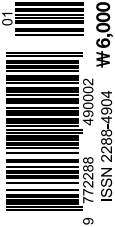


SEPTEMBER 2023

9

Vol. 120



ESG TECH TREND_ 기후변화 문제를 보는 시선과 수소 환원 제철

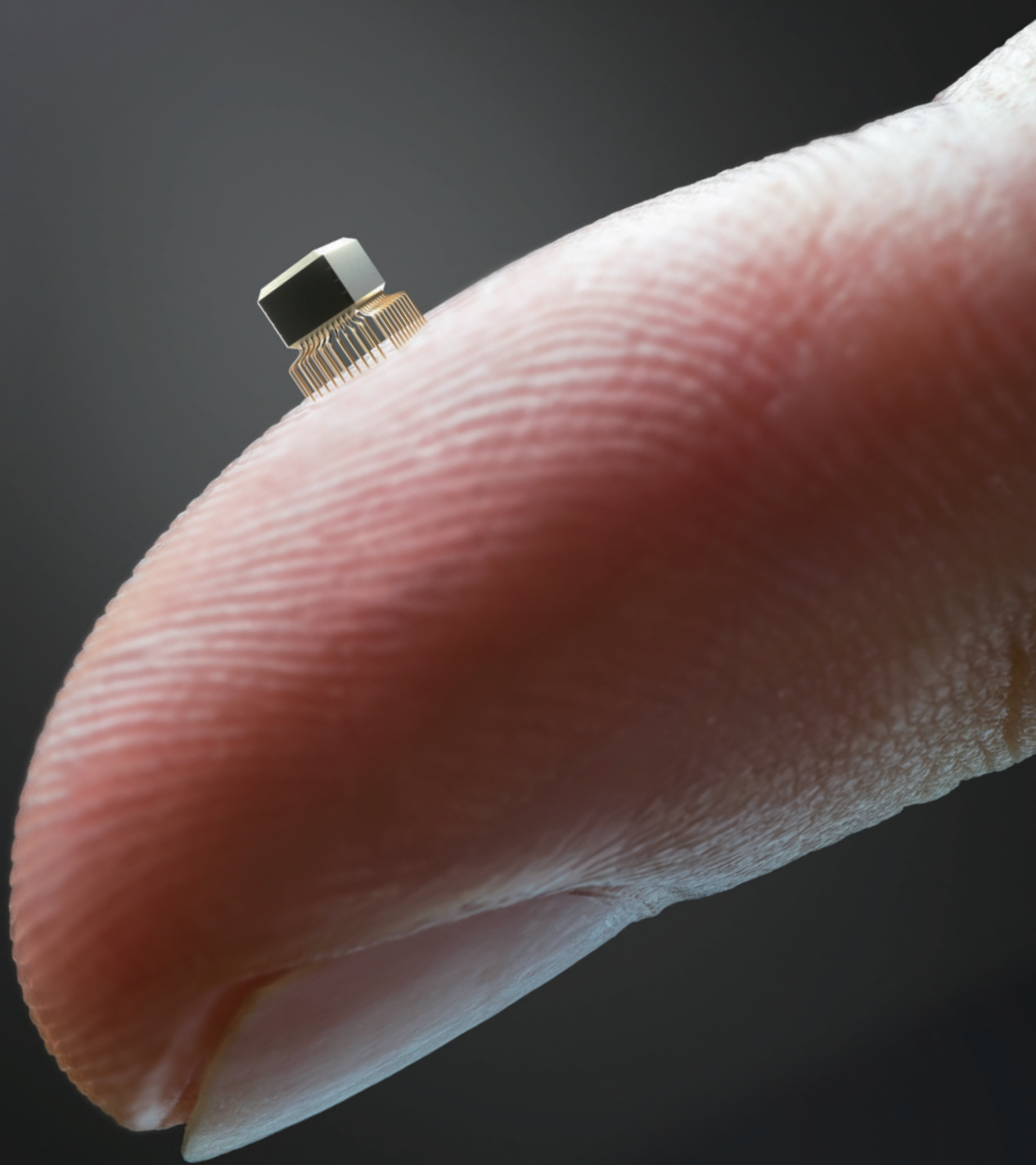
SPECIAL REPORT_ 특허권 소송 전문 NPE는 정말 괴물인가?

NEW TECH_ 초대형, 일체형, 고압형 유압밸브 3종 개발

NEW TECHNOLOGY

이달의 신기술

OF THE MONTH



초
정
밀
초
박
형
초
소
형
의
시
대
소
부
장

SEPTEMBER
2023

SPECIAL THEME

NEW TECH

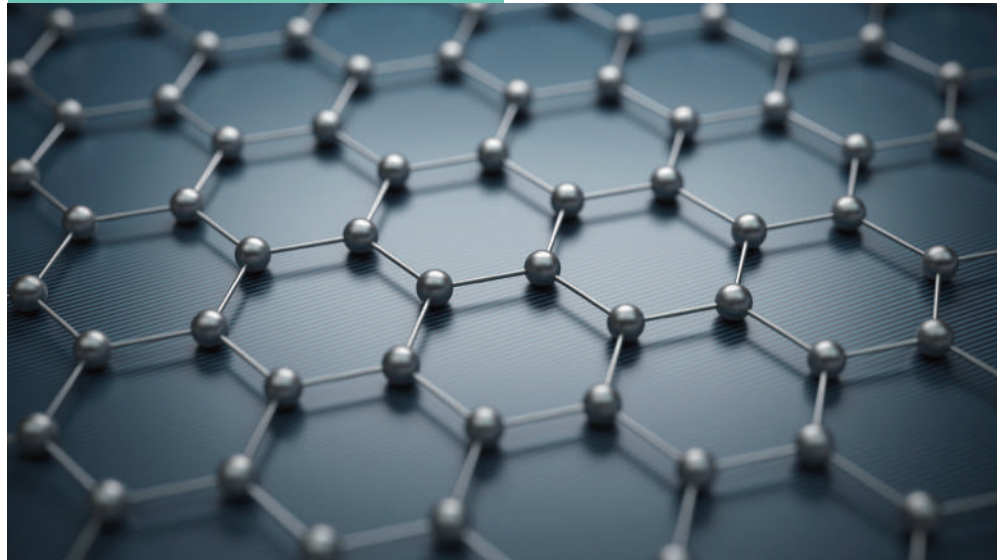
02

INTRO
All About

소부장

26

올해의 산업혁신기술상
(주)오영 정진욱 대표이사
16색 고속 DTP 잉크로
세상에 색을 입히다



등록일자

2013년 8월 24일

발행일

2023년 8월 30일

발행인

한국산업기술평가관리원 원장 전윤중

발행처

한국산업기술평가관리원,

한국산업기술진흥원,

한국에너지기술평가원, 한국공학한림원

주소

대구광역시 동구 첨단로8길 32(신서동)

한국산업기술평가관리원

후원

산업통상자원부

편집 및 제작

한국경제매거진(주)(02-360-4816)

인쇄

동진문화사(02-2269-4783)

구매 문의

02-360-4859 / chojh@hankyung.com

문의

한국산업기술평가관리원

(053-718-8567)

잡지등록

대구동, 라00026

※

본지에 게재된 모든 기사의 판권은

한국산업기술평가관리원이 보유하며,

발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의

무단 전재, 복사를 금합니다.

04

TECH

초정밀·초박형·초소형화 시대

10

INDUSTRY

첨단 미래산업 선도하는

소부장 기업 총출동

2023 소재·부품·장비 중소기업대전

16

INTERVIEW

정창규 전북대학교 신소재공학부

전자재료공학전공 교수

소부장 미래 경쟁력,

양질의 데이터 확보가 관건

20

ISSUE

미래 자동차산업을 위한

반도체의 진화

30

R&D 프로젝트

디지털트윈 기술로 선박을 통합 관리하다

34

R&D 기업

(주)에코시안

4차 산업 신기술 활용해

스마트 항만 시대 연다



38

이달의 기술
초대형, 일체형, 고압형
유압밸브 3종 개발

40

스페셜 리포트 1
특허권 소송 전문 NPE는
정말 괴물인가?



44

스페셜 리포트 2
한미일 신흥 기술 동맹
소득 5만 달러 시대 개막 지름길

GLOBAL TECH ISSUE

46

INFO
한눈에 보는 기술 표준

48

기술 현주소
경제 안보를 위한
최선의 전략, 기술 표준

ESG TECH TREND

52

ESG 기술
기후변화 문제를 보는 시선과
수소 환원 제철



56

ISSUE BRIEFING
스마트폰 배터리 탈착,
정말 지구를 위한 걸까?

60

ESG 국내외 동향
인공지능 기술이 이루는
지속 가능한 경영의 꿈

TECH STORY

64

싱크탱크
박은정 경희대학교 의과대학 교수
생활화학제품의 위해로부터
국민 건강 지키다

68

프런티어
김익재 KIST AI 로봇연구소장
몽타주에도 첨단기술을!



70

잡 인사이드
에릭 존 보잉코리아 사장
한국과 기술협력으로
미래 항공기 개발 이끌 것

76

예술로 본 기술
첨단소재로 극한까지 나아가는 항공기
영화 <탑건: 매버릭>



80

산업 뉴스
한국공학한림원
제2회 원익상 시상 공고

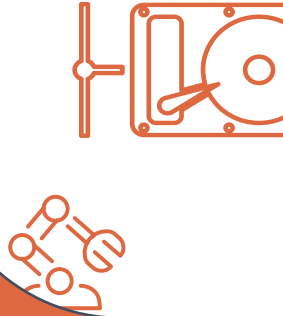
ALL ABOUT 소부장 산업

2001 ~ 2020년

국내 소부장 산업 - 생산액 및 부가가치액

연평균

6% 성장



소부장 산업
무역 통계

수출액

(2022년 1~6월)

1,942

(2023년 1~6월)

1,611

331억 달러 감소

수입액

(2022년 1~6월)

1,313

(2023년 1~6월)

1,248

65억 달러 감소

단위: 억 달러



자료: 한국기계산업진흥회

2023년
소부장 주요 이슈

5

반도체산업

1

높은 메모리반도체 의존도

전산업

7.1%

소부장 산업
13.0%

부품 산업

20.7%



여전히 낮은

2

대일본 무역수지비

● 전체 소부장 산업의
대일본 수입 의존도

21.3% (2013년)

↓
15.0% (2022년)

높은 특정국 의존도

4

교역(수출)

상위 10개국 현황

자료: 소부장넷, 현대경제연구원
주: 2022년 기준



순위	억 달러
1. 중국	1042.3
2. 미국	509.8
3. 베트남	470.8
4. 대만	171.4
5. 일본	146.0

순위	억 달러
6. 홍콩	135.6
7. 인도	123.9
8. 싱가포르	96.5
9. 멕시코	86.0
10. 독일	62.3



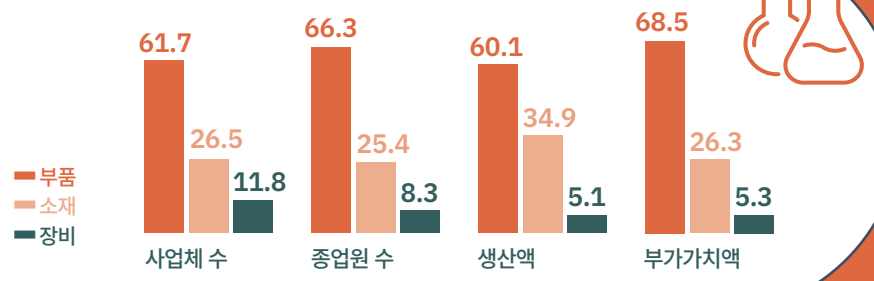
**소부장
생산·출하·재고
증감률**
(2022년 6월 vs 2023년 6월)



자료: 한국기계산업진흥회

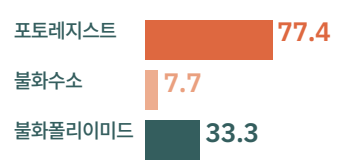
**소재·부품·장비
산업 구성비**

단위: %
자료: 소부장넷, 현대경제연구원
주: 2020년 기준



수출규제 3대 품목 일본 의존도

단위: %, 기준: 2022년



**축소되는 대중국 소부장 산업
무역수지 흑자 규모**

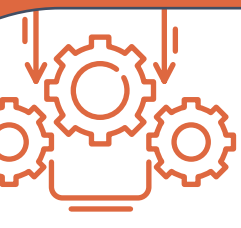
3



미래 소부장 산업 경쟁력

5

특허는 미국이 선도, 일본과 독일이 추격
논문은 중국의 양적 압도 속 미국의 질적 우위



초연결, 메타버스, 인터페이스 기기 등 새로운 서비스를 앞세운 비즈니스모델을 구현하기 위해서는 그 밑바탕을 구성하는 소부장(소재·부품·장비)이 필수적이다. 자율주행차 센서부터 TV 슬림화, 한계 없이 진화하는 스마트폰을 위해 초정밀·초박형·초소형화를 지향하는 정밀 부품 기술 현황을 살펴본다.

초정밀·초박형·초소형화 시대

소부장이란?

소재·부품·장비의 줄임말로 반도체 소재와 자동차 부품 제조를 위한 제조장비 등 우리나라 산업의 중심인 제조업의 뿌리가 되는 산업을 말한다.



세계는 지금 글로벌시장 선점과 기술 진입장벽 강화를 통해 승자독식을 위한 기술 패권 경쟁이 심화되고 있다. 미중 기술갈등 격화로 인한 공급망 재편과 그에 따른 글로벌 가치사슬 변화로 국가전략산업 경쟁력 확보가 국가안보에 필수 사항으로 부각되고 있는 것이다.

5G 산업 주도권 다툼에서 촉발한 미중 기술 전쟁이 이후 반도체, AI 등으로 확대되면서 첨단기술을 둘러싼 기술 냉전이 본격적으로 시작되고 있다. 이러한 기술 패권 경쟁 속에서 기술 주권을 확보하고 산업경쟁력을 이끌어내기 위해서는 무엇보다 국가전략산업 초격차 실현이 시급하다. 과거 대한민국의 고속 성장을 이끈 완제품 조립·가공 기술이 전 세계적으로 평준화되면서 첨단소재·부품 기술 확보가 산업의 초격차 달성을 위한 핵심 요소로 부상하고 있으며, 이제 첨단소재·부품 기술은 단순히 공급망 재편으로 인한 자금 필요성을 넘어 글로벌 선도가 필요한 영역으로 확대되고 있다.

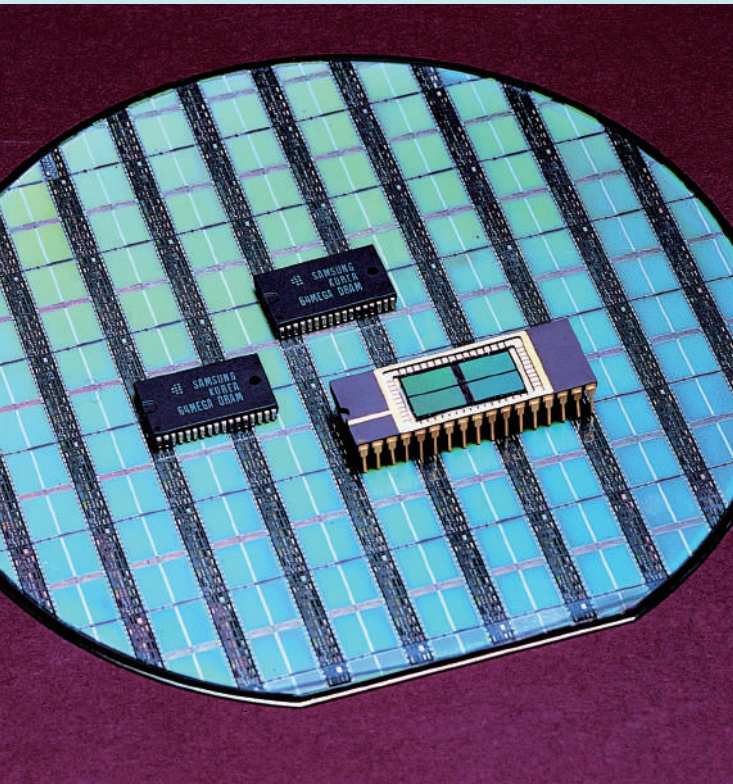


LCD 소재와 QD, OLED 발광 소재 덕분에 액자형 벽걸이 TV가 개발되었고, 경량·고강도 소재로 알려진 탄소섬유는 하늘을 나는 도심 항공 모빌리티 산업을 탄생시켰다.

초격차 실현 도구로 첨단소재·부품 역할 급부상

첨단소재·부품이 새로운 산업을 탄생시킨 혁신 사례는 여러 곳에서 찾아볼 수 있다. LCD 소재와 QD, OLED 발광소재 덕분에 액자형 벽걸이 TV가 개발되었고, 초소형 통신 부품과 시스템 반도체, 카메라 부품 덕분에 상상 속에서나 가능하던 손안의 컴퓨터가 현실이 되었다. 또 경량·고강도 소재로 알려진 탄소섬유는 하늘을 날 수 있는 도심 항공 모빌리티 산업을 탄생시켰으며, 금나노입자를 이용한 복합 항체는 몇 분 내 코로나19 진단이 가능한 휴대형 신속항원검사기를 만들어냈다. 알고 보면 세상을 바꾼 새로운 제품들은 이를 구현할 수 있는 첨단소재·부품이 이미 존재했기에 가능했다. 이렇듯 상상이





마이크로미터 정밀도를 갖춘 초소형·초정밀 부품기술은 컴퓨터, 가전, 통신, 자동차에 이르기까지 대한민국 첨단산업화의 일등 공신 역할을 해왔다. 사진은 1983년 대한민국 최초 반도체 64K D램.

현실이 될 때 우리는 그것을 혁신이라 부르며, 혁신은 전혀 예상치 못한 다른 곳에서 시작된다는 사실에 주목해야 한다.

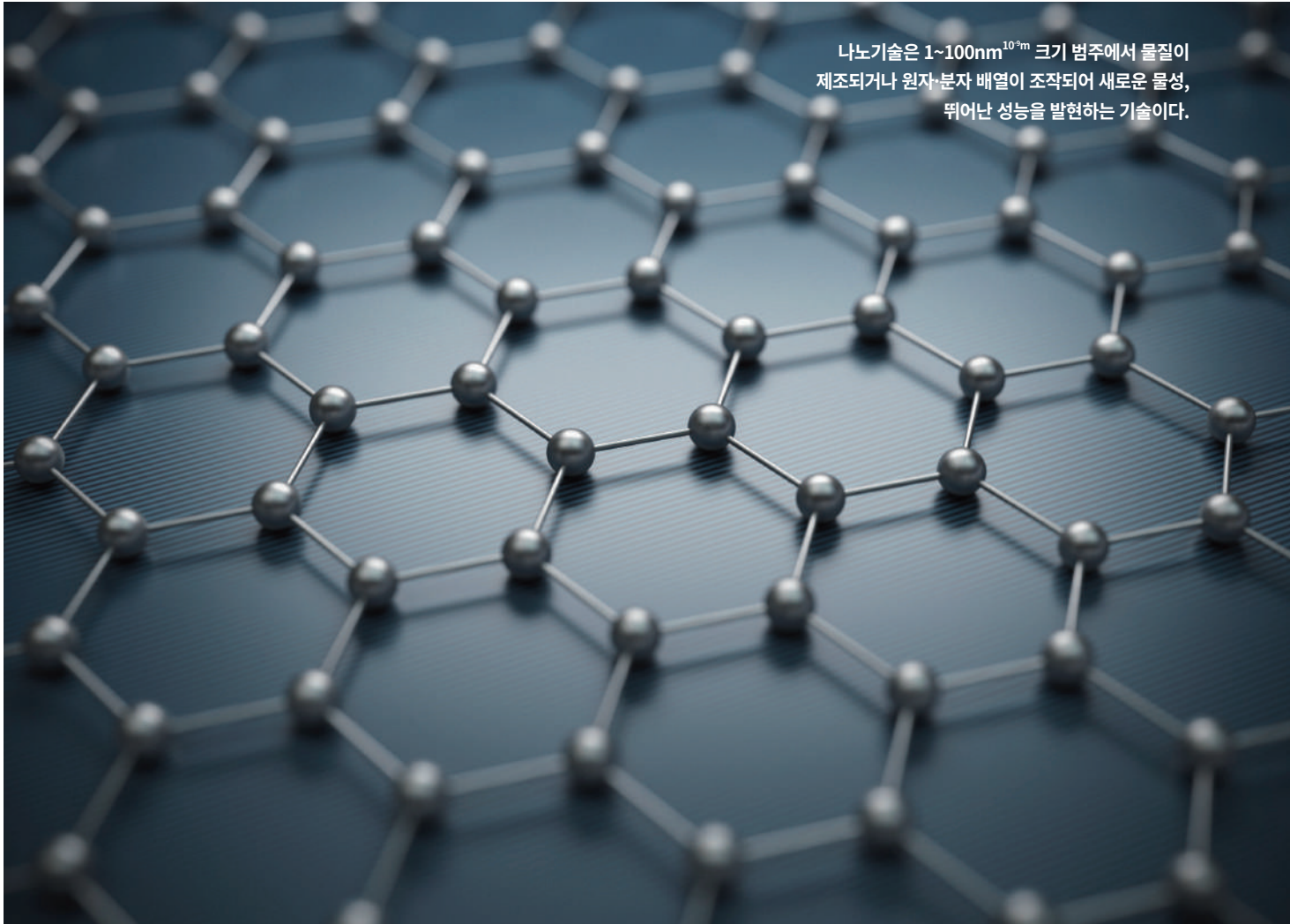
크기의 한계를 넘어 창조 시대로

수요 산업의 요구 수준이 높아질수록 이를 구현할 소재 부품의 성능 또한 고도화가 필요하며, 첨단소재·부품은 초정밀·초박형·초소형화되면서 점차 진화하고 있다. 크기가 작고 정밀해진다는 것은 성능·적·기능적 이점뿐 아니라 대량생산, 고집적화 등 산업경쟁력 측면에서도 매우 중요한 의미가 있다. 이제는 단순히 작게 많이 만드는 수준을 넘어 크기의 한계 극복을 통해 그동안 우리가 경험하지 못한 새로운 현상과 물성이 발현되는 소재·부품 대전환의 시대, 바로 나노 산업이라는 창조의 시대로 접어들고 있다.

1970~1980년대를 풍미한 밀리미터^{mm} 정밀가공 기술은 우리나라 산업화의 상징이었다. 장인의 손길을 거쳐 수 밀리미터 크기의 정밀 부품을 만들어내는 이른바 명장 시대를 지나 1980년대로 접어들며 기존에 사용하던 기계가공 방식이 아닌 포토레지스트라는 감광액을 사용한 사진식각 공정 기술이 개발되었다. 이 기술 덕분에

대한민국 첨단소재·부품 기술 변천사





나노기술은 1~100nm^{10⁹m} 크기 범주에서 물질이 제조되거나 원자·분자 배열이 조작되어 새로운 물성, 뛰어난 성능을 발휘하는 기술이다.

1000분의 1mm 가공 정밀도를 갖춘 마이크로미터^{μm} 크기의 초정밀 산업 시대로 발전할 수 있었다. 대표적 성과물이 바로 반도체와 MEMS^{Micro Electro Mechanical Systems} 센서다. 1983년 대한민국 최초 반도체 64M D램을 시작으로 1992년 세계 최초 64M D램에 이르기까지, 이후 마이크로미터 정밀도를 갖춘 초소형·초정밀 부품 기술은 컴퓨터, 가전, 통신, 자동차에 이르기까지 대한민국 첨단산업화에 일등 공신 역할을 해왔다. 이후 2000년대로 접어들면서 크기의 한계를 넘은 새로운 초정밀 가공 기술로 나노 기술이 주목받기 시작했다. 1~100nm(10⁻⁹m) 크기 범주에서 물질이 제조되거나 원자·분자 배열이 조작되어 새로운 물성이나 뛰어난 성능을 발휘하는 기술로, 나노 크기가 되면 기존에 우리가 알던 일반적 물성이나 현상에서 벗어나 획기적 성능 향상 및 새로운 기능이 나타난다. 예를 들어 흑연(낮은 전도성, 저강도)을 나노 크기로 분리·가공하면 탄소 나노 튜브^{CNT}, 그래핀^{Graphene} 나노소재로 만들어지며, 나노 탄소 소재는 고강도·고

전도성을 동시에 발휘하기에 반도체(EUV 노광용 펄리클), 디스플레이(고신축 투명전극), 이차전지(고전도성 도전재), 6G통신(전자파 차폐) 등 활용도가 매우 높다. 이런 이유로 나노소재·부품은 미래 전략 산업의 초격차 달성을 견인할 새로운 첨단소재·부품 기술로 주목받고 있는 것이다.

나노소재·부품 기술이 가져올 산업 대전환 시대

나노소재·부품 기술이 앞으로 시장 판도를 바꿀 새로운 게임체인저로 부각되고 있다. 특히 초격차 실현을 위한 기술 패권 경쟁이 심화되는 지금이야말로 우리나라 국가전략산업이 도약할 절호의 기회일 것이다. 정부에서는 반도체, 디스플레이, 이차전지, 첨단 미래



모빌리티, 첨단 바이오 산업 등을 12대 국가전략 기술(산업)로 지정하고, 이를 집중 육성하기 위한 정책을 펼치고 있다. 산업 초격차 확보 및 선도 국가로 도약하기 위해서는 나노소재·부품 산업경쟁력 확보가 매우 시급한 상황이다.

앞으로 다가올 산업 대전환, 초격차 시대에는 반도체, 디스플레이, 이차전지 등 우리나라 주력산업 분야에서 나노소재·부품 역할이 크게 부각되며 기술 난제를 돌파하고 초격차 달성을 이뤄나갈 것으로 기대된다. 차세대 반도체산업에서는 극미세 EUV 노광공정 불량률 제로에 도전하는 나노 펠리클을 적용해 기술 패권 다툼이 가장 치열한 3나노 EUV 노광공정을 넘어 1나노 공정을 가능케 할 것이다. 또 이차전지 산업에서는 나노 실리콘 소재를 적용해 5분 이내에 충전을 완료하고 서울~부산을 왕복 주행할 수 있는 차세대 이차전지 음극재가 상용화될 것이다. 그리고 디스플레이 산업에서는 페로브스카이트 나노 신발광 소재를 적용해 고화질 QLED TV를 능가하는, 현실과 TV의 경계가 무너지는 초실감형 초고화질 TV와 접어서 휴대할 수 있는 폴더블폰을 넘어 잡아 늘여도 전혀 문제없는 고신축

디스플레이에 이르기까지 그동안 우리가 꿈꿔오던 기술혁명, 초격차 시대로 전환이 가능할 것으로 기대된다.

‘대한기술 자주독립’을 향한 길고도 험난한 여정

지난 2019년 7월 일본에서 한국을 대상으로 촉발한 소부장 수출 규제 사태를 기억할 것이다. 한일 간 정치적 문제에 기인한 조치지만 일본은 우리나라 소재·부품 산업의 고질적 문제인 기술적 취약성과 수입 의존도가 높은 품목을 분석해 전략적으로 파고들었고, 그 여파는 상당했다. 반도체, 디스플레이, 자동차 등 우리나라 주력 산업 분야 생산 라인에 비상이 걸렸다. 지금까지 자유무역주의 체제하에서 누려온 안정적 소부장 공급망이 제한되고, 기술규제와 보호무역주의라는 새로운 산업 패러다임이 발생한 것이다. 이러한 현상은 기술 패권을 향한 글로벌 경쟁이 치열해지면서 한일 관계를 넘어 이제는 미중 관계에서도 뚜렷이 나타나고 있으며, 그 심각

실감형 고화질 TV

TV와 현실의 경계가 무너진다



신개념 고신축 디스플레이

입을 수 있는 신개념 TV



성이 점차 심화되고 있다. 짧은 기간 비약적 압축 성장을 이룬 대한
민국 제조 산업, 해외 선진국과 수십 년에서 많게는 100년의 기술
격차를 극복하고 이뤄낸 괄목할 만한 성과라 더 값지지만, 그 이면
에는 완제품 조립 생산 위주로 제조 산업 수출 전략을 펼쳐온 한계
도 있었다. 일본에서 취한 대韓 한국 핵심 소부장 품목 수출 제한 조
치를 통해 우리는 국내 소부장 산업의 문제를 재조명하고, 정부 주
도로 이를 해결하기 위한 특단의 조치를 추진해왔다. 하지만 그간
의 노력은 대부분 현재 생산 라인에서 당장 문제될 수 있는 소부장
품목에 대한 기술 자립화 및 공급망 안정화에 초점이 맞춰져 있었
다. 앞으로 10년, 20년 후 또다시 이런 사태가 반복되지 않으려면
국가전략산업을 견인할 미래 소부장에 대한 보다 철저하고 전략적

인 준비가 요구되는 시점이다.

산업이 점차 고도화되고 새로운 국가전략산업을 국운을 건 치열한
경쟁 구도로 과열되면서 ‘고성능·고기능성 미래 소재·부품’에 대한
요구가 날로 급증하고 있다. 이제는 ‘소재가 시장을 창출’하는 기존
방식에서 탈피하여 ‘시장수요가 새로운 소재·부품 개발을 촉진’하
는 방식으로 산업 패러다임이 바뀌고 있다. “위기는 기회”라는 말
이 있다. 지금 이 위기가 국내 소부장 산업의 오랜 숙원을 해결하는
전환점이 되길 희망하며, 미래 소부장 공급망 확보를 통해 국가전
략산업 초격차를 달성하고 ‘대한민국이 결코 흔들리지 않는 소부
장 강국’으로 거듭나길 기원한다.



조진우 한국전자기술연구원 IT소재부품-에너지연구소 소장

전자부품연구원 센터장, 한국산업기술평가원 나노융합PD 등을 지냈으며, 현재 과학기술정보통신부 10대 나노기술 선정 위원, 산업통상자원부 핵심전략기술 품목 심의위원, 한국공학한림원 재료자원공학분과 회원 등으로 활동하고 있다.



◇
2023
소재·부품·장비
중소기업대전

CoMPEX
KOREA
2023

첨단 미래산업 선도하는 소부장 기업 총출동

글로벌 소재·부품·장비 산업의 트렌드를 한눈에 볼 수 있는 2023 소재·부품·장비 중소기업대전 '컴팩스 코리아^{CoMPEX KOREA 2023}'가 성황리에 막을 내렸다. 지난 7월 26일부터 28일까지 서울 삼성동 코엑스에서 열린 컴팩스 코리아는 소부장 산업의 현주소를 짚어보고 미래 전략을 모색하는 자리인 만큼 전문가와 관련 산업 종사자들의 관심이 집중됐다.

word 김광균 photo 김기남





2030년 '소재부품장비 강국' 전망

	현재	2023
소부장 수출	3,409억 달러	6,202억 달러
소부장 생산	819조 원	1,112조 원
대표 소부장 기업 수 (포브스 2000 기업)	11개	30개
선진국 대비 기술격차	80.60%	90%
제조업 자금률	72.30%	80%
주요 신산업 자금률	46.90%	60%

자료: 산업통상자원부

국내외 소부장 글로벌 리더·전문가 한자리에

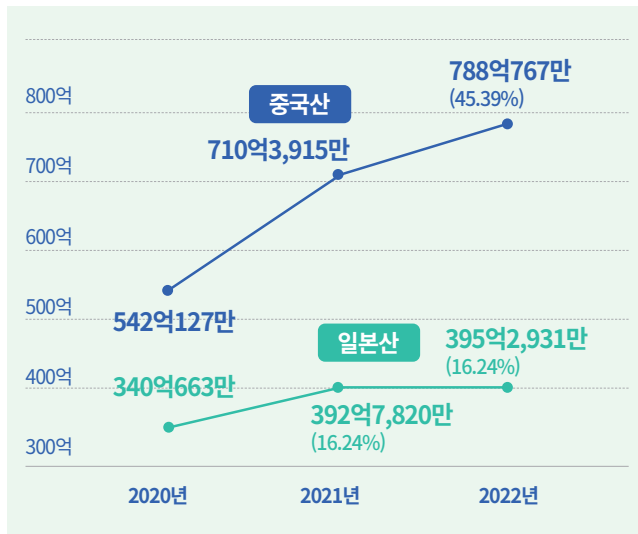
소부장 강소기업, 스타트업 및 중소기업 100여 개사가 250개 부스 규모로 참여했으며, 삼성 SDS·KCC정공·한국알테어·비트로셀·울산테크노파크·한국세라믹기술원 등 국내 굴지의 소부장 기업과 기관이 함께했다. 행사 기간 제조업 경쟁력의 핵심 요소인 전기전자·배터리, 반도체, 자동차, 디스플레이, 기계금속, 첨단화학·에너지, 바이오, 비대면 디지털 등 분야별 소부장 신기술과 제품 등을 전시해 방문객의 이목을 끌기도 했다.

행사가 진행된 사흘간 전시뿐 아니라 콘퍼런스와 세미나도 열렸다. 국내외 소부장 분야 전문가 및 글로벌 리더들이 한자리에 모여 미래 소부장 산업에 대해 논의한 '컴팩콘^{CoMPECon}'에서는 한국 소부장업계를 대표하는 기업과 기관이 대거 참여한 가운데 실제 사례와 발전 방안 중심의 주제 발표가 이어졌다.

최성울 한국과학기술원^{KAIST} 소재부품장비 기술자문단장의 기조연설을 시작으로, 한국알테어·삼성SDS·엠로 등에서 연사로 참여해 디지털 트랜스포메이션 트렌드 및 방안, SCM에 대한 SRM의 디지털화 등을 주제로 강연을 진행했다. 한국기계전기전자시험연구원, 한국자동차연구원, 한국마이크로전자패키징연구조합, 한국전자기술연구원, 스마트제조혁신협회에서도 연사로 참여해 각 산업의 기술시장 및 표준에 대해 발표했다. 급격히 변화하는 소부장 산업 생태계와 미래 첨단 산업 신공급망 구축을 다룬 '소부장 밸류체인 전문 세미나'에도 관심이 집중됐다. 미국대사관, 주한 미국 주정부 대표부, 튀르키예 투자청 등에서 발표자로 참여했으며, 글로벌 해외 진출 성공 전략과 산업 동향 및 투자 방안을 주제로 다뤘다. 한국세라믹기술원, KB국민은행, 한국시험인증산업협회, 한국발명진흥회, 국민대학교, 수원과학대학교, 한국교통대학교 등 소부장 주요 연구기관과 대학도 세미나에 참여해 해외 기술 규제, 소부장 투자 및 자금 컨설팅 노하우 등에 대한 인사이트를 나눴다.

중일 연간 소부장 수입액 변동

단위: 달러, ()는 2020년 대비 증가율
자료: 소부장넷



디지털트윈이란?

현실세계의 기계나 장비, 사물 등을 컴퓨터 속 가상 세계에 구현한 것을 말한다. 디지털트윈 기술은 실제 제품을 만들기 전 모의시험을 통해 발생할 수 있는 문제점을 파악하고 이를 해결하기 위해 활용되고 있다.

이 외에도 산학연 소부장 연구개발^{R&D} 사업 주요 성과 발표, IR 피칭 발표를 통한 초청 VC와 참가 기업 간 일대일 대면 컨설팅, 투자 상담회 등 글로벌 비즈니스 기회 제공을 위한 다채로운 프로그램이 마련됐다.

우경필 중소벤처기업부 기술개발과장은 개회사를 통해 “소부장 산업의 기술 자립이라는 단기 목표를 넘어 글로벌 공급망 재편 등 불확실성에 대응할 장기 목표가 필요하다”며 “관계 부처와 함께 부족함이 없도록 지원해나가겠다”고 말했다. 이재홍 중소기업기술정보진흥원 원장은 축사를 통해 “소부장 중소기업은 기술 자립 경험을 바탕으로 국제 교류와 협력을 주도해야 한다”며 “다양한 분야의 공급망 재편에 대응할 수 있도록 노력하겠다”고 전했다.

미래 소부장 산업 논의의 장 ‘컴팩콘’

전시장 한쪽에서는 국내외 소부장 분야 전문가와 함께 글로벌 리더가 모인 가운데 미래 소부장 산업을 논의하는 컴팩콘이 동시에 펼쳐졌다.

최성울 기술자문단장은 기조강연에서 “현재 산업구조는 원천 소재부터 부품·장비·수요 기업까지 연결된 가치사슬이 유지돼왔고, 각 섹터에서 가장 경쟁력 있는 기업과 국가에서 이를 담당해왔다”며 “혁신·지식·비즈니스 생태계를 구축하기 위해 정부가 허브 역할을 해야 한다”고 강조했다. 행사 이튿날에는 한국알테어와 한국기계전기전자시험연구원 등 기업·기관의 발표가 이어진 가운데 ‘소부장업체 경쟁력을 위한 디지털전환 방법론’을 주제로 한국알테어 측 연사 세 명이 차례로 발표했다. 먼저 ‘디지털 트랜스포메이션 트렌드’를 주제로 발표에 나선 심정길 한국알테어 박사는 “국내 다양한 산업군 종사자 2000명을 대상으로 자체 조사를 실시한 결과 소비자 가전·산업 장비·중장비·AEC(건축·엔지니어링·건설) 등 산업군에서 디지털트윈 구축을 통해 에너지 절감



디지털트윈 도입

71%

향후 6개월 내 도입 예정

11%

대상: 산업군 종사자 2000명
자료: 한국알테어

효과를 보거나 불필요한 낭비를 줄이고 있다고 답변했다”며 “전체 71%가 이미 디지털트윈을 도입했으며, 11%가 향후 6개월 내 도입할 예정이라고 말했다”고 전했다.

■ 디지털트윈 구축 현황

심 박사는 “최적의 제품을 생산하기 위해서는 공정을 최적화해야 하는데, 프로토타입을 여러 번 만들거나 공정 조건을 실제로 바꿔가며 최적화하기에는 시간과 비용 면에서 부담이 크다”며 “이를 디지털화해 공정을 돌리거나 실제로 제품을 만들지 않더라도 공정을 최적화할 수 있다”고 말했다.

또 심 박사는 로봇틱스·에너지·중장비 등 다양한 산업군에 적용된 자사 디지털트윈 솔루션 사례를 소개하며 “한국알테어는 디지털트윈과 관련해 데이터를 모으거나 다루는 것에 대한 솔루션, 실제 공정을 묘사하는 시뮬레이션 솔루션, 데이터를 통해 예측 모델을 만들거나 최적화하는 솔루션 등 다양한 솔루션을 보유하고 있으며, 이 모든 것을 통합 관리할 수 있기 때문에 자신감을 갖고 사업 제안을 하고 있다”고 밝혔다.

김성문 한국알테어 수석 엔지니어는 ‘현실적인 디지털 트랜스포메이션 방안’을 주제로 한 발표에서 제조업의 근간이 되는 뿌리산업이 처한 현안을 짚으며 디지털전환이 극복 방안이 될 수 있음을 강조했다. 김 수석 엔지니어는 “디지털트윈은 컴퓨터에 현실 속 사물의 쌍둥이를 만들고 현실에서 발생할 수 있는 상황을 컴퓨터로 시뮬레이션해 결과를 예측하는 기술로, 제조업뿐 아니라 다양한 산업과 사회문제를 해결하는 기술로 주목받고 있다”고 설명했다.

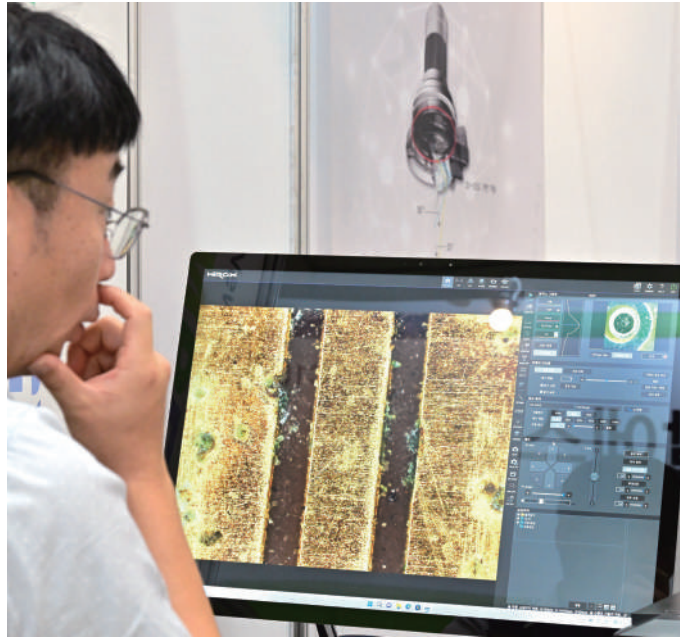
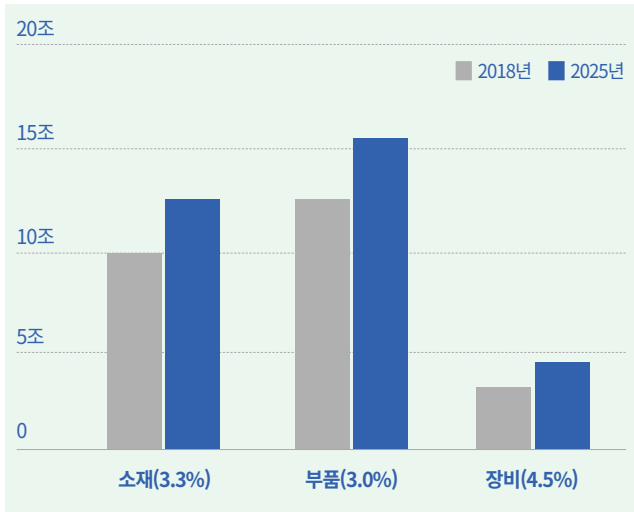
국내의 소부장 분야 전 소부장 한국 소부장업계를 대표하는 기업과 기관이 대거 참여한 가운데 실제 사례와 발전 방안 중심의 주제 발표가 이어졌다.

그는 “컴퓨터 엔지니어링^{CAE} 소프트웨어를 이용하면 가상환경에 동일 제품을 만들어 모의실험이



글로벌 소재·부품·장비 시장 규모

단위: 달러, 자료: IHS마켓
 *2018년: 26.2조 → 2025년: 32.9조
 *()는 CAGR: 연평균 성장률



소부장 강소기업, 스타트업 및 중소기업 100여 개사가 250개 부스 규모로 참여했으며, 삼성 SDS·KCC정공·한국알테어·비츠로셀·울산테크노파크·한국세라믹 기술원 등 국내 굴지의 소부장 기업과 기관이 함께했다.

가능하고, 시뮬레이션으로 얻은 다양한 해석을 현실에 접목할 수 있다”며 “이를 통해 공정의 안전성을 높이고 품질관리 과정의 불량률 최소화할 수 있는 만큼 뿌리산업의 당면 과제를 극복하는 데 도움이 될 것”이라고 강조했다.

이어 김지수 한국알테어 데이터 분석 컨설턴트는 ‘데이터 기반의 엔지니어링 방안’ 발표를 통해 기업들이 데이터를 기반으로 스마트한 의사결정을 하고 다양한 예측 분석이 가능한 엔터프라이즈 시스템을 구축하고자 하지만, 현실적으로 데이터 공유부터 관리 및 활용에 어려움을 겪고 있음을 지적한 뒤 이를 효율적으로 관리할 수 있는 솔루션을 제안했다. 김 컨설턴트는 “알테어 라피드마이너^{RapidMiner} 플랫폼은 데이터수집부터 모델링, 프로덕션까지 모든 분석 작업을 다룰 수 있는 쌍방향 앱으로, 모델을 손쉽게 배포할 수 있고 모니터링할 수 있다”며 “데이터 기반 엔지니어링을 통해 수익 창출, 비용 절감, 리스크관리 면에서 꾸준한 성과를 볼 수 있다”고 밝혔다.

한국알테어 측 발표 이후에는 한국실장산업협회 주관으로 전자산업별 기술시장 및 표준 세미나를 마련해 전기전자·자동차·반도체·전장용 PCB 등 여러 산업군별 기술 동향과 표준 현황에 대한 설명과 논의를 이어갔다.

한편 100여 개사가 참여한 가운데 사흘간 진행된 컴팩스 코리아는 1만여 명의 관람객이 전시장을 찾아 성황리에 막을 내렸다. 컴팩스 코리아 측 관계자는 “앞으로도 국내 소부장 기업·기관 간 교류와 협력의 장을 마련하기 위해 노력하는 한편, 소부장 분야 글로벌경쟁력 강화와 공급망 확대에 앞장설 것”이라고 밝혔다.



미래 소부장 산업을 위한 제언



“소부장 중소기업은 기술
자립 경험을 바탕으로 국제
교류와 협력을 주도해야 한다.
다양한 분야의 공급망 재편에
대응하도록 노력하겠다.”

이재홍 중소기업기술정보진흥원 원장



“최적의 제품을 생산하기 위해서는 공정을
최적화해야 하는데, 프로토타입을 여러 번
만들거나 공정 조건을 실제로 바꿔가며
최적화하기에는 시간과 비용 면에서 부담이
크다. 이를 디지털화해 공정을 돌리거나
실제로 제품을 만들지 않더라도 공정을
최적화할 수 있다.”

심정길 한국알테어 박사

“현재 산업구조는 원천 소재부터
부품·장비·수요 기업까지 연결된 가치사슬이
유지돼왔고, 각 섹터에서 가장 경쟁력
있는 기업과 국가에서 이를 담당해왔다.
혁신·지식·비즈니스 생태계를 구축하기 위해
정부가 허브 역할을 해야 한다.”

최성율 KAIST 소재부품장비 기술자문단장



“컴퓨터 엔지니어링^{CAE} 소프트웨어를 이용하면 가상환경에
동일 제품을 만들어 모의실험이 가능하고, 시뮬레이션을 통해
얻은 다양한 해석을 현실에 접목할 수 있다. 이를 통해 공정의
안전성을 높이고 품질관리 과정에서 불량률 최소화할 수 있는
만큼 뿌리산업의 당면 과제를 극복하는 데 도움이 될 것이다.”

김성문 한국알테어 수석 엔지니어



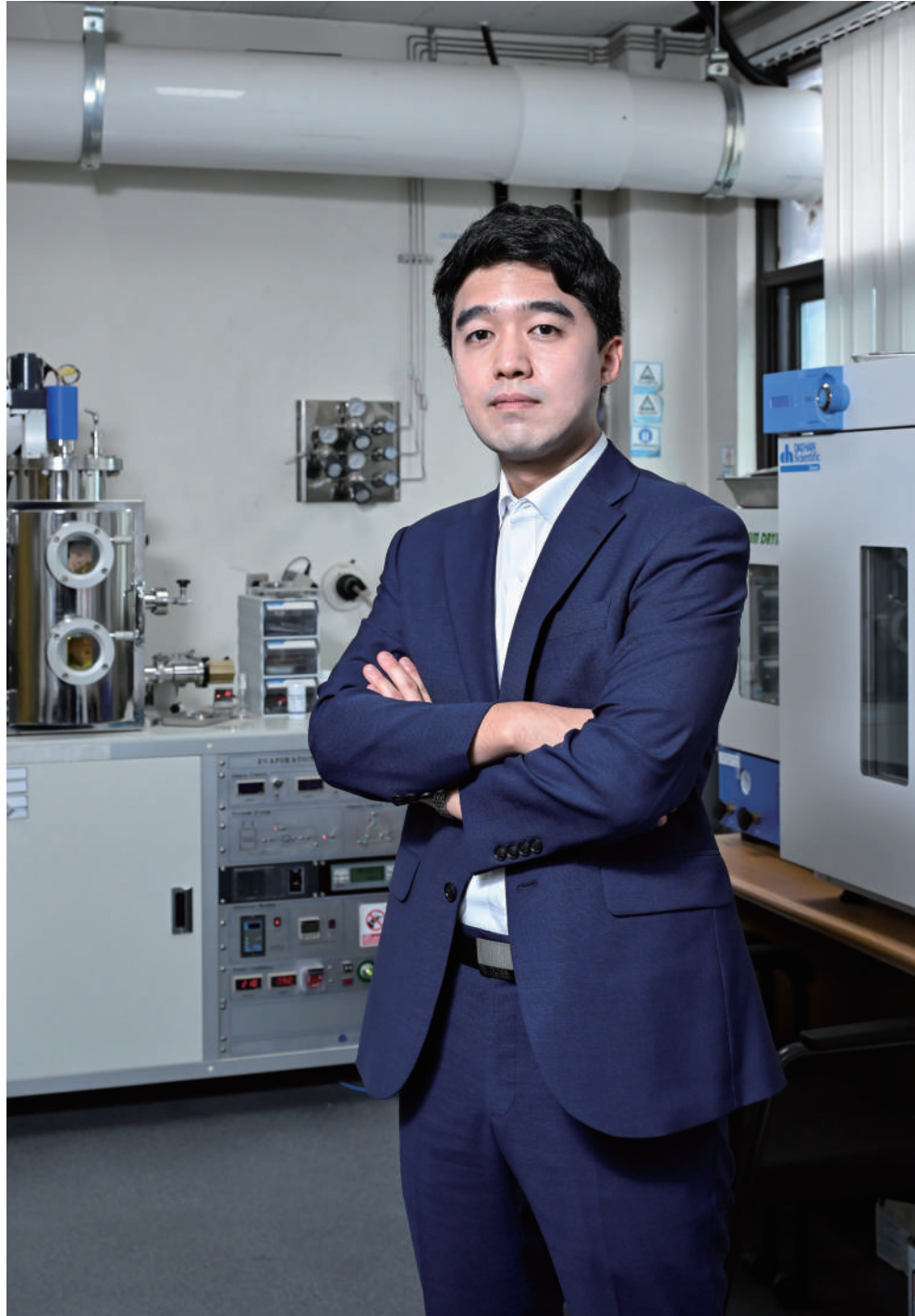
산업계 전반에 걸쳐 디지털전환이 가속화하고 있다. 기업들은 인공지능^{AI}, 빅데이터, 사물인터넷^{IoT} 기술을 앞세워 디지털전환에 속도를 내고 있다. 소부장(소재·부품·장비) 산업도 예외는 아니다. 제조업의 근간을 이루는 소부장 산업이 4차 산업혁명을 주도할 핵심 전략 기술로 주목받는 가운데 디지털전환이 공정 혁신을 넘어 새로운 비즈니스 창출에 기여할 것이라는 기대감을 낳고 있다. 전문가들은 이런 상황을 어떻게 보고 있을까. 정창규 전북대학교 신소재공학부 전자재료공학전공 교수를 만나 디지털전환 시대 소부장 산업의 미래 경쟁력 확보 방안이 무엇인지 들어봤다.

word 김광균 photo 이승재

소부장 미래 경쟁력, 양질의 데이터 확보가 관건

정창규

전북대학교 신소재공학부
전자재료공학전공 교수



커패시터^{capacitor}: 전기를 모으고, 방출하기 위해 사용하는 부품을 말한다.

Q-

교수님은 신소재공학 분야에서 활발한 연구 성과를 보여주고 계신데, 현재 관심을 갖고 집중하는 연구 분야는 무엇인가요?

우리 주변의 전자제품에 많이 사용되는 소재인 유전체 혹은 강유전체를 주로 연구하고 있습니다. 유전체는 반도체 커패시터¹나 에너지 저장장치, 액추에이터^{actuator}, 트랜스듀서^{Transducer}, 에너지하베스팅^{energy harvesting} 등에 사용되며, 적층 세라믹 커패시터^{MLCC}도 유전체 기반의 콘덴서로 만듭니다. 응용소자 측면에서 그러한 소재를 가지고 조성을 바꾸거나 소재를 섞어 더 좋은 특성을 만들어내기 위한 방안을 고민하고 연구한다고 보면 됩니다.

Q-

그동안 우리 정부와 기업은 지난 일본의 소부장 수출 규제를 계기로 기술경쟁력 강화에 힘써왔습니다. 현재 우리나라 소부장 산업의 경쟁력은 어느 수준에 있다고 평가하시나요?

바라보는 관점에 따라 평가가 달라질 수 있다고 보는데요. 연구자 입장이기도 하지만, 이 사안을 관심 있게 지켜본 사람의 입장에서 일본 소부장 수출 규제 이후 우리 기술 역량이 어느 정도 강화된 건 사실입니다. 통계에 따르면, 2013년부터 2022년까지 대일본 의존도가 대략 20%에서 15%까지 줄었습니다. 다만 이는 2013년 대비 줄어든 수치라는 점, 즉 10년에 걸친 통계라는 점에서 일본 수출 규제 이후 일본에 대한 의존도가 낮아졌다고 보기에는 무리가 있지 않나 싶습니다. 우리의 자립 역량이 단기적으로 강화됐다고 과대평가하기보다 소재·부품 산업에 대한 지원책을 지속적으로 강구해야 하며 장기적인 관점이 중요하다는 것을 알 수 있습니다.

대일본 소부장 의존도

약 **20%** → 약 **15%**
2013년 2022년

일본 수출 규제 이후의 개발 때문에만, 일본에 대한 의존도가 낮아졌다고 보기에는 무리가 있다.

Q-

디지털전환이 특정 국가나 기업뿐 아니라 전 세계적 화두가 되어 중요성이 커지고 있는데요. 이런 상황에서 소부장 산업의 디지털전환에 주목해야 하는 이유는 무엇이라고 보시나요?

디지털 시대에는 AI, IoT, 빅데이터 등을 활용해 더 좋은 것, 즉 고부가가치를 만들어낼 수 있을 텐데요. 한 가지 예를 들면, 미사일에는 어떤 목표물을 따라가 명중시키기 위한 센서가 있습니다. 이 센서를 보호하기 위한 유리 같은 보호장치도 있을 테고요. 이러한 기능을 할 수 있으려면 특별한 조성뿐만 아니라 특별한 미세구조를 가진 소재여야 할 것입니다. 이러한 소재와 부품, 공정을 개발하기까지는 수많은 경험과 노하우가 필요합니다. 오랜 시간 숱한 실패와 시행착오를 겪기 마련이죠. 오랜 경험과 노하우를 지닌 다른 국가를 우리가 단기간에 뛰어넘기란 쉽지 않습니다. 하지만 디지털 기술을 이용하면 시간과 비용을 크게 단축할 수 있습니다. 여러 데이터를 딥러닝 기반의 AI 기술과 접목하면 우리가 원하는 공정 조건이나 조성 조건을 만들어 시뮬레이션을 통해 개발 시간과 에러를 크게 줄일 수 있다는 이야기입니다. 결국 디지털전환이라는 것은 소부장 산업에서 어떤 기술적 격차를 빠르게 따라잡는 데 효과적인 툴이라고 볼 수 있지 않을까요.

Q-

글로벌기업은 인공지능 기반 디지털전환을 통해 경쟁력을 확보하는 추세인데요. 국내 소부장 기업의 디지털전환 추세나 기술 수준은 어느 정도인가요?

우리의 강점이라 하면 특정 산업군에서 많은 데이터를 보유하고 있다는 것입니다. 예를 들면 메모리 반도체라든지 디스플레이 등 분야에서는 소재나 공정, 부품 디자인, 심지어 시스템에 이르

기까지 상당한 노하우가 있고, 관련 데이터도 많이 확보하고 있습니다. 이러한 분야에서는 우리를 추격하는 국가와 격차를 벌리기 위한 측면에서 디지털전환을 고민하게 될 거고요. 특히 대기업들은 세계적 디지털 흐름에 더욱 빠르게 대응하는 것으로 알고 있습니다. 반면 중견·중소기업의 경우에는 소부장 분야의 기술 자립화 측면에서 보면 현실적으로 어려운 점이 많은 것이 사실입니다. 대기업에 비해 자금과 인력이 부족하기도 하지만, 여러 분야에서 데이터베이스도 많이 부족하다는 한계가 있거든요. 소재 개발이나 부품 디자인 등 프로세스에서 최적의 공정 조건을 찾으려면 양질의 데이터가 필요합니다. 그런 점에서 볼 때 일부 산업군을 제외하면 여전히 어려운 점이 많지 않나 생각합니다.

Q-

4차 산업혁명과 함께 디지털전환이 다양한 산업 분야에 걸쳐 가속화되고 있습니다. 이런 가운데 소부장 기업들이 전략적으로 시급하게 확보해야 할 미래 첨단 기술은 무엇이라고 보시나요?

당장 할 수 있는 건 고도로 첨단화된 AI·IoT 기술을 개발하거나 도입하는 것입니다. 기업들이 모든 기술을 만들 필요는 없습니다. 공동개발이나 투자를 통해 필요한 기술을 최대한 빨리 확보하는 것이 중요합니다. 기본적으로 툴을 확보하는 것이 우선일 테고요. 툴이 아무리 좋아도 그 안에 들어가는 데이터가 없으면 소용없습니다. 결국 중요한 것은 데이터마이닝입니다. 기존 데이터 속에서 필요한 것 위주로 정리하는 기술이 중요하거든요. 그렇다면 어떠한 알고리즘에 의해 데이터마이닝을 할 것인지, 인력을 어떤 식으로 운용할 것인지도 중요하게 고려해야 한다고 생각합니다. 이전에 데이터마이닝과 관련한 연구과제를 수행한 적이 있는데, 방대한 양 중 원하는 데이터를 추출하는 것이 쉬운 게 아니더라고요. 그런 점에서 양질의 데이터를 추출하는 기술과 인력을 확보하는 일이 중요하지 않나 싶습니다.

Q-

정부는 소부장 산업의 글로벌화를 강조하는데, 디지털전환과 관련한 정책적 지원 현황은 어떤가요?

디지털전환과 관련해 데이터베이스를 구축하고 인공지능 활용 방안을 만드는 등 여러 과제가 있을 텐데요. 다만 아쉬운 점은, 데이터베이스와 관련한 영역이 단지 몇 년간 과제를 한다고 완성되는 것이 아니라는 것입니다. 실제로 데이터를 쉽게 모을 수도 없을뿐더러 데이터마이닝도 쉽지 않습니다. 정부의 정책과제를 보면 최신 트렌드와 관련한, 소위 ‘돈 되는’ 특정 분야에 대해서만 선택과 집중을 한다는 인상을 받을 때가 많습니다. 물론 그런 방식도 나름대로 의미 있고, 중요하지만 기초적 데이터를 확보하기는 어렵다고 봅니다. 선택과 집중이 필요한 분야도 있습니다. 하지만 어느 한쪽에 재정이 쏠리는 것은 바람직하지 않습니다. 기초과학이나 기초공학 분야까지 폭넓은 지원을 통해 데이터를 축적하고 공유하는 시스템을 만들되 쉽고 효과적으로 접근할 수 있도록 고민하는 것이 필요합니다.

Q-

국내 중견·중소기업의 디지털전환 속도가 선진국에 비해 뒤처진다는 지적도 있습니다. 많은 기업이 디지털전환의 필요성에 공감하면서도 비용과 인력 부족 등 한계로 어려움을 호소하는 것으로 알려져 있는데요. 이처럼 세계시장과 격차가 나타나는 이유는 무엇인가요?

결국 비용 문제가 아닐까요. 최신 프로그램을 구입하거나 시스템을 구축하는 데는 상당한 비용이 듭니다. 그렇다고 당장 성과가 보장되는 것도 아니니까요. 근본적 문제는 연구개발^{R&D}인 것 같습니다. 중견·중소기업은 애초에 R&D에 많은 투자를 하지 않습니다. R&D 투자를 통해 성과를 본 경험이 있는 기업은 충분히 디지털전환에 적극 투자하겠지만, 현실적으로 그러한 경험이 많은 중견·중소기업이 그렇게 많지 않습니다. 또 정부의 많은 지원

결국 중요한 것은 데이터마이닝입니다. 기존 데이터 속에서 필요한 것 위주로 정리하는 기술이 중요하거든요. 그렇다면 어떠한 알고리즘에 의해 데이터마이닝을 할 것인지, 인력을 어떤 식으로 운용할 것인지도 중요하게 고려해야 한다고 생각합니다.



사업이 직접적 사업 성과를 요구하거든요. 기업에 너무 많은 것을 요구하지 않고 인프라 구축 자체에 방점을 둔 지원 정책과 평가 시스템이 필요하지 않을까요.

Q-

향후 국내 소부장 산업의 디지털 경쟁력 강화를 위해 어떤 전략이 필요하며, 기업들은 어떻게 대응해야 한다고 보시는지요.

소부장 산업이 디지털전환과 관련한 툴 또는 장비를 만들거나 소프트웨어를 만드는 일을 할 것이 아니기 때문에 결국 최적의 공정을 설계하기 위한 데이터를 얼마나 효율적으로 선별할 것인가에 중점을 두고 그러한 시스템을 구축하는 것이 중요하다고

생각합니다. 최대한 양질의 데이터를 모으고 선별하는 방안을 모색해야겠죠. 기업도 디지털 경쟁력 강화를 위해 적극적으로 투자하려는 자세가 필요합니다. 정책 당국은 정책 수립 시 단기간에 성과를 기대하기보다 중장기적 관점으로 접근할 필요가 있습니다. 세수 부족 현상도 있겠지만, 현재 R&D 예산 축소 문제가 사회적 화두로 떠오른 만큼 개인적으로는 줄여야 할 예산 중에서도 후순위가 R&D 분야라고 생각합니다. 그런 점을 감안해 적어도 R&D 정책을 설계할 때는 지나치게 선택과 집중 또는 수월성에 연연하지 않았으면 합니다.

우리는 흔히 교육은 백년지대계라고 이야기합니다. 사실 R&D도 마찬가지입니다. 기초공학과 그에 의한 데이터가 부실한 연구는 허상입니다. 정책설계자이든 연구자이든, 과학기술은 백년지대계라는 것을 꼭 기억해야 할 것입니다.

이산화탄소^{CO₂} 배출가스 규제 강화, 커넥티드카, 자율주행 등 모빌리티로 확대되는 대변혁기에 놓인 자동차산업이 혁신을 선도하기 위해서는 미래 자동차 소재 부품에 대한 이해와 개발이 매우 중요하다. 자동차산업의 핵심 차량용 반도체 기술과 표준에 대해 알아보고, 미래 자동차산업을 이끌기 위한 초석을 다진다.

미래 자동차산업을 위한

반도체의 진화



자율주행차와 전기차를 위한 반도체 발전

» 미래차용 반도체는 지능형 센서 시스템과 네트워크로 연결되어 자동차의 자율 안전 시스템 등을 작동하도록 기반 제공

최근 자율주행, 전기차와 관련해 전기·전자 제어장치 비중이 급증하면서 미래 자동차용 반도체 기술의 진화도 가속화되고 있다. 자율주행 자동차와 이에 적용되는 센서 및 프로세서 비중이 급격히 늘고 있으며, 전기자동차 전환에 따른 전력 반도체의 수요 또한 가파르게 증가하고 있다.

주요 배경을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 자율주행과 소비자의 편의성 향상에 대한 요구를 만족시키기 위한 인공지능^{AI} 기술과 신경망 처리장치^{NPU} 등 지능형 시스템 반도체 기술의 고도화
- ② 미래차의 기능 안전 및 고신뢰성 시스템에 필수적으로 대응하기 위한 결함 없는 반도체 기술개발
- ③ 글로벌 친환경 규제 강화에 대응하기 위한 고효율 반도체를 기반으로 한 기술개발 수요 증가

현재 자동차용 반도체는 자동차 각 시스템에 신경망처럼 분산배치되어 유선 네트워크를 통해 차량 주변과 내부 상태를 실시간으로 모니터링하는 센서 시스템의 핵심부품으로 기능하고 있다. 또 자율주행차의 다양한 전자 시스템은 V2X 시스템 반도체를 활용해 외부 클라우드와 무선 네트워크를 통한 상호 연결을 위한 핵심부품 기능도 수행할 수 있다.

미래차용 반도체는 지능형 센서 시스템과 네트워크로 연결되어 글로벌 법적 안전 규제 대응이 가능한 자동차의 자율 안전 시스템 등을 작동하도록 핵심부품으로서 기반을 제공하며, 초소형 정밀기계 기술^{MEMS}¹ 등 다양한 기술 융합을 기반으로 한 반도체의 진화는 빠른 속도로 가속화되고 있다.

— 1. MEMS¹ Micro-Electro Mechanical Systems¹. 21세기형 유망 산업으로 주목받고 있다. 자동차 에어백 가속도 센서와 실용화 의료기기, 정보기기 분야 개발을 활발하게 할 것으로 전망된다.

미래차 전기·전자 아키텍처를 위한 주요 네트워크 반도체 기술

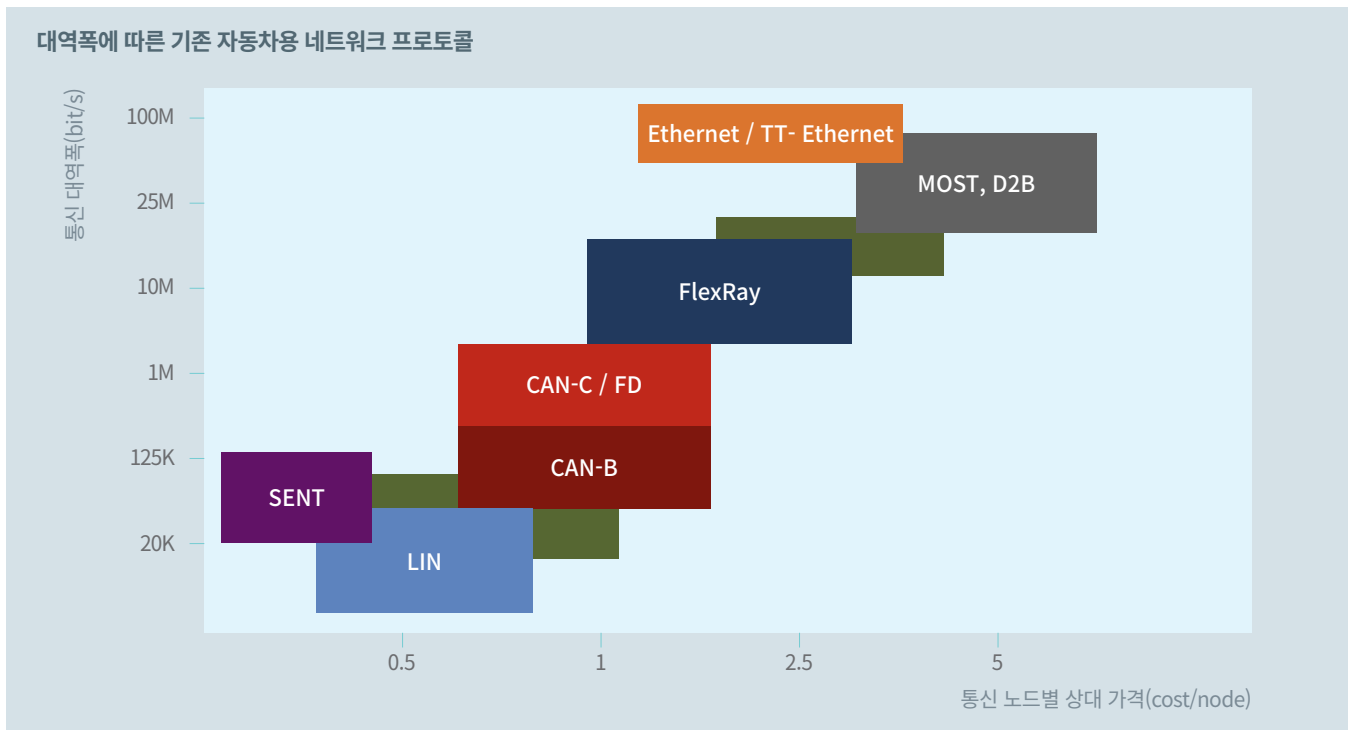
» 자율주행 및 전기차 영역에서는 다양한 디바이스 상호 간 통신 네트워크 연결의 중요성이 커지고 있으며, 이를 위해서는 고대역폭 연결과 확장성, 신뢰성을 확보한 반도체 대응 기술 필요

미래차 반도체 중 일반 가전용 반도체의 특징 중 하나는 자동차용 네트워크를 지원한다는 점이다. 특히 자율주행 및 전기차 영역에서는 다양한 디바이스 상호 간 통신네트워크 연결의 중요성이 커지고 있다. CAN, CAN-FD, LIN, SENT, MOST, FlexRay, Ethernet 같은 기존 차량 네트워크는 미래차의 모든 장치와 앱의 네트워크를 지원하는 데 필요한 충분한 대역폭을 제공하지 못한다. 증대되는 에지 디바이스 및 센서와 ECU²는 더 높은 처리량에 대한 요구와 함께 보다 유연한 아키텍처³를 지원하기 위해 고대역폭 연결과 확장성이 요구된다.

미래차에서는 다양한 디바이스 증가가 가속화될 것으로 예상된다.

센서 디바이스의 중요한 역할은 운전자 또는 전자제어 시스템에 검지된 정보를 원하는 시간 내에 안전하게 제공하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 현재 자동차에는 다양한 반도체로 구성된 전자 시스템이 네트워크 프로토콜⁴을 통해 결합되어 있다. 거의 모든 전자 시스템을 차량 내에서 한 개 혹은 두 개의 전선으로 구성된 공통 네트워크 버스에 연결해 실드 없이 사용하고 있다. 이러한 네트워크 구성은 노이즈 등 열악한 환경에서 신뢰성을 확보하기 위해 반도체 대응 기술이 필요하다.

자동차에서 여전히 가장 큰 비중으로 적용되는 프로토콜은 CAN⁵이며, 대부분 응용 분야에서 고속 CAN을 사용한다. 최고 데이터 속도는 1Mbps지만, 일반적으로 네트워크 부하에 대한 허용 안정성 확보를 위해 500Kbps 이하에서 운용된다. CAN은 차량 내 열악한 환경에서 성공적으로 동작되어 신뢰도가 검증된 통신망으로서 매우 유연성 있는 네트워크다. 열악한 환경이나 고온, 충격 및 진동, 노이즈가 많은 환경에서도 상대적으로 높은 신뢰성을 제공한다.



— 2. ECU^{Electronic Control Unit}: 자동차 엔진, 자동변속기, ABS 등의 상태를 컴퓨터로 제어하는 전자제어 장치.

— 3. 아키텍처: 컴퓨터 하드웨어나 소프트웨어 설계구조의 하나로 프로그래머 입장에서 보는 하드웨어의 논리구조를 말한다.

— 4. 네트워크 프로토콜: 서로 통신하는 프로세서 간 교환되는 메시지 형태나 내용에 대한 상호 간의 정의를 말하며, 컴퓨터 간 메시지 흐름을 통제할 기본 절차나 규칙을 가리킨다.

— 5. CAN^{Controller Area Network}: 차량에서 호스트 컴퓨터 없이 마이크로 컨트롤러나 장치가 서로 통신하기 위해 설계된 표준 통신 규칙.

네트워크 반도체 기술 반드시 필요

미래차를 위한 디바이스에서 데이터 트래픽 증가에 따른 병목현상 해결 방안으로 비용 증가를 감수하더라도 한 개의 네트워크를 다수의 버스로 분할하는 방법을 주로 사용해왔으나, 현재는 이에 대한 해결 방안으로 CAN-FD^{CAN with Flexible Data Rate}가 제안되었다. 이러한 통신 네트워크 고신뢰성을 확보해 지원하기 위해서는 네트워크 반도체 기술이 필수적으로 적용되어야 한다.

CAN-FD의 주요 특징

- CAN에 비해 데이터 길이를 기존 8바이트에서 64바이트로 확장
- 데이터 전송 속도 1Mbps에서 최대 8Mbps까지 증가
- CAN의 기본 콘셉트에 더해 빠른 비트 속도, 긴 데이터 길이를 동시에 수용할 수 있는 네트워크 프로토콜
- 높은 대역폭을 통해 버스 부하가 높은 네트워크를 분할할 필요 없이 사용 가능
- 다중 네트워크를 단일 네트워크로 통합해 사용 가능
- 불필요한 게이트웨이 감소로 인한 비용 저감과 원치 않는 게이트웨이 응답시간 지연 제거

— 6. IEEE AVB^{Audio Video Bridging}: IEEE에서 개발한 이더넷 네트워크 실시간 오디오-비디오 전송 표준 기술.

— 7. TSN^{Time Sensitive Networking}: 표준 이더넷 네트워크에서 확정적 메시지 전송을 구현하기 위한 네트워크.

— 8. 심벌 레이트^{symbol rate}: 특정 연결을 따라 신호의 전송률을 설명하기 위해 디지털 통신에서 사용하는 용어.

— 9. 비차폐: 전자기파 간섭으로부터 보호할 수 있는 차폐가 되어있지 않은 상태.

자율주행을 위한 첨단 센서 오토모티브 이더넷

자동차업계는 미래 자율주행을 위한 첨단 센서에서 CAN과 CAN-FD보다 대역폭이 넓은 차세대 차량용 네트워킹 방식으로 오토모티브 이더넷^{Automotive Ethernet}을 적용하고 있다. 오토모티브 이더넷은 실시간 스트리밍 앱으로 IEEE AVB^{Audio Video Bridging} 기술과 결정적 동작을 위해 TSN^{Time Sensitive Networking} 기술을 이용하고 있다. 고속 이더넷 및 기가비트 이더넷 모두 125Mbaud의 높은 심벌 레이트^{symbol rate}로 인해 주요 무선 주파수대역에서 전자기 방출에 상당한 영향을 미친다. 때문에 자동차 환경에서는 저렴한 실드 없는 비차폐 권선¹⁰을 사용할 수 없었으나, 현재는 쉘컴사의 브로드리치 BroadR-Reach 기술로 심벌 레이트를 거의 66.6MBaud까지 낮출 수 있어 비차폐 권선을 사용하면서도 고신뢰성 네트워크에 대응할 수 있다. 이러한 백본^{backbone}¹¹과 차세대 조널 아키텍처^{Zonal Architecture}¹²에 대응하기 위해서는 오토모티브 이더넷 반도체 기술이 반드시 필요하다.

미래차 반도체에서 오토모티브 이더넷 대응은 데이터 고속화에 따른 간섭으로 인한 데이터 오류 가능성 저감과 노이즈가 심한 자동차 환경에서의 EMC¹³ 결함을 낮출 수 있는 고신뢰성 기술을 확보해 반도체 레벨에서의 보장이 함께 요구되고 있다.

향후 미래차 대응을 위해서는 기가비트 속도로 데이터를 전송하고, 장기적으로는 100GB 이상의 초고속 오토모티브 이더넷 지원과 분산형 클럭-동기화 알고리즘에 기반한 타임트리거드 이더넷^{Time-Triggered Ethernet} 등을 구현할 수 있는 핵심 시스템 반도체가 필요할 것으로 예상된다.

오토모티브 이더넷의 주요 특징

- CAN과 CAN-FD보다 넓은 대역폭
- 비차폐 권선 사용하면서 고신뢰성 네트워크 대응 가능

— 10. 권선: 전류를 흘려 자속을 발생시키거나 서로 결합하도록 설계된 코일.

— 11. 백본^{backbone}: 자신에게 연결된 소형 회선으로부터 데이터를 모아 빠르게 전송하는 대규모 전송 회선.

— 12. 아키텍처^{Zonal Architecture}: 영역별 설계.

— 13. EMC^{Electro Magnetic Compatibility}: 전자기기에서 발생하는 잡음을 감소해 다른 전자기기의 동작에 영향을 주지 않도록 하는 한편, 다른 전자기기에서의 잡음 영향도 차단하도록 설계해 기기로서의 기능을 발휘하는 능력

정확성과 일관성을 유지하는 인공지능 반도체

» 인공지능 반도체는 센서에서 수집한 신호를 분석한 뒤 차선 및 장애물을 효과적으로 인지해 자율주행기술에 필수적

미래차 반도체는 디지털화된 정보를 연산·처리하는 반도체로, 차량용 시스템 반도체는 주행과 관련한 정보의 연산처리, 이미지-레이더-라이다 등 감지, 전력 효율성 관리 등 다양한 역할을 수행하며, 자율주행 실현을 위해서는 시가 내장된 반도체 고도화가 필수적이다. 이를 통해 컴퓨팅 플랫폼상에서 AI를 작동해 안전운행을 위한 인지 판단 제어 연산 등 초고속 처리가 필요해 관련 반도체 기술개발이 필수적으로 동반되고 있다.

최근 테슬라가 공개한 신경망 통신기술^{Neural Network Technology} 기반 자동차용 컴퓨터^{Full Self-Driving, FSD} 등 인공지능 시스템 반도체 칩셋 형태의 차세대 기술로서 자율주행을 위한 적용이 확대되는 추세다.

AI 연산용 NPU 기능을 내장한 차량용 프로세서는 센서에서 수집한 신호를 분석해 차선 및 장애물 등을 더욱 효과적으로 인지하는 등 자율주행의 두뇌 역할을 담당함으로써 향후 자율주행기술 고도화에 따라 미래차 인공지능 반도체 시장으로 급속히 확대될 것으로 전망된다.

미래차 반도체는 현재 ISO 26262 전기·전자 시스템에 대해 반도체 레벨에서 적용할 수 있는 기능 안전 기준이 요구되며, 반도체 레벨에서 기능 안전에 대응할 수 있도록 대응 기술 기준이 필요하다. 따라서 반도체의 기능 안전 요구 수준에 따라 ASIL^{Automotive Safety Integrity Level}¹⁴ 등급에 맞춰 개발, 시험 및 평가를 진행해야 한다. ASIL은



A·B·C·D 등급(D등급이 가장 높은 수준)으로 이루어지는 개별 전기·전자 전장품과 반도체의 기능 안전 무결성을 확보해야 한다.

향후 미래차용 반도체는 자율주행과 전기차 시대에 없어서는 안 될 핵심부품으로서 큰 비중을 차지할 것으로 전망된다. 때문에 우리나라에서도 미래차용 반도체산업과 자동차산업의 동반성장 및 활성화로서 협력이 절실히 필요한 시점이다.



연규봉 한국자동차연구원 반도체센터 부문 수석연구원

한양대학교에서 공학박사 학위를 취득했으며, 현재 한국자동차연구원 반도체센터 부문 수석연구원으로 다양한 연구를 하고 있다.

— 14. ASIL^{Automotive Safety Integrity Level}: 차량의 기능 안전을 위해 ISO 26262 표준에서 정의한 자동차 안전 무결성 수준을 규정하는 위험 분류 시스템.

2023년 올해의 산업혁신기술상

INDUSTRIAL TECHNOLOGY OF THE YEAR



산업통상자원부 장관상

시상 규모

산업통상자원부 장관상 &
포상금 500만 원 수여 (총 6명)

시상 부문

신기술 부문, 사업화기술 부문,
청정에너지기술 부문

하반기 접수

9월 27일(수) 17:00까지
(이메일 접수, support23@keit.re.kr)



자세한 내용은 '한국산업기술평가관리원'
공지사항 '2023년『올해의 산업혁신기술상』
시상계획 공고' 참고

16색 고속 DTP 잉크로 세상에 色을 입히다

고속 DTP용 컬러 매칭형 다색 잉크젯 잉크 개발

섬유제품에 부가가치를 창출하는 염색 산업은 섬유 패션 산업에서 필수 기술이며, 최근에는 미래 지속가능성 문제가 부상하면서 스마트 팩터링 시스템을 통한 원가절감과 친환경 제조공정 개발 및 가치사슬 연계를 통한 시장 경쟁력 강화 요구에 직면해 있다. 이런 가운데 국내 최고 섬유용 합성염료 전문 제조기업 (주)오영이 자체 기술로 현재 DTP 염료로 주로 사용되는 염료의 한계점을 극복한 고속 DTP용 컬러 매칭형 다색 잉크젯 잉크 개발에 성공해 화제가 되고 있다.

word 조범진 photo 김기남

견뢰도 fastness

고착도, 정착도, 안정도라고도 한다. 염료 또는 안료로 염색, 착색된 것이 그 후의 가공·보존·사용 시 받는 외부로부터 영향에 대한 내성. 특히 일광, 물, 용제 및 열 등에 대한 견뢰도가 중요하다.

사업명	산업기술혁신사업(물 없는 컬러 산업 육성 사업)
연구과제명	고속 DTP용 컬러 매칭형 다색 잉크젯 잉크 개발
제품명	Suncolorjet Series
개발 기간	2017년 4월~2022년 3월(60개월)
정부출연금	22억420만 원
개발기관	(주)오영/경기도 시흥시 소망공원로 102 ☎0031-499-2781 http://ohyoung.net
참여 연구진	윤여중, 구현빈, 안소현, 신현중, 김현태, 강택규, 임동인, 박혜진 외 2명

기존 DTP 염료 한계 극복, 국내 섬유 패션업 경쟁력 강화

DTP^{Digital Textile Printing}는 그래픽디자인 소프트웨어를 사용해 패브릭에 직접 디자인한 패턴이나 이미지를 인쇄하는 프로세스다. 1996년 일본의 캐논^{Canon}과 가네보 텍스타일^{KANEBO Textiles}의 공동개발로 처음 도입되었으며, 2004년 유럽 최대 스크린, 디지털 와이드 포맷 프린팅, 섬유 인쇄, 사이니지 솔루션 전문 전시회 'FESPA^{Federation of European Screen Printers Associations}'에 의해 급속히 보급되었다.

HOW-TO 고속 DTP에 적용되는 염료를 효율적으로 정제할 수 있는 프로세스 최적화와 완성된 시제품 잉크의 필드 테스트에 어려움이 많았다. 그러나 참여 기관인 한국생산기술연구원과 세종대학교의 도움으로 프로세스 최적화에 성공할 수 있었으며, 필드 테스트의 경우 1세부 주관인 평안에서 장기 토출 시험을 하는 데 큰 도움을 주어 성공적으로 마칠 수 있었다.



산업혁신기술상
사업화기술 부문

(주)오영
정진욱 대표이사



전 세계 DTP용 반응성 잉크 시장은 2019년 약 5만 달러 규모에 전통 날염 시장의 3~5%이며, 매년 약 10% 성장하는 시장이다. 최근에는 생산성 혁신을 통한 소량 배치 생산 및 대량생산에 적용 가능해지며 염색업계에서 가장 뜨거운 분야로서 빠른 기술혁신과 함께 시장규모 역시 커지고 있다.

그러나 현재 DTP 염료로 주로 쓰이는 염료는 높은 채도와 포화색을 표현하는 데 한계가 있다. 색상 표현력, 염착률, 생산성, 분산 및 용해 안정성, 열과 광 안정성 등이 낮은 문제점이 있다. 이런 가운데 오영이 자체 기술로 개발 및 사업화에 성공한 고속 DTP용 컬러 매칭형 다색 잉크젯 잉크는 기존 DTP 염료의 한계와 문제점을 극복하고 더욱 다양한 색상과 기능성을 구현할 수 있는 고품질 잉크 개발에 성공했

다. 국내 섬유 패션 산업의 해외 경쟁력 향상에 크게 기여할 것으로 기대된다.

이에 대해 정진욱 대표는 “고속 DTP용 컬러 매칭형 다색 잉크젯 잉크를 만들기 위해서는 잉크의 전구체인 염료 단계부터 철저한 관리가 필요한데, 자체 생산 설비를 구축한 오영은 다양한 염료의 합성·정제·후가공을 거쳐 고속 프린터에 최적화된 잉크 제형^{formulation}을 통해 가능했다”고 전했다. 아울러 정 대표는 “과거 전통적 날염 사업장에서 꾸준히 DTP 장비 도입이 증가하는 추세에서 당사가 DTP용 잉크 사업을 성공적으로 안착시켰다는 것은 국산화 성공 및 수입 대체, 시장 개척 등 의미가 크다고 생각한다”고 밝혔다.

디지털 날염 단점 해결, 양산화 데이터 정립 통해 사업화 성공

개발 및 사업화에 성공한 오영은의 고속 DTP용 컬러 매칭형 다색 잉크젯 잉크는 1200dpi, 3피코리터 picoliter, pL급 가변도트로 토출 가능한 고속 DTP용 잉크로서 소비자의 다양한 요구를 충족시키기 위해 고견뢰·고채도·심색성 구현이 가능한 잉크다.

이에 따라 오영은이 개발한 잉크는 아날로그식 날염에 비해 담색과 농색, 고채도 컬러 구현에 한계가 있던 디지털 날염의 단점을 보완하는 동시에 기본적으로 높은 열·광 견뢰도¹를 지니며 색강도가 높아 적은 염료 함유량으로도 높은 색상 표현력과 잉크 안정성을 향상시켰다.

또 오영은 이번 개발을 통해 DTP 잉크의 장기 안정성을 향상시키기 위해 적합한 잉크 제형법을 개발해 염료의 분광 특성과 광·열 안정성을 현저히 개선했다. 잉크의 점도와 표면장력, 전도도 및 pH값을 최적화하고 제형화한 잉크를 제조함으로써 정제, 배합, 후가공으로 이어지는 양산화 데이터를 정립해 사업화에도 성공할 수 있었다.

기존 기술과 개발 기술 비교

기존 기술	구분	개발 기술
기본 4색(C, M, Y, K) 혹은 확장 6색(총 10색)	색상	기본 4색 포함 총 16색으로 기존 잉크로 표현할 수 없는 색상도 표현 가능해짐.
혼합색에서 일광 견뢰도가 떨어짐.	견뢰도	고도 우수일광 중간색 ^{olive, brown} 을 사용함으로써 어스 톤 ^{earth tone} 혼합색에서 일광 견뢰
6개월 보증	안정성	6개월~1년 보증
기존 잉크는 염료 함량이 높아 가격경쟁력이 낮음.	가격 경쟁력	잉크 용제 배합을 최적화해 기존 잉크 대비 염료 함량이 적으면서도 동일한 염착을 구현했으며, 대량생산 공장 증설로 생산 원가 감소
일반적 잉크 생산공정에서는 정제, 배합, 후가공 순으로 생산한다. 보통 정제 시간이 전체 생산 시간에서 가장 큰 비중을 차지함.	생산 기술력 확보	본 과제를 수행하면서 습득한 생산 프로세스 최적화 정제 전 전처리 공정을 추가해 정제 시간을 단축했으며, 이를 통해 생산 속도를 향상시킴.
토출 후 일정 시간 경과 후 재토출했을 때 노즐 막힘이 상대적으로 높음.	출력 안정성	잉크 배합 개선과 염료 정제 공정 최적화로 문제 발생률 현저히 감소
문제 발생 시 대응 능력 부족	기술 지원 능력	현지 수요 기업에서 장기 토출 시험 및 안정성 시험을 진행하며 잉크에 대한 기술 축적으로 문제에 대한 대응력 향상



오영은 이번 개발을 통해 DTP 잉크의 장기 안정성을 향상시키기 위해 적합한 잉크 제형법을 개발, 염료의 분광 특성과 광·열 안정성을 현저히 개선했다.

— 1
고착도, 정착도, 안정도라고도 하며, 염료, 안료로 염색 또는 착색된 것이 그 후의 가공, 보존, 사용 시에 받는 외부로부터의 영향에 대한 내성을 의미한다.



고객의 삶과 함께하는 기업, 21세기 선두 메이커 목표

오영은 현재 월 100톤 규모의 잉크 생산설비를 구축했고, 1차적으로 개발한 제품을 국내 업체 및 태국·파키스탄에 수출 중이며, 하반기에는 중남미로 시장을 확대할 계획이다. 파키스탄의 경우 2020년 연간 약 100톤 규모로 판매되었으나 코로나19 사태 여파와 현지 수해 사태 여파로 판매량이 감소한 상태지만, 현지 상황이 안정화되는 시점에 맞춰 공격적 마케팅을 통해 연내에 기존 수준으로 판매량을 끌어올릴 예정이다. 또 태국의 경우 분산잉크의 주요 판매처로 최근 판매량이 늘고 있으며, 향후 점진적으로 판매량이 증가할 것으로 예상된다. 그리고 국내의 경우 날염업체가 생산원가를 줄이기 위해 베트남이나 튀르키예 쪽으로 생산 공장을 이동하는 경우가 많아 잉크 내수 판매가 많이 이루어지지 않는 실정이지만, 순수 DTP 날염업체는 국내에서 진행하는 경우도 늘고 있어 향후 점차적으로 판매량이 증가할 것이다.

끝으로, 앞으로 계획과 목표에 대해 정진욱 대표는 과제를 통해 개발한 제품을 꾸준히 생산하는 동시에 개발 기술을 바탕으로 다양한 염·안료를 이용한 안료잉크, 자외선^{UV} 경화잉크를 개발할 계획이라고 설명했다. 덧붙여 “이러한 수준 높은 연구개발 수준과 기술 기업의 면모에 자만하지 않고 고객이 원하는 최고 품질의 제품을 효율적으로 생산해 고객이 원하는 장소에 적기 공급하는, 21세기 선두 메이커로 도약하기 위해 더욱 매진하겠다”고 밝혔다.

(주)오영

1981년에 설립한 오영은 섬유용 합성염료 전문 제조회사로 시작해 지난 40여 년간 독자 기술을 바탕으로 꾸준히 성장해왔으며, 현재 섬유용 염료 분야 국내 1위 기업이다. 섬유용 반응성 염료와 분산염료, 산성염료를 생산·판매하고 있으며 DTP용 잉크, 텍스타일 케미컬 등 사업 영역을 넓히고 있다.



디지털트윈 기술로 선박을 통합 관리하다

친환경 선박에 대한 관심이 높아지고 있으며, 특히 환경오염 물질을 배출하지 않는 수소 추진 선박에 대해 많은 연구가 진행 중이다.
(주)엠알씨는 프로젝트를 통해 선제적 기술 확보를 기대하고 있다.

수소 추진 선박 설계, 건조, 운영, 운항 과정에서 생애주기 동안 사물인터넷^{IoT}을 활용해 수소 추진 관련 장비 및 선박 운항 상태 대용량 데이터를 실시간 연계하고 수집하는 과정이 필요하다. 3D 정보 기반 수소 선박 및 핵심 장비에 대한 모델링과 실시간 선박 정보 업데이트 역시 요구되는 상황이었다.

이에 따라 이번 프로젝트는 실선과 디지털트윈 선박 동기화 구현으로 선박 생애 주기에 대한 과거·현재·미래 상황을 예측함으로써 생산성 향상, 선제적 유지보수, 최적 안전 운항, 수소 추진 관련 기자재 또는 수소 추진 선박 기술개발에 기여하는 것을 목표로 했다. 더불어 수소 추진 선박의 운항 성능, 상태 분석, 고장예측 진단, 운항 적합도가 가능한 디지털트윈 기반 선박 통합제어 및 감시 운용을 위한 시스템을 개발하고자 했다.

프로젝트명

LBTS¹ 및 소형 수소 추진 선박의 모의 단계 디지털트윈 개발

연구개발 기관

엠알씨(주관 기관), 팀솔루션(참여 기관), 예측진단기술(참여 기관)

참여 연구진

엠알씨(주관 기관) 연구책임자 박민식 상무, 실무책임자 정희석 팀장
팀솔루션(참여 기관) 책임자 송희삼 이사
예측진단기술(참여 기관) 김종면 대표

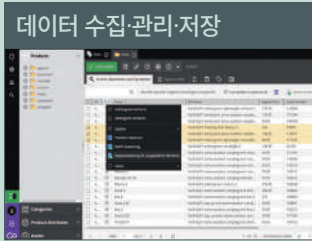
연구기간

2022년 4월 1일~2026년 12월 31일(4년 9개월)

— 1

육상 통합 시험(Land Based Test System/Site, LBTS)을 수행하는 시험 체계 및 시험 체계가 설치된 기지를 말한다. 개발되는 시험 체계 및 시험 대상 체계들을 총칭하여 육상 시험 체계라고 하며, 이러한 장비들이 설치되는 장소를 육상 시험 기지라고 한다.

LBTS 및 수소 추진 선박의 모의 단계 디지털트윈 시스템 개념도



데이터 수집·관리·저장
수소 추진 선박 운항을 위한 핵심 장비와 항해 통신장비로부터 데이터를 수집하고, 선내 다른 서비스에서 사용 가능하도록 관리 저장하는 시스템.



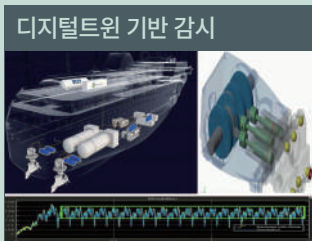
통합 알람 관리
수소 추진 선박 핵심 장비와 항해 통신장비에서 발생하는 알람을 시각화해 감시하고 관리하는 시스템.



육상 전송 및 동기화
수소 추진 선박에서 수집한 데이터를 육상관제센터에서 운용 가능하도록 압축·암호화해 전송하는 시스템.



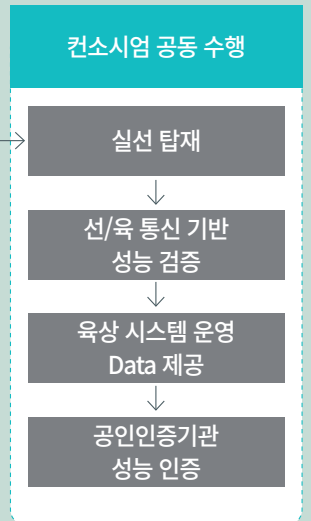
핵심 장비 통합제어
수소 추진 선박 핵심 장비의 운용 상태를 모니터링하고, 일부는 원격제어하는 시스템.



디지털트윈 기반 감시
수소 추진 선박의 선형과 핵심 장비, 배관계통 등 3D CAD 정보를 이용해 디지털트윈을 구현하고, 디지털트윈 기반으로 수소 추진 선박 운용 상태를 감시하는 시스템.



장비 상태 예측 진단
수소 추진 선박 핵심 장비와 배관계통, 회전 기기의 데이터베이스를 AAS^{Asset Administration Shell}를 이용해 구축하고, 각 장비별 머신러닝 학습 알고리즘을 통해 고장예측과 건전성을 진단하는 AI 기반 시스템.

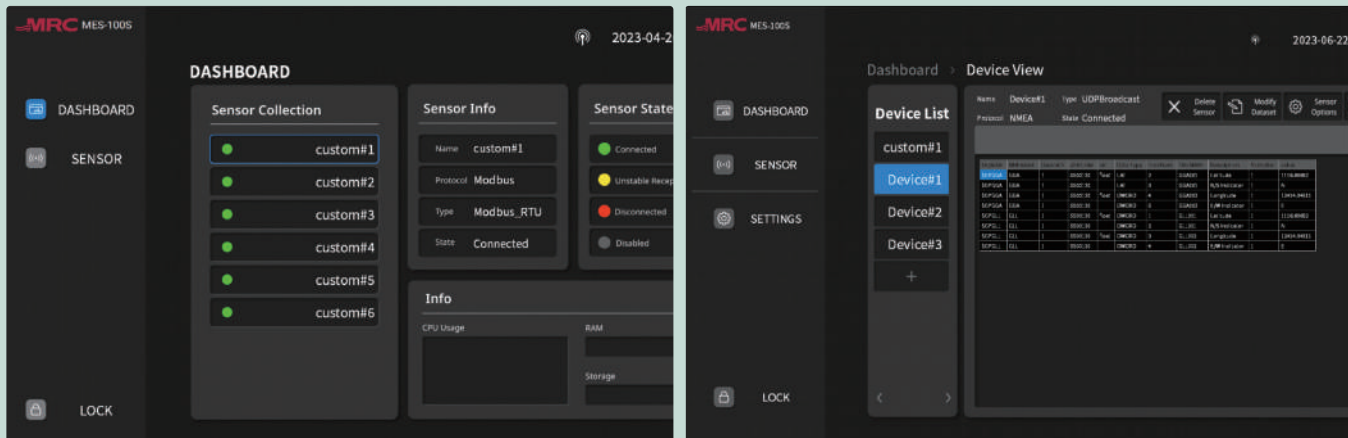


국외에서는 수소 추진 선박을 건조해 상용화가 진행되었으나, 국내의 경우 수소 추진 선박으로 건조만 진행했다. 본 사업을 통해 국내 기술로 수소 추진 선박을 건조하고, 상용화를 위해 선박 운용 상태를 디지털트윈 기술을 적용해 육상에서 선박 운용 상태 감시 및 유지보수를 지원하는 시스템 개발을 목표로 하고 있다.

데이터를 위한 통합관리 시스템 성공적 개발

이번 프로젝트를 통해 데이터를 수집하고 관리, 저장하는 시스템의 시제품을 개발했다. 수소 추진 선박 핵심 장비, 항해 통신장비, 인터페이스 설정과 각기 다른 프로토콜을 통해 데이터를 수집해 자체 포맷으로 데이터를 저장하고 제공하는 소프트웨어를 개발했다. 그뿐 아니라 수소 추진 선박의 안전 운항을 위해 배관계통의 기체 누출을 감지하는 테스트 베드를 구축했으며, 개발 중인 알고리즘의 정확도 향상에 활용 중이다.

데이터 수집·관리·저장 시스템 시제품 개발 화면



(주)엠알씨

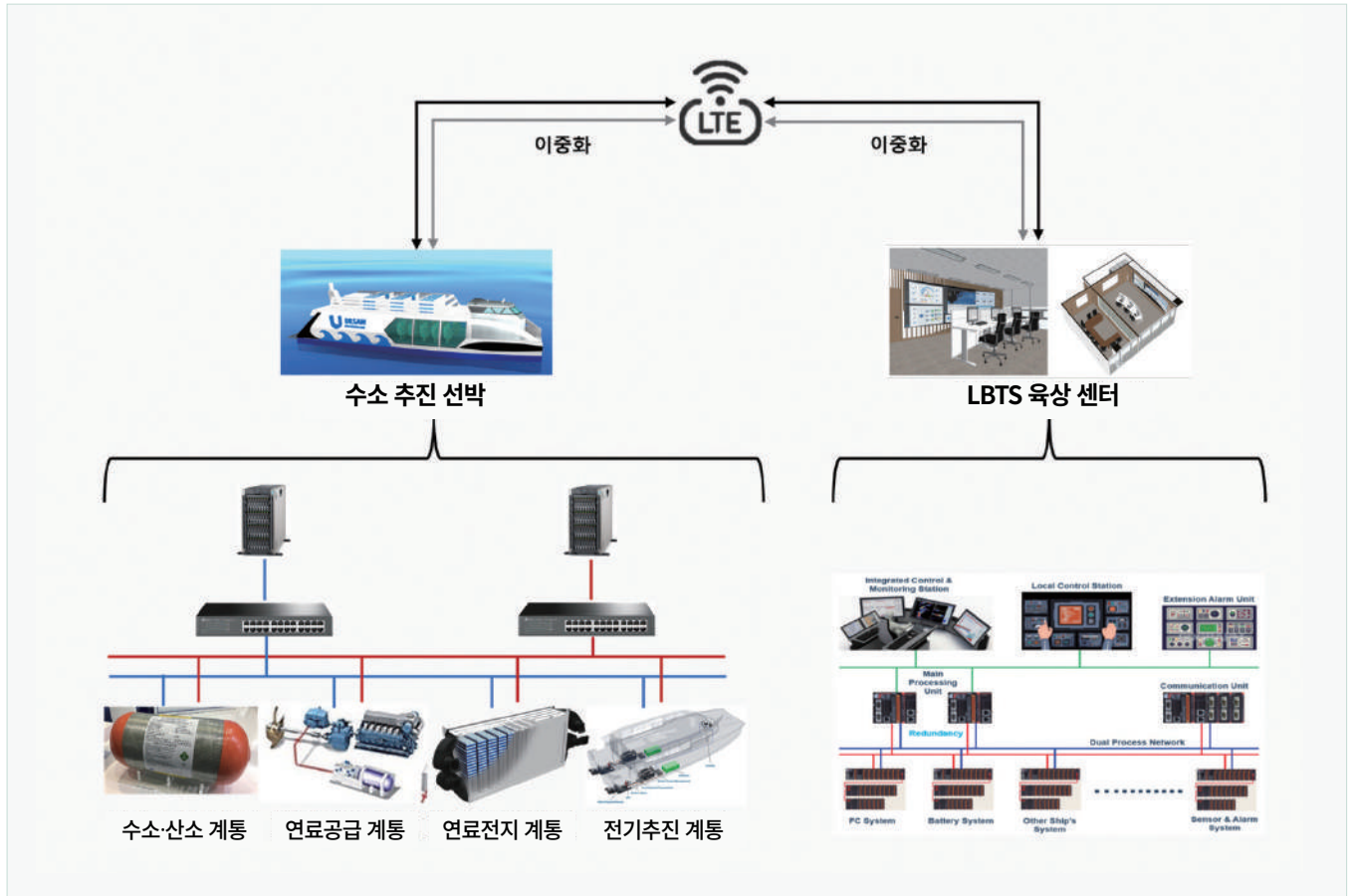
엠알씨는 급변하는 세계 조선시장에 끊임없이 도전해 새로운 패러다임을 창조하고 선도하는 기업으로 주요 산업 분야는 선내 통신, 선박 항해 장비 공급, 스마트십 솔루션 연구개발 등이다. 현재 선박 선내 통신 장비 분야 시장에서 약 70% 점유율을 확보하고 있으며 통합 항해 시스템 주요 장비, 스마트 RMS 선내 시스템과 육상 시스템 등을 연구개발하고 있다.



영도 본사



엠알씨 연구소



시스템 활용 분야

- 1 수소 추진 선박 설비 예지보전 기술 사업화**

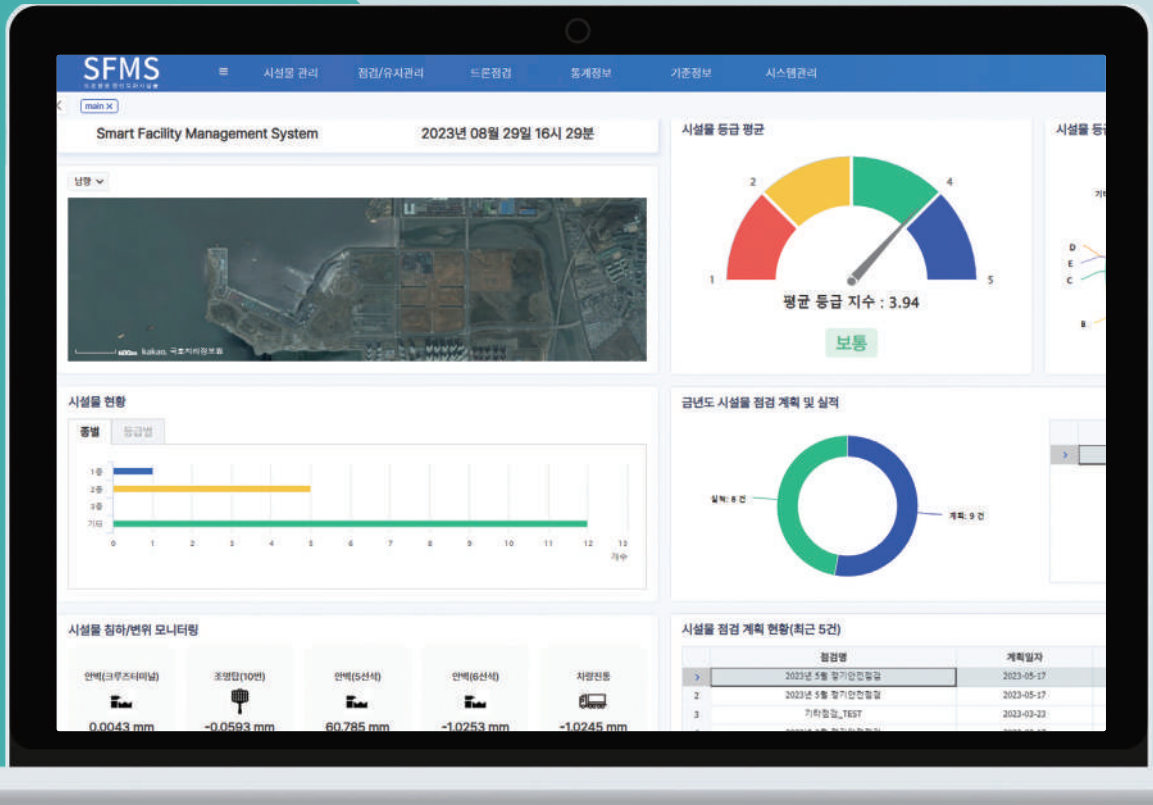
 - 본 사업을 통해 수소 추진 선박 설비 예지보전 기반 기술 역량을 확보한 후 조선해양·자동차·화학 등 다양한 산업 분야 진출

- 2 디지털트윈 기반 주요 수소 추진 선박 설비 상태 모니터링 및 진단 시스템 사업화**

 - 디지털트윈 기반 수소 추진 선박의 설비 상태 모니터링 시스템
 - 디지털트윈 기반 수소 추진 선박의 설비 고장 진단 시스템

- 3 디지털트윈 기반 수소 추진 선박 유지보수 업무 효율화 시스템**

 - 디지털트윈 적용으로 LBTS 및 수소 추진 선박의 핵심 제품 등에 대한 유지보수 체계 구축 및 개선 업무에 활용
 - 디지털트윈 시뮬레이션을 통한 장비와 선박의 고장예측 체계 구축 및 개선 업무에 활용



산업용 드론 중심 해안 지역
스마트 시설물 능동형 관리
기술 및 사업모델 개발
(주)에코시안

4차 산업 신기술 활용해 스마트 항만 시대 연다

ecosian Your Green Partner

대표적 사회간접자본인 항만은 수출입 물동량의 큰 부분을 차지하는 만큼 상당한 수준의 시설관리 및 유지보수가 신속하게 이뤄져야 한다. 이에 따라 우리나라 주요 항만에는 관련 분야의 많은 작업자가 종사하고 있지만, 관리 영역이 넓은 데다 사람이 육안으로 하는 점검에 한계가 있어 이에 대한 해결책 마련이 절실히 요구된다. 이런 가운데 국내 최고 환경·에너지·기후변화 관련 분야 컨설팅·솔루션 전문 기업 (주)에코시안이 드론을 활용한 항만시설 관리 플랫폼 Smart Facility Management System, SFMS 및 사업모델 개발에 성공해 눈길을 끈다.

word 조범진 photo 김기남

자유 공모 과제 제안 통해 시작, 항만시설 문제점 해결 나서

에코시안은 지난 2020년 한국산업기술평가관리원^{KEIT}에서 주관하는 연구개발 사업인 ‘드론 활용 서비스 시장 창출 지원사업’에 자유 공모 과제로 ‘산업용 드론 중심 해안 지역 스마트 시설물 능동형 관리 기술 및 사업모델 개발’을 제안 및 선정되어 2022년 12월까지 수행했다.

이번 과제는 항만시설을 포함한 해안시설물을 점검하는 데 드론의 특징점을 활용해 관리 영역이 넓고 사람의 육안 점검에 의존해 작업자의 안전성 확보가 어려우며, 항만시설 노후화와 연계된 기후변화 적응 필요성 등 문제점 극복이 필요한 항만 및 해안시설 관리자의 요구사항을 기반으로 연구과제를 제안했다. 본 연구과제를 수행하는 데는 에코시안이 기수행한 항만 탄소중립, 항만 신재생에너지 통합 관리, 항만 대기질 관리 등 다양한 연구 및 용역 수행을 통한 높은 항만 이해도와 건설관리^{CM} 분야 대표 기업이며, 모기업인 한미글로벌과의 연계성이 기반이 되었다.

항만시설 관리 플랫폼 개발, 항만 분야 새로운 패러다임 구축

‘산업용 드론 중심 해안 지역 스마트 시설물 능동형 관리 기술 및 사업모델 개발’은 다음 세 가지 측면에서 의미 있는 연구과제이며, 최근 기술 발전 속도가 점점 가속화되는 자율 운항 선박 기술과 함께 해운·항만 분야에 새로운 패러다임을 열 것으로 기대되고 있다.

① 항만시설에 대한 드론 활용 가능성을 확인했다.

항만의 자연적·정책적·시설적 특성 등으로 인해 기개발되어 육상 지역에서 상용화된 드론 활용 기술은 항만에 적용하는 데 한계가 있었다. 실제로 국외 항만의 경우 보안을 중심으로 다양한 분야에 드론을 적극 활용하도록 추진하는 것과 반대로 국내의 경우 보안 1급 시설이라는 점과 항만 내 다양한 장애 요인 등으로 인해 그동안 소극적이었던 것이 사실이다.

이런 측면에서 본 과제는 수도권 관문항인 인천항 운영기관인 인천항만공사가 기술 수요 기관으로 참여해 다양한 항만 내 요구사항 및 장애 요인 등을 극복하기 위해 지원했으며, 이를 기반으로 드론 비행경로 설정 및 인천항 드론 활용 시설 점검 지침 수립 등 다양한 항만에서의 드론 활용 타당성 확보와 기반을 확인했다.

② 항만시설을 포함한 해안시설물 관리에서 표준화가 가능한 지속적 관리 체계를 수립했다.

국내외 항만에서도 드론을 활용해 시설물을 점검했다는 보도 자료는 있었지만, 많은 보도가 일회성 점검을 위한 것으로 확인되었다. 이에 대해 최민호 에코시안 기술연구소 수석연구원은 “에코시안 컨소시엄에서 개발한 관리 체계는 참여 연구기관인 건설기술연구원에서 본 연구과제 수행을 통해 수립한 ‘항만시설물 안전 점검을 위한 드론 활용 매뉴얼’을 기반으로 ISO 41000 규격을 활용했다. 지속적 관리 체계인 SFMS를 중심으로 드론 활용 서비스 전문 기업 시스테크에서 항만 환경에 최적화된 드론을 개발 후 촬영한 영상을 규격화해 수집·관리하며, 영상 분석 전문 기업 몬드리안 AI에서 개발한 AI 영상 분석 기술을 통해 시설물의 이상치를 발견해 관리하는 체계로 되어 있다”고 말했다. 이 외에도 관련 부처 등 기간계 시설관리 시스템을 개발해 본 과제에서도 출된 프로세스 및 규격 사항이 국가 표준화 시 항만 및 해안시설물 관리 차원에서 업무 효율성 등을 향상시킬 것으로 기대된다.

③ 본 과제에 참여한 기관이 새로운 발전 기회를 확보하게 되었다.

에코시안은 본 연구과제 수행을 통해 개별 기관이 확보한 요소 기술을 기반으로 독자적 활용 방안을 모색하게 되었다. 시스테크의 경우 드론 기체 개발 기업에서 현재 드론 활용 서비스 제공 기업으로 성장 발전했으며, 문

드리안 시의 경우 외부 투자를 유치해 새로운 성장 동력을 확보할 수 있었다. 아울러 에코시안은 기존 항만에서 추진한 다양한 사업을 본 연구과제를 통해 개발된 지속적 관리 체계인 SFMS를 중심으로 집대성해 기존보다 더욱 효율적이며 확장성 있는 항만 운영 및 관리 체계를 개발했다. 또 이를 기반으로 국내외 항만 시장에 진출하는 것을 목표로 향후 다양한 사업을 진행할 수 있게 되었다.

세계적 전문 분야 컨설팅 기업으로 성장하는 것이 목표

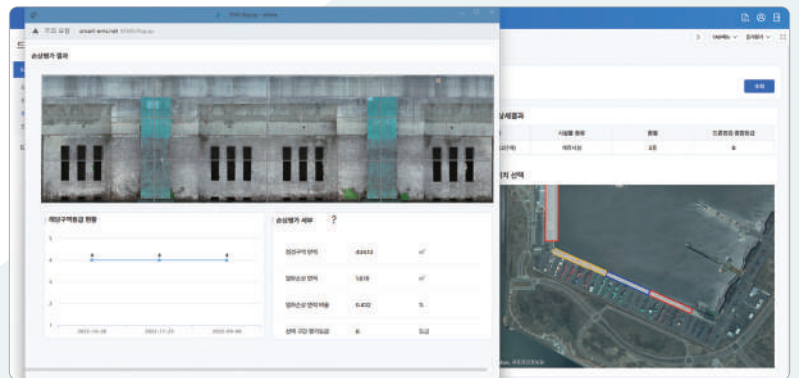
이처럼 에코시안이 전통적으로 잘 수행해온 환경, 에너지, 온실가스, 기후변화 등 관련 분야의 컨설팅 및 솔루션 능력을 사회간접자본의 커다란 한 축이자 수출입 물동량의 관문인 항만을 스마트화하는 데 크게 기여하게 된 배경에는 남다른 R&D 전략과 역량 덕분이다.

이에 대해 이태동 에코시안 기술연구소 연구소장은 “당사는 국내외 정책 동향, 현장 요구사항 등을 중심으로 공공 및 민간 분야의 다양한 컨설팅을 제공할 수 있는 환경, 에너지, 기후변화 등 여러 분야의 전문가들로 구성된 전문가 집단이다”라고 강조했다. 에코시안은 이러한 전문가 집단의 역량을 기반으로 ‘문제해결 제공자^{solution provider}’로서 환경 변화에 대응하고자 새로운 융복합 기술 분야에 지속적으로 도전하고 있다. 20여 년의 업력을 기반으로 구축된 다양한 R&D 네트워크를 지금도 지속적으로 확대하고 있으며, 이 과정에서 협업 강화를 통해서도 윈윈하는 전략을 모색하는 것이 큰 원동력이자 추진력이다.

에코시안은 이번 R&D 사업을 통해 인프라 분야의 유지관리에서 기후변화의 영향 및 대비 필요성을 실감하고, 이를 기반으로 항만을 중심으로 다양한 인프라 분야의 기후변화 적응형 시설관리 플랫폼으로서 고도화를 모색하고 있다. 이와 관련한 기관과 협업해 국내외 시장 진출을 위해 맞춤형 기술 적정화 방안 수립 및 관련 전시회 참여를 통한 정보수집 및 홍보를 지속적으로 진행할 예정이다. 아울러 에코시안은 환경·에너지·기후변화 등 전통적 주력 분야를 더욱 고도화해 국내외 ESG 관련 분야 사업의 지속적 확장을 통해 국내가 아닌 세계적 대표 전문 분야 컨설팅 기업으로 성장하는 것을 목표로 하고 있다.



표준화된 규격으로 드론을 활용해 촬영된 항만시설물 자료를 지속적으로 관리할 수 있는 기반을 제공하며 필요 시 픽셀을 기반으로 손상부위 확인 및 손상면적 등을 산정할 수 있도록 한다.



환경·에너지·기후변화 관련 분야 컨설팅·솔루션 전문 기업

에코시안은 환경·에너지·기후변화 관련 분야 컨설팅 및 솔루션 전문 기업이다. 2001년에 설립해 2012년 한미글로벌 그룹 자회사로 편입되었다. 현재 재직 인원이 120여 명인 에코시안은 창립할 때 산업현장에서 환경규제 대응 관련 컨설팅이 주요 사업이었으나, 점차 국내외 환경 변화에 따라 에너지 수요 관리, 온실가스 감축, 환경문제 해결, 기후변화 적응 등에 대한 컨설팅을 포함한 분야별 다양한 성과 창출 및 수행 방안 제시, 지속 가능한 관리 체계 구축에 대한 현장 요구사항에 따라 점차 사업 범위를 넓혀가고 있다.

또 이러한 국내외 환경 변화에 따른 요구사항 대응 시 복잡화·세밀화로 인해 활용되는 방대한 정보수집과 분석 및 관리의 필요성에 따라 최신 정보통신과 다양한 기술의 융복합적 적용을 통해 보다 지속 가능하며 새로운 관리 체계 구축, 이를 지원하는 정책을 도출하는 연구과제를 지속적으로 수행하고 있다. 최근에는 화두가 되고 있는 ESG와 연계해 다양한 국내외 사업을 추진 중이다.

MINI INTERVIEW

스마트 항만 구축과 대한민국 탄소중립에 기여

이태동 (주)에코시안 기술사업본부
기술연구소 연구소장(이사)



Q. 과제를 진행하며 난관이나 어려움이 있었다면 무엇이며, 어떻게 극복했는가?

A. 해당 과제는 코로나19가 유행하던 시기에 수행한 만큼 항만 자체적 장애 요인과 별개로 많은 난관에 부딪힐 수밖에 없었다. 특히 2020~2021년은 코로나19가 극심했던 시기로, 항만 진출입 및 컨소시엄 내부 관계자 간 교류가 어려워 일부 진행이 늦어지기도 했다. 결국 비대면 방식으로 커뮤니케이션을 시도했지만, 연구과제 특성상 많은 교류가 필요했기에 지속적으로 장애가 발생했다. 그러나 본 연구과제 컨소시엄 참여 기관 간 논의를 거쳐 기존 연구과제와 연계된 종합적 결과물만을 생각하는 인식의 틀에서 벗어나 종합적 결과물과 참여 기관별 개발하는 요소기술 간 연계 접점을 명확히 정의하고, 요소기술별 독자적 활용 방안을 모색했다. 그 결과 연구과제의 최종 성과물 및 사업모델 구현의 다양성을 확보할 수 있었다.

Q. 에코시안의 다른 연구 분야 기술 및 성과는 무엇인가?

A. 에코시안은 전통적으로 환경·에너지·온실가스·기후변화 등과 관련한 분야의 컨설팅을 통해 정부 및 현장 요구사항을 기반으로 한 기술 분야의 연구를 지속적으로 진행해왔다. 이 분야 연구과제를 기반으로 에너지 수요 관리 기술 확보 및 시장 창출을 위해 디지털트윈, 증강현실^{AR}, 인공지능^{AI} 등 다양한 4차 산업혁명 요소기술을 융복합적으로 연계해 운영되는 다양한 사용자의 수준 맞춤형 정보를 직관적으로 제공하는 것을 목표로 건물 에너지 관리 시스템^{BEMS}, 공장 에너지 관리 시스템^{FEMS} 등을 지속적으로 고도화하고 있다. 아울러 항만 분야의 경험은 선박 분야의 탄소중립과 연계되어 현재 다양한 친환경 선박과 관련한 연구과제에 참여하는 등 대한민국의 탄소중립에 기여하고자 노력 중이다.

Q. 에코시안의 기술이 경제적·사회적가치 형성에 어떻게 기여하고 있다고 생각하는가?

A. 에코시안에서 제공하는 기술은 'SeaS^{Smart-Environment-Appropriate-Sustainability}' 개념을 도입해 현장 요구사항에 대응하면서 스마트, 친환경성, 현장 적정성, 지속가능성을 통한 기술 우수 및 확장성을 확보하기 위해 노력하고 있다. 이와 함께 가치·산업생태계를 구축하기 위해 지속적으로 노력해나갈 계획이며, 이번 개발 기술의 확장성을 고려할 때 항만 내 다양한 업무를 종합적으로 통합할 수 있는 운영 플랫폼으로서 확장 가능성을 확인한 만큼 항만 분야에서 추진 중인 스마트 항만^{smart port} 구축에 기여할 것으로 생각된다.

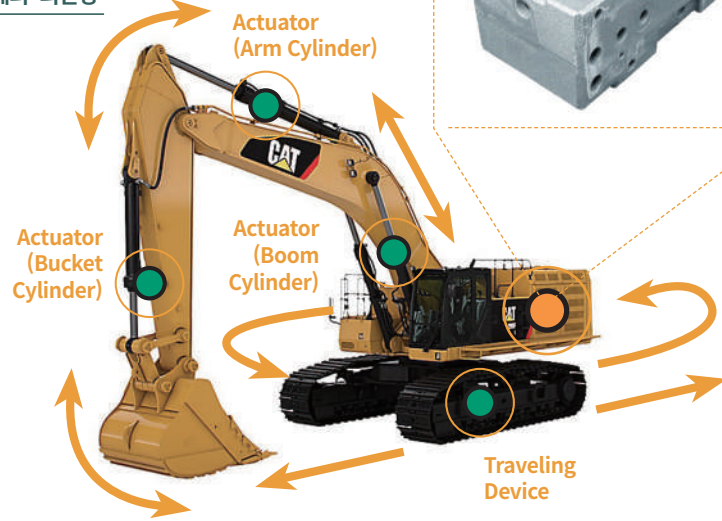
초대형, 일체형, 고압형 유압밸브 3종 개발

캐스코드(주)는 건설기계용 유압밸브 품목에서 세계시장 수요가 있지만, 제조 난도가 높아 국내에서 개발·제작·수출이 어렵던 고난도 고부가가치 주요 품목 3종에 대해 국내 최초로 연구개발에 성공해 국산화 및 양산화를 이루었다.

캐스코드는 건설기계의 뇌신경에 해당하는 핵심부품인 유압밸브 3종에 대한 국산화 원천기술을 확보하기 위해 이번 프로젝트에 참여했다. 글로벌 부품 시장에서 70%의 점유율을 차지하는 일본 시장 독점 장벽을 극복하고 수출규제에 대응하기 위한 것으로, 기술적 종속관계인 일본을 비롯한 선진사로부터 기술 자립화를 추진하고 글로벌 수요 기업의 엄격한 품질 요구에 대응하는 것을 목표로 한다.

건설기계 '핵심' 부품(3대 부품)

굴착기의 모든 동작은 유압밸브에 의해 제어
건설기계의 '뇌신경'



Caterpillar 390F 모델 (90톤급)

다중 제어밸브



프로젝트 성과 3가지

- 1 초대형(90톤급) 건설장비용 다중 제어밸브 주조 기술 확보**
 - 복잡형상 및 치수 정밀화 구현 기술개발
- 2 다중 제어밸브 2개의 복잡형상 및 구조를 한 개로 일체화 주조한 일체형 밸브 제작 기술개발**
 - 밸브는 통상적으로 좌^{left} + 우^{right}로 구성된 부품 두 개를 각각 주조 및 가공해 조립하는 형태지만, 본 기술을 통해 한 개 부품으로 주조해 생산원가 절감 및 부품 품질 향상
- 3 해머 밸브의 주강 재질 및 열처리 공정으로 대체할 수 있는 저비용·고특성 재질의 주철로 개발**
 - GCD700급 재질 개발 · 열처리 공정 생략

<p>프로젝트명</p> <p>글로벌시장 진출을 위한 초대형(90톤급) 건설중장비용 다중 제어밸브^{MCV} 제조와 주철 부품 일체화 및 고압화(GCD700급) 대응 주조 기술 개발</p>	<p>연구 기간</p> <p>2020년 5월 1일~2022년 12월 31일</p>
<p>참여 연구진</p> <p>캐스코드(주) 김석기 이사, 삼진금형 임무승 대표, 현대기공 양상호 부사장, 한국생산기술연구원 이상환 수석연구원, 건설기계부품연구원 강혁재 센터장</p>	<p>연구개발 기관</p> <p>주관 기관: 캐스코드(주) 참여 기관: 삼진금형, 현대기공, 한국생산기술연구원, 건설기계부품연구원</p>

개발 대상 품목(유압밸브 3종)

건설기계용
‘유압밸브’

본 사업을 통해
2020~2022년 중
Global Top Brand 수요 기업에
약 250억 원 규모 납품 성과 달성

1차년도 핵심 개발

다중 제어밸브 Main Control Valve, MCV

핵심기술



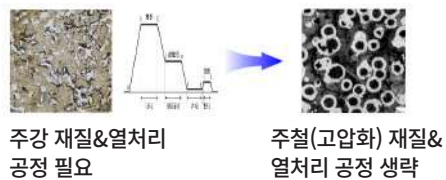
2차년도 핵심 개발

일체형 밸브 Mono-body MCV



3차년도 핵심 개발

고압형 밸브 High-Pressure Valve



유압밸브 소재 생산을 위한 전 주기 주조 공정의 고도화 기술개발

먼저 주조 시뮬레이션을 통한 재질별 주조 해석 및 주조 방안을 설계했다. 용해 원천기술 개발 및 양산화를 통해 안정적 재질 구현을 가능하게 했으며, 제품 재질별·크기별 구상화 처리 공정 효율화 및 양산화 기술을 개발했다. 용탕 분석 원천기술 개발을 통해 냉각곡선 분석 기법 기술을 확보하고, 재질별·크기별 냉각 공정의 작업 표준화를 이루었다.

청년 신규 일자리 창출 효과

본 과제의 1~3차 연도 수행 기간 동안 연차별 연구개발 품목을 모두 양산화해 건설기계 분야 글로벌 톱 10 업체에 매출 실적 11건, 매출액 약 250억 원을 달성했다. 또 관련 연구개발 및 양산화 결과를 논문 6건, 학회 16건을 통해 발표했다. 건설기계용 유압밸브의 핵심 원천기술 개발과 함께 다수의 특허(8건 출원, 3건 등록)를 확보했으며, 본 과제를 통한 신규 일자리를 창출하고 13건의 고용 실적을 이루었다. 사업 종료 후에도 매출 증대에 따른 신규 일자리 창출 효과가 기대된다.



특허권 소송 전문 NPE는 정말 괴물인가?

특허권을 대량으로 사들인 후 해당 특허를 실시하는 것으로 보이는 상대방을 찾아내 라이선싱 방식으로 실시료를 받거나 소송을 걸어 손해배상금을 받아내는 NPE(Non Practicing Entity)의 주요 공격 대상은 높은 기술력이 필요한 제품을 대량으로 제조·판매하는 기업으로, 한국 기업도 예외는 아니다. NPE의 소송 제기는 과연 인류의 기술발전에 도움이 되는 행위일까? 이른바 특허괴물로 불리는 NPE의 명암(明暗)을 살펴보고 순기능 활용법을 모색해본다.



최근 청년들의 도전 및 고군분투의 상징으로 스타트업이 각종 미디어에 등장하고 있다. 예로, 미국 HBO에서 2014년부터 6개 시즌에 걸쳐 방영된 유명 드라마 <실리콘 밸리> 역시 스타트업을 소재로 한 드라마인데, 주인공들이 스타트업 성지로 알려진 실리콘밸리에서 ‘피리 부는 사나이’^{Pied Piper}라는 소프트웨어업체를 창업하며 겪는 각종 해프닝을 그리고 있다.

그중 시즌 4 제7화를 보면, 주인공들이 개발한 프로그램이 인기 앱 순위에 들자, 스튜어트 버크^{Stuart Burke}라는 사람이 나타나 해당 프로그램이 자신의 특허권을 침해했다며 라이선스료로 2만 달러를 요구한다. 주인공들은 그의 과도한 요구에 대응하기 위해 법률 자문을 구해보지만, 소송으로 진행될 경우 오히려 막대한 비용만 지출될 수 있으니 차라리 라이선스료를 지급하고 합의하는 것이 경제적 측면에서 합리적일 수 있다는 답변을 받는다. 한편, 자신들과 유사하게 스튜어트 버크에게 라이선스료 지급을 요구받은 다른 기업과 합동 대응을 시도해보지만, 연합을 약속한 기업이 버크 편에 서면서 결과적으로 버크에게 보복으로 30만 달러의 라이선스료를 요구받는다.

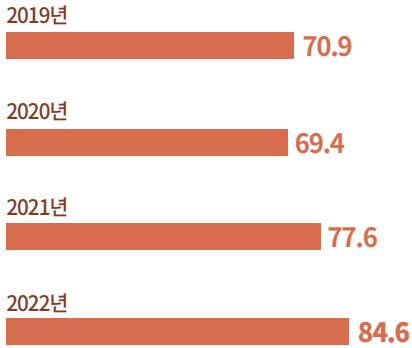
특허권을 보유하되 실시하지 않는 자

여기서 스튜어트 버크처럼 특허권을 보유하고 있으나 이를 실제로 활용해 개발·생산 등 활동은 하지 않고 해당 특허를 실시하는 것으로 보이는 기업 등을 상대로 특허권을 행사함으로써 수익을 창출하는 사업자를 NPE^{Non Practicing Entity}라고 한다. 과거에는 특허괴물^{patent troll}로 불리기도 했는데(그런 면에서 위 드라마 제7화 제목이 ‘The Patent Troll’인 것은 단순한 우연이 아니다), 최근에는 부정적 이미지의 특허괴물보다는 일반적으로 NPE라는 용어를 쓰고 있다. NPE를 말 그대로 해석하면 ‘특허권을 보유하되 실시하지 않는 자’라는 의미지만, 실제로는 자체 기술개발 없이 단순히 타인이 보유한 특허를 대량으로 사들인 뒤 이를 무기 삼아 특허 실시에 따른 라이선스료를 요구하거나 특허침해소송을 제기해 수익을 창출하는 사업자를 뜻한다.

이처럼 미디어 속 NPE는 힘없는 스타트업과 대비되어 무분별한 라이선스료 요구, 무리한 특허소송 제기 등을 통해 주인공을 괴롭히는 악역으로 등장하곤 한다. 그렇다면 NPE는 역기능만 있을까? ‘지피지기 백전불태’^{知彼知己 百戰不殆}라는 고사성어처럼 NPE에 대해 막연한 두려움이나 거부감을 갖기보다는 NPE의 순기능·역기능을 파악하고, 순기능을 활용해 기술 혁신과 수익 창출 방편으로 삼는 것은 불가능한 일일까?

NPE란? Non Practicing Entity의 준말로 특허권을 보유하고 있으나 이를 실제로 활용해 개발·생산 등의 활동은 하지 않고 해당 특허를 실시하는 것으로 보이는 기업 등을 상대로 특허권을 행사함으로써 수익을 창출하는 사업자를 말한다.

한국 기업에 대한 특허소송 중 NPE에 의한 소송 비율



단위: %
자료: 특허청

기술혁신과 발전을 저해하는 요소

NPE의 역기능은 위 드라마 사례에서 보듯이 비교적 잘 알려져 있다. 이를 NPE의 공격을 받는 상대방 기업의 입장 및 전체적 특허제도적 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

먼저 NPE 공격을 받은 상대 기업 입장에서 살펴보자. 제조·판매 등을 위해 실시 중인 기술에 관해 NPE가 라이선스료를 요구하거나 특허침해소송을 제기하는 경우, NPE 주장의 당부를 떠나 이에 대응하기 위해 소모적 비용이 발생한다. 특히 이러한 특허분쟁에 관해 전문적이고 즉각적인 법적 지원을 받기 어려운 스타트업이나 중소기업의 경우 NPE 공격을 받았다는 사실만으로 사업에 타격을 받기 쉽다. 나아가 NPE가 특허권 침해를 주장하며 특허권침해금지가처분(가처분 소송은 본안 소송보다 소송 진행이 빠르다) 등을 신청해 덜컥 인용이라도 된다면, 피신청인 기업 입장에서는 당장 해당 특허 기술을 실시할 수 없기에 개발·제조·판매 등 활동이 제한된다.

NPE 사업모델은 특허제도의 전반적 취지에도 일견 부합하지 않는다는 지적이 있다. 특허법은 제1조에서 “이 법은 발명을 보호·장려하고 그 이용을 도모함으로써 기술의 발전을 촉진하여 산업발전에 이바지함을 목적으로 한다”고 천명하고 있다. 즉 특허법 및 특허제도는 특허권자에게 특허권이라는 독점 권리를 부여함으로써(특허법 제94조 제1항) 발명자의 발명을 보호·장려하되, 이용자들은 특허권자에게 정당한 대가를 지급하고 이를 이용하거나 발전시키도록 해 결과적으로 산업발전에 이바지하는 것이다. 그런데 NPE가 특허권을 대량 보유한 후 이를 기화로 관련 기업을 무분별하게 공격하는 경우, 해당 특허를 사용하는 기업으로서는 이를 실시해 물품을 제조하거나 개량해 기술을 발전시키는 데 위축될 수밖에 없고, 이는 결국 업계의 기술혁신과 발전을 저해하는 요소로 작용한다. 또 손해배상금을 노린 NPE의 무분별한 소송 제기는 사법 시스템에 대한 비생산적 낭용이라는 지적도 있다.

상대를 공격하는 도구로서 특허

한편, 일반적으로 경쟁 사업자 간에 벌어지는 특허분쟁에서는 소송 진행 과정에서 해당 기술에 대해 심도 있는 논의가 이루어지기도 하고, 해당 기술 분야의 발전을 고려해 크로스 라이선싱^{cross licensing} 등을 통해 서로 특허권을 사용하기로 합의함으로써 분쟁이 종결되기도 한다. 그러나 기본적으로 NPE는 보유한 특허권을 무기로 수익을 창출하는 것이 사업 모델이고, 이를 위해 대량의 특허를 보유한다. 그러다 보니 수익 극대화 관점에서 해당 특허권의 권리 범위를 넘어서까지 무리하게 청구하거나, 부실한 특허로 청구를 진행하는 경우도 종종 있다. 게다가 NPE는 보유한 특허를 이용해 상대방을 공격할 뿐 자체적으로 달리 관련 분야 사업을 하는 것은 아니므로, 상호 합의로 분쟁이 원만히 종결되어 해당 기술 분야 발전에 이르는 결과를 기대하기도 어렵다.



NPE의 주요 공격 대상은 높은 기술력이 필요한 제품을 대량으로 제조·판매하는 기업으로, 삼성전자·LG전자·SK하이닉스·현대자동차 같은 우리나라 주요 기업이 미국에서 소송에 시달리고 있다.

자금순환과 연구개발 탄력에 일조

물론 NPE가 이 같은 역기능만 하는 것은 아니라는 견해도 있다. NPE가 저평가된 기술 분야의 자금순환 역할을 한다는 것이다. 실제로 NPE는 가치가 저평가된 특허 등을 비교적 저렴한 가격에 대량 매입하는 경우가 많다. 이때 특허 가치가 저평가된 원인으로는 해당 기술 분야가 아직 성숙하지 않았거나, 상용화하기 어려운 기술 등 이유가 있다. NPE가 이러한 기술 분야의 특허를 조사해 취득하는 경우, 가령 발명을 통해 특허권은 취득했으나 사업화 역량 부족으로 이를 제대로 활용하지 못하는 연구 기관, 개인 발명가, 스타트업, 중소기업 등 입장에서는 (비록 상용화를 통한 것은 아니지만) 결과적으로 특허를 통해 수익을 창출할 수 있다는 점에서 NPE의 순기능으로 볼 수 있다. 또 NPE 중에는 이처럼 저평가된 특허를 취득하고 적절한 시기에 이를 이용해 특허소송을 제기한 뒤 그로부터 얻은 수익을 다시 해당 기술 분야에 재투자하는 식으로 자금을 순환하는 경우도 있다.

한편, NPE는 라이선스로 수입 및 특허소송이 주요 사업모델인 만큼 라이선스 협상 능력이나 특허소송 역량이 상대적으로 풍부한 편이다. 따라서 최근에는 이러한 NPE 실무역량을 활용해 NPE와 제휴함으로써 특허권을 보호하거나 특허권 거래를 활성화해 연구개발에 탄력이 붙는 사례도 있다.



스타트업을 소재로 한 미국 드라마 <실리콘 벨리>는 특허권 침해 등 소프트웨어 업체를 운영하며 겪는 다양한 해프닝을 그리고 있다.

다시 드라마 <실리콘 벨리>로 돌아와, 과연 주인공들은 NPE인 스튜어트 버크의 공격에 어떻게 대처했을까? 다행히 주인공들은 개발한 다른 소프트웨어를 이용해 버크의 과거 치부를 발견했고, 특허소송을 제기할 경우 이를 공개하겠다고 압박한다. 이에 버크가 보유한 특허에 관해 영구적 무상실시권을 얻는 해피엔딩으로 마무리된다. 그러나 드라마는 드라마일 뿐, 현실에서는 NPE와의 분쟁을 <실리콘 벨리> 주인공처럼 기지와 행운에 기대 해결할 수는 없다. 우리 기업으로서서는 우선 NPE를 충분히 이해하고, NPE 공격에 특허 협상 및 소송 전문가를 통해 현명하게 대처하되, 사업적으로는 기술혁신과 수익 창출에서 NPE의 순기능을 활용하는 지혜가 필요하다.



곽재우 법무법인(유)광장 변호사

최첨단기술 분야의 국제 특허·영업비밀 분쟁 및 e-Discovery 관련 전문성을 보유하고 있으며, 부정경쟁방지 및 엔터테인먼트 관련 법률 쟁점에도 능통한 IP 전문가다. 최근 업계에서 강조되고 있는 IP 컴플라이언스 및 리스크 관리 분야에서도 차별화된 서비스를 고객들에게 제공하고 있으며, 한국지적재산권변호사협회 사무총장을 맡고 있다.

한미일 신흥 기술 동맹 소득 5만 달러 시대 개막 지름길

21세기는 경제 안보 시대, 과학기술 투자 경쟁 시대다. 이번 한미일 기술 동맹은 공급망 안정화를 중심으로 한 방어적 정책 차원을 넘어 첨단기술 확보를 위한 필수 전략이다.



지난 8월 18일 윤석열 대통령, 조 바이든 미국 대통령, 기시다 후미오 일본 총리는 미국 메릴랜드주 캠프 데이비드에서 한미일 공동기자회견을 가졌다.

지난 8월 18일 미국 메릴랜드주 캠프 데이비드 정상회의에서 한미일 정상은 첨단산업 공급망 연대, 핵심 신흥 기술 동맹, 금융 안정 등 3국간 경제 안보 협력 사항에 합의했다. 많은 협력 내용 중 국내 기업이 가장 큰 관심을 가질 만한 분야는 한미일 신흥 기술 동맹이다.

역사적으로 세계질서는 과학기술 선도국에 의해 확립되었다. 포르투갈, 네덜란드, 영국, 미국으로 이어지는 세계 패권 순환 이면에는 과학기술 역량이 크게 작용했다. 과학기술은 국력(경제, 군사)과 직결되고 과학기술을 선도하지 않은 선진국은 없었다. 2만 달러대 우리나라 국민소득을 3만 달러대로 끌어올린 일등공신은 바로 반도체 산업이다. 앞으로 국민소득 5만 달러대로 진입하기 위해서는 반도체 같은 첨단 산업을 다수 육성해야 한다.

첨단기술 보호 시대

전통적 기술 보호주의에 더해 최근 미중 갈등 구도에서 미국은 선진 동맹국과의 기술 동맹 결성을 추구하고 있다. 경제적 이해와 안보적 고려가 분리된 세계화 시대에는 국제적 기술 협력과 상업적 목적의 거래가 활성화되었으나, 국가 간 거래에서 안보적 관점이 중시되는 경제 안보 시대에 각국은 기술 보호주의 정책을 강화하고 있다. 최근 10여 년간 중국이 ‘당·군·기업 융합’ 기술 패권 정책을 강화하자 미국은 기술·경제 안보 논리를 제기하며 ‘신뢰할 수 있는’ 동맹국 간 기술 동맹으로 중국의 기술 굴기를 꺾는 전략에 착수했다.

중국의 기술 굴기를 차단하기 위해 미국은 ‘포괄적’ 수출 통제, 보조금 등을 통한 적극적 산업 및 과학기술 정책, 리쇼어링(국내 회

귀) 정책 등을 실시하고 있다. 오늘날 미국의 수출 통제 제도는 전통적 전략물자 외 첨단 기술, 소프트웨어^{SW}, 투자(인바운드, 아웃바운드), 인력 이동, 연구개발^{R&D} 활동, 금융 등을 포괄적으로 적용한다. 지난 5월에 열린 히로시마 세계 주요국^{G7} 정상회의에서 채택된 디리스킹(탈위험)의 핵심은 동맹국의 첨단기술 보호다. 이를 위해 미국은 자국의 포괄적 수출 통제 제도를 더욱 고도화하고 국제적 이행 체계를 강화해나갈 것이다.

첨단기술 확보와 신산업 발전 기회

자원 빈국임에도 세계 6위 수출국(2022년 기준)인 우리나라 경제 안보 정책은 공급망 안정화를 중심으로 한 방어적 개념에 머물러서는 안 된다. 첨단기술 개발과 국제경쟁력 확보 등 공세적 측면의 경제 안보가 탄탄할 때 타국의 공급망 교란에 적극 대응할 수 있다. 21세기는 과학기술 투자 경쟁 시대이며, 양자 컴퓨팅 등 첨단 과학기술 개발은 천문학적 연구비와 수많은 전문 인력 투입 없이는 불가능하다. 참고로, 미국과 일본의 R&D 규모는 우리나라보다 각각 여섯 배, 두 배 더 많다.

지난 4월 워싱턴선언으로 한미는 북한의 핵 위협을 관리하기 위한 핵협업그룹^{NCG}을 설립하는 등 안보 파트너십을 강화하고, 양국 간 경제 안보 및 기술 동맹 외연을 확대했다. 또 올 상반기 한일 셔틀 정상외교 복원으로 양국 간 공급망 안정 및 산업 협력 강화 기반을 마련했다. 이러한 양국 간 관계 진전을 바탕으로 한미일 정상은 외교 안보, 경제 금융, 과학기술 등 많은 부문에서 긴밀한 협력 시스템 구축을 담은 캠프 데이비드 공동선언을 발표했다.

앞으로 국내 과학기술계와 기업은 이번 한미일 기술 동맹을 경제 안보 강화 및 소득 5만 달러 시대를 조기에 달성하는 첨단기술 확보와 신산업 발전 기회로 활용하는 전략을 마련하고 추진해야 할 것이다.

**한미일 정상회의
경제안보 분야
주요 성과**

<p>공급망 연대 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> · 공급망 조기경보시스템 합의 · 인도태평양경제프레임워크^{IPEF} 협상 성공적 타결 위한 공조
<p>미래 핵심 신흥 기술 선도</p> <ul style="list-style-type: none"> · 공동 개발·국제표준화·기술보호·인력교류에 이르는 전 주기에 걸친 협력 플랫폼 구축 통한 인공지능, 우주, 양자 등 핵심 신흥 기술 확보 · 국가 연구기관 간 공동연구 합의 · 혁신기술 유출 방지를 위한 기관 간 정보 공유 확대 · 한미일 간 전략적 표준 파트너십 강화
<p>금융안정 협력</p> <ul style="list-style-type: none"> · 한미일 재무장관회의 출범



정인교 전략물자관리원 원장

경제인문사회연구회 정부출연연구기관 평가단장, 인하대학교 대외부총장 등을 역임했다. 현재 인하대학교 국제통상학과 교수와 전략물자관리원 원장을 맡고 있다. 저서로는 <FTA통상론>, <신보호무역주의> 외 다수가 있다.

기술 표준은 단순히 기업 및 산업 차원에서 경쟁력 제고 도구가 아닌 세계 전략, 지정학 질서 재정립을 위한 전략 차원으로 올라섰다. 기술 표준, 특히 디지털 핵심기술 분야의 표준 주도권 경쟁이 매우 치열하다.

자료: ICT 표준화전략 2023, 한국정보통신기술협회

ICT 표준화의 경제적효과분석 연구

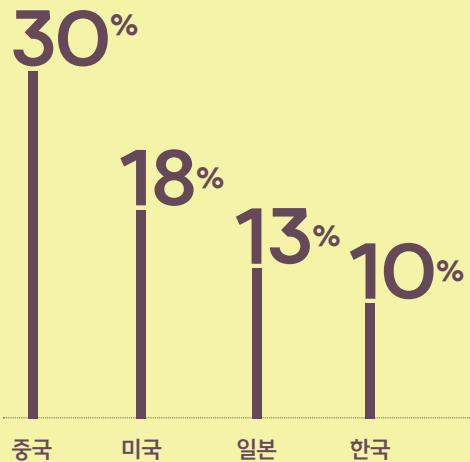
구분	국내		해외			
	2017년	2022년	독일(2000년)	영국(2005년)	캐나다(2007년)	프랑스(2009년)
분석 기간	1995~2015년 (20년)	2001~2020년 (19년)	1961~1990년 (29년)	1948~2002년 (54년)	1981~2004년 (23년)	1950~2007년 (57년)
GDP 성장 증가율 기여도(%)	9.3	11.9	27.3	11	9.0	23.8

디지털 무역이
 증가하면서 디지털 통상 장벽도 늘고 있는 가운데 데이터 분야에서 명확한 통상 규범을 확립하려는 시도가 이어지고 있다. 미국이 주도하는 인도-태평양 경제 프레임워크^{IPEF}의 주요 어젠다 중 하나도 디지털이다. 미국 등은 국경 간 데이터의 자유로운 이동, 컴퓨터 설비의 현지화 요구 금지, 전자 전송의 무관세 원칙 등을 요구하는 반면, 중국은 강력한 디지털 보호무역주의를 펴고 있다.

데이터 현지화
 data localization

글로벌 특허출원된 6G 기술 보유 현황

자료: 중국 국가지식재산권국



“ 표준 특허분쟁이 발생했을 때 분쟁에서 유리한 위치를 점하려면 결국 표준 특허 자체를 많이 보유하는 것이 중요하다. 국제상품시장을 선점하기 위해서는 결국 표준 설정 자체를 우리가 주도할 필요가 있다.

”
 주요 표준화 기구의 국가별 선언 특허

세계 주요국의 ICT 표준화 정책

세계무역기구^{WTO} 협정 이후 국제표준이 국제규범 역할을 함에 따라 주요국은 정부에서 우선순위 발굴 및 직간접적 재정지원 확대 등 정보통신기술^{ICT} 표준화를 전략적으로 추진하고 있다.

미국

다양한 표준화 촉진 전략 및 제도를 통해 정부의 표준화 컨트롤타워 역할 강화

미국 국립과학재단 내 기술혁신협력국 신설을 통해 10대 핵심기술 중심으로 연구개발, 테스트 베드 구축, 사업화 등 지원(200억 달러, 2023~2027년)

반도체와 과학법^{CHIPS}을 통해 연구 및 표준 개발 투자와 리더십 강화를 위한 국제표준화 활동 경비 지원 명시

중국

14년 차 5개년 계획 및 2035년 비전(2021년)을 통해 디지털 중국, 디지털 생태계 구축 등 제시

5개년 정책을 통해 단계적 개혁을 시행해 강력해진 국제표준화 영향력을 바탕으로 고품질 신용 기술 표준 개발에 집중

유럽연합^{EU}

'EU 표준화 전략'(2022년)을 통해 범유럽의 전략적 우선순위 선정과 표준 개발 강조

'ICT 표준화 롤링플랜 수립'(매년)을 통해 EU의 '연간 표준화 작업계획'을 바탕으로 정책 지원에 필요한 ICT 분야의 표준화 액션 아이템 제시

유럽표준화기구^{ESO}의 정책 지원 활동에 대한 재정지원

연구혁신^{R&I} 프로그램: 호라이즌 유럽^{Horizon Europe} (2021~2027년, 1000억 유로)

국제규범 추진을 통한 글로벌 주도권 유지

ICT 표준화 전략 2023 12개 핵심 대상 기술



ICT 표준화 전략 2023

정부는 기술 패권 경쟁과 디지털혁명의 전환점에서 글로벌 디지털 혁신을 선도하는 데 필수인 ICT 국제표준화 경쟁력을 높이기 위해 'ICT 표준화 전략 2023'을 마련했다.

자료: 과학기술정보통신부

주요 표준화 기구 (ISO, IEC, ITU, IEEE, ETSI)의 국가별 선언 특허 현황

단위: 건





지난 5월 초 미 백악관은 ‘핵심 신흥 기술에 관한 국가기술표준 전략’을 발표했다. 8월 중순에 열린 한미일 정상회담의 문건에도 3국 간의 기술 표준 협력이 포함되어 있다. 기술 표준은 이제 경제 안보의 중요한 요소가 됐다. 민주주의 가치와 일치하는 표준 및 규범 개발을 포함해 국제 기술 거버넌스를 지지하는 데 민주주의국가 사이의 디지털 동맹이 필요하다는 인식이 널리 공유되고 있으며, 이를 위해 기술 표준 분야에서 국제 협력이 강조되고 있다.

기술 표준은 무역규칙을 만드는 데 토대가 돼 무역에서 상호 운용성을 높이고 무역장벽을 제거해 거래비용을 낮추는 기능을 수행한다. 세계무역기구^{WTO}의 무역기술장벽^{TBT} 협정이 그 예로, 이는 표준의 영향력을 크게 높였다. WTO·TBT 협정에 의해 가맹국이 새로운 기술규정을 도입하고자 할 때 국제표준이 존재한다면 그것을 사용해야 하기 때문이다. 그러나 미중 간 기술 패권 경쟁은 기술 표준 문제를 다른 차원으로 끌어

경제 안보를 위한 최선의 전략, 기술 표준

올렸다.

국제표준화기구^{ISO}¹, 국제전기통신연합^{ITU}², 국제전기기술위원회^{IEC}³와 같이 널리 인정되는 국제표준기구에서 만들어진 기술 표준은 WTO·TBT 협정으로 그 지위가 더욱 공고해졌다. 국제표준을 만드는 데 참여해 자국 기업의 기술을 반영시킨 경우 무역에서 유리한 고지를 점할 수 있고, 그렇지 않은 나라와 기업은 학습비용과 전환비용을 지불해야 한다.

즉 산업 및 경제적 관점에서 기술 표준은 원활한 무역에 필수적 역할을 하고, 기술 표준을 주도하는 기업은 시장에서 우위를 점할 수 있었다. 이것이 지금까지 알려진 기술 표준의 일반적 기능이자 중요성이었다. 그러나 미국과 중국의 기술 패권 경쟁은 기술 표준을 다른 차원에서 바라볼 필요성을 제기한다. 이제 기술 표준은 지정학적 차원의 문제로 확대됐고, 구체적으로는 경제 안보 관점의 문제가 됐다.

경제 안보에서 기술 표준이 갖는 중요성

경제 안보는 이제 어느 나라의 국제전략, 국가전략에서도 빠지지 않는 개념이 됐지만 그 정의는 아직도 만들어가는 중이다. 한 연구에 의하면, 경제 안보는 크게 네 가지 영역을 포함한다. 먼저 충분한 식량 공급을 확보하고 핵심 자연·광물 자원에 대한 국가의 접근을 보장하는 것이다. 다음으로는 금융 시장 등 핵심 인프라를 물리적 또는 사이버공격으로부터 보호하는 것이다. 더불어 복원 가능하고 신뢰할 만한 공급망을 만들고 유지하며, 총괄적으로 지정학적 경쟁국에 대한 기술 우위를 확립하고 유지하는 것이다.

총체적 경제 안보를 위해서는 네 가지 중 어느 것 하나도 빠질 수 없다. 미중 간 기술 패권 경쟁에서 경제 안보가 부각되는 배경이고, 경제 안보 논의가 안정적 공급망 확보와 기술 보호를 둘러싸고 전개되고 있다는 점에서 최근 중요성이 높아진 세 번째 영역과 네 번째 영역은 기술 표준과 연관된다. 기술 표준은 지정학적 경쟁국에 대한 기술 우위를 확립하고

유지하기 위한 기본 수단이 될 수 있기 때문이다. 기술 표준은 다음과 같은 메커니즘을 통해 통상 안보를 포함하는 경제 안보에 기여할 수 있다.

첫째, 기술 표준은 기술을 개발하고 시장에서 지속적으로 경쟁우위를 유지하는 데 매우 효과적인 수단이다. 공급망에 관한 행정명령인 14017호 ‘미국의 공급망’ 보고서는 “단지 가격이 아니라 제품과 서비스를 차별화하고 정상을 향한 경쟁 race to the top으로 나아가는 시장 견인력^{market pull}을 기업이 창출할 수 있도록 하는 강력한 도구”로서 표준을 강조한다.

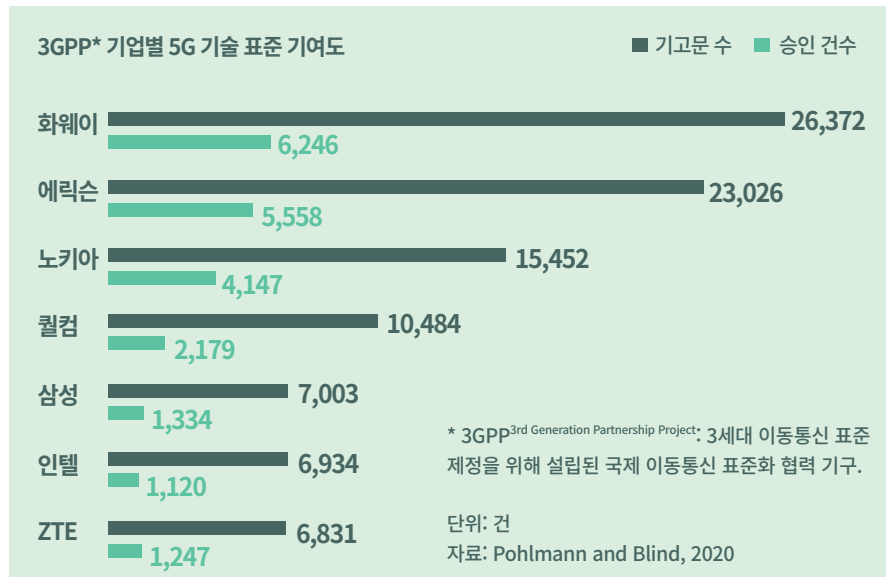
둘째, 경제 안보는 당장 현재의 안전만이 아니라 미래의 안전을 담보해야 한다는 점에서 미래지향적이어야 한다. 기술 표준은 향후 해당 기술의 발전 궤적^{trajectory}에 영향을 미친다는 점에서 미래지향적이다. 즉 인공지능, 6세대^{6G}·차세대 이동통신 등 신기술에서 지속적인 우위를 유지하기 위한 근본 수단이 된다. 중국의 5G 기술 표준 주도 이후 기술 표준, 특히 디지털 기술 표준의 중요성이 더욱 부각되기 시작했는데, 그 이유는 5G에서 표준 주도는 6G·차세대 이동통신에도 영향력을 미칠 수 있기 때문이다.

셋째, 경제 안보의 지속가능성이 특정 기술 분야 우위에 의해 지켜지는 데는 한계가 있다. 기술은 끊임없이 발전하고 있기 때문에 모든 분야에서 우위를 추구하고 주요 기술에 대한 경쟁국의 접근을 배제하는 것^{technology denial}은 지속 가능하기 어려운 목표다. 그보다는 기술들이 그 안에서 개발되는

— 1
국제표준화기구^{International Organization for Standardization, ISO}: 자동차, 조선, 원자력 등 일반 산업 분야 국제표준 개발(1947년).

— 2
국제전기통신연합^{International Telecommunication Union, ITU}: 정보통신 기술과 네트워크의 발전, 전 세계 ICT의 확산을 주도하기 위해 설립된 UN 산하 ICT 전문 국제기구(1947년).

— 3
국제전기기술위원회^{International Electrotechnical Commission, IEC}: 전기, 전자, 원자력 등 전기 기술 전반에 대한 표준 협력을 위해 설립된 비정부 간 협의의 기구(1906년).



틀과 바탕이 되는 가치(민주주의, 인권 등)를 규정하는 글로벌 규칙을 주도해야 한다. 기술 표준화는 글로벌 규칙 제정의 주요 틀이 된다.

표준이 무기가 되다

이러한 이유로 기술 표준의 전략적 가치가 통상을 넘어 안보 차원에서도 높아졌다. 지난해 8월 한중 외교 장관 회담에서 중국의 왕이 외교부장(현 중앙외사공작위원회 판공실 주임)은 “세계화가 역류에 직면하고, 일부 국가가 경제문제를 정치화하고, 무역을 도구로 사용하고, 표준을 무기화하면서 글로벌 산업 공급망의 안정을 해치고 있다”고 말했다. 이 ‘표준의 무기화⁴(weaponizing standards)’라는 표현보다 더 분명하게 표준의 지정학 차원으로서의 격상과 경제 안보에서 중요성을 보여주는 말은 없을 것이다.

한편 지난해 9월 ISO와 ITU의 수장을 뽑는 선거가 있었다. ISO 회장 선거에서는 한국의 조성환 후보가 중국 후보를, ITU 사무총장 선거에서는 도린 보그덴-마틴^{Doreen Bogdan-Martin} 후보가 러시아 후보를 압도적 표 차이로 이겼다. 이들 선거 결과를 독해하기 위해서는 그 선거가 단지 일개 기구의 수장을 뽑는 선거가 아니었으며, 국제표준계의 동향과 기술 지적 학적 경쟁이 연동돼 있다는 것을 이해할 필요가 있다.

ITU 선거는 미국 국무부가 적극적으로 지원했는데, 이는 미국이 경제 안보 관점에서 국제표준의 장에 복귀하고 있다는 점을 시사한다. 국내적으로 미국은 반도체와 과학법^{CHIPS and Science Act}⁴을 통해 기술 표준 분야를 지원한다. 일명 칩스^{CHIPS}

로 일컫는 이 법은 반도체법으로 알려져 있지만, 기술 표준과 국제표준화에 관한 ‘미래를 위한 국립표준기술원법’을 포함한다.

— 4
반도체와 과학법^{CHIPS and Science Act}: 2022년 미국에서 초당적 합의를 통해 나온 법으로, 기업이 미국 내에 반도체 제조 시설을 짓도록 하기 위해 미국 반도체산업에 520억 달러 규모를 지원한다는 내용을 담았다.

— 5
쿼드^{Quadrilateral Security Dialogue, Quad}: 4개국 안보 회담. 미국, 인도, 일본, 호주 등 인도-태평양 4개국으로 이루어진 정부 간 안보 협의체. 특히 반도체 등 첨단기술 부문에서 연대와 동맹을 강화하기로 합의.

기술 표준 강조하는 미국

지난 5월 초 미 백악관은 ‘핵심 신흥 기술에 관한 국가기술표준 전략’을 발표했다. 기술 표준에 관한 문서를 백악관의 이름으로 직접 발표한다는 사실은 기술 표준의 위상이, 문서 이름이 말하듯이, 국가전략 차원으로 높아졌음을 의미한다. 8월 중순에 열린 한미일 정상회담의 문건에도 3국 간의 기술표준협력이 포함되어 있다는 점도 이를 뒷받침한다. 한편 미국의 기술 표준에 대한 강조는 국내에 머무르지 않고, 글로벌 차원에서도 전개된다. 경제 안보 관점에서 기술 표준에 대한 강조는 미국이 주도하는 각종 안보·경제 글로벌 협의체에서도 잘 드러난다. 쿼드^{Quad}⁵와 같은 안보 협의체에서도 최근 ‘핵심신흥 기술표준에 관한 쿼드 원칙⁶’을 발표했다.

이들 문서에서는 다음과 같은 공통점을 발견할 수 있다. 첫째, 민주주의나 인권 등 가치와 표준을 연계시킨다. 따라서 뜻을 같이하는^{like-minded} 동맹국, 파트너국, 넓게는 민주주의 국가들 사이의 협력을 강조한다. 둘째, 인공지능·6G·차세대 무선통신 기술 등 핵심 신흥 기술 또는 디지털 표준의 중요성과 협력을 강조한다. 셋째, 다중 이해관계자^{multistakeholders}의 국제표준화 과정 참여를 증진하고자 한다. 국가의 대표성만 강조하는 것이 아니라 사회의 다양한 이해관계를 반영하기 위해 소비자, 시민단체 등의 참여를 장려한다. 이는 국가중심주의 나라들의 입장과 비교된다.

규칙 수용자가 아닌 제정자되어 새로운 틀 만들어야

지금까지 보아온 기술 표준의 경제 안보화는 시사하는 바가 크다. 먼저 글로벌 차원에서 기술 표준 협력을 위한 다양한 논의가 제기되고 있지만, 이를 실행하기 위한 구체적 성과와 추

— 6
Quad Principles on Critical and Emerging Technology Standards, 20 May 2023. <https://www.pmc.gov.au/resources/quad-principles-critical-and-emerging-technology-standards>

— 7
미국·EU 간 무역기술위원회^{Trade and Technology Council, TTC}: 기술 표준, 기후 및 청정에너지, 공급망 안정화, 수출 통제, 글로벌 무역 도전 등 주요 신통상 의제에 대한 미국과 EU의 협력 방안에 대해 다루는 협의체.

진 형태는 잘 보이지 않는다. 이것은 우리에게 기회일 수 있다.

우리나라는 기술 선진국으로서 기술 표준 또는 규칙 제정의 장을 이끌어갈 역량이 충분하다. 그러나 규칙 제정은 기술 역량만으로 할 수 있는 것이 아니고, 정치적 역량과 정당성 확보가 관건이다. 미중 두 나라의 기술을 둘러싼 대립 속에서 유럽연합^{EU}·호주·영국·일본·인도 등도 글로벌 규칙 제정, 핵심기술의 국제표준화 문제에 대해서 우리와 비슷한 고민을 하고 있다. 즉 글로벌 공급망 탈동조화^{decoupling}에 이어 국제표준 시스템의 탈동조화 가능성도 언급되고 있다. EU의 관련 논의를 보면 국제표준 시스템의 탈동조화를 가장 경계해야 할 시나리오로 보고 있다. 특히 표준 시스템의 탈동조화는 수출을 중심으로 하는 한국 같은 나라의 경제에 미치는 부정적 영향이 매우 크다. 따라서 이들 나라와 양자 또는 다자의 디지털 핵심기술 분야에서 규칙 제정 및 표준화를 위한 담론을 이끌어갈 필요가 있다.

핵심 신흥 기술 표준에서 협력 시작

주요 디지털 선도국과 협력하고, 여기에 개발도상국의 참여와 협력이 더해진다면 더욱 강화된 정당성을 확보할 수 있

다. 이미 영국, 미국 등 다양한 분야에서 글로벌 거버넌스를 주도해본 나라들은 핵심 디지털 기술 거버넌스의 주도권을 잡기 위한 경쟁에서 개도국을 미래의 ‘디지털 결정자^{digital decider}’라고 칭하며 논의의 장에 포용하기 시작했다.

기술 표준, 특히 디지털 기술 표준에 관한 논의는 통상에서 점차 중요해지고 있는 디지털 통상과도 맞닿아 있는 부분이다. 기술과 무역·통상이 만나는 곳에서는 글로벌 차원에서도 이제 막 규칙이 만들어지고 있다. 미국-EU 간 무역기술위원회^{TTC7}를 구성하면서 기술 표준 작업반을 만들고 핵심 신흥 기술 표준에서 조율 및 협력을 촉진하는 것을 첫 번째 임무로 설정한 이유일 것이다. 국제표준화 경쟁은 글로벌 규칙·형성 시각에서 보아야 하고, 디지털 통상은 그것을 구성하는 하나의 전선이다. 디지털 통상 문제를 통상 차원뿐 아니라 기술 측면에서도 이해하고 대처할 수 있는 전문인력양성이 필요하다. 이런 점에서 현재 산업통상자원부에서 실시하는 디지털 통상 전문인력양성 프로그램도 매우 시의적절하다.

기술 표준 문제는 통상을 넘어 경제 안보 문제로 확장되고 있으며, 디지털 기술 표준 영역은 디지털 통상과 연계되면서 통상과 경제 안보를 아우르는 통합적 접근이 필요하다.

지난 2022년 12월 5일(현지 시간) 열린 제3차 미국·EU 간 무역기술위원회 회의. 캐서린 타이 미 무역대표부^{USTR} 대표, 지나 러몬도 미 상무부 장관과 토니 블링컨 미 국무장관, 마르그레테 베스타게르 EU 집행위원회 부위원장 등이 참석했다.



이희진 연세대학교 국제학대학원 교수

미래융합연구원 내 디지털통상연구센터를 운영하고 있다. 영국 브루넬 대학교와 호주 멜버른 대학교 교수, 일본 히토쓰바시 대학교 이노베이션 연구센터 방문교수와 국제개발협력학회 회장을 역임했다. 기술 표준이 주요 연구 분야이며, 이 밖에도 정보통신 기술과 개발도상국^{ICT4D}, 호주 관련 분야에서 활발한 연구 활동을 펼치고 있다.

기후변화 문제를 보는 시선과 수소 환원 제철

철강산업은 이산화탄소 배출 주범으로 꼽히는 분야 중 하나다. 이산화탄소 대신 수소를 통해 철광석과 산소를 분리하는 수소 환원 제철은 제철 과정에서 탄소배출을 '0'으로 만들 수 있는 획기적 기술이다.



석탄을 통한 환원반응으로 근대 철 시대를 주도한 유럽

신라 제4대 왕 석탈해는 여러 가지 이상한 전설이 전해 내려오는 인물이다. 알에서 태어났다가 어머니가 여성만 있는 나라의 여왕 딸이라든가 하는 이야기도 있고, 몸이 거인인 데다 머리가 크고 누구도 함부로 덤비지 못하는 무적이었다는 이야기도 있다. 심지어 옛 문헌에 가락국 수로왕과 변신 도술 대결을 했다는 이야기가 실려 있을 정도다.

그런데 과학기술 측면에서 여러 가지 전설 중 특히 눈에 띄는 것은 <삼국유사>에 실린 석탈해의 속임수에 관한 이야기다. 석탈해는 터가 좋은 땅을 빼앗기 위해 그곳에 솥돌과 솥을 몰래 묻어두었다. 그러고는 자신이 대장장이 집안 출신이며, 솥돌과 솥이 묻힌 것만 봐도 대대로 대장장이 집안의 땅이라는 증거라고 주장했다. 많은 학자는 이 이야기가 석탈해와 금속을 다루고 철을 가공하는 기술을 지닌 집단의 긴밀한 관계를 나타낸다고 추정한다.

따져보면 이 전설에는 실제로 철을 다루는 기술에 대한 내용이 반영되어 있다. 철이 들어 있는 철광석에서 철을 뽑아내려면 솥이 필요하기 때문이다. 단순히 철광석을 뜨거운 불구덩이 속에 넣기만 하면 그저 철이 녹아 나오는 것이 아니다. 돌 속 철 성분은 주로 산화철이라는 물질로 변해서 들어 있기 때문이다. 산화철은 철이 녹는 것과 비슷한 상태로 변한 물질이다. 우리가 일상에서 사용하는 철이 아니다.

산화철을 철로 바꾸려면 산화철에 있는 산소 성분을 뽑아내야 한다. 이 과정을 흔히 환원반응이라고 한다. 녹슨 철을 새 철로 되돌리는 것과 같은 화학반응이다. 그리고 철광석에 불을 지피는 연료 속에 솥을 넣으면 그 솥이 환원반응을 일으키는 약품 역할을 한다. 그렇기에 과거 철을 만들던 곳에서는 솥도 많이 필요할 수밖에 없었다. 2000년 전, 석탈해가 자신의 집안 땅을 상징하는 물체로 솥을 택한 것은 철 기술이 뛰어난 가문임을 나타내는 과학적 선택이다.

신라 임금인 석탈해가 대장장이를 자처할 만큼 근대 한반도 남부 지역에는 철을 만들고 가공하는 기술이 상당히 뛰어난 도시가 있었다. 중국의 역사 기록인 <삼국지>에는 근대 한반도 남부의 삼한에 속하는 여러 나라에 대해 설명하며, 그곳에서 철이 많이 나는데 그 철이 중국과 일본 지역으로 수출된다고 기록돼 있다. 신라를 비롯한 삼국시대 때 한반도 여러 나라가 발전할 수 있었던 바탕에는 많은 솥과 발달된 제철 기술이 있었다고 미루어 짐작할 수 있다.

그러나 정작 근대와 현대에 들어서는 역사적 유적이거나 유물 중 한국에서 철로 만든 것이 세계적으로 인정받는 경우는 드물다. 프랑스에는 에펠탑이 있고, 영국에는 세계 최초로 만든 철골 다리가 지금도 남아 있다. 독일에서 강철로 만든 총과 탱크가 20세기 현대사를 뒤흔든 것은 너무도 뚜렷이 각인된 사건이다. 즉 신라와 한반도의 철보다는 유럽의 철이 근대사에서는 훨씬 더 중요했다. 왜 그렇게 되었을까? 석탈해 시대에는 국제적 수준이라고 할 수 있던 한반도의 제철산업이 19세기, 20세기 역사에서는 왜 아무런 영향력을 미치지 못할 정도로 쇠퇴한 것일까?

그 이유 중 하나는 역시 환원반응이다. 산업혁명으로 석탄 사용이 활발해진 것에 발맞춰 유럽인은 18세기경 솥 대신 석탄을 이용해 환원반응을 일으키는 제철 기술을 개발했고, 바로 이 기술이 철과 철을 사용하는 문명을 완전히 바꾸었다.

특히 대량의 석탄을 코크스로 가공한 후 코크스와 철광석을 규칙적으로 높이 쌓은 고로라는 설비에서 철광석을 만들어내는 방법이 개발되면서 철을 만드는 효율은 급격히 향상되었다. 석탄은 솥보다 효율적으로 활용하기 좋

은 재료였고, 고로를 이용하면 고품질 철을 대량생산하는 데 훨씬 유리했다. 고로와 석탄을 이용한 제철 기술의 효율이 얼마나 좋은지, 21세기인 지금도 제철 기술의 주류는 여전히 이 방식이다. 과거 선진국은 이렇게 만든 철로 배, 기차, 자동차, 무기를 만들어 세계를 지배하기 위해 나섰다. 돌이켜보면 신라 사람들이 숯을 사용해 환원반응을 일으키는 데는 주변국보다 앞섰지만, 조선 사람들이 석탄을 사용해 환원반응을 일으키는 데는 유럽 선진국에 뒤처졌다고 할 수 있다.

석탄 시대를 뒤집는 기술

그래도 현재 대한민국 제철 기술은 석탄과 고로를 이용하는 방식에서 세계 수준을 따라잡았다. 공교롭게도 2000년 전 고대 제철 기술로 유명했던 한반도 남부 지역에 세계적 대형 제철소가 들어서 있다. 광양 지역의 제철소는 세계 최대 수준으로 인정할 만하다고 평가받으며, 고층 빌딩이나 산 같은 크기로 보이는 초대형 고로는 지금도 열심히 가동되면서 막대한 양의 철을 쏟아내고 있다. 그렇기에 제철소 풍경은 현대 한국 경제 번영의 상징이라고 할 만하다. 석탈해가 땅에 묻어둔 숯을 가문의 상징이라고 했다면, 현시대 TV에서 애국가가 나올 때는 제철소에서 쇳물이 쏟아지는 영상을 보여준다.

그러나 치열한 경쟁 시대에 전 세계 선진국이 그대로 머물러 있을 리 만무하다. 숯에서 석탄 시대로 넘어오면서 세상을 놀라게 한 선

진국은 석탄 시대를 뒤집을 만한 다음 기술을 준비 중이다. 과거 숯, 현재 석탄보다 좋은 환원반응을 일으킬 만한 미래 물질을 찾아내면 그 물질을 이용해 철을 만들어 다시 한번 세계경제의 주도권을 잡을 수 있기 때문이다.

석탄을 대체할 만한 물질로 지난 10년간 가장 주목받은 것은 수소다. 수소가 석탄보다 구하기 쉽거나 화력이 더 좋아서 주목받은 것은 아니다. 석탄은 현재 저렴한 자원에 속한다. 한꺼번에 많이 사용하면 필요한 화력을 쉽게 얻을 수도 있다. 석탄에 비하면 수소는 구하기 어려운 데다 다루기도 쉽지 않은 물질이다. 그런데도 수소에 대한 관심이 사그라들지 않는 이유는 수소 자체보다는 기후변화와 밀접한 연관이 있기 때문이다.

숯과 석탄을 이용하는 제철 방식은 숯, 석탄 속 탄소가 환원반응에 참여해 철광석 속 산소를 뽑아낸다. 간단히 말하면, 석탄 속 탄소가 철광석 속 산소를 간접적으로 빨아들여 순수한 철만 남아 녹아내리는 방식이라고 할 수 있다. 그렇기에 탄소에 산소가 붙어 만들어지는 물질인 이산화탄소가 발생할 수밖에 없다. 즉 고로를 이용해 철을 대량생산하면 그만큼 많은 이산화탄소가 배출된다. 이산화탄소는 온실기체이기에 기후변화를 일으키는 요인이다. 한국에너지기술연구원이 2021년 11월에 발표한 자료를 보면, 세계 산업 부문 이산화탄소 배출량의 약 25%가 철강산업에서 발생한다고 한다. 그렇다면 기후변화 문제를 해결하기 위해서는 제철소에서 내뿜는 이산화탄소도 연젠가는 줄여야 한다.

더구나 전 세계 선진국은 철강산업으로 경제



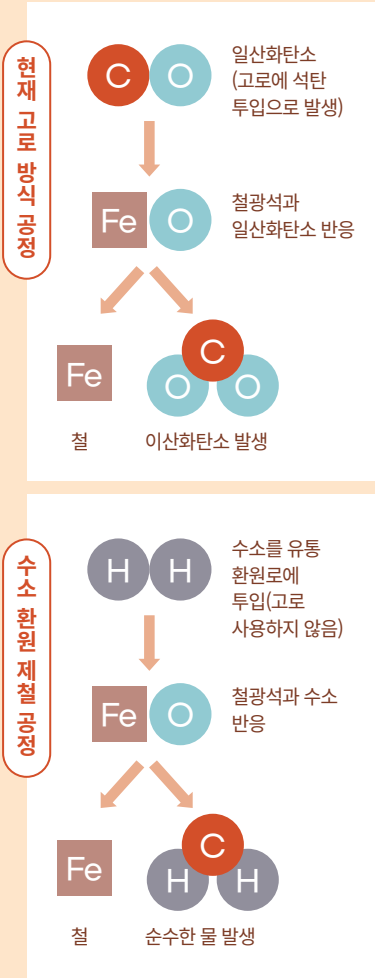
철강산업

세계 산업 부문
이산화탄소 배출량의



자료: 한국에너지기술연구원(2021년)

— 수소 환원 제철 원리



를 발전시키고 있는 한국 같은 나라를 기후변화를 이유로 압박하기 좋다. 후발 국가의 제철 기술 발전으로 경쟁이 어려워진 선진국은 한국 같은 제철 강국을 향해 제철로 돈을 버는 만큼 기후변화 문제에 대한 비용을 벌금 내듯 지불하라고 요구할 수 있다. 기후변화 문제가 점점 심각해지는 것은 과학적 사실이므로, 전세계 선진국이 동시에 이런 요구를 하면 거부하기 어렵다. 제철소를 건설하고 노동자들이 열심히 일해서 번 돈을 기후변화를 이유로 선진국에 내어줄 수밖에 없다는 이야기다. 탄소 국경조정제도^{CBAM} 같은 이산화탄소 배출과 특정 산업에 특화된 국제 규제가 등장하면서 이런 예상은 이미 현실이 되고 있다. 그 와중에 만약 석탄 대신 수소를 사용하는 제철 기술을 다른 선진국에서 먼저 성공시키면 미래의 철은 다시 한국의 손을 떠나게 된다.

이산화탄소 배출 제로라는 꿈의 제철 방식

제철에서 수소를 환원반응에 이용하면, 탄소 대신 수소가 철광석 속 산소를 빨아들이므로 수소와 산소로 인해 만들어지는 물이 발생할 뿐이다. 이산화탄소에 대한 걱정에서 벗어날 수 있는 길이 열린다. 그래서 이를 수소 환원 제철, 즉 꿈의 제철 방식이라고 부른다.

말처럼 쉽지는 않다. 수소 환원 제철에서는 코크스와 철광석을 높이 쌓는 고로를 이용하는 익숙한 방식을 완전히 포기해야 하며, 대신 전

혀 다른 설비를 꾸려야 한다. 새로운 설비를 가동할 때 이산화탄소를 너무 많이 발생시키면 안 되므로 새로운 설비를 전기로 작동하고, 그 전기를 이산화탄소를 발생시키지 않는 태양광·풍력 등 방식으로 얻는 방안도 마련해야 한다. 무엇보다 수소를 대량으로 만드는 기술도 갖춰야 한다. 특히 수소를 만드는 과정에서 이산화탄소를 배출하지 않아야 기후변화 대응에 의미가 있기 때문에 재생에너지를 이용해 수소를 만드는, 소위 그린수소 기술처럼 함께 발전해야 수소 환원 제철이 완성될 수 있다.

과연 한국이 미래의 철, 수소 환원 제철을 성공시킬 수 있을까? 재생에너지 기술이 다른 선진국, 강대국에 비해 뒤처진다는 사실처럼 불리한 점도 있고, 한편으로 파이렉스 기술처럼 수소 환원 제철은 아니지만 그래도 고로를 사용하지 않는 특수한 방식의 제철 기술을 실용화해본 경험이 있다는 장점도 있다. 수소차에서 비교적 앞서 있기에 수소를 다루는 기술에서 어느 정도는 앞서나갈 수 있다는 점에서도 기대를 걸어볼 만하다.

2020년대 기후변화는 그저 지구를 지키자는 정도의 감상적 구호를 넘어 다음 세대의 경제와 산업 기회를 두고 여러 나라가 숨 가쁘게 다투는 문제가 되었다. 오늘도 제철·제강산업 현장에서 땀 흘리는 노동자와 과학기술인의 노력이 21세기 석탈해가 되어 숲 대신 수소 저장탱크를 제철 기술의 상징으로 멋지게 보여주는 날이 오기를 기대한다.



곽재식 공학박사·작가

2006년 단편소설 <토끼의 아리아>가 MBC 베스트극장으로 방영된 이후 소설가, 괴물 전문 작가로 꾸준히 활동하고 있다. 소설 <고래 233마리>, 한국 전통 괴물을 소개하는 <한국 괴물 백과>, 과학 논픽션 <곽재식의 세균박람회> 등 다양한 저서가 있으며, EBS <인물사담회>, SBS <김영철의 파워FM> 등 대중매체에서도 활약 중이다. 공학박사이며, 숭실사이버대학교 환경안전공학과 교수로 재직 중이다.

유럽연합^{EU}은 최근 스마트폰 배터리 탈착 의무화, 경영상 기물 요구 등 ‘친환경’과 ‘소비자 편익 제고’를 내세우며 강력한 규제를 발표하고 있다. EU는 환경을 위한 정책이라고 주장하지만, 무역장벽과 공급망 강화 목적이라는 것이 산업계의 전반적 의견이다.

word 황정수 <환경ESG> 기자

스마트폰 배터리 탈착,

정말 지구를 위한 걸까?

친환경을 내세운 유럽연합^{EU}의 기업 대상 규제가 갈수록 강화되고 있다. 재활용 포장재 사용 등을 요구하는 수준을 넘어 ‘스마트폰 배터리 탈착 의무화’ 등 제품의 상세 기능에도 규제를 가하고 있다. 최근에는 글로벌기업에 부품 공급사의 환경훼손 이력 등에 대한 보고를 의무화하고, 철강 등을 수입할 때 탄소배출권 구매를 강제하는 규제도 내놨다.

산업계에서는 ‘사실상 무역장벽’이란 지적이 나온다. EU 의회 홈페이지를 보면 7월 14일 의회 본회의를 통과한 EU 배터리법에 한국 기업에 부담되는 조항이 대거 포함됐다. 배터리 탈착 가능한 스마트폰 판매를 의무화한 제11조가 대표적이다. 법안에는 ‘휴대용기에 들어가는 배터리를 소비자가 쉽게 분리하고 교체할 수 있는 방식으로 디자인해야 한다’는 내용이 포함됐다.

탈착형 스마트폰 만들어본 적 없는 애플

휴대용기기는 스마트폰, 전자담배 등을 말한다. 이 대로라면 스마트폰 제조사는 유럽에서 배터리 탈착형 모델만 판매할 수 있다. 배터리법에는 EU의 친환경 정책기조가 반영된 것으로 분석된다. 스마트폰 제조사들은 “글로벌산업 트렌드에 역행하는 규제”라며 불만을 토로한다. ‘더 얇고 디자인이 우수한 스마트폰’ 수요가 많아지면서 삼성전자는 2015년 갤럭시 S6부터 일체형 배터리를 프리미엄 폰에 적용하고 있다. 일부 스마트폰은 배터리를 분리하는 게 가능하지만, 매출 비중은 크지 않다. 애플은 2007년 아이폰 출시 이후 배터리 탈착형 스마트폰을 생산한 적이 없다. 양사가 배터리 탈착형으로 설계와 생산 라인을 변경할 경우 적지 않은 비용이 발생할 것으로 예상된다. 스마트폰 설계와 생산을 모두 바꿔야 할 가능성이 크

기 때문이다. 보통 스마트폰 제조사는 특정 시장에 특화된 제품을 개발해 출시하지 않는다. 탈착 가능한 배터리를 탑재하면 얇은 디자인을 유지하고, IP68 등급의 방수·방진을 유지하는 것도 쉽지 않다는 분석이 나온다. 삼성전자 관계자는 “배터리 탈착 관련 조항을 알고 있고, 내용도 구체적으로 파악하고 있다”며 “추이를 지켜보고 대응할 것”이라고 전했다. EU 이사회는 지난 7월 10일 배터리법을 공식 채택했다. 시행 시점은 2027년이다. EU 이사회는 2027년까지 유예기간에 대해 “제품 설계를 요구사항에 맞게 조정할 수 있는 충분한 시간을 준 것”이라고 설명했다. 다만 EU는 ‘안전 등과 관련한 이유가 있을 경우 일체형도 허용 가능하다’는 예외 조항을 두는 등 협상 가능성을 열어놨다.

오는 10월부터 EU가 시범 시행하는 탄소국경조정제도^{CBAM}도 기업의 부담 요인으로 꼽힌다. 철강·알루미늄 등을 수입하는 기업은 제품 생산과정에서 탄소배출량을 보고하고, 기준을 초과하면 탄소배출권을 강제로 구매해야 한다. EU 역내에 제품 공장을 둔 삼성, LG 계열사의 부담이 커질 것으로 예상된다.

친환경을 위한 공급망 실사?

2025년 시행 예정인 공급망 실사 지침은 EU 내 매출 1억5000만 유로(약 2114억 원) 이상 기업에 사실상 ‘경영상 기밀’을 요구하는 조항을 포함한다. 기업 사

기업을 대상으로 하는 EU의 제재가 강력해지고 있다. 재활용 포장재 사용 등을 요구하는 수준을 넘어 ‘스마트폰 배터리 탈착 의무화’ 등 제품의 상세 기능에도 규제를 가하고 있다.



업장·공급망 전체에서 발생한 환경훼손과 인권침해 여부, 잠재적 부정적 영향 등을 파악해 개선하고 공개해야 한다. EU는 이 같은 법안의 제정 취지로 한결같이 친환경과 소비자 편익 제고를 내세우고 있다. 산업계의 시각은 다르다. EU 내 첨단산업 공급망을 강화하려는 목적이라는 의견이 많다. 예컨대 스마트폰 배터리 탈착이 가능해지면 배터리 재활용이 쉬워진다. 배터리 원자재 시장을 장악 중인 중국 의존도를 낮출 수도 있다. 유럽에서 사용된 폐배터리에서 핵심 원자재 회수를 의무화하고 새 배터리를 생산할 때 재활용 원료를 일정 비율 이상 사용하게 한 조항도 비슷한 의도로 분석된다. 16개 전략 원자재를 집중 관리해 원료의 지속가능성을 높ی겠다는 명분을 내세운 핵심 원자재법에 대해서도 ‘다른 의도가 있다’는 지적이 나온다. 전략 원자재를 활용해 기술을 개발하는 기업에 공급망 점검 결과를 2년마다 보고하도록 하는 내용이 들어 있기 때문이다.

최근에는 아예 EU가 폐배터리 역외 수출을 금지할 가능성이 제기되고 있다. 역내에서 배터리를 판매할 경우 기존 폐배터리에서 나온 재활용 원자재를 쓰도록

EU의 대표적 친환경 규제

제도	시행 시기	내용
플라스틱세(스페인)	2030년 1월	재활용 불가능한 플라스틱 제품에 킬로그램당 0.45유로 세금 부과
탄소국경조정제도	2023년 10월	철강 등 수입 기업, 탄소배출량 보고 후 배출권 구매
에코 디자인 규정	2023년	제품 개발 단계부터 재활용, 수리 가능성 등 고려
공급망 실사 지침	2025년	납품 기업의 환경훼손, 인권침해까지 보고·개선
지속가능성 공시	2025년	유럽 보고 표준에 근거한 지속가능성 경영 공시

자료: 대한무역투자진흥공사^{KOTRA}, 한국무역협회^{KITA}

의무화하는 방안이 추진되면서다. EU 배터리법은 저장용량이 2kWh를 초과하는 산업용 및 전기차 배터리를 생산할 때 폐배터리에서 뽑아낸 재활용 광물을 일정 비율 이상 사용하도록 의무화하고 있다. 올 하반기 중 법이 발효되면 2031년부터 코발트 16%, 리튬·니켈 6%, 납 85%는 재활용 원료를 써야 한다. 2036년에는 이 비율이 더 높아진다. 여기에 유럽 이차전지 기업은 EU에 “폐배터리를 유해 폐기물로 지정해 역외 유출을 막아달라”고 요구하고 있다. EU 폐기물 선적 규정에 따라 유해 폐기물로 지정된 자원은 EU 지

우르줄라 폰데어라이엔 EU 집행위원장이 지난 2023년 2월 벨기에 브뤼셀에서 ‘유럽의 탄소중립 시대를 위한 그린딜 산업 계획’을 발표하고 있다.

Green Deal Industrial Plan



역 밖으로 수출이 금지된다. EU는 올 초 고철도 현지 철강업계의 요구에 따라 유해 폐기물로 지정해 수출을 통제했다. 세계 2위 전기차 시장인 EU가 폐배터리 수출을 규제하면 한국 기업은 물량 확보에 어려움을 겪을 것이란 우려가 나온다. 안재용 대한무역투자진흥공사^{KOTRA} 브뤼셀 무역관장은 “EU 배터리법에 따라 재활용이 의무화되면 폐배터리를 옮겨온 것 자체가 경쟁력이 될 수 있다”고 전망했다.

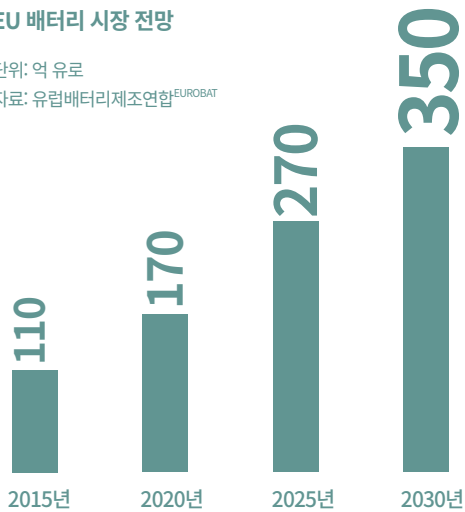
정부가 EU와 적극 협상해야

EU 친환경 규제와 맞닥뜨린 국내 기업은 피로감을 호소한다. 제품 스펙까지 간섭하기 때문이다. 지난 3월 강화된 TV의 에너지 효율 기준이 대표적 사례로 꼽힌다. 당시 국내 업체들은 일부 프리미엄 모델의 ‘판매 중단’ 위기를 맞았지만, 저전력 모드를 기본 기능으로 하는 대안을 마련해 가까스로 위기를 넘겼다. 정부가 EU의 행정부 역할을 하는 집행위원회에 국내 기업의 상황을 알리고 더욱 적극적으로 의견을 개진해야 한다는 지적이 나온다. 국내 가전업체 관계자는 “EU의 친환경 규제가 너무 빠르게 시행되고 있다”며 “미국과 아시아의 정보기술^{IT}업체를 견제하기 위한 목적이라는 의심이 든다”고 말했다.

EU 배터리 시장 전망

단위: 억 유로

자료: 유럽배터리제조연합^{EUROBAT}



삼성전자는 2015년 갤럭시 S6부터 ‘일체형 배터리’를 프리미엄 폰에 적용하고 있다. 일부 스마트폰은 배터리를 분리하는 게 가능하지만, 매출 비중은 크지 않다.

인공지능^{AI} 기술이 모든 산업에 걸쳐 적용되고 있다. 지속 가능한 경영을 위한 ESG 분야도 예외가 아니다. ESG 평판 리스크 측정부터 노인·치매 환자 돌봄, 개발도상국 대상 의료 기술 교육까지 ESG 경영 전반에 AI 기술이 접목되고 있다.

word 성상훈 <한경ESG> 기자

인공지능 기술이 이루는 지속 가능한 경영의 꿈



기업의 ESG(환경·사회·지배구조) 경영이 챗GPT 등장 이후 나타난 인공지능^{AI} 열풍을 타고 진화하고 있다. 기업 ESG 평가에 AI를 활용하거나 탄소감축, 사회 공헌 활동에 AI 기술을 접목하는 사례가 늘고 있다. AI가 사회의 ESG 전환 속도를 가속화하는 변수로 작용하고 있다는 분석이다.

서스틴베스트, AI 활용 리스크 측정

ESG 평가 기관인 서스틴베스트는 지난 6월 AI를 활용한 실시간 ESG 평판 리스크 측정 모델 ‘서스틴레피’를 출시했다. 레피는 인공지능 언어 모델인 버트^{BERT}를 활용해 하루에 수천 건의 텍스트 데이터를 분석한다. 기업별 산업재해, 환경 사고, 횡령 등 부정적 사건이나 탄소중립 선언 등 긍정적 사건을 실시간으로 정확하게 파악·분석한다는 계획이다. 정다솜 서스틴베스트 선임연구원은 “레피는 시각적으로 주가와 ESG 평판의 관계를 보여줌으로써 ESG 사고가 발생했을 때 어떤 기업의 주가가 가장 크게 떨어지는지, 어떤 기업이 빠르게 회복하는지 등을 손쉽게 파악하도록 하는 서비스”라며 “향후 ESG 평판과 주가 관계를 분석해 한국 시장에 적합한 ESG 투자전략을 개발할 예정”이라고 밝혔다. 그동안 비계량 요소가 많은 ESG 평가는 사람이 직접 할 수밖에 없어 분석의 정확도와 속도가 떨어진다는 지적이 적지 않았다. 인간의 개입 정도가 높은 만큼 객관성에 대한 의심도 끊이지 않았다. 하지만 서스틴베스트 사례처럼, AI 활용 범위가 넓어지면 적은 인력으로도 투자자와 기업이 원하는 정보를 충분히 제공할 수 있을 것이라는 설명이다. 또 많은 기업의 ESG 요소 분석 속도가 획기적으로 빨라질 수 있다. 인간의 주관 개입 여지가 줄어들어 객관성을 확보할 수 있을 것이라는 관측도 나온다.

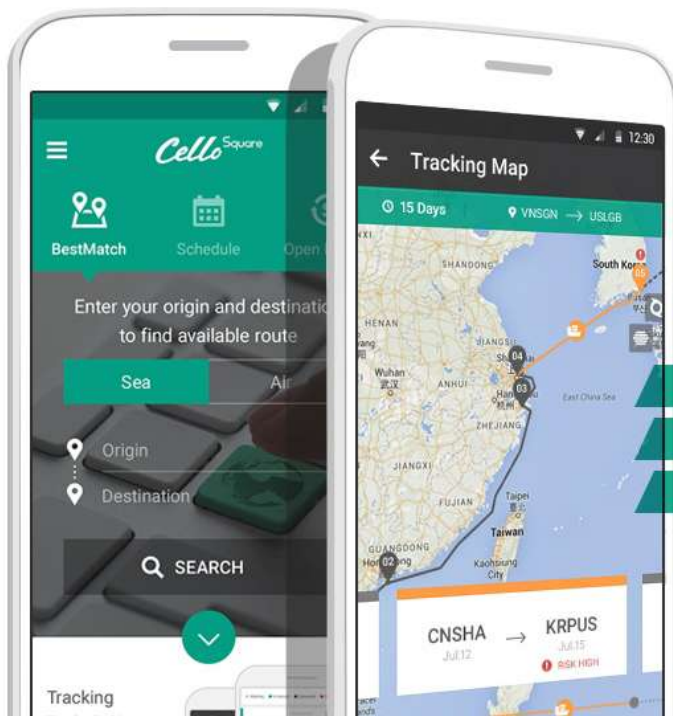
서스틴베스트에서 출시한 ESG 평판 리스크 측정 모델 ‘서스틴레피’는 인공지능 언어 모델인 버트를 활용해 하루에 수천 건의 텍스트 데이터를 분석한다.

AI가 탄소배출 저감률 올릴 수 있어

기업들은 탄소배출 저감 활동 등에도 AI 기술을 적극 활용하고 있다. SK하이닉스는 탄소배출 감소와 전력 효율화를 위해 AI를 활용하고 있다. 냉동기, 외기조화기^{OAC} 등 주요 설비에 AI와 디지털 기술을 접목해 전력 효율을 끌어올리겠다는 목표다. 기업의 비용을 절감하는 동시에 탄소배출량도 줄일 수 있다는 설명이다. SK하이닉스는 2030년까지 에너지를 누적량 기준 3000GWh 절감하겠다는 목표를 세웠다. SK하이닉스는 SK텔레콤과 합작해 저전력 AI 반도체인 사피온에도 투자하고 있다. 삼성SDS는 챗GPT 같은 생성형 AI 기술을 탄소배출량 추적에 활용하는 방안을 고민 중이다. 삼성SDS는 물류 예약, 운송, 트래킹, 정산을 한 번에 할 수 있는 디지털 플랫폼 ‘첼로스퀘어’를 활용하고 있다. 여기에 AI 기술을 활용한 탄소배출량 추적, 데이터 분석 등 기능을 추가할 계획이다. 물류사업에서 발생하는 전력량과 탄소배출 관리를 효율화하는 데 큰 도움이 될 것이라 관측이다. SK텔레콤은 AI

푸드 스캔 기술을 활용하고 있다. 식기를 반납하는 퇴식구에 푸드 스캐너와 센서를 설치해 음식물 쓰레기양을 실시간으로 분석하는 시스템이다. 식당 입구에 대시보드를 설치해 음식물 쓰레기 발생 현황과 잔반 제로 달성 횟수를 표시해 구성원이 눈으로 직접 환경 기여 효과를 확인하게 하고, 참여를 장려한다는 것이 회사 측 설명이다. SK텔레콤에 따르면, 지난 1월 말부터 약 3개월간 캠페인을 진행한 결과 669kg의 탄소저감, 393kg의 음식물을 아끼는 데 기여한 것으로 나타났다. 이에 SK그룹사 전체로 기술을 적용할 계획이다. 탄소배출 감축을 측정하기 위해 AI를 이용하는

스타트업도 있다. 스타트업 오후두시랩이 탄소배출량 측정부터 보고·저감 방안 제시까지 한 번에 지원하는 AI 기반 탄소중립 플랫폼 ‘그린플로’를 지난 5월 출시했다. 클릭 몇 번으로 탄소배출량을 확인할 수 있는 완전 자동화 서비스다. 탄소배출



- Real-time Tracking
- End-to-End Visibility
- Quick Route Search

량 산정은 복잡하고 어려운 절차, 막대한 비용이라는 산을 넘어야 하는데, AI를 활용하면 그 과정에서 시간과 비용을 획기적으로 줄일 수 있다는 설명이다.

노인, 치매 환자 돌보는 AI

사회 공헌 활동에 AI를 활용하는 기업도 늘고 있다. SK텔레콤은 노인과 치매 환자를 위한 AI 돌봄, AI 콜서비스를 활용 중이다. AI 돌봄 서비스는 독거노인 삶의 질을 개선한다는 목표로 SKT와 정부·지자체·사회적기업이 협력하는 사업이다. 실제로 SKT와 각 단체는 AI 스



피커 누구^{NUGU}를 기반으로 ICT 케어, 긴급 SOS 구조, 방문·상담 등을 진행하고 있다. 사회 복지사가 돌봄 업무 과정에서 필요로 하는 데이터도 제공한다. AI 기술을 활용한 어르신 심리 상담도 지원하고 있다. AI 스피커가 노인들이 사용하는 단어를 분석해 심각하게 부정적 언어가 다수 감지되는 경우 상담사가 방문하는 식이다. 노인이 사전에 정해진 부정적 감정 단어를 사용하게 되면 우울·고독·안녕감·행복감 네 가지 항목으로 분류하고, 일주일 단위로 발화를 관리한다. 이후 방문 간호사 등이 선별된 노인을 직접 방문해 초기 평가를 진행하고, 염려되는 경우 심리 상담사와 연결해준다. 긴급 SOS 구조도 효과를 보이고 있다는 설명이다. 노인 등이 긴급 상황에 처하면 “살려줘” 같은 말 한마디로 119와 관제센터에 자동으로 연결돼 상황을 전달한다. KT는 베트남 등 개발도상국에 AI를 활용한 의료 교육 플랫폼을 제공할 예정이다. KT의 의료 교육 플랫폼은 베트남어를 기반으로 진료 과별 한국 명의 최신 지견 강의, 웨비나, 강사와 일대일 질의응답, 현지 오프라인 세미나·교육 안내, 오프라인 세미나 다시 보기 서비스를 제공한다. 이 외에도 KT는 베트남 현지 병원과 온·오프라인 공동 세미나 추진을 협의 중이다. 국내 의료진이 직접 방문해 베트남 의료시설 등에 AI를 이용해 선진 의료 기술을 전한다는 목표지만, 향후 사업성도 기대할 수 있을 것이란 관측이 나온다. 의료 기술을 전수하면서 KT 의료 플랫폼을 베트남에 정착시키겠다는 의도다. KT는 주위 다른 국가로 활동을 확장할 계획인데, 활동 범위를 인도차이나 지역과 동남아 섬 국가로 확대하겠다는 입장이다.

ESG에 AI를 접목한 기관·기업

서스틴베스트

기업 ESG 현황 파악 및 분석

SK하이닉스

전력 사용 효율화

삼성SDS

물류 탄소배출량 추적

SK텔레콤

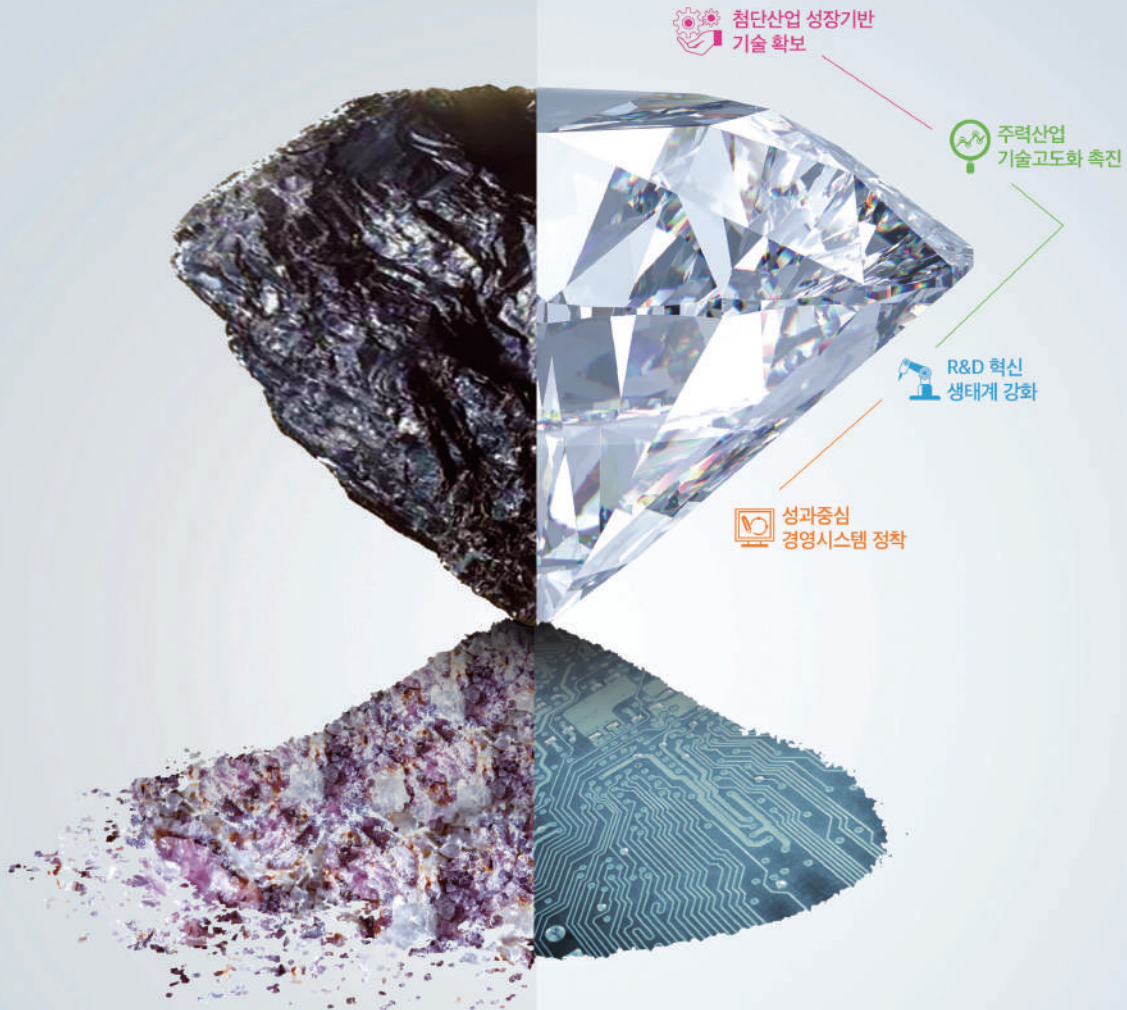
노인·치매 환자 돌봄 활동

KT

개발도상국 대상
의료 기술 교육

NEWVOW

새로움에서 — 놀라움으로



기술의 시작은 숨은 원석이지만
KEIT의 과정을 거치면 가치있는 보석이 됩니다
과제 수행부터 신기술 개발까지
좋은 가능성을 찾아 성장시키는 일 -
KEIT가 R&D의 가치를 빛나게 합니다

생활화학제품의 위해로부터 국민 건강 지키다

박은정 경희대학교 교수는 대기 중 미세먼지나 나노 물질 등 우리 몸에 유해한 영향을 줄 수 있는 외부 물질을 연구하는 독성학자다. 외부 유해 물질이 몸에 들어와 어떤 작용을 하는지, 이를 막으려면 어떻게 해야 하는지를 주로 연구한다. ‘세계 1% 연구자’로 알려진 박 교수를 만나 그의 연구 활동과 연구자로서 삶에 대한 이야기를 들었다.

word 김광균 photo 서범세

㉠ 교수님은 독성물질로 인한 환경성 질환을 연구하는 독성학자로 알려져 있습니다. 독성학은 어떤 연구를 하는 학문인가요?

독성학은 외부 물질이 몸에 들어왔을 때 어떤 작용을 일으키는지, 그 작용으로 나타나는 질환은 무엇인지 연구하는 학문입니다. 생물학적 측면보다는 물리화학적 측면에서 제노바이오틱스^{xenobiotics}라는 외부 이물질이 몸에 들어왔을 때 일어나는 반응을 주로 연구하고 있습니다.

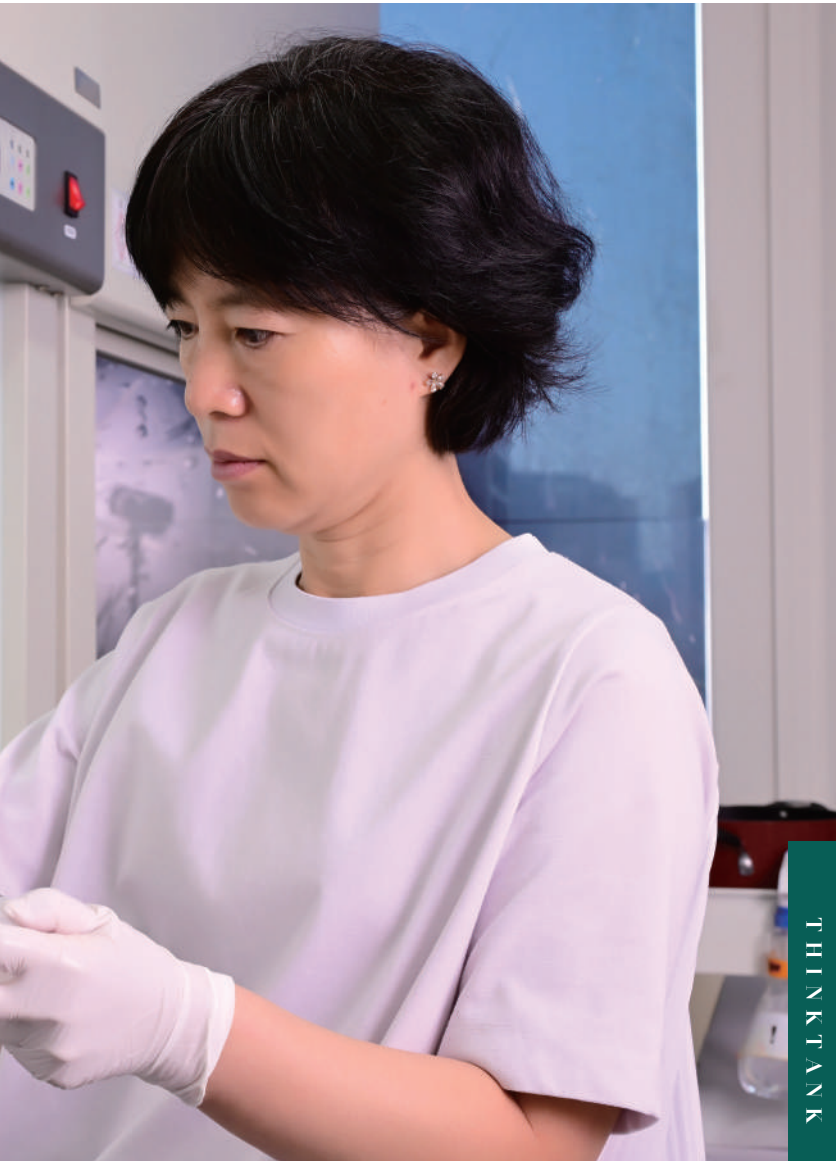
㉡ 학문 연구에 관심을 갖게 된 이유로 자녀에 대한 오진이 요인이 된 것으로 알려져 있는데요. 그런 경험이

교수님의 진로와 인생의 방향에 어떤 식으로 영향을 미쳤는지 궁금합니다.

아이가 탈장 수술을 받아야 해서 병원에 갔다가 백혈병 진단을 받았는데, 그게 오진이었어요. 그 과정에서 아이가 고생을 많이 했어요. 아이를 키우다 보면 엄마가 판단하고 결정을 내려야 할 때가 많은데, 엄마의 잘못된 판단으로 아이가 피해를 볼 수 있거든요. 내가 똑똑하지 않으면 아이가 고생한다는 걸 느끼고 대학원에 진학했죠. 박사과정에 입학한 해 5월, 지도교수님과 미국 면역학회에 참석했는데, 그때를 계기로 실험실에서 직접 실험하고 연구하고 싶다는 생각을 했어요. 처음엔 그저 아이를 잘 키우고 싶다는 생각으로 면역학에 관심을 갖고 공부를 시작했는데, 연구하다 보니 그런 생각이 들더라고요. 우리 몸에



박은정 경희대학교 의과대학교수
(호흡기 안전성 데이터센터장)



들어온 이물질에 어떻게 방어할지 공부하려면 먼저 이물질이 몸에 어떤 영향을 미치는지 공부해야 하지 않을까 하는 생각이었죠. 주변에 알아보니 그와 관련한 학문이 독성학이었고, 결국 전공을 독성학으로 바꾸게 됐어요.

㉔ 박사과정 중 면역학에서 독성학으로 전공을 변경하는 데 대한 부담이 상당했을 듯합니다. 그럼에도 그런 선택을 한 이유는 무엇인가요?

경제적 여유가 있는 것도 아니었고, 편입학할 경우 이전까지 1년 반 공부한 것 중 한 학기밖에 인정받을 수 없었어요. 주변에서도 대부분 반대했구요. 좋은 직장을 얻는 것이 목적이었다면 절대 못

옮겼을 거예요. 합리적이고 논리적으로 판단할 수 있는 능력을 키우기 위해 공부하는 것이 목적이었기에 가능하지 않았나 싶습니다. 돈과 시간을 버리는 일이었지만, ‘필’이 꽃혔는데 어찌겠어요. 왜 내 아이에게 그런 문제가 생겼고, 우리 엄마와 시아버님이 왜 그렇게 편찮으셨는지 알고 싶었죠. 독성학 분야에서 공부하고 실험하면 며칠간 잠을 자지 않아도 삶이 유지되더라고요. 그만큼 거기에 빠져 살 수 있었던 거죠. 그런 면에서 제게 잘 맞는 학문을 선택했다는 생각이 들어요.

㉕ 교수님의 연구는 나노 물질의 독성과 면역독성학적 영향에 초점이 맞춰진 것 같습니다. 이런 연구를 통해 어떤 답을 찾고자 하시는 건가요?

미국 면역학회 이후 세리아라는 나노입자를 처음 봤을 때 또 한번 온몸에 전율이 흐르는 경험을 했어요. 이전에는 대기 중에서 미세먼지를 샘플링해 추출하고 세포에 주입해 그 안에서 일어나는 염증반응이나 독성반응을 찾는 일을 했어요. 일반적으로 우리가 자연에서 노출될 수 있는 파티클에 대한 공부를 하고 있었죠. 그러던 중 우연찮게 다른 대학교수님이 세리아 나노입자를 보내주셔서 평소처럼 입자 실험을 했어요. 그러다 이제껏 볼 수 없던 정전기적 인력 반응을 보게 됐죠. 철가루가 자석에 달라붙듯 나노입자들이 세포 안으로 끌려가는 모습을 보면서 전율이 흘렀어요. 자연적 입자에 대해서는 몸이 방어할 수 있지만, 나노입자는 몸이 반응할 새도 없이 막 쳐들어오는 느낌이었어요. 그래서 이걸 좀 더 깊게 연구해보아야겠다는 생각으로 면역독성학이라는 제 분야를 만들게 됐죠. 이러한 현상을 어떻게 해석할지 시나리오를 세우고 연구해 궁금증을 해소하고, 그다음 또 새로운 실험을 디자인하고 공부하면서 연구 결과를 업데이트하는 거죠.

◎ **현재 크게 관심을 두고 집중하는 연구 분야는 무엇인가요?**

최근에는 생활 화학제품에 포함된 화학물질이 호흡기에 어떤 영향을 미치는지, 어떤 독성을 일으켜 건강에 영향을 미치는지 관심을 갖고 집중하고 있어요. 앞서 코로나19 팬데믹 때 분무 소독 문제를 제기했어요. 저는 가슴기 살균제 사건을 미국 연수 중에 알았어요. 당시 나노 물질의 면역 독성에 완전히 빠져 있을 때라 가슴기 살균제 문제를 뒤늦게 알게 된 거죠. 그때부터 가슴기 살균제 관련 성분을 연구하기 시작했고, 코로나19가 터진 시점에 제 논문도 통과됐어요. 제가 분무 소독 성분과 관련해 이야기하다 보니 기업체에서 항의가 쏟아지고 난리가 났죠. 왜 그런 반응을 보일까 싶어 이런저런 가이드라인과 법령 등을 찾아보니 시중에 나와 있는 제품이 호흡기에 대한 안전성 시험을 거친 제품이 거의 없다는 걸 알게 됐어요. 그래서 이와 관련한 시험 기준을 만들기 위한 과제를 수행 중이고, 지난해 11월 산업통상자원부 국가기술표준원에서 지정받은 호흡기 안전성 데이터센터 운영을 맡고 있어요. 현재 생활 화학제품의 화학물질에 대한 데이터가 전무한 수준인데, 이런 과제를 통해 의미 있는 결과를 만들어갈 수 있지 않을까 기대합니다.

◎ **지난 2016년부터 2018년까지 3년 연속 ‘연구 성과 세계**

상위 1% 연구자^{HCR}’에 선정되며 ‘세계 1% 연구자’라는 별명을 얻으셨는데요. 연구 활동을 통해 세계적으로 인정받게 된 비결이 있을까요?

학생들에게도 자주 하는 이야기인데, 다른 건 없고 그냥 빨리 하는 것이 중요해요. 문제를 빨리 인식하고, 실험하고, 빨리 논문을 써야 인용이 되죠. 남보다 빨리 문제를 인식하려면 그만큼 공부해야 하고 경험도 많이 해봐야 해요. 제가 대기 중 미세먼지의 움직임을 공부하지 않았다면 나노 물질의 특성을 발견했을 때 그런 식으로 전율이 흐르지 않았을 거예요. 이전에 공부한 경험이 있었기에 그 특성을 빨리 캐치할 수 있었고, 실험을 통해 데이터를 만들어 논문을 쓰고 그전까지 인용할 만한 데이터가 없는 상황에서 발표하는 거죠. 어떤 사안에 시간과 노력, 열정을 쏟아붓지 않는 한 그런 결과는 나오지 않을 거예요.

◎ **다소 늦은 나이에 연구자의 길에 들어서면서 경력 단절, 비정규직, 여성, 나이 등 약조건을 감내하기 쉽지 않았을 것 같은데 어떠셨나요? 특별히 힘들고 어려운 순간이 있었나요?**

집에서 제가 가장 역할을 했는데, 더 이상 할 수 없게 됐을 때 정말 힘들었어요. 2017년 9월 5개월짜리 무급 연구강사 계약을 하면서 더는 일하기 힘든 상태가 됐죠. 이렇게 접는구나 싶어 그동안 믿고

--- 박은정 교수는 최근 생활 화학제품에 포함된 화학물질이 호흡기에 어떤 영향을 미치고, 어떤 독성을 일으켜 건강에 영향을 미치는지 관심을 갖고 연구 중이다.





--- 박은정 교수는 2016년부터 2018년까지 3년 연속 ‘연구 성과 세계 상위 1% 연구자^{HCR}’에 선정되며 ‘세계 1% 연구자’라는 별명을 얻었다.

기다려준 식구들에게 미안한 마음이 컸어요. 미래창조과학부 장관상 지식창조대상(2015)도 받고 세계 상위 1% 연구자로 선정되기도 했는데, 그게 다 무슨 의미인가 싶더라고요. 그러던 중 경희대학교에서 좋은 기회를 주셔서 연구를 계속할 수 있게 됐어요. 그런 기회가 주어진 사실만으로도 저는 만족했죠.

㉔ 연구자로서 성장하고 있다고 느끼실 때는 언제인가요?

독성학이라는 분야 자체가 저를 성장시키고 있다고 봐요. 세포에서 일어나는 현상이 사회에서 일어나는 현상과 유사하다는 걸 느끼고 사회와 사람을 이해하는 데 도움을 받게 돼요. 제 아이에게도 성적을 위한 공부가 아닌, 진짜 공부를 하라고 이야기해요. 성적을 위한 공부가 그 순간에는 도움이 될지

모르지만, 인생에는 큰 도움이 되지 않거든요. 제게 공부하는 계속 성장할 수 있는 기반이 되는 것 같고, 그 자체로 좋다고 생각해요.

㉕ 앞으로 목표나 계획이 있다면 말씀해주세요.

저를 지지해주는 교수님에게 선언했어요. 폐암까지 어렵겠지만, 폐섬유증 하나는 잡고 퇴임하겠다고요. 현재 특발성 폐섬유증^{IPF}은 원인 불명 질환 중 하나인데, 이것만큼은 원인을 규명하고 싶거든요. 그에 앞서 생활 화학제품의 안전성 분야와 관련해 안전성 시험 가이드라인을 만드는 데 집중해야 할 테고요. 호흡기 안전성 분야에 특화된 전문 인재를 키우고 싶기도 합니다. 해야 할 연구는 많은데, 이 분야에 연구자 풀이 너무 좁거든요. 정년 전까지 후학 양성을 위해 할 수 있는 일을 하고 싶어요.

몽타주에도 첨단기술을!

김익재 KIST AI 로봇연구소장

사극이나 서부극을 보면 약방의 감초처럼 나오는 소품이 있다. 바로 지명수배된 범죄자의 얼굴을 담은 몽타주 포스터다. 이처럼 사람들은 오래전부터 누군가를 찾고 싶을 때 몽타주를 이용했다. 하지만 기존 몽타주는 찾는 사람의 얼굴을 정확히 묘사하고, 그 사람을 찾아내는 데 기술적 한계가 있었다. 그러한 한계를 밀어붙이고 극복해 2022년 젊은 공학인상을 수상한 연구자를 만나보았다.

word 이동훈 photo 서범세

한국공학한림원 대상은 우수공학기술인을 발굴하고 우대함으로써 기술 문화를 확산하고, 국가 경제발전 기반을 구축하기 위해 1996년에 제정했다. 매년 공학 관련 기술, 연구, 교육 및 경영 부문에서 대한민국 산업 발전에 크게 기여한 공학기술인을 선정해 시상하고 있다.

이 중 젊은 공학인상을 수상한 한국과학기술연구원^{KIST} AI 로봇연구소 김익재 소장은 연세대학교 전기공학 학사와 석사, 서울대학교 전기컴퓨터공학 박사학위를 취득하고, 1998년부터 KIST에 몸담아왔다. 그는 세계 최초로 인공지능^{AI} 기반의 5세부터 80세까지 나이 변환이 가능한 3D 몽타주 얼굴 인식 기술을 국내 독자 기술로 개발해 과학 치안 분야 기술 고도화에 기여한 공로로 상을 받았다. 경찰청 실종 아동과 범죄자 수색 도입, 영화산업의 디지털 액터 기술 국산화 등 다양한 분야에 응용되는 이 기술은 과연 어떤 것인가?

AI와 빅데이터로 더욱 정확한 몽타주를

몽타주는 목격자의 진술을 토대로 그린 수배 대상자의 얼굴 그림이다. 과거 CCTV 보급률이 낮을 때 몽타주 역할은 매우 컸다. 그리고 CCTV가 없는 곳에서도 범죄가 발생하는 만큼 몽타주의 수요와 중요성은 여전히 높다.

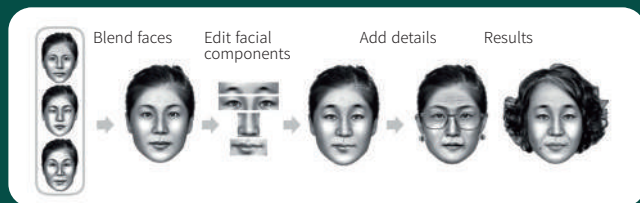
원래 몽타주는 화가가 목격자의 진술을 바탕으로 직접 그림을 그렸다. 그러다 우리나라의 경우 1990년대 전산화가 이루어졌지만, 근본적으로 목격자 진술이 바탕이라는 한계를 벗어나지 못했다. 같은 얼굴이라도 보는 사람에 따라 인상이 달라지기 때문이다. 모자, 마스크 등으로 얼굴을 가린 경우나 조명이 다른 경우에도 인상이 달라질 수 있다. 또 기존 2D 몽타주 시스템에서는 얼굴 정면만 표현이 가능했다. 그리고 목격한 환경과 같은 조명 조건을 시뮬레이션하기도 어려웠다. 목격자가 기억하지 못하는 부분은 정확히 묘사할 수 없었다.

그렇기에 경찰청에서는 이러한 몽타주 시스템의 고도화에 대한 수요를 제기했다. 2011년부터 KIST에서 신기술 개발이 진행되었고, 김익재 소장이 총괄 책임을 맡았다.

이렇게 만든 신기술은 첨단 3D 모델링, 렌더링, 시뮬레이션 기술을 적용해 기존 시스템의 한계를 넘을 수 있었다. 특히 목격자의 기억이 불분명한 부분이 있더라도 몽타주를 만들 수 있도록 전체적 인상을 바탕으로 몽타주를 완성하는 전체 합성을 구현했다. 인지심리학에 따르면, 사람들은 얼굴 각 부위가 아닌 전체적 인상을 더 잘 기억한다. 따라서 얼굴형이 다양한 후보의 얼굴을 제시하고, 목격자가 기억하는 전체적 인상에 기반해 후보 얼굴을 선택하는 단계를 거쳐 한층 정확한 몽타주를 작성하는 대화형 진화연산 기법을 적용했다.

또 몽타주를 공개하고 제보를 기다리기만 하던 기존 시스템과 달리 작성한 몽타주를 범죄자 데이터베이스의 사진과 이기종 비교해 유사한 얼굴을 찾아내는 기술도 적용했다.

이 외에도 더욱 신속하고 정확한 몽타주를 제작하기 위해 3D 변환, 인상 변환, 나이 변환 기술을 적용했다. 3D 변환은 한 장의 2D 사진을 30초 만에 3D 얼굴로 변환할 수 있다. 200여 명의 3D 얼굴 데이터로 3D 데이터베이스를 구성하고, 초기 3D 모델을 2D로 투영해 입력 영상과 비교함으로써 차이를 줄이는 방식이다.



3D 몽타주 합성의 예

인상 변환은 대상자의 인상을 수치화해 몽타주 제작 능력을 높인다. 20명의 평가자에게 900명의 다양한 얼굴 사진을 주어 무서운, 어려 보이는, 신뢰감 있는, 매력적인, 야비한 등 일곱 가지 인상을

정도에 따라 1~7점을 부여하게 했다. 이렇게 나온 데이터를 기반으로 새로운 얼굴 사진을 입력할 경우 그 인상 점수가 자동으로 산출되도록 했다. 이로써 누구나 손쉽고 정확한 몽타주 인상 변환이 가능해졌다.

나이 변환은 시간 경과에 따라 변하는 얼굴 모습을 예측하게 해준다. 400명의 나이 정보가 포함된 얼굴 사진을 활용해 나이에 따른 얼굴 변화의 통계적 특징을 얻고, 이를 수학적 모델링을 통해 만 5세부터 1세 단위로 80세까지 적용할 수 있다. 이 기술을 활용해 종적을 감춘 지 오래된 사람의 얼굴도 그동안 나이 변화에 맞게 바뀌어 더욱 정확한 몽타주를 만들 수 있다. 자동화되었으므로 기존 기술과 달리 전문가의 손길이 덜 필요하다. 또 한국인이 개발한 기술인 만큼 한국인 얼굴 특성이 더욱 충실하게 반영되어 있다.

이러한 기술은 현재 모든 지방 경찰청(19개)과 국립과학수사연구원 등에 보급되어 사용되고 있다. 범죄 수사뿐 아니라 실종 아동 찾기, 이산가족을 위한 가상 가족사진 만들기(헤어진 가족의 현재 모습을 이 기술로 재현한다) 등 뜻깊게 사용되기도 한다. 현재 외적 환경요인과 유전적 요인을 반영한 나이 변환 기술의 정확도 향상, CCTV의 저품질 영상을 고품질로 변화시켜 용의자 발견과 추적이 용이하도록 추가 연구개발이 이루어지고 있다.

인생과 연구를 더욱 긴 관점으로 바라보자

젊은 공학인상은 어디까지나 동료 연구자들이 크게 도와준 덕택에 ‘대표’ 받은 거라며 겸손해하는 김익재 소장. 그는 힘들어 개발한 기술이 세상을 이롭게 하고 사람들을 기쁘게 할 때 가장 큰 보람을 느낀다고 말한다.

김익재 소장은 미래 과학기술 꿈나무에게 무엇보다 호기심과 끈기를 가질 것을 조언한다. 호기심만 품다가 끝나면 일반인이다. 과학 기술자는 호기심의 답을 얻기 위해 끈기 있게 연구해야 한다. 그리고 그 과정에서 진정으로 자신과 세상에 도움 되는 지식을 얻을 수 있다. 마찬가지로 맥락에서, 그는 과학기술에 대한 사회의 부단한 관심과 지원을 부탁했다. 순식간에 답이 나오는 연구는 없고, 노벨상 수상자도 환갑 미만인 사람이 드물다. 연구자의 끈기와 연구자를 지원하는 사회의 끈기가 합쳐져야 세상을 더 나은 곳으로 바꿀 수 있는 연구 결과가 나온다. 인생도, 연구도 장거리 마라톤 같은 것. 긴 안목으로 임해야 그 끝에서 하나라도 제대로 된 것을 건질 수 있는 것이 김익재 소장의 지론이다.

한국과 기술협력으로 미래 항공기 개발 이끌 것

에릭 존 보잉코리아 사장

세계 최대 항공기 제작사 보잉코리아가 한국과 미래 항공기 공동개발을 위한 협력을 강화하고 있다. 최근 한국 정부 산하기관, 기업 및 대학과 폭넓은 협업 방안을 강구하며 더 많은 협력 기회를 모색하고 있다. 약 10년간 보잉코리아 CEO로 재직하며 기업경영은 물론, 한국과 파트너십 구축에 힘써온 에릭 존 보잉코리아 사장을 만나 그간의 성과와 보잉-한국 간 협력 확대 방안 등을 들어봤다.

word 김광균 photo 서범세

한국 시장에서 미래가치 발굴에 최선

에릭 존 보잉코리아 사장이 2014년 보잉코리아 최고경영자 CEO로 부임한 지도 어느덧 10년 가까이 됐다. 외교관 시절 한국에서만 세 차례 근무하는 등 한국과 특별한 인연을 맺어온 그는 그동안 인터뷰나 언론사 칼럼 등을 통해 한국 문화와 음식에 대한 각별한 애정을 드러냈다. 그가 보잉코리아 사장과 보잉 글로벌 부사장직에 영입된 것도 ‘한국통’이라 할 만큼 한국 사정에 밝은 점이 한몫했을 터였다.

강산이 한 번 변하는 동안 보잉코리아에도 많은 변화가 생겼다. 존 사장이 부임한 9년 전만 해도 100명 수준이던 직원 수는 현재 200여 명으로 두 배가량 늘었고, 지난 10년간 한국에 투자한 금액은 35억 달러(약 4조7022억 원)에 이른다. 상용기와 방위산업 분야에서 한국과 협력관계를 공고히 하고 있으며, 대한항공항공우주센터^{KAL-ASD}, 한국항공우주산업^{KAI} 등 전통적 파트너사를 비롯해 한국 정부 산하기관과 긴밀한

협력관계를 구축하는 등 한국에서 입지를 탄탄히 다져왔다.

“보잉코리아가 한국에서 사업을 시작한 지도 70여 년이 된 만큼 인재풀과 주력 사업, 파트너십 면에서 입지를 단단하게 구축해왔다”고 운을 뗀 존 사장은 “오랜 기간 협력관계를 유지해온 기업은 물론 한국 정부 역시 중요한 파트너라고 할 수 있다. 보잉의 성장전략 기초에 맞춰 한국 정부의 많은 도움을 받았을 뿐 아니라 보잉 역시 한국의 항공우주산업이 성장하는 데 일부 기여했다고 본다”고 자평했다.

존 사장은 30년 이상 외교관으로 근무하다가 민간 항공기 제조사인 보잉코리아의 경영을 맡은 것에 대한 소회를 전하며, 한국 시장의 알려지지 않은 미래가치를 발굴하는 것이 주어진 임무라고 강조했다.

“외교관으로서 커리어와 보잉코리아 사장으로서 쌓은 커리어가 유사한 점이 많다고 봤기 때문에 결정이 어렵진 않았습



니다. 외교관의 중요한 역할은 파트너들과 어떤 방향으로 나아갈지 비전을 설정하는 것인데, 보잉코리아 사장의 역할도 마찬가지입니다. 보잉코리아에 합류한 뒤 한국 정부를 포함한 많은 파트너와 비전을 실행해나가는 중요한 역할을 맡고 있습니다. 엔지니어 전공자는 아니지만, 제 장점이 있다면 바로 한국에 대해 잘 알고 있다는 것입니다. 그런 만큼 한국에서 아직 알려지지 않은 가치가 무엇인지 발견하는 데 역할을 다할 수 있다고 생각했습니다.”

그는 ‘보잉코리아기술연구센터^{BKETC}’ 설립을 예로 들었다. 2019년 문을 연 BKETC는 설립 당시 한국과 기존 항공기 구매 및 부품 공급 중심의 협력관계를 넘어 미래 항공기 개발 초기 단계부터 긴밀한 협업관계를 구축하는 연구개발^{R&D} 거점 센터로 기능할 것으로 기대를 모았다. 이곳에서는 현재 60여 명의 한국 직원이 근무 중이며, 단계적으로 연구 범위를 확대하고 기능도 강화해 나갈 방침이다.

“BKETC를 설립할 때만 해도 한국의 R&D 역량에 대해 알려지지 않은 부분이 많았습니다. 이런 식으로 한국에서 아직 발견되지 않은 가능성을 찾아내 보잉과 한국 간 상생 가치로 전환하는 것이 제 역할이라고 생각합니다.”

상호 이익 위한 전략적 파트너십 강화

보잉코리아는 올 상반기 중 산업통상자원부와 미래 항공기 개발 관련 협력 방안을 논의하는 한편, 지난 4월에는 한국산업기술평가관리원^{KEIT}, 한국산업기술진흥원^{KIAT}과 공동연구개발 범위를 확대하고 항공 기술력을 강화하는 내용의 양해각서^{MOU}를 체결하는 등 한국과 공조를 강화하는 행보를 이어갔다. 향후 한국과 첨단 항공기 개발을 위한 기술협력 분야를 더욱 확대해나갈 것으로 기대를 모은다.

“방산 부문에서는 지난 4월 방위사업청과 첨단무기체계 공동연구개발에 대한 MOU를 체결했고, 상용 부문에서는 KEIT, KIAT와 미래 항공 기술력 강화를 위한 3자 MOU를 체결했습니다. 한국은 미래 항공 기술력을 실제로 구현하기 위한 첨단 시스템 구축에 필요한 많은 강점을 지니고 있습니다. 과거 한국에서 생산한 부품을 항공기에 탑재하는 수준에 그쳤다면, 현재는 소프트웨어 개발, 인공지능^{AI}, 항공전자 등 다양한 분야에서 한국의 기술력을 활용하는 방향으로 협력 분야를 확장하는 추세입니다.”

존 사장은 앞으로 미래 항공기 제조를 위한 첨단 제조 시스템 구현을 위해 많은 한국 기업과 파트너십을 강화하고, BKETC에 상주하는 엔지니어들이 한국 기업 혹은 대학 파트너들과 다양한 연구개발 프로젝트를 추진하는 등 다방면으로 노력을 기울일 계획이라고 덧붙였다.

존 사장은 최근 한국 정부가 R&D의 글로벌화를 적극 추진하는 점을 긍정적으로 평가하며, 상호 이익을 증진하기 위한 긴밀한 파트너십의 중요성을 강조했다.

“좋은 파트너십을 구축하려면 단방향이 아닌 양방향 관계가 중요하며, 그런 점에서 한국뿐 아니라 보잉도 함께 노력할 책무가 있다고 생각합니다. 그동안 한국의 여러 정부 기관과 협력관계를 맺고 프로젝트를 수행하며 느낀 것은 서로의 기대 사항을 잘 파악해야 한다는 점입니다. 한국인 입장에서는 보잉 같은 외국 기업이 이러한 프로젝트를 통해 한국의 자금과 기술을 갈취해

에릭 존 보잉코리아 사장은 —

2014년 보잉코리아 최고경영자로 입사했으며, 30년 이상 외교관으로 근무하다 민간 항공기 제조사 보잉코리아 사장과 보잉 글로벌 부사장직을 맡게 되었다. 한국과 특별한 인연을 맺어온 그는 한국 문화와 음식에 각별한 애정을 가진 ‘한국통’이다.



서로 자유롭게 의견을
개진하고 소통할
수 있도록 전사적
이니셔티브인 ‘SS & L’을
실천하는 점도 보잉의
특징입니다.

떠나버린다는 인상을 받을 수 있고, 한국 기관이 왜 굳이 한국 기업 대신 외국 기업과 협력하느냐는 식의 비판적 생각을 할 수도 있습니다. 우리로서는 한국 정부 혹은 기관을 대할 때 좋은 파트너라는 인식을 심어주어야 하며, 궁극적으로 R&D 프로젝트가 한국의 항공우주산업 발전에 어떻게 기여할지 공동 어젠다로 삼아 함께 나아가는 방안을 고민해야 한다고 봅니다.”

그는 동맹국 간 파트너십이 그 어느 때보다 중요하다고 말했다.

“글로벌 기술경쟁력을 강화하기 위해서는 긴밀한 파트너십이 필요합니다. 한미 파트너십은 물론 한일 간 파트너십도 마찬가지고, 현재 거론되는 한미일 3자 간 파트너십도 생각해볼 수 있습니다. R&D 경쟁력을 강화하려면 결국 협력국 간 파트너십이 중요하며, 그것이 모두 함께 성공하기 위한 핵심과제가 아닐까 합니다. 그런 측면에서 KEIT, KIAT, 보잉이 맺은 MOU도 상호 호혜적 관계를 유지하고 기술경쟁력을 높이기 위한 하나의 방안이라고 생각합니다.”

Q&A

다양성과 포용성을 기반으로 한 보잉코리아의 조직문화

30년 이상 외교관으로서 근무하다가 2014년 민간 항공사인 보잉코리아 대표를 맡게 되었습니다.

외교관으로서 은퇴한 후 바로 보잉에 합류하게 되었을 당시 가까운 지인이 저에게 “이제 정말 대사직으로 활동하게 됐구나”라고 말해줬던 기억이 납니다. 그만큼 외교관으로서 커리어와 보잉코리아 사장으로서 쌓은 커리어가 굉장히 유사한 점이 많다고 생각합니다. 한국에 다시 돌아오게 되어 매우 기뻐고, 보잉코리아 대표로서 설정한 비전과 전략이 실행되는 과정을 확인할 수 있게 되어 좋았습니다.

한국과 보잉코리아의 만남으로 기대하는 시너지가 있다면요?

보잉의 핵심 가치는 생산 가능성, 기술 연결성, 지속 가능성입니다. 사실 이는 한국이 잘 하는 분야이기도 하지요. 그런면에서 고품질 고효율의 첨단 항공기 제조와 보잉의 지속적인 성장에 한국이 많은 역할을 해주기를 바랍니다.

보잉코리아의 전문 경영인으로서 맡고 있는 특징적인 역할이 있다면 무엇인가요?

우선 보잉의 방산 또는 상용 고객을 만날 때 보잉의 대표로서 영업 측면에서 더 좋은 결과가 돌아올 수 있도록 노력하고 있습니다. 또한 보잉이 앞으로 어떤 방향으로 나아갈 것인가, 어떠한 고품질·고효율 첨단 항공기를 만들어낼 것인가 하는 질문과 관련해 한국이 어떤 역할을 할 수 있을지를 보잉 본사에 피력하고 한국 측 입장을 전달하는 역할을 수행하기도 합니다.

보잉코리아의 조직문화가 궁금합니다.

전체 직원의 40%가 여성 인력인 만큼 다양성을 기반으로 사고하도록 장려하며, 수평적 업무 프로세스가 보장되고 일·가정의 양립이 가능한 포용적 조직문화를 만들어가고 있습니다. 서로 자유롭게 의견을 개진하고 소통할 수 있도록 전자적 이니셔티브인 ‘SS & L^{Seek, Speak and Listen}’을 실천하는 것도 보잉의 특징입니다.

한국 직원들이 보잉코리아에서 근무하는 것을 매력적이라고 느끼는 이유는 무엇이라고 생각하나요?

먼저 한국과 미국의 문화를 모두 체험할 수 있는 기업이라는 점, 그리고 상당수 직원이 업무 면에서 기본 콘셉트 단계부터 궁극적으로 항공기를 만들어내기까지 전반적 단계를 경험할 수 있다는 점입니다. 마지막으로 보잉코리아가 가족 친화 인증 기업이라는 점인데, 이는 우리의 조직문화가 상징적으로 잘 드러나는 부분이기도 합니다.

보잉코리아 대표로서 향후 계획은 무엇인지, 아울러 개인적인 인생의 목표가 있다면 무엇인지 말씀해주세요.

일을 시작한 뒤로 직원 수가 두 배 이상 늘었습니다. 앞으로도 지속적인 성장을 기대하고 있으며, 한국과의 파트너십이 이러한 기반을 만드는 데 많은 역할을 하리라 생각합니다. 개인적 목표라면, 사실 제가 음악 애호가라 집에 굉장히 많은 LP 음반을 소장하고 있는데요. 제가 거주하는 아파트에 좀 더 많은 음반을 둘 수 있는 공간이 있었으면 하는 바람입니다.

‘똑소리단’은 산업기술에 관심 있는 다양한 연령층의 독자로 구성되어 있으며, 매월 표지를 선정하고 콘텐츠와 관련한 의견을 제안하는 등 활발한 활동을 이어가고 있습니다. <이달의 신기술>을 함께 만들어가고 있는 똑소리단의 8월호 리뷰를 확인해보세요!

[4p] 이번엔 모두 함께 가상현실로 갈 수 있을까?

김동찬

360도 영상을 바탕으로 새로운 현실을 경험하도록 하는 기술이 무척 기대됩니다. 하지만 현재 기술에서 헤드셋형은 너무 무겁고 착용하기 불편하므로 영화처럼 착용하기 좋은 안경 헤드셋이 개발되면 좋을 것 같습니다. 이런 기술을 통한 다양한 제품이 나올 것이라 기대해봅니다.

[4p] 이번엔 모두 함께 가상현실로 갈 수 있을까?

조상래

가상현실을 실제로 구현하는 기술인 XR과 VR에 대한 이야기가 흥미로웠습니다. 제가 어릴 때부터 가상현실은 매우 친숙한 소재였습니다. 영화나 웹툰, 게임 소재로 다양하게 쓰이면서 미래 기술로 여겨왔지만, 현재 기술로 구현 가능하다는 사실이 흥미롭게 다가왔습니다.

[10p] 세상을 바꾼 혁신, IT 기술의 역사

조재현

선진국의 기술발전에 대해서는 다양하게 소개하는 데 반해 우리나라 삼성, LG의 발자취는 없어 아쉬운 점이 많았습니다. 예전에는 기업명을 강조했다면 현재는 아이템(제품명)을 강조하고 감성에 접근하는 시대입니다. 우리 기업이 어떻게 세계시장에서 살아남을 수 있을지 후속 기사도 기대하겠습니다.

[20p] XR 산업의 패러다임을 바꾸다

전준규

XR 기술의 현주소부터 관련 기술, 주요 경쟁국과의 기술 격차 수준까지 다양한 관점에서 XR 기술을 조명하고 깊이 있게 이해하는 데 도움이 되는 콘텐츠라고 생각합니다.

[30p] 자동차, 에너지, 항공우주산업 분야를 위한 가볍고 안전한 알루미늄 개발

김경은

가볍고 안전한 알루미늄이 다양한 산업에서 활용 가능하다는 점, 문제해결을 위한 과정과 방법, 지속적 연구 수행을 해왔다는 내용이 좋았습니다. 알루미늄은 내열 특성이 현저히 떨어지는 금속인데, 이 한계를 극복하고 소재 기술에 앞장서 양산화에 성공한 부분 역시 인상 깊었습니다. 끊임없이 노력한 결과물에 대한 기사인 만큼 도전 정신과 의지를 엿볼 수 있었습니다.

[4p] 이번엔 모두 함께 가상현실로 갈 수 있을까?

이주현

비전프로의 상징성은 디스플레이와 프로세서임을 기사를 통해 알게 되었습니다. 특히 디스플레이 해상도에 초점을 맞췄는데, 이전 KEIT 블로그에서 삼성과 LG디스플레이 기술 중 플렉스 하이브리드와 스트레처블 디스플레이에 관한 콘텐츠가 떠올랐습니다. 이러한 기술을 동시에 적용·개발한다면 머지않아 헤드셋 단말기에서 벗어난 XR을 맞이하는 날이 오지 않을까요.

[10p] 세상을 바꾼 혁신, IT 기술의 역사

전준규

IBM 컴퓨터, 이동통신 출현, 구글 알파고, 오픈AI의 챗GPT에 이르기까지 일상에 변혁을 촉발한 핵심기술을 다시금 되돌아보면서 미래의 혁신적 기술발전의 흐름을 점쳐보는 좋은 기회였습니다.

[16p] 초실감 기술, 메타버스 대중화 앞당길 것

전유정

메타버스라는 가상 세계를 초실감적으로 구현하는 것이 뛰어난 기술이라는 건 인정하지만, 메타버스에 부정적인 사람들은 오히려 초실감적 기술이 도입되면 사람과 AI 사이에서 이질감을 느낄 수도 있을 것 같습니다.

[26p] 초고령사회에 ‘건강한 삶’을 위한 기술혁신을 이끌다

최인희

현재 제 전공 분야에서 초고령사회에 대한 의료기기 및 보조기기를 공부하고 있어 눈길을 끌었습니다. 최근에는 치료보다는 예방(방지) 목적으로 기기나 치료 방법을 연구개발하는 추세입니다. 이런 시대의 흐름에서 초고령사회와 맞닥뜨린 우리가 어떻게 대처해야 하는지, 또 전공과 융합해 생각해보는 계기가 되었습니다.

[34p] 수입 의존 고부가가치 클래드 후판, 국내 최초 국산화 성공

김정은

일부 국가가 독점 중인 클래드 후판을 국산화하는 데 성공함으로써 우리나라 산업 경쟁력을 높였다는 것을 알게 되어 마음이 뿌듯했습니다. 티타늄 합금 클래드 개발에도 성공해 제조업 시장의 성장 동력이 되길 바랍니다.



REVIEW

[40p] 일본의 한국 화이트리스트 복원, 한미일 경제 안전보장 동맹의 신호탄

전유정

일본이 한국을 화이트리스트에 다시 등재했다는 건 양국 간 신뢰가 회복됐다는 뜻입니다. 하지만 불리한 입장에서 합의를 체결해 얻은 결과라는 점에서 찝찝함이 사라지지 않네요. 그래도 화이트리스트에 다시 등재됐으니 이 기회를 우리나라의 이익을 위해 최대한 이용하면 좋겠습니다.

[52p] 방산 선진국들은 방위산업을 어떻게 키우는가?

김창목

국내 방산업체들은 러시아-우크라이나 전쟁으로 국제경쟁력이 신장된 것은 물론, 효율적 생산·조달로 신뢰도 또한 높아졌을 것으로 봅니다. 현재 국내 방산업체가 호황을 누리고 있지만, 국제경쟁력을 더욱 강화하기 위해서는 대형화·통합화를 통한 효율성 제고와 면밀한 검토가 필요하다고 생각합니다.

[56p] 탄소중립에 탄소회계 전문가가 필요한 이유

정다현

온실가스를 감축하기 위해서는 감축량을 측정하고, 재무 정보를 얻는 것이 중요하다는 것을 깨달았습니다. 학교에서 수업할 때 현금흐름표로 석탄층 메탄가스 등 각종 프로젝트에서 순현금흐름과 온실가스 배출량을 직접 계산해본 적이 있습니다. 학교에서 배운 것이 실제 산업에서 필요로 하는 기술이라는 것을 알게 되어 유익했습니다.

[64p] 탄소 다이어트의 시작은 몸무게 측정부터

오선옥

탄소감축의 출발점은 배출량을 파악하는 일인데, 탄소발자국 인증 취득에 나선 기업이 많아진 것은 좋은 시작이라고 봅니다. 일상에서 내가 만드는 탄소발자국이 인상 깊었던 만큼 개개인도 실천할 수 있는 탄소감축 방법도 소개해주시면 좋을 것 같습니다.

[68p] 고품질 국가 공인 데이터 참조표준 개발과 활용

김형우

고품질 데이터를 국가에서 공인하고 참조표준이 마련되면 AI 등 다양한 산업발전에 도움이 된다는 점, 이를 담당하는 연구기관이 있다는 사실을 처음 알게 되었습니다. 특히 한국인 '뇌 MR 영상'과 '뇌파'를 활용한 솔루션 개발 사례는 이해하기도 쉽고 흥미로웠습니다.

[48p] 새로운 전쟁의 시작, 국제 방위산업

정택균

러시아-우크라이나 전쟁, 그리고 이 기사를 보면서 정치·외교와 국방 기술이 왜 중요한지 알게 되었습니다. 다만 국방 기술은 전쟁을 양분 삼아 성장한다는 사실이 다소 안타까웠습니다.

[56p] 탄소중립에 탄소회계 전문가가 필요한 이유

김정은

온실가스 감소 수치를 기록하는 탄소회계라는 단어를 처음 접하고 흥미로웠습니다. 탄소중립을 위한 세계 국제기구, 정부, 기업의 노력이 존경스럽기까지 하더군요. 저도 오늘부터 탄소를 저감하기 위해 에너지 절약을 실천하겠습니다!

[60p] 온실가스 대안이 탄소중립에 대처하는 법

김창목

국내 기업이 전기로와 수소 환원, 재생에너지의 부분 도입을 통해 전력 효율화와 친환경 기술 향상을 위해 노력하고 있다는 알게 되었습니다. RE100을 이행하는 기업도 늘고 있다고 하니 국내 기업의 성공적인 탄소중립 달성을 기대해봅니다.

[64p] 탄소 다이어트의 시작은 몸무게 측정부터

유강열

전 세계적으로 탄소중립 실천은 다양한 분야에서 제시되고 있습니다. 기사에서 제시한 탄소배출 총량을 계산하는 방법은 디스플레이 분야에도 적용할 필요가 있을 것 같습니다.

[72p] 3D 아티스트, 꿈과 현실을 넘나드는 마법사

최인희

3D 관련 기술이 발전하면서 3D 모델링, 3D 펜, 3D 프린터 등 다양한 분야에서 사용되고 있습니다. 단지 무엇을 제조하기보다는 예술을 중심으로 발전하는 것 같습니다. 공학적 측면에서는 어떻게 설계하고 사용할 것인지 고민하지만, 예술적 측면에서는 어떻게 입체감을 살릴지 고민하는 등 서로 다른 분야의 관점에서 읽는 재미가 있었습니다.



영화 <탑건: 매버릭>



<탑건: 매버릭> 영화 포스터.

첨단소재로 극한까지 나아가는 항공기

오늘도 쉼 없이 하늘과 우주를 향해 목숨 걸고 도전하는 인류. 알고 보면 그러한 도전은 뛰어난 소재라는 강한 지원군이 있었기에 가능했다. 우수한 성능으로 관객을 놀라게 한 영화 속 첨단 항공기. 과연 어떤 소재로 만들었을까?

word 이동훈(과학 칼럼니스트)

지난해 여름 개봉한 영화 <탑건: 매버릭>. 영화 <탑건> 이후 무려 36년 만의 후속작이다. 무인기가 전장을 누비는 21세기. “인간 조종사 시대는 끝나간다”는 일부 높은 양반의 독설에도 불구하고 “오늘은 아닙니다”라고 말하며 매일 조종석에 오르는 미국 해군 대령 ‘매버릭’ 피트 미첼(톰 크루즈 분). 직접 가르친 부하들과 함께 어려운 작전을 당당하게 성공시키는 그의 모습은 영화가 개

봉된 지 1년 이상이 지난 지금도 많은 관객의 뇌리에 강하게 남아 있다.

주인공들이 탑승하는 항공기 역시 이 영화의 또 다른 주인공이다. 엄청난 성능으로 관객의 시선을 사로잡은 항공기. 이번에는 그 항공기를 이루는 소재를 다뤄볼까 한다.

영화 속 극초음속 항공기 SR-72 다크스타. 소재 기술의 발달이 없었다면 극초음속 비행은 불가능했을 것이다.



고온과 충격파로부터 기체를 지키는 소재

사실 항공기라는 기계는 소재를 엄청나게 가릴 수밖에 없다. 기체가 가벼워야 같은 엔진으로도 더 빠르고 높이 날 수 있으므로, 항공기 소재는 일단 가벼워야 한다. 그러면서도 튼튼해야 한다. 즉 고공을 고속으로 비행할 때 받는 물리력에 의해 비행 성능과 기체, 탑승자의 안전이 침해될 정도로 변형되면 안 된다.

초기 항공기의 주된 소재가 나무 골조에 천 외피였던 것도 이러한 고민의 산물이었다. 그러나 항공기의 비행 속도와 고도가 갈수록 높아지면서 이러한 소재로는 견딜 수 없게 되었다.

항공기의 비행 속도가 최초로 마하 1(소리 속도의 1배)을 넘은 것은 1947년이었다. 이미 전금속제 항공기가 아니면 제대로 된 항공기 취급을 받지 못하게 된 지 한참이 지난 시점이었다. 이후로도 항공기의 비행 속도와 고도 기록은 급성장을 거듭했다. 급기야 지난 2004년 11월 16일, 미국 나사^{NASA}의 실험용 무인기 X-43A가 마하 9.6(시속 1만1854km) 속도로 세계에서 가장 빠른 제트기 자리에 올랐다. 항공공학에서는 비행 속도 마하 5~10 구간을 극

초음속으로 정의한다. 따라서 X-43A도 극초음속 항공기에 들어간다. 그로부터 근 20년이 지난 현재, 미국과 러시아 등 여러 군사 강대국은 극초음속 미사일을 개발해 극초음속 항공기의 무기화에 열을 올리고 있다. 비행 속도가 기존 미사일보다 월등하게 빠르므로, 그만큼 요격하기가 어렵기 때문이다.

영화에서도 초반에 매버릭이 마하 10급 극초음속 항공기 SR-72 다크스타를 탄다. 단, 실존하는 항공기는 아니다. 이 항공기를 개발 중인 록히드 마틴에 따르면 2025년 시제품 비행, 2030년대 취역이 목표라고 한다. 결국 현재로서는 절반쯤 SF 기체 내지는 페이퍼플랜 기체로 보면 되겠다.

문제는, 이렇게 빨리 비행하게 되면 그만큼 공기 마찰열도 높아진다는 것이다. 앞서 말한 X-43A도 2000°C에 달하는 공기 마찰열을 견뎌야 했다. 그러나 항공기의 전통적 소재인 알루미늄의 녹는점은 660°C에 불과하다. 무슨 수로 이 열을 버틸 것인가? 극초음속 비행 시 반드시 따라붙는 큰 충격파도 문제다. 특히 극초음속 성능을 낼 수 있게 해주는 스크램제트 엔진은 공기흡입구에서부터 충격파가 발생한다.

이러한 열과 충격파로부터 항공기를 보호하기 위해서는 항공기 가스터빈 엔진의 고온부를 보호하는 열차폐 코팅 소재와 기체를 보호하는 열방호, 내삭마 코팅 소재가 필요하다.

열차폐 코팅이란 항공용 엔진이나 발전용 가스터빈 엔진의 고온 부품에 쓰이는 초내열 합금 부품 표면에 열전도성이 낮은 세라믹 층과 합금, 세라믹 코팅 사이의 열응력 완화와 접합력 향상을 위한 금속 본드층을 코팅한 것으로 고온 사용 환경에서 전달되는 열을 차폐해 모재를 보호하는 역할을 한다.

이러한 코팅의 열차폐 성능은 세라믹의 열전달 특성과 기공을 많이 함유하는 미세구조에 의해 결정되며, 미세구조의 형태에 따라 적층형과 주상정형 미세구조로 분류된다. 기동과 정지가 빈번한 항공기 엔진 부품의 경우 변형 저항성이 큰 주상정형 미세구조가 유리하며, 장시간 가동으로 지속적 열응력을 받는 발전용 가스터빈 부품은 적층형 미세구조를 적용하고 있다. 항공기 엔진 부품은

80% 정도 코팅이 적용되며, 발전용 가스터빈 부품은 50% 정도 코팅해 사용하고 있다.

초고속 비행 시에는 공기 마찰로 고온이 된 환경에서 취약해진 표면이 높아진 열유속에 의해 지속적으로 침식되는 삭마 현상이 일어난다. 이 같은 삭마 현상으로부터 부품 또는 시스템을 보호하고 원하는 임무를 수행하기 위해서는 모재를 내열성이 우수한 소재를 이용하거나 내열성이 높은 물질을 침투시켜 모재 자체를 보강하는 방법과 모재 표면에 녹는점이 3000°C 이상인 세라믹 재료 Ultra High Temperature Ceramics, UHTC를 코팅해 내산화·내삭마성을 부여하는 방법 등이 있다. 통상 HfC, TaC ZrB2 같은 녹는점이 높은 재료를 복합재 내부에 침투시키는 방법은 비용이 많이 들고 무게가 증가한다는 단점이 있으므로 UHTC 분말을 진공 상태에서 순간 용융 및 가속해 부품 표면에 코팅하는 진공 플라즈마 용사법이 주목받고 있다.

영화 속에서 ‘제5세대 전투기’로 불리는 러시아의 Su-57 전투기. 이 항공기를 비롯한 스텔스기의 스텔스 성능은 레이더 피탐을 줄이도록 설계된 기체 디자인과 표면 소재에서 나온다.



레이더를 피하라! 스텔스 항공기 소재 ▶

영화 후반에는 적기로 ‘제5세대 전투기’라는 항공기가 나온다. 아무리 봐도 러시아 수호이 회사 제품인 Su-57이다. 레이더 피탐률이 극히 작은 스텔스 항공기다.

세계 최초의 실용 스텔스 항공기인 미국의 F-117이 등장한 지도 벌써 40여 년이 지났다. 그동안 스텔스의 원리에 대해 꽤 많은 부

분이 알려졌다. 간단히 말하면, 스텔스 항공기의 스텔스 성능은 적의 레이더 전파를 흡수하거나 수신기가 제대로 잡을 수 없는 엉뚱한 방향으로 반사하도록 설계된 기체 형상과 표면 소재에서 나온다. 결국 스텔스 성능도 첨단소재가 아니면 얻을 수 없다.

스텔스 효과를 얻기 위해 장비 표면에 적용하는 소재를 RAM^{Radiation-absorbent material}(전파 흡수 소재)이라고 한다. 물론 그 소재의 자세한 사항은 각국 군대와 항공기 제조사의 극비지만, 대략

다음과 같은 몇 가지가 있다는 것 그리고 그 대강의 내용까지는 알려져 있다.

*** 철구 페인트 흡수 소재**

미세한 카르보닐 철 입자가 들어 있는 페인트. 이 페인트 도막에 레이더파를 쏘면 철 입자로 인해 존재하는 도막의 교류 자기장에 분자 진동이 발생해 레이더파를 열로 바꿔 흡수하는 원리다. 최초의 스텔스 항공기 F-117에 적용되었다고 한다. 현재 이스라엘과 대만, 중국 등지에서도 이와 유사한 소재가 생산되어 스텔스 장비에 적용되고 있다고 한다.

*** 발포 흡수 소재**

이 소재는 군 장비보다는 전자파 측정용 무반향실 내부 같은 곳에서 많이 볼 수 있다. 주요 소재는 방화 발포 우레탄이며, 여기에 전도성 카본 블랙(카르보닐 철 입자, 결정질 흑연 입자 등)이 0.05~0.1% 섞여 있다. 무반향실 내부에서 볼 수 있는 사각뿔 모양 구조물은 이 소재로 만든 것이다. 이 역시 앞서 말한 철구 페인트 흡수 소재와 같은 원리로 레이더 전파를 열로 바꿔 흡수시켜 없앤다.

*** 아우만^{Jaumann} 흡수 소재**

1943년에 처음 등장했다. 처음에는 전도성 접지면 그리고 평행 간격을 두고 설치된 두 장의 반사판 형식이였다. 접지면과 그 이웃한 반사판 사이, 그리고 두 반사판 사이 간격은 막으려는 레이더 전파 파장의 4분의 1로 한다. 이렇게 설치하면 레이더 전파를 받을 경우 두 반사판에서 반사된 레이더 전파가 간섭 현상을 통해 서로 상쇄되어 흡수 소멸된다. 여기서 더욱 발전해 전도성 판과 절연성 판을 번갈아가며 겹쳐 만드는, 더욱 발전된 방식도 있다. 솔즈베리 스크린도 이 원리를 응용한 것이다.

*** 분할 링 공진기^{SRR} 흡수 소재**

절연체 배경 위에 놓인 얇은 구리 호일(약 0.1778mm)에 정밀 에칭 기술로 C형 공진기^{SRR}가 배열된 저항층을 만든다. 각 SRR은 서로 절연되어 있으며, 그 크기는 원하는 레이더 파장을 흡수하기에 최적화되어 있다. 고주파 전파를 막아야 할수록 크기가 작아야 한다. 예를 들어 35GHz 파장의 전파를 흡수해야 할 경우 분할 링의 지름은 약 5mm가 되어야 한다. 이러한 SRR층을 절연층과 번갈아가며 여러 층 쌓으면 광대역 레이더 전파도 흡수 감쇠시킬 수 있다. 완벽한 평면으로만 이루어진 장비(F-117 스텔스 전투기처럼)의 스텔스성을 높이는 데 특히 효과가 우수하며, 이 기술을 응용해 가시광선이나 적외선 탐지에 대한 스텔스 효과를 얻는 연구도 진행 중이다.

*** 탄소나노튜브**

장비 표면에 다중 벽 나노 튜브^{Multi-Wall Nanotube, MWNT} 소재를 도장하면 극초단파 레이더 전파를 흡수해 스텔스 성능을 부여한다. 이 소재는 가시광선을 반사하거나 산란하지 않으므로, 야간의 육안 탐지 확률을 낮춰준다. 그러나 현재 나노 튜브 생산에는 기술적 한계가 크기 때문에 나노 튜브로 코팅한 스텔스 항공기의 양산은 사실상 불가능하다. 이를 극복하기 위해 작은 입자를 나노 튜브로 덮고, 이 입자를 넣은 페인트를 장비 표면에 도장하는 방식이 제안되고 있다.

대부분 항공기의 멋진 외관에 경탄할 뿐, 그 항공기를 이루는 소재에 관심을 보이는 경우는 드물다. 그러나 석기-철기시대 같은 역사 속 표현에서도 알 수 있듯이 소재는 인류의 생활 방식까지 근본적으로 바꿀 만한 힘이 있다. 영화를 보면서 그 점에도 신경을 써주었으면 한다.

주변의 냉소에도 불구하고 끝까지 필사의
도전을 벌이는 매버릭. 첨단기술 시대에
인간의 빛나는 활약상을 보여준다.



한국공학한림원 제2회 원익상 시상 공고

‘원익상’은

창의적이고 도전적인 공학도를 발굴하여 시상함으로써 공학기술 인재의 새로운 상^상을 정립하고, 사회문제 해결에 적극적인 엔지니어로 성장할 수 있도록 격려하고 지원하기 위해 제정된 상입니다.

대상

국내 공학 관련 전공 대학(원) 재학(휴학)생으로서 소재·부품·장비 및 관련분야*에서 창의성, 전문성, 열정, 리더십을 겸비하고, 다음의 분야에서 사회발전에 기여한 자(1991년 1월 1일 이후 출생자에 한함)

연구 분야	공학기술 분야에서 학술적 업적이 뛰어난 경우
기업가정신 분야	기술 창업, 독창적 발명을 통해 사회발전에 기여한 경우

*소재·부품·장비산업 경쟁력 강화를 위한 특별조치법(소재부품기업법) 시행규칙 홈페이지 공고문 [별표1] 소재·부품의 범위, 장비의 범위 참고

시상내역

최우수상(1명)	상금 1천만 원 및 한국공학한림원 회장 상장
우수상(6명)	상금 각 5백만 원 및 한국공학한림원 회장 상장

*수상 인원은 심사 결과에 따라 변동될 수 있음

심사 일정

*심사기준: 연구성과·기업가정신/전문성/창의성/비전

내용	일정	비고
추천서 접수	~2023년 9월 27일	
1차 서면 심사	2023년 10월 중	
2차 서면 심사	2023년 11월 중	최종 수상자 선정
시상	2024년 3월 중	

*내부 사정에 의해 일정 변경될 수 있음

추천권자

한국공학한림원 회원, 각 대학의 총장 및 공학 관련 전공 교수

서류 접수

접수기한: 2023년 9월 27일(수) 18시까지

제출서류: 추천서, 활동경력 및 진로에 대한 포트폴리오, 재학(휴학)증명서

· 추천서 양식: 홈페이지에서 다운로드

(www.naek.or.kr, 자료실/ 관련 서식)

· 포트폴리오는 자유양식(표지 포함하여 A4 15페이지 이내로 작성)

· 서면심사 합격자에 한하여 제출한 포트폴리오 자료로 발표 예정

제출방법: 온라인 접수(www.naek.or.kr)

· [공학한림원 홈페이지] ➡ [사업안내] ➡ [원익상] 하단 등록란에 접수

문의

한국공학한림원 원익상 담당자

☎ 02-6009-4015

✉ member@naek.or.kr

독자 퀴즈

다음 ○에 들어갈 단어를 적어주세요!

퀴즈에 참여해주신 정답자 분들께는 소정의 상품을 보내드립니다.

퀴즈 답변과 휴대폰 번호를 grintjssu@hankyung.com으로 보내주세요.

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

초연결, 메타버스, 인터페이스 기기 등 새로운 서비스를 앞세운 비즈니스 모델을 구현하기 위해서는 그 밑바탕을 구성하는 ○○○이 필수적이다. 최근 정밀 부품은 자율주행차 센서부터 TV 슬림화, 한계 없이 진화하는 스마트폰을 위해 초정밀·초박형·초소형화를 지향하는 중이다.

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

산업통상자원부 산하 한국산업기술평가관리원,
한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원,
한국공학한림원 등 R&D 대표기관 및
최고 권위인 공학기술자단체가 공동으로
발행하는 <이달의 신기술>



정기구독 안내

<이달의 신기술>은 2023년 11월호부터 무료로 전환될 예정으로, 신규 정기구독 서비스를 중단합니다. 현재 구독 중인 독자분들에게는 10월호까지 매거진을 발송해드릴 예정입니다.



02-360-4859

산업의 내일을 읽고 기업의 오늘을 이끽니다

KEIT는 알고 있습니다

하나의 기술을 완성하기까지

얼마나 많은 땀을 흘리고 있는 지를 -

KEIT도 뛰겠습니다

하나하나 최선을 다해 키워온 기술을

세상에 마음껏 펼쳐보일 수 있도록 -

모든 기업이 더 많은 기회를 얻고

R&D 영역을 넓힐 수 있도록

KEIT가 든든한 디딤돌이 되겠습니다



한국산업기술평가관리원의 새로운 이름