

KIAT POLICY BRIEF

자율주행 기술의 발전방향

'26.09.02.



한국산업기술진흥원
Korea Institute for Advancement of Technology

산업기술 정책브리프

* 글로벌 정책 이슈 분석 및 정책 제언

요약문

- ▶ (자율주행차량 아키텍처) 자율주행 기술은 인지·예측·제어를 단일 AI 모델로 처리하는 엔드투엔드 AI(End-to-End AI) 및 중앙 집중형 통합 ECU 기반의 소프트웨어 중심 차량(SDV) 및 존 아키텍처(Zone Architecture) 중심으로 빠르게 고도화되고 있음.
- ▶ (경쟁력 중심 축 이동) 전통적 차량 제조 역량에서 대규모 주행 데이터 수집 능력과 자율주행 AI 학습을 위한 고성능 컴퓨팅 인프라(GPU 센터) 확보 역량으로 글로벌 경쟁 축이 이동함.
- ▶ (핵심 요소 기술 동향) 자율주행의 핵심 요소 기술은 센서 수량 확대 및 센서 연합을 통한 검출 고도화, SLAM과 다이내믹 맵 기반의 위치·경로 예측, 그리고 통합 ECU와 V2X 통신을 활용한 실시간 차량 제어 및 안전성 확보 방향으로 진화하고 있음.
 - ◆ 검출·인식 : 레벨 고도화(Lv.2 → Lv.4/5)에 따라 멀티 카메라, GNSS/INS, MPU, 밀리미터파 레이더, LiDAR 등의 센서 수량 및 스펙 증대. 센서 융합 방식은 단순 복합/통합을 넘어 AI 기반 '연합' 체계로 진화.
 - ◆ 예측·판단 및 매핑 : SLAM을 통한 GPS 음영지역 극복 및 정적·동적 정보가 레이어화된 다이내믹 맵(Dynamic Map) 연동, 강화학습 기반 최적 주행 경로 계획 생성.
 - ◆ 제어 및 V2X 통신 : 도메인 구조에서 존 아키텍처 및 통합 ECU 기반 제어로 전환. C-V2X 및 V2I(인프라 협조)를 활용해 센서 사각지대 해소 및 교차로/악천후 안전성 확보.
- ▶ (서비스 유형별 비용 구조) 버스/셔틀은 무인화에 따른 인건비 절감에도 높은 차량 도입 비용으로 총비용 증가가 예상되나, 택시 및 트럭(물류)은 인건비 절감, 운행시간 연장 및 가동률 극대화를 통해 성숙기 진입 시 높은 수익성 확보 가능.
- ▶ (국가별 상용화 동향) 미국과 중국은 자국 기술기업 중심의 실상용화(로보택시 등)를 주도하는 반면, 일본과 유럽은 국내외 공급사를 혼합하여 서비스 파일럿 및 특정 영역 실증을 추진함
- ▶ (국가별 정책 및 시장 현황) 각국의 환경과 목적에 따라 차별화된 전략으로 추진.
 - ◆ 미국 : 민간·시장 주도형 (주별 규제 완화 기반 웨이모 등 완전 무인 로보택시 실상용화 선도)
 - ◆ 중국 : 국가·인프라 주도형 ('차량-도로-클라우드' 통합 인프라 및 C-V2X 기반 무인 운행 대중화)
 - ◆ 유럽 : 법제·안전 주도형 (선제적 Lv.4 공도 주행 법률 정비 및 표준화 기반 셔틀/물류 실증)
 - ◆ 일본 : 공공·사회문제 해결형 ('RoAD to the L4' 기반 고령화 지역 저속 자율주행 셔틀 상용화)

원문: 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

- ▶ 자율주행 기술은 인공지능(AI), 차량-사물 통신(V2X, Vehicle to Everything), 고성능 컴퓨팅(HPC), 센서 융합(Sensor Fusion), 소프트웨어 중심 차량(SDV), 존 아키텍처(Zone Architecture)가 유기적으로 결합하며 발전하고 있음
 - ◆ 자율주행 기술의 발전을 위해서는 대규모 주행 데이터를 학습·처리할 수 있는 AI 학습 센터와 고성능 컴퓨팅 인프라(GPU)가 필요함
 - ◆ 자율주행차 확산을 위해서는 고전압 아키텍처, 내연기관 주유 시간 수준의 초고속 충전, 전기차 배터리를 에너지 저장 장치(ESS)로 활용이 가능한 양방향 충전 시스템 발전이 병행되어야 함
- ▶ 글로벌 자율주행 시장은 제한된 조건에서 운전 주도권이 시스템으로 완전히 이양되는 레벨3의 대중화 단계를 지나, 운행 설계 영역(ODD) 내에서 인간 운전자의 개입이 전면 배제되는 레벨4의 본격적인 사회 구현 및 상용화 단계로 진입 중
 - ◆ (레벨 1~2) 현재 레벨 1~2는 승용차·상용차에 널리 보급되었으며, 레벨 1은 가감속 또는 조향 지원, 레벨 2는 가감속 및 조향을 동시 지원하는 부분 자동화 단계
 - ◆ (레벨 3~5) 레벨 3은 비상시 운전자 개입이 요구되며, 레벨 4는 운행 설계 영역 내 완전 제어, 레벨 5는 제약 없는 완전 자동화로 분류
- ▶ 최근 자율주행 작동 프로세스는 규칙 기반 방식에서 엔드투엔드 AI(E2E) 방식으로 변화하고 있으며, 단일 기능별 ECU 제어 방식에서 소프트웨어 중심으로 차량 제어를 통합하는 소프트웨어 중심 차량 체계로 발달하고 있음
 - * (자율주행 작동 프로세스) IoT 센서 및 시스템을 통한 검출 → 인식 → 예측·판단 → 제어의 단계적 과정을 거쳐 운행
 - ◆ (규칙 기반 방식) 데이터 검출 후 인공지능을 활용한 컴퓨터 비전 인식, SLAM/다이내믹 맵 기반의 판단, ECU를 통한 제어로 이어지는 모듈형 접근 방식임.
 - ◆ (E2E 방식) 규칙 기반 방식의 한계를 극복하기 위해 인식부터 예측·판단, 제어까지 AI 모델 하나로 일관되게 학습 및 최적화하는 E2E 방식이 주목받음.
- ▶ 글로벌 자동차 SW 및 전장 시장은 '35년 5,190억 달러(CAGR 4.5%), 자동차 SW 시장은 '35년 1,090억 달러(CAGR 10.8%), 자율주행 및 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS) 시장은 '35년 500억 달러(CAGR 19.4%)로 전망됨. 따라서, 자율주행 및 ADAS 시장이 가장 빠르게 성장할 것으로 예상됨

* 자동차 SW & 전장 시장 규모 : '25년 3,360억 달러 → '30년 4,280억 달러 → '35년 5,190억 달러(연평균 +4.5% 성장)

* 자동차 SW 시장 규모 : '25년 390억 달러 → '30년 720억 달러 → '35년 1,090억 달러(연평균 +10.8% 성장)

* 자율주행 및 ADAS 시장 규모 : '25년 90억 달러 → '30년 270억 달러 → '35년 500억 달러(연평균 +19.4% 성장)

- ▶ (자율주행 자동화 단계) 자율주행차는 운전 자동화 단계를 6단계(Lv.0~Lv.5)로 구분(SAE, 美자동차공학회)하며, Lv.3 단계부터 자율주행차로 정의

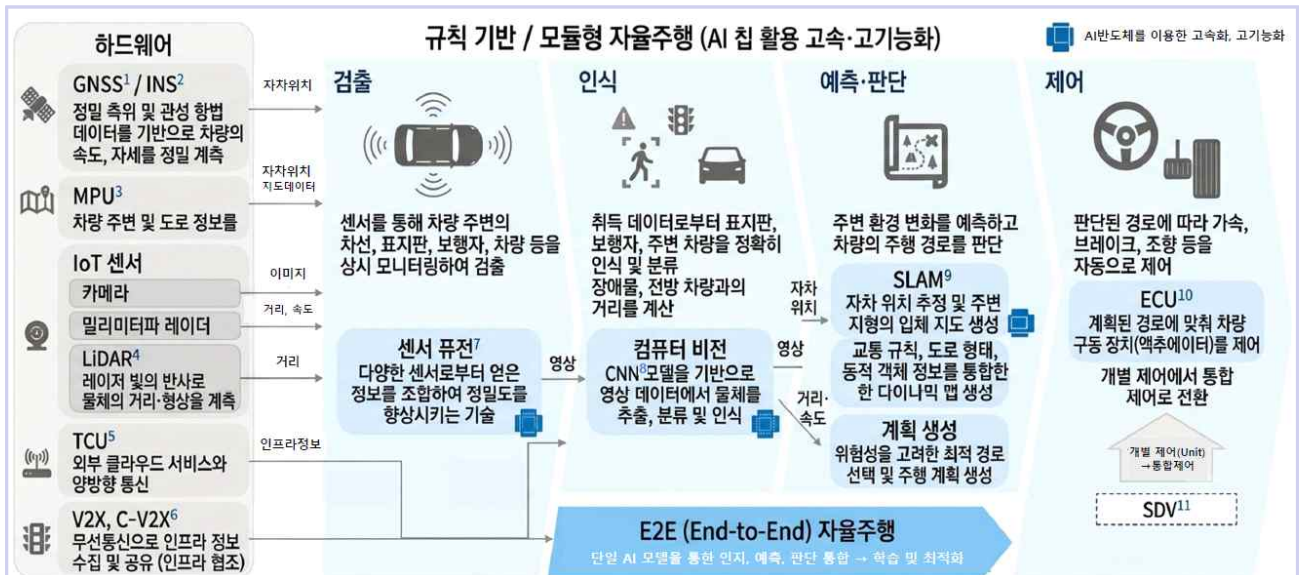
〈표 1〉 운전 자동화의 단계적 구분

레벨 구분	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
	운전자 보조 기능			자율주행 기능		
명칭	無 자율주행 (No Automation)	운전자 지원 (Driver Assistance)	부분 자동화 (Partial Automation)	조건부 자동화 (Conditional Automation)	고도 자동화 (High Automation)	완전 자동화 (Full Automation)
자동화 항목	없음(경고 등)	조향 or 속도	조향 & 속도	조향 & 속도	조향 & 속도	조향 & 속도
운전주시	항시 필수	항시 필수	항시 필수 (조향핸들 상시 잡고 있어야함)	시스템 요청시 (조향핸들 잡을 필요X, 제어권 전환시만 잡을 필요)	작동구간 내 불필요 (제어권 전환X)	전 구간 불필요
자동화 구간	-	특정구간	특정구간	특정구간	특정구간	전 구간
예시	사각지대 경고	차선유지 또는 크루즈 기능	차선유지 및 크루즈 기능	혼잡구간 주행지원 시스템	지역(Local) 무인택시	운전자 없는 완전자율주행

출처 : 국토교통부 (2026). 『2030 모빌리티 혁신성장 로드맵: 미래를 열어가는 새로운 성장엔진』

- ▶ (자율주행 기술 구성) 센서를 통한 주변 환경 인식, 차량 위치와 주변 환경의 변동 예측, 경로·궤도의 계획 및 차량 제어, IoT 센서나 AI 모델에 의한 학습·예측, 전자 제어 등의 요소 기술이 적용

〈그림 1〉 자율주행 기술의 전체 이미지



① Global Navigation Satellite System, ② Inertial Navigation System, ③ Map Positioning Unit, ④ Light Detection and Ranging, ⑤ Telematics Control Unit, ⑥ Vehicle-to-Everything, Cellular V2X, ⑦ 다양한 센서의 데이터를 조합, 주변 보행자나 표지 등을 검출, ⑧ Convolutional Neural Network ⑨ Simultaneous Localization and Mapping, ⑩ Electronic Control Unit, ⑪ Software Defined Vehicle

출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

- ▶ (검출·인식) 검출·인식은 이미지인식, 위치인식, 거리측정기술의 3가지로 분류되며, 자율주행 레벨 고도화됨 (Lv.2 → Lv.4/5)에 따라 정밀도 확보를 위해 카메라, 레이더, LiDAR 탑재 수량 대폭 증가
- ◆ (이미지인식) 카메라를 통해 차선·장애물 등 주변 환경 정보를 멀티 카메라로 탐지·인식 하고, 인공위성을 통한 위치 측정(GNSS)과 물체의 상대 위치·방향·속도를 측정한 관성 항법(INs)을 결합하여 차량의 3차원 위치와 자세를 정밀 특정
 - ◆ (위치인식) 지도 기반 위치 추정 장치/모듈(MPU, Map Positioning Unit)은 GNSS 및 각종 센서에서 들어오는 정보와 3D 고정밀 지도(HD Map)를 실시간으로 합성·대조하여 차선 단위로 차량의 정확한 현재 위치를 계산
 - ◆ (거리측정기술) 전파를 이용하여 기상 상황에 관계 없이 장거리 대상물의 거리와 속도를 측정하는 밀리미터파 레이더와 레이저광을 조사 및 반사하여 돌아오는 시간을 측정하여 대상물과의 거리 및 정밀한 3차원 형상을 도출하는 LiDAR 활용

〈그림 2〉 검출·인식 기술

기술개요		표구분		일반적인 센서 탑재 수
이미지인식	카메라	~ '20년 전반기 (단안) 해나의 카메라로 원색 인식 ~ '20년 후반 (2안) 카메라 상각측정 거리 ~ '30년 (3/4안) 측정 범위가 다른 3개의 카메라 (장·중·단)		Lv.2 Lv.3 Lv.4/5
	GNSS /INS	~ '90~'20년 전반기(단축 측위) 거리 수신기 ~ '20년 후반(RTK3 축위) 기준점 보정된 데이터 거리		카메라 1~5 5~10 10~30
위치인식	MPU	위치 정보 3D 고정밀 지도 카메라 이미지 데이터를 합성하고 정확한 추정 위치		밀리미터파 레이더 0~1 1 1~2
	밀리미터파레이더	~ '00년(근·중거리 레이더) 소수미터 시간당 거리·속도 측정 FMCW4식 레이더 안테나 ~ '20년(이미징 그레이더) 밀리미터파 레이더가 반사파로부터 정교한 영상 형성 추정		밀리미터파 레이더 0~4 4 4~8
거리측정기술	LiDAR	~ '20년(기계식, MEMS5 미러식) 레이저 거리 수신기 ~ '30년(FMCW4식) 신호소스 변조 주파수 안테나 신호 처리 믹서		LIDAR 0~1 1~5 3~6
			단위: 개	

* GNSS(Global Navigation Satellite System), INS(Inertial Navigation System)

출처: 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

- ▶ (센스 퓨전) 센스 퓨전은 단일 센서의 한계를 극복하기 위해 복수의 센서 데이터를 결합·처리하여 환경 인식 정확도를 극대화
- ◆ (발전 단계) 검출 데이터를 단순 조합하는 '복합', 오류·이상치를 제거하는 '통합', 기존 센서에 타 센서를 보완하는 '융합', AI가 상호 관계성을 학습하는 '연합' 단계로 발전
 - ◆ (테슬라 비전) LiDAR 및 레이더를 제외하고 8개의 차속 카메라와 AI 연합 센서 퓨전 방식만으로 시계열 영상 추적 및 인식을 수행하는 고유 아키텍처

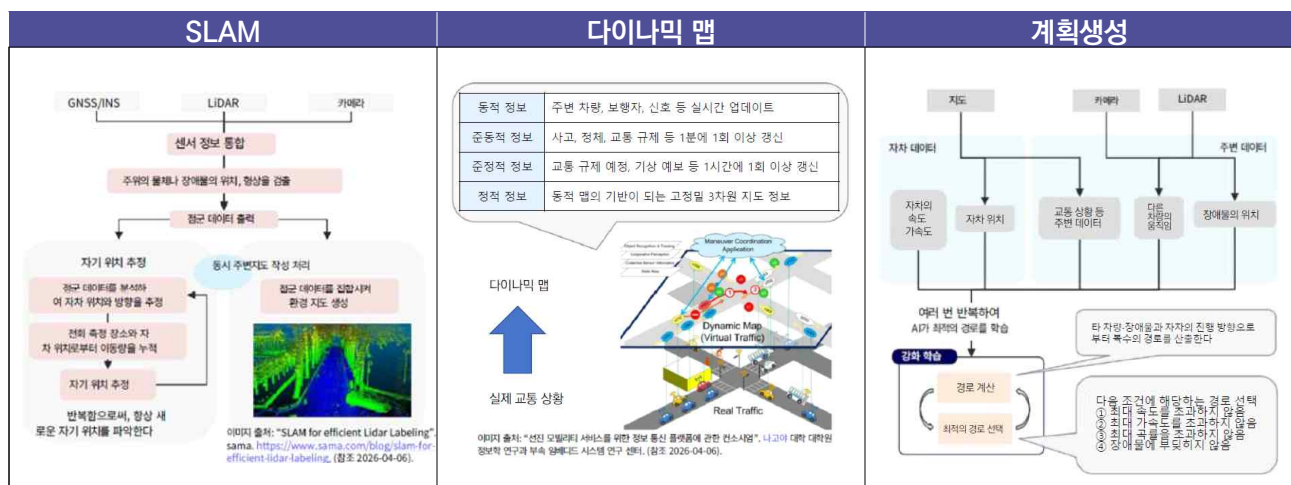
〈그림 3〉 센스 퓨전(Sensor Fusion)

	복합	통합	융합	연합	테슬라비전
개요	검출된 데이터를 그대로 조합하여 대상을 인지	검출된 데이터로부터 불일치점 이상치를 제외하고 조합 대상 을 인지	기준 센서 정보와 다른 센서 정보를 결합하여 정보를 보완하고 대상을 인지	시각 센서를 통해 대상에서 얻은 이벤트를 학습하고 이상을 감지	차량 탑재 카메라만으로 주변 환경을 검출하고, 복수 카메라의 데이터를 연합
장점	모든 데이터를 누출 없이 수집·처리함으로써 고정밀 인식을 실현	"복합"에 비해 처리 알고리즘이 간단하고 동작 안정성이 높음	"복합"에 비해 처리 알고리즘이 간단하고 동작 안정성이 높음 - GPS 등의 지도 정보로 보완함으로써 인식해야 할 대상을 한정	다른 센서의 정보를 신속하게 결합	
단점	고정밀 인식을 실현하기 위한 알고리즘이 비대화·복합화	스크리닝 중에 오류가 발생하면 인지 오차가 커짐	처리 절차의 정확도에 따라 LiDAR 및 레이더 데이터로 카메라 데이터를 보완 하기 위해 GPU의 처리 정확도가 달라집니다.	정확도와 신뢰성은 AI에 따라 달라짐.	
플레이어	Baidu, Continental, Waymo 등	Bosch 등	Mobileye(이스라엘) 등	Tesla	이미지 출처: "Tesla AI Day 2021", Tesla. https://www.youtube.com/watch?v=j024FweCyAM, (참조 2026-04-06).

출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

- ▶ (예측 및 판단) 예측·판단에는 차량 위치의 특징과 주변 환경의 지도화를 동시에 실시하는 SLAM, 다이내믹 맵, 계획 생성 기술 등이 이용됨.
- ◆ (SLAM) GNSS, 카메라, LiDAR 정보를 통합하여 차량의 위치 특징과 주변 환경 지도 작성을 동시 처리하여 점군(Point Cloud) 기반 지도를 생성함.
- ◆ (다이내믹 맵) 정적 정보(고정밀 3D 지도) 위에 준정적 정보(기상, 규제), 준동적 정보(사고, 정체), 동적 정보(주변 차량, 보행자, 신호 실시간 정보)를 레이어 형태로 겹쳐 구축한 데이터베이스
- ◆ (계획 생성) 다이내믹 맵과 센서 정보를 종합하여 강화학습 기반으로 최대 속도·가속도·곡률 제한 준수 및 충돌 방지 조건에 부합하는 최적 경로를 출력함.

〈그림 4〉 예측·판단 기술

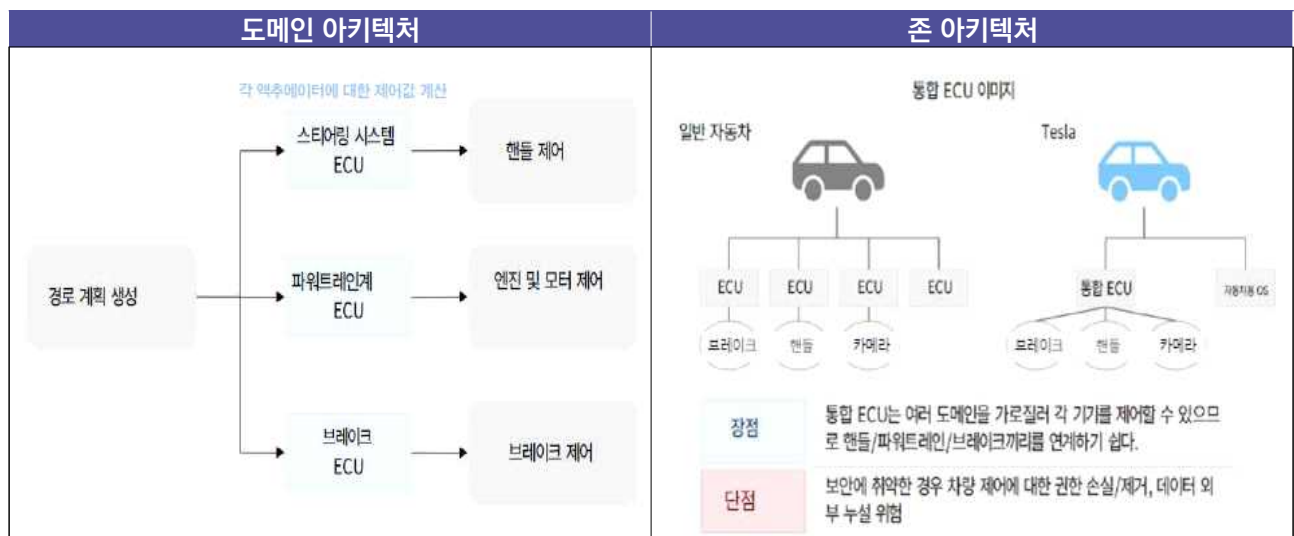


출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

- ▶ (제어기술) 제어기술은 생성된 경로 계획에 따라 스티어링, 파워트레인, 브레이크에 연결된 ECU가 제어값을 계산하여 차량을 제어하는 기술로 기술 발전 방향은 도메인 아키텍처에서 존 아키텍처로 발전하고 있음
- ◆ (도메인 아키텍처) 종래에는 각 액추에이터를 개별적으로 제어하는 구조를 이용하는 것이 일반적이었지만, 최근에는 ECU를 사용하여 동일 계통마다 제어하는 구성을 취하고 있음. 이 구조는 E/E 아키텍처의 일종인 「도메인 아키텍처」라고 불림.
- ◆ (존 아키텍처) 복수의 ECU를 통합하는 방식을 "존 아키텍처"라고 함. 통합 ECU는 개별 장치 간 연계 제어가 용이한 반면, 보안 취약점 발생 시 차량 제어권 상실과 데이터 유출 위험이 존재

* Tesla는 단기능의 ECU군을 협조 제어하는 「통합 ECU」를 개발(19년). 동사가 판매하는 모델 3에는, 독자적으로 개발한 자율주행 특화의 AI칩 「FSD4 Chip」를 탑재해, FSD에 의한 차량 제어함.

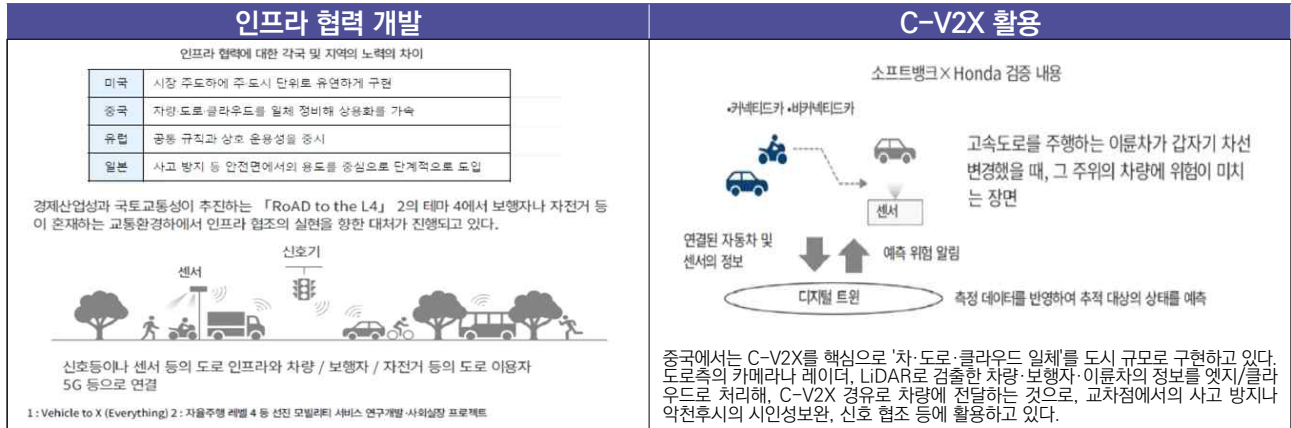
〈그림 5〉 차량 제어 메커니즘 변화



출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

- ▶ (인프라 협조 기술) 자동차와 모든 것 사이에서 통신·제휴하는 기술. 인프라 협조나 C-V2X(셀룰러 V2X) 등의 기술을 이용하여 사고 예방, 교통 흐름 최적화 및 자율주행 고도화를 구현하는 기술
- ◆ (인프라 협조) 자율주행차의 사고 저감과 안전·안심한 운전환경 구축에는 인프라 협조가 유효함. V2X의 일종인 인프라 협조는 도로 인프라와 자동차가 연계하는 구조이며, 신호 정보와 교통 정보를 무선으로 차량에 제공함으로써 사고 방지, 혼잡 완화, 자동 운전의 고도화 지원
- ◆ (C-V2X) 비커넥티드카나 교통 약자가 혼재하는 과도기가 계속되는 가운데, 차량 센서만으로는 한계가 있어, 노측 센서와 통신을 조합한 인프라 협조가 중요. 도로측의 센서가 검출한 교통참가자의 정보를 모바일 네트워크를 통해 차량에 공유함으로써 위험을 실시간으로 인지·통보 할 수 있음.

〈그림 6〉 인프라 협조 기술(V2X)



출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

- ▶ (소프트웨어 중심 차량) 소프트웨어 중심 차량은 소프트웨어 제어를 전제로 한 아키텍처와 네트워크를 통한 지속적인 기능 갱신을 통해 새로운 가치를 제공
 - ◆ (자동차 산업 트렌드) 자동차 산업은 탄소 중립 실현을 위한 노력의 방향성을 가지고 있음. Connected (클라우드 등을 병용해 차량을 IOT화), Autonomous/Automated(자동화, 자동운전), Share(공유, 차량 소유에서 공유), Electric(Electrification, 전동화(BEV))를 추구하고 있음
 - ◆ (이니셔티브와 가치) 일부 해외 자동차 메이커에서는 OTA 경유로의 소프트웨어 업데이트에 의한 기능 개선·추가를 실시, 아울러 하드웨어의 무상 교환에 대응하고 있음.
- * (Tesla, FSD4 제공) 타사 엔터테인먼트 앱 배포, (BYD, 자동차 기능 개선) 충전 스탠드 호환성 개선, 경고음 최적화 등, (NIO) AI 어시스턴트를 개선하고 GPT를 사용한 새로운 기능 제공

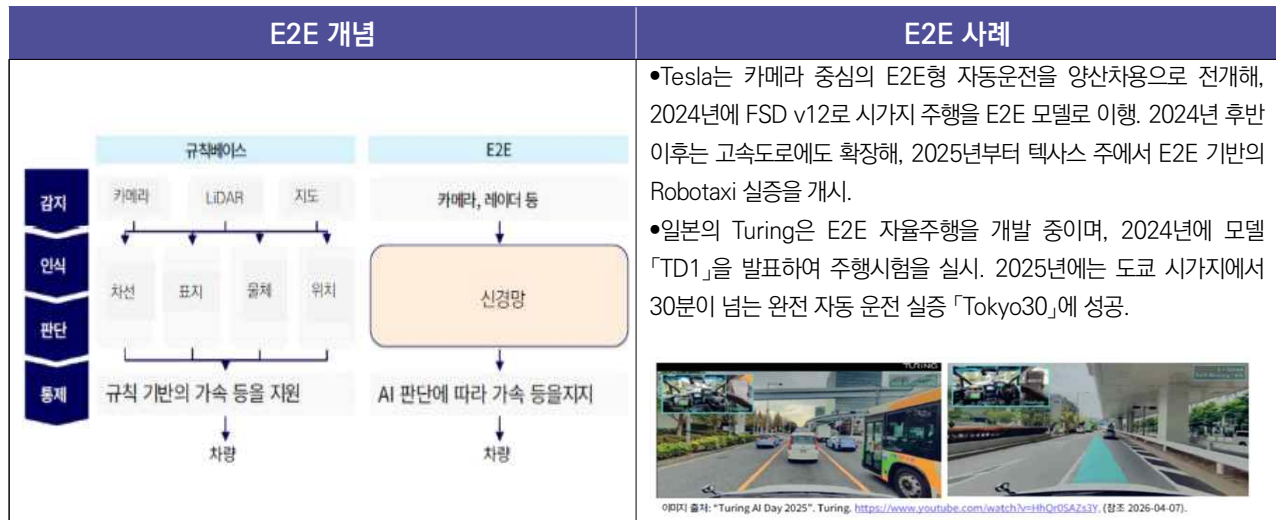
〈표 2〉 제어기술의 발전 방향과 SDV의 주요 장점

제어기술의 발전 방향			SDV의 주요 장점	
발전방향	제어방법	특징		
↓	하드웨어(기계) 제어	센서, 액추에이터 등 개별 제어	안전성	- 소프트웨어의 지속적인 개선으로 차량 성능 향상 - OTA를 통한 원격 결함 / 리콜 가능 - 인프라 협력으로 사고 예방
	소프트웨어 제어	E/E 및 OTA를 활용한 차량 설계, 소프트웨어 업데이트를 통한 기능 개선		
	소프트웨어 제어+OTA를 통한 버그 수정	* E/E 아키텍처 : 도메인 아키텍처 → 존 아키텍처	편의성	- 차내 공간에서의 인포테인먼트(정보×엔터테인먼트) 제공 - IoT화된 차량을 기반으로 디지털과 물리적 환경과의 연계에 의한 데이터 활용
	소프트웨어 제어+OTA를 통한 신가치 제공	* OTA: 무선 통신으로 차량과 데이터를 상호 전송		
			개인화	- 고객의 요구에 최적화된 개별 기능 제공 - 운전 행동을 이용한 건강 증진에 대한 대처(예방 의료)

출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

- ▶ (E2E 방식) 기존의 규칙 기반이 아닌 신경망이 인식, 판단, 제어까지 수행하는 접근 방식
- ◆ (주요 특징) 카메라나 맵, 레이더 등 여러 센서로부터 얻어지는 정보를 입력으로 하여 차량의 조향이나 가속 등의 제어출력에 이르기까지 단일 학습모델로 일관되게 최적화함.
- ◆ (구현 방법) 주요 자율주행 기업들은 E2E 방식을 카메라 주체와 멀티 센서로 다변화하여, 단일 신경망 출력부터 2층 모듈 구조를 통한 보조 판단까지 기업별 특성에 맞춰 독자적인 아키텍처를 구현하고 있음,

〈그림 7〉 E2E 개념 및 실증 사례



출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

〈표 3〉 기업별 E2E 구현 방법

기업	E2E 구현 방법	아키텍처 사상
Tesla	카메라 주 체	카메라 입력에서 조향, 가감속까지 단일 신경망으로 직접 출력
리비안	멀티 센서	E2E 학습을 진행하면서 LiDAR 등을 포함한 중복 구성으로 안전성 확보
Mercedes-벤츠	멀티 센서	E2E를 운전 판단의 참고로서 사용하지만, 실제로 인증·책임을 지는 운전 본체는 종래의 모듈형 구성(2층 구조)
Wayve	카메라 주체	Map이나 차종에 의존하지 않는 E2E 모델을 핵심으로 하고, 양산을 향해 평가·제약층을 뒷받침하는 접근법
Turing	카메라 주체	지각·판단·제어를 나누지 않고, 단일 모델로 운전 전체를 학습·검증
XPeng	멀티 센서	Vision-to-Action을 중심으로 한 대규모 기반 모델(VLA)을 통해 도시 주행을 주 대상으로 하여 운전 행동을 생성하는 접근법

출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装

04

자율주행 상용화 동향과 서비스 유형별 비용 구조

- ▶ (상용화 동향) 미국과 중국에서는 국내 자율주행 기술기업이 자국내 상용화를 주도하는 것이 일반적인 반면, 일본과 유럽은 파일럿 테스트 및 상용화에 국내외 공급사를 혼합하여 활용하고 있음

* 주요 국가의 상용화 수준은 버스 및 셔틀, 택시, 트럭별로 다르게 나타남. 예를 들어, 택시와 트럭은 미국과 중국이 상용화 단계에 도달한 반면, 일본과 유럽은 아직 파일럿 단계에 있음.

〈그림 8〉 글로벌 자율주행 상용화 동향

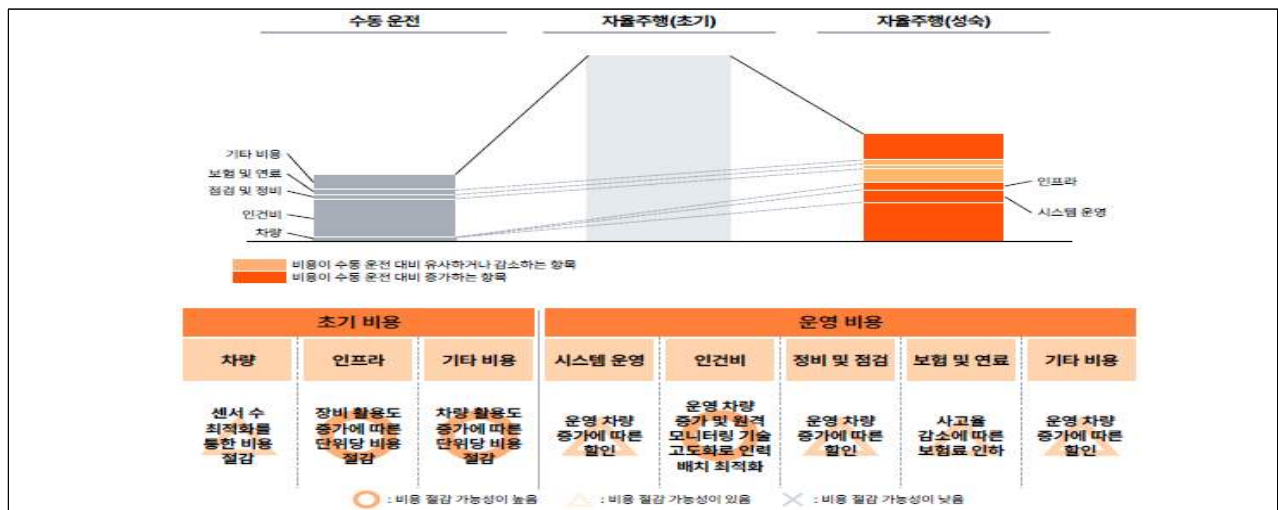
	버스 및 셔틀	택시	트럭	비고
일본	상용화	파일럿	파일럿	- 버스 운전사 부족 이슈로, 정부는 버스 상용화를 우선 추진 중 - 주로 국내 업체가 참여, 일부 글로벌 업체는 시장 진입 계획
미국	파일럿	상용화	상용화	- 주별로 상이하나, NHTSA¹⁾ 참여로 프레임워크 형성 중 - 샌프란시스코 등에서 로보택시 상용화 - 셔틀과 장거리 트럭은 수용도 높은 편
중국	상용화	상용화	상용화	- 일부 기업 로보택시 상용 운행 시작 - 무인 트럭은 특정 노선과 시나리오에 한정, 대규모 상용화 미흡
독일	파일럿	파일럿	파일럿	- 로보버스, 로보셔틀 도입 추진 - 로보택시 사업은 파일럿 도로 테스트 중 - 자율 트럭도 허브 간 운송 파일럿 단계
스위스	파일럿	파일럿	파일럿	2025년월부터 적용되는 AFV(사전 승인된 노선에서 모터링 하에 무인 차량 운행을 허용하는 조례)로, 일부 정규 운행 전환 허가
노르웨이	파일럿 / 상용화	N/A	파일럿	- 당국의 선도 하에 기술 테스트 중 - 루터(Ruter)의 자율주행 서비스는 상용화를 목표로 공공 테스트 활발
UAE	파일럿	파일럿	N/A	- 아부다비에서는 SAVI 플랫폼²⁾과, 아부다비 모빌리티³⁾가 자율주행 도입 핵심 기관 - 우버, 크루즈 등과 기술 파일럿 중
사우디 아라비아	파일럿	파일럿	N/A	- 교통총국(Transport General Authority)의 규제 샌드박스에서 관리 2023년 이후 여러 파일럿 프로그램 수행

* 파일럿: 특정 기간에만 공공 도로 운행 및 서비스 제공 / 상용화: 공공 도로 운행, 공공 및 사업용 대상, 연중 유료 서비스 제공
 1) National Highway Traffic Safety Administration, 고속도로교통안전국
 2) Smart and Autonomous Vehicle Industries, 스마트 자율주행 차량 산업
 3) Abu Dhabi Mobility, 아부다비 교통부 산하 기관

출처 : PWC(2025.12). 자율주행 모빌리티: 파일럿을 넘어 상용화로

- ▶ (서비스 유형별 비용 구조) 자율주행 서비스를 도입하는 과정에서의 주요 고려사항 중 하나는 비용임. 도입과 관련된 비용 장벽을 해결하기 위해서는 자율주행 서비스와 관련된 주요 비용 요소를 정의하고, 각 서비스 유형별 수익 및 비용 구조를 검토하는 것이 중요
- ◆ (버스 및 셔틀) 자율주행 버스와 셔틀은 고정된 노선 및 전용 구역을 중심으로 다수의 승객을 운송하는 대중교통 보완형 자율주행 서비스임. 자율주행 도입에 따른 추가 비용은 현행 운송사업자 단독이나 지방정부 보조금 등 공적 지원만으로 감당하기 어려움으로 민간기업과 지역사회 협력이 중요.
 - 초기 단계에는 자율주행 전환으로 인해 '정비 및 점검' 과 '보험 및 연료'를 제외한 모든 항목에서 비용이 증가하지만, 성숙단계에서는 무인운행으로 전환되면서 인건비 감소. 다만 자율주행차량은 고가이고 생산량이 적어 차량비용의 큰 감소는 기대하기 어렵지만, 전체 비용은 수동운행 대비 더 높을 것으로 예상됨.

〈그림 9〉 버스 및 셔틀, 수동 vs. 자율주행 비용 비교

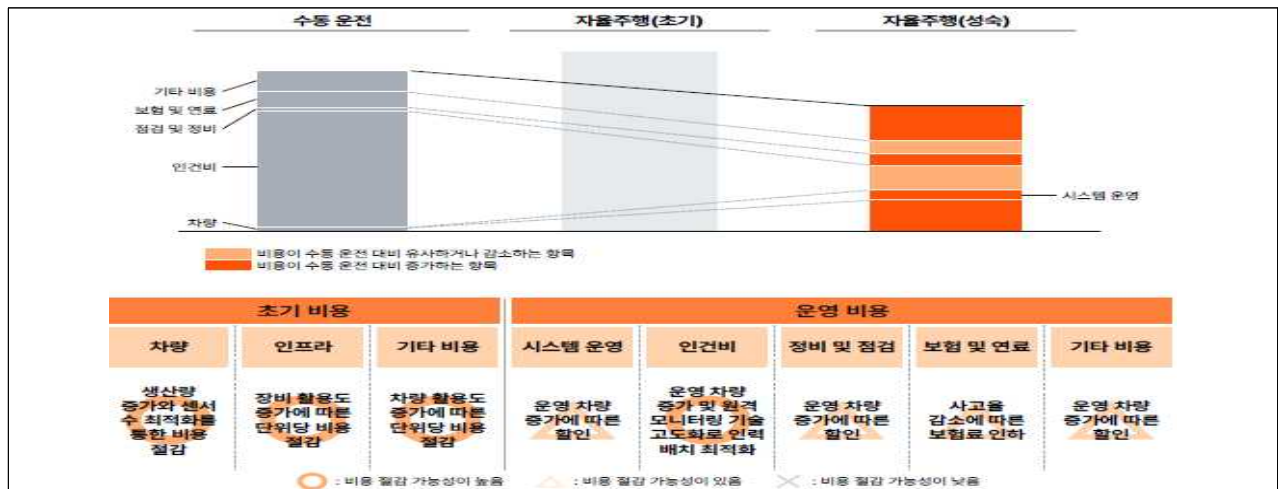


출처 : PWC(2025.12). 자율주행 모빌리티: 파일럿을 넘어 상용화로

- ◆ **(택시) 운행 설계 영역(ODD) 내에서 운전자가 탑승하지 않고 승객을 수송하는 온디맨드 (On-Demand) 무인 택시 서비스임.** 일부 선진국에서 예상되는 인력부족 문제를 고려할 때, 자율주행은 택시 운행차량 수를 유지하거나 오히려 확대 하는데 기여할 수 있음.

- 초기 단계에는 자율주행 전환으로 차량가격이 높아 비용이 증가. 성숙단계에서는 기술발전과 생산량증대에 따라 차량비용 감소함. 또한 자동화로 인해 수동운전시 큰비중을 차지하는 인건비도 줄기 때문에 운영비용이 감소하여 수익성 향상될 것임.

〈그림 10〉 택시, 수동 vs. 자율주행 비용 비교

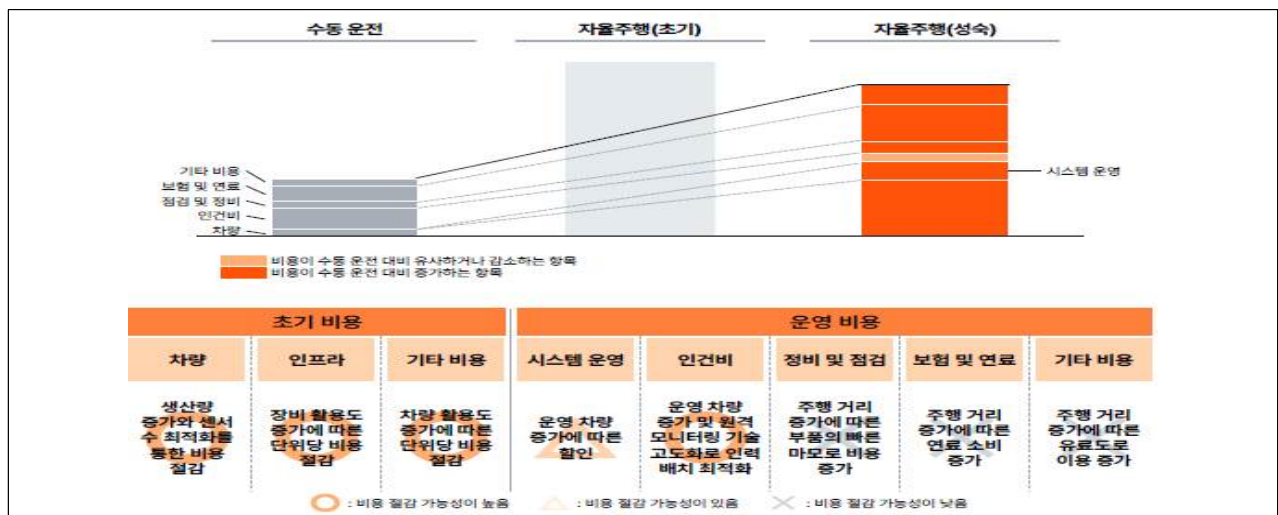


출처 : PWC(2025.12). 자율주행 모빌리티: 파일럿을 넘어 상용화로

- ◆ **(트럭 및 물류 모빌리티) 물류 거점 간 간선 도로(고속도로) 운송 및 물류 창고/항만 내부의 화물 이동을 자동화하는 자율주행으로 운전자 부족 지역에서는 운행차량 수를 유지하거나 확대할 수 있으며, 운전자 근무시간 규제나 의무 휴식기간 제약 없이 연속운행 가능**

- 초기 단계에는 자율주행차량의 높은 가격으로 인해 비용 증가. 성숙단계에는 기술발전과 생산량 증대에 따라 차량비용이 다소 감소 할 수 있음. 완전자동화로 인한 운행시간 연장으로 총 주행거리가 증가하여 보험 및 연료, 통행료 등의 기타 비용은 수동운전 대비 상승할 것으로 예상되지만, 4시간운행이 가능해짐에 따라 운송량 증가로 수익성이 향상될 것임.

〈그림 11〉 트럭, 수동 vs. 자율주행 비용 비교



출처 : PWC(2025.12). 자율주행 모빌리티: 파일럿을 넘어 상용화로

- ▶ (정책 동향) 각국 정부는 자율주행차의 실현을 목표로, 지침의 책정이나 조성금의 기출, 관련 프로젝트를 추진. 미국은 민간 주도, 중국은 V2X 기술 등의 통신, 인프라 정비를 포함한 종합적인 실증 실험에 중점

〈표 4〉 주요국 정책 동향

구분	개요	관련 정책
	민간 기업이 자율주행 기술 개발과 사회 구현을 주도. 정부는 안전에 관한 가이드라인과 자율주행 프레임워크를 정비하여 민간기업의 대치를 지원.	• Ensuring Preparing for the Future of Transportation
	수요·공급의 쌍방을 향한 시책을 실시해, 새로운 모빌리티 서비스의 사회 실장을 추진.	• 제3차 교통정책 기본계획 • 모빌리티·로드맵 (관민ITS 구상·로드맵) • RoAD to the L4
	똑똑하고 경쟁력 있고 안전하며 누구나 사용할 수 있는 저렴한 수송 시스템을 제공하는 것을 목표로 함.	• Horizon Europe • CCAM(Connected Cooperative & Automated Mobility) • Sustainable and Smart Mobility Strategy
	자율주행 관련 기술 개발, 법정비, V2X등의 통신, 인프라 정비를 포함한 종합적인 계획을 입안.	• 지능자동차창신발전전략 • 국가 IoV 산업표준건설지남 • Energy-saving and New Energy Vehicle Technology Roadmap 3.0

출처 : 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装을 참고하여 재작성

- ▶ (산업 동향) 미국, EU, 일본, 중국 등 주요국은 자동차·부품 고율 관세, 전기차 국내생산촉진세제, 유로7 등 환경규제 및 내수·보조금을 활용해 자국 산업을 적극 보호·육성

〈표 5〉 주요국 산업 동향

구분	주요 내용
	자동차·부품에 고율 관세부과 등 통해 자국 자동차 산업 보호
	전기차 국내생산촉진세제 도입 : 국내 생산량에 비례하여 법인세 공제
	배터리법, 유로7, LCA 등 환경규제를 자국 산업 보호수단으로 활용
	내수시장 및 보조금을 바탕으로 전기차 집중육성, 자율차 기술개발

출처 : 관계부처 합동(2025.11.14.). K-모빌리티 글로벌 선도전략

- ▶ (기업 동향) 테슬라, 구글 웨이모, 엔비디아, 바이두 등은 AI·고성능 칩·센서 및 로봇택시를 활용해 자율주행과 서비스 생태계를 확장하고 있으며, BYD, 도요타, 폭스바겐 등 글로벌 완성차 기업들은 배터리 내재화를 통한 원가 절감이나 빅테크·C-Tech 기업과의 협력을 통해 전동화 및 차세대 AI·자율주행 주도권 확보 추진

〈표 6〉 주요국 기업 동향

구분		주요 내용
	테슬라	저가 카메라·센서, AI기술 접목으로 완전 자율주행에 근접
	구글웨이모	美 8개 州에서 레벨4 로봇택시 1,500여대 운영 중
	엔비디아	고성능 칩, 알고리즘 등 통해 다수 OEM社와 협력 중
	바이두	홍콩, 상, 중동 등 로봇택시 서비스 1,400만건 달성(~'25.8월)
	BYD	배터리 셀·팩 공정 내재화 및 대량생산으로 원가절감
	도요타	화웨이, 샤오미 등 中기업 협력 통해 전기차·AI 생태계 강화
	폭스바겐	中 시장탈환 위해 샤오핑 등 협력, 자체 차량용 반도체 개발

출처 : 관계부처 합동(2025.11.14.). K-모빌리티 글로벌 선도전략

- ▶ (자율주행 한계 극복) 자율주행 기술은 인지·예측·제어 단계를 개별 모듈로 나누어 규칙을 적용하던 방식에서, 멀티 센서/카메라 입력을 단일 신경망 기반 AI 모델로 통합 처리하는 E2E가 대세임. E2E는 뛰어난 유연성을 제공하지만, 내부 판단 과정을 명확히 해명하기 어렵다는 '블랙박스(Black-box)' 문제 해결 필요.
 - ☞ E2E의 단점을 극복하기 위해 가상 환경 시뮬레이션(World Model) 및 비전-언어-행동 모델(VLA)을 연계한 설명 가능한 AI(XAI) 기술 확보가 필요함. 메르세데스-벤츠나 웨이브(Wayve)처럼 E2E 판단을 참고하되 제약·평가층을 별도로 두는 2층 모듈 아키텍처 등 다변화된 검증 접근법에 대한 연구 필요함.
- ▶ (자율주행 인프라 구축 및 연계) 자율주행 기술의 발달을 위해서는 자율주행차의 센서 한계 극복을 위한 C-V2X(차량-사물 통신) 연동, 국가 단위 AI 컴퓨팅 및 에너지 인프라 구축 필요.
 - ☞ 자율주행은 온보드(On-board) 센서만으로는 사각지대나 악천후 시 대응에 한계가 있으므로, 노측 센서와 모바일 네트워크를 융합한 '차량-도로-클라우드 일체' 인프라 구축이 시급함.
 - ☞ 대규모 자율주행 데이터 파이프라인 학습을 지원하는 국가·기업 차원의 고성능 GPU 컴퓨팅 센터 확충이 모빌리티 주권 확보의 핵심임.
 - ☞ 24시간 연속 운영이 필요한 로보택시 및 자율주행 트럭 상용화를 고려할 때, 초고속 충전 및 고전압 아키텍처 등 전력/에너지 인프라 연계 조치가 동시 이뤄져야 함.
- ▶ (안전성 및 법제 정비) 자율주행은 존 아키텍처 도입으로 통합 ECU가 차량 전반을 제어함에 따라, 해킹이나 보안 취약점 발생 시 차량 제어권 상실 위험에 대한 대응책 및公道 주행 상용화를 지원할 수 있는 제도적·법률적 기준 정비 필요함.
 - ☞ 존 아키텍처 도입으로 해킹이나 보안 취약점 발생 시 차량 제어권 상실 위험이 가중됨. 이에 대한 차량 사이버 보안(UN R155/R156 등) 및 비상 정차(Fallback) 시스템 검증 표준이 엄격히 마련되어야 함.
 - ☞ 자율주행 시장 주도권을 빼앗기지 않으려면 미국, 중국, 독일처럼 레벨4 수준의 운전자 없는 무인 운행을 허용하고 책임 소재를 명확히 하는 선제적 법제 정비 및 규제 샌드박스 고도화가 뒷받침 되어야 함.
 - ☞ 자율주행은 C-V2X/V2I 인프라 협조 체계 구축과 함께 레벨4 수준의公道 주행 상용화를 지원할 수 있는 제도적·법률적 기준 정비 필요함.

참고문헌

- 국토교통부(2026). 『2030 모빌리티 혁신성장 로드맵: 미래를 열어가는 새로운 성장엔진』
- 일본총연(2026). 自動運転技術の現在地と社会実装
- RoAD to the L4 (2026). RoAD to the L4 5년간의 성과 보고서 (2021-2025)
- McKinsey & Company(2026.01). The automotive software and electronics market through 2035
- IEA(2026). Global EV Outlook 2026
- PWC(2025.12). 자율주행 모빌리티: 파일럿을 넘어 상용화로
- 관계부처 합동(2025.11.14.). K-모빌리티 글로벌 선도전략

문 의 처

- 한국산업기술진흥원 현만석 수석연구원 (hyon@kiat.or.kr, 02-6009-3583)

※ 본 자료에 수록된 내용은 한국산업기술진흥원의 공식 견해가 아님을 밝힙니다.

※ 본 자료의 내용은 무단 전재할 수 없으며, 인용할 경우 반드시 원문 출처를 명시하여야 합니다.

KIAT POLICY BRIEF

