

12

DECEMBER 2018

vol.63

# 이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY  
OF THE MONTH



**COLUMN**  
CO<sub>2</sub>가 포함된 바이오가스를 이용한  
액체연료 생산 기술 ..... 02

**인더스트리 포커스**  
신재생에너지 정책 동향과  
시장 전망 ..... 06

**산업기술 경제동향**  
인공위성 자원에 의한 재생에너지  
발전사업 타당성 평가 ..... 14

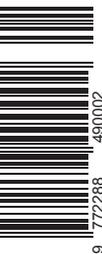
**이달의 산업기술상신기술**  
태양광 · 열 효율적 이용 통해 제로에너지  
시대를 열다\_ 공주대학교 ..... 28

**기술의 프론티어**  
인체의 에너지, 식품을 3D 프린터로 만들어  
보자! 이화여대 이진규 교수 ..... 72

**이달의 산업기술상사연화**  
문화 콘텐츠와 산업 기술의 협업 통해 진정한  
OSMU 이끈다\_ ㈜대진에너지 ..... 34

기후변화 대응 및 온실가스 감축

## 신재생에너지 중심으로 ENERGY MIX



9 772288 490002 ₩6,000  
ISSN 2288-4904

# CONTENTS



등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2018년 11월 30일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시현

발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,

한국산업기술진흥원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원

후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 이상훈 국장, 김홍주 과장, 성시내 사무관,

김덕기 사무관, 조원철 사무관, 강민구 사무관, 우석중 사무관,

전소원 사무관, 오지연 주무관, 강미래 주무관

한국산업기술평가관리원 김상태 본부장, 신성윤 단장,

하석호 팀장, 박종성 책임

한국에너지기술평가원 이화웅 본부장

한국산업기술진흥원 장필호 본부장

한국산업기술문화재단 정경영 상임이사

한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)

인쇄 송일미디어그룹㈜ (1800-3673)

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

문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)

집지등록 대구동, 라00026

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

## THEME

### 02 COLUMN

CO<sub>2</sub>가 포함된 바이오가스를 이용한 액체연료 생산 기술

### 06 인더스트리 포커스

신재생에너지 정책 동향과 시장 전망

### 14 산업기술 경제동향

인공위성 자료에 의한 재생에너지 발전사업 타당성 평가

### 18 TREND & ISSUE

미국 분산발전 기술 및 R&D 동향  
송전 손실 최소화하다

## TECH

### 28 ❶ 이달의 산업기술상 신기술\_ 공주대학교

태양광 · 열 효율적 이용 통해  
제로에너지 시대를 열다

### ❷ 이달의 산업기술상 사업화\_ (주)대진에니메이션

문화 콘텐츠와 산업 기술의 협업 통해  
진정한 OSMU 이끈다

### 39 이달의 새로 나온 기술

### 43 이달의 사업화 성공 기술

### 46 R&D 프로젝트\_ 케이씨에프테크놀로지스

연신율 저하 없이 강도를 높인 얇은 두께의 동박



## PASSION

48 R&D 기업\_ (주)제넥신  
인재를 소중히 여기는 기업

52 SPOT  
섬유패션 현장밀착 플랫폼 지원 사업

## FUTURE

56 ZOOM IN  
2018 대한민국 산업기술 R&D 대전  
Industrial R&D For Your Tomorrow

60 TOPIC  
기후 기술로 에너지 걱정 없는 스마트 시티

64 MATCH  
사막에 선 '신재생에너지의 쇼룸'

68 KEY WORD  
2018 월드그린에너지포럼

## CULTURE

72 기술의 프론티어  
인체의 에너지, 식품을 3D 프린터로 만들어 보자!  
이화여대 이진규 교수

76 기술과 문화  
영화 '오블리비언' 속 재생에너지

78 리쿠르팅

79 Q&A

80 News

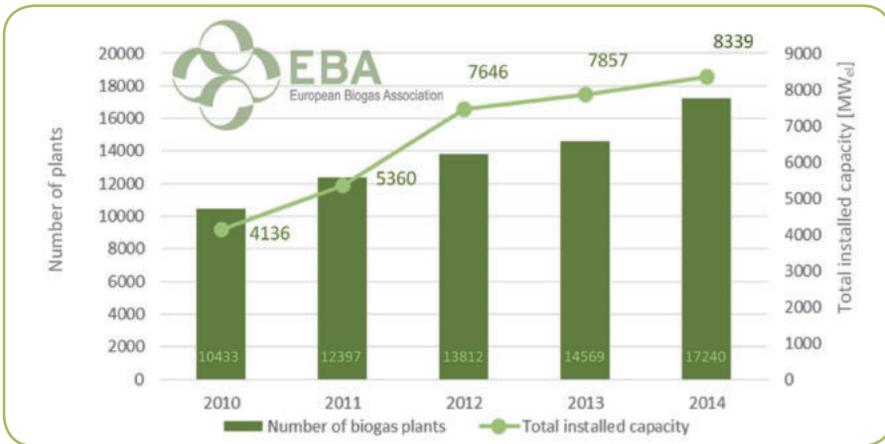


한국공학한림원 선정,  
2025년 대한민국을 이끌 미래 100대 기술 주역  
**CO<sub>2</sub>가 포함된 바이오가스를 이용한  
액체연료 생산 기술**

우리나라는 에너지 소비 세계 8위로 많은 에너지를 소비하고 있으며, 바이오가스 생산은 세계 13위이며 생산량 증가율도 연평균 8%로 상당히 높다. 향후 에너지 패러다임 전환 및 온실가스 감축 정책에 따라 바이오가스산업이 크게 성장할 것으로 기대된다.

양정일 [한국에너지기술연구원 기후변화연구본부 청정연료연구실 책임연구원]





〈그림 1〉 유럽 내의 바이오가스 플랜트 수와 총 설치 용량 변화

### 바이오가스산업 동향

화석연료 고갈과 기후변화 그리고 기술 발전 등으로 바이오가스산업이 크게 성장할 것으로 전망된다. 전 세계적으로 바이오가스 생산량 증가율은 5%이며, 주로 전기(64%)와 가스(31%) 생산에 소비되고 있다. 자동차 연료용 바이오가스 소비는 4.9%로 아직은 낮지만, 매년 12~15%로 크게 증가하고 있다. 더욱이 스위스나 독일 등 유럽 국가는 정부 주도 아래 바이오가스 시장이 점차 커지고 있다.

유럽바이오가스협회(EBA)의 2015년 연례 보고서에 따르면 유럽에서는 바이오가스산업이 기록적인 추세로 성장하고 있다. 특히 2015년 11월 30일 프랑스 파리에서 개최된 COP21(Conference of the Parties) 회의 이후 바이오가스산업에 대한 국제적인 수준의 정책 개발이 기대되고 있다[1]. 〈그림 1〉은 2010년 이후 유럽 내 바이오가스 플랜트 수와 총 설치 용량의 변화를 보여준다.

이와 같이 유럽의 발전을 위해서는 바이오가스산업이 꼭 필요한 부분으로 여겨지고 있으며 2015년에는 영국 77개(17% 성장), 벨기에 20개(11% 성장), 네덜란드에

16개(6% 성장)의 바이오가스 플랜트가 추가로 건설됐다. 현재 영국에는 700개 이상, 독일에는 1만3000개 이상의 바이오가스 플랜트가 있다[2].

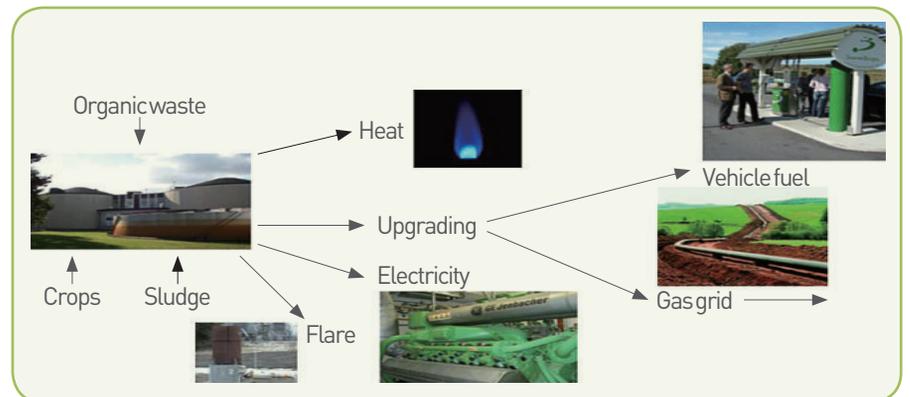
글로벌전략경영원(GABI)의 최근 보고서에 따르면 바이오가스는 점차 폐기물에서 에너지원으로 인식되고 있으며, 신재생에너지 중 하나인 바이오가스는 환경적·경제적으로 탁월한 효과가 있는 것으로 분석된다[3]. 바이오가스 플랜트는 이탈리아, 독일, 스위스 등 유럽에 많이 설치돼 있다. 미국 또한 1만3500여 가지의 잠재적 설비 기술을 보유하고 있으며, 설비 증설을 위해 대규모 자본 투자를 준비하고 있다. 특

히 캘리포니아 주에서는 유기성 폐기물 처리를 위한 해결책으로 바이오가스 프로젝트를 추진 중인데, 2014년 기준 지역 내 유기성 폐기물을 2020년까지 50%, 2025년까지 75% 정도 처리할 예정이다.

글로벌 에너지 시장에서 바이오가스는 차세대 주요 대체 에너지원으로 여겨지고 있으며, 친환경적 에너지원으로서 바이오가스산업의 성장이 크게 기대되고 있다. 더욱이 2016년부터 2026년까지 글로벌 바이오가스 시장의 연평균 성장률(CAGR)은 6.5%로 높게 평가되며, 2016년 기준 서유럽의 바이오가스 시장 규모는 143억7320만 달러로 전 세계적으로 가장 크다[4].

### 바이오가스 이용 기술

미국 환경보호청(EPA)에 따르면 글로벌 1차 에너지 소비는 석유 37%, 석탄 25%, 천연가스 23%, 원자력 6%, 신재생 이외의 기타 에너지가 9%를 차지하는데, 업그레이드 바이오가스는 기존 천연가스의 대체 에너지원으로 사용할 수 있다[5]. 또한 글로벌 온실가스 배출량도 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)와 메탄(CH<sub>4</sub>)이 각각 77%, 14%를 차지하고 있다. 따라서 메탄과 이산화탄소가 주성분인 바이오가스의 연료 사용은 온실가스



〈그림 2〉 바이오가스 이용 기술

배출 감축에도 큰 도움이 된다. <그림 2>는 바이오가스 이용 기술을 보여준다[6].

<그림 2>에서 보는 바와 같이 바이오가스는 열이나 전기 생산에 사용 가능하며, 최근 기술 선진국인 서유럽에서는 차량 연료나 기존 천연가스망에 공급하고 있다. 바이오가스의 주성분은 메탄(50~75%), 이산화탄소(25~45%), 물(2~7%)이며 산소(2% 이하), 질소(2% 이하), 암모니아(1% 이하), 황화수소(1% 이하) 등이 미량 포함돼 있다. 유기성 폐기물의 혐기소화로 얻어지는 바이오가스에서 메탄가스를 회수하는 업그레이딩을 위해서는 압력변동흡착장치(PSA), 물세척법(Water Scrubbing), 화학흡수법(Chemical Absorption), 극저온 분리(Cryogenic Separation) 등의 분리 공정 기술이 사용된다.

바이오가스 기술 선진국인 독일도 지금까지 바이오가스 플랜트의 7%만 업그레이딩을 통해 기존 천연가스망에 바이오가스를 직접 공급하고 있다[5]. 따라서 바이오가스 이용 확대를 위한 최대 장애물은 업그레이딩 비용으로 알려져 있으며, 스웨덴의 바이오가스 공장도 바이오메탄가스 생산을 위한 업그레이딩 비용은 전체 공정 비용 대비 70%가량으로 상당히 높은 것으로 나타났다[7]. 따라서 CO<sub>2</sub>가 포함된 바이오가스를 이용한 액체연료 생산 기술은 비싼 업그레이딩 비용을 줄일 뿐만 아니라 온실가스 CO<sub>2</sub> 배출 저감을 위한 CCU(Carbon Capture & Utilization) 신기술로 높게 평가된다.

바이오가스로부터 연료를 생산하는 기술에는 압축바이오메탄(Compressed

BioMethane : CBM), 액화바이오메탄(Liquefied Biomethane : LBM), 메탄올, 수소 생산 기술 등이 있다. 특히 CBM에 비해 LBM는 액체연료로 연료 분배가 용이하고 가솔린의 70%에 해당하는 단위부피당 에너지 용량(8만4000Btu/gallon)이 높은 게 장점이다. 따라서 바이오가스로부터 합성가스를 생산한 뒤 액체연료인 가솔린이나 디젤을 직접 생산할 수 있는 기술의 우수성을 크게 기대할 수 있다.

더욱이 CBM과 LBM 등의 연료는 업그레이딩 바이오가스로부터 연료 변환을 위해 각각 고압과 저온 유지를 위한 송풍기(Booster Blower)나 냉동기(Chiller) 등이 필요하며, 연료 이송을 위해서도 파이프라인 설치와 고가의 이송 차량이 요구된다. 또한 압축천연가스(Compressed Natural Gas : CNG)나 액화천연가스(Liquefied Natural Gas : LNG)의 연료를 이용하는 특수 차량에만 연료 공급이 가능하다는 한계가 있다.

하지만 바이오가스를 원료로 이용해 가솔린이나 디젤을 생산하면 상온·상압하에서도 액체연료로서 기존 연료 분배 인프라를 통해 연료 이송이 가능할 뿐만 아니라 모든 차량에 연료를 공급할 수 있다는 장점이 있다. 더욱이 바이오메탄가스에서 가솔린을 생산하는 기술은 10여년 전부터 수요가 있었지만, 그 당시에는 소규모 바이오가스에 적용해 액체연료 생산이 가능한 모듈형 피셔-트로프슈(Fischer-Tropsch : F-T) 합성 반응 기술이 불가능했다. 만약 모듈형 F-T 합성 반응 기술이 가능했다면, 바이오메탄가스에서 가솔린을 생산하는 기술은 2005년 당시 유가가 배럴당 45달러를 기준으로 했을 때 배럴당 50달러에서

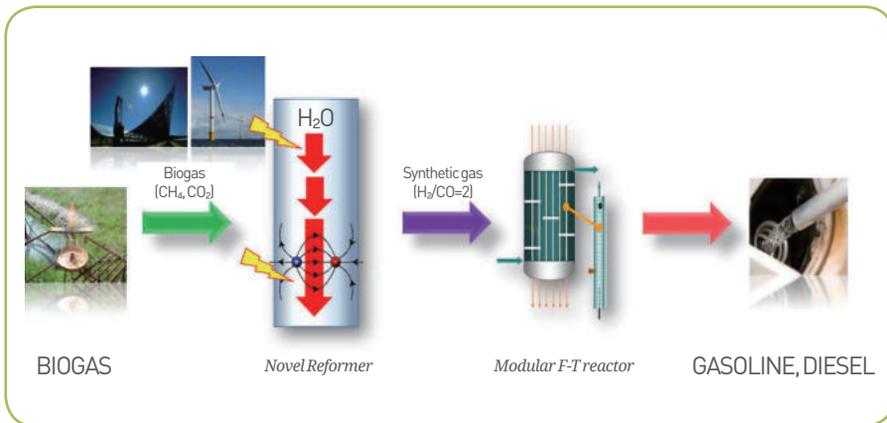
경제성이 충분했을 것으로 분석됐다[8].

## CO<sub>2</sub> 포함 바이오가스를 이용한 액체연료 생산 기술

축산 분뇨, 하수 슬러지와 음식 폐기물 등의 혐기소화와 쓰레기 매립지에서 얻어지는 바이오가스를 이용해 자동차 액체연료를 생산하는 기술은 국가 에너지 안보와 온실가스 배출 저감에 매우 바람직한 기술이다. 특히 액체연료 생산의 반응 원료로서 바이오가스 중 CH<sub>4</sub>뿐만 아니라 CO<sub>2</sub>를 이용하는 기술은 COP21의 INDC(2030년 온실가스 배출 전망치 대비 37% 감축)에 대비해 꼭 필요한 기술로 여겨진다.

2016년 10월 M. Carus 등에 의해 제안된 'Petition for Integration of Renewable CCU in the RED'를 보면, 신재생에너지는 CO<sub>2</sub> 저감을 위한 유일한 에너지원이며 이를 이용한 CO<sub>2</sub> 변환 기술로서 연료와 화학제품 생산은 앞으로 기후변화 대응에 큰 잠재력이 있는 것으로 보인다[9].

신재생에너지와 CCU 기술을 조합해 renewable CCU 또는 rCCU라고 하는데, rCCU 기술은 신재생에너지의 저장과 이송에도 매우 중요한 기술로, CO<sub>2</sub>와 신재생에너지의 전기에너지를 이용해 생산된 H<sub>2</sub>를 반응 원료로 해 메탄화, 메탄올 합성, F-T 합성 반응을 통해 여러 가지 연료와 화학제품 생산이 가능하다. 더욱이 태양광과 풍력 등의 신재생에너지는 소규모 간헐적 생산 특성과 장거리 이송을 고려해 신재생에너지 저장 기술로서 액체연료로의 변환 기술 개발이 적극 요구된다. 따라서 신재생에너지의 전기에너지를 이용하는 액체연료 생산 기술은 우수한 에너지 저장 특성으로 인해 실제 적용이 가능



〈그림 3〉 CO<sub>2</sub> 포함 바이오가스 이용 자동차 액체연료 생산 기술 개략도

한 에너지 저장 기술로 기대된다[10].

〈그림 3〉은 CO<sub>2</sub>가 포함된 바이오가스를 이용한 자동차 액체연료 생산 기술에 대한 개략도다.

바이오가스의 주성분인 CO<sub>2</sub>와 CH<sub>4</sub>는 신재생에너지의 전기에너지를 이용해 H<sub>2</sub>O 분해로부터 얻어지는 H<sub>2</sub>와 촉매 반응을 통해 CO와 H<sub>2</sub>의 혼합물인 합성가스로 전환된다. 〈그림 3〉에 나타난 합성가스 생산 기술은 700도 이상 고온 고정층 촉매 반응에 있어 반응의 핵심 난제인 낮은 평형 전환율과 탄소 침적의 촉매 비활성화 문제를 해결할 수 있는 전기장 부과 촉매 반응 시스템의 신기술이다.

고정층 촉매 반응에 있어 전기장 부과는 반응물 분자의 방향성과 오비탈 구조, 촉매 표면의 전기적 성질 등에 영향을 미치는 것으로 최근 보고됐다[11]. 전기장 부과 촉매 반응 시스템은 이러한 전기장 부과 특성을 전도성 촉매와 반응기로 이루어진 고정층 촉매 반응기에 적용한 것이다. 더욱이 전기장 부과 촉매 반응 시스템에 의한 CO<sub>2</sub> 포함 바이오가스 이용 기술은 기존 바이오가스 내 CO<sub>2</sub> 전환 기술 대비 경제성, 장치 유연성 및 관리 측면에서 우수한 것으로 분석되

며 CO<sub>2</sub>도 반응 원료로 이용해 높은 수율의 합성가스를 생산할 수 있다.

이렇게 얻어진 합성가스를 이용, 모듈형 F-T 합성 반응 기술을 통해 휘발유나 디젤 등의 자동차 연료를 생산할 수 있다. 바이오가스로부터 얻어지는 합성가스는 원료인 바이오가스의 공급량 규모가 시간(계절)에 따라 일정하지 않기 때문에 그 생산량 또한 일정하지 않다. 따라서 합성가스로부터 액체연료를 생산하기 위해서는 합성가스 공급량에 따라 F-T 합성 반응에

필요한 반응기 개수 조절이 가능한 모듈형 F-T 합성 반응 기술이 필요하다.

더욱이 모듈형 F-T 합성 반응 기술은 단위부피당 장치 효율성 면에서도 기존 대형 F-T 합성 반응 기술에 비해 우수해 바이오가스와 같은 소규모 부생 가스를 원료로 하는 액체연료 생산 기술에 효율적으로 적용할 수 있다. 한국에너지기술연구원 청정연료연구실에서는 소규모 바이오가스에 적용 가능한 모듈형 F-T 합성 반응에 대해서 금속 구조체 촉매와 열교환 반응기로 이뤄진 반응 시스템[12] 기술을 최근 미국 특허로 등록했다.

결론적으로 CO<sub>2</sub>를 포함한 바이오가스를 원료로 전기장 부과 촉매 반응 시스템을 통해 고온 촉매 반응에서 고수율 합성가스 생산이 가능하고, 소규모 바이오가스로부터 얻어지는 합성가스의 공급량 변화에도 모듈형 F-T 합성 반응 기술을 이용해 기술린과 디젤 등의 자동차 액체연료 생산이 가능하다.

#### 참고자료

- [1] EBA Biogas Report 2015 published, European Biogas Association, Dec. 16, 2015. <http://european-biogas.eu/2015/12/16/biogasreport2015/>
- [2] Biogas sector is growing steadily in Europe, EBA says in new report, Bioenergy Insight, Jan. 3, 2017. [https://www.bioenergy-news.com/display\\_news/11600/biogas\\_sector\\_is\\_growing\\_steadily\\_in\\_europe\\_eba\\_says\\_in\\_new\\_report/](https://www.bioenergy-news.com/display_news/11600/biogas_sector_is_growing_steadily_in_europe_eba_says_in_new_report/)
- [3] Biogas as a Waste Management Solution: Turning "Waste" into Resources, GABI Report, Issue No. 292, May 23, 2018.
- [4] Biogas is the next big alternative in the global energy market, Biogas Market, Jan. 20, 2017.
- [5] How to Profit from Biogas Market Developments, GIA Industries White Paper, Jun. 2010.
- [6] M. Persson, Biogas upgrading and utilization as vehicle fuel, Swedish Gas Center, Jun. 14, 2007.
- [7] Financial Analysis of Biomethane Production, [http://www.suscon.org/pdfs/cowpower/biomethaneSourcebook/Chapter\\_8.pdf](http://www.suscon.org/pdfs/cowpower/biomethaneSourcebook/Chapter_8.pdf)
- [8] Biomethane to Gasoline Using the Fischer-Tropsch Process, [https://suscon.org/pdfs/news/biomethane\\_report/Chapter\\_3.pdf](https://suscon.org/pdfs/news/biomethane_report/Chapter_3.pdf)
- [9] M. Carus et al., Petition for Integration of renewable CCU in the RED, nova-Institut GmbH, Germany, Oct. 2016.
- [10] Z. Zhan et al., Syngas Production By Co-Electrolysis of CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O, Energy & Fuels, 23 (2009) 3089.
- [11] A.C. Aragonés et al., Electrostatic catalysis of a Diels-Alder reaction, Nature 531 (2016) 88.
- [12] J.C. Park et al., Cobalt catalyst coated metallic foam and heat-exchanger type reactor for Fischer-Tropsch synthesis, Fuel Proc. Technol., 119 (2014) 60.



# 신재생에너지 정책 동향과 시장 전망

## 신재생에너지 중심으로 ‘에너지 믹스(Energy Mix)의 변화’

유가 회복, 천연가스 생산 확대, 도널드 트럼프 미국 정부의 파리기후변화협약 탈퇴 등 에너지 분야에 다양한 이슈가 있었으나, 이는 결국 신재생에너지를 중심으로 ‘에너지 믹스(Energy Mix)의 변화’라는 하나의 공통된 지향점을 향해 나아가는 과정이라고 분석된다. BP(브리티시페트롤리엄)의 2035년 글로벌 에너지 믹스 전망에 따르면 석유 29%, 가스 25%, 석탄 24%, 신재생에너지 10%, 수력 7%, 원자력 5%로 예측돼 신재생에너지의 확대가 주목되며, 한국도 ‘재생에너지 3020 이행계획’에 따라 2030년까지 에너지원별 발전량 비중에서 신재생에너지를 20%까지 확대하는 것이 목표다.

## 기후변화협약과 탄소배출권

기후변화협약과 관련해 2015년 12월 13일은 역사에 기록될 날이라고 평가된다. 국제적 공조에 실패한 덴마크 코펜하겐 총회(2009년) 이후 6년 만에 기후변화 문제에 대한 국제적 합의가 마련됐기 때문이다. 2020년 이후 출범할 신기후변화 체제에 대한 합의를 이룬 파리협약(Paris Agreement)은 2100년까지 전 세계 평균 기온의 상승 폭을 2도 이하로 유지하는 것을 목표로 한다.

파리협약은 미국, 중국은 물론 선진국으로 구성된 Annex-I(1992년 기준 경제협력 개발기구(OECD) 국가와 유럽경제공동체(EEC) 회원국, 시장경제로 이행 중인 동유럽 국가 포함)만 온실가스 감축 의무가 있었던 기존 교토의정서 체제와는 달리 감축

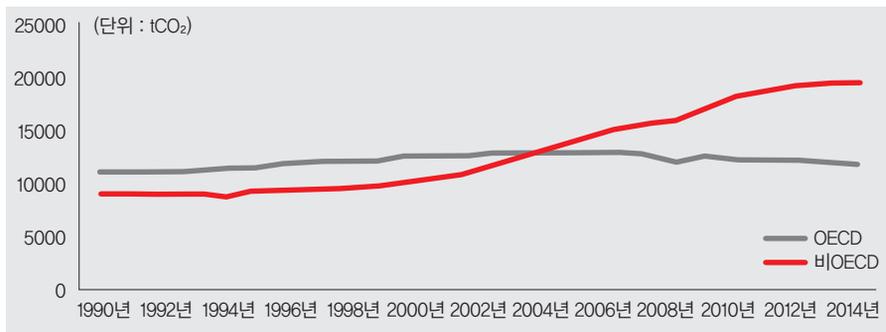
의무가 없었던 개발도상국을 포함해 195개 당사국 모두 온실가스 감축을 이행하기로 합의했다는 점이 고무적이다. 각국은 5년마다 국가기여분(INDC)을 제출해야 하며, 선진국은 2025년까지 개도국의 기후변화 사업을 위해 매년 1000억 달러를 지원할 것을 약속했다.

지역별 탄소배출 추이를 살펴보면 세계의 공장이 밀집해 있는 중국을 중심으로 아시아 지역 이산화탄소 배출량이 급증하고 있는 반면 유럽 등 선진국의 탄소배출 성적은 점차 개선되고 있다. 하지만 선진국은 이미 산업혁명 이후 지구온난화에 기여한 책임이 더 크므로 '공동의 차별화된 책임(Common But Differentiated Responsibilities)'의 원칙하에 각국의 감축 목표를 설정하고 있다.

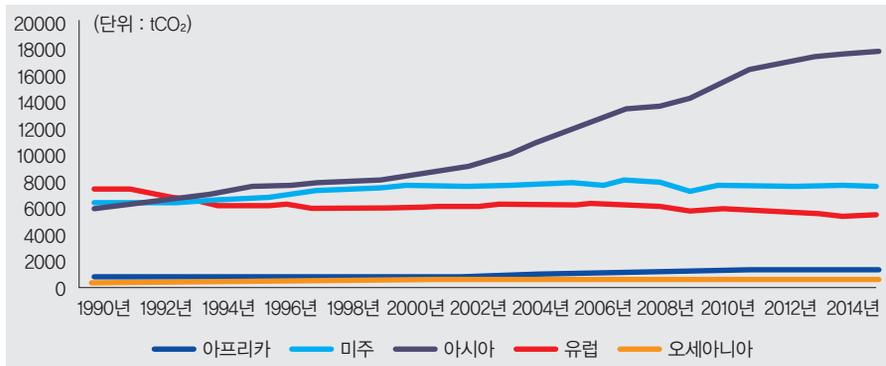
2017년 6월 트럼프 행정부는 자국의 재정, 경제적 부담을 이유로 미국의 파리협약 탈퇴를 공식 선언했다. 중미의 니카라과, 내전이 소강상태로 접어든 시리아도 가입 서명을 해 이제 전 세계에서 파리협약 불참국은 미국이 유일하다. 하지만 2017년 11월 독일 본에서 개최된 제23차 유엔기후변화 협약 당사국 총회(COP 23)에서 캘리포니아 주지사 와 전 뉴욕 시장 등이 참석해 미국 내 500여 개의 지방자치단체가 파리협약을 지지하고 있으며 실제로 온실가스 배출량을 줄이면서 경제 성장을 하고 있다고 밝혔다. 또한 별도의 연대를 구성해 기후변화에 대한 국제적 대응에 계속 참여할 것이라는 뜻을 공표했는데, 협약을 지지하는 지자체의 인구와 GDP는 미국 전체의 절반에 이르는 것으로 나타났다.

해당 총회에서 주요국은 최대 탄소배출국 중 하나인 미국의 탈퇴를 비난하며 구체적인 국제 공조를 위한 기술적 세부사항에 합의했다. 이에 따라 앞으로 기후변화 문제 해결을 위한 국제 공조는 EU와 중국을 중심으로 지속될 것으로 예상된다.

2020년까지의 탄소배출 감축 목표를 달성하기 위해 기후변화와 관련된 리스크 및 탄소비용이 증가할 것이며, 이에 따라 탄소배출권 시장의 국제 거래도 활성화될 것으로 예상된다. 또한 파리협약의 이행은 석탄사업의 사양화를 가속화하며 태양광·원자력·탄소저장기술과 같은 녹색 기술에 대한 투자 증가와 스마트 그리드 및 에너지 관련 신시장의 확대를 견인할 것으로 전망된다. 하지만 파리협약의 온실가스 감축 의무는 법적 구속력이 미약하고, 구체적인 로드맵이 부재하다는 점에서 일부 우려가 제기되고 있는 실정이다.



〈그림 1〉 OECD · 비OECD 이산화탄소 배출 추이  
출처 : IEA(International Energy Agency)



〈그림 2〉 지역별 이산화탄소 배출 추이  
출처 : IEA(International Energy Agency)



〈그림 3〉 2015년 이산화탄소 배출 상위 10국

출처 : IEA(International Energy Agency)

〈표 1〉 탄소 배출 상위국 감축 목표(2020년)

| 출처 : IEA(International Energy Agency) |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 국가                                    | 감축목표                         |
| 중국                                    | 2005년 1인당 GDP 배출량 대비 40~45%  |
| 미국*                                   | 2005년 배출량 대비 17%             |
| 인도                                    | 2005년 1인당 GDP 배출량 대비 20~25%  |
| 러시아                                   | 1990년 배출량 대비 15~25%          |
| 일본                                    | 2005년 배출량 대비 3.8%            |
| EU(28개국)                              | 1990년 배출량 대비 20%             |
| 한국                                    | 2030년 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 37% |

\*주. 미국은 2017년 6월 파리협약 탈퇴를 공식 선언함.

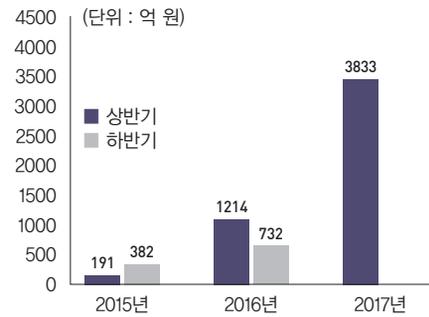
### 한국의 탄소배출권거래제 변화

국내에서 시행되고 있는 탄소배출권거래제(ETS)가 올해로 3년째를 맞았다. 2015년부터 한국에서도 시작된 ETS는 국가기관, 지자체, 기업이 탄소배출권 거래를 통해 정부에서 정한 온실가스 감축 목표를 달성하는 제도다. 1차 계획기간인 2015~2017년 거래제 안착을 목표로 현재 599개 기업이 참여하고 있다.

한국거래소에 따르면 장내 기준 2015년 탄소배출권 거래량은 124만 t이었으나 2017년(8월 말 기준)에는 1123만 t에 달했다. 탄소배출권 가격의 경우 2016년 11월까지 만 해도 1t당 7880원이었으나 2017년 들어 급등한 이후 2017년 3월부터는 2만 원대로 안정적인 수준을 보였다. 하지만 2017년 11월 다시 2만8000원까지 급등하기 시작했다. 환경부가 제시한 배출권거래제 2차 계획 가이드라인에 따르면, 최근의 가격 상승은

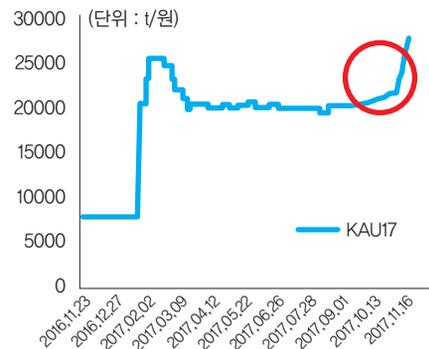
2018년 감축 강도가 강해져 기업들이 잉여 배출권을 시장에 내놓지 않아 물량 부족이 일어난 데서 기인한다. 과거 1기에는 산업계의 비용 부담을 줄이기 위해 배출권을 정부가 모두 무상할당했으나, 2018년부터 시작되는 2기부터 경매를 통한 유상할당을 실시했다. 파리협약에 따라 2030년까지 온실가스 배출 전망치(Business As Usual : BAU) 대비 37%의 국가 감축 목표를 달성하기 위해 국내 탄소배출권 시장 규모는 점차 증가하고 있다.

한편 탄소배출권 할당계획, 거래시스템 구축까지 완료한 중국은 2019년 전국 단위 배출권거래제(China-ETS)를 확대할 계획이다. 세계의 공장인 중국이 탄소배출권 거래제를 확대할 경우 해외 시장 간 연계 등으로 거래는 더욱 활발해질 것이며, 글로벌 탄소 시장은 120조 원 규모로 확대될 것으로 예상된다.



〈그림 4〉 한국 탄소배출권 시장 규모

출처 : 산업통상자원부(2017년)



〈그림 5〉 한국 탄소배출권 가격 일일 추이

출처 : 한국거래소

### 탄소배출 감축을 위한 신재생에너지

탄소배출을 감축하기 위한 노력이 신재생에너지로 집중되고 있다. 주요국별 에너지 의존도를 보면, 현재는 절대적으로 석유, 석탄, 가스와 같은 화석연료에 집중돼 있다. 미국, 일본, 중국, 유럽 주요국은 신재생에너지에 대한 의존도를 지속적으로 높여갈 계획이며 특히 유럽은 2035년까지 신재생에너지에 대한 의존도를 21%까지 높일 방침이다.

한국도 2017년 12월 '재생에너지 3020 이행계획(안)'을 발표하면서 신재생에너지 사용 및 보급 계획을 구체화했다. 2030년까지 재생에너지 발전량 비중 목표를 20%로 설정했다. 2016년 재생에너지 발전 비중은 7.0%에 머무르고 있으나 2022년까지 10.5%, 2030년까지 20%를 달성할

〈표 2〉 주요국 에너지 믹스 전망

(단위: %)

| 주요 국가 |     | 미국   |      | 일본   |      | 중국   |      | 유럽   |      |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 연도 변화 |     | 2011 | 2035 | 2011 | 2035 | 2011 | 2035 | 2011 | 2035 |
| 전력    | 원전  | 10   | 11   | 6    | 10   | 1    | 6    | 13   | 12   |
|       | 수력  | 1    | 1    | 2    | 2    | 2    | 3    | 2    | 3    |
|       | 신재생 | 5    | 13   | 3    | 13   | 9    | 10   | 10   | 21   |
| 석유    |     | 36   | 27   | 44   | 30   | 16   | 18   | 33   | 25   |
| 석탄    |     | 22   | 18   | 23   | 23   | 68   | 52   | 18   | 10   |
| 가스    |     | 26   | 30   | 22   | 22   | 4    | 11   | 24   | 29   |
| 합계    |     | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

출처 : 산업통상자원부

계획이다. 자가용뿐만 아니라 농가와 대규모 프로젝트를 통해 태양광과 풍력 설비를 적극 보급하는 한편 바이오에너지와 폐기물의 에너지화 중심에서 태양광 및 풍력 등의 청정에너지 보급에 집중할 방침이다.

### 중국, 석탄 과잉생산 해소 및 청정에너지 이용 확대

중국은 2016년 말에 발표한 '제13차 5개년 계획(2016~2020)'을 통해 에너지 관련 정책을 추진하고 있는데, 에너지 부문 핵심정책은 '석탄 과잉생산 해소' 및 '청정 에너지 이용 확대'라는 두 축으로 이뤄져 있다.

첫 번째는 석탄에 대한 과잉생산 해소다. 세계 최대 에너지 소비국이며, 과도한 석탄 의존으로 대기오염이 심각한 것으로 평가되는 중국은 자국의 석탄산업 구조 조정을 위해 우선적으로 낙후된 석탄 생산설비를 폐쇄하고 있다. 이에 따라 계획 중이거나 공사 중인 103기(120GW)의 석탄화력발전소 건설 사업을 취소한다고 밝혔다(2017년 1월). 향후 설비 개조 후에도 에너지효율 및 환경보호 기준에 부합하지 않는 설비를 폐쇄할 예정이며, 이러한 기조는 이어질 것으로 전망된다.

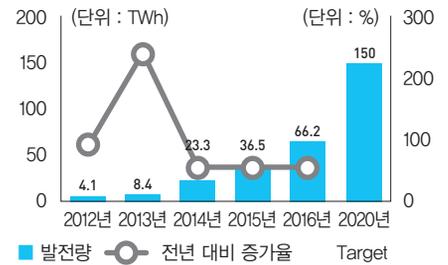
두 번째는 청정에너지 보급 확대다. 2016년 세계 3위의 셰일가스 생산 국가로 등극한 중국은 앞으로도 '천연가스 이용 촉진 계획(2017년 6월)'에 따라 셰일가스 개발에 적극적으로 투자할 예정이며, 송전망 구축 등을 통해 신재생에너지 활용 효율성을 제고할 계획이다. 2016년 기준 중국의 재생에너지 생산설비 신규 투자 금액은 783억 달러로 세계 1위이며, 최근에는 남미와 아프리카 지역을 중심으로 해외 투자가 늘어나는 추세다. 정부 차원의 강력한 정책 지원과 빠른 기술 발전 등으로 중국 재생에너지 산업은 경쟁력이 강화될 것으로 전망된다. 다만 빈약한 전력망으로 인해 발생하는 전력 손실, 정부 보조금 축소에 따른 기업의 자금조달 리스크 등은 앞으로 해결해야 할 과제다.

〈표 3〉 중국의 청정에너지 보급 계획

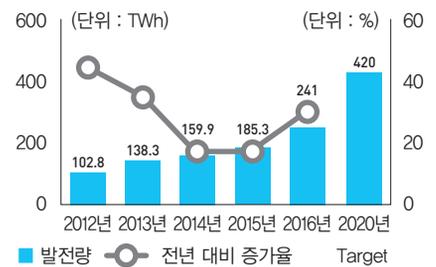
출처 : 에너지경제연구원(2017)

|            |  |
|------------|--|
| 천연가스       | - 중앙·지방정부, 국영 석유기업과 가스전 개발<br>- 장강경제벨트(중국 내 셰일가스 매장량의 약 40%) 개발 계획 발표              |
| 수력         | - 진사강, 야룽강, 다두강 등에 대형 수력발전단지 건설<br>- 서남지역에서 생산된 전력을 화남, 화중, 화동지역으로 송전할 수 있는 송전망 구축 |
| 풍력         | - 중동부지역 혹은 남부지역에 신규 건설하는 풍력발전을 집중화시켜 효율성 증대  |
| 원전         | - 원전 건설 적극 추진<br>- 연해지역의 원전 프로젝트 승인 및 건설을 위한 사전준비 착수                               |
| 태양광        | - 기광현상이 심각한 지역에 신규 건설을 엄격히 제한해 태양광발전의 구조 최적화<br>- 태양광발전 시범 프로젝트 추진                 |
| 바이오매스 및 지열 | - 바이오매스 발전을 지열에너지 산업과 연동<br>- 지열에너지를 이용한 냉·난방 공급 확대 계획                             |

태양광발전 추이



풍력발전 추이



〈그림 6〉 중국의 주요 신재생에너지 발전 추이

출처 : National Development and Reform Commission, China(2017)

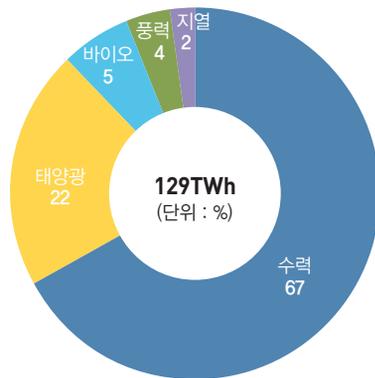
### 일본, 태양광에서 풍력으로

일본의 2015년 기준 신재생에너지원별 발전량 비중은 수력(67%), 태양광(22%), 바이오(5%), 풍력(4%), 지열(2%) 순으로 수력을 제외하면 태양광의 비중이 가장 높다. 발전차액지원제도(Feed-In Tariff : FIT) 시행 이후 급증한 태양광 발전 증가세는 신재생에너지 발전 중에서 상대적으로 매입 가격이 높다는 데 기인한다. 하지만

신규 설비 건설이 태양광에 편중되고 미 운영 프로젝트가 증가한다는 문제점 때문에 정부는 재생에너지법 일부를 개정하기로 결정했는데, 주요 내용은 매입단가 인하, 신재생에너지 사업인증 강화 등을 포함하고 있어 일본 태양광 시장의 증가세가 한풀 꺾일 것으로 예측된다.

한편, 풍력발전은 서서히 증가세를 보일 것으로 전망된다. 일본은 유럽처럼 풍력 자원이 풍부하지 않고 10MW 규모 이상의 풍력발전설비에 대해서는 약 5년이 소요되는 환경영향평가를 요구하고 있어 대형 설비의 도입이 부진했다. 하지만 최근 환경영향평가가 완료되고 대형 설비의 착공 시점이 확정됨에 따라 선진국 제조업체들은 다시 일본 풍력 시장에 주목하고 있다. 유럽은 발전설비 중 풍력의 비중이 약 10%로 성장 여지가 적고, 미국은 2019년 말 풍력에 대한 우대세제 적용을 중단할 계획이기 때문이다.

이에 2007년 일본에서 철수했던 베스타스가 2017년 다시 진출했고, GE와 지멘스는 일본의 지리적 특성에 적합한 풍력발전



〈그림 7〉 일본 신재생에너지원별 발전 비중  
출처 : 일본신재생에너지연구소(JREI)  
\*주. 2015년 기준임.

설비를 개발해 수주에 나설 계획이다. 또한 일본 유러스에너지는 홋카이도에서 약 600MW 규모의 풍력발전 사업을 진행하고 있으며, 에코파워와 J파워도 대형 풍력 발전시설을 착공할 계획이어서 일본에 또 다시 거대한 바람이 불 것으로 기대된다.

### 한국, 탈원전 로드맵 & ESS

문재인 정부는 정권 초기부터 탈원전 에너지 전환에 대한 명확한 입장과 정책 방향을 제시했다. 국정 5개년 100대 과제에 '탈원전'과 '친환경 미래에너지정책'을 반영했으며 탈원전 로드맵 수립, 에너지세제 개편, 전기요금 체계 개편 로드맵과 같은

핵심 정책에 대한 목표 연도를 명시했다.

2017년 10월, 정부는 '신고리 5, 6호기 건설 재개 방침과 에너지 전환(탈원전) 로드맵'을 확정 발표했다. 주요 내용은 첫째, 원전의 단계적 감축이다. 원전은 2017년 24기에서 2022년 28기, 2031년 18기, 2038년 14기 등으로 단계적으로 감축하며, 이러한 감축 방안을 제8차 전력수급기본계획과 제3차 에너지기본계획에 반영하는 것이다. 둘째는 '재생에너지 3020 이행계획'을 통한 재생에너지 확대(2017년 7%→2030년 20%)다. 마지막으로 에너지 전환에 따라 영향을 받게 되는 지역과 산업이 연착륙할 수 있도록 미확보 기술 개발 추진, 해외 원전 해체 시장 선점 등 지역·산업 보완 대책을 적극적으로 수립할 계획이다.

이러한 정부의 로드맵에 대해 전력 수급에 차질이 생겨 전기요금이 급등할 것을 우려하는 목소리도 있다. 하지만 정부는 초과공급으로 인해 전력요금 인상 가능성이 낮고, 향후 적극적인 산업 대책을 강구할 것이라고 강조했다. 한편, 한국전력에 따르면 신재생에너지의 정산단가는 2013년 kWh당 129.1원에서 2016년 102.3원으로 하락하는 등 3년 사이에 21% 감소했다. 세

〈표 4〉 일본 신재생발전원별 매입단가 (단위: ¥/kWh)

|       |  | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-------|--|------|------|------|------|------|
| 태양광   | 10kW 이상                                      | 40   | 36   | 32   | 27   | 24   |
|       | 10kW 미만                                      | 42   | 38   | 37   | 33   | 31   |
| 풍력    | 22(20kW 이상), 55(20kW 미만), 36(해상풍력, 2015년부터)  |      |      |      |      |      |
| 지열    | 26(5000kW 이상), 40(1만5000kW 미만)               |      |      |      |      |      |
| 중소수력  | 24(1000~3만 kW), 29(200~1000kW), 34(200kW 미만) |      |      |      |      |      |
| 바이오매스 | 13(건설자재 폐기물), 17(일반 폐기물), 24(농작물), 32(목재)    |      |      |      |      |      |

출처 : 일본경제산업성(2016)

〈표 5〉 문재인 정부 탈원전 로드맵

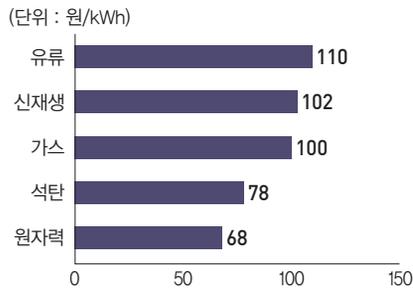
|               |   | 출처 : 산업통상자원부(2017)  |  |
|---------------|---|---|--|
| ① 원전 단계적 감축   | <ul style="list-style-type: none"> <li>신고리 5, 6호기 공사 재개</li> <li>계획된 신규 원전 계획은 백지화</li> <li>노후 원전 수명 연장 금지</li> <li>월성 1호기 조기 폐쇄</li> </ul> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>재생에너지 발전량 비중 확대 (2017년 7% → 2030년 20%)</li> <li>원전의 축소로 감소되는 발전량을 태양광, 풍력 등 청정에너지로 공급</li> <li>폐기물 바이오 중심의 재생에너지를 태양광·풍력 등으로 전환</li> <li>소규모 태양광 사업 지원</li> </ul> |
|               |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>미확보 기술 개발 추진</li> <li>해외 원전 해체 시장 선점을 위해 원전해체연구소 설립 방안 용역 추진</li> <li>신재생 이익공유, 온배수 활용 사업 등 주민, 지자체 소득 창출 사업 추진</li> <li>한수원, 안전운영 해체산업 중심 개편</li> </ul> |  |
| ② 재생에너지 확대    |   |   |  |
| ③ 지역·산업 보완 대책 |   |   |  |

계적으로 신재생에너지 발전단가가 낮아지고 있는 점이 정부의 에너지 전환 정책에 힘을 실어주고 있다.

2017년 3월, 국회 본회의에서 '환경급전'을 반영한 전기사업법 일부 개정 법률안이 통과됐다. 환경급전이란 환경을 고려한 전기 공급이라는 개념이다. 우리나라 전력시장제도는 1kWh 생산에 필요한 연료비가 낮은 순서대로 구매하는 경제급전 원칙이 확고한 기준이었다. 하지만 미세먼지와 온실가스 감축 등 환경 문제가 이슈로 부각되고, 지진으로 원자력발전소에 대한 국민적 불안감이 커지면서 정부는 전력수급기본계획 수립과 전력시장제도 운영 시 경제성뿐만 아니라 환경과 국민안전도 종합적으로 고려하기로 했다.

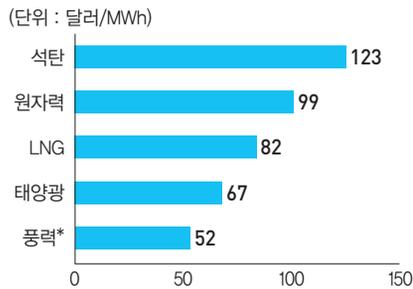
2013년 국립환경과학원 통계에 따르면 발전소에서 나오는 미세먼지는 전국 전체 미세먼지 양의 14%로 사업장, 건설기계에 이어 3위이며 발전소 오염물질의 대부분이 석탄발전소에서 나오기 때문에 환경급전이 실현되면 석탄발전은 자동 우선순위에 밀리게 된다. 이에 산업통상자원부에서 노후 석탄발전소 10기는 폐쇄하고, 기존 발전소의 환경 설비는 전면 교체하는 대수술을 단행하기로 했다.

한편, 석탄의 낮은 발전단가에 주목하며 석탄발전의 기여도가 전체 발전량의 40%대인 현 상황에서 환경급전 원칙을 택하면 전기요금의 인상 부담이 커진다는 반대의견도 있다. 하지만 미국 에너지정보청(EIA)이 국제 공인 계산법인 균등화발전비용(LCOE) 방식으로 산정한 전망치에 따르면 2022년에는 석탄(123달러/MWh)의 발전단가가 오히려 가장 높아지는 것으로 나타났다. 이는 대기오염·온실가스 대책 비



〈그림 8〉 국내 에너지원별 정산단가

출처 : 한국전력거래소(2016년 기준)  
\*주. 정산단가란 한국전력이 전력 시장(발전자회사, 민간발전사)에 지급하는 평균 구매단가로 전력거래대금에서 발전량을 나눈 값, 자본비용, 연료비용, 운전비용 등으로 구성됨.



〈그림 9〉 미국 균등화발전비용(LCOE) 전망(2022년)

출처 : EIA(Energy Information Administration)  
\*주. 균등화발전비용(The Levelized Cost of Electricity : LCOE)은 기존의 정산단가에는 포함돼 있지 않았던 대기오염 및 온실가스 대책비용, 계통 대책비용, 사고위험 대응비용 등 외부 비용까지 반영한 광의의 발전비용으로 국제 공인 계산 방식임.

용, 사고 위험 대응 비용, 사회갈등 비용 등 외부 비용까지 반영한 값이다. 결국 장기적 관점에서 보면 단계적인 감축 과정을

거쳐 궁극적으로는 환경급전의 방향으로 나아가야 할 것으로 전망된다.

국내 에너지저장시스템(Energy Storage System : ESS) 시장은 2016년 3000억 원에서 2020년 4400억 원 규모로 연평균 10% 성장이 예상되며, 국내 기업의 ESS 수출은 2016년 4억 달러로 전년 대비 117% 급증했다. 한편, 글로벌 ESS 누적 설치 용량은 2014년 0.7GW 수준에서 2016년 1.6GW로 약 2.3배 증가한 것으로 집계되는데, 한국(291MW)의 ESS 프로젝트 수는 58건으로 미국(571MW)에 이어 많은 것으로 나타났다.

정부는 스마트 그리드 구축을 위해 2016년부터 ESS 활용촉진 요금제 도입, ESS 저장 전력의 전력 시장 거래 허용, 풍력·태양광 발전소에 ESS 설치 시 신재생에너지 공급인증서(REC) 가중치 부여 등 집중적인 지원 정책을 펼쳤다. 또한 2017년부터는 공공기관 ESS 설치를 의무화해 2022년까지 모든 공공기관에 ESS 설치를 목표로 하고 있다. 하지만 아직 가정용 및 소규모 상업용 ESS 설치 비율은 13.8%에 그치고, 올해 말까지 설치의무가 있는 공공기관 28곳 중 한국전력과 한국수력원자력 등 단 2곳만 설치를 완료한 상태로 정책효과가 더딘 상태다.

〈표 6〉 국내 ESS·EMS 보급 정책

| 출처 : 산업통상자원부, 에너지관리공단(2017)  |                                 |            |        |           |
|--|---------------------------------|------------|--------|-----------|
| 공공기관 에너지 이용 합리화 추진 규정(2016)  |                                 |            |        |           |
|  | 대상                              | 개수         | 설치 용량  | 시장 창출     |
| ESS  | 계약전력 1000kW 이상 기존 건축물           | 총 1382개소   | 244MWh | 2000억 원   |
| BEMS   | 연면적 1만 m <sup>2</sup> 이상 신축 건축물 | 매년 100여 개소 | 10%    | 매년 200억 원 |
| 에너지 신산업 특례요금제 개편(2017)   |                                 |            |        |           |
| ① 신재생에너지를 설치할수록 더 많은 전기요금 할인을 제공하기 위해 최소 사용량 20% 기준을 폐지하고, 신재생에너지 사용량의 50%만큼을 할인 |                                 |            |        |           |
| ② 신재생에너지와 ESS 함께 설치 시 신재생 할인금액의 최대 50% 추가 할인                                     |                                 |            |        |           |

한편, 최근에는 화학, 전자 등 ESS와 연계된 전통적인 업종 외에도 스마트 그리드 시스템에 강점을 갖고 있는 정보기술(IT) 기업의 도전이 이어지고 있다. KT는 IT를 ESS와 연계해 자체적인 에너지관리시스템(Energy Management System : EMS)을 개발했고, LGCNS 또한 자체 에너지 효율화 솔루션을 개발해 약 4300만 달러 규모의 광 ESS 구축 사업을 수주했다. 최근에는 하드웨어에만 집중하는 국내 ESS 시장의 트렌드가 한계로 지적되고 있는데, 배터리 및 전력변환장치 분야에선 세계 최고 수준의 기술력을 보유하고 있지만 운영·관리 소프트웨어 분야는 미흡해 향후 이에 대한 지원 정책도 필요한 상황이다.

**국내 기업, 에너지 이슈 및 시사점**

2018년 에너지 분야 주요 이슈 및 쟁점이 국내 기업에 주는 시사점은 다음과 같다. 기존 글로벌 석유업계 선도기업이 석유 생산 및 정제뿐만 아니라 천연가스, 신재생에너지, 석유화학 부문까지 포트폴리

오를 다각화하는 상황에서 국내 에너지 기업도 정유 사업 일변도에서 벗어나 친환경 에너지로 사업영역을 확장해 나가야 할 것이다. 그뿐만 아니라 화학기업은 거대 자본의 진입에 대응해 지속적으로 시장을 점유할 수 있도록 설비 증설, 신규 프로젝트 및 고부가가치 상품 개발 등에 대한 전략을 새롭게 수립해 나가야 할 것이다.

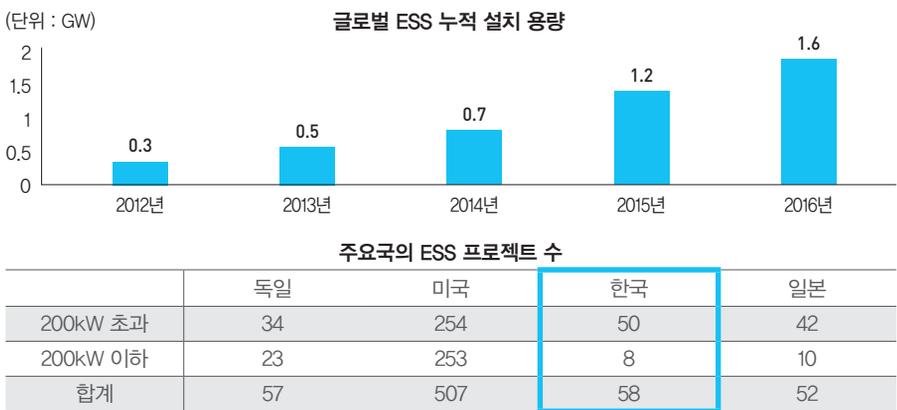
글로벌 석유 메이저인 로열더치셸은 2017년 전기차의 수요 증가와 태양광·풍력의 가격 하락으로 2020년까지 연간 약 10억 달러를 투자해 신재생에너지원으로 중심축을 옮기겠다고 발표했다. 이처럼 석유업계가 막대한 자금을 투입해 풍력·태양광 등 신재생에너지 프로젝트를 개발함에 따라 기존 국내 에너지기업도 수익성 확보를 위한 기술 개발 등에 박차를 가해야 한다.

한편, 국내 화학기업은 가스 기반 에탄에서 에틸렌 제품을 생산하는 미국 기업과는 달리 석유에서 추출한 나프타로 에틸렌을 생산해 왔다. 하지만 미국 내 나프타 가격은 원유 가격이 배럴당 50달러일 때 t당 500달러 정도인 반면 에탄은 약 170달러에 불과해 원가 차가 상당하다. 이에 값싼

세일가스 기반 에탄으로 에틸렌을 생산하는 북미 기업의 시장 진입에 따라 국내 기업은 가격경쟁력에서 위협을 받게 될 것으로 보인다. 따라서 국내 기업들의 에탄 기반 제품 생산 및 고부가가치 상품에 대한 투자와 개발이 시급하다. 국내 기업 중 롯데케미칼의 경우 2016년 6월 미국 루이지애나주 레이크찰스에서 에탄 및 에틸렌 글리콜(EG)의 생산공장 착공을 완료해 2019년부터 연간 100만 t의 에틸렌과 70만 t의 에틸렌글리콜을 생산할 계획이다.

한편, 미국의 탈퇴에도 불구하고 파리협약은 2019년에도 기존의 기조가 유지될 것으로 예상되며 이에 따라 기업들은 자사의 탄소배출 현황을 파악 및 관리하는 것이 어느 때보다 중요하다. 철강, 시멘트, 화학 등 에너지 소비가 큰 업종의 경우 탄소배출권을 최소 비용으로 구입하고 최대 비용으로 판매할 담당 팀을 신설, 재무팀과의 긴밀한 협력이 요구된다. 타국의 탄소배출권 시장 간 해외 연계가 가능해 해외에 공장을 둔 다국적 기업의 탄소배출권 거래가 증가할 것으로 예상된다.

주요국 이슈에 따른 대응으로는 우선, 미국의 LNG 수출 확대로 국내 기업은 미국산 천연가스로도 수입처를 다각화해 안정적인 에너지 공급 채널을 확보할 기회를 놓치지 말아야 한다. 또한 중국과 일본의 정책기조에 따라 재생에너지 관련 해외 프로젝트 투자를 검토할 수 있다. 국내에서는 정부의 로드맵 확정에 따라 원전 관련 기업은 국내 수요 축소에 대비해 해외 시장을 적극 개척해 나가야 하며, 재생에너지 관련 기업은 세금, 보조금 등 정부의 인센티브 정책을 면밀히 검토해 이를 최대한 활용해 나갈 필요가 있다.



〈그림 10〉 글로벌 ESS 보급 동향 및 프로젝트 수

출처 : 한국경제연구원(2017), Global Energy Storage Database, U.S. Department of Energy(2017)

# 기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

## 산업통상자원부 해외기술협력거점



**해외기술 협력거점 역할**

- ✓ 국제 공동 R&D 수요 발굴 및 지원
- ✓ 선진 R&D기관과의 협력체계 구축
- ✓ 해외 산업기술 정책 및 시장 현황 조사 등

**국제 기술 협력의 기본기능 수행**

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

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

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

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

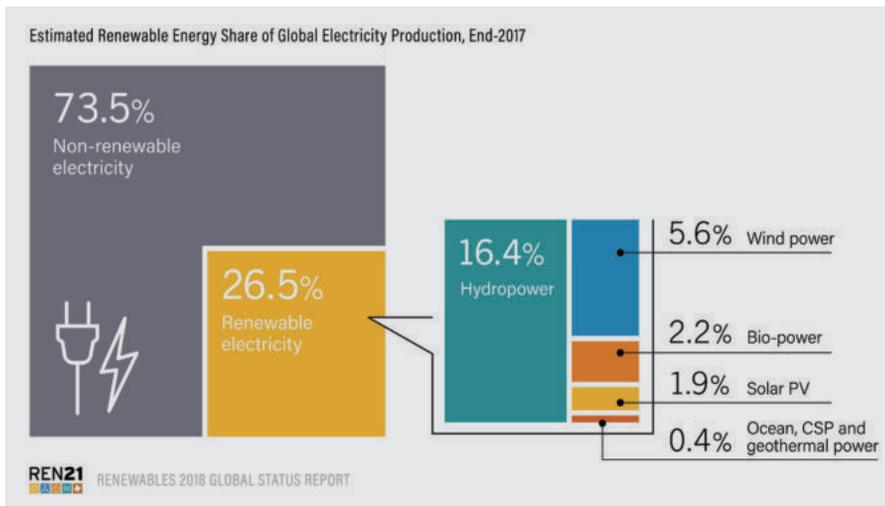
**KIAT 벨기에(브뤼셀)거점**  
 담당자 박천교  
 E-mail seanpark@kiat.or.kr  
 Tel (Office) +32-3-431-0591

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

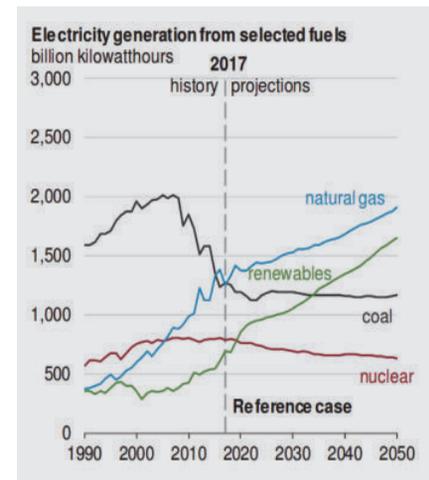
# 재생에너지 발전소 건설 프로젝트 인공위성 자료에 의한 재생에너지 발전사업 타당성 평가

재생에너지는 이미 전 세계 반도체 시장의 3분의2 규모로 성장한 거대 산업이 됐으며 2050년까지 그 성장세가 계속될 것으로 전망된다. 따라서 재생에너지 세계 시장에 국내 기술과 기업이 진출하기 위한 전략적인 기술 개발 및 사업화 모델 발굴이 요구된다.

김현구 [한국에너지기술연구원 신재생에너지자원정책센터장]



출처 : REN21, Renewables 2018 Global Status Report, [www.ren21.net/gsr-2018](http://www.ren21.net/gsr-2018)



출처 : Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2018, [www.eia.gov/outlooks/aeo](http://www.eia.gov/outlooks/aeo)

## 재생에너지, 선택이 아닌 필수

유엔환경계획(UNEP) 산하 국제 비영리 단체인 '21세기 재생에너지 정책네트워크(REN21)'의 최신 자료에 따르면, 이미 전 세계 전력의 4분의1 정도를 재생에너지가 공급하고 있다고 한다.

미국 에너지관리청(EIA)이 전망한 2050년 전력 생산 시나리오에 따르면 석탄과 원자력은 현 수준을 유지하는 반면 천연가스와 재생에너지는 급격한 상승세를 지속할 것으로 예상된다.

세계경제포럼(WEF)의 최근 자료에서도 각국의 적극적인 에너지 전환 정책과 파리후변화협약 등 국제적 압력에 따라 2050년에는 전 세계 재생에너지 전력 생산 비중이 무려 80%에 이를 것으로 전망하고 있다.<sup>1)</sup>

이러한 재생에너지의 성장세에 힘입어 2017년 재생에너지 설비는 157GW(태양광 98GW, 풍력 52GW)가 보급됐는데, 이는 신규 발전설비 시장의 61%에 해당한다. 재생에너지 투자액은 2798억 달러(태양광

1608억 달러, 풍력 1072억 달러)이며 일자리도 1000만 개가 창출됐다.

우리나라의 경우 2017년 신재생에너지 산업은 매출액 9조5463억 원(내수 4조608억 원, 수출 4조3161억 원, 해외공장 매출 1조1694억 원), 투자액 8097억 원, 고용 인원 1만3927명을 기록했다.<sup>2)</sup>

1) Accelerating the Energy Transition Through Innovation, 2018, World Economic Forum ([www.weforum.org/whitepapers/accelerating-sustainable-energy-innovation](http://www.weforum.org/whitepapers/accelerating-sustainable-energy-innovation)).

2) 한국에너지공단, 2018년 신재생에너지 산업통계(2017년 실적) 결과 요약, 산업통상자원부.



**재생에너지 발전소 개발 프로세스**

일반적으로 재생에너지 발전소를 건설하는 프로젝트의 개발 절차는 위그림과 같다.

태양광, 풍력 등 자연에너지원을 이용하는 재생에너지는 지리적·기상적 특성에 지배적인 영향을 받기 때문에 우수한 잠재량을 가진 입지 선정이 가장 중요하다.

다음으로는 정밀한 자원평가(Resource Assessment)를 기반으로 타당성 조사(Feasibility Study)를 수행하고 경제성을 판단해 사업 추진 여부를 결정한다. 사업이 결정되면 부지 확보, 주민 동의, 인허가 등의 절차를 거쳐 금융 조달(Project Financing)을 한 후 최종적으로 건설, 시운전 및 운영에 들어가게 된다.

태양광, 풍력 등 재생에너지 발전소는 최소한 20년 이상의 설계수명으로 건설되기 때문에 사업 발굴 단계에서는 재생에너지 잠재량이 우수한 입지를 선정하는 것이 중요하며, 사업 설계 단계에서는 사업의 수익성을 결정하는 발전량의 정확한 예측이 매우 중요하다.

일차적으로 사업 발굴 단계에서 필요한

재생에너지 잠재량을 파악하기 위해서는 재생에너지 자원지도(Resource Map)를 활용하게 된다. 우리나라도 의장국으로 참여하고 있는 국제재생에너지기구(IRENA)에서는 개발도상국의 재생에너지 사업 발굴을 돕기 위해 전 세계 재생에너지 연구 기관 및 사업체로부터 기부받은 자원지도를 모아 Global Atlas라는 자원지도 포털 서비스를 제공하고 있다.

하지만 이렇게 공개된 재생에너지 자원지도는 정책적인 판단이나 잠재량 산정 등 대면적의 평가를 위한 참고 자료로는 활용할 수 있지만, 실제 사업 설계 단계에서는 자료의 정밀도가 낮기 때문에 사용할 수 없다. 즉, Global Atlas에 공개된 자료는 대부분 관련 사업체의 홍보 자료인 셈이다.

재생에너지 발전사업 설계 단계에서는 설계수명 기간의 발전량에 대한 정확한 예측이 핵심이며, 필수적으로 대상지의 정확한 재생에너지 자원 정보(태양광이나 태양열의 경우 일사량, 풍력의 경우 풍향 및 풍속)를 확보해야 한다.

따라서 반드시 사업 대상지에 계속기를

설치해 최소한 1년 이상 자원량을 측정하지만, 측정 기간이 짧을수록 발전량 예측의 불확도가 커질 수밖에 없기 때문에 필연적으로 장기간 보정을 위한 신뢰할 수 있는 참고 자료가 요구된다.

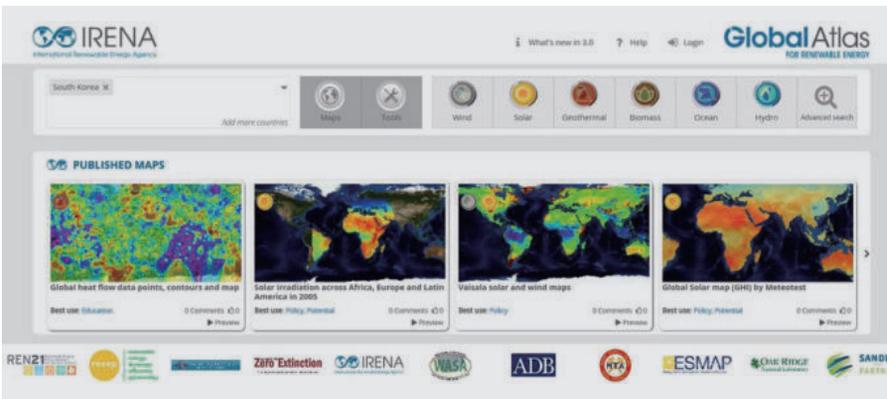
**인공위성자료와 수치해석자료 활용**

최근에는 인공위성 자료와 수치해석 자료를 이용해 재생에너지 자원 평가에 필수적인 장기간 참고 자료를 제공하는 비즈니스가 주목받고 있다.

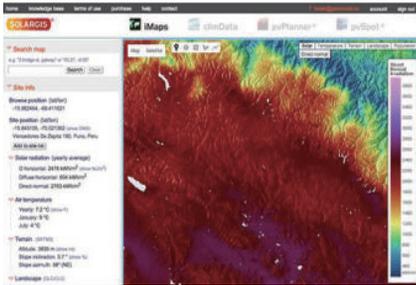
태양에너지의 경우 인공위성 영상을 활용한 데이터 서비스가 주목을 이루고 있다. 기상위성과 같은 정지 궤도 위성은 24시간 동안 동일 영역의 일사량 및 대기 상태를 지속적으로 관측할 수 있다. 기상위성을 통해 수집된 가시 영상 및 적외 영상을 판독해 구름의 유무를 판별하고 대기 상태를 분석해 지표에 도달하는 일사량을 계산함으로써 태양자원지도를 생산한다.

미국의 SolarAnywhere는 미국 기상위성 자료를 가공해 미주대륙의 태양자원 정보를 판매하는데 1km급 공간해상도의 일사량 자료 가격은 지점당 3000달러다. 프랑스의 SoDa는 유럽과 아프리카를 대상으로 HelioClim3 위성 자료를 가공해 서비스를 제공하는데 월별 일사량 자료를 지점당 1000유로로 제공한다.

전 지구를 대상으로 서비스를 제공하는 슬로바키아 SolarGIS의 경우 시간별 일사량 자료를 지점당 2000유로로 제공한다. 이외에도 스위스의 Meteotest, Vaisala가 인수합병한 미국 3TIER에서도 유사한 서비스를 제공하고 있다.



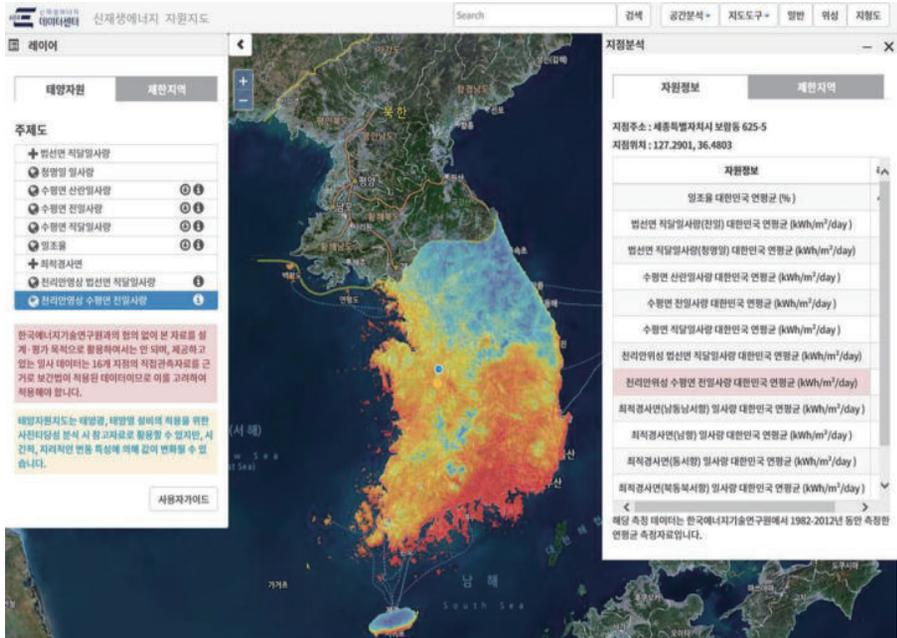
출처 : irena.masdar.ac.ae/gallery/#gallery



SolarGIS의 Interactive Solar Potential Map 서비스

출처 : [solargis.com/products/imaps/overview](http://solargis.com/products/imaps/overview)

풍력에너지의 경우에는 수치기상예측 기반의 서비스가 주를 이루고 있다. 스페인의 Vortex는 대규모 전산클러스터를 구비하고 전 지구에 대한 수치기상예측 시뮬레이션을 수행해 장기간 풍력에너지 참고 자료를 생산한다. 하나의 풍력발전소에 대해 1년간의 시뮬레이션 결과를 구입하려면 1900유로를 지불해야 한다. 미국 AWS Truepower는 동일한 서비스에 대해 2300달러를 지불해야 한다. 미국 3TIER도 동일한 서비스를



한국에너지기술연구원 신재생에너지 자원지도

출처 : [www.kier-solar.org](http://www.kier-solar.org); [www.facebook.com/kier-atlas](http://www.facebook.com/kier-atlas)

제공하지만 가격은 직접 협상해야 한다.

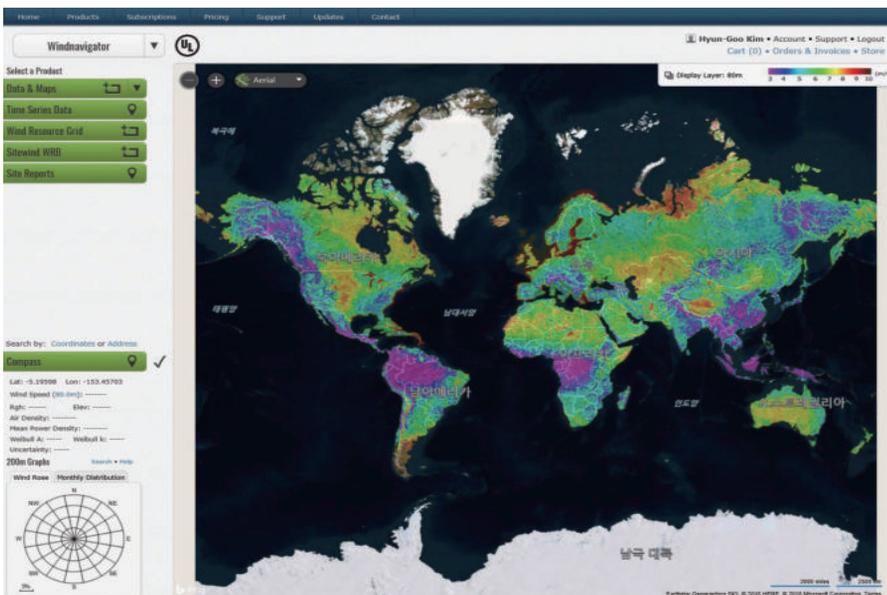
우리나라는 한국에너지기술연구원 신재생에너지자원센터에서 한반도 신재생에너지 자원지도를 무료로 제공하고 있다. 태양자원지도는 천리안 인공위성 영상을

이용해 1km급 공간해상도의 일사량 자료를 제공하며, 풍력자원지도는 기상청 UM 모델과 연동해 수치기상예측의 정확도를 향상시킨 1km급 공간해상도의 자료를 제공하고 있다. 특히 국내 신재생에너지 보급 지원을 위해 RPS 발전사업자와 공공성 사업, 연구자에게는 무상으로 시계열 자료를 제공하고 있다.

### 재생에너지 데이터 서비스 비즈니스

해외 재생에너지 데이터 서비스 비즈니스의 특징을 살펴보면, 전 지구를 포괄하는 인공위성 영상 기반의 솔루션을 제공한다는 점과 국가연구소 또는 대학의 기반 기술을 스피노프해 비즈니스 모델을 만들었다는 점을 들 수 있다.

예를 들어 미국 AWS Truepower는 미국 국가재생에너지연구소(NREL)에서 파생됐으며, 3TIER는 미국 항공우주국(NASA), 국립기상연구센터의 연구원이 주축이 돼



AWS Truepower Windnavigator Software

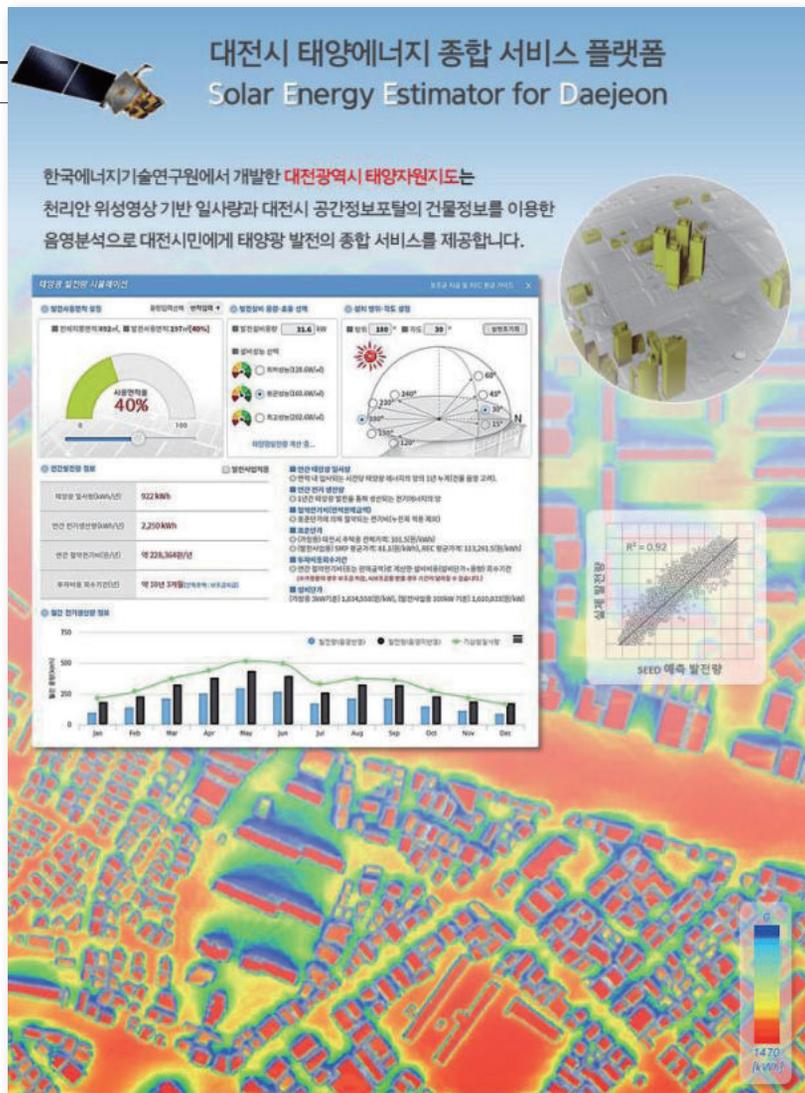
출처 : [dashboards.awstruepower.com/wsa](http://dashboards.awstruepower.com/wsa)

설립됐다. 미국 SolarAnywhere도 NREL과 미국 뉴욕주립대의 기반 기술을 사업화한 경우다.

우리나라도 재생에너지 정보서비스 분야의 해외 진출 가능성이 많다. 한국에너지기술연구원에서 개발한 태양자원지도의 경우 천리안 인공위성 영상을 기반으로 제작됐기 때문에 오세아니아 반구에 포함된 모든 국가에 적용 가능하다.

태양자원지도 서비스는 주택이나 건물 일체형 태양광발전(Building-Integrated Photo Voltaic : BIPV)이 주목받기 시작하면서 해외에서는 Google Sunroof, MIT Mapdwell과 같은 건물 단위의 태양광 정보서비스를 시범 운영 중이다.

우리나라에서는 최근 한국에너지기술연구원에서 대전시 태양자원지도 서비스인 SEED(Solar Energy Estimator for Daejeon)를 개발했는데, 천리안 인공위성 영상을 기반으로 대전시의 건물 및 용도구역별 일사량과 발전량을 주변 지형지물의 그림자 효과를 고려해 정확하게 산출, 태양광발전 사업의 경제성을 판단할 수 있는 종합적인 정보를 제공한다.



한국에너지기술연구원에서 개발한 대전시 태양자원지도 서비스  
출처 : [gis.daejeon.go.kr](http://gis.daejeon.go.kr)

미국 등 해외에서는 이미 재생에너지 발전량 예보에 기반한 전력 거래 시장에 진입했으며, 정보통신기술(CT)과의 융합을 통해 거대한 미래 에너지 프로슈머(Prosumer)

시장으로의 에너지 전환이 활발하게 이루어지고 있다.

우리나라는 상대적으로 경직된 전력 거래 시장 구조와 여러 가지 법적 제약으로 인해 막강한 ICT 기반을 갖추고 있음에도 불구하고 에너지 전환이 다소 지체되고 있는 것이 현실이다. 하지만 재생에너지 3020, 에너지 혁신성장전략 등 정부의 강력한 에너지 전환 의지가 시장에 반영되기 시작하면서 조만간 재생에너지 소규모 전력중개 사업 시장이 열리는 것을 기점으로 에너지 전환이 가속화될 것으로 기대되고 있다. 이때 핵심 기술은 바로 인공위성 영상을 기반으로 한 재생에너지의 정밀한 공간정보 평가 기술과 빅데이터의 머신러닝을 통한 발전량에 대한 정확한 예보 기술이 될 것이다.

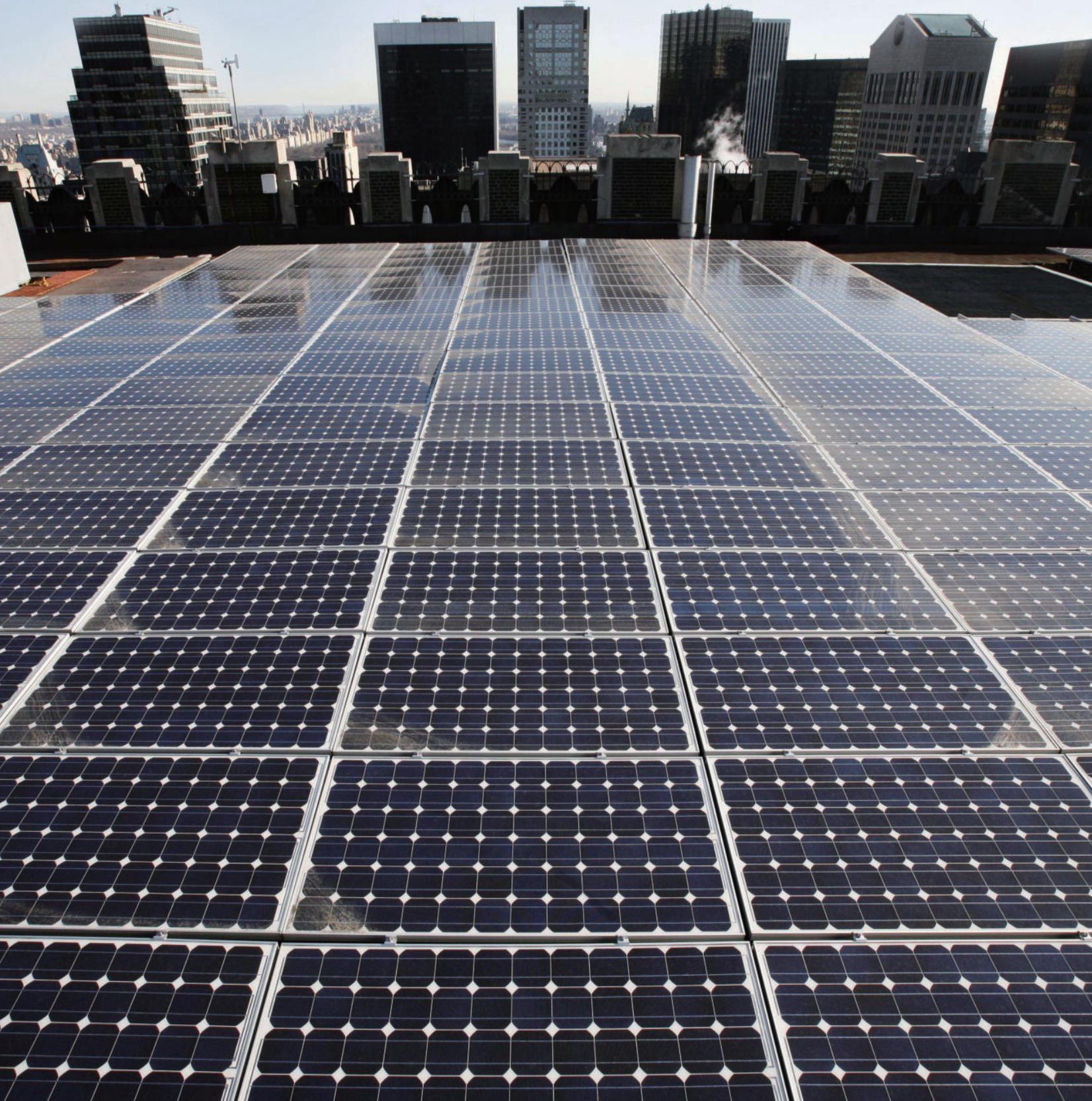


출처 : [www.google.com/get/sunroof](http://www.google.com/get/sunroof)

18

DEC. 2018

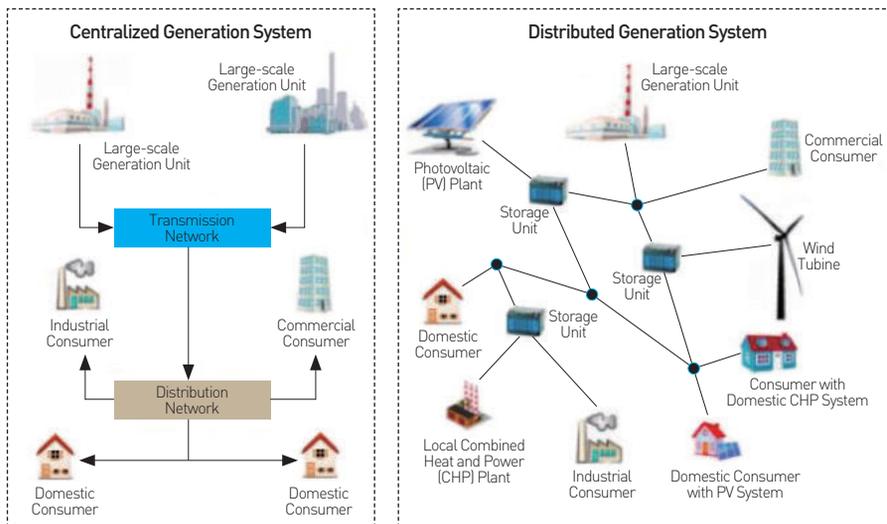
**THEME** · TREND & ISSUE



# 미국 분산발전 기술 및 R&D 동향 송전 손실 최소화하다

분산발전(Distributed Generation)은 전력 수요자 인근 지역에서 설치 가능한 소규모 발전설비를 이용해 필요한 전력을 전량 공급하거나 이미 사용 중인 중앙집중식 전력 공급 체계의 단점을 보완하기 위한 용도로 적용 가능한 발전 방식이다.

백상주 [한국에너지기술평가원 미국사무소장]



〈그림 1〉 중앙집중형 발전 vs 분산발전  
출처 : Science Direct

## 분산발전 기술의 장점

분산발전은 기존의 대규모 중앙집중형 발전과는 달리 소규모로 수요지 주위에 분산배치되는 형식이다. 대단위 화력, 수력, 원자력발전소에서 생산된 전기를 전국에 깔려 있는 송배전망을 통해 일반 가정이나 건물에 공급하는 방식인 중앙집중형 발전과는 달리 대형 공장이나 건물에 발전설비를 갖추고 필요한 전력을 공급하는 방식으로 이해할 수 있다. 분산발전은 원거리에 위치한 대형 발전설비로부터 송전에 의해 공급되는 중앙집중형 발전과는 반대의 개념으로, 장거리 송전에 따른 전력 손실을

줄임과 동시에 수요처에 따라 다양하게 사용할 수 있다.



〈그림 2〉 산업시설 CHP에 설치된 레시프로 엔진

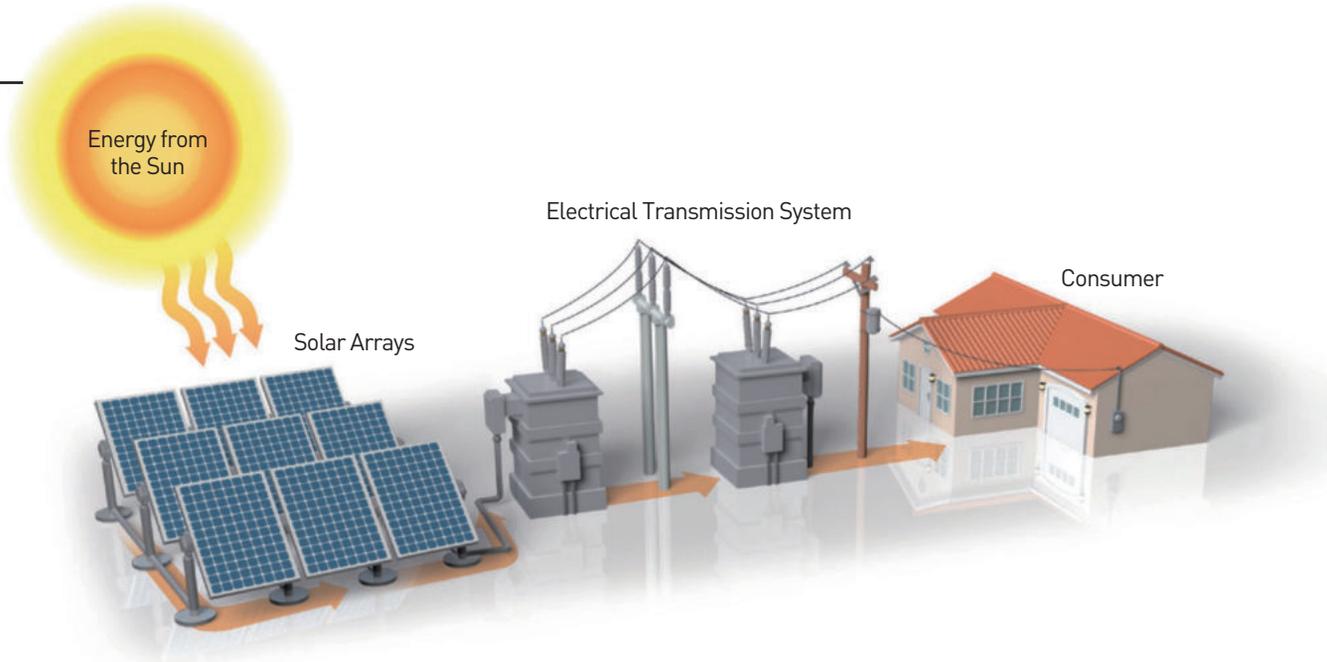
출처 : Office of Energy Efficiency & Renewable Energy

## 안정적이고 안전한

### 전력망 담보하는 왕복기관

레시프로(Recipro) 엔진으로 불리기도 하는 피스톤식 기관(왕복기관 · Reciprocating Engines)은 보통 피스톤이 실린더 내에서 상하운동(왕복운동)으로 회전하면서 동력이 발생한다. 레시프로 엔진은 비교적 적은 비용으로 점증(Incremental) 에너지를 공급할 수 있어 안정적이고 안전한 전력망을 담보하는 기술이다. 레시프로 엔진은 다양한 분산발전 시스템에 응용이 가능한데 열병합발전소(Combined Heat and Power : CHP)에 특히 많이 사용되고 있다. CHP에 레시프로 엔진을 사용할 때 엔진의 배기가스 부산물을 건물 난방 및 냉방과 같은 용도로 유용하게 사용할 수 있다. CHP는 하나의 연료로 전기와 열, 두 가지를 모두 생성하기 때문에 에너지 효율을 증가시킬 뿐만 아니라 이산화탄소 배출량을 저감시키는 방법으로도 탁월하다. 2016년 기준으로 미국에는 거의 2400대의 레시프로 엔진 CHP가 설치돼 있으며 이는 미국에 설치된 CHP 시스템의 54%를 차지한다.<sup>1)</sup>

1) Combined Heat and Power Technology Fact Sheet Series-Reciprocating Engines, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, July 2016, www.energy.gov/sites/prod/files/2016/09/f33/CHP-Recip%20Engines.pdf



〈그림 3〉 분산형 태양에너지 발전 프로세스  
출처 : Fourth Partner Energy

### 햇빛을 전기로 변환하는 태양에너지

분산형 태양에너지의 대표적인 기술은 태양광발전(PV)이다. 태양전지를 사용해 태양전지 패널을 만들어 햇빛을 전기로 변환하는데, 이러한 태양전지 패널의 설치량은 세계적으로 몇 년마다 급성장하고 있다. 태양광발전은 공해물질 배출이 없고 유지보수 비용이 매우 저렴하다는 장점이 있는 반면 낮 시간에만 작동해 별도의 에너지저장장치나 거대한 태양광 집광시설이 필요하다는 단점도 있다.

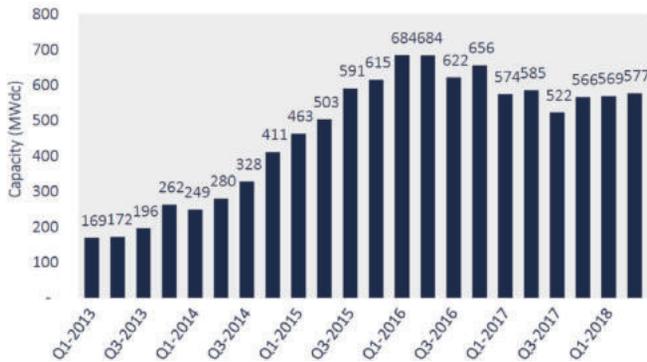
2018년 2분기에 주거용 PV는 577MW, 유틸리티용 PV는 1243MW, 그 외 453MW로 총 2.3GW가 설치된 것으로 나타났다. 주거용 PV 설치량은 전년과 비슷한 수준을 유지했으나, 비주거용 PV는 1분기 대비 16% 감소되어 총 설치량을 전년 대비 9%, 1분기 대비 7% 줄였다.<sup>2)</sup>

로 주거, 농업, 상업, 산업 및 커뮤니티에 설치된다. 에너지부(DoE)에서 미국의 풍력발전 용량을 분석한 결과, 미국 전체 건물의 44%에 달하는 약 4950만 개의 주거용, 상업용 또는 산업용 건물에 분산풍력 시스템이 기술적으로 실현 가능한 것으로 나타났다.<sup>3)</sup>

### 기술적으로 실현 가능성 높은 풍력발전

분산형 풍력에너지 시스템은 일반적으

2) Solar Market Insight Report 2018 Q3, Solar Energy Industry Association. [www.seia.org/research-resources/solar-market-insight-report-2018-q3](http://www.seia.org/research-resources/solar-market-insight-report-2018-q3)  
3) Distributed Wind, Wind Energy Technologies Office of EERE. [www.energy.gov/eere/wind/distributed-wind](http://www.energy.gov/eere/wind/distributed-wind)



〈그림 4〉 분기별 주거용 PV 설치량  
출처 : Solar Energy Industries Association



〈그림 5〉 플로리다 주 힐튼 포트 로더데일 비치 리조트에 설치된 소형 풍력발전기

출처 : Inhabitat News

이러한 분석은 풍력발전 시장의 성장 가능성을 나타내며 분산풍력 시스템이 미국 전력 부문에서 더 큰 역할을 할 가능성이 있음을 보여준다. 이러한 기회를 실현하기 위해서는 터빈 비용 절감, 시스템 비용 균형, 성능 향상 등을 위한 기술 개발이 필요할 것으로 보인다.

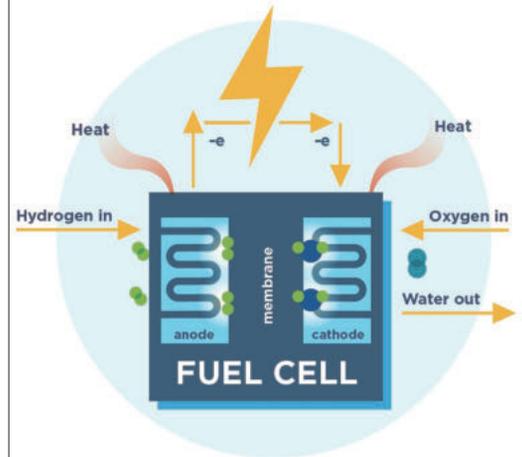
DoE에 따르면 미국은 2017년 21개 주에 총 83.7MW의 풍력발전이 설치됐다. 가장 많은 발전기가 설치된 주는 아이오와, 오탰하이오, 그리고 캘리포니아다. 현재까지 미국 50개 주, 푸에르토리코, 버진아일랜드, 괌 등에 총 8만1000기 이상의 풍력발전기가 설치된 것으로 나타났으며, 이로써 풍력발전 누적 설치량은 1076MW를 기록

했다.<sup>4)</sup> 2003~2017년 누적 발전기 수로는 아이오와, 텍사스, 미네소타가 상위 3개 주였다.

### 대체 발전의 가장 효율적인 형태인 연료전지

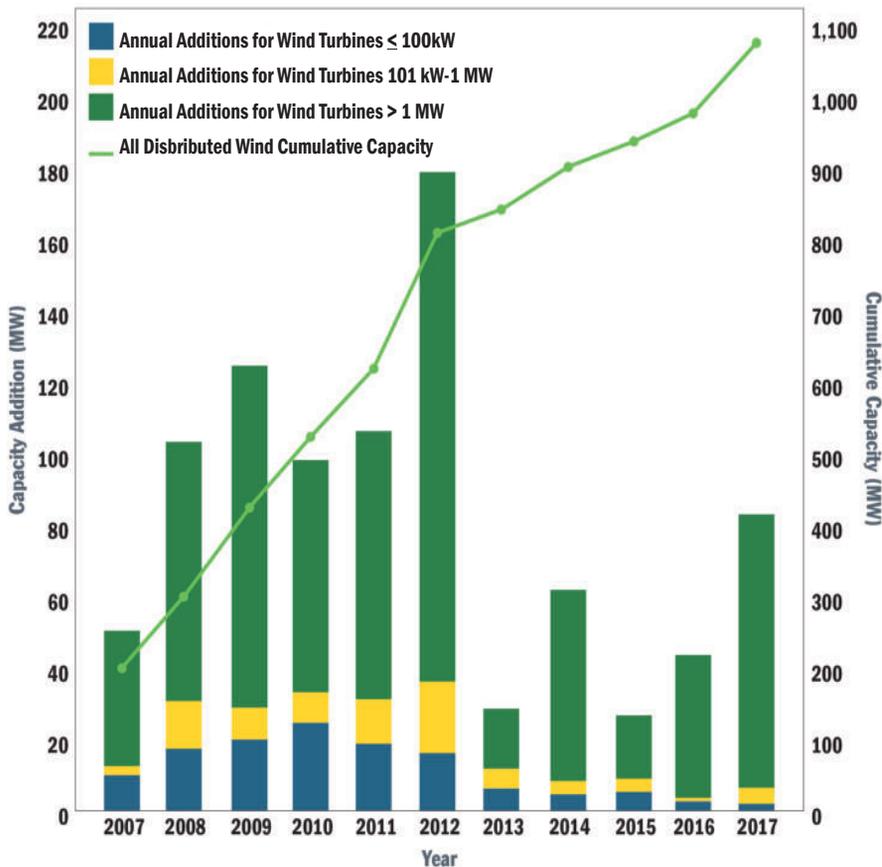
연료전지는 수소, 천연가스, 메탄올, 석탄, 석유, 바이오매스 가스, 매립지 가스 등과 같은 연료와 산화제를 전기화학적으로 반응시켜 그 반응에너지를 전기로 직접 변환하는 발전장치다. 다양한 연료를 사용할 수 있기 때문에 에너지 자원을 확보하기 쉬우며 연료를 태우지 않아 환경보호에도 기여할 수 있다. 연료전지 시스템은 효율 및 작업 비용 측면에서 혁신을 이룬 덕분에

에 소요 비용이 줄어들고 있는 상황이어서 대체 발전의 가장 효율적인 형태로 자리 잡고 있다.



〈그림 7〉 연료전지 기본 원리

출처 : Fuel Cell & Hydrogen Energy Association



〈그림 6〉 2017년 미국 풍력발전 신규 및 누적 설치량

출처 : Wind Energy Technologies Office, DoE

2016년에는 블룸에너지, 두산퓨어셀, 퓨얼셀아메리카에서 약 100MW의 대규모 SFC(Stationary Fuel Cell) 시스템을 설치했다. 이 중 절반 이상인 75MW가량이 한국으로 수출될 것을 예측했다.<sup>5)</sup>

소규모에 속하는 100kW 이하의 SFC는 일본의 주거용 마이크로 CHP 연료전지 시스템인 주거용 Ene-farm 장치가 가장 많이 보급됐으며 4만 대 이상이 팔린 것으로 나타났다. Ene-farm 브랜드 시스템은 파나소닉, 도시바 및 기타 회사에서 0.3~1kW 용량으로 생산된다. Ene-farm 시스템의 누적 판매량은 2016년 9월 18만500대를 돌파한 것으로 확인된다.<sup>6)</sup>

4) 2017 Distributed Wind Market Report, Wind Technologies Office, DoE, August 2018, [www.energy.gov/eere/wind/2017-wind-market-reports](http://www.energy.gov/eere/wind/2017-wind-market-reports)

5) Fuel Cell Technologies Market Report 2016, EERE, October 2017, [www.energy.gov/sites/prod/files/2017/10/f37/ftco\\_2016\\_market\\_report.pdf](http://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/10/f37/ftco_2016_market_report.pdf)

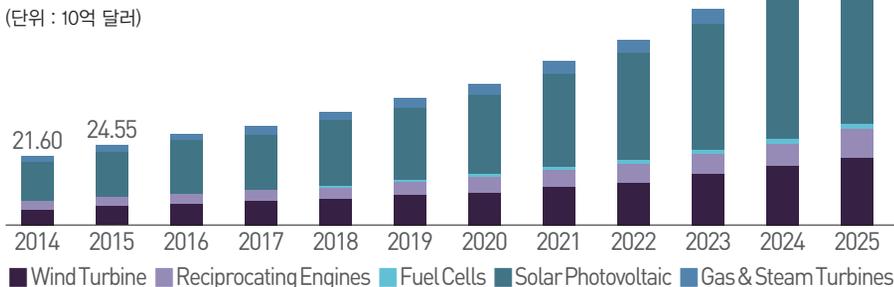
6) Fuel Cell Technologies Market Report 2016, EERE, October 2017, [www.energy.gov/sites/prod/files/2017/10/f37/ftco\\_2016\\_market\\_report.pdf](http://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/10/f37/ftco_2016_market_report.pdf)

| Customer   | Power   | Details  |
|--|---------|--|
| California State University, San Marcos  | 440 kW  | Installed a PureCell® Model 400 fuel cell system, operated through a PPA with BioFuels Energy, LLC. <sup>225</sup>   |
| Implats  | 8 MW    | Implats and its partners will install an 8-MW fuel cell system, financed under a 20-year PPA, at its South African Platinum Refinery by January 2018. <sup>226</sup>   |
| Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd., Samchully Machinery Co., Ltd., and Incheon Total Energy Co. | 39.6 MW | Doosan Engineering & Construction was selected as a preferred bidder to build a 39.6-MW fuel cell power plant in Incheon's Songdo business district. <sup>227</sup>  |
| Korea Western Power Co., Ltd. and Serveone   | 5 MW    | Doosan will supply 11 PureCell® Model 400 fuel cells (5 MW) to Korea Western Power and Serveone to generate clean electricity for nearly 3,000 homes in the Seoul suburb of Incheon. <sup>228</sup>                    |
| Petroconergy Co., Ltd.   | N/a     | Selected by Petroconergy to provide 14 PureCell systems for the Baegot Fuel Cell Project in Ansan, a suburb of Seoul, Korea.   |
| Samsung C&T Corp. and KHNP   | 30.8 MW | Will manufacture and ship 70 fuel cells that will produce 30.8 MW of energy and heat to power to a new residential complex in Busan. KHNP and the city of Busan will share ownership of the fuel cells. <sup>229</sup> |

〈그림 8〉 2016 두산퓨얼셀 아메리카 대규모 SFC 설치 현황  
출처 : Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, DoE

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Ballard Power Systems    | Telecom operator Telia Company AB installed a 72-hour FCgen®-H2PM fuel cell backup power system on the first "Forsterket ekom" project site in Norway.  |
| Ceres Power              | Will conduct trials of its prototype residential fuel cell system with British Gas as part of the EU's ene.field demonstration. <sup>247</sup>  |
| Dominovas Energy Corp.   | Introduced its first RUBICON™ 50-kW SOFC system in Johannesburg, South Africa. <sup>248</sup>   |
| GenCell                  | Installed a 5-kW G5 fuel cell backup power system at an Israeli municipality's emergency operating center. <sup>249</sup>   |
| PowerCell Sweden AB      | Received an order for a prototype S2 fuel cell from a global customer to provide micro-CHP for housing in the South Korea. <sup>250</sup>   |
| Proton Power Systems PLC | Signed a seven-year agreement with an unnamed German company for fuel cell emergency power units for use in the Bavaria region of Germany. <sup>251</sup><br>Received a €1.8 million order (US\$1.9 million) for fuel cell emergency power units. <sup>252</sup>  |
| Toshiba Corp.            | Received an order for its 100-kW fuel cell to Tokuyama Corp. to supply power to a swimming pool managed by one of its group companies. Hot water produced through the generation process will help heat the hot water boilers in the shower rooms. <sup>253</sup><br>Toyota Motor Corp. began operating a Toshiba fuel cell system operational in September at its Honsha Plant (Japan). <sup>254</sup> |

〈그림 9〉 2016 소규모 SFC 보급 현황  
출처 : Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, DoE



〈그림 10〉 미국 분산발전 기술별 시장점유율  
출처 : Grand View Research

### 청정에너지와 결합된 분산발전 시스템

한편 전 세계적으로 청정에너지 자원에 대한 인식이 높아짐에 따라 분산발전 시스템에 대한 수요 역시 증가할 것으로 전망된다. 신재생에너지는 온실가스 배출량을 저감하는 데 핵심적인 역할을 하고 분산발전 시스템은 기존의 발전 시스템 대비 발전단가의 감소 속도가 급격하게 떨어지고 있어 청정에너지와 결합된 분산발전 시스템의 수요는 지속적으로 증가할 것으로 보인다. 미국의 경우 최근 정책 지원 및 규제 완화로 인해 미국의 분산발전 시장은 2025년까지 지금보다 3배가량 더 커질 것으로 예상된다.<sup>7)</sup> 왕복기관, 가스·스팀터빈, 연료전지, 태양광, 풍력발전 등의 지속적인 개발 및 사용 역시 시장 성장을 뒷받침할 것으로 보인다. 시장점유율은 태양광 기술이 압도적이며 풍력발전, 왕복기관, 가스·스팀터빈, 연료전지 순으로 확인된다.

풍력터빈 기술에 대한 전 세계 수요는 2017~2025년까지 대폭 성장할 것으로 예상된다. 경제적 여건 및 지원 예산 축소로 성장이 주춤할 수도 있지만 환경 문제에 대한 인식과 우려가 성장에 중요한 요인이 될 것으로 보인다. 연료전지에 대한 전 세계 수요는 2016년 기준 596억 달러로 평가됐으며 향후 주목할 만한 성장률을 보일 것으로 기대된다. 태양광발전 역시 2008년 이후 80%가량 낮아진 가격과 정책 및 재생에너지 목표 확대에 따라 향후 분산발전 시장 확대에 가장 큰 기여가 예상된다.

7) Distributed Energy Generation (DEG) Market Size, Share & Trends Analysis Report By Technology (Wind Turbine, Solar Photovoltaic, Reciprocating Engines), By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2018~2025, Grand View Research, March 2018, www.grandviewresearch.com/industry-analysis/distributed-energy-generation-industry

### 분산발전, 전력회사에 위협이 아닌 기회

북미는 화학제지, 정제, 금속, 식품가공 및 상업시설을 포함한 산업설비의 에너지 수요 급증으로 태양광발전과 풍력터빈에 대한 수요가 커지면서 세계 분산발전 시장에서 두드러지는 지역이다. 특히 미국의 경우 전역에서 소규모 CHP, 주거용 스마트 미터링, 전기자동차 및 이차전지 기술의 급속한 성장으로 전력산업의 구조가 변화되

기 시작했다. GTM Research의 보고서에 따르면 위 5개 분산 에너지 자원(Distributed Energy Resource : DER)이 미국 여름 성수기에 46.4GW의 에너지를 생산한 것으로 나타났다.<sup>8)</sup> 미국 에너지정보국(EIA)의 자료에 따르면 2016년 미국의 여름 최대 부하가 769GW인 것에 비하면 눈에 띄는 수치는 아니지만 활용에 따라 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.

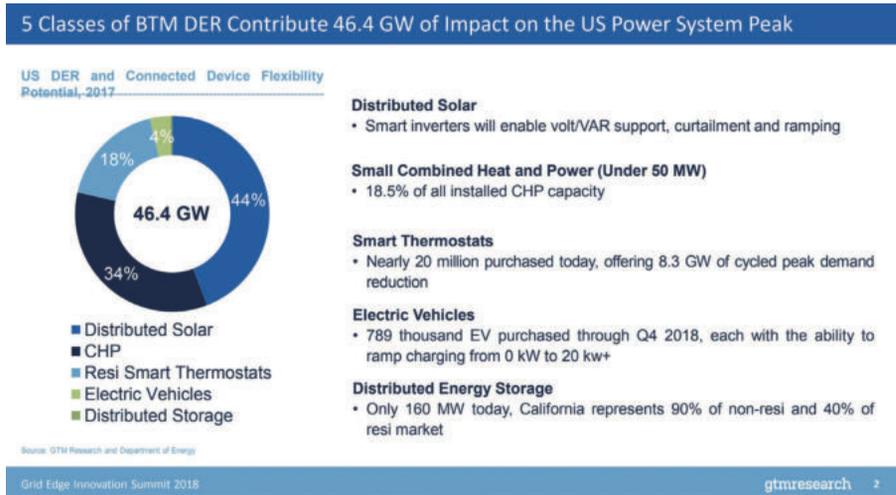
한편 GTM Research는 미국의 유틸리티

들에게 분산발전이 위협인지 기회인지 조사하기 위해 전력회사를 대상으로 설문조사를 실시했다. 그 결과 설문조사에 응한 유틸리티 중 3%가 위협이라고 답했으며 44%는 기회, 55%는 위협과 기회라고 답한 것으로 나타났다. 이처럼 대다수가 분산발전을 기회로 간주하고 있는 만큼 많은 유틸리티는 분산전원을 내세워 고객을 유치하는 형태다. 100개가 넘는 유틸리티 회사가 고객이 고효율 가전제품 및 서비스를 구매하고 유틸리티 리베이트 및 외부 추가 혜택을 찾아주는 일종의 온라인 포털 서비스를 'DER 마켓플레이스'를 구축했다. EFI, Enervee, PlanetEcosystems, Simple Energy 등과 같은 포털 서비스 업체 또는 내부적으로 개발된 유틸리티 포털을 통해 제공되는 이런 프로그램은 현재 6000만 명 이상의 고객을 대상으로 하고 있는 것으로 나타났다.<sup>9)</sup>

### 기술적 장벽 극복하려 협력하는 미국 에너지부

DoE는 풍력에너지기술국(Wind Energy Technologies Office), 태양에너지기술국(Solar Energy Technologies Office), 연료전지기술국(Fuel Cell Technologies Office) 등 해당 기술국에서 분산발전 기술에 대한 기술적 장벽을 극복하기 위해 국립연구소, 대학 및 업계 파트너와 긴밀히 협력하고 있다.

8) Distributed Energy Poised for 'Explosive Growth' on the US Grid, Greentech Media, June 2018. [www.greentechmedia.com/articles/read/distributed-energy-poised-for-explosive-growth-on-the-us-grid#gs\\_K8dabE](http://www.greentechmedia.com/articles/read/distributed-energy-poised-for-explosive-growth-on-the-us-grid#gs_K8dabE)  
 9) Distributed Energy Poised for 'Explosive Growth' on the US Grid, Greentech Media, June 2018. [www.greentechmedia.com/articles/read/distributed-energy-poised-for-explosive-growth-on-the-us-grid#gs\\_K8dabE](http://www.greentechmedia.com/articles/read/distributed-energy-poised-for-explosive-growth-on-the-us-grid#gs_K8dabE)



〈그림 11〉 분산에너지자원이 미국 전력 시스템에 미치는 영향  
출처 : GTM Research



〈그림 12〉 DER 마켓플레이스 구축 현황  
출처 : GTM Research

**태양에너지기술국** - 태양에너지기술국에서는 효율성과 신뢰성을 향상시키고 제조비용을 절감하며 태양 발전단가를 낮추는 PV 기술의 기초 연구개발을 지원한다. PV 프로그램은 킬로와트시(kWh)당 0.03달러의 에너지 비용 단가를 목표로 설정하고 태양에너지를 에너지 자원 중 가장 저렴한 자원으로 만들기 위해 다양한 재료, 혁신적인 콘셉트 및 실험 디자인을 개발하고 있다.

주요 연구개발 분야에는 결정질 실리콘(Crystalline Silicon), 카드뮴 텔루라이드(Cadmium Telluride : CdTe), 구리 인듐 갈륨 디셀레나이드(Copper Indium Gallium Diselenide : CIGS), 지구에 풍부한 재료 기반 기술(Earth-abundant Materials), 하이브리드 유기-무기 페로브스카이트(Hybrid Organic-Inorganic Halide Perovskite), 다접합 III-V(Multijunction III-V), 유기태양전지(Organic PV, OPV) 등이 있다. PV 연구개발 과제 지원 프로그램 지원금은 총 1억7900만 달러이며 2011년부터 13개의 프로그램을 지원했다.

**풍력기술국** - 풍력기술국은 터빈 성능 및 안전성에 대한 이해관계자의 신뢰를 극대화하고 프로젝트 비용을 절감하면서 소매 전기요금 및 기타 형태의 분산발전에 경쟁력을 유지하는 것을 목표로 하고 있다. 이와 관련해 풍력기술국은 다음과 같은 목표를 설정했다. 첫째, 풍력 기술 인증이다. 이와 관련해 2020년까지 성능 및 안전표준 인증을 받은 풍력터빈 설계 건수의 비약적인 확대(2010년 0개→2020년 40개)

〈표 1〉 PV 프로그램 프로젝트(2011~2018년)

출처 : Solar Energy Technologies Office, DoE

| 프로그램   | 프로젝트 수 | 총 지원금(달러) | 연도 및 진행상황  |
|--|--------|-----------|------------|
| Next Generation Photovoltaics Round 2  | 23     | 2450만     | 2011(완료)   |
| Foundational Program to Advance Cell Efficiency (F-PACE)   | 18     | 3500만     | 2011(완료)   |
| Bridging Research Interactions Through Collaborative Development Grants in Energy(BRIDGE)            | 12     | 800만      | 2012(완료)   |
| Foundational Program to Advance Cell Efficiency 2 (F-PACE 2)   | 4      | 1600만     | 2013(완료)   |
| Physics of Reliability : Evaluating Design Insights for Component Technologies in Solar(PREDICTS)    | 5      | 750만      | 2013(완료)   |
| Diversity in Science and Technology Advances National Clean Energy in Solar(DISTANCE-Solar)          | 2      | 100만      | 2013 (완료)  |
| Next Generation Photovoltaics 3  | 10     | 1400만     | 2014(완료)   |
| Photovoltaic Research and Development : Small Innovative Projects in Solar(PVRD-SIPS)                | 10     | 200만      | 2016(완료)   |
| SunShot National Laboratory Multiyear Partnership(SuNLaMP)   | 29     | 1억1500만   | 2015(완료)   |
| Physics of Reliability: Evaluating Design Insights for Component Technologies in Solar 2(PREDICTS 2) | 6      | 700만      | 2015(진행 중) |
| Photovoltaic Research and Development(PVRD)  | 21     | 1700만     | 2016(진행 중) |
| Photovoltaic Research and Development 2 : Modules and Systems(PVRD2)                                 | 27     | 2000만     | 2017(진행 중) |
| Solar Energy Technology Fiscal Year 2018 (SETO FY2018)   | 31     | 2800만     | 2018(진행 중) |

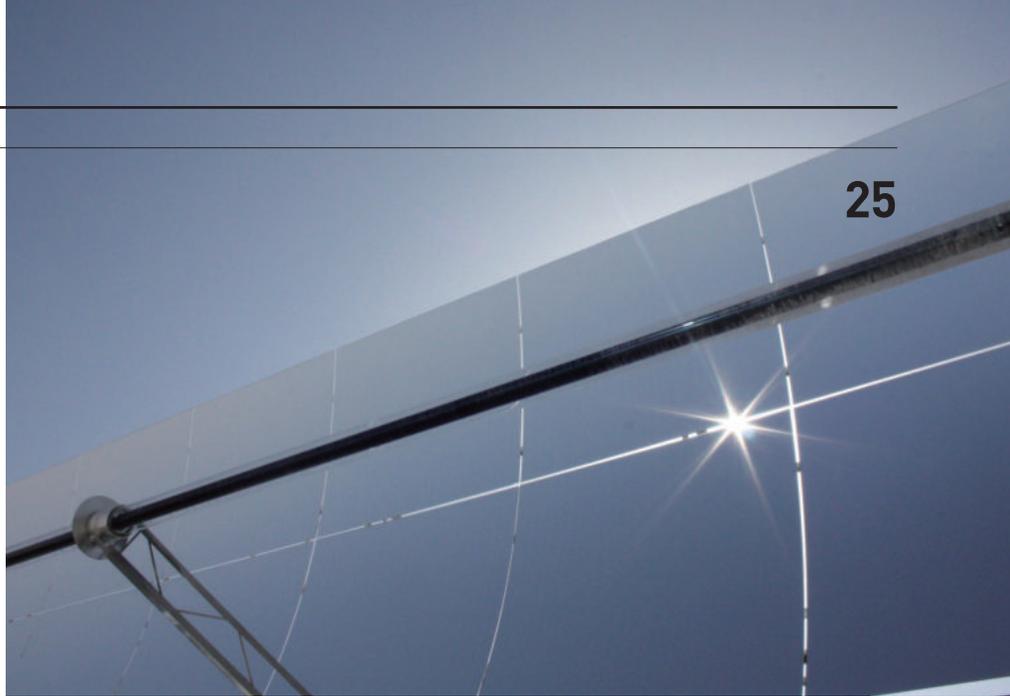
〈표 2〉 풍력발전 프로그램 프로젝트

출처 : Wind Energy Technologies Office, DoE

| 프로그램  | 프로젝트 수 | 총 지원금(달러) | 연도 및 진행상황        |
|---|--------|-----------|------------------|
| SMART Wind Health : Development of an Inexpensive Prognostic Condition Monitoring/Control System for Distributed Wind Turbines  | 1      | 15만       | 2018(진행 중)       |
| Development of a Concentrated Winding Permanent Magnet Alternator for a Small Wind Turbine  | 1      | 14만7500   | 2018(진행 중)       |
| Swift Wind Turbine Marketed in North America by Cascade Engineering, Inc  | 1      | 10만       | 2009(완료)         |
| Distributed Wind Research, Development, and Testing: Competitiveness Improvement Project, Market Assessment, Soft Costs Analysis and Reduction, Resource Assessment, and Technology Support | 21     | 1100만     | 2014~2018 (진행 중) |
| Testing the Viryd 8000 to Verify a Lower Cost of Energy   | 1      | 6만5000    | 2009(완료)         |

를 목표로 한다. 둘째, 에너지 비용이다. 이와 관련해 소매전기 요금 및 기타 분산발전원과 경쟁할 수 있도록 응용 분야에서

사용되는 풍력 터빈 기술의 에너지 비용 절감을 목표로 한다.



**연료전지기술국** – 연료전지기술국은 연료전지 개발에 대한 기술적 장벽을 극복하기 위해 국립연구소, 대학 및 업계 파트너와 협력해 다음과 같은 과제를 해결하고 있다. 첫째는 비용 절감이다. 백금은 연료전지의 가장 큰 원가 구성 요소 중 하나이기 때문에 현재 백금족 금속(PGM)과 PGM 합금 촉매의 활성을 증가시키는 접근법에 초점을 맞추고 있으며 비PGM 촉매를 장기간 적용할 수 있는 접근법 역시 개발하고 있다. 둘째, 성능 향상이다. 연료전지 성능을 향상시키기 위해 개선된 효율과 향상된 내구성을 자랑하는 이온 교환막 전해질(Ion-exchange Membrane Electrolytes) 개발, 최첨단 막전극접합체(Membrane Electrode Assembly : MEA) 부품의 통합으로 MEA 개선, 모델 검증을 위해 데이터를 제공하는 운송 모델 및 현장·외부 실험, 분해 메커니즘을 확인하고 그 영향을 완화하기 위한 접근법 개발 등에 중점을 두고 있다. 셋째, 내구성 향상이다. 연료전지 시스템의 수명 측면에서 가장 중요한 성능 요소는 내구성이다. DoE의 연료전지 내구성 목표는 연료 및 공기 불순물, 운

전 및 정지, 부하 사이클 등 실제 작동 조건하에서 4만~5만 시간이다. 연료전지기술국은 이 같은 목표 달성을 위해 연료전지 분해 작동 원리를 이해하고 완화할 수 있는 재료 및 부품을 개발하는 데 중점을 둔다.

**기후변화 대응과 온실가스 감축 역할까지 수행**

전력 사용량 급증에 따른 전력예비율 급감 문제에 대응하고 송전 손실을 최소화할 수 있는 분산발전의 장점으로 인해 전 세계적으로도 확산이 지속되고 있다. 특히 미국은 노후화된 전력 유틸리티 설비의 유지 보수와 전환이 급격하게 이루어지고 있

는 시점이다. 공급 측면에서는 정부 정책에 따른 변화가 다소 있지만 대규모 전력 생산과 공급이 가능한 화석연료 기반의 발전소 및 원자력발전의 증가는 둔화 및 중장기적인 감소가 예상된다. 태양에너지, 풍력, 연료전지발전 등의 신재생에너지 발전원이 이 자리를 대체하고 있으며 중앙집중식이 아닌 수요자 인근에서의 분산발전 형태로 보급이 확산되고 있다.

앞서 언급한 분산발전의 장점 외에 정보 기술(IT) 및 가전기기의 발달로 전력 수요 기기와의 접목을 통해 부하추종이 빠르고 수요자 단의 수요관리 제어를 활용하는데 유리하다는 점 또한 매력으로 작용하고 있다. 땅이 넓은 미국에서 빈번하게 발생하는 허리케인과 홍수로 인한 자연재해를 대응한다는 측면에서도 복구 기간이 비교적 짧은 분산전원이 기존 시스템보다 장점이 더 많다고 할 수 있다.

한편, 미국 내에서도 기술 보급과 확산에 있어 정부의 정책적 공감 및 지원이 중요하다는 사실을 실감하고 있다. 신재생에너지 보급 확대와 스마트 전력망을 통한 공급 및 수요의 혁신은 기본적으로 분산발전의 틀 안에서 이뤄지고 있으며, 더불어 기후변화 대응과 온실가스 감축의 역할까지 수행하고 있다고 본다.

〈표 3〉 연료전지 프로그램 프로젝트

출처 : Fuel Cell Technologies Office, DoE

| 프로그램   | 프로젝트 수 | 총 지원금(달러) | 연도 및 진행상황 |
|--|--------|-----------|-----------|
| FY2018 Hydrogen and Fuel Cell R&D FOA  | 28     | 3900만     | 2018      |
| FY2017 Fuel Cell Technologies Office Annual Funding Opportunity Announcement                                 | 30     | 1500만     | 2017      |
| Hydrogen and Fuel Cell Technologies Research, Development, and Demonstrations                                | 27     | 3200만     | 2016      |
| Hydrogen and Fuel Cell Technologies Research, Development, and Demonstrations                                | 10     | 2000만     | 2015      |
| Fuel Cell Technologies Incubator : Innovations in Fuel Cell and Hydrogen Fuel Technologies                   | 11     | 1000만     | 2014      |
| Clean Energy Supply Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cell Technologies | 3      | 200만      | 2014      |



# 이달의 산업기술상

---

INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS



신기술 부문  
산업통상자원부 장관상

## 태양광 · 열 효율적 이용 통해 제로에너지 시대를 열다

공주대학교

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 공주대가 '모듈러 방식의 공기식 BIPVT 시스템 개발' 연구과제를 통해 기존 국내외 제품과 차별화되는 열 성능을 증진시키기 위한 기법으로 BIPVT 컬렉터를 개발했다. 모듈러 방식의 BIPVT 외피 시스템은 새로운 태양에너지 설비로 시장 진출이 가능하며, 기존 건물설비 시스템과의 연동으로 제품의 시장 경쟁력을 확보할 것으로 기대됨에 따라 영예의 장관상에 선정됐다.

# 태양광 · 열 효율적 이용 통해 제로에너지 시대를 열다



취재 조명한 사진 시범세

모듈러 방식의  
공기식 BIPVT  
시스템 개발

최근 제로에너지주택 의무화에 의한 신재생에너지 설치 의무화 및 재생에너지 2030 정책이 추진되면서 신재생에너지에 대한 수요가 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 신재생에너지에 대한 관심이 늘고 있으며, 열과 전기를 동시에 생산하는 PVT (Photovoltaic Thermal · 태양광 · 열 복합 컬렉터)에 대한 기술 개발이 이루어지고 있다. 이런 가운데 공주대 김준태 교수와 연구팀이 기존 국내외 제품들과 차별화된 방식으로 열 성능을 높일 수 있는 모듈러

방식의 공기식 BIPVT(Building-Integrated PV-Thermal · 건물 일체형 하이브리드 외피모듈) 시스템 개발에 성공해 귀추가 주목되고 있다.

## 답보 상태 PVT 시장에 새로운 활력을 불어넣다

열과 전기를 동시에 활용하는 PVT 시스템에 대한 연구개발은 사실 국내외에서 이미 진행 중에 있다. 그러나 1970년대부터 시작돼 약 40년이 지났으나 PVT 시장은



### How to

해외 기관과 함께 국제공동 네트워크를 구축하고 새로운 기술의 개발과 실용화를 위해 관련 국내외 기업이 참여하는 실증 프로젝트를 도출하는 등 전략체계 및 조직을 구성했으며, 해외 기관의 성능 평가 기술 및 실증 프로젝트 시공 실적을 공유하고자 해외에 국내 인력을 파견, 선진 기술을 획득하는 등의 노력을 기울였다.

**The Minister Award for  
New Technology**

**김준태**  
공주대학교 공과대학 건축공학전공 교수

**사업명** 에너지국제공동연구사업  
**연구과제명** 모듈러 방식의 공기식 BIPVT 시스템 개발  
**제품명** 공기식 BIPVT 컬렉터  
**개발기간** 2014. 11 ~ 2018. 1 (39개월)  
**총정부출연금** 1,300백만 원  
**개발기관** 공주대학교 /  
충청남도 천안시 서북대로 1223-24 /  
041-521-9090 /  
<https://sanhak.kongju.ac.kr/main/index.action>  
**참여연구진** 김준태, 김진희, 안종권, 김상명, 유지숙,  
Fred Edmond Boafu, 민다혜

여전히 확장 속도가 더디며, 상품화된 것도 많지 않다.

이는 바로 전기와 열을 동시에 생산하는 복합 기술에 대한 기준 제정과 성능 표준화, 단가 산정의 부재와 더불어 다양한 건물 부하변동에 적절히 대응하는 태양에너지 장치와 건물 에너지 시스템과의 연계 및 통합을 위한 혁신적인 기술 개발이 이뤄지지 않고 있어서다. 이런 가운데 김 교수와 그의 연구팀이 개발에 성공한 ‘모듈러 방식의 공기식 BIPVT 시스템’은 기존 PV(태양광) 시스템의 효율 증진과 태양열을 활용하는 복합 기능의 태양에너지 이용 기술이라는 점에서 높은 평가와 함께 PVT 상용화 확대에 청신호가 될 것으로 전망된다.

이에 대해 김 교수는 “PVT 시스템에 대한 연구개발의 성숙도는 매우 높지만 여전히 상용화에 어려움이 많은 현실에서 BIPVT 시스템 개발을 위해 해외 기관과 국제공동 네트워크를 구축하고 새로운 기술 개발과 실용화를 위해 관련 국내외 기업이 참여하는 실증 프로젝트 도출 등 전략체계 및 조직을 구성했다. 또 해외 기관의 성능 평가 기술 및 실증 프로젝트 시공 실적을 공유하기 위해 해외에 국내 인력을 파견,

선진 기술을 획득하는 등의 노력을 기울였다. 개발에 성공한 모듈러 방식의 공기식 BIPVT 시스템은 기존 국내외 제품들과 차별화됨과 동시에 진보된 개념이 적용됐다”면서 “이를 통해 그동안 답보 상태였던 PVT 시스템의 국내 상용화에 활로가 마련될 것으로 기대되며, 국제 태양광 시장의 불확실성 및 저가화 추세로 인해 어려움을 겪고 있는 관련 국내 기업들이 태양에너지 분야에서 경쟁력을 확보하는 데 큰 도움이 될 것으로 예상된다”고 말했다.

**혁신적이고 진보된 방식의  
BIPVT 시스템 개발 성공**

과제를 통해 김 교수와 연구팀이 개발에 성공한 BIPVT 시스템은 사실상 관련 분야의 해설서와 같은 역할이 기대될 정도의 결과를 이끌어 내고 있다.

우선 모듈러 방식의 BIPVT를 이용한 AHU(Air Handling Units) 냉난방시스템 기술의 경우 기존 국내외 제품들과 차별화된 방식으로 열 성능을 증진시키기 위한 기법으로 개발됐는데, 이는 내부 공기유동을 위해 설치했던 배플을 태양열 흡열판으로 변경해 컬렉터 내부의 공기 온도를 상승시

**PVT**

태양광 · 열 복합 컬렉터(Photovoltaic Thermal). 기존의 태양광 모듈인 PV에 공기 혹은 액체 집열 컬렉터를 복합 구성한 시스템.





김준태 공주대학교 공과대학  
건축공학전공 교수

김과 동시에 열 교환을 촉진하는 진보된 개념을 적용함으로써 세계적 수준의 태양 열 집열 기능을 강조한 혁신적인 공기식 PVT 컬렉터라는 평가를 받고 있다.

또한 PVT 컬렉터를 건물에 탑재할 경우 모듈러 방식으로 보다 효율적으로 적용하기 위한 결합기법을 개발해 생산단가를 낮추고 시공성을 증진시켰다. 더불어 BIPVT 컬렉터를 이용한 AHU 시스템 패키지 및

최적운전을 위한 제어기법을 개발, 기존 공조 및 환기설비와의 연동이 가능한 기술을 확보함으로써 제로에너지 건축물 조성 및 그린 리모델링을 위한 혁신적이고 경제적인 태양광·열 복합 시스템의 구현으로 에너지 자립화와 온실가스 감축에 공헌할 것으로 기대되고 있다. 그리고 실증연구를 통해 BIPVT 컬렉터 시스템을 이용한 환기 및 난방설비의 유효성 및 실효성을 확보했고, 기술적 노하우를 통해 사업화 가능성을 한껏 높였다.

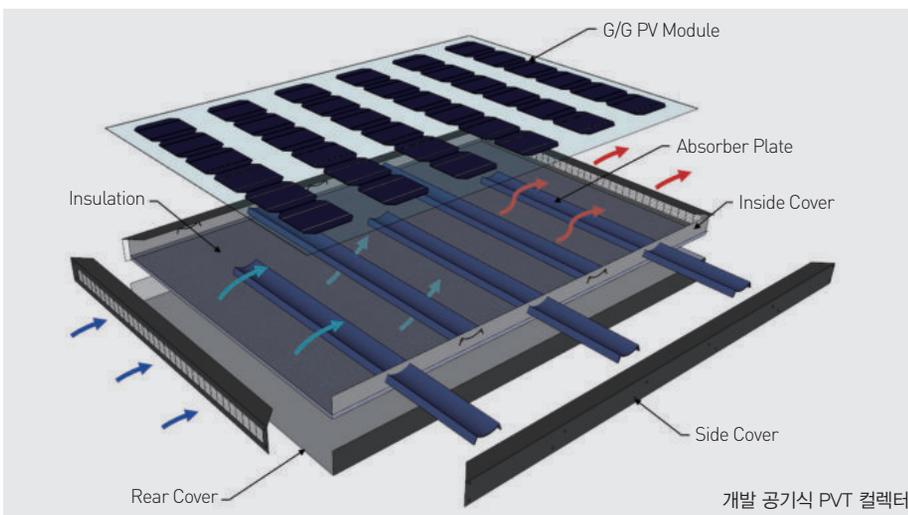
### 사업화 전망 밝아, 스마트 그리드 연계 연구로 보폭 넓혀

한편 사업화와 관련해 김 교수는 “최근 신재생·복합 기술로서 PVT에 대한 관심이 산학계에 퍼지고 있으며, 사업화 성능표준화에 대한 논의도 활발히 이루어지고 있다”면서 “해당 기술 개발은 공기식 BIPVT 시스템이 국내 최초 건물 냉난방 시스템에 연계돼 한 초등학교에 실증 적용된 것이며, 이를 통해 사업화를 위한 기술적 근거로 활용할 수 있게 됐다. 이에 따라 본 기술 개발에 대한 기술이전 문의 및 협의가 이루어지

고 있으며, 태양열 및 PV 전문회사뿐만 아니라 건설업계를 통해 조만간 사업화가 진행될 것으로 기대하고 있다”고 말했다.

앞으로의 계획과 목표에 대해서는 “태양광발전과 태양열 응용이 동시에 이루어지는 BIPVT 컬렉터를 적용해 에너지 자립화가 가능한 농작물 건조시스템을 개발할 방침이며, 건물의 냉난방과 전기 생산을 극대화하기 위한 경량화된 건물 일체형 PVT 컬렉터 및 시스템을 구체화해 사업화를 추진할 계획”이라고 밝혔다.

또한 “개발된 BIPVT 시스템의 해외 비즈니스 모델 및 상용화 기술 개발을 위해 해외 공동연구기관인 캐나다 CanmetEnergy와 지속적으로 협의, 후속 연구 및 사업화 방안을 발굴할 예정이다. 최근 BIPVT를 위한 히트펌프 시스템을 개발하고 스마트 그리드 기술을 적용해 전력계통에 유연성을 제공할 수 있는 ‘BIPVT 이용 히트펌프 시스템이 연계된 스마트 그리드 기술개발’ 국제 공동연구 프로젝트를 추진하고 있다”면서 “이미 개발된 BIPVT 시스템과 차별적으로 고도화된 BIPVT 시스템 기술을 개발할 것”이라고 덧붙였다.



# 최고의 금융파트너 우리나라 1등은행이 함께합니다



## R&D 수행 중소·중견기업 사업화 지원 프로그램 종합안내



R&D 사업화자금  
전용 대출

R&D 사업수행  
중소·중견기업을 위한

우리 R&D 플러스론



고객만족을 위한  
맞춤형 컨설팅

다양한 분야별  
컨설팅 제공을 통한

기업의 성공 지원



우리은행 대표  
금융프로그램

R&D 기업대상  
수출입 업무 등 교육지원

다양한 프로그램 제공

**신청대상** 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소·중견기업

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



# 이달의 산업기술상

---

INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS



사업화 기술 부문  
산업통상자원부 장관상

## 문화 콘텐츠와 산업 기술의 협업 통해 진정한 OSMU 이끈다

(주)대진애니메이션

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술을 시상한다. (주)대진애니메이션이 '실측/2D 이미지 3D 모델링, 안면 특징 추출, 동작 자동 생성 기술 등을 활용한 애니메이션 제작 통합 플랫폼 및 입체 영상 자동 생성과 N-Screen 기반 뷰어 개발' 연구과제를 통해 기존의 복잡한 애니메이션 제작 공정에서 벗어나 새로운 장르의 애니메이션 개발을 위한 다양한 영상 처리 기술이 들어간 솔루션 제공과 애니메이션 제작 과정의 경쟁력 확보를 위한 통합 작업 시스템을 개발했다. 이를 통해 중국 등 세계 시장 진출 및 현지화를 위한 협력채널을 발굴하고 수요처 계약을 추진한 성과를 인정받아 영예의 장관상을 수상했다.

## 문화 콘텐츠와 산업 기술의 협업 통해 진정한 OSMU 이끈다



실측/2D 이미지 3D 모델링,  
안면 특징 추출, 동작 자동 생성 기술 등을  
활용한 애니메이션 제작 통합 플랫폼 및  
입체 영상 자동 생성과  
N-Screen 기반 뷰어 개발

대표적인 OSMU(One Source Multi Use) 산업인 애니메이션은 문화 콘텐츠 산업의 한 축을 담당하고 있는 것과 동시에 여타 산업 분야로의 파급 효과 역시 매우 크다. 최근 CGI 및 ICT의 발달에 힘입어 애니메이션 제작 기술과 유통 역시 날이 발전하고 있지만 여전히 국내 애니메이션 시장 상황은 녹록지 않은 게 현실이다. 이런 가운데 ㈜대진애니메이션이 다양한 영상 처리 기술을 활용해 누구나 손쉽게 새로운 장르의 애니메이션을 제작할 수 있는 통합

플랫폼 개발 및 사업화에 성공해 국내 애니메이션 시장은 물론 이미 개발된 기술을 응용한 다른 산업 분야의 경쟁력 향상에 활력을 불어넣을 것으로 기대되고 있다.

### 손쉽게 3D 애니메이션 제작 가능한 통합 플랫폼 개발

국내 애니메이션 산업 육성을 위한 관련 업계 및 정부의 노력은 계속 이어져 오고 있다. 특히 2007년을 기점으로 국내 애니메이션 산업은 사실상 창작제작 매출이 하



### How to

22년간 애니메이션 제작업에 종사하면서 직접 경험한 애니메이션산업의 문제점을 직시하고 이를 타개하기 위한 김철희 대표의 열정, 날이 변화하는 애니메이션 수요자의 눈높이에 능동적으로 대처하고자 하는 ㈜대진애니메이션 애니메이터와 이를 기술적으로 뒷받침하는 기술연구소의 노력과 더불어 시장 흐름을 간파한 김헌기 전략기획실장의 예리한 통찰력이 기술 개발 및 사업화의 성공을 이끌었다.

## The Minister Award for Commercialization Technology

### 김철휘

(주)대진애니메이션 대표이사

- 사업명** 시스템산업거점기관 지원사업  
(초광역 연계 3D융합산업육성사업)
- 연구과제명** 실측/2D 이미지 3D 모델링, 안면 특징 추출, 동작 자동 생성 기술 등을 활용한 애니메이션 제작 통합 플랫폼 및 입체 영상 자동 생성과 N-Screen 기반 뷰어 개발
- 제품명** ANYPUB(애니메이션 유통 플랫폼), ANYPLAN(애니메이션 공정관리 시스템), ANYFACTORY(애니메이션 콘텐츠 제작을 위한 3D 스캐닝 시스템)
- 개발기간** 2015. 9 ~ 2017. 8 (24개월)
- 총정부출연금** 901백만 원
- 개발기관** (주)대진애니메이션 / 제주특별자치도 제주시 신산로82 제주영상미디어센터 B1 / 070-4610-7026 / www.daejinani.com
- 참여연구진** 김철휘, 정용경, 김헌기, 임종원, 윤선용, 변주연

청제작 매출에 비해 두 배 이상 큰 시장으로 구조 변화가 이루어졌다. 2013년에는 이른바 'K애니'를 전 세계에 알리는 전환점이 될 것으로 기대되는 상황과 맞물려 다양한 정책이 마련됐으나 아직도 국내 애니메이션 산업의 상황은 달라진 것이 많지 않다.

물론 TV, 극장과 같은 개별 미디어에서 벗어난 커넥티드 단말기와 N-스크린 서비스의 확산 등으로 새로운 활로가 마련되고, 최근 웹툰 열풍에 힘입어 웹툰 작가를 희망하는 청장년층이 늘고는 있지만 선결돼야 할 과제 속에서 애니메이션 산업의 방향성 상실을 우려하는 목소리가 높게 사실이다.

이런 가운데 대진애니메이션이 개발에 성공한 3D 애니메이션 제작 통합 플랫폼은 콘텐츠와 첨단 기술의 융·복합을 통한 새로운 창작 형태의 무대를 마련하고, 애니메이션 제작비 절감 효과와 함께 누구나 3D 애니메이션 제작 시장에 진입해 양질의 콘텐츠를 직접 구현하고 공유하며 유통시킬 수 있는 기회를 제공하는 것은 물론 게임을 비롯해 다양한 영상 분야에 활용함으로써 국내 애니메이션 산업에 새로운 바람을 불러일으킬 것으로 전망된다.

## 새로운 애니메이션 제작 패러다임을 제시하다

대진애니메이션이 개발에 성공한 기술은 기존의 복잡한 애니메이션 제작 과정에서 벗어나 새로운 장르의 애니메이션 개발을 위한 다양한 영상 처리 기술이 들어간 솔루션 제공, 애니메이션 제작 과정의 경쟁력 확보를 위한 통합 작업 시스템 개발 및 3D 모델링 시스템, 기존 2D 애니메이션 캐릭터의 3D화와 오픈소스 기반 이미지 프로세싱 기술 개발, 애니메이션 제작 및 동영상 편집 툴, 사용 깊이 카메라 및 자체 개발 비전 시스템 기반 영상 처리 솔루션, HTML5 적용 N-스크린 입체 뷰어 등으로 새로운 애니메이션 제작 패러다임을 구축했다는 평가를 받고 있다.

이와 관련해 김철휘 대표는 “기술 개발의 배경과 관련해 하청제작만 하던 관행, 요동치는 환율 변화에 희비가 엇갈렸던 과거에서 탈피하려는 열망으로 창작 및 콘텐츠 기술 개발 사업을 추진하게 됐다”면서 “대진애니메이션이 과제를 통해 결실을 본 기술은 크게 두 가지 측면에서 기술 경쟁력을 갖고 있다”고 말했다.

우선 '애니메이션 제작·유통 플랫폼 및

## OSMU

One Source Multi Use의 약자. 하나의 콘텐츠를 영화, 게임, 책 등 다양한 방식으로 개발해 판매하는 전략으로, 최소의 투자비용 대비 높은 부가가치를 얻을 수 있다.





김철휘 ㈜대진애니메이션 대표이사

서비스'다. 김 대표는 “동일한 서비스를 하는 경쟁회사는 국내외에 아직 없으며, 그 대신 유관 제품이 몇 가지 있지만 대부분 단순 어드벤처 게임이며 콘텐츠가 한정돼 부족하다는 단점이 있다”면서 “반면 저희 서비스는 애니메이션 제작 툴 및 작업용 리소스를 무료로 제공하고, 개인 창작자들에 의해 생산·등록된 애니메이션 리소스

를 이용할 수 있어 무한한 애니메이션 제작이 가능하며, 기존의 수동적이고 단방향의 낮은 실감형 애니메이션 서비스에서 탈피해 능동적이고 참여형의 실감형 콘텐츠 서비스를 제공한다는 장점을 지니고 있다”고 설명했다.

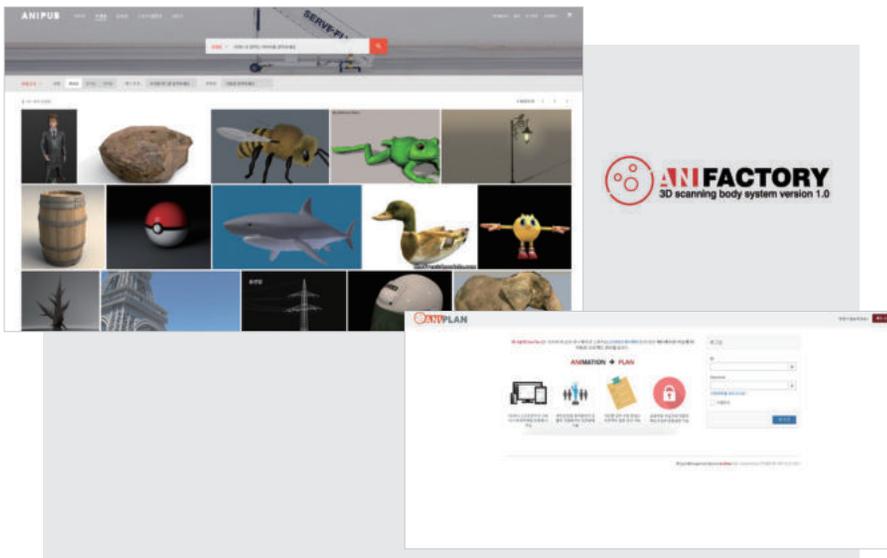
또한 ‘3D 스캐닝 및 모델링 시스템’의 경우 “휴머노이드 관절로봇을 손으로 움직여 직관적으로 3D 캐릭터의 동작을 생성하는 Clip-Studio의 ‘Qumarion’은 가격이 비싸고 조작이 어렵다. 2D 이미지를 3D로 컨버팅하는 기술인 ‘Live2D’는 본 기술의 핵심 기술과 유사하지만 다이내믹한 동작 구현이 어렵고 게임에 국한돼 활용도가 한정적”이라면서 “3D 스캐닝 및 모델링 시스템은 기존 2D 이미지의 3D 모델링, 안면 특징데이터 추출을 통한 표정 생성, 모션캡처를 통한 캐릭터 동작 생성, 3D 모델링 시스템, 오픈소스 기반 애니메이션 작업 툴 및 동영상 편집 툴을 이용한 애니메이션 작업 통합관리 시스템으로 다양한 장르의 애니메이션 제작이 가능하다”고 말했다.

## 개발기술 통해 재활 및 헬스케어 신시장 진출 계획

이처럼 차별화된 기술 경쟁력은 사업화에서도 빛을 발했다. 개발 기술의 사업화 이전인 2016년 기준으로 수출 규모가 연간 2억800만 원이었으나 사업화 성공 이후인 2017년에는 8억2900만 원으로 4배 가까이 증가했고, 특히 애니메이션의 성지라 불리는 일본은 물론 세계 최대 시장으로 부상하고 있는 중국에 진출해 현지화를 통한 협력 채널 발굴 및 수요처 확보에도 박차를 가하고 있으며, 그 결과 2건의 기술 실시 계약을 체결하는 등 큰 성과를 내고 있다.

끝으로 앞으로의 계획 및 목표와 관련해 김 대표는 “3D스캐닝·모델링 기술 및 플랫폼 기술 등을 활용해 개인맞춤형 소비재 생산·서비스 플랫폼을 개발할 계획이다. 이를 통한 재활 및 헬스케어 등 신시장 진출을 추진, 현재 재활치료전문병원인 린병원과 내부 태스크포스(TF)를 꾸려 국내 제화시장의 중심지 성수동의 인프라를 활용한 기술 기반의 서비스 플랫폼인 ‘바른 보행을 위한 인체공학적 맞춤형 제화용 3D 스캔데이터’ 기반 라스트 제작 및 가상 피팅 서비스 플랫폼 개발을 진행 중”이라고 밝혔다.

또한 “애니메이션 제작 단계에서 인공지능(AI)이 전후 키 프레임을 분석해 고해상도에서 중간 프레임을 가상으로 자동 생성할 수 있는 고해상도 중간 영상 자동 생성 알고리즘을 개발함으로써 제작 비용을 절감하고 제작 시간을 줄이는 등 노동집약적인 애니메이션 공정의 단점을 보완해 국내 애니메이션 산업의 창작 활성화 및 경쟁력 확보에 기여할 수 있는 기술 개발에 매진하고 있다”고 말했다.



# Innovation Bank of Korea

## 나는 새롭다

은행을 벗어나자  
금융이 있어야 할 곳은 고객의 옆이다

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



IBK캐피탈 IBK투자증권 IBK연금보험 IBK자산운용 IBK저축은행 IBK시스템 IBK신용정보



참! 좋은 은행

**IBK기업은행**

더 나은 내일을 위한 동행,  
이제 신한은행과 함께 하세요

전용  
대출

기술사업화  
컨설팅

금융  
프로그램  
(법률자문 서비스 등)

산업통상자원부와 신한은행이 함께하는

# R&D 수행 중소·중견기업 지원 프로그램 안내

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

## R&D 사업화자금 전용 대출

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

## 기술사업화 컨설팅

기술사업화 컨설팅 제공을 통해 기업의 성공을 지원합니다.

## 신한은행 대표 금융프로그램 (법률자문 서비스 등)

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

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

※금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.



# 이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중  
최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.  
지식서비스 2개, 기계·소재 1개로  
총 3개의 신기술이 나왔다.

## 지식서비스

- 경량 소재, 초정밀 사출 기술을 활용한 기능성 착탈식 선글라스
- 제품 개발 단계에서 활용 가능한 '사용자 친화적 나노안전성 예측 시스템'

## 기계·소재

- 다량의 대상물에 대한 로봇용 조작 학습 기술

# 경량 소재, 초정밀 사출 기술을 활용한 기능성 착탈식 선글라스

이달의 새로 나온 기술 지식서비스 부문

(주)디자인뮤컴퍼니\_글로벌디자인전문기업육성

## 기술의 의의

믹스매치가 가능한 착탈식 구조의 제품 개발을 통해 안경산업의 수익구조를 개선함.

## 기술내용

» 안경산업은 소비자에게 유행, 디자인, 브랜드로 어필하여 이를 통해 고부가가치 창출이 가능한 산업임. 또한 소비자의 유행 추세를 선도하기 위해서는 다양한 모델을 갖추고 있어야 할 정도로 다품종 소량생산의 대표적인 상품임. 이에 본 연구과제를 통해 믹스매치가 가능한 착탈식 구조의 제품을 개발함. 이를 통해 적은 수의 개발품을 다양한 모델로 파생할 수 있는 제품 상품화를 실현함에 따라 수익 구조를 개선함. 본 연구과제의 핵심 기술은 인서트 사출 기술을 활용한 착탈식 스킨 선글라스임. 이와 연계해 패션 트렌드 및 생산성을 고려한 스킨

선글라스 제품 디자인 및 패키지를 개발함. 또한 본 연구과제는 스킨 선글라스 제품 디자인 2D 및 3D 설계를 비롯해 디자인 목업(디자인 및 CMFP 프로토타입) 제작을 수행함. 더불어 구조 설계 및 디자인 최적화를 실현하고 Magnet 착탈 테스트를 위해 3D 프린팅을 활용한 워킹 목업 제작을 수행함. 이외에도 메탈 질감 중심의 입체감을 구현하는 표면처리 기술 접목을 비롯해 금형 설계 및 제작, Magnet 인서트 사출 공정을 이용한 스킨 선글라스 시제품 제작 등을 추진함. 이를 통해 제작된 스킨 선글라스에 대해 공인 시험검사를 진행하고, 브랜드 포지셔닝 전략 및 사업화 전략을 수립함.

## 적용분야

» 패션 안경 및 패션 선글라스, 파티용 액세서리, 전면 부착물과 구조 변형에 따라 레저, 스포츠, 자외선 차단, 3D 안경, 시력 보호 등 다목적 선글라스로 광범위한 적용 가능.

## 향후계획

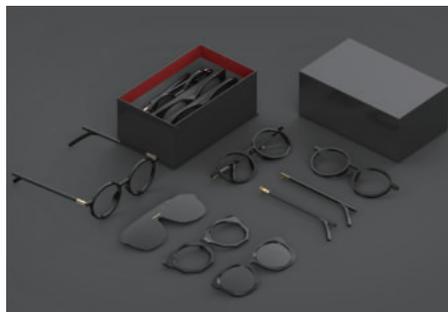
» 국내외 트렌드 변화에 따른 사용자 및 사용 환경 변화 분석과 전면부 디자인 다양화, 선글라스 구조 안정화 등 구조 개선을 통해 디자인과 기술 양 측면에서 보다 하이 퀄리티의 제품 라인업을 구축하며, 국내외 박람회에도 지속적인 참여와 백화점·종합몰·온라인·소셜미디어 등을 대상으로 브랜드 마케팅 기획.

## 연구 개발기관

» (주)디자인뮤컴퍼니 / 02-584-1323 / www.designmu.com

## 참여 연구진

» (주)디자인뮤컴퍼니 윤정식, 민지원, 임정택, (주)알파그린 고영준, 도영수 외



# 제품 개발 단계에서 활용 가능한 '사용자 친화적 나노안전성 예측 시스템'

이달의 새로 나온 기술 지식서비스 부문

한양대 산학협력단\_ 나노융합산업핵심기술개발사업

## 기술의의의

나노 안전성 사전 검증 및 규제 대응을 위한 사용자 친화적 전문가 시스템 개발.

» 본 사업에서 개발한 기술내용 기술은 국내외 중소기업이 다양한 안전성 예측 모델을 활용해 나노 소재의 안전성을 제품 개발 단계에서 사전 스크리닝할 수 있도록 지원하는 전문가 시스템임. 본 시스템은 제품 개발 단계부터 선제적으로 안전성을 고려해 제품을 디자인하는 'Safety by Design' 개념에 기반하고 있음. 본 사업의 주요 성과물은 나노 물질의 물리화학적 특성 및 세포 독성 데이터베이스, 이러한 데이터셋 기반의 나노 안전성 예측 모델, 그리고 이들을 포함한 나노 안전성 데이터 웨어하우스 및 포털(portal.s2nano.org)로 구성됨. 이러한 연구 성과 중 나노 특성 및 세포 독성 데이터셋과 예측 모델은 해외의 저명한 관련 저널

에 다수 게재되어 국제적으로 검증 받음.

» 최근 나노 기술 분야 적용분야 는 나노 소재의 연구 개발 단계에서 상업화 단계로 급속히 전환되고 있으며, 그동안의 연구개발 성과를 기반으로 향후 나노산업의 급격한 팽창이 예상됨. 하지만 나노 관련 기업은 나노 소재의 안전성 검증 및 규제 대응을 위한 전문성 부족으로 인해 나노 기술 사업화 지연의 문제점을 호소하며 이에 대한 시급한 해결을 요청하고 있음. 본 연구의 성과물은 국내외 중소기업이 제품 개발 단계부터 선제적으로 안전성을 고려해 제품을 디자인하는 'Safety by Design' 개념에 기반한 전략을 적용할 수 있도록

지원하며, 장기적으로는 이러한 전문가 시스템을 EU-REACH, 그리고 화평법 등에 대한 직접적인 규제 대응 전략(Regulation Compliance Strategy)으로 확대 적용할 수 있을 것으로도 기대됨.

» 최근 국내외적으로 나노 안전성에 대한 관심이 더욱 높아지고 있으므로 본 연구진은 상기 성과를 기반으로 유럽의 국제 공동 연구 컨소시엄인 ACEnano 및 NanoSolveIT 참여를 통해 국제 공동 협력연구 및 시스템 개발 역량을 강화할 계획임. 더불어 본 사업의 성과물인 S2NANO(Safe & Sustainable Nanotechnology) 포털을 나노 소재의 물리화학적 특성 측정부터 환경 및 인체 유해성 예측까지의 전 과정에 대한 실무자 교육, 컨설팅 서비스 등을 제공하는 국제적인 수준의 나노 안전성 종합 포털로 확대 발전시켜 2019년부터 공식적인 시범서비스를 준비중임.

» 한양대 산학협력단 / 연구 개발기관 02-2220-0940 / www.hanyang.ac.kr

» 한양대 윤태현, (주)티오이십일 최우수, 배희경, 한국화학연구원 부설 안전성평가연구소 윤석주, 오정화, 강원대 변형기, 최장식, 한국과학기술연구원 유럽연구소 전현표, 김종운 외



# 다량의 대상물에 대한 로봇용 조작 학습 기술

이달의 새로 나온 기술 기계 · 소재 부문

전자부품연구원\_ 시범형기술개발

## 기술의 의의

다량의 학습 데이터 확보 방안과 딥러닝 기술을 활용해 혼재 환경의 다량 다품종 상황에서도 적용 가능한 로봇 피킹 및 조작 기술을 개발함.

» 현재까지 산업현장에 서 널리 쓰이는 머신 비전 기술 기반의 물류 및 공정용 로봇은 정해진 규격, 한정된 위치와 자세에서만 물체를 잡고 조작할 수 있으며, 이는 최근 급변하는 공정 변경 또는 다수 · 다종의 물류를 처리할 수 없다는 한계가 존재함. 이를 극복하기 위해 최근 정해진 모델 기반의 접근 방법이 아닌 딥러닝 방식의 인식 기술을 로봇 피킹 및 조작 기술에 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있음. 이러한 가운데 본 연구과제에서는 자동 실증 데

이터 수집 장치와 시뮬레이터를 통해 300만 세트의 다량 학습 데이터를 구축하고, 미리 학습된 네트워크(Pre-trained Network)를 기반으로 해 R-FCN(Regional-Fully Convolution Network) 기반 영상 인식 기술과 DQN(Deep Q-Learning) 기반 파지 기술의 학습을 통해 다양한 물체가 혼재된 상황 또는 가려짐 및 조명 변화 등의 가변적인 현장 환경과 관계없이 일반 물류 및 공장 물류에서 활용이 가능한 물체 파지 및 조립 기술을 확보했음. 이는 기존 머신비전의 한계를 극복하고 현장에서

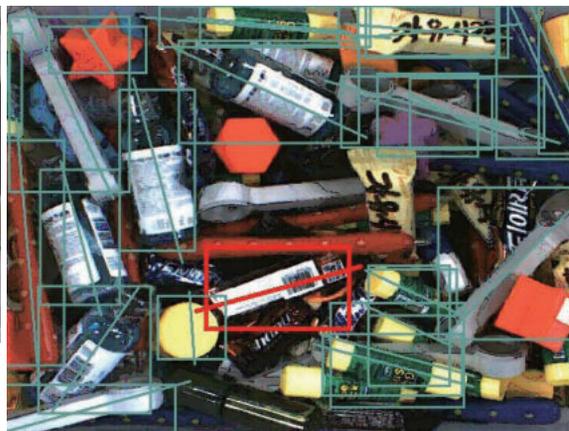
실사용이 가능한 기술임. 본 과제에서는 해당 기술을 통해 박스에 혼재된 정형(Rigid) 물체(학습된 물체 11종, 비학습 유사 물체 11종)의 인식 성공률 96.5%, 피킹 성공률 82.6%, 조립 성공률 97.5%를 달성함.

» 제품의 종류가 다양하고, 모델이 수시로 바뀌는 소량 다품종 물체를 주로 다루는 중소기업 공장 물류 및 일반 물류센터에서는 해당 기술의 조기 도입이 가능하며, 나아가 쓰레기 분리수거 및 청소 등 로봇 서비스 분야, 농작물 수확 로봇 분야 등에서도 활용이 가능함.

» 3만 종 이상을 취급하는 일반 물류 및 대형 마트, 편의점 등에서 해당 기술을 활용하려면 정형 물체 뿐만 아니라 비닐 포장이나 섬유와 같은 비정형 물체를 조작할 수 있어야 하며 이에 관련된 연구를 진행할 계획임.

» 전자부품연구원 /  
연구 개발기관 032-621-2842 /  
www.keti.re.kr

» 전자부품연구원 전세  
참여 연구진 웅, 신동인, 김승연, 고려대 송재복, 조현준,  
김영렬 외



# 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.  
지식서비스 1개, 화학 1개로 총 2개의 사업화 성공 기술이 나왔다.



## 지식서비스

- 생산유형별 DMS 템플릿

## 화학

- 자동차 Engine Under Cover용  
슈퍼섬유 고내열 복합 흡음 소재

# 생산유형별 DMS 템플릿

이달의 사업화 성공 기술 지식서비스 부문

(주)이지로보틱스\_ 지식서비스산업핵심기술개발사업

## 기술의 핵심

가상 생산 시스템, 생산 공정 시뮬레이션, 로봇 오프라인 프로그래밍.

**기술내용** **»** 제품 생산 주기가 빨라지고, 다품종 생산 시스템의 확대에 따라 제품 생산을 위한 생산 설비 및 공정의 설계와 공정 운용을 위한 사전 준비 작업에 대한 비용이 기하급수적으로 증가하고 있음. 이에 대한 대안으로 Digital Manufacturing System(DMS)을 이용한 사전 시뮬레이션 기술에 대한 요구가 증가하고 있음. DMS 시스템은 컴퓨터상의 가상 환경에 실제 생산 공정과 거의 동일한 가상 생산 공정을 생성하고 시뮬레이션함으로써 실제 공정에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 평가·예측해 효율적인 생산 시나리

오의 결정과 생산 설비 설계 및 작업량의 최적 분배 등을 수행할 수 있는 시스템임. 본 연구과제에서는 자동차 조립 공정에 DMS를 효율적으로 적용하기 위하여 주요 생산 설비와 생산 공정 프로세스를 분석해 생산 설비 및 생산 공정 프로세스에 대한 모델링 및 시뮬레이션 템플릿(Template)을 개발하고, 이를 이용한 3D 시뮬레이션 기술을 개발했음.

**사업화 내용** **»** 기 개발한 범용 로봇 시뮬레이션 SW를 기반으로 생산 공정에 대한 모델링 및 시뮬레이션을 수행하고, 시뮬레이션 결과 분석을 통해

생산 공정 최적화를 수행할 수 있는 시뮬레이션 SW를 개발해 국내외 자동차 제조회사 및 그 협력사에 공급하고 있음.

**사업화시 문제및해결** **»** 최근 4차 산업혁명과 CPS 등에 대한 관심 증가로 DMS 적용 수요가 증대되고 있으며, 국내외 자동차 제조회사 및 협력사에서도 관련 투자를 진행하고 있다. 이에 외산 SW와 경쟁하기 위하여 사용자 편의성 및 3D 렌더링 성능 강화, 3D Point Cloud 데이터 활용 기술과 물리엔진 및 HMD를 활용한 VR 기술 적용 등과 같은 신기술을 개발해 시장 경쟁력 강화에 노력하고 있음.

**연구 개발기관** **»** (주)이지로보틱스 / 031-695-3500 / www.ezrobotics.com

**참여 연구진** **»** (주)이지로보틱스 홍석관, 김정민, 남충호, 김형균 외



# 자동차 Engine Under Cover용 슈퍼섬유 고내열 복합 흡음 소재

이달의 새로 나온 기술 화학부문

원풍물산(주)\_슈퍼소재융합제품화학기술개발사업

## 기술의 핵심

Under Cover 보강용 경량·내화학성 PP Board 개발.

» Under Cover는 외부 충격으로부터 엔진 및 쿨링 모듈을 보호하고, 노면 소음, 마찰 소음, Sand-noise, Pass-by-noise 감소 기능을 지님. 이에 따라 고충격강도 (Impact Strength), Toughness, 극한지역(저온 충격 강도), 내열성·단열성(엔진룸 발열 저항 내구성 증대), 내화학성(겨울철 염화칼슘 부식 방지), 흡·차음 특성의 요구사항을 충족해야 함. 이에 자동차 Engine Under Cover용 슈퍼섬유 고내열 복합 흡음 소재 개발을 통해 고내열·내한성의 Bulk성 m-Aramid 복합 흡음재를 개발함. 또한 Under Cover 보강용 내화학성 천연섬유·PP & EPDM·PP Board를 개발하고, 경량 고기능성 Under Cover용 소재 모듈화 기술을 개발함. 더불어 고흡음성 발현의 Under Cover 성형 기술을 개발함. 이외에도 Under Cover 시제품 특성 분석을 통해 마케팅을 전개하고 신규 용도를 창출함.

**기술내용** » Under Cover는 외부 충격으로부터 엔진 및 쿨링 모듈을 보호하고, 노면 소음, 마찰 소음, Sand-noise, Pass-by-noise 감소 기능을 지님. 이에 따라 고충격강도 (Impact Strength), Toughness, 극한지역(저온 충격 강도), 내열성·단열성(엔진룸 발열 저항 내구성 증대), 내화학성(겨울철 염화칼슘 부식 방지), 흡·차음 특성의 요구사항을 충족해야 함. 이에 자동차 Engine Under Cover용 슈퍼섬유 고내열 복합 흡음 소재 개발을 통해 고내열·내한성의 Bulk성 m-Aramid 복합 흡음재를 개발함. 또한 Under Cover 보강용 내화학성 천연섬유·PP & EPDM·PP Board를 개발하고, 경량 고기능성 Under Cover용 소재 모듈화 기술을 개발함. 더불어 고흡음성 발현의 Under Cover 성형 기술을 개발함. 이외에도 Under Cover 시제품 특성 분석을 통해 마케팅을 전개하고 신규 용도를 창출함.

**사업화 내용** » m-Aramid를 이용한 신규 소재 및 성형 기술 개발을 통해 Under Cover류 부품의 주요 요구사항인 고충격 강도, 강성, 흡·차음 특성 등을 만족하고, 극한 환경(내열·내한)에서 사용 가능한 자동차용 단열, 흡·차음 제품 개발을 목표로 함. 우선 고내열 자동차 흡음 소재용 섬유 소재별 특성조사를 관련 논문 및 특허를 통해 확인함. 더불어 선진 제품 벤치마킹을 통한 기술 수준 분석을 실시하고, 유럽 등 선진 차종 Under Cover를 벤치마킹해 해외의 기술 수준 및 트렌드를 파악함.

**사업화시 문제및해결** » 고내열 아라미드 섬유 의 경우 기존 복합 소재와 합지화가 어려울 뿐만 아니라 고내열 섬유의 치수 안정성과 기타 복합 소재 보드와의 치수 안정성과 성형성에 어려움이 있었음. 하지만 Under Cover용 PP Board 강도 향상 기술 개발 및 복합 부직포·PP Board 라미네이팅 기술 개발을 통해 문제를 해결함. 복합 부직포 Bulky성을 유지하고, 기계적·물리적·화학적 상태, 치수 변화율에 대한 특성 분석을 정량화함. 이후 m-Aramid 복합 부직포를 이용한 Compression Molding 기술 개발과 공정 설계를 수행함. 이를 통해 Under Cover 최적 성형 조건을 확립하고 시제품을 개발함.

**연구 개발기관** » 원풍물산(주) / 054-974-4801~4 / www.won-pung.co.kr

**참여 연구진** » 원풍물산(주) 기업부설 연구소 박성탁, 박창석, 최정환, 이상진, 하원형, 윤종모 외



# 케이씨에프테크놀로지스가 수행하는 R&D 프로젝트 연신율 저하 없이 강도를 높인 얇은 두께의 동박

동박은 동(구리)으로 만든 얇은 박(Foil)이다. 주로 사용하는 동박의 두께는 5~35마이크로미터( $\mu\text{m}$ )이며 리튬이온전지와 PCB(인쇄회로기판)에 사용된다. 전지에서 동박은 음극집전체의 역할을 하는데, 동박에 음극재를 코팅해 전지의 음극을 만들게 된다. 전지에 얇은 동박을 사용하면 전지의 용량을 높이거나 동일 용량이라면 중량과 체적을 줄일 수 있다.

## 선제적인 기술 확보에 나서다

PCB에서는 얇은 동박을 사용하면 회로를 미세화할 수 있는 장점이 있다. 하지만 얇은 동박은 제조하기가 쉽지 않다. '권취 한계 극복을 위한 인장강도 700MPa, 연신율 3%급 리튬이온전지 및 PCB용 전해동박 제조 기술' 프로젝트를 수행하기 전에는 8 $\mu\text{m}$ 가 가장 얇은 두께였다. 이에 본 프로젝트를 통해 전지용은 4 $\mu\text{m}$ , PCB용은 5 $\mu\text{m}$ 까지 제조 가능한 기술 개발을 추진했다. 즉, 인장강도를 높여 얇은 두께에서도 제조가

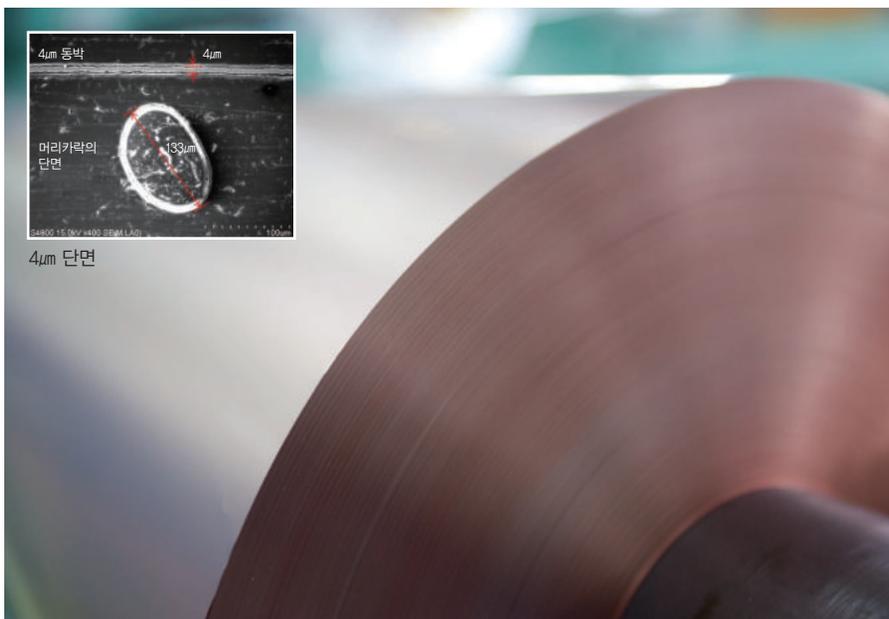
가능한 기술을 개발하는 것과 연신율의 저하 없이 강도를 높이는 게 핵심이다.

특히 전기자동차의 보급 확대와 함께 리튬이온전지의 수요가 급격히 늘어날 것으로 예상된다. 더불어 전기자동차의 핵심 과제인 주행거리 증가를 위해서는 얇은 동박이나 고강도 동박 등 고부가 동박에 대한 수요가 증가할 것으로 예상된다. 따라서 동박 시장도 급격히 커지는 기회가 될 것으로 전망되므로 선제적인 기술 확보가 필요하다.

## 도금 레시피 기술과 롤투롤 기술 확보하다

동박을 제조하는 데는 많은 기술이 필요하지만 핵심적인 기술은 도금 레시피(Recipe) 기술과 롤투롤(Roll to Roll) 기술이다. 도금 레시피 기술은 도금액의 조성, 첨가제, 도금 온도 등 각종 조건을 최적화해 동박의 강도 등 물성을 조절하는 기술이다. 특히 도금액에 투입하는 첨가제의 종류, 배합 비율 등이 핵심이다. 롤투롤 기술은 도금된 동박을 이송하고 권취하는(감는) 기술이다. 롤투롤 기술이 부족하면 동박이 찢어지거나 주름이 생기는 등 다양한 권취 불량 발생하게 돼 아예 권취하지 못하거나 권취하더라도 길이가 매우 짧아 지게 돼 생산성이 급격히 악화된다.

따라서 우선 도금 레시피 기술을 통해 고강도 물성을 확보해야 한다. 무수한 시행착오를 겪은 끝에 결국 첨가제를 통한 강도 향상으로 방향을 정하고 이를 최적화하기 위해 신약을 개발하는 것과 비슷한 방법으로 최적의 레시피를 개발했다. 이론적인 검토나 문헌 조사를 통해 후보군을 다수 확보하고 실험 및 파일럿, 양산 테스트를 거치면서 최적의 레시피를 개발했다. 다음은



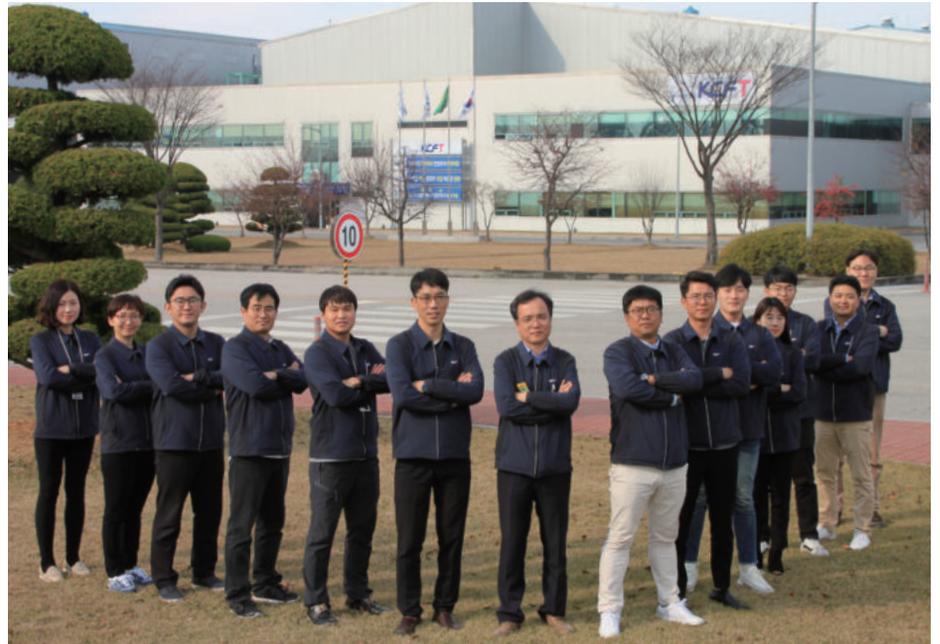


전자용 동박 분야  
세계 1등 기업

## 케이씨에프테크놀로지스

케이씨에프테크놀로지스(KCFT)는 LS엠트론의 동박, 박막 사업부가 독립해 2018년 3월 설립된 신생 기업이다. 사업 제품으로는 리튬이온전자용 동박과 디스플레이용 FCCL(Flexible Copper Clad Laminate)이 있으며, 주력 제품은 전자용 동박이다. LG 화학, 삼성SDI, SK이노베이션 등의 국내 업체는 물론 일본의 파나소닉과 무라타, 중국의 CATL, BYD, LISHEN, BAK 등 주요 전자업체에 대부분 제품을 공급한다. KCFT에서 중점을 두고 있는 사업 중 하나는 동박의 극박화(얇게 하는 것)다. KCFT는 6 $\mu$ m 동박을 2013년 세계 최초로 양산했고 2016년에는 고강도 6 $\mu$ m 동박을 양산화했다. 2017년에는 세계에서 유일하게 5 $\mu$ m 동박을 양산하기 시작했으며, 4 $\mu$ m 동박의 양산을 위해 매진하고 있다.

또한 제품을 길게 제조하고 권취하는 장치화, 제품의 폭을 넓히는 광폭화를 추진하고 있다. 장치화를 통해 고객의 교체 로스를 줄이고 공정 시간을 단축시킬 수 있으며, 광폭화를 통해서 고객의 생산성을 높일 수 있다. 이렇듯 KCFT는 전자용 동박 분야의 기술, 품질, 생산성, 개발력 측면에서 명실공히 단연 세계 최고라고 인정받고 있으며 장치화, 광폭화에서도 가장 앞서 있다. 이를 요약해 Thinnest, Longest, Widest로 표현하며 KCFT의 지향점으로 삼고 있다.



얇은 동박을 핸들링할 수 있는 롤투롤 기술을 확보해야 한다. 제조 중 동박은 여러 개의 롤을 거치면서 움직이게 되는데 이 롤의 형태, 디멘션(Dimension), 위치 등을 최적화하고 동박을 당기는 힘인 텐션을 제어하는 것이 핵심 기술이다.

### 사업화 성공으로 일자리 창출하다

‘권취 한계 극복을 위한 인장강도 700MPa, 연신율 3%급 리튬이온전지 및 PCB용 전해동박 제조 기술’ 프로젝트는 2012년 11월 시작해 2019년 8월 종료되는 7년 과제다. 그동안 동박의 강도를 높일 수 있는 다양한 방법을 시도해 가장 유력한 방법을 선정했다. 이후 개발된 레시피를 적용해 양산이 가능하도록 롤투롤 기술을 개발하고 제막 설비를 최적화했다. 본 프로젝트를 통해 개발한 고강도 6 $\mu$ m 동박은 2016년부터 양산을 시작해 현재는 주력 제품의 하나로 본격적으로 양산 및 판매를 하고 있다. 또한 5 $\mu$ m 동박도 2017년 양산

및 판매를 시작해 2019년에는 매출 증가가 기대되고 있다. 4 $\mu$ m 동박은 양산을 위한 준비를 진행하고 있다.

본 프로젝트가 아직 끝나지 않았지만 6 $\mu$ m 및 5 $\mu$ m 고강도 동박을 사업화하는 데 이미 성공했다. 개발된 신제품을 생산하기 위해 제막 설비가 증설됐으며, 앞으로도 지속적으로 증설될 것으로 예상된다. 이를 통해 설비 및 부품업체 등 국내 관련 산업을 활성화하고 일자리 창출에 기여하고 있다. 또한 국내 리튬이온전지 기업의 신제품 개발이나 전자 성능 향상에 필요한 동박을 적기에 공급해 한국 전자산업의 발전에도 크게 기여하고 있다.

한편, 본 프로젝트에는 동박 제조 기업뿐만 아니라 국책연구기관, 대학, 설비기업 등이 함께 참여했다. 여기서 개발된 기술은 동박의 제조 기술 확보에 활용되는 것은 물론 PCB, 반도체 등 동도금 기술을 사용하는 다른 산업에도 응용이 가능해 관련 산업의 발전에도 기여할 것으로 기대하고 있다.



## 인재를 소중히 여기는 기업 (주)제넥신

‘인사(人事)가 만사(萬事)’라는 말은 이제 진부하게까지 들리지만, 매우 중요한 덕목이다. 특히나 연구인력을 귀중히 다뤄야 하는 연구개발(R&D) 기업에서는 더욱 중요하고, 그중에서도 인간의 생명과 관련된 바이오메디컬 기업에서는 더더욱 중요하다. 오늘 그 기업의 인사가 훗날 이름 모를 환자 한 명의 생사를 좌우할 수도 있는 것이다. (주)제넥신은 그런 점을 깨닫고, R&D뿐 아니라 좋은 기업문화 만들기에도 힘을 기울이고 있다.

취재 이동훈 사진 이승재

경기 성남시 판교 코리아 바이오파크에 입주해 있는 제넥신(Genexine). 영문 이름 중간의 알파벳 x를 염색체 모양으로 대체해 놓은 회사 아이콘에서도 금방 알 수 있듯이 바이오신약 개발 벤처 기업이다. 면역학 및 생명과학 기반 기술을 갖고 1999년 포스텍(포항공대) 학내 벤처로 창업했다. 회사명의 유래는 유전자(Gene)와 백신(Vaccine)의 합성이라고 한다. 즉, 회사의 창업 아이템인 DNA 백신을 의미하는 것이다.

우리는 바이러스·박테리아 유도 질병을 예방하기 위해 독감 백신, B형 간염 백신, 폐렴구균 백신 등을 접종하고 있는데, DNA 백신은 이것과 달리 항원의 유전자를 가진 플라스미드 DNA로 이루어져 있다. 1990년대 초반부터 소개된 DNA 백신은 세포성 면역반응을 유도할 수 있어 질병의 예방뿐 아니라 치료에도 도움을 줄 수 있다. 따라서 에이즈, B형 간염 등 여러 가지 적응증을 대상으로 임상이 진행돼 왔다. 임상 초기에는 동물실험과는 달리 면역반응이 약하고 지속적이지 못했다. 그러나 플라스미드 벡터의 최적화에 따른 항원 발현의 증가, 면역증강유전자의 사용으로 인한 면역반응 증가, 그리고 세포 내로 DNA를 효율적으로 전달하는 기법을 통해 DNA 백신의 면역반응은 더욱 높아졌다. 제넥신은 이러한 DNA 백신을 세계 최초로 상업화하려는 꿈을 갖고 설립됐다. 2009년 코스닥에 상장한 이후 현재 150여 명의 임직원이 개발에 몰두하고 있다.

### 면역항암제 개발에 주력

제넥신의 플랫폼 기술은 항체 Fc 기반 차세대 지속형 기술인 하이브리드 Fc(hyFc)이다. 이는 인체에 존재하는 다양한 항체 중 IgD, IgG4를 융합해 생물학적 활성과 체내 지속력을 극대화한 기술이다. 항체

의 세포독성 반응으로 유도되는 세포 사멸 기능을 차단하고, 기존의 항체 융합에 적용된 유전자 변이를 도입하지 않아 면역원성을 최소화하는 융합구조로 설계됐다. 다양한 종류의 항체 중 치료제 적용에 가장 최적화된 구조로, 타 제품 대비 생물학적 활성과 체내 지속력이 뛰어나며 안전성 측면에서 큰 장점을 보인다.

또 치료용 DNA 백신 기술은 현재 세계적으로 조명받고 있는 제넥신의 핵심 기술이다. 고효능 발현 벡터를 이용해 체내에서 특정 항원 유전자와 면역증강 유전자를 발현시키고, 인체 면역체계를 이용해 만성 감염, 암과 같은 질환을 치료하는 것이다. 체내에서 효율적인 유전자 발현을 극대화시키는 연구를 지속하고 있으며, 자궁경부암 유발 인자인 인유두종바이러스(HPV) 치료 백신 개발에 사용돼 현재 임상이 진행 중이다. 제넥신은 치료백신 개발의 선두주자로, 그간의 연구에 따라 축적된 핵심 특허 및 노하우를 보유하고 있어 세계 최초의 성공적인 치료 DNA 백신 개발을 목표로 하고 있다.

현재 임상개발 중인 대표 파이프라인(제품 개발 중인 후보물질)은 다음과 같다.

치료용 DNA  
백신 기술은  
현재 세계적으로  
조명받고 있는  
(주)제넥신의 핵심 기술



### ① hyFc와 인터루킨7을 융합한 지속형 IL-7-hyFc(하이루킨-7)

T세포 증가에 기여하고 반응률을 높여 면역반응을 강화하는 치료제로 면역자극을 필요로 하는 많은 질병에 치료 효과를 기대할 수 있다. 또 다양한 적응증으로도 확대할 수 있다. 안전성 확인을 위한 건강한 피험자 대상 임상상을 완료했으며, 고형암, 뇌암, 유방암 등 각각의 적응증을 대상으로 임상상 및 임상2상을 진행 중이다.

### ② 원천 기술인 hyFc를 이용한 차세대 지속형 성장호르몬 치료제 hGH-hyFc(GX-H9)

hyFc 융합 기술은 기존 Fc 기술 중에서 가장 경쟁력 있는 장점(높은 Hinge 유연성을 통한 활성 보유, 세포 사멸 기능의 완전한 차단, 잠재적인 면역원성 차단 및 높은 생산성)을 확인해 타 기술에 비해 긴 반감기, 안전성, 간편한 제조 공정 및 가격 경쟁력 등을 장점으로 꼽을 수 있다. 이 기술로 개발한 지속형 성장호르몬 치료제는 유럽에서 성인 성장호르몬 결핍 환자를 대상으로 임상2상을 완료하고, 소아 성장호르몬 결핍 환자를 대상으로 임상2상을 진행 중이다.

### ③ 자궁경부전암 및 자궁경부암 치료를 위한 DNA 치료 백신(GX-188E)

현재 자궁경부전암 3단계 환자를 대상으로 국내

임상2상을 끝냈고, 전암 2, 3단계 환자를 대상으로 한 다국가 임상2상을 진행하고 있다. 또한 자궁경부암을 타깃으로 미국 MSD에서 개발한 면역관문억제제 '키트루다'와 GX-188E를 병용 투여하는 임상 1b·2a상을 승인받아 수행 중이다.

④ **그밖에** 제2형 당뇨병 치료제인 GX-G6가 독일의 임상기관에서 임상1상을 수행 중이며, 지속형 빈혈 치료제 GX-E2는 임상2상 완료 및 3상을 승인받았다. 또한 지속형 호중구감소증 치료제 GX-G3, 갑상선자극호르몬 GX-30 등의 임상을 수행하고 있다.

R&D 과정에서의 문제점은 엄청나게 많은 돈과 시간이 든다는 것이다. 이를 타개하기 위해 제넥신은 타사와 적극적으로 협력 및 제휴 관계를 맺고 있다. 임상 초기 단계에서 타사와 지역 거래를 하거나 합작 벤처를 수립해 개발을 현지에서 진행하면, 초기 단계부터 투자비를 회수할 수 있고 향후 개발 비용도 절감할 수 있다. 또한 리스크를 줄이면서도 파이를 키워 늘어난 이익을 나눠 가질 수 있다.

## 즐거운 회사 문화를 통해 더욱 나은 연구개발을

창업 당시부터 갖고 있는 제넥신의 R&D 철학은 한결같은 마음으로 신약 개발에 집중하자는 데 있다. 세상에 없는 신약은 쉽게 만들어지지 않고, R&D에 많은 시행착오를 겪게 되며, 따라서 지속적인 도전이 필요하기에 이를 위해서는 구성원 모두가 공동의 목표를 갖고 서로 협력해 즐겁게 일해야 하는 것이다.

제넥신은 앞으로 사세가 더 커지더라도 모든 구성원이 신약 개발 과정을 즐기며, 자기 성장에 대해 행복감을 느끼는 회사가 되도록 지원하는 것이 핵심 가치라는 생각에 이를 지키려고 노력한다. 이를 위해 제넥신은 경영진부터 긍정적인 사고와 직원들이 열정적으로 일할 수 있는 장을 마련한다는 의지를 가지고 조직 활성화 및 가족친화경영을 추진하고 있



다. 그중 하나가 HCC(Happy Culture Council)다.

HCC는 임직원의 고충을 듣고 해결하기 위한 고충 처리위원회로 시작됐다. 그러나 자칫 불만을 토로하는 곳으로 전락하는 것을 예방하는 한편 긍정적인 기업 문화를 이끌어가고자 지금의 이름으로 바꿨다.

운영 초반에는 이름 그대로 고충처리위원회의 역할이 컸다. 분기별 고충 상담 진행 및 관련 사항 공지, 무기명 건의함 운영 등을 통해 임직원의 고충을 해소하고 생산성을 향상시킬 수 있는 다양한 방법을 모색해 불만과 고충을 적극적으로 해결하고자 했다.

또한 수직관계의 조직체계에서 벗어나 친화적인 직장문화를 조성하고자 상하·조직 및 직책에 상관 없이 지속적이고 열린 대화를 통해 쌍방향 소통 조직체계를 유지할 목적으로 CEO와의 대화, 연구소장·부소장과 직급별 직원 등의 그룹 간 대화의 시간을 가졌다. 이후에는 임직원 간 원활한 소통으로 업무 효율뿐 아니라 직원 개개인의 만족도를 높이는 조직으로 성장했고, 현재는 기업 문화를 위한 조직으로 운영되고 있다. 예를 들면 힐링타임 및 유연근무제 운영 등의 주제를 정해 HCC 그룹별로 토론하고 이를 종합해 기업 문화에 적극 반영하는 등 행복한 기업 문화 속에서 근무할 수 있는 조직을 만들기 위한 코칭·가이드 조직으로 발전시키고 있는 것이다. 힐링타임은 개인적인 휴식 프로그램이며, 유연근무제는 출퇴근 시간 등 근무 일정을 본인 및 부서의 사정에 맞게 자율적으로 조정하는 것이다(일일 최소 필수 근무시간 4시간).

또한 여성 경력 단절자를 우대하는 인사문화도 제넥신의 자랑거리다. 이는 우수한 여성 연구인력을 유치하기 위해서다. 또한 탄력근무제 시행 등 일과 가정이 양립할 수 있는 환경을 조성하려고 노력한다. 그 결과 제넥신은 R&D 기업임에도 여직원 비율이 50%가 넘으며, 이 가운데 많은 여성이 팀장, 매니저급의 중요 직책 업무를 수행 중이다. 예를 들면 우정원 전무는 50대에 과장으로 입사한 이후 매년 진급해 현재의 직위에 오르기도 했다.

복리후생 차원에서 사내 카페, 체력단련실 조성은 물론 한방 진료 프로그램 등을 시행하고 있으며 임직원의 효과적인 체중 관리를 위해 1kg 감량 시 10만 원씩의 인센티브를 제공하기도 한다. 또한 임직원이 창의적 아이디어를 지속적으로 도출할 수 있도록 사내 힐링 프로그램을 운영 중이다. 3년 이상 근무자 중 우수 성과자에게는 스톡옵션을 제공하고, 10년 이상 근무자에게는 장기근속상을 수여하고 있다.

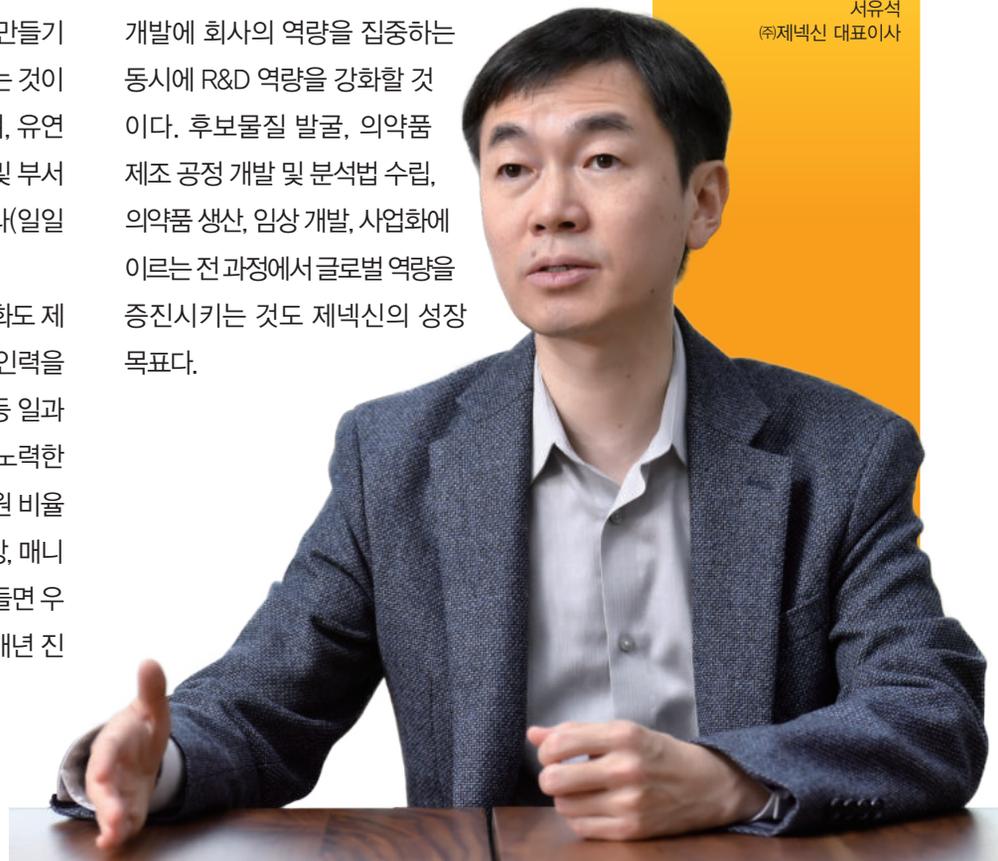
또한 최고의 복지는 교육이라는 신념하에 다양한 교육프로그램을 운영하고 있다. 그중에서도 첫손에 꼽히는 것은 면역학 강의로, 전공자용과 비전공자용 등 두 가지가 있다. 신약을 R&D 하는 기업의 직원이라면 비전공자라도 면역학을 알아야 한다는 것이다. 한편 임직원의 진학도 지원하고 있어 차의과학대와 MOU를 맺고 등록금의 50%를 지원하고 있다. 이 때문에 제넥신은 최근 1년 동안 20명이나 직원이 늘었다.

회사와 같은 비전을 가진 사람, 그 비전을 위해 준비 중인 사람, 미래를 기획하고 일을 즐기는 사람이 제넥신의 인재상이다. 제넥신은 이러한 인재와 함께 면역항암계를 중심으로 한 완전 신약 개발에 회사의 역량을 집중하는 동시에 R&D 역량을 강화할 것이다. 후보물질 발굴, 의약품 제조 공정 개발 및 분석법 수립, 의약품 생산, 임상 개발, 사업화에 이르는 전 과정에서 글로벌 역량을 증진시키는 것도 제넥신의 성장 목표다.



(주)제넥신 사내의 카페와 체육시설. 직원 복지에 신경 쓰는 정성이 엿보인다.

서유석  
(주)제넥신 대표이사



청년의 맞춤형 매칭이  
가능한

# 섬유패션

# 현장밀착

# 플랫폼

# 지원 사업

섬유패션기업 현장의 고급 인력난 해소를 위해 청년 미취업자를 대상으로 기업 수요 맞춤형 인재 발굴 및 전문교육을 통한 일자리 미스매칭 문제의 해결과 기업 혁신성장을 도모하고자 '섬유패션 현장밀착 플랫폼 지원 사업'을 진행하고 있다.



(주)대웅에프엔티

## ‘청년고용+기술지원’ 업계 호응

‘섬유패션 현장밀착 플랫폼 지원 사업’은 산업통상자원부가 주최하고, 한국산업기술평가관리원이 전담기관으로 주관기관 선정부터 평가, 관리 총괄까지 수행하고 있다. 섬유패션 현장밀착 플랫폼 지원 사업은 채용 희망 기업의 인력 수요를 파악한 후 대졸 미취업 청년인력을 대상으로 선채용 방식의 4주 이론 및 실습교육을 통해 업계 맞춤형 청년 고급 인력으로 양성하도록 지원하는 프로그램이다.

취업 후에는 지속적인 모니터링 및 보수교육, 섬유 분야 전문연구소 및 단체 등의 지원기관과 해당 인력을 채널로 한 사업 연계를 통해 청년인력이 안정적으로 기업에 정착할 수 있도록 지원하고 있다. 만 34세 이하 대졸 미취업자가 대상이며, 섬유·패션, 화학 등 관련 학과를 졸업하거나 어학능력 우수자, 해당 분야 경력자를 선발한 후 각 섬유·패션기업과의 매칭을 통해 기업체에서 희망하는 집체교육 및 현장교육을 진행한다.

## 한국섬유개발연구원

### (주)대웅에프엔티

섬유·패션 맞춤형 인력 취업 연계

한국섬유개발연구원에서는 젊은 인력을 양성하고 취업에 연계시키고자 중기특성화고, 대학 졸업(예정)자 등 청년을 대상으로 섬유·패션 관련 기업 맞춤형교육 지원 사업을 진행하고 있다. 한국섬유개발연구원은 기업과 연수생 간 미스매칭을 피하고자 신청서를 접수해 연수생과 기업의 니즈를 파악한 뒤 대구에 있는 (주)대웅에프엔티에 2명의 취업 희망자를 연결했다.



대한방직(주) 대구 공장

1993년 대웅섬유로 출발한 대웅에프엔티는 나일론, 폴리스판덱스물을 주생산품으로 원단 개발부터 생산에 이르기까지 각종 제품 개발과 새로운 설비 투자에 전폭적인 지원을 하는 기업이다. 워터젯 40대, 레피어직기 28대, 에어젯 16대 등 제직기계 외 원단에 새로운 디자인과 가능성을 부여하는 기계 등을 100대 이상 보유하고 있다. 다양한 기능성 원단에 스트레치성을 부여한 아웃도어용 원단, 기능성 섬유를 적용한 침장류, 직물의 짜임을 이용해 원하는 패턴으로 제작한 커튼, 침구 및 소품용 원단, 안감지 등 제작뿐만 아니라 산업용으로도 사업을 확대하고 있다. 2014년 벤처기업 인증을 받았으며, 2015년에는 INNOBIS 기업 인정 및 기업 부설연구소를 개설했고, 서울 사무실을 열어 해외 무역을 담당하고 있다.

대웅에프엔티 박시우 실장은 “앞으로 섬유기업에는 보다 많은 젊은 인력이 필요하

며, 스마트 공장 시스템이 보편화되더라도 섬유 공정상 제품 및 디자인 개발 등 전반적인 스트림 과정에서 젊은 감각과 전문적인 인력이 반드시 보강돼야 한다. 섬유패션 현장밀착 플랫폼 지원 사업을 통해 우리가 원하는 우수한 인력을 서울 사무실에 1명, 대구 사무실에 1명씩 배치해 함께 일할 수 있어 앞으로 기대가 된다. 한국섬유개발연구원에서 경력직이 아닌 신입 직원에게 각 기업에서 필요로 하는 섬유 기초 교육을 진행하고, 취업 연계를 진행해 기업 측면에서는 보다 빨리 실무에 적응할 수 있어 도움이 됐다. 요즘 높은 실업률이 이슈가 되고 있는데, 구직자뿐만 아니라 구인자 또한 꾸준히 늘고 있다. 다만, 기업과 구직자 간에 원하는 부분의 격차가 점점 더 벌어지고 있어 이러한 지원 사업을 통해 섬유산업에 젊은 인력이 들어와 오랫동안 근무할 수 있는 환경이 되었으면 하는 바람”이라고 말했다.

## DYETEC연구원

### 대한방직(주)

#### 청년고용 및 디지털 기술 접목

대한방직(주) 대구 공장은 신규 도입하고 속 디지털 날염 설비 운영인력 2명을 DYETEC연구원과 현장밀착 플랫폼 사업을 통해 11월 고용했다. 이와 관련해 11월 7일 지원기관인 DYETEC연구원 기관장 방문 간담회를 통해 업체 애로사항 및 지속적인 협력방안에 대해서도 논의한 바 있다.

대한방직은 1953년 8월 설립된 65년 전통의 중견 섬유기업으로 국내외 방직, 제직, 염색가공 생산기반 및 글로벌 영업망을 보유하고 있으며, 생산의 약 60%는 미국 시장을 중심으로 수출하고 있다. 더불어 켈트 소재와 홈 인테리어 소재, 적외선 위장가공 소재에 특화 기술을 보유하고 있어 국내외 군복 및 군장구류 등을 전문적으로 생산하고 있다. 염색 가공 공장인 대

구 공장의 경우 2007년 월배에서 대구비 산염색단지로 이전한 후 DYETEC연구원과 활발한 협업을 진행하고 있다. 날염 분야의 축적된 노하우를 기반으로 일찍이 '디지털'에서 가능성을 발견하고 10여 년 전부터 디지털 날염 설비를 도입해 운영 노하우를 축적해 왔다. 7월에는 적극적인 투자를 통해 시간당 200~400yd 생산속도의 고속 디지털 날염설비를 도입해 운영 중이며, 해당 설비를 운영할 청년인력을 섬유패션 현장밀착 플랫폼 지원 사업을 통해 채용하게 돼 지원기관인 DYETEC연구원과 지속적인 공동 연구개발(R&D)도 추진할 계획이다.

공동 R&D의 일환으로 2017년 4월 시작된 물 없는 컬러산업 육성 사업에서 주관기관인 DYETEC연구원과 '고속 Multi-pass 디지털 날염 기술 개발' 과제의 세부 과제 참여기업으로 공동 연구를 진행하고 있으며, 2021년 12월까지 고속형 디지털 날염 전후 처리 및 소재별 제품화 공정 기술 확보를 목표로, 기존 대한방직에서 보

유하고 있는 날염 기술을 활용해 고속화되고 있는 디지털 날염 공정의 최적화 연구에 매진하고 있다.

### 한국섬유수출입조합

#### 세창상사(주) 및 (주)성광 등 취업 연계

한국섬유수출입조합은 섬유패션 현장 밀착 플랫폼 지원 사업의 무역인재 양성과 취업 연계 지원을 맞아 8월 말 1차 선발, 9월 말 2차 선발을 통해 11명의 교육훈련생을 선발하고 10월 5주간 무역인재 양성교육 훈련을 진행했다. 교육은 크게 이론교육을 중시한 실무수업 2주와 실습 중심의 현장실습교육으로 진행됐다. 교육훈련 내용은 주로 수출기업 업무환경에서 가장 필요로 하는 섬유기초와 무역 실무, 마케팅 실무지식과 비즈니스 영업 실무 및 직무기초를 중심으로 20년 이상의 현장 전문 강사진이 투입돼 비즈니스 현장의 생생한 경험과 사례, 업무 노하우 등 실전 중심의 교육훈련이 이루어졌다. 10월 5주간의 교육훈련을 모두 마치고 현재 미취업 교육훈련생의 취업을 적극 지원하고 있다.

교육훈련 과정에 참여한 박영민 씨(27·협성대 영어영문·경영)는 8월 말 교육생 1차 선발을 거쳐 교육훈련 후보자로 세창상사(주) 인턴에 합격했으며, 교육 수료 후 세창상사에서 해외영업 1팀에 배치돼 신입 직원으로 업무를 배우고 있다. 박 씨는 영어 회화 수준이 상당한 데다 해외 무역인재를 목표로 교육훈련 시 섬유기초 실습과 무역 실무 실습훈련에 치중한 결과 최종 임원 면접에 합격해 2개월 뒤 정규직 전환 근무가 가능한 상태로 무역 직무를 배우고 있다.

세창상사(주)



세창상사는 대표적인 트리코트(경편) 전문 기업으로, 1979년 설립돼 현재까지 정직과 신뢰를 기본으로 급변하는 글로벌 시장에서 지속적인 성장을 하고 있다. 끊임 없는 인재교육으로 대한민국 경편산업 분야를 리드하고 있으며, 최근에는 아이템 및 수출 지역을 다변화하기 위해 노력하며 글로벌 바이어에게 호평받고 있다.

또 다른 지원자 김수현 씨는 1차 교육생으로 선발된 후 섬유패션 현장밀착 플랫폼 지원 사업 참여 기업에 교육훈련생 명단이 공유됐을 당시 (주)성광에서 사전 면접을 진행했다. 이후 최종 면접 후보자로 조합 인력양성 교육훈련에 참가해 업무 기초교육 훈련을 받았으며, 10월 23일 성광의 최종 임원 면접에 합격해 11월 1일부터 정식 업무를 시작했다. 김수현 씨는 홍익대 경영학과

를 졸업한 뒤 무역영어 1급 자격증을 취득한 재원으로, 해외영업과 무역인재로의 성장을 목표로 이번 교육훈련 과정을 성실히 수료했다. 교육 수료 마감 전 취업이 확정, 인력 양성을 위한 교육훈련 사업에서 본인이 희망하는 직무 및 업체에 취업이 된 사례로 만족스러운 결과를 얻은 것이다.

성광은 32년간 '아바야'에 정열을 바치고 있는 기업이다. 1986년 설립돼 중동 지역 전통 의상인 아바야용 폴리에스테르 블랙 원단을 수출하는 회사로 서울에 무역부를 두고 있으며, 제조는 구미 공장에서 하고 있다. 성광은 세계 최고의 폴리에스테르 블랙 원단을 수출하는 회사로, 소재 R&D에 주력해 1990년 초반 최고급 직물 브랜드 '선텍스(SUNTEX)'를 탄생시키며 품질을 인정받았다. 최근까지 20여 년간

중동 지역 내 한국산 원단의 품질 경쟁력과 제품의 우수성을 적극 알리면서 수출 확대에 이바지하고 있다. 특히 염색 자동화 시스템 구축에 앞장서며 월 최고 250만 야드 원단 생산 능력이 가능한 설비를 갖추고 있으며, 최근에는 월 평균 200만~220만 야드를 생산하고 있다. 중동 지역에서 블랙 원단의 품질 경쟁은 수십 년간 치열한 구도 속에서 수출 확대를 이뤄내기가 상당한 어려운 시장이었지만, 성광은 블랙 원단의 핵심인 블랙 삼색 컬러 염색 기술을 지속적으로 개발하면서 집요한 연구와 과감한 투자로 도전을 멈추지 않은 결과 현재는 최고의 품질로 중동 지역에서 원단의 가치를 인정받고 있으며, 최근 '로즈텍스(ROSETEX)' 브랜드를 추가해 중동 수출 확대에 박차를 가하고 있다.





한국항공우주연구원

## 2018 대한민국 산업기술 R&amp;D대전

# Industrial R&D For Your Tomorrow

2018 대한민국 산업기술 R&D대전(KOREA TECH SHOW 2018)이 '산업기술의 꿈, 당신의 미래 (Industrial R&D For Your Tomorrow)'라는 슬로건으로 12월 5일부터 7일까지 서울 강남구 코엑스에서 열린다. 산업통상자원부가 주최하고 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원, 한국산업기술진흥원이 주관하는 'KOREA TECH SHOW 2018'은 미래 산업을 주도할 혁신적인 신기술·신제품 개발 성과를 공유하고 연구개발자의 자긍심을 높여 산업기술 R&D 대국민 공감대를 형성할 목적으로 개최된다.

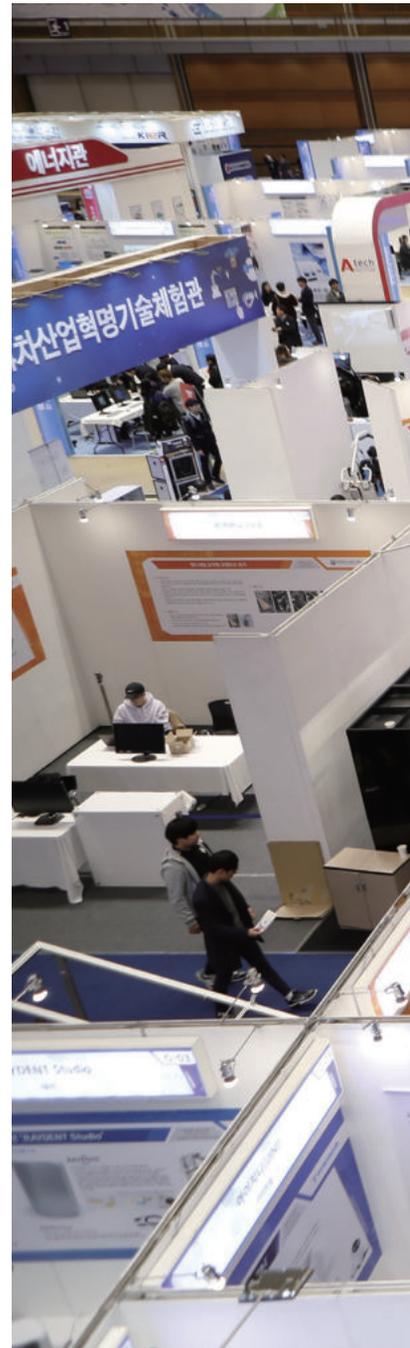
## 미래 산업 주도할 혁신적인 신기술·신제품 만나다

KOREA TECH SHOW 2018의 전시관은 크게 신산업 분야 정부 R&D 또는 기업 자체 R&D로 기술적·경제적 성과를 창출한 우수한 제품과 기술을 전시하는 신산업관, 특별관으로 구성된다. 이번 전시의 메인인 신산업관은 반도체·디스플레이관, 에너지신산업관, 전기자율주행차관, 사물인터넷가전관, 바이오헬스관 등 5개로 구분된다.

**반도체·디스플레이관**은 삼성전자, 이노시물레이션 등 28개 업체에서 80개 부스를, **에너지신산업관**은 한국기계연구원, 두산중공업 등 15개 업체에서 25개 부스를 설치한다. **전기자율주행차관**은 대성엘

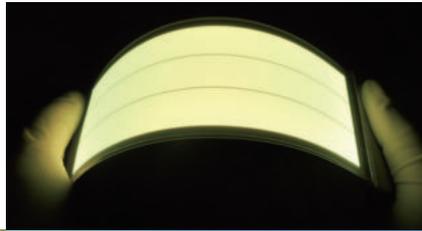
텍, 엑스드론 등 26개 업체에서 102개 부스를, **사물인터넷가전관**은 유비벨록스모바일, 휴먼아이씨티 등 28개 업체에서 60개 부스를 마련한다. **바이오헬스관**은 DYETEC연구원, 삼양사 등 24개 업체에서 46개 부스를 꾸린다.

특별관은 대한민국 기술대상을 수상한 우수 신기술·신제품 개발기업(기관) 및 국내 산업기술 진흥에 공이 큰 기술을 전시한 대한민국 기술대상관을 비롯해 국민 모두가 공감할 수 있는 대한민국 산업기술 R&D 30년의 성과를 공유하는 대한민국 산업기술 R&D 30년관, 국내 기업 및 일본 프랑스 등의 스타트업이 함께 국제 공동 R&D 성과를 전시하고 비즈니스 상담을 할 수 있는 국제 공동 R&D관으로 구성된다.



지능형자율주행차부품진흥원





삼성전자

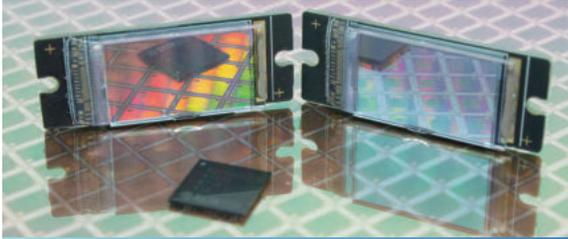


유비벨록스모바일

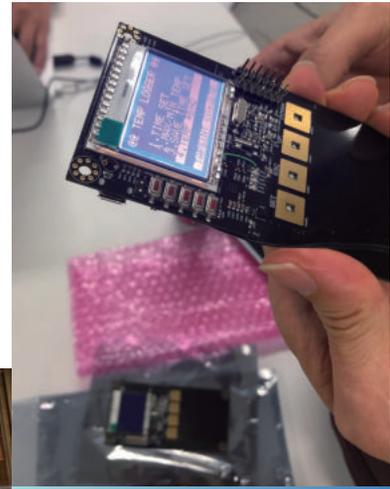


이노시물레이션





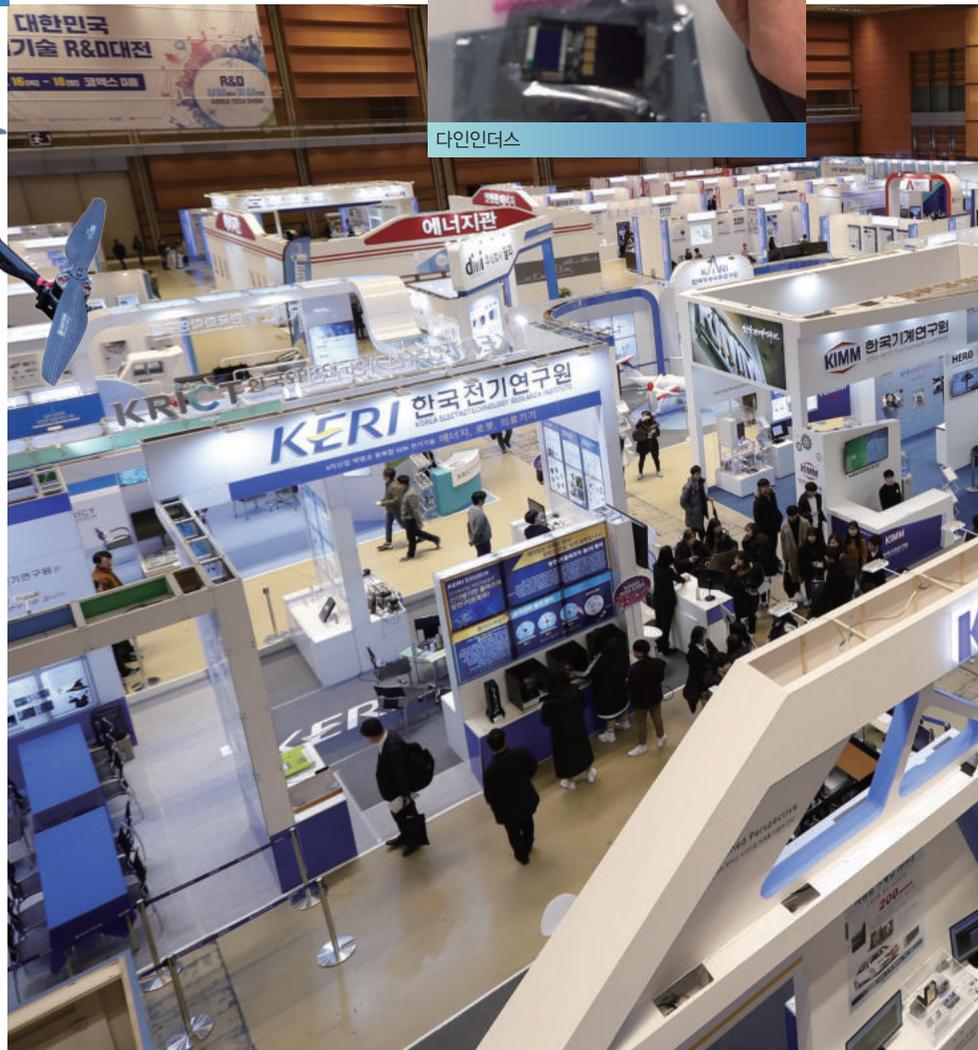
라온텍



다인인더스



엑스드론



### AI 등 최신 R&D 기술 및 정보 교류하다

KOREA TECH SHOW 2018에서는 연구개발자가 참여하는 신산업 핵심 분야 기술 정보 교류회가 12월 6, 7일 이틀간 진행된다. 6일에는 바이오산업 성과 공유 및 전략산업 기술·정보 교류회와 에너지 기술 혁신 우수 성과 기술·정보 교류회가 열리고, 7일에는 장거리 고효율의 전기구동자동차 분야 기술·정보 교류회와 재난 및 국민안전로봇 분야 기술·정보 교류회, 미래 반도체소자 분야 기술·정보 교류회가 열린다.

또한 개막일인 5일에는 2018 대한민국 기술사업화대전, 2018 한-이스라엘 산업협력 콘퍼런스를 시작으로 다양한 콘퍼런스 및 포럼이 펼쳐진다. 6일에는 글로벌 기술협력을 통해 우리 기업의 기술 역량을 강화하고 글로벌 기업으로의 도약을 지원하는 글로벌 기술협력포럼, 융합신산업-표준·인증 Bridging 포럼 등이 마련된다.

특히 전시 마지막 날인 7일에는 4차 산업혁명의 꽃이라 불리는 인공지능(AI)과 관련해 AI 기술의 산업 적용을 의미하는 산업지능의 중요성과 산업 적용 극대화를 위한 확산 방안을 논의하는 2018 산업지능 콘퍼런스가 열린다.

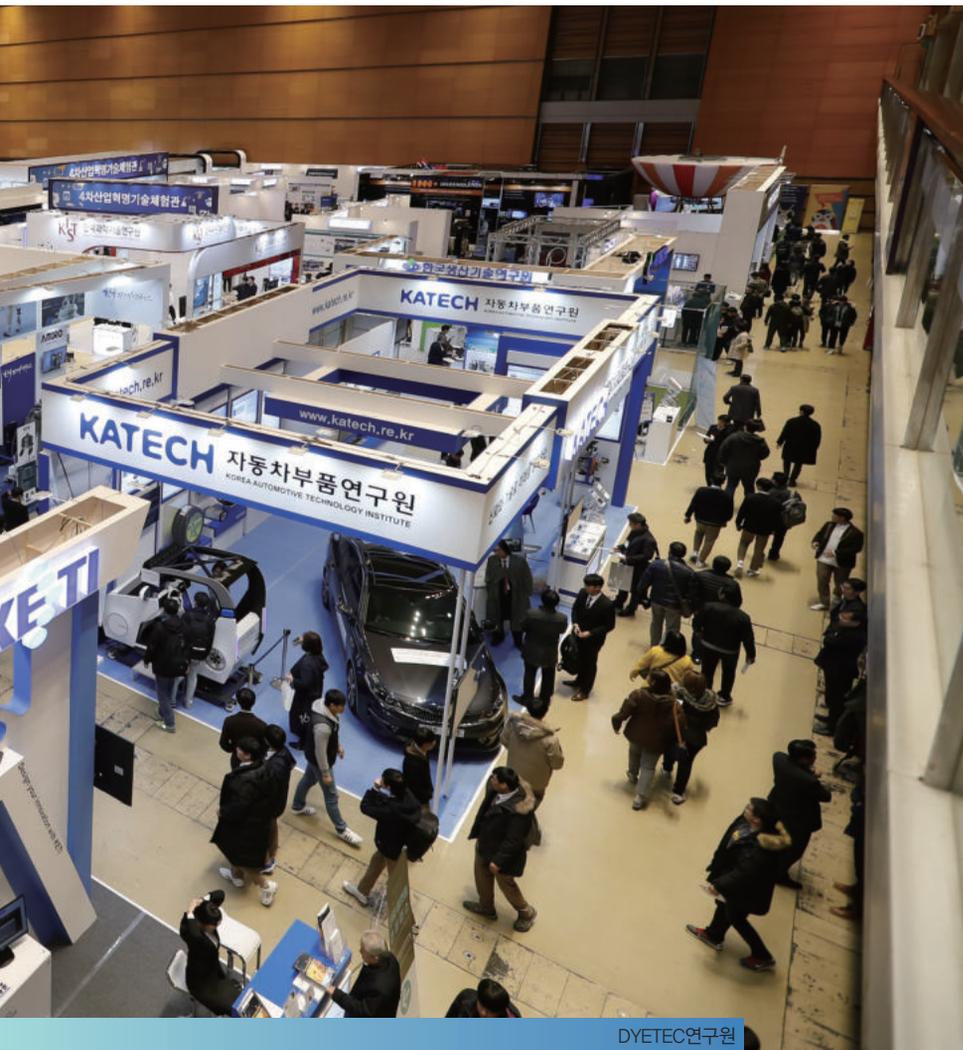
### R&D 아이디어부터 로봇까지 체험으로 만끽하다

KOREA TECH SHOW 2018이 열리는 동안 전시장 방문객을 위한 다양한 프로그램도 펼쳐진다. 5개 관으로 구성된 신산업관 중 바이오헬스관을 방문하면 VEX로봇 IQ경기 체험(VEX로봇체험), 코딩·IoT 체험(TMD교육그룹), 프로필 촬영 체험(마인모리), 페

이퍼아트·3D펜 체험(JAC), 드론축구·시뮬레이터 체험(드론스쿨) 등 다양한 체험 행사를 즐길 수 있다.

또한 학생들의 창의적인 아이디어를 엿볼 수 있는 제16회 임베디드SW경진대회 결선, 전국 대학생 산업융합 아이디어 경진대회를 비롯해 마이스터고 공동협력사업(장학 및 후원) 활성화 등 부대행사가 마련된다. 5일 '김지훈 트리오'가 R&D 재즈콘서트를, 6일 한재권 교수가 '로봇이 변화시킬 세상'이라는 주제로 R&D 토크콘서트를 진행하고, 전시장을 실시간 중계하는 R&D대전 현장 라이브 스테이션도 마련돼 있다.

특히 전시 마지막 날인 7일에는 국가 R&D 참여기업의 우수 인력 확보와 청년 일자리 창출을 위해 기업과 청년 구직자 간 채용의 장이 펼쳐질 '잡페스티벌'이 진행된다. 온라인 지원이 가능한 온라인 채용관과 현장에서 상담할 수 있는 현장 채용관을 운영한다. 이외에도 다양한 부대행사가 마련돼 있다.



DYETEC연구원



# 기후 기술로 에너지 걱정 없는 스마트 시티

## 스마트 시티의 핵심 기술, BIPV

건물 일체형 태양광발전(BIPV)은 최근 각국에서 추진하는 스마트 시티의 핵심 기술로 주목받고 있다. 도시의 부족한 공간 문제를 고려하면서 필요한 전기를 공급할 대안이라는 평가를 받고 있다.

과학기술정보통신부와 한국에너지기술연구원 기후기술전략센터도 BIPV 기술을 미래 스마트 시티의 핵심 기술로 보고 있다.



태양광 패널로  
건물에서 쓰는 전기의  
70%를 자체 생산하는  
SIEEB 빌딩

## 빌딩이 태양광발전소

중국 베이징 칭화대에 건설된 SIEEB 빌딩은 세계에서 손꼽는 아름다운 태양광 건물로 불린다. 건물 벽에 붙어 있는 190개에 이르는 태양광 패널은 건물에서 쓰는 전기의 70%를 자체 생산한다. 이런 태양광 건물은 벽이나 지붕에 태양광 패널을 붙이는 방식이다. 최근 우아한 곡면을 강조하는 건물이 늘고 있지만 곡면 태양광 패널은 아직

초기 개발 단계에 머물고 있다. 일본 요코하마 가나가와구에 31층 높이로 들어선 다이아 빌딩은 일본에서 가장 큰 규모의 태양광 발전 패널이 붙어 있다. 외벽 창에 촘촘히 붙어 있는 태양광 패널은 건물에 쏟아지는 직사광선을 막고 햇빛을 전기로 바꾼다. 이를 가능하게 하는 것이 바로 스마트 시티의 핵심 기술로 주목받고 있는 건물 일체형 태양광발전(BIPV)이다.

## 일반 건물이 태양광발전소로 변신

BIPV는 아직 국내에선 낯선 개념이다. 하지만 한국과학기술연구원(KIST)에 따르면 매년 건물 일체형 태양전지 시장은 20% 넘는 고성장을 하고 있다. 초창기에는 결정질 실리콘 태양전지가 사용됐지만 불투명한 특성 때문에 디자인이 강조되는 현대 건축물 창호에 적용하는 데는 한계가 있었다. 최근 프린팅 기술과 광결정 원리를 이용한 신기술이 적용되면서 전기를 많이 생산하고 건물 외관으로 사용하는 데 손색없는 기술이 등장하고 있다.

한편에선 구불구불한 곡면 형태의 건물 벽을 거대한 태양광발전소로 바꿔주는 고성능 플렉시블 태양광 패널 핵심 기술도 개발되고 있다. 페로브스카이트는 가시광 영

〈표 1〉 기후 기술 우수 성과

| 온실가스 저감           |                                    | 온실가스 자원화                   | 기후변화 적용      |
|-------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------|
| 전기자동차용 배터리        | 미세조류 기반 화학원료 생산                    | 이산화탄소로 만든 비닐               | 녹조 대응 상수도 관리 |
| 기아 전기차 니로 배터리로 채택 | 노루페인트에서 바이오 기반 아크릴 원료 생산을 위해 시운전 중 | 롯데케미칼에서 생분해성 비닐 개발 원료로 시제품 | 정수장 녹조 모니터링  |

역의 빛을 높은 효율로 흡수하고, 전하 이동도가 우수하며 제조비가 저렴해 학계뿐만 아니라 산업계에서 주목받는 소재다. 국내 연구진의 기술은 이미 태양광을 전기로 바꿔주는 광전효율 20%를 훌쩍 넘겼다.

이 밖에도 에너지를 스스로 해결하고 친환경적인 스마트 시티를 구현하려면 확보해야 할 기술이 많다. 지난 7월 서울 양재동 aT센터에서 열린 '2018 대한민국 기후 기술대전'에서는 에너지를 공급하는 한층 똑똑해진 스마트 시티 시대를 열 핵심 기후 기술이 대거 소개됐다. 수소 연료전지를 이용해 냉난방을 동시에 제공하는 삼중 열병합 연료전지 발전 기술이 그중 하나다. 재생에너지를 저장할 이차전지 기술과 대용량 에너지저장장치(ESS), 여러 대의 전기자동차(EV)를 동시에 충전하는 시스템도 에너지 자립 커뮤니티의 확산을 가속화하는 기술로 꼽힌다.

### 스마트 시티 핵심은 에너지 자립화

각국은 과학 기술과 정보통신 인프라를 바탕으로 삶의 질을 높여줄 스마트 시티 건설에 집중하고 있다. 스페인 IESE 경영대학원은 매년 세계 주요 도시 가운데 삶의 질이 높고 스마트 기술이 잘 도입된 10대 도시를 선정하고 있다. 지난 7월 발표된 결과에서는 미국 뉴욕, 영국 런던, 프랑스 파리, 일본 도쿄, 아이슬란드 레이캬비크가 각각 1~5위를 차지했다. 싱가포르가 6위, 한국은 7위에 이름을 올렸다.

미국의 기술 전문 매체 와이어드시디자인디벨롭먼트는 지능화된 사회 시스템과 더불어 대부분 스마트 시티가 주요 기후

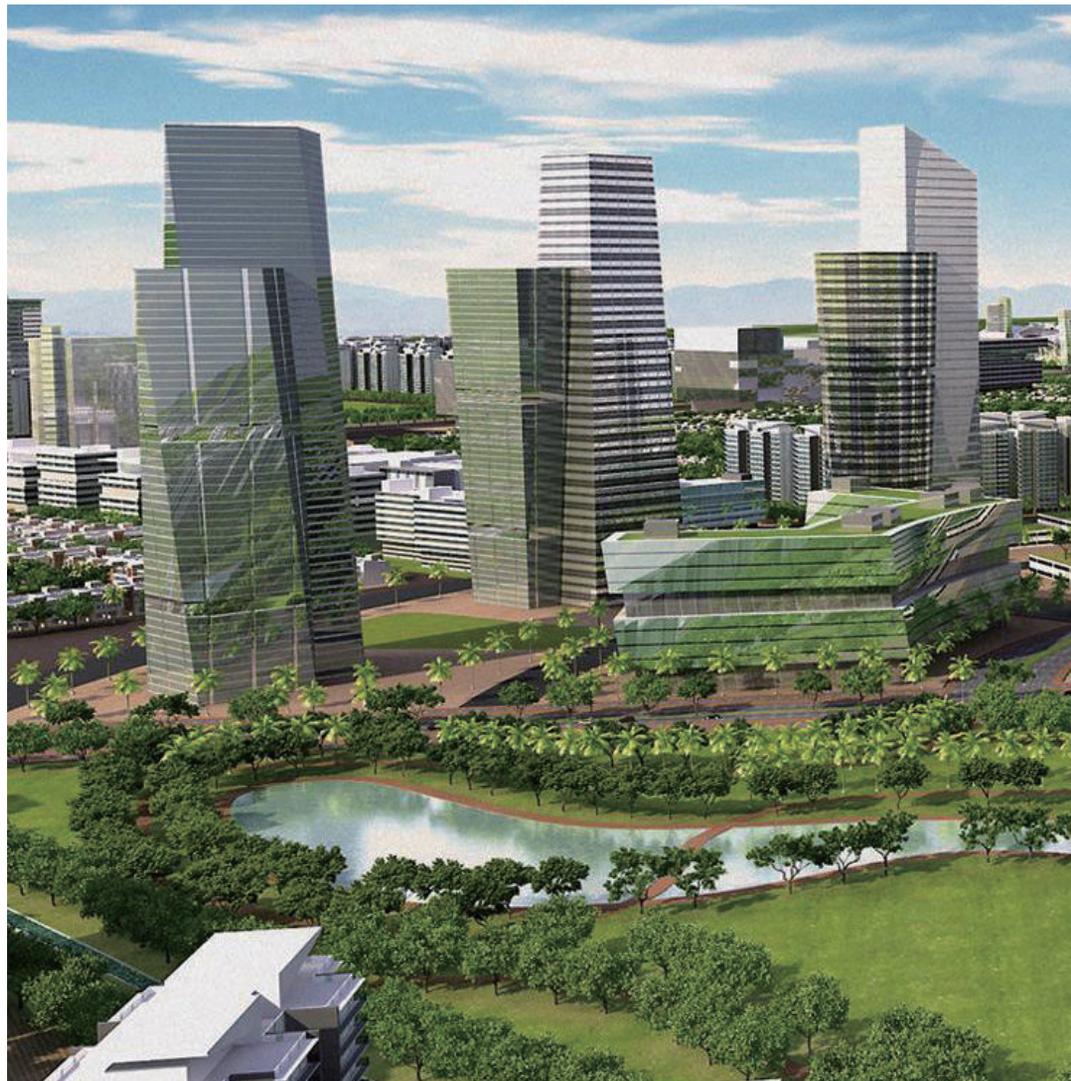
기술인 에너지 절감 기술과 재생에너지를 공통적으로 도입하고 있다고 꼽았다. 10위를 차지한 네덜란드의 암스테르담만 해도 재생에너지가 생산한 전기로 운행하는 쓰레기 수거용 전기트럭, 태양광으로 작동하는 버스정류장, 단열 기술을 도입한 건물 지붕, 초절전형 발광다이오드(LED) 조명, 자동 점멸이 가능한 조명시스템 등을 적극 도입하고 있다.

도쿄는 첨단 기술을 가장 실용적으로 도입한 사례로 손꼽힌다. 동일본 대지진이 일어난 2011년부터 일본 파나소닉과 도쿄가스, 액센추어는 태양광을 포함한 재생에너지로 가동되는 온실가스 배출이 전혀 없는 교외용 '스마트 타운'을 개발했다. 태양

광과 ESS, 고효율 가전제품은 스마트 그리드(지능형 전력망)에 연결했다.

한국도 신(新)기후체제에 돌입하면서 2030년까지 온실가스 배출 예상치(BAU) 대비 37%를 감축해야 하는 상황이다. 국내에서도 태양전지와 수소·연료전지 등 재생에너지로 지역사회에서 필요한 전기와 열을 생산하는 자립형 스마트 시티 모델이 주목받고 있다. 정부가 7월 발표한 세종과 부산 스마트 시티 국가 시범도시 기본 구상에서도 에너지 자립 기술이 대거 소개됐다. 이들 스마트 시티 모델도 에너지 자립을 중점 모델로 삼고 있다.

세종 스마트 시티는 에너지 생산과 소비의 균형을 맞춰 에너지 자립을 추진하기



## Building Integrated Photovoltaic (BIPV)

위해 마이크로 그리드(소규모 지역에서 전력을 자급자족할 수 있게 돕는 전력망), 외부 전기 공급이 필요 없는 제로 에너지 빌딩, 자가치유 콘크리트, 자가진단 건물 등을 도입한다는 계획을 내놨다.

### 기후 기술 돈 되고 일자리 늘린다

이미 일부 기술은 실제 시장에 적용돼 성과를 내고 있다. 선양국 한양대 교수가 LG화학과 함께 개발한 전기차용 고효율 배터리는 기아자동차 전기차 니로에 적용됐다. 이 기술은 높은 에너지 밀도와 우수한 안전성이 유지되기 때문에 사용한 지 10년이 지나도 초기 용량의 84%를 유지한다. 장용근 KAIST 교수와 노루페인트는

바다나 강에 사는 조류에서 건물이나 제품 개발에 들어가는 친환경 바이오 아크릴 원료를 생산하는 방법을 개발했다. 롯데케미칼은 도심 쓰레기 문제를 해결할 생분해성 비닐을 이산화탄소로 만드는 방법을, KNR은 도시의 정수장에서 녹조 오염을 관리하는 기술을 개발해 시험 적용하고 있다.

기후 기술은 미래 도시의 일자리 창출에도 긍정적인 영향을 미친다. 미국의 환경전문 매체 그린테크미디어와 그린버즈 등은 미래를 이끌 녹색 분야 직종 중에서 도시와 기업의 에너지 소비를 관리하는 지속가능책임자를 가장 유망한 직종으로 뽑았다.

미래 스마트 시티를 그린 상상도. 건물에 설치된 태양광전지와 연료전지가 전기를 생산하고 스마트 그리드를 통해 전기 생산과 사용자 간 균형을 유지한다.



## 사막에 선 '신재생에너지의 쇼룸' 아랍에미리트연합(UAE)의 마스다르시티

유엔에 따르면 전 세계 도시화율은 이미 위험 수준이다. 한국도 82.5%라는 높은 도시화율을 기록하고 있다. 교통 혼잡, 자원 부족, 에너지 부족 등 도시화 문제는 심각하다. 하지만 도시 해체가 해답은 아니다. 도시화를 통해 생겨난 장점을 간과할 수 없기 때문이다. 그래서 세계 각국은 빅데이터, 인공지능(AI), 가상현실(VR) 등 지능형 인프라와 신재생에너지 도입으로 도시 내부에서 문제를 해결하고자 한다. 바로 '스마트 시티'다.

김영은 [환경비즈니스 기자, 후원: 한국언론진흥재단]



재생에너지 기술과 비즈니스 모델을 사업화해 세계 친환경 기술의 비즈니스 허브로 거듭나고 있다.

### 치밀한 도시 디자인으로 에너지 낭비 줄여

“지난 10년이 첫 페이지였다면 앞으로 10년은 둘째 페이지입니다. 지금은 지난 10년에서 앞으로 10년으로 가는 중간 단계라고 할 수 있죠.” 크리스 치론 완 마스다르시티 도시 디자인 관리 총괄이 말했다.

마스다르시티가 첫 삽을 뜬 지 10년째인 2018년에도 건설이 한창 진행 중이었다. 마스다르시티는 25%가 완성된 상태다. 앞으로 5년 내 전체의 35%가 완성될 예정이다. 마스다르시티는 UAE의 아부다비 정부가 180억 달러를 투입해 친환경 기술로 스마트 시티를 개발하는 대형 프로젝트다. 6km<sup>2</sup>의 면적에 4만 명을 수용하기 위한 도시다.

마스다르시티의 본래 목표는 이산화탄소 배출량을 '0'으로 만드는 '탄소 제로' 도시였다. 화석에너지를 전혀 사용하지 않고 100% 신재생에너

### 석유 이후의 시대 준비하는 UAE

세계 최초 탄소 제로 도시를 표방한 스마트 시티가 있다. 아랍에미리트연합(UAE)의 마스다르시티다. 마스다르(Masdar)는 아랍어로 '원천'을 의미한다. 석유에너지의 원천이었던 UAE가 이제 축적한 오일 머니

를 바탕으로 신재생에너지의 원천으로 거듭나고 있다.

마스다르시티는 단순히 친환경 기술만 도입한 도시가 아니다. 마스다르시티는 UAE의 미래를 담고 있다. 마스다르시티는 글로벌 기업과 협업해 세계의 신재생에너지 기술을 선도하고 있다. 그뿐만 아니라 신

사막 한가운데 지어진 마스다르시티는 에너지 효율을 극대화할 수 있도록 디자인됐다. 이를 통해 건물 에너지 및 용수 수요가 평균보다 40% 정도 낮다.



지만으로 도시를 운영하려고 했다. 하지만 아직까지는 화석에너지를 부분적으로 사용하고 있다.

마스다르시티를 움직이는 자원은 태양에너지다. 기온이 영상 50도까지 올라가는 사막에서 태양에너지는 화석연료 없이 충분한 전력을 만들어 낼 유일한 자원이다. 마스다르시티는 10MW(메가와트)급 태양열발전소와 1MW 규모의 태양광발전 시스템을 통해 생산되는 신재생에너지로 도시 내 상당 부분의 에너지를 공급한다. 태양열발전소는 2009년 완공 당시 세계에서 가장 큰 규모였다. 광활하게 펼쳐진 태양열 패널은 멀리서 보면 바다로 착각될 정도다. 이렇듯 마스다르시티는 화석에너지를 최소화하려고 한다. 이 때문에 내연기관자동차는 진입할 수 없다. 방문객은 도시 입구 주차장에 차를 세워 놓고 '개인 퀘드 자동차(Personal Rapid Transit : PRT)'나 전기버스를 타고 움직여야 한다.

마스다르 홍보관이 있는 건물 지하로 내려가자 PRT 정류장이 나왔다. 4명이 탑승할 수 있는 PRT는 평

균 시속 40km로 약 1km 구간을 무인 주행한다. 정차 때는 선로에 부착된 충전 장치를 통해 동력을 공급받는 친환경 교통수단이다. PRT 디자인에는 페라리, 벤틀리, 롤스로이스 등 유명 자동차 브랜드가 참여했다. 디자인은 마치 공상과학영화에 나오는 것처럼 생겼다. 물론 PRT의 실용성이 아주 뛰어나다고는 할 수 없다. 현재 작동 가능한 PRT 노선은 1km 구간이 전부다. PRT 노선을 연장하는 공사가 한창 진행 중이었지만 PRT 건설비용과 탑승 인원을 고려할 때 경제성이 떨어진다는 평가를 받고 있다. 하지만 마스다르시티의 친환경에너지 콘셉트를 상징하는 대표적인 교통수단이다.

### 도심 속 선풍기 '윈드타워'

크리스 완 총괄은 "마스다르시티는 에너지를 절약하기 위해 처음부터 북서풍 바람이 불도록 설계됐다"며 "빌딩과 빌딩 사이 간격이 좁아 그늘이 생기고 주차장에서 시티 내부로 들어오는 통로가 갈때기 모양으로 좁아져 바람이 도심 가운데로

탄소 중립 도시를 꿈꾸는 마스다르시티에는 내연기관자동차가 진입할 수 없다.

모인다"고 설명했다. 이를 통해 건물의 냉방비를 절감할 수 있다.

광장 한가운데 있는 '윈드타워'도 도심 속 선풍기 역할을 한다. 45m 높이의 윈드타워는 상대적으로 온도가 낮은 대기 상층의 바람을 붙잡아 물 분사 장치를 통해 도심 아래로 순환시킨다. 건물도 에너지 효율을 극대화할 수 있도록 디자인됐다. 아랍 전통 건축 양식과 현대식 건축 기술의 조화를 통해 지역이 가진 환경의 특수성을 반영했다. 마스다르시티는 수동형 설계와 지능형 설계를 통합해 건물의 에너지와 용수 수요가 평균보다 40% 정도 낮다. 건물이 만들어 내는 그림자를 활용해 도시 온도를 조절하고 지하는 자연광이 들도록 설계했다. 창문의 치양도 직사광선을 받는 시간을 3시간 이내로 줄이면서 바깥 풍경을 볼 수 있게 계산돼 만들어졌다. 건물은 저탄소 시멘트, 90% 재활용 알루미늄 등의 재료로 지어졌다.

현재 마스다르시티에는 약 1300명이 살고 있다. 그중 300명은 마스다르 과학기술대학원의 학생들이다. 다른 1000여 명은 에티하드 에코 레

마스다르시티의 대중교통 수단인 PRT



지던스 유닛에 살고 있다. 더 많은 사람이 거주할 수 있도록 레오나르도 레지던스도 건축되고 있다. 마스다르시티는 도시 확장 계획의 일환으로 2020년까지 상업 거주자를 현재의 4배까지 늘릴 계획이다.

마스다르시티는 연구개발 단지과 비즈니스·투자자유구역을 한꺼번에 통합한 하나의 생태계다. 기술을 개발하고 상용화하는 테스트베드인 동시에 글로벌 파트너십을 통해 사업화를 주도하는 혁신 클러스터다. 현재 마스다르 입주 기업은 에티하드항공, 지멘스, 제너럴일렉트릭(GE), 국제재생에너지기구 본사, 록히드마틴, 미쓰비시중공업, 슈나이더일렉트릭 등이다.

도시 중심에는 마스다르 과학기술 대학원이 있다. 이 대학원은 기술력이 떨어지는 UAE의 자체 연구 역량을 키우기 위해 만들어졌다. 첨단 기술을 전문적으로 연구하는 마스다르 과학기술대학원은 미국 매사추세츠공대(MIT)를 벤치마킹했다. 이를 위해 마스다르시티는 MIT 출신 교수진을 영입하고 MIT 과학자와 함

〈표 2〉마스다르 컨소시엄 주요 프로젝트

| 국가                 | 내용   |
|--------------------|--|
| UAE 아부다비<br>마스다르시티 | - 마스다르 태양열 허브 : 태양전지 테스트센터, CPV 테스트 시설, 마스다르인스티튜트 태양열 플랫폼(Masdar Institute Solar Platform)<br>- 신재생에너지 담수화 시범 프로그램 |
| 영국                 | - 런던 어레이(London Array) : 630MW 규모의 해상풍력단지<br>- 더전(Dudgeon) 해상풍력단지(402MW)   |
| 스페인                | - 제마솔라(Gemasolar) 태양광발전소(20MW)   |
| 요르단                | - 타피라(Tafila) 풍력발전소(117MW)   |
| 아프가니스탄             | - 27개 마을에 600개 태양열 시스템 설치  |
| 세이셸공화국             | - 포트 빅토리아 풍력 프로젝트(6MW)   |
| 이집트                | - 시와(Siwa) 태양광발전소(10MW)<br>- 태양광발전소(14MW)  |

께 연구 프로젝트를 진행해 왔다. 학생들은 주로 물, 환경, 반도체, 에너지 시스템 등 국가육성 사업을 집중 연구하고 있다.

마스다르시티는 보다 자유로운 생태계를 만들기 위해 UAE 내의 경제자유구역으로 지정돼 있다. 외국 기업이 UAE에 진출하기 위해서는 현지인이 기업 지분의 51%를 보유해야 한다. 하지만 경제자유구역은 외국 기업의 100% 지분 소유를 인정한다. 또한 경제자유구역 내에 입주한 기업은 여러 가지 규제에 대한 예외와 행정 편의를 제공받는다. UAE는 경제 발전에 필요한 대부분의 인력을 외국인에 의존하고 있다. UAE의 인구 구성을 보면 외국인이 내국인을 훨씬 앞지른다. 에미리트인, 즉

자국민은 11.5%에 불과하다. 그나마도 대부분이 공공 분야에 근무하며 자국민 중 민간 분야 종사자는 2만 명 미만이다. 이 때문에 경제산업 발전을 위해서는 글로벌 기업과의 협력이 필수다.

### 석유 그 이후의 시대

UAE는 오일 머니를 기반으로 한 국부펀드를 조성해 거대한 자본을 축적했다. 이 중 일부를 신재생에너지와 신기술 개발에 투자하며 '석유 경제의 그 이후'를 대비해 왔다.

마스다르시티 개발은 아부다비 국부펀드인 무바달라개발공사가 주도한다. 무바달라는 첨단 기술과 인프라 등 경제 다변화 목적의 산업 투자를 위해 2002년 설립됐다. 무바달라

마스다르시티는 보다 자유로운 생태계를 만들기 위해 UAE 내의 경제자유구역으로 지정돼 있다.

〈표 1〉마스다르 계열사 정보

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 마스다르 캐피탈<br>(Masdar Capital)        | 펀드 조성 및 운영이 주 목적이며 지속 가능한 미래 기술을 보급할 클린 테크 유망 기업에 투자                        |
| 마스다르 클린에너지<br>(Masdar Clean Energy) | 상업화 목적의 신재생에너지 개발 및 투자, 대규모 청정 에너지 프로젝트 개발 주도                               |
| 마스다르시티<br>(Masdar City)             | 신재생에너지를 사용하는 탄소 중립 도시이자 UAE 내 자유경제구역. 마스다르 컨소시엄이 개발한 신재생에너지 기술을 상용화하는 테스트베드 |
| 마스다르 과학기술대학원<br>(Masdar Institute)  | 신재생에너지와 지속가능한 기술 발전을 위한 독립적인 교육기관(미국 MIT와 파트너십 구축)                          |



는 2006년 마스다르 이니셔티브를 수립하고 아부다비미래에너지공사(이하 마스다르사)를 설립, 신재생에너지 사업에 본격 착수했다. 마스다르사는 아부다비를 신재생에너지의 국제적인 허브로 육성하고 있다. 이를 통해 국가의 신성장동력을 창출할 계획이다. 마스다르사는 ‘마스다르 클린 에너지’ 프로젝트를 통해 신재생에너지를 개발하고, 마스다르 시티에서 신재생에너지를 직접 사용하여 검증하고 발전시킨다. 마스다르 시티가 신재생에너지의 인큐베이터이자 테스트베드 역할을 하는 것이다. 아부다비는 마스다르 시티를 국제적인 친환경 비즈니스 허브로 바꾸겠다는 구상을 가지고 있다. 검증된 친환경 기술로 단숨에 고부가 하이테크산업 국가로 발돋움하겠다는 전략이 숨어 있다.

### 아랍의 상인 DNA가 투자 모델 만들어

“마스다르 시티는 마스다르사가 투자한 신재생에너지 사업화 모델을 실증하고 전 세계에 홍보하는 ‘거대한 쇼케이스’입니다.” 마스다르 시티 인큐베이터 빌딩에 입주해 있는 권태규 국토교통과학기술진흥원 선임연구원은 마스다르 시티에서 진짜 주목해야 할 것은 마스다르사의 에너지 사업화 모델이라고 말했다.

일각에서는 더디게 완공되고 있는 마스다르 시티를 실패한 도시 모델이라고 평가하기도 한다. 하지만 마스다르사는 고효율 아파트나 무



인 전기자동차로 사람들의 삶을 바꾸는 일만큼이나 전 세계 혁신을 주도하고 신재생에너지를 사업화하는 일에 집중하고 있다.

UAE, 스페인, 영국, 요르단, 모리타니, 남태평양 등 세계 각지의 내로라하는 신재생에너지 프로젝트를 마스다르사가 보유하고 있다. 세계 최대 풍력발전소인 영국 런던 어레이나와 스페인에 있는 세계 최초 유틸리티 규모(10MW 이상)의 태양열 발전소도 마스다르사가 중심이 된 컨소시엄 프로젝트다. 전 세계적으로 마스다르사가 개발한 신재생에너지 프로젝트만 2.7GW에 달한다. 개발에서 운영에 이르기까지 사업 모델도 구축돼 있다. 세계적으로 약 85억 달러가 신재생에너지 프로젝트에 투자됐는데 이 중 마스다르사의 투자 규모는 27억 달러에 달한다.

권 연구원은 “UAE는 기술이 없지만 마스다르사가 컨소시엄을 통해 디벨로퍼로서 전 세계 대형 프로젝트의 지분 30~40%를 가져가고 있다”고 말했다. 권 연구원의 말처럼 마스다르사의 신재생에너지 사업 대부분이 UAE의 기술이 아닌 글로벌 기업과의 파트너십을 통해 이뤄지고

권태규  
국토교통과학기술진흥원  
선임연구원은 한국  
기업과 마스다르사의  
매개체 역할을 한다.

있다. 마스다르사는 기술을 보유한 글로벌 파트너를 선정해 신재생에너지를 발굴하고 마스다르 시티를 통해 직접 검증하며 사업화한다. 그렇게 UAE는 마스다르사를 통해 석유 자원 선도국을 넘어 신재생에너지 자원 선도국으로 자리 잡고 있다.

2009년 국제재생에너지기구(IRENA)가 아부다비에 본부를 설치하기로 결정하면서 아부다비의 국제적 위상은 더 높아졌다. 2012년에는 독일 기업 지멘스가 마스다르 시티에 중동지역본부를 설치하면서 이 도시는 대규모 신재생에너지 개발을 위한 전진기지가 됐다. 이처럼 마스다르 시티가 신재생에너지 기술 ‘교역의 장’이 된 배경에는 아랍 상인의 DNA가 있었다는 것이 권 연구원의 분석이다. 석유가 발견되기 이전까지 아랍인은 유목 생활과 농업에 의존했다. 이들은 실크로드를 개척하며 동서 교역과 해상무역의 주역이 됐다. 협상술과 홍보에 능한 아랍 상인의 DNA는 자체 기술력이 부족한 UAE의 약점을 오히려 경쟁력으로 만들었다.

권 연구원은 “해수 담수화 플랜트와 전기버스 등 한국이 가지고 있는 우수한 기술을 마스다르 시티에 도입하면 한국에서 홍보하는 것보다 20배 이상 효과가 있을 것”이라며 “마스다르 시티 구축이 생각보다 지연되고 있지만 이곳은 신재생에너지 사업화를 위한 전략적 파트너로서 세계에서 가장 중요한 곳”이라고 말했다.

WORLD  
GREEN

2018

ENERGY  
FORUM2018 월드그린에너지포럼  
합리적인 에너지믹스가 관건

‘2018 월드그린에너지포럼’이 올해로 10년 차를 맞으면서 에너지 전환 정책의 국제적인 쟁점을 깊이 있게 다루는 등 위상이 크게 달라졌다는 평가를 받았다.

### 재생에너지 비중, 점진적으로 늘리며 대응해야

에너지 전환 정책의 성공을 위해서는 합리적인 ‘에너지믹스’가 중요하며 급격한 원전 감축은 경제뿐만 아니라 온실가스 감축을 위한 신기후체제 대응에도 바람직하지 않다는 주장이 제기됐다. 재생에너지 가운데 태양광과 풍력은 보조금 없이도 경쟁력을 지닐 만큼 기술적 진보가 이뤄져 미래의

주요 에너지원으로 부상했다. 경상북도와 경주시, 한국경제신문사 공동 주최로 11월 7일부터 9일까지 경북 경주시 화백컨벤션 센터에서 열린 ‘2018 월드그린에너지포럼’에 참석한 국내외 에너지 전문가들은 이 같은 주장을 폈다.

프랑수아 올랑드 전 프랑스 대통령은 “프랑스 역시 신재생에너지 비중을 현재 20%에서 40%로 높이기 위해 노력하고 있다”



# WGEF 2018

월드그린에너지포럼  
WORLD GREEN ENERGY FORUM



경상북도과 경주시, 한국경제신문이 공동 주최한 '2018 월드그린에너지포럼'이 30개국 전문가 3000명이 참가한 가운데 경북 경주시에서 열렸다. 프랑수아 올랑드 전 프랑스 대통령이 개막식에서 기조연설을 하고 있다.

며 “그러나 원자력 발전 비중도 50% 정도로 계속 유지할 것”이라고 밝혔다. 그는 “원전을 합리적인 비중으로 유지하려는 가장 큰 목적은 지구 온난화를 막는 것으로, 프랑스는 노후 원전을 폐쇄하겠지만 신규 원전을 통해 적정 비중을 계속 유지할 계획”이라고 강조했다.

올랑드 전 대통령은 2012년 대선 당시 프랑스 원전 비중을 2025년까지 75%에서 50%로 감축하겠다는 공약을 내세웠다. 하지만 2015년 3월 마련한 프랑스 에너지전환 법에는 ‘2025년까지’라는 명시적 기한이 빠졌다. 올랑드에 이어 취임한 에마뉘엘 마크롱 대통령도 같은 공약을 냈지만 프랑스 정부는 지난해 11월 기한을 2030~2035년까지 유보하는 방안을 검토하기로 했다. 2025년까지 원자력 발전 비중을 50%로 낮추는 것은 에너지 안보와 일자리 문제로 실행이 어렵다는 이유에서다.

에너지 전환 정책의 성공을 위해서는 에

너지 지방분권화와 주민 수용성 제고도 중요한 문제로 제기됐다. 이철우 경북지사는 “한국의 에너지 전환 정책과 국가의 기후변화 대응 전략을 추진하기 위해서는 지방정부의 협력과 도움 없이는 안 된다”며 “에너지 지방분권화가 크게 요구되는 시점에 왔다”고 주장했다. 이 지사는 “중앙정부의 역량에 초점을 두던 기존 방식과 달리 지방정부의 관리 역량을 높이고 환경, 토지 이용 등 지방정부의 정책과 활동에 지속가능 발전의 개념을 통합해야 한다”고 강조했다.

재생에너지 태양광과 풍력은 미래의 주요 에너지원으로 부상했다. 태양광 분과 세션에서 송재천 한국태양광발전학회 부회장은 “태양광발전은 풍력발전과 함께 발전차액(FIT), 공급의무화(RPS) 및 투자세액 공제와 같은 국가별 지원 정책으로 중요한 미래 에너지원이 될 것”이라고 전망했다. 해상풍력 분야 연설자로 나선 티스 나이팅게일 U.I.독일 사업개발본부장도 “유럽 등 일부 국가는 보조금 없이 풍력단지 개발 입찰에 참가할 수 있는 경쟁력을 갖췄다”고 말했다.



# WORLD GREEN

## 2018

# ENERGY FORUM



‘수소경제사회를 준비하는 한국의 기술 및 정책’에 대해 발표한 양태현 한국에너지기술연구원 책임연구원은 “한국의 연료전지산업은 최근 급성장하고 있다”며 “수소산업이 발전하기 위해서는 에너지 분야 활용도를 높여야 한다”고 주장했다. 양 연구원은 “발전용 연료전지는 정부의 RPS 정책에 힘입어 포스코에너지와 두산이 세계 시장을 주도하고 있지만 주택건물용 연료전지 분야는 품질 면에서 대등한 일본 제품과 경쟁하기 위해서는 가격경쟁력을 확보해야 한다”고 말했다.

### 한국 해상풍력, 수출산업으로 성장 가능성 높아

‘2018 월드그린에너지포럼’ 해상풍력 세션에 참석한 나이팅게일 사업개발본부장은 “한국은 현재 해상풍력발전산업이 기초 단계지만 정부의 적극적인 추진 의지와 기업의 기술 개발 투자, 주민 수용성 등이 융·화합하면 조선산업에 버금가는 차세대 수출전략산업으로 성장할 수 있을 것”이라고 강조했다.

미국에 본사를 둔 UL은 1894년 출범한 신재생에너지 분야 국제인증기관이다. 풍력에너지 측정 서비스, 풍력발전단지 설계 기술 개발 및 교육을 진행한다. 세계 1600개 이상 업체에 풍력발전 인증과 기술 자문 서비스를 제공하고 있다.



티스 나이팅게일  
UL독일 사업개발본부장



나이팅게일 본부장은 “해상풍력 시장은 유럽에서 시작해 아시아로 확산되고 있다”며 “한국이 미래 주요 신재생에너지원으로 해상풍력을 선택한 것은 매우 잘한 정책”이라고 평가했다. 그는 “과거 해상풍력은 비용이 높아 경제성이 떨어지는 기술로 여겨졌지만 기후변화 대응 노력과 기술 발전에 따른 비용 하락으로 육상풍력의 단점을 보완할 수 있는 현실적인 대안으로 자리 잡고 있다”고 설명했다.

나이팅게일 본부장은 “세계 해상풍력 시장은 2030년까지 129GW, 6530억 달러 규모로 성장할 것”이라며 “UL은 풍력발전업계의 인재와 선도적 기술력을 기반으로 세계 최고의 안전인증 브랜드 가치를 공고히 하겠다”고 말했다.

고든 팔코너  
슈나이더일렉트릭  
스마트시티글로벌 부사장

## 한국은 도시 재생 방식 스마트시티 사업이 효과적

“한국은 스마트 시티를 새롭게 조성하려는 계획보다 기존 도시에 대한 스마트 시티형 도시재생사업이 시너지가 클 것입니다.”

‘2018 월드그린에너지포럼’에서 주제 발표(대규모 스마트 시티 개발의 교훈)를 맡은 고든 팔코너 슈나이더일렉트릭 스마트 시티글로벌 부사장은 “세계 여러 도시가 에너지와 교통, 상하수도, 환경, 재난 등 다양한 문제에 대응하기 위해 스마트 시티 프로젝트를 진행 중”이라며 “한국의 현주소를 정확히 진단하기에는 무리가 있지만 다른 국가에 비해 앞서가고 있다고 생각한다”고 말했다.

슈나이더일렉트릭은 에너지의 안전성, 신뢰성, 효율성, 생산성을 높일 수 있는 플랫폼과 통합 솔루션을 제공하는 에너지 관리 및 자동화 전문 기업이다. 스마트 시티 100개를 조성하는 인도의 나야 라이프 사업과 싱가포르 정부의 에너지

자립형 세마카우섬 구축 사업에 참여하고 있다. 팔코너 부사장은 그룹 내 스마트 시티 분야 최고 권위자로 꼽힌다.

포럼 참석차 네 번째 한국을 찾은 그는 “2009년 처음 왔을 당시 한국은 녹색성장을 추구했는데 지금은 스마트 시티의 지평을 넓히고 있다”며 “이번 포럼이 전문가들과 함께 한국에서 스마트 시티와 관련한 개념을 확장하는 계기가 될 것”이라고 말했다. 팔코너 부사장은 “아시아 등 신흥국은 국가 경쟁력을 강화하기 위해 공공 주도의 스마트 시티 정책을 추진하고 있는 편”이라고 설명했다. 그는 “과거 스마트 시티 조성이 중앙정부 주도로 이뤄졌다면 이제는 개별 도시에 초점을 맞춘 형태로 바뀌고 있다”며 “한국도 새롭게 스마트 시티를 조성하려는 계획보다 기존 도시를 스마트 시티형으로 재생하는 사업이 시너지가 클 것”이라고 말했다.

스마트 시티 조성을 추진하고 있는 국내 지방자치단체의 움직임에 대해 팔코너 부사장은 “스마트 시티 조성 계획이 완벽하지 않아도 자문하고 지역민의 의견을 취합해 우선 시작한 뒤

진행 과정에서 발견된

문제점은 다음 단계에 반영해 앞으로 나아가야 한다”고 강조했다.



# 인체의 에너지, 식품을 3D 프린터로 만들어 보자! 이화여대 이진규 교수

세상의 모든 것은 에너지 없이 움직이지 않는다. 사람 역시 마찬가지다. 식품을 먹어서 그 속의 에너지를 섭취해야 한다. 그러나 그 식품을 공급하는 식품산업은 21세기 들어 환경 오염, 인구 증가, 노령화 등 거센 도전을 받고 있다. 그러한 도전을 3D 프린터로 극복하고, 기존 식품보다 훨씬 뛰어난 효능을 가진 식품을 만들려는 연구자, 이진규 교수를 만나 보았다.

이경원 [과학칼럼니스트]



사실 생각해 보면 식품만 한 재생 에너지가 또 있을까 싶다. 생물의 몸 에 에너지를 전달한 후에도 흡수되지 못한 나머지는 배설돼 다른 식품을 재배하는 에너지로 쓰이기 때문이다. 이번에 소개할 이진규 교수는 4차 산업혁명 시대의 혁신 기술인

## 01

이진규 교수. 들고 있는 곰인형은 학생들에게 3D 프린팅의 위력을 설명하기 위한 교보재다. 3D 프린팅으로 곰인형 내부의 복잡한 골격도 통째로 뽑아낼 수 있다.

3D 프린터로 식품의 효율과 효능을 더욱 높이고자 하는 연구자다.

이 교수는 1974년생으로, 연세대 생명공학과에서 학사~박사 학위를 취득한 후 스크립스연구소에서 박사후 연구원을, 한국기초과학지원 연구원에서 나노물성 영상팀장을 지냈다. 이화여대에 부임한 것은 2015년으로, 현재 식품나노공학 연구실을 운영하고 있다.

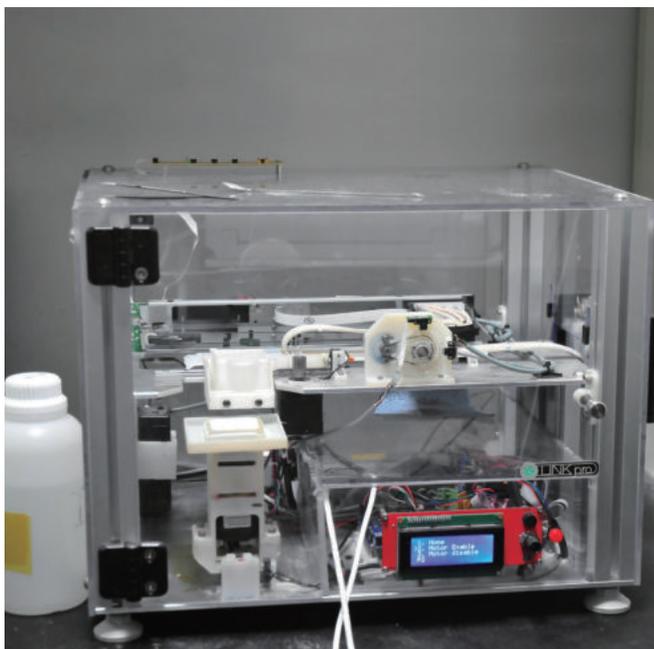
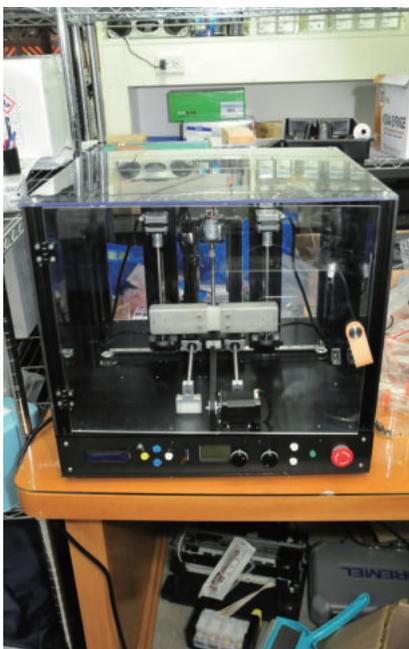
그는 지난 6월 3D 프린터를 활용해 개인의 취향에 맞는 식감과 체내 흡수를 조절할 수 있는 음식의 미세 구조 생성 플랫폼을 개발하고 이를 발표해 화제가 됐다. 즉, 3D 프린터로 원하는 구조를 지닌 음식을 만들어낸다는 것이다. 연구에 사용된 3D 프린터는 357개의 양방향 프린팅 노즐로 구성돼 있다. 프린터 각각의 노즐은 5피코리터(1pL=1조분의 1L) 정도의 액상 재료를 정교하게 분사해 구조체를 가진 식품블록을 출력한다. 이 프로토타입 3D 프린터는 실제 음식 샘플에서 관찰된 물리적 특성과 나노 규모의 질감을 모방한 미

세구조를 가진 음식을 제조할 수 있다. 탄수화물과 단백질 가루로 식감을 조절하고 체내에 흡수되는 방식을 조절할 수 있는 미세구조를 가진 음식으로 전환시킬 수 있는 원천 기술을 개발한 것이다.

이 교수는 또한 이를 바탕으로 고기의 근육과 같은 섬유상 식품 소재를 제조하는 장치, 식품 소재의 식감과 용매에서 퍼지고 섞이는 성질을 디자인하는 장치, 일반적인 3D 프린터에 식품 재료를 이송하고 인쇄할 수 있는 장치 그리고 음파를 이용한 부양 기술로 식품 소재를 비접촉으로 배열하는 장치 등을 고안해 식품 3D 프린팅용 기반 기술을 개발해 왔다.

## 음식 맛은 알고 보면 물리적 구조의 맛

이 교수의 연구는 기존 언론 보도에서 '3D 프린터로 만드는 맛있는 음식'으로 소개됐다. 하지만 이 교수의 연구 배경과 과정, 함의에 대해서는 자세히 다루지 않은 것도 사실이



02 다. 그는 과연 왜, 어떻게 이 연구를 한 것일까. 그리고 이러한 연구는 세상을 어떻게 바꿀 수 있을까.

인간이 섭취하는 음식은 소화기관을 통해 기계적 및 화학적 분해 과정을 거친다. 이때 음식 속의 영양분은 나노 단위로 분해돼 흡수된다. 마침 그는 석·박사 과정에서 나노 물질을 이용한 미생물 조작을 했다. 나노 물질을 만드는 방법과 분석하는 방법을 연구했다.

또한 스크립스연구소 시절, 그 당시 새롭게 3D 프린터로 인공조직을 만들고자 하는 연구개발이 진행되는 현장을 접했다. 3D 프린터로 인공조직이라는 구조물을 만들 수 있다면 식품도 만들 수 있을 거라는 생각을 하게 됐다. 그리고 여기에 나노공학까지 접목시키면 원하는 구조와 영양분, 식감, 소화흡수 효율을 가진 식품을 만들어낼 수 있

다. 기존의 식품은 이러한 변수를 인위적으로 조절할 수 없지만 나노공학과 3D 프린팅을 접목해 만든 식품은 인위적으로 조절할 수 있는 것이다.

때문에 그는 3D 프린팅으로 대표되는 식품의 재조합 방법뿐 아니라 식품의 미세화 방법도 연구해 왔다. 식품의 미세화를 위해서는 액체질소를 이용하는 초저온 미세분쇄법을 사용한다. 식품의 수분과 유분을 얼려 깨뜨려 분해한다. 또한 이 과정에서 사용된 질소에 의해 주변의 산소 접근이 어려워져 산화를 막고 저장 및 유통성, 더 나아가 상품성이 우수해진다. 또한 3D 프린팅의 재료로 사용하기도 쉽다.

식품의 미세화에는 또 다른 이점도 있다. 바로 식품의 맛을 변화시킬 수 있다는 것이다. 한 식품의 맛은 의외로 간단하게 정해지지 않는

02

연구에 사용하는 3D 프린터들. 기성 제품은 없고 다 직접 제작한 것이다.

다. 맛을 정하는 요소에는 기본적인 풍미(미각과 후각 자극) 외에도 기계물리적인 요소인 식감, 체내에서의 활용 방식이 있다.

생활 속의 예를 들어보자. 갓 만들어진 아이스크림과 그 아이스크림을 한 번 녹였다가 다시 얼린 것은 먹었을 때 맛이 다르게 느껴진다. 아이스크림이 원래 가지고 있던 물리적 구조가 한 번 망가지고 재편성되었기 때문이다. 이 교수가 연구하는 3D 프린팅 방식은 이렇게 중요한 물리적 구조를 최적화해 풍미와 식감을 변화시킬 수 있다. 현재 이론상으로는 마이크로미터 단위까지 식품의 물리적 구조를 재현할 수 있다. 더 나아가간다면 맛과 향, 영양분까지도 조정함으로써 기존의 식품보다 훨씬 다차원적이고 감각적인 식품을 만들 수도 있다.

## 4차 산업혁명 시대에 맞는 음식으로 엄청난 파급효과를

이러한 연구는 어떤 의미를 갖고 있는가? 단순히 '3D 프린터로 음식을 만들어 봤다'는 수준에 그치지 않는다. 실로 엄청난 파급효과를 갖는 연구다. 간단히 말하면, 이전에는 상상할 수 없던 다양한 특수식을 만들 수 있게 됐다는 것이다.

가장 먼저 떠오르는 것은 우주식량, 전투식량처럼 가혹한 조건하에서 먹는 것을 만들 수 있다는 점이다. 이 중 우주식량의 예를 들어보자. 초창기 우주식량은 튜브에 든 치약 형태였다. 당연한 얘기지만 제조

### 03

직접 만든 식품 구조물. 식품의 물리적 구조를 조절해 식감과 체내 이용률을 극대화할 수 있다는 것이 3D 프린터를 사용한 식품 제작과 가공의 묘미다.

과정에서 식품 고유의 물리적 구조가 파괴된다. 따라서 우주비행사에게 '지구의 맛'이나 '먹는 즐거움'을 주기 힘들었다. 이 문제를 해결하기 위해 동결건조 식량이 나왔지만, 이것은 먹을 때마다 일일이 물을 넣고 가열해야 하는 등 조리가 번거롭다. 그러나 우주선에서 3D 프린터로 음식을 만들면 전혀 번거롭지 않게 지구의 맛을 느낄 수 있다. 음식 재료의 보관도 한결 편해진 것은 물론이다. 또한 식량 보급이 끊어지기 일췌인 오지의 비상식이나 조리하기 어려운 항공기의 기내식 등에도 응용할 수 있다.

3D 프린터를 이용한 요리의 또 다른 응용 분야는 노인식이다. 이미 세계 인구의 고령화는 심각한 수준이다. 우리나라는 2025년, 전 세계는 2050년이면 고령화 인구 구조로 접어들 것이다. 그런데 노인은 젊은이와는 달리 음식을 섭취하는 능력이 떨어진다. 저작장애(씹는 능력 미약), 연하장애(삼키는 능력 미약), 소화장애 등이 있을 수 있다. 이러한 문제가 있는 노인도 맛있고 영양가 높은 식사를 할 수 있도록 음식의 물리적 구조를 개선할 수 있다. 인체 흡수율이 더욱 높고 거부감이 적은 형태의 의약품도 만들 수 있다.

또한 3D 프린터는 환경친화적인 식품 개발에도 사용될 수 있다. 현재 인류의 동물성 단백질을 공급하는 소, 돼지, 조류는 키우는 과정에서 환경을 오염시키는데다 질병 가능성도 있다. 이러한 문제를 타개

하기 위한 대안으로 곤충을 먹는 충식(蟲食)이 각광받고 있다. 곤충은 기르는 데 자원이 덜 들고, 환경 오염 요소도 적다. 그러나 문제는 거부감이다. 충식에 익숙지 않은 사람들에게 갑자기 곤충을 들이밀면 몇이나 먹을까 봐도 뻘하다. 때문에 곤충을 분해한 다음 3D 프린터로 물리적 구조를 재구성, 친숙한 식감과 형상으로 바꾸어 음식을 만들면 충식에 대한 거부감을 해소할 수 있다.

좀 지저분하긴 해도 3D 프린터를 사용한 음식 제조 기술은 인간의 배설물을 재활용해 음식으로 만드는 데까지도 이용될 수 있다. 이는 실제로 장기 우주비행을 위해 진지하게 연구되는 분야 중 하나다. 인간의 배설물이라고 해도 쓸 만한 영양소가 전혀 없는 것은 아니다. 때문에 이를 분해하고 멸균 가공해 3D 프린터에 넣어 재조립하면 다시 인간이 먹을 수 있는 음식으로 만들 수 있는 것이다.

3D 프린터를 이용한 식품 제조 기술은 우리나라를 먹거리 강국으로 변모시킬 수도 있다. 현재 세계 1위의 식품 수출국은 미국, 그 다음이 네덜란드다. 네덜란드 국토 면적은 남한의 반도 안 되는데 어떻게 이게 가능한가? 그 비결은 바로 외국 식품을 수입한 후 가공 수출하기 때문이다. 장차 우리나라가 3D 프린터를 이용한 식품 제조 및 가공 기술의 선진국이 된다면 이런 지위도 노려볼 만할 것이다.



# 03



## 04

## 04

재료를 구울 때 사용하는 로스팅 기계. 왼쪽 것은 적외선으로, 오른쪽 것은 가열 방식으로 굽는다. 적외선 방식이 훨씬 건강에 좋는데도 불구하고 사람들은 가열 방식을 더 맛있게 여긴다고 한다. 인간 미각의 까다로움과 보수성을 느끼게 해주는 대목이다.

놓았다. 우리나라의 연구계는 성과 위주의 연구만을 인정하려 한다. 즉, 실패를 용납 못하는 것이다. 그러나 아무도 가보지 못한 분야를 개척하는데 실패가 없을 리 없다.

한국은 세계 수위권의 생명공학과 나노공학 기술을 확보했다. 그러나 정부의 연구 규제는 필요 이상으로 엄격해 기술 발전을 저해하고 있다. 영미 등 선진국은 불필요한 규제를 가급적 해제하고, 대신 연구개발 중 문제가 생기면 기업에 엄격한 책임을 묻는다. 그러나 한국은 유사시 관에서만 책임을 다 떠맡는 구조이니 규제 개혁에 소극적인 것이다. 그러한 구조적 문제를 해결하고, 연구 성적이 뛰어난 연구자에게 더 큰 혜택과 기회를 주는 화이트리스트

## 05

연구실 한 편에 놓인 전자오락기. 연구자들의 스트레스 해소에 그만이라고 한다. 이진규 교수는 게임 실력도 보통이 아니었다.

형 방식을 채택해야 우리의 과학 기술이 더욱 크게 발전할 수 있으며, 장차 더 큰 기회가 열릴 것이라고 말하며 이 교수는 인터뷰를 마무리했다.

## 힘든 여건에서도 꾸준히 정진

하지만 이 교수의 연구 환경은 결코 완벽하지 않다. 그가 처음 이화여대에 부임해 3D 프린터를 이용한 식품 연구 이야기를 꺼냈을 때만 해도 주변에서는 그를 미친 사람으로 여기기까지 했다고 한다. 그러한 인식이 개선된 것은 산업부의 '발효두유를 이용한 향산화 화장품 개발', 농림식품기술기획평가원의 '소비자 맞춤형 식품 3D 프린팅 기술 및 제품 개발' 등 국가과제를 수행하면서 부터였다. 너무나 생소한 개념과 분야라 연구 파트너를 맡아줄 기업을 찾는 데도 어려움이 컸다고 한다. 결국 9번의 도전 끝에 링크솔루션과 협업해 연구를 진행하고 있다.

사실 이 교수가 연구하는 분야가

미개척 상태인 것은 맞다. 그 때문에 연구에도 크고 작은 애로사항이 있다고 한다. 예를 들어 이 교수팀이 식품 제조에 사용하는 3D 프린터도 모두 기성품이 아니다. 기성품은 식품 제조에 사용하기에는 여러 모로 미흡하기 때문이다. 따라서 3D 프린터도 직접 만들어 썼다. 앞으로도 연구를 진행하려면 관련 기계설비 설계 능력을 키워야 하는데, 그건 식품공학과는 별개의 영역이라 현재의 여건상 어려움이 많다고 이 교수는 토로했다. 그래도 이 연구에 큰 가치를 부여하고, 산업화·제품화할 수 있는 곳과 협력해 연구를 계속하고 싶다고 포부를 밝혔다.

마지막으로 이 교수는 국내의 연구 환경 전반에 대한 아쉬움을 털어



## 05

## 영화 '오블리비언' 속 재생에너지

갈수록 한계가 명확히 드러나 보이는 화석연료. 그 화석연료에만 의존하다가는 이 영화 속에서처럼 인류 문명의 종말을 맞이할지도 모른다. 하지만 판도라의 상자처럼 이 영화는 그런 암울한 분위기 속에서도 재생에너지라는 일말의 희망을 보여주었으니….

이동훈 [과학칼럼니스트]



지구의 바닷물을 착취하는 외계인의 기계. 바닷물에는 재생에너지인 수소가 잔뜩 녹아 있다.

외계인과의 전쟁으로 만신창이가 된 2077년의 지구를 배경으로 펼쳐지는 SF 영화 '오블리비언'은 좋게 말하면 특이한 작품이었고, 나쁘게 말하면 정말 재미 없었다. 요리로 따지면 재료는 훌륭했지만 요리사의 실력이 모자랐다고 할까? 주연은 무려 톰 크루즈와 모건 프리먼, 등장하는 소재도 외계인의 침공, 문명의 종말, 복제 인간, 수소에너지, 무인기, 연료전지 등등 화려했다. 그러나 조셉 코신스키 감독이 직접 썼다는 시나리오가 너무나도 진부한데다 개연성이 없었다. 훌륭한 소재를 짜임새 있게 엮지 못한 것이다. 웬지 같은 감독의 망작 '트론'의 그림자가 강하게 느껴지는 부분이기도 하다. 이 영화의 로튼 토마토 점수는 100점 만점에 52점. 국내 관객은 150여만 명을 기록했고, 1억 6000만 달러의 예산을 들여 약 2억9000만 달러의 박스오피스 수입을 벌어들였다고 하니 비평과 흥행 양쪽에서 그다지 대성공한 영화는 아니었다.

# OBLIVION

하지만 본지 독자의 시각에서 보면 나름 건질 부분은 있는 영화다. 바로 영화 속 재생에너지의 묘사가 그 부분이다.

### 물속의 재생에너지

영화에서 외계인 테트는 지구의 바닷물을 마구 착취해 간다. 바닷물에는 분명히 에너지가 있기 때문이다. 수소(H)에너지가 대표적이다. 다만 물이라면 지구 외에 다른 천체에도 있는데 왜 지구 것만 열심히 쓸어 가는지는 모르겠다만.

수소는 매우 이상적인 에너지원이다. 지구상에 얼마든지 존재한다는 게 가장 큰 장점이다. 지구상의 70%를 차지하는 바닷물(H<sub>2</sub>O)이 수소와 산소로 이루어져 있기 때문이다. 석유나 석탄, 풍력 등과는 달리 지역적인 편재도 없다. 지구상의 물이 다 말라버릴 때까지는 절대로 고갈될 걱정이 없다. 또한 수소는 공해가 없다. 물을 분해해 수소를 분리한 다음 이 수소를 필요한 곳에서 연료로 사용하면 된다. 수소는 연소하면서 산소와 결합해 다시 물이 되며, 어떠한 공해물질도 배출하지 않는다.

수소는 핵융합 반응을 통해 연료로 사용할 수도 있다. 삼중수소와 중수소가 핵융합 반응을 일으키면 헬륨-3과 함께 막대한 에너지가 생성되기 때문이다. 단, 아직 실용적인 인공 수소 핵융합로는 나오지 않았다.

영화에서는 중수소 연료전지가 나온다. 현재로서는 이 연료전지가 가장 현실적인 수소에너지의 활용 방식이라고 할 수 있다. 수소연료전지는 수소를 연소시킬 때 나오는 에너지를 전기로 변환시키는 배터리다.



외계인의 공격으로 파괴된 달.

수소연료전지는 연료인 수소 그리고 수소의 연소에 필요한 공기가 공급되는 한 이론상 무한히 전기를 발생시킬 수 있다. 또한 화석연료에 비해 에너지 효율이 높다(최대 60%). 하지만 중수소 연료전지를 고성능 폭탄 대용으로 사용하는 것은 아무리 생각해 봐도 영화에서 거짓말을 한 것 같다. 앞서도 언급한 수소 핵융합을 일으키지 않고서는 그 거대한 테트를 한 방에 날려버릴 만큼 강력한 폭발을 일으키기 어렵기 때문이다.

다만 꿈의 에너지로 보이는 수소에너지에도 문제점은 있다. 첫 번째로, 아직은 수소에너지로 수소에너지를 만드는 진정한 수소 경제 시대가 도래하지 않았다. 따라서 그런 인프라가 완비될 때까지는 공해를 일으키는 기존의 화석연료를 사용해 수소에너지를 만들어야 한다. 그리고 수소는 폭발력이 크고 금속을 부식시키기 때문에 안전한 저장과 관리가 그만큼 까다롭다.

### 우주 공간의 재생에너지, 달

영화에서는 외계인의 공격으로 달이 파괴됐다. 이 달도 알고 보면 엄청난 재생에너지의 근원이다. 달의 반지름은 1737km로 지구의 4분의 1, 질량은  $7.342 \times 10^{22} \text{kg}$ 으로 지구의 81분의 1에 달한다. 다른 태양계 행성의 위성과 비교해 보면 소속 행성에 비해 꽤 크고 무거운 편에 속한다. 즉, 지구에 가하는 인력이 그만큼 크다는 것이다.

달은 이러한 인력으로 매일같이 조수 간만, 즉 밀물과 썰물을 일으킨다. 지구상의 모든 바닷물을 당겼다 놔다 하는 것이다. 인간은 이를 이용해 조력발전을 할 수 있다. 밀물과 썰물이 발생하는 하루나 만을 방조제로 막고 발전기를 설치한다. 밀물이 돼 해수가 들어오



면 수문을 열어 방조제 안에 물을 채워 가두었다가, 썰물이 되면 가두었던 물을 일제히 방류한다. 이 방류되는 물이 발전기의 터빈을 돌려 전력이 생산되는 원리다. 조력발전은 해양에너지에 의한 발전 방식 중에서도 가장 먼저 개발됐다. 세계 최초의 대규모 조력발전소는 프랑스의 랑스 조력발전소(1966년 개장·시설 용량 240MW급)다. 우리나라에는 세계 최대 규모인 시화호 조력발전소(시설용량 254MW)가 있다. 달과 바다가 없어지지 않는 한 고갈될 위험 없이 사용할 수 있는 재생에너지다.

다만, 조력발전에도 문제는 있다. 무엇보다 지역적인 편차가 심하다. 조수 간만의 차가 악한 곳에는 설치할 수 없다. 그리고 발전기 터빈이 해양 생태계를 파괴하고, 물속에 잠기는 발전기의 구성품이 부식되거나 윤활유를 유출하는 등 환경을 오염시키는 요소가 없다는 말 못한다. 또한 설치 비용이 매우 비싸기 때문에 경제성이 떨어진다. 2011년 현재 가동 중인 조력발전소가 전 세계에 10개도 채 되지 않을 정도니, 아직까지는 인간이 사용하기에 그리 편리한 에너지는 아닌 것 같다.

하지만 달은 조력에너지 말고도 지구에 또 다른 큰 선물을 주었다. 바로 생물의 진화를 촉진한 것이다. 요즘도 많은 바다 생물을 보면 밀물, 즉 물이라는 자연 엄폐물이 많을 때 적으로부터 몸을 숨기거나 새끼를 낳는다. 즉, 달의 인력이 생물의 안전한 생활과 번식, 성장을 돕고 그만큼 충만한 진화의 기회를 준 것이다. 달이 이만큼 크고 강하지 않았더라면 현재 지구상의 생물군 규모도 지금보다는 훨씬 보잘 것 없었을 것이다.

조력발전소의 터빈. 밀물 때 들어온 물을 썰물 때 내보내면서 그 힘으로 이 터빈을 돌려 전력을 얻는다.



# R&D 관련 구인 및 구직

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



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

## 구인공고



바이로메드(viromed.co.kr)

R&D센터 바이오본부 유전자치료제 연구원

- 담당업무: 유전자치료제 연구개발 분자생물학실험 담당
- 응모자격 및 우대사항: 석사 이상(생명과학, 생물학 분자생물학, 면역학, 신경과학 등), 분자생물학 및 동물실험 다경험자
- 근무형태: 정규직(수습 6개월)
- 근무처: 서울 관악구
- 모집기간: 2019년 2월 7일까지
- 문의전화: 02-2102-7200



㈜센텀인터넷(ctit.co.kr)

[용인R&D센터] 2019년 JAVA 개발 경력자

- 담당업무: 웹·앱 프로그램 개발
- 응모자격 및 우대사항: 학사 이상, 관련학과 전공자, 경력 2년 이상, 인근 거주자, 프레젠테이션 능력 우수자, 문서 작성 우수자
- 근무형태: 정규직(수습 2개월)
- 근무처: 용인시 수지구
- 모집기간: 12월 21일까지
- 문의전화: 031-261-7093



을지대 산학협력단(miraeseum.or.kr)

성남 고령친화종합체험관 R&D센터 직원

- 담당업무: R&D 연구 및 행정, KOLAS 시험 및 행정, 장비운용 및 관리
- 응모자격 및 우대사항: 석사 이상, R&D 관련 업무 경력자, 컴퓨터 활용능력 우수자, 해당 직무 경력자
- 근무형태: 계약직(근무기간 협의)
- 근무처: 성남시 분당구
- 모집기간: 2019년 2월 18일(채용 시 마감)
- 문의전화: 031-784-7927

## QUIZ.

세계 최초 탄소 제로 도시를 표방하며  
아랍에미리트연합(UAE) 사막 한가운데  
건설되는 스마트 시티는 어디일까요?  
아랍어로 '원천'을 의미하는 이 도시는  
현재 10년째 건설 중으로,  
신재생에너지 기술과 비즈니스 모델을  
사업화해 세계 친환경 기술의 비즈니스  
허브로 거듭나고 있다.

### 62호 정답 및 당첨자

4D 프린팅



이호준, 최석준, 유상희



2019년 탁상 캘린더

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

EVENT <이달의 신기술> 부스 찾고 선물 받고!!!

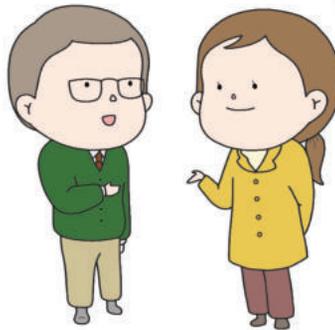
# 이달의 신기술



2018년 대한민국 산업기술 R&D대전이  
12월 5일부터 7일까지 코엑스 B홀에서  
개최됩니다. 전시기간 중 쿠폰을 소지하고  
<이달의 신기술> 부스를 방문하시면  
2019년 캘린더를 선물로 드립니다.

**Q&A**      **기술료 요율 및 기술료 납부 의무**

최초 기술 개발 협약 시 중소기업이었으나  
기술료 납부 시점에서는 중견기업이 된 경우  
기술료 요율은 어떻게 산정하는지요?



기술실시 보고서 제출 시점이 기준이므로  
중견기업 기술료 요율을 적용합니다.

기술료는 기술 개발이 완료된 후 최종 평가 결과  
'혁신성과, 보통, 성실수행' 판정으로  
비교소 기술료 납부 의무가 발생하므로  
기술료 납부 시점을 기준으로 판단해  
중견기업 요율을 적용합니다.

**Q** 1, 2차연도 과제는 중소기업(A)이 수행했으나  
3차연도부터는 대기업(B)으로 변경 승인된 경우,  
향후 기술 개발 성공 시 기술료 요율 적용은?

정상적인 양도양수계약 체결 시에는  
최종 평가 결과 '혁신성과, 보통, 성실수행' 판정으로  
비교소 기술료 납부 의무가 발생하므로  
전 기간 기술료 납부 시점의 기업 규모인 대기업 요율을 적용합니다.

하지만 양도양수계약 체결 불가 시  
(부도, 폐업, 납부 의무의 이전 거부 등)에는  
1, 2차연도(중소기업), 3차연도(대기업)로 분리해  
기술료를 납부합니다.

**Q** 기술 개발에 참여한 대기업 A사는  
당초부터 개발된 제품의 구매 계획만 가지고 있을 뿐  
직접 제품을 생산(개발)하지는 않는다고 주장하는 경우,  
기술료 납부 의무가 있나요?



A사는 사업비를 활용해 사양 확정 시험·평가,  
시제품 제작·검사 등 연구개발을 수행했고,  
그 결과 획득하는 성과물은 등록된 산업재산권뿐만 아니라  
보고서, 연구노트, 노하우, 경험, 암묵적 지식 등도 포함돼  
결과물은 A사에 귀속되므로 성과물 실시와 관계없이  
기술료 납부 의무가 존재합니다.

**Q** 중소기업(A)이 3차연도 과제 수행 도중 협약 위반으로  
사업 참여 중단, 행정제재가 부과된 경우,  
향후 기술 개발 성공 시 A사가 수령한  
1, 2차연도 기술료 납부 의무가 존재하나요?

사업 참여 중단  
행정 제재



실시·활용·기여x ⇒ 성과 실시 권리 획득 x

'성과'를 실시·활용·기여함이 없었으므로  
(과제 수행 도중 제재 및 해약과 함께 과제에서 영구 배제)  
성과를 실시하는 권리를 획득함으로써  
대신 납부하는 기술료의 납부 의무는 없습니다.

**Q** 최초 비영리기관이 수행하던 기술 개발 과제를  
영리기관이 양수받아 수행할 경우 최종 평가 결과  
'혁신성과, 보통, 성실수행' 평가 시 기술료 납부 의무는?

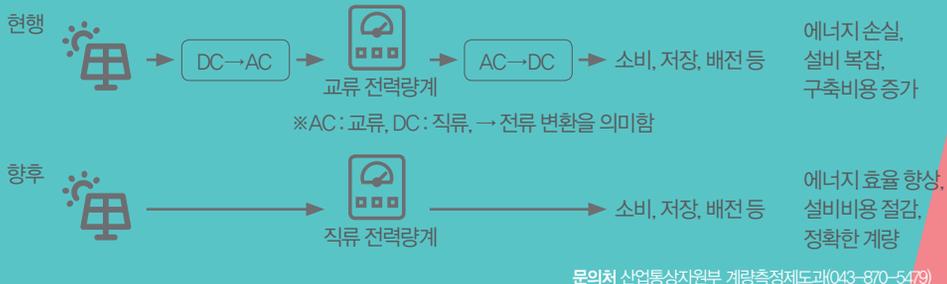


양도기관이 비영리기관인 경우 규정상 정부납부기술료가  
당초부터 존재하지 않아 기관 변경 전 비영리기관이  
사용한 정부출연금에 대한 기술료는 양수기관(영리기관)에서  
납부할 대상이 없는 것이므로 기술료 납부 의무도 없습니다.  
실제 영리기관에서 사용한 정부출연금에 대해서만  
기술료를 납부하면 됩니다.

## 태양광 등 신재생에너지 직접 계량 가능해진다

신재생에너지(태양광·풍력 등), 전기자동차 급속충전 등 에너지 신산업의 확대로 직류 전력 계량 수요가 증가함에 따라 정부가 직류 전력량계의 계량표준을 마련했다. 산업통상자원부 국가기술표준원은 직류 전력량계의 형식승인기준을 마련하고 11월 20일부터 시행에 들어갔다. 이에 따라 직류 전력량계는 계량 정확도, 내구성 등 계량 신뢰도를 유지할 수 있도록 법정계량기로 관리하며, 직류 전력량계의 개발과 보급도 촉진될 것으로 기대된다. 그동안 국내에는 직류 전력량계가 없어 직류 전력 계량 시에도 교류 전력량계를 사용해 왔으며, 계량을 위해 직류-교류 간 전력을 변환하는 과정에서 변환 손실이 최대 20% 이상 발생하는 것으로 알려졌다. 이번에 마련된 계량표준에 따라 신뢰성이 확보된 직류 전력량계가 시장에 출시되면 전력 변환 과정에서 발생하는 불필요한 전력 손실을 막아 에너지를 절감하는 것은 물론 소비자가 안심하고 직류 전력을 거래할 수 있는 환경이 조성될 것으로 기대된다. 이승우 국가기술표준원장은 "신뢰성이 확보된(형식승인을 취득한) 직류 전력량계 출시로 직류 전력 기반의 에너지 신산업이 더욱 가속화될 것으로 예상된다"면서 "향후 사물인터넷(IoT) 융·복합 계량기 등 차세대 스마트 미터링 분야의 표준 개발·보급에도 박차를 가해 에너지 신산업 분야에서 새로운 사업을 창출할 수 있도록 노력하겠다"고 밝혔다.

### 〈신재생에너지 ① 발전 ② 저장 ③ 소비 흐름 예〉



## 중소·중견기업에 대한 옵셔널 환변동 보험 지원 연장

산업통상자원부는 최근 원/달러 환율 변동성에 대비해 수출 중소·중견기업의 피해를 최소화하기 위해 지난해 11월 20일부터 올해 11월 16일까지 한시적으로 시행하기로 했던 옵셔널 환변동 보험 지원 방안을 올해 말까지 연장한다고 밝혔다. 지원 사항은 환율 상승 시 기업에 환수금 부담이 없는 옵셔널 환변동 보험 한도를 3배 확대(100만 달러 → 300만 달러)하는 것을 골자로 한다. 이번 조치는 올 12월 미국 연방공개시장위원회(FOMC, 12.18~19일) 회의 일정을 고려해 올해 말까지 한시적으로 추진되며, 동 회의 결과 및 시장 상황에 따라 추가 조치 여부를 검토할 예정이다. 이원희 산업통상자원부 수출입과장은 "최근 원/달러 역외시장인 NDF 환율이 하루에 5원 이상 널뛰기하는 장세가 지속되는 등 선물 시장에서 원/달러 환율의 변동성이 조금씩 확대되는 추세"라며 "산업부는 원/달러 환율의 선물 시장 변동성 확대가 현물 시장에 미치는 영향을 면밀하게 모니터링해 수출 중소·중견기업의 피해를 최소화하기 위해 신속하게 대응해 나가겠다"고 강조했다.

DECEMBER 2018

VOL.  
**63**

NEW  
TECHNOLOGY  
OF THE  
MONTH

# 이달의 신기술

정기구독 안내

계좌번호

038-132084-01-016 기업은행

1005-102-350334 우리은행

전화

02-360-4845

온라인 신청

<https://goo.gl/u7bsDQ>

이메일 접수

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

구독료

50,000원 (연간)



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

