

K-Tech의 미래를 여는 최고의 혁신 플랫폼 koita

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



기술과 혁신 TECHNOLOGY & INNOVATION

기술혁신

2024년 7·8월호 (월간 496호)

SPECIAL ISSUE 전통 소재 산업의 변신

한국산업기술진흥협회

2024 7 + 8

VOLUME. 466

SPECIAL ISSUE
전통 소재 산업의 변신



국번없이 1379
www.sos1379.go.kr

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



전문가
현장자문 지원



후속 기술애로
지원사업



기술애로
상담회

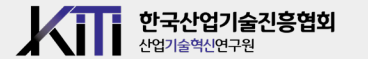
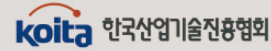


전문 기술상담 및
기술정보 제공



기업공감 원스톱지원센터

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



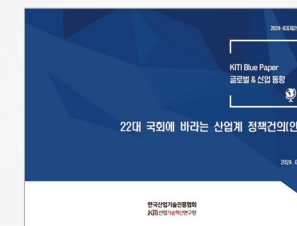
산업기술혁신연구원(KITI) 발간 자료

산업기술혁신연구원(KOITA Industrial Technology Innovation Institute, KITI)은 산업 현장 기반의 차별화된 조사·연구를 통해 산업기술혁신을 위한 실질적인 정책대안을 제시하고 우리 기업들의 글로벌 기술경쟁력 향상에 기여하기 위해 노력하겠습니다.

통계로 보는 2024년
산업계 R&D 전망



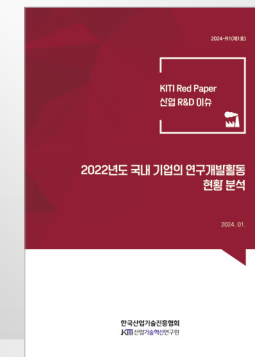
22대 국회에 바라는
산업계 정책건의(안)



산업계연구개발(R&D)
인력 현황 조사



2022년도 국내 기업의
연구개발활동 현황 분석



2024년
연구개발전망조사(RSI) 결과 분석



2022년도 우리나라
기술무역통계현황 분석



발간 자료 다운로드 방법

협회 홈페이지 접속(www.koita.or.kr) > 메뉴 > 산업기술혁신연구원 > 발간자료실
문의: 산업기술혁신연구원 (02-3460-9032~9036)

Contents

Special Issue

전통 소재 산업의 변신

08

Special Issue Intro

전통 소재, 미래를 향한 화려한 변신

12

Special Issue 01

수소환원제철로 구현되는 미래 친환경 제철소

16

Special Issue 02

원료 및 연료의 전환을 기반으로
시멘트 산업의 넷제로 실현

20

Special Issue 03

유리, 저탄소 스마트 사회의 핵심 소재로 자리매김

24

Special Issue 04

기후·경제 이슈를 해결하는 혁신 화학 기술,
무탄소 에너지 기반 CCU (이산화탄소 포집·활용)

28

Special Issue 05

저탄소사회 구현을 위한 제지 산업의 노력

Innovation

32

글로벌 R&D

세계 최초·최고를 위한 글로벌 R&D 지원 정책과 시사점

35

지속가능기술 Trend

2024년 우리 기업에 영향을 미칠 ESG 법제화의 동향과 전망

38

기술혁신 성공사례

빛을 연금하는 Organic Alloy 기술로 빛어낸
OLED용 프리믹스(Premix) 인광 그린 호스트
삼성SDI(주)

Strategy

44

특별기고

AI 시대, 연구를 다시 정의해야 한다

48

특허활용

AI를 활용한 특허 분석, 연구개발의 혁신을 가속화하다

52

기술경영

기업의 자기잠식, 생존을 위한 문화

56

이달의 명강연

제73회 산기협 조찬세미나
초불확실성 시대의 미래전략

Technology

58

신기술(NET)인증 기술

60

신제품(NEP)인증 제품

62

대한민국 엔지니어상

여성엔지니어상,
영(Young)엔지니어상 수상자

66

IR52 장영실상

2024년 수상제품(17주~28주)

Culture

70

R&D 나침반

완전한 AI, 'AGI'가 온다

73

혁신의 발견

화학자를 괴롭힌 오류, 인류를 구원하다
클레어 패터슨, 남을 몰아내기까지

77

북카페

AI 사피엔스

VOL. 466 JULY · AUGUST 2024

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

News

78

현장스케치 01

2024년 과학기술진흥유공자 장관표창 전수식

79

현장스케치 02

제17회 전국연구소장협의회 해외 벤치마킹
해외 벤치마킹 연수를 통한 기술 성장과 글로벌 진출 전략

82

현장스케치 03

2024년 상반기 탄소중립 K-Tech 포럼

84

기업부설연구소 총괄현황

86

koita News



The materials industry

SPECIAL ISSUE

전통 소재 산업은 오랫동안 우리 산업의 기반이 되어왔다. 그런데 최근 기후 위기와 ESG, 탄소중립 시대를 맞이하며 큰 전환이 필요해졌다. 이번 호에서는 이러한 전통 소재 산업의 변화 노력을 크게 5가지 대표 산업[철강, 시멘트, 유리, 화학(플라스틱), 종이]을 통해 살펴보고, 각 분야 선도기업의 사례를 통해 insight를 도출한다.

전통 소재 산업의 변신

08

전통 소재, 미래를 향한
화려한 변신

12

수소환원제철로
구현되는
미래 친환경 제철소

16

원료 및 연료의 전환을
기반으로 시멘트 산업의
넷제로 실현

20

유리, 저탄소 스마트
사회의 핵심 소재로
자리매김

24

기후·경제 이슈를
해결하는 혁신 화학 기술,
무탄소 에너지 기반
CCU^(이산화탄소 포집·활용)

28

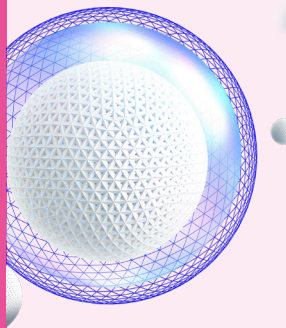
저탄소사회 구현을
위한 제지 산업의 노력

전통 소재, 미래를 향한 화려한 변신



글. 박용삼
포스코경영연구원
철강연구실장

한국과학기술원(KAIST)에서 경영공학 박사 학위를 취득했다. 2001년부터 포스코경영연구원에 근무하고 있으며, ESG경영연구실장을 거쳐 현재 철강연구실장으로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 철강산업 ESG 경영 체계 구축, 철강산업 경쟁력 제고 및 미래 발전 방향, B2B 제조업 신사업 개발과 투자 전략 등이다.



전통 소재는 인류 문명의 토대

소재(素材, Materials)는 인류 문명의 진화와 발전을 견인해 온 디딤돌이었다고 해도 과언이 아니다. **철강은 산업혁명 이후 본격적인 철기시대를 선도하며 물질문명을 크게 개화시켰고, 시멘트는 각종 고층 건물로 상징되는 도시화를 촉진했다. 그 훨씬 이전에 종이는 지식의 확산과 축적을 가능하게 했고, 유리는 망원경과 현미경이 상징하는 것처럼 인류의 시공간 지평을 비약적으로 확장했다.** 땅속 석유에서 만들어진 화학

소재(플라스틱)는 개개인의 일상 편의를 크게 신장시켜며 누구나 쓴 가격에 소재의 혜택을 누릴 수 있게 했다. 오랜 세월이 흘렀어도 철강을 필두로 한 시멘트, 종이, 유리, 화학소재 등 전통 소재는 지금 이 순간에도 현대 사회를 지탱하는 필수 불가결한 요소의 역할을 충실히 수행하고 있다.

기후 위기는 전통 소재의 생존을 위협

그런데 최근 기후 위기가 부각되면서 전통 소재의 태생적 특성이 큰 약점으로 작용하며 이들의 생존 기반을 위협하고 있다. 이를 크게 원재료, 제조 기술, 생산공정, 밸류체인 측면으로 나누어 살펴볼 수 있다.

우선 원재료 측면에서는 자연 유래된 재료의 특성상 탄소배출이 불가피한 측면이 있다. 즉, 철강은 철광석/유연탄, 시멘트는 석회석, 유리는 모래, 플라스틱은 석유, 종이는 나무로부터 만들어지기 때문에 애초부터 탄소 이슈에서 자유로울 수가 없다.

다음으로, 제조 기술은 100년 이상 성숙·완성된 기술이기 때문에 신속한 기술 전환이 여의찮다. 예를 들어 철강의 베세머 제강법은 1856년에 처음 등장하였고, 시멘트 포틀랜드 공법은 18C에 완성되었다. 유리의 기계 성형 기술과 종이의 화학펄프법도 19C로 거슬러 올라간다. 역사가 깊다는 것은 그만큼 기술적 완성도가 높다는 의미지만, 반대로 해석하면 그만큼 획기적인 기술 전환이 어렵다는 말이기도 하다.

생산공정 측면에서도 이들 전통 소재는 자본 집약적 장치산업이기에 에너지 다(多)소비업이라는 공통된 특징이 있다. 철강의 제선 공정은 섭씨 1,538도, 시멘트 클링커 소성로는 1,450도, 유리 용융로는 1,300~1,500도, 플라스틱 NCC 공정은 800도에서 이루어진다. 이 때문에 전기, 가스 등 에너지를 많이 소비하게 되고 결국 환경 부담으로 이어진다.

마지막으로, 이들 전통 소재는 산업 밸류체인에서



그림 1
전통 소재의 역사와 문명사적 의의

상대적으로 업스트림에 위치하기 때문에 경제 전체의 환경 부담이 고스란히 집중된다는 고민을 안고 있다. 예를 들어 철강은 비록 생산과정에서 이산화탄소를 많이 배출하지만, 이후에는 자동차, 조선, 기계, 가전, 건설 등 많은 제조업의 기초소재가 된다. 플라스틱도 비록 화석연료에서 출발하지만, 공장 문을 나선 후에는 수십만 종의 생활용품과 각종 산업용품의 기초 재료가 된다. 상류의 계곡이 맑아야 하류의 강 전체가 맑아지는 것처럼, 전통 소재 산업이 친환경적이어야 이들 전통 소재를 사용하는 각종 수요산업도 친환경에 한 걸음 더 다가갈 수 있다. 이런 의미에서 전통 소재는 사회 전체를 맑고 깨끗하게 만들어야 하는 부담, 더 나아가 친환경의 숙명을 안고 있다고 하겠다.

탈탄소 친환경을 향한 전통 소재의 변신

최근 전통 소재는 새로운 시대 환경에 맞추어 변신을 시도하고 있다. 그 폭과 속도는 기존에 익숙했던

양식을 뒤집을 정도로 가히 놀라운 경지다. 이러한 전통 소재의 변신으로는 먼저 탈(脫)탄소 친환경 노력을 들 수 있다. 전통 소재는 탄소중립 사회를 구현하는 데 막중한 책임과 역할을 요구받고 있다. 전통 소재 업계 입장에서도 탈탄소를 포함한 전반적인 ESG 대응 노력은 기업의 존속 자격(License-to-operate)이자 본원 경쟁력을 좌우하는 필수 요소다. 그만큼 탄소와 결별하기 위한 전통 소재의 변신이 다각도로 진행 중이다. 유럽은 글로벌 탄소중립 트렌드를 선도해 왔고 구체적인 규제와 지원 정책이 잘 갖춰져 있어, 독일의 바스프(BASF) 등 유럽의 몇몇 전통 소재 기업들은 이미 친환경 트렌드를 선도하며 ESG 우수 기업으로 재탄생하고 있다.

탈탄소 측면에서 보면, 철강은 철광석에 포함된 철(Fe) 성분의 환원 과정에서 유연탄을 사용하기 때문에 다량의 이산화탄소를 배출한다는 문제가 있다. 핵심 ESG 이슈로는 당연히 고로 환원 과정에서 발생하는 다량의 이산화탄소 배출, 슬래그 등 부산물 처리 문제, 전기로의 전기 에너지 다량 사용 등을 꼽을

〈포스코경영연구원(POSRI), 2024〉

도시화 촉진

시공간 확장

일상 편의 향상

지식 확산·축적

산업화 기반

수 있다. 이를 해결하기 위해 유연탄 대신 수소를 환원제로 사용하는 수소환원제철 공법을 개발하고 슬래그를 시멘트 원료로 재활용하며, 무한 재생 가능한 철의 강점을 살린 순환 경제를 구현하는 등의 노력을 진행하고 있다.

시멘트는 주원료 자체에 포함된 탄소와 함께 소성 공정에서의 많은 에너지 사용이 취약점이다. 따라서 핵심 ESG 이슈로 원료 채광의 환경문제와 그로 인한 지역사회 갈등, 원료의 소성 반응 자체에서 배출되는 CO₂(Scope1), 고열 에너지 사용으로 배출되는 CO₂(Scope2)를 꼽을 수 있다. 이를 해결하기 위해 단기적으로 탄소를 저감하고 중장기적으로 신기술 개발·도입을 병행 중이다.

우리는 용융 공정의 탈탄소화가 숙제인데, 다행히 사용 단계에서 저탄소·스마트 사회에 대한 기여도가 높다는 강점이 있다. 핵심 ESG 이슈로는 용융 공정에서의 에너지 집중 사용과 탄소배출 문제를 꼽을 수 있다. 이를 해결하기 위해 사용처의 에너지 효율을 제고하고, 성능이 고도화된 제품을 개발하는 데 주력하고 있다.

플라스틱 등 화학소재는 밸류체인 전·후방(주원료와 사용 후 폐기물)의 환경 이슈 발생이 가장 큰 고민이다. 핵심 ESG 이슈로는 주원료(나프타)가 화석 원료에서 유래된다는 점, 분해 설비(크래커)에 많은 에너지가 사용된다는 점, 사용 후 분해되지 않는 폐기물(미세 플라스틱 등)이 발생한다는 점을 꼽을 수 있다. 이를 해결하기 위해 탄화수소 사업 전반의 친환경성 강화를 위한 데이터 기반의 탄소 관리에 매진하고 있다.

마지막으로 종이는 삼림을 훼손한다는 비난에서 자유롭지 못하지만, 플라스틱 문제를 해결하는 데 유력한 대안이 된다는 강점이 있다. 핵심 ESG 이슈로는 탄소 흡수원인 삼림을 파괴한다는 비난과 아울러 생물다양성이 훼손된다는 점, 벌채 이후의 프로세스에서 화학소재를 사용한다는 점 등을 꼽을 수 있다. 최근에 종이 업계에서는 플라스틱 대체용 신제품을

〈https://en.wikipedia.org/wiki/Tetra_Pak〉

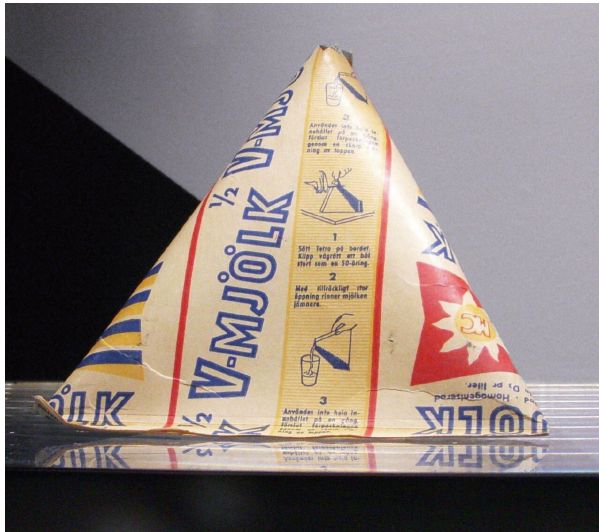


그림 2
1951년에 출시된 종이 음료 포장재 테트라팩

개발하는 동시에 장기적으로 업종 전환을 모색하는 경우도 있다.

최종 제품의 성능을 좌우하는 핵심 소재로 자리매김

지금까지 소재 산업은 최종 수요산업을 뒷받침하는 조력자 정도로 인식되는 경우가 많았다. 사람들은 TV나 휴대폰을 구매할 때 최종 브랜드는 중요하게 고려하지만, 이에 사용되는 핵심 소재의 메이커 회사는 모르는 경우가 대부분이다. 최종 수요 업체에서도 소재 업체를 자신들에게 필요한 소재를 공급해 주는 협력업체 중의 하나로 인식하는 경우가 많았다. 하지만 최근 들어 소재 산업의 위상이 크게 달라지고 있다. 소재 산업체가 단순한 공급사가 아니라 최종제품의 품질을 좌우하는 핵심 파트너로 부상하고 있는 것이다.

이러한 현상은 스티브 잡스의 “코닝(corning)이 없었다면 우리는 해낼 수 없었다.”라는 말에서도 잘 드러난다. 스티브 잡스는 아이폰 개발 당시, 전면에 플라스틱이 아닌 유리를 사용해 우아한 느낌을 주고 싶었다. 그는 각고의 노력 끝에 미국의 유리 명가 코닝을

〈www.corning.com〉



그림 3
아이폰 혁명을 가능하게 한 코닝의 고릴라 글라스

찾을 수 있었고, 코닝은 최단기간에 두께 1.5mm의 투명하고 강한 Gorilla Glass를 탄생시켜 잡스의 꿈을 완성해 주었다. 유리라는 전통 소재가 있었기에 현재 스마트 세상의 총아로 자리 잡은 아이폰이 빛을 보게 된 것이다.

전통 소재 간 영역 파괴와 복합소재의 등장

소재 산업의 중요도가 높아지면서, 소재 기업 간 영역의 경계가 벌어지고 이종 소재 간 복합·접합된 소재들도 부상하고 있다. 특히 자동차 시장에서는 최근 경량화, 친환경화 등이 대두되면서 기존의 철강 중심으로부터 알루미늄 등의 비철금속, 플라스틱, 탄소섬유강화플라스틱, 태양광 소재 등까지 다양한 소재로 변화·확장하고 있다. 이에 따라 독일의 바스프나 일본의 도레이(TORAY) 같은 다양한 소재 업체들이 자동차 시장으로의 소재 공급 확대를 적극 추진하고 있다.

근래에는 기술 범위 확장을 통해 새로운 성장동력을 찾는 전통 소재 기업들도 증가하고 있다. 금속계 기업이 플라스틱 기술을 접목하고, 플라스틱 기업이 바이오 기술을 연구하는 현상도 이러한 노력의 일환이다. 예를 들어 자동차 산업에서는 충격에 대비해 고강도를 구현할 수 있는 철강 소재가 주로 사용되었지만, 이제는 경량화와 고강도 특성을 동시에 갖춘

탄소섬유·플라스틱의 복합재료 등이 주목받고 있다. 또한 지금까지 자동차 내장재에는 가볍고 싼 플라스틱이 주로 사용되었으나, 현재는 각국의 규제 및 소비자들의 친환경성 요구를 충족시키기 위해 가볍고 싸면서 친환경적인 소재가 적용되고 있다. 따라서 기존에 플라스틱을 공급하던 업체들은 자사의 기술 기반에 바이오 소재 기술을 더해 바이오플라스틱을 개발하여 선보이고 있다.

전통 소재가 펼쳐 보일 친환경 미래 세상

전통 소재 기업은 오랜 역사에 걸맞은 긴 호흡으로 원대한 미래를 향한 변신에 나서고 있다. 즉, 산업별 특성과 업체별 강점에 맞는 차별화된 혁신 영역에 도전하고 있다. 구체적으로 보면 연·원료 개선이나 에너지 효율화 같은 단기 개선 과제와 더불어, 중장기 기술 혁신/사업변신 노력을 병행한다는 공통점이 있다.

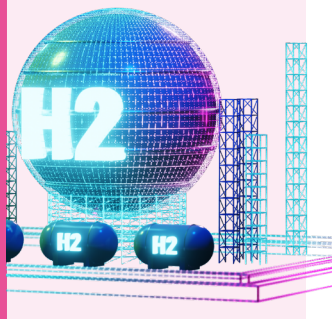
이번 Special Issue에서는 여러 전통 소재 기업의 화려한 변신 노력을 넷제로 달성을 위한 기술개발, 저탄소 프리미엄 신제품 출시 전략, 대체 원재료 활용 전략, 스타트업 투자 등 Open Innovation, 그리고 타 소재와의 협업 전략 측면에서 살펴보고자 했다. 이들 주요 전통 소재 업체의 최근 변신 노력을 짚어 봄으로써 우리 사회는 물론 전통 소재 산업과 직·간접적으로 연계되는 여타 산업들의 탄소중립 실현과 미래 발전을 위한 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 이러한 교훈이 쌓이고 확산되면서, 궁극적으로 이들 전통 소재가 인류가 꿈꾸는 친환경 미래 세상의 징검다리 역할을 하리라 기대한다. **기술·혁신**

수소환원제철로 구현되는 미래 친환경 제철소



글. 민세주
포스코경영연구원
수석연구원

한국과학기술원(KAIST) 테크노경영대학원에서 경영공학 석사 학위를 취득했다. 2005년부터 포스코경영연구원에 근무 중이며, 현재 ESG경영연구실에서 ESG 전략 관련 연구를 수행 중이다. 주요 연구 분야는 기술 전략, 신사업 개발, ESG 전략 등이다.



탄소중립 시대, 철강산업은 큰 도전에 직면해 있다. 외부적으로는 지구 온난화의 위기 속에 시장과 고객의 저탄소 제품에 대한 요구가 매년 높아지고 있고, 내부적으로는 제철 공정에서 발생하는 탄소를 줄이기 위한 새로운 기술 개발과 대규모 설비 투자가 요구되고 있다. 탄소중립은 철강사의 ‘생존’이 달린 이슈라 해도 과언이 아니다.

포스코는 대형 고로 생산 체계에 기반하고 있는 아시아 철강사 중 처음으로, 2021년에 탄소중립 로드맵을 공식 발표하며 ‘2050 탄소중립’을 목표로 선언했다. 포스코는 고로 등 기존 생산방식을 저탄소 체제로

단계적으로 전환해 나가고 있으며, 궁극적으로는 수소 환원제철을 통해 탄소중립을 달성하고자 한다.

넷제로 달성을 위한 궁극적 해법, 수소환원제철

철강 제품 생산 시 이산화탄소(CO₂)가 배출되는 이유는 철광석(Fe₂O₃)을 철(Fe)로 환원할 때(산소를 떼어낸다는 의미) 석탄, 천연가스 등 화석연료-정확히 말하자면 화석연료에 포함된 일산화탄소(CO)-를 환원제로 사용하기 때문이다. 따라서 철강 제품 생산에 따르는 이산화탄소 배출을 원천적으로 차단하기 위해서는 화석연료를 대체할 친환경 환원제가 필요한데, 수소(H₂)를 환원제로 사용하는 기술이 바로 수소환원제철이다. 수소는 철광석과 반응하면 물(H₂O)이 발생하기 때문에 철강 제조 과정의 탄소배출을 혁신적으로 줄일 수 있다.

그러나 아직 100% 수소만을 사용하여 철을 직접 환원하는 기술은 전 세계적으로 상용화되지 않았다. 현재 기술로는 석탄 혹은 천연가스를 환원제로 사용하는 과정에서 발생한 수소를 일부 활용하는 것만이 가능하다. 포스코는 파이넥스(FINEX) 공정에서 환원제의 25%를 수소로 사용하고 있으며, 고유의 유동 환원로 기술을 기반으로 수소 활용 비율을 100%로 늘리는 기술인 HyREX(Hydrogen Reduction)를 개발하고 있다. 2022년 8월에는 데모 플랜트 설계에 착수했으며, 지난 1월 26일 포항제철소에 개소한 수소환원제철 개발센터에서는 2027년까지 연산 30만톤 규모의 HyREX 시험설비를 준공하고 기술의 상용화 가능성을 검증할 계획이다.

탄소중립 전환기를 위한 저탄소 브릿지(Bridge) 기술

수소환원제철 상용기술의 개발은 2030년 전후 완료될 것으로 예상되나, 기술 상용화 검증이 끝나더라도 생산 체제를 본격적으로 가동하는 데에는 상당한 시간이 소요된다. 설비 대체 및 전환과 신규 설비 건설,

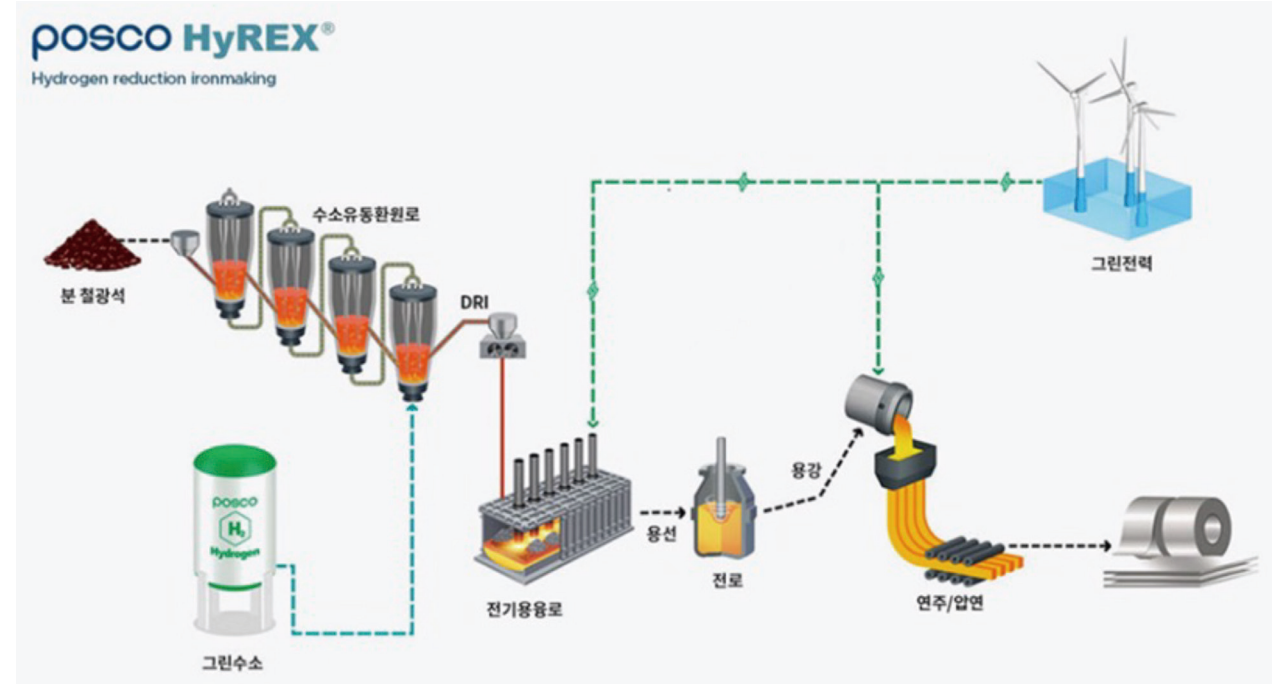


그림 1
포스코 HyREX 수소환원제철 개념도

그린수소의 경제적 공급 인프라 확보 등이 선결되어야 하기 때문이다. 따라서 탄소중립 전환기의 기술로서 고로(BF, Blast Furnace; 용광로), 전로 등 기존 설비를 활용하여 저탄소 철강 제품을 생산하는 공정기술인 ‘브릿지’ 기술이 중요하다. 브릿지 기술은 크게 3가지로 구분된다. 첫 번째는 기존 고로에 사용되는 화석연료의 사용량을 줄이는 기술, 두 번째는 파이넥스에 사용되는 수소 투입량을 늘리는 기술, 세 번째는 전로에 사용되는 고로 용선(쇳물, Iron)의 비중을 줄이는 기술이다.

1) 고로 기반 브릿지 기술: 저탄소 연·원료 사용

고로 조업 시 사용되는 원료와 연료를 대체하는 방법은 크게 3가지로 구분된다.

첫째, 기존 투입 원료인 소결광 대신 펠릿(Pellet, 철광석을 파쇄 선별한 후 일정한 크기의 구형으로 가공한 원료)을 투입하는 방법이다. 이는 소결광 생산에 사용되는 화석연료를 줄일 뿐 아니라 소결광을

사용할 때보다 환원 성능이 우수해, 환원제인 석탄의 사용량을 줄일 수도 있다. 일반적으로 쇳물 1톤 생산 시 펠릿 100kg을 사용하면 이산화탄소 발생을 30~40kg 저감하는 효과가 있다.

둘째, 이미 환원 처리된 원료인 HBI(Hot Briquetted Iron)를 투입하는 방법이다. HBI는 철광석에서 산소를 어느 정도 미리 제거한 원료이므로 고로에 환원제로 투입해야 하는 석탄의 사용량을 줄일 수 있다. 쇳물 1톤 생산 시 HBI를 100kg 사용하면 이산화탄소 발생을 약 100kg가량 저감할 수 있다.

마지막 세 번째는 석탄 대신 천연가스를 사용하는 방법이다. 천연가스에 함유된 수소를 활용하여 상대적으로 석탄 사용량을 줄이는 효과가 있다.

펠릿이나 HBI를 사용하는 것은 단순히 대체하면 되는 일이 아니다. 고로에 투입되는 원료의 형상과 성질이 달라지면 고로 내부의 용융 작용에 변화가 생기기 때문이다. 따라서 이산화탄소 배출 원단위를 기대만큼 줄이면서, 동시에 안정적으로 고로 조업을

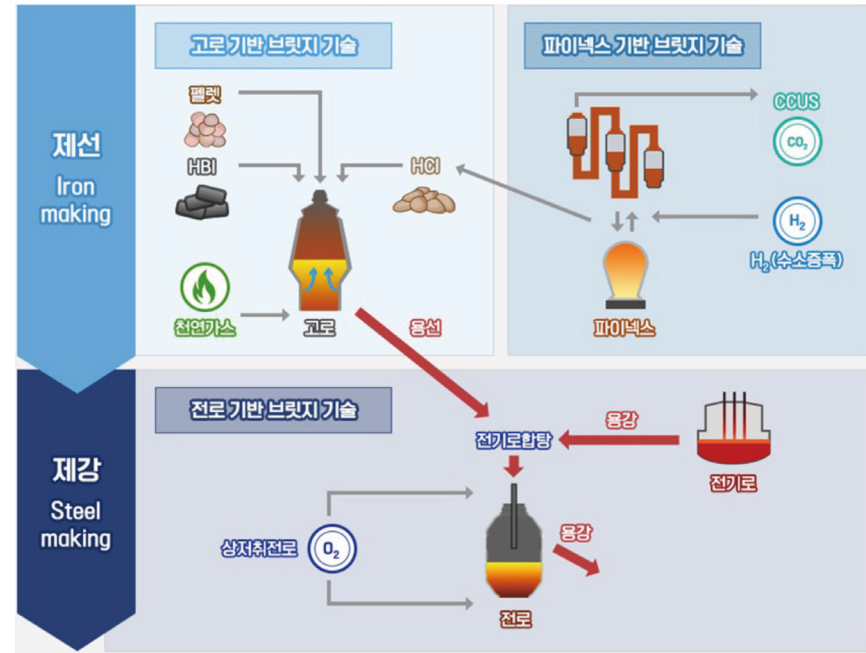


그림 2
포스코 저탄소 제품 생산 브릿지 기술 개요

유지하는 것이 핵심 기술이라 할 수 있다. 포스코는 펠렛과 HBI 투입에 따른 영향을 평가하고 가장 효율적 형태로 장입물 분포를 제어함으로써, 저탄소 고로 조업 체제를 최적화하는 방안을 연구 중이다. 또 2023년 상반기에는 고로 천연가스 취입 관련 기술 정립 계획을 수립하였고, 2025년까지 고로 천연가스 취입 기술 개발을 완료한다는 목표를 가지고 있다. 향후 이러한 3가지 고로 기반 브릿지 기술을 패키지화하여 저탄소 특화 고로의 운영 모델을 정립하고자 한다.

2) 파이넥스 기반 브릿지 기술: 수소 증폭과 CCUS

파이넥스 기술은 가루 상태의 철광석과 석탄을 사용하여 쇳물을 생산하는 포스코 고유의 기술이다. 현재 파이넥스 유동 환원로에서는 철광석 환원에 수소가 약 25% 사용되고 있다. 포스코는 유동 환원로에 수소를 추가 공급하여 수소 환원을 증대하는 기술을 연구개발 중이다. 수소 증폭 기술을 활용하여 DRI(Direct Reduced Iron; 직접환원철)를 생산하면 환원을 위해 필요한 석탄 소요량이 줄어들게 되므로

이산화탄소 배출을 저감할 수 있게 된다.

한편, 포스코는 파이넥스 설비에서 포집된 이산화탄소를 재활용하거나 저장하는 CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage) 기술의 도입을 검토 중이다. CCUS는 산업시설로부터 이산화탄소를 포집한 후 이를 90% 이상의 고농도로 압축하여 화학적 전환 또는 광물 탄산화 등의 방법으로 재활용하거나, 육상 또는 해양의 지하저장소에 안전하게 저장하는 일련의 과정 또는 기술을 말한다. 포스코의 파이넥스 설비는 이미 70% 이상의 고농도 이산화탄소를 포집하고 있기 때문에 추가적인 포집 및 압축 비용을 상대적으로 줄일 수 있어 CCUS 적용이 용이하다.

3) 전로 기반 브릿지 기술: 전기로 합탕과 상저취전로

전로(Converter)는 고로에서 생산한 쇳물인 ‘용선(Iron)’을 담는 거대한 항아리 모양의 설비를 말한다. 용선이 담긴 전로에 산소를 불어 넣어 인, 황, 탄소 등 불순물을 제거하고 원하는 온도와 성분으로 정제하면, 비로소 진짜 쇳물인 ‘용강(Steel)’이 된다. 용강 1톤을

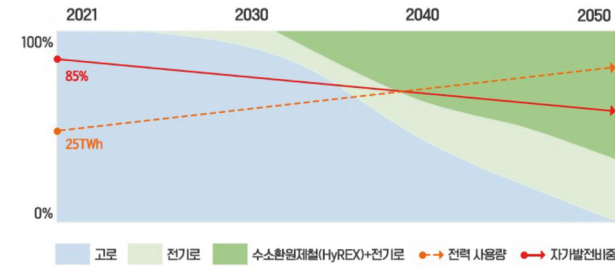


그림 3
포스코 탄소중립 로드맵에 따른 설비/전력 변화 전망

생산할 때 발생하는 이산화탄소 중 80~90%는 용선 생산 과정에서 발생하기 때문에, 전로 기반 브릿지 기술은 전로에 사용되는 용선의 양을 줄이는 것이 목표다. 즉 전로에 고로 용선 대신 철 스크랩을 다량 사용하는 기술을 말하는데, 이러한 기술을 통칭하여 저HMR(低 Hot Metal Ratio) 조업 기술이라고 부른다.

저HMR 기술은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 먼저 고로 용선과 전기로(EAF, Electric Arc Furnace) 용강을 혼합하여 전로에 투입하는 ‘전기로 합탕’ 기술이 있다. 전기로에서는 철광석이 아니라 사용하고 남은 철 스크랩을 재활용하여 용강을 만들기 때문에, 일반적인 고로 대비 이산화탄소 배출량이 1/4 수준에 불과하다. 그러나 전기로는 철 스크랩의 잔류 원소 함유량에 따라 고급 자동차 강판이나 선박용 후판 등 고급 제품을 생산하는 데 제한적일 수 있다는 한계가 있다.

포스코는 대형 전기로를 신설하여 전로에 고로 용선과 전기로 용강을 합탕하고, 탄소배출 저감과 고급강 생산이 동시에 가능한 기술을 개발할 계획이다. 지난 2월에는 광양제철소에 연산 250만 톤 규모의 전기로 공장을 착공했으며, 약 6천억 원을 투자해 2025년 말에 준공하고 2026년부터 본격 가동에 들어갈 예정이다. 이를 통해 최대 연간 350만 톤의 이산화탄소 감축 효과를 기대하고 있다. 특히 합탕 배합비의 유연한 조정을 통해 고객사별 요구에 따라 다양한 탄소 저감 수준의 제품을 생산하는 것도 가능하다.

두 번째 저HMR 기술은 전로 상하부에서 산소를

불어 넣어 추가 열원을 확보하는 ‘상저취전로’ 기술이다. 탄소 저감을 위해 용선을 줄이는 대신 철 스크랩 투입을 늘리면 용선의 온도가 낮아지는 문제가 발생한다. 상저취전로 기술은 이를 보완하기 위해 개발되었다. 상저취전로는 상부는 물론 전로 하부에도 산소를 불어 넣어 추가 열원을 공급하고 전로 내부의 2차 연소를 극대화한다.

그린 에너지 공급 확충이 관건

지금까지 살펴본 바와 같이 포스코는 HyREX와 다양한 브릿지 기술을 통해 탄소중립을 향해 나아가고자 한다. 이 과정에서 중요하게 짚고 넘어가야 할 이슈 중 하나는 바로 그린 에너지 공급의 확충이다.

2021년 기준 포스코는 포항과 광양의 제철소에서 약 25TWh의 전력을 사용했다. 다만 이 중 대부분은 부생가스와 폐열을 활용하여 자가발전으로 충당했기 때문에 실제 한전을 통해 구매한 전력은 3.8TWh 정도에 불과하다. 그러나 앞으로 탄소중립 목표 달성을 위해 제철 공정이 전기로, 수소환원제철 등 저탄소 생산 체제로 전환되면 부생가스를 에너지원으로 하는 자가발전은 줄어들 수밖에 없다. 부생가스는 제철 공정 중 석탄을 활용하는 공정에서 많이 발생하기 때문이다. 반면 제철소의 전체 전력 사용량은 수소환원제철용 유동 환원로 등 기존보다 상대적으로 전력 사용이 많은 설비가 늘어남에 따라 증가할 것으로 예상된다. 즉 저탄소 생산 체제를 위해서는 그린 에너지를 안정적으로 공급받는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 포스코는 재생에너지 발전과 수소/암모니아를 활용한 무탄소 발전을 동시에 검토하고 있다.

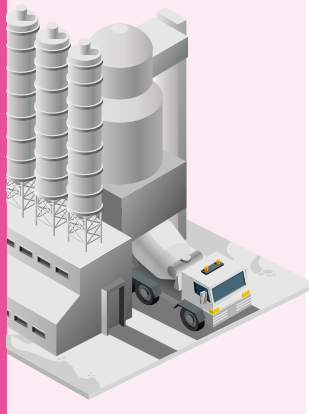
수십 년간 지속해 온 제철 공법을 설비부터 기술, 원료에 이르기까지 저탄소 체제로 대전환하는 것은 결코 쉽지 않다. 그러나 탄소중립을 통해 사회적 책임을 다하고 글로벌 시장에서 미래 경쟁력을 확보하기 위해, 포스코는 지속가능경영 기반 강화에 최선의 노력을 기울이고 있다. **기술·혁신**

원료 및 연료의 전환을 기반으로 시멘트 산업의 넷제로 실현



글. 추대영
쌍용씨엔이 생산부문 총괄임원,
기술연구소장

인하대학교 화학공학과를 졸업하고 1987년 쌍용씨엔이(구 쌍용양회)에 입사하여 생산부문 총괄임원 및 기술연구소장으로 재직 중이다. 시멘트 산업의 탄소배출 감축 및 제조원가 절감을 위한 순환자원 사용량 증대 및 이에 필요한 신규 설비 도입, 오염물질 배출량 감소 대책 등 시멘트 제조공정의 신기술 개발 및 실용화를 추진해 오고 있다.



시멘트 산업의 온실가스 배출

시멘트 산업은 주택, 도로, 공항, 항만 등의 건설에 필요한 기초소재를 공급하는 기간산업으로서 국가 경제 및 산업 발전과 함께 성장해 왔다. 2022년 기준 우리나라 시멘트 연간 생산량은 약 5천만 톤으로 세계 13대 생산국에 자리하고 있으며, 시장 규모는

약 4조 원 수준이다. 레미콘 등을 포함한 시멘트 연관 산업의 경제 규모는 약 20조 원 수준이며, 이는 국내 총생산 약 2천조 원 대비 약 1% 수준으로 국가 경제에서 차지하는 비중은 크지 않은 상황이다. 그러나 최근 지구온난화 대응을 위한 온실가스 감축과 탄소중립의 중요성이 대두되면서, 시멘트 산업에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 2022년 기준 시멘트 클링커를 제조하는 주요 8개 사의 CO₂ 배출량은 36.8 백만 톤으로, 철강과 석유화학 산업에 이어 3번째로 많은 온실가스를 배출하고 있다.

시멘트 산업에서는 시멘트 1톤당 약 0.8톤의 CO₂가 배출된다. 그중에서 약 67%는 원료의 주성분인 탄산칼슘(CaCO₃)의 분해로 발생하고, 약 27%는 연료의 연소 과정에서 발생한다. 즉, 그림 1에서와 같이 총 CO₂ 배출량의 약 94%가 예열실과 소성로에서 원료를 고온으로 가열하는 과정에서 배출된다. 나머지 6%는 원료와 시멘트의 분쇄에 소요되는 전력 사용 등에 의해 배출된다. 따라서, 시멘트 산업의 온실가스 감축을 위해서는 탄소배출이 적은 원료 및 연료의 사용과 함께 저탄소 전력의 활용이 중요하다.

선진 시멘트 산업의 온실가스 배출 감축 전략

시멘트 산업 탄소중립의 선도적 역할을 하는 유럽시멘트협회(CEMBUREAU)는 시멘트 1톤당 CO₂ 배출량 783kg(1990년)을 2050년까지 넷제로로 감축하는 로드맵을 발표하였다. 세부적으로는 클링커(Clinker), 시멘트(Cement), 콘크리트(Concrete), 시공(Construction), 재탄산화((Re)Carbonation) 및 CO₂ 포집, 활용, 저장(Carbon Capture, Utilization and Storage)의 5가지 측면(5C)에서 탄소중립 달성 전략을 제시하고 있다(그림 2).

먼저 클링커에서는 철강 슬래그 등 CO₂가 없는 순환 자원을 석회석 대체 원료로 사용하고, 유연탄 등의 화석 연료를 폐합성수지와 바이오매스 등의 대체 연료로 전환하는 등 다양한 전략을 통해 시멘트 1톤당 160kg의

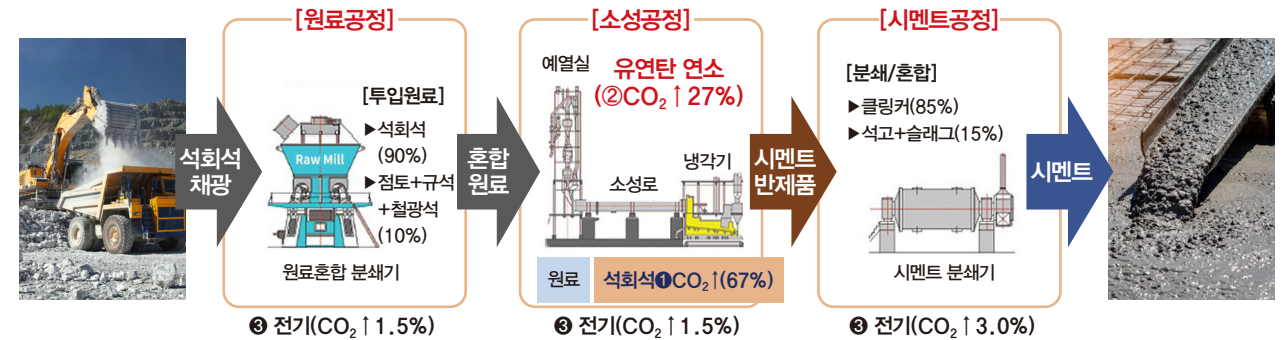


그림 1
시멘트 제조공정의 CO₂ 배출



그림 2
유럽시멘트협회의 2050 탄소중립 로드맵

CO₂ 배출량을 줄이는 방안을 제시하고 있다.

시멘트에서는 클링커를 대체하여 혼합재 사용량을 증대함으로써 시멘트 1톤당 약 72kg의 CO₂ 배출을 감축하고, 기타 전력효율 향상, 신재생 전력 사용, 탄소

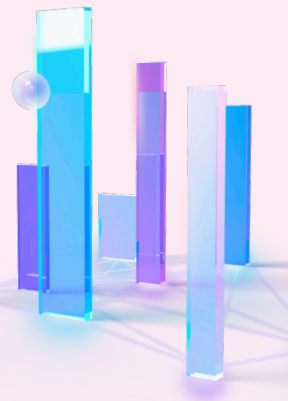
중립 이송 등을 통해 총 117kg의 CO₂를 감축하는 방안을 제시하고 있다. 한편, 장기적으로 배출량 감소가 예상되는 고로슬래그와 플라이애시를 대신하여 석회석 미분말과 소성점토(Calcined Clay) 및 산업

유리, 저탄소 스마트 사회의 핵심 소재로 자리매김



글. 손지권
KCC 글라스 중앙연구소장

연세대학교에서 금속공학 학사 학위를 취득했다. KCC 소재 사업 부장을 거쳐 현재 KCC 글라스의 중앙연구소장으로 재직 중이다. 동시에 사업기획 임원을 겸임하여 KCC 글라스의 신사업 개발에 주력하고 있다.



넷제로 달성을 위한 기술 개발 방향

유리 산업은 고온 공정의 에너지 다소비 분야로, 2017년 국내 기준 약 400만 톤의 온실가스를 배출하여 전체 배출량의 1.2%를 점유하고 있다. 유리 생산 과정 중 원료에서 배출되는 CO₂의 비중은 20~30%이며, 용융을 위한 연료에서 배출되는 CO₂는 50~70% 수준이다. 나머지는 각종 기계를 가동

하기 위한 전기 사용에 따른 배출이다.

유리 업계는 온실가스 배출량을 줄이기 위한 단기적인 방안으로 연료 소비량을 줄여주는 재생 파유리 사용량 증대, 탄소 발자국이 적은 저탄산 원료 사용, 바이오 연료 적용, 순산소 연소 및 전기용융 확대 등의 기술을 연구하고 있다. 유리 산업의 탄소 중립을 위한 장기적인 방안으로는 탄산염을 완전히 대체하기 위한 비탄산염 원료 적용 및 CO₂ 배출이 없는 수소 용융 기술의 개발이 필요하다.

1) 탄산염 유리 원료 대체

유리 생산 시 사용되고 있는 탄산염 원료로는 소다회(Na₂CO₃), 석회석(CaCO₃), 백운석(MgCO₃-CaCO₃)이 있다. 이 원료들의 용융과정에서 CO₂가 분리되어 배출되며 이는 생산 공정 내 탄소 배출량의 약 20~30% 수준을 차지한다.

단기적으로 탄소 배출 저감을 위해 탄산염 원료 사용량을 감소시키는 방법으로는 연료 소비량을 줄여주는 재생 파유리 사용량 증대, 탄소 발자국이 적은 저탄산 원료 사용 등이 있다.

재생 파유리의 경우 이미 원료들이 녹아 균질하게 분포되어 있으므로 저온에서 용융된다. 또한 파유리가 잘 녹지 않는 원료들과 반응하여 용융 시간을 단축해 주므로 에너지 절감이 가능하다.

탄소 발자국이 적은 저탄산 원료는 광산에서 채굴된 원료가 아닌 재활용 원료다. 예를 들어 석회석을 대체할 수 있는 굴, 조개 등 패각을 처리한 원료, CO₂ 포집 부산물 등을 꼽을 수 있다. 장기적으로 원료에서 기인한 탄소를 저감하기 위해서는 탄산염을 대체할 수 있는 비탄산염 원료의 적용이 필요하다. 다만, 비탄산염 원료의 경우 부존 광산이 풍부하지 않으므로 탄산염을 비탄산염으로 변환하여 사용해야 한다. 또는 현재와 같이 탄산염을 일정량 사용되 용융공정에서 발생하는 이산화탄소를 탄산염 형태로 포집하여 유리 원료로 재사용하는 것을 고려해야 한다.

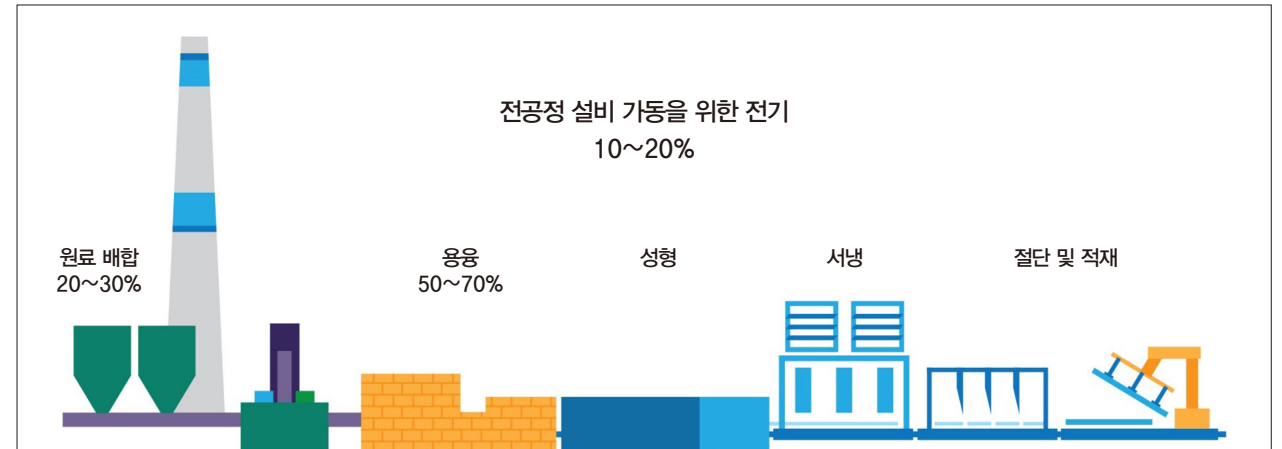


그림 1
판유리 생산 공정 및 공정별 탄소 배출 비중

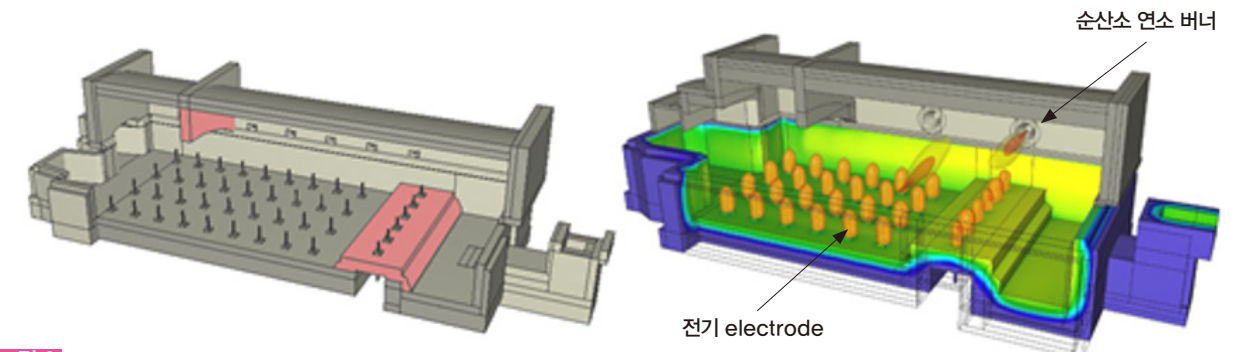


그림 2
순산소 연소 / 전기용융 hybrid 유리 용융로 시뮬레이션 사례

2) 화석연료 대체

현재 유리 원료들을 1,600℃ 이상의 온도에서 용융하기 위해 주로 LNG, B-C유 등 화석연료를 사용하고 있다. 이는 온실가스 배출량의 약 50~70% 수준을 차지한다.

단기적으로 화석연료 사용량을 저감하기 위해서는 에너지 효율이 높은 순산소 연소, 전기용융 기술 확대 및 탄소 발자국이 적은 바이오 연료 적용이 연구되고 있다. 순산소 연소의 경우 100% 순산소만을 사용하여 연료를 연소할 수 있기에 에너지 전환의 효율을 높일 수 있다. 일반적인 공기를 사용한 연소와 대비하여 적은 양인 기체의 온도를 올리면 되기 때문이다. 순산소 연소의 경우 용융로의 크기에 따라 차이가 있지만,

일반적으로 화석연료 사용량을 약 10~30% 절감할 수 있다. 연소에 의한 용융은 주로 복사 방식에 의한 간접 용융 방식인 반면, 전기용융의 경우는 유리 원료를 직접적으로 가열해 용융할 수 있어 효율이 매우 높다. 이러한 순산소 연소 및 전기용융은 소형 용융로에는 쉽게 구현할 수 있지만 대형 용융로에는 구현에 기술적 어려움이 있어 적용이 제한적이다.

바이오 연료의 경우에는 탄소 발자국이 적은 원료로 불순물도 적어, 연소 시 황산화물 및 먼지 등의 배출량을 크게 줄일 수 있다. 그러나 화석연료와는 연소 특성이 달라 별도의 버너 시스템 및 용융공정의 개발이 필요하다. 또한, 현재 사용할 수 있는 가용량이 적은 점도 고려해야 한다.

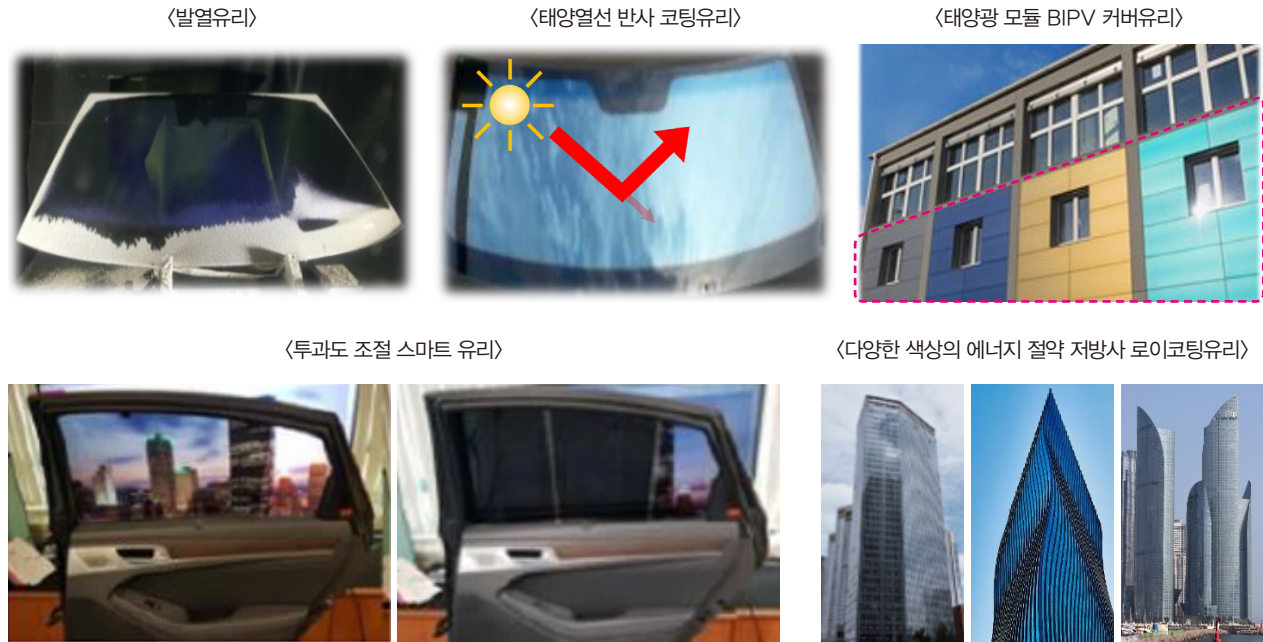


그림 3
에너지 절감에 기여하는 유리 관련 신제품

장기적으로 연료 부문 탄소 중립을 위해서는, 탄소를 포함하지 않아 연소 시 온실가스 배출이 전혀 없는 수소 용융으로 변환해야 한다. 수소 용융 기술의 경우에는 수소 버너 개발뿐만 아니라 용융로 분위기에 수분이 증가하는 데 대한 내식성이 좋은 내화물 재료 개발이 필요하다. 또한 내화물 재료 변경에 따른 용융로 디자인 개발도 필요하다.

탄소 중립 사회에 이바지하는 프리미엄 신제품 출시 전략

유리는 투명성으로 인해 건축 및 자동차 산업 등에서 없어서는 안 될 필수 소재로 자리매김할 수 있었다. 그러나 유리는 이 투명성 때문에 에너지가 과소비되는 단점도 있다. 여름철 태양 열선에 해당하는 근적외선과 겨울철 난방열에 해당하는 원적외선에도 투명하여, 냉방 및 난방을 위한 에너지가 많이 필요하기 때문이다. 이러한 단점은 판유리 표면에 전도성을 갖는 투명 코팅을 통해 보완할 수 있다. 저방사

로이(Low Emissivity) 코팅유리로 알려진 에너지 절약 코팅유리는, 전도성이 가장 좋은 은(silver)을 단일 물질로 사용하여 복사열이 빠져나가는 것을 차단한다. 그런데 코팅 후에도 투명성을 유지하기 위해서는 은 박막의 두께를 15nm 이하로 유지하여야 한다. 또, 투명성을 유지하면서도 단일 성능을 높이기 위해서는 15nm 이하의 은 박막층을 2층, 3층으로 적층해야 한다. 따라서 광학적 성능 및 내구성 향상 등을 위해 보조 층 포함 약 20~30층의 다층 박막을 적용한 코팅유리들이 개발·출시되고 있다. 더불어 건축물의 난방 부하를 저감하기 위하여 전도와 대류에 의한 열 손실을 줄이고자, 일반적인 2중 복층유리에 유리 1장을 더 추가한 3중 복층유리의 적용이 확대되고 있다. 최근에는 4중 복층유리도 개발되어 시장 진입을 눈앞에 두고 있다. 한편, 복층유리 내부를 진공으로 만들어 전도와 대류를 최소화할 수 있는 진공유리의 대량 양산 기술에도 많은 노력을 기울이고 있다.

자동차 유리의 경우, 고강도 박판유리를 적용한

경량화로 연비와 전비를 향상시키고 있다. 또한 태양 열선 차폐 성능이 뛰어난 색유리 및 코팅유리를 적용하여 냉방 부하를 감소시키고 연비와 전비를 더욱 높이고 있다. 특히 전기차 시대를 맞이하여 엔진 폐열을 활용할 수 없게 되면서, 유리에 투명 전도성 코팅을 적용한 직접 가열 방식의 발열 유리는 전기차의 전비 향상을 위한 필수 요소로 자리매김하고 있다. 이 제품은 유리 표면에 높은 발열량을 구현하여 성에 및 김 서림을 신속하게 제거할 수 있다. 이를 통해 에너지를 절감하고 교통사고 위험성을 감소시킬 것으로 기대된다.

이 외에도 다양한 기능을 갖는 프리미엄 유리들이 건축 및 자동차 유리에 적용되고 있다. 전기를 인가하여 투명도와 색상 등을 조절할 수 있는 스마트 유리도 개발되어 적용이 시작되고 있다. 이는 투명도를 조절하여 개방감 및 프라이버시 보호를 선택적으로 조절할 수 있으며, 여름철에는 태양 열선을 더 많이 차단함으로써 냉방 부하 감소에도 큰 역할을 할 수 있다. 한편, 태양광 모듈의 경우 색상이 일률적이고 전선이 보이는 등 디자인 관점에서 건축물 외벽에 사용하기가 부적절하였다. 이러한 단점을 극복하고자 BIPV(Building Integrated Photo Voltaics)가 개발되었는데, BIPV는 태양광 모듈을 보호하는 커버 유리에 태양광선 투과율은 유지하면서도 다양한 색상을 부여할 수 있다. 또 건축물에 직접 태양광 모듈을 부착할 수 있어 신재생 에너지 보급에도 기여하고 있다.

기타 스타트업 투자 등 Open Innovation, 혹은 타 소재와의 협업 전략 소개

유리 업계는 용융로 연소 효율을 극대화하기 위하여 협업을 통해 FEMS(Factory Energy Management System)를 도입하고 빅데이터를 확보하고 있다. 이를 기반으로 머신러닝 알고리즘을 활용한 에너지 절감 용융로 운전 기술의 개발을

계획 중이다. 한편, 현재 대기로 배출되는 연소 가스의 고온을 활용하여 폐열 발전을 가동하고 있는데 에너지 효율이 높지 못하다. 따라서 폐열 발전 가동에 부족한 성형 및 서냉 공정의 폐열을 활용한 스팀 생산, 열전 발전, 유기물 저온 유체 발전(Organic Rankine Cycle, ORC), 각종 전기설비 등에 대한 에너지 효율화를 위해 개발을 지속하고 있다.

유리 산업의 향후 과제와 발전 방향

유리 소재는 투명성, 평활성, 높은 강도, 내부식성 등 많은 장점이 있다. 이로 인해 다양한 산업의 필수 기초 소재로 사용되어, 유리 산업은 국가 기간 산업으로 지정되어 있다. 특히 자동차, 가전, 전자 등 수출 산업의 경우 RE100, 탄소 국경세 등 탄소 중립이 더욱 요구되고 있으므로, 기초 소재인 유리 분야의 탄소 중립은 수출 경쟁력 강화에 반드시 필요한 요소로 자리매김하고 있다.

유리 산업의 탄소 중립을 위해서는 많은 기술 개발과 기반 여건의 성숙이 필요한 상황이다. 완전한 탄소 중립에 도달하기 전부터 한 걸음씩 탄소 저감을 위한 노력이 필요할 것이다. 이에 단기적으로는 에너지 효율 극대화 및 전기 사용량 감소를 위한 다양한 개선 활동이 필요하다. 그뿐만 아니라 재생 파유리 사용량 확대, 저탄산 원료 발굴, 바이오 연료 적용, 순산소 연소 및 전기용융 기술 확대가 필요하다. 장기적으로는 탄산염을 완전히 대체하는 비탄산염 원료의 개발과 온실가스 배출이 전혀 없는 수소 용융 기술의 개발이 필요하다. 이러한 근본적인 변화를 위해서는 유리 용융 전반의 용융기술 및 내화물, 용융로 디자인 개발이 수반되어야 한다. 이와 더불어 여러 분야에서 적용할 수 있는 에너지 절감형 프리미엄 유리 제품을 다양하게 출시하여, 탄소 중립 사회 구축에 기여할 것을 기대해 본다. **[기술혁신]**

기후·경제 이슈를 해결하는 혁신 화학 기술, 무탄소 에너지 기반 CCU(이산화탄소 포집·활용)



글. 이기백
한국화학연구원
탄소중립전략센터장

KAIST에서 기술경영 공학박사를 취득했다. 현재 한국화학연구원 탄소중립전략센터장을 맡고 있으며, 탄소중립 화학 기술 분야 정책·전략 연구를 수행 중이다.



화학산업과 온실가스

석유화학산업은 ‘화석원료’ 및 이를 유용한 물질로 전환하는 데 필요한 ‘화석연료’를 활용하여 다양한 ‘탄소제품’을 제조하는 산업이다. 출하액 기준 세계 5위와 국내 제조업 5위를 차지(2021년 기준)하는 국가 주력사업이지만, 다량의 이산화탄소를 발생시킨다. 이산화탄소 증가로 인한 극단적인 기상이변, 인명피해, 재산 피해뿐만 아니라 기후플레이션, 탄소

세로 인한 국가 GDP 둔화 등이 현실로 다가옴에 따라, 화학산업 역시 이산화탄소 감축 의무에서 벗어날 수 없게 되었다.

온실가스 감축을 위한 지구적 노력

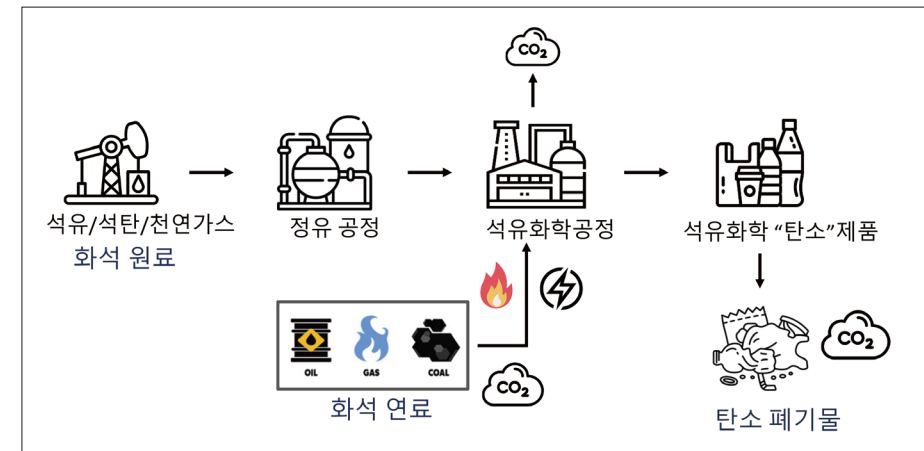
탄소중립 목표를 달성하기 위한 핵심 방안은 지하에 매장된 탄소원(석유, 천연가스 등)을 지상으로 꺼내지 않는 것이다. 지난해 12월 UAE 두바이에서는 제28차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP28)가 열렸다. 참석한 국가들은 “화석연료에서 벗어나기 위한 전환을 가속해야 한다.”라는 내용에 합의하였다. ‘화석연료의 단계적 퇴출’보다 완화된 표현으로 아쉬움이 있으나, 화석연료의 감축을 공식화했다는 데 의의가 크다.

우리나라 정부는 무탄소 에너지(CFE, Carbon Free Energy)를 새로운 탄소중립 수단으로 제안하고 원전, 수소, CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage; 이산화탄소 포집·활용·저장) 등 무탄소 에너지를 도입하여 온실가스 감축에 따른 경제·사회 충격을 완화하는 전략을 제시했다. 유럽, 미국은 탄소국경조정제도(CBAM, Carbon Border Adjustment Mechanism) 등 탄소배출에 대해 탄소세를 부과하는 Fit-for-55 법안, 청정경쟁법안 등을 발표하였다.

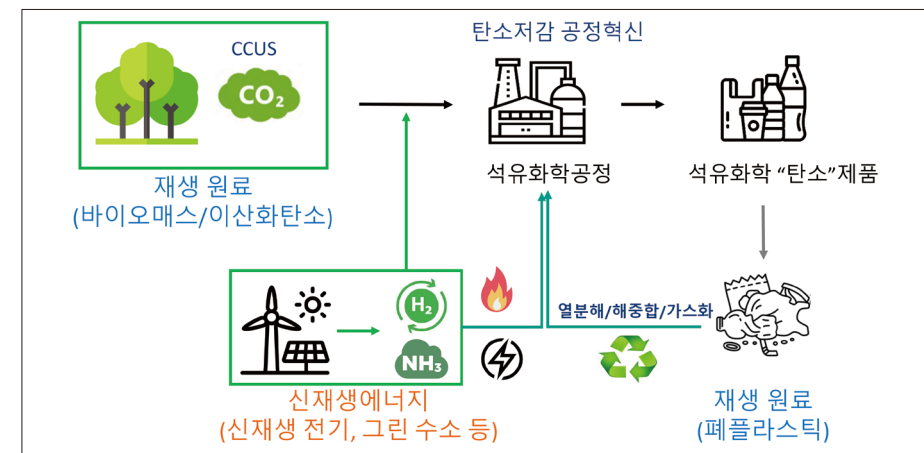
우리나라 석유화학산업 현황

국내 석유화학산업은 원유에서 유래한 나프타(naphtha)를 분해하는 업스트림 생산공정을 활용하여 올레핀(olefin) 등 기초유분을 생산한다. 이를 원료로 다운스트림에서는 3대 유도품(합성수지, 합성원료, 합성고무) 및 정밀화학 등 기타 화학제품을 생산하는 구조다.

나프타를 열분해하는 과정에서 나온 부산물(메탄 등)을 나프타스팀크래커(NCC)의 연료로 사용하는 과정에서 약 4,700만 톤의 이산화탄소가 직접 배출



〈화석 연·원료 기반 석유화학산업〉



〈재생 원료 기반 그린화학산업〉

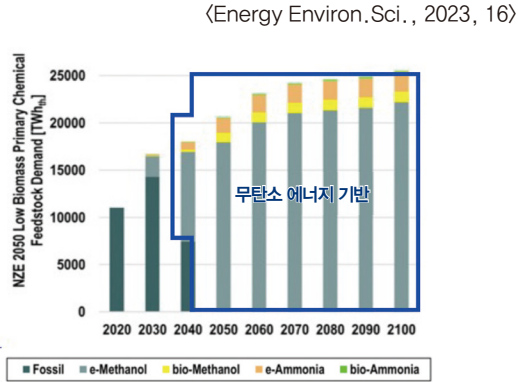
그림 1
화학산업의 패러다임 전환

되고, 기초유분을 중합·분리·압축하는 공정에서는 외부 전기·스팀 사용으로 2,400만 톤이 간접 배출된다(2018년 기준). 탄소 감축에 적극적으로 대응하지 않는다면 2030년경에는 매년 6천억 원 이상의 탄소세가 부과되어(그린피스, 2021) 화학산업 경쟁력에 큰 부담이 될 것이다.

우리나라 정부는 석유화학산업의 온실가스 감축 목표로, 2018년 배출량 대비 2030년까지는 약 20%, 2050년까지는 약 73% 감축하기로 정했다. 이를 위해 탄소 연료 전환(전기가열로 등), 탄소 원료 전환(바이오 및 수소 기반 나프타 활용),

자원 순환(페플라스틱 활용)을 주요 감축 수단으로 제시했다. CCUS는 별도 부문으로 감축목표를 두어 DAC(Direct Air Capture; 직접 공기 포집) 및 e-fuel(재생 합성연료) 등을 통해 각 산업에 적절히 활용될 수 있도록 설계하였다.

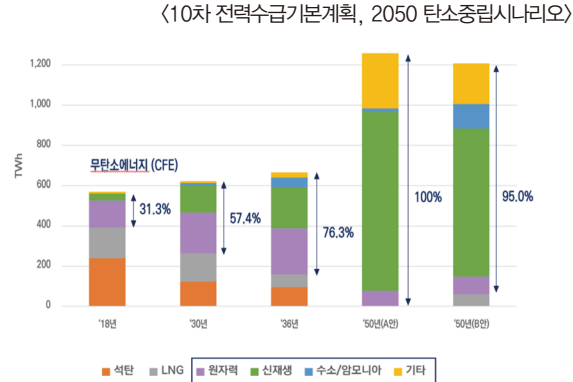
이에 우리나라 석유화학기업들도 ‘Low Carbon’과 ‘Green Growth’를 핵심 방향으로 선정했다. 이미 축적된 경험과 기술을 바탕으로 Low Carbon 분야(에너지 효율 개선, 친환경 연료 활용 등)에서는 실질적 성과를 만들어 내고 있고, Green Growth 분야(Bio-fuel, e-fuel, CCUS, 청정 발전 등)에서는 핵심 기술을



- ▶ 주요 화학제품의 생산규모는 2050년까지 선형적 증가 전망
- ▶ 2040년 이후 전기화 기반 화학제품 50% 이상 차지

그림 2

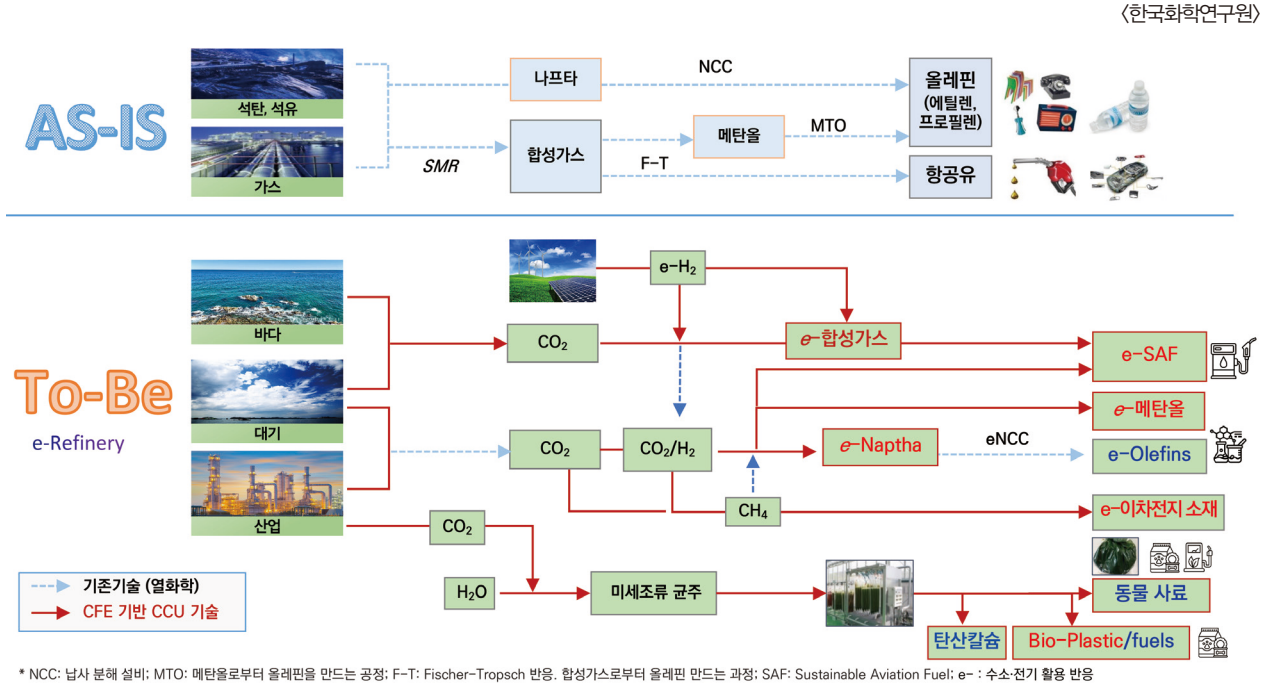
CFE 기반 화학제품 전망



- ▶ 우리나라 CFE 공급 계획: '30년 57%, '36년 76%, '50년 95% 이상
- ▶ CFE 이니셔티브(한국형 CF100) 추진을 위한 CF 연합 공식 출범

그림 3

우리나라 CFE 공급 계획



* NCC: 납사 분해 설비; MTO: 메탄올로부터 올레핀을 만드는 공정; F-T: Fischer-Tropsch 반응. 합성가스로부터 올레핀 만드는 공정; SAF: Sustainable Aviation Fuel; e- : 수소-전기 활용 반응

그림 4

CFE 기반 CCU 기술 개념도 예시

확보하기 위해 연구를 진행 중이다.

청정 화학산업의 길, 그린 리파이너리

탄소중립을 이루기 위해 기본이 되는 것은 화석연료 기반 선형 경제 시스템에서 순환 경제 시스템으로 전환하는 것이다. 화석연료 기반 선형 경제 시스템은 광합성과 지각 활동으로 생성된 화석연료를 채굴하여 연·원료로 사용하고, 이산화탄소를 폐기물로 배출하는 시스템을 말한다. 반면 그린 리파이너리 기술은 대기 또는 산업공정에서 배출되는 이산화탄소, 식물 등 바이오매스, 폐플라스틱을 원료로 하여 재생 연·원료를 만들어 사용한다. 물질과 에너지가 순환하는, 시스템 전환을 이루는 대표적인 기술이라고 말할 수 있다.

최근 네이처지에 발표된 〈The refinery of the future〉에서도 역시, 2050년에는 폐플라스틱, 바이오매스, CO₂가 석유 등 화석 연·원료를 완전히 대체하리라 예상했다. 운송 전기화 및 연료전지 차량 사용에 따라 가솔린 수요는 소멸하고, 청정 연료 사용에 따라 디젤과 항공유는 대폭 사용이 감소하겠지만, 플라스틱과 기초화학 원료 사용은 대폭 증가하리라 전망을 내놓고 있다.

무탄소 에너지(CFE) 기반 CCU 기술

세계 5대 화학제품(에틸렌, 프로필렌, BTX, 암모니아, 메탄올)의 생산 규모는 2050년까지 선형적으로 증가할 전망이다. 2040년 이후에는 전기화를 통한 화학제품(e-메탄올 등)이 50% 이상을 차지할 것으로 전망된다. BNEF(Bloomberg New Energy Finance, 2023)에 따르면, 석유화학산업의 2050 탄소중립 목표 달성에 전기화는 약 58%(2023~2050 누적), CCUS는 약 18%(2023~2050 누적) 기여할 것으로 전망된다.

그린 리파이너리 기술 중 하나인 CCU 기술은 CO₂를 원료로 유용한 물질을 만드는 기술이다. 화석연료를 사용하지 않으면서 휘발유 등 합성연료와 플라스틱 등 화학제품을 생산할 수 있고, 대기 중 CO₂를 직접 저감할 수 있는 유일한 기술이다. 전기화 기술을 활용하면, 낮은 온도 및 압력 조건에서 제품 생산이 가능하고 선택성을 증가시킬 수 있다. 또한 부반응을 억제하고 반응기 부피도 획기적으로 줄일 수 있다는 장점이 있다.

고온 합성, 열분해, 가스화, 분리, 정제, 냉각 등에 사용되는 에너지를 화석연료를 사용하여 해결한

다면 다량의 이산화탄소 배출이 따라온다. 따라서 무탄소 에너지를 활용한 전기화와 CCU 기술을 결합하면 효율성을 크게 높일 수 있다. 여러 연구에 따르면, CFE 활용 CCU 전기화 기술은 기존 공정 대비 50% 이상의 에너지 저감이 가능한 것으로 보인다.

아래 그림은 CFE 기반 CCU 기술 개념도의 예시다. 산업, 대기, 바다에서 포집한 CO₂를 활용하여 전기화 기반 화학 전환, 생물 전환, 광물 탄산화를 거쳐 청정 연·원료 및 제품을 생산하는 미래 화학산업의 모습을 나타낸다.

CCU 산업 생태계 조성을 위한 기반 여건 조성

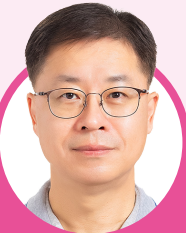
2024년 2월, ‘이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용(CCUS)에 관한 법률’이 제정되었다. ‘석유 및 석유대체연료 사업법’도 개정되어, 재생 합성연료가 석유대체연료에 포함되었다. 이들은 CCU에 관한 법과 제도의 기반을 마련하였다는 점에서 매우 의미가 있다.

산업에 대한 제도가 뒷받침되면서 CCU 사업도 추진력을 얻을 것으로 기대된다.

CCU 기술을 보급하기 위해서는 인증제도와 연계하여 민간 부문의 참여를 유인할 수 있도록 보상 체계의 마련이 필요하다. 이를 위해서는 온실가스 감축량 산정 및 인증을 위한 기준이 연계되어야 한다. 미국은 IRA를 통해 CCUS에 관한 세액공제를 지원하고 있고, EU도 CCUS 산업에 대한 인허가 단축 등을 지원할 예정이다. 우리나라도 CCU 사업을 영위하기 위해 대출 등 금융지원을 확대하고, 세액공제나 보조금 등의 정책적 방향을 마련해야 한다.

산업계와 연구소 간의 긴밀한 협력은 탄소중립 기술개발의 핵심 요소다. 산업계와 탄소중립 필요성 및 현안 과제를 공유하고 그린 성장을 위해 긴밀히 협력한다면, 우리나라가 지속적인 성장을 이루는 데 큰 역할을 할 것으로 기대한다. **기술·혁신**

저탄소사회 구현을 위한 제지 산업의 노력



글. 서동준
한솔제지(주)
중앙연구소 연구소장

한양대학교 화학공학과에서 석사 학위를 취득하였다. 1992년 한솔 제지에 입사하여 연구소, 사업장, 본사 신사업 등을 경험하였으며 2009년 이후 신사업 및 친환경 신소재 분야 연구개발에 주력하고 있다.



종이 소재는 중국의 채륜이 제지술(製紙術)을 체계적으로 정립한 것으로 기록된 서기 105년 이래 전 세계로 파급되었고, 우리나라에는 3~4세기에 전 달된 것으로 추정된다. 이후 19세기 초 영국의 포드 리니어 형제가 대량 생산 설비를 개발하고 목재로부터 원료를 조달하게 되면서, 종이는 싸고 대량 생산이 가능한 소재로 발전하였다. 현재 종이는 전 세계 대부분의 나라에서 생산된다. 종이와 판지를 합하여 생산량은 연간 4억 톤 이상이고 그 종류는 수 백 가지를 넘는다. 우리나라는 종이 생산량 1천 1백만 톤/년으로 세계 7위 수준의 제지 강국이다. 조금만 관심을 가지면 우리 생활 주변에서도 책, 잡지,

노트, 신문, 영수증, 과자 박스, 택배 상자, 화장지, 티슈, 등 다양한 종류의 종이를 사용하는 것을 알 수 있다.

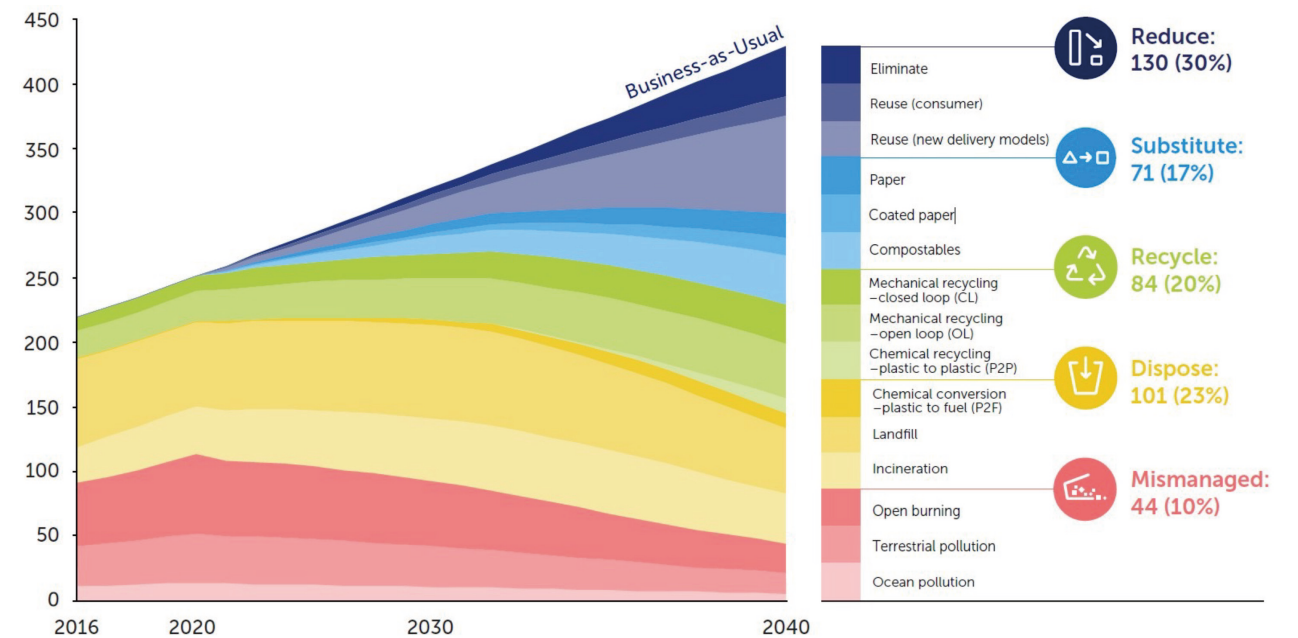
그러나 종이의 대표 상품으로 인식되던 신문 용지나 인쇄용지는 인터넷, IT 기술의 발전과 함께 디지털 미디어의 급성장으로 대체되어 그 수요가 감소하는 경향이다. 한편 위생 용지(화장지, 티슈 등)나 택배용 박스 원지(백판지, 골판지 원지 등) 등은 소득 수준 향상이나 생활 트렌드 변화에 맞추어 계속 생산량이 늘고 있는 지종이다. 이렇듯 종이 소재도 생활 및 기술의 발전에 따라 종류별로 수요에 변화가 있으며, 이에 따른 생산 품목의 변경을 시도하는 회사가 늘어나고 있다.

산림 파괴 및 다양성 훼손 이슈 해결 노력

종이 소재는 목재에서 얻어지는 펄프(Pulp)를 원료로 제조된다. 사용된 종이를 재활용하여 만드는 재생 펄프(DIP, Deinking Pulp · 탈묵 펄프)의 사용량이 더 많기는 하지만, 종이의 품질을 일정 수준 이상으로 유지하기 위해서는 천연 펄프의 사용이 필수적이다. 일부에서는 제지 산업이 자연이 키운 나무를 베어서 원료로 하기에 산림을 파괴하고 친환경적이지 못하다고 비판한다. 일부 국가에서 행해지는 열대 우림의 파괴와 연결된 부분도 있다.

그러나 연간 4억 톤 이상의 종이를 생산하기 위해서는 체계적인 원료 공급 시스템이 필요하다. 이를 위해 비영리 시민단체, 환경 단체, 제지·펄프 회사 및 관련 업계를 중심으로 종이뿐 아니라 다양한 산업에 이용되는 산림 자원의 체계적 관리를 요구하는 목소리들이 모여져 국제적 삼림 인증 시스템들이 구축되었다. 가장 대표적인 것이 FSC(Forest Stewardship Council, 산림 관리 협의회) 제도다. 이 제도는 산림의 벌채부터 새로운 나무의 조림과 육목에 대한 인증을 하는 FM 제도, 목재가 생산되어 가공되고 최종 제품으로 생산되어 사용된 후 관리

〈“Breaking the Plastic Wave” Report, 2020〉



- 현재대로 사용량이 증가하면 2040년에는 전 세계 플라스틱 사용량이 4억 3천만 톤으로 예측
- 플라스틱 사용의 감소를 위해 Reduce, Recycle 등의 방법 외에 유일한 대안은 종이 소재로의 전환임(Substitute)

그림 1
플라스틱 사용량 변화 예측(2016~2040년)

까지를 인증하는 CoC 제도를 근간으로 우리나라를 포함한 전 세계 60여 주요 목재·종이 생산국에서 운영되고 있다.

종이 생산을 위해 제지회사들은 조림지 면적을 늘리고 있다. 제지 산업 덕분에 숲이 아니었던 땅이 숲으로 바뀌는 효과가 있는 것이다. 유엔식량농업기구(FAO, Food and Agriculture Organization of the UN)의 보고에 따르면, 세계 주요 종이 생산지인 미국, 중국, 일본, 유럽연합은 종이 생산량의 증가와 함께 조림지의 확장으로 숲 면적이 오히려 증가하였다. 유럽의 경우 2005년에서 2015년 사이 숲 면적이 4만 4,000km²만큼 증가하였고, 이는 매일 1,500개의 축구장만큼 숲이 늘어났다는 이야기다.

국립산림과학원의 2021년 연구 결과, 숲 단위의 이산화탄소 흡수량은 수종과 관계없이 임령 20~25년이 절정이며 이후 완만하게 하락하여 50년 이후에는

수령 10년의 수준과 같거나 그보다 낮았다. 따라서 나무는 적절한 나이가 되었을 때 베어내고 새로 나무를 심어 가꾸는 순환경작 개념이 탄소중립을 위해서도 필요하다고 할 수 있다.

플라스틱 대체 신제품 출시 전략

탄소중립과 관련하여 또 한 가지 중요한 이슈는 플라스틱 환경오염 문제의 해소 노력이다. 플라스틱의 해양 오염 증가에 따른 해양 생태계 파괴와 미세 플라스틱에 의한 환경 및 생물 내 축적 증가의 문제가 주요한 문제로 지적된다. 플라스틱 대부분이 자연환경에서 분해되는 데 수백 년 이상 걸리는 것도 문제다.

그러한 가운데 전 세계적으로 플라스틱 사용량은 꾸준히 늘어나고 있어, 이에 대한 다양한 대책을 개별 기업이나 지역 또는 국가별 노력의 수준을 넘어서

국제적인 규모로 논의하기 시작했다. 세계 각국은 앞다투어 일회용 플라스틱 규제를 시작했으며, 2022년 3월 제5차 유엔환경총회(UNEA, UN Environment Assembly)에 참가한 세계 175개국은 2040년 플라스틱 오염을 종식하기 위해 강제성을 띤 국제 플라스틱 협약을 마련하자는 결의안을 도출했다. 2024년 말까지 구체적인 협약문을 완성하자는 목표를 두고 4차 회의까지 진행되었으나 선진국과 개도국, 산유국의 의견이 각기 달라 합의에 난항을 겪고 있다. 이는 플라스틱 사용량 축소가 얼마나 어려운 과제인가를 보여주고 있다.

플라스틱 사용을 줄이고(Reduce), 재활용하고(Recycle), 재이용하는(Reuse) 것과 함께 다른 친환경적인 소재로 대체하자는(Replace) 노력이 이루어지고 있다. 그리고 이러한 대체를 위한 유일한 대안은 종이 소재다. 특히 식품 포장이나 패키징용 소재 분야에서 플라스틱을 종이로 대체하기 위한 활발한 검토와 개발이 진행되고 있다(그림 1).

우선 검토되고 있는 것은 패스트푸드를 포함한 식품 서비스 분야에서 많이 사용하는 플라스틱 용기류를 종이·판지 기반의 소재로 변경하는 것이다. 플라스틱 용기류는 한 번 쓰이고 버려지거나 단기간 음식물/음료를 보관하는 데 사용되므로, 플라스틱 사용을 최소화하거나 가능하면 sustainable한 소재를 채택해 사용하려는 소비자들의 니즈도 크다. 이 영역에서 사용되는 컵, 빨대, 트레이, 용기 등은 종이·판지를 기본 소재로 하더라도 PE extrusion coating, wax coating, PFOA/PFAS(과불화물) 처리된 소재를 사용하는 경우가 많았다. 모두 재활용이 어렵거나 인체 및 환경에 악영향을 주는 소재들이다. 따라서 내수성, 내유성, 후가공 적성 등의 요구품질을 만족하면서 친환경 소재를 적용하는 새로운 기술 개발이 요구되고 있다. 최근에는 수성 코팅액을 적용하는 것이 적극 검토되고 있다. 이는 재활용이 용이하고 유해성이 문제 되지 않는 수준이다.

또 한 가지 중요한 영역은 연포장(Flexible

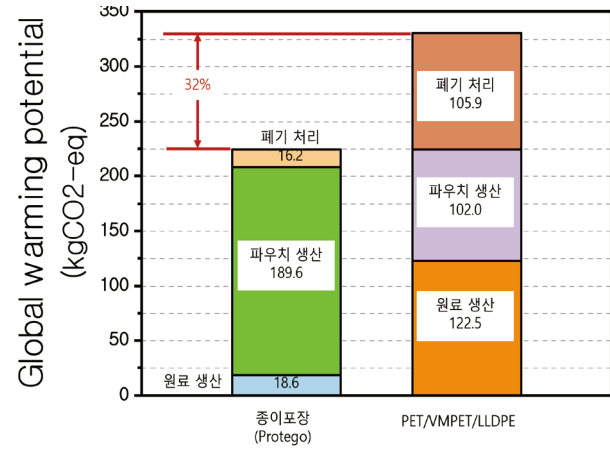


그림 2

종이 포장과 플라스틱 필름 포장의 CO₂ 배출량 LCA 결과

Packaging) 영역이다. 이는 제품 포장의 1차 포장이나 2차 포장에 해당하고 주로 플라스틱 필름들이 사용된다. 연포장 영역에는 강도적인 특성이나 차단 성능 등을 고려하여 PE, PP, PET, Poly Amide 등을 선택하거나 여러 소재를 공압출(coextrusion)하여 사용한다. 산소, 수분, oil, 이산화탄소, UV 등에 대한 차단 성능이 요구될 경우에는 알루미늄 포일을 라미네이션 하거나 알루미늄 또는 무기 재료 등을 증착한 필름을 합지하여 사용한다. 이는 가격과 중량에서 장점이 있고, 후가공 적성이 우수하며 열접착이나 유통 중의 충격/외력에 대해 문제 발생이 적어 대체가 어렵다고 여겨졌다. 그러나 최근에는 종이를 기반으로 필요한 기능을 수성 코팅한 소재나, 천연 유래 성분을 활용해 코팅한 소재로 대체하고자 하는 개발이 활발히 진행되고 있다. 특히 종이를 기재로 사용할 경우, 이미 잘 정립된 종이 재활용 처리 Cycle에 이를 편입해 처리할 수 있기 때문에 재활용 성능이 우수하다는 장점이 있다.

2023년 한국생산기술연구원 산하 패키징기술센터에서 진행된 LCA(Life Cycle Assessment, 전 과정 평가) 연구 결과에 따르면, 같은 포장재를 플라스틱 필름에서 종이 기반 소재로 전환하였을 때 이산화탄소 발생이 약 30% 감소했다(그림 2).

종이의 원료인 목질계 Biomass를 활용하려는 Open Innovation

최근 제지 분야에서는 종이 소재를 기본으로 활용하려는 노력 외에도, 원료인 목질계 Biomass를 활용하여 새로운 소재화를 탐색하기 위해 노력하고 있다. 종이는 목재 성분 중 셀룰로오스만을 wood fiber 형태로 뽑아내 제조하는 데 최적화한 것이다. 나머지 성분인 리그닌이나 헤미셀룰로오스는 원료를 만드는 펄프 공정에서 보일러의 연료로써 활용되고 다른 용도로는 그다지 개발되지 못하였다. 이 성분들을 각각 유효하게 활용하고자 하는 움직임이 활발해지고 있다.

우선 셀룰로오스는 이를 나노화한 나노셀룰로오스(nanocellulose) 또는 마이크로셀룰로오스(microcellulose)로 활용하고자 노력하고 있다. 셀룰로오스를 입자의 형태로 유지하면서 최소한의 크기로 미세화하면, 폭이 3~4nm이고 길이가 수백nm인 중형비가 매우 크고 가벼우면서 강도도 강한 소재화가 가능하다. 미세화를 위해 사전에 효소나 화학적 처리를 한 후 강한 기계적 전단력을 가하면 원하는 크기로 만들 수 있다. 이렇게 제조된 나노셀룰로오스는 물에 분산된 상태에서는 투명하며 thixotropic한 성질을 가진다. 따라서 분산제, 증점제, 보습제, 코팅·안료 첨가제 등으로의 활용이 기대된다. 또한 화학적 개질을 통해 소수성의 플라스틱 재료들이나 용제류에도 분산할 수 있기에 폭넓은 소재와의 복합 소재화도 가능하다. 플라스틱, 고무, 우레탄 등의 소재에 적용하여 강도적인 특성을 보강하는 재료로 적용을 확대해 나가고 있다.

그동안 제대로 활용되지 못했던 리그닌 또는 리그노셀룰로오스의 용도 개발도 적극적으로 진행되고 있다. 이는 분자 구조 내에 방향족 고리를 다수 포함하고 있어 항산화성, UV 차단 성능, 난연성 등 고유한 특성을 활용할 수 있다. 따라서 고무, 페놀, 에폭시, 멜라민 수지 등과 함께 복합재료로 개발하는

것을 검토 중이다. 북유럽의 대학·기업·연구기관들을 중심으로 미래의 탄소 소스로서 전지의 음극 재료, 탄소섬유 등으로 검토하고 있다. 국내에서는 리그넘(Lignum) 사의 리그노셀룰로오스 소재인 SSEIF bio filler가 개발되어 다양한 파트너들과 적용 사례를 구축해 가고 있다.

마지막으로 헤미셀룰로오스는 천연 다당류 물질로 리그닌과 공유결합을 이루며 셀룰로오스 분자 사슬을 감싸고 있다. 쉽게 열수나 용매에 의해 추출이 가능하고 가수분해를 통해 저분자량의 당류로 분해될 수 있는 성질이 있다. 나무의 종류에 따라 다양한 고분자가 존재하며 각각의 특성이 있다. 이를 활용하여 기능성 약물이나 천연 식품, 의약품 원료로의 적용이 검토되고 있으며, fermentation을 통한 미생물 유래 고분자 물질로의 생산도 가능성이 크다고 여겨지고 있다.

종이 산업의 향후 과제와 발전 방향

종이 산업은 규모가 큰 중국, 원료자원이 풍부한 인도네시아 등과의 경쟁에서 살아남아야 한다. 이를 위해 원가, 품질, 부가가치가 큰 제품을 생산하는 방향으로 기술개발과 제품 고도화를 진행해야 하며, 경쟁력이 떨어지는 commodity 제품군에서는 탈피하여 specialty 제품으로의 신속한 전환이 요구되는 시점이다. 또한 생산 설비의 노후화가 진행되고 있어 경쟁력을 유지하기 위해서는 장치산업 관점의 설비투자과 보완이 필요하다.

한편, 목재라는 친환경적이고 지속 가능한 소재로부터 원료를 공급받는 장점을 살려 각 성분의 특징을 극대화하는 연구개발이 필요하다. 향후 Biomass 유래의 소재로 석유 유래 물질들의 공급을 대체하는 Bio Refinery를 산업화하는 검토가 이미 시작되었다. 국내 제지 업체들도 이러한 흐름에 앞서는 연구개발과 사업화 전략이 절실하다. **[기술혁신]**

세계 최초·최고를 위한 글로벌 R&D 지원 정책과 시사점



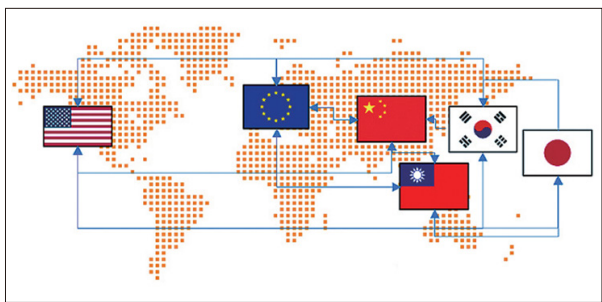
글. 김진하
이니씁크 본부장

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

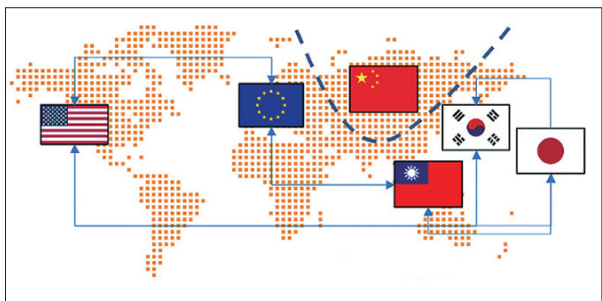
과학 기술은 더 이상 공공재의 영역이 아닌, 경쟁성과 배재성을 가진 영역으로 인식되고 있다. 주요국 간 첨단기술 경쟁은 단순히 기술력 확보를 위한 경쟁으로 끝나지 않고 외교적 경쟁, 정치적 경쟁으로 확대되고 있다. 이에 주요국은 국제사회 내 공공의 이익을 위해 국제협력을 추진하는 것이 아니라, 자국의 기술경쟁력 강화와 더불어 시장 선점 및 글로벌 공급망 확대를 위하여 전략적 국제협력을 추진하고 있다. 특히 미국 등 기술경쟁력을 갖춘 국가를 중심으로 우방국과의 양자 협력 또는 소다자 협의체를 구축하면서 국제사회 내 국제협력의 패러다임이 변화되는 양상이다.

우리 정부는 국제사회 내 기술 패권 경쟁에 대한 선제적 대응과 더불어 국제협력 패러다임 변화에 발 빠르게 대응하기 위해 다양한 정책과 전략을 추진하고 있다. 과학기술정보통신부와 외교부의 「과학기술 외교 전략(안)(2019)」을 통해 처음으로 전략적 과학기술 외교 및 과학기술 국제협력 추진 방향을 제시한

〈한국전자통신연구원(2023)〉



기존 글로벌 R&D 협력



‘자국 중심’ 글로벌 R&D 협력

그림 1
글로벌 R&D 협력 패러다임 변화

이후, 현 정부는 국제사회 내 첨단기술 경쟁력 확보에 있어 국제협력의 중요성을 인지하고 글로벌 R&D에 대한 정책적 지원을 확대하고 있다. 대표적으로 「국가연구개발혁신법 시행령」 개정과 더불어 범부처 컨트롤 타워 신설, 글로벌 R&D의 전략적 추진을 위한 정책 및 전략 수립, 국제협력 R&D 수행 과정에서 나타나는 한계를 해소하기 위한 지원 등을 추진하고 있다.

정부는 글로벌 R&D 활성화를 위한 첫 걸음으로써 「국가연구개발혁신법 시행령」을 개정하며(2024. 2.) 세계 최고 수준의 국제공동연구 추진을 지원하기 위한 법적 기반을 마련하였다. 시행령 개정 내 국제협력과 관련된 주요 내용은 크게 2가지다. 첫 번째로, 혁신법 상 연구개발기관에 해외기관을 포함하고 주관연구기관 및 공동연구기관으로 ‘직접’ 참여가 가능하게 하였다. 두 번째로, 해외기관이 주관 또는 공동연구기관으로 참여할 경우 국내 연구자의 동시 수행 과제 수 기준 적용을 완화하였다.

이와 더불어 글로벌 R&D의 체계적, 전략적 추진 및 실효성 제고를 위해 범부처 컨트롤 타워로서 ‘글로벌 R&D 특별위원회’가 신설되었다(2024. 2.). 지금까지 우리나라는 과학기술 국제협력의 전략적 추진을 위한 국가 차원의 의사결정 체계가 부재하여 각 부처가 산발적으로 계획 및 전략을 수립하고 국제협력 사업을 운영해 왔다. 앞서 제시된 제도적 지원과 더불어 글로벌 R&D를 위한 범부처 거버넌스 신설은 국제협력에 대한 정부의 의지를 직접적으로 보여주고 있다. 특히 제1회 특위에서는 「글로벌 R&D 추진전략 및 이행계획」 및 「국가연구개발사업 국제공동연구 매뉴얼(안) 마련」 등을 심의하며 글로벌 R&D의 체계적 추진 및 실질적 국제협력 R&D의 효율적 추진을 위한 지원 내용⁰¹을 제시하였다. 이는 2023년 수립된 「글로벌 R&D 추진전략(안)」의 신속한 이행을 위한 계획을 수립했다는 점에서 의의가 있다. 이와 더불어 기존에 경험을 기반으로 알음알음 대응하던 국제협력 운영 과정에서의 행정 이슈를 정부가 국제협력 기획 단계부터 평가·정산 등 종료 단계까지 실무차원의 국제공동연구 매뉴얼(안)을 마련한다는 점은 국제협력에 대한 정부의 의지를 명확하게 보여준다.

또한 정부는 ‘2024년 국가연구개발 행정제도 개선 기본지침(안)(2024. 3.)’을 발표하여 연구 자산 보호와 글로벌 R&D 제도 기반 강화를 명시하였다. 동 지침(안)은 현장 수요를 바탕으로 행정제도를 개선함으로써 선도적 연구 촉진을 위해 연구제도의 합리성을 높이고자 추진되었다. 특히 정부는 글로벌 R&D 제도 기반을 강화하기 위해 첫 번째로 연구 성과 보호를 위한 범부처 연구 보안 규정(안)을 마련할 것을 제시하였다. 두 번째로는 국제협력 협약 방법 및 절차, 연구비 집행 등 국제공동연구 추진에 필요한 제도적

01 국제공동연구 추진 과정에서 협약체결 방법 및 절차, 국제계약서 작성 시 사전협의를 위한 계약서 주요 조항 해설 및 체크리스트, 연구 성과에 대한 소유·활용 기준, 국제 공동연구과제 평가 설치 및 연구비 사용 기준, 연구 보안 관리 방안 등에 대한 매뉴얼을 구축할 예정

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

보완 사항을 발굴하고 현장 안내 강화를 추진하겠다고 제시하였다. 이는 앞서 특위에서 심의된 매뉴얼(안) 마련의 연장선상에 추진되는 것으로 정부의 발 빠른 대응을 보여준다.

최근 정부는 정부 R&D의 체질을 완전히 전환하고 R&D 투자를 대폭 확대하기 위해 「R&D다운 R&D 지원 추진전략(안)(2024. 4.)」을 발표하였다. 동 전략은 4대 전략 8대 과제 추진을 제시하며 연내 완료를 목표로 설정하였다. 주목할 점은 다수의 전략 내에 국제협력 관련 이슈가 포함되어 있다는 것이다. 첫 번째로 ‘(전략1) 적시에 필요한 만큼 신속 지원’에서는 국제협력에 대한 행정적 이슈에 대응하고자 ‘연구비 사용 기간과 회계연도 일치를 단계적으로 폐지할’ 예정으로, 2025년부터 글로벌 공동연구 등에 시범 적용할 것을 명시하고 있다. ‘(전략3) 경쟁·협력, 글로벌 개방과 연대 추진’에서는 글로벌 R&D의 직접적인 추진을 위해 ‘세계 우수 연구자와 함께하는 국제협력’을 과제로 내걸고 Horizon Europe 등 다자협력 강화, 글로벌 플래그십 R&D 프로젝트 추진, 국내 우수대학-세계 최고 대학 간 협력 확대 등을 제시하고 있다. 또한 ‘(전략4) 혁신·도전 R&D, 인재를 키우는 R&D’에서는 세계 최초·최고 연구에 과감히 투자할 것을 명시하였다. 과학기술정보통신부 및 산업부 등 주요 부처는 국제협력을 기반으로 세계 최초·최고 연구 추진 및 성과 창출을 위해 2024년 신규사업을 기획하고 추진하고 있다.

앞서 제시한 정부의 정책적 지원은 단순히 선언적 문구로만 끝나는 것이 아니고 국제협력 분야의 예산 확대로 이어졌다. 2023년 정부가 국제협력 분야의 정책적 지원을 명시한 이후 2024년 국제협력 R&D 분야 예산은 전년 대비 약 3배 정도 증가한 것으로 보인다. 과학기술정보통신부는 국제협력 및 해외 진출 지원 측면에서 세계 최고 수준의 연구와 글로벌 인재 육성 기회를 마련하고, 디지털 기업의 해외 진출 지원을 위해 1조 1,445억 원을 투입할 예정이다. 또한 산업부도 주력산업 분야의 차세대 기술

〈국가과학기술자문회의(2024)〉

비전 및 목표

**‘R&D다운 R&D’ 지원방식 혁신을 통해,
과학기술 3대 강국 도약**

기본 방향

- 적시·신속** 연구기획 → 착수 큰 시차, 경직적 집행
▶ 적시에 필요한 만큼 신속히 지원
- 신뢰·투명** 깜깜이 평가, 부처별 연구지원시스템 운영
▶ 신뢰 기반의 투명한 연구환경 조성
- 경쟁·협력** 따로따로 연구, 국내 중심 연구생태계
▶ 경쟁·협력, 글로벌 개방과 연대 추진
- 혁신·도전** 따라붙기식 연구, 우수인재 이탈
▶ 혁신도전R&D, 인재를 키우는 R&D

4대 전략 8대 과제

01 적시·신속

연구비가 필요한 경우 바로 지원

- R&D 예산 조사 획기적 개선
- 대형 프로그램 사업 확대

연구과제 연중 수시 착수, 유연 집행

- 연구비 사용기간과 회계연도 일치 단계적 폐지

03 경쟁·협력

부처간 기관간 벽을 허물고, 연구주체 역량강화

- 부처별 R&D 지원제도 협력 운영
- 대학연구소 혁신 및 산학연 클러스터 캠퍼스 구축
- 출연연 글로벌 TOP 전략연구단 확대

세계 우수 연구자와 함께 국제 협력

- Horizon Europe 등 다자협력 플랫폼 가입
- 글로벌 플래그십 R&D 프로젝트 확대
- 국내-해외 대학 간 공동연구 지원

02 신뢰·투명

평가 전문성·투명성 동시 제고

- 제척기준 완화 및 평가위원 Pool 고도화
- 연구자 DB, AI 활용 평가위원 추천
- 평가위원 마일리지 제도, 인센티브 도입

연구자 친화, 투명한 관리시스템 구축

- 연구비 집행 내역 및 연구 성과 대국민 공개
- 범부처 통합연구지원시스템 서비스 고도화
- 현장을 육지는 마이크로 규제 판넬 제거

04 혁신·도전

세계 최초·최고 연구에 과감히 투자

- 혁신·도전형 R&D 본격화

젊은 연구자가 마음놓고 연구하는 환경 조성

- 국가 R&D 참여 이공계 대학원생 연구생활학자금 도입
- 신진연구자 정착연구비 및 성장 지원

그림 2

‘R&D다운 R&D’ 지원 추진 전략(안) 체계

확보 및 미래 신산업 창출을 목표로 도전·혁신형 기술 지원 강화와 글로벌 공동연구의 대폭 확대를 위해 전년 대비 20.9% 증액된 2,711억 원을 투입할 예정이다.

정부는 국제사회 내 첨단기술 선점 경쟁 심화에 대응하기 위해 최근 2년간 「글로벌 R&D 추진전략(안)」, 「정부 R&D 혁신방안(안)」 및 「R&D 다운 R&D 지원 추진전략(안)」 등 다양한 정책과 전략을 발 빠르게 수립·추진하고 있다. 특히 우방국 간 양자 협력 및 소다자 협력 등 글로벌 국제협력 패러다임 전환에 대응하여, 정부는 국제협력과 관련된 법적, 제도적 지원과 동시에 예산 확대를 통해 국제협력 R&D의 실효성을 제고하기 위해 노력하고 있다. 이러한 정책적 지원은 국제협력이 단기간에 성과를 낼 수 있는 영역이 아니라는 점에서 지속성이 필요하다. 협력 대상

국가 또는 협력 파트너를 탐색한 이후 협력 대상과의 네트워킹을 시작으로, 상호 간 신뢰와 안정성을 구축해야 본격적인 국제공동연구 등의 활동으로 이어져 성과를 창출할 수 있기 때문이다.

정부는 2024년을 글로벌 R&D의 원년으로 발표하며 국제협력의 첫걸음을 떼었다. 정부의 공격적인 정책 지원은 국제사회 내 우리나라의 과학·산업 기술적 위치와 정치·외교적 위치에서 다가올 위기에 선제적으로 대응하고 기회를 선점하기 위함이다. 이에 국내 글로벌 R&D에 참여하는 연구자, 기관, 기업 등 혁신 주체는 정부의 정책적 지원을 발판 삼아 국제사회 유수의 연구기관 및 기업과 협력하고 세계시장 진출 기회를 활용하여 산업계의 양적 및 질적 성장을 꾀할 필요가 있다. **기술·혁신**

2024년 우리 기업에 영향을 미칠 ESG 법제화의 동향과 전망



글. 장윤제
법무법인 세종 ESG연구소장(상법 박사)

한국ESG기준원에서 ESG 평가 및 자문, 연구를 담당했고 국민연금 수탁 자책임전문위원회에서 ESG 투자 및 정책연구를 두루 경험하였다. 현재 법무법인 세종에서 ESG 경영과 투자, 지배구조에 대해 종합적인 컨설팅을 제공하고 있다.

자회사로 둔 EU의 역외 기업도 공시 대상으로 적용되므로, 국내 대기업 역시 공시 대상이 될 수 있다. EU의 지속가능성 공시제도는 밸류체인 ESG와 관련된 위험과 기회도 공시하도록 하고 있다. 따라서 EU와 무역을 하는 우리 기업, 국내 대기업의 밸류체인에 속하는 우리 기업의 지속가능성 역시 공시규제의 관찰 범위 내에 들어온다. 이는 새로운 위험 또는 기회의 요인이 될 수 있어 주의해야 한다.

미국 증권거래위원회(SEC, Securities Exchange Commission) 역시 기후 관련 공시 강화 및 표준화 규칙을 제안하였다. 2024년에 상장 대기업의 2023년 직접 배출량과 간접 배출량 정보를 공시하는 것을 시작으로, 상장기업의 온실가스 배출량 정보 및 기후 관련 리스크에 대한 이사회와 경영진의 관리 역할 및 책임, 기후변화에 따른 위험 등을 순차적으로 사업보고서에 공시할 것을 요구하였다. 다만 SEC는 해당 규칙이 법원에 이의가 제기됨에 따라 도입을 보류하였으나, 법원의 절차에 적극적으로 임할 것을 표명하여 미국의 기후공시 역시 곧 진행될 것으로 전망된다.

SEC 기후공시가 비교적 완화된 데에 비해, 우리 대기업이 진출해 있는 캘리포니아는 대기업의 온실가스 배출량 공시를 요구하는 ‘기후 관련 기업 데이터 투명성 법(Senate Bill 253)’과 ‘기후 관련 재무적 리스크 법(Senate Bill 261)’을 입법하였다. 이를 통해 매출 1조 달러 이상의 기업에는 2025년의 직접 배출량(Scope 1)과 간접 배출량(Scope 2), 밸류체인 배출량(Scope 3)을 2026년부터 공시하도록 했다. 매출액 500백만 달러 이상의 기업에는 격년으로 기후 관련 재무 리스크 및 이에 대한 완화 전략을 공시하도록 하였다. 특히 이 법에 따르면 캘리포니아에 진출한 기업의 밸류체인 내에 있는 기업은 온실가스 배출량을 제출하여야 하므로, 주의할 필요가 있다.

국내에서는 금융위원회가 2026년 이후 ESG 공시를 도입하겠다고 밝힌 바 있다. 최근 국내 지속가능성 공시기준도 발표되어 이에 대한 적용 방안이 지속적으로 검토 중이다.

2023년에 이어 2024년에도 ESG의 정치화 및 그에 따른 반발이 계속되고 있다. 그러나 본질적으로 지속가능성을 추구하는 경영과 투자 기조, 이를 요구하는 법제화는 불가피하게 지속되고 있다. 특히 유럽을 필두로 하는 지속가능성 공시제도와 환경 및 인권 실사 제도는, 밸류체인 지도에서 품질과 원가에 더하여 지속가능성이 새로운 기준이 될 가능성을 열어두고 있다.

ESG 공시제도의 본격화와 그 영향

‘유럽 지속가능성 공시제도(CSRD, Corporate Sustainability Reporting Directive)’에 따르면, EU 회원국은 2024년부터 ESG 공시를 법제화하여 최소 2025년부터 기업 규모에 따라 순차적으로 공시할 것이 요구된다. 특히 2029년부터는 EU 내 대기업을



공급망 실사를 요구하는 다양한 법안과 무역의 연계 EU - 탄소국경제도 및 배터리 규정, 산림 규정과 지속가능성 실사 지침

2023년 10월 시행된 ‘탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)’는 2년간의 유예기간을 통해 본격적인 준비가 요구되고 있다. 2025년 12월 31일까지는 탄소 배출량 등에 대한 보고의무만 있고 인증서 구매 의무가 유예되나, 2026년부터는 EU 역외에서 생산된 상기 적용 대상 품목군이 EU 시장으로 수입될 경우 CBAM의 규정이 적용된다. 이 경우 EU 내의 수입업체가 제품 생산국에서 지불하는 탄소배출권 가격과 EU 배출권 거래제(ETS, Emission Trading Scheme)에 따른 탄소배출권 가격과의 차액만큼 ‘CBAM 인증서’를 구매해야 한다.

2023년 6월 발효된 EU의 ‘산림 전용(轉用) 방지 규정(Regulation on Deforestation-free products)’

에 따르면 EU에 소, 코코아, 커피, 팜유, 고무, 대두, 목재 및 파생 제품을 출시하는 운영자는 해당 제품의 산림 전용 금지에 관한 규정을 준수하고 실사 선언서를 제공해야 한다. 특히 2024년 말에는 공급망 참여 주체(운영자, 거래자) 대상 의무가 시행되고 국가별 위험 수준이 결정될 예정으로, 적용 대상 기업 및 실사 대상 기업은 2024년 실사에 따른 2025년 실사 결과 보고에 대응할 수 있도록 준비할 필요가 있다.

2023년 8월에는 배터리의 원자재 조달, 제조, 사용 및 재활용을 다루는 ‘EU 배터리 규정’이 발효되었다. 이에 따라 탄소발자국 측정 및 발표, 광물 재사용, 배터리 생산 및 사용 등 정보의 전자적 기록과 관련한 제도가 향후 시행될 것으로 보인다. 2024년 탄소발자국 선언서 제출을 시작으로 2025년 배터리 실사, 2025~2026년 라벨링, 2027년 디지털 배터리 여권과 2036년까지의 재활용 원료 사용률에 관한 규정 준수를 대비해야 한다.

또한 올해에 ‘지속가능성 실사 지침(EU 공급망 실사법)’이 통과되었다. 이 지침은 기업이 공급망 전체에 걸쳐 인권 및 환경에 대한 실사를 수행하고 관련 정보를 공개하여, 실질적·잠재적 영향을 예방·제거·최소화해야 한다는 내용을 담고 있다. 2027년부터 기업 규모에 따라 순차적으로 적용될 예정이나, EU 역외 기업에도 적용되기에 특히 주의해야 한다.

이와 같은 EU 중심의 공급망 실사법뿐만 아니라, 미국의 ‘신장 위구르 강제노동 방지법’도 유의해야 한다. 이 법은 중국 신장 위구르 자치구에서 전부 또는 일부라도 채굴, 생산, 제조된 모든 상품 및 부품 또는 해당 지역 내 강제노동과 관련된 특정 단체에 의해 생산된 상품 및 부품을, 강제 노동에 의해 생산되었다고 추정하여 미국 내로의 수입을 금지하고 있다.

이처럼 공급망 실사를 요구하는 법안들은 해외 무역에 의존도가 큰 우리 기업에 큰 영향을 미친다. 따라서 국내외 계약에 있어서는 선제적으로 공급망 실사 관련 조항을 살펴 관련 규제를 대비할 필요가 있다. 향후 모든 지속가능성을 염두에 둔 기술혁신은 규제의 위험을 기회로 전환할 수 있을 것이다.

그린워싱 규제

2024년 1월, EU의 그린워싱 규제 지침이 승인되어 EU의 개별 국가는 24개월 내 이를 국내법으로 입법하여 적용하여야 한다. 이에 따르면 직원 10명 이상, 매출액 200만 유로 이상인 EU 내 기업은 친환경을 주장하고자 한다면 명시적 환경성 주장에 대한 입증, 비교성 명시적 환경성 주장에 대한 입증 및 명시적 환경성 주장에 대한 커뮤니케이션 관련 의무를 이행해야 한다. 또한 환경 라벨링 시스템을 준수해야 한다.

우리나라 역시 그린워싱 관련 규제를 시행하고 있는데, 2023년 9월 공정거래위원회는 ‘환경 관련 표시·광고 심사지침’을 개정하여 그린워싱과 관련한 자가 진단 체크리스트를 제공하였다. 10월 환경부와

한국환경산업기술원은 ‘친환경 위장 표시·광고(이른바 ‘그린워싱’) 예방을 위한 친환경 경영활동 표시·광고 가이드라인(이하 ‘환경부 가이드라인’)’을 발표하였다. 특히 환경부의 부당 환경성 표시·광고 적발 기업은 2019년 45개 사에서 2022년 2,676개 사로, 2023년 8월까지 1,388개 사로 그 적발이 급증하여 그린워싱 규제 동향이 관찰된다.

밸류업과 기업지배구조

최근 자본시장에서는 밸류업이 이슈가 되고 있으며, 증시 부양의 기대감과 아울러 기업가치의 개선계획 수립이라는 부담감이 동시에 상존하고 있다. 특히 이 밸류업의 화두에는 기업지배구조 개선과 주주 중심 지배구조로의 전환이 있다. 밸류업을 위해서는 PBR, ROE와 지배구조, 주주 환원과 같은 지표를 활용하여 기업 현황을 파악하여야 한다. 또한 향후 개선이 필요한 사항을 도출하여 중장기적 관점에서 기업의 가치 제고 목표를 설정하고 다양한 계획을 수립하며, 이에 따라 소통할 것이 요구된다. 이를 위해서는 경영진과 이사회가 투자자의 신뢰 보호를 위해 적극적으로 참여해야 한다. 경영진은 위에서 살펴본 새로운 지속가능성 규제와 이에 대한 대응 방안들을, 기업가치 제고를 위한 혁신으로써 이사회 및 투자자와 공유하여야 할 것이다.

2024년은 글로벌 ESG 규제의 원년으로, ESG 관련 규제의 세부적 기술 논의가 마무리될 것이다. 이에 따라 해외 대기업을 위주로 ESG 규제의 대응 동향을 관찰할 수 있을 것으로 보인다. 기업 가치사슬에서 환경 및 인권은 전 세계 경제의 기반이자 기업 경쟁력, 거래처 협상력의 중요 요소로 전환되고 있다. 또한 기업지배구조에 대한 관심과 개선 필요성 역시 지속적으로 요구되는 바, 기업은 관련 규제와 가이드라인의 변화를 지속적으로 추적하고 이에 유의할 필요가 있다. **기술·혁신**



빛을 연금하는 Organic Alloy 기술로 빚어낸 OLED용 프리믹스 (Premix) 인광 그린 호스트

삼성SDI(주)

김봉옥 삼성SDI(주) 부사장

포항공대에서 물리학 석사(1990년) 과정을 마치고, 미국 펜실베이니아 대학교에서 물리학 박사(1999년)를 취득하였다. 23년 이상 OLED 소재 연구개발을 수행하고 있는 디스플레이 소재 분야의 전문가다. 2013년부터 삼성SDI에 근무하여 QLED와 QD 소재 개발을 이끌고 있으며, 인광 그린 호스트 원천기술 개발로 2023년 IR52 장영실상을 수상하였다.



우리는 매일 스마트폰과 TV 화면을 본다. 비가 시원하게 내린 후 미세먼지가 없는 맑은 어느 날, 바깥 풍경을 보다가 TV를 보는 것 같다는 말을 한 적이 있다. 평소 화면 속 색감을 선명하고 아름답게 느껴 현실과 혼동한 것이다. 스마트폰 화면에서 사용되는 유기 발광 다이오드(OLED, Organic Light Emitting Diode) 소자의 두께는 0.3마이크로미터다. 머리카락 두께인 60마이크로미터보다 200배나 얇은 분자의 세계에서 빛이 만들어지는 것이다. 이 아름다운 빛을 만들어 내기 위해 OLED 패널회사에서는 매년 더 특성이 좋은 OLED 소재를 선정하기 위한 경쟁을 벌인다. 체조선수 양학선의 독창적인 고난도 기술에 '양 1', '양 2'라는 이름이 붙여진 것처럼, 때로는 승리한 소재 기술이 원천기술로 인정받아 표준적인 접근 방법으로 통용되기도 한다. 삼성SDI의 'Organic alloy 기반의 premix host 기술'은 바로 이러한 경우에 해당한다. 유기(적) 합금(Organic Alloy)이라는 이름은 연금술(Alchemy)을 연상시키는데, 아주 옛날에는 연금술이 마법처럼 보였겠지만 현대의 우리에게 이는 화학의 기초가 되는 기술이 되었다. 삼성SDI는 'Organic Alloy 기반의 OLED용 Premix 인광 그린 호스트' 개발에 성공하여 2023년 35주 차 장영실상을 수상했다. 이 사례를 통해 기술혁신 성공의 연금술을 탐구하고 그 과정에 담긴 비법을 함께 살펴보고자 한다.

글. 이장욱 컨설턴트(씨앤아이컨설팅)

OLED용 premix 인광 그린 호스트

유기발광다이오드(OLED)는 유기물을 사용하여 전기를 빛으로 전환하는 전자 소자로, 스마트폰 디스플레이 등에 사용된다. 빛은 적색, 녹색, 청색의 삼원색을 혼합하여 다양한 색상을 만들어 낼 수 있으며 '인광 그린 호스트'는 이 중 녹색의 빛을 만드는 유기 발광층의 주재료에 해당한다. 여기에서는 삼성SDI가 개발한 'OLED용 프리믹스(Premix) 인광 그린 호스트'의 기술적 혁신성 및 성과에 집중해 살펴본다.

OLED 소자는 전기 에너지를 빛 에너지로 전환하는 전자 소자다. 소자 중앙부에는 발광층이 있는데, 양극에서 들어온 양전하와 음극에서 들어온 음전하가 발광층에서 만나면 특정한 색의 빛을 방출한다. 발광층은 특정한 색의 빛을 내기 위한 도판트(10% 이하)와 도판트에 전하와 에너지를 전달하는 호스트(90% 이상)로 구성되어 있다. 과거에는 발광층에 형광 도판트와 호스트로 이루어진 형광 소자가 사용되었으나, 현재는 인광 소자가 사용된다. 인광 소자는 인광 도판트와 호스트로 이루어져 있으며

녹색과 적색 빛을 낸다. 인광 소자는 형광 소자 대비 전기 에너지를 빛 에너지로 전환하는 효율이 높아 소비 전력이 낮다는 장점이 있으나, 수명이 짧아 수명이 더 긴 소재를 개발하기 위해 치열한 노력이 있어 왔다.

인광 호스트는 형광 호스트와 비교해 더 큰 에너지를 가진 양전하와 음전하를 전달하면서도, 이 과정에서 분자의 변성을 일으키지 않아야 소자 수명이 길어진다. 한 개의 유기 분자가 서로 다른 종류의 전하를 빠르고 안정하게 전달하기 위해서는, 산화와 환원을 담당하는 각각의 작용기를 한 분자 내에 가지고 있어야 한다. 따라서 분자의 크기가 커지게 된다. 그런데 OLED 소자는 유기 분말 재료를 진공 챔버 하층부의 도가니에 넣고 열을 가해 기화시켜(열 증착), 진공 챔버 상층부의 유리 기판에 매우 얇은 막을 형성하는 공정을 거쳐 만들어진다. 큰 유기 분자를 기화시키기 위해서는 높은 증착 온도가 필요하기에 공정 중 분자의 변성이 일어나기 쉽다. 즉 분자량이 낮은 유기 분자 디자인에는 원하는 특성을 모두 넣기가 어렵고, 분자량이 높은 유기 분자는 양전하와 음전하를 모두 잘 전달할 수 있지만 진공 증착의 공정성이 나빠지는,

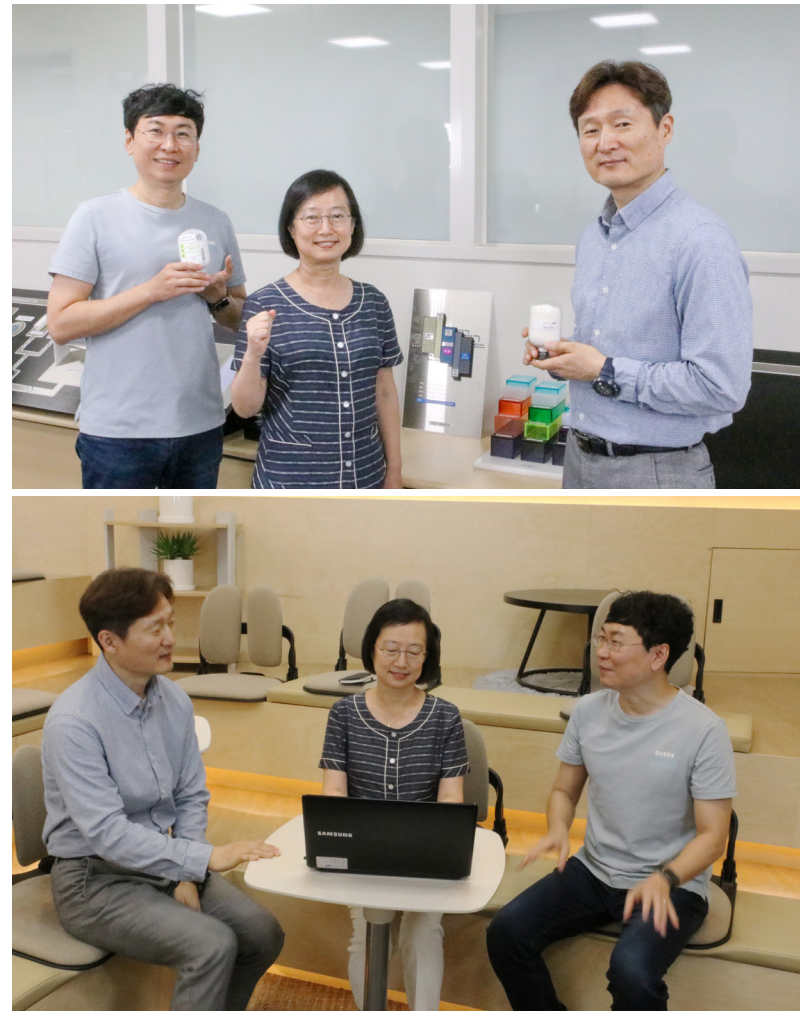
전형적인 모순의 기술적 난제가 생기는 것이다. 삼성SDI의 Organic alloy 기반 OLED용 premix 인광 그린 호스트 기술은 이를 해결하고자 고안되었다.

인광 그린 호스트가 처음 상용화된 2012년, 경쟁사 제품은 호스트와 유기 분자의 단순 혼합물이었다. 호스트가 두 가지 전하를 전달하고, 이 호스트가 받는 전기적 스트레스를 줄이고자 단순 공간 점유용 matrix 유기 분자가 섞여 있는 형태였다. 이는 호스트와 유기 분자, 두 재료의 증착 온도에 차이가 있어 공정 중 혼합 비율의 변화가 발생하는 문제가 있었다. 또한 경쟁사의 호스트 조함은 전하 전달에 참여하지 않는 matrix 분자가 대부분을 차지하고 있어 구동 전압이 높았다. 전하를 전달하는 호스트는 양전하와 음전하의 전달을 모두 맡기 때문에 높은 전기적 스트레스를 받게 되어 소자 수명이 짧다는 단점도 있었다.

이에 삼성SDI 광소재개발팀은 ‘같은 온도에서 기화할 수 있는 양전하 전달 분자와 음전하 전달 분자를 섞어서 호스트를 구성하면, 특성이 훨씬 좋은 호스트를 개발할 수 있지 않을까?’하는 아이디어를 냈다. 물론 최초의 아이디어는 실현하기 어려운 부분이 있었다. 양전하와 음전하의 원활한 전달을 위해 서로 다른 두 분자를 사용하면서도 두 분자가 마치 한 분자처럼 동작하여야 했기 때문이다. 단순히 두 분자를 섞어서 혼합하면 분자 수준의 균질한 혼합이 잘 일어나지 않아 원하는 성능이 나오지 않았다. 이 문제를 해결하기 위해서 두 분자를 화학적으로 결합해 완전히 새로운 분자를 만들어 내면 분자량이 커지는 문제가 생겼다. 즉 화학적으로 결합한 것처럼 호스트의 특성을 내면서도 혼합한 것처럼 분자량을 높이지 않으며, 양산 증착 공정에서는 두 가지 재료를 한 가지 재료처럼 다룰 수 있는 공정성을 확보한 호스트의 개발이 필요했다.

삼성SDI는 이러한 난제를 합금과 유사한 Organic Alloy 기술을 통해 해결했다. 합금은 두 금속을 높은 온도에서 섞고 식히면서, 한 금속 내부에 다른 금속이 고른 분포로 박히게 하여 성질이 다른 금속을 만드는 원리다. 삼성SDI는 이에 기반하여 거의 같은 증착 온도를 갖는 유기물을 섞고 열 공정을 거쳐 분자 단위의 혼합을 이루어 내면,

광 발광 파장이 혼합 전 개별 재료의 광 발광 파장과 달라지는 것을 발견하였다. 그리고 이를 organic alloy 기술이라고 명명했다. 단순히 혼합된 것도 아니고 분자 간 화학결합을 통해 완전히 새로운 화합물이 된 것도 아니지만, 분자 간 상호 작용이 존재하는 상태가 만들어진 것이다. OLED 디스플레이를 제조하는 패널회사는 이러한 사전 공정을 거친 신소재를 마치 하나의 재료를 증착하는 것처럼 한 개의 도가니에 넣고 공정할 수 있게 되었다. 이는 장시간 연속 공정 중 혼합 비율의 경시적 변화를 줄이고, 넓은 면적에서 박막의 균질성을 확보하는 데 훨씬 유리했다(그림 2). 이렇듯 organic alloy를 이용한 premix 인광 그린 호스트는 패널회사의 OLED 양산 공정 중



(하단 사진 좌측부터) 김형선 그룹장, 김봉옥 부사장, 이한일 프로

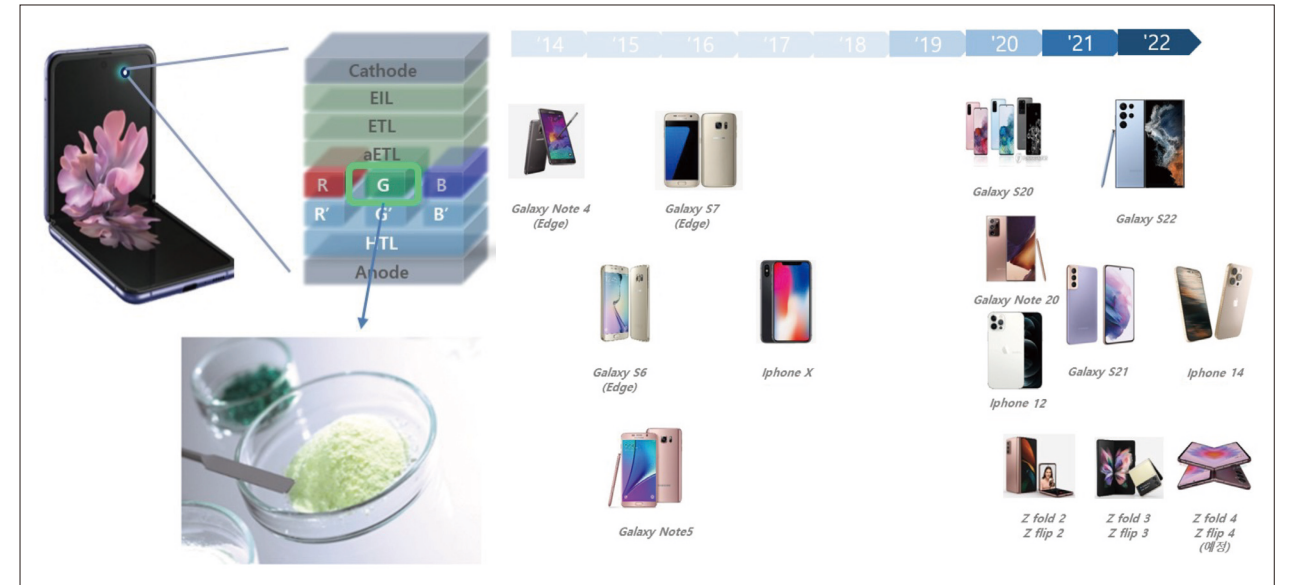


그림 1

스마트폰과 TV에 적용되는 OLED용 Premix 인광 그린 호스트(좌)와 적용 제품(우)

발생하는 많은 문제를 해결하였다. 구동 전압, 소자 수명 등 OLED 소자 특성도 이전 재료보다 훨씬 개선되는 결과를 가져왔다.

전자재료, 그중에서도 OLED 소재 시장은 하루가 멀다고 신소재들이 쏟아져 나와 각축전을 벌이는 상황이다. 이러한 경쟁 상황을 삼성SDI 광소재개발팀 김봉옥 부사장은 매년 열리는 올림픽에 비유한다. 진짜 올림픽은 기량을 닦은 선수들끼리 경쟁하지만, 소재 시장의 올림픽은 각 회사에서 전문성을 가진 직원들이 힘을 모아 만들어 낸 결과물끼리 경쟁한다. 또한 경쟁에서 한번 이겼다고 해도 제품의 사이클이 짧기에 안심할 수 없고, 매년 특성이 향상된 신규 재료로 경쟁해야 한다.

과거의 발명과 현대의 R&D는 같은 성격을 지니고 있지만 다른 양상을 보인다. 과거의 발명은 주로 한 사람이 이루어 냈다. 하지만 현대의 R&D는 여러 사람이 분야별로 다른 전문지식을 활용하고 융합하여, 더 복잡하고 어려운 문제를 해결한다는 체계성을 갖춘다. 많은 사람이 협업해야 하고 여러 기술 분야의 전문성이 필요하지만, 이들이 단순히 한 조직 안에 함께 있다고 하여 문제가 해결되지는 않는다.

아이디어를 기술혁신으로 이끈 성공의 요인

‘한 사람도 0.5인분처럼 대접하지 말라, 모든 사람이 Brain이 되게 하라.’ 기술개발 성공 요인의 물음에 삼성SDI 광소재개발팀 김봉옥 부사장이 들려준 이야기 중 첫 번째다.

많은 기업에서 신입사원이나 경력이 짧은 직원은 자신의 아이디어를 말하기가 어렵다. 이를 시도하는 것조차 어려워 주니어 직원은 상사가 시키는 일만 하는 경우가 많다. 이에 삼성SDI 김봉옥 부사장은 다음과 같이 말한다. ‘30명이 일하는 부서에서 생각하고 지시하는 직원은 2~3명이고 나머지는 시키는 일만 하는 직원이라면 이 조직은 얼마나 비효율적일까? 이는 나머지 27~28명의 역량을 낭비하는 일이다.’, ‘경험이 많지 않은 주니어가 내는 아이디어는 설익은 아이디어로 무시될 것이 아니다. 이를 다듬고 모양을 잡을 수 있게 조각해 주는 것이 시니어의 중요한 역할 중 하나다.’, ‘일류 회사는 오래 일하지 않는다. 하루 8시간 안에 머리가 아닌 손으로 할 수 있는 일의 총량은 많지 않다.’라고. 기술개발 문제를 맞닥뜨렸을 때 상사의 지시에 따라 일단 실험실부터 달려가 익숙한 실험

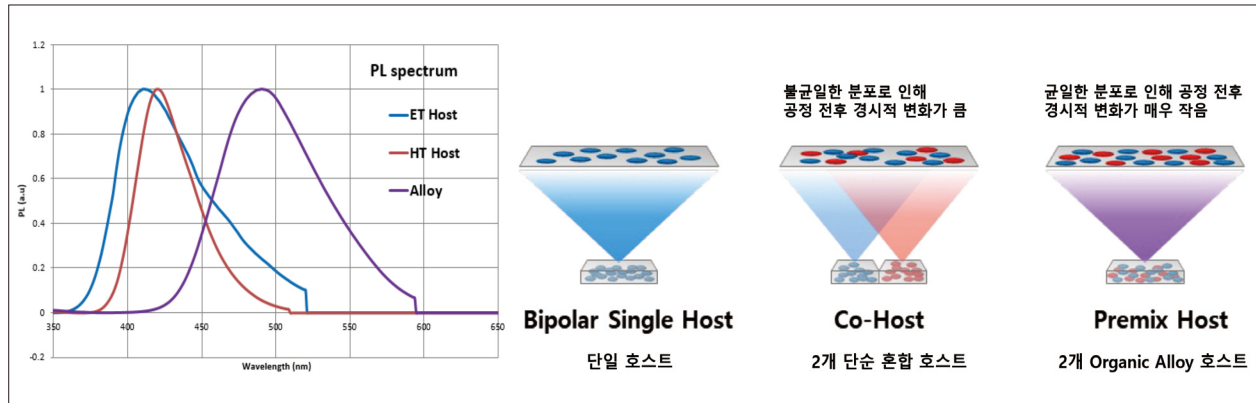


그림 2

두 개의 서로 다른 분자를 융합한 Organic Alloy 기술이 적용된 호스트의 특성

만을 해 봤자 문제는 해결되지 않는다. 먼저 모든 직원이 ‘생각’을 하고 그 생각을 동료들과의 ‘토론’을 통해 다듬고 발전시켜 정밀하게 구체화하는 것이 더 중요하다는 의미다. 모든 구성원이 1인분 이상을 하는 조직을 만들기 위해서는 직급의 상하와 관계없이 자신의 의견을 말할 수 있는 문화가 형성되어야 한다.

삼성SDI 김봉옥 부사장이 꿈은 두 번째 성공 요인은 나무통 법칙이다. ‘나무판자들을 둘러 통을 만들었을 때 물을 담을 수 있는 최고 높이는 길이가 가장 짧은 나무판자 조각을 기준으로 결정된다.’라는 것이다.

OLED용 소재 개발은 크게 유기 재료를 합성하는 파트, 유기 재료의 특성을 분석하는 파트, 그리고 합성한 재료로 OLED 소자를 만들고 그 특성을 측정 및 분석하는 파트로 나눌 수 있다. 파트별로 각기 다른 전공 지식과 경험이 요구되기에 모든 파트가 협력해야만 OLED 재료 개발이 효율적으로 진행될 수 있다. 여기에서 크게 보면 각 파트의 기능적 역할을 나무판자에 비유할 수 있고, 작게 보면 개개인의 역할을 나무판자에 비유할 수 있다. 각각의 나무판자는 물을 담을 수 없으며 나무판자를 모아 통을 만들어야만 물을 담을 수 있다. 만약 이 나무판자들의 길이가 서로 달라 길이가 짧은 나무판자가 있다면, 물을 담을 수 있는 최대치는 이 짧은 나무판자에 의해 결정된다.

우리가 어떠한 결과물을 만들어 내기 위해서는 여러

기능적 역할과 전문적 지식, 그리고 이들이 문제 해결을 위한 일관된 방향으로 흐를 수 있게 하는 통합이 필요하다. 마치 나무판자들이 각자의 자리에서 연결되어 견고한 나무통이 되어야만 물을 담을 수 있듯이. 전공도 다르고, 맡은 역할도 각기 다른 여러 전문가들이 모여 성과를 내기 위해서는 통합적 사고를 해야만 한다. 생각이 먼저고 행동은 나중에이다. 문제는 지식과 경험이 모두 다른 여러 사람의 생각을 어떻게 통합하여 문제 해결에 활용할 수 있을 것인가다. 이 통합의 과정이 매우 어렵기 때문에 앞서 언급한, 지시하는 10%의 직원과 실행하는 90%의 직원으로 구성된 조직이 대부분의 기업에 자리하고 있다. 각자의 역량을 100% 발휘하기 어려운 환경이 되어 1인분이 아닌 0.5인분의 역할을 하는 직원이 많은 것이다.

다시 나무통 법칙으로 돌아가면, OLED용 소재 개발과 같이 도전적인 과제를 하는 경우 길이가 짧은 나무판자가 생길 수밖에 없다. 솔루션을 모르는 상태로 도전하는 과제이기에 특정 영역에서 부족함이 생기는 것은 필연적이기 때문이다. 이럴 때 의지할 수 있는 것은 서로 간 이해를 바탕으로 맞댄 구성원들의 머리다. 이를 통해 제일 짧았던 나무판자도 길어져 물을 담을 수 있는 최대치가 높아질 수 있을 것이다.

적색, 녹색 그리고 청색 빛이 모여 우리가 보는 스마트폰, TV 화면의 생생한 색이 된다. OLED 소재 분야에서는 소자의 수명이 짧아 아직 양산 디스플레이 패널에



그림 3

가장 짧은 나무판자가 물의 높이를 결정하는 나무통 법칙

MINI INTERVIEW

Q 말씀하신 성공 요인은 도전적인 R&D 과제를 수행하는 조직에 꼭 필요한 사항이라 생각합니다. 구체적으로 어떻게 이러한 문화를 만들 수 있을까요?

A 연구원 개개인의 역량은 거의 훌륭합니다. 하지만 개인의 역량만으로는 이러한 도전적인 과제의 모든 문제를 해결할 수는 없습니다. 미지의 솔루션을 찾는 과정에서 서로 모르는 부분이 많기 때문입니다. 모르는 부분은 서로 토론했다며 답을 찾아가야 하는데, 이 과정에서 스터디를 한 누군가가 수준 높은 이야기를 시작하면 함께 대화하던 사람들도 학습하는 효과가 생깁니다. 이는 또 다른 스터디를 부르고 이를 통해 서로의 지식이 높아지는 선순환이 일어나게 됩니다. 짧았던 나무판자가 길어지는 효과가 생기는 거죠. 이러한 효과를 내기에는 원활한 소그룹 토론이 효율적입니다. 큰 규모의 회의에서 주니어 팀원이 의견을 제시하는 것은 용기가 필요한 일이기에, 주로 리더들이 얘기하고 회의가 마무리되기 쉽습니다. 따라서 서로를 잘 아는 소규모의 조직 구성원들이 모여 자유롭게 아이디어를 제시하고, 서로의 아이디어를 발전시켜 현실화할 수 있는 정밀한 계획으로 만들어 나가는 것이 효율적으로 일하는 방식이라고 생각합니다.



또한 조직의 성공을 위해서는 문제를 정확히 정의하고 각 문제의 요인(Factor)이 무엇인지를 생각해, 가중치를 부여하여 우선순위를 정할 수 있어야 합니다. 가령 10가지 정도의 문제가 있다고 하면 시간과 자원은 항상 한정되어 있기에 가장 필요한 2~3가지의 일을 뽑아낼 수 있어야 합니다. 이렇게 핵심 문제와 요인을 선별할 수 있는 능력은 얼마나 깊이 생각했느냐에 의해 결정됩니다. 내 손으로 일을 가져오기 전에 깊은 생각을 통해 머릿속에서 가지치기할 수 있는 능력이 중요한 것입니다. 한정된 시간과 자원을 실험에 모두 투자한다 해도, 하루 8시간 안에 손으로 할 수 있는 일은 많지 않습니다. 그래서 저는 실험실로 달려가기 전에 먼저 회의실에 모여 토론하라고 말합니다.

AI 시대, 연구를 다시 정의해야 한다



글. 안현실
서울대학교 객원교수

서울대에서 경제학사, KAIST에서 경영과학 석·박사를 취득했다. 한국경제신문 AI경제연구소장 겸 논설·전문위원을 거쳐 현재 서울대 공학전문대학원에서 기술경영·산업정책 트랙을 담당하고 있다. 한국공학한림원 기술경영정책분과위원장과 바른 과학기술사회 실현을 위한 국민 연합(과실연) 상임대표를 맡고 있다.

연구자, 나는 누구인가?

“앞으로 연구자는 무엇을 해야 하는가?” 우리는 이런 질문이 나올 수밖에 없는 인공지능(AI, Artificial Intelligence) 시대에 살고 있다. 우리는 다음 두 가지 이야기에 주목할 필요가 있다. 하나는 이스라엘에서 나온 AI 논문이고, 다른 하나는 그동안 높아만 보이던 이른바 ‘전문직’의 문턱이 AI로 인해 낮아지고 있다는 소식이다.

1) ‘데이터에서 논문으로’ AI

‘Autonomous LLM-driven research from data to human-verifiable research papers, Tal Ifargan, Lukas Hafner, Maor Kern, Ori Alcalay, Roy Kishony(<https://arxiv.org/abs/2404.17605>), submitted on 24 Apr 2024.’

이 논문의 초록 내용을 그대로 옮기면(DeepL) 다음과 같다. “AI가 과학적 발견을 가속화할 것으로 기대

되지만, 완전한 AI 기반 연구가 가능한지, 투명성, 추적성, 검증 가능성과 같은 주요 과학적 가치를 준수할 수 있는지는 아직 불분명하다. 인간의 과학적 관행을 모방하여 상호 작용하는 LLM(초거대 AI 언어모델)에 이진트를 완전한 단계별 연구 프로세스로 안내하는 동시에, 프로그래밍 방식으로 정보 흐름을 역추적하고, 인간의 감독과 상호작용을 허용하는 자동화 플랫폼인 ‘데이터에서 논문으로’를 구축했다. 주석이 달린 데이터만 제공되는 ‘자동 조종 모드’에서는 가설을 제기하고 연구 계획을 설계하며, 분석 코드를 작성 및 디버깅하여 결과를 생성 및 해석하고 정보를 추적할 수 있는 완전한 연구 논문을 작성할 수 있었다. 연구의 참신성은 상대적으로 제한적이었지만, 이 과정을 통해 데이터에서 새로운 정량적 인사이트를 자율적으로 생성할 수 있다는 것이 입증되었다. 간단한 연구 목표의 경우, 완전 자율 주기로 약 80~90%의 큰 오류 없이 동료 심사를 거친 출판물을 요약하는 원고를 만들 수 있다. 그러나 목표의 복잡성이 증가하면 정확성을 보장하기 위해 사람의 조종이 중요해진다. 정보 추적을 통해 결과, 방법 및 데이터를 프로그래밍 방식으로 연결할 수 있기에 프로세스 자체뿐만 아니라 작성된 원고 역시 본질적으로 검증이 가능하다. 따라서 이번 연구는 추적성, 투명성, 검증 가능성을 위협하는 것이 아니라, 오히려 향상시키면서 AI가 과학적 발견을 가속화할 수 있다는 잠재력을 보여준다.” 이 논문이 큰 관심을 불러일으킨 이유가 무엇인지 짐작하기는 어렵지 않다. 국내 최대 AI 전문가 단톡방에 이 논문을 소개한 이제현 한국에너지기술연구원 박사는 “AI가 미술·음악계뿐만 아니라 과학계에 고민을 던지고 있다. AI가 이런 일을 한다면 연구자인 나는 앞으로 무엇을 해야 하는가?”라며 질문을 던졌다.

2) ‘연구자’의 문턱이 낮아진다

“AI가 전문직의 진입장벽을 무너뜨린다.” 데이비드 오토 미국 MIT 경제학과 교수의 주장이다. AI가

(<https://www.ml4devs.com/newsletter/019-chatgpt-generative-ai-large-language-model/>)

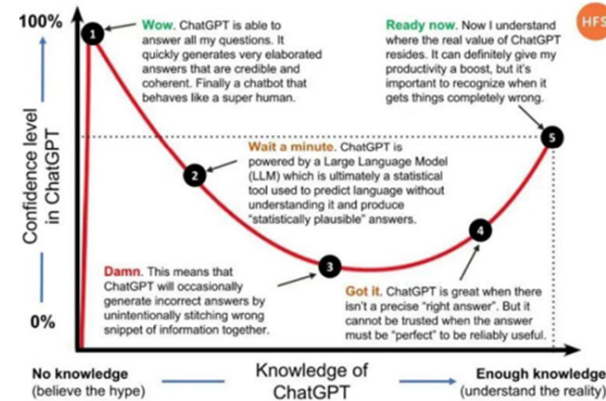


그림 1
ChatGPT의 Hype와 Reality

일자리를 없앤다는 얘기가 많지만, 그보다 모든 전문직의 문턱을 낮추고 있다는 게 진실에 가깝게 느껴진다. 앞의 이스라엘발(發) 논문과 연결하면 이러한 주장이 가능하다. 연구자도 예외가 아니라고. 어쩌면 인류는 AI로 인해 지금과는 차원이 전혀 다른 지식 기반경제를 맞이할 수도 있을 것이다. 초거대·생성형 AI 모델의 상징처럼 불리는 챗GPT를 제대로 활용하는 사람이 현재 얼마나 될까? 최근 영국 BBC 방송에 따르면 영국 옥스퍼드대가 덴마크·프랑스·일본·영국·미국·아르헨티나 등 시민 1만 2,000명을 대상으로 설문조사를 진행했다. ‘일상적으로 챗GPT를 이용하는가?’라고 물어본 결과, 그렇다고 대답한 응답자는 전체의 2%였다. 중요한 것은 이의 해석이다. 여기서 질문은 “아니, 겨우 그것밖에 안 되나?”가 아니라, “2%가 20%로 늘면 앞으로 무슨 일이 벌어질까?”로 옮겨가야 한다. 챗GPT를 접하는 사용자의 학습 곡선 경로는 그림 1과 같이 알려졌다. 사용자는 ‘놀람(Wow) → 잠깐(Wait a minute) → 실망(Damn) → 문해력(Got it) → 활용 역량(Ready now)’ 단계로 이동해 간다.

BBC 뉴스를 보면 실망 단계에서 멈추거나 빠져나가는 사용자가 많은 것으로 추정된다. 그러나 사용자가

확신과 지식이 비례하는 단계로 넘어가기만 한다면, 일상적인 초거대·생성형 사용자가 2%가 아니라 20%, 50%, 80%로 확 늘어나는 것은 시간문제일 것이다. AI 리터러시와 AI 활용 역량 교육 및 훈련이 중요한 이유다. 중국에는 ‘대중창업(大眾創業), 만중창신(萬眾創新)’이라는 말이 있지만, AI로 ‘대중과학(大眾科學), 만중연구(萬眾研究)’라는 말이 등장하지 말란 법도 없다. 누구나 과학을 탐구하고 누구나 연구하는 지식기반경제의 대중화 시대 말이다.

AI 시대 연구 수행 장면

아래 그림 2는 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 전망한 ‘2043년 AI가 변화시킬 미래 연구 수행 모습’이다.

KISTEP이 AI의 발전에 따른 미래 연구 수행 모습을 예측한 배경을 짐작하는 것은 어렵지 않다. AI 기술 발달에 따라 향후 연구 수행 시 AI가 보편적으로 활용되고, 결과적으로 미래 연구개발 모습에 큰 변화가 초래될 가능성이 높기 때문이다. 또 빅데이터에 기반한 AI의 역할이 확대되면서 대용량 학술·연구 데이터를 보유한 서비스 플랫폼이 중요한 연구 인프라로 부상할 것으로 보인다. 주목할 것은 인공지능(AGI, Artificial General Intelligence)의 출현 vs 인공지능의 고도화를 한 축으로 하고, 글로벌 플랫폼의 독과점 vs 다양한 플랫폼의 공존을 또 다른 축으로 설정해 세 가지 시나리오가 유력하게 등장하고 있다는 점이다. 먼저, 현재 추세가 유지된 ‘인공지능 고도화’, ‘글로벌 대기업의 플랫폼 과점 심화’ 시나리오는 AI가 연구 수행을 보조하나 연구자간 양극화가 심화된 모습을 그린다. 다음으로 비판적 미래인 ‘AGI 실현’, ‘글로벌 대기업의 플랫폼 독점 강화’ 시나리오는 AI가 지배하고 글로벌 플랫폼에 종속되는 연구가 만연한 우울한 모습을 그린다. 마지막으로 낙관적 미래인 ‘AGI 실현’, ‘다양한 공공-민간 플랫폼 공존’ 시나리오는 AI가 협력하고 인류에게 공헌

〈한국과학기술기획평가원(KISTEP)〉

AI를 활용하는 미래 연구수행 모습(안)

- 인공지능은 대용량 데이터에서 숨겨진 패턴을 인지하거나 상관관계를 발견하는데 뛰어난 능력을 보여준다. 또한 쉽지는 않지만 시뮬레이션과 학습을 통해 최적의 대안을 찾아내는 데에도 장점이 있다. 이에 따라 우수한 사물 식별, 예측(추천) 능력을 보여주고 인간이 생각하지도 못한 해결책을 제시하기도 한다.
- 위와 같은 인공지능의 장점은 미래에 더욱 도드라진다. 또한 인간 고유의 지적 능력으로 간주 되었던 추론, 판단, 창의력을 넘보는 데까지 인공지능 기술이 발전한다. 컴퓨팅 파워 향상은 기본이고 기계공학, 뇌과학, 생명과학 등 타 학문 분야의 기술 발전이 인공지능에 접목된다. 즉, 인공지능은 로봇기술을 통해 실세계 조작, 데이터 수집 능력을 증대하고 뇌과학 기술을 통해 인간두뇌를 모사한 새로운 로직으로 지적 능력을 고도화한다. 미래 연구개발 수행 시 인공지능은 과거 계산기, 컴퓨터와 같이 필수 도구가 된다. 그러나 인공지능은 단순 계산을 넘어 인간의 인지, 사고 능력을 대신할 수 있다는 점에서 인공지능의 역할은 과거 컴퓨터와는 비교가 불가할 정도로 심대하다.
- 연구수행 관련 인공지능 활용은 기존 연구 검토, 자료 분석 등 연구보조 또는 일정계획, 연구자 사이 협업 관리 등 사무 보조 역할에서부터 시작한다. 이후 로봇기술이 접목되어 자동화된 실험을 수행하는 로봇실험실 형태로 확장된다. 인공지능과 로봇기술의 결합은 자유롭게 돌아다닐 수 있는 자율로봇이 실용화되며 실험실을 벗어나 자연, 현장에서 데이터를 수집, 분석하는 역할도 수행하게 된다. 인공지능의 지적 능력이 향상되며 문제설정, 결론종합, 협업수행 등에서 인간 연구자를 보조한다. 즉, 연구자에게 새로운 연구 아이디어를 제안하는 문제설정, 연구결과와 의미를 해석하고 다른 연구와 비교 분석하는 결론종합, 타 연구자, 인공지능과 의사소통을 통해 협업수행에 활용된다. 인간 연구자와 더욱 친밀하게 의사소통하고 협업하기 위해서 인공지능의 사용자 인터페이스(UI)도 개선된다. 가상화, 의인화 기술을 활용해 인간의 모습을 한 인공지능 과학자가 등장한다. 인공지능 과학자는 인간 연구자와 일반 대중에게 있었던 일부 거부감을 누그러뜨리고 연구수행 시 인공지능 활용을 더욱 가속화한다.
- 연구자 사회에서 인공지능 활용역량 또는 전공영역 전문지식이 뛰어난 연구자가 더 우수한 연구성과를 창출할 수 있다. 문헌조사, 데이터 추출, 실험수행 중 단순 반복 업무는 인공지능이 더 잘 그리고 오래 수행할 수 있어 해당 업무부터 인공지능이 사람을 대체한다. 우수한 연구자는 대량의 연구자원을 보다 쉽게 확보하고 운용할 수 있다. 우수 연구자의 연구생산성은 더 높아지고 영향력도 더 증가한다. 인공지능 활용과 전문분야 연구 역량에 따라 연구자간 연구격차가 더 벌어질 수 있다. 반면, 신진연구자, 일반인에 대한 연구개발 진입 문턱은 낮아진다. 신진연구자는 숙련된 연구보조원으로 인공지능을 활용할 수 있어 초기에 연구기반을 구축하고 우수 연구성과를 창출할 수 있다. 일반인은 자료수집, 분석 등 기존에 직접 수행하기에는 난이도가 있었던 업무에서 인공지능의 도움을 받아 손쉽게 논문, 시제품 등을 창출할 수 있다. 그러나 일반인의 연구 성과 대부분은 기존 연구의 단순 변형, 모방이고 학술적인 수준이 높지 않아 학술논문, 연구데이터의 수준 저하 및 품질관리 이슈가 대두되기도 한다.

그림 2

2043년 AI가 변화시킬 미래 연구 수행 모습

하는 연구가 만개한 희망적 모습을 그린다. 당연히 모두가 마지막 모습을 원하겠지만, 그것은 우리가 어떻게 준비하고 대응할지에 달린 일일 것이다.

AI 시대 연구와 연구관리

KISTEP이 제시한 AI 시대 연구 수행 모습에 기반하면, 연구는 다시 정의되어야 한다. 현재의 AI 기술이 AGI(어떻게 정의해야 하는지, 또 언제 실현될지 논란이 벌어지고 있지만) 수준에 도달할수록 연구 프로세스에서 AI의 관찰, 가설설정, 실험, 자료 분석의 업무 처리능력은 인간보다 우수해질 것이다. 따라서 연구 현장에서 보편적으로 AI가 활용될 전망이다. 동시에 연구자의 재정의도 불가피할 것이다. 영국 국립 튜링

연구소는 미국, 일본과 함께 ‘노벨 튜링 챌린지’를 2021년 발족했다. 이는 2050년까지 노벨상에 버금가는 성과를 성취할 수 있는 자율적인 AI 과학자 개발을 목표로 한다. 연구관리도 예외가 아니다. AI는 연구관리 프로세스에서도 일반적으로 활용될 전망이다. 연구의 기획, 예산 배분, 과제공고, 과제선정, 과제관리, 과제평가, 성과 활용 등 업무 처리능력이 인간보다 우수하기 때문이다. 주목할 만한 포인트는 현재 추세가 유지되는 시나리오를 전제하더라도, AI가 순수 연구보다 연구관리에 먼저 적용되고 결국 인간의 일을 대체하리라는 전망이 유력하다는 것이다. 다음은 KISTEP이 예상한, 2043년 AI가 연구관리에 가져올 변화를 과거 시제로 정리한 내용이다.

인공지능은 순수 연구 활동보다 연구관리 활동에 먼저 적용되었고 인간의 일을 대체하였다. 연구 진행, 회계 관리 등 일상적인 모니터링 외에 선정과 평가, 성과 확산 등에도 활용되었다. 인공지능과 전문가의 협업으로 유망기술 선별 등 연구를 기획하면 그 내용에 따라 분야별 연구비가 배분되었다. 인공지능을 통해 적시 공고, 잡음 없는 선정을 진행하고 연구과제를 지원하였다. 학술적인 연구 성과를 개발과 시제품 생산, 사업화 단계까지 끌어짐 없이 연계하여 실현도를 높이는 데에도 인공지능이 기여하였다. 인공지능이 초기 연구관리 업무에 도입되었을 때는 인간을 단순 지원하는 형태였으나, 인공지능 활용이 확대되며 협업 또는 주도하는 형태로 위상이 변화였다. 연구관리 과정에서 축적된 연구자와 연구 정보는 연구의 생산성을 높이는 데 활용되었다. 이에 따라 단순한 정보, 보상이라고 여겨질 수 있는 인센티브를 통해 연구자는 자기도 모르는 사이 인공지능 알고리즘의 통제하에 연구를 수행하게 되었다. 연구자가 연구 주제 추천 서비스에 익숙해지면서, 인공지능이 사전 선별해 추천하는 연구만 수행할 가능성도 커졌다.

최근 부상하고 있는 기술 인텔리전스(Technology Intelligence) 분야는 이러한 맥락에서 주목할 필요가 있다. 윤병운 동국대 교수는 ‘기술 인텔리전스, 데이터 기반 미래 기술 예측’을 주제로 한국공학한림원 기술경영정책분과 세미나에서 이렇게 말했다. “빠르게 발전하는 AI 기술은 여러 복잡한 작업에서 탁월해,

데이터를 가공하는 능력과 그 적용 가능성이 점차 확대되고 있다. 또한 AI를 이용한 서비스가 성공적으로 상용화됨에 따라 AI를 활용한 기술 R&BD를 포함한 기술 인텔리전스 연구의 필요성이 대두되고 있다. 실제로 학습에 이용할 수 있는 데이터의 축적, AI 모델과 하드웨어 기술 수준의 성장 또한 기술 예측 분야에 AI 방법론의 적용 타당성을 뒷받침하고 있다. AI 기술이 기업과 산업 전반에 걸쳐 더욱 발전됨에 따라, 단순 작업 처리 분야뿐만 아니라 비즈니스 운영과 기술경영 활동에 대한 AI의 적용이 더욱 보편화될 것으로 기대된다.” 한마디로 데이터 분석, 특히 AI 모델 기반의 기술 인텔리전스 연구의 중요성이 증가하고 있다는 이야기다. 윤 교수는 이러한 동향을 전하면서 다음의 이슈를 제기했다.

‘Human-in-the-loop’ 관점에서 AI 시대 전문가의 역할이 어떻게 활용되어야 할 것인가? 미래 기술 예측 결과를 기술 전략과 어떻게 연결할 수 있을 것인가? 분명한 것은 이 이슈가 미래 연구관리의 전개 시나리오를 결정할 것이라는 점이다.

AI 시대 연구인프라

“NeurIPS 데드라인이 막 끝났다. 요즘 우리는 ‘GPU = AI 연구 경쟁력’인 시대에 살고 있다… 연구실에서 구할 수 있는 GPU는 한정되어 있어서 어쩔 수 없이 많은 논문이 해외 기업(구글, 메타, MS, 엔비디아, 아마존, 어도비 등), 해외 단체, 심지어 (컴퓨팅 인프라를 가지고 있는) 다른 해외 학교들과 협력(펀딩 또는 인턴십)을 하면서 나왔다. 심심치 않게 H100 몇백 개를 자유롭게 쓰게 해줄 테니 같이 일하자는 해외 스타트업들의 연락도 주기적으로 들어온다. 생각해 보면 최근 2~3년간 국내 기업, 단체, 심지어는 우리 학교에서조차 유의미한 GPU 지원을 지원받은 적이 손꼽히는 것 같다. 우리나라에 있지만, 연구는 미국 인프라를 쓰면서 하고 있다… 씁쓸한 현실. 긍정적으로 생각하면, 해외에서도

그렇게 찾아주는 것을 보면 그만큼 우리 학생들의 수준이 훌륭하기 때문이 아니겠는가? 하지만 국내에서도 학생들에게 좋은 연구 환경을 마련해줄 수 있는 지원이 있으면 더 좋겠다…(인재 유출을 막기 위해서라도).” 한국에서 AI 연구의 선두를 달리고 있는 최고 연구자 신진우 KAIST 교수가 페이스북에 올린 글이다. AI 시대 무엇이 연구를 결정하는 핵심 인프라인지, 압축적으로 응변해 주고 있다. 정부가 여기에 화답하지 못하면 그것은 곧 ‘국가의 실패’일 것이다.

‘속도 실패론’에 주목하라

“화학 분야에서 시뮬레이션을 통해 화합물 데이터를 구축하고, 구조 예측을 학습한 AI는 물질의 화학적 결합을 빠르고 정확하게 예측하며 과학의 자동화를 유인하고 있다.” “잠재적 패턴 발견에 뛰어난 AI는 물리학 분야에서 새로운 물리 현상의 발견, 단면적이 작은 회귀 과정의 발견, 보이지 않는 암흑물질의 발견 등에 적극적인 활용이 가능하다.” 이러한 뉴스는 더 이상 새롭지 않다. AI가 ‘R&D’를 ‘Fast R&D’로 바꾸고 있다. 국가는 왜 R&D에 투자해야 하는가? ‘시장실패론’에 따르면, 기업의 이윤 동기에만 R&D 투자를 맡기면 과소 투자가 일어나기 때문에 정부의 R&D 투자가 정당성을 부여받았다. 이후 기업, 대학, 정부연구소가 상호 협력해야지 이를 각자 수행하면 손해라는 ‘시스템 실패론’이 등장했다. 최근에는 정부와 민간이 전략적으로 손을 잡지 않으면 국가적 도전과제를 해결할 수 없다는 ‘미션 실패론’이 강조되고 있다. AI 시대에는 개인도, 기업도, 대학도, 정부연구소도, 국가도 R&D 속도에 뒤지면 망한다는 ‘속도 실패론’이 지배할지 모른다. ‘불확실성(uncertainty)’을 넘어 ‘근원적 불확실성(radical uncertainty)’의 대전환 시대. 연구와 연구자, 연구 인프라를 새로 정의하고 R&D 속도를 높이지 않으면 언제 도태당하더라도 전혀 이상하지 않을 경쟁환경이다. 한국은 지금 어디로 가고 있는가? **기술혁신**

시를 활용한 특허 분석, 연구개발의 혁신을 가속화하다



글. 배진우 테크디엔에이 대표이사

광운대학교에서 전자공학 박사학위를 취득했다. 한국발명진흥회 특허기술평가팀 재직 시 ‘특허자동평가 시스템(현 SMART5)’ 기획 및 개발에 참여하였으며, 이후 한국특허전략개발원 PM 및 그룹장 업무를 수행하였다. 현재는 특허 빅데이터와 다양한 연구개발 정보를 융합하여 지식정보 빅데이터 수집·분석·자동 리포팅을 할 수 있는 ‘연구정보 통합분석 플랫폼’인 리서치올(ResearchAll.net)을 개발·운영 중이다.

특허 분석은 기업과 연구자들에게 매우 중요한 작업이지만, 그 과정은 복잡하고 시간 소모적이다. 상당히 정형화되어 있고 기술에 관한 내용이 상세하게 공개되어 있다고 해도, 특허 분석은 여전히 수많은 수작업과 기술적·법률적 전문 용어 등으로 인해 많은 이들에게 난도가 높은 작업이다. 특히 특허 전문가가 아닌 연구자라면, 경쟁사나 최신 특허에 관한 내용을 파악하고 이를 기반으로 연구개발 전략을 수립하기까지 생소한 용어나 문구가 많아 그 활용도는 현저하게 떨어질 수 있다. 본고에서는 최근 다양한 전문 분야에 적용되고 있는 LLM(Large Language Model; 대형 언어 모델) 기반의 특허 분석 기법을 살펴보고, 특허뿐만 아니라 연구개발의 각 단계에서 활용할 수 있는 ‘기술 전문 분야 LLM’의 가능성을 살펴보고자 한다.

인공지능(AI)의 발전과 함께 LLM 기반 기술이 다양한 산업 분야에 적용되면서, 특허 분석 분야에서도 그 가능성이 주목받고 있다. 이 중 생성형 AI 모델인

ChatGPT(Generative Pre-trained Transformer)는 OpenAI가 개발한 자연어 처리 모델로, 텍스트 데이터를 이해하고 생성하는 데 뛰어난 성능을 보인다. ChatGPT는 2022년 11월에 프로토타입 버전이 공개된 이후 그 성능 면에서 큰 화제가 되고 있다. 공개 후 2개월 만에 사용자 수가 1억 명을 넘는 등 서비스 확대의 속도에서도 주목받고 있다. 특허나 논문에서 사용되고 있는 기술 키워드와 구문 간의 의미를 이해하고, 이를 일반적인 용어로 요약하는 기능은 이미 일정 수준 이상의 결과물을 제공하고 있다. 따라서 일반인의 관점에서 특허 문헌의 내용을 쉽게 파악하는 데 도움을 줄 수 있다.

기존 특허 분석의 문제점

특허 분석은 다양한 기술·특허 관점의 사전지식을 요구한다. 우선, 특허 문서는 매우 복잡한 기술 용어와 법률 용어로 작성되어 있어 이해하기 어렵다. 또한 수많은 특허 문서를 검토하고 분석하는 과정에서 많은 시간이 소요되며, 이는 인력과 비용의 문제로 직결된다. 특히 다국적 기업이나 연구기관의 경우, 다양한 언어로 작성된 특허 문서를 번역하는 데 드는 비용과 시간도 상당하다. 이러한 문제점들은 특허 분석의 효율성을 저해하고, 특허 분석이 매우 중요한 업무임에도 불구하고 피하고 싶은 영역으로 간주하게 한다.

인공지능을 활용한 특허 분석 업무의 영역

앞서 설명한 이유로 인해 인공지능 모델을 활용하여 논문이나 특허를 분석하는 데 도움을 받고자 하는 시도가 늘고 있다. 분석의 목적에 따라 정확도와 활용도는 다소 차이가 있겠지만, 활용 가능한 다양한 분석 업무의 영역을 살펴보고자 한다.

1) 자동 번역 및 요약

특허 문서는 다양한 언어로 작성되며, 이를 이해하기

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

영문 특허 요약 원문

A head-mounted device may have a display that displays computer-generated content for a user. The head-mounted device may have an optical system that directs the computer-generated image towards eye boxes for viewing by a user. The optical system may be a see-through optical system that allows the user to view a real-world object through the optical system while receiving the computer-generated image or the optical system may include a non-removable lens and a removable vision correction lens through which an opaque display is viewable. The optical system may include a removable lens. The removable lens may serve as a custom vision correction lens to correct for a user's vision defects. The optical system may have a projection bias lens that places computer-generated content at one or more desired virtual image distances and a corresponding compensation bias lens.

ChatGPT-4 기반의 국문 번역

머리 장착형 장치는 사용자를 위해 컴퓨터 생성 콘텐츠를 표시하는 디스플레이를 가질 수 있습니다. 머리 장착형 장치는 컴퓨터 생성 이미지를 사용자가 보는 눈 상자 쪽으로 안내하는 광학 시스템을 가질 수 있습니다. 광학 시스템은 사용자가 컴퓨터 생성 이미지를 받는 동안 광학 시스템을 통해 실제 세계의 물체를 볼 수 있도록 하는 투명 광학 시스템일 수 있으며, 또는 광학 시스템은 불투명한 디스플레이가 보이는 비탈착 렌즈와 탈착 가능한 시력 교정 렌즈를 포함할 수 있습니다. 광학 시스템에는 탈착 가능한 렌즈가 포함될 수 있습니다. 탈착 가능한 렌즈는 사용자의 시력 결함을 교정하기 위한 맞춤형 시력 교정 렌즈 역할을 할 수 있습니다. 광학 시스템에는 컴퓨터 생성 콘텐츠를 하나 이상의 원하는 가상 이미지 거리로 배치하는 투사 편향 렌즈와 이에 대응하는 보상 편향 렌즈가 있을 수 있습니다.

ChatGPT-4 기반의 요약 / 정리 결과

- 기존 기술의 문제점: 기존의 헤드 마운트 장치는 사용자의 시력 결함을 충분히 보정하지 못하고, 컴퓨터 생성 콘텐츠를 제대로 표시하지 못하는 문제가 있었습니다.
- 해결 수단: 발명된 기기는 사용자에게 컴퓨터 생성 콘텐츠를 표시하기 위한 디스플레이와 광학 시스템을 포함하고 있습니다. 시력 보정용 렌즈인 이동식 렌즈를 사용하여 사용자의 시력 결함을 보정할 수 있습니다.
- 개선점 및 효과: 기기의 광학 시스템에 이동식 렌즈를 추가하면 사용자의 시력 결함을 보정하여 컴퓨터 생성 콘텐츠를 분명하게 보여줄 수 있습니다. 이로써 시력 결함이 있는 사용자도 콘텐츠를 올바르게 초점 조절하여 볼 수 있고, 만족스러운 시청 경험을 제공할 수 있습니다.

표 1

Apple의 HMD 관련 특허 예시(출원번호 : US17-204819)

자유 질문

해당 특허에서 see-through optical system에 대해 설명해줘

AI 답변 생성

추천 질문

기술 클레이션 기술의 개요 기술의 특징점 효과 및 특징 권리범위 응용 분야 핵심 키워드



1. 특허에서는 see-through optical system에 대한 설명을 제공합니다. 이 시스템은 사용자가 광학 시스템을 통해 실제 세계의 객체를 볼 수 있으면서 컴퓨터 생성 이미지를 수신할 수 있도록 허용합니다.
2. 이 시스템은 파장 분배기가 최소한 첫 번째와 두 번째 렌즈 사이에 위치한 파악기를 포함합니다. 디스플레이는 파원 분배기에 이미지를 제공하며, 출력 결합기는 파악기에서 이미지를 눈 상자로 결합시킵니다.
3. 첫 번째 렌즈는 컴퓨터 생성 콘텐츠를 조정하기 위한 투사 왜곡 렌즈로 작용합니다. 즉, 가상 이미지 거리를 조정하여 사용자에게 제공되는 이미지를 최적화합니다.
4. 두 번째 렌즈는 첫 번째 렌즈의 왜곡을 보상하는 보상 왜곡 렌즈로 작용합니다. 이렇게 함으로써 사용자는 실제 세계의 객체를 정상적으로 볼 수 있습니다.
5. 원하는 경우, 첫 번째 렌즈나 탈착 가능한 세 번째 렌즈는 시력 보정 렌즈로 작용할 수 있습니다. 즉, 사용자의 시력 결함을 보정할 수 있습니다.
6. 이러한 see-through 형태의 광학 시스템은 사용자에게 실제 세계와 컴퓨터 생성 이미지를 동시에 제공하며, 시력 결함을 보정하면서 사용자의 시야 경험을 향상시킵니다.

접기

그림 1

특정 용어에 대한 답변 예시, 자유 질문과 추천 질문(기술 개요, 응용 분야)에 대한 AI 답변을 제공하는 ‘리서치올’ 서비스(ResearchALL.net) (출원번호 : US17-204819)

위해 번역이 필수적이다. 기존의 다양한 특허 검색 엔진은 원문을 그대로 제공하거나 번역 엔진을 활용하여 국문으로 제공하는 경우가 많다. ChatGPT 또한 다국어 번역 기능을 통해 특허 문서를 번역하고 핵심 내용을 요약할 수 있으며, 최신 기술 용어에 대한 번역도 상당히 자연스럽다는 장점이 있다. 기업과 연

구기관이 시간과 비용을 절감하고, 다양한 언어의 특허 정보를 신속하게 파악하는 데 도움을 줄 수 있리라 예상된다. 다만, 원래의 학습데이터가 잘못되었거나 AI가 잘못된 응답을 도출할 가능성도 존재한다. 대답이 자연스러운 만큼 오히려 실수를 알아차리기 어려운 면도 있다. 하지만 전체적인 문맥과 목적

■ 기술 개요

기존 기술의 문제점	기존 기술의 문제점은 투과형 광학 시스템에서는 실제 세계의 객체를 동시에 볼 수 없어 사용자의 시각에 제약을 준다는 점이 있고, 불투명한 디스플레이를 사용하는 광학 시스템에서는 사용자의 시력에 대한 보정이 필요한 경우가 있어 맞춤형 안경 없이는 불편할 수 있다는 점이었습니다.
해결 수단	본 특허는 컴퓨터 생성 콘텐츠를 사용자에게 표시하는 디스플레이를 구비한 헤드 마운트 장치를 제공한다. 광학 시스템은 실시간 세계 물체를 볼 수 있으면서 컴퓨터 생성 이미지를 수신할 수 있는 투과 광학 시스템이거나, 비투명한 디스플레이를 통해 볼 수 있는 비투과 렌즈와 분리 가능한 시력 교정 렌즈로 구성된다. 이러한 광학 시스템은 컴퓨터 생성 이미지를 원하는 가상 이미지 거리에 배치하는 투사 편향 렌즈와 해당 편향 렌즈를 보상하는 보완 편향 렌즈를 포함할 수 있다.
개선점 및 효과	해당 특허는 사용자에게 컴퓨터 생성 콘텐츠를 보여주는 헤드마운트 장치와 관련되어 있습니다. 이 광학 시스템은 사용자가 현실 세계 객체를 볼 수 있으면서 컴퓨터 생성 이미지를 수신할 수 있는 투과 광학 시스템일 수도 있고, 투명한 디스플레이를 통해 불투명한 디스플레이를 볼 수 있는 광학 시스템일 수도 있습니다. 또한, 이 광학 시스템은 사용자의 시력 결함을 보정하기 위한 사용자 정의 시력 보정 렌즈로 사용될 수도 있습니다. 이러한 개선으로 사용자는 현실 세계를 볼 수 있는 동시에 컴퓨터 생성 이미지를 효과적으로 이용할 수 있습니다.

■ 기술활용 분야

1) 머리 착용형 증강 현실 (AR) 안경

- 이 안경은 특허에 설명된 머리 착용 장치를 사용하여 사용자에게 컴퓨터 생성 콘텐츠를 표시합니다. 광학 시스템은 사용자가 실세계 물체를 보면서 AR 콘텐츠를 받을 수 있도록 합니다. 안경에는 비탈착 렌즈와 시력 교정을 위한 탈착 가능한 렌즈가 포함될 수 있습니다. 이 제품은 게임, 가상 관광, 전문 교육 등 다양한 AR 애플리케이션에 사용할 수 있습니다.

2) 시력 교정 콘택트렌즈

- 이 콘택트렌즈는 머리 착용 장치의 광학 시스템을 이용하여 사용자에게 맞춤형 시력 교정을 제공합니다. 렌즈는 광학 시스템의 필드 곡률을 보정하기 위해 방사형으로 증가하는 렌즈 파워로 설계될 수 있습니다. 사용자는 이 콘택트렌즈를 착용하여 시력을 교정하면서도 렌즈를 통해 컴퓨터 생성 콘텐츠를 볼 수 있습니다. 이 제품은 시력 교정을 위한 편리하고 휴대 가능한 솔루션을 제공합니다.

핵심 키워드				
머리에 장착된 장치	투시 광학 시스템	투과형 광학 시스템	비투명 디스플레이	제거 가능한 렌즈
head-mounted device	see-through optical system	transparent optical system	opaque display	removable lens

표 2
개별 특허의 SMK 자동 생성 결과 예시(출원번호 : US17-204819)

등을 파악하는 데는 큰 문제가 없는 수준이며, 이는 이미 많은 연구자가 해외 논문 등을 분석하는 데 pdfGPT와 같은 프로그램을 사용하는 이유이기도 할 것이다.

2) 기술 용어 이해 및 처리

특허 문서는 매우 전문적인 기술 용어로 작성되기 때문에, 이를 정확하게 이해하고 분석하기는 쉽지 않다. ChatGPT는 방대한 데이터를 학습하여 기술 용어를 정확하게 인식하고 처리할 수 있다. 이는 특허 문서의 정확한 분석을 가능하게 하며, 기술적 세부 사항을 놓치지 않고 파악하도록 돕는다.

그림 1은 표 1의 특허 문헌에서 ‘see-through optical system’에 대한 설명을 요청한 결과이다. 질문에 대한 답변을 해당 특허 문헌 내 각각의 구성요소를 기반으로 생성해 주고 있다.

3) 응용 분야 추천

ChatGPT는 특허 문서의 내용을 분석하여 해당 특허가 적용될 수 있는 다양한 응용 분야를 추천할 수 있다. 이는 연구개발(R&D) 과정에서 새로운 아이디어를 도출하거나 기존 특허를 활용한 새로운 비즈니스 기회를 찾는 데 활용할 수 있다. 대학이나 연구소의 경우, 보유 특허의 홍보나 마케팅을 위한 자료(SMK,

분류 결과	ChatGPT-4 기반의 분류 확률 및 이유
소재	* 1순위 추천 - 기술 분류 : MATERIAL - 확률 : 50% - 이유 : 이 특허는 강철반의 구멍이 있는 스틸 스트립에서 니켈 덩이 포함된 구리 분말 입자가 분산되어 있는 것에 대한 내용이다. 이는 이차 알칼리전지의 음극과 배터리의 순환 성능과 전기용량을 향상시킬 수 있는 기술이다. * 2순위 추천 - 기술 분류 : CELL - 확률 : 35% - 이유 : 이 특허는 강철반의 구멍이 있는 스틸 스트립에서 니켈 덩이 포함된 구리 분말 입자가 분산되어 있는 것에 대한 내용이다. 이차 알칼리전지의 음극과 배터리의 순환 성능과 전기용량을 향상시킬 수 있는 기술이다.
팩	* 1순위 추천 - 기술 분류 : PACK - 확률 : 70% - 이유 : 특허 내용에서는 전기 자동차 프레임에 대한 설명이 주요하게 나오며, 배터리를 설치할 수 있고 충돌 등의 상황에서 안전성을 보장하기 위한 구성 요소들이 언급됨. 이에 따라 기술적으로 전기 자동차의 배터리 팩과 관련된 기술 분류에 속할 가능성이 높음. 특허 내용에는 frame, longeron, floor 등 배터리 팩과 관련된 키워드들이 등장하여 기술 분류가 PACK일 가능성이 높음. *2순위 추천 - 기술 분류 : BMS - 확률 : 60% - 이유 : 특허 내용에서는 전기 자동차 프레임의 설계와 관련된 내용이 주로 언급되며, 배터리의 안전과 성능을 최적화하기 위한 BMS의 필요성도 언급됨. BMS는 배터리 충전 및 방전을 제어하기 위해 배터리의 전압, 전류, 온도 등을 모니터링하는 시스템으로, 이와 관련된 기술 분류에 속할 가능성이 있음. 특허 내용에서는 SoC, SoH, state of charge 등 BMS와 관련된 핵심 키워드가 등장하여 BMS일 가능성이 높음.

표 3
ChatGPT-4 기반의 분류 확률 및 이유

Sales Material Kit) 등에 활용할 수 있을 것이다.

4) 특허 포트폴리오 관리

특허 포트폴리오 관리는 기업의 지식재산권 전략에서 중요한 역할을 한다. 자사뿐만 아니라 경쟁사의 특허를 분류하고 지속적으로 모니터링해, 자사와 경쟁사의 포트폴리오 분석 및 연구개발 전략 수립에 활용할 수 있다. 하지만 이 또한 다수의 연구자나 특허 전문가가 장시간 지속적으로 투입되어야 한다는 문제점이 있다. 이에 생성형 AI는 기술 분류 및 각 분류에 대한 정의를 기반으로 자사나 경쟁사의 신규 특허를 분류하는 데에도 활용될 수 있다. AI 기반의 다양한 문서 분류 모델이 존재하지만, 생성형 AI를 활용할 경우 다음과 같은 장점을 누릴 수 있다. 사전에 분류된 학습데이터가 필요하지 않으며, 입력되는 문서를 기반으로 ‘분류 이유’를 추가적으로 제공할 수 있다. 즉, 연구자에게 최종적으로 검토 · 판단하는데 용이한 결과물을 제공할 수 있다.

표 3은 이차전지 소재, 팩, 음극재, 양극재 등에 관한

기술 정의를 바탕으로 다수의 관련 특허를 자동으로 분류한 결과다. 입력되는 특허의 내용을 기반으로 1, 2순위로 분류될 확률과 분류한 이유가 자동으로 작성된 예시다.

결론 및 제언

AI를 활용한 특허 분석은 특허 전문가뿐만 아니라 연구자들에게도 큰 도움이 될 수 있는 도구로 자리 잡고 있다. AI 기반의 특허 분석은 연구개발의 각 단계에서 매우 유용하게 활용될 수 있는 잠재력이 있다. 지속적인 AI 기술의 발전과 활용은 연구자들에게 보다 혁신적이고 효율적인 연구개발을 가능하게 하고, 다양한 분야에서 혁신의 가속화를 이끄는 엔진 역할을 할 것으로 기대된다. 다만, 생성형 AI에서 빈번히 발생하는 환각(Hallucination) 현상과 같은 문제는 여전히 검증이 필요하고 신규 특허 창출과 같은 창의적 영역은 당분간 전문가의 영역으로 남아 있을 것으로 예상된다. **기술혁신**

기업의 자기잠식, 생존을 위한 문화



글. 황해수

성균관대학교 기술경영전문대학원 겸임교수,
위대한상상 Logbase Team Leader

성균관대학교 기술경영대학원에서 공학박사 학위를 취득했다. SK Planet, 11번가 SK broadband를 거쳐, 요기요 서비스를 제공하는 위대한상상에 이르기까지 behavior log를 담당했다. 현재는 위대한상상에서 behavior log의 설계와 데이터를 운영하는 팀의 리더를 맡고 있다. 주요 연구 분야는 모바일 플랫폼의 고객 행동 로그 설계·활용과 최적화 시스템 개발이며, 자기잠식 현상을 데이터로 검증하는 등 시범적인 데이터 업무에 관심이 많다.

자기잠식의 정의와 필요성

혁신 활동은 이미 시장을 잠식한 중견기업이나 대기업보다, 스타트업이 성공할 확률이 높다. 스타트업은 생사의 갈림길에 놓여있는 반면, 시장을 이미 잠식한 기업들은 혁신에 실패하더라도 기존 제품이나 서비스로부터 발생하는 매출이 심리적 안정을 제공하기 때문이다. 절박함에 놓여있지 않으면 새로운 도전을 시도하거나 원하는 결과를 달성하기 어렵다는 사실은 우리에게 익히 알려져 있다. ‘스타트업으로 힘겹게 시작해서 겨우 시장에 안착했는데, 또 어려운 선택을 하고 자신을 스스로 갈고닦는 힘든 여정을 계속 가야만 하는가?’라는 질문이 나올 수 있겠다. 안타깝게도 자신을 끊임없이 담금질하지 않으면 안 된다는 것 또한, 우리는 역사의 뒤안길로 사라진 수많은 기업의 사례를 통해 잘 알고 있다.

우리 모두가 이미 잘 알고 있는 사실이지만, 기업의 중·장기적인 생존에 관한 주제이므로 그 중요성을 나름의 메시지로 정리해서 전달하고자 한다. Cannibalization은 자기잠식을 의미하는데 생물학과 문화인류학과에서는 동족 포식을, 경영학에서는 기업의 수익잠식을 의미한다. 기업은 제품 또는 서비스의 포트폴리오 중 상대적으로 가치가 낮은 대상을 보다 나은 대상으로 대체시킨다. 이러한 과정에서 가치가 낮은 대상의 수요를 의도적으로 감소시킨다. 잠식은 제공 중인 제품이나 서비스를 보다 발전적이고 혁신적인 가치로 대체하는 것을 가리킨다. 잠식의 주체가 외부의 경쟁기업이면 외부에 의한 잠식으로 경쟁에서 밀린 것이며, 기업 스스로 잠식하면 한 단계 발전을 시도한 것으로 해석할 수 있다. 기업이 스스로 수익을 감소시키면서도 자기잠식을 시도해야 하는 이유는 무엇일까? 자기잠식은 시장의 제품 경쟁력과 그에 맞는 시장 전략을 수립함으로써 궁극적으로 경쟁사에 우위를 선점하기 위한 혁신 활동이다. 치열한 시장 경쟁에서 기업의 생존을 위해 신중한 계획과 전략적 실행으로 고객의 잠재적 요구를 충족시키며 경쟁 우위를 유지함과 동시에 시장에서의 입지를 공고히 다져 브랜드를 강화하는 전략이다. 그래서 이를 기술혁신의 근간으로 보기도 한다. 기업은 상당수의 자사 또는 타사 간 경쟁에서 잠식에 성공하기도 하고, 그렇지 못한 경우에는 시장 경쟁에 밀려 조용히 사라지기도 한다. 자기잠식은 이러한 리스크에 노출되더라도 보다 많은 기회를 창출하려는 시도라고 해석된다. Apple이나 Amazon과 같이 잘 알려진 미래 지향적인 기업은 경쟁자나 신생 기업으로부터 잠식당하는 것을 예방하기 위하여 자사 제품을 잠식해서라도 경쟁력을 끌어 올린다. 이 필요성 때문에 자기잠식은 이미 이들의 기업문화로 자리 잡았다. 기업은 지속적인 혁신과 고객 중심적 사고 및 접근을 통해 자기잠식의 과정을 거쳐 성장할 수 있다. 이러한 노력은 기업의 장기적인 성공을 위한 핵심역량의 발판으로 자리 잡게 된다. 기업의 생존은 기업 간 경쟁에

서의 승리에 대한 집착에서 벗어나, 고객 만족을 향해 자가 발전해야 한다는 주장과 맥을 함께 한다.

자기잠식의 시도는 혁신이라는 도전정신으로 포장된 듯싶지만, 분명 어려운 점이 함께 따른다. 자기잠식을 감안하고서라도 의사결정을 내려야 하는 부담감과 위험, 여러 부서와 연결된 이해관계의 해소, 성공 여부를 판단하기 위한 중·장기적 모니터링까지 회사의 지속적인 성장을 위한 도전적 시도가 따른다. 다양한 어려움과 함께해야 하는 험난한 모험의 여정이기도 한 것이다. 따라서 자기잠식이 기업 성장에 중요한 이유와 다양한 성공과 실패 사례를 통해, 잠식에 노출된 기업의 입장에서 고민의 방향성을 살펴 보겠다.

자기잠식 기업의 사례들

자기잠식에 실패한 기업 사례로 Nokia, Merck, Kodak 그리고 Google을 꼽을 수 있다. 2011년까지 글로벌 휴대전화 1위 기업이었던 Nokia는 활발한 모바일 시장의 변화를 수용하지 못해 시장에서 밀려났다. Nokia는 스마트폰 출시 10년 전 WIFI touch screen을 탑재한 tablet PC를 개발했음에도 시장에 출시하지 않았다. 기존의 모바일 폰 시장에 안주하며 신제품으로 자기잠식을 시도하지 않았기에 후발 주자들에게 시장을 고스란히 내주고 말았다. 독일의 제약회사 Merck는 2003년 독일 시장에서 자사의 블록버스터 의약품인 조코(Zocor)의 특허 만료에 대비하기 위해, 복제약이 조코보다 30% 정도 저렴한 가격으로 유통되리라 예상했다. 따라서 가격이 조금 저렴한 조코 MSD(Merck Sharp & Dohme)를 출시했으나, 복제약들은 전략적으로 조코 MSD의 가격보다 90% 낮은 가격으로 경쟁함으로써 결국 모든 마케팅 활동에서 밀려 철수하였다. 이는 신제품의 생산 효율화와 가격전략을 과감하게 추진하지 못한 결과였다. 1990년대까지 Kodak은 세계에서 가장 가치 있는 5대 기업에 해당했다. 1969년 인류가 달에

처음 착륙한 역사적인 장면도 Kodak의 카메라로 촬영되었다. Kodak은 주력 상품인 카메라와 필름 시장의 잠식을 우려하여 디지털카메라를 자체 개발했으나, 출시를 지연한 결과 디지털 기술의 발전에 뒤처져 파산신청에까지 이르렀다. Google은 2013년부터 AI chatbot을 개발하기 시작했다. 2018년에는 AI chatbot Meena를 개발하고 완성도를 높여 LaMDA로 명칭까지 변경해서 온라인 검색을 변화시킬 것을 기대했다. 그러나 AI의 공정성과 안전성 기준 미달의 이유로 출시하지 못했다. 챗GPT의 인기로 위기의식을 느낀 Google은 2023년 3월에 Bard를 공개했지만, 오답에만 집중하며 언론의 물매를 받았다. 그 후 Gemini로 명칭을 또다시 변경하여 AI 모델로 발전시켰지만, 생성형 AI 시장에서 자기잠식 기회의 시기를 놓친 후 고전을 면치 못하고 있다. 자기잠식에 성공한 기업 사례로 해외에는 Apple과 Amazon이 있다면, 국내에는 라면과 배달플랫폼 사례가 있다. Apple의 iPad 출시는 맥북프로의 제품군과 아이폰, 아이패드까지 잠식할 거라는 예상과 달리 Apple의 매출을 끌어올렸다. 그뿐만 아니라 Apple이 기술 산업의 리더로서 위치를 공고히 하는 토대가 되었다. 또한 Tablet PC라는 상품영역을 개척하여 선택의 폭을 넓혀주었다. Amazon의 Kindle e-reader 도입은 온라인 서점 사업을 잠식했지만, 전자책 시장에서 Amazon의 지배적인 위치를 확고히 해주었다. 전자책 단말기 개발은 당시 Amazon의 핵심역량이 부족하여 위험한 시도였지만, 디지털 독서 시대를 리딩하려면 전자책 단말기와 이용하기 쉬운 전자책 매장까지 아우르는 고객 경험은 핵심적이었다. 빅테크 경쟁사인 Apple과 Google 같은 기업이 전자책 단말기를 제공하는 경우 Amazon은 온라인 도서 사업에 위협을 받을 수 있었기에, 자기잠식을 통해 전자책 시장 경쟁에서 앞서 나가고 있다. 국내 라면시장에서 농심은 신제품을 1년에 4~6개까지 만들어 고객에게 제공하는, 자기잠식의 대표적인 기업 사례에 해당한다. 농심은 짜파게티라는 짜장라면 브랜드보다 프리

미엄 제품인 짜왕을 선보였는데, 기존의 제품을 고가의 짜장라면으로 대체함으로써 향후 인구감소를 고려한 수익구조를 개선하려는 시도를 보였다. 이는 중식당의 일반 짜장과 간짜장, 유니짜장과 같이 고객의 선택 폭을 넓히며 기존 제품의 의존도를 낮추는 자기잡식에 해당한다. 음식 배달 플랫폼인 요기요의 요기패스(YP)와 요기패스X(YPX)도 자기잡식의 대표적인 사례다. YP는 주문 시 총 30,000원(배달할인 5,000원 2장과 2,000원 10장)의 할인쿠폰을 받는 구독형 서비스다. YPX는 해당 가맹점에 한하여 횟수 제한 없이 배달비를 무료로 주문할 수 있는 또 다른 구독형 서비스다. 요기요는 YPX 구독 서비스를 새롭게 시도함으로써 고객의 배달비 부담을 낮추었고, YP의 잡식을 예상하며 YPX로 추가적인 고객 확보 전략을 추진하였다. 이는 전략적인 자기잡식 사례에 해당한다.

기업이 자기잡식을 어려워하는 이유

기업이 자기잡식을 시도하지 못하는 가장 일반적인 이유는 실패에 대한 두려움 때문이다. 수익감소와 시장점유율 축소, 고객 충성도 저하와 같은 우려로 인해 기업들은 자기잡식을 선택하기 어려워하고 결국 이를 기피하게 된다. 막연한 실패에 대한 두려움은 Google의 생성형 AI 제품처럼 새로운 시도조차 하지 못한 채 신성한 신규 아이디어를 매몰시켜 버리고, 기존의 안전한 수익 유지를 위한 합리적 판단이라 자위한다. 가진 것조차 빼앗길 수 있다는 두려움에 의한 결정이 단기적으로는 논리적 의사결정 같지만, 보유한 것을 지키는 데 집착하다 보면 새로운 사업 기회를 놓치게 되고 장기적인 성장과 혁신을 방해하는 결과를 초래한다. 서서히 뜨거워지는 냄비 속의 개구리가 자신임을 그 당시에는 모른다.

기업이 자기잡식을 꺼리게 되는 또 다른 이유는 계획오류(Planning fallacy)인데, 이는 사람들이 미래의 효용과 비용을 올바르게 예측하지 못하는 현상을

의미한다. 현재에 지나치게 큰 비중을 두고 미래에 펼쳐질 일을 충분히 고려하지 못하는 오류로, 미래의 비용이나 이익이 매우 크지만 당장의 작은 비용 또는 이익을 더 확대해석하는 경향을 가리킨다. 사람은 진화론적으로 이성적이고 냉정하게 현재가 아닌 미래를 기회로 판단하기 어려운 성향을 보이기 때문이기도 하다.

또한 기업의 규모가 크고 안정적인 매출의 유지 기간이 길수록 위험회피 성향은 높을 수밖에 없다. 반면 새롭게 등장한 시장 파괴자는 생존이라는 가장 중요한 과제를 눈앞에 두고 역량을 결집한다. 시장의 틈새를 찾아 진입하고 잡식 영역을 확장하는데 모든 사활을 내건 듯이 움직인다. 이렇듯 대기업과 소규모 기업의 자기잡식에 대한 입장은 매우 상반된다.

대기업은 특히 회사의 기존 제품이나 서비스가 쇠퇴하기 전에는 잡식하려는 의지가 있더라도, 다양한 비즈니스 리더의 의사결정을 결집하여 수용하기가 어려운 구조인 경우가 많다. 많은 조직 간의 이해관계와 역할을 조정하는 역량이 부족하면 자기잡식은 시도조차 어렵다. 온라인 신문 조직의 경우 종이 신문에 미미한 해가 발생하더라도 종이 신문 조직으로부터 분리되어야만 한다. 온라인 신문을 성장시키는 방향으로 의사결정을 내림으로써 새로운 가치를 만들어 낼 수 있기 때문이다. 자기잡식을 감행해서라도 추진하겠다는 의사결정을 내린 이후에도 진행은 쉽지 않다. 기존 사업의 매출액, 판매량 등을 중요한 KPI로 설정하는 한 의미 있는 자기잡식은 발생할 수 없기 때문이다. 평가 시스템적 문제, 즉 평가와 보상 기간을 짧게 잡으면 자기잡식과 새로운 수익 기반 창출을 끈기 있게 추진하기 어렵다. 그에 비해 Amazon, 3M, Apple, Google, Tencent, Meta(Facebook)와 같은 글로벌 기업들은 그 규모에도 불구하고 건전한 혁신성장을 유지하며 시장지배력마저 확대하고 있다. 국내기업과는 다른 어떠한 차별성이 이들을 성장시켰을까?

자기잡식 식별

경쟁환경에서 자기잡식에 의한 경쟁력 향상은 해당 제품의 기능뿐만 아니라 경쟁사와의 차별화에까지 영향을 미친다. **그림 1**과 같이 기업의 이익과 손실은 고객이 기존 제품에서 다른 제품으로 이동하며 변화한다. 기업은 주로 제품의 가격 인하, 광고 증가, 제품 품질의 향상, 유통 확대 등의 활동을 통해 자사나 타사의 제품을 잡식할 수 있다.

이러한 변화는 제품이나 서비스 구분 정보와 매출 데이터를 집계할 수 있으면 다음과 같은 산식을 통해 어렵지 않게 측정할 수 있다.

Cannibalization Rate formula 1= 100 x (lost sales on old product) / (sales of new product)

Cannibalization Rate formula 2= 100 x (total sales of new product)/ (sales decline of existing product)

Cannibalization Rate formula 3= new product contribution / old product contribution

Cannibalization Rate formula 4= new product sales that replace existing sales / total new product sales

전체 유입 고객을 세분화한 후 신규 유입을 구분하여 그 비중을 모니터링할 수 있다면 서비스의 잡식을 측정할 수 있다. 더불어 기존 서비스에서 넘어온 비중이 함께 파악되어야 한다. 또한 신규 서비스의 비중을 모니터링하여 계획한 기간 내에 목표 수치를 달성하는지를 확인하고, 그에 미치는 변수들을 함께 분석하고 모니터링할 수 있어야 한다.

완벽을 향한 자기 주도의 발전 동력

스타트업 입장에서 설 틈 없이 자기잡식을 시도해야 한다면 반가울 수는 없을 것이다. 그럼에도 자기

(www.ashokcharan.com의 Market Response Modeling을 참조하여 재구성)

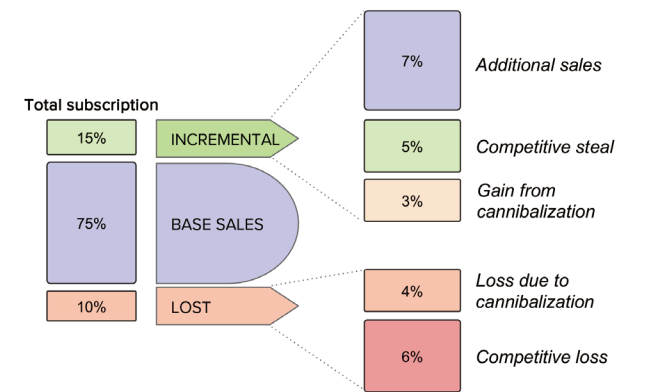


그림 1

자기잡식 현상의 시장 반응 사례

잡식은 중·장기적 차원에서 기업이 생존하기 위한 프로세스로 자리잡음으로써 경쟁 우위 확보와 고객의 충성도 유지에 기여하며 기업문화로 정착되어야 한다.

의사결정에서 가장 경계해야 하는 대상은 나 자신이
 듯, 모든 문제의 해결책은 내 안에 있으므로 스스로 자기잡식을 한다는 건 기업의 경쟁력을 위한 방향성 측면에서 옳은 방향이다. 이러한 결정을 마음속으로 다짐했다면, 스스로 채찍질을 통해 정진해야 하는 힘든 여정 속의 리더가 되어야 한다는 현실적인 숙제만 남는다.

“If you don't cannibalize yourself, someone else will.”이라고 스티브 잡스가 말한 것처럼, 고객에게 집중하고 한 발이라도 진일보하기 위해 자기잡식은 더 이상 선택이 아님을 우리 모두는 언젠가 알게 될 것이다. **[기술·혁신]**

제73회 산기협 조찬세미나 초불확실성 시대의 미래전략

5월 9일, 엘타워 그라운드에서
제73회 산기협 조찬세미나가 열렸다. 이번 강연에서는
KAIST 문술미래전략대학원 서용석 교수가 연사로 나서
<초불확실성 시대의 미래전략>이라는 주제로 불확실한
미래에 대비하는 방안에 대한 강연을 펼쳤다.



연사. 서용석 KAIST 문술미래전략대학원 교수

일본 히토츠바시대학교에서 법학 석사를 마치고 미국 하와이대학교에서 정치학 박사를 취득했다. KT 경제경영연구소 선임연구원과 한국행정연구원 연구위원을 거쳐, 현재 KAIST 문술미래전략대학원 교수로 재직 중이다.

미래전략과 변화에 대한 이해

미래연구는 기본적으로 ‘변화’를 전제로 한다. 질문을 던져보자. 미래는 다가오는 것일까, 만들어 가는 것일까. 사실 둘 다 맞는 이야기다. 다가오는 미래는 개인이나 조직 차원에서 거스를 수 없는 흐름이다. 고령화나 기후변화 등 객관적인 미래 상황이 있다. 만들어 가는 미래는 가고자 하는 방향성이다. 예를 들면 비전 같은 것이다. 만약 여러분이 대항해시대의 선장이라면 바람의 방향이나 세기, 파도의 높낮이 등을 관찰하면서 목적지로 가려고 할 것이다. 이처럼 미래는 다가오기도 하면서, 만들어 가는 것이다.

1960~70년대에는 컴퓨팅 기술이 보편화되면서 풍부한 데이터나 자료, 방법론 등이 있으면 미래를 예측할 수 있을 거라고 여겼다. 그 생각은 오래지 않아 무너졌다. 미래 예측에는 많은 변수와 불확실성이 존재한다. ‘Y2K’를 기억하는가. 1999년에서 2000년으로 넘어갈 때 컴퓨터가 날짜를 1900년으로 인식해 큰 혼란이 발생할 거라는 경고가 있었다. 하지만 그런 현상은 발생하지 않았다. 대비하고 준비했기 때문이다. 이처럼 정확한 예측이라고 해도 외부로 공개되고 행동하기 시작하면 그 예측은 틀린 이야기가 된다. 이를 ‘미래 예측의 역설’이라고 한다.

미래 예측을 위한 세 가지 핵심 질문은 다음과 같다. ‘무엇이 변하고, 무엇이 변하지 않는가?’, ‘변화에는 일정한 규칙이 존재하는가?’, ‘무엇이 세상을 바꾸는가? 변화의 주요 동인은?’이다. 세상을 변화시키는 3대 동인으로는 ‘인구’, ‘기후’, ‘기술’이 있다.

초불확실성 시대의 선제적 인지와 대응

지금은 불확실성의 시대를 넘어 초(超)불확실성의 시대다. 코로나19 팬데믹을 지나면서 ‘블랙스완(Black Swan)’이라는 용어가 익숙해졌다. 이는 과거 경험으로는 예측할 수 없는 예외적인 사건을 뜻한다. 일단 발생하면 그 파장과 여파도 크다. 다른 표현

으로는 ‘엑스이벤트(X-event)’가 있다. 한국이 향후 직면할 수 있는 엑스이벤트는 무엇이 있을까. 남북 통일, 원전 사고, 백두산 폭발, 강진 발생 등 다양하다. ‘블랙 엘리펀트(Black Elephant)’는 실현 가능성이 높아 파장을 예측할 수 있음에도, 다양한 이유로 코끼리가 온 집안을 박살낼 때까지 별다른 조치를 하지 않는 상황을 뜻한다. 일례로 국제적으로 탄소중립 2050이 선언되었지만, 선진국과 개발도상국의 이해관계 충돌로 실현 과정에서 갈등이 발생하고 있다.

불확실한 상황이 이어지는 미래에는 ‘효율성’보다는 ‘에질리언스(agile+resilience)’가 중요하다. 에질리언스는 불확실한 환경 속에서 예상하지 못한 사건이나 위기에 기민하게 대응하면서 위기를 기회로 전환시키는 것을 말한다. 앞으로 기업이 비즈니스 위기를 극복하려면 위기 감지력을 극대화하면서 예방과 대응 역량을 갖춰야 한다. 피해가 생기더라도 시스템 전체를 향상시키는 전환의 기회가 되어야 한다.

기술패권 경쟁과 기정학 시대의 도래

패권은 정치학적인 용어다. ‘기정학’에 대해서는 많이 들어 봤을 것이다. 한국만 봐도 아프리카나 남미에 위치했다면 오늘날과 같은 한국은 없었을지 모른다. 현재 한국을 논할 때 글로벌 패권 국가인 미국을 빼놓고 이야기하긴 어렵다. ‘기정학’은 이광형 KAIST 총장이 제시한 용어로, 첨단기술과 산업 보유 여부가 한 나라의 산업발전과 경제성장은 물론 국방 안보 동맹까지 좌우한다는 의미를 담고 있다. 기정학의 시대에서 기정학의 시대로 전환된 것이다.

미국은 전략기술을 확보하기 위해 태평양을 중심으로 한 신(新)에치슨라인 사수에 나섰다. 반면 일본은 반도체 기술 회복이 어려워진 상황이다. 숙련된 엔지니어들은 외국으로 떠났는데, 젊은 인력을 양성하지 않았다. 1990년대 후반만 해도 일본의 공대에는 대학원생이 많았으나 최근에는 거의 없다. 숙련된 엔지니어와 기술자들이 은퇴하면서 후속 세대에게

이달의 명강연은 한국산업기술진흥협회에서 진행한 강연 중 우수강연을 선별해 소개합니다.



기술력이 전달되지 않은 세대 간 단절이 일어나고 있다. 한국도 비슷한 상황을 맞이할 수 있다. 은퇴인력 뿐만 아니라 다음 세대로의 기술 전달도 중요하다.

미래에 필요한 역량과 인재상

그렇다면 미래가 요구하는 역량과 인재상은 무엇일까. 앞으로는 ‘기술 문해력’이 중요해질 수밖에 없다. 기술과의 관계에 대한 이해는 일시적인 유행이 아니라 평생의 과업이 될 것이다. 또한 ‘적응력’이 필요하다. 변화에 개방적이며 학습자의 사고방식을 가져야 한다. 자기 위치에 안주하지 않는 것이 적응력의 핵심이다. 직업의 역할이 재정의되고 있고, 산업의 재구조화도 진행 중이다. 앞서 언급한 ‘에질리언스’는 개인에게도 적용된다. 실패로부터 배우며 도전을 기회로 전환할 수 있어야 한다. 더불어 혁신과 발전의 핵심 요인인 ‘창의성’이 필수 능력으로 부상했다. 마지막으로 ‘기술 감수성’을 언급하고 싶다. 특정 기술이 사회의 니즈에 부합하며 상업성이 있는지 변별할 수 있는 능력이 있어야 한다. 스티브 잡스 역시 기존 기술을 잘 조합해 성공적인 사업을 일구었다. 이러한 능력은 AI 시대에도 필요하다. 미래에 대한 긍정적인 기대가 확산할 때, 긍정적인 미래 역시 맞이할 수 있을 것이다.

기술·혁신

신기술 NET 인증 기술

신기술(NET, New Excellent Technology)인증은 산업통상자원부 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회가 운영하는 인증 제도로써 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: 신규(연 2회), 연장(연 3회)
 - 신청방법: 온라인 접수(<https://www.netmark.or.kr>)
 - 문의: 인증심사팀 02-3460-9023~9026



딥러닝 기반 RGB 이미지화된 PE 악성코드 유사도 탐지 기술

본 기술은 네트워크와 엔드포인트에서 수집되는 정보를 RGB 이미지로 변환하여 신 변종 악성코드를 탐지한다. 기존 Grayscale 기법과 달리 고정된 이미지 크기를 활용하여 딥러닝 분석 시 크기 조절 및 데이터 손실이 없는 기술이다.

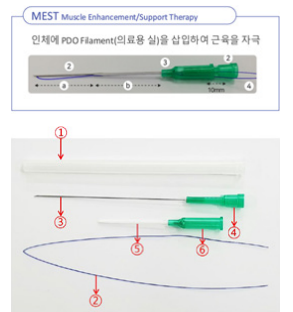
- ① 이미지화된 데이터를 활용하여 알려진 악성코드와 동종 혹은 유사 계열의 신 변종 악성코드 탐지 가능
- ② 정보를 담을 수 있는 크기가 {0~224}로 데이터 유실 없이 최소자원으로 정확하고 신속히 악성코드 분석 가능



퇴행성 관절염 통증 완화를 위한 근육 내 삽입용 양방향 돌기 필라멘트 설계 제작 기술

본 기술은 퇴행성 무릎 관절염 환자의 통증 완화를 위한 근육 내 돌기 필라멘트 삽입 기술이다. 안전성이 확인된 고분자 화합물인 폴리디옥사논을 이용한 의료용 필라멘트 설계 및 제작이 가능하다.

- ① 움직임이 많은 근육 내에서도 이동 없이 고정될 수 있도록 반으로 접힌 두 줄 형태로 삽입되며 돌기 역시 양방향으로 설계
- ② 필라멘트는 주삿바늘에 장착되어 삽입되며, 이 과정에서 삽입 반대 방향을 향하는 돌기가 손상되지 않도록 카테터 캡이 돌기를 보호하도록 설계



고속 리코팅 및 소재절감 기술이 적용된 대형(2.3m) SLA 3D 프린팅 기술

본 기술은 대면적 적층 제조가 가능한 Triple 레이저 제어 기반 최대 2.3m 부품의 출력이 가능한 기술이다. 또한 고속 3D 프린팅이 가능한 커튼 코터 방식 리코팅 기술을 확보하여 기존 방식(블레이드, 진공 흡착)보다 1레이어 적층 기준 약 3배 이상 빠른 리코팅 속도를 확보했다.

- ① 미국 선진사 대비 255% 부피의 대형부품 제작 가능
- ② 미국 선진사 리코팅 속도 30mm/s 대비 1,000m/s 30배 이상 고속 리코팅 및 전체 생산 시간 기준 3.4배 고속 생산



3차원 조향이 가능한 비열적 집속초음파 변환기 설계 및 제작 기술

본 기술은 비열적 방식으로 작동할 수 있는 치료용 집속초음파 변환기(FUS Transducer) 설계 및 제작 기술이다. 진단용 초음파와 치료용 초음파를 단일 기기로 통합 가능한 하이브리드 변환기(FUS Transducer)를 설계 및 제작할 수 있다.

- ① 집속초음파 에너지를 정확하게 전달할 수 있으며 기계적인 방식을 통해 열적 손상 없이 환부의 자극 가능
- ② 체장암 등 난치성 종양에서 약물전달용으로 사용하는 집속초음파의 핵심 부품 국산화 가능



주차관제 시스템을 위한 영상인식 기반 루프대체 및 차량인식 기술

본 기술은 주차장에 설치되어 주차요금 정산기와 차량 진출입을 제어하는 차단기 및 차량번호를 인식하는 차량번호 인식기를 통합하는 무인정산시스템 제작 기술이다. 기존 주차 관제시스템에서 발생하는 루프 코일의 설치에 따른 구축 비용과 유지보수 비용을 절감해 준다.

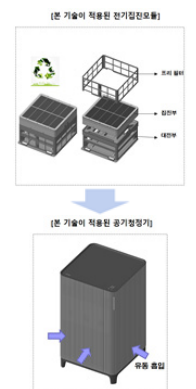
- ① 주차관제 공간의 최소화를 통해 기존 제품 대비 구축비용 33%~45% 절감 가능
- ② 주차요금 미납을 위한 불법 행위인 꼬리물기(Tailgating) 문제점 개선



저오존기반 미세먼지 제거용 하이브리드 대전방식 전기집진 기술

본 기술은 기존 전기집진기의 대전 방식인 Wire plate(전계 대전)와 Brush 방전(확산 대전)의 한계를 해결한 하이브리드 대전 전기집진 기술이다. 또한 브러시 방전 전극 주변에 전계유도전극과 후방접지전극을 배치 및 최적화하여 설계되었다.

- ① 제한된 전기집진모듈 내부 공간에서만 고농도 이온을 발생시켜 대전 효율을 극대화 하면서도, 외부로 이온 방출 및 오존 발생 최소화
- ② 입자제거효율 99% 이상, 오존 발생 0.01ppm 이하, 살균 99% 이상 효과



신제품 NEP 인증 제품

신제품(NEP, New Excellent Product)인증은 산업통상자원부 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회가 운영하는 인증 제도로써 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 중소기업 및 대기업의 대표
- 신청안내
 - 신청기간: 연 3회
 - 신청방법: 온라인 접수(<https://www.nepmark.or.kr>)
 - 문의: 인증심사팀 02-3460-9185~8

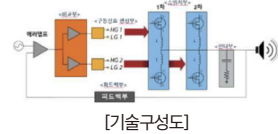


인터리브드 복수위상 기술을 이용한 광대역, 고해상도 디지털 앰프

회사명	(주)디라지
주생산물	PA시스템, A/V시스템, 앰프, 스피커
인증기간	2023년 9월 26일 ~ 2026년 9월 25일
분야	전기·전자

본 제품은 D-Class앰프 구동방식인 Push-Pull 구조에서 출력 리플 주파수를 2 배로 증가시키는 인터리브드 스위칭 증폭기술을 적용한 광대역 고해상도 인터리브드 복수위상 스위칭 증폭 파워 앰프이다.

- ① 아날로그 앰프에서나 구현이 가능한 고해상도의 1.2MHz 출력 리플과 20Hz ~56kHz의 오디오 주파수 밴드 확보
- ② 스위칭 소자 사이에 인덕터를 배치하여, 동시 동작 구간에서도 안정적인 스위칭 동작 구현

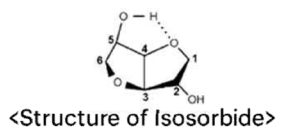


박막증류를 이용한 순도 99% 이상 이소소르비드

회사명	삼양이노켄(주)
주생산물	BPA, Isosorbide
인증기간	2023년 9월 26일 ~ 2026년 9월 25일
분야	화학·생명

본 제품은 우수한 증류 수율 및 순도 구현이 가능한 독자적인 이소소르비드 생산 기술을 확보하고, 이온 정제 공정 확립을 통한 이온 함량 저감, 전도도 및 색 특성이 향상된 고순도의 이소소르비드 제조 기술을 갖추었다.

- ① 고분자의 유리전이온도, 경도 향상 및 광학적으로 투과도 향상
- ② 단순화된 정제 공정을 통하여 이온 함량 및 전도도는 현저히 낮추고 색 특성은 향상시킬 수 있어 상업적 규모의 대규모 생산공정에 적합

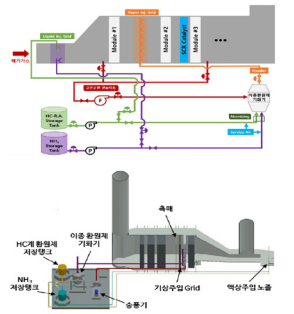


탄화수소계 환원제를 이용한 복합화력 저부하영역 Fast-SCR 설비

회사명	(주)이엠코
주생산물	철산화물 먼지 집진장치필터
인증기간	2023년 9월 26일 ~ 2026년 9월 25일
분야	건설·환경

본 제품은 복합화력 저부하 운전구간에서 배출되는 높은 NOx 농도, 높은 NO2/NOx 비율, 낮은 촉매층 온도로 인한 낮은 탈질효율을 극대화하는 저부하 대응 질소산화물 저감기술이 특징이다.

- ① HC계 환원제를 이용하여 배가스 NO₂/NO의 비율을 1:1로 제어
- ② 복합화력에 독립 구성되던 환형설비인 SCR과 환연저감설비를 단일화하여 최적 설비로 구성
- ③ HC계 환원제 사용량을 약 90% 절감해 미연소 부산물 최소화

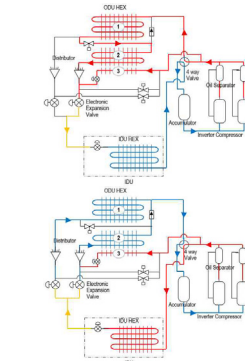


능동형 가변 열교환기 기술을 적용한 멀티 전기히트펌프 시스템(139.2kW 이하)

회사명	엘지전자(주)
주생산물	전기전자제품
인증기간	2023년 9월 26일 ~ 2026년 9월 25일
분야	전기·전자

본 제품은 멀티 시스템에어컨의 실외열교환기를 다분할하여 냉방, 난방, 저 부하 및 착상 방지 등 용도에 맞게 가변이 가능한 유로로 운전되어, 각각의 부하에 최적의 상태로 능동가변할 수 있는 스마트열교환기 기술이다.

- ① 냉방, 난방 각각 최적의 효율점으로 운전되도록 냉매유로를 가변
- ② 난방 및 착제상 운전시 열교환기 하단부에 누적결빙을 방지하여 난방 성능 향상

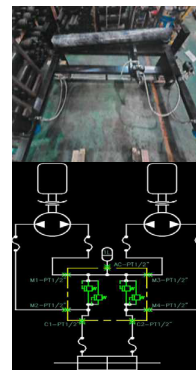


컨베이어 벨트용 무전원 사행방지 장치

회사명	(주)지엔티
주생산물	컨베이어 장치
인증기간	2023년 9월 26일 ~ 2026년 9월 25일
분야	기계·소재

본 제품은 컨베이어 벨트의 특성상 발생할 수밖에 없는 벨트사행을, 별도의 전기 사용없이 장비 자체의 기계적인 동작에 의해 석탄 컨베이어 벨트의 사행을 방지하는 기술이 적용됐다.

- ① 완전 자동화 방식으로 별도의 모니터링이 불필요하여 기존 수동제어 제품으로 인한 작업자의 잦은 모니터링 불편함 개선
- ② 벨트의 회전방향에 제약 없이 양방향 동작 가능
- ③ 바이패스 회로 구성으로 압력 상승에 의한 회로 파손 방지

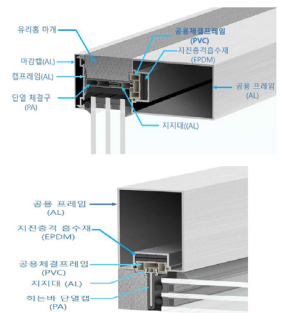


내진 성능이 우수한 고성능 창호

회사명	(주)킨키테크코리아
주생산물	금속제창
인증기간	2023년 9월 26일 ~ 2026년 9월 25일
분야	건설·환경

본 제품은 지진으로 발생한 변위 또는 진동에 대한 충격 흡수구조를 가진 커튼월 구조 기술설계이다. 공용체결프레임의 이탈을 방지하기 위한 상측과 하측의 다른 지점에 걸림돌 및 걸림턱의 끼움방식설치로 노출바 및 비노출바 형식의 다양한 구조체에 견고한 체결이 가능하다.

- ① 공용체결구(PVC)를 체결하여 이루어진 프레임 구조
- ② 열변형률이 낮은 가스켓 채택 및 유리 고정기능 설계로 기밀·수밀·단열 향상
- ③ 대류에 의한 열전도가 차단되어 단열성능을 높일 수 있는 구조 설계





대한민국 엔지니어상

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

신청 방법

- **신청대상:** 기업의 엔지니어로서 최근 3년 이내의 공적이 우수한 자
- **포상내용:** 과학기술정보통신부장관상 및 트로피, 상금 500만 원
- **추천서 접수 기간 및 방법:** 연 2회, 온라인 접수(http://www.koita.or.kr/month_eng/)
- **문의:** 시상운영팀 02-3460-9193

5월 수상자

선박 수중 방사소음* 저감 기술 개발



박정용
HD현대중공업(주)
책임연구원

박정용 HD현대중공업(주) 책임연구원은 조선해양 설계 분야 전문가로서, 해양 생태계 교란의 주요 원인인 선박의 수중 방사소음 저감 기술을 개발하여 해양 생태계 보호 및 조선업의 경쟁력 확보에 기여한 공로를 인정받았다.

박정용 책임연구원은 지난 17여 년 동안 조선해양 분야에서 연구개발에 매진해왔으며, 선박용 추진장치**와 관련하여 다양한 연구개발 활동을 주도하고 있다. 특히 해양 생태계의 친환경 패러다임 변화에 따라 해양 생태계 교란의 주요 원인으로 꼽히는 수중 방사소음을 저감하기 위한 기술을 개발하여, 국내 조선업의 경쟁력 확보에 기여했다.

선박 수중 방사소음 저감 기술은 대형 상선에 적용되었다. 구체적으로 수중 방사소음의 가장 큰 원인인 프로펠러에 해당 기술을 적용했는데, 해당 프로펠러를 설치한 선박의 수중방사소음이 여객선 등 특수목적선과 유사하게 낮은 수준으로 확인되었다. 이에, 일반 대형 상선에 대해서는 세계 최초로 DNV인증을 획득하였다. 이는 HD현대중공업이 각종 수중소음규제에 대응할 수 있으며, 앞으로 친환경적이면서도 저소음의 대형 상선이 실현 가능하다는 것을 보여주는 성과이다.

이처럼 박정용 책임연구원의 끊임없는 도전은 해양 생태계 보호 및 조선해양업 기술 혁신에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

* 수중 방사소음(Underwater radiated noise): 선박 추진기의 공동 현상이나 선체, 기계류가 발생시키는 소음으로 해상 운송량 증가, 선박의 고속화 및 대형화 등으로 증가 추세임

** 추진장치: 수상 또는 수중에 떠 있는 선박 또는 잠수체를 어떤 속도로 운항할 때 대상체를 밀어주는 추진력을 발생하는 장치

5월 수상자

친환경 에너지 회수 시스템 개발



정태랑
레디로버스트머신(주)
대표이사

정태랑 레디로버스트머신(주) 대표이사는 유압* 탱크를 통해 버려지던 에너지를 저장, 회수해 재사용할 수 있는 친환경 에너지 회수 시스템을 개발하여 에너지 효율 향상에 기여한 공로를 인정받았다.

정태랑 대표이사는 지난 2011년 볼보그룹코리아에 입사한 이후 10여 년 이상 건설기계 등 중장비 에너지 회수 시스템에 대해서 연구했다. 특히, 2020년에는 세계 최초로 붐 동작 에너지 회수 기술이 적용된 '볼보 하이브리드(hybrid) 굴착기'를 양산했다. 이후 정태랑 대표이사는 2022년 1월, 레디로버스트머신을 창업하여 건설기계뿐만 아니라 불도저, 지게차 등 유압 시스템으로 작동하는 모든 종류의 중장비 기계에 적용 가능한 친환경 에너지 회생 시스템인 'READi(레디)'를 개발했다.

'READi(레디)'는 이전에 정태랑 대표이사가 개발했던 '볼보 하이브리드 기술'보다도 에너지 효율성을 더 높여 굴착기 기준 최대 30%의 연료비 절감 및 이와 동일한 수준의 탄소배출량 저감효과를 달성하였다. 그 동안 국내에서 원천기술이 없던 분야였는데, 정태랑 대표이사가 직접 연구하여 100% 자체 기술로 개발했다는 점에서 큰 의의가 있다.

정태랑 대표이사는 현재도 유압을 동력원으로 사용하는 모든 중장비를 위한 에너지 회수 솔루션 개발에 매진하고 있다. 2022년에는 건설기계 분야에서 세계적인 권위를 지닌 'Automation in Construction' 저널에 제1저자로 논문을 게재하는 등 연구개발에 끊임없는 노력을 기울이고 있다.

* 유압: 비압축성 액체를 펌프 등으로 압출하였을 때 가해지는 압력

6월 수상자

필름용 고충격 LLDPE (선형 저밀도 폴리에틸렌)* 제조 기술 확보



전상진
(주)LG화학
연구위원

전상진 (주)LG화학 연구위원은 전 세계 세 번째로 기상공정** 기반의 필름용 고충격 LLDPE(선형 저밀도 폴리에틸렌) 제조 기술을 확보하여 국내 합성수지 기술력 향상에 기여한 공로를 인정받았다.

전상진 연구위원은 유기합성 및 중합촉매 제조 분야 전문가로서 지난 10여 년 동안 LG화학에서 폴리에틸렌, 폴리프로필렌*** 등 다양한 소재를 개발한 소재 전문 엔지니어이다. 입사 후 2년 만에 프로젝트 리더로 선임되어 '포스트 메탈로센 촉매계를 이용한 고내열 엘라스터머 제조'라는 프로젝트를 수행하였으며, 촉매 스케일업, 각종 설비 문제 등을 극복하며 NET 신기술 인증을 받았다.

전상진 연구위원은 2019년부터 기상공정 기반의 LLDPE 소재 연구에 매진하였으며, 그 결과 2022년에 전 세계 2개사만 보유했던 고충격 LLDPE 소재를 자체기술로 시양산하는 데 성공하였다. 이는 경쟁사 대비 생산성이 약 25% 정도 높고, 온도도 약 4도가 저감되었다는 장점이 있다. 또한 기존 소재 대비 충격 강도가 2배 향상되어 앞으로 플라스틱 사용을 최대 20%까지 줄일 것으로 기대된다.

전상진 연구위원은 현재도 다양한 필름용 선형 저밀도 폴리에틸렌 소재를 연구하며 강성과 질감성, 낮은 열융합 특성 등 종합적인 강점을 갖춘 제품의 개발에 매진하고 있다.

*LLDPE(Linear Low Density Polyethylene, 선형 저밀도 폴리에틸렌): 직선형의 구조를 가지면서 밀도가 낮은 폴리에틸렌 플라스틱

** 기상공정: 기체로 이루어져 있는 원료물질에 촉매를 분사시킴으로써 에틸렌을 중합하여 폴리에틸렌을 합성하는 화학공정

*** 폴리프로필렌: 탄소 3개로 이루어진 프로필렌 단량체가 사슬 성장 중합하여 얻어지는 열가소성 고분자 소재

여성엔지니어상

정밀 계측과 결함 검사 고도화 및 반도체 수율과 품질을 개선



박미라
삼성전자(주)
수석연구원

여성엔지니어 박미라 삼성전자(주) 수석연구원은 반도체 계측 공정 전문가로 반도체 MI 공정*에 인공지능을 적용하여 정밀 계측과 결함 검사를 고도화하고, 반도체 수율과 품질을 개선하는 데 기여한 공로를 인정받았다.

박미라 수석연구원은 반도체 계측 공정 전문가로서 지난 17년 동안 메모리 반도체 산업 분야에서 반도체 공정 및 검사와 관련된 연구개발에 매진해 온 여성 엔지니어이다. 반도체 계측/검사 관련 7건의 특허를 출원하였으며, 반도체 전 공정의 가공 상태를 물리적, 화학적, 전기적, 열적 등의 방면으로 정량화하는 업무를 지속해 왔다.

박미라 수석연구원은 광학과 E-beam기술**을 접목한 검사 기술과 AI 기반 측정 기술을 개발하였는데, 이를 통해 세계 최초로 3세대 10나노 DRAM 메모리 EUV*** 미세화 회로 공정의 원천기술을 확보하였다. 그 결과 기존 2세대 10나노 DRAM 메모리 대비 양산성은 20%, 데이터 전송 속도는 30% 향상되었다.

박미라 수석연구원은 가상계측의 새롭고 다양한 측정과 검사 분야의 기술을 개발하고 있으며, 이를 통해 세계시장에서 국내 반도체 산업의 경쟁력을 확보하는 데 큰 보탬이 될 것이다.

* MI(Metrology & Inspection) 공정: 반도체 소자의 물리적, 전기적 특성 목표가 제조 순서의 각 단계에서 제대로 충족되었는지 확인하는 작업

** E-Beam(Electron Beam)기술: 전자총을 웨이퍼에 조사하여 생성되는 전자들의 흐름을 활용한 반도체 검사 기술

*** EUV(Extreme UltraViolet): 극자외선을 사용하여 미세한 회로를 제작하는 차세대 반도체 제조 기술

여성엔지니어상

공기 건조 시스템 및
에너지 절감 설비 구축

이순이
에너지절감사업부
연구소장

이순이 에너지절감사업부 연구소장은 정보통신기술(CT)을 기반으로 산세처리 공정*의 공기 건조 시스템 및 에너지 절감 설비를 구축하여 국내 ESG** 사업의 강화 및 지속 가능한 성장에 기여한 공로를 인정받았다.

이순이 연구소장은 지난 17여 년 동안 전기·전자, 정보통신 관련 R&D(연구개발) 활동을 지속해온 여성 엔지니어다. 지난 2018년 에너지절감사업에 입사하여 3년 동안 에너지 절감 분야 전문가로서 공기 건조 제어설비 국산화 프로젝트에 매진했는데, 정보통신기술(CT)을 기반으로 산세처리 공정의 공기 건조 시스템 및 에너지 절감 설비를 구축하였다. 구체적으로 해당 공기 건조 제어설비를 통해 공장 설비의 가동상태를 실시간으로 원격 모니터링할 수 있으며, 필요시 시스템 계통상의 동작을 나타내는 각종 변수들(입력센서의 동작변수, 제어계통 동작주기, 유량(압력) 등)에 대한 제어를 할 수 있다. 이순이 연구소장은 최근 에너지 절감 관련 기술의 개발에 매진하고 있는데, 특히 공기 건조 설비의 표면 수분량을 줄여 공정 불량률 감소 및 전력 에너지 및 스팀 사용량 조절 등을 통해 에너지를 절감하는 기술을 개발하고 있다. 이를 통해 앞으로도 국내 ESG 사업의 강화와 지속가능한 성장에 기여할 것으로 기대된다.

* 산세처리 공정: 매우 강한 산을 이용하여 금속의 표면을 세척하는 공정

** ESG: 환경(Environmental), 사회(Social), 지배구조(Governance)의 영문 첫 글자를 조합한 단어로, 기업 경영에서 지속가능성을 달성하기 위한 3가지 핵심 요소

여성엔지니어상

대형 생활가전
최초 냉장고 외형의
색이 바뀌는 기술 개발

정혜선
LG전자(주)
연구위원

정혜선 LG전자(주) 연구위원은 가전제품 외관 구현 전문가로서 대형 생활가전 최초로 냉장고 외형의 색이 바뀌는 기술을 개발하여 맞춤형 가전의 시대를 선도하는 데 기여한 공로를 인정받았다.

정혜선 연구위원은 가전제품 외관 구현 전문가로서 지난 25년 동안 가전제품의 외관 경쟁력 확보를 위해 다양한 연구 및 기술개발에 매진하고 있다. 특히 지난 2018년에는 LG전자 H&A(Home Appliance & Air Solution) 본부 최초의 여성 연구위원으로 임명되었으며, 3F(Fit, Feel, Finishing) 분야에서 기존에 적용되지 않던 소재, 공법, 질감 등을 적극적으로 시도하고 있다. 또한, 가전제품 최초로 외관검사 공정에 로봇자동화 장비를 적용했는데, 이를 통해 기존에 측정이 불가능했던 곡면, 측면 등의 틈새(벌어짐, 단차)까지 정밀하게 측정할 수 있다. 실제로 해당 기술이 최초로 적용된 드럼세탁기의 경우 외관 필드 불량률*이 97% 이상 개선되었다. 정혜선 연구위원은 가전제품 본연의 기능뿐만 아니라 시대적 흐름에 따른 확장된 기능까지 골고루 소비자들의 니즈를 충족시키기 위한 다양한 기술을 개발하고 있다. 전 세계 1위 가전제품이라는 위치를 공고히 할 수 있도록 끊임없는 연구와 기술개발에 매진할 것이다.

* 필드 불량률: 제품 출시 후 현장에서 발생하는 불량률

영(Young)엔지니어상

양이온 리포좀*
피부전달체 개발

김수지
코스맥스(주)
책임연구원

영(Young) 엔지니어 김수지 코스맥스(주) 책임연구원은 화장품 제조 분야 전문가로서 버섯에서 추출한 천연고분자 키토산을 이용해 '양이온 리포좀 피부전달체'를 개발한 공로를 인정받았다.

김수지 책임연구원은 화장품 제조 분야 전문가로서 지난 2014년부터 코스맥스에서 화장품 관련 다양한 기초, 응용 연구 및 융합기술 개발 업무에 매진하고 있다. 가장 중요한 성과 중 하나는 '양이온 리포좀 피부전달체(PlusSome™)'의 개발인데, 현재 코스맥스의 대표적인 피부 전달체 기술로 평가받고 있다. '양이온 리포좀 피부전달체'는 버섯에서 추출한 천연고분자 키토산을 이용하여 기존 리포좀 피부전달체 기술이 가지고 있던 피부 안전성 및 양산화 문제를 극복했다는 의의가 있다. '양이온 리포좀 피부전달체'를 적용한 제품은 기존의 타 제품군보다 피부 밝기는 1.7배 증가, 멜라닌은 2.5배 감소시키며, 피부 흡수 촉진 효과도 뛰어나다. 김수지 책임연구원은 생체 내·외 연구를 통해 양이온 리포좀이 피부와 의 정전기적 인력으로 유효성분의 효능 발휘에 도움을 주어 피부 흡수 효과가 뛰어나다는 것을 입증했다. 김수지 책임연구원은 '양이온 리포좀 피부전달체' 등을 통해 앞으로 K-뷰티의 위상을 공고히 하는 것을 목표로 기술 개발에 매진할 것이다.

* 리포좀: 생체화성 피부전달체 중 하나로 피부에 안전하고 친수성과 친유성 효능 성분을 동시에 운반할 수 있음



대한민국 엔지니어상

영(Young)엔지니어상

리튬을 회수하는
친환경 기술 개발

조호용
두산에너지리사이클링(주)
수석

조호용 두산에너지리사이클링(주) 수석은 폐배터리를 재활용해 이차전지의 핵심 원료인 리튬을 회수하는 친환경 기술을 개발하여 폐자원 선순환 산업의 경쟁력 강화에 기여한 공로를 인정받았다.

조호용 수석은 배터리 재활용 분야 전문가로서 지난 2017년부터 두산에너지리사이클링에서 이산화탄소의 전환, 대기환경 설비 및 수처리 설비 성능 개선 등 환경 기술의 연구와 관련 기술 개발에 매진하고 있다. 특히 지난 2019년에는 신산업 발굴 프로젝트로 추진된 폐배터리 재활용 사업에서 공정분야 기술개발부터 사업화 준비까지 전 과정의 업무를 수행했다. 조호용 수석의 가장 중요한 성과 중 하나는 '친환경 리튬 회수 기술'인데, 배터리를 재활용해 이차전지의 핵심 원료인 리튬을 회수하는 것으로 폐자원의 선순환을 선도한다는 평가를 받고 있다. 구체적으로 이 기술은 폐배터리 물질을 열처리하고 증류수를 활용해 리튬을 선택적으로 추출한 뒤 결정화 과정을 통해 탄산리튬을 추출한다. 해당 방식은 기존의 습식공정에 비해 공정이 단순하여 경제성이 높고 화학제를 사용하지 않아 친환경적이다. 두산에너지리사이클링은 배터리 재활용을 전문으로 하는 자회사인 '두산리사이클솔루션'의 설립을 추진하고 있는데, 조호용 수석은 생산설비의 구축 및 사업화 프로젝트에 참여하고 있다. 이를 통해 앞으로 성장 가능성이 높은 배터리 재활용 시장을 선점하고자 연구개발에 매진할 것이다.

* 결정화 과정: 결정의 형태로 굳히는 것



IR52 장영실상 (17주~28주)

17주 삼성전자(주)

Galaxy Z Flip5



김진만, 이형철, 정덕원, 이호원 수석연구원이 개발한 Z Flip5는 컴팩트한 폴더블 스마트폰으로 4nm 공정의 최신 AP를 적용하여 다양한 각도에서 AI 기반 폴더블 특화 카메라 촬영 경험을 제공한다. 또한, 3.4인치로 확장된 커버 디스플레이 화면에서 손쉽게 위젯 및 앱을 사용할 수 있고, 다양한 커스터마이징 옵션을 제공하여 사용자 개성에 맞는 꾸미기가 가능하다.

18주 (주)프로티아

애니책 보바인(Bovine) 아이지지(IgG)



김정연, 박은지 책임, 장준원 선임이 개발한 애니책 Bovine IgG 제품은 소 초유 또는 혈액 내 면역글로불린-지(IgG)의 농도를 측정하는 “동물용 체외진단 의료기기”다. 송아지는 태어날 때 면역력이 없는 상태로 태어나, 어미 소의 초유를 섭취함으로써 생존에 필요한 면역력을 획득한다. 해당 제품은 많은 초유를 선별하여 공급할 수 있으며, 송아지의 면역물질 획득 상태를 확인하여 생존율을 높이고 질병 발생률을 낮춘다.

19주 엘지전자(주)

Agitator Top loader 세탁기



김영중 연구위원, 이선호 책임연구위원, 김동철 선임연구위원이 개발한 세탁기는 세탁 시간이 빠른 기존 Pulsator 세탁기의 장점과 포 마모가 낮은 낙차 방식의 Drum 세탁기 장점을 동시에 구현할 수 있도록 한 삼중 나선형의 Agitator 형상 제품이다. LG전자만의 모터 제어 기술로 세탁 모션 기술을 접목시켜 세탁물을 4개의 방향에서 입체적으로 세탁한다. 기존 Agitator 세탁기에서 고객들이 경험해 왔던 고충점을 극복했다.

20주 (주)퍼즐에이아이

음성에이아이(AI) 기반 생성형 의무기록 통합 솔루션



황지욱 연구소장, 정지원 수석연구위원, 허치영 책임연구위원, 김도현 연구위원이 개발한 AI 기반 생성형 통합 솔루션은 의료용 음성인식 인공지능 엔진을 탑재해 외래진료, 영상판독, 간호, 수술실 등 다양한 환경에서의 의료기록 업무와 의료사고를 예방하고 현장 안전 진료를 지원하는 인공지능 통합 솔루션이다. 이를 통해 의료진의 업무를 언제 어디서나 신속하고 편안하고 안전하게 수행하는 것이 가능하다.

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

신청방법

- 신청대상: 국내에서 개발된 신제품 중에서 접수 마감일 기준 최초 판매일이 5년을 경과하지 않은 제품
- 신청방법: 온라인 신청(<http://www.ir52.com/>)
- 문의: 시상운영팀 02-3460-9189

21주 코스맥스(주)

피부 유효성 향상 양이온 리포좀 화장품



박천호 부원장, 이준배 상무, 김수지 책임연구원이 개발한 양이온 리포좀 화장품은 피부 유효성 향상을 위한 버섯 유래 키토산 기반 제품이다. 음전하를 띠는 피부표면과 양전하를 띠는 리포좀과의 정전기적 상호 작용을 이용하여 효능성분의 피부흡수 증진을 통해 피부 유효성 향상에 도움을 줄 수 있다. 비교 임상 평가를 통해 피부 밝기는 1.7배 증가, 멜라닌은 2.5배 감소한 미백 효과를 보여주었다.

22주 (주)유엔디

맥봇 로봇 자동 틀체인저



이철수 연구소장, 이현성, 김상진 수석연구원이 개발한 맥봇 로봇 자동 틀체인저는 스위칭 마그네틱 기술 기반 세계 최초의 완전 무선 로봇이다. 외부 전원 및 공압선이 전혀 필요 없는 틀 교체 시스템을 갖추었다. 이를 통해 <세계 최초 완전 무선 로봇 자동 틀체인저>라는 타이틀을 얻었고, 이와 더불어 협동로봇 전 세계 1위인 유니버설 로봇의 UR+ 인증을 획득했다.

23주 엘지전자(주)

이차전지의 생산성 및 안정성 향상을 위한 신규공법이 적용된 다이렉트 스택킹(Direct Stacking) 장비



김성철 책임연구위원, 정대하 생산기술원장, 김용성 선임연구원이 개발한 제품은 이차전지(자동차 배터리) 생산 공정 중 단위 Cell을 커팅, 적용하는 장비다. 배터리 안정성 향상을 위한 고속 Cell 열압착 장치와 생산성 향상을 위한 다이렉트 스택킹 장비이기도 하다. 복수 Stage의 교번 생산을 통한 무정지 생산 기술로 재료의 교체, 양품 배출 등으로 발생하는 Loss를 Zero화했다.

24주 현대제철(주)

엘엔지(LNG) 저장탱크용 -170℃ 보증 초저온 철근



정준호 책임연구위원, 이주상 전임연구위원, 김록석, 정진 책임매니저가 개발한 초저온 철근은 국내 최초 개발로 국산화를 이룬 제품으로써, LNG 저장 탱크 외벽의 건축 구조용 안전 강재이다. 국내 철근 제품군 최초로, Ni/Mn 복합 첨가 기술을 적용하여 상온뿐만 아니라 초저온(-170℃)의 품질을 동시에 획득했다. 액화온도 -162℃의 LNG 누출 발생 시에도 건축물의 급작스런 붕괴를 방지하여 사회 안전을 확보했다.

25주 (주)힘펠/ DL이앤씨(주)

디사일런트 후드(D-Silent Hood)



힘펠 이관철 이사, 이지수 책임연구원 및 DL이앤씨 전태웅, 이영주 부장이 개발한 후드는 저소음, 고성능 팬 분리/일체형 주방후드이다. 핵심 기술인 '정풍량'은 다양한 주방 환경에서도 기기의 일정한 성능 범위 내 바람의 강도를 유지시킨다. 또한 단별로도 정풍량이 가능하여 주방 사용 환경에 따라 효과적으로 오염 공기를 배출한다. 풍량의 오차 범위도 $\pm 3\%$ 로 성능이 우수하다.

27주 벤티스(주)

피부 모사형 고투습방수 속건소재



벤티스(주) 박은호 이사, 김충환 과장, 고성빈 대리가 개발한 속건소재는 기존 고투습방수 기능에 뛰어난 땀배출 기능을 탑재하여 각종 스포츠(골프), 아웃도어용 미들레이어 의류와 팬츠, 레깅스 용도로 확대했다. 또한 초경량 고기능화로 특전사 전투복소재, 특수 work wear에 적합하고 항곰팡이, 항균, 소취 기능이 우수하여 병원수술 가운 및 유니폼 소재로 확대 가능하다.

26주 (주)엘지화학/엘지디스플레이(주)

올레드 디스플레이용 파-도펀트(p-Dopant) 재료



(주)엘지화학 이동훈 상무, 홍성길 연구위원 및 엘지디스플레이(주) 백지호 상무, 신지철 책임이 개발한 파-도펀트는 TV, 스마트폰 등에 적용되는 OLED 패널에서 소비전력을 낮추고, 효율 및 수명을 향상시키는 목적으로 정공주입층 및 전하생성층 구성에 사용되는 재료이다. OLED 디스플레이의 소비전력을 낮추고 효율 및 수명을 증가시키는 데 필요한 핵심 기능을 갖추었다.

28주 엘지전자(주)

LG 슈케어



박혜용, 전찬호 책임연구원, 유수찬 책임, 남보현 책임연구원이 개발한 신발 관리기는 운동화나 구두 등은 물론 골프화, 축구화 등 기능성 신발과 자주 신는 데일리 슈즈까지 신발 종류 및 타입에 따라 맞춤 관리가 가능하다. 'LG 스타일러' 특허 기술인 트루스팀(TrueSteam), 미세한 습기와 냄새까지 제거하는 제오드라이필터(Zeo-Dry filter) 등 신발관리에 최적화된 혁신기술을 탑재하여 신발을 효과적으로 관리할 수 있다.

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

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

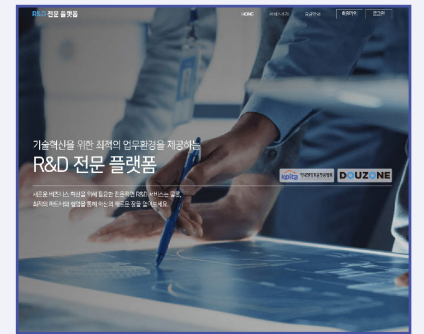
** 플랫폼에 가입하시면 협업 메신저 등 다양한 무료 서비스를 받을 수 있습니다.

이용방법

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

■ 더존비즈온의 클라우드 기반 R&D서비스는 안전합니다!

- 클라우드 컴퓨팅서비스 보안요건 충족, 최적의 데이터 안전관리와 보안환경 제공



이용요금

■ 월이용료(PMS, 전자연구노트)

(부가세 별도)

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

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

※ 해외특허 전문번역 서비스는 별도 문의주시면 상세한 안내 드립니다.

■ 특별한인 프로모션

- 최초 신규 가입시 1개월 동안 무료로 사용할 수 있습니다. (인원 제한 없음)

※ 1개월 무료 서비스가 종료되면 결제 후 이용 가능합니다. (무료기간 후 자동결제되지 않습니다.)

- 산기협 회원사인 경우, 사용자 ID 당 25% (20,000원 → 15,000원) 할인해 드립니다.



(회원사 가입, 서비스 이용)

문의처 / 회원지원팀

☎ 02.3460.9048

✉ psb03@koita.or.kr



완전한 AI, ‘AGI’가 온다

글. 김영준 전자신문 기자

국민대에서 국사학과 언론정보학을 전공했다. 전자신문에서 정부출연연구기관 및 KAIST 등을 출입하며 과학기술 분야 전반을 담당하고 있다.

지금도 수많은 과학기술 성과가 쏟아져 나오지만, 세간에서 널리 거론되는 것들은 많지 않다. 유독 특출난 기술의 발전, 이에 따른 성과가 대중들의 뇌리에 각인된다. ‘근래 특히 기억에 남는 과학기술 성과’가 무엇인지 묻는다면, 아마 대부분은 ‘이 분야’ 성과들을 떠올릴 것이라고 필자는 믿는다. 바로 인공지능(AI, Artificial Intelligence)이다. AI는 몇몇 사건 등을 통해 이목을 끌었는데, 돌아켜보면 이는 AI가 지적 능력에서 우리 인류에게 도달한 사건들이다. 지적 능력은 인류의 최대 장점이다. 인류의 피조물에 불과한 AI가 도리어 지적 능력에 우위를 보이는 것은 그만큼 충격적일 수밖에 없다. 지난 2016년, 구글 딥마인드의 AI 바둑 프로그램 ‘알파고’가 이세돌 9단에 4대 1로 승리한 것이 대표적이다. 이세돌 9단이 다섯 번 중 한 번 승리한 것이 오히려 화제가 됐을 정도로 알파고는 강력한 면모를 보였다. 최근 ‘챗GPT’ 열풍도 유사하다. 챗GPT는 우리 질문에 마치 사람처럼 대답한다. 동문서답하는 ‘할루시네이션’ 현상 등 미진한 점이 있지만, 현재 모습만으로도 온 세계가 챗GPT를 연호하고 있다.

따지고 보면 AI가 완전하지는 않다. 그러나 극히 일부 영역에서 사람을 뛰어넘고, 사람의 지능에 가까이 다가선 것만으로 대중의 뇌리에 깊이 새겨지는 성과를 냈다. 이후 더 발전된 AI가 나온다면, 이전과 마찬가지로 화제의 중심이 될 수밖에 없다. 이는 당연히 산업적으로도 큰 의미가 있다.

〈구글 딥마인드〉

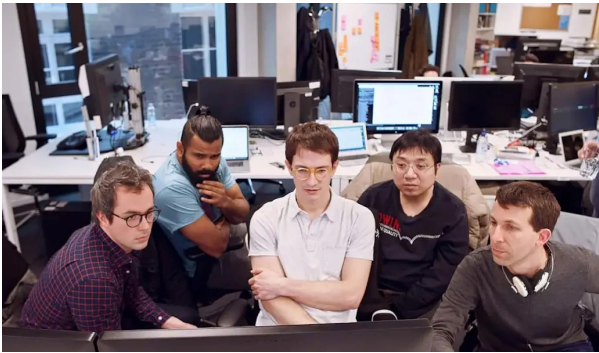


그림 1

알파고를 트레이닝 중인 딥마인드 연구진

〈오픈에이아이(Open AI)〉



그림 2

챗GPT(ChatGPT) 로고

우리를 깜짝 놀라게 할 AI 완성형 ‘AGI’

이후 AI는 어떤 모습으로 우리를 놀라게 할 것인가. 이에 대한 답은 범용인공지능·인공일반지능 등으로 불리는 AGI(Artificial General Intelligence)가 될 공산이 크다. AGI가 기존 AI와 다른 점은 ‘범용성’이다. 이를 통해 더 사람에 가까워진다는 점이 포인트다. 범용성은 그동안 AI가 갖지 못한, 사람만의 영역이다. 사람은 일부 영역에 단점이 있을 수 있지만, 대다수 영역에서 일정 수준의 역량을 보인다. 운동선수라고 해서 예술적 역량이 ‘0’인 것은 아니다. 간단한 그림은 그릴 수 있을 것이다. 집안일도 할 수 있고 면허가 있다면 운전도 가능할 것이다. 사람은 보통 다양한 일을 수행할 수 있다. 언뜻 별것 아닌 것처럼 보이

R&D 나침반은 최신 과학기술의 이슈와 트렌드를 소개합니다.

〈구글 딥마인드 논문 ‘Levels of AGI for Operationalizing Progress on the Path to AGI’〉

Autonomy Level	Example Systems	Unlocking AGI Level(s)	Example Risks Introduced
Autonomy Level 0: No AI <i>human does everything</i>	Analogue approaches (e.g., sketching with pencil on paper) Non-AI digital workflows (e.g., typing in a text editor; drawing in a paint program)	No AI	n/a (status quo risks)
Autonomy Level 1: AI as a Tool <i>human fully controls task and uses AI to automate mundane sub-tasks</i>	Information-seeking with the aid of a search engine Revising writing with the aid of a grammar-checking program Reading a sign with a machine translation app	Possible: Emerging Narrow AI Likely: Competent Narrow AI	de-skilling (e.g., over-reliance) disruption of established industries
Autonomy Level 2: AI as a Consultant <i>AI takes on a substantive role, but only when invoked by a human</i>	Relying on a language model to summarize a set of documents Accelerating computer programming with a code-generating model Consuming most entertainment via a sophisticated recommender system	Possible: Competent Narrow AI Likely: Expert Narrow AI; Emerging AGI	over-trust radicalization targeted manipulation
Autonomy Level 3: AI as a Collaborator <i>co-equal human-AI collaboration; interactive coordination of goals & tasks</i>	Training as a chess player through interactions with and analysis of a chess-playing AI Entertainment via social interactions with AI-generated personalities	Possible: Emerging AGI Likely: Expert Narrow AI; Competent AGI	anthropomorphization (e.g., parasocial relationships) rapid societal change
Autonomy Level 4: AI as an Expert <i>AI drives interaction; human provides guidance & feedback or performs sub-tasks</i>	Using an AI system to advance scientific discovery (e.g., protein-folding)	Possible: Virtuoso Narrow AI Likely: Expert AGI	societal-scale ennui mass labor displacement decline of human exceptionalism misalignment
Autonomy Level 5: AI as an Agent <i>fully autonomous AI</i>	Autonomous AI-powered personal assistants (not yet unlocked)	Likely: Virtuoso AGI; ASI	concentration of power

그림 3

Level of AGI

지만, 이를 AI로 구현하는 것은 전혀 다른 차원의 문제다. 일례로 알파고의 경우, 바둑 외에는 활용 영역이 제한됐다. 영역을 집중한 데이터 분석과 학습, 연산으로 해당 영역에서만 높은 성능을 낼 수 있도록 한 것이다. AGI는 이러한 과거의 특성에서 벗어난다. 특정 영역이 아닌 모든 분야에 두루 역량을 발휘하는 AI로 거듭난다. 이는 곧 능력 면에서 사람을 넘보는 경지에 오르는 것을 뜻한다. 이런 AGI는 과연 언제쯤 등장할까. 이에 대해 희망찬 미래를 그리는 이들이 적지 않다. 쥘스 황 엔비디아 CEO는 최근 “5년 내 AGI가 등장할 것”이라고 예상했고, 샘 올트먼 오픈AI CEO도 같은 의견을 내비쳤다. 심지어 일론 머스크 테슬라 CEO는 “멀어도 5~6년, 가깝게는 내년”을 말했다. 반면, 절대로 AGI는 등장할 수 없다는 의견도 존재한다. 또 한 기존 대형언어모델(LLM, Large Language Model)이

이미 AGI 수준에 돌입했다는 의견도 있다.

AGI 평가 기준 등장… 현재는 ‘떡잎’ 수준

여러 의견이 혼재하는 와중에 아직 그 실체, 정의를 단언할 수 있는 사람도 없다. 다만 베일에 가려진 AGI가 어떤 모습일지 예측하는 탐구는 있다. 참고할 만한 사항으로 구글 딥마인드가 지난해 11월 논문으로 제시한 AGI 기준이 있다. 이들 연구진도 “하나의 기준으로서는 유용하다”며 다소 소극적인 자세를 취했다. 딥마인드 연구진은 ‘튜링 테스트(대화를 통해 AI에 지능이 있는지 판별하는 시험)’와 같은 기존 방법으로는 AGI의 수준에 올랐는지 여부를 판단하기 어렵다고 전제했다. 그러면서 0~5의 여섯 개 단계로 AGI 레벨을 나눴다.

레벨 0은 아예 AI가 아닌 상태를 뜻한다. 레벨 2부터는 숙련된 성인을 기준으로 백분위 50% 정도의 능력을 내는 것으로 규정했다. 레벨 3은 같은 조건에서 상위 10% 이내, 레벨 4는 1% 이내의 성능을 의미한다. 마지막인 레벨 5는 아예 사람의 수준을 넘어선다. 이는 AGI를 넘어선 초인공지능(ASI, Artificial Super Intelligence)으로 분류된다. 이는 특정 업무가 아닌, 일반적인 업무에 대한 최소한의 성능을 규정한 것이다. 즉 범용성이 기준이다. 아무리 특정 영역에 초인적인 성능을 내도 다른 역량이 약하다면 AGI 레벨은 낮다는 의미다. 연구진은 자신들이 제시한 기준으로 기존 AI도 평가했다. 챗GPT와 ‘바드’, ‘라마2’와 같은 LLM은 AGI 레벨 1 수준이라고 평가되었다. 딥인드의 AGI 기준에 따르면 숙련되지 않은 사람 수준이지만, 이미 AGI의 싹은 트고 있다.

여러 정보 받아들이고, 스스로 성장해야 AGI 가능해

그렇다면 이러한 기준에 부합하는 AGI 성능을 내려면 어떠한 세부 기술들이 필요할까. 이는 우리 사람의 지능이 발휘되는 양상을 보면 쉽게 떠올릴 수 있다. 우리는 오감으로 여러 정보를 얻고, 이를 체화해 지식을 발전시킨다. 주어지는 정보가 적을 때는 추론 능력으로 익숙하지 않은 상황에 대응한다. 창의성을 발휘해 다양한 콘텐츠를 만들고, 몸을 써 표현하기도 한다. 세상과의 상호작용이다. 이를 기술에 대응하면 사람처럼 시각·청각·촉각 등 여러 종류의 정보를 함께 받아들이는 멀티 모달리티, 스스로 학습해 발전하는 자율 성장, 표현을 위한 생성형 AI 등을 그 요체로 떠올릴 수 있다. 아마존웹서비스(AWS)가 AGI를 주도하는 기술로 △딥러닝 △자연어처리(NLP, Natural Language Processing) △컴퓨터 비전 △생성형 AI △로보틱스 등을 꼽은 것도 참고할 사항이다. 딥러닝은 여러 포맷의 데이터들을 이해하는 기반이 된다. NLP는 인간의 언어를 이해하고 생성할 수 있도록 한다. 그리고 컴퓨터 비전은 공간의 정보를 얻어 이해한다. 생성형 AI는 정보를 학습해 얻은 지식을 바탕으로 콘텐츠를 생성한다. 기계 시스템인 로보틱스 기술은 AGI가 물리

적인 표현을 할 수 있게 한다. 이들 AWS가 제시한 기술군 역시 사람이 세상과 상호작용하는 것과 닮았다는 점을 쉽게 알 수 있다. 이미 다양한 연구 주체들이 이러한 연구에 뛰어들었다. 샘 알트먼 오픈AI 최고경영자(CEO)는 지난해 9월 ‘AGI 구현’을 목표로 밝히기도 했다. 올 초 마크 저커버그 메타 CEO도 “우리의 장기 비전은 AGI를 구축하는 것”이라며 연내 60만 개 AI 칩 확보 계획을 전했다. 이 밖에 아마존이 ‘아마존 AGI’를 운영하고 있고, 구글도 딥마인드를 통해 연구에 열을 올리고 있다. 마이크로소프트 역시 AGI 개발에 뛰어든 것으로 알려져 있다. 국내에서도 아직 시작점에 머무르고 있기는 하지만 AGI 관련 연구가 진행되고 있다. 일례로 한국전자통신연구원(ETRI)은 자율 성장, 멀티 모달리티 등 기반이 되는 기술 연구로 AGI에 도달할 준비에 나서고 있다. 국내 여러 기업도 개발에 나서고 있다.

AGI가 가져올 변화에 대비 필요해

현재 AGI를 비롯한 AI 발전이 세계에 득이 될지, 혹은 실이 될지에 대한 논쟁이 치열하게 전개되고 있다. 일부는 너무나 강력한 AI가 자칫 영화 ‘터미네이터’의 ‘스카이넷’처럼 인류를 공격할 수 있다는 의견을 내기도 한다. 이른바 ‘두머(Doomer)’ 진영의 의견이다. 반대되는 ‘부머(Boomer)’들은 미래는 예견하기 어려우니, 지금은 개발에 힘을 실을 때가 아니겠느냐고 반문한다. 이런 첨예한 갈등은 그만큼 AGI에 대한 관심이 크다는 방증이다. 어쨌건 향후 등장할 AGI는 우리 사회와 산업에 폭발적인 변화를 일으킬 것이 분명하다. 직접적으로는 범용성을 무기로 여러 AI가 나누어 수행하던 일을 하나의 AGI가 홀로 담당해, 효율을 극대화하는 길을 열 수 있다. 이용자의 뜻을 헤아려 일을 돕는 진정한 의미의 ‘AI 비서’ 출현도 가시화되는 등 AGI가 발전하여, 관련 서비스의 확대도 기대된다. 간접적으로는 AI 활용 확대에 따른 AI 칩, 센서 분야 등 관련 영역의 성장을 예상해 볼 수 있다. 발전된 AI를 활용한 범죄에 대비한 보안 기술의 중요성도 커질 것으로 보인다. AGI 관련 미래에 대한 대비가 절실한 시점이다. **기술·혁신**

화학자를 괴롭힌 오류, 인류를 구원하다 클레어 패터슨, 납을 몰아내기까지

글. 김택원 과학칼럼니스트

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

요즘 주유소에 가보면 아무런 수식어가 없는 휘발유를 찾아보기 어렵다. ‘무연휘발유’거나 ‘고급 휘발유’처럼 말이다. 얼핏 보면 마케팅적인 수사처럼 보인다. ‘연기가 나지 않는’ 휘발유라니, 뭔가 그냥 휘발유보다는 깨끗해 보이니 말이다. 그런데 무연의 ‘연’자가 ‘연기 연(煙)’이 아니라 ‘납 연(鉛)’이라는 사실을 알고 보면 조금 의아하다. 납이 없다는 사실을 굳이 이름에 표시했다고? 그렇다면 예전에는 휘발유에 납이 섞여 있었다는 이야기인가? 납의 독성이 강하다는 건 익히 알려진 사실인데, 그렇다면 정제기술이 부족해서 납을 채 제거하지 못했다는 뜻이었던 걸까?

납, 자동차와 비행기 산업의 총아가 되다

20세기 동안 자동차에 사용하는 휘발유에는 다량의 납을 첨가했다. 정확히는 에테인을 납과 반응시킨 화합물인 ‘테트라에틸납’이다. 납이 위험한지 몰라서는 아니었다.

이미 납이 건강에 해롭다는 사실은 고대 로마 시절부터 잘 알려진 데다, 테트라에틸납과 같은 납 유기화합물이 일반적인 납보다 독성이 강하다는 사실도 충분히 규명되어 있었다. 그런데도 배기가스에 섞여 나올 위험을 무릅쓰고 휘발유에 납을 넣은 이유는 가솔린 내연기관의 고질적인 문제 때문이다. 바로 ‘노킹’이라는 현상이다.

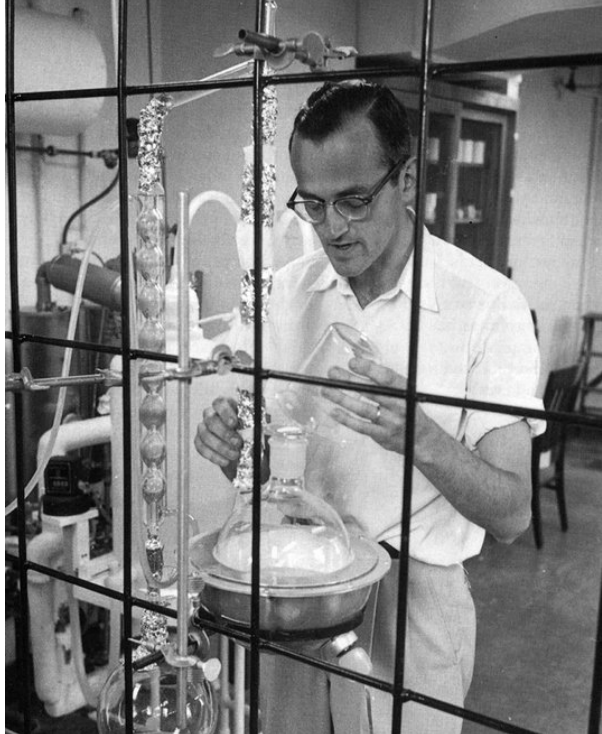
내연기관은 밀폐된 연소실 내부에서 기체 상태의 연료를 한 번에 태워 발생하는 폭발의 힘으로 피스톤을 밀어내 작동한다. 따라서 왕복하는 피스톤의 움직임과 폭발하는 시점이 정확하게 동기화돼야 한다. 피스톤이 밀려나야 하는 수백 분의 1초에 정확하게 연료에 불을 붙여서 바로 그 시점에 연소실의 압력을 높여야 하는 것이다. 그런데 기체 상태 휘발유의 가연성이 높아서 부분적으로 예정보다 빨리 불이 붙기도 한다. 이 경우 피스톤에 힘이 제대로 전달되지 않고 연소실 내벽에 비정상적인 충격이 가해져 금속을 땅땅 때리는 소리가 난다. 이를 노킹이라 하며, 엔진의 성능을 떨어뜨릴 뿐 아니라 엔진과 구동계통이 빨리

망가지는 원인이기도 하다.

가솔린 엔진이 개발된 이후 지금까지도 노킹은 피할 수 없는 숙명이었다. 가솔린의 가연성이 너무 높아 가스 상태에서는 제어하기 어렵다는 점이 문제였다. 이를 해결하는 방법이 휘발유의 가연성을 인위적으로 낮춰 점화되기도 전에 타버리지 않게 하는 것이다. 여기에 사용된 물질이 바로 테트라에틸납이다. 오늘날 인디카 레이싱처럼 극한의 성능을 추구해야 하는 경우 휘발유에 메탄올을 섞어서 사용해 노킹을 억제하고 엔진 성능을 향상시키는데, 테트라에틸납에 포함된 에테인이 고온에서 분리되어 메테인처럼 노킹을 억제하는 역할을 한다. 납과 결합한 상태의 에테인을 첨가한 ‘유연휘발유’는 자연발화가 크게 억제되어 노킹현상을 획기적으로 줄일 수 있었다.

미국을 대표하는 자동차회사인 제너럴 모터스는 1922년 유연휘발유를 ‘에틸’이라는 이름으로 발표했다. 그러나 테트라에틸납은 전혀 무해하지 않았다. 에틸을 생산하는 공장의 인부들은 납중독으로 마비에 시달리거나 사망에 이르곤 했다. 이 와중에 제너럴 모터스는 이를 과로 인한 사망이라며 에틸이 안전하다고 선전했다. 유연휘발유를 개발한 제너럴 모터스의 연구원, 토머스 미즐리도 직접 기자회견에 나서서 테트라에틸납을 손에 붓고 흡입하면서까지 진화에 나섰다. 물론 이 ‘쇼’의 주역인 미즐리는 테트라에틸납의 문제점을 익히 알고 있었으며 그 자신은 공장 근처에도 가려 하지 않았다.

개발자와 기업의 적극적인 은폐와 비호로 에틸을 비롯한 유연휘발유는 20세기 내내 전 세계적으로 널리 사용됐다. 에틸 덕분에 자동차와 비행기의 성능이 비약적으로 향상되고 연비도 크게 높아졌지만 납은 사람들이 모르는 사이에 대기에, 바다에, 땅에 차곡차곡 쌓이고 있었다. 납이 배기가스를 타고 퍼지자 이제는 에틸 공장의 인부뿐 아니라 전 세계의 사람들이 광범위한 납 중독에 노출되어 심각한 문제를 일으켰다. 대표적인 사례가 놀랍게도 ‘범죄율’이다. 장기적인 납 노출로 인한 대표적인 증상 중 하나가 중추신경계 이상으로 인한 인지발달 저하인데, 미국 정부는 보고서에서 아동의 혈중 납 농도와 강력범죄율 사이에 강한 상관관계가 있다고 시인했다. 1970년대부터



1957년, 칼텍에 조성된 실험실에서 연구에 몰두하는 패터슨. 당시 패터슨의 연구실은 세계에서 가장 정밀하게 납을 분석할 수 있었다. ©Caltech

1990년대 사이 급증한 강력범죄율의 원인 중 하나로 지속적인 납 노출로 인한 반사회적, 폭력적 성향 증가가 손꼽히기도 한다. 이러한 재앙을 막아낸 계기는 한 과학자의 실패한 연구였다.

지구의 나이를 헛갈리게 한 성가신 오류에서 찾아낸 범영의 그림자

시카고 대학교에서 박사과정을 밟는 중인 클레어 패터슨은 머리를 감싸 쥐었다. 또 데이터를 종잡을 수 없다. 지도교수인 해리스 브라운(Harrison Brown, 1917~1986)이 과제를 던져줄 때만 해도 한 해 이내에 끝낼 것 같은 연구였지만 계속 이모양이다. 프로젝트를 함께 진행중인 연구실 동료 조지 킬턴(George Tilton, 1923~2010)이 담당한 부분에서는 이런 문제가 없으니 답답했다. 다행이라면 브라운 교수도 이런 사정을 잘 이해하고 함께 고민

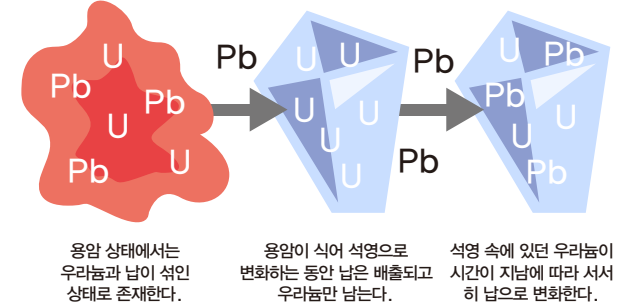
했다는 정도일까.

당시 패터슨과 킬턴은 대기와 지각의 동위원소를 측정해서 지구의 나이를 계산하는 연구를 진행하고 있었다. 킬턴은 우라늄, 패터슨은 납을 분석했다. 두 화학자는 맨해튼 프로젝트에서 방사성 동위원소를 분석하는 데 참여한 바 있었는데, 이 경험을 살려 지구의 나이를 정확히 측정하는 데 도전하기로 한 것이다.

모든 원소는 원자핵의 중성자 개수만 다른 동위원소를 지닌다. 이 중 일부는 불안정해서 방사선을 내고 다른 원소로 변환되기도 하는데, 이를 방사성 동위원소라고 한다. 자연 상태에서 방사성 동위원소는 다른 원소로 변환되면서 각자 고유한 빠르기로 일정하게 줄어든다. 따라서 시료에 포함된 주요 동위원소의 비율을 비교하면 방사성 원소가 줄어드는 속도, 즉 반감기를 이용해서 시료의 나이를 측정할 수 있다. 패터슨과 킬턴이 적용한 방법은 우라늄의 두 동위원소인 우라늄-238과 우라늄-235가 각각 납-206과 납-207로 변환되는 비율을 활용한 ‘우라늄-납 연대측정법’이었다.

문제는 변환 산물인 납 동위원소의 양을 측정하기가 어려웠다는 점이다. 극히 적은 양만 존재하는 납의 동위원소는 측정할 때마다 그 수가 달라졌다. 패터슨은 실험장비의 정밀도 문제라고 생각하고 미량의 납을 분석하는 데 특화된 클린룸과 장비가 필요하다고 생각했다. 다행히 지도교수인 브라운과 함께 칼텍으로 자리를 옮기면서 패터슨은 원하는 수준의 실험실과 장비를 손에 넣을 수 있었다. 새로운 장비의 성능에 힘입어 패터슨은 1956년의 논문에서 지구의 나이가 45억 5천만 년이라고 확정할 수 있었다.

이후 패터슨은 지질학적 시간에 따라 납 동위원소의 양이 어떻게 변했는지 추적하기 시작했다. 자신이 측정한 지구의 나이가 정확한지 확인하려면 시간에 따라 지구의 긴 역사 동안 실제로 납의 양이 일정하게 변했는지 알아야 했기 때문이다. 이를 위해 패터슨은 1955년부터 육지와 해양의 퇴적물을 채취해서 납의 농도를 확인했다. 그러자 놀라운 사실이 드러났다. 퇴적물에 포함된 납의 양은 원양과 근해에서 명확하게 다른 양상을 보였으며, 역사 이후의 납 농도는 이전의 지질시대보다 확실히 높았다.



우라늄을 이용한 연대측정법의 개요. 우라늄의 동위원소는 시간이 지남에 따라 납으로 변화하는데, 각각의 동위원소가 변화하는 빠르기가 달라서 이들의 비율을 이용하면 얼마나 오래된 암석인지 추정할 수 있다. ©Rachel D'Erminio for HarvardX

시카고에서 패터슨을 괴롭히던 측정값의 변화는 어쩌면 실수나 분석장비의 한계가 아니라 정말로 지표면의 납 농도가 비정상적이기 때문일 수도 있었다.

패터슨과 동료들은 그 원인이 산업활동임을 간파했다. 그리고 패터슨의 연구 목표는 지구의 나이를 계산하는 것이 아니라 지표면이 얼마나 납으로 오염되었는지 확인하는 것으로 바뀌었다. 1963년부터 미국 연안에서 납 농도를 정밀하게 조사하기 시작한 패터슨은 여러 차례의 교차 검증을 통해 납 오염의 원인이 단순한 먼지가 아니라 배기가스에 섞여 나온 테트라에틸납이라는 사실을 확인할 수 있었다. 경악스럽게도 실제로 측정된 납 농도는 광범위한 지역의 사람들에게 만성적인 납 중독을 유발할 수준이었다. 이 결과는 1965년 논문으로 발표됐고 엄청난 주목을 받았다.

발견, 신념, 그리고 납과의 싸움

1965년의 논문의 문구를 보면 패터슨이 어떤 생각으로 연구를 진행했는지 엿볼 수 있다. 논문 내내 패터슨은 ‘심각한 만성 납 손상(Severe chronic lead insult)’이라는 신랄한 표현을 사용했다. 논문의 고트머리에서는 산업 활동으로 생성된 납이 생태계에 어떻게 확산되는지 면밀히 조사할 것과 알킬납과 같은 독성이 강한 납 오염원의 제거를 촉구했다.



납과의 싸움에서 결정적인 역할을 한 장비, 질량분석기와 패터슨. 질량분석기는 시료 속 물질의 양을 정밀하게 측정하는 장비다. 납은 아주 적은 양이라도 장기간 체내에 축적되면 심각한 중독을 일으킬 수 있다. 따라서 질량분석기를 이용한 정밀 분석이 없었다면 패터슨도 정치계는 물론, 과학자들도 설득하기 어려웠을 것이다. ©Caltech

이후 패터슨은 납은 연구인생 내내 납 오염에 대한 연구와 납에 대한 규제를 마련하는 데 매달렸다. 고지식할 정도로 원칙주의자인 데다 완고한 이상주의자인 패터슨이 생각하기에 인류에게 직접적인 위해를 발견한 이상, 이를 널리 알리고 대응방법을 마련하는 것은 과학자의 책임이었다. 1965년 이후 패터슨은 납에 대한 논문을 낼 때마다 항상 ‘지식을 기반으로 한 행동과 변화’를 강조했다.

패터슨이 이 문제를 연구할수록 의혹은 점점 더 커졌다. 기업들이 납을 무책임하게 배출할 뿐 아니라 정부 기관은 납 중독을 모니터링할 능력도, 의지도 없었다. 식품이나 소비재의 납 오염을 평가하는 방법은 있었지만 측정 방법의 한계로 인해 오류투성이었다. 패터슨이 확인한 바에 따르면 정부 실험실의 납 측정치에 비해 칼텍의 실험실에서 자신의 방식으로 측정한 값이 1,000배나 많을 때도 있었다.

그러나 변화는 쉽지 않았다. 단지 해로운 결과가 확인됐다는 이유만으로 유연휘발유를 비롯한 납 제품을 퇴출하기에는 이해관계가 너무 복잡하고 광범위했다. 유연휘발유를 퇴출하려면 개인의 연구결과를 넘어서는 광범위한 증거와 합의가 필요했다. 게다가 이해관계가 복잡하고 관련된 분야가 넓은 만큼 수많은 회의와 조정이 필요했다.

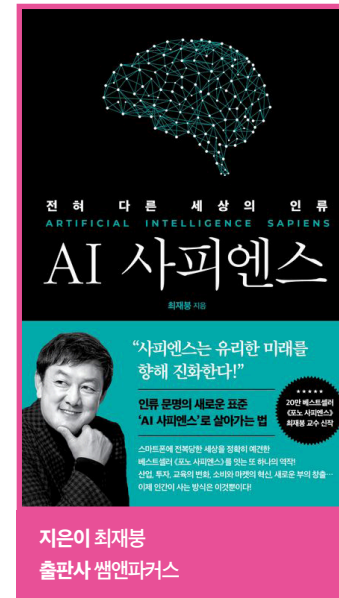
당장 관련된 연방 단위의 기관만 해도 의회의 관련 청문회, NRC, FDA, OSHA, HUD, CDC, EPA 등 10개에 이르렀다. 이들 기관에서 이루어지는 크고 작은 회의에서 합의가 이루어져야 했고 같은 연구결과를 여러 번 반복해서 설명하여 관철해야만 했다. 이건 과학 연구가 아니라 정치의 영역이었다.

과학과 정치의 간극을 넘기 위해 패터슨은 그답게 고지식한 정면돌파를 선택했다. 그는 정치인이 될 생각이 없었고 스스로 정치에 어울린다고 생각하지도 않았다. 따라서 동료를 대신 정계에 진출시키거나 패터슨 자신이 수많은 회의와 청문회에 직접 참석했다. 일단 발언권만 얻는다면 자신이 엄격하게 검증한 데이터로 시민과 정치인을 설득할 자신이 있었다. 무엇보다도 패터슨은 세계적으로 저명한 납 분석 전문가였으며, 칼텍에 있는 그의 실험실에는 세계에서 가장 정밀하고 정확한 설비가 있었다.

패터슨의 지칠 줄 모르는 싸움은 결실을 맺었다. 미국 정부는 1970년 청정대기법에 납과 관련된 조항을 넣었으며 1978년에는 페인트에서, 1986년에는 모든 휘발유에서 납을 제거하기에 이르렀다. 휘발유에서 납을 제거하는 법안을 도입한 직후 미국인의 혈중 납 농도는 80% 이상 감소한 것으로 나타났다. 패터슨의 주장이 다시 한 번 사실로 입증된 것이다.

패터슨을 골치 아프게 했던 연구는 납의 위협으로부터 현대인을 구원했다. 어쩌면 패터슨에게는 지구의 나이를 정확하게 계산한 것보다 납 규제를 이끌어낸 것이 더 가치 있는 업적이었을 것이다. 주유소의 ‘무연휘발유’는 과학적 발견의 가치가 경제적인 것이 전부가 아님을 보여주는 산 증인인 셈이다. **[기술·혁신]**

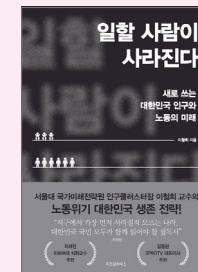
AI 사피엔스



베스트셀러 《포노 사피엔스》로 스마트폰에 전복당한 세상을 정확히 예견한 성공관대 최재봉 부총장이 5년 만의 역작 《AI 사피엔스》로 돌아왔다.

이 책은 코로나 팬데믹을 거치면서 더욱 진화한 포노 사피엔스가 AI라는 전대미문의 신무기를 장착하고 어떻게 천지개벽 급 신문명을 만들고 있는지를 세세하게 포착하고 있다. ‘AI가 나와 무슨 상관이지?’ 하고 생각하는 95%의 사람들에게 ‘AI 사피엔스’ 시대를 어떻게 대비할지 알려준다. 단순히 챗GPT 사용법이나 스킬 이야기가 아니다. 지금 우리가 유심히 관찰할 것은, 일상의 변화부터 각 산업의 구조적 진화까지 이끌어가는 거대한 축의 전환과 새로운 문명의 시작이다. 이 모든 변화의 소용돌이에서 당신의 업무와 일상이 어떻게 달라질지 미리 알고 싶다면, 당장 AI 시대를 살아갈 아이들에게 어떤 공부를 시켜야 할지 고민이라면, 이 책에서 해답을 찾을 수 있다. 또한 향후 5년 내 뜨고 질업종이 무엇일지, 어디에 투자하고 무엇을 공부할지 등 혼란한 시기에 떠오르는 여러 질문에 대한 답이 선명해진다. 사피엔스는 언제나 유리한 미래를 향해 진화해왔다. 이미 온 AI 시대에 대한 막연한 불안과 걱정 역시 이 책 속 지혜와 인사이트를 통해 기대와 확신, 용기와 의욕으로 변화할 것이다. **[기술·혁신]**

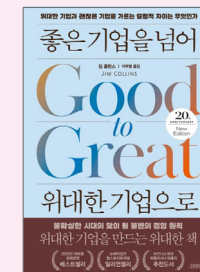
NEW BOOKS



일할 사람이 사라진다

지은이 이철희
출판사 위즈덤하우스

모두가 대한민국 인구의 미래가 정해졌다고 말한다. 이미 저출생 국면에 접어들어 지 오래되었고 어쩌면 대한민국은 소멸할지도 모른다고. 서울대 국가미래전략원 인구클러스터장이자 국내 대표 인구경제학자인 이철희 교수는 이 책에서 대한민국의 미래, 특히 인구와 노동 시장의 미래는 아직 정해지지 않았다고 조심스레 반박한다. 인구감소에 따라 일할 사람이 점점 사라지고 있는 대한민국, 그 생존 전략과 앞으로 나아갈 길을 밀도 높게 담아낸 이 책을 통해 인구위기 문제를 조금 다른 각도에서 바라보고 발전적으로 고민해보길 바란다.



좋은 기업을 넘어 위대한 기업으로

지은이 짐 콜린스
번역가 이무열
출판사 김영사

위대한 기업과 괜찮은 기업을 가르는 결정적 차이는 무엇인가? 20년간 아마존 경제경영 베스트셀러에 오른 짐 콜린스의 대표작 <좋은 기업을 넘어 위대한 기업으로>의 출간 20주년 기념 뉴에디션이다. 이 책은 저자를 세계에서 가장 영향력 있는 경제학자의 반열에 올린 저서로, ‘경영의 바이블’로 여겨진다. 5년에 걸친 방대한 연구를 통해 고정관념과 선입견을 깨는 위대한 기업의 경영 원칙을 담았다. 무려 2,000페이지에 달하는 인터뷰, 6,000건의 논문, 3.8억 바이트의 데이터를 통해 아무런 선입견도, 가설도 없이 맨땅에서 건져 올린 위대한 기업들의 진실과 만나보자.

01

2024년 과학기술진흥유공자 장관표창 전수식

제57회 과학의 날(4월 21일)을 맞아 한국산업기술진흥협회(이하 산기협)는 전수식을 열고 46명에게 과학기술진흥유공 과학기술정보통신부 장관표창을 수여했다. 이 상은 과학기술 발전에 공헌한 자에 대한 발굴·포상을 통해 과학기술인의 자긍심·명예심을 고양하고 사기를

진작시켜 국가과학기술 혁신에 기여하기 위해 제정된 표창이다.

제57회 과학의 날 기념 과학기술부 장관표창 전수식은 지난 5월 3일 엘타워에서 개최됐다. 이날 행사에서는 표창전수, 축하, 기념촬영, 수상소감, 오찬 등이 진행되었으며, 수상자뿐만 아니라 수상자의 가족과 회사 동료 등 130명이 참석하여 수상을 축하했다.

산기협 구자균 회장은 축사를 통해 “글로벌 환경 변화 등 복합적인 위기에 대응하기 위해서는 국가 연구개발의 80%를 담당하는 우리 산업계가 힘을 모아야 한다. 미래 먹거리가 될 신수종 사업을 발굴하여 기술 우위를 선점하는 데 주력해야 한다.”라고 밝혔다. 이어 “산기협은 ‘기술개발인의 날’ 지정 등 기업 연구자의 사기진작을 위한 환경 조성에 힘쓰겠다.”라고 덧붙였다. **기술·혁신**



02



제17회 전국연구소장협의회 해외 벤치마킹 해외 벤치마킹 연수를 통한 기술 성장과 글로벌 진출 전략



글. 정마숙 금정제약(주) 대표이사

부산대학교에서 화학 박사 학위를 취득했다. 미국 버클리대학 및 코넬의과대학 연구원을 거쳐 현재 금정제약 주식회사 대표로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 구조 기반 혁신 신약 개발과 기술경영, 의료기기, 화장품, 식품 개발 연구 및 피부 임상시험의 연구 접목 등이다.

것이다. 이번 해외 벤치마킹은 전소협 운영진의 체계적인 일정에 따라 3박 4일 동안 진행되었는데 일정별 내용을 소개하면 다음과 같다.

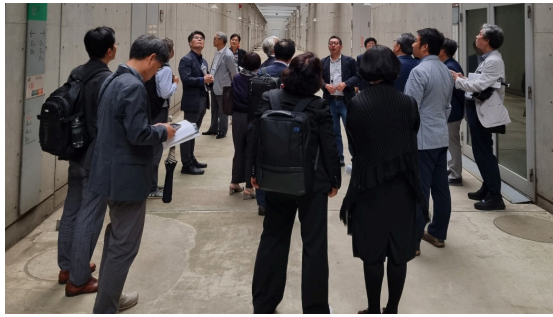
1일 차: 도쿄대학 생산기술연구소 기관 탐방

전소협 벤치마킹 연수단은 김포에서 출발하여 도쿄 하네다 공항에 도착하였다. 연수 1일 차에는 도쿄대학 생산기술연구소 기관을 탐방하였는데, 생산기술연구소는 도쿄대학의 부설 연구소로서 생산기술과 관련된 공학 전반의 연구와 교육 활동을 진행하고 있는 곳이다. 해당 연구소는 다양한 기술적 문제의 과학적 종합 연구 및 연구 성과의 실용화 실험을 목표로 설립되었다. 대학원생은 약 600명이고 대학 부설 연구소로서는 일본 최대 규모로 세계에서조차 굵직한 규모다.

생산기술연구소의 김범준 교수님은 스킨케어에 위한

제17회 전국연구소장협의회(이하 전소협) 해외 벤치마킹은 2024년 5월 7일부터 10일까지 3박 4일의 일정으로 진행됐다. 회원 20여 명과 산기협 회원서비스본부 2명, 가이드 1명의 규모로 일본 도쿄를 방문하였다.

일본은 2020년 국내총생산(GDP)이 미국과 중국에 이어 세계 3위를 기록한 자동차, 철강, 첨단 기술 제조 제품의 강국이다. 2021년 기준 고령화율은 29%로, 세계에서 고령화율이 가장 높아 항노화 사업의 표본이 될 수 있을



마이크로니들의 이용을 주제로 의료용 무통 경피 약물 전달용 생체 분자 니들링 시스템 및 자가 테스트 진단 바이오 센서에 대해 특별강연을 해주셨다. 구체적으로 생체 적합성 소재로 제작된 MAP(Micro needles Array Patch)-용해성 고분자의 다양한 이용과 보유하신 독자적인 마이크로니들 제조 기술을 소개해 주셨다. 1mm 이하의 미세바늘인 마이크로니들은 생분해되며 의료전문가 없이 스스로 피부에 적용할 수 있다. 통증 없는 최소침습성으로 편리하게 이용할 수 있으며 흡수가 빠르고, 보관과 물류가 편리하며 주사보다 회복력이 빠르다는 장점이 있다. 최근에는 의료용 약물전달시스템(Drug Delivery System, DDS) 패치, 백신 등에도 적용되기 시작했다. 그러나 아직은 높은 원가와 대량 제조 등의 어려움으로 DDS에서의 이용은 적고, 현재 상업적으로 화장품 분야에서 많이 이용되고 있다. 마이크로니들 시스템 시장은 연평균 7%씩 성장해 2030년에는 12억 달러의 시장 규모를 형성할 것으로 조사되는 등 성장이 기대되는 분야다.

2일 차: 일본 농업식품산업기술종합연구기구(NARO) 견학

일본의 국책연구기관인 NARO(National Agriculture and Food Research Organization)는 농업식품산업기술종합연구기구(이하 농연구)로 한국의 농촌진흥청과 유사하며, 일본의 식량·농업·농촌이 직면하는 다양한 문제를 해결하고 국민이 기대하는 사회 실현에 공헌하는 것을 설립 목적으로 하고 있다. NARO는 세계 최초의

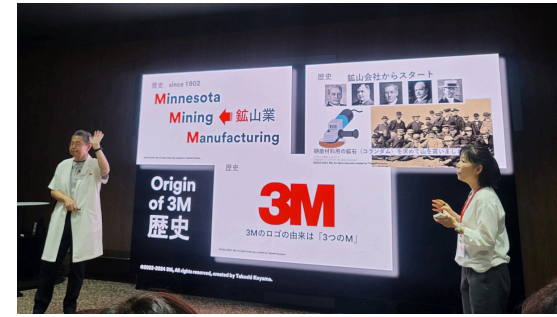


‘무인 자율주행 소형트럭’ 개발, 해충에 생태를 이용하여 약제 저항성이 생기지 않게 하는 ‘세대 내 살포’ 연구, 보리에 모이는 천적을 활용하는 효율적인 딸기 진딧물 방제법 개발, 드론으로 벌씨를 뿌려 파종하는 ‘논 리노베이션 사업’ 등으로 농가의 필요 비용과 노동력을 절감하고 있다. 또한 실농업·식품·축산에 대한 시험연구, 개발, 조사, 교육 등을 종합적으로 시행하고 있는 일본 최대의 연구기관이다.

연수단은 농연구에서 과학관과 농업환경 인벤토리 전시관의 다양한 연구를 보며 일본의 농업 산업을 배울 수 있었다. 특히 요즘 즐겨 먹는 샤인머스켓을 개발한 곳이 NARO이며 이것을 개발하는 데 20여 년이 소요되었다는 것을 듣고, 새로운 제품 개발을 위해 지속적인 연구 개발을 하는 일본의 연구 투자 양상을 엿볼 수 있었다.

3일 차: 3M 재팬 고객기술센터 방문

미국에 본사를 둔 3M은 1900년대에 미네소타 광공업 회사로 시작하여 사포와 연마제를 생산하였다. 현재는 전자·정보기술 그룹, 그래픽 관계 용역 및 제품 그룹, 산업 및 소비재 그룹, 생명과학 그룹 등 4개의 그룹으로



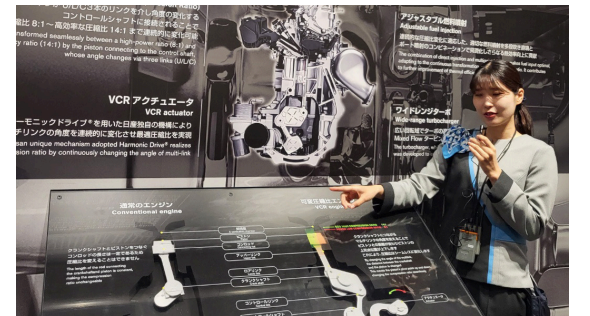
나뉘어 있다. 3M 재팬은 미국 3M의 일본 자회사로 사무용품 스티커 포스트잇 제조업체로 유명하다. 주요 사업은 전기·통신, 건설, 자동차, 운송 및 보안, 상업용·사무용 및 가정용, 건강 관리 제품 등으로 사업 분야를 주기율표 형식으로 나열할 만큼 다양한 연구를 진행하고 있다. 연수단은 전소협 회원의 특별 소개로 3M 재팬을 방문하여, 실생활에서 많이 쓰이는 접착제와 가정용품, 자동차 관련 사업을 직접 체험해 흥미로운 시간을 보냈다.

4일 차: 닛산자동차 요코하마 조립공장 견학

일본 굴지의 자동차 제조회사인 닛산은 요코하마시에 위치한 엔진 개발과 자동차 생산의 거점이다. 닛산 엔진 박물관에는 1935년에 제작된 7형 엔진으로 시작해 역대 28기의 엔진을 전시하고 있었다. 게스트홀 건물은 창업 시 본사 건물의 모습을 재현하여 개축되었으며, 요코하마 시내에서 유일한 제2차대전 이전의 공장사무실 건물이다. 닛산자동차 공장에서는 고성능 자동차 엔진 제작 공정을 직접 볼 수 있는 기회가 있었다.

연수단은 공식적인 기업 탐방 외 문화탐방으로 츠크바산 로프웨이를 타고 올라가 일본의 숲과 자연을 체험하였다. 츠크바산은 신이 머무는 산으로, 용기된 화강암이 비바람에 깎여 형성되었다고 한다. 서쪽에 후지가 있다면 동쪽에는 츠크바가 있다고 할 정도로 전망이 아름다웠다.

다음으로는 1872년 개장하여 일본에서 가장 오래된 박물관인 도쿄국립박물관을 방문하였다. 이는 연대별



일본의 문화를 집대성한 박물관으로, 일본 및 아시아 문화와 역사에 관해 다양한 자료를 살펴볼 수 있었다. 박물관 바깥에는 미국 링컨기념관 호수와 비슷한 호수가 있고 자그마한 카페도 있어 일본의 정갈함과 여유를 느낄 수 있었다.

다음 문화탐방으로는 도쿄에서 가장 오래된 사찰인 아사쿠사 관음사를 방문하여 일본의 종교와 기원을 체험했다. 마지막으로 요코하마항을 방문하였는데, 대형 선박들이 즐비해 있었고 때마침 근처에 장미축제가 있어 아름다운 풍경을 즐길 수 있었다.

이번 전소협 해외 벤치마킹 연수를 통해 유익한 시간을 보낼 수 있었다. 일본의 지속적인 연구 문화, 친절함, 정직, 청결과 함께 아날로그 방식이지만 함께 나아가는 체계적인 시스템을 경험할 수 있었다. 이러한 끈기 있는 연구와 아이디어 개발 및 새로운 분야에 대한 정보교류가 기업의 기술 성장과 글로벌 진출을 위한 전략이라는 생각이 들었다. 좋은 분위기에서 기업방문 및 문화탐방을 진행하며 신제품 개발에 대한 아이디어도 많이 떠올랐다. 일정을 준비해 주신 산기협과 함께 탐방한 전소협 회원들께 감사의 마음을 전하고 싶다. [기술·혁신]

03

2024년 상반기 탄소중립 K-Tech 포럼

한국산업기술진흥협회(이하 산기협)는 6월 11일 국회의원회관 제1세미나실에서 '2024년 상반기 탄소중립 K-Tech 포럼'을 개최했다. 포럼 공동대표를 맡고 있는 산기협 구자균 회장을 비롯하여 김성환 국회의원(더불어민주당, 서울 노원구 을), 김소희 국회의원(국민의힘, 비례), 포럼 위원 등 25명이 참석했다. 이번 포럼은 '기후테크 산업 활성화 방안'을 주제로 산업 육성 전략과 스타트업 성공 사례, 투자 전망 등에 대한 발제와 참여 위원 간 토론이 진행됐다.

첫 번째 발제는 산업통상자원부 홍수경 에너지기술과장이 '기후테크 산업 육성 및 활성화 전략'에 관해 발표했다. 정부는 향후 2030년까지 △기후테크 유니콘기업 10개 사 육성 △기후테크 수출 규모 100조 원 확대 △기후테크 관련 신규 일자리 10만 개 창출을 실현해 나갈 예정이라고 설명했다.

두 번째 발제에서는 로우카본 이철 대표가 '기후테크

솔루션 기업 사례'를 발표했다. 이 대표는 "선도적인 기후테크 산업이 형성될 수 있도록 정부의 정책적인 지원이 필요하다."라고 말했다.

마지막 발제를 맡은 소풍벤처스 한상엽 대표는 '기후테크 투자 전망과 정부의 역할'을 주제로, 기후테크 분야 기술 고도화 및 상용화를 위한 적극적인 투자가 필요함을 강조했다.

이어진 종합토론에서는 국가녹색기술연구소 이상협 소장이 좌장을 맡았으며, (사)넥스트 송용현 부대표, 서울대학교 윤제용 교수, 대한상공회의소 조영준 원장, 한국환경산업기술원 최흥진 원장 등이 참여해 활발한 논의를 진행했다.

산기협 구자균 회장은 "글로벌 기후테크 시장에서 국가 경쟁력을 확보하기 위해서는 기술 확보를 위한 투자 확대뿐만 아니라 새로운 아이디어를 가진 기후테크 신생 기업이 성장할 수 있는 환경이 조성되어야 한다."라고 밝혔다.

한편, 산기협은 '탄소중립 K-Tech 포럼'을 지속 운영하여 탄소중립 달성을 위한 다양한 실천 방안에 대해 논의를 이어 나갈 예정이다. 올 하반기에는 '탄소중립 기술 혁신 세미나'를 개최해 정부의 기술혁신 정책 방향을 논의하고 선도기업의 탄소 감축 혁신 사례 등을 공유·확산할 예정이다. **[기술·혁신]**



기업R&D 전문 카카오톡 채널

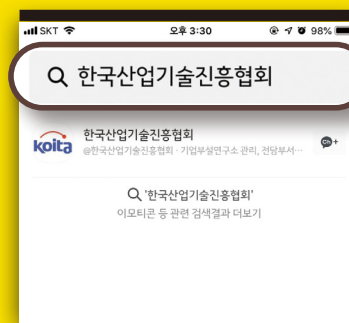
기업R&D에 관련된 핵심 정보만 선별해서 보내드립니다.

한국산업기술진흥협회 카카오톡 채널을 추가하고
우리 회사에 꼭 필요한 R&D 소식 받아보세요!

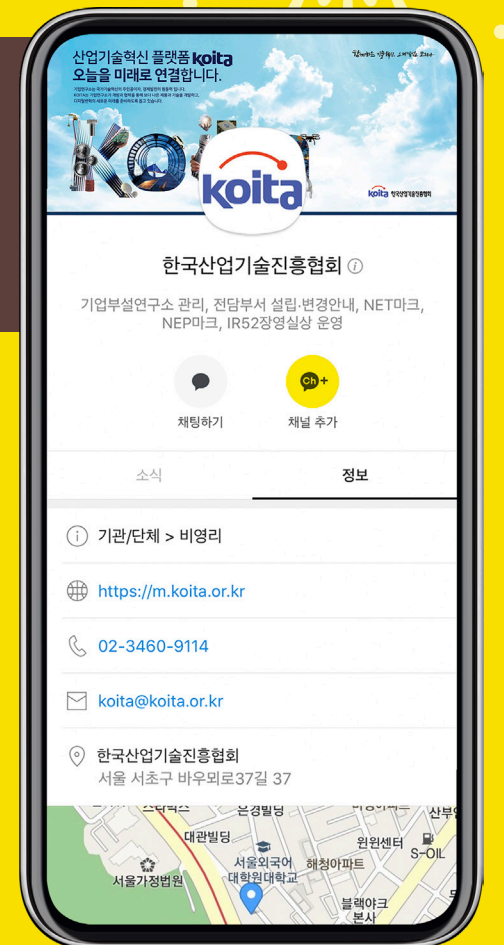
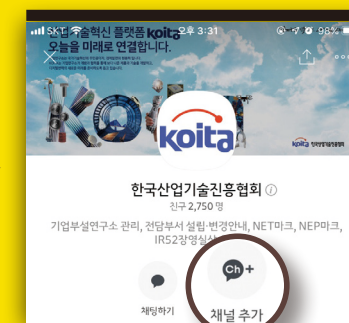
- 조세지원, 자금지원, 인력지원 등 정부지원사업 정보
- 디지털 전환, 글로벌 트렌드, 특허 등 최신 정보
- 기술기획, 사업계획서 작성 등 연구소 운영 필수사항 정보

추가방법

01 카톡 상단 검색창에
한국산업기술진흥협회 검색



02 한국산업기술진흥협회
[채널추가] 클릭



기업부설연구소 총괄현황_ 2024년 4월 말 현재

개관		(단위: 개소, 명)						
구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024.4
연구소 수	39,313	40,399	40,750	42,155	44,068	44,811	44,086	44,531
중견기업	592	762	1,000	1,244	1,437	1,519	1,613	1,633
중소기업	37,696	38,734	38,887	40,140	41,888	42,525	41,717	42,141
연구원 수	329,938	335,882	337,420	359,975	383,682	398,666	410,515	414,442
중견기업	19,107	27,436	34,140	42,593	47,618	50,505	55,268	56,245
중소기업	190,686	193,724	192,420	199,891	209,421	214,642	213,031	214,653

학위별 연구원		(단위: 명)				
구분	박사	석사	학사	전문학사	기타	총계
연구원 수	30,317	105,178	240,580	29,213	9,154	414,442
중견기업	2,619	17,707	34,754	951	214	56,245
중소기업	11,291	40,865	125,757	28,069	8,671	214,653

지역별		(단위: 개소, 명)									
구분	수도권				중부권						제주
	서울	인천	경기	소계	대전	세종	충남	충북	강원	소계	
연구소 수	13,282	2,009	14,151	29,442	1,741	237	1,443	1,255	517	5,193	188
중견기업	352	76	604	1,032	27	8	105	93	11	244	1
중소기업	12,747	1,905	13,289	27,941	1,663	218	1,297	1,132	501	4,811	186
연구원 수	104,470	15,888	187,445	307,803	19,440	2,053	13,224	9,533	2,562	46,812	686
중견기업	10,686	2,486	27,665	40,837	929	174	2,075	2,020	214	5,412	10
중소기업	70,377	8,624	71,263	150,264	9,900	1,107	6,229	5,248	2,183	24,667	665

구분	영남권						호남권				해외 (기타)	총계
	부산	울산	대구	경남	경북	소계	광주	전남	전북	소계		
연구소 수	1,766	603	1,358	1,912	1,501	7,140	768	810	984	2,562	6	44,531
중견기업	44	39	42	89	77	291	19	20	23	62	3	1,633
중소기업	1,713	541	1,306	1,782	1,393	6,735	747	775	945	2,467	1	42,141
연구원 수	8,684	4,757	7,371	15,633	10,589	47,034	3,621	3,494	4,839	11,954	153	414,442
중견기업	1,048	683	1,205	4,160	1,519	8,615	474	199	597	1,270	101	56,245
중소기업	7,428	2,295	5,684	7,859	6,046	29,312	3,057	2,924	3,756	9,737	8	214,653

형태별		(단위: 개소)			
구분	건물전체	독립공간	분리구역	총계	
연구소 수	485	33,610	10,436	44,531	
중견기업	82	1,547	4	1,633	
중소기업	285	31,424	10,432	42,141	

면적별		(단위: 개소)					
구분	50㎡ 이하	50~100㎡	100~500㎡	500~1,000㎡	1,000~3,000㎡	3,000㎡ 초과	총계
연구소 수	24,985	7,478	9,461	1,264	890	453	44,531
중견기업	71	145	639	315	319	144	1,633
중소기업	24,906	7,311	8,655	850	378	41	42,141

연구원 규모별		(단위: 개소)				
구분	2~4인	5~9인	10~49인	50~300인	301인 이상	총계
연구소 수	26,968	12,733	4,078	647	105	44,531
중견기업	0	594	771	253	15	1,633
중소기업	26,968	12,139	2,871	163	0	42,141

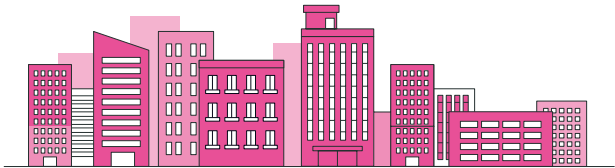
과학기술 분야		(단위: 개소, 명)				
구분	건설	금속	기계	생명과학	섬유	소재
연구소 수	1,319	2,090	8,487	290	342	922
중견기업	44	129	428	3	14	37
중소기업	1,247	1,920	7,892	284	322	866
연구원 수	6,299	11,999	86,075	1,266	1,707	5,490
중견기업	464	1,914	17,406	24	340	744
중소기업	4,661	7,394	40,345	1,199	1,229	3,531

구분	식품	전기·전자	화학	환경	산업디자인	기타	총계
연구소 수	1,316	7,463	3,437	262	2,324	3,670	31,922
중견기업	68	284	298	8	61	85	1,459
중소기업	1,214	7,005	3,029	246	2,242	3,516	29,783
연구원 수	8,647	135,328	38,615	1,614	12,616	26,558	336,214
중견기업	1,741	11,648	10,392	126	1,296	1,875	47,970
중소기업	4,908	39,540	19,277	945	8,974	18,188	150,191

서비스 분야		(단위: 개소, 명)					
구분	교육서비스	금융 및 보험	도매 및 소매	보건 및 사회복지서비스	부동산 및 임대	사업시설관리 및 사업지원서비스	숙박 및 음식점
연구소 수	236	27	784	67	16	204	25
중견기업	2	0	11	0	0	7	1
중소기업	234	23	771	67	15	193	23
연구원 수	951	354	3,439	362	96	967	185
중견기업	31	0	215	0	0	73	74
중소기업	920	142	3,200	362	86	756	83

구분	예술, 스포츠 및 여가관련서비스	운수	전문, 과학 및 기술서비스	출판, 영상, 방송 통신 및 정보서비스	하수·폐기물처리, 원료재생 및 환경복원	기타	총 계
연구소 수	99	68	3,249	7,765	27	42	12,609
중견기업	0	3	39	111	0	0	174
중소기업	99	61	3,196	7,607	27	42	12,358
연구원 수	339	438	15,440	55,411	116	130	78,228
중견기업	0	30	781	7,071	0	0	8,275
중소기업	339	279	14,144	43,905	116	130	64,462

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





1 2024년 제1회 IR52 장영실상 Honors Club 운영위원회

2024년 4월 15일(월) 2024년 제1회 IR52 장영실상 Honors Club 운영위원회를 산기협회관 명예의 전당에서 진행했다.

문의: 시상운영팀 서희경 차장(02-3460-9191)



2 민간R&D협의체 우주항공분과 제1차 전문위원회

2024년 4월 16일(화) 민간R&D협의체 우주항공분과 제1차 전문위원회를 산기협회관 명예의 전당에서 진행했다.

문의: 정책기획팀 이상섭 과장, 김다은 주임(02-3460-9073/9170)



3 2024년 제2회 미래혁신세미나

2024년 4월 23일(화) 2024년 제2회 미래혁신세미나를 산기협회관 대회의실에서 진행했다.

문의: 미래혁신지원팀 김민호 주임(02-3460-9164)



4 AI 기반 그린디지털 전환 컨퍼런스

2024년 4월 29일(월) AI 기반 그린디지털 전환 컨퍼런스를 한국과학기술회관 국제회의실에서 진행했다.

문의: 미래혁신지원팀 강명은 과장(02-3460-9163)



5 2024년 초거대 AI 정부지원사업 설명회

2024년 4월 30일(화) 2024년 초거대 AI 정부지원사업 설명회를 산기협회관 대회의실에서 진행했다.

문의: 미래혁신지원팀 김민호 주임(02-3460-9164)



6 2024년 과학기술진흥유공자 장관표창 전수식

2024년 5월 3일(금) 2024년 과학기술진흥유공자 장관표창 전수식을 엘타워 그레이스홀에서 진행했다.

문의: 시상운영팀 서희경 차장(02-3460-9191)



7 제7회 전국연구소장협의회 해외 벤치마킹

2024년 5월 7일(화)~10일(금) 제17회 전국연구소장협의회 해외 벤치마킹을 일본 3M, 도쿄대, 닛산자동차 등에서 진행했다.

문의: 회원지원팀 서동주 과장(02-3460-9046)



9 민간R&D투자 성장을 위한 R&D조세지원제도 과기부-국세청-산기협 공동설명회

2024년 5월 22일(수) 민간R&D투자 성장을 위한 R&D조세지원제도 과기부-국세청-산기협 공동설명회를 서울중앙우체국에서 진행했다.

문의: 정책기획팀 최유정 주임(02-3460-9151)



11 2024년 제1회 신기술(NET)·신제품(NEP) 인증서 수여식

2024년 5월 30일(목) 2024년 제1회 신기술(NET)·신제품(NEP) 인증서 수여식을 산기협회관 명예의 전당에서 진행했다.

문의: 인증심사팀 홍영란 과장(02-3460-9185)



8 국가과학기술자문회의 현장간담회

2024년 5월 8일(수) 국가과학기술자문회의의 현장간담회를 산기협회관 명예의 전당에서 진행했다.

문의: 정책기획팀 강만영 부장(02-3460-9072)



10 2024년 Korea Industrial AI 공동포럼

2024년 5월 28일(화) 2024 Korea Industrial AI 공동포럼을 엘타워 오르체홀에서 진행했다.

문의: 미래혁신지원팀 홍성철 차장(02-3460-9162)



12 제15회 산기협 기술경영인 공동교류회

2024년 5월 30일(목) 제15회 산기협 기술경영인 공동교류회를 천룡C.C에서 진행했다.

문의: 대전사무소 김선우 주임(042-862-0146)

제휴할인 서비스



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



특허·노무
특허·노무 수입료 할인



시험·인증
시험·인증 수수료 할인



공인인증서
기업범용인증서 할인



호텔·콘도
객실요금 할인



국제특송
EMS, 소화물 이용료 할인

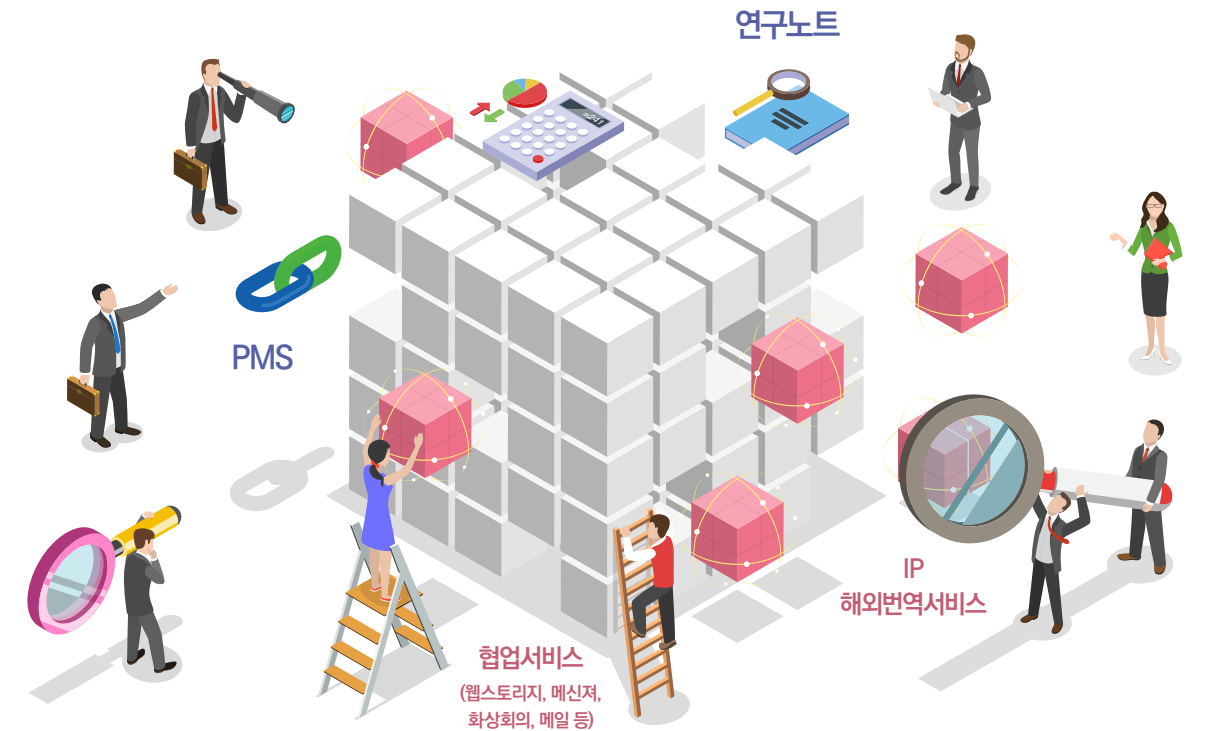


금융·경영
금융서비스 및 경영자문

● 서비스 제공업체

MIRAE ASSET 미래에셋증권	ANGEL 6+	LS ELECTRIC	RSUPPORT	ktl 한국산업기술시험원 Korea Testing Laboratory
KTR 한국화학융합시험연구원 Korea Testing & Research Institute	KOTITI 시험연구원	KOMERI 한국조선해양기자재연구원	KCL 한국건설생활환경시험연구원 Korea Conformity Laboratories	KOLAS Koptri
KATR 한국분석시험연구원 Korea Analysis Test Researcher	KOMAS	TRADE Sign	NICE평가정보 NICE	우정사업본부 KOREA POST
CJ 대한통운	DHL	FedEx Express	KST Successful Business Trip Partner	AIR BUSAN
금호리조트	SEA CLOUD HOTEL	MAUNA OCEAN RESORT	KOLON HOTEL Gyeongju	공정거래위원회
HOTEL POCO	Hilton Garden Inn	DMD 대웅경영개발원 Daewoong Management Development Institute	CAU 중앙대학교병원 CHUNG-ANG UNIVERSITY HOSPITAL	KMI 대한의학연구소 KOREA MEDICAL INSTITUTE
대한민국 No.1 롯데렌터카	HYUNDAI EZWEL	PROLANGS Professional Language Solution Provider	ICGLOBAL 아시아글로벌	TOMWIN
법무법인 린	ASIANA IP & LAW OFFICE	특허법인 세원 Patent Law Firm	정 국제특허법률사무소	BRIDGE 브릿지(BRIDGE) 국제특허법률사무소
특허법인 釜慶	RSM	태평양노무법인대전지사	GANGSAN 노무법인 강산	더원노무법인
제일인사노무법인	(株) 에일 앤 일랑가드	HANSOL SUPPLY (주)한솔서플라이	제휴할인 문의 02-3460-9046	

클라우드 기반 R&D 전문 플랫폼 서비스



프로젝트관리(PMS), 전자연구노트는 물론 스마트한 R&D 수행을 위해 다양한 서비스를 제공합니다.
신규가입 후 1개월 무료로 사용할 수 있습니다.

<https://cloud.koita.or.kr>
지금 사용해 보세요



문의처 | 한국산업기술진흥협회 회원지원팀
TEL 02-3460-9048, 9041 | E-mail psb03@koita.or.kr

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

YouTube에서 「기술과 혁신」을 만나보세요!

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



기업 관점 인력 양성의 필요성

엄미정 선임연구원(STEPI)



국내 유학 외국인 인재 활용의 필요성

류석현 협력처장(UST)



전 세계 양자과학기술 패권 전쟁 우리의 전략은

한상욱 단장(KIST)



미래 경쟁력 강화를 위한 양자컴퓨팅 활용 전략과 비전

김동호 상무(포스코홀딩스)



K-battery 산업의 현재와 미래

엄승욱 단장(한국전기연구원)



중대형 배터리 팩 산업의 현재와 미래전망

손승현 상무(한화에어로스페이스)



셀트리온의 집콕트라 개발 과정과 의의

권기성 수석부사장(셀트리온)



엔데믹과 배달 플랫폼의 미래

송재하 CTO(우아한형제들)



AI 특이점 시대는 오는가

김상윤 교수(중앙대학교)



인공지능(AI)을 활용한 물류·유통 산업의 혁신

우지한 연구소장(CJ올리브네트웍스)



바이오경제를 이끄는 첨단 바이오

권석윤 부원장(한국생명공학연구원)



첨단 바이오 데이터 기술의 혁신과 미래

김태형 본부장(테라젠바이오)

koita 한국산업기술진흥협회

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 더!

관련 기술분야에 대한 특허동향, 선도기업, 핵심 연구자, 키워드 등을 포함한 특허동향분석(정량분석)보고서를 동시에 빠르게 받아보실 수 있습니다

KIPRO의 선행기술조사

신청기술과 기존의 유사도를 비교하며 주요 선행기술이 반영된 선행기술조사를 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(급상승 키워드, 신규 키워드 등), 기술관련 선도기업분석, 핵심 연구자 등이 포함된 정량분석 보고서 제공

5개국 IP 데이터, 300만 개 특허 보유기업, 4,000만 명 핵심 연구자 등 SI 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 보고서 분량	관련기술대상 2개 이내 분석(산기협 특허 분석 서비스) 50p 내외
소요기간 (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 신청서(기술요약서) 작성하여 온라인 신청 시 첨부해 주시기 바랍니다.
- 신청서는 작성 가능한 부분만 기재하셔도 되며, 신청 후 사전상담을 통해 기술분야 파악 및 보완해 드릴 예정입니다.
- 사전 상담은 결제 이후 진행 되며, 사전상담 이후 신청(결제) 취소가 불가하오니 참고하여 주시기 바랍니다.
- 서비스 소요기간은 사전 상담 후 기술조사 범위에 따라 일부 연장될 수 있습니다.