

# Tech Focus

May. 2025

Vol. 19



**Focus Story**  
> Special

트럼프가 바꾼 세계질서와  
기술 패권 경쟁 시대

**Changing Tomorrow**  
> Best Practice

철도 미래, 수소가 연다

**Changing Tomorrow**  
> Alchemist Diary

바이오 3D 프린팅으로 레고처럼  
조립하는 인공 장기 시대 만든다

**R&Dism**  
> 슬기로운 기술 생활

물리적 세계를 최적화하다,  
디지털트윈



<테크 포커스>  
웹진 보기  
매월 10일 오픈

# Tech Focus

May. 2025

<테크 포커스> 웹진에서 5월호 기사를 확인하세요! [techfocus.kr](http://techfocus.kr)

Vol. 19



## Focus Story

2

### Intro + Special①

트럼프가 바꾼 세계질서와 기술 패권 경쟁 시대

8

### Special②

미국의 기술정책 대전환: 세계 기술 질서의 재편

12

### Special③

미·중 기술경쟁 속 중국의 대응 시나리오

16

### Special④

새로운 관세 전쟁에 대응하는 일본과 EU

20

### Special⑤

위기 속 대한민국, 선택지는 있는가?

## Changing Tomorrow

24

### Best Practice

현대로템(주)

철도 미래, 수소가 연다

28

### R&D Project

(주)넥스트칩

자율주행의 눈과 두뇌, 국산 기술로 깨어나다

32

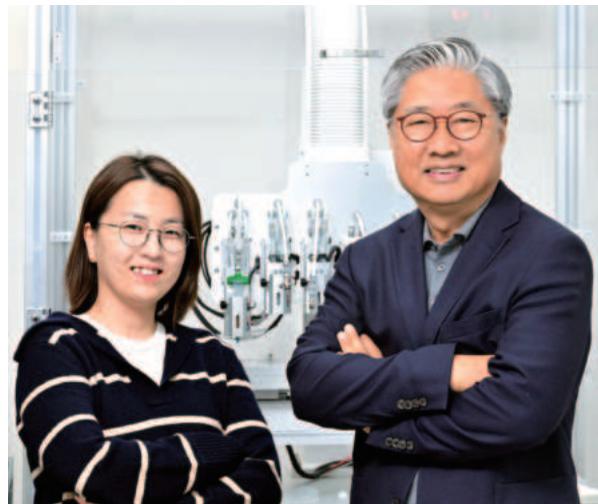
### Alchemist Diary

바이오 3D 프린팅으로 레고처럼 조립하는 인공 장기 시대 만든다

38

### R&D Sense

#ADAS



등록일자 2013년 8월 24일 발행일 2025년 5월 5일 발행인 한국산업기술기획평가원 원장 전윤중 발행처 한국산업기술기획평가원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 주소 대구광역시 동구 첨단로8길 32(신서동) 한국산업기술기획평가원 후원 산업통상자원부 편집 및 제작 한국경제매거진(주)(02-360-4816) 인쇄 (주)영남프린텍(053-964-1700) 문의 한국산업기술기획평가원(053-718-8332) 잡지등록 대구동, 라00026  
 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술기획평가원이 보유하며, 발행인의 사전 허가 없는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.  
 필자의 원고 및 취재원의 인터뷰 방향은 한국산업기술기획평가원의 입장과 일부 차이가 있거나 다를 수 있습니다.



39  
**R&D Policy**  
 글로벌 기술 협력을 위한 초석

## One More Tech

42  
**Tech for Earth**  
 재활용 소재로 만든 휴대폰

46  
**키워드 산책**  
 초록 식물학 수업

## R&Dism

50  
**슬기로운 기술 생활**  
 물리적 세계를 최적화하다, 디지털트윈

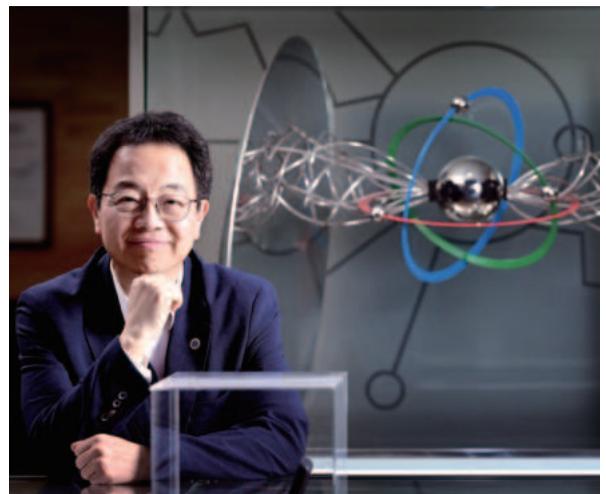
54  
**공학자의 시선**  
**이상임 대구경북과학기술원 뉴바이올로지학과 교수**  
 까치로부터 배우다

58  
**잡 인사이드**  
**임채영 한국원자력연구원 원자력진흥본부 본부장**  
 호기심과 열린 마음이 미래 원자력을 만듭니다

—

62  
**Review**  
 똑소리단 리뷰

63  
**Notice**  
 독자 퀴즈



트  
러  
프  
가 ————— 바꾼

————— 세계질서와

기술 패권 경쟁 시대

지난 2024년 미국 대통령 선거를 통해 트럼프가 다시 백악관에 입성하면서 국제 사회는 또 한 번의 중대한 전환기를 맞이하고 있다. 그는 자신의 첫 임기 동안 보여주었던 ‘미국 우선주의(America First)’ 기조를 한층 강화하며, 외교, 안보, 무역, 환경 등 여러 분야에서 기존의 국제질서를 재편하려는 움직임을 본격화하고 있다. 아직 임기 초반이지만 트럼프 2기 행정부는 단순히 다자주의를 벗어나는 것에서 나아가 기술과 산업의 패권 구도를 미국 중심으로 재편하려는 전략을 더욱 선명하게 드러내고 있는 것으로 보인다.



글 강구상 대외경제정책연구원 북미유럽팀장

## 실용주의에 기반한

### 동맹 구조로의 변화

가장 먼저 눈에 띄는 부분은 거래 관점에서 동맹국과의 관계를 재검토하고 있다는 점이다. 트럼프 대통령은 나토<sup>NATO</sup>와 주한미군, 주일미군 주둔과 관련한 동맹국들의 방위비 분담금 증액을 강하게 압박하고 있다. 트럼프는 ‘공짜 안보는 없다’라는 논리를 바탕으로 동맹국들이 미국의 군사력 제공에 상응하는 비용을 부담하고 역할을 해야 한다는 입장을 내세우고 있다. 이와 같은 트럼프식 접근은 단순히 미국과 동맹국이 비용을 어느 정도로 나눠 부담할지에 관한 협상에서 그치지 않고 동맹의 구조 자체를 실용주의에 기반해 재구성하려는 움직임으로 해석된다. 트럼프 대통령의 이 같은 행보에 따라 한국, 일본은 물론 EU 국가들은 안보 독립성을 강화하려는 움직임을 보이고 있으며, 이러한 흐름은 글로벌 방위 전략과 군사 기술 혁신 방향에 구조적 전환을 예고하고 있다.

### 다시 점화된 화석연료 산업의 부활

기후변화 대응 정책 분야에서 트럼프 2기 행정부는 1기 때와 마찬가지로 화석연료 산업 생산 관련 규제 완화를 비롯해 해당 산업을 부활시키는 데 초점을 맞추고 있다. 트럼프 대통령은 취임과 함께 국제 환경 협정에 미국 우선주의를 반영하기 위한 행정명령<sup>Putting America First in International Environmental Agreements, Executive Order 14162</sup>에 서명하며 자신의 1기 정부 기조와 마찬가지로 파리기후협약 재탈퇴를 발표한 바 있다. 미국 납세자의 돈이 자국민의 이익과 관계없이 재정 지원이 불필요하거나 이를 받을 자격이



트럼프는 ‘공짜 안보는 없다’는 논리를 바탕으로 동맹국들의 미국의 군사력 제공에 상응하는 비용을 부담하고 역할을 해야 한다는 입장을 내세우고 있다.



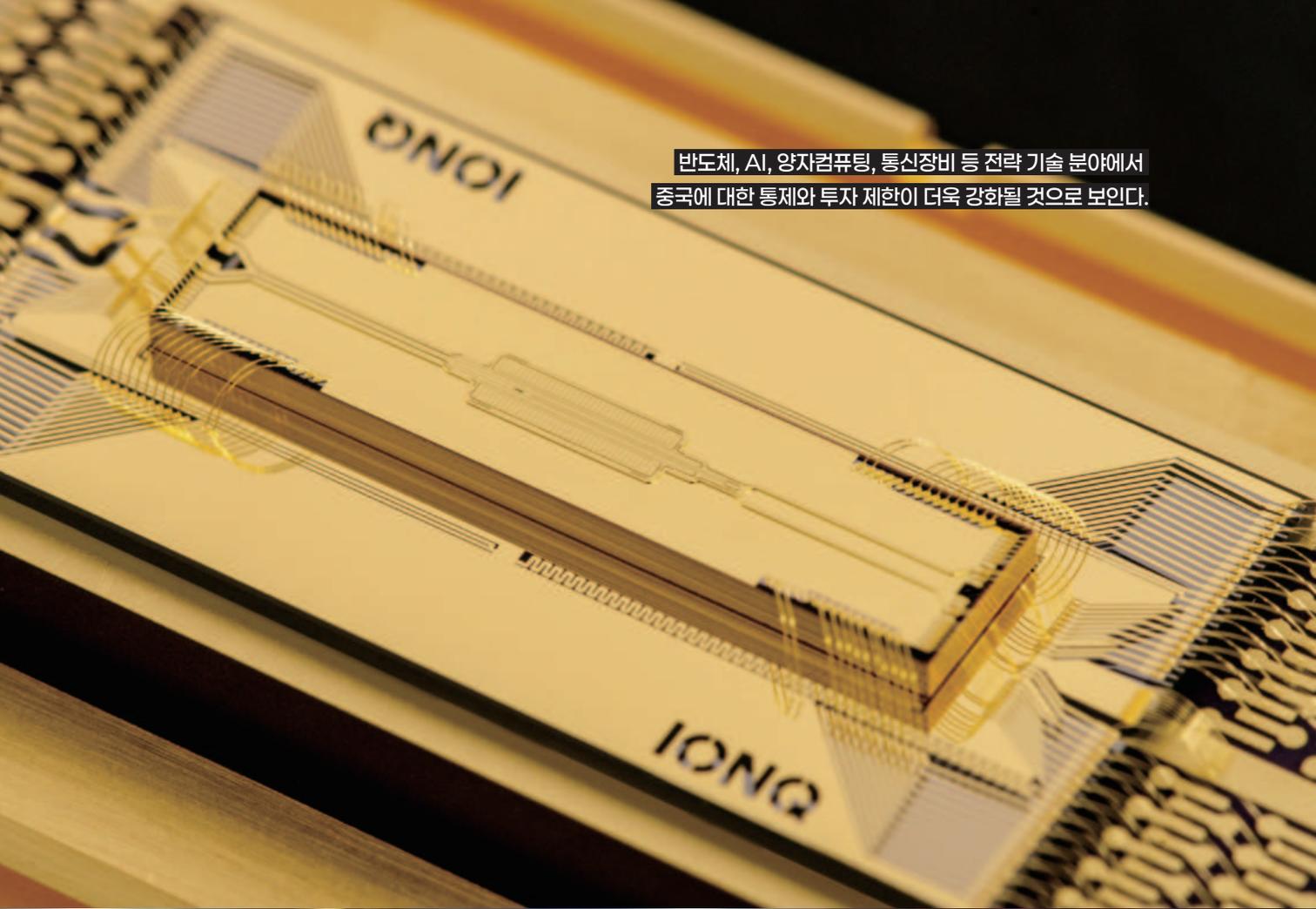


없는 국가에 투입되고 있을 뿐만 아니라 미국에 과도하거나 불공정한 부담으로 작용하고 있다는 점을 동 협약 재탈퇴의 근거로 제시했다. 트럼프의 이 같은 행보는 미국과 EU의 규제 충돌 가능성도 배제할 수 없다. 동시에 석유, 천연가스 등 자원 안보의 중요성이 다시 주목받으며 에너지 관련 기술개발과 공급망 재편이 새로운 지정학의 한 축으로 자리 잡게 될 것으로 보인다.

### 강경한 대중국 견제 정책 추진

트럼프 대통령은 미-중 간 기술 패권 경쟁을 국가 전략 차원의 문제로 인식하며 강력한 대응을 예고했다. 이에 따라 반도체, AI, 양자컴퓨팅, 통신장비 등 전략 기술 분야에서 중국에 대한 수출 통제와 투자 제한은 더욱 강화될 전망이다. 트럼프는 ‘미국우선투자정책<sup>America First Investment Policy</sup>’ 대통령 각시<sup>Presidential Memorandum</sup>를 발표(2025년 2월 21일)하면서 중국과 연계된 외국인 투자를 제한하고 미국 내 전략적 부문에 대한 중국의 접근을 차단하기 위한 조치를 지시한 바 있다. 또한 2025년 국방수권법<sup>NDAA</sup>은 국방부 연구 보조금에 대한 연례 검토를 의무화하고, 중국과 연계된 외국 학술 기관과의 공동 연구에 대한 자금 지원을 제한하는 조치를 포함하고 있다. 이러한 강경한 대중국 견제 정책 추진을 통해 트럼프 대통령은 중국으로의 기술 유출 방지는 물론 첨단 기술의 미국 내 자급화를 핵심 과제로 삼고 있다. 이에 따라 공급망 다변화와 탈중국화<sup>China decoupling</sup>는 선택의 문제를 넘어선다. 한국을 비롯한 각국 정부와 기업은 기술 자립과 함께 지정학적 리스크

반도체, AI, 양자컴퓨팅, 통신장비 등 전략 기술 분야에서  
중국에 대한 통제와 투자 제한이 더욱 강화될 것으로 보인다.





트럼프 행정부는 미국 제조업 부활과 중산층 일자리 창출을 위해 다양한 관세를 적극 활용하고 있다. 사진은 미국 조지아주 엘라벨에 준공한 현대자동차그룹 메타플랜트 아메리카 공장

대응이라는 이중 과제에 직면할 수밖에 없다.

### 글로벌 무역 질서의 구조적 변화

트럼프의 외교 전략은 기존의 가치 중심 동맹이 아닌 철저한 거래 중심 접근방식에 기반을 두고 있다. 다자간 무역협정이나 국제기구보다는 양자 협상과 실리 추구에 방점을 찍고 있으며, 이는 WTO, UN 등 기존 국제기구의 영향력 축소로 이어지고 있다. 동시에 미국 제조업을 부활시키고 중산층 일자리를 창출한다는 명목하에 무역법 제301조 대중국 관세, 무역확장법 제232조 관세, 상호관세 등 다양한 관세 정책을 적극 활용하고 있다. 이러한 트럼프 2기 행정부의 통상정책은 글로벌

무역 질서에 구조적 변화를 야기하고 있으며, 한국을 포함한 중견국들은 균형 외교를 추진하는 것이 중요한 과제가 될 것으로 보인다.

트럼프 2기 행정부의 출범은 단순히 미국의 정권 교체 차원을 넘어 세계 질서의 근본적 재구성이라는 거대한 흐름의 시작점일 수 있다. 자국 중심주의, 기술 패권 경쟁, 기후 정책 후퇴 등은 모두 상호 연계된 복합적인 이슈로 개별 국가 차원에서나 각각의 사안별로 대응하는 데는 한계가 존재한다. 따라서 한국은 이러한 새로운 패러다임 상황에서 자체적인 기술 경쟁력을 높이는 한편, 입장이 같은 국가와 연대를 강화해야 한다.

또 다변화된 외교 전략을 추진하며 정책 유연성에 기반한 장기적인 대응 전략을 마련해야 한다. 미국과 동맹을 공고히 하면서도 중장기적으로 대외경제 환경 변화에 따른 충격을 최소화하기 위한 산업 전략의 재구성이 필요한 시점으로 보인다.



**강구상 대외경제정책연구원 북미유럽팀장**  
성균관대학교 경제학과를 졸업하고, 뉴욕주립대 올버니 대학에서 박사학위를 받았다.  
대외경제정책연구원 북미유럽팀장으로 '바이든 행정부의 글로벌 공급망 재편 정책과 시사점: 반도체 및 배터리 산업을 중심으로', '미국의 반도체 공급망 정책 추진에 따른 대만의 대응과 정책 시사점' 등 북미와 유럽 산업에 대한 다양한 연구를 하고 있다.

# 미국의 기술정책 대전환: 세계 기술 질서의 재편

도널드 트럼프 대통령이 취임하면서 미국의 기술 정책 기조에 중대한 변화가 나타나기 시작했다. 반도체, 이차전지(전기차 배터리), 바이오, AI 등 국가전략 기술 산업 전반에 걸쳐 정책 방향이 달라지고 있으며, 글로벌 기술 패권 경쟁 구도와 공급망에도 영향을 미치고 있다.

글 김선교 한국과학기술기획평가원 연구위원

## 자국 우선주의와 연방 예산 긴축

트럼프 2기 행정부의 전반적 기조는 '미국 우선주의'와 강경한 대중국 기술 견제로 요약되며, 이러한 트럼프 대통령의 광범위한 정책 철학이 여러 기술 분야에도 반영되고 있다.

트럼프의 다양한 기술 정책 방향의 배경에는 연방예산 긴축과 규제 완화가 있다. 트럼프 대통령은 취임 이후 일론 머스크와 비벡 라마스와미 등을 포함한 자문진에게 연방 지출 2조 달러 삭감 아이디어를 모색하도록 지시했고, 정부 지출을 대폭 줄이겠다는 의지를 보였다. 기술 정책에서도 트럼프 대통령은 1기 때와 마찬가지로 기초과학 기관 예산 삭감을 시도하고 있는데, 의회와 힘겨루기가 예상된다. 다만 CHIPS법이나 IRA 같은 산업육성 프로그램들은 완전 폐기보다는 조건 수정 및 집행 속도 조절 방식으로 변경될 가능성이 크다.

대중국 견제 강화는 트럼프 행정부 기술 정책의 핵심 배경이다. 트럼프 대통령은 첫 임기부터 마·중 기술 디커플링을 추진해왔다. 트럼프 2기 행정부는 안보상 민감한 첨단 기술의 중국 유출을 보다 체계적으로 관리하려는 노력을 강화하고 있다. 연구개발 인력 및 연구 교류 방식을 조정하고 있으며, 이에 따라 중국과의 공동 연구, 기술 교류, 유학생 교류 등도 보다 신중하고 선택적인 방식으로 운영될 것으로 보인다.



트럼프 대통령은 취임 후 일론 머스크를 포함한 자문진에게 연방 지출 2조 달러 삭감 아이디어 모색을 지시했다.

이러한 기조는 미국 내 연구 환경에도 변화를 가져와, 연구 현장에서의 투명성과 책임성을 높이려는 관리 체계가 강화되는 추세다. 동시에 이러한 전략은 동맹국들과의 기술 협력 구조를 재조정하는 계기가 되고 있다.

## 트럼프 2기 주요 기술 분야 정책 변화



반도체산업 지원 의지를 유지하면서도 CHIPS 법안의 일부 조건을 수정할 가능성이 있다. 특히, 해외 확장 제한을 강화하고 있다. 예를 들어 인텔이 중국 내 후공정 시설 투자 계획을 발표하자 트럼프 행정부는 이를 강력히 규제하려는 조짐을 보였다. 대중국 수출 통제 역시 더욱 확대하고 있다. 해외 직접 제품 규칙<sup>FDPR</sup>을 통해 해외 생산 반도체까지 중국으로의 수출 차단 가능성을 검토 중이며, 관세 부과와 같은 간접적 조치도 고려하고 있다.

또한 미국의 대규모 지원책과 수출제한 조치로 글로벌 공급망 재편이 가속화되고 있다. 인텔, TSMC, 삼성전자, SK하이닉스 등 주요 기업들은 CHIPS 보조금을 기대하며 미국 내 새로운 팹 건설을 진행 중이지만, 트럼프 행정부의 재검토로 일부 프로젝트는 지연되는 경우도 있다. 반면, 중국은 제재 우회 기술을 개발하며 7nm급 스마트폰 칩을 출시하는 등 자체 기술력 향상에 집중하고 있고, 대규모 반도체 펀드를



트럼프 대통령이 지난 1월 취임하면서 미국의 과학기술 정책 기조에 큰 변화가 나타나고 있다.

가동해 핵심 반도체 기술의 글로벌 점유율 확대를 추진 중이다. 동맹국들도 전환점에 놓였다. 대만 TSMC는 미국 투자 확대와 대만 내 첨단 공정 유지 사이에서 전략을 재고 중이고, EU는 EU CHIPS법을 통해 2030년 세계 반도체 생산의 20% 달성을 목표로 하고 있다.

## 이차전지 · 전기차

트럼프 대통령은 친환경차 전환 속도를 조정하는 한편, 핵심 광물 확보 등 전략산업 지원은 지속하고 있다. IRA(인플레이션 감축법) 관련 연방 지출의 재검토와 함께, 전기차<sup>EV</sup> 세액공제 적용 기준을 강화함으로써 해외 부품 비중이 높은 차량은 혜택 대상에서 제외될 가능성이 크다. 주 정부의 전기차 의무화 정책에 대한 연방 차원의 대응을 모색하고 있으며, 자동차 가스 배출 규제 완화도 함께 추진될 수 있다.

한편, 배터리 핵심 광물 공급망의 안정성과 기술 자립성 확보를 위한 전략적 노력이 이어지고 있다. 특히 캐나다, 호주 등 동맹국과의 협력을 통해 공급 기반을 다변화하고, 중국에 대한 의존도를 줄이려는 움직임이 활발하다. EV 및 부품 생산 공장의 리쇼어링 투자에 대해서는 세액공제를 유지하거나 확대할 여지도 있다.

## 인공지능<sup>AI</sup>

‘규제 부담 경감’과 ‘민간 주도 성장’을 기조로 취임 직후 발표한 미국 AI 리더십 장애 제거 행정명령을 통해 연방기관의 AI 리스크 평가 및 공정성 보고 의무에 대한 전면 재검토를 지시했다. 예산관리국<sup>OMB</sup>은 부처별 AI 파일럿 및 업무 자동화 프로젝트의 신속 승인 트랙을 마련해, 도입 기간을 절반 수준으로 단축하도록 했다.

또한 의회에 상정된 CREATE AI 법안을 통해 중소기업·지방대에 GPU 바우처 지급, 러스트벨트 ‘AI 제조 특구’ 지정, 세액공제·전력-인프라 패키지 지원 등을 포함해 지역 산업 재생과 제조 리쇼어링을 결합한 인센티브 설계를 추진하고 있다.

2025년 1월 21일 발표된 ‘스타게이트<sup>Stargate</sup> 프로젝트’도

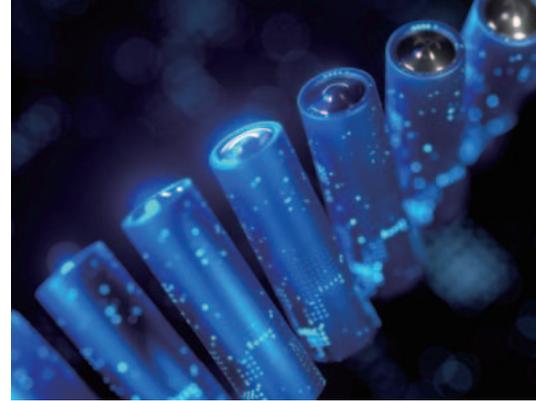
상징적이다. 트럼프 대통령, OpenAI, 소프트뱅크, 오라클 등이 주도하는 민간 합작 벤처는 2029년까지 5000억 달러를 투입해 미국 전역에 20개의 초대형 AI-전용 기가데이터센터와 약 15GW 규모의 전원 설비를 건설한다는 계획을 내놓았다. 트럼프 행정부는 이 프로젝트를 미국 AI 리더십 확보 전략의 핵심으로 내세우며, 세제 혜택과 심사 간소화를 약속했다.

이러한 기술-전략적 전환은 단순한 산업정책을 넘어 국제적 AI 패권 경쟁의 구도를 재편하는 기폭제가 되고 있다. 트럼프 행정명령은 ‘허가 간소화’와 ‘세제 혜택’을 강조하여, 동종 데이터센터라 하더라도 입지와 공급망 조건에 따라 접근성이 크게 달라지는 환경을 만들고 있으며, AI 칩 공급 제한(반도체 정책) 및 전력망 확충(에너지 정책)과 교차 작용하여 국가 간 AI-전력 복합 패권 경쟁을 촉발하고 있다. 이에 중국은 자체 GPU 및 대형모델 생태계를 기반으로 제재 회피-내수 확대 전략을 강화하는 반면, 미국-EU-동맹은 ‘안보 기반 FDI 제한’과 공동 검증 체계를 강화하고 있는 등 다양한 복합 변수가 얽힌 세계 AI 산업 지형을 다시 그리는 전면적 재편 국면에 진입하고 있다.

## 첨단 바이오

바이오경제 이니셔티브를 철회하며 정부 주도의 바이오산업 육성을 축소하는 방향으로 전환하고 있다. 그러나 원료의약품<sup>API</sup> 리쇼어링과 백신 제조시설 확대 등 바이오산업 재편에 초점을 맞추고 있다. 또한 임상시험 기간 단축과 심사 효율화를 추진하고 있다. 첨단 바이오 분야에서는 이처럼 관료주의 타파를 강조하며 혁신 저해 요소를 줄이는 데 집중하고 있다.

트럼프 2기 행정부 출범 이후 미국은 반도체, 이차전지, 바이오, AI 각 분야에서 보조금 정책의 조건 완화, 규제 철폐의 변화, 무역통제 강화 등 뚜렷한 정책 전환을 진행 중이다. 이러한 변화의 근저에는 미국 우선주의와 대중국 경쟁 심화라는 구조적 동인이 자리한다. 미국 정책의 변화는 글로벌 공급망의 방향과 속도를 바꾸고, 동맹과 경쟁국들의 대응을 유발하며, 세계 기술 패권 판도를 재편하고 있다. 기술의 탈세계화와 블록화 경향이 짙어지는 가운데, 각국은



자국의 기술 주권을 지키기 위한 경쟁에 뛰어들고 있다. 한국은 이러한 격변기에 민첩하고 전략적인 대응이 필수적이다. 미국과 협력을 기반으로 하되, 한국 산업의 핵심 이익을 지키고 미래 성장잠재력을 확충하기 위한 자주적 노력이 요구된다.

다행히 한국은 반도체와 배터리, 디스플레이, 바이오 등 여러 분야에서 글로벌 선도기업과 기술력을 보유하고 있으며, 미·중 모두와 우호적 관계를 유지하고 있어 유연한 외교가 가능하다. 이 강점을 살려 가치사슬을 안정적으로 관리하고 기술혁신을 지속한다면, 한국은 글로벌 기술 패권 경쟁 속에서도 위상을 높일 수 있을 것이다.



**김선교 한국과학기술기획평가원 연구위원**<sup>KISTEP</sup>  
 서울대 전기공학부에서 미래 전력 시장을 주제로 박사학위를 받았다. 한국전력공사 경제경영연구원을 거쳐, 현재 한국과학기술기획평가원에서 일하고 있다. 탄소중립, 국가전략기술 관련 R&D 기획 업무를 맡았고, 현재 R&D사업 예비타당성 평가와 함께 관련한 R&D 정책, 에너지 전환 관련한 연구를 병행하고 있다.

# 미·중 기술경쟁 속 중국의 대응 시나리오

미·중 경쟁이 단순한 무역전쟁을 넘어 기술 패권 경쟁으로 전환된 지 오래다. 특히 2019년 ‘화웨이 제재’를 시작으로 반도체, 인공지능<sup>AI</sup>, 양자기술 등 미래 핵심 산업에서 미국은 중국을 강하게 압박하며 패권을 유지하기 위해 다양한 방법을 구사하고 있다. 그러나 이는 중국이 ‘자립형 과학기술 생태계’ 구축을 본격화하는 계기가 되었고, 현재 내수 시장 확대와 중동·동남아시아 국가들과 협력해 글로벌 영향력을 넓히는 등 다양한 대응책을 추진 중이다.

글 이재연 산업연구원 글로벌경쟁전략연구단 중국연구팀 연구원

## 포기 대신 ‘우회’

현대 기술 경쟁의 핵심인 반도체산업이 미국의 수출 규제 강화로 도전에 직면하자 중국은 반도체산업에서 미국과의 기술 격차를 줄이기 위해 2014년부터 지금까지 약 7000억 위안(약 130조 원) 규모의 반도체 육성 기금(빅펀드<sup>Big Fund</sup>)을 조성해 자체 기술 개발과 생산 능력 역량을 확대하고 있다. ‘SMIC(중국반도체제조국제)’는 7nm 공정 기술을 활용한 반도체 생산에 성공하며 미국의 제재 속에서도 기술개발을 지속하고 있다. 화웨이는 미국 제재 이후 ‘포기 대신



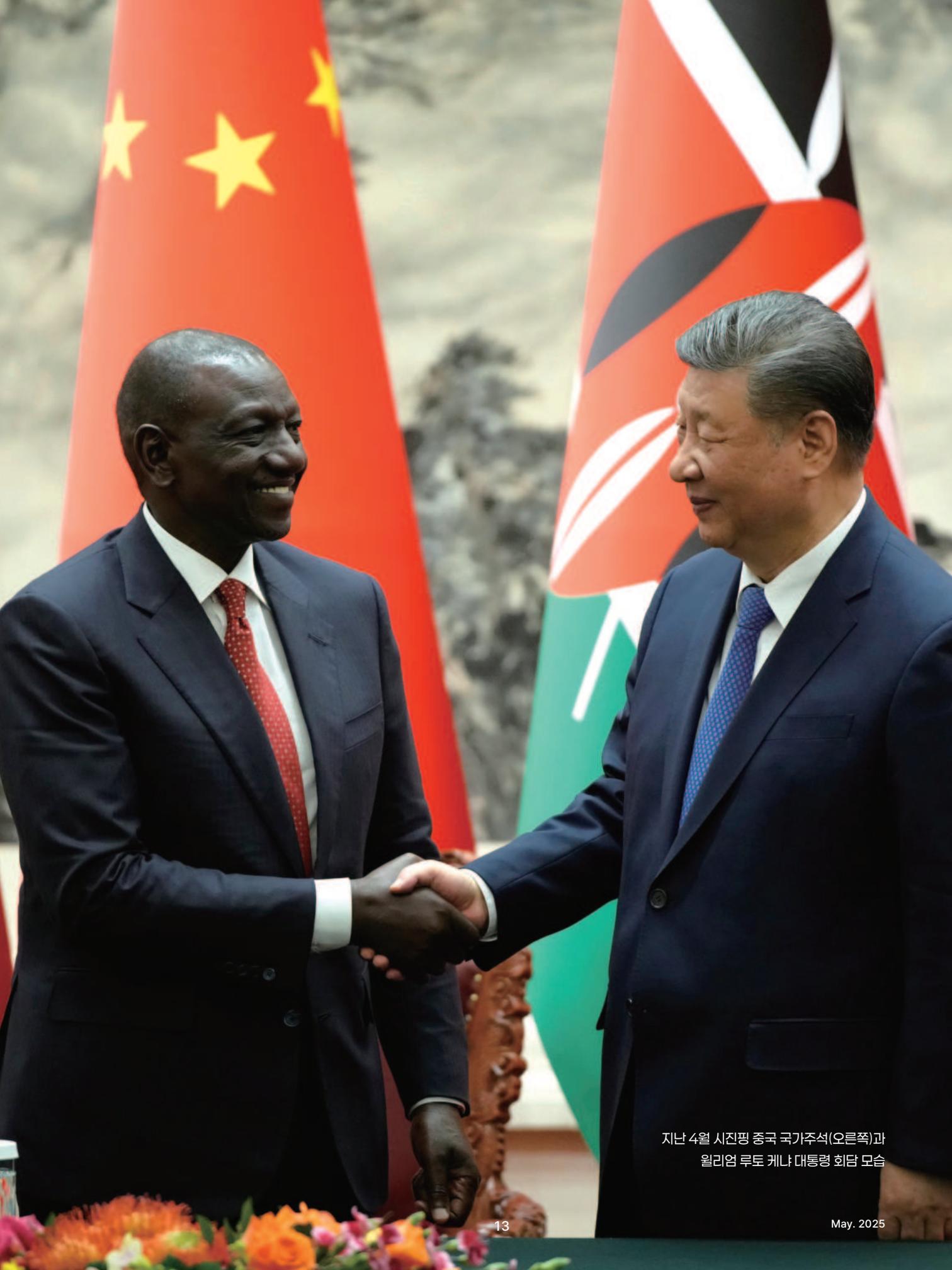
SMIC는 7nm 공정 기술을 활용한 반도체 생산에 성공해 미국 제재 속 기술개발을 지속하고 있다.

우회’의 상징으로 자리 잡았다. 자체 SoC(기린9000s)와 하모니<sup>Harmony</sup> OS 등 모든 계층의 기술 자립화를 시도하고 있다. 2023년 출시한 메이트 60 Pro는 TSMC 없이 국산화된 7nm 반도체를 사용한 첫 사례로 전방위 기술 내재화와 함께 ‘우회 전략’을 결합해 디지털 생태계를 강화해나가고 있다.

## 딥시크로 깜짝 선보인 중국의 AI 기술

인공지능<sup>AI</sup>은 기술 패권 경쟁에서 중요한 축을 차지하고 있다. 미국은 엔비디아의 AI 반도체를 중국에 판매하지 못하도록 제한하며 중국의 AI 연구를 견제하고 있다. 그러나 중국은 자체 AI 칩 개발과 AI 모델 연구를 통해 미국 오픈AI의 챗GPT와 경쟁하고 있다.

바이두는 2023년 챗GPT와 유사한 대화형 AI 기술을 탑재한 어니<sup>Ernie</sup> 4.0을 공개했다. 연산 리소스는 자체



지난 4월 시진핑 중국 국가주석(오른쪽)과  
윌리엄 루토 케냐 대통령 회담 모습



바이두는 지난 2023년 대화형 AI 기술을 탑재한 에니 4.0을 공개했다.

개발한 14나노 공정 기반의 AI 칩인 쿤룬(Kunlun) 칩으로 대체했으며, 최종적으로 바이두가 가지고 있는 자율주행 플랫폼인 아폴로(Apollo)에 AI 반도체, 알고리즘, 클라우드까지 자체 기술로 통합하려는 것이 목적이다. 알리바바는 자체 AI 칩 ‘통이치엔원’을 발전시키기 위해 약 3500억 위안(약 75조 원)을 투자할 계획이다. 통이치엔원은 클라우드 AI 연산 속도를 획기적으로 높였다는 평가를 받고 있으며, 중국 내수 시장뿐만 아니라 해외 시장도 겨냥하고 있다. 중국 정부는 ‘차세대 AI 발전 계획’, ‘국가 AI 오픈이노베이션 플랫폼’ 등을 통해 2030년까지 AI 분야에서 세계 최강국이 되는 것을 목표로 삼고 있으며, AI 산업이 국가 안정성 및 경제 발전의 핵심 요소가 될 것으로

보고 있다. 특히 2024년 말에 공개된 딥시크의 기술력은 GPT-3.5 수준 또는 GPT-4에 근접한 성능으로 이미 글로벌 기술 표준에 접근한 사례로 꼽힌다. 딥시크는 오픈소스 전략으로 글로벌 개발자, 연구자들이 자유롭게 활용하도록 해 글로벌 신뢰를 확보하며 협력적인 이미지를 구축하고 있다.

### 중국의 양자컴퓨터 지우장 3호

중국은 양자컴퓨팅, 양자통신, 양자센서 등 양자기술 분야에서도 빠르게 성장하고 있으며 글로벌 기술 허브로 자리매김하려는 전략을 추진하고 있다. 2023년 양자컴퓨터 ‘지우장(九章) 3호’를 발표하며 미국과 격차를 좁히려는 노력을 지속적으로 강화하고 있다. 지우장은 특정 연산에서 기존의 슈퍼컴퓨터보다 1경 배 이상 빠른 성능을 보이며, 미국의 구글, IBM과의 경쟁력을 확보하는 중요한



2024년 말에 공개된 딥시크의 기술력은 중국의 AI 기술이 이미 글로벌 기술 표준에 접근한 사례로 꼽힌다.

성과로 평가받고 있다. 2023년까지 4억 달러 이상을 양자기술 연구에 투자했으며, 2030년까지 세계 최고의 양자컴퓨팅 강국을 목표로 하고 있다.

### 동남아·중동 국가와의 협력 확대

중국은 내수 시장 강화뿐만 아니라, 동남아시아 및 중동 국가들과 협력을 확대해 미국의 경제적·기술적 영향력을 축소하려는 전략도 병행하고 있다. 미국 중심의 글로벌 공급망에서 벗어나기 위한 핵심적인 노력이다. 중국은 동남아시아 국가들과의 경제 협력을 확대하며, 기술 공급망을 더욱 공고히 하고 있다. 중국의 화웨이, ZTE와 같은 통신업체들은 동남아시아 국가들에 5G 인프라를 공급하고 있으며, 중국의 스마트폰과 소형 전자기기 제조업체들은

화웨이는 동남아시아 국가들에 5G 인프라를 공급하며 중국 내수 시장뿐 아니라 동남아시아 국가와도 협력을 확대하고 있다.



동남아시아에서의 생산기지 확장을 이어가고 있다. 예를 들어, 샤오미는 베트남과 인도네시아에서 스마트폰 생산을 늘리며 현지 경제에 기여하고 있다. 또한, 중국은 동남아·중동·아프리카 지역에 공동연구센터, 스마트 인프라 수출, AI 교류 프로그램을 운영하면서 미국 중심의 글로벌 과학기술 규범에서 벗어난 협력 생태계를 확대해나가고 있다. 특히 중국의 5G 기술은 중동 국가들에서 빠르게 채택되고 있으며, 중동의 주요 국가들이 중국의 기술 지원과 투자를 적극적으로 받아들이고 있다. 아랍에미리트, 사우디아라비아, 이란 등은 중국과의 경제 협력을 강화하고 있으며, 사우디아라비아는 중국의 기술력을 통해 디지털 경제로의 전환을 추진하고 있다.

중국은 미국의 기술 견제에 대응해 내수 시장 강화와 글로벌 협력 확대를 통해 기술 자립과 세계 경제에서의 영향력 확대를 꾀하고 있다. 그러나 여전히 미국의 기술 규제와 압박은 중국의 기술 발전에 큰 도전 과제가 되고 있으며, 향후 중국이 미국과 기술 격차를 줄여나갈 수 있을지, 그 과정에서 어떤 전략을 선택할지 귀추가 주목된다.



이자연

산업연구원 글로벌경쟁전략연구단 중국연구팀 연구원  
성균관대학교 중국대학원 중국경제 석사학위를 받았으며, 북경대학교 MBA와 한국외국어대학교 국제대학원 중국경제 박사를 수료했다.  
2016년부터 산업연구원에서 일하고 있으며 현재 글로벌경쟁전략연구단 중국연구팀에서 중국산업 연구를 담당하고 있다.

일본과 EU는 트럼프 2기 행정부의 불확실한 정책에 대응하는 수단과 방법에 차이를 보인다. 일본은 트럼프 대통령의 관세 부과에 이견을 표하지 않고 협상을 통해 관세를 낮추려고 노력하는 한편, 기업과 국민의 피해를 최소화하기 위해 현금 지급까지 검토하고 있다. 반면, EU는 미국의 관세 부과에 보복관세로 대응하며, 미국이 관세를 재협상해야 한다고 주장하고 있다. 두 나라 모두 지난 트럼프 1기를 경험한 이후 철저하게 준비한 대응 방안인데 방향성이 크게 다르다.

글 김양행 산업연구원 글로벌경쟁전략연구단 경제안보·통상전략연구실 전문연구원

## 새로운 관세 전쟁에 대응하는 일본과 EU



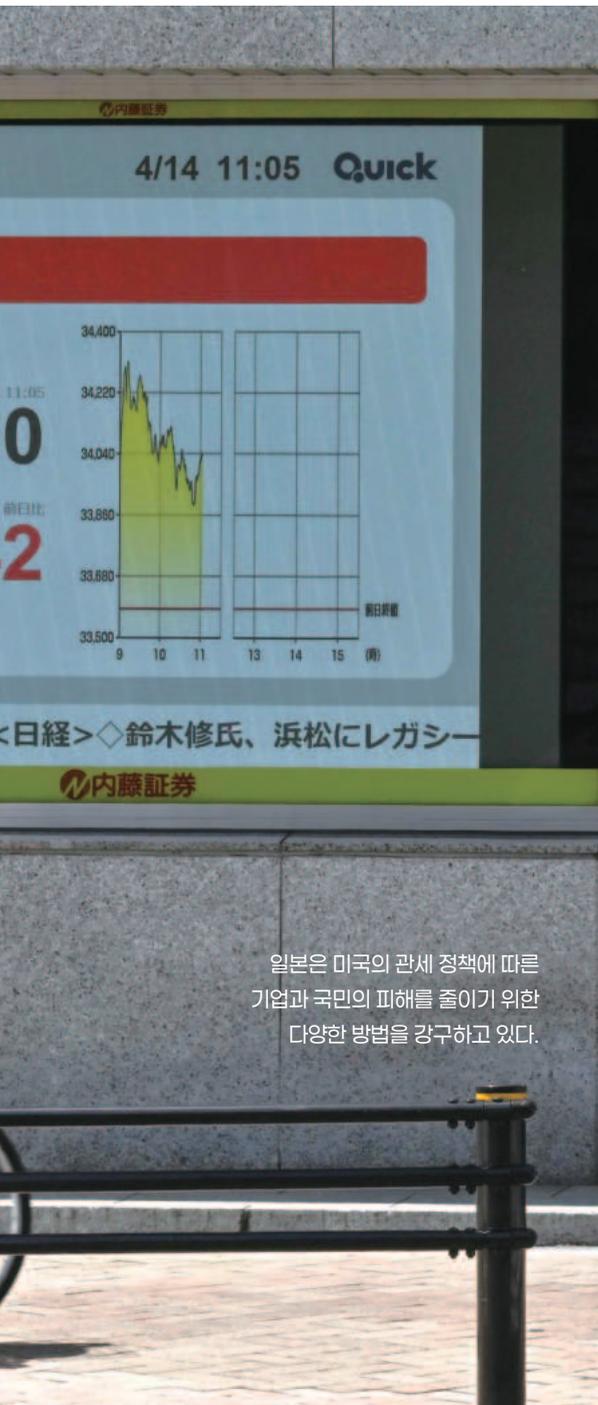
### 일본의 '지금까지 없었던 수준의 대응'

일본은 지난해 트럼프 대통령이 당선된 후 곧바로 당선인과의 조기 정상회담을 희망했다. 이는 트럼프가 처음 대통령에 당선된 2016년, 아베 신조 전 총리가 대선에서 승리한 트럼프 당선인을 외국 정상 중 처음으로 만났고 이를 계기로 개인적 친분을 쌓을 수 있었다고 판단했기 때문이다. 트럼프 당선인은

취임 전 회담은 거절했지만, 취임 이후 미국에서 요청하는 형식으로 아시아 정상 중에서 처음으로 일본과 정상회담을 가졌다.

이시바 시게루 일본 총리가 미·일 정상회담에서 가장 신경 쓴 부분은 무엇보다 트럼프 당선인이 예고했던 관세 폭탄을 피하는 것이었다. 회담 결과 외교·안보 분야는 북한의 완전한 비핵화와 한·미·일 협력 등이 재확인되었고 경제 분야에서는 일본이 선제적으로 대미 투자 확대를 발표했다. 회담은 양 정상 사이 서로를 칭찬하며 우호적인 분위기 속에서 마무리되었고 일본이 우려한 관세, 방위비 등 경제적 부담을 가져올 만한 발언은 제기되지 않았다. 따라서 일본 정부와 언론 등은 회담을 긍정적으로 평가했으나, 지난 4월 2일 트럼프 대통령은 예고한 대로 전 세계 국가들을 대상으로 하는 상호관세를 발표하며 일본도 24%의 관세를 부과한다고 발표했다. 이시바 총리는 4월 4일 중의원 내각회의에 출석해 이를 '국난'이라고 표현했으며, "정부로서는 지금까지 없었던 수준의 대응에 나설 것"이라고 했다. 그리고 트럼프 대통령을 만나 관세 협상을 하기 위해 미국 방문을 고려하고 있다고 발표했다.

최근 일본의 움직임 보면, 이시바 총리가 언급한 '지금까지 없었던 수준의 대응'이란 미국에 고강도의 대응을 하겠다는 것이 아니라 국난을 당한 일본의 기업과 국민의 피해를 줄일 방안을 찾아보겠다는 의미다. 이러한 움직임은 트럼프 대통령의 취임 전부터 이미 포착되었다. 지난 2월 2일, 일본 경제산업성은 일본무역진흥기구(JETRO)와 함께 '미국 관세 조치 등에 따른 일본 기업 상담창구'를 JETRO에 개설했다. 또한 4월 2일 관세 부과가 현실화하자 곧바로 4월 4일 JETRO에 '미국 관세 대책본부'를 설치한 후 일본 기업의 피해 등 정보를 빠르게 수집하고 상담 등을 통해 기업의 피해를 최소화할 수 있도록 대응하겠다고 발표했다. 그리고 4월 10일 일본 언론은 "정부·여당이 최근 물가 상승과 미국 트럼프 정부의 관세 조치에 따른 경제 대책의 하나로 전 국민을 대상으로 현금을 지급하기 위한 조정에 들어갔다"라고 보도했다. 당정이 추가경정예산을 통해 소득 제한 없이 모든 국민에게 1인당 5만 엔을 지급하는 방안을 유력하게 검토하고 있다는 것이다. 게다가 지원금을 1인당 10만 엔으로 해야 한다는 주장도 있다고 한다. 이렇게 신속한 대응이 바로 이시바 총리가 언급한 '지금까지 없었던 수준의 대응'으로 보인다.



일본은 미국의 관세 정책에 따른 기업과 국민의 피해를 줄이기 위한 다양한 방법을 강구하고 있다.

### 미국과의 첨단과학기술 공동개발 적극 추진

일본 정부는 코로나19 팬데믹 이후 미국 주도의 글로벌 공급망 재편 움직임 속에서 반도체산업의 부활과 첨단산업 육성을 위해 미국과 첨단 과학기술 개발 협력을 추진했다. 반도체 분야에서는 국민 공동 투자로 설립한 라피더스<sup>Rapidus</sup>가 회로 선폭 2nm 상당의 최첨단 시스템반도체 양산을 위해 IBM과 '2nm 설계 기술 공동개발' 프로젝트를 추진하고 있으며, IBM은 2023년 5월, 도쿄대학, 시카고대학과 함께 양자를 중심으로 한 슈퍼컴퓨터 개발에 향후 10년간 1억 달러를 투자한다고 밝혔다. 구글 또한 비슷한 시기에 이 두 대학과 파트너십을 바탕으로 투자를 진행한다고 발표했다. 그리고 미국의 AI 인프라 대규모 투자 프로젝트인 '스타게이트 프로젝트'에 일본의 소프트뱅크가 적극 참여하고 있다. 지난 마·일 정상회담에서 양국은 산업기반을 강화하고, AI·양자컴퓨팅·최첨단 반도체와 같은 중요한 기술개발에 있어 세계를 선도하기 위한 협력에 합의했다. 따라서 트럼프 2기 행정부에서도 첨단 과학기술 공동개발은 계속되겠지만, 관세 문제에 대응하는 일본

정부의 자세를 보면 일본이 주도권을 가져오거나 자립화하기 쉽지 않을 것으로 예상된다.

### EU

#### 보복과 협상 사이 고민하는 EU

지난 2월 초 트럼프 대통령은 캐나다·멕시코·중국에 이어 유럽연합<sup>EU</sup>에도 '관세 전쟁'을 선포했다. 이는 캐나다와 멕시코에 관세 25%를 부과하고 중국에 추가 관세 10%를 부과하는 행정명령에 서명한 다음 날이었다. EU 집행위원회는 곧바로 대변인 성명을 통해 "EU 상품에 부당하거나 자의적인 관세를 부과하는 모든 무역 파트너에 단호하게 대응할 것"이라며 "EU와 미국의 무역 및 투자 규모는 세계 최대로, (관세 조치에는) 많은 것이 걸려 있다"라고 밝혔다. 올라프 솔츠 독일 총리는 이날 유사시 대응에 나설 가능성을 암시했으며, "EU는 강력한 경제권으로 자체적인 대응 옵션이 있다"라고도 했다. 프랑스의 페라치 산업부 장관도 EU



트럼프 대통령 취임 이후 아시아 정상 중 처음으로 정상회담을 한 이시바 시게루 일본 총리(왼쪽)



올라프 솔츠 독일 총리는 미국 관세 부과에 대해 EU가 하나로 대응할 것이라고 발표했다.

집행위원회에 강력한 대응을 요구하는 등 EU는 미국의 요구에 순응하지만은 않겠다는 반응이었다.

2024년 2월, EU 집행위원회는 11월에 있을 미 대선의 영향에 대한 평가 작업을 시작했는데 트럼프 대통령이 재집권하면 EU를 겨냥한 보복관세 등의 조치가 있을 것으로 이미 예상했다. 트럼프 1기 재임 기간인 2018년 EU의 철강과 알루미늄 제품에 대한 미국의 관세 부과에 EU가 보복 조치를 단행함에 따라 발생한 관세 전쟁 갈등의 불씨가 여전히 살아 있었기 때문이다.

트럼프 대통령이 당선되자 EU의 예상보다 더 큰 규모의 관세 전쟁이 시작되었다. 지난 4월 2일 트럼프 대통령은 EU뿐 아니라 전 세계 모든 국가에 기본(보편)관세 10%를 부과하고 한국과 EU를 비롯한 57개 국가에 10%보다 높은 상호관세를 부과하겠다는 계획을 발표했다. EU에 부과된 상호관세는 20%로 다른 동맹국인 한국과 일본보다 낮았지만, EU는 즉각 미국산 제품에 최대 25%의 추가 관세를 부과한다고 발표했다. 이는 미국이 지난달부터 유럽산 철강(25%), 알루미늄(10%), 자동차(25%)에 고율 관세를 적용한 데 대한 대응이다. 한국과 일본 등 중국을 제외한 아시아 지역 국가들은 대부분 미국의 관세 부과에 대해 보복보다는 협상을 통해 관세 부과율을 낮추는 방안을 모색하고 있는데 EU는 캐나다, 중국 등과 마찬가지로 보복관세를 부과한 것이다. 트럼프 대통령이 4월 9일, 중국을 제외한 모든 국가의 상호관세를 90일간 유예한다고 발표하자 EU도 같은 기간 동안 이 조치를

유예한다고 발표했다. 폰데어라이엔 EU 집행위원장은 이 기간에 “미국에 협상할 기회를 제공하고 싶다”고 언급했으며, “협상 결과가 만족스럽지 못하면 보복 조치가 발효될 것”이라고도 했다.

### 단단해진 EU 결속과 중국과의 관계 전환

지난 2월 초 트럼프 대통령의 EU에 대한 상호관세가 현실화할 조짐을 보이자, 독일 자동차산업협회 회장인 힐데가르트 뮐러는 “EU는 단결된 대응을 보여야 한다”고 강조했다. 게다가 EU와 중국은 오는 7월 정상회담을 열고 미국 ‘관세 폭탄’ 대응을 논의할 예정이다. EU와 중국은 지난해까지 중국의 전기차 보조금과 공급 과잉 문제로 무역 갈등을 빚고 있었으나, 트럼프 2기 행정부의 관세 부과 여파로 EU와 중국 시장이 모두 위협받게 되자 협력 관계로 서둘러 전환한 것이다. 반도체 공급망을 보호하고 AI, 양자컴퓨팅 등 첨단산업 협력을 위해 2021년 설립된 EU와 미국의 무역기술위원회<sup>EU-US Trade and Technology Council</sup>는 더 이상 지속되기 어려울 수도 있어 보인다.



김양병 산업연구원 글로벌경쟁전략연구단 경제안보·통상전략연구실 전문연구실  
주 일본 한국대사관 경제과 전문조사역을 역임했으며, 현재 산업연구원  
글로벌경쟁전략연구단 경제안보·통상전략연구실 전문연구원으로 재직 중이다.

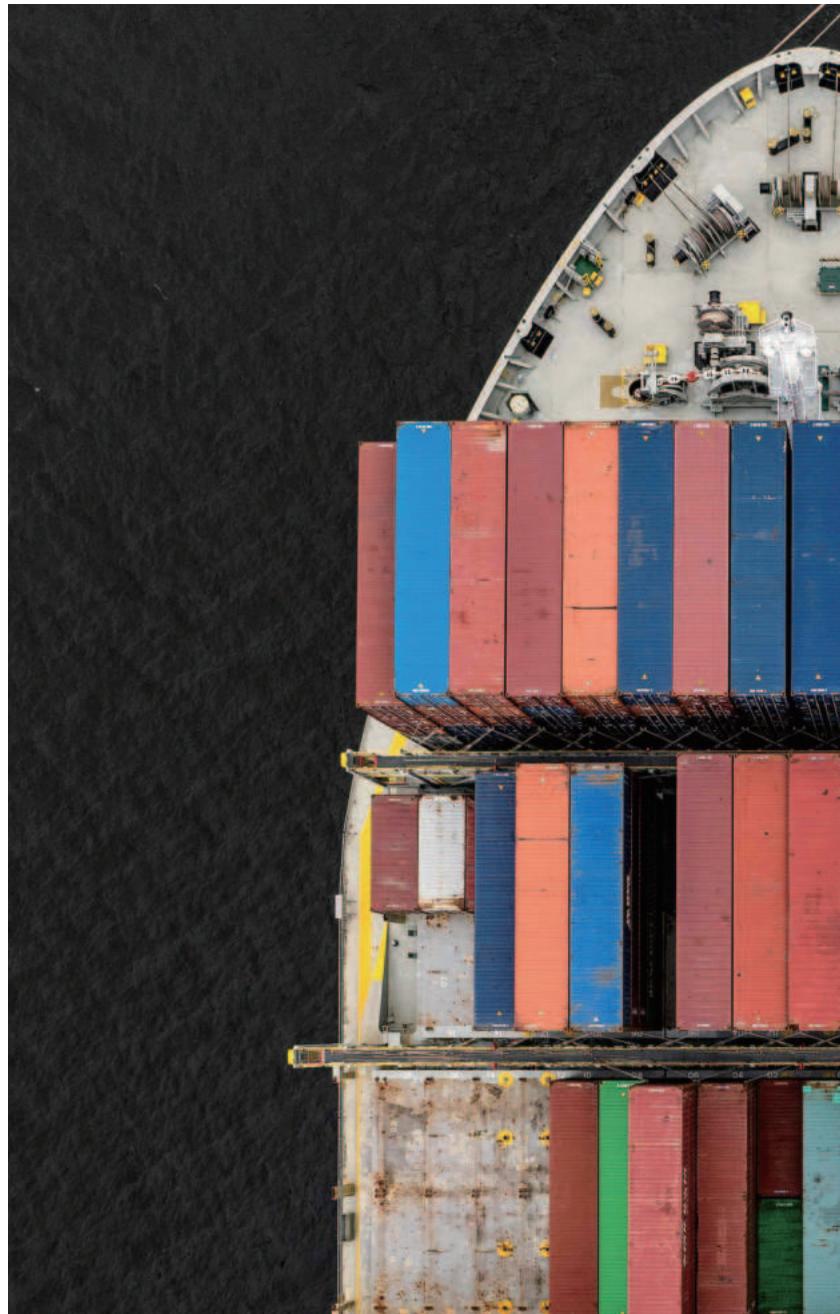
미국은 자국의 전략적 이익을 최우선에 두고 글로벌 기술 질서를 주도하고 있으며 트럼프의 귀환으로 세계의 판도는 또 한 번 큰 방향 전환을 예고하고 있다. 변화의 소용돌이 한가운데 선 대한민국. 기술, 산업, 외교 전반에서 선택의 무게는 더 커졌고, 그만큼 가능성도 열려 있다. 우리는 어떤 길을 택할 것인가?

글 이성엽 고려대 기술경영전문대학원 교수 기술법정책센터장

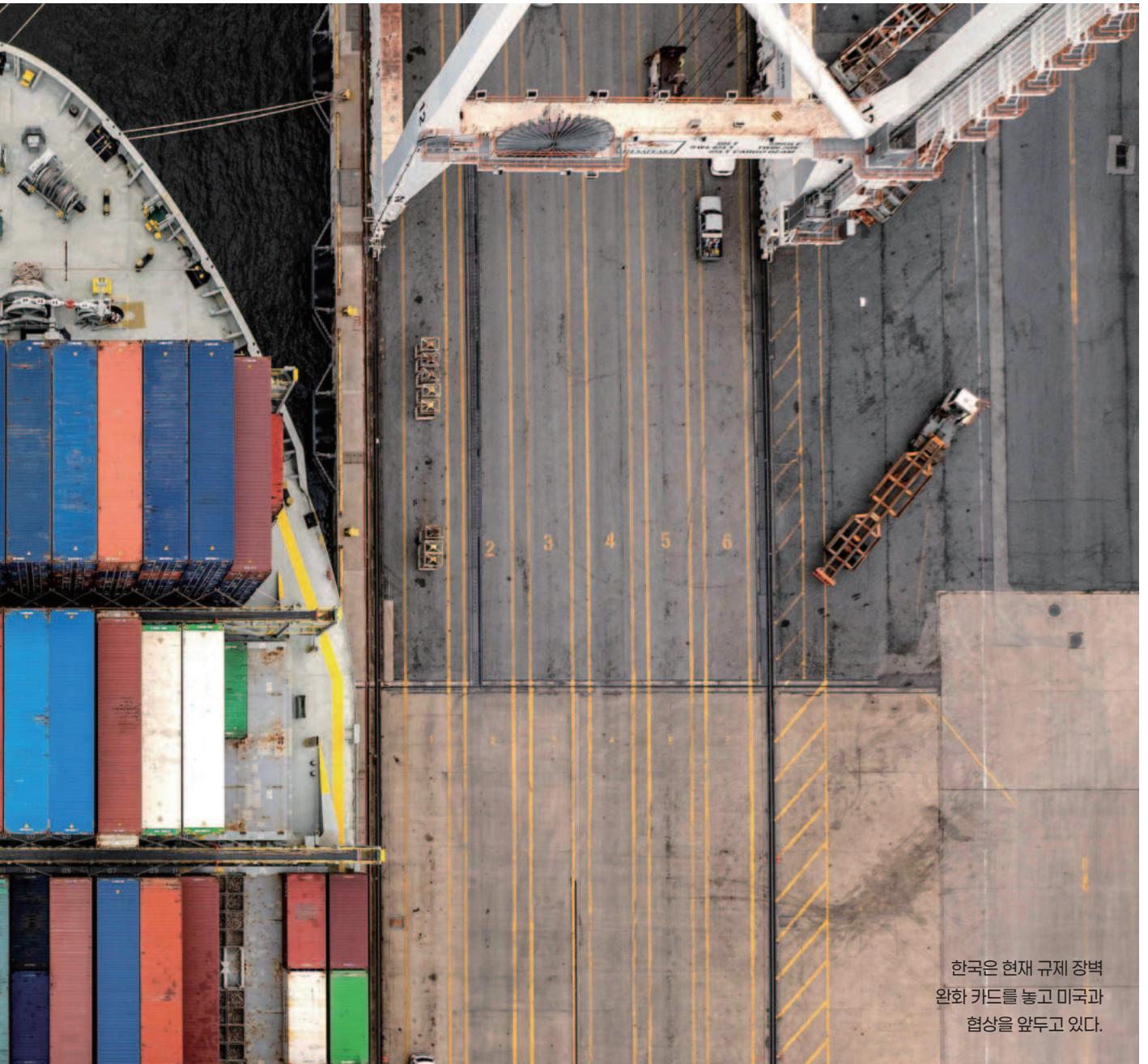
## 위기 속 대한민국, 선택지는 있는가?

### 규제 장벽 완화 카드 놓고 시작될 미국과의 협상

트럼프 대통령은 지난 4월 2일 미국에 들어오는 수입품에 기본 10% 관세를 부과하고, 약 60여 교역국에는 이보다 높은 관세를 매기는 '상호관세' 계획을 발표했다. 한국에 대해서도 25% 상호관세를 부과했다. 관세 규모는 상대국의 관세뿐 아니라 검역, 규제 등 '비관세 장벽'을 종합적으로 고려해 결정했다고 한다. 올해 3월 31일 발표된 미국 무역대표부<sup>USTR</sup>의 2025년 국별 무역장벽 보고서에서 미국이



한국의 비관세 장벽으로 지목한 것은 자동차 시장에 대한 접근성을 제한하는 환경규제, 한국의 무기 수입 시 외국 업체에 기술 이전을 요구하는 철충교역 제도, 30개월령 이상 소고기 수입 금지 조치, 디지털 무역장벽으로서 망 사용료 부과 법안, 온라인 플랫폼 규제, 지도를 포함한 위치 정보 데이터의 국외 반출 제한, 글로벌 매출을 기준으로 한 개인정보보호법상 과징금 부과, 개인정보보호법상 해외 이전 제한, 산업기술보호법에 따른 국가안보 관련 핵심 기술에



한국은 현재 규제 장벽 완화 카드를 놓고 미국과 협상을 앞두고 있다.

대한 해외 클라우드 서비스 사용 불허 조치, 지상파 방송에 대한 외국인 출자 금지, 케이블·위성 방송 사업자에 대한 외국인 지분 제한, 원자력 발전에 대한 외국인 지분 소유 금지 등 외국 기업의 시장 접근성과 활동에 영향을 줄 수 있는 제도들을 비관세 장벽으로 언급했다.

트럼프는 상호관세 정책 발표 후 세계 증시 급락과 미국 국채 투매 및 금리 인상 등이 발생하자 지난 4월 9일 향후 90일간 상호관세를 유예하고 개별 국가와 협상을 통해 관세 인하가 가능하도록 했다. 한국은 90일간 조선 분야의 협력, 주한 미군 주둔 방위비 분담 확대, 알래스카 LNG 협력과 함께 미국이 주장하는 규제 장벽 완화 카드를 가지고 미국과 협상해야 하는 상황에 놓였다.

## 여전히 추격 중인 한국

기술 패권 경쟁의 심화 속에서 한국의 위치는 과연 어디에 있을까.

한국산업기술기획평가원이 발표한 ‘2023년 산업기술 수준 조사 결과 보고서’에 따르면 한국의 전 산업 평균 기술 수준은 최고 기술을 보유하고 있는 미국과 비교할 때 0.9년 격차가 있는 것으로 조사됐다. 중국과 미국의 기술 격차는 1.2년으로 한국보다 0.3년 더 길었다. EU와 일본의 경우 0.39년, 0.43년에 그쳤다. 중국은 한국과 4개월 격차에 불과한데 2025년 현재 한국을 추월한 것으로 추정된다.

AI 분야로 한정해서 보면, 4월 13일 미국 스탠퍼드대 인간중심AI연구소<sup>HAI</sup>가 발표한 ‘AI 인덱스 2024’ 보고서에 따르면 한국이 ‘파운데이션 모델’을 성공적으로 개발할 사례는 없는 것으로 평가했다. 벤치마크 테스트에서 높은 평가를 받거나 각종 연구 논문에 최소 1000회 이상 인용된 AI 모델인 ‘주목할 만한 모델’에는 LG 엑사원 3.5 32B가 유일하게 포함됐다. 국가별로 보면 미국 40개, 중국 15개, 프랑스 3개, 한국·캐나다·이스라엘·사우디아라비아 각 1개 등이다. AI 인재 이동 지표는 -0.3으로 인재 유출이 더 많고 민간투자는 위축되고 있다.

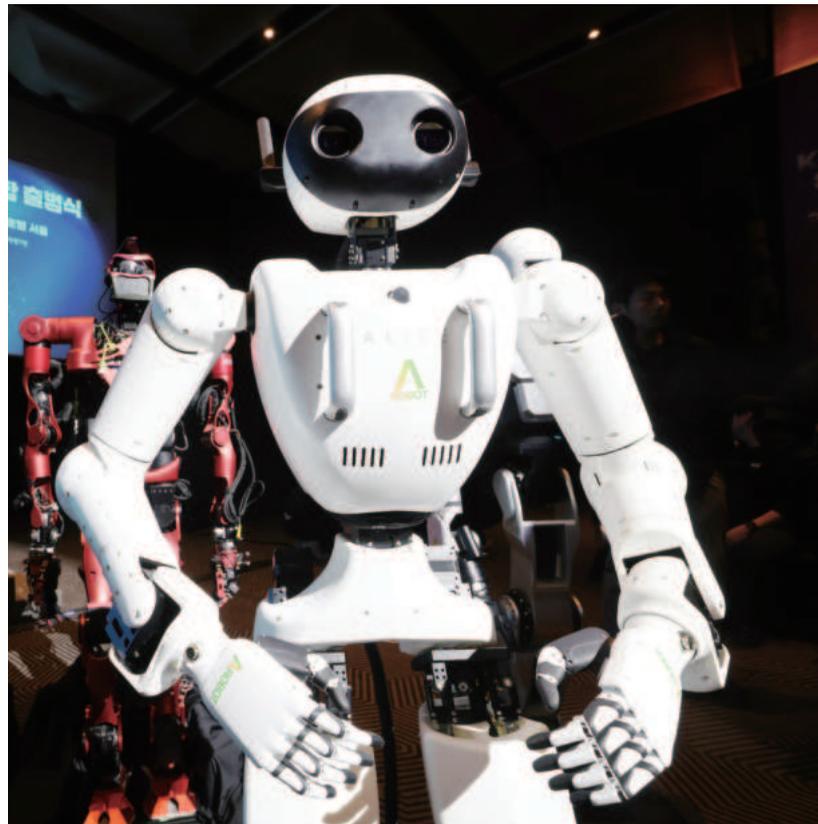
한마디로 한국은 추격자 전략에서 퍼스트무버 전략으로 전환하지 못한 채 중국에 추격을 당하고 있다. 일부 분야를 제외하면 대부분의 첨단 기술에서 중국에 밀려났고, 인재 유출, 투자 위축까지 겹치면서 총체적인 위기 상황을 맞고 있다. 최근 미국의 통상 및 규제 개선 요구가 이어지는 가운데, 국내 대선 정국으로 인해 정부의 비전 제시와

### 미국 대비 전 산업 평균 기술 수준 격차



자료: 한국산업기술기획평가원(2023년)

정부든 기업이든 스타트업에 대해 실패를 용인하는 투자, 선택과 집중을 하는 투자 문화가 만들어져야 한다. 사진은 지난 4월 열린 K-휴머노이드 연합 출범식의 모습





한국은 퍼스트무버가 되기 위해 성공과 실패를 점검하고 변화된 상황에 적응할 새로운 전략을 고민해야 한다.

협상에는 신중함이 요구되는 시점이다. 특히, 게임체인저가 될 AI 분야의 경우 중국이 미국과의 격차를 줄이고 프랑스가 선전하면서 AI 3대 강국 목표는 점점 멀어지고 있다.

### 미국·중국에 없는 기술 필요

이런 상황에서 한국이 지속적인 성장을 하기 위한 전략은 무엇일까. 위기는 기회라는 말이 있다. 냉정하게 우리의 성과와 실패를 점검하고 변화된 상황에 적응할 수 있는 새로운 발전 전략을 고민해야 한다. 무엇보다 중요한 것은 기술력 확보와 인재 양생이다. 인재가 기술을 개발하는 것이므로 양자는 서로 긴밀히 연결되어 있다. 기본적으로 기술개발, 인력 양생에서 중요한 전략은 정권교체에 영향을 받지 않는 중장기적 안목에서 선제적인 투자, 개별 기업이나 기관 중심이 아닌 산학연관이 원팀이 되는 협력적 연구, 모든 기술이 아닌 경쟁력 있는 분야에 대한 선택과 집중, 무엇보다 미래 비전을 제시하고 자본, 기술, 인재를 집중할 수 있는 정부 주도의 강력한 리더십이 필요하다.

현재 우수한 이공계 인재가 의대에 진학하거나 이공계에서 경력을 쌓은 후에도 미국으로 이주해 체류하는 현상은 스타트업 창업을 통해 안정적 수익이나 부유한 삶을 보장받을 수 없다는 판단 때문일 것이다. 정부든 기업이든 스타트업에 대해 실패를 용인하는 투자, 중장기적 투자, 그리고 선택과 집중을 하는 투자 문화가 만들어져야 한다. 또한 응용학문과 기술 발전에 결정적인 역할을 하는 수학, 과학 등 기초 학문에 대한 투자를 강화해야 할 것이다. 우수한 국내의 인재가 한국에서 연구개발을 할 수 있도록 연구비 지원 확대, 가족 정주 여건 및 생활 지원 강화, 글로벌 수준의 연구 환경 조성 등이 필요하다.

과감한 규제 혁신 역시 필수적이다. 예컨대, 반도체법상 52시간 규제 예외 도입, 엄격한 데이터 규제 완화 등 기술 경쟁력을 확보하기 위해 필요한 규제 완화를 빠르게 시행해야 한다. 미국, 중국 등에 없는 기술, 서비스 규제를 과감히 개선함으로써 글로벌 스탠더드를 도입해야 한다. AI 시대에 새로운 시각에서 과감하게 규제를 개선하지 않는다면, 국내 사업자들은 한국과 다른 규제 환경에서 기술 및 서비스를 개발하고 있는 미국, 중국 등의 사업자들과 경쟁하기 어려울 것이다.



#### 이상엽 고려대 기술경영전문대학원 교수·기술법정책센터장

고려대 법학과 출신으로 서울대에서 법학박사를 받았으며 하버드 로스쿨 방문학자를 거쳤다. 정보통신부, 국무조정실과 김앤장 법률사무소를 거쳐 고려대 기술경영전문대학원 교수로 재직 중이며 고려대 기술법정책센터장, 데이터·AI법센터 대표를 겸하고 있다. 행정 경험과 법률 실무를 기반으로 AI, 데이터, 개인정보, 인터넷, 정보보안, 방송, 통신 등 ICT 전 분야 법과 정책에 정통한 권위자이다.

석유로 움직이던 차량이 하나씩 수소로 바뀌고 있다. ‘2025 서울 모빌리티쇼’에서 가장 주목받은 차량은 수소전기차였으며, 대전시는 2028년 수소전기트램으로 2호선 철도를 운행할 예정이다. 수소 모빌리티 시대가 눈앞으로 성큼 다가왔다.

글 김승호 사진 현대로템 제공



현대로템(주)

## 철도 미래, 수소가 연다

### 수소전기트램 실증사업

연구과제명	수소전기트램 실증사업
제품명(적용 제품)	수소전기트램
개발기간(정부과제 수행기간)	2021.7~2024.3(33개월)
총 정부출연금	281억 원(4개 세부 과제 합계)
개발 기관	현대로템(주), 한국자동차연구원, 철도기술연구원, 울산 테크노파크, 그 외 공동개발기관 다수
참여 연구진	현대로템 이원상, 한국자동차연구원 구영모, 철도기술연구원 권석진, 울산테크노파크 김중국 등

### 수소, 철도의 새로운 패러다임

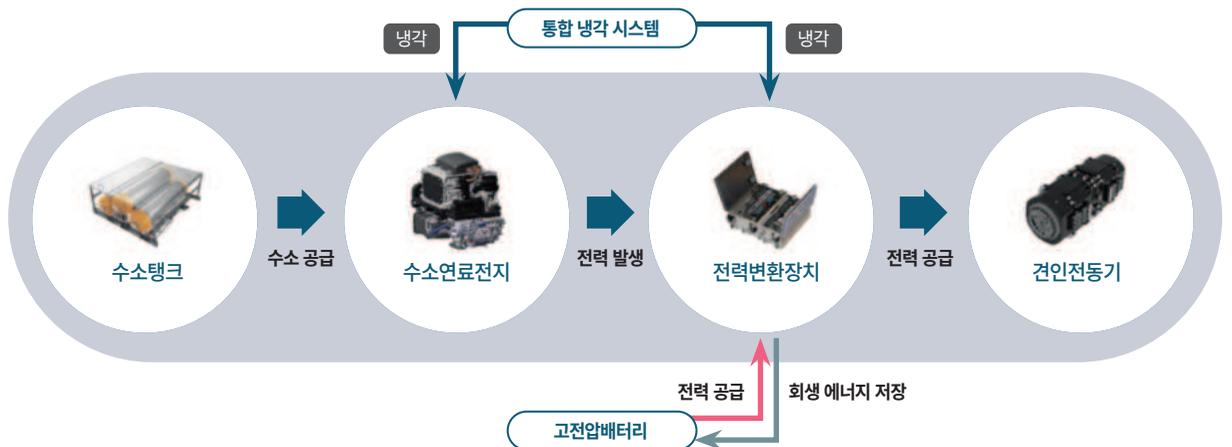
철도의 미래는 어떤 모습일까. 지난 '2024 이노트랜스'에서 그 모습을 엿볼 수 있었다. 이노트랜스는 세계 최대 철도 박람회로, 지난해 열린 행사에는 130개국에서 17만여 명이 방문했다. 박람회의 주인공은 수소철도차량이었다. 프랑스의 알스툼<sup>Alstom</sup>, 스위스의 슈타들러<sup>Stadler</sup>, 중국의 중차그룹<sup>CRRC</sup> 등 글로벌 철도 기업 강자들은 수소철도차량을 차세대 주력으로 내세웠다. 현대로템 역시 수소전기트램을 선보여 방문객의 눈길을 사로잡았다. 2024 이노트랜스의 키워드는 속도가 아닌 친환경 에너지, 그중에서도 수소였다.

수소가 철도의 미래로 제시되는 이유는 자명하다. 현재 철도를 포함한 모빌리티는 전 영역에서 기존 내연기관을 탈피 중이다. 내연기관을 대체할 차세대 모빌리티 동력 생산 방식은 크게 두 가지로 배터리와 연료전지다. 현재는 각각 탑재하거나 혼용하는 식으로 활용하고 있다. 대표적인 예로 자동차산업에서는 배터리를 활용한 전기차와 연료전지를 활용한 수소전기차가 경쟁 중이다. 하지만 거대 동력이 필요한 산업용 모빌리티 분야에서는

배터리만으론 기기 구동에 필요한 에너지를 감당하기 어렵다는 것이 일반적인 견해다. 결국 연료전지가 필수라는 의미다. 대용량·장거리 운행이 가능하고, 청정 에너지원이라는 조건을 모두 충족하는 연료는 현재로서는 수소가 유일하다.

세계 철도 기업들은 수소철도차량을 앞다퉈 개발하고 있다. 국내 및 해외 시장 대응을 위해 산업부는 지난 2021년 수소전기트램 개발 과제를 공모했고 현대로템이 과제 총괄을 맡아 개발에 착수했다. 현대로템이 수행한 수소전기트램 실증사업 과제는 4개의 컨소시엄 형태의 중대형 과제로 현대로템이 총괄하고, 한국자동차연구원, 철도기술연구원, 울산테크노파크 등 다수 기관이 세부과제 및 공동과제를 맡았다. 과제는 2021년 7월부터 2024년 3월까지 33개월에 걸쳐 진행됐다. 현대로템은 기간 내 부품 개발부터 실증까지 마쳐야 하는 어려움에도 불구하고, 기존 운행 목표의 두 배인 5000km의 주행 실적을 달성하며 과제를 성공적으로 마무리했다.

### 수소전기트램 추진시스템 구성





현대로템의 수소전기트램 디자인은 iF 디자인 어워드에서 2023년 제품 부문 본상을 수상했다. 사진은 수소전기트램 객실 내부 모습

### 최적화 또 최적화, 극한의 효율로 완성한 신교통수단

핵심은 최적화였다. 현대로템 김명한 개발팀장은 전체 애플리케이션에 맞는 수소시스템을 가져와 철도 차량에 적합한 사양으로 개조하는 식으로 개발을 진행했다고 밝혔다. 그럼에도 새로운 규모의 모빌리티에 수소시스템을 적용하는 건 쉽지 않았다. 시뮬레이션 반복을 통해 트램 운행에 필요한 각종 내부기관 크기와 그에 따른 전력 분배의 적정 수치를 찾아야 했다. 특히 리패키징한 수소연료전지시스템(연료전지, 배터리, 냉각시스템, 수소탱크)과 고전압 배터리를 조합한 하이브리드 추진시스템의 완성 과정에서 난관을 거쳤다. 개발기간이 촉박한 상황에서 차량 제작 공장과 성능 시험 장소가 창원, 오송 등 각 지방에 위치해 60톤에 이르는 차량의 분리-이송-재조립 과정을 반복해야 했기 때문이다. 하지만 개발팀과 각 기관의 노력이 합쳐져 기간 내 각종 최적화 수치를 정립할 수 있었다.

차량 디자인 설계에서는 고도화된 기술력이 돋보였다. 트램 양쪽 끝 차량에는 국내 최초로 회전형 구동 대차를 적용했다. 회전형 구동 대차는 곡선 레일에 맞춰 바퀴 조향이 가능해 바퀴와 레일과의 마찰을 줄일 수 있다. 소음, 분진 저감 효과가 있고 유지보수 비용도 절감할 수 있다. 상대적으로 차량 회전율도 크기 때문에 노선 낭비가 적고 복잡한 도심에서의 운행 안정성 또한 높다. 차량 전두부 디자인은 국제 안전 가이드라인에 따라 설계됐다. 운행자의 최소 시야각, 추돌 시 충격의 최대 분산 각 등을 계산, 적용함과 동시에 수소와 현대로템의 'H'를 형상화해 상징성을 담았다. 이 디자인은 기능성과 심미성을 인정받아 세계 3대 디자인 어워드인 'iF 디자인 어워드'에서 2023년 제품 부문 본상을 수상했다.

### 이미 검증된 수소 안전 기술

수소모빌리티개발팀 김명한 팀장은 이번 개발 과제에서 “무엇보다 안전 부문에 가장 큰 노력을 기울였다”며 여러 번 안전을 강조했다. 개발팀은 트램 종합제어장치와 수소연료전지시스템 제어기 간 상호 연계를 통해 안전 로직을 구축했고, 결과적으로 2중, 3중의 보호 시스템이 작동하도록 설계했다.

“수소시스템의 안전을 위해서 독일 TÜV에서 독립안전성평가<sup>USA, Independent Safety Assessment</sup>를 받았습시다. 차량에 대해서는 철도안전법 기술 기준에 준하는 시험을 모두 완료해 차량 안전 완성도를 높였습니다”라고 그는 강조했다.

### 세계 수소철도 경쟁에 본격 참여

현대로템이 총괄을 맡은 이번 과제는 ‘2024년 산업통상자원부 R&D 대표 10선’에 선정되며 성과를 인정받았다. 이어 대전시 도시철도 2호선 계약까지 성사돼 지난 3월 첫 삽을 떴으며, 대전시에 2028년까지 수소전기트램 34편성을 납품할 계획이다.

현대로템은 이를 발판 삼아 세계 수소철도 경쟁에도 본격 참여할 것으로 보인다. 지난 2월에는 세계 신조 철도 차량 점유율 1위, 2위인 중국 중차그룹과 프랑스 알스통을 제치고 모로코에서 2조2000억 규모의 전동차 사업을 수주하는 성과를 거뒀다. 국내 철도 기술력이 세계 최고 수준에 올랐다는 방증이다. 이 기술력에 현대자동차그룹의 수소 인프라까지 더해진다면 수소철도차량 경쟁력이 더욱 강화될 것으로 기대된다.

### 산업통상자원부의 R&D 대표 10선에 선정됐다.

산업부 R&D 대표 10선에 선정될 수 있었던 배경은 시대적 요구와 함께 수소전기트램에 대한 시민들의 기대와 응원 덕분이다. 아울러 선정될 수 있도록 고생한 참여 기관 및 참여 연구원들의 노고에 다시 한번 감사하고, 사업화에 이를 수 있도록 기회와 지원을 아끼지 않은 산업통상자원부, 가스안전공사 등 관계 기관에 감사드린다.

### 정부 R&D 과제 수행 시 장점은?

두 가지로, 정부지원금 지원과 관련 기관과의 유기적인 협력 개발을 꼽을 수 있다. 본 과제는 4개의 컨소시엄 형태의 중대형 과제로 작은 시스템이나 부품 개발이 아니라 완성 차량을 제작하고 실증 단계까지 수행하는 과제였다. 기간 안에 신규 개발 및 테스트까지 해야 하는 등 난관이 있었으나 산업부와 전문 기관의 적극적인 협조로 잘 해결할 수 있었다. 덕분에 원래 목표인 수소전기트램의 주행거리 2500km의 두 배인 5000km 시험까지 안전사고 없이 마무리할 수 있었다고 생각한다. 결과적으로 시장에서 요구하는 수소전기트램을 적시에 그리고 단기간에 개발해 사업화에 이를 수 있었다.



### 향후 더 필요한 지원 부분이 있다면?

수소 기반 철도차량은 Demand-Pull(수요 견인형) 사업이다. 수요가 앞서고 기술이 그에 발맞춰 발전하며 법 제도가 그 뒤를 따르는 구조다. 특히 수소는 각종 부처가 연관돼 있다. 법규나 제도가 얽혀 있는 경우가 많다. 기술 발전과 함께 이러한 제도적 기반도 정비된다면, 수소 철도 산업의 성장에 더욱 탄력이 붙을 것으로 기대된다.

### 독자들에게 하고 싶은 말이 있다면?

수소 사회는 다가오는 현실이며 수소 모빌리티는 자동차, 선박, 드론, 열차 등으로 확대되고 있다. 특히 철도 분야는 수소시스템 적용이 용이한 분야라고 생각한다. 수소철도는 향후 주목받을 도시 교통수단이 될 것으로 확신한다. 앞으로도 수소 사회 실현과 국가 산업 경쟁력 강화를 위해 지속 노력하겠다.



### 현대로템(주)는?

디펜스솔루션, 레일솔루션, 에코플랜트 등 핵심 국가기간산업을 영위하는 기업이다. 레일솔루션사업본부는 고속철, 전동차, 경전철 등의 철도차량과 함께 신호통신시스템, 운영, 유지보수에 이르기까지 철도사업의 통합 솔루션을 공급해오고 있다. 아울러 수소 기반의 철도차량 등 지속 가능한 모빌리티 역량을 확보해 K-철도의 위상 제고에 힘쓰고 있다.



## 자율주행의 눈과 두뇌, 국산 기술로 깨어나다

### 다중센서 기반 Level 3 이상의 자율주행 자동차를 위한 신호처리 SoC 및 플랫폼 개발

완전 자율주행의 시대가 성큼 다가올 것으로 기대했지만, 예상보다 자율주행자동차의 상용화는 더디게 진행되고 있다. 안전성과 법·제도적 이슈가 쉽게 정리되지 않기 때문이다. 그러나 이 틈은 국내 소·부·장 기업에겐 기회의 발판이 되기도 한다. ‘첨단운전자보조시스템<sup>ADAS</sup>, Advanced Driver Assistance System’을 국산화한 (주)넥스트칩이 그 대표적 사례다.

글 김아름 사진 이승재

(주)넥스트칩

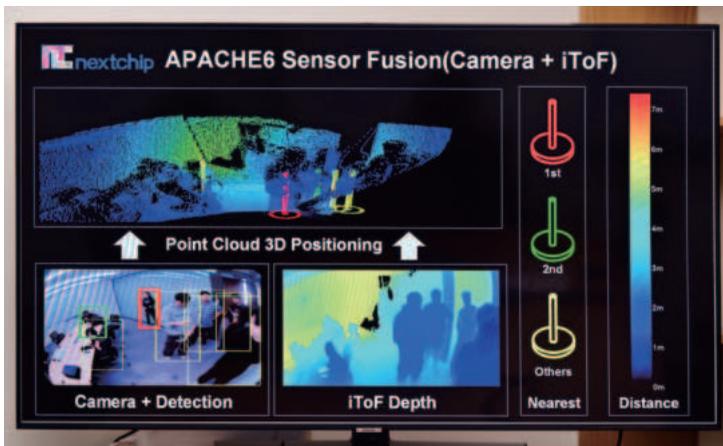


연구과제명	다중센서 기반 Level 3 이상의 자율주행자동차를 위한 신호처리 SoC 및 플랫폼 개발
제품명(적용 제품)	APACHE6
개발기간(정부과제 수행기간)	2020.4.~2024.12.
총 정부출연금	38억9100만 원
개발 기관	(주)넥스트칩, 한국전자기술연구원, (주)캔랩, 이래에이엠에스(주)
참여 연구진	천이우, 서승범, 변형주, 신상명, 방수석, 윤두현, 이동근, 최현규, 이상용, 목은희, 김수민, 김대희, 정재철, 이경열, 이태건, 장영수, 조세빈, 조혜성, 김숨이 외

ADAS는 자율주행의 기초 기술이자 출발점으로 불린다. 자율주행은 레벨 0부터 5로 나누는데, ADAS는 그중 레벨 1~2 수준의 기술에 해당한다. 하지만 레벨 3 이상의 고도화된 자율주행 차량에서도 ADAS 기술이 핵심 기반으로 작용한다. ADAS는 자동차가 사람처럼 주변을 보고 인식하며 판단할 수 있도록 한다. 이를 통해 차량은 차선을 인식하고 앞차를 추적하며 보행자 출현 등의 돌발 상황을 감지해, 직접 대응하거나 운전자에게 위험을 경고한다. 이러한 ADAS를 구성하는 핵심 중 하나는 ‘영상 처리 기술’이다. 최근 넥스트칩은 자사의 영상 처리 기술을 바탕으로, 실제 자동차에 탑재 가능한 ADAS 전용 SoC<sup>System on Chip</sup><sup>1</sup> 개발에 성공했다.

### 센서 융합에서 영상 처리까지, 자체 기술로 완성

넥스트칩이 진행한 과제의 핵심 키워드는 ‘다중센서’로, 여러 개의 다른 센서가 보내는 각각의 신호를 종합하는 것이 관건이다. 자동차에 가장 많이 사용되는 센서는 이미지 센서<sup>Image Sensor</sup>. 카메라 렌즈를 통해 들어오는 빛을 전기신호로 바꾸는 역할을 하는데, 빛의 강도나 날씨 등에 따라 제약이 있다. 2D로 이미지를



넥스트칩은 자사의 영상 처리 기술을 바탕으로 실제 자동차에 탑재 가능한 ADAS 전용 SoC를 개발했다. 사진은 대표 제품인 아파치6

촬영하기에 거리를 측정하는 데 한계가 있다. 이에 거리, 속도 등을 보다 정확하게 측정하고자 라이다<sup>LIDAR</sup>, 레이더<sup>Radar</sup> 등을 함께 사용한다. 넥스트칩 또한 이미지 센서를 중심으로 고객이 원하는 센서를 융합할 수 있는 시스템 구현에 집중했다.

그렇다면 여러 센서가 보내는 각각의 정보는 어떤 과정을 거쳐 영상으로 구현되는 걸까? 여기에 넥스트칩의 핵심 기술 ‘ISP<sup>Image Signal Processor</sup>’가 사용된다. ISP는 센서가 수집한 날것<sup>raw</sup>의 데이터를 깨끗하고 선명한 영상으로 변환하는 기술이다. 영상 품질은 인식 정확도에 직접적인 영향을 미치기 때문에, ISP의 성능은 ADAS의 판단력과 밀접하게 연결된다. 넥스트칩은 자체 개발한 ISP를 통해 다른 부품 및 기술과 유기적으로 연동되도록 시스템을 설계했다. 한편 이번 과제를 통해 ISP 기술을 한층 고도화했으며, 140dB급 HDR과 신호 노이즈(흐릿함 등) 제거 기술을 적용해 어두운 터널이나 역광과 같은 까다로운 환경에서도 선명한 영상을 구현하는 데 성공했다. 생성된 영상은 넥스트칩의 자체 영상 전송 기술<sup>AHD</sup>을 통해 ADAS 전용 SoC로 전달된다.

사람의 정보 수집 및 처리 과정으로 비유해보면, ISP는 눈이고 ADAS SoC는 두뇌, AHD는 이 둘을 잇는 시신경이라 표현할 수 있겠다. 이처럼 넥스트칩은 자율주행자동차의 눈과 두뇌가 유기적으로 작동하는 완성형 시스템을 구축한 것이다.

<sup>1</sup> SoC<sup>System on Chip</sup>: CPU, GPU, 메모리, 입출력장치 등 여러 기능을 하나의 칩 안에 넣어 만든 통합 시스템이다. 부피와 소모 전력, 발열 등이 좋고 데이터 처리 속도가 빨라진다.

## 자율주행 단계별 설명

레벨	구분	명칭	주요 기능
Level 0	운전자 보조 기능	해당 사항 없음	시스템 개입 없음. 경고음이나 정보 제공 수준
Level 1		운전자 지원	차선 유지 등 특정 기능만 시스템이 보조
Level 2		부분 자동화	차선 유지, 속도 제어는 시스템이 수행. 운전자 항상 전방 주시 필수
Level 3	자율주행 기능	조건부 자동화	특정 조건(고속도로)에서만 시스템이 전부 수행. 필요시 운전자 개입
Level 4		고도 자동화	특정 환경에서 전적으로 시스템이 운전
Level 5		완전 자동화	운전자 없는 완전 자율주행

자료: 국제자동차공학회<sup>SAE</sup>, Society of Automotive Engineers

## 기술력에 신뢰성을 더해

ADAS는 기술개발뿐만 아니라 시장 진입이 까다로운 분야로 꼽힌다. 자율주행의 핵심 요소로서 운전자와 보행자의 안전에 직접적인 영향을 미치기 때문이다. 완성차 제조사 입장에서는 이미 검증된 외국산 제품을 선택하는 것이 안전하기에, 어쩌면 당연한 선택처럼 보이기도 한다.

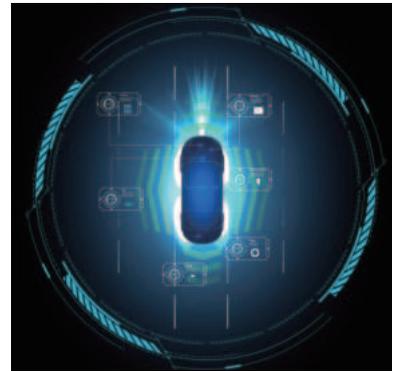
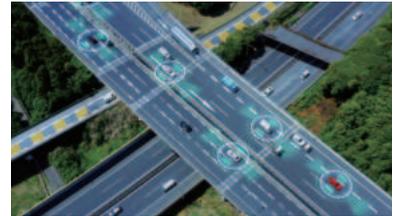
넥스트칩 또한 이러한 현실을 잘 인식하고 있다. 이에 단순히 하나의 칩을 개발하는 수준을 넘어 자율주행 시스템 전반에 대한 이해를 바탕으로 보드 설계, AI 기반 인식 알고리즘, 차량 소프트웨어 등 다양한 영역을 독자적으로 연구하며 밸류체인을 깊이 있게 학습했다. 이 과정에서 본 제품을 개발하는 기간이 상당히 늘어나긴 했지만, 관련 기술의 확장성을 확보하는 성과도 얻었다. 그 결과, 일부 선도 기업이 선보인 새로운 센서 조합이나 응용 기술에도 유연하게 대응할 수 있는 역량을 갖추게 되었다.

아울러 넥스트칩은 제품의 안정성과 신뢰성을 강화하기 위해 자동차 안전 국제 표준인 ISO26262 인증도 획득했다. 이는 ADAS 칩에 문제가 발생하더라도 차량이 이를 감지해 운전자에게 경고할 수 있도록 설계되었음을 의미한다.

## 후발 주자? 완벽함으로 선택받을 것!

현재 넥스트칩은 국내외 완성차 업체들과 협의하며 최종 기능 테스트를 진행하고 있다. 만에 하나, 작은 위험 요소도 놓치지 않겠다는 각오로 신중에 신중을 기하고 있다. 본격적인 자율주행자동차 시대의 확산에 맞춰 시장 점유율을 확대해나갈 계획이다.

천이우 연구소장은 “우리보다 먼저 칩을 출시해 판매 중인 기업 가운데는 자체 기술이 아닌 외부 기술에 의존해 핵심 기능을 충분히 구현하지 못하는 경우도 있다”며 넥스트칩이 차근차근 자체 기술을 축적해온 데 대한 자부심을 드러냈다. 그는 이어 “센서와 ADAS 칩 사이의 짧은 데이터 처리 시간이 외부



넥스트칩이 개발한 기술은 자율주행 레벨 2 혹은 레벨 2+ 수준의 기술로 활용될 가능성이 크다.

환경 변화에 더욱 민첩하게 대응할 수 있는 구조를 만들 것”이라며 넥스트칩이 후발 주자임에도 불구하고 강한 경쟁력을 갖추었다고 강조했다.

자동차산업의 패러다임이 변화하는 이 시기, 어쩌면 속도보다 방향이 중요한 것은 아닐까. 넥스트칩은 자율주행기술 상용화가 늦어지는 현 상황을 기술 자립과 도약의 기회로 바뀌었다. 모든 게 빠르게 변화하는 시대, 위기 속에서 새롭게 부상할 넥스트 기업을 응원한다.

**본 과제는 레벨 3 이상의 자율주행자동차를 위한 것이다. 하지만 실제 시장에선 레벨 3 자동차를 보기 어려운데.**

기술적으로는 자율주행 레벨 3의 구현이 가능하지만, 법이나 보험 등 제도적 정비가 미비한 상황이다.

자동차업계는 꾸준히 신기술을 개발하고 신차를 출시하고 있다. 레벨 2보다 확실히 진보한 기술을 쓰더라도, 제도적 한계로 인해 ‘레벨 3’라 표현하지 못한다. 이에 따라 업계는 ‘레벨 2.5’ 또는 ‘레벨 2+’ 등의 개념을 도입해 대응하고 있다. 어떻게 보면, 초기 SAE 자율주행 레벨 기준보다 더 발전된 기술들이 스스로 레벨을 낮춰 표현하는 상황인 셈이다. 우리가 개발한 기술 또한 본래는 레벨 3를 목표로 했지만, 현재로서는 레벨 2 혹은 2+ 수준의 기술로 활용될 가능성이 크다.

**본 과제를 제외하고도 KEIT 지원 아래 진행 중인 R&D 사업이 꽤 많은데.**

KEIT가 추진하는 과제는 양산 가능성을 전제로, 실질적인 기술의 사업화를 지원하는 데 중점을 둔다. 기업 입장에서는 실제로 제품을 생산해 고객에게 납품하는 것이 가장 중요한 목표이기에 이러한 지원 사업에 적극적으로 참여할 수밖에 없다. 넥스트칩



역시 양산 가능한 반도체 칩 개발에 집중하고 있으며, 산업부 과제를 통해 일부 개발 비용을 지원받고 자체 자금도 함께 투입해 상용화 가능성을 높이고 있다. 반도체산업의 규모가 점점 확대되는 요즘, 이처럼 양산을 전제로 한 과제는 기업에 실질적 도움이 되고 있다.

**넥스트칩은 이번 과제를 통해 국내 최초로 영상 처리 기반의 ADAS 칩을 개발했다.**

개발자에게 ‘최초’라는 타이틀은 큰 의미가 있다. 하지만 중소 반도체 기업인 넥스트칩으로서는 실제 팔리는 제품을 만들고 그 수익으로 다음 기술을 개발하는 것이 더 중요하다. 이번 과제를 통해 얻게 된 ‘국내 최초’라는 성과는 단순한 상징을 넘어 실제 시장성과 실용성을 이뤄냈기에 더 의미가 있었던 것 같다.

**(주)넥스트칩은?**

차량용 지능형 카메라 영상 처리 및 인식용 시스템 반도체 전문 개발 기업이다. 자체 개발한 차량용 영상 신호 처리 프로세서<sup>ISP</sup>와 고해상도 영상 전송 기술<sup>AHD</sup>을 기반으로, 첨단운전정보조시스템<sup>ADAS</sup>을 위한 SoC를 개발했다. 대표 제품인 ‘아파치6’를 통해 자동차는 물론 산업용 로봇과 드론 등으로 사업을 확대할 계획이다.



국립장기조직혈액관리원의 통계에 따르면 2023년 국내 장기이식 대기자는 총 5만1876명으로, 전년 대비 4.2% 증가했다. 이 가운데 실제로 장기기증 및 이식이 진행된 건수는 4414건. 평균 1441일을 기다렸다. 그리고 그 시간을 버티지 못했던 2907명이 세상을 떠났다. 인공 장기에 관한 관심이 높을 수밖에 없는 현실이다. 클 김아름 사진 이승재

# Bio 3D Printing

## 바이오 3D 프린팅으로 레고처럼 조립하는 인공 장기 시대 만든다

메타 소프트 오간 모듈 제작 기술 및 모듈 어셈블리 로봇 시스템 개발



## 인류 삶의 질을 위한 연구, 인공 장기

120세, 150세 시대를 준비하는 인류의 숙제는 ‘삶의 질’이다. 우리는 단순히 존재하려는 게 아니다. 마지막 순간까지 인간답게, 나로서 일상을 영위하길 바란다. 이에 따라 의학 기술에 대한 투자가 기하급수적으로 증가하고 있다. 인공 장기에 관한 연구 또한 그 일환이다. 질병이나 노화, 사고 등으로 손상된 장기를 대체하기 위한 연구개발이 세계 곳곳에서 진행되고 있다. 우리나라의 대표는 알키미스트 프로젝트 ‘면역 거부반응 없는 소프트 임플란트’ 연구팀이다.

포항공과대학교<sup>POSTECH</sup> 기계공학과 정완균 교수가 이끄는 연구팀은 3D 프린터를 사용해 약 1cm<sup>3</sup> 크기의 미니 장기 ‘오간 모듈’을 만들고, 이를 간, 췌장 등의 인공 장기로 결합하겠다는 계획이다. 작은 조각을 쌓고 조립하는 레고 블록처럼, 작은 장기 모듈을 여러 조합과 모양으로 합체시키겠다는 뜻이다. 이를 위해 기계공학 및 바이오 3D 프린팅 전문가, 대학병원 의료진, 줄기세포 연구 및 분자 의학 전문 스타트업 등이 힘을 모으고 있다.

## 가능성을 발견하는 대단한 도전

연구팀의 과제는 관련 지식이 없는 사람도 이해하기 쉽다.

‘생체 조직을 3D 프린터에 넣고 기계를 작동시켜 작은 장기 조각을 만든다. 여러 개의 조각을 쌓고 붙여 간이나 췌장의 위치에 이식한다.’

단순한 개념이다. 그런데 본 과제의 어려움 또한 여기에 있었다. 이론과 개념에서 출발한 이 과제는 관련 연구와 기술, 기기 등



정 교수팀은 3D 프린터를 사용해 약 1cm<sup>3</sup> 크기의 미니 장기 ‘오간 모듈’을 만들고, 이를 간, 췌장 등의 인공 장기로 결합하기 위한 어렵지만 의미 있는 도전에 나서고 있다.

무엇 하나 제대로 갖춰진 것이 없었다. 오로지 ‘가능성’만을 향했기 때문이다. 정 교수는 이를 “불가능에 대한 도전”이라고 설명했다.

생체 조직을 똑딱 만들어 낼 수 있는 3D 프린터는 없다. 생체 조직 또한 연구팀이 만들어내야 한다. 모듈을 조립하는 것도 그리 단순하지 않으며, 모듈 사이사이에 넣는 혈관이나 신경 등의 세부 요소도 직접 개발해야 한다. 연구팀이 만든 장기가 이식수술에 용이한지도 중요한 문제다. 매일 새로운 벽과 마주하는 것이 이들의 일과였다.

“오히려 이런 연구를 진행할 수 있다는 게 자랑스럽습니다. 알키미스트 프로젝트가 바로 그런 취지 아닙니까. 실패의 위험이 크더라도 도전 그 자체만으로 가치 있고, 새로운 가능성을 발견하는 것이 의미 있으니까요.”

## 인공 장기 기술의 핵심 ①

### 면역 거부반응 없애기

연구팀이 본 과제를 통해 반드시 개발하려는 핵심 기술은 ‘면역 거부반응을 없애는 것’과 ‘장기로 기능할 수 있는 크기로 만드는 것’. 모든 연구개발 과정이 이 핵심을 향하고 있다고 설명했다.

정 교수의 설명에 따르면 면역 거부반응을 방지하는 데는 크게 세 가지 방법이 활용된다. 첫째, 면역관문 단백질 발현을 통해 면역 체계를 회피 하는 것, 둘째, 크리스퍼 유전자가위 기술을 통한 유전자 편집을 통해 면역원성을 낮추는 것, 셋째, 면역세포가 이식된 오간모듈을 인식하지 못하도록 체내환경과 유사한 소재를 사용하는 것이다. 주의할 점은 이미 발표된 기술이나 특허 등을 피해야 한다는 점이다. 국내 원천기술을 확보하기 위한 연구이기 때문이다.

고심 끝에 탄생한 방법은 ‘하이브리드 유전자조작 기술’이다. 문제를 일으킬 만한 특정 유전자를 제거하고, 우호적인 역할을 할 면역세포는 잘 붙도록 개발했다. 또 3D 프린트를 통과하는 과정에서 세포를 보호하기 위해, 돼지 간에서 추출한 하이드로젤을 덧입혔다. 돼지 간은 사람의 간과 92% 이상 유사한 단백질을 가지고 있어, 이를 잘 활용할 경우 세포의 기능을 높이는 데 효과적이다.

## 인공 장기 기술의 핵심 ②

### 이식 가능한 크기

이식이 가능한 수준으로 큰 장기를 만드는 것이 가장 어려운 과제다. 3D 프린팅에 쓰이는 생체 재료는 ‘바이오 잉크’라고 부른다. 보통의 잉크가 탄탄한 밀가루 반죽과 질감이 유사하다면, 바이오 잉크는 묽은 튀김 반죽 수준이다. 그 때문에 작은 모듈 하나를 쌓는 데도 오랜 시간이 소요된다. 아주 얇고 탄탄하게 쌓아야 뭉개지지 않는다. 모듈을 더 잘 쌓는 새로운 3D 프린터를 개발하고, 사용하는 노즐도 꾸준히 업그레이드한다. 쌓는 방법도 수십 수백여 가지에 이른다.

“1mg의 모듈을 수십 개, 수백 개 쌓아 장기로 만들려면 여러 굵기의 혈관이 모듈 구석구석에 삽입돼야 합니다. 세포 하나하나가 숨 쉴 수 있도록 장기를 만들기도 어렵지만, 완성된 장기가 제

## Who?

총괄책임자인 POSTECH 정완균 교수를 중심으로 장진아 교수, 김동성 교수, 김기훈 교수, 조종우 교수가 주관하고 있으며 가톨릭대학교, 고려대학교, 연세대학교, 한양대학교, 부산대학교 산학협력단, 서울과학기술대학교, 서울아산병원, 울산과학기술원, 셀로이드㈜, 툴젠, 티앤알바이오랩, 카리스바이오, 빅셀 등이 참여

...

## How long?

2020년 9월부터 2026년 12월까지, 총 75개월

...

## What research?

레고 블록처럼 조립할 수 있는 인공 장기 조각(모듈)을 만들고, 이를 하나의 큰 장기로 조합할 수 있는 로봇 시스템을 개발하는 연구

...

## What is the role of KEIT?

눈앞의 성과보다 미래의 가능성을 더 중요시하는 알키미스트 프로젝트에 본 과제를 선정하고, 6년여 간 총 198억6200만 원의 연구비를 지원하고 있다. 이로써 인공 장기 분야의 글로벌 선도 기술이 만들어지고 있다.

역할을 제대로 할 수 있도록 신경 써야 하니 쉬운 일이 아니지요.”

연구팀은 본 과제가 끝날 무렵 모듈 10~20개를 이어 붙인 1~2g 수준의 장기를 만들 수 있을 것이라 전망했다. 누구든 뒤를 잇는 연구팀이 더 큰 성과를 낼 것이라 믿으며,

이번 인터뷰를 준비하며 가장 궁금했던 점은 ‘기계공학과 교수들이 왜 바이오 연구에 뛰어든었나’는 것이었다.

“기계공학의 본질은 ‘만드는 것<sup>Manufacturing</sup>’입니다. 이번에는 바이오 분야에 포커싱한 것뿐이지요. 어쩌면 불가능에 대한 도전의 역사를 만들고 있는 것일지도 모르고요. 그 과정에서 오가노이드 세포 기술, 바이오 잉크 기술 등이 생성되었고 관련 스타트업도 태어났습니다. 과제가 끝나고 나면 3D 프린팅 기술도 비교할 수 없을 만큼 달라져 있을 겁니다.”

AI 기술이 빠르게 발전하며 연구개발에도 특이점이 중요해지고 있다. 전공에 얽매이지 않고, 틀에 갇히지 않으며 성공과 실패로만 판단하지 않는 알키미스트 프로젝트를 통해 만난 POSTECH의 도전이 우리 연구개발 시스템에 새로운 가능성을 만들고 있었다.

## 포항공과대학교<sup>POSTECH</sup>는?

1986년 우리나라 최초의 연구 중심 대학을 표방하며 출범했다. ‘2024 중앙일보 이공계대학평가’에서 공학·기초과학 부문 1위를 차지했으며, ‘2024 THE 소규모 세계대학평가’에서 2년 연속 세계 2위에 선정되었다.

연구자의  
다이어리

간이식 실험,  
24시간  
생존에  
성공하다!

알키미스트 프로젝트를 수행하며 가장 기억에 남는 순간은 오간 모듈을 실제 동물에게 이식한 때입니다.

2024년 10월부터 토끼를 대상으로 간이식 실험을 진행했습니다. 그전에도 시도는 몇 번 있었지만 전체 과정을 다 성공시킨 것은 이때가 처음이었지요. 한번의 실험을 진행하기 위해서는 총 7개 팀이 정해진 시간표대로 각각의 실험을 성공시켜야 합니다. 세포제작팀이 만든 세포로 누군가는 분화를 시키고, 3D 프린팅팀은 이를 나눠 각각의 모듈을 생산해야 하죠. 마치 하나의 컨베이어벨트 위에 실험 물질을 두고 공유하는 것처럼요. 한 단계가 실패하면 다시 처음부터 진행해야 하는 것이 이 실험의 난제입니다. 실험 한 번을 설계하고 진행하는 데 최소 3주가 걸리고 각 팀의 일정을 조율하는 것도 쉽지 않아 한 번 실패하면 또 적지 않은 시간을 기다려야 했죠.

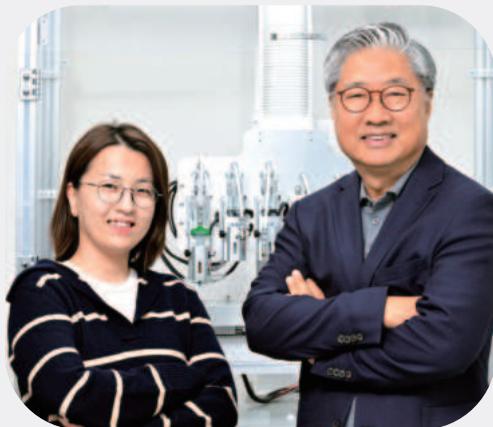


전공에 얽매이지 않고, 틀에 갇히지 않는 알키미스트 프로젝트를 통해 정 교수팀의 연구가 새로운 가능성을 만들고 있다.

Now <input checked="" type="checkbox"/>	Next <input checked="" type="checkbox"/>	Future <input checked="" type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 돼지 장기를 이용해 면역 거부반응의 위험성을 상당히 낮춘 생체 재료(바이오 잉크) 개발</li> <li>· 3D 프린터로 완성한 장기 조립체(간+혈관)로 동물실험을 진행, 24시간 생존을 확인함으로써 글로벌 TOP 기술력 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대동물, 장시간 생존 등 추가적인 연구개발과 동물실험 등을 통해 기술 고도화에 집중</li> <li>· 실패를 응원하는 알키미스트 프로젝트의 취지를 살려 매년 고난도로 목표를 상향 조정해 미래 인류를 위한 다양한 바이오 기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>1차적 목표:</b> 간이나 췌장 등의 이식을 기다리는 환자를 대상으로 소량의 조직을 이식해 환자들의 시간을 벌 수 있음</li> <li>· <b>2차적 목표:</b> 안정적인 인공 장기 수급을 통해 인류 삶의 질을 향상시키고, 글로벌 바이오 의학의 선도적인 기술 국가로 성장</li> </ul>

그날은 모든 과정이 수월했습니다. 그리고 마침내 동물에게 이식할 수 있었지요. 저희는 10kg가량의 토끼에게 간을 이식했는데, 이 정도 규모의 구조물을 동물에게 넣는다는 것은 전 세계에서 보고된 사례가 없습니다. 이식은 한양대학교병원에서 진행되었습니다.

초기 이식하기에 테스트는 24시간 동안 토끼가 살아 있도록 하는 것이었고, 다행히 원하던 결과를 얻었습니다. 이를 바탕으로 다음에는 2일, 3일 그렇게 늘려갈 예정입니다. 보통 이식 실험에 한번 성공하면 그 이후로는 의미 있는 발전이 용이해집니다. 2025년 10월에는 훨씬 좋은 결과를 독자들에게 알릴 수 있지 않을까 하는 기대도 큼니다.

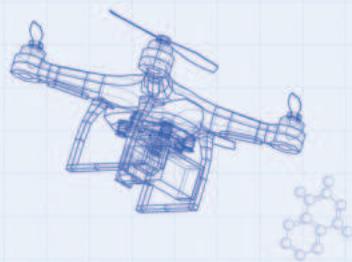
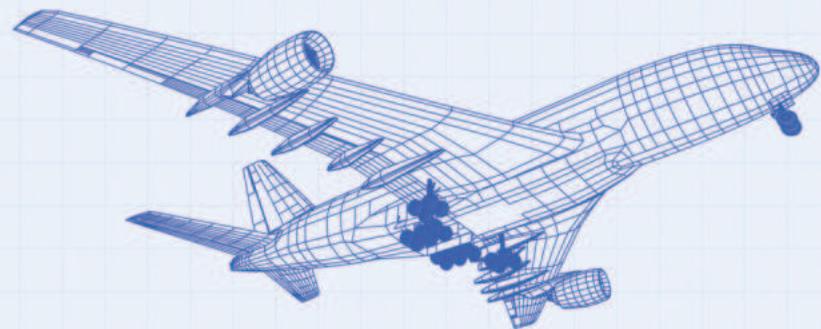


정완균 교수(오른쪽)

장진아 교수(왼쪽)

알키미스트 프로젝트의 총연구관리자. POSTECH 기계공학과 교수로, 로보틱스 분야에서 선도적 위치에 있으며 바이오프린팅 분야에서 학문적 발전과 산업적 응용에 기여하고 있다.

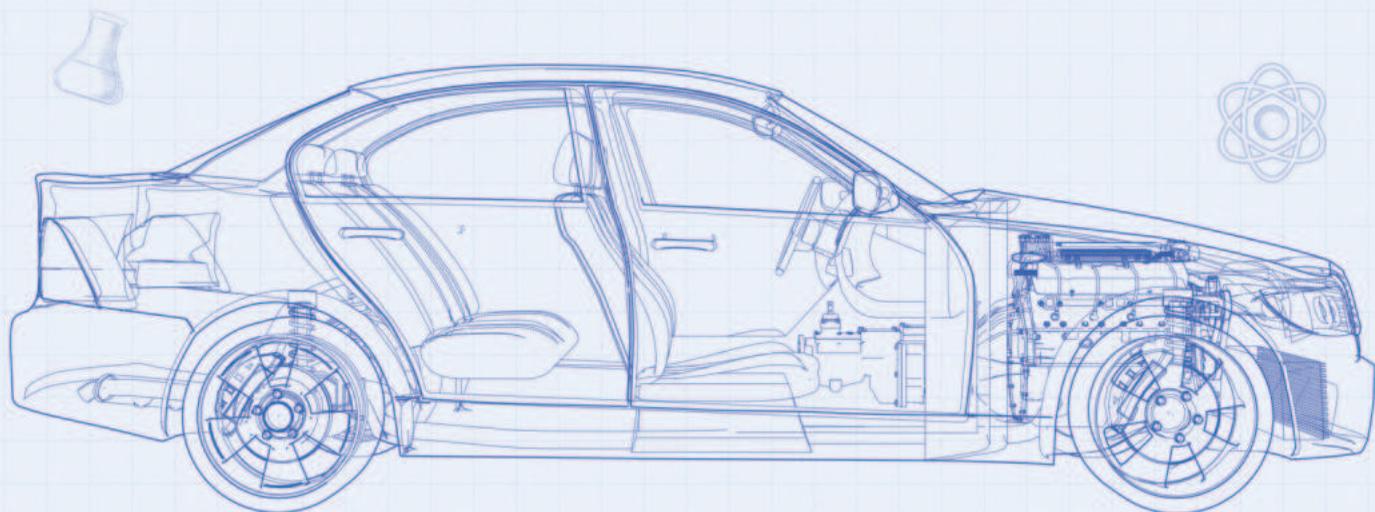
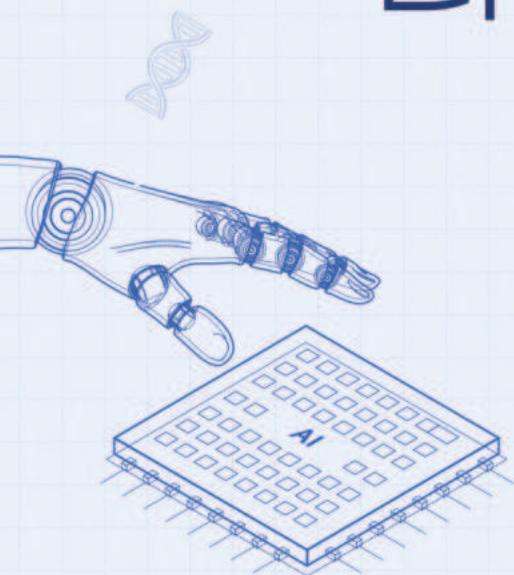
POSTECH IT융합공학과/기계공학과/시스템생명공학부 부교수. 인체 조직이나 장기를 대체할 수 있는 기능성 조직을 만드는 바이오가공기술 연구실을 운영 중이다.



대한민국의

내일을

설계하다



A futuristic cityscape at night, illuminated with blue and purple lights. A flying drone is visible in the upper right corner. In the foreground, a futuristic, sleek bus is shown on a road with glowing blue circular patterns. The background features tall buildings and a network of glowing lines connecting various points in the sky.

# 미래를

# 열다

# KEIT

한국산업기술기획평가원

R&D 사전

# #ADAS Advanced Driver Assistance System

첨단 운전자 지원 시스템<sup>ADAS</sup>은 운전자의 안전과 편의성을 높이기 위한 모든 지원 기능과 기술을 말한다. 센서, 카메라, 레이더, 라이더<sup>LIDAR</sup> 등 다양한 장비를 활용해 도로 상황을 실시간으로 파악하고 운전자의 판단을 보조한다.



자율주행으로 가는 중간 단계 기술이자 기반 기술로 주목받는 ADAS는 단순한 편의 기능을 넘어 자동차 핵심 안전 기술로 자리 잡았다. 특히 유럽을 선두로 차량의 ADAS 탑재가 세계적으로 법제화되는 추세다. 이러한 흐름에 맞춰 국내 자동차업계 역시 관련 기술 고도화에 박차를 가하고 있다.

적용 사례

## #넥스트칩, ADAS용 SoC '아파치6' 양산 준비

차량용 반도체 전문기업 넥스트칩은 ADAS용 시스템온칩<sup>SoC</sup> '아파치6'의 개발을 마치고 양산을 준비 중이다. 이 칩은 차량의 중앙 시스템에서 기능을 수행하고, 최대 8채널 카메라 입력과 자율 주차 시스템<sup>AVP</sup>을 지원한다. 현재 유럽 완성차 업체와 기술 검증을 진행 중이다.



## #스트라드비전, ADAS용 객체 인식 솔루션 SVNet에 3D 인식 네트워크 적용

자율주행 소프트웨어 전문기업 스트라드 비전은 CES 2025에서 '3D 인식 네트워크'를 적용한 SVNet 양산 버전을 공개했다. 이 기술은 2D 카메라 데이터를 고정밀 3D 환경 맵으로 변환해 차량 주변 인식 능력을 향상한다.



## #현대모비스, 차세대 ADAS 개발 위해 쉐일과 협업 추진

현대모비스는 차세대 ADAS 및 디지털 콕핏 시스템 개발을 위해 쉐일과 전략적 협업을 진행한다. 현대모비스는 지난 1월 CES 2025에서 쉐일의 스펀드래곤 라이드 플렉스 시스템온칩<sup>SoC</sup>을 기반으로 구축되는 인포테인먼트 시스템과 ADAS 솔루션을 선보였다.



유사 개념

## #차선이탈경고시스템<sup>LDWS</sup>

ADAS의 일부 기술로, 차량이 의도치 않게 차선을 이탈할 경우 자동으로 이를 감지해 경고음 또는 진동으로 알려주는 안전장치 시스템이다.

## #자동긴급제동장치<sup>AEB</sup>

전방 충돌 위험 상황을 감지해 차량이 자동으로 브레이크를 작동시키는 시스템이다. 세계적으로 법적 의무화되는 추세이다.

## #HDA<sup>Highway Driving Assist</sup>

여러 ADAS 기능이 통합된 시스템으로, 고속도로 및 자동차 전용도로에서 차간 거리 유지, 차로 유지, 속도 조절 등 통합 제어가 가능한 반자율주행 보조 기능이다.

심화 개념

## #자율주행시스템<sup>Automated Driving System</sup>

ADAS보다 한 단계 높은 개념으로, 차량이 스스로 도로 상황을 인식하고 판단하여 운행하는 시스템이다. ADAS는 국제자동차공학회<sup>SAE</sup>에서 정의한 자율주행 단계 중 1~2단계 수준에 해당한다.

## #V2X<sup>Vehicle to Everything</sup>

차량과 외부 환경 간의 통신 기술을 말한다. ADAS와 결합하면 더 넓은 범위의 상황 인식이 가능해진다. 주변 정보를 실시간으로 전달받아 다양한 교통 상황에 대비할 수 있다.

## #ADAS SoC<sup>System on Chip</sup>

CPU, GPU, 메모리, 센서 제어 등 여러 기능을 하나의 칩에 담은 고성능 칩셋이다. 차량의 ADAS 기능을 수행하기 위한 두뇌 역할을 하며, 카메라 영상처리, 센서 데이터 통합 등 복잡한 작업을 동시에 수행할 수 있다.

# 글로벌 기술 협력을 위한 초석

글 김리안 <한국경제신문> 기자

국내

## 세계 시장 선도하는 글로벌 기업 연구소를 육성하다



연구개발은 단순히 국내 기술 경쟁력을 높이는 차원을 넘어 글로벌 시장을 겨냥해야 한다. 좁은 내수 시장에 머무를 경우 기술의 확장성과 사업화 가능성은 한계에 부딪히기 때문이다.

우리나라는 세계 시장을 선도할 수 있는 글로벌 기업이 현저히 부족한 실정이다. 특히 공급망 재편이 가속화되고 있는 지금 글로벌 기업과의 기술 협력은 단순한 수출을 넘어 기술 내재화 및 글로벌 파트너십 확대라는 전략적 전환점이 될 수 있다.



산업통상자원부는 지난 4월 24일 개최된 국가연구개발사업평가 총괄위원회에서 ‘수출지향형 글로벌 우수기업연구소 육성사업<sup>GATC</sup>’이 총 사업비 2895억원(2026~2031) 규모로 예비타당성조사를 통과하였다고 밝혔다.

수출지향형 글로벌 우수기업연구소 육성사업<sup>GATC</sup>은 글로벌 기술 선도기관과 협업하여 첨단기술을 확보하는 기술선도형 트랙(2574억원)과 수출대상국 기업 및 인증기관과 연계한 해외시장 진출을 촉진하는 시장맞춤형 트랙(261억원)으로 구분되어 기업연구소를 지원할 예정이다.

해외 기술 선도 기관과 공동 R&D, 국내외 인력 교류 및 해외 연구시설·장비 등 해외 테스트베드를 활용할 수 있도록 지원한다. 지원대상은 수출역량 및 기술잠재력을

지닌 중소·중견기업 부설연구소이며, 지원분야는 8대 핵심 투자분야로, 반도체, 디스플레이, 이차전지, 미래모빌리티, 핵심소재, 지능형로봇, 첨단제조, 첨단바이오다.

또한 연구개발부터 기술·시장 컨설팅, 민간 투자 연계 등 사업화까지 R&D 전주기 지원을 통해 기업연구소가 자체 경쟁력을 확보하고, 중소·중견기업의 글로벌 경쟁력 강화를 위해 집중지원한다.

한편, 산업부는 기업연구소의 성장을 위해 2003년부터 우수기술연구센터<sup>ATC</sup>사업(2003~2022) 및 우수기업연구소육성<sup>ATC+</sup>사업(2020~2026)을 지원해 왔으며, 평균 매출액 40% 성장, 108개사 주식시장 상장, 28개 기업 매출 1000억원 달성 등 우수한 성과를 창출한 바 있다.

## “우위 점한 핵심 기술 지켜내자” 국가핵심기술 보유확인제 신설



정상의 위치를 유지하는 것이 정상에 오르는 것보다 어렵다는 격언이 있다. 이를 21세기 ‘기술 패권 전쟁’에 대입해본다면 “한 나라가 첨단 기술에서 앞서 나가더라도, 다른 나라들이 빠르게 따라오는 것을 막기란 쉽지 않다”는 뜻으로도 해석할 수 있다.

실제로 최근 들어 주요국은 첨단 기술에 대한 투자 확대와 더불어 수출 통제 및 기술 보호 조치를 대폭 강화하고 있다. 우리나라도 2006년 「산업기술의 유출방지 및 보호에 관한 법률」을 제정해 국가의 중요 기술을 산업기술과 국가핵심기술로 지정하고 관리해왔다.

그러나 이 같은 노력에도 불구하고 우리 기업이 글로벌 경쟁력을 갖고 있는 반도체, 디스플레이, 조선 등 핵심 분야를 중심으로 기술 유출은 지속적으로 증가하고 있다. 국가핵심기술을 포함한 산업기술의 해외 유출은 2020년 17건에서 지난해 23건으로 늘었다.

이에 국회는 지난해 말 국가핵심기술 보호체계를 대폭 개선하고, 위반 사례에 대한 벌칙 강화 등을 주요 내용으로 산업기술보호법 하위법령 개정안을 통과시켰다. 정부는 올해

7월 22일 시행을 앞두고 이를 입법 예고했다. 이번 개정안은 기술 유출 우려가 있고 보호 필요성이 큰 경우에는 기업의 신청이 없더라도 국가가 직권으로 기업에게 국가핵심기술 판정을 받도록 하는 ‘국가핵심기술 보유확인제’를 신설하는 게 골자다.

기업의 신청이 있어야 국가핵심기술에 대한 판정이 가능했던 기존과 달리 개정안을 통해 국가 주도적인 기술 보호가 가능해진 것이다. 또한 국가핵심기술 보유 기업을 정부의 승인 없이 불법으로 인수합병<sup>M&A</sup>하는 경우에는 정보수사기관의 조사 및 산업기술보호위원회의 심의 등을 생략하고 산업부 장관이 즉시 중지·금지·원상회복 등의 조치 명령을 할 수 있도록 했다.

이를 이행하지 않는 경우에는 하루 1000만 원 이내의 이행강제금을 부과해 제도의 실효성을 높이는 방안도 담겼다. 이와 관련해 일각에서는 “외국인이 지배하는 국내 사모펀드가 국가핵심기술 보유 기업을 M&A하는 경우 등은 심사 대상에 해당하지 않는다”며 정부가 외국인 범위의 확대를 유보했다고 지적했다. 이에 대해 정부는 “현행 법령으로도 외국인이 사모펀드 등을 통해 국가핵심기술 보유 기업을 실질적으로 지배할 경우 심사가 가능하다”고 설명했다.



## ‘리튬 독립’ 선언한 푸틴 중·러, 미국 트럼프 맞서 자원 늘린다

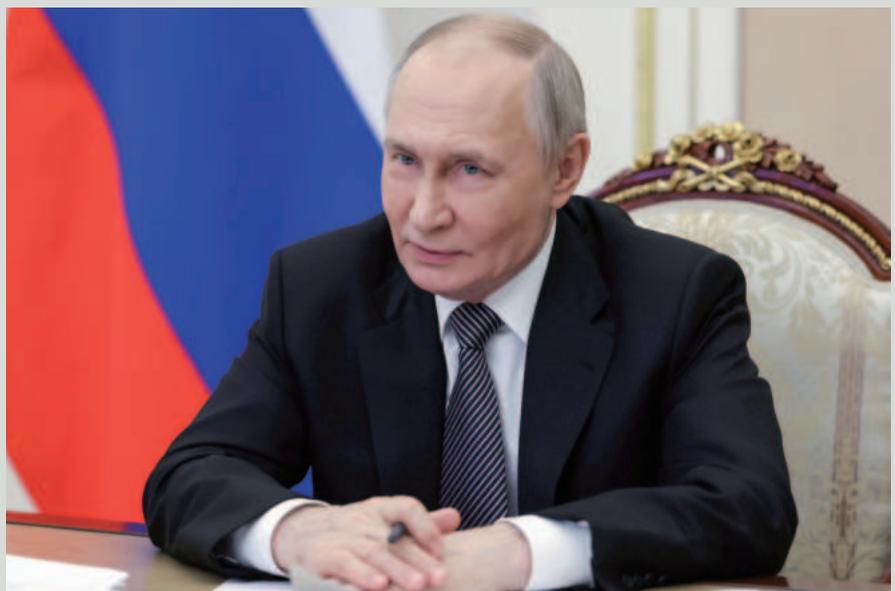


러시아가 2030년까지 6만t 이상의 탄산리튬을 생산한다는 계획을 발표했다. 러시아 천연자원부는 최근 “러시아는 전통적으로 리튬을 수입해왔으며 이제는 경제에 전략적으로 중요한 이 자원의 추출과 가공을 신속하게 시작하고 늘리는 것이 중요하다”고 밝혔다. 이와 함께 핀란드와 인접한 북서부 콜모저스코예와 폴모스트룬드로스코예, 몽골 주변인 중부 타스티그스코예 3개 지역에 대한 탐사 면허를 발급했다.

블라디미르 푸틴 러시아 대통령은 올해 초 “리튬 채굴 없이는 국가 발전이 불가능하다”며 핵심 자원의 중요성을 강조한 바 있다. 미국 지질조사국<sup>USGS</sup>에 따르면 러시아의 리튬 매장량은 100만t 규모로 세계 14위를 기록했지만, 그간 러시아는 칠레와 아르헨티나 등 남미에서 리튬을 수입해왔다. 그러나 2022년 러시아-우크라이나 전쟁 이후 서방의 제재로 수입이 막히면서 중국과 볼리비아 등에 리튬 공급을 요청하고 있는 것으로 전해졌다.

이에 러시아 비철금속기업 노르니켈과 로사툼은 합작투자사 폴라리툼을 설립해 콜모저스코예 지역에서 ‘리튬 독립’에 박차를 가하고 있다. 폴라리툼은 지난해 6월 2030년 가동 예정이었던 리튬 생산 프로젝트를 3~4년 정도 앞당길 계획이라고 밝혔다. 콜모저스코예에는 러시아 리튬 매장량의 약 4분의 1이 몰려 있는 것으로 알려졌다.

트럼프 2기 행정부의 관세 정책으로 인해 주요국 간 무역경쟁이 격화하는 가운데, 중국 정부도 국내 주요 광물 탐사에 대한 국가 지원금을 늘리고 있다. 핵심 광물 공급망을 강화하기 위해서다. <파이낸셜타임스<sup>FT</sup>>에 따르면 중국 정부는 2022년 이후 매년 지질 탐사에 1000억 위안(약 20조2000억 원) 이상을 투자하고 있으며 이는 지난 10년 가운데 최대 수준이다.



재활용 소재로 만든



글 구현화 환경 <ESG> 기자

삼성전자가 새로운 플래그십 스마트폰 ‘갤럭시 S25 시리즈’에 재활용 소재 활용을 대폭 늘렸다. 전작인 갤럭시 S24 시리즈 배터리에 최초로 재활용 코발트를 사용한 것에서 한 발 더 나아가, 삼성전자에서 생산한 갤럭시 자체 폐배터리에서 추출한 코발트를 재활용하는 순환 체계를 구축했다. 삼성전자는 갤럭시 언팩 다음 날 미국 산호세(새너제이)에서 테크포럼을 열고 이 같은 내용을 소개했다. 해양 보호를 위한 지속적인 노력의 일환으로 갤럭시 카메라 기술을 사용한 산호초 복원 프로젝트 ‘코랄 인 포커스’도 발표했다.

이번에 출시한 갤럭시 S25에는 ▲전 외장 부품 내 재활용 소재 최소 1종 적용 ▲배터리 순환 체계 구축을 통한 재활용 코발트 사용 ▲반도체 제조 공정에 사용했던 폐플라스틱 재활용 소재 적용 등이 이뤄졌다.

삼성전자 MX사업부 지속가능경영사무국 다니엘 아라우조 상무는 “S25에는 서로 다른 8개의 재활용 물질이 포함됐고, 그중 금과 구리가 새롭게 추가됐다”며 “특히 이번 시리즈에는 구형 갤럭시 기기 폐배터리에서 추출한 재활용 코발트를 최소 50% 포함했다”고 강조했다.

갤럭시 S25와 S25 플러스의 모든 외장 부품에 재활용 소재가 적용됐다. 제품 전·후면에 재활용 글라스, 측면의 사이드 카볼륨키 및 SIM 트레이에 재활용 알루미늄 등이



SAMSUNG  
Galaxy S25 | S25+  
Galaxy AI

samsung.com



적용됐다. 특히 처음으로 메탈 프레임에 재활용 아머 알루미늄 소재도 일부 포함됐다. 이번 갤럭시 S25 배터리에는 갤럭시 자체의 폐배터리에서 추출한 코발트를 재활용했다. 지금까지 갤럭시에 사용된 재활용 코발트는 총 200톤에 달한다.

### 산호초 복원 프로젝트도 나서

삼성전자는 이와 함께 해양 복원을 위해 갤럭시 카메라 기술을 사용한 산호초 복원 프로젝트 ‘코랄 인 포커스’를 진행한다고 밝혔다. 코랄 인 포커스는 산호초 주요 서식지이자 최근 파괴가 심각한 미국 플로리다, 인도네시아 발리, 피지에서 갤럭시 스마트폰으로 바닷속 산호초 사진을 촬영해 산호초의 현재 상태를 모니터링하고 복원까지 이어가는 프로젝트다. 이를 위해 미국 캘리포니아대학교 해양학 연구소 스크립스, 미국 비영리단체 시트리<sup>Seatrees</sup>와 협력한다.

현지에서 갤럭시 스마트폰을 통해 수집된 다수의 산호초 사진은 스크립스 연구소로 전달돼 3D 산호초 복원도를 제작하고 다양한 연구를 진행하는 데 사용된다. 지역 활동 단체들은 다시 해당 연구 결과를 바탕으로 산호초 복원 작업을 진행하게 된다. 시트리에 따르면, 지난해까지 복원된 산호초는 1만1046개다.

그동안 삼성전자는 바다를 떠돌며 해양 생태계에 심각한 위협이 되는 페어망 문제에 주목해왔다. 지속적 연구개발을 통해 페어망을 정밀한 스마트폰 부품에 쓰일 소재로 개발해 2022년 갤럭시 S22 시리즈에 해당 소재를 처음 적용했다. 이후 삼성전자는 갤럭시 전 제품군에 페어망 재활용 소재 적용을 확대하고 있다.

삼성전자는  
스마트폰으로 산호초  
사진을 촬영해  
상태를 모니터링하고  
복원까지 이어가는  
프로젝트 ‘코랄 인  
포커스’를 진행하고  
있다.





## 화제의 ESG 제품

### 일상 속 지속가능성 추구하는 '애플 2030'

애플은 지난 4월 '지구의 날'을 맞아 환경보호의 가치를 나누는 특별한 프로그램과 환경 경과 보고서를 공개했다. 전국 7개 애플 스토어에서 '다시 꿈꾸다. 가치를 살리다'를 주제로 한 '투데이 옛 애플'을 전개했다. 투데이 옛 애플은 환경 운동가, 러닝 코치, 패션 디자이너, 사진작가 등 다양한 분야의 크리에이터 등이 참여해 이들과 일상 속에서 지속가능성을 실천할 수 있는 방법을 배우는 프로그램이다. 환경운동가, 운동선수 출신 코치, 사진작가, 디자이너 등이 애플 명동에서 세션을 진행하며, '아이폰', '애플 워치', '아이패드' 등을 활용하는 방법론을 소개했다.

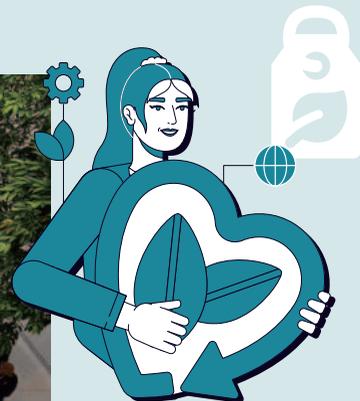
아울러 애플은 전 세계 온실가스 배출량을 2015년 수치 대비 60% 이상 감축했다고 발표했다. 이는 5년 내 탄소발자국에서 탄소중립을 달성하겠다는 '애플 2030' 목표의 일환이다. '애플 2030'은 잔여 배출량 저감을 위해 온실가스 배출량을 2015년 대비 75% 감축하는 것을 최우선으로 한다. 지난해 애플은 재생 가능한 전기로 전환, 재활용 소재를 활용한 제품 설계 등의 노력으로 온실가스 배출량 4100만 톤을 감축했다. 이 외에도 모든 자석에 99% 재활용 히토류 원소를 사용하거나, 애플이 설계한 모든 배터리에 99% 재활용 코발트를 사용하는 등 다수의 핵심적인 친환경 성과를 달성했다.



### 친환경 실크 벽지

친환경 벽지 전문 기업 KCC신한벽지는 2025년 신제품인 하이엔드 실크 벽지 '파사드<sup>FAÇADE</sup>'를 출시했다. 하이엔드 벽지를 표방하는 만큼 기존 실크 벽지를 뛰어넘는 두께감을 자랑한다. 일반 벽지 대비 2~3배 강화된 두께감으로 생활 스크래치에 대한 걱정을 덜어냈다.

파사드 컬렉션은 고내구성 벽지인 '월가드'를 수록해 더욱 강력한 내구성과 커버력을 누릴 수 있다. 월가드는 특수 내마모성 표면 처리를 거쳐 일반 벽지 대비 내구성이 20배 강한 데다 유해 요소를 없애는 다양한 친환경 인증을 받았다.





### 미생물형 음식물처리기

쿠쿠는 미생물형 음식물 처리기 신제품(CFD-C151 MONW)을 출시했다. 이번 신제품은 미생물 분해 방식으로 특허받은 쿠쿠만의 스마트 미생물 관리 알고리즘이 적용됐다.

내부 용량은 12.5리터이며 손쉬운 미생물 배양을 위한 배양 모드, 악취를 단계별로 잡아주는 4단계 탈취 시스템, 자동 먼지 클리닝 배기 필터 등으로 음식물 처리 시 사용자 부담을 덜어준다.

특허 기술이 담긴 마이크로 오가닉칩 2세대도 탑재했다. 마이크로 오가닉칩은 특허받은 배합비와 13억 마리의 풍부한 미생물로 음식물 분해 성능을 업그레이드해준다. 한편 쿠쿠가 환경표지 인증을 받은 건조 분쇄형 음식물처리기와 Q마크를 받은 미생물형 음식물처리기를 구매한 고객은 각 지자체로부터 구매 금액의 일부를 보조금으로 지원받을 수 있다.



### 고효율 히트펌프 경동나비엔

경동나비엔은 북미 최대 규모의 냉난방공조 박람회 'AHR EXPO 2025'에 참가해 글로벌 냉난방공조 시장을 선도할 친환경·고효율 제품을 선보였다.

북미 시장 1위를 지키고 있는 콘덴싱 보일러 및 온수기 제품과 인버터 압축기를 적용한 고효율 '히트펌프'를 전시했다. 경동나비엔은 연내 히트펌프 출시 후 난방 제품인 '콘덴싱 하이드로 퍼네스'와 연계해 통합적인 냉난방 서비스를 제공할 예정이다.

히트펌프 기술을 활용한 온수기 'HPWH<sup>Heat Pump Water Heater</sup>'도 내놨다. 이 제품은 친환경성과 에너지 효율이 뛰어나며 경동나비엔의 기술력으로 설치 편의성과 내구성도 높다.

냉방 제품인 콘덴싱 에어컨도 전시했다. 콘덴싱 에어컨은 친환경·고효율 제품으로, 열교환기에 물을 분사해 증발할 때 열을 흡수하는 원리를 활용한다. 기존 시스템 대비 에너지 절감 및 전력 사용량 감소에 탁월한 성능을 보인다.

식물은 지구 전체 생물량의 80%를 차지한다. 일상 곳곳에서 무수히 많은 초록 잎을 단 나무들을 쉽게 마주친다. 그래서일까. 오히려 그 익숙함 때문에 우리는 식물을 잘 모른다. 대부분 초록색이라는 이유로 하나로 뭉뚱그려 보는가 하면, 식물이 생존을 위해 얼마나 치열하고 복잡한 전략을 펼치는지 간과한다. 그 소중함을 잊은 사이, 지금 이 순간에도 한반도에서만 자라는 자생식물이 조용히 사라지고 있다. 식물의 침묵을 기록으로 바꾼 식물학자들의 책을 통해, 우리가 미처 들여다보지 못했던 식물의 세계를 함께 살펴본다.

글 우아영 과학 칼럼니스트, <평행세계의 그대에게> 저자

# 초록 식물학 수업



## <식물분류학자 허태임의 나의 초록목록 >

허태임 지음 / 김영사 펴냄

최악의 산불이 한반도를 덮쳤다. 경북 지역에서만 서울 면적의 75%를 태우고 열흘 만에 꺼졌다. 이번 산불은 특히 수많은 생명에게 깊은 상처를 입혔다. 그리고 초록이 모두 사라지고 검은 재만 남은 우리 산과 들의 끔찍한 풍경 앞에서, 그 누구보다 깊은 슬픔에 잠겨 있었을 사람들이 있다. 바로 평생 식물을 연구하며, 그들의 삶의 터전을 지키기 위해 애써온 식물학자들이다.

### 현장 과학자만이 전할 수 있는 소중한 이야기

허태임 작가는 식물분류학자다. DMZ자생식물원을 거쳐, 현재는 국립백두대간수목원 보전복원실에서 우리 땅에서 사라져가는 자생식물을 지키기 위한 연구를 수행하고 있다. 자신을 ‘초록노동자’로 부르며, 1년의 절반 이상을 전국 곳곳의 숲을 탐사하며

식물의 흔적을 기록하는 데 바친다. 그렇게 <나의 초록목록>을 지었다. 일반 교양서에서 보기 힘든, 저자가 직접 관찰하고 밝혀낸 식물의 놀라운 생명력이 가득 담겨 있다.

천선과나무와 천선과종벌의 관계는 그야말로 동화 같다. 천선과종벌은 천선과 꽃 안에서 태어난다. 수컷은 암컷과 교미한 뒤 이내 그 꽃 안에서 생을 마감하고, 암컷은 그 꽃을 떠나 다른 꽃으로 날아가 알을 낳는다. 그 과정에서 자연스럽게 꽃가루받이가 이뤄진다.

그런데 천선과나무는 ‘기능적 암수딴그루’라는 독특한 방식으로 살아간다. 열매를 맺을 수 있는 암꽃만 피는 ‘암그루’와, 수꽃과 불임의 암꽃이 한 그루에 함께 피는

‘기능적수그루’가 따로 존재하는 구조다. 천선과좁별 입장에서 보면 자신이 도착한 꽃이 알을 안전하게 품어줄 수 있는 불임 암꽃인지, 아니면 꽃가루를 받아 열매를 살피우며 자신과 알을 모두 녹여버릴 무시무시한 암꽃인지 알 수 없다. 여기까지는 비교적 잘 알려져 있지만, 꽃 내부 구조는 어떻게 생겼는지, 천선과좁별이 언제 어떻게 자라는지, 정확히 어떤 시기에 꽃가루를 옮겨서 열매를 맺게 하는지 등은 또렷하게 기록된 바가 없었다. 그래서 저자는 한동안 숲을 조사하면서 천선과를 관찰하는 일에 몰두했다.

“책에서 배우지 못했던 정보를 현장에서 실제로 만났을 때의 그 짜릿함이란 정말 말로 설명하기 어렵다. 암그루는 홀몸으로, 기능적수그루는 천선과좁별의 알을 품은 대추 모양의 꽃을 단 채 겨울을 난다는 것, 그래서 꽃을 잘라보지 않고도 천선과나무의 암그루와 기능적수그루를 구분할 수 있는 적기는 겨울이라는 것.” (196쪽)

오직 현장 과학자만이 전할 수 있는 소중한 이야기다.

### 구조된 꼬리진달래가 사는 곳

수목원의 존재 이유가 뭘까?

저자가 영국에서 온 가드너에게 국립백두대간수목원을 소개하며 “이쪽의 꼬리진달래는 석회암 채광장에서, 저쪽의 꼬리진달래는 도로 공사 현장에서 구조했다는 기구한 사연을 알려주었다”(394쪽)는 구절을 읽고는 잔잔한 충격에 빠졌다. 마치 환경파괴로 죽어가던 야생동물을 구조해 보호하는 센터 같지 않은가. 개발로 인해 고통받는 동물에게는 쉽게 동정심을 느꼈으면서도, 그 마음이 얼마나 얇은 것이었는지 새삼스럽게 깨닫는다. 식물 역시 우리가 보호해야 할, 동물과 다르지 않은 소중한 생명임을.

그렇다고 모든 식물을 수목원에 옮겨서 보전할 수 있는 건 아니다. ‘모데미풀’은 전 세계 어디에도 없고 오직 한반도에만 모여 사는 식물인데, 모데미풀이 사는 환경을 인위적으로 재현하는 것은 사실상 불가능에 가깝다. 모데미풀은 1000m가 훨씬 넘으면서 깊은

계곡을 품고 있는 산을 선별해, 해발고도 500m가 넘어가는 지점의 사람 발길 닿지 않은 계곡을 고르고 골라 뿌리를 내린다.

“청명도 한식도 한참이나 지나고 곡우 즈음해서, 산중의 계곡에도 일조량이 늘어 별은 차츰 따뜻해지는데 해빙은 더디게 진행되어 잔설과 온기가 오묘하게 공존하는 그 역설적인 자리에 샴터를 이룬다.” (307쪽)

이렇게 까다롭기 때문에 본래 터전인 자생지를 반드시 지켜줘야 한다. 그래서 저자는 모데미풀이 사는 곳을 샅샅이 찾는다. 그리고는 보고서에 꼭꼭 눌러쓴다. 개발과 남획 등에 대비한 철저한 사전 보전대책 수립이 필요하다고. 그들을 살리고자 하는 일종의 구호작전이다. 그럼에도 애통하게도, 우리는 너무나 허무하게 모데미풀을 잃고 있는 한다.

“2014년을 전후로 몇 년간 모데미풀의 서식지 환경에 대한 모니터링 조사를 했던 장소가 그 산에 있었다. (중략) 몇 해 전에는 도로 확장 공사를 했다는 소식이 들렸다. 예감이 좋지 않았다. 아니나 다를까 도착해보니 그들 자리는 완벽하게 사라지고 없었다.” (311쪽)

식물은 말이 없지만, 저자가 그 침묵을 기록으로 바꾸는 작업을 하고 있다. 사라지는 것들을 관찰하고, 생존의 조건을 추적하며, 그들이 남긴 흔적을 체계화한다. 그 과정을 통해 독자는 식물 보전이 단지 특정 전문가만의 영역이 아니라, 더 넓은 사회적 책임의 일부임을 인식하게 된다.

산불이 천선과나무와 꼬리진달래와 모데미풀도 할퀴었을까. 작가의 말을 빌려 염원해본다. “영영 사라진 것이 아니기를, 재난을 피해 또 다른 거처에 성공했기를, 재회라는 희망을 마음속 깊이 빌고 또 빈다.”

#식물분류학자

#한국식물학자

#모데미풀

#초록노동자

#국립백두대간수목원

## <극한 식물의 세계>

김진옥, 소지현 지음 / 다른 펴냄

### 끝내 진화하여 살아남고 마는 식물 이야기

식물은 참으로 경이로운 생명체다. 그 정수를 알고 싶다면 이 책을 펼쳐보자. 전 세계에서 가장 큰 꽃 ‘타이탄 아름’부터 지구 역사상 가장 오래된 꽃 ‘암보렐라’까지, 이 책에 소개된 모든 식물 앞에 ‘가장’이라는 수식어가 붙어 있다.

우리가 익숙하게 아는 방식에서 한참 벗어난 놀랍고 매혹적인 식물들을 소개하고 있는 셈인데, 과연 미친 듯한 적응력을 엿볼 수 있다. 기이하고 교활하게, 기발한 아이디어로 끝내 진화하여 살아남고 마는 식물 이야기. 단 하나도 놀랍지 않은 것이 없다. 또렷하게 구분되는 특징을 보여주는 아주 예쁜 일러스트도 함께 수록되어 있어 보는 즐거움도 크다.

급변하는 오늘날의 환경에서도 식물들은 놀라운 적응력으로 살아남을까? 독자를 휘어잡는 흥미로운 이야기 끝에, 깊고 긴 고민을 남기는 책이다.

#극한식물

#한국식물학자

#식물일러스트



## <이끼와 함께>

로빈 월 키머러 지음 / 하인해 옮김 / 놀와 펴냄

### 작지만 우아한 식물, 이끼가 전하는 지혜

앞서 소개한 <나의 초록목록>의 저자 허태임 박사는 “이끼는 포자로 번식하기 때문에 인위적으로 그 수를 늘리는 것이 쉽지 않다”며, “상업적으로 거래되는 그 많은 이끼매트를 얻기 위해서는 일부를 자연에서 채취할 수밖에 없는 노릇인데, 그 많은 이끼들은 어디에서 어떻게 왔을까”라며 우려했다.

그런 그가 ‘아껴 읽었다’며 소개한 책이 바로 로빈 월 키머러의 <이끼와 함께>다. 아메리카 원주민 출신의 여성 식물학자인 키머러는 이 책에서 이끼 채취는 결코 지속 가능할 수 없는 행위이며, 이와 함께 숲의 호혜성, 즉 자연과 인간이 주고받는 관계 역시 사라진다고 경고한다.

모두가 더는 방관자로 남아서는 안 된다고, 우리 삶의 태도를 되물게 한다. 책에서 책으로 이어지는 독서, 사유가 확장되는 경험을 해보자. 키머러는 전 세계적인 베스트셀러 <향모를 땅으며>를 쓴 저자이기도 하다.

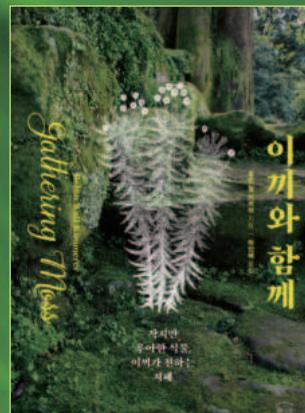
#이끼

#로빈월키머러

#생태

#숲의호혜

#향모를땅으며



## 유튜브 찾아볼까?



### 카오스 사이언스 [술술과학] 식물행성 시리즈

- ▶ **식물의 세계를 과학적으로 이해하고 싶다면!**  
과학 대중화를 위해 설립된 재단법인 '카오스'는 주기적으로 시리즈 강연회를 연다. 2022년 봄 강연 주제는 '식물행성'이었는데, 식물에 관한 흥미롭고 유익한 영상들이 유튜브 채널에 공개되어 있다. 주제를 쉽게 이해할 수 있도록 돕는 워업 영상과 실제 과학자들의 인터뷰 영상을 함께 볼 수 있다. 식물의 세계를 과학적으로 이해하고 싶은 이들에게 좋은 출발점이다.

#카오스강연

#진화

#나무외술



### 식물세밀화가 신혜우 그림으로 읽는 식물의 세계, 식물세밀화

#### 손으로 탐구하는 식물세밀화가 이야기

식물의 조직을 정확히 구분하고 이해하기 위해 식물을 쉽게 표현한 과학적 그림, 바로 '식물세밀화'다. 신혜우 박사는 서대문자연사박물관에서 일하고 있는 식물학자이자, 영국왕립원예협회의 식물세밀화 국제전시회에서 2013, 2014, 2018년 연속 금메달을 수상한 식물세밀화가이자, <식물학자의 숲속 일기>와 <이웃집 식물상담소>를 쓴 작가이기도 하다. 과학과 예술이 만나는 지점에서 식물을 그리는 손길은 그 자체로 하나의 탐구다.

#식물학자의숲속일기

#식물세밀화

#식물도해도감



‘디지털 전환’이 글로벌 경제의 핵심 트렌드로 자리매김하고 있습니다. 디지털 전환은 기업의 업무, 생산 기술, 제품 등을 디지털화한 후 이를 기반으로 가상 시험이 가능한 디지털 환경을 구축하는 것입니다. 디지털 혁신 중 주목받는 하나의 키워드가 ‘디지털트윈<sup>Digital Twin</sup>’입니다. 디지털트윈은 ‘디지털 전환의 열쇠’입니다.

글 김형자 과학 칼럼니스트

## 물리적 세계를 최적화하다, 디지털트윈

### 현실 속 사물 구현해 미리 경험하고 예측

지난 2020년은 코로나19 팬데믹 상황에서 전 인류가 속도를 늦추는 대신 디지털 세계로의 전환을 가속화했습니다. 특히 ‘디지털트윈’의 활용도가 확대되었습니다. 미국 미래학 싱크탱크인 다빈치연구소 소장이자 미래학자 토머스 프레이<sup>Tomas Frey</sup>는 그 흐름이 포스트 코로나 시대에도 멈추지 않을 것으로 보인다고 예측했습니다.

디지털트윈이란 현실에 존재하는 것을 쌍둥이처럼 복제해 디지털화하는 것입니다. 현실 세계의 기계나 장비, 사물을 컴퓨터 속 가상 세계에 똑같이 구현하고, 수집된 데이터를 이용해 현실에서 발생할 수 있는 일들을 컴퓨터로 시뮬레이션해 결과를 예측, 분석하는 시스템입니다. 시뮬레이션을 통해 현실 세계에 변화를 가했을 때 실물이 어떻게 반응하고 변화하며, 또 어떤 일들이 일어날지 분석합니다.

메타버스가 가상의 세상을 실생활과 연결하는 것이라면, 디지털트윈은 세상의 일부를 가상공간에 그대로 구현합니다. 그렇다고 디지털트윈이 모든 사물에 적합한 방식은 아닙니다. 일반적인 시뮬레이션으로도 충분히 가능한 일을 반드시 디지털트윈으로 만들어내는 것은 비용이 지나치게 많이 들 수 있기 때문입니다. 따라서 복잡한 장비가 설치되어 있는 공장, 대규모 건축 현장 등에 구성된 제품이나 프로젝트에 적합하다고 할 수 있습니다.

그런데 왜 굳이 세상의 일부를 가상공간에 그대로 구현하려는 것일까요. 이는 현존하는 사물의 상태가 과거에는 어떠했고, 현재 상태는 어떻고, 또 미래에 더 잘하려면 어떻게 해야 하는지를 가상 시험을 통해 알기 위해서입니다. 실제 환경에서 실험하기 어려운 문제를 가상에서 검증하고



해결해 불확실성을 줄이고 최선의 선택을 찾아내 더 나은 결정을 내릴 수 있도록 돕는 방법입니다.

예를 들어 자신과 똑같은 신체를 가상으로 만든다고 해봅시다. 이때 실제 인물과 같은



조건(성별, 나이, 신장, 기저질환 여부 등)으로 가상 인물을 만든 다음 약물을 투여했을 때의 반응이나 치료 효과, 부작용 등을 시험한다면, 의사들이 나만을 위한 맞춤치료를 어떻게 진행해야 할지 시험해볼 수 있습니다.

만약 여러분이 자주 가는 식당, 회사, 학교, 도서관, 버스와 동일한 모습들을 디지털 화면에서 볼 수 있다면 어떨 것 같나요? 게다가 사진처럼 멈춰 있는

것이 아니라 우리가 살아가는 모습 그대로를 실시간으로 보여준다면 말이지요. 당신이 식당을 운영하고 있다면, 집에 가는 길에 매장에 가스를 끄고 나왔는지 기억이 나지 않을 때, 직접 돌아갈 필요가 없습니다. 현재 위치를 직접 볼 수 있으니까요.

## 실제 물리적 세계와 디지털 세계를 동일하게 반영해야

미국, 유럽연합<sup>EU</sup>, 중국 등 세계 경제를 이끄는 주요국들은 경제 체질 강화를 위해 국가 차원에서 산업의 디지털 혁신을 가속화하고 있습니다. 하지만 디지털트윈을 구축하는 일은 우리가 생각하는 것보다 매우 어렵습니다.

디지털트윈을 만들려면 세 가지 복제가 필요합니다. 실제의 운용 데이터, 객체의 행위 모델, 실시간 디지털 공간 정보 및 사물 형상 정보 등입니다. 즉 건물, 식생과 같은 땅이 가진 모든 물리적 정보에 대한 데이터베이스를 구축해야 하고, 각 요소가 어떻게 기능하는지에 대한 정보도 갖춰야 합니다.

이들테면 디지털 공장에서는 일반적으로 3D 도면을 디지털 환경에 입력하는 방법을 통해 디지털트윈을 구현합니다. 이는 단순히 공장 내 기계들의 배치만을 모방하는 것이 아니라 공장 내에 존재하는 이동 설비의 작동 반경부터 세부적인 모터 회전수까지 다양한 변수를 확인해 실제 물리적 세계와 디지털 세계를 동일하게 반영하도록 합니다.

그러나 현재 활용할 수 있는 데이터들은 복잡하게 얽혀 있어 상업·산업 지구, 인구, 교통량, 오염, 국지기후 등을 모델화하기가 힘듭니다. 특히 디지털 세계에 번듯함을 동일하게 반영할수록 실제의 값과 동일한 예측값을 도출할 수 있기 때문에 정밀한 측정값까지 꼼꼼하게 반영해야 하는데, 공정이 복잡해질수록 필요한 데이터, 모델링, 예측값의 신뢰성 등에 대한 고려 사항이 기하급수적으로 증가해 디지털트윈을 구축하기 어렵습니다. 따라서 출처가 다른 여러 데이터를 사용하려면 수많은 노력과 연구를 해야 합니다.

## 2002년 제조업에 디지털트윈 개념 처음 적용

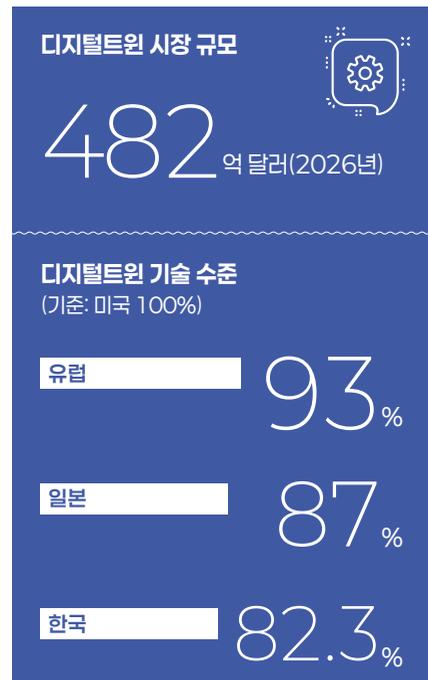
디지털트윈은 2002년 미국의 마이클 그리브스<sup>Michael Grieves</sup> 박사가 ‘제품 생애주기 관리<sup>PLM</sup>’의 이상적 모델을 설명하면서 처음 등장했습니다. 미국 항공우주국<sup>NASA</sup>의 존 비커스 박사는 이 개념을 디지털트윈으로 명명했습니다. NASA는 2010년 우주탐사 기술개발 로드맵에 디지털트윈을 반영하면서 우주산업에 이 용어를 계속 사용해왔습니다.

사실 NASA는 1960년대부터 디지털트윈 기술을 사용했다고 할 수 있습니다. NASA가 비행을 나서는 우주선을 완전히 똑같이 지상 버전으로 복제해 우주비행사를 지원할 때 사용했기 때문입니다.

이후 미국의 기업 제너럴일렉트릭<sup>GE</sup>이 자사의 엔진, 터빈 등의 제품에 디지털트윈 모델을 적용하면서 널리 알려졌습니다. 엔진에 센서를 부착해 데이터를 수집한 뒤 만든 디지털 엔진으로 엔진 상태를 모니터링하고 에너지

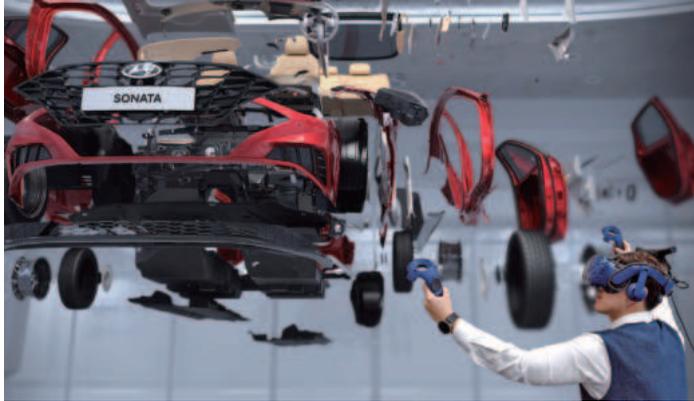
절감 솔루션을 확보했습니다. 이 때문에 제너럴일렉트릭이 디지털트윈의 원조로 혼동하는 상황이 빚어지기도 했습니다.

디지털트윈은 세계의 주요 국가들이 국책 과제로 추진 중입니다. 기술 구현이 어려운 만큼 투자 비용 또한 많이 들기 때문입니다. 전문가들은 전 세계 디지털트윈의 시장 규모가 2026년까지 482억 달러에 이를 것으로 예측합니다. 이 중 미국의 비중이 가장 큼니다. 미국의 기술 수준을 100%로 잡으면 유럽은 93%, 일본 87%, 한국이 82.3%에 머무릅니다.



## 세계 주요국의 디지털트윈 추진 동향

미국의 디지털트윈 기술은 2016년 제너럴일렉트릭이 세계 최초로 산업용 클라우드 기반의 오픈 플랫폼인 ‘프레딕스’를 공개하면서 급격히 발전했습니다. 최근에는 170여 개의 기업, 정부기관, 학계 등이 참여하는 ‘디지털트윈 컨소시엄’을 구성해 기술의 상호운영성과 정책 방향을 제시하고 있습니다.



디지털트윈 기술을 통하면 수많은 양의 시제품을 제조하지 않고도 제품을 개발할 수 있다. 현대자동차그룹 연구원이 VR 헤드셋을 쓰고 가상의 공간에서 자동차 설계 품질을 검증하고 있다.

유럽에서는 독일이 선두 주자입니다. 독일의 최대 전자-전기회사 지멘스가 디지털트윈 개념에 기반한 스마트팩토리 구축에 성공한 상태입니다. 공장의 모든 공정 상황을 실시간으로 공유하면서 오류 발생 가능성을 확인해 공정 작업의 최적화를 유지할 수 있는 시스템으로 구축했습니다.

우리 정부도 한국판 뉴딜2.0을 통해 디지털트윈을 10대 대표 사업으로 추진 중입니다. 과학기술정보통신부는 디지털트윈 실증 및 핵심 기술 개발에, 국토교통부는 디지털트윈 기반이 되는 공간 정보 구축에 매진하고 있습니다. 부산신항국제터미널의 스마트 항만 물류 플랫폼, 섬진강댐 유역의 물 관리 플랫폼, 울산석유화학공업단지의 산업단지 통합 관리 플랫폼, 지하공동구 스마트 관리 시스템, 경주 풍력발전소의 발전기 진단 및 출력 예측 플랫폼, 광주 송정역 일대의 도시 침수 스마트 대응 시스템 등의 실증 사업이 그것입니다.

이를 통해 국토교통부는 디지털트윈 국토를 제작 중입니다. 대한민국 국토에 속한 모든 지형지물과 건축물의 모양과 성질을 그대로 본떠 가상공간에 만든 3차원 지도입니다. 디지털트윈 국토가 완성되면 침수지역 예측이나 경관 분석 등 다양한 도시·사회 문제를 지역에 따라 맞춤형으로 시뮬레이션해 그 결과를 예측할 수 있습니다. 국가 주도의 디지털트윈은 2027년까지 구축해 공간 정보 국가 경쟁력을 세계 10위에 진입시키는 게 목표입니다. 그를 위해 정부와 기업, 학계가 힘을 합쳐 희망의 발걸음을 한 발씩 내딛고 있습니다.

## 제조, 의료 등 무궁무진한 활용 분야

디지털트윈은 다양한 분야에서 활용 가능합니다. 활용의 대표적 예는 내비게이션입니다. 내비게이션은 공간 정보가 없다면 사용이 불가능합니다.

그런데 공간 정보만큼 데이터와 시뮬레이션 모델도 중요합니다. 내비게이션은 길 안내로 편리함을 제공하는 반면 역기능도 있기 때문입니다. 우리가 택시를 이용할 때 어떤 승객은 빠른 길을 이용하지 않고 내비게이션대로 간다고 불만이고, 어떤 승객은 내비게이션대로 가지 않는다고 불평합니다. 그 이유는 최적 경로를 안내해주는 시뮬레이션 모델과 데이터의 정확도에 원인이 있어서입니다. 디지털트윈은 목적에 맞게 구축돼야 현실 문제를 해결할 수 있습니다.

디지털트윈에 의료 분야를 접목한 ‘메디컬트윈<sup>Medical Twin</sup>’ 솔루션도 큰 기대를 모으고 있습니다. 메디컬트윈은 현실의 의료 시스템이나 신체 내부의 장기를 가상공간에 똑같이 만든 시스템입니다. 디지털 공간에서 미리 수술을 진행해 치료 효과를 예측해보거나 실제로 보기 힘든 장기 부위를 살펴볼 수 있습니다. 실시할 수술 중 예측하지 못한 사고에 대비할 수 있을 뿐 아니라 실습에서 접하지 못한 장기까지 정밀하게 살펴볼 수 있어 의료 교육에도 도움이 됩니다.

디지털트윈은 단순한 기술이 아닙니다. 불확실한 세상에서 더 나은 결정을 내리고, 문제를 해결하고, 효율성 향상과 더욱 높은 수준의 혁신을 이끌어낼 도구입니다. 앞으로 더 많은 분야에서의 응용이 기대됩니다.



김형자 과학 칼럼니스트

청소년 과학 잡지 <Newton> 편집장을 지냈으며, 현재 과학 칼럼니스트와 저술가로 활동 중이다. 저서로는 <구멍에서 발견한 과학>, <먹는 과학책> 등이 있다.

# 까치로부터 배우다



글 이상임 대구경북과학기술원 뉴바이올로지학과 교수

겨울이 지나 낮이 길어질 무렵부터 까치를 연구하는 우리는 한 해 연구 채비를 시작한다. 까치는 다른 텃새에 비해 번식이 빠른 편이라 겨울 동안 정성 들여 둥지를 짓고 빠르면 2월 말부터 산란한다. 까치의 산란부터 새끼가 둥지를 떠난 뒤 부모 곁에서 살아가는 방법을 배우는 번식의 전 과정을 모니터링하는 우리에게는 까치의 번식기인 3월부터 6월 중순까지가 1년 중 가장 바쁜 시기이다. 사다리차를 타고 둥지에 올라 까치가 낳은 알 수를 세고, 새끼 수를 세고, 새끼의 성장을 꼼꼼하게 기록한다. 꽃샘추위가 와도 두꺼운 잠바를 입고 사다리차를 타고, 흐드러지게 핀 벚꽃 구경도 사다리차 위에서 한다.

### 왜 까치를 연구하는가

까치는 도시에서 가장 흔히 볼 수 있는 새다. 개체수가 가장 많은 종은 아니지만 같은 참새목 조류 중에는 몸집이 비교적 큰 편이어서 그런지, 아니면 전통적으로 까치를 길조로 여긴 탓인지 사람들은 도시 주변에 까치가 살고 있음을 잘 인지하고 있다. 심지어는 동물 관련 TV 프로그램에서도 까치 새끼를 데려다 정성껏 돌본 사람들이 이야기가 종종 나온다. 이처럼 까치는 우리 주변에 가까이 사는 새로 자리매김했다.

신기한 것은 까치가 야생조류임에도 산등성이와 같은 자연환경보다 도시환경에서 더 많이 찾아볼 수 있다는 점이다. 까치는 탁 트인 공간과 이어지는 산 가장자리에서 주로 발견되는 종으로 알려져 있다. 같은 까마귀과에 속하지만 숲 안쪽을 선호하는 어치나 탁 트인 공간을 좋아하는 까마귀와 사뭇 다르다. 이러한 공간을 선호하다 보니 사람들이 살기 위해 나무를 베고 집을 지으면서 생기는 산 가장자리 같은 공간이 자연히 매력적이었을 것이고, 또 사람과 가까운 곳에 살면 포식자의 위험은 줄어들고 먹을거리가 많아지므로 사람과 가까운 환경에서 살게 되지 않았을까 생각해본다.

그렇지만 오늘날 모든 것이 인간 생활의 편의를 위해 조성된 도시는 야생조류인 까치가 살기에 그리 녹록한 환경은 아니다. 지능이 높고 적응력이 뛰어나 환경 변화에도 잘 대처할 수 있는 까치에게 녹록지 않은 환경이라면, 까치만큼 지능과 적응력이 높지 않은 다른 야생조류에게는 더 살기 어려운 환경일 것이다. 이에 도시환경에서 까치가 어떻게 살아가고 있는지 그들의 삶(이를 학술적 용어로 하면 '생태'가 될 것이다)을 연구하는



만개한 벚꽃 사이로 사다리차 바구니를 타고 까치 둥지에 접근하고 있다.

것은 비단 까치뿐 아니라 생활 방식이 유사한 다른 야생조류가 도시환경에서 어떻게 살아갈지 가능하는 데에도 중요한 일이다.

### 까치는 잘 살고 있는가

우리 연구진은 1998년부터 까치의 번식 생태를 조사하고 있다. 길다면 길고, 짧다면 짧은 시간이다. 우리나라에서는 이렇게 한 종의 번식을 20년이 넘도록 모니터링한 예가 거의 없지만, 해외에는 수십 년이 넘는 장기 생태 모니터링 프로젝트의 예를 심심치 않게 찾아볼 수 있다. 한 해 번식기 동안 추우나 더우나 사다리차를 타며 얻은 자료가 '올해의 까치 번식성공도는 평균 알 6.13개, 새끼 3.5마리'라는 한 줄로 요약될 때의 그 허무함은 이루 말할 수 없지만, 그래도 한 해 한 해 자료를 차곡차곡 쌓는다는 사명감으로, 그리고 시간이 지나면 단기간의 연구로는 절대 얻을 수 없는 결과가 나올 것이라는 기대감으로 연구를 진행해왔다. 처음 5~7년간은 이런 방식으로 어떤 결과를 도출할 수 있을지 의심스럽고 우리 노력의 결실을 예측하기가 어려웠다. 그러나 20년 넘는 자료가 축적되자 까치의 번식이 환경 변화의 영향을 받는다는 사실이 속속들이 드러나기 시작했다.

지금 우리는 한국연구재단의 지원을 받아 까치의 번식에 도시화와 기후변화가 미치는 영향을 파악하는 연구를 진행하고 있다. 도시화는 전 세계적으로 빠른 속도로 진행되고 있어 2050년이 되면 전 세계 인구의 3분의 2가 도시에서 살게

될 것이라는 예측도 있다. 숲이 없어지고 건물이 들어서는 도시화 그 자체로도 야생동물에게 큰 환경 변화일 수 있겠지만, 현재의 상황은 도시화와 기후변화가 동시에 야생동물에게 영향을 미친다는 것이 문제이다. 기후변화라고 하면 온난화만 떠올리기 쉽지만, 온난화와 함께 이상기후도 점점 더 자주, 더 극심하게 발생한다. 극심한 이상기후가 도시화된 환경에서 살아가는 까치에게 큰 타격을 줄 것임은 충분히 짐작할 수 있다.

지금까지 축적된 자료를 분석해보니 까치의 번식성공도도 바로 이런 양상을 드러내고 있었다. 도시환경에서 사는 까치가 자연환경에 가까운 지역에 사는 까치에 비해 극심한 이상기후가 발생할 경우 산란도 지연되고 더 적은 새끼를 길러내는 등 더 큰 타격을 입는 것으로 나타났다. 까치가 이렇다면 도시에서 어렵지 않게 찾아볼 수 있는 참새, 박새 등의 야생조류도 비슷한 영향을 받을 것이며, 이들이 수명이 짧고 적응력도 높지 않다는 점을 감안하면 까치보다 더 큰 타격을 입을 것이라 미루어 짐작할 수 있다.

### 시민이 공감하는 연구, 시민과 함께하는 연구

우리가 목격하고 있는 까치의 생태 변화는 지금, 우리 주변에서 일어나고 있는 일이다. 어느 대학 연구실 한쪽에서 실험하는

사람에게만 보이는 것이 아니라, 지금 도시에서 사는 사람이라면 누구나 목격할 수 있는 현상인 것이다. 이에 우리는 연구 과정을 도시에 사는 야생동물의 삶에 관심이 있는 시민들과 나눠야겠다고 생각했다. 그런 시민들이라면 우리 연구의 중요성을 공감해줄 것이고, 더불어 시민들이 우리 주변의 야생동물에 관심을 갖게 되고 나아가 시민들이 주축이 되어 도시의 생물다양성을 모니터링할 수 있다면 장기적으로 보다 많은 종의 야생동물이 인간과 공존할 수 있는 도시환경을 만드는 데에 기여할 수 있지 않을까 하는 것이 우리의 생각이었다. 요즘은 시민참여 과학이 여러 곳에서 진행되고 있지만, 대다수의 시민참여 과학 프로그램은 많은 시민이 참여해 수집하는 자료의 양을 늘이는 데에 초점을 맞춘다. 물론 자료의 양이 많은 것은 중요하다. 연구자들이 아무리 발품을 팔아도 여러 지역의 지역 주민이 집 주변에서 자료를 모으는 것처럼 용이하게 자료를 다량으로 얻는 것은 어렵다. 이런 면에서 다수의 시민이 참여하여 넓은 지역에서 비교적 단시간에 많은 자료를 얻을 수 있다는 것은 분명 시민참여 과학이 갖는 매력이다. 그러나 우리는 시민이 단순히 자료를 얻는 데에 그치지 않고 전체 연구에 참여하면서 조류 생태에 대한 기본 지식뿐 아니라 환경조건을 정량화하고 새의 번식과의 관련성을 찾는 과정을 모두 경험하는 프로그램을



갓 부화한 까치 새끼의 모습



연구자가 새끼를 관찰하는 동안 의심스러운 눈초리로 보고 있는 까치 부모

진행했다. 시민이 연구에 공감하고 동참함으로써 교육적 효과를 극대화하다 보니 많은 시민을 대상으로 하는 것은 어려웠지만 이러한 우리의 노력이 쌓이고 쌓이면 시민 ‘참여’가 아닌 시민이 주축이 되는 도시 조류 생태 모니터링이 가능하지 않을까 생각한다.

### 세상을 보는 방식으로서의 과학, 세상을 사는 방식으로서의 생태학

가끔 학생들이 어쩌다 동물을 연구하게 되느냐고 물을 때가 있다. 돌이켜보면 그저 동물이 좋고 신기하고 궁금해서였다. 고등학교 때 집에 같이 살던 강아지가 너무 사람 같아서, 강아지가 사람과 같이 살다 보니 사람 같아진 건지, 아니면 원래 사람과 강아지는 비슷한 구석이 많았던 것인지 알고 싶었다. 어찌 보면 사소한 호기심에서 시작되었지만, 지금은 과학을 배우고 생태학을 연구하며 살아가고 있다는 것이 너무나 다행스럽게 느껴진다. 대학생 때는 과학을 공부하며 근거 없는 믿음을 의심하는 세상을 보는 방식을 배웠다면,

생태학을 연구하면서는 세상을 사는 방식을 배우고 있다는 생각이 든다. 인간만을 위한 공간인 도시에서 인간이 아닌 다른 생명체들도 오랫동안 공존할 수 있으려면 내가 한 명의 인간으로서, 한 사람의 생태학자로서 무엇을 할 수 있을까를 고민하게 된다. 생태계의 일원으로서 우리 주변의 생태계를 연구하고, 생태계에서 벌어지고 있는 일의 원인을 찾고 그 변화를 기록하는 것이 나의 소임이다. 그리고 보다 많은 사람들이 도시에 사는 다른 생명체에 관심을 갖게 하는 것 또한 내가 해야 할 일이라 생각한다. 그래서 나는 오늘도 까치로부터 배운다.



이상임 대구경북과학기술원 뉴바이올로지학과 교수

서울대학교에서 까치의 생태에 대한 연구로 박사학위를 취득하고, 그 이후 까치 연구를 계속하고 있다. 이 교수가 청춘을 바친 까치 생태 연구는 2028년이면 30년이 된다. 현재 대구경북과학기술원 뉴바이올로지학과에서 학생들을 가르치고 있다.



## 호기심과 열린 마음이 미래 원자력을 만듭니다

임채영  
한국원자력연구원 원자력진흥본부  
본부장

1978년, 고리 1호기가 가동된 이래로 약 40년 동안 우리나라의 원자력 기술은 눈부신 발전을 이뤘다. 현재 원자력은 국내 발전<sup>發電</sup> 비율 1위로 전체 전기 생산의 30%를 차지하고 있으며, 24조 규모의 체코 원전 수출 계약 체결을 앞두고 있어 미래 먹거리로도 부상했다. 그 이면에는 정책 개발, 대국민 소통, 전문 인력 양성 등 원자력 기술 진흥을 위해 힘쓰는 이들이 있다. 그 중심에 있는 인물, 한국원자력연구원의 임채영 본부장을 만났다.

글 김승호 사진 김기남



## 각 부서에서는 구체적으로 어떤 일을 하나요?

업무 범위는 굉장히 다양합니다. 예를 들어, 정책연구부는 정부가 국가 원자력 정책을 수립할 때 지원하는 일이 핵심 역할입니다. 원자력은 고도의 전문성이 요구되는 분야입니다. 정부에서 세부 사항까지 직접 설계하는 것은 어렵습니다. 큰 방향성이 정해지면 다양한 방법을 고민하고 이를 실현하기 위한 방안 등을 함께 검토합니다. 적극적인 지원으로 정책을 뒷받침하고 있다고 볼 수 있습니다.

만약 한미원자력협력협정을 만든다고 하면, 조항마다 고도의 전문 지식이 요구됩니다. 그럴 때 전문가들이 참여하는 거죠. 이처럼 국가 정책을 지원하는 부서는 정책연구부와 국제전략부 2개가 있습니다. 정책 지원 외에도 다양한 업무가 있습니다. 국민과 소통하는 소통협력부, 원자력계 전문가와 학생들을 교육하는 원자력교육센터, 우리 연구원 내 연구 사업을 총괄하는 연구기획관리부가 각자의 역할을 수행하고 있습니다.

## 현재 한국원자력연구원의 주요 연구는 무엇이고, 그와 연관된 지원 정책에는 어떤 것들이 있나요?

주요 연구는 소형 모듈 원자로<sup>SMR</sup> 기술입니다. 원자력 연구개발은 특성상 중장기 계획으로 진행합니다. 원자력진흥법에 따라 5년 단위로 ‘원자력진흥종합계획’을 만들고 있어요. 현재 차수는 6차로 기간은 2022년부터 2026년까지입니다. 이번 개발 계획에서는 소형 모듈 원자로 기술 개발 및 사업화와 고준위 방사성 폐기물의 안전관리 분야가 화두입니다. 추진 방향의 중추 역할을 하고 있으며 실제로 법 제정 및 예타 사업으로 이어지고 있어요. 최근에는 특별법도 만들어졌고요. SMR은 산업통상자원부와 과학기술정보통신부가 개발을 주도 중인데, 원자력연구원은 그에 대한 핵심 기술을 제공하고 있습니다.

## 한국원자력연구원 원자력진흥본부에 대해 소개 부탁드립니다.

한국원자력연구원은 정부 출연 연구기관으로 원자력 연구개발을 종합적으로 수행하고 있습니다. 그중 원자력진흥본부는 원자력 관련 지원 업무 전반을 책임지고 있으며, 총 5개 부서로 정책연구부, 연구기획관리부, 소통협력부, 원자력교육센터, 국제전략부로 구성됩니다.

## 원자력 안전 기술이 발전했지만, 여전히 원자력 안전성과 방사성폐기물에 대한 우려 섞인 시선이 있는 것도 사실입니다. 원자력을 친숙하게 하기 위한 본부의 소통 전략이 궁금합니다.

첫 번째 모토는 과학적 사실에 기반한 소통입니다. 원자력이 정말 안전한지,

① 소형 모듈 원자로<sup>SMR, Small Modular Reactor</sup>: 기존 대형 원자로에 비해 규모가 더 작고 조립식으로 제작되는 원자로다. 전기 출력은 300MW 이하로 기존 대형 원전의 1/3~1/10 수준이다. 공장에서 제작 후 현장에서 조립, 건설하므로 건축 기간이 짧으며, 여러 개의 모듈을 연결해 발전량 조절이 쉽다는 장점이 있다.

기술적으로 해결 가능한지에 대해서는 원자력연구원이 그 답을 정확히 제시해야 합니다. 이때 이슈와 정치적 쟁점에 휘말리지 않는 중심추 역할을 해야 합니다. 과학적 사실에 기반한 소통이 어느 때보다도 중요한 시기죠.

두 번째는 국민 눈높이에 맞는 소통입니다. 원자력은 일상생활에서 접하거나 대중적으로 관심 있는 내용이 아닐뿐더러 용어부터 낯설어요. 용어 설명부터 내용 전달에 이르기까지, 다양한 매체를 활용해 국민의 관심과 눈높이를 맞추려고 합니다. 뉴미디어와 소셜미디어를 적극 활용하고 있습니다.

더 친근하게 다가가기 위해 2020년에는 ‘파동’이라는 마스코트도 만들었어요. 대한민국 토어워드에서 과학 대중화 공로로 수상하고, 특허청 우수 디자인에도 선정된 꽤 유명한 캐릭터입니다. 근래 연구원을 방문한 미국 에너지부 임원께 파동이 인형을 선물했습니다. 당시 상당히 좋아하셨어요.

이후 해외 원자력 잡지에 그분 인터뷰가 실려 보게 되었습니다. 서가 한쪽에 파동이 인형이 나온 모습을 보고, 꽤 흐뭇했던 기억이 납니다. 파동이가 해외 무대에 데뷔했다고나 할까요?

### 앞으로의 원자력 기술 발전 방향을 어떻게 예상하시나요?

향후 원자력 산업은 SMR과 다양한 산업의 융합으로 발전하게 될 거예요. 재생에너지와의 연계, 데이터센터용 전력, 무탄소 선박 추진 등 SMR의 용도는 무궁무진합니다.

안전 부분에서도 매우 신뢰도가 높습니다. 원자로의 안전은 연료봉을 어떻게 잘 식히는가 하는 게 핵심 기술이에요. 대형 원자로는 발생 열이 많아 펌프로 물을 계속 순환시켜서 열을 내려야 합니다. 전기가 끊기는 문제가 발생하면 펌프도 멈춰서 안전에 문제가 생기죠. 이에 반해 소형 원자로는 외부 전원 공급이 끊겨도 냉각시스템을 유지할 수 있습니다. 발생 열이 적어 펌프를 사용하지 않아도 연료봉을 식힐 수 있습니다. 물의 대류현상을 이용해 루프를 만들어 순환시키는 방식이죠. 이것을 피동 냉각이라고 합니다. 소형 원자로는 액티브한 냉각시스템을 사용하지 않고 완전 피동 냉각시스템만 사용하려는 추세입니다.

재생에너지와의 연계도 용이합니다. 재생에너지의 특징은 발전량이 일정하지 않다는 점입니다. 바람이 불지 않거나 날씨가 흐린 날에는 발전이



임채영 본부장은 원자력 연구 분야에서 일하기 위해서는 원자력에 대한 꾸준한 관심과 열린 마음이 중요하다고 강조한다.

줄어들 수 있기 때문입니다. 그럴 때는 원자력발전소에서 출력을 유연하게 조절해 발전량을 채워야 합니다. 소형 원자로가 대형 원자로보다 출력 조절이 쉽고, 그런 부분에서 재생에너지와 궁합이 잘 맞는 거죠.

### 앞에서 예상하신 원자력 발전이 향후 우리 산업과 정책에 어떤 변화를 가져다줄지 궁금합니다.

크기가 작아지면 원자로의 쓰임새가 무척 다양해집니다. 지금 미국에서는 원자로에 데이터센터를 붙여 세트로 짓는다는 얘기가 나오고 있어요. AI 발달이 가속화되면서 데이터센터 전력 소비량이 계속 늘어나고 있습니다. 특히 데이터센터는 안정된 전기 공급이 중요해요. 데이터센터에 SMR을 연계하면 센터에 전기가 끊길 위험이 없으니까 장점이 크죠.

배에 탑재도 가능합니다.

국제해사기구<sup>IMO</sup>에서 전 세계 선박에 대해 2050년까지 온실가스 제로 목표 지침이 나왔어요. 무탄소 엔진을 사용해야 하는데 그 대안 중 하나가 바로 원자력입니다. 원자력은 이미 바다에서는 검증이 된 상태입니다. 민수용은 아니지만 항공모함, 잠수함 등에 쓰이고 있으니까요.

이제는 원자력산업이 단순 내수산업에서 ‘글로벌 성장 동력’으로 전환될 수 있는 발판이 마련됐다고 생각합니다. 원자력은 중국하고도 경쟁할 수 있는 산업이에요. 국제적인 정치 제약이나 환경 때문에 선진국 시장에 중국이 개발한 원전이 들어가는 쉽지 않은 상태입니다. 국내 원자력 기술이나 산업 경쟁력이 세계적

## 임채영 본부장은 누구

서울대 원자핵공학과 졸업 후 KAIST에서 원자력공학 석박사 학위를 취득했다. 이후 한국원자력연구원에서 박사후 연구원을 지냈다. 다양한 공학과 정책 분야가 융합한 원자력 분야에 흥미를 느껴 35년 동안 한국원자력연구원 원자력 정책 및 연구 지원 분야에 몸담고 있다. 지금도 국내외 원자력 정책 발전 및 기술 진흥을 위해 앞장서고 있다.

수준에 올라와 있으니 매우 유리한 산업군이라고 보고 있습니다.

### 원자력 연구 지원 분야에서 일하려면 어떤 자질과 역량을 갖춰야 할까요?

‘호기심’과 ‘열린 마음’입니다. 특정 전공이나 학문보다는 원자력에 대한 꾸준한 관심과 열린 자세가 중요한 것 같아요. 원자력은 기계, 전기, 재료 등 모든 공학 분야가 모이는 종합 과학입니다. 그뿐만 아니라 사회과학, 경제학 전공자도 정책 파트에서 활약할 수 있어요.

또 하나는 열린 마음입니다. 원자력에 대해서는 좋은 방향이든 나쁜 방향이든 선입견을 갖고 있는 사람이 더러 있습니다. 원자력 정책을 담당하거나 기술개발을 지원할 때 그런 선입견을 버리고, 정확한 지식을 중심으로 가치 판단을 해야 합니다. 열린 마음이야말로 전문성을 더욱 깊게 들여다볼 수 있는 기회를 제공하는 것이죠.

### 개인적인 도전 과제나 향후 목표가 있다면 말씀해주세요.

본부장으로서의 목표는 원자력을 수출산업으로 확대하는 것입니다. 저는 현재 원자력 산업계가 일종의 전환점에 있다고 인식하고 있어요. 그래서 ‘연간 매출 100조 원, 10만 명의 일거리’ 산업으로 만들기 위해 주변에 열심히 알리고 있습니다. 이를 위해선 민간 참여 확대, 수출 산업화, 기술개발이 필수겠죠. 저의 개인적인 목표는 동료와 선배들에게 ‘좋은 사람이었다’고 기억되는 것입니다. 몇 년 후면 은퇴를 앞두고 있지만, 연구원으로서의 성과뿐 아니라 인간적으로도 따뜻한 선배, 믿을 수 있는 동료로 인정받고 싶습니다. 그것이 제가 직장 생활에서 이루고 싶은 가장 큰 목표입니다.

<테크 포커스>의 든든한 서포터

# 똑소리단



**똑** 똑하게 **소** 통하고 **리** 뷰하는 <테크 포커스> 독자 **단**

똑소리단은 산업기술에 관심 있는 다양한 연령층의 독자로 구성되어 있으며, 매월 표지를 선정하고 콘텐츠와 관련한 의견을 제안하는 등 활발한 활동을 이어가고 있습니다. <테크 포커스>를 함께 만들어가고 있는 똑소리단의 4월호 리뷰를 확인해보세요!

## 이병곤

양자역학에 대해 다양하게 알 수 있었습니다. 다만 **일반인에게 대하듯 부드럽고 더 친절한 문체였으면** 좋겠습니다. 화학을 전공한 저로서도 양자에서 손을 뺐던 것 같은데요. 어려운 주제를 쉽게 전달해주시려는 노력에 감동받고, 재미있게 보았습니다. K-패키지는 소비자의 한 사람으로서 환경을 공부한 사람으로서 흥미로운 기사였습니다.

## 김유진

평소 양자컴퓨터나 양자 통신 같은 단어는 들어본 적 있지만 이번 기회를 통해 좀 더 구체적인 개념을 접해볼 수 있어서 흥미로웠어요! 어려운 주제임에도 불구하고 핵심적인 기술 동향 및 산업과의 연결점을 간결하게 전달하려는 구성이 인상적이었어요. 양자기술이 먼 미래가 아니라 실제로 산업 R&D에서 활발히 논의되고 있다는 점을 새롭게 알게 된 건 큰 수확이었습니다!

## 김현

처음 받아본 <테크 포커스>였습니다. 이번 호를 보며 느낀 점은 한마디로 **'어려운데 재밌다!'**로 **정의해봤습니다.** 일반인에게 분명 쉽지 않은 주제였을 텐데, 영화와 일상 사례를 통해 전달해주어 어렵지 않게 읽을 수 있었어요. 이렇게 어렵고 복잡한 주제를 잘 정리해주신 노고에 감사드립니다!

## 김태권

양자기술의 최근 주요 키워드와 적용 분야에 대해 전반적으로 잘 설명되어 있어 주관적인 평가이긴 하지만 저희 집 초등학교 아이에게 설명할 수 있을 정도의 지식을 습득한 것 같습니다. <테크 포커스>가 주로 응용과학에 대해 다루어왔는데 앞으로는 이러한 기초과학적 주제도 많이 소개해주셨으면 합니다.

## 김선웅

전체적으로 유익한 내용이었지만, 일부 기사는 너무 학술적인 어투로 써 있어서 쉽게 읽히지 않았어요. 반면 인터뷰나 **영화 속 양자역학 같은 코너는 문장이 부드럽고 친절해서 몰입도가 높았습니다.** 앞으로는 더 많은 글이 '같이 공부하는 친구'처럼 다가오면 좋겠어요.

### 김동찬

양자가 중요한 핵심 기술이라는 생각을 하며, 혁신적인 신물질 개발과 AI 기술을 더해 우리 일상이 더욱 풍요로워질 것이라는 생각이 들었고, 정부 투자도 지속되길 바랍니다. 최근 배터리 소재인 리튬으로 인한 사고가 이어져 안타까웠지만, 기사를 접하고 전해액의 안전성을 확보할 수 있는 기술이 만들어지고 있다고 하니 한편으로 안심이 됩니다. 기술을 개발하시는 분들께 감사와 격려를 보냅니다.

### 박재완

평상시 관심을 갖고 있던 양자역학 전반을 소개한 점이 아주 인상 깊었습니다. 조금 아쉬운 점은 현재 양자기술을 활용한 R&D 과제, 향후 사업계획 등 조금 더 실용적이고 전문적인 분야에 대한 소개가 있었으면 좋았을 것 같습니다. 아직도 양자기술은 전문가의 영역에 머무르고 있어 과제 기획, 평가를 할 때 이해하기 힘든 부분이 많기 때문입니다.

### 김대영

아직 시간이 필요하지만 우리 삶을 변화시키고 더 나아가 국가경쟁력에 막대한 영향을 미치는 양자역학에 대한 <테크 포커스> 기사는 **어렵지만 재밌었고 머리 아프지만 알고 싶은 정말 극과 극의 내면적인 심리가 생기는 호**였다고 생각합니다. 궁금할 때마다 옆에 두고 틈나는 대로 읽고 또 읽어서 양자역학을 어느 정도 수준으로 이해해보려 합니다. 도서관에서 관련 서적도 빌려 읽어보겠습니다.

### 류창훈

중소기업이나 일반 제조업체에서 양자기술을 어떻게 도입할지 현실적 접근 가이드도 함께 담겼다면 더 좋았을 것 같습니다. 또한, **기업 인터뷰에서는 기술력만큼 중요한 시장 진출 전략이나 글로벌 파트너십 사례도 함께 다뤘다면** 산업계에서도 활용하는 데 좀 더 도움이 되었으리라 생각합니다.

### 김민혜

랩실이나 기업의 연구 성과를 소개하되 원론적인 이야기보다는 전체적인 산업 흐름에서 이러한 발견이 어떠한 의미를 가지는지 조망하는 것이 어떨까요? 우리나라에는 학계의 최신 기술과 대중을 잇는 가교 역할을 하는 매체가 부족합니다. 일반 국민에게도 인사이트를 줄 수 있는 산업을 넓게 보는 기사가 필요하지 않을까 건의해봅니다.

### 독자 퀴즈의 정답을 맞춰주세요!

퀴즈에 참여해주신 정답자 중 추첨을 통해 소정의 상품을 보내드립니다. 퀴즈 답변과 휴대폰 번호를 [grintjssu@hankyung.com](mailto:grintjssu@hankyung.com)으로 보내주세요.

독자 선물은 교환, 환불이 불가합니다. 전화번호 누락, 오류 등으로 인한 반송 시 재발송하지 않습니다.

20명 증정

퀴즈 정답자 모바일 쿠키 교환권



지난 2024년 미국 대통령 선거를 통해 ○○○가 다시 백악관에 입성하면서 국제 사회는 또 한 번의 중대한 전환기를 맞이하고 있다. 그는 자신의 미국 우선주의 기조를 한층 강화하며, 외교, 안보, 무역, 환경 등 여러 방면에서 기존의 국제 질서를 재편하려는 움직임을 본격화하고 있다.

# 산업의 내일을 읽고 기업의 오늘을 이끕니다.



[알지RD] ㈜두크  
**화재 위험을 지켜주는 어벤저스  
'소방 패키지 시스템'**



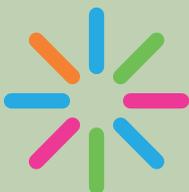
두크가 산업기술 R&D의 지원을 받아 개발한 '소방 패키지 시스템'을 함께 만나보겠습니다!



[알지RD] 트위니  
**사람을 따라다니며  
물건을 나르는 로봇?**



물건을 나르는 수고는 덜고 자유로운 양손으로 창의적인 활동에 집중할 수 있게 도와주는 산업계의 반려로봇 '따르고'와 '나르고'를 만나보시죠!



# Tech Focus

산업통상자원부 산하 R&D 전문기관  
한국산업기술기획평가원이 발행하는 국내외 산업기술의  
모든 것을 담은 전문지 <테크 포커스>



<테크 포커스> 웹진(techfocus.kr)에서 신간호와  
함께 과월호도 모두 만나보세요!

<테크 포커스> 웹진 보기 매월 10일 오픈





**보이는 것 부러  
보이지 않는 것 까지**

**초격차 산업기술 R&D  
초협력으로 이뤄집니다**



산업통상자원부



한국산업기술기획평가원  
Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology

