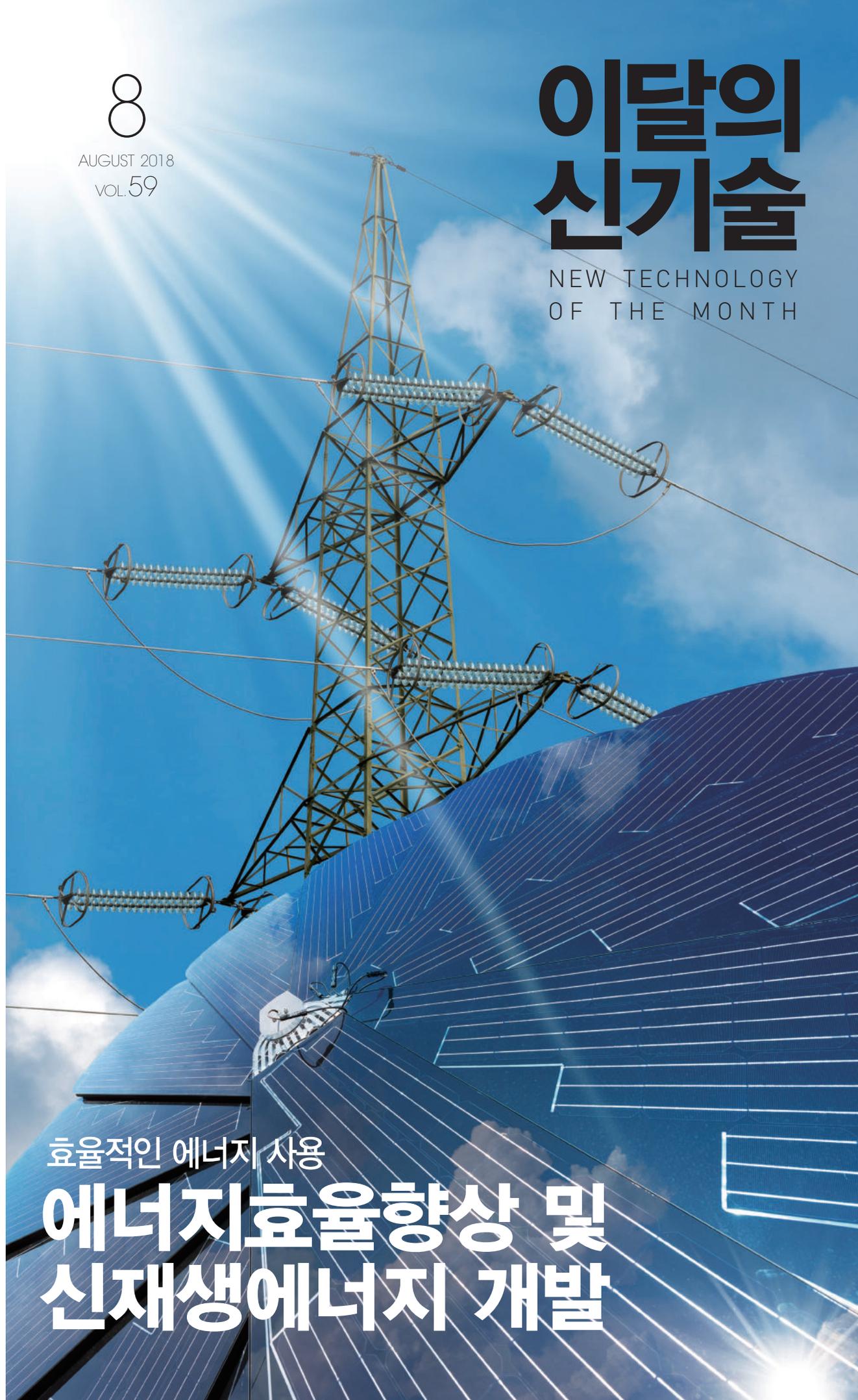


8

AUGUST 2018  
VOL. 59

# 이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY  
OF THE MONTH



효율적인 에너지 사용  
**에너지효율향상 및  
신재생에너지 개발**

## 기술의 프론티어

페르디난트 포르세, 하이브리드 차량에  
인생을 걸었다? ..... 64

## 이달의 산업기술상신기술

CO<sub>2</sub> 전환 · 활용 기술의 새로운 지평을 열다  
고려대 화공생명공학과 나노바이오촉매연구실 ..... 22

## 이달의 산업기술상사문화

양방향 네트워크 기술과 방송 기술을 하나로 묶는다  
㈜큐버 ..... 28

## 산업기술 경제동향

국내외 에너지효율향상 의무화제도  
(EERS) 추진 동향 ..... 14

## 인더스트리 포커스

에너지 효율 향상 기술의  
시장 동향 ..... 08

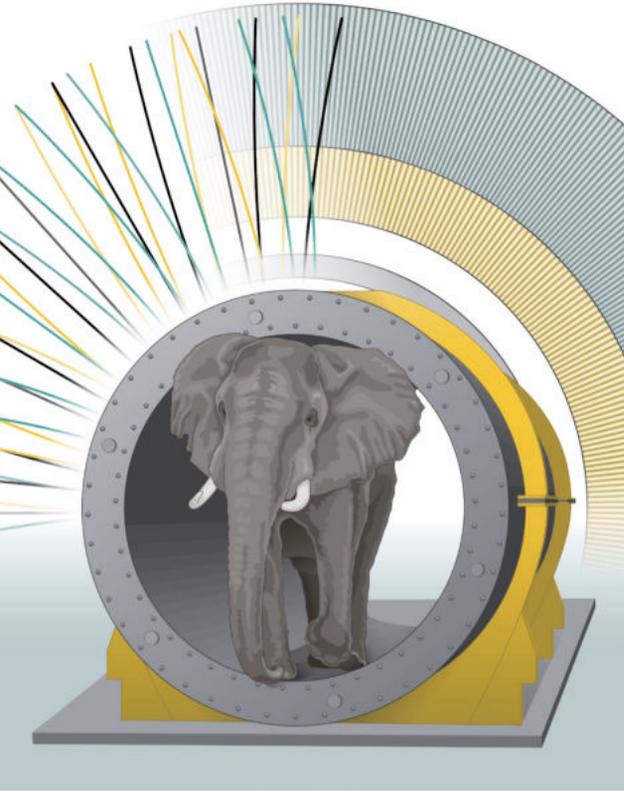


9 772288 490002 ₩6,000  
ISSN 2288-4904

## COLUMN

무정연 고온 초전도 자석을 이용한  
대전력 및 고자기장 산업 혁신 ..... 02

# CONTENTS



등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2018년 7월 31일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시현

발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,

한국산업기술진흥원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원

후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 이상훈 국장, 김홍주 과장, 성시내 사무관,

김덕기 사무관, 조원철 사무관, 강민구 사무관, 우석중 사무관,

전소원 사무관, 오지연 주무관, 강미래 주무관

한국산업기술평가관리원 김상태 본부장, 신성윤 단장,

하석호 팀장, 박종성 책임

한국에너지기술평가원 이화웅 본부장

한국산업기술진흥원 장필호 본부장

한국산업기술문화재단 정경영 상임이사

한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)

인쇄 디자인범신 (042-254-8737)

구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com

문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)

잡지등록 대구등, 라00026

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술평가관리원이 보유하며,  
발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.

## THEME

### 02 COLUMN

무절연 고온 초전도 자석을 이용한 대전력 및  
고자기장 산업 혁신

### 08 인더스트리 포커스

에너지 효율 향상 기술의 시장 동향

### 14 산업기술 경제동향

국내외 에너지효율향상 의무화제도(EERS) 추진 동향

## TECH

### 22 ❶ 이달의 산업기술상 신기술\_ 고려대 화공생명공학과 나노바이오촉매연구실

CO<sub>2</sub> 전환 · 활용 기술의 새로운 지평을 열다

### ❷ 이달의 산업기술상 사업화\_ (주)큐버

양방향 네트워크 기술과 방송 기술을 하나로 묶는다

### 33 이달의 새로 나온 기술

### 39 이달의 사업화 성공 기술

### 42 유망기술

비정형 환경 고난도 중량물 작업을 위한  
유압 로봇 제어 기술

### 46 R&D 프로젝트\_ (주)티포엘

Radial Brading 기술을 이용한 항공기용 6급  
CFRP Stringer



## PASSION

- 48 R&D 기업\_우양신소재  
섬유 속에 길이 있다  
첨단 섬유소재 개발로 성장해 나가는 우양신소재

## FUTURE

- 52 TOPIC  
DC가 바꿀 미래

- 56 MATCH  
AI 인재, 지옥에서라도 데려와라

- 60 KEY WORD  
① 업종별 할당 폐지, 일부 유상할당 실시  
② “메탄 누출로 지구 온난화 초래”

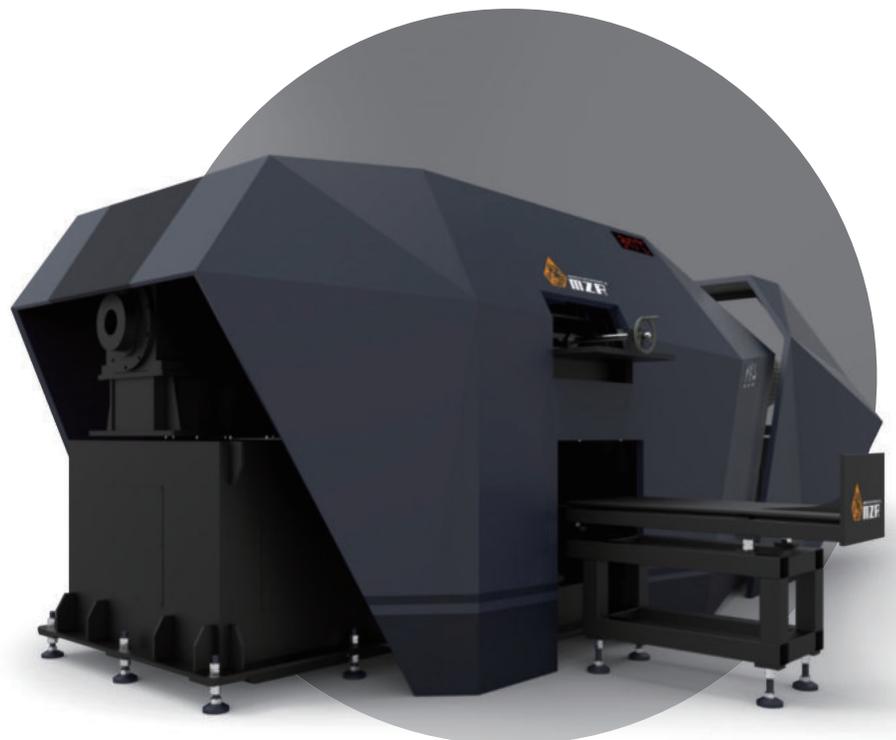
## CULTURE

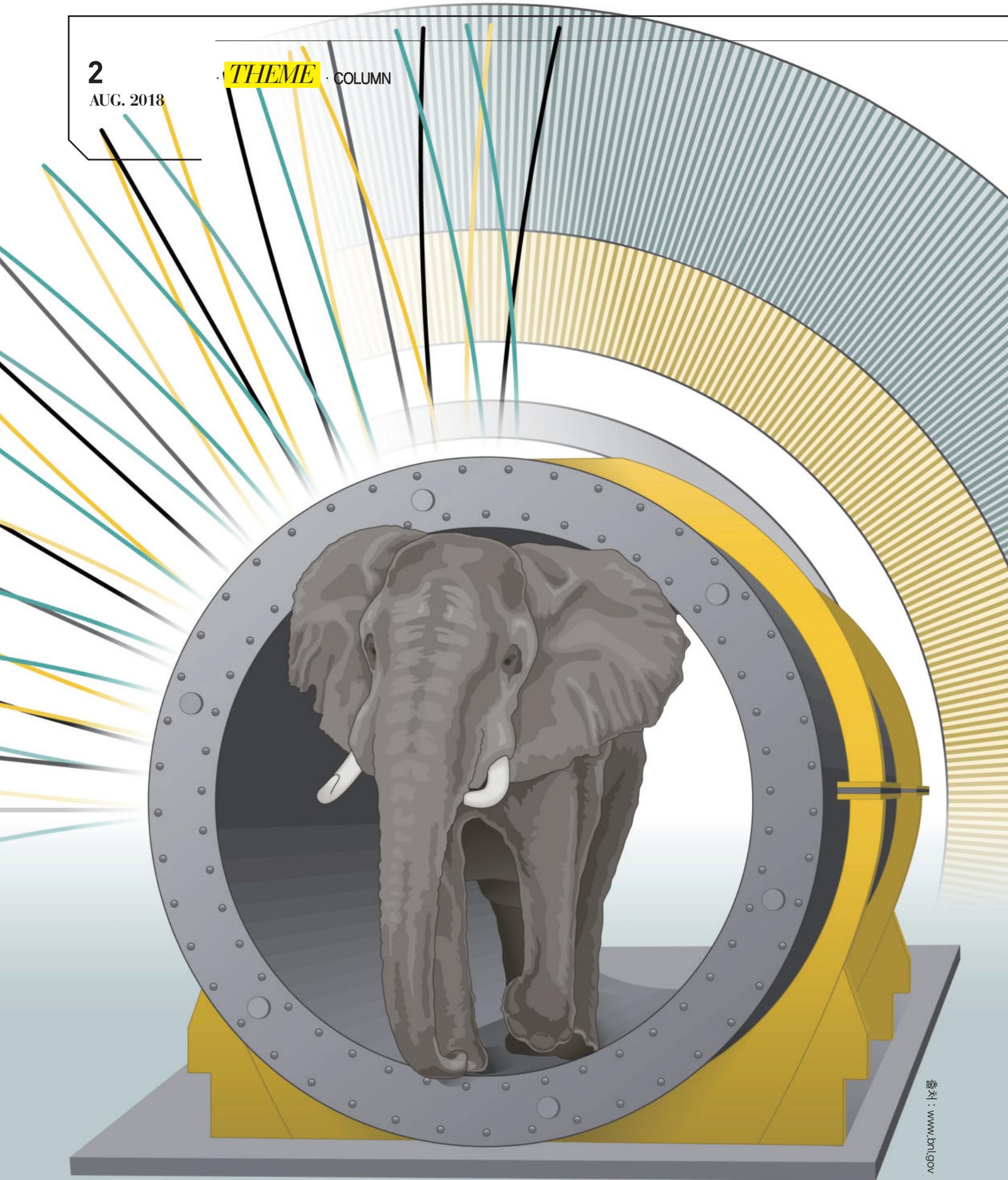
- 64 기술의 프론티어  
페르디난트 포르쉐  
하이브리드 차량에 인생을 걸었다?

- 68 기술과 문화  
백 투 더 퓨처  
실용 핵융합로는 과연 가능할 것인가?

- 70 리쿠르팅

- 72 News





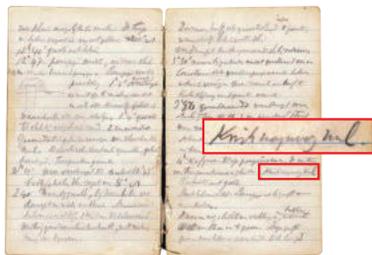
# 한국공학한림원 선정, 2025년 대한민국을 이끌 미래 100대 기술 주역 무절연 고온 초전도 자석을 이용한 대전력 및 고자기장 산업 혁신

패러다임을 변화시키는 신기술의 등장은 시장의 선두주자들엔 위기로, 동시에 후발주자들엔 기회로 작용한다. 새로운 패러다임의 변화가 시작되고 있는 고온 초전도 기술을 적극 활용해 광범위한 고자기장 및 대전력 분야에서 국내 산업 경쟁력의 혁신을 기대해본다.

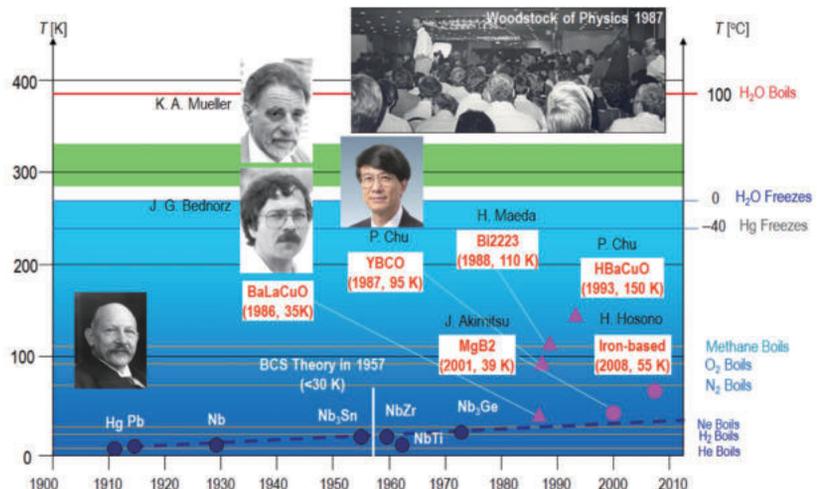
한승용 [서울대학교 전기·정보공학부 교수]

## 초전도 자석 기술의 역사: 저온 초전도에서 고온 초전도까지

1911년 4월 8일 네덜란드 라이덴에 위치한 라이덴대 헤이케 카메를링 오너스 박사는 자신이 1908년 세계 최초로 성공한 극저온 액체 헬륨 제조 기술을 이용해 절대온도 4K(영하 269도) 부근에서 물질의 전기저항을 측정하고 있었다. 라이덴은 네덜란드 남서부 헤이그에 인접해 대서양을 바라보고 있는 작은 도시로, 고종 황제가 이준 열사를 헤이그에 특사로 파견한 1907년에서 4년이 지난 시점이다. 4월 8일 당일 오너스 박사는 4K 근방에서 수은(Mercury, 속칭 Quick Silver)의 전기저항이 갑자기 사라지



〈그림 1〉 오너스 박사가 최초로 초전도 현상을 발견하고 연구 노트에 남긴 메모. 네덜란드어로 'Kwik nagenoeg Nul', 영어로 'Quick Silver(수은) Near Enough Zero'를 의미한다.



〈그림 2〉 초전도체 발견의 역사(x축) 및 초전도 특성 유지가 가능한 최대 동작 온도(y축). 금속 계열 초전도체는 원, 산화물 계열의 초전도체는 삼각형으로 표현. 파란색은 저온 초전도, 분홍색은 고온 초전도를 의미. 최초의 고온 초전도체는 1986년 베드노르츠와 물리가 발견했으며, 이는 1957년 발표된 BCS 이론(1972년 노벨상 수상)의 예측을 벗어난 것으로 1987년 노벨상 수상. 현재까지 고온 초전도의 원리는 규명되지 못함.

출처 : Y. Iwasa and S. Hahn, Superconducting Magnets (Course 2.64), Dep. Mech. Eng., MIT

는 이상(?) 현상을 발견하고 본인의 연구노트에 이를 기록한다(그림 1). 인류가 초전도 현상을 최초로 발견한 순간으로, 여기에 극저온 분야의 다양한 공로가 더해져 오너스 박사는 1913년 노벨상을 수상한다.

이후 다양한 물질에서 초전도 현상이 추가적으로 발견됐으나(그림 2) 순수 물질로 이루어진 초전도체는 강한 자기장에서 초

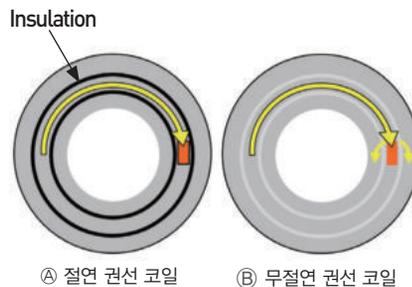
전도 현상이 사라지는 단점 때문에 강력한 초전도 전자석 개발의 꿈은 1950년대 니오븀(Nb)을 기반으로 한 합금형 초전도체 Nb<sub>3</sub>Sn, NbTi 등의 초전도 선재가 개발되면서 본격화됐다. 특히 NbTi 초전도 선은 자석 제작 공정 시 다루기가 매우 쉬워 오늘날 의료 진단용 MRI 자석을 포함해 상용화된 초전도 자석 시장에서 널리 이용되고 있다.

1957년 바딘, 쿠퍼, 슈리퍼 박사 등 세 명은 초전도 현상의 원리를 규명하는 BCS 이론을 발표하고, 그 공로를 인정받아 1972년 노벨상을 수상한다. BCS 이론은 초전도 현상이 사실상 30K 이하의 온도에서만 발생하는 것으로 예측했다. 1986년 당시 스위스 취리히의 IBM 연구소에서 근무했던 베드노르츠와 물러 박사는 BaLaCuO의 산화물을 이용, 35K 온도에서 초전도 현상을 발견해 사실상 BCS 이론으로 설명이 불가능했던 초전도체를 발견했고, 이후 이처럼 30K 이상에서 초전도 특성이 유지되는 물질을 고온 초전도체(High Temperature Superconductor: HTS)라 부르는 한편 이전 초전도 물질은 저온 초전도체(Low Temperature Superconductor)로 통칭하고 있다(그림 2).

일반적으로 초전도 물질은 특정 온도, 특정 자기장, 특정 전류 이하의 운전 조건에서 초전도 현상이 유지되며, 이러한 각각의 고유한 물리량을 임계온도(Critical Temperature), 임계자기장(Critical Field), 임계전류(Critical Current)라 부른다. 1987년 휴스턴대 폴 추 박사는 임계온도 95K까지 초전도 현상이 유지되는 YBCO 물질을 발견한다. 기존의 초전도 현상이 사실상 4K의 극저온을 유지하기 위해 가격이 비싼 액체 헬륨이 요구되는 반면 YBCO로 대표되는 고온 초전도체는 액체 헬륨 대비 비용이 50분의 1에 불과한 저렴한 액체 질소 냉각이 가능하다. 나아가 사실상 20T의 자기장을 발생시키는 것이 한계인 저온 초전도체에 비해 100T 이상의 자기장 발생이 이론적으로 가능한 고온 초전도체는 1987년 발견 당시 광범위한 응용 분야에서 획기적인 기술 혁신을 선도할 것으로 기대됐다.

### 고온 초전도 자석의 기술적 난제 및 무절연 권선법을 통한 패러다임 변화

초전도 자석은 다양한 원인(대표적으로 운전자의 실수)으로 인해 자석 운전 중 초전도 현상이 순간적으로 사라지는 '퀵치(Quench)' 사고가 발생할 수 있다. 1990년대, 고온 초전도 선재가 상용화되면서 본격적으로 고온 초전도 자석 응용 연구가 시작됐고, 그 과정에서 고온 초전도 자석의 퀵치 사고 시 초전도 코일의 보호가 매우 어려운 단점이 확인된다. 저온 초전도 자석 대비 절반 이하의 저렴한 운전 비용과 2배 이상의 에너지 밀도를 갖는 우수한 성능에도 불구하고 고온 초전도 자석은 코일 보호가 불가능에 가까운 정도로 어려워 최근까지 사실상 응용할 분야가 극히 제한돼 있었다. 2011년 미국 MIT에서 처음 제안한 무절연 고온 초전도 권선법(No-insulation High Temperature Superconductor Winding Technique, a.k.a. "NI" Technique)은 초전도 코일 내부에 전기 절연을 의도적으로 사용하지 않고 코일을 권선하는 방식으로, 코



〈그림 3〉 ① 전통적인 방식으로 전기 절연(Insulation)이 이용된 초전도 코일  
② 전기 절연을 의도적으로 제거한 무절연 초전도 코일. 초전도 코일 일부 영역에서 초전도 특성이 순간적으로 사라지는 퀵치 사고 시(주황색 사각형), 무절연 코일의 경우 전류(노란색 화살표)가 자동적으로 주변의 건강한 영역으로 우회하면서 코일이 과열돼 타는 현상을 방지함.  
2011년 미국 MIT에서 최초로 제안.

일 내부에서 퀵치가 발생하는 경우 사고 전류가 자동적으로 주변의 '건강한' 영역으로 우회해 코일이 타는 현상을 방지하게 된다(그림 3). 이러한 무절연 기법의 전류 분배(Current Sharing) 현상은 현재까지 전 세계적으로 다양한 실험 및 해석을 통해 검증됐으며, 고온 초전도 코일 보호 기법의 패러다임을 바꾼 것으로 평가돼 고온 초전도 자석 상용화에 가장 큰 걸림돌 중 하나였던 초전도 코일 보호에 실질적인 대안으로 자리잡고 있다.

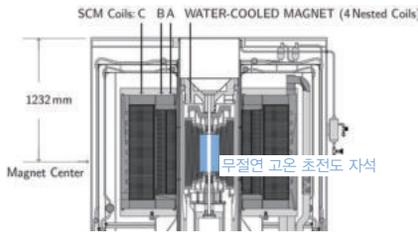
### 최신 국내외 연구 동향

2016~2017년 미국 국립고자기장연구소(NHMFL)는 무절연 고온 초전도 인서트 코일을 31T의 저항형 외부 자석 안쪽에 배치해 40T 이상의 초고자기장을 연속적으로 발생시키는 데 성공했고(그림 4) 2017년 8월 45.5T를 최종적으로 기록했는데, 이는 2000년 NHMFL이 44.8T를 발생시킨 이래 17년 만에 직류 자기장 세계 최고 기록이 경신됐음을 의미하는 것이라 세계적으로 많은 주목을 받고 있다.



〈그림 4〉 미국 국립고자기장연구소에서 개발한 무절연 고온 초전도 인서트 코일. 2016~2017년 연속적으로 40T 이상의 초고자기장 발생에 성공. 2017년 8월 45.5T의 세계 최고 직류 자기장 기록.

출처: NHMFL 홈페이지, <https://nationalmaglab.org/news-events/news/mini-magnet-packs-world-record-punch>



〈그림 5〉 현재 미국 국립고자기장연구소에서 설치 운전 중인 45T 자석(회색) 및 무절연 고온 초전도 기술이 적용되는 경우 예상되는 45T급 무절연 고온 초전도 자석(파란색)의 크기를 비교했다.

〈그림 5〉는 현재 미국 국립고자기장연구소에서 운전 중인 45T 자석(회색)과 향후 개발 예정인 무절연 고온 초전도 자석(파란색)을 비교하고 있다. 무절연 고온 초전도 자석은 높은 운전 안전성으로 인해 기존 초전도 자석 대비 3배 이상의 동작 전류 밀도(단위: A/m<sup>2</sup>)로 설계가 가능하고 그로 인해 기존 자석에 비해 10분의 1 이하의 작은 부피로 제작이 가능하다.

2018년 현재 무절연 고온 초전도 자석 기술은 매우 빠른 속도로 응용 분야에 광범위하게 파급되고 있다. MIT는 1.3GHz(30.5T) 초고자기장 Nuclear Magnetic Resonance (NMR) 자석 및 차세대 초소형 핵융합 자석을 개발 중이며, 미국 국립고자기장연구소에서는 40T급 응집 물리 연구용 자석을, 브루크헤이븐 국립연구소에서는 25T급 액시온 검출기 자석 등을 개발 중이다. 프랑스 그르노블 고자기장연구소는 30T 연구용 자석을, 일본 이화학연구소(RIKEN)는 국립재료연구소와 함께 1.2GHz NMR 자석을, 일본 도시바는 와세다, 교토 및 홋카이도대 연합팀과 함께 9.4T 초고자기장 전신 임상용 MRI 자석을, 중국 과학원에서는 28T급 연구용 자석을 무절연 고온 초전도 기법을 적용해 개발 중이다. 국내에서는 서남에서 2015년 MIT와 공동 연구를 통해

당시 고온 초전도 기술을 이용한 세계 최고 자기장인 26.4T를 단일 코일만을 이용해 성공시켜 세계를 놀라게 했고(그림 6A) 이 기술을 바탕으로 2017년 기초과학연구원 (IBS) 액시온 및 극한상호작용 연구단에 18T 70mm급의 세계 최초 상용 고온 초전도 자석을 납품했다. 기초과학지원연구원은 2015년부터 기계연구원, 서남, 군산대, 서울대와 함께 400MHz 무냉매 고온 초전도 NMR 자석을 개발, 무절연 기술에 기반한 차세대 초고자기장 NMR 자석의 핵심 요소 기술을 세계적인 수준에서 선도하고 있다(그림 6B). 나아가 2017년 철도기술 연구원은 창원대 및 서남과 공동으로 하이퍼루프(Hyperloop) 시스템을 위한 초전도 자기 부상 및 추진 시스템 개발에 성공했다(그림 7).

### 차세대 주요 응용 분야

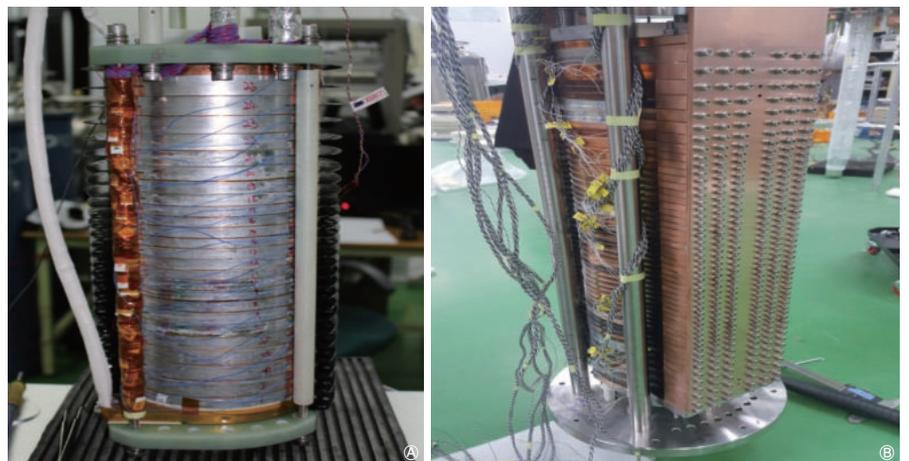
무절연 고온 초전도 기술은 기존 초전도 기술로는 불가능했던 40T 이상의 초고자기장 발생을 가능하게 하고, 동급의 자기장에 대해서도 2배 이상의 에너지 밀도로 제작돼 시스템이 초소형화되는 장점을 갖는다. 나



〈그림 7〉 철도기술연구원, 창원대, 서남에서 개발한 무절연 고온 초전도 자기 부상 및 추진 시스템

아가 고유 특징인 '전류 분배'로 퀘츠사고 시에도 초전도 코일 보호가 용이해 초전도 자석의 운전 안전성이 획기적으로 개선된다. 다만, 총·방전 시 발생하는 누설 전류 문제로 현재까지 주로 '직류 기기'에 응용이 제한적이며, 누설 전류를 줄이고 나아가 총·방전 속도를 개선하기 위한 다양한 연구가 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다.

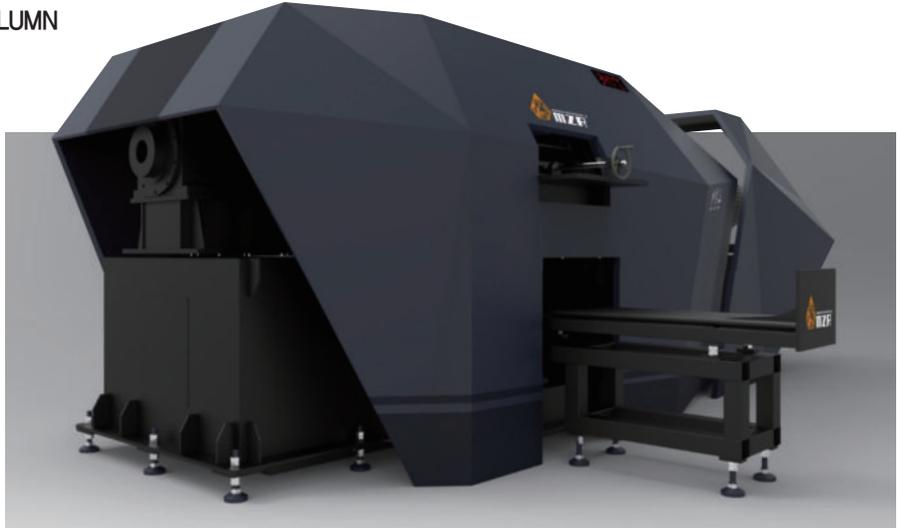
전술한 바와 같이 무절연 고온 초전도 기술은 패러다임 변화를 통해 기존 초전도 기술의 한계를 뛰어넘는 원천 기반 기술로, 선진국을 중심으로 광범위한 산업 분야에



〈그림 6〉 A 서남에서 MIT와 공동 연구를 통해 2015년 개발에 성공한 26.4T 무절연 고온 초전도 자석 B 기초과학지원연구원에서 개발 중인 400MHz(9.4T) 고온 초전도 NMR 자석

응용되고 있다. 국내에서도 최근 산업통상자원부 R&D 전략기획단의 주도로 다양한 산학연 기관이 참여해 무절연 고온 초전도 기술을 기반으로 한 '초전도 고자기장 제조 플랫폼 사업'을 준비하고 있다(그림 8).

주요 응용 분야는 크게 고자기장(High Magnetic Field) 및 대전력(Large Electric Power)으로 구분된다. 대표적 고자기장 응용 분야로 의료, 바이오, 환경, 국방을 선정하는 한편 대전력 응용 분야는 발전, 저장, 운영 및 소비로 구분해 무절연 고온 초전도 기술이 적용됐을 때 개발이 가능한 세계 최고 수준의 시스템을 선정하고 있다. 대표적인 고자기장 분야로는 의료 부문에서 10T급 차세대 초고자기장 영상 진단 MRI 장비, 2GHz급 단백질 분석 장비, 해상 유출 오일 수거를 위한 자기 분리 시스템, 스틸스 기능을 위한 극저소음 전기 추



〈그림 9〉수퍼코일 및 창원대가 공동으로 개발한 300kW급 유도 가열로. 초전도 기술이 적용돼 산업 응용을 위한 상용화에 성공한 세계 최초의 사례다.

진 시스템 등이 있으며, 대전력 분야에서는 10MW 이상급 대형 풍력 발전, 반영구적이고 친환경적인 자기 에너지 저장장치, 전력 계통의 효율적 운영 및 보호를 위한 초전도 전력 케이블 및 한류기, 대형 선박용 전기 추진 시스템 및 산업용 기기 등이 있다. 참고로 2017년 수퍼코일은 창원대와 함께 300kW급 유도 가열로의 상용화에 성공해(그림 9) 현재 제품을 판매 중이며, 이

는 고온 초전도 기술이 세계 최초로 산업용 기기에 적용된 사례다.

**핵심 기술 선도를 위한 제언**

전술한 바와 같이 고온 초전도 기술은 코일 보호 기법의 한계로 인해 최근까지도 산업 응용 분야가 매우 제한돼 있었다. 무절연 고온 초전도 기술은 이러한 기술적 난제에 근본적인 대안을 제공해 줌으로써 광범위한 산업 응용 분야에 빠르게 파급되고 있다. 국내에서도 일부 개별 연구과제를 통해 무절연 고온 초전도 원천 기술 확보 및 세계 최고 수준의 핵심 요소 기술을 개발하고 있으나 최근 미국, 일본, 중국, 유럽 등 선진국을 중심으로 다양한 파생 기술이 빠르게 등장하면서 세계적으로 경쟁이 치열해지고 있는 실정이다. 다수의 국립 연구소 및 대기업의 전폭적인 지원을 받는 선진국과는 달리 국내는 아직까지 초전도 산업이 본격화되지 못한 상황이다. 국가 주도 아래 산학연이 힘을 모아 정확한 시장 분석을 통해 원천 기술 확보에서 최종 상용화 제품 개발에 이르기까지 구체적인 실현 가능한 전주기 연구개발 사업이 시급히 요구된다.

**초전도 고자기장 제조 플랫폼**

제조혁신 플랫폼 고자기장

**개요**

- World Leading 원천기술 (무절연 고온 초전도 자석)을 핵심자산으로 소재-설계엔지니어링-장비 제작을 연계한 World Best 첨단장비를 상용화하는 제조혁신 플랫폼
- 고자기장 기술을 이용한 파괴적 혁신형 정정 에너지원 개발과 에너지 효율 극대화를 통한 탈원전 대안 제시 및 신개념 NMR, MRI 등 국민 편익 증진에 기여

**국민 편익 증진** (파괴적 혁신형 최첨단 장비 개발) ↔ **탈원전 대안** (정정 에너지원 개발 + 에너지 효율 극대화)

**의료**

- MRI 진단 장비
  - > 10 T급 초고해상도 장비 상용화
  - 의료 진단 서비스 혁신 및 세계 시장 선도 (기존 1.5 - 3 T)
  - 무부담 냉각을 통한 운전비용 1/2 절감
  - 전국민 MRI 서비스
- NMR 분석 장비
  - 2GHz(47 T)급 세계 최고성능 NMR 장비
  - 바이오산업 혁신(기존 1GHz, 23T)
  - 초소형 다중 보어 장비
  - 신약 개발 속도 개선(평균 10년→5년)
- 자기 분리 시스템
  - 고자기장 자기 분리 시스템
  - 해상 유출 오일 수거 및 환경 오염 개선 (기존 25→5T)
- 환경
  - 초고자기장 및 대전류 제어 기술
  - 합정용 시스템 혁신(40MW급 레일전, 고성능 저소음 전기 추진 시스템)
- 국방

**발전** 신재생 풍력발전

- 시스템 경량화
- 해상 풍력 에너지원 경쟁력 확보 (1300t → 700t, 12MW 기준)

**저장** 자기 에너지 저장 장치

- 반영구적 시스템 운전 안정성
- 태양광발전 연계용 친환경 대용량 초전도 자기 에너지 저장 단지(MJ급 → GJ급)

**운영** 계통보호 초전도 기기

- 초전도 전력 케이블 및 한류기 성능 개선
- 세계 최고 수준의 경쟁력 유지 (중전급 시스템 응용)

**소비** 차세대 전기 추진 및 고효율 산업기기

- 고성능 친환경 초전도 전기 추진
- 선박, 철도, 대형 차량 수송 시스템 혁신 (선박 추진 시스템 기준 20MW → 40MW)
- 산업용 기기의 고효율화
- 효율율 20 ~ 50% → 90%(300kW급 초전도 유도 가열기 기준)

**원천기술 : 무절연 초전도 자석**

〈그림 8〉 산업통상자원부 R&D 전략기획단 주도로 국내 산학연 기관들이 참여해 준비 중인 무절연 고온 초전도 자석 기술 기반 초전도 고자기장 제조 플랫폼 사업 개요



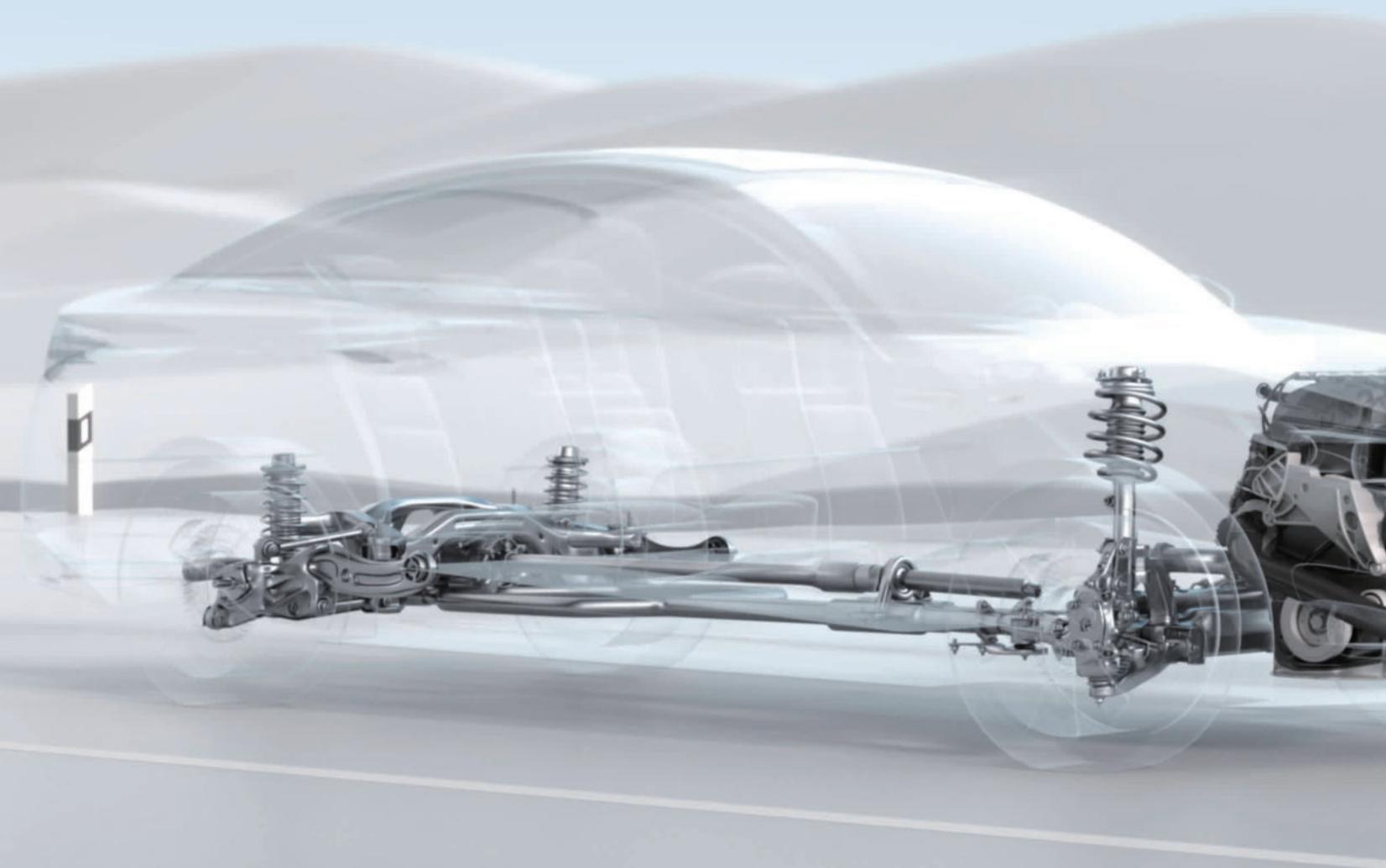
# 기술강국코리아를 향한 R&D지원글로벌 리더 *Keit*



R&D 골든타임을 찾다!

R&D 가치를 높이다!

R&D 성과를 창출하다!



# 에너지 효율 향상 기술의 시장 동향

자동차산업을 중심으로

2000년대 후반부터 저탄소 녹색성장을 이루기 위한 효과적인 방법으로 에너지 절약 및 효율 향상과 같은 에너지 수요 관리의 중요성이 강조돼 왔다. 에너지 효율 향상은 온실가스 감축뿐만 아니라 에너지 안보 강화를 위해서도 중요하다. 국제에너지기구(IEA)는 2009년 지구 온실가스 감축을 위한 주요 수단으로써 에너지 효율 개선을 강조하며, 총 온실가스 감축량의 약 57%가 에너지 절약 및 효율 개선을 통해 달성될 수 있을 것으로 전망했다.

김광석 [삼성KPMG경제연구원 수석연구원]

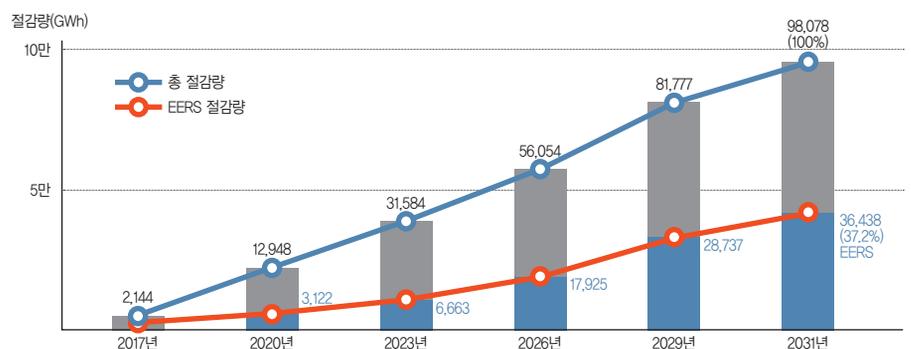
### 에너지 효율화 의무화

산업통상자원부는 에너지 공급자의 효율 향상 투자를 활성화하기 위해 '에너지효율향상 의무화제도(Energy Efficiency Resource Standard : EERS)'를 올해부터 시범사업으로 도입한다고 밝혔다. EERS는 에너지 공급자에게 에너지 판매량(GWh)에 비례해 에너지 절감 목표를 부여하고, 다양한 효율 향상 투자를 통해 목표를 달성하도록 의무화하는 제도다.

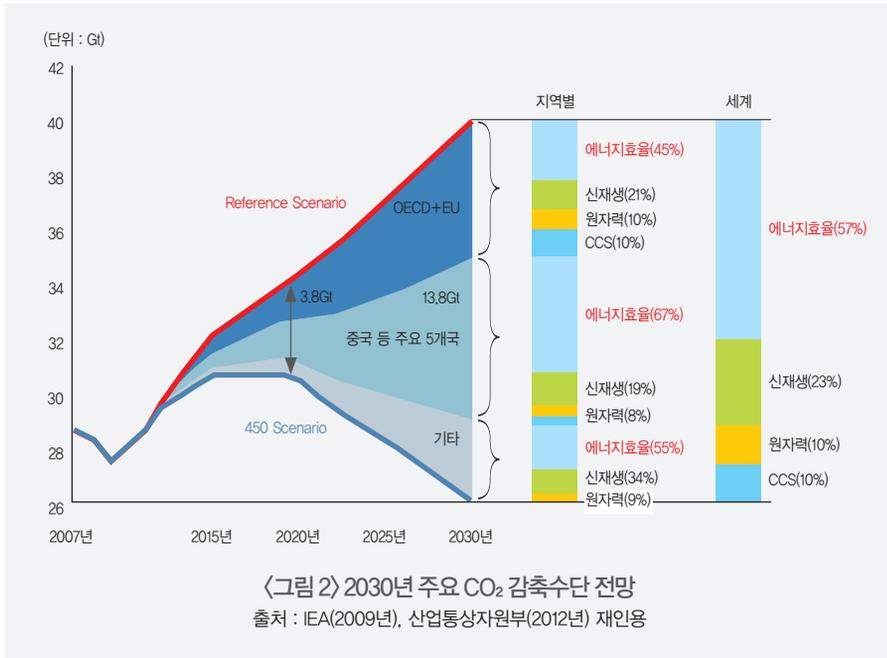
에너지 공급자는 '에너지 이용 합리화법'에 따라 효율 향상을 적극적으로 추진할 법률적 책무가 있으나, 그동안 판매량 감소를 이유로 효율 향상 투자에 소극적이었다. EERS는 에너지 절감 목표를 설정해 법률상의 책무를 구체화한 제도이므로, 에너지 공급자로서 효율 향상이 의무

적이다. 제8차 전력수급기본계획(2017년 12월)에 수요관리 핵심 수단으로 EERS가 포함되기도 했다.

2018년 시범사업은 한국전력공사부터 시작하며, 한전의 절감 목표량은 2016년도 전력 판매량의 0.15%가 된다. 한전은 프리미엄 전동기 등 고효율 기기 보급 지원을 직접 수행하거나 또는 에너지절약전문기업(ESCO)의 투자대행 등을 통해 이를 달성해야 한다. 산업부는 프리미엄 전동기, 스마트 가전, 제로에너지빌딩 등 새로운 효율 향상 투자 수단(품목, 방식 등)을 발굴하고, 향후 가스·열 분야로 제도를 확산시킬 계획이다. 2031년까지 EERS를 통한 절감량 목표치가 3만6000GWh로, 제8차 전력수급기본계획상의 절감 목표 9만8000GWh의 37.2%에 달할 것으로 전망하고 있다.



〈그림 1〉 에너지효율향상 의무화제도(EERS) 시범사업의 한국전력공사 절감 목표  
출처 : 산업통상자원부



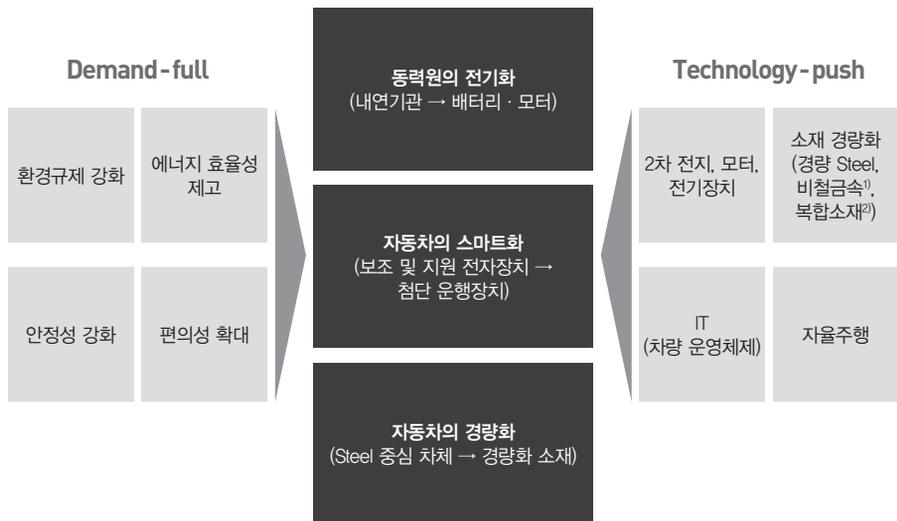
한편, IEA(2011년, 25 Energy Efficiency Policy Recommendations)의 한국 에너지 지정책에 대한 권고사항에서 '한국은 에너지 수요관리 체계를 위한 방안으로 시장원리를 도입해 에너지 가격을 합리적으로 바꾸고 효율적인 에너지 사용을 위해 에너지 효율 향상 기술과 신재생에너지 개발에 투자하는 등의 다각적인 정책을 추진해야 한다'고 지적한 바 있다.

### 에너지 효율화와 자동차산업

에너지 효율화 등의 정책과 편의성을 강조하는 소비자 기호 확산 등 수요 측 기조와 함께 기술적인 변화는 자동차산업의 패러다임을 바꾸고 있다. 세계적으로 환경규제가 강화되고 있고, 에너지 효율성을 제고하면서도 동시에 안전성 강화를 제도적으로 요구하고 있다. 더불어 소비자로부터 자율주행 기능 등의 편의성 요구도 증대되고

있다. 즉, 요구되는 사항은 늘어나는 데 반해 자동차의 무게는 더 가벼워야 하는 등 복합적인 압력이 가해지고 있는 것이다.

동시에 기술적으로는 그러한 요구가 가능한 방향으로 뒷받침되고 있는 모습이다.



〈그림 3〉 자동차산업의 미래 트렌드 변화 출처: 한화

※ 주 : 1) 알루미늄, 마그네슘 합금 등 2) 합성수지(PP, PA 등) 기반 강성 보강재(Glass Fiber, Carbon Fiber 등)를 적용한 강화 플라스틱

에너지 효율화를 위한 2차전지 등 전기장치가 개선되고, 소재 경량화 기술 개발이 가속화되고 있다. 첨단 정보기술(IT)이 자동차에 확대 적용되고 있고, 자율주행 기술도 다양한 시범사업을 거치면서 혁신을 거듭해 나가고 있다.

### 차량 경량화 트렌드 본격화

안전 성능을 높이고 편의사양을 추가하며 점점 무거워졌던 자동차가 이제는 다이어트에 열중하고 있다. 자동차산업에서 경량화는 오랫동안 해결해야 할 숙제로 꼽혀왔다. 최근 들어 연비와 환경 규제 강화로 선택이 아닌 필수가 됐다. 차량을 가볍게 하면 적은 연료 소모는 물론이고 이산화탄소와 유해물질 배출이 줄고 자동차의 기본 성능인 가속, 조향, 제동 성능의 향상과 내구 부품의 수명이 증가하는 효과를 얻을 수 있다. 이렇듯 자동차는 다이어트를 해야 하는 상황이지만, 운전자의 안전과 편의사양 등 첨단 부품을 개발하고 적용하면서 중량이 증가해 왔다.



〈그림 4〉 차량 경량화에 따른 효과  
출처 : 현대자동차그룹

어떻게 하면 차량 경량화가 가능해질까? 첫째, 가벼우면서도 강한 소재를 사용하면 된다. 둘째, 신소재 및 신공법을 적용하면 가능하다. 셋째, 모듈화를 통해 가능해질 수도 있다.

먼저, 경량화 소재를 중심으로 살펴보자. 자동차용 고분자 소재는 경량성이 뛰어나고 설계와 제조 공정에 유연성이 있으며, 고성능 수지(엔지니어링 플라스틱·EP), 고성능 복합재료 등의 성능 개선 기술 발달로 내장부품을 벗어나 구조나 기능 부품

〈표 1〉 자동차 부품 경량화 사례와 경량화율

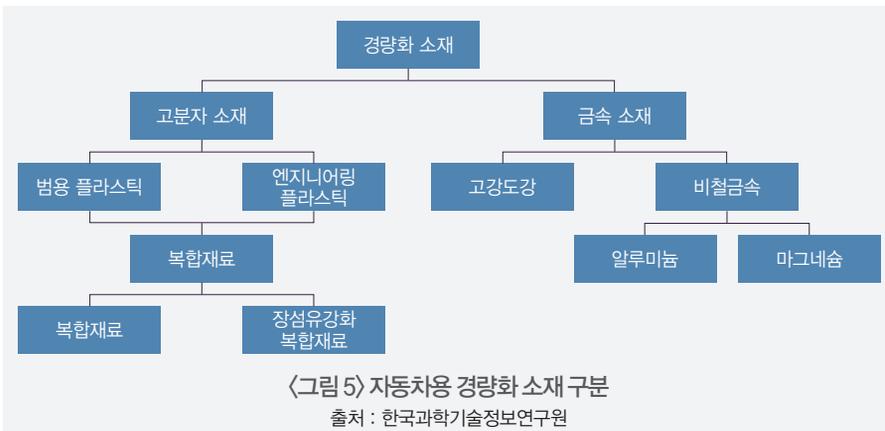
(단위 : %)

출처 : 한국과학기술정보연구원

| 구분     | 부품       | 기존소재    | 신소재     | 경량화율    |
|--------|----------|---------|---------|---------|
| 엔진     | 커넥팅로드    | 철강      | 알루미늄 합금 | 31.8    |
|        | 실린더 블록   | 회주철     | 알루미늄 합금 | 29.6    |
|        | 실린더 헤드커버 | 알루미늄 합금 | 플라스틱    | 39.0    |
|        | 밸브스프링    | 철강      | 티타늄 합금  | 58.8    |
|        | 배기밸브     | 철강      | 세라믹     | 40.0    |
|        | 크랭크샤프트   | 철강      | 고속도공구강  | 10.4    |
|        | 연료탱크     | 철강      | 플라스틱    | 38.6    |
|        | 연료호스     | 철강      | 플라스틱    | 66.7    |
| 새시     | 엔진마운팅브래킷 | 철강      | 알루미늄 합금 | 37.5    |
|        | 스티어링너클   | 주철      | 알루미늄 합금 | 37.5    |
|        | 서스펜션암    | 주철      | 알루미늄 합금 | 31.2    |
|        | 드라이빙샤프트  | 철강      | 알루미늄 합금 | 66.7    |
|        | 허브       | 철강      | 고속도공구강  | 31.3    |
|        | 브레이크파이프  | 철강      | 플라스틱    | 22.2    |
|        | 토션빔      | 철강      | 고속도공구강  | 23.8    |
|        | 클러치하우징   | 철강      | 알루미늄 합금 | 69.4    |
|        | 브레이크드럼   | 철강      | 알루미늄 합금 | 52.3    |
|        | 차체       | 후드      | 철강      | 알루미늄 합금 |
| 도어     |          | 철강      | 알루미늄 합금 | 50.0    |
| 펜더     |          | 철강      | 알루미늄 합금 | 51.2    |
| 루프     |          | 철강      | 플라스틱    | 26.3    |
| 범퍼임팩트빔 |          | 철강      | 알루미늄 합금 | 30.6    |

영역으로 확대되는 추세다. 탄소섬유강화 복합재료(Carbon Fiber Reinforced Plastics : CFRP)나 장섬유강화 복합재료(Long Fiber Thermoplastics : LFT)는 대형 부품 및 구조 부품용으로 널리 사용되고 있다.

한편, 금속 소재의 경우 고장도강은 인장 강도가 일반 강판보다 2배 정도 높아 차체의 판 두께를 줄임으로써 무게를 약 25% 낮출 수 있다. 또한 비틀림 강성 80% 향상, 굽힘 강성 52% 향상, 탁월한 충돌 성능으로 외판 부품 및 구조재에 적용하는 사례가 늘고 있다. 하지만 가공이 어렵고 용접성이 떨어지며 형태의 수명이 저하되는 단점을 지니고 있다. 비철금속 중에서는 철의 3분의 1 수준으로 경량성이 탁월한 알루미늄(Al)과 철의 22%, 알루미늄의 66% 수준인 마그네슘(Mg)이 상당한 주목을 받고 있다. 경량성은 우수하지만, 내열성이나 부식성 등에서 기술적으로 보완해야 하는 합금 등이 있어 현재 기술 개발이 진행되고 있는 상황이다.



〈그림 5〉 자동차용 경량화 소재 구분  
출처 : 한국과학기술정보연구원

한편, 신소재 및 신공법 적용을 통한 경량화가 추진되고 있다. 자동차용 유리를 대체하는 신소재 폴리카보네이트(PC)가 대표적이다. 자동차용 유리는 전체 무게의 2.9%를 차지하는데, 이를 대체하기 위한 폴리카보네이트 소재의 개발을 통해 50% 경량화 연구를 진행하고 있다. PC 글레이징은 무게가 유리보다 50%가량 가벼워 연비를 높일 수 있으며, 열전도율이 유리에 비해 5분의 1에 불과해 높은 단열 효과를 얻을 수 있다. 또한 인성이 매우 높아 유리와는 달리 쉽게 부서지지 않고, 사고 발생 시 탑승자를 안정적으로 보호할 수 있으며 기존의 재료로는 불가능했던 우수한 스타일과 디자인 특성을 제공할 수 있다.

마지막으로, 모듈화를 통한 경량화 노력도 동시에 진행되고 있다. 모듈화는 차량의 조립 공정에서 개별 부품을 하나씩 차체에 장착하지 않고, 몇 개의 부품을 먼저 조립한 후 조립된 단위를 차체에 붙이는 제조 방식이다. 대표적인 모듈은 운전석 모듈(Cockpit Module), 프론트엔드모듈(Front

〈표 2〉 세계 자동차 및 자동차용 고분자 시장 규모

(단위 : %)

|                   |          | 2011년      |      | 2016년      |      | 연평균 증가율 |
|-------------------|----------|------------|------|------------|------|---------|
|                   |          |            | 비중   |            | 비중   |         |
| 자동차 (대)           | 전체       | 59,548,795 | 100  | 70,000,000 | 100  | 3.2     |
|                   | 가솔린차     | 58,589,195 | 98.4 | 64,620,000 | 92.3 | 2.1     |
|                   | EV / HEV | 959,600    | 1.6  | 5,380,000  | 8.3  | 37.2    |
| 자동차용 플라스틱 (t)     | 전체       | 8,581,000  | 100  | 10,495,770 | 100  | 4.1     |
|                   | 가솔린차     | 8,429,612  | 98.2 | 9,618,257  | 91.6 | 2.7     |
|                   | EV / HEV | 151,388    | 1.8  | 877,513    | 9.1  | 42.1    |
| 자동차용 플라스틱 (백만 달러) | 전체       | 47,791     | 100  | 57,334     | 100  | 3.7     |
|                   | 가솔린차     | 46,925     | 98.2 | 52,460     | 91.5 | 2.3     |
|                   | EV / HEV | 866        | 1.8  | 4,874      | 9.3  | 41.3    |

출처 : 각사 자료

End Module), 시트 모듈(Seat Module), 도어 모듈(Door Module), 서스펜션 모듈 등이 있다. 모듈화는 차량 제조원가 절감으로 부품 수 및 공정 수 감소와 모듈화의 아웃소싱을 통해 차량의 전체 원가를 감소시킨다. 이외에도 품질 향상, 작업부하 경감, 다품종 소량 생산 및 다양화에 대한 대응을 위해 모듈화 공정을 시행한다.

**경량화 소재 기술에 대한 시장 전망**

고강도강의 사용은 더욱 늘어날 것으로 전망된다. 2007년 북미 소형 차량의 자동차 소재 중량을 분석한 결과, 1975년 대비 2007년 고강도강 사용량이 2.5배 증가했

으며, 인장강도 340MPa급 이상은 연간 1%씩 늘어나는 추세다. 향후 경량화와 충돌 안전성에 대한 요구가 더욱 강화될 것이기 때문에 고강도강의 사용량은 계속 성장세를 유지할 것으로 판단된다.

전 세계 알루미늄 시장 규모는 2~3% 성장세를 유지, 2005년부터 2010년까지 연평균 2.1% 상승해 왔으며, 2015년까지 차량 한 대당 170~200kg으로 늘어날 것으로 예상하고 있다. 마그네슘 수요량은 매년 15% 이상 꾸준히 증가하는 추세이고 마그네슘 연속 주조 기술 개발이 성공할 경우 가공재의 수요는 급속히 확대될 것으로 판단된다. 자동차용 고분자 시장은



Roof & Rear, Smart Fortwo



Panoramic Roof, Lincoln MKZ

〈그림 6〉 PC 클레이징 사례

출처 : 각사 자료

연평균 3.7%의 성장이 예상된다(전체 자동차용 고분자 시장 478억 달러(2011년) → 573억 달러(2016년)). 이 중 자동차용 플라스틱(LFT)의 경우 2017년까지 31만 3400t을 초과할 것으로 예상된다(연평균 성장률 10%).

### 경량화 소재 발굴 전략

경량화는 신소재 적용 비율에 따라 좌우되므로 미래 신소재 개발이 경량화 기술의 핵심이 될 것이며, 경쟁력 있는 신소재 개발이 향후 자동차 경량화의 핵심 이슈다. 신소재는 단순히 무게 절감뿐 아니라 품질 수준과 제조원가, 양산성, 안전성, 장기 내구 신뢰성 확보 등이 종합적으로 고려되어야 한다.

현재까지 신소재 적용에 따른 경량화는 원가나 공급, 생산 및 설계 기술면에서 개발

이 진행되고 있어 고장력강 적용 및 철강 제품의 소형화, 박육화가 함께 진행될 것으로 판단된다. 경량화 금속 소재에 있어서 고강도강은 고강도 고연성 소재의 지속적인 개발로 향후에도 자동차의 주요 경량 소재로 활용될 것으로 예상되며, 알루미늄 및 마그네슘은 범용성 확대를 위해 가공 한계성 및 고비용을 극복할 수 있는 기술 연구가 이루어져야 한다. 또한 성능 및 가격 합리화를 목적으로 단일 소재 활용에서 다중 소재 혼용 부품의 연구개발이 활발히 진행되는 추세로 구조설계, 성형, 접합 분야의 이종 소재 부품 기술의 고도화도 요구되고 있다.

경량화 고분자 소재는 높은 디자인 자유도, 가공성, 내부식성, 재활용성 등이 우수하고 추가적인 기능(단열, 전자파 차폐 등)을 부여할 수 있어 자동차에서 사용량이

증가하고 있으며, 보다 많이 적용되기 위해서는 성능뿐만 아니라 생산성, 가격 경쟁력 등을 포함하는 여러 요인을 서로 균형 있게 조절해야 한다. 경량화 고분자 소재의 특성을 잘 활용할 수 있는 설계 기술, 장기 내구 신뢰성 예측 등에 관한 연구도 병행한다면 자동차 분야에서의 활용은 극대화될 것으로 판단된다.

더불어 경량화에 있어 단순 신소재 적용뿐만 아니라 구조 변경을 수반한 소재의 변경이 효과가 가장 크며, 설계부터 공정까지 상호 협력해 개발이 진행되어야 한다. 이는 완성차 업체의 노력만으로는 어려우므로 소재, 가공, 설계, 성형, 모듈 업체 등 밸류체인(Value Chain) 간의 긴밀한 협조를 비롯해 유대관계 유지, 공동 개발 등을 적극적으로 추진해야 할 것이다.

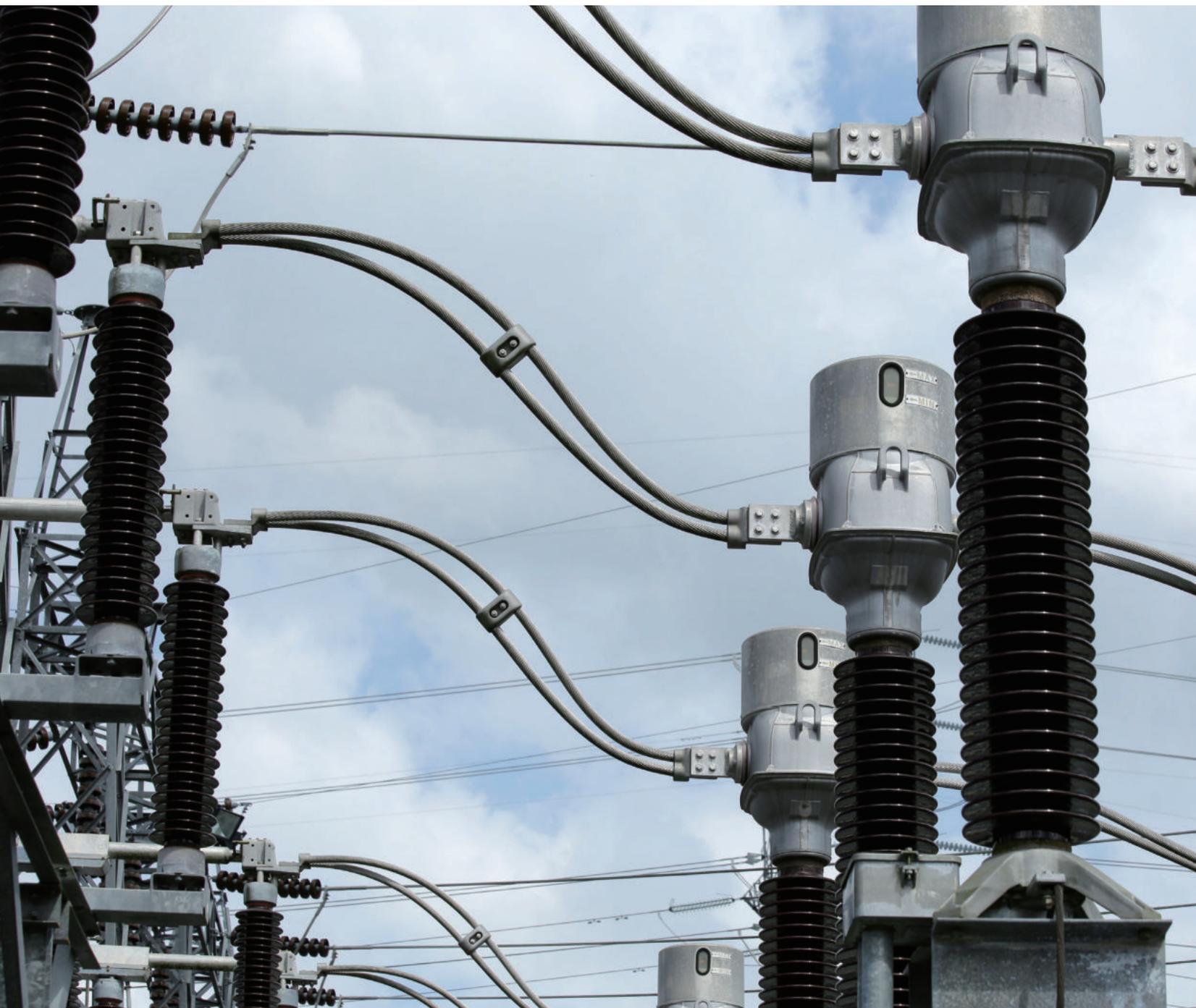
LIGHTWEIGHT  
MATERIAL



## 국내외 에너지효율향상 의무화제도 (EERS) 추진 동향

에너지효율향상 의무화제도(Energy Efficiency Resource Standard : EERS)는 정부가 설정한 효율 개선 목표를 전력·가스 등 에너지 공급자에게 배분해 달성하도록 의무를 부여하는 제도로, 목표 달성 여부에 따라 페널티 또는 인센티브를 부과해 국가 전체적인 에너지 효율 향상을 도모하는 제도다.

이순정 [한전경제경영연구원 선임연구원]



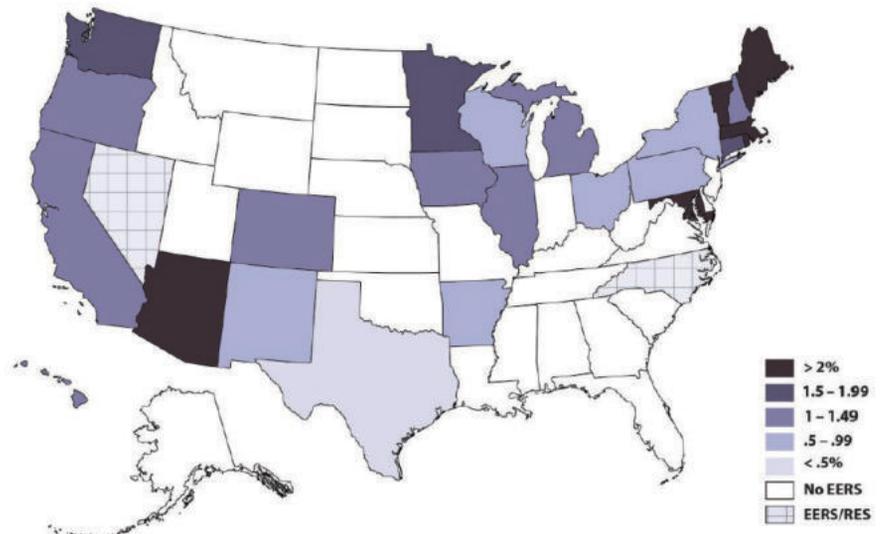
### 에너지효율향상 의무화제도

미국 및 유럽에서는 에너지 공급자에게 효율 향상에 대한 의무를 부여하기 위해 EERS를 도입, 이를 확대하는 중이며 우리나라는 2018년 전력 부문을 시작으로 가스 및 열 부문으로 점차 늘려 나갈 예정이다.

EERS는 미국에서 가장 활발히 시행되고 있다. 미국은 장기 에너지 절감 측면에서 EERS가 효과적인 정책이 될 것으로 판단해 2000년대 중반부터 본격적으로 시행하고 있다. 2017년 1월 기준으로 미국 전체 50개 주 가운데 26개 주에서 EERS가 시행되고 있으며, EERS를 시행하고 있는 주는 연간 에너지 판매량의 1.2%에 해당하는 에너지를 절감하고 있는 반면 아직 미시행 중인 주는 연간 에너지 절감량이 총 에너지 판매량의 0.3% 수준에 그치고 있다.

EERS 운영 절차는 일반적으로 다음의 3단계로 구분될 수 있으며 각 주정부에서는 별도의 관할 기관(캘리포니아 CPUC, 텍사스 PUCT, 뉴욕 NYSEERDA 등)이 EERS의 운영, 감독, 예산집행, M&V(Measure and Verification · 측정 및 평가) 시행 및 관리를 총괄하고 있다.

에너지 공급자 목표량 설정에 해당하는 1단계에는 관할 기관이 절감 목표량을 수립해 에너지 공급자에게 전달하면 에너지 공급자는 절감 목표량 달성을 위한 세부 목표를 수립한다. 2단계는 에너지 공급자에 대한 예산 배분으로, 리베이트 비용 60~70%, M&V 비용 3~4%, 나머지는 행정 및 홍보 비용으로 분배된다. 마지막 3단계는 M&V로, 대형 에너지 사업장은 에너지 공급자가 직접 모니터링을 하고 소규모 사업장에 대한 M&V는 대부분 외부기관에 위탁해 운영한다.



〈그림 1〉 미국 주별 연간 에너지 판매량 대비 절감량(2017.1)

### 미국의 EERS 추진 현황

미국은 주별로 EERS 목표량과 이행 기간을 설정하고 있으며, 의무 대상자나 에너지 절감 목표는 지역별로 상이하지만 대부분의 주에서 판매량의 일정 비율을 목표로 설정하고 있다.

캘리포니아는 2004년 EERS를 도입하면서 2013년까지 누적 절감량 2만3183GWh를 목표로 추진했으며, 2012년 이후에는 연간 감축 목표를 설정하는 것으로 변경했다. 2020년까지 연간 전력 판매량의 1.0% 감축을 목표로 했으나 몇 차례 변경되면서 현재는 2030년까지 연간 1.15%를 감축하

는 것으로 추진되고 있다. 뉴욕은 제도화 초기인 2008년 누적 절감량을 도입했으나 이행 실적이 부진해 2012년부터 연간 절감량으로 전환했으며, 에너지 공급자에 따라 목표량을 최소 0.4%에서 최대 0.9%까지 다양하게 설정했다. 텍사스는 1999년 EERS 도입 초기에 연간 부하 증가량의 10%에 해당하는 전력을 감축하는 것을 목표로 했다가 2009년부터 15%로 상향 조정했는데, 이는 연간 전력 판매량의 0.1%에 이르렀다. 2010년부터는 20%, 2012년부터는 25%, 2013년 이후로는 30%로 목표치를 점차 강화하고 있다.

〈표 1〉 미국 주요 3개 주의 EERS 현황 및 절감 목표

|       | 시행연도 및 의무대상자   | 절감 목표  |
|-------|--|--|
| 캘리포니아 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2004년 시행</li> <li>■ 민간 에너지 공급자 대상</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 매년 판매량의 1.15% 절감</li> <li>■ 2030년까지 누적 절감량을 2배로 확대하도록 주 당국과 에너지 공급자에게 요구</li> </ul> |
| 뉴욕    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2008년 시행</li> <li>■ 전력회사, 가스회사, 정부 에너지효율향상 관련 기관</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2016~18년 매년 판매량의 0.4~0.9% (에너지 공급자마다 목표 절감률 차이)</li> </ul>                          |
| 텍사스   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1999년 시행</li> <li>■ 민간 에너지 공급자 대상</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2011년 수요 증가량의 20%, 2012년 25%, 2013년 이후 30% 절감</li> </ul>                            |

### 미국의 EERS 인센티브 및 페널티

원활한 EERS의 이행을 위해서는 적절한 인센티브 및 페널티 제도를 활용하는 것이 필요한데, 대표적인 인센티브 제도로 다음의 4가지가 있다.

첫 번째는 이익 공유(Shared Benefit) 인센티브. 효율 향상 사업으로 비용보다 큰 이익이 발생한 경우 그 이익을 유틸리티가 고객과 공유하는 방식이며 주로 에너지 절감 목표량을 기준으로 산정된다. 두 번째는 에너지 절감량 기반(Energy Savings-based) 인센티브로, 효율 향상 사업의 목표량을 초과했을 때 추가적인 인센티브를 제공하는 방식이며 이익 공유 인센티브와 같이 에너지 절감량을 기준으로 산정하지만 보상은 프로그램 비용을 기준으로 한다. 세 번째는 투자보수율 조정 인센티브. 유틸리티의 효율 향상 투자에 대한 수익으로 보상하는 방식이다. 마지막으로는 복합 기준(Multi-factor) 인센티브로 이는 에너지 절감량 이외에 다양한 지표(Metric)를 적용한 것인데 프로그램 관리 수수료 면제 및 사전 검토 성과보상 등이 있다.

EERS 목표량 미달성에 따른 페널티 수준은 주별로 상이하나 대략 MWh당 50~100달러 범위에서 부과되고 있다. 조지아,

<표 3> 2015년 주별 EERS 이행 실적(목표 달성 수준)

|         |      |      |        | (단위 : %) |      |      |       |
|---------|------|------|--------|----------|------|------|-------|
| 주       | 목표   | 실적   | 달성률    | 주        | 목표   | 실적   | 달성률   |
| 네바다     | 0.4  | 0.72 | 180.00 | 워싱턴      | 1.5  | 1.42 | 94.67 |
| 텍사스     | 0.1  | 0.18 | 180.00 | 오하이오     | 1.0  | 0.92 | 92.00 |
| 캘리포니아   | 1.15 | 1.95 | 169.57 | 아이오와     | 1.1  | 1.0  | 90.91 |
| 노스캐롤라이나 | 0.4  | 0.62 | 155.00 | 오리건      | 1.3  | 1.09 | 83.85 |
| 메인      | 1.16 | 1.53 | 131.90 | 펜실베이니아   | 0.8  | 0.64 | 80.00 |
| 위스콘신    | 0.6  | 0.79 | 131.67 | 미네소타     | 1.5  | 1.15 | 76.67 |
| 로드아일랜드  | 2.5  | 2.91 | 116.40 | 아칸소      | 0.9  | 0.61 | 67.78 |
| 미시간     | 1.0  | 1.16 | 116.00 | 콜로라도     | 1.35 | 0.9  | 66.67 |
| 하와이     | 1.4  | 1.52 | 108.57 | 일리노이     | 1.77 | 1.13 | 63.84 |
| 매사추세츠   | 2.6  | 2.74 | 105.38 | 메릴랜드     | 1.6  | 1.01 | 63.13 |
| 뉴욕      | 1.0  | 1.05 | 105.00 | 뉴멕시코     | 1.0  | 0.56 | 56.00 |
| 버몬트     | 2.0  | 2.01 | 100.50 | 뉴햄프셔     | 1.2  | 0.59 | 49.17 |
| 코네티컷    | 1.51 | 1.48 | 98.01  | 애리조나     | 2.5  | 1.19 | 47.60 |

뉴햄프셔는 성과에 따른 인센티브 제도를 시행하면서 최소 기준에 못 미치는 경우 인센티브 금액을 줄이는 방식으로 페널티를 부과하고 있다. 반면 오하이오는 유틸리티가 Advanced Energy Fund에 1일 기준 1만 달러 수준의 페널티 금액을 예치한다. 이와 유사하게 펜실베이니아는 에너지 절감 계획을 제출하지 않는 경우, 하루에 10만 달러의 벌금을 부과하며 목표량을 달성하지 못한 경우에는 100만~2000만 달러의 벌금을 부과하고 있다.

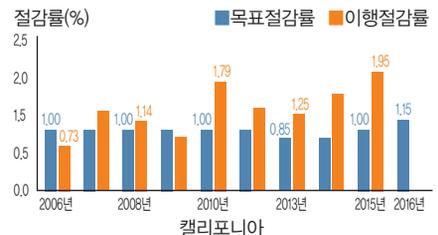
### 미국의 EERS 의무이행 실적

2015년 EERS를 시행하고 있는 26개 주 중에서 12개 주는 절감 의무 목표량을 초과 달

성했다. 하지만 대부분의 주에서는 초기에 부진한 이행 실적을 보이다 2010년 이후 이행 목표량을 달성해 오고 있다. 특히 캘리포니아의 연간 절감 목표는 약 1% 수준이었으나 2010년 이후 목표량을 크게 초과했고, 뉴욕은 2008년 EERS를 도입해 2015년까지 다년 누적 절감량을 목표로 제도를 시행했으나 초기 이행 실적이 부진해 2012년부터는 연간 절감량 부여 방식으로 전환하고 목표 수준을 낮춰 감축 목표를 달성했다.

<표 2> 이익 공유 인센티브 사례

| 주     | 최소기준       | 구조   | 상한             |
|-------|------------|--|----------------|
| 애리조나  | ■ 목표량 85%  | ■ 순편익의 6~8%                                    | ■ 0.0125달러/kWh |
| 조지아   | ■ 목표량 50%  | ■ 순편익의 8.5%                                    | -              |
| 오클라호마 | ■ 목표량 80%  | ■ 순편익의 15%                                     | -              |
| 미주리   | ■ 목표량 70%  | ■ 목표량 70% : 순편익 4.6%<br>■ 목표량 130% : 순편익 6.19% | -              |
| 텍사스   | ■ 목표량 100% | ■ 추가 달성 2%마다                                   | ■ 전력회사 편익의 10% |



<그림 2> 캘리포니아와 뉴욕의 EERS 감축 목표 및 이행 현황

### 유럽의 에너지효율향상 제도 추진 현황

유럽의 에너지효율향상 제도는 에너지 효율 관련 EU 지침(EU Directive)을 기반으로 하며 프랑스, 이탈리아, 영국, 덴마크 등에서 시행 중이다.

유럽은 2012년 에너지효율 지침을 만들어 에너지효율향상 제도를 법제화했다. 이후 EU는 공식적으로 에너지효율향상 제도를 EEO(Energy Efficiency Obligation)로 명명했으나 일반적으로는 EERS로 통용되고 있다. 회원국은 지침에서 정하는 일정한 목표를 달성할 의무가 있으며 세부 실행 방안은 회원국이 자체적으로 구성할 수 있도록 자율권을 부여받았다.

EEO를 시행하고 있는 대표적인 국가는 프랑스, 이탈리아, 영국, 덴마크이며 오스트리아, 벨기에, 독일, 네덜란드, 스웨덴 등은 탄소세 부과 등의 대체 조치를 통해 효율향상 의무 목표를 달성하겠다는 계획을 제시했다. 규제기관은 EU 차원의 에너지 감축 목표와 기업의 에너지 소비량 및 온실가스 배출량에 따라 에너지 공급자에 연간 에너지 감축 할당량을 부여하게 된다.

목표치를 부여받은 에너지 공급자는 최종 에너지 소비자 집단을 대상으로 효율 향상 조치 및 사업을 전개하며 규제기관은 에너지 공급자의 성과를 평가(M&V)해 이에 상응하는 인증서를 받게 된다.

### 영국의 에너지효율향상 제도 추진 현황

영국은 2013년부터 주거 부문의 효율 향상을 주요 목적으로 에너지 공급자 의무제(Energy Company Obligation : ECO)를 시행했으며 에너지 공급자에 재정 기여금 및 온실가스 감축 의무를 부여했다. 영국의 에너지효율향상 제도 의무이행 공급자는 고객이 25만 명 이상에 연간 전력 공급량이 400GWh를 초과하는 전력공급 사업자로 British Gas, EDF Energy, E.ON, nPower, Scottish Power, Southern Electric 등 6개 유틸리티가 이에 해당한다. ECO는 가정 부문의 에너지 절약 투자를 촉진하기 위해 대규모 에너지 공급자가 고객의 에너지 절감량을 약정해 목표를 달성했을 경우 인센티브를 지급하고 있다.

영국의 의무이행 대상 에너지 공급자는

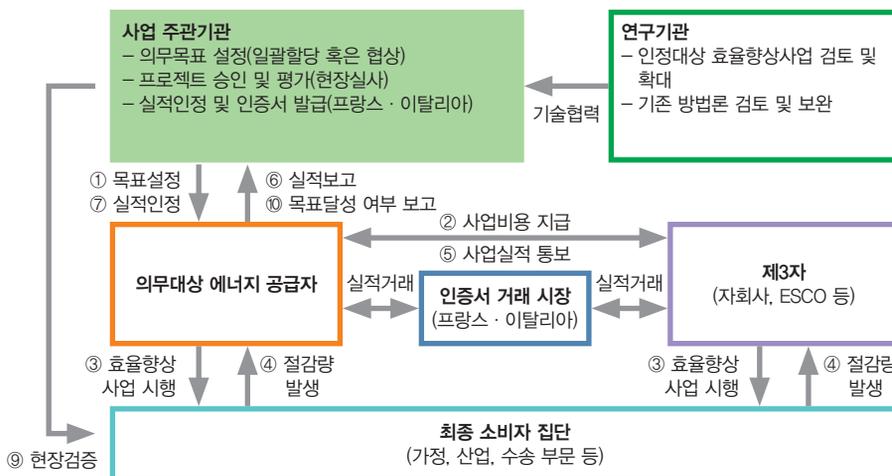
고객 에너지 효율 개선을 위해 다음과 같은 3가지 목표를 이행해야 한다. 첫 번째, 가정 난방비용 절감(Affordable Warmth : AW)으로 대상 고객의 주거 난방환경 개선을 의미한다. 두 번째, 탄소배출 감축(Carbon Emissions Reduction : CER)으로 주거시설 효율 향상을 통한 탄소 감축을 말한다. 세 번째는 탄소절감 커뮤니티(Carbon Saving Communities : CSC)로 CER과 유사한 탄소 감축 방식이나 탄소 감축 목표량의 15% 이상을 인구 1만 명 이하의 저소득 지역에서 달성할 것을 요구한다.

한편, 영국에서는 2012~2016년 말 총 206만 건의 ECO를 시행했으며 CER, AW, CSC의 비율은 각각 42%, 34%, 24%로 추진됐다.

### 프랑스의 에너지효율향상 제도 추진 현황

프랑스는 에너지절약 인증제도(Certificats d'économies d'énergie : CEE)를 통해 에너지 공급자 효율 향상 의무를 시행 중이며 에너지 사업자(전기, 천연가스, LPG, 지역 냉·난방, 가정 중유, 수송유), 법인(지역단체, 공공시설) 및 공공주택 임대인 등이 의무 대상자다. 에너지 공급자는 3년 동안 에너지 절감 의무량을 할당받으며 시행 성과에 따라 에너지 절약 인증서를 발급받게 된다.

CEE는 총 4단계의 과정을 거쳐 내용과 목표량이 변화해 왔는데 시범단계인 1차(2006~2009년)에서는 54TWh Cumac의 의무할당량이 부과됐고, 시행단계인 2차(2011~2013년)에서는 1단계에 비해 6.3배 증가한 345TWh가 부여됐다. 현재는 3차(2015~2017년)를 지나 4차(2018~2020년)



<그림 3> 유럽의 효율향상 의무화제도 운영체계

과정이 진행 중이며, 이 기간의 목표량은 1600TWh로 1차 기간 대비 약 60배가 증가했다.

### 이탈리아의 에너지효율향상 제도 추진 현황

이탈리아는 2005년 에너지효율 인증제도(Titoli di Efficienza Energetica : TEE)를 통해 에너지 공급자 효율 향상 의무화 제도를 시행 중이며 의무대상은 5만 가구 이상의 고객을 보유한 10개 전력 유틸리티와 20개 가스 유틸리티로 2016년 23.8Mtoe를 절감하는 데 기여했다.

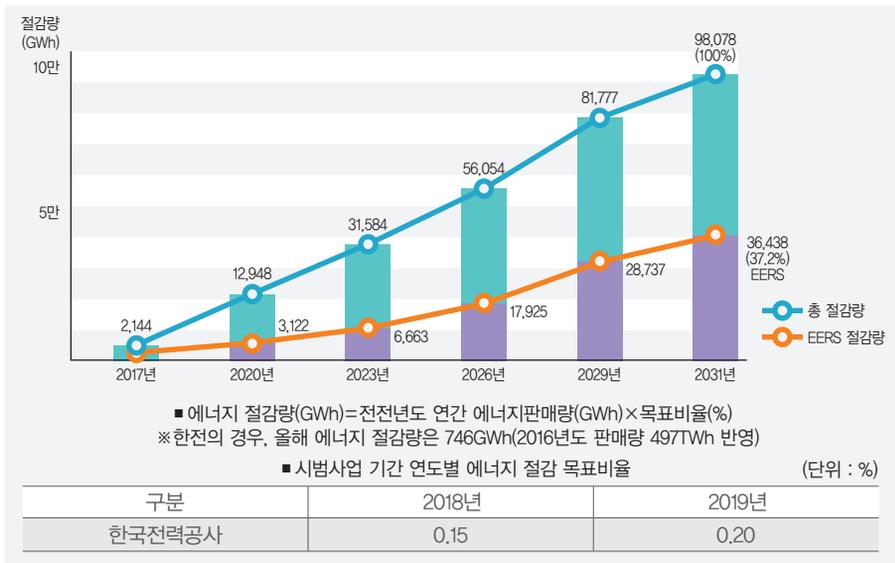
TEE 의무 대상자는 가정 부문 에너지 효율사업 시행, 제3자와의 협력, 인증서 구매, 의무 불이행에 따른 범칙금(최소 25유로에서 최대 155유로)을 통해 의무 목표량을 달성하도록 돼 있다. 이탈리아는 전력 시장관리국(GME)에서 에너지 절약 인증(M&V)을 담당하며 에너지 인증서 발급, 거래 기록 및 가격을 공시하고 있다.

### 국내 EERS 추진 방향과 이슈

우리나라는 올해부터 전력 부문을 시작으로 EERS가 시행되며 에너지 공급자별 절감 의무 목표는 <그림 4>와 같다.

정부는 한전의 절감 목표량을 2020년부터 점진적으로 상향 조정해 2031년에는 1.0%까지 달성할 계획을 수립했다. 그러나 2020년부터 2030년까지의 목표비율, 에너지효율향상 달성 방식, 인센티브 및 페널티, 비용과 손실보전 방안 등 세부적인 제도 이행 방안은 아직 논의 중이다.

EERS의 성공적인 시행을 위해서는 에너



<그림 4> 제8차 전력수급기본계획상의 절감량 및 EERS 절감 목표

지 공급자에 합리적인 절감 목표량을 부과하는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 해외 사례를 참고하면서 낮은 수준부터 시작해 점진적으로 증가시키되 에너지 공급자의 사업 수준과 에너지 효율 향상이 국가 경제에 미치는 영향을 고려한 후 신중하게 설정해야 한다. 우리나라의 전력 부문 에너지 공급자인 한전의 2014~2016년 3년간 효율 향상 실적은 연간 전력판매량 대비 평균 0.052%로 2018년 절감 목표량인 0.15%에 크게 못 미치는 수준이며 EERS 시범 기간의 효율 향상 실적을 토대로 추후 합리적인 목표량을 부여할 필요가 있다.

인센티브와 페널티 제도도 EERS 시행에 매우 중요한 요소다. 하지만 시범 기간 이행 실적 부진에 따른 페널티 부과는 에너지 공급자에 큰 부담을 초래할 수 있으므로 안정적인 운영단계에서 적절한 인센티브와 페널티 방식을 도입하는 것이 바람직하다. 마지막으로 에너지 공급자의 판매량 감소에 따른 재무적 손실을 적절히 보전할 수 있는 방안을 마련하는 것도 중요하다.

우리나라의 경우 디커플링과 같은 요금 조정을 통해 유틸리티의 손실을 100% 보전하는 것은 현실적으로 불가능하므로 전력 산업기반기금과 같은 공적기금을 일부 활용해 에너지 공급자를 지원하는 방식에 대해 검토할 필요가 있다.

이와 관련해 산업통상자원부는 향후 스마트가전, 제로에너지 빌딩 등 새로운 효율 향상 투자 수단의 발굴을 통해 제도를 확산시킬 예정이며 한전은 발광다이오드(LED) 조명 교체, 에너지 프리미엄 전동기와 같은 고효율기기 보급지원 확대, 고효율 에너지 기자재 인증 또는 에너지절약 전문기업(ESCO)의 투자를 통해 에너지 효율 향상 사업을 수행할 계획이다.

한편, 에너지 효율 향상에 대한 투자는 LED, 인버터 보급 등 제조기업과 에너지 서비스산업의 성장을 촉진할 뿐만 아니라 M&V와 관련된 전문 인력 등의 일자리 창출에도 기여할 수 있으므로 EERS는 에너지 공급자와 전문기업이 주도하는 정책이 될 수 있도록 적극적인 참여가 필요하다.

# 기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

## 산업통상자원부 해외기술협력거점



### 해외기술

- ✓ 국제 공동 R&D 수요 발굴 및 지원

### 협력거점

- ✓ 선진 R&D기관과의 협력체계 구축

### 역할

- ✓ 해외 산업기술 정책 및 시장 현황 조사 등

### 국제 기술 협력의 기본기능 수행

#### KEIT 미국(실리콘밸리)거점

담당자 김병재  
E-mail ramy78@keit.re.kr  
Tel (Office) +1-408-232-5411

#### KEIT 독일(베를린)거점

담당자 전준표  
E-mail augtto@keit.re.kr  
Tel (Office) +49-30-8891-7390

#### KIAT 미국(워싱턴)거점

담당자 이범진  
E-mail pomjin@kiat.or.kr  
Tel : (Office) +1-709-337-0950

#### KIAT 벨기에(브뤼셀)거점

담당자 박천교  
E-mail seanpark@kiat.or.kr  
Tel (Office) +32-3-431-0591

#### KETEP 미국 에너지 거점

담당자 백상주  
E-mail sky31778@ketep.re.kr  
Tel (Office) +1-703-337-0952

#### KORIL 이스라엘 거점

담당자 진수미  
E-mail susan74@koril.org  
Tel (Office) +972-54-345-1013



# 이달의 산업기술상

INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS



나노구조물질에 고정화된 탄소무수화효소

신기술 부문  
산업통상자원부 장관상

## CO<sub>2</sub> 전환 · 활용 기술의 새로운 지평을 열다

고려대 화공생명공학과 나노바이오촉매연구실

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 고려대 화공생명공학과 김종배 교수 연구팀은 '나노바이오촉매 기반 고효율 이산화탄소 전환 및 활용 기술 개발' 연구과제를 통해 발전소 등에서 대량으로 배출되는 이산화탄소를 빠르게 중탄산으로 전환할 수 있는 친환경 생촉매 물질인 탄산무수화효소의 고정화를 바탕으로 효소활성의 수명을 획기적으로 향상시켰다. 더불어 이를 기반으로 효율적인 이산화탄소 전환 및 고부가 활용 공정 기술을 개발한 성과를 인정받아 영예의 장관상을 수상했다.

# CO<sub>2</sub> 전환 · 활용 기술의 새로운 지평을 열다



황제 조면진 사진 사범세

나노바이오촉매 기반  
고효율 이산화탄소 전환 및  
활용 기술 개발

온실가스 감축을 위한 노력이 이어지고 있는 가운데 기존 이산화탄소 포집 및 저장(Carbon Capture and Storage : CCS) 기술에서 이산화탄소를 유용한 자원으로 재활용해 부가가치가 높은 물질로 바꾸는 이산화탄소 전환 · 활용(Carbon Capture and Utilization : CCU) 기술로의 의미 있는 변화가 나타나고 있다. 이런 가운데 고려대 화공생명공학과 김중배 교수와 연구팀이 나노구조물질에 생촉매물질인 효소를 고정화해 대량으로 배출되는 이산화탄소

의 저감은 물론이고 이를 고부가가치 자원에 활용할 수 있는 기술 개발에 성공, 화제를 불러일으킬 것으로 보인다.

## 나노구조물질 이용 탄산무수화효소 고정화 및 안정화 성공

온실가스 감축을 위한 다양한 저감 기술 가운데 생물학적 이산화탄소 저감 기술 중 하나로 짧은 시간에 많은 양의 이산화탄소를 빠르게 중탄산 이온으로 전환(초당 10<sup>5</sup>~10<sup>6</sup>개)할 수 있는 생촉매물질인



### How to

이산화탄소 전환 기술의 성공적인 개발을 위해서는 각 요소 기술이 긴밀하게 융합되어야 하는 어려움이 있었지만 과제 초기부터 정기적인 워크숍 개최 및 화상 미팅을 통해 각 기관이 유기적으로 연계될 수 있는 기반을 마련한 것이 요소 기술의 융합에 중요한 역할을 했고, 여기에 정부의 적극적인 지원까지 이어져 기술 개발에 성공할 수 있었다.

## The Minister Award for New Technology

**김중배**  
고려대 화공생명공학과 교수

**사업명** 에너지기술개발사업  
**연구과제명** 나노바이오촉매 기반 고효율 이산화탄소 전환 및 활용 기술 개발  
**개발기간** 2014. 12 ~ 2017. 9 (34개월)  
**총정부출연금** 1,500백만 원  
**개발기관** 고려대 화공생명공학과 나노바이오촉매연구실 / 서울특별시 성북구 안암로 145 / 02-3290-5865 / rms.korea.ac.kr  
**참여연구진** 고려대학교 김중배 교수 연구팀  
포항공과대학교 차형준 교수 연구팀  
한양대학교 진연선 교수 연구팀

탄산무수화효소를 이용한 기술이 연구되어 왔다.

이는 탄산무수화효소를 이용한 이산화탄소 전환 기술이 잠재적으로 발전소나 제철소 등의 배출원에서 대량으로 배출되는 이산화탄소를 줄이는 데 큰 효과가 있으며, 탄산무수화효소에 의해 전환된 이산화탄소를 고부가 자원화에 활용할 수 있다는 장점 때문이다.

하지만 이러한 장점에도 효소의 구조적인 불안정성에 따른 짧은 수명은 탄산무수화효소 기반 이산화탄소 전환 기술의 실현을 심각하게 저해하는 데다 탄산무수화효소에 의해 전환된 중탄산 이온의 대규모 활용 방안이 마련되지 않아 실질적인 이산화탄소 감축 효과가 나타나지 못했다.

이런 상황에서 김 교수와 연구팀이 탄산무수화효소의 고정화 및 안정화 기술 개발에 성공한 것은 탄산무수화효소를 이용한 이산화탄소 전환 기술을 실용화하는 데 중요한 발판을 마련했다는 점에서 큰 의의가 있다.

김 교수는 “탄산무수화효소를 이용한 이산화탄소 저감 기술은 해외 기업이 선도하고 있으나, 효소 고정화 및 안정화 기술에 대한 노하우 부족으로 실제 공정에서의 성

공은 달성하지 못한 실정”이라면서 “이번 과제를 통해 탄산무수화효소의 고정화 및 안정화를 위한 다양한 나노바이오촉매 기술 개발에 성공, 세계 최고 수준의 안정성을 지닌 효소 시스템을 확보하게 됐다”고 말했다.

그리고 “이 기술은 향후 이산화탄소를 환경친화적인 방법으로 상온에서 중탄산수 형태로 전환함으로써 이산화탄소를 직접 활용할 수 있는 다양한 공정 개발에 일대 전기를 마련했다는 측면에서 또 다른 의미를 지닌다”고 덧붙였다.

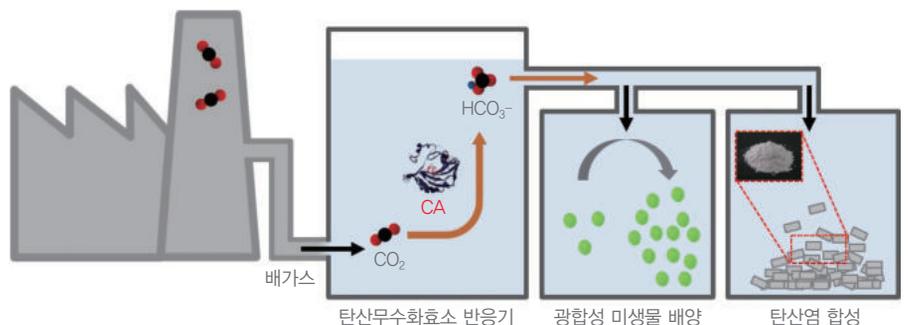
### 효소의 장기 및 반복 사용 가능, 세계 최고 수준 안정성 지녀

앞서 해외 기업이 선도하고 있는 탄산무수화효소를 이용한 이산화탄소 저감 공정의 경우 주로 수용액 상에 용해된 유리 효소를 사용하기 때문에 효소의 재사용이 어렵고, 가혹한 이산화탄소 저감 공정에서 효소가 쉽게 활성을 잃는 문제점을 안고 있다.

그러므로 탄산무수화효소의 고정화 및 안정화 기술은 탄산무수화효소를 실질적으로 응용하는 데 없어서는 안 될 핵심 기술이다.

### 탄산무수화효소

Carbonic Anhydrase, 이산화탄소와 물을 탄산수소이온과 수소이온으로 바꾸는 것을 촉매하는 효소. 효소의 활성 부위에 아연이온을 가지고 있어 금속 효소(Metalloenzyme)로 분류된다.



탄산무수화효소 반응기, 광합성 미생물 배양, 탄산염 합성



김중배 고려대 화공생명공학과 교수

김 교수는 “효소 고정화 기술은 효소를 고체물질에 결합시킴으로써 비균질촉매 형태로 탄산무수화효소를 이용하는 기술이며, 이렇게 효소를 고정화할 경우 장기적으로 반복해 사용할 수 있다”며 “또한 나노구조물질을 이용해 효소를 고정화 및 안정화하는 나노바이오촉매 기술을 바탕으

로 탄산무수화효소의 활성을 안정화하고 더불어 고집적을 실현할 수 있었다”고 밝혔다.

그는 “이렇게 고정화 및 안정화된 탄산무수화효소에 의해 전환된 이산화탄소는 고부가 바이오케미컬 및 바이오연료를 생산할 수 있는 광합성 미생물의 배양 또는 시멘트, 제지, 고분자, 페인트, 제철산업에서 다양하게 활용될 수 있는 탄산염 합성에 쓰일 수 있다”고 설명했다.

한편 김 교수는 “포항공대와 한양대, 미국의 유타대 연구진과의 공동연구를 통해 이러한 기술이 실제 응용에 적용될 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다. 그리고 무엇보다도 정부가 이산화탄소 저감 기술의 변화 추세에 따라 적극적으로 지원해 준 것이 가장 큰 힘이 됐다”고 강조했다.

### 개발 기술 실용화 가능성 다각도 평가 예정, 사업화 전망 밝아

온실가스 감축을 위한 각국의 노력은 단 순히 이산화탄소를 포집하고 저장하는 차

원을 넘어 이제는 이산화탄소를 활용한 고부가가치 사업화 플랫폼으로의 전환에 박차를 가하고 있다.

이에 따라 이번에 성공한 나노바이오촉매 기반 탄산무수화효소의 안정화 및 고정화 기술은 이산화탄소의 포집, 전환 및 활용 분야에 폭넓게 적용될 것으로 전망된다.

이에 대해 김 교수는 “나노바이오촉매 기술은 이산화탄소 저감 분야뿐만 아니라 바이오센서, 바이오연료전지, 바이오에너지, 효소면역측정, 단백질분석, 방오, 제약 등 다양한 효소 응용 분야에 적용될 수 있다”고 말했다.

또한 그는 “이산화탄소 저감 기술은 탄소배출권거래제를 통해 상품화가 가능하며, 우리나라의 경우 2015년부터 본격적으로 배출권거래제가 시행되고 있다. 그러므로 이번에 개발된 기술은 국내 이산화탄소 저감 시장이 성숙되는 시점에 맞춰 다양한 이산화탄소 전환 및 활용 분야에서의 기술적 선점 효과를 발휘하는 데 큰 도움이 될 것으로 예상된다”고 밝혔다.

끝으로 앞으로의 계획과 관련해 김 교수는 “이 기술을 통해 이산화탄소 전환 기술의 실용화를 위한 발판을 마련했다”면서 “향후 기회가 주어진다면 실질적인 이산화탄소 저감 규모를 높일 수 있는 연구를 수행하고자 한다. 이를 위해 탄산무수화효소 기반 이산화탄소 전환 반응기를 스케일업함으로써 발전사, 제철사, 시멘트사 등과 같은 이산화탄소 저감 수요 기업과 연계해 그 실용화 가능성을 다각도로 평가할 예정”이라고 밝혔다.



더 나은 내일을 위한 동행,  
이제 신한은행과 함께 하세요

전용  
대출

기술사업화  
컨설팅

금융  
프로그램  
(법률자문 서비스 등)

# 산업통상자원부와 신한은행이 함께하는 R&D 수행 중소기업·중견기업 지원 프로그램 안내

신한은행은 산업통상자원부 R&D 자금 전담은행으로  
다음과 같은 지원 프로그램을 운영하고 있습니다.

## R&D 사업화자금 전용 대출

R&D 수행 중소기업·중견기업을 위해 대출을 시행하고 있습니다.  
(신한 산업기술 우수기업 대출)

## 기술사업화 컨설팅

기술사업화 컨설팅 제공을 통해 기업의 성공을 지원합니다.

## 신한은행 대표 금융프로그램 (법률자문 서비스 등)

지역번호사회 연결을 통한 법률자문 서비스 등 기업에게  
꼭 필요한 다양한 프로그램을 제공합니다.

- 신청대상 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소기업·중견기업
- 신청방법 신한은행 기관고객1본부 산업통상자원부 R&D 자금전담은행 담당자 전화 ☎ 02-2151-5581)

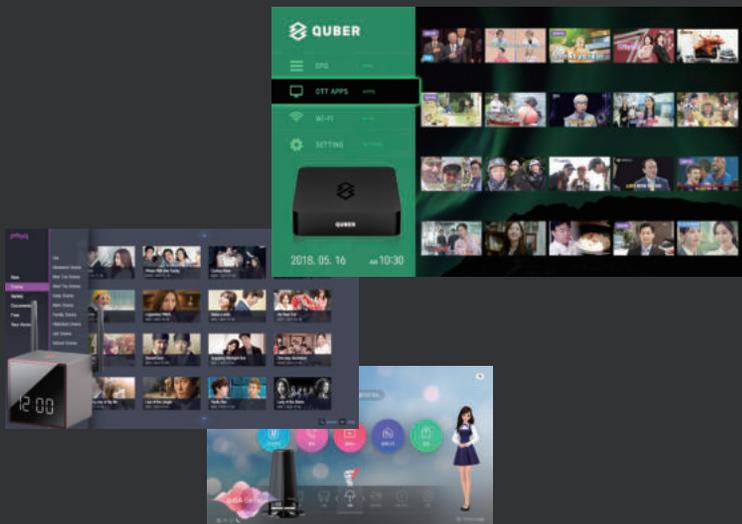
※금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.





# 이달의 산업기술상

INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS



사업화 기술 부문  
산업통상자원부 장관상

## 양방향 네트워크 기술과 방송 기술을 하나로 묶는다

(주)큐버

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술을 시상한다. (주)큐버가 ‘스마트 미디어 기반의 에코 플랫폼 개발’ 연구과제를 통해 기본적인 디바이스 제어뿐만 아니라 헬스케어, 원격진료, 장애인 및 고령·연소자의 정보기기 접근성에 특화된 기술인 모션인식 기반, 음성인식 기반 등의 멀티모달 에코 NUX 기술을 개발했다. 더불어 개방형 운영체제 기반 플랫폼을 확보함으로써 4차 산업혁명 시대 인공지능(Artificial Intelligence) 기반 홈네트워킹 서비스가 가능한 제품으로 빠른 성장이 예상됨에 따라 영예의 장관상에 선정됐다.

# 양방향 네트워크 기술과 방송 기술을 하나로 묶는다



취재 조명한 사진 사범세

스마트 미디어 기반의  
에코 플랫폼 개발

기존 디지털 케이블TV 및 인터넷TV (IPTV)에 필수적으로 사용되는 디바이스 인 디지털 셋톱박스에는 OCAP(Open Cable Application Platform, 오픈케이블 응용 플랫폼) 및 ACAP(Advanced Common Application Platform, 고급 공통 응용 플랫폼) 등의 방송 규격을 적용한 기술이 들어 갔지만, 지금은 구글의 기술을 이용한 확장성 높은 안드로이드 소프트웨어가 방송 시장에 적용되고 있는 추세다. 이런 가운데 (주)큐버가 안드로이드 솔루션을 바탕으로

로 디지털 미디어 방송 영역에 컨버전스 기술을 적용한 스마트 미디어 기반 에코 플랫폼과 이를 사업화하는 데 성공해 큰 관심을 받고 있다.

## 독보적인 안드로이드 솔루션 기술 보유, 과제 성공 이끌어

국내 IPTV 업계는 케이블TV 대비 가입자를 계속 늘리며 확장 추세에 있고, IPTV 대비 투자를 늘릴 수 없는 케이블TV 업체는 IPTV에 가입자를 빼앗기는 등 위기를



### How to

'세계 최초'라는 수식어가 따르는 제품을 만들어 내기 위한 엔지니어들의 노력과 전사적 차원에서의 적극적인 지원은 어느 누구도 하지 못했던 것에 대한 도전과 그 속에서 일어나는 다양하고 많은 문제점을 해결해 나가는 데 큰 힘이 됐으며, 여기에 큐버만의 강력한 미들웨어 기술력이 더해지면서 기술 개발 및 사업화를 성공으로 이끌었다.





이장희 (주)큐버 대표이사

효과와 함께 국가 경제성장의 활성화 및 수출 경쟁력 강화에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 이 모든 것은 큐버만의 강력한 미들웨어 기술경쟁력에서 비롯된다”고 밝혔다.

전문가들은 향후 IPTV 서비스의 성패를

가를 중요한 요소 중 하나로 미들웨어를 손꼽는다. 사용자의 서비스 유인 및 유지를 위한 다양한 킬러 애플리케이션 발굴 및 구현이 미들웨어의 API를 기반으로 이루어지므로 안정적인 미들웨어 솔루션을 확보하는 것이 IPTV를 비롯해 차세대 방송 시장의 핵심 경쟁력의 원천으로 예상되고 있기 때문이다.

이러한 점에서 큐버의 이번 기술 개발 및 사업화 성공은 사물인터넷(IoT) 시대 방송 통신 미디어콘텐츠산업의 강력한 추진체가 될 것으로 전망되며, 이는 점점 확대되고 있는 IPTV 시장 및 사물인터넷(IoT)을 통한 기존 제품이나 서비스의 고부가가치화 가능성에 따라 큐버가 글로벌 기업으로 성장하는 데 있어 큰 원동력이 될 것으로 예상된다.

### 세계 최고 안드로이드 운영체제 미들웨어 전문기업 목표

스마트 미디어 에코 플랫폼은 개발자, 서

비스 제공자, 사용자, 유통사가 모두 혜택을 보는 에코 시스템의 장점을 가지고 있어 큐버의 시장 확대 및 신시장 창출에 더욱 가속도가 붙을 것으로 전망된다.

실제로 큐버는 NHN에 스마트 미디어 에코 디바이스를 활용한 Cloud PC(TOAST PC) 소프트웨어 솔루션을 공급했으며, 스카이라이프에 UHD 전용관(4K Curating app) TV 애플리케이션 개발 및 공급과 LGU+에 IPTV STB 솔루션 공급, KT의 에코 플랫폼 기술을 활용한 인공지능 TV GiGA Genie 소프트웨어를 공급해 한 걸음 더 성장하는 계기를 마련했다.

여기에 이동통신사, 방송사, 인터넷서비스 사업자, OTT 사업자, 시스템통합 사업자가 방송통신 융합형 서비스를 쉽게 연동시킬 수 있는 표준화 기술을 제공해 의료, 광고, 교육, 보안 등 다양한 서비스로 적용할 수 있어 큐버의 성장세는 앞으로도 계속 이어질 것으로 보인다.

한편 향후 계획 및 목표에 대해 이장희 대표는 “이번에 개발한 기술을 바탕으로 구글의 GMS를 탑재해 최종 CTS 인증을 받은 안드로이드 TV 플랫폼을 활용, 다양한 사업자에게 최적의 안드로이드 서비스를 제공할 수 있는 ‘구글 안드로이드 TV 커넥터’ 및 하드웨어, 인공지능 엔진, 빅데이터, 인공지능 서비스를 완성해주는 커넥티드 솔루션 ‘시 커넥터’와 확장성 있는 안드로이드 솔루션을 이용해 스마트 IoT 및 사이지니 등 분야에 솔루션을 제공할 계획”이라면서 “세계 최고의 안드로이드 운영체제 미들웨어 전문기업이 되기 위해 최선의 노력을 다할 것”이라고 밝혔다.



# 최고의 금융파트너 우리나라 1등은행이 함께합니다



## R&D 수행 중소·중견기업 사업화 지원 프로그램 종합안내



R&D 사업화자금  
**전용 대출**

R&D 사업수행  
중소·중견기업을 위한

**우리 R&D 플러스론**



고객만족을 위한  
**맞춤형 컨설팅**

다양한 분야별  
컨설팅 제공을 통한

**기업의 성공 지원**



우리은행 대표  
**금융프로그램**

R&D 기업대상  
수출입 업무 등 교육지원

**다양한 프로그램 제공**

**신청대상** 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소·중견기업

**신청방법** 우리은행 기관영업전략부 산업통상자원부 R&D자금 전담은행 담당자 전화(☎02-2002-3348)  
※금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.

# Innovation Bank of Korea

# 나는 새롭다

은행을 벗어나자  
금융이 있어야 할 곳은 고객의 옆이다

당신을 이롭게 금융을 혁신하다  
Innovation **Bank of Korea**



# 이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중  
최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.  
정보통신 1개, 기계·소재 1개, 화학 1개, 전기·전자 1개로  
총 4개의 신기술이 나왔다.

## 정보통신

- 제품 수율 향상을 위한 반도체 공정용 페타바이트(10의 15승) 이상 빅데이터 처리가 가능한 분석 및 제어 플랫폼

## 기계·소재

- 조선소 트랜스포터 최적운영 시스템

## 화학

- 친환경 에너지 절감을 위한 고(高)고착률 반응성 염료

## 전기·전자

- 리튬이차전지용 고용량(>1600mAh/G) 저가(<35\$/kg) 실리콘 음극소재(중간재) 기술

# 제품 수율 향상을 위한 반도체 공정용 페타바이트(10의 15승) 이상 빅데이터 처리가 가능한 분석 및 제어 플랫폼

이달의 새로 나온 기술 정보통신 부문

(주)비스텔\_우수기술연구센터(ATC)사업

## 기술의 의의

빅데이터 기반의 분석 및 제어 플랫폼 개발을 통해 반도체를 비롯한 제조산업의 Smart Manufacturing을 선도할 수 있음.

### 기술내용

반도체 및 디스플레이 개발 산업은 공정이 매우 복잡해 높은 수준의 품질 관리가 필요함. 또한 다양한 종류의 제품 개발로 여러 품질 문제가 발생하고 있으며, 짧아진 제품 생산 사이클에 맞추기 위해서는 여러 문제를 더 빨리 해결할 수 있어야 함. 하지만 기존의 분석 기술 및 적용 시스템만으로는 수많은 데이터를 빠르고 정확하게 처리하는 데 한계가 있으므로 이를 대체할 수 있는 새로운 기술과 제품이 필요함. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 핵심기술인 0.1초 이하 단위의 대용량 스트리밍 데이터를 처리하고, 페타바이트급 빅데이터를 분석하는 기반 플랫폼 및 애플리케이션을 개발함. 이와 관련한 연구내용은 크게 3가지로 정리할 수 있는데 첫째, 플랫폼 개발로 다양한 빅데이터 기술을 활용하며 비스텔만의 분석 플랫폼을 개발하고, 0.1초 이하 단위의 대용량 스트리밍 데이터 처리 기술을 활용한 제어 플

랫폼을 개발함. 둘째, 애플리케이션 개발로 Graphical Workflow 구현 기술을 이용해 이러한 플랫폼 위에서 동작하는 반도체 산업용 분석 및 제어 애플리케이션을 개발함. 마지막으로 알고리즘 개발로 반도체 공정 특성을 고려한 데이터 마이닝 및 실시간 제어 알고리즘을 개발함.

### 적용분야

반도체 신규 시장 외에 기존 반도체 생산 라인에도 SW 업그레이드가 가능하며, 반도체 외에도 디스플레이, LED 제조, 태양광 패널 제

작 등 모든 하이테크 제조업에 적용 가능함.

### 향후계획

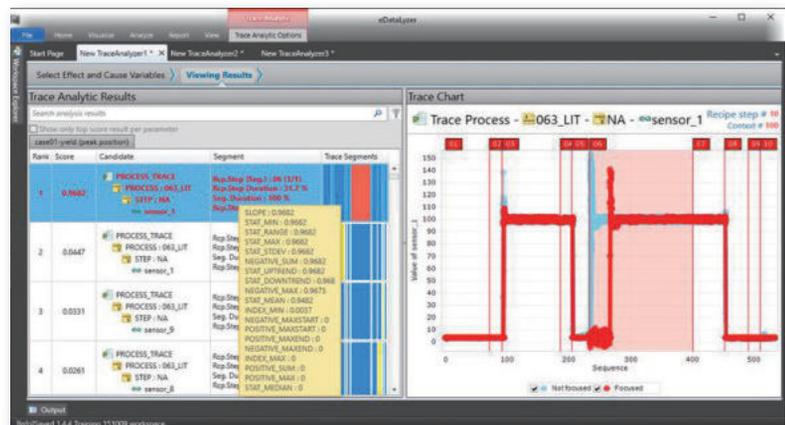
자동차, 제철, 에너지, 화학 등 다른 제조업에도 빅데이터 기반의 분석 및 제어 솔루션에 대한 요구사항이 늘어나고 있으며, 이번에 개발한 제품을 기반으로 여러 제조업에도 진출해 명실상부 Smart Manufacturing을 선도하는 솔루션 공급업체로 거듭나려고 함.

### 연구 개발기관

(주)비스텔 /  
02-597-0911 /  
www.bistel.com

### 참여 연구진

(주)비스텔 나혁준 외,  
연세대 김창욱 외



# 조선소 트랜스포터 최적운영 시스템

이달의 새로 나온 기술 기계 · 소재 부문

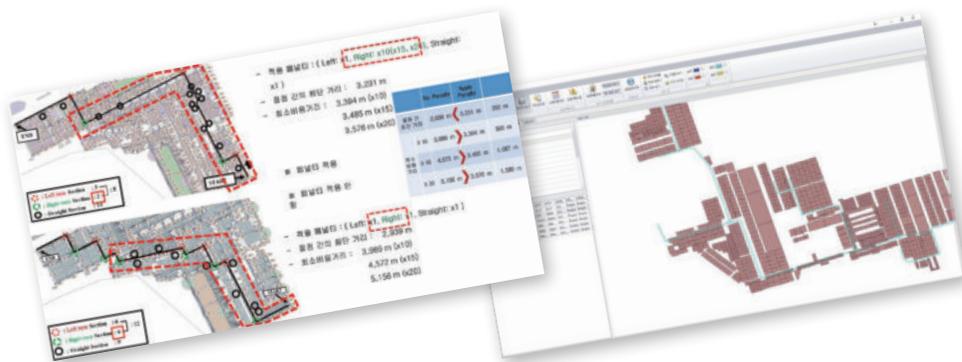
인하대 산학협력단\_ 산업현장핵심기술수시개발

## 기술의의의

실시간 최적운영 계획 수립 기술을 통해 조선야드 환경을 고려한 증강현실 기반 트랜스포터 독립 모듈을 개발함.

» 선박 건조 과정 중 조  
기술내용 선소 야드 내 물류 이  
동은 생산단가를 지배  
하는 큰 요인으로 작용함. 조선소에  
서는 운반 용량과 근접 활용성만 고  
려, 실행 단계에서야드 기술 관리부  
및 장비 운영부 담당자의 경험 및 관  
계를 통해 매일 계획되고 있음. 트랜  
스포터 운행에 필요한 작업자는  
4~6명이고 이동 경로 또한 경험에  
따라 운용됨. 트랜스포터 운영에서  
수기 데이터의 비율이 높은 실정이  
며, 기존 수기 데이터는 비정형화돼  
있고 누락 데이터의 비율이 높아 최  
적화 시스템 개발로 이뤄지기 어려  
움. 따라서 트랜스포터 운영 최적화

를 위한 체계적 데이터 축적 및 관리  
가 필요함. 이렇듯 4차 산업혁명이  
로 점차 생산 기술이 고도화하고 있  
지만 블록 물류를 담당하는 트랜스  
포터 운용은 사용자 경험 기반으로  
이루어지고 있으며, 트랜스포터의  
운용 최적화만으로도 생산단가 절  
감이 가능함. 국내 조선소에서 상당  
부분 통신 인프라 구축으로 이를 활  
용한 운영 지원 시스템 개발을 통해  
향후 최적운영 시스템 개발이 가능  
함. 이러한 가운데 본 연구과제를 통  
해 트랜스포터 최적운영 플랫폼을  
개발하고, 트랜스포터 주변 환경 인  
식 및 탐지를 위한 영상처리 기술을  
확보함. 더불어 트랜스포터 운행 지



원용 증강현실 요소 기술을 비롯해  
기계학습 기반의 최적운영 지원 기  
술, 다익스트라(Dijkstra) 알고리즘  
기반 트랜스포터 최적 경로 수립 기  
술을 확보함.

» 국내 대형 조선사를 중  
적용분야 심으로 진행되고 있는  
Shipbuilding 4.0 관련  
프로젝트의 조선야드 내 블록 물류  
관리 시스템에 적용 가능함. 트랜스  
포터 최적운영 시스템은 물류 관리  
의 신규 관리자 교육 프로세스의 일  
환으로 활용이 가능하고, 독립 모듈  
부분으로 트랜스포터의 교육 시뮬레  
이션으로 활용 가능함.

» 적치장의 실시간 가용  
향후계획 률 산출이 가능한스마  
트 적치장의 연구개발  
을 추가 진행할 예정이며, 이를 기반  
으로 최적의 적치장 선정과 실행 단  
계에서의 야드 물량 최적화를 수행  
하는 데 활용할 예정임. 또한중소 조  
선소의 경쟁력 제고를 위한 시스템  
으로 국내 조선사의 인프라 구축 등  
에도 활용할 계획임.

» 인하대 산학협력단/  
연구 개발기관 032-860-7343/  
www.inha.ac.kr

» 인하대 이경호, 이정  
참여 연구진 민, 충남대 유원선, 삼  
성중공업(주) 문승환,  
최현석 외

# 친환경 에너지 절감을 위한 고(高)고착률 반응성 염료

이달의 새로 나온 기술 화학부문

(주)오영\_우수기술연구센터(ATC)사업

기술의 의의 | 신규 중간체를 합성, 이를 이용한 신규 염료를 개발하는 산학연 시스템 구축.

기술내용 | 갈수록 강화되는 환경 문제에 대한 대응 방법으로 염색 폐수 절감

및 염색 공정에 사용되는 에너지 사용량 감소의 필요성이 제기됨. 더불어 친환경적인 고고착형 반응성 염료의 국산화 필요성이 있음. 이에 본 연구과제를 통해 핵심 기술인 신규 중간체를 이용한 에너지 절감형 고고착형 반응성 염료의 합성 기술과 시간 및 비용을 단축할 수 있는 수세 공정 기술을 확보함. 이렇듯 고가의 외산

염료를 대체해 국내 염색업계의 경쟁력을 강화한 본 연구과제의 성과를 요약하면 우선, 범용 염료와 고고착형 염료의 비교를 통한 구조적 특징을 분석하고 고고착형 염료에 적합한 신규 반응성 중간체 합성 공정 최적화를 실현함. 또한 개발 중간체를 이용한 신규 고고착형 반응성 염료 11종을 개발하고, 신규 고분자 소재를 이용한 단축 수세 공정을 개발함. 이외에도 에너지 절감형 고고착형 반응성 염료의 평가법을 구축함.

적용분야 | 용수 공급이 어렵거나 에너지 비용이 높은 염색 지역(국가), 염색 및 수세 공정에서 폐수 발생량이 높은 농색 염색 공정.

향후계획 | 현재 일부 중점 지역에 판매 중이며 우수한 수세성 및 높은 견뢰도 평가를 받고 있는 개발 제품을 광범위하게 홍보해 판매량을 늘릴 예정임. 면 침염 위주의 기술 홍보 전략을 다양한 면 혼방 소재로 확대할 계획임.

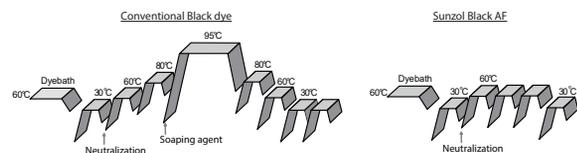
연구 개발기관 | (주)오영 / 02-834-5050 / www.ohyoung.net

참여 연구진 | (주)오영 정진욱, 박한균, 윤여중, 서울대 김재필, 한양대 정재윤 외

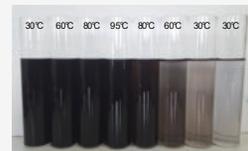


## Wash-off property

Enables mills to minimize process costs with top wash-off performance

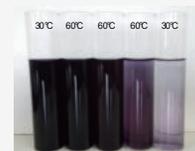


\* Wash-off residue



Conventional black  
Grade 2-3

Easiness to Washing  
ISO 105-C06, C2S  
60°C x 30min.  
(Staining on Cotton)



Sunsol Black AF  
Grade 4-5

# 리튬이차전지용 고용량(>1600mAh/G) 저가(<35\$/kg) 실리콘 음극소재(중간재) 기술

이달의 새로 나온 기술 전기·전자 부문

일진전기(주) 녹색산업선도형이차전지기술개발

### 기술의 의의

세계 최초로 실리콘 합금 소재의 상용화 기술로 음극 소재의 국산화 비율 개선에 기여.

» 상용화된 리튬이차전지의 에너지 밀도는 매년 2~5%씩 높아지고 있으나, 주로 전지의 외장재나 분리막 및 집전체의 두께를 줄이는 방식으로 에너지 밀도를 늘려왔음. 이러한 물리적 방법으로는 에너지 밀도 상승은 필연적으로 안전성을 다소간 희생할 수밖에 없어 활물질 자체적인 고에너지 밀도의 구현이 필요함. 이를 위해 실리콘계 음극소재에 대해 다양한 방식의 접근을 통한 연구가 활발히 진행되고 있음. 가장 먼저 상용화된 기술은 실리콘 산화물계

### 기술내용

» 소재 기술로 실리콘 입자를 산화실리콘 매질 내에 미세하게 분산시킨 구조의 물질임. 소량을 흑연에 섞어 사용하는 경우 수명 특성 및 부반응 특성이 우수해 3~5% 혼합해 사용하고 있으나, 제조 방식이 화학적 진공 증기 증착 방식으로 고원가이며, 초기 효율이 70~80%로 낮아 고용량화하는 데 한계가 있음. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 고용량 저가 실리콘 합금 음극재 설계 및 제조 공정 기술을 확보함. 더불어 고에너지 밀도의 상용 음극 극판 조성 및 풀셀 설계 기술을 개발함.



실리콘 합금을 만들기 위해 원료 원소를 혼합한 마스터 합금



마스터 합금을 녹여서 급랭 응고 공정을 거친 합금 리본



합금 리본을 적당한 크기로 분쇄한 합금 입자(실리콘 합금 활물질)



일진 실리콘 합금을 적용한 파우치 타입 풀셀(내부 평가용 제작품)



결정질 실리콘(검정색 구)에 리튬(노란색 구)이 삽입되는 과정을 모사한 모형

» 리튬이차전지가 사용 적용분야 되는 모든 응용 분야를 총망라함. 특히 고에너지 밀도가 요청되는 휴대폰, 노트북, 태블릿PC 등의 모바일 기기에 우선 적용될 것임. 전기자동차의 주행 거리 향상을 위한 고에너지 밀도의 배터리에 사용되는 음극 활물질. 고에너지 밀도, 저가 구현이 필요한 ESS 용 배터리에 사용되는 음극 활물질. 택배용 드론 등 고에너지 밀도 배터리가 필요한 분야의 음극 활물질.

» 본 과제를 통해 개발 향후계획 한 실리콘 합금 소재로 주요 전지업체 샘플 제공 및 평가를 진행 중임. 향후 본격적인 양산 물량 대응을 위해 양산 친화적 합금 조성 개발을 완료한 상태이며, 양산형 급랭 응고 장비 및 표면 처리 공정 개발을 진행 중임.

» 일진전기(주) / 연구 개발기관 031-8085-7791 / www.iljin.co.kr

» 일진전기(주) 박철호, 참여 연구진 김선경, 김민현, (주)탑 전지 홍승준, 정병수, 한국전기연구원 최정희, 최혜영, 한양대 김동원, 김한수 외

# 상시 성과 입력 시스템 및 지식재산권 연구개발과제 정보 입력 안내

## 상시 성과 입력 시스템

한국산업기술평가관리원(KEIT)에서는  
국가 R&D 조사 · 분석 · 평가를 위해  
매년 1회 실시하던 조사 입력을 수행기관에서  
상시로 입력할 수 있도록  
상시 성과 입력 시스템을 운영 중이오니  
많은 활용 부탁드립니다.



## 지식재산권 연구개발과제 정보 입력

KEIT에서 지원한 국가 R&D 사업을 통해  
지식재산권(특허 등)을 출원 · 등록하는 경우  
연구개발과제 정보를 반드시 기재해야 함을  
안내드립니다.

출원 · 등록서에 기재하는 연구개발과제 정보는  
하단의 표기 방법을 참고하시기 바랍니다.

- |            |                             |
|------------|-----------------------------|
| * 과제고유번호   | 신청 시 부여받은 사업계획서 상의 과제번호 8자리 |
| * 부처명      | 산업통상자원부                     |
| * 연구관리전문기관 | 한국산업기술평가관리원                 |
| * 연구사업명    | 협약서에 명기된 사업명칭(○○○○기술개발사업)   |
| * 연구과제명    | 협약서에 명기된 과제명                |
| * 기여율      | 특허 성과에 대한 지원사업의 기여율         |
| * 주관기관     | 협약서에 명기된 주관기관               |
| * 연구기간     | 협약서에 명기된 총 수행기간             |



더불어 지식재산권 출원 · 등록은 수행기관 명의로 해야 하며  
그렇지 않은 경우 관련 규정에 의거, 1년간 국가 R&D 참여 제한을  
받을 수 있습니다. 다만, 개인사업자의 경우에 한해 대표자 명의 가능

# 이달의 사업화 성공 기술

산업통상자원부 연구개발 과제를 수행해 종료한 후 5년 이내  
사업화에 성공한 기술을 소개한다. 사업화 성공 기술은 개발된  
기술을 향상시켜 제품의 개발·생산 및 판매, 기술 이전 등으로 매출을  
발생시키거나 비용을 절감해 경제적 성과를 창출한 기술을 말한다.  
전기·전자 1개, 화학 1개로 총 2개의 사업화 성공 기술이 나왔다.



## 전기·전자

- 질병 예방을 위한 씨앗 착즙률 40% 이상급 영양추출용 제품 기술

## 화학

- 초고분자량 폴리에틸렌섬유 염색 및 하이브리드 코팅을 통한 CUT LEVEL 5등급용 고내구성 Non-slip 향상 안전장갑

## 질병 예방을 위한 씨앗 착즙률 40% 이상급 영양추출용 제품 기술

이달의 사업화 성공 기술 전기 · 전자부문

(주)엔젤\_ 소비재산업고도화기술개발사업

### 기술의 핵심

씨앗류 착즙 · 착유가 가능한 영양추출기 개발(과일 · 채소 착즙 효율 85%, 씨앗 착유 효율 40%).

### 기술내용

» 국내외적으로 자연재료에서 미네랄과 영양소를 추출하기 위한 기술 개발을 하고 있으나, 대부분의 착즙기 제품은 울템, 멜라민, 플라스틱 소재의 외스크루 방식으로 표면 강도가 높은 씨앗류, 견과류의 착즙 · 착유에 어려움이 있음. 영양추출용 제품 기술 개발은

100% 스테인리스 소재의 쌍기어에 골수영양분쇄(SHG™) 기술, 저속 분쇄착즙(LSCS™) 기술, 다단압착 착즙(MSE™) 기술을 적용해 종래의 녹즙기로는 구현할 수 없었던 골수녹즙의 추출 및 표면 강도가 높은 씨앗류, 견과류까지 착즙 · 착유를 가능하게 함. 원뿔 모양의 쌍기어를 저속 회전시켜 여러 종류의 압력을

생성한 후 3단계로 분산시켜 착즙을 진행하며 그 결과 과일 · 채소 착즙률 85% 이상, 씨앗 착즙률 40% 이상으로 타사 제품 대비 최대 2배의 착즙량과 최대 17배에 이르는 영양소를 착즙하는 데 성공함.

### 사업화 내용

» 본 기술을 적용해 씨앗류 착즙 · 착유가 가능한 영양추출기 양산화에 성공했으며, 2017년 개발 제품 매출이 약 17억 원으로 전체 매출의 19%를 달성함. 2017년에는 전기녹즙기 분야 최초로 한국산업기술시험원의 K-마크 인증을 받았으며 향후 꾸준한 국내외 매출 증가가 예상됨.

### 사업화시 문제및해결

» 최근 웰빙가전산업 분야에 대한 관심 및 수요 증가로 기술 개발 제품의 매출도 증가하는 추세지만 제품의 위조 및 모방에 대한 위험도와 피해 사례도 증가함. 특히 해외 위조 및 모방 제품 대응 전략과 기술 보호를 위한 더욱 강한 정부의 지원 및 제도가 필요함.

### 연구 개발기관

» (주)엔젤 /  
051-204-3004 /  
<http://angel-juicer.com>

### 참여 연구진

» (주)엔젤 양한성, 장정수, 이몽룡 외



# 초고분자량 폴리에틸렌섬유 염색 및 하이브리드 코팅을 통한 CUT LEVEL 5등급용 고내구성 Non-slip 향상 안전장갑

이달의 사업화 성공 기술 화학부문

(주)형제인터내셔널\_슈퍼소재융합제품화기술개발사업

## 기술의 핵심

작업환경에 따른 색상 부여를 위한 UHMWPE 소재의 염색 기술 및 DMF 잔류량이 최소화된 Non-slip성 및 내구성 향상 코팅 기술.

» 안전장갑은 유럽에서 주도하고 있으며, 안전장갑 CE MARK를 취득해야 유럽 시장에 수출할 수 있음. 하지만 제품 규격부터 원료에 이르기 까지 국내에서는 자체적인 개발이 어려울 뿐만 아니라 고가의 원사 가격으로 인해 개발이 활발하게 이루어지지 못하고 있는 실정임. 또한 대부분의 안전장갑은 Non-slip성 및 Grip감 향상을 위해 폴리우레탄 코팅을 하는데 코팅제 특성상 굵집, 신장 등의 내구성이 좋지 않아 일정 시간 연속적으로 사용 시에는 작업성이 크게 떨어지며 사용하는 유제(DMF)의 인체 유해성으로 사용이 점차 규제되고 있음. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 인체 유해 물질의 함량을 최소화 하며 작업성 및 안정성을 극대화하기 위해 Non-slip성과 내구성이 향상된 안전장갑 개발에 성공함.

» 본 지원 사업으로 UHMWPE 안전장갑의 커버링 작업 조건 및 착용감 향상을 위한 최적의 편성설계

조건을 확립했으며 폴리우레탄 코팅 DMF 솔벤트 잔류물이 20ppm 이하 이면서 Non-slip성을 향상시키는 코팅 가공 조건을 확립함. UHMWPE 단독 및 복합화 소재의 강도 등 초기 물성을 유지하는 최적의 염색 가공 기술을 확립함. 이를 통해 안전등급에 따른 다양한 색상의 안전장갑 제작이 가능했으며 유리섬유 제품, 자동차 조립 공정, 건설공사 등 용도별 · 등급별 다양한 산업군에 적용이 가능했음. 불량률을 줄이고 편직 및 사가공 시 생산성을 높이기 위해 추가 연구를 진행중임.

» 절단 강도 향상을 위해 복합사 제작 시 적용한 Glass Fiber에서 발생하는 미세가루가 인체에 유해하다는 문제점을 해결하기 위해 최근

절단 강도 향상을 위해 다른 대체 원사가 적용되고 있음. 또한 기존의 절단 강도를 측정하던 EN 388 규정에서 ISO 13997 규격으로 시험분석 방법이 변경됐으므로 이에 맞춰 제품 개선이 필요한 상황임. 이렇듯 변화된 시장 상황에 맞춰 강도 보안을 위한 대체 원사를 적용해 제품 개발을 진행하고 있으며 변화된 시험 규격 및 인증을 지속적으로 확인해 새로운 사업화에 대한 전략을 기획하고 있음.

» (주)형제인터내셔널 / 연구개발기관 053-426-0506 / www.hj-gloves.co.kr  
 동아산업사 / 053-353-8588  
 경북대학교 산학협력단 / 053-950-5639 / www.knu.ac.kr  
 DYETEC 연구원 / 053-350-3865 / www.dyetec.or.kr

» DYETEC 연구원 김명순, 경북대 배진석, 동아산업사 전준형, (주)형제인터내셔널 정연우, 강원대 외



# 비정형 환경 고난도 중량물 작업을 위한 유압 로봇 제어 기술

본 기술은 재난·재해 현장에서의 재난 대응 작업, 국방, 건설, 농임업 분야에서 활용되는 필드 로봇이 붕괴 지역의 진입로를 확보하고 구조물 해체, 인명 구조 등 비정형 환경하에서 고난도 중량물 작업을 수행하기 위해 필요한 요소 기술이다.

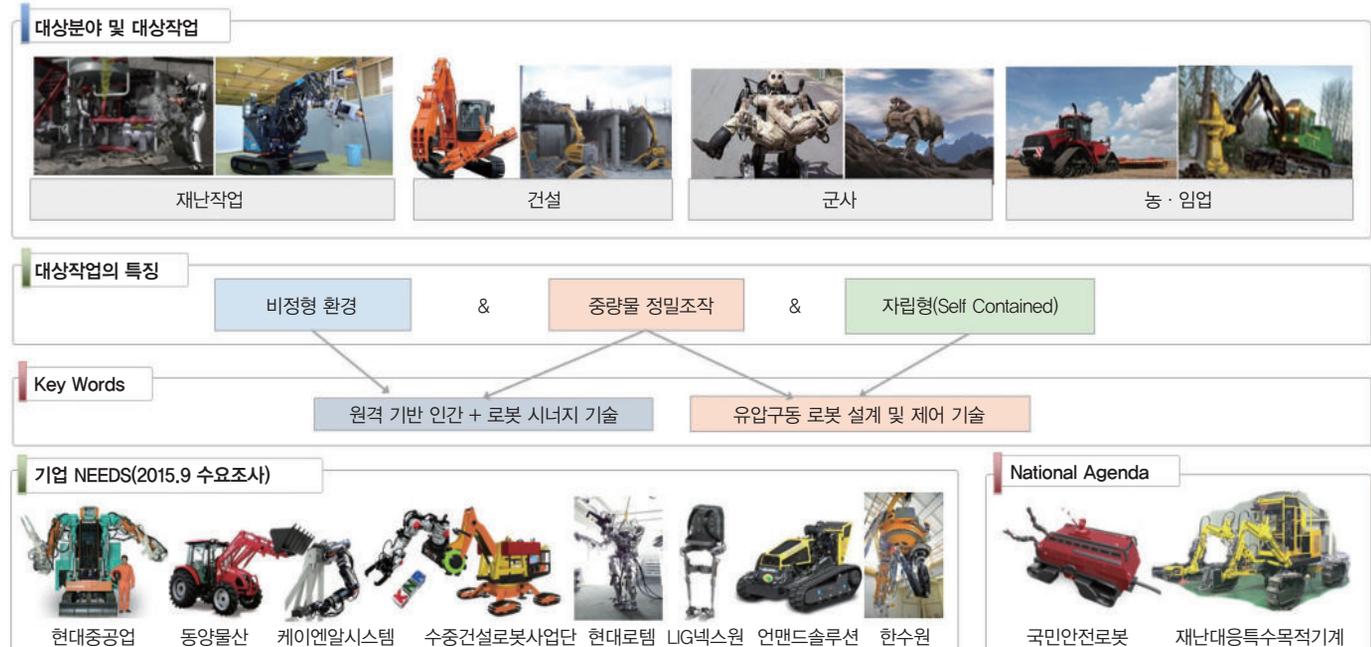
## 개발이 필요한 이유

대형 재난·재해, 국방 무인화, 건설·농업의 자동화, 수중·원전 등 극한 환경에서의 정밀 작업이 세계적으로 이슈가 되고 있으나, 여기에 필요한 원천 기술인 유압 로봇 제어 기술은 현재 연구 초기 단계이다 보니 원천 기술 개발을 통해 기술을 선점할 필요성이 대두되고 있다. 기존 건설장비 및 농기계는 수동 조작에 맞게 구성된 시스템으로 인해 동역학 기반 알고리즘을 적용하

기 어렵고, 산업용 시험기에서 활용되는 유압 제어 기술은 상당히 높은 수준에 도달해 있으나 자립형(Self Contained) 플랫폼에 적용하기에는 부피가 크고 복잡하다.

필드용 유압 로봇이 고난도 중량물 작업을 수행하기 위해선 기존 건설장비와 산업용 시험기의 유압 기술을 토대로 '작업 시 나리오-설계-제어-부품'을 고려한 필드 로봇용 유압 시스템 설계와 동역학 기반 제어 알고리즘 및 유압 액추에이터의 힘 제어

기술 개발이 요구된다. 더불어 비정형 환경에서 다양한 작업을 수행해야 하는 필드 로봇을 완전 자동화하기에는 아직까지 한계가 있으므로 원격조작 기술이 필요하며, 이를 위해 운전자가 현장감을 느낄 수 있도록 '잘 보여줘야 하는' EUI(Environment User Interface) 기술과 운전자 의도대로 로봇이 '잘 움직일 수 있는' 로봇 제어 기술 개발이 요구된다.



**시장개요 및 전망**

본 기술은 필드 로봇을 위한 요소 기술로, 이 기술을 활용하는 안전, 국방, 원자력 로봇과 건설 자동화, 농업 무인화 분야의 플랫폼 시장을 토대로 분석하면 다음과 같다. 사회안전, 국방, 원자력 분야의 안전 로봇 시장은 전 세계 11억2000만 달러(2015년) 규모로, 시장 형성 초기 단계이나 연평균 성장률은 8%대로 성장 잠재력이 매우 높아 시장 확대가 예상된다. 건설기계 시장은 2015년 1300억 달러 규모로 도시화, 고령화, 기후변화 등으로 인해 지능화 제품으로 진화하고 있으며 작업자의 안전과 편의성, 생산성 향상을 위한 요소 기술에 대한 시장의 요구가 증대되고 있다. 농기계 시장은 560억 달러 규모이며, 농업 로봇 시장은 2013년 9억 달러 규모, 2020년 191억 달러 규모까지 급속하게 증가할 것으로 전망된다. 필드 농업용 농기계에 원격제어, 자율주행 등 로봇 기술 융합을 통한 기존 농기계의 로봇화에 대한 기대가 높다. 그 외 수중 및 극지 환경 작업에 대해서도 무인화의 필요성이 대두되고 있어 전체 필드 로봇 분야는 급성장하는 유망 시장으로 볼 수 있으므로 요소 기술에 대한 원천 기술을 확보하는 것이 매우 중요하다.

안전 및 국방 로봇, 원자력 분야와 관련

해 사회안전 분야 전문서비스 로봇은 전 세계적으로 시설물 감시 및 유지관리 분야 투자 증가, 재난 대응을 통한 직간접 사회비용 절감 요구 증대 등으로 높은 성장을 기록할 것으로 전망된다(2017년 대한민국로봇산업 기술로드맵, 산업기술평가원). 재난·재해 규모가 대형화돼 인명 피해 및 재난 복구 등에 소요되는 경제적 손실이 1970년대 47건, 1517억 달러에서 1990년대 91건, 7288억 달러(IMF)로 천문학적으로 증가하는 추세다. 국방 분야는 미래 전쟁에서 다양화되는 위협 유형과 전투 병사의 생존성 및 효과적인 전투 수행을 보장하기 위해 로봇 기술을 적용하고 있으며, 중장기적으로 광범위한 영역으로 역할이 확대될 것으로 전망된다. UAV(무인항공기), UGV(무인차), UUV(무인잠수정) 및 국방 분야 애플리케이션까지 포함하는 세계 국방 로봇 시장 규모는 2025년 165억 달러까지 성장할 것으로 전망된다(Boston Consulting Group, 2014). 원자력 분야는 후쿠시마 원전 사태 이후 원전 유지 보수, 해체 시장도 급격히 커질 것으로 예상되며, 원전 대응 로봇 시장 규모는 2019년 11억 달러에 이를 것으로 전망된다(Wintergreen Research, 2013).

다음으로 건설 자동화 분야와 관련해 건설기계 시장은 2015년 1300억 달러로

국방 분야보다 큰 시장이다. 최근 도시화, 고령화, 기후변화, 4차 산업혁명 등에 따라 친환경화와 정보통신기술(CT) 융·복합화를 통해 안전하고 생산성 높은 지능화 제품으로 진화하고 있으며, 작업자의 안전성과 편의성을 제고하기 위한 기술과 함께 지능화, 자동화 및 원격제어 기술을 활용해 작업 환경과 운전자의 숙련도에 의존하지 않고도 높은 작업생산성을 갖는 지능화 기술에 대한 관심이 높다(2017 KIET 산업경제-세계건설기계산업의 최근 동향과 정책적 시사점, 2017. 3. 정민태). 일본은 건설 기능노동자 수가 2014년 343만 명에서 2025년 216만 명으로 감소할 것으로 예측(일본건설연합회 장기비전 2015)돼 로봇은 물론 인공지능(AI)이나 사물인터넷(IoT) 같은 첨단 기술을 활용하는 사례가 늘고 있다. 국토교통성에서는 건설 자동화와 관련해 1980년부터 약 68억 엔의 연구개발 투자를 진행했으며, 2003년부터 2007년까지 전체 약 50%가 집중적으로 투자된 바 있다. 민간의 중장비 제작 5개사는 각기 매출의 약 2.5%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 5개사 합계 1년 연구개발비는 2000억 엔에 달한다(4차 산업혁명에 따른 일본 건설산업의 대응 전략 및 시사점 : 조재용 2017. 7 대한건설정책연구원).

〈표 1〉 세계 필드 로봇 시장 규모

(단위 : 백만 달러)

출처 : World Robotics 2012~2016(IFR), 사회안전(조사 및 유지보수 시스템과 구조 및 보안 애플리케이션 판매 금액 합계), 국방(국방 애플리케이션), 원자력(건설 및 해체 시장 규모)

| 구분   | 시장 추이 |       |       |       |         |         |      | 시장 전망      |
|------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|------|------------|
|      | 2010년 | 2011년 | 2012년 | 2013년 | 2014년   | 2015년   | CAGR | 2016~2019년 |
| 사회안전 | 31.4  | 34.3  | 27.5  | 48.6  | 44.8    | 49.0    | 9%   | 414        |
| 국방   | 723.2 | 747.6 | 818.3 | 901.5 | 1,023.1 | 1,038.1 | 7%   | 3,309      |
| 원자력  | 27.9  | 32.5  | 33.9  | 42.7  | 36.1    | 36.4    | 6%   | 144        |
| 총계   | 782.5 | 814.4 | 879.7 | 992.8 | 1,104   | 1,123.5 | 8%   | 3,867      |

마지막으로 농업 무인화와 관련해 2012년 세계 필드 농업용 농기계 시장 규모는 560억 달러 정도로 로봇 시장의 65배 이상이며, 세계 톱3 제조사가 이들 시장의 70% 이상을 점유하고 있고 이 중 20% 정도는 로봇 기술이 적용돼 지능화된 트랙터, 콤바인, 임베디드 로봇 형태로 진화하고 있다(WinterGreen Research, 2014). 농업 로봇 시장은 2013년 9억 달러 규모였고, 2020년 191억 달러까지 급속하게 증가할 것으로 기대되고 있다. 대상은 주로 제초, 방제, 이송, 수확 로봇이 될 것으로 예상된다(KEIT PD 이슈 리포트, 2016. 3). 농업 로봇은 크게 두 가지 형태로 시장이 형성되고 있다. 시장 확대 측면에서는

농업 로봇 시장의 60배 이상 규모를 형성하고 있는 필드 농업용 농기계에 원격제어, 자율주행 등 로봇 기술 융합을 통한 기존 농기계의 로봇화로 진행 중이다. 신규 시장 개척 측면에서는 자율주행 기술을 기반으로 로봇 비전 및 조작 기술을 융합한 제초, 방제, 이송, 수확 작업 등에 적합한 전용 농업 로봇 기술 개발을 진행 중이다.

**핵심 기술 및 주요 연구내용**

핵심 기술은 첫째로 재난 현장 등 비정형 작업 환경에서의 진입로 확보, 위험물 이동, 대형 문·밸브 개방 등의 고난도 중량물 작업을 위한 힘 제어 기반 유압 로봇 제어 기술 개발이다. 이와 관련해 전기모터식 소형 로봇과 유사한 동작을 위한 빠른

응답성(50msec 이하)과 높은 분해능(0.1% 이하)을 갖는 유압 액추에이터 제어 기술, 40kg 이상의 중량물을 관절 각속도 160deg/s 이상, 반복오차 0.3deg 이하의 유압 로봇 제어 기술 개발을 추진한다. 더불어 인간의 직관적인 판단을 보조하도록 최적 시점과 정보화된 환경 정보를 제공하기 위한 지연속도 150ms@HD급의 재난 환경 3차원 가시화(EUI) 기술 및 원격조작 기술 개발을 진행한다(㉞).

둘째, 시나리오 기반 요소 기술 개발과 관련해 비정형 환경에서의 고난도 작업 기술은 시스템 통합 기술을 포함하고 있어 작업 시나리오를 정의해 구현하는 것을 추가 목표로 설정, 요소 기술의 성능 검증 및 수정 보완을 통해 요구되는 기술 업데이트 및 연구개발 방향을 수립한다(㉞).

셋째로 현재 개발 중인 ‘국민안전 로봇’ 및 ‘재난대응특수목적기계’에 활용하기 위한 적용 기술을 개발한다(㉞).

넷째로 비정형 환경에서의 작업을 위해 로봇의 반복 작업성과 인간의 판단 능력을 결합할 수 있도록 유압 로봇에 최적화된 조작 기술 개발을 추진한다. 이와 관련해 조종자에게 최적의 시점 제공을 위해 비정형 환경 3D 재구성 및 가시화를 비롯해 원격 조작에 최적화된 마리오네트 방식의 매니퓰레이터 조작 알고리즘 적용, 인간의 조작 편의를 제공하기 위한 유압 로봇용 조종 장치 및 가이딩 알고리즘 등을 진행한다. 더불어 선형 과제인 지능과제, 원격과제, 양팔 로봇과제 등에서 모터 기반으로 개발되는 로봇 조작 알고리즘을 유압 로봇에 적용하기 위한 변환함수 개발을 병행한다.

마지막으로 유압 로봇이 고난도 작업을

<표 2> 세계 건설기계산업의 매출 추이 (단위 : 만 대, 백만 달러)

출처 : 2015년, Intercontinental Statistics Committee, International Construction, 한국건설기계산업협회 등 참조 (세계 50대 건설기계 업체 매출 기준, 대수는 크레인 지게차 제외하고 만 단위 이하 삭, 금액은 억 달러 이하 삭)

| 구분 | 시장 추이   |         |         |         |         |         | 시장 전망   |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
|    | 2010년   | 2011년   | 2012년   | 2013년   | 2014년   | 2015년   | 2018년   |
| 대수 | 80      | 100     | 90      | 87      | 80      | 67      | 굴착기의 경우 전년 대비 국내 생산이 18.9% 증가, 세계적으로 건설기계 생산이 증가하고 있음 |
| 금액 | 150,000 | 180,000 | 185,000 | 162,000 | 160,000 | 132,000 |   |

<표 3> 세계 농기계 시장 전망 (단위 : 백만 달러)

출처 : KERI, 세계 농업 174호, 2015. 2  
금액은 억 달러 이하 삭 2008, 2013, 2018년은 자료 참조, 그 외 연도는 성장률을 고려해 기입)

| 구분   | 시장 추이  |        |        |        |        | 시장 전망  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | 2008년  | 2009년  | 2011년  | 2013년  | 2015년  | 2018년  |
| 트랙터  | 45,000 | 47,000 | 52,000 | 55,000 | 63,000 | 78,000 |
| 수확기계 | 21,000 | 23,000 | 25,000 | 28,000 | 32,000 | 40,000 |
| 부품   | 20,000 | 23,000 | 25,000 | 28,000 | 30,000 | 33,000 |

<표 4> 세계 농업 로봇 시장 전망 (단위 : 백만 달러)

출처 : 2014년, WinterGreen Research와 2017년 대한민국로봇산업 기술로드맵 참조

| 구분    | 시장 추이 |       | 시장 전망 |       |       |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|       | 2013년 | 2014년 | 2015년 | 2016년 | 2017년 | 2018년  | 2019년  | 2020년  |
| 농업 로봇 | 956   | 1,386 | 2,329 | 4,634 | 8,110 | 11,760 | 15,288 | 19,109 |



수행하기 위한 요소 기술 정의 및 개발과 관련해 '다족형 견마 로봇' '산업용 웨어러블 로봇' 과제 수행 결과와 기술 수요 조사 결

과를 바탕으로 필드 로봇에 필요한 기술 및 기보유 플랫폼을 활용한 실시간 검증을 통해 분야별 솔루션을 확보하도록 도모한다.

**기대 및 파급효과**

비정형 환경 고난도 중량물 작업을 위한 유압 로봇 제어 기술 개발을 통해 우선 재난 대응, 국민안전 로봇 등 안전 분야 필드 로봇의 요소 기술로 활용해 작업 성능을 향상시킨다. 사회안전, 국방, 원자력 분야가 연평균 성장률이 8%대로 성장잠재력이 매우 높으므로 이에 대한 요소 기술 개발을 통해 향후 확대되는 시장을 선점할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 필드 로봇 플랫폼 제작 기업과 협력해 장비의 성능 고도화를 통한 부가가치 향상에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

다음으로 급속히 진행되고 있는 국방 무인화 및 건설·농임업 자동화 등의 요소 기술로 활용될 수 있다. 필드 로봇을 위한 핵심 요소 기술은 건설·국방·안전·농업 목적 등에 사용됐던 기존 장비의 성능 개선과 함께 부가가치를 높일 수 있으며 도시화, 고령화, 기후변화, 노동력 감소 등 사회적 요인으로 인한 생산성 저하를 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

이외에도 기술 선점 및 국내 중소·중견 기업의 혁신 기술 개발 역량 강화에 기여할 것으로 예상된다. 연구 태동기인 유압 구동 로봇 제어에 대한 핵심 원천 기술을 확보할 경우 세계적으로 경쟁 우위를 가질 수 있으며, 특히 필드 로봇의 발전에 기여할 것으로 기대된다.

특수장비를 생산하는 중견기업에서 건설장비 또는 농업장비의 로봇화 등 대형·고성능 플랫폼의 제품화 개발에 있어 요소 기술로 활용이 가능하며, 향후 기업의 혁신 기술 개발 역량 강화를 통해 글로벌 경쟁력을 확보하는 데 기여할 것으로 전망된다.

## (주)티포엘이 수행하는 R&D 프로젝트 Radial Braiding 기술을 이용한 항공기용 6ft급 CFRP Stringer

Stringer는 항공기 파트 중에서 윙 프레임 및 각종 프레임을 지지하는 부품으로, 윙 부품 중 가장 많은 수(50~100개)를 차지할 정도로 중요하다. 전형적인 형상으로는 HAT stringer, I-stringer, J-stringer, Y-stringer, Z-stringer 등이 있다.

### 세계적인 항공기 제조회사

#### Boeing의 New Supplier

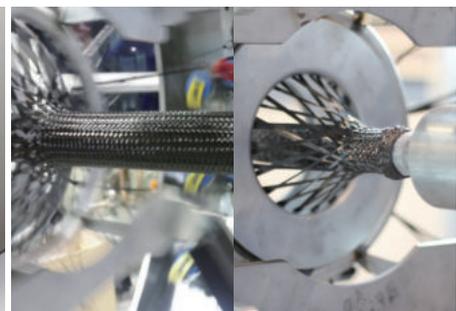
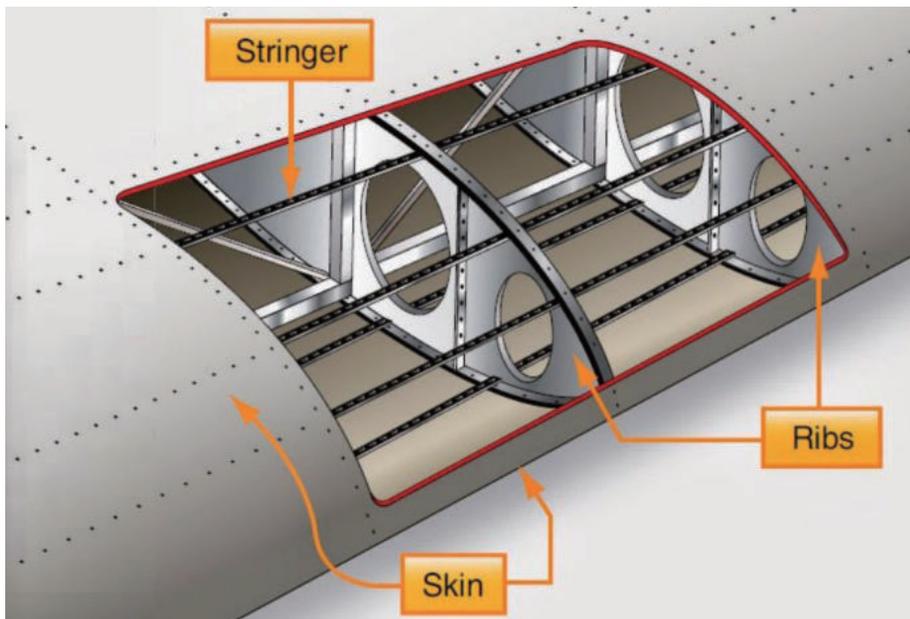
세계적인 항공기 제조회사인 보잉에서 생산비용 절감 및 신공정 복합재료 제조 기술 개발을 위해 New Supplier를 모색하던 중 브레이딩(Braiding) 기술과 관련해 (주)티포엘과 기밀유지 협약(Non-disclosure Agreement)을 체결했다. 이를 계기로 티포엘과 효성, 국도화학이 보잉의 초청을

받아 미국 본사에서 향후 협력 개발 방안에 대해 협의했다. 이후 서울에서 보잉이 '협력사 관리 워크숍'을 개최하면서 항공 소재부품 개발 기술 지원과 개발 제품 구매에 나선다는 양해각서(MOU)를 한국산업기술평가관리원(KEIT)과 체결하면서 본 프로젝트가 추진됐다.

이에 본 프로젝트에서는 최근 연구개발 중인 브레이드 복합소재의 특성을 기존에

복잡한 제조 공정을 거쳐야 했던 알루미늄 재료(Tape Roll 공정-Roll Forming 공정-Joggle 공정-Contour 공정-Check & Straight)에서 탄소섬유 Braiding을 적용하는 방식으로 Stringer의 경량화 및 원가절감 효과를 개선할 계획을 세운 후 효성(탄소섬유), 국도화인켄(수지)의 순수 국산 소재를 기반으로 Radial Braiding 기술(티포엘)+RTM 성형 기술을 이용해 민간항공기 제조사에서 요구되는 항공기 구조용 Braiding 프리폼 개발(Stringer) 및 항공부품 개발을 목표로 정했다.

이와 관련해 다축섬유구조 프리폼을 제조할 수 있는 대표적인 공정이 Braiding 기술인데, 이는 고인성, 내피로성, 내충격성, 구조 보지성(Damage Tolerance) 등이 월등하며 우수한 차세대 구조재료를 제조하기 위한 일체형(Net-shape) 복합재료 프리폼 제조 기술로 널리 사용된다. Braiding 기술은 크게 2D(Circular, Flat), 3D(Circular, Rectangular)로 분류할 수 있으며 짧은 제조 시간과 공정 코스트 절감 등의 프리폼





## 복합재료산업 분야의 글로벌 리더

### (주)티포엘

2001년 섬유 자동화산업 장비 개발사업 관련 벤처회사로 설립된 티포엘은 2006년 국방과학연구소와 만나 탄소복합재료와 관련한 사업을 추가했다. 이후 탄소복합재료 관련 제품 개발을 진행하면서 오늘날 첨단 기술을 이용한 복합재료의 프리폼 및 제품 제조, 관련 장비 개발로 사업 영역을 확대했다. 최근 수년간의 기술 개발 능력을 토대로 탄소복합재료를 널리 알리고 대중화하기 위해 자전거 프레임과 부품을 탄소복합재료로 만들어 양산하고 있다. 주요 생산품으로는 Braiding 장비, 프리프레그 장비, 성형 장비 등 복합재료 생산을 위한 자동화 장비를 제조하고 있으며 복합재료 자전거 부품(프레임, 포크, 핸들바, 시트포스트 등) 및 발사체 관련 방산제품도 생산하고 있다. 한편 티포엘은 Industry 4.0이 적용된 시스템을 Braiding+RTM 공정에 접목해 세계 최고 권위의 복합재료 학회에서 '2017 JEC ASIA INNOVATION AWARD(Process)'를 수상한 바 있다. 이렇듯 티포엘은 섬유복합재 성형까지 제조 전 공정을 스마트 팩토리로 구축하는 한편, 최고의 기술력으로 복합재료 산업분야 글로벌 리더 자리를 견고히 할 수 있도록 혁신적인 연구개발을 지속하고 있다.



생산에 장점을 지닌다.

한편, 외국에서는 다축 방향으로 섬유가 보강된 3차원 복합재료에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 이들 다축 방향의 섬유가 보강된 복합재료 제조 기술은 기존의 텍스타일 구조물 제조 방법을 이용해 다양한 섬유구조 복합재료 제조 방법으로 개발됐으며, 나아가 여러 가지 독특한 성형 기술의 개발과 더불어 그 응용 분야를 확대해 나가고 있다.

### 복합재료 프리폼 제조의 Next Generation 기술

본 프로젝트의 제품 개발에 적용하려고 하는 Radial Braiding 방식은 종래의 Braiding 방식에 비해 운동(회전) 방향이 제조되는 프리폼과 수직으로 원사의 늘어짐 현상이 적어 손상이 적고, 프리폼의 연속 생산이 가능하다. 또한 프리폼이 캐리어와 수직 방향으로 편조돼 곡률을 가지는

프리폼을 제조할 수 있고 다양한 형상(자동차 필러, 항공용 부품 등)의 프리폼 제조에 용이해 해외에서도 복합재료 프리폼 제조의 Next Generation 기술로 선정할 만큼 관심을 받고 있다. 국내에서는 티포엘에서 최초로 연구개발한 후 특허까지 등록한 바 있다.

본 프로젝트는 항공용 Stringer의 요구 강도, 내구·내환경성을 만족할 수 있도록 Radial Braiding 방식의 3차원 Braiding 공법을 이용한 항공용 Stringer 프리폼을 비롯해 소재 개발을 통한 항공기용 6ft급 CFRP Stringer 개발을 최종 목표로 진행했다. 이를 위해 본 프로젝트의 1차연도에 144축 Radial Braiding 장비를 개발했으며, 향후 연구개발을 진행함으로써 항공기용 6ft급 CFRP Stringer 프리폼 제조 기술 확립 및 CFRP Stringer 제품 제조 기술을 확보하고 2020년까지 장비 성능 검증과 제품 물성 및 성능 평가를 완료할 예정이다.





## 섬유 속에 길이 있다 첨단 섬유소재 개발로 성장해 나가는 우양신소재

유감스럽게도 일반인들은 섬유의 중요성을 잘 모르고 산다. 그러나 마치 물이나 공기처럼 섬유는 어디에나 쓰이는 생활필수품이다. 그리고 섬유는 지금 이 순간에도 다양한 형태의 첨단 섬유로 진화를 거듭하고 있다. 우양신소재는 그러한 섬유의 진화를 선도하기 위해 노력하고 있다.

취재 이동훈 사진 김기남

우양신소재는 1994년 우양통상이라는 상호로 창립한 이후 호스 및 플라스틱 부품류를 통해 산업용 소재 시장에 발을 들여놓게 된다. 2009년 현재의 이름으로 바꾸고 산업용 섬유, 벨트 및 폴리, 디스플레이 이용 부품 소재, 방화셔터 등 다양한 소재를 생산하고 있다.

현재 본사는 대구에 위치해 있다. 최근 구미에 생산 공장을 두어 고부가가치사업 개발 및 수행역량 강화에 집중 투자할 예정이다.

산업 전 분야에 걸쳐 외국의 기술에 의존하던 것을 국내 기술로 돌리고, 독자기술 확보를 위한 연구개발(R&D)은 물론 고객 만족을 위해 아낌없는 투자를 지속해 오고 있다. 최근 4년간 호스 제작 및 라미네이팅 공정 등 다양한 생산기반을 확충하는 한편 소재만 제공하던 기존 생산 구조에서 고객의 니즈를 충족시킬 수 있도록 ‘소재부터 완제품까지 납품이 가능’한 체제로 혁신을 거듭하고 있다.

**수입대체 효과가 탁월한  
실리플렉스의 개발**

최근 내세울 만한 R&D 성과로는 ‘FPD 장치산업 및 필름라인의 클린룸 전용 내열 플렉시블 실리콘 호스’가 있다. 이는 섬유스트림사업으로서 다음과 같은 단계별 목표를 지닌다.

- 제1단계: 고물성 섬유원사를 활용한 기능성 방적사 및 복합사 개발
- 제2단계: 기능성 방적사 및 복합사를 활용한 형태 안정성 우수 직물 개발
- 제3단계: 내열성, 클린성 실리콘(Silicone) 수지 코팅 기술 개발
- 제4단계: FPD(Flat Panel Display, 평판 디스플레이) 장치산업 및 필름라인의 클린룸 전용 내열 플렉시블 실리콘 호스 제품화 기술 개발

FPD 장치산업 및 필름라인의 클린룸 전용 내열 플렉시블 실리콘 호스 개발

삼성, LG 등 국내 액정화면(LCD), 반도체, 정보통신 산업 분야의 메이저 업체들이 선호하는 클린룸 전용 내열 플렉시블 실리콘 호스는 일본 구라레이사 제품이다. 유리섬유 직물 심체에 실리콘 수지가 코팅된 소재를 활용한 이 제품은 관련 분야에서 높은 인지도와 신뢰성을 자랑한다. 그러나 전량을 수입해 사용해야 했기에 우양신소재는 이 제품의 국산화를 시도하기에 이르렀다.

고부가가치 첨단 산업 분야인 FPD, 반도체, 필름 산업 분야와 관련 장치 산업에 사용되는 내열 플렉시블 실리콘 호스는 유리섬유 직포에 실리콘 수지를 코팅한 소재를 활용한 제품을 주로 사용하고 있었다. 유리섬유는 우수한 열적특성으로 내열성이 높다는 장점이 있는 반면 반복운동 및 굴곡성에는 약해 섬유사절이 빈번했다. 동시에 분진까지 발생하므로 클린룸 내 사용에는 제약이 따른다. 이에 대한 개선 제품 개발 요구가 높으므로 유리섬유를 기능성 원사

및 복합사로 대체하여 경량성, 유연성은 물론 내구성과 성능이 향상된 클린룸 전용 내열 플렉시블 실리콘 호스 제품을 개발하는 것을 목표로 기술 개발



을 진행했다.

우양신소재는 이미 FPD 장치산업 및 필름라인의 고기능 플렉시블 PU 호스 및 실리콘 호스 제품을 10여 년간 홍보해왔다. 또한 삼성SDI 및 LG디스플레이에 산업용 호스 납품 실적이 있다. 기존 PU 호스보다 내열성과 클린성이 더욱 우수한 제품을 원하는 국내외 시장의 요구에 부응하기 위해 수년간 클린룸용 내열 실리콘 호스 개발을 독자적으로 추진한 끝에 제작 기술을 획득했다. '실리플렉스(Siliflex)'라는 상품명으로 FPD 제조라인 설비 및 장치 제작사에 제공하고 있다.

본 기술 개발 과제를 통해 만들어낸 유연성과 장기 내열성이 더욱 우수해진 클린룸용 플렉시블 내열 실리콘 호스 제품은 곧바로 시장 진출 및 판매가 가능하다. 따라서 산업적 파급효과는 지속적으로 나타날 것으로 기대된다. 해외 시장은 이미 거래 중인 해외 바이어를 통해 1차로 홍보하고, 외국 전시장에 출품해 다각적이고 폭넓은 홍보를 통한 고객 확보에 적극적으로 대처해 나간다는 전략이다. 궁극적으로 기술, 공정, 성능, 품질의 혁신과 관련된 장기계획을 수립, 국내 및 해외 업체에 적극적인 마케팅 및 전시회를 통해 홍보하고 있다. 또한 다양한 용도 전개를 위해 디스플레이 산업용뿐만 아니라 조선, 해양플랜트, 산업장비의 용도로 확대해 앞으로 선진 제품 대

비 우수한 기술력을 바탕으로 국산화에 기여하고 수입 대체 효과를 극대화하는 것이 목표다.

기술 개발의 가장 큰 문제점은 역시 해당 분야에 대한 시장 홍보가 원활하지 못하다는 것이다. 실리콘 호스만의 특수 적용 분야라는 한계를 극복하고자 다양한 전시회 참여를 통해 제품 홍보를 하였기에 예상보다 훨씬 많은 시간이 걸렸다. 현재도 제품 홍보를 위해 매년 2~4회 전시회에 참가하고 있다. 하지만 중국산 점유의 약진으로 점유 산업 관련 전시회의 기반이 약하고, 이종산업 간 융·복합 설계의 시도 부재로 많은 어려움을 겪고 있다. 이를 해결하기 위해선 국가 단위의 기반 육성사업이 활성화되어야 하며, 그렇게 해야 점유 관련 업종의 부흥이 이루어질 수 있다고 윤주영 대표이사는 말한다.

### 다양한 산업 분야를 위한 기술 개발도

점유가 쓰이지 않는 산업 분야는 사실상 없다. 따라서 우양신소재는 산업분야를 가리지 않고 다양한 분야에서 제품 개발을 진행하고 있다. 대표적인 예로는 디스플레이용 유리기판의 연마공정 부품 소재 개발, 생체측정용 직물센서 개발 등이다. 해당 기술의 경우 우양신소재에서 완제품까지 생산이 가능하도록 폭넓은 범위에서 기술 개발을 진행하고 있으며, 기술의 접근성은 다음과 같다.

#### 디스플레이용 유리기판의 연마장비 사이드패드 개발

- 유리기판의 연마에 사용되는 소모성 부품 소재 개발
- 초고분자형 PE 필름(UHMWPE)을 사용해 내구성을 높여 교체주기 연장(최대 20% 이상 수명 연장을 통한 장비 가동률 향상)
- 제품의 우수한 접착 및 탈착 시 잔여물이 남지 않는 점착구조 설계를 위한 다년간의 해당 기술 연구
- 해당 제품을 국내외 현장에서 블라인드 테스트해 제품의 우수성 인증



### 생체정보 측정을 위한 융·복합형 웨어러블 직물 전국 기술 개발

- 심장박동, 온도 등을 측정하기 위한 생체정보 측정형 전국 기술 개발
- 직물 형태의 전극을 이용해 융·복합형 제품 개발 가능
- 소방복, 용접복, 경찰복 등 다양한 작업자의 안전을 위한 생체측정용 직물 전국 기술 개발 연구
- 위치추적 기술을 적용한 내열 보호복 기술 개발 연구
- 청소년 체력 측정을 위한 생체측정용 스마트밴드 기술 개발 연구

그 외에도 우양신소재는 디스플레이, 초내열섬유, 슈퍼소재 등 국외 기술에 대한 의존도가 높은 국내 산업에 대해 지속적인 R&D를 통한 국내 업체 간 기술 제휴로 국산화가 실현될 수 있도록 협력시스템을 구축하는 한편 국내 시장 활성화로 동반성장 전략을 수립하고자 한다. 단지 R&D에만 끝나는 것이 아니라 해당 산업의 기술 수준을 높이는 것을 주목적으로 하고 있다.

### 2020년대에는 지역경제 성장을 주도하는 중기기업으로

우양신소재는 다양한 소재에 대한 지속적인 발전을 해나가기 위해 분야별 전문 인력 육성을 끊임없이 진행하고 있다. 지속적인 기업 성장을 위해 토론 문화를 시도하고 있으며, 팀(Team)제 운영을 통해 기술 성장에 따른 다양한 인센티브 제도를 도입하는 등 지원을 아끼지 않고 있다.

또한 복지재단을 통한 기부활동을 해오고 있으며 전 직원의 자발적인 참여를 통해 지역 발전에 기여하고 있다.

우양신소재는 2017년 대구에서 추진하고 있는 중소기업 육성사업 'Pre-스타기업'에 선정, 대구시의 집중적인 지원을 통해 지역경제의 성장을 주도할 중

기업으로 성장하고자 한다. 그리고 2018년에는 성장 잠재력이 높고 일자리 및 부가가치 창출 등 지역사회 발전에 공헌한 중소기업체를 선정하는 '중소벤처기업부 지역스타기업'에 선정되기도 했다. 이 제도는 수도권을 제외한 기타 시도에서 연평균 15~20개를 선정해 5년 이내 1000개의 수출지향형 중견기업으로 성장시키는 것을 목적으로 하고 있다. 우양신소재는 이러한 기회를 발판 삼아 국내는 물론 국외로 시장을 확대해 글로벌 기업으로 거듭나고자 한다.

구체적으로는 2020년 매출 200억 원 이상의 중기업으로 입지를 굳힌다는 목표를 가지고 있으며 이를 이루기 위한 핵심 프로젝트로 '선진 기술에 대한 거침없는 도전' '고객이 만족할 수 있는 새로운 솔루션 제시' '국내 산업의 세계적인 도약을 위한 기업 연계 시스템 구축'을 검토 및 발전시키고 있다.

우양신소재의 미래를 규정하는 기본 원칙은 '미래 산업에 대한 새로운 솔루션 제시'이며, 전 세계 산업 시장에서 풍부한 소재의 접목을 경험한 터라 미래 산업에 다양한 기술적 솔루션을 제공함으로써 더 나은 산업 환경을 만드는 데 결연하다. 더불어 고객에게 새로운 가치를 제공하려는 전사적인 노력과 함께 자원을 투입, 모두가 기대하는 미래를 스스로 만들어 나가고자 한다. 뛰어난 운영 능력과 혁신성으로 산업체에서 요구하는 최고의 솔루션을 제공하는 데 자부심을 갖고 있으며 이를 바탕으로 신개념 소재 전문기업으로 성장해 나갈 것이라고 확신한다.

윤주영 우양신소재  
대표이사



# DC가 바꿀 미래

## 생활가전 에너지 효율 트렌드 '직류(DC)' 바람

생활가전업계에 '직류(DC)' 바람이 거세다.  
일부 소비자를 중심으로 '소음이 적고  
에너지 효율이 높다'는 입소문이 나면서  
교류(AC) 방식의 가전제품을 DC 제품으로  
바꾸는 추세다.



### 다시 주도권 잡은 DC

DC는 +와 -가 일정하게 공급되는 전원을 이용하는 방식을 말한다. 문제는 현재 판매되는 대부분의 가전제품이 AC 방식에 최적화됐다는 점이다. 일부 프리미엄 제품에만 DC 방식이 적용됐는데, 이는 AC보다 세밀한 속도 제어가 가능해서다. 초미풍 선풍기, 저소음 공기청정기 등이 대표적이다. DC 제품에 관심 있는 소비자들이 'DC 모터'를 따로 구입하는 이유도 이 때문이다. 프리미엄 제품은 구하기도 어려운 데다 가격대도 높다. 기존의 AC 제품에 DC 모터만 따로 구입해 달아주면 DC 가전처럼 사용할 수 있다. 쉽게 전력을 변환할 수 있다 보니 수요도 늘고 있다.

아예 DC 모터를 탑재한 DC 가전제품의 수도 늘고 있다. 과거에는 헤어드라이어, 면도기 등 소형 가전이 주를 이뤘지만 최근에는 공기청정기, 가습기, 선풍기, 공기순환기에도 도입되는 추세다. DC 모터에서 한 단계 업그레이드된 BLDC(Brushless DC) 모터가 나오면서 제품 출시가 많아졌다. 업계 관계자에 따르면 BLDC 모터가 도입된 제품은 회전 소음이 적고 반영구적으로 사용할 수 있다. 그만큼 잔고장이 없다는 얘기다. 비싼 가격이 단점이지만 보급이

확대되면서 완제품 기준 1.2배 수준까지 떨어졌다. 이 관계자는 "50만 원 이하 소형 가전의 경우 사실상 가격 차가 5% 미만"이라며 "유지비 등을 감안한다면 비싸다고 할 수 없다"고 말했다.

### 일본 업체의 빠른 행보, LG전자도 적극적

소비자의 관심이 커지면서 업체의 움직임도 빨라지고 있다. 'DC=프리미엄'이란 인식이 생긴 것도 한 몫했다. 시장조사기관인 트랜스퍼런시 마켓 리서치에 따르면 글로벌 DC 모터 시장 규모는 2014년 213억 달러(약 23조 원)에서 올해 343억 달러(약 39조 원)로 성장할 것으로 전망된다. 국내 시장도 같은 기간 4000억 원에서 5050억 원으로 확대될 것으로 예상된다.

이미 중국, 인도 등지에서는 HVDC 방식으로 시스템 전환이 이뤄지고 있다. 장거리 송전에도 전력 손실이 거의 없기 때문이다. 사회적 갈등 비용도 줄일 수 있다. AC 송전 방식에 비해 전력 손실이 적어 송전선로에서 발생하는 전자파가 적다. 특히 에너지 효율을 중요하게 생각하는 일본 업체를 중심으로 이러한 움직임이 두드러진다. 프리미엄 선풍기로 유명한 발뮤다와 샤프, 테크노스 등이 대표적이다.

전자회사도 빠르게 움직이고 있는데, 국내에서는 LG전자가 적극적이다. LG전자는 한국전력공사가 DC 전력 공급을 목표로 하는 2020년까지 DC 방식의 가전제품을 개발한다는 계획이다. LG전자는 한전과 'DC 전력 공급 및 DC 가전 상용화 협력'을 맺기도 했다. 이처럼 LG전자는 DC 전력 공급에 대비해 DC 가전제품 개발에 나섰다. 태양광발전을 통해 생산한 전기를 DC 방식으로 송전해 DC 가전을 사용하고 전기차를 충전하는 'DC 생태계'가 구축되는 것이다.

LS산전은 이 같은 변화에 대응하기 위해 2011년 1100억 원을 투자해 부산 화전산업단지에 HVDC 전용 공장을 구축했다. 지멘스와 ABB, GE 등 3대 글로벌 기업이 장악하고 있는 HVDC 시장에서 변환용 변압기, 사이리스터 밸브 등 핵심 부품을 국산화하는데 성공했다. 국산화를 통해 부품 비용을 낮춰 DC 송전의 설비 투자비용을 줄일 수 있게 된 것이다.

DC 송전부터 배전까지 제품 핵심 기술과 사업 역량을 확보하고 있는 LS산전은 국내 시장에서 사업 경력을 쌓은 뒤 글로벌 HVDC 시장에 본격 진입할 계획이다. 구자균 LS산전 회장은 “DC 전원 수요 확대는 130년 만에 찾아온 큰 변화”라며 “LS산전은 글로벌 전력 시장에서 DC와 연계한 스마트 그리드 기회를 반드시 잡을 것”이라고 말했다.

업계 1위 삼성전자도 내부 연구개발 조직을 통해 DC 가전 개발에 집중하고 있다. 구체적인 로드맵은 공개되지 않았지만 2020년을 목표로 DC 가전을 내놓을 것으로 예상된다.

전문가들은 에너지 효율이 생활가전의 성장을 이끌 중요한 트렌드로 자리 잡은 만큼 DC 가전의 성장세가 가속화될 것으로 기대한다. 이경숙 산업연구원 연구위원은 “에너지 효율은 브랜드만큼 생활가전의



LS산전 직원들이 제주 한림읍에 있는 HVDC 실증단지에서 HVDC 변환용 변압기를 설치하고 있다.



중요한 구매 요소로 떠오르고 있다”며 “에너지를 절감하기 위한 업체들의 기술 개발은 앞으로 더욱 가속화될 것”이라고 말했다.

### 역시 에디슨, 4차 산업혁명 타고 '직류' 부활

1893년 미국 시카고에서는 전력 역사의 획을 그을 논쟁이 붙었다. 시카고 만국박람회장에 25만 개 전구의 불을 어떤 방식으로 밝히느냐를 놓고서였다. 토머스 에디슨은 직류(DC) 송배전을, 니콜라 테슬라는 교류(AC) 송배전을 표준 전기시스템으로 선택하자고 주장했다. 결과는 테슬라의 승리였다. 당시 에디슨이 주장한 DC 방식은 120V의 직류로 전기를 생산해 전압을 높이기 어려웠기 때문이다.

이후 100년 동안 AC에 밀린 DC가 전 세계적으로 다시 주목받고 있다. DC 전원인 신재생에너지가 각광받는 데다 4차 산업혁명으로 전기 사용량이 급증하면서 설치비용은 비싸지만 전력 효율이 높은 DC 송배전 방식이 더 효율적이라는 판단에서다.

HVDC 기술은 발전소에서 생산된 AC를 DC로 변환해 필요한 곳까지 송전한 뒤 다시 AC로 바꿔 수요자에게 공급하는 차세대 전력 전송 기술이다. 지금까지 AC 방식으로 송전하던 시스템을 DC 방식으로 전환하는 이유는 무엇일까. 항상 일정한 전압과 극성을 가지고 있는 DC 방식이 AC 방식에 비해 송전 과정에서 전력 손실을 대폭 줄일 수 있기 때문이다. 전력 안정화에도 도움이 돼 대규모 순환정전의 위험성이 적다. 수많은 장점에도 불구하고 DC가 외면받은 이유는 설치비용이 비싸기 때문이다. 하지만 DC 송전에 필요한 핵심 반도체 기술의 발달로 가격 경쟁력이 높아지고 있다. 4차 산업혁명 시대를 맞아 DC 송전 방식으로 전환해 전력 효율을 높이는 것이 설치비용을 상쇄할 수 있다는 공감대도 생기고 있다.



# AI 인재, 지옥에서라도 데려와라

4차 산업혁명의 핵심 기술로 꼽히는 인공지능(AI) 분야 인재를 영입하기 위해 세계적 경쟁이 벌어지고 있다. 자율주행자동차, 스마트시티 등 4차 산업혁명 시대를 선점하기 위해선 기반 기술인 AI를 확보하는 것이 필수적이다. 하지만 AI 전문가 수요에 비해 공급이 턱없이 부족한 탓에 'S급 인재'를 데려오기 위해 기업들은 사활을 걸고 있다.

### 뺏고 뺏기는 스카우트 경쟁

기업의 인재 확보는 '전쟁'을 방불케 한다. 경쟁사의 핵심 인재를 데려오는 일도 비일비재하다. 애플은 구글 출신 인 존 지안난드리아 부사장을 영입했다. 그는 구글의 AI 음성 비서인 '구글 어시스턴트'와 검색·e메일 등에 적용한 AI 기술 개발을 총괄했다. 구글은 지난 2월 삼성전자에서 AI 비서 '빅스비'를 개발한 이인종 전 부사장을 데려왔다. 이 전 부사장은 구글에서 사물인터넷(IoT) 사업을 전담하는 것으로 알려졌다. 페이스북은 3월 루크 제틀모이어 워싱턴대 교수를 음성인식·AI 기술담당으로 끌어들었다.

삼성전자도 6월에 AI 연구 역량을 강화하기 위해 세계적 AI 권위자로 알려진 세바스천 승 미국 프린스턴대 교수와 대니얼 리 펜실베이니아주립대 교수를 맞아들였다. 승 교수는 뇌신경공학 기반 AI 분야 최고 석학이고, 리 교수는 AI 로봇틱스 분야의 세계적 권위자다. 올해 초에는 마이크로소프트에서 AI 비서 '코타나' 개발 등에 참여한 머신러닝 전문가 래리 핵 박사를 삼성리서치아메리카 AI 분야 연구 개발(R&D) 담당 전무로 임명하기도 했다.

중국 정보기술(IT) 기업도 인재 확보에 공격적인 모습이다. 중국 최대 전자상거래 기업인 알리바바는 지난해 미국 아마존에서 무인 매장 '아마존 고(GO)' 프로젝트에 참여했던 런샤오펑 박사를 영입했다. 런샤오펑 박사를 중심으로 중국에서 무인 매장을 개발 중인 것으로 알려졌다. 중국 1위 검색 업체인 바이두도 지난해 마이크로소프트에서 메신저·검색·AI 사업을 총괄하던 치루 부사장을 최고운영 책임자(COO)로 임명했다. 그는 바이두에서 AI와 자율주행차 기술 개발을 총괄하고 있다.

한국 인터넷 기업도 잔걸음을 하고 있다. SK텔레콤은 애플에서 음성 비서 '시리'를 총괄했던 김윤 박사를 시리서치 센터장으로 데려왔다. 카카오는 창업자인 김범수 이사회 의장이 AI 부문 전문회사인 카카오브레인 대표를 맡아 인재 영입에 공을 들이고 있다. 한 인터넷 기업 인사담당자는 "워낙 사람 구하기가 힘들다 보니 'AI 전문가는 지옥에서라도 데려와야 한다'는 말이 업계에서 나올 정도"라고 전했다.



### MS 인재 스카우트 나선 아마존

아마존이 MS 출신 고위직을 대거 스카우트하고 있다. 특히 AI 분야 인재를 집중적으로 유치하고 있다. 지난 6월 CNBC가 정보업체 페이스북의 자료를 인용해 분석한 결과에 따르면 2015~2017년 MS 임원급 인력 30명이 아마존으로 이직했다. 반면 아마존에서 MS로 옮긴 임원급 인사는 9명에 그쳤다. 이는 아마존에서 구글, 애플, 페이스북, 넷플릭스 등 다른 첨단기업으로 이직한 임원 수와 이들 기업에서 아마존으로 옮긴 임원 수가 거의 비슷한 것과는 대조적이다(그래픽 참조).

이처럼 아마존이 MS 인재에 눈독을 들이는 이유는 AI와 관련이 있는 것으로 CNBC는 분석했다. 실제 MS가 개발한 AI 개인비서 소프트웨어인 '코타나' 관련 팀 임직원이 아마존의 핵심 스카우트 대상인 것으로 알려졌다. CNBC는 코타나 팀에서 5년간 근무한 한 직원이 아마존으로 옮긴 뒤 현재 '알렉사'에서 200명의 직원을 거느리고 있다고 전했다. 알렉사는 아마존이 개발한 AI 소프트웨어다.

아마존이 클라우드 컴퓨팅 기술의 선두주자인 데다 경쟁사를 선도하며 미래지향적 프로젝트를 진행하는 점도 MS 출신을 유치할 수 있는 비결로 꼽힌다. CNBC는 "현금 없는

상점, 무인 항공 운송 서비스 등 여러 분야에서 아마존은 혁신적인 이미지를 갖고 있다"며 "알렉사 역시 코타나 이상의 인기를 누리고 있는 것으로 알려졌다"고 보도했다.

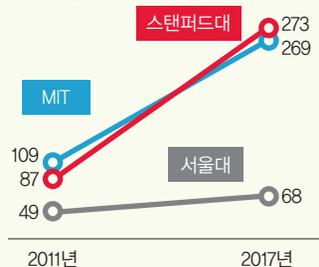
마이클 유심 펜실베이니아대 와튼스쿨 교수는 "3년 전과 비교하면 경영학석사(MBA) 졸업생이 아마존을 최고의 직장으로 꼽는 비율이 높아졌다"고 말했다. 과거 IBM이 수십 년간 최고의 직장으로 꼽히며 인재를 유치했던 것처럼 아마존이 지금 그런 위상을 누리고 있다는 평가도 나온다. 직원에 대한 보상도 아마존에 인재가 몰리는 이유라고 CNBC는 설명했다. 직장인 익명 앱(응용프로그램)인 블라인드가 5월 실시한 설문조사에 따르면 보너스를 받은 직원 수가 가장 많은 곳은 아마존이었다. 이 중 상당수 직원은 10만 달러 이상을 받았다.

### '준비된 인재'가 없다

네이버는 지난해 7월 세계 4대 AI 연구소로 꼽히는 프랑스의 제록스리서치센터유럽(XRCE·현 네이버랩스유럽)을 1000억 원 안팎에 인수했다. XRCE의 특허보다는 80여명에 이르는 AI 전문 연구원을 영입하기 위해서였다. 지난 4월에는 홍콩과학기술대와 공동으로 홍콩에 AI 연구소를 세웠다. 홍콩과 중국 선전, 동남아시아 지역의 AI 인재를 끌어들이는 거점이다. 네이버 관계자는 "국내 대학이 제대로 된 AI 연구인력을 길러내지 못해 해외에서 인재를 영입할 루트를 다양화하고 있다"고 말했다.

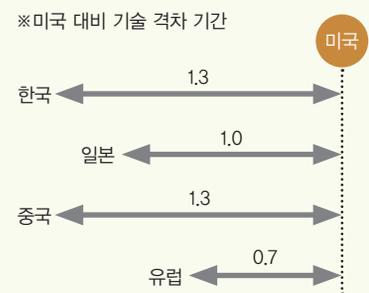


한국·미국 주요 대학 컴퓨터공학부 졸업생 수 (단위: 명)



출처: 서울대, 미국공학교육학회

ICT 10대 기술 평균 격차 (단위: 년)



출처: 정보통신기술진흥센터

네이버 라인은 블록체인 전문 인력을 뽑기 위해 실무교육 스타트업(신생 벤처기업) 패스트캠퍼스와 손을 잡았다. 패스트캠퍼스의 블록체인 관련 수업을 듣는 개발자 가운데 우수한 인력을 채용한다는 계획이다. 카카오 관계자는 “SI 기술 관련 전문가를 구하기가 너무 힘들어 따로 정원을 두지 않고 수시로 채용한다”고 설명했다.

국내 대학의 SI 연구인력은 글로벌 대학뿐 아니라 중국 대학과 비교해도 턱없이 부족하다. 2016년 기준 SI 연구인력은 중국과학원이 1429명으로 가장 많았고 하얼빈공대(879명), 칭화대(692명)가 뒤를 이었다. 한국은 KAIST(178명)가 34위에 오르는 데 그쳤다. 컴퓨터공학부 졸업생 수도 한국은 정체 추세다. 미국 매사추세츠공과대(MIT)와 스탠퍼드대의 컴퓨터공학과 졸업생은 7년간 3배가량 늘어 지난해 기준 각각 273명(스탠퍼드대), 269명(MIT)을 기록한 반면 서울대는 2011년 49명에서 지난해 68명으로 늘어나는 데 그쳤다. 이민화 창조경제연구이사회 이사장은 “4차 산업혁명 시대의 대학은 사회문제 해결형 프로젝트 교육과 지식재산권 중심 산학협력 조직으로 재탄생해야 한다”고 조언했다.



# CARBON ROADMAP CREDITS

## 온실가스 감축 로드맵 업종별 할당 폐지, 일부 유상할당 실시

국내 온실가스 감축 로드맵이 공개됐다. '제2차 계획기간(2018~2020년) 국가배출권 할당 계획안'에 따르면 온실가스 배출 총량은 3년간 17억8000만에 이전과 달리 모든 업종에 동일한 감축 목표를 부여하고, 26개 업종은 탄소배출권 3% 유상할당을 실시한다.

심은지 [한국경제신문 기자]

### 26개 업종에 탄소배출권 유상할당

올해부터 업종과 관계없이 모든 산업 부문에 동일한 온실가스 감축 목표가 부여된다. 지난 3년간 업종에 따라 탄소배출권을 나눠주다 보니 업종 간 형평성 문제가 불거진 데 따른 조치다. 또한 발전업, 전기통신업, 항공운수업 등 26개 업종은 100% 무상으로 받던 배출권 중 3%를 경매로 구입해야 한다. 이들 기업엔 연간 1700억 원의 추가 부담이 발생할 것으로 추산된다.

7월 11일 환경부는 이 같은 내용의 '제2차 계획기간(2018~2020년) 국가배출권 할당 계획안'을 내놨다. 그동안 계획 자체가 나오지 않아 발을 구르던 산업계는 "불확실성이 해소됐다"며 다소 안도하고 있다. 하지만 새로운 할당안에 따라 업종별로 희비가 크게 엇갈리는 탓에 탄소배출권을 둘러싼 갈등은 계속될 것이라는 우려가 나온다.

### 591개 업체 17억7713만 할당

정부는 온실가스 감축 목표를 달성하기

위해 2015년 탄소배출권제도를 도입했다. 3년에 한 번 계획을 세워 개별 기업마다 배출할 수 있는 온실가스 허용량을 나눠주고 있다. 이번 계획안은 당초 1차 계획기간(2015~2017년)이 끝나는 작년 말 확정해야 했지만 문재인 정부의 에너지정책 수정과 맞물려 7개월 이상 늦어졌다. 정부는 이 계획에 따라 총 591개 업체에 17억7713만개의 배출권을 할당한다. 1차 계획기간(평균 558개 업체, 16억8986만)보다 8717만(5.2%) 증가했다.

할당 방식이 크게 바뀌었다. 당초 정부는 26개 업종으로 구분해 다른 목표치를 부여했다. 이 과정에서 감축 목표가 상대적으로 높았던 비철금속업, 석유화학업 등이 정부를 대상으로 소송을 하는 등 갈등이 컸다. 이에 정부는 2차 계획기간엔 업종별 할당을 폐지하고 부문별로 동일한 감축 목표를 주기로 했다.

하지만 이번에도 갈등의 소지는 남았다. 철강, 반도체, 석유화학 등 이미 고효율 생산시설을 갖춘 업종과 방적업체, 폐기물

처리업체 등 감축 여지가 많은 업종에 같은 목표를 주는 게 타당하냐는 지적이다. 전자업계의 한 관계자는 “전자업체는 글로벌 수준의 에너지 효율을 갖추느라 그동안 투자를 늘려왔는데 그렇지 않은 다른 업종과 같은 잣대를 대는 건 역차별”이라고 말했다.

### 26개 업종은 유상할당

유·무상할당을 두고도 온도 차가 컸다. 이번엔 유상할당을 시행하는 26개 업종이 처음으로 공개됐다. 기존에 모든 기업이 배출권을 100% 무상할당 받았던 데 비해 앞으로는 유상할당 기업을 정해 할당량 중 97%만 무료로 받고 남은 3%는 경매시장에서 사야 한다.

무상할당 기준은 무역집약도, 생산비용 발생도 등을 따져 정했다. 이 기준에 따라 국내 대표 업종인 철강, 반도체, 자동차, 시멘트 등은 전량 무상할당을 받게 됐다. 하지만 전기업, 병원 등은 유상할당 업종으로 분류돼 연간 최대 1700억 원의 비용을 추가 부담해야 할 처지다.

대표적인 게 항공운송업이다. 이번에 유상할당 업종으로 지정되면서 할당량(200만가량)의 97%인 194만을 받게 됐다. 유상업종인 종합소매업, 숙박시설운영업 등도 불만을 터뜨렸다. 업계 관계자는 “환경부가 유·무상 기준인 무역집약도를 책정할 때 제조업 기반인 상품수출입무역통계를 사용했다”며 “서비스 업종은 서비스무역수지를 근거로 삼아야 했다”고 말했다.

### 시장 조성 예비분 500만 배당

이번 계획 기간에는 시장 조성 용도 예비분(500만)이 처음 할당되고, 남은 배출권을 다음 해로 넘길 수 있는 기준도 강화한다. 탄소배출권 거래가 활성화되도록 산업은행, 기업은행 등을 시장에 투입한다. 배출권 거래제는 시장 기능을 활용해 효과적으로 국가의 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 정부가 기업에 배출할 수 있는 온실가스 허용량(배출권)을 할당하고, 기업이 남거나 부족한 양을 사고 팔게 하는 제도다.

김현수 대한상공회의소 환경정책실장은 “기업이 실질적으로 온실가스를 감축할 수 있도록 유도하는 연구개발(R&D) 촉진책 등이 필요하다”고 말했다. 이번 계획안은 의견 수렴을 거쳐 7월 말 최종 확정된다.



## 믿었던 천연가스의 배신... “메탄 누출로 지구 온난화 초래”

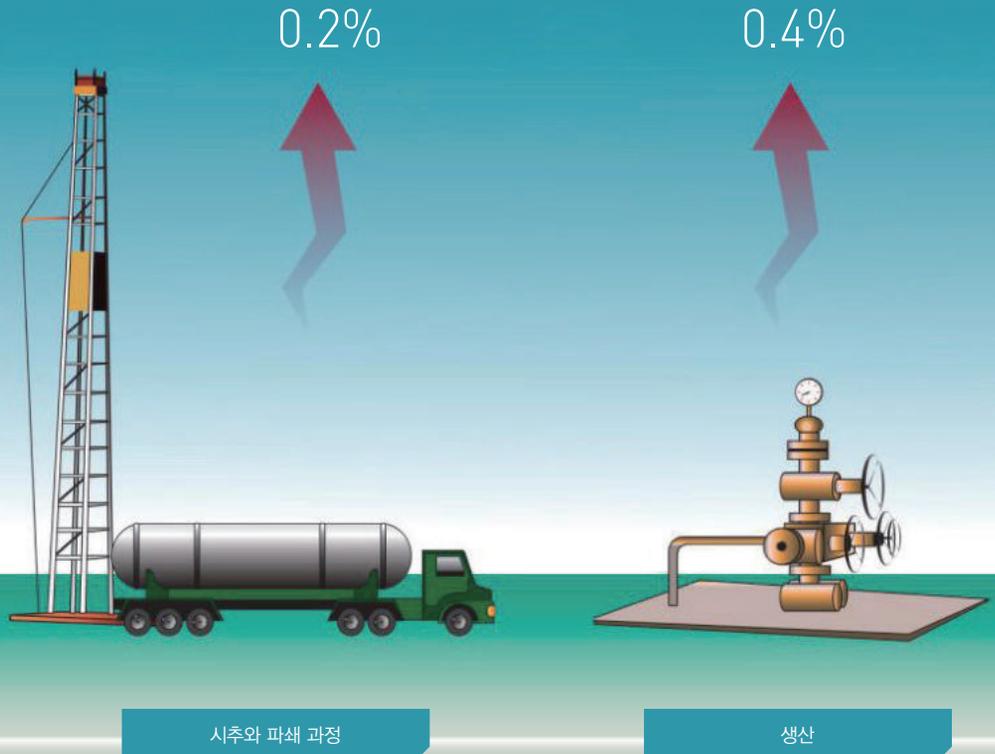
# GLOBAL METHANE WARMING

청정에너지로 평가받아온 천연가스가 지구온난화를 초래하는 또 다른 원인이라는 보고서가 나왔다. 천연가스의 주성분이 자강력한 온실가스이기도 한 메탄이 공기 중으로 많이 누출되고 있다는 것이다. 메탄은 비중이 0.55~0.68로 공기보다 가벼워 대기 중에 쉽게 확산된다. 이산화탄소보다 온실가스 효과가 더 큰 물질이란 점

에서 기후에 심각한 영향을 미칠 것으로 우려되고 있다.

국제학술지 사이언스에 따르면 미국 내 석유 및 천연가스 업계에서 해마다 누출되는 메탄량은 연간 총 메탄 생산량의 2.3%에 이른다. 이는 미국 환경보호청(EPA) 추정치보다 60%나 높다. 과학자들은 2.3%라는 수치가 작아 보이지만 이를 가스양으

생산·소비 단계별  
메탄 누출 비중



로 따지면 1300만㎥로 미국 내 1000만 가정에 연료를 공급할 수 있는 규모라고 지적했다. 이 같은 메탄 누출량은 누출의 정도와 그것이 기후에 미치는 영향을 결정하기 위해 과학자와 업계 등이 참여해 5년간 진행한 연구로 분석됐다.

연구 결과에 따르면 메탄은 개발되지 않은 대륙붕 등에서 공기 중에 누출된다. 가축의 트림, 비료, 논, 매립지, 툰드라 지역에서도 배출된다. 여기에도 석탄보다 깨끗한 에너지로 각광받으며 천연가스 이용이 크게 늘어나는 것도 메탄 누출의 주된 요인으로 지적된다.

석탄 대신 천연가스를 발전연료로 사용하는 화력발전소가 증가해 천연가스 수요

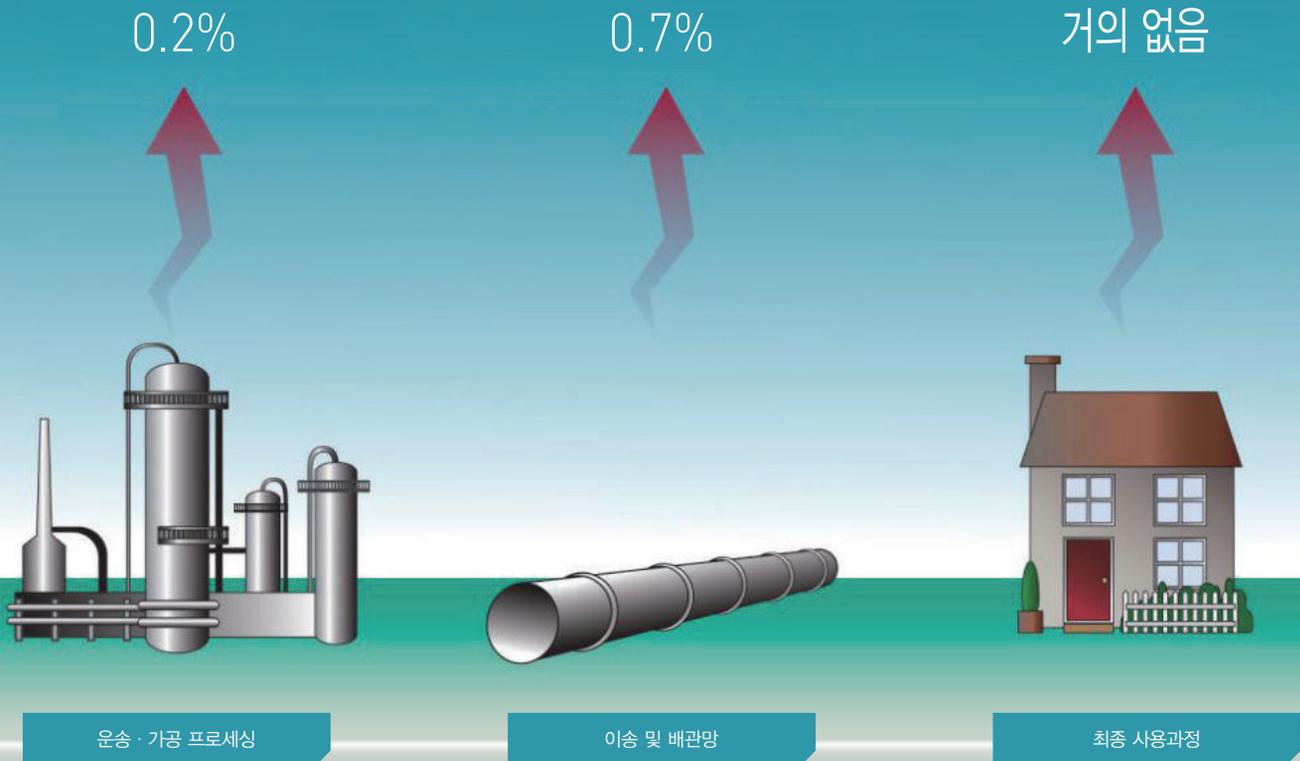
는 늘어나고 있다. 천연가스를 발전연료로 쓰면 지구온난화 주범으로 꼽히는 이산화탄소 배출량을 크게 줄일 수 있기 때문이다. 천연가스를 연소시키면 석탄을 태웠을 때보다 이산화탄소 발생량이 절반으로 줄어드는 것으로 나타났다. 하지만 화력발전소를 포함한 천연가스 수요처에 고용량 천연가스를 보내는 고압배관 길어도 점점 늘어나 그만큼 누출사고가 일어날 가능성이 커지고 있다. 부실하게 정비된 파이프, 밀봉제, 저장탱크는 물론 가스저장시설에 설치된 낡고 오래된 장비에서도 누출 사고가 발생할 수 있다.

기후학자들은 에너지원으로 사용하기 위해 뽑아낸 천연가스의 누출률이 전체 생

산량의 4%에 이르면 천연가스가 석탄에 비해 기후변화를 더 악화시킬 수 있다고 내다봤다. 미국 해양대기청(NOAA) 연구진은 2013년 보고서를 통해 덴버와 유타에선 천연가스 생산량 중 각각 4%와 9%가 해마다 공기 중으로 누출되고 있다고 밝혔다. 천연가스 발전소를 비롯해 글로벌 산업계에서 배출하는 메탄은 전체 배출량의 약 3분의 1을 차지하는 것으로 추정됐다.

천연가스 발전소의 경우 주성분인 메탄이 완전 연소하기 전에 대기 중으로 빠져 나갈 수 있다. 메탄은 20년간 공기 중에 머물며 같은 양의 이산화탄소보다 80배 이상 지구 온도를 높이는 효과를 내는 것으로 분석됐다.

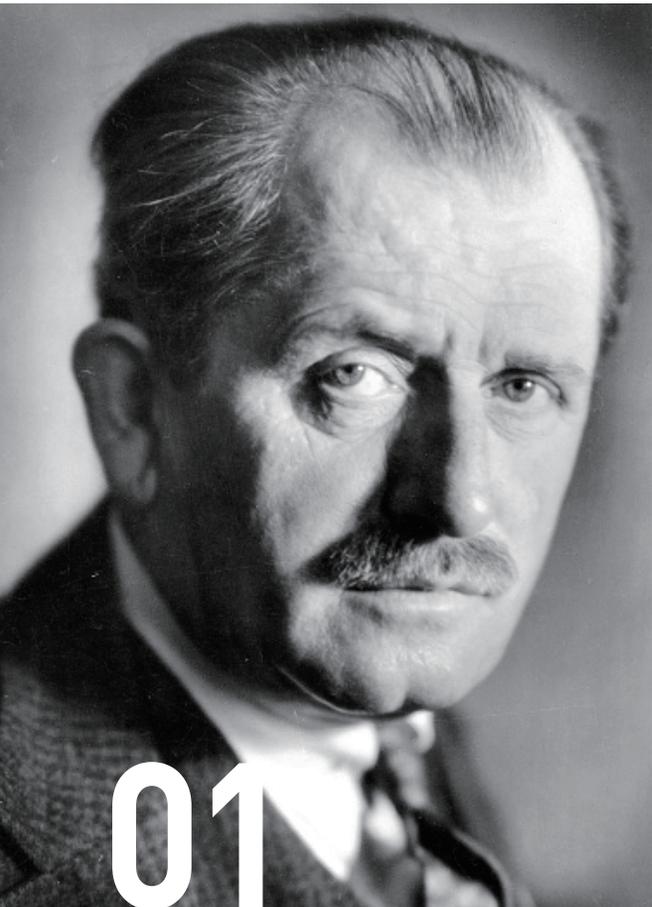
출처 : 미국환경보호청



## 페르디난트 포르쉐 하이브리드 차량에 인생을 걸었다?

페르디난트 포르쉐(Ferdinand Porsche), 그의 이름은 오늘날 고성능 스포츠카의 이름으로 잘 알려져 있다. 하지만 그는 한편으로 전기 자동차, 하이브리드 자동차 설계의 대가이기도 했다. 심지어 그는 하이브리드 방식의 전차까지도 만들어 냈는데... 그의 잘 알려지지 않은 작품 세계를 알아보자.

이경원 [과학칼럼니스트]



# 01

포르쉐는 1875년 9월 3일, 당시 오스트리아 헝가리 제국이었던 보헤미아 북부의 마퍼스도르프에서 판금공 안톤 포르쉐의 셋째 아이로 태어났다. 훗날의 명 엔지니어답게 그는 아주 어렸을 때부터 기계에 강한

# 01

페르디난트 포르쉐

흥미를 보여, 라이헨베르크의 제국 기술학교에 진학했고, 아버지의 가업도 도왔다. 그는 18세 때 빈의 벨라 에거 전기회사에 취직하는 한편, 대학 강의로 몰래 도강했다.

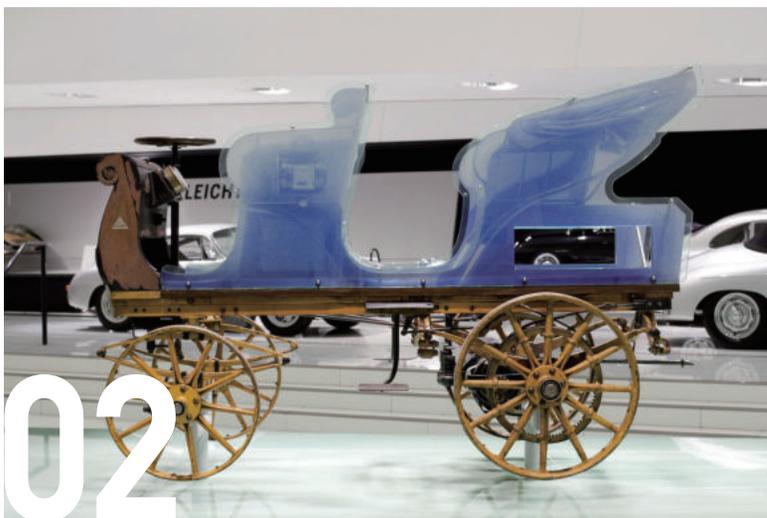
벨라 에거에서 5년을 근무한 그는 1898년 야콥 로너 베르케에 입사했는데, 이 회사에서 그는 자신의 첫 자동차인 에거 로너(Egger-Lohner)를 만들게 된다. 전기회사 출신인 포르쉐의 작품답게 전기 자동차였다. 21세기인 오늘날에도 보기 힘든 전기 자동차가 무려 19세기에 나온 것이다. 마치처럼 생긴 에거 로너는 전륜 축 안에 들어가는 두 개의 전기모터로 작동됐다. 이러한 구동열 설계는 후륜 축에도 모터를 달면 4륜 구동으로 쉽게 바꿀 수 있다. 속도는 매우 빨랐지만 에너지원이 무려 1.8톤 짜리 납산전지라는 점이 문제였다. 때문에 등판 성능과 항속거리가 좋지 못했다.

그래서 포르쉐는 1901년, 로너 포르쉐 믹스테 하이브리드 차량을 내놓았다. 이 차량은 배터리 대신 다이클러의 내연기관을 탑재하고, 이 내

연기관이 발전기를 돌려 전기 차축 모터를 작동시키는 세계 최초의 하이브리드 방식 차량이었다. 이 차량은 최대 시속 56km를 넘으로써 당시 오스트리아 속도 신기록을 달성함은 물론 1901년 엑셀베르크 랠리에서 포르쉐가 직접 운전해 입상하기도 했다. 1906년까지 300대가 팔린 이 차량을 개발한 공으로, 그는 1905년 오스트리아에서 가장 뛰어난 자동차 공학자에게 주는 피팅 상을 수상하기도 했다.

그는 1902년 군대에 입대했다. 군 시절 그가 맡은 보직은 오스트리아 헝가리 제국 황태자 프란츠 페르디난트 대공의 전용 차량 운전병이었다. 군대를 제대한 그는 1906년 아우스트로 다이믈러로 회사를 옮겨 그 회사의 수석 설계사가 됐다. 이 회사에서 그는 엔진 출력 85마력의 자동차 '모델 27/80', 30마력급 자동차 '마야' 등을 만들어 유명해졌다.

포르쉐는 1916년 이 회사의 상무이사로 승진했다. 그리고 같은 해 빈 공대에서 명예 공학박사 학위도 받았다. 그가 1922년 설계한 경주용 차는



같은 해 있었던 53개 대회 중 43개 대회에서 우승의 영광을 안았다. 그러나 1923년, 그는 향후 자동차 개발 방향에 대한 회사 동료와의 이견을 좁히지 못하고 아우스트로 다이믈러에서 퇴사한다. 그는 수년간 여러 자동차 회사를 전전했다.

1931년 4월 그는 슈투트가르트로 돌아와 본인의 이름을 딴 포르쉐를 차렸다. 회사가 어느 정도 커 나가자 포르쉐는 꿈꿔왔던 소형차 콘셉트를 실현해 보기로 하지만, 누구도 그의 꿈을 지원하지 않았다. 그래서 그는 대신 경주용 차를 만들었다. 막스 바그너가 1923년 설계한 누적형 디자인의 벤츠 트로펜바겐을 기반으로, 대폭적인 개조를 거쳐 750포물러(운전자, 연료, 냉각수, 타이어를 제외한 공차 중량이 750kg 이하인 차량으로 벌이는 자동차 경주)용 차를 만든 다음, 자신의 이름 두 문자를 따 P바겐이라는 이름을 붙였다. 그러나 이 차를 사가겠다는 고객은 아직 나타나지 않았다.

### 국민차의 탈을 쓴 군용차 생산과 나치당 입당

1933년 베를린 모터쇼에서 당시 독일 수상 아돌프 히틀러는 독일 전국의 기계화를 목표로 제시했다. 그는 그 목표를 달성하기 위한 수단으로, 독일 국민이면 누구나 가질 수 있을 만큼 저렴한 ‘국민차(Volkswagen)’의 보급, 그리고 독일 자동차산업의 힘을 보여주고 발전시키기 위한 국가 후원 자동차 경주대회를 실시하겠다고 발표했다. 그리고 1934년 7월, 포르쉐는 국민차의 설계 요청을 받는다. 히틀러는 국민차에 성인 2명, 아동 3명의 탑승인원과 시속 100km의 속도를 요구했다. 그러면서도 가격은 990라이히스마르크를 넘어서는 안 되었다. 참고로 독일인 노동자의 평균 주급이 32라이히스마르크이던 시절이었다.

포르쉐는 요구조건에 맞춰 공랭식 후방 엔진, 토션바식 서스펜션, 그리고 뽕뎡이처럼 생긴 독특한 외관이 특징인 소형 승용차를 설계했다. 이

## 02

포르쉐의 첫 자동차인 에거 로너 전기 자동차

것이 훗날의 ‘폴크스바겐 비틀’이었다. 그러나 당시에는 어느 민간 자동차 회사도 이 차량을 단가 990라이히스마르크에 맞춰 생산할 능력이 없었다. 그래서 히틀러는 국영 자동차 회사를 만들어 이 차량을 저렴하게 생산하기로 했다. 이렇게 해서 만들어진 회사가 게추포(Gezuvor, 독일 국민차 준비위원회라는 독일어 명칭의 줄임말)였고, 이 회사는 1938년 폴크스바겐 공업 유한책임회사로 개칭, 오늘날 폴크스바겐의 전신이 된다.

독일 정부는 또한 폴크스바겐 구입을 위한 적금도 운용했는데, 주당 5라이히스마르크씩 저금해 만기가 되면 폴크스바겐을 받을 수 있는 방식이었다. 총 33만6000명이 이 적금에 가입했다. 그러나 이 중 폴크스바겐을 받은 사람은 하나도 없었다. 1939년 벌어진 제2차 세계대전으로 폴크스바겐 사는 폴크스바겐을 기반으로 한 독일군의 경전술 차량인 쿨벨바겐(Kübelwagen)과 슈빔바겐(Schwimmwagen, 쿨벨바겐의 수륙양용형) 생산에 생산력을 모두 전환했던 것이다.

한편 포르쉐를 아꼈지만 비독일인

## 03

하이브리드 자동차 로너 포르쉐 믹스테 하이브리드





은 멸시하던 히틀러는 1934년 당시 체코 국적이던 포르쉐에게 독일 국적을 취득할 것을 권유했다. 포르쉐는 바로 그 말에 따랐다. 그리고 1937년에는 나치당과 나치당 산하 정치폭력조직인 친위대(SS)에도 가입했다. 그의 자동차 공장에는 친위대 병사들이 경비원 및 운전사로 일했고, 포르쉐 본인도 1942년에는 친위대 상급대령으로 진급했다.

### 본격 하이브리드 전차, '코끼리'와 '쥐'

포르쉐는 전차, 자주포를 비롯한 각종 군용 차량 개발에도 열정적으로 참여했다. 그중에는 독일 전차의 대명사 격인 티거(Tiger, 호랑이) 전차도 끼어 있었다.

### 04

폴크스바겐 공장  
개업식에서 연설하는  
히틀러

후일 티거 전차가 되는 독일 육군의 신형 중전차 채용을 위해 포르쉐는 1939년부터 '타입 100'이라는 사내 명칭으로 알려진 시제품을 제조한다. 특이할 만한 점은 이 시제품이 포르쉐의 젊은 시절 명성을 안겨다 주었던 하이브리드 방식을 채택하고 있었다는 점이다. 이 방식은 마치 전기모터로 달리는 RC 전차처럼 전차의 변속, 전후좌우진 전환을 손쉽게 할 수 있다는 장점이 있었다. 게다가 독일군의 신형 중전차는 최소 45t 이상이 나갈 대물이었으므로 이런 기구를 사용해야만 원활한 주행이 가능하다고 포르쉐는 생각했다.

타입 100은 개량을 거듭, 이름도 'VK4501(P)'로 바뀌어 1942년 4월 20일 히틀러의 생일에 그의 앞에 전시됐다. 그러나 히틀러는 헨켈의 시제품인 'VK4501(H)'을 채택. 이 전차가 훗날의 티거 전차가 된다. 어이없게도 포르쉐는 히틀러가 자신의 시제품을 반드시 채택해 줄 거라는 확신이 있었다고 한다. 그래서 그는 히틀러가 아직 채택도 하지 않았는데 크루프에 VK4501(P) 차대 100대분을 이미 주문해 놓은 상태였다. 하지

만 그가 설계한 포탑은 헨켈의 제품에도 그대로 채택됐다. 그리고 점점 독일군에게 불리하게 돌아가던 전쟁 상황상 완성된 차대를 돌려둘 수도 없었다. 결국 이 차대에 고정식 전투실을 설치하고, 티거 전차를 능가하는 화력의 7구경장 88mm 대전차포를 탑재함으로써 구축전차 '페르디난트(Ferdinand, 포르쉐의 퍼스트 네임)'가 완성됐다.

페르디난트는 90대가 생산돼 1943년 7월 벌어진 동부전선 최대의 결전, 쿠르스크 전투에 첫 실전 투입됐다. 독일군이 공세를 지속하던 전투 초기, 페르디난트는 무려 200mm 두께에 달하는 전면 장갑과 7구경장 88mm 대전차포의 강력한 화력을 십분 발휘, 원거리 전투에서는 거의 무적의 힘을 보여줬다. 그러나 전투 후기에는 소련군의 조밀한 방어 시설에 걸린 독일군의 진격이 지체되면서 전투가 근접전 위주로 벌어지자 슬슬 약점이 드러나기 시작했다. 어이없게도 페르디난트는 자체 방어용 기관총이나 전주위 잠망경 등 적 보병과의 근접전을 상정한 어떤 장비도 실려 있지 않았던 것이다.

### 05

구축전차  
페르디난트, 화력과  
방어력은 엄청났던  
반면 기동력과  
근접전 성능은  
형편없었다.



결국 이 거대하고 비싼 구축전차가 소련군 보병이 던진 화염병 따위에 격파당하는 일이 비일비재했다.

게다가 페르디난트는 중량이 너무 무거워(65t) 기동성도 신통찮았다. 최고속도가 포장도로에서 시속 30km, 야지에서 시속 10km가 고작이었다. 또한 한 번 움직이지 못하게 되면 회수할 방법이 영 마땅찮았다. 이론상으로는 18t 포차 5대를 연결해 끌고 가면 된다지만 정신없는 전투 와중에 그러기는 힘들었다.

1943년 11월까지 동부전선에서 살아남은 48대의 페르디난트는 전훈을 받아들여 약간의 개량을 거친 후 '엘레판트(Elefant, 코끼리)'로 개칭된 후 이탈리아 전선에 투입된다. 그러나 동부전선에 비해 산지가 많은 이탈리아는 엘레판트가 싸우기 적합한 전쟁터가 아니었다. 결국 계속 소모돼 가다 끝까지 살아남은 4대는 베를린 전투에서 종전을 맞는다.

하지만 포르쉐는 이보다 더욱 정신 나간 전차도 만들어 내고 말았다. 인류 역사상 최대 규모의 전차 '마우스(Maus, 쥐)'가 바로 그것이었다. 어떠한 적의 공격에도 격파당하지 않는 무적의 전차 개념이던 마우스는 1942년 7월 포르쉐의 제안을 히틀러가 받아들임으로써 개발이 시작됐다. 1943년 12월에는 모의 포탑을 얹은 V1호차(시제 1호차)가, 이듬해 3월에는 실포탑을 얹은 V2호차(시제 2호차)가 완성되었다. 마우스의 공격력과 방어력은 당시의 기준으로 볼 때 상상을 초월했다. 장갑

두께는 제일 두꺼운 곳이 460mm였고, 어지간한 부위도 190~200mm를 웃돌았다. 전비중량은 무려 188t. 주무장은 55구경장 128mm 대전차포 1문, 36.5구경장 75mm 대전차포 1문이었다. 그러나 주행 성능은 최고속도가 포장도로에서조차 시속 13km, 연비가 리터당 38m에 불과한 한심한 수준이었다. 물론 이 전차의 주행기구도 포르쉐가 매우 좋아하던 하이브리드 방식이었다.

히틀러는 마우스를 150대 발주했지만, 이 발주는 V1호차가 완성되기도 전인 1943년 10월 취소돼 버렸다. 결국 마우스는 두 시제차만 완성된 채로 종전을 맞았다. 독일군은 마우스 V2호차의 차체에 폭약을 설치, 자폭시켜 버렸지만, 포탑은 비교적 멀쩡한 상태로 남았다. 소련군은 이 포탑을 회수, 마우스 V1의 차체에 결합해 본국으로 가져가 각종 실험에 사용했다. 오늘날 마우스는 러시아 쿠빙카 전차박물관에서 거대한 덩치로 관광객의 눈을 즐겁게 해주며 여생을 보내고 있다.

## 전쟁 범죄자의 오명 쓴 말년

종전 후인 1945년 12월 15일, 포르쉐는 전쟁 범죄자로 몰려 20개월을 복역하게 되었다. 독일군을 위해 무기를 제조한 것 이외에도 범죄집단으로 규정된 나치당과 친위대 가입 혐의, 그리고 자사의 공장에서 외국인에게 강제노동을 시키고 가혹한 처우를 한 전쟁범죄 혐의가 있었기 때문이었다. 함께 체포되었지만 6개월 만에 풀려난 아들이 보석금을 내는 등 구명 노력을 한 덕택에 그나마 석방될 수 있었다.

이후 1949년 포르쉐는 아들과 함께 슈투트가르트로 가서 신 모델 포르쉐 356을 제조하며 포르쉐를 재건했다. 폴크스바겐 생산 때마다 로열티도 지급받던 그는 1951년 1월 30일 75세를 일기로 슈투트가르트에서 뇌졸중으로 사망한다. 사후인 1996년 그는 국제 모터스포츠 명예의 전당에 입성했고, 1999년에는 '금세기 자동차 엔지니어' 상을 받았다.

## 06

포르쉐 356. 전후 포르쉐를 일으켜 세웠다.



# 06

## 백 투 더 퓨처 실용 핵융합로는 과연 가능할 것인가?

사람들은 타임슬립(시간여행)물을 보면서 과거를 회상하고, 미래에 대한 기대를 가슴에 품곤 한다. 지금은 이미 고전이 된 공상과학(SF) 영화 '백 투 더 퓨처'에도 오늘날의 미국을 만든 서부 개척 시대와 미국 역사의 황금기인 1950년대에 대한 회상과 꿈의 에너지인 핵융합에 대한 기대가 실려 있다.

이동훈 [과학칼럼니스트]



영화 속 또 다른 주인공인 타임머신 '드로리언'. 30여 년 전 영화 속 메카닉이지만 지금 봐도 멋있다.

세상 모든 것이 다 그렇듯 인간 역시 시간의 엄격한 지배를 받는 존재다. 태어나서 시간의 흐름에 따라 성장하고 노화한 후 죽는다. 그리고 그 시간의 흐름을 거슬러 돌아갈 수 없으며, 내 마음대로 더 빠르게 하기도 불가능하다. 이런저런 타임슬립물은 그러한 속박에 대한 아쉬움의 표현일 것이다.

하지만 타임슬립물의 결말이자 주요한 메시지는 “보통 위대한 역사의 힘 앞에 주인공은 보잘 것 없더라”인 경우가 많다. 역사는 온 인류가 합심해서 만들어낸 공동 창작물이다. 설령 픽션 속에서도 일개 개인이 그 역사를 마음대로 뒤틀어 타당성과 카타르시스를 갖는 또 다른 결말을 만들어내기란 결코 쉽지 않다. 누구나 한 번쯤 “히틀러가 제2차 세계대전에서 승리했으면 어떻게 되었을까?” 하는 생각은 해보지만, 역사를 공부하면 할수록 히틀러는 결코 이길 수 없었다는 사실만 확실히 깨닫게 되지 않던가. 그런 점을 인정하지 않고 타당성이 결여된 황당한 대체 역사를 써 내려 가다가 망작이 되는 작품도 적지 않다.

## BACK TO THE FUTURE

그러나 타임슬립물 중 걸작도 많다. 이번에 소개할 영화 '백 투 더 퓨처' 시리즈도 그 걸작 중 하나다. 1985년을 살아가던 미국 고등학생 마티 맥플라이(마이클 J 폭스 분)가 천재 과학자 에멧 브라운(크리스토퍼 로이드 분)이 개발한 타임머신을 타고 1955년의 과거, 2015년의 미래, 1885년의 더 먼 과거를 여행하면서 벌어지는 일들을 다루고 있다. 영화 속에서 미래로 설정됐던 2015년이 벌써 과거가 된 지금. 이 영화를 보면 “야, 1985년의 사람들은 2015년이 저리 될 줄 알았나?” 하며 웃음이 나오는 구석도 있다.

하지만 과학기술적인 시각에서 본 이 영화의 MVP는 다름 아닌 주인공들이 타고 다니는 타임머신 '드로리언'이다. 실존 차량 드로리언 DMC-12를 개조한 이 차량의 동력원은 편마다 바뀐다. 일반적인 주행에는 가솔린 엔진을 사용한다. 그러나 시속 88마일(약 142km)로 가속되면 유동 콘덴서가 작동돼 시간여행이 가능해진다. 제1편에서는 이 유동 콘덴서의 동력원으로 플루토늄 원자로를 사용하고, 제2편에서는 '미스터 퓨전'이라는 핵융합 장치(연료로 음식물 쓰레기를 사용한다)를 이용해 비행까지 한다. 제3편에서는 인디언의 공격으로 가속용 가솔린 엔진이 망가지자 증기기관차의 힘을 빌려 가속한 후 시간여행을 한다. 어떻게 보면 '백 투 더 퓨처'의 중심 이야기는 다



른 시대에 간 후 움직일 수 없게 된 '드로리언'을 고쳐서 원래의 시대로 돌아오는 것일 수도 있다.

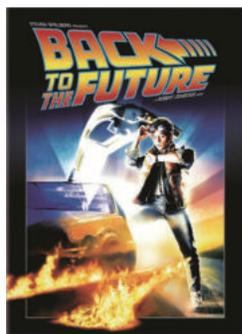
### 의외로 현실적인 영화 속 핵융합

어차피 이 영화의 내용은 모두 허구다. 그러나 2편부터 나오는 핵융합 장치에 신경이 쓰이는 것은 어쩔 수 없다. 과연 이걸 현실성이 있는 부분일까?

우선 핵융합 반응은 여러 개의 가벼운 원자핵이 서로 고속으로 충돌해 융합한 후 하나의 다른 무거운 원자핵이 되는 과정을 말한다. 그리고 이 과정에서 막대한 에너지가 생산된다. 태양은 우리 주변에서(?) 볼 수 있는 대표적인 핵융합로다. 태양에서는 수소원자 4개가 융합해 헬륨 원자 1개와 중성자 1개가 되는 핵융합 반응이 지금 이 순간에도 이루어지고 있는데, 지구에서 사용되는 모든 에너지를 실질적으로 공급하고 있을 만큼 강력하다. 그리고 수소라면 지구에도 풍부하다. 지구 표면의 70%는 수소원자 2개와 산소원자 1개가 결합해 만들어진 물이다. 따라서 핵융합로는 그야말로 이상적인 에너지원이 될 수 있다.

그런데 영화에서는 음식물 쓰레기를 핵융합 반응의 연료로 사용한다. 이걸 말이 되는 것일까? 놀랍게도 말이 된다. 이론상으로는 철보다 가벼운 원자는 핵융합 시 에너지를 생산할 수 있다. 그리고 음식물 쓰레기는 주로 탄소, 산소, 수소원자(모두 철보다 가볍다)로 이루어져 있다. 따라서 음식물 쓰레기를 분해해 그 속의 원자를 활용할 수 있다면 이것으로도 충분히 핵융합이 가능한 것이다. 그러나 원자가 무거울수록, 여러 종류의 원자가 섞여 있을수록 핵융합 반응을 일으키는 데 더 큰 에너지가 들어 비경제적이다. 따라서 현재 핵융합 실험에서 쓰이는 연료는 우주에서 가장 가벼운 원자인 수소 동위원소뿐이다.

하지만 영화 속 '미스터 퓨전'은 커피머신만 한 크기인데 비해 프랑스에서 현재 짓고 있는 실험용 핵융합로 ITER(국제핵융합 실험로)의 무게는 5000t이나 된다. 이렇게 크게 만들 수밖에 없는 것에는 이유가 있다. 핵융합로의 에너지 생산량은 그 부피(또는



내부에 있는 원자핵 수)에 비례한다. 그러나 동시에 핵융합로 표면에 둘러붙어 있던 입자가 떨어져 나가면서 에너지 손실을 일으킨다. 이 때문에 핵융합로 크기를 크게 해야 부피가 표면적에 비해 빠르게 늘어나면서 에너지의 순생산량을 높일 수 있다.

그렇다면 핵융합로의 크기를 줄이려면 어떻게 해야 할까? 앞서도 잠시 말했듯이 기존 이하의 공간 내에 더 많은 원자핵을 잡아 뒤야 한다. 현재 핵융합로 안에 원자핵을 잡아 두는 데는 초전도 코일이 만들어진 자기장을 사용한다. 지금 쓰이는 것보다 더욱 힘센 자기장을 만들어 더 많은 원자핵을 잡아 둘 수 있는 더 강력한 초전도 코일이 나온다면, 커피머신만 한 핵융합로도 이론상론 가능하다.

단, 아직 인류는 실용성 있는 인공 핵융합에 성공한 적이 없다. 투입된 에너지보다 생산한 에너지가 더 많은 핵융합을 한 사례가 없다는 얘기다. 영화에서처럼 자동차 엔진으로 사용할 정도가 되려면 아직 갈 길이 멀다. 앞서 언급한 ITER도 사상 최초로 에너지 순생산량을 달성하는 것을 목표로 하고 있다.

설령 인공 핵융합이 실용화된다고 해도 영화에서처럼 시간여행이 가능할지는 또 별개의 문제다. 아인슈타인의 상대성 이론에 따르면 시간여행은 광속(초속 30만 km) 이상으로 움직일 수 있어야 가능하기 때문이다. 그러나 아직 인류는 광속 이상으로 움직일 수 있는 물체 또는 에너지원을 발견하지 못했다. 하지만 또 누가 알겠는가? 미래에서 온 시간여행자가 내일 뉴스에 나올지 말이다. 영화에서도 언급되었듯 미래의 일은 어느 누구도 모른다. 그러기에 힘들어도 세상엔 살맛이 나는 게 아닌가 싶다.



2편부터 '드로리언'의 주엔진으로 장착되는 핵융합로 '미스터 퓨전'. 의외로 실제 과학 원리에 들어맞아 놀랍다.

# R&D 관련 구인 및 구직

연구개발(R&D) 관련 직종의 구인 및 구직을 소개합니다.  
R&D 관련 직종(연구직, 기획, 관리, 홍보 등)의 구인 및 구직  
관련 자료(구인공고, 자기소개서)를 이메일로 보내주세요.



보낼 곳 eco\_news@naver.com  
문의 042-712-9421,  
'이달의 신기술' 담당  
김은아 기자



(주)풍인무역(www.poongin.co.kr)

### R&D(여성의를류 디자이너) 전문가 모집

- 담당업무 : 여성의를류 디자인, Sample Develop, Trend 분석
- 응모자격 및 우대사항 : 경력 3년 이상, 석사 이상, 여학능력(영어) 우수(필수)자
- 근무형태 : 정규직
- 근무처 : 서울 영등포구
- 모집기간 : 8월 6일까지
- 문의전화 : 02-549-8313



케이넷(www.e-knet.com)

### R&D 전문가 모집

- 담당업무 : 연구개발, 제품개발, Test 등
- 응모자격 및 우대사항 : 학사 이상, 석박사 우대, 영어 가능자 우대, 운전면허 소지자 우대
- 근무형태 : 정규직
- 근무처 : 전북 정읍시
- 모집기간 : 8월 15일까지
- 문의전화 : 063-570-6705



LS산전(www.lsis.co.kr)

### 자동차 R&D 부문 경력사원 수시 채용

- 담당업무 : 기구설계(INVERTER/PLC/HMI 기구설계, 규격/방열/강성/시스템/최적화 구조설계), Motion 제어(P2P모션 인라인 설비 적용, CAM 기능을 이용한 인쇄장비 개발 및 적용, 단독 모션제어기를 이용한 단위기계 개발, Vision 연계 모션/NC 제어 개발)
- 응모자격 및 우대사항 : 기계공학, 전자계측공학, 전기 전자공학 계열 학사 이상, 해당 분야 경력 3년 이상 (모션 제어기 및 라이브러리 개발 유경험자, NC제어 및 G코드 인터페이스 개발 유경험자, Visual C++ 애플리케이션 개발 유경험자, 모션 Vision 애플리케이션 개발 유경험자)
- 근무형태 : 정규직
- 근무처 : 경기도 안양시
- 모집기간 : 8월 12일까지
- 응모방법 : 온라인 접수(www.lscareers.com/lsis)



세아상역(www.sae-a.com)

### 상품개발팀(원단 R&D/소재디자이너) 경력직 채용

- 담당업무 : 상품개발팀, 원단 R&D
- 응모자격 및 우대사항 : 의류학과 또는 패션디자인 학과, 원단 R&D 또는 의류디자인 경력 2~6년, 일본어 필수, 영어 가능자
- 근무형태 : 정규직
- 근무처 : 서울시 강남구
- 모집기간 : 상시채용(채용 시 마감)
- 문의전화 : 02-6252-7000

## QUIZ

1893년 토머스 에디슨은 □□송배전을, 니콜라 테슬라는 교류(AC) 송배전을 표준 전기시스템으로 선택하자고 주장했다. 결과는 테슬라의 승리였다. 이후 100년 동안 AC에 밀린 □□가 전 세계적으로 다시 주목받고 있다. □□ 전원인 신재생에너지가 각광받는 데다 4차 산업혁명으로 전기 사용량이 급증하면서 설치 비용은 비싸지만 전력 효율이 높은 □□ 송배전 방식이 더 효율적이라는 판단에서다. □□에 들어갈 용어는 무엇일까요?

### 58호 정답 및 당첨자

브레이크스루상



김대규, 권문혁, 임병용, 염지현, 김성훈



USB 플라스틱 미니 선풍기

※ 독자선물은 교환, 환불이 불가능합니다.  
※ 주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.



# 공익신고

철저한 비밀보장과 보호를 약속합니다

- 보호**
  - 신분 비밀보장, 신변보호, 각종 불이익조치 금지
  - 형벌·징계 및 불리한 행정처분 감면
- 보상**
  - 내부 공익신고자에게 최대 20억원의 보상금 지급
  - 구조금(치료비, 이사비, 소송비용 등) 지원
- 신고**
  - 홈페이지(1398.acrc.go.kr), 부패·공익신고 앱
  - 우편(서울시 서대문구 통일로 87, 부패·공익침해신고센터)
- 상담**
  - 국번없이 110 또는 1398



신고대상 : 5대분야, 279개 법률 위반행위

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| <p><b>건강</b></p> <p>불량식품 제조·판매, 무면허 의료행위 등</p> | <p><b>안전</b></p> <p>부실시공, 소방시설 미설치 등</p> | <p><b>환경</b></p> <p>폐수 무단 방류, 폐기물 불법 매립 등</p> | <p><b>소비자 이익</b></p> <p>개인정보 무단 유출, 허위·과장광고 등</p> | <p><b>공정 경쟁</b></p> <p>기업간 담합, 불법 산업기술 유출 등</p> |
|--|--|---|---|---|



## 재생에너지 확산과 함께 상반기 ESS 시장 20배 확대

산업통상자원부(이하 산업부)는 재생에너지 확산과 함께 재생에너지 출력 변동성을 흡수하는 유연성 설비로 주목받고 있는 에너지저장장치(ESS)의 국내 보급이 전년에 비해 크게 늘고 있다고 밝혔다. 2018년 상반기 ESS는 전년 동기(89MWh) 대비 20배 증가한 1.8GWh가 보급됐으며, 이는 지난 6년간의 총 보급량(1.1GWh)을 훨씬 상회하는 수준이다. 용도별로는 재생에너지연계용이 2018년 상반기 전년 동기(42MWh) 대비 16배 증가한 683MWh 구축된 것으로 조사됐다. 이러한 급격한 증가는 신재생에너지공급인증서(REC) 기중치 부여 등 성과급(인센티브) 제도와 함께 재생에너지 확산에 따른 것으로 분석된다. 재생에너지가 ESS와 함께 설치되면 날씨, 입지 등에 따라 상이한 재생에너지의 전력 공급 패턴을 제어할 수 있게 돼 전력 수요 대응 및 계통 여유 확보에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 피크저감용의 경우 2020년 일몰 예정인 요금특례제 혜택 극대화를 위한 쓸림 현상의 영향으로 2018년 상반기에 전년 동기(5MWh) 대비 226배 증가한 1129MWh 구축된 것으로 파악된다.

산업부는 국내 보급 지속 확산과 함께 ESS 자생력 및 경쟁력 제고에 중점을 두고 정책을 추진해 나갈 계획이라고 밝혔다. 이와 관련해 ESS를 2가지 이상 용도로 활용해 경제성을 개선하는 복합용도 ESS 비즈니스 모델 실증을 올해 하반기 중 착수할 예정이다. 또한 연말까지 공동주택 최초 ESS 구축사례를 창출하고, 향후 신개념 모델 개발·실증을 통해 가정용 ESS 보급을 촉진할 계획이다. 더불어 기존 대비 30% 이상 저렴한 폐배터리의 재활용 촉진을 위해 'EV·ESS 폐배터리 재활용 센터' 건설을 위한 신규 예산 확보를 추진 중이라고 밝혔다. 한편, 산업부는 ESS 확산 및 경쟁력 강화를 통해 에너지 전환, 재생에너지 3020의 차질 없는 이행뿐만 아니라, 국내 ESS 보급이 우리 기업의 수출 확대 및 투자로 이어지는 선순환 구조를 구축할 수 있을 것이라고 밝혔다.

문의처 산업통상자원부 에너지산업과(044-203-5391)

## 지방투자보조금, 일자리 창출과 지역경제 활성화 유도

산업통상자원부(이하 산업부)는 2018년도 제2차 지방투자촉진보조금 심의위원회(7.12~13)를 개최해 21개 기업에 총 660여억 원(지방비 포함)을 지원하기로 결정했다. 지역별로는 전북에 투자하는 6개 기업에 231억 원, 충남 2개 기업에 120억 원, 경북 3개 기업에 89억 원, 전남 3개 기업에 69억 원 및 기타 지역에 153억 원을, 산업별로는 식품·음료 제조 분야 5개 기업에 276억 원, 화학 분야 4개 기업에 170억 원, 전기 전자 2개 기업에 25억 원과 기타 업종에 191억 원을 지원하기로 했다. 이번 보조금 지원을 통해 이들 기업은 3600억 원 규모의 지방투자 및 1000여 개의 신규 일자리를 창출할 것으로 전망된다. 산업부는 "이번 지방투자로 1000여 개의 일자리가 창출되는 등 지역경제 활성화에 상당한 기여를 할 수 있을 것"이라고 강조하며 "정부의 지원, 지자체의 적극적인 투자유치, 기업의 투자활동 등 각 주체의 노력을 통해 지역경제가 활성화되기를 기대한다"고 밝혔다.

문의처 산업통상자원부 지역경제진흥과(044-203-4429)

AUGUST 2018

VOL.  
**59**

NEW  
TECHNOLOGY  
OF THE  
MONTH

# 이달의 신기술

정기구독 안내

계좌번호

038-132084-01-016 기업은행

1005-102-350334 우리은행

전화

02-360-4845

온라인 신청

<https://goo.gl/u7bsDQ>

이메일 접수

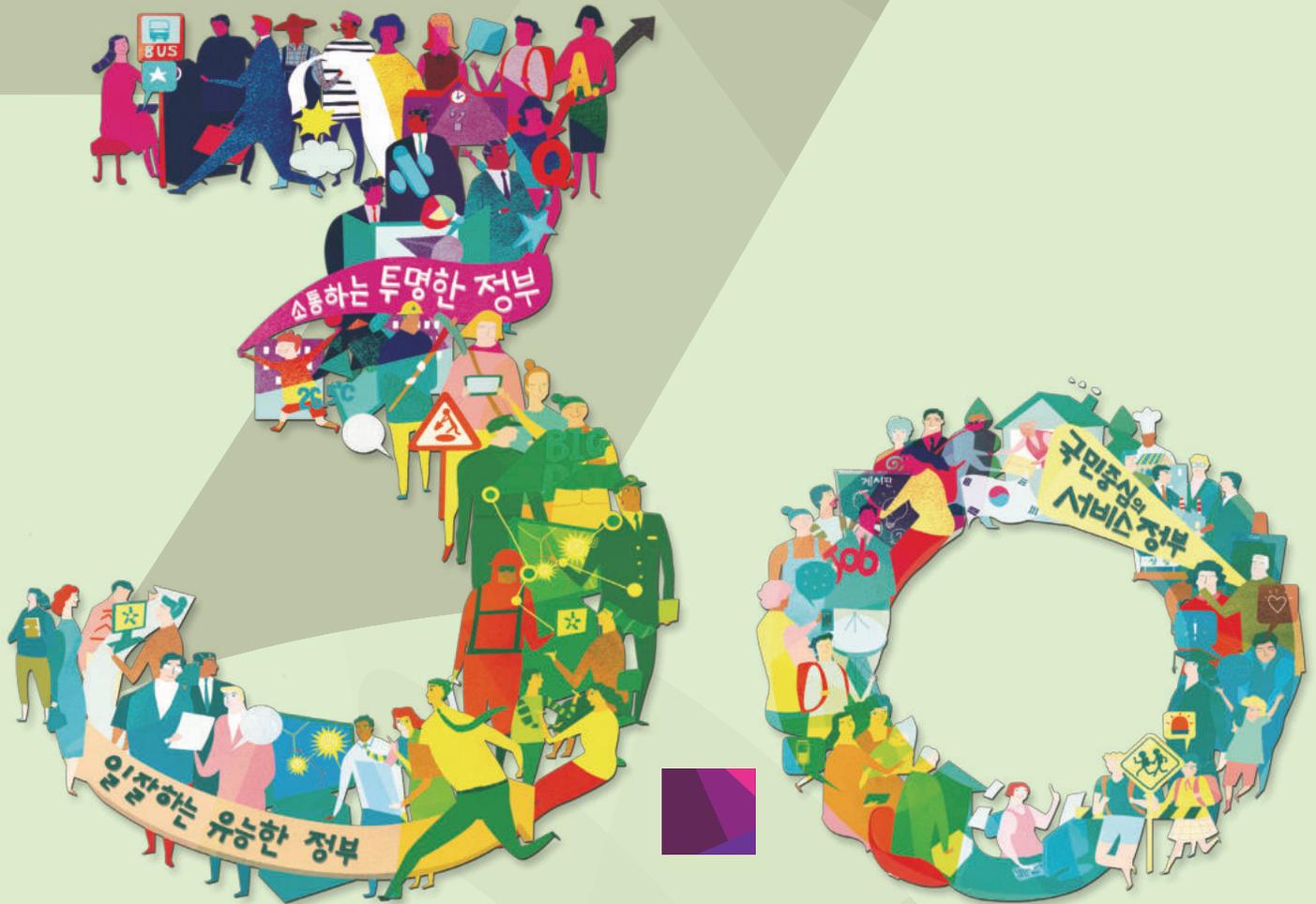
[power96@hankyung.com](mailto:power96@hankyung.com)

구독료

50,000원 (연간)



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



# 국민행복시대를 열어갑니다!

**투명한 정부! 유능한 정부! 서비스 정부!**

공공정보를 공개하여 국민과 소통하겠습니다.

기관간 칸막이를 없애고 서로 협업하여

국민 한 분 한 분에게 맞춤형 서비스를 제공할 것입니다.

행복한  
대한민국을 여는  
정부 3.0



행정자치부  
www.gov30.go.kr

