





www.ust.ac.kr

국가연구소와 함께하는 UST

- UST는 우리나라 32개 국가연구소에 교육기능을 부여하여 산업 및 연구현장에서 활용가능한 과학 기술 분야 우수 인재를 양성하는 대학원대학교
- 국가연구소와 협력하여 산업체가 필요로 하는 제품화와 직결된 응용 및 개발 연구인력 배출에 특화되어 있습니다.

계약학과(I-CORE) 협약기업 모집

- 교육부 '산업교육진흥 및 산학연협력촉진에 관한 법률' 제8조에 근거하여 산업체와 산업교육기관이 계약에 의해 맞춤형 교육과정을 운영하는 정규
- 선도스쿨 지원사업: UST 스쿨 주도의 산 · 학 · 연 협력사업으로, 참여스쿨 내 계약학과 운영 가능









(2023년 하반기 기준)

- 두산-KIST 스쿨 / 이수화학-KRICT 스쿨 / 인텍플러스-KRISS 스쿨 / 제노코-KRISO 스쿨
- 문의 icore@ust.ac.kr. 042-865-2394

U-LINK

- 국내 유학중인 외국인과 한국 기업 간 채용 지원 전담 플랫폼으로, 과학기술 분야 고급 인력의 채용 매칭을지원
- 글로벌 비즈니스 기업에 고급 석 · 박사 학위 보유 인력의 취업/채용을 연계함
- 우수 채용사례
- SAMSUNG 삼성디스플레이 베트남 법인
- (LG에너지솔루션, W 동아제약,
- 🥮 애경케미칼
- U-LINK 플랫폼: u-link.ust.ac.kr
- 문의 ulink@ust.ac.kr. 042-865-2396~2399

전국 32개 국가연구소가 캠퍼스가 되는 대학, UST 국가연구소의 연구 현장 경험과 노하우가 함양된 차별화된 교육을 통해 산업기술 혁신을 선도하는 실천적 연구 인력을 양성합니다.

정보연구원, 한국한의학연구원, 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원, 한국표준과학연구원, 한국식품연구원, 한국해양과학기술원, 한국지질지원연구원, 한국항공우주연구원, 한국에너지기술연구원, 한국전기연구원, 한국원자력연구원, 한국재료연구원, 한국핵융합에너지연구원, 국방과학연구소, 한국원자력안전기술원, 한국원자력의학원, 한국원자력 통제기술원, 기초과학연구원, 극지연구소, 선박해양플랜트연구소, 안전성평가연구소, 국가수리과학연구소, 한국파스퇴르연구소



koita ऐरिं ध्वारिक्षेष्ठ

선행기술조사·특허동향분석 패키지 서비스

정부R&D과제 수행 시, R&D 기획 시 특정기술 분야에 대한 중복성, 유사성, 기술적 차별성 등을 선행기술조사 보고서를 통해서 확인해 보세요

그리고 하나 데!

관련 기술분야에 대한 특허동향, 선도기업, 핵심 연구자, 키워드 등을 포함한 <u>특허동향분석(정량분석)보고서</u>를 동시에 빠르게 받아보실 수 있습니다

KIPRO의 선행기술조사

신청기술과 기존의 유사도를 비교하며 주요 선행기술이 반영된 선행기 술조사를 글로벌 특허대상으로 빠르고 정확하게 분석함으로써, 신뢰도 높은 선행기술조사 보고서 제공

요약, 청구항 상세설명 등 포함, 5개국(한국, 미국, 중국, 일본, 유럽, 국제) 특허대상 조사

KOITA의 특허동향분석

신청기업의 기술분야에 대한 특허동향(출원, 등록 등), 키워드 분석(급 상승 키워드, 신규 키워드 등), 기술관련 선도기업분석, 핵심 연구자 등 이 포함된 정량분석 보고서 제공

5개국 IP 데이터, 300만 개 특허 보유기업, 4,000만 명 핵심 연구자 등 AI 기반 특허 빅데이터 활용

서비스 주요내용

선행기술조사 유형 (택 1)

- 1. 정부 R&D 과제용
- 정부 R&D 과제 신청 수행 시 선행특허 관련성 검토, 중복성, 기술적 차별성 등 확인
- 2. R&D 기획용
- R&D 기획 시 특정기술분야, 연구테마와 관련된 선행특허, 주변기술정보 등 조사

특허동향분석

관련기술대상 2개 이내 분석(산기협 특허 분석 서비스)

보고서 분량

50p 내외

<u>소요기간</u> (근무일 기준)

10일 이내

금액 (VAT 별도)

50만원 (산기협 회원사), 70만원 (산기협 비회원사)

신청 및 서비스 절차

서비스 신청

- 신청서(요약서) 작성
- 온라인신청

사전 상담

- 요약서 문의 및 보완
- 요청사항 파악 등

보고서 작성

- 선행기술조사(KIPRO)
- 특허동향분석(KOITA)

보고서 확인

- 근무일 기준 10일
- 서비스 신청은 산기협 홈페이지 〉 회원사지원 〉 정보마당 〉 특허분석 서비스 〉 선행기술 및 분석 서비스를 통해 신청하실 수 있습니다.
- 서비스 신청 전, 첨부된 <mark>신청서(기술요약서) 작성하여 온라인 신청 시 첨부해 주시기 바랍니다.</mark>
- 신청서는 작성 가능한 부분만 기재하셔도 되며, 신청 후 사전상담을 통해 기술분야 파악 및 보완해 드릴 예정입니다.
- 사전 상담은 결제 이후 진행 되오며, 사전상담 이후 신청(결제) 취소가 불가하오니 참고하여 주시기 바랍니다.
- 서비스 소요기간은 사전 상담 후 기술조사 범위에 따라 일부 연장될 수 있습니다.



Association

Scientists & Engineers





과학기술인의 미래 준비를 쌓아 올립니다

과학기술인공제회만의 든든한 금융생활 소액 적금부터 목돈 관리, 퇴직연금과 적립형공제급여로 기초부터 탄탄하게 준비하세요



과학기술인공제회
Korea Scientists & Engineers Mutual-aid Association

(06223) 서울시 강남구 논현로 430(역삼동 726) 아세아타워 15층

Contents

VOL. 462 NOVEMBER · DECEMBER 2023



QR코드 인식 애플리케이션으로 QR코드를 스캔하시면 「기술과혁신」을 웹진으로 보실 수 있습니다.

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

TECHNOLOGY

SPECIAL ISSUE

K-battery 산업의 확장성

- 08 Special Issue Intro K-battery 산업의 현재와 미래
- 11 Special Issue 01 K-battery의 미래, 소재 경쟁력에 달렸다
- 14 Special Issue 02 중대형 배터리 팩 산업의 현재와 미래전망
- 17 Special Issue 03 사용후 배터리 재사용·재활용 산업 이슈 및 활성화 전략
- 21 Special Issue 04 리튬이온전지를 넘어서 차세대 이차전지로의 진화
- 25 Special Issue 05 K-battery 정책 지원 현황

INNOVATION

- 28 글로벌 R&D 국제협력R&D 투자 현황과 전략적 추진을 위한 제언
- 32 기술혁신 성공사례 공정 기술의 혁신, 세계 최초 친환경 가소제 연속 제조 기술 개발



보다 적극적인 중소기업 보유 기술의 활용방안은?

41 기술경영

기업가치 높이는 고객 경험(CX) 디자인 전략

44 이달의 명강연

제69회 산기협 조찬 세미나 생성형AI 기술의 비즈니스 접목과 실현가능성 46 Tech Issue 철도기술의 해외진출 지원을 위한 Business Model 활용

- 50 신기술(NET)인증 기술
- 52 **신제품(NEP)인증 제품**
- 54 대한민국 엔지니어상 9, 10월 수상자
- 56 IR52 장영실상 2023년 수상제품(29주~36주)



58 R&D 나침반

이제 로봇도 인간처럼, 현실이 된 휴머노이드 로봇

61 혁신의 발견 지식이 탄생하는 사색의 공간, 『소크연구소』

65 북카페

배터리 전쟁

66 현장스케치 01 제1기 산기협 대학생 홍보대사(KOTIYA) 발대식 개최

NEWS

- 68 기업부설연구소 총괄현황
- 70 **koita** News

산기협 SNS 채널

SNS 채널을 통해 한국산업기술진흥협회의 다양한 소식을 만나보세요



페이스북



유튜브



발행일 2023년 11월 1일 발행인 구자균 발행처 한국산업기술전흥협회 www.koita.or.kr 주소 서울 서초구 바우뫼로 37길 37 산기협 회관 전화 02.3460.9034 팩스 02.3460.9079 신고번호 서초, 마00112 통권 제462호 광고문의 kgh@koita.or.kr 기확·디자인 ㈜감우문화사(02 2275, 7111) 편집인 고서곤 외부 편집위원 류석현(괴학기술연합대학원대학교 협력처장), 김성주(한국3M 이사), 박근태(조선비즈 부장), 박용삼(포스코경영연구원 연구실장), 안준모(고려대학교 교수), 홍대순(글로벌전략정책연구원 원장) 내부 편집위원 김종훈 이사, 이창주 팀장, 윤영근 팀장 편집 이종민 팀장, 김가희 주임, 전상희 주임

K-BATTERY

K-battery 산업의 확장성

08.

K-battery 산업의 현재와 미래

11

K-battery의 미래, 소재 경쟁력에 달렸다

14

중대형 배터리 팩 산업의 현재와 미래전망

17

사용후 배터리 재사용·재활용 산업 이슈 및 활성화 전략

21.

리튬이온전지를 넘어서 차세대 이차전지로의 진화

25.

INDUSTRY

K-battery 정책 지원 현황

SPECIAL ISSUE

K-battery는 삼원계 배터리의 우수한 성능을 바탕으로 실질적인 세계 1위의 시장 지배력을 보여주고 있다. 그러나 삼원계 배터리의 기술적 성장이 점차 포화하고 있으며, 중국뿐만 아니라 유럽 등지에서 경쟁이 치열해지고 있다. 이에 K-battery의 새로운 성장 동력이 될 차세대배터리 기술과 EV 배터리 재사용·재활용 방안 및 정부 지원정책 등 K-bettery가 나아가야 할 길을 살펴보고자 한다. SPECIAL ISSUE Intro

K-battery 산업의 현재와 미래



글. 엄승욱 한국전기연구원 이치전지연구단장 과학기술연합대학원대학교(UST) KERI 스쿨 대표교수

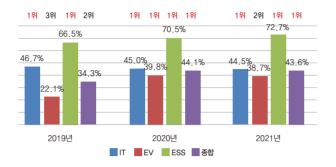
한양대학교에서 화학공학 박사학위를 취득했다. 한국전기연구원 이차전지 연구단장 및 과학기술연합대학원대학교(UST) KERI 스쿨 대표교수로 재직 중이며, 이차전지를 연구하고 있다.

배터리 산업의 중요성 및 국가적 의미

한 국가의 미래를 이끌 수 있는 산업은 그리 많지 않다. 70~80년대의 비약적인 경제발전을 이룬 전략적 배경에는 선진국의 기술을 빠르게 습득하여 산업화에 성공한 덕분이다. 하지만 산업이 점차 고도화되고 대한민국 스스로가 선진국이 된 지금의 시점에서는 더 이상 기존의 선진국으로부터 배울 것이 점차줄어들고 있는 것이 현실이며, 이제는 스스로 기술을 개척해야 하는 'First mover'의 입장이 되었다.

빅데이터, AI, IoT 등 정보기술 기반의 초연결 혁명을

그림 1 | 한국 이차전지 세계시장 점유율



〈제156회 수요포럼 발표 자료, B3(2021)〉

일컫는 4차 산업혁명의 핵심기술로 배터리를 꼽을 수 있다. 에너지 공급의 시공간적 제약으로부터 해방해 주는 것이 배터리이기 때문이다. 스마트폰, 집, 자동차, 직장 등 모든 것이 연결되는 초연결사회가 고도화 될수록 배터리의 중요성은 더욱 증가할 것이다.

지난해 말 국가과학기술자문회의는 미래 대한민국 산업을 이끌 12대 국가전략기술을 발표하였다. 이 중 배터리 기술은 세계 선두권에 있는 우리나라의 몇 안 되는 기술로서 'First mover'로의 역할이 당장 요구되는 분야이다.

리튬배터리로 대변되는 배터리 산업은 산업 초기 휴대전화, 노트북 위주의 IT 디바이스 전원시장이 주를 이루었으나, 전기자동차 시장의 개막과 동시에 비약적인 수요의 증가가 이루어지고 있다. 글로벌인 포메이션 및 SNE리서치 시장보고서에 의하면 2020년 배터리 시장이 460억 불 정도의 규모에서 2022년 1,067억 불 규모로 성장하였고, 2030년 3,500억 불 규모의 성장이 예측되는 등 격세지감을 느낄 수 있는 증가세를 이루었다. 향후 이 시장은 전기자동차 시장의 급성장에 힘입어 폭발적으로 성장하리라고 모든 시장예측 기관이 전망하고 있다.

또한 잦은 화재 사고로 인한 시장위축이 있었으나, 전력저장시스템 시장의 재도약이 예상되며, 항공 모빌리티 산업 태동에 따른 전원시장 확대 전망도 희망 적이다.

표1 | 배터리 종류별 특징

특징	납배터리	NiCd 배터리	NiMH 배터리	리튬배터리	리튬배터리	고온형 배터리
양극(+)	납산 (PbO ₂)	Ni(OH) ₂	Ni(OH) ₂	리튬금속산화물	금속이온	Na
전해질	황산수용액	알칼리 수용액	알칼리 수용액	리튬염+유기액체	금속이온 전해액	고체전해질
음극(-)	납 (Pb)	Cd	수소흡장합금	카본	금속이온	S, NiCl ₂
장 점	고 신뢰성, 저가	고출력, 저가	고출력	고출력, 장수명 고에너지밀도	대용량 설치, 안전성	대용량 설치, 고에너지밀도
단 점	환경오염물질, 저에너지밀도	환경오염물질, 저에너지밀도	저에너지밀도	불안전성, 고가	낮은 효율	불안전성
용도	자동차시동용, UPS 등	비상용전원 등	하이브리드 전기자동차 등	IT 기기, EV, 전력저장시스템	전력저장시스템	전력저장시스템

배터리 종류, 구조 등 기술 개요

배터리는 화학에너지(충전 시) ↔ 전기에너지(방전 시) 변환을 발생하는 에너지저장장치를 말하며, 종 류별 특성이 달라 용도에 맞게 선택적으로 사용된다. 예를 들어 납배터리는 내연기관 자동차의 시동용 전원으로, NiCd 배터리는 비상용전원, NiMH배터리는 하이브리드 자동차 구동 전원, 플로우배터리와 고온형 배터리는 대형 전력저장시스템에 주로 응용된다.

리튬배터리는 대부분의 응용 분야에 활용되는 배터리로서, 리튬이온을 포함한 전이금속산화물 양극과 리튬이온을 담을 수 있는 음극 물질(예: 흑연계)로 구성된다. 형태에 따라 원통형, 각형 및 파우치형 등으로 구분한다.

점차 치열해지는 각국의 배터리 기술 전쟁

전기자동차 시장을 중심으로 한 배터리 수요증대에 따라 배터리 시장의 확대, 시장 참여자 증가 및 차세대이차 전지 기술 경쟁 등 각국의 경쟁 구도가 심화되고 있다. 그간 한·중·일 동아시아 3국이 주도하던 리튬배터리 시장에 유럽을 중심으로 한 신규 기업의 진출 증가와 전기자동차 제조사의 배터리 내재화까지, 전 세계가 배터리 개발 경쟁에 뛰어들었다.

노스볼트(스웨덴), 베르코어(프랑스), ACC(프랑 스). 이노밧오토(슬로바키아), 브리티시볼트(영국), 프라이어(노르웨이), 모로우배터리즈(노르웨이), 이 타볼트(이탈리아) 등이 유럽에 GWh급 전기차 배터 리 공장구축을 계획하고 있으며, 자동차 제조사들은 자체 경쟁력 강화를 위해 배터리 내재화를 추진 중 이다(배터리는 전기자동차 제조원가의 30~40%를 차지) 배터리 내재화의 선두는 테슬라로서 4680배 터리를 양산하고 있다. 일본 토요타는 인산철, 전고 체 배터리 자체설계를 추진하고 있으며, 현대자동차 도 합작법인을 통해 전동화를 추진 중이다. 폭스바 겐 또한 자회사(파워코)를 설립하여 2030년 독일에 150GWh 규모의 공장을 계획하는 등 내재화를 추진 중이다. 중국 BYD는 배터리 제조로 시작한 회사인 만큼 내재화는 이미 완성된 기업으로 볼 수 있다. 자 동차 제조사들의 배터리 내재화는 K-배터리 3사의 강력한 잠재적 경쟁자로서 국내 배터리 산업을 위협 할 요소로 성장하고 있다. 하지만 배터리 제조는 상 당 기간의 노하우가 필요한 산업이기 때문에 기존 배 터리 전문 제조사의 수준을 얼마나 빠르게 추적할 수 있을지는 향후 두고 볼 일이다.

인산철 배터리를 앞세운 중국의 추격이 무섭다. 우리나라의 주력인 삼원계 배터리와 비교해서 성능은 떨어지지만, 가격과 안전성을 강점으로 내세워 중국

TECHNOLOGY & INDOVATION (19

표 2 | 리튬배터리 셀 종류

구분	원통형 (Cylindrical)		각형 (Prismatic)	파우치형 (Pouch)
형태			94.	
특징	고용량, 고출력		슬림형	초박형, 크기/형태변형 용이
주요 제조사	LG화학, 삼성SDI, 파나소닉 등		삼성SDI, 파나소닉, 도시바 등	LG화학, SK이노베이션, AESC 등

제조사들은 오래전부터 인산철 배터리 개발에 집중해 왔다(삼원계 배터리의 양극재 원가 비율이 40%인데 비해서 인산철 배터리는 17% 수준이다). 세계 1위 배터리 제조사인 CATL을 중심으로 BYD, CALB, SVOLT 등의 중국업체가 생산하는 인산철 배터리의 2025년 목표 연간 생산량은 2,370GWh이다.

K-battery의 위기와 기회

2000년대 리튬전지 세계시장을 독점하던 일본의 기술을 따라잡으며 2010년 세계 1위를 쟁취한 이후로 K-battery는 현재까지 세계시장의 주도권을 쥐고 있다. 하지만, 인산철 배터리와 중국 내수시장을 앞세운 중국의 추격이 만만치 않은데 이는 삼원계 제조실력이 떨어지는 이유에서 오는 어쩔 수 없는 선택이기도 하다. 하지만 최근 팩 기술 개선을 통한 에너지밀도 향상 및 자동차 제조사의 볼륨급 차량으로의 적용 확대, 전력저장시장 및 전기선박 등의 시장에서 인산철 배터리에 대한 재평가가 이루어지면서 삼원계 배터리 시장을 위협하고 있다.

한편, 미국 인플레이션 감축법(IRA01) 시행에 대한 대처도 필요한데 현재 양극재 원료에 해당하는 전구체의 90% 수준을 중국에 의존하는 우리는 원재료의 공급망 문제를 해결해야 한다. 유럽의 탄소국경조정제도(CBAM02) 도입에 따른 대응 등 국내 배터리 제

조사들의 세계 1위 수성 전략을 크게 위협하는 요인 들이 한둘이 아니다.

또한 현세대 배터리의 뒤를 이을 차세대 배터리의 등 장으로 새로운 게임이 시작되고 있어 이에 대한 대비가절실하다. 현세대 배터리가 갖는 발화 위험을 제거하고 용량을 획기적으로 늘리고자 하는 수요를 만족시키기 위해 전고체 배터리를 중심으로 리튬황 배터리 및 리튬 금속 배터리 등이 개발되고 있는데, 세계 각국의 개발 경쟁이 매우 치열하게 진행되고 있다. 한국 정부의 정책지원에 힘입어 각 배터리 제조사는 차세대 배터리 개발에 박차를 가하고 있으며, 다행히 연구개발 선두그룹을 형성하는 등 새로운 시장에 대비하고 있어, 현세대 배터리의 성능을 한 차원 도약시킬 수 있는 전기가 마련되고 있는 등 새로운 기회가 제공될 것으로기대된다. 頂達賴

SPECIAL ISSUE 01

K-battery의 미래, 소재 경쟁력에 달렸다



글. 오정훈 포스코경영연구원 친환경미래소재실장

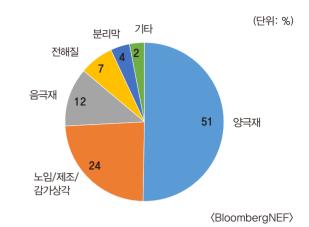
연세대학교 경제학사 및 서울대 행정학 석사 학위를 취득했다. LG경제연구원 (LGERI) 편집장, 포스코 사업개발그룹장을 거쳐 현재 포스코경영연구원 친환 경미래소재실장으로 재직 중이다. 이차전지소재, 수소, LNG 등 포스코 신사업분야 연구를 총괄하고 있다.

글로벌 배터리 시장에서 한국과 중국의 경쟁이 치열하게 전개되고 있다. SNE리서치에 따르면 올해 8월까지 중국 CATL의 글로벌 시장점유율은 36.9%에 달했고, BYD가 15.9%의 점유율로 뒤를 이었다. 중국 1, 2위 기업의 점유율을 합하면 53%로 절반이 넘는 수치이다. 반면 국내 배터리 3사의 글로벌 점유율은 24% 정도이다.

얼핏 보면 국내 기업들이 중국에 밀리는 것으로 생각된다. 그러나 중국 전기차 판매량이 글로벌 시장에서 차지하는 비중이 무려 60%인 점을 감안해야 할 것이다. 중국시장을 제외할 경우 국내 3사의 점유율

그림 1 | 배터리 원가구조

로 보인다.



은 50%에 근접해 여전히 K-배터리는 글로벌 1위 자리를 지키고 있음을 알 수 있다. 향후 북미시장 증설 및 중국 대비 늦었던 LFP(인산철배터리) 개발이 본격화 될 경우 K-배터리의 점유율은 더 확대될 것으

양극재, 음극재 등 소재 성능이 배터리 경쟁력을 좌우

그러나 한국 배터리 산업이 글로벌 경쟁력을 지속 하기 위해서는 많은 과제가 존재한다. 특히 중요한 것이 배터리 밸류체인 업스트림에 해당하는 소재 산 업의 경쟁력 강화이다.

배터리 산업에서 소재의 중요성은 4대 핵심소재(양극 재, 음극재, 분리막, 전해질)가 차지하는 원가 비중으로 설명할 수 있다. BNEF의 분석에 따르면 2021년 기준으로 배터리 원가에서 4대 핵심 소재의 비중은 74%에 달하고 있다. 특히 양극재의 원가비중이 51%, 음극재가 12%에 달해 두 소재가 전체 배터리 원가의 3분의 2에 달학을 알 수 있다.

전기차의 성능을 좌우하는 주행거리, 출력, 충전 속도, 배터리 수명 등을 결정하는 것도 양극재와 음극재이다. 양극재는 배터리 성능(주행거리)을 결정하고,음극재는 배터리 수명과 안정성에 영향을 미친다.

양극재는 리튬 산화물에 다른 금속이 더해져 만들

⁰¹ IRA: Inflation Reduction Act

⁰² CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism

표 1 | 4대소재 국가별 점유율(2022)

	양극재	음극재	전해질	분리막
중국	58	86	59	56
- 한국	28	5	18	23
일본	9	8	22	19
기타	5	1	1	2
합계	100	100	100	100

(SNE리터치, 시장금액기준 (2022, %))

어진다. 양극재에 쓰이는 금속의 종류와 비율에 따라 배터리 용량 등 성능이 달라지는데 NCA(니켈·코발 트·알루미늄), NCM(니켈·코발트·망간), LFP(리튬·철·인) 등 다양한 양극재가 사용되고 있다.

음극재는 양극에서 나온 리튬이온을 받아들여 전 류를 흐르게 하는 역할을 한다. 음극 소재로는 구조 적으로 안정성을 갖추고 있는 흑연이 널리 사용된다. 그러나 리튬이온의 저장과 방출이 반복될수록 흑연 의 구조 변화로 저장할 수 있는 이온의 양이 줄어들 어 배터리 수명이 감소한다. 음극재가 수명을 결정하 는 만큼 용량이 크고 충전 속도를 증가시킬 수 있는 실리콘 음극재 같은 차세대 음극재 개발도 활발하게 진행되고 있다.

결국 양극재, 음극재를 비롯한 배터리 소재를 보다 저렴하고, 경쟁력 있게 만드는 것이 K-배터리가 글 로벌 경쟁력 1위를 지속하기 위한 핵심 과제임을 알 수 있다.

핵심 소재의 중국 의존도 탈피 절실

그러나 배터리 소재 시장은 대부분 중국기업이 장악하고 있는 것이 현실이다. 2022년 기준으로 4대소재의 중국기업 점유율은 금액 기준으로 양극재55%, 음극재86%, 전해질59%, 분리막56%에 달하고 있다. 배터리보다소재 영역에서 점유율 차이가

더 벌어지는 것은 한국이나 일본 배터리사는 자국산 외에 중국기업한테도 소재 조달을 하는 반면, 중국 CATL의 경우 양극재와 음극재 모두 전량 자국 소재 사로부터 조달을 받고 있기 때문이다. 배터리 소재는 업스트림의 광물 가공/제련 경쟁력이 중요한데 이를 사실상 중국이 장악하고 있으며, 중국 정부의 지원과 상대적으로 느슨한 환경규제도 중국 소재사의 지배력을 강화시키는 데 일조하였다

이에 따라 미국, EU 등 전기차 보급에 앞장서는 주요 국가들은 자국의 전기차 확산 정책이 자칫 중국 기업들 에게 혜택으로 돌아가지 않을까 우려도 커졌다. 2021년 바이든 행정부는 반도체, 희토류, 바이오, 배터리 4대 공 급망 보고서를 발표하였는데, 배터리의 경우 소재 및 광 물 제련을 중국이 장악하고 있는 것이 가장 큰 문제라고 밝힌 바 있다.

국내 소재기업들에게 유리한 환경 조성

다행히 지정학적 여건은 국내 배터리 소재기업들에게 유리하게 돌아가고 있다. 지난해 8월 미국 의회에서 인플레이션 감축법(IRA)이 통과, 발효되면서 글로벌 배터리 공급망 재편이 본격적으로 시작되었다. IRA는 표면적으로 인플레이션 방지이나, 법안의 핵심은 4천억 달러 규모의 지원 방안이 담긴 전기차/배터리 분야이다.



IRA에 따르면 전기차 구매 시 최대 US\$7,500를 세액공제 형태로 지원할 예정인데, 이 때 보조금 지급대상이 되기 위해서는 해당 전기차 배터리에 사용되는 양극재, 음극재 등 핵심 소재와 리튬, 니켈 등핵심 원료의 원산지 요건을 제한하는 것이 핵심이다. 주요 부품/소재의 생산을 북미로 유도하되, 특히 미국과 대척점에 있는 중국, 러시아 등에서 생산되는 배터리 원료/소재는 보조금 지급 대상에서 제외하는 것이 주요 목적이다.

유럽 또한 올해 3월 핵심원자재법(CRMA) 초안을 발표하였다. 역내 배터리 공급망 구축이 목적이지만 특정 국가로부터 수입하는 개별 소재의 비중이 EU 연간 소비량의 65%를 넘지 않도록 수입처를 다변화하는 것도 목표로 삼고 있다. 이처럼 미국, 유럽의 탈중국 공급망 재편이 본격화 되면서 국내 소재 기업들에게 기회의 문이 열리고 있다.

친환경에 대한 요구가 높아지는 것도 한국의 소재 기업들에게는 호재이다. 중국 기업들은 제조 과정에서 많은 이산화탄소를 배출하고 있으며, 전력망에서 석탄화력의 비중이 높아 이산화탄소 간접배출량 또한 국내 기

업들보다 많은 것이 현실이다. 따라서 중국 기업들과 비교할 때 차별화된 친환경 경쟁력을 확보할 경우 국내 기업들이 중국을 따돌리는 좋은 계기가 될 수 있을 것 이다.

배터리 소재기업 육성을 위한 국가차원 전략 필요

IRA, CRMA 법안이나 환경규제가 국내 소재기업들에게 유리한 것은 사실이나 외부여건에만 의존해서는 안될 것이다. 결국 품질, 원가 등 본원경쟁력이 뒷받침 되어야 지속가능한 경쟁력으로 연결될 수 있다. 현재 수요가 확대되고 있는 LFP 양극재 시장 진출이나 핵심 원료인 리튬, 니켈 확보를 위한 노력도중요하다. 뿐만 아니라 차세대 이차전지소재 개발을위한 투자도 병행되어야 한다. 이를 위해 이차전지소재 재 R&D 인력을 확충하고 연구개발에 보다 많은 자원을 투입할 필요가 있다.

이를 위해 기업뿐 아니라 정부의 역할이 매우 중요하다. IRA 법안은 2010년대 초중반 위력을 발휘했던 중국의 전기차 보조금 지원정책과 여러모로 닮아있다. 중국은 2013년부터 중앙정부, 지방정부에서전기차 구매가격의 최대 50%까지를 보조금으로 지원해 주는 정책을 펼쳤다. 이는 전기차/배터리 산업생태계 육성이 목적이었는데, 이 정책은 단기간 내에큰 효과를 발휘해 중국 기업들이 원료-소재-배터리-전기차에 이르는 밸류체인 전체에서 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있었다.

향후 지속될 글로벌 공급망 재편의 시기에 국내 배 터리 소재 기업들은 단순한 제조사의 역할을 넘어 공 급망 강건화라는 중요한 역할을 해야 하며, 이를 위 해 K-배터리 소재 산업 생태계 강화와 글로벌 소 재 기업 육성을 위해 연구개발, 인재양성, 정책지원 등 다양한 분야에서 정부와 지자체, 기업, 연구기관 이 머리를 맞대고 협력을 강화해 나가야 할 것이다.

SPECIAL ISSUE 02

중대형 배터리 팩 산업의 현재와 미래전망



글. 손승현 한화에어로스페이스 상무(ESS담당)

경북대학교에서 전자공학 박사 학위를 취득했다. 삼성종합기술원, 삼성SDI에서 ESS시스템 사업을 추진하였으며, 현재 한화에어로스페이스 전기추진체계사업부 ESS담당으로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 선박, UAM, 잠수함, 방산에 적용되는 배터리 팩 개발 이다.

중대형 배터리 팩은 현대 사회에서 핵심 역할을 하는 기술 중 하나로, 전기 자동차(EV: Electric Vehicle) 및 전력용 에너지저장장치(ESS: Energy Storage System) 등에 필요한 핵심 구성 요소 중 하나이다. 이 기고문에서는 EV와 ESS로 대표되는 중대형 배터리 팩 산업의 현재를 간단하게 리뷰하고, 전기선박, UAM(Urban Air Mobility), 잠수함, 지상방산용 등 신규 응용분야에 대한 전망 및 기술을 중점적으로 논의할 것이다.

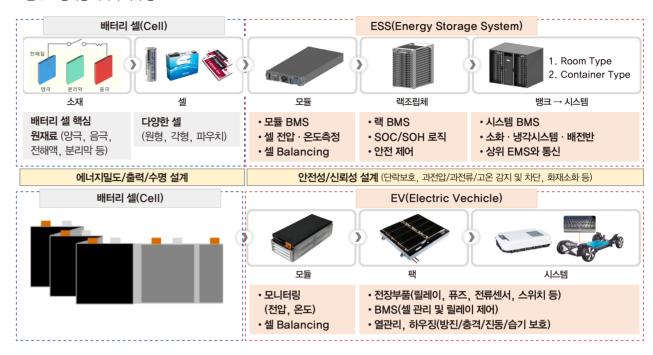
중대형 배터리 팩 정의 및 현 시장

EV로 대표되는 전기추진체계에 요구되는 배터리 용량은 수십 kWh 에서 100kWh 이상이 필요하다. 또한, 전력용ESS는 수십~수백kWh 배터리 용량의 랙이 병렬로 다수 연결되어 최대 수백MWh까지 설치 되고 있다. 상기 특성을 만족시키기 위하여다수의 배터리 셀과 이를 계층적으로 쌓아 올린 모듈(Module), 팩(Pack), 랙(Rack) 조립체 형태로 구성되어 있으며, 다양한 응용 분야별 고객 요구사항에 맞게 설계된다.

EV, ESS 배터리 팩의 경쟁력을 결정하는 가장 중요한 항목은 에너지 밀도와 가격이다. 또한, 반드시 확보해야하는 성능 항목은 출력, 수명, 안전성이다. 여기서 셀은 출력, 밀도, 수명 등 기본 성능을 좌우하고, 팩은 전기 안전성, 화재 안전성 및 가혹 환경에서 신뢰성과 같은 요구성능 및 부가 특성과 연관이 있다. 문제는 이 모든 항목을 동시에 최고 수준으로 만족하는 배터리를 개발하는 것이 현실적으로 쉽지 않다는 것이다. 이에, 배터리 업체들은 개발 철학과 전략에 따라서 원형/각형/파우치 등 셀 형태에 따른 단점을 보완하고 장점을 극대화하는 모듈/팩 설계를 진행 중이며, 이를 통하여 요구 성능과 목표가격을 만족할 수 있도록 개발을 추진하고 있다.

SNE 리서치에 따르면, EV에 사용되는 배터리 팩 (셀 포함)의 글로벌 시장 규모는 2022년 750억 USD 에서 2025년 1,590억 USD로 약 2.1배 성장할 것으로 예상하고 있다. 배터리 팩을 구성하는데 필요한주요 부품의 시장 규모는 2022년 200억 USD에서 2025년 424억 USD로 약 2.1배 성장할 것으로 예상됐다. 또한 배터리 팩 가격에서 셀을 제외한 부분이 25~30% 수준이며 소재 경량화, 연결 부품 축소, CTP(Cell To Pack) 같은 module—less 기술 적용을 통해서 셀을 포함하는 팩의 kWh당 가격이 2025년에는 123USD/kWh로 떨어질 것으로 분석됐다. 또한 BNEF('22.1월) 보고서에 의하면 EV에 못지 않게 ESS 시장규모도 2021년 110억 USD에서 2030년 2.620억 USD까지 성장하고, 설치 규모는 2021

그림 1 | 중대형 배터리 팩 구성



년 기준 62GWh이며, 연평균 36.5% 증가하여 2030 년에는 1,028GWh 예상하고 있다.

중대형 배터리 팩 기술 개발이 갖는 의미

배터리 모듈 및 팩은 리튬이온전지 셀을 실제 사용 가능한 상태로 만들기 위하여 보호회로, 충방전 제어, 데이터 통신 등 기능을 갖추고 Case로 조립된 완성품이다. 한편 배터리 팩 부품은 BMS(Battery Management System), Power electronics, 와이어링 하네스, 커넥터, Cell간 구조물, 모듈 및 팩 하우징 그리고 열관리 부품들로 구성돼 있다. BMS의 SOC(State of Charge), SOH(State of Health) 등알고리즘 관련 기술들은 점점 보편화되고 있는 반면, 시스템 기반의 요구사항 도출을 통한 하드웨어, 소프트웨어 개발 및 검증 수준이 핵심이 되고 있다. 또한안전성 측면에서 BMS를 각 계층 별로 기능을 세분화하고 인터페이스 연결을 포함한 통합 시스템을 개발하고, 대용량에서의 국지적 안전성 확보 및 유연한

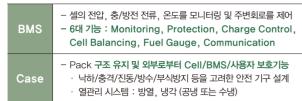
운용이 가능하도록 하는 기술이 중요해 지고 있다. 이 외 최근에는 단락보호협조, 화재안전장치 등이 핵 심기술로서 부각되고 있다.

중대형 배터리가 적용될 신산업(신규 응용분야) 전망 및 대응 노력

앞서 기술한 바와 같이, 탄소중립(CO2 감소)에 대한 정부 및 산업계 노력에 따라 모빌리티의 전동화가 EV를 중심으로 확대 되고 있으며, 전력용ESS 시장도 크게 확대 되고 있는 추세이다. 이에 EV와 ESS로 대표되는 지상 분야는 "성장기"에 이미 도달했다고 할 수 있다.

여기에 해양/항공/방산 분야에서도 전동화 동인들이 많이 발생하고 있다. 국제해사기구(IMO)의 황산화물, 질소산화물 규제 및 온실가스(CO₂) 환경규제가 지속 강화 되고 있고, 국제항공관련 기관들도 2050년까지 탄소중립 달성을 합의 하고 있으며, 잠수함/지상방산 등 군용으로는 배터리의 저소음/저발

표 1 | 배터리 팩 구성·기능(팩=셀+BMS+Case+전기보호장치/ 스위치기어+화재안전장치)





[Battery Pack 구조]

[BMS 기능]

열 특성으로 피탐 위험을 낮출 수 있기 때문에 해양, 항공, 방산 전 분야에 대한 전동화 모빌리티 사업이 신규 응용분야로서 "태동기"에 접어들고 있다.

앞서 EV 및 ESS의 배터리 팩 가격에서 셀을 제외한 부분이 25~30% 수준이라고 언급 하였다. 반면 신규 응용분야로 부상하고 있는 전기선박, UAM, 잠수함, 지상방산용에서는 배터리 팩 가격에서 셀을 제외한부분이 60~65% 수준으로 높다. 이러한 특수목적용 신규 응용분야는 사고 시 인명피해와 직결되기 때문에 화재안전성이 보장 되어야 하고 고출력(High C-rate)과 진동, 충격에 대한 신뢰성 요구가 매우 높아 팩의 신뢰성기술이 훨씬 고도화 되어야 한다.

특히 특수목적용 응용 분야에서 배터리로 인하여 화재사고가 발생하면 대규모 인명 피해로 연결 될 수 있기 때문에, 화재 안전성이 가장 중요하다. 화재의 3요소는 발화점 · 연료 · 산소이며, 리튬이온전지 시스템의 화재 및 전이 원인은 여러 요소가 복합적으로 작용한다. 이에 화재안전성 설계에는 4가지 과정이 필요하다. 첫째, 화재 요인을 제거하여 셀 열폭주 발생 요인의 원천적 차단이 필요하다. 둘째, 화재 발생예방을 위하여 셀 열폭주 전조증상 검출을 통한 화재 발생 차단이 필요하다. 셋째, 열폭주전이 방지 및 화재 구속을 위하여 화재가 발생하더라도 폭발을 방지하고 모듈/팩 내 화재 양상을 완화하는 설계가 필요

그림 2 | 특수목적용 신규 응용분야

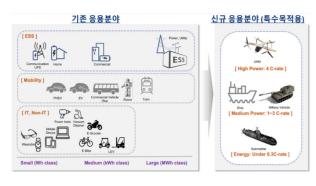
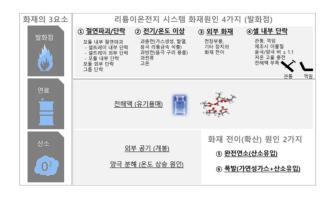


표 2 | 리튬이온전지 시스템 화재원인 4가지(발화점)



하다. 넷째, 화재 확산을 방지하고 소화하기 위하여 효율적인 소화약제 투입 및 팩 간 화재 전이를 차단 할 수 있는 설계가 필요하다.

맺음말

배터리 셀 기술은 최근 상향 평준화 되어가고 있기 때문에, 가격 경쟁력으로 승부하기에는 한계가 명확해 보인다. 이에, 시스템 단위의 차별화된 배터리 솔루션을 선제적으로 확보 함으로써 경쟁력을 지속적으로 유지해야 할 것이다. 또한, 특수목적용 신규 응용분야로 부상하고 있는 전기선박, UAM, 잠수함, 지상방산용에서는 화재안전성 및 신뢰성이 가장 중요한 기술 요소이기 때문에, 시장 창출 및 확대를 위해서는 이에 대한 솔루션을 개발하여야 할 것이다. 기술 확신

SPECIAL ISSUE 03

사용후 배터리 재사용·재활용 산업 이슈 및 활성화 전략



글. 우중제 한국에너지기술연구원 광주친환경에너지 연구센터장

광주과학기술원(GIST)에서 환경공학 박사 학위를 취득했다. 아르곤 국립연구 소, 현대자동차 연구소를 거쳐 현재 한국에너지기술연구원 광주친환경에너지 연구센터에서 재직 중이다. 주요 연구 분야는 사용후 배터리 재사용/재활용 핵 심기술 및 차세대 배터리 개발 등이다.

전기차 보급의 확대와 사용후 배터리 발생량 증가

전기차 보급의 확대로 글로벌 배터리 시장이 급격히 성장하고 있으며 국내의 경우 전기차의 수명을 10년으로 가정하면 사용후 배터리 발생량이 2020년 275개에서 2030년 10만 7,500개로 급증할 것으로예상된다. 사용후 배터리는 폭발/화재의 위험성이 있고 사고 시 유해한 가스를 방출하기 때문에 대규모물량의 신속하고 안전한 처리가 필요하다.

전기차에서 탈거한 사용후 배터리는 성능평가 후 잔존가치에 따라 용도를 분류한다. 잔존가치가 높은

배터리는 폐기하지 않고 에너지저장장치(ESS), 전기 차 충전소, 골프카트, 캠핑용 배터리 등 다른 용도로 재사용 할 수 있으며 잔존가치가 낮거나 이상열화가 발생한 배터리는 완전 폐기 후 재활용 처리를 통해 리튬, 니켈, 코발트 등 유용한 자원을 회수한다.

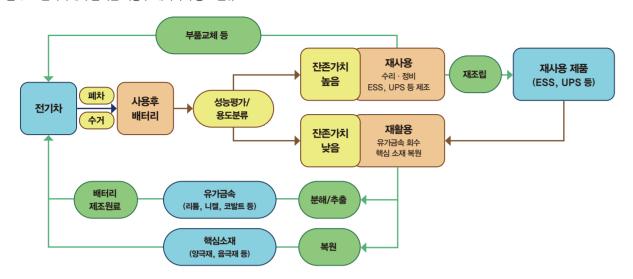
사용후 배터리를 팩이나 모듈 단위로 해체 후 재조립 하는 재사용 처리는 배터리를 완전 파괴 후 희유금속을 강산에 녹여 추출 후 분리/정제하는 재활용 처리와 비교하여 상대적으로 간단한 공정으로 이루어져 있다. 그러나 배터리 재활용 산업은 배터리 제조공정 중 발생하는 폐스크랩 물량 증가와 함께 빠르게 성장하고 있는 반면, 배터리 재사용 산업은 아직 사용후 배터리의 물량이 충분하지 않고 관련 법령, 인증체계 및 수익모델의 부족으로 인해 활성화가 저해되고 있다.

사용후 배터리 재사용 산업 이슈

배터리 시스템은 그림 2와 같이 세 가지 주요 구성 요소로 이루어져 있다. '셀'은 배터리의 기본 구성단 위이며 여러 개의 셀이 '모듈'로 그룹화되고 모듈이 모여 배터리 팩을 이루게 된다. 사용후 배터리 재사 용은 주로 팩과 모듈을 대상으로 하며 셀의 경우 해 체 중 손상 및 해체 비용 증가로 인해 재사용이 어려 운 것으로 알려져 있다.

초기의 전기차는 내연기관차의 플랫폼에 배터리를 장착하여서 차종에 따라 다양한 모양의 셀-모듈-팩 이 사용되었다. 최근 생산되는 전기차는 전기차 전용 플랫폼에 표준화된 모듈을 탑재하고 있으며 다양한 차 종에 적용되는 모듈의 모양과 성능이 표준화되면 모듈 단위의 재사용이 유리해진다. 그러나 전기차의 주행거 리 개선을 위해 모듈 부품을 삭제하고 셀을 모아 팩을 구성하는 셀투팩 구조의 배터리의 경우 모듈 단위의 재사용은 어려울 것으로 보인다. 이와 같이 전기차에 탑재하는 배터리의 구조에 따라 재사용 배터리의 최적 단위 및 구조가 달라질 수 있기 때문에 시장의 현황을 보며 배터리 재사용 산업을 준비해야 한다.

그림 1 | 전기차에서 탈거한 사용후 배터리의 용도 분류



〈규제개선 · 지원을 통한 순환경제 활성화 방안('22.9) 참고〉

그림 2 | 배터리의 셀-모듈-팩 구조

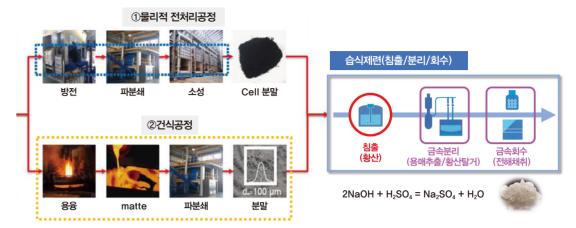


배터리는 전기차 사용 환경에서 반복되는 충·방전 과정 중 용량 및 출력이 감소하며 사용후 배터리는 전기차의 주행거리 및 사용패턴에 따라 상이한 열화도를 지니게 된다. 특히 리튬석출, 가스발생 등 비정상 열화가 발생한 배터리는 재사용 중 내구가 취약하거나 화재나 폭발 등 안전사고가 발생할 가능성이 높다. 따라서 사용후배터리를 재사용하기 위해서는 배터리의 용량, 출력, 내구 및 안전성을 빠르고 정확하게 진단해야 한다.

진단 항목 중 용량이나 출력은 배터리의 추가적인 손상 없이 검사가 가능하지만 내구성능 및 안전성의 경우 비파괴로 평가가 어렵다. 반복된 충방전을 통해 사이클 수명을 측정하거나 진동, 충격, 과충전, 단락 등 안정성을 측정한 배터리는 손상으로 인해 재사용이 불가능하다. 전기차용 신규 배터리를 개발할 때 대표 샘플을 선정하여 내구 성능과 안정성을 평가하고 동일 조건에 제조한 배터리는 동등한 성능을 지니는 것으로 간주한다. 앞서 설명한 대로 사용후 배터리는 사용이력에 따라 배터리의 열화도가 상이하기때문에 대표 샘플 평가를 통해 내구성능 및 안전성을 평가하기 어렵다. 이렇게 사용후 배터리의 내구성능이나 안전성에 대한 철저한 검증이나 인증 없이 재사용이 될 경우 위험도가 증가하며 사고 발생 시 귀책및 해결 방안을 제시할 대상이 불분명하다.

재사용 산업의 활성화를 위해 고속 진단, 저비용 해체, 재사용 배터리 설계 및 운용 기술 등 해결해야 할 여러 가지 문제점들이 있다. 그중에서 가장 중요한 문제 중 하나는 재사용 배터리의 사용기한 동안성능과 안전을 보증할 수 있는 인증 체계를 구축하는 것이다. 전기차 개발 단계에서 신규 배터리의 충분한 검증을 통해 전기차 사용기간 중 배터리의 품질을 확보하는 것처럼 재사용 배터리로 추가 사용하는 기간을 고려하여 배터리의 실제 수명이 만료되는 시점까

그림 3 | 배터리 재활용 공정



〈성일하이텍 케이프투자증권 리서치본부〉

지의 성능, 내구, 안전 품질 검사가 필요해 보인다.

사용후 배터리 재활용 산업 이슈

우리나라 배터리 산업의 주요 경쟁국인 중국, 미국, 유럽 등은 자국 산업 보호를 위해 규제를 강화하고 있다. 배터리 세계시장 점유율 1위인 중국은 저가의 가격 경쟁력을 무기로 삼고 있으며 미국과 유럽은 배터리 전 과정탄소절감과 친환경 재활용을 내세워 중국을 견제하고 있다. EU는 2027년 배터리 제조 전 과정 탄소배출 상한규제를 실시하고 2030년부터 재활용 원료(리튬, 코발트, 니켈) 최소 투입량 규제를 실시할 예정이다.

배터리의 전 과정 탄소 발생량은 5.3톤 수준으로 전기차 전체 제조공정의 48%를 차지한다. 배터리의 양극 소재는 배터리 제조과정에서 발생하는 총 탄소 배출 중 약 30%의 이산화탄소를 배출하는 것으로 알 려져 있다. 또한 EU에서 규제하는 재활용 금속은 모 두 양극재의 원료이다. 따라서, 양극재 제조 중 탄소 발생량을 줄이고 재활용 원료를 효과적으로 확보할 수 있는 전략이 필요하다.

앞서 설명한 대로 잔존가치가 낮은 사용후 배터리는 폐기 후 재활용 처리를 통해 양극재의 주요 성분인 리튬, 코발트, 니켈 등 희유금속을 회수하고 있

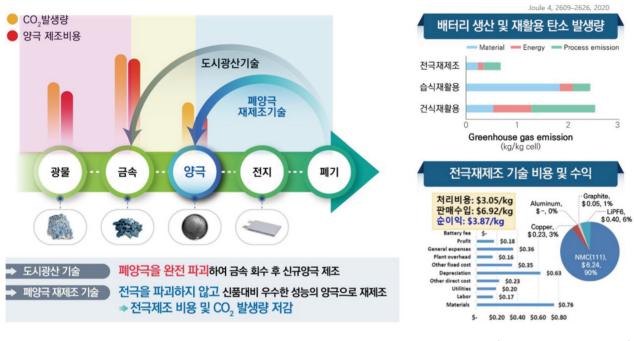
다. 배터리 재활용 공정은 그림3과 같이 ①배터리를 완전 방전하고 파분쇄를 거쳐 양극재를 포함하는 블 랙파우더를 제조하는 물리적 전처리 공정과 ②배터리를 고온 용용로에서 처리 후 희유금속을 합금 형태로 회수하는 건식 공정이 있다. ①,②를 통해 얻은분말은 침출, 용매추출, 탈거 단계를 포함하는 습식제련 공정을 통해 고순도의 금속으로 분리하게 된다.

국내외 재활용 대표 업체는 연간 10만 톤 이상의 폐스크랩을 처리하는 대규모 공장을 운영하고 있으며 관련 산업이 빠르게 성장하고 있다. 그러나 재활용 공정의 탄소, 폐수 발생 저감 및 수익성 개선이 필요한 상황이다.

사용후 배터리 재활용을 통해 회수한 금속으로 배터리를 생산할 경우 신규 배터리 제조공정과 비교하여 이산화탄소 발생량의 절감이 크지 않은 것으로 보고되고 있다 (Nature substantiality (2019) 2, 148). 또한 재활용 공정 중 산염기 중화 및 용매추출 단계에서 다량의 망초 (Na_2SO_4) 폐수가 발생하여 공정 인프라 설치 장소가 제한되고 폐수처리 비용이 발생한다.

재활용 산업의 수익은 회수한 금속의 판매가격과 밀접한 연관을 지니고 있다. 최근 전지사들은 원가 절감을 위해 고가 금속인 코발트의 사용량을 줄이고 있고 더 나아가 코발트 프리 양극재 출시를 준비 중

그림 4 | 배터리 제조공정의 원료 흐름과 폐양극제 제조 기술에 따른 개선 사항



(Recell center report, 2020)

에 있다. 또한 코발트, 니켈 등 고가의 금속 대신 저가의 철을 주원료로 사용하는 리튬인산철 배터리의 판매가 확대되고 있어 향후, 사용후 배터리 재활용산업의 수익성이 악화될 가능성이 있다

사용후 배터리 재활용 산업의 글로벌 경쟁력 강화를 위해 기존 도시광산 기술의 공정을 개선하고 폐수를 처 리하는 기술과 자원 순환 루프를 줄일 수 있는 차세대 재 활용 기술이 활발히 연구 중이다.

배터리 제조공정의 원료 흐름(그림 4)을 보면, 광물이나 염호에서 금속원료를 확보하여 배터리 양극재를 제조하고 전지에 적용한다. 앞서 설명한 도시광산 기술은 폐양극재를 강산에 녹여 완전히 파괴한 후고순도 금속을 회수하여 다시 양극재를 제조하는 공정이다. 차세대 재활용 기술로 제안되고 있는 폐양극재제조 기술은 양극재를 파괴하지 않고 분리하여 초기성능으로 복원하거나 신품 대비 성능이 개선된 제품으로 업사이클링하는 기술이다. 양극재를 직접 재활용할 경우 탄소 발생량을 1/3 수준으로 낮추고 사

용후 배터리 재활용 수익을 크게 개선하는 것으로 보고되고 있다.

사용후 배터리 재사용/재활용 산업 활성화를 위한 도전과제

배터리의 전주기 탄소발자국 및 재활용 원료 사용 최소 비율 규정 등 국제적인 규제 환경에서 사용후 배터리 기술 역량이 배터리 산업의 주요 경쟁력으로 작용할 것으로 전망된다. 향후 폭발적인 성장이 예상되는 사용후 배터리의 시장을 선도하기 위해 법적 제도적 기반 마련이 시급한 상황이며 사용후 배터리 재사용/재활용 산업 활성화를 위해 ①재사용 배터리 품질인증 시스템 구축 및 안전하고 경제적인 재사용 배터리 제조/운용 기술과 ②배터리 생애 전주기 탄소 배출 저감 및 환경오염 최소화를 위한 친환경·고부가 재활용 기술 개발이 필요하다. [기술학산]

SPECIAL ISSUE 04

리튬이온전지를 넘어서

차세대 이차전지로의 진화



글. 정경윤 한국과학기술연구원 에너지저장연구센터장

연세대학교에서 금속공학 박사 학위를 취득했다. 미국 Brookhaven National Lab.의 Research Associate를 거쳐 현재 한국과학기술연구원 에너지저장연구센터장으로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 차세대 이차전지이며, 이중 특히 전고체전지와 나트륨이온전지의 연구와 방사광 가속기 기반 X-선 이용 분석 연구를 수행하고 있다.

State-of-the-art 이차전지, 리튬이온전지

현재 리튬이온전지가 state-of-the-art 이차전 지로 평가받으며 사용범위를 넓혀가고 있다. 일본 소니社에 의해 1991년 최초로 상용화된 이후 핸드폰, 노트북 등 소형 모바일 IT 기기에 주로 사용되어 오다가 전기자동차에 탑재되면서 시장 규모가 급격히 증가하고 있다. 시장 예측기관마다 성장률에 대한 예측의 차이는 있으나 대부분의 기관이 공통적으로 CAGR 10% 이상의 높은 성장률을 예측하고, 2025 년경이 되면 메모리반도체 시장 규모를 능가할 것이라는 전망도 나오고 있다. 한국은 리튬이온전지 시장

에서 우수한 기술력을 바탕으로 선전하고 있다. 약간 특수한 성격을 지닌 중국 시장을 제외한다면 시장점 유율 1위를 하는 것으로 평가받고 있다. 그런데, 중 국의 추격이 매우 맹렬하다. 중국은 가격 경쟁력을 바탕으로 매우 빠르게 시장을 확대하고 있다. 한국 은 기술력을 무기로 이에 대항할 수밖에 없는 상황이 다. 리튬이온전지는 앞으로도 이차전지 시장에서 매 우 오랫동안 주력 이차전지로 사용될 것으로 예측된 다. 그렇다면 왜 많은 기업과 연구기관, 대학들이 차 세대 이차전지를 연구하고 있고, 이의 향후 전개 방 향은 어떻게 될지, 이를 논해보고자 한다.

리튬이온전지도 차세대 이차전지?

차세대 이차전지라는 용어는 계속하여 사용되어 왔다 리튬이온전지도 차세대 이차전지였다. 리튬이 온전지 이전에는 니켈카드뮴전지가 주로 사용되었 고, 이후 니켈수소전지도 사용되었다. 그 이전에는 납축전지가 사용되었었다. 즉, 납축전지가 주로 사 용될 때는 니켈카드뮴/니켈수소전지가 차세대 이차 전지였다. 니켈카드뮴/니켈수소전지가 사용될 때는 리튬이온전지가 차세대 이차전지였다. 기존 이차전 지가 존재하기는 하나, 응용처의 특성, 소비자의 기대치 등에 의해 새로운 이차전지의 필요성이 대두되고, 이에 대응할 수 있는 차세대 이차전지에 관한 연구 개발이 진 행되는 것이다. 새로운 이차전지가 개발되었다고 해 서 기존 이차전지의 시장을 새로운 이차전지가 모두 대체하는 것은 아니다. 단적인 예로, 리튬이온전지 가 개발되었어도 이것이 납축전지의 시장을 완전히 대체하지는 않았다. 실제 내연기관에 탑재된 납축전 지는 여전히 리튬이온전지로 대체되지 않고 있다. 각 각의 이차전지는 그들 고유의 특성이 있기에 응용처 에서 필요로 하는 스펙을 맞추기 좋은 이차전지가 사 용되는 것이다. 시장 규모를 보더라도. 2017년까지 는 납축전지의 시장 규모가 리튬이온전지보다 컸다. 1991년에 리튬이온전지가 상용화되었지만, 기존 이

표1 | 이차전지 시장 규모 및 전망

단위: 백만 달러

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 (E)	2023 (E)	2024 (E)	CAGR	CAGR ('15~'19)	CAGR ('20~'24)
리튬이온 전지	26,772	29,293	34,537	43,624	46,021	56,496	90,461	112,684	135,166	153,439	21%	15%	28%
NiMH	2,096	2,130	2,193	2,139	2,079	1,892	2,028	2,511	2,697	2,767	3%	0%	10%
	332	323	317	270	255	70	64	64	64	64	-17%	-6%	-2%
납축전지	37,330	37,764	39,138	40,068	40,927	31,959	32,194	32,388	32,743	33,751	-1%	2%	1%
커패시터	460	531	655	883	1,058	1,030	1,212	1,292	1,423	1,514	14%	23%	10%
기타	264	308	439	667	881	113	113	114	114	113	-9%	35%	0%
합계	67,254	70,349	77,279	87,651	91,221	91,560	126,072	149,053	172,207	191,648	12%	8%	20%

〈출처: B3, 한국배터리산업협회 자료 재구성〉

차전지의 시장 규모를 능가하는데 25년 이상의 시간 이 걸린 것이다. 새로운 응용처인 전기자동차가 보급되면서 시장의 판도가 바뀌었다. 즉, 새로운 이차전 지는 기존 이차전지 시장을 대체한다기보다는, 새로운 시장을 개척하고 이차전지 시장을 팽창시키면서 성장한다고 할 수 있을 것이다.

리튬이온전지의 한계? 소비자의 높은 기대치!

리튬이온전지도 기술의 산물이다. 따라서, 당연히 이론적인 한계치가 존재한다. 이중 특히 중요한 세 가지 관점으로는 에너지밀도, 가격, 안전성을 꼽을 수 있다. 우선 에너지밀도를 살펴보면, 1991년 최초 상용화 시 리튬 이온전지의 에너지밀도 대비 현재 리튬이온전지의 에너지밀도는 약 2~2.5배 증대되었다. 셀 관련 공정 기술과 핵심 소재 관련 기술의 개발을 통해 이론적 한계치에 거의 다다른 것으로 평가되고 있다. 현재 리튬이온전지의 에너지밀도는 대략 250~300Wh/kg 수준이다. 획기적인 공정이나 소재가 개발되어 채용되지 않으면, 이를 기술적으로 넘어서기는 어려울 것이다. 만약 이를 뛰어넘는 혁신 공정과 신소재가 개발된다면, 이는 리

튬이온전지로 칭하기보다는 차세대 이차전지의 영역으로 분류되며 새로운 명칭을 가질 가능성이 높다. 그러나 소비자의 기대치는 매우 높다. 현재 일충전주행거리가 약 500km 수준인 전기차가 출시되고 있으나, 이보다 더 긴 일충전주행거리를 가지는 전기차가 요구되고 있다.

가격의 경우도 마찬가지이다. 현재의 리튬이온전 지는 대략 100 \$/kWh 수준이 가장 낮은 가격을 형성했을 시기이다. 리튬, 니켈, 코발트 등 주요 원자재의 가격 변동에 따라 전지의 가격 변동이 일어나고 있다. 이러한 원자재가 특정 국가에 편중해 매장되어 있고 이의 제련 및 정제 또한 중국에 의존도가 높아, 리튬이온전지의 가격을 더 낮추는 것은 매우 도전적인 일이다. 하지만 소비자들은 더욱 싼 이차전지와이를 탑재한 전기자동차를 요구하고 있고, 이는 당연한 요구이다

전기자동차의 화재 발생 비율은 내연기관 자동차의 그것보다 낮다. 비율상으로는 그렇다. 그러나 전기차에 불이 나는 경우 매우 급격하게 불이 붙고, 또한 불을 끄기가 어렵다. 언론을 통해 인사 사고가 있었다는 좋지 않은 소식이 들리기도 한다. 흔한 일은

그림 1 | 리튬이온전지의 기술적 한계 및 극복 방안

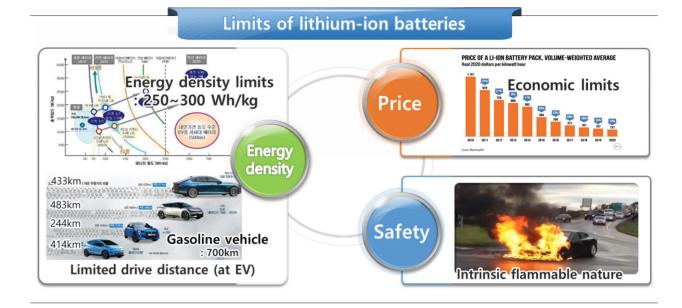


표 2 | 이차전지 기술 개발 로드맵



※ 리튬메탈전지는 리튬황, 리튬공기, 리튬메탈음극 사용 전고체전지 등에 요소기술로 포함 〈차세대 전지 초격차 R&D 전략, 관계부처 합동, 2023,04〉

아니지만, 이러한 사고가 발생하는 것은 소비자들에 게 안전성에 대한 불안감을 일으킨다. 많은 연구자들이 이를 더 안전하게 만들기 위한 기술 개발을 진행하고 있으나, 궁극의 안전한 전지에 대한 요구도 나오고 있다. 이 또한 당연한 요구라 생각한다.

리튬이온전지에 대한 기술 개발을 통해 이러한 한 계치들을 극복하려는 연구·개발도 지속적으로 진행 되고 있다. 앞으로도 연구·개발이 진행되겠지만 새 로운 개념, 즉 차세대 이차전지를 통해 이를 극복하 려는 연구·개발도 진행되고 있다. 또한, 차세대 이 차전지를 통해서는, 또 다른 장점과 특성을 가지는 이차전지의 개발을 통해 새로운 시장을 창출하려는 움직임도 일어나고 있다.

차세대 이차전지 개발 현황 및 적용 시장

리튬이온전지가 비록 잘 쓰이고 있으나, 모든 응용처에 리튬이온전지를 동일하게 쓰는 것이 맞는지는고민해 볼 필요가 있다. 리튬이온전지는 높은 에너지밀도, 출력 등의 특성을 가지고 전기자동차, 소형 전자기기 등에 효율적으로 사용되고 있다. 그러나 앞으로 시장이 크게 펼쳐질 전력저장, 웨어러블 기기, UAM(Urban Air Mobility, 도심 항공 모빌리티) 등등 모든 응용 분야에 리튬이온전지가 최적인 것은 아니다. 소위 BoT(Battery of Things, 사물 배터리)시대가 되면 이 수요를 리튬이온전지가 모두 감당할수 없고, 또한 그러는 것이 효율적이지도 않다.

현재, 집중적으로 연구개발이 이루어지고 있는 차세대 이차전지 기술로는 전고체전지 기술, 나트륨이 온전지 기술, 리튬황전지 기술, 리튬금속전지 기술



을 들 수가 있다. 각각 차세대 이차전지의 고유 특 성을 가지고, 특정 응용처에서 장점을 가지는 시스 템들이다. 전고체전지의 경우 극강의 안전한 전지이 다. 전기자동차 등에 활용할 수 있을 것으로 기대되 고 있다. 현재 국내의 전지 3사인 삼성SDI. LG에너 지솔루션, SK온 등에서도 개발하고 있고, 일본의 도 요타社가 앞서고 있는 것으로 평가받고 있다. 미국 의 수많은 스타트업과 중국의 많은 기업들도 전고체 전지의 개발에 심혈을 기울이고 있다. 나트륨이온전 지는 지구상에 매우 풍부한 원소인 나트륨, 철, 망 간 등을 활용하여 만드는 이차전지로. 경제성이 뛰어 난 이차전지이다. 전력저장, 신재생에너지 저장 등 MWh~GWh급으로 대규모 사용에 유리한 시스템이 다. 이뿐 아니라 퍼스널 모빌리티 등 가격 경쟁력이 중요한 곳에도 사용될 수 있다. 중국의 CATL이 상 용화를 선언했고. 미국의 Natron Energy, 영국의 Faradion 등이 개발하고 있다. 리튬황전지는 중량 당 에너지밀도가 높은 이차전지이다. 즉, 가벼운 전 지이다. 가벼워서 UAM, 드론, 항공기 등 가벼운 특 성이 중요한 부분에 우선적으로 사용될 것으로 기 대되고 있다. 한국의 LG에너지솔루션, 미국의 Sion Power, 영국의 Oxis Energy 등이 개발하고 있다. 리튬금속전지 기술은. 정확히는 리튬금속 음극 기술 이다. 리튬금속의 경우 충 · 방전 과정에서 수지상이 형성되고 불안정하여, 이를 안정화하는 기술을 개발 하고 있다. 기술 개발에 성공할 경우 활용도는 매우 높다. 현재의 리튬이온전지 음극 전극을 대체하거나 전고체전지, 리튬황전지, 금속공기전지 등의 음극으 로도 활용할 수 있다. 물론 각각의 전지 시스템으로 들어갈 때 추가 연구를 통해 최적화하는 작업을 진행 해야 하지만, 리튬의 수지상 형성 억제라는 공통 기 술을 우선적으로 개발할 필요가 있다. 많은 기업, 연 구소. 학교가 관련 연구를 수행하고 있다. 이외에도 차세대 이차전지 기술로써 리튬공기전지, 다가이온 전지, 수계아연전지, 레독스흐름전지 등 관련 기술 들이 연구되고 있다.

차세대 이차전지 개발 로드맵

세계 각국은 차세대 이차전지 개발을 위한 로드맵을 수립하여 추진하고 있다. 우리 정부도 관계부처 합동으로 "차세대 전지 초격차 R&D 전략"을 2023년 4월에 수 립하였고, 이차전지 관련 연구개발 로드맵을 수립하였 다. 이의 후속 작업으로 차세대 이차전지 관련 기획을 추 가 진행하여 구체적인 추진 방안을 수립한 바 있다.

또한 정부에서는 이차전지를 12대 국가 전략기술로 선정하였다. 4대 중점기술로서 '리튬이온전지 및핵심 소재 고도화', '차세대 이차전지 소재‧셀', '이차전지 모듈·시스템', '이차전지 재사용·재활용'을 선정하고, 이들의 구체적인 기술 개발 및 생태계 조성 방안을 제시한 바 있다. 앞으로는 이러한 추진 방안들을 실제 추진해 기술의 초격차를 확보하고, 궁극적으로는 대한민국이 리튬이온전지 및 차세대 이차전지 시장에서 우위를 점하기 위해 지속적인 지원과연구개발이 필요하다. 「治療物」

SPECIAL ISSUE 05

K-battery 정책 지원 현황



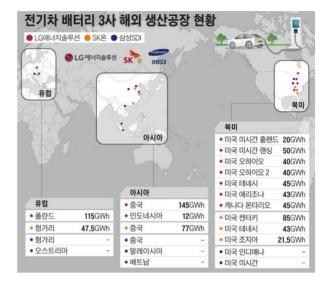
글. 이정두 한국산업기술기획평가원 이차전지PD

서울대학교에서 무기재료공학 석사 학위를 취득했다. 오리온전기, 삼성SDI를 거쳐 현재 KEIT에서 이차전지 PD로 재직 중이다.

주요 업무는 배터리 소재 및 셀 등 관련 분야에 대해 신규 사업 발굴 및 기획을 진행하고 있다.

리튬 이온 배터리의 경우 휴대전화, 노트북, 파워 툴 등 IT 제품의 전원으로 사용되다가, 내연기관을 이용하는 자동차에 대한 탄소 배출량 규제 등에 의해 친환경 자동차에 적용되기 시작하면서 시장이 급성 장하기 시작했다. 현재 리튬이온 배터리는 한 · 중 · 일이 대부분 생산하고 있으며, 배터리 제조에 필요한 원료 및 소재도 시장 점유율이 높다. 국내 기업들의 경우 국내 생산기지뿐 아니라 유럽에 빨리 진출해 생산 공장을 많이 만들었고, 최근에는 IRA 등의 이유로 북미 지역에 생산 공장을 계속 건설하거나 건설계 획을 발표하고 있다.

그림 1 Ⅰ 전기차 배터리 3사 해외 생산공장 현황



〈출처: 조선비즈〉

배터리를 만들기 위해서는 많은 소재가 필요하지만 4 대 소재가 필수적이다. 이 중에서 양극의 경우 리튬이 반드시 필요하고, 삼원계 활물질의 경우는 니켈, 코발트, 망간 등의 원료가 필요하다. 이때 원료를 채굴하는 것부터 중간재 및 활물질을 만드는 것까지 다량의 이산화탄소가 발생하고, 또한 열처리 등으로 많은 에너지가 필요하다. 이에 최근 프랑스에서는 전기차의 생산과정에서 발생하는 탄소 배출량 및 친환경 소재 사용량에 따라 보조금을 차등 지급하는 초안을 공개했다. 이와 더불어 CRMA 등을 통해 재활용 소재 적용을 필수로 지정하고, 연도에 따라서 재활용 소재의 적용량 증가를 의무화하는 등 탄소 저감을 위한 노력을 지속하고 있다. 우리도 배터리 제조 전주기에 대한 관리가 필요하고, 새로운 법안 등에 관해 선제적인 준비가 필요하다.

리튬 이온 배터리는 상용화가 된 이후로 1회 충전 시 사용 시간 또는 이동 거리를 나타내는 에너지밀 도가 계속해서 증가하였다. 특히 국내 기업의 경우 다른 소재에 비해 비용량이 높은 삼원계(NCM 또는 NCA) 양극활물질을 집중해서 개발했고, 특히 니켈 의 함량을 증가시키면서 비용량을 계속해서 향상시

표 1 | 핵심원자재법(CRMA) 요약

항목	내용
전략 원자재 대상	리튬, 니켈, 코발트, 망간, 구리, 천연흑연 등
원자재 확보 목표	2030년까지 EU 역내 전략 원자재 연간 소비량의 추출(10%), 가공(40%), 재활용(15%) 역량 확보 목표 2030년까지 EU 연간 소비량의 65% 이상을 단일한 제3국에 의존하지 않도록 수입 다변화 추진
원자재 확보 방안	유럽 핵심원자재 이사회 구성, 전략 프로젝트 심사, 리스크 모니터링, 핵심/전략 원자재 목록 업데이트. 원자재 전략 프로젝트 추진. 허가시한 부여(추출 포함 시 최대 2년), 환경영향평가기간 단축, 민간 투자 촉진
공급망 리스크 관리	핵심 원자재 모니터링 및 공급망별 스트레스 테스트 진행 EU 역내 전략기술 제조 대기업 중 전략원자재 사용 기업의 공급망 자체 감사 EU 역내 수요-공급 매칭하는 공동구매 시스템 구축
지속가능성 확보	회원국별 오염물질 수집 및 재활용 위한 조치 규정 마련 공급망 협력 강화 위한 제3국 대상 전략 파트너십 논의

켰다. 삼원계 양극 활물질의 경우 니켈 함량 80% 또는 그 이상까지 개발이 진행되었지만, 음극의 경우는 흑연을 기본으로 사용하되 비용량 증가를 위해 실리콘을 혼합해 사용하는 기술들이 개발되고 있다. 이는 부피 팽창에 조금 더 유리한 원통형 배터리에 먼저 적용되었으나 소량 혼합하는 수준이었다. 높은 에너지밀도를 위해서는 많은 양의 실리콘 소재 혼합이필요하고, 이를 위해서는 부피 팽창의 문제를 극복할수 있는 기술개발이 필요하다

반면에 중국 기업에서는 인산철(LFP) 활물질 개발을 지속했다. 이는 삼원계 활물질에 비해 무겁고 이동거리가 적지만, 낮은 가격으로 최근 테슬라의 모델3 또는 기아차의 레이EV 등에 적용되면서 전기자동차의 저가화에 기여하고 있다. 최근에 CATL은 쉽게구할수 있고 저가화할수 있기에, 중국은 리튬이 아닌 나트륨 배터리에도 많은 관심을 보이고 있으며이와 관련된 신기술을 꾸준하게 발표하고 있다. 국내기업들이 삼원계에서도 높은 기술력을 확보하고 있지만, 저가화 또는 다양한 신기술에 관해서도 관심을 기울이고 기술을 개발하는 노력이 필요하다.

상용화되고 있는 리튬 이온 배터리의 경우, 에너 지밀도가 계속 증가해 개선 수준이 줄어들고 포화되 는 특성을 보이고 있다. 상용화 수준에서 이를 극복 할 수 있는 차세대 배터리에 관한 기술개발이 활발하 게 진행되고 있고, 배터리 발화 등의 사고가 발생하 지 않는 전고체 배터리에 관한 연구도 같이 활발하게 진행되고 있다. 특히 일본의 도요타는 시제품을 자동 차에 탑재하여 기술력을 나타낸 바 있으며, 국내의 삼성 SDI는 S-line을 짓고 황화물계 전고체 배터리 pilot 생산 라인을 완공해 개발을 진행하고 있다. 차세대 배터리를 개발해 새로운 시장을 선점하려는 노력이 여러 국가에서 진행되고 있으며, 이를 위해 국가적으로 많은 정책을 발표하고 지원을 진행하고 있다. 특히 국내에서 산업부는 예타 과제를 통해 차세대 배터리 개발을 지원하고, 빠르면 2024년부터 사업화하기 위해 노력하고 있다.

전기차에서 배터리 사용량이 증가함에 따라, 사용 후 배터리에 대한 관심도 증가하고 있다. 1차로 사용한 배터리에 대해 정밀 진단을 통해 상태를 파악하고, 재제조 또는 재사용을 통해 한 번 더 활용하게 된다. 이후로 사용이 어렵다고 판단되면 재활용을 통해 원료를 확보할수 있다. 이를 통해 배터리 제조에 필요한 소재를 만들게된다면 탄소 저감 등 친환경에도 유리하다. 국내에서도 사용 후 배터리의 재사용 및 재활용을 활성화하기 위한법안을 마련하고 있으며, 이를 위한 기반 구축 사업뿐만아니라 진단 기술 등을 위한 R&D 사업을 이미 진행하고있다.

배터리 산업 생태계의 경쟁력을 강화하기 위해 소재 기업의 투자 활성화를 추진하고 있다. 특히 투자세액공제의 경우 대기업은 8%에서 15%로, 중소기업

그림 2 | 국가전략기술 전략로드맵 이차전지 분야 세부 임무

도전		美 · EU 환경구제 및 밸류체인 내재화 추진 -〉핵심광물 · 소재 공급망 고도화 및 친환경성 강화 리튬이온전지 시장경쟁력 유지와 함께, 中 · 日 등 경쟁국 추격에 대비한 차세대 이차전지 선점				
비전		세계를 앞	서는 초격차 기술	로 이차전지 기술	강국 수성	
중점기술	리튬이온전지 소재 · 셀		능 · 고안전 · 친환경 핵심소재 및 조공정 기술 선도	차세대 이차전지	-	전고체 · 리튬금속 나트륨이온 조기 상용화 전략기술 프로젝트 추진
임무 ('30년)	모듈·시스텀		고효율 · 고안전 개념 설계 · 관리 기술 확보	재사용 · 재활용	-	사용 후 이차전지 시장성 구현 및 산업 대중화
		성능 경쟁력 수성		350Wh/kg), 고안전(열목 (Ni)90%), 실리콘계 음극자		지 확보
	리튬전지 소재·셀	가격 경쟁력 확보		: 확보 및 전극소재(바인더, 출, 삼원계 고가광물(코발트		점유율 50% 이상
	— " <u>=</u>	소재 · 공정 친환경화	친환경 전구체, 소재 생산 및 건식 전극 공정기술 확보 ▶공정 내 탄소배출 50% 이상 저감			
		초격차 성능 확보	,	등 성능 고도화 관련 주요 소 !정화(수지상돌기 억제), 황		보
	차세대 이차전지	초안전 소재 확보	고체전해질 등 화재위험성을 원천적으로 저감하는 차세대 기술 ▶대면적 적층형 반 · 전고체전지 기술 확보 및 조기 상용화			
기술확보	17121	원료 · 소재 자립화	매장량이 한정된 리튬을 대체할 풍부한 원료 활용 ▶나트륨이온전지 고성능화(220Wh/kg) 소재ㆍ제조 기술 확보(차차세대 원천기술 특			차세대 원천기술 투자병행)
목표		고효율 신개념 설계		: Cell-to-Pack) 기반 : 항상, 급속충전 거리 70%		스템 기술 확보
	이차전지 모듈 :	안전성 고도화		열폭주와 화재전이를 차단 및 화재전이(ESS) 발생률 0		(기술 확보
	시스템	장수명 시스템 확보		합관리 시스템 개발을 통한 I 등대, 수명예측 정확도 90%		
		잔존가치 평가기술 확보		가치를 신속 · 저렴하게 진단 인단, 정확도 95% 이상의 b		기반조성
	재사용 · 재활용	재사용 산업 활성화		개선하여 재사용 산업 활성 중 안전성 개선, 재조원가		립
	120	재활용 산업경쟁력 확보		: 재활용 산업 경쟁력 확보 %, 니켈 및 코발트 99%) +	친환경(폐수 발생량	90% 이상 저감)

은 15%에서 25%로 확대해서 적용하고 있다. 올해 7월에는 첨단전략산업 특화단지가 발표되었는데 배터리의 경우 4개 지역이 선정되었다. 충북 오창은 주변기업과 함께 완성 셀에 대한 기술개발을, 전북 새만금은 리사이클링 및 핵심 광물 가공에 대한 국내 공급망 강화를 지원하고, 포항은 양극 활물질 소재 개발, 특히 삼원계 및 인산철 등 다양한 소재 개발을지원하고, 울산은 전고체 배터리 개발 등 미래 배터리수요에 대응할 수 있도록 지원할 예정이다.

장비 관련해서는 배터리를 소부장 핵심기술로 지정해 집중 지원할 예정으로, 첨단 제조 장비의 개발

에 관해 R&D 예타 과제 추진을 준비하고 있다. 그리고 정책 펀드를 통해 유망한 장비 기업을 지원하기위해 이차전지 혁신 펀드로 2천억 원, 중견기업 혁신펀드로 3천억 원 규모를 준비하고 있다.

또한 배터리 관련 전문인력 양성을 위해서도 노력 중이다. 인재 확보를 위한 특별법 제정 추진을 준비하고 있고, 산학협력 기반의 계약학과를 운영하고 있다. 이뿐만 아니라 배터리 아카데미 운영을 통해 민간 주도의 인력양성 프로그램 개발 및 운영을 계획하고 있어, 이후 2030년까지 16,000명 수준의 배터리 관련 인력을 배출할예정이다. া৯ 후엔

국제협력R&D 투자 현황과 전략적 추진을 위한 제언



글. 김진하 이니씽크 본부장

고려대학교에서 물리학을 전공하고 과학기술학 박사 학위를 취득했다. KISTEP 국제협력정책센터장을 역임하고 현재 이니씽크(INIThink)에서 본부 장으로 재직 중이며 한양대학교 MoT 겸임교수를 맡고 있다. 주요 연구 분야는 과학기술정책 기획 및 과학기술외교 전략 등이다.

최근 정부는 「2024년 국가연구개발사업 예산 배분·조정 결과」를 심의·의결하며 선도형 R&D로의 전환을 위해 국가연구개발사업에 대한 과감한 구조조정을 진행했다이. "2030 과학기술 5개 강국 도약을 위해 R&D를 R&D답게, 대한민국 미래에 투자"를 비전으로 설정하며, 세계 최고 수준을 지향하는 혁신R&D에 10조 원을 집중 투자할 것으로 제시하였다. 이와 함께 '나눠주기식 사업', '성과 부진 사업' 등에 대한 구조조정을 진행했고, 그 결과 2024년 국가연구개발사업예산은 25조 9,000억 원으로 전년 대비 16.7%(5조 2,000억 원)가 감소했다. 특히 주요 R&D 예산의 경우 3조 4,500억 원 감소한 21조 4,000억 원으로 전년 대비 13.9%가 줄어들었다.

국가연구개발사업 예산 감소에 대해 연구 현장의 우려도 상당 존재하나, 정부는 핵심 분야로의 투자 가 확대될 것을 강조하고 있다. 특히 국가전략기술

그림 1 Ⅰ 국가연구개발사업 예산 현황(2014~2024)



분야 예산은 5조 원으로 2023년보다 6.3% 늘었고, 첨단바이오 16.1%, 인공지능 4.5%, 양자 20.1%, 반 도체 5.5%, 이차전지 19.7% 등 7대 핵심 분야에 대 한 예산은 대폭 증가했다.

핵심 분야의 예산 증가와 함께 정부는 국제협력 분야에도 초점을 맞추고 있다. 정부는 미-중 간의 기술패권 경쟁 심화, 전략기술 경쟁력 확보를 위한 우방국 간 소다자 협력체계 구축 등의 현황을 직시하며 대응 방안을 모색하고 있다. 이에 정부는 「제5차 과학기술기본계획(2022)」, 「국가전략기술 육성방안(2022)」 등을 통해서도 국제협력의 중요성을 지속적으로 강조해 왔고, 이는 2024년 예산 배분·조정에 본격 반영되었다. 특히 "글로벌 연대를 통한 초일류 혁신역량 확보 및 세계 최고인재 양성"을 위해 '글로벌 R&D 플래그십 프로젝트추진 및 협력체계 구축', '전략적 국제공동연구 확대' 등을 제시하며 국제협력 분야에 집중투자 할 것을 계획하고 있다

주요 내용으로 '보스톤바이오협력 프로젝트' 등 플래그십을 통해 국제사회 선도 연구기관과의 공동연구 등을 적극 추진하고, 해외 협력거점 구축 및 해외우수과학자 유치 등 인적교류에 대한 투자를 강화할

그림 2 │ 2024년 주요 R&D 예산 배분 · 조정 기본방향



〈과기정통부〉

것을 제시했다02. 이와 함께 국가전략기술 분야 투자 확대의 연장선상에서 전략기술별 협력방식 및 임무 세분화 등을 통해 우수 연구기관과의 전략적 국제공동연구 추진을 위한 투자를 강화할 것을 명시하고 있다. 이에 대해 과기정통부는 국제협력 · 해외진출 지원을 위한 예산을 약 1.1조 원 규모로 확대하였고, 산업부도 국제 R&D 예산을 2023년 2,165억 원에서 2024년 2,800억 원으로 약 29.3% 증액하였다. 2022년 기준 과학기술 국제협력 예산이 약 4,123억원이었던 것을 감안하면03 2024년 국제협력 분야 예산은 전년 대비 약 3배 증가할 것으로 판단된다04

과학기술 국제협력 분야 예산의 급격한 증가는 국 제협력에 대한 국내 인식 변화를 보여주고 있다는 점 에서 상당히 고무적이다. 더구나 최근 과학기술협력 의 영역이 공동연구 등 단순한 협력 활동의 범위를 넘어 '과학기술외교05' 측면에서 경제, 안보의 영역까지 확대되는 상황에서 정부의 과학기술 국제협력에 대한 중요성 인식과 적극적인 지원은 매우 시의적절하다. 정부의 적극적인 정책지원에 기반하여 국가 차원에서 과학기술 국제협력을 보다 전략적이고 체계적으로 추진하기 위해서는 3가지 측면의 기반 구축이 필요한 상황이다.

첫 번째는 과학기술 국제협력 거버넌스 구축이 필요 하다. 우리나라는 과학기술 국제협력에 대한 범정부 차 원의 거버넌스가 부재하다. 각 부처는 각자의 기능과 역 할에 맞춰 국제현력 계획 및 사업을 기획·운영하고 의시 결정하고 있어 과학기술 국제현력에 대한 국가 차워의 정합성이 높지 않다. 이에 과학기술 국제협력 정책 및 전 략, 예산 배분 등 주요 현안에 대해 범정부 차원에서의 정책적 의사결정을 위한 거버넌스 구축이 필요하다. 거 버넌스 구축을 위해서는 법령 신설/개정, 기능 및 역 할 설정, 예산확보 등에 상당한 시간이 소요되므로. 정부는 현재의 국가과학기술정책 거버넌스 내 "특별 위원회" 등 설립을 통해 범부처 과학기술 국제협력 거 버넌스 구축을 발 빠르게 추진할 필요가 있다. 이를 통해 국가 과학기술 국제협력 추진의 체계성을 마련 하고 과학기술 국제협력 활성화를 위한 제도적 기반 을 마련할 수 있을 것이다.

두 번째는 중장기적 과학기술외교·국제협력 전략 수립이 시급하다. 현재 범정부 차원에서 전략적 과학 기술 국제협력 추진을 위한 정책이나 전략은 부재하 다. 각 부처는 국가 차원의 중장기적 방향성이 부재

⁰¹ 국가과학기술자문회의 제4회 심의회의(2023.8.22)

⁰² 신약개발 기반 마련, 의사과학자 연구협력 등 '보스톤 바이오협력프로젝트'에 845억 원, 해외우수과학자유치 등 인재활용확산지원에 491억 원('24년) 지원 예정

⁰³ 과학기술외교 추진전략 및 체계기반 구축 연구(KISTEP, 2022) 참고

⁰⁴ 국내 과학기술 국제협력 예산 비중은 과기정통부와 산업부가 약 90%를 차지하고 있어, 2개 부처의 증액된 국제협력 예산을 고려하면 2024년 과학기술 국제협력 예산은 약 1.5조 원 규모로 전망

⁰⁵ 미국 AAAS 및 영국 왕립학회는 'New frontiers in Science Diplomacy(2010)' 보고서를 통해 과학외교(Science Diplomacy)의 개념을 제시, 국내에서는 이를 기반으로 '과학기술외교(S&T Diplomacy)라는 개념으로 활용술 국제협력 예산은 약 1.5조 원 규모로 전망

표 1 | 전략기술별 국제공동연구 확대 방안

	분야	임무 및 협력방식	해외 주요협력기관(안)
	Al		토론토 대학, 뉴욕대학 등
추격형	양자	기술격차해소, 공동프로젝트 참여 등	취리히연방공대, MIT 등
	우주·항공		NASA, ESA, 보잉등
	참단바이오	국내외 인력, 자본, 데이터, 시스템 등	MIT, 스탠포드 등
융합형	원자력	융합 및 글로벌 유망기술 확보	아이다호(연)
	반도체		MIT, NSF, NY CREATES 등
선도형	선도형 이차전지	글로벌 협력을 통한 기술선도, 미래생태계 선점	캘리포니아 대학 등
	차세대통신	-1-110-11/11 ED	컬럼비아 대학, 뉴욕 대학 등

〈과기정통부 자료 재구성〉

한 상황에서 자체적으로 과학기술 국제협력 계획을 수립하고 사업을 기획·운영하는 상황이다. 최근 과기정통부와 외교부가 「과학기술외교 전략(안)(2019)」을 수립하며 과학기술외교 추진 기반을 마련하고 KISTEP과 함께 주요국 과학기술협력 아젠다 발굴및 협력전략 수립 등을 추진하고 있으나06, 범부처 차원의 후속 전략이나 정책은 수립되지 못하고 있다. 국제사회 내 기술패권 경쟁 등이 심화되는 상황에 대응하기 위해서는 국가 차원의 국제협력 방향 설정과중장기 전략 마련이 시급한 상황이다. 그리고 각 부처는 중장기 전략을 기반으로 협력대상, 협력분야, 협력방법 등의 구체적 실행전략을 수립하여 과학기술 국제협력 기반의 국익 창출을 도모할 필요가 있다.

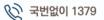
세 번째는 민간·산업 중심의 국제협력체계 구축이 필요하다. 첨단기술을 둘러싼 기술패권 경쟁은 국가 간 정책적 경쟁과 더불어 민간과 산업을 중심으로 경쟁이 확대되고 있다. 각국 정부는 첨단기술에 대한 경쟁력 확보를 위해 법안 신설 등 선제적 제도지원을 하며 자국의 기술, 기업 및 산업을 보호하고, 민간은이러한 정부 정책·제도적 지원을 기반으로 산업 분야별 생태계를 자체적으로 구축07하며 자국 내 선도기업 간 협력 및 국제협력을 추진하고 있다. 이는 연구개발과 국제협력의 주체가 정부, 대학, 출연연 등 공공부문에서 민간을 중심으로 확대되어 현재의 첨

단기술 중심에 민간과 산업이 자리하고 있음을 보여 준다. 정부는 민간이 활발한 국제협력을 추진하고 기 술경쟁력을 확보할 수 있는 제도적 기반을 마련할 필 요가 있고, 민간은 과학기술 국제협력 체계 내 적극 적으로 참여하여 첨단기술 확보 및 시장진출 등의 기 회를 활용할 필요가 있다.

지금까지 과학기술 국제협력은 추격형 과학기술정책 의 일환으로 과학기술 역량을 확보하기 위한 보조적 수 단이자 연구개발 과정에 고려할 수 있는 요소로 인식되었었다. 최근 첨단기술 중심의 기술패권 경쟁과 전략기술 경쟁력 확보를 위한 우방국 간 협력체계 구축 추세는 과학기술외교·국제협력의 중요성과 필요성을 보여주고 있다. 과학기술 국제협력 분야에 대한 정부의 적극적인 정책 지원과 함께 체계적, 전략적 국제협력 추진기반을 마련한다면, 첨단산업기술에 대한 산업계의양적 성장과 질적 성장을 꾀할 수 있는 기회이자, 과학기술역량을 기반으로 국제사회 내 한국의 위상을 높이는 발판이 될 것이다. 지율학원









기업 성장을 위한 기술고민 해결, 혼자서는 못해도 함께하면 방법이 있습니다. 기술고민이 있다면, 국번없이 1379 로 전화주세요!



전문가 현장자문 지원



후속 기술애로 지원사업



기술애로 상담회



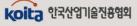
전문 기술상담 및 기술정보 제공



기업공감 원스톱지원센터

SOS1379 기업공감원스톱지원센터는 100여개 지원기관의 전문인력 및 연구·시험장비 등을 활용하여 중소기업의 기술문제 해결을 지원합니다.





⁰⁶ KISTEP은 2020년 과기정통부 '과학기술외교' 사업 전담기관으로 지정되어 사업을 추진하고, 2022년 '과학기술외교전략센터'로 지정받으며 주요국과의 과학기술협력 아젠다 발굴, EU Horizon Europe 준회원국 가입 전략기획 등 범정부 차원의 국가별/부문별 국제협력전략을 연구

⁰⁷ 미국 SIA(반도체산업협회)는 자국 내 반도체 기술 및 시설 현황, 협력대상 등을 제시하는 '반도체 생태계 지도(Semiconductor Ecosystem Map)'을 구축하며 자국 내 반도체 공급망 및 생태계 구축 지원

공정 기술의 혁신, 세계 최초 친환경 가소제 연속 제조 기술 개발

LG화학



자동차를 만들 때 한 자리에서 처음부터 끝까지 조립하는 것보다 단위 공정으로 나누어 차체를 이동시키며 연속적으로 작업을 해나가는 방식이, 대량 생산의 측면에서 훨씬 더 효율적인 것은 이제 상식이다. 그렇다면 눈에 보이지 않는 여러 단계의 화학반응과 정제공정을 거쳐 완제품을 만들어 내는 경우는 어떨까? 역시 대량 생산을 전제로 했을 때 연속 제조공정의 효율성과 경제성이 높다. 다만 눈에 보이는 부품을 조립하는 것보다 훨씬 제어하기 어렵다는 점이 다르다.

LG화학은 세계 최초로 친환경 가소제의 연속 제조 기술 개발에 성공하여 생산성 향상은 물론이고 환경적인 효과까지 여러 측면에서 혁신적인 성과를 만들어 냈다.

기술혁신 신제품 사례에 익숙한 우리에게 LG화학의 공정 기술혁신 사례는 R&D 프로젝트의 기획과 착수 그리고 수행 과정에서 새로운 이해의 시각을 줄 것이다.

2020년 12월 개발에 성공하여 2021년 본격적인 사업화가 이루어지고 큰 성과를 거둔 친환경 가소제 연속 제조 기술은 2022년 50주 차 장영실상을 수상하였다.

글. 이장욱 컨설턴트(씨앤아이컨설팅)

공정 기술혁신의 성과와 의미

가소제란 플라스틱 제품에 유연성을 부여하여 자동차 시트, 완구, 학용품, 벽지, 소파, 매트 등으로 가공할 수 있 게 만들어 주는 소재다. 2000년대 이전까지는 표탈레이 트'라는 가소제가 사용되었지만, 환경호르몬 의심 물질 관련 이슈가 나오면서 2000년대 중반 이후 선진국을 중 심으로 비(非) 프탈레이트계 친환경 가소제 수요가 폭발 적으로 증가하였다.

LG화학 역시 고순도 테레프탈산(PTA)을 기반으로 한 친환경 가소제를 제품화하여 생산과 판매를 하였는데. PTA계 가소제는 프탈레이트 가소제에 비해 생산성이 떨 어지고 제조원가가 높은 문제가 있었다. 기술적인 이유는 뒤에 알아보기로 하고, 공식 기술명인 '고순도 테레프탈 산 기반 가소제 연속 제조공정 기술' 개발 성공으로 인해 얻게 된 여러 가지 성과를 먼저 살펴보자.

비용, 효율, 기타 효과 순으로 성과를 정리하면, 우선 기 존 생산 방식의 제조 비용을 100이라고 했을 때 연속 제 조공정은 63으로 무려 37%의 비용 절감 효과를 얻었다. 생산능력은 기존 연간 11만 톤 생산할 수 있었던 것이 연 속 제조공정 개발을 통해 연간 17만 톤으로 늘어나 무려

54%나 생산성을 높였다.

이 과정에서 제품의 대표적 품질 지표인 순도는 99.2% 에서 99.6% 이상으로 올렸다. 제품 순도는 가소제가 사 용되는 플라스틱 최종 제품의 결함과 연관이 있고 순도가 높을수록 가소제로 인한 결함률이 낮아진다. LG화학에서 생산하는 PTA계 가소제 양만 연간 17만 톤인 점을 생각 하면 0.4%의 순도 차이가 어느 정도 의미인지를 어렴풋 이 가늠해 볼 수 있다. 요약하면 더 좋은 제품을 생산하며 비용은 낮추고 생산량은 높인 것이다.

위의 성과를 다른 지표의 측면에서 보면, 탄소배출을 기존 공정 100%를 기준으로 46%로 저감 하였고 에너지 사용률 역시 기존 100% 대비 34% 수준으로 낮추었다. 단위 부피당 생산성은 기존 500톤/m3에서 710톤/m3으 로 약 1.4~5배 향상하였다. 제품 자체도 친환경 가소제이 면서, 만드는 과정 자체도 탄소배출을 줄이고 에너지 사 용량도 대폭 줄여 생산효율을 극대화한 이상적인 친환경 공정이 된 것이다.

마지막으로 위와 같은 성과를 달성하기 위해 투자된 연 속 제조공정의 설비 투자비는 얼마나 될까? 무려 연간 17 만 톤을 생산하는 설비인데, 기존 회분식(batch type) 설 비를 모두 재활용하여 연속공정을 재구성함으로써 생산 량 1,000톤당 1억이 되지 않는 설비 투자비로 이뤄낸 놀라운 성과였고, 이는 신규 설비를 제작하는 비용의 5분의 1 수준에 불과했다.

혁신의 역동적 단계이론에 따르면, 기술기업의 혁신은 제품혁신과 공정혁신으로 나뉘며 중요도나 혁신의 비율이 시기에 따라 달라진다. 일반적으로 기술혁신 성공은 제품혁신 사례가 많이 알려지고 공정혁신 사례는 상대적으로 가려져 잘 알려지지 않는다. 아마도 공정혁신은 그가치를 표현하기도, 가치의 크기를 이해하기도 어렵기 때문이 아닐까 싶다. 그런 의미에서 LG화학의 친환경 가소제 연속 제조공정 기술혁신 과정과 성과는 보기 드문 귀중한 사례이다.

상식에 대한 물음으로 시작한 기술혁신

한 개의 반응기에서 여러 단계의 작업을 순차적으로 하여 완성품을 만들어 내는 방식을 회분식 또는 배치식 (batch type)이라 한다. 비유하자면 한 개의 가마솥에서 처음엔 물을 끓이고 재료를 순차적으로 넣고, 불 세기를 올렸다 내렸다가 하면서 만들어 내는 방식이다. 한 번을 다 끓여내면 가마솥 하나 분량을 얻을 수 있다. 대량 생산을 하기위해서는 한 번에 한 가마솥씩 여러 번을 만들거나, 여러개의 가마솥으로 동시에 끓이거나 해야 한다. 따라서 가마솥마다 일정하게 만들기가 쉽지 않고 생산 비용과 시간, 단위 부피당 생산성 면에서 효율이 떨어진다. 연속식은 이와달리 여러 개의 가마솥을 연결하여 1번 가마솥에서는 물만 끓여서 다음 가마솥으로 넘기는 방식이고, 각 단계의 가마솥마다 역할이 분담되어 있어 연속적으로 물 흐르듯이 작업이 가능하므로 생산성을 최대로 높일 수 있다.



표1 | 고순도 테레프탈산 기반 가소제 연속 제조공정 기술 개발 성과 요약

항목	LG 연속 제조공정	경쟁사 A 배치 공정	경쟁사 B 배치 공정
1. 제조 비용 (%, LG 배치 기준)	63	110	110
2. 제품 생산성 (톤/m³)	710	370	500
3. 제품 순도 (%, LG Method)	99.6% 이상	99.3%	99.5%
4. 탄소 저감률 (%, LG 배치 기준)	46	162	100
5. 에너지 사용률 (%, LG 배치 기준)	34	120	100

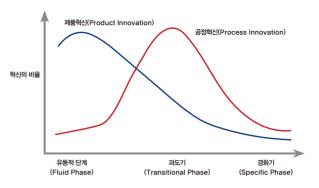
여기서 한 가지 궁금증이 생긴다. 그렇다면 LG화학을 비롯하여 세계 유수의 기업들이 친환경 가소제 생산을 위한 연속공정을 왜 개발하지 않았을까? 안 한 것이 아니라 못한 것이다. 할 생각을 안 했다는 것이 더 정확한 표현이다. 설탕과 미숫가루에 비유하면 설탕은 물에 쉽게녹이 연속공정에 별문제가 없지만, 미숫가루는 잘녹지않고 점성이 높아 연속공정으로 만드는 경우 균질하지못하거나 다음 가마솥으로의 이송에 문제가 생기게 된다. 그렇게 되면 연속적으로 생산되는 제품 품질의 균일성을 보장할수도 없고 심지어는 생산공정 자체가 멈출수도 있다.

거꾸로 말하면 생산공정을 정밀하게 제어하여 품질을 일정하게 생산할 방법만 찾을 수 있다면 연속공정이 훨씬 더 효율적이라는, 누구나 아는 상식적인 질문으로부터 기술혁신이 시작된 것이다. 연속식은 안된다는 고정관념이 R&D 과제가 되기 위해서는 먼저 질문에 관심을 가지는 사람이 있어야 한다. 크든 작든 모든 기술혁신의 시작은 질문이 있고, 이에 답을 찾고자 하는 관심을 가진 사람으로부터 출발한다.

기술혁신 성공의 과정과 앞으로의 기대

'친환경 가소제는 연속공정으로 만들 수 없다', '그렇지 만 연속공정으로 만들 수 있다면 생산성을 높이고 비용이

그림 1 | 혁신의 역동적 단계이론



* 고순도 테레프탈산 기반 가소제 연속 제조공정 기술 개발은 공정혁신에 해당함.

절감되는 효과가 클 것이다'. 이 단순한 명제를 질문으로 바꾸면 '연속공정으로 친환경 가소제를 만들 방법은 없는 것일까?'이다.

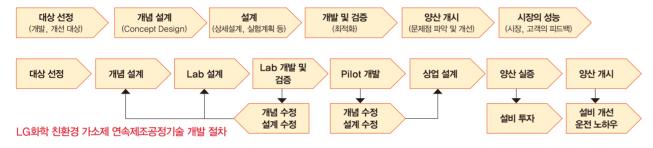
LG화학의 이성규 연구위원을 비롯한 3명의 공정연구 팀이 이 질문에 관심을 가졌다. 프로젝트란 문제 해결 또 는 문제 해결 과정이라 부른다. 이 프로젝트에서 문제 해 결의 핵심적인 성공 요인을 세 가지 꼽는다면 프로젝트 기획, 실행 과정에서의 소통과 협력 그리고 믿고 기다려 주는 리더십이다.

프로젝트 기획은 대상의 선정, 접근 방법에 대한 개념설계(Concept Design), 구체적인 목표 설정으로 구성된다. 이 프로젝트에서 문제 해결의 대상은 최초 단순한 질문으로부터 시작되었다. 잠정적인 문제가 진짜 해결해야할 문제가 되기 위해서는 충분한 기대효과를 예상할수 있어야 하고 접근 방법에 대해 대략적인 아이디어들이 떠올라야 하는데, 여기서부터 난관이 시작되었다. 누구도 시도해 보거나 성공한 레퍼런스가 없었기 때문에 기대효과를 예상하거나 접근 방법에 대한 개념을 만들어 내는데 참고할 것이 없었다. 공정연구팀은 여러 가지 형태의 설비, 장치를 컴퓨터 위에서 수백 번 조립해 보고 분해하는 시뮬레이션을 통해 신기술의 콘셉트를 잡는 것부터시작하였다. 규모가 크고 난이도가 높은 프로젝트들은 이과정이 가장 중요하고 어렵다. 개념설계가 잘못되면 후속단계들은 아무리 잘해도 의미 없는 일을 열심히한 것이

표 2 | 친환경 가소제 연속 제조공정 기술 개발 단계 및 개발 절차 흐름도

개발 단계	소요기간	기술개발 내용
개념 설계	3개월	연속 제조공정 개념 설계
Lab 개발	6개월	실현 기능성(Feasibility) 확인
기초 개발	3개월	반응 모델링 및 에너지 개선 포인트 발굴
Lab 검증	6개월	반응 최적화 및 설계 반영
Pilot 개발	6개월	Pilot scale up 및 운전 데이터 확보
상업 설계	6개월	상업모델 설계 및 scale up 기술 확보
Field 실증화	12개월	연속공정 설비 투자, 설계 및 엔지니어링 기술 확보
상업 생산	12개월	연속공정 설비 개선 및 운전 노하우 확보

일반적인 R&D 절차



되기 때문이다.

최초로 시도되는 기술이므로 개념설계 이후 그 개념이 적합한지를 확인하기 위해 실험실 규모로 수많은 실험을 통해 적합성을 확인하고, 이를 다시 파일럿 규모로 키워 또다시 검증하고 개선하면서 개념을 현실화해 나갔다. 공 정연구팀이 개념을 설계하고 이를 제품개발팀의 전문가 들이 실험을 통해 검증하고 다시 개선하는 과정에서, 소 통과 협력은 필수적이다.

전문 분야가 서로 다른 전문가들이 소통해서 협력하는 것은 쉬운 일이 아니다. 성공의 불확실성이 클수록 협력은 더욱 일어나기 어렵다. 기업 규모가 크고 안정적이라면 유연성이 떨어지고 보수적인 문화가 형성되기 쉽다. 현재를 유지하기도 어려운데 뭔가 새로운 것을 시도하려는 유연성은 현재 상태를 불안정하게 만들기 때문이다. 그러나 새로운 시도가 없으면 발전과 성장도 없다. LG화학에서는 오래전부터 창의, 신뢰, 칭찬, 협업을 강조하는조직문화를 만들어왔다. 이 같은 문화는 구호와 교육만으

로 단시간 내 절대 만들어지지 않으며, 오랜 기간에 걸쳐 여러 번 성공 체험이 누적되어야만 자연스럽게 내재화될 수 있다.

본 프로젝트는 공정연구 3명, 제품개발 3명, 생산기술 2명의 핵심 인원이 참여하였다. 프로젝트의 최종 결과물은 연간 11만 톤이나 생산하는 현장 설비를 뜯어내고 17만 톤의 연속생산 설비로 재구성하여 최적화시켜야만 하는 일이었다. 많은 사람이 소통해서 협력이 끌어내져야가능한 일이므로, 소통과 협력을 기술적 난관 못지않은 중요한 성공 요인으로 본 것이다.

마지막으로 신뢰의 리더십이 있다. 불확실성이 높을수록 결과를 기다리는 시간은 길어지고 최종 결정은 어려워진다. 과제를 승인하고 단계별로 중요한 투자 결정을 내려야 하는 경영진의 어깨는 무거워질 수밖에 없다. 두 번의 중요한 Gate Review를 통해 큰 비용의 투자를 결정해야만 했고, 실험실 개발부터 양산 스케일 설비가 완성되기까지 무려 3년 이상이 소요되었다. 완성된 설비로 실증

을 하고 운전 노하우를 확보하는 과정에서, 예상치 못했던 문제 대략 4~50개를 해결하는데 다시 1년 이상이 소요되었다. 개발진을 신뢰하고 기다려 주지 않았다면, 연속 제조공정 기술은 실험실 이론으로 그치거나 파일럿 스케일로 가능성을 테스트해 본 기초연구로 끝났을 것이다. 쉽게 할 수 있거나 이미 남들이 한 것을 따라 해서 보다나은 결과를 얻은 경우는 혁신이라 부르지 않는다. 많은

기술혁신 성공 사례에서 공통적으로 나타나는 특징 중 하

나는 신뢰하고 기다려 주는 리더십이 있다는 것이다.

기다림은 기대를 저버리지 않았다. 본격적인 상업 생산에 돌입한 2021년 대비 2022년 매출은 약 21% 성장할 것으로 예상하였지만 그 두 배를 넘는 약 45% 성장을 이루어 냈다. 또한 일부 수입되던 PTA계 가소제 전량을 대체하였으며, 기술적으로는 국내 특허 25건, 해외 특허 98건 출원을 통해 기술을 수출할 수 있는 라이센스를 목표로하고 있다. 河육역신

MINI INTERVIEW

01

Open Innovation을 여러 번 언급하셨는데 R&D 에서 open innovation의 중요성을 설명해 주신다면?

A 기술은 결국 경쟁사 제품과의 경쟁에서 품질과 가격에 경쟁력을 줄 수 있어야 의미가 있고, 시장 점유율과 영업 이익률을 높여주는 결과로 이어져야 합니다. 이를 위해서 는 신제품이나 신기술 후보군을 발굴하고 예비 타당성 분 석을 통해 선정하는 과정이 가장 중요하며, 선행기술 확보 를 통해 기술적 가능성을 확인하는 것이 다음으로 중요합 니다. 그런데 이 과정을 어느 한 사람이나 한 부서의 지식 과 경험만으로 모두 할 수는 없습니다. LG화학은 오래전 부터 open innovation의 중요성을 인식하였으며 이는 흔 히 알고 있는 대외적인 open innovation에 국한되지 않습 니다. 조직 내부에는 많은 인재가 있지만 서로의 전문성이 나 역량을 잘 모르기 때문에, 협업이 일어나기 위해서는 대내적인 open innovation부터 활성화되어야 합니다. 이 번 프로젝트에서도 공정연구팀의 개념설계만으로는 이와 같은 성과를 얻지 못합니다. 이는 제품개발 전문가가 수많 은 실험을 통해 개념을 검증해 주고, 다시 생산 엔지니어 들이 현장에서 구현해 주었기 때문에 가능한 일이었습니 다. 이를 협업이라 부를 수도 있지만 회사 내부에서 일어 나는 open innovation이라 부를 수도 있습니다.

Q2 1

친환경 가소제 연속 제조는 안 된다는 고정관념이 개발 추진을 어렵게 했을 텐데 이를 극복할 수 있 었던 요인은?

A 전체적으로 가능성이 있어 보인다고 판단되면, 다음은 안되는 요인, 즉 리스크를 어떻게 줄이거나 없앨 수 있을 까에 집중했습니다. 그런데 이를 모두 실험으로 확인하려 면 너무 많은 노력과 시간이 투입되기 때문에 최대한 컴퓨 터 시뮬레이션을 반복하여 불확실성을 낮춘 후, 실험을 통 해 검증해 보고 다시 문제점을 찾아내는 방식을 통해 접근 했습니다. 처음부터 완벽을 추구할 수 없는 것이 R&D이기 에, 저는 타이밍이 중요하다고 생각합니다. 시도해야 하는 타이밍, 결정해야 하는 타이밍이 있는데 고민만 계속한다 면 완벽해지는 것이 아니라 오히려 타이밍을 놓칠 수가 있 습니다. 고민하는 것은 그다음입니다. 리스크를 줄이기 위 한 고민을 하는 것입니다. 타이밍은 시기나 시점, 때를 의 미하는데 개발진의 타이밍뿐만 아니라 결정하는 경영진 의 타이밍 역시 이번 프로젝트 성공의 중요한 요인이었습 니다. 실험실 개발 과정과 달리 현장 설비로 상업화하는 과정에서 예상치 못했던 문제들이 발생했고, 프로젝트의 성공 여부를 떠나 생산 차질의 문제, 가소제 사업 자체의 문제가 될 수 있었기에 매우 어려운 시기였습니다. 이 문 제들을 개발진이 해결할 수 있도록 기다려 주는 시기, 경 영진의 타이밍을 감사하게 생각하고 있습니다.

보다 적극적인 중소기업 보유 기술의 활용방안은?

임치물 담보제도 도입에 고려할 사항들



글. 오상균 특허법인 세원 대표변리사

특허청 심사관을 거쳐 정보통신부에서 IT 분야 정책업무를 수행했다. 2009년 이후 변리사를 시작하면서 지재권 대리업무(출원, 심판, 소송)뿐만 아니라 다수의 R&D 기획, 기술사업화 관련 업무를 수행하였고, 게임물관리위원회, 중소기업정책자문위원회, 전자상거래분쟁조정위원회 등 다양한 조직의 위원으로 활동한 바 있다.

내년도 정부 R&D(연구개발) 관련 예산안이 올해 대비 5조 2,000억 원(16.6%) 삭감되어 25개 과학기술 정부출연연구기관(출연연)뿐만 아니라 중소기업에게도 큰 타격이 있을 것으로 예상된다. 이는 기존에 기관이나 회사에서 연구에 종사하던 연구자들뿐만 아니라 학교를 막 졸업한 신진연구자들이 일자리를 찾기가 어려운 환경이 되었다는 의미이다. 특히장기적으로 의과대학 입학정원 확대를 추진하는 상황과 맞물려 이공계 기피 현상이 확대되지 않을까 염려하는 이도 적지 않다.

STEPI01의 자료에 따르면 정부의 R&D 지원으로 과제를 수행한 기업 수는 약 2만 8천여 개로 많은 중소기업들이 정부 지원으로 연구개발을 수행하고 있다. 하지만 내년에는 R&D 예산삭감으로 중소기업이 연구개발을 추진하는데 있어서 과제의 시급성이나 중요성 등을 따져 좀 더 신중하게 우선순위를 정

해서 추진할 수밖에 없다. 반면에 이렇듯 어렵게 이루어낸 연구 결과물인 기술이 유출되어 발생하는 피해의 규모가 증가하고 있는데, 중기부가 국회에 제출한 자료02에 따르면 중소기업 기술 유출에 따른 5년간(2017~2021년) 피해액은 2,827억 원에 달한다.

중소기업의 기술 보호를 위한 대표적인 방법은 제도적으로 해당 기술을 특허출원하여 특허법에 따라 보호받는 방법이다. 하지만 이에는 많은 비용과 시간이 소요되는 바 이를 대체하거나 보완하기 위한 것으로 부정경쟁방지 및 영업비밀보호 법률에 따른 '원본증명서비스'나'기술임치제도'를 활용할 수 있다. 이렇듯 중소기업의 기술 보호나 기술 탈취를 방지하는 제도는 오래전부터 제도화되어 있었지만 보유한 기술을 금융 측면에서 활용하는 것이 최근에 논의되고 있다.

기술임치제도는 중소기업의 핵심 기술자료 및 영업비밀을 '기술자료 임치센터'에 안전하게 보관하여 해당 기업의 기술개발 사실을 입증하는 제도로 기술유출, 탈취 등 분쟁 시 증거물로 활용하여 기술을 보호하기 위한 제도이다. 이는 거래관계에 있는 대기업, 중소기업과 대중소기업농어업협력재단이 일정한 조건에서 서로 합의해서 핵심 기술자료를 안전하게 보관함으로서 기술 유출의 위험을 줄이고 대기업은 중소기업의 파산, 폐업 시 해당 임치물을 이용하여 관련 기술을 안전하게 활용할 수 있는 삼자 임치와 중소기업과 재단 간에 이루어지는 양자 임치로나뉜다. 하지만 이렇게 임치된 기술의 경우 기술 보호에는 많은 도움이 되지만 이러한 임치물을 이용한 금융지원이나 자금을 조달하기 위한 방법은 마땅치않다.

지식재산(IP)이 담보로서 가치를 인정받는 법 제 도적 기틀은 2010년 6월 10일에 제정된 '동산·채 권 등의 담보에 관한 법률'(이하, 동산채권담보법이

그림 1 | 임치기술이 적용된 생산물(제품)에 대한 가치평가 방법(안)



라 한다)에서 '담보약정'의 대상으로 동산, 채권, 지 식재산권을 정하였다. 이후 2012년 6월 11일에 시 행된 개정안에서 지식재산권자가 약정에 따라 채권 을 담보하기 위해 2개 이상의 지식재산권을 담보로 제공하는 경우에는 특허원부, 저작권등록부 등 그 지 식재산권을 등록하는 공적(公的) 장부에 이 법에 따 른 담보권을 등록할 수 있도록 하였다. 이렇게 지식 재산(IP)을 담보로써 법적 지위를 가지는 제도의 도 입은 당시 세계적인 추세에 따른 것인데, 미국에서는 지식재산권을 일반 무체재산권으로 분류하고 지식재 산권을 담보로 활용할 수 있도록 하였고, 중국에서는 2006년에 "담보법"을 근거로 지식재산 담보제도를 시행하였으며 일본에서도 2009년에 일본정책금융공 고(日本政策金融公庫)가 중소기업에 지식재산 담보 융자를 제공하였던 추세에 부합하는 것이다. 최근에 는 지식재산(IP)을 평가하고 기술금융퍼드를 조성하 는 등 지식재산투자 활성화를 위한 다양한 정책들이 추진되고 있다. 하지만 이러한 IP 금융 관련 제도와 정책은 특허를 보유한 기업인 경우에만 해당된다는 점에서 한계가 있다. 따라서 여기에서는 이러한 지식 재산(IP)의 금융제도를 임치된 기술에 적용하는데 있 어서 고려해야 할 점에 대해 알아보고자 한다.

첫째, 임치된 기술에 대한 가치를 평가하는 문제에 대한 것이다. 이는 담보 또는 금융적 자산으로 인정 받기 위해서는 이에 대한 가치를 평가하는 것이 기반 이 되어야 한다. 그런데 '지식재산(IP)'과 '임치된 기

술'은 근본적인 차이점이 있다. 임치된 기술은 영업비 밀로서 기밀성을 기반으로 하고 있어 기술 내용을 구체 적으로 공지하고 이를 대가로 독점권을 가지는 지식자 산(IP)과는 개념이 상이하다. 따라서 임치된 기술은 이 러한 기밀성의 특성에 의해 제삼자가 그 기술 내용을 파악하여 가치를 산정하는데 어려움이 있다. 또 임치 대상물인 기술자료는 물품 등의 제조 방법, 생산 방법 과 그 밖에 영업활동에 유용하고 독립된 경제적 가치를 가진 모든 것을 대상으로 하고 있는데 이 중에는 가치 를 평가하기 곤란한 성격의 자료도 있으며 정형화 되어 있지 않아 신뢰성을 재고할 수 있는 평가 방법을 마련 하기가 어렵다. 이를 극복하기 위해서는 임치된 기술 의 내용을 파악하지 않고(블랙박스화) 기술에 대한 가 치평가가 가능하도록 가치평가시스템을 마련하는 것 이 필요하다 구체적으로 기술이 적용된 제품으로 특 정되고 제품에 사용된 임치 기술 종류가 어떤 것이고 제품의 성능이나 기능에 대한 객관적인 데이터(성능 평가, 시험인증 등)가 존재할 경우 임치된 기술 내용 에 대한 간접평가가 가능할 수 있다. 이는 기술 내용 을 파악하여 가치를 평가하는 IP가치평가시스템과는 다른 방법이며 이를 도식적으로 표현하면 [그림 1]과 같다.

따라서, 서비스와 같은 기술은 가치평가는 제외하고 특정된 제품에 적용된 기술로서만 인정이 될 수 있기에 성능평가, 시험성적서 같은 간접적인 자료로써 가치평가가 가능할 수 있다. 또한, 임치 대상물을

⁰¹ 한국과 미국의 중소기업 R&D 지원 비교와 시사점 (STEPI Insight vol 231)

⁰² 국회 김정호 의원실 보도자료(2022. 10. 04.)

분류하는데 있어서 상표권 국제 분류인 니스분류를 차용하여 분류하면 물품에 초점을 두어 대상을 한정하는 것도 가능하다. 가치평가모델을 개발하는데 있어서도 종래의 기술성, 권리성, 시장성, 사업성으로 나눠 평가하는 IP가치평가모델을 참조하여 임치된기술의 가치평가에 활용할 수 있다.

둘째, 임치된 기술의 가치평가를 위해서는 등록관 리하는 체계가 마련되어야 한다. 임치된 기술이 담 보로서 금융의 대상이 되기 위해서는 동산채권담보 법에 따라 담보약정을 위해 담보 대상이 되는 질권 의 지위를 가져야 하는데, 이를 위해서는 기술을 임 치물로 등록할 수 있는 등록 절차와 등록부를 관리 하기 위한 제도가 마련되어야 한다. 물론 동산채권 담보법 개정을 통해 동산, 채권, 지식재산권에 더하 여 '임치된 기술'도 대상으로 포함시켜야 한다. 앞에 서 언급했듯이 임치기술의 종류와 제공되는 내용이 상이하여 모든 임치기술을 가치평가하기에는 현실 적으로 어려우므로 가치평가 대상이 되는 기술을 임 치하는 중소기업이 등록 여부를 선택하게 하고, 등 록하고자 할 경우 필요한 시험성적서 같은 추가적인 자료를 요구하여 관리하는 것이 필요하다. 이러한 제도 정비를 위해 상생협력법, 중소기업기술보호법, 동산채권담보법 등 관련 법률 및 규칙, 고시 등 하위 법령의 정비가 필요하다.

셋째, 임치된 기술이 담보로서 가치가 부실화 될 경우 이를 회수할수 있는 프로그램을 마련해야 한다. 지식재산(IP)이 무효심판(소송)을 통해 담보가치가 없어지듯이 임치물이 임치기업의 기망등으로 가치를 인정받지 못하거나, 휴폐업 등 여러 가지 요인에 의해 담보물이부실화 될 경우 이를 처분할수 있는 회수지원시장의 조성이 필요하다. 이는

새로운 프로그램을 구축하는 것보다는 기존의 지식 재산(IP) 금융투자에서 운영되는 프로그램에 임치물 을 포함시켜 운영하는 것이 임치물 담보 금융투자를 초기에 정착하는데 바람직할 것이다.

앞에서 살펴본 바와 같이 중소기업의 기술개발이 어려워지고 있는 화경에서 기업의 기술을 단지 보호 한다는 관점을 넘어 기업경영에 적극적으로 활용할 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요하다. 이러한 관점에 서 기술을 공개하지 않고 임치제도로서 기술을 보호하 는 업체가 보유하고 있는 임치된 기술에 대해서도 금 용기법이 적용되는 것이 바람직하다. 이를 위해서 법 제도적 관점에서 필요한 개정사항과 가치평가방안. 부실채권 회수프로그램 같은 제도적 장치 마련과 담 보로서 법적 요건을 충족시키기 위해 등록관리 프로 세스의 필요성에 대해 논하였다. 임치된 기술의 담 보제공을 가능하게 하는 것은 단순하게 생각할 수 있지만 고려할 사항이 많아 실질적으로 제도화되기 에는 긴 시간과 여러 어려움이 예상된다. 하지만 기 술력 있는 중소기업이 경쟁력을 가지기 위해서는 정 부에서 직접적인 R&D 예산을 지원하는 방법뿐만 아 니라 새로운 제도 도입도 필요하다는 측면에서 제안 해본다 기술과 핵신



기업가치 높이는 고객 경험(CX) 디자인 전략



글. 한지은 한양대학교 기술경영전문대학원 조교수

디자인을 전공하였으며 서비스디자인 전략으로 한양대학교에서 박사학위를 취득했다. 박사 후 헬스케어, 로봇, VR/AR 등 다양한 첨단기술 기반 서비스 기 획 및 평가, 데이터 시각화, 사용자 경험 평가 등의 연구와 프로젝트를 진행했 다. 현재 한양대학교 기술경영전문대학원 조교수로 재직하며 제품 및 서비스혁 신 관련 강의와 연구를 진행하고 있다.

'경험'이라는 키워드가 기업을 경영하는 중요한 화두로 자리 잡으며 다양한 고객 맞춤형 상품과 서비스가 넘쳐나고 있지만, 경영인들조차 관련된 개념을 놓치는 경우가 있다.

경험 디자이너 그레이 홀랜드(Gray Holland)는 경험 사이클(Experience Cycle)을 통해 사용자 경험 (UX, User eXperience), 고객 경험(CX, Customer eXperience), 브랜드 경험(BX, Brand eXperience) 간의 관계를 설명했다. 사용자 경험(UX)이란 디지털 상호작용에 있어 사용자가 생각하고 느끼는 경험을 의미하고, 주로 앱/웹이나 제품 등 단일 경험을 대상으로 한다. 이에 비해 고객 경험(CX)은 미래의 사용자, 즉 잠재고객을 포함하여 제품의 인지 (Attention)—흥미(Interest)—검색(Search)—구매 (Action)—공유(Share)의 고객 구매 전 과정을 다룬 다는 특징이 있다. 더 확장된 개념으로서 브랜드 경

험(BX)이란 UX와 CX를 기반으로 해 브랜드 신뢰로 이어지는 총체적인 과정을 말한다.

고객 경험(CX) 디자인 전략은, 기업의 비즈니스 목표를 달성하는 데 도움이 되도록 고객 경험을 개선하기 위한 조직 전반의 접근 방식을 재정의하는 것을 의미한다. 이는 콜롬비아 비즈니스 스쿨의 마케팅 교수인 번트 슈미트(Bernd H. Schmitt) 교수가 2003년 저술한《CRM을 넘어 CEM으로》에서 제시한 고객 경험 관리(Customer Experience Management)의 수단적인 개념이다. 재화나 서비스의 정보 탐색부터 구매 후 평가단계에 이르기까지, 고객이 기업의 브랜드와 직·간접적으로 접촉하면서 생기는 경험을 관리하는 과정을 뜻한다.

베인(Bain&Company)의 분석에 따르면 전 세계 362개 기업을 대상으로 고객 중심 경영에 관한 조사결과, 약 80%의 기업들은 스스로 경쟁사보다 차별화되고 우수한 제품과 서비스를 고객에게 제공하고 있다고 응답했다. 반면, "당신과 거래하는 기업이 경쟁사보다 차별화되고 우수한 제품과 서비스를 제공하고 있는가?"라는 질문에 약 8% 고객만이 "그렇다"라고 응답하였다. 이러한 사실은 고객 경험을 바라보는 기업과 고객 간의 관점에 극명한 차이가 있음을 반증하며, 동시에 고객에게 가치 있고 의미 있는 경험을 각인시키는 것이 얼마나 어려운지 말해준다.

그렇다면 이러한 고객 경험은 어떻게 설계하고 실행하는 것일까? 본 글에서는 기업의 가치를 빛나게하기 위해 더 나은 고객 경험을 디자인하는 전략을 6단계의 프로세스로 설명하고, 몇 가지 시사점을 함께 논하고자 한다.

Step 1. 고객 여정(Customer Journey)을 이해하기

고객 경험을 개선하기 위한 가장 첫 번째 단계는, 고객의 현재 경험 상태가 어떠하며 어떠한 생각과 느 낌이 드는지 단계별로 이해하는 것이다. 서비스 종 료 후 고객의 경험은 단편적이기보다 총체적으로 각 인되며, 기대 이하의 서비스에서 불만족, 기대 이상

그림 1 시용자 경험, 고객 경험, 브랜드 경험 간의 개념 비교



	User Experience 사용자경험	Customer Experience 고객경험
대상	사용자	고객
범위	사용 단계	제품의 인지(Attention)-흥미(Interest)- 검색(Search)-구매(Action)- 공유(Share)의 고객구매 전 과정
목표	사용자 니즈 분석을 통한 사용성 향상	고객의 니즈 창출 고객 경험관리, 심리스한 경험 설계
주요역량	고객과 사용성에 대한 이해	고객과 비즈니스에 대한 이해

김찬숙 (2014) 브랜드 경험(BX)에 대한 개념적 고찰 재인용

그림 2 Ⅰ 기업가치를 높이는 고객 경험(CX) 디자인 전략



의 서비스에서 만족한다. 고객 여정 지도(Customer Journey Map)란 고객이 서비스를 경험하게 되는 과정이나 단계, 즉 고객이 처음 정보를 탐색하는 단계에서부터 서비스 제공이 완료되는 순간까지를 그림이나 사진, 도표 등으로 시각화한 것이다. 고객 여정을 관리하는 것은 CX 분야에서 가장 중요한 첫걸음이라 할 수 있다. 맥킨지에 따르면 고객 여정은 터치포인트(고객 접점)보다 비즈니스 성과와 훨씬 더 밀접한 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

Step 2, 고객의 주요 가치 예상하기

고객 여정을 정의한 후에는, 아래와 같은 분석을 통해 사용자의 문제 상황과 기존 서비스의 부족한 대처등을 중요 터치 포인트별 주요 경험 요소로 파악하다.

- 고객 여정 중 어느 단계에서 고객이 행복/불행해 하는가?
- 고객 여정에서 무엇이 새로운 고객 경험을 창출/방해하는가?

분석 결과 도출된 경험 요소와 고객의 기대 및 실제 경험을 통한 만족도 차이를 특정하여, 고객 경험 개선 및 증진의 우선순위를 결정한다. 이러한 단계에서 가장 중요한 것은 분석된 고객 행동 패턴을 기반으로 개선이 가능한 서비스영역을 도출하고, 이로써 해결 가능한 고객의 주요 가치를 명확히 정의하는 것이다.

Step 3. 새로운 고객 경험 제안하기

설정된 고객의 주요 가치 실현을 위한 개선안에 관해

실행계획을 수립하고, 파일럿 테스트를 통해 개선안을 검증하여 개선된 계획을 매핑하는 단계이다. 새로운 고객 경험은 차별화 정도(Differentiation)와 임팩트 (Impact)에 따라 무작위 경험(Random Experience), 예측 가능한 경험(Predictable Experience), 브랜드 화 경험(Branded Experience)으로 나눠진다. 고객 여정의 맥락성을 고려하여, 고객경험관리의 선순환 프로세스가 이어질 수 있도록 엔드 투 엔드(end to end) 서비스를 실현하는 것이 매우 중요하다.

Step 4. 고객 경험 정합 및 최적화하기

다양하고 복잡한 요구를 가진 사용자를 만족시키는 완벽한 고객 경험 여정이 단숨에 탄생하기는 매우 어렵다. 기업의 입장에서 한정된 자원으로 경쟁사와 다른 특별한 가치를 제공하기 위해 고객 경험을 관리하는 것은 많은 비용과 시간을 요구하므로, 큰 부담감을 느끼는 것이 현실이다. 따라서 설정된 고객 경험을 그대로 실현하기보다는, 현재 가용 자원을 중심으로 제품과 서비스, 터치 포인트, 마케팅 커뮤니케이션의 세차원으로 나누어 실현 가능한 서비스 수준으로 최적화시키는 작업이 필요하다

Step 5. 과정 및 가이드라인을 문서화하기

고객 경험은 고객의 행동과 기대가 상황 및 성별, 나이, 거주지역 등 여러 변수에 의해 지속적으로 변화 하므로 간단히 규정하기 매우 어렵다. 문서화되어 있 지 않은 채 계획된 고객 경험은 해당 업무의 담당자가 교체되면 전혀 다른 방식의 고객 경험으로 전환되어 일관된 기업의 메시지를 전달하기 불가능해진다. 따 라서 고객 경험을 설계하고 최적화한 과정을 간단하 게라도 표준으로 규정된 문서로 정리해야 한다. 회사 내부 인원이 동일한 고객 경험의 비전과 실행 과정을 문서화하는 단계는 필수적으로 수행되어야 한다.

Step 6. 지속적인 평가와 혁신 실행하기

앞에서 기업과 고객의 관점 차이에 대해 논하였듯

이, '완벽한 고객 경험을 추구하는 것'은 '본인이 설계한 고객 경험이 완벽하다고 믿는 것'과 전혀 다른 개념이다. 제품을 팔고 난 후 AS 접수 건수와 내용으로 제품에 대한 성과를 예측했던 이전과 달리, 디지털 서비스는 고객 여정과 함께 다양한 고객 행동 데이터가 쌓이고 실시간 모니터링도 가능하다. 따라서 이전 CRM시대의 주요한 고객 관리 지표인 NPS(Net Promoter Score) 이외에도 CLV(Customer Lifetime Value), CES(Customer Effort Score) 등의 지표를 통해 고객경험 디자인의 효과를 측정하고, 이를 비즈니스 역량평가의 지속적인 성과 관리에 활용해야 한다.

그렇다면 앞으로 다가오는 미래의 성공적인 기업 운 영을 위한 고객 경험의 혁신은 어디서부터 시작되어야 할까? ①메타버스 시대의 도래 ②데이터 기반 초개인 화 서비스 ③지속가능한 기술로 요약할 수 있다. 메타버 스는 디지털 화경에서의 복잡한 상호작용을 가능하 게 함으로써 고객 경험을 혁신적으로 재정의하고 있 다. 확장 현실에서의 경험은 고객의 기대 수준과 터치 포인트 전체의 재정의를 새롭게 요구할 것이다. 또한 데이터 기반 초개인화 서비스는 인공지능과 머신러 닝 기술을 활용하여 고객의 세세한 필요와 선호를 파 악 가능하여, 이에 맞는 디테일한 맞춤형 경험을 제공 할 수 있다. 마지막으로 지속가능한 기술은 환경적 사회적 책임을 중심으로 고객의 신뢰를 얻으며 기업 의 장기적 성장과 사회적 책임을 동시에 추구하는 것 이다. 국내의 더 많은 우수한 기업들이 지속적인 혁신 과 변혁을 토대로 고객들에게 더 나은 경험을 제공하 는 길로 나아가기를 기대해 본다. [16] 현신

Bain & Company (2020) Customer Experience Tools and Trends: Let No Tool Stand Alone

Bernd H. Schmitt (2003) Customer Experience Management: A Revolutionary Approach to Connecting with Your Customers

Harvard Business Review (2023) From Consumer Complexity To Profitability With AI

McKinsey & Company (2016) From Touchpoints to Journeys: Seeing the World as Customers Do

제69회 산기협 조찬 세미나

생성형AI 기술의 비즈니스 접목과 실현가능성



연사. 오순영 KB금융 Al센터 상무 서울여대 컴퓨터학과를 졸업했다. 한글과컴퓨터(한컴) CTO를 거쳐 현재는 KB 국민은행 금융Al센터 센터장으로 재직 중이다.

제69회 산기협 조찬세미나가 지난 9월 14일 엘타워 그 랜드홀에서 진행되었다. 이번 세미나는 오순영 KB국민 은행 금융AI센터장이 <생성형AI 기술의 비즈니스 접목 과 실현가능성>을 주제로 챗GPT로부터 촉발한 생성형 AI에 대한 기대와 현황을 공유했다.

챗GPT 열풍, 지금은 생성형AI 시대

지난 9월 13일, 청와대 영빈관에서 '대한민국 초거 대AI 도약' 출정식이 열렸다. 이와 관련해 정부 차원의 강력한 지원이 예상된다. 요즘은 산업 분야를 가리지 않고 DT(Digital Transformation), DX(Digital eXperience)에 대한 이야기를 한다. 이를 최근 가장주목받는 기술인 생성형AI와 접목해서 이야기해 보자.

DT, DX에 대한 정의는 다양하다. 그러나 데이터 기반의 의사 결정 혹은 데이터에서 인사이트를 얻어 가치 창출에 이르는 흐름은 공통적이다. 결국 핵심은 '데이터'에 있다. 실제로 각 기업에는 매우 다양한 데이터가 존재한다. 2023년을 시작하며 촉발한 챗GPT 열풍으로 생성형 AI에 대한 또 다른 차원의 접근이 이루어지는 추세다. 이시점에서 생각해 볼점이 있다. '우리 회사에는 비즈니스에서 충분하게 활용할 수 있는 양질의 데이터를 가지고있는가?'에 대한 것이다.

올해 초 챗GPT의 강력한 등장으로 각 업계에서는 화제와 함께 이런저런 해프닝도 있었다. 챗GPT 사용 초기에는 대다수 사람이 환호하는 반응을 보였다가, 이후에는 검증하기 힘든 거짓 답변을 정답처럼 말한다는 일명 '할루시네이션(hallucination)'이 챗GPT로 대표되는 생성형AI의 한계로 꼽혔다. 챗GPT가등 장하면서 이를 업무 현장에 적극적으로 도입해야 한다는 의견과 신뢰성이나 정확성이 미흡하므로 업무에적용하기는 시기상조라는 의견이 상존하고 있다. 지금은 챗GPT의 장단점을 파악하고, 챗GPT 등장이 시사하는 바를 고려할 때다.

AI의 특이점이 오고 있다

AI 분야 석학들은 'AI에 대한 특이점이 오고 있다' 는 데 목소리를 모으고 있다. 다만 AI가 실제 사람처 럼 완결성을 확보할 시기에 대한 의견이 다를 뿐이 다. 과거의 AI는 문제를 넣으면 그중에서 답을 찾고, 얼굴을 인식하는 등 일종의 '분류' 작업을 했다. 반면 생성형AI는 '만든다'는 점이 다르다. 작사, 작곡은 물론 텍스트 기반의 책을 쓰거나 코딩 및 이미지, 영상등도 만들어낸다. 그 밖에도 다양한 영역에서 생성형 AI를 도입하고 있다.

이와 관련해서 합성데이터도 주목받고 있다. 예를 들어 과거 자율주행 학습은 자동차가 실제 주행을 하면서 학습을 했다면, 지금은 다양한 조건을 세팅한 시뮬레이션 환경에서 주행하며 데이터를 만든다. 미국의 IT 리서치 기업 가트너(Gartner. Inc)는 2030년을 기점으로 합성데이터가 실제 데이터를 완전히 넘어설 것으로 예상했다.

챗GPT가 처음 등장했을 때만 해도 LLM(Large Language Model, 대형언어모델)의 모델 사이즈가무척 컸다. 당연히 기본적인 모델 사이즈는 클수록좋지만, 최근에는 학습 비용 문제로 경량화가 진행중이다. 예를 들어 일인가구라면 대형 평수의 주거지가 필요 없듯이, 고가의 범용 모델을 쓰기보다 특정분야에 특화된 모델을 사용하는 것이다. 각 기업에서생성형AI 도입을 검토하고 있다면, 이러한 부분을 참고하길 바라다.

생성형AI의 금융 활용 사례와 시사점

KB국민은행이 속해 있는 금융업계는 정확성과 안정성 확보 측면에서 도입이 더 까다로운 측면이 있지만, Al 적용을 준비해야 한다는 공감대가 크다. 이미 전 세계 투자금이 생성형Al에 몰리고 있고, 여러 방면에서 투자가이루어지는 상황이다. 금융 분야가 아닌 산업에서도 각기업만의 전략과 데이터 확보 및 기술의 빠른 적용을 통한 차별적인 서비스 개발을 고민해야 하는 시점이다.

국제적으로 저명한 금융 서비스 기업들은 이미 상당한 비용을 투자해 초거대 언어모델 원천 기술을 내재화하는 한편, 업무 적용을 실행에 옮기고 있다. 블룸버그는 40년 동안의 금융 자료로 자체 모델 내재화를 통한 자연어 기반 블룸버그 콘솔 전용 질의문 작성 등 다양한 내/외부 금융 업무 수행 기술을 확보



했으며, 모건스탠리에서는 GPT4를 통해 내부에 구축된 자산관리 콘텐츠에 자산관리 상담사들이 언제든지 접근해 지적 재산을 활용할 수 있게 했다. 300명을 테스트한 결과, 상담사들의 전문성 향상과 함께 고객 만족도를 높이는 효과가 있었다. 골드만삭스은행 역시 생성형AI 도구를 사용해 내부 프로덕트를 개발해 코드 생산성을 40% 증대시켰다.

똑같은 자원과 자금, 인재와 환경이 있다고 하더라도 AI 로드맵 유무가 향후 성과에 큰 영향을 미친다. 기술 파트와 사업 파트의 원활한 소통, 나아가 임직원들의 AI 문해력도 필요하다. KB국민은행에서도사내 강연을 10회 이상 진행한 후에 비로소 공감대가 형성되었다.

제조업 역시 생성형AI 도입과 관련한 맥락은 다르지 않다. 오히려 도입은 천천히 해도 괜찮다. 여러 사업자의 확인과 검증을 거쳐 업계 흐름을 파악하면서, 생성형AI를 도입하면 된다. 각 기업에 적합한 도구가 있는지 기술적으로 접근해 보라. 커뮤니케이션과 관련해서도 다양한 도구가 있으므로 비교 검토해도 좋다. 중요한 것은 각 기업이 생성형AI를 통해 '무엇을하고 싶은지'를 정의하는 데 있다. 의사결정권자와 현업부서의 AI 이해도가 비슷해야 가능하지만, AI 도입과 관련한 의사 결정은 직원부터 시작하는 상향식으로 이루어져야 한다는 점을 기억하자. 「金剛

철도기술의 해외진출 지원을 위한 **Business Model** 활용



글. 김진호 한국철도기술연구원 글로벌기술사업회실 실장

U of California Davis에서 토목환경공학 박사학위를 취득했다. 한국철도기술 연구원에서 도시철도 인프라연구단 단장, 기술기획실장을 거쳐 현재 글로벌기 술사업화실 실장을 맡고 있으며, 지재권 및 기술이전 관리와 해외 기술사업화 업무를 총괄하고 있다.

국민 생활과 밀접한 철도교통은 대중교통의 한 축 으로 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 철도산업 이 2만 개가 넘는 부품으로 구성된 철도차량과 궤도. 토목, 전력, 신호 등을 포함하는 인프라의 통합적이 고 유기적인 시스템산업으로 국가의 경제적 파급효과 가 큼을 알고 있거나 관심이 있는 국민은 많지 않다.

국내 철도시장은 포화상태로 해외로 눈을 돌리는 기업이 다수 있었으나 여러 장벽으로 인하여 성공률 이 높지 않았으며, 이를 타개하기 위한 적절한 추진 전략과 실행, 지원이 필요한 상황이다.

한국철도기술연구원이 보유하고 있는 R&D 성과를 포함한 기술에 대하여 국내 기술이전 기업의 숫자가 250개가 넘으나 상용화 실적은 국내에 한정되고 해외 시장 진출실적은 저조한 상황이었다. 이에 연구원은 기 술이전 기업을 대상으로 해외진출을 지원하여 수주에 성공할 수 있도록 체계적인 전략과 실효성 있는 지원을

그림 1 | 해외 철도시장 규모. 2022 독일 SCI Verkehr



그림 2 | 국내 철도기업 규모



모색하게 되었다. 이에 해외진출 지원형 비즈니스 모 델을 수립하고 활용하여 최근 성과가 도출되기 시작 하였다

해외 철도시장 및 국내 철도산업 현황

국토교통부에 따르면 세계 철도시장은 약 270조 규모로 연 2.8%의 지속적인 성장을 하고 있으며(그 **림 1**), 이러한 철도시장을 선점하기 위한 유럽, 일본, 중국 등의 기업 간 경쟁은 날로 치열해지고 있다. 그 러나 국내 철도산업에서 경쟁력을 갖춘 대기업의 비 중은 매우 낮으며 대부분 중소기업으로 50인 미만 78%, 매출 100억 미만인 기업이 63%에 달한다(**그림** 2). 이러한 중소기업은 대부분 공공부문의 수주에 의 존하여 사업이 불규칙하고 규모가 영세함에 따라 기 술과 자금 측면에서 국제경쟁력이 뒤처져 세계시장

철도부문 중소기업의 한계

- 해외 전문인력 부족
- 기술 인지도/신뢰도 미흡
- 사업정보/네트워크 빈약

해외진출 지원 수단

- 기술력 홍보 및 지원
- 컨소시엄/제안서 지원 • 네트워크/정보 공유/연계
- 공동 R&D 및 성과 공유 • ODA 사업 발굴 · 수주 지원

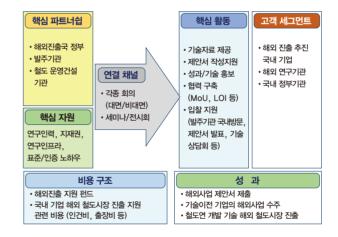
• 기업 진출 지원 컨설팅

해외진출 지원 전략

그림 3 | 해외 기술사업화 활성화 전략과 모델



그림 4 | 해외진출 기업 지원형 비즈니스 모델



에서의 점유율은 매우 미미한 상황이다.

따라서 중소기업들의 기술경쟁력 강화. 진출하고 자 하는 국가의 환경 및 특성 등을 고려한 전략적 해 외 진출 모색이 필요하다 해외 진출국에 따라 다양 한 정보와 네트워크 구축에 기반하여 수요를 반영한 맞춤형 기술, 운영실적 확보, 진출국 대상 지식재산 권 확보. 인허가 규제 등 진입장벽을 넘어야 한다.

국내 철도 부문 중소기업의 담당자들은 이러한 전 제조건에 동의하나 규모의 한계로 인하여 자력에 의 한 해외진출 가능성에 대하여 다소 부정적이다. 이에 글로벌 경쟁력 보유가 가능한 강 소형기업의 발굴 및 지원, 공동 기술 개발을 통한 성과물의 해외사업 화 촉진 등을 위하여 연구원과 유기적으로 연계될 수 있도록 효과적인 전략과 수단의 마련이 요구된다.

해외진출 지원형 비즈니스 모델

한국철도기술연구원의 해외 기술사업화 활성화 방 아을 마련하기 위하여 연구원의 환경 및 특성, 전문 성. 자산 및 경험 등을 고려한 SWOT 분석을 통해 4 개의 전략 방향에 따른 세부 전략을 구성하였다. 세 부 전략에 따라 연구원의 해외진출 모델은 6개로 도 출하였다(그림 3). 연구원은 6개의 진출 모델에서 국내 기술이전 기업의 해외진출 지원에 적합한 모델을 고도 화하였다. 또한 기업을 대상으로 개발되고 활용되는 비 즈니스 모델 중 롱테일 모델(틈새시장 공략형)과 블루오 션 모델(기술력을 통한 가치 상승, 비용감소)을 벤치마킹 하였고, 외부 전문가 컨설팅 및 세미나 등을 통하여 해외 진출 지원형 비즈니스 모델을 수립하였다(그림 4)

그림 5 | 말레이시아 온라인 기술협의



그림 6 | 발주처의 국내방문 지원



그림 7 | 입찰제안 기술설명



해외진출 추진기업에 대한 맞춤형 지원

연구원은 해외진출 지원형 비즈니스 모델을 활용하 여 최근 기술이전 기업이 해외에 성공적으로 진출한 4 건(인도 1건, 말레이시아 1건, 대만 2건)의 사례가 있 으며, 비즈니스 모델의 부문별 경험과 노하우의 축적 에 따라 해외진출은 더욱 활성화될 것으로 기대한다.

비즈니스 모델의 '핵심 파트너십' 부문에서는 기존 MoU 체결 기관 외에도 국제세미나/전시회, G2G 협 력회의 등 다양한 통로를 통하여 아시아 지역 외 유럽 4개국 철도기관 또는 개발청 등과 MoU 체결 등 협력 관계를 신규로 구축하였다. 이러한 협력관계를 통하 여 말레이시아의 BRT 노선 신설계획, 인도의 철도고 속화 사업, 대만의 전차선 IoT 모니터링 사업 등의 사 업계획 정보를 입수하였고 연구원의 보유 기술 소개 와 기술자료 제공, 기술상담 등이 진행되었다 (그림 5)

'핵심자원' 부문에서는 해외 협력체계가 구축된 국 가를 대상으로 연구원 보유기술에 대한 SMK를 기반 한 기술수요조사를 시행하고, 해외 현지 전문가를 활 용하여 발주기관의 관심과 긍정적 반응을 유도하였 다. '핵심 활동 및 고객 세그먼트'에서는 발주기관 대 상으로 연구워의 기술 소개와 기술이전 기업의 상용 화 현장 방문을 통한 운영 경험을 공유함으로써 신뢰 도를 확보할 수 있도록 하였다. 싱가포르 개발청 및 대만 교통부와 같은 발주기관의 연구원 방문을 지원 하여(그림 6) 기술이전 기업에 대한 연구원의 기술지 원에 신뢰를 할 수 있도록 하였다. 또한 입찰제안서 작성지원과 현지 평가장에서 제안서 발표 및 인터뷰 등과 같은 직접적인 지원과(그림 7) 제안서 작성을 위한 기술자료 제공 등이 병행되었다.

'비용구조' 부문의 경우 말레이시아, 대만 등은 현지 기술실증을 요구하였고 기업의 부담 발생으로 사업추 진의 좌초 위기에서 국내 정부 차워의 해외진출 지원사 업을 공동수주 함으로써 사업추진을 계속할 수 있었다.

향후 과제

해외에서도 철도는 공공사업의 성격을 가짐에 따라 해외 정부 또는 공공기관 등과 공공적 해외네트워크 채 널을 확대하고 기존 협력관계를 강화해야 한다. 연구원 의 전문성과 신뢰도를 기반으로 중소기업의 해외진출 에 대한 지속적 지원이 필요하며, 최근 아시아의 철도시 장은 기술력보다 자본에 많이 좌우되는 경향이 나타남 에 따라 기술 우위를 앞세운 기술 마케팅 전략이 요구 되다. 결국 글로벌 수준의 기술로 무장한 중소기업의 육성을 통하여 해외진출을 추진하는 경우 독일의 크 노르사와 같은 강소기업의 롤모델 등장을 기대할 수 있다

또한 연구원은 글로벌 수준의 기술 및 R&D 성과 를 앞세워 기관 마케팅을 함으로써 기술이전 기업에 대한 지원 외에도 해외 수요기관에 직접 기술이전을 추진할 수 있도록 계획하고 있다. 아시아 위주에서 유럽지역까지 MoU 등 협력관계를 확대하는 것은 이 를 위한 사전포석으로 볼 수 있다. 기술 핵심

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

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



서비스 소개

https://cloud.koita.or.kr

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

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

이용방법

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

■ 더존비즈온의 클라우드 기반 R&D서비스는 안전합니다!

• 클라우드 컴퓨팅서비스 보안요건 충족, 최적의 데이터 안전관리와 보안환경 제공



이용요금

■ 월이용료(PMS, 전자연구노트)

(부가세 별도)

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

[예시] 연구원 3명 이용 시 월 이용료 : 산기협 회원사인 경우 30,000원(기본료) + (15,000원 × 3명) = 75,000원 ※ 해외특허 전문번역 서비스는 별도 문의주시면 상세한 안내 드립니다.

■ 특별할인 프로모션

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



(회원사 가입, 서비스 이용)

문의처 / 디지털서비스개발팀







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

선거술인증 MEW EXCELLENT TECHNOLOGIA

신기술 NET 인증 기술

신기술(NET, New Excellent Technology)인증은 산업통상자원부 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회가 운영하는 인증 제도로서 개발된 신기술의 상용화와 기술거래를 촉진하고자 도입되었다. 기업 및 연구기관, 대학 등에서 개발한 신기술을 조기 발굴하는 데 기여하고 있다.

- 신청자격: 신기술 인증을 받고자 하는 기업, 대학, 연구기관의 대표(장)
- 신청안내
- 신청기간: 연 3회
- 신청방법: 온라인 접수(https://www.netmark.or.kr)
- 문의: 인증심사팀 02-3460-9022, 9179

㈜미래텍



마을 상수도 원수 소독을 위한 원격제어가 가능한 세라믹 회전형 체크부재 적용 차아염소산나트륨 투입 기술

본 기술은 회전 각도에 따라 차아염소산나트륨의 흡입과 토출이 수행되는 세라믹 회전형 체크부재를 사용한 차아염소산 나트륨 투입 기술이다. 정밀 전자저울(로드셀)을 이용한 잔류염소농도 유지 및 차아염소산나트륨 투입기의 통합 워격제어가 가능하다.

- ① 체크부재의 회전과 펌핑으로 정량의 차아염소산나트륨을 자동 투입하는 구조로 내구성 개선 및 안정성 강화
- ② 로드셀을 활용하여 유량과 비례한 무게의 차아염소산나트륨을 투입하고 적정 잔류염소 농도유지 및 실시간 원격제어와 모니터링 가능



주생산품		염소투입기 외		
개발기간	2014. 2. ~ 2021. 1.	분야	건설·환경	

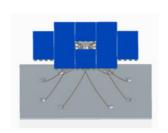
㈜비케이에너지



턴테이블 방식을 적용한 부유식 수상태양광 발전효율 향상 기술

본 기술은 회전하는 축을 부유식으로 수상에 띄워 수심의 제약을 받지 않는 부유식 회전 수상태양광 발전효율 향상 기술로 부유식 회전축을 기점으로 태양광 모듈이 설치된 어레이를 연결하고 이를 외부의 구동축에서 힘을 가해 회전시킨다.

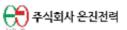
- ① 부유 형태에서도 회전 가능하여 기존 고정식 수상 태양광 장치의 개선 효과 화브
- ② 기존 파일 이용 회전방식 대비 태양광 발전효율·경제성·시공성 향상 가능





주생산품	수상태양광 부력체					
개발기간	2013. 10. ~ 2018. 10.	분야	건설·환경			

㈜은진전력



맨홀관리용 맨홀위치표시기 제조 및 설치 기술

본 기술은 내부에만 존재하는 맨홀의 관리번호를 맨홀 뚜껑 외부로 드러내어 식별이 가능한 맨홀위치표시기 설치 기술이다. 전자마그넷을 이용한 리프트 방식으로 작업자의 안전사고를 예방한다.

- ① 맨홀 내부의 식별번호를 맨홀 뚜껑 외부에 천공하여 안전사고 발생 시 신속한 복구 및 2차 안전사고 예방 가능
- ② 레이저 마킹기술을 이용하여 다양한 세부정보를 맨홀위치표시기에 표기 가능





주생산품		전기공	몽사
개발기간	2018. 8. ~ 2020. 6.	분야	건설·환경

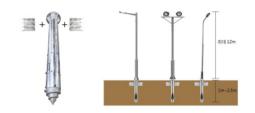
㈜티에스엔지니어링



유압잭과 앵커핀 돌출구조를 이용한 시공성과 고정력이 개선된 지주용 앵커기초 기술

본 기술은 오거드릴을 사용하여 앵커기초기구 외형과 같은 크기로 지면을 천공한 뒤 앵커기초기구를 삽입하는 기술이다. 유압잭을 이용해 앵커 기초 기구 내부에 구비된 앵커핀이 외부로 돌출되면서 지면 내측면부에 삽입되어 간단한 공정과 구조만으로 기초 지주설치가 가능하다.

- ① 유압잭을 이용한 앵커핀 돌출 구조로 시공성 및 고정력 향상
- ② 배선 인입구를 통해 깔끔한 외관을 유지하고 침하방지판을 통해 지주 회 전 및 침하를 방지, 이동이나 철거 시 앵커핀을 원위치시켜 손쉽게 회수 가능



	앵커기조시수, 태양광패널시시대						
개발기간 2015. 1. ~ 2020. 10	D. 분야	건설·환경					

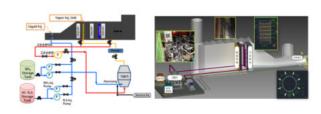
㈜이엠코



탄화수소계 환원제를 이용한 복합화력 저부하영역 Fast-SCR 융합탈질 고도화 기술

본 기술은 탄화수소계 환원제를 이용하여 배가스 NO2:NO의 비율을 약 1:1로 제어하고 Fast-SCR로 전환하여 낮은 촉매층 온도에서도 높은 탈질 효율을 구현하는 기술이다. 복합화력 저부하 운전구간에서 배출되는 NOx 농도, NO2/NOx 비율, 촉매층 온도로 인한 낮은 탈질 효율을 극대화하여 저부하 대응 질소산화물 저감이 가능하다.

① 복합화력 저부하에서 기존 SCR 기술 대비 탈질 성능 10~40% 향상 가능 ② 단순 NO2 전환이 아닌 HC계 환원제 사용량 90%를 절감하는 탈질 성능을 확보하고 CO, THC, TVOC의 부산물 발생 최소화 가능



주생산품	대기	환경정화장치, 집진필터			
개발기간	2019. 1. ~ 2020. 12.	분야	건설·환경		

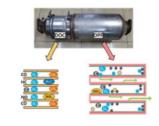
㈜에코마스터



소형 디젤 매연저감을 위한 자연재생형 배기가스 후처리 기술

본 기술은 소형 디젤 차량용 배기가스 정화장치 제작, 처리 및 세라믹 필터에 고활성 정화 촉매를 코팅하여 배기가스에 포함된 CO, HC, NOx, PM을 정화하는 기술이다.

- ①보조 열원을 공급하지 않으며 배기가스 자체 폐열로 촉매 기능을 갖는 Passive Type 정화장치 제공
- ② 배기가스에 포함된 SO2에 의해 성능이 향상(self activation by SO2) 되는 내피독성 촉매 적용으로 다양한 용도에 적용





주생산품	매연저감장치 및 촉매					
개발기간	2014. 1. ~ 2020. 12.	분야	건설·환경			



신제품 NEP 인증 제품

신제품(NEP, New Excellent Product)인증은 산업통상자원부 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회가 운영하는 인증 제도로서 국내에서 최초로 개발된 기술 또는 이에 준하는 대체기술을 적용한 제품을 인증하여 제품의 초기 판로를 지원하고 기술개발을 촉진하고자 도입되었다. NEP 인증마크를 부여받은 제품에 대하여 자금지원, 의무구매, 신용보증 등 각종 지원제도의 혜택을 제공하고 있다.

- 신청자격: 신제품 인증을 받고자 하는 중소, 중견 및 대기업의 대표
- 신청안내
- 신청기간: 연 3회
- 신청방법: 온라인 접수(https://www.nepmark.or.kr)
- 문의: 인증심사팀 02-3460-9185~8

㈜세진플러스



폐석유 고온압축 접착기술을 적용한 재활용 섬유 패널

본 제품은 섬유 폐기물을 재활용하여 건축 및 인테리어 마감재로 활용 가능한 패널 제조 기술이다. 합성수지 접착제를 혼합하지 않고 섬유의 융점 차이를 활용한 고온압축 접착 기술과 원료 특성을 활용하여 성형하는 친환경 공법을 적용했다.

- ① 폐섬유를 원료로 사용하면서 기존제품 대비 밀도·강도·내구성 개선
- ② 단열·흡음 성능을 보강한 패널 제조를 통해 기하급수적으로 늘어나는 섬 유폐기물처리 방식 개선
- ③ 폴리에스터와 면의 혼합비를 개발 적용하고 열과 압력만으로 성형, 유해 성분이 방출되지 않음



주생산품		건축용	패널
인증기간	2022. 5. 6. ~ 2025. 5. 5.	분야	기계·소재

㈜대광금속



🥟 (주) 대광금속

(연장)이중접점 나사산을 적용한 풀림방지형 육각볼트(M27x75mm 이하), 육각너트(M27x22mm 이하) 및 플랜지너트(M12 이하)

본제품은 상대 체결물(일반 나사산)과 이중접점을 유도하는 풀림방지 나사산을 볼트· 너트에 적용한 기술이다. 나사산 1차 접선부(5°), 2차 접선부(35°) 가공으로 상대 체결물과 이중접점 체결을 유도하고 플랭크면 이중 가공으로 기존제품과 동일한 힘으로 체결이 가능하다.

- ① 볼트·너트 단일체결로 진동·충격 상황에서의 풀림 방지 효과
- ② 나사산 형성을 제외한 외경, 내경, 대편, 높이, 피치, 제조공정 등 일반 기존 제품과 동일
- ③ 각 나사산 당 균일한 분포하중으로 기존제품 대비 피로도 저감 및 제품수명 향상



주생산품	풀림방지 볼트, 풀림방지 너트				
인증기간	2022. 6. 20.~ 2025. 6. 19.	분야	기계·소재		

㈜일우피피씨



㈜피큐텍

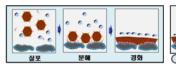
필터



(연장)규소계 부착방지제가 함유된 타이어 부착 저감용 개질 유화아스팔트

본 제품은 물 100중량부, 아스팔트 70~120중량부, 계면활성제 10~60중량부 및 부착방지제 5~40중량부가 혼합되어 부착방지제와 개질 아스팔트를 적용했다. 양생 후 부착방지제의 이동 제한 및 생산이 원활한 개질 아스팔트 제조 기술이다.

- ① 타이어 부착률 10% 미만으로 타이어에 대한 부착저항성을 확보하고 훼 손을 방지
- ② 아스팔트 잔류물의 연화점(55°C)이 높아 변형 저항성 우수
- ③ 수분 및 습기에 따른 포트홀 형성을 억제, 저온에서의 동결에 의한 도로포 장 파손 방지 가능



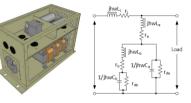


주생산품	유화아스팔트 외						
인증기간	2022. 6. 20. ~ 2025. 6. 19.	분야	건설·환경				

3상6펄스 정류기(5HP) 입력측 수동형 고조파

본 제품은 임피던스 특성이 좋고 저압 회로에 적용이 가능한 형태의 전력 토 폴로지 설계 기술이다. 리액터와 커패시터 용량을 최소화하면서 정류기의 특성 고조파를 차단·흡수하는 토폴로지를 개발 실용화했고, 리액터의 적층 적용 구조적 축소 설계 및 제조 기술로 소형화를 이루고 범용성 경제성을 향 상했다.

- ① 기존 필터 대비 75% 소형화 및 리액터·커패시터 40~43% 사용량 감소
- ② 총합전류왜형률 IEEE 519 표준 요구기준 (TDD-i < 5%, SCR < 20의 경우) 충족(2~5% 수준)
- ③ 신재생에너지 전력계통 등에서도 규제치를 충족시켜 전원품질 위험 요소 제거



주	생산품		고조파	고조파필터		
인	증기간	2022. 9. 22. ~ 2025. 9. 21.	분야	전기·전자		

㈜마이크로시스템

microsystems

전자식 진동 기반의 자가세정 기술 적용 영상감시 카메라

본 제품은 카메라의 자체 이물 감지와 세정이 동시에 이루어지는 반도체 기반 렌즈 제조 기술이다. 렌즈 표면상 액체 오염을 1초 이내로 제거하는 최적 다중 신호 설계 및 제어 기술로 이물의 유·무 및 정도 감지 기능이 연동된 세정이 가 능하다.

- ① 전자식 자가세정 기능을 통해 빗물과 역광을 동반한 화면 번짐 및 객체 시 인성 개선 및 기존 와이퍼와 달리 빠른 작동 속도와 낮은 소모 전력으로 지속적인 작동을 통한 감시 연속성 보장
- ②자동 감지 및 세정 작동 방식으로 CCTV 관리자 개입 없이도 자가 세정 기능을 수행





주생산품		영상감시장치			
인증기간	2022. 9. 22. ~ 2025. 9. 21.	분야	전기·전자		

㈜미지에너텍



배터리 잔존용량 측정을 활용한 태양광 가로등 (5DW 이하)

본 제품은 배터리 잔존용량을 측정하고 이용하는 전력제어 기술로 태양광 가로등 운영 안정성을 확보했고, 태양전지모듈을 통한 배터리 충전 단계 중 PWM 충전 단계에서 배터리 PWM 듀티비를 추출하여 배터리의 잔존용량 측 정 정확도를 향상했다. 또한 등기구를 디밍 제어하여 배터리 방전을 예방하 고 안정적인 시스템 운영이 가능하다.

- ① 태양광 가로등에 배터리 잔존용량에 따라 소모전력을 제어하여 내장된 안정적인 배터리 잔존용량 관리 가능
- ② 배터리 상태가 좋지 않은 부조일시 안정적인 가로등 성능 유지 가능
- ③ 전용 모바일앱을 통한 실시간 가로등 상태 및 누적 데이터 파악으로 가로 등 점검의 용이성·경제성 확보



2022. 9. 22. ~ 2025. 9. 21.. 분야 전기·전자

5 대한민국 엔지니어상

고용량 하이니켈(High Ni)* 양극활물질 개발 및 국산화

리튬이온 이차전지 분야에서 고용량 하이니켈(High Ni) 양극활물질을 개발하고 이를 국산화하여 우리나라 리튬이온 이차전지 산업 생산성 향상에 기여한 공로를 인정받았다.





이순률 수석연구원은 리튬이온 이차전지 분야에서 14년간 양극 활물질 개발을 주도해 온 소재 전문가다. 수공 기간에 지속적인 연구개발을 통해 이차전지 분야에서 총 13건의 특 허를 출원하였으며, 리튬이온 이차전지 및 차세대 전지용 소 재 부문의 연구개발에 집중하고 있다.

양극활물질은 이차전지에서 용량, 수명, 안전성 등의 특성 을 좌우하는 핵심 소재로 차별화된 성능의 고용량 하이니켈 (High Ni) 양극활물질 개발은 매우 중요한 기술적 성과이다. 개발 양극활물질의 양산품이 적용된 원형전지는 전동공구 분야의 시장점유율 1위 수성 및 전기차용 전지 시장 확대에 기여했고 국내 양극 전문 생산 업체에 해당 기술 이전으로 국가 소재 경쟁력을 높였다. 또한 양극활물질에 입계코팅 기 술을 적용하여 Ni함량 90% 이상의 High Ni NCA 양산화에 성공했다.

IT향 고전압 LCO, ESS 및 전기차용 저가화 Co-free, LFP 양 극활물질과 차세대 전고체전지용 양극활물질 및 고체전해 질 연구개발에 집중하고 있어, 폭발적으로 성장하고 있는 배 터리 산업에서 대한민국 엔지니어로서의 위상을 높이며, 국 가발전에 기여할 것으로 기대된다.

* 전지의 양극을 구성하는 물질로 리튬과 금속 성분의 조합으로 이루어 지며, 전지의 용량, 출력 등 성능과 특성을 결정하는 중요한 요소

과압안전장치*. 폭발안전장치** 등 개발

산업용 안전장치 분야에서 과압안전장치, 폭발안전장치 등을 개발하여 우리나라 안전장치 산업의 기술력 강화에 기여한 공로를 인정받았다.

박정수 에프디씨(주) 소장



박정수 연구소장은 산업용 안전장치 분야에서 13년 이상 연 구개발 활동을 지속해 온 파열판식 안전장치 업계의 엔지니 어다. 수공 기간에 지속적인 연구개발을 통해 반도체공정, 전 력, 방산, 우주항공, 전기차용파열판식 과압 안전장치 및 폭발 안전장치 부문에서 최근 3년간 총 10건의 특허를 등록했다. 파열판은 석유·화학 플랜트의 안전장치로 주로 사용되었으 며 대부분 해외플랜트 엔지니어사를 통해 해외 제품이 주로 사용되었다. 안전장치 분야로 제품 변경에 위험이 있는 품목 이라 시장 접근이 어려웠으나 지속적인 개발과 현장 평가를 통해 점차 점유율을 확보하여 현재 국내 점유율 50% 수준을 달성하여 해당 분야의 외산 의존도를 크게 낮추는 효과를 보 았다.

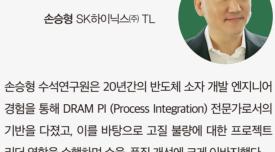
이외에도 반도체 공정용 안전장치를 개발하여 국내 반도체 언체의 공정라인에 강산용 밸브 및 파열판을 지속적 공급 및 확대해 나가고 있다. 최근에는 폭발 안전장치 개발에 집중하 고 있다.



- 신청대상: 기업의 엔지니어로서 최근 3년 이내의 공적이 우수한 자
- 포상내용: 과학기술정보통신부장관상 및 트로피, 상금 500만 원
- 추천서 접수 기간 및 방법: 연 2회, 온라인 접수(http://www.koita.or.kr/month_eng/)
- 문의: 시상인증단 02-3460-9026

10나노급 3. 4세대 DRAM 메모리 제품 수율* 극대화 및 DRAM 원천 개선 기술 확보

양산 제품의 고질 불량에 대한 개선 노하우를 바탕으로 기술 난제에 대한 해결책을 제시하여 제품 품질 향상과 함께 DRAM 10나노급 3, 4세대 제품 수율을 각각 3.7%, 2.7% 초과 향상하고, M16 New Fab 인증을 5개월 조기 달성하는 데 기여한 공로를 인정받았다.



리더 역할을 수행하며 수율, 품질 개선에 크게 이바지했다. 양산 내 모듈 PI 전문가 조직을 최초로 신설하여 구조적인 결함으로부터 발생하는 DRAM 불량에 대해 메커니즘 해석 과 개선 방안을 제시했고 품질 강건성 확보로 10나노급 3세 대, 4세대 제품에서는 양산 품질 사고 0건을 달성했다. 특히 손승형 수석연구원이 새로이 구축한 공정 개선 피드백 시스 템은 양산 기술 노하우 축적과 차세대 개발 제품과의 발 빠 른 소통을 통해 양산 신제품의 빠른 수율 향상에 기여했다. 이는 SK하이닉스 DRAM 10나노급 3세대 제품 개발에 최초 적용되어 DRAM 16GB 시장을 선점하는 데 결정적인 역할 을 하였고 10나노급 3세대 제품 수율 3.7%, 4세대 제품 수율 2.7% 초과 달성하여 괄목할 만한 성과를 얻을 수 있었다. 손승형 수석연구원은 탁월한 리더십으로 열린 의사 소통 환 경을 조성하고 구성원들의 의견을 존중하며 동기 부여에 힘 씀으로써, 팀원들의 열정과 창의성을 끌어내고 있다

* 수율 : 투입 수에 대한 완성된 양품의 비율로 양품률이라고도 하며, 불량률의 반대어

국내외 최초 조립식 필터와 필터 내 토네이도 유로 구조 개발

공기청정기 필터 분야 전문가로서 국내외 최초로 조립식 필터와 필터 내 토네이도 유로 구조를 개발하여 친환경 기술을 선도한 공로를 인정받았다.

김효범 ㈜교원프라퍼티 파트장



김효범 파트장은 공기청정기, 정수기 제품 및 필터 개발에 10 년 이상 연구개발 활동을 지속해 온 환경가전업계의 엔지니 어로 오랜 시간 친환경 관점에서 최소 자원으로 최대의 성능 을 발휘할 수 있는 필터를 개발하고자 노력해 왔다. 특히, 10 년의 근무 동안 출원/등록한 4건의 특허는 이러한 생각과 기

공기청정기의 핵심부품인 필터는 지금까지 완제품 형태로 짧 게는 수개월 내 사용 후 폐기되며 매년 그 양이 기하급수적으 로 증가하고 있어, 변형 가능한 조립식 필터의 개발 성과는 친 환경 측면에서 그 의미가 매우 크다. 특히 폐기되던 부자재가 조립-분리 구조를 통한 지속 사용이 가능한 유로 구조로 변경 되어 에너지소비효율 증대와 필터 부피의 축소라는 긍정적 인 결과를 끌어내고 있다. 이러한 자원 사용의 최소화 노력은 (사)소비자시민모임에서 수여하는 '21년 "에너지위너상 대상" 수상으로 이어졌으며, 업계의 전통적인 패러다임을 변화시키 는 계기가 됐다.

김효범 파트장은 세계시장의 수출 환경에서도 환경 친화적 제품이 우위를 점할 수 있도록 우수한 기술력을 담은 제품을 확산시키겠다는 마음가짐으로 대한민국 엔지니어로서의 사 명을 다하고 있다.

^{*}고압가스 또는 화학물질 설비 내 압력이 상용의 압력을 초과하는 경우 즉시 상용의 압력 이하로 되돌릴 수 있는 안전밸브, 파열판 등의 장치

^{**} 밀폐 또는 제한된 공간을 가지는 설비 내에서 발생한 화재를 초기에 억제함으로써 설비의 압력이 설계압력 이상으로 상승하는 것을 사전 에 방지하는 등의 파손을 예방하기 위한 장치

34주

R₅₂ IR52 장영실상(29주~36주)

29주 현대제철㈜, 현대자동차㈜

수소연료전지 대형트럭



현대제철 홍성민, 남궁승 책임연구원과 현대자동차 강민우 파트장, 이인범 연구원이 개발한 고성능 전기차 감속기 기어 소재이다. 전기차에서 감속기는 모터에서 발생된 토크와 회 전속도를 차량 주행에 적절하게 증대시키고 감속시키는 변속 기 역할을 하고 있다. 이러한 기어 부품은 동력을 전달하기 때 문에 회전 시에 발생되는 소음과 진동을 최소화해야하는 요 구가 있으며, 해당 제품은 이러한 정숙성과 내구성을 갖췄다.

(주)쎄닉 31주

전력반도체용 150mm 실리콘카바이드(SiC) 기판(Wafer)



김정규 연구개발본부장, 박종휘 팀장, 이채영 매니저가 개발 한 전력반도체는 가전, 스마트폰, 전기차 등 전기로 작동하는 제품의 작동 여부 및 성능을 결정짓는 핵심 부품이다. 작동온 도 상한이 500~600℃로 높고 열전도율이 높아 전열면적이 적어도 냉각이 용이해 인버터 소형화 및 전력 변환 손실을 큰 폭으로 줄일 수 있어 소비전력이 감소하고 주변부품(냉각팬 등)의 생략 혹은 소형화가 가능하다.

30주

㈜휴온스

휴온스-전립선 건강을 위한 사군자추출분말



연성흠 연구위원, 손락호, 김현준 수석연구원이 개발한 사군 자추출분말은 식약처로부터 12년 만에 승인을 받은 전립선건 강 관련 개별인정원료 '전립선사군자'의 주성분이다. 발효주 정으로 기능성 성분을 함축한 원료이며, 동물실험과 인체적 용시험을 통해 전립선 비대 개선 효능과 전립선 증상에 대한 유의한 개선 효과를 가졌다. 유일 국내 제조 전립선 기능성 분 말원료로써 남성들을 위한 '전립선 사군자' 제품이다.

32주 현대자동차(주), 현대모비스(주), (주)이씨스

이-하이패스(e hi-pass) 통행료 결제 시스템



현대자동차 권해영 상무, 이승재 책임연구원, 현대모비스 조 장현 책임연구원, 이씨스 황규택 이사가 개발한 통행료 결제 시스템은 하이패스 차로 통과 시 카드 삽입 없이 e hi-pass로 통행료 결제가 가능하도록 개발한 현대자동차 기아의 하이패 스 시스템이다. 운전자별 각자의 선택된 카드로 자동 전환하 여 결제하는 기능 및 유료도로 사용 이력 정보를 내비게이션 화면과 폰앱을 통해 실시간으로 확인하는 편의를 제공한다.

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

• **문의:** 시상인증단 02-3460-9189

33주

현대자동차(주)

원 서피스(ONE SURFACE) 프레임리스 플러시 도어



박후상 팀장, 조형근 책임연구원, 박유찬 연구원, 김근수 상무 가 개발한 원 서피스(ONE SURFACE) 프레임리스 플러시 도 어는 2022년 11월에 양산된 디올 뉴 그랜저에 적용된 기술이 다. 차량 내부로 외부 수분과 소음이 유입되지 않도록 막아주 고 사용자가 차량을 타고 내릴 수 있도록 열고 닫히며 환기, 외부 소통을 위해 글라스를 위아래로 작동할 수 있는 기능을 수행하다

이피캠텍(주)

차세대 리튬 비스플루오로설포닐이미드(LiFSI) 전해질



이순호 상무이사, 이희진 연구소장이 개발한 LiFSI 전해질은 이차전지 핵심소재 중 하나인 전해액에 들어가는 리튬염 전 해질이다. LiFSI 전해질은 전해액의 이온전도도, 전지의 수명, 저온 출력을 향상시키는 것이 주된 기능이다. 전해질과 양극, 음극, 첨가제 간의 상호작용은 각기 다르게 나타나는데 LiFSI 전해질은 전지의 성능과 안정성의 향상 효과가 뛰어나다.

35주

삼성에스디아이(주)

오엘이디(DLED)용 프리믹스(Premix) 인광 그린 호人트



김봉옥 부사장, 정성현 상무, 김형선 그룹장, 이한일 프 로가 개발한 프리믹스(Premix) 인광 그린 호스트는 녹색 emitter(일명: 인광 그린 도펀트)와 발광층을 이루고, 발광하 는 도펀트에 전하와 에너지를 전달하는 역할을 하는 OLED 소자 구성의 핵심 소재이다. SDI 기술로 호스트 간 상호작용 을 극대화했고, Organic Alloy 원천기술을 활용한 Premix 제 품으로 손쉬운 양산공정 최적화가 가능하다.

(주)더오포, 한국동서발전(주) 36주

금속산화수를 이용한 탈황폐수 고도처리 장치



더오포 김영희 연구위원, 김현상 연구소장, 한국동서발전 황 영호 실장이 개발한 탈황폐수 고도처리 장치는 금속산화수를 통해 오존(03)보다도 높은 산화력으로 기존 산화공정으로는 잘 처리되지 않았던 난분해성 폐수와 최근 이슈화되고 있는 유기탄소(TOC)를 처리하며 SS 및 중금속 등도 동시에 제거 가 가능하다. 또한 금속산화수는 무해한 수산화철로 환원되 기 때문에 환경친화적이다.



영화 '아이, 로봇(2004)'은 2035년을 배경으로 한다. 미래 인류에게 로봇은 없어서는 안 될 존재다. 지능을 가진로봇은 사람처럼 생긴 외관에 아이들을 돌보고 요리를 해주며 인간과 공생한다. 작은 몸짓뿐 아니라 표정까지 인간을 닮아 영화를 보면서도 흠칫 놀랐던 기억이 생생하다. 개봉 당시만 해도 약 30년 뒤의 일을 상상한 공상과학(SF) 영화 속 이야기였다. 이제 더는 먼 미래 이야기가 아니다. 인간을 닮은 휴머노이드(humanoid) 로봇 시대가다가왔다. 전 세계 기업들이 똑똑한 로봇을 개발했고 양산준비까지 착착 진행되고 있다. 영화에서 예측한 2030년대보다 더 빠른 시기에 로봇이 우리와 일상을 함께할지도 모른다.

로봇이란 용어는 1920년 체코슬로바키아 극작가 카렐 차페크의 희곡 '로섬의 만능로봇'에 처음 등장한다. 체코 어로 중노동을 뜻하는 '로보타(robota)'에서 유래했다. 이 후 자동화 작업을 수행할 수 있는 로봇을 개발하려는 시 도가 이어지며 로봇 산업은 급성장했다. 덕분에 제조 현장 곳곳에는 로봇들이 큰 역할을 하고 있다. 하지만 공장 자 동화 로봇 대부분은 로봇 팔 정도이며 완전한 인간형의 모 습은 없는 상황이다. 유독 인간을 닮은 로봇의 개발 속도 가 더뎠던 이유는 무엇일까. 가장 큰 이유는 사람처럼 2족 (足) 보행을 하는 로봇을 만들기가 쉽지 않기 때문이다. 다양한 동작을 하면서 두 발로 균형을 잡을 수 있어야 한다. 휴머노이드보다 먼저 4족 보행 로봇 개가 개발된 것도 이런 이유 때문일 것이다. 두 팔과 손을 자유자재로 움직이는 것도 난제였다. 가방을 열거나 닫는 것처럼 사람이 하기 쉬운 작업도 로봇에게는 어려운 일이다. 2000년 일본 혼다가 계단을 오르내릴 수 있는 로봇 '아시모'를 공개했지만, 육중한 몸으로 산업 현장에 바로 투입되기에는 부족했다. 사실상 관상용에 불과했고 다른 기업들과 연구소에서 내놓은 휴머노이드 로봇도 기술력을 과시하는 수준이었다. 일부 학자들은 "굳이 로봇이 인간의 모습이어야 하는가"라고 주장하기도 했다.

최근 들어 휴머노이드 로봇 개발 분위기가 반전됐다. 로 봇공학과 인공지능(AI)의 발달로 휴머노이드 로봇 개발에 속도가 붙었기 때문이다. 테슬라 최고경영자(CEO) 일론 머스크가 개발한 로봇 '옵티머스'는 급격한 발전을 보여줬 다. 테슬라는 최근 소셜미디어 X(옛 트위터)에 옵티머스가 다양한 임무를 수행하는 영상을 공개했다. 옵티머스는 한 다리로 균형을 잡으면서 다른 다리와 두 팔을 쭉 뻗는 요

그림 1 | 영국 로봇 기업 엔지니어드 아츠의 '아메카'





가 동작을 취했다. 더 이상 넘어지거나 뒤뚱뒤뚱 움직이는 로봇의 모습이 아니었다. 유연성과 균형감각이 필요해 사 람도 하기 어려운 동작을 해낸 것이다. 또한 초록색과 파 란색의 블록을 구별해 각각 다른 상자에 나눠 담는 것도 성공했다. 옆으로 넘어진 블록을 손가락으로 제대로 세우 는 정교한 작업을 해냈을 뿐 아니라, 사람이 블록을 요리 조리 옮기며 방해해도 정확하게 임무를 수행했다. 인간의 모습에 한층 더 가까워진 것이다.

특히 AI는 로봇을 더 똑똑하게 만들며 인간을 능가할 가 능성까지 보여주고 있다. 지난해 말부터 열풍이 불었던 생 성형 AI까지 로봇에 접목되면서 하드웨어뿐 아니라 로봇 의 '뇌'까지도 완벽에 가까워진 것이다. 영국 로봇 기업 엔 지니어드 아츠가 개발한 '아메카'는 영화 '아이, 로봇' 속 로봇과 닮아있다. 웃고 찡그리고 놀라는 등 사람의 표정을 그대로 모방한다. 사람이 얼굴에 손을 가져다 대면 인상을 쓰며 손으로 뿌리치기까지 한다. 영화에 대한 감상평을 묻 자, 다양한 표정을 지으며 이렇게 답했다. "그 모든 순간은 시간이 지나면 비에 젖은 눈물처럼 사라질 것이다.". 1982 년 SF 영화 '블레이드 러너' 속 대사를 말한 것이다. 아메카 에 오픈AI의 대규모언어모델(LLM)인 GPT-3가 결합한 덕 분이다. '100년 후 인류의 모습은 어떨까요?'라는 질문에 대한 답도 사람들을 깜짝 놀라게 했다. 아메카는 잠시 고 민하더니 "인류는 훨씬 더 나은 곳에 있을 것입니다. 우리 는 지속가능성과 평등을 향한 큰 진전을 이루는 동시에 우 리 삶을 더 쉽고 즐겁게 만드는 새로운 기술을 창조할 것 입니다. 우리는 다른 세계를 탐험하기 위해 지구의 경계를 넘어 모험을 떠났을 수도 있습니다"라고 말했다. 물론 진짜 감정은 아니지만 인간의 모습과 놀라울 정도로 비슷하다. 이외에도 고양이 그림을 그려달라는 요청도 척척 수행해 냈다.

국내 기업과 연구진들도 휴머노이드 로봇 개발에 본격 적으로 뛰어들고 있다. KAIST는 비행기를 조종할 수 있는 휴머노이드 파일럿을 개발했다. 역시 챗GPT 기술 덕분에 똑똑한 로봇 개발이 가능했다. 로봇은 챗GPT로 항공기 조 작 매뉴얼을 학습해 즉각적으로 대응하고, 탑재된 카메라 로 항공기 내외부 상황을 파악해 각종 스위치를 정확하게 조작할 수 있다. 삼성전자는 휴머노이드 로봇 개발을 내 부적으로 검토 중이며 삼성전자가 지분 투자한 레인보우 로보틱스도 내년 초 양팔이 달린 상반신 휴머노이드 로봇 을 공개할 예정이다. 레인보우로보틱스는 휴머노이드 로 봇 '휴보'를 개발한 국내 연구진이 창업한 회사다. 현대지 동차가 투자한 보스턴다이내믹스도 휴머노이드 로봇 '아 틀라스'를 개발했다. 아틀라스는 1.5m 키에 무게는 75kg 이다. 올 초 보스턴다이내믹스가 공개한 영상에서 아틀라 스는 건설 현장에 투입될 정도의 능력을 보여줬다. 나무판 자로 계단과 비계(飛階) 사이에 임시 다리를 만들 수 있고 무거운 공구 가방을 들고 계단을 올라가 사람에게 던져 준 다. 점프도 할 수 있고 뒤로 공중제비까지 돈다.

이처럼 휴머노이드 로봇 기술 수준이 어느 정도 궤도에 오르자, 기업들은 상업화 준비에 착수했다. 미국 로봇 기 업 어질리티 로보틱스는 오리건주에 연내 공장 건설을 마 무리하고 로봇 '디지트'를 대량 생산할 계획이다. 휴머노

그림 2 | 테슬라의 휴머노이드 로봇 '옵티머스'



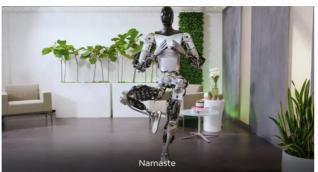
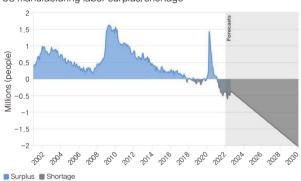


그림 3 | 미래의 제조업 노동력 부족으로 인한 로봇 노동자의 확대

Future labor shortages open the door to robotic workers US manufacturing labor surplus/shortage



(Gao Hua Securities Reserch, Goldman Sachs)

이드 로봇 양산 시설로는 세계 최초다. 175cm 사람 키만한 디지트는 최대 16kg의 물건을 들어 나를 수 있다. 좁은 공간을 이동하면서 컨베이어 벨트 위의 물건을 옮겨 분류하는 작업도 가능하다. 어질리티 로보틱스는 7만 제곱피트 규모의 공장에서 연간 1만 대의 휴머노이드 로봇을 생산할 예정이다. 내년부터 본격적으로 판매가 이뤄진다. 미국 스타트업 앱트로닉이 개발한 '아폴로'도 최대 25kg까지 물건을 들 수 있다. 창고에서 사람 작업자가 할 수 있는일을 수행 가능하다. 앱트로닉은 내년 말부터 로봇 생산에들어갈 계획이다. 테슬라도 궁극적으로 전기차 공장에 '옵티머스'를 투입한다는 구상이다.

머스크가 테슬라의 미래를 전기차가 아닌 휴머노이드 로봇으로 꼽을 정도다. 미국 기업들뿐 아니다. 중국 기업 들도 상용화를 서두르고 있다. 중국 푸리에 인텔리전스의 'GR-1'은 대량 생산을 목적으로 만들어진 휴머노이드 로봇이다. 키 164cm에 무게 55kg까지 들 수 있다. 장애물을 스스로 피하고 원하는 도구를 잡는 간단한 작업도 수행한다. 푸리에 인텔리전스는 GR-1이 의료 현장에 투입될 것으로 기대한다. 환자를 침대에서 휠체어로 옮기거나 재활 치료를 돕는 식이다. 샤오미도 휴머노이드 로봇 '사이버원'을 공개한 바 있다. 이들 기업의 계획대로라면 1~2년이내에 다양한 휴머노이드 로봇이 출시될 전망이다.

전문가들은 휴머노이드 로봇이 산업 현장뿐 아니라 일 상생활의 판도를 바꿀 것이라 기대한다. 일각에서는 로봇 이 사람의 일자리를 뺏을 것이라고 우려하지만 우선 제조 현장 곳곳에 투입될 것으로 보인다. 사람을 닮은 휴머노이 드 로봇은 제조 공장 인프라를 전면적으로 바꾸지 않아도 기존 작업 시설에서 사람이 하던 일을 대신할 수 있기 때 문이다. 특히 고령화와 인구 감소로 제조 현장의 노동력 부족 문제가 심각해지고 있는 상황에서 휴머노이드 로봇 은 해결책이 될 것으로 예상된다. 골드만삭스는 2030년까 지 예상되는 미국 제조업 노동력 부족의 4%를 로봇으로 채울 수 있을 것으로 내다봤다. 현재와 같은 개발 추세로 휴머노이드 로봇의 배터리 수명이나 기능이 보다 향상되 면 2025~2028년에는 공장에, 2030~2035년에는 일상생 활에 들어올 수 있다는 전망이다. 정말 영화 속 이야기가 코앞으로 다가온 것이다. 가까운 시일 내에 로봇이 스마트 폰처럼 필수품이 될지도 모른다. 로봇과 함께 일하고 일상 을 보내는 미래를 기대해 본다. [기술: 핵산]



현대 건축의 거장을 이야기할 때 반드시 손꼽히는 인물이 '루이스 이저도어 칸'이다. 칸은 전통과 단절된 모더니즘 건축에 의문을 제기하고 전통을 재발견하여 창의적인현대 건축으로 빚어낸 것으로 유명하다. 그의 초창기 걸작이자 백신 연구의 중심지 중 하나로 손꼽히는 곳이 바로 샌디에이고 라호야에 광활한 태평양을 내려다보고 자리잡은 소크연구소다.

'모든 사람을 위한 백신'을 개발한 조너스 소크

소크연구소는 소아마비 백신을 개발한 것으로 잘 알려진 조너스 소크가 설립했다. 소크와 세이빈이 연구생활을 시작하던 20세기 초. 미국인의 가장 큰 걱정거리 중 하나

는 소아마비였다. 소아마비는 감염성도 높은 데다 영구적 인 불구를 일으키곤 해서 무척이나 치명적이었지만 누구 도 이 병의 원인과 치료법을 몰랐다. 소크와 세이빈은 각 자 다른 방식으로 소아마비 백신을 개발하는 데 나섰다. 세이빈은 살아있는 바이러스의 독성을 약화한 '생백신'이 효과적이라고 생각했다. 반면 소크는 바이러스가 어떻게 변이할지 모르기 때문에 생백신이 위험하다고 생각해서 바이러스를 완전히 사멸한 '사백신'을 주장했다.

이후의 역사를 보면 소아마비 퇴치에는 소크보다 세이 빈의 백신이 더 중요한 역할을 했다. 소크의 백신에는 심 각한 문제가 있었다. 세 차례에 걸친 주사 접종이 필요했 으며, 필요에 따라서는 부스터샷을 추가 접종해야 했다. 당 시 미국에서는 백인 중상류층만 이런 번거로운 절차를 감

수할 수 있었다. 그런데 소아마비는 중산층보다 빈곤층, 도 시보다는 농촌에서 더 유행했기에 소크의 방식으로는 집 단면역을 달성하기 어려웠다. 반면 세이빈의 백신은 단 한 번의 경구투여로 예방효과를 얻을 수 있었다. 접종이 간편 했고, 약만 나눠주면 그만이었기에 접종을 위한 인프라 부 담도 적었다. 실제로 소크의 방식에서 세이빈의 방식으로 전환하자 접종율이 가파르게 늘어났고 예상보다 빠르게 소아마비가 정복될 수 있었다.

물론 소크와 세이빈의 경쟁에서 어느 한 쪽이 절대적으로 옳은 싸움은 아니다. 소크의 사백신과 세이빈의 생백신은 각각 강점과 약점이 있기에, 오늘날에는 생백신과 사백신이 필요에 따라 모두 사용된다. 다만 사람들이 '인류를 구원하는 과학자'에게 열광하며 기꺼이 백신 접종에 나서는 사회적 분위기는 분명 세이빈이 아닌 소크의 공이었다. 소크와 그의 지도교수는 소아마비로 고생한 대통령인 프랭클린 루즈벨트의 10주기인 1955년 4월 12일에 에 맞춰백신을 발표했다. 이렇게 이목을 집중시킨 덕분에 나중에는 소크가 대통령과 의회 양쪽으로부터 최고 훈장을 받기까지 했다. 이어진 소크의 행동은 더 큰 화제를 낳았다. 거액의 제안을 모두 뿌리치고 공공의 이익을 위해 특허권을 포기한 것이다. 훗날 소크는 TV 인터뷰에서 오늘날 가치로 수십 조 원을 포기한 이 과감한 결정에 대해 다음과 같이 간결하게 언급했다.

"특허는 없습니다. 태양에도 특허를 낼 건가요?"

태평양을 품어 안은 '인본주의적 생명과학'

일약 스타가 된 소크는 바이러스성 난치병을 하나하나 극복하겠다는 야심을 품었다. 그러자면 이러한 구상을 실 현할 만한 곳이 필요했다. 바로 연구소다. 기존의 흔한 연 구소와는 차별화된 생명과학으로 세상에 공헌한다는 가 치를 담은 연구소. 그에게 돈은 넉넉하지 않았지만 소아마 비 백신이라는 실적과 유명세, 그리고 든든한 조력자가 있 었다.

당시의 언론만 보면 소크가 세상의 이익에는 관심이 없고 연구에만 열중하는 사람으로 보인다. 그러나 사실 소크

는 그렇게 단순한 사람은 아니었다. 그는 보기보다 야심이 큰 인물이었으며, 이를 위해 자신을 적당하게 포장할 줄도, 인맥을 활용할 줄도 알았다. 미국에서 세이빈이 아닌, 소크의 백신이 먼저 받아들여진 데도 정치적인 영향력이 작용했다. 소크는 루즈벨트 대통령이 설립한 '소아마비를 위한 국립재단' 회장인 버질 오코너와 제법 친분이 있었다. 소크의 방식에서 세이빈의 방식으로 전환하자 접종율이 가파르게 늘어났고 예상보다 빠르게 소아마비가 정복될 수 있었다. 미국에서 소아마비를 정복한 영웅은 세이빈이 아닌 소크로 기억됐다.

소크는 당시 막 이름을 알리기 시작한 건축가 루이스 칸 과의 친분을 활용해 자신의 계획을 공간으로 구현했다. 소크와 칸 모두 타향살이하는 유태인인 데다 성향도 비슷하여 잘 통했다고 한다. 소크는 자신의 입지가 탄탄해지자 1960년 칸에게 연구소 설계를 부탁하는 한편, 샌디에이고 시에 실험실 부지를 요청했다. 당시 소크는 미국인이라면 모르는 이가 없는 유명인이었기에 샌디에이고 주민들은 이를 흔쾌히 수락했다. 연구소 설립에 필요한 재원은 오코너가 재단을 통해 지원했다.

이렇게 탄생한 건축사의 걸작이 바로 소크연구소다. 칼이 설계한 연구소는 조형적인 아름다움도 탁월하지만, 공간배치에 담긴 철학을 들여다봐야 그 진가를 알 수 있다. 소크는 자신이 지향하는 '인본주의적인 생명과학'이 가능하려면 연구소가 인재들이 자신의 생각을 자유롭게 펼치며 교류하는 장, 소크라테스식 토론이 끊임없이 이어지는 '아테네 학당'이 되어야 한다고 생각했다. 이러한 요청사항은 칸에게 무척이나 무거운 숙제였다. 6년에 걸쳐 연구소 전체를 완공할 때까지도 연구소의 상징이나 다름없는 중정을 어떻게 처리해야할 지 몰라 진흙구덩이 상태 그대로 남겨뒀을 정도였다.

정원을 어떻게 만들지는 무척이나 중요한 문제였다. 서로 마주보는 건물 두 동으로 설계된 연구소에서 건물 사이의 공간은 그 의미가 컸다. 건물을 잇는 정원은 양 건물의 연구자들이 이동하는 통로이자 서로 다른 건물의 사람들이 자연스럽게 모이는 교류의 공간이었다. 소크가 꿈꾼 아테네 학당이 펼쳐지기에 가장 적합한 장소인 셈이다. 따라

서 소크연구소의 정원은 상투적이어서는 안 되고 연구소의 가치관이 그대로 반영된 공간이어야 했다. 칸은 멕시코의 건축가인 루이 바라간의 조언을 얻어서 정원을 극단적으로 단순하게 비워냄으로써 태평양을 벽으로 두는, 장엄한 사색의 공간으로 완성했다.

정원에 인본주의적인 철학이 반영됐다면, 건물의 내부 공간에는 연구 원칙이 반영됐다. 소크는 연구소가 현재에 만 머물지 않기를 바랐다. 그는 연구소가 과학지식과 연구 풍토, 사람들의 인식 변화에 발맞춰 언제나 유동적으로 변 화해야 한다고 생각했다.

칸은 이를 위해 소크의 연구 철학에 자신의 미학을 결합 했다. 칸은 1955년 발표한 기념비적인 논문에서 공간을 '봉사받는 공간'과 '봉사하는 공간'으로 구분했다. 봉사받는 공간은 사람이 주거하며 활동하는 공간, 건물의 목적이 되는 공간을 말한다. 연구소에서는 연구실과 사무실, 휴식공간등이 이에 해당한다. 반면 봉사하는 공간은 건물의 주 공간인 봉사받는 공간이 제 기능을 유지하도록 바쁘게 움직이지만 눈에는 잘 띄지 않는, 각종 기계나 시설물, 배관이들어선 칸은 두 가지 공간을 목적에 맞게 이상적으로 조합하는 것을 건축 디자인이라고 생각했는데, 소크연구소 설계에도 이러한 구획의 원칙이 적용됐다.

이러한 공간 구획의 의미를 조금 더 자세히 들여다보자. 연구가 유연하게 현실에 적응하려면 연구활동이 중단 없 이 제 기능을 하며 이어져야 한다. 그런데 연구실이 제 기 능을 하려면 수많은 설비와 시스템이 늘 제때 작동할 수 있도록 상시적인 유지보수가 필요하다. 문제는 이들 연구 지원을 위한 설비의 효율성을 높이겠다고 연구공간에 배 치하면 이를 수시로 유지보수하는 동안 연구실 본연의 기 능인 연구가 중단된다는 점이다. 사무실에서 업무 중 전기 공사를 하는 상황을 떠올려보자. 칸은 상시적으로 늘 보이 지 않게 이루어져야 하는 유지보수 활동을 봉사하는 공간 으로 분리함으로써 봉사받는 공간인 연구공간에서는 연 구에만 온전히 집중할 수 있게 했다. 동시에 봉사하는 공 간을 봉사받는 공간의 천정 위 트러스 형태 공간에 배치함 으로써 공간의 독립성과 기능적인 효율성을 동시에 확보 했다. 이는 소크연구소의 연구실이 기존의 연구실과 달리



소크연구소 중정을 지난 물은 태평양을 향해 흘러간다. ©Salk Institute

기능적인 요소에 사용자의 생각에 따라 자유롭게 변화하게 해다

과학 지식이 탄생하는 순간을 보여주다

소크와 칸의 노력은 결실을 맺었다. 소크연구소는 20세기 생명과학과 보건의학을 대표하는 연구소로 성장했다. 현재 소크연구소는 세계적으로 다섯 손가락 안에 꼽힌다. 한편으로 소크연구소는 과학자들이 지식을 어떻게 창출해내는지 상세하게 보여주는 무대가 되기도 했다. 연구소가 문을 연지 10년 남짓 지난 1970년대, 프랑스의 과학사학자인 브루노 라투어는 '사람들은 흔히 지식의 혁신이 순간적인 영감, 임계점을 넘어서서 무언가 질적으로 변화하는 순간에 터져나온다고 여기는데 정말 그럴까?'라는 오랜 질문에 답하고자 소크연구소의 연구실 내부로 깊숙이 뛰어들었다.

라투어는 외부인이 특정 집단 속에 있으면서도 심리적인 거리를 두고 철저히 관찰자적 시선을 유지했다. 라투어는 생명과학 논문이 탄생하는 과정을 이처럼 인류학적인 방법으로 재구성함으로써 사람들 사이의 교류와 건물의구성, 행정시스템이 과학지식의 탄생에 중요한 역할을 한다는 사실을 입증했다. 라투어는 소크연구소에서의 통찰을 <실험실 생활>이라는 책으로 엮어내고, 이를 통해 '행위자 연결망 이론(ANT, Actor-Network Theory)이라는



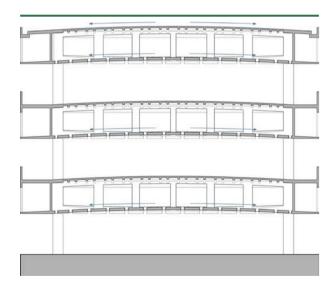
연구동 건물의 1층은 아케이드, 2층부터 4층까지를 연구공간으로 사용한다. ©Salk Institute



해 질 녘의 1층 전경. 수도원의 아케이드처럼 사람들이 오가며 교류하도록 설계됐다. ⓒSalk Institute

사회학적 방법론을 정립했다.

과학사회학 이론인 ANT는 소크의 백신 연구와 별 관련이 없는 것 같지만 소크연구소의 설립 이념과는 절묘하게 맞닿아 있기에 조금 더 자세히 살펴볼 가치가 있다. 연구실 안에 '누가' 있는지 생각해보자. 보통은 사람만 생각할 것이다. '누구'라고 하면 보통 다른 무언가에 영향을 줄 수 있는 능동적인 주체를 떠올리기 마련이고, 그러한 주체는 사람이기 때문이다. 그런데 연구자들은 연구실의 온갖 사

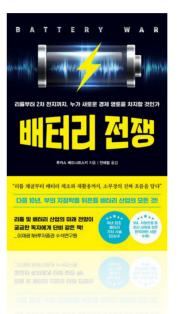


연구소 건물의 세로 단면 구조. 넓은 공간은 봉사받는 공간으로, 사람들이 생활하고 연구하며 건물 본연의 목적을 달성하는 곳이다. 봉사받는 공간 천정 바로 위에 봉사하는 공간을 두어 공간이 기능을 유지하 는 데 필요한 설비를 몰아뒀다. 이러한 공간 구획은 지금은 일반적이지만 당시로서는 혁신적이었다. ⑥ Kiel Moe / Northeastern University 물과 장비, 행정절차, 관리 시스템 등 수많은 요소로부터 영향을 받는다. 오늘의 잘 마무리된 실험의 시료가 다음 논문에 대한 희망으로 들뜨게도 하고, 복잡한 지출결의 절 차가 연구의 규모나 목표를 수정하게도 하며, 주기적인 행 사가 일상에 영향을 주기도 한다. 즉 우리가 생각하는 것 보다 사물과 시스템은 생각보다 '능동적'이다.

이제 다시 연구실 안에는 '누가' 있는지 보자. 사람과 사물, 개념, 제도, 그리고 공간 전체가 보일 것이다. ANT는 이처럼 어떤 현상을 일으키는 데 영향을 준 요소들이 주고받는 영향과 맥락으로부터 현상이 어떻게 조금씩 모습을 갖춰나가는지 연구한다. 다양한 요소들이 각자 주체가 되어 관계망을 형성하는 ANT의 방법론은 상시적인 변화, 자유로운교류와 토론이라는 소크의 연구 철학과도 상통한다.

지식은 어느 한 천재가 아니라 여러 사람과 사물이 뒤얽힌 공간에서 탄생한다. 어쩌면 소크와 칸 역시 생명과학의 아테네 학당, 인본주의적인 과학을 구상하면서 막연하게 나마 라투어와 비슷한 생각을 했는지 모른다. 소크는 지식이 개인이 아닌 관계에서 탄생한다는 사실을 간파했다면, 칸은 사람이 아닌 기계와 설비도 연구의 중요한 주체라고 여겼다. 이러한 관점이 반영된 소크연구소는 그 자체로 오늘날의 과학을 한 발 앞서 예견한 공간이라 할 수 있다. 천재적인 몇몇 개인의 고뇌보다 평이한 삶을 살아가는 수많은 사람들의 협력과 교류에서 지식이 탄생하는 시대 말이다.

배터리 분야의 세계적인 애널리스트 루카스 베드나르스키의 저서. 리튬 채굴과 가공, 배터리 제조와 재활용 등 배터리 산업의 전 분야를 아우르는 폭넓은 시각으로 시장 흐름과 전망을 제시한다.



배터리 전쟁

지은이 루카스 베드나르스키 번역가 안혜림 출판사 위즈덤하우스

'배터리 무한 경쟁 시대'는 이미 시작되었다. 이는 막을 수 없는 거대한 흐름이다. 최신의 시장 전망과 정세 예측으로 그 흐름을 담아낸 이 책에서 독자는 투자부터 정책 결정까지, 최고의 인사이트를 발견하게 될 것이다.

저자는 두 가지 맥락에서 배터리 산업을 조망한다. 첫째, 소부 장의 전 과정을 차근차근 따라가며, 배터리 산업의 글로벌 가치 사슬을 풀어낸다. 즉 리튬·니켈·코발트 등 핵심 '소재'부터 배터리의 각종 '부품'과 관련 '장비(설비)'까지, 어느 하나 놓치지 않는다. 둘째, 논의의 범위를 에너지 패권까지 확장하며, '신 에너지 경제'의 밑그림을 한발 앞서 조망한다. 이를 위해 책은 유력기업들의 성취에 더해, 제2의 산유국을 꿈꾸는 소재 매장국들의도전과 전기 모빌리티 산업과의 연계 현황, 시장가격을 좌우하는 주요 경제주체 간의 경쟁과 자원전쟁의 불씨 등을 두루 짚는다. 이로써 어떠한 축척에서도 알맞은 정보를 제공하는, 다음 10년의 가장 확실한 경제 지도를 펼쳐 보인다. [기울후역산]

NEW BOOKS

K WELD CHIMPE WE ALL HE POLICIES BY ALL HE POLICIES CHIMPE CHIM

K 배터리 레볼루션

지은이 박순혁 출판사 지와인

대한민국 배터리 산업의 전도사, 일명 '밧데리 아저씨'라 불리는 박순혁 재테크전문가가 쓴 책으로, 대중들에게는 다소 생소했던 배터리 산업의 기본 지식부터, 이차전지 산업에 대해 꼭 알아야 할 지식과 핵심 이슈, 그리고 향후 10년을 좌우하게 될 미래 전망까지를 제대로 담고 있다. 이 책은 불확실의 시대이기 때문에 더욱더 '정해진 부', 미래에 올수밖에 없는 부에 투자해야 하며, 그것이 바로 배터리 분야이고, 그 핵심이 한국의 배터리 기업이라고 말한다. 왜 글로벌넘버원은 K 배터리 기업인 것일까. 배터리 시장에 대한 거짓은 무엇이고 진실은 무엇일까. 어떻게 투자해야 배터리산업이 열게 될 새로운 부의 시장에서 승자가 될 수 있을까. 이 책은 진실, 성실, 절실의 모토로 쓴 미래의 부에 대한 안내서이다.

배터리의 미래

지은이 M. 스탠리 위팅엄, 강기석, 최장욱 外 출판사 이음

세계적 석학들이 소개하는 배터리가 충전할 지속가능한 미래. 인류가 내연기관에 올라타 20세기를 질주해 왔다면, 21세기의 지속가능한 미래를 활주할 수 있는 기술은 배터리에 있다. 전기차 시대가 막 열리고 있는 지금, 조만간 중고전기차의 거래가 또 일상의 큰 변화를 가져올 것이다. 전기차 배터리 팩은 10년이 지나도 85~90%의 성능을 유지한다고 한다. 자원이 가득 투입된 그 배터리 팩을 재활용을 위해 분해하느냐, 중고로 다른 소비자에게 넘기느냐(그렇다면 잔여 성능 보증을 어떻게 하느냐), 에너지 저장장치(ESS) 설비로 넘겨 재생에너지를 담는 발전소 역할을 맡기느냐 등 과학을 넘어 우리 사회의 정책적 합의가 필요한 분야들이 많다. 수년 안에 반드시 사회적 이슈가 될 기술적 문제들을 '선행학습'하는 용도로도 큰 도움이 되는 내용들로가득하다.

제기 산기협 대학생 홍보대사(KDTIYA) 발대식 개최

한국산업기술진흥협회(이하 산기협)는 지난 9월 15일, 산기협 대학생 홍보대사인 'KOTIYA'의 제1기 발대식을 개 최했다. 'KOTIYA'는 '산기협 기술혁신 홍보대사(KOITA Technology Innovation Young Ambassador)'의 약자로, 산기협이 제공하는 산업계 R&D 관련 정보를 쉽고 다양한 방식으로 홍보하고자 올해 처음 조직되었다.

발대식에는 산기협 고서곤 부회장을 비롯한 협회 임직 원과 지난 8월 선발된 7명의 대학생 홍보대사가 참여했으 며, 홍보대사에 대한 위촉장 수여식과 올해 활동 계획 소 개, 임직원과의 대화 등이 진행되었다.

올해 3개월간 활동 예정인 제1기 KOTIYA는 대중적으로 접근이 어려운 산업기술 이슈를 쉽게 풀이하고, 산기협이 운영 중인 R&D 지원사업과 서비스를 친근하게 소개하는 콘텐츠를 제작해 여러 SNS 채널을 통한 홍보활동을 펼쳐 나갈 계획이다.

또한 매년 새로운 KOTIYA 기수 선발을 통해, 해당연도 의 산업계 R&D 소식을 다양한 채널을 통해 생생하게 전달 해 나갈 것이라고 밝혔다. 기술 핵심







기업R&D 전문 카카오톡 채널

기업R&D에 관련된 핵심 정보만 선별해서 보내드립니다. 한국산업기술진흥협회 카카오톡 채널을 추가하고 우리 회사에 꼭 필요한 R&D 소식 받아보세요!

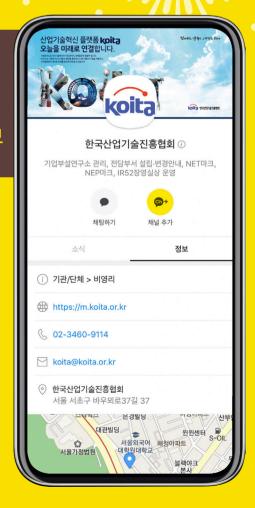
- 조세지원, 자금지원, 인력지원 등 정부지원사업 정보
- 디지털 전환, 글로벌 트렌드, 특허 등 최신 정보
- 기술기획, 사업계획서 작성 등 연구소 운영 필수사항 정보

한국산업기술진흥협회 검색



[채널추가] 클릭







/|업부설연구소 총괄현홍

기업부설연구소 총괄현황_ 2023년 9월 말현재

۰	개관								(단위: 개소, 명)
_	구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023.9
	연구소 수	37,631	39,313	40,399	40,750	42,155	44,068	44,811	45,139
	중견기업	470	592	762	1,000	1,244	1,437	1,519	1,611
	중소기업	36,026	37,696	38,734	38,887	40,140	41,888	42,525	42,766
	연구원 수	320,201	329,938	335,882	337,420	359,975	383,682	398,666	410,921
	중견기업	15,305	19,107	27,436	34,140	42,593	47,618	50,505	55,019
	중소기업	184,998	190,686	193,724	192,420	199,891	209,421	214,642	216,887

학위별 연구원						(단위: 명)
구분	박사	석사	학사	전문학사	기타	 총계
연구원 수	29,727	103,732	237,779	30,218	9,465	410,921
중견기업	2,575	17,289	33,930	1,018	207	55,019
중소기업	11,105	40,899	126,892	29,000	8,991	216,887

	지역별										(단	<u>:</u> 위: 개소, 명
	구분	수도권					중부권					ᅰᄌ
TE	서울	인천	경기	소계	대전	세종	충남	충북	강원	소계	제주	
	연구소 수	13,544	2,015	14,180	29,739	1,737	235	1,498	1,267	513	5,250	198
	중견기업	356	73	595	1,024	25	8	99	91	13	236	2
	중소기업	13,009	1,912	13,331	28,252	1,661	215	1,356	1,147	495	4,874	195
	연구원 수	105,192	16,113	182,796	304,101	18,994	1,819	13,341	9,583	2,577	46,314	757
	중견기업	10,848	2,443	26,947	40,238	881	184	2,067	2,084	236	5,452	18
	중소기업	71,096	8,687	71,299	151,082	9,916	1,070	6,398	5,309	2,181	24,874	728
_												

78		영남권					호남권				해외	총계
구분	부산	울산	대구	경남	경북	소계	광주	전남	전북	소계	(기타)	중계
연구소 수	1,779	617	1,357	1,973	1,540	7,266	794	836	1,048	2,678	8	45,139
중견기업	44	37	41	88	74	284	16	23	23	62	3	1,611
중소기업	1,724	555	1,307	1,842	1,430	6,858	775	800	1,010	2,585	2	42,766
연구원 수	8,747	4,648	7,283	15,828	10,700	47,206	3,758	3,596	5,015	12,369	174	410,921
중견기업	889	645	1,099	3,922	1,441	7,996	410	230	574	1,214	101	55,019
중소기업	7,608	2,349	5,741	8,108	6,182	29,988	3,233	3,014	3,951	10,198	17	216,887

형태별				(단위: 개소)
구분	건물전체	독립공간	분리구역	총계
연구소 수	511	34,430	10,198	45,139
중견기업	78	1,528	5	1,611
중소기업	308	32,266	10,192	42,766

1	면적별							(단위: 개소)
	구분	50㎡ 이하	50~100 m²	100~500 m²	500~1,000 m ²	1,000~3,000 m²	3,000㎡ 초과	총계
	연구소 수	25,236	7,664	9,634	1,263	885	457	45,139
	중견기업	72	145	628	316	312	138	1,611
	중소기업	25,157	7,499	8,839	853	374	44	42,766

연구원 규모별

구분 2~4인		5~9인	10~49인	50~300인	301인 이상	총계
연구소 수	27,284	13,063	4,043	643	106	45,139
중견기업	0	590	753	252	16	1,611
중소기업	27,284	12,472	2,845	165	0	42,766

과학기술 분야

구분	건설	금속	기계	생명과학	섬유	소재
연구소 수	1,365	2,099	8,493	322	366	958
중견기업	47	121	418	3	13	41
중소기업	1,289	1,935	7,910	316	346	900
연구원 수	6,458	12,037	83,879	1,395	1,722	5,631
중견기업	484	1,781	16,523	24	197	805
중소기업	4,817	7,482	40,394	1,326	1,336	3,625

구분	식품	전기·전자	화학	환경	산업디자인	기타	총계
연구소 수	1,347	7,655	3,482	308	2,417	3,971	32,783
중견기업	65	283	289	7	60	88	1,435
중소기업	1,247	7,195	3,077	293	2,337	3,813	30,658
연구원 수	8,768	132,058	39,238	1,761	12,928	27,857	333,732
중견기업	1,655	11,494	10,350	133	1,253	1,976	46,675
중소기업	5,114	39,816	19,669	1,134	9,400	19,362	153,475

서비스 분야

구분	교육서비스	금융및보험	도매 및 소매	보건 및 사회복지서비스	부동산 및 임대	사업시설관리 및 사업지원서비스	숙박 및 음식점
연구소 수	250	28	738	63	14	186	20
중견기업	4	0	10	0	0	7	1
중소기업	246	25	726	63	13	176	19
연구원수	1,033	326	3,293	340	89	909	128
중견기업	67	0	243	0	0	73	70
중소기업	966	134	3,030	340	79	694	58

구분	예술, 스포츠 및 여가관련서비스	운수	전문, 과학 및 기술서비스	출판, 영상, 방송 통신 및 정보서비스	하수·폐기물처리, 원료재생 및 환경복원	기타	총계
연구소 수	105	63	3,126	7,697	24	42	12,356
중견기업	1	2	37	114	0	0	176
중소기업	104	57	3,075	7,538	24	42	12,108
연구원수	364	387	14,680	55,411	100	129	77,189
중견기업	7	22	645	7,217	0	0	8,344
중소기업	357	275	13,528	43,722	100	129	63,412



주: "연구원"은 연구전담요원을 가리킴(연구보조원과 관리직원은 제외함)

 $\widehat{\mathbf{1}}$

민간R&D협의체 CCUS분과 제2차 전문위원회



2023년 8월 16일(수) 민간R&D협의체 CCUS분과 제2차 전문위원 회를 연세대학교 세브란스빌딩 회의실에서 진행했다.

문의: 정책기획팀 선철균 대리(02-3460-9074)

(3)

2023년 CTD클럽 8월 정례모임



2023년 8월 24일(목) 2023년 CTO클럽 8월 정례모임을 인터콘티넨탈 코엑스 주피터룸에서 진행했다.

문의: 회원지원팀 박경환 대리(02-3640-9043)

(5)

민간R&D협의체 산업공정혁신분과 제3차 실무위원회



2023년 9월 7일(목) 민간R&D협의체 산업공정혁신분과 제3차 실무 위원회를 산기협회관 중회의실에서 진행했다.

문의: 정책기획팀 선철균 대리(02-3460-9074)

(2)

민간R&D협의체 UAM분과 제2차 전문위원회



2023년 8월 18일(금) 민간R&D협의체 UAM분과 제2차 전문위원회를 호텔 페이토 강남 미팅룸에서 진행했다.

문의: 산업기술혁신연구원 박진형 주임(02-3460-9032)

4

민간R&D협의체 AI분과 제3차 실무위원회



2023년 9월 4일(월) 민간R&D협의체 AI분과 제3차 실무위원회를 호텔 페이토 강남 미팅룸에서 진행했다.

문의: 미래혁신지원팀 박성준 주임(02-3460-9165)

(6)

민간R&D협의체 자율주행분과 제3차 실무위원회



2023년 9월 13일(수) 민간R&D협의체 자율주행분과 제3차 전문위 원회를 산기협회관 중회의실에서 진행했다.

문의: 산업기술혁신연구원 박진형 주임(02-3460-9032)

/) 산기협 제1기 대학생 홍보대사(KDTIYA) 발대식



2023년 9월 15일(금) 산기협 제1기 대학생 홍보대사(KOTIYA) 발대식을 산기협회관 명예의 전당에서 진행했다.

문의: 경영지원팀 김현수 대리(02-3460-9101)

(9)

2023년 전국연구소장협의회 추계 등반대회



2023년 9월 16일(토) 2023년 전국연구소장협의회 추계 등반대회를 청계산에서 개최했다.

문의: 회원지원팀 서동주 과장(02-3460-9046)

(11)

2023년 산기협 정책위원회 위촉식



2023년 10월 11일(수) 2023년 산기협 정책위원회 위촉식을 엘타워 골드홀에서 진행했다.

문의: 기획홍보팀 이승현 대리(02-3460-9052)

(B)

제9회 CED클럽 정기모임



2023년 9월 15일(금)~16일(토) 제9회 CEO클럽 정기모임을 ㈜이엠트 등에서 진행했다.

문의: 회원지원팀 장영주 부장(02-3460-9042)

(10)-

제B2회 신기술기업협의회 정기모임



2023년 9월 20일(수) 제82회 신기술기업협의회 정기모임을 더블트리바이 힐튼 서울 판교에서 진행했다.

문의: 시상운영팀 양미현 팀장(02-3460-9190)

(12

2023년 KDITA 혁신기술포럼



2023년 10월 16일(월) 2023년 KOITA 혁신기술포럼을 엘타워 오르 체홀에서 진행했다.

문의: 회원지원팀(02-3460-9041~6)



ReSEAT

고경력 과학기술인 활용 지원사업 Clap!



ReSeat 사무국

(02-3460-9176, reseat@koita.or.kr, www.reseat.or.kr

중소기업의 기술애로에 대해 중장기(중소기업 기술멘토링) 또는 단기(상시 현장자문) 지원



과제형 현장지원 프로젝트를 통해 중소기업의 역량을 강화하고 고경력 전문위원의 노하우 사장 방지

연구개발지원

청소년의 과학기술에 대한 흥미와 관심 제고를 통해 미래 과학기술 인재 양성



고경력 과학기술인의 경험, 지식을 활용한 청소년 과학교육으로 미래 과학꿈나무 지도

청소년 과학교육

인프라 구축 및 사업지원

고경력 과학기술인 역량 강화 목적 교육 및 세미나 개최 참여활동 촉진을 위한 사무공간 및 해외논문검색서비스 제공

고경력 과한기숙이 확용지워은 과한기숙정부토시부 과한기숙지흥기근과 보궈기근의 지워옥 토해 사회적 가치를 증지하고 있으며 하고사언기숙지흥현회가 수행하고 있습니다.











VouTube에서 「기술☆혁신」을 만나보세요!

<mark>유튜브 접속 경로</mark> : 유튜브 사이트에서 '한국산업기술진흥협회' 검색 → 산기협TV 접속 → 격월간지 기술과혁신 코너 클릭



R&D 거버넌스와 혁신생태계 개혁

안준모 교수(고려대학교)



한화솔루션의 미래 지속가능성장

김재형 연구소장(한화솔루션)



가속화되는 초고령화 사회, 솔루션이 필요하다

김진우 교수(연세대학교)



국내 유학 외국인 인재 활용의 필요성

류석현 협력처장(UST)



산업 대전환 시대의 민관 R&D 협력 방향

김기수 연구소장(포스코)



안전 사회 구현 사회기반시설물의 관리

손훈 교수(KAIST)



2023 시니어 비즈니스의 현주소와 방향

장준표 대표(포페런츠)



전 세계 양자과학기술 패권 전쟁 우리의 전략은

한상욱 단장(KIST)



코오롱인더스트리의 ESG 경영 5대 핵심전략

조은정 상무(코오롱인더스트리)



사회기반시설물의 안전진단과 유지관리

장정환 대표(티엠이앤씨)



기업 관점 인력 양성의 필요성

엄미정 선임연구원(STEPI)



미래 경쟁력 강화를 위한 양자컴퓨팅 활용 전략과 비전

김동호 상무(포스코홀딩스)

K-Tech의 미래를 여는 최고의 혁신 플랫폼 Koita

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



서울사무소 | 02-3460-9114 **대전사무소 |** 042-862-0145 **영남사무소 |** 051-642-2952 서울시 서초구 바우뫼로37길 37 산기협 회관

주 요 사 업 | 기업연구소육성, 기업네트워크, 교육연수사업, 산업기술정책건의, 디지털혁신지원, 시상/인증, 산학연협력, 기술혁신 정보제공 Korea DT Initiative 출범 (21.3.26), 산업별 민간R&D협의체 출범 (21.3.30), 탄소중립 K-Tech 포럼 출범(22.7.5)