

표준 이슈 포커스

S t a n d a r d s I s s u e F o c u s

제27호 2026년 4월

I. 표준·산업 이슈

표준 정책 이슈

K-표준으로 AI 등 미래 핵심산업 견인
유럽 인쇄전자 평가법 국제표준으로 제안
韓 주도 스마트 의료시스템 국제표준 5종 논의

해외 표준 이슈

[영국] 英, 경제 비활동 위기를 해결하기 위한 새로운 BSI 표준 개발 예정
[미국] 美, 혁신과 안전을 증명하는 기술 표준 성공 사례 발표
[독일] 獨, 글로벌 수소 공급망 표준화 로드맵 발표 외 3건

첨단 산업 이슈

[우주항공] 아르테미스 2호, 달 유인 왕복 임무 완료
[스마트팩토리] 로봇 기반 '다크 팩토리' 확산
[AI] 경기 후 2초 내 분석 결과 나오는 'AI 해설사' 등장 외 3건

II. 첨단 표준 포커스

INSIDE

자율주행, 모빌리티의 새로운 질서

INTERVIEW

SDV를 넘어 AIDV 시대로,
대한민국 모빌리티 융합 표준의 '롤 메이커'를 꿈꾸다

INITIATIVE

'바퀴 달린 스마트폰' 시대, 표준이 모빌리티 패권을 결정한다

III. 국제표준 플러스

국제표준화기구 동향

대중교통의 자율주행화
원자력 안전에 대한 새로운 표준 발표
관리 연속성(CoC), 국제표준으로 완성
양자컴퓨팅이란?

사실상표준화기구 동향

해양플랜트 O&M 기술 동향 및 표준화 분석
해양플랜트 무인화 기술을 주도하고 있는 사실상표준 대응 전략

국제표준 발간목록

국제표준 회의일정

IV. 미래 표준 인사이트

탄소중립표준화 동향

「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」
과제2(탄소배출규제 대응 디지털 인프라 표준화) 해설

표준행사 안내

I

표준 · 산업 이슈



표준 정책 이슈 ①

K-표준으로 AI 등 미래 핵심산업 견인

- 산업통상부 등 18개 부·처·청이 2026~2030년 국가표준 정책 방향을 담은 「제6차 국가표준기본계획(‘26~’30)」을 수립하고, 국가표준심의회 심의·의결을 거쳐 확정 발표함
 - 미래차, 로봇 등 M.AX 얼라이언스 분야를 포함한 18대 미래 핵심산업 분야의 국제표준 및 사실상표준을 집중 개발하며, 2030년까지 국제표준 1,900건 이상 개발을 목표로 함
 - 미래 핵심산업 및 AI 기반·융합 표준 선도, 국민체감 표준 인프라 확대, 기술규제 대응 및 인증·인정 혁신, 혁신적 표준 생태계 조성 등 4대 전략과 129개 실행과제로 구성됨
 - 국가 AI 표준화 거버넌스 체계 구축 및 표준화 전략 로드맵 수립, 무역기술장벽 대응 법률 제정, 국제표준화기구 임원직 수임 확대 등을 추진할 계획임

출처 : 국가기술표준원 보도자료(‘26.03.30.)



표준 정책 이슈 ②

유럽 인쇄전자 평가법 국제표준으로 제안

- 국가기술표준원이 인쇄전자 기술의 국제표준화를 위해 잉크젯 인쇄 측정법 등 신규 국제표준안을 제안하고 국제표준화 총회를 개최함
 - 국표원이 한국·미국·일본 등 11개국 전문가 50여 명이 참여하는 인쇄전자 국제표준화위원회(IEC/TC119) 총회를 서울에서 개최함
 - 차량용 OLED 디스플레이와 이차전지 제조 공정에 활용되는 잉크젯 인쇄 균일도 측정법 등 신규 국제표준안 2종을 제안함
 - 인쇄전자 기술은 곡면 디스플레이, 웨어러블 센서, 스마트 의류 등 다양한 분야에 적용되며 관련 표준화를 통해 기술 신뢰성과 산업 활용 확대가 기대됨

출처 : 국가기술표준원 보도자료(‘26.04.06.)



표준 정책 이슈 ③

韓 주도 스마트 의료시스템 국제표준 5종 논의

- 국가기술표준원이 스마트 병원 시스템의 국제표준화를 위해 총회를 개최하고, 한국 제안 국제표준안 5종을 논의함
 - 국표원이 한국·독일·일본·중국·인도 등 8개국 전문가가 참여하는 의료조직관리 국제표준화위원회(ISO/TC304) 총회를 4월 28일부터 30일까지 서울에서 개최함
 - 한국이 ISO/TC304 의장·간사국 수임 이후 처음으로 총회를 개최하며, 국제표준화 작업의 설계·조정 역할을 수행함
 - 스마트 병원 내 자율주행 로봇 기반 물류 프로세스 및 성능 평가 방법 등 국제표준안 5종을 논의하고, ‘스마트 병원’ 분과 신설 및 4개 작업반(WG) 구성을 추진함

출처 : 국가기술표준원 보도자료(‘26.04.28.)



해외 표준 이슈 ①

[영국] 英, 경제 비활동 위기를 해결하기 위한 새로운 BSI 표준 개발 예정

- 영국표준협회(BSI)가 근로자의 건강한 근무 주기 지원을 위한 고용주 대상 기준 개발을 추진함
 - 해당 기준은 근로자의 건강한 직업 수명을 지원해 생산성을 높이고 구인난 완화에 기여하려는 정책 흐름 속에서 추진됨
 - BSI는 선도 기업(Vanguard) 그룹과 협력해 실증 데이터를 기반으로 표준 개발을 진행하며, 2027년 초 공청회용 초안 공개와 2029년 자발적 표준 정착을 목표로 하고 있음
 - 이번 기준은 고용주가 근로자의 건강을 체계적으로 관리할 수 있는 가이드라인을 제시하는 것을 목표로 하며, BSI는 기존 직장 보건·안전 관련 표준 개발 경험을 바탕으로 작업을 추진할 예정임

출처 : 영국표준협회(BSI) 보도자료('26.03.31.)



해외 표준 이슈 ②

[미국] 美, 혁신과 안전을 증명하는 기술 표준 성공 사례 발표

- 미국국립표준협회(ANSI)가 기술 표준이 제품 신뢰성과 시장 상호운용성 확보에 기여한 사례 연구 3건을 공개함
 - 처방전 없이 구매 가능한 보청기 표준 ANSI/CTA-2051은 미국 식품의약국 규제의 기초로 활용돼 소비자가 전문의 처방 없이 보청기를 구매할 수 있는 제도 마련에 기여함
 - 전기 자전거와 전동 스쿠터 배터리 화재 위험 대응을 위한 UL 안전 표준이 뉴욕시 입법(Local Law 39)에 반영되며 퍼스널 모빌리티 안전 정책 강화에 활용됨
 - 국제 배관 및 기계 설비 협회(IAPMO)의 데이터 기반 배관 수요 계산 방식이 배관 설계 과정에서 자재 사용을 줄이고 에너지·수자원 효율을 높이는 사례로 소개됨

출처 : 미국국립표준협회(ANSI) 보도자료('26.03.19.)



해외 표준 이슈 ③

[독일] 獨, 글로벌 수소 공급망 표준화 로드맵 발표

- 독일표준원(DIN) 등 주요 표준·산업 기관이 액체 수소와 수소 유도체 관련 기술 표준 정립을 위한 '수소 유도체* 및 기술 표준화 로드맵(NRM H2Plus)' 프로젝트를 추진함
 - 독일표준원(DIN), 독일 전기전자기술위원회(DKE), 독일 가스수소협회(DVGW), 독일 엔지니어협회(VDI), 독일 기계설비공업협회(VDMA)가 협력해 수소 유도체 관련 국제 기술 표준 정립과 글로벌 수소 공급망 구축을 목표로 프로젝트를 시작함
 - 프로젝트는 향후 3년간 액체 수소와 암모니아·메탄올·액체 유기 수소 운반체(LOHC) 등 수소 유도체의 생산·운송·저장·활용 전 과정에 필요한 기술 표준을 분석할 계획임
 - 독일 연방경제기후보호부 지원 아래 산업계·학계·정부 전문가가 참여하며 단계별 표준화 로드맵을 2027년과 2028년에 공개할 예정임

출처 : 독일표준협회(DIN) 보도자료('26.03.25.)

*수소 유도체 : 수소를 운반하기 쉽게 암모니아(NH3), 메탄올 등으로 변환한 물질



해외 표준 이슈 ④

[중국] 국가제품 디지털 여권 표준화 작업반 공식 출범

- 중국 국가시장규제관리국의 승인을 받아 베이징에서 제품 디지털 여권 관련 국가 표준화 실무그룹(SAC/SWG 41)이 설립됨
 - 해당 실무그룹은 중국에서 제품 디지털 여권 분야 최초의 국가 표준화 기술 조직으로, 관련 표준화 작업을 체계적으로 추진하기 위해 설립됨
 - 제품 디지털 여권은 생산·인증·유통·재활용 등 제품 전 과정의 정보를 전자 방식으로 공유하는 시스템으로, 제품 이력 추적과 공급망 관리에 활용됨
 - 실무그룹은 중국물품인코딩센터가 사무국을 맡고 배터리·섬유·가전 등 분야 전문가가 참여하며 관련 국가 표준과 산업 적용 표준 제정을 추진할 계획임

출처 : 중국국가표준화관리위원회(NSA) 보도자료('26.03.27.)



해외 표준 이슈 ⑤

[유럽] EU, 표준화 규정 개정 작업 착수

- 유럽연합 집행위원회(EC)가 유럽 표준화 규정 제1025/2012호 개정 작업을 시작함
 - 이번 개정은 입법과 표준화 간 연계를 개선하고 표준화 절차의 효율성과 디지털화를 강화해 디지털 전환과 지능형 변화에 대응하는 것을 목표로 추진됨
 - 2025년 말 실시된 온라인 협의에서는 기존 유럽 표준화 시스템에 대한 신뢰도가 높게 나타났으며, 조화 표준의 수탁·평가·등재 절차를 단순화하고 속도를 높일 필요성이 제기됨
 - EC는 2026년 6월 입법 영향 평가를 완료하고, 2026년 3분기 새로운 표준화 규정 입법 제안을 발표할 계획임

출처 : 독일표준화기구(DIN) 보도자료('26.04.07.)



해외 표준 이슈 ⑥

[국제] 디지털 서비스 에코디자인 국제 기술 사양 발표

- 국제표준화기구(ISO)와 국제전기기술위원회(IEC)의 합동기술위원회 정보기술 분과(ISO/IEC JTC 1)가 디지털 서비스의 환경 영향을 줄이기 위한 국제 기술 사양 ISO/IEC TS 20125-1:2026을 발표함
 - 해당 기술 사양은 디지털 서비스의 환경 영향을 줄이기 위한 에코디자인 실행 방안을 제시하기 위해 마련됨
 - 요구사항 수집, 설계, 구현, 운영, 유지보수, 수명 종료 등 디지털 서비스 수명 주기의 주요 단계별 환경 고려 사항과 에코 프랙티스를 제시함
 - 디지털 서비스 에코디자인에 대한 공통된 개념과 적용 방향을 제시하고 조직이 환경 영향을 관리할 수 있도록 지원하는 가이드 역할을 수행함

출처 : 룩셈부르크국가표준기구(ILNAS) 보도자료('26.03.25.)



첨단 산업 이슈 ①

[우주항공] 아르테미스 2호, 달 유인 왕복 임무 완료

- 미국항공우주국(NASA)의 유인 달 탐사 임무를 마친 아르테미스 2호가 약 10일간의 달 왕복 비행을 마치고 지구로 귀환함
 - 우주비행사 4명을 태운 오리온 우주선은 약 111만 8,000km를 비행한 뒤 대기권 재진입을 거쳐 미국 캘리포니아 샌디에이고 인근 해상에 착수함
 - 비행 중 지구에서 약 40만 6,771km 지점을 통과해 역대 가장 먼 유인 우주비행 기록을 경신했으며, 이는 1970년 아폴로 13호의 임무 기록보다 약 6,600km 더 먼 거리임
 - 이번 임무에서는 오리온 우주선의 생명 유지 장치와 핵심 시스템 작동을 확인했으며, 귀환 과정에서 자유귀환궤도를 이용한 달 왕복 비행을 수행함

출처 : 한겨레('26.04.11.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ②

[스마트팩토리] 로봇 기반 '다크 팩토리' 확산

- 사람의 개입 없이 로봇이 생산 공정을 운영하는 '다크 팩토리(Dark factory)'가 제조·물류 산업 전반으로 확산되고 있음
 - 2024년 산업용 로봇 신규 설치는 약 54만 대, 전 세계 가동 로봇은 약 466만 대로 사상 최대 수준을 기록함
 - 샤오미 스마트팩토리, 폭스콘 자동화 공장, 테슬라 기가팩토리 등에서 로봇 기반 무인 또는 고도 자동화 생산 모델이 확대되고 있음
 - 로봇 자동화는 인력 부족과 생산비 절감 요구에 대응하는 제조 전략으로 주목받고 있으며, 디지털 트윈·AI 기반 공정 관리와 함께 스마트 제조 전환을 가속하는 흐름으로 평가됨

출처 : 중앙일보('26.04.01.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ③

[AI] 경기 후 2초 내 분석 결과 나오는 'AI 해설사' 등장

- 구글 클라우드가 메이저리그 베이스볼(MLB)과 손잡고 생성형 AI를 활용한 실시간 경기 분석 서비스 'MLB 스카우트 인사이트'를 출시함
 - 이 서비스는 MLB 공식 앱의 실시간 중계 기능 '게임데이'에서 제공되며, 수십 년간 축적된 경기 데이터와 추적 시스템 데이터를 기반으로 경기 상황을 분석함
 - 구글의 생성형 AI 모델 '제미니(Gemini) 2.5 플래시'와 '젬마(Gemma)'를 활용해 경기 상황 발생 후 약 2초 이내에 분석 정보를 제공하는 초저지연 데이터 처리 구조를 구현함
 - 투타 기록, 선수 이력 등 다양한 데이터를 결합한 '데이터 스토리텔링' 기능을 통해 팬들에게 실시간 해설 수준의 경기 정보를 제공하며 스포츠 콘텐츠 서비스의 디지털 전환 사례로 주목받고 있음

출처 : 지디넷코리아('26.04.06.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ④

[청정에너지] 폐배터리 산과 폐플라스틱 활용 청정 수소 생산 기술 개발

- 영국 케임브리지대 연구진이 폐배터리에서 회수한 산과 폐플라스틱을 활용해 청정 수소와 산업용 화학물질을 생산하는 광촉매 반응 기술을 개발함
 - 연구팀은 태양광으로 작동하는 광촉매 기반 반응기를 통해 폐플라스틱을 단량체로 분해하고 이를 수소와 아세트산 등 화학물질로 전환하는 공정을 구현함
 - 자동차 폐배터리에서 회수한 산을 플라스틱 분해에 활용하고 산성 환경에서도 안정적으로 작동하는 광촉매를 적용해 폐기물 자원화를 가능하게 함
 - PET, 나일론, 폴리우레탄 등 재활용이 어려운 플라스틱에도 적용 가능하며 폐기물 처리와 청정 수소 생산을 동시에 수행하는 기술로 평가됨

출처 : 연합뉴스('26.04.07.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ⑤

[신소재] AI 연산 효율을 높이는 반도체 신소재 개발

- 연세대학교 연구진이 AI 연산 효율을 높일 수 있는 새로운 구조의 III-V족 반도체 소재를 개발함
 - 연구진은 자연계에 존재하지 않는 구조의 III-V족 화합물 반도체 소재를 설계하고, 이온 이동이 가능한 반데르발스 간격을 형성하는 새로운 반도체 구조를 구현함
 - 해당 소재는 하나의 반도체에서 기억과 연산 기능을 동시에 수행하는 컴퓨터-인-메모리 구조를 구현할 수 있어 차세대 저전력 AI 반도체 기술로 주목받고 있음
 - 이번 연구를 수행한 심우영 교수는 연구 성과를 인정받아 과학기술정보통신부가 선정하는 '대한민국 과학기술인상' 4월 수상자로 선정됨

출처 : 뉴시스('26.04.08.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ⑥

[반도체] 인텔, 머스크 '테라팸' 반도체 생산 프로젝트 참여

- 인텔이 일론 머스크가 추진하는 미국 내 반도체 생산 기지 '테라팸(Terafab)' 프로젝트에 참여함
 - 인텔은 SpaceX, xAI, 테슬라와 협력해 초대형 반도체 생산 기지 구축 프로젝트에 참여한다고 밝힘
 - 테라팸은 AI, 로봇, 우주 데이터센터 산업을 위한 반도체 생산 기반 구축을 목표로 추진되고 있음
 - 인텔은 자사의 반도체 설계·제조·패키징 역량을 통해 테라팸의 목표인 연 1TW(테라와트) 규모 컴퓨팅 파워 생산 달성을 앞당길 수 있을 것으로 설명함

출처 : 동아일보('26.04.09.) 등 언론보도 종합

II

첨단 표준 포커스



INSIDE

자율주행, 모빌리티의 새로운 질서



이미지 : 엔비디아

엔비디아(Nvidia)는 최근 자율주행 기술개발 전 과정을 포괄하는 개방형 자율주행 개발 솔루션 ‘알파마요(Alpamayo)’를 공개했다. 이 솔루션은 △추론 능력을 갖춘 시각·언어·행동(VLA) 기반 모델 △시뮬레이션 프레임워크 △데이터셋을 포함한 통합 개발 환경으로 구성된 플랫폼이다. 실제 주행 데이터를 기반으로 가상 환경에서 반복 학습과 검증을 수행하며 자율주행 기술개발 전 주기를 지원하는 것이 특징이다. 알파마요는 자율주행 기술개발의 효율성을 높이고, 개발 비용과 기술적 부담을 완화할 수 있는 접근 방식으로 주목받고 있다.

이처럼 자율주행 기술개발 방식이 다양해지는 가운데, 자율주행은 미래차 산업을 구성하는 핵심 기술로 자리잡고 있다. 미래차 산업은 전동화, 자율주행, 커넥티드카, 스마트 제조 및 인공지능(AI) 등 핵심 기술을 중심으로 빠르게 발전하고 있으며, 특히 자율주행 소프트웨어와 플랫폼 기술을 중심으로 기술개발과 실증이 확대되고 있다. 글로벌 완성차 기업과 빅테크 기업들은 자율주행 시스템 개발과 실증을 동시에 추진하고 있으며, 로봇택시와 같은 서비스

사례도 등장하고 있다.

국내에서도 자율주행 기술 실증과 연구개발 활동이 확대되고 있다. 정부와 산업계는 자율주행 기술 검증을 위한 실도로 시험환경을 구축하고 있으며, 자율주행 관련 연구개발 활동 역시 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히 자율주행차법 제정 이후 센서, AI 소프트웨어 등 핵심 기술의 국산화를 중심으로 민간 투자가 확대되고 있으며, △시험운행지구 지정 △레벨4 실증사업 등 제도적 기반이 갖춰지며 실도로 기술 검증 환경이 확장되고 있다.

해외에서도 자율주행 기술 실증이 이어지고 있다. 미국에서는 무인 자율주행 택시 서비스가 일부 도시에서 운영되는 등 자율주행차가 실제 도로 환경에서 운행되고 있다. 또한 일본에서는 소니 계열 모빌리티 서비스 기업 에스라이드(S.RIDE)가 요코하마 지역에서 자율주행 실증을 진행하는 등 다양한 실증 프로젝트가 추진되고 있다. 이러한 실증은 자율주행 기술의 실제 운행 환경 적용 가능성을 검증하는 사례로 나타나고 있다.

자율주행 기술의 활용 범위도 점차 확대되고 있다. 특정 지역을 운행하는 자율주행 셔틀 서비스와 차량을 원하는 위치까지 이동시키는 자율주행 헤일링 서비스, 지하 주차장을 대상으로 한 자동 발렛파킹 등 다양한 형태의 모빌리티 서비스가 시도되고 있다. 또한 다목적 차량(PBV)의 경우 이동 서비스뿐 아니라 물류 배송 등 다양한 기능을 수행할 수 있도록 개발되고 있으며, PBV 기반 무인 편의점과 같은 자율주행 딜리버리 서비스 사례도 등장하고 있다.

다만 자율주행 기술의 상용화 과정에서는 해결해야 할 과제도 존재한다. 레벨3 이상의 자율주행 단계에서는 사고 발생 시 책임 소재와 관련된 법적 기준이 명확하지 않다는 점이 주요 이슈로 제기되고 있으며, 악천후나 비정형 도로 환경에서의 기술 안정성도 과제로 지적되고 있다. 이러한 문제는 자율주행 기술 도입 과정에서 안전성 검증과 제도적 기준을 함께 마련해야 한다는 논의로 이어지고 있다.

최근 주요 국가에서는 자율주행 기술의 상용화를 전제로 법·제도와 기술 기준 정비를 추진하고 있다. 유럽과 일본 등에서는 자율주행 분야 안전 규정 제정 시, ISO 국제표준을 채택하거나 인용하고 있는 것으로 나타났다. 미국에서는 자동화 운전 시스템(ADS)을 인간 운전자와 구분하여 정의하고, 자율주행차에 대한 연방 자동차 안전기준(FMVSS) 적용 방식을 정비하는 내용을 담은 ‘SELF DRIVE Act of 2026’ 법안 논의가 재개되었다. 중국에서도 자동주행 시스템의 설계와 안전 요건을 규정한 「지능형 연결 자동차 자동주행 시스템 안전 요구」 의견 수렴 절차가 진행되고 있다. 해당 문서는 국가표준 제정을 전제로 한 초안으로, △자동주행 시스템의 안전 목표 △운전자와 시스템 간 제어 전환 △운행 데이터 기록 등 다양한 기술적 요구사항을 포함하고 있다. 이러한 논의는 자율주행차의 안전성과 운행 체계를 확보하기 위한 기술 기준과 표준 정비의 중요성이 커지고 있음을 보여준다.

※ 참고 자료 : KATECH 산업분석 Vol. 141, 161, COMPA Insight, 오토저널, 법률신문, 알파경제



SDV를 넘어 AIDV 시대로, 대한민국 모빌리티 융합 표준의 ‘룰 메이커’를 꿈꾸다

정구민 국민대학교 교수(K-SDV 표준화협약체 운영위원장)



자동차 산업의 패러다임이 하드웨어에서 소프트웨어로 급격히 이동하고 있다. 단순한 기능 업데이트를 넘어, 차량의 정체성을 소프트웨어가 규정하는 ‘SDV(Software Defined Vehicle)’ 시대는 이제 거스를 수 없는 거대한 물결이 되었다. 미국과 독일 등 글로벌 강국들의 주도권 경쟁이 치열한 가운데, 65개 기업·기관이 결집한 ‘K-SDV 표준화협약체’가 대한민국 모빌리티의 미래 설계도를 그려나가고 있다. 제어, 통신, 전자 등 산업 생태계 전반을 아우르는 통찰로 표준화의 키를 잡은 정구민 운영위원장을 만나, VLA 기술부터 AIDV 시대에 이르는 대한민국의

필승 전략을 들어보았다.

미래 모빌리티하면 자율주행차를 가장 먼저 떠올리지만, 최근 산업계에서는 ‘SDV(Software Defined Vehicle)’가 화두이다. 대중에게는 생소할 수 있는 SDV의 개념은 무엇이며, 기존 자율주행차의 접근 방식과 가장 크게 달라지는 점은 무엇인지 설명해달라.

SDV는 말 그대로 ‘소프트웨어가 중심이 되어 정의되는 차량’을 의미한다. 과거의 자동차가 엔진이나 변속기 같은 하드웨어 성능에 의해 가치가 결정되었다면, SDV 시대에는 소프트웨어가 주행 성능은 물론 편의·안전 기능, 나아가 차량의 감성 품질과 브랜드의 정체성까지 규정한다. 기존 자동차와 SDV의 가장 큰 차이점은 지속적인 진화 여부에 있다. 기존 자동차는 출고되는 순간 기능이 고정되며, 업데이트하려면 정비소를 방문해야 하는 등 물리적 제약이 컸다. 반면 SDV는 무선 업데이트(OTA)를 통해 언제 어디서든 최신 기능을 적용할 수 있다.

이러한 변화는 제조사와 소비자 모두에게 새로운 가치를 제공한다. 제조사 측면에서는 소프트웨어 통합 관리를 통해 리콜 대응 및 관리 비용을 획기적으로 절감할 수 있다. 또한, 차량 설계 단계를 단순화해 생산 단가를 낮추는 동시에, 출고 이후에도 앱이나 서비스를 통해 새로운 수익 구조(구독 모델)를 창출할 수 있다. 소비자 입장에서도 ‘사자마자 중고차가 된다’는 과거의 관념에서 벗어나게 된다. 스마트폰처럼 주기적인 업데이트를 통해 항상 최신 상태의 기능을 누릴 수 있어, 차량의 잔존 가치를 높게 유지할 수 있다는 점이 가장 큰 매력이다. 자율주행차와의 관계를

묻는다면, SDV는 자율주행을 실현하기 위한 가장 완벽한 토대라고 설명하고 싶다. 자율주행은 고도의 학습 데이터와 소프트웨어 업데이트가 필수적인 분야다. SDV라는 기반 기술이 있어야만 최신 자율주행 알고리즘을 실시간으로 반영하고, 나아가 이동 중 즐길 수 있는 다양한 인포테인먼트 서비스를 구현할 수 있다. 결국, 자율주행이 운전 주체의 변화를 의미한다면, SDV는 그 변화를 가능하게 하는 차량 구조의 근본적인 혁신인 셈이다.

〈표준이슈포커스〉에서는 그간 자율주행 호환성 및 End-to-End(E2E) 자율주행 등 핵심 표준화 이슈를 다뤄왔다. 2026년 현재, 글로벌 국제표준화 현장에서 새롭게 부상 중인 자율주행 및 SDV 관련 핵심 의제는 무엇인가?

현재 자율주행 업계의 가장 뜨거운 화두는 CES 2026에서 공개된 엔비디아의 오픈소스 소프트웨어 ‘알파마요(Alpamayo)’로 대변되는 VLA(Vision Language Action) 기술이다. 자율주행 기술은 과거의 규칙 기반에서 AI가 전 과정을 처리하는 E2E를 거쳐, 이제는 AI가 상황을 언어로 이해하고 행동하는 VLA 단계로 진화했다. VLA의 핵심은 자율주행차에 추론 능력과 소통 능력을 부여하는 것이다. 작동 원리는 크게 두 단계로 나뉘는데, 비전언어모델(VLM)은 카메라 영상을 실시간 자연어로 해석하고, 언어행동모델(LAM)은 해석된 정보를 바탕으로 최적의 행동을 생성한다. 예컨대 도로 위에 사람이 누워 있을 경우, 돌발 상황을 영상에서 VLM으로 인지한 후 충돌 방지를 위해 즉시 정지 후 비상등을 점등하는 식이다. 이는 과거 2023년 크루즈(Cruise) 사고와 같은 한계를 극복할 해법으로 주목받는다. 당시 자율주행차는 도로에 누워있는 사람이라는 미학습 돌발 상황에 적절히 대응하지 못했다. 하지만 VLA는 상황을 능동적으로 해석하기에, 단순히 회피하는 것을 넘어 2차 사고 방지를 위해 멈춰 서서 주변에 위험을 알리는 등 훨씬 고도화된 판단이 가능해진다.

특히 VLA는 최근 글로벌 인공지능 법제도 및 보험 체계와 밀접하게 맞닿아 있다. 한국, 유럽, 중국의 인공지능법은 자율주행 같은 고영향 또는 고위험 AI에 대해 판단 근거를 설명할 것을 요구한다. 블랙박스 같았던 기존 AI와 달리, VLA는 행동의 근거를 언어로 제시할 수 있어 법적 요구사항을 충족한다. 사고 발생 시 AI가 왜 그런 판단을 내렸는지 데이터로 증명할 수 있어, 보험 처리 및 책임 소재 판별에 획기적인 전환점을 마련해 줄 것이다. 이에 따라 국제표준화 무대에서는 API 표준, 자율주행 데이터 규격, 인과연쇄(Chain of Causation), 안전 등의 표준화 이슈가 부각되고 있다. 아울러 AI 자율주행 알고리즘의 안전도 평가 방안에 대한 표준화 노력도 병행 중이다. 결론적으로, 현재 모빌리티 산업은 소프트웨어 중심의 SDV를 넘어, 인공지능이 차량의 정체성을 결정하는 ‘AIDV(AI Defined Vehicle)’ 시대로 진입하고 있다. 따라서 SDV와 AIDV 사이의 명확한 관계 정립 및 표준화가 이슈될 것으로 보인다.

제어·통신·전자 분야를 거쳐 현대자동차, LG전자, 삼성전자 등 주요 기업의 자문을 역임했다. 이러한 폭넓은 산업 생태계 경험이 현재 SDV 표준화 연구에 어떤 통찰을 주고 있으며, 이 분야에 집중하게 된 계기는 무엇인가?

박사 과정 시절 연구한 인공지능과 학습제어 시스템이 현재의 차량 전자 제어와 자율주행 연구의 근간이 되었고, 이후 스타트업과 SK텔레콤에서 쌓은 임베디드 소프트웨어 개발 경험은 이론을 현장에 접목하는 실전 감각을 길러주었다. 본격적인 차량용 소프트웨어 연구는 국민대학교 부임 후 2007년 인피니언 센터, 2015년 현대모토사 센터를 유치하며 체계화되었다. 또한, 안드로이드와 스마트폰 앱 분야를 연구하고 강의했던 경험은 하드웨어 중심의 자동차를 소프트웨어 중심으로 재정의하는 SDV 패러다임을 한발 앞서 이해하게 되는 밑거름이 되었다. 현재는 자율주행 스타트업 오토노머스 에이투지의 자문을 맡으며 AI 진화와 차량 응용 연구에 매진하고 있다. 자율주행, 인포테인먼트, 차량 제어가 하나로 융합되는 SDV의 특성상, 지금까지 거처온 다양한 산업적 경험들은 복잡하게 진화하는 SDV와 AIDV 시대를 종합적으로



2025년 11월, 65개 기업과 기관이 참여하는 민간 주도 'K-SDV 표준화협의회'가 공식 출범했다. 연합체 구성의 배경과 초대 운영위원장으로 서주안점을 두고 있는 부분은 무엇인가?

SDV는 단순한 기능 업데이트를 넘어 차량의 전기·전자 구조와 소프트웨어 아키텍처, 나아가 서비스 생태계 전체를 뒤바꾸는 대변혁이다. 현재 유럽, 중국, 일본 등 주요국이 국가 차원

에서 표준화 선점에 막대한 투자를 이어가는 상황에서, 우리나라도 현대자동차와 포티투닷을 필두로 65개 기업·기관이 힘을 모아 K-SDV 표준화협의체를 결성하게 되었다. SDV 표준화는 그야말로 대한민국 모빌리티 생태계의 생존이 걸린 '연합 전선'이다. 운영위원장으로서 가장 집중하는 핵심 과제는 'SDV API(응용 프로그램 인터페이스)의 표준화'이다. API는 상위의 앱·서비스 개발사와 하위의 SW 플랫폼 및 부품사를 연결하는 기술적 가교다. 자동차가 스마트폰처럼 하나의 플랫폼이 될 때 다양한 외부 앱과 서비스가 유입될 수 있다. 완성차 업체는 글로벌 경쟁력을 강화하고, SW 및 부품사는 표준에 맞춘 유연한 공급 체계를 갖춰 함께 성장할 수 있다. 사용자는 구매 후에도 구독 서비스나 OTA 업데이트를 통해 항상 최신 기능과 혁신적인 편의 서비스를 누리게 된다. API가 표준화되어야만 이러한 선순환 구조가 가능해진다. 결국 K-SDV 표준화협의체는 표준안 개발에 그치지 않고, 이를 실제 부품사와 완성차 업체의 상용화 단계까지 연결하는 것을 최종 목표로 삼고 있다.

K-SDV 표준화협약체는 시급성이 높은 분야를 우선 과제로 선정해 올해 말까지 구체적인 표준안을 완성한다는 목표를 세웠다. 현재 진행 상황과 다양한 기업 간의 이해관계를 조정하는 과정에서 겪는 가장 큰 난관은 무엇인가?

현재 협의체는 용어와 일반 사항을 정의하는 WG 1의 표준안 작성을 시작으로, SDV API의 세부 규격을 다루는 WG 2, WG 3, WG 4 회의를 활발히 진행 중이다. 수많은 기업이 참여하기 때문에 가장 큰 과제는 SDV를 바라보는 서로 다른 관점을 하나로 모으는 일이다. 표준화의 범위부터 API의 추상화 정도, SDV의 단계 설정까지 각 사의 이해관계가 얽혀 있어 치열한 토론이 이어지고 있다. 하지만 참여자 모두가 각 분야의 최고 전문가인 만큼, 발표와 토론을 거듭하며 서로의 간극을 좁히고 시너지를 내는 생산적인 과정을 거치고 있다. 특히 이번 표준화의 핵심 이정표 중 하나는 SDV 단계(Level)의 정립이다. 자율주행 레벨처럼 SDV 역시 기술적 성숙도에 따라 체계화하고 있다. 1단계를 인포테인먼트 등 부분적인 소프트웨어 다운로드, 2단계를 플랫폼 기반의 SDV, 3단계를 전사적 API 기반의 SDV, 4~5단계를 데이터-클라우드-AI가 완전히 융합된 미래형 진화 단계로 보고 있다. 현재 협의체는 3단계의 표준화를 명확히 규정하는 데 집중하고 있다. 이는 단순히 기술 규격을 만드는 것을 넘어, 산업계의 눈높이를 맞추며 미래 모빌리티의 기준점을 세우기 위함이다. 애플과 서비스 생태계를 활성화하고 완성차 업체와 부품사가 함께 성장할 수 있는 상생의 토대를 구축하고자 한다.

미국과 독일이 주도권을 쥐고 중국과 일본이 맹추격하는 글로벌 합종연횡 속에서, 한국의 현재 위치와 우리만의 차별화된 표준화 전략은 무엇인가?

냉정하게 우리나라는 국제표준 대응과 생태계 투자 면에서 다소 늦게 출발한 것이 사실이다. 하지만 한국은 자동차, ICT, 소프트웨어라는 세 마리 토끼를 모두 잡고 있는 세계 최고의 산업 기반을 보유하고 있다. K-SDV 표준화협의체에 현대자동차를 필두로 삼성, LG 등 글로벌 가전·IT 기업, 그리고 모비스와 만도 같은 핵심 부품사와 혁신 스타트업들이 한자리에 모인 이유도 여기에 있다. 우리가 취해야 할 차별화 전략은 명확하다. 강력한 ICT 제조 생태계를 기반으로 한 ‘산업 간 융합 표준’이 한국형 SDV의 돌파구다. 예를 들어, 현대차의 모빌리티 기술에 삼성·LG의 스마트홈 생태계를 연계한 카투홈(Car-to-Home) API를 표준화한다면, 이동 수단을 넘어선 새로운 라이프스타일을 선점할 수 있다. 또한, 통신사의 네트워크 API와 자동차를 연계해 고도화된 자율주행 앱 생태계를 구축하고, 이를 실제 차량에 즉각 적용하는 표준-상용화 동기화 전략도 가능하다. 비록 출발은 늦었지만 서로 다른 산업계의 관점을 유기적으로 통합해 우리만의 융합 표준을 만들어 낸다면, 한국 기업들이 글로벌 SDV 시장의 주도권을 쥌 가능성은 충분하다. 단순한 기술 추격을 넘어 대한민국이 강점을 가진 제조와 IT 역량을 결합해 상용화와 생태계 성장을 동시에 이뤄내는 것이 K-SDV의 진정한 승부처가 될 것이다.

기술패권 경쟁도 중요하지만, 궁극적으로 이를 소비하는 대중의 시각도 중요하다. SDV가 일상화되었을 때, 기존 차량과 비교해 어떤 새로운 경험과 혜택을 누릴 수 있는가?

SDV 표준화와 상용화가 안착되면 소비자들은 여러 측면에서 혁신적인 변화를 체감하게 될 것이다. 먼저 잔존 가치의 보전이다. 스마트폰처럼 업데이트를 통해 주행 성능과 안전 기능이 꾸준히 업그레이드되므로, 시간이 흘러도 차량의 가치를 최신 상태로 유지할 수 있다. 경험의 맞춤화도 가능하다. 자동차는 거대한 이동식 스마트 디바이스가 되어 자율주행 기술의 진화에 맞춰 주행 중 즐길 수 있는 다양한 인포테인먼트 앱과 서비스를 다운로드할 수 있으며, 이는 탑승객에게 단순한 이동 이상의 즐거움을 제공할 것이다. 나아가 소프트웨어 중심의 설계는 차량 생산 단가를 낮추는 효과를 가져올 것이다. 소비자는 고사양 기능을 상대적으로 저렴하게 구매할 수 있게 되며, 구독 모델을 통해 자신에게 필요한 기능만 선택해서 사용하는 합리적인 소비 구조를 누릴 수 있다. 결국 SDV는 자동차를 하드웨어에 갇힌 제품이 아닌, 사용자의 라이프스타일에 맞춰 진화하는 ‘플랫폼’으로 변화시켜 우리 일상에 전례 없는 편의성을 선사할 것이다.

자율주행·SDV 표준화는 안전은 물론 국가산업 경쟁력과 데이터 주권까지 아우르는 중대한 과제이다. K-SDV 표준화협의체 운영위원장으로서의 최종 목표와 이 분야의 길을 걷고자 하는 후배 전문가들에게 한 말씀 부탁드립니다.

K-SDV 표준화협의체의 표준화 결과물이 단순한 문서에 그치지 않고, 실제 완성차의 상용화로 직결되게 하는 것이 가장 큰 목표다. 지난 4월 기아 인베스터 데이에서는 SDV 차량 상용화 로드맵이 발표되었다. K-SDV 표준화협의체와 관련 업계의 유기적인 협력으로 앞으로 좋은 성과를 낼 수 있도록 열심히 노력하겠다.

이 분야에 도전하려는 전문가들에게 전하고 싶은 키워드는 ‘융합’이다. SDV는 기계공학을 넘어 전기·전자, 소프트웨어, AI가 하나로 녹아든 결정체다. 따라서 복잡한 SDV 시스템 전반을 모두 경험하고 이해하려는 노력이 필수적이다. 우리 산업의 백년대계를 위해 이러한 다학제적 노하우를 갖춘 창의적 전문 인력 양성도 중요한 상황이다. 끝으로 K-SDV 표준화협의체의 출범과 운영에 아낌없는 지원을 보내준 국가기술표준원 관계자분들께 감사드리며, 대한민국이 글로벌 모빌리티 시장의 룰 메이커로 거듭나는 그날까지 최선을 다하겠다.



‘바퀴 달린 스마트폰’ 시대, 표준이 모빌리티 패권을 결정한다



자동차 산업이 100년 만의 거대한 변곡점을 맞이하고 있다. 이제 자동차는 단순한 기계 장치가 아니라 스스로 판단하고 움직이는 바퀴 달린 컴퓨터이자 스마트 모빌리티 디바이스로 진화하고 있다. 그 핵심에는 자율주행 기술과 SDV(Software Defined Vehicle)가 있다. 기술의 주도권이 하드웨어에서 소프트웨어로 급격히 이동하고 있는 지금, 글로벌 기업들은 시장을 선점하기 위해 치열한 총성 없는 전쟁을

벌이는 중이다. 이 전쟁에서 승패를 가르는 핵심 병기는 바로 ‘표준’이다. 표준을 장악하는 자가 미래 모빌리티 생태계의 포식자가 될 것이다.

기계에서 소프트웨어로, 패러다임의 근본적 변화

자동차는 이제 제조가 아닌 서비스의 영역으로 진입했다. 과거에는 엔진 성능과 디자인이 핵심 경쟁력이었다면, 미래차의 가치는 소프트웨어가 결정한다. 스마트폰처럼 차량을 구매한 후에도 성능을 개선하고 기능을 추가하는 시대가 열린 것이다. 특히 SDV 시대에는 다양한 기업들의 협업이 필수적이다. 자동차 제조사, 반도체 기업, 소프트웨어 개발사가 유기적으로 연결되어야 한다. 이때 서로 다른 시스템이 원활하게 소통하기 위한 ‘공용 언어’가 바로 표준이다. 표준이 없으면 기술 파편화가 발생하며, 이는 개발 비용 상승과 시장 진입장벽으로 이어진다. 반면 표준을 선점하면 거대한 생태계의 중심에 설 수 있다.

최근 글로벌 자동차 산업은 무역질서 재편과 자국 중심주의 확산이라는 거센 풍랑을 맞고 있다. 동시에 AI와 로봇틱스 기술은 급격히 발전하고 있다. 2026년은 이러한 변화가 실질적인 성과로 나타나는 임계점이 될 전망이다. 전문가들은 2026년을 기점으로 자율주행과 SDV 기술이 대중화 단계로 진입할 것으로 보고 있다.

SDV, 자동차의 정의를 새로 쓰다

SDV는 소프트웨어가 하드웨어를 제어하고 관리하는 자동차를 말한다. 차량 내부의 복잡한 배선을 줄이고 중앙 집중식 아키텍처를 도입하는 것이 핵심이다. 이를 통해 OTA(Over the Air, 무선 업데이트) 기능이 가능해진다. 서비스 센터에 가지 않아도 차량의 주행성능을 높이거나 새로운 편의기능을 설치할 수 있다.



자율주행 기술도 진화를 거듭하고 있다. 최근 주목받는 기술은 ‘E2E(End-to-End) 자율주행’이다. 기존에는 인자-판단-제어 등 각 단계를 별도의 모듈로 개발했다면, E2E 방식은 센서 데이터를 입력하면 AI가 주행 조작을 직접 결정한다. 인간의 뇌가 시각 정보를 받아 즉각적으로 반응하는 것과 유사하다. 이는 더 자연스럽게 안전한 주행을 가능하게 한다.

국내 기업도 빠르게 움직이고 있다. 현대자동차 그룹은 ‘소프트웨어로 연결되는(Unlock the

Software Age)’ 비전을 선포한 바 있으며, 현대차의 포티투닷(42dot)은 자율주행 전용 OS인 ‘플레오스(FI OS)’를 개발하며 개방형 생태계를 추진 중이다. LG전자 역시 SDV 솔루션인 ‘알파웨어(AlphaWare)’를 선보였다. 인포테인먼트부터 콕핏까지 통합 제어하는 기술력을 과시하며 글로벌 완성차 업체들과 협력을 강화하고 있다.

요동치는 글로벌 시장 동향과 전망

글로벌 시장은 더욱 치열하다. 자율주행 기술 탑재 차량의 비중은 급증하며, 2025년 4.4% 수준에서 2030년에는 40%에 육박할 것이라는 전망이 나온다. 자율주행 4단계(Level 4) 이상의 상용화 경쟁도 뜨겁다. 미국과 중국은 로봇택시 서비스를 앞다투어 출시하며 데이터 확보에 주력하고 있다.

자동차의 지능화는 반도체 수요를 폭발시켰다. 특히 고성능 연산을 위한 차량용 메모리 반도체가 필수적이다. 2026년에는 차량용 DRAM 가격이 큰 폭으로 상승할 것이라는 예측도 나온다. 삼성전자, SK하이닉스, 마이크론 등 메모리 강자들의 영향력이 자동차 산업에서도 커지고 있는 이유이다. 반면 탄소 중립 정책과 자국 우선주의는 시장의 변수다. 국가별 친환경 정책이 분화되면서 완성차 업체들은 복잡한 셈법에 빠졌다. 기술력뿐만 아니라 각국의 규제와 표준에 얼마나 기민하게 대응하느냐가 생존의 열쇠가 되기 때문이다.

국제표준 선점 경쟁과 API 표준화

현재 자율주행 관련 국제표준은 국제표준화기구(ISO)를 중심으로 논의되고 있다. 특히 TC 22(도로 차량)와 TC 204(지능형 교통 시스템) 분과가 핵심으로, 차량 제어, 내부 통신, V2X(차량-사물 통신) 등 광범위한 분야에서 표준 작업이 진행 중이다.

특히 자율주행의 눈이라 불리는 라이더(LiDAR)와 레이더(RADAR)의 표준 논의가 본격화되고 있다. ISO PWI 13228(라이더), ISO PWI 13377(레이더) 등의 프로젝트가 가동 중이며, 초기 시장인 만큼 표준을 먼저 정립하는 국가가 부품 시장을 주도할 가능성이 높다. 글로벌 부품사들이 이 논의를 주도하고 있으며, 우리나라도 적극적인 대응에 나서고 있다.

한편, SDV 분야에서는 소프트웨어 간 호환성이 중요하며, 이를 위해 API(응용 프로그램 인터페이스) 표준화가 시급하다. API가 표준화되면 서로 다른 개발자가 만든 앱이 어떤 차량에서도 동일하게 작동할 수 있기 때문이다. 이는 거대한 모빌리티 앱 생태계를 조성하는 밑거름이 될 것으로 보인다.

한국의 대응 현황과 주요 이슈

우리 정부와 업계는 'SDV 표준화협의체'를 출범 시키며 발빠르게 대응하고 있다. 현대차, 삼성전자, LG전자 등 국내 대표 기업 65곳과 6개 연구소가 참여하는 대규모 연합군이다. 민관이 힘을 합쳐 한국의 IT 경쟁력을 자동차 산업으로 이식하겠다는 전략이다.

국내 자동차 산업은 강력한 제조 역량을 보유하고 있다. 하지만 소프트웨어 경쟁력은 아직 보완이 필요하다는 지적이 있다. 특히 스타트업들이 국제표준 논의에 참여할 수 있는 통로가 좁다는 점이 한계로 꼽힌다. 글로벌 부품사들이 주도하는 표준 논의에서 밀려나지 않기 위한 전문가 육성이 시급한 과제다.

정부는 2026년 말까지 시급한 표준안 개발을 완료한다는 계획이다. 핵심 분과는 ▲SDV API 표준(차량 내부 센서와 제어를 연동하는 소프트웨어 인터페이스 규격화) ▲아키텍처 표준(중앙 집중식 연산 장치와 데이터 처리를 위한 차량 구조 정의) ▲데이터 표준(차량에서 발생하는 방대한 데이터를 효율적으로 관리하고 공유하는 체계 구축) ▲보안 및 서비스 표준(무선 업데이트(OTA)와 자율주행 서비스의 신뢰성 확보) 등으로 4대 중점 표준화 분과를 운영한다.

표준화를 통해 자동차 산업의 진입 장벽을 낮출 수 있다. IT 기업들이 자동차 소프트웨어 개발에 쉽게 참여할 수 있는 환경을 조성하는 것이 필요하다. 이는 자동차 산업을 단순 제조업에서 고부가가치 서비스 산업으로 전환하는 동력이 될 것이다. 나아가 ISO 등 국제기구의 작업반(WG)에 국내 전문가의 참여를 확대하고, 국가표준을 만드는 데 그치지 않고 국제표준으로 제안하는 노력이 필요하다.



기술 개발과 표준 연계, 인재 양성과 제도적 뒷받침 필요

표준은 기술이 완성된 후에 만드는 것이 아니라 기술개발 초기 단계부터 표준화 연계를 병행해야 한다. 이를 통해 개발 시행착오를 줄이고 시장 출시 시간을 단축할 수 있다. 또한, 폐쇄적인 개발 방식으로는 글로벌 경쟁에서 이길 수 없다. 현대차의 플레오스 OS 공개처럼, 핵심 플랫폼을 개방하여 우수한 개발자들이 모여들게 해야 한다.

아울러 현재 자율주행과 SDV를 모두 이해하는 융합형 인재가 부족한 상황으로, 대학과 기업이 연계하여 실무 능력을 갖춘 소프트웨어 엔지니어를 양성해야 한다. 이와 함께 자율주행 사고 발생 시 책임 소재 규명 등 법적, 제도적 인프라도 표준화 속도에 맞춰 정비되어야 한다.

자율주행과 SDV는 거스를 수 없는 대세가 되고 있다. 이 거대한 변화의 파도 속에서 우리나라가 모빌리티 강국으로 살아남는 방법은 명확하다. 앞선 IT 기술력을 바탕으로 글로벌 표준을 주도하는 것. 표준은 단순한 규제가 아니라 미래 시장을 여는 마스터키가 될 것이다. 대한민국이 써 내려갈 모빌리티 표준화 전략이 전 세계 도로의 기준이 되기를 기대해 본다.

※ 참고자료 : 국가기술표준원 <2024 국가기술표준백서>

한국자동차연구원(KATECH), <모빌리티 인사이트 10월호: AI 모빌리티의 미래>
현대자동차그룹 <Unlock the Software Age> 발표자료

III

국제표준 플러스



국제표준화기구 동향

대중교통의 자율주행화



대중교통 시스템은 여러 기술적·제도적 과제에도 불구하고 점차 자율화되고 있다. 전 세계 많은 도시가 교통량 증가로 인한 혼잡 문제를 겪고 있으며, 이는 시간 손실과 연료 낭비, 탄소 배출 증가로 이어지고 있다. 이러한 문제를 해결하려는 방안 가운데 하나로 자율주행 대중교통이 주목받고 있다. 도시 계획자들은 추가 인력 부담을 크게 늘리지 않고도 교통 흐름을 개선할 수 있는 수단으로 자율주행 대중교통 시스템을 검토하고 있다.

자율주행 대중교통의 개념은 새로운 것이 아니다. 일본 고베, 프랑스 릴, 영국 런던 도클랜드 등에서는 1980년대부터 무인 도시 철도가 운영되어 왔다. 이후 도하, 라호르, 산티아고 등 여러 도시에서도 유사한 시스템이 도입됐다. 최근에는 카메라와 센서, 스캐너에서 수집되는 데이터를 컴퓨터가 실시간으로 처리하는 기술이 발전하면서 자율주행 트램과 자율주행 버스 서비스도 가능해졌다.

자율주행 대중교통은 지상과 지하 교통수단뿐 아니라 항공 영역으로도 확장되고 있다. 항공 택시와 같은 첨단 항공 모빌리티(AAM) 기술은 아직 본격적으로 상용화되지는 않았지만 빠르게 발전하고 있다. 일례로 영국에서는 런던 히드로 공항과 도심을 연결하는 항공 택시 서비스 도입 계획이 논의되고 있다.

자율주행 대중교통 시스템의 도입에는 몇 가지 제약 요인이 존재한다. 주요 요인으로는 높은 투자 비용, 규제 환경, 인프라 준비 수준, 그리고 사회적 수용성 등이 꼽힌다. 국제전기기술위원회(IEC) 스마트 시티 전문가이자 영국 웨스트민스터 대학교 연구원인 리핀 칼라(Ripin Kalra)는 이러한 제약이 국가별 경제 상황에 따라 다르게 나타난다고 설명한다. 노동집약적 경제에서는 일자리 창출이 우선 과제가 될 수 있지만, 노동력 부족을 겪는 국가에서는 자율주행 대중교통이 인력 공백을 해결하는 대안으로 활용될 수 있다는 것이다.

운전자 피로 역시 중요한 안전 문제로 지적된다. 도시 교통 운전자들은 장시간 근무와 높은 스트레스에 노출돼 있으며, 승객으로부터 괴롭힘을 경험하는 경우도 적지 않다. 자율주행 대중교통 시스템은 피로에 따른 오류 없이 장시간 안정적으로 운행할 수 있으며, 근무 시간이나 건강 상태 등 인간 노동의 제약에서 비교적 자유롭다는 점에서 효율성을

높일 수 있다는 평가가 나온다.

일부 국가에서는 운전자 부족 문제도 심각해지고 있다. 독일의 경우 2030년까지 약 8만 명의 버스 운전사가 부족할 것으로 전망된다. 기차와 트램, 버스는 하루 최대 15시간, 주 7일 운행되기도 하지만 운전자는 동일한 방식으로 근무할 수 없다. 노동력 비용이 시스템 운영 비용에서 큰 비중을 차지하는 만큼, 자율주행 대중교통은 공공 재정에 의존하는 대중교통의 경제성을 개선할 수 있는 방안으로도 논의되고 있다.

가장 큰 도전 과제, 인프라

그러나 자율주행 대중교통 시스템 구축에서 가장 큰 과제는 인프라다. 이러한 시스템은 데이터 센터, 5G와 같은 고속 통신망, 인공지능(AI) 기반 데이터 처리, 지속적인 네트워크 연결 등에 의존하며 상당한 에너지와 자원을 필요로 한다. 전기차 보급 확대만으로도 전력망에 부담이 발생하는 상황에서 자율주행 대중교통은 추가적인 인프라 수요를 발생시킬 수 있다.

또한 많은 도시는 여전히 기본적인 대중교통 인프라 구축에도 어려움을 겪고 있다. 일부 도시는 대규모 투자를 감당할 수 있지만, 다른 도시들은 기본적인 공공 서비스 유지에도 재정적 제약을 받는다. 영국 버밍엄은 재정 압박으로 인해 자율주행 대중교통과 같은 혁신 프로젝트보다 쓰레기 수거와 교육 등 필수 서비스에 우선순위를 두고 있는 사례로 언급된다.

스코틀랜드의 글래스고는 올해 무인 지하철 도입을 추진하고 있지만, 세계 최초로 지하철을 개통한 런던은 비용 문제로 유사한 계획을 철회했다. 런던 지하철 일부 구간을 자동화하는 데만 약 200억 파운드가 필요하다는 분석이 제기됐으며, 일자리 감소를 우려한 노동조합의 반대도 중요한 변수로 작용했다.

이러한 상황에서 국제표준은 자율주행 대중교통 기술의 발전을 촉진하는 역할을 할 수 있다. 국제전기기술위원회(IEC)와 국제표준화기구(ISO)의 정보기술 공동기술위원회(JTC 1)는 인공지능 활용과 관련된 다양한 표준을 개발하고 있으며, 산하 소위원회 SC 42는 스마트시티 교통을 포함한 AI 활용 사례를 다루는 기술보고서 ISO/IEC TR 24030을 발간했다. 이 보고서는 교통 관리 효율 향상, 교통 위반 탐지 정확도 개선, 다중 데이터 기반 교통 신호 최적화 등 다양한 활용 사례를 제시한다.

트램과 열차를 활용한 실증 사례 확대

실제 실증 사례도 늘어나고 있다. 노르웨이 오슬로에서는 컴퓨터 비전 기술을 탑재한 트램의 1년간 시험 운행이 진행되고 있으며, EU-Rail 프로그램의 지원을 받아 원격 운영 기술을 활용하고 있다. 또한 체코에서는 24km 구간의 개방 철도에서 유럽 최초의 여객 무인 열차가 운행되고 있다.

이러한 시도는 공항 셔틀과 같은 제한된 구간을 넘어 건물목 등 다양한 변수에 대응해야 하는 실제 도시 교통망에서 자율주행 철도 시스템을 시험한다는 점에서 의미가 있다. 다만 자율 열차 분야에서는 중국이 앞서 있는 것으로 평가된다. 중국 우후 모노레일은 레벨 4 수준으로 5년째 운영 중이며, 국영 열차 제조사 CRRC는 시속 200km로 운행되는 무인 열차를 선보이기도 했다.

철도 분야에서도 표준은 중요한 역할을 한다. 국제전기기술위원회(IEC) 철도 전기설비 및 시스템 기술위원회(TC 9)는 철도 전기 장비와 관련된 표준을 개발하고 있으며, IEC 62290-1은 도시 철도 교통 관리 및 제어 시스템의 기본

개념과 자동화 수준을 정의한다. 예를 들어 레벨 4는 △문 제어 △장애물 감지 △비상 상황 대응까지 포함해 모든 운행이 자동으로 이루어지는 시스템을 의미한다. 또한 IEC 62267은 자동화된 도시 교통 시스템의 안전 요구사항을 규정한다.

자율주행 버스는 순항 중

자율주행 버스 분야에서도 다양한 실증 프로젝트가 진행되고 있다. 네덜란드 로테르담에서는 공항과 지하철역을 연결하는 자율주행 버스가 공공 도로에서 운행되고 있으며, 스웨덴 예테보리, 미국 미시간, 스위스 아르본, 독일 하노버 등에서도 다양한 노선에서 자율 버스 시험이 이루어지고 있다.

연구에 따르면 도시 거리에서는 자율주행 열차보다 자율주행 버스 시험이 더 활발하게 이루어지고 있다. 버스는 철도보다 초기 투자 비용이 적고 노선을 유연하게 조정할 수 있기 때문이다. 또한 버스 한 대가 고장 나더라도 전체 시스템이 중단되지 않는 반면, 열차 시스템에서는 하나의 장애가 전체 노선에 영향을 줄 수 있다.

자율주행 대중교통 시스템에서 중요한 요소 가운데 하나는 상호운용성이다. 서로 다른 시스템이 데이터를 공유하고 연동할 수 있다면 대기 시간을 줄이고 수요에 따라 운행을 조정할 수 있기 때문이다. 다만 시스템이 서로 연결될수록 사이버 보안 위험이 증가할 수 있어 강력한 보안 표준도 함께 필요하다는 지적이 나온다.

현재 도시 교통 시스템은 다양한 교통수단이 분산된 형태로 운영되는 경우가 많다. 완전히 통합된 다중 교통 시스템을 구축한 도시는 아직 많지 않다. 전문가들은 자율주행 대중교통이 성공적으로 정착하기 위해서는 기술·표준·정책뿐 아니라 교통수단과 도시 시스템 전반을 통합하는 접근이 필요하다고 강조한다.

출처 : IEC 《Is autonomous transport the answer for smart cities?》

원자력 안전에 대한 새로운 표준 발표



원자력 시설의 안전 기준을 개발하는 기술 소위원회가 새로운 국제표준을 발표했다. 국제전기기술위원회(IEC) 기술 위원회(TC) 45 산하 소위원회인 IEC SC 45A는 원자력 시설의 계측, 제어 및 전력 시스템과 관련된 표준을 개발하기 위해 설립된 조직이다. 이 소위원회는 원자력 에너지 분야의 글로벌 안전 기준을 수립하는 국제원자력기구(IAEA)와 협력하고 있으며, 소위원회 전문가들은 IAEA의 원자력 발전소 계측 및 제어 기술 실무 그룹에도 참여하고 있다. 이들은 원자력 발전소 기술과 인간-시스템 인터페이스와

관련된 자문을 제공하며, 관련 표준에는 IAEA 안전 기준과 핵 보안 시리즈 문서에서 제시된 안전·보안 원칙이 반영된다.

IEC SC 45A가 개발하는 표준은 원자력 발전소의 전기 및 전자 제어 시스템 전반을 다룬다. 설계 단계부터 운영, 그리고 설비 폐쇄에 이르기까지 전체 생애 주기를 포괄하는 것이 특징이다.

해당 소위원회는 최근 IEC 63423을 새롭게 발표했다. 이 표준은 열악한 환경에서 사용되는 케이블 커넥터 어셈블리에 대한 요구사항을 규정한 것으로, 이번이 초판이다. 해당 표준은 신호 전송용 케이블과 센서, 트랜스듀서 및 기타 장치에 전력을 공급하기 위한 케이블의 기술적 요구사항을 다룬다.

표준에서 말하는 ‘열악한 환경’은 원자력 발전소에서 발생할 수 있는 사고 상황을 의미한다. 예를 들어 ‘주 증기 라인 파손(Main Steam Line Break)’은 발전소 2차 계통의 배관이 파열되는 사고로, 증기가 급격히 방출되면서 원자로 냉각 조건에 영향을 줄 수 있다. 또 다른 사례로는 ‘냉각수 손실 사고(Loss of Coolant Accident, LOCA)’가 있다. 이는 원자로 압력 경계가 손상되면서 냉각수가 유출되는 사고로, 냉각수가 충분히 공급되지 않을 경우 노심이 과열되어 방사성 물질이 방출될 가능성이 있다. 이러한 사고는 원자력 발전소 설계 단계에서 고려되는 대표적인 설계 기준 사고 가운데 하나로 꼽힌다.

IEC 63423은 이러한 환경에서도 케이블과 커넥터가 정상적으로 작동하도록 하기 위한 시험 요구사항을 제시한다. 표준에는 방사선 저항성, 열 내구성, 절연 저항 등 다양한 시험 기준이 포함되어 있으며, 케이블과 커넥터 및 그 조립체에 대한 성능 검증 절차를 규정하고 있다.

출처 : IEC 《New standard for nuclear safety》

관리 연속성(CoC), 국제표준으로 완성



재활용 플라스틱, 친환경 섬유, 재생 가능 연료, 저탄소 소재 등 다양한 제품에서 '지속가능성'을 강조하는 사례가 늘고 있다. 기업들은 제품이 특정 환경적 또는 사회적 특성을 갖고 있다고 설명하지만, 복잡한 글로벌 공급망에서 이러한 주장을 입증하는 일은 쉽지 않다.

원자재는 여러 가공 단계를 거치면서 혼합되고 변형되며 국경을 넘어 거래된다. 이 과정에서 어떤 일이 발생했는지 추적하고 검증할 수 있는 체계가 없다면 지속가능성 주장에 대한 신뢰도 역시 쉽게 흔들릴 수 있다. 이러한 문제를 해결하는 핵심 수단으로 관리 연속성(Chain of Custody, CoC) 시스템이 활용된다.

CoC는 공급망을 따라 이동하는 원자재의 특성을 추적하고 기록하며 전달할 수 있도록 하는 체계다. 다만 지금까지는 산업별로 서로 다른 방식이 적용되는 경우가 많아 공통 기준이 부족하다는 지적이 있었다.

이러한 과제를 해결하기 위해 국제표준화기구(ISO)는 관리 연속성 시스템의 글로벌 프레임워크를 강화하는 두 개의 국제표준 ISO 22095-2와 ISO 22095-3을 발표했다. 두 표준은 관리 연속성에서 널리 사용되는 두 가지 모델인 질량수지(Mass Balance)와 북앤클레임(Book and Claim) 방식에 대한 국제적으로 조화된 요구사항을 제시한다. 또한 산업 전반에서 활용될 수 있도록 설계되어 인증기관과 정책 입안자의 활용을 지원하고 국가 간 거래에서도 참고 기준으로 활용될 수 있다.

이 표준은 ISO/TC 308(관리 연속성)에서 개발했으며, 산업 전반에서 사용하는 공통 용어와 모델을 정립한 ISO 22095:2020을 기반으로 한다. 기존 표준이 개념적 틀을 제시했다면, 이번에 발표된 두 표준은 관리 연속성 모델을 실제 운영하는 데 필요한 구체적인 요구사항을 제시한다는 점에서 의미가 있다.

신규 표준이 다루는 내용

ISO 22095-2는 화학, 플라스틱, 농업, 섬유 등 다양한 산업에서 널리 사용되는 질량수지 모델을 다룬다. 이 방식에서는 재활용 또는 재생 가능 원료와 같은 특정 특성을 가진 물질과 일반 원료가 가공 과정에서 혼합될 수 있다. 중요한 것은 물리적으로 분리하는 것이 아니라 시스템에 들어오고 나가는 물질의 양을 정확하게 기록하고 관리하는 것이다. 이 표준은 △시스템 경계 △귀속 규칙 △변환 계수 △정보 전달 원칙 등 질량수지 모델의 운영 기준을 명확히 규정한다.

한편 ISO 22095-3은 또 다른 관리 연속성 모델인 북앤클레임(Book and Claim) 방식을 다룬다. 이 방식에서는 지속가능성 특성이 실제 물질의 이동이 아니라 행정적 수단을 통해 이전된다. 이때 활용되는 수단을 ‘청구권이 부여된 양도 가능 수단(Transferable Instruments with Entitlement to Claim, TIEC)’이라고 한다. 이를 통해 물리적 추적이 어려운 경우에도 조직이 지속가능한 생산을 지원할 수 있다.

새 표준은 이러한 수단이 생성되고 이전되며 사용 종료되는 과정을 관리하는 국제적으로 정렬된 방법론을 제시한다. 이를 통해 중복 집계를 방지하고 시스템의 투명성을 높이는 데 기여할 것으로 기대된다. 또한 에너지 및 환경 시장에서 활용되는 ‘에너지 속성 인증서(Environmental Attribute Certificates, EACs)’와 같은 제도에도 신뢰성 있는 기반을 제공한다.

ISO/TC 308 의장인 잭 스타인(Jack Steijn)은 “이번 두 표준의 발간으로 관리 연속성 체계가 한층 강화됐다”며 “지속가능성 주장에 대한 오해와 중복 계산의 위험을 줄이고, 향후 산업 전반의 표준화 논의를 이끌 핵심 원칙을 제시할 것”이라고 밝혔다.

출처 : ISO 《New ISO standards bring clarity to chain of custody》

양자컴퓨팅이란?



노트북은 4K 영상을 스트리밍하고 여러 개의 브라우저 탭을 동시에 실행하며 복잡한 계산도 수행할 수 있다. 그러나 카펄라처럼 비교적 단순한 분자의 양자적 거동을 정확하게 시뮬레이션하는 문제를 제시하면 계산량이 급격히 증가해 현실적으로 처리하기 어려워진다. 이는 컴퓨터 성능의 문제가 아니라, 현재 사용되는 컴퓨터가 고전적 방식의 계산 구조를 기반으로 하기 때문이다.

고전 컴퓨터는 정보를 비트(bit)

단위로 처리한다. 비트는 0 또는 1의 두 가지 상태 중 하나를 갖는다. 이러한 방식은 스프레드시트 계산이나 영상 통화 등 대부분의 일상적인 작업에 효과적이다. 하지만 자연 현상은 이처럼 단순한 이분법으로 작동하지 않는다. 원자와 입자 수준에서는 확률적이며 직관과 다른 방식으로 작동하는 양자역학의 규칙이 적용된다. 이러한 원리를 계산에 활용하는 것이 바로 ‘양자컴퓨팅(Quantum Computing)’이다.

양자컴퓨팅은 양자역학의 원리를 활용해 정보를 처리하는 새로운 계산 방식이다. 기존 컴퓨터가 비트를 사용하는 것과 달리, 양자컴퓨터는 큐비트(Qubit)라는 정보 단위를 사용한다. 큐비트는 0과 1 중 하나의 상태만 갖는 것이 아니라 두 상태가 동시에 존재하는 ‘중첩’ 상태를 가질 수 있다. 이러한 특성 덕분에 양자컴퓨터는 여러 가능성을 동시에 계산할 수 있다.

큐비트는 또 다른 양자 특성인 ‘얽힘’을 통해 서로 연결될 수 있다. 얽힘 상태에서는 한 큐비트를 측정하는 순간 다른 큐비트의 상태도 동시에 결정된다. 두 큐비트 사이에 물리적인 정보 전달이 일어나지는 않지만, 이와 같은 상관관계는 고전 컴퓨터에서는 구현하기 어려운 계산 구조를 가능하게 한다. 중첩과 얽힘이 결합되면 양자컴퓨터는 기존 컴퓨터로는 해결하기 어려운 문제를 탐색할 수 있는 새로운 계산 방식을 제공한다.

양자컴퓨터는 고전적인 트랜지스터 대신 실제 물리적 양자 시스템을 이용해 큐비트를 구현한다. 이러한 시스템은 ‘중첩, 얽힘, 간섭’과 같은 양자역학의 원리를 활용해 계산을 수행한다. 이 과정에서 ‘양자 게이트’라 불리는 연산이 적용되어 큐비트의 상태가 단계적으로 변화하며 계산이 진행된다. 마지막 단계에서는 고전 컴퓨터가 큐비트의 상태를 측정해 결과를 해석한다.

다만 큐비트는 매우 민감한 특성을 갖는다. 열, 진동, 기저방사선 등 외부 요인에 의해 양자 상태가 쉽게 붕괴될 수 있는데, 이를 ‘탈결맞음(Decoherence)’라고 한다. 이러한 문제를 방지하기 위해 양자컴퓨터는 극저온 환경과 정밀하게 제어된 장치 안에서 작동한다. 희석 냉각 장치와 초저온 재료, 정밀 전자 장비 등이 큐비트의 안정적인 상태를 유지하는데 활용된다.

산업계의 게임체인저, 양자컴퓨팅

양자컴퓨팅의 잠재력은 이미 여러 분야에서 주목받고 있다. 연구자들은 양자 프로세서를 활용해 분자 구조를 시뮬레이션 하거나 복잡한 공급망을 최적화하는 연구를 진행하고 있으며, 머신러닝 분야에서도 새로운 가능성이 제시되고 있다. 이러한 문제들은 계산 규모가 커질수록 고전 컴퓨터로 처리하기 어려워지는 경우가 많다.

양자컴퓨팅은 △신약 개발 △재료 과학 △금융 모델링 △공급망 최적화 △기후 분석 등 다양한 산업 분야에서 활용 가능성이 제기되고 있다. 예를 들어 분자 수준의 정밀한 시뮬레이션은 신약 개발 속도를 높일 수 있으며, 새로운 초전도체나 차세대 합금 설계에도 활용될 수 있다. 또한 금융 시장 분석과 물류 공급망 최적화, 기후 모델링 등 복잡한 계산이 필요한 분야에서도 활용 가능성이 연구되고 있다.

양자컴퓨팅의 실제 활용 가능성을 처음 보여준 사례 중 하나는 1994년 수학자 피터 쇼어(Peter Shor)가 발표한 쇼어 알고리즘(Shor's Algorithm)이다. 이 알고리즘은 충분히 큰 양자컴퓨터가 구현될 경우 기존 방식보다 훨씬 빠르게 큰 수를 인수분해할 수 있음을 보여주었다. 이는 온라인 금융과 국가 보안 등 다양한 분야에서 사용되는 RSA 암호 체계에 중요한 영향을 미칠 수 있는 발견이었다.

양자 기술 발전 경쟁도 빠르게 진행되고 있다. 2024년 구글은 기존 슈퍼컴퓨터로는 약 1만 년이 걸릴 것으로 추정되는 계산을 몇 분 만에 수행한 '윌로우(Willow)' 양자 프로세서를 공개했다. 앞서 IBM은 '이글(Eagle)' 프로세서를 통해 100큐비트 이상의 시스템을 구현했으며, 구글의 '시카모어(Sycamore)' 프로세서는 고전 컴퓨터가 수행하기 어려운 계산을 성공적으로 실행하며 '양자 우월성(Quantum Supremacy)'을 달성한 바 있다.

2025년에는 마이크로소프트가 '마요라나 1(Majorana 1)' 양자 칩을 발표했다. 이 칩은 새로운 물질 상태를 기반으로 한 위상 큐비트(Topological Qubits)를 활용해 오류 수정과 탈결맞음 문제를 해결할 가능성을 제시했다. 이러한 기술이 확장 가능성을 확보할 경우 의학, 청정에너지, 인공지능 등 다양한 분야에서 새로운 돌파구를 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

각국 정부도 양자 기술에 대한 투자를 확대하고 있다. 중국은 양자 연구개발에 150억 달러 이상의 공공 자금을 투입했으며, 글로벌 기술 기업들도 양자 기술을 실제 산업에 적용하기 위한 연구 경쟁을 이어가고 있다. 현재 기술은 아직 발전 단계에 있지만, 양자컴퓨팅이 점차 실험실을 넘어 실제 산업 영역으로 확장될 것이라는 전망이 제기된다.

'비고전적 컴퓨터'에 대한 표준화 논의

이와 함께 국제표준화 논의도 시작되고 있다. 국제표준화기구(ISO)와 국제전기기술위원회(IEC)는 2024년 양자 기술 표준화를 위해 공동 기술위원회 ISO/IEC JTC 3을 출범시켰다. 이 위원회의 첫 번째 표준인 ISO/IEC 4879:2024는 양자컴퓨팅 분야의 공식 용어를 정의한다.

양자 기술이 빠르게 발전하는 상황에서 공통된 용어와 기준이 없으면 기술 플랫폼과 정의가 서로 달라져 산업 발전에 혼란이 발생할 수 있다. 국제표준은 이러한 문제를 줄이고 상호운용성과 규제 기반을 마련하며 연구자와 개발자가 공통된 기준에서 기술을 발전시킬 수 있도록 지원한다.

양자컴퓨팅은 더 이상 이론적 개념에 머물지 않는다. 정부와 기업이 수십억 달러 규모의 투자를 진행하며 새로운 기술 경쟁이 시작되고 있다. 앞으로 양자 기술이 신약 개발, 공급망 최적화, 기후 분석 등 다양한 분야에서 어떤 변화를 가져올지에 관심이 집중되고 있다.

출처 : ISO <<What is quantum computing?>>



해양플랜트 O&M 기술 동향 및 표준화 분석

AI 무인화 기술 트렌드와 글로벌 사실상표준(De facto Standard) 대응 전략

송시명 HD 현대중공업 책임



해양플랜트 건조부터 운영까지 적용되고 있는 AI 무인화 기술 트렌드에 대해 소개해 달라.

현재 해양플랜트 산업은 건조 단계부터 실제 운영 및 유지보수(O&M) 단계에 이르기까지 인적 개입을 최소화하고 효율성을 극대화하기 위한 AI 기반의 무인화 기술이 적극적으로 도입되고 있다. 문서에 명시된 주요 기술 트렌드는 다음과 같다.

- AI 기반 예측 정비 (Predictive Maintenance) : 인공지능 알고리즘을 활용하여 설비의 상태 데이터를 분석하고, 고장이나 이상 징후를 사전에 예측하여 선제적으로 정비하는 기술이다.
- 실시간 원격 모니터링 : 해상에 위치한 플랜트의 운영 상태를 육상 관제 센터 등에서 실시간으로 파악하고 관리할 수 있게 해주는 핵심 기술이다.
- 자동화 제어 시스템 : 복잡한 해양플랜트의 공정 및 설비 운영을 사람의 개입 없이 시스템 스스로 최적의 상태로 제어하는 기술이다.
- 드론 기반 검사 및 로봇 기술 : 작업자가 접근하기 위험하거나 물리적으로 어려운 구역의 검사 및 유지보수 작업을 드론과 로봇이 대체함으로써 작업의 안전성과 효율성을 획기적으로 높이고 있다.

기술 트렌드에 맞춰서 산업계에서 진행하고 있는 연구와 산업이 변화되는 점이 있는가?

AI 및 무인화 기술의 도입은 단순한 기술 적용을 넘어 해양플랜트 산업 전반의 설계 패러다임과 연구 개발 방향을 근본적으로 변화시키고 있다.

- 최적의 안전 설계 고려 : 해양플랜트에 무인화 기술이 본격적으로 적용됨에 따라, 기존의 인력 중심 설계에서 벗어나 '무인 환경'에 최적화된 새로운 안전 설계 기준이 연구 및 적용되고 있다. 이는 인명 피해 리스크를 원천적으로 차단하는 방향으로 산업이 진화하고 있음을 의미한다.
- 무인/원격 제어 장비의 원천 기술 확보 : 무인화 시스템의 핵심인 무인 및 원격 제어 장비에 대한 의존도가 높아지면서, 산업계는 해당 장비들의 핵심 원천 기술을 자체적으로 확보하기 위한 연구 개발(R&D)에 집중하고 있다.

해양플랜트 유지보수 관점에서 글로벌 표준화에 있어서 사실상표준이 중요한 사항으로 보는가?

해양플랜트 유지보수(O&M) 분야에서 사실상표준의 선점은 글로벌 시장에서의 기술 주도권과 직결되므로 매우 중요한 사안으로 다루어지고 있다.

- IOGP JIP39 NUF 논의 진행 : 현재 국제석유가스생산자협회(IOGP)를 중심으로 JIP39(Joint Industry Project 39)의 NUF(Normally Unattended Facilities, 무인화 설비)에 대한 사실상표준화 논의가 활발하게 진행 중이다. 이는 무인화 해양플랜트의 글로벌 가이드라인을 정립하는 핵심적인 움직임이다.
- 이해관계자들의 치열한 표준화 전략 : 발주처, 엔지니어링사, 조선사 등 해양플랜트 산업의 주요 주체들은 자사의 기술과 공정이 글로벌 표준으로 채택되도록 각자의 입장에서 치밀한 표준화 전략을 수립하고 대응하고 있다. 이는 표준을 선점하는 기업이 향후 시장을 독식할 수 있기 때문이다.

국내에서 사실상표준 활동을 주도하기 위해서 필요한 요소가 있다면 어떠한 것들이 있는가?

글로벌 해양플랜트 무인화 기술의 사실상표준을 국내 산업계가 주도하기 위해서는 개별 기업의 노력을 넘어선 국가 차원의 종합적인 생태계 구축이 필요하다.

- 정부 지원을 통한 기술력 확보 및 경쟁력 제고 : 핵심 원천 기술을 확보하기 위한 정부의 적극적인 R&D 지원이 필요하며, 이를 바탕으로 국내 장비 업체들의 글로벌 경쟁력을 한 단계 끌어올려야 한다.
- 전략적 표준화 전략에 따른 산업 주도 전략 마련 : 단순히 우수한 기술을 개발하는 것에 그치지 않고, 해당 기술이 국제 무대에서 표준으로 인정받을 수 있도록 치밀하고 전략적인 표준화 로드맵을 마련하여 산업을 주도해야 한다.
- 산학연의 적극적인 참여와 정부의 정책적 뒷받침 : 산업계, 학계, 연구기관(산학연)이 유기적으로 협력하여 표준화 활동에 적극적으로 참여해야 하며, 정부는 이를 총괄하고 지원하는 거시적인 전략적 표준화 정책을 수립하고 실행해야 한다.

해양플랜트 산업은 AI와 로봇 기술을 융합한 완전 무인화(NUF) 시대로 빠르게 전환하고 있다. 대한민국이 이 분야의 글로벌 리더로 도약하기 위해서는 선제적인 원천 기술 확보와 더불어, 산학연관이 하나된 '사실상표준' 선점 전략이 그 어느 때보다 시급하고 중요하다.

해양플랜트 무인화 기술을 주도하고 있는 사실상표준 대응 전략

송시명 HD 현대중공업 책임

우리 정부는 해양플랜트의 패러다임이 대형 구조물 건조에서 지능형 운영 솔루션으로 변화함에 따라 2010년부터 해양플랜트 100대 전략기술을 선정하여 지원하고 있으며, AI 기반 무인화 기술개발을 위해 원격 제어, 디지털 트윈, IoT 기반 상태 모니터링 기술 지원을 통해 실시간으로 감지하고 AI가 유지보수 시점을 결정하는 자가진단 기술 개발을 위해 노력하고 있다.

해양플랜트 분야 사실상표준 IOGP JIP39 활동 확대

국제석유가스생산자협회(International Association of Oil & Gas Producers, IOGP)는 글로벌 석유 및 가스 산업을 대표하는 기구로서 해양플랜트생산 분야의 사실상표준을 주도하는 핵심 주체로 평가된다.

IOGP는 2020년 JIP39(Normally Unattended Facilities, NUF)를 설립하여 글로벌 석유개발 업체 중심으로 무인화 시설 운영에 필요한 기존 코드, 표준, 기술 및 규정에 대한 연구를 수행해 왔다. 최근에는 활동 범위를 확대하여 다양한 산업계의 의견을 수렴하고 있으며, 국제표준화기구인 ISO TC67과의 유기적인 협력을 통해 글로벌 표준화를 추진하고 있다.

JIP39는 무인화 기술 적용을 통해 상주 인력 없이도 안전하고 경제적인 해양플랜트 운영 모델 구축을 목표로 하며, 특히 선박 거주구, 구명설비, 인력 운영비 절감 등을 통해 자본지출(CAPEX)과 운영지출(OPEX)을 크게 낮추는 것을 지향하여 다양한 기술적 논의와 표준화를 지속적으로 추진하고 있다.

현재 표준화 기술 분류 및 적용 검토 초기 단계로 우리나라의 기술을 국제표준에 반영하여 시장을 선도할 수 있는 기회로 판단된다.

무인 해양플랜트(NUF)의 핵심 도전 기술

IOGP JIP39가 2021년에 발표한 무인화 시설 백서(NUF White Paper)는 해양 에너지 산업의 지속 가능성과 경제적 회복력을 확보하기 위한 미래형 플랫폼 설계 및 운영 지침서이다. 이 보고서의 핵심은 기존의 인력 상주형 플랫폼(Normally Manned Facilities)에서 벗어나, 디지털 기술과 로봇틱스를 결합한 완전 무인화 및 원격 제어 중심의 패러다임 전환을 선언한 데 있다.

먼저, 이 백서는 NUF를 단순히 사람이 없는 시설이 아니라, 최소한의 물리적 개입만으로도 고도의 신뢰성을 유지할 수 있는 지능형 시설로 정의한다. 기존 해양 플랫폼은 인력 거주를 위해 대규모 거주구, 헬리덱, 구명설비 및 각종 운용 시스템을 갖춰야 함에 따라 전체 건설비와 운영비가 증가하였다. 반면, NUF는 이러한 비생산적 설비를 설계 단계부터 과감히 제거함으로써 플랫폼의 규모를 소형화하고, 투자 비용을 최대 30% 이상 절감하는 것을 목표로 한다.

둘째, 이 보고서는 안전 및 환경 측면의 혁신을 강조한다. 작업자를 위험한 해상 환경에 노출시키지 않음으로써 산업 재해 가능성을 원천적으로 차단할 수 있으며, 인력 수송을 위한 선박 및 헬기 운항을 최소화하고 플랫폼 자체의 전력 소비를 최적화함으로써 탄소 배출을 획기적으로 줄이는 저탄소 운영 모델을 제시한다.

셋째, 이를 구현하기 위한 핵심 기술 기반으로 디지털 전환(DX)과 장비·구조의 신뢰성 설계를 제시한다. 사람이 직접 수행하던 점검 업무를 로봇과 드론이 대체하고, 육상 운영 센터(Onshore Support Center)에서는 디지털 트윈을 활용해 플랜트의 상태를 실시간으로 감시·제어하는 체계를 구축해야 한다고 명시한다. 특히 수개월간 사람의 방문 없이 운영되기 위해서는 기자재의 내구성을 극대화한 상태기반정비(CBM) 기술과 초고속·고보안 해상 통신 인프라가 필수적임을 강조하고 있다.

결론적으로, NUF를 단순한 비용 절감 수단이 아니라 에너지 전환 시대에 해양 자원을 개발하기 위한 필수적인 운영 모델로 제시하고 있다. 이는 수주 경쟁력 확보가 중요한 국내 조선사와 기자재 업체들에게 단순 건조 역량을 넘어 지능형 원격 운영 솔루션이라는 새로운 기술적 고지를 확보해야 한다는 강력한 방향성과 이정표를 제시한다.

무인화 기술 적용의 글로벌 트렌드에 부합하는 표준화 추진

현재 해양플랜트 시장은 디지털 및 원격제어 기술의 고도화에 따라 기술 적용 방식이 빠르게 변화하고 있다. 반면, 이러한 기술 발전 속도에 비해 표준화와 인증 체계의 구축 수준은 상대적으로 미흡한 상황이다. 이에 따라 설계부터 건조, 운영, 유지보수 등 해양플랜트 전 생애 주기를 포괄할 수 있는 관점에서 표준화 방향을 설정하고, 이를 체계적으로 추진하기 위한 전략마련이 요구된다.

특히 석유·가스 산업의 특성상 지역적, 정치적 리스크로 인해 기술 공유에 한계가 존재하여 사실상표준을 기반으로 글로벌 표준화를 추진하고 있다. 따라서 이러한 산업 구조와 환경적 특수성을 반영한 세밀한 표준화 전략이 필요하다.



ISO / IEC 국제표준 발간현황

국제표준은 기술적, 경제적, 사회적 이익을 극대화하는 중요한 수단이다. 국제표준은 갈수록 다양해지는 비즈니스 환경에 대처할 수 있는 전략적 도구이며, 상품과 서비스의 자유로운 교역을 활성화하고 지속 가능하면서 공정한 경제성장을 지원한다. 또한 경영활동의 효율성을 극대화하고 생산성 향상과 기업의 신시장 진출을 도모할 수 있다.

국제표준화기구 회원은 자국의 경제, 사회, 환경적 우선순위에 따라 기술위원회에 참여할 수 있다. ISO 및 IEC 등 국제표준화기구는 분야별로 기술위원회(TC)를 운영하고 있으며, TC별로 분과위원회(SC), 작업반(WG) 등이 구성되어 있다. 국제표준화기구에서 개발되는 표준은 회원국 간의 합의를 통해 제정되며, 여러 단계의 회람과 투표를 거쳐 발행된다. ISO와 IEC에서 새로 개발한 표준은 웹사이트를 통해 확인할 수 있다.

ISO 국제표준 발간목록



IEC 국제표준 발간목록





ISO / IEC 국제표준 회의일정

ISO(국제표준화기구, International Organization for Standardization)는 전 산업 분야의 국제표준을 개발·관리하는 대표적인 표준화 기구이다. 전기·전자(IEC) 및 통신(ITU) 분야를 제외한 다양한 영역의 표준을 개발 및 보유하고 있으며(25,703종, '24.12월 기준), 1947년에 설립되었다.

ISO 국제표준화 회의일정



IEC(국제전기기술위원회, International Electrotechnical Commission)는 전기·전자 분야 국제표준을 개발·관리하는 대표적인 표준화 기구이다. 전기·전자 분야 국제표준 개발(12,046종, '24.12월 기준), 적합성평가 등에 대한 국제협력을 위해 1906년 설립되었다.

IEC 국제표준화 회의일정



국제표준종합지원시스템(i-standard)은 공적·사실상 국제표준화활동 지원 및 산업계의 표준 활용 관련 민원과 애로사항 해결을 위해 구축된 국제표준 포털이다. ISO/IEC 및 사실상표준화기구 내 국내 표준 전문가들의 국제표준화 회의 참가 지원 뿐 아니라, 산업계의 국제표준 관련 민원과 애로사항을 해결하고, 기업의 니즈에 맞는 실질적인 표준화 활동 지원을 위해 관련 정보를 통합적으로 제공한다.

국제표준화 회의참가



IV 미래 표준 인사이트



탄소중립표준화 동향

「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」 과제2(탄소배출규제 대응 디지털 인프라 표준화) 해설

「디지털 전환을 통한 탄소 경쟁력 확보」

-디지털 MRV(dMRV) 국제표준 제정의 필요성-

노재동 (주)엔스타알앤씨 대표

서론 : 글로벌 탄소규제와 국제표준 현황

글로벌 탄소 규제 현황

기후변화는 전 인류가 직면한 가장 중요한 글로벌 이슈로 다른 그 무엇보다도 우선적으로 해결해야 할 글로벌 공동의 해결 과제로 인식되고 있다. 과거에는 국가 또는 사업장 단위의 온실가스 규제 중심에서 이제는 제품 단위로 그리고 공급망 단위로 정보공개가 의무화되고 있다. EU는 기후문제를 해결하기 위한 글로벌 과제로 기후변화의 핵심 원인이 되고 있는 온실가스 배출 규제를 강력하게 시행하고 있으며, 이는 지구 환경문제 해결이라는 명목하에 자국의 생존을 위한 무역규제 수단으로 사용되고 있다. EU의 탄소국경조정제도(CBAM)가 가장 대표적인 예이며, 배터리 여권(Battery Passport) 도입을 필두로 한 에코디자인 규정(ESPR)과 디지털 제품 여권(DPP)은 기후문제를 위한 본격적인 규제의 시작이라고 할 수 있다. 이제 탄소 배출량은 기업의 비용이자 제품의 품질을 결정하는 핵심 지표가 되었다. 특히 중요한 점은 이러한 규제들은 과거 대기업에 국한되었던 탄소 관리 책임을 공급망 전체로 확산시키고 있으며, 이제 탄소 정보는 선택이 아닌 시장 진입을 위한 필수가 되었다.

국내 정부 및 산업계 규제 대응 현황

국내 대기업들은 이러한 규제에 대응하기 위해 다양한 전략을 수립·추진하고 있으나, 공급망 내의 중소·중견기업들의 전문인력 부족과 비용 부담 등의 이유로 글로벌 기업의 탄소 정보 공개 요구 대응에 매우 큰 어려움을 겪고 있다. 최근 국내 자동차 및 전자 산업을 중심으로 협력사 탄소 배출량 산정 지원 사업이 활발히 진행되고 있으나, 데이터의 신뢰성과 수집의 효율성 측면에서 여전히 한계가 존재한다.

정부는 급변하는 국제 환경에 대응하기 위한 제도와 표준 기반을 강화하고 있으며, 2025년 말 「탄소중립·녹색성장

표준화 전략 3.0」을 발표하면서, 탄소배출규제 대응을 위한 산정 표준화와 함께 한국형 디지털제품여권 공급망 플랫폼 구축을 위한 시스템·데이터 표준화를 병행하겠다고 밝혔다. 이는 국내 산업계가 더 이상 개별 기업 차원의 산정 역량만으로는 대응하기 어렵고, 공급망 전체가 연계되는 디지털 표준 생태계가 필요하다는 정책 판단을 반영한다.

탄소 규제 특징 및 국내외 시장 전망

최근 글로벌 탄소 규제의 특징을 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 전과정 접근방법(Life-Cycle Approach)이다. 제품이나 기업 활동의 온실가스 배출량이나 환경영향을 단순히 생산단계에 한정하지 않고, 전과정(원료 채취부터 폐기까지)에 걸쳐 관리하도록 요구하고 있다.

둘째, 공급망 관리의 중요성 및 확대이다. 기업이 자신의 직접적인 활동뿐만 아니라, 공급망 전체에 걸쳐 발생하는 환경적, 사회적 리스크까지 관리하도록 의무를 부과하고 있다.

셋째, 국제표준을 적극적 활용이다. 최근 탄소규제는 ISO 등의 국제표준을 핵심 규제 수단으로 활용하고 있다. EU 규제는 기존의 자발적 권고나 일반적인 가이드라인이었던 국제표준을 법적 구속력이 있는 의무로 격상시키고, 제3자 검증 의무화, 구체적인 방법론 제시 등을 통해 국제표준보다 더 엄격한 기준을 적용하고 있다.

넷째, 투명성 및 정보 공시 강화이다. 기업 활동과 제품의 환경정보를 투명하게 공개하고, 이를 통해 기업의 책임성과 소비자의 알 권리를 보장하려는 목적이다.

다섯, 제삼자 검증 의무화: 모든 규제는 데이터의 신뢰성과 규제 이행 여부를 확보하기 위해 EU가 인정하는 제삼자 기관의 검증을 요구. 이는 기업에게 공통적으로 추가적인 검증 비용을 부담하게 한다.

이러한 글로벌 탄소규제의 특징으로 향후 글로벌 탄소시장은 급성장할 것으로 예상된다. 2025년 세계은행 보고서에 따르면, 전 세계 온실가스 배출의 약 28%가 이미 직접적인 탄소가격제의 적용을 받고 있으며, 2024년 탄소가격제 관련 공공재정 수입은 1,000억 달러를 넘어섰다고 한다. 운영 중인 탄소가격제 수단은 80개에 이르며, 배출권거래제와 탄소세의 확대가 계속되고 있다. 이는 단순히 탄소비용 부담이 증가한다는 의미를 넘어, 산정·보고·검증(MRV), 탄소회계, 데이터 관리, 검증 서비스, 디지털 플랫폼, 공급망 데이터 교환과 같은 연관 시장이 함께 성장한다는 의미이기도 하다. 탄소정보가 재무정보 못지않게 중요해질수록, 그 정보의 무결성과 비교가능성을 담보하는 제삼자 검증과 디지털 시스템의 수요는 더욱 커질 수밖에 없다.

온실가스 및 탄소발자국 관련 ISO 등 국제표준

ISO는 가장 대표적인 국제표준화기구다. 현재 ISO/TC 207에서 개발 또는 개발중인 표준은 총 94개로, 이중 인증 관련 표준은 2개(ISO 14001: 환경경영시스템과 ISO 14024:환경라벨)인데 반해, 검증 관련 표준은 이보다 훨씬 많아 최근 검증표준의 제정이 TC 207의 주요 특징이라 할 수 있다. 이중 온실가스 또는 탄소 관련 표준은 다음과 같다.

- ① ISO/TS 14067 : 제품탄소발자국 산정 절차와 방법 표준
- ② ISO 14064-1 : 조직의 사업의 온실가스 산정 절차와 방법 표준

- ③ ISO 14064-2 : 프로젝트 수준의 온실가스 감축 및 제거 정량화 방법 및 절차 표준
- ④ ISO 14064-3 : 검증기관 검증 프로세스 표준
- ⑤ ISO 14064-5 : 검증기관 원격 검증심사 프로세스 표준
- ⑥ ISO 14065 : 검증기관 인정 요구사항 표준
- ⑦ ISO 14066 : 검증심사원 적격성 요구사항 표준
- ⑧ ISO 14068-1 : 탄소중립
- ⑨ ISO/CD 14060(제정 중) : 넷제로 표준

본론 : 디지털 MRV의 부상과 표준화의 필요성

디지털 MRV 관련 국내외 현황

전통적인 MRV는 인력 중심의 수동적 방식으로, 현장 데이터 수집, 수기 또는 엑셀 기반의 데이터 관리, 상용화된 소프트웨어를 활용한 데이터 가공 및 산정, 수작업 보고서 작성 그리고 검증기관의 현장검증까지 보통 수개월의 시간이 소요되며 특히, 여러 과정을 거치면서 Human Error로 인한 결과값의 불확실성 가능성이 매우 상존한다고 볼 수 있다. 특히, 탄소규제가 공급망으로 확산됨에 따라 공급망의 중소·중견기업들은 현재의 MRV 방식으로는 다양한 고객들의 요구를 실시간으로 충족시켜 줄 수 없다.

이를 극복하기 위해서는 디지털 기반의 MRV가 필수적이라 할 수 있다. IoT 센서를 통한 실시간 데이터 수집, 블록체인을 활용한 데이터 위변조 방지, 그리고 AI 기반의 배출량 산정 로직이 결합된 형태다. 오늘날 기업의 탄소 정보는 ERP, MES, SCADA, 에너지관리시스템, IoT 센서, 공급망 포털, LCA 데이터베이스, 전자문서 시스템 등 다양한 디지털 소스에서 생성된다. 여기에 CBAM 보고, CSRD 대응, 배터리 여권, DPP, 고객사 공급망 대응까지 더해지면서, 동일한 데이터를 여러 목적에 맞게 재가공·재보고해야 하는 상황이 일상화되고 있다.

예를 들어, 사업장에서 사용하는 전력 등의 에너지는 탄소배출을 유발하는 핵심 요인이다. 이러한 에너지 사용량 데이터는 사업장 온실가스 배출량 산정 시 활용되지만, 제품 단위의 탄소발자국(PCF) 산정, CBAM의 제품 내재배출량 산정, ESG 정보 공시에 공통적으로 활용된다. 중소·중견기업이 산업현장에서 겪고 있는 가장 큰 애로사항은 이러한 공통의 데이터가 수기 또는 엑셀 등의 형태로 관리되다 보니, 다양한 규제 대응 시 수작업에 의한 데이터 수집 및 산정으로 많은 시간이 소요되며, 데이터의 입력 오류 등으로 동일한 작업을 수차례 반복함에 따라 고객 요구 대응을 실시간으로 하기에 많은 어려움을 느낀다고 한다.

Catena-X는 이러한 문제를 해결하기 위해, 공급망 내에서 상호운용 가능한 방식으로 PCF 데이터를 교환하도록 표준화된 규칙을 제공하고 있으며, 최근에는 Together for Sustainability(TfS)와 함께 PCF 검증 및 프로그램 인증 프레임워크를 고도화해 검증정보 자체도 디지털 데이터와 함께 흐를 수 있도록 하고 있다. 이는 탄소정보 관리가 더 이상 기업 내부의 산정보고 활동에 머무르지 않고, 공급망 전체의 데이터 신뢰 체계로 진화하고 있음을 보여준다. 국내에서도 정부 주도의 데이터센터 탄소발자국 산정 플랫폼 R&D가 착수되는 등 디지털 기반의 관리 체계로의 전환이 가속화되고 있다.



〈디지털 MRV의 예상 효과〉

구분	기존 MRV	디지털 MRV	예상 효과
데이터 수집	수기, 엑셀	MES, ERP 등 자동 수집	데이터 누락 방지, 품질 향상
산정·처리		승인된 알고리즘으로 자동 연산	일관성, 신뢰성 확보, 인적오류 최소화
검증	현장 방문, 서류 검토	알고리즘 무결성, 데이터 전송 검증	검증 시간 단축, 비용 절감, 추적성 확보
데이터 공유	수기, 엑셀 데이터 공유	공통 프로토콜 API, 블록체인 활용 분산형	위변조 방지, 무결성, 공급망 연동
보고	템플릿 작성	보고서 자동 생성	행정 비용, 시간 절약

디지털 탄소관리 플랫폼

공급망까지 탄소정보 공개 요구가 확대되면서, 공급업체도 탄소관리가 필수적이며, 이를 위해 최근 온라인 기반의 탄소관리 솔루션 및 플랫폼 개발이 활발히 진행되고 있다.

- 제품탄소발자국(PCF) 산정 SW는 수년간 기존 GaBi, OpenLCA, SimaPro SW가 보편적으로 가장 많이 활용되었으며 이들은 주로 데스크톱 기반 SW였지만, 최근 해외(Ecochain(네덜란드), iPoint-Systems(독일), Circular Ecology(영국) 등) 및 국내에서는 LCA 기반 PCF SW가 활발히 개발되고 있으며, 이러한 신규 SW는 온라인 플랫폼을 기반으로 하고 있음
- 이들 신규 SW는 특히, 중소기업이 쉽게 사용할 수 있는 클라우드 기반의 SaaS(Software as a Service)형 플랫폼 형태로 서비스가 제공되고 있으며, 탄소발자국 산정, 보고서 작성, 감축 목표 관리 등 필요한 기능만을 임의로 선택하여 사용할 수 있음

- 특히, IoT 센서를 통해 설비별 에너지 사용량 데이터를 자동으로 수집하거나, 기업이 이미 활용하고 있는 데이터 관리시스템(MES, ERP 등)에서 데이터를 활용하여 고객의 요청이 있는 경우, 실시간으로 탄소발자국을 산정할 수 있다는 특징이 있음

검증 의무화 및 디지털 검증 수요 증가

온실가스 검증은 단순히 배출량을 확인하는 차원을 넘어, 기후변화 대응 노력의 신뢰성을 확보하고 기업의 지속가능성을 강화하는 데 필수 의무적인 요소가 될 것으로 예상된다. 앞서 살펴본 대표적인 온실가스 규제에서 기업이 공개하는 온실가스 배출량에 대해 검증을 의무화하고 있으며, 긍정적인 검증을 받지 못한 경우, 이는 곧 거래 중단으로 이어질 가능성이 높다.

조직의 전체 온실가스 배출량 중 상당 부분을 차지하는 공급망(Scope 3) 배출량에 대한 신뢰성 확보를 위해 공급업체도 검증받도록 하는 수요가 폭발적으로 증가하여 검증시장 규모가 크게 확대될 전망이다.

검증기관의 검증 프로세스는 ISO 14064-3에 규정되어 있으며, 기존의 검증방식은 문서와 현장검증이 병행 실시되고 있다. 글로벌 트렌드에 따라 검증수요가 크게 확대될 경우, 기존 현장방문 등의 검증방식으로는 많은 검증수요를 충족시킬 수 없을 것으로 예상된다. 따라서, 디지털 또는 AI를 활용한 온라인 검증방법의 도입을 충분히 검토할 필요가 있으며, 특히 온라인 검증을 위해 필수적인 이행 요소를 규정하고, 이를 모든 검증기관에서 일관성 있게 적용할 수 있도록 표준의 제정이 필요하다고 판단된다.

디지털 MRV 국제표준 제정 현황 및 표준 개발의 필요성

국내외적으로 디지털 MRV의 요소기술과 부분 적용 사례는 이미 등장하고 있다. EU의 DPP 구상은 제품의 지속가능성 정보를 디지털 식별자와 함께 제공하고, 이해관계자별 접근권한과 활용방식을 체계화하려는 시도다. 배터리 규정은 탄소발자국을 포함한 제품 정보를 디지털 방식으로 제공·검증하는 방향을 명확히 하고 있다. 우리나라도 표준화 전략 3.0에서 한국형 DPP 공급망 플랫폼을 위한 시스템·데이터 표준화를 추진하겠다고 밝혔다. 이처럼 규제와 시장은 이미 디지털 기반 데이터 수집·전달·검증을 향해 움직이고 있지만, 아직 이를 포괄하는 국제표준은 충분히 정립되지 않았다.

현재 ISO 14064 시리즈나 ISO 14067은 전통적인 접근방식을 전제로 개발된 표준으로 볼 수 있다. 디지털 시스템에 의해 자동으로 수집되고 계산된 데이터를 제삼자 검증인이 어떻게 신뢰하고 승인할 것인지에 대한 구체적인 절차가 반영되어 있지 않다고 볼 수 있다. 2026년 2월 발간된 ISO 14064-5는 이러한 공백을 일부 메우고 있다. ISO 14064-5는 온실가스 명세서의 검증·타당성평가 시, 원격으로 수행할 수 있는 활동과 기업에 대한 지침을 제공한다. 이 표준은 위험평가 결과에 따라 현장방문 없이도 문서검토, 인터뷰, 재계산, 상호대사 등의 활동을 원격으로 수행할 수 있음을 인정하고, 원격과 현장을 조합한 방식이나 전면 원격 방식 모두에 적용 가능하다고 밝히고 있다. 이는 디지털 기반 검증으로의 전환에 매우 중요한 진전이다. 다만 ISO 14064-5는 “원격 수행되는 검증기법”에 대한 지침에 그칠 뿐, 데이터 생성부터 수집·가공·추적성·인터페이스·자동화 통제·디지털 증빙·상호운용성·사이버보안까지 포함하는 넓은 의미의 디지털 MRV 표준은 아니다. 다시 말해, 원격 검증에 관한 첫 국제표준은 나왔지만, 디지털 MRV 전체를 포괄하는 규범은 아직 공백 상태라고 볼 수 있다.

디지털 MRV 표준이 부재할 경우, 각 기업이나 플랫폼마다 서로 다른 데이터 포맷과 산정 로직을 사용하게 되어 데이터의 상호 호환성이 떨어지게 된다. 이는 결국 우리 기업들이 해외 플랫폼에 종속되거나, 디지털로 산정한 결과를

다시 수동으로 검증받아야 하는 비효율을 초래한다. 따라서 기존 표준(14064-1, 14067, 14064-3 등)과 시너지를 낼 수 있는, 디지털 환경에 특화된 새로운 ISO 표준(가칭 ISO 14064-5 또는 디지털 MRV 프레임워크)의 제안이 절실한 시점이다.

앞으로의 탄소정보는 단순한 결과 수치가 아니라, 어떤 시스템에서 어떤 원천데이터가 어떻게 수집되었고, 어떤 변환 규칙과 배출계수, 어떤 할당 기준, 어떤 검증 이력과 전자증빙을 거쳐 최종 명세서가 작성되었는지를 함께 설명해야 한다. 특히 공급망 데이터 교환 환경에서는 동일한 제품탄소발자국 정보가 여러 기업과 여러 제도에서 반복 사용되므로, 데이터 구조와 메타데이터, 품질 수준, 변경 이력, 책임 주체, 검증 상태를 표준화하지 않으면 상호 신뢰를 확보하기 어렵다. 결국 디지털 MRV 표준은 단순히 현장을 원격으로 본다는 차원을 넘어서, 디지털 환경에서 탄소정보의 신뢰성과 재현성을 어떻게 담보할 것인가를 규정해야 한다.

이러한 표준은 단순히 기술적인 규격을 넘어, 디지털 기술이 탄소 데이터의 '신뢰성'을 어떻게 보증할 것인가에 대한 법적·제도적 근거가 될 것이다.

결론 : 미래 경쟁력을 향한 제언

디지털 MRV 향후 전망

머지않은 미래에 탄소 배출량 보고는 실시간 대시보드 형태로 변화할 것이다. DPP의 본격 시행과 함께 모든 제품에는 디지털 신분증이 부착될 것이며, 그 안에는 실시간으로 업데이트되는 탄소 데이터가 담길 것이다. 디지털 MRV는 단순한 효율화 도구가 아니라, 글로벌 공급망에서 기업의 생존을 결정짓는 핵심 인프라가 될 것으로 전망된다.

디지털 MRV는 더 이상 미래의 선택지가 아니라, 탄소규제 시대의 필수 인프라가 되고 있다. 원격 검증 활동에 관한 ISO 14064-5가 2026년에 발간되면서 국제표준화는 한 걸음 전진했지만, 디지털 기반의 데이터 수집, 자동화된 산정, 공급망 데이터 교환, 전자증빙, 검증 추적성, 상호운용성까지 포괄하는 종합적 디지털 MRV 표준은 아직 본격적으로 마련되지 않았다. 앞으로 CBAM의 본격 시행, DPP 확산, 제품탄소발자국 공시 강화, 공급망 ESG 요구 확대가 이어질수록 이 공백은 더 크게 드러날 것이다.

국내 산업의 대응 방향도 분명하다.

첫째, 기업은 배출량 산정 역량 자체보다 데이터 관리체계와 디지털 추적성을 우선 강화해야 한다.

둘째, 대기업뿐 아니라 공급망 중소기업까지 포함한 공통 데이터 언어와 검증 준비체계를 만들어야 한다.

셋째, 정부와 산업계, 검증기관, 플랫폼 기업은 국제표준 제안을 염두에 두고 디지털 MRV의 요구사항을 선제적으로 정리해야 한다.

한국이 표준화 전략 3.0을 통해 탄소배출량 산정 표준화와 한국형 DPP 플랫폼 표준화를 추진하고 있는 지금이야말로, 산정과 보고를 넘어 검증까지 포함하는 디지털 MRV 국제표준을 제안할 적기라고 생각한다. 탄소중립 경쟁력은 더 이상 감축기술만으로 결정되지 않는다. 신뢰할 수 있는 탄소데이터를 얼마나 빠르고 정확하게 생성하고, 국제적으로 통용되는 방식으로 입증할 수 있는지가 새로운 경쟁력이 되고 있다.

「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」 과제2(탄소배출규제 대응 디지털 인프라 표준화) 해설

디지털 MRV 검증의 국제상호인정 추진 방안

박종일 한국인정평가원 팀장

2026년 4월 Global ACI 국제기구가 공식적으로 출범했다. 이 기구는 기존의 IAF(국제인정포럼)와 ILAC(국제시험인정협력기구)이 통합된 것으로, IAF가 IAF MLA를 통해 총괄하던 인증(Certification) 및 온실가스를 포함한 검증(V/V, Validation & Verification) 분야 국제상호인정과, ILAC이 ILCA MRA를 통해 담당하던 시험(Testing), 검사(Inspection), 교정(Calibration) 등의 분야에 대한 국제상호인정을 승계하여 포괄적으로 총괄하게 되었다. 이로써 모든 적합성평가 분야에 대한 보편적 국제상호인정은 Global ACI가 MRA의 형태로 총괄하게 되었다.

따라서 기존 IAF MLA 체계에서 관리되고 있는 온실가스 V/V의 국제상호인정에 기초하여, dMRV 기법을 활용하여 측정하고, 보고하고, 검증한 온실가스도 향후에는 Global ACI의 MRA 체계에 포함될 것으로 전망된다. 이러한 전망의 배경으로써 국제상호인정의 의미와 역할을 되짚어 보고, dMRV 국제상호인정의 추진이 왜 필요하며 어떻게 진행되고 있는지, 그리고 이러한 dMRV 국제상호인정을 우리나라는 어떠한 입장에서 바라보고 대응하여야 할지에 대한 제언해 보고자 한다.

적합성평가 국제상호인정의 의미와 역할

적합성평가의 국제적인 양자간 또는 다자간 '상호인정(Mutual Recognition Arrangement/Agreement, MRA/MLA, 이하 'MRA'라 함)'이란, 특정 국가에서 실시한 시험·검사·인증 등의 적합성평가 수행 결과를 다른 국가에서도 신뢰하고 그대로 수용함으로써, 동일한 적합성평가를 추가로 수행하는 불필요함을 없애는 것을 의미한다. 전 세계적으로 활용되는 보편적인 적합성평가에 대한 다자간 MRA는, dMRV 기반 온실가스 검증과 같이 신뢰할 수 있고, 보편타당하면서도 완전한 적합성평가에 대한 국제적 수요가 형성될 경우 유용하게 활용될 수 있다.

MRA는 기업 등이 부담할 비용이나 중복적인 적합성평가체계 운영을 위해 필요한 국가 행정 등의 낭비 요소를 최소화할 수 있으며, 국가 간 무역의 걸림돌로 작용할 수 있는 무역기술장벽(TBT)을 해소하는 데에도 핵심적인 역할을 담당하고 있다. 또한 MRA는 국가품질 인프라가 탄탄하지 못하거나, 아직 적합성평가체계가 완비되지 않은 저개발국가나 개발도상국에서도 국제적으로 신뢰성이 보장되는 적합성평가체계를 활용할 수 있도록 함으로써, 사회적으로 필요한 정책이나 무역을 추진할 수 있도록 하는 중요한 수단으로도 활용되고 있다.

dMRV 기법을 활용한 온실가스 검증의 국제상호인정의 필요성

dMRV 기법이 기술적으로 완전하고, 그러한 보편적 완전성이 국제표준을 통해 합의 되었다 하더라도, 이러한 dMRV를 활용하여 측정하고, 보고하고, 검증한 결과인 조직이나 제품 또는 프로젝트의 온실가스 배출량과 감축량 및 이에 근거하는

배출권 등이 국가 간에서 또는 특정 온실가스 프로그램에서 인정되거나 통용되지 않는다면, 수출 기업이나 탄소 시장 참여자들은 자료를 수동으로 모으고 분석하여 보고하는 비효율적인 방식을 고수할 수밖에 없다.

특히 EU의 탄소국경조정제도(CBAM) 등 탄소 관련 규제와 무역 장벽이 높아지고, 파리협정 제6조에 따라 국가 간 온실가스 감축 실적의 거래가 촉진되고 있는 현 상황에서는, 국가 간에 '온실가스 감축량 정보'라는 상품의 거래에 필요한 상호 간에 신뢰할 수 있는 검증체계가 필수이다. 따라서 dMRV 기법을 활용한 온실가스 검증의 국제상호인정 필요성은 지속적으로 증가하고 있다고 할 수 있다.

국제상호인정되는 dMRV는 또한 온실가스 데이터의 객관성 증진과 '그린워싱' 방지에도 효과적일 수 있다. 이는 국제상호 인정기구-인정기구-검증기관이 모두 관여하는 잘 정형화된 적합성평가체계가 특정 국가나 기업이 유리하게 데이터를 조작하지 못하도록 하는 국제적인 감시 체계로 작동할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 투명하고 공정하여 보편타당하다고 공증된 dMRV 알고리즘을 사용하도록 강제함으로써, '그린워싱(green washing, 위장 환경주의)' 논란 또한 원천적으로 차단할 수 있다.

요약하자면, 체계적으로 구성된 dMRV의 MRA 체계를 통해 검증된 온실가스 배출량·감축량·배출권은 '디지털로 측정된 온실가스 배출량에 국제적인 법적·기술적 효력을 부여하는 보증서'로 작용할 수 있다. dMRV MRA 체계가 정립된다면, 우리 기업들은 국내에서 준비한 디지털 온실가스 데이터가 국제시장에서 정당한 가치를 인정받을 것을 기대할 수 있을 것이다.

Global ACI의 dMRV 국제상호인정 추진 동향

ISO를 비롯한 UNFCCC, ICVCM 등에서 추진하고 있는 dMRV 방법론과 기술에 대한 국제표준화 노력과 더불어, dMRV의 국제상호인정은 여러 조직에서 논의되거나 진행되고 있으며, 일부는 논의 단계를 넘어 국가 간 시스템을 직접 연결하는 실증 단계에 진입한 경우도 있는 것으로 알려진다.

우선 다자간 보편적 국제상호인정을 총괄하는 국제기구인 Global ACI는, 기존의 ISO/IEC 17029에 기반한 온실가스 V/V MRA 범위에 dMRV 방법론을 포함하는 것에 대한 논의를 개시했다. 지난 2026년 4월 8일 개최된 V/V 작업그룹 회의에서는 dMRV 관련 국제표준화 동향이 공유되었으며, 회원 인정기구의 dMRV 활용 현황에 대한 정보를 교환했다.

현재의 Global ACI 온실가스 V/V MRA 체계는 ISO/IEC 17011을 준수하는 인정기구가 ISO/IEC 17029의 요구사항을 준수함으로써, 검증기관으로서의 일반적인 적격성과 온실가스 V/V 검증기관으로서의 추가적인 적격성, 검증업무의 프로세스 및 검증심사원의 적격성을 각각 ISO 14065, ISO 14064-3, ISO 14066 요구사항에 대한 적합 여부로 확인하여 인정을 부여하도록 하고 있다. 이렇게 공인받은 검증기관에 대해 MRA의 범위 내에서 ISO 14064-1에 따른 조직 온실가스 배출량 검증이나 ISO 14064-2에 따른 프로젝트 온실가스 배출량·감축량 검증을 수행할 수 있도록 하는 체계를 갖추고 있다.

Global ACI는 또한 국제적인 통용성과 신뢰성을 보장하기 위해 인정기구의 인정업무 및 검증기관의 검증업무에 적용해야 하는 지침문서(informative document, ID)와 의무문서(mandatory document, MD)를 별도로 제정하고 있다. 일례로 검증기관들은 ISO 14065의 요구사항에 추가되는 IAF MD6 문서의 요구사항도 준수해야 하며, 검증심사의 목적으로 정보통신기술(ICT)을 활용할 때에는 IAF MD4 문서의 요구사항 또한 준수하도록 하고 있다. 다만, 아직 초기 논의 단계인 최근의 Global ACI V/V WG 회의에서는 dMRV 검증에 적용할 ID나 MD 등의 추가적인 문서 제정 필요성까지는 논의되지 않았다.

Global ACI의 MRA는 보편타당성을 위해 정립된 국제표준이나 단체표준에 근거함을 원칙으로 하는 것을 감안하면, 아직 dMRV 국제표준이 정립되지 않았기에 Global ACI가 dMRV MRA를 공인하기까지는 적지 않은 시간이 소요될 것으로 예측된다.

기타 dMRV 국제상호인정 추진 동향

Global ACI의 보편적 국제상호인정 외에도, 아래와 같이 관련 국제기구나 온실가스 프로그램이 온실가스 배출량의 MRV에 디지털 기술을 도입하고, 수립된 기준을 충족하는 dMRV 시스템을 통한 온실가스 배출량이나, 해당 프로그램에서 제공하는 dMRV 시스템을 활용하여 도출된 온실가스 배출량은 상호인정하는 방식으로, dMRV를 국제상호인정의 기준점이나 도구로 채용하고자 하는 시도 또한 이어지고 있다.

UNFCCC(유엔기후변화협약)는 파리협정 제6조(국가 간 감축실적 거래) 이행을 위한 dMRV의 상호운용성(Interoperability) 표준을 논의 중이다. 이를 위해 소통되어야 할 dMRV의 데이터 형식(XML, JSON 등)과 보안 규격을 통일함으로써 국가 간 배출권 거래 시 데이터가 즉시 호환되도록 하는 것을 목표로 하고 있으며, 이는 dMRV 체계를 통해 측정·보고·검증되는 온실가스 배출권을 상호인정하는 것을 기본으로 하고 있다.

ICVCM(자발적 탄소시장 무결성 위원회) 또한 2026년 초 'dMRV 설문 및 분석 보고서'를 통해 디지털 도구의 무결성(Integrity) 기준을 발표한 바 있으며, 이 기준에 따라 무결성이 확보된 dMRV 체계는 자발적 탄소시장에서 거래되는 배출권을 상호인정하는 기초로 활용할 것을 목표로 하고 있다.

Gold Standard는 2024년부터 2026년 10월까지 진행하는 것을 목표로 하는 'dMRV 파일럿 프로그램'을 운영 중인데, 이 프로그램은 디지털 솔루션이 산출한 데이터를 기반으로 탄소 크레딧을 자동 발행하는 체계를 시험하고 있으며, 성공 시 이 디지털 솔루션을 사용하는 모든 국가의 프로젝트를 상호 인정할 것으로 예측된다.

산림 영역에서 Verra는 위성 영상과 AI를 활용하여 산림의 온실가스 배출량 또는 제거량을 측정하고 검증하는 방법론을 고도화하고 있으며, 이를 통해 국가별로 서로 다른 산림으로부터의 온실가스 배출량/제거량 측정 데이터를 하나로 통합하려는 시도를 지속하고 있다.

dMRV의 국제상호인정 추진 방안

위에서 말한 필요성이나 동향 정보에 비춰볼 때, 우리나라 또한 dMRV의 국제상호인정에 적극 동참하고 대응하여야 함은 자명하다. 아직 표준화된 dMRV 체계가 마련되지 않은 현 상황에서, 단기적으로는 당면한 특정 제도나 프로그램별로 양자 간 또는 다자간 MRA 이슈에도 대응하여야 하겠으나, 궁극적으로는 dMRV를 활용하는 모든 제도·프로그램에서 보편타당하게 활용할 수 있는 Global IAC의 '보편적 다자간 국제상호인정'에 dMRV 방법론을 활용한 온실가스의 V/V도 포함시키는 것을 목표로 국제사회와 함께 노력하는 것이 바람직하다고 하겠다.

즉, 단기적으로는 EU CBAM과 같이 제도적으로 관할권 내의 검증기관이 수행하거나 제도에서 정한 dMRV를 활용한 적합성평가 결과만을 인정하려는 제도에 대해 WTO 협상 등을 통해 비관세 무역기술장벽(TBT) 해소 노력을 경주하는 한편, 장기적으로는 Global ACI에서 추진하고 있는 바와 같이 dMRV를 활용한 온실가스 V/V를 다자간 보편적 국제상호인정 체계에 포괄시키려는 노력에 동참함으로써, 모든 국가가 이러한 국제적 합의를 통해 정립된 dMRV 절차와 방법론을 당사국의 온실가스 관련 제도에서도 수용하도록 유도하는 것이 타당하다고 하겠다.

표준 이슈 포커스

Standards Issue Focus

제27호 2026년 4월



행사 안내

2026년 세계 표준의 날 정부포상 접수 안내

- 접수기간 : '26.5.18.(월)까지
- 추진내용 : 표준화 활동을 통해 산업 발전과 국가 경쟁력 제고에 크게 기여한 유공자, 유공단체를 포상하기 위한 신청 접수 중

표준 이슈 포커스

Standards Issue Focus

〈표준 이슈 포커스〉는 표준 정책 및 산업 이슈, 첨단기술 표준화 동향, 국제표준화기구 소식 등 다양한 표준 이슈를 충실히 반영하여 산업별 전문가에게 실질적으로 도움이 되는 표준화 정보를 제공합니다. 웹진에서 자세한 정보를 살펴볼 수 있으며, 매월 이메일을 통해 정기적으로 최신 표준 소식을 받아 볼 수 있습니다.

웹진 바로가기



웹진 구독신청



문의

국가기술표준원

standard@korea.kr

국가기술표준원 홈페이지



kats.go.kr

국가기술표준원 블로그



blog.naver.com/
katsblog

국가기술표준원 유튜브



youtube.com/
@KATS_Korea



산업통상부
국가기술표준원