

# 이달의 신기술



## 기후변화로 인한 재난재해 청정생산을 통한 지속가능발전 사회

# 12

<b>COLUMN</b> .....	02
미래 인프라 순환경제 시대를 위한 청정생산	
<b>인더스트리 포커스</b> .....	08
3D프린팅 활용 확산으로 제조혁신 이끈다	
<b>이달의 산업기술상 사업화 기술</b> .....	26
빛 한 줄기 한 줄기로 더 건강하고 밝은 미래를 선사한다_ ㈜레이저옵텍	
<b>R&amp;D 우수기업</b> .....	44
복합 재난 상황으로부터 국민안전을 책임진다_ ㈜휴인스	
<b>테크 컬처</b> .....	76
'노 임팩트 맨' 21세기의 뉴욕에서 산업혁명 이전의 생활을?	

# CONTENTS

DECEMBER 2020

## THEME

## 기술을 말하다



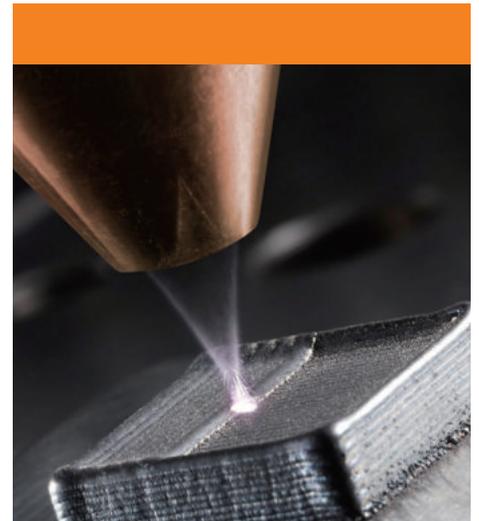
- 02 COLUMN  
미래 인프라  
순환경제 시대를 위한 청정생산
- 08 인더스트리 포커스  
3D프린팅 활용 확산으로 제조혁신 이끈다
- 12 TREND & ISSUE  
유럽의 미래 운송 기술 및 인프라

- 22 제24회 이달의 산업기술상 시상식
- 26 이달의 산업기술상 사업화 기술  
\_ (주)레이저옵텍  
빛 한 줄기, 한 줄기로  
더 건강하고 밝은 미래를 선사한다



- 31 이달의 새로 나온 기술
- 35 이달의 사업화 성공 기술

- 38 SPECIAL ①  
2020년 사업화 이어달리기(판로개척)
- 42 SPECIAL ②  
2020 대한민국 산업기술 온라인 R&D대전



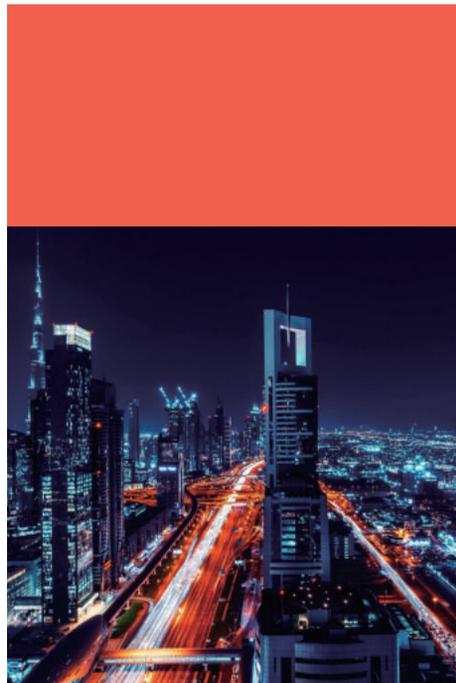
- 44 R&D 우수기업\_ (주)휴인스  
복합 재난 상황으로부터  
국민안전을 책임진다
- 48 유망기술  
다중 소재 DED 금속 3D프린팅 기술 기반  
중대형 국방 부품의 재생 및 기능 강화  
제조 기술 개발
- 52 R&D 프로젝트\_ (주)솔  
이식형·패치형 헬스케어용 반도체 센서의  
표준화 연구개발

# 기술을 보다

- 54 **4차 산업혁명**  
코로나19 이전의 세상은  
이제 다시 오지 않는다
- 62 **미래 세계**  
'그린 스완'이 온다



- 68 **미래 인터뷰\_ 포항공과대학교 화학과**  
박수진 교수  
접히는 배터리에 도전하라



- 72 **1318 테크**  
10가지 혁신 기술로 살펴본  
미래의 인프라스트럭처
- 76 **테크 컬처**  
'노 임팩트 맨'  
21세기의 뉴욕에서 산업혁명 이전의 생활을?
- 78 **리쿠르팅**
- 80 **NEWS**

등록일자 2013년 8월 24일  
 발행일 2020년 11월 31일  
 발행인 한국산업기술평가관리원 원장 정양호  
 발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,  
 한국산업기술진흥원, 한국공학한림원  
 주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32(신서동)  
 한국산업기술평가관리원  
 후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 정영진 국장, 이재식 과장, 홍기웅 사무관,  
 양동춘 사무관, 노형철 사무관, 배은주 사무관, 정재욱 사무관,  
 김영희 주무관, 강미래 주무관  
 한국산업기술평가관리원 한중석 본부장, 고병철 단장,  
 김세진 팀장, 박종성 책임  
 한국에너지기술평가원 이화웅 본부장  
 한국산업기술진흥원 오명준 본부장  
 한국산업기술문화재단 정경영 상임이사  
 한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)  
 인쇄 영남프린텍 (063-964-1700)  
 구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com  
 문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)  
 잡지등록 대구동, 라00026

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

## 이달의 신기술

# 미래 인프라 순환경제 시대를 위한 청정생산

본고에서는 4차 산업혁명 시대 원료 확보-가공-제품 생산-제품 사용-폐기-재사용·재활용 등으로 순환되는 청정생산 전 과정의 개념을 지속가능발전 목표 달성 관점에서 몇 가지 조명해본다.



### 청정생산을 통한 지속가능발전 사회

산업 환경의 패러다임 변화에 따라 청정생산은 경제 개발과 환경보존의 윈윈 전략에서 벗어나 경제-환경-사회의 조화를 추구하는 지속가능발전 개념으로 발전했다. 유엔환경계획(UNEP)에서 정의한 청정생산은 '공정, 제품, 그리고 서비스 등 전 분야에서 자원생산성 및 효율을 극대화하고 인체와 환경에 대한 위해성을 최소화하는 것을 목표로 통합적인 환경전략을 지속적으로 적용하는 활동'을 의미한다. 이는 단순한 환경보호에서 나아가 경제·사회적으로 지속가능한 생산과 소비가 이루어지도록 하는 이행 수단을 말한다.

한국은 친환경산업법에 따라 '제품의 설계, 생산 공정 등 생산 과정에서 환경오염을 제거하거나 줄이기 위한 기술과 녹색제품을 생산하기 위한 기술'로 표현하고 있다. 이 내용은 사람과 환경(자연) 상호공생의 관계로 발전시키고자 하는 유엔 지속가능발전목표(UN-SDGs)와 이를 한국 상황에 적용해 2018년 수립한 한국의 지속가능발전목표(K-SDGs) 17개 분야에 포괄적으로 포함돼 있다. 이러한 청정생산을 통한 21세기 지속가능한 산업발전을 위해서는 청정에너지 생산과 기후변화 대응 기술, 지속가능한 생산 및 소비 등의 SDGs 달성 지표 및 전략에 초점을 맞춘 청정생산 체제가 요구된다.

이런 차원에서 2018년 시행된 자원순환기본법은 '자원의 선순환으로 지속가능한 순환 경제 실현'을 비전으로 제시했으며, 핵심 전략으로 생산-소비-관리-재생 등 자원 전 과정 순환 이용 체계의 구축을 포함하고 있다. 이는 자원효율 지표 분석 및 관리 시스템 마련과 더불어 국가·산업계의 자원 생산성을 향상시키고자 하는 데 목적이 있다.



〈그림 1〉 청정생산을 통한 지속가능발전 사회

이 같은 전략은 제조업 선진국인 독일의 Industry 4.0에서도 보여주듯이 생산제조업의 각 분야에 정보통신기술(ICT)을 접목, 생산 프로세스와 관리 프로세스를 전반적으로 통합 추진해 지능화함으로써 기존의 제조산업 구조를 혁신하고 신산업을 창출하며 환경 등 관련 이슈의 선제적 대응, 정보 제공 및 네트워크 강화를 위해 정부와 민간, 중앙과 지역 간 협업 체계를 강화하고 있다.

### 에코디자인

청정생산 체제의 확산에 따라 제품 설계 단계에서 환경의 영향을 고려한 에코디자인(Eco-design)이 더욱 강조되고 있다. 이는 날로 강화되고 있는 환경규제 대응과 자원순환 촉진을 위해 변화하는 산업 구조에 기인한다. 제품 수명주기 측면에서 볼 때 제조 단계

와 사용 단계에서 가장 바람직한 것은 폐기물을 최소화하고 에너지의 소비를 줄임으로써 생산자와 소비자의 비용을 절감하는 것이며, 재활용 용이성이 높아 제품의 환경 영향을 개선하는 것이 기업의 지속 성장과 사회의 지속가능발전을 도모하는 것이라 할 수 있다.

이런 관점에서 에코디자인 혹은 친환경설계 용어 속에 존재하는 'Eco'는 실제로 생태·환경 친화성(Ecologic)과 경제성(Economic)을 모두 포함하고 있다. 우리나라의 경우 2009년부터 온실가스과 재생에너지 및 에너지 효율 등의 개선에 목적을 두고 에코디자인 관련 정책이 시행되고 있으며 주로 보일러, 가전제품, 네트워크 데이터처리·저장기기 등 에너지 관련 제품(Energy-related Products)에 대해 친환경 설계를 의무화했다. 세부 내용은 에너지소비효율등급표시제도, 고효율에너지

기자재인증제도, 대기전력 저감 프로그램 등으로 한국 상품의 EU 환경규제 대응에 크게 기여하고 있다.

하지만 전통적인 관세 부과와 수입 수량 제한 같은 무역장벽은 감소된 반면 자원의 지속 가능 관리 및 효율적 사용, 화학물질 및 유기 폐기물의 친환경적 관리 등이 강화된 EU 에코디자인 시행안이 2019년 10월 발표됨에 따라 제품의 설계·개발 단계부터 재활용을 염두에 둔 환경 친화적인 제품을 제조하도록 의무화하고 있다. 이는 보다 고도화된 에코디자인 개념인 동시에 무역 기술장벽으로 작용해 기술 우위의 자국 산업 보호 역할을 하는 측면도 있다.

이러한 세계 각국의 에코디자인 고도화 정책에 대응하고자 제품의 유니소재화 및 재제조 기술도 함께 발전하고 있다. 결국 좋은 디자인 제품은 오래 사용할 수 있으며 제품의 생산 및 재활용이 가능한 단일 소재 사용, 최소의 제작공정 등을 통해 만들어진다는 개념이 무엇보다 중요하다.



〈그림 2〉 유니소재화 제품의 개념 및 일반 원칙  
출처 : KITECH 국가청정센터



〈그림 3〉 유니소재화 제품 : 브라운의 계산기, 애플의 맥북 알루미늄 유니바디와 리모트 컨트롤러, 로스만의 종이 블러스터

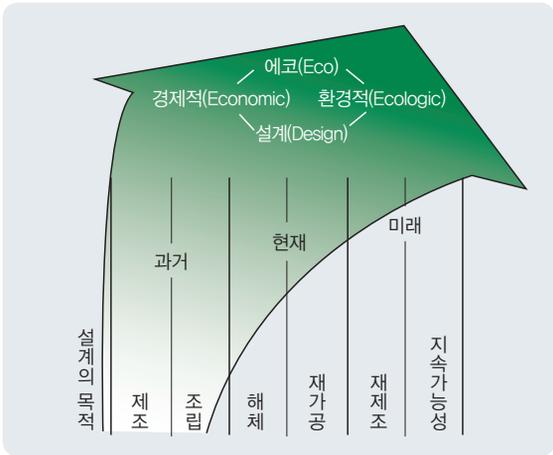
유니소재(Uni-materials)란 제품의 본래 기능을 유지하면서 제품 사용 후 재활용이 용이하고 유해물질 사용을 줄이기 위해 설계 및 생산, 수거와 재활용 등을 고려한 기존 제품의 재질 단일화를 말한다. 기존의 다양한 재질로 이루어진 복합소재(Multi-materials) 제품의 경우 구성 부품 또는 소재를 재활용하기 위해서는 분리·선별 작업에 막대한 에너지와 노동력 등 추가적인 비용이 요구된다. 이러한 문제를 최소화하고 환경규제 대응, 자원의 관리 및 순환 촉진을 위해 기존 제품을 구성하고 있는 부품, 소재 재질의 종류를 줄이거나 구조를 개선하는 노력의 일환으로 유니메탈(Uni-metal), 유니세라믹(Uni-ceramic), 유니폴리머(Uni-polymer) 등의 단순·단일 재질을 활용해 본래의 기능을 지닌 제품을 만들 고자 하는 것이다.

이들이 적용되는 산업 분야는 주로 전기·전자, 자동차, 생활용품 등을 꼽을 수 있다. 예를 들면, 안전봉투의 경우 개선 전 종이와 저밀도폴리에틸렌(LDPE) 소재를 고밀도폴리에틸렌(HDPE)과 LDPE 소재로 바꿈으로써 물질 재활용을 가능하게 했다. 그 외에 일체의 장식을 배제하고 알루미늄 소재를 사용한 맥북 유니바디와 애플 리모트 컨트롤러를 비롯해 로스만의 경우 패키지에 PE캡을 사용하던 기존의 블리스터를 종이만 사용했으며, 브라운은 계산기 플라스틱 사출물 표면에 스프레

이를 하지 않은 제품을 생산해 폐기할 때 쉽게 재활용할 수 있게 했다. 이처럼 유니소재화를 통해 제조 공정의 단순화와 친환경성은 물론 생산비용의 감소도 기대할 수 있다.

재제조(Remufacturing)는 사용하고 난 제품을 원래의 신제품과 동등한 수준으로 제조하는 자원 순환으로, 에너지나 원료 등의 자원을 절감하는 가장 효율적이고 효과적인 방법으로 알려져 있다. 제품이 고장 나는 것은 부품이 마모되거나 낡아서 제 성능을 발휘할 수 없는 상태이므로 마모된 부품을 분리수거해 이를 도금 또는 파우더코팅 등의 표면처리를 함으로써 원래 부품의 성능으로 복원시키는 것이 가능하다. 이러한 부품을 사용해 재조립된 제품으로 탄생시키는 재제조 방법은 새 제품을 구입하는 비용과 현 제품을 폐기하는 비용을 없앨 뿐만 아니라 단순한 수리 수준의 제품 내구연수를 연장시키는 것이 아니라 또 한 번의 새로운 수명주기를 부여하는 것으로 이해할 수 있다.

이와 같이 재제조는 가장 환경 친화적인 수단인 동시에 새 제품과 동등한 수준의 품질로 가장 경제적으로 구매할 수 있는 윈윈 전략 중 하나다. 재제조가 성공적으로 이뤄지기 위해서는 제품이 완전 해체부터 제품으로의 재조립에 이르는 전 과정에 대한 공정 표준의 정립과 더불어 노하우와 신기술의 결합이 요구된다. 특히 재製조를 고려한 에코디자인을



〈그림 4〉 재제조와 지속가능 설계

출처 : Remanufacturing(R. Steinhilper저, 강홍윤 옮김 2005)

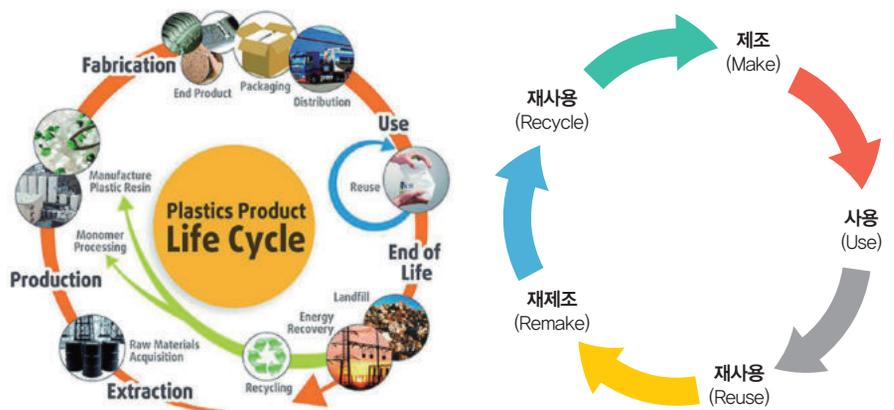
통해 자원순환을 더욱 촉진함으로써 에너지 소비 절감과 자원 생산성 제고, 부가가치 향상 및 새로운 일자리 창출을 도모해 기업에는 생산성과 경쟁력 강화를, 사회적으로는 미래 세대에 희망을 주는 재제조산업의 육성이 필요하다.

### 플라스틱의 선순환 체제

한국의 지속가능발전목표(K-SDGs) 가운데 지속 가능한 소비·생산 증진 내용에 따르면 2018년 시행된 자원순환기본법은 국내 생활 폐기물의 재활용률을 2016년 기준 59.6%에서 2030년 83.3%로 높이고, 사업장 폐기물의 재활용률을 75.8%에서 95.4%로 크게 향상시키는 것을 목표로 하고 있다. 또한 플라스틱이 선순환되도록 친환경 재료 개발을 통한 재생 플라스틱의 활용을 늘리기 위해 2018년 재활용 폐기물 관리 종합대책에서 2022년까지 일회용 컵 및 비닐봉투 사용량을 35% 줄이고 2030년까지 플라스틱 폐기물 발생량 감축 목표를 정한 바 있다.

20세기의 풍요로움을 얘기하려면 플라스틱

을 빼놓을 수 없을 것이다. 낮은 생산단가, 높은 내구성, 경량성을 특징으로 하는 플라스틱은 대량 생산과 긴 사용 수명, 사용의 편리함 등을 제공하며 필름, 파이프, 용기, 섬유 등 다양한 형태로 가공된다. 이렇듯 플라스틱이 주는 편리성으로 인한 무분별한 사용과 폐기는 오늘날 환경오염을 넘어 생태계를 위협하는 존재가 되고 있다. 대표적인 환경오염 문제는 해양에 표류하며 자외선과 마모에 의해 바다의 어패류를 포함한 해산물에서 미세플라스틱이 발견되고 있다는 점이다. 이러한 이유로

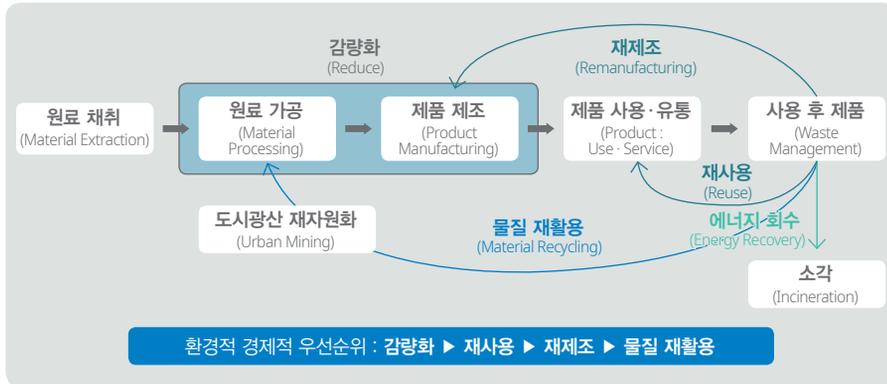


〈그림 5〉 플라스틱의 순환 시스템과 순환 경제 모델

출처 : www.researchgate.net, KITECH 지속가능산업발전(2019. 9)

세계 각국은 플라스틱 사용 금지나 과세 등의 강력한 규제책을 도입하고 있다.

따라서 플라스틱 폐기물에 의한 환경 부담을 줄이고 지속가능한 성장을 위한 대안으로 기존의 대량생산→소비→폐기의 선형적 경제 모델에서 자원의 사용과 제품 설계, 재활용 등 생태·환경친화적 개념이 고려된 순환 경제 모델이 새롭게 떠오르고 있다. 이는 소비자의 친환경 구매 문화와 생산자인 기업의 사회책임경영 추세에 힘입은 바가 크다. 아무리 명품이라도 친환경 지속가능 제품이 아니면 구매하지 않겠다는 소비 트렌드 변화와 함께 생산에서의 도덕적·사회적 정당성을 갖추어야만 기업 활동이 용인되는 시대적 요구가 강하게 반영된 것이다. 이러한 노력으로 국내외 기업에서 폐플라스틱 재활용 제품이 속속 나오고 있다. 국내 한 패션기업에서는 폐플라스틱 병을 재활용해 가공한 폴리에스테르로 친환경 원단을 만들었고, 또 다른 기업은 100% 재활용 원단과 재활용 지퍼 테이프로 재킷을 제작해 큰 호응을 얻고 있다. 또한 유명 브랜드도 100% 재활용이 가능한 친환경 포장재에서부터 재생 나일론을 활용한 가방 제품 등 지속가능 패션이 자리 잡아가고 있다.



〈그림 6〉 자원순환 개념도

출처 : 재제조, 청정생산 시장 조사 및 시장 확산 전략 연구(2018. 6)

는 재생가능한 포장재 생산과 폐플라스틱의 화학원료 자원화, 일회용 포장재의 제로화, 재생 PET 사용 증가 등에 크게 노력하고 있다. 국내에서는 SK종합화학, 효성티앤씨, 아모레퍼시픽, 이마트 등에서 생분해성 제품, 재활용이 가능한 PET 포장재, 빈 용기 회수 프로그램, PB(Private Brand) 제품 친환경 패키지를 개발하거나 도입하고 있으며, 특히 UNEP와 발맞춰 순환경제 이행을 위한 공동노력을 가시화함으로써 기업의 환경친화적 이미지와 기업 가치 제고에 힘을 쏟고 있다.

### 4차 산업혁명과 청정생산

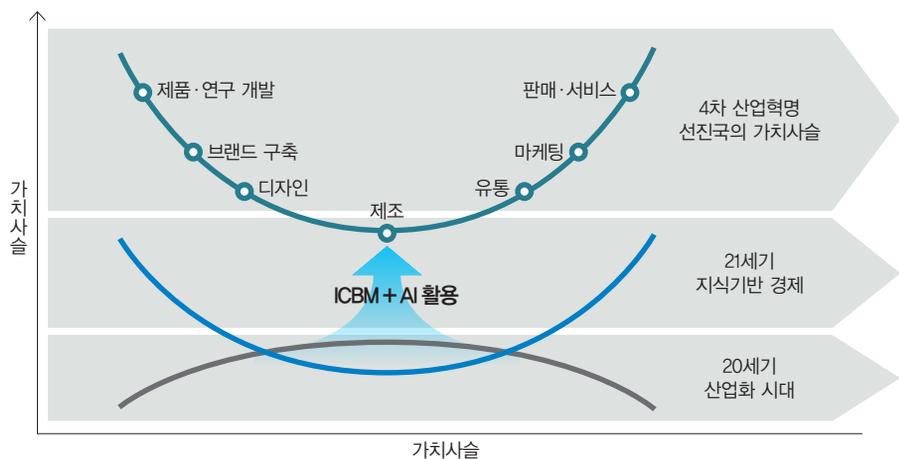
이제 4차 산업혁명으로 인한 변화와 트렌드가 가시화되면서 핵심 기술인 인공지능(AI)과 빅데이터, 사물인터넷(IoT) 등의 출현은 기존 주요 제조업의 생산과 소비에서 혁신적인 변화를 가져다 줄 것으로 예상되며, 일부 제조업에서는 이미 제품 및 제조공정에서의 혁신과 더불어 제품기획 단계부터 연구개발(R&D), 시제품 제작, 공급 사슬망 관리, 사후 서비스, 유통, 물류, 고객관리에 이르기까지 가치사슬 전반에서의 획기적인 비용 절감과

순환경제를 위한 친환경 플라스틱 기술로는 흔히 5R(Reduce, Reuse, Recycle, Replacement, Resign)로 대변된다. Reduce는 제품의 플라스틱 사용량을 줄이는 것을 말하며, 성능을 유지하기 위한 물성의 개선도 포함된 의미다. Reuse는 일회용 플라스틱 컵 대신 재사용이 가능한 다회용 컵으로 대체해 플라스틱 폐기량을 줄이고자 하는 것이며, Recycle은 폐플라스틱을 물질 및 열 회수, 화학적 공정에 의한 재활용 등을 통해 재생제품 혹은 제조 원료로 전환하는 것이다. Replacement는 친환경 소재로 기존의 소재를 대체하는 것인데, 포장지 혹은 봉투 제조를 목적으로 한 생분해성 바이오 플라스틱의 사용이 대표적이다. 마지막으로 Resign은 폐플라스틱에 새로운 디자인을 입혀 신규 용도를 발생시키는 것을 말하며, 폐현수막을 재활용한 가방 등이 있다. 이러한 재활용 기술이 환경성·경제성을 갖고 제대로 적용되려면 생산-유통-폐기-회수 단계에 이르는 전 과정에서 재질과 구조, 물질 흐름양에 대한 정보들이 통합적이고 체계적으로 확보되고 관리되어야 할 것이다.

우리나라의 경우 다행히 국가통합자원관리 시스템이 구축돼 산업계에서 사용되는 주요

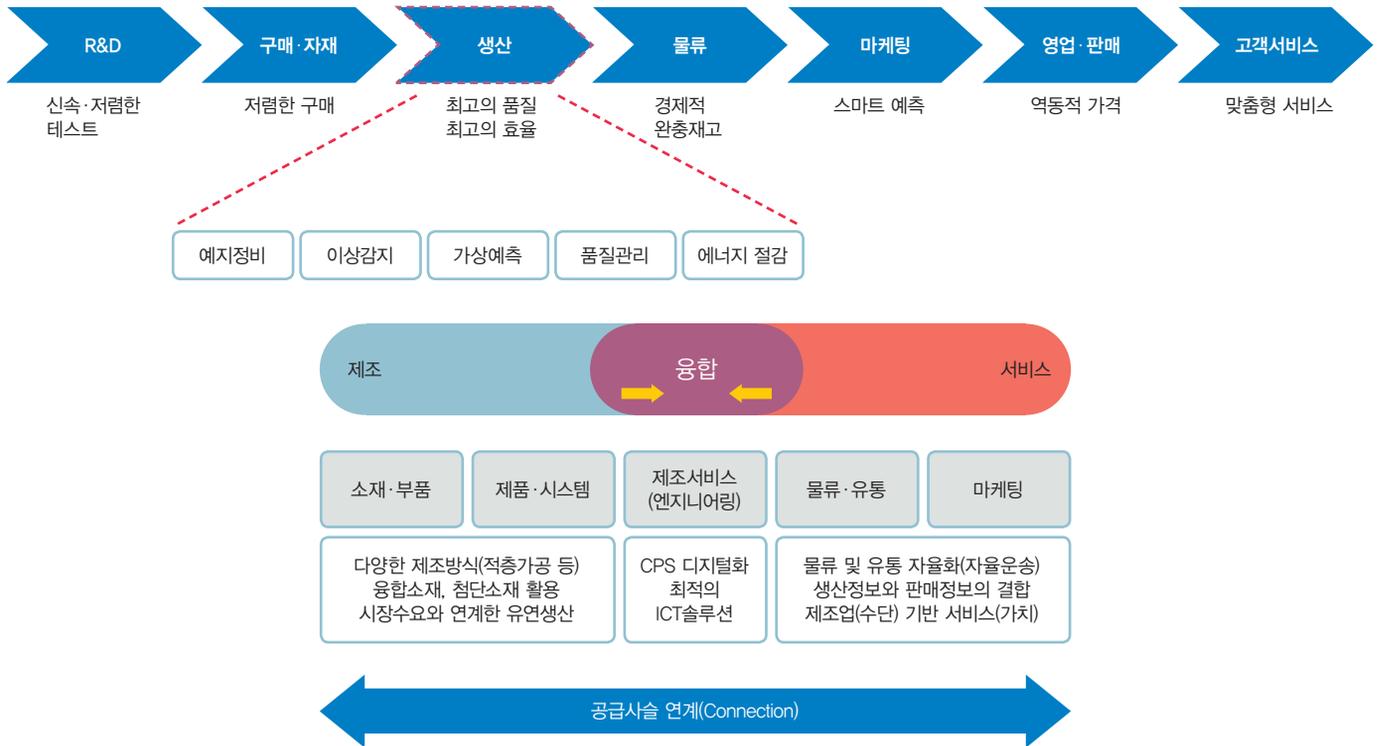
금속자원에 대해서는 생산량, 수출입량, 재활용량, 폐기량 등 모든 물질 흐름을 정량화하고 이에 관한 분석정보를 제공하고 있다. 이와 같은 시스템이 자원으로서의 플라스틱에 원활히 적용된다면 플라스틱의 선순환 체제 구축을 위해 바람직할 것으로 기대되며, 자원순환형 사회로의 전환에 크게 기여할 것이다.

이와 관련해 전 세계적으로 플라스틱의 생산 및 유통과 직접적인 관련이 있는 산업 분야에서는 선순환 체제를 확립하고자 전략 수립과 실천을 병행해 나가고 있다. 세계적인 기업인 다우, 바스프, 네슬레, 코카콜라 등에서



〈그림 7〉 4차 산업혁명을 통한 가치사슬의 상향 이동

출처 : KIET 산업경제(2017.05)



〈그림 8〉 스마트 제조로 인한 내부 및 외부 기대 효과  
출처 : KIET 산업경제(2017.05)

고부가가치화를 통해 제조업과 서비스 간 융합이 진행되고 있다.

이러한 지능정보기술의 발전은 청정생산 관점에서 볼 때 친환경 설비 교체와 운전 조건의 개선을 가져와 친환경 공정으로의 전환을 가져다주며, 에너지와 물질의 흐름에 대한 데이터화는 이들의 회수와 재사용을 가능케 하는 자원순환 시스템을 구축하게 해 자원관리의 효율성을 향상시킬 수 있다.

또한 가상 제품 설계와 시험 생산을 지원하며, 친환경 원료로의 대체를 촉진할 것으로 기대된다. 즉, 제조 단계를 포함한 모든 생산 과정이 최적화돼 생산성의 향상은 물론 자율적인 공장 운영과 사전 수요 예측에 대응한 고객 맞춤형 친환경 제품 생산도 가능함을 말한다. 궁극적으로는 기업 간 다양한 협업이

중시되고 생산-소비-서비스의 경계가 모호해지면서 영역 간 융합하는 초연결성 기반의 플랫폼으로 발전하는 생산·소비에서의 변화도 예상해 본다.

이러한 4차 산업혁명 시대 디지털 기술의 진전과 글로벌 가치사슬의 확대 및 수요 맞춤



〈그림 9〉 그린 경제 파트너십

형 생산으로의 산업 환경 패러다임 변화는 제조업 비중이 높은 우리나라 산업 체제에 혁신역량을 축적하고 기업 경쟁력 강화의 기회로 삼아 이에 적극 대응할 수 있는 시의적절한 청정생산 정책과 실천 과제가 절실히 요구된다.

이와 더불어 정부와 기업, 국민 등 모든 경제 주체가 원재료 조달에서부터 생산·유통·소비 및 폐기에 이르기까지의 전 과정에 걸친 환경 영향을 최소화하려는 책임과 의무를 재확인해야 한다. 또 청정생산 기술 개발과 함께 국제환경 규제에 대응하고자 모기업-협력사 간 녹색경영 체제 구축을 위한 그린 파트너십(Green Partnership) 활성화를 도모함으로써 환경과 경제를 동시에 향상시키도록 해야 할 것이다.

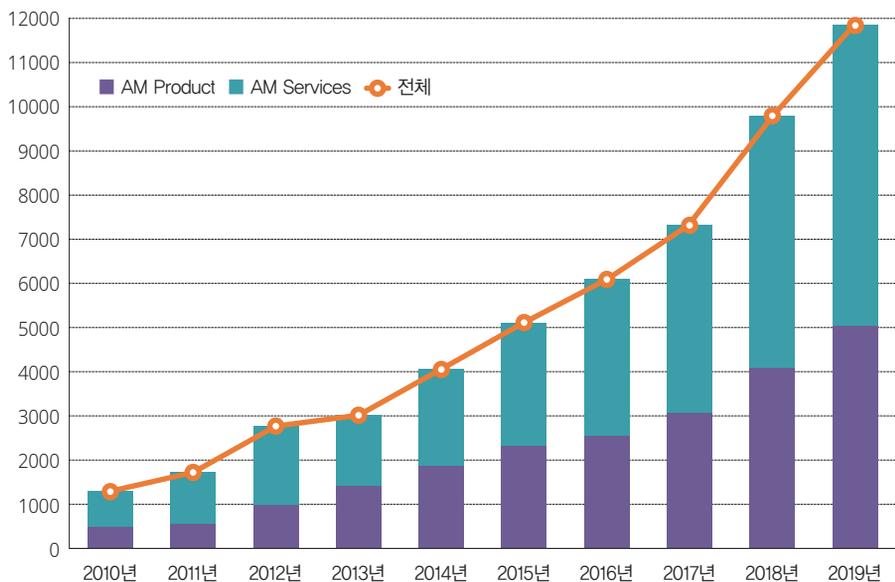
# 3D프린팅 활용 확산으로 제조혁신 이끈다

전통적인 부품 생산 방법으로는 주조, 단조, 절삭가공, 사출 등이 있다. 하지만 3D프린팅 기술은 3차원 도면과 재료, 적층장비만 갖추면 바로 제품 생산이 가능하다. 따라서 '4차 산업혁명' '제조업의 인터넷혁명'으로 불리며 전 세계인의 관심을 받고 있다.

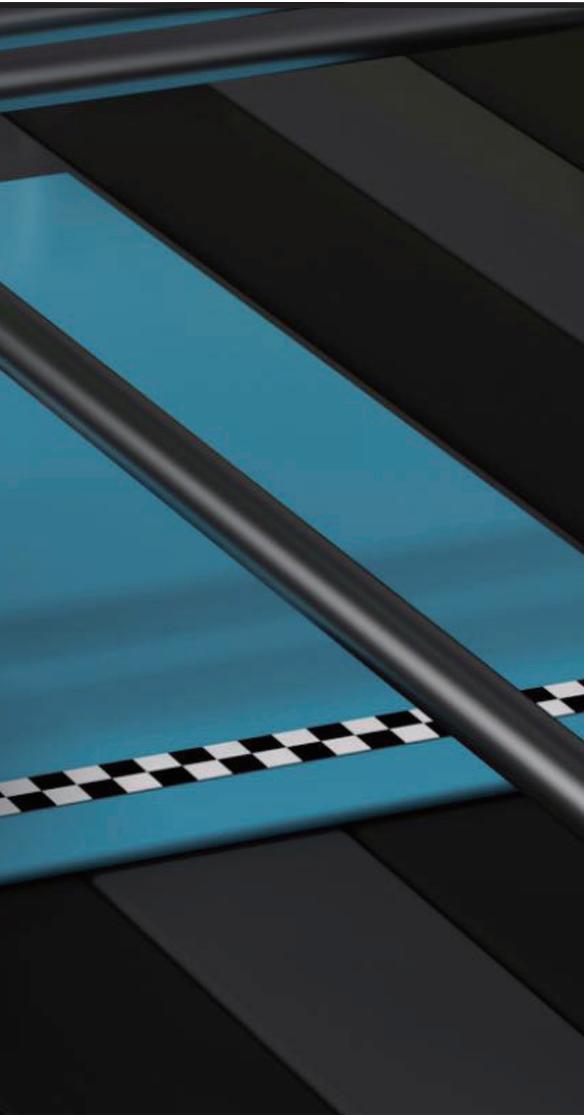
## 제조업의 인터넷혁명

3D프린팅 기술은 전통적인 방식으로 제조가 불가능한 디자인을 실제로 구현해 낼 수 있다. 제조 공정의 제약 없이 원하는 형상을 정밀하게 만들 수 있어 여러 개의 부품을 일체화하는 것은 물론이고 부품의 경량화 및 구조 강성까지 향상시킬 수 있다. 그간 개인의 취미 영역을 벗어나 항공기 부품, 자동차 부품, 금형 등 산업용, 개인 맞춤형 의료용 부품 등에 다양하게 적용한 사례가 나오면서 새로운 시장을 꾸준히 확장시켜 가고 있다. 최근에는 단순 시제품 제작 수준에서 벗어나 적층제조(Additive Manufacturing) 개념으로 업그레이드해 산업 부품 생산으로 확산되는 추세다.

(단위 : 백만 달러)



〈그림 1〉 전 세계 3D프린팅산업 시장 성장 동향  
출처 : Wohlers Report 2020, 3D프린팅연구조합 재편집



Product의 시장 규모는 50억4300만 달러(약 5조5000억 원)였고, AM Service 시장은 68억 2300만 달러(약 7조5000억 원)였으며 성장률은 각각 22.3%, 20.3%를 기록했다.

### 3D프린팅의 활용 현황

적층제조 활용도에 있어서 최종 완성품(End-use Parts)이 30.9%로 가장 많았다. 기능성 시제품(Functional Prototypes)이 24.6%였는데 이는 프로토타입 개발보다는 이미 양산 제품의 부품으로 생산이 더 많다는 것을 의미한다. 최종 완성품과 기능성 시제품은 전체의 약 55%로 다른 적용 현황보다 월등히 높은 비율을 차지하고 있다. 그 외 산업용 부품이나 장비류, 화장품 모델, 지그·픽스처, 수지 패턴 및 몰드, 금속가공(금형) 등에 사용된 것으로 알려졌다.

소재 시장의 경우 2019년 19억1600만 달러(약 2조1000억 원)로 전년 대비 28.2% 성장해 2017년 대비 거의 두 배에 가까운 성장세를 보였다. 소재 판매 비율에 있어 플라스틱 소재는 전체 시장의 80% 이상을 차지하며 금속은 17.4%, 세라믹 등 기타 소재는 1.3%다.

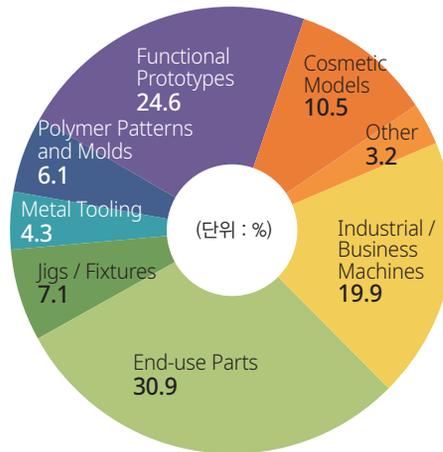
플라스틱 시장중 광경화성수지가 6억140만 달러로 31.9%, 분말 수지는 5억3910만 달러로 28.1%, 필라멘트가 3억9430만 달러로 20.6%를 차지하고 있는데, 전체적으로는 광경화성 수지 비율이 감소하고 있는 반면 분말 수지는 꾸준히 증가하고 있어 가까운 시일 안에 역전될 것으로 예상된다. 이는 프로토타입 제작이나 대면적의 제품에는 광중합방식(Photopolymerization)이 유리하나 실제 준양산 제품에는 강도 및 내구성이 약하기 때문에 분말을 사용하는 쪽으로 이동하는 것으로 보인다. 또한 고강도의 폴리아라미드(Polyaramid) 수지를 사용하는 기존 SLS 방식의 장비뿐만 아니라 HP를 비롯한 바인더젯(Binder Jetting) 방식의 확산에도 기여한다고 판단된다.

금속 시장은 PBF 및 DED에 사용되는 분말 형태가 대부분이며 전체 적층제조 시장에서 차지하는 비중은 17.4%로 시장 규모는 3억 3270만 달러(약 3600억 원)다.

### 전 세계 연평균 25% 성장

미국 시장조사기관 Wohlers 2020 리포트에 따르면, 전 세계 3D프린팅 관련 2019년 시장 규모는 120억 달러(약 13조 원)에 이른 것으로 나타났다. 전 세계 3D프린팅 관련 시장조사기관은 여러 곳이 있으며 그중 Wohlers Association에서는 매년 보고서를 발행하고 있다. 2018년의 경우 100억 달러에 약간 못 미치며 시장 성장률이 31.6%에 이르렀으나 2019년 들어 20.3%로 전년 대비 소폭 감소했다.

이 리포트에서는 AM Product와 AM Service를 분리해 발표하는데 AM Product는 적층제조 장비, 주요 부품, 소재 시장, 소프트웨어 등을 포함한 것이며 AM Service는 장비를 활용한 제품의 매출을 의미한다. 2019년 AM



금속장비의 경우 판매량이 꾸준히 오르다 2017년부터 급증했으나 2018년 2297대, 2019년 2327대로 1.3%의 낮은 성장률을 나타냈다. 이는 금속장비가 최근 4~5년간 판매가 급증한 이후 과포화 상태이기 때문이다. 2019년 총판매액은 10억8800만 달러(약 1조2000억 원)로 추정된다.

### 국내 시장, 여명기 지나 도약기 대비

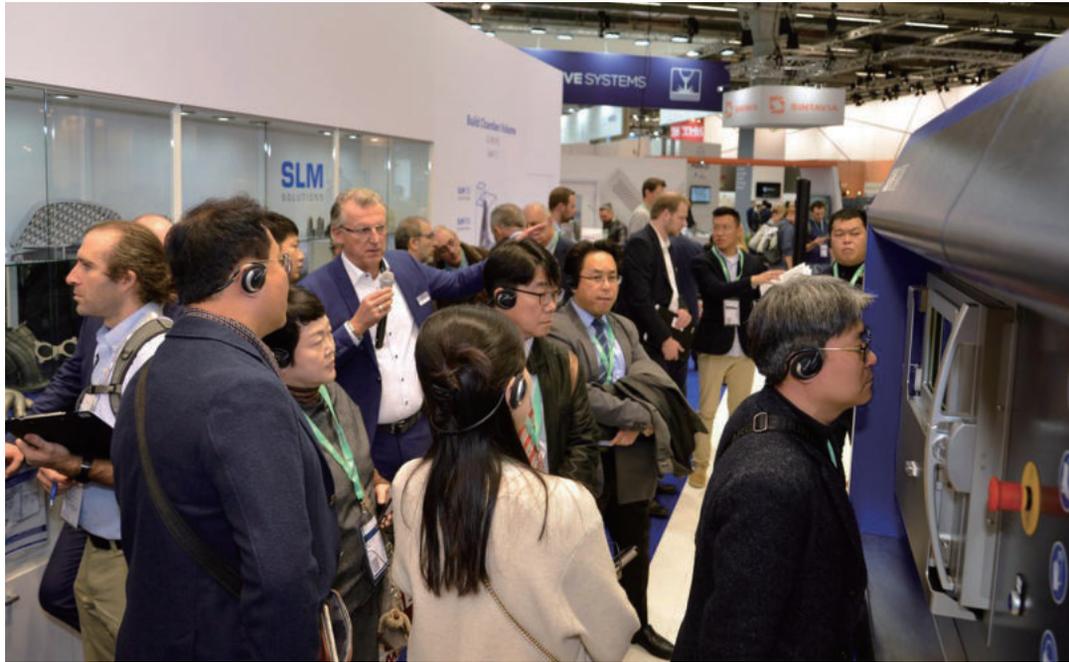
국내 시장 규모는 2018년의 경우 전년 대비 16.3% 성장한 3958억 원으로 전 세계 시장에서 차지하는 비율이 절대적으로 작고 성장을 또한 전 세계의 절반에 불과한 실정이다. 즉, 최근 몇 년간 발전 및 방산 분야에서는 공공 수요가, 의료 분야에서는 민간 기업이 산업을 견인해 왔으나 우주항공 및 산업용 부품 분야는 확산이 더딘 상황이라고 볼 수 있다.

하지만 국내에서도 대건테크, 원포시스 등이 개발에 성공했으며 대건테크의 경우 지르코늄, 마그네슘 등 활성금속 전용 장비를 세계 최초로 개발해 관심을 받고 있다. DED 기술은 InssTek 등에서 판매하고 있으며 최근에는 DED에 5축 시스템을 도입해 형상적인 한계를 극복하기 위한 노력이 진행되고 있다. 또한 적층과 가공을 반복하는 하이브리드 장비는 맥스로텍에서 보급하고 있다.

전 세계 금속장비 판매는 2012년 202대에 불과했으나 2017년 1768대, 2018년 2297대로 급성장해 2018년 금속장비 시장은 9억4800만 달러로 1조 클럽에 진입했다. 이 중 대부분을 차지하는 PBF 및 DED 방식 장비의 경우 2018년까지 전 세계에 7000대 이상 공급된 것으로 추정되며 우리나라는 138대로 약 2%를 차지하고 있다. 전 세계 누적판매 비율의 경우 미국이 42.7%, 유럽이 19.9%, 이스라엘이 25.2%를 차지한 것을 감안하면 한국의 금속장비 보급률은 극히 낮다.

지난해 기준으로 국내에 보급된 금속 적층 장비는 PBF 방식 112대, DED 방식 17대, 하이브리드 방식 9대로 총 138대다. 구입한 금속 장비의 경우 독일 등 외산장비가 대부분이다. 2017년 총 83대를 보유하고 있던 것에 비하면 2년 만에 66% 증가한 것이다.

국내에 분포돼 있는 금속 적층장비 138대를 구입처별로 살펴보면 기업체가 74대, 정부 지원자금 등으로 구입한 테크노파크나 정부 출연연구소 등 공공기관이 45대, 대학의 연구용이 19대로 집계됐다. 전국에 있는 국가출연 연구소 또는 연구소의 보유 장비는 전체 22대로 이 중 한국생산기술연구원 강원지역본부와 경남 창원 소재 재료연구소가 각각 4대를 보유하고 있다. 공공기관에서는 울산지역에



3D프린팅은 기술 출현기를 넘어 대량 생산의 전환기에 있다. 3D프린팅 전시회인 Formnext의 전경.

서 총 8대를 보유하고 있고, 3D 융합기술지원 센터가 있는 경북대는 6대를 가지고 있다.

기업에서 보유한 장비는 총 73대로 두산중공업, 현대자동차, HS하이테크, 파트너스랩, 스타코 등이 다수의 장비를 보유하고 있다. 두산중공업은 Inconel 625와 SUS 316L 합금을 이용해 가스터빈에 사용되는 연소 버너 헤드, 압력용기, 연료 노즐 등을 독자적으로 설계해 양산 적용과 신뢰성 확보를 위한 노력을 하고 있다. 현대자동차는 주로 알루미늄 합금을 이용해 열교환기, 튜닝 부품, 시제품 등을 개발하고 있다. 최근에는 항공 또는 방산부품 등을 제조하기 위해 휴니드, 대구텍에서 장비를 구매한 바 있으며 테티움, 메디씨이 등 다수의 메디컬 기업은 치과 또는 정형외과용 임플란트 제작용으로 금속 적층제조장비를 활발히 활용하고 있다.

이처럼 국내 3D프린팅산업이 낮은 성장률을 보인 배경을 먼저 살펴볼 필요가 있다. 첫

번째는 수요기업의 투자 보수성이다. 국내 대기업은 3D프린팅의 가능성과 산업혁신을 이끌 충분한 매력은 인지하고 있으나 경쟁업체의 성공사례만 알려고 할 뿐 장비에 대한 직접투자에는 인색한 편이다. 그나마 다행인 것은 두산중공업, 현대자동차 등이 부품의 시제품 생산 단계에서 벗어나 직접 부품 설계를 하고 개발에도 성공한다면 다른 기업의 투자도 덩달아 증가할 것으로 판단된다. 대기업과 협력이 가능하도록 정책적으로 중소·중견기업에 대한 장비 및 기술 지원도 뒤따라야 할 것이다.

두 번째는 융합형 인력의 부족이다. 대부분 기업은 장비를 도입하고자 해도 인력 확보가 어렵다는 이야기를 자주 한다. 즉, 3D프린팅은 설계, 장비, 소재, 후공정 등 복잡하고 융합적인 지식이 없으면 수행하기에 어려운 점이 있다. 그동안 정부와 지자체가 주도하는 기업 맞춤형 지원으로 전문기업과 기초인력은

육성됐으나 산업혁신을 주도할 고급 융합인재가 아직 부족한 게 현실이다. 전문인력 육성을 위해 일부 대학과 지역센터에서는 제도적인 기반이 마련돼 있다. 따라서 향후 인력 문제는 이미 구축된 인프라의 혁신·성장 촉진을 지속함으로써 기업에서 요구하는 고급 인재를 꾸준히 확보해야 할 것으로 보인다.

## 제2차 3D프린팅 산업진흥 기본계획 추진

우리나라에서도 3D프린팅 선도국가처럼 관련 시장 확대, 미래 유망 분야 기술 개발, 전국적 활용 기반 조성 등을 추진함으로써 산업의 수요 창출, 기술 개발, 인프라 구축을 비롯한 건전한 생태계 조성을 위해 많은 노력을 기울여 왔다. 2014년 3D프린팅산업 발전전략을 수립한 바 있고 2014년 '삼차원프린팅 산업진흥법' 제정, 2016년 '제1차 3D프린팅 산업진흥 기본계획'을 수립·시행한 바 있다.

올 6월에는 3D프린팅산업의 환경 변화, 정책 추진 성과·한계 점검, 산업의 도약 및 활용 확대를 위한 '제2차 3D프린팅 산업진흥 기본계획'이 발표됐다. 이 기본계획은 4차 산업혁명에 따른 소비자 맞춤형시대로의 전환이 진행됨에 따라 차별화된 제품을 위한 3D프린팅의 활용과 성장을 기대하고 있다. 또한 최근 국제 무역분쟁 또는 수출규제 등 글로벌 보호무역주의와 기술패권 경쟁이 확산됨에 따라 3D프린팅의 장점을 살린 고부가가치의 제품 개발과 핵심 소재 제조기술의 중요성을 반영한 것으로 보인다.

이 기본계획의 비전은 '3D프린팅 글로벌 5대 강국 도약'이며 구체적인 추진 목표는 국내 시장 규모의 경우 2018년 4000억 원에서 2022년 1조 원으로, 기술 수준은 2018년

79.9%에서 2022년 85.0%로, 매출 100억 원 이상 기업은 2018년 3곳에서 2022년 10곳으로 확대한다는 것 등이다.

주요 추진 과제를 살펴보면, 첫째 3D프린팅 산업 현장 활용 가속화다. 정부 투자성과가 민간투자 확대와 기술 확산 촉진의 마중물이 될 수 있도록 한국형 성공사례 발굴 및 민간 중심 확산에 중점적인 지원을 한다. 이를 위해 산업용 부품의 실증지원 체계를 마련하고 현장 맞춤형 실증평가, 수요-공급기업 간 협력 등을 추진한다는 내용이다. 그 외 3D프린팅 의료기기의 임상·실증 적용 고도화, 건축물 대상의 3D프린팅 설계·재료·장비 개발기술 검증, 시장 진입이 가시화된 국방, 발전 등 분야의 공공수요 기반 조달체계를 통해 3D프린팅 부품 시장 형성 촉진 등이다.

둘째는 차별적 기술력 확보다. 국내 수요 기반 차별적인 기술력을 확보해 소재·장비·SW 기술 자립화, 시장 지향 응용 기술 개발, 지능화 및 통합 플랫폼 기술 확보 등을 주요 골자로 하고 있다. 그 외에 국민건강 증진을 위한 의료·바이오 응용 기술 개발, 난치성 질병의 예측, 치료, 예방 등에 최적화된 3D프린팅 기반 질병 치료 보조기 및 솔루션 개발, AI·빅데이터 기반 3D프린팅 지능화 기술 개발 등이다.

마지막으로, 혁신·성장 중심 산업 기반 고도화다. 산업 밀착형 선도 인재 육성, 중소기업 활용·성장 인프라 고도화, 기술 표준 및 평가 체계 고도화, 법·제도를 재정비하고 혁신·성장 중심 산업 기반 고도화를 통해 정부의 기업지원 정책효과를 제고하는 한편 산업 생태계 내 지속적 혁신·성장을 촉발하는 것이 주된 방향이다.

## 3D프린팅 강국으로 성장하기를 기대하며...

정부가 3D프린팅산업을 본격적으로 지원·육성한 것은 불과 5년 남짓한 짧은 기간이다. 요즘은 초창기에 비해 열기가 많이 식었다는 이야기가 나온다. 하지만 3D프린팅은 기술 출현기와 기술 기대 정점을 넘어 다품종 소량 생산이 아니라 이제는 대량 생산을 위한 전환기에 있다. 따라서 10년 내로 3D프린팅 기술로 만든 제품이 안정기에 접어들 것이며 광범위한 산업이 태동하는 시기가 도래할 것으로 예상하고 있다. 우리나라가 선진국과 기술격차가 큰 것은 사실이지만 아직 선점되지 않은 많은 시장이 존재하므로 선점이 가능한 유망 기술에 역량을 집중할 필요가 있다. 이번 정부의 '3D프린팅 산업진흥 기본계획'이 잘 추진돼 3D프린팅 강국으로 한층 성장하기를 기대한다.

3D프린팅 글로벌 5대 강국 도약을 위한 추진 과제		
3D프린팅산업 현장 활용 가속화	차별적 기술력 확보	혁신·성장 중심 산업 기반 고도화
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 시장 진입 유망 분야 실증 및 초기 시장 창출 지원</li> <li>▶ 3D프린팅 사업화 성공 모델 발굴·확산</li> <li>▶ 민간 중심 경쟁·협력 체계 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 소재·장비·SW 기술 자립화</li> <li>▶ 시장 지향 3D프린팅 응용 기술 개발</li> <li>▶ 지능화 및 통합 플랫폼 기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 산업밀착형 선도 인재 육성</li> <li>▶ 중소기업 활용·성장 기반 고도화</li> <li>▶ 기술 표준 및 평가 체계 고도화</li> <li>▶ 법·제도 재정비</li> </ul>

〈표 1〉 정부에서 발표한 제2차 3D프린팅 산업진흥 기본계획의 주요 내용

# 유럽의 미래 운송 기술 및 인프라

자동화, 연결성 및 저탄소 기술 등의 신기술과 새로운 운송 트렌드의 등장으로 우리 사회는 가까운 미래에 혁신적인 운송 수단과 시스템의 도입을 경험하게 될 것이다. 이는 새로운 비즈니스 모델의 창출과 함께 교통 부문은 물론 우리 일상생활 전반에 다양한 변화를 야기하게 된다.

## 새로운 운송 트렌드

유럽연합(EU)은 미래 운송 시대에 대응해 기술 경쟁력을 강화하고, 유럽 사회 경제 전반에 혜택을 가져다 줄 수 있는 친환경적이고 지속가능한 운송 시스템을 구축하고자 다양한 노력을 기울이고 있다. 교통 수단의 완전 자동화로 운전자 개입을 줄이고, 전기자동차의 확대 보급에 따른 운영비 절감, 환경적 영향력 최소화를 추구함과 동시에 새로운 운송 트렌드인 차량 공유 플랫폼을 통한 효율적 차량 운영 및 수익성을 증가시킬 수 있는 방안이 EU 역내에서 활발히 논의되고 있다. 한편, 이 같은 새로운 기술의 도입이 운송 효율성을 개선하는 효과로 이어지기 위해서는 적합한 교통 시스템과 정책적 개선이 필요하며, 무엇보다도 각 분야의 이해관계자와 시민의 참여를 기반으로 한 보다 공정하고 투명한 미래

운송 수단 및 시스템 도입, 운송 거버넌스 수립의 중요성이 강조되고 있다.

유럽이 주목하는 새로운 도로 운송 트렌드는 자동화, 연결성, 탈탄소화, 공유 시스템 등이 있으며, 이는 모두 도로 운송을 획기적으로 혁신할 수 있는 잠재력을 보유하고 있다.

### ① 자율주행(Automation)

자율주행은 DDT(Dynamic Driving Task)의 일부 또는 전부를 수행할 수 있는 시스템으로 정의되는데 이는 여행 일정, 목적지·경유지 선택과 같은 전략적 기능은 물론이고 도로 교통에서 차량을 작동하는 데 필요한 모든 실시간 운영 및 전술적 기능을 의미한다. 자율주행차(AVs)에는 다양한 수준의 자동화(부분자율주행, 고도자율주행, 완전자율주행 등)가 존재한다.

### ② 연결성(Connectivity)

연결성은 차량이 다른 차량 또는 도로 인프라와 통신할 수 있도록 하는 기술의 사용을 의미한다. 특히 자율주행과 결합해 도로상의 자율주행차를 효율적으로 관리하기 위한 협력 지능형 교통 시스템(C-ITS)의 개념을 가능하게 한다. 즉, 연결성 및 자율주행은 서로를 강화하는 보완 기술이며 시간이 지남에 따라 완전히 통합될 것으로 예상된다. 연결된 자율주행차(Connected and Automated Vehicle : CAV)는 연결성과 자율주행을 모두 포함하는 차량으로 정의할 수 있다.

### ③ 탈탄소화(Decarbonization)

탈탄소화는 전기, 수소, 바이오 연료 및 천연가스와 같은 대체 연료의 사용을 의미하며, 유럽 운송 부문의 화석연료 의존도를 낮추고

온실가스 배출량을 줄이는 데 매우 중요한 요소로 작용한다.

이 중 전기화는 도로 운송의 석유 의존도와 환경적 영향을 줄이기 위해 현재 실행 가능한 전략으로 널리 적용되고 있다. 또한 전기차(EV)는 배터리전기차(BEV), 플러그인 하이브리드 전기차(PHEV) 및 하이브리드 전기차(HEV)를 포함한다. 현재 도로 운송 시장에서 시장점유율을 크게 높이고 있으며, 가까운 미래에 배터리와 같은 주요 부품의 비용이 감소할 경우 전기차의 활용은 더욱 가속화할 것으로 예상된다. 연료전지 전기차(FCEV)도 전기화 범주에 속할 수 있으며, 배터리 대신 연료전지 엔진이 사용된다는 차이가 있다.

바이오매스로 만든 바이오디젤 및 바이오에탄올과 같은 바이오연료 역시 도로 운송에서 화석연료를 대체할 수 있는 재생가능한 대안으로 떠오르고 있다.

**④ 공유(Sharing)**

공유는 도로 운송 사용자가 필요에 따라 교통 수단에 단기적으로 접근할 수 있는 혁신적인 교통 전략이며, 다양한 형태의 자동차 공유, 자전거 공유, 승차 공유(카풀링 및 밴풀링) 및 주문식 탑승 서비스를 포함한다.

공유와 비슷한 MaaS(Mobility-as-a-Service)는 다양한 형태의 운송 서비스를 통합하고 필요에 따라 사용할 수 있도록 하는 디지털 기술을 의미한다.

위의 네 가지 요소의 통합을 통해 도로 운송의 근본적인 변화가 가능하다. 먼저, 자율주행차는 중요한 운영비용인 운전자를 줄임으로써 공유 운송 수단의 확대를 가속화할 수 있으며, 공유되고 자동화된 운송 수단 기술은 차량의 전기화를 촉진하는 효과로 이어질 수 있다.

또한 최근 연구에 따르면 전기 자율주행차는 시스템 통합 및 구성 요소 제어의 용이성으로 인해 내연기관 자율주행차보다 생산이 수월한 것으로 파악됐다. 자율주행차와 전기 엔진이 결합된 MaaS는 도로 운송비용을 크게 낮추어 가까운 장래에 유럽에서는 이러한 기술과 서비스를 대규모로 채택할 것으로 예상된다.

**유럽 도로 운송 기술 현황 및 전망**

운송 관련 유럽 연구혁신 현황을 살펴보면, 연료전지 및 수소연료 기술이 운송 관련 유럽 연구혁신 프로젝트에서 가장 많은 자금 지원을 받고 있는 것으로 파악됐다. 두 번째로 많은 지원을 받고 있는 분야는 전기차 연구개발 프로젝트이며, 이어 자율주행차도 다양한 연구 개발이 진행되고 있다.

공공 부문 외에 민간 부문에서도 경쟁력 있는 수익을 추구하는 투자 펀드를 통해 막대한 투자를 단행하고 있다. 자동차 제조업체, ICT 기업, 서비스 공급업체 및 신생기업은 2050년 7조 달러 규모로 추정되는 글로벌 운송 경제 점유율을 놓고 경쟁하고 있다. 이러한 상황에서 일부 공격적인 기업이 단기적인 수익을 위해 실적을 부풀리는 위험이 발생할 수 있으며, 이러한 단계가 지나면 투기 거품이 꺼지면서 많은 기업이 파산하고 결국 실제 기술을 개선하는 소수만이 살아남게 된다.

이는 지속적으로 과대평가된 후 현재 생존하기 위해 고군분투하는 주요 자전거 공유 회사에서 일어난 일과 유사하다. 가트너의 하이프사클(Hype Cycle)에 따르면 커넥티드 자율주행차는 부풀려진 기대의 정점에서 다음 단계인 환멸의 최저점으로 천천히 이동하고 있는 것으로 나타났다. 현재 거품 단계에 있

는 공유 운송 수단 서비스 제공업체에서도 비슷한 일이 발생되고 있는데, 이러한 업체의 경우 어떠한 수익도 창출하지 못하고 있지만 시장 가치는 매우 높게 책정되고 있다.

따라서 향후 몇 년 동안 운송 수단 기술의 발전은 미래 도로 운송 시장 상황이 어떻게 발전할 것인지를 이해하는 데 결정적인 역할을 할 것으로 보인다.

**❖ 커넥티드(Connected) 자율주행차**

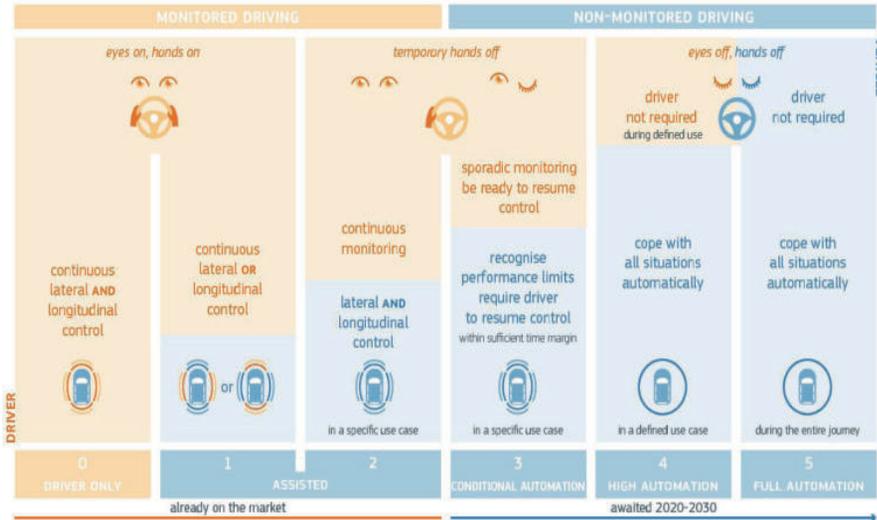
자율주행은 <그림 1>과 같이 0~5레벨의 자율주행 단계로 분류되며, 이는 사람의 개입 정도에 따라 나뉜다. 즉, 운전이 전적으로 인간에 의해 수행되는 레벨 0(자율주행 없음)에서 완전히 자동화된 시스템에 의해 수행되는 레벨 5(완전자율주행)까지다.

운전 작업은 차량의 측면 제어(조향), 종방향 제어(가속·제동)와 함께 물체 및 상황 감지, 응답(OEDR)이라고 불리는 환경 모니터링 등으로 구성된다.

운영 설계 도메인(ODD)은 지리, 도로, 환경, 교통, 속도 및 시간적 조건을 구분하고 레벨 1~4 자동화에 적용된다(레벨 5 자율주행은 무제한 자동 운전).

커넥티드 자율주행차의 세 가지 주요 속성은 ① 자율주행 시스템의 자동화 수준 ② 운영 설계 도메인 ③ 독립적 작동 또는 다른 차량 및 인프라와 협력해 작동하는지로 정리될 수 있으며, 자율주행 시스템 기술은 계속해서 개발 및 테스트되고 있다.

반면, 완전자율주행을 현실화하는 데 아직 중요한 기술적 과제가 남아 있으며, 대표적으로 모든 주행 상황에서 안전하고 효율적인 차량 작동을 보장하기 위한 학습 알고리즘 개발을 들 수 있다. 그럼에도 불구하고 실제 주행



〈그림 1〉 차량 자율주행 레벨

조건에서 수년간의 연구개발 및 테스트를 통해 높은 수준의 연결성 및 자율주행 기능(레벨 1~3)을 제공하는 다양한 차량 브랜드와 모델이 가까운 미래에 시장에 출시될 전망이다.

유럽에서는 2019년부터 차량 제조업체와 도로 운전자 간 협력으로 최초의 지능형 교통 시스템 안전 서비스 제공을 시작했다. 하지만 신기술과 기존 차량이 공존하는 기간이 길어질 것으로 전망되면서 언제 완전자율주행차가 도로 운송을 완전히 지배하게 될지에 대해서는 불확실성이 점차 높아질 것으로 예상된다.

일부 낙관적인 추정치는 2030년까지 미국 여객 운송의 95%(전체 미국 차량의 60%)가 주문형 자율주행 전기차에 의해 공급될 것으로 예상하고 있으며, 다른 연구(Litman, 2016)에서는 2050년까지 도로 운송 이동거리의 50~80%가 자율주행차에 의해 이루어질 것이며, 이는 전체 차량의 40~60%를 차지할 것이라고 추정한다.

커넥티드 자율주행차에서 사용될 통신 기술에 대해서도 다양한 토론이 진행 중인데, 국경 간 테스트와 관련해 EU 집행위원회, EU 회

원국 및 산업계는 연결성과 자동화(CAM)에 대한 세 가지 범주의 사용 사례인 개인 운송, 집단 운송, 화물 및 트럭 운송을 두고 우선순위 사례를 선정했다.

이 우선순위에는 완전 자동화된 도시 차량과 자동 서틀 및 버스가 포함됐으며, 자동주차 사용 사례가 가장 낮은 평가를 받았다. 이는 대중교통 사용 사례가 개인 이동 수단보다 더 많은 이점을 제공할 것으로 예상된다는 사실을 반영한 결과다. 하지만 협력적이고 연결 및 자동화된 이동 수단(CCAM)에 대해 공공과 민간 간의 기대치가 매우 다르기 때문에 명확한 합의에 도달하지는 못했다.

한편으로 민간 부문은 유럽의 산업 경쟁력을 촉진하면서도 이동 수단 정책 목표에 부합하는 지속 가능한 비즈니스 모델을 찾아야 하며, 이를 지원하기 위해 EU는 모든 공공 및 민간 이해관계자를 그룹화해 CCAM의 개방형 도로 테스트를 시행하고 EU 차원의 단일 플랫폼 구축을 추진할 예정이다.

아울러 도로에서 커넥티드 자율주행차의 테스트 및 운영을 규제하고 도로 사용자를 보호

하기 위한 적절한 법적 보호 장치를 설정해야 하며, 현재의 기술 발전 속도를 고려할 때 유럽에서도 규제 기관의 신속한 대응이 요구되고 있다.

최근 연구에 따르면 네덜란드가 자율주행차 정책과 규제를 가장 잘 준비하고 있는 것으로 평가되고 있으며 노르웨이, 스웨덴이 그 뒤를 잇고 있다.

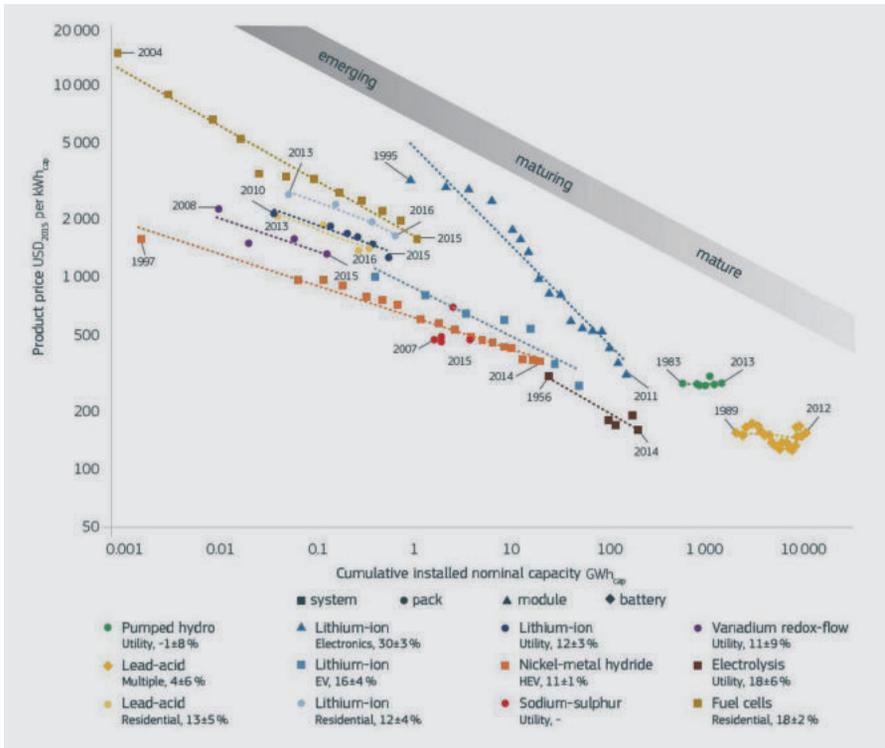
커넥티드 자율주행차가 모든 사회경제적 혜택을 실제로 제공할 수 있는지는 ① 기술 적용 속도 ② 기대 효과 ③ 잠재된 부정적 영향에 따라 달라질 수 있다.

대부분의 연구는 처음 두 요소를 과대평가하고 세 번째 요소를 과소평가하거나 무시함으로써 커넥티드 자율주행차의 미래를 지나치게 낙관적으로 예측하는 경향이 있는데, 현실적으로 자율주행차로 인한 급진적 변화는 레벨 4의 자율주행이 완성된 이후에나 가능할 것으로 전망된다. 반면, 낮은 단계의 자율주행은 급진적인 변화를 초래하지는 않으나 사용자의 안전과 편의를 향상시키는 데 기여할 것으로 예상된다.

❖ 도로 운송 탈탄소화: 전기자동차

EU는 에너지효율 개선 및 화석연료 의존도를 낮추기 위해 다양한 노력을 기울이고 있으며, 이산화탄소 및 오염 물질 배출과 관련해 점점 더 엄격한 규제를 적용하는 이른바 탈탄소화 정책을 적극 도입하고 있다. 이 같은 정책은 도로 운송의 전기화를 촉진하는 효과로 이어질 수 있다.

전기차의 핵심 요소인 배터리 기술에 대한 다양한 연구가 EU의 전폭적인 지원 아래 활발히 수행되고 있다. 배터리 기술의 발전은 배터리 생산 비용을 낮추고 에너지 밀도를 높이는



〈그림 2〉 다양한 타입의 배터리 가격 변화

동시에 음극 화학 물질의 코발트 함량을 줄일 수 있다. 현재까지의 모든 배터리 기술 중 이론적 에너지 밀도가 가장 높은 Li-Air 배터리가 장기적으로 전기차의 운전 범위를 더욱 향상 시킬 것으로 기대되고 있다.

또한 히트 파이프와 같은 첨단 기술을 사용해 차량 배터리팩의 냉각 시스템을 개선하면 더욱 효율적인 충·방전 전력 관리가 가능하며, 이를 통해 2018년에는 20분 안에 350kW를 충전할 수 있는 기술을 성공적으로 개발, 테스트 및 시연했으며 현재 상용화됐다.

배터리 충전 시간을 줄이기 위해 다양한 대체 충전 기술(배터리 스와핑, 무선 충전, 정차 중 버스 고속 충전, 슈퍼 커패시터, 동적 온도 충전 등)이 논의됐으나 현재로서는 버스 고속 충전을 제외한 대부분의 기술은 대규모 상업화가 가능하지 않은 실정이다.

배터리 용량을 늘리고 충전 시간과 비용을 줄이면 배터리 전기차는 공유차량, 택시, 버스 등 모든 종류의 서비스 도로 운송분야에서 실행 가능한 대안이 될 수 있다. 따라서 유럽에서는 이와 관련해 충전 수요관리(DSM), 스마트 그리드 및 스마트 빌딩 에너지 관리 시스템과 전기 이동 수단 통합, 차량 대 그리드(V2G) 통합을 구현하는 스마트 충전 인프라 분야 등에서 다양한 기술 개발이 진행 중이다.

전기차의 대중화를 저해하는 주요 장벽은 제한된 차량 모델과 기존 화석연료 차량에 비해 높은 가격인데, 자동차 제조업체의 발표에 따르면 2025년까지 수백 개의 새로운 전기차 모델이 출시될 것이며, 배터리 가격은 계속 하락해 2025년에는 화석연료 차량과 동등한 가격 경쟁력을 갖게 될 것으로 분석하고 있다.

향후 유럽 내에서는 전기차의 판매량이 지

속적으로 크게 증가할 것으로 예상되며, 이는 다양한 지원 정책(배기가스 배출 규제 등) 추진, 소비자 인센티브(구매 또는 운영 시) 도입, 충전 인프라 확대 구축 및 홍보 캠페인 등으로 더욱 가속화할 것으로 예상된다.

연료전지차(FCEV)에는 여전히 많은 불확실성이 있으나 지원 정책을 통한 보급 확대가 가능하다. 즉, 일관된 FCEV 장려 정책을 통해 유럽 내 연료전지차 보급을 장려할 수 있으며, 최근 연구에 따르면 에너지 시스템 최적화와 시스템 역학 시뮬레이션 모델을 활용해 95%의 CO<sub>2</sub> 배출을 줄일 수 있는 것으로 확인됐다.

한편으로 EU의 수소연료전지차 지원 정책에 따라 2050년경 유럽에 7700만 대의 수소 연료전지차가 보급될 것으로 예상되는데, 이는 유럽 전체 자동차의 26%에 해당하는 수치이며 특히 대형 차량에 많이 적용될 것으로 보인다.

미래 인프라와 공공정책은 연료전지, 바이오연료, 배터리 기술과 연료의 다양화를 장려해야 하며, 이러한 다각화는 스마트한 도로 운송 분야의 핵심이라고 할 수 있다. 즉, 대체 에너지원이 다양화함에 따라 에너지 공급에 대한 우려가 줄어들 것이며, 인프라 의존성 역시 감소할 것으로 예상된다. 따라서 유럽은 도로 운송의 탈탄소화 공공 정책을 설계할 때 이러한 에너지원 다각화와 점유율을 고려하고 있다.

❖ 공유 이동 수단(Shared Mobility)

유럽에서는 도로 운송 공유에 초점을 맞춘 MaaS로의 전환이 도로 운송의 부정적인 영향을 줄이는 유망한 대안으로 제안되고 있으며, 이와 관련된 주요 개념은 다음과 같다.

① 자동차 공유(Car Sharing)

개인이 소유 비용과 책임 없이 차량에 일시적으로 접근할 수 있도록 매번 요금을 지불하는 서비스로 car2go, DriveNow, Zipcar와 같은 회사가 이 범주에 속한다.

② 승차 공유(Ride Sharing)

출발지와 목적지가 유사한 운전자와 승객 간의 공식 또는 비공식 공유 승차 서비스로, BlaBlaCar와 같은 기업이 제공하는 서비스가 이에 해당한다.

③ 승차 호출(Ride Hailing)

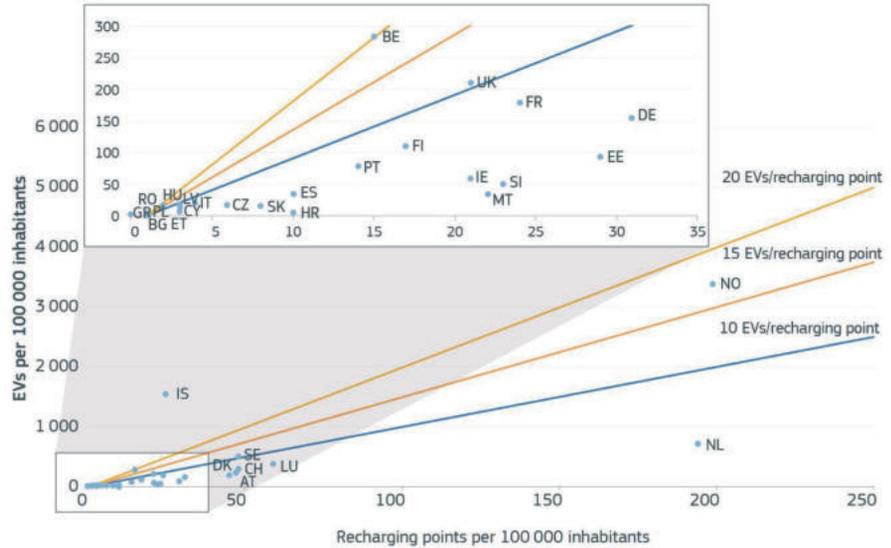
개인 차량 운전자와 승객을 연결하는 주문형 운송 서비스로, Lyft 또는 Uber와 같은 기업을 예로 들 수 있다.

이러한 서비스는 전 세계 여러 도시 지역에서 이미 널리 시행되고 있으며, 승차 서비스 회사는 성공적인 사용자 중심 기술 및 서비스 개발에 수십억 달러를 투자한 바 있다. 반면, 앞서 언급한 바와 같이 대부분의 공유 이동 수단 서비스 기업이 수익성을 높이는 데 어려움을 겪고 있으며, 재무적 지속 가능성과 미래 생존이 불투명한 상황이다.

**EU의 운송 인프라 구축**

EU는 전 세계적 이슈인 기후변화에 대응하고, 유럽 시민의 삶의 질을 향상시키기 위해 친환경적이며 지속가능한 미래 운송 시스템을 지향하고 있으며, 이를 위한 운송 인프라 구축에 많은 노력을 기울이고 있다.

특히 친환경 교통 수단 시장의 성장은 소비자의 선택에 의해 좌우되는 것이므로 EU는 소비자의 친환경 운송에 대한 수요를 증가시



〈그림 3〉 EU 회원국의 인구 10만 명당 충전소 개수

키고, 선택의 폭을 넓히기 위해 친환경 운송 인프라에 대한 접근성 제고 및 가격 효율성을 보장하기 위한 다양한 제도적·정책적 기반을 마련하고 있다.

첫 번째로 관련 EU 지침(2014/94/EU)을 수립해 EU 회원국에게 접근성이 높은 대체 연료 인프라를 구축하도록 하는 의무를 부여했다. 대체 연료는 ① 전기 ② 압축천연가스(CNG) ③ 액화천연가스(LNG) ④ 수소이며, 특히 도시 지역과 유럽횡단운송 네트워크(TEN-T)를 대상으로 대체 연료 인프라 구축을 요구하고 있다.

26개 EU 회원국은 이미 대체 연료 인프라 구축에 대한 목표를 설정했으며, 대부분의 회원국은 대체 연료 중 전기를 가장 선호하는 것으로 파악됐다.

EU 역내 15개 회원국은 2025년 수소 연료 충전소 보급 목표를 설정했으며, CNG 충전소의 경우 24개 회원국이 2020년까지 설립할 충전소 개수 목표치를 정했으나 이는 국가별로 매우 다양하게 설정돼 있다. 한편, 일부 회원국은 대체 연료로 CNG를 사용하는 것에 매우 비판적인 반면, 또 다른 회원국은 CNG를 최우선 대체 연료로 고려하는 등 국가

	Year	No. of MS Providing AFI Targets	No. of AFI Targets	No. of Existing AFI (03/2017)	AFI Target Attainment Level (%)	No. of MS Providing AF Vehicle Estimates	Future Share AF Vehicle (Range of %)
CNG	2020	24	4020	2990	74.38	12	0.04~3.27
LNG	2025	21	384	-74	19.27	8	0.01~4.38*
Hydrogen	2025	15	765	108	14.12	6	<0.01~0.10
Electricity	2020	26	165949	73452	44.26	24	0.06~9.22

〈표 1〉 2017년 기준 EU 회원국의 대체연료

※인프라 및 대체연료 차량 대수(\*는 대형 차량)

별로도 상이하다. LNG의 경우 TEN-T에 따라 2025년까지 대형 차량용 LNG 충전소를 설치하기 위한 구체적인 목표를 21개 회원국이 제시한 바 있다.

EU의 도로 운송 이산화탄소 배출 감축 목표를 실현하기 위해서는 2020년까지 약 52억 유로, 2050년까지 약 220억 유로 규모의 대체 연료 충전 인프라가 필요할 것으로 나타났다. 이와 같은 막대한 규모의 대체 연료 인프라 구축에는 민간 투자 유치가 필수적이며, 따라서 EU는 민간 투자 유치를 위한 공공 재정 지원이 필요하다고 강조한다.

#### ❖ 전기 충전 인프라

전기 충전 인프라에 대한 접근성은 전기차 수요에 직접적 영향을 미치는 중요한 요소다. 따라서 전기 운송 수단의 활용을 확대하기 위해서는 전기 충전 인프라가 디지털로 연결되어야 하며, 이와 더불어 소비자는 충전 지점의 위치 및 가용성에 대한 정확하고 신뢰성 높은 정보에 접근할 수 있어야 한다.

또한 EU 전역에서 사용 가능한 개방형 표준을 기반으로 투명하고 이해하기 쉬우며 실시간 가격 정보를 제공하는 전기 충전 지불 시스템이 필요하다.

통신용 로밍과 유사한 전기 충전 시스템이 유럽 전역에 요구될 수 있으며 충전소 및 충전속도가 함께 증가함에 따라 그리드 용량 문제도 발생할 것으로 보인다. 이는 스마트 그리드와 그리드 강화 및 업그레이드와 같은 다양한 인프라 투자를 통해 해결될 것으로 예상된다.

특히 스마트 그리드는 전기차가 유연한 분산형 전기 저장 리소스 역할을 하기 때문에 추가적인 그리드 용량 증가를 최소화할 수 있다.

더불어 수요관리(DSM)를 통해 충전 시간을 전기 수요가 적은 시간으로 전환하고, 충전 전력을 적절히 조정하며, 긴급 상황 시 차량 배터리 충전을 중단하는 등의 전기차 충전 제어가 가능하다. 이는 전기차를 스마트하게 해 그리드 효율을 극대화하는 방법으로 전기차의 충전주기를 외부 조건에 따라 변경하고, 어댑티브 충전 전략을 허용하며, 전기차를 사용자 친화적인 방식으로 전체 전력 시스템에 통합할 수 있는 기능을 제공함으로써 실현할 수 있다. 아울러 스마트 충전은 태양광, 풍력 등 재생가능 전기의 생산과 전기차 충전을 연동해 최적의 효율을 이끌어낼 수 있다.

전기차는 전력을 그리드에 다시 공급하거나(V2G) 전력을 가정에 다시 공급해(V2B) 전력 사용에 더 큰 유연성을 제공할 수 있다.

V2X(Vehicle to Everything)는 차량의 배터리를 사용해 과잉 생산된 재생가능 에너지(옥상 태양광 설비 등)를 저장하고 전력 수요가 높을 때 다시 사용 가능하다는 점에서 매우 큰 이점이 있다. 전기 운송 수단을 전력 공급 시스템에 효율적으로 통합하기 위해서는 V2G, V2B 및 스마트 충전 서비스의 종합적인 활용이 필요하다.

안전하고 신뢰할 수 있으며 지속가능하고 효율적인 전기 운송 수단과 전력 공급 시스템을 운영하기 위해서는 다양한 시스템과 구성 요소 간 상호 운용 호환성이 보장되어야 한다.

#### ❖ 충전 인프라의 공공 안전성

전기 이동 수단 보급이 확대됨에 따라 전자 기장 노출이 인체에 미치는 잠재적인 영향에 대한 의문이 지속적으로 제기돼 왔다. 이러한 잠재적 위험은 전기차 운전자와 승객은 물론

다른 자동차 이용자 및 주변 사람 모두에게 영향을 미칠 수 있다.

복잡하고 광범위한 스펙트럼으로 방출되는 전자기장은 서로 다른 소스(차량, 충전장치) 및 서로 다른 작업(주행, 유무선 충전, 통신) 중에 생성돼 다양한 노출 시나리오를 만드는데 저주파 자기장 노출, 생체 이식 의료 기기와의 간섭, 고주파 무선 전파 노출 등을 예로 들 수 있다.

전자기장 노출의 장기적인 영향에 대한 뚜렷한 과학적 증거는 없지만 직간접의 생리적 효과는 입증됐다.

EU는 이와 관련한 입법 및 규제 정책 수립을 위해 자동차 관련 장비에서 발생하는 전기, 자기·전자기장에 대한 인체 노출 측정·계산 방법의 표준을 개발 중이며 수년 내에 완료될 것으로 예상된다.

배터리 용량 증가로 인한 고속 충전 기술은 더 높은 전압 및 전력을 필요로 하게 되고, 결과적으로 더욱 강력한 전자기장을 형성한다. 따라서 격리된 지하 케이블을 설치하고 관리하기 위해선 특별한 주의가 필요하며, 전자기 방출량에 대한 EU 차원의 규제 마련이 요구되고 있다.

수소 인프라와 관련해 전통적으로 주요 수요는 산업응용 분야에 국한됐으며 여전히 공급 원료로서 메탄을 기반으로 하고 있다. 이는 근본적으로 수소가 무탄소 에너지원이 아님을 의미하며, 기존에는 주로 산업 현장에서 수소가 생산 및 소비되고 공장 외부로 운송되지 않는 경우가 대부분이었다. 오늘날의 경우 수소 생산 과정에서 탄소 배출이 전혀 없는 이른바 녹색수소(그린수소) 생산 기술이 이미 성숙단계에 있으며, 일부 산업 공정의 탈탄소화 수단으로 점점 더 많이 사용되고 있다.

따라서 향후 도로 운송 분야의 대체 연료로 수소가 널리 사용될 가능성을 고려하면 도로 운송 전체 공급망에서의 수소 가스 안전성에 대한 검토와 대처방안 마련이 필요하다.

수소를 생산 현장에서 충전소로 운반하기 위한 다양한 방법이 있는데, 현재 유럽에서 가장 널리 사용되는 솔루션 중 하나는 수소 트레일러를 사용해 도로로 운반하는 것이며, 이는 추가 인프라 투자가 필요하지 않기 때문에 비교적 도입이 용이하다. 하지만 압축·액체 수소의 도로 운송은 유럽 규정에 따라 엄격히 규제되고 있으며, 대량의 수소를 도로로 운반하는 데는 안전상의 문제도 있어 새로운 솔루션이 필요한 실정이다.

기존의 천연가스 파이프라인을 수소 운반에 활용하기 위한 연구 및 테스트가 전 세계적으로 진행 중이지만 현재 가장 선호되는 솔루션으로 대두되고 있는 것은 전기 분해를 통해 연료 보급소에서 직접 수소를 생산하는 것이다.

수소연료차의 중요한 기술 및 안전 문제 중 하나는 연료 보급 중 충전소와 차량 사이의 인터페이스로, 최근 유럽에서 이와 관련된 많은 연구와 테스트 및 표준화가 진행되고 있다. 새로운 대체 연료의 보급 및 충전 인프라와 관련된 안전 요구 사항 외에도 미래의 대규모 전기차 운영을 위해서는 다른 도로 인프라 요소, 특히 터널에 대한 과거 일반 안전 조항을 검토할 필요성이 제기되고 있다. 이에 EU 지침(2004/54/EC)은 TEN-T 터널에 대한 최소 안전 요구 사항을 제공하고 있으며, 제3차 EU 이동 수단 패키지에는 TEN-T의 교통안전에 초점을 두고 있다.

반면 현재까지 터널 안전에 대한 접근 방식은 기존의 액체 연료를 기반으로 하고 있다.

터널 안전 지침 준비에 사용된 위험성 평가는 주로 사고 통계를 기반으로 하는데, 현재까지의 사고 통계에 대체 연료와 관련된 것은 거의 없는 상황이다.

전기차(배터리 및 연료전지)가 이미 유럽 전체 시장의 20~30%를 차지하면서 배터리의 가연성 및 독소, 수소의 가연성 등 새로운 위험에 대한 고려도 필요한 시점이다.

## EU의 운송 디지털 인프라

차량 자동화 및 연결성 측면에서 디지털 서비스는 기술 발전을 가능하게 할 뿐만 아니라 사용자에게 신뢰감과 새로운 가능성을 제공하는 중요한 역할을 수행한다.

유럽이 저공해 교통 시스템으로 전환하고 그 이점을 충분히 누리기 위해서는 추가적인 디지털 인프라의 구축과 배포가 필요한데 예를 들어, 전기차의 대중화는 분산 전력 발전 기술과 스마트 그리드 애플리케이션 적용의 필요성을 가속화하고 있으며, 유럽 전역에서 전기차 충전소 위치 제공 및 상호운용이 가능한 결제 시스템 등과 같은 디지털 서비스 또한 확대 제공돼야 한다.

이에 EU는 ITS 지침(2010/40/EU)을 채택했으며, 이는 유럽 전역 실시간 교통정보(RTTI) 서비스 및 복합수송 정보(MMTI)에 대한 사항을 포함하고 있다.

유럽 전역의 RTTI를 제공하기 위해서는 국가 액세스 포인트(NAP)를 통한 최신 도로 상태 및 급변하는 도로 상황에 대한 정보 가용성이 중요하다. 특히 친환경 교통 수단을 포함한 복합 수송을 하기 위해서는 대중교통 시간표와 같은 정보 공유가 핵심적인 역할을 한다. 따라서 효과적인 정보 공유를 위한 데이터 형식의 표준화 및 상호운용성 보장이 필요하다.

도로 운송 부문의 디지털 서비스 활용은 단순히 교통 자동화를 구현하는 것이 아닌 더 많은 가능성을 창출하는 데 있다. 운송 시스템이 디지털 서비스의 혜택을 완전히 누리기 위해서는 차량과 인프라를 연결해 보다 효율적인 교통 관리를 제공하고, 도로망의 용량을 개선하며 안전성을 높이는 동시에 인프라 유지 관리 비용을 지속적으로 줄여야 한다.

또한 컴퓨팅 파워 및 알고리즘, 통신 주파수와 대기 시간은 미래 도로 운송 시스템 발전에 있어 중요한 요소로 작용한다. 이는 시스템(차량 및 도로용 센서와 송신기), 물리적 자원(통신 주파수) 및 정보(지도, 교통 상황)를 포괄하는 교통 디지털 인프라에 의해 지원되며, 차량과 도로 시스템을 서로 연결해 원활한 도로 운송 시스템을 지원한다.

이처럼 도로 운송 시스템 자동화가 발전함에 따라 차량과 주변 환경 정보의 디지털화, 데이터 처리 및 데이터 교환 등의 필요성이 더욱 부각됐다.

2018년 EU 집행위원회는 연결된 자율주행차의 실현에 있어 연결성 및 디지털 인프라 개발의 중요성을 강조하는 미래 운송 수단 전략을 발표한 바 있다. 이는 디지털 인프라와 관련해 법적 근거를 제공하고 있으며, 그와 함께 공공 및 민간 참여를 촉진하려면 혁신성과 조화성을 동시에 보장할 수 있는 명확하고 유연한 규제 프레임워크가 필요하다는 점을 강조하고 있다.

아울러 EU는 초기에 적용할 수 있고, 높은 영향력과 기술 성숙도를 갖춘 디지털 인프라 서비스를 파악하는 데 초점을 맞추고 있다. 이는 데이터 및 통신 서비스 발전과 밀접한 연관성이 있으며 특히 고화질 지도 서비스,

정확한 위치 정보 제공 애플리케이션을 중요시하고 있다. 하지만 위치정보 시스템은 여전히 많은 기술적 도전 과제를 안고 있는데, 이를 해결하고 기술적 발전을 도모하기 위해 EU는 EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service) 프로젝트를 시행하고 있다.

또한 정확한 위치를 제공하기 위해 EU는 글로벌 내비게이션 위성시스템(GNSS)을 개발해 테스트 중이며 운영될 예정이다. 이 시스템은 다양한 기술(수정 알고리즘, 강력한 컴퓨팅 파워 등)을 통합 적용해 센티미터 단위의 정확도로 위치 정보를 제공할 수 있다.

이처럼 디지털 인프라는 지능형 교통 시스템 및 연결된 자율주행차의 잠재력을 최대한 발휘하기 위한 중요 요소이며, 이를 위해 표준화된 시스템 개발 기술을 적용하고 다양한 기술적·기능적 표준을 바탕으로 한 데이터 관리 전력이 필요하다.

디지털 인프라를 실현하기 위해서는 연구개발 및 인프라 구축에 엄청난 규모의 투자가 필요하지만 이를 통한 새로운 도로 운송 패러다임이 가져다 줄 막대한 이익은 대규모 투자를 유치하는 데 유리하게 작용할 것으로 보인다.

## EU의 운송 통신기술 및 사이버 보안

### ❖ 통신기술

자동차 통신 서비스는 스마트폰, 태블릿 및 노트북에 WiFi와 셀룰러 기술이 구현된 것과 유사한 방식으로 다양한 V2X 표준을 기반으로 구축된다. 이는 도로상에서 사람의 생명과 직결된 문제를 발생시킬 수 있기 때문에 도로 안전 및 상호운용성 측면에서 훨씬 더

복잡한 요구 사항을 충족해야 한다는 특징이 있다.

자동차 통신 서비스의 궁극적인 목표는 적용되는 통신 표준에 관계없이 승객의 안전과 협력 C-ITS 서비스의 상호운용성을 동시에 확보하는 것이다.

EU는 다양한 이해관계자 간 토론을 통해 통신 기술에 대해 다음과 같은 하이브리드 접근 방식이 필요하다고 결론 내렸다. 우선적으로는 단거리 및 장거리 통신의 서로 다른 장점을 융합할 필요가 있다. 통신 표준에 구애받지 않는 방식, 즉 어떤 통신 표준이 사용되는지에 상관없이 시스템 간 통신이 가능해 결과적으로 미래 기술의 통합을 촉진해야 한다는 것이다. 그리고 현재 3G, 4G와 ITS-G5를 결합하는 하이브리드 접근 방식을 활용하는 것이 중요하다. 이러한 접근법은 2016년 11월 EU 집행위가 채택한 협력 지능형 교통시스템에 대한 유럽전략에 반영됐다.

현재 V2X 표준은 ETSI의 ITS-G5와 3세대 파트너십 프로젝트(3GPP)의 새로운 LTE-V2X로, 두 기술 모두 5.9GHz 무선 주파수 대역에서 작동하는 것을 목표로 하고 있으나 상호운용성은 없다. 즉, 현재 형식에서는 두 표준 중 어느 것도 서로 간에 데이터를 주고받는 메커니즘을 정의하고 있지 않다.

두 통신 표준 기술인 ITS-G5와 LTE-V2X의 상황은 매우 다른데, ITS-G5의 경우 10년 동안 테스트를 지속적으로 수행했으며 상용 ITS-G5 장치는 이미 사용 가능해 2019년 현재 유럽의 차량 제조업체가 적용하고 있다. 반면 LTE-V2X의 첫 번째 기술 사양은 비교적 최근인 2017년 6월에 공개됐으며, LTE-V2X 칩셋이 현재 개발 및 테스트 중이고 테스트 장치는 2019년에 출시됐다.

시장 입지 측면에서 ITS-G5는 LTE-V2X보다 확고한 위치에 있으며 다양한 EU 회원국에 의해 완벽하게 운영되는 인프라를 갖추고 있다. 하지만 아직 두 기술의 성능 및 신뢰성에 대한 비교 연구가 부족하기 때문에 향후 어떠한 기술이 지배적인 위치에 설지는 불투명하다.

V2X 서비스를 위한 무선 주파수 가용성은 유럽의 미래 차량 통신 기술 적용에 있어 큰 걸림돌 중 하나로, EU 집행위는 지능형 교통 시스템의 안전 관련 애플리케이션을 위한 5875~5905MHz 주파수의 가용성과 효율적인 사용을 위한 조건을 정의했다(EC Decision 2008/671(5.9GHz ITS Decision)).

이는 기술 중립적인 결정으로, EU에서 사용할 V2X 기술에 대해 특별한 선택을 하지 않고 있으며, 다만 5.9GHz 대역에서 작동하는 모든 기술은 이미 배포된 다른 기술과 공존할 수 있어야 함을 요구(무선 도로 이용료 과금 시스템 및 다른 인접 주파수 서비스와의 유해한 간섭 방지)하고 있다.

EU 집행위는 5.9GHz 대역을 더 높은 주파수로 확장하고 다양한 기술 간의 공존 측면에서 상황을 연구하도록 관련 연구 개발을 유럽우편및통신관리회의(CEPT)에 위임했으며, 이 조직과 유럽통신표준협회(ETSI) 실무 그룹은 이러한 잠재적인 공존 솔루션을 분석하기 위해 표준화 작업을 논의 및 수행하고 있다.

따라서 주파수 관리는 향후 몇 년 동안 새로운 V2X 기술의 주요 과제가 될 것이며, 특히 V2X 기술의 상호운용성 및 이미 사용 중인 지능형 교통 시스템 서비스와의 하위 호환성은 어떠한 경우에도 승객의 안전을 보장할 수 있어야 한다는 점이 중요시되고 있다.

❖ 사이버 보안

EU는 디지털 차량 애플리케이션 및 서비스 설계 시 보안 및 개인정보 보호 요구 사항을 반드시 포함하게 하고 있다.

자율주행과 연결성이 통합되는 차량은 사이버 공격으로 인해 승객의 안전에 상당한 영향을 미칠 수 있기 때문에 사이버 보안이 특히 중요시되며, 실제 사이버 공격의 가능성은 이미 전 세계 연구를 통해 입증된 바 있다.

미래 차량 센서와 연결성 기술을 통해 사용자로부터 다양한 데이터를 수집하고 배포할 수 있게 되면 프라이버시 문제도 발생할 수 있다. 이에 EU 집행위는 최근 사이버 보안 및 데이터 보호에 대한 적절한 지원이 필요함을 강조하고 있다.

기존에는 보안 및 개인정보 보호 솔루션의 설계 및 적용에 대한 규정이 없었던 것뿐만 아니라 이에 대한 사용자 인식도 부족해 시장에서 외면받아 왔다. 기존 차량은 네트워크에

연결되지 않아 외부 세계와 격리돼 있었으며, 차량의 전자 시스템에는 제조업체 및 정비소에서 테스트와 진단을 목적으로 사용하는 것 외에 외부 인터페이스가 없었다. 하지만 향후 자율주행차의 상용화가 본격화될 경우 차량과 차량 간 혹은 차량과 도로 인프라 간 통신이 가능해지게 되며, 이는 사이버 공격 가능성이 그만큼 증가하게 된다는 것을 의미한다. 해커는 새로운 연결 인터페이스를 이용해 차량을 조작함으로써 차량과 승객 모두에 위험한 상황이 초래될 수 있다.

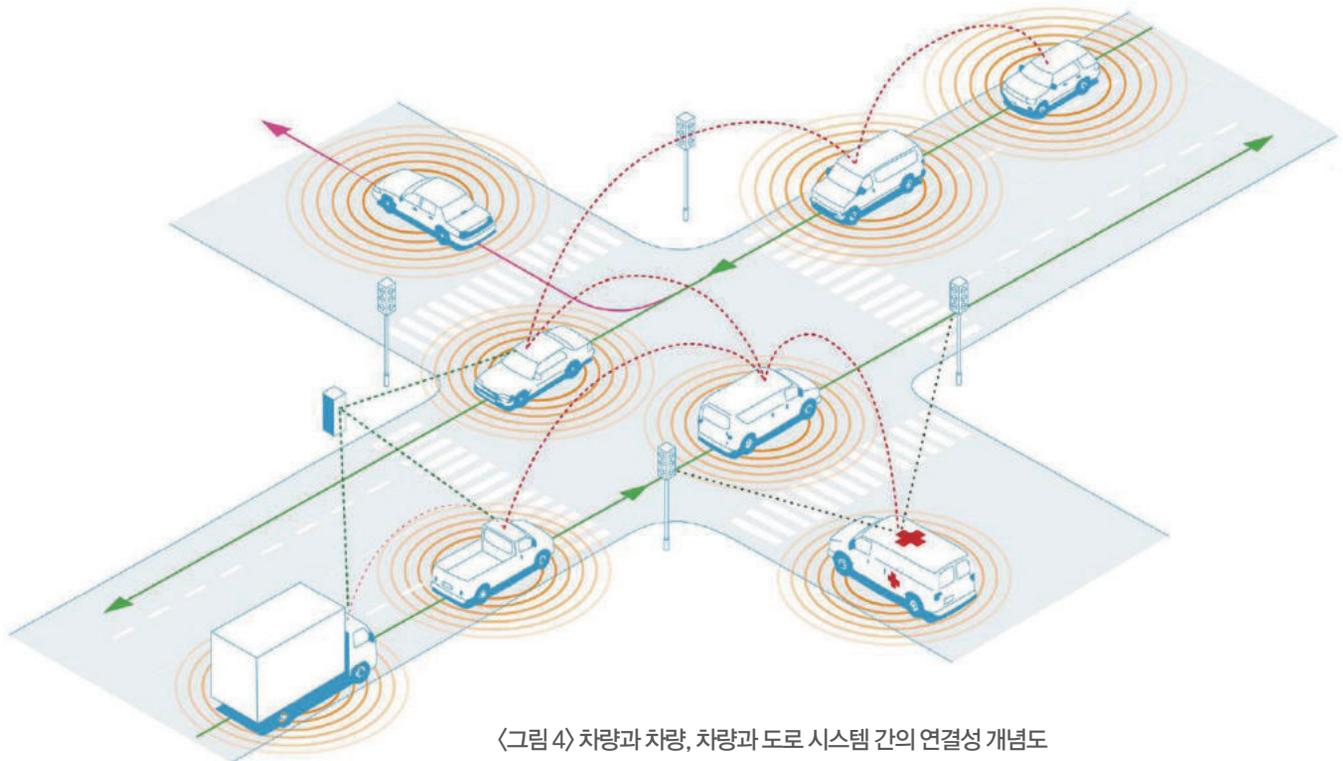
이와 같은 사이버 보안 문제는 차량뿐만 아니라 도로 인프라에도 해당되는데, 해커는 도로 교통 인프라를 조작해 차량에 잘못된 정보나 부적절한 서비스를 제공할 우려가 있다. 예를 들어 전기차 충전 인프라에 디도스 공격을 가해 무력화할 수도 있다.

사이버 보안은 매우 복잡한 문제로 이에 대처하는 가장 유망한 접근 방식은 입법, 기술,

방법론 및 거버넌스 측면의 적절한 조정과 조화를 통한 사이버 공격의 예방이라고 할 수 있으며, EU는 연결된 자율주행차의 안전한 설계 및 운영을 위해 다음의 조치가 필요하다고 인식하고 있다.

① 위험 기반 방법론을 정의해 연결된 자율주행차의 주요 위험을 식별하고 우선순위를 지정, 이 방법론은 교통 관리, 전기차 충전, 안전 관련 애플리케이션 등을 포함하며 차량 및 인프라에 대한 사이버 보안 위험을 고려

② 보안 및 개인정보 보호 솔루션을 연결된 자율주행차의 설계에 포함, 이는 특정 요구 사항을 삽입하거나 '설계별 보안' 및 '설계별 개인정보 보호' 개념을 지원하는 솔루션이 포함되도록 함으로써 달성



〈그림 4〉 차량과 차량, 차량과 도로 시스템 간의 연결성 개념도

③ 이러한 설계의 검증 및 시행은 이미 도로 운송 부문에 존재하는 인증 프로세스를 통해 이루어질 수 있으며, 미래의 도로 운송 기술을 배치하는 동안 적절한 조치가 취해질 수 있도록 서로 다른 인프라 간의 시너지 및 인터페이스에 대한 조사 필요

④ 유럽 수준에서 프로세스의 정의, 배포 및 시행을 위한 거버넌스 구조를 설정, 차량의 긴 수명주기 동안 새로운 취약점이 나타날 수 있기 때문에 유럽 수준의 지속가능한 프로세스 구축

⑤ 미국, 아시아 국가 및 호주와 같은 다른 국가도 연결된 자율주행차를 위한 사이버 보안을 위해 노력하고 있다는 점을 감안할 때, 전 세계적 수준에서 조화된 접근 방식을 지원하기 위한 국제적인 협력 추진

또한 기존 조치의 문제를 일부 해결하기 위해 EU 집행위는 2016년 11월 30일 C-ITS에 대한 유럽전략<sup>1)</sup>을 채택했으며, 이 전략의 일환으로 협동적인 지능형 교통 시스템의 보안 자격 증명 관리 시스템(CCMS)의 설계 및 구현을 추진했다.

EU CCMS의 구현은 협동적인 C-ITS의 연구 및 테스트뿐만 아니라 상업적 대규모 시장 도입을 위해 필요하다.

또한 EU 집행위는 협동적인 C-ITS 배포

및 운영을 위한 인증서 정책<sup>2)</sup>과 보안 정책 및 거버넌스 프레임워크<sup>3)</sup>를 개발했으며, 두 정책 모두 최근 승인된 위임 규정(Delegated Regulation C(2019))의 중요한 부분을 차지했다.

상기 규정은 차량 및 도로 인프라 등 모든 협동적인 지능형 교통 시스템 스테이션 간의 상호운용성을 위해 최소한의 법적 요구 사항을 설정했다. 이에 따라 상호운용성을 보장함으로써 모든 협동적인 지능형 교통 시스템 스테이션이 개방적이고 신뢰할 수 있는 네트워크 내에서 다른 교통 시스템 스테이션과 안전한 메시지 교환이 가능하도록 할 것이다.

### 미래 운송 시스템으로의 전환

전 세계적으로 새로운 기술 개발 및 자동차 공유 문화가 활성화되면서 운송 부문의 다양한 영역에서도 혁명이 일어나고 있다. 따라서 정책입안자는 이러한 새로운 혁명의 물결을 이용해 미래 운송 수단이 오늘날의 자동차 중심 교통 시스템보다 환경친화적이고 지속가능한 방식으로 고착될 수 있도록 다양한 노력을 추진해야 한다.

다시 말해, 새로운 운송 기술과 비즈니스 모델은 단순한 운송 수단의 변화뿐만 아니라 우리 일상생활의 많은 부분과 연계돼 삶의 다양한 영역에 영향을 미친다. 따라서 여러 신기술과 운송 시스템의 변화를 고려한 적합한 정책이 마련돼야 하며 단순히 기술 발전을 촉진하는 것만으로는 삶의 질을 높일 수 없다.

운송 시스템은 매우 복잡하고 종종 서로 예기치 않은 방식으로 영향을 주기 때문에 다양한 요소를 고려한 시스템 개선이 필요하다. 단순히 신기술 적용에 초점을 두기보다는 다양한 시나리오를 고려해 신기술의 도입이 운

송 수요 증가 및 교통 혼잡과 이에 따른 에너지 사용 증가로 이어지지 않도록 신중한 정책적·제도적 기반을 마련해야 한다.

또한 서비스 제공 업체 간 과도한 경쟁과 운송 당국의 리더십 부족은 더 많은 교통 문제와 불균형한 교통 서비스 공급으로 이어질 수 있으므로 이에 대응할 수 있는 방안도 강구해야 한다.

유럽은 혁신적인 이동 수단 솔루션 개발 및 적용, 새로운 운송 거버넌스 시스템 도입에 대한 사회적 수용을 위해 모든 의사결정 과정에서 시민 참여를 확대할 필요성을 절감하고 있다. 특히 복잡한 복합 운송 시스템을 위한 효율적이고 공평한 거버넌스를 구축하고자 유럽 정부 당국은 공공기관, 기업 및 시민단체 등 다양한 이해관계자의 참여를 이끌어내 이론적·정책적 토대를 마련할 예정이다.

또 다른 주목할 만한 점은 혁신적인 운송 수단 솔루션이 시민의 직접적인 참여를 기반으로 테스트되고 출시되도록 유럽생활연구소 네트워크를 구축했다는 점이다. 이러한 유럽식 시민 참여 플랫폼을 벤치마킹해 국내에서도 혁신적인 운송 기술과 시스템 및 서비스가 사회적 수용을 바탕으로 원활하고 조화로운 방식으로 도입될 수 있도록 방안을 강구하는 것이 필요하다.

도로 운송 시스템의 혁신적인 변화는 글로벌 이슈인 기후변화 대응 방안을 제시함과 동시에 사회·경제적으로도 다양한 새로운 기회를 창출할 수 있으므로 이를 위한 제도적·정책적 기반을 마련해야 한다. 또 기술, 사회, 경제 및 에너지 등 각 분야의 이해관계자의 의견을 반영해 미래 운송 시스템으로의 전환이 안정적으로 실현될 수 있도록 해야 할 것이다.

1) A European Strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility  
 2) Certificate Policy for Deployment and Operation of European Cooperative Intelligent Transport Systems  
 3) Security Policy and Governance Framework for Deployment and Operation of European Cooperative Intelligent Transport Systems

## 제24회 이달의 산업기술상

기술을 믿하다

## 제24회 이달의 산업기술상

Industrial Technology of the Month

주최 : 산업통상자원부

주관 : 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원,

한국에너지기술평가원, 한국공학한림원

후원 : 한국경제신문사

## 기술 혁신 향한 끝없는 집념...

“어제보다 더 나은 오늘 만들다”

신종 코로나바이러스 감염증(코로나19) 확산으로 세계 경제 성장이 뒷걸음질치는 와중에도 한국 기업의 기술 혁신 노력은 계속되고 있다. '2020년 이달의 산업기술상' 시상식에서 12개 기업이 산업통상자원부 장관상을 수상했다. 산업통상자원부가 주최하고 한국경제신문사가 후원한 '2020 이달의 산업기술상' 시상식이 11월 5일 서울 반포동 웨어튼서울팔레스강남호텔에서 열렸다.



1월 장관상

사업화 기술 부문



㈜지니틱스  
대표이사  
박정권

햅틱 피드백 및 포스터치를  
지원하는 고감도·초저전력  
터치 컨트롤러 IC 개발

“스마트 워치, 스마트 밴드 등에 적용되는 기술로 키보드나 마우스 등 외부입력장치 없이 직접 화면에 손가락이나 펜 등을 이용해 메뉴 선택, 문자 또는 그림을 그려 넣는 기능을 구현할 수 있도록 터치스크린 센서를 구동, 센싱, 제어하는 기술이다. 햅틱 피드백 및 포스터치를 지원하는 고감도·초저전력 터치 컨트롤러 IC 등을 개발했다.”

2월 장관상

사업화 기술 부문



기득산업㈜  
대표이사  
공경열

조선해양플랜트용 형강류 및  
Angle과 같은 형강류 제조를 위한  
융복합형(IT+소성가공+자동화)  
핵심 기술 개발

“조선해양플랜트용 형강류 제작 공정은 수작업으로 이루어져 있으나 용·복합 자동화 기술을 개발해 IT 기반으로 소재 입고부터 제작 및 출하까지 관리자 모니터링이 가능하며 취부, 용접 및 벤딩 공정 자동화 기술 개발로 조선해양플랜트 다품종 소량생산 체제를 구축해 스마트 팩토리를 구현했다.”

3월 장관상

사업화 기술 부문



㈜씨엠에이글로벌  
대표이사  
김영선

Water-Soluble Polymer  
복합방사 원사 및 0.05d급 초극세 클리너  
및 패션제품 개발

“환경·공정 친화적인 복합 소재로 기존 분할사, 해도사를 사용하던 시장을 대체할 수 있으며, 극세 섬유제품 분야의 시장 점유도 가능하다. 공정 및 공정 시간 개선을 통해 생산량 증가와 원가 절감, 에너지 절감 효과가 기대된다.”

4월 장관상

사업화 기술 부문



㈜레이저텍  
대표이사  
주홍

파장가변형 초고속 스위칭 레이저 기반  
진단·치료 시스템 개발

“본 기술은 레이저의 세기 분포가 가우시안을 갖는 공진기를 구성하고 여기서 발생하는 레이저 펄스를 Stimulated Brillouin Scattering 현상을 이용해 나노초(Nanosecond) 펄스를 피코초(Picosecond) 펄스로 압축한다. 또한 피코초 펄스를 증폭해 수백 mJ의 에너지를 갖는 피코초 펄스 레이저를 발생시키는 것이 핵심이다.”

5월 장관상

신기술 부문



(주)바이오메트로  
연구소장  
**장석호**

루시아-신속·정확·저렴한 현장 진단용  
혁신적 혈액 진단 개발

“음극-전기화학발광법(C-ECL)은 현장형 POCT의 장점인 포터블 형태로 구현할 수 있으며 짧은 시간(5~10분)에 전처리가 필요 없는 소량의 샘플(5~10ul 이하의 체액)로 고가 대형 분석장비 수준으로 정확하고 정밀한 측정이 가능하다. 하나의 시료로 여러 개의 바이오마커 다중분석(Multiplex Diagnosis)이 가능하므로 의료진에게 정확한 진단정보를 제공할 수 있다.”

6월 장관상

신기술 부문



한은시스템(주)  
책임연구원  
**장길상**

6kW급 배터리 및 실내 난방  
통합 수가열식 유도가열히터시스템 개발

“유도가열은 전기에너지를 전자기파 형태로 전달해 발열체와 회로부를 분리할 수 있으며 발열체를 물속에 넣어 열효율을 극대화하고 내구성을 높이도록 했다. 유도가열히터의 특성을 체계적으로 정립하고 기술적 문제를 해결할 수 있는 독창적인 디자인 도출을 통해 특허를 출원했다.”

7월 장관상

사업화 기술 부문



덕양산업(주)  
대표이사  
**손동인**

저비중 발포 소재 적용 크래시패드 및  
디프로스터 개발

“저비중 PPF 소재·발포 공법을 적용한 부품을 개발함으로써 26.98%의 경량화 및 자동차 연료소비효율을 개선했다. 기계 증공화·PCM캡슐을 적용한 소재를 개발해 결로 현상 및 노이즈를 방지했다. 기능 통합 일체형 디프로스터를 개발해 부품 감소(18개→2개) 및 원가 절감을 실현했다.”

8월 장관상

사업화 기술 부문



아이쓰리시스템(주)  
대표이사  
**정 한**

MEMS 기술을 이용한 적외선 센서칩

“야간에 열 영상을 통해 장애물 감지나 AEB 동작을 가능케 하는 MEMS 적외선 센서칩 개발 및 영상처리 모듈을 제작했다. 자동차 등 범용적으로 사용 가능한 고성능·초소형 및 높은 호환성의 적외선 MEMS 칩과 이 칩이 적용된 영상처리 모듈 개발을 비롯해 자동차 신뢰성 시험(ES95400/ES96200)을 수행함으로써 사업화를 완료했다.”

9월 장관상

사업화 기술 부문



㈜에타맥스  
대표이사  
정현돈

마이크로 엘이디 결합 분석, 외관,  
모듈 성능 검사를 위한 광학적 검사 장비

“마이크로 LED의 기계적·전기적·광학적 결합 검사 장비를 개발했다. 기존에 마이크로 LED 검사 시장을 독점하고 있던 일본 제품 대비 에타맥스의 MiPLATO는 마이크로 PL 방식의 Intensity Mapping 방식으로 낮은 광량의 작은 칩에도 검사가 가능하다.”

10월 장관상

신기술 부문



지오씨㈜  
연구소장  
김준형

혈관 내 혈압 측정용 센서 시스템 개발

“국내 최초로 관상동맥 혈관의 협착 정도를 정량적으로 수치화하는 혈관 내 혈압 측정 광압력센서를 개발했다. 관상동맥 혈관 내 혈압 측정 시스템은 관상동맥의 특정 부분 혈압 및 혈류 흐름을 측정해 관상동맥 조영술 진행 시 스텐트 삽입 여부를 평가하는 데 매우 중요한 판단 근거를 제공하며, 생존율을 상승시키는 심혈관 진단 장비다.”

11월 장관상

신기술 부문



㈜우리소프트  
대표이사  
김병일

어린이 인지 장애 개선을 위해  
게임화(Gamification)와 데이터 분석 기능을  
가진 게임 플랫폼 기반의 임상 검증된  
4종의 3D 인지훈련 게임 개발

“훈련용 게임으로 수집한 데이터는 인공지능(AI) 기술이 적용된 게임 기반의 디지털 바이오마커를 적용한 아동 인지 장애 규준을 개발하고, 이를 기준으로 장애 아동의 성장에 따른 인지 기능 변화의 예측을 통해 더 효과적인 개인 맞춤형 훈련 프로그램과 치료를 제공한다.”

12월 장관상

신기술 부문



㈜세라컴  
부장  
인경필

광전소자 및 전력소자용  
AIN 단결정 제조 기술

“자외선 중 단파장에 속하는 UV-C 파장의 빛을 발광하는 LED를 만들기 위해서는 필수적으로 AIN 재질의 고에너지 단결정 기판이 필요하다. 고휂출용 벌크형 단결정은 전 세계적으로도 현재 활발히 개발되고 있는데 이를 국내에서는 최초로, 국제적으로는 세 번째로 상업 수준의 개발을 완료했다.”

# 빛 한 줄기, 한 줄기로 더 건강하고 밝은 미래를 선사한다

(주)레이저옵텍

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기진작을 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)레이저옵텍이 '파장가변형 초고속 스위칭 레이저 기반 진단·치료 시스템 개발' 연구과제를 통해 제품(PicoLO)을 개발하고 국내 식약처 및 유럽연합, 미국식품의약국, 일본 후생성으로부터 각각 KFDA, CE, FDA, PMDA 인증을 획득했다. 이렇듯 나노초 레이저 펄스를 액체 내에서의 펄스폭 압축을 통해 450피코초의 극히 짧은 펄스폭을 갖는 레이저 펄스 발생 및 이의 증폭을 통한 의료용 레이저 시스템을 개발한 성과를 인정받아 영예의 장관상을 수상했다.

NEW TECHNOLOGY

---

# 이달의 산업기술상

INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS



OF THE MONTH

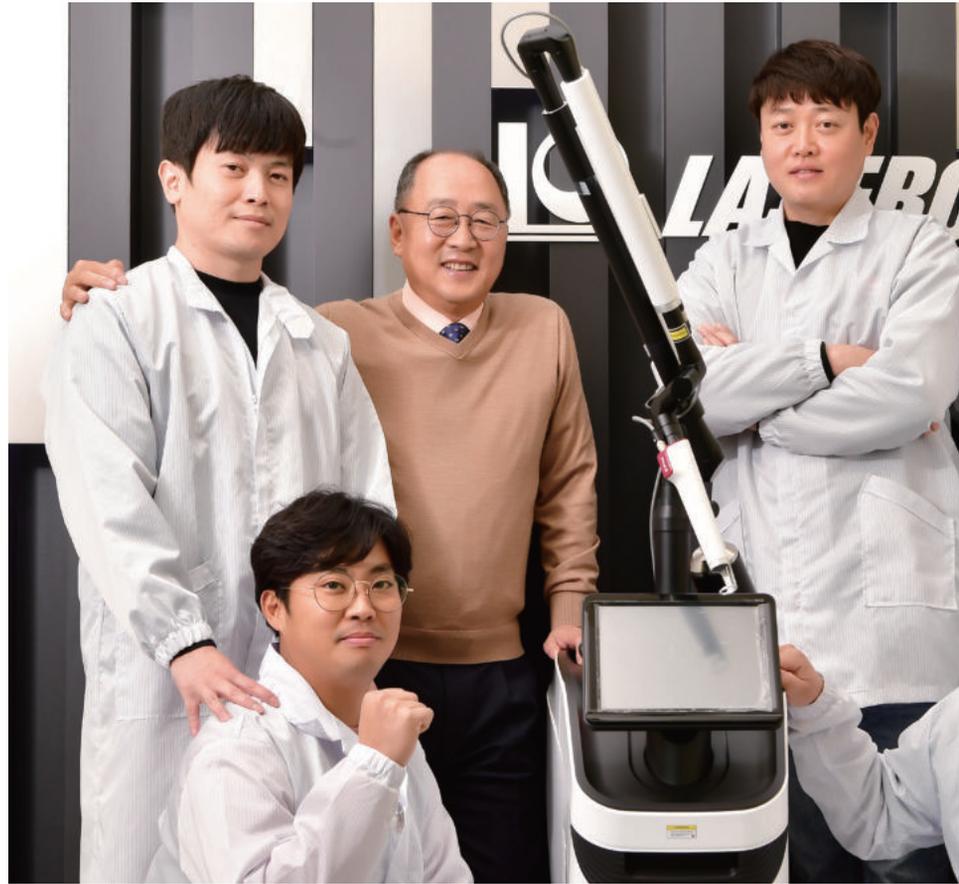
사업화 기술 부문  
산업통상자원부 장관상

# 빛 한 줄기, 한 줄기로 더 건강하고 밝은 미래를 선사한다

유도 방출에 의해 증폭된 빛(Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation)이라는 용어의 영어 머리글자를 딴 레이저(LASER)는 천재과학자인 아인슈타인이 이론을 정립하고, 1960년 7월 미국의 메이먼 박사에 의해 최초로 구현됐다. 이후 레이저는 모든 산업 분야의 고도화에 핵심적인 역할을 담당하고 있으며, 의료 분야의 경우 특히 피부미용 영역에서 없어서는 안 될 절대적인 역할을 하고 있다. 이런 가운데 산업용·의료용 레이저 기기 전문기업인 ㈜레이저옵텍이 자체 기술로 의료용 레이저 시스템 개발에 성공해 화제를 불러일으키고 있다.

## 피부미용 시장 약세 극복 전환점 마련, 수입대체 효과 전망

의료용 레이저에서는 레이저의 특성 중 하나인 단색광을 이용해 선택적으로 치료할 수 있으며, 이러한 단색광을 발진시키는 데 필요한 장치가 레이저 공진기다. 무엇보다 중요한 것은 레이저가 조사되는 시간인 펄스 듀레이션(Pulse Duration)이며, 특히 의



## How to

개발 목적에 적합한 SBS에 사용되는 액체를 구하는 것과 이 액체에 섞여 있는 불순물을 제거하는 방법을 개발하는 것이 가장 큰 난제였지만, 1년 반 동안 최적의 성능이 나올 수 있도록 SBS의 구조를 개량하고 간단하게 불순물을 제거하는 기술을 개발해 소형화·간편성 등의 문제를 해결했다.

료 분야 중 레이저 활용이 가장 많은 피부미용에서는 이 펄스 듀레이션이 매우 큰 역할을 한다고 해도 과언이 아니다.

현재 피부미용 시장에서 주로 사용되는 레이저 장비는 나노초(Nanosecond) 단위의 펄스 듀레이션을 이용하고 있다. 그러나 10억분의 1초라는 매우 짧은 시간인 나노초 레이저보다도 더 짧은 시간에 피부 색소와 같은 매우 작은 크기의 물질을 파괴할 수 있다면 주변 조직의 손상을 최소화함과 동시에

**파장가변형  
초고속 스위칭 레이저 기반  
진단·치료 시스템 개발**

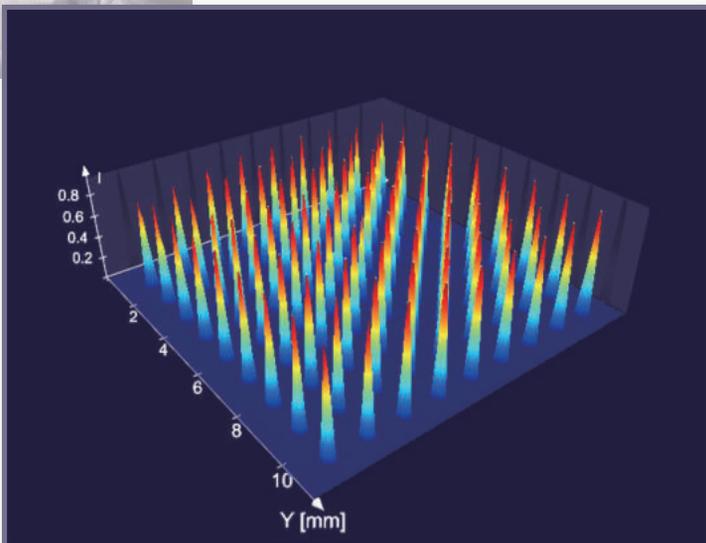
주홍  
(주)레이저옵텍 회장



치료 효과도 극대화할 수 있다. 그러한 이유로 1조분의 1초인 피코초(Picosecond) 레이저 장비가 최근 피부미용 시장에서 주목을 받고 있다.

이와 관련해 주홍 회장은 “피코초 레이저는 컬러 문신을 제거하기 위해 선진국에서 2012년 개

발됐고, 우리나라에서는 기존 나노초 레이저인 Q-Switched Nd:YAG(엔디야그)만이 생산돼 피부미용 시장에서 약세를 면치 못하고 있었다”며 “이러한 상황에서 국내 기술에 의한 피코초 레이저 개발이 요구됐고, 이에 당사를 중심으로 KIST, 한국광기술원, 단국대병원, 아산병원 등과 컨소시엄을 구성해 산업통상자원부 국책과제를 2014년부터 수행하게 됐다. 그 결과 과제 종료 전인 2017년 우선적으로 2파장 모델인 피콜로(PicoLO)를 개발하는 데 성공했고, 이듬해인 2018년 조기 사업화를 추진함으로써 그동안 수입에 의존하던 국내 피부미용 시장에 수입대체 효과는 물론 수출에도 큰 기여를 하게 됐다”고 말했다.



**> 사 업 명** 산업기술혁신사업  
**연구과제명** 파장가변형 초고속 스위칭 레이저 기반 진단·치료 시스템 개발  
**제 품 명** PicoLO  
**개발 기간** 2014. 6 ~ 2019. 5 (60개월)  
**총 정부출연금** 5,480백만 원  
**개발 기관** (주)레이저옵텍 / 경기도 성남시 중원구 갈마치로 244번길 31 (상대원동, 현대아이밸리 203, 204호)  
031-8023-5150 / www.laseroptek.com  
**참여연구진** 주홍, 김상혁, Aleksandr Tarasov, 구본학, 정용훈, 최종태, 김혜성

**자체 기술로  
의료용 피코초 레이저 시스템 개발**

이번에 레이저옵텍이 자체 기술로 개발한 피코초 레이저 피콜로는 나노초 펄스를 발생시키는 Q-Switched Nd: YAG(엔디야그) 레이저의 단일 모드 발진 기술을 기반으로 파장가변형 초고속 스위칭 레이저 기반 치료 시스템에 적용되는 기술인 피코초 기반 엔디야그 레이저다.

**Nd:YAG**

희토류 원소가 첨가된 산화물 단결정으로, YAG(Yttrium Aluminum Garnet) 결정에 네오디뮴(Nd) 원소가 불순물로 첨가된 레이저 매질이다.

이는 레이저의 출력 특성이 공간적·시간적으로 단일 모드를 갖는 공진기를 구성, 여기서 나오는 레이저 펄스를 SBS(Stimulated Brillouin Scattering) 현상을 이용해 피코초 펄스로 압축하는 기술을

사용함으로써 수백 피코초 펄스를 발생시키고, 이 피코초 펄스를 증폭해 수백 mJ의 에너지를 갖는 피코초 펄스 레이저를 발생시키는 것이 핵심 기술이다. 그리고 이러한 핵심 기술을 바탕으로 레이저옵텍은 1064nm 파장을 갖는 레이저 펄스를 발진시키고, 이 파장을 비선형결정을 사용해 532nm 파장으로 변환시킬 수 있도록 해 두 파장을 갖는 피코초 레이저를 제작하는 데 성공했다.

이에 대해 주 회장은 “이 기술은 나노초 펄스를 SBS 현상을 통해 펄스를 압축시키고 이를 통해 피코초 펄스를 생성하는 것으로 펄스폭의 안정성이



주홍  
(주)레이저옵텍 회장

±2% 이내이며, 최종 레이저 출력은 증폭 시스템을 통해 얻은 것으로 ±5% 이내의 출력 안정성을 나타내고 있다”면서 “이는 경쟁회사의 제품과 비교했을 때 2배 정도의 출력 안정도가 있을 뿐만 아니라 외산 제품에 비해서도 우수한 특성을 가지고 있다. 또한 세계에서 가장 작은 크기로 소형화해 기술과 제품 경쟁력 등 모든 면에서 매우 뛰어나다”고 밝혔다.

### 국내 레이저 광학 기술 선도기업 역할 특특히 해내겠다

한편 사업화와 관련해 주 회장은 “글로벌 미용의료기기 시장 규모는 2018년 112억 달러에서 2023년 184억 달러로 두 자릿수 성장이 예상되고 있으며,

이 가운데 에너지 기반 미용의료기기 시장은 노령 인구 및 비만 인구 증가와 기술 진보를 통한 안전하고 효과적인 미용치료 시술법의 개발, 레이저 기기의 안전성과 유효성에 대한 소비자 인식 제고, 젊은층의 노화 예방 차원의 미용 시술 증가 등의 이유로 2018년 26억 달러에서 2023년 42억 달러로 성장할 것으로 전망된다”며 “당사의 피콜로 레이저는 2018년 식약처 의료기기제조허가를 취득한 후 2019년 1월 미국식품의약국(FDA) 승인을 완료했으며, 수출에 필요한 요건을 갖추고 과제 종료 전 이미 35억 원 이상의 매출을 조기에 달성했다. 그리고 올해 3월에는 유럽 CE 마크 획득에 이어 10월에는 일본 후생성 PMDA 승인을 완료함으로써 북미뿐만 아니라 유럽, 일본 시장까지 확대를 꾀할 수 있게 됐다”고 말했다.

그리고 그는 “레이저옵텍의 제품은 전 세계 50개국 이상에서 사용되고 있고, 전 세계 35개국 이상에 대리점을 보유하고 있어 이런 대리점 네트워크를 활용해 수출에 박차를 가하고 있다. 또한 대륙별 맞춤형 마케팅과 브랜딩을 진행하고 해외 국가별 키닥터 구축 및 키닥터 네트워크를 활용해 임상 데이터 확보, 학술 활동 등을 통해 제품의 임상적 효과와 신뢰도를 쌓는 데 주력하고 있다”고 덧붙였다.

또한 앞으로의 계획과 목표에 대해 주 회장은 “이번 기술 개발을 통해 습득한 노하우와 기술을 바탕으로 아직 제품이 출시되지는 않았지만 개발 중인 것으로 Gain-Switching 기술을 활용한 785nm의 피코초 레이저가 있으며, 최근 의료기기 시험을 통과한 시제품의 상업화를 위한 스펙 확정을 검토 중이다. 아울러 피코초 레이저의 국내 기술이 무르익어 의료용 레이저뿐만 아니라 과학계 및 여타 산업계에도 그 활용도가 높을 것으로 예상되고 있는 가운데 레이저옵텍이 국내 레이저 광학 기술 리딩기업으로서의 역할을 할 수 있도록 최선을 다하겠다”고 밝혔다.



## 기계·소재

- 스위칭 소자용 임계 열전도도 향상을 위한 다층 클래딩 소재 및 공정 기술
- 자동차 연료전지 금속계 분리판 및 저마찰 부품 적용을 위한 1m<sup>3</sup> 이상 대용량 PE-MOCVD 기술
- Carbon Steel 및 Stainless Steel 가공용 초미립 인서트

# 이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중  
최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.  
기계·소재 3개로  
총 3개의 신기술이 나왔다.

# 스위칭 소자용 임계 열전도도 향상을 위한 다층 클래딩 소재 및 공정 기술

엘티메탈(주)

032-820-9670 / www.ltmetal.co.kr

대표적인 전기접점 소재인 AgCdO 합금은 인체 유해물질인 Cd로 인해 유럽 및 일본 등에서 그 사용 빈도가 점진적으로 제한되고 있으며, 국내 개폐기 및 차단기 제조업체에서도 Cd를 대체할 목적으로 동등 이상의 성능을 구현하는 Cd-free형 신규 전기접점 소재를 찾고 있다. 또한 전기접점의 사용 중 융착·소모·발열 등의 문제로 수명 저하 및 화재 등의 산업재해로부터 자유로운 고열전도도 소재의 개발이 요구되고 있는 상황이다. 한편 AgCdO계 접점을 대체하기 위한 Cd-free형 친환경 접점 소재의 개발은 해외 선진업체 중심으로 이루어졌으며 국내는 전무한 상태다. 따라서 Cd-free로 변화되고 있는 국내외 전기접점 시장에 신속히 대응하기 위해 국내 산학연 간 연계 개발을 통한 관련 산업의 인프라 구축이 필수다.

박주현 총괄책임자

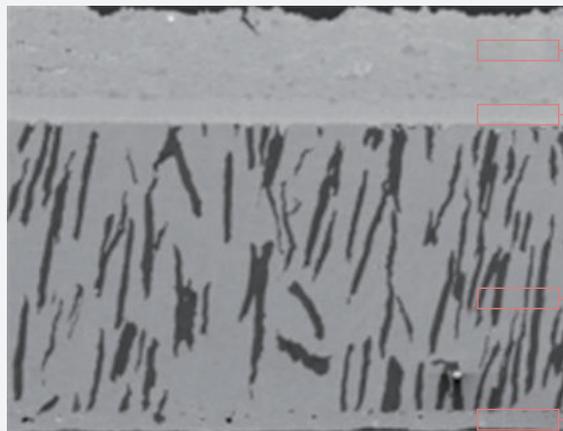
본 국책과제를 통해 개발된 기술을 전기접점뿐만 아니라 금속 소재 산업 전반(금속 타깃, 귀금속 타깃 및 소재부품 등)에 걸쳐 친환경 공법의 우수한 분말 제조 기술을 적용해 본 국책과제의 질적인 부분과 함께 양적으로도 성과를 높일 계획입니다.

이러한 상황에서 엘티메탈(주)을 비롯해 (재)포항산업과학연구원, 인하대 산학협력단, 한국생산기술연구원 등이 본 연구과제를 통해 핵심 기술인 플라즈마(Plasma)를 이용한 친환경 합금분말 원소재 제조 및 분말법 기반 Cd-free계 접점소재 제조 기술을 개발했다. 더불어 고열전도도 복합 금속소재 제조를 비롯해 스프레이(Spray) 공법을 적용한 전기접점 소재의 제조 기술을 확보했다.

본 연구과제를 통해 개발된 분말야금을 이용한 Ag-M계 접점소재 제조 기술 및 공정별 차별화 기술은 사업화 목적으로 국내 최초로 시도되는 것으로 기술적 난도가 매우 높다. 특히 사업화 성공 시 신규 재질 전기접점 소재의 국산화는 물론 해외 시장로의 수출 가능성이 클 뿐만 아니라 본 연구과제에서 개발한 차별화 기술 활용함으로써 기술 및 가격 경쟁력을 탄탄히 해 진입장벽을 만들 수 있을 것으로 전망된다.



Rivet 제품 및 Strip 제품



AgNi Layer

Ag Layer

Cu-C Layer

BCuP Layer

첨단부리기술 / 기계·소재

# 자동차 연료전지 금속계 분리판 및 저마찰 부품 적용을 위한 1m<sup>3</sup> 이상 대용량 PE-MOCVD 기술

동우에이치에스티(주)

031-499-6622 / www.dwhst.co.kr

중래의 화석연료를 사용하는 자동차산업은 현재 지구온난화와 같은 환경 문제에 직면해 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 글로벌 자동차 업계는 동력에너지 기준에 따라 고효율 내연 엔진 기술 개발, 하이브리드 시스템 기술 개발, 친환경 자동차 기술 개발의 구체적인 미래 자동차 기술 개발 로드맵을 수립해 앞으로 나아가고 있다. 미래 자동차를 성공적으로 개발하기 위해서는 구동부품의 저가형 기능성 표면처리 기술 개발이 매우 중요하다.

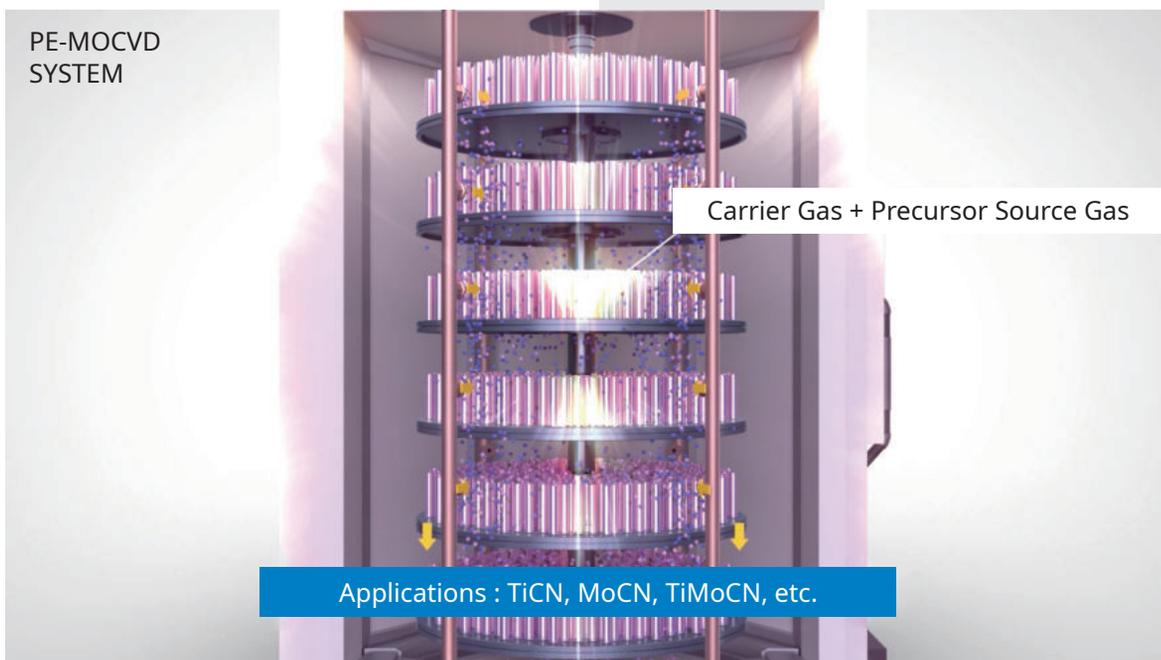
기존 자동차 부품에 적용되는 표면처리 기술은 대부분 습식도금 또는 물리 기상 증착(PVD), 플라즈마 화학 기상 증착(PECVD) 기술 등이다. 하지만 습식도금 기술은 환경 오염 문제가 있고 PVD 기술은 원가절감에 애로점이, PECVD 기술은 물질 제한에 따른 기능성 구현에 한계를 나타내

안승균 총괄책임자

동우에이치에스티(주)는 개발 기술을 자동차산업에 적용하고자 양산화 시스템을 구축하고 있으며, 특히 수소연료전지 분리판에 탑재하기 위한 장기 내구성 평가를 진행하고 있습니다. 평가가 완료되면 기존 고가의 수소연료전지 분리판 표면처리 방법인 금도금을 대체하는 세계 최초의 저가형 표면처리 기술이 될 것이고, 수소연료전지차의 조기 상용화에도 이바지할 것입니다.

고 있어 이를 개선할 수 있는 새로운 표면처리 기술의 도입이 절실한 상황이다.

동우에이치에스티(주)는 현대자동차(주), 엔씨켄(주), 한국생산기술원, 부산대와 함께 산업통상자원부에서 주관하는 국책과제를 수행해 Metal-Organic Precursor(유기금속 전구체)를 이용한 PE-MOCVD(Plasma Enhanced Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 공정 기술과 설비 기술, 이를 이용해 다양한 자동차 부품 및 수소연료전지 분리판에 적용할 수 있는 탄소계 나노복합체 코팅 물질을 개발했다. 이 코팅 기술을 다양한 자동차 부품에 적용해 구동 시스템의 저마찰 특성 구현은 물론 자동차 연비를 향상시킬 수 있다. 또한 미래 친환경 자동차로 분류되는 수소연료전지차의 분리판에 탄소계 나노복합체 코팅을 적용함으로써 수소연료전지의 기능을 한층 높일 수 있다.



# Carbon Steel 및 Stainless Steel 가공용 초미립 인서트

(주)나노테크

043-210-7608 / www.nanoloy.co.kr

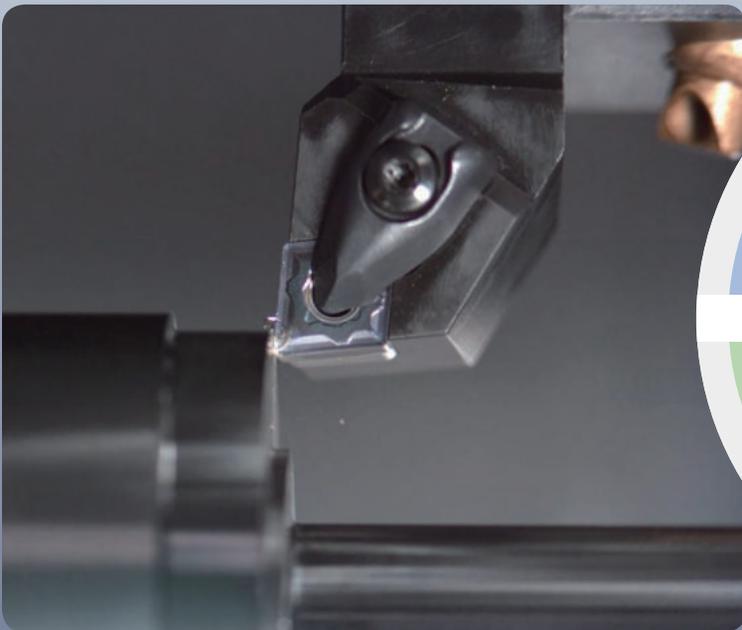
카본 스틸(Carbon Steel) 및 스테인리스 스틸(Stainless Steel)은 자동차, 우주·항공, 선박, 정보기술(IT) 등 대부분의 산업에 사용되는 재료로 가공 환경은 더욱 가혹해지고 있으며, 이에 대응하는 고성능 절삭 공구에 대한 수요가 덩달아 높아지고 있다. 스틸계(강용) 가공 인서트는 고온경도, 내산화성, 내마모성을 갖는 원재료로 (W,Ti)C 분말이 주로 사용된다. 국내에서는 지금까지 기술적 한계가 있어 제조하지 못했으나 본 과제를 통해 초미립 (W,Ti)C 분말을 국내 최초로 개발해냈다.

이현호 총괄책임자

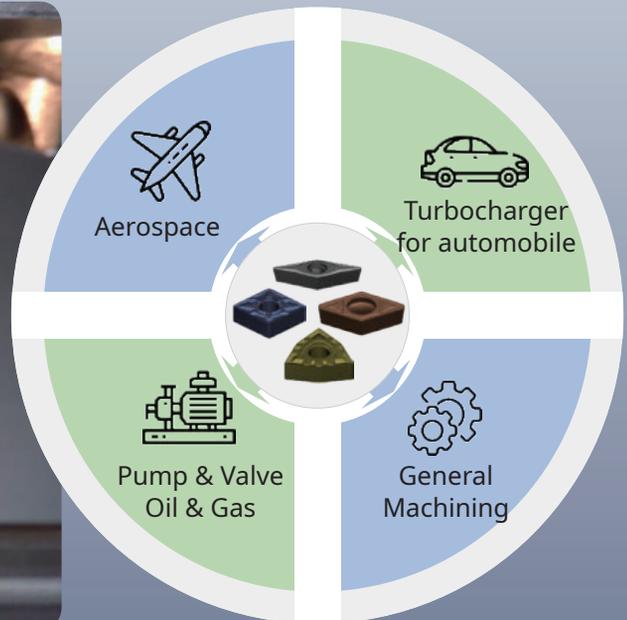
국내 최초로 개발한 초미립 (W,Ti)C 분말을 이용한 초미립 인서트로 난삭재 가공 분야의 개척자가 되고자 합니다. 해외 종합메이커와 경쟁하는 한국 토종 종합 절삭 공구 메이커로 자리매김해 우리나라 공구산업 발전에 기여하고자 합니다.

(주)나노테크는 초미립 (W,Ti)C 분말 개발을 완료함에 따라 원재료부터 최종 절삭 공구까지 일관체계 구축이 가능했으며, 이를 통해 종합 절삭 공구 메이커로 발돋움하는 시너지 효과를 이룩했다.

스틸계 가공 인서트는 터빈, 엔진, 실린더, 가스배관, 반응기, 기계부품 등과 같이 다양하게 전방위 산업의 생산성을 향상시켜 산업계 전반에 걸쳐 긍정적인 효과를 거둘 수 있다. 특히 개발된 (W,Ti)C 분말로 만든 인서트는 해외 유수 메이커 Sandvik, Kennametal, Iscar 등 수입 비중이 높은 고성능 절삭 공구의 수입 대체에 크게 이바지하고자 한다.



초미립 인서트 가공 사진



초미립 인서트 애플리케이션

## 기계·소재

■희성촉매(주)의 DOC와 SCR 촉매

## 화학

■(주)삼환티에프의 OCEAN MASK

# 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. 기계·소재 1개, 화학 1개로 총 2개의 사업화 성공 기술이 나왔다.

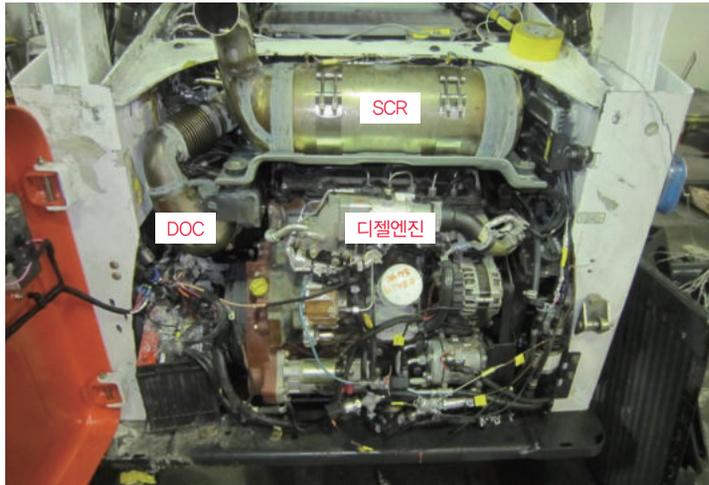
희성촉매(주)의 DOC와 SCR 촉매

유해한 배기가스를 무해한 가스로 정화하다

고출력이 필요한 도로 위 버스, 트럭과 포클레인 등 건설장비는 출력과 연비 문제로 인해 디젤엔진의 사용이 불가피하다. 따라서 지구온난화 문제로 인한 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출 최소화라는 환경 규제 만족을 위한 고출력·고연비의 디젤엔진 개발과 더불어 엔진에서 배출되는 유해한 배기가스를 무해한 가스로 정화시켜주는 촉매의 개발은 지구의 환경 보호와 인류의 삶의 질 개선 차원에서 필수적이다.

먼저 개발된 디젤 산화 촉매(Diesel Oxidation Catalyst : DOC)는 세라믹 하니컴에 코팅된 형태로 낮은 온도에서도 디젤엔진에서 미연소된 유기화합물(HC)과 일산화탄소(CO)를 H<sub>2</sub>O와 CO<sub>2</sub>로 정화할 수 있도록 최적의 지지체를 적용해 귀금속의 분산도를 증진시켜 귀금속의 사용량을 최소화하면서 정화 성능은 극대화했다. 선택적 환원 촉매(Selective Catalytic Reduction : SCR)는 저온 및 고온에서 높은 질소산화물(NOx) 정화 성능을 확보하기 위해 활성 성분인 Cu의 상태를 조절, 내구성이 확보된 제올라이트 물질에 적용해 개발했다.

기계산업핵심기술개발사업 / 기계·소재  
기술명 : 건설기계 배기규제 대응  
저온연소/후처리 통합기술 개발  
연구개발기관 : 희성촉매(주) /  
031-496-5500 / www.hscatalysts.com  
참여연구진 : 희성촉매(주) 한현식 외



개발 DOC, SCR의 디젤엔진 장착(엔진룸 내부) [두산인프라코어 제공]

Tier-4 배기 규제를 만족하는 고효율 촉매 시스템 개발을 통해 가격 경쟁력이 있는 건설기계를 제품화함으로써 건설기계에 대한 경쟁력을 강화했다. 확보된 요소 기술은 다른 상용 디젤엔진(산업기계, 농업용 기계 및 소형 선박 등)의 배기가스 정화 기술로 적용할 수 있다.



DOC, SCR이 장착돼 양산 중인 휠로드, 굴착기

건설기계 및 국가 브랜드 이미지 증진하다

DOC와 SCR은 이 두 촉매의 조합으로 두산인프라코어의 산업용 디젤엔진에 장착, 휠로더나 굴착기 등 건설기계에서 배출되는 유해가스(HC, CO, NOx)를 정화함으로써 환경 규제 Tier-4를 만족시키게 된다. 일반 소비자는 개발된 촉매의 실물을 쉽게 관찰할 수 없는데, 이는 대부분 엔진 공간에 장착되기 때문이다. 하지만 대기질 개선이라는 절체절명의 임무를 훌륭하게 수행해 내고 있다.

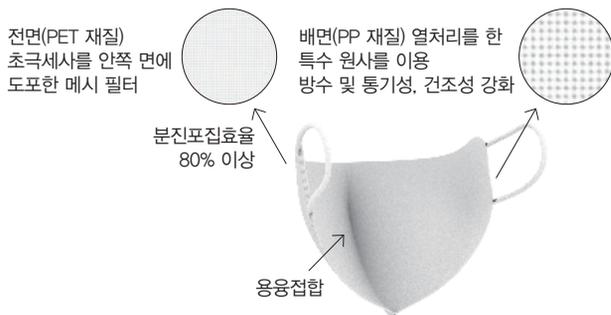
한편, 2009년 착수한 본 개발 사업은 2014년 시작된 건설기계의 Tier-4 배기규제를 만족시킴과 동시에 양산을 목표로 했다. 내연기관에서 배출되는 배기가스 정화 시스템은 핵심 환경 부품으로 일부 선진국에서만 기술을 보유하고 있어 전 세계적으로 기술에 대한 진입장벽이 다른 기술에 비해 높다. 또한 향후 배기가스 규제가 점차 강화되고 있는 추세에서 환경 핵심 부품을 해외 기술에 의존한다면 그 종속성은 점점 더 커져 갈 것이다. 이에 두산인프라코어와 협력해 국내 독자 기술을 개발함으로써 건설기계 경쟁력 확보 및 선진국과의 기술격차를 해소하고 나아가 국산 건설기계 제품 및 국가 브랜드의 이미지 증진에 기여하고 있다.

## (주)삼환티에프의 OCEAN MASK 물에 젖어도 마스크 성능이 유지되다

(주)삼환티에프가 개발한 오션 마스크(OCEAN MASK)는 고온다습한 환경에 노출되거나 표면이 물에 젖어도 분진포집효율 80% 이상의 성능이 유지된다. 때문에 로커룸, 샤워실은 물론 물놀이 중에도 벗고 쓰기를 반복하지 않고 물 안팎에서 안전하게 착용 가능하다.

기존의 정전기력을 이용한 MB 부직포 마스크는 고습윤 또는 물에 침지됐을 때 성능이 상실되는 반면 초극세 섬유(Ultra Micro Fiber)를 사용한 오션 마스크는 정전기력이 아닌 초극세공을 이용한 여과 방식으로 물에 침지된 후 사용해도 성능에 변화가 없고 비말 차단 기능을 가진다. 이렇듯 초극세사섬유를 아주 작은 간극의 메시 원단에 도포해 0.2 $\mu$ m의 기공을 만들며, 이를 통한 멤브레인 효과(여과막을 형성해 선택적 물질(공기)만을 통과 시킴)를 활용한 마스크다. 또한 마이크로 파이버(직경 20 $\mu$ m)의 100분의 1 수준인 울트라 마이크로 파이버가 교차되며 만드는 기공은 약 0.2 $\mu$ m로 초미세먼지를 비롯해 0.2 $\mu$ m보다 큰 세균이나 바이러스의 침투를 차단해 비말 차단이 가능하다.

섬유생활스트림간협력사업 / 화학  
기술명 : 국내 의류 스마트 팩토리  
구축을 위한 디지털 재봉기 및  
생산관리 시스템 개발  
연구개발기관 : (주)삼환티에프 /  
070-4492-6206 / samhwantf.com  
참여연구진 : (주)삼환티에프 탁병환 외



나노 전기방사로 제조된 0.2 $\mu$ m 미세 기공을 만드는 멤브레인을 메시 원단에 도포하고 pp 부직포와 고무파 본딩을 해 제조된 멤브레인은 미세먼지와 비말 차단력이 우수하며 물을 쉽게 배출할 수 있는 구조다.



### 국내 최초로 개발한 워터파크 전용 마스크

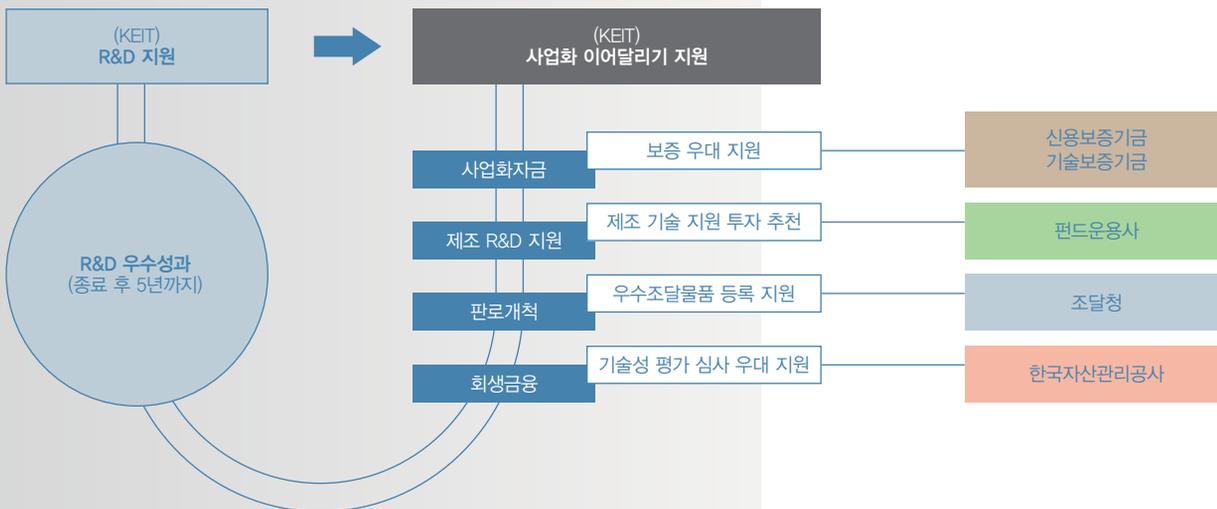
삼환티에프가 개발한 오션 마스크는 고온다습한 환경에 노출되거나 표면이 물에 젖어도 분진포집효율 80% 이상의 성능을 유지한다. 때문에 수영장, 목욕시설, 해수욕장 내 로커룸, 샤워실과 같은 대중이용 공간뿐만 아니라 고온다습한 환경에서도 안전하게 착용이 가능하다. 기존 정전기력을 이용한 MB 부직포 마스크는 고습윤 또는 물에 침지됐을 때 성능이 상실되는 반면 초극세섬유를 사용한 오션 마스크는 정전기력이 아닌 초극세공을 이용한 여과 방식으로 물에 침지된 후 사용해도 성능에 변화가 없다. 이는 메시 원단에 초극세사를 도포해 형성된 초극세공으로부터 멤브레인 효과를 나타내는 원리이며, 이렇게 형성된 기공은 약 0.2 $\mu$ m로 초미세먼지를 비롯해 0.2 $\mu$ m보다 큰 세균이나 바이러스, 비말 차단이 가능하다.

## 2020년 사업화 이어달리기(판로개척)

한국산업기술평가관리원(KEIT)은 산업부의 산업기술 R&D로 지원하여 개발된 중소·중견기업의 우수한 연구개발성과에 대해 사업화 및 양산자금, 판로개척, 회생금융까지 기술 사업화를 전방위 지원하는 패키지 지원 서비스를 구축·운영 중이다.

### 2020년 '사업화 이어달리기' 중점 추진

KEIT는 R&D 사업화 촉진을 위해 기업이 사업화에 성공할 수 있도록 관련 기관과의 협력 체계를 강화하고 있다. 이와 관련해 판로개척, 사업화자금, 회생금융, 제조업 기술혁신펀드 등 사업화 토탈 패키지 서비스 내실화를 위해 대상 사업을 확대하고 지원 체계를 강화했다.

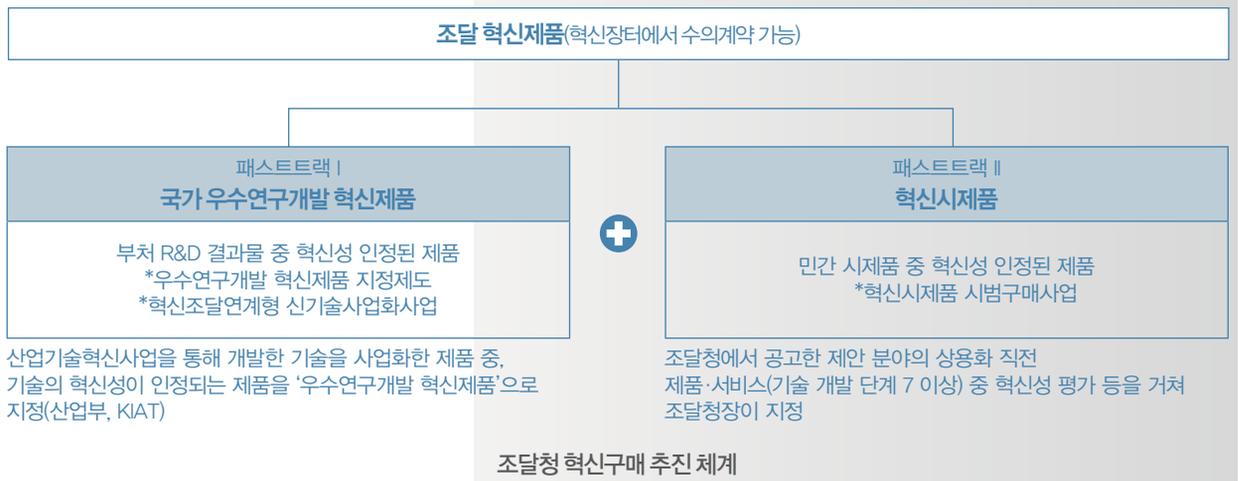


이러한 산업기술 R&D 사업화를 위한 지원 프로그램 중 기술금융과 관련한 사업화자금, 회생금융, 기술혁신펀드를 다룬 지난 호(11월호 참조)에 이어 이번 호에서는 판로개척 프로그램을 살펴본다.

### 혁신제품의 판로 확보하다

판로개척 프로그램은 산업기술 R&D 이후 제품화를 실현한 기업이 공공판로로 진입할 수 있도록 지원하는 사업이다. 대표적으로 조달청 혁신시제품 및 우수조달물품 등록을 통해 기업에서 개발한 제품을 '혁신장터'(혁신조달플랫폼)에서 공공조달(수의계약 대상)이 가능하다. '국가계약법 시행령' 제26조에 의해 혁신제품으로 지정 후 3년간 수의계약이 가능하다.

이와 관련해 KEIT 지원 R&D 성과물의 조달혁신제품 지정을 위한 공공조달 연계 대상 사업을 패스트트랙 I, II 전체로 확대한다. 패스트트랙 I은 국가 우수연구개발 혁신제품, 패스트트랙 II는 혁신시제품 시범구매 사업을 지칭한다. 이를 위해 KEIT는 R&D 성과과제 중 R&D 키워드 매칭 등을 통해 공공조달과 연계 가능한 수요(과제, 기업)를 데이터 기반으로 발굴해 조달청 사업 지원을 안내하고 있다.



### 협업 통해 가시적 성과 창출하다

KEIT 지원 R&D 과제 중 8개 기업(혁신제품 4건, 혁신시제품 4건)이 조달청 등록을 실현했고, 3개 기업이 혁신제품 선정 평가 중이다. 조달청 혁신제품으로 등록된 제품은 (주)아스타의 MALDI-TOF MS(MicroIDSys), (주)삼진정밀의 자기진단형 실시간 누설 모니터링 밸브, (주)블루오션테크의 잔교(진공유동방지장치를 구비한 부유체), (주)호룡의 전기 굴착기(모델명 HR35e) 등이다. 이 제품은 KEIT R&D 성과를 바탕으로 사업화된 제품으로, 지정일로부터 3년간 혁신제품으로 인정돼 정부·공공기관 등과의 공공조달에서 수의계약이 허용된다.

더불어 중소기업에 혁신시제품 등록을 안내한 패스트트랙 II를 통해 (주)휴인스, (주)원일티엔아이, (주)트렉스타, (주)아큐리스의 제품이 혁신시제품으로 최종 선정됐다. 관련 제품은 휴인스의 재난치안용 무인기 통합 시스템, 원일티엔아이의 시장보급형 천연가스 개질 고순도 수소생산유닛 100% 국산화 설계, 트렉스타의 낙상 방지를 위한 스파이크가 내장된 동계용 신발, 아큐리스의 사운드마스킹 제품 아큐마스터 등이다.

이러한 성과 창출과 관련해 KEIT 정양호 원장은 “중소기업이 개발한 R&D 성과물이 혁신조달이라는 공공판로를 통해 초기 시장을 창출할 수 있도록 지속적으로 관련 부처 및 유관기관과 협력을 추진할 계획”이라며 “KEIT는 향후 R&D 지원 전문성 강화와 함께 사업화 자금 및 기업경영 지원 등 사업화 성공을 위한 장애물을 뛰어 넘을 수 있는 전방위적 서비스 환경을 지속적으로 구축하겠다”고 밝혔다.

## KEIT 지원 창업 스토리

정부의 혁신창업 생태계 조성 방안에 따라 사내 벤처 활성화를 통한 민간 일자리를 창출하고자 한국산업기술평가관리원(KEIT)은 임직원 창업지원규칙을 제정하고, 지원계획을 수립했다. 이를 통해 KEIT 임직원 중 1명(박성률 선임)이 기술창업에 성공했다. 평소에 기술창업을 생각한 적은 있었으나, 창업 실패의 두려움으로 도전하지 못하다가 창업지원제도를 통해 컨설팅 등을 받으면서 자신감을 갖게 됐다고 한다.

### 국내 최초의 바이오 산업용 멤브레인 기업 (주)움틀



창업기업인 (주)움틀은 '움트다'란 뜻으로, 국내 최초 바이오산업용 멤브레인을 목표로 2019년 12월 설립됐다. 시제품 제작에 필요한 재료비 확보를 위해 현재까지 50개 이상의 창업경진대회를 신청했다. 그 중 KTB 벤처챌린지, 블루포인트파트너스 FAST FORWARD, 롯데그룹 L-CAMP에 선정됐고 투자와 액셀러레이팅을 받게 되면서 창업이 구체화될 수 있었다. 지난 10월에는 셀트리온과 신한금융그룹이 함께 운영하는 창업 보육프로그램인 'S² Bridge: 인천' 인큐베이션 멤버십 10개 기업에 선정돼 1년 동안 셀트리온의 창업보육을 받게 됐다.

움틀은 크게 두 가지 사업을 구상하고 있다. 첫째는 바이오 의약품용 멤브레인이고, 둘째는 진단키트용 멤브레인이다. 멤브레인은 특정한 물질을 걸러낼 수 있는 일종의 필터라고 보면 된다. 멤브레인을 두고 큰 물질은 걸러내고, 작은 물질은 통과시킨다.

바이오의약품은 생산 과정에서 세균과 바이러스를 제거해야 하고 의약품으로 만들어내기 위해 특정한 항체 등의 단백질을 농축해야 한다. 이 과정에서 멤브레인이 꼭 필요한데 현재 전량 수입에 의존하고 있다. 진단키트의 경우에도 면역진단은 LFA(Lateral Flow Assay)라는 NC(Nitrocellulose) 멤브레인과 흡수-결합-샘플 패드로 이뤄진 것에 항원·항체를 붙여 진단에 사용하고 있다. 이 경우 짜꺼기나 혈액의 혈구·혈장 등을 우리가 사용하고자 하는 항원·항체로부터 분리해야 하는데, NC 멤브레인이 이 역할을 한다. 2021년 상반기에 멤브레인 제품 출시를 계획 중이며, 하반기에는 품질관리(QC)가 되는 제품을 생산할 예정이다.

박성률 대표는 "KEIT에서 일하면서 R&D가 사업화 성공으로 이어지는 모습을 지켜보고, 전략적인 방향을 생각해 본 만큼 실제 사업화에서 성공하는 모습을 보여드리고 싶다"고 포부를 드러냈다.



바이오 의약품 생산용



진단키트용 부품

# 2020년 KEIT 성과활용현황조사 안내

조사기간: 2020년 11월 30일(월) ~ 2021년 1월 8일(금)



성과  
입력 방법

itech.keit.re.kr에 로그인 → R&D 행정지원 →  
성과조사 클릭 → 성과조사 대상과제 확인 및 입력 →  
성과제출확인서 전자서명 및 제출

성과데이터  
입력 시  
유의사항

- ① (제출 완료 방법) 성과를 모두 입력하고 성과제출확인서에 전자서명 후 제출 완료  
※ 상시 성과로 입력된 데이터는 동 성과 조사 기간에 수정 보완이 가능합니다.
- ② (조사대상 성과 기준) 동 성과조사는 2020년 내에 발생한 성과를 입력  
※ 2020년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 발생한 성과를 입력해 주시기 바랍니다.
- ③ (개인명의 특허) 국가 R&D과제 수행을 통해 발생한 특허를 개인명으로 출원·등록 시, 연구부정 행위로 간주돼 참여제한 1년 조치를 받을 수 있음  
※ 개인명의 특허는 R&D 수행기관 명의로 변경 조치 후 등록하시기 바랍니다.
- ④ (매출 실적) 증빙을 반드시 등록하되, 증빙 확보가 어려운 경우에는 사업화확인서 필수 등록  
※ (사업화확인서-첨부3) 중소기업은 대표자 직인, 중견기업과 대기업은 대표자 또는 CFO 직인



# 2020 대한민국 산업기술 온라인 R&D대전

## “불확실성 시대, 산업기술의 혁신과 생존”

‘2020 대한민국 산업기술 온라인 R&D대전’이 12월 16일부터 18일까지 3일간 개최된다.  
산업통상자원부가 주최하는 이번 R&D대전은 ‘불확실성 시대, 산업기술의 혁신과 생존’이라는 슬로건으로 진행된다.

### 온라인으로 마련된 신기술·신제품 전시관

한국산업기술평가관리원(KET), 한국에너지기술평가원(KETEP), 한국산업기술진흥원(KIAT)이 주관하는 ‘2020 대한민국 산업기술 온라인 R&D대전’에는 총 103개 업체가 참가, 산업기술 R&D 성과와 최신 기술 동향을 보여주는 R&D 우수 제품이 전시된다.

디지털 헬스케어, 맞춤형 바이오 진단·치료, 스마트홈, 웨어러블 및 가상·증강 기술 등 건강·스마트 제품이 전시되는 미래 메가트렌드관에는 피씨엘, 아이닉스 등 40여 개 업체가 참여한다. 또한 첨단 소재, 차세대 반도체, 첨단 제조공정장비 등이 전시되는 소재·부품·장비관에는 아이닉스, 하나에이엠티, 랩앤피플 등 17개 업체가 참여한다. 더불어 전기수소자율주행차, 수소에너지 등이 전시되는 K뉴딜관에는 글로벌즈, 전자통신연구원 등 20개 업체가 참가한다. 이외에도 정부출연연구기관, 전문연구기관이 개발한 미래산업 관련 기술 제품이 전시되는 연구기관존, 대한민국 기술대상 수상기업, 산업기술 유공자 수상 개인의 기술 및 제품이 전시될 기술대상관 등으로 구성된다.

한편, 미래산업정책포럼 등 산학연 전문가의 기술 교류 행사와 글로벌 특강, 기술테크쇼(Technovation Show)와 같은 일반 관람객을 위한 행사와 국민 소통 프로그램 등 15개 부대행사도 비대면 영상을 통해 함께 운영된다.



2020 대한민국 산업기술  
R&D대전 온라인 전시관  
바로가기

불확실성 시대,  
산업기술의 혁신과 생존



**산학연 기술교류 행사**

전시회와 더불어 기술 개발 동향을 소개하고 신산업 창출 방향을 논의하는 산학연 산업기술인 간 기술교류의 장도 마련된다.

첫날인 16일에 열리는 미래산업 정책포럼은 ‘한국 산업의 리질리언스를 위한 산업 대혁신의 길’이라는 주제로 진행된다. 이번 행사는 60인 내외의 포럼위원을 대상으로 정책제도, 제도산업, 신산업 등 분과별 정책 어젠다를 발굴할 예정이다. 이어 개막 당일 오후에 ‘불확실성 시대, 산업기술의 혁신과 생존’이라는 주제로 개최되는 글로벌 특강은 코로나19 여파에 따라 온라인 강연으로 진행된다. 더불어 총 30여 개 선도기업에 대한 선정서 수여식이 진행되며, 산업융합 선도 기업 사례 발표도 진행된다.

이어 17일에는 에너지기술혁신 우수성과 정보교류회와 산업융합 해커톤 수상작 사용성 평가회가 열린다. 우선 에너지기술혁신 우수성과 정보교류회는 에너지 분야 R&D 우수과제 발표를 통해 성과 확산 및 중장기 에너지 기술 개발 추진 방향을 설명하는 등 에너지 기술 관련 공유·소통의 장으로 마련된다. 다음으로 산업융합 해커톤 수상작 사용성 평가회는 기술 개발 제품에 대한 잠재적 소비자(품평단)를 대상으로 우수 제품에 대한 평가를 진행하고 VC 심사위원 참여도 병행한다.

전시회 마지막 날인 18일에 열리는 산업기술 R&D뉴딜정책포럼은 2021년 과제기획 결과에 대한 공청회를 ICT 유관기관(ETRI, KETI, 삼성, LG, 네이버, 카카오 등)을 대상으로 개최함으로써 전문가 검증 강화프로그램이 진행된다.

한편, 대한민국 기술대상 시상식은 개막 행사와 동시에 진행되며 코로나19에 따라 참석 인원을 제한하고 온라인 라이브 스트리밍을 통해 생중계한다. 기술대상 시상식에서는 오랜 기술 개발 노력으로 국가 경제 발전에 이바지한 산업기술 진흥 유공자 32명에 대한 포상과 올해 가장 우수한 기술로 뽑힌 기술대상 16개 수상기관에 대해 시상한다.





## 복합 재난 상황으로부터 국민안전을 책임진다

### 재난치안용 멀티콥터 무인기 공동 플랫폼 기술 개발 (주)휴인스

기업의 연구개발(R&D)은 기본적으로 사업화를 통한 이익 창출에 초점을 맞추고 있다. 그러나 연구개발의 저변에는 사회적 가치를 실현해 인류가 좀 더 나은 삶을 살 수 있고, 국가의 위상을 드높이는데 주안점을 둔다. 연구개발 우수기업의 면면을 살펴보면 공통적인 특징 하나가 있다. 기술보국(技術保國)과 기술보인(技術保人)의 사상. 이런 점에서 볼 때 세계 최고 수준인 국내 이동통신기술과 정보통신기술(ICT)을 무인기 개발에 적용하면서 무인기 연구개발을 주도하고 있는 (주)휴인스의 열정과 노력은 나날이 성장하는 세계 무인 시스템 시장에서 이목을 끌고 있다.

#### 사람을 위한 인텔리전트한 시스템을 만든다

1995년 설립된 휴인스는 ARM Core 기반의 솔루션 및 SoC 검증 플랫폼, 드론 시스템, 사물인터넷 시스템, 안드로이드·임베디드 개발 솔루션, 코딩·아두이노 시스템, 웨어러블 시스템, 로봇 시스템 분야에서 전문 기술을 보유한 회사로 국내 무인 항공기, 인공지능(AI), 임베디드 시스템 분야의 혁신을 선도하고 있다.

특히 휴인스는 2015년 초경량 무인 항공기를 자체 개발한 이후로 매년 국책과제를 수행하고 있으며, 공공기관 및 국방사업에도 꾸준히 참여해 우수한 성능의 자체 개발 무인 항공기를 납품하고 있는 기업이다. 아울러 무인기를 활용한 재난 및 치안 예방 활동으로 국민 안전 제고, 안전한국과 국가안전지수 선도국 실현에 기여함은 물론 국가안보에도 이바지하고 있다.

이에 대해 송태훈 대표는 “휴인스는 ‘휴먼 인텔리전트 시스템’을 줄인 말로, 사람을 위해 인텔리전

트한 시스템을 만들어 이 사회에 공헌한다는 의미를 지니고 있다”면서 “고객의 필요에 부합하는 최적의 시스템을 제안하는 한편 참신하고 다양한 컨셉의 개발자용 디자인을 선보임으로써 보다 편리하고 안정적으로 적용하기 위해 휴인스는 다채로운 개발 환경을 공급하고 있다. 특히 취미용, 항공촬영용, 재난감시용, 택배용, 운송용 등 여러 분야에서 활용되는 드론의 경우 당사의 기술이 타사에 비해 크게 앞서는 등 국내 최고 기업이 되기 위해 임직원 모두가 최선을 다하고 있다”고 말했다.

## 무인항공기 전문 기술 모두 섭렵, 조달청 혁신시제품 선정 쾌거

이처럼 무인 항공기 분야의 모든 것을 자체 소화할 수 있는 휴인스의 뛰어난 기술력은 2017년 6월부터 2020년 8월까지 수행한 '국민안전 감시 및 대응 무인 항공기 통합 시스템 구축 및 운용 사업' 중 2세부과제 사업인 '재난치안용 멀티콥터 무인기 공통 플랫폼 기술 개발 사업'에서 크게 빛을 발했다.

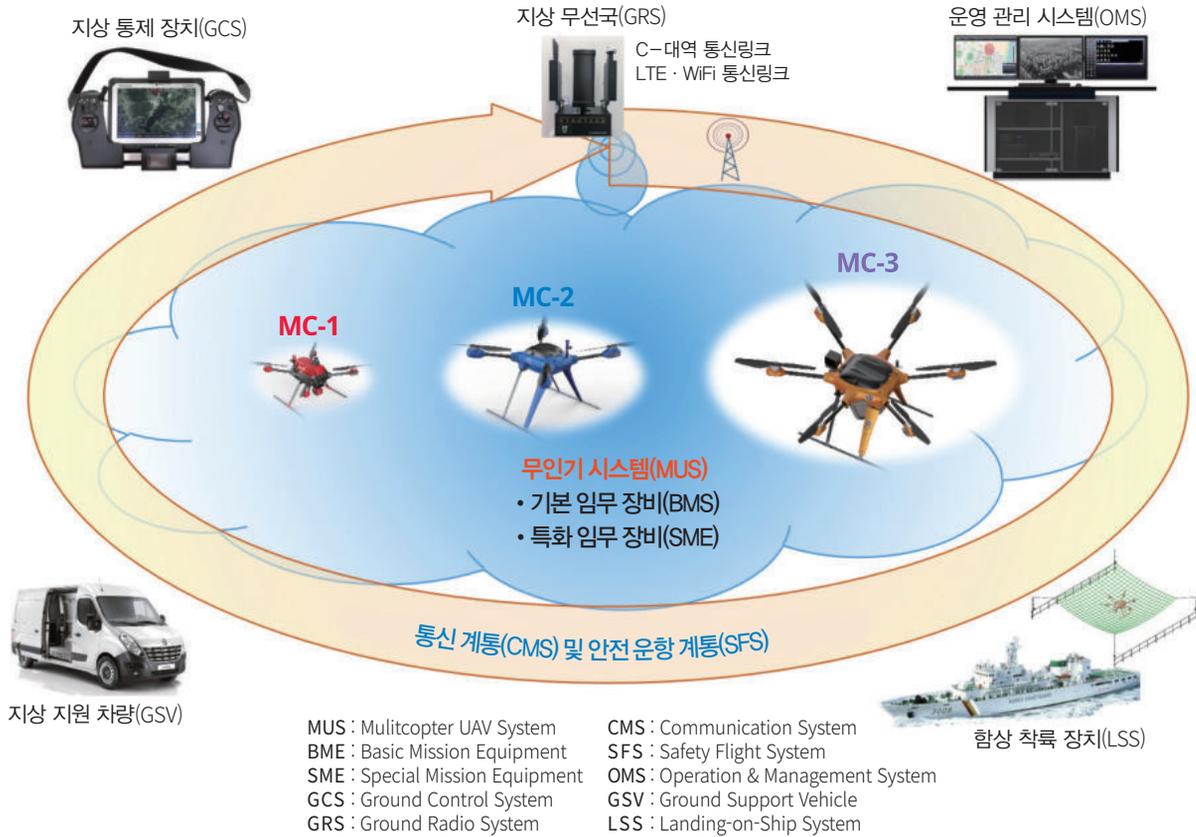
'재난치안용 멀티콥터 무인기 공통 플랫폼 기술 개발 사업'은 소방청, 경찰청, 해경청, 과기부, 산업부 등이 참여한 다부처 공동 사업으로 총 4세부과제 사업으로 진행됐으며, 한국항공우주연구원의 총괄 주관 아래 총 32개 기관과 기업이 참여했다.

주요 개발 내용은 수요 부처인 소방, 해경, 경찰의 요구사항을 반영한 14종의 임무 시나리오를 선정, 각 시나리오에 필요한 기체 3종 개발 및 영상 획득을 위한 기본 임무장비 개발과 특화 임무장비 개발, 지상통제장치 개발 등이다. 이 가운데 휴인스는 2세부과제 사업을 주관해 재난치안용 멀티콥터 무인기 체계 종합 및 무인기 3종(MC-1, MC-2, MC-3), 지상통제장치, 지상지원차량, 기본임무장비 개발 등을 담당했다.

이와 관련해 송 대표는 "특히 무인기에 탑재되는 비행제어컴퓨터(FCC)는 순수 국내 기술로 개발해 1년 이상의 비행시험을 거쳐 신뢰성을 확보했으며, 내풍성·내열성·방진방수 등 재난치안 환

경을 고려한 환경시험을 완료하는 등 기존 제품과는 차별화되는 무인기 공통 플랫폼"이라며 "이 시스템은 연구개발에서 종료되는 것이 아니라 사업이 끝난 후 수요 부처인 소방청, 경찰청, 해경청으로 공여돼 각 부처에서 시범 운용을 통해 무인기 성능 검증 및 현장 투입을 위한 필요 사항 등을 도출해 낼 예정이다. 이를 통해 실제 현장에 적용할 수 있도록 개발 결과물을 수정·보완하여 과제 종료 후 2~3년 내 상용화할 계획"이라고 밝혔다.





더욱이 이번 개발 과제에서 가장 주목을 끄는 부분은 개발 결과물이 조달청 혁신시제품으로 선정됐다는 점이다. 송 대표는 “조달청 혁신시제품 구매 제도란, 상용화 전에 혁신 제품을 공공 부문이 초기 구매자가 돼 사용하고 테스트 성과를 토대로 상용화를 지원하는 제도로, 상용화 이전의 혁신 제품을 구매해 공공 서비스를 개선하고 공공 수요에 기반한 테스트 기회와 초기 판로를 제공한다”면서 “재난치안용 멀티콥터 무인기 공통 플랫폼은 2020년 2차 혁신시제품으로 신청해 1차 적격 평가를 통과한 뒤 다음 단계인 규격서 수정 및 조달청 등록 등을 진행하고 있다. 적격 평가에서 재난치안 분야 드론 활용 기술로 사회적 가치가 창출되는 제품이라는 의견과 소방청, 경찰청, 해경청 등 관련 공공기관의 수요가 있을 것으로 판단된다는 좋은 평가가 나왔다”고 설명했다.



### 혁신적인 기술과 제품으로 미래 4차 산업혁명 이끈다

한편 휴인스는 드론 분야 외에도 임베디드 시스템 개발, 반도체 검증장비 개발, AI 플랫폼 개발 등 4차 산업혁명을 선도하는 기술과 관련 제품을 내놓는 등 AI 기반 드론 및 임베디드 솔루션 분야의 강소기업으로도 정평이

나 있다. AI 기반 실시간 사람인식 기술을 개발해 실종자 수색용 드론 시스템은 물론 최근 AI 기반 자율주행 솔루션도 개발하고 있다. 또한 4K 영상처리 모듈 등 임베디드 시스템 솔루션 개발 기술을 보유함으로써 반도체 검증장비 기술을 인정받아 국내 다수 대기업에 장비를 납품하고 있다.

끝으로 앞으로의 계획 및 목표에 대해 송 대표는 “휴인스는 드론 및 AI 분야에서 선도 기업이 되기 위해 다양한 개발 계획을 가지고 있다”며 “첫 번째는 재난치안용 무인기의 혁신조달 등록을 통한 공공기관용 무인기 국산화와 제품화로, ‘재난치안용 멀티콥터 무인기 공통 플랫폼 기술 개발 사업’을 통해 축적된 기술과 임베디드 솔루션, AI 기술 등 자체 보유 기술을 더해 현장의 요구사항을 반영한 제품을 출시할 계획이다. 두 번째는 민군실용화 사업으로 국방 분야에 적용할 예정인 500g급 초소형 드론을 개발하고 있다. 이는 EO/IR 영상을 동시에 실시간으로 전송할 수 있는 500g급 정찰용 드론 시스템을 개발하는 사업으로, 2022년까지 현장 시험을 마치고 제품화할 예정이다. 마지막으로 교각 검사, 실내 감시정찰 등 Non-GPS 상황에서 비행이 가능한 AI 기반 자율비행시스템 개발을 진행하고 있으며, 추후 다양한 AI 솔루션을 드론에 접목해 AI 기술을 탑재한 AI 드론 시스템을 개발할 계획”이라고 밝혔다.

더불어 그는 “휴인스는 새로운 사업 분야를 위한 신기술 개발에 매진하고 있다. 성장은 곧 휴인스의 핵심 역량이자 모든 활동의 시작이며, 이를 위해 신기술 개발에 열정을 쏟고 있다”면서 “혁신적인 기술과 제품으로 4차 산업혁명을 이끌어가는 국내 최고의 ARM 프로세서, 안드로이드 스마트북, 임베디드 시스템, SoC 설계 및 IP 검증, 유비쿼터스 센서네트워크 전문기업으로 우뚝 서겠다”고 말했다.

## INTERVIEW

송태훈 (주)휴인스 대표이사



### 정직한 성공을 통해 정직해도 성공할 수 있음을 보여줘야 한다

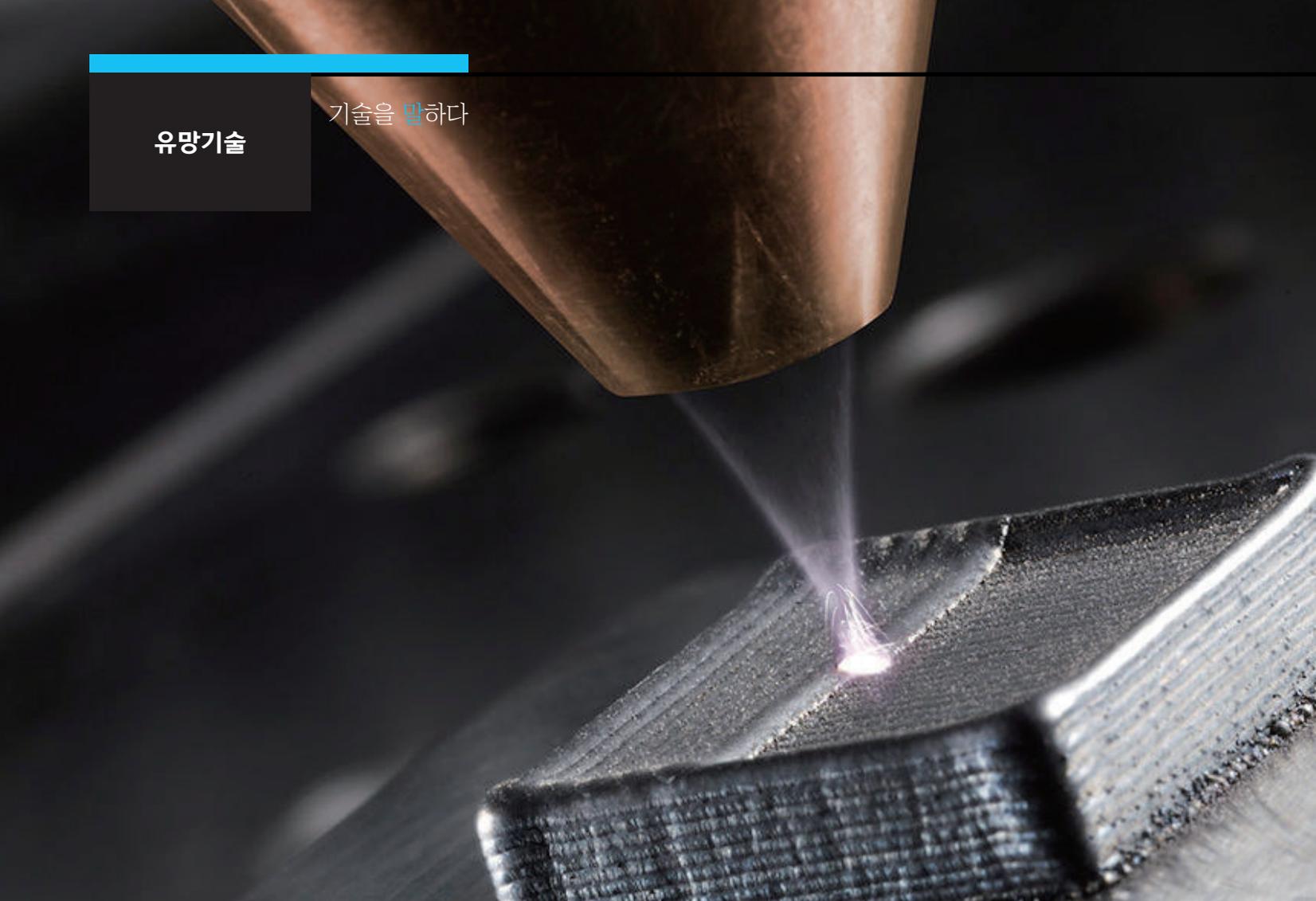
- 국민안전 제고, 안전한국 및 국가안전지수 선도국 실현 가치 창출
- 고객 성공 위한 최고 기술 배양과 정도(正道) 걷는 신뢰 구축 필요

**Q 휴인스의 기술이 사회적 가치 형성에 어떠한 기여를 하고 있다고 생각하는가?**

**A** 드론을 활용한 재난 현장 신속 모니터링 및 현장정보 실시간 전송을 통해 재난 골든타임을 확보하고, 현장 대응력을 강화함으로써 시민 안전을 제고할 수 있으며, 드론을 활용한 무중단 현장관제 및 민관 협동체계를 수립함으로써 효율적인 재난대응체계 확립은 물론 확산 가능한 SOP 모델을 확보할 수 있다. 또한 드론과 폐쇄회로(CC)TV, 다양한 도시 관제시스템을 연계해 재난 현장의 효과적인 모니터링은 물론 정보를 공유해 입체적인 재난대응 시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 결론적으로 이러한 모든 것이 국민안전을 제고하고 안전한국 및 국가안전지수 선도국 실현이라는 사회적 가치 형성과 기대 효과 창출에 이바지한다고 생각한다.

**Q 휴인스의 R&D 전략과 역량은 무엇인가?**

**A** 고객의 성공은 곧 우리의 기쁨이며 고객에 대한 사랑이다. 이에 따라 휴인스는 고객의 성공을 위해 필요한 기술을 제공함으로써 고객과 함께하는 진솔한 파트너가 되기 위해 노력하고 있다. 그리고 이를 위해서는 고객의 이익을 먼저 생각하고 하루가 다르게 급변하는 시대에 최고의 기술을 배양해 최고의 제품으로 최대의 만족을 줘야 한다고 생각한다. 아울러 돌아가더라도 바른 길을 가는 것이 지름길이라고 말하고 싶다. 정직한 성공을 통해 정직해도 성공할 수 있다는 것을 보여줄 때 고객과 진솔한 파트너가 될 수 있고 서로 상생하는 시스템이 구축될 수 있기 때문이다.

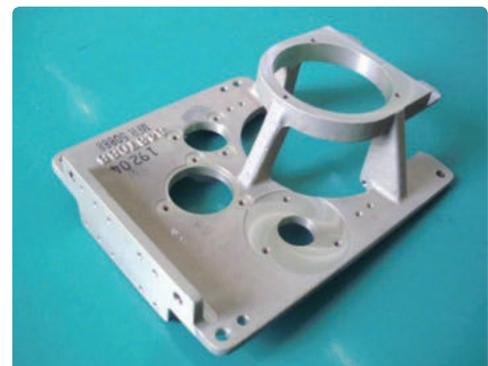


## 다종 소재 DED 금속 3D프린팅 기술 기반 중대형 국방 부품의 재생 및 기능 강화 제조 기술 개발

3D프린팅 기술은 자동차, 의료, 항공·우주·방위산업 등 다양한 분야에서 제품 설계와 샘플 제작에 소요되는 시간과 비용 절감, 신제품 출시 시간 단축부터 재고 저장 비용 절감까지 제조업체가 합리적인 가격으로 더 나은 제품을 제공할 수 있는 장점이 있다. 특히 국방 분야는 3D프린팅 기술이 가장 활발하게 연구되고 있는 분야이면서 3D프린팅 기술의 장점이 극대화될 수 있는 분야다.

### 개발이 필요한 이유

군 무기 체계의 수명은 대략 30~50년이지만 부품 수명은 4~7년으로 짧아 주기적인 교체가 필요하다. 군에서 기능 강화를 요청한 금속 부품은 대부분 단종된 경우가 많아 내구연한이 지난 노후화한 무기 체계에 따른 가동률 저하는 물론 추가 장비 구매에 따른 국방비 낭비가 초래되고 있는 실정이다. 이처럼 국방 부품은 고가이며 납품 기간이 긴 수입 부품이거나 국산화를 하려고 해도 연간 수요량이 100개 이하 물량이어서 사업성이 떨어지다 보니 기존 기계가공업체나 주물업체에서도 제작을 꺼리는 대표적인 다품종 소량 생산 대상 품목이다.



〈그림 1〉 3D프린터로 만든 별컨포 하우징 조절판



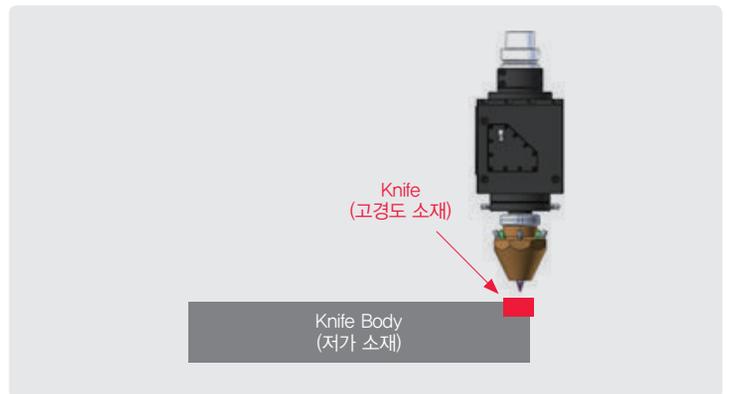
할 때 기존과는 다른 방식의 설계 기술이 필요한데, 이를 3D프린팅에 특화된 설계 기법, 일명 DfAM(Design for Additive Manufacturing) 기술이라고 한다. 이러한 DfAM 기술로 다중 소재를 적용한 적층 공정도 가능한데, 단순히 원래 부품으로의 복원이 목적인 수리뿐만 아니라 원 소재의 재질과 다른 이종 소재를 적층해 부품의 특수한 영역에 대해 기능성(고경도·내식성 등)을 부여할 수 있다.

### 핵심 기술 및 주요 연구내용

‘다중 소재 DED 금속 3D프린팅 기술 기반 중대형 국방 부품의 재생 및 기능 강화 제조 기술 개발’을 위한 핵심 기술인 국방 부품의 기능성·물성 강화를 위한 이종 소재 적층 기술 개발은 다음과 같다. 이종 소재 적층 기술은 서로 다른 재료를 용융·적층시켜 두 가지 재료의 물성을 한 가지 제품에 구현하는 기술로, 적층부 박리, 적층면 균열, 미적층, 과도 용융, 적층 형상 불량, 중요 형상 변형을 최소화하기 위한 적층 재료, 적층 영역 설계 및 적층 공정 변수 최적화 연구를 수행한다. 이종 소재 적층 기술 개발의 대상이 되는 소재는 보수 대상 부품의 기능성을 고려해 내부식·내마모성 소재, 고경도 소재, 내식성 소재 등 3종에 대해 연구개발을 추진한다.

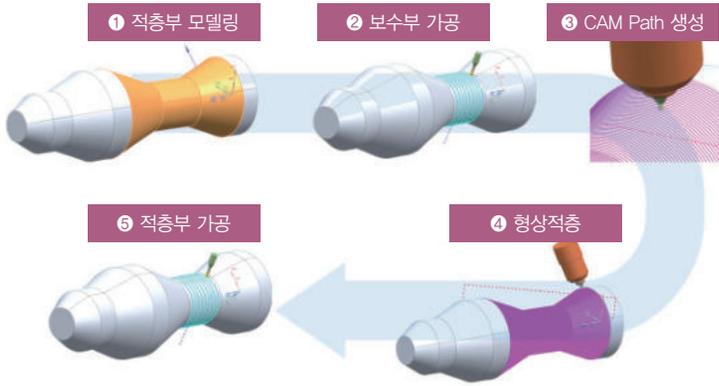
현재 내구연한이 지난 군 부품은 1000여 종 이상으로 추정되며, 국방부는 노후화한 무기 체계의 부품 조달 효율화 문제를 해결하기 위해 다각도로 부품 조달 방안을 검토 중이다. 이에 따라 단종됐거나 조달에 애로가 있는 부품을 적기에 확보하는 것과 전시 긴급 부품의 제작 및 수리의 대안으로 미군의 선진 사례 분석을 통해 금속 3D프린팅 기술에 주목하고 있다.

미래 군 체계에서 요구되는 전투 준비 태세에 대응하기 위해서는 노후 무기 체계 및 긴급 보수 부품 발생 등에 따르는 다품종 소량 생산에 대응하기 위해 3D프린팅 기술 기반의 다중 재료 국방 부품 재생·수리 부품 제조 기술에 대한 체계화가 진행될 것으로 기대하고 있다. 우리 군은 PBF(Powder Bed Fusion) 방식과 DED(Directed Energy Deposition) 방식의 금속 3D프린터를 이미 도입했거나 도입을 검토 중이다. 단, 3D프린팅 기술을 적용해 제품을 생산

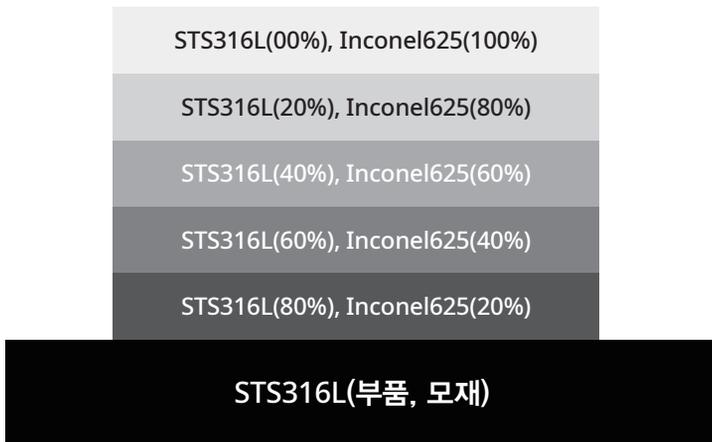


〈그림 2〉 이종 접합 적용 사례 : 전단금형

다음으로 보수 가공을 위한 DfAM 기술 개발과 관련해 보수·재생 부품의 설계 데이터를 입수하며, 단종 부품으로 인한 설계 데이터 부재 시 3D 스캔과 3D 모델링을 통한 역설계를 수행한다. 부품의 재질과 물성 데이터 확보, 이종 적층용 소재 특성 분석 및 선정을 수행한다. 더불어 보수·재생 부품의 레이저 헤드(특히 노즐) 간섭, 적층 후 곡률 등 적층 공정을 고려한 절삭 가공면 설계와 기능성 및 내구성 극대화를 위한 적층의 크기와 부피를 고려한 적층부를 설계한다.



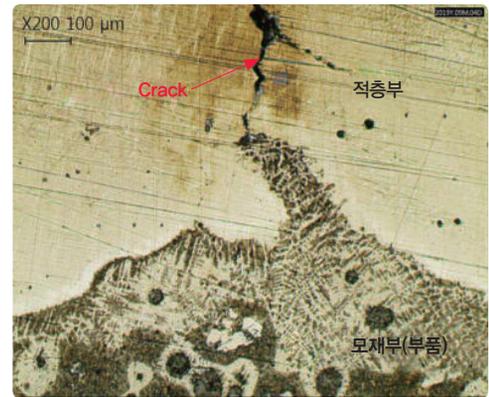
또 다른 핵심 기술인 분말 공급량 제어를 통한 경사기능재료(Functionally Graded Materials) 공정 기술 개발은 다음과 같다. 경사기능재료는 어떤 한 면에서 다른 면으로 구성 재료의 성질이 연속적으로 변하는 재료로, 원하는 물성의 점진적 변화를 통해 재료의 다양한 특성을 가질 수 있다. 종래의 2종 구조 재료에 비해 열팽창계수 차이에 의한 층 간 잔류응력 집중을 완화시키므로 접합 강도와 열 충격 특성 및 열 피로 특성 등의 향상을 가져올 수 있어 열·기계적 물성이 요구되는 분야에 매우 적합한 기술이다. 분말공급장치의 다중 호퍼를 통해 분말 혼합 비율을 실시간으로 제어하며 부품의 요구 물성치까지 도달 가능한 적층 공정 기술을 개발한다.



〈그림 3〉FGM 적층 공정 개요

더불어 핵심 기술인 고탄소 재료의 부품 보수를 위한 상용화 적층 공정 기술 개발은 다음과 같다. 대형 부품은 주철과 같은 고탄소 재료를 사용해 주물 공정을 통해 생산하며, 이런 류의 대형 부품은 고출력의 레이저 적층 공정 시 계면부(부품과 적층부 경계면)에 크랙이 발생돼 수리 부품의 내구성이 저하되는

문제가 있다. 보수 대상 부품의 재료와 유사한 니켈 계열의 재료(M789 등)로 버퍼층을 생성해 크랙을 예방하는 공정 기술과 공정 중 가해지는 부품의 열 영향을 최소화하기 위해 저출력 레이저 공정 기술 개발을 추진한다.



〈그림 4〉고탄소강 소재에 대한 적층 공정 개요

또한 적층 공정으로 보수된 부품의 신뢰성 향상을 위한 기반 기술 개발과 관련해 보수 대상 국방 부품의 물성과 기계적 특성을 파악하고자 적층 공정에 따라 상이한 3D프린팅 고유의 독특한 미세조직 분석과 부품의 상대밀도를 감소시켜 기계적 성질에 악영향을 야기하는 기공을 최소화하기 위한 열 해석 및 분석을 추진한다. 또 모재와 적층 소재 간 접합 특성을 파악하기 위해 기공 결합에 의한 균열 및 전파에 대한 분석도 진행한다.

마지막으로 3D프린팅 제조 부품 성능 평가 및 납품 표준 체계 구축과 관련, 본 연구 과제를 통해 연구 기관 및 3D프린팅 업체로부터 제작된 출력물에 대한 기초물성 평가 데이터 및 육해공 정비창의 시험 운영 평가 결과를 바탕으로 품질경영실무위원회, 국방기술품질원, 방위사업청에서 군사용으로 적합한지에 대한 여부를 판정받는다. 이후 국방 규격을 목록화해 3D프린팅 공정으로 제작된 부품이 실제 사용되고 납품될 수 있도록 성능 평가 및 납품에 관한 표준 체계를 구축한다.

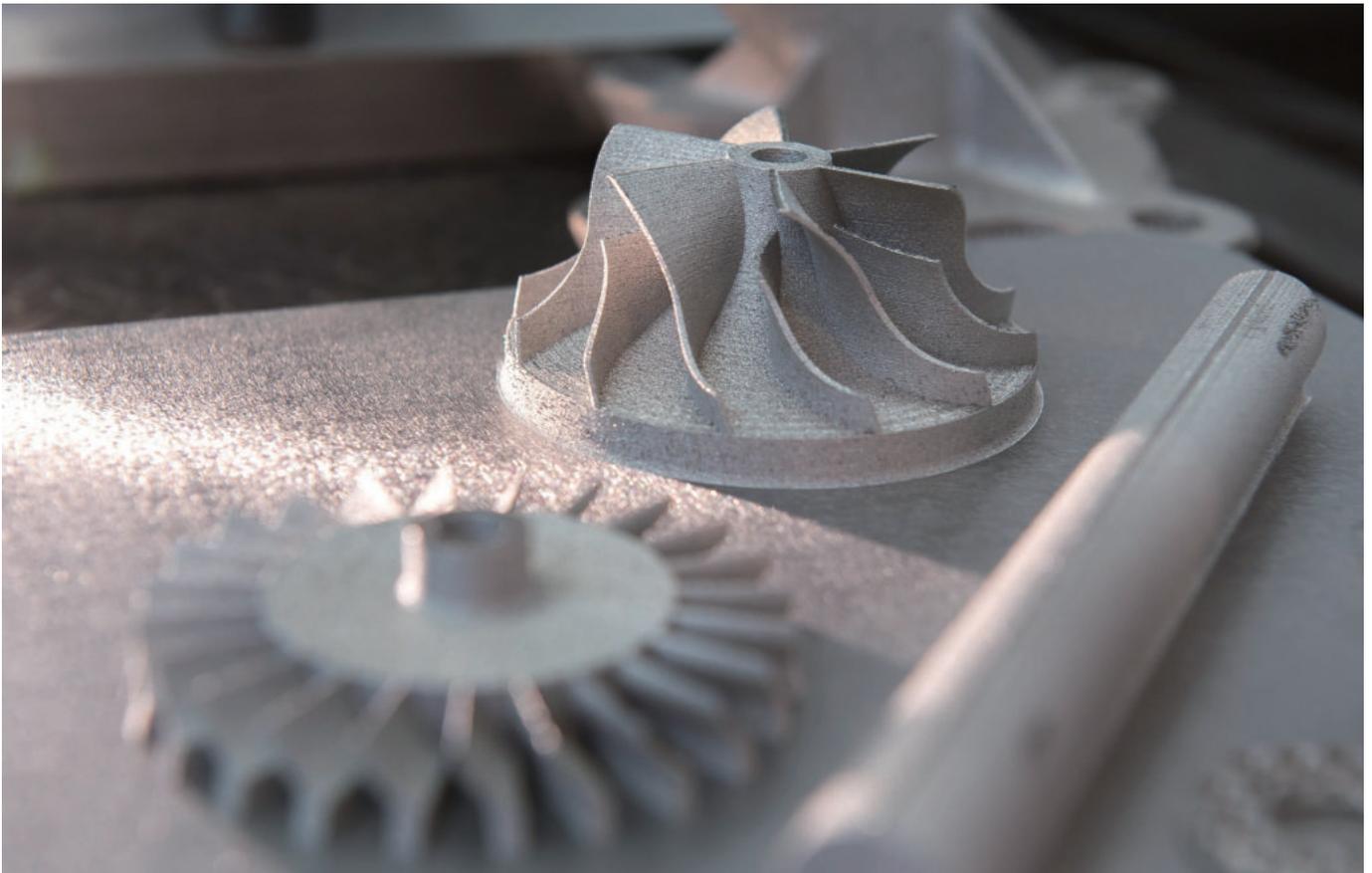
## 기대 및 파급효과

'다중 소재 DED 금속 3D프린팅 기술 기반 중대형 국방 부품의 재생 및 기능 강화 제조 기술 개발'은 방위력 증강 및 방위비 절감에 기여한다. 내구연한이 지난 무기 체계를 다량 보유·운영하다 보니 단종된 신규 도입 장비의 MRO(Maintenance Repair and Operations) 부품 조달에 대한 신속한 대응 및 경제성을 제고함으로써 국방 무기 체계의 안정적 운영에 기여한 방위력 증강에 기여한다.

또한 수입 대체 및 제조업 경쟁력을 강화할 수 있다. 국방 부품의 보수를 통해 축적된 공정 기술, DiAM 기반의 설계 기술 및 3D프린팅이라는 첨단 장비 제작 기술을 바탕으로 국방산업뿐만 아니라 자동차, 우주항공, 조선, 에너지 등 금속 부품이 사용되는 제조업으로

의 진출이 가능하다. 따라서 납품 기간이 긴 고가의 해외 수입 부품, 기능이 강화된 신개발 부품의 제작과 보수에 적용할 경우 관련 제조업의 경쟁력을 대폭 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

특히 양질의 일자리 창출 및 청년들의 뿌리산업으로의 자발적인 취업에 기여할 것으로 전망된다. 3D프린팅산업 성장 및 관련 서비스 확대에 따른 직접적인 일자리 창출이 가능하고, 3D프린팅산업과 관련된 기능성 금속분말 제조 기술자, 적층제조 응용 기술자, 용·복합 금형제조 기술 전문 기술자 등 금속산업, 적층산업, 뿌리산업 전반에 걸쳐 신규 직종 생성 및 일자리 확대에 기여할 것으로 기대된다. 더불어 전통적 뿌리산업인 금형산업의 경우 정부와 지자체의 지속적인 지원과 노력으로 국내 수출입 시장 규모가 세계 2위임에도 불구하고 사양산업 혹은 3D산업으로 인식돼 청년층의 유입이 감소하고 현장 작업자가 기피하는 실정이다. 이에 따라 첨단 자동화 장비인 3D프린팅 머신이 부품 제작에 적용될 경우 뿌리산업에 관한 부정적인 이미지의 개선 효과가 있어 청년들의 자발적 지원을 유도할 수 있을 것으로 보인다.



(주)솔이 추진하는 R&amp;D 프로젝트

# 이식형·패치형 헬스케어용 반도체 센서의 표준화 연구개발

본 프로젝트는 광학렌즈를 사용하지 않고 반도체 센서만을 이용해 바이오·의료 측정 용도로 사용하고자 할 경우 반도체 센서 및 센서 패키지 모듈의 특성을 평가하고 캘리브레이션(Calibration)하는 방법에 관한 기술 개발 및 국제표준을 제정하고자 추진됐다.



스마트폰, (주)솔 제품, 경쟁 제품 비교

## IEC 국제표준 개발하다

필름카메라가 디지털카메라로 대체되면서 디지털 이미지 장치의 혁신이 있었다면, 반도체 센서 기술이 렌즈를 대체하면서 더 많은 혁신을 가져오리라 충분히 예상할 수 있다. 우리나라는 렌즈 기술에서 독일이나 일본보다 뒤처져 있지만, 반도체 기술만은 세계 최고 수준이라 할 수 있다.

현재 카메라는 물론이고 현미경을 비롯한 바이오·의료용 기기에도 렌즈가 사용된다. 카메라 테스트에 대한 국제표준 역시 이미 존

재한다. 반면 렌즈 프리 반도체 센서 관련 기술은 아직 상용화되지 않았기 때문에 렌즈 프리 반도체 센서를 평가하는 방식에 대한 국제표준 역시 존재하지 않았다. 이러한 가운데 (주)솔이 렌즈 프리 반도체 센서에 대한 국제표준인 '이식형·패치형 헬스케어용 반도체 센서 표준화 연구개발' 과제를 통해 IEC 국제표준을 개발했다.

## 바이오·의료용 기기 분야로 확대

광학렌즈를 사용하지 않기 때문에 균일평

행광을 만들어 반도체 센서에 빛을 조사해야 한다. 파장을 고정해 놓고 빛의 세기를 변화시키면서 각각 N번씩 측정해 박스플롯(Boxplot)을 도출한다. 각 박스플롯의 대푯값(Mean, Median, Mode 등)을 빛의 세기와 센서값(Digital Number) 축에 그려 선형 구간을 정한다. 테스트 리포트는 이 측정 결과와 센서 스펙 등을 포함해야 한다. 이때 동시에 측정된 보정된 포토다이오드 또는 가장 안정적인 센서 픽셀을 기준으로 캘리브레이션할 수 있도록 보정 테이블을 구해 보정한다.

바이오 전문기업  
(주)솔

솔은 반도체만을 이용한 렌즈 프리 광센서 기반의 바이오 및 의료기기 제품을 혁신해 나가는 바이오 전문기업이다. 2013년 설립 때 벤처기업 인증과 기업부설연구소를 두고 있으며, 세계적인 미국 국립연구소인 NIST 와 국제공동연구협약을 체결하고 3년간 연구개발을 해왔다. IEC 국제표준을 3건 제정했고, 2건의 NP를 제안해 진행 중이다. 또한 H사의 공유 인프라 활용을 통한 렌즈 프리 반도체를 공동 개발해 상용화 사업을 진행하고 있다.

솔은 현재 Cell Counter 제품 출시를 준비하고 있다. 이는 기존 광학현미경보다 정확도가 높으면서 크기가 작고 가벼운 데다 가격 경쟁력이 경쟁사 대비 월등히 우수하며 데이터 수집 및 분석 작업을 현격히 개선함으로써 향후 인공지능(AI) 솔루션 기반의 빅데이터 활용도가 매우 높다. 더불어 C병원과 위암진단키트 개발을 진행하고 있으며, 식약처와 함께 Live Cell Monitoring 기술을 통한 코로나19 숙주세포 연구를 하고 있다. 이렇듯 솔은 '특허→국제표준 선도→사업화'의 국제표준 기반 글로벌 사업 프로세스의 퍼스트무버 모델을 지향하며, Life Science와 Bio Diagnostics 분야 렌즈 프리 기반 기술 혁신과 서비스 혁신의 선두주자를 향해 나아가고 있다.



“지금까지는 혈액을 비롯한 신체의 세포를 확대해 살펴보기 위해 현미경이 반드시 필요했다. 현미경은 두 개의 렌즈(대물렌즈, 접안렌즈)를 통해 세포를 확대해 보여준다.

렌즈 없이 세포를 확대해 볼 수 있는 기술이 있다면 어떨까. 렌즈가 필요 없이 반도체 센서를 통해 세포를 확대해 읽을 수 있는 기술이 반도체 강국인 우리나라에서 개발돼 상용화 단계에 이르렀다.”

이를 위해 연구개발팀은 솔을 주관기관으로 해 성균관대 이상근 교수와 광운대 박재영 교수가 참여했다. 과제에 참여하지는 않았지만 광특성 평가방법은 한국표준과학연구원 히든챔피언육성사업을 통해 공동 연구개발을 추진했고 국제표준안에 대해서는 주요 업계·학계·연구소 등의 자문도 구했다. 현재 IEC 60747-18-1, 18-2, 18-3이 제정됐으며 18-4, 18-5 국제표준도 제안해 진행 중이다.

이를 통해 Semiconductor Bio Sensor 분야 표준을 만들 계획이다.

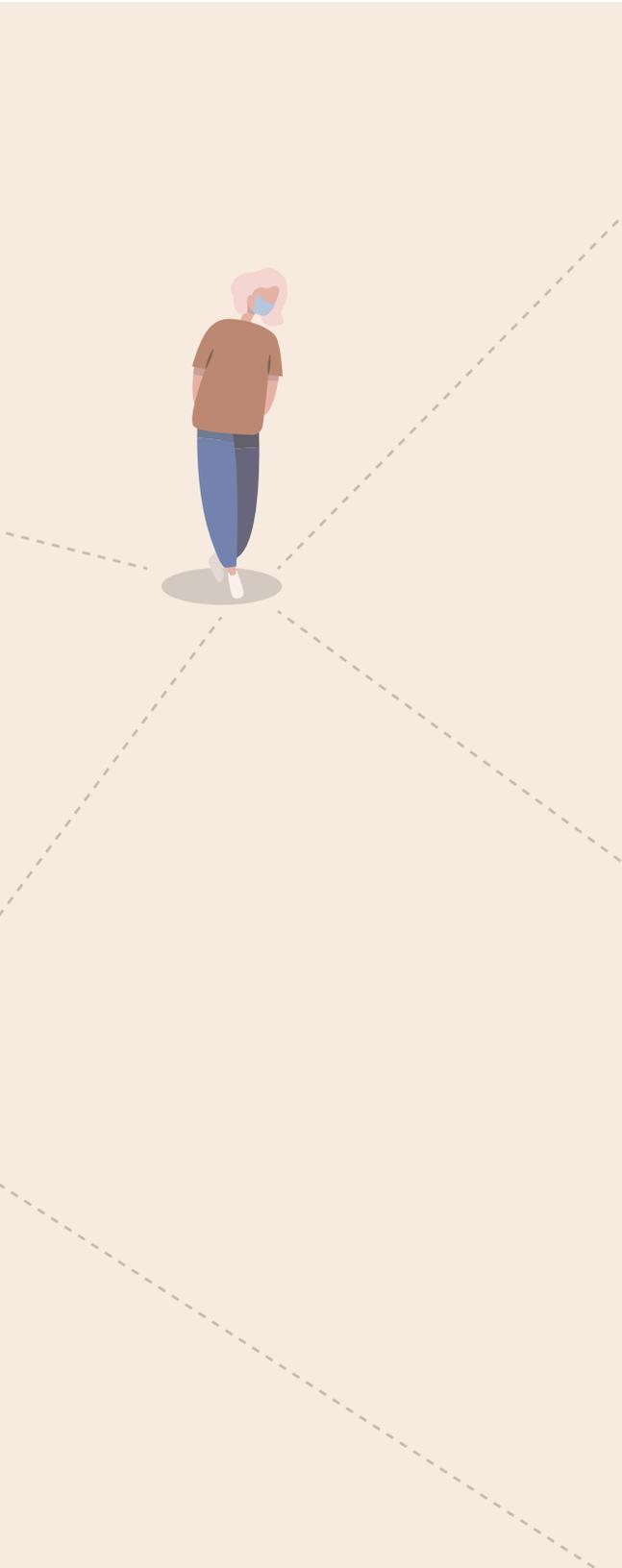
한편, 렌즈 프리 반도체 센서가 바이오·의료용 기기 분야에 적용되면 시장 규모는 약 20조 원대에 이를 것으로 보인다. 셀, 박테리아, 바이러스 분석에 응용이 가능하므로 솔은 Cell Counter, Live Cell Monitor, 체외진단 등의 플랫폼으로 사업화를 진행 중이며 그 첫 번째 제품인 Cell Counter를 12월 론칭할 예정이다.



## 코로나19 이전의 세상은 이제 다시 오지 않는다

“신종 코로나바이러스 감염증(코로나19) 발생 이전의 세상은 이제 다시 오지 않는다.”  
권준욱 중앙방역대책본부 부본부장이 ‘코로나19 대응 정례 브리핑’에서 한 말이다.  
전과 다른 세상은 이제 곧 익숙한 세상이 될 것이다.

이교운, 민경진[한국경제신문 기자]  
이현주[한경비즈니스 기자]



## 완치 후에도 심각한 코로나 후유증...

코로나19에서 완치된 뒤에도 수개월 동안 심각한 후유증에 시달리는 사람이 늘면서 미국에서는 포스트 코로나 전문 클리닉까지 생겼다. 후유증을 호소하는 완치자의 수요가 몰리면서 몇 달을 기다려야 진료를 받을 수 있을 정도다.

실제로 코로나19 후유증을 호소하는 환자를 위한 전문 클리닉이 미국에서 등장하고 있다. 마운트 시나이 헬스 시스템은 지난 5월 뉴욕 맨해튼에 코로나19 후유증 전문 클리닉을 열었다. 지난 6월부터 환자가 급증하기 시작해 지금은 예약부터 진료까지 걸리는 시간이 두 달 반 정도다. 시카고의 노스웨스턴 메모리얼 병원의 포스트 코로나 클리닉은 몇 달 치 예약이 이미 끝났다.

마운트 시나이 헬스 시스템은 맨해튼 클리닉의 의사 등 근무자를 확충하고 다른 지역에도 유사 클리닉을 열 계획이다. 워싱턴대병원도 전문 클리닉을 열 예정이다.

코로나19에 감염된 이후 완치 판정을 받았는데도 짧으면 몇 주, 길면 몇 개월 동안 후유증을 호소하는 사례가 미국 곳곳에서 보고되고 있다. 지난 3월 코로나19 완치 판정을 받은 46세 여성 리스 스텐은 월스트리트저널(WSJ)과의 인터뷰에서 6개월이 지난 후에도 이명, 후각과 미각 상실 등 후유증에 시달리고 있다고 말했다. 또한 건망증이 심해져 중요한 것은 꼭 적어두어야 하며, 사람의 이름 등이 기억나지 않는다고 덧붙였다. 그는 “코로나19 이전에는 아이 세 명을 양육하는 워킹맘 생활에도 큰 무리가 없었지만 이제는 개와 함께 두 블록만 걸어도 지친다”고도 말했다.

코로나19 확진자가 겪는 후유증으로는 이명, 감각 상실, 건망증, 근육통, 피로, 현기증, 심장 두근거림과 설사, 식욕 부진, 메스꺼움 등이 있다. 미국에서 코로나19 확진자를 대상으로 실시한 설문조사에 따르면 응답자 중 35%가 2~3주가 지나도록 코로나19 이전 건강 상태를 회복하지 못하고 있다고 말했다. 기저질환이 없는 18~34세의 청년층 중 20%가량도 역시 완전한 회복을 하지 못했다고 답변했다. 영국 킹스칼리지 연구팀도 코로나19 확진자 중 10%가량이 3주가 지난 후에도 후유증에서 완전히 벗어나지 못했다는 조사 결과를 발표했다.

미국 학자들은 코로나19 감염 당시에는 증상이 심각하지 않았던 환자도 완치 후에 후유증에 장기간 시달리는 경우가 있다고 우려하고 있다. 워싱턴대의 빅토리아 프레이저 감염병 전문 교수는 “코로나19에 감염된 동안 인공호흡기를 달거나 중환자실에 입원하지 않았던 환자마저도 장기간 후유증을 겪고 있다”고 설명했다.

완치자가 후유증을 겪는 이유는 아직 명확하게 밝혀지지 않았다. 완치 후에도 여전히 체내에 코로나바이러스가 남아 있어 면역 시스템을 교란하기 때문이라는 가설, 코로나바이러스가 사라진 후에도 인체의 면역 시스템이 계속 세포를 공격하기 때문이라는 가설 등이 제기되고 있다.

### 제조업 생산성 높일 '비밀병기' 된 스마트 팩토리

코로나19로 생산성 향상이 이슈가 되고 있다. 제조업 생산성을 높이는 방법으로 주목받는 솔루션이 바로 스마트 팩토리다. 스마트 팩토리는 제조업 기술과 정보통신기술(CT)을 통합해 기업의 생산성과 품질을 향상시키는 첨단 지능형 공장을 말한다.

스마트 팩토리 시장 규모는 더욱 커질 것으로 예상된다. 글로벌 시장조사 기관마켓앤드마켓에 따르면 2019~2024년 글로벌 스마트 팩토리 시장 규모는 1537억 달러에서 2448억 달러로 늘며 연평균 성장률은 9.7%에 이른다.

최근 코로나19의 영향으로 스마트 팩토리 확산 속도가 빨라질 것이란 전망이 나오고 있다. 권태우 DS투자증권 애널리스트는 “국내에서도 확진자가 나오면 공장이 멈추는 일이 발생하면서 기계적인 부분에서의 리스크 관리 필요성이 커졌다”며 “그동안 한국의 스마트 팩토리 시장이 일본이나 미국에 비해 뒤처졌다면 코로나19를 계기로 본격적으로 수요가 증가할 것으로 보인다”고 말했다.

중소벤처기업부의 국내 스마트 팩토리 도입에 따른 성과 분석 결과(2019년 5월) 생산성 30%, 불량률 -43.5%, 원가율 -15.9%, 납기 준수 15.5% 등을 나타냈다.

국내에서 스마트 팩토리는 아직 구축 초기 단계지만 관련 기업의 성장성은 기대되는 상황이다. 스마트 팩토리를 선도적으로 구축한 포스코는 2019 세계경제포럼에서 세계의 '등대 공장'으로 선정되는 쾌거를 올렸다. 등대 공장은 등대가 불을 비춰 배를 안내하듯이 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능(AI) 등 4차 산업혁명의 핵심 기술을 적극 도입해 세계 제조업의 미래를 혁신적으로 이끌고 있는 공장을 말한다. 포스코CT가 포스코와 함께 구축한 스마트 팩토리는 연속 공정, 중후장대 산업에 적용할 수 있는 특징이 있다.

재계에선 자사는 물론 협력사의 스마트 팩토리 구축을 적극 지원하면서 포스트 코로나 시대에 대비하고 있다. LG전자는 올해 100여 개 협력사의 코로나19 극복을 돕기 위해 제조 경쟁력을 높이는 스마트 팩토리 구축을 지원하기로 했다.

포스코 스마트 팩토리 조업 현장 점검 모습. 출처 : 포스코



## "포스트 코로나... 산업 R&D에 파괴적 혁신을"

"포스트 코로나 시대에 대응하기 위해 국내 산업 기술 연구개발(R&D)에 파괴적 혁신이 필요한 시점입니다."

지난 8월 3일 서울 소공동 웨스틴조선호텔에서 열린 '산업기술 연구개발(R&D) 정책 좌담회'에 참석한 산업기술 R&D 관련 민간 전문가가 이처럼 한목소리를 냈다. 포스트 코로나 시대의 산업 관련 R&D 정책 방향을 모색하기 위해 마련된 이날 좌담회에는 김용래 산업통상자원부 산업혁신성장실장, 나경환 산업통상자원부 R&D전략기획단장, 이학성 LS일렉트릭 전력시험기술원장 등이 참석했다.

김 실장은 "코로나19로 지난 30년간 유지돼 온 글로벌 밸류체인(가치사슬)이 완전히 바뀌고 국가 간에는 보호무역주의가 가속화하고 있다"고 진단했다. 이어 "스마일커브를 상향 이동하는 것과 새로운 밸류체인을 창출하는 것이 개방경제 국가인 한국의 산업 경쟁력을 강화할 유일한 방법"이라고 강조했다. 스마일커브란 제품 개발부터 판매까지 단계별 부가가치를 보여주는 곡선이다. 최고의 부가가치는 제조 전단계인 R&D, 핵심 소재 및 부품과 후단계인 마케팅, 유통에서 나오고 그 중간단계인 제조의 부가가치는 가장 낮다는 개념이다.

김 실장은 "한국 R&D 투자 규모는 세계 5위, 연구 인력은 38만 명으로 6위"라며 "그럼에도 R&D 혁신 역량은 OECD 국가 중 10위권에 머물고 있다"고 말했다. 그러면서 "기술은 많이 개발했지만, 그것을 활용한 수익 창출은 부진했던 스웨덴의 '스웨디시 패러독스(스웨덴의 역설)가 우리에게도 현실이 됐다"고 전했다.

이 원장은 "전통 제조업 시대의 공급자 중심 R&D 체계를 목표 변경이 자유롭고 수요자 중심으로 유연하게 움직이는 '무빙 타겟' 체계로 바꾸고, 연구자를 관리하기보다는 그들의 자율성을 강화해야 한



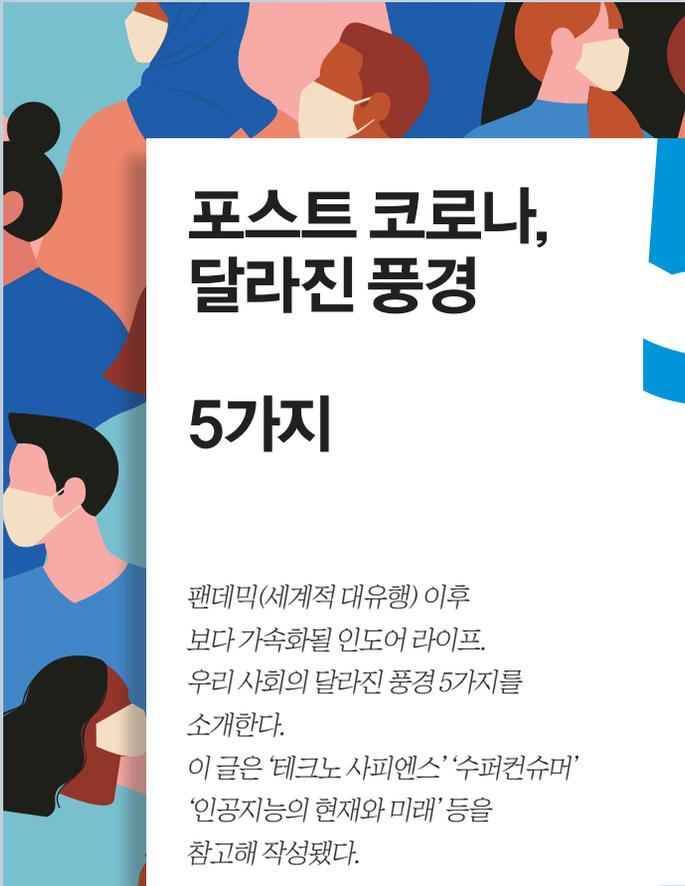
(왼쪽부터)나경환 산업통상자원부 R&D전략기획단장, 김용래 산업통상자원부 산업혁신성장실장, 이학성 LS일렉트릭 전력시험기술원장 등이 산업기술 R&D 발전 방향에 대해 의견을 나누고 있다.

다"고 말했다. 동시에 "도덕적 해이에 대해선 징벌적 배상 등 전향적으로 대응해야 한다"고 설명했다.

참석자들은 포스트 코로나 시대의 산업기술 R&D 정책 방향으로 AI, 빅데이터 등 4차 산업혁명 기술과 연계한 R&D, 국내외 R&D 개방성 강화, 서비스 분야 R&D 확대 등을 제안했다. 나 단장은 "제조업의 부가가치를 높이려면 공학 기술이 중요하다"며 "성패는 제조 데이터를 얼마나 보유하고 있느냐에 달렸다"고 말했다. 그는 "정부 지원 아래 기업이 더 많은 제조 데이터를 활용하도록 도와 제조 패러다임을 바꿔야 한다"고 전했다.

새로운 제조 패러다임에 발맞춰 R&D 관련 거버넌스도 변화해야 한다는 지적이 나왔다. 김 실장은 "산업부, 과학기술정보통신부, 중소벤처기업부 등 다양한 부처가 기업, 대학, 출연연 등 각기 다른 대상을 지원하고 있는 상황"이라며 "변화하는 제조 패러다임과 부처 특성을 고려한 관리 체계 개편이 필요하다"고 말했다. 그는 "R&D 자금이 비교적 부족한 중소기업을 위해서는 정부가 한 해 100조 원에 달하는 국내 조달 시장을 활용해 사업화를 지원할 필요가 있다"고 강조했다.

참석자들은 산업기술 R&D를 혁신하기 위해선 "민간의 자율성 강화가 전제돼야 한다"고 입을 모았다. 이 원장은 "비즈니스 모델 개발은 민간에 맡겨야 한다"며 "민간의 역량이 충분히 발휘될 수 있도록 하는 게 정부의 역할"이라고 말했다. 이어 "국가가 대규모의 다양한 기초 데이터를 저장하는 '데이터 레이크'를 구축하고, 도전적인 제품이 나올 수 있도록 규제를 풀어야 한다"고 덧붙였다. 나 단장은 "디지털 시대에 민간에서 파괴적 혁신이 나올 수 있도록 기존 선형 모델의 R&D 개발 전략을 과감히 포기하고 유연한 R&D 정책을 수립해야 한다"고 말했다.



## 포스트 코로나, 달라진 풍경

# 5

### 5가지

팬데믹(세계적 대유행) 이후  
보다 가속화될 인도어 라이프.  
우리 사회의 달라진 풍경 5가지를  
소개한다.

이 글은 '테크노 사피엔스' '수퍼컨슈머'  
'인공지능의 현재와 미래' 등을  
참고해 작성됐다.

정채희 [한경머니 기자]

**1** 서울 강남의 한 예식장에서 열린 온라인 웨딩마치.  
가족 및 친지와 생중계 영상으로 축하를 나누고 있다.  
출처 : KT



**① 사이버 웨딩마치** - 지난 4월 서울 강남의 한 예식장에서 특별한 결혼식이 열렸다. 코로나19 감염 위험으로 대구지역 내 친지를 초대할 수 없었던 신랑신부가 '온라인 결혼식'을 치른 것이다. 이날 결혼식은 하객 없이 조촐하게 치러졌지만 웃음꽃이 끊이지 않았다. 결혼식 현장이 실시간 유튜브를 통해 생중계되며 신랑과 신부가 양가 친척, 지인과 축하 메시지를 실시간으로 나눴기 때문이다.

비단 한국만의 일이 아니다. 카자흐스탄, 아르헨티나 등 코로나19로 사회적 격리가 진행 중인 국가에서 온라인 웨딩마치가 다발적으로 이뤄지고 있다. 온라인 웨딩을 진행한 아르헨티나의 신부 쿠키노는 "우리에게 가장 중요한 것은 사람들이 결혼식을 지켜보고 축복해 주는 것"이라며 400명이 유튜브를 통해 지켜본 결혼식에 큰 의미를 부여했다. 온라인 웨딩을 지켜본 이들 역시 "코로나 시대의 사랑"이라고 부르며 응원의 목소리가 뜨겁다.

전문가들은 비대면이 일상화하면 향후 온라인 웨딩마치가 보다 대중화될 것이라고 전망한다. 개인의 가치를 중시하는 이들이 늘면서 스몰 웨딩과 비공개 웨딩이 일상화되고 있는 것처럼 온라인 웨딩 또한 팬데믹을 기점으로 그 수요가 점차 늘 것이라는 분석이다. 웨딩업체의 한 관계자는 "예비부부의 주요 고민거리가 결혼식 비용, 하객 수, 교통난, 식장 위치 등"이라며 "온라인 웨딩은 이 모든 것을 합리적으로 해결할 수 있어 실시간 영상에 거부감이 없는 젊은층을 중심으로 큰 인기를 끌 것"이라고 말했다.

실제 국내에서는 코로나19 사태 전인 지난해 이미 온라인 웨딩 전문 업체가 등장해 '온라인 스트리밍 결혼식'의 현실화를 알렸다. 이 회사는 사전에 배부된 모바일 청첩장에 신혼부부가 필요로 하는 혼수를 전사하는 형식으로 축의금을 받는 등 오직 비대면으로 가능한 결혼식을 꿈꾼다.

**② 드라이브 스루** - “상품 트렁크에다 실을 까요?” 커피나 햄버거를 위해 존재했던 드라이브 스루가 진화 중이다. 국내에서 코로나19 확진 여부를 알기 위해 차에 탄 채 안전하게 검진할 수 있는 선별진료소로 드라이브 스루를 이용한 뒤부터 다양한 분야에 이 방식이 적용되기 시작했다. 코로나19 여파로 판로가 막혀 위기를 맞은 업종에서 소위 ‘한국식(K) 드라이브 스루’를 채택하기 시작했는데, 편의성과 효율성 측면에서 생산자와 소비자 모두를 사로잡으며 나날이 영역을 확장하고 있다. 특히 많은 사람이 이용하는 공공장소일수록 드라이브 스루가 환영받고 있다. 도서관의 경우 홈페이지에서 대출할 책을 사전예약한 후 차에서 받아가는 새로운 도서 대출 서비스

를 채택했으며, 농수산물 판로가 막힌 지방자치단체와 지역 농가는 드라이브 스루 방식으로 제품을 저렴하게 구입할 수 있도록 농수산물 장터를 연다. 아이들이 주로 사용하는 장난감 대여 서비스 역시 사전예약 후 자동차로 방문 수령할 수 있도록 하는 업체가 늘고 있다. 바이러스가 종식된 이후에도 드라이브 스루 방식은 확대될 것으로 전망된다. 개인의 생활을 중시하는 이들이 늘면서 대면 접촉을 최소화한 비대면 서비스가 각광받는 것은 당연지사. 유동인구가 많고 주차 공간이 협소한 도심 지역을 중심으로 편의성을 강화한 드라이브 스루가 보편화될 날이 머지않았다. 자율주행자동차 시대는 드라이브 스루의

혁신을 보다 더 앞당길 것으로 전망된다. 차 안에서 생활하는 시간이 늘면서 모빌리티는 쇼핑과 엔터테인먼트 등 생활이 가능한 제2의 거실로 변모한다. 이미 차 안에서 새로운 서비스로 가치를 창출하는 승객경제 시대에 대응하기 위해 자동차업계는 차량 내외부에서 즐길 수 있는 콘텐츠를 개발하는 데 총력을 기울이고 있다. 일본의 자동차 제조업체인 혼다는 2019년 소비자가전전시회(CES)에서 차량 내 예약, 결제 서비스인 드림드라이브를 공개했는데, 레스토랑 예약, 공연 티켓 구매, 유료 주차장이나 주유소에서의 결제를 차량 내에서 할 수 있다. 도로와 자동차의 활용성은 앞으로 계속 확장될 것으로 전망된다.



**2** 수협중앙회 관계자들이 서울 영등포구 노량진수산물시장에서 차에 탄 채 물건을 구입할 수 있는 드라이브 스루 판매 방식을 도입, 수산물을 판매하고 있다.  
출처 : 수협중앙회  
**3** 현대자동차 면접관들이 화상면접을 통해 채용 절차를 진행하고 있다.  
출처 : 현대차

**③ 디지털 노마드족** - 어쩐지 ‘남 일’ 같았던 스마트 워크가 시대적 부름에 의해 더 급격하게, 빠른 진폭으로 우리 사회에 스며들고 있다. 재택근무는 스마트 워크의 한 형태로 대기업을 중심으로 도입됐지만 생산성에 의문을 제기하는 이가 많아 보편화에는 성공하지 못한 상태였다. 하지만 전 세계가 겪어 보지 못한 팬데믹 이후 다수의 기업이 재택근무

를 도입하며 일상적인 근무 형태의 하나로 자리 잡게 될지 관심이 높아졌다. 시장조사 업체인 오픈서베이가 지난 3월 전국 20~59세 직장인 1000명을 대상으로 직장생활 현황 및 만족도를 조사한 결과 재택근무에 ‘만족한다’는 응답이 74.5%로 나타났다. ‘만족하지 못한다’는 응답은 25.5%였다. 업무 효율성 측면에서는 응답자의 35.4%가

재택근무가 업무 집중 향상에 ‘도움이 된다’고 생각하는 것으로 조사됐으나, 응답자의 52.1%는 재택근무와 업무 집중도 향상과는 ‘별다른 상관관계가 없다’고 답했다. ‘도움이 안 된다’는 답변은 12.5%에 불과했다.

기업의 채용 면접도 180도 바뀌었다. 2020년의 취업 트렌드는 모니터의 카메라 렌즈를 보고 진행되는 화상면접, 사람과의 대화 없이 지원자와 컴퓨터 간 치러지는 AI 면접 등 언택트 채용이 될 것으로 전망된다.

취업포털 사이트 잡코리아에 따르면 최근 기업은 화상면접, 유튜브 채용박람회 등을

통한 언택트 채용 방식을 속속 도입하고 있다. 라인플러스, 이스트소프트, 우아한형제들 등 정보기술(IT) 기업을 필두로 모든 채용 과정에 온라인 심층 역량검사를 도입했다.

잡코리아 관계자는 “기업에서는 채용 절차의 디지털화를 통해 시공간 제약의 한계를 넘어 채용 업무의 효율성을 높이고 기존 인사 절차의 기회비용을 절감하는 이점이 있다”며 “비대면 면접에 대한 인식이 개선되면서 언택트 채용을 진행하는 기업이 늘 가능성이 크다”고 말했다. 그는 “취업준비생 또한 자신이 원하는 기업에 간편하게 지원할 수 있어 취업

과정에서 발생하는 기회비용을 최소화할 수 있다”고 덧붙였다.

프리랜서가 주도하는 ‘긱 이코노미’로의 전향도 보다 빠르게 우리 사회에 전파될 전망이다. 과거 일자리는 직장, 직무 등 물리적 공간을 중심으로 하루 종일 일하는 근무 형태였다. 하지만 재택근무, 원격근무가 가능해지면서 앞으로는 일자리가 세분화돼 프로젝트나 업무에 따라 일자리를 공유하는 긱 이코노미 방식이 빠르게 확산될 것으로 전망된다. 물리적 공간, 시간의 한계를 벗어난 진정한 ‘디지털 노마드족’의 탄생이다.



## 4

지난 4월 방탄소년단(BTS)은 유튜브 공식 채널 ‘방탄TV’를 통해 기존 콘서트와 팬미팅 상황을 담은 ‘방에서 즐기는 방탄소년단 콘서트’를 공개했다.

**4 방구석 공연 전시** – ‘210만 명’ 지난 4월 방탄소년단(BTS)의 콘서트를 영상으로 보기 위해 스트리밍 서비스에 접속한 동시 접속자 수다. BTS는 코로나19 여파로 취소된 월드투어의 아쉬움을 달래기 위해 유튜브 공식 채널 ‘방탄TV’를 통해 기존 콘서트와 팬미팅 상황을 담은 ‘방에서 즐기는 방탄소년단 콘서트’

를 공개했다. 이날 눈에 띈 것은 실시간으로 색이 바뀌는 응원봉이었다. 팬들은 블루투스 를 이용해 전 세계 응원봉을 연동, 방 안에서 도 응원을 즐겼다. 신기술이 안방 1열에서도 콘서트장에 앉아 있는 듯한 경험을 제공한 것이다.

방구석 1열의 즐거움이 어디 BTS의 팬클럽

아미에게만 국한됐을까. 모든 문화 플랫폼에 있어 시공간은 날이 갈수록 무의미해질 것이다. 오감 처리 기술에 대한 발전은 이미 빠른 속도로 진행되고 있다.

현재 가장 높은 수준으로 구현된 것은 시각이다. 트루 가상현실(VR) 기술은 경기장이나 공연장에 여러 대의 트루 VR 장비를 설치하고

## 5

개인의 취향이 반영된  
삼후종합건설의 퍼즐주택.  
반려동물을 위한 맞춤 설계가  
특징이다. 출처 : 퍼즐주택



데이터를 서버에 전송한 뒤 취합하면 지금의 단순한 장소 이동을 넘어 다양한 위치와 각도를 선택해 관람할 수 있도록 돕는다. 현재의 관람자가 좋은 좌석을 선점하기 위해 사전예매에 시간과 비용을 쓴 것과 달리 누구나 방 안에서 뷰가 좋은 자리를 선점할 수 있다는 뜻이다.

둘째, '360도 파노라마 기술'이다. 흡사 영화 '매트릭스'의 네오가 총알을 피하는 장면처럼 공간에 설치된 시스템을 활용해 우리가 물리적으로 볼 수 없는 장면을 체험할 수 있다. 사각지대가 없는 360도 파노라마 샷이 실시간 생중계되기 위해서는 수십여 대의 고화질(HD) 카메라와 영상 데이터를 처리할 수 있는 기술이 필요하다. 이는 전적으로 데이터와 연산 능력이 이룩해 낸 엄청난 혁신인데, 이를 경험할 날이 머지않았다.

이미 2018 평창 동계올림픽은 VR 기술과 360도 파노라마 기술을 시험대에 올림으로써 다가올 미래를 예언했다. 이제 2022년 베이징 동계올림픽 때보다 고도화된 방구석 중계가 가능할 것으로 예상된다. 청각 역시 오

디오 기술의 발달로 급격한 발전을 이루어 가고 있다. 극장에서는 돌비 아트모스 등을 활용해 실감나는 음향을 구현했으며, 개인 음향 기기에서는 오디오 증강현실(AR) 등 신기술이 개발되고 있다. 촉감 또한 다각도로 개발이 진행 중이다.

**⑤ 스마트 홈** - "미래의 집은 단순히 집 이상의 역할을 하며 사람이 원하는 모든 것을 갖춰 줄 것이다." 미래학자로 유명한 토머스 프리이 다빈치연구소장의 말이다. 코로나19 팬데믹 이후로 우리는 집의 소중함을 깨달았다. 삶의 터전으로서 심터 역할을 하는 것이 이상으로, 집에 머무는 시간이 길어졌기 때문이다.

'홈엔터테인먼트'는 '집(Home)'과 즐거움, 오락 등을 뜻하는 '엔터테인먼트(Entertainment)'의 합성어로, 외부 활동을 최소화하고 집에서 여가시간을 보내고 즐기는 트렌드를 뜻한다. 특히 홈엔터테인먼트 관련 매출은 성장세다.

개인의 취향에 맞춰 주거 패러다임에도 변화가 나타나고 있다. 예컨대 삼후종합건설은

'퍼즐주택, 퍼즐하우스'라는 독특한 콘셉트를 국내에 도입했다. 공사 시작 단계부터 소비자의 의사를 반영해 라이프스타일에 맞춘 구조에 인테리어를 더할 수 있다는 장점이 있다.

똑똑한 집에 대한 관심도 크게 늘었다. 12년 전 개봉한 영화 '아이언맨'에서 주인공의 시비서인 자비스가 사물인터넷(IoT) 기술을 통해 주인공의 집을 관리하는 모습은 스마트 홈의 미래를 보여줬다. 하지만 우리에게 스마트 홈은 이미 다가온 현실이다. 날씨, 기온 등 주변 환경에 대한 정보를 제공할 뿐만 아니라 집 상태를 최상으로 유지하고, 문제가 발생할 경우 이를 주인에게 알리고 조치할 수 있다.

개개인의 라이프스타일에 맞추어진 융·복합 서비스, 첨단 기술이 적용된 스마트 홈은 점차 보편화될 것이다. 여기에 에너지를 생산해 주고받는 스마트 그리드, 쓰레기를 직접 해결하고 생활용수를 정수해 재활용하는 친환경 시스템 등이 더해지면 각각의 집이 스마트 도시와 연계돼 우리에게 더 편리하고 편안한 심터 그 이상의 가치를 제공할 것으로 전망된다.

# ‘그린 스완’이 온다

## 온난화부터 팬데믹까지... 블록버스터급 자연재해 계속된다

올해 신종 코로나바이러스 감염증(코로나19) 팬데믹(세계적 유행)을 시작으로 미국 서부 지역과 호주의 대형 산불 사태 등 재난 영화 같은 상황이 속출하고 있다. 한국도 예외는 아니었다.

올여름 50일 이상 지속된 장마와 집중호우는 기후재난이라는 말을 체감하게 했다.

문제는 이 같은 인간의 삶에 큰 영향을 줄 수 있는 산불, 장마, 폭염, 한파, 가뭄 등 극한 기후 현상의 발생 빈도가 늘고 있고 앞으로도 전 지구적으로 더 자주 발생할 것으로 전망된다는 점이다.

전문가들은 기후 위기는 이미 시작됐다고 경고한다.

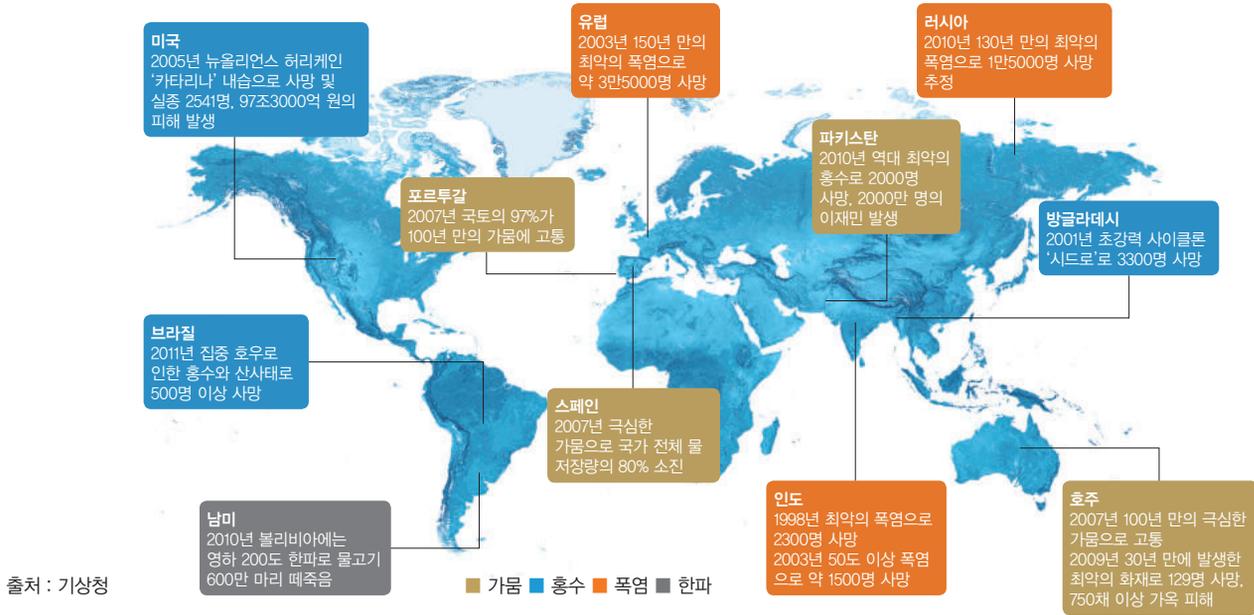
안옥희, 이정훈 [한경비즈니스 기자]



BIS'  
Green Swan Report

※QR코드를 스캔하면  
원문 PDF를 보실 수  
있습니다.

전 세계 주요 기후 재난 사례



최악의 기상재난 빈발하는 지구촌

기후변화로 인한 이상기후는 전 세계적인 현상이다. 이에 따라 자연 재해가 아닌 기후재난이라고 할 수밖에 없는 재난재해가 급증하고 있다. 유엔 재난위험감사사무국(UNDRR)은 '재난의 인적 비용 : 지난 20년(2000~2019년)의 개요' 보고서를 통해 2000~2019년 전 세계적으로 7348건의 자연재해가 발생했고 전체의 90% 정도가 기후와 관련한 재난이었다고 밝혔다.

세계기상기구(WMO)에 따르면 2019년에는 북극 대부분 지역의 기온이 이례적으로 높았고 유럽 남부와 동부, 아프리카 남부, 호주 등 대부분 대륙이 최근 평균보다 더웠다. 지난해 2월 북미를 중심으로 한파와 폭설이 나타났고 6~7월에는 스페인 프랑스 독일 등 유럽 대부분 지역에서 관측 사상 최고 기온을 기록했다. 호주는 건조하고 뜨거운 여름을 보냈다.

또한 지난해 열대성 저기압은 북반구 4개의 모든 해역에서 총 66개가 발생했다. 이 중 가장 강력했던 '도리안'은 5등급 강도로 발달해 바

하마에 상륙하면서 약 30억 달러에 달하는 경제적 손실과 인명 피해를 입혔다.

전 지구적으로 이런 이상기후가 발생하는 원인은 다양하고 복잡적이다. 이상기후의 원인은 여러 요인의 상호작용에 의한 것이나 기후변화가 주요 요인인 것은 분명하다. 특히 온실가스에 의한 지구 온난화로 지구 평균 기온이 계속 높아지고 있는데 WMO에 따르면 지난해 지구의 평균 기온은 산업화 이전(1850~1900년) 대비 약 1.1도 높았다. 최근 5년(2015~2019년)과 10년(2010~2019년)은 기간별 역대 가장 더운 5년과 10년으로 나타났다.

기후변화는 천문학적 경제적 손실과 함께 사회적 혼란을 가중하며 국가 경제 전반을 위축시킨다는 점에서 더 빠르고 적극적인 대응을 요구하고 있다. 해수면 상승, 극단적인 가뭄과 홍수 발생, 초대형 태풍 등을 초래하는 기후변화가 기후위기를 일으켜 식량 부족, 동식물 멸종, 감염병 창궐 등을 야기한다는 경고는 어느새 현실로 다가왔다.

지구 온도가 1도 상승할 때 생기는 일

1도 상승	2도 상승	3도 상승	4도 상승	5도 상승
<ul style="list-style-type: none"> <li>•안데스 산맥의 작은 빙하 녹음(5000만 명 물 부족)</li> <li>•매년 30만 명 기후 관련 질병으로 사망</li> <li>•영구 동토층 녹아 러시아와 캐나다의 건물·도로 손상</li> <li>•생물 10% 멸종 위기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•남아프리카와 지중해에서 물 공급량 20~30% 감소</li> <li>•열대 지역 농작물 크게 감소</li> <li>•아프리카에서 최대 6000만 명 말라리아에 노출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•유럽에서 10년마다 심각한 가뭄 발생(10억~40억 명 물 부족)</li> <li>•기근 피해자 5억5000만 명 증가</li> <li>•최대 300만 명이 영양실조로 사망</li> <li>•최대 50%의 생물 멸종 가능성, 아마존 밀림 파괴 시작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•30~50%의 물 감소</li> <li>•아프리카에서 최대 8000만 명이 말라리아로 사망</li> <li>•해안 지역 인구 최대 3억 명 홍수 피해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•히말라야의 빙하 소멸</li> <li>•중국 인구 25%에 거주 영역 영향</li> <li>•해양 산성화 가속, 해양 생태계 변화</li> <li>•해수면 상승으로 작은 섬들과 뉴욕·도쿄 등 도시 수장</li> </ul>

출처 : 국토환경정보센터

## 기후변화가 지구 환경에 미치는 영향

- 기온·기상**
  - 지난 100년 동안 지구 평균 기온 0.74도 상승
  - 집중적인 강우 현상, 폭설 등 기상 이변 증가
  - 한파·서리 일수 감소, 열파 발생 빈도 증가, 태풍·허리케인 강도 증가
- 빙하·강우·홍수**
  - 2003년 폭염으로 알프스 빙하 10% 감소
  - 강우 형태 변화로 북반구는 습해지고 남반구는 건조해짐
  - 연간 홍수 발생 수 뚜렷하게 증가
- 해양**
  - 1961~2003년 해수면 연평균 1.3mm씩 상승
  - 방글라데시는 지난 30년간 해수면 3m 상승해 영토의 많은 부분 침수
  - 산호 지역의 백화 현상
- 생물 다양성**
  - 지난 36년 동안(1970~2006년) 생물종 31% 멸종
  - 열대성 종이 북상하는 등 생물종 분포에 영향
  - 아마존 정글 30% 감소가 직접적인 원인
- 식물 생산 시기·작물 수확량**
  - 생육 가능 최저 온도 대상 지역 확대로 주요 작물 주산지와 작물별 생산성 변화
  - 아열대 병해충 영향 지역 확대, 가축 전염병 발생 증대
  - 국제 곡물 공급 구조 불안, 곡물가 지속 상승
- 인간 건강과 매개 질병**
  - 더위로 2만 명 이상 사망
  - 진드기 매개 뇌염 발생, 렙토스피라·말라리아 등 열대성 질병 증가 추세
  - 꽃가루 계절 장기화, 꽃가루 알레르기 증상 심화

출처 : 환경부

## 이미 시작된 대위기의 시대...

“과학자들은 인간에게 닥칠 재앙에 대해 있는 그대로 전달할 책무를 지고 있다. 이에 따라 우리는 오늘, 분명하고 의문의 여지 없이 ‘지구가 기후변화라는 위기에 처해 있음’을 선언한다.”

2019년 미국 오리건주립대 윌리엄 리플 교수와 전 세계 과학자들이 ‘기후 비상상태’를 선언했다. 국제 학술지 ‘바이오사이언스’에 실린 이 선언문은 1979년 스위스 제네바에서 첫 기후 관련 콘퍼런스가 개최된 지 40주년을 맞아 게재됐다. 세계 184개국 1만5300명이 넘는 과학자들이 여기에 서명했다. 기후변화는 더이상 부인할 수 없는 인류의 위험 요소라는 얘기다.

기후변화로 인한 위협이 점점 가시화하면서 최근 주목받는 용어가 ‘그린 스완’이다. 그린 스완은 지난 1월 국제결제은행(BIS)이 낸 ‘그린 스완: 기후 변화 시대의 중앙은행과 금융 안정성’ 보고서에서 첫 등장하며 세계적인 주목을 끌었다. 4개월 뒤 BIS는 ‘그린 스완 2-기후변화와 코로나19: 효율성과 복원력에 대한 성찰’이라는 보고서를 발표했다.

## 각종 백조의 종류와 의미

- 화이트 스완**  
 발생 가능성이 높지만 체계적(정규 분포)으로 용이하게 평가되며 발생하더라도 영향이 크지 않음
- 블랙 스완**  
 발생 가능성이 극히 낮지만 일단 발생하면 예상하지 못한 충격과 막대한 파급 효과가 있음. 사전에 예견하기 어려움. 경제학자와 금융 전문가들이 분석 주제 (예) 2008년 글로벌 금융 위기
- 그린 스완**  
 기후 관련 위험으로 블랙 스완과 같이 발생 가능성이 극히 낮음. 하지만 일단 발생하면 막대한 파급 효과가 있음. 발생 가능성이 사전에 어느 정도 예견. 과학자들이 분석 주제 (예) 자연재해·코로나19
- 네온 스완**  
 발생 가능성이 극히 낮음. 백조가 스스로 빛을 내는 것이 불가능한 것처럼 절대 발생하지 않을 것 같은 상황이나 발생 시 블랙 스완보다 더 위협적인 영향 초래. 사전에 발생 가능성에 대해 분명히 예측 가능 (예) 미국 국제의 부도 가능성

출처 : BIS ‘그린 스완’ 보고서, 예금보험연구센터 예보제도연구팀 ‘BIS, 그린 스완’ 보고서

먼저 보고서는 기후변화를 우리 생태계와 사회 그리고 경제에 매우 ‘중대한 위협’으로 인지하는 데서부터 설명을 시작한다. 2019년 5월 11일 대기 중 이산화탄소 하루 평균 농도가 역사상 최고 수치인 415ppm을 기록했다. 인류가 안정적으로 농업과 경제활동을 할 수 있는 수치가 270~280ppm인 것을 감안하면 이를 훨씬 넘어서는 치명적인 수치다. 실제로 최근 수십년간 대기 중 이산화탄소 하루 평균 농도는 매우 날카로운 상승세를 보여 왔다. 1959년 315ppm이던 평균 농도는 1970년 370ppm으로 상승했고 2016년 400ppm으로 치솟았다.



BIS의 그린 스완 보고서

문제는 이와 같은 기후변화로 인한 재앙은 인류에게 지금까지 겪어 보지 못한 고통을 안겨줄 수 있을 만큼 치명적이고 그 무엇보다 되돌릴 수 없다는 데 있다. 지난해 빙하가 녹아 해수면이 2m 정도 상승하면 2100년까지 200만 명의 이주민이 발생할 수 있다는 연구 결과가 나오기도 했다.

더욱 걱정스러운 것은 기후변화가 단지 미래의 위험만은 아니라는 데 있다. 이 보고서에서는 “아직 최악의 결과가 나타나지 않고 있지만 기후 변화는 이미 지구상의 인간과 동식물에 많은 영향을 미치고 있다”고 강조한다. 농산물 수확량과 음식 공급량은 이미 지구 곳곳에서 기후변화의 영향력 아래 놓여 있다. 인도의 일부 지역은 만성적인 물 부족 위기를 겪고 있고 지난 40여 년간 가뭄과 홍수 같은 극단적인 날씨로 인한 재난의 발생 빈도 역시 높아지고 있다.

기후변화에 대해 아무런 조치를 취하지 않으면 경제적 측면에서의 충격 또한 무시할 수 없다. 먼저 수요 측면에서 기후변화는 소비를 약화시키고 그로 인해 기업의 성장 전망이 불확실해지면서 기업 투자 감소로 이어질 수 있다. 이는 결국 가계의 부를 감소시키는 악순환이 형성되는 것이다.

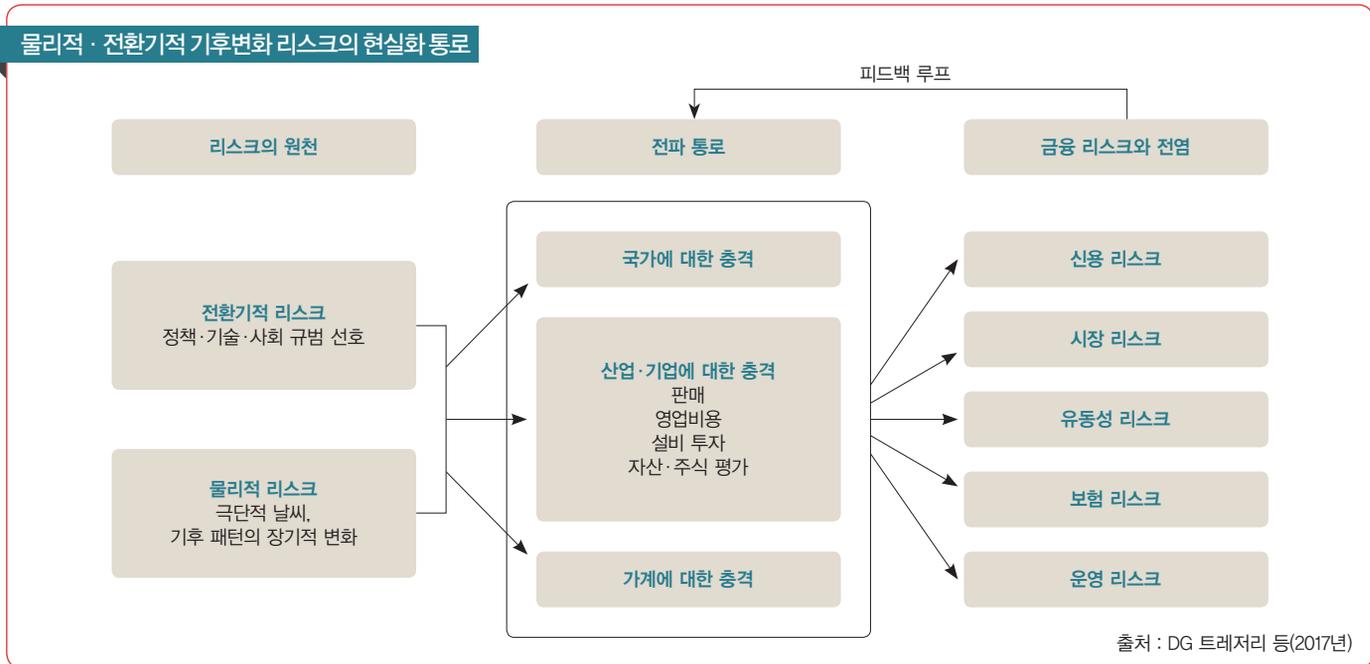
특히 글로벌 시대에서 이와 같은 수요 측면의 영향은 글로벌 무역 측면에서 영향력이 매우 크다. 공급 측면에서 기후변화는 노동 시장, 자본 시장 등 광범위하게 영향을 미치며 경제적 생산 능력의 막대한 저하를 가져올 수 있다.

예를 들어 기후변화로 대규모 인구 이동이 촉발된다면 이는 글로벌 노동 시장과 임금 성장에 장기적이고 직접적인 영향력을 미치는 요소다. 이와 같은 경제적 충격은 결과적으로 물가와 금융 시장의 안정성에 심각한 위협으로 작용할 수 있다.

그렇다면 ‘금융 안정성과 기후변화’의 좀 더 직접적인 관계를 들여다보자. 불과 몇 년 전만 하더라도 금융 시장을 움직이는 투자 전문가들은 기후변화에 관심이 없었던 게 사실이다. 하지만 최근 들어 기후변화가 금융 시장에 미치는 파괴적인 영향력이 가시적으로 나타나기 시작하면서 상황이 급격하게 변하고 있다.

2017년 12월 창설된 녹색금융협의체(NGFS)는 “기후변화로 인한 위기는 재정적 위험의 원천”이라고 못 박으며 “금융 시스템이 이러한 위험에 어떻게 대응하고 있는지 확인하는 것은 중앙은행과 감독자의 권한 내에 있다”고 분명히 명시했다. 이미 일부 중앙은행과 규제기관, 감독 당국에서는 이미 기후 위험과 관련한 더욱 엄격한 지침을 마련하는 등 본격적인 움직임을 보이고 있다. 한국은행 또한 지난해 11월 NGFS에 가입하며 본격적인 대책 마련에 돌입한 상태다.

그렇다면 이런 어마어마한 위험에 직면한 인류에게는 이를 위한 해결책이 남아 있는 것일까. 이 보고서에서는 특히 두 가지를 강조한다. 각국 중앙은행의 역할과 국제적 협력이다.





2019년 5월 독일 프랑크푸르트 유럽중앙은행(ECB) 앞에서 기후변화에 대한 대응을 촉구하는 학생들.

그린 스완의 가장 큰 특징은 예측이 어렵고 한 번 위기가 발생하면 파급 범위가 전 인류에게 영향을 미친다는 데 있다. 이를 위해서는 각국 정부는 물론 금융회사 간 치밀하고도 긴밀한 협력이 필요하다.

예를 들어 다가오는 기후변화의 충격을 최소화하기 위해서는 기후변화로 예상되는 피해를 정확하게 측정하고 예측할 필요가 있다. 이를 위해 다양한 리스크 평가 도구를 개발하고 활용하는 것에서부터 각국 중앙은행을 중심으로 세계적인 공조가 선행돼야 한다. 규제와 감독 측면에서도 국제적인 협조가 필요하다.

이미 일부 중앙은행이 이와 같은 움직임을 본격화하고 있다. BIS 보고서에서는 프랑스와 네덜란드 중앙은행을 모범 사례로 제시하고 있다. 이들은 자체 자금과 연금 포트폴리오를 관리하기 위해 '책임 투자 헌장'을 채택하고 환경·사회·지배구조(ESG) 기준을 자산관리에 통합하는 과정에 있다.

BIS 보고서에서는 '네덜란드 은행의 기후변화 스트레스 테스트'를 기후변화 시대의 금융위기 예측의 흥미로운 사례로 따로 소개하고 있을 정도다. 네덜란드 중앙은행은 이와 관련해 기록된 방대한 정보와 전문가의 조언을 바탕으로 기후변화로 인해 발생 가능한 시나리오를 분석한다.

이러한 시나리오 이후 국내총생산(GDP), 주가와 금리에 대한 영향 등을 반영한 특정한 평가 모델을 사용해 거시경제에 미칠 영향력을 평가한다. 이후 GDP에 대한 기여도에 따라 산업별 가치를 반영하고 산업별로 구체화된 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출량을 기반으로 각 부문의 취약성을 추정한다.

이렇게 추정된 산업별 영향력은 기업 대출, 채권·주식 등 금융 포트폴리오와 연결된다. 마지막 단계로 중앙은행은 이를 기반으로 각 금융회사의 손실을 계산한다. 네덜란드 중앙은행의 기후변화 스트레스 테스트 결과 보험사는 자산의 최대 11%, 은행은 최대 3%의 손실을 봤다.

그렇다고 BIS 보고서가 '재앙'을 예측하는 것은 아니다. "인류가 맞닥뜨리고 있는 기후변화로 인한 금융위기의 해결책은 이 보고서를 넘어서는 범위"라고 명시하고 있는 이유다.

특히 다가오는 위험에 대해 선제적으로 과학적인 예측과 전망을 제공하고 정부와 금융사의 담대한 행동을 이끌어낼 수 있다는 측면에서 각국 중앙은행과 금융감독 당국의 역할을 강조하고 있다. 결국 중요한 것은 전 세계적으로 각국 정부와 금융사의 협력 아래 얼마나 적극적으로 가능성 있는 해결책을 찾아내기 위해 논의하고 행동하느냐의 문제다.



# 기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

산업통상자원부 해외기술협력거점



## KEIT 미국(실리콘밸리) 거점

담당자 김병재

E-mail ramy78@keit.re.kr

Tel (Office) +1-408-232-5411

## KIAT 미국(워싱턴) 거점

담당자 이범진

E-mail pomjin@kiat.or.kr

Tel : (Office) +1-709-337-0950



## KEIT 독일(베를린) 거점

담당자 전준표

E-mail augtto@keit.re.kr

Tel (Office) +49-30-8891-7390



## KIAT 벨기에(브뤼셀) 거점

담당자 강주석

E-mail kangjs@kiat.or.kr

Tel (Office) +32-2-431-0591



## KORIL 이스라엘 거점

담당자 진수미

E-mail susan74@koril.org

Tel (Office) +972-54-345-1013

## 접히는 배터리에 도전하라

### 포항공과대학교 화학과 박수진 교수

전력선 없이도 야외에서 다양한 전기·전자기기를 사용할 수 있게 해 준 배터리. 그러나 이 배터리도 다양한 한계에 직면하고 있다. 물론 그러한 한계를 극복하기 위한 연구자의 도전은 지금 이 순간에도 계속되고 있다. 접히는 배터리, 더욱 안전한 배터리, 오래 쓸 수 있어 그만큼 친환경적인 배터리... 그러한 연구자 중 한 사람인 박수진 교수를 만나 보았다.

취재 이동훈



박수진 교수

**Q** 간단한 이력과 함께 현재 하고 계신 일, 주요 연구 분야에 대한 소개 부탁드립니다.

**A** 저는 차세대 배터리 소재를 연구하고 있습니다. 고용량 실리콘 음극 소재 연구를 10년 이상 하고 있으며, 상용화 요구조건에 근접한 실리콘 소재 개발을 얼마 전부터 진행하고 있습니다. 또한 전기 자동차용 기능성 분리막 개발을 하고 있는데, 현재 사용 중인 전기차용 세라믹 코팅 분리막의 성능을 뛰어넘는 결과를 얻었습니다. 최근 구부릴 수 있는 디스플레이, 피부에 부착이 가능한 헬스 모니터링 장치 등 웨어러블 디바이스가 각광받고 있습니다. 그러나 이러한 기기를 작동시키기 위해 흔히 딱딱한 전지를 사용합니다. 이에 저희 연구실에서는 100% 이상 늘어나도 정상 작동하는 연신성 전지를 5년 넘게 개발해 오고 있습니다. 수계 전해질을 기반으로 폭발 위험성이 없으며, 1분 이내 급속 충전이 가능하면서도 1000번 이상 충·방전할 수 있는 전지를 개발했습니다.

최근 저희 연구그룹에서 개발 중인 전지는 듀얼이온전지입니다. 리튬 이온 이차전지는 충전 시 양극에서 음극으로 움직이고, 방전할 때는 음극에서 양극으로 다시 이동하는 원리입니다. 듀얼이온전지의 경우 리튬

이온은 음극으로 이동하고, 다른 종류의 음이온은 양극으로 이동하는 등 두 개의 서로 다른 이온이 이동하는 작동원리를 이용한 것입니다. 이러한 전지는 4V 이상의 높은 전압을 얻을 수 있어 현재 다른 상용화된 전지에 비해 빠른 출력은 물론 응집도가 높아 향후 다양한 분야에 응용할 수 있을 것으로 기대됩니다.

**Q** 기존 이차전지의 문제점은 무엇입니까?

**A** 기존의 이차전지는 음극 소재로 주로 천연흑연 및 인조흑연을 사용합니다. 안정적인 배터리 구동 측면에서는 장점이 있으나 충전시간이 30분 이상으로 길고, 무게당 용량이 낮아 배터리 부피가 커지는 단점이 있습니다. 반면 실리콘 음극 소재는 무게당 용량이 흑연과

웨어러블 기기. 작으면서도 안전하고 강력한 배터리의 수요를 견인하는 대표적 제품이다.



비교해 10배 정도 높기 때문에 같은 배터리 부피에서 더 오래 사용할 수 있고, 가볍다는 장점이 있습니다. 분리막 측면에서도 전기차에 적용되고 있는 세라믹 코팅 고분자 분리막은 내열성 측면에서는 우수하지만 그외에 다른 기능이 없습니다. 배터리 셀 내에는 액체 전해질 및 리튬염이 들어 있는데, 소량의 수분으로도 리튬염과 반응해 불산이 생성되고, 이들은 양극을 공격해 전이금속을 용출시키는 한편 용출된 전이금속은 다시 음극을 망가뜨리는 악순환이 반복됩니다. 이를 해결하기 위해서는 불산이 생성되지 않도록 하거나 생성된 불산을 바로 제거하는 분리막이 필요합니다.

본 연구그룹에서는 기능성 분리막 개발을 통해 불산을 쉽게 제거해 양극 및 음극의 수명을 그대로 유지할 수 있는 분리막을 개발했습니다. 또한 앞서 언급한 바와 같이 웨어러블 디바이스에 적용하고 있는 소형의 딱

딱한 배터리는 불량품도 많고 착용 시 이물감이 있어 자유롭게 구부리거나 늘리더라도 배터리가 작동하는 연신성 전지 개발이 필요한 상황입니다. 피부에 직접 접촉했을 때 폭발 위험이 있는 기존 배터리를 사용할 수 없어 수계 전해질 기반의 전지를 통해 안전한 배터리 개발이 요구됩니다.

**Q** 최근 화제가 된 주요 연구 과제인 '아누스 페이스 전극'을 활용해 늘이고 줄여도 작동하는 배터리에 대해 설명해 주십시오.

**A** 아누스는 로마신화에 나오는 신입니다. 성이나 집의 문을 지키며 앞뒤 두 얼굴을 하고 있죠. 저희 연구그룹에서 개발한 아누스 페이스 전극은 연신이 가능하며 한쪽 면은 아연 음극으로, 다른 쪽은 산화는 양극으로 구성된 아연-산화는 연신성 이차전지입니다. 산화는 배터리는 에너지 대 중량비가 매우 높은 일차전지로 알려져 있으나

본 개발에서 확인된 전지는 일차전지가 아닌 충·방전을 반복할 수 있는 이차전지입니다. 산화은전지는 수은전지보다 전압(1.5V)이 크다는 장점이 있어 손목시계, 계산기, 자동 노출 카메라, 보청기 등에 많이 사용되고 있습니다. 연신이 가능한 아누스 페이스 전극을 산화은전지에 적용했지만 다른 이차전지로 범위를 넓힐 수 있는 개념이며, 이럴 경우 다른 종류의 웨어러블 디바이스에 쉽게 적용할 수 있다는 장점이 있습니다. 또 다른 특징은 기존의 상용화된 전지는 양극, 분리막, 음극, 집전체 등을 순차적으로 사용해야 해 공정이 복잡하지만, 아누스 페이스 전극은 전기가 통하지 않으면서 양극과 음극을 분리할 수 있는 연신성 고분자가 가운데에 위치하고, 연신성 양극과 연신성 음극이 연신성 고분자에 한 몸으로 구성돼 있기 때문에 제조하기 쉬우며 대면적에서 제조가 가능하다는 장점이 있습니다. 이를 활용한다면 대면적의 웨어러블 디바이스 또는 옷과 같은 곳에 부착하는 형태의 전원기기를 제작할 수 있습니다.

**Q** 이 배터리는 기존 배터리의 문제점을 어떻게 해결할 수 있습니까?

**A** 아누스 페이스 전극이라는 단어에서 유추할 수 있듯이 배터리는 양극(+)과 음극(-)이 필요하며, 기존 방식대로라면 양극집전체-양극, 분리막, 음극-음극집전체와 같이 복잡한 조합을 통해야 전지를 구성할 수 있었습니다. 어떻게 하면 이러한 공정을 간소화할 수

유연한 디스플레이는 그에 맞는 유연한 소재의 배터리가 필요하다. 연신성 배터리 연구의 주된 목표다.



고용량 배터리 음극 소재인 실리콘 개발은 배터리의 부피 및 무게, 충전시간을 단축시킬 수 있다. 이는 특히 자동차용 배터리에 유용하다.



배터리 관련 신기술이 많이 나오고 있지만, 관건은 활용성이라고 봅니다. 물론 상용화를 위해서는 보완해야 할 점이 많지만 관심 있는 기업이 이용할 소통 공간이 어딘가에 있다면 새로운 기술이 많이 활용될 수 있을 것으로 생각합니다.

있을지 고민하다 양극과 음극을 한 몸체에 부착시키고 양극과 음극이 붙어 있으면 단락이 발생하니 이들을 분리시켜 보자는 생각에서 연구가 시작됐습니다. 저희가 사용한 고분자 소재는 폴리스틸렌-폴리부타디엔-폴리스틸렌 고분자로, 자동차 타이어나 아스팔트에 많이 사용되는 고무 소재입니다. 고무 소재는 연신성이 매우 좋을 때 때문에 300% 이상 늘었다 놓아도 원래대로 돌아오는 성질이 있습니다. 이러한 고무 소재를 기본으로 해 고무 내부에 전기가 통하는 금속인 은을 합성해 넣은 후 아연을 전기도금해 한쪽은 은을, 다른 쪽에는 아연을 뒤 성공적으로 제작할 수 있었습니다. 이 아이디어는 연속적인 다수의 공정을 통해 제조했던 기존 전지 제작 공정을 줄일 수 있어 경제적인 측면에서도 유리할 것으로 보입니다.

**Q** 현재 미래형 산업 생산 인프라 연구개발이 활발하게 이루어지고 있습니다. 특히 첨단 제조공정장비, 공해를 덜 유발하는 청정생산 등에 주안점을 두고 있습니다. 이러한 분야들에 연구 중인 전지가 어떻게 활용될 수 있을까요?



**A** 공해를 덜 발생시키는 청정생산에 대해 말씀드리면, 현재 전기 차에 들어가는 배터리 또한 휘발유나 경유를 사용하지 않아 청정에너지라고 할 수 있습니다. 또한, 중대형 배터리(Energy Storage System)는 정전 발생 시 전기를 필요한 만큼 뽑아 사용할 수 있고, 남은 전기는 다시 보관하는 용도로 쓰입니다. 다만, 전기차에 들어가는 배터리나 중대형 배터리는 부피가 크고 매우 무거우며 충전시간이 오래 걸린다는 단점이 있습니다. 고용량 배터리 음극 소재인 실리콘은 배터리의 부피 및 무게, 충전시간을 단축시킬 수 있습니다. 한편, 외부 충격 등으로 생기는 배터리 폭발사고 같은 위험요소를 제거하고자 수계 전해질을 기반으로 한 전지를 개발해 안전할 뿐만 아니라 급속 충전도 가능한 시스템을 만들어야 합니다.

**Q** 다른 연구 과제나 향후 계획 등을 알려주십시오.

**A** 앞서 말씀드린 바와 같이 저희 연구그룹에서는 다양한 배터리 시스템 소재를 개발하고 있습니다. 아직까지 상용화되지는 않

았으나 연신성 전지는 늘어나는 디스플레이, 스마트 렌즈, 피부 부착형 헬스 모니터링 시스템 등에 적용이 가능할 것으로 전망됩니다. 또한 최근 고전압, 급속 충전 등의 키워드를 중심으로 어떻게 하면 새로운 형태의 소재나 시스템을 개발할 수 있을지 관심이 폭증되고 있습니다. 아직 듀얼이온전지 연구는 중국 및 미국에 비해 국내에서는 많이 진행되고 있지 않으나 고전압, 급속 충전, 고출력 등이 가능한 시스템으로 향후 발전이 기대되는 시스템 중 하나인 것만은 분명합니다. 시대가 요구하는 특성에 맞는 배터리 소재 및 배터리 시스템을 개발하는 것을 향후 목표 하고 있습니다.

**Q** 그 외에 본지 지면을 통해 밝히고 싶은 내용이 있다면...

**A** 배터리 관련 신기술이 많이 나오고 있지만, 관건은 활용성이라고 봅니다. 물론 상용화를 위해서는 보완해야 할 점이 많지만 관심 있는 기업이 이용할 소통 공간이 어딘가에 있다면 새로운 기술이 많이 활용될 수 있을 것으로 생각합니다.

# 10가지 혁신 기술로 살펴본 미래의 인프라스트럭처

## 우리의 삶을 더욱 풍요롭고 친환경적으로 가꿀 첨단 기술들

이경원 [과학칼럼니스트]

인프라스트럭처(Infrastructure)는 생산이나 생활의 기반을 형성하는 중요한 구조물을 가리킨다. 좁은 의미로는 동력·에너지 관계시설, 도로·수로·공항·항만·전신·전화 등의 교통·통신시설, 상하수도·관개·배수시설 등이 포함된다. 넓게는 학교·박물관 등의 교육·문화시설, 보건·의료·복지 등의 시설, 국토보전·도시계획관계 등의 시설도 인프라스트럭처에 포함된다.

이러한 인프라는 장기간의 사회적 투자를 통해 건설된 것이다. 더욱 효율적인 삶을 누리게 하는 문명생활의 상징으로까지 여겨질 정도다. 또한 새로운 직업과 부가가치, 투자 기회를 창출하고 더 나아가서는 새로운 법과 규정, 산업표준을 만들어내는 효과까지도 있다.

4차 산업혁명으로 기존 인프라의 교체 압력은 더욱 커질 것이다. 이 글에서

는 장차 우리가 살아갈 세상의 인프라를 바꿀 10가지 혁신 기술을 살펴볼 예정이다.

### 01 자율주행자동차 및 지능형 고속도로

물론 오늘날의 도로 건설 기술은 크게 발전했다. 그러나 현대의 도로나 고대의 도로나 차량과의 데이터통신을 할 수 없는 멍푼우리 도로인 것은 마찬가지다. 앞으로 바뀌어야 할 부분이다.

현재 자율주행차 기술이 크게 발전하고 있다. 자율주행차는 인간을 운전의 부담에서 해방시켜 주는 것은 물론 교통사고의 위험도 크게 낮추어 줄 것이다. 그러나 자동차의 자율성이 높아질수록, 자동차의 상황 인식 능력도 그만큼 높아져야 안전성을 담보할 수 있다. 그러려면 자동차 자체에 달린 센서와

컴퓨터만으로는 역부족이다. 주변의 다른 차량은 물론 도로와도 끊임없이 데이터를 주고받아야 주변 상황에 대한 완벽한 그림을 그릴 수 있다.

스스로 데이터를 수집하고, 수집한 데이터를 자율주행차와 통신할 수 있는 도로를 지능형 도로라고 부른다. 이러한 지능형 도로 시스템은 자율주행차의 안전하고 신속한 운영을 최대한 보장할 것이다. 지능형 도로 시스템은 차로 폭을 가변 조절할 수 있다. 인간에 비해 실수의 여지가 적은 자율주행 시스템이므로 고속도로의 차로 폭을 차로 폭에 딱 맞게 줄일 수 있다. 그러면 동일한 폭의 도로로 더 많은 차량이 다닐 수 있다. 통행량에 맞게 차로 폭을 가변 설정하는 것도 가능하다. 또한 차간 거리도 불과 수십 cm로 단축시켜 더 많은 차량을 안전하고 빠르게 통행시킬 수 있다. 이러한 지능형 도로 시스템은 현재의 도로에 비해 단위면적당 무려 50~100배의 차량을 빠르고 안전하게



통행시킬 수 있다. 또한 자율주행차가 끊임없이 도로의 상태를 관찰하고 보고하기 때문에 적시에 도로 보수를 받을 수 있다. 또한 도로 보수도 문제가 생긴 후에 하는 것이 아니라 매일의 점검과 미세 보수를 통해 도로를 사용할 수 없는 시간을 최소화할 것이다.

## 02 진공튜브 자기부상열차

2013년 테슬라모터스의 최고경영자 일론 머스크는 '하이퍼루프 프로젝트'를 연구하고 있다고 밝혔다. 공기 저항이 없는 진공 튜브 내에서 달리는 자기부상열차 개념이다. ET3의 데릴 오스터 역시 유사한 개념의 열차를 제안한 바 있다. 대기 중을 달리는 기존의 열차는 속도가 시속 500km를 넘기가 쉽지 않다. 그러나 진공 속을 달리는 열차라면 시속 6400km도 가능하다. 오스터

의 말대로 지상에서 즐기는 우주여행이 따로 없다. 이러한 열차는 속도뿐만 아니라 사용 에너지, 공해 발생, 안전성 등에서 기존 교통 수단의 강력한 경쟁자가 될 것이다. 또한 그 인프라를 구축하는 과정은 50년 정도가 소요되며, 그 기간 중 1억 명에게 일자리를 줄 수 있을 것이다.

## 03 대기 속 수분 추출 기술

지구상의 물 중 담수는 2%뿐이다. 그리고 그중 4분의 1만이 인간이 사용할 수 있다. 그러니까 인류는 여태껏 지구상의 물 중 0.5%만을 사용하며 견뎌 온 것이다. 그러나 이제는 대기 중의 수분을 추출하는 기술이 개발되고 있다. 이러한 시스템을 각 가정이나 공장, 농장마다 설치한다면 필요한 담수를 자체적으로 획득할 수 있다. 그것도 크고 복잡

하며, 비싸고 유지하기 어려운 데다 오염에 취약한 상수도 체계가 필요 없이 말이다. 지구 대기에 포함된 수분의 양은 자그마치 14경2000조 리터에 달한다. 이 수자원을 태양광, 풍력, 기타 재생가능 에너지를 이용해 활용한다면 세계의 물 부족 문제와 환경 문제를 해결하는 데 큰 도움이 될 것이다. 염소 냄새 나는 수돗물과는 결별할 수 있을지도 모른다.

## 04 초소형 대학 (마이크로 칼리지)

4차 산업혁명은 기존에 없었던 새로운 형태의 기술을 요구하고 있다. 가상 현실, 로봇 기술, 네트워크, 빅데이터 등이 그것이다. 이는 얼핏 보면 별 문제 없어 보이지만, 실은 무수한 문제가 숨어 있다. 기업의 입장에서는 이런 신기술

↑ 자율주행차와 지능형 도로는 더욱 쾌적하고 효율적이며 친환경적인 도로 교통 시대를 열 것이다.

을 가진 사람을 단기간에 대량으로 육성해야 기술 발전과 시장의 변화에 대응할 수 있다. 그리고 신기술에 밀려 도태된 구기술을 가진 사람은 그대로 실직자로 전락하고

있다. 그 수는 수백만 명에 달한다. 그런데 기존의 거대하고 경직된 대학 교육 체계는 학생이나 대량으로 쏟아져 나오는 실직자에게 빠르게 발전하는 신기술을 가르칠 능력이 없다. 때문에 단기간 도제식 교육 프로그램을 갖추고, 기술과 시장 상황 변화에 신속하게 대응할 수 있는 소규모 대학, 마이크로 칼리지 학생의 신기술 배움터이자 구직자의 평생 교육의 장으로 각광받고 있다.

### 05 우주 배치 발전소

인류가 필요로 하는 전력량은 계속 늘어나고 있다. 현재 전 세계의 전력 사용량은 1960년대의 4배다. 그러나 화력발전은 대기를 온실가스로 오염시키고, 원자력발전은 폐기물 처리 및 사고 발생 시 방사능 오염 문제가 있다. 특히 2011년

후쿠시마 원자력발전소 사고를 겪은 일본은 더욱 안전한 발전 수단으로 우주 배치 발전소에 눈길을 돌렸다. 이 때문에 2014년 일본우주항공연구개발기구(JAXA)는 2040년까지 1GW급 태양광 발전 위성을 우주로 올리겠다는 '우주 태양광 개발 25년 개발계획'을 발표했다.

우주 태양광발전의 아이디어는 1968년 피터 글레이저 박사가 처음 주창했다. 그러나 1970년대 충분한 연구를 거친 후 과학자들은 아직 기술이 성숙되지 않았기 때문에 타당성이 없다는 결론을 내렸다. 당시로서는 자재의 무게가 너무 무거웠다. 그 자재를 가지고 우주에 발전소를 건설하려면 당시 기술로는 우주비행사 100명, 로봇 수천 대가 필요했다. 물론 그 이후 관련 기술은 크게 발전해 가능성이 높아졌다. 또한 우주 공간에는 야간도 없고 계절의

↓  
'하이퍼루프'와 같은 진공 튜브 속을 달리는 자기부상열차는 시속 6400km의 빠른 속도로 육상교통의 신기원을 열 것이다.

변화나 악천후도 없으므로 지구에 비해 10배 이상의 발전효율을 낼 수 있다. 때문에 일본 외에도 여러 나라가 우주 태양광발전에 관심을 갖는 이유다.

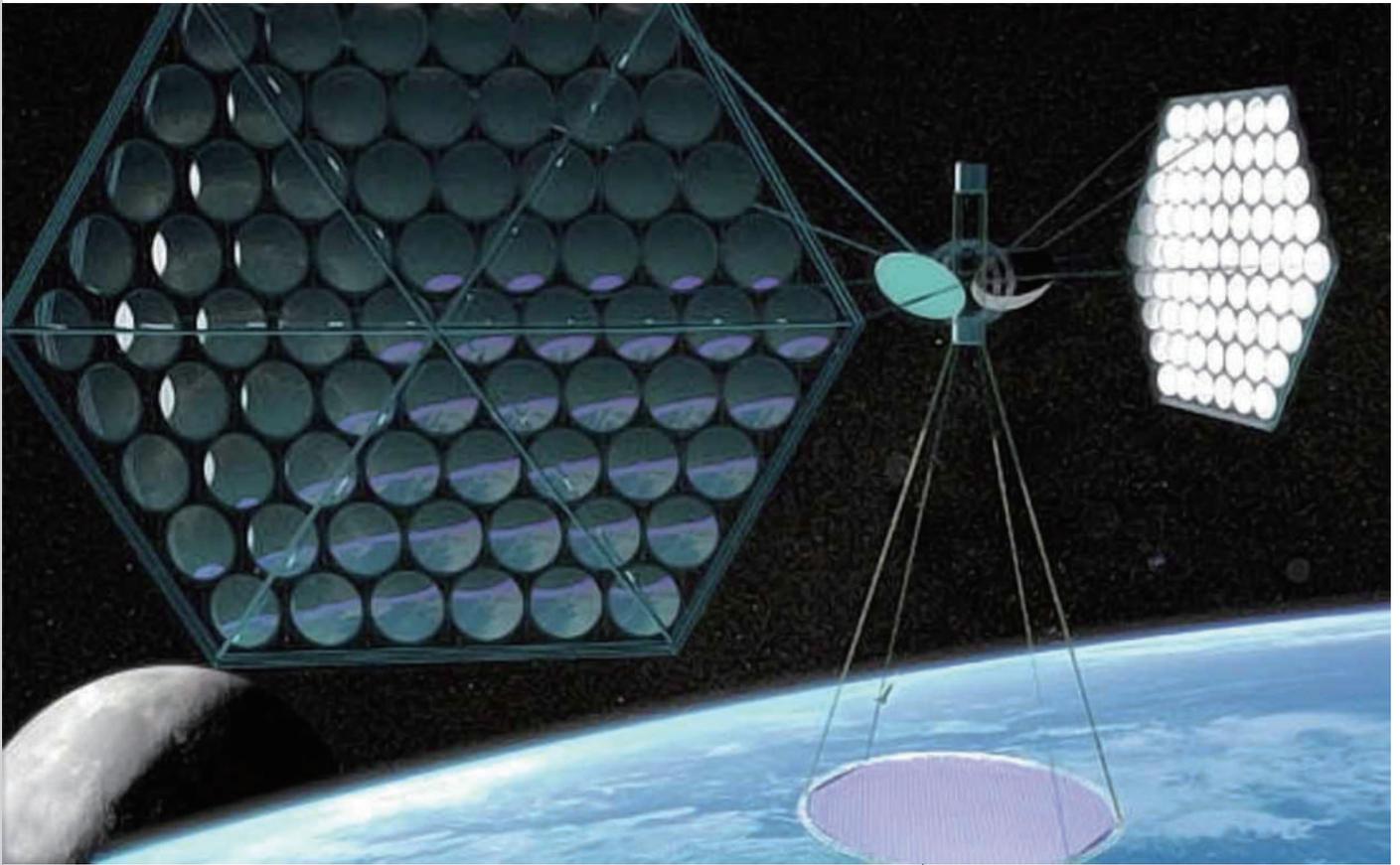
### 06 드론(무인기) 배달 네트워크

문자 그대로 무인기를 이용해 물품을 배달해 주는 체계다. 국제무인이동 체험회에 따르면 드론의 상업적 이용이 합법화될 경우 3년 내로 수십억 달러 규모의 시장과 수십만 개의 일자리가 창출될 것으로 보인다. 드론의 생산뿐만 아니라 조종, 정비, 보안, 데이터 분석, 무인기를 이용한 살충 전문가 등의 일자리가 생기는 것이다.

### 07 대규모 에너지 저장소

현재 에너지 저장소라는 개념은 초기 단계라 할 수 있다. 장차 에너지 저장소는 세계적인 사업이 될 가능성이 매우 높다. 기존의 발전, 송전, 배전 체계를 보조할 수도 있고, 이들과 경쟁할 수도





있다. 앞으로 10년 이내에 새로운 비즈니스 모델과 기업을 만들어 낼 것이며, 기존 전력망의 신뢰성과 효율을 높이면 서 환경 파괴를 줄일 수 있다.

### 08 세계 언어 저장소

세계화가 빠르게 진척될수록 약소 언어는 점차 사멸의 길을 걷고 있다. 연구자에 따르면 지난 500년 동안 인류의 언어 중 약 7000종(에트루리아어, 태즈메이니아어 등)이 사라졌다고 한다. 그리고 나머지 약 7000종의 언어 중 3500종은 앞으로 100년 이내에 사라질 운명이라고 한다. 젊은층이 토착어를 버리고 영어, 북경어, 스페인어 등 사용자 수가 많은 언어를 선택하기 때문이다. 이 과정에서 언어 장벽이 생기고, 약소

언어로 기록된 귀중한 문화유산이 사라지는 일이 발생할 것이다. 전자통신 기술의 힘을 빌린 세계 언어 저장소는 그러한 비극을 막는 데 기여할 수 있을 것이다.

### 09 세계인 계보 프로젝트

오늘날의 계보산업에서 진행되는 작업 중에는 한 번만 해서 결과를 공유하면 되는데 그런 것도 모르고 기업이나 작업자가 제각기 실시하는 것이 많다. 그만큼 중복적이고 낭비적이다. 기존의 여러 계보 찾기 기업에서 가지고 있는 데이터베이스를 통합하는 일은 결코 쉽지 않을 것이다. 그러나 성공한다면 마치 위키피디아처럼 세계 계보의 큰 호수가 될 것이다.

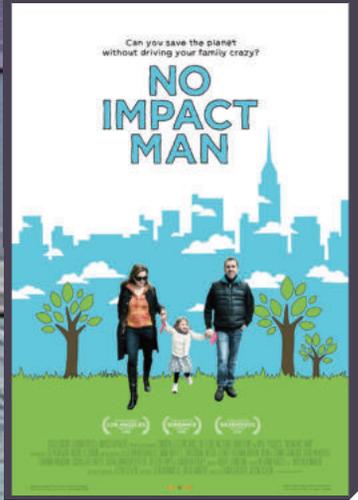
### 10 1조 센서 인프라스트럭처

2008~2014년 세계인이 모바일 기기 형태로 보유한 센서 수는 1000만 개에서 35억 개로 급증했다. 이 때문에 페어차일드의 중역 야누스 브라이제크는 2013년 팰로앨토에서 1조 센서 회의를 열었다. 그는 이 회의에서 2024년까지 1조 개의 센서를, 2036년까지 100조 개의 센서를 세계 인프라에 보급할 것을 주장했다. 이로써 수백만 개의 새로운 일자리가 창출될 것이다.

↑ 우주 배치 태양광발전소는 더욱 효율적이고 친환경적인 전력 생산이 가능하다.

여기에 소개한 신기술 또는 프로젝트는 앞으로 다가올 4차 산업혁명식 인프라의 빙산의 일각에 불과하다. 이집트의 대피라미드, 중국의 만리장성, 미국의 아폴로 계획이 그랬듯이 혁신 기술과 프로젝트는 우리 인류의 지평을 한 단계 더 넓혀 놓을 것이다. 그리하여 우리는 물론 후손에게 더욱 살기 좋은 세계를 물려주는 데 일조할 것이다.

이동훈 [과학칼럼니스트]



## ‘노 임팩트 맨’ 21세기의 뉴욕에서 산업혁명 이전의 생활을?!

생각하면 할수록 불가능해 보이는 일이다.

21세기 자본주의 문명을 선도하는 미국, 그중에서도 최첨단을 달리는 도시 뉴욕 한복판에서 증기기관도 없이 생활하겠다는 것이다. 이 영화 ‘노 임팩트 맨’의 주인공인 작가 콜린 벤투라(1963~)은 ‘인간은 과연 환경을 파괴하지 않고 사는 게 가능한가?’라는 의문을 품었다. 그래서 그는 1년 동안 환경 파괴가 최소화된 삶을 살기로 결심한다. 쓰레기(특히 생분해되지 않는 쓰레기)를 만들 일을 사실상 없애며, 그래도 나오는 쓰레기로 비료를 만든다. 식량을 제외한 어떤 물건도 새로 사지 않

기로 했다. 식량 역시 그가 사는 집에서 400km 이내에서 생산되는 것이어야 한다. 이산화탄소를 배출하는 교통수단도 타지 않는다. 심지어는 종이(화장지 포함)도 구입 안 하거니와 사

용조차 안 한다. 나무를 보호하기 위해서였다. 그것도 모자라 이런 삶을 그의 아내와 자식, 강아지와 함께하겠다는 것이다. 다큐멘터리 영화 ‘노 임팩트 맨’은 바로 그가 진행했던 1년간 실험의 기록이다. 영화 속에서 그가 진행했던 실험은 동명의 책(우리말로도 번역돼 있다)으로도 출간됐다. 영상 매체의 특성상 생략된 부분을 자세히 알고 싶은 분에게는 일독을 권한다.

이 실험을 위해 그가 포기한 문명의 이기는 엄청나게 많다. 백열전구, 일회용 면도기, 신문, 잡지, TV, 항공기, 기차, 자동차, 엘리베이터, 비닐봉지, 수입산 과일(당연히 커피 포함), 외식, 배달 음식, 에어컨, 심지어 전기까지 말이다. 이로 인해 그와 그의 가족들은 전 세계적인 유명 인사가 됐다. 한편으로 미친 사람 취급도 당했다. 미친 사람 취급을 받게 된 원인 중에는 다른 아닌 위생 문제도 있었다. 화장지도 안 쓰고 사는 사람들과는 더러워서 악수도 못 하겠다는 것이다.

인간은 과연 환경을 파괴하지 않고 살 수 있을까? 그런 질문에 답을 얻기 위한 실험, 그리고 그 실험의 과정을 살펴보자.

## 문명이라는 무균실을 포기할 수 있는가

세계 인구의 증가 추이를 살펴보면 주인공 가족이 그런 취급을 받는 이유를 짐작할 수 있다. 산업혁명 이전인 18세기까지만 하더라도 세계 인구는 10억 명을 넘지 못했다. 그러던 것이 이후 기하급수적으로 증가해 현재는 80억 명 돌파를 눈앞에 두고 있다. 산업혁명으로 인해 크게 발전한 문명이 병원체라는 검을 휘두르는 자연으로부터 인류를 지키는 방패가 되고 있다는 증거다. 효과적인 백신과 치료제, 소독제의 개발과 대량 생산, 위생적인 식생활을 가능케 하는 식품 가공 및 보존 기술, 병에 잘 걸리지 않는 최적의 생활 조건을 만들어 주는 냉난방 기술 등은 산업혁명 이후 급격히 발전한 현대 문명이 아니면 향유할 수 없다. 코로나19 시국인 현재 우리의 삶을 돌이켜보면 그 점이 더욱 부각된다. 코로나19 전파를 막기 위해 영화 속 실험과는 정확히 반대 방향으로 살고 있지 않은가 말이다. 지금 우리는 그 어느 때보다도 더 많은 일회용품(그중에서도 특히 방역 마스크와 택배 상자, 배달 음식 용기에 경의를 표한다)과 세제, 소독제, 정보통신망(전기를 엄청나게 사용하는), 냉난방에 의존하고 있다. 만약 요즘 같은 때에 이런 실험을 한다고 했으면 주인공은 진즉에 돌에 맞아 죽었을지도 모른다.

자연을 완벽히 보호하는 삶을 살기 위해 현존하는 세계 인구 중 8분의 7이 죽어야 한다면? 만화 '디트로이트 메탈 시티'(와카스기 기미노리 지음)의 다음과 같은 시니컬한 대사가 떠오를 수밖에 없다. "인간이 죽는 것이야말로 진정한 친환경이다!"

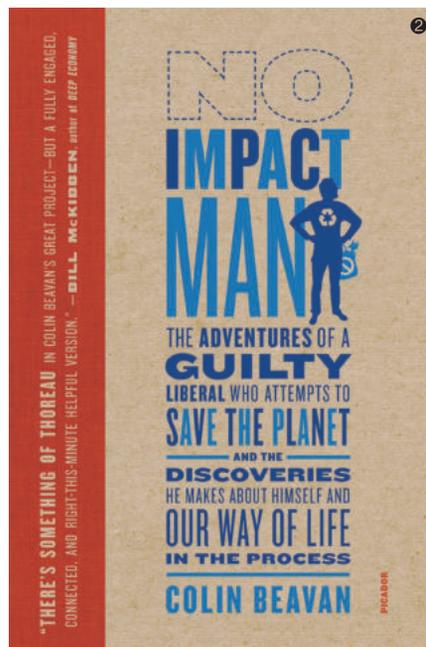
## 문명의 지속을 위한 과학 기술 개발이야

한편 화장지를 사용하지 않는 주인공의 모습에서는 묵시록적이기까지 한 암울함마저도 느껴진다. 일반인 프레퍼(Prepper·재난 대비자)들을 상대로 한 재난 시 생존 교육에서는 화장지를 사용하지 않고 생활하는 법부터 가르친다고

한다. 화장지는 좀 과장하자면 어쩌면 현대 문명의 상징과도 같다.

유감스럽게도 오늘날처럼 자연을 낭비하는 삶을 계속 살다 보면 우리 모두가 강제로 화장지를 사용할 수 없게 될지도 모른다. 인간의 환경오염에 의한 6번째 대멸종이 시작되었다는 얘기까지 나오는 판국이다. 지구 생태계 자체가 큰 위험에 처한 와중에 인류 문명이 언제까지 인류를 위한 무균실 역할을 해줄지는 의문이다. 극중 주인공의 생활 모습은 문명이 사라진 후 겪어야 할 비위생적이고 공상맞은 삶의 모습과 꽤 많이 닮아 있다. 당장 우리도 재해로 인해 전기와 가스가 공급되지 않는다면 그렇게 살 수밖에 없다.

문명의 멸망도, 그로 인한 공상맞고 위험한 삶도 원하지 않는다면 우리는 지구를 아껴 쓰는 법을 배워야 한다. 전 인류가 미국인들만큼 자원을 소모하는 삶을 살려면 지구가 몇 개가 있어도 모자란다. 그러나 인류는 지구에서밖에는 살 수 없다. 인류가 이제껏 쌓아올린 찬란한 문명의 금자탑을 지속 가능하게 유지하는 것. 그러면서도 자원의 낭비와 환경의 파괴를 최소화하는 것. 그것들이야말로 21세기 과학 기술이 나아가야 할 목표일 것이다. 마치 전기 없는 삶을 못 견딘 나머지 태양전지로 발전을 시도한 주인공처럼 말이다.



- ① 탄소 배출을 막기 위해 자전거를 타고 다니는 주인공 가족. 우리가 영위하는 것들이 과연 반드시 필요한 것들인지를 자문하는 영화다.
- ② 이 영화의 내용은 주인공이 집필한 책으로도 나와 있다.

## R&D related Job Search



New Technology  
Quiz

전통적인 부품 생산방법은  
주조, 단조, 절삭가공, 사출 등이 있다.  
하지만 이것은 3차원 도면과  
재료, 적층장비만 있으면 바로  
제품 생산이 가능하다.  
따라서 누구나 도면만 있으면  
제품을 생산할 수 있어 '4차 산업혁명'  
'제조업의 인터넷혁명'으로 불리는  
이것은 무엇일까요?

### 86호 정답 및 당첨자

스마트 그리드



남경범, 김창훈

무드알람  
큐브변색 탁상시계



\* 퀴즈 정답은 eco\_news@naver.com으로 보내주세요.  
독자선물은 교환, 환불이 불가합니다.  
주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

# 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 042-712-9216, '이달의 신기술' 담당 김은아 기자



### (주)우틀

연구개발 경력·신입사원 모집

- 담당업무 : 멤브레인(바이오 여과, 니트로셀룰로오스) 및 체외진단기기 연구개발
- 응모자격 및 우대사항 : 관련 학과 전공자(고분자공학, 신소재공학, 화학, 화학공학), 유기합성(고분자) 경험자 및 필름 연구개발 경력자 우대
- 근무형태 : 정규직
- 근무처 : 서울 동대문구
- 모집기간 : 12월 31일까지
- 문의전화 : 010-3092-8236

### 현대오일뱅크(주)(oilbank.co.kr)

R&D 분야 경력사원 상시채용[연료전지]

- 담당업무 : 연료전지 개발
- 응모자격 및 우대사항 : 석사 이상(화학·화학), 연료전지 개발 경험자(촉매 개발 유경험자, 촉매 전공자 우대), 해외여행에 결격 사유가 없는 자
- 근무형태 : 정규직(경력)
- 근무처 : 경기 용인
- 모집기간 : 12월 31일까지
- 접수방법 : 현대오일뱅크 채용 홈페이지 지원 접수

KOREA TECH SHOW 2020

## 2020 대한민국 산업기술 R&D대전



'2020 대한민국 산업기술 R&D대전' 온라인 전시 홈페이지에서  
'이달의 신기술' 정가구독을 신청하는 분들께  
스마트큐브 무선충전 무드 LED 탁상시계를 드립니다.

평범한 우리가  
세상을 바꾸는 방법

# 공익신고



공익신고자 보호 더욱 강해졌습니다

## 보호

- 비밀보장, 신변보호, 불이익조치 금지, 책임감면

## 보상

- 내부 공익신고자에게 최대 30억원의 보상금 지급
- 공익에 기여한 경우 최대 2억원의 포상금 지급
- 구조금(치료비, 이사비, 소송비용 등) 지원

## 상담

- 국번없이 **110** 또는 **1398**

## 신고

- 홈페이지 **1398.acrc.go.kr**
- 우편(서울시 서대문구 통일로 87)



신고대상 : 6대 분야, 284개 법률 위반행위

### 건강



- 불량식품 제조·판매
- 무면허 의료행위

### 안전



- 부실시공
- 소방시설 미설치

### 환경



- 폐수 무단방류
- 폐기물 불법 매립

### 소비자이익



- 개인정보 무단 유출
- 허위·과장광고

### 공정경쟁



- 기업 간 담합
- 불법 하도급

### 기타 공공의 이익



- 거짓 채용광고
- 방위산업기술 불법사용



국민권익위원회

## 1차 기술혁신기금 1600억 원 결성 완료, 투자 본격 착수

산업통상자원부는 11월 13일 대한상공회의소에서 1600억 원 규모의 1차 기술혁신펀드 투자금 결성식과 20개 기술혁신기업의 투자 유치 설명회(R)를 개최했다. 기술혁신펀드는 기업의 연구 개발(R&D) 활동에 전문적으로 투자하는 최초의 펀드로, 올해 1차 펀드 운용사로 선정된 원익투자파트너스, 포스코기술투자·SG인베스트먼트, 키움인베스트먼트는 각각 535억 원 규모(총 1600억 원)의 펀드 결성을 완료했다. 3개 펀드운용사는 이날부터 향후 3년간 혁신기업을 발굴해 약 4년간 기업당 약 30억~50억 원 규모로 R&D에 투자할 예정이며, 기업이 R&D를 통해 이익과 기업가치가 상승할 경우 투자금을 회수하는 구조로 운용하게 된다. 특히 올해 1차 펀드는 그간 시장에서 투자가 활발하지 않았던 제조업종 중심으로 투자하게 된다.

기술혁신펀드는 그동안 정부가 출연 방식으로 기업의 R&D를 지원해 오던 것에서 탈피해 시장 관점에서 기업의 R&D에 투자할 수 있도록 조성한 최초의 펀드로, 이번 1차 1600억 원 규모를 시작으로 2022년까지 3차례에 걸쳐 총 5000억 원 규모로 조성될 예정이다. 또한 여타 다양한 정책펀드와 달리 정부 예산의 투입이 전혀 없고, 산업부의 R&D 자금을 예치하는 전담 은행(BK기업은행, 신한은행)의 기본출자(2800억 원)를 활용해 조성된다는 점도 특징이다.

이날 행사에 참석한 장영진 산업부 산업기술융합정책관은 “민간 투자 방식으로 기업 R&D를 지원하는 이번 기술혁신펀드를 통해 기존의 정부 R&D 지원 방식의 틀에 얽매이지 않는 보다 혁신적인 기업을 발굴해 지원할 것으로 기대된다”면서 “앞으로도 소재부품장비 으뜸기업, 월드클래스300기업, 우수제조기술연구센터기업 등 정부 R&D를 통한 혁신기업 지원과 시장의 기술혁신펀드가 유기적으로 연계될 수 있도록 노력할 계획”이라고 밝혔다.

문의처 산업통상자원부 산업기술개발과(044-203-4531)



정기구독 안내

2020

DECEMBER

# NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

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

계좌번호

038-132084-01-016 기업은행  
1005-102-350334 우리은행

전화

02-360-4845

구독료

50,000원 (연간)

온라인 신청

<https://goo.gl/u7bsDQ>

이메일 접수

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



VOL.....

# 87



