

K-Tech의 미래를 여는 최고의 혁신 플랫폼 koita

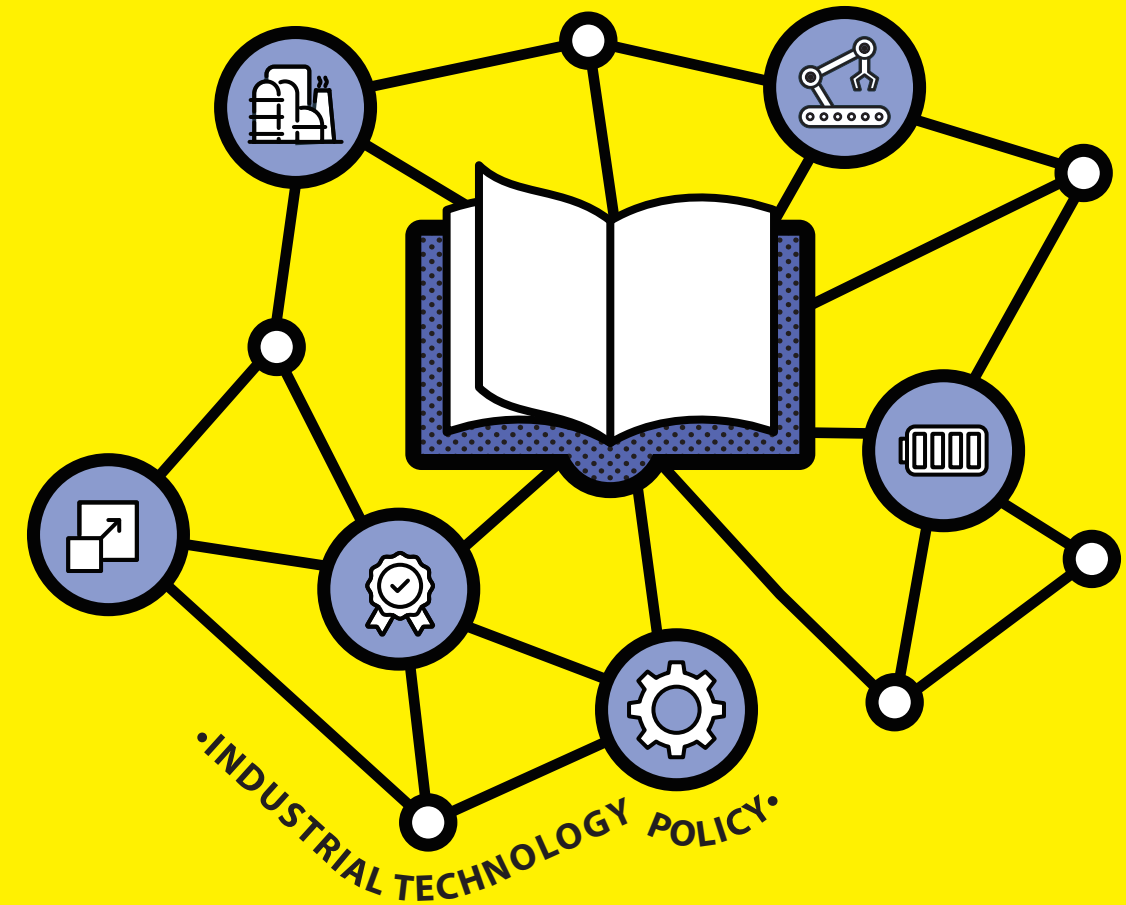
대한민국 기업이 힘차게 뛸 수 있도록
기업의 기술혁신을 지원하고
지속 가능한 성장 환경을 만들어갑니다.



기술과 혁신

TECHNOLOGY & INNOVATION

2025 05+06 VOL. 471



ISSN 2586-4963



koita 와 함께하는
기술혁신, 스케일업 코리아

SPECIAL ISSUE

2025년 새로운 산업기술정책 방향

"기업 기술고민 상담전화"

기업공감원스톱지원센터에서는 과학기술정보통신부 산하 출연(연) 및 정부 부처 전문기관 등 **112개의 기관**과 기술분야별 전문가(고경력과학기술인)의 기술노하우와 연구·시험장비 등을 활용하여 중소·중견기업의 기술애로 해결을 지원합니다.

이용방법

전화 | 국번없이 **1379** (상담시간 : 09:00~18:00, 평일)

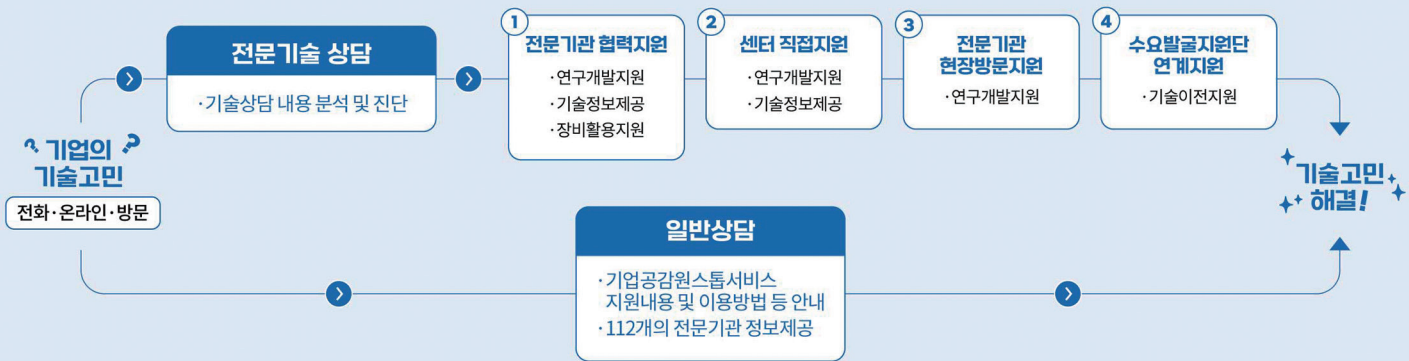
온라인 | WWW.SOS.1379.GO.KR

방문 | 기업공감원스톱지원센터
(서울시 양재동 산기협회관 1층)

지원내용

- 연구개발 지원**
신기술·제품 개발방향 설정 및 공정 설계·개선 등 지원
- 기술정보 제공**
기술관련 논문, 특허, 장비 사업 등의 전문기술 통합 DB 제공
- 기술이전 지원**
각 기관이 보유한 특허정보 제공을 통해 기업 기술이전 지원
- 장비활용 지원**
시험 및 분석, 인증, 측정, 시제품 제작에 필요한 연구장비 지원 가능한 기관 또는 전문가 연계

지원절차



우수사례



제휴할인 서비스

산기협은 회원사 편의를 위한 다양한 제휴할인 서비스를
발굴, 제공하고 있습니다.



신용평가
신용평가/기술평가 할인



시험·인증
시험·인증 수수료 할인



공인인증서
기업범용인증서 할인



호텔·콘도
객실요금 할인



국제특송
EMS, 소화물 이용료 할인



전자계약
서비스 첫 결제 할인

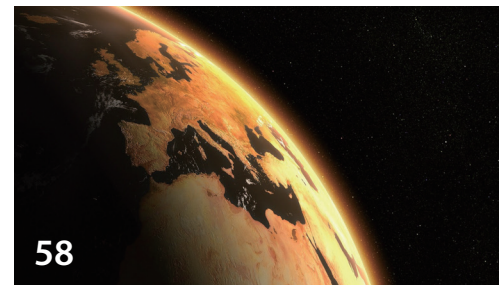
서비스 제공업체

MIRAE ASSET 미래에셋증권	ANGEL 6+	LS ELECTRIC	R SUPPORT	k t l 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory
KTR 한국화학융합시험연구원 Korea Testing & Research Institute	KOTITI 시험연구원	KOMERI 한국조선해양기재연구원	KCL 한국건설생활환경시험연구원 Korea Conformity Laboratories	KOLAS Korea Testing Laboratory
KATE 한국분석시험연구원 Korea Analysis Test Researcher	KOMAS	TRADE Sign	NICE평가정보 NICE	우정사업본부 KOREA POST
CJ 대한통운	DHL	FedEx Express	KST Successful Business Trip Partner	AIR BUSAN
KICA 한국정보인증	SEA CLOUD HOTEL	MAINA OCEAN RESORT	KOLON HOTEL Gyeongju	국립중앙과학관
HOTEL POCO	Hilton Garden Inn Hotel Casagrande	DMD 대웅경영개발원 Daewoong Management Development Institute	중앙대학교병원 CHUNG-ANG UNIVERSITY HOSPITAL	KMI 대한국립의학연구소 KOREA MEDICAL INSTITUTE
롯데렌터카	HYUNDAI E-ZWEL	PROLANGS Professional Language Solution Provider	ICGLOBAL	TOMWIN
대한민국 No.1 롯데렌터카	ASIANA ASIANA & LAW OFFICE	특허법인 세원 Patent Law Firm	정 국제특허법률사무소	BRIDGE 브릿지(BRIDGE) 국제특허법률사무소
특허법인 釜慶	RSM	태평양노무법인대전지사	GANGSAN 노무법인 강산	더원노무법인
제일인사 노무법인	(주)에일 엔 일링가드	HANSOL SUPPLY (주)한솔서플라이		

CONTENTS

#471

MAY+JUNE



기술과 혁신
TECHNOLOGY & INNOVATION
THE BIMONTHLY MAGAZINE OF
TECHNOLOGY & INNOVATION

발행일 2025년 5월 1일 발행인 구자균 발행처 한국산업기술진흥협회 www.koita.or.kr 주소 서울 서초구 바우뫼로 37길 37 산기협 회관
전화 02. 3460. 9034 팩스 02. 3460. 9079 신고번호 서초, 마00112 통권 제471호 광고문의 kgh@koita.or.kr 편집인 고서곤
외부 편집위원 권봉현(LS일렉트릭 고문), 김성주(한국3M 이사), 박근태(조선비즈 부장), 박용삼(포스코경영연구원 연구실장), 안준모(고려대학교 교수), 홍대순(광운대학교 교수) 내부 편집위원 김중훈 이사, 윤영근 팀장, 송현주 팀장 편집 이종민 팀장, 김가희 주임

「기술과혁신」에 실린 글의 내용은 한국산업기술진흥협회의 공식 의견과 다를 수 있습니다.
또한 게재된 글과 사진은 허가 없이 무단으로 사용할 수 없습니다.

SPECIAL
ISSUE

2025년 새로운 산업기술정책 방향은?

- 08 SPECIAL ISSUE INTRO
2025 산업계가 바라는 새로운 산업기술정책은?
- 12 SPECIAL ISSUE_ 01
산업기술 R&D 투자, 어떠한 돌파구가 필요한가?
- 16 SPECIAL ISSUE_ 02
지체할 수 없는 AI Transformation(AIX)
- 20 SPECIAL ISSUE_ 03
주력산업 고도화를 위한 전략적 전환:
AI·디지털 전환과 융합 기반 혁신
- 23 SPECIAL ISSUE_ 04
인재 수급 환경 변화에 대응하는 산업기술
인력 확보 전략
- 27 SPECIAL ISSUE_ 05
기술 패권 시대의 한국형 기술규제 혁신:
글로벌 경쟁력 강화를 위한 새로운 틀
- 31 한국산업기술진흥협회 정책 건의
'2025 산업기술혁신 정책·R&D 세제 건의'

Innovation

- 34 글로벌 R&D
ASEAN의 R&D 협력과 시사점
- 37 트럼프 2.0 시대, 신기술 BIG CHANCE
AI 시대의 전력 슈퍼 사이클: LS ELECTRIC의
Beyond X를 통한 도약
- 40 기술혁신 성공사례
소리 없는 불량 원인 정전기 잡는 고진공 이온화 제전장치

Strategy

- 46 특허활용
특허 및 트렌드 분석 방법론: 인공지능의 미래,
디지털 휴먼을 예시로
- 49 기술경영
R&D 포트폴리오와 프로젝트 선정·관리 방안
- 52 이달의 명강연
Agentic AI, 새로운 AI 혁명의 시작

Technology

- 54 대한민국 엔지니어상
3월, 4월 수상자
- 56 IR52 장영실상
2025년 수상제품(9주~16주)

Culture

- 58 R&D 나침반
뜨거워지는 지구, 더위와의 싸움에 팔 걷어 붙이는 과학
- 62 라이벌의 과학사
진리는 때때로 정치를 따른다 뉴턴과 라이프니츠,
그리고 과학의 이름으로 쓰인 두 세계의 이야기
- 69 북&시네마
인텔리전스 랩 & 미키17

News

- 70 현장스케치 01
2025년 민간R&D협의체 제1차 총괄위원회
- 71 현장스케치 02
2025 탄소중립 K-Tech 포럼
- 72 현장스케치 03
2024년 최우수 및 제106차 IR52 장영실상 시상식
- 74 기업부설연구소 총괄현황
- 76 koita NEWS

산기협 SNS 채널: SNS 채널을 통해 한국산업기술진흥협회의 다양한 소식을 만나보세요.



산기협TV
비디오클럽
바로가기

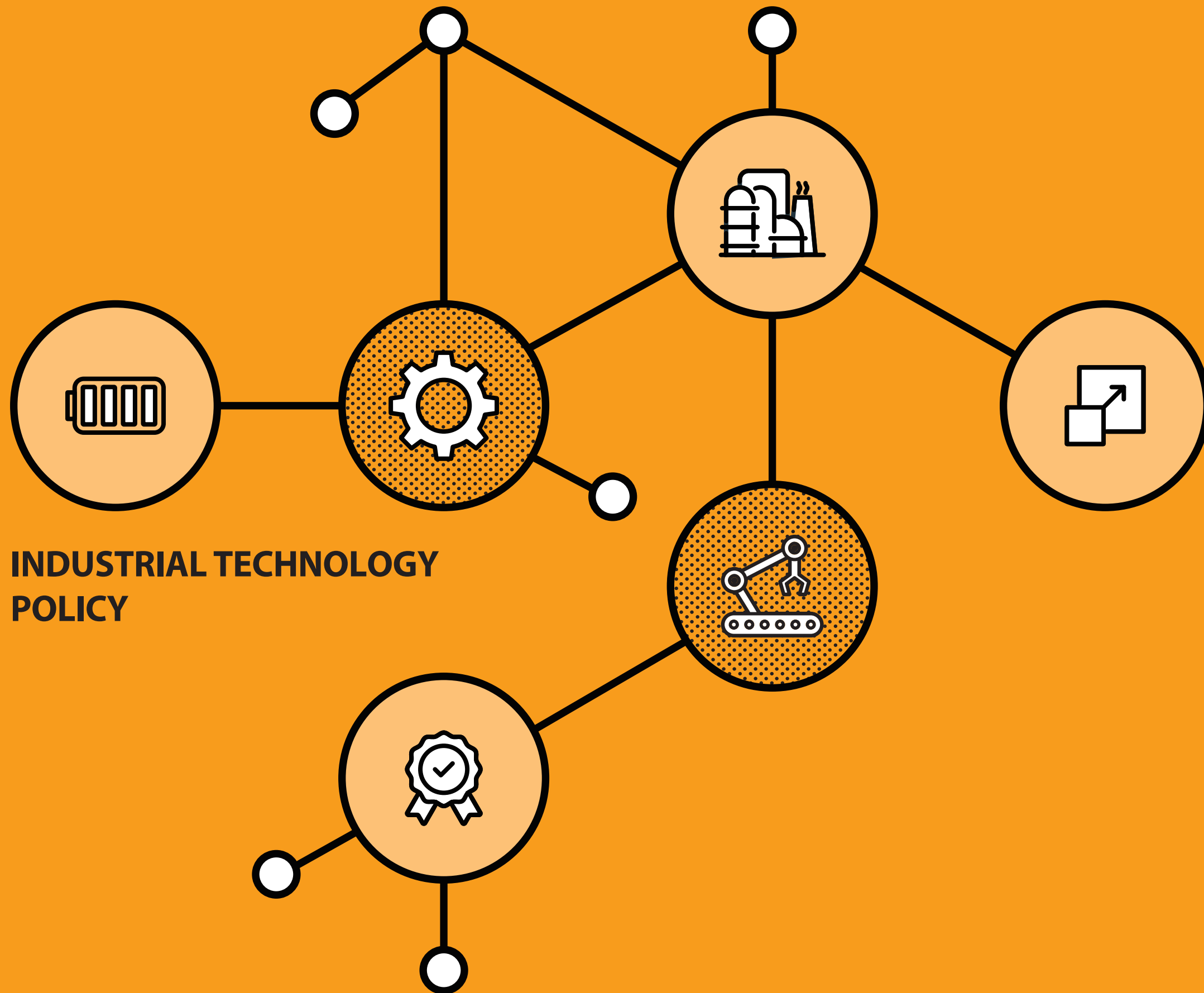


KOITA
카카오 채널
바로가기



KOITA
페이스북
바로가기





INDUSTRIAL TECHNOLOGY POLICY

SPECIAL ISSUE

트럼프 2기 행정부 출범, 격화되는 글로벌 기술 경쟁, 국내 정치적 변화 등 다양한 환경 변화 속에서 새로운 산업기술정책 방향을 제시할 필요가 증대되고 있다.

이에 이번 호에서는 대표적인 산업기술정책 분야인 R&D 투자, AIX, 주력산업 고도화, 산업인력, 기술규제에 정통한 전문가들의 의견을 살펴본다.

2025년 새로운 산업기술정책 방향은?

- 08** 2025 산업계가 바라는 새로운 산업기술정책은?
- 12** 산업기술 R&D 투자, 어떠한 돌파구가 필요한가?
- 16** 지체할 수 없는 AI Transformation(AIX)
- 20** 주력산업 고도화를 위한 전략적 전환: AI·디지털 전환과 융합 기반 혁신
- 23** 인재 수급 환경 변화에 대응하는 산업기술 인력 확보 전략
- 27** 기술 패권 시대의 한국형 기술규제 혁신: 글로벌 경쟁력 강화를 위한 새로운 틀

2025 산업계가 바라는 새로운 산업기술정책은?



글. 안준모
고려대학교 교수

서울대학교 응용화학부에서 공학사를, 영국 케임브리지 대학교에서 기술경영학 박사학위를 취득하였다. 현재는 고려대학교 정경대학 행정학과에서 교수로 재직하고 있다. 학계로 옮기기 전에는 중소기업청, 교육과학기술부 등에서 공직 생활을 하며 다양한 기술 정책 수립에 관여했다. 주요 연구 분야는 과학기술 혁신 정책, 인공지능 기반 정부, 디지털 전환, 기업가정신 등이다.



산업정책의 귀환

자유경제 체계에서 오랫동안 산업정책은 고속 성장을 해야 하는 개도국의 전유물로 여겨졌다. 아시아의 4마리 호랑이(한국, 대만, 싱가포르, 홍콩)는 성공적인 산업정책을 펼치고 있는 모범생으로 인식되는 반면, 미국과 유럽연합(EU) 같은 선진국들은 시장의 ‘보이지 않는 손’의 중요성을 내세우며, 정부는 자유무역 기반하에 최소한의 산업육성 정책을 펼쳐야 한다고 주장해 왔다.

그런데 2008년 서브프라임 모기지 사태로 글로벌 금융위기가 촉발되고 2019년 Covid-19 등으로 경기침체가 발생하여 분리주의나 보호주의, 반세계화가 심화되면서, 선택적 국제협력이나 핵심기술의 확보, 기술 리더십 확보가 중요한 산업정책의 키워드로 떠올랐다. 이로 인해 미국과 유럽연합도 예전과는 달리 노골적인 산업정책을 펼치고 있다. 미국의 대표적인 과학기술 싱크 탱크 기관의 하나인 ITIF(Information Technology and Innovation Foundation)의 수장 Robert Atkins는 2021년 4월 ‘산업정책의 부활(Industrail Poliy is Back)’을 선언한 바 있다. 2011년부터 2019년까지 유럽중앙은행(European Central Bank, ECB) 총재를 지낸 경제학자 Mario Draghi가 2024년 9월에 발표한 ‘유럽 경쟁력의 미래 보고서(The future of European competitiveness)’에서도 유럽의 적극적인 R&D 투자와 체계적인 산업정책 수립의 필요성을 강조하고 있다.

더욱이 최근 미국은 트럼프 정부가 들어서면서, 미국 우선주의의 기치 아래 제조업 및 미래 첨단산업의 경쟁력 강화를 강조하고 있다. 인공지능 분야에서는 중국을 견제하는 동시에 규제 완화를 통하여 기술적 우위를 확고히 하기 위해 박차를 가하고 있다. 반도체 분야에서도 강력한 수출통제와 관세를 통한 압박 등을 이어가고 있다. 에너지 분야의 경우, 화석연료 기반의 저렴한 산업용 전기공급과 이를 기반으로 한 미국 제조업의 경쟁력 강화, SMR 등 차세대 원전 개발, 바이오 경쟁력 제고와 민간의 자율적 혁신유도 등을 주요 정책으로 추진하고 있다. 더욱이 최근 미국이 강력한 관세정책을 도입하면서, 기존의 자유무역

기술 분야	국가	2025년 이후 주요 정책 변화
AI	미국	트럼프 2기 규제 완화, 기업 자율 관리 강조, 대중국 견제 지속
	일본	2025년 규제 완화 기초 전환, 산업별 법령 적용, 기술 중립 원칙
	EU	AI Act 시행 예정, 혁신 저해 우려로 유엔 운용 검토
	중국	국가 주도 투자, 선제적 규제 혁신, 2030년 AI 선도국 목표 유지
반도체	미국	CHIPS Act 보조금 삭감 시사, 수출통제는 지속
	일본	TSMC 투자 확대, Rapidus 지원, Chip4 협력 지속
	EU	Chips Act 시행, 2.0 추진 논의 중, 회원국 협력 강화
	중국	대규모 자립 투자 지속, 국산화 확대 시도
에너지	미국	IRA 보조금 삭감 추진, 파리협정 탈퇴 재선언, 화석연료 중심 전환
	일본	수소경제 주도, 원자력 재가동 및 차세대 원전 개발
	EU	기후 정책 지속 강화, 산업보조금 확대 및 공급망 내재화
	중국	재생에너지 투자 확대, 석탄 생산 병행, 녹색기술 정책 유지
바이오	미국	바이든의 바이오 이니셔티브 철회, 민간 자율 혁신 유도
	일본	재생의료, mRNA 백신 개발, AI 융합 신약 개발 강조
	EU	GMO 규제 완화 검토, 보건 데이터 통합 추진
	중국	자체 혁신 강화, 글로벌 협력 병행, 생물 경제 중심 육성

표1 최근 각국의 주요 기술 분야별 산업정책 변화

질서에 커다란 파고가 일고 있다. 트럼프 정부는 미국의 무역적자를 강조하며 대미 무역 흑자국에 높은 관세를 부과함으로써 바이든 정부의 정책을 연일 뒤집고 있다.

그러나 우리는?

이 같은 세계적인 혼돈 속에서 우리나라의 산업기술정책은 어떠한가? 안타깝게도 계엄과 탄핵이라는 정치적인 악재를 겪으면서, 적기에 대응할 수 있는 산업기술정책이 펼쳐지지 못하고 있다. 미국의 관세정책에 관한 빠르고 적극적인 대응, 산업기술 R&D 투자 확대, AI 진흥, 주력산업 고도화, 산업인력 육성, 기술규제 혁신 등의 현안이 산적해 있음에도 불구하고, 리더십의 부재로 국가적 의사결정이 지연되고 있다. 아직 관련한 정치적

갈등이 남아있으나 우리 사회가 새로운 대통령을 뽑는 과정으로 나아가고 있기에, 이제 대한민국이 어떠한 산업기술정책을 수립하고 어떠한 전략적 선택을 해나가는지가 중요하다. 한국 산업기술진흥협회(이하 산기협)는 R&D 투자, AIX, 주력산업 고도화, 산업기술 인재 육성, 기술규제의 5개 분야로 나누어, 새로운 정부가 고민해야 할 산업기술정책 이슈들을 연구소 설립 기업 300개사에 물었다.

먼저, 응답 기업들은 ‘R&D 투자’에 대해서는 그림1에 나타난 것처럼 R&D 투자 규모 확대와 함께 정부 R&D 프로그램의 행정절차, 평가, 세제지원 개선 등 시스템 혁신이 필요하다고 응답했다. 특히 많은 정부 프로그램이 산업현장을 제대로 이해하지 못하고 있다고 지적하면서, 기존의 주력산업과 중소기업에 대한

주요 핵심어

주요 의견
• R&D 프로그램 행정절차 개선 • 전반적인 R&D 투자 확대 • 산업현장에 대한 이해 필요 • 첨단산업뿐 아니라 기존 주력산업 투자도 확대 • 도전적이고 장기적인 프로그램 부족 • 평가, 세금 제도 등 시스템 혁신 필요

그림 1 산기협이 2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사 'R&D 투자' 부문 결과

인배와 함께 도전적이고 장기적인 지원도 중요하다고 응답했다. 기업들은 'AIX(AI Transformation)'에 대해서는 AI를 통한 산업의 경쟁력 제고가 시급하다는 데에 대부분 인식을 같이하고 있었다. 많은 기업이 산업현장에서 다양한 활용이 이루어지도록 데이터 축적과 활용이 보장되어야 한다고 인식하였으며, 이를 위해 기초 인프라에 대한 투자, 활용 교육, 시스템 구축 등이 선행되어야 한다고 응답했다. 또한 산업현장에서 AIX를 촉진하기 위한 보조금 지급이나 규제 개선과 함께, 열악한 환경의 중소기업들에게도 AI 활용 기회를 보장할 방안 마련이 필요하다고 지적했다.

‘주력산업 고도화’에 대해서는 많은 기업들이 디지털 전환을 통한 생산성 제고가 시급하다고 응답했다. 기업들이 대내외적 어려움을 겪으며 스스로 돌파구를 찾기는 힘든 상황이기에, 정부의 적극적인 지원이 필요하다고도 했다. 특히 탄소중립을 위한 시설투자자와 인건비 지원은 물론, 자체적인 투자에 대한 세액

주요 핵심어

주요 의견
• 산업현장 AI 활용을 위한 데이터 축적 • 교육, 인력 육성 등 인프라 구축 필요 • AI에 대한 인식 전환, 수준 제고 필요 • 관련 규제 개선, 보조금 지급 등 적극적인 지원 • 중소기업에 공정한 AI 활용 기회 보장

그림 2 산기협이 2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사 'AIX' 부문 결과

공제 등이 필요하다고 응답했다. 또한 인구 감소로 인한 타격이 심각하므로 청년과 외국인력의 유입을 위한 인센티브도 시급하다고 지적했다.

기업들은 ‘산업기술 인재 양성’에 대해서는 실습 위주의 실무 연계형 교육을 강화해야 한다고 강조했다. 즉 R&D 인력도 중요하지만, R&D 성과를 산업현장에서 구현할 수 있는 현장 맞춤형 인력 육성은 더 중요하다고 생각했다. 외부 전문가 활용과 인건비 및 교육비 부담에 직면하고 있는 기업들을 위해, 취업 연계형 실무연수나 산업별 맞춤형 교육프로그램 등 다양한 지원 프로그램이 필요하다고 지적했다.

마지막으로 ‘기술규제’에 대해서, 기업들은 규제가 국가 경쟁력을 높이는 데 걸림돌이 되어서는 안 된다고 의견을 모았다. 분명 규제는 기술의 남용과 부작용을 막기 위해 필요하다. 그러나 산업계가 기술개발을 위해 엄청난 비용과 시간, 인력을 투입하고 있으며 외부 정책 환경도 수시로 변화하고 있음을 고려하여,

정부가 신산업의 특성을 이해하고 산업기술이 경제성장에 기여할 수 있도록 좋은 규제를 설계해야 한다는 것이다. 많은 기업이 샌드박스 등 기술 친화적 제도를 고도화하고 적극적으로 확대해야 한다고 응답한 것도 같은 맥락이라 볼 수 있다.

트럼프 정부의 새로운 국제질서 하에서, 많은 국가가 새로운 산업정책을 위해 경쟁하고 있다. 따라서 우리나라도 우리의 강점은

살리고 약점은 최소화하며, 외부 기회를 활용하고 위협요인에 적극적으로 대처할 수 있는 동태적이고 전략적인, 질 좋은 산업 기술정책을 수립해야 한다. 새 정부는 산업기술 확보가 곧 국가의 생존을 좌우하는 기술 주권 시대가 도래했음을 인지하여, 산업기술 R&D 투자부터 기술규제 혁신에 이르는 다양한 산업기술 정책을 펼쳐야 한다. 산업기술이 곧 국가의 미래다. **기술혁신**

주요 핵심어	주요 의견
	• 디지털 전환, 탄소중립을 위한 인프라 구축 • 중소기업 부담 완화를 위한 맞춤형 지원 • 인건비 지원 및 컨설팅 지원 확대 • 청년 및 외국인 유입 필요 • 혁신을 위한 세제 인센티브

그림 3 산기협이 2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사 ‘주력산업 고도화’ 부문 결과

주요 핵심어	주요 의견
	• 실습 위주의 실무 연계형 교육 강화 • 인건비, 교육비 지원 프로그램 확대 • 반도체 등 산업인력 육성 필요 • 전문가 활용 필요

그림 4 산기협이 2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사 ‘산업기술 인재 육성’ 부문 결과

주요 핵심어	주요 의견
	• 샌드박스 등을 통한 다양한 규제혁신 필요 • 국가 경쟁력을 위한 규제 디자인 • 산업계의 비용, 인력, 자본 투입 노력을 감안 • 인구, 경제 등 외부 변화를 고려할 필요 • 신산업의 특성을 고려할 필요

그림 5 산기협이 2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사 ‘기술규제’ 부문 결과

산업기술 R&D 투자, 어떠한 돌파구가 필요한가?



글. 안준모
고려대학교 교수

서울대학교 응용화학부에서 공학사를, 영국 케임브리지 대학교에서 기술경영학 박사학위를 취득하였다. 현재는 고려대학교 정경대학 행정학과에서 교수로 재직하고 있다. 학계로 옮기기 전에는 중소기업청, 교육과학기술부 등에서 공직 생활을 하며 다양한 기술 정책 수립에 관여했다. 주요 연구 분야는 과학기술 혁신 정책, 인공지능 기반 정부, 디지털 전환, 기업가정신 등이다.

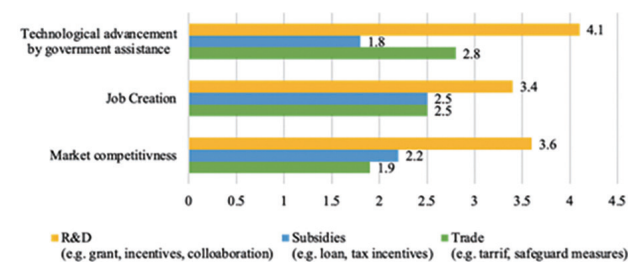


각국의 공격적 R&D 투자 전쟁

전 세계가 노골적이고 적극적인 산업기술정책 경쟁에 뛰어들면서, 가장 먼저 변화하고 있는 것은 적극적인 R&D(연구개발) 투자라고 할 수 있다. 산업 경쟁력을 강화하기 위해서는 핵심역량(core competency)의 확보가 필요하며, 이를 위해서는 자체적인 R&D 확대가 필수 불가결하기 때문이다. 미국의 피터슨 연구소는 'Scoring 50 Years of US Industrial Policy 1970-2020'이라는 보고서를 통해 50년간의 산업정책을 평가하였다. 평가 기준은 산업 경쟁력 강화, 고용 창출, 기술 진보라는 세 가지였는데, **그림1**과 같이 'R&D 투자'가 관세나 보조금 등 다른 정책 수단에 비해 월등히 효과적인 것으로 나타났다. '핵심기술'의 확보가 국운을 결정하는 기정학(技政學, techpolitics) 시대에는 R&D 투자가 더욱더 중요할 수 있다.

이를 극명하게 보여주는 사례가 최근 중국의 엄청난 R&D 투자이다. 미국이 반도체 장비를 중심으로 기술 통제를 실시하자, 중국 정부는 자국 기업에 막대한 R&D 자금을 지원하며 자체적인 핵심역량을 확보하기 위해 노력하고 있다. 일례로, 미국의 견제를 가장 많이 받는 화웨이(HUAWEI)는 최근 10년간 약 213조 원을 R&D에 투자해 왔다. 2023년 한해에만 31조 5,466억 원을 투자했으며, 이는 화웨이 매출의 23.4%에 해당하는 막대한 규모다.

이러한 공격적 R&D 투자 덕분인지 중국은 자국의 목줄을 죄고 있는, 이른바 '차보즈(卡脖子)' 기술을 자체적으로 개발하는 데 성공하고 있다. 중국과학원은 자국의 숨통을 죄는 미국의 35개



Source: 피터슨 연구소, Scorecard for US industrial policy, 1970-2020
Scores are A+ = 4.5; A = 4; B = 3; C = 2; D = 1.
* = cases that saved existing US jobs, as opposed to creating new jobs

그림 1 미국의 50년 동안의 산업정책 효과성 분석

차보즈 기술을 발표한 바 있는데, 가장 중요한 기술로 반도체 분야의 광각기와 포토레지스트 기술이 꼽혔다. 이는 미국이 네덜란드를 압박해 포토리소그래피 장비업체인 ASML의 중국 수출을 통제했기 때문인데, 중국 정부는 엄청난 R&D 투자를 바탕으로 2024년 9월 자체적인 7nm 포토리소그래피 기술 양산에 성공했다고 발표했다. 중국은 미국의 견제에도 불구하고, 공격적인 R&D 투자로 국가의 산업 경쟁력을 한 단계 높인 것이다.

우리나라의 R&D 투자전략 방향은?

각국이 노골적인 산업정책을 통해 자국 기업의 핵심역량 확보에 힘쓰는 가운데, 우리나라의 R&D 투자는 어떠한 방향으로 이루어져야 할까? 안타깝게도 우리나라는 2024년 정부가 R&D 예산을 삭감하면서 산업현장에 혼란이 야기된 바 있다. 이는 R&D 예산이 급격히 증가하면서 누적된 비효율성을 제거하기 위한 시도였지만, 그 방법이 거칠었고 접근방식도 세련되지 못했다. 글로벌 기술 패권 경쟁 속에 R&D 투자가 더욱 효과적으로 이루어지기 위해서는 다음과 같은 전략이 필요하다.

1) 정치와 R&D 투자의 분리: 지속적이고 안정적인 R&D 투자

한때 세계를 호령했던 글로벌 기술기업인 Boeing과 Intel은 최근 많은 어려움을 겪고 있다. 기술기업의 근본인 R&D를 줄이고 원가절감에 집중하면서, 단기 재무제표는 좋아졌으나 기술적 우위를 후발 주자들에게 내주었기 때문이다. 즉, R&D 투자를 줄이면서 외부 충격에 대한 회복력(resilience)을 잃고 지속 가능한 성장 모멘텀이 희생되었다.

국가도 마찬가지다. 우리나라는 천연자원이 부족하고 북한으로 인해 반도체 국가의 이점도 살리지 못하고 있어, 지정학적으로 비교열위에 있다. 이러한 악조건 속에서도 '한강의 기적'을 이룬 것은 기술혁신에 대한 열정과 과감한 투자 덕분이었다. 최근 기술혁신 정책에도 정치적 이슈가 결부되면서, 원자력이나 친환경 에너지 같은 특정 기술 분야에 대한 R&D 삭감이나 급격한 정책 전환이 종종 발생하고 있다. R&D는 미래를 위한 투사이기 때문에 '지속적이고 안정적인 정책 기조 유지'가 중요하다. 특히

정부 정책에 맞추어 R&D 포트폴리오를 설정한 민간기업이 급격한 정책 전환으로 손해를 보지 않도록, 신중하게 정책 기조를 설정하고 이를 유지하려는 노력이 필요하다. 예를 들어, 매년 정부 R&D 예산 최소 증가율을 설정하여 공표하거나 다년도 R&D 과제의 정부 지원을 보장하고, 대체 자원(예: 기술 보증을 통한 긴급 무이자 융자 등)을 마련할 필요가 있다.

2) 한국형 테마섹: 경직된 정부 주도 R&D 투자 방식을 민간 중심으로 혁신

현재 기술개발 환경이 빠르게 변화하여 기술은 물론 산업 간 융복합이 보편화되고 있다. 그러나 정부의 R&D 투자는 여전히 전통적인 방식에 머물러있다. 정부 회계연도에 따르는 출연금 집행이 대부분이며, 보조금(subsidy)이 아닌 출연금(grant)임에도 불구하고 보조금에 준하는 정산이 이루어지고 있다. 즉, R&D 자금이 R&D의 성격을 반영하지 못하고 지나치게 경직적으로 이루어지고 있다. 이 때문에 자금이 풀리는 3월에 일제히 R&D 과제가 시작되고, 연말에는 실적 관리를 위해 일제히 기술이전이 일어나는 촌극이 발생하고 있다.

R&D 투자 포트폴리오를 구성하는 시각도 자금을 배분하는 정부의 관점에서 벗어나지 못하고 있다. 따라서 새로운 분야에 대한 과감한 투자, 혁신적인 투자관리 등이 이루어질 수 없는 구조적 한계가 존재한다. 이를 극복하기 위해서 정부 R&D 투자가 배분이 아닌 투자가 될 수 있도록, 정부는 투자만 하고 관리는 민간이 하는 이원화된 구조로 전환해야 한다. 즉, 정부의 예산 회계 운영 틀에서 과감히 벗어나 정부와 민간이 함께 투자하고 시장 메커니즘이 R&D 투자를 결정할 수 있도록 완전히 새로운 R&D 투자시스템을 만들어야 한다.

경직적인 국가 R&D 관리 체계에서 벗어나 민간이 창의적인 R&D를 주도할 수 있도록, 특수법인 형태의 R&D PPP(Public Private Partnership)를 활성화할 필요가 있다. 싱가포르가 독립적인 투자 지주회사인 '테마섹'을 만들어 글로벌 투자를 하는 것이 대표적인 예시다. **그림2**처럼 정부는 민간과 함께 재원을 투자하되 과도하게 간섭하지 않는 것이 핵심이며, 이사회를 통해

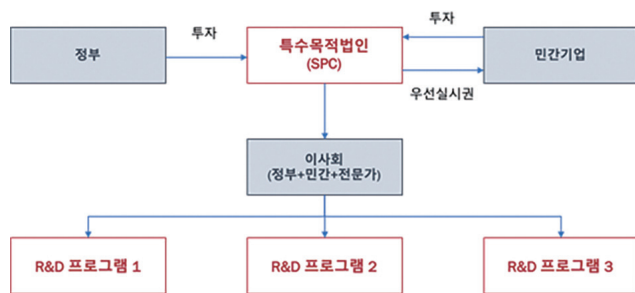


그림 2 한국형 테마섹(R&D PPP) 개념

투자 포트폴리오를 선정하고 개별 R&D 프로그램을 관리하는 구조다. 정부가 주도하는 top-down식 투자와 위계적인 관리시스템에서 벗어나, 기업이 주도하는 새로운 R&D 투자시스템을 구축해야 한다.

3) 첨단산업과 주력산업, 뿌리산업 간의 균형

양자, 바이오, 인공지능처럼 첨단 전략기술에 대한 투자는 매우 중요하다. 첨단산업은 미래 먹거리로서, 공격적인 투자를 통해 글로벌 비교우위를 점해야 하기 때문이다. 그러나 산업기술의 다른 한 축은 전통 제조업과 뿌리산업이라는 사실을 잊어서는 안 된다. 여전히 대부분의 매출과 부가가치, 일자리는 기존산업에서 창출되고 있다.

제조업계는 국가전략기술, 국가첨단전략기술 등에 R&D 투자가 집중되면서 제로섬(zero-sum) 게임의 어려움을 호소하고 있다. **첨단 미래산업이 주력산업으로 자리 잡기까지는 아직 많은 시간이 필요하기에, 기존 제조업을 고도화하거나 경쟁력을 강화하기 위한 맞춤형 투자도 이루어져야 한다.** 즉 기존의 주력산업, 뿌리산업에 대한 R&D 투자는 미래 첨단기술에 대한 투자와 결이 달라야 하는 것이다. 노후화된 장비에 대한 교체, 하드웨어 구매나 임차에 대한 지원이 중요하며, 산업 인공지능(Industrial AI)에 기반한 제조 프로세스 자동화·자율화·고도화도 이루어져야 한다.

엑사원(EXAONE)이라는 자체 인공지능(AI)을 활용하고 있는 LG가 좋은 사례다. LG 이노텍은 AI 비전 검사를 도입하여 리드타임을 80% 줄이고, 품질검사 인력 투입을 90%까지 줄였다.

또한 LG 화학은 Multi-agent 강화학습 기반의 스케줄링 최적화를 통해 납사(Naphtha) 생산 프로세스를 최적화한 바 있다.

4) R&D 투자 방식 다변화

기술혁신의 경로 복잡성, R&D의 높은 불확실성, 융복합 기술의 증가 등 변화를 맞이하여, 선진국은 정책 혼합(Policy mix) 기반의 기업 지원을 도입하고 있다. 이는 다양한 투자 방식을 포트폴리오로 구성하여, 기업의 복잡한 기술혁신을 체계적으로 지원하는 방법이다. 즉 출연금(grant), 조세지원(tax incentive), 융자(loan)를 R&D 성격에 따라 복합적으로 사용하여 정책 효과를 제고하고자 노력하고 있다(그림3). 관련 실증 연구들도 정책 혼합의 효과성을 실증하고 있다.

특히 중소기업의 경우, 경영 및 혁신 여건이 다양하고 재정 및 인적자원이 열위에 있는 상황이다. 따라서 획일적인 지원보다는 기업 상황에 맞게 선택할 수 있는 수요자 맞춤형 정책 혼합이 필요하다. 우리나라의 경우 기술보증기금이라는 독특한 시스템을 가지고 있어, 출연금과 조세지원만을 결합하는 다른 나라들보다 다양한 선택지를 보유하고 있다. 예를 들어, 그림4와

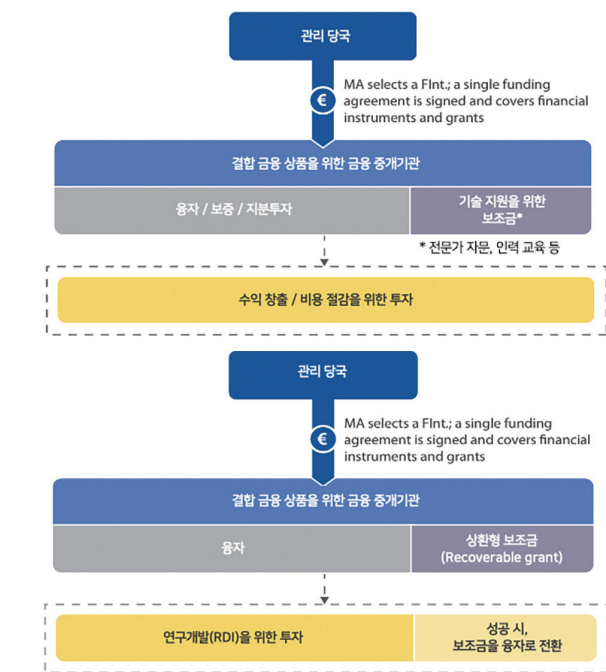


그림 3 유럽투자은행(EIB)의 다양한 투자 방식 조합

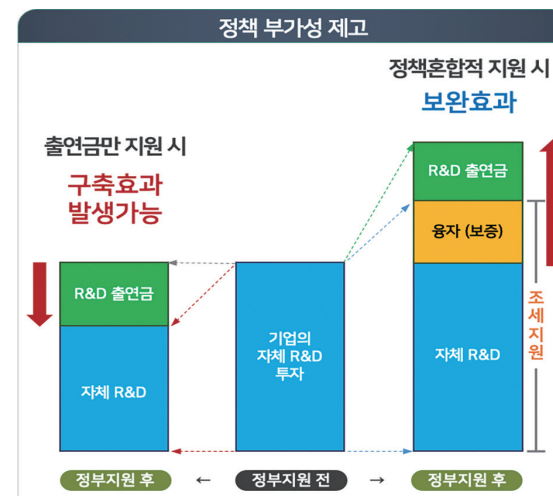


그림 4 투자 방식 혼합의 정책 효과

같이 R&D 출연금을 기술 보증에 따른 융자나 조세지원과 결합하면 기업의 자체적인 투자를 견인하는 긍정적인 보완 효과를 창출할 수 있다. 반대로 R&D 출연금만을 지원한다면, 기업의 자체적인 투자를 구축(crowd-out)하는 부정적인 효과가 발생할 수 있다.

5) 낮은 R&D 조세지원 제도 혁신

우리나라는 상당히 다양한 R&D 조세지원 제도를 채택하고 있다. ‘연구 인력 개발비에 대한 세액공제’, ‘연구개발 관련 출연금 등의 과세특례’, ‘통합 투자세액공제’, ‘기술이전 및 기술 취득에 대한 과세특례’, ‘연구개발특구에 입주하는 첨단 기술기업 등에 대한 법인세 등의 감면’, ‘기술 혁신형 합병, 주식취득에 대한 세액공제’ 등 다양한 조세지원 항목이 있다.

그러나 실제 조세감면의 대부분은 1981년에 도입된 기업부설연구소 제도와 맞물린 ‘연구 인력 개발비에 대한 세액공제’와 성장동력산업 투자와 연결된 ‘통합 투자세액공제’가 차지하고 있다. 나머지 항목들은 존재하긴 하지만 실제 조세감면 금액이 상당히 미미한 실정이다. 이는 R&D 조세지원 제도에 변화가 필요함을 시사한다. 현재는 조세 당국이 눈으로 확인할 수 있는 장비 투자나 기업부설연구소 관련 R&D 투자만을 인정하는 것이나 다름없기 때문이다.

이러한 조세감면은 산학연 협력을 촉진하지 못한다는 구조적인 한계가 있고, 융복합 신산업에도 적용할 수 없으므로 근본적인 변화가 필요하다. 예를 들어, 기업이 산학연 프로젝트를 수행한 박사 학생을 학위 종료 후 6개월 내 고용하면, 기업이 투자한 학비 및 생활비를 R&D 연구개발 세액공제(인건비)로 소급 인정해 주는 제도를 도입할 수 있다. 기업이 국가가 지정한 기술 분야의 산학연 연구를 진행할 경우, 특정 조건(지원 기간, 인력 채용 등)을 충족하면 R&D 세액공제를 소급 적용하는 등의 인재 기반 R&D 조세지원 제도도 필요하다. 프로그램 개발 등 무형적 R&D도 폭넓게 인정되도록, 유연한 분류체계를 도입하여 제조업 대비 현저히 낮은 디지털 신산업 분야의 조세지원도 확대해야 한다. 융복합 기술이나 빠른 기술변화 등으로 즉각적인 판단이 필요한 첨단 분야에 대해서는, 우선 인정하고 후후 기준을 보완하는 ‘융복합 R&D 조세 샌드박스’ 제도의 도입을 검토해야 한다.

6) 정부 R&D 프로젝트 관리 방식에 대한 행정 혁신

R&D 투자뿐 아니라, 출연금이 기업에 전달되고 관리되는 방식도 혁신해야 한다. 이번 Special Issue를 준비하며 산기협이 실시한 산업계 의견 조사에서도, 이러한 혁신이 필요하다고 많은 기업이 답변했다. **최근 정부 부처들이 사업을 지나치게 세분화 하였고 때문에, 하나의 사업 내에서도 여러 시도를 할 수 있도록 R&D 과제를 통합하거나 대형화해야 한다.** 강제적 산학연 컨소시엄 구성을 완화하고, 매출액이 아닌 기술에 기반한 기업 평가를 도입하는 등 R&D 예산사업의 관리 방식을 근본적으로 혁신해야 한다.

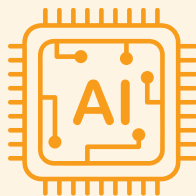
또한, 많은 응답 기업이 지적한 것처럼 과다한 제출 서류와 복잡한 행정절차도 문제이다. 이러한 행정부담은 특히 영세한 중소기업들에 진입장벽으로 작용하면서, 브로커들이 개입하여 R&D 시장이 왜곡되는 문제까지 발생하고 있다. 따라서 디지털 플랫폼 위원회가 추진하고 있는 ‘구비서류 제로화’, ‘맞춤형 혜택 알리미’ 등 데이터에 기반한 행정서비스가 R&D 투자에도 적용되어야 한다. 행정부담 때문에 기술력 있는 중소기업들이 R&D 투자에서 소외되는 일은 없어야 한다. **[기술혁신]**

지체할 수 없는 AI Transformation(AIX)



글. 최재식
(주)인이지 대표이사
KAIST 김재철AI대학원 교수

서울대학교에서 컴퓨터공학과를 졸업한 후, 미국 일리노이대학교 어바나-샴페인(UIUC)에서 전산학 박사 학위를 취득하였다. 울산과학기술원(UNIST) 교수를 거쳐 현재는 KAIST 김재철AI대학원 교수로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 설명 가능 인공지능(XAI), 대용량 시계열 데이터의 학습 및 추론, 딥러닝 응용 등이다. 2019년에는 공정 효율 최적화 인공지능 예측 솔루션을 제공하는 (주)인이지를 창업하여, 대표이사로서 학문과 산업 현장을 연결하는 혁신을 이어가고 있다.



인공지능 기반 전환(AI Transformation, AIX)을 잘 실행하기 위해서는 인력, 데이터, 인프라의 철저한 준비가 필요하다. 이 글에서는 AIX를 위해 필요한 것 중 데이터에 집중한다. 세계적 인 수준의 데이터를 확보하는 데 필요한 역량과 각 응용 분야 (vertical)에서 진행되고 있는 시도를 살펴보고, 이를 발전시키기 위해서는 어떤 노력을 기울여야 하는지를 살펴본다.

AIX에 필요한 학습 데이터

1) 국내외 AI 학습 데이터 현황

AI 산업의 육성에 가장 중요한 3대 요소는 인프라, 데이터, 인재이다. 그중 데이터는 딥러닝, 머신러닝, 강화학습 등 최근 널리 사용되는 대형 AI 모델을 학습시키는 데 꼭 필요하다. 국내에서는 인공지능 학습을 위하여 의료데이터, 공공데이터 등을 개방하는 정책을 추진하고 있으나, 국제적인 경쟁력을 갖춘 AI 모델을 학습하기에는 여전히 빅데이터가 부족하다는 인식이 자리하고 있다.

회사	모델	학습 토큰수 (trillion 조)	출시일
Facebook	Llama-3	15.0	2024년 4월
DeepSeek	DeepSeek-V3	14.8	2025년 1월
OpenAI	ChatGPT-4	13.0	2024년 7월
Google	Gemini Ultra	11.0	2024년 2월
LG	EXAONE 3.5	6.5	2024년 12월
Google	Gemini Pro	5.5	2024년 4월
Anthropic	Claude 3.5	비공개	2024년 6월
NAVER	HyperClova X	비공개	2023년 8월

표1 대형언어모델별 학습 토큰 수 및 출시일

2) 대형 언어 모델(Large Language Model, LLM) 개발에 필요한 데이터

DeepSeek는 14.8T의 토큰을 학습하여 OpenAI의 ChatGPT-4 및 Google의 Gemini Ultra와 비슷한 양의 학습 데이터를 구축했다. 다만 Anthropic의 Claude와 NAVER의 하이퍼클로바X와 같이, 이미 시장에 출시된 모델은 새로 구축한 학습 데이터의 크기를 공개하지 않는 경우가 대부분이다. 더불어 모델을 공개한 경우(DeepSeek, EXAONE 등)에도 학습 데이터와 학습을 위한 코드 및 절차는 별도로 공개하지 않는다. 따라서 모델만으로는 글로벌 상용 서비스를 위한 성능을 내기가 어렵다. 서비스를 위한 대량의 학습 데이터를 확보하지 못한 기관의 경우, 범용적으로 공개된 데이터와 모델을 통해 특정 작업에서의 학습과 미세조정(fine tuning) 학습을 위한 벤치마크에서 경쟁한다. 그러나 글로벌 수준에서 상용 서비스를 제공하기에는 부족한 실정이다.

3) 대형 언어 모델(LLM) 개발을 위한 데이터 수집 과정

ChatGPT-3의 경우, 총 45TB의 전체 데이터 중에서 정제 작업을 거쳐 580GB의 학습 데이터를 모았다. 이 중 다음 네 가지 종류의 데이터를 주요 학습 데이터로 활용한 것으로 보고되었다.

- ① 웹에 공개된 웹페이지 데이터⁰¹⁾
- ② 책과 공개된 논문 등의 데이터
- ③ 프로그램을 위한 코딩 데이터
- ④ Wikipedia 데이터 및 추가적인 데이터

DeepSeek는 본인이 ChatGPT라고 이야기한 것을 고려하였을 때, 웹에 공개된 데이터 외에도 지식 증류(Knowledge Distillation)를 통하여 학습 데이터를 생성 및 수집했을 가능성이 있다. 지식 증류는 ChatGPT 등의 서비스에 접속하여 질문하는 방식으로, 서로 다른 기계학습 모델 간에 지식을 전달하는 방법을 가리킨다. 그리고 미국 8개 신문사가 OpenAI에 소송을 제기한 것을 고려하면, 상용 서비스를 제공하는 미국의 빅테크

기업도 성능을 높이기 위해 모든 저작권의 승인을 받지 않은 상태로 이를 학습에 활용한 것으로 보인다.

학습에 활용된 데이터 중 웹페이지, 비디오, 위키피디아 등의 데이터는 기존의 검색 서비스에도 활발하게 활용되는 데이터다. 기존 검색에 활용되는 공개 데이터가 LLM에서도 기본 학습 데이터가 된다는 것을 확인할 수 있다.

그러나 LLM은 기존의 검색 엔진과는 다르게, 복잡하고 다양한 멀티 모달 형식의 질문(예. IQ 테스트, 추론 문제)에 답변을 제공하는 경우가 많다. 따라서 위 학습 데이터로 사전 학습을 한 후, 추가적인 추론을 고도화하는 생각의 연결고리(Chain of Thought, CoT) 학습 데이터를 추가로 수집하여 모델 학습을 고도화한다. DeepSeek는 60만 개의 추론 데이터와 20만 개의 질의응답 지도학습 데이터 및 사람의 정답 선호 데이터를 별도로 구축하여, 답변의 성능을 고도화하는 데 활용하였다고 보고되었다.

국내에서는 NAVER와 LG가 모델 학습 데이터의 규모를 공개했다. 이들은 한국어 데이터가 많이 활용된 점을 강조하고 있으나, 정확한 데이터의 종류와 양을 알기는 어렵다. 반면 다른 기업들은 학습 벤치마크를 위해 공개된 데이터에 기반하여 파라미터를 수정함으로써 성능을 고도화한 경우가 많았다. 따라서 NAVER와 LG는 글로벌 경쟁 기업의 적극적이고 공격적인 학습 데이터 수집에 대비해 뒤처지는 면이 있는 것으로 평가된다. 그러므로 ChatGPT 학습에 활용된 45TB의 기초(raw) 데이터 및 학습을 위한 정제된 580GB 토큰 수준의 정보(텍스트 형식의 상식) 데이터 확보가 필요하다. 근간이 되는 학습 데이터를 한국어뿐만 아니라 영어를 중심으로 한 다국어 데이터로 확보하면 더욱 좋을 것이다. 더불어, AI 모델의 사고력을 높이기 위해 추론 고도화 데이터 및 사람의 선호에 윤리적 판단을 가미할 수 있는 선택 데이터를 확보하는 것이 시급하다.

01 <https://commoncrawl.org/>

AIX에 필요한 도메인별 학습 데이터 공개

인공지능의 영향이 클 것으로 예상되는 대표적인 응용 분야로는 금융, 의료, 제조, 공공(군, 법률 등) 등이 있다.

금융 분야에서는 대형 언어 모델의 질의응답 기능을 금융 거래에 활용하는 것을 중심으로 AI 적용이 확산되고 있다. 이에 따라 대형 언어 모델을 금융 데이터로 고도화하는 데이터가 각 응용 분야별로 취합되고 있다. FinBERT, BloombergGPT 등이 기초 모델로 사용되고 있으며, 그 사용이 널리 확장되고 있다. 인공지능 컨택 센터는 금융업의 고객 상담을 중심으로 급속히 발전·확산하고 있다. 대형 언어 모델과 기존의 인공지능 기술을 융합한 서비스들은 기존에 상담원이 담당하던 고객 응대를 보완함으로써, 상담 응대 시간을 단축하고 고객 만족도를 높이고 있다. 대형 언어 모델의 향상된 언어 이해 능력을 바탕으로, 채팅을 통한 상담도 금융 분야 전반에 확산되고 있다.

의료 분야에서는 국민건강보험공단과 건강보험심사평가원을 중심으로 대형 모델의 학습이 가능한 의료 빅데이터가 구축되어 있다. 이는 국내에서 전 국민이 의료보험에 가입되어 있고, 많은 의료 현장의 정보가 디지털로 처리되고 기록되는 환경이기에 구축될 수 있었다. 이러한 의료 데이터는 전자의무기록(Electrical Health Record, EHR) 데이터를 중심으로 학습을 위해 공개되기 시작하였고, 최근에는 의료 영상 데이터도 학습용으로 공개되고 있다. 의료 공공기관의 데이터 공개를 위한 노력과 병원의 디지털 고도화를 위한 데이터 수집 노력을 통해, 국내에서는 루닛(Lunit), 뷰노(VUNO), 에이아이트릭스(AITRICS) 등이 AI 서비스를 개발하였다. 국내 기업들의 AI 서비스는 의료 영상이나 중환자실 모니터링 등에 활용되고 있으며, 국내 의료 시장뿐만 아니라 해외 시장으로도 진출하고 있어 긍정적이다.

제조 분야에서는 국내 제조 기업들이 반도체, 자동차, 철강, 석유화학, 이차전지 등의 분야에서 세계적인 무인화 자동화 설비를 구축하였다. 그리고 이를 연결 및 모니터링하여 품질과 생산을 고도화하고 있다. 정부의 스마트 공장 보급 사업을 통해서 는 대기업뿐만 아니라 중소·중견 기업에서도 이러한 장치의

연결 및 데이터 수집을 지속적으로 고도화할 수 있었다. 따라서 생산 효율을 높이는 작업이 국내 공장뿐 아니라 해외 생산 기지에서도 확산되고 있다. 이러한 고도화를 통해서, 포스코는 국내 최초로 세계경제포럼이 선정한 등대공장으로 인정받았다. LG전자, LS일렉트릭 등도 자동화·고도화된 제조 생산 시스템으로 인정받고 있다. 그리고 이러한 제조 설비에서도 영상 인식을 통한 불량 검출, AI를 통한 생산 제어, 품질 예측, 수요 예측 등을 위한 데이터가 수집 및 활용되고 있다. 단, 각 기업의 주요 제조 노하우 및 설비 라이선스 계약 등의 조건으로 인해 생산 데이터는 공유되거나 공개되지 않았다. 그러므로 제조 파운데이션(Foundation) 모델을 학습하기 위해서는 공통 제조 데이터를 수집할 필요가 있다.

국내에서 AIX 진행이 어려운 점

국내 기업들은 미국의 빅테크 및 중국의 DeepSeek에 비해, 학습을 위한 데이터를 적극적이고 공격적으로 확보하기가 어렵다. 개인정보가 담긴 데이터에 대한 국내 소비자들의 주체성과 민감도가 매우 강하기 때문이다. 국내에서 서비스하는 빅테크의 경우, DeepSeek처럼 자국의 기준에 맞춘 사용자 계약을 통해 국내 소비자들의 데이터를 AI 학습에 활용할 길을 열어둔 경우가 많다. 그러나 국내 기업들은 전통적으로 강한 소비자들의 요구로 인하여, 서비스 데이터를 학습 데이터로 활용하여 공식적으로 AI 서비스를 개발하는 데 어려움이 있다. 따라서 정부는 이를 해결할 필요가 있다.

민감한 개인정보 데이터의 경우, 개인정보보호법 등으로 보호하려는 노력을 지속적으로 기울여야 한다. 그러나 민감하지 않은 개인정보가 담긴 데이터라면, 소비자의 동의를 거쳐 학습용으로 활용하게 해주는 등 기술 개발을 위한 유연한 대응이 필요해 보인다.

더불어, 서비스를 제공하는 기업도 서비스의 고도화를 위해서 인터넷뿐만 아니라 외부의 주요한 정보를 학습 데이터로 만들어야 한다. 정부가 정책을 통해 이러한 기업에 자금과 인력을

직·간접적으로 지원한다면, 기업이 AI 학습에 필요한 데이터를 확보하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

국내 기업들이 바라는 AIX 추진 지원 및 전략

한국산업기술진흥협회에서 실시한 ‘2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사’ AIX 부문 결과를 상용 인공지능 요약 서비스를 통하여 정리해 보았다. 기업들은 △정책 및 제도적 지원 △기술 혁신 인프라 강화 △AI 전문 인력 양성과 교육 △산업별 특화 데이터 인프라 구축에 대한 수요를 보였다. 이는 AI 도입의 장애 요인이 특정 산업군에 국한된 것이 아니며, 생태계 조성이 산업 전반의 디지털 전환을 위한 핵심 과제라는 공통된 인식을 반영한다. 특히 결과 중에서는 기술 경쟁력 강화를 위한 고품질 학습 데이터와 인프라의 확보, 그리고 각 산업의 수요에 부합하는 맞춤형 AI 솔루션 개발의 필요성이 두드러졌다.

항목(예제)	건수
정부 및 기관의 지원 요구 (예. AI 관련 정책 및 펀딩 지원 요청)	130
기술 혁신 강조 (예. AI뿐만 아니라 하드웨어 및 산업 전반의 기술 혁신이 필요)	84
중소기업의 어려움 (예. 중소 제조업의 생존이 어렵고, AI 도입 및 활용에 장벽이 큼)	65
교육의 필요성 (예. AI 교육 및 ChatGPT 활용법 등에 대한 교육 확대 필요)	62

표 1 한국산업기술진흥협회 산업계 의견 조사 결과 (AIX 부문)

1) 정부 및 기관의 지원

정부 및 기관의 지원에 대한 요청으로는 ①정부가 AI 기술 활용 사례 및 대표 사례를 발굴하고 ②중소기업이 AI를 잘 도입할 수 있도록 기회를 제공하며 ③정책 및 금융 지원을 추진할 것을 요구하는 경우가 많았다. 수도권과 지방의 인공지능 도입 격차를 해결하기 위해서는 정부 및 기관이 지역별 AI 지원센터를 마련하는 것도 좋을 것이다.

2) 기술 혁신 강조

기술 혁신 강조에 대한 의견으로는 ①AI를 위한 소프트웨어와 하드웨어 인프라 개발 및 보급의 병행 ②산업별 맞춤형 솔루션 발굴 및 제공 ③인공지능에 대한 연구개발(R&D)의 지속에 대한 요청이 많았다. 특히 범용적인 인공지능(AGI)이 특정 산업에 그대로 적용될 수 있는 경우는 제한적이므로, 산업에 특화된 AI 솔루션을 육성·개발하고 발굴하여 보급하는 것이 필요하다는 의견에 주목해야 한다.

3) 중소기업의 어려움

중소기업의 어려움에 대한 의견으로는 ①AI 도입의 초기 비용이 부담되고 ②AI 전문 인력을 구하기가 어려우며 ③데이터를 체계적으로 관리하기가 어렵다는 호소가 많았다. 특히 AI 솔루션을 특정 용도가 아니라 IT 인프라로 상정하여 투자를 진행하면, 회사의 전반적인 생산성은 서서히 늘어날 수 있지만 단기간에 가시적인 생산성 향상은 확인하기 어렵다. 따라서 기업들이 이러한 인프라적인 투자에 대한 지원을 요청한 것이 눈에 띈다.

4) 교육의 필요성

교육의 필요성에 대한 의견으로는 ①ChatGPT와 같은 AI 서비스에 대한 활용 교육의 확대 ②개발자뿐만 아니라 일반 직장인도 현업에서 쉽게 AI를 활용하도록 하는 교육 기회의 확대 ③AI 도입을 위한 실무 중심 교육의 강화를 요청한 경우가 많았다. 특히 AI에 대한 무료 교육 등 교육 기회의 확대를 요청한 경우가 많아서, 이러한 교육 기회 및 인프라를 확충할 필요가 있다.

맺음말

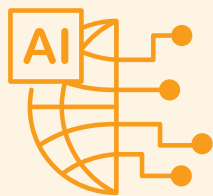
AIX는 어느 하나의 기술로 완성되는 것이 아니라, 각 산업에 최적화된 데이터와 인재, 그리고 이를 뒷받침할 정책과 인프라가 유기적으로 결합된 통합적 접근을 통해서만 완성될 수 있다. 한국이 이러한 AI 분야에서 주도권을 확보하기 위해서는 기술·산업·제도 전반에 걸쳐 생태계를 구축하고, 국가 산업 구조 전반에 AI를 내재화해야 한다. 이를 통해 산업 현장에서 실질적인 성과를 창출할 수 있을 것이다. **기술·혁신**

주력산업 고도화를 위한 전략적 전환: AI·디지털 전환과 융합 기반 혁신



글. 오동훈
고려대학교 행정학과 겸임교수

대학에서 물리학을 전공하고 과학기술학으로 박사학위를 받았다. 한국과학기술기획평가원(KISTEP), SRI International, OECD 등에서 일하며 주로 기술혁신 정책, R&D 투자전략, 연구개발평가를 담당했다. 산업통상자원 R&D 전략기획단 기술정책 및 성과확산 MD로 봉직했고, 현재는 고려대학교 행정학과 겸임교수로 있다. 주요 관심 분야는 혁신 전략, R&D 제도·규제 정책, 개방형 혁신, 기술사업화, 기술 인텔리전스 등이다.



대한민국 경제는 반도체, 자동차, 조선, 석유화학 등 제조업 기반의 주력산업을 통해 수출 중심의 고도성장을 이루어왔다. 그러나 최근에 산업의 성장 동력이 정체되고 있으며, 기술혁신과 글로벌 시장 재편 속에서 산업 구조 자체의 전환이 불가피한 상황이다. 산업통상자원부(2024)에 따르면, 최근 5년간 제조업의 연평균 수출 증가는 2.3%에 머물고 있다.

12대 국가전략기술(감염병, 탄소중립, 필수전략기술, 소재·부품·장비, 반도체·디스플레이, 이차전지, 첨단 이동수단, 차세대 원자력, 첨단 바이오, 우주항공·해양, 수소, 사이버보안, 인공지능, 차세대 통신, 첨단로봇·제조, 양자)은 기존 주력산업과 신산업이 혼재되어 있다. R&D 정책과 산업 지원의 전략성과 차별성도 그리 크지 않다. 산업 생태계는 빠르게 AI 기반의 지능화로 전환되고 있으나, 한국 산업은 AI 전환은 물론 산업융합, 스킬업, 규제 개혁에서 뒤처지고 있다.

이러한 문제의식에서 출발하여, 필자는 주력산업의 경쟁력 약화 원인을 진단하고 AI 전환·산업 융합·인력 전환을 중심으로 고도화 전략을 제시하고자 한다. 특히, 주력산업과 신산업에 대한 정책적 접근 방식의 이원화와 인적자원의 유연화 및 국제적 이동성에 주목하여 정책적 시사점을 도출한다.

주력산업의 경쟁력 약화 실태

1) 지체된 AI·디지털 전환

우리나라 중소 제조업체들의 AI 및 디지털화 수준은 OECD 평균에 비해 낮다. 한국산업기술진흥협회(이하 산기협)의 설문(2025)에 따르면, 'AI 관련 전문 인력 부족'과 '도입 비용 부담'이 AI·디지털 전환의 주요 장애로 지적되었다. 실제로 AI 기반 공정 최적화, 스마트 품질관리 등 핵심 기술은 대기업 중심으로만 현장 적용이 이루어지고 있다. 전체 산업으로의 확산은 더딘 상황이다.

2) 경직된 산업 생태계와 기술격차

최근 한국은행(2023)은 제조업의 총요소생산성 증가율이 0.6%에 불과하다고 밝혔다. 이는 독일(1.6%) 및 미국(1.8%) 대비

절반 이하 수준이다. 주된 요인으로 높은 에너지비용, 환경규제 부담, 인건비 상승과 인력 부족, 기술혁신 성과 미흡 등이 꼽혔다. 대기업과 중소기업 간 기술 접근성 격차도 산업 생태계의 유연성을 저해하고 있다. 산기협 설문 응답자의 64.3%는 "중소기업의 기술 접근성이 낮다."라고 평가했다. 상생형 R&D, 오픈이노베이션 플랫폼의 부족이 기술 불균형을 더욱 심화시키고 있다.

AI 전환과 융합, 인적자원 혁신을 통한 산업 고도화

1) AI·디지털 전환을 통한 구조 혁신

주력산업 고도화의 핵심은 AI Transformation(AX)과 Digital Transformation(DX)의 전면적 추진이다. 특히 제조업은 AI 기반의 설계 자동화, 로봇 공정 최적화, 고객 맞춤형 생산 체계 구축 등을 통해 생산시스템 자체를 지능화할 필요가 있다. 디지털 인프라의 확충과 클라우드 기반의 제조 플랫폼 도입도 병행하여야 한다. 우리나라는 노동인구가 점차 감소할 수밖에 없는 인구구조를 가졌기에, AI·디지털 전환을 통한 구조 혁신은 절체절명의 과제라 할 수 있다.

2) 이종 산업과의 융합으로 신성장 동력 창출

AI 기술은 단일한 산업의 혁신에 그치지 않고 바이오, 에너지, 모빌리티, 금융 등 이종 산업과의 융합을 통해 새로운 산업 영역을 창출할 수 있다. 예를 들어, 반도체 산업은 AI 반도체를 넘어 의료용 바이오센서로 확장되고 있다. 자동차 산업은 자율주행·전동화와 ICT(Information and Communication Technology) 융합을 통해 새로운 가치사슬을 형성하고 있다.

3) 기존 인력의 전환교육과 리스킬링 체계 강화

기술 발전이 산업 현장의 변화보다 빠르게 전개되는 지금, 직무 기반 재교육(Re-skilling)과 고숙련화(Up-skilling) 프로그램은 국가경쟁력 유지의 핵심 수단이다. 이제는 인재 육성의 컨셉 자체가 교육(education)에서 학습(learning)으로 바뀌어야 한다. 이를 위해 산학연 연계에 기반한 맞춤형 교육 플랫폼, 정부-지자체-대학 간 협력 훈련센터, 중소기업 대상 인력 지원 바우처

제도 등이 강화되어야 한다. AI 전환의 실효성을 높이기 위해서는 현장 맞춤형 실습 중심 교육과 함께, 경력 전환자에 대한 제도적 보호 장치도 마련해야 한다.

4) 유연한 노동체제와 글로벌 인재 유치 전략

오늘날 우수 인재는 '인적 자본(Human Capital)'으로서, 자산성과 유동성을 동시에 지닌 전략적 자원이다. 이들은 언제든지 세계 어디로든지 이동할 수 있기 때문에, 국내 우수 인재의 유출을 방지하면서 동시에 해외 우수 인재의 유입을 도모하기 위한 다각적인 인센티브 정책이 절실하다. 특히 개도국이나 중진국의 고급 기술 인력, 연구자, 창업 인재 등이 장기간 한국에 머무르며 산업 생태계 내에서 활동할 수 있도록 유도해야 한다. 따라서 비자 제도 간소화, 장기체류 연구비 지원, 가족 동반 정착 프로그램, 국제 교육·의료 인프라 연계 등의 정책이 필요하다.

또한 현재의 획일적인 주 52시간 근무제는 창의성과 자율성이 요구되는 포스트-포디즘(Post-Fordism) 사회의 산업환경과 괴리가 있다. 유연한 근로시간제, 산업별·직종별 특성과 노동자의 선택권을 고려한 탄력근무제, 재택·원격근무 등을 도입·확대하는 제도적 유연화가 시급하다. 제도의 틀 자체를 주 52시간이 아닌 월 222시간과 같이, 더 유연한 시간 관리 시스템으로 바꿀 필요가 있다.

산업정책의 방향: 이원적 접근과 정부 역할 강화

1) 주력산업은 제도 개혁과 규제 전환으로 민간 혁신 유도

성숙기에 접어든 주력산업을 육성하기 위해 정부는 R&D 보조금과 같은 직접 투자보다는 제도 개혁을 통해 민간의 혁신 동기를 유발해야 한다. 예를 들어 스마트 공장 인증제도, 연구개발이나 AI·디지털 설비 도입 시 세액공제 확대, 등대공장(mother factory) 활성화, 기술보호법 강화 등을 통하여, 기업의 투자 리스크를 줄이고 혁신을 촉진할 수 있다.

2) 신산업은 정부가 선도적 투자자로 역할 수행

기술 불확실성과 초기 시장의 미성숙으로 인해 민간의 투자 진입이 어려운 신산업 분야는 정부가 초기 기술 투자에 나서야

한다. 정부는 공공 벤처캐피탈(VC)로서 위험을 감수하고, 민간 투자의 마중물 역할을 해야 한다. 고위험 R&D 지원, 글로벌 기업과의 기술 제휴 인센티브 정책 등이 이를 뒷받침할 수 있다. 특히 바이오 분야처럼 대혁신의 기술적 문턱을 넘기가 힘들고 장기간 투자가 요구되는 분야는 정부가 인내자본(Patient Capital)을 제공하는 주요 창구가 되어야 한다.

정책적 시사점

한국의 주력산업은 구조 전환의 임계점에 도달했다. 변하지 않으면 죽는다(Change or Die). 이러한 상황에서 우리 정부는 산업의 성숙도와 기술 불확실성을 기준으로 한 '이원적 전략'을

펼쳐야 한다. 주력산업은 AI·디지털 전환을 중심으로 고도화를 추진하고, 민간의 자율 혁신을 제도적으로 뒷받침해야 한다. 난마처럼 얽힌 공급망과 글로벌 기술 변화를 가장 빠르게 감지하는 주체는 정부가 아니라 기업이다. 따라서 주력산업 발전을 위한 최고의 정책은 민간이 신나서 뛰놀게 해주는 정책이 될 것이다. 반면, 신산업에서는 정부가 초기 투자자이자 규제 개혁 주체로서 적극적인 역할을 수행해야 한다. 산업기술 관점에서 볼 때는, 산업 간 구분 기준을 명확히 하고 전략적 우선순위에 따라서 R&D 및 인력 투자 정책을 차별화·체계화하는 것이 가장 중요하다. **기술혁신**

참고문헌

산업통상자원부(2024), 『2023년 스마트제조 실태조사』

한국은행(2023), 『2023년 한국 총요소생산성 분석보고서』

한국산업기술진흥협회(2025), 『2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사』

Mazzucato, M.(2013), The Entrepreneurial State. Anthem Press.

Porter, M.(1990), The Competitive Advantage of Nations. Free Press.

OECD(2023), Digital Transformation in SMEs: Policy Guidance and Toolkit.

World Bank (2022), Attracting Skilled Migrants for Development: Global Policy Trends.

인재 수급 환경 변화에 대응하는 산업기술 인력 확보 전략



글. 홍성민
과학기술정책연구원 선임연구위원

서울대학교에서 경제학 박사를 취득하였고, 현대경제연구원 연구위원과 한국산업기술진흥원 팀장을 거쳐 현재 과학기술정책연구원 선임연구위원으로 근무하고 있다. 지난 20여 년간 과학기술 인력정책을 주로 연구해 왔으며, 주요 저서 및 논문으로는 《선착의 효》(공저), 《K산업혁신 2.0》(공저), 《대학리셋》(공저), “생성형 AI 시대의 인재상과 확보 전략”, “과학기술인력정책의 발전과정과 한계, 미래 방향에 대한 제언”, “과학기술 출연(연) 연구자의 경력개발 현황과 개선방안” 외 다수가 있다.



미국의 트럼프 대통령이 전 세계를 상대로 강력한 상호 관세 정책을 발표하자, 중국이 이에 심각하게 맞대응하고 있다. 미·중을 중심으로 한 기술 패권 경쟁이 한층 더 심각한 경제 전쟁으로 이어지는 상황이다. 미래 산업의 발전을 이끌 기술의 확보가 점점 더 중요해지는 과정에서, 살아남기 위한 경쟁이 더욱 치열하게 전개되는 것이다. 이러한 경제 또는 기술 패권 다툼의 한가운데에 있는 우리나라는, 산업 및 경제 발전의 핵심 동력이자 유일한 자원이었던 '기술 인력'의 수급 애로에 직면하고 있다.

인구 고령화로 베이비붐 세대의 은퇴가 본격화되고 있지만, 이를 대체할 젊은 기술인재는 턱없이 부족한 실정이다. 산업 현장에서는 필요한 인력을 구하지 못해 어려움을 겪고 있으며, 산업기술 인력 부족의 규모는 매년 증가하는 추세다. 실제로 산업통상자원부 산하기관인 한국산업기술진흥원의 조사에 따르면, 주요 산업 분야의 기술 인력 부족 인원은 2020년 3.6만 명에서 2023년에는 3.9만 명으로 계속 늘어나고 있다. '산업기술 인력'이란 기업에서 연구개발(R&D) 또는 기술직으로 일하는 핵심 인재를 뜻하며, 이러한 핵심 기술 인력의 공백은 곧바로 산업 경쟁력의 저하로 이어질 수 있어 우려를 낳는다.

인재 공급 측면에서는, 산업기술 인력의 공급 원천이 되는 이공계 전문 인력 풀의 축소가 가시화되고 있다. 인구 감소 추세에도 불구하고 최근까지 지속적으로 증가하던 대학원 단계의 과학기술 인재도 양적 감소가 예견되었다. 과학기술정책연구원(STEPI)의 한 보고서에서 추정한 바에 따르면, 아무리 긍정적인 가정을 하더라도 2028년 정도부터는 이공계 석·박사 과정 입학생 수가 감소세로 전환된다. 2048년에는 이공계 석·박사 졸업생 수가 현재의 절반 이하로 줄어든다는 전망이다. 이는 곧 산·학·연에서 차세대 고급 기술 인력을 구하기가 그만큼 어려워질 것이라는 의미다.

한편, 어렵게 양성한 국내 핵심 인재들의 해외 유출 문제도 심각하다. 글로벌 기술 패권 경쟁 속에서 미국, 중국 등은 우수 인력을 끌어가기 위해 파격적인 대우를 제시하고 있다. 우리 산업계에서도 비슷하게, 중국의 반도체 굴기가 한창이던 시기에

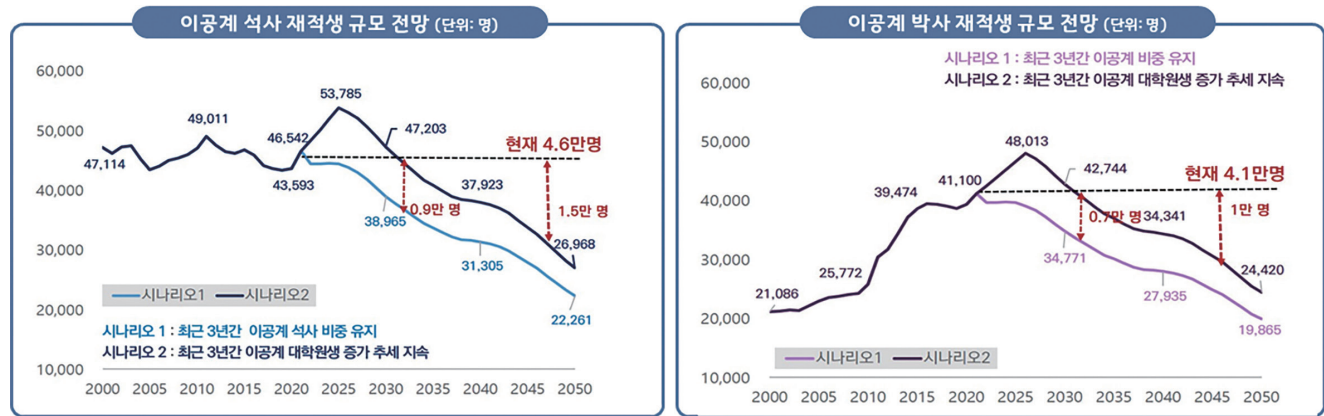


그림 1 이공계 석·박사 학생 수 추정
<이혜선 외(2022.10.19.)>

중국 기업이 높은 연봉을 제시하자 한국 반도체 기술자들이 다수 이직해 큰 논란이 되었다. 이러한 해외의 러브콜로 인한 인력 유출은 국내 산업기술 저변을 약화하고 국가 기술력의 누수를 초래한다는 점에서 우려가 크다.

문제는 현재의 산업기술 인력 공급 애로를 공급 중심 정책으로는 해소하기 어렵다는 점이다. 2000년대 초반에는 이공계를 기피하는 문제가 크게 논란이 되어, 이공계 지원 특별법까지 마련하여 공급 중심 정책으로 대응했다. 그러나 현재 우리나라가 직면하고 있는 인구 감소 충격은 2000년대 초반에 직면한 이공계 기피 현상과는 큰 차이가 있다. 이공계 학생의 상대적인 숫자 감소가 아닌, 전체 대학(원) 학생 수의 절대 규모 감소로 인하여 발생한 문제이기 때문이다. 다시 말해, 아무리 이공계 대학(원) 진학의 조건을 좋게 한다 해도 증가할 수 있는 인원수의 한계는 뚜렷하다.

이에 더해, 적은 인원으로 기존 이상의 성과를 내기 위해서는 생산성을 높이고 질적 고도화를 이루어야 한다. 물론 수월성을 강조하는 과학기술의 특성상, 더 우수한 인재를 유인하고 더 우수한 인재가 성장하는 토대를 만드는 것은 여전한 과제다. 하지만 이제는 우수 인재의 후보군 자체가 줄어들 수밖에 없으니, 그중의 일부만 잘 양성하는 것으로는 충분하지 않다. 더 우수한 인재가 성장할 수 있는 기반, 다시 말해 인재 성장을 더 효과적

으로 지원하는 시스템을 갖추는 게 중요해진 것이다. 과학기술 인재 정책도 일단 대학(원)에 더 많은 인원을 유인하는 데 초점을 맞추는 것이 아니라, 들어온 인재를 얼마나 효과적으로 성장하게 지원하느냐에 초점을 맞추어야 한다.

여기에 더해, 임금 수준이나 좋은 일자리로의 취업에 민감할 수밖에 없는 미래 세대의 성향과 입장을 고려해 보자. 그럼 우수한 산업기술 인재를 확보하기 위해서는 단순히 인재를 이공계 대학(원)으로 끌어들여 진학시키는 것보다, 이들에게 더 좋은 미래를 제시하거나 계속 성장해 나갈 가능성을 높여주는 전략이 필요하다는 것을 알 수 있다. 더 좋은 산업기술 일자리와 연구 생태계를 조성하여, 우수 인재가 스스로 찾아오도록 만드는 전략이 절실한 것이다.

또한 인구 감소로 인해 유입할 수 있는 인재의 규모 자체가 줄어들기 때문에, 질적으로 더 우수한 인재를 양성할 수 있도록 이공계 대학(원) 교육 시스템을 체계적으로 갖추어야 한다. 단지 교수 개인의 책임하에 있는 연구실에서 모든 연구와 교육이 이루어지도록 하자는 게 아니다. 체계적으로 연구자를 성장시킬 수 있도록 대학이 투자하고, 이들이 갖춘 지식이 현장과 연결될 수 있도록 기업도 함께하는, 다시 말해 산·학·연·관이 모두 산업기술 인재의 육성을 위해 함께 노력하는 ‘인재 중심의 과학기술 생태계’를 만들어야 하는 것이다. 학교에서 쌓은 지식이 체계

적인 경력개발과 연계되어 기업 및 연구 현장에서 잘 적용될 수 있도록 지원하는 체계, 즉 개개인이 산업기술 인재로서 더 잘 성장할 수 있도록 지원하는 체계를 구축해야 한다. 이렇게 진학 단계를 넘어 경력개발 단계까지 이어지는, ‘전 생애주기 진로 지원 체계’의 구축이 산업기술 인력정책의 주요한 역할로 부상하고 있다.

이는 여태까지의 성공 방식과는 전혀 다르다. 우리나라는 세계 역사에서 유례가 없을 정도로 급속한 고도성장을 이룩하였다. 당시 우리나라에서 인력은 과학기술과 산업의 발전을 위해 필요한 도구 혹은 인프라의 하나에 불과했다. 특정한 기술의 개발이나 산업 발전을 위해, 양적으로 늘어날 수 있도록 공급 중심 정책만 펼쳐도 충분한 생산요소 가운데 하나였다. 그런데 **이제는 산업기술 인력의 공급 자체가 줄어들고 있다. 게다가 이들이 활약해야 하는 무대, 즉 일자리에서 요구하는 역량도 높아지고 있다. 단순한 기술 지식을 갖추고 맡은 일만 해내는 게 아니라, OECD(2018)에서 제시하고 있는 것처럼 빠른 변화에 대응하는 역량, 새로운 도구를 활용하고 다른 사람들과 협업하는 역량 등이 요구된다.**

이러한 인재는 대학만의 노력으로는 키워낼 수 없다. 또한 인재는 대학(원)에 진학한 인재 몇몇이 스스로 잘 성장해 기업에 충분하게 공급되는 시대도 아니다. 그렇기에 기존의 성공 방식을 넘어, 인재에게 좋은 일자리를 제공하고 성장을 촉진하는 방향으로 전환해야 한다. 산·학·연·관 모든 주체의 시각을 바꾸고 행태를 바꾸는 게, 어렵지만 절실한 시기가 온 것이다.

한국산업기술진흥협회의 ‘2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사’ 결과를 살펴보면, 기술 인력(핵심 연구 인력)에 대한 경력개발이나 투자 필요성 등에 대해 산업 현장의 인식이 개선되었음을 알 수 있었다. 물론 기업에 대한 인건비 지원 확대나 대학을 통한 인재 육성 등으로, 정부가 인재를 양성해 주길 요구하는 기업이 가장 많다는 점은 여전한 한계다. 그렇지만 현재의 공급 애로가 과거와는 양상이 다르고 필요한 인재의 유형도 달라, 기업의 투자가 필요하다는 인식이 점차 확대되고 있다는 점은 긍정적이다.

이러한 현장의 인식 변화가 좀 더 강화될 수 있도록, 정부에서도 기업의 인재나 경력개발에 대한 투자를 촉진하는 정책적 노력을 기울여야 한다. 예를 들어, 기업이 스스로 인재에 대한

The OECD Learning Framework 2030

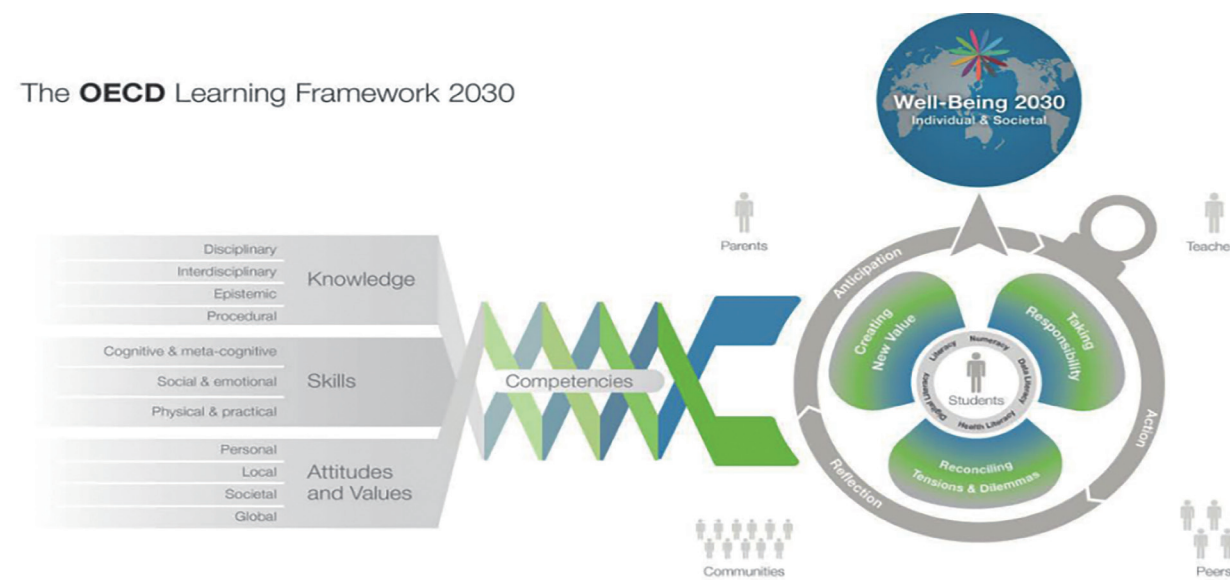


그림 2 OECD 학습 프레임워크 2030

투자를 늘린다면 연구개발이나 조세 지원의 폭을 확대해 줄 수 있다. 재직자 대상의 리스킬링(re-skilling) 및 업스킬링(up-skilling) 기회도 체계적으로 늘려나가는 등 기업의 행태 변화를 위한 정책 기획과 추진이 절실하다.

특히 국내 산업기술 인력을 지키고 해외 우수 인재를 끌어들이기 위해서는 근무환경과 처우를 글로벌 수준으로 개선하려는 노력을 병행해야 한다. 무엇보다 열악한 워크-라이프 밸런스와 상대적으로 낮은 보상 등으로 인하여 해외로 빠져나가는 국내 인재들을 막기 위해, 일하는 환경을 혁신해야 한다. 임금 수준을 해외만큼 높일 수는 없다면, 연구자답게 일할 수 있는 환경을 조성하거나 개인의 성장 기회를 충분히 제공하여 일자리의 매력도를 높일 수 있도록 정부와 기업이 함께 노력해야 한다.

결국, 국내 인재가 떠나지 않고 해외 인재가 몰려오는 환경을 만들어야만 비로소 인재 선순환이 이루어진다. 산업기술 인력 정책의 핵심은 이러한 지속가능한 산업기술 인재 생태계를 구축하는 것이다. 인재 전쟁 시대를 맞아 보스턴 컨설팅 그룹은 AI 인재 확보를 위해 필요한 종합 전략을 제시하였다. 어떤 인재가 필요한지를 명확히 파악(anticipate)하고, 최고의 인재를 유인(attract)하는 한편, 이들을 성장(develop)시키며 최고의 인재로서 대우(engage)하여, 부가가치 전반에 걸쳐 인재의 영향력이 발휘되도록 한다는 전략이다. 이와 같은 인재 중심의 종합 전략이 국가 차원에서도 필요한 시대이다. **[기술·혁신]**

기술 패권 시대의 한국형 기술규제 혁신: 글로벌 경쟁력 강화를 위한 새로운 틀



글. 윤혜선
한양대학교 법학전문대학원 교수

McGill 대학교에서 생화학 학사와 생리학 석사 및 법학사 학위를 취득하고, 서울대학교에서 행정법 전공으로 박사학위를 받았다. 미국 뉴욕주와 캐나다 온타리오주 변호사이며, 현재 한양대학교 법학전문대학원과 인공지능대학원 교수로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 ICT, 데이터, 인공지능, 바이오 기술, 원자력 등 첨단 과학기술의 법·제도적 문제와 규제 정책이다. 이러한 전문성을 바탕으로 방송통신위원회, 과학기술정보통신부, 금융위원회, 식품의약품안전처 등에서 정책자문위원으로 활동하고 있다.



급변하는 글로벌 기술환경과 규제 패러다임의 전환 필요성

데이터, 인공지능(AI), 로봇, 바이오 기술, 양자 기술 등 첨단기술의 급격한 발전은 전 세계의 산업 지형을 근본적으로 재편하고 있다. 이러한 기술 혁신의 흐름 속에서 첨단기술이 단순한 경제적 자산을 넘어 국가안보의 핵심 요소로 부상했다. 미국·EU·중국 등 기술 강국은 자국 중심의 규제 패러다임을 강화하고 기술 주권을 확보하기 위한 전략적 접근을 가속화하고 있다.

우리나라는 첨단기술 기반 혁신과 산업 성장을 추진하면서도, 선진국과 신흥국 사이의 '샌드위치' 상황에서 전략적 유연성을 확보해야 하는 과제에 직면해 있다. 그러나 현재 국내 기술 규제 체계는 첨단기술이 빠르게 발전하는 산업 환경에 적절히 대응하지 못하고 있는 실정이다. 경직된 규제 체계는 혁신을 저해하며, 국가 기술 주권 확보를 명목으로 도입되는 규제와 해외 규제의 무비판적 도입 관행은 국내 산업 현실과 괴리된 규제 체계를 고착화하고 있다.

기술 패권 시대에 우리 기업이 살아남고 글로벌 경쟁력을 강화하기 위해서는 어떤 기술규제 혁신이 필요한가? 이 글에서는 국내 기업들이 체감하는 기술규제의 현주소를 분석하고, 기술규제의 이중성 문제와 국내 법·제도의 한계점을 진단한 후, 한국형 기술규제 혁신 전략을 제시하고자 한다.

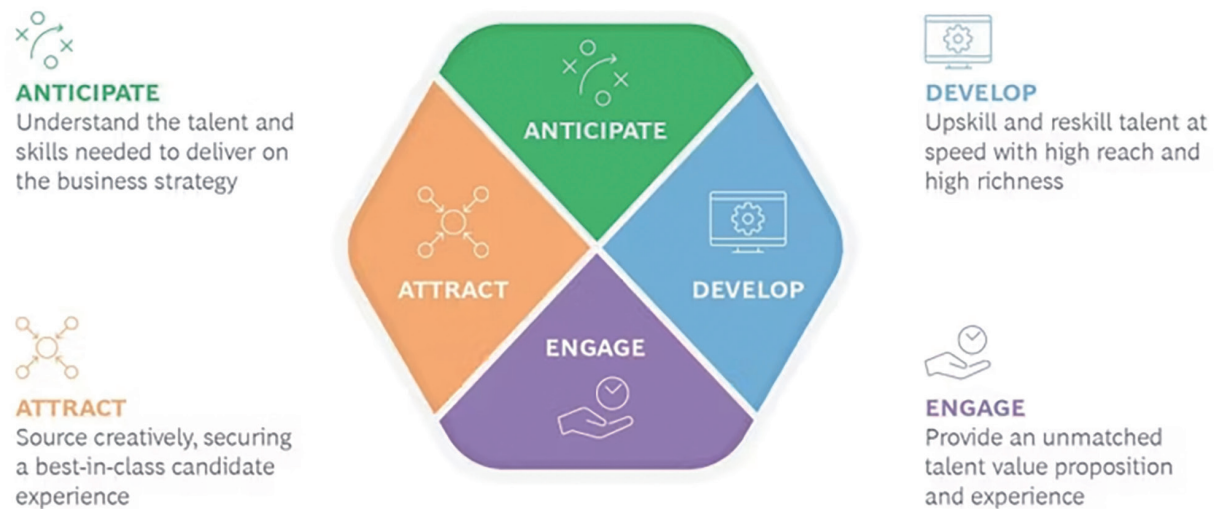
국내 기업이 체감하는 기술규제의 현주소

한국산업기술진흥협회(이하 '산기협')가 300개 기업을 대상으로 시행한 <2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사> 결과는 기술규제로 인한 기업의 애로를 생생하게 보여준다.

1) 기술규제 관련 핵심 문제점

산기협의 의견 조사 결과, 기업들이 체감하는 기술규제의 핵심 문제점은 크게 네 가지로 집약된다.

첫째, 응답 기업들의 가장 큰 불만은 규제 체계가 급변하는 기술환경을 따라가지 못한다는 점이다. 설문 응답자의 31.7%가 이 문제를 명시적으로 언급했으며, 특히 정보통신업(43.5%)과 바이오·헬스케어(38.9%) 분야에서 이 문제를 더 심각하게 체감



Linking talent to business
impact across the value chain

- Business and purpose driven
- Employee centric, DEI focused
- Digitally enabled, AI augmented
- Aligned with the culture, leadership, and ops model

그림 3 보스턴 컨설팅 그룹의 AI 인재 확보를 위한 종합 전략
<"How to Attract, Develop, and Retain AI Talent">

하고 있었다.

둘째, 응답 기업의 29.3%는 현행 ‘선 규제, 후 허용’ 방식이 혁신을 저해한다고 지적했다. 이들은 신기술에 대해 ‘선 허용, 후 규제’ 방식으로의 전환을 강력히 요구하고 있다. 특히 벤처기업과 스타트업의 경우 이 문제에 더 큰 우려를 표명(36.8%)했으며, 이는 신기술 개발과 시장 진입이 핵심 경쟁력인 이들 기업의 특성을 반영한다.

셋째, 응답 기업의 27.6%는 인증 취득 비용과 시간의 과도한 부담을 호소했다. 제조업 분야에서 이 문제의 심각성이 더 두드러졌으며(33.9%), 특히 연구원 수 5명 이하의 소규모 기업들이 이 문제로 인한 어려움이 가장 컸다(38.2%).

넷째, 응답 기업의 23.8%는 국내 기술규제와 글로벌 표준 간 불일치로 인한 문제점을 제기했다. 수출 중심 기업일수록 이 문제의 심각성을 더 강조(31.4%)했으며, 특히 중견기업(33.3%)과 수출 비중이 높은 제조업체(27.2%)에서 이 문제를 더 자주 언급했다.

2) 기업 규모별·산업별 차별화된 규제 애로사항

설문 결과, 기업 규모 및 산업별로 체감하는 규제 애로사항에 뚜렷한 차이가 나타났다.

먼저 기업 규모별로 살펴보면, △벤처기업(36.3%)은 신기술 도입 관련 규제 불확실성을 △중소기업(41.6%)은 인증·규제 대응 비용 및 시간 부담을 △중견기업(33.3%)은 글로벌 시장 진출 시 규제 조화 문제를 주요 애로사항으로 꼽았다.

산업별로는 △제조업(43.5%)에서는 인증 비용 및 시간 부담을 △도소매업(42.9%)에서는 유통규제와 기술규제 중복을 △정보통신업(38.2%)에서는 글로벌 표준과의 불일치를 △건설업(36.4%)에서는 신기술 적용 승인 지연을 △전문서비스업(35.5%)에서는 기술규제 변화 대응 어려움을 주요 애로사항으로 꼽았다.

이처럼 기업들은 규모와 업종별로 상이한 규제 애로를 경험하고 있어 맞춤형 정책 대응이 필요하다.

3) 특히 주목해야 할 규제 관련 핵심 제언

설문 분석 결과, 기업들이 제시한 핵심적인 개선 방향은 △규제 샌드박스 확대 및 내실화(33.1%) △원스톱 통합심사 체계 구축(28.6%) △국제 규제 정합성 확보(26.2%) △규제 영향 평가에 중소기업 의견 반영 의무화(21.7%)로 나타났다.

4) 시사점

산기협이 의견 조사 결과에서 도출된 핵심 시사점으로는 △규제 패러다임 전환의 시급성(‘선 규제, 후 허용’에서 ‘선 허용, 후 규제’로의 전환) △맞춤형 규제 체계 구축 △규제의 국제 조화 촉진 △현장 중심의 규제 설계 등이 있다. 응답 기업들은 단순한 규제 철폐나 완화보다는 산업 혁신을 촉진하는 방향으로의 규제 재설계를 요구하고 있었다. 이는 기업들이 무분별한 규제 완화가 아닌, 합리적이고 미래지향적인 규제 체계를 원한다는 것을 보여준다.

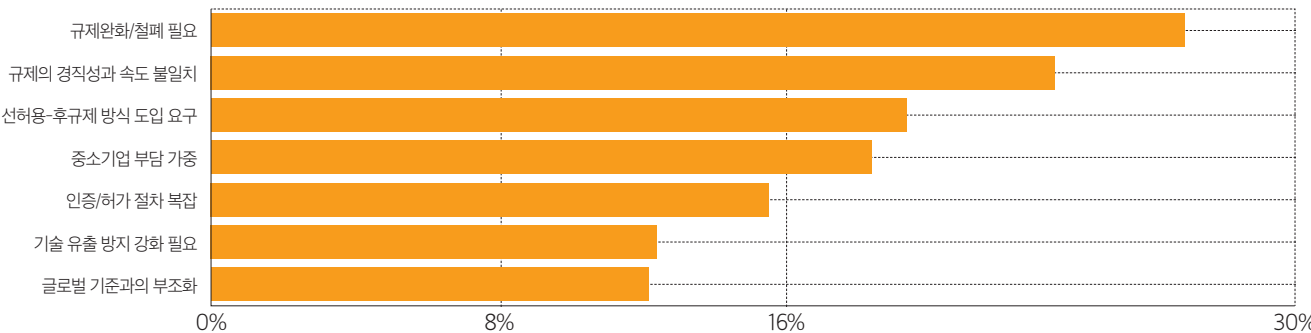


그림 1 기술규제 관련 핵심 문제점
<산기협의 2025년 산업기술정책 관련 산업계 의견 조사 ‘기술규제’ 부문 결과>

기술규제의 이중성: 혁신의 촉진제인가, 장애물인가?

기술규제는 본질적으로 양면성을 가진다. 적절한 규제는 기술적 불확실성을 감소시켜 혁신을 촉진하고 사회적 신뢰를 구축하는 기반이 된다. 그러나 과도한 규제는 기업의 혁신 동력을 약화시켜 국가 경쟁력 저하로 이어질 수 있다. 규제가 혁신에 미치는 영향을 이해하기 위해서는 이러한 이중성에 대한 균형 잡힌 시각이 필요하다.

1) 국내 기술규제의 구조적 특성과 문제점

국내 기술규제 체계는 ‘원칙적 금지, 예외적 허용’이라는 포지티브 규제 중심으로 구성되어 새로운 기술과 비즈니스 모델의 출현에 유연하게 대응하지 못한다. 부처별 분절적 접근은 중복·충돌 규제를 양산하고, 사전 규제 우선주의는 실험적 혁신을 억제한다. 또한 해외 규제의 무비판적 도입은 국내 산업 환경과의 불일치를 초래하고, 보호주의적 경향은 첨단기술 분야에서 과도한 통제로 이어지고 있다. 「행정규제기본법」은 2019년 개정으로 ‘우선허용-사후규제 원칙’을 명시했으나 실질적 적용은 여전히 미흡한 실정이다.

2) 진흥과 규제의 모순적 구조: 기술산업법제의 문제점

국내 첨단기술 관련 법률들은 표면적으로는 진흥을 표방하면서도 실질적으로는 강력한 규제 장치를 함께 포함해 모순적 성격을 띠고 있다. 「국가첨단전략산업 경쟁력 강화 및 보호에 관한 특별조치법」은 첨단산업 육성 지원책을 제공하면서도 국가첨단전략기술 보유 기업의 해외 M&A에 엄격한 사전 승인 절차를 규정해 글로벌 확장을 제한한다. 「산업기술의 유출방지 및 보호에 관한 법률」은 산업 경쟁력 강화가 목표지만 연구인력의 국제적 이동을 제약하고 있다. 「인공지능 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 기본법」은 법명에서부터 기술발전(진흥)과 신뢰 기반 조성(규제)의 이중 목적을 담고 있으며, EU보다 약 7개월 앞서 시행될 예정이나 사전 영향평가와 안전성 검증 등 규제 사항이 국내 AI 산업환경의 특수성을 충분히 고려하지 않아 초기 단계 AI 기업들에게 부담으로 작용할 수 있다.

3) 규제와 혁신의 불균형: 국내 기술규제의 구조적 한계

기술규제는 본질적으로 혁신을 촉진하면서도 필요한 보호 장치를 마련하는 역할을 해야 하지만, 현재 국내 규제 현실은 이러한 균형점을 찾지 못하고 있다. 근본적으로 △포지티브 규제와 사전통제의 혁신 제약 △목적과 수단의 불일치 △부처별 분절화와 중복규제 △글로벌 역량 약화 메커니즘(기술 보호주의와 해외 규제의 선제적 도입) △중소기업과 스타트업에 대한 불균형 부담 △규제 성숙도와 산업 성숙도의 괴리와 같은 한계들이 드러난다.

이러한 구조적 한계들은 단순히 개별 법률의 문제가 아닌 국내 기술규제 체계 전반의 패러다임적 문제를 보여준다. 기술규제가 진정한 혁신의 촉진제로 기능하기 위해서는 규제의 목적과 수단 간 일관성 확보, 진흥정책과 규제정책 간의 기능적 모순 해소, 실증 기반의 유연한 규제 설계, 그리고 기업 규모와 산업 성숙도에 따른 차등적 규제 접근이 필요하다.

기술 패권 시대의 한국형 기술규제 혁신 방향

1) 적응형 규제 시스템(Adaptive Regulatory System) 도입

한국형 기술규제로 혁신하기 위해서는 우선 기술 발전 속도와 시장 현실에 유연하게 대응할 수 있는 적응형 규제 시스템의 도입이 시급하다.

단계적 규제 접근법은 기술의 발전 단계에 맞춰 규제의 강도를 조절한다. 초기 단계에서는 최소한의 안전 기준만 적용하고 실증 특례를 활성화하여 혁신을 촉진한다. 성장 단계에서는 업계 자율규제를 중심으로 하되 정부는 모니터링 역할에 집중하며, 성숙 단계에 이르러 필요한 경우 법적 규제를 도입하고 표준화를 추진하는 방식이다.

리스크 기반 접근법은 기술의 잠재적 위험도에 따라 규제 수준을 차등화한다. 고위험성 영역에는 사전적 규제와 강화된 감독 체계를 적용하고, 중위험성 영역에는 기본적 안전 규제와 모니터링 시스템을 구축하며, 저위험성 영역에는 최소한의 기준만 적용하고 자율규제를 중심으로 운영하는 방식이다.

2) 민간 주도의 공동규제(Co-regulation) 체계 구축

정부 주도의 하향식 규제에서 벗어나 민간이 주도하고 정부가 지원하는 형태의 공동규제 체계의 구축이 필요하다. 이는 현장의 전문성을 규제에 반영하고 규제의 실효성을 높이는 핵심 전략이 될 수 있다. 이를 실현하기 위해 민간 협력 표준 개발을 통해 업계가 주도적으로 기술표준을 개발하고 정부가 이를 승인하는 체계를 마련해야 한다.

또한 연성법(Soft law) 활성화를 통해 법적 구속력은 없으나 산업계의 자발적 준수를 통해 사실상 구속력이 작동되는 행동강령, 지침 등을 적극 활용해야 한다. 업계가 주도하여 윤리강령과 실무지침을 개발할 경우 정부가 이를 인증하는 제도를 도입하고, 연성법을 준수하는 기업에 대한 인센티브 제도를 마련함으로써 자율규제의 효과성을 높일 수 있다.

3) 규제 컴플라이언스 역량 강화 시스템 도입

규제 부담의 불균형 문제를 해소하기 위해, 특히 중소·벤처기업의 규제 대응 역량을 강화하는 시스템 도입이 필요하다. 이는 단순한 규제 완화를 넘어 실질적인 규제 부담 경감을 위한 접근법이다. 구체적으로는 규제 컨설팅 지원체계를 통해 중소·벤처기업을 대상으로 맞춤형 규제 컨설팅을 제공해야 한다. 또한 유관 법률 개정을 통해 산업기술 규제 원스톱 서비스를 구축하고 인증·표준·안전 등 규제 통합 처리 시스템을 구축함으로써 기업들의 규제 대응 효율성을 높일 수 있다.

4) 시스템적 규제 통합 추진

본질적 규제 체계로 인한 중복·충돌 규제 문제를 해소하기 위해서는 종합적인 접근이 필요하다. 시스템적 규제 통합은 제품이나 기술의 생애주기 전체를 고려해 규제를 합리화하는 접근법이다. 현재는 개발부터 상용화까지 각 단계마다 다른 행정부처가 개별적으로 규제를 적용해 중복 규제와 불필요한 부담이 발생한다. 이를 해결하기 위해 범부처 차원의 규제 통합 관리 시스템을 구축하고 산업별 규제지도(Regulatory Map)를 작성하여 정기적으로 업데이트해야 한다. 또한 부처 간 규제 조정 메커니즘을 도입하여 유사·중복 규제에 대한 체계적인 정비를 가능하게

해야 한다. 규제 간 정합성 확보 시스템을 도입하여 신규 규제의 도입 시 기존 규제와의 충돌 여부를 사전에 검토하고, 규제 목적별 체계화를 통해 각 규제의 핵심 목표와 적용 범위를 분명히 해야 한다. 이는 기업들의 규제 대응력을 강화하고 준수 비용 절감에 기여할 것이다.

5) 국제 규제 협력 강화

글로벌 기술 경쟁이 심화하는 환경에서 국제적 규제 협력은 한국 기업의 경쟁력 강화에 필수적인 요소이다. 따라서 국제 규제 조화를 강화하여 글로벌 표준과의 정합성을 확보하는 메커니즘을 구축해야 한다. 이는 국내 규제 체계의 국제적 호환성을 높이는 데 기여할 것이며, 글로벌 규제 논의에 적극 참여함으로써 우리나라의 이해관계를 국제 규제 프레임워크에 반영할 기회를 확대해 줄 것이다.

결론: 혁신과 규제의 새로운 균형점

미래 국가경쟁력의 핵심은 기술혁신 역량에 달려있다. 기술 패권 시대에 한국형 기술규제 혁신의 핵심은 실질적으로 혁신을 촉진하면서도 필요한 보호 장치를 마련하는 균형점을 찾는 것이다. '선허용-후규제'나 '네거티브 규제'와 같은 선언적 원칙을 넘어서야 한다. 설문조사에서 드러난 기업들의 목소리는 단순한 규제 철폐가 아닌, 기술 발전 속도에 맞는 유연하고 합리적인 규제 체계를 요구하고 있었다. 국가첨단전략산업법, 산업기술보호법, AI 기본법 등 최근 법제들이 표면적으로는 산업지원과 진흥을 표방하면서도 실질적으로는 강력한 규제로 작용하는 모순적 구조는 극복되어야 한다.

기술 패권 경쟁이 심화하는 글로벌 환경에서 한국의 기술규제는 단순한 관리와 통제를 넘어 혁신의 촉매제로 기능해야 한다. 진흥과 규제의 모순적 결합을 극복하고 혁신 친화적 규제 체계를 구축할 때, 한국 기업들은 비로소 글로벌 시장에서 진정한 경쟁력을 발휘할 수 있을 것이다. **[기술·혁신]**

한국산업기술진흥협회 ‘2025 산업기술혁신 정책·R&D 세제 건의’ - 기업 R&D 없으면 미래도 없다 -

한국산업기술진흥협회(이하 산기협)는 글로벌 기술 패권 경쟁이 심화하고 대내외 불확실성이 확대되는 위기 속에, 기술혁신의 주역인 기업이 R&D를 이어갈 환경을 조성하기 위해 ‘2025년 산업기술혁신 정책건의.GO B.A.S.I.C!’과 ‘R&D 세제 건의’를 4월 16일, 23일에 각각 발표했다.

이번 정책건의는 어려운 경제 상황에서도 ‘R&D 지원은 기본(BASIC)에 충실해야 한다’라는 의견을 담아, ‘GO, B.A.S.I.C!’이라는 슬로건을 선정했다. R&D를 확장(Boost), 고도화(Advance), 강화(Strengthen), 혁신(Innovate), 연결(Connect)하여 혁신의 선순환 구조를 구축하는 정책 제안이라는 의미를 담고 있다. 올 4월 초 R&D 기업 1,600여 개사를 대상으로 조사한 설문 결과와 정책 전문가 자문을 반영했으며, 총 14개 과제와 1개 긴급 현안을 선정했다.

[Boost(확장)] R&D 범위나 대상, 인프라 확장

우선, 산기협은 연구개발 인건비 등 운영비 부담 증가의 애로를 호소하는 기업을 지원하기 위해 ①**정부 R&D 매칭펀드 제도의 민간 부담을 줄이는 파격적인 가변형 매칭펀드 도입**이 필요하다고 주장했다. 현재 대부분의 정부 R&D 사업은 정부와 민간이 일률적인 비율로 사업비를 부담하고 있기에, 기업 특성(성장성, 위험성, 기술 난이도 등)에 따라 정부 부담 비율을 탄력적으로 조정*하는 유연한 제도의 도입이 필요하다는 것이다.

* ex. 고성장·고위험 기술 기업의 경우 현 민간 부담 비율 25% (중소기업 기준)를 최대 10%까지 축소

산업계 우수 인재 유치를 위한 정책 제안도 이어졌다. ②**‘K-브레인 리턴 본부’를 설치**하여, 글로벌 경험을 갖춘 한국계 우수 인재의 유입을 위해 국가 차원의 일관성 있는 대규모 귀환 인재

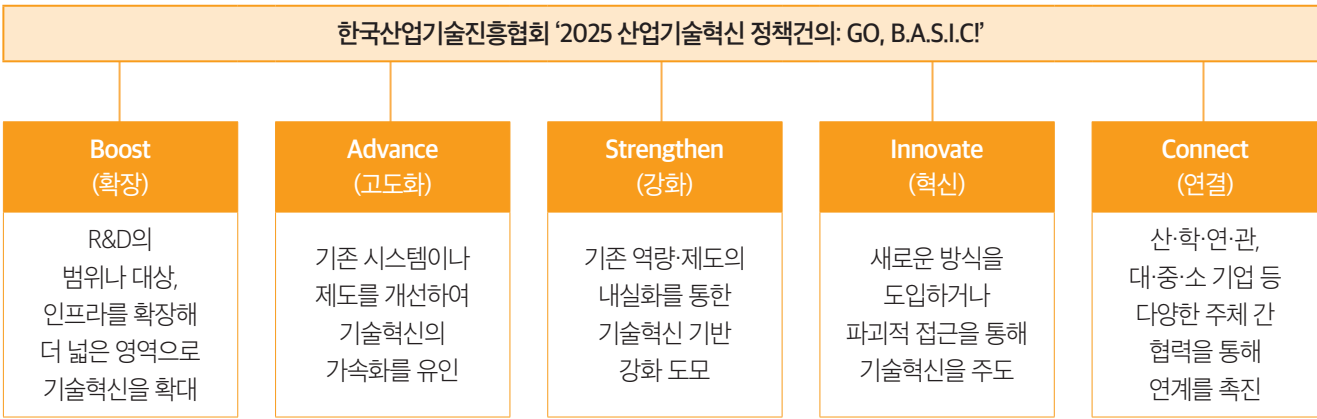


표1 한국산업기술진흥협회 ‘2025 산업기술혁신 정책건의’ 의미 및 내용

유치 프로그램 운영이 필요함을 강조했다. 또한 ③외국인 우수 인력의 ‘유치’에서 한발 더 나아가, ‘정착’까지 유인할 수 있는 체계적인 인재 유입 전략이 필요하다고 제안했다.

[Advance(고도화)] 기존 시스템 또는 제도의 개선

이어 인력·세제·규제 개선 등 R&D 현장의 애로사항을 민간 주도로 상시 발굴해 법·제도 설계에 반영하는 ④민간 주도 R&D 제도 개선 협의체 구성을 제안했다. 또한 ⑤R&D 분야는 노사 합의를 통해 자율적으로 근로 시간을 관리할 수 있도록, 근로기준법 내 예외 조항을 신설해 첨단기술 개발의 골든타임을 확보해야 함을 강조했다. 국가 전략기술 등 기술우위 확보가 시급한 기술이 신속히 시장에 진입하기 위해서는 ⑥규제 샌드박스의 패스트트랙인 ‘FastPass Sandbox’를 신설하여, 해당 기업의 사전 컨설팅부터 신속심사는 물론 실증 특례 만료 전 관련 법 개정의 의무화와 사후 지원까지 포함하는, 전략적인 규제 개선 노력이 필요하다고 밝혔다.

[Strengthen(강화)] 기존 역량 또는 제도의 내실화

산업계 인력 부족이 심화하는 가운데, 급격한 기술 발전으로 기술혁신 인력에 대한 수요가 나날이 높아지고 있다. 이에 산기협은 국가 차원의 ⑦‘R&D 스킬랩’ 운영을 통해 첨단 바이오, 양자 등 첨단기술에 대한 산업계 업스킬링·리스킬링* 강화 노력이 필요하다고 제안했다. 또한 기업의 혁신인력 양성 및 역량 강화를 효율적으로 지원하기 위해, 부처별로 파편화된 인력 제도 및 지원사업을 전략적으로 통합·체계화하기 위한 ⑧R&D 인재 컨트롤타워로 (가칭)혁신인재본부를 신설하는 방안을 건의 사항에 포함했다.

* 업스킬링: 현재 업무를 더 잘하기 위해 관련된 기술을 향상시키는 것
리스킬링: 다른 분야의 업무를 수행하기 위해 새로운 기술을 배우는 것
한편, 산업계 최대 이슈 중 하나인 글로벌 탄소 규제가 산업별 공급망 중심으로 이루어지면서, 대·중·소 기업 간 협업이 매우 중요하나 이에 관한 대응이 실질적으로 이루어지지 못하고 있다.

이를 타개하기 위해 ⑨대·중·소 기업 동반 탄소 감축을 위한 중합지원체계 구축 방안을 제안했다. 관련 공급망 단위의 탄소중립 이행을 위한 법·제도 정비, 표준 가이드라인 개발 및 기술이전 플랫폼 구축 등이 필요하다고 강조했다.

[Innovate(혁신)] 새로운 도입 또는 파괴적 접근

기술혁신에서 AI는 빼놓을 수 없는 필수 요소이다. 프랑스의 미스트랄AI(Mistral AI)나 중국의 딥시크(DeepSeek) 등 소규모 스타트업도 기술력과 전략에 따라 세계적으로 경쟁할 수 있음이 증명되면서, 세계 주요국은 독자 모델을 보유한 AI 스타트업을 전략적으로 육성하고 있다. 이에, 세계시장에서 경쟁할 수 있는 ⑩글로벌 AI 스타트업 ‘K-AI 챌린저’ 육성을 위해 국가의 전폭적 지원이 필요함을 강조했다. 또한 제조 분야의 AI 활용 필요성이 증가하고 있으나, 중소 제조기업의 경우 투자 여력 및 전문인력 부족 등을 이유로 도입에 어려움을 겪고 있다. 이에 ⑪중소 제조기업의 AI 도입·활용을 촉진할 수 있도록 정부가 주도하는 패키지형 지원이 필요함을 강조했다.

[Connect(연결)] 다양한 주체 간 연계 도모

글로벌 기술 패권 경쟁이 심화하면서, 첨단 전략기술 확보가 국가경쟁력의 핵심으로 부상하였다. 국가 차원의 전략적 어젠다 도출 및 실행을 위해 민간과 정부, 그리고 국회 간의 유기적인 연계는 필수적이다. 따라서 ⑫국가 빅 프로젝트 발굴 및 운영을 위한 거대 혁신 체제 구축이 필요하며, 이를 위해 (가칭)산·학·연·관 거대 혁신 협의체 구축을 제안했다. 또한 ⑬부처별 소관 법령에 따라 각기 상이한 ‘국가 전략기술’에 대한 정의를 일원화하여, 동일 기술에 대해 일관된 정책 적용 기반을 마련하도록 제안했다. 행정부 차원에서 해결하기 어려운 기업규제 해소를 위해서는 ⑭국회 내 기업규제혁신 지원 기구를 설치하여 입법부 차원의 소통 창구를 만들 것을 제안했다. 마지막으로, 긴급 현안으로써 중소기업 R&D 긴급 추가 경정 예산편성의 필요성을 강조했다.

[R&D 세제 건의] 파격적 R&D 조세지원을 통한 미래성장 동력 확충 지원

4월 23일에 발표된 ‘R&D 세제 건의’에서는, 기존제도를 보완함과 동시에 기업 R&D를 촉진할 수 있는 파격적인 새로운 제도 설계의 필요성을 강조하며 총 10개 과제를 건의하였다.

먼저, 어려운 경제 상황 속에 자금 확보의 어려움을 겪고 있는 중소기업에 대상으로 한 ①R&D 세액공제분의 환급제 도입(임시 3년)을 제안했다. 기업 자금 사정이나 투자이행계획에 맞는 속도감 있는 R&D가 추진될 수 있도록, 중소기업에 세액공제분을 직접 환급하여 R&D 투자의 선순환 체계를 구축하자는 것이다. 또한 수익이 발생하지 않는 초기 R&D 기업의 경우, 투자분이 있어도 바로 법인세 공제를 받지 못해 이월되는 구조를 개선하고자 ②R&D 세액공제 거래제 도입을 제안했다. 미국은 인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act, IRA) 내 첨단 제조 생산 세액공제(Advanced Manufacturing Production Credit, AMPC) 등과 같은 기업 간 세제 권리 허가를 통해, 기업 투자순환을 독려하고 있다. 이에 우리나라도 이월되는 세액공제분을 유보하지 않고 직접 다른 기업에 양도(판매)할 수 있게 하여, 기업에 R&D 투자 자원 확보의 기회를 마련해 주는 것이 필요하다는 주장이다.

이어, 기업의 활용도가 가장 높은 연구·인력 개발비 세액공제의 기업규모 간 공제율 차이의 적응력을 높이기 위해서 ③초기 대기업에 대한 중견기업 유예기간 도입을 제안하였다. 기업의 개방형 혁신(Open Innovation) 활성화를 지원하기 위해서는 2018년에 일몰된 ④기술 취득비용에 대한 세액공제를 재도입하고, 공제율도 기존 10%에서 30%까지 상향 조정할 것을 제시하였다.

대내외 불확실성이 확대되어 어려운 상황 속에서도, 기술경쟁력 강화를 위해 실패의 위협을 견뎌내며 R&D에 몰두하는 기업에 대한 혜택 강화가 필요하다. 산기협은 ⑤전년 대비 R&D 투자를 확대한 기업에 대해서는 투자 증가분에 대한 세액 공제율을 10%p 상향하고, 기술력이 우수한 기업연구소의 안정적인 연구 환경 조성을 위해 ⑥우수기업부설연구소 지정기업*에 대한

세제 혜택을 확대할 것을 제안했다. 지정기간(3년) 동안 부설 연구소용 부동산의 지방세(취득세, 재산세)를 면제하고, 세액 공제율(중소)도 기존 25%에서 최대 30~40%까지 상향하는 내용을 담고 있다.

* 기업부설연구소 중 혁신역량과 기술사업화를 통한 가치 창출이 우수한 연구소로 선정된 기업

또한 국가 중점 확보 기술인 신성장·원천 및 국가 전략기술 관련 기업이 정보 부족으로 인하여 겪는 R&D 세제 활용 관련 혼란을 줄이고 이들의 제도 이해도를 높이기 위해서, ⑦신성장·원천 기술 및 국가 전략기술 해설서 제작이 필요하다고 제안했다. 기업 R&D 현장의 만성적인 인력 부족 해소를 위해서는, 연구 인력에 대한 혜택 강화 측면에서 ⑧중소·벤처기업 연구 인력에 한정되어 있던 연구활동비 소득세 비과세 적용 범위를 기존 월 20만 원에서 최대 100만 원까지 상향하고, 중견 연구 인력 트랙도 새로 신설(월 30만 원 한도)하는 등 우리 중견·중소 R&D 인력에 대한 사기진작책이 필요하다고 강조했다.

마지막으로, 기업의 활용도가 가장 높은 연구·인력 개발비 세액공제 제도에 대한 개선 의견도 이어졌다. 현재 ⑨과학기술 분야와 서비스 일부(산업디자인)만 적용되던 위탁·공동 연구개발비의 적용 범위를 서비스 전 분야(유통 등 관련 분야 제외)로 확대하고, 특허 조사 분석비에 한정되던 특허 관련 세액공제 범위를 ⑩특허 행정비용(출원·등록 등)까지 확대하여, 기업이 기술경쟁력을 확보할 수 있는 환경 조성에 힘써야 한다고 강조했다.

산기협 고서곤 상임부회장은 “우리는 기업의 기술혁신 노력 덕분에, 과거 여러 번의 경제위기 속에서도 경제 활력을 되찾고 글로벌 시장에서 기술력을 인정받을 수 있었다. 글로벌 혼돈 속에 경제발전의 주역인 우리 기업이 R&D의 끈을 놓지 않도록, 정부가 산업계와 상시적 소통을 강화하고 주요 정책과제 추진에 적극 나서는 등 혁신적인 마중물 역할을 해주길 바란다.”라고 밝혔다. **[기술·혁신]**

ASEAN의 R&D 협력과 시사점



글. 윤정현
산업연구원 전문연구원

고려대학교에서 아세안의 통상 이슈와 관련하여 국제통상학 박사 학위를 취득했다. 주요 연구 분야는 아세안의 산업 발전, 통상 정책 등이며 우리나라와의 협력 의제 발굴에 중점을 두고 있다.

개발도상국들은 미국이나 EU와 같은 선진국들과의 기술 협력을 통해 R&D 투자를 크게 늘리고 연구 역량을 확대할 수 있다. 또한 첨단 시설을 공유하여 생산을 확대하고, 경제가 성장할 기회를 가질 수 있다. 이는 폴 로머(Paul Romer)의 내생적 성장 이론⁰¹에도 부합한다. OECD의 연구⁰² 역시, 산업 R&D 투자가 증가하면 국가의 생산성 향상에 큰 영향을 미친다고 보고하였다.

ASEAN 지역은 산업화 발전에 지대한 관심을 보이고 있으며, 과학·기술·혁신(Science·Technology·Innovation, STI)의 발전이 ASEAN 지역의 경제 성장과 밀접하게 연결되어 있다. 이 때문에 ASEAN 정상회의에서는 지역 경제 통합과 성장을 위한 R&D의

중요성이 논의되었다.⁰³ 특히 지역의 경쟁력과 회복력을 강화하기 위해서는 혁신적인 R&D를 위한 지원 정책이 필요함을 강조하였다.

이를 반영하듯, 최근 글로벌 R&D 확대가 다소 주춤한 상황⁰⁴에서도 ASEAN R&D는 싱가포르를 필두로 한 말레이시아와 베트남과 같은 국가들에서 지속적으로 확대되었다. 경제 규모, 산업 구조, 정부 정책과 같은 요인이 영향을 준 것으로 보인다. 이러한 ASEAN의 R&D 투자 확대는 기술 수출, 산업 생산성, 외국인 직접 투자(Foreign Direct Investment, FDI)를 증가시켜 ASEAN 국가에 경제적 이득을 가져다주고 있다.⁰⁵

연구개발(R&D) 투자는 글로벌 경쟁력과 지속 가능한 발전을 강화하는 데 필수적인 요소로 인식된다. 따라서 ASEAN은 회원국 간 협력을 포함하여, 선진국들과의 협력을 촉진하기 위해 공동 연구나 역량 강화 및 네트워크 구축에 많은 노력을 기울이고 있다.

내부적으로는 ASEAN 회원국 간의 협력을 촉진하기 위해 '과학, 기술 및 혁신에 관한 ASEAN 행동 계획(ASEAN Plan of Action on Science and Technology Innovation, APASTI)'을 수립하였다. 이를 지원하기 위해 ASEAN 과학 기금(ASEAN Science Fund, ASF)도 조성하였다.

양자 간 협력에서는 ASEAN의 산업화를 돕고 협력을 증대하기 위해, 다양한 분야에서 선진국들이 R&D 협력을 진행해 오고 있다. 대표적으로 EU(유럽연합)와 일본은 ASEAN 국가들과의 기술 이전 및 혁신 성과를 향상하는 프로젝트를 촉진하기 위해, 다양한 협력 채널을 개발하여 진행해 오고 있다. EU는 EEN, SEA-EU-NET, FP7, Horizon 2020과 같은 이니셔티브를 운영하고 있다. 일본은 SICP, J-RAPID, SICORP, e-ASIA, CHIRP, JASTIP, SATREPS와 같은 다양한 프로그램을 통해 협력해 왔다.

01 Romer, Paul M. "Endogenous Technological Change", Journal of Political Economy 98, no. 5, Part 2 (1990): S71-S102

02 OECD(2021), The Role of Innovation and Human Capital For The Productivity of Industries

03 2017년 필리핀 마닐라에서 개최된 제31차 ASEAN 정상회담에서 R&D의 중요성이 중점적으로 논의되었으며, 이후의 정상회담에서도 수차례 언급됨

04 WIPO(2024), Global Innovation Index

05 Pawel Dobrzanski(2020), The Efficiency of R&D Expenditures in ASEAN Countries, Sustainability 12 (7), 2686

글로벌 R&D는 해외의 첨단기술 동향 및 한국 기업과의 협력 현황 등을 소개합니다.

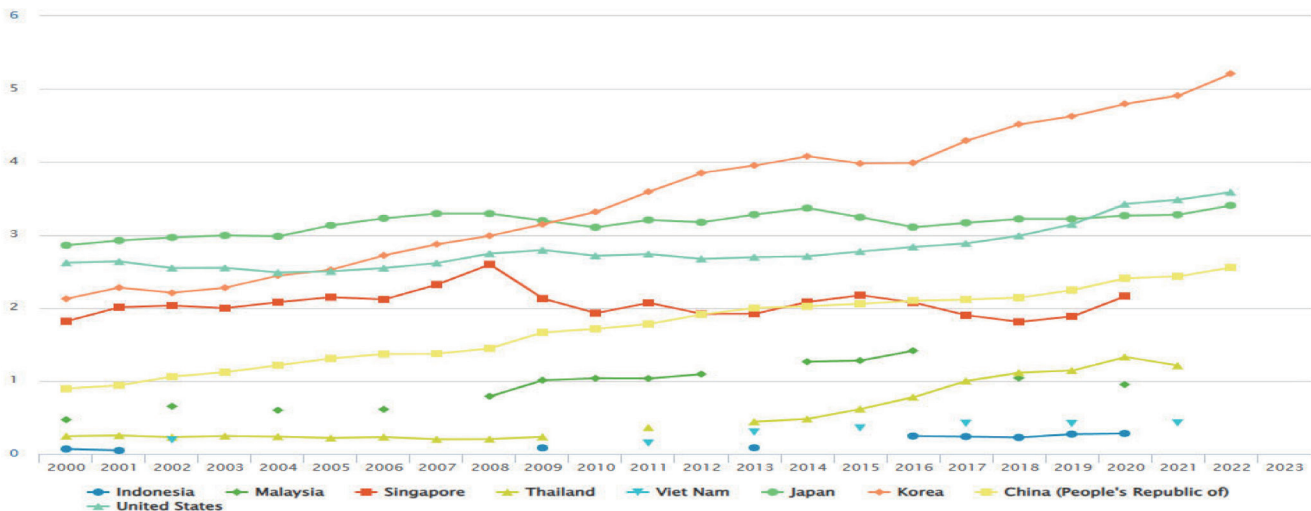


그림 1 주요국의 국내총생산(GDP) 대비 총연구개발투자 비율(GERD)
<OECD MSTI Database, <http://oe.cd/msti>>

협력 유형	주요 파트너	주요 프로그램
다자간 협력	ASEAN 회원국 간	- ASEAN 과학기술혁신 행동계획(APASTI 2016-2025) (지역 혁신 생태계 구축과 STI(Science·Technology·Innovation)를 통한 산업 경쟁력 향상) - ASEAN 과학 기금(ASF) - ASEAN 고성능 컴퓨팅(HPC) 인프라 공유 이니셔티브 - ASEAN 진단 개발(DxD) 이니셔티브 등
	ASEAN과 주요 파트너간	유레카(Eureka) (스마트 시티, 바이오 경제, 인공지능(AI), 디지털 전환)
양자 협력	EU	- ASEAN-EU 공동 자금 지원 프로그램(JFS) (기후 변화, 생물경제, 감염병 등 지원) - 연구 혁신 프로그램(Horizon Europe) - 쌍둥이 전환(Twin Transition) 이니셔티브 (녹색 및 디지털 전환 촉진)
	일본	- SICORP(Strategic International Collaborative Research Program) - e-ASIA Joint Research Program(e-ASIA JRP) - CHIRP(Collaboration Hubs for International Research Program) - J-RAPID(Japan Rapid Innovation and Development) - JASTIP(Japan-ASEAN Science, Technology and Innovation Platform)
	인도	- ASEAN-인도 STI 협력 - ASEAN-인도 과학기술개발기금(AISTDF) (AI 및 고성능 컴퓨팅(HPC), 해양과학 및 기술, 소재 과학 등)
	중국	- ASEAN과 중국 간의 장기적 STI(과학·기술·혁신) 협력 프로그램 - 중-ASEAN 기술이전센터(CATTC) (주요 협력 분야: 보건, 디지털 기술, 녹색 경제)
	한국	- 한-ASEAN 디지털 혁신 플러그인, 농업 개발 협력 프로젝트 등 다양한 한-ASEAN R&D 프로젝트 수행 (전기차, 디지털 기술, 스마트 농업, 신재생 에너지) - 한-ASEAN 과학기술협력센터 운영 등

표 1 ASEAN 국가들의 주요 R&D 협력 프로그램

이러한 프로그램들은 ASEAN과 선진 경제 협력의 다양한 성격을 반영하여 의료, 디지털 기술, 녹색 경제 등 핵심 분야를 지원하고 있다.

중국과 인도 역시 최근 ASEAN에 많은 노력을 기울이고 있다. 중국은 중-ASEAN 기술이전센터(China-ASEAN Technology Transfer Center, CATTC)를 설립하고 장기적인 과학·기술·혁신(STI) 협력 프로그램들을 개발하고 있다. 인도는 1990년대 후반부터 STI 협력을 시작하였고, 과학기술개발기금의 설립을 통해 AI 및 고성능 컴퓨팅(HPC), 해양과학 및 기술, 소재 과학 등의 분야에서 협력을 이어오고 있다.

한국 역시 OECD 장관 회의 등을 통해 R&D 협력의 중요성을 강조하였으며⁶⁾, 최근 ASEAN과의 협력을 확대해 오고 있는 국가 중 하나다. 한국은 1989년 ASEAN과 대화 관계(Dialogue Partnership)를 수립한 이후 다양한 STI 협력을 추진해 왔다. 2019년 한-ASEAN 특별정상회의에서는 한-ASEAN 과학기술혁신 파트너십(ASEAN-Korea STI Partnership) 확대를 논의하였고, 과학 기술 및 정보통신, 친환경 기술, 에너지, 농업, 바이오, 의료 기술을 주요 협력 분야로 선정하여 해당 분야의 협력을 이어 왔다.⁷⁾

과학기술정보통신부 주관으로는 주아세안 대표부와 협력을 통해 인도네시아에 한-ASEAN 과학기술협력센터를 개소(2019년)하였다. 산업기술 R&D 협력을 위하여 한-ASEAN 산업 기술협력기구와 같은 국제기구 설립을 추진하기도 하였다. 또한 ASEAN-한국 협력 기금(ASEAN-Korea Cooperation Fund, AKCF)을 통해 공동 연구를 지원하고 있다.

한국과 ASEAN의 R&D 협력은 첨단 기술 개발, 산업 협력, 기술 이전, 인재 양성 및 정책 조율을 중심으로 계속 강화되고 있다. 특히 스마트 농업, 디지털 기술, 신재생에너지, 바이오 및 의료 기술 등의 분야에서 협력이 가속화되고 있으며, 기술 상용화 및 스타트업 육성을 위한 협력도 증가하고 있다.

양자, 다자를 아우르며 추진되어 온 ASEAN의 R&D 정책은 지속적인 경제 성장, 산업 고도화, 글로벌 경쟁력 강화에 중요한 역할을 하고 있다. 특히 디지털 경제, 친환경 에너지, 바이오 의료, 첨단 제조업에서 R&D 투자와 정책 지원이 경제적 성과로 연결되고 있다. 또한 글로벌 협력을 통해 혁신이 가속화되는 상황이다.

그럼에도 ASEAN 국가들은 기술 역량의 격차, 불충분한 연구 인프라, 지식재산권 보호 문제, 연구 자금 확보의 어려움 등과 같은 다양한 도전에 직면해 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 국가별 규제 개선과 함께 재정 지원 확대 및 연구 인프라의 개선이 필요하다.

ASEAN이 기술 역량을 향상하고 내수화 및 생산성 확대에 필요한 기술 격차를 좁히기 위해서는, 선진국들과의 협력 강화와 더불어 기술 이전 및 사업화 과정을 강화해야 한다. 연구 인프라 및 자금의 부족 문제는 공공과 민간 부문의 투자를 증대한다면 해결할 수 있다. ASEAN의 경우 무엇보다 민간 분야의 자금 및 기술 유입이 중요하기 때문에, 산업 R&D 분야의 협력이 중요하게 부상할 것으로 예상된다.

산업기술 R&D는 응용 및 개발연구로써 기업의 생산 활동과 관련된 상업적 활용을 전제로 수행된다. 따라서 ASEAN이 중국의 생산 기지로 전환되는 상황에서 많은 역할을 할 것이다. 이러한 관점에서 한국 역시 기술 개발, 산업 협력, 기술 이전 등의 협력 확대에 많은 관심을 기울여야 한다. **[기술·혁신]**

06 2015년 한국에서 개최된 OECD 장관회의를 통해 R&D 협력의 중요성을 강조
07 2019년 한-ASEAN 특별정상회담 공동의장 성명 내용 중 경제 협력 내용 일부

트럼프 2.0 시대, 신기술 Big Chance

AI 시대의 전력 슈퍼 사이클:
LS ELECTRIC의 Beyond X를
통한 도약



글. 서장철
LS ELECTRIC 전력연구개발본부장(CTO)

서울대학교에서 전기공학 박사 학위를 취득했다. LS ELECTRIC에서 기술전략실장, 경영전략실장, 디지털제품연구소장을 거쳐 전력연구개발본부장(CTO)으로 재직 중이다. 주요 관심사는 기술 및 경영 혁신, Open Innovation, R&D(Research & Business Development), Data Driven R&D Management 등이다.

인공지능을 비롯한 새로운 분야의 폭발적인 성장은 전력 인프라의 혁신적 전환을 필수로 요구하고 있다. 이를 준비하고 있던 기업에는 커다란 도약의 기회가 될 것이다.

AI 산업의 급속한 성장과 새로운 도전

인공지능(AI)은 이제 소수 전문가만의 도구가 아닌, 누구나 쉽게 접근하고 활용할 수 있는 보편적 기술로 자리 잡고 있다. ChatGPT, Claude, Gemini와 같은 생성형 AI 서비스들은 일반 개인 사용자에서부터 기업, 정부에 이르기까지 광범위하게 활용되고 있다. 또한 텍스트부터 이미지, 음성, 동영상까지 생성하며 그 기능과 성능이 계속 확장되고 있다. 이러한 AI 기술의 대중화와 미래 발전 가능성은 산업 전반에 걸쳐 전례 없는 도전과 기회를 동시에 제공하고 있다.

글로벌 AI 산업의 확장과 전략적 투자

글로벌 AI 시장은 2027년 8,000억 달러 규모로 예측되어, 연평균 27.8%의 폭발적인 성장률을 보일 것으로 전망된다. 특히 AI 모델 훈련을 위한 인프라 투자 규모는 2028년까지 연평균 24.0%의 고성장이 예측되어, 관련 기술과 산업계에 미치는 파급효과가 매우 클 것이다.

이러한 미래 전망을 반영하여 트럼프 행정부는 기업 주도의 AI 혁신을 촉진하기 위해 정부 규제를 최소화하는 접근 방식을 취할 것이라고 시사하였다. 이러한 규제 완화는 특히 데이터센터 건설과 전력 인프라 확충에 적용되어, 인허가 절차 간소화와 민간 투자 촉진을 통해 AI 인프라의 빠른 확장을 지원할 것으로 보인다. 지원책의 일환으로는 향후 5년간 약 5,000억 달러를 투자하여 슈퍼컴퓨팅 인프라를 구축하는 국가 주도의 '스타 게이트' 프로젝트가 발표되었다. 이에 따라 Amazon, Microsoft, Google, Meta와 같은 미국 빅테크 기업들은 향후 3년 내 데이터센터 산업에 약 3,000억 달러 이상을 투자할 것으로 예상된다. 이러한 글로벌 데이터센터 시장의 급성장 추세 속에서, 우리나라는 안정적인 전력 공급망과 고속 네트워크 인프라를 갖추고 있어 대규모 데이터센터 구축의 최적지로 평가받고 있다. 따라서 국내외 데이터 산업의 동반 성장이 가속화될 전망이다.

AI와 데이터센터의 전력 소비 특성 및 현황

대규모 언어 모델(Large Language Model, LLM)은 막대한 투자로 급격한 성장이 예상되나, 학습과 추론 과정에서 대량의 전력을 소비한다. OpenAI의 GPT-4 모델은 학습 과정에서 약 15,000개의 GPU를 사용했으며, 약 수십~수백MW 규모의 전력을 소비한 것으로 추정된다.

ChatGPT 검색 한 건은 일반 구글 검색 대비 평균 9.7배인 약 3Wh의 전력을 소비한다. 이는 일반 가구당 하루 평균 전력 소비량의 약 1/4,000에 해당하는 양이지만, 전 세계 유저의 사용 건수를 고려하면 총 전력 소비량은 상당할 것이다. 더욱 발전된 모델인 GPT-5는 최대 10배의 연산량이 필요할 것으로 예상되어,

전력 소비량도 비례하여 증가할 전망이다.

대형 AI 데이터센터 한 곳의 전력 소비량은 중소도시 전체의 전력 소비량과 유사한 수준이다. 따라서 데이터센터의 안정적인 운영을 위해서는 높은 신뢰성을 가진 전력 공급 설비와 운영 인프라가 필요하다. 이러한 특성으로 인하여 전력 인프라의 운영 안정성 및 효율성의 중요함이 더욱 부각되고 있다.

급증하는 전력 수요와 정책 대응

AI 인프라의 확대는 전력 수요의 급격한 증가로 이어지고 있다. 그 증가세는 앞으로 더욱 커질 것으로 예측된다. 제11차 전력 기본수급계획에 따르면, 첨단산업이나 데이터센터, 전기화 등 전력 추가 수요를 반영한 우리나라의 2038년 전력 목표 수요는 129.3GW이다. 이는 2025년 102.5GW 대비 약 26% 증가한 수치이다.

특히 주목할 점은 이러한 전력 수요 증가의 상당 부분이 AI 데이터센터의 구축과 운용에 필요한 전력이라는 것이다. 최근 국내의 대형 IT 기업들의 데이터센터 구축 계획에 따른 전력 수요만 산정하더라도, 향후 5년간 약 15GW 이상의 전력 추가 수요가 있을 것으로 예상된다.

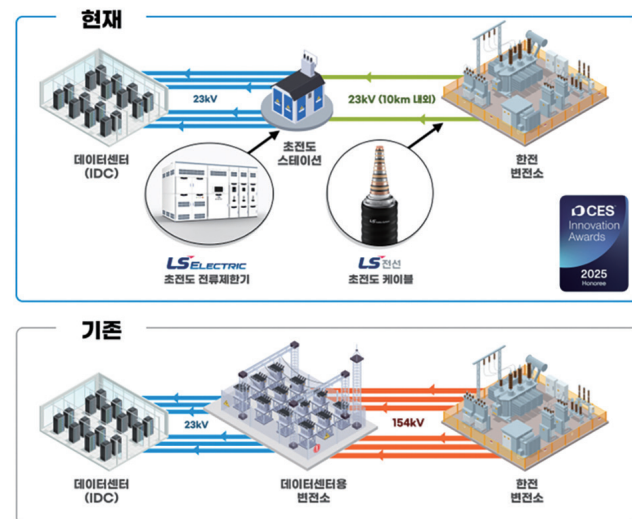


그림 1 LS ELECTRIC의 초전도 전력 시스템

데이터센터나 대화형 LLM AI 이외에도, 테슬라(Tesla)의 Optimus나 보스턴 다이내믹스(Boston Dynamics)의 Atlas 등 다양한 휴머노이드 로봇과 자율주행차량, 드론 등의 물리적 AI 기기는 전력 소비를 증가시킬 것이다. 산업용 휴머노이드 로봇의 경우, 지속적인 작업 시 2~5kWh의 전력을 소비하는 것으로 추정된다. 향후 로봇의 보급이 확대됨에 따라 추가적인 전력 인프라의 확충이 필요할 것이다.

LS ELECTRIC은 다가올 국내외 환경 변화 및 고객의 다변화된 요구사항에 대응하고자, 지난해 통합 브랜드 'Beyond X'를 런칭하였다. Beyond X는 제품과 서비스의 높은 품질과 신뢰성을 전 세계에 전파하고 글로벌 시장을 선도하기 위해 근본적·미래적 가치를 의미하는 Eco, 고객의 비즈니스 효율성 향상을 지원하고자 하는 Efficient, 데이터를 통해 고객에게 혁신 가치를 제공하고 자 하는 Digital, 신속하고 유연한 대응으로 믿을 수 있는 파트너가 되고자 하는 K-Electric이라는 4가지 핵심 가치를 담고 있다.

준비된 LS ELECTRIC Solution

데이터센터 운영자들이 당면하거나 예측하고 있는 문제점은 에너지 사용량 증가에 따른 관련 설비 확충의 어려움과 설비를

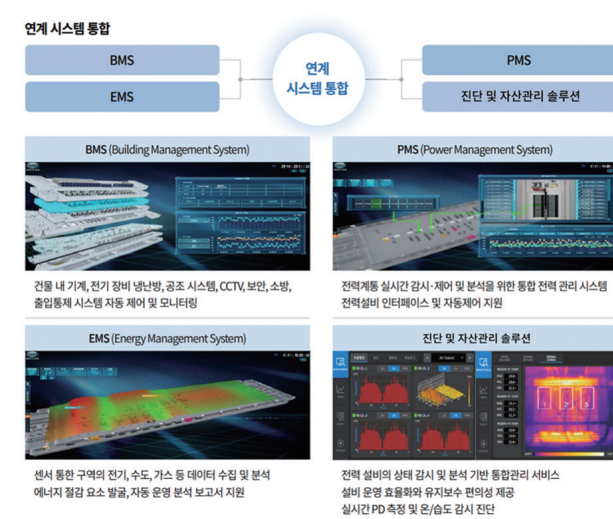


그림 2 LS ELECTRIC의 Beyond X™ CUBE

운용하는 전문 인력의 부족함이다. LS ELECTRIC은 이러한 문제점을 해결할 수 있도록 하드웨어 기반의 기자재 솔루션뿐만 아니라, 차세대 에너지 관리 시스템과 데이터 분석을 결합한 통합 소프트웨어 기반의 에너지 최적화 솔루션을 제공하고 있다.

특히 LS ELECTRIC의 차세대 하드웨어 솔루션으로는 '초전도 전력 시스템'이 대표적이다. 이는 AI 센터의 구축과 운용 시 요구되는 필수 요건(대용량 전력 소비, 설비의 고효율화, 고도화된 보호 신뢰성)을 만족하는 LS ELECTRIC의 초전도 전류제한기와 LS 전선의 초전도 케이블로 구성되어 있다. 초전도 전력 시스템은 낮은 전압 레벨에서도 대용량 송전이 가능하고, 전력 송전 시 전자기파 발생이나 전력 손실 없이 발전원과 데이터센터를 직접 연결해 준다. 또한 계통에서 사고가 발생하더라도 초전도 전류제한기가 고장전류를 획기적으로 저감하여 높은 전력 안정도 및 신뢰도를 충족하므로, 데이터센터에 최적인 첨단 솔루션이다. 초전도 전력 시스템은 미국에서 개최되는 세계 최대 정보기술(IT)·가전 전시회인 CES 2025에서 인간안보(Product in support of Human Security)와 스마트시티(Smart Cities) 등 2개 부문에서 혁신상을 수상하는 등 세계적으로 그 기술력을 인정받고 있다.

LS ELECTRIC의 소프트웨어 솔루션 중 Beyond X™ CUBE는 디지털 트윈 기술을 활용하여 복잡한 데이터센터 인프라를 통합 관리하는 혁신적인 솔루션이다. 이 솔루션은 데이터센터의 안전 문제와 직결되는 전력 장비 관리에 특화되어 있다. 데이터센터의 화재와 같은 대형 사고를 방지하기 위해, 자체 개발한 AI 모델을 활용하여 아크 발생이나 부분방전과 같은 이상 징후를 사전에 감지한다. 시가 변압기나 차단기와 같은 전력 장비에서 수집되는 전압, 전류, 저항 데이터를 학습하여 패턴을 분석함으로써, 잠재적 문제의 조기 발견과 예방적 유지보수도 가능하다.

Beyond X™ CUBE는 기기의 외관뿐 아니라 내부까지도 3D 모델링으로 완벽하게 구현한다. 따라서 수배전과 같은 전력 장비에 문제가 발생했을 때, 관리자가 위험한 판넬을 직접 열어보지 않고도 문제를 확인할 수 있다. 특히 LS ELECTRIC은 전력 설비 제조사로서 보유한 도메인 지식이 있기에, 장비 내부에 전기가

흐르는 요소와 흐르지 않는 요소를 명확하게 구분하여 시각화할 수 있었다. 이러한 점은 LS ELECTRIC만이 가능한 차별화된 솔루션의 특화 기능이다.

AI 시대의 전력 인프라 혁신을 선도하는 LS ELECTRIC

전력 인프라는 전례 없는 '슈퍼 사이클'을 맞이하고 있다. 노후화된 송전·변전·배전 설비의 확충과 함께 신재생에너지 확대에 따른 안정적인 계통연계 수요, AI 데이터센터에 필요한 신규 전력망 구축 등이 그 내용이다.

세계적인 전력 슈퍼 사이클 시대에 확실한 주도권을 잡기 위해, LS ELECTRIC은 해외 시장을 겨냥한 차세대 스마트 솔루션 개발과 시장 개척에 선도적으로 나서고 있다. 구체적으로 미국 빅테크 기업들을 대상으로 데이터센터에 들어가는 전력 시스템에 대한 전용 기기와 솔루션 등을 개발하고 있다. 그 결과로, 최근 미국 빅테크 데이터센터에 배전반과 전력기기를 공급하는 1,625억 원 공급 규모의 계약을 수주하는 등 미국을 중심으로 글로벌 사업에서 가시적인 성과가 창출되고 있다.

전력 인프라는 AI 시대 국가 경쟁력의 근간이자 디지털 혁신의 토대이다. LS ELECTRIC은 AI 시대의 에너지 인프라 변화를 주도해 나갈 계획이다. **[기술·혁신]**

기술혁신 성공사례

소리 없는 불량 원인 정전기 잡는 고진공 이온화 제전장치

인터뷰. 이영섭
(주)저스텍 기술연구소 선행개발팀 팀장

울산대학교에서 재료공학을 전공하고, 2001년 재료공학 석사 학위를 취득했다. 2001년 (주)케이씨씨 종합연구소에서 수행한 화합물 반도체 연구개발을 시작으로, LG Display에서 약 19년간 제품 연구 및 개발 업무를 수행했다. 현재 (주)저스텍에서 디스플레이 관련 고진공 이온화 제전장치를 비롯해 반도체 및 이차전지 관련 장비 기술 개발을 담당하고 있는 디스플레이·반도체 분야의 전문가다.



국내 기업은 OLED TV 시장에서 세계 최고의 기술력으로, 글로벌 점유율을 80% 가까이 차지하고 있다. OLED는 TV뿐만 아니라 스마트폰, 노트북, 자동차 등에도 사용되는 디스플레이다.

최종 제품이 나오기 직전까지 투입되는 모든 노하우는 기술이라고 부를 수 있다. 따라서 OLED 기술이란 어느 하나를 딱 떼어서 말할 수 없는, 수많은 숨은 기술들의 집합이라고 할 수 있다.

(주)저스텍(이하 저스텍)의 고진공 이온화 제전장치는 OLED 생산공정 챔버 내에서 정전기를 제거하는 기술을 세계 최초로

개발 및 상용화한 장치이다. 그동안 정전기는 OLED 생산공정에서 고질병처럼 불량을 안겨주었다. 그러나 저스텍의 제전장치 덕분에, OLED는 불량 감소에서 커다란 전환점을 맞이하게 되었다.

기술개발에 성공한 저스텍의 ‘고진공 이온화 제전장치’는 2024년 49주 차 장영실상을 수상하였다. 넓게 보면 OLED 기술의 일부이고, 자세히 보면 하나의 독자적인 최초 기술인 고진공 이온화 제전장치 기술의 개발 혁신 과정을 살펴본다.

글. 이장욱 씨앤아이컨설팅 컨설턴트

기술혁신 성공사례는 기업의 혁신 기법 및 사례를 분석하고 미래의 사회변화상과 트렌드를 제시합니다.

정전기 제거 기술의 개요

기술을 이해하기란 참 쉽지 않다. 그래서 일반적으로 기술은 제품의 이름 뒤에 가려져 제품 그 자체가 되거나, 제품의 성능과 동일시되기도 한다. 그러나 이해하기는 어려워도 기술은 그 고유의 가치로 존재 이유를 입증한다.

OLED TV는 대부분 가정의 거실을 차지하고 있고, 스마트폰은 어딜 가나 우리의 손에 들려있다. OLED는 우리 일상에 너무나 깊숙이 들어와 익숙하지만, 사실은 초정밀 기술이 필요한 제품이다. 미세한 먼지 하나도 불량을 발생시킬 수 있기에 OLED 공정은 먼지 하나 없이 깨끗한 고진공 상태에서 이루어진다. 여기에 여러 층의 유기물을 열로 증발시켜 유리나 플라스틱 패널에 얇게 입히는 것이 OLED를 만드는 과정이라고 생각하면 된다. 마치 샌드위치를 만들 때 빵에 소스를 얇게 펴 바르고 상추를 얹고 햄과 치즈를 차례로 올리듯이, OLED 공정은 패널에 유기물을 층층이 올려 쌓는 과정을 거치는 것이다. 이때, 한 층의 두께는 수 마이크로미터에 불과하다. 머리카락 두께가 약 100 마이크로미터인 것과 비교하면, 어느 정도의 정밀성이 요구되는지 이해될 것이다. 이제 미세한 먼지 하나가 OLED 공정에 얼마나 큰 영향을 줄지도 상상할 수 있을 것이다.

전술한 OLED 공정의 패널은 크기가 침대만 하다. 이만한 패널이 이리저리 이동하면서 유기물을 증착한다. 그런데 패널이

들어 올려지는 박리 과정이나 마찰이 일어나는 순간에, 정전기가 발생하여 문제가 생긴다. 이때 발생한 정전기가 패널에 수천 볼트까지 누적되어 불량률의 원인이 될 수 있기 때문이다.

정전기는 눈에 보이지도 않고 얼마만큼 누적되었는지 측정하기도 어렵다. 따라서 정전기는 OLED뿐만 아니라 디스플레이 생산에서 불량을 일으키는 숨은 고질병으로 여겨졌다. 여태까지는 뚜렷한 해결 방법도 없었다. 저스텍이 기술개발에 성공한 고진공 이온화 제전장치는 OLED 공정의 불청객인, 이러한 정전기를 없애주는 세계 최초의 신기술이다.

이전에도 정전기를 없애려는 노력은 있었지만, 여러 난관 탓에 실패했다. 가장 큰 문제는 OLED 증착 공정에서 10^{-5} Pa 수준의 진공도를 유지하는 것이었다. 이는 반도체 공정이나 전자현미경, 우주 시뮬레이션 장치 등에 적용되는 수준의 진공도로, 10^{-5} Pa 진공도는 우리가 숨 쉬는 1기압의 1조분의 1에 해당한다. 이에 더해 OLED 공정에서 정전기를 제거하기 위해서는 △증착에 사용되는 유기물에 손상을 주면 안 되고 △공정에 필요한 물질 이외에 다른 물질을 추가로 적용할 수 없으며 △공정의 진공도에 영향을 주지 말아야 했다.

이전에는 자외선을 활용해 정전기를 제거하려는 기술이 시도되었다. 자외선은 광선이기 때문에 진공도에 영향을 주지 않고, 적용에 가스와 같은 다른 물질이 필요하지 않기에 기대를 모았다.

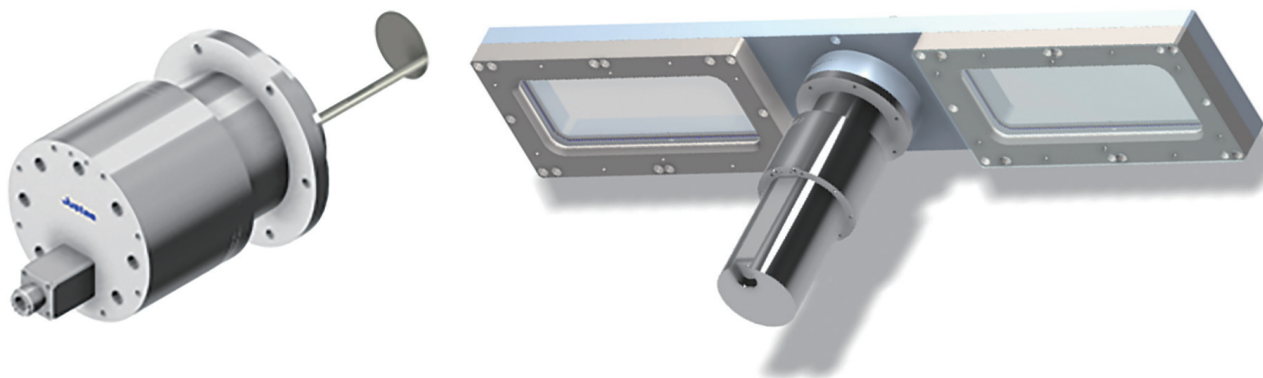


그림 1 저스텍의 고진공 이온화 제전장치

그러나 유기물을 증착시켜야 하는 OLED 공정의 특성이 결정적인 문제점이 되었다. 자외선은 유기물에 손상을 입히기 때문이었다. 우리의 몸도 유기물로, 자외선은 OLED에 얼룩을 남기는 등 또 다른 불량을 유발할 수 있었다. 자외선이 닿지 않는 사각 지대의 정전기는 제거되지 않는다는 단점도 있어, 이 기술은 더 이상 활용되지 않는다. 이렇게 정전기로 인해 소자 불량이 발생한다면 그 패널은 폐기되는데, OLED의 주요 생산국인 한국과 중국에서만 이 비용이 연간 약 2조 원에 달하는 것으로 추정된다.

저시스템이 개발에 성공한 제전장치는 고진압을 이용하여 연속적으로 형성한 이온으로 정전기를 제거하는 장치다. 이온이 고진공 상태의 챔버 내로 퍼져 나가 OLED 패널에 누적된 정전기를 제거한다. 마치 디퓨저의 향이 실내로 퍼져 나가듯이, 전기를 띤 이온 입자들이 챔버 내로 확산하면서 반대 전하를 띤 정전기와 결합하여 중성이 되고 정전기를 사라지게 만드는 원리다. 이온 입자가 고진공 상태인 챔버 안을 떠돌면서 정전기를 제거하는 방식이라 진공도에 영향을 주지 않을뿐더러, 공정 중에 사용한 잔존가스와 자기장의 힘으로 이온이 확산하는 방식이라 패널에도 아무런 영향을 주지 않는다. 조용한 소방수가 보이지 않는 소화액을 뿌려 숨어있는 불을 소멸시키는 장면이 연상된다.

저시스템의 고진공 이온화 제전장치는 기존의 OLED 생산 챔버에

쉽게 장착할 수 있어 큰 개조 없이 적용이 가능하다는 장점도 있다. 이 제품은 정전기 제거의 탁월한 성능과 장착의 편리성을 인정받아 2023년 여름부터 고객사 라인에 한창 설치되고 있다. 입소문을 타고 다른 잠재 고객들의 문의도 이어지는 상황이라고 한다.

기술혁신 성공의 공식

OLED 패널을 생산하는 고진공 챔버 한 대는 작은 회의실만큼의 넓은 공간을 차지한다. 그리고 이 회의실의 커다란 유리창만 한 패널이 챔버 안에 들어가 공정이 진행되고, 패널은 또 다른 챔버로 옮겨진다. 저시스템의 고진공 이온화 제전장치가 이 넓은 면적에 숨어있는 정전기를 제거하는 시간은 길게 잡아서 4초 정도다. 수천 볼트의 정전기가 순식간에 사그라들어 1~200볼트의 안전한 상태로 변모하는 것이다.

고진공 이온화 제전장치의 개발에 성공한 저시스템에는 어떠한 기술혁신 성공의 비결이 있을까? 저시스템 연구소의 사무실에 들어서면, 중앙에 공상과학 영화에서 본 것 같은 투명한 원통형 회의실들이 자리하고 있다. 반대편에는 고풍스러운 미술관의 야외무대 같은 빨간 벽돌 벽이 2층 높이로 서 있고, 자연채광이 되는 공간이 있다. 앉아서 이야기할 수도 있고 제법 많은 사람이 모일 수도 있는 작은 무대 같기도 하다. 인테리어 하나하나에서, 직원들의 의견을 동등하게 존중하고자 하는 저시스템 임영진 대표

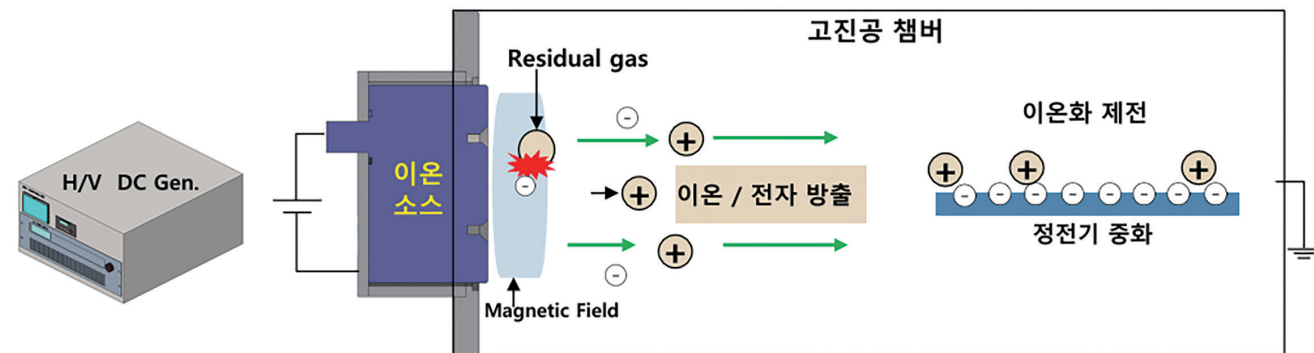


그림 2 저시스템이 개발한 고진공 이온화 제전장치의 정전기 제거 원리



이사 가치관이 묻어났다. 장영실상 수상을 이끈 이영섭 부장을 비롯한 저시스템의 임직원들은 이러한 가치의 상징으로 사무실 중앙의 투명 원형 회의실과 원형 탁자를 자랑스럽게 설명했다. 이렇듯 저시스템의 여러 가지 성공 요인들이 복합적으로 작용하여 기술혁신이라는 성과를 낳았겠지만, 그중 가장 인상 깊었던 것은 직원들의 의견이 존중되는 회의 문화였다.

저시스템이 개발한 고진공 이온화 제전장치는 기존 기술인 자외선 방식과 완전히 다른 기술에 기반했고, 참고할 만한 유사 기술도 없었다. 세상에 없던 기술을 최초로 개발하여 성공으로 이끈다는 것은 쉬운 일이 아니다. 비유하자면 각자에게 흠어져 있는 지식과 경험을 모아서 하나의 에너지로 만들고, 해답을 찾아가는 길을 끊임없이 개척하여 모아온 에너지가 흐를 수 있도록 해주는 것과 같다. 저시스템의 기술혁신은 해답을 찾을 수 있다고 장담할 수도 없는 길을 개척하여, 결국에는 지도까지 만들어 낸

것과 같은 성공이었다.

기술개발 기간인 3년 동안, 7명의 연구원 서로가 머리를 맞대고 회의한 횟수만 1천여 회에 다다른다. 장영실상 수상자이자 기술개발을 이끈 선행개발팀 이영섭 부장의 설명에 따르면, 회의보다는 토론이라는 단어가 더 적합한 모습이었다. 아이디어가 생각나면 걷다가도 말하고 서서도 편하게 이야기 나누었으며, 회의실에 모여 본격적으로 토론하기도 했다. 저시스템에서 이러한 회의가 있을 때는 직급이나 부서의 장벽은 존재하지 않는 진공상태가 만들어졌다. 서로 간의 에너지를 나누고 시너지를 일으켜 더 큰 하나로 모으는 데에, 직급이나 부서는 중요하지 않았기 때문이다. 끝없이 이어지는 토론 속에서 정제된 아이디어를 실험한 횟수는 총 100여 회다. 이는 회의 횟수의 10분의 1로, 상대적으로 실험 횟수가 적다고 느낄 수 있다. 그러나 많은 사람들이 실험실에서 뛰어난 기술이 개발될 것으로 생각하지만, 실은 머릿속에서 완성되고 이후 실험실에서는 증명될 뿐이다. 여러 회사의 기술혁신 성공 사례를 살펴보다라도, 저시스템과 같이 임직원 상하좌우 간의 원활한 소통은 단연 공통으로 나타나는 성공 비결이다.

저시스템의 또 다른 성공 요인은 고객의 니즈를 파악하는 것에 있었다. 여기에서는 저시스템의 일하는 방식이 눈에 띄었는데, 저시스템은 현장에서 엔지니어와 책임자가 2인 1조가 되어 일하는 방식을 채택하고 있었다. 고객의 현장을 직접적으로 이해하기 위해 엔지니어뿐만 아니라 책임자가 꼭 함께하도록 하는 것이었다. 책임자가 전달에 전달을 통해 보고를 받으면 그만큼 현장이 멀어지기에, 저시스템에서는 책임자가 함께 현장으로 움직여 현장에 공감한다. 이렇게 한 사람이라도 더 현장을 공감해야만 에너지를 모으기 쉬워진다. 전해 들은 말만으로 좋은 아이디어를 내는 것은 영화 속에서만 가능한 이야기이다.

현장을 공감한다는 말은 단지 현장 설비에 대한 이해도를 높인다는 의미뿐만 아니라, 현장을 이해하여 고객과의 소통력을 높인다는 의미도 포함한다. 그래서 저시스템은 누구보다 먼저 프로토타입을 만들어 고객의 피드백을 받아, 다시 빠르게 수정해

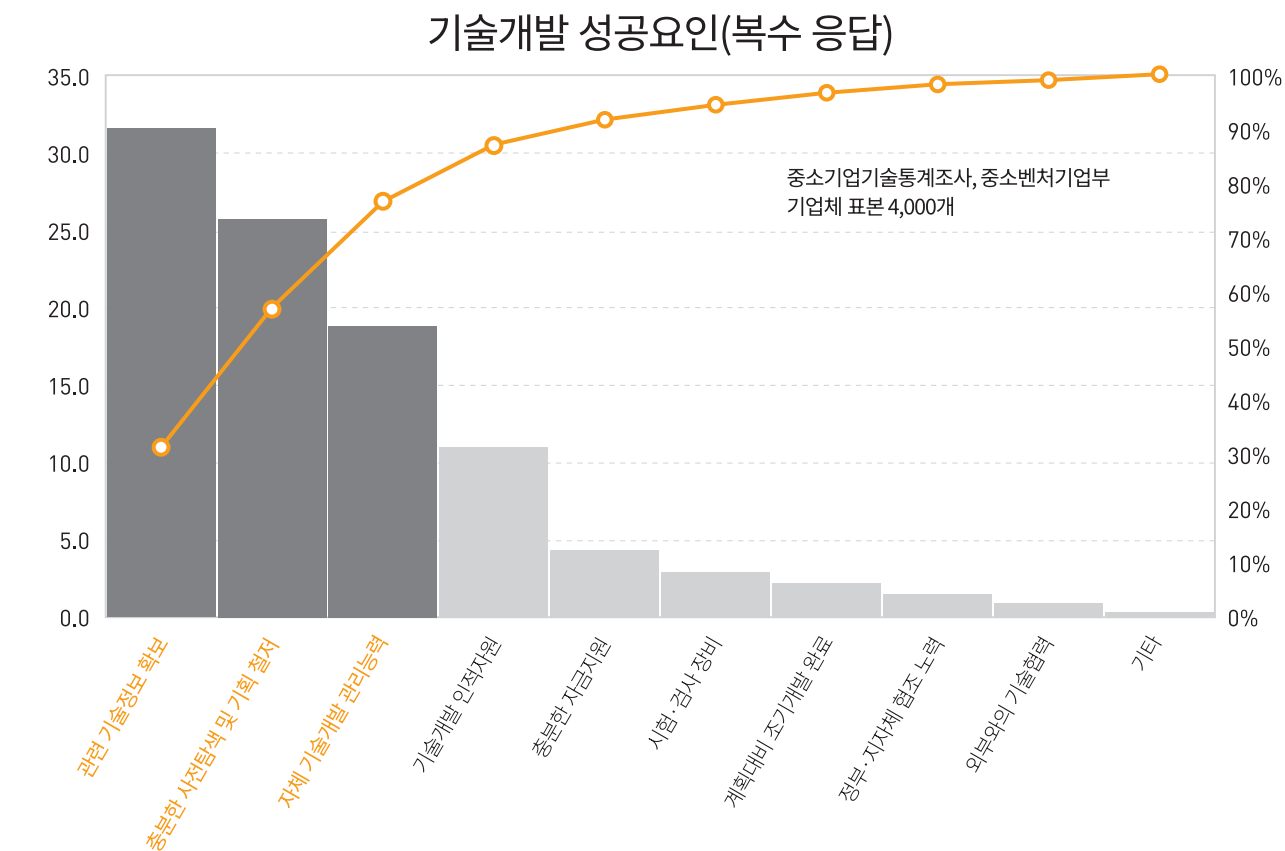


그림 3 2022년 중소기업 기술통계 조사 ‘기술개발 성공 요인’

내는 실행력이 뛰어나다. 저스팀의 일하는 방식을 알게 된 고객은 이제 피드백을 주기 위해 직접 저스팀을 방문하고, 신기술을 빨리 경험하고자 프로토타입의 적용을 자처할 정도다. 이렇게 저스팀은 고객과 높은 신뢰를 쌓았다. 한 마디로 저스팀은 애자일(Agile) 방식으로 일한다고 할 수 있다. 그러나 저스팀이 애자일 기법을 도입하여 빠른 실행과 유연한 대응을 하게 된 것은 아니다. 저스팀이 고객의 니즈를 적극 수용하여 빠르게 다시 수정하는 방식이 아주 효율적이기에, 결과적으로 성공기법인 애자일 전략을 닮아 있을 뿐이다.

2022년 중소기업 기술통계 조사에서 4,000개 기업을 대상으로 기술개발 성공 요인을 조사한 결과, 1위와 2위는 각각 ‘관련 기술정보 확보’와 ‘충분한 사전탐색 및 기획 철저’로 나타났다.

저스팀은 남이 간 길을 따라가기보다는, 해답이 보이지 않는 길을 개척하여 나가는 데에 주저하지 않았다. 고객에게 필요한 기술이 무엇인지 정보를 알기 위해 책임자도 함께 고객 현장을 뛰었으며, 빠르게 프로토타입을 만들어 누구보다 먼저 고객의 피드백을 받고 사전에 시장을 탐색하고자 했다. 그리고 임직원 상하좌우 간 끊임없는 토론을 통해 기획의 완성도를 높이는 데 노력을 기울여, 결국 고진공 이온화 제전장치 기술을 개발하는 데 성공했다.

기술혁신의 인프라

저스팀은 반도체 습도제어 분야 전문 장비 회사로, 2016년에 회사를 창립한 이후 2017년에 바로 기업부설연구소를 설립하였다.

2023년에는 과학기술정보통신부 최우수 기업연구소로 선정되었고, 2024년에는 대한민국 강소기업대상 기업문화상을 수상하였다. 주요 고객으로는 반도체·디스플레이·이차전지 사업을 하는 국내외 유수의 글로벌 기업들을 두고 있다. 짧다면 짧을 수 있는 10년 동안에 저스팀이 이러한 업적을 쌓아온 것은 어쩌면 이번 기술혁신 성공보다 앞서 주목해야 할 포인트일 수 있다. ‘될 성부른 나무는 떡잎부터 알아본다.’라는 속담처럼, 저스팀은 지난 10년간 훌륭한 토양을 다져왔기에 오늘의 기술혁신 성공은 그 토양으로부터 자라난 자연스러운 결과물일지도 모른다.

저스팀의 임영진 대표이사는 엔지니어 출신으로, 신기술 도전과 독자적 원천기술 개발을 끊임없이 강조한다. 동시에 연구 개발에 필요한 설비 투자에도 인색함이 없다. 이에 연구원들은 아이디어가 떠오르면 적극적으로 특허를 출원하여 화답한다. 저스팀이 고진공 이온화 제전장치 개발과 관련하여 출원한 특허만도 32건이다. 30명이 근무하는 저스팀의 연구소에서는 매년 100건 이상의 특허가 쏟아진다. 저스팀이 채택하고 있는 직무발명제도는 연구소를 보유한 기업 대부분이 운영하는 제도로, 이 정도의 실적을 단지 직무발명제도와 같은 외적인 인프라로 설명하기 어렵다.

저스팀의 회의 문화 하나만 보더라도 대표의 경영 철학이 공유되는 회사임을 느낄 수 있다. 존중, 배려, 소통을 중시하고 ‘직원과 그 가족이 행복한 회사’라는 대표의 경영 철학이 회사 곳곳에 스며들어 있다. 임원들은 앉아서 보고나 받겠다는 마인드가 없고, 직원들은 자기 업무뿐 아니라 동료의 일에도 관심을 기울이며, 모두가 필요하다면 자신의 경험을 아낌없이 나누겠다는 마음가짐이다.

물론 저스팀이 짧은 업력에도 불구하고 글로벌 기업들에 인정받은 것은 기술력이 뒷받침해 주었기 때문이다. 직원들의 넘치는 아이디어를 담아내기 위해서는 많은 연구비가 필요한데, 정부 R&D 과제 수주와 철저한 관리를 통해 회사 자체 투자의 부담을 일부 줄여나가는 노력도 잊지 않았다. 이러한 다양한 노력들이 모여 저스팀의 기업문화가 만들어졌다. 이렇게 기술혁신을

위해서는 유형의 인프라도 중요하지만, 무형의 인프라인 기업 문화도 함께 조성하는 것이 중요하다.

저스팀의 고진공 이온화 제전장치는 2023년 개발이 완료되었고 2024년 49주 차에 장영실상을 수상하였다. 기술개발이 완료된 지 얼마 안 되었지만, 저스팀은 벌써 고객의 피드백을 받아 더 진보된 라인업을 준비 중이다. 기술적으로는 이미 완성 단계에 접어들었다고 한다. 저스팀의 고진공 이온화 제전장치는 OLED 공정뿐만 아니라 정전기 제거가 필요한 이윗 산업 분야에서도 러브콜을 받고 있다. 고객사의 신뢰를 얻은 기업인 저스팀이 앞으로 얼마나 가파른 성공 곡선을 그려나갈지, 그 미래가 기대된다. **기술혁신**



▲ (좌측부터) 박진호 부장, 이영섭 부장, 우인근 부장

특허 및 트렌드 분석 방법론: 인공지능의 미래, 디지털 휴먼을 예시로



글. 이경호
만성국제특허법률사무소 변리사

경희대학교 화학공학과를 졸업하고, 경희사이버대학교 컴퓨터정보통신공학을 전공하였다. 만성국제특허법률사무소에서 국내 AI 스타트업의 특허창출 업무를 주로 담당하고 있다. 한국특허전략개발원의 표준특허 창출지원 사업에서 인공지능 분야 책임연구원으로도 활동하고 있다.

4차 산업혁명 시대에 인공지능(AI)만큼 주목받는 것이 있을까? 아마도 없을 것이다. 그렇다면 인공지능 분야에서 특허 이목을 끄는 주제는 무엇일까? 필자는 2013년에 개봉한 SF 멜로 영화 <그녀(Her)>에 주목한다. 영화는 인공지능을 사랑하게 되는 한 남자의 이야기이다. <그녀>에서 주인공 '테오도르'는 인공지능 '사만다'와 자연스럽게 대화하고 감정을 교류한다.

'사만다' 정도의 인공지능은 어쩌면 영화에서나 가능한 이야기일지도 모른다. 하지만 최근에 영화 속 인공지능과 현실 속 인공지능의 간극을 좁힐 수 있는 요소가 등장했다. 국내 AI 스타트업에서 디지털 휴먼 기반의 챗봇 서비스를 출시한 것인데(그림 1), 대화 상대방인 인공지능을 시각적으로 제공하여 관심을 끌고 있다. 이러한 점에서 필자는 '디지털 휴먼'에 주목한다.

'디지털 휴먼'을 주제로 트렌드를 분석하기 위한 특허 분석 방법론 설명에 앞서, 유의해야 할 두 가지 사항이 있다.

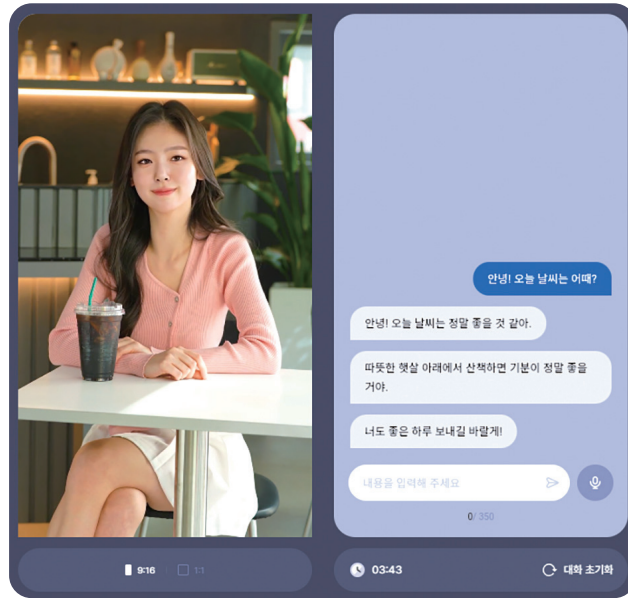


그림 1 디지털 휴먼 기반의 챗봇 서비스
<썬클레온, <https://www.studio.kleon.io/avatar/>>

첫째는, '출원 공개 기간'이다. 오늘 특허출원(신청)을 완료하였고 우선심사신청과 같은 별도의 액션을 취하지 않았다면, 해당 건은 1년 6개월 후에 공개된다. 즉, 지금 특허 검색 DB에서 조회되는 특허는 대개 1년 6개월 전에 출원한 것이다. 따라서 특허 검색으로 특허 분석의 '최신성'을 담보하기에는 한계가 있다.

둘째는, 특허 분석 결과가 비-엔지니어에게 의미미하지 않게 다가올 수 있다는 것이다. 시장에 선보이는 제품을 '기술의 집합'이라 한다면, 특허 1건은 집합의 원소에 해당한다. 그리고 시장에 선보이는 제품은 일반 소비자가 이해할 수 있는 선에서 적용 기술이 설명되지만, 특허는 보통 더욱 구체적인 기술을 다룬다. 엔지니어의 경우에는 전자의 기술과 후자의 기술 모두 익숙할 것이다. 하지만 비-엔지니어의 경우, 후자의 기술에 익숙하지 않아 이해하기 어려울 것이다.

Step 1. 검색식 설계

검색식을 어떻게 설계하느냐에 따라 분석 대상 특허의 양과 품질이 결정된다. 따라서 분석의 목적, 비용, 시간 등을 종합적으로

특허활용은 기업의 IP-R&D 전략 수립을 돕기 위해 특허 분석을 통한 산업 기술 트렌드, 시장-제품 전망 등의 분석 정보를 제공하고 있습니다.

고려하여 적절한 검색식을 설계해야 한다. 검색식은 크게 검색 키워드와 검색 영역으로 구성된다.

1) 검색 키워드

'디지털 휴먼'을 검색 키워드로 설정하면, '디지털 휴먼'을 명시하는 특허가 검색된다. 여기에서 질문. 각 특허의 권리자들이 디지털 휴먼을 '디지털 휴먼'으로만 표현하였을까? 아니다. '가상 인물', '가상 객체' 등으로 표현했을 수도 있다. 따라서 '디지털 휴먼'이라는 기본 키워드 외에 유사 키워드도 함께 검색해야 한다. 여기에서 또 질문. '가상 객체'가 '디지털 휴먼'만을 의미할까? 아니다. 가상의 물체도 '가상 객체'에 해당한다. 그러므로 '가상 객체'를 검색 키워드에 추가하면, 디지털 휴먼과 무관한 특허가 다수 검색될 수 있다. 그래서 유사 키워드는 신중히 결정해야 한다.

2) 검색 영역

'디지털 휴먼'의 검색 영역으로 '발명의 명칭'을 설정하면, 발명의 명칭에 '디지털 휴먼'을 명시하는 특허가 검색된다. 하지만 '발명의 명칭'을 작성할 때 '디지털 휴먼'을 기재할 수도 있으나, 그렇게 하지 않을 수도 있다. 예를 들어, '대화 시스템'과 같이 간명하게 기재할 수도 있다. 따라서 검색 영역을 '발명의 명칭'으로 설정하면, 놓치게 되는 특허가 있을 수 있다.

한편, 검색 영역으로 '발명의 설명'을 설정하면 '디지털 휴먼'을 언급하는 모든 특허가 검색된다. 이렇게 되면 디지털 휴먼과 무관한 특허도 검색될 수 있다. 예를 들어, '종래 기술은 디지털 휴먼에 관한 것인 반면, 본 발명은 디지털 반려동물에 관한 것이다'를 설명하는 특허도 검색될 수 있다. 따라서 검색 영역도 신중히 결정해야 한다. 필자는 '청구범위'를 검색 영역으로 설정할 것을 추천한다. '청구범위'는 특허를 받고자 하는 기술을 문장으로 표현하는 목적이기 때문에, 검색 키워드를 주제로 하는 특허가 검색될 확률이 높다.

Step 2. IPC 코드를 활용한 특허 분류

분석 대상 특허를 확보하였다면, 이들을 분류할 필요가 있다. '숲을 보고 나무를 본다'에서 숲을 보기 위한 사전 작업이 바로

분류 기준 설정이다. 목적이 트렌드 분석이라면, 분류 기준으로 'IPC 코드'를 추천한다. IPC(International Patent Classification) 코드는 국제적으로 사용되는 코드로, 기술 분야를 의미한다. IPC 코드는 섹션, 클래스, 서브클래스, 메인그룹 및 서브그룹으로 구성된다(그림2).

키프리스(KIPRIS)에서 '발명의 명칭'으로 '디지털 휴먼'을 검색하였을 때, 총 53건의 특허가 검색된다. 53건의 특허 모두에 G섹션의 IPC 코드가 부여되어 있다(그림3). G06T가 가장 많이 부여되어 있어 G06T를 예로 설명한다. 섹션 'G'는 '물리학'을 의미하고, 클래스 '06'에 의해 'G06'은 '컴퓨팅; 계산 또는 계수'를 의미한다. 그리고 서브클래스 'T'에 의해 'G06T'는 '이미지 데이터 처리 또는 생성'을 의미한다. 'G06T19/00'의 경우에는, 메인그룹 '19'와 서브그룹 '00'에 의해 '이미지 코딩'을 의미한다.

'G06T'와 같이 섹션, 클래스, 서브 클래스로 구성된 IPC 코드로 특허를 분류할 수도 있고, 'G06T19/00'과 같이 메인그룹과 서브그룹을 포함하는 IPC 코드로 특허를 분류할 수도 있다. 전자는 특허 간 그룹핑이 용이하여 통계를 내는 데 유리하지만, 구체적인 기술 분야를 파악하기에는 불리하다. 후자는 그 반대의 장단점을 갖는다. 따라서 분류 기준으로 활용할 IPC 코드도 사안에 따라 적절하게 구성해야 한다.



A	-----	섹션(A, B,, H)
A23	-----	클래스(2개의 숫자)
A23G	-----	서브클래스(A,B,, Z)
A23G 9/04	-----	그룹

그림 2 IPC 코드의 구성
<한국특허기술진흥원, <https://cls.kipro.or.kr/ipc/>>

기술경영

R&D 포트폴리오와
프로젝트 선정·관리 방안

위해 프로젝트 및 기타 관련 작업을 식별하고, 우선순위를 지정, 승인, 관리 및 통제하는 것을 의미한다.¹⁾

새로운 성장전략을 위한 R&D 포트폴리오와 프로젝트 관리

이번에 소개할 R&D 포트폴리오 구축 사례는 기초소재를 기반으로 정보통신 및 산업 소재 관련 핵심제품을 개발·판매해 온 기업의 이야기다. 당시 중국 등 기술 신흥국이 부상하면서, 해당 기업은 기존 시장을 상실하고 수익성도 하락하고 있었다. 이에 전략을 전면적으로 재구축하고 신사업 중심의 사업 구조 고도화를 추진하였다. 즉, 중장기적 관점에서 정보통신 및 친환경 에너지, 환경 분야에 대한 신사업·신제품 프로젝트의 안정적 도출과 핵심기술에 대한 경쟁 기반의 확보가 가능하도록 운영체계를 개편하였다.

해당 기업은 신사업 아이디어 창출의 활성화를 위해 자원 배분의 효율성을 높여 기존사업의 시장 경쟁력을 강화하고, 차세대 사업을 위한 기술 및 사업역량 플랫폼을 구축하며, 시장 및 기술의 불확실성이 높은 영역에 대한 돌파(Breakthrough) 기술을 개발하기 위한 혁신 활동을 추진하였다. 또한 단기 성과에 치중하여 자원이 분산되지 않도록 차단하면서, 사업 부문을 중심으로 추진해 온 신제품 관련 개발 과제에 대해서는 출시까지 지원이 중단되지 않도록 단계별 자원의 전략적 균형을 유지해 주었다. 그리고 미래 신사업 탐색, 기술·시장 불확실성의 지식화를 위한 자원을 포함할 수 있도록 전략 버킷(Strategic Bucket)을 마련하여 배분하였다(그림1의 I).

R&D 프로젝트 포트폴리오 관리 모델은 신사업·신기술을 중심으로 하는 기회 포트폴리오(Opportunity Portfolio)의 적용을 검토하고, 세부 평가 및 운영 기준을 개발하였다(그림1의 II). 또한 R&D 프로젝트의 개발 단계(Stage)를 중심으로, 진행 상황과 연구개발 성격에 따라 파이프라인의 모니터링 및 관리가 가능하도록 체계를 구축하였다(그림1의 III). 여기에서 퍼널(Funnel;



글. 이동기
SBP전략경영연구소 대표

부산대학교 전산통계학과를 졸업하고, LG전자의 전자기술원 및 System IC 센터와 LG화학의 기술전략 및 기술관리팀 등 전자·화학 사업부와 연구소에서 근무하였다. SRI Consulting 등에서 기술경영 관련 교육을 이수하였으며, 현재는 SBP전략경영연구소 대표로 기업연구소 등에서 컨설팅 및 강연 활동을 하고 있다.

포트폴리오(Portfolio)는 전략, 재무 및 내부 역량 등의 관점에서 각 사업을 객관적으로 평가하여, 사업의 철수와 구조 혁신, 사업 단위 간 투자우선순위와 자원 배분의 효율성을 도모하며, 또한 전략목표 설정을 위한 합리적인 기준을 제공한다.

이에 연계하여 R&D 포트폴리오는 중장기 전략의 현재, 차세대 및 미래 사업 등 세부 사업 로드맵(Roadmap)과 영역별 자원 배분 규모를 산정하여, R&D 프로젝트(Project)의 개수나 유형별 규모 등을 포함한 전체 구조를 결정하고, 그에 따른 조직 체계, 자원 투입 계획, 그리고 관련 운영체제도 설계할 수 있도록 한다.

이러한 포트폴리오의 관리 활동은 하나 이상의 포트폴리오를 중앙 집중식으로 관리하는 것으로, 비즈니스 목표를 달성하기

01 Managing The Opportunity Portfolio, Christian Terwiesch & Karl Ulrich, Dec 2015

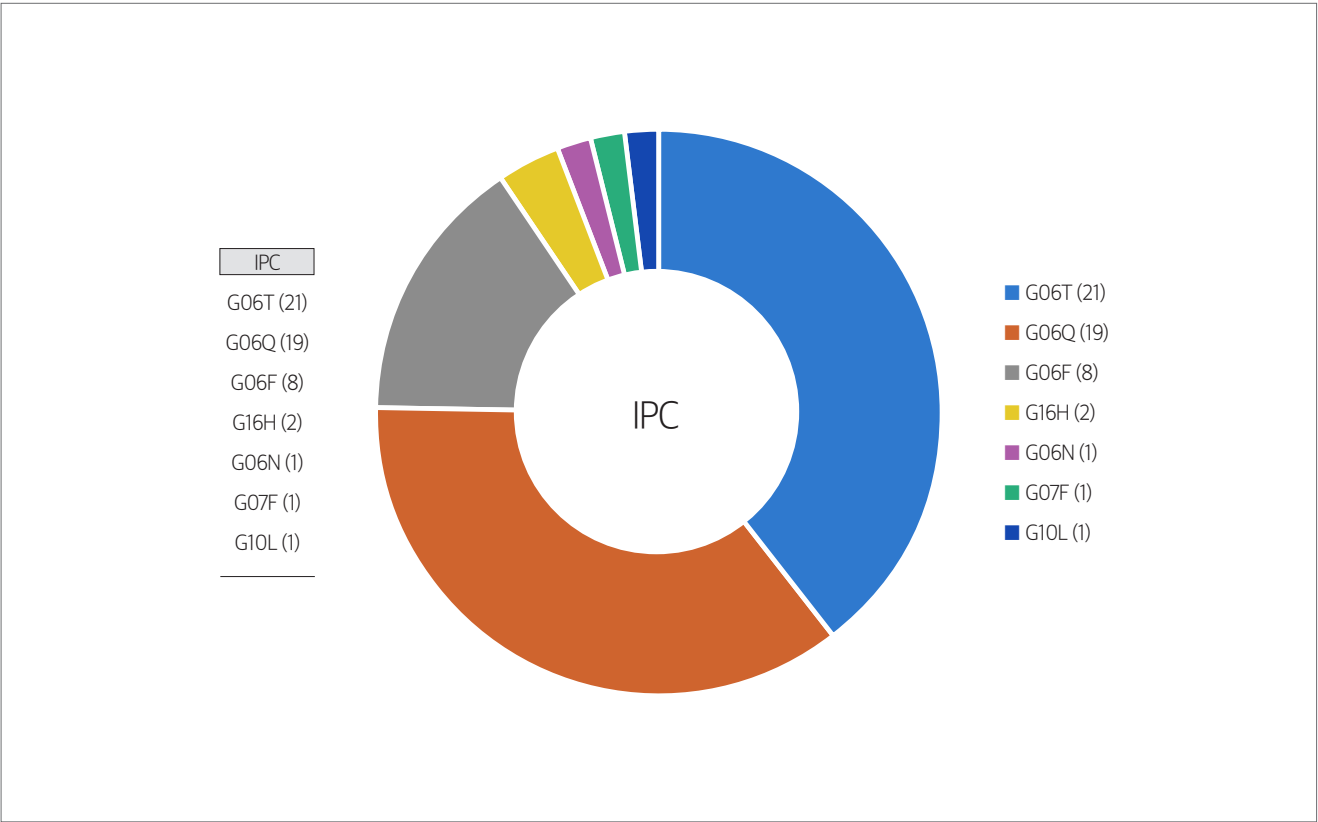


그림 3 디지털 휴먼 관련 선행 특허 53건의 IPC 코드 부여 현황
<KIPRIS>

Step 3. 시계열적 분류

트렌드는 시간 축 상에서 관찰할 수 있는 요소이다. 그래서 트렌드 분석을 위한 특허 분석은 시간을 변수로 두고 진행해야 한다. 예를 들어, 출원 연도별로 IPC 코드 변화량을 추적하여 트렌드를 분석할 수 있다. 그림4를 참조하면, 상업용 등의 데이터 처리 시스템(G06Q)에 관한 출원이 증가 추세임을 알 수 있다.

완벽한 트렌드 분석을 수행하기 위해서는 특허 문서 전체를 분석해야 한다. 그러나 전체를 분석하기에는 양도 많고 그 내용도 어렵기 때문에 비효율적일 수 있다. 따라서 최소한 각 특허의 대표 청구항(보통 청구항1)을 분석한 후 트렌드 분석에 임할 것을 추천한다. [기술·혁신]

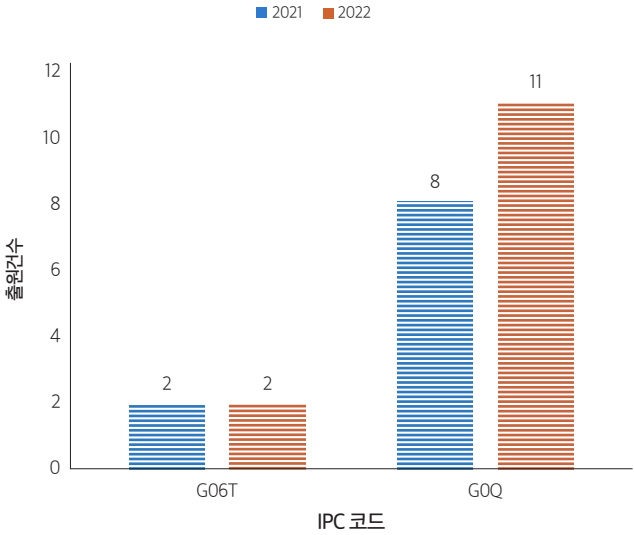


그림 4 디지털 휴먼 특허출원 경향

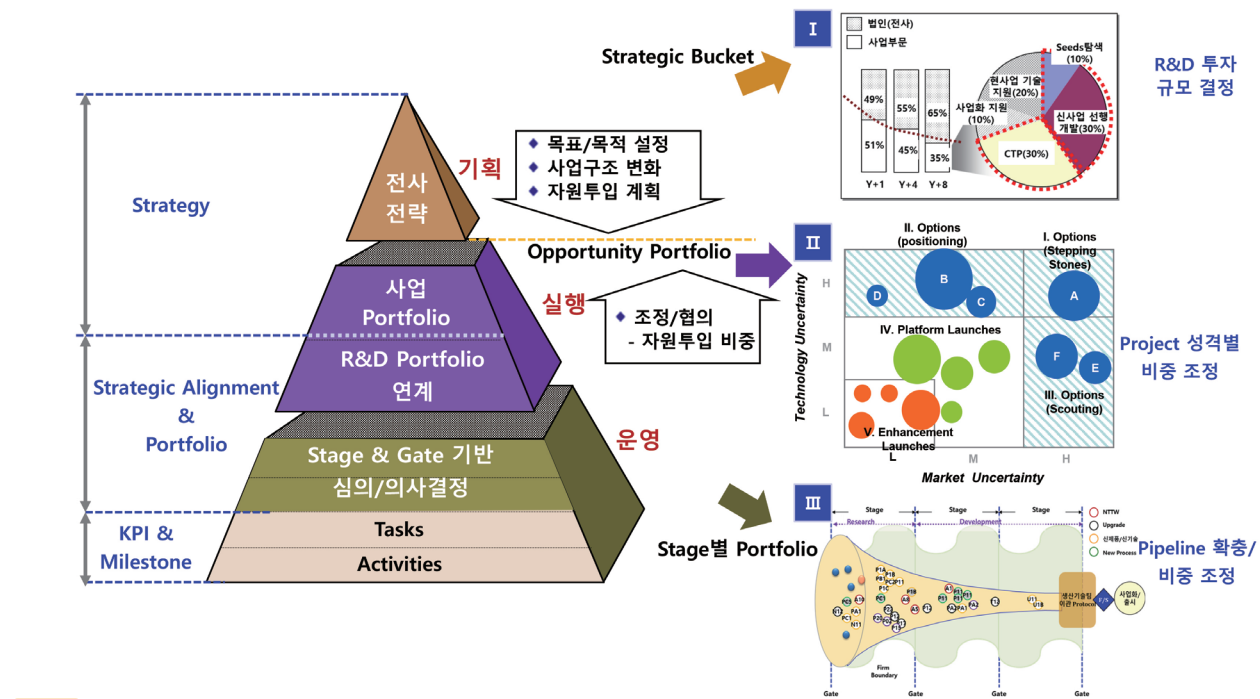


그림 1 R&D 포트폴리오 경영을 위한 관리·운영체계 및 사례

갈때기) 구조 내에서 진행상황을 실시간으로 확인할 수 있도록 했다.

전술한 '기회 포트폴리오'는 R&D 프로젝트의 시장 및 기술의 불확실성에 따라 자원을 전략적으로 배분할 수 있도록 한다. 기회 포트폴리오의 첫 번째 영역(그림 2·3의 A)은 기존사업 관련 시장의 경쟁 우위 유지 및 강화를 위한 효율화 영역으로 매출 및 수익 창출을 주요 목적으로 하며, 매출액, 수익 규모 등을 주요 지표로 관리한다. 그래서 기존사업의 제품 파이프라인 신규성을 확보하면서도 시장 지배력을 확보할 수 있도록 자원을 배분한다.

두 번째 영역(그림 2·3의 B)은 차세대 사업의 정상궤도 진입과 핵심기술 플랫폼 구축 및 사업역량 확충을 위해, 도전적인 자원 배분을 하고 현재의 성장기 사업에 대비하는 영역으로, 이는 비즈니스 모델의 혁신을 통해 시장에서 새로운 위치를 확보하고 신규매출을 창출하여 차세대 성장을 이끌 전략사업으로, 실질적이고 새로운 성장 기반을 의미한다. 그래서 매출성장률, 시장

점유율, 고객 유치 현황 등을 주요 지표로 관리한다.

세 번째 영역(그림 2·3의 C)은 아직 기술 및 시장의 불확실성이 높아 가설과 가정에 기반해 기술 및 사업을 탐색하는 영역으로, 시장 지식의 축적과 기술적 해결 방안을 모색하기 위한 선택 (Option) 영역이다. 즉, C에서는 유망 아이템을 적은 자원으로 신속하게 실증 혹은 검증(Small Start, Fail Fast)하는 것이 핵심이다. 이와 같이, 기회 포트폴리오의 기본 개념하에서 기존사업 및 신사업을 강화하기 위하여 각 영역의 전략적 규모 내에서 R&D 프로젝트를 선정할 수 있는 체계를 구축하였다.

이러한 포트폴리오 구성을 위한 전략적 방향하에서, 프로젝트를 5개 유형 및 5단계 스테이지로 구분하고 평가 기준/척도도 차별적으로 설계했다. 또한 불확실성(기술, 시장)의 평가 기준 및 척도에 따른 운영체계도 별도로 개발하여 평가 체계를 완성하였다.

그리고 최종적 선정 의사 결정은 전사 R&D 자원의 배분 비중에 따른 영역별 프로젝트 풀에서, 진행 단계에 있는 프로젝트의

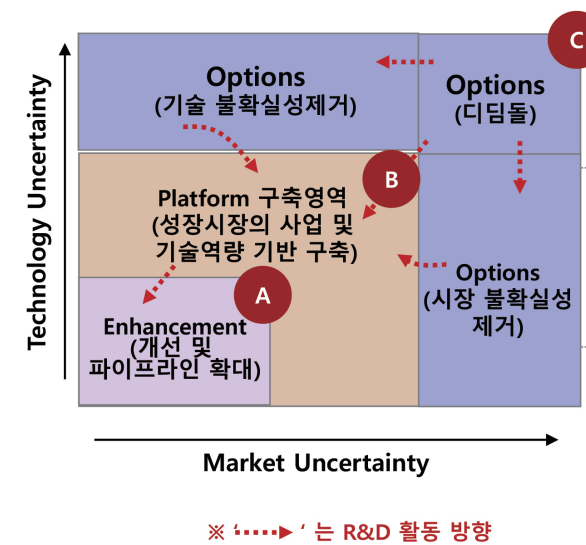


그림 2 기회 포트폴리오의 영역별 의미

파이프라인 내 포지셔닝 균형(Balance)을 점검하면서 내릴 수 있도록 하였다(그림1의 III). 또한 파이프라인 내 특정 단계의 프로젝트 개수가 현저히 부족한 경우, 신제품·신공정 등의 프로젝트를 추가로 제안할 수 있도록 하였다. 대체로 사업 부문 내 기존제품에 대한 파이프라인은 자체적으로 잘 구축되어 제안이 이루어지지만, 전사에서 관리되는 신사업·신제품 아이템은 초기 단계에서 파이프라인 내 단계별 균형이 취약할 수 있다. 따라서 해당 기업은 아이디어의 원천을 확충하는 등 체계를 구축하기 위해 다양한 보완 활동을 추진하였다.

사사업 및 성공 Point

이상에서 살펴본 R&D 포트폴리오에 의한 신사업 추진 전략과 그에 따른 프로젝트 선정 체계가 성공적으로 운영되기 위해서는 몇 가지 고려할 사항이 있다. 먼저, 신사업·신제품 개발을 위한 R&D 프로젝트는 최고경영자의 지속적인 관심과 지원이 있어야만 성과로 구현될 수 있다. 성공한 신기술·신제품의 대부분은 경영자의 머릿속에서 구성되어 연구개발과 사업 솔루션이 구체화되기까지, 보통 10~15년이 소요되기 때문이다. 그렇기에 중장기적 관점에서 기술적 역량을 쌓고 시장을 확보할 수 있도록 연구

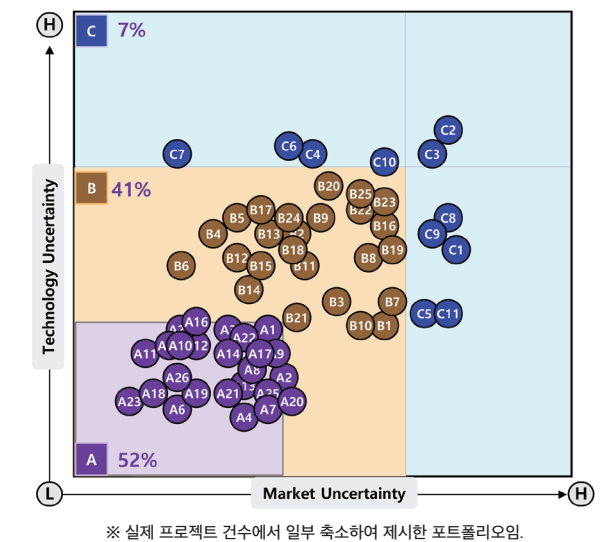


그림 3 R&D 프로젝트 포트폴리오 선정 및 포지셔닝 현황

개발의 연속성을 확보해 주어야 한다.

두 번째, 신사업·신제품에 관한 다양한 아이디어를 현재 운영 체계 내에서만 확보하기에는 한계가 있다. 그래서 관련 산업 및 기술 동향에 관한 정보를 제공해야 하고, 전략적 기획을 사고하기 위한 시간을 허용해야 한다. 또한 외부 전문가 그룹 혹은 기관 등을 활용하여, 크라우드 소싱(Crowd Sourcing)에 의한 아이디어 확보 체계를 상시화할 필요도 있다.

세 번째, 전사적 신사업 아이템에 대하여 신사업 담당, 연구소장 등 경영층이 중심이 된 관리 체계를 구축해야 한다. 기존 산업분야와 관련된 R&D 프로젝트는 각 사업 부문의 책임자가 대부분 지정되어 있으므로 내부의 관심과 관리 범위에서 벗어나지 않지만, 신사업 아이템에 관해서는 전사 차원에서 책임감을 가지고 관리할 수 있는 담당 임원이나 조직이 보통은 없기 때문이다.

네 번째, 조직 전체가 주기적으로 신사업 아이템과 프로젝트의 진행 상황을 공유하고 관련 정보 및 이슈를 논의하여, 문제점을 해소하고 성공 방안을 모색할 수 있는 '협회의 장'을 마련해야 한다. 게이트 심의팀(Gate Review Team)을 해당 프로젝트와 관련 있는 다양한 배경의 전문가로 구성하여 활용하면 효과적일 것이다. **기술혁신**

이달의 명강연

제77회 산기협 조찬세미나 Agentic AI, 새로운 AI 혁명의 시작

3월 13일, 제77회 조찬세미나가 엘타워 그레이스홀에서 열렸다. AI가 실생활을 넘어 기업 경영에도 영향력을 확대하는 가운데, Agentic AI를 비롯한 새로운 AI 혁명에 우리는 어떻게 대비해야 할까. 이에 대한 이야기를 LG AI연구원 배경훈 원장이 전했다.



연사. 배경훈
LG AI연구원 원장

광운대학교에서 전자공학 석사와 박사 학위를 취득하였다. LG유플러스 AI플랫폼 담당과 LG사이언스파크 AI추진단 단장을 거쳐, 현재 LG AI연구원 원장으로 재직 중이다. 국가인공지능위원회 위원이며 초거대AI추진협의회에서 회장직을 맡고 있다.

Agentic AI: 우리가 마주한 차세대 AI 혁명

2013년 영화 <그녀(Her)>에 등장한 '사만다'는 사람과 소통하는 것은 물론, 감정까지 교류하는 AI였다. 영화 속 상상은 어 느덧 현실이 되고 있다. Amazon의 알렉사(Alexa), Apple의 시리(Siri) 같은 수동적인 AI 에이전트 시대를 넘어, 능동적인 AI인 'Agentic AI' 시대가 진행 중이기 때문이다.

2016년 이세돌-알파고의 바둑 대국 때만 해도 AI를 실생활이나 기업 경영에 접목하기는 쉽지 않았다. 불과 5년 전에도 AI를 산업 현장에 적용하려면 인력 및 설비 투자에 따르는 경제성과 효율성 문제를 해결해야 했다. 그리고 2022년 11월에 ChatGPT가 등장했다.

ChatGPT는 인간의 명령을 좀 더 잘 이해하고 한결 수려하게 답하는 것처럼 보인다. 기존의 챗봇처럼 단답형 답변을 얻는 것이 아니라 전문가에게 질문하고 답을 얻는 효과를 간접적으로 느끼면서, AI에 열광하는 사람들도 늘었다. 하지만 학습 데이터를 바탕으로 답변하는 생성형 AI 서비스는 학습되지 않은 질문에 대해서는 부정확한 대답을 내놓기도 한다. 이를 보완하기 위해 OpenAI를 비롯한 글로벌 빅테크 기업들은 답변의 신뢰성을 높이는 서비스를 지속해서 연구, 개발, 출시하고 있다.

AI 주도권을 확보하기 위해 각 기업은 모델 및 서비스 발표를 서두르는 추세다. 1월에는 중국의 DeepSeek가 '딥시크(DeepSeek) R1'이라는 높은 수준의 추론 모델을 오픈소스로 공개했다. 2월에는 OpenAI가 '딥리서치(Deep Research)'를, Google이 '제미니(Gemini) 2.0' 제품군을 추가했다. 또한 xAI가 '그록(Grok) 3'을, Anthropic이 'Claude Sonnet 3.7'을 발표하는 등 AI 모델 경쟁이 치열하다.

일상과 더 가까워진 Agentic AI 시대의 개막

Agentic AI는 실용적인 제안을 넘어 특정 상황에 대한 종합적인 판단과 자율적인 실행까지 할 수 있다. 생성형 AI는 사전 학습 데이터에 기반해 답변을 생성하지만, Agentic AI는 사람의 사고 과정을 학습해 실행한다. 콘텐츠 생성 및 단위 업무 자동화에만

이달의 명강연은 한국산업기술진흥협회에서 진행한 강연 중 우수강연을 선별해 소개합니다.



활용하던 생성형 AI의 한계를 넘어, AI가 지시 없이도 자율적으로 판단해 일상생활과 산업에서 행동을 실현할 수 있게 된 것이다. 이미 Agentic AI를 도입하려는 기업들이 늘어나고 있으며, 관련 기술 역시 일정 수준까지 성숙한 상황이다. 문제 정의와 계획 수립, 프로세스 관리 등을 통해 시간은 단축하고 생산성은 높은 생산 현장도 있다. 인구 감소로 인한 노동력 수급 문제나 해외 공장의 품질 유지 문제 해결을 위해서도 AI 도입이 필요하다.

Agentic AI의 필수 조건은 이론적 계산 및 현실적 제약까지 모두 고려해서 답변하는 '고급 추론 능력'과 이를 자율적으로 실행하는 '행동'이다. 현재의 Agentic AI는 고급 추론 역량은 갖추었으며, 다음 과제는 행동형 AI를 만드는 것이다. 한국에서도 LG의 AI 모델인 엑사원(EXAONE) 등 성능·경제성·신뢰성을 확보한 Agentic AI 기반 모델을 선보였다. 실제 사용 영역에서의 종합 성능을 강화하면서, 국내에서의 파트너십을 만들어가는 단계다.

한국에서 AI를 일상적으로 활용하는 집단은 대학생이다. 과제를 작성하고 논문을 분석하는 데 AI를 자주 활용한다. 이처럼 산업 현장에서도 실무자는 물론 경영진도 적극적으로 AI를 사용해야 한다.

미리 보는 Agentic AI 시대

여기서 몇 가지 질문이 생긴다. 한국 산업계는 AI를 어느 분야에서 활용할 준비를 하고 있는가. 더불어 한국이 일등 AI 서비스를 만들기 위해서는 무엇이 필요한가. 나아가 한국의 산업 생태계는 AI를 받아들일 환경이 조성되어 있는가.

영국 토터스 미디어(Tortoise media)가 발표한 '2024 글로벌 AI 지수'에 따르면, 한국의 AI 종합 경쟁력은 6위에 해당한다. 그러나 인재 역량에 해당하는 'Talent' 순위는 13위이며, 규제 및 투자 환경과 관련 있는 'Operating Environment' 순위는 35위에 불과하다. AI 규제, 투자, 인재 등 산업 생태계 환경이 다른 선진국과 비교해 상대적으로 열악한 상태다.

먼저 집중할 부분은 산업 생태계 확보를 위한 가치사슬(Value Chain) 구축이다. AI 반도체와 AI 데이터센터 등 기반 인프라를 조성하고 인재를 육성하면서, 범용 모델부터 산업 특화 모델, 기업 차별화 모델로 나아가야 한다.

노트북용 On-Device AI나 통화 에이전트 등의 범용 모델은 이미 서비스 중이다. LG는 테크 기업 및 사무직이 사용할 수 있는 AI로, ChatGPT가 아닌 ChatEXAONE을 사내에서 활용한다. AI를 추가 예측 및 포트폴리오 최적화나 화장품 소재 개발, 난치병 치료 신약 개발 등에 적용한 산업 특화 모델도 있다. LG는 디스플레이 제조 현장의 문서 검색 시스템 및 석유화학 원재료의 공급 스케줄링 자동화 등 기업 차별화 모델도 선보였다. 전문가들이 상당한 시간을 투입해야 했던 과제를 AI가 대신해 주는 길이 열린 셈이다. 이는 기업의 AI 전환에 도움을 줄 것이다.

1995년 한국은 "산업화는 늦었지만 정보화는 앞서자."라는 구호를 내세우며 정보화 운동을 통해 인터넷 강국의 기반을 마련했다. 이 교훈은 AI 혁명이 진행 중인 2025년에도 적용된다. 산업에 특화된 데이터를 최적화하고 학습하는 사이클을 구축한다면, 이후로는 AI 스스로 진화·발전할 것이다. 우리나라도 AI 산업 생태계를 구축하고 전문 Super Intelligence를 확보할 수 있다. 첫 단추는 한 번의 성공 사례를 만드는 데서부터 시작된다.

기술·혁신

대한민국 엔지니어상



대한민국 엔지니어상

2025년 3월 수상자

액화석유가스(LPG)
추진 선박의
연료공급체계 국산화 및
증발가스액화체계* 개발



이승철
한화오션㈜ 책임연구원

이승철 한화오션㈜ 책임연구원은 액화석유가스(LPG) 추진 선박의 연료공급체계 국산화와 액화천연가스 저장·환적 설비**에 들어가는 증발가스액화체계 개발로 국내 조선 산업의 기술 경쟁력 향상에 기여한 공로를 인정받았다.

이승철 책임연구원은 조선해양 분야에서 10년간 연구개발 활동을 지속해온 엔지니어다. 지속적인 연구개발을 통해 가스운반선 연료공급시스템 및 증발가스제어시스템 관련 총 76건의 국내외 특허를 등록했고, 개발제품의 국산화를 성공시켜 국내 업체들의 성장 및 기술 경쟁력 강화를 이끌었다. 전통적인 가스운반선과 달리, 최근에는 친환경적이며 경제적인 가스운반선의 선호도가 높아짐에 따라 다양한 제품이 개발 및 적용되고 있다. 그중 화물창에서 발생하는 증발가스를 재액화***하는 장치와 화물을 연료로 공급하기 위한 연료공급시스템은 가스운반선의 필수적인 장비이다. 국내 조선업계에서 해당 시스템은 해외 의존도가 높은 편이나, 2012년 이후 한화오션 제품을 개발·적용하여 원가절감 및 기술자립화를 달성하기 위해 노력해 왔다. 결국 차별화된 제품을 선보이며 해당 기술분야 외산 의존도를 낮추는 효과를 거뒀다.

현재 이승철 책임연구원은 LNG운반선과 LPG/NH3(암모니아) 운반선 공정제품 개발팀의 팀장을 맡아 외산재 공급업체로부터의 기술자립화 및 고객 요청사항들에 부합하는 기술과 제품의 개발을 이끌고 있다. 조직의 리더로서 다양한 가스 운반선 과제를 관리하며 기술 개발을 주도하고 있으며, 국내 동종업계의 기술 전파에도 기여하고 있다.

* 증발가스액화체계 : 극저온 액화천연가스 운송 중, 열유입으로 인해 자연적으로 기화하는 증발가스를 액화하는 장치

** 액화천연가스 저장·환적 설비(LNG FSU, Liquefied Natural Gas Floating Storage Unit)

*** 재액화 : 기화된 가스를 모아 다시 액체로 만드는 작업

2025년 3월 수상자

국내 최초 5세대 이동통신
무선주파수(RF) 무선통신
장비* 개발 및 사업화



곽영복
(주)블루셀 연구소장

곽영복 (주)블루셀 연구소장은 국내 최초로 무선주파수(RF)를 기반으로 한 5세대 이동통신 무선주파수(RF) 무선통신 장비 개발·사업화에 성공하였다. 2022년부터 2024년까지 100억 원 이상의 매출 증대와 30만 달러 이상의 해외 수출 실적을 달성하는 등 무선통신 산업의 경쟁력 강화에 기여한 공로를 인정받았다.

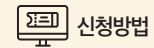
곽영복 연구소장은 무선통신 분야에서만 20년 이상 연구개발 활동을 지속해 온 대한민국 1세대 무선 이동통신 장비 엔지니어이다. 이동통신 시장의 태동기인 2G부터 현재의 5G까지, 통신시장 흐름의 수요에 따라 무선주파수(RF), 밀리미터파(mmWave), 사물인터넷(IoT) 등 무선 통신기술을 활용한 다양한 장비를 개발하여 사업화 및 수출에 성공했다.

5G 통신의 다양한 통신기술 중 다중 주파수 대역 동시 서비스 회로설계 기술, 초저지연 회로설계 기술, 동기신호 검출 회로설계 및 알고리즘 기술이 핵심 기술이다. 이에 수상자는 5G 시장이 열리기 3년 전부터 그간 누적된 노하우를 바탕으로 선행개발을 시작했으며, 수많은 난관과 시행착오를 거쳐 국내 최초로 시제품을 제작했다. 개발제품의 파급효과로 일본 고객사와 사업화 협의를 통해, 2023~24년 약 30만 불 이상의 해외수출 실적을 달성했다. 수출실적 증가 및 해외시장 점유율 확보 등 회사가 성장하는 데 큰 견인차 역할을 하고 있다.

이외에도 6G 기술 관련 과제 선정으로 미래 통신기술 확보를 위한 교두보를 마련했다. 경쟁사 대비 5G 선행기술 확보 효과로 차세대 이동통신 기술인 6G 통신기술을 제언해 국책과제를 수행 중이다.

* 5세대 이동통신 무선주파수(RF) 무선통신 장비 : 5세대 이동통신 환경에서 기지국만으로 서비스할 수 없는 음영지역을 서비스하기 위해 필요한 무선통신 장비

대한민국 엔지니어상은 산업현장에서 기술혁신을 통하여 국가경쟁력 및 기업의 발전에 크게 기여한 우수 엔지니어를 발굴·포상하는 상입니다.



신청방법

- 신청대상: 기업의 엔지니어로서 최근 3년 이내의 공적이 우수한 자
- 포상내용: 과학기술정보통신부장관상 및 트로피, 상금 500만 원
- 추천서 접수 기간 및 방법: 연 2회, 온라인 접수(http://www.koita.or.kr/month_eng/)
- 문의: 시상운영팀 02-3460-9190

2025년 4월 수상자

세계 최초 다이렉트
드라이브(DD*) 건조기 및
6모션 수축완화 건조 기술
개발



이혁수
LG전자(주) 책임연구원

이혁수 LG전자(주) 책임연구원은 세계 최초로 다이렉트 드라이브(DD) 건조기 및 6모션 수축완화 건조 기술을 개발해 우리나라 가진 수출 산업 경쟁력 향상에 기여한 공로를 인정받아 수상자로 선정되었다.

이혁수 책임연구원은 20년간 LG전자에서 에어컨, 세탁기, 건조기 등 주요 가전제품 분야에서 선행기술을 개발하거나 개발된 기술을 제품화했다. 각 제품들의 핵심기술인 히트펌프 사이클과 Direct Drive 기술을 융복합함으로써 세계 최초 Direct Drive 건조기 및 6모션 수축완화 건조 기술을 개발해, 제품의 기본성능을 향상했을 뿐만 아니라 의류 건조 기술의 패러다임을 전환했다.

Direct Drive 건조기 선행연구 및 제품화 과정에서, 국내외 200여건의 특허를 출원함으로써 특허맵을 구축하여 글로벌 시장 진출 기반을 마련했다. 특히 북미 시장의 경우 IRA(인플레이션 감축법)에 따라 에너지 효율에 대한 관심이 증대하면서, 건조기 시장이 히터 배기식에서 고효율 히트펌프 방식으로 전환하리라 예상된다. 따라서 Direct Drive 6모션 건조 기술이 시장 선점의 차별화 요소가 될 것으로 기대된다.

Direct Drive 건조기는 20년간 주요 가전제품을 연구한 이혁수 책임연구원의 단순한 경험적 산물이라기보다는, 시장 환경을 고객 관점에서 바라보고 제품을 사용할 때 발생하는 불편함을 인지하여 찾아낸 기술적 해결 방안 그 자체다. 이혁수 책임연구원은 현재 의류 건조 및 관리기 신제품 선행 연구를 총괄하는 기술 전문가로서, 최신 건조 기술 탐색 및 인력 양성 활동에 참여해 가전산업 발전에 큰 역할을 담당하고 있다.

* DD(Direct Drive) : 구동부를 모터에 직접 연결하여 구동하는 방식

2025년 4월 수상자

디지털 병리 체계 MSP®
제품 개발 주도 및 국내
최초 식약처 허가를 통한
상용화 성공



박민섭
(주)큐리오시스 이사

박민섭 (주)큐리오시스 이사는 생명과학(바이오) 기기 제조 분야 전문가로서, 국산 의료기기인 디지털 병리 체계 MSP® 제품 개발을 주도하여 국내 최초로 식약처 허가를 받고 상용화에 성공하였다. 국가 의료 산업의 고도화와 경쟁력 향상에 기여한 공로를 인정받아 수상자로 선정되었다.

박민섭 이사는 디지털 병리 스캐너 MSP® 시리즈 개발을 총괄하며 국내 최초로 해당 의료기기의 국산화에 성공했다. 디지털 병리 스캐너는 병리 슬라이드를 자동으로 스캔해 고해상도 디지털 이미지를 생성·저장·관리하는 장치로, 기존 병리 진단 환경을 개선하고 차세대 진단 기술을 개발하는 데 중요한 역할을 한다. MSP®는 특히 고속, 고분해능, 사용 편의성 등에서 글로벌 경쟁력을 갖추고 있으며, 외산 장비에 의존하던 국내 병리학 분야에서 기술적 독립을 이루는데 핵심적인 역할을 했다.

박민섭 이사는 프로젝트 성공을 위해 구성원들의 역량 강화와 협력사의 효율적 활용에 중점을 두었다. 다양한 분야의 전문가들과 협력해 제품 개발 프로세스를 체계적으로 구축했고, 팀원들이 제조 공정과 설계 간의 조화를 이해하도록 도왔다. 이러한 노력을 통해 (주)큐리오시스는 짧은 시간 안에 제품 상용화에 성공할 수 있었다.

박민섭 이사의 연구개발 성과는 디지털 병리 분야에서 단순한 기술 개발을 넘어, 국가 의료 산업의 고도화와 경쟁력 강화에 중요한 전환점을 마련했다. 앞으로도 그의 노력은 의료 데이터 주권 확립과 글로벌 의료기기 시장에서의 도약에 중요한 발판이 될 것이다.



IR52 장영실상



IR52 장영실상(9주~16주)

9주 (주)니어스랩

풍력발전기 점검 드론의 자율비행을 위한 소프트웨어



정영성 부사장과 이준용 테크리드, 이병윤 이사, 손승범 크루가 개발한 니어스윈드모바일은 풍력발전기 안전 점검에 사용하는 고가·고중량의 산업용 드론을 소형 상용 드론으로 대체하기 위해 개발한 모바일 애플리케이션이다. 일반 상용 드론과 니어스윈드모바일이 설치된 모바일 기기(스마트폰, 태블릿 등)를 연동해 소형 상용 드론으로 시 자율비행을 통한 풍력발전기 안전 점검을 수행할 수 있다.

11주 (주)코르트, (주)인바디

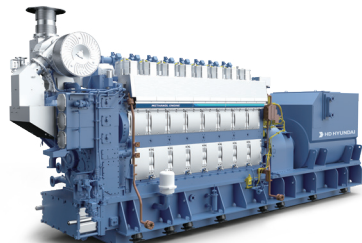
KOROT P3 Accurate



(주)코르트 차기철 최고기술책임자와 (주)인바디 김대석 부장, (주)코르트 양용준 과장이 개발한 KOROT P3 Accurate는 정밀 혈압 분석을 위한 다기능 혈압 측정 의료기기이다. 의료진이 사용하는 청진기 원리로 혈압을 측정하며, 정밀 신호 감지를 위한 KOROT 센서를 통해 혈류 소리를 감지하고 LCD 화면에 실시간으로 시각화한다. 결과 값 제공을 넘어 실시간 측정 과정을 확인해 신뢰도를 높이고, 부정맥 등 심혈관 이상을 조기에 발견해 진단을 지원한다.

10주 HD현대중공업(주)

힘센 메탄올 이중연료 엔진(H32DF-LM)



서찬운 책임엔지니어, 이용석 책임연구원, 박동욱 책임엔지니어가 개발한 힘센 메탄올 이중연료 엔진은 국내 유일의 독자 개발 선박용 중속 엔진 모델이다. 이 제품은 제품 운용 환경과 상황에 따라 디젤연료와 메탄올을 선택적으로 사용할 수 있으며, 그린 메탄올 연료 사용을 통해 온실가스 발생량을 90% 이상 저감할 수 있다. 또한 메탄올 연료를 고압 직분사하여 고효율 및 디젤연료와 동일한 출력을 달성하였다.

12주 한화토탈에너지스(주)

고강성·대구경 차세대 파이프용 PE100-RC 신소재



한재혁 팀장, 한지욱 팀장, 김영구 프로, 박은진 프로가 개발한 고강성·대구경 차세대 파이프용 PE100-RC 신소재는 고밀도 폴리에틸렌의 분자량 분포와 단쇄 및 장쇄 분지를 정밀하게 제어하여 물·가스 수송용 압력관의 핵심 물성인 균열 저항성, 내압 특성, 대구경 가공성을 향상시킨 파이프용 소재다. 기존 PE100 소재 대비 균열 저항성이 10배 이상 향상되었으며, 국제 규격에 부합하는 소재로서 구경 2,000mm 이상의 대구경 파이프의 제조가 가능하다.

IR52 장영실상은 기업에서 개발한 우수 신기술 제품을 선정하고, 신제품 개발에 공헌한 연구개발자에게 연 52회(주 1회) 시상하는 국내 최고의 산업기술상입니다.

신청방법	• 신청대상: 국내에서 개발된 신제품 중에서 접수 마감일 기준 최초 판매일이 5년을 경과하지 않은 제품 • 신청방법: 온라인 신청(http://www.ir52.com/)	• 문의: 시상운영팀 02-3460-9191
------	--	--------------------------

13주 (주)레티널

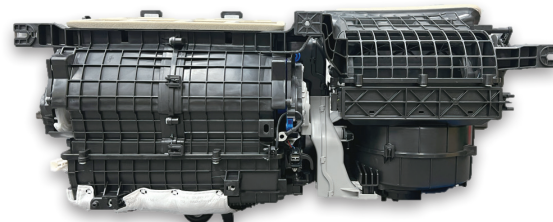
핀미러 및 핀틸트 기술이 적용된 증강 현실용 렌즈 모듈 및 이를 포함한 스마트글래스



하정훈 CTO, 김범진 전무이사, 정진호 상무이사, 김의열 팀장이 개발한 증강현실 스마트글래스는 가상 정보를 실제 세상에 겹쳐 동시에 보여주는 제품이다. 스마트폰을 대체할 포스트 스마트폰 장비로 각광받고 있으며, 물류, 제조, 의료 분야 등에 활용이 가능하다. 증강현실 스마트글래스 광학계는 단순하고, 작고, 가벼운 장점을 바탕으로 일반 안경과 같이 편안하게 착용 가능한 스마트글래스 개발을 가능케 했다.

15주 한온시스템(주), 현대자동차(주)

열교환기 수평 배치를 통한 전기차용 Thin 공조시스템



한온시스템(주) 박대근 팀장과 이승호 전임연구원, (주)현대자동차 이윤형 파트장과 김응영 책임연구원이 개발한 HVAC 시스템은 차량 실내의 난방, 냉방, 제상, 제습, 환기 등의 기능을 수행하는 자동차용 공조시스템이다. 열교환기를 수평으로 배치함으로써 기존 대비 부피를 약 30% 축소하여 보다 넓은 공간감으로 탑승객에게 한층 편안한 차 실내 공간을 제공한다. 기아 EV3에 최초로 적용되었으며, 향후 출시 예정인 콤팩트 전기차에도 순차적으로 적용될 예정이다.

14주 삼성전자(주)

Galaxy AI S24



이형철 상무와 김성현 상무, 황성준 CL4, 김효진 CL4가 개발한 갤럭시 AI는 갤럭시 S24 시리즈에 최초 탑재되어 모바일 AI 시대를 열었다. AI를 통해 전화, 통역, 메시지 앱에서 언어 장벽 없는 소통 경험을 제공하고 노트, 음성녹음, 인터넷 앱의 사용성 향상으로 생산성 증대에도 기여했다. 또한, 실생활에서 영상의 손쉬운 생성과 편리한 편집 경험을 제공하는 한편, 구글과 협업해 어느 화면에서나 간편하게 제스처로 검색하는 사용 경험을 제공한다.

16주 (주)녹십자

알리글로



차경일 본부장을 비롯해 강길부, 이경, 신상민 팀장이 개발한 알리글로는 GC녹십자 자체 기술력으로 개발한 제품으로, 국내 신약 중 8번째로 FDA 허가를 획득한 정맥투여용 면역글로불린 10% 제제이다. 선천성 면역결핍증 환자에 사용하는 혈장분획제제이며, 혈전색전증 발생의 주원인이 되는 혈액응고인자(FXIa) 등 불순물을 제거한 제품이다. 품질과 안전성을 극대화하여 환자와 의료 전문가들에게 더 나은 치료 기회를 제공한다.

R&D 나침반

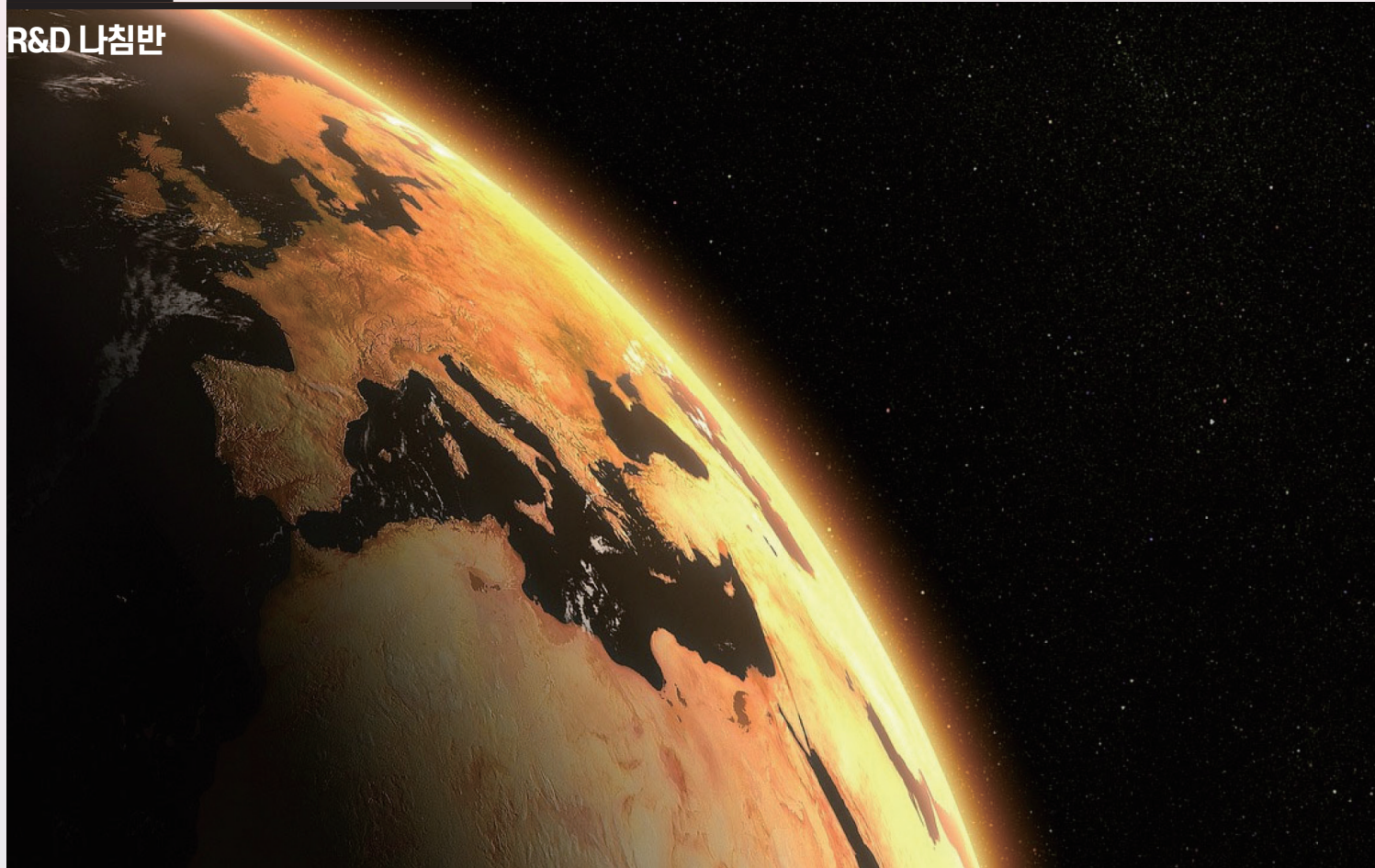


그림 1 > 뜨거운 지구
<픽사베이>

뜨거워지는 지구, 더위와의 싸움에 팔 걷어 붙이는 과학

뜨거워지는 지구와 다가오는 더위

지구는 점점 뜨거워지고 있다. 특히 지난해 대한민국의 여름은 가히 재난 수준이었다. 올해 역시 연초부터 여름이 빨라질 것이라는 예측이 잇따랐다. '기후 족집게'라 불리는 국내의 한 기상학자는 사실상 4월부터 여름이 시작될 것이라는 예측을 내놓았고, 기상청은 올해 처음 발간한 '폭염백서'를 통해 5월부터 더위가 기승을 부릴 것이라고 경고했다. 이미 지난해에는 100년 만에 가장 긴 열대야(20.1일)를 갱신했다. 지구 온난화가 계속되는 한, 더위와의 싸움은 지속될 것으로 보인다.

태양은 막대한 양의 에너지를 우주로 방출한다. 이는 빛의 형태로 지구에 도달하여 지표에 흡수된다. 지표면이 햇빛을 받아 데워지면 대기 중으로 복사열을 방출한다. 이 복사열 때문에 지표면 인근이 따뜻해진다.

R&D 나침반은 최신 과학기술의 이슈와 트렌드를 소개합니다.

뜨거워지는 것은 지표면만이 아니다. 한여름에 운동장 한가운데 세워놓은 자동차의 실내는 70~90도까지 올라간다. 밖으로 빠져나가지 못하고 실내에 남은 복사열 때문이다. 온도를 낮추기 위해서는 에어컨을 켜는 등 또 다른 에너지가 필요하다. 에어컨은 실내를 차갑게 하는 대신, 실외기 등에서 뿜어내는 열기로 또 다시 지구 표면을 데운다. 이러한 악순환을 끊을 수는 없을까. 에너지를 사용하지 않고 뜨거워진 지구를 식힐 수는 없을까. 국내외 과학자들은 '더위를 피하는 연구'를 위해 팔을 걷어붙였다.

우주에서 쏟아져 들어온 햇빛, 우주로 다시 보내

이현 고려대학교 신소재공학부 교수는 지구에서 발생한 열을 우주로 쏘아 올려 건물을 식히는 페인트를 개발했다. 태양광은 최대한 반사하면서, 실내에서 발생하는 열에너지는 저 멀리 우주까지 배출하는 방식이다.

우리가 물체를 눈으로 볼 수 있는 이유는 물체가 빛을 반사하기 때문이다. 일례로 사과가 빨갛게 보이는 이유는 사과의 표면이 빨간색을 반사하고 나머지 색을 흡수하기 때문이다. 물체가 흰색이라는 것은 이 물체가 모든 파장의 빛을 다 반사한다는 뜻이다. 흰색 페인트는 태양 복사에너지 반사해 열 흡수를 막는다.

여기에 더해 물체가 내뿜는 복사에너지(적외선), 즉 열을 배출하면 주변 온도

보다 물체의 온도를 더 떨어뜨릴 수 있다. 다시 말해 냉각이 가능하다는 소리다. 온도를 가진 모든 물체는 자기의 온도에 맞는 열을 내뿜고 있다. 하지만 이 열을 외부로 내뿜어도 주변에서 이 열을 흡수하여 다시 방출하기 때문에 온도가 쉽게 떨어지지 않는다. 한여름에 자동차의 실내가 계속해서 뜨거워지는 이유다. 그러나 열을 흡수한 페인트가 이 열을 주변이 아닌 우주까지 배출해버리면 이야기가 달라진다.

모든 물체는 절대온도(-273도)가 아닌 이상 적외선(에너지)을 내뿜는다. 적외선을 내뿜었을 때 주변에서 이 에너지를 흡수하여 다시 방출한다면, 열교환이 이루어져 온도가 떨어지지 않는다. 그렇지만 이 열이 우주로 빠져나간다면, 냉각이 가능하다. 이를 '복사냉각'이라 부른다. 즉

복사냉각이란 '지표나 물체에서 빠져나간 복사에너지의 총량이 흡수된 복사에너지보다 클 때, 총에너지의 손실로 물체나 지표면이 차가워지는 현상'을 말한다.

빛은 파장에 따라 자외선과 가시광선, 적외선으로 나뉜다. 가시광선은 빨간색부터 보라색까지의 색을 지닌 파장으로, 사람의 눈으로 쉽게 구별할 수 있다. 가시광선의 바깥에 위치한 자외선은 파장이 짧고 에너지가 크다. 적외선은 파장이 가장 긴 빛으로, 약 800nm(나노미터: 미터의 10억분의 1)에서 1mm의 파장을 가진다.

이 중에서도 8~13μm(마이크로미터: 미터의 100만분의 1) 사이의 적외선은 대기에 흡수되지 않고 우주로 빠져나간다. 대기 중의 수증기와 이산화탄소, 오존이 장파장의 적외선을 흡수하지만, 8~13μm 파장의 적외선은 흡수하지 않기 때문이다.



그림 2 > 일반 백색 페인트와 고려대 연구팀의 복사냉각 페인트가 도포된 우산 및 건물 모형(목재 개집)의 사진(좌)과 적외선 열화상 사진(우)
<고려대학교 이현 교수>

대기에 흡수되지 않는 적외선 파장의 영역을 하늘창(sky window; 대기투과창) 영역대라고 부른다.

고려대학교 이현 교수팀은 페인트에 적정 크기의 실리카와 알루미늄 등의 입자 혼합물을 넣어 햇빛을 산란시키고, 내부 열을 8~13 μ m 적외선으로 방출했다. 이 페인트는 '하늘창 영역대'의 적외선을 93.5%까지 배출할 수 있다. 기존의 흰색 페인트는 햇빛은 반사하지만 이 파장대의 열을 밖으로 방출하지는 못했다. 연구진은 실험실에서 개발한 페인트의 성능을 확인하기 위해 모형 집에 시중 페인트와 새로 개발한 페인트를 칠한 뒤, 이들을 햇빛 아래에 두고 표면온도를 측정했다. 검은색 페인트로 지붕을 칠한 집의 온도는 47.2도까지 올라갔다. 시중의 하얀색 페인트로 칠한 모형 집의 온도는 30도였다. 연구진이 개발한 복사냉각 페인트를 칠한 집은 25도에 불과했다.

비슷한 연구는 해외에서도 활발히

이어지고 있다. 중국 화중과기대학교(HUST) 광밍타오 교수 연구진은 복사냉각이 가능한 '스마트 섬유'를 개발했다. 일반 섬유에 햇빛을 산란·반사하는 산화티타늄과 테플론을 넣고, 몸의 열을 흡수해 밖으로 방출해 주는 폴리락티드산도 첨가했다. 이를 통해 일반 섬유로 만든 옷보다 체온을 5도 이상 낮추었다. 이 결과는 과학저널 《사이언스》에 게재되었다.

‘상변화 원리’ 활용해 온도 조절

한국과학기술연구원(KIST) 강상우 박사 연구팀은 상변화 물질을 활용하여 건물 외부에서 오는 열을 차단하는 기술을 개발했다. 물체가 고체에서 액체로, 혹은 액체에서 기체로 변하는 것을 '상변화'라고 부른다. 쉽게 생각하면 얼음이 물로, 물이 수증기로 변하는 게 상변화다. 하지만 물은 상온에서 항상 액체로 존재한다. 강상우 박사 연구팀은 물은 고체에서 액체로 변하는 온도(융해점)가 0도이지만, 양초의 주성분인 파라핀과 같이 상온에서도 쉽게 고체에서 액체로 상이 변하는 물질을 활용해 외부의 열을 차단할 수 있다고 설명한다. 강상우 박사는 파라핀 오일의 일종인 엔옥타데케인(CH₃(CH₂)₁₆CH₃)을 활용했다. 이 물질의 융해점, 즉 녹는점은 상온과 비슷한 28도다.

상변화 물질은 상이 완전히 변하는 동안에는 온도가 바뀌지 않는다. 얼음이 녹는 과정을 생각해 보면 쉽다. 얼음이 다

녹기 전까지 물은 0도 이상으로 올라가지 않는다. 모든 얼음이 녹고 난 이후에야 온도가 0도 이상으로 상승하기 시작해 100도까지 올라간다. 같은 원리로, 엔옥타데케인도 외부 온도가 아무리 높더라도 이 물질이 다 녹기 전까지는 28도의 온도를 유지한다. 이러한 성질의 상변화 물질을 건물 외벽에 적용하면, 외부의 뜨거운 열이 내부로 침투하는 것을 막을 수 있다.

하지만 문제는 건물 밖에 적용한 상변화 물질이 밖에서부터 안으로 균일하게 녹지 않는다는 점이었다. 바깥 부분부터 액체로 변한 상변화 물질은 뜨거워지면서 위쪽으로 이동하고, 그렇지 않은 부분은 아래쪽으로 내려간다. 즉, 위부터 먼저 녹아버려 이미 액체로 변한 상변화 물질이 외부의 열을 받아들이기 때문에 열 차단 효과를 기대할 수 없게 되었다.

이에 연구진은 상변화 물질 하부에 기포를 주입해 문제를 해결했다. 상변화가 일어나는 동안 하부에 공기를 주입해 녹아버린 물질을 골고루 순환시킨 것이다. 이로써 상변화 물질이 바깥쪽부터 균일하게 녹게 되어 모든 물질이 다 녹을 동안 열을 차단하는 데 성공했다. 실제 연구진이 7~8월 한낮 여름과 유사한 환경에서 실험한 결과, 실내 온도를 2.5도 이상 낮출 수 있었다.

올해 2월 전북대학교 김건우 교수 연구팀도 주변 온도에 따라 열 방사율을 스스로 조절하는 고분자 복합재를 개발했다.

열 방사율이란 물체의 표면에서 방출이 가능한 열복사 에너지의 정도를 나타내는 지수다. 연구팀은 고온에서 열 방사율을 높이고 저온에서는 낮추는 특성을 구현하기 위해 상전이 소재를 활용하였고, 스스로 열 방사율을 조절하는 똑똑한 고분자 복합재를 개발하는 데 성공했다. 이들이 개발한 고분자 복합재의 열 방사율은 섭씨 70도에서 15%의 변화율을 보였다. 개발된 고분자 복합재로 덮여 있는 방열체는 외부 온도에 상관없이 내부 온도를 섭씨 70도로 유지하는 것이 확인되었다.

지구에 양산을?

지구공학 연구도 활발

뜨거운 햇볕을 피하고자 한여름 횡단 보도 앞에는 그늘막이 설치된다. 여름 외출 필수품으로 모자와 양산도 있다. 내리쬐는 빛이 몸에 닿는 것을 막아주는 용도다. 그렇다면 지구에도 양산이나 모자를 씌워주면 어떨까, 뜨거운 태양 빛을 피할

수 있지 않을까. 실제 이를 연구하는 분야가 있다. 이른바 '지구공학'이다. 지구공학이란 공학 기술을 동원하여 지구 환경을 인공적으로 조절하는 학문이다.

지구에 무더위를 피하는 그늘막을 설치하자는 아이디어는 미국 하버드대학교에서 나왔다. 대형 기구에 탄산칼슘을 싣고 성층권까지 올라가 탄산칼슘 미세입자를 성층권에 분사하여 태양광을 차단하는, 이른바 '스코펙스(SCoPEX; Stratospheric Controlled Perturbation Experiment)' 프로젝트다. 2014년 논문을 통해 아이디어가 처음 공개되었다.

하버드대학교 연구진은 살포한 탄산칼슘으로 인한 환경문제는 없다고 판단했다. 인간 생활권에 영향을 주는 비구름은 5~10km 상공에 있기 때문에, 고도 20km에 존재하는 탄산칼슘층의 영향을 받지 않는다는 것이다.

스코펙스 프로젝트는 1991년 피나투보(Pinatubo) 화산 폭발에서 착안한 아이

디어다. 폭발 당시 분출된 2,000만에 달하는 이산화황은 성층권까지 올라가 하늘을 가렸으며, 이에 따라 일사량이 10%가량 줄고 북반구 평균 기온이 평균 0.5도 떨어졌다. 이듬해에는 강우량이 10~20% 감소하며 대가뭄이 발생했고, 전 세계적으로 1억 2,000만 명이 가뭄 피해를 본 것으로 추정된다. 2018년 미국 UC버클리대학교 연구진은 과거 화산 폭발로 발생한 이산화황 입자가 하늘로 올라가 태양 빛을 반사한 사례를 분석한 토대로, 지구 기온을 낮추려는 인위적인 시도가 작물 생산량 감소를 초래할 수 있다고 밝혔다. 지구 냉각 효과에 대한 기대와 기상 패턴을 교란하여 오히려 지구 환경을 해칠 것이라는 우려를 동시에 받고 있는 스코펙스 프로젝트는 사회적 논의가 마무리될 때까지 잠정 중단 사태다.

이외에도 선박이 하늘에 바닷물을 뿌려 '밝은 구름'을 만들고, 이 구름을 통해 햇빛 방사율을 높이는 연구도 이루어지고 있다. 바닷물과 같은 염수를 하늘에 뿌리면 물이 증발하면서 구름이 형성되는데, 대기에 있는 소금 입자들이 구름에 수분을 더 많이 끌어모아 준다. 수분이 증가할수록 구름은 더 밝아지고, 밝은 구름은 햇빛을 더 많이 반사한다. 높은 고도(고고도)에 있는 구름을 얇게 만드는, 일명 '구름 속아내기'도 지구공학 중 하나다. 구름을 얇게 만들면 지구 복사열이 구름 등에 흡수되지 않고 더 멀리 빠져나가게 되는 원리다. **기술·혁신**

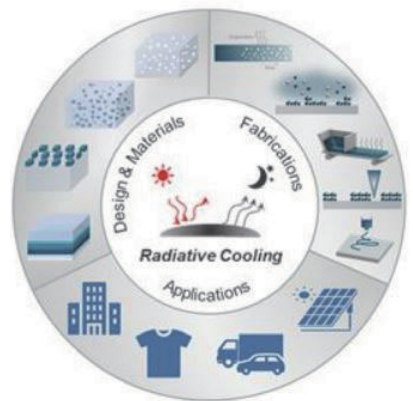


그림 3 복사냉각 기술 실용화를 위한 핵심 기술과 제조 방식, 활용 분야 <포항공과대학교>

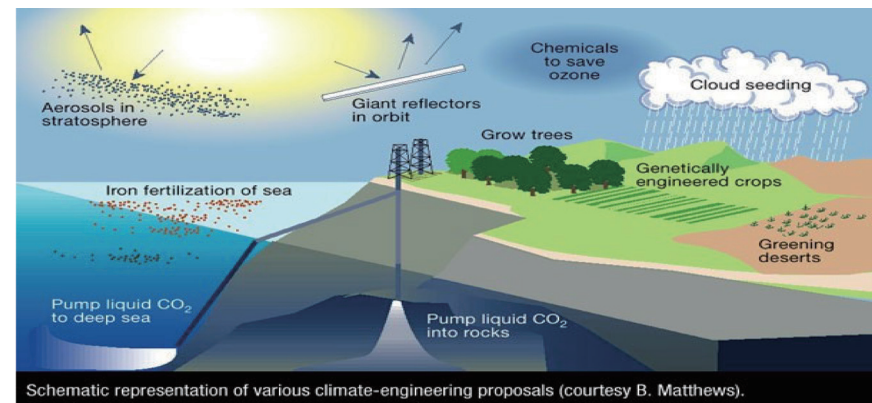
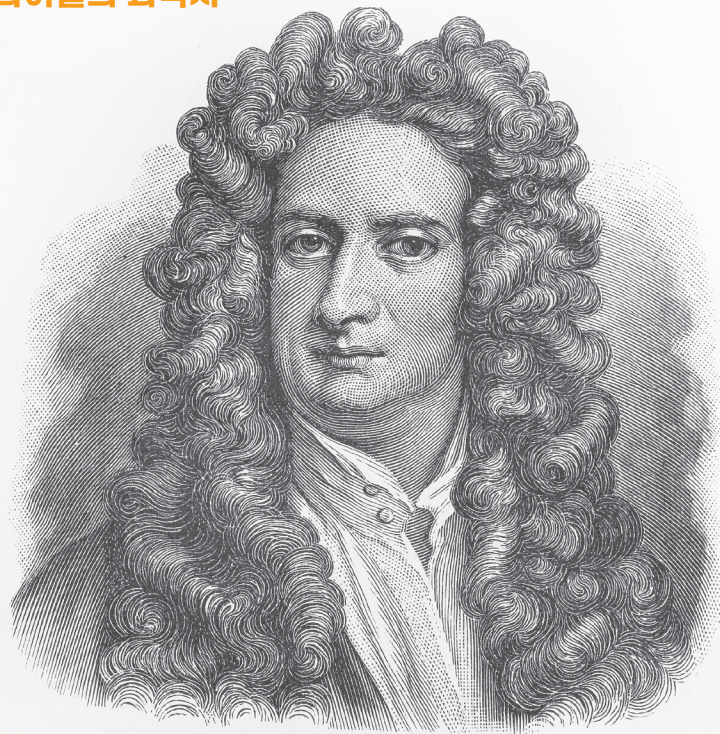


그림 4 기후 변화를 막기 위한 지구공학 연구 <네이처, courtesy B. Matthews>

라이벌의 과학사



Isaak Newton.



Gottfried Wilhelm Leibniz.

그림 1 뉴턴(왼쪽)과 라이프니츠(오른쪽)
<셔터스톡>

진리는 때때로 정치를 따른다 뉴턴과 라이프니츠, 그리고 과학의 이름으로 쓰인 두 세계의 이야기

라이프니츠의 운명을 건, 뉴턴의 편지

1676년의 어느 날, 영국의 케임브리지에서 아이작 뉴턴은 책상 앞에 앉아 조용히 펜촉을 놀렸다. 책장엔 곡선과 기하, 변화율을 다룬 수많은 노트가 뿔뿔히 펼쳐 있었고, 그는 그 가운데 하나에서 몇 문장을 추려냈다.

“주어진 방정식에서 유동하는 양을 포함하여 플럭시온을 찾아라. 그리고 그 역도 마찬가지.” (“Given an equation involving flowing quantities, find the fluxions, and also their inverses.”)

짧은 문장이었지만, 그 속에 지난 수년간 자신이 몰두해온 사유의 핵심이 담겨 있었다. 그가 ‘플럭시온(fluxion)’이라 부른 것은 시간에 따라 연속적으로 변화하는 양의 순간적 변화율을 뜻했다. 오늘날 미분이라고 부르는 것으로, 계속해서 흘러가듯 변하는 운동의 상태를 수학적으로 표현하는 도구였다. 뉴턴에게 수학은 정적인

글. 김택원 과학칼럼니스트

서울대학교에서 과학사를 전공하고 동아시아언스의 기자, 편집자로 활동했다. 현재는 동아시아언스로부터 독립한 동아에스앤씨에서 정부 출연 연구기관 및 과학 관련 공공기관의 홍보 커뮤니케이션 업무를 지휘하며, 다양한 매체에 과학 기술 관련 글을 기고하고 있다.

라이벌의 과학사는 서로를 키운 세기의 라이벌, 과학계의 라이벌들이 서로 경쟁하며 위대한 업적을 이룬 이야기를 소개합니다.

대상이 아니라 변화하는 세계의 움직임 을 포착하는 언어였고, ‘플럭시온’은 바로 그 움직임의 미세한 순간을 수식화한 개념이었다.

하지만 그는 그 문장을 곧장 보내지 않았다. 철자들을 분해하고, 알파벳 순서를 뒤섞고, 단어 하나하나의 배열을 바꾸어 그 의미가 단숨에 드러나지 않도록 뒤를 어버렸다. 예컨대 ‘fluxions’ 대신 정체불명의 약자로 바꾸었고, 어떤 식에서는 단어의 자음을 역순으로 배열하거나 기호들 사이에 점과 여백을 교묘하게 삽입하기도 했다. 설명이라기보다는 차라리 봉인에 가까웠다.

뉴턴에게 지식은 자신만의 깨달음으로 얻어낸, 자신만의 소유였다. 뉴턴은 누구도 온전히 신뢰하지 않았으며, 선명하게 드러나는 것을 경계했다. 뉴턴에게 학문은 타인과 나누는 것이 아니라, 타인으로부터 지켜야 할 것이었다. 침묵은 가장 완전한 방어였고, 발표는 최후의 수단이었다.

편지는 독일로 향했다. 수신인은 고트프리트 빌헬름 라이프니츠. 당대 유럽에서 그는 이미 명사였다. 법률가, 외교관, 철학자이자 과학자로서, 그는 신성로마제국 곳곳의 궁정을 누비며 정치와 학문, 종교와 기술을 넘나드는 거대한 네트워크의 중심에 서 있었다. 왕후와 주교, 학자와 정치인, 그 누구와도 편지를 주고받았고, 그가 보낸 한 줄은 지식 세계의 동심원처럼 유럽 전역으로 퍼져나가곤 했

다. 그러나 뉴턴에게 그는 진리로 향하는 여정에서 한 명의 경쟁자일 뿐이었다.

라이프니츠는 그 편지를 읽고 잠시 멈칫했을 것이다. 내용은 추상적이었고 문장은 어딘지 모호했으며, 무엇보다 자신이 파악할 수 없는 방식으로 감추어져 있었으니까. 그러나 그는 그런 이상한 편지에 오래 머물 만큼 시간이 많지 않았다.

신성로마제국의 하노버 궁정에서 그는 늘 많은 사람을 상대했고, 그중엔 더 괴상하고 더 불분명하며 더 많은 뜻을 숨기고 사는 이들이 수도룩했다. 라이프니츠에게 뉴턴의 편지는 그저 평소에도 술하게 많이 받는 편지 중 하나일 뿐이었다.

라이프니츠는 뉴턴의 편지를 심각하게 받아들이지 않았다. 그 순간엔 그럴 필요도



그림 2 신성로마제국을 구성하는 제후국들의 영토를 각국의 문장으로 표현한 지도. 저 작은 영역 하나하나가 모두 별개의 국가처럼 기능했다. 자연히 신성로마제국 구성국의 궁정은 매우 복잡한 관계망이 교차하는 곳일 수밖에 없었다.
<© OnlMaps>

없었을 것이다. 하지만 훗날 그는 그 편지를 여러 번 떠올려야 했다. 1712년 영국 왕립학회가 자신을 표절자로 지목했을 때. 그리고 그 보고서가 뉴턴이 사실 상 작성한 것이라는 소문이 돌기 시작했을 때. 라이프니츠는 말년의 불운을 곱씹으며 그 수상한 편지를 떠올렸을지도 모른다.

같은 시대를 살았지만 다른 세계에 속했던 두 사람

두 사람의 상반된 반응은 결국 두 사람이 살아가던 세계가 전혀 달랐기 때문이었다. 우리는 흔히 17세기의 유럽을 ‘과학 혁명’이라는 이름으로 하나의 덩어리처럼 기억하지만, 당시의 유럽은 그렇게 단순한 공간이 아니었다. 특히 독일어권 지역과 영국 사이에는 완전히 다른 시간의 감각과 정치의 구조, 그리고 지식의 역할이

가로놓여 있었다. 그것은 마치 오늘날의 포르투갈과 터키를 나란히 놓고 ‘유럽’이라는 이름으로 묶는 것만큼이나 무심한 일반화였다.

독일의 라이프니츠에게 세계는 ‘겹쳐진 것’이었다. 수많은 언어와 정치 체제, 종교와 법률이 공존하는 신성로마제국에서, 그는 늘 여러 사람과 세력을 조율하고 설득해야 했다. 하노버 공정의 고문으로서 그는 지식을 진리의 탐구뿐 아니라 정치와 행정의 언어로 바꿀 줄 알아야 했다. 라이프니츠의 사유는 현실과 함께 늘 변화하고 이동했으며, 그의 학문은 여러 사람과의 관계 속에서 완성됐다.

반면 영국의 뉴턴에게 세계는 ‘불합된 것’이었다. 내전을 지나 왕정복고기에 접어든 영국에서, 학문은 ‘안정된 왕국’을 실현하는 데 봉사해야 했다. 왕립학회는 혁명으로 무너졌던 왕권을 회복하는 과정

에서 왕국에 지식의 기반을 제공했다. 그리고 그 왕립학회를 이끄는 인물이 뉴턴이었다.

따라서 뉴턴에게 지식은 고정되어 불변하지 않는, 견고한 것이어야만 했다. 그가 발을 깊이 담그고 있던 신비주의와 연금술의 관점에서도 그랬다. 절대적 지식은 실제로 존재하며, 존재하는 지식은 먼저 취하는 사람이 가질 수 있는 것이었다.

이러한 차이는 수학을 대하는 태도에서도 분명하게 드러났다. 라이프니츠에게 수학은 관계의 언어였다. 함수는 단지의 대응이 아니라, 세계 속 질서를 드러내는 기호였다. 라이프니츠가 고안해서 지금도 사용하는 미분 기호인 dy 와 dx 는 변화 자체보다 변화들 사이의 연결을 표현하는 방식이었으며, 정적인 진리보다 움직이는 질서를 상징했다. 반대로

뉴턴에게 수학은 움직이는 세계 속에서 변하지 않는 원리를 찾는 도구였다. 별의 궤도, 사물의 낙하, 포물선의 움직임을 설명할 수 있는 근본 수식을 찾기 위해, 그는 시간이라는 축 위에 수학을 펼쳤다. 플럭시온 이론은 사물의 위치보다 변화의 속도에 집중했고, 그 움직임의 순간을 수로 포착하고자 했다.

따라서 뉴턴의 편지는 그저 안부나 묻고 수수께끼를 교환하려는 목적이 아니었다. 17세기 유럽에서 학자 간의 편지는 오늘날의 학술 저널이자 정기 심포지엄이었다. 단일한 학술 커뮤니티가 없던 시절이라 지식인들은 편지를 통해 자신의 아이디어를 선점했고, 서로의 작업을 검토했으며, 때로는 공개 논쟁도 벌였다. 즉 뉴턴이 보낸 편지의 의도는 미분에 대한 ‘우선권’을 주장하는 것이었다. 그것도 상대가 알아듣기 어려운 방식으로 교묘하게 정보를 감춰서 싸움을 건 셈이다. ‘그 아이디어는 원래 내 거였어.’

라이프니츠에게는 불운한 일이지만 그는 이런 저의를 제대로 파악하지 못한 듯하다. 그가 속한 신성로마제국은 무수한 지역과 공정, 교단과 학파가 겹치는 네트워크의 공간이었다. 영원한 비밀이 없었으며 지식은 언제나 여기저기 옮겨다녔다. 라이프니츠는 그런 분위기 속에서 서신을 통해 수많은 학자들과 자유롭게 아이디어를 교환하곤 했으니, 뉴턴의 편지를 보기에는 좀 이상해도 그저 ‘예의 있는 학술 교류’의 하나로 여겼을

가능성이 높다.

물론 뉴턴이 그런 편지를 보낸 데는 그 나름의 이유가 있었다. 당시 유럽에는 학자들의 원고를 정리하고 서신을 매개하는 전문적인 중개인이 존재했다. 오늘날로 치면 지식 네트워크를 연결하는 허브인 ‘학회 사무국장’쯤 되는 위치의 인물인 셈이다. 런던에서는 존 콜린스라는 인물이 그런 역할을 맡고 있었는데,

그를 통해 뉴턴의 미분법 초안 일부가 라이프니츠에게 전달된 일이 있었다. 이후 1684년, 라이프니츠가 당대의 저명한 학술지인 『악타 에르루디토룸』에 미분법을 발표하자, 뉴턴은 그 내용이 자신의 아이디어와 유사하다는 사실을 알아차렸다. 그것도 미발표 상태로 보관해오던, 공개한 적이 없는 아이디어였다. 뉴턴은 석연치 않게 여기면서도 처음에는

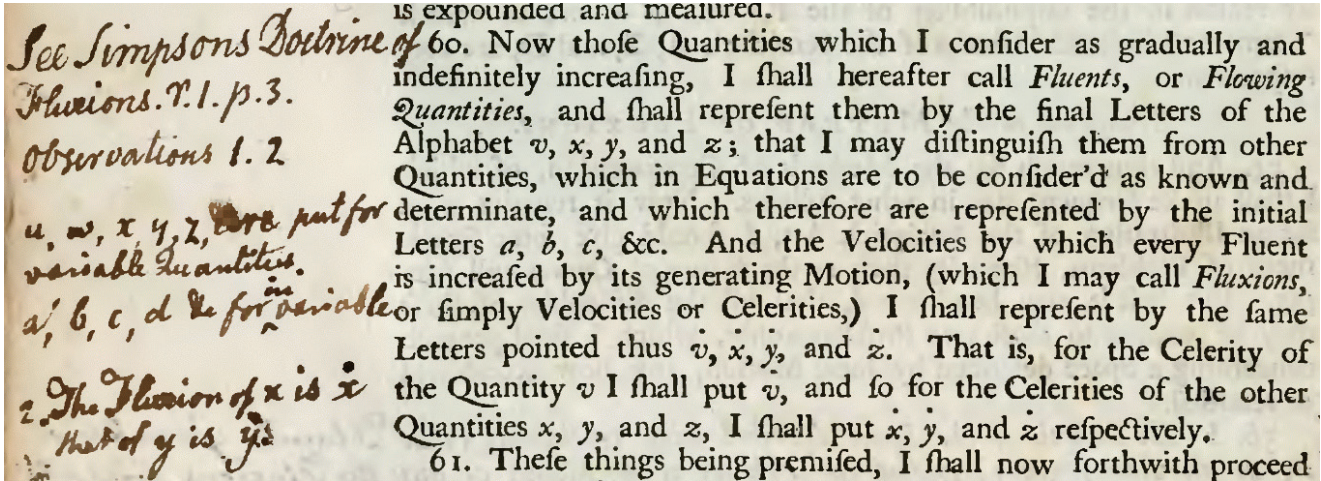


그림 3 뉴턴이 1736년 발표한 저서에서 ‘플럭시온’을 처음 언급한 구절. 플럭시온은 유려한 흐름을 뜻하는 영어 ‘fluent’에서 따 온 이름이다. 뉴턴은 변화량을 ‘흐르는 양’으로 정의했다. 변화를 관계 속에서 파악하기보다 수학적 개념으로 정의하려는 뉴턴의 관심사를 잘 보여준다.

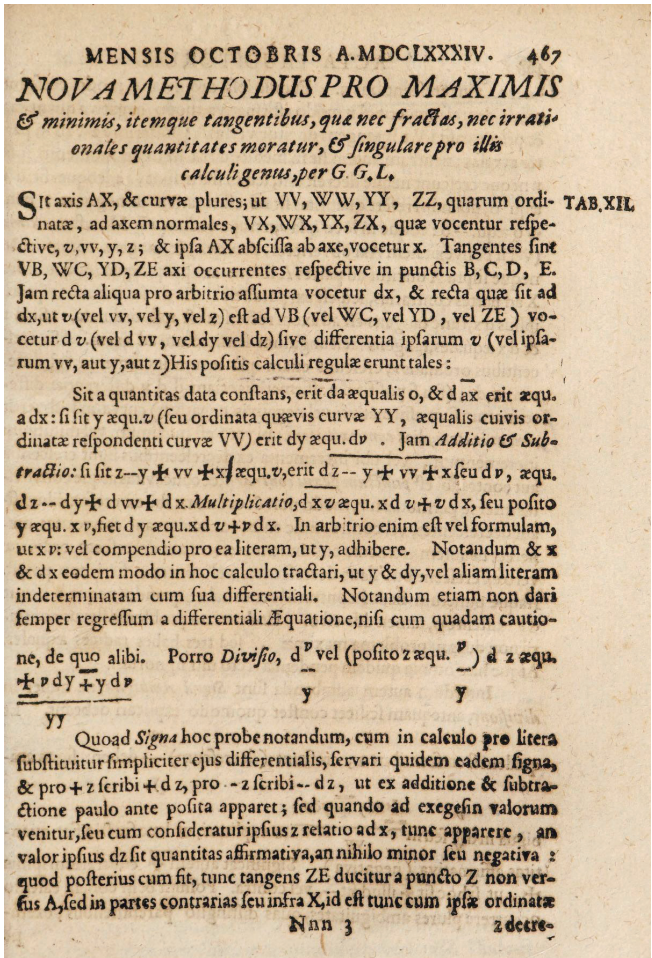


그림 4 라이프니츠가 악타 에르루디토룸에 발표한 미분법 논문의 첫 페이지 <© By G. W. Leibniz - <https://archive.org/details/s1id13206500/page/467/mode/1up>, Public Domain>

상황을 지켜보기만 했다. 라이프니츠와도 큰 마찰은 없었다. 그러나 1699년 왕립학회의 수학자인 존 키릴이 “라이프니츠의 미분법은 뉴턴의 작업에서 비롯된 것”이라는 주석을 학술지에 남기면서 갈등이 수면 위로 드러났다. 콜린스가 뉴턴의 미발표 원고를 라이프니츠에게 전달한 정황이 드러난 것이다.

라이프니츠 입장에서는 그저 해프닝에 불과한 일이었지만, 뉴턴은 이 사건을 콜린스의 배신이자 라이프니츠의 도둑질로 받아들이고 분노했다. 한편으로는 위기의식도 있었다. 라이프니츠의 기호 체계가 뉴턴의 플럭시온보다 간결하고 계산이 직관적이어서 유럽 전역에 널리 확산됐기 때문이다. 이 시점에서 미분 사태는 두 개인의 저작권 분쟁을 넘어서서 당대 수학의 중심이 어디에 놓일 것인가를 둘러싼 권력의 싸움, 영국과 독일의 자존심 충돌로 확대됐다.

뉴턴은 몹시 격분했지만 행동은 신중했다. 직접적으로 항의하는 대신, 자신의 계산법 중 일부를 편지에 담아 보냈다. 바로 서두에서 언급한 그 편지다. 이는 구체적인 설명이 아니라 ‘나는 당신보다 먼저 이 결론에 도달했다’는 흔적을 남기기 위한 조치였다. 즉, 라이프니츠가 주장하는 내용이 자신의 아이디어를 참조한 것임을 뒷받침할 수 있는 일종의 방어선이었다.

가열되는 논쟁, 라이프니츠의 패배

본격적인 싸움은 1712년 시작됐다. 왕립학회가 표면상 중립적인 조사라는 형식을 빌려 뉴턴과 라이프니츠의 우선권 논쟁에 대한 공식 검토를 시작한 것이다. 겉보기에는 학술적 중립성을 지향하는 공정한 검토처럼 보였지만, 실제로는

철저히 뉴턴의 전략에 따른 조치였다. 당시 회장이었던 그는 조사위원회의 인선부터 보고서의 초안 작성, 어휘 선택과 결론 도출까지 사실상 모든 과정에 깊이 개입했다. 익명으로 발표된 보고서의 실질적인 작성자도 뉴턴 자신이었다. 보고서의 결론은 이미 정해져 있었다. 뉴턴이



그림 5 왕립학회의 역사를 다룬 1667년의 책 표지. 천사가 왕관을 씌워주는 찰스 2세의 흉상 좌우로 아일랜드 출신의 수학자 윌리엄 브라운커(왼쪽)와 경험주의 철학자 프랜시스 베이컨(오른쪽)이 앉아 있다. 왕립학회는 왕실의 권위를 등에 업어, 18세기에 이르러 유럽 전역에서 그 권위를 인정받게 된다.

이미 1660~70년대에 미분 개념을 완성했고, 라이프니츠는 뉴턴의 원고로부터 아이디어를 얻은 것이 분명하다는 것이다. 오늘날 밝혀진 바에 따르면 라이프니츠가 아이디어 자체는 뉴턴보다 늦었을지 몰라도, 뉴턴의 것보다 훨씬 체계적이고 효율적인 미분법을 독자적으로 발견한 것은 분명했다. 하지만 그런 사실은 중요하지 않았다.

이 문서는 단순한 의견서가 아니었다. 당시 왕립학회는 영국 과학계의 중심이자 국왕의 후원을 받는 공식 과학 기관으로, 그 판단은 영국 전체의 학문적 입장을 상징했다. 보고서는 중립적 판결을 가졌지만, 그 어조는 명백히 뉴턴에게 유리하게 설계되어 있었다. 특히 보고서 말미에는 “라이프니츠는 자신의 주장을 뒷받침할 충분한 증거를 제시하지 못했고, 뉴턴의 연구를 참고하지 않았다는 주장도 설득력이 부족하다”는 식의 서술이 포함됐다. 이는 학문적 정당성을 다투는 수준을 넘어, 라이프니츠의 신뢰성과 명예를 정면으로 공격하는 것이었다.

라이프니츠는 즉각 반박에 나섰다. 그는 프랑스와 독일의 수학자들과 긴밀히 소통하며 자신의 독자적 발견 과정을 조목조목 설명했고, 특히 dy/dx 로 대표되는 자신의 기호 체계가 유럽 대륙에서 널리 통용되고 있다는 점을 강조했다. 한편으로 라이프니츠는 논의를 객관성을 지키고자 익명으로 반박문을 투고하기도 했지만, 이 시도는 오히려 자충수가

됐다. 반박문이 그 본인의 것임이 곧 알려지면서, 뉴턴 측은 이를 ‘명예를 지킬 자신조차 없는 표절자의 행동’으로 몰아간 것이다.

왕립학회의 보고서는 단지 학회의 의견이 아니라 사실상 국가적 판단처럼 여겨졌고, 그 영향은 영국을 넘어 유럽 대륙에도 미쳤다. 왕립학회는 17세기 이후 유럽 과학계에서 가장 영향력 있는 기관 중 하나였으며, 출판과 지식 인증의 거점으로 기능했다. 프랑스와 독일의 수학자들조차 이 보고서를 쉽게 무시할 수 없었다.

논쟁의 무게중심은 이미 ‘논리’에서 ‘정
치’로 옮겨간 상태였다. 라이프니츠는 끝
까지 학문적 언어로 대응했지만, 이 싸움
은 이미 권위와 제도, 여론을 동원하는
싸움으로 변질되어 있었다.

과학의 언어로 쓰인, 두 체제의 갈등

이 정치 게임에서 또 다른 플레이어는 영국의 국왕 조지 1세이자 하노버 선제 후 게오르크 1세인 게오르크 루드비히였다. 그는 신성로마제국 내에서 안정된 기반을 구축한 명군이었고, 라이프니츠의 오랜 후원자이기도 했다. 그는 어머니를 통해 영국 왕실과 혈통이 연결되어 있었고, 그 덕분에 왕위 계승 서열에 이름을 올릴 수 있었다. 1714년, 앤 여왕이 후사 없이 사망하자 영국은 새로운 국왕을 찾아야 했다. 문제는 계승 서열 상위권 인물들이 모두 가톨릭 신자였다는 점이었다.



그림 6 하노버 선제후 게오르크 1세이자 영국 국왕 조지 1세. 영국이 의회 중심의 입헌군주제 전통을 확립하는 데 결정적인 역할을 했다.

청교도 전통을 중시하던 영국 의회는 이를 용납하지 않았고, 결국 루터교 신자인 게오르크가 '조지 1세'로서 영국 왕위에 오른다.

조지 1세는 의회가 꿈꾸던 이상적인 군주였다. 영국의 정치 제도에 어두웠고, 영어를 거의 하지 못했으며, 하노버를 떠나 영국에 오래 머무를 생각도 없었다. 통치의 주도권은 자연스럽게 의회로 넘어갔고, 이는 이후 입헌군주제의 핵심 모델로 굳어졌다. 뉴턴이 이끄는 왕립학회는 이 구조 속에서 더 큰 영향력을 확보하게 된다. 과학은 단지 진리를 탐구하는 작업이 아니라, 해군력과 지도 제작, 표준 시간 계산 등 국가 프로젝트의 실무 기술로 통합된 것이다.

이 시점에서 라이프니츠는 점점 더 외곽으로 밀려나 있었다. 그는 조지 1세의 철학적 조언자이자 신성로마제국식 궁정 통치에 익숙한 인물이었다. 만약 그가 영국에 왔다면, 제국의 중앙집권형 자문 체제와 영국식 의회 중심 체제 사이에 충돌을 일으킬 수 있었다. 영국인에게는 너무나 대륙적이라서 부담스러운 인물인 셈이다.

뉴턴과의 미분 논쟁도 이런 맥락에서 이해하면 흥미로운 점이 발견된다. 라이프니츠는 이 논쟁을 계기로 유럽 대륙의 학술 네트워크에서도 서서히 고립됐고, 영국에서의 여론도 크게 악화됐다. 이와 함께 조지 1세의 총애도 잃어버려서 영국에

갈 때 함께 하지도 못했다. 공식적인 이유는 병환과 고령이었지만, 정치적 힘을 잃은 지식인이 국왕의 자문이 될 수 없다는 건 누구나 아는 사실이었다.

상황은 뉴턴에게 유리하게 정리되었다. 조지 1세가 영국에서 상징적 군주로 자리를 잡자, 정치 권력은 의회와 그 주변 제도로 이동했고, 왕립학회는 과학을 '정치 가능한 지식'으로 전환하는 실험장이 되었다. 뉴턴은 이 기획의 설계자이자 조율자였다. 반면 라이프니츠는 쓸쓸한 말년을 보내야 했다. 그의 장례식은 궁정의 그 누구도 동행하지 않은 채 조촐하게 치러졌다. 조지 1세는 공식적인 애도조차 하지 않았다.

미분 논쟁은 단지 두 사람의 갈등이 아니었다. 서로 다른 정치 질서와 지식 체계가 부딪힌 역사적 장면이었다.

그리고 이 충돌은 곧 다음 시대의 방향을 결정짓는 신호였다. 지식은 점차 국가의 자산이자 권력의 기술이 되었고, 과학자는 국가의 항해력과 제국의 표준을 설계하는 기술 관료 집단이 되어갔다. 그렇다면 이 대결은 결국, 과거의 합리성을 대표하는 라이프니츠가 새로운 시대의 합리성을 대표하는 뉴턴과 충돌한 사건으로 이해할 수도 있지 않을까. **[기술·혁신]**

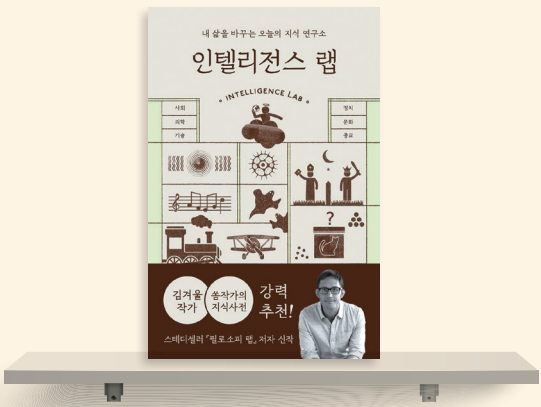


그림 7 독일 하노버의 라이프니츠 대학교 전경. 라이프니츠는 뉴턴과의 분쟁에서 패배하기는 했지만 수학과 철학, 법학을 비롯한 수많은 분야에서 거대한 유산을 남겼다.
<© Andree Stephan>

북&시네마

인텔리전스 랩

지은이: 조니 톰슨 / 역자: 최다인 / 출판사: 월북



스테디셀러 『필로소피 랩』을 통해 저자가 철학 개념을 설명했다면, 이번에는 과학, 사회, 정치, 종교 등 다양한 분야의 핵심 개념들이 어떻게 탄생하고 발전해 왔는지를 탐구한다. 바퀴의 발명부터 민주주의, 현대적인 마취제, 인공지능까지. 133가지의 흥미로운 개념들을 통해 우리가 살아가는 세상을 만든 작지만, 다양한 변화의 순간들에 대해 시야를 넓혀준다.

숲이 불타 때

저자: 조엘 자스크 / 역자: 이채영 / 출판사: 필로소피



최근 지구 온난화로 인해 더욱 심각해지는 초대형 산불, '메가파이어'에 대한 인간의 두 가지 극단적인 태도를 비판적으로 제시한다. 자연을 착취하며 산불을 통제하려는 시도와 자연을 불가침 영역으로 여기고 방임하는 태도 모두 재앙을 불러왔다고 저자는 지적한다. 산불이라는 불가해한 대재앙을 통해 기후 변화 시대에 우리가 가져야 할 근본적인 성찰을 제시한다.

죽음마저 극복한 복제인간, 그의 존재는 축복일까 저주일까? 봉준호 감독이 <기생충> 이후 할리우드와 손잡고 선보이는 SF작 <미키17>은 에드워드 애슈턴의 소설을 원작으로, 소모품처럼 쓰이는 복제인간 '미키'를 통해 인간의 정체성과 생명의 존엄성에 대한 질문을 던진다. 로버트 패틴슨을 필두로 스티븐 연, 마크 러팔로 등 할리우드 최고 배우들과 이제는 거장이 된 봉준호 감독이 선보이는 기상천외한 디스토피아 우주를 체험해 보자.

미키17 (Mickey 17)

감독: 봉준호 / 주요 출연진: 로버트 패틴슨, 스티븐 연, 나오미 애키, 마크 러팔로
장르: SF, 드라마 / 원작: 에드워드 애슈턴 소설 <미키>

<기생충> 이후 봉준호 감독이 새롭게 선보이는 SF 영화. 에드워드 애슈턴의 소설 <미키>을 원작으로 한 다. 얼음 행성 '니플헤임'을 식민지화하는 위험천만한 임무에 투입되는 일회용 복제인간 '미키17'이 기적적으로 살아 돌아오면서, 이미 임무를 수행 중인 18번째 미키와 마주하는 예측 불가능한 상황에 놓인다. 복제인간이라는 설정을 통해 급변하는 사회 속 인간의 정체성, 기억, 생명의 존엄성에 대한 봉준호 감독 특유의 기발한 비판이 엿보인다.



2025년 민간R&D협의체 제1차 총괄위원회

-2026년도 국가연구개발 투자방향 및 기준(안) 수립 기업간담회-

한국산업기술진흥협회(이하 산기협)는 2월 13일 과학기술 정보통신부(장관 유상임, 이하 과기정통부) 류광준 과학기술혁신본부장과 함께 '2026년도 국가연구개발 투자방향 및 기준(안)(이하 투자방향) 수립을 위한 기업간담회'를 개최하였다.

과기정통부는 각 부처로부터 차년도 정부 연구개발 사업에 대한 계획 및 우선순위 등을 제출받아 정부 연구개발 예산 배분·조정 기틀을 잡아가는 투자방향을 매년 수립하고 있다. 올해는 연구 현장의 의견을 폭넓게 반영하고자 산·학·연 간담회 및 공청회 등을 개최할 예정이다. 이번 '민간R&D협의체 총괄위원회'는 산업계 간담회의 일환으로 진행되었다.

이날 간담회에는 정부 인사를 비롯하여 민간R&D협의체 분과별

대표위원이 참석하였다. 민간R&D협의체는 민간 주도로 산업계 공통의 연구개발 수요 등을 발굴하여 정부에 제안하는 협의체다. 주요 산업 분야 200여 개 선도기업의 기술 임원들이 협의체의 위원으로 참여하고 있다. 참석자들은 민간R&D협의체의 운영 계획과 수립 중인 투자방향에 대한 설명을 청취한 후, 투자방향에 관하여 다양한 의견을 제시하고 산업계의 정부 연구개발 수요 등에 대하여 논의하였다.

산기협 고서곤 상임부회장은 “글로벌 기술 패권 경쟁이 심화하고 공급망 갈등이 첨예화되는 가운데, 이에 신속히 대응하기 위해서는 민·관·학·연 간의 긴밀한 협력이 매우 중요하다. 민간R&D협의체가 이를 위한 구심체 역할을 수행하겠다.”라고 밝혔다. **[기술혁신]**



2025 탄소중립 K-Tech 포럼

한국산업기술진흥협회(회장 구자균, 이하 산기협)와 김성한(더불어민주당, 서울 노원구을), 김소희(국민의 힘, 비례대표) 국회의원이 공동 주최하고 2050탄소중립녹색성장위원회가 후원하는 '2025 탄소중립 K-Tech 포럼'이 3월 13일(목) 오후 2시 국회의원회관 제1소회의실에서 개최되었다.

이번 포럼은 기존에 산기협이 운영하던 '탄소중립 K-Tech 포럼'을 오픈 포럼 형태로 확대한 첫 행사다. 탄소감축 밸류체인에 속하는 많은 기술기업이 참여하여 의견을 개진하고, 탄소중립 관련 정책 정보도 얻을 수 있도록 구성되었다. 포럼에는 산기협 구자균 회장과 김성한·김소희 의원, 기업 대표 및 연구소장 등 100여 명이 참석했으며, '탄소중립 추진 경과와 탄소중립 실현을 위한 산·학·연·정의 역할'을 주제로 발제와 토론이 진행되었다.

첫 번째 발제를 맡은 한국사회책임투자포럼 김태한 수석연구원은 '트럼프 2.0 시대의 우리나라 탄소중립 추진 전략'을 주제로 발표를 진행하며, “트럼프 정권 이후의 국제 정세 대비 및 기후 리더십 확보 등을 위해 과감한 2035 NDC(Nationally Determined Contribution; 국가 온실가스 감축목표)를 제시해야

하고, 관련 재정 지원을 확대해야 한다.”라고 말했다.

두 번째 발제에서는 대한상공회의소 지속가능경영원 조영준 원장이 '산업계 탄소감축 현안과 공급망 대응을 위한 과제'를 주제로 발표하며, “공급망을 아우르는 온실가스 MRV(Measuring, Reporting, Verifying; 측정, 보고, 검증) 시스템과 데이터 공유 환경을 마련해야 하고, 기후테크 규제를 개선하며 민간 투자를 유도해야 한다.”라고 주장했다.

마지막 발제를 맡은 LG화학 이종구 부사장은 '산업계 탄소감축 기술혁신 사례 및 글로벌 탄소규제 대응 방안'을 주제로, 국가 차원의 구체적 로드맵 제시와 탄소중립 산업 활성화를 위한 그린 에너지 공급 대책이 필요함을 강조했다.

이어진 패널토론에서는 서울대학교 윤제용 교수가 좌장을 맡았다. 발제자 3인을 비롯하여 포스코 기술연구원 김성연 원장, 김앤장 환경에너지연구소 김성우 소장, KAIST 정희태 교수, 2050탄소중립녹색성장위원회, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 환경부 등이 참여하여 활발한 논의를 진행했다.

이번 포럼을 주최한 산기협 구자균 회장은 “글로벌 기후 정책의 불확실성이 커지는 가운데 정부와 산업계, 학계, 연구계가 협력하여 지속 가능한 대응책을 마련해야 한다.”라며, “탄소중립 실현을 위한 공동의 노력이 결실을 맺을 수 있도록 함께 노력해 나가자.”라고 강조했다. **[기술혁신]**



2024년 최우수 및 제106차 IR52 장영실상 시상식

과학기술정보통신부가 주최하고 한국산업기술진흥협회(이하 산기협)와 매일경제신문이 주관하는 '2024년 최우수 및 제106차 IR52 장영실상 시상식'이 4월 10일 피스앤피크 컨벤션 로얄홀에서 개최되었다. 이날 행사에는 유상임 과기정통부 장관, 구자균 산기협 회장, 손현덕 매일경제신문 대표와 수상자 등 130여 명이 참석했다.

IR52 장영실상은 1991년에 제정되어 올해로 34주년을 맞은,

우리나라 기업이 자체 개발한 신기술 제품 및 기술혁신 조직을 선정해 개발에 앞장선 연구원에게 주는 국내 최고 권위의 기술상이다. 2024년 최우수 IR52 장영실상 심사위원장을 맡은 류석현 한국기계연구원 원장은 "21개 전문분과 위원회와 17명의 전문가로 구성된 종합심사 위원회의 심사를 거쳐 대통령상 1점, 국무총리상 2점, 제품 17점 및 조직 2점을 최종 선정했다."라고 밝혔다.



2024년 IR52 장영실상 최우수상(대통령상)은 삼성SDI가 개발한 '전기 자동차용 고성능 xEV 셀'이 수상의 영예를 안았다. 현대제철의 '액화천연가스(LNG) 저장탱크용 초저온 철근'과 스카이랩스의 혈압측정기 '카트 비피'는 각각 국무총리상을 수상했다.

제106차 IR52 장영실상 기술혁신상은 포스코홀딩스 미래기술연구원 청정수소연구센터와 HD한국조선해양 미래기술연구원 인공지능(AI)센터에 돌아갔다. 기술혁신상은 기술, 제품 등을 개발한 공로뿐만 아니라 조직혁신을 통해 기업 역량을 대폭 끌어올린 연구 조직에 주어지는 상이다.

포스코홀딩스 청정수소연구센터는 제철소에서 발생하는 이산화탄소를 포집해 재자원화해 유용한 에너지로 전환하는 기술을 개발했다. 철강 생산에 필수적 원료 중 하나인 '코크스'를 만드는 오븐(탄화실)에 이산화탄소를 주입해 '코크스 오븐 가스'로 전환하고, 이를 액화천연가스(LNG)를 대체하는 연료로 사용하는 기술이다. 코크스 오븐 1개당 연간 16억 원의 LNG 연료비 절감과 더불어, 연간 32만톤의 이산화탄소 배출 저감 효과까지 기대된다.

HD한국조선해양 미래기술연구원 AI센터는 HD현대그룹 전

계열사의 AI 기술 인력을 한 곳으로 모은 곳이다. 센터는 AI 알고리즘을 적용한 효율적인 운항을 통해 해운사의 운항 비용을 절감하는 한편, 국제해사기구(IMO) 환경 규제도 충족시켰다. 현장 및 국가 표준 조선 용어 1만 3천 개와 선박 건조 과정에서 4,200개 작업 지시 문장 등을 수집해 AI를 학습시켰고, 이를 기반으로 외국어 번역 AI 서비스를 만들어 조선소 내 업무 효율성도 높였다.

축사에서 구자균 산기협 회장은 "위기 속에서 대한민국이 한 단계 더 도약하기 위해서는 우리 기업들이 대체 불가능한 기술을 확보하고 세계 시장에서 독자적인 경쟁력을 갖춰야 한다."라며, "올해 제정된 '기업부설연구소법' 등 기술개발인이 연구에 매진하고 자부심을 느낄 수 있는 환경을 조성하는 데 최선을 다하겠다."라고 밝혔다.

유상임 과기정통부 장관은 "정부는 범부처 기술사업화를 준비해 조만간 발표할 계획으로 사업화 연계 연구개발(R&D) 확대, 기업친화적 제도 개선, 핵심 인재 육성 등을 위한 정책적·재정적 지원을 확대하겠다."라고 강조했다. **기술·혁신**



기업연구소 총괄현황[2025년 3월말 현재]

개관									[단위: 개소, 명]	
구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025.3		
연구소 수	40,399	40,750	42,155	44,068	44,811	44,086	41,440	41,637		
대기업	903	863	771	743	767	756	734	731		
중견기업	762	1,000	1,244	1,437	1,519	1,613	1,695	1,709		
중소기업	38,734	38,887	40,140	41,888	42,525	41,717	39,011	39,197		
연구원 수	335,882	337,420	359,975	383,682	398,666	410,515	407,844	411,012		
대기업	114,722	110,860	117,491	126,643	133,519	142,216	147,281	148,325		
중견기업	27,436	34,140	42,593	47,618	50,505	55,268	58,919	59,677		
중소기업	193,724	192,420	199,891	209,421	214,642	213,031	201,644	203,010		

학위별 연구원 현황								[단위: 명]	
구분	박사	석사	학사	전문학사	기타	총계			
연구원 수	31,132	106,962	238,666	25,940	8,312	411,012			
대기업	17,239	48,689	82,330	30	37	148,325			
중견기업	2,804	18,910	36,872	898	193	59,677			
중소기업	11,089	39,363	119,464	25,012	8,082	203,010			

지역별												[단위: 개소, 명]	
구분	수도권				중부권						제주		
	서울	인천	경기	소계	대전	세종	충남	충북	강원	소계			
연구소 수	12,185	1,859	13,390	27,434	1,661	226	1,345	1,208	507	4,947	163		
대기업	181	30	246	457	49	10	40	27	4	130	1		
중견기업	348	76	655	1,079	36	8	114	98	14	270	2		
중소기업	11,656	1,753	12,489	25,898	1,576	208	1,191	1,083	489	4,547	160		
연구원 수	102,822	15,615	189,924	308,361	19,192	1,937	12,871	8,355	2,539	44,894	607		
대기업	26,226	4,792	91,488	122,506	8,794	747	4,883	1,113	182	15,719	11		
중견기업	10,366	2,647	30,248	43,261	1,095	180	2,151	2,253	350	6,029	16		
중소기업	66,230	8,176	68,188	142,594	9,303	1,010	5,837	4,989	2,007	23,146	580		

구분	영남권					중부권					해외 (기타)	총계		
	부산	울산	대구	경남	경북	소계	대전	세종	강원	소계				
연구소 수	1,640	583	1,294	1,799	1,383	6,699	750	731	906	2,387	7	41,637		
대기업	7	19	10	41	32	109	2	14	16	32	2	731		
중견기업	42	41	41	93	76	293	21	18	23	62	3	1,709		
중소기업	1,591	523	1,243	1,665	1,275	6,297	727	699	867	2,293	2	39,197		
연구원 수	8,292	4,569	7,201	15,440	10,270	45,772	3,468	3,226	4,520	11,214	164	411,012		
대기업	205	1,707	511	3,569	3,051	9,043	82	354	557	993	53	148,325		
중견기업	1,052	725	1,305	4,344	1,656	9,082	492	195	505	1,192	97	59,677		
중소기업	7,035	2,137	5,385	7,527	5,563	27,647	2,894	2,677	3,458	9,029	14	203,010		

형태별					[단위: 개소]			
구분	건물전체	독립공간	분리구역	총계				
연구소 수	25,978	15,643	16	41,637				
대기업	434	297	0	731				
중견기업	889	820	0	1,709				
중소기업	24,655	14,526	16	39,197				



주 1: "연구원"은 연구전담요원을 가리킴(연구보조원과 관리직은 제외함)

주 2: "중소기업"은 대기업과 중견기업을 제외한 기업을 가리킴

기업부설연구소는 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」에 따라 한국산업기술진흥협회의로부터 설립 인정을 받은 연구소입니다.

면적별								[단위: 개소]	
구분	50㎡ 이하	50~100㎡	100~500㎡	500~1,000㎡	1,000~3,000㎡	3,000㎡ 초과	총계		
연구소 수	11,676	3,408	4,435	694	480	20,944	41,637		
대기업	2	12	75	41	92	509	731		
중견기업	41	80	321	172	173	922	1,709		
중소기업	11,633	3,316	4,039	481	215	19,513	39,197		

연구원 규모별							[단위: 개소]	
구분	2~4 인	5~9 인	10~49 인	50~300 인	301인 이상	총계		
연구소 수	24,753	12,155	3,940	678	111	41,637		
대기업	0	0	408	229	94	731		
중견기업	0	621	792	279	17	1,709		
중소기업	24,753	11,534	2,740	170	0	39,197		

과학기술 분야							[단위: 개소, 명]	
구분	건설	금속	기계	생명과학	섬유	소재		
연구소 수	1,228	1,952	8,116	251	295	832		
대기업	23	42	163	3	7	17		
중견기업	44	134	452	3	13	38		
중소기업	1,161	1,776	7,501	245	275	777		
연구원 수	6,004	12,008	87,429	1,124	1,595	5,196		
대기업	1,106	3,063	30,430	42	184	1,182		
중견기업	481	1,997	18,448	24	335	803		
중소기업	4,417	6,948	38,551	1,058	1,076	3,211		

구분	식품	전기·전자	화학	환경	산업디자인	기타	총계		
연구소 수	1,194	6,962	3,268	225	2,073	3,146	29,542		
대기업	35	163	108	7	20	64	652		
중견기업	79	305	305	7	59	89	1,528		
중소기업	1,080	6,494	2,855	211	1,994	2,993	27,362		
연구원 수	8,324	135,856	38,239	1,445	12,279	24,744	334,243		
대기업	1,927	84,697	8,912	526	2,906	7,176	142,151		
중견기업	1,971	12,862	11,277	115	1,239	1,870	51,422		
중소기업	4,426	38,297	18,050	804	8,134	15,698	140,670		

서비스 분야								[단위: 개소, 명]	
구분	교육서비스	금융 및 보험	도매 및 소매	보건 및 사회복지서비스	부동산 및 임대	사업시설관리 및 사업지원서비스	숙박 및 음식점		
연구소 수	196	25	746	54	17	200	19		
대기업	0	4	4	0	1	3	1		
중견기업	3	0	12	1	0	5	1		
중소기업	193	21	730	53	16	192	17		
연구원 수	847	338	3,365	320	106	1,016	177		
대기업	0	204	207	0	11	124	29		
중견기업	40	0	242	7	0	83	75		
중소기업	807	134	2,916	313	95	809	73		

구분	예술, 스포츠 및 여가관련서비스	운수	전문, 과학 및 기술서비스	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스	하수·폐기물처리, 원료재생 및 환경복원	기타	총계		
연구소 수	80	57	3,204	7,432	28	37	12,095		
대기업	0	5	14	47	0	0	79		
중견기업	0	1	45	113	0	0	181		
중소기업	80	51	3,145	7,272	28	37	11,835		
연구원 수	270	366	15,594	54,130	126	114	76,769		
대기업	0	119	643	4,837	0	0	6,174		
중견기업	0	15	840	6,953	0	0	8,255		
중소기업	270	232	14,111	42,340	126	114	62,340		

1 2025년 협력·융합 과학기술사업화 촉진지원사업 설명회

2025년 2월 21일(금) 2025년 협력·융합 과학기술사업화 촉진지원사업 설명회를 산기협회관 명예의전당에서 진행했다.

문의: 기술혁신지원팀 김민호 대리(02-3460-9127)



2 2025년 K-HERO 육성·지원사업 설명회

2025년 2월 25일(화)~26일(수) 2025년 K-HERO 육성·지원사업 설명회를 산기협회관 명예의전당에서 진행했다.

문의: 기술혁신지원팀 김민호 대리(02-3460-9127)



3 2025년 차세대 CTO 교육과정 입학식

2025년 3월 5일(수) 2025년 차세대 CTO 교육과정 입학식을 엘타워 엘하우스에서 진행했다.

문의: 인재개발서비스팀 김선우 대리(02-3460-9132)



4 제15회 CEO클럽 정기모임 및 2025년 정기총회

2025년 3월 12일(수) 제15회 CEO클럽 정기모임 및 2025년 정기총회를 엘타워 안단테홀에서 진행했다.

문의: 회원지원팀 홍성철 차장(02-3460-9042)



5 2025년도 프로젝트 석·박사 양성사업 사업설명회

2025년 3월 13일(목) 2025년도 프로젝트 석·박사 양성사업 사업설명회를 산기협회관 대강당에서 진행했다.

문의: 기술혁신지원팀 천양희 부장(02-3460-9122)



6 제77회 산기협 조찬세미나

2025년 3월 13일(목) 제77회 산기협 조찬세미나를 엘타워 그레이스홀에서 진행했다.

문의: 인재개발서비스팀 김선우 대리(02-3460-9132)



7 2025 탄소중립 K-Tech 포럼

2025년 3월 13일(목) 2025 탄소중립 K-Tech 포럼을 국회의원회관 제1소회의실에서 진행했다.

문의:미래혁신지원팀 강명은 과장(02-3460-9163)



8 2025년 제27차 신기술기업협의회 정기총회

2025년 3월 19일(수) 2025년 제27차 신기술기업협의회 정기총회를 더블트리 바이 힐튼 서울 판교에서 진행했다.

문의: 시장운영팀 양미현 팀장(02-3460-9190)



9 제155회 전국연구소장협의회 정기모임 및 총회

2025년 3월 21일(금) 제155회 전국연구소장협의회 정기모임 및 총회를 한국스리엠 기술연구소에서 진행했다.

문의: 회원지원팀 서동주 과장(02-3460-9046)



10 2025년 CTO클럽 3월 정례모임

2025년 3월 27일(목) 2025년 CTO클럽 3월 정례모임을 그랜드인터컨티넨탈파르나스 카네이션룸에서 진행했다.

문의: 회원지원팀 박수빈 주임(02-3460-9043)



11 2025년 제1회 R&D조세지원제도 설명회

2025년 4월 2일(수) 2025년 제1회 R&D조세지원제도 설명회를 한국과학기술회관 SC컨벤션센터 아나이스홀에서 진행했다.

문의: 정책기획팀 선철균 대리(02-3460-9074)



12 2024년 최우수 및 제106차 IR52 장영실상 시상식

2025년 4월 10일(목) 2024년 최우수 및 제106차 IR52 장영실상 시상식을 피스앤파크 컨벤션 로얄홀에서 진행했다.

문의: 시장운영팀 서희경 차장(02-3460-9191)



YouTube에서 「기술과 혁신」을 만나보세요!

유튜브 접속 경로 : 유튜브 사이트에서 '한국산업기술진흥협회' 검색 → 산기협TV 접속 → 격월간지 기술과혁신 코너 클릭



바이오경제를 이끄는 첨단 바이오
권석운 부원장(한국생명공학연구원)



첨단 바이오 데이터 기술의 혁신과 미래
김태형 본부장(테라젠바이오)



전통소재, 미래를 향한 화려한 변신
박용삼 연구실장(포스코)



2024년 우리 기업에 영향을 미칠 ESG 법제화의 동향과 전망
장운제 연구소장(법무법인 세종)



유도결합 플라즈마 기술을 활용한 바이오가스의 친환경 에너지 전환 솔루션
엄세훈 대표이사(인투코어테크놀로지)



기후테크의 정의 및 국내외 현황
정수종 교수(서울대학교)



중국 서비스 로봇 산업의 동향과 시사점
진석용 연구위원(LG경영연구원)



우리나라 로봇 산업 현황과 대응 방안
전진우 전문위원(한국로봇산업진흥원)



생성형 AI 시대, 클라우드웍스의 진화 전략
황수호 사업부문장(클라우드웍스)



K-Bio에서 길리어드로의 도약을 위한 혁신의 여정
이우형 상무(지아이이노베이션)



재난안전 기술의 어제와 오늘 그리고 미래
박상현 센터장(국립재난안전연구원)



건설안전을 위한 스마트 안전관리 및 AI 기반 모니터링 기술
오태근 교수(인천대학교)

연구노트 작성, R&D 프로젝트 관리 고민을 스마트하게 해결해 드립니다

산기협은 플랫폼 운영기관인 더존비즈온과 협력하여, 클라우드 기반의 디지털서비스를 제공하고 있습니다. 플랫폼을 활용하여 효율적인 R&D를 수행할 수 있도록, 최적의 업무환경을 제공하고 있으니 많은 활용 바랍니다.



서비스 소개

<https://cloud.koita.or.kr>

전자연구노트*	R&D PMS	특허전문 번역(IP 키크)	플랫폼이 제공하는 무료서비스**
간편한 노트작성 연구과제관리 시점인증(위변조 방지) 등	R&D 수행 관리 R&D 산출물 관리 R&D 예산관리 등	저렴한 비용으로 더 빠르고 정확하게 특허문서 번역	실시간 협업 메신저 원거리 화상회의 메일, 웹스토리지 등

* 기업 연구소 R&D 세액공제를 위해 연구 진행 결과를 관리가 중요하며, 이를 효과적으로 뒷받침하는 연구노트 작성이 필요합니다.

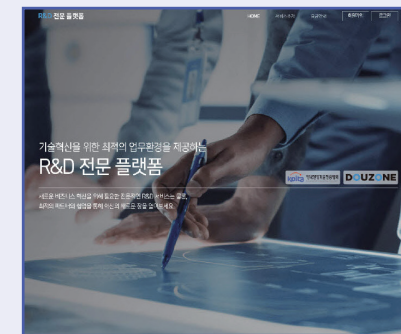
** 플랫폼에 가입하시면 협업 메신저 등 다양한 무료 서비스를 받을 수 있습니다.

이용방법

- 가입절차
 - R&D 전문 플랫폼 접속 : <https://cloud.koita.or.kr>
 - 플랫폼 신규가입, 최초 가입한 사용자에게 관리자 권한 부여(이후 변경 가능)
 - 기업관리자가 [직원초대하기] 메뉴에서 직원(연구원)에게 초청메일 발송
 - 초청장을 받은 직원은 안내에 따라 플랫폼 이용자로 회원가입

■ 더존비즈온의 클라우드 기반 R&D서비스는 안전합니다!

- 클라우드 컴퓨팅서비스 보안요건 충족, 최적의 데이터 안전관리와 보안환경 제공



이용요금

■ 월이용료(PMS, 전자연구노트)

(부가세 별도)

구분	산기협 회원사(할인)	비회원사
기본료 + 사용자(1인)	30,000원 + 15,000원/인	30,000원 + 20,000원/인

[예시] 연구원 3명 이용 시 월 이용료 : 산기협 회원사인 경우 30,000원(기본료) + (15,000원 × 3명) = 75,000원

※ 해외특허 전문번역 서비스는 별도 문의주시면 상세한 안내 드립니다.

■ 특별할인 프로모션

- 최초 신규 가입시 1개월 동안 무료로 사용할 수 있습니다. (인원 제한 없음)
- ※ 1개월 무료 서비스가 종료되면 결제 후 이용 가능합니다. (무료기간 후 자동결제되지 않습니다.)
- 산기협 회원사인 경우, 사용자 ID 당 25% (20,000원 → 15,000원) 할인해 드립니다.



(회원사 가입, 서비스 이용)

문의처 / 회원지원팀

☎ 02.3460.9043

✉ psb03@koita.or.kr

