표로 제한된 시나리오 하에서 차량, 인프라, 서비스 분야 개발
 - 자율주행 혁신사업단에서는 Lv.4를 목표로 자율주행 차량, 인프라, 서비스 개발 및 실증 연구 추진하고 있으나, 도심지(60km/h이하) 자율주행 인프라 구축 지역만을 대상으로 함
- (실증) 해외에서는 실시간 교통정보가 반영된 시나리오 설정 및 실증이 이루어지고 있으나, 국내에서는 국내 도로교통 환경을 고려한 고정된 시나리오에 따른 실증 지원이 이루어지고 있음
 - (해외) 현지 실시간 도로계측정보가 업데이트되어 다양한 시나리오 적용을 하면서, Test-Bed의 실도로 환경 모사율을 제고하고 있음
 - 벨기에 고속도로 등 CCAM참여, 공공기관이 Test-Bed를 제공하고, 실증할 수 있는 기반 조성
 - 미시간대는 실제 도로환경 데이터를 실시간으로 연계하여 실증 지원하며, 참여기관과 프로젝트 공동 수행

- (국내) 국내 도로교통환경을 고려한, 제한된 도로교통환경 시나리오 하에서 실증 지원
 - 교통안전공단은 K-City 시험 트랙 운영을 통해 관련 기관의 실증연구를 지원하고 있으나, 국내 도로교통 환경에 부합하도록 구축되었으며, 실시간 계측 정보 기반으로 시나리오가 업데이트되고 있지 않음
- (기준/제도) 해외에서는 글로벌 교류활동을 통해 국제표준화를 도모하고 있으며, 국내에서는 독자개발한 기술의 국제표준화를 위한 노력들을 하고 있으나, 아직 반영 성과는 미흡한 상황임
- (해외) 실증데이터 연계 시험평가 및 검증기준·법제도 수립, 신뢰성 확보 및 국제표준 활동을 위한 글로벌 파트너십 구축 및 기술교류
 - 영국 CCAV에서 실증 데이터 연계 법제도 기준 수립, 기술 신뢰성 확보, 국제 표준확보를 위해 국제 파트너십 구축과 기술교류를 통한 국제표준 공동 개발
 - 네덜란드 공공 연구기관 TNO가 리딩하여 검증 및 평가, 절차 방법론 도구 제공
- (기준/제도) 국제 표준에서 논의되는 사항 법제도 반영은 하고 있으나, 국내 개발기술의 국제표준화 미흡
 - 교통안전공단은 UN/ECE/WP.29 국제표준활동에 참여하여 국제표준에 부합하도록 국내 법제도 개정 추진하고 있으며, 사업단에서도 국제표준 활동을 하고 있으나, 국내 개발기술이 국제표준으로 등록되지 못하고 있음
- (서비스/사업화/정보교류) 해외에서는 장기간 운용되며 구축된 DB를 공유하며 상호 호환성 확보 및 국제화를 위한 노력들을 하고 있으며, 국내는 아직 연구성과의 실증 DB구축 초기단계임
- (해외) 장시간 구축된 실시간 실증 데이터의 정보 구축 플랫폼 표준화 및 공유체계 구축으로 서비스 개발 등에 활용
 - National Highways UK, ERTICO 등 공공기관에서 축적한 데이터 공유
 - 영국 CCAV MFM은 조기 개발 지원을 위해 CAV 안전 시뮬레이션 세계 최대 공개 시나리오 D/B인 Safety Pool 제공하고 있으며, 영국 University of Warwick은 CAM의 제품 및 서비스 개발을 가속화하기 위해 데이터 교환 개방형 플랫폼 제공
- (국내) 국내 환경여건을 고려한 연구 및 실증을 통한 데이터 축적단계
 - 자율주행 혁신사업단에서는 자율주행 기술의 확보를 위해 국내 교통환경을 고려한 기술로 개발이 이루어지고 있으며, '25년부터 실증하며 데이터 축적이 예상됨

구분	(혁신클러스터형) 국제협력 영역(안)			
	기술개발	교차 실증	법·제도·기준	서비스·사업화·정보 교류
해외 혁신클러스터	다양성/호환성 고려	실시간 정보 반영	글로벌교류 국제표준	장기 구축 DB공유체계
	각 차량/인프라 기관 협력을 통해 다양한 자율주행 데이터 통합 분석 및 운영모델 연구 등을 통해 다양성이 고려된 자율주행 기술 개발	현지 실시간 도로 계측 정보가 업데이트되어 다양한 시나리오 적용이 가능, Test-Bed의 실도로 환경* 모사율 제고 * 실시간으로 변화하는 도심환경 반영	실증데이터 연계 시험평가 및 검증 기준·법제도 수립, 신뢰성 확보 및 국제표준 활동을 위한 글로벌 파트너십 구축 및 기술교류	장시간 구축된 실시간 실증 데이터의 정보구축 플랫폼 표준화 및 공유체계 구축으로 서비스 개발 등에 활용
국내 혁신클러스터	제한된 상황 고려	고정된 시나리오	국내 독자개발 국제표준 미흡	데이터 축적단계
	국내 자율주행 핵심기술 확보를 목표로 제한된 시나리오 하에서 차량, 인프라, 서비스 분야 개발	국내 도로교통 환경을 고려한 제한된 도로교통 환경 시나리오 (도심지, 60km/h) 하에서 실증 지원	국제 표준에서 논의되는 사항 법제도 반영은 하고 있으나, 국내 개발기술의 국제표준화 미흡	국내 환경여건을 고려한 연구 및 실증을 통한 데이터 축적단계
↓ ↓ ↓ ↓				
사업추진 방향(안)	(1) 국내·외 다양한 차량/인프라 기관 보유 데이터 통합 분석 기반 운영모델 고도화 및 안전성 향상	(2) 국내외 실도로 환경 실시간 정보 기반 교차실증을 통한 신뢰성 제고	(3) 실증데이터 연계 평가·인증·기준 연구 및 선도국 기술교류 기반 국제표준 공동 대응	(4) 기술 및 서비스 개발을 위한 구축 정보 표준화 및 공유기반 마련

<표 87> 사업추진방향(안) 도출

□ 4개의 사업추진방향(안)은 다음과 같음

- 기술적 측면에서 “국내·외 다양한 차량/인프라 기관 보유 데이터 통합 분석 기반 운영모델 고도화 및 안전성 향상”
 - 자율주행 차량 탑재 센서만으로는 자율주행 안전 운행 및 교통 효율화에 한계
 - 센서 고장, 악천후로 인한 인식성능 저하 등 차량센서 단독 운영 한계 존재

- 차량, 인프라, 교통 데이터의 통합 분석을 통한 자율/비자율 혼합 교통운영 모델 등에 대해 혁신클러스터형으로 기술개발 필요
 - 방대한 취득 정보 및 다양한 시나리오 학습을 통해 예측 정확도 향상
- 실증 측면에서 “국내·외 실 도로환경 실시간 정보 기반 교차실증을 통한 신뢰성 제고”
 - 차량 주행환경에 영향을 주는 다양한 영향요인과 이로부터 파생되는 다양한 시나리오가 존재하나, 실제 상황을 완벽하게 구현하는 것은 어려움
 - 고속/저속 주행, 혼합주행 상황, 도로의 혼잡도, 도심지/비도심지, 운전자/보행자 특성 등에 따라 자율주행 안전과 효율적 주행에 영향
 - Mcity 등 해외 혁신클러스터에서는 실시간 도로 정보를 자율주행 기술 시험 및 검증에 연계하며 실제 환경에 가깝게 모사
- 법·제도·기준측면에서 “실증데이터 연계 평가·인증·기준 연구 및 선도국 기술 교류 기반 국제표준 공동 대응”
 - 영국 CCAV 등은 실증과정에서 축적되는 데이터를 활용하여 자율주행 관련 기준과 법제도 수립
 - 해외 자율주행 환경을 고려한 연구를 위해서는 국내외 도로환경 및 실증 정보 기반 시험평가 및 검증·기준·제도 국제 표준화 필요
- 서비스·사업화·정보교류 측면에서 “기술 및 서비스 개발을 위한 구축 정보 표준화 및 공유기반 마련”
 - 국제협력을 통해 자율주행 교통 운영정보 상호 교류가 이루어지기 위해서는 데이터 공유를 위한 플랫폼 필요
 - 기관별로 공유되는 데이터베이스는 존재하나, 상호교류를 위해서는 데이터 체계의 표준화 및 컨버징 요구

2절. 사업 개념 및 정의

- 동 사업은 혁신클러스터간 국제협력으로 자율주행 안전성을 향상시키기 위한 기술의 공동연구와 상호교차 실증, 실증 기반의 제도화, 서비스 발굴 및 사업화, 정보교류를 사업의 내용으로 하고 있음
- 대상 기술은 더 안전하고, 더 빠르고, 보다 다양한 도로환경에서 자율주행을 보장하기 위해 자율주행 차량 및 인프라에서 생성되는 정보, 교통정보를 통합분석하고, 이를 자율주행의 운행허가부터 주행중인 자율주행 차량의 검사 및 시험평가 기술을 고도화 하는 기술을 대상으로 하며, 빅데이터와 AI를 활용한 솔루션 개발도 병행
 - 선행 자율주행 혁신사업단에서 개발하는 기술은 도심지 환경(60km/h이하, 자율주행 인프라엣지에서 인프라 센서 계측 정보 공유)에서 자율주행기술을 개발하고 있어, 국내 환경에서도 더 높은 속도대역, 자율주행 인프라가 부재한 국내 환경 및 해외에서 자율주행 안전성을 보장하기 어려움
 - 실도로상황에서의 자율주행, 도로인프라와의 통신 등 다양한 데이터의 확보를 위해 민간과 공공의 데이터 공유플랫폼을 구축하여 고정밀지도, 주행정보 등 정보의 신속한 처리 및 대응을 통한 자율주행의 신뢰도와 안전성 확보
 - AI 기반 대중교통 시스템에 대한 자율주행 기반을 마련하기 위하여 택시, 버스 등 실시간 운행, 교통카드, 통신데이터를 통한 고객 하차정보 예측 등 다양한 공유차량 등 공공모빌리티 배차 알고리즘 개발 및 실증 추진
 - 유럽과 미국의 레벨4 자율주행차 안전기준에 대한 추진정책과 세부내용에 대한 사전 협업을 통해 국내 자율주행 대중교통시스템 고도화(레벨4)에 반영을 모색함
 - 특히, 미국에서 자율주행 서비스가 상용화 중인 레벨4(무인) 모빌리티 서비스인 로봇 택시서비스를 위한 현장지원시스템(First-responders, Remote operations 등)에 대한 정보교류를 통하여 국내 현장대응방안을 마련함
- 혁신클러스터간 국제협력을 통해서만 추진할 수 있는 선도기술 확보가 필요한 영역, 교차실증, 상호 호환되는 공동 기준 수립, 상호간 서비스 발굴 및 정보교류 등이 필요한 영역을 기술의 대상으로 함
 - 일반적인 R&D사업으로 추진하기 어려운, 공동연구개발 및 연구성과의 교차실증 패키지, 연구성과 및 실증결과 기반 공동 기준의 수립 등 기술개발 주체가 지속적으로 참여하여 성과연계를 지원하거나, 직접 개발에 참여하여 단절적 연구의 한계점 극복

- 현재 자율주행 혁신사업단이 추진되는 상황에서 ‘25년까지 개발이 종료되어 ‘26년에는 사업단 성과의 연계활용이 가능한 기술을 대상으로 함
 - 자율주행 혁신사업단은 ‘24년까지 핵심기술을 개발하고, ‘25년부터 ‘27년까지는 리빙랩 실증을 통해 기술의 검증 및 고도화와 사업화를 추진할 계획에 있음
 - “(국2) 인프라 센서 기반의 도로 상황 인지 고도화 기술개발”, “(국19) 화물차/도로인프라 상태정보 융합 종적 안전성 평가기술개발” 등 일부 과제는 ‘25년 연구가 종료되며, 사업단 연구성과를 연계활용하여 자율주행 안전성을 향상시키고, 자율주행 환경을 조성하는 데에 고도화가 필요한 기술들을 대상으로 함
 - 과제가 ‘25년 이후에 종료되더라도, 국제협력을 위한 연구성과 자체는 ‘25년까지 확보되는 기술들도 대상으로 함
 - 자율주행기술개발혁신사업단(‘21~‘27년)의 핵심기술은 실증(‘26~‘27년) 이전 ‘25년까지 개발이 완료되므로 레벨4 자율주행차 상용화 기반기술(예: 자율주행시스템)과 더불어 특히 자율협력주행 기반 자율주행시스템 고도화(레벨4+) 기술은 특정 서비스 구역을 대상으로 하는 자율주행 대중교통시스템에서 자율협력주행시스템 분야에 연계 활용함
- 국내 자율주행차 시범운행지구 협의체(자율주행차 시범운행지구 광역협의체 발족, 2025. 4)와 협력을 통하여 무인 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 상용화를 위한 관련 자율주행 데이터 및 현장서비스 요구사항을 대상으로 함
 - 현재 운영 중인 자율주행차 시범운행지구에서 대표적 대중교통서비스 유형(노선형, 수요응답형)에 따른 자율주행 대중교통데이터를 연계 활용함
 - 현재 레벨3 기반 대중교통서비스(시험운전자, 안전관리자 탑승 의무)의 무인화를 위한 현장서비스 요구사항과 원격운영 간의 협업방안을 연계 활용함
- 참여주체는 해외 혁신클러스터와 사전협의를 통해 파트너십을 구축한 국내 혁신클러스터를 대상으로 함
 - 동 사업을 통해 해외 협력국과 공동연구 및 교차실증, 공동 기준 및 국제표준, 서비스 발굴 및 사업화 정보교류까지 추진하므로, 이를 수행할 수 있는 혁신클러스터가 연구주체로 참여함
 - 공동연구를 위해 연구역량이 있는 기업, 연구기관, 대학 등의 혁신기관이 클러스터에 포함되어 있어야 함
 - 교차실증을 추진하는 과제의 경우에는 시험인프라 테스트베드 보유기관이 클러스터에

포함되어 있어야 함

- 협력국과 공동기준, 국제표준 마련을 추진하는 과제의 경우에는 이를 이행할 수 있는 규제기관, 인증기관 등이 클러스터에 포함되어 있어야 함
- 동 사업은 자율주행분야 국제협력 기반의 마중물 역할로서 선도국간 국제협력이 활발히 진행되고 있음을 고려하여 ‘26년부터 사업을 추진하고, ‘30년 이후에는 자율주행 인프라 구축 및 서비스 개시를 위해 ‘29년까지 사업을 추진함
- ‘27년까지 자율주행혁신사업단이 추진되며, 관련 기술이 상용화되고 기술을 접목한 인프라의 구축이 이루어져 ‘30년에는 C-ITS와 고정밀도로지도 구현이 요구되므로, 국내 자율주행 환경 조성 및 해외 자율주행시장 진출을 타겟으로 추진함
- 사업추진 방식은 지정한 과제에 대한 공모를 통해 선정된 국내 혁신클러스터의 연구계획에 따라 연구비를 지원하는 형태로 추진함
- 4년의 기간동안 국제공동연구 및 교차실증, 또는 국제표준 및 공동기준, 정보교류 플랫폼, 이를 이용한 서비스 모델까지 추진하는 과제도 존재하므로, 사전에 협력 대상이 되는 해외 클러스터와 파트너십 구축이 완료된 혁신클러스터를 지원함
- 교차실증 등을 위해 소요되는 예산 규모가 큰 반면, 다수의 과제에 대해 지원이 이루어지며, 성과물을 공동 활용하는 측면에서 협력국과 양자매칭 또는 다자매칭 형태로 협력국의 투자를 포함해야 함

3절. 사업 비전 · 목표

1. 사업 비전 및 목표

□ 동 사업의 비전은 사업추진방향에 따라 “국제협력 기반 글로벌 수준의 자율주행 안전성 확보 및 자율주행 환경 구축”으로 설정함

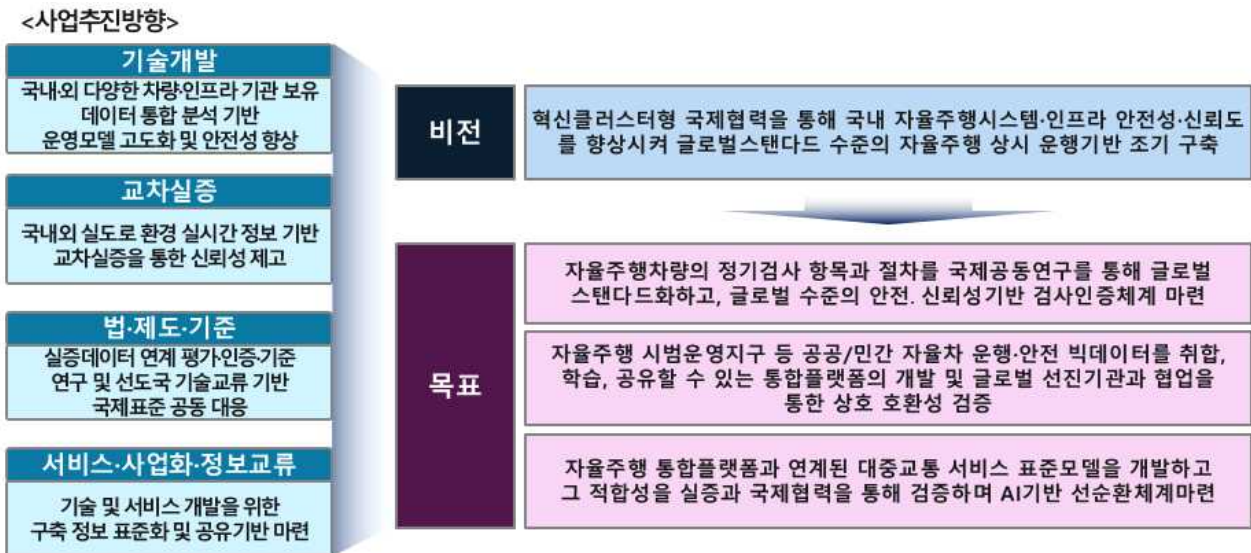
- 자율주행 기술은 아직 전세계적으로 도입단계에 있으며, 기술의 상용화가 이루어지지 못한 상황에서 국가간 협력을 통해 기술의 표준을 위한 공동 대응이 이루어지고 있음
- 또한 다양한 환경에서의 안전성 보장이 중요하기 때문에, 각 국가별 특수성으로 인해 발생하는 다양한 시나리오에 대해 서로 교류하고, 보다 정교한 자율주행 기술이 요구되며, 선도국들은 국가간 협력을 통해 이에 대응하고 있는 상황임
- 우리도 자율주행 선도국 대열에 동참하여 다양한 환경여건에서의 안전성을 향상시키고, 상호호환성을 확보하기 위해서는 국제협력이 요구됨
- 특히 국가간의 상이한 차량, 인프라, 교통운영기관의 정보체계와의 호환이 요구되며, 다양한 자율주행 환경 여건에서의 안전성 확보가 필요함
 - 국제협력을 통해 국내외 관련 기관이 축적한 다양한 데이터를 통합 분석함으로써 자율주행 환경에 대해 보다 정교화하고, 다양한 환경여건 하에서 자율주행 안전성을 향상시키는 기술개발 및 실증사업이 추진되어야 함
 - 자율주행 기술의 실현을 위해 국내외에서 호환성을 갖고 통용될 수 있는 기준의 마련과 국제협력을 위한 정보교류 등 기반조성이 필요함
- 이를 고려하여 사업비전은 “국제협력 기반 글로벌 수준의 자율주행 안전성 확보 및 자율주행 환경 구축”으로 설정함

□ 동 사업의 목표는 혁신클러스터형 국제협력을 통해 국내 자율주행시스템·인프라 안전성·신뢰도를 향상시켜 글로벌스탠다드 수준의 자율주행 상시 운행기반 조기 구축

- 자율주행차량의 정기검사 항목과 절차를 국제공동연구를 통해 글로벌 스탠다드화하고, 글로벌 수준의 안전·신뢰성기반 검사인증체계 마련
- 다양한 국가의 도로·교통·통신 환경에서 생성되는 자율주행 데이터를 공공과 민간

시스템간에 상호연동 가능하도록 표준화하고, 신뢰성·보안을 강화함으로써 국제적으로 통일된 자율주행 인프라 기반 조성

- 자율주행 대중교통 서비스 상용화 모델을 위한 AI기반의 알고리즘 개발을 통해 시나리오에서 발생하는 실증 데이터를 공유·분석하여 자율주행 안전 취약점을 보완하고, 이에 맞는 글로벌 안전기준·법규를 마련하여 자율주행 기술의 상용화 촉진



[그림 202] 동 사업의 비전 및 목표

- 사업의 비전 및 목표와 더불어, 달성해야 할 임무 3가지를 설정하여 자율주행 기술의 안전성과 신뢰성, 그리고 호환성을 확보하여 글로벌 시장에서 자율주행 기술이 더욱 신뢰받고 안전하게 상용화될 수 있는 기반을 조성하고자 함

- 자율주행 정기점검 시스템 구축을 위한 국제공동연구 수행

- 주요 임무

- 국가 간 협력을 통해 자율주행차량 정기검사(Periodic Inspection) 시스템 공동개발 및 글로벌 스탠다드에 부합하는 통합평가체계 마련
- 주요검사 항목, 절차, 실증·인증 방법을 국제공동연구로 도출함으로써 자율주행 기술의 안전성과 신뢰성 극대화

- 핵심 활동

- (검사항목 표준화) 국내외 정부·산업·학계 및 글로벌 기관(UNECE, ISO 등)과 협력하여 센서·소프트웨어·AI 알고리즘 등 자율주행 필수요소의 정기검사 항목 표준화

- (정기검사 프로토콜 개발) 실제 주행환경에서 발생가능한 시나리오(악천후, 교통 혼잡, 야간주행 등) 기반 정기검사 시뮬레이션 시나리오와 현장 테스트 프로토콜 마련
- (안전성 실증 데이터 공유) 국가 간 실증환경(도로조건, 교통규칙, 기후 등)이 상이한 점을 고려해, 교차실증 결과와 데이터를 공유·분석하여 검사체계 지속 개선

- 기대 효과

- 정기검사 시스템 도입으로 자율주행차의 장기 운행 안전성 확보
- 국제 검사기준 확립을 통해 해외시장 진출 시 규제·인증 장벽 완화
- 국제적으로 인정받는 ‘자율주행 안전관제 모델’로서 한국 역할 강화

○ 국가 간 자율주행 데이터와 시스템 신뢰성 및 호환성 검증 및 인증

- 주요 임무

- 다양한 국가의 교통·통신·지도 데이터 환경에 대한 데이터 호환성, 자율주행 시스템(센서퓨전, 통신 프로토콜 등)의 신뢰성 인증체계 구축 및 글로벌 이동성과 상호운용성 확보
- 전국 자율주행 시범운영지구, 자율주행 실증도시 등 공공·민간 자율차 운행·안전 빅데이터를 취합, 학습, 공유할 수 있는 통합플랫폼의 개발·실증 및 데이터 가치 기반 거래환경 조성
- 자율주행 데이터 공유거래 등을 위한 데이터 품질 관리체계 및 보완체계 정립

- 핵심 활동

- (데이터 표준 및 인증체계 확립) 차량센서데이터, 지도데이터(HD Map), 교통신호 정보, 통신 프로토콜 등 국가별 상이한 요소를 공통 표준으로 정립

* ISO/TC 204(ITS 분야) 표준 연계, 데이터 형식·전송속도·보안기준 등 통합 관리

- (시스템 신뢰성 검증 플랫폼 구축) 각국 실증연구기관 및 대학, 시험인증기관이 연계된 가상검증 플랫폼을 통해 공통된 시뮬레이션 테스트, AI모델 성능 검증, 보안 취약점 평가 등 수행
- (크로스보더(Cross-border) 상호인증) 자율주행차가 한 국가에서 인증받은 뒤, 타국에서 별도 추가 시험없이 원활히 작동하도록 국가간 상호인증(Mutual Recognition) 제도 추진

- 기대 효과

- 자율주행 시스템 국제호환성 확보를 통해 제조사·공급사 간 비용절감 및 개발 효율성 제고
- 국가 간 데이터 활용·교환 용이해져 AI 알고리즘 학습·개선속도 가속화
- 공인된 인증체계 구축 통해 소비자 신뢰도 상승 및 자율주행차 도입 촉진

○ 글로벌 스탠다드에 맞는 자율주행 안전성 강화를 위한 교차 실증환경 조성 및 법제도적 기반 마련

- 주요 임무

- 다양한 기후·도로·교통조건에서 자율주행차가 안전운행 되도록 국가간 실증데이터를 교차 활용하고, 국제적으로 통일된 안전기준 및 법·제도(안)을 마련하여 자율주행 상용화 견인

- 핵심 활동

- (교차실증환경 구축) 미국, 유럽, 싱가포르 등 대표적 자율주행 테스트베드와의 데이터연동·실증결과 공유체계를 조성하고, 각국의 환경 특성이 반영된 시나리오 기반 테스트(악천후, 고산지대, 극한온도 등)로 안전 취약점 발굴
- (글로벌 안전기준 정립) UNECE WP29 등 국제기구와 협력하여 자율주행 안전 가이드라인(센서/AI/주행로그/긴급대응 등) 구체화를 추진하고, 이를 토대로 사고시 책임구분, 운행데이터 기록 의무, OTA 업데이트 프로세스 준수 등 법제화 마련
- (법제도적 합리화 및 확산) 자율주행차 운행시 운전자 역할, 보험·책임범위, 차량 간 V2X 통신의무화 등 핵심 법령을 정비하고, 국내외 스타트업·기업이 글로벌 통일기준을 충족하여 신속히 시장에 진출하도록 규제 샌드박스 운영 확대

- 기대 효과

- 지역·국가별 다양한 실증결과를 통합하여 자율주행 안전성에 대한 글로벌 신뢰도 확보
- 법제도적 기반이 마련됨으로써 기술발전 속도에 부합하는 규제 대응 가능

4절. 사업구조 및 세부과제 도출

1. 국제협력연구 어젠다 도출

- 국제협력연구 어젠다는 4개의 사업추진방향별 기술영역별로 세분화하여 12개로 설정



[그림 203] 국제협력연구 어젠다(안)

○ 1a. 자율주행 차량/인프라 환경정보 인식기술 고도화

- 자율차의 센서 인식범위는 100~250m 수준으로, 인식범위 한계 및 센서 오작동 등 발생 시 신속한 대응 불가
- 국내외에서 4D 고해상도 레이더에 대한 연구 및 상용화를 진행하고 있지만, 현재 해상도로는 자율주행에서 요구되는 다양한 특수사항들 인식에 부족

○ 1b. 차량/인프라 기관 보유 데이터 통합 분석 기반 운영모델 고도화

- 디지털 데이터, 인프라 센서, 차량 센서 등 여러 소스의 데이터를 집계해 중요한 상황에 대처함으로써 차량주변 감지 사각지대 극복이 가능

- 인프라·실시간 교통·차량 정보 활용, 수집 데이터 관리 및 품질 보장 및 분석, 조화 방법 및 해당 데이터 사용에 대한 책임 처리 방법 등 연구

○ 1c. 통합 분석 기반 데이터의 정보공유 기술 및 운행지원 기술 고도화

- C-V2X 국제 표준규격에 따른 해외와 상호호환성 교류 시험, C-V2X 및LTE/5G 통신 핸드오버 등에 따른 일시 지연 및 통신장애 대응방안 연구
- 레벨4이상 자율주행 운행 허가를 위한 국가별 교통환경 맞춤형 시험 방법 글로벌화를 위한 실차시험 이외 시뮬레이션 등의 방법 추가 검토

○ 2a. 국내외 실도로 환경 실시간 차량/인프라 정보 인식 시스템 실증

- 레벨 3/4 자율주행차 실증 테스트를 위해 차량/인프라 정보인식 시스템 테스트가 요구되며, 물리적 시험 외에 시뮬레이션 접근 방식의 연구도 추진
- 자율주행 인식판단제어 시스템 통합 실증 시험평가 연구

○ 2b. 국내외 실시간 차량/인프라 정보 기반 자율주행 운행분석 기술 실증

- 실증시설에서 실시간 교통 시스템에서 데이터를 수집·변환하여 네트워크 관리와 새로운 통합 교통 계획에 사용할 수 있도록 제공
- K-City 통합관제 센터에서 자료 축적 및 분석환경을 위한 통합 DB 구축을 추진 중이며, 다양한 관측데이터 기반 시뮬레이션을 통한 자율주행 운행분석 기술 검증 필요
- 각 국가별 자율주행 실도로 주행을 위해 필요한 법규나 제도가 상이하며, 실도로 주행에 앞서 테스트베드에서 사전 테스트항목 도출 및 각 국가별 테스트베드 이용을 위한 공동기준 등 수립 필요

○ 2c. 실시간 환경정보 연계 자율주행 운행정보 공유 및 운행지원 기술 실증

- 국내와 상이한 환경여건을 지닌 해외 협력국에서 차량 운행을 위한 글로벌 실증이 필요하나, 국내 환경에서는 해외 자율주행 환경구현이 어려워 상호 교차실증 필요
- 해외 자율주행 인프라가 부재한 광범위한 영역에서 서비스를 위해 해외 이동통신망 환경에서 저지연 통신성능을 활용한 자율협력주행 서비스 실증 필요

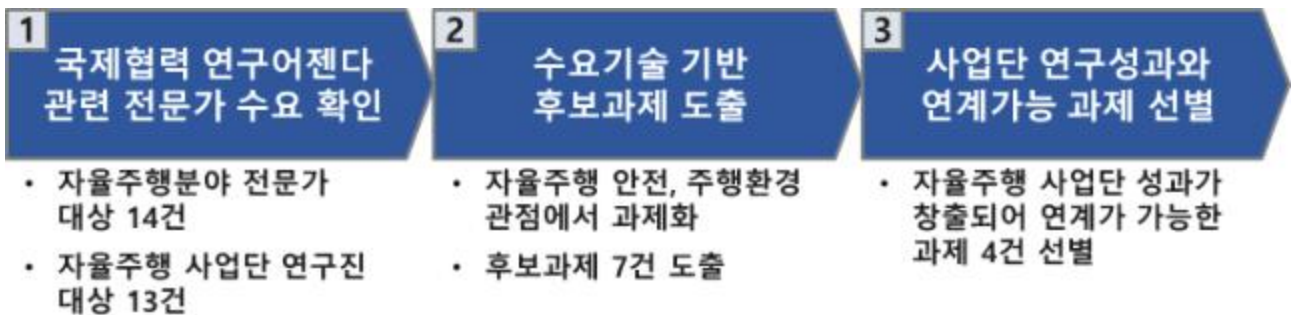
○ 3a. 자율주행 환경정보 인식 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제표준화

- 나라별 센서별로 기상여건에 따른 주행가능 판단 기준이 상이하여 ODD 주행 안전문제가 발생할 수 있으므로 모든 국가가 인정할 수 있는 다중 센서의 기상여건에 따른 최소안전 사양이나 기준에 대한 연구 필요

- 자율주행차의 환경정보 인식 등 기능 검사기준이 부재하여 글로벌 수준의 자율주행용 점검기준 및 검증 시스템 구축 필요
- 3b. 자율주행 정보 분석 및 교통운영 판단 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제표준화
 - 실증을 통해 확보되는 데이터를 기반으로 AI모델을 지속적으로 갱신하고 실증데이터에 근거하여 시험평가 및 검증기준, 법제도 수립
 - 자율주행 차량의 운용 목적과 형태에 따라 기능 및 서비스 구현을 위해 허용되는 범위 내에서 자율주행 공동 운행허가 인증 기준 등 마련 필요
- 3c. 자율주행 교통운행정보공유 및 운행지원 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제표준화
 - 자율차를 위한 도로의 설계, 주행안전성 평가에 대한 가이드라인, 미래도로구축, 긴급차량 통행지원 서비스 관련 정보교환 및 법규 등에 대한 종합적인 검토가 필요
 - 커넥티드 차량, 지능형 교통체계, 등을 검증하는 비영리 인증 기관인 OmniAir에서 미국 교통국의 규제·가이드라인 및 V2X 시험인증을 주력
- 4a. 국내외 차량/인프라 계측정보 규격 표준화 및 상호호환성 확보
 - 차량센서와 인프라센서 데이터의 융합을 위해 국내외 자율주행 차량/인프라 환경에서 계측되는 정보 규격의 표준화, 또는 데이터의 전환을 통한 활용이 보장되어야 함
 - 영국 CCAV MFM은 조기 개발 지원을 위해 자율주행 시나리오 D/B인 Safety Pool을 공유하며, University of Warwick은 데이터 교환 개방형 플랫폼 제공
- 4b. 국내외 자율주행 정보분석 결과 데이터 표준화 및 상호호환성 확보
 - ISO 14817 ITS central data dictionaries 국제표준 제정, 관리가 미흡하고 표준 내 데이터 관리 절차가 복잡하여 개정 필요
 - 국내 데이터 규격에 따른 상호호환성 시험 방법은 개발 중이나, 국내외 혁신클러스터 데이터 규격을 위해 국제협력을 통한 상호호환성 시험 표준화 필요
- 4c. 국내외 자율주행 정보공유체계 표준화 및 상호호환성 확보
 - 자율주행 데이터 관리 관련 미국은 SAE J2735, 유럽은 ETSI EN 302 637-3표준으로 운영중으로 상호호환성이 요구되며, 이를 시험하기 위한 국제표준은 미비
 - 유럽은 대표적으로 Smart highway V2X testbed에서 V2V와 V2I 간 초연결성을 기반으로 초고용량 데이터 처리가 필요한 서비스를 MEC 기반으로 지원

2. 혁신클러스터형 국내외 공동연구과제 도출

- 국내외 공동연구과제는 국제협력 어젠다 관련 전문가 수요를 확인하고, 이를 자율주행 안전과 주행환경 관점에서 구분하여 과제화하여 도출하였으며, KADIF 사업단 연구예상성과와 연계가능한 기술을 대상으로 우선순위 도출
- 국내외 공동연구과제 어젠다 관련 전문가 수요 확인
 - 자율주행분야 전문가 대상 국제협력연구 아이тем 확인(14건)
 - KADIF 연구진 대상 KADIF사업과 차별성 검토 및 성과연계 국제협력연구아이тем 확인 (13건)
- 국내외 공동연구과제 검토 및 사업에서 추구하는 안전, 데이터공유, 주행환경, 자율주행 서비스 구축 관점에서 제안내용을 재구성하여 추진후보과제 도출
- 도출과제 중 사업단 연구성과의 연계가 바로 이루어지기 어려운 과제는 2순위 후보 과제로 고려



[그림 204] 국제협력 연구과제 도출 과정

- 국내외 공동연구과제 어젠다별 자율주행 전문가 대상 수요조사 및 자율주행 혁신사업단 연구진 대상 국제협력연구 아이тем 조사 결과는 다음과 같음
- 자율주행 전문가 대상 수요조사를 통해 회신된 14건의 기술아이템은 다음과 같음

<표 88> 자율주행 전문가 수요조사로 확보한 기술아이템

연번	기술아이템명
A1	5G MEC 기반 협력자율주행 인프라에 대한 국제 상호 호환 기술 개발 및 표준화
A2	자율주행 Lv. 4+를 위한 초고해상도 이미징 레이더 기술 개발
A3	자율주행 글로벌 혁신클러스터를 통한 공동 실증체계 구축 연구

연번	기술아이템명
A4	자율주행 생태계 확산을 위한 안전성 상호인증 플랫폼 개발
A5	자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 국제협력형 자율차용 고정밀지도 데이터 플랫폼 구축/배포/갱신 기술 개발
A6	자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 C-V2X 통신 적합성평가 국제 상호인증 기술 개발
A7	자율주행 Lv.4/4+ 기반 친환경 통합 모빌리티(E-MaaS(Eco-friendly Mobility as a Service)) 기술·서비스 개발 및 생태계 연구
A8	자율주행 악천후 주행안전성을 위한 라이다센서 기반 AI 알고리즘 개발과 학습데이터 구축
A9	자율주행서비스 해외 현지화를 위한 특이 교통 경험 데이터 연구
A10	디지털 루프 기반 OTA 소프트웨어 업데이트 통합 가상 검증/승인 프로세스 개발
A11	자율주행 실도로 운행허가 제도 글로벌 표준화 시스템 구축
A12	글로벌 자율주행 실도로 실증을 위한 개발환경 구축
A13	글로벌 실도로 자율주행 서비스 실증사업
A14	자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 및 평가방법 연구

○ 자율주행 혁신사업단 연구진 대상 수요조사를 통해 회신된 13건의 기술아이템은 다음과 같음

<표 89> 자율주행 혁신사업단 수요조사로 확보한 기술아이템

연번	기술아이템명
B1	자율차용 고정밀지도 모델링 및 변환기술, 자율차 LDM 기반 도로교통 정보 활성화 구간 실시간 정보 갱신 및 최신화 기술
B2	국내 개발 MEP의 유럽 5G MEC 테스트베드 구축, 국제 상호 호환 기술 개발 및 표준화
B3	도로 조건에 따른 자율차 인식 성능 실험 및 실도로에서 주행 특성 변화 조사, 혼합 교통류 및 전용 차로 지역의 교통류 특성 분석, 자율차 시대 최적 운영 방안 도출, 자율차 시대 용량 변화 예측
B4	다중 에이전트 기반 협력 인지정보 송수신 기술 개발 및 협력인지 통신 메시지셋 국제표준, 협력인지 정보 바탕 LDM 업데이트 및 다중 에이전트간 객체 동기화
B5	눈, 비, 안개 등 기상 여건에 따른 다중 센서의 최소 안전마진, 다중센서의 측위 정확도 안전마진
B6	C-V2X 국제 표준 규격 기반 해외 클러스터와 상호 호환성 시험을 통한 국제 호환성 확보
B7	ODD 충족을 위한 안전영역 센서 융합
B8	자율주행기반 차량 유형별/서비스 목적별 자율주행운행허가 기준(안) 수립
B9	완전자율주행 운행 허가를 위한 국가별 교통환경 맞춤형 시험방법, 실차시험, 시뮬레이션 방법
B10	대형 상용차와 승용 자율차량 및 일반 차량의 안전성 영역을 실시간으로 연산하며 ODD 충족 확인이 가능한 PG의 교차실증
B11	사이버 보안관리체계 인증에 관한 상세 평가 항목, 자동차 사이버 보안 조치에 대한 차량 시험평가 상세 방법론
B12	V2X장착 자율차 안전성 평가법, 센서+V2X시스템 융합, 다양한 V2X 통신 기술 적용 가능성 연구
B13	메타데이터 및 데이터 관리방법 표준화, 메시지 표준 간 컨버팅 표준적합성 시험방법 개발

○ 국내외 공동연구과제 어젠다별로 국제협력연구 아이টে를 매칭한 결과는 다음과 같음

- (사업추진방향 1) 국내외 다양한 차량/ 인프라 기관 보유 데이터 통합 분석 기반 운영 모델 고도화 및 안전성 향상

- “자율주행 차량/인프라 환경정보 인식기술 고도화” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이টে 수요는 없었음
- “차량/인프라 기관 보유 데이터 통합 분석 기반 운영모델 고도화” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이টে는 다음과 같음

<표 90> 국제협력연구 어젠다 1b 관련 연구 아이টে

국제협력연구 어젠다	자율주행 국제협력 연구 아이টে	
	자율주행 전문가 대상 수요조사	KADIF연구진 대상 국제협력연구 아이টে 조사
1b. 차량/인프라 기관 보유 데이터 통합 분석 기반 운영모델 고도화	A8. 자율주행 악천후 주행안전을 위한 라이다센서 기반 AI 알고리즘 개발과 학습데이터 구축	-
	A5. 자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 국제협력형 자율차용 고정밀지도 데이터 플랫폼 구축/배포/갱신 기술 개발*	B1. 자율차용 고정밀지도 모델링 및 변환기술, 자율차 LDM 기반 도로교통 정보 활성화 구간 실시간 정보 갱신 및 최신화 기술*
	-	B5. 눈, 비, 안개 등 기상 여건에 따른 다중 센서의 최소 안전마진, 다중센서의 측위 정확도 안전마진*
	-	B7. ODD 충족을 위한 안전영역 센서 융합*

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이টে는 중복 배치

- “통합 분석 기반 데이터의 정보공유 기술 및 운행지원 기술 고도화” 국내외 공동연구과제 어젠다 관련 연구아이টে는 다음과 같음

<표 91> 국내외 공동연구과제 어젠다 1c 관련 연구 아이টে

국제협력연구 어젠다	자율주행 국제협력 연구 아이টে	
	자율주행 전문가 대상 수요조사	KADIF연구진 대상 국제협력연구 아이টে 조사
1c. 통합 분석 기반 데이터의 정보공유 기술 및 운행지원 기술 고도화	A1. 5G MEC 기반 협력자율주행 인프라에 대한 국제 상호 호환 기술 개발 및 표준화	B2. 국내 개발 MEP의 유럽 5G MEC 테스트베드 구축, 국제 상호 호환 기술 개발 및 표준화
	A14. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 및 평가방법 연구*	-
	-	B4. 다중 에이전트 기반 협력 인지정보 송수신 기술 개발 및 협력인지 통신 메시지셋 국제표준, 협력인지 정보 바탕 LDM 업데이트 및 다중 에이전트간 객체 동기화

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이টে는 중복 배치

- (사업추진방향 2) 국내외 실도로환경 실시간 정보 기반 교차실증을 통한 신뢰성 제고

- “국내외 실도로환경 실시간 차량/ 인프라 정보 인식 시스템 실증” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이템은 다음과 같음

<표 92> 국제협력연구 어젠다 2a 관련 연구 아이템

국제협력연구 어젠다	자율주행 국제협력 연구 아이템	
	자율주행 전문가 대상 수요조사	KADIF연구진 대상 국제협력연구 아이템 조사
2a. 국내외 실도로환경 실시간 차량/ 인프라 정보 인식 시스템 실증	A12. 글로벌 자율주행 실도로 실증을 위한 개발환경 구축	-

- “국내외 실시간 차량/인프라 정보 기반 자율주행 운행분석 기술 실증” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이템은 다음과 같음

<표 93> 국제협력연구 어젠다 2b 관련 연구 아이템

국제협력연구 어젠다	자율주행 국제협력 연구 아이템	
	자율주행 전문가 대상 수요조사	KADIF연구진 대상 국제협력연구 아이템 조사
2b. 국내외 실시간 차량/인프라 정보 기반 자율주행 운행분석 기술 실증	A9. 자율주행서비스 해외 현지화를 위한 특이 교통 경험 데이터 연구	-
	A5. 자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 국제협력형 자율차용 고정밀지도 데이터 플랫폼 구축/배포/갱신 기술 개발*	B1. 자율차용 고정밀지도 모델링 및 변환기술, 자율차 LDM 기반 도로교통 정보 활성화 구간 실시간 정보 갱신 및 최신화 기술*
	-	B5. 눈, 비, 안개 등 기상 여건에 따른 다중 센서의 최소 안전마진, 다중센서의 측위 정확도 안전마진*
	-	B7. ODD 충족을 위한 안전영역 센서 융합*
	-	B8. 자율주행기반 차량 유형별/서비스 목적별 자율주행운행허가 기준(안) 수립

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이템은 중복 배치

- “실시간 환경정보 연계 자율주행 운행정보 공유 및 운행지원 기술 실증” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이템은 다음과 같음

<표 94> 국제협력연구 어젠다 2c 관련 연구 아이템

국제협력연구 어젠다	자율주행 국제협력 연구 아이템	
	자율주행 전문가 대상 수요조사	KADIF연구진 대상 국제협력연구 아이템 조사
2c. 실시간 환경정보 연계 자율주행 운행정보 공유 및 운행지원 기술 실증	A3. 자율주행 글로벌 혁신클러스터 통한 공동 실증체계 구축 연구	-
	A14. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 및 평가방법 연구*	-
	-	B3. 도로 조건에 따른 자율차 인식 성능 실험 및 실도로에서 주행 특성 변화 조사, 혼합 교통류 및 전용 차로 지역의 교통류 특성 분석, 자율차 시대 최적 운영 방안 도출, 자율차 시대 용량 변화 예측

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이템은 중복 배치

- (사업추진방향 3) 실증데이터 연계 평가·인증·기준 연구 및 선도국 기술교류 기반
국제표준 공동 대응
- “자율주행 환경 정보 인식 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제표준화” 국제협
력연구 어젠다 관련 연구아이템 수요는 없었음
- “자율주행 정보 분석 및 교통운영 판단 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제표
준화” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이템은 다음과 같음

<표 95> 국제협력연구 어젠다 3b 관련 연구 아이템

국제협력연구 어젠다	자율주행 국제협력 연구 아이템	
	자율주행 전문가 대상 수요조사	KADIF연구진 대상 국제협력연구 아이템 조사
3b. 자율주행 정보 분석 및 교통운영 판단 기술 평가·인증·기 준 연구 및 국제표준화	A4. 자율주행 생태계 확산을 위한 안전성 상호인증 플랫폼 개발	
	-	B9. 완전자율주행 운행 허가를 위한 국가별 교통환경 맞춤형 시험방법, 실차시험, 시뮬레이션 방법
	-	B12. V2X장착 자율차 안전성 평가법, 센서+V2X시스템 융합, 다양한 V2X 통신 기술 적용 가능성 연구
	-	B11. 사이버 보안관리체계 인증에 관한 상세 평가 항목, 자동차 사이버 보안 조치에 대한 차량 시험평가 상세 방법론
	-	B13. 메타데이터 및 데이터 관리방법 표준화, 메시지 표준 간 컨버팅 표준적합성 시험방법 개발

- “자율주행 교통운행정보공유 및 운행지원 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제 표준화” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이템은 다음과 같음

<표 96> 국제협력연구 어젠다 3c 관련 연구 아이템

국제협력연구 어젠다	자율주행 국제협력 연구 아이템	
	자율주행 전문가 대상 수요조사	KADIF연구진 대상 국제협력연구 아이템 조사
3c. 자율주행 교통운행정보 공유 및 운행지원 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제표준화	A6. 자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 C-V2X 통신 적합성평가 국제 상호인증 기술 개발	B6. C-V2X 국제 표준 규격 기반 해외 클러스터와 상호 호환성 시험을 통한 국제 호환성 확보
	A10. 디지털 루프 기반 OTA 소프트웨어 업데이트 통합 가상 검증/승인 프로세스 개발	-
	A14. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 및 평가방법 연구*	-
	-	B10. 대형 상용차량과 승용 자율차량 및 일반 차량의 안전성 영역을 실시간으로 연산하며 ODD 충족 확인이 가능한 PG의 교차실증

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이템은 중복 배치

- (사업추진방향 4) 기술 및 서비스 개발을 위한 구축 정보 표준화 및 공유기반 마련

- “국내외 차량/인프라 계측정보 규격 표준화 및 상호호환성 확보” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이템 수요는 없었음
- “국내외 자율주행 정보분석 결과 데이터 표준화 및 상호호환성 확보” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이템은 다음과 같음

<표 97> 국제협력연구 어젠다 4b 관련 연구 아이템

국제협력연구 어젠다	자율주행 국제협력 연구 아이템	
	자율주행 전문가 대상 수요조사	KADIF연구진 대상 국제협력연구 아이템 조사
4b. 국내외 자율주행 정보분석 결과 데이터 표준화 및 상호호환성 확보	A7. 자율주행 Lv.4/4+ 기반 친환경 통합 모빌리티 (E-MaaS(Eco-friendly Mobility as a Service)) 기술·서비스 개발 및 생태계 연구	
	A11. 자율주행 실도로 운행허가 제도 글로벌 표준화 시스템 구축	-
	A13. 글로벌 실도로 자율주행 서비스 실증사업	

- “국내외 자율주행 정보공유체계 표준화 및 상호호환성 확보” 국제협력연구 어젠다 관련 연구아이템 수요는 없었음

□ 1차적으로 유사기술 내용을 병합하고, 개념적인 수준에서 제시되어 내용 구체화가 어려운 기술들은 검토대상에서 제외함

- (사업추진방향 1) 국내외 다양한 차량/ 인프라 기관 보유 데이터 통합 분석 기반 운영 모델 고도화 및 안전성 향상

- “차량/인프라 기관 보유 데이터 통합 분석 기반 운영모델 고도화” 국제협력연구 어젠다 중 유사기술은 병합하였으며, 관련 수요기술 4건은 대상으로 고려함

<표 98> 국제협력연구 어젠다 1b 관련 후보과제 검토

자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제 검토
A8. 자율주행 약천후 주행안전을 위한 라이다센서 기반 AI 알고리즘 개발과 학습데이터 구축	▪ 후보과제 대상으로 고려
A5. 자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 국제협력형 자율차용 고정밀지도 데이터 플랫폼 구축/배포/갱신 기술 개발*	▪ 유사기술 내용으로 병합하여 후보과제 대상으로 고려
B1. 자율차용 고정밀지도 모델링 및 변환기술, 자율차 LDM 기반 도로교통 정보 활성화 구간 실시간 정보 갱신 및 최신화 기술*	
B5. 눈, 비, 안개 등 기상 여건에 따른 다중 센서의 최소 안전마진, 다중센서의 측위 정확도 안전마진*-	▪ 후보과제 대상으로 고려
B7. ODD 충족을 위한 안전영역 센서 융합*	▪ 후보과제 대상으로 고려

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이템은 중복 배치

- “통합 분석 기반 데이터의 정보공유 기술 및 운행지원 기술 고도화” 국제협력연구 어젠다 중 유사기술은 병합하였으며, 관련 수요기술 3건은 대상으로 고려함

<표 99> 국제협력연구 어젠다 1c 관련 후보과제 검토

자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제 검토
A1. 5G MEC 기반 협력자율주행 인프라에 대한 국제 상호 호환 기술 개발 및 표준화	▪ 유사기술 내용으로 병합하여 후보과제 대상으로 고려
B2. 국내 개발 MEP의 유럽 5G MEC 테스트베드 구축, 국제 상호 호환 기술 개발 및 표준화	
A14. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 및 평가방법 연구*	▪ 후보과제 대상으로 고려
B4. 다중 에이전트 기반 협력 인지정보 송수신 기술 개발 및 협력인지 통신 메시지셋 국제표준, 협력인지 정보 바탕 LDM 업데이트 및 다중 에이전트간 객체 동기화	▪ 후보과제 대상으로 고려

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이템은 중복 배치

- (사업추진방향 2) 국내외 실도로환경 실시간 정보 기반 교차실증을 통한 신뢰성 제고

- “국내외 실도로환경 실시간 차량/인프라 정보 인식 시스템 실증” 국제협력연구 어젠다 관련 수요기술 1건은 대상으로 고려함

<표 100> 국제협력연구 어젠다 2a 관련 후보과제 검토

자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제 검토
A12. 글로벌 자율주행 실도로 실증을 위한 개발환경 구축	▪ 후보과제 대상으로 고려

- “국내외 실시간 차량/인프라 정보 기반 자율주행 운행분석 기술 실증” 국제협력연구 어젠다 중 유사기술은 병합하였으며, 관련 수요기술 5건은 대상으로 고려함

<표 101> 국제협력연구 어젠다 2b 관련 후보과제 검토

자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제 검토
A9. 자율주행서비스 해외 현지화를 위한 특이 교통 경험 데이터 연구	▪ 후보과제 대상으로 고려
A5. 자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 국제협력형 자율차용 고정밀지도 데이터 플랫폼 구축/배포/갱신 기술 개발*	▪ 유사기술 내용으로 병합하여 후보과제 대상으로 고려
B1. 자율차용 고정밀지도 모델링 및 변환기술, 자율차 LDM 기반 도로교통 정보 활성화 구간 실시간 정보 갱신 및 최신화 기술*	
B5. 눈, 비, 안개 등 기상 여건에 따른 다중 센서의 최소 안전마진, 다중센서의 측위 정확도 안전마진*	▪ 후보과제 대상으로 고려
B7. ODD 충족을 위한 안전영역 센서 융합*	▪ 후보과제 대상으로 고려
B8. 다양한 서비스 차량의 유형과 형태 등을 고려해 자율주행운행 허가가 필요한 자율주행기반 차량의 유형을 분류하고, 차량의 유형별 및 서비스 측면의 목적별 자율주행운행허가 기준(안) 수립	▪ 후보과제 대상으로 고려

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이템은 중복 배치

- “실시간 환경정보 연계 자율주행 운행정보 공유 및 운행지원 기술 실증” 국제협력연구 어젠다 관련 수요기술 3건은 대상으로 고려함

<표 102> 국제협력연구 어젠다 2c 관련 후보과제 검토

자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제 검토
A3. 자율주행 글로벌 혁신클러스터 통한 공동 실증체계 구축 연구	▪ 후보과제 대상으로 고려
A14. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 및 평가방법 연구*	▪ 후보과제 대상으로 고려
B3. 도로 조건에 따른 자율차 인식 성능 실험 및 실도로에서 주행 특성 변화 조사, 혼합 교통류 및 전용 차로 지역의 교통류 특성 분석, 자율차 시대 최적 운영 방안 도출, 지속적인 실증 운영을 통한 교통류 분석 및 자율차 시대 용량 변화 예측	▪ 후보과제 대상으로 고려

* 복수의 국제협력연구 어젠다에 해당하는 기술아이템은 중복 배치

- (사업추진방향 3) 실증데이터 연계 평가·인증·기준 연구 및 선도국 기술교류 기반 국제표준 공동 대응
- “자율주행 정보 분석 및 교통운영 판단 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제표준화” 국제협력연구 어젠다 중 구체화가 어려운 수요기술 1건은 제외하였으며, 나머지 관련 수요기술 4건은 대상으로 고려함

<표 103> 국제협력연구 어젠다 3b 관련 후보과제 검토

자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제 검토
A4. 자율주행 생태계 확산을 위한 안전성 상호인증 플랫폼 개발	▪ 내용구체화가 어려워 후보과제 대상에서 제외
B9. 완전자율주행 운행허가를 위한 국가별 교통환경 맞춤형 시험방법 글로벌화 등의 추진은 실차 시험 이외 시뮬레이션 등의 방법도 진행되어야 함에 따라 시뮬레이션을 통한 방법	▪ 후보과제 대상으로 고려
B12. V2X시스템 장착 자율차의 안전성 평가방법, 센서+V2X시스템 융합을 통한 자율차 안전성 개선 방안, 다양한 V2X 통신기술 적용 가능성 연구	▪ 후보과제 대상으로 고려
B11. 제작사의 사이버 보안관리체계 인증에 관한 상세 평가 항목과, 자동차 사이버 보안 조치에 대한 차량 시험평가 상세 방법론	▪ 후보과제 대상으로 고려
B13. 상호호환성 확보를 위한 메타데이터 표준화 및 데이터 관리방법 표준화, 메시지 표준 간 컨버팅 표준적합성 시험방법 개발	▪ 후보과제 대상으로 고려

- “자율주행 교통운행정보공유 및 운행지원 기술 평가·인증·기준 연구 및 국제표준화” 국제협력연구 어젠다 중 유사기술은 병합하였으며, 관련 수요기술 4건은 대상으로 고려함

<표 104> 국제협력연구 어젠다 3c 관련 후보과제 검토

자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제 검토
A6. 자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 C-V2X 통신 적합성평가 국제 상호 인증 기술 개발	▪ 유사기술 내용으로 병합하여 후보과제 대상으로 고려
B6. C-V2X 국제 표준 규격에 맞춰 상호 해외 클러스터와의 상호 호환성 교류 시험을 통한 국제 호환성 확보	
A10. 디지털 루프 기반 OTA 소프트웨어 업데이트 통합 가상 검증/승인 프로세스 개발	▪ 후보과제 대상으로 고려
A14. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 및 평가방법 연구*	▪ 후보과제 대상으로 고려
B10. 대형 상용차량과 승용 자율차량 및 일반 차량의 안전성 영역을 실시간으로 연산하며 ODD 충족 확인이 가능한 PG의 교차실증	▪ 후보과제 대상으로 고려

- (사업추진방향 4) 기술 및 서비스 개발을 위한 구축 정보 표준화 및 공유기반 마련

- “국내외 자율주행 정보분석 결과 데이터 표준화 및 상호호환성 확보 ” 국제협력연구 어젠다 중 구체화가 어려운 수요기술 2건은 제외하였으며, 나머지 관련 수요기술 1건은 대상으로 고려함

<표 105> 국제협력연구 어젠다 4b 관련 후보과제 검토

자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제 검토
A7. 자율주행 Lv.4/4+ 기반 친환경 통합 모빌리티 (E-MaaS(Eco-friendly Mobility as a Service)) 기술·서비스 개발 및 생태계 연구	▪ 내용구체화가 어려워 후보과제 대상에서 제외
A11. 자율주행 실도로 운행허가 제도 글로벌 표준화 시스템 구축	▪ 후보과제 대상으로 고려
A13. 글로벌 실도로 자율주행 서비스 실증사업	▪ 내용구체화가 어려워 후보과제 대상에서 제외

□ 동 사업목표에서 추구하는 자율주행 안전과 자율주행 주행환경의 2가지 영역
관점에서 기술아이템을 재분류하고, 7개 후보과제를 구성함

<표 106> 영역별 후보과제(안)

영역 구분	자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제
자율주행 안전	A8. 자율주행 악천후 주행안전성을 위한 라이다센서 기반 AI 알고리즘 개발과 학습데이터 구축	1. 딥러닝 기반의 도로 교통 이동체 인식 기술
	A14. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 및 평가방법 연구	2. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 고도화 국제공동연구
	B5. 눈, 비, 안개 등 기상 여건에 따른 다중 센서의 최소 안전마진, 다중센서의 측위 정확도 안전마진	3. 안전한 자율주행운행영역내 자율주행시스템 각종 센서데이터호환체계 구축

영역 구분	자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제
	B7. ODD 충족을 위한 안전영역 센서 융합	
	A1. 5G MEC 기반 협력자율주행 인프라에 대한 국제 상호 호환 기술 개발 및 표준화	
	B2. 국내 개발 MEP의 유럽 5G MEC 테스트베드 구축, 국제 상호 호환 기술 개발 및 표준화	
	B4. 다중 에이전트 기반 협력 인지정보 송수신 기술 개발 및 협력인지 통신 메시지셋 국제표준, 협력인지 정보 바탕 LDM 업데이트 및 다중 에이전트간 객체 동기화	
	B12. V2X시스템 장착 자율차의 안전성 평가방법, 센서+V2X시스템 융합을 통한 자율차 안전성 개선 방안, 다양한 V2X 통신기술 적용 가능성 연구	
	A6. 자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 C-V2X 통신 적합성평가 국제 상호 인증 기술 개발	
	B6. C-V2X 국제 표준 규격에 맞춰 상호 해외 클러스터와의 상호 호환성 교류 시험을 통한 국제 호환성 확보	
	B3. 도로 조건에 따른 자율차 인식 성능 실험 및 실도로에서 주행 특성 변화 조사, 혼합 교통류 및 전용 차로 지역의 교통류 특성 분석, 자율차 시대 최적 운영 방안 도출, 지속적인 실증 운영을 통한 교통류 분석 및 자율차 시대 용량 변화 예측	4. 자율주행 도로설계 및 도로조건 시험 등 실증협력
자율주행 주행환경	A5. 자율주행 레벨4/4+ 상용화 지원을 위한 국제협력형 자율차용 고정밀지도 데이터 플랫폼 구축/배포/갱신 기술 개발	5. 국내외 도시통합관리센터 간 글로벌 연계·실증 및 자율주행 데이터 상호호환성 국제공동연구
	B1. 자율차용 고정밀지도 모델링 및 변환기술, 자율차 LDM 기반 도로교통 정보 활성화 구간 실시간 정보 갱신 및 최신화 기술	
	B11. 제작사의 사이버 보안관리체계 인증에 관한 상세 평가 항목과, 자동차 사이버 보안 조치에 대한 차량 시험평가 상세 방법론	
	B13. 상호호환성 확보를 위한 메타데이터 표준화 및 데이터 관리방법 표준화, 메시지 표준 간 컨버팅 표준적합성 시험방법 개발	6. 글로벌 자율주행 실증환경 구현 및 실도로 혼합 주행 검증
	A11. 자율주행 실도로 운행허가 제도 글로벌 표준화 시스템 구축	
	A9. 자율주행서비스 해외 현지화를 위한 특이 교통 경험 데이터 연구	
	A12. 글로벌 자율주행 실도로 실증을 위한 개발환경	

영역 구분	자율주행 국제협력 연구 아이템	후보과제
	구축	
	B8. 다양한 서비스 차량의 유형과 형태 등을 고려해 자율주행운행 허가가 필요한 자율주행기반 차량의 유형을 분류하고, 차량의 유형별 및 서비스 측면의 목적별 자율주행운행허가 기준(안) 수립	
	B9. 완전자율주행 운행허가를 위한 국가별 교통환경 맞춤형 시험방법 글로벌화 등의 추진은 실차 시험 이외 시뮬레이션 등의 방법도 진행되어야 함에 따라 시뮬레이션을 통한 방법	
	B10. 대형 상용 자율트럭과 승용 자율차량 및 일반 차량의 안전성 영역을 실시간으로 연산하며 ODD 충족 확인이 가능한 PG의 교차실증	7. V2N기반 자율협력 주행서비스 실증환경 및 시험체계 구축
	A10. 디지털 루프 기반 OTA 소프트웨어 업데이트 통합 가상 검증/승인 프로세스 개발	

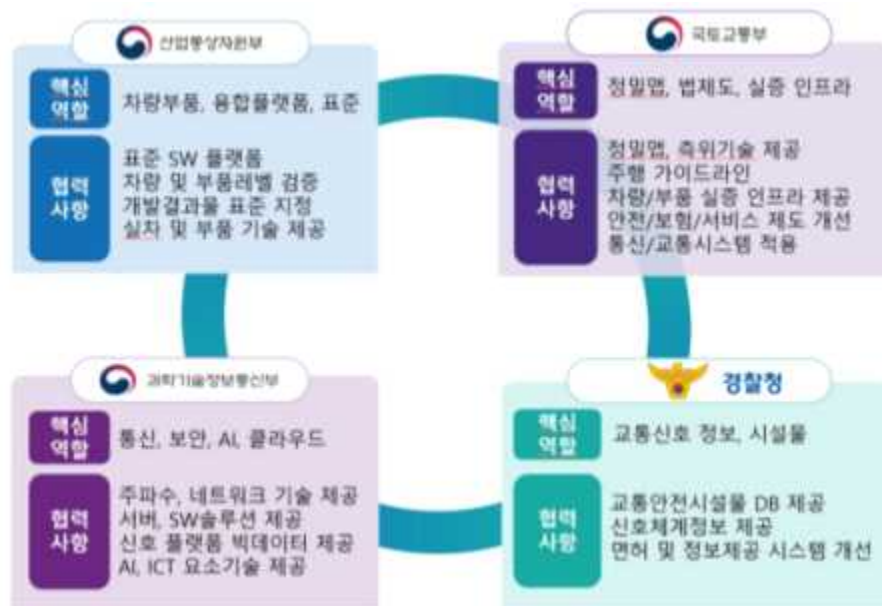
□ 도출한 7개 후보과제 중, 3개 후보과제는 사업단 연구가 추진중으로 성과연계 활용이 어려워 제외하고, 부처간 중복우려가 있는 1개 과제를 제외한 3개 과제를 추진대상으로 설정함

○ “1. 딥러닝 기반의 도로 교통 이동체 인식 기술”, “4. 자율주행 도로설계 및 도로 조건 시험 등 실증협력”, “7. V2N기반 자율협력 주행서비스 실증환경 및 시험체계 구축” 과제는 자율주행 사업단 연구성과가 아직 창출되지 않아 추진대상에서 제외함

○ “3. 안전한 자율주행운행영역(ODD) 확대를 위한 센서융합 기술 개발” 과제는 부처별 담당자 검토과정에서 중복 우려가 있어 추진대상에서 제외함

- 국토부가 주관으로 국제협력 기술개발 및 실증, 법·제도 마련(과제성격상 과기부·산업부 참여 보류 입장(‘24.10.31))

- (범부처사업단 추진중) 자율주행은 융합신산업 특성이 강하므로, 기술협력 및 선제적 제도개선을 위한 범부처 사업단인 자율주행기술개발혁신사업단이 ‘21년부터 추진중이며, ‘27년에 종료될 예정임
- 자율주행 산업지능화를 위해 통신·데이터·AI 융합을 강화하고 기술내재화 및 성능고도화를 중심으로 지원
- 산업부는 차량 핵심부품과 융합플랫폼, 표준 등에 집중하고, 국토부와 경찰청은 실증 인프라와 함께 법·제도적 부분에 집중



[그림 205] 자율주행 관련 부처별 주요 역할 및 협력 체계

- 따라서, 본 사업은 자율주행 글로벌 안전성, 실용성, 신뢰성을 확보하기 위해서 자율주행의 안전을 위한 점검, 인프라를 총괄하고 있는 국토부가 우선적으로 국제협력의 공동 프레임워크, 프로토콜 개발에 집중하고 성과에 따라 타부처와 협력을 더욱 확대해나갈 예정

<표 107> 후보과제 추진대상(안)

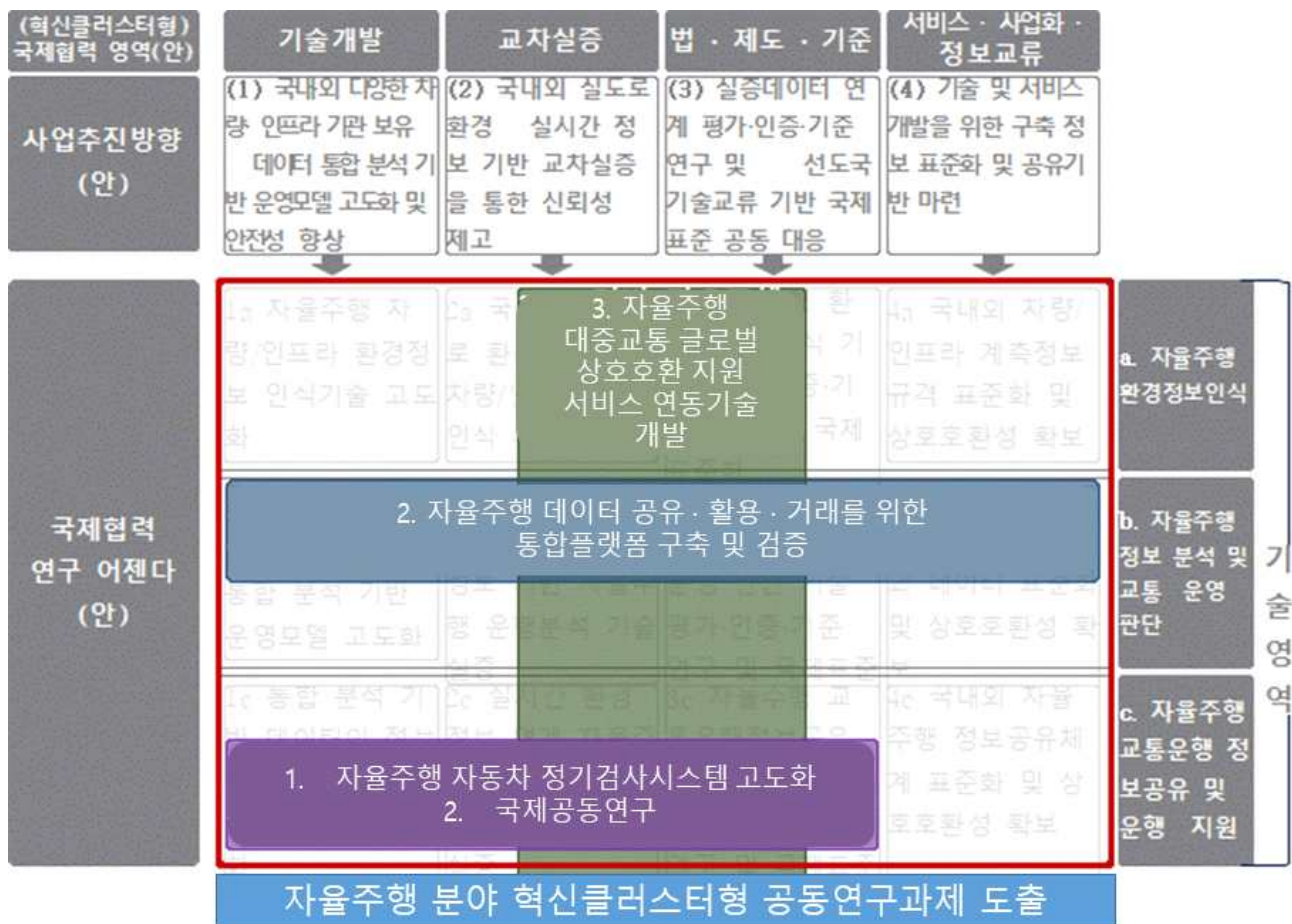
영역구분	후보과제	검토결과
자율주행 안전	1. 딥러닝 기반의 도로 교통 이동체 인식 기술	사업단 성과 미창출로 추진대상 제외
	2. 자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 고도화 국제공동연구	연구과제 추진대상으로 추진
	3. 안전한 자율주행운행영역내 자율주행시스템 각종 센서데이터호환체계 구축	5와 연계하여 추진과제로 선정
	4. 자율주행 도로설계 및 도로조건 시험 등 실증협력	사업단 성과 미창출로 추진대상 제외
자율주행 주행환경	5. 국내외 도시통합관리센터 간 글로벌 연계·실증 및 자율주행 데이터 상호호환성 국제공동연구	3과 연계하여 추진과제로 추진
	6. 글로벌 자율주행 실증환경 구현 및 실도로 혼합주행 검증	연구과제 추진대상으로 추진
	7. V2N기반 자율협력 주행서비스 실증환경 및 시험체계 구축	사업단 성과 미창출로 추진대상 제외

○ 도출한 3개의 국제협력연구 과제의 12개 국제협력연구 어젠다상 위치는 다음과 같음



[그림 206] 국내외 공동연구 후보과제 도출

- 1과제는 “자율주행 자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구” 기술영역상 기술개발, 교차실증, 법·제도·기준 수행
- 2과제는 “자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증” 기술영역상 기술개발, 교차실증, 법·제도·기준·정보교류 수행
- 3과제는 “자율주행 대중교통 글로벌 상호호환 지원 서비스 연동기술개발” 기술영역상 교차실증, 서비스 등 수행



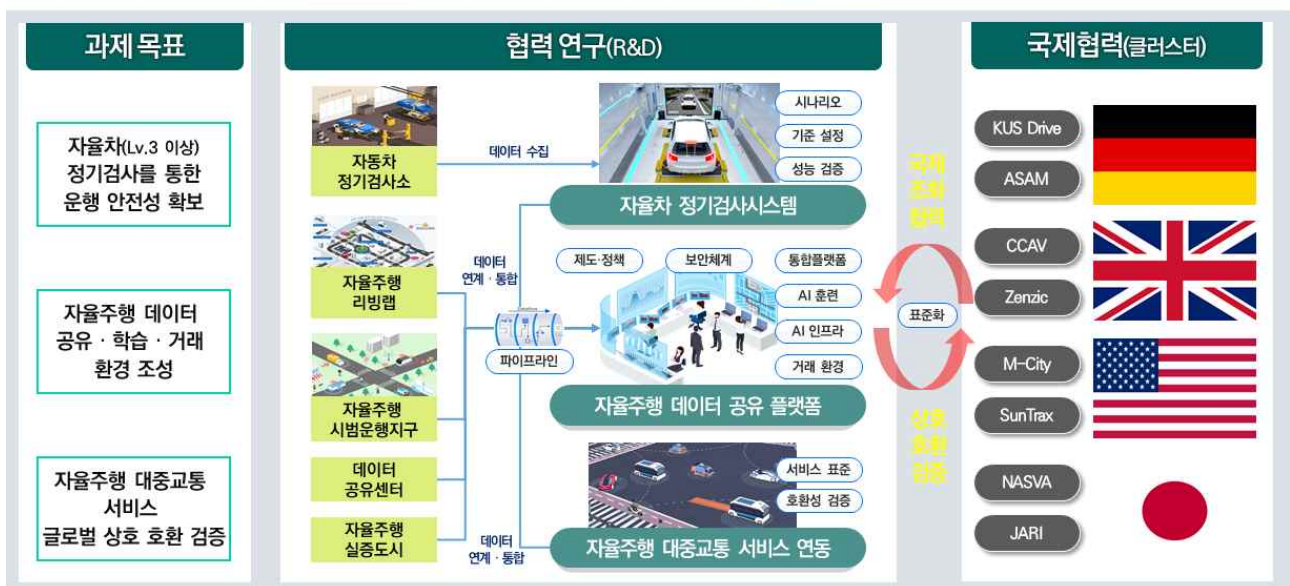
[그림 207] 국내외 공동연구 어젠다 상 3개과제의 위상

3. 사업구조 설정

□ 전체 사업내용은 아래와 같이 구성됨

- (개요) 표준화된 국내 자율차 AI 통합데이터 활용을 중심으로 한 자율차의 안전검사 체계 및 혁신적 자율주행 대중교통 서비스, 자율주행 AI 학습환경조성 및 글로벌 선진기관과 협력 연구개발 등 AI 기반 자율차 전주기 안전 확보
- 자율차의 지속적 운행안전을 위한 정기검사의 시나리오, 시스템 등의 개발 및 국제 교차실증을 통한 상호인정 확보를 통해 글로벌 시장·환경에 대응하고 통합플랫폼과의 연계하여 지속발전 기반 구축을 위해 “자율주행자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구” 과제를 추진함
- (자율차 AI통합데이터플랫폼) 전국 자율주행 시범운영지구 등 공공/민간 자율차 운행·안전 빅데이터를 취합, AI 학습, 공유할 수 있는 통합플랫폼의 개발 및 글로벌 선진기관과 협업을 통한 상호 호환 검증, 자율주행 데이터 거래환경 조성을 위해 “자율주행 데이터공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증” 과제를 추진함
- (글로벌 상호 검증) 통합플랫폼과 연계된 대중교통 자율주행 서비스 표준을 개발하고 국제협력을 통해 서비스-데이터 상호 교차 검증을 위해 “자율주행 대중교통 글로벌 상호호환(Cross-Border Roaming) 지원 서비스 연동기술 개발” 과제를 추진함

혁신클러스터형 국제 협력을 통해 글로벌 스탠다드 수준의 자율주행 운행 기반 구축



[그림 208] 전체 사업 개념도

<표 108> 연구과제 구성

번호	영역	과제명	세부구분	기간	총 예산
1	자율주행 안전성 확보	자율주행자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구	- 자율주행차 정기검사 시스템 연구 및 시나리오 개발 - 자율주행차 정기검사 시스템 및 장비 개발 - 자율차 정기검사 시스템 실증	'26~'29	70억원
2	자율주행 환경 구축	자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증	- 자율주행 데이터 통합 연계·수집·활용 체계 마련 - 자율주행 기술 향상을 위한 AI 훈련 생태계 마련 - 자율주행 데이터의 안전한 유통 및 활용 촉진을 위한 거래환경 조성 - 자율주행 데이터 공유 통합플랫폼 구축 및 실증	'26~'29	170억원
3		자율주행 대중교통 글로벌 상호호환 지원 서비스 연동 기술 개발	- 국제 자율주행 표준 기반 글로벌 연동을 위한 대중교통 자율주행 서비스 표준 개발 - 대중교통 자율주행 서비스 글로벌 상호호환(로밍) 서비스 상호 검증 추진	'26~'29	10억원

5절. 기존 유사 사업과의 차별성

- 자율주행 요소장치 기능검사 관련 연구로는 '09년부터 '17년까지 첨단안전자동차 안전성 평가기술개발 연구 완료한 바 있으며, 현재는 대부분 자율주행자동차에 대한 연구로는 실차기반의 자율주행자동차 제어권 전환 안전성 평가기술 개발, 실도로 평가환경 구축과 관련된 연구단계에 있음

<표 109> 선행 연구내용 및 결과

구분	선행연구명	연구자	연구목적	주요 연구내용
1	자율주행자동차 안전성 평가기술 개발 및 실도로 평가환경 구축 상세기획	홍윤석	자율주행자동차 안전성 평가기술개발(안전기준, 평가절차, 평가장비 사양 등)	자율주행기술 정의 및 평가환경 연구 실도로 교통상황 반영 교통상황 시나리오 연구 교통상황 평가 시나리오 개발 실도로 운행안전성 평가시스템 개발
2	첨단안전자동차 안전성 평가기술개발 (2015.6.26~2016.6.25)	신재곤	교통사상자의 획기적 감소를 위해 IT융합을 통한 안전성이 뛰어난 첨단안전자동차의 안전성 평가기술을 개발	보행자 이륜차 인지 AEB 평가 ADAS 통합 기술 구현에 의한 자율주행자동차 평가용 시스템개발 및 도로 환경을 고려한 평가 시나리오 도출
3	자율주행자동차 테스트 베드 구축 및 운영 시나리오 연구	홍윤석	자율주행자동차 실차 평가를 위한 도로교통통신환경구축 자율주행자동차 안전성 평가를 위한 테스트베드 구축	자율주행자동차 전용 테스트 베드구축 평가시스템 시뮬레이션 및 사고 시나리오 재현 안전성 평가 자동화 기술
4	자율주행자동차 제어권 전환 안전성 평가 기술 개발	신재곤	실차기반 자율주행자동차 제어권 전환 안전성 평가기술 개발 자율주행자동차 제어권 전환 안전성 평가기준 개발	자율주행자동차 제어권 전환평가기술 기반 조사 및 분석 VR기반 제어권 전환 일일 평가방법 설계 및 검증
5	충돌예방시스템 종합 시험 기반 구축 (2007.7.1.~2012.6.30.)	양인범	충돌 예방 시스템 개발 및 시험평가에 활용할 수 있는 시험 평가 공간 및 실내에서 실제 도로 상의 주행 상태를 모사할 수 있는 제반 평가 장비로 구성된 종합 시험 설비	충돌예방시스템 성능 평가를 위한 시험평가 시나리오 구축 충돌예방시스템 시뮬레이션기반 시험평가 설비 구축
6	그린드라이브 스마트 제어시스템 기반기술 개발 (2010.6.1~2015.5.31)	정도현	차량 연비를 향상시키기 위해 차량 및 도로/교통 정보를 활용하여 능동적으로 차량 주행을 제어하고 운전자의 운전효율 향상을 지원하는 그린드라이브 스마트 주행제어 시스템 기반기술 개발	도로 및 교통 정보 수집과 활용 기반 구축 운전 효율 향상을 위한 운전자 지원 기반 구축 그린드라이브 시스템 성능 평가 및 검증 기반 구축

- '27년까지 추진되는 자율주행기술개발혁신사업단과는 개발일정, 목적, 연구추진 방법 등에서 차별화되며, 사업단에서 개발되는 연구성과 중 '25년에 결과물이 도출되어 '26년부터 국제협력을 통해 교차실증이 요구되는 연구의 경우, 사업단 연구성과를 연계하여 추진할 계획임

구분	자율주행기술개발혁신사업단 (`21~`27)	동 사업 (`26~`29)
목적	• 자율주행분야 융합신산업 발굴·육성 및 산업생태계 조성	• 자율주행분야 혁신클러스터 기술협력체계 구축
목표	• 2027년 융합형 레벨4+ 자율주행 상용화 기반을 마련	• 글로벌 최고수준의 자율주행의 안전성 확보 및 상용화를 위한 정기검사 시스템과 실증환경에 대한 글로벌 기술 인증체계 확립
기술개발수준	• 국내 환경여건에 부합하는 상용화 기술 개발(60km/h이하, 도심지)	• 자율주행 안전성 및 상용화 달성 시스템을 선도국(미국, 영국, 독일 등) 수준에 대등한 수준으로 실증을 통해 달성
연구규모 (연구기간)	• 8,320억원(7년)	• 250억원(4년)
부처 참여	• 국토부·산업부·과기부·경찰청	• 국토부
추진 방식	• 예타 신청 후 추진	• 비예타과제
추진 주체	• 민간기업, 연구기관, 대학 등 기술개발기관	• 국내 혁신클러스터(기업, 연구소 등)와 해외클러스터 연계형 컨소시엄
공모 방식	• 주제별 지정공모	• 품목지정형 자유공모
국제협력 공동연구	• 과제별 일부 반영	• 모든 과제를 국제협력형태로 진행
최종성과물	• 시범차량(Lv 4+) • 각종 시스템 및 SW • 통신 프로토콜 • 차량 부품 등 • 각종 서비스	• 정기점검 시스템(Lv 3) • 실증 시나리오 및 운행데이터 검증 • 안전성 등 관련 인증체계 등

- 자율주행기술개발 혁신사업 중 국토부에서 참여하는 과제의 성과 연계 활용
관점에서 세부과제별 내용을 보완함

- 산업부에서 담당하는 차량융합 신기술분야와 과기부에서 담당하는 ICT융합 신기술
분야는 검토대상에서 제외함
- 혁신클러스터형 과제 관련 과기부, 산자부, 경찰청의 공동참여를 위한 협의한 결과
('24.10.31) 공동과제는 우선 배제하고 국토부 단독수행 결정

- 자율주행 테스트베드를 활용하여 자율주행 정기검사 방법 및 글로벌 기준 마련과 정기검사 시스템 통합의 교차 실증 추진
- 물리/디지털 교통인프라 성과를 연계하여 디지털맵 등 협력국의 물리/디지털 인프라에서 계측되는 다양한 운영정보와 자율주행 교통운영관리센터의 운영정보를 연계하여 개발기술의 교차실증 추진
- 도로교통정보 융합을 통해 구축되는 정보체계와 보안안전성 평가 기술의 글로벌 상호교류를 위한 규격/관리 고도화 추진
- 자율주행테스트베드를 활용하여 협력국과 교차실증 상호검증체계 수립
- 국내 자율주행 안전성평가 기준을 토대로 협력국과 자율주행 공동운행 허가기준 연구



[그림 209] 자율주행 기술개발 혁신사업 성과연계

□ 선행 자율주행 관련 연구개발과제를 통해 확보한 성과와 이번 혁신클러스터형 국제협력을 통해 선행 성과의 연계 및 활용, 차별화 내용은 다음과 같음

<표 110> 자율주행기술개발혁신사업 국토부 연구과제와 성과 연계

자율주행기술개발 혁신사업단		자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업
1. 클라우드 소싱 기반의 디지털 도로·교통 인프라 융합 플랫폼 기술 개발	- 인증체계 법제도 개선안 - 디지털 도로·교통 인프라 정보 플랫폼 아키텍처, 데이터정보교환 표준규격서 -> 60km/h 이하 도심지 도로를 대상으로 하는 Layer2 수준의 고정밀 지도 활용	② 도시환경에서 협력자율주행 모빌리티센터 및 자율주행 데이터 기준의 상호호환성 국제협력 -> 자율주행 지원을 위해 Layer4 수준의 자율주행 전용 고정밀 지도 정보 활용
2. 인프라 센서 기반의 도로상황 인지 고도화 기술 개발	- 도로상황 데이터 수집 센서 네트워크 - 실시간 상황인지 LDM 플랫폼 -> 60km/h 이하 도심지 도로를 대상으로 하는 Layer2 수준에서 고정밀지도 표준 마련 - 센서-통신-컴퓨팅 통합 노변인프라 시스템 시제품	② 도시환경에서 협력자율주행 모빌리티센터 및 자율주행 데이터 기준의 상호호환성 국제협력 -> 자율주행 지원을 위해 Layer4 수준의 자율주행 전용 고정밀 지도 개발
5. 자율차-일반차 혼재상황 대비 AI 기반 자율주행 모빌리티 운영 플랫폼 개발	- 센터 운영 플랫폼 아키텍처 -> 가상시험환경과 리빙랩 연계를 통해 자율주행 모빌리티 운영 플랫폼을 개발 - AI 기반 알고리즘 설명서 - 자율주행모빌리티센터 상용화 방안 및 확산 전략서	② 도시환경에서 협력자율주행 모빌리티센터 및 자율주행 데이터 기준의 상호호환성 국제협력 -> 자율주행모빌리티 운영 플랫폼과 화성시 교통센터 연계 운영 성과에 추가적으로 해외 협력국의 인프라 정보와 고정밀 자율주행 전용 지도 정보를 연계한 플랫폼으로 확장하고 교차실증을 통해 기술을 검증
11. 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스기술 개발	- 자율주행 수요응답형 대중교통체계 -> 수요응답형 동적노선 및 차량군관리	- 자율주행 대중교통데이터 및 상용화 모델 -> 자율주행 대중교통서비스 유형 중 수요응답형 서비스의 데이터 활용과 상용화를 위한 리빙랩 연계 및 검증
16. 주행 및 충돌상황 대응 안전성 평가기술 개발	- 고속/도심도로 시나리오 등 설계서 - 주행분야 현행 고속/도심도로 안전기준 - 자율차 충돌안전성 및 실내안전 평가기술 -> 도심도로 및 고속도로에서 자율차 충돌안전성에 대한 평가 기술을 개발하고 이를 기반으로 자율주행 상용화에 대비한 자동차 안전관리 법령(안)을 개정 - 자동차안전관리, 신교통서비스 산업 촉진법 제·개정(안)	③ 글로벌 자율주행 실증환경 조성을 위한 상호교차 PG(Proving Ground) 구현 -> 해외 협력국에서의 자율주행 운행허가 기준 검토 국내 안전관리 기준 상 미비한 부분 확인하여 국내의 시험평가 기반 마련
19. 화물차/도로인프라 상태정보 융합 동적 안전성 평가기술 개발	- 상태정보 융합 실시간 동적 안전성 평가 및 계측시스템 - 자율주행 화물차 안전성 평가기준(안) -> 해외 차종별 지역별 교통환경을 충분히 반영하기 어려운 국내 테스트베드 환경에서 실증에 제약 존재	③ 글로벌 자율주행 실증환경 조성을 위한 상호교차 PG(Proving Ground) 구현 -> 국내외 상이한 환경조건을 갖는 해외 주행환경에서의 안전평가를 추진하고 이를 실증하는 기술로 고도화
22. 자율주행 Lv.4 상호호환성 확보를 위한 데이터 표준 및 표준적합성 시험방법 개발	- 데이터 관리체계 및 표준적합성 시험법 개발 - 자율주행 데이터 거버넌스 체계 - 표준데이터 관리 플랫폼 개발 -> 사업단에서 개발한 기술규격을 기준으로 구축된 국내 데이터관리 플랫폼 - 데이터 시험환경 마련, 인증제 도입	② 도시환경에서 협력자율주행 모빌리티센터 및 자율주행 데이터 기준의 상호호환성 국제협력 -> 해외 혁신클러스터와 협력을 위해서는 데이터간 교류를 위한 공동표준개발

- 연구과제별 중복성 검토를 통해 세부과제 추진을 위한 수행내용의 차별화 내용을 다음과 같이 정리
- 기존 KADIF 사업(국1, 국2)의 현재 60km/h 이하 도심지 도로를 대상으로 하는 Layer2 수준에서 고정밀지도 표준이 마련되고 있으며, 자율주행 지원을 위해 Layer4 수준의 자율주행 전용 고정밀 지도 개발
 - KADIF(국5)과제에서는 가상시험환경과 리빙랩 연계로 통해 자율주행 모빌리티 운영 플랫폼을 개발
 - KADIF(국5)에서 개발한 자율주행모빌리티 운영 플랫폼과 화성시 교통센터 연계 운영 성과에 해외 협력국의 인프라 정보와 고정밀 자율주행 전용 지도정보를 연계한 플랫폼으로 확장하고 교차실증을 통해 기술 검증
 - KADIF(국11)에서 개발한 실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 관련 수요응답형 대중교통체계 설계와 실증 시 수집되는 자율주행 대중교통데이터를 활용하여 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 상용화 모델을 리빙랩과 연계 검증
 - KADIF(국22)의 기개발 기술은 국내 플랫폼 전용으로 개발된 기술이며, 해외 혁신클러스터와 협력을 위해서는 데이터간 교류를 위한 공동표준개발 등은 이루어지지 못함
 - (국19) 기존에는 해외 차종별 지역별 교통환경을 충분히 반영하기 어려운 국내 테스트베드 환경에서 실증에 제약 존재
 - 국내와 상이한 환경조건을 갖는 해외 주행환경에서의 안전평가를 추진하고 이를 실증하는 기술로 고도화
 - (국16) 도심도로 및 고속도로에서 자율차 충돌안전성에 대한 평가 기술을 개발하고, 이를 기반으로 자율주행 상용화에 대비한 자동차 안전관리 법령(안)을 개정
 - 해외 협력국에서의 자율주행 운행허가 기준 검토
 - 국내 안전관리 기준 상 미비한 부분 확인하여 국내의 시험평가 기반 마련

- 자율협력주행 환경 도로교통 통합보안 인증시스템은 인프라, 교통관리센터 등의 정보 연계 시 발생할 수 있는 보안 이슈사항을 탐지하고 대응하는 기술을 개발하기 위해 연구를 수행하였으며 목적, 연구추진 방법에 있어 차별성이 있음

구분	자율협력주행 환경 도로교통 통합보안 인증시스템 및 이상탐지 기술개발 (국토교통부) - 교통물류연구사업 (19~22)	동 사업 (26~29)
목적	자율협력주행 도로교통 통합보안 인증시스템 구축	자율주행분야 혁신클러스터 기술협력체계 구축
목표	자율협력주행 도로교통체계의 신뢰성과 안전 확보를 위해 인증된 사용자 기반 통합보안 인프라 구축 및 이상행위 탐지/대응 기술 개발	글로벌 최고수준의 자율주행의 안전성 확보 및 상용화를 위한 정기검사 시스템과 실증환경에 대한 글로벌 기술 인증체계 확립
기술개발수준	V2X 보안인증을 통한 보안 인증기술이 기존 연구 진행 중이므로 차량 외 구성요소에 대한 정보인증 기술 적용	자율주행 안전성 및 상용화 달성 시스템을 선도국(미국, 영국, 독일 등) 수준에 대등한 수준으로 실증을 통해 달성
연구규모 (연구기간)	51억원(4년)	250억원(4년)
부처 참여	국토부	국토부
추진 방식	비에타과제	비에타과제
추진 주체	산·학·연·지자체	국내 혁신클러스터(기업, 연구소 등)와 해외클러스터 연계형 콘소시엄
공모 방식	지정공모	품목지정형 자유공모
국제협력 공동연구	미해당	모든 과제를 국제협력형태로 진행
최종성과물	- 도로교통 통합보안 인증시스템 기술 - 인프라 보안 이상탐지 및 대응 기술 - 도로교통 보안인증시스템 시범운영 및 평가	- 정기점검 시스템(Lv 3) - 실증 시나리오 및 운행데이터 검증 - 안전성 등 관련 인증체계 등

- 이상상황을 탐지할 수 있는 알고리즘 개발을 위해 딥러닝 모델을 적용하였으나, 본 사업은 데이터 정제·증강·자동 라벨링·분류 기술 등 AI 기반 자율주행 데이터 공유 통합플랫폼을 개발하고자 한다는 점에서 활용범위의 차별화
 - 시스템 공격, 신호 제어로 인한 이상상황을 탐지/ 대응할 수 있도록 데이터 분류 기술에 초점을 두어 딥러닝 모델을 활용
 - 데이터 분류 기술뿐만 아니라, 데이터 자동분류 및 규격 변환, 학습 데이터셋 품질 검증 등의 보다 넓은 범위에서 AI 기술을 접목하여 연구 추진 예정
- 교통관리센터, 교통 인프라 관리기관 등에서 수집한 LDM 데이터를 활용하여 이상 상황에 대한 학습을 수행하여 자율주행 리빙랩, 자율주행 시범운행지구 등의 다양한 자율주행 데이터 수집에는 한계
 - 정밀도로지도, VMS 등의 LDM 데이터를 활용하여 이상상황 탐지/대응 알고리즘을 설계하고, 여주시험도로 및 궁내동 교통센터에서 연계 검증 수행
 - 자율주행 리빙랩, 자율주행 시범운행지구, 자동차안전연구원 데이터 공유센터 등 다양한 수집원에서 정보를 연계하여, MORAI sim, ASAM, Carmaker와 같이 가상환경에서의 효과분석



여주시험도로



궁내동 교통센터

연계 대상 및 해당 장비 내역		
이동 객물 처리시스템	(1) 통합입력기	- 입점의 통합 지령표를 입력하고 시스템이 전달하는 내역을 확인
	(2) 통합인출	- 통합입력기의 입출 정보를 확인하여 검출 및 관련 정보를 처리하여 내역
	(3) 보안 관리	- 통합입력기의 정보를 처리하고 이를 외부로 전달
	(4) 보안 관리	- 시스템 통합입력기 정보를 확인 및 그 결과를 확인
인출차 보안 관리 시스템	통합입력기	- 입점의 통합 지령표를 입력하고 시스템이 전달하는 내역을 확인
이동 객물 처리시스템	통합입력기	- 입점의 통합 지령표를 입력하고 시스템이 전달하는 내역을 확인
연계 결과	1. 이차로도 동행 차량 2-1. 차량 추적 - 차량의 위치를 실시간으로 추적하여 통합입력기를 확인 - 확인한 차량을 통합입력기 처리를 통해 도 번호 전달 2-2. 차량 추적 - 차량의 위치를 실시간으로 추적하여 통합입력기를 확인 - 확인한 차량을 통합입력기 처리를 통해 도 번호 전달 2-3. 차량 추적 - 차량의 위치를 실시간으로 추적하여 통합입력기를 확인 - 확인한 차량을 통합입력기 처리를 통해 도 번호 전달 2-4. 차량 추적 - 차량의 위치를 실시간으로 추적하여 통합입력기를 확인 - 확인한 차량을 통합입력기 처리를 통해 도 번호 전달	
검증 수행 결과 발체	검증 수행 결과 발체	

[그림 210] 도로교통 통합보안 인증시스템 연계검증 결과

□ 기추진된 인공지능 기반의 미래교통운영 기반기술 개발 및 활용 과제와는 목적, 목표, 연구추진 방법, 연구내용 등에서 차별화됨

구분	인공지능 기반의 미래교통운영 기반기술 개발 및 활용 (`18~`22)	동 사업 (`26~`29)
목적	모빌리티 빅데이터 통합관리 및 교통운영기술 개발	자율주행분야 혁신클러스터 기술협력체계 구축
목표	공공·민간 협동형 교통 빅데이터 플랫폼 개발, 인공지능 기반 교통운영기술 개발 등을 통한 다양한 교통서비스 제공 및 정책지원 기술 개발	글로벌 최고수준의 자율주행의 안전성 확보 및 상용화를 위한 정기검사 시스템과 실증환경에 대한 글로벌 기술 인증체계 확립
기술개발수준	과제 성과물(빅데이터 플랫폼)을 활용한 실용화 단계	자율주행 안전성 및 상용화 달성 시스템을 선도국(미국, 영국, 독일 등) 수준에 대등한 수준으로 실증을 통해 달성
연구규모 (연구기간)	200억원(4년6개월)	250억원(4년)
부처 참여	국토부	국토부
추진 방식	비에타과제	비에타과제
추진 주체	민간기업, 연구기관, 대학 등 기술개발기관	국내 혁신클러스터(기업, 연구소 등)와 해외클러스터 연계형 컨소시엄
공모 방식	주제별 지정공모	품목지정형 자유공모
국제협력 공동연구	해당없음	모든 과제를 국제협력형태로 진행
최종성과물	- 교통 빅데이터 플랫폼 - 교통정책지원 솔루션 - 각종 시스템 및 SW	- 정기점검 시스템(Lv 3) - 실증 시나리오 및 운행데이터 검증 - 안전성 등 관련 인증체계 등

- 교통 데이터 플랫폼과 관련하여 다양한 종류, 출처의 데이터를 분석·활용할 수 있다는 점에서는 유사한 측면이 있으나, 데이터의 사용 목적이 자율주행 기술 지원과 더 나아가 국제표준 조화에 있는 점에서 차별성이 있음
 - 인공지능 기반의 미래교통운영 기반기술 개발 및 활용 과제에서 공공-민간의 교통/비교통 데이터 활용을 위한 빅데이터 플랫폼은 다양한 기관에서 취득할 수 있는 교통 데이터의 융합·공유·분석·시각화에 집중하여 진행됨
 - 동 과제의 경우 국내외 자율주행 데이터의 연계·수집·전처리를 위한 데이터 파이프라인 개발 및 통합플랫폼을 구축하고자 함
 - 통합플랫폼을 통한 자율주행 기술 향상 및 자율주행 기술 지원에 방점을 둔 AI 학습지원 모델 설계, 데이터 중심 AI 아키텍처 개발 등 AI 훈련 생태계를 조성에 중점을 두어 활용할 계획임
 - 자율주행 데이터의 국제표준(ISO, IEEE, ITU 등) 조화를 위한 메타데이터 체계 설계, 표준안 개발 및 규격화 등 데이터 상호호환 검증체계를 마련할 것임
- AI 기반 자율주행 데이터 공유 통합플랫폼 구축 및 실증환경 구성을 통한 기존 단순 수집되던 비정형 데이터를 정제·가공하여 활용가능한 데이터로 전환할 수 있는 재생산 체계 구축
 - 통합플랫폼 개발을 통한 자율주행 데이터 자동 라벨링, 연합학습·Active Learning 시스템, 데이터 증강 기술, 도메인 특화형 AI 기술 등을 실증할 계획임
 - 자율주행 리빙랩, 자율주행 시범운행지구, 자동차안전연구원 데이터 공유센터와의 연계 및 자율주행 데이터 수집, 연합학습, 효과분석 등을 위한 실증환경을 구축할 예정임
 - 정부부처(자율주행·데이터 관련 로드맵 수립 시 활용), 자율주행기술 개발 기업(자율주행 안전성 검증 데이터 활용), 국제표준화기구(AI 기반 자율주행 데이터 활용) 등 활용처와 연계하여 정책 지원 및 데이터 산업 생태계 고도화가 가능할 것으로 예상됨

- 기추진된 자율주행차의 실용화 촉진을 위한 자동차-ITS-ICT 융합 표준화 기반 조성 사업 과제와는 목적, 범위, 산출물 측면에서 다음과 같은 차별성을 가짐

구분	자율주행차의 실용화 촉진을 위한 자동차-ITS-ICT 융합 표준화 기반 조성 ('17~'20)	동 사업 ('26~'29)
목적	자율주행 시스템 및 요소기술에 대한 국제 및 국내 표준화 대응체계 구축을 위한 인적 네트워크 구성 및 표준화 코디와의 협력체계 구축	자율주행분야 혁신클러스터 기술협력체계 구축
목표	- 표준을 통한 자동차-ICT-ITS 연계 - 일원화된 체계적 표준화 대응	글로벌 최고수준의 자율주행의 안전성 확보 및 상용화를 위한 정기검사 시스템과 실증환경에 대한 글로벌 기술 인증체계 확립
기술개발수준	자율주행 산업 표준화 선도를 위한 기반 구축 목표	자율주행 안전성 및 상용화 달성 시스템을 선도국(미국, 영국, 독일 등) 수준에 대등한 수준으로 실증을 통해 달성
연구규모 (연구기간)	6.3억원(3년)	250억원(4년)
부처 참여	산업통상자원부	국토부
추진 방식	비에타과제	비에타과제
추진 주체	연구기관, 대학 등 기술개발기관	국내 혁신클러스터(기업, 연구소 등)와 해외클러스터 연계형 컨소시엄
공모 방식	지정공모형 R&D 과제	품목지정형 자유공모
국제협력 공동연구	국제표준 제안 및 회의 참가 등 국제협력형태로 진행	모든 과제를 국제협력형태로 진행
최종성과물	- 국제표준, 국가표준, 단체표준 - 포럼 및 네트워크 운영 - 성과확산자료 발간	- 정기점검 시스템(Lv 3) - 실증 시나리오 및 운행데이터 검증 - 안전성 등 관련 인증체계 등

- 기존 사업은 자율주행차 실용화를 위한 표준 확보 및 포럼 운영 중심으로 자동차·ITS·ICT 기술의 국가 및 국제표준 제안·제정에 초점을 두는 반면, 본 과제는 자율주행 데이터의 수집·연계·활용을 위한 통합 데이터 플랫폼 구축을 목표로 하며, 데이터 중심의 활용 생태계 조성에 중점을 둠
- 또한, 기존 과제는 표준 초안 마련 및 국제표준화 활동을 중심으로 진행되었으나, 본 과제는 데이터 기반 기술 중심의 개발과 실증을 포함함
- 기존 사업은 표준 문서 산출에 주력하고 있으나, 본 과제는 데이터 플랫폼의 실증을 통해 데이터의 실질적 운영 및 활용 서비스에 초점을 둠

4장. 세부 사업내용

<표 111> 세부 사업 추진로드맵

구분	2026	2027	2028	2029
자율주행자동차 정기검사 시스템 고도화 국제공동연구	[1단계] 협력기반조성	[2단계] 협력시스템 운영 및 실증		
	- 검사기술 개념설계 및 기술규격서 개발 - 검사기술 개념설계 및 검사장비 표준사양 도출 - 정기검사 통합 시스템 및 센서 시뮬레이터 사양 검토	- 자율차 평가 시스템 표준사양 도출 - 자율주행차 정기검사시스템 설계 및 제작	- 검사시나리오 개발환경 구축 - 검사시나리오 개발을 위한 평가방법론 개발 - 센서 시뮬레이터 설계 및 제작	- 개발품에 대한 한국 검사소 실증(자체 검증) - 국제공동연구 기반 인증 및 상호인정 검증
자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증	[1단계] 자율주행 데이터 기초 분석 설계 및 AI 훈련생태계 마련, 통합플랫폼 개발		[2단계] 자율주행 데이터 통합플랫폼 구축 및 검증	
	- 자율주행 데이터 연계·수집·전처리·거래 등 활용 현황, 데이터 규격 및 표준 분석 - 자율주행 차량·인프라·지도 데이터 공유·활용·거래 촉진을 위한 제도·정책 개발 - 혁신클러스터 기반 데이터 전주기 파이프라인 개발 - AI 훈련 생태계 구축을 위한 아키텍처 정립 - 대규모 AI 모델 학습/추론 전담 가속화 시스템 설계 - 자율주행 AI 데이터 센터 컨셉 및 플랫폼 설계 - 데이터 큐레이션 자동화 툴 기능 구현 - 자율주행 데이터 보안체계 확립		- 자율주행 데이터 공유·이용 거버넌스 구축 및 운영 - 자율주행 데이터/정보교환 규격 마련 - 자율주행 상호 호환 검증체계 마련 - 자율주행 데이터 거래환경 조성 - 데이터 동적 가격 책정 매커니즘 개발 - 플랫폼 구축 및 실증환경 구성 - 대규모 AI 모델 학습/추론 전담 가속화 시스템 구축	- 자율주행 데이터 표준화 추진 및 검증기술 개발 - 효과분석 검증 전략, 시나리오 수립 - 자율주행 AI 학습 지원 데이터 센터 구상 - 자율주행 관련 데이터 상호연계를 통한 통합모델 개발
자율주행 대중교통 글로벌 상호호환 지원 서비스 연동기술 개발	[1단계] 글로벌 연동 자율주행 대중교통 서비스 표준 개발		[2단계] 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환 검증	
	- 자율주행 데이터 통합플랫폼 기반 대중교통 데이터 설계 - 자율주행 대중교통 현장서비스 요구사항 정립	- 자율주행 대중교통 운영 형태별 서비스 플로우 표준화 - 서비스 특화 확장 스키마/프로파일 개발	- 상호교차 검증을 위한 국제협력 파트너 선정 - 글로벌 상호호환 데이터 연동 기술 개발	자율주행 대중교통 서비스 데이터 연동 호환성 검증

1절 자율주행자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구

1. 연구 배경 및 필요성

☐ 글로벌 기준 부재

- 자율주행 차량의 도로 주행이 확대될 것으로 예상되나, 자율주행차 기능 검사기준이 부재하여 글로벌 수준의 자율주행용 관리 기준 및 검증 시스템 구축 필요
 - 자율주행차량 도로주행 확대로 안전 주행을 위한 정기검사 제도의 필요성이 대두되었으나, 자율주행 기능 검사기준이 국가별·기관별로 상이 또는 미비하여 표준화된 검사항목·절차·장비 부재
- 자율주행 선도국가와 국제공동연구를 통해 R&D 성과 적용, 검증/실증 방안 마련, 글로벌 환경에서 적용가능한 법/제도 수립 등이 절실히 요구됨
- 현재 자율주행자동차 기술·시장 수준은 일부 기관에서 Lv 1~2.5 운행차 정기검사 시스템이 개발 진행 중이고 상용화되지 않은 상태이며, Lv 3에 대한 잠재적인 점검 목표를 설정하는 것이 타당함

☐ 기술·시장 변화 가속

- 일부 레벨1~2.5 수준의 운행차 정기검사 시스템이 시범 개발되었지만, 아직 상용화·제도화되지 않았으며, 레벨3 이상 자율주행차 보급을 대비하여 선제적인 검사 목표·기준 수립 필요

☐ 국제협력 통한 시너지 창출

- OTA(Over-the-Air) 기반 ADAS/AD 기능 테스트, 시뮬레이션 센서 융합기술 등 다국적 협력 검증을 추진하고, 해외 우수 기관과의 기술교류를 통해 글로벌 인증 경쟁력 확보

2. 국내외 동향

☐ 해외 동향

- ADAS 시스템은 미국과 유럽을 시작으로 일부 제품의 법제화가 진행되어 개발과 보급이 더욱 가속화 되고 있어 자율주행용 센서 가격 하락과 장착률이 증가하고 있음

- 미국은 NHTSA에서 자율주행차 관련 가이드라인 제시
- SAE International(국제자동차공학회)은 자율주행 기술레벨 정의 및 국제적으로 통용되는 기준 제시
- 자율주행 인지 및 제어 관련 기술을 검증, 평가할 수 있는 다양한 방법을 개발하여 신뢰도/안전도 확보를 위한 표준화 평가 구축
 - 고도화된 자율주행 기능 승인을 위한 시나리오와 시험 환경뿐만 아니라 일반적으로 인정되는 품질 기준, 시험 방법, 도구 등의 표준지침을 확립하기 위한 목적으로 독일 연방경제에너지부는 페가수스 프로젝트 지원
 - 2016년 1월부터 2019년 6월까지 프로젝트 협력사들은 고도화된 자율주행 기능이 안전하게 작동할 수 있도록 일반적으로 수용할 수 있는 시험방법과 도구 개발
 - 페가수스 프로젝트 협력사(총 17개, 시험기관 및 제조업체 참여) : Audi AG, BMW Group, Continental Teves AG & Co. oHG, Daimler AG, Robert Bosch GmbH, TÜV SÜD Auto Service GmbH 등 참여
- 독일 KÜS, dSPACE, Dürr는 자율주행 및 자동화 차량에 대한 테스트 기술을 제시
- '25년 4월 ADAS 장착 자동차의 정기검사를 강화하기 위한 규정 개정을 위한 안전을 EC(European Commission)에 상정함

□ 국내 동향

- 사고예방을 위해 자동 긴급제동 시스템(AEB) 의무 장착 대상이 전 차종(초소형차 제외)으로 확대
 - 교통안전법제55조제1항제1호 또는 제2호에 따른 차량 중 국토교통부령으로 정하는 차량은 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합한 차로이탈경고장치를 장착해야 함
 - 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙(국토교통부령, 이하 ‘자동차안전기준’) 일부개정안 : 첨단 운전자 지원 시스템(ADAS)인 자동 긴급제동 시스템(AEB) 장착 의무화 대상이 모든 차종(초소형차 제외)으로 확대
- 국토부와 한국교통안전공단에서는 자율주행 시험단지(K-city)를 통해 실제 도로상황 유사 실험환경에서 자율주행차 안전성 검증 지원
- 한국교통안전공단에서 Level 2.5까지 자율주행차량 정기점검을 위한 실증연구 완료 및 실차 환경 테스트(VILS) 기반 통합 가상 검증/승인 프로세스 구축

3. 연구목표

- 자율주행차 지속 운행안전을 위한 정기검사 시스템 개발 및 국제 상호인정 확보
 - 자율주행차 정기검사 시스템 연구 및 시나리오 개발
 - 자율주행차 정기검사 시스템 및 장비 개발
 - 자율주행차 정기검사 시스템 실증



[그림 211] 비전 및 목표



[그림 212] 자율차 정기검사 통합시스템 예상도

□ 정량적 성과지표

- (4 Wheel 주행 시뮬레이터 개발) HW 재현율 95% 및 오차율 2%
 - 시뮬레이션 재현율 95% 이상, 오차율 $\pm 2\%$
 - OTA 장비 데이터 전송속도 1Gbps 이상
- (자율주행용 환경 센서 시뮬레이션) SW 처리율 90% 및 정확도 99%
 - 데이터 처리속도 : 100TB 데이터 90% 이상 처리
 - ADAS 검사 정확도 : 99% 이상 적합 판정
- (법·제도 성과물) 데이터 교류 성공률 95% 이상 및 UNECE/WP29 및 ISO 표준 기반 국내 법규 3건 이상 제·개정
 - 글로벌 테스트베드간(한국, 독일) 데이터 교류 성공률 95% 이상

4. 과제구성 및 연구내용

□ 자율주행차 정기검사 시스템 연구 및 시나리오 개발

- 목표
 - 자율주행차 검사 항목·절차 설계 및 국제 표준화 기반 마련
 - 자율주행차 정기검사 프로세스 검증 시나리오 개발
- 주요 활동
 - 국제 공동연구 기반 자율주행차 정기검사 항목 도출 및 절차 설계
 - 기존 운행차(내연기관·전기차 등) 검사절차 대비 자율주행요소장치(센서·SW·컨트롤러 등) 특화 검사항목 체계 수립
 - 해외(ISO, UNECE, EUTS 등) 검사 시나리오 수집·분석하여, 국제 수준 평가항목 및 방법론 도출
 - 자율주행차 검사시나리오 개발
 - 도심·고속·교차로·주차장 등 실상황 반영 검사 시나리오 설계

- 위험상황 시나리오(비상브레이크, 차선 유지 실패 등) 포함하여 검사 과정에서 안전기능 성능 확인
- 검사기술 개념설계 및 검사장비 표준사양 도출
 - 국제공동연구 기반 검사기술 개념 설계, 기술검증·글로벌 인증지원 체계 확립
- 시뮬레이션 환경과 실제 주행환경 상호검증 체계 구축
 - 해외 시뮬레이션 플랫폼 활용, 다양한 도로·기후·교통 가상환경 재현
 - 센서자극기술(카메라·레이더·라이다·V2X 등) 연계 시나리오 구현
 - 시뮬레이션 결과와 실차 주행결과 간 정량적 분석을 통한 검증 체계 구축

○ 최종성과물

- 자율주행차 정기검사 항목 및 절차 가이드라인(초안)
- 테스트 시나리오 매뉴얼(도심·고속·주차장 등)
- 현장 적용성 평가보고서 및 개선안

☞ (활용)→ 향후 국제 상호인정 기반마련을 통해 국내 자율주행기술의 국제시장 진출 기반 마련

□ 자율주행차 정기검사 시스템 및 장비 개발

○ 목표

- 정기검사 프로세스에 활용되는 HW·SW 통합기술 개발
- 4 Wheel 주행 시뮬레이터, 장비 이송 시스템 프로토타입 개발·검증

○ 주요활동

- 정기검사 통합시스템 및 센서 시뮬레이터 설계 및 제작
 - 센서 시뮬레이터의 기능, 성능 기준 설정 및 국제표준 부합 기술 사양 도출
 - 자율주행 센서 검사 통합시스템 설계, 최적화 및 센터 시뮬레이터 개발
 - (4 Wheel 주행 시뮬레이터) 자율주행차의 휠별 센서/제어 성능을 실시간 평가가능 하도록 시뮬레이션 하드웨어 구축

- (장비 이송 시스템) 검사소 내 차량을 자동으로 위치·정렬시키는 AGV (Automated Guided Vehicle) 또는 반자율 로봇기술 프로토타입

○ 최종성과물

- 4 Wheel 주행 시뮬레이터·장비 이송 시스템 프로토타입 및 매뉴얼
- 가상 주행환경 통합 검사 시나리오 SW 모듈
- 자율주행차 정기검사 시스템 및 장비

☞ (활용)→ 국내외 검사소 설치 및 국제공동 시험인증 체계 구축 기반 마련

□ 자율주행차 정기검사 시스템 실증

○ 목표

- 연구성과 기반 법령 개정안 제시 및 국내외 제도 정비 촉진
- 해외 클러스터 우수 연구기관들과 국제협력 체계 공고화
- 교차실증을 통해 검사 시스템의 효율성·정확성 검증 및 고도화

○ 주요활동

- 개발된 자율주행자동차 정기검사 장비 및 시스템 실증
 - 국내외 동일 시나리오를 적용, 검사 장비·소프트웨어 상호 비교·평가
 - 검사결과(정확도·반복성·시간효율 등) 빅데이터 분석, 검사 프로토콜 보완
- 실증 결과를 바탕으로 한 장비 최적화 및 문제점 개선
 - 한국 검사소 환경에서의 장비성능 및 데이터 수집
 - 국·내외 시범검사소 검사 시나리오 적용 후 문제점·개선점 도출
 - 검사절차 간소화, 검사시간 단축, 정확도 향상 등 적용성 지표 분석
- 국제 공동연구를 통한 인증 및 상호인정 검증
 - 자율주행 정기검사 항목·절차·장비규격 등 국제 가이드라인·표준안 작성
 - 국내 관련 법령 개정 초안 및 해외(독일 등) 인증기구 협의안 도출

- 국제 워크숍·컨퍼런스 개최

- 성과발표 및 전문가의견 수렴, 자율주행 정기검사 국제포럼 개최
- UNECE WP29, ISO TC22/TC204, SAE 등 국제표준화 기구 협력, 의견 제출

- 파트너십·네트워크 확장

- OTA기반 안전성 테스트 연구, 센서자극기술 개발 등 후속연구 도출
- (산·학·연) 국내외 자동차 OEM, 부품·SW 기업, 대학연구소와의 연계 R&D 및 상용화 로드맵 수립

○ 최종성과물

- 국제 검사 기준(가이드라인) 및 국내외 법령 개정안
- 실증 결과 기반 최적화 계획 및 문제점 개선 보고서
- 국제 표준 및 인증기준에 따른 기술 검증 자료
- 국내외 교차실증 결과 보고서, 검사 장비 표준 규격 초안

☞ (활용)→ 국내 검사제도 개선 및 국제 인증 동등성(상호인정) 확보

<표 112> 유사과제 차별화 연계방안

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
2023	국토교통 연구기획	자율주행자동차 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 고도화 기술 개발 국제공동연구사업 기획	Level 3 이상 자율주행 자동차의 성능검사가 가능한 정기검사 시스템 기술 개발을 위한 국제공동연구 사업 기획	• Lv.3 이상 자율주행자동차 성능평가를 위한 정기검사시스템 관련 이슈 및 니즈 분석 - PEST, 메가트렌드 분석 기법을 활용하여, 기술, 시장, 특허 동향분석 • 기술정의 및 범위설정 - 자율주행자동차 정기검사 시스템 등 안전성 확보를 위한 관련 기술개념, 정의 및 범위를 기존 및 최신자료와 동향을 반영하여 검토하고 세분화하여 제시 - 기존 기술수준 및 현황 등의 분석 결과를 기반으로 추진 중인 타 분야 기술개발 과제와의 중복성, 연계성 등을 고려하여 차별성 확보 및 해당 기술개발 가능성에 대해 심층 검토 • 사업추진 방향 정립 - 과학기술부문 상위계획과 국토교통 관련 정부정책과의 관련성 및 연계성을 분석하고, 미래이슈 및 니즈, 정부정책과의 부합성 등을 토대로 이슈해결을 위한 사업추진방향 정립 및 기술대안의 타당성 제시 • 연구개발 사업전략 수립 및 연구내용 설정 - 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 기술개발 전략 수립 • 연구개발 후보과제 우선순위 도출 - 정부정책 기반 비전/목표 및 기술 개발 시나리오, 개발 로드맵 제시	1) 활용방안 • Level 3 이상 자율주행 자동차의 성능검사가 가능한 정기검사 시스템 기술개발을 통해 국내외 운행차 검사 기술 표준 제시 및 미래 원천기술 개발로 검사 기술 경쟁력 강화 • 첨단 안전장치 및 첨단 안전장치를 요소기술로 하는 신기술 적용 차량에 대한 정기검사 개념 제시 및 기술 제시를 통해 운행차 검사 관련 산업 활성화 유도 • 첨단 안전장치 검사 기반 기술 마련을 통해 국외 검사 관련 기관과의 기술성과 공유 및 연구 협업으로 국제 공동연구 기획 마련 2) 기대효과 • 기술적 측면 - 자율주행 자동차 검사를 위한 검사 기술 확보 • 경제적·산업적 측면 - 첨단 안전장치 장착 자동차 성능평가 검사를 위한 기반 기술 확보와 연계하여 검사장비 개발	해당 과제는 기획연구로, 실질적인 자율주행 차량 정기검사 시스템을 개발하는 본 과제와 상이함

4장. 사업내용

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				- 중점추진 분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출 - 후보과제 도출 및 과제별 추진체계 설정 • 연구목표 및 범위 설정 - 도출된 기술개발 과제의 정량 및 정성적 목표 설정 - 실현 가능한 수준을 고려한 구체적 연구범위 및 방법 등 설정 - 사업 전체 개념도, 설명자료 작성 • 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정 - 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과로드맵 제시 - WBS(Work Breakdown Structure) 등 분석기법을 활용하여 세부과제별 기술목표 설정 - 개발기술의 성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정 - 과제 인력 투입계획 및 소요예산 산정 • 연구개발 목표 달성을 위한 추진방안 수립 - 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계방안 수립 - 컨소시엄 형태 등 최적 연구 추진 체계 제안 • 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 - 성과분석 및 검증방안 제시 - 제도·정책활용, 현장적용, 시범운영 사업 등 구체적인 실용화 방안	- 및 검사제도 추진을 통해 첨단 안전장치 장착 자동차의 운행단계 관리 비용 절감 - 검사 기반 기술과 연계한 첨단 안전장치 성능평가 검사장비 개발로 국내 민간 검사업체, 정비업체 보급 및 자동차 검사를 시행하는 해외국가 등 수출 기반 마련 - 첨단 안전장치 검사 장비 제어알고리즘 확보 및 검증용 장비 제작으로 검사 기술 장비 개발을 위해 소요되는 비용 및 시간 절감 • 사회적 측면 - 첨단 안전장치 검사 기반 기술을 확보하여 첨단 안전장치에 대한 정기적인 검사 제도 도입 시기를 단축시켜 첨단 안전장치 장착 자동차의 결함 조기발견을 통한 국민의 안전 확보 - 첨단 안전장치 안전성 확보를 통한 첨단 안전장치 및 자율주행 자동차 운행 기술에 대한 국민 신뢰도 향상 - 첨단 안전장치 안전성 확보를 바탕으로	

자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				- 국제협력 및 해외시장 진출전략 제시 • 사전타당성검토 - (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토 - (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토 - (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등에 대한 검토 ① 편익(B) : 교통사고 감소편익 + 보험료 절감편익 + Lv.3 차량 활성화 편익(경제적 활성화 편익 + 운전자 피로감소 등 후생증가 편익) ② 비용(C) : 개발비용 + (생산비용 + 설치비용 + 유지관리비용) × 설치개소 + 검사비용 × 검사건수 ③ 경제적 타당성 여부 판단 : B/C 산정하여 1을 초과하는 수준 확인 • 과제 공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정 - 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성 - 연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정 • 제4차 국가연구개발 성과평가	교통사고율 감소와 교통수단 안전성 관리방안을 확보함으로써 국가 위상 제고	

4장. 사업내용

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				기본계획('21~'25)에 따른 사업평가를 위해 '전략계획서' 작성 - 사업기획 의도-수행내용-성과 간 연계성 확보를 위해 도출된 예산 규모에 따라 사업기획 내용을 반영하여 작성 - 전략 도출 방법론(6Sigma DMAIC-DMADV) 적용		
2018	교통물류 연구(R&D) (일반)	(2세부) 자율주행 자동차 주행안전성능 평가기술 연구	자율주행 기술 및 자율주차 기술이 장착된 자동차를 대상 안전성을 평가할 수 있는 평가기술 개발을 위하여, 테스트베드 환경에서 자율주행 차량의 성능을 평가할 수 있는 평가 플랫폼과 평가 시나리오를 개발하고, 이를 기반으로 자율주행 차량 및 자율주차 시스템 성능평가 기술을 개발하고자 함	(1차년도) • 자율주행 평가용 플랫폼 개발 - 국내외 자율주행 플랫폼 센서 종류 조사 및 제어 컨셉 확인 - 자율주행 요소부품 성능 분석 - 자율주행 플랫폼 설계(인지, 제어, 측위) - 자율주행 인지 및 측위 알고리즘, 판단 및 제어 알고리즘 개발 - MATLAB/Simulink 환경 시뮬레이션 기반 고속도로 일반주행 알고리즘 검증 • 자동차 전용도로 일반주행 상황 자율주행 평가기술 개발 - 자율주행 관련 ADAS 평가 시나리오 분석 - 주변 차량 시뮬레이션 환경 개발 - 차선 유지/변경 시나리오 개발 - 자율주행 관련 ADAS 평가지표 분석 - 운전자 주행 데이터 분석 - 주행 안전성 평가지수 조사 - 각 시나리오별 해당 자율주행 평가지표 개발 • 자율주행 악의 환경 및 모니터링 평가기술 개발을 위한 사전현황 분석	• 주행·고장 안전성 평가기술 및 활용기술 개발을 통하여 자율주행기술의 기술 및 시장경쟁력을 확보하고, 국제 기준·표준을 선도 - 기술 수요처: 민간 자동차 제작사 및 부품사, 대학, 성능시험 대행사, 국토부 - 제작사 기술개발 가이드라인으로 활용될 수 있는 전용도로 및 자율주차 관련 주행 안전성 및 고장 안전성 성능 판단 기준 확보로 자율주행 기술개발 및 시장 도입 활성화 기여 - 반복 재현 가능하고 표준화된 자율주행 안전성 평가 기반 및 자동화 기술 확보로 제작사 기술개발 지원 및 신뢰도 높은 자율주행 안전성 검증절차 확립 및 국제기준 표준 선도 - 자율주행 차량사고 발생시	해당 과제는 제작자동차의 성능기준을 평가하기 위한 과제로 본 과제와 상이함

자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				- 자율주행 대표 센서 선정 - 자율주행 기술용 인지센서 조사 및 성능 분석 - 악의 환경 조사 및 정의 - 자율주행 차량 모니터링 관련 법규 분석 - 자율주행 차량 모니터링 기술 조사 - 자율주행 모니터링 기반 오작동 상황 분석 • (직각주차) 자율주차 평가용 플랫폼 개발 - 자율주차 평가용 플랫폼 인지/판단 알고리즘 구현 - 자율주차 평가용 플랫폼 제어 알고리즘 구현 - 상용 소프트웨어(Matlab/Simulink) 환경 시뮬레이션 기반 알고리즘 검증 • (직각주차) 자율주차 안전성 평가 시나리오 개발 - 주차 관련 ADAS 시스템 기술 분석 - 주행 데이터 기반 자율주차 인지 기술 평가 환경 개발 - 자율주차 기술 평가 시나리오 개발 - 자율주차 제어기술 평가 환경 개발 - 자율주차 제어 성능 평가 시나리오 개발 • (직각주차) 장내 악의 환경인지 및 돌발상황 대응 능력 평가 시나리오 개발 - 주차 환경 기반의 돌발상황/인지 악의 환경 분석 - 주차장 내 돌발/악의 상황 대응	- 차량의 결함 유무를 확인할 수 있는 기술개발을 통해 자율주행차 시장 선점 및 국제적인 기술 우위 점유 - 자율주행 자동차 안전 기술 향상을 통한 국제 자율주행 자동차 시장경쟁력 확보 - 자율주행차에 대한 실도로 기반 실증 기술 확보 및 이를 통한 자율주행 시스템에 대한 실도로 주행 안전도 및 신뢰성 향상 기대 - 평가결과를 자율주행 시스템에 대한 신뢰성 지표로 제공함으로써 전반적인 자율주행 시스템에 대한 인식을 개선하여 자율주행 시장의 활성화를 유도 - 자율주행 평가기술과 평가환경의 효율적인 연계 및 활용기술 개발로 자율주행 기술개발 고도화 지원 및 국제기준 선도를 통한 국내 자율주행 기술 장려 • 본 과제를 통해서 국제기준 선도 및 진입장벽 해소 효과 기대 - W29에서는 2015년부터	

4장. 사업내용

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				능력 평가 시나리오 개발 (2차년도) <2-1세부 자율주행> • ADAS 기반 자율주행 차량 성능평가를 위한 평가플랫폼 개발 • (자동차 전용도로, 교외도로) ADAS 기반 자율주행 차량 성능평가를 위한 성능평가 시나리오 및 평가지표 개발 • 평가대상 자율주행 알고리즘(자동차 전용도로, 교외도로) 및 자율주행 실험차량 개발 • 자율주행시 악의 환경인지 성능평가 시나리오 개발 • 자율주행시 오작동 상황 대응 성능평가 시나리오 개발 <2-2세부 자율주차> • 인프라 융합 자율주차 시스템 평가플랫폼 개발 • (평행/사선 주차 공간 포함) 자율주차 시스템 성능평가 시나리오 및 평가지표 개발 • (평행/사선 주차 공간 포함) 평가대상 자율주차 시스템 개발 • (평행/사선 주차 공간 포함) 장내 악의 환경인지 성능 및 돌발상황 대응 성능평가 시나리오 개발 (3차년도) <2-1세부 자율주행> • ADAS 기반 자율주행 차량 성능평가를 위한 평가플랫폼 개발 • (교외도로, 도심) ADAS 기반 자율주행 차량 성능평가를 위한 성능평가 시나리오 및 평가지표 개발	IG-ITS/AD(IG on ITS/ Automated Driving)와 ACSF(Automatically Commended Steering function)InformalGroup을 조직하여 자율주행 자동차 관련 안전기준 제정을 준비 중임 - WP1에서는 운전자의 범위를 시스템으로 확대 해석하는 내용으로 제네바 협약과 비엔나 협약 개정안을 채택한 바 있으며, 미국의 경우, "자율주행 시스템"을 "운전자"로 인정하는 유권 해석 발표 등 국제기구와 주요 선진국에서는 자율주행 자동차 관련 기준 제정에 적극적임 - 따라서 본 연구에서 자율주행 자동차 관련 평가기술 및 기준 개발을 수행함으로써 관련 국제기준 선도 및 기술개발 방향성 제시 가능	

자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				- 평가대상 자율주행 알고리즘(교외도로, 도심) 개발 및 실차 검증 - 자율주행시 악의 환경인지 성능평가 시나리오 개발 - 자율주행시 오작동 상황 대응 성능평가 시나리오 개발 <2-2세부 자율주차> - 인프라 융합 자율주차 시스템 평가플랫폼 개발 및 검증 - 인프라 융합 자율주차 시스템 성능평가 시나리오 및 평가지표 개발 (인프라 융합) 평가대상 자율주차 서비스 및 시스템 개발 - 인프라 융합 장내 악의 환경인지 성능 및 돌발상황 대응 성능평가 시나리오 개발		
2023	지역혁신 클러스터 육성(R&D)	자율주행 자동차 요소장치 검사시스템 개발	자율주행 자동차의 교통사고 예방을 위하여 자율주행 요소장치인 첨단 안전장치에 대한 정기검사 시스템 개발	[1단계 개발내용] - 자율주행차 요소장치 검사 통합 검사시스템 개념 설계 - 자율주행차 요소장치 검사 통합 검사시스템 제작 - 자율주행차 요소장치 검사 통합 검사시스템 통합 소프트웨어 개발 - 자율주행차 요소장치 검사 통합 검사시스템 설치 유효성 검토, 설치 [2단계 개발내용] - 통합시스템 운전 및 개선 진행 - 통합 소프트웨어/요소장치 연동 및 시스템 고도화 개발 - 자율주행 요소장치 통합검사시스템 실증 - 양산 방안 수립	<과학·기술적 측면> - 자율주행자동차 검사를 위한 검사 기술 확보 <경제적·사회적 측면> - 미래자동차 검사 시스템 생산 거점 구축을 통한 경제적 효과 창출 <지역혁신클러스터 성과확산 측면> - 경북 국가융복합단지와 인접한 성주·왜관 산업단지와의 연계를 통하여 미래자동차 산업의 클러스터 활성화 도모 - 경북 혁신도시 교통 인프라를 활용하여 미래차 전문 클러스터를 구축하고	해당 과제는 자율차 Lv 2.5 이하 단계의 자동차를 검사하기 위한 연구로, 본 과제와 상이함

4장. 사업내용

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
2017	교통물류 연구	주행안전 성능 평가기술 연구	자율주행 기술 및 자율주차 기술이 장착된 자동차를 대상으로 안전성을 평가할 수 있는 평가기술을 개발하기 위하여, 테스트베드 환경에서 자율주행 차량의 성능을 평가할 수 있는 평가 플랫폼과 평가시나리오를 개발하고, 이를 기반으로 자율주행 차량 및 자율주차 시스템 성능평가 기술을 개발하고자 함	(1차년도) • 자율주행 평가용 플랫폼 개발 - 국내외 자율주행 플랫폼 센서 종류 조사 - 국내외 자율주행 플랫폼 제어 컨셉 확인 - 자율주행 요소부품 성능 분석 - 자율주행 플랫폼 설계(인지, 제어, 측위) - 자율주행 인지 및 측위 알고리즘 개발 - 자율주행 판단 및 제어 알고리즘 개발 - MATLAB/Simulink 환경 시뮬레이션 기반 고속도로 일반주행 알고리즘 검증 • 자동차 전용도로 일반주행 상황 자율주행 평가기술 개발 - 자율주행 관련 ADAS 평가 시나리오 분석 - 주변 차량 시뮬레이션 환경 개발 - 차선 유지/변경 시나리오 개발 - 자율주행 관련 ADAS 평가지표 분석 - 운전자 주행 데이터 분석 - 주행 안전성 평가지수 조사 - 각 시나리오별 해당 자율주행 평가지표 개발 • 자율주행 악의 환경 및 모니터링 평가기술 개발을 위한 사전현황 분석 - 자율주행 대표 센서 선정 - 자율주행 기술용 인지센서 조사 및	경상북도 서남권 성장거점 역할 수행 • 주행·고장 안전성 평가기술 및 활용기술 개발을 통하여 자율주행기술의 기술 및 시장경쟁력을 확보하고, 국제 기준·표준을 선도 - 기술 수요처: 민간 자동차 제작사 및 부품사, 대학, 성능시험 대행사, 국토부 - 제작사 기술개발 가이드라인으로 활용될 수 있는 전용도로 및 자율주차 관련 주행 안전성 및 고장 안전성 성능 판단 기준 확보로 자율주행 기술개발 및 시장 도입 활성화 기여 - 반복 재현 가능하고 표준화된 자율주행 안전성 평가 기반 및 자동화 기술 확보로 제작사 기술개발 지원 및 신뢰도 높은 자율주행 안전성 검증절차 확립 및 국제기준 표준 선도 - 자율주행 차량사고 발생시 차량의 결함 유무를 확인할 수 있는 기술 개발을 통해 자율주행차 시장의 선점 및 국제적인 기술 우위 점유 - 자율주행 자동차 안전기술	해당 과제는 제작자동차의 성능기준을 평가하기 위한 과제로 본 과제와 상이함

자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				성능 분석 - 악의 환경 조사 및 정의 - 자율주행 차량 모니터링 관련 법규 분석 - 자율주행 차량 모니터링 기술 조사 - 자율주행 모니터링 기반 오작동 상황 분석 • (직각주차) 자율주차 평가용 플랫폼 개발 - 자율주차 평가용 플랫폼 인지/판단 알고리즘 구현 - 자율주차 평가용 플랫폼 제어 알고리즘 구현 - 상용 소프트웨어(Matlab/Simulink) 환경 시뮬레이션 기반 알고리즘 검증 • (직각주차) 자율주차 안전성 평가 시나리오 개발 - 주차 관련 ADAS 시스템 기술 분석 - 주행 데이터 기반 자율주차 인지 기술 평가 환경 개발 - 자율주차 기술 평가 시나리오 개발 - 자율주차 제어기술 평가 환경 개발 - 자율주차 제어 성능 평가 시나리오 개발 • (직각주차) 장내 악의 환경인지 및 돌발상황 대응 능력 평가 시나리오 개발 - 주차 환경 기반의 돌발상황/인지 악의 환경 분석 - 주차장 내 돌발/악의 상황 대응 능력 평가 시나리오 개발 (2차년도)	향상을 통한 국제 자율주행 자동차 시장 경쟁력 확보 - 자율주행차에 대한 실도로 기반 실증기술 확보 및 이를 통한 자율주행 시스템에 대한 실도로 주행 안전도 및 신뢰성 향상 기대 - 평가결과를 자율주행 시스템에 대한 신뢰성 지표로 제공함으로써 전반적인 자율주행 시스템에 대한 인식을 개선하여 자율주행 시장의 활성화를 유도 - 자율주행 평가기술과 평가환경의 효율적인 연계 및 활용기술 개발로 자율주행 기술개발 고도화 지원 및 국제기준 선도를 통한 국내 자율주행 기술 장려 • 본 과제를 통해서 국제기준 선도 및 진입장벽 해소 효과 기대 - W29에서는 2015년부터 IG-ITS/AD(IG on ITS/Automated Driving)와 ACSF(Automatically Commended Steering function)InformalGroup을 조직하여 자율주행 자동차	

4장. 사업내용

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				<2-1세부 자율주행> • ADAS 기반 자율주행 차량 성능평가를 위한 평가플랫폼 개발 • (자동차 전용도로, 교외도로) ADAS 기반 자율주행 차량 성능평가를 위한 성능평가 시나리오 및 평가지표 개발 • 평가대상 자율주행 알고리즘(자동차 전용도로, 교외도로) 및 자율주행 실험차량 개발 • 자율주행시 악의 환경인지 성능평가 시나리오 개발 • 자율주행시 오작동 상황 대응 성능평가 시나리오 개발 <2-2세부 자율주차> • 인프라 융합 자율주차 시스템 평가플랫폼 개발 • (평행/사선 주차 공간 포함) 자율주차 시스템 성능평가 시나리오 및 평가지표 개발 • (평행/사선 주차 공간 포함) 평가대상 자율주차 시스템 개발 • (평행/사선 주차 공간 포함) 장내 악의 환경인지 성능 및 돌발상황 대응 성능평가 시나리오 개발 (3차년도) <2-1세부 자율주행> • ADAS 기반 자율주행 차량 성능평가를 위한 평가플랫폼 개발 • (교외도로, 도심) ADAS 기반 자율주행 차량 성능평가를 위한 성능평가 시나리오 및 평가지표 개발 • 평가대상 자율주행 알고리즘(교외도로, 도심) 개발 및	관련 안전기준 제정을 준비 중임 - WP1에서는 운전자의 범위를 시스템으로 확대 해석하는 내용으로 제네바 협약과 비엔나 협약 개정안을 채택한 바 있으며, 미국의 경우, "자율주행 시스템"을 "운전자"로 인정하는 유권 해석 발표 등 국제기구와 주요 선진국에서는 자율주행 자동차 관련 기준 제정에 적극적임 - 따라서 본 연구에서 자율주행 자동차 관련 평가기술 및 기준 개발을 수행함으로써 관련 국제기준 선도 및 기술개발 방향성 제시 가능	

자율주행 글로벌 혁신클러스터 연구개발사업

연도	사업명	과제명	연구목표	연구내용	기대효과	차별화 연계 방안
				실차 검증 • 자율주행시 악의 환경인지 성능평가 시나리오 개발 • 자율주행시 오작동 상황 대응 성능평가 시나리오 개발 <2-2세부 자율주차> • 인프라 융합 자율주차 시스템 평가플랫폼 개발 및 검증 • 인프라 융합 자율주차 시스템 성능평가 시나리오 및 평가지표 개발 • (인프라 융합) 평가대상 자율주차 서비스 및 시스템 개발 • 인프라 융합 장내 악의 환경인지 성능 및 돌발상황 대응 성능평가 시나리오 개발		

6. 연구추진 방법

- 국내외 자동차 검사·인증기관, 연구소, 대학, 자율주행차량 소프트웨어 업체 등으로 구성된 컨소시엄 구성

* (예) (국내) 한국교통안전공단, 자동차연구원 등+주요 기업 및 대학/연구소
(해외) 독일 KÜS Drive 클러스터, dSPACE, Dürr 등

- 산·학·연·관의 공동연구 개발 체제 구축을 통한 연구효율 극대화
- 자율주행 자동차 정기검사 시스템에 대해 연구, 개발 및 실증으로 분할 진행하여 협동 연구체제 구축
- 기 구축되어 있는 장비 활용·연구를 통해 1차 다운사이징 장비를 개발 구축하고, 1차 다운사이징 장비 활용·연구를 통해 양산형 장비 단계적 개발 및 구축
- 과제를 진행하며 개발된 평가·검사기술 및 장비를 국내에 제도화하고 세계기술 규정으로 제도를 확장하여 국내 기술이 시장을 선도할 수 있는 기반 마련
- 정부 및 관련 기업·공사 등 기술 수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 본 과제 성과물을 적용할 수 있는 수요처를 먼저 파악하여 지속 협업체제를 구축하고 수요처의 요구사항을 반영한 설계 및 시험평가 추진
 - 관련 정부 부처 및 해외 전문기관과 협의 수행(KÜS, CITA, FSD 등 기존 ‘ADAS 및 AUTONOMOUS 분야’ 관련 유관 사업/과제 추진 기관 등) 연구 수행 기관과 협업
 - 관련 업계 전문가로 구성된 국내외 세미나, 포럼 등을 추진하여 대외 의견수렴
- 해외 기술 동향을 지속적으로 확인하고, 필요시 국토교통부 등 관련 기관의 협조를 요청하여 인증 관련 데이터를 확보
- 최종 성과물으로써 신개념 차량 정기검사 인증체제 개발을 위한 각 구성 기술별 긴밀한 협력체제 구축
 - 연구 진행 상황과 개발성과를 체계적으로 관리·자체점검하고 연구개발 기관 간 협력체제 구축 및 연구성과 공유
- 기술의 객관성 및 실효성을 확보하기 위해 검증 시험 등을 수행하고, 내부 자체

평가단을 구성하여 공정하고 신뢰성 있는 시험 결과 도출

- ☐ 연구개발 성과물에 대한 국내 정밀도 검사 검증을 포함하여 해외 표준단체와의 국제적 상호 기술성 검증 평가계획 등 구체적인 실용화 전략 및 추진방안 제시 필수

- 국내·외 국제표준단체와의 적극적인 협력 방안 제시 필요

- ☐ 연구과제 추진에 따른 위험 요인을 관리하고, 우수 연구성과 도출 및 확산을 위한 추가 자원 확보 방안을 제시

7. 최종성과물

- ☐ 자율주행차 정기검사 시스템 연구 및 시나리오 개발

- 자율주행차 정기검사 항목 및 절차 가이드라인(초안)
- 테스트 시나리오 매뉴얼(도심·고속·주차장 등)
- 현장 적용성 평가보고서 및 개선안

☞ (활용)→ 향후 국제 상호인정 기반마련을 통해 국내 자율주행기술의 국제시장 진출 기반 마련

- ☐ 자율주행차 정기검사 시스템 및 장비 개발

- 4 Wheel 주행 시뮬레이터·장비 이송 시스템 프로토타입 및 매뉴얼
- 가상 주행환경 통합 검사 시나리오 SW 모듈
- 자율주행차 정기검사 시스템 및 장비

☞ (활용)→ 국내외 검사소 설치 및 국제공동 시험인증 체계 구축 기반 마련

- ☐ 자율주행차 정기검사 시스템 실증

- 국제 검사 기준(가이드라인) 및 국내외 법령 개정안
- 실증 결과 기반 최적화 계획 및 문제점 개선 보고서
- 국제 표준 및 인증기준에 따른 기술 검증 자료

- 국내외 교차실증 결과 보고서, 검사 장비 표준 규격 초안

☞ (활용)→ 국내 검사제도 개선 및 국제 인증 동등성(상호인정) 확보

□ 정량 성과지표

○ 자율주행자동차 정기검사시스템 연구

연구성과	성과목표				
	성과지표	측정방법	목표치	가중치	목표치설정근거
검사 방법 연구	보고서	검사방법 연구 보고서	1건	0.5	연구수행 일정에 따라 검사방법 연구를 진행하여 확보된 결과들을 바탕으로 보고서 작성
검사시스템 정합성 연구	검사 시나리오 개발 환경 구축	요소기술 성능 지표(%) = PG 대비 각 요소기술 별 달성도	70%	0.5	UNECE 규정(R131, R79, R130, R152 등)의 시험 조건 및 성능 요구 사항을 기준으로 PG 대비 각 요소기술 별 달성도
국내외 표준화/ 인증 연구	KS 표준	신청	1건	0.5	연구수행 일정에 따라 동향을 파악하고 표준이 필요한 기술을 대상으로 표준을 제안
	승인	1건	0.2	표준 승인	

○ 자율주행자동차 정기검사시스템 개발

연구성과	성과목표				
	성과지표	측정방법	목표치	가중치	목표치설정근거
4 Wheel 주행 시뮬레이터	사양서	관련 문서 작성	1건	0.2	4 Wheel 주행 시뮬레이터 사양서
	HW 성과물 오차율	시뮬레이션 재현율 95% 이상, 오차율 $\pm 2\%$ OTA 장비 데이터 전송 속도 1Gbps 이상	2%	0.5	4 Wheel 주행 시뮬레이터 개발
자율주행용 환경 센서 시뮬레이션	사양서	관련 문서 작성	1건	0.2	자율주행용 환경 센서 시뮬레이션 장비 사양서
	정기검사용 환경센서 장비	시제품 제작	1건	0.5	영상 시뮬레이터, 레이더 시뮬레이터 등 장비 개발
	SW 성과물 정확도	데이터 처리 속도 100TB 데이터 90% 이상 처리 완료 ADAS 검사 정확도 99% 이상 적합 판정	99%	0.5	정기검사용 주행환경 구현 및 운용 프로그램 구현

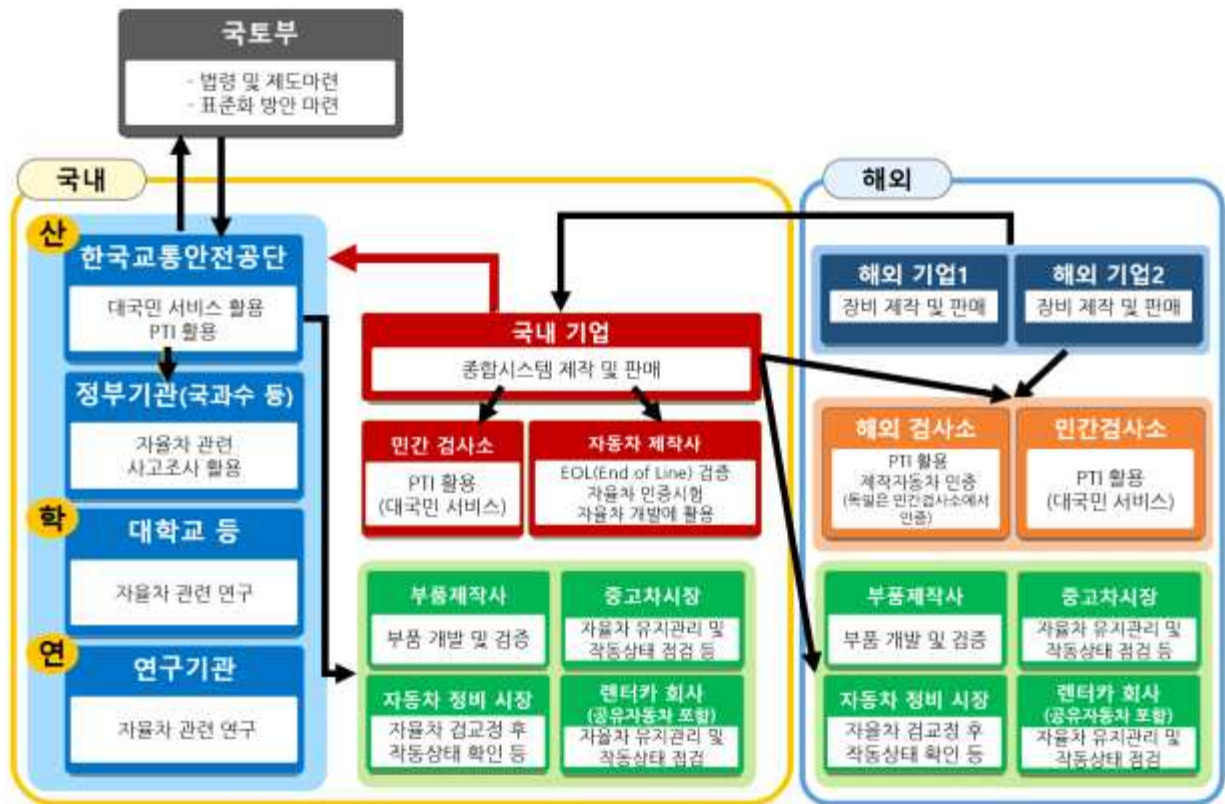
○ 자율주행 요소장치 검사 제도 기술 개발

연구성과	성과목표				
	성과지표	측정방법	목표치	가중치	목표치설정근거
국내외 실증	보고서	관련 문서 작성	1건	0.2	국내외 자율주행자동차 정기검사 시스템의 적용 실증 결과 보고서
국내외 법제화 연구	법·제도 성과물	법규, 고시 제·개정안 포함 보고서	1건	-	자율주행자동차 정기검사 법규, 방법 및 절차 고시에 대한 제·개정안 수립 결과물
검사 시스템 통합 및 운영 프로그램 통합	정합성 검증	시나리오 기반의 검사와 실도로 기반이 검사의 정합성 검증을 통해 목표달성 여부 확인	70%	0.5	연구수행 일정에 따라 시나리오 기반의 ADAS 기능 검사와 실제 도로에서의 검사 결과가 일치하도록 신뢰성 있는 정합성 연구 및 지표 확인
	비용 절감율	기존 장비 대비 제조 비용 절감율 확인	30%	0.5	검사소에 보급 가능한 수준으로 기존 장비 대비 30% 제조 비용 절감의 다운사이징 및 양산화 기술 개발 검증
	지식재산권	출원	3건	0.2	국내 주체가 권리화 가능한 시스템 인테그레이션(SI) 기술, 시스템 사양 기술, 정기검사 시나리오 기술에 대해 특허 권리화

8. 활용방안

- ☐ 자율주행차량(Lv.3)의 정기검사체계 안정적 구축 및 실행
- ☐ 양산형 기술개발을 통한 자율주행자동차 검사 운영
- ☐ 자율주행차량의 안전성 강화를 위한 글로벌 표준제정의 영향력 증대
- ☐ (보급형 자율차 평가 시스템) 한-독 공동출자회사(Join venture) 설립을 통해 독일이 보유한 기술력과 한국의 제조기술을 활용하여 ‘보급형 자율차 평가 시스템’ 보급을 통해 신규 시장 개척
- ☐ (연구용 자율차 평가 시스템) 연구용, 자동차 제작사 등에 판매하는 연구용 자율차 평가시스템은 독일 Dürr가 제작하여 판매함으로써, 기존 시장 유지

- ☐ (자율차 표준화) 국제공동 R&D를 통해 자율차 관련 국제 표준을 제시하고, 국제 표준화를 통해 자율차 관리방안 마련
- ☐ (정기검사 활용) ‘보급형 자율차 평가 시스템’을 개발하여 자율차 안전도 확보를 위해 정기검사에 활용(1단계 : 공단 우선 보급 → 2단계 : 민간검사소 까지 확대 보급)
- ☐ (자율차 개발) 조도, 날씨 등 반복 가능한 시나리오를 구현할 수 있어 자율차 부품 개발·자율차 개발 및 검증, 자율차 연구 등 다양한 분야에 활용
- ☐ (자동차 생산라인) 자동차 생산라인에서 완성된 자동차를 EOL(End Of Line)단계에서 실제 작동상태를 확인하는 검수용도로 활용(현재 장비 활용에 대해 검토 중에 있음)
- ☐ (제작자동차 인증) 형식승인 제도*를 채택한 독일은 자율차 평가 시스템을 자율차 인증에 활용
 - * 자동차가 안전기준에 적합함을 미리 확인하고 승인하는 제도
- ☐ (자율차 사고조사) 국과수, 보험회사 등에서 자율차 사고발생 원인 조사 등을 위해 사고발생 당시와 유사한 시나리오를 구성하여(도로, 차량, 사람, 날씨 등) 자율차 관련 사고조사에 활용
- ☐ 자율주행자동차의 운행 안전성 확보를 위한 정기검사 시스템 고도화는 한국교통안전공단(KOTSA)의 검사 기준 수립과 대국민 서비스 개선, 정부기관의 법제도 정비와 국제 협력, 대학과 연구기관의 첨단 검사 기술 및 장비 연구, 민간 검사소의 자율주행차량 전용 검사 라인과 자동화 시스템 도입 요구, 자동차 및 부품 제작사의 출고 시점 검사 강화를 포함하여 국내외 다양한 이해관계자의 수요 반영
- ☐ 해외에서는 검사 장비 제조사가 자율주행 특화 장비를 개발하고, 민간검사소와 국제 인증 기관이 글로벌 표준에 따른 검사 기술과 데이터 공유를 강조하며, 이를 통해 정부, 기업, 연구기관이 협력하여 자율주행차량의 안전성을 보장하고 국제 시장에서도 경쟁력을 갖춘 시스템을 구축해야 함



[그림 214] 정기점검 시스템 연구성과물 수요처

9. 기대효과

□ 자율주행차 정기검사에 필요한 통합 기술·프로세스 구축

- 국내외 검사기관 상호인정 체계 구축으로 자율주행차 국제 경쟁력 강화

□ 해외 선도기관과의 협업 기반 글로벌 시너지 창출

- 해외 우수기관과의 협력기반 노하우 교류 등 R&D 투자 효율 극대화

□ 국내외 법령 개정안 및 글로벌 검사기준을 제시하여, 레벨3 이상 고도 자율주행 시대에 대비한 국제공인 검사체계 확보 및 자율주행차 안전성·신뢰성·상용화에 기여

□ 글로벌 자율주행 안전기준 분야에서 선도적 위치 확보

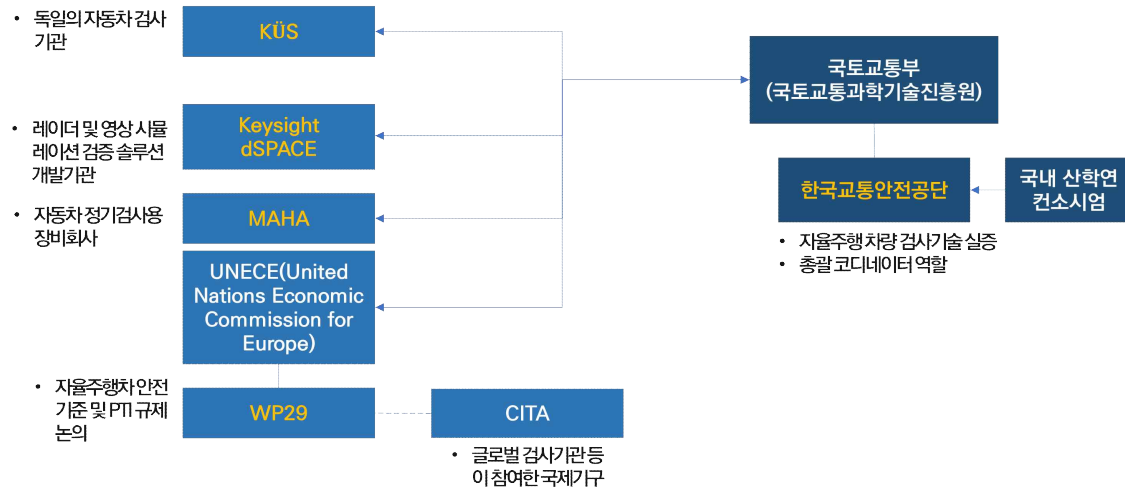
□ 국민 안전 확보 : 자율주행자동차 검사 기반 기술을 통해 자율주행자동차 검사 제도 도입 시기를 앞당기고, 자동차의 결함을 조기에 발견함으로써 국민의 안전 확보에 기여

- ☐ 교통사고율 감소 : 자율주행자동차의 안전성 확보를 통해 교통사고율을 감소시키고, 교통 수단의 전반적인 안전성 향상
- ☐ 시뮬레이터, 장비 이송 시스템 등 자율주행 기능 검사를 위한 요소 장비의 국내 개발을 통해, 국외 기술력에 의존하지 않고 국내 기업들의 경쟁력 강화
- ☐ 국제 표준 개발을 주도함으로써 시스템의 기능 및 시험 방법을 국내 제품에 적합하게 제정하고, 이를 통해 국내 시장에서의 조기 정책 확산을 도모하여 국가 경쟁력 확보 및 일자리 창출

10. 연구기간 및 소요예산

- ☐ 총 연구개발기간 : ‘2026.4 ~ 2029.12 (3년 9개월)
 - 1차년도 연구기간 : 2026.4~2026.12(9개월)
 - 2차년도 연구기간 : 2027.1~2027.12(12개월)
 - 3차년도 연구기간 : 2028.1~2028.12(12개월)
 - 4차년도 연구기간 : 2029.1~2029.12(12개월)
- ☐ 연구예산 : 총 정부출연금 7,000백만원 이내 (단위: 백만원)
 - 1차년도 정부지원연구개발비 1,200 백만원 이내
 - 2차년도 정부지원연구개발비 2,200(안) 백만원 이내
 - 3차년도 정부지원연구개발비 2,200(안) 백만원 이내
 - 4차년도 정부지원연구개발비 1,400(안) 백만원 이내

11. 협력대상 국가/기관



[그림 215] 사업 추진체계(예)

□ 독일 KÜS

- 독일의 자동차 검사기관으로 VILS에서 ADAS를 검사하는 방법에 대해 연구하고 있음

□ 독일 dSPACE, 미국 Keysight

- 레이더 및 영상 시뮬레이션 검증 솔루션 개발, 시뮬레이션 기술, 센서 자극 기술 등 자율주행차 시스템을 개발하고 구현하는 기업으로 수 건의 관련 특허를 보유하고 있음

□ 독일 MAHA

- 자동차 정기검사용 장비회사로 주행상태에서 ADAS를 검사할 수 있는 장비를 개발하고 있음

□ 국제기구

- (UNECE/WP29) 자율주행차 안전기준 및 PTI 규제 논의
- CITA(국제자동차검사위원회) CITA ADAS & Autonomous Task Force를 통한 검사 기술개발을 위한 글로벌 검사기관(KÜS, TÜV, DEKRA 등)

* WP29규제 검사절차 적용지원·표준화 활동, ADAS·검사방법 논의와 데이터 교류

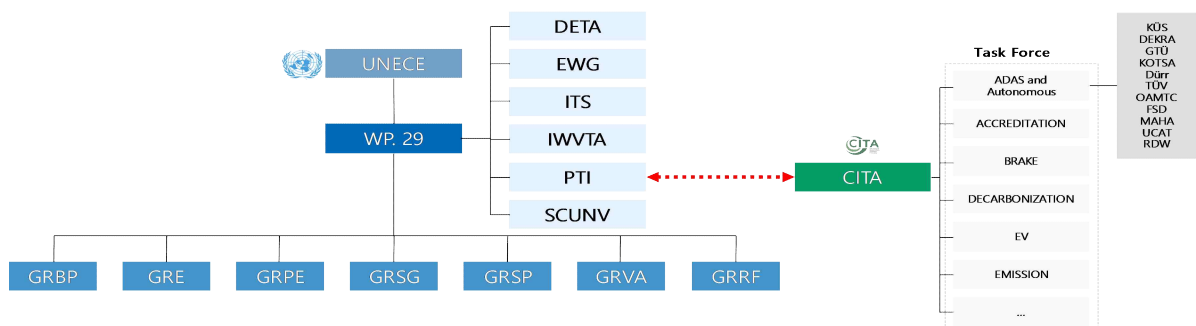
- ISO/TC22(도로 차량), ISO/TC204(지능형 교통 시스템) 자율주행차 검사 시스템 표준화 참여

□ 협력범위

- (안전기준 협력) UNECE/WP29 규제 국내 적용 및 글로벌 검사기술 표준화
- (산업표준 협력) ISO/TC22(도로 차량) 및 TC204(지능형 교통 시스템) 의 검사 시스템 관련 국제표준 작업에 한국 기술 반영
- (기술 공유) 디지털트윈 기반 시뮬레이션, AI 분석, ADAS 검사 기술 공동 개발
- (데이터 교류) 글로벌 실증 데이터·시나리오 공유 및 지역 특성 검사 항목 보완

□ 협력 방식

- 공동 워크숍 개최, 실증 장소(테스트 라인) 및 장비·SW 교차 사용
- 시험 결과 공유 및 개선안 공동도출 → 법령개정·표준화 공동 제안
- UNECE WP.29, ISO 등에 공동 의견 제출



[그림 216] 국제협력 추진체계

2절 자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증

1. 연구 배경 및 필요성

□ 자율주행 데이터 통합·공유·거래 환경 구축 필요

- 자율주행 기술 확보를 위해 자율주행 시범운행지구, 임시운행허가 등 다양한 실증 환경이 조성되어 자율주행 데이터가 축적되고 있어, 자율주행 알고리즘 개발에 필수적인 방대한 데이터를 통합·표준화해 효율적으로 관리·공유·거래 필요
- 정부 부처, 지자체, 공공기관, 민간기업 등 다양한 주체가 생산하는 자율주행 데이터를 연계·수집·통합하여, 중복투자·분산을 방지하고 차세대 기술과 연동된 다양한 혁신 서비스 개발이 요구되어 자율주행 데이터를 통합 관리하고, 데이터 가치 기반 거래 환경 필요
- 자율주행 데이터 통합 후 안전한 유통 및 활용 촉진을 위해 데이터 품질관리 및 보안체계를 마련하여 데이터의 안정성·신뢰성 확보 필요

□ 자율주행 데이터 상호호환성·규격화 필요

- 기관별로 축적하는 자율주행 데이터의 규격, 유지관리, 전달체계가 서로 상이하므로, 상호호환성을 가질 수 있도록 표준화하고, 이들 간 데이터를 전환하기 위해 국제기준 반영을 위한 표준화 연구 필요
- 자율주행사업단에서 국토부 소관 연구과제를 대상으로 데이터 규격을 개발 중이나, 국제협력을 위해서는 국내외 기관별 데이터 규격 공유 및 통일된 데이터 규격으로 표준화 필요
- 자동차 표준화 단체(ASAM)의 OpenX 표준 및 ITSK 단체 표준이 제정이 되어 있지만, ISO 등 국제 표준화 기구에서 채택된 표준이 없어, 제작사간 생산하는 데이터의 규격이 상이함
- ISO/TC 204 WG1(아키텍처)에서 ISO 14817 ITS central data dictionaries 국제표준을 제정하였으나, 제정된 '05년 이후 지속적인 관리가 미흡하였고 표준 내 데이터 관리 절차가 복잡하여 개정 필요성 제기
- 미국은 SAE J2735, 유럽은 ETSI EN 302 637-3 국내는 KS R 1600 등 국가별 적용된 메시지 표준이 다르며, 각 메시지 표준 간 컨버팅을 할 수 있는 국제표준 개발 필요
- 각 국가의 도로환경이 상이하고, 정밀지도의 구축 및 갱신관리 상황이 다르며, 표준화된 주행 데이터 및 학습데이터 규격이 부재하여, 데이터 수집 및 공유, 거래뿐 만 아니라 학습데이터 정제·증강 등을 위한 국제적 상호 운영 연구 필요

□ 자율주행 AI 기술 향상을 위한 국가 차원의 훈련 생태계 조성 요구

- 자율주행차에서 취득되는 데이터에는 고해상도 정밀 지리정보 및 개인정보가 포함되어 있어 데이터 취득·가공·관리 등 데이터 활용 전반에 있어 관련 연구 및 절차 마련 필요
- 대규모 영상, 센서, 지도 데이터 등 자율주행 AI 학습을 위해 GPU 기반 고성능 학습 인프라는 필수이므로, 국가 차원의 고성능 인프라 필요

2. 국내외 동향

□ 국내 동향

- 한국교통안전공단 자동차안전연구원에서는 자율주행데이터 공유센터와 협의체를 운영 중
- 자율주행 데이터공유센터에서는 자율주행 中 발생하는 다양한 시나리오와 이를 기반으로 데이터를 수집하고 이를 AI 학습용 데이터셋으로 가공하여 공유함
- 데이터 공유협의체는 자율주행차량 및 기반시설, 통신 기술 등을 개발하는 산·학·연이 참여하고 있으며 데이터 공유·활용 및 기술 개발 지원 방안, 정책 수립 등을 논의함



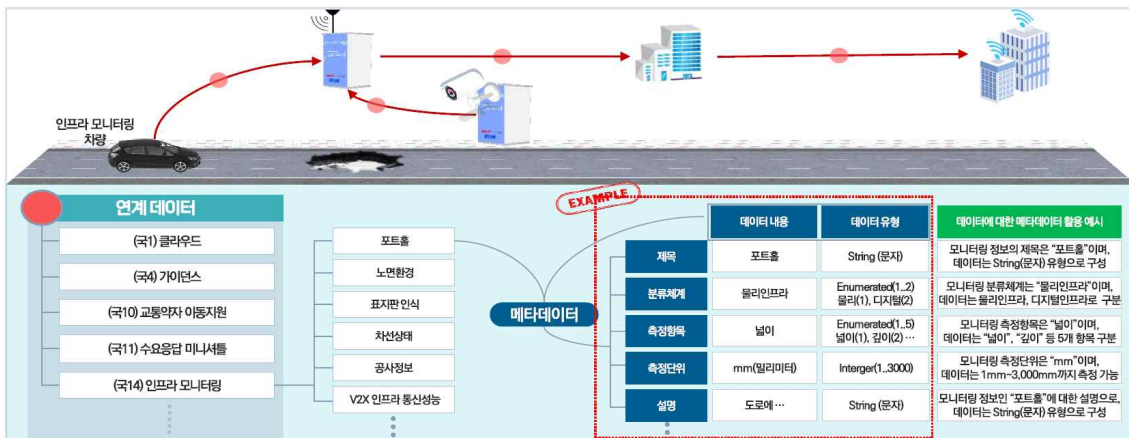
< 자율주행 데이터공유센터 운영 체계 >

- 경기도자율주행센터 자율주행차와 인프라에서 수집되는 데이터를 빅데이터 서비스 플랫폼을 통해 제공하여 관련 기업의 기술 개발을 지원

- 빅데이터 서비스 플랫폼을 통해 판교제로시티 자율주행 시범운행지구 內 자율주행 운행정보, 이벤트정보, 테스트운행정보 등을 제공
- 그 밖에 GIS 고정밀지도 데이터 및 SAE J2735 표준 기반 맵데이터(판교제로시티 시범 지구 국한) 등을 연구지원 포털시스템과 연계하여 운영중

○ 자율주행기술개발혁신사업 국토부 소관 연구과제 「(국-22)자율주행 Lv.4 상호호환성 확보를 위한 데이터 표준 및 표준적합성 시험방법 개발」에서는 모든 국토부 자율주행 혁신사업 연구과제를 대상으로 자율주행 메타데이터 규격을 개발 중

- 국1~국21 연구과제의 데이터 조사분석을 통한 메타데이터 규격 개발을 통해 데이터 간 연관성을 시각화(데이터 카탈로그)하고 OID(Object Identifier) 기반 데이터 거버넌스 마련을 통해 데이터 유지관리를 위한 체계를 마련



< 자율주행 연구과제 연계 데이터 간 메타데이터 정의 >

- 최근 데이터 플랫폼은 도로 인프라, 차량, 서비스 등 다양한 데이터를 멀티소스로 통합 수집하고, 실증/운영 데이터의 개방·공유 범위를 확대하는 방향으로 진화
 - AVDS(Autonomous Vehicle Driving System) · 지자체 테스트베드(판교제로시티 등) 중심으로 V2X/시나리오 등 데이터 제공 · 축적 구조 확대 중
- 대용량 · 이종 데이터의 정제 · 라벨링 · 메타데이터화 및 프라이버시 보호 전처리(가명화/익명화) 절차의 표준화 필요성 증대에 따라 KS 기반 메시지/포맷 표준화 및 데이터 카탈로그 · 메타데이터 표준화를 통한 전처리 효율화 강화
- 데이터 유통 · 거래 플랫폼을 통해 데이터셋 · API · 분석결과물의 상품화 및 라이선스 기반 유통이 시도되며, 모빌리티 데이터의 민간 유통경로가 다변화되는 추세임
 - 공공은 개방 중심, 민간/융합은 데이터거래소(중개/컨설팅/AI학습데이터 등) 모델 확산

- 공공데이터 품질 진단·평가 및 개선(수준평가) 등 제도 기반 품질관리체계가 운영되어, 데이터 정확성·최신성·일관성 확보 및 품질지표 기반 관리 필요성이 증대
 - 공공데이터 품질관리(Plan-Do-See-Feedback), 품질수준 평가·표준데이터셋 확대 등 제도적 품질관리 체계 고도화 진행 중
 - (공공) 개방데이터 품질관리·수준평가 등을 통해 오류·중복·결측 개선과 표준화 추진
 - (민간) 데이터 유통 활성화를 위한 품질진단·인증 절차 및 평가항목 정립 필요
- Open API·표준 데이터모델 기반 교환과 함께, 실시간 스트리밍·이벤트 기반 연계 및 ‘데이터 스페이스’ 기반 신뢰 연계 방식이 확대
 - 공공 REST API(JSON/XML), V2X(KS R 1600) 기반 교환 + 지역별 표준 차이로 메시지 변환/게이트웨이 중요.
 - (교환 수단) Open API(REST 등) 중심 제공 확대 및 데이터 카탈로그 기반 검색·활용 고도화
 - (상호운용성) C-ITS 메시지, 교통·공간정보 표준 등 도메인 표준 적용과 함께 플랫폼 간 연계 표준화 요구 증가
- 국내에서도 정부 주도하에 자율주행 인프라 구축 본격화
 - 현대자동차는 한국 정부 협력하에 NVIDIA AI Factory(50,000 Blackwell GPU)를 구축하여 자율주행 통합 AI 모델 훈련/검증 계획 등 2027년 Lv.4 상용화를 목표로 1조 1천억원 투자

□ 국외 동향

- (미국) 주정부와 민간기업 간 협력을 통해 교통 데이터 기반 플랫폼을 운영하며, 민간에서는 자율주행 AI 개발 지원 생태계 조성. 2025년부터 글로벌 AI 인프라 투자 급증
 - (공공-NHTSA(고속도로안전국)) AEB(자동긴급제동장치) 의무화 등 자율주행 안전기준을 강화하고 주정부-민간기업 간 협력해 교통 데이터 기반 플랫폼을 운영
 - (공공-네바다/플로리다) CCTV, 센서 및 텔레매틱스를 활용한 실시간 교통 상황분석 및 예측 서비스 제공
 - (민간-Waymo/ScaleAI) 자율주행 고정밀 센서 데이터 기반 AI 개발 지원 생태계 조성. Google TPU v7 기반 대규모 인프라를 구축
 - (민간-Tesla) 100,000 H100 GPU를 200,000으로 확장 계획을 가지고 있으며, FSD,

Optimus, 고성능 AI 훈련 지원을 위해 삼성과 165억달러 A16칩 계약 체결

- (영국) 도시 교통데이터 허브 운영을 통해 교통정보 제공 서비스를 수행하며, 민간에서는 자율주행 데이터셋 제공 및 AI 시뮬레이션 모델 개발 추진
 - (공공-밀턴킨즈) 도시 교통 데이터 허브 운영 및 실시간 도로상황, 공사, 사고 정보 제공
 - (민간-Wayve) 자율주행 시나리오 기반 데이터셋(WayveScenes101) 제공 및 AI 시뮬레이션 모델(GAIA-1) 기술 개발/고도화 추진
- (독일) 자율주행 검사장비 및 기술 개발을 추진하고, 가상주행환경 기반 시험시스템 개발과 더불어 AI 기반 교통 최적화 기술 적용함. 또한 자율주행 기술 시험 및 검증을 위한 국제표준 개발을 리드함
 - (공공-FSD(자동차검사기술연구소)) 자율주행 검사장비 및 기술 개발을 추진하고 eRVAST(유럽권 자율주행 및 Road vehicle 안전성 평가/인증 연구 프레임워크) 프로젝트를 통한 자율주행차 정기 검사 방법론 개발
 - (공공-KÜS(자동차검사감정인협회)) 가상주행환경 기반 시험시스템 개발
 - (공공-에센/함부르크) AI 기반 교통 최적화 기술 적용하고 있으며, 에센에서는 교차로 카메라, 환경센서, 위성 데이터 기반 최대 60분 후 교통흐름 예측하고, 함부르크에서는 Urban Data Platform을 통한 교통 공유 데이터 및 실시간 교통류 분석 제공
 - (민간-HERE) Daimler, BMW, Audi 독일 3사는 글로벌 지도 제작사인 HERE를 공동 인수하여, Road Model, HD Lane Model, HD Localization Model로 구성된 HD Live Map 구축
 - (민간-아우디) 자율주행 기술 개발을 위한 고정밀 데이터 라벨링 데이터셋(A2D2) 제공
 - (민간-ASAM) 자율주행 기술 시험 및 검증을 위한 국제표준 개발 리드
- (중국) 스마트시티 전략 추진을 통한 민간기업 대규모로 참여 유도 및 AI 기반 교통 관리 및 자율주행 기술 발전 도모
 - (민간-알리바바) 도시 교통제어 플랫폼인 ET City Brain을 통해 도로교통 흐름 최적화 추진
 - (민간-바이두) 아폴로 프로젝트를 통한 레벨4 자율주행 지원 데이터 셋을 공개하고 있으나, 개인정보 보호 및 데이터 보안에 대한 우려가 지속적으로 제기되는 중
- (일본) 정부 주도하에 자율주행 기술개발 촉진 및 민간 주요 자동차 제조사와 IT기업 참여를 통한 데이터 기반 자율주행 서비스 모델 확장 중

- (민간-모네 테크놀로지) 토요타와 소프트뱅크가 설립한 MaaS 플랫폼 기업으로, 자율주행 배차 시스템 개발
- (민간-혼다) 3단계 상용화 자율주행 차량 기반 수집 데이터로 AI 인지 시스템 고도화
- (민간-TIER IV) 오픈소스 자율주행 소프트웨어 중심 대규모 데이터 수집 플랫폼 운영
- (싱가폴) 도시 규모 대비 선진화된 자율주행 생태계 구축 및 공공교통 운영 효율화 목적의 데이터 통합 정책 기반 민간기업 협업 적극 추진
 - (민간-Grab/unScenes/GPS Lands) Grab은 자율주행 셔틀 실증사업을 운영하고 있으며, nuScenes는 세계적인 자율주행 연구자들이 활용하는 대규모 데이터셋 제공. GPS Lands는 고정밀 지도 구축을 위한 3D 매핑 기술 활용 데이터 수집 추진
- (호주) 2028년 자율주행 4단계 상용화 목표의 국가 전략 수립 후 연방 및 주정부 간 협력 실증 테스트 구역 확대 중이며, Mobility Data Specification을 통한 도시별 차량 표준 수집 데이터를 오픈 API로 제공 중
 - 다양한 센서 데이터를 활용해 AI 기반 자율주행 연구를 지원하고 있으나, 주/연방 간 규제 조율과 데이터 표준 불일치 개선 필요
- (기타) 이외 민간에서는 글로벌 정밀지도시스템과 관련하여 NDS, ADASIS, SENSORIS 표준 등이 자동차 업계 표준으로 적용 중
 - NDS(Navigation Data Standard)는 내비게이션 지도 데이터 구조 및 저장방식을 정의한 표준으로 주요 자동차 제조사(벤츠, BMW, 현대, 혼다 등) 및 지도 제공업체의 컨소시엄 참여를 통해 표준화된 데이터 포맷을 정의
 - ADASIS(Advanced Driver Assistance Systems Interface Specification)는 차량 ADAS와 내비게이션 지도 간 도로 및 경로 정보 인터페이스 표준으로 차량 센서, 지도, ADAS 기능 간 정보교환 API 및 데이터 포맷을 정의
 - SENSORIS(Sensor Interface Specification)는 차량 센서에서 생성되는 대용량 실시간 데이터를 클라우드로 전송·공유하기 위한 데이터 인터페이스 표준으로 데이터 포맷 및 전송 프로토콜을 규정하며 다수의 차량 및 인프라 간 데이터 수집 및 공유 표준 구조를 제공
- 교통·모빌리티 분야는 공공 주도의 데이터 허브/플랫폼을 중심으로 멀티소스 데이터를 수집·개방하는 추세가 강화
 - USDOT ITS DataHub처럼 CV/AV/센서/궤적 등 연구데이터를 한 곳에서 접근(near-real time) 가능하게 하는 허브 확산

- EU는 회원국 단위 National Access Point(NAP)를 통해 교통 데이터/서비스 정보를 제공하는 체계가 확산
- 이중·대용량 데이터의 재사용을 위해 표준화된 데이터모델/메타데이터 기반 전처리(정제·정규화·검증)가 강조
 - MDS 등 API 스키마 기반 정규화, 테스트베드(예: Mcity)에서 처리·라벨링 내재화, EU는 공통 표준/프로파일(DATEX II 등) 기반 전처리·정합 강화
- 클라우드 기반 데이터 마켓플레이스가 데이터셋 구독/배포 기능을 제공함에 따라 교통·모빌리티 데이터의 상업적 유통 경로 다양화
 - AWS Data Exchange·Snowflake Marketplace 등 클라우드 마켓 기반의 데이터 상품화/구독/유료 listing 확산, 교통 상용 API(예: TomTom) 활성화
- 데이터의 재사용성과 신뢰성 확보를 위해 FAIR 원칙 기반 관리와 데이터 카탈로그/검증도구를 통한 품질 진단 체계가 확산
 - 공개데이터는 면책 고지, EU는 품질 프레임워크 기반 품질보증 요구 강화(상호운용 전제)
- DATEX II(도로교통), GTFS(대중교통) 등 도메인 표준과 함께, 컨텍스트 기반 상황정보 교환(NGSI-LD 등) 및 ‘데이터 스페이스’ 기반 신뢰 연계 방식이 부상
 - EU DATEX II(road traffic/travel info), EU NAP(교환 backbone), 도시 MDS(API), 민간 표준(NDS/ADASIS/SENSORIS/OpenDRIVE 등) 병행 확산

3. 연구목표

□ 국제표준 조화에 기반한 자율주행 데이터 공유 및 거래 활성화

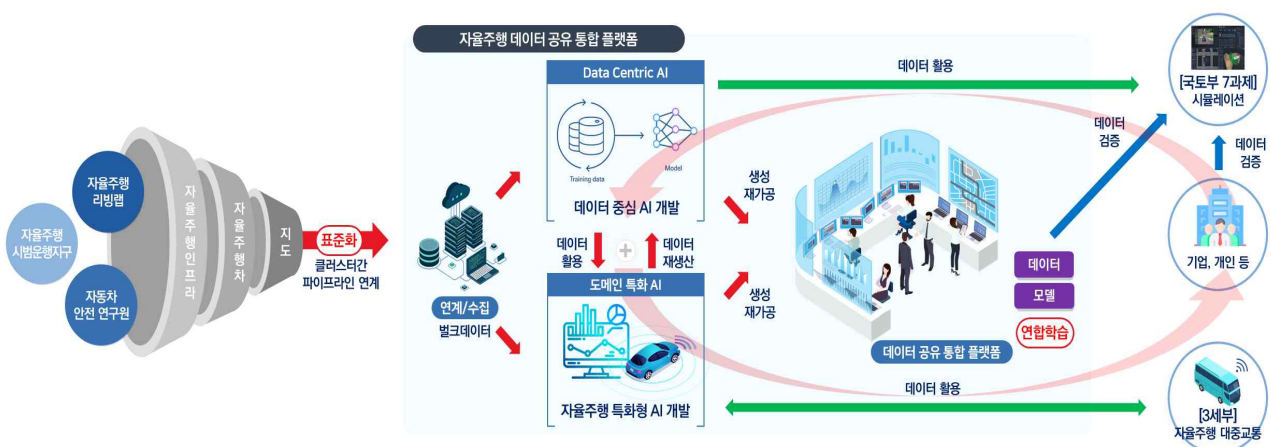
- 자율주행차량·인프라·지도 등 자율주행 분야 데이터를 안전하고 효율적으로 공유·배포·거래에 활용할 수 있도록 법제도 정비
- 국내·외 자율주행 분야의 원활한 데이터 연계·공유·확산 등 국제 표준 조화를 위해 규격화·표준화·상호 호환 검증 체계 마련

□ 데이터 공유, AI 모델 배포, 연합학습 등 자율주행 AI 훈련 생태계 마련

- 자율주행에 필요한 다양한 기술(인지, 측위, 판단, 제어, 주행 등)에 적용되는 인공지능 모델을 지속적으로 학습하고 개선할 수 있는 체계 마련
 - 자율주행 기술 향상 지원을 위해 Data-Centric AI 중심의 데이터 정제 및 증강, 도메인 특화형 AI 학습지원 등 데이터 생태계를 조성

□ 자율주행 기술 향상 및 상호 호환성 검증 등을 지원할 수 있는 자율주행 데이터 공유·거래 환경 조성

- 자율주행차량·인프라·지도 등 다양한 데이터와 AI 모델을 안전하고 효율적으로 공유·거래하고, 상호 호환성을 검증할 수 있는 통합플랫폼 구축
- 다양한 자율주행 기술과 서비스 관련 데이터를 한 곳에 모아 기업 성장 지원, 데이터 상호 호환성 확보, 데이터 품질·보안관리체계 수립, 자율주행 모델 강화 등 산업 생태계 육성



< 자율주행 데이터 공유·활용을 위한 통합플랫폼 구축 및 검증 >

4. 과제구성 및 연구내용

□ 자율주행 데이터 통합 연계·수집·활용 체계 마련

○ 목표

- 전국 자율주행 시범운영지구, 자율주행 실증도시 등 공공·민간 자율차 운행·안전 빅데이터를 취합, 학습, 공유할 수 있는 통합플랫폼의 개발·실증 및 데이터 가치 기반 거래환경 조성
- 자율주행 데이터의 상호운용성 및 활용성 강화를 위해 차량, 인프라, 지도 등 다양한 주체에서 생성되는 데이터를 통합·연계·수집·가공·활용할 수 있는 체계 구축
- 자율주행 AI 모델 성능 향상 및 훈련 효율화를 극대화하고자 다층적 데이터 공유·거래 환경 조성
- 데이터 공유를 촉진하는 제도적 기반 마련과 민·관 협력형 활용 프레임워크 수립

○ 주요활동

- 자율주행 차량·인프라·지도 데이터 공유·활용·거래 촉진을 위한 제도·정책개발
 - 데이터 공유·이용 활성화를 위한 법제도 정비 및 공공-민간 협력 프레임워크 수립
- 자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 혁신클러스터 기반 데이터 전주기 파이프라인 개발
 - 전국 자율주행 시범운영지구, 자율주행 실증도시, 자율주행 리빙랩(화성), 자동차 안전연구원 데이터 공유센터, 자동차 검사소 등과의 데이터 연계 및 연합학습 지원을 위한 인터페이스(데이터 규격, 정보연계 등) 및 SW 연계모듈 개발
 - 다양한 자율주행 주체들에 의해 생성되는 데이터의 연계·수집 관련 연계 대상, 규모 등을 제시하고, 이를 위한 방법론 정립
- 국제표준(ISO, IEEE, ITU), 단체표준(IEEE, SAE, CEN 등), 국가표준 등 조화를 위한 메타데이터 체계 설계, 표준안 개발 및 규격화, 데이터 상호호환 검증체계 마련
 - 자율주행 지원을 위한 차량·인프라·지도 관련 요구데이터 식별 및 정의, 품질관리 체계 정립
 - 자율주행 데이터 종류, 규격, 품질 수준 등을 포함한 표준안 마련
 - 데이터 환경 변화에 따른 데이터 교환 방식(CKAN, Dcat, Dataspace)과의 호환성

검토

- 국제표준 조화 검증을 위한 데이터 상호 호환 검증 체계 개발

○ 최종성과물

- 국제 표준에 부합하는 자율주행 분야 데이터 연계 규격 표준안
- 자율주행 데이터를 수집·연계를 위한 파이프라인 및 SW 연계모듈 개발
- 데이터 공유 및 활용을 위한 법제도·정책 가이드라인
- 상호호환성 검증 결과 및 기술 문서화 자료

□ 자율주행 기술 향상을 위한 AI 훈련 생태계 마련

○ 목표

- 자율주행 데이터를 기반으로 한 데이터 중심(Data-Centric) AI 학습 환경 조성
- 도메인 특화형 AI 모델 개발을 통해 자율주행 인지·판단·제어 성능 향상 지원

○ 주요활동

- Data-Centric AI 등 학습 데이터 정제·증강·버전관리 기술 개발
 - 데이터 중심 AI 아키텍처 (Data-Centric AI), 자율주행 관련 데이터 자동 라벨링(객체, 상황, 이벤트 등) 및 다양한 상황(Edge Case) 자동분류·데이터 증강 등 AI 훈련 효율 및 데이터 재활용성 향상을 위한 데이터 최적화 방안 및 품질관리체계 개발
 - 다계층·다주체에서 생성되는 데이터를 중앙 수집없이 학습하기 위한 연합학습 기반 도메인 특화형 AI 학습지원 체계 병행 등 최적화 방안 개발
- 혁신클러스터 기반 자율주행 AI 훈련생태계 마련을 위한 TENSOR CORE(GPU 등) 기반 대규모 AI 모델 학습/추론 전담 가속화 시스템 구축
 - 시스템 요구사항, 사양, 기능범위 및 적정수준 검증 방안 포함하며, 2개 이상 운영 기관과 연계한 연합학습 환경 구축
 - 자율주행 생태계(차량-인프라-운영기관 등)의 다계층 주체별 AI 학습 생태계 구축을 위한 도메인 통합 분류체계(스키마) 및 학습지원 아키텍처 정립

○ 최종성과물

- AI 기반 자율주행 학습 모델 및 아키텍처
- 자율주행 도메인 특화형 AI 모델
- 자율주행 데이터 공유·활용 플랫폼 운영환경(Tensor Core 기반)

□ 자율주행 데이터의 안전한 유통 및 활용 촉진을 위한 거래환경 조성

○ 목표

- 자율주행 차량·인프라·운영기관 등 다계층·다주체에서 생성되는 자율주행 데이터를 신뢰성 있게 유통·활용할 수 있도록, 데이터 품질·보안체계 확립
- 합리적인 데이터 가치 산정을 통해 자율주행 데이터 유통·거래 환경 조성

○ 주요활동

- 자율주행 데이터 거래 신뢰성 확보를 위한 품질 수준 및 AI 모델 성능향상 기여도 평가 모델 개발
- 데이터 가치 평가를 위한 수요-공급 및 데이터 품질·기여도 기반 동적 가격 책정 매커니즘 개발
- 원천 데이터를 고품질 학습데이터로 자동 변환하는 데이터 큐레이션 프로세스 기술 개발
 - 수집된 원천 데이터가 고부가가치 자산이 되도록 선별, 정제, 품질 관리를 수행하는 핵심 활동으로 메타데이터 생성 및 표준데이터 변환, 데이터 접근관리 등을 포함

○ 최종성과물

- 데이터 가치 기반 동적 가격 책정 모델
- 데이터 거래용 품질지표(QoD) 및 기여도 평가체계 표준안
- 데이터 큐레이션 프로세스 기술사양서 및 SW 모듈

□ 자율주행 데이터 공유 통합플랫폼 구축 및 실증

○ 목표

- 자율주행 데이터 공유 통합플랫폼 구축을 통해 데이터 연계, AI 학습 지원, 국제표준 조화(상호 호환성) 검증 등을 위한 실증 환경 및 데이터 거래 환경 조성

○ 주요활동

- 자율주행 AI 학습 데이터 센터 컨셉 구상 및 플랫폼 설계
- 자율주행 시범운행지구, 자율주행 실증도시, 자율주행 리빙랩, 자동차안전연구원 등 자율주행 분야 데이터 공유·통합 플랫폼 구축 및 실증 환경 조성
- 데이터 거래를 위한 플랫폼 내 데이터 큐레이션 자동화 톨 기능 구현
- 자율주행 데이터 공유·통합 플랫폼에서 공유되는 데이터 종류·규모 구체화 및 데이터 보안체계 확립
 - 데이터 공유를 위한 보안·개인정보 보호 체계 및 활용 가이드라인 수립
- 1, 3과제 자율주행 관련 데이터를 상호 연계하여 통합모델 개발

○ 최종성과물

- 자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축(시스템)
- 자율주행 데이터 공유 플랫폼 실증 환경 구축
- 실증 기반 데이터 수집 및 검증 결과 (구축시스템 검증 보고서)
- 자율주행 AI 데이터센터 운영방안
- 개인정보 보호 및 데이터 보안 가이드라인

5. 차별성 및 연계방안

☐ 국토교통부 R&D ‘자율주행혁신기술개발사업(‘21~‘27)(KADIF)’

- 기존 KADIF 사업(국1, 국2)의 현재 60km/h 이하 도심지 도로를 대상으로 하는 Layer2 수준에서 고정밀지도 표준이 마련되고 있으며, 자율주행 지원을 위해 Layer4 수준의 자율주행 전용 고정밀 지도 개발
- KADIF(국5)과제에서는 가상시험환경과 리빙랩 연계를 통해 자율주행 모빌리티 운영 플랫폼을 개발
- KADIF(국5)에서 개발한 자율주행모빌리티 운영 플랫폼과 화성시 교통센터 연계 운영 성과에 추가적으로 해외 협력국의 인프라 정보와 고정밀 자율주행 전용 지도 정보를 연계한 플랫폼으로 확장하고 교차실증을 통해 기술을 검증
- KADIF(국22)의 기개발 기술은 국내 플랫폼 전용으로 개발된 기술이며, 해외 혁신클러스터와 협력을 위해서는 데이터간 교류를 위한 공동표준개발 등은 이루어지지 못함

☐ 국토교통 R&D ‘자율협력주행 환경 도로교통 통합보안 인증시스템 및 이상탐지 기술개발(‘19~‘22)’

- 과제에서 개발한 서비스 보안관리, 성능 관리 등의 통합보안 인증기술을 참고하여, 원활한 데이터 연계, 보안관리가 이루어질 수 있도록 자율주행 데이터 공유 통합플랫폼 구축 및 검증 추진

☐ 국토교통 R&D ‘인공지능 기반의 미래교통운영 기반기술 개발 및 활용(‘18~‘22)’

- 다양한 분야의 교통 데이터 활용하는 방안을 검토하되, 자율주행 기술 지원 및 성능 향상에 중점을 두어 AI 학습지원 모델 설계, 데이터 중심 AI 아키텍처 개발 등 AI 훈련 생태계를 마련

☐ 산업부 R&D ‘자율주행차의 실용화 촉진을 위한 자동차-ITS-ICT 융합 표준화 기반 조성(‘17~‘20)’

- 본 과제에서 도출한 자동차·ITS·ICT 기술 기반의 데이터 및 정보연계 등 표준을 참조하여, 국제표준과의 검토를 통해 상호 데이터 호환이 이뤄질 수 있도록 규격화 작업(표준화)을 추진

7. 최종성과물

☐ 자율주행 데이터 통합 연계·수집·활용 체계 마련

- 국제 표준에 부합하는 자율주행 분야 데이터 연계 규격 표준안 마련
- 차량·인프라·지도 등 다종 데이터에 대한 자율주행 메타데이터 체계 구축
- 다양한 자율주행 데이터를 수집·연계하기 위한 파이프라인 및 SW 연계모듈 개발

☐ 데이터 공유·활용 기반 제도 및 정책 가이드라인

- 자율주행 데이터의 공유·활용 촉진을 위한 법·제도 개선사항 도출
- 민간-공공 협력 활성화를 위한 실무형 정책 가이드라인 마련
- 데이터 수집·가공·활용 전 과정에서의 법적 쟁점 분석을 바탕으로 개인정보 보호, 보안 정책, 데이터 활용 등 실무 적용 가능한 정책 가이드라인 마련

☐ 자율주행 기술 향상을 위한 AI 학습 기반 기술

- 객체, 이벤트 중심의 자동 라벨링, 데이터 증강 등 AI 기반 자율주행 학습 모델 및 아키텍처 개발
- 자율주행 차량, 인프라, 교통운영 등 자율주행 도메인 특화형 AI 모델 개발
- 자율주행 AI 학습용 데이터 자동 라벨링, 주행 시나리오 상황별 데이터 자동 분류, 다양한 상황의 주행 데이터 증강 기술 개발
- 자율주행 데이터 공유·활용 플랫폼 운영환경(Tensor Core 기반) 구현

☐ 자율주행 데이터 거래환경 조성

- 자율주행 데이터 가치 기반 동적 가격 책정 모델 개발
- 자율주행 데이터 거래용 품질지표 및 기여도 평가체계 표준안 개발
- 고품질 학습데이터로 자동 변환하는 데이터 큐레이션 프로세스 기술 개발

☐ 자율주행 데이터 공유 통합플랫폼 구현 및 실증

- 자율주행 데이터의 수집-가공-활용-공유-거래를 통합적으로 지원하는 플랫폼 구축

- 시범운행지구, 리빙랩, 실증도시 등 실증 환경에서의 데이터 연계 및 실시간 AI 학습 적용을 통해 플랫폼 성능 및 운용 안정성, 효과 검증
- 생성된 데이터와 AI 모델을 기반으로 시뮬레이터 연계 실증을 통해 활용성, 신뢰성 검증
- 자율주행 AI 데이터 센터 운영 방안

□ 정량적 성과지표

- (국제표준 조화) 자율주행 분야 데이터 연계 규격화를 위한 국제표준(PWI) 제안
- (학습 데이터셋) 이동객체, 도로상황 등 자율주행 AI 학습 데이터셋 16만km 이상 생성
 - 자율주행 데이터 통합플랫폼 구축을 통해 전방위 이동객체 AI 학습 데이터셋 4만km, 도로 상황 AI 학습 데이터셋 12만km, 12종의 엡지케이스 자율주행 데이터, 주행환경 객체 AI 학습 데이터셋 25만 프레임 등 다양한 학습데이터셋 생성

8. 활용방안

□ 자율주행 시스템 운영 최적화

- 개발된 운영모델과 통합 플랫폼을 통해 자율주행 차량과 인프라 데이터의 효율적 관리 및 운영이 가능하며, 이를 토대로 안전하고 안정적인 자율주행 서비스 구현
- 자율주행 데이터 공유·활용 통합플랫폼을 기반으로, 기존에 단순 수집되던 비정형 데이터를 정제·가공하여 가용데이터로 전환할 수 있는 재생산 체계 구축

□ 글로벌 데이터 표준화 촉진

- 국제 표준 기반 연구 결과를 활용하여 국내외 자율주행 데이터 표준화 및 데이터 교류 활성화, 국제 시장 진출 및 협력 확대

□ 산업 생태계 활성화

- 민간과 공공이 공동 활용할 수 있는 플랫폼을 통한 새로운 비즈니스 모델 창출 및 관련 산업 생태계 발전
- 공공·민간 주체가 데이터의 경제적 가치를 보상받는 데이터 인센티브 생태계 구축

9. 기대효과

☐ 기술 신뢰도 및 경쟁력 강화

- 국제 표준에 부합하는 기술 개발로 국내 자율주행 기술의 국제 경쟁력 강화
- 자율주행 중심의 데이터 활용 생태계 조성을 통해 산업 간 융합 촉진
- 연합학습 기반 AI 생태계 조성을 통해 선진국 대비 기술 격차를 축소하고 독자적 기술력 확보

☐ 안전성 및 효율성 향상

- 자율주행 데이터 통합 플랫폼을 통한 데이터 융합 및 관리 최적화로 자율주행 시스템의 안전성과 효율성 제고

☐ 경제적 파급 효과

- 데이터 기반 서비스 창출 및 신규 일자리 확대를 통해 자율주행 데이터 복합 생태계를 마련하여 자율주행차, 통신, 데이터, 인프라, 안전 등 미래 모빌리티 관련 다양한 사업 활성화에 기여
- 공공·민간 분야의 자율주행 데이터 관리 효율 개선으로 직·간접적 비용 절감

☐ 사회 안전 기여

- 체계적인 운영모델과 데이터 플랫폼 구축으로 자율주행 안전성 향상 및 사고 예방에 기여

10. 연구기간 및 소요예산

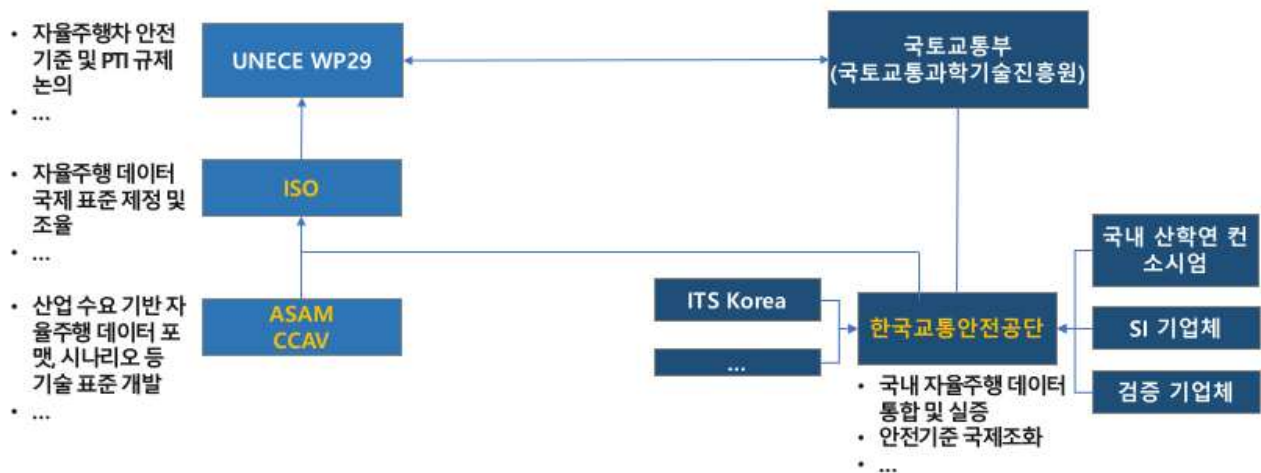
☐ 총 연구개발기간 : ‘2026.4 ~ 2029.12 (3년 9개월)

- 1차년도 연구기간 : 2026.4~2026.12(9개월)
- 2차년도 연구기간 : 2027.1~2027.12(12개월)
- 3차년도 연구기간 : 2028.1~2028.12(12개월)
- 4차년도 연구기간 : 2029.1~2029.12(12개월)

□ 연구예산 : 총 정부출연금 17,000백만원 이내 (단위: 백만원)

- 1차년도 정부지원연구개발비 2,000 백만원 이내
- 2차년도 정부지원연구개발비 4,600(안) 백만원 이내
- 3차년도 정부지원연구개발비 6,000(안) 백만원 이내
- 4차년도 정부지원연구개발비 4,400(안) 백만원 이내

11. 협력대상 국가/기관



[그림 223] 사업 추진체계(예)

□ ASAM(Association for Standardization of Automation Measuring Systems)

- 자동차 개발과 시험에 필요한 소프트웨어 및 데이터 인터페이스의 국제 표준을 제정하는 독일 기반의 산업협회로 전 세계 370여 개의 완성차(BMW, 도요타 등), 부품사(보시, 키사이트 등), SW기업(AWS, 모라이 등), 대학(등이 회원으로 활동하여 측정, 시뮬레이션, 검증 분야의 표준 주도
- 자율주행 개발에 필수적인 도로 데이터, 주행 시나리오, 라벨링 구조 등의 데이터 표준(Open X)를 개발하였고 자율주행 시스템의 시뮬레이션 기반 검증 환경 구축을 위한 국제 표준을 마련하여 OEM과 SW 기업간 호환성 확보 추진

□ CCAV(Centre for Connected and Autonomous Vehicles)

- 영국의 영국 교통부와 기업·무역부가 공동 운영하는 자율주행차 정책 지원 기관으로 하며, 자율주행과 커넥티드차량 기술의 연구·실증·상용화를 가속화하기 위해 정부, 산업계, 학계 간 협력을 조율
- 자율주행 기술 상용화를 위해 연구개발 프로그램을 지원하고 테스트베드, 실증 프로젝트에서 생성된 주행 데이터, 도로 인프라 정보, 이벤트 기록 등의 데이터 공개

3절. 자율주행 대중교통 글로벌 상호호환 지원 서비스 연동기술 개발

1. 연구 배경 및 필요성

□ 다양한 도로교통환경에 적용가능한 자율주행 대중교통 상용화 모델 필요

- 국내에서 추진 중인 자율주행기술의 연구개발과 시범사업은 유인(레벨3) 또는 무인(레벨4) 기반 자율주행시스템의 개발과 이를 구현하기 위한 서비스 실증이며, 궁극적인 자율주행기술의 상용화는 미래 모빌리티의 안전성과 운영효율성, 나아가 경제성 측면에서 무인(레벨4) 중심으로 추진할 필요가 있음
- 국내 자율주행기술은 유인(레벨3) 중심으로 진행되어 왔으나, 아직 레벨3 자율주행차의 제작·판매는 이루어지지 않고 있으며, 자율주행기술개발혁신사업단(KADIF)에서 추진 중인 연구개발사업은 무인(레벨4) 자율주행차 상용화의 기반(핵심)기술 완성이며, 이를 위한 자율주행 리빙랩(화성시)에 서비스 실증을 준비 중임
- 국내 자율주행차 시범운행지구에서 제공하는 서비스 역시 레벨3의 자율주행시스템을 탑재한 차량이 한정운수면허를 취득 후 모빌리티 서비스를 제공 중이며, 특히 대중교통인 경우에는 유인운전자(시험운전자, 즉 safety driver)와 더불어 안전관리자를 추가로 배치하여 운행뿐만 아니라 운송사업의 경제성(인건비 등 운영비 증가)에도 비효율성이 증가하고 있어 대부분이 담당 지자체의 보조금에 의존하고 있음
- 특히, 레벨3의 자율주행은 운전자↔시스템 간 제어권전환(disengagement)을 전제로 자율주행시스템이 운전을 하고 있어, 운행설계영역(ODD)를 벗어나는 상황에 대한 준비를 해야 하므로 유인(레벨3) 차량에 대한 과도한 의존 혹은 제어권전환 과정에서의 불안전성이 항상 존재함
- 반면, 레벨4 자율주행차는 특정 구간에서 무인 운전(Driverless)이 가능하므로 모빌리티 서비스 전반의 안전성이 향상될 수 있으며, 이를 통해 자율주행 모빌리티 서비스 사업의 효율성과 경제성을 혁신할 필요가 있음

□ 글로벌 자율주행 상용화 로드맵에서 무인 자율주행(everything) 대중교통서비스는 특정 구역(somewhere) 중심으로 상용화(everything → somewhere)의 조기 추진 필요

- 특정 구역을 운행하는 대중교통 모빌리티서비스의 상용화는 자율주행시스템 기반 자율주행차와 자율주행서비스분야로 나누어 상용화 추진전략과 내용을 살펴볼 필요가 있음

- 자율주행차는 레벨3(something) 기반 개인소유차 중심으로 불특정 지역(everywhere)으로 상용화(즉, something → everywhere)가 진행 중이며, 자율주행서비스는 레벨4(everything) 기반 모빌리티 서비스 중심으로 특정 지역(somewhere)으로 상용화(즉, everything → somewhere)가 진행 중임
- 자율주행차의 상용화(something → everywhere)는 현재 일부 국가가 레벨3 수준의 안전기준을 갖고 있으므로 자동차제작사가 부분적으로 제작·판매를 하고 있음
- 자율주행서비스의 상용화(everything → somewhere)는 특정구역에서 국내를 제외하고는 무인(레벨4) 자율주행 모빌리티 서비스를 제공 중임

□ 대중교통 분야의 AI기반 자율주행 모빌리티서비스 상용화 플랫폼이 필요함

- 무인(레벨4) 자율주행기반 모빌리티서비스의 상용화를 위해서는 해당 서비스 구역뿐만 아니라 예측하지 못하는 다양한 도로교통상황과 시나리오에 대응할 수 있는 자율주행시스템의 고도화와 서비스 플랫폼 개발이 시급함
- 특히, 대중교통체계는 서비스 제공 노선이나 구역이 정해져 있으므로 개인소유의 승용차를 이용하는 불특정 이용구간보다 도로교통상황에 대한 예측가능한 데이터 수집과 분석, 나아가 교통상황시나리오에 대한 대응이 가능함
- 이를 위하여 빅데이터 생성과 분석을 위하여 AI 모빌리티 지원 자율주행 통합플랫폼에 대중교통 데이터 생성·활용 기술을 연계시킴으로써 무인(레벨4) 자율주행 대중교통시스템 고도화를 통한 모빌리티서비스의 상용화 기반을 마련할 수 있음

□ 국내 자율주행차 시범운행지구 참여기업의 역량을 고려하여 자율주행 대중교통서비스 상용화 모델 구축을 위한 인프라 및 재정적 지원이 필요함

- 현재 국내 자율주행차 시범운행지구는 양적 증가(24 지자체 38지구, '24년 10월 기준)를 가져오긴 하였으나, 기존 레벨3에서 레벨4로 변경하여 임시면허 또는 한정운수면허 등을 고도화한 사례는 없음
- 주된 이유는 자율주행차 시범운행지구에 참여하고 있는 사업자는 스타트업 또는 중소기업으로서 자율주행시스템 기술개발과 서비스 제공을 동시에 담당하고 있어, 기술개발과 서비스 고도화를 동시에 달성하기에는 역부족임
- 이로 인해 국내 자율주행차 시범운행지구에서 자율주행서비스를 담당하고 기업은 담당 구역 또는 노선에 국한된 자율주행기술 개발에 집중할 수밖에 없으며, 서비스 제공에 필요한 운영비의 대부분을 국토부 또는 지자체 보조금에 의존하고 있는 상

황에서 상용화 수준의 무인 자율주행기술과 서비스를 기대하기엔 무리임

- 따라서, 국내 자율주행 관련 기업들이 필요하는 분야는 해당 지점 및 구간과 주변의 정확하고 신뢰성 있는 도로교통데이터와 이를 기반으로 맞춤형 (엡지) 데이터 생성과 정제를 통해 필요한 합성 데이터 및 시나리오에 대한 지원이 시급함

□ 레벨4(무인) 자율주행 대중교통서비스의 상용화를 위하여 현장에서 발생하는 도로교통상황에 따른 대응시나리가 상용화 플랫폼에 반영되어야 함

- 일련의 레벨4 자율주행차를 가지고(fleet management) 서비스를 제공하려는 여객운수사업자는 기존 운전자의 역할을 위하여 2가지를 고려할 필요가 있음
- 현재 원격운영(Remote operation)은 레벨4의 핵심기능인 위험최소화운행(Minimum Risk Maneuver, 이하 MRM)에 의한 최소위험조건(Minimal Risk Condition, 이하 MRC)을 만족하는 기능개발에 집중하고 있으며, 관제센터의 운영매뉴얼은 개발기업의 의무사항으로 두고 있음
- 현장대응자(First-responders) 관련 국내는 현재 유인 자율주행(레벨3) 기반 모빌리티 서비스로서 현장대응관련 업무는 대부분 시험운전자 또는 안전관리자가 대응하고 있으나 무인 자율주행(레벨4)인 경우는 기술개발과 대응방안이 시급함

□ 글로벌 확산을 위한 자율주행 대중교통 글로벌 상호호환 기술 필요

- 자율주행 대중교통 서비스는 구각별 상이한 방식으로 개발 및 운영되며, 국제 확산 및 상호 연동을 위한 표준을 기반으로 한 서비스 표준 정립 필요
- 운영 형태별 서비스 복잡성 증가 및 서비스 플로우의 비표준화 문제가 발생하여, 서비스 안정을 위한 표준화 필요
- 국제 협력 파트너와 서비스, 데이터 상호 교차 검증을 통해 글로벌 신뢰성 확보 및 국제적인 기술 경쟁력 확보 필요

2. 국내외 동향

□ 해외 동향

- 독일, 일본 등에서 글로벌 자동차제조사(메르세데스 벤츠, BMS, 토요타, 혼다 등)가 특정 브랜드 차량에 한하여 레벨3 수준의 자율주행차를 제작·판매를 하고 있음
 - 메르세데스 벤츠는 2022년 5월, 레벨3 자율 운전자 지원 시스템인 드라이브 파일럿(Drive pilot) 옵션 패키지를 포함하여 차량 판매를 시작하였음
 - BMW는 2024년에 레벨3 수준의 자율주행 시스템 ‘BMW 퍼스널 파일럿 L3(BMW Personal Pilot L3)’ 도입을 시작함
 - 일본 토요타(Toyota)는 2021년에는 운전자 개입 없이 차량이 스스로 목적지를 찾고 주행하는 레벨3 수준의 신차를 발표하였으며, 해당 차량의 운행 주체는 자동차이며 운전자는 위급 상황 발생 등의 최소한의 수준에서 개입하게 됨
 - 일본 혼다(Honda)의 자율주행 ‘레벨3’ 차량 ‘레전드’는 자동항법장치인 ‘트래픽 잼 파일럿’을 탑재하여 고속도로가 정체되거나 정체에 가까운 상태에서, 차량의 속도나 날씨 등 특정 조건에 부합하는 경우에 한해 자율주행이 가능함
- 자율주행차를 이용한 자율주행 모빌리티 서비스는 레벨3를 넘어 무인(레벨4) 자율주행 모빌리티 서비스를 제공 중임
 - 웨이모(Waymo)는 캘리포니아 공익위원회(California Public Utilities Committee, 이하 CPUC) 승인을 받아 사업을 확장 중이며, 2023년 10월에는 우버(Uber)와 협력하여 Phoenix(애리조나주)에서 자율주행차 탑승 서비스를 시작하여, 샌프란시스코 & 로스앤젤레스(캘리포니아주)에서 제공 중이며, 2025년에 오스틴(텍사스) 등으로 확대 예정임
 - 제너럴모터스(General Motors, GM)의 산하기업인 Cruise는 샌프란시스코(San Francisco) 일부 지역에서 운행을 진행하다, 2023년 10월 보행자 사고 발생으로 인해 현재는 운행허가가 모두 취소된 상태임
 - 중국의 Pony.ai는 2024년 2월에는 바이두 등 자율주행 서비스 개발 업체와 함께 도심 지역에서 자율주행 운행면허를 승인받아, 국제공항에서 베이징 Daxing지구의 Yizhuang을 연결하는 40km 고속도로와 공항 내 일부 지정구역에서 자율주행택시서비스 운영을 하고 있으며, 대표적인 IT 기업인 바이두(Baidu)는 Apollo 플랫폼을 통해 자율주행기술을 개발하여 바이두는 선전지역에서 완전 무인 차량 호출 서비스의 상업적 운영을 진행 중임

- 하지만, 국내는 자율주행차 시범운행지구에서 제공하고 있는 자율주행기술은 레벨3이며, 특히 노선이나 셔틀 등 대중교통서비스인 경우에는 해당 지자체 조례에 따라 시험운전자와 더불어 안전관리자 탑승을 의무화하여 향후 무인 자율주행 기반 운영 효율성과 안전성을 고도화할 필요가 있음
- 독일은 2021년 「도로교통법」 개정(2차)와 「책임보험법(자동차의무보험법)」 개정을 통해 무인자율주행차(레벨4) 상용화를 위한 법체계, 즉 「(무인)자율주행차법」를 마련함
 - (무인)자율주행차의 상용화는 불특정 구역이 아닌 (무인)자율주행차의 운행조건을 충족하는 지정운행구역 기반으로 추진 ⇒ (무인)자율주행차의 상용화는 개인소유보다 특정구역에서 제공하고자 하는 모빌리티 서비스 분야에서 추진 → (무인)자율주행차의 소유자, 기술감독관, 제조사의 의무를 명시함
 - 레벨4 기반 (무인)자율주행차의 핵심기능으로서 위험최소화상황(minimum risk condition)을 정의하고, 이에 대한 자율주행시스템(ADS)의 기능(minimum risk maneuver) 외에도 기술감독관의 의무도 명시 ⇒ 국내 「자동차관리법」의 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙(이하 자동차규칙)」 외에도 도로교통과 모빌리티 서비스 분야로 확대함
- 일본은 2023년 4월부터 일본 정부는 특정조건하에서 운전자가 없는 자율주행 레벨 4 대응을 위해 개정된 「도로교통법」을 시행함
 - 레벨4의 자율주행차는 개인소유차량이 아닌 서비스사업용(즉, 특정자동운행사업자) 차량(예: AV delivery, AV taxi 등)으로 우선 진행하고 있음
 - 레벨4의 자율주행차는 인간 운전자가 아닌 특정자동운행을 담당하는 자율주행시스템 관련 담당자로서 특정자동운행사업자, 특정자동운행주임자, 특정자동운행현장조치업무종사자 등의 정의와 의무를 명시하고 있음
 - 특히, 특정자동운행주임자는 원격감시 장치의 작동 확인, 사고발생 시 소방기관에 통보 등의 의무를 명시하고 있음

□ 국내 동향

- 자율주행기술개발혁신사업단(2021~2027)이 추진하고 있는 세부과제 중 ‘실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 기술 개발(이하 국-11)’이 진행 중임
 - (국-11)은 지속가능한 교통체계 수립을 위한 대중교통체계의 혁신, 자율주행기반 대중교통서비스 고도화로 친환경 미래 모빌리티 시스템 구축, 자율주행서비스의 공공

성 확보 및 국민 수용성 제고 등을 위하여 추진함

- (국-11)의 연구개발 목표는 실시간 수요대응, 환승없이 Door-to-Door(D2D) 서비스를 제공할 수 있는 동적노선 기반 자율주행 대중교통 운영기술 개발, 이용자의 개별 모빌리티 니즈를 충족시킬 수 있는 개별 이용자 맞춤형 자율주행 대중교통서비스 기술 개발, 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스 특화(공공성 강화)형 자율주행 시스템 개발 및 리빙랩 실증 등임
- 현재까지 (국-11)의 연구개발 현황은 서비스 운영, 자율주행시스템 구동 등에 대한 핵심기술 개발을 완료하여 시뮬레이션 검증이 완료되었음
- 국토교통부와 KADIF의 계획에 따라 (국-11)의 실증은 (국-7)의 가상환경, (국-8)의 K-City의 테스트환경을 거쳐 2026~2027년까지 자율주행 리빙랩으로 선정된 화성시 실제 공로상에서 실증을 진행할 예정임

○ 자율주행기반 대중교통시스템 실증 연구(2018~2021)로서 자율협력주행기반 대중교통시스템 혁신사업(Connected & Automated driving based Public Transport system INnovation, 이하 CAPTAIN)임

- CAPTAIN은 기존 자율주행차(레벨3)의 주행능력을 보다 안전하고 안정적으로 고도화하기 위하여 C-ITS 기반 디지털도로인프라와 연계한 자율협력주행 기반 기존 대중교통시스템을 혁신하기 위하여 추진함
- CAPTAIN의 성과물은 실증단지(세종시)내 BRT 버스전용차로와 주변 지선도로 간의 실시간 환승서비스 구현을 통하여 자율협력주행기반 대중교통시스템의 혁신방향을 제시함
- CAPTAIN는 실증단지(세종시)에 자율주행버스(대형버스 3대, 중소형셔틀 5대)가 C-ITS 기반 디지털 도로인프라, 교통관제센터 등과 실시간 연계를 통하여 안전하고 안정적인 자율주행과 모빌리티서비스를 구현함
- CAPTAIN의 성과물과 서비스 기술은 「자율주행자동차법」의 제정('20. 5) 이후에 추진되고 있는 지자체별 자율주행차 시범운행지구에서 자율주행 대중교통서비스의 추진 정책 및 기술에 반영되어 추진하고 있음

3. 연구목표

□ 글로벌 스탠다드 기반의 자율주행 대중교통 서비스의 글로벌 상호호환을 위한 국제공동연구 추진

- 국제 자율주행 표준 기반 글로벌 연동을 위한 대중교통 자율주행 서비스 표준 개발
- 대중교통 자율주행 서비스 글로벌 상호호환 서비스 상호 검증 추진



[그림 224] 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호 호환을 위한 국제공동연구 개념

□ 정량적 성과지표

- 국제표준 기반 자율주행 대중교통 서비스 표준(프로파일/스키마)
- 국제로밍 데이터 스키마 및 교차연동 규격서
- 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환을 위한 연동시스템
- 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환(로밍) 국제 교차검증 결과

4. 과제구성 및 연구내용

☐ 국제 자율주행 표준 기반 글로벌 연동을 위한 대중교통 자율주행 서비스 표준 개발

○ 목표

- 자율주행 대중교통 서비스 표준화 및 확장 스키마/프로파일 개발

○ 주요활동

- 호출형(온디맨드), 순환형, 정시형 등 자율주행 대중교통의 운영형태별 서비스 플로우 표준화
 - 서비스 흐름 및 절차를 프레임워크로 정의하여 운영 일관성 및 확장성 확보
- 국제표준 기반 자율주행 대중교통 서비스 특화 확장 스키마/프로파일 개발
 - 서비스 운영, 데이터 교환, 상호운용 검증에 활용 가능한 표준 프로파일 정의

○ 최종성과물

- 국제표준 기반 자율주행 대중교통 서비스 표준
- 국제 로밍 데이터 스키마 및 교차연동 규격서

☐ 대중교통 자율주행 서비스 글로벌 상호호환 서비스 상호 검증 추진

○ 목표

- 대중교통 서비스 검증 국제협력 파트너 선정 및 호환성 검증 추진

○ 주요활동

- 대중교통 자율주행 서비스, 데이터 상호교차 검증을 위한 국제협력 파트너 선정
- 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환(로밍)을 위한 데이터 연동 방안 개발 및 호환성 검증 추진

○ 최종성과물

- 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환(로밍)을 위한 연동 시스템
- 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환(로밍) 국제 교차검증 결과보고서

5. 차별성 및 연계방안

□ 국토교통부 R&D 및 다부처 R&D ‘자율주행혁신기술개발사업(‘21~‘27, KADIF)’

- 국토교통부가 추진하거나 추진 중인 자율주행 대중교통서비스 사업은 다음과 같음
 - 자율주행 대중교통 분야로서 최초 연구개발사업인 ‘자율주행기반 대중교통시스템 (‘18. 4~’ 21.12) 실증연구 ‘은 레벨3 기반 실증사업임
 - 국토교통부가 현재 진행 중인 다부처 연구개발 사업 중 자율주행서비스 과제로서 ‘실시간 수요대응 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스기술 개발(’ 21. 4~ ‘27.12)은 레벨4 기반 실증사업임
- 2개 모두 특정 노선에서 서비스 실증을 통한 자율주행 대중교통시스템(레벨3&4)의 기반기술을 완성하는 사업임
- 본 연구개발 사업은 자율주행 대중교통서비스 상용화 모델 개발로서 기존 자율주행 대중교통 관련 레벨3&4 기반기술을 바탕으로 서비스 상용화 모델 개발을 추진할 계획임
- 실제 사업화를 위하여 개발된 기반기술을 바탕으로 자율주행자동차법 개정(성능인증과 적합성 승인, ‘25. 3)에 따라 운행예정구역에서 다양한 도로교통환경에 대응할 수 있도록 AI 모빌리티 데이터 및 시나리오와 연계한 기존 자율주행 대중교통시스템의 고도화와 상용화 모델 개발을 추진할 계획임

□ NTIS 검색 결과, 유사도 60점 이상의 유사과제는 전무

- 한·미 ITS 국제협력회의를 활용하여 미국 ITS JPO(USDOT) 자율주행팀(Automation Program)과 협력을 통하여 미국 자동차기준과 로봇택시서비스 관련 자율주행정책과 실증, 상용화 추진전략에 대한 협업을 추진함
- 공동 연구 및 워크숍 개최: 해외 주요 대학, 연구소, 산업체와 공동 연구 프로젝트 진행 및 정기 워크숍, 세미나 개최를 통한 정보 교류
- 파일럿 테스트 및 실증 협력: 해외 자율주행 실증 시험장 및 스마트시티 등 실증 환경을 활용하여 공동 테스트 및 피드백 확보
- 기술 및 정책 공동 개발: 상호 인증 가능한 기술 기준 및 허가 기준 개발을 위해 공동 연구 및 시뮬레이션 결과를 공유하고, 국제 공동 논문 및 기술 보고서 발간

7. 최종성과물

- 국제 자율주행 표준(ISO, UNECE, EU ITS 등) 기반 글로벌 연동을 위한 대중교통 자율주행 서비스 표준 개발
 - 국제표준 기반 자율주행 대중교통 서비스 표준(프로파일/스키마)
- 대중교통 자율주행 서비스 글로벌 상호호환(로밍) 서비스 상호 검증 추진
 - 국제로밍 데이터 스키마 및 교차연동 규격서(Interoperability Package)
 - 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환(로밍)을 위한 연동 시스템
 - 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환(로밍) 국제 교차검증 결과보고서

8. 활용방안

- 자율주행 대중교통 국제협력
 - 자율주행 대중교통 서비스의 글로벌 진출 및 국제협력 기반 조성

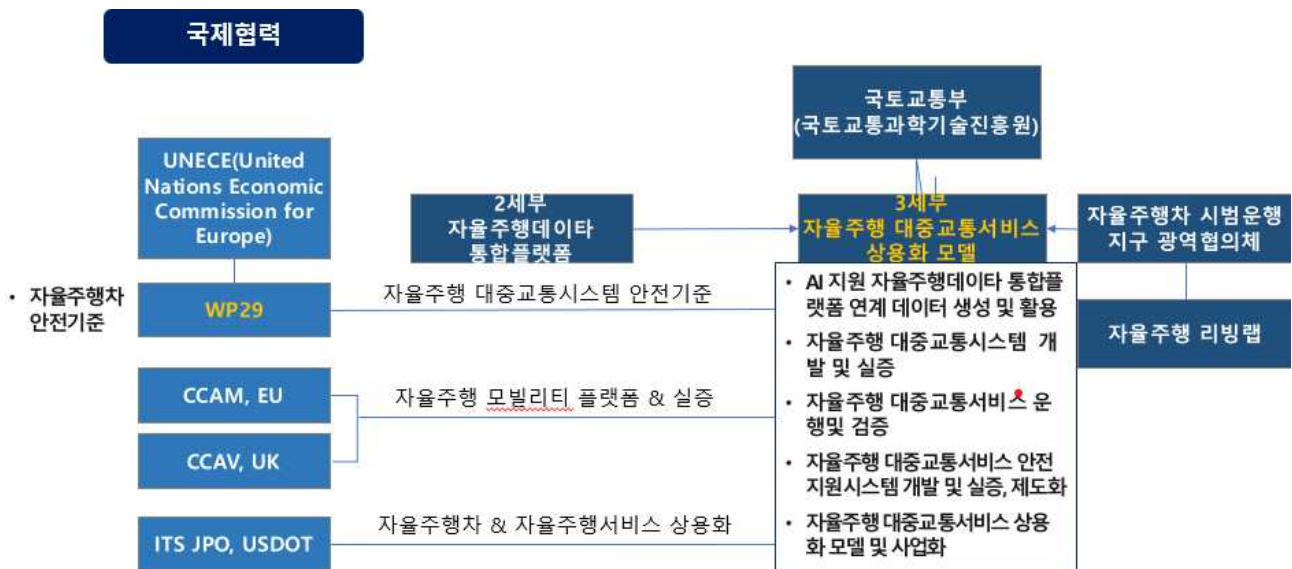
9. 기대효과

- ☐ 대중교통시스템 분야의 선제적 무인 자율주행 상용화를 통한 국내 교통체계의 운영성 및 안전성 혁신 선도
 - 자율주행 대중교통 서비스 글로벌 상호호환(로밍) 기반 마련으로 글로벌 통합 모빌리티 시장의 초기 주도권 확보
- ☐ 직·간접적 고용, 일자리 창출, 인력양성 파급효과
 - 운전자 부족 해소 및 자율주행 대중교통 안전지원시스템 분야 전문인력 고용
 - 기존 대중교통시스템의 운영효율성(인건비, 인프라설치 등) 제고

10. 연구기간 및 소요예산

- ☐ 총 연구개발기간 : ‘2026.4 ~ 2029.12 (3년 9개월)
 - 1차년도 연구기간 : 2026.4~2026.12(9개월)
 - 2차년도 연구기간 : 2027.1~2027.12(12개월)
 - 3차년도 연구기간 : 2028.1~2028.12(12개월)
 - 4차년도 연구기간 : 2029.1~2029.12(12개월)
- ☐ 연구예산 : 총 정부출연금 10,000백만원 이내 (단위: 백만원)
 - 1차년도 정부지원연구개발비 200 백만원 이내
 - 2차년도 정부지원연구개발비 200(안) 백만원 이내
 - 3차년도 정부지원연구개발비 400(안) 백만원 이내
 - 4차년도 정부지원연구개발비 200(안) 백만원 이내

11. 협력대상 국가/기관



[그림 226] 사업 추진체계(예)

□ 미국 SunTrax, 미국 M-City

- 자율주행 차종별 군집주행 및 혼재 시나리오 검증이 가능한 PG(Proving Ground)를 보유

□ 영국 CCAV, Zenzic

- 영국 내 CAM(Connected & Automotive Mobility) Testbed UK 내 자율주행 관제센터를 운용 중으로 실시간 데이터 모니터링, 상황별 대응(사고, 도로 폐쇄 등) 등을 수행
- 영국 CAVWAY Testbed :Zenzic과 협력하여 다양한 시나리오를 제공하는 테스트베드 운용

□ 독일 TUVSUD

- 자율주행 고속도로, 도심 자율주행 검증에 대한 프로젝트(PEGASUS, LEVEL 3to5, VVMETHOD)등에 참여하고 있음

5장. 사업추진체계 및 관리방안

1절. 사업추진체계

- 동 사업 추진 시, 주관부처는 국토교통부, 전담기관은 국토교통과학기술진흥원이 담당하며, 국내외 혁신클러스터가 컨소시엄으로 각 과제를 추진하는 추진체계를 가짐



[그림 227] 사업추진체계

- 국토교통부 자율주행정책과에서 자율주행분야 혁신클러스터형 국제협력 연구 개발사업을 주관하며, 연구수행과정에서 국가단위에서의 협약, 국내 타부처와의 성과 연계가 필요한 경우, 이를 위한 국가간 협약, 성과연계를 위한 논의 등을 지원함
 - 영국 CCAV와 같이 협력대상으로 정부기관 또는 이들 기관이 중심이 되는 혁신클러스터와 협력이 필요한 경우, 국토교통부 자율주행정책과에서 이를 지원
 - 자율주행 기술은 차량-인프라-교통이 서로 연계되고 첨단기술의 융합형태로 발전하고 있으므로, 일부 기술은 타부처의 성과와 연계 필요성 존재
 - 선행 자율주행기술개발혁신사업단은 다부처 사업으로 추진 중이며, 이들 성과 중에서도 일부 요소기술은 통신, 사이버보안, 차량센서 기술 등 타 부처에서 중점을 두고 개발한 요소기술을 통합하여 추진되었음
 - 자율주행 혁신사업단부처간 협력에 대해 국토부가 주관으로 국제협력 기술개발 및 실증, 법·제도 마련(과제성격상 과기부·산업부 참여 보류 입장('24.10.31))
 - (국토부) 사업주관부처로서, 도로인프라 영역의 자율주행 기술 및 인증체계를 개발하고, 국내외 실증, 시험평가 등 법·제도 마련 연구 추진
- 국토교통과학기술진흥원은 혁신클러스터형 국제협력사업을 주관하는 전담기관으로 자율주행 국제협력사업에 대한 사업관리 뿐만 아니라, 기반지원사업으로 인력양성 및 교류, 데이터 공유 및 지식정보 플랫폼, 국제협력 글로벌 네트워크에 대한 지원을 수행함
 - 인력양성 및 교류, 데이터 공유 및 지식정보 플랫폼, 국제협력 글로벌 네트워크는 국토교통부의 혁신클러스터형 국제협력사업의 지원영역으로 분야별로 공통으로 지원하는 사업 내용임
- 국내외 혁신클러스터가 참여하여, 기술 공동개발, 상호인증실증, 국제표준화 연구 수행
 - (국내 혁신클러스터 참여) 자율주행분야에 대하여 지역에 기반을 둔 자율차 연구클러스터를 중심으로 추진하되, Alliance 형태 또는 연구컨소시엄 형태로 산·학·연으로 구성하되 앵커기관을 지정

- (앵커기관 역할) 국제공동연구를 해외클러스터와 추진하며, 실증연구 등 성과달성 및 상용화를 주도하는 주관기관의 역할 수행
 - 해외 자율주행 혁신클러스터와 공동연구, 상호인증, 국제표준 등 수행 역할
- (해외클러스터 기관공모) 북미/유럽 지역에 주재하는 자율주행 관련 혁신클러스터로서 국내 혁신클러스터와 국제공동연구 및 실증참여



[그림 228] 국내외 혁신클러스터 후보 및 연계 협력분야(안)



[그림 229] 자율주행자동차 정기검사 시스템 참여주체 및 수행 체계도(예시)

- 혁신클러스터형 자율주행 국제협력과제 추진을 위한 기준(Criteria)을 설정하고, 혁신클러스터형 세부과제 파트너와 국내연구기관 선정 시 적용할 예정임

<표 116> 혁신클러스터형 자율주행 국제협력과제 추진을 위한 기준(안)

구분	개요	기준 상세	Rating
1. 국내 클러스터의 기술 성숙도 (Technology Maturity of Domestic Cluster)	국내 혁신 클러스터의 관련 기술의 국제적 경쟁력확보여부, 자율주행기술의 선도적 위치 도달가능성 여부	자율주행 운영시설, 융합 인프라, 안전 편의 등의 분야에서 기술의 실증 경험, 상용화 가능성, R&D 성과의 수준	10
2. 파트너 클러스터의 적합성 (Suitability of Partner Cluster)	협력 대상국의 클러스터가 자율주행 분야의 우수한 기술력과 인프라 보유여부, 공동 연구 및 사업화에 대한 적합유무	상대국 클러스터의 기술적 강점, 기존 프로젝트 성공 사례, 자율주행 관련 클러스터에 대한 주요 연구시설과 기업의 집중도	10
3. 기술 협력의 상호보완성 (Complementarity of Technological Cooperation)	양국의 클러스터가 서로 보완할 수 있는 기술적 강점과 자원 보유여부, 협력의 시너지 효과를 극대화 가능성 여부	국내외 클러스터의 기술적 강점, 자원의 차별성, 자율주행 기술을 위한 인프라 및 시설의 보완 가능성	8
4. 연구개발 및 인프라 공유 용이성 (Ease of Sharing R&D and Infrastructure)	연구개발, 데이터, 인프라 등의 자원 공유의 원활성, 협력의 효과성	상호 데이터 및 인프라 공유의 법적, 기술적 장벽, 정보 보안 및 데이터 보호 시스템, 공동 연구 및 실증 테스트 가능성	8
5. 실증 및 테스트베드 활용 가능성 (Utilization of Testbeds and Proving Grounds)	실증 및 테스트베드 환경의 공유 또는 연계여부, 자율주행 기술의 실증 및 상용화 가능성 여부	테스트베드 인프라의 적절성, 테스트 프로토콜의 상호 호환성, 실증 테스트에 필요한 시설과 장비의 수준	10
6. 정책 및 제도적 지원 가능성 (Support for Policy and Regulatory Alignment)	양국의 자율주행 관련 정책과 제도 간의 연계 가능성을 평가하여 협력 과제의 제도적 안정성 확보여부	자율주행 관련 법제도, 규제 정책의 연계 가능성, 협력 과제에 대한 양국 정부의 정책 지원 정도, 규제 샌드박스 활용 가능성	10

구분	개요	기준 상세	Rating
7. 기술 개발 성과의 사업화 가능성 (Commercialization Potential of R&D Outcomes)	상호 간 경제적 이익과 자율주행 생태계 발전에 기여할 수 있는지 여부	개발 기술의 시장 수요, 양국 시장에서의 상용화 가능성, 사업화 관련 자원 및 지원 체계	10
8. 국제 표준화 기여 가능성 (Potential for Contribution to International Standardization)	협력 과제가 국제 자율주행 표준화에 기여할 수 있는 가능성을 통한 글로벌 경쟁력 향상	국제 표준화에 대한 국내외 클러스터의 역할, 국제 표준화 기구 참여도, 표준화 문서화 및 기술 인증 가능성	10
9. 양국 혁신 클러스터 간 협력 파트너십의 지속성 (Sustainability of Partnership between Clusters)	클러스터 간 협력이 장기적이고 지속 가능한 관계로 발전할 수 있는지 여부	협력 파트너 간 신뢰도, 협력 기록, 장기적 지원 가능성, 상호간 필요와 목표의 일치 여부	6
10. 기술 이전 및 인력 교류의 활성화 가능성 (Feasibility of Technology Transfer and Talent Exchange)	기술 이전과 인력 교류가 원활히 이루어질 가능성을 평가하여 기술 확산과 인재 양성의 기회창출 가능성	기술 이전 프로토콜, 인력 교류 프로그램 운영 가능성, 교육 및 워크숍 지원 여부	6
11. 사업 수행의 경제적 타당성 (Economic Viability of the Project)	협력 과제가 경제적으로 타당하며 실질적인 투자 수익을 기대할 수 있는지 여부다.	프로젝트의 총 예상 비용, 예상 수익, 비용 대비 효과, 양국 간 비용 분담 가능성	6
12. 성과 측정과 평가 체계 구축 가능성 (Feasibility of Outcome Measurement and Evaluation System)	협력 과제의 성과를 명확하게 측정하고 평가할 수 있는 체계 구축가능성	협력 성과 지표 설정 가능성, 정기적 성과 평가 프로세스, 결과 보고 체계의 구축 가능성	6
총 계			100

□ 글로벌 플래그십 프로젝트를 통해 자율주행 클러스터형태로 국제협력 사업을 추진하되, 공동연구 프로젝트 선정 및 인적교류, 기술 상호인증 및 시험결과 상호인정, 교차실증 및 글로벌 실증환경 등을 구현할 예정임

- (공동연구 프로젝트 추진) 국내·해외 클러스터간 협의체를 발족하여 연구기간, 역할분담, 예산, 데이터공유 등 프로토콜 등을 협의추진
- (인적교류) 국내 스타트업/연구자들이 해외 클러스터내 시험센터나 연구소에서 현지 실증·프로토타입 개발을 경험. 반대로 해외 연구자·엔지니어를 국내에 초청해 국내 PG에서 실험활동 참여 유도
- (상호인증) 국내외 PG에서 사용되는 테스트장비(차선인식, 센서검증, 시뮬레이터 등)을 상호 인증하거나 적합성 평가절차를 공유. 교차실증시 사용되는 주행시나리오, 이벤트로그, 센서데이터 형식 등을 상호인정*
- * 기관별로 통일된 템플릿·메타데이터 구조 사용하여 상호호환성 확보
- (교차실증 및 글로벌 실증환경 구현) 국내에서 재현하기 어려운 고속도로 무인주행, 다중교차로 도시환경, 극한환경 등에 대해서 상호 PG를 통해 커버. 실제 도로환경과 가상환경을 연동하는 하이브리드 테스트
- (기술검증 및 공동운행허가기반 마련) 상호간의 공동 운행허가 기준·프로세스를 개발하고, 국제협력체(UNECE WP29, ISO TC22/TC204, SAE 등)에 국내외 실증 결과·데이터*를 제시하여 표준화/규제 등 추진

* 실증에서 수집된 데이터를 AI로 분석해 차량제어오류, 사고위험요인, 사이버공격 등 이상징후를 자동탐지. 글로벌 표준(UNECE R155/156 등)을 반영한 평가체계

□ 국내 클러스터와 해외 클러스터간 국제협력은 자율주행기술의 상용화·안전성·글로벌 경쟁력 확보를 위해 필수적임. 특히, 검증·인증·실증·인적교류 등 다양한 협력활동을 통해 각 클러스터가 보유한 인프라·노하우·시장 네트워크를 공유함으로써 시너지 효과를 극대화할 수 있음

<표 117> 국가간 협력 필요성

구 분	주요 활동	기대 효과
공동연구 (R&D)	공동 프로젝트 기획 및 과제수행, 기술개발 로드맵 공유	연구개발 비용·시간 절감, 대형 R&D 과제수주 용이, 시너지창출 및 품질 향상
인적교류	- 전문가·연구인력 파견/교환 프로그램 운영 - 워크숍·세미나·학술포럼 공동개최	전문지식·노하우 이전, 네트워크 확장 및 협력기반 강화
상호인증	- 자율주행차 안전기준, 검사체계, 장비인증 협력 - 테스트 결과·평가 프로토콜 상호 인정	중복 테스트·인증 비용절감, 해외진출시 규제 장벽 완화
교차실증	- 해외 PG 및 국내 PG간 실자율차·시나리오 교차 적용 - 데이터교환·분석, 환경차이에 따른 성능 검증	글로벌 시장 요구사항 반영, 다양한 주행환경에서 안전성·신뢰성 입증
기술검증	AI·ADAS·센서 등 핵심기술성능평가 및 개선, V2X/5G 등 통신 인프라 연계	기술 신뢰도 제고, 표준화 및 인증기반 확보

□ 동 사업은 사업기획 및 시행공고, 사업수행, 사업결과 활용의 3단계로 구성하여 추진함

<표 118> 사업추진절차

절차	주요내용	주체
사업기획 / 시행공고	연구기획 및 시행계획 수립	• 국토교통 혁신클러스터형 국제협력 공동 연구사업 연구기획 및 시행계획 수립 전문기관
	사업계획 심의 확정	• 과제비, 수행기간 등을 고려하여 사업계획 심의 및 확정 국토교통부
	시행계획 공고	• 사업 시행계획 공고 - 핵심기술분야 클러스터 형태의 컨소시엄 전문기관
	신청과제 접수 및 사전검토	• 과제신청서 접수 및 적합 여부 사전검토 전문기관
	선정 평가 및 결과심의	• 전문가로 구성된 평가위원회 평가 • 선정평가 결과 심의 평가위원회
사업수행	협약체결	• 최종 선정결과에 따른 과제별 협약체결 전문기관 주관연구기관
	중간평가	• 연구결과 및 차년도 계획 평가 평가위원회
	최종평가	• 최종 연구결과에 대한 평가 평가위원회
	사업비 정산	• 연차, 종료 과제에 대한 사업비 정산 전문기관
사업결과 활용	성과활용	• 연구성과에 대한 특허권, 실용신안권, 상표권 등 산업재산권을 보호받기 위한 출원서 및 심사청구 주관연구기관
	사후관리 (추적평가)	• 연구성과 활용실적 조사 및 과제별 연구성과 활용 현황 분석, 기술료 징수 등 전문기관

2절. 국가간 협력 추진

1. 협력협약(MOU) 및 참여의향서(LOI) 추진 현황

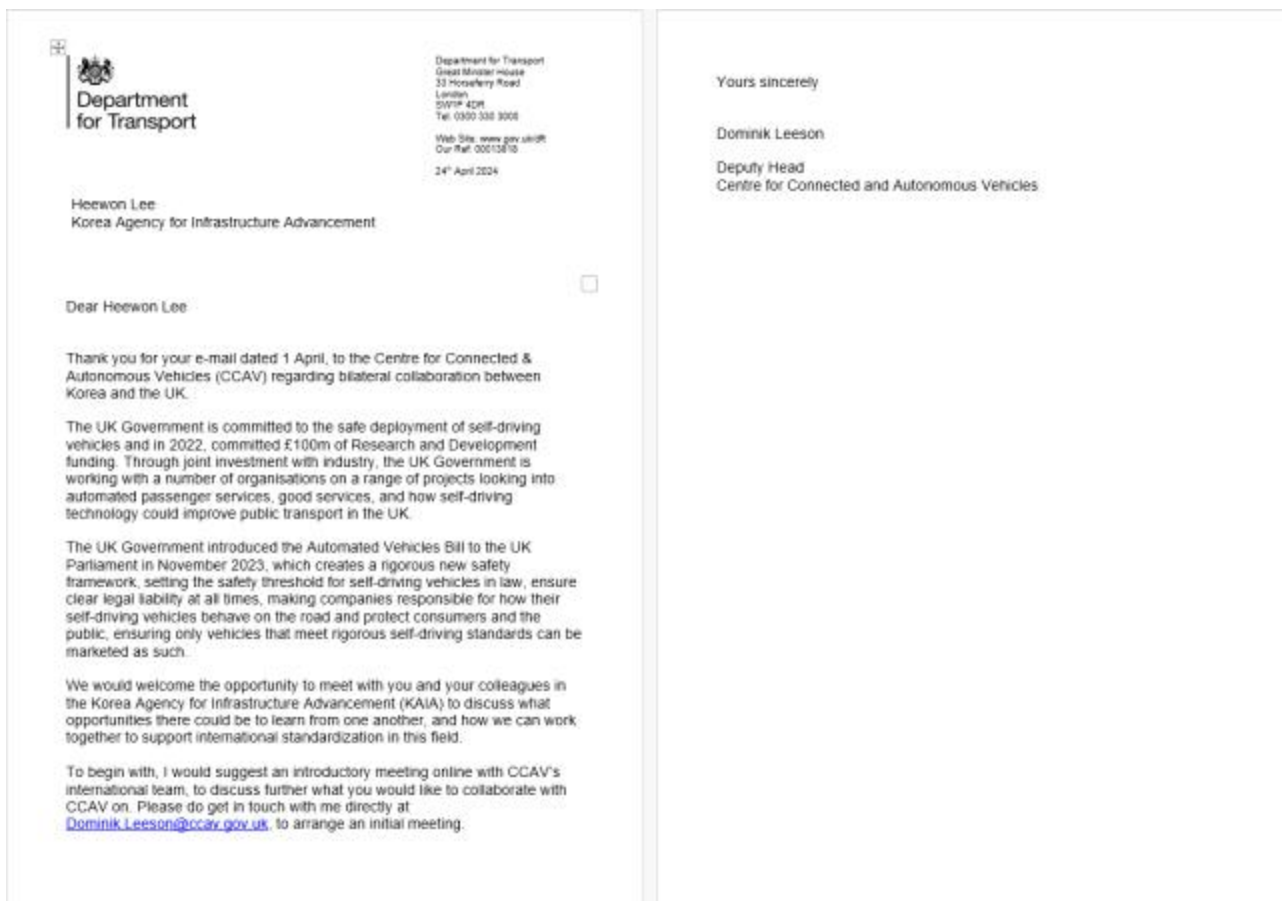
□ (협력 확정) 협약(MOU) 체결 및 참여의향서(LOI) 접수

○ 영국 CCAV

- 영국 교통부 산하기관 CCAV의 참여의향서(LOI) 접수('24.4) 및 CCAV 참여기관인 Innovate UK와 KAIA 간 협력협약 기 체결(' 22.11)

<영국 CCAV LOI 주요 내용>

- 영국 정부는 '22년부터 약 1억파운드(약 1,700억원) 규모의 R&D 자금을 투입하여 자율주행 차량 안전성 확보, 자율주행 서비스 제공 및 대중교통 개선방안 등 다양한 연구 진행 중
- '23년 11월 자율주행 안전기준법 제정 이후 시민 보호를 위한 엄격한 자율주행차 안전 프레임워크를 마련하였고, 국제표준화 지원 등을 위한 한국과의 상호 협력 기대



[그림 230] 혁신클러스터형 국제협력 참여의사를 표명한 영국 CCAV 회신 메일

- 상호협력을 위한 대면회의 추진('24.6)



[그림 231] CCAV-KAIA간 대면회의

○ 미국 M-City

- 자율주행기술개발혁신사업 수행기관인 한국교통안전공단 자동차연구원 K-City와 M-City 간 MOU 체결('23.5) 및 모라이(시뮬레이션기반 자율주행 검증업체)와 M-City 간 MOU 체결('23.11)

<미국 M-City MOU 주요 내용>

- (한국교통안전공단 K-City) 자율주행 실도로와 가상환경을 접목한 물리·가상환경 평가 플랫폼 및 시나리오, 사례공유 등 커넥티드 자율주행 기술의 검증 및 실증 관련 상호협력 체결
- (모라이) 선행 MOU의 가상환경 평가 플랫폼 업체로 선정되어 모라이의 시뮬레이션 플랫폼을 M-City에 공급하고, 자율주행 가상 시험환경 구축, 데이터 공유 등 추진

○ 독일 기관(KÜS · Dürr · dSPACE)의 참여의향서

- 미래자동차 정기검사 시스템 개발을 위한 협의체의 참여의향서 접수('24.4)

<독일 기관과의 LOI 주요 내용>

- 자율주행 요소 장치 장착 차량에 대한 가상환경 테스트 및 안전성 검증을 통해 관련 기준, 제도 등 마련을 위한 상호 국제공동연구 추진

Letter of Intent to participate in Int'l Collaborative R&D Program

Project Title	International joint R&D and demonstration of PTI for automated vehicles		
Lead Organization	Korea Transportation Safety Authority (KOTSA)	Principal Investigator	Jae-Hwan Jeong

To President of Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement,

dSPACE hereby presents this Letter of Intent to express its intent of participation in the above-referenced project, consents to details of a full-scale research and development project proposal that is submitted for the purpose of executing the project stated above under Int'l Collaborative R&D Program, and declares that if the project stated above is deemed eligible to receive funding by Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement, dSPACE will actively participate therein, faithfully complying with all applicable laws and regulations governing international joint research and development.

Signature by the Authorized Representative of dSPACE



Name: Mirco Brethwiser
Title: Senior Vice President, Global Sales
Date: 19.04.2024

Letter of Intent to participate in Int'l Collaborative R&D Program

Project Title	International joint R&D and demonstration of PTI for automated vehicles		
Lead Organization	Korea Transportation Safety Authority (KOTSA)	Principal Investigator	Jae-Hwan Jeong

To President of Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement,

Dürr Assembly Products GmbH hereby presents this Letter of Intent to express its intent of participation in the above-referenced project, consents to details of a full-scale research and development project proposal that is submitted for the purpose of executing the project stated above under Int'l Collaborative R&D Program, and declares that if the project stated above is deemed eligible to receive funding by Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement, Dürr Assembly Products GmbH will actively participate therein, faithfully complying with all applicable laws and regulations governing international joint research and development.

Signature by the Authorized Representative of Dürr Assembly Products GmbH:



Name: Thomas Kolb
Title: Managing Director
Date: 05.04.2024

[그림 232] 혁신클러스터형 국제협력 참여의사를 표명한 독일 KüS Drive의 참여의향서

○ 독일 Dürr, dSPACE와의 미래자동차 검사 시스템 개발을 위한 MOU 체결



[그림 233] 미래자동차 검사 시스템 개발 MOU 체결

○ 캐나다 OVIN

- OVIN을 운영하는 OCI와 KAIA 간 자율주행, 스마트모빌리티 분야 등에서 공동연구, 교차실증, 표준협력 등 추진을 위한 MOU 체결(' 24.6.10)

<캐나다 OCI MOU 주요 내용>

- 양국의 상호 지속 가능한 성장과 발전을 추구하기 위한 기술협력에 대한 공통전략 수립
- 스마트 모빌리티, 교통 및 인프라 네트워크, 충전기술, 스마트 지속가능 도시, 탄소중립, 디지털 트윈을 포함하되 이에 국한되지 않는 다양한 영역에서 양자간 R&D 프로그램 발굴 및 개발
- 거버넌스, 데이터 및 자원 교환, 사업체계, 혁신클러스터 등 스마트 모빌리티 및 스마트 지속가능 도시를 위한 국제표준 관련 협력기회 탐색

□ 협력협약(MOU) 체결 예정 및 논의 진행 중

○ 유럽CCAM

- 25년 한국이 호라이즌유럽(Horizon Europe) 준회원국으로 가입 시, 파트너십 프로그램인 CCAM에 참여하여 다자공동연구 추진이 가능하며, 관련하여 유럽집행위(EC) 담당자와 협의 중

□ 향후 협력추진 논의를 위한 잠재적 협력기관

○ 스웨덴 AstaZero

- 도시 전체를 자율주행 테스트베드로 활용하며 대규모 R&D 및 첨단사업단지가 집중되어 있는 예테보리市的 대표적 테스트베드인 아스타제로(AstaZero) 등과 협의 추진

<표 119> 해외 기관과 협력 추진현황

협력 현황	국가	클러스터(기관)	진행 상황	주요 협력내용
확정	영국	CCAV	LOI 접수 (‘24.4)	- 자율주행 안전성 검증, 서비스 설계·실증, - 표준협력, 자율주행 안전법규·제도
	미국	M-City	MOU 체결 (‘23.5, ‘23.11)	가상주행환경 구축 및 기술 검증
	독일	KÜS, Dürr, dSPACE	LOI 접수 (‘24.4)	자율주행 차량 안전성 검증 및 관련기준 마련
		Dürr, dSPACE,	MOU 체결 (‘23.2)	미래자동차 검사 시스템 개발
	캐나다	OVIN(OCI)	MOU 체결 (‘24.6)	- 공동연구 및 교차실증 - 표준협력, 혁신기업지원 등
진행	EU	CCAM	유럽집행위, CCAM 사무국 논의 진행 중	공동연구 및 교차실증 등
잠정	스웨덴	AstaZero	협약 추진 예정	- 공동연구 및 기술검증 - 리빙랩서비스 실증 등

2. 다양한 교류활동 및 컨퍼런스 개최

- ‘23년 6월 모빌리티 분야 국내외 인사와 전문가들을 초청하여 최근 기술 및 정책 동향 공유와 모빌리티 미래 비전과 가치를 논의하는 글로벌 모빌리티 컨퍼런스 개최
 - 글로벌 기업, 국제기구(국제교통포럼ITF, 세계경제포럼WEF), 오피니언 리더, 주요국 정부 측 인사 등 국내외 산·학·연·관 전문가 참석
- 국토부는 산업부와 자율차 데이터 국가표준(KS) 2개를 제정하고, 해외 자율주행 분야의 표준개발기관인 미국자동차기술협회(SAE)와 협의
- 국토부는 ‘22년 자율주행 미래혁신센터를 건립, “글로벌 네트워킹 데이”를 통해 국내 자율주행기술 우수성 홍보 및 해외진출 사업기회 창출 도모
 - 제네바 교통공사(서비스), 싱가포르 Cetran(시험·연구), 영국 MIRA·미국 가이드하우스(기술평가)
 - K-City 자율주행 시험·실증 인프라와 연계한 새싹기업의 기술연구 지원시설인 미래 혁신센터에서 개최
- 국토부는 자동차정책관 주제로 미국 도로교통안전국(NHTSA)과 제8차 한·미 자동차안전 협력회의 개최, 자율주행기술 발전 등 미래 자동차 정책현안에 대한 논의
 - 한국은 자율주행차 기술개발을 위한 제도적 노력 및 C-ITS 실증·상용화를 위한 인프라 구축 현황 소개
 - 양국은 자동차의 지속적인 첨단화를 고려한 신차평가제도의 첨단안전장치 평가항목 및 평가비중 확대 등 평가기준 개선방안 공유
 - 신차평가제도(NCAP, New Car Assessment Program) : 법적기준보다 높은 수준의 테스트를 실시하고, 평가결과를 공개하여 제작사의 자발적인 투자를 유도하는 제도
- 국토부와 자율협력주행 산업발전협의회는 ‘18년 이후 C-ITS 상호호환성 시험행사(K-Plugtest)를 지속적으로 개최
 - 본 행사는 북미지역 C-ITS 인증 기관인 “OmniAir 컨소시엄” 과 협력하여 진행되며,

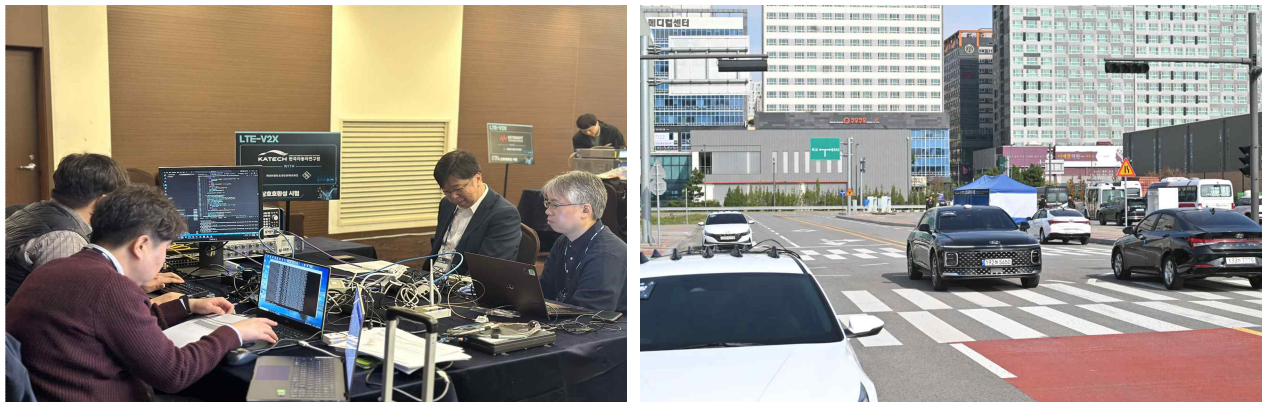
국내 C-ITS 관련 기업들의 개발기술 상호운용성을 확인하고, 글로벌 시장 진출을 돕는 역할 수행

○ 상호호환성 시험은 실외시험과 실내시험으로 나누어 진행되어 기업 간 최신 국내외 표준(3GPP, SAE, IEEE, ITSK 등)에 대한 적합성 확인 및 기술교류를 수행

- 실외시험은 시험도로 및 실 도로에서 주행하며 차량 단말기의 통신 및 GNSS 정확도 등 요구사항(28개 항목)에 대한 적합 여부를 확인하며, 시험도로 내 교차로 차량밀집 상황을 묘사하여 해당 구간에서 원활히 통신 되는지 확인할 수 있는 환경 제공을 통해 기술개발을 지원

- 실내시험은 LTE-V2X(144개 항목), SCMS*^{IEEE} 1609.2.1.(38개 항목), C-ITS 서비스 기본기능(35개 항목), 기본교통정보교환 기술기준(38개 항목), 차세대 e-Call(18개 항목)에 대하여 상호 간 표준 적합성을 확인

* SCMS(Security Credential Management System) : V2X 보안 인증체계



[그림 235] 2024 K-Plugtest 개최 모습

3. 협력 관련 규정 마련 방안

- 공동연구 수행에 대한 규정은 국내외 사례분석을 통해 관리방안(안)을 마련하고, 해당국(협력클러스터)과의 협의를 통해 확정할 계획
 - 양자 공동펀딩형으로 추진할 경우, 해당국과 공동과제 추진 제안 및 연구비 매칭규모에 대해 협의 추진하고, 각국의 평가시스템에 따라 지원 대상 선정 및 협약 체결 추진
 - 정부의 첨단산업 글로벌 클러스터 육성방안('23)에서는 지식재산권 보호를 위한 기술유출방지, IP서비스지원, 해외로펌 연계 등을 제시²³²⁾
 - 2014년 특허청에서 발간한 한국-영국 국제공동연구 협약 가이드라인에서는 국제공동연구 시 양국의 법과 제도의 차이로 인한 문제들을 예방하고, 연구개발 주체를 보호하기 위한 톨킷을 개발
 - 미국 국립과학재단(NSF)의 PIRE 사업 등에서는 자금지원을 받은 연구결과 발생한 특허와 지적재산권에 대해 미국 연방정부의 Bayh-Dole Act 규정을 준수하고 있음
 - 일본과학기술진흥기구(JST)의 국제 공동연구 프로그램(SICORP²³³⁾)에서는 지적재산권 보호를 위해 공동연구 계약 시 해당 내용을 포함하며, 원칙적으로 연구에서 발생하는 지적재산권은 연구기관에 귀속
 - 영국 연구혁신청(UK Research and Innovation, UKRI)이 지원하는 국제공동연구에서는 파생되는 지적재산권의 경우, 연구회별 규정을 통해 계약상 문제 발생하지 않도록 권고하고 있음

* 연구혁신청 산하 공학·물리과학 연구회(EPSRC)는 지원한 연구에서 파생되는 IP에 대해 별도의 요구사항은 부재하나, 연구 6개월 이내에 연구 파트너와 협약을 체결할 것을 요구하며 필수적으로 포함돼야 하는 내용을 명시

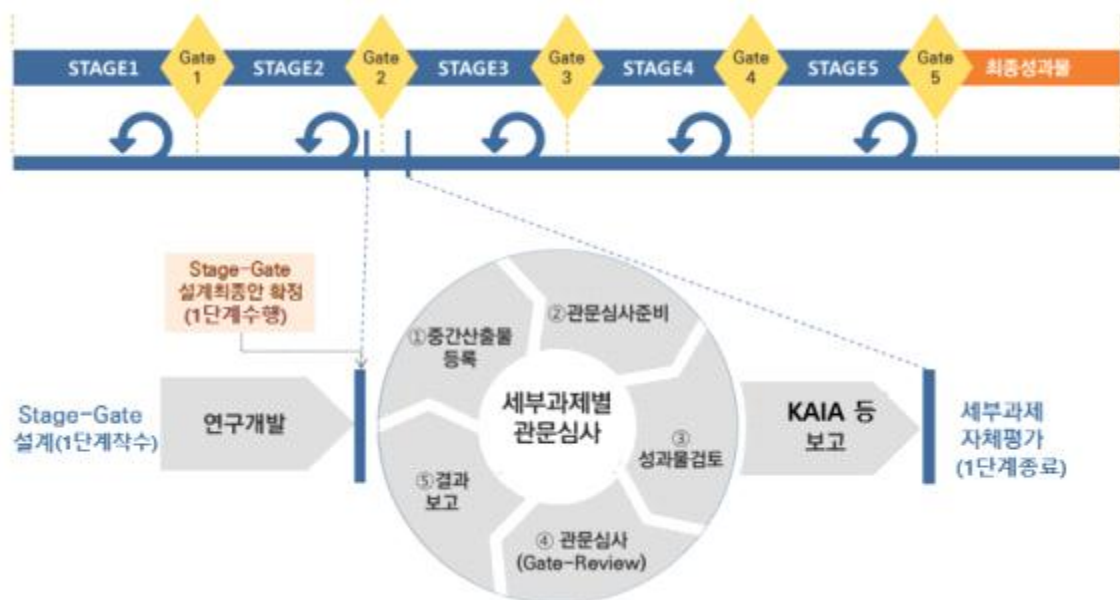
232) 첨단산업 글로벌 클러스터 육성방안(바이오 클러스터를 중심으로), 관계부처 합동, 2023.6.1

233) SICORP : Strategic International Collaborative Research Program

3절. 사업성과 관리방안

1. 관문심사를 통한 성과관리

- 클러스터간 협력을 통해 수행되는 연구성과에 대해서는 단계를 설정하고, 단계의 진행을 위해서 관문심사(Stage-Gate Process)실시
 - 1단계 사업(‘26~’ 27)은 국제협력기반을 조성하는 사업으로 ‘26년부터 1세부과제는 1년, 2·3 세부과제는 2년간 진행될 예정
 - 2단계 사업(‘27~’ 29)은 국제협력을 통한 시스템 운영 및 실증을 위한 사업으로 ‘27년부터 1세부과제는 3년, 2·3세부과제는 ‘28년부터 2년간 진행될 예정임
 - 2단계에서는 관문심사 프로세스를 적용하여 단계를 통과할 경우에만 후속연구를 진행토록 유도



[그림 238] 1단계 종료-2단계 착수전 관문심사 프로세스 개념도

- 마일스톤 기반 성과지표를 설정하여 매년 추진상황을 점검하고, 세부과제별 연구내용 및 성과가 연계 활용될 수 있도록 관리

2. 사업추진 로드맵

<표 120> 사업추진 로드맵

[백만원]

구분	1차년도('26)	2차년도('27)	3차년도('28)	4차년도('29)	합계
합계	3,400	7,000	8,600	6,000	25,000
① 자율주행 자동차 정기검사 시스템 고도화 국제공동 연구	1,200 - 검사기술 개념설계 및 기술규격서 개발 - 검사기술 개념설계 및 검사장비 표준사양 도출 - 정기검사 통합 시스템 및 센서 시뮬레이터 사양 검토	2,200 - 자율차 평가 시스템 표준사양 도출 - 자율주행차 정기검사시스템 설계 및 제작	2,200 - 검사시나리오 개발환경 구축 - 검사시나리오 개발을 위한 평가방법론 개발 - 센서 시뮬레이터 설계 및 제작	1,400 - 개발품에 대한 한국 검사소 실증(자체 검증) - 국제공동연구 기반 인증 및 상호인정 검증	7,000
② 자율주행 데이터 공유· 활용· 거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증	2,000 - 자율주행 데이터 연계·수집·전처리·거래 등 활용 현황, 데이터 규격 및 표준 분석 - AI 훈련 생태계 구축을 위한 아키텍처 정립 - 대규모 AI 모델 학습/추론 전담 가속화 시스템 설계 - 자율주행 AI 데이터 센터 컨셉 및 플랫폼 설계	4,600 - 자율주행 차량·인프라·지도 데이터 공유·활용·거래 촉진을 위한 제도·정책 개발 - 혁신클러스터 기반 데이터 전주기 - 데이터 큐레이션 자동화 톨 기능 구현 - 자율주행 데이터 보안체계 확립	6,000 - 자율주행 데이터 공유·이용 거버넌스 구축 및 운영 - 자율주행 데이터/정보교환 규격 마련 - 자율주행 상호 호환 검증체계 마련 - 자율주행 데이터 거래환경 조성 - 데이터 동적 가격 책정 매커니즘 개발 - 플랫폼 구축 및 실증환경 구성 - 대규모 AI 모델 학습/추론 전담 가속화 시스템 구축	4,400 - 자율주행 데이터 표준화 추진 및 검증기술 개발 - 효과분석 검증 전략, 시나리오 수립 - 자율주행 AI 학습 지원 데이터 센터 구상 - 자율주행 관련 데이터 상호연계를 통한 통합모델 개발	17,000
③ 자율주행 대중교통 글로벌 상호호환 지원서비스 연동기술 개발	200 - 자율주행 데이터 통합플랫폼 기반 대중교통 데이터 설계 - 자율주행 대중교통 현장서비스 요구사항 정립	200 - 자율주행 대중교통 운영 형태별 서비스 플로우 표준화 - 서비스 특화 확장 스키마/프로파일 개발	400 - 상호교차 검증을 위한 국제협력 파트너 선정 - 글로벌 상호호환 데이터 연동 기술 개발	200 자율주행 대중교통 서비스 데이터 연동 호환성 검증	1,000

3. 세부성과관리 방안

□ 자율주행자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구 성과관리방안

○ 재원조달 방안

- 본 사업은 4차년도 국비 70억원이 소요되며, 민자는 기업(중소, 중견기업, 대기업) 참여비율에 따라 연차별로 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」의 기준을 준수하여 투자
- 경상북도, 김천시 등과 협의하여 지방비 매칭을 통해 R&D 예산 추가 확보

○ 기술적인 위협요인 및 대응방안

- 본 과제는 신차를 제작하기 위하여 특정 제작사의 모델만을 특화하는 장비가 아닌 국내 도로를 운행하는 모든 자동차에 대하여 검사가 가능한 장비로 기술 난이도가 매우 높으며, 제작사별 스펙을 제공받거나 공통 스펙을 시험을 통해 도출하여 이를 기반으로 설계 및 장비를 개발하여야 함
- 자율주행자동차 산업육성을 위한 세계 각국의 활발한 움직임과 상용화를 앞당기기 위한 운행 환경 조성과 가이드라인 설정을 유럽 각국에서 함께 진행하고 있고 국가별로 자국 내 운행 조건과 제작 기준을 마련하고 있음
- 국외 검사 관련 기관과의 기술성과 공유 및 연구 협업을 통한 자율주행자동차 검사 시스템 차세대 선도 기술 확보 필요
- 따라서, 자동차 제작사 및 부품 제작사 등과 공조 체계를 구축하여 기술적 스펙을 개발하여 검사장비 개발에 반영하여야 함

○ 분쟁 가능성 대응방안

- 제조사별 프로토콜, 인터페이스 등 상이할 수 있지만 본 과제에서 개발하고자 하는 장비는 ECU와 통신 없이 검사가 가능한 장비로 통신 프로토콜이나 인터페이스가 표준화 되어있지 않아도 검사 가능함
- 레이더·카메라 위치, 레이더 주파수 및 방식 등이 표준화의 경우 표준화 연구를 통해 표준방안을 마련 필요
- 제조사와 자동차 소유자간 분쟁 발생에 대해서는 한국교통안전공단이 운영하고 있는 ‘자율주행자동차 사고조사위원회’를 활용하여 해당 위원회를 통해 제조사와 자동차 소유자간 분쟁 발생 시 조정하도록 함

○ 연구개발 추진 대응방안

- 기획연구 수행 이후 수립된 연차 및 세부별로 구성된 연구 내용에 따라 운행차에 장착된 첨단안전장치를 검사하기 위한 자율주행 요소장치 검사기술 개념 설계, 자율주행 요소장치 시뮬레이션 검사장비 보급형 개발, 자율주행 요소장치 검사 관련 법령 및 제도 평가 지표를 개발하고자 함

○ 자율주행자동차 검사 시스템 다운사이징 및 제조비용 절감 방안

- 기능 최적화

- * 고성능 영상 출력을 위한 고성능 PC를 사용하는 대신, 클라우드 환경을 이용하여 현장에 적용되는 장비의 사양을 낮추어 비용 절감
- * 자율주행자동차 검사 시나리오만 구동할 수 있는 프로그램을 별도로 개발하여 프로그램 비용 절감

- 표준화 및 모듈형 장비 설계

- * 다양한 기능이 개별적으로 작동하도록 구성하여 검사 항목에 맞춰 조합할 수 있도록 모듈형으로 장비를 설계하여, 필요시 선택적으로 구성할 수 있도록 하여 초기 설치비와 유지보수 비용 절감
- * 또한, 표준화 모델 및 모듈형으로 장비를 설계할 경우 장비 사양을 상향시키면 제작자 검증, 연구소 등 다양하게 활용이 가능하여 대량 생산이 가능하도록 하여 생산원가 인하

- 오픈소스 활용

- * 유료 소프트웨어를 사용하는 대신 오픈소스를 사용하여 프로그램 비용을 절감하고, 오픈소스를 통해 다양한 검사 시나리오 개발, 새로운 자동차에 대한 시나리오 고도화를 공동 및 공유를 통한 개발비용 절감

- 다양한 장비 검토

- * 다른 장비 제조사들과의 경쟁을 통해 가격 저하를 유도하고, 성능이 유사한 다양한 대체제를 발굴하여 가격 인하 유도 및 장비에 대한 의존도를 줄여 효율적인 장비 운용
- * 최근, R&S(Rohde&Schwarz)에서 기존 장비보다 1/5 저렴한 RTS 장비를 개발함

- 장비 공급방법 개선

- * (구독) 초기 설치비용 부담을 줄이기 위해 매달 장비 임차비용을 지불하는 형태의 장비 공급
- * (공동구매) 여러 검사소가 공동으로 장비를 구매하는 프로그램을 도입하여 대량구매를 통해 장비가격 인하

- 정부 차원의 지원 확대

- * 보조금 및 세제 혜택 : 자율주행자동차 안전도 확보 및 산업 활성화를 위해 자율주행자동차 검사 시스템 도입에 대한 보조금 지급, 설치비용에 대한 세제 혜택 등을 통해 초기 투자비용 완화

* 금융지원 : 저금리 대출 프로그램을 운영하여 검사소의 자금 부담을 줄여 자율주행자동차 검사 시스템 도입 장려

* 규제 완화 : 자율주행자동차 검사 시스템 설치 관련 규제를 완화 설치가 용이하게 함

4. 성과지표

<표 121> 성과지표 및 달성 목표치(안)

구분	성과지표	목표치
1. 자율주행자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구	검사방법 연구 보고서	1건
	검사 시나리오 개발환경 구축	70%
	KS 표준 승인	1건
	주행시뮬레이터 사양서	1건
	주행시뮬레이터 HW 성과물 재현율	95%
	주행시뮬레이터 HW 성과물 오차율	2%
	자율주행용 환경센서 시뮬레이션 장비 사양서	1건
	시제품 제작	1건
	SW 처리율	90%
	SW 정확도	99%
	실증 결과보고서	1건
	법·제도 성과물	1건
2. 자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증	통합플랫폼 설계 내역 전문가 정성평가	90점 이상
	Data-Centric AI를 통한 AI정확도 향상률	20% 이상
	종별 엡지케이스 자율주행 데이터 확보	24종
	자율주행 데이터 검색 성능	800tps
	주행환경 객체 AI 학습 데이터 셋	250,000frame
	전방위 이동객체 AI 학습 데이터 셋	40,000km
	도로인프라 기반 도로상황 AI 학습 데이터셋	135TB
	자율주행용 데이터 연관성 분석 정확도	95%
	자율주행용 데이터 라벨링 처리속도	80,000
3. 자율주행 대중교통 글로벌 상호호환(로밍) 지원 서비스 연동기술 개발	국제표준 기반 자율주행 대중교통 서비스 표준	1건
	국제로밍 데이터 스키마 및 교차연동 규격서	1건
	글로벌 상호호환을 위한 연동시스템	1건
	국제 교차검증 결과보고서	1건

6장. 소요자원

1절. 소요예산

□ 동 사업은 4년간 추진되며, 연구비는 총 250.0억원으로 1과제 70.0억원, 2과제 170.0억원, 3과제 10.0억원으로 산정함

○ 각 과제별 예산 배분은 1차년도 14%, 2차년도 28%, 3차년도 35%, 4차년도 23%를 배정한 후 연구 내용에 따라 세부 조정하여 산정함

- 연구가 착수되는 1차년도에는 14%의 예산을 배정하고, 운영, 검증하는 4차년도에는 23% 예산을 배정함

- 본격적인 국제공동연구활동과 플랫폼 개발, 시스템 구축 등 실증 준비가 추진되는 2차년도, 3차년도에 전체 예산의 약 60%의 예산을 배정함

- 배정한 예산을 기반으로 사업별 연구 내용을 고려하여 세부 조정해 산정함

<표 122> 총괄 소요예산

(단위 : 억원)

분 류	1차년		2차년		3차년		4차년		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
1. 자율주행자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구	12.0	-	22.0	-	22.0	-	14.0	-	70.0	-
2. 자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증	20.0	-	46.0	-	60.0	-	44.0	-	170.0	-
3. 자율주행 대중교통 글로벌 상호호환(로밍) 지원 서비스 연동기술 개발	2.0	-	2.0	-	4.0	-	2.0	-	10.0	-
합 계	34.0	-	70.0	-	86.0	-	60.0	-	250.0	-

○ 예산 항목별 소요예산은 다음과 같음

<표 123> 예산 항목별 소요예산

(단위 : 억원)

예산 항목	세부 항목	단가 (연봉)	구 분				소계	비율
			1차년	2차년	3차년	4차년		
직접비	인건비		13.1	31.6	42.0	31.3	118.0	47.2%
	연구장비/재료비		12.0	20.5	18.55	13.8	64.85	25.9%
	기타 경비		6.2	11.2	16.25	8.7	42.35	16.9%
간접비			2.7	6.7	9.2	6.2	24.8	9.9%
합계			34.0	70.0	86.0	60.0	250.0	100.0%

○ 자율주행 AI 모델 학습 및 추론, 자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 플랫폼 구축 운영 시, 컴퓨팅 인프라 필요함

- 인프라 주요 구성요소는 컴퓨팅 서버(GPU H100), 고속네트워크 스위치, 공유스토리지, 네트워크 케이블 및 어댑터, 서버 랙 및 전원장비, 소프트웨어 라이선스(1년)가 있으며, 이를 토대로 인프라 비용을 산정함

- 컴퓨팅 인프라 초기 구축비용은 18.87억원이 소요될 것으로 예상되며, 연간 운영비용은 3.48억원*이 소요될 것으로 예상 (1년은 하자기간으로 3년 운영시 6.96억원 소요)

* 전력비용(24/7 가동, \$0.12/kwh 적용) 0.42억원/년, 유지보수 2.26억원/년, 관리자 인건비 : 0.8억원/년

<표 124> 컴퓨팅 인프라 구성요소별 예상 소요비용

(단위 : 억원)

구성요소	비용				
	주요사양	단가	수량	비용	비고
컴퓨팅 서버	- 프로세서 : 2x Intel Xeon Scalable 5세대 (최대 64코어) - GPU : 8x NVIDIA H100 80GB SXM5 (NVLink 연결) - 메모리: 1TB DDR5 (32 DIMM 슬롯, 최대 4TB) - 스토리지: 4x 960GB NVMe SSD (부트용) - 네트워크: 2x 400Gbps InfiniBand 포트 (ConnectX-7 어댑터) - 폼팩터: 6U 랙마운트	8.00	2대	16.0	8개 GPU 서버 (H100) 기준
고속 네트워크 스위치	- 포트: 64x 400Gbps NDR (32 OSFP 케이지) - 대역폭: 51.2 Tbps 양방향 - In-Network Computing 지원 - 폼팩터: 1U 랙마운트	0.65	1식	0.65	
공유스토리지 시스템	- 용량: 100TB Raw (실효 150-200TB, 중복제거/압축 적용) - 성능: 최대 1,200,000 IOPS - 프로토콜: NVMe-oF, iSCSI, FC - 이중화: Active-Active 컨트롤러 - 폼팩터: 2U	1.50	1식	1.50	
네트워크 케이블 및 어댑터	- 8x 400Gbps QSFP112 DAC 케이블 (3m), - 4x 400Gbps AOC 케이블 (10m, 스토리지 연결) - 2x ConnectX-7 400Gbps 어댑터 (스토리지용)	0.15	1식	0.15	
서버 랙 및 전원장비	- 42U 서버 랙 : Dell PowerEdge 표준 랙 (냉각 팬 포함) - 전원 분배 장치 : APC Metered Rack PDU (30A, 208V) - 무정전 전원장치 : APC Smart-UPS SRT 10kVA (온라인 이중화) - 환경 모니터링 : 온도/습도 센서, 원격 관리	0.25	1식	0.25	
소프트웨어 및 서비스	- 설치 및 구성 서비스	0.20	1식	0.20	1회
	- 소프트웨어 라이선스 - 운영체제 : Ubuntu Server LTS (무료) - 스토리지 관리 : NetApp ONTAP 라이선스(포함) - 클러스터 관리 : NVIDIA Base Command Manager	0.12	1식	0.12	1년 기준
총 구축 비용				18.87	58.0

2절. 소요인력

□ 연차별 소요인력은 참여율 30%를 고려했을 때, 1차년도 58명, 2차년도 124명, 3차년도 150명, 4차년도 107명이 소요될 것으로 추정됨

○ 투입인원은 총 439명이 투입되며 연평균 109.8명이 소요될 것으로 예상됨

○ 참여개월수는 구성기술 3개 모두 1차년 9개월, 2차년~4차년 12개월로 동일함

<표 125> 소요인력

세부항목			구 분			
			1차년	2차년	3차년	4차년
1. 자율주행자동차 정기검사시스템 고도화 국제공동연구	1-1. 자율주행차 정기검사 시스템 연구 및 시나리오 개발	투입인원(명)	7	11	11	8
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	1-2. 자율주행차 정기검사 시스템 및 장비 개발	투입인원	10	22	22	15
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	1-3. 자율차 정기검사 시스템 실증	투입인원	4	4	4	3
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	소계	투입인원	21	37	37	26
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
2. 자율주행 데이터 공유·활용·거래를 위한 통합플랫폼 구축 및 검증	2-1. 자율주행 데이터 통합 연계·수집·활용 체계 마련	투입인원(명)	17	30	37	20
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	2-2. 자율주행 기술 향상을 위한 AI 훈련 생태계 마련	투입인원	9	25	30	19
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	2-3. 자율주행 데이터의 안전한 유통 및 활용 촉진을 위한 거래환경 조성	투입인원	3	14	13	16
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	2-4. 자율주행 데이터 공유 통합플랫폼 구축 및 실증	투입인원	3	13	23	21
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	소계	투입인원	32	82	103	76
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30

세부항목			구 분			
			1차년	2차년	3차년	4차년
3. 자율주행 대중교통 글로벌 상호호환(로밍) 지원 서비스 연동기술 개발	3-1. 국제 자율주행 표준 기반 글로벌 연동을 위한 대중 교통 자율주행 서 비스 표준 개발	투입인원(명)	2	2	4	2
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	3-2. 대중교통 자율 주행 서비스 글로벌 상호호환(로밍) 서비스 상호 검증 추진	투입인원	3	3	6	3
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
	소계	투입인원	5	5	10	5
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30
총계		투입인원	58	124	150	107
		참여기간(개월)	9	12	12	12
		참여율(%)	30	30	30	30

7장. 기대효과 및 파급효과

□ (과학기술적 측면) 글로벌 선도국과 기술협력을 통한 자율주행차량 인프라, 시스템 개발·상용화 실현

- 국내 자율주행기술개발 성과확산과 인프라·시스템 분야의 선도기술 확보로 글로벌 시장 조기 선점
 - 자율주행 분야와 관련된 다양한 국제공동연구 및 해외 현지와 연계된 교차실증·기술검증 체계 구축을 통한 해외 주요 연구기관들과의 긴밀한 연대 형성
 - 글로벌 선도국의 우수 연구진들과의 지속적인 인력·기술교류를 통한 국제 네트워크 확대 및 국내 연구진의 글로벌 연구역량 강화
 - 자율주행 등 첨단기술이 접목된 분야가 확대되고 조기시장 개척이 가능하여 관련분야 고급인재 지속유입 및 글로벌 기술선도
- 자율주행을 위한 인프라, 안전·품질기준 법규, 관리시스템 등 실증환경의 국제호환성 마련
 - Lv.4/4+ 자율주행을 위한 국제적 수준의 인프라 안전성 확보
 - 도심로, 전용도로, 비정형도로에서 다양한 물체에 대응하여 주행하고, 차량-클라우드-도로교통 등의 인프라융합 및 사회적 현안 해결용 융합서비스를 포함하는 넓은 범위의 자율주행
 - 자율주행 관련 국내 우수인프라(K-City 등)의 국제적 활용 기반 마련

□ (경제적 측면) 글로벌 협력을 통한 자동차, 통신, 데이터, 인프라 등 연관산업 신규시장 및 일자리 창출

- '35년 1,000조원 규모의 글로벌 자율주행 시장에 점유 5% 이상 달성에 기여
- AI, 5G, 디지털 트윈, 센서 등 자율주행관련 첨단기술 상용화로 일자리 창출 기여
 - 글로벌 협력을 통한 자율차기술의 안정적 확보를 통해 자동차 산업 뿐만 아니라 통신, 데이터산업, 인프라 등 연관 산업의 신규시장 확보 및 고급 일자리 창출

- 2035년까지 자율주행 시장은 약 1,000조원에 도달할 것으로 예상되며, 이 중에서 선진국과의 1.5년의 기술격차를 2030년까지 해소함으로써, 5%이상 글로벌시장의 안정적 진입에 기여
- EU, 미국 등과 글로벌 협력 기반 시장 확대 및 제3국 동반진출로 기술수출 효과 달성
 - EU, 미국 등과 글로벌 협력을 통해 상호기술교류 및 시장확대 및 제3국의 동반진출을 통해 기술수출의 효과 달성 가능
- (사회적 측면) 글로벌 협력으로 자율주행 조기상용화를 통해 인구감소, 탄소배출, 스마트모빌리티 수요증대로 인한 디커플링 문제를 해소함으로써 고령사회에 대한 포용성, 탄소배출저감, 차량공유 편의성 제고
 - 스마트모빌리티서비스 발전을 통해 교통안전 향상 및 교통약자 서비스 확대
 - 자율주행 조기상용화를 통해 스마트모빌리티 서비스를 발전시켜서 교통안전을 향상시키며, 교통약자에 대한 서비스 확대
 - 모든 지역과 모든 사회계층이 공평한 교통서비스제공을 통해 교통복지달성
 - 자율주행 차량 공유 등을 통해 탄소배출 저감
 - 자율주행 조기상용화를 통해 차량공유 등을 통해 탄소배출 저감