

이달의 신기술

11

NOVEMBER 2017

VOL. 50

KEY WORD

기후변화 대처 논의
G1 vs G19

기술의 발자국

탄소 제거 기술의
현재와 미래

NEXT

기후변화와 도시화를
동시에 해결할 수 있는
스마트시티



GLOBAL TREND

미국의 탄소배출권 거래소

기후변화 해결하고 대안 제시하는

4차 산업혁명과 스마트시티

산업기술 경제동향

에너지 정책의 패러다임
전환 12

GLOBAL ISSUE

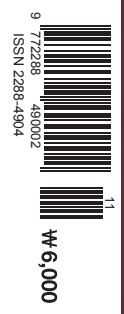
미국의 기후변화 대응 정책
변화 18

이달의 산업기술상 신기술

한국형 원전 기술의 우수성을 세계에 알린다
한전KPS(주) 34

이달의 산업기술상 사업화

블랙아웃의 공포로부터 벗어나다
(주)리젠코 40



9 772288 480002

₩6,000

C O N T E N T S

VOL. 50 · NOVEMBER 2017



이달의 신기술

등록일자 2013년 8월 24일
발행일 2017년 10월 31일
발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시현
발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,
한국산업기술진흥원, 한국공학한림원
주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원
후원 산업통상자원부
편집위원 산업통상자원부 이상훈 국장, 김홍주 과장, 성시내 사무관,
허희정 사무관, 김덕기 사무관, 정민재 사무관, 조원철 사무관,
강희경 사무관, 이희주 주무관, 이안영 주무관
한국산업기술평가관리원 김상태 본부장, 신성윤 단장
하석호 팀장, 박종성 책임, 마형철 책임
한국에너지기술평가원 이희웅 본부장
한국산업기술진흥원 장필호 본부장
한국산업기술미디어재단 정경영 상임이사
한국공학한림원 남상욱 사무처장
편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)
인쇄 디자인범신 (042-254-8737)
구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com
문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)
잡지등록 대구동, 라00026

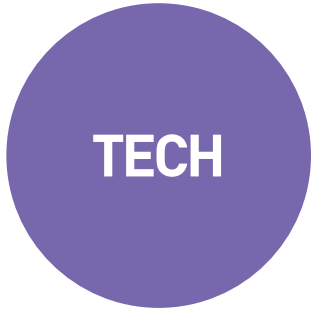
* 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술평가관리원이 보유하며,
발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.

11월호

THEME

COLUMN	02
4차 산업혁명보다 중요한 것	
OPINION	06
기후변화 시뮬레이션이 던지는 시사점	
산업기술 경제동향	12
에너지 정책의 패러다임 전환	
GLOBAL ISSUE	18
미국의 기후변화 대응 정책 변화	
GLOBAL TREND	24
미국의 탄소배출권 거래소	
유망기술	28
선박에서 배출되는 미세먼지 저감을 위한 배기가스 후처리 장치	





① 이달의 산업기술상 신기술_ 한전KPS㈜ 한국형 원전 기술의 우수성을 세계에 알린다	34
② 이달의 산업기술상 사업화_ ㈜리젠코 블랙아웃의 공포로부터 벗어나다	

이달의 새로 나온 기술	45
--------------	----

이달의 사업화 성공 기술	51
---------------	----

PASSION

ZOOM IN 2017 대한민국 산업기술 R&D대전	54
---------------------------------	----

R&D 기업 ㈜딜리_ 디지털 잉크젯 기술 분야 글로벌 리더를 향해 나아가다	60
--	----

FUTURE

TOPIC 탄소 배출 절감 및 미세먼지 저감을 위한 전기자동차	64
---------------------------------------	----

NEXT 기후변화와 도시화를 동시에 해결할 수 있는 스마트시티	68
---------------------------------------	----

KEY WORD 기후변화 대처 논의 G1 vs G19	72
----------------------------------	----

NEW 쿠쿠전자 '코드리스 공기청정기'	78
--------------------------	----

CULTURE

기술의 발자국 탄소 제거 기술의 현재와 미래	80
-----------------------------	----

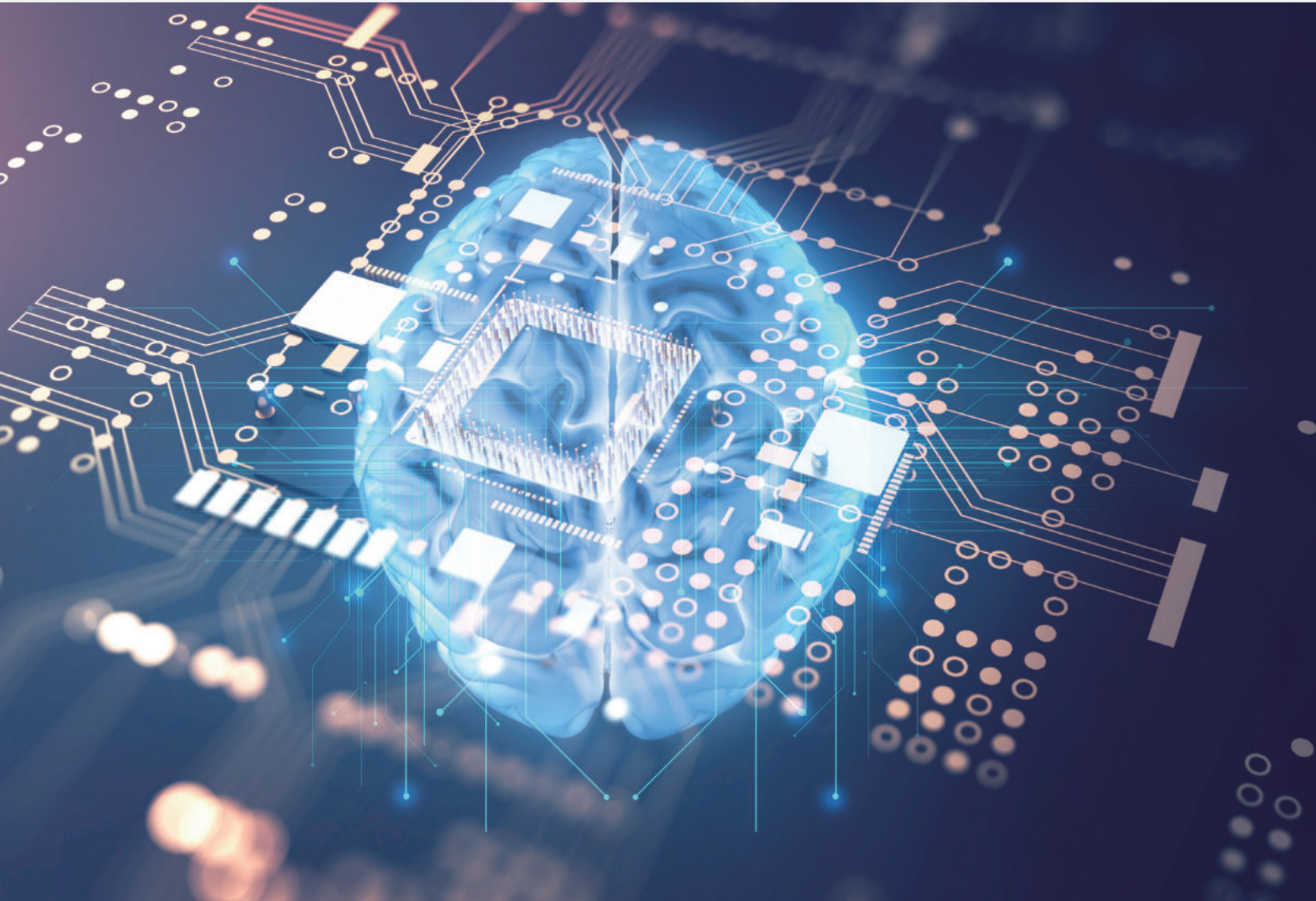
기술과 문화 '투모로우'에 나타난 기후변화의 다면성	84
---------------------------------	----

리쿠르팅	86
------	----

Q&A	87
-----	----

News	88
------	----





4차 산업혁명보다 중요한 것

긴 추석 연휴를 즐기기에는 과학 기술과 관련한 우려스러운 뉴스가 많아서 마음이 편치 않았다. 인간 중심(Homo Sapiens)의 사회는 이제 끝나고 앞으로는 인간과 가상세계가 함께 발전한다는 미래사회(Homo Deus)가 나타날 것이라는 유명한 인문학자의 말도 여운이 남는다. 세계 최고의 연구개발 투자 수준을 자랑하고 있지만 한편으로는 걱정스럽다. 정권마다 새로운 캐치프레이즈를 제시해 과학기술계에 대한 기대를 보여주었지만 제대로 부응하지 못한 것이 아닌가 죄책감마저 든다. 얼마 전에는 살충제 달걀로 온 나라가 시끄러웠고, 지난주에는 조류인플루엔자가 또 발생했다. 아! 새로운 학문의 개척은 고사하고 사회문제조차 제대로 해결하지 못하고 있으니 갑갑할 따름이다. Homo Deus 시대는 코앞이러는데!



문길주
[과학기술연합대학원대학교(UST) 총장]

대학은 왜 존재하는가?

국가는 왜 대학을 설립해 인재를 양성하고, 연구소를 설립해 기술을 개발하는가? 평범한 질문이지만 사람마다 그 답은 많이 다르다. 의견의 다양성은 존중돼야 마땅하지만 진정 미래를 위한 교육, 연구를 지향할 수 있도록 사회적 합의점은 반드시 찾아야만 한다. 그렇지 못하면 의결권자가 누구냐에 따라 정책이 갈팡질팡하게 되고, 국민을 실망시킬 수밖에 없다. 백년대계로 추진돼야 할 지식 정책과 인력 정책(달리 연구개발 정책과 교육 정책)이 이런 상황에 빠진다면, 당장 감지하지는 못하겠지만 세월이 갈수록 국력이 약해진다. 이를 회복하려면 또 다른 수십 년의 세월이 필요할 것인데, 회복을 위한 처방전을 놓고 다시 합의를 찾지 못하면 결국 '소탐대실의 늪'에 빠지고 만다.

한때 일치단결해 밤잠을 설치며 일하던 선배들의 모습은 다 어디로 갔는가? 기억하건대 그때는 신이 나서 자발적으로 일을 했다. 지금은 소득수준이 높아지고, 시대가 바뀌어 새로운 세대를 이해하지 못하는 것이 원인일까?

독창적 연구기반 마련할 시점

우리는 전통학문을 이어받기보다는 서구식 학문으로 모든 학술영역을 대체했다. 처지가 비슷한 일본은 독자적 학술 발전 체계를 확립했지만, 냉정히 말해 우리는 아직 부족한 점이 많다. 탁월하다는 학자도 그 학문적 뿌리는 선진국의 연구에 두고 있으며, 자신이 배출한 박사보다 해외 파 박사를 더 선호하는 실정이다. 이제는 독창적 연구(Originality)를 위한 기반을 마련해야 할 시점 아닐까. 선진국에서 배워

온 파편적 지식을 싹 틔워 성장시키거나 독자적 학문으로 변화시키지 못하고, 자기가 가진 지식의 중요성만 강조하는 모습을 흔히 찾아볼 수 있다. 그러나 학문 간의 융합은 형식적 수준에 그치는 경우가 허다하다. 최근 뉴스에 따르면 젊은 교수와 과학자들이 이런 현실에 실망해 한국을 떠나는 일마저 늘고 있다.

학문적 뿌리가 약하면 결국 국가 차원에서 지식의 종속을 벗어나지 못하게 된다. 지식의 종속은 기술 종속에 직결돼 경제발전뿐 아니라 국가의 자주성에도 치명적 약점이 된다. 만약 국가 중대사에 선진국의 자문을 받아야만 안심할 수 있다면, 우리나라는 강대국의 과학을 따라하는 종속국과 다를 바 없다. 국가의 자주성은 국민이 자국의 지식인을 신뢰하는 토대 위에서 길러진다.

선진국에서 배워온 짧은 지식이 우리나라에서 지나치게 강조돼 왜곡된 모습으로 자리 잡은 경우도 있다. 사회 전반에 만연한 평가제도가 대표적이다. 행정학에서 출발한 직무평가와 기관평가 개념이 지나치게 강조돼 절대적 위상을 발휘하고 있다. 개념이 창안된 선진국에서조차 이렇게까지 하지 않는데, 우리는 사람이나 기관을 위원회 평가로 한 줄에 세울 수 있다고 믿는다. 동일한 사안이라도 평가자에 따라 결과가 달라질 수 있음을 뻔히 알면서도 평가 결과라는 것은 절대적으로 신봉된다.

지식보다 더 중요한 것

우리나라는 근대화 과정에서 선진국으로부터 많은 것을 도입했지만 소프트웨어(정신문화적 요소)는 도입할 수도 없었고 현실에 적용하지도 못했다. 결과적으로 대

학, 연구기관, 학술단체, 실험실의 운영체계에 권위주의나 갑을관계, 관료주의와 동양적 집단주의 등 비합리적 요소가 여전히 남아 있다. 선진국에서 갖 귀국한 젊은 과학자들이 국내 실정을 견디지 못하는 이유가 여기에 있는지 모른다.

특히 갑을관계는 민주주의의 근간을 흔드는 해악임에도 불구하고 갑의 위치에 선 지도자들은 개선할 마음이 없어 보인다. 지식인들은 지적하지도 않는다. 갑을관계가 팽배한 사회에서는 계약서, 규범, 가이드라인이 자세하지 않다. 모든 것은 갑의 해석에 따라 결정될 뿐이다. 문제가 생기면 규범이 없어서 처리할 수 없다는 변명도 자주 나온다. 옳은 합리적 권리를 주장하기보다 갑과 좋은 관계를 유지하는 것이 더 유리하다. 이런 사회에서는 사회적 신뢰가 형성되기 어렵다. 사소한 경쟁에서조차 정당하지 못하다고 일반 국민들은 간주하기 때문이다. 지난해 우리나라의 부패인식지수가 176개국 중 52번째로 낮은 이유는 실제의 부패보다는 지도자나 지식인을 바라보는 국민의 인식이 그렇다는 것이다. 갑이 옳은 권리를 먼저 말해 줄 수 있는 사회가 민주사회다.

불확실성 최소화,

예측 가능성 최대화

사회적 신뢰의 실추는 여러 형식으로 발생한다. 개인의 비도덕적 품행이 가장 큰 원인이겠지만, 경쟁과 평가의 공정성, 사회적 이슈에 대한 대응, 정부 정책의 발표와 이행 과정에서도 발생한다. 신뢰를 높이기 위해서는 거짓도 없어야겠지만 약속이 지켜져야 하며, 정확한 발표(말과 글)도 매우 중요하다. 즉, 윤리도 중요하지만 '불

확실성을 최소화하고 예측 가능성을 최대화하려는 노력'이 중요하다는 뜻이다. 절차는 행정학이지만 방법과 기준은 과학적으로 결정돼야 신뢰가 쌓인다.

예를 들어, 사회적 문제가 발생하면 그 인과관계를 과학적으로 밝힐 수 있어야 하고, 그 결과를 진실되게 발표할 수 있어야 한다. 이익집단이나 정치적 의도는 배제되는 것이 마땅하다. 그리고 그 사회적 문제가 재발되지 않도록 미래를 위해 기록이 잘 정리돼야 함은 당연하다. 광우병 사태, 세월호 사건, 가슴기 살균제, 살충제 달걀 등 수많은 사회문제의 대응에 과학이 얼마나 적용되었는가? 그리고 그 인과관계는 어떻게 정리됐으며 재발을 막기 위해 어떠한 조치가 나왔는가? 모든 노력과 결과가 축적된 시간이고 기술로 정리돼야 미래 기술의 원동력이 될 수 있다.

전문성과 윤리성으로 국가지식생태계 키워야

국가적 어젠다를 수행하기 위해서는 정부가 일관성을 갖고 정부연구기관(출연연)을 활용해야 한다. 구체적으로는 주무부처가 큰 그림을 그리면 이에 따라 각 연구기관이 독자적 전략을 수립하며, 이에 맞춰 연구원들이 자율과 책임의 원칙 아래 연구할 수 있는 운영체계가 절실하다. 예산 배분의 관점에서는 이러한 Top-down형 연구에 정부연구비의 90%가 투입되고, 연구자 개개인을 키우는 Bottom-up형 연구에 10%를 투입하되,¹⁾ 수월성이 인정되는 연구자로 하여금 정부 과제의 참여 기회를 주는 것이 바람직해 보인다.

1) 미국의 경우 2016년 정부연구개발예산(\$146.4B)의 5%(\$7344M)가 개인 기초연구에 투입됐다.

제대로 된 '국가지식생태계'를 보유하려면, 어떤 연구팀을 어느 정도 규모로 보유헌 것인가의 외형적 특징도 중요하지만, 내면의 운영체제도 매우 중요하다. 건설적 경쟁을 유지시키는 평가, 상호존중과 개방성을 이끌어 내는 Lab 운영, 여러 분야의 연구자와 엔지니어들이 협력할 수 있는 조직관리, 기술 경험이 축적될 수 있는 인력관리, 돈과 권력에 영합하지 않는 윤리적 자세 등 운영체계의 구성요소는 우리가 독자적으로 발전시켜야 할 문화적 요소지만 아직 손을 쓰지 못하고 있다. 지식생태계에 작용하는 행정논리와 경제논리도 견제해야 한다. 연구의 불확실성을 이해하고 연구활동의 유연성을 높이기 위해서는 암묵지를 이해하는 사람이 정책을 맡아야 한다. 국가지식생태계를 키우는 업무는 전문성과 윤리성이 요구되는 일이다.

문제를 해결할 수 있는 건전한 생태계 조성

근대화 초기에는 너무나 가진 것이 없었기 때문에 무슨 일이든 열심히 하거나 하면 성과가 나왔다. 그러나 국가가 발전하고 사회구조가 치밀해진 지금은 무슨 일을 하려고 하면 다른 분야와 충돌이 일어나거나 타인의 이익을 침해하기 쉽다. 그래서 상황의 파악과 방법의 설계가 더욱 정교해져야 한다. 자유무역협정(FTA), 기후변화, 에너지 정책, 질병 대응, 비정규직 문제에 이르기까지 정교한 손익분석과 과학 기술 및 인문학을 아우르는 대응책이 필요한데, 누가 이 일을 할 것인가?

앞서 강조했듯이 해답은 '유능하고 건강한 국가지식생태계의 보유'에 있다.

국가의 중요한 문제를 자력으로 해결할 수 있어야 자주성이 높아지고 사회적 신뢰가 형성되며 국민이 자긍심을 가진다. 선진국이 막강한 정부연구소를 운영하는 이유가 여기 있다. 그러나 우리의 지식생태계는 대학은 너무 많고 연구소는 영세하며 운영 시스템은 지나치게 행정편의적이다. 지식의 확대가 중요하다고 해서 연구비만 증액하면 해결되는 것이 아니다.

건전한 생태계 못지않게 과학자들의 자세도 중요하다. 전문지식만큼이나 새로운 사회에 대한 통찰력, 적응력, 마음가짐이 기본이 돼야 한다. 각자가 개방적 마인드를 갖고 호기심을 발휘할 수 있는 풍토는 무엇보다도 중요한 인프라다.

학문은 사회적 신뢰를 제고하고, 사회적 신뢰는 학문에 대한 투자를 이끌어 주는 공진화(共進化)가 궤도에 올라야 한다. 처음부터 크게 시작할 필요는 없다. 우선 유능한 연구집단(연구팀, 사업단)부터 우리가 직면한 문제를 해결하는 모습을 보여주고, 이런 연구집단을 하나 둘씩 확대해 나가면 된다. 이러한 정책이 마련되는 데 있어 사회적 합의가 바탕이 된다면 더 바람이 없겠다.



THE 15TH DESIGN KOREA 2017

NOV 08-12, 2017

KINTEX(ILSAN, KOREA)

CENTER 1 HALL4-5

주최.  산업통상자원부

주관.  kidp 한국디자인진흥원
Korea Institute of Design Promotion



주제.

THE DESIGN 4.0

New Normal Design Economy

- 4차 산업혁명은 디자인혁명이다

전시구성.

THINKERS

디자이너+소비자

MAKERS

디자이너+엔지니어

RUNNERS

디자이너+마케터

기후변화 시뮬레이션이 던지는 시사점



1년 전만 해도 이런 글을 쓰게 될 줄은 몰랐다. 경영학 박사로서, 대학교수로서, 기업체 임원으로서 경력이 꽤 있는 나는 늘 도전적이면서도 무난한 생활을 하고 있었다. 그런데 미국 MIT 경영대에서 1960년대 개발돼 전 세계에 퍼져 있는 시스템 다이내믹스(System Dynamics)라는 복잡계 학문에 발을 들여놓으면서 내 인생이 과거에는 전혀 생각하지 못했던 방향으로 전개되고 있다. 물론, 나는 후회 없고 심지어 행복하다. 최근에는 전 세계에서 가장 유명한, 심지어 누구나 사용할 수 있도록 공개된 기후변화 시뮬레이션 프로그램(C-ROADS)을 성인은 물론 초중고 학생들에게 유엔기후변화협상게임을 통해 소개하고 있다.

정창권 [사한국시스템다이내믹스학회 학회장]

부상하고 있는 유엔기후변화협상게임

유엔기후변화협상게임에서 참가자들은 유엔에 모인 각국 대표가 돼 2015년 있었던 파리협약처럼 지구 온난화를 저지하는 노력을 기울여 2100년 기준으로 산업화 이전 대비 지구의 온도가 2도 이상 상승하지 않도록 협상안을 도출한다. 아무런 조치를 취하지 않았을 때의 예상 온도는 4.2도다.

내가 이 게임에 빠져든 이유는 컴퓨터 시뮬레이션의 장점을 살려 먼 미래를 손에 잡힐 듯 선명하게 보여주기 때문이다. 그만큼 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램이 핵심인데 여타 미래 예측 프로그램과 비교가 안 될 정도로 뛰어나다. MIT 경영대의 존 스터먼 교수가 이미 20여 년 전에 시스템 다이내믹스 모델링 기법으로 이 프로그램을 개발했고, 이후 오랜 시간 검증을 받았는데 2009년 덴마크 코펜하겐에서 개최된 지구온난화 대응 관련 정상회의에 참석하려는 버락 오바마 전 미국 대통령에게 미래 시나리오를 브리핑하면서 이 프로그램을 사용한 것이 계기가 돼 더욱 유명해졌

다. 이런 프로그램을 어린 학생들이 가지고 놀면서 미래를 논하니 얼마나 매력적인가.

작년 7월 네덜란드에서 개최된 세계시스템다이내믹스학회 학술대회에서 그 유명한 기후변화 예측 프로그램을 유엔기후변화협상게임으로 발전시킨 것을 보고 열심히 배워 바로 다음 달 서울시교육청에서 교사 연수로 이 게임을 국내에 처음 소개했다. 작년 8월 이후 지금까지 우리나라에서는 1500명이 참여했다. 연말까지 2000명에 이를 것으로 기대된다. 그만큼 우리나라에서도 환경교육에 관한 갈증이 매우 높았다는 것을 보여준다. 그도 그럴 것이 우리나라 교사 49만 명 중에서 환경교사는 고작 28명이고, 서울에는 경희중 신경준 교사가 유일할 정도로 환경교육은 척박하기 때문이다.

유엔기후변화협상게임의 시사점

작년 8월 처음 한국에 소개한 이래 지금까지 약 1500명이 이 게임에 참여했고, 입소문으로 계속 늘고 있다. 덩달아 내가 양

성한 강사들도 바빠지고 있다. 이 게임이 급속도로 퍼진 이유는 반전의 연속에 깨달음이 크기 때문이다.

우선 참여자들은 각국의 대표로서 각국 입장에 충실하기 위해 기밀문서를 받는다. 이 기밀문서의 핵심은 정치적으로 실현 가능하도록 협상해야 한다는 점이다. 결국, 자국으로 돌아가 다양한 입법을 통해 이산화탄소 배출량을 줄여야 하는데 정치인, 정부, 언론, 기업, 환경운동가, 언론의 반발을 이겨낼 수 있는지를 살펴야 한다.

예를 들어 파리협약을 공식적으로 탈퇴하겠다고 선언한 도널드 트럼프 미국 대통령을 생각하면 미국 대표가 후하게 협상을 할 수 없는 노릇이다. 게다가 중국은 오로지 시진핑을 중심으로 하는 당의 의사결정만 바라볼 수밖에 없다. 인도는 또 어떤가. 1인당 GDP가 전 세계에서 가장 낮은 나라다. 이런 나라에 이산화탄소를 줄여달라고 요구하는 것은 경제 개발을 하지 말라는 뜻이 되는데 협상이 가당키나 하겠나. 하이라이트는 개도국이다. 이 게임에서는 국제사회가 불평등하다는 것을 극적으로 묘



<그림 1> 국내에 게임을 보급하는 모습 사진: 조태현 사진작가

사하기 위해 개도국 대표를 땅바닥에 앉히고 음료수도 지급하지 않는다. 선진국의 산업 발전을 위해 발생한 이산화탄소를 이제 와서 줄이라고 하면 개도국이 순순히 받아들이리 없다.

결국, 협상 결과는 결코 만족스럽게 나오지 않는다. 한 번 더 협상을 해도 마찬가지다. 여기에 화석연료 기업을 대변하는 로비스트가 활약하게 되면 지구의 온도는 오히려 상승하기도 한다. 참여자들은 좌절감과 분노, 슬픔을 경험하게 된다. 그나마 협상 결과 지구의 온도가, 비록 유엔의 목표에는 미달했지만, 1도 이상 많이 낮춘 경우

에도 해수면이 상승하는 추세는 변함없다. 여기에서 또다시 충격을 받는다. 해수면이 상승하면 해안가에 살고 있는 전 세계 인구의 50% 뿐만 아니라 저지대 국가에 치명적인 피해를 입는다. 참여자들은 우울해지기 시작한다. 해도 해도 안 되는 무기력에 빠지게 되기 때문이다.

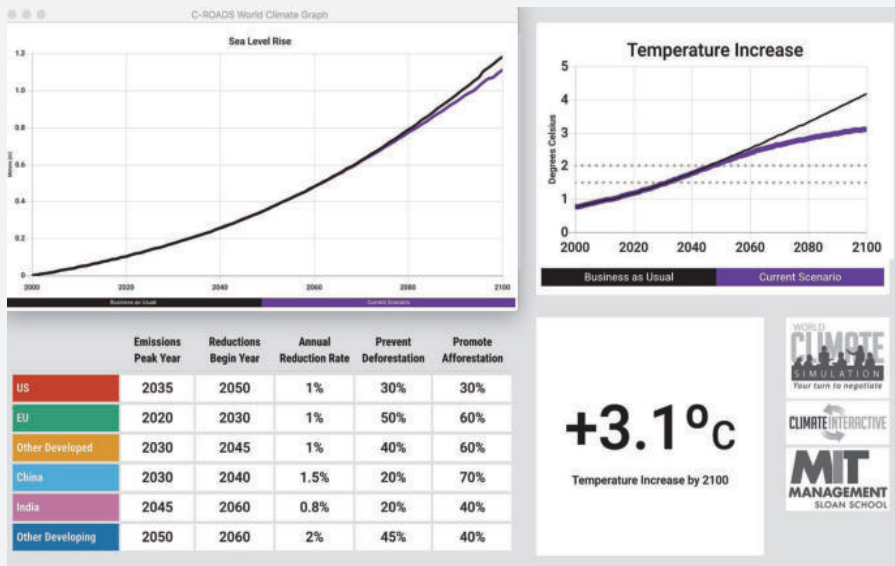
마침내 구조의 무서움을 알게 된다. 각국의 입장 차이가 바로 협상 결과를 형편없게 만드는 구조라는 점. 하지만 이 구조를 바꾸기 쉽지 않다는 점을 깊이 깨닫는다. 그러나 다양한 참여자들의 목소리를 통해 어렵다는 것이 불가능한 것이 아니라는 것

을 다시 한 번 되새긴다. 어느 중학생의 후기에 이런 성찰이 묻어나온다.

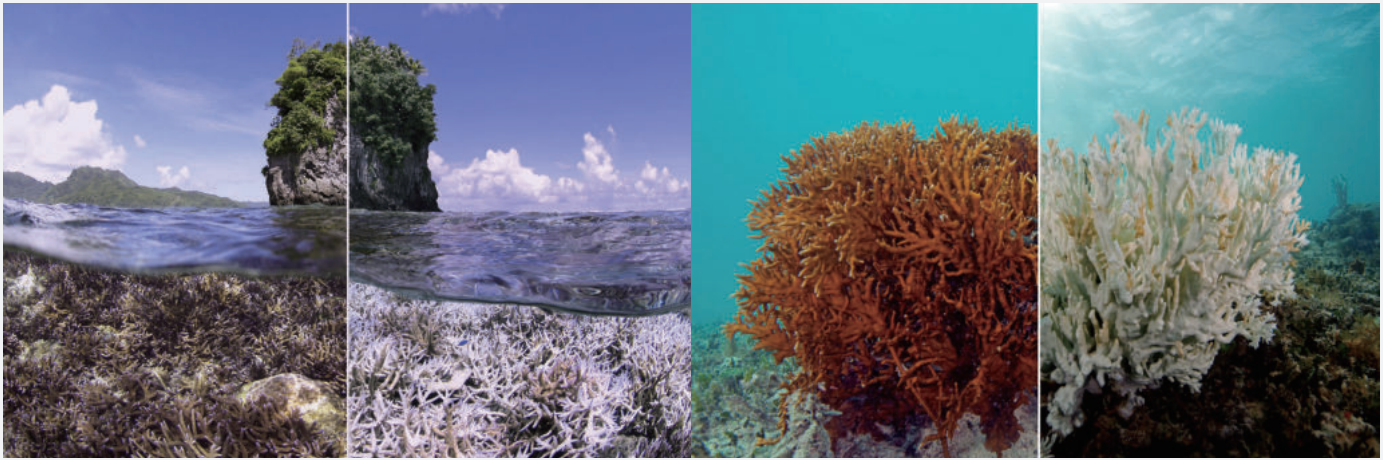
“(중략) 하지만 백 년 동안 2도를 낮추지 못했다고 어차피 안 될 거 그냥 노력하지 말자. 이렇게 생각할 순 없습니다. 우리의 자녀, 손자, 손녀 등 인류는 2100년을 살아 갈 것입니다. 그렇기에 선진국, 개발도상국 모두 기후변화에 더 열심히 대응해야 할 것입니다. (중략) 국민을 설득할 수 있는 범위에서 협상하다 보니 국민이 정말 깨어 있지 않은 이상 엄청나게 대단한 실행을 주장할 수도 없었습니다. 그렇기에 세계적인 협상을 잘해서 기후변화에 성공적으로 대응하려면 사람들이 깨어 있어야 합니다.”

달걀로 바위 치기가 불가능의 상징이라면 달걀이 수백만 개로 많아지면 옆에서 돌을 던지는 사람도 생기지 않을까. 현재까지 전 세계에서 이 게임에 참여한 사람은 2015년부터 지금까지 3만4000여 명에 이른다. 그 수의 증가 속도는 갈수록 빨라지고 있다. “구조가 행태에 영향을 미치지 만 구조를 바꾸는 것 역시 사람이다. 구조를 바꾸는 것은 혼자 힘으로 절대 안 되는 매우 어려운 일이다. 하지만 어렵다는 것이 불가능하다는 것이 아니다.” 이것이 이 게임이 던지는 시사점이다.

그리고 나는 늘 한마디 더 한다. 나는 이 게임에서 보여주는 2100년을 못 보지만, 어린 학생과 우리 자녀는 보게 되기 때문에 이런 암울한 미래를 넘겨주게 되어 미안하다는 취지의 이야기다. 그런데 최근 산호초의 이야기를 듣고 나서는 이런 소리가 쑥 들어갔다. 먼 미래 이야기가 아니기 때문이다.



<그림 2> 지구 온도 해수면 상승 비교 출처: C-ROADS 화면 캡처



〈그림 3〉 산호의 백화 현상 전후 출처: cattinseaviewsurvey.com, 다큐멘터리 산호초를 찾아서 (Chasing Coral) 화면 캡처

산호가 들려주는 가까운 미래

숲에 나무가 있듯이 바다에는 산호가 거대한 해양 생태계를 떠받치고 있다. 해양 생물의 25%가 산호초의 영향을 받고 있기 때문이다. 그런데 최근 들어 아름다운 산호가 바닷속에서 하얗게 죽은 고목처럼 돼버리는 산호 백화 현상(Coral Bleaching)이 급격하게 늘고 있다. 이 산호가 해양 온도의 상승에 가장 민감하게 반응하고 있다.

위 사진은 백화 현상 전후를 비교한 것이다. 이런 끔찍한 변화가 두 달 안에도 벌어질 수 있어 이를 관찰하는 생물학자들은 경악한다. 산호가 사라지면 해양 생물의 25%가 영향을 받기 때문에 작은 물고기, 큰 물고기가 사라진다는 것을 의미한다. 이것은 그냥 한 종의 운명으로 치부할 일이 아니다. 이는 생태계가 붕괴하고 있다는 것을 의미한다. 종, 속, 과, 목을 넘어 유기 생명체 전체가 멸종될 가능성이 커지고 있다는 것이다. 이쯤 되면 또 그 소리나는 반응이 나올 법도 하다. 이런 멸종 이야기는 어제오늘 나온 것이 아니기 때문이다.

환경 이슈에서 가장 어려운 점은 최근 일

이 아니라는 점이다. 그래서 서서히 온도가 올라가는 냄비에 있는 개구리처럼 환경 변화를 받아들이고 있다. 하지만 다음과 같은 사실을 말하면 생각이 달라질까. 과학자들은 기후변화와 산호초를 같이 언급할 때는 기후변화 여부는 뒤로한 채 늘 기후변화에 따른 변화가 얼마나 나빠지느냐를 따진다. 아주 정말 심각한가 아니면 아주 심각한가 말이다.

최근 미국 해양대기청(NOAA) 산호초 감시프로그램을 책임지고 있는 마크 에이킨 박사에 따르면 해수 온도의 상승을 예측하는 자료 어디에서나 평균 25년 안에 전 세계 산호의 멸종이 예측된다고 한다. 과거에도 엘니뇨 현상과 같은 이상기후 때문에 산호초 백화 현상이 발생하곤 했지만 이내 회복됐다. 하지만 지금의 예측으로는 회복될 가능성이 점점 낮아지고 있다는 것이다. 즉, 한번 백화 현상이 나타나면 끝장이라는 것이다. 예측이 맞다면 - 틀리기를 정말 바라지만 모든 지표는 바르다고 외친다 - 25년 안에 산호초가 멸종되리라는 것은 충격이 아닐 수 없다. 우리 생애에 벌어지는 일이기 때문이다.

생태계에서 산호초 카드가 빠진다면

모든 생태계가 연결돼 있다는 것은 누구나 머릿속으로 알고 있다. 이런 예를 들면 좀 더 심각하게 받아들일까. 생태계는 워낙에 여러 장의 카드가 겹겹이 지탱해 주고 있는 카드 집이었다. 어느 카드가 나이 들어 빠지면 언제나 새로운 카드가 등장해서 카드 집을 지탱해줬다. 새로운 카드는 빠진 카드와 똑같지 않았다. 진화와 적응이 반복되면서 전혀 새로운 카드가 등장해도 자연스럽게 카드 집을 지탱해 주는 역할을 충실히 해 왔다. 그런데 산업화가 고도로 진행되고 지구온난화가 심해지면서 카드 중 일부가 물에 젖기도 하고 빠지기 시작했다. 그래서 그렇게 튼튼했던 카드 집이 점점 느슨해지기 시작했다. 그런데 어느 날 맨 밑에 있는 산호초라는 카드가 빠지려고 한다. 그리고 대체할 수 있는 카드가 없단다. 과연 이 생태계라는 카드 집은 어떻게 될 것인가. 만일 무너지게 되면 어디까지 영향을 미치게 될까.

앞으로 정부와 산업계는 이런 환경 변화에 적응하거나 악화되는 속도를 줄이는 노력을 할 것이다. 이런 노력이 누군가에게

는 고통이 되겠지만 미리 준비한 정부와 기업은 또 다른 기회를 선점하게 될 것이다. 환경 변화 그 자체는 주어진 사실이지만, 이 사실을 받아들이는 태도는 우리가 선택할 수 있기 때문이다. 등 떠밀려 할 것인지, 먼저 나서서 선두에 선 사람의 혜택을 누릴 것인지 선택을 강요받고 있다.

기후변화에 대응하는 미 해군의 교훈

이런 기후변화에 대응하는 것은 특정 분야에만 한정되지 않는다. 모두의 문제이기 때문이다. 미 해군이 기후변화 대응에 온 힘을 기울이고 있다면 이상하게 들릴까. 놀랍게도 ‘하버드비즈니스리뷰’ 2017년 7, 8월호 합본호에 ‘미 해군으로부터 배우는 기후변화 대응전략(Managing Climate Change: Lessons From The U.S. Navy)’이라는 논문이 이 소식을 들려주고 있다.

미국 버지니아 주에 있는 노퍽 해군기지(Naval Station Norfolk)가 대표적인 사례

로 나온다. 지구온난화가 해군 활동에 큰 지장을 주기 때문에 적극적으로 대처하게 되었다는 내용이다. 쉽게 말하면 기후변화에 따른 피해를 덜 입기 위한 노력(적응 전략)과 지구온난화를 줄이기 위한 적극적인 활동으로써 이산화탄소 배출량을 줄이는 노력(저감 전략)을 열심히 하고 있다는 것이다. 적응 전략을 위해 침수에 따른 부식이 덜 발생하기 위한 노력, 외래종 대 발생에 따른 피해 최소화 노력 등은 이해하기 쉬운데 해외 물자 수송 경로에 출몰하는 해적 관리 노력도 포함된 것은 의외였다.

하지만 기후변화가 심해지면서 해양 도시가 있는 개도국에서는 해적과 난민이 생기기 때문에 국익을 위해 잠재 위험 요인을 관리한다는 취지라고 하니 고개가 끄덕여진다. 저감 노력의 핵심은 이산화탄소 배출량을 줄이기 위해 에너지원의 다변화, 특히 태양광 에너지 사용을 극대화한다는

것이 주요 골자다. 하버드비즈니스리뷰가 미 해군을 다룬 이유는 간단하다. 미 해군도 필사적으로 하는데 기업들도 분발해야 한다는 취지다. 기후변화의 대응 자세가 우리와 사뭇 다르다.

미국방부는 기후변화대응 지침을 2014년부터 관리해 오고 있다. 기후변화는 이미 국방의 문제이기 때문이다. 이처럼 기후변화는 국방, 산업, 삶의 방식 모두를 송두리째 바꿔 놓을 것이다. 이런 변화는 인공지능과 함께하는 4차 산업혁명이 몰고 온 두려움과 변화보다 훨씬 크고 우리를 무기력하게 만들기에 충분하다. 우리 집 음식물 쓰레기의 분리수거를 잘한다고 해서 당장 지구의 온도가 낮아지지 않기 때문이다.

기후변화는 새로운 기회

산업계가 기후변화를 바라보는 가장 일반적인 태도는 내가 관여할 일이 아니라는 것이다. 그런데 누구나 이렇게 생각하고



〈그림 4〉 Naval Station Norfolk 출처: 위키피디아

있기 때문에 거꾸로 기회라고 할 수 있다. 이미 하버드비즈니스리뷰에서는 2014년 4월 커버스토리로 이 점을 다뤘다. 지구온난화의 현실에서 기업의 수익을 올릴 수 있는 다양한 사례와 전략을 소개하고 있다. 누구는 뒷집 지고 나 몰라라 할 때, 누구는 적극적으로 전략을 세워 새로운 비즈니스로 수익을 창출한다는 내용이다.

예를 들어 건원지간인 나이키와 아디다스는 물 없이 세탁할 수 있는 의류 개발을 위해 손을 잡았고, 역시 꺾끄러운 상대로 치면 최고 수준이라고 할 수 있는 그린피스와 코카콜라, 펄시콜라, 유니레버, 미국 소비자연맹이 같이 손잡고 연구개발하고 있다고 한다. 목적은 냉매 없는 냉장고를 개발하기 위해서. 물어뜯고 경쟁하기 이전에 이렇게 협력하는 이유는 서로에게 이익이 되기 때문이다. 미국 최대의 물류회사인 월마트는 향후 20년 안에 어떤 기후 악조건에서도 매장을 정상 운영하기 위해 에너지원을 최대한 태양광으로 사용하고 분산 발전시키며, 유통의 위험을 줄이기 위해 매장 인근에서 제품을 조달하는 전략을 발표한 바 있다. 2010년 출간돼 전 세계에 큰 파문을 일으킨 '블루이코노미'라는 책에서는 한술 더 떠 쓰레기와 곰팡이를 이용해 분해되는 바이오 플라스틱을 개발한 에바라(Ebara) 기업과 징그러운 구더기를 양식해 상처 치료제로 개발한 것처럼 쓰레기가 하나도 없는 자연의 위대함을 그대로 비즈니스에 활용한 사례를 소개하고 있다. 오로지 인공지능밖에 안 보이는 4차 산업혁명의 물결에서 허우적거리는 산업계가 기후변화에 대응하고 자연의 지혜를 활용하는 방향으로 새로운 4차 산업혁명의 물결을 만들면 어떨까.

행동과 결과 사이의 지연(Delay) 효과

시스템 다이내믹스(System Dynamics)가 시스템 구조를 언급할 때 가장 중요시하는 것이 지연 효과다. 다시 유엔기후변화협상 게임의 마지막 시사점으로 돌아가보자. 협상을 해도 해도 해수면 상승을 막지 못했다. 분명 각국의 노력으로 이산화탄소 배출이 줄어 들었는데 왜 해수면은 계속 상승하는 것일까. 그 이유는 지연에 있다. 각국의 행동이 결과로 나타나기까지 해수면은 너무 많은 시간을 요구한다. 우리나라 말의 어원에 따르면 '보편'을 받아주기 때문에 바다라고 하지 않는가. 모든 것을 받기 때문에 움직임이 더디다. 우리는 눈앞의 일만 바라보는 데 익숙하다 보니 의도하지 않게 나타나는 지연 효과에 대해서는 결과를 눈앞에서 직면해서야 허둥대면서 놀란다. 그래서 지연 효과가 무섭고, 그래서 지연 효과가 많이 엮여 있는 환경 문제가 무서운 것이다. 시스템 구조의 비선형(Nonlinearity) 성격 때문에 처음 변화의 속도가 느릴수록 급격하게 달라진다. 우리는 직관과 예상을 뛰어넘는 속도로 닥뜨리게 된다. 왜냐하면 비선형의 힘이 비례한다고 생각하기 때문이다. 사고에 익숙하기 때문에 정신을 차리게 되니 닥쳐오는 순간 미국 동부를 강타한 허리케인 같은 온도가 상승하면서 커진 것이라고 기후학자들은 이유를 설명하고 있다. 그렇다면 지구온난화와 맞물리면서 매년 '유사 이래 최대 규모'라는 타이틀이 붙은 허리케인이 발생한다는 뜻이다.

지금까지 유엔기후변화협상 게임부터 산호초의 멸종 이야기, 미국 해군인 기후변화

대응 전략 사례, 다국적 기업의 기후변화 대응 사례를 연결해봤다. 환경 문제는 모두의 문제이기도 하고, 딱 꼬집어 누구만의 문제도 아니기 때문에 이런 연결이 어색하고 비약으로 받아들여질 수 있다. 만약 그렇다면 그건 나의 설득력 문제다. 하지만 나는 감히 말할 수 있다. 4차 산업혁명의 중심에 기후변화 대응 전략이 있어야 한다. 그래야 우리가 한발 앞서 표준을 만들 수 있다. OECD 대한민국 대표부 일원으로서 파리협약에 참여한 산업통상자원부 전응길 서기관이 내가 진행한 유엔기후변화협상 게임에 참여한 후 이런 말을 했다. "이 게임은 정말 리얼하다. 국제사회가 평등하지 않다는 점을 잘 보여준다." 이처럼 기후변화에 대한 대응은 철저히 빈익빈 부익부 구조를 만든다. 한 나라에서도 그렇고, 국가 대 국가 사이에서도 마찬가지다. 또한 각국이 열심히 협상해서 2100년까지 지구의 온도가 현저하게 낮아진들 해수면 상승 억제



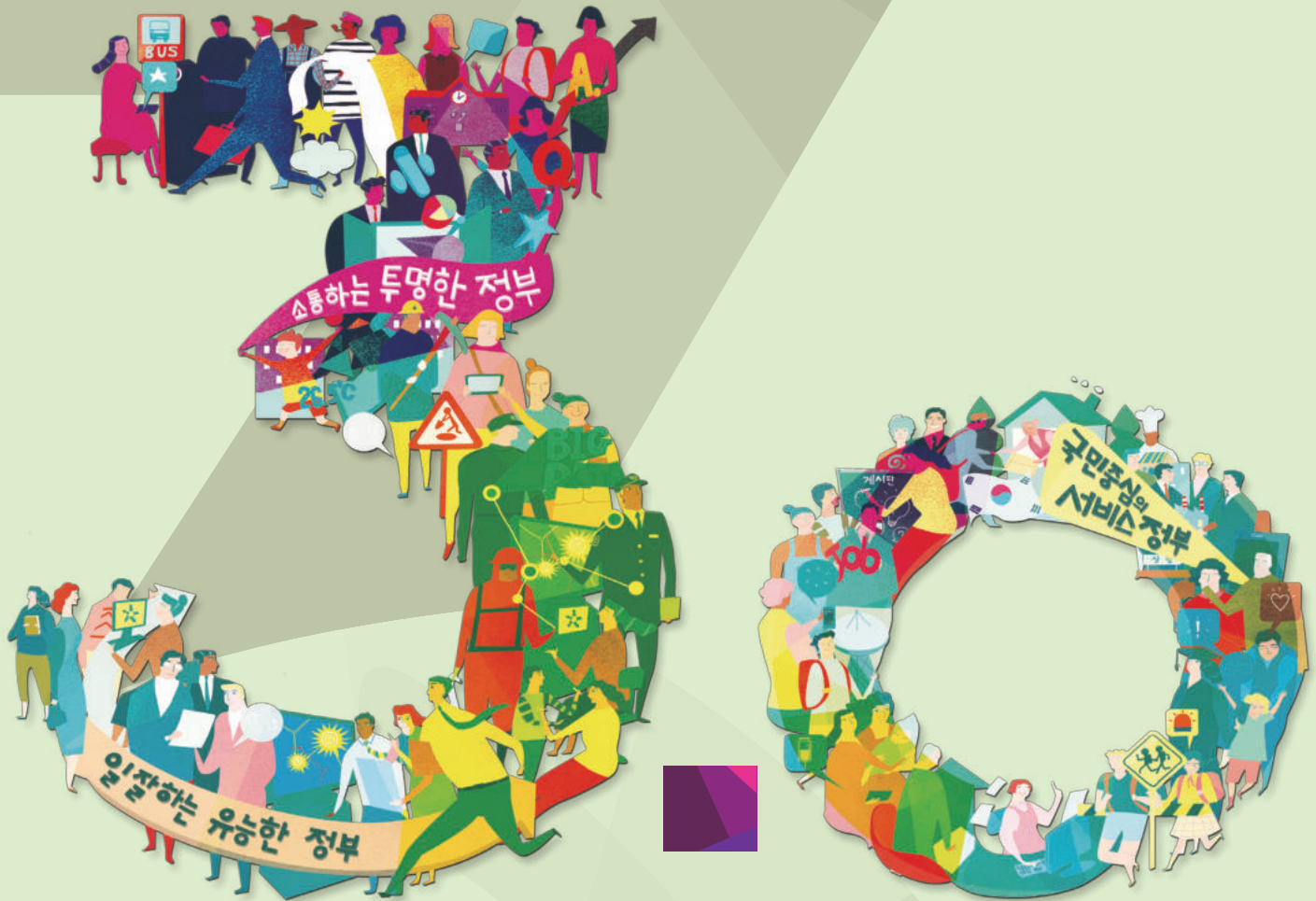
물레이션 결과처럼 없는 현실이고 그 변화가 빨라지고 있다. 따라 비하고 있는 미국의 기후변화 대응에 나 는 다국적 기업처럼 성공한 국가의 경우 기후변화 대응을 도입 비교해도 손색없는 품질과 기능을 가지고 있다.

전유가 코멘트

"전열장, 후속성 및 가스 배리어성이 높은 전열교환소자용지를 저비용으로 제조할 수 있는 기술을 확립했다. 또한 전열막과 전열교환기로의 상용화 기술을 개발해 전량 수입에 의존하던 전열교환용지를 국산화하는 성과를 이뤘다."



한정우 한국산업기술평가관리원 화학공정 PD



국민행복시대를 열어갑니다!

투명한 정부! 유능한 정부! 서비스 정부!

공공정보를 공개하여 국민과 소통하겠습니다.

기관간 칸막이를 없애고 서로 협업하여

국민 한 분 한 분에게 맞춤형 서비스를 제공할 것입니다.

행복한
대한민국을 여는
정부 3.0



행정자치부
www.gov30.go.kr





온실가스 감축과 미세먼지 저감을 위한 전력정책 제안¹⁾ 에너지 정책의 패러다임 전환

지금까지 국내 전력 정책은 공급 안정성과 경제성에 초점이 맞춰져 있었다. 경제 성장에 따라 매년 급격하게 전력 수요가 증가했고, 증가하는 수요에 대응하는 과정에서 상대적으로 발전단가가 저렴한 석탄화력과 원자력의 비중이 점차 높아졌다. 그중에서도 부지 확보, 건설 기간, 민원 문제 등에 있어 상대적으로 부담이 덜한 석탄화력발전소가 집중적으로 건설됐다. 석탄화력은 2007년부터 원자력을 추월해 현재 국내 전력 시장에서 가장 많은 발전량을 담당하고 있다. 2016년 말을 기준으로 국내 발전량 믹스는 석탄화력 39.5%, 원자력 30.0%, 천연가스 22.3%, 재생에너지 4.3% 순으로 구성돼 있다.²⁾

이재호 [현대경제연구원 연구위원]

탈석탄을 향한 전력 정책

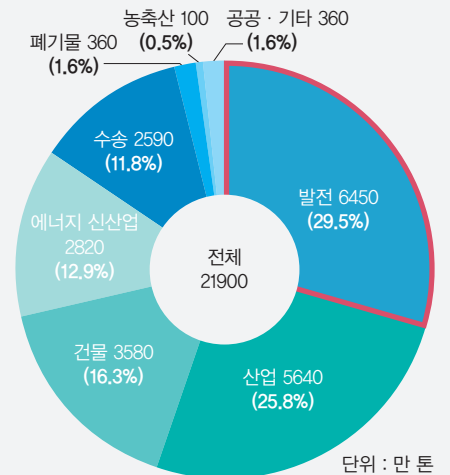
최근 들어 온실가스와 미세먼지가 사회 문제화되면서 환경과 국민건강을 위해 석탄화력을 퇴출해야 한다고 주장하는 목소리가 전 세계적으로 확대되고 있다. 유럽 선진국뿐만 아니라 중국과 같은 개발도상국도 석탄화력을 축소하고, 재생에너지 비중을 대폭 확대하는 정책을 앞다퉈 추진하고 있다. 한국도 새 정부 출범과 함께 탈석탄, 탈원전, 에너지 신산업 육성을 골자로 하는 새로운 전력 정책이 본격적으로 이행되기 시작했다. 정부 공약에 따르면 신규 석탄화력발전소는 추가로 건설하지 않고, 현재 건설 중인 발전소 중에도 공정이 더딘 일부 발전소는 원점에서 재검토가 이루어지게 된다. 또한 가동 중인 기존 발전소

에 미세먼지 저감 시설이 대폭 보강되고, 노후 발전기 10기는 조기 폐쇄된다. 정부는 지난 6월 한 달간 30년 이상 된 노후 석탄화력발전소 8기의 운영을 일시 중단해 친환경 전력 정책 추진을 향한 강한 의지를 표명한 바 있다.

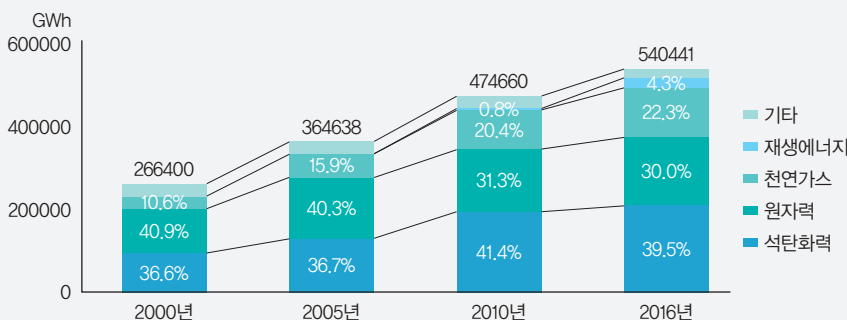
파리협약과 온실가스 감축 의무

파리기후변화협약³⁾이 2016년 11월 발효함에 따라 한국도 2021년부터 온실가스 의무 감축 대상국이 됐다. 기존의 교토의정서⁴⁾가 유럽과 북미 등 선진국에만 온실가스 감축 의무를 부과했던 것에 반해, 파리협약은 195개 당사국 모두에 감축 의무를 부과하고 있다. 한국은 2030년을 기준으로 전체 2억1900만 t의 온실가스를 감

축하겠다고 국제사회에 약속했고, 그중 발전 부문에서 가장 많은 6450만 t을 감축하기로 했다.⁵⁾



〈그림 2〉 2030년 온실가스 국내 감축 목표
출처: 제1차 기후변화 대응 기본계획(2016)



〈그림 1〉 국내 발전량 믹스 변화 추이
출처: 한국전력, ※재생에너지에 수력은 미포함(이하 동일)

1) 본고는 이재호·장우석(2017.5.31), 『온실가스 감축과 미세먼지 저감을 위한 전력정책 제안』, VIP 리포트, 현대경제연구원, 장우석·이재호·김신환(2017.8.21), 『친환경 전력정책의 비용과 편익』, VIP 리포트, 현대경제연구원, 두 보고서의 주요 내용을 요약하여 정리한 것임.
2) 한국전력(2017), 『제86호 한국전력통계』.
3) 전 세계 온실가스 감축을 위해 2015년 12월 프랑스 파리에서 체결된 국제협약. 중국을 포함해 총 195개 국가가 대상국에 포함.
4) 파리협약 이전 온실가스 감축을 위한 협약으로 1997년 12월 일본 교토에서 채택, 의무이행 대상국은 유럽연합(EU) 회원국, 미국, 일본 등 총 37개국에 한정.
5) 관계부처합동(2016), 『제1차 기후변화대응 기본계획』.

산업기술 경제동향

국내의 발전량 믹스는 앞에서 살펴본 바와 같이 석탄화력, 원자력, 천연가스, 재생에너지 순으로 구성돼 있다. 지금까지는 전력회사에서 소비자에게 전력을 공급할 때 가장 적은 연료비용으로 소비자의 전력 수요를 만족시킨다는 '경제급전의 원칙'을 적용했다. 때문에 상대적으로 발전단가가 낮은 석탄화력과 원자력이 기저발전원으로서 역할을 담당해 왔고, 가격이 비싼 천연가스와 재생에너지의 비중은 낮은 수준에 머물러 있다.

파리협약의 온실가스 감축 의무를 달성하기 위해서는 온실가스를 다량으로 배출하는 발전원을 축소하고, 친환경적인 발전원의 비중을 확대하는 것이 매우 중요하다. 주요 발전원 중 온실가스를 배출하는 발전원은 석탄화력과 천연가스 두 가지다. 배출계수를 살펴보면 석탄화력이 0.8230kg-CO₂e/kWh이고, 천연가스가 0.3625kg-CO₂e/kWh로 석탄화력이 천연가스보다 2.3배 더 많은 온실가스를 배출한다. 반면 원자력과 재생에너지는 발전을 통해 배출되는 온실가스가 거의 없다.⁶⁾ 온실가스 감축을 위해서는 이론적으로 석탄화력의 비중을 줄이고, 원자력과 재생에너지의 비중을 늘리면 된다. 천연가스도 일부 온실가스를 배출하기는 하지만 석탄화력에 비해서는 배출량이 적기 때문에 차선의 대안으로 검토될 수 있다. 그러나 주지하다시피 원자력은 후쿠시마 원전사고 이후 확산된 국민안전에 대한 우려 때문에 미래 에너지 대안으로는 부

적절하다. 또한 재생에너지도 발전단가가 비싸다는 점 외에 국내 지형적, 환경적, 기술적 한계 때문에 급속한 확대가 쉽지 않다. 따라서 재생에너지 비중을 지속적으로 늘려 나가되 부족한 부분을 천연가스로 충당하는 방안이 유력하게 고려될 수 있다.

발전원	온실가스 배출계수 (kg-CO ₂ e/kWh)	발전단가(원/kWh)
석탄화력	0.8230	73.93
천연가스	0.3625	99.39
원자력	0	67.91
재생에너지	0	186.70 ⁷⁾

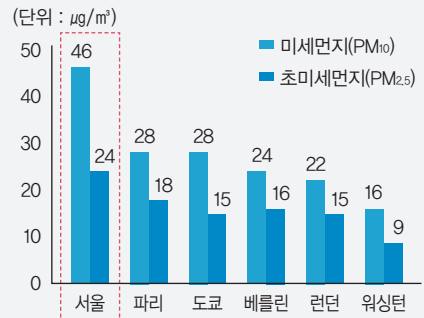
<표 1> 발전원별 온실가스 배출계수 · 발전단가
출처 : 제2차 에너지 기본계획(2014), 한국전력
※발전단가는 2016년 기준

미세먼지 저감과 국민건강

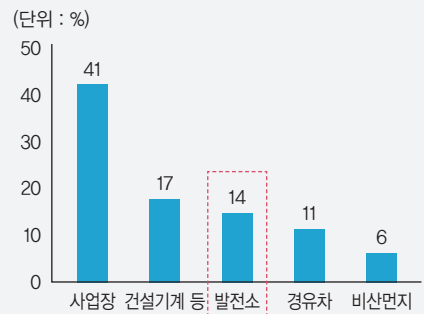
한국의 미세먼지 문제는 국민건강을 위협할 정도로 심각한 수준이다. 미세먼지는 호흡기, 심혈관, 피부, 안구질환 등을 유발하는 것으로 알려져 있으며, 이에 세계보건기구 산하 국제암연구소는 미세먼지 중 블랙카본을 1급 발암물질로 규정하고 있다. 국내 미세먼지 농도와 공기의 질은 불행히도 세계 최하위권 수준이다. 특히 서울의 미세먼지 농도는 선진국 주요 도시 중 가장 높다. 서울의 미세먼지(PM₁₀) 및 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도는 세계보건기구의 권고기준(10μg/m³)보다 높을 뿐 아니라 파리, 도쿄, 베를린, 런던, 워싱턴 등 주요 선진국의 대도시에 비해서도 매우 높다. 한편 국립환경과학원에 따르면 국내에서 발생하는 초미세먼지의 14%가 발전소에서 배출된다고 한다.⁸⁾ 사업장, 건설기계 등에

비하면 낮은 수치지만, 발전소는 발생원이 소수라는 점에서 효과적인 관리대상이 될 수 있다.

주요 발전원 중 미세먼지 배출의 주범은 석탄화력이다. 천연가스도 일부 미세먼지를 배출하기는 하지만 열량당 발생량을 살펴보면 석탄화력의 배출량이 미세먼지는 1593배, 초미세먼지는 2170배나 더 많다.⁹⁾ 원자력과 재생에너지는 배출하는 미세먼지가 거의 없다. 따라서 미세먼지 문제 해결을 위해서는 석탄화력의 비중을 줄이는 것이 핵심이다. 이 점에 대해서는 정부도 일찍부터 중요성을 인지하고 대책을 마련해 왔다. 신정부의 공약에 포함된 여러 방안이 사실은 작년부터 산업통상자원부가 내부적으로 검토해 왔던 내용이다. 정부합동으로 2016년 6월 발표한 '미세먼지 관리



<그림 3> 세계 주요 도시의 미세먼지 농도
출처 : 세계보건기구(2015)
※도쿄 2012년, 런던 2013년, 나머지는 2014년 기준



<그림 4> 배출원별 초미세먼지(PM_{2.5}) 배출 기여도
출처 : 환경부 · 국립환경과학원(2016)

6) 산업통상자원부(2014), 『제2차 에너지 기본계획』.
7) 재생에너지는 계통한계가격과 재생에너지 공급인증서 가격을 더한 값.
8) 국립환경과학원(2013), 『대기오염물질 배출량 통계』.
9) 국립환경과학원(2015), 『대기오염물질 배출계수, 『에너지법 시행규칙』 별표의 열량전환계수, 전력거래소의 「전력통계정보시스템」에 공시된 화력발전소의 열효율을 종합하여 산출.

특별대책'에는 신규 발전소의 배출기준 강화, 가동 중인 발전소의 저감 시설 대폭 보강, 노후 발전기 10기 폐쇄 등의 내용이 포함돼 있었다.

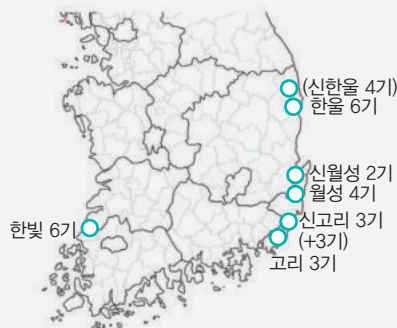
원자력발전과 국민안전 그리고 숨겨진 비용

원전과 관련해 가장 큰 문제는 역시 국민안전에 대한 우려이다. 원전 당국의 여러 노력에도 불구하고 100% 완벽한 안전 보장이라는 것은 사실상 불가능하다. 최악의 원전사고로 기록된 체르노빌 사고(1986년) 이후 각국의 안전을 위한 노력에도 불구하고 예기치 못한 자연재해로 인해 후쿠시마 사고(2011년)가 발생했다. 2016년 9월 경주 지진 이후 한국에서도 원전 사고에 대한 우려가 확산되고 있다. 국내 원자력발전소는 전체 24기 중 18기가 영남 해안지역에 밀집해 있다. 한국지질자원연구원에 의하면 해당 지역에 양산 단층, 울산단층, 일광단층 등 17개의 활성 단층과 수십 개의 단층노두가 존재하는 것이 확인되었다고 한다. 만에 하나 사고가 발생하는 경우 막대한 피해가 예상될 수밖에 없다.

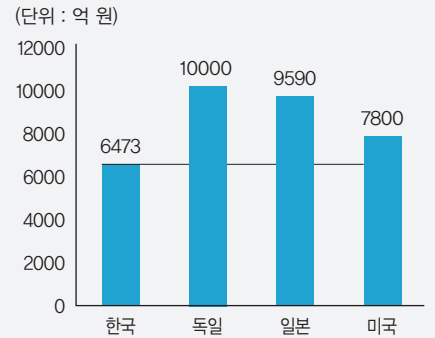
이와 별도로 원전이 과연 저렴한 발전원이나에 대한 논란도 끊임없이 제기되어 왔다. 한국수력원자력에 의하면 원전의 발전 단가에는 가동 종료 이후 발전소의 폐로·해체비용이 포함돼 있다고 한다. 그러나 정확히 얼마의 비용이 어떤 산정 과정을 통해 반영됐는지에 대해서는 공개하지 않고 있다. 과거 한수원은 원전 1기당 폐로·해체비용을 6473억 원으로 추정해 발표한 바 있다. 그러나 아직 한국은 원전 해체의

비용은 이보다 상승할 수 있다. 원전 해체 경험이 있는 다른 국가는 우리보다 비용을 높게 산정하고 있다. 독일의 경우 약 1조 원, 일본은 9590억 원, 미국도 7800억 원으로 비용을 추정한다. 예상치 못한 변수가 발생할 경우 폐로·해체비용은 천문학적으로 상승하기도 한다. 독일 그라이프스발트 원전의 경우 20년째 해체 작업을 진행하면서 현재까지 5조 원 이상을 투입하고 있다. 여기에 발전단가 산정에 고려하지 않은 사고위험 비용, 정책비용 등 사회적 비용까지 합산하는 경우 실질적 발전단가는 더욱 상승한다. 환경정책평가연구원에 따르면 정부보조금과 사고위험비용 등 사회적 비용을 반영하는 경우 원전의 실질 단가는 현재 통용되는 수준의 2~6배로 상승한다고 한다.¹⁰⁾

이러한 점을 종합해 보면 세계적인 추세에 따라 우리도 원전의 비중을 점차 줄여 나가는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 독일은 2011년 후쿠시마 원전 사고 직후 탈원전을 선언하고, 2022년까지 17곳의 원전을 모두 폐쇄할 계획이다. 대표적인 원전 국가였던 프랑스도 현재 75% 수준인 원자력 발전의 비중을 2025년까지 50%로 축소하기로 했다. 정부의 탈원전 정책은 40년 이상에 걸친 장기적인 계획으로, 단계적으로



〈그림 5〉 국내 원자력발전소 위치
※괄호 안은 2030년 이전 완공 예정인 7기



〈그림 6〉 주요국의 원전 1기당 폐로·해체비용 추정

출처 : 한국수력원자력(2015), 더미래연구소(2016)

는 국민 불안 해소 효과가 미미할 수 있으나, 장기적 관점에서 정책적 비전과 방향을 설정했다는 데에는 매우 중요한 의의가 있다고 할 수 있다.

재생에너지 확대 한계와 천연가스발전

재생에너지는 이상적으로만 보면 온실가스 감축과 미세먼지 저감을 위한 최선의 대안이 될 수 있다. 현재는 비록 발전단가가 높지만 지속적인 기술혁신을 통해 가격이 빠르게 하락하고 있어, 중장기적 관점에서는 매우 유력한 대안으로 자리 잡을 것이 분명하다. 그러나 재생에너지도 지형적, 환경적, 기술적 한계가 있어 생각보다 빠르게 확산되지 못하고 있는 것이 현실이다. 대표적인 재생에너지인 태양광과 풍력 발전은 대규모 부지가 필요하므로 국내의 지형적 여건을 감안할 때 주된 에너지원으로 활용하기에는 한계가 있다. 해상풍력의 경우도 설치할 수 있는 지역이 제한적이고, 설치비용이 매우 높기 때문에 급속도로 확산시키기에는 한계가 있다. 여기에 태양광과 풍력발전의 경우 산림 파괴, 생

10) 환경정책평가연구원(2013), 『화석연료 대체에너지원의 환경·경제성 평가 1: 원자력을 중심으로』.

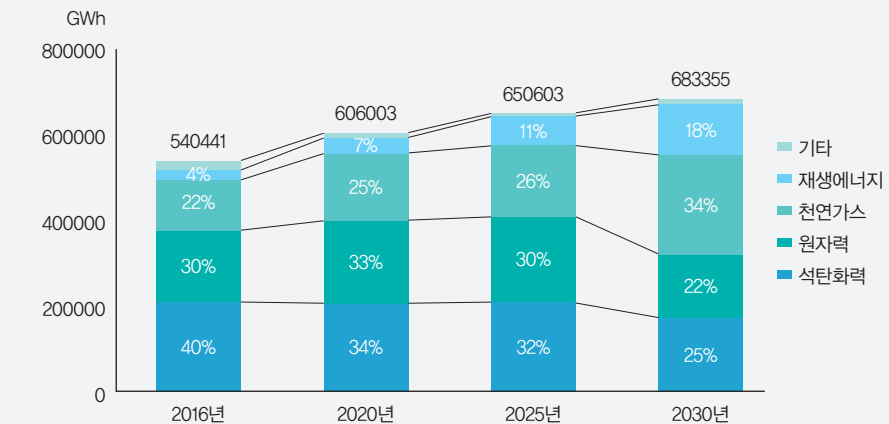
산업기술 경제동향

태계 파괴, 소음(풍력) 등의 환경 문제가 발생할 수 있어 이로 인한 민원, 인허가 문제가 빈번하게 발생한다. 또한 재생에너지는 인위적인 출력 조절이 어려우므로 안정적인 공급을 위해서는 에너지 저장 시스템(Energy Storage System), 스마트 그리드(Smart Grid) 등과의 결합이 필수적이나 기술적으로 성장 속도가 생각만큼 빠르지 못하다는 한계가 있다.

따라서 재생에너지가 본 궤도에 오르기 전까지 천연가스발전이 브리지 발전원으로서 역할을 하는 것이 바람직하다. 천연가스 역시 해외에서 수입해야 하는 에너지원이기 때문에 수급 불안정에 따른 가격 인상이 발생하는 경우 국내 발전에 큰 타격을 줄 수 있다는 우려가 있기는 하다. 하지만 미국 셰일가스 개발이 확대되면서 천연가스 가격은 루이지애나 헨리 허브(Henry Hub) 기준으로 100만 BTU당 2005년 8.69달러에서 2015년 2.62달러까지 떨어지는 등 장기적으로 하락 추세다. 또한 과거에는 국내 발전사들이 한국가스공사 도매를 통해 높은 가격으로 천연가스를 구매했으나 최근에는 직도입을 통해 저렴하게 구매하면서 이 또한 발전단가를 떨어뜨릴 수 있는 요인으로 작용하고 있다.

환경, 국민건강, 안전 고려한 발전량 믹스

이상의 논의를 종합해 파리협약에 따른 온실가스 감축의무를 달성하고, 미세먼지의 주범인 석탄화력발전소의 발전량을 기존 연도별 예상치 대비 20% 이상 감축하는 것을 제약조건으로 2030년까지의 중장기 전력량 믹스를 산정해 제안한다. 전체 발전량은 '제7차 전력수급 기본계획'의 전



〈그림 7〉 온실가스 감축 및 미세먼지 저감을 위한 중장기 발전량 믹스 제안

력 수요 예측치를 기준으로 추정했고, 원자력발전소 신고리 5·6호기는 예정대로 완공하는 것으로 가정했다. 2030년까지 발전량 기준으로 석탄화력은 40%에서 25%까지, 원자력은 30%에서 22%까지 그 비중을 축소하고, 천연가스는 22%에서 35%까지, 재생에너지는 4%에서 18%까지 비중을 확대할 것을 제안한다. 신정부 출범 이후 정책세미나 등에서 언급된 수치인 석탄화력 25%, 원자력 18%, 천연가스 37%, 재생에너지 20%에 비하면 원전의 비중은 다소 높고 천연가스와 재생에너지의 비중은 다소 낮은 수치이나 달성 가능성 측면에서 보다 현실적인 방안이라 생각한다.

제안한 발전량 믹스가 실제로 구현되려면 법과 제도를 통한 환경급전 원칙 강화, 전기요금 인상에 대한 사회적 공감대 마련, 외부성을 고려한 에너지 세제 개편 등의 정책적 노력이 필요하다. '전기사업법'이 2017년 3월 개정되면서 이제는 전력공급 시 경제성과 함께 환경과 안전을 고려해야 한다는 조항이 명문화됐다. 그러나 법안의 실효성을 확보하기 위해서는 부속 법령에 석탄화력발전의 상한을 설정하는 등의 구체적인 후속조치가 필요하다.

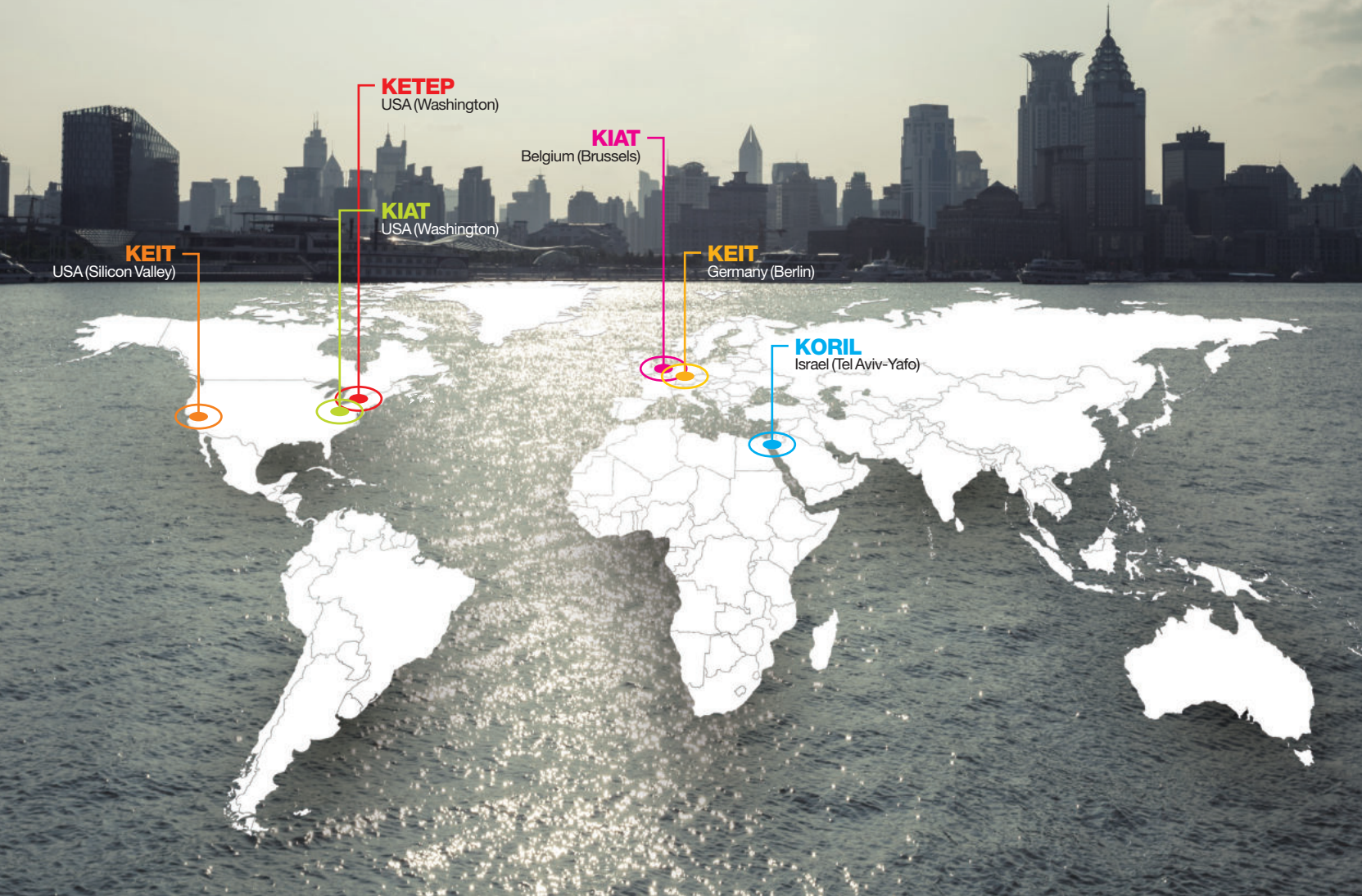
또한 발전단가가 상대적으로 높은 천연가스, 재생에너지 비중이 증가하면 전체 발전단가와 전기요금 인상이 불가피하다. 정부의 친환경 전력 정책 추진으로 가구당 전기요금은 2030년 기준으로 현재보다 11.9% 인상될 것으로 추정된다.¹¹⁾ 따라서 요금 인상이 환경과 국민건강 및 안전을 위한 조치임을 국민들에게 지속적으로 설득해 나가는 과정이 매우 중요하다.

마지막으로 현행 에너지세제는 환경, 건강, 안전 등 외부성에 대한 고려가 미흡하기 때문에 에너지원별 외부비용을 반영한 합리적인 세제 개편이 필요하다. 외부성을 고려했을 때 현행 세제는 원자력과 석탄화력에는 과소한 세금을, 천연가스에는 과중한 세금을 부과하고 있는 것으로 지적받고 있다. 이를 보완하기 위해서는 탄소 배출량을 기준으로 한 과세표준 신설, 개별소비세 조정을 통한 천연가스발전의 세율 경감 검토 등을 고려할 필요가 있다.

11) 한국전력 계약호수 기준. 자세한 산출 과정은 장우석·이재호·김신환(2017.8.21), 『친환경 전력정책의 비용과 편익』, VIP 리포트, 현대경제연구원 참조. 단, 상기의 인상분은 필자가 제안한 믹스가 아닌 신정부가 제안한 믹스를 추진하는 경우의 인상분이며 『제8차 전력수급 기본계획』의 수요량을 기준으로 하였음에 유의.

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 조용범
 E-mail dragon@keit.re.kr
 Tel (Office) +1-408-232-5403

KIAT 미국(워싱턴)거점
 담당자 최홍열
 E-mail felix3254@kiat.or.kr
 Tel : (Office) +1-703-337-0950

KETEP 미국(워싱턴)거점
 담당자 박재형
 E-mail jaehyung@ketep.re.kr
 Tel (Office) +1-703-337-0952

KEIT 독일(베를린)거점
 담당자 이강우
 E-mail lkwspe@keit.re.kr
 Tel (Office) +49-30-8891-7390,7391

KIAT 벨기에(브뤼셀)거점
 담당자 심기태
 E-mail gtshim@kiat.or.kr
 Tel (Office) +32-2-431-0591

KORIL 이스라엘 거점
 담당자 황유리
 E-mail gtkorea.barashi@gmail.com
 Tel (Office) +972-54-345-1013

미국의 기후변화 대응 정책 변화

오바마 전 대통령 vs 트럼프 대통령

기후변화는 전 세계적으로 많은 영역에 영향을 미치고 있으며 세계 경제가 당면한 가장 중요한 환경 변화의 하나로 인지되고 있다. 세계 각국이 온실가스 감축을 위한 규제를 도입하고 청정에너지 기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 이 중심에는 미국을 포함한 여러 선진국이 주축을 형성하고 있다. 버락 오바마 전 미국 대통령의 임기 동안 미국은 다양한 기후변화 대책을 내세웠으며 파리기후변화협약과 미션이노베이션을 통해 국제적인 공감대를 이끌어내기도 했다. 하지만 2016년 11월 다수의 예상을 깨고 미국 대선에서 승리를 거둔 도널드 트럼프 대통령은 기후변화 대응 수단으로 에너지 개발 및 자원 이용을 억제시키는 에너지 정책 운용에 반대하며 오바마 전 대통령의 환경규제 폐지를 현실화하고 있다. 이에 오바마 전 대통령과 트럼프 대통령의 대조되는 기후변화 대응 정책에 대해 살펴본다.

백상주 [한국에너지기술평가원 미국거점 소장]

오바마와 트럼프의 대조되는 기후변화 대응법

오바마 전 대통령은 2008년 대통령선거 운동 당시부터 기후변화 대응을 위한 온실가스 배출 감축의 필요성을 강조해 왔다. 그는 두 번의 임기 동안 다양한 기후변화 관련 법안을 통과시켰고 이에 전 세계의 노력이 더해져 파리기후변화협약이라는 국제협약을 체결하며 기후변화 대응을 위한 국제적 노력의 선도 역할을 톡톡히 해냈다.

반면 2016년 공화당 대선 후보였던 트럼프는 선거 당시 기후변화를 강하게 부정하고 파리협약 탈퇴 및 녹색기후기금 지원 중단 등을 기후변화 및 에너지 정책 관련 공약으로 내세우며 강력한 기후변화 대응 정책과 리더십 외교를 펼쳤던 오바마 전 대통령과 뚜렷한 대조를 보였다. 트럼프 대통령은 실제로 당선 직후 당초 제시했던 에너지 및 기후변화 부문 정책 공약을 이행하는 시도로 오바마 전 대통령의 환경 정책을 뒤집는 행정명령을 발표했으며 파리협약 탈퇴를 공식 선언하며 전 세계를 충격에 빠뜨리기도 했다.

오바마 전 대통령의 주요 기후변화 대응 정책

오바마 전 행정부는 2009년 기후변화 대응을 위한 '미국 청정에너지 안보법'을 추진했다. 기후변화 대응에 대한 적극적인 의지가 담긴 이 법안은 재생 가능 에너지 확대, 에너지 효율 향상, 연비 강화, 건물 에너지 절감, 총량제한 배출권 거래제 도입 등의 규제와 장치를 통해 2005년을 기준으로 2020년까지 온실가스 20% 감축, 2050년까지 83% 감축 목표 제시가 주요 내용으로 돼 있다. 하지만 공화당의 완강한 반대로 법안은 통과되지 못했고 의료개혁 문제로 인해 기후변화 대응 정책은 한동안 주춤하는 듯했으나 오바마 전 대통령이 2012년 대통령선거를 통해 재선에 성공한 뒤 본격 기후변화 대응에 나서기 시작했다.

2013년 '기후행동계획(Climatic Action Plan)' 발표 오바마 전 행정부 2기에서는 기후변화 대응 법제 및 정책에 우선 순위를 부여하고 행정부가 시작되는 초반부터 이에 힘을 실었다. 2013년 1월 제2기 행정부를 시작한 오바마 전 행정부는 5개월 뒤

인 2013년 6월 온실가스 배출량 감축을 핵심으로 하는 '기후행동계획(Climatic Action Plan)'을 발표해 제1기 행정부의 기후변화 대응 및 에너지 정책의 성과를 평가하고, 제2기 행정부 때 주력해야 할 기후변화 대응 법제 및 정책 방향을 제시했다. 기후행동계획은 연방의 온실가스 감축, 기후변화 영향에 적응하기 위한 대비책, 기후변화 대응을 위한 국제협력 및 대응 등 세 가지 기본 원칙으로 구성돼 있으며 원칙별로 구체적인 계획안은 다음과 같이 정리할 수 있다.¹⁾

1) The White House, The President's Climate Action Plan, Executive Office of the President, June 2013
(<https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/image/president27sclimateactionplan.pdf>)



원칙	정책 목표
연방 차원의 온실가스 감축 정책 (Cut Carbon Pollution in America)	<ul style="list-style-type: none"> 발전 분야의 온실가스 배출을 규제하고 재생에너지 생산량 확대 청정에너지 혁신을 위한 장기적 투자 정책 제시(2020년까지 2005년 기준 온실가스 배출량 17% 감축) 수송 부문 효율화 가정, 기업, 공장 등의 에너지 효율 개선 기타 온실가스 배출 억제 연방정부의 리더십 강화 등 정책 목표 제시
기후변화 대비 및 적응 정책 수립 (Prepare the U.S. for the Impacts of Climate Change)	<ul style="list-style-type: none"> 회복탄력성(Resilience)이라는 개념 제시 회복탄력성 있는 공동체와 사회간접시설 등 인프라 확충 기후변화로 인한 취약성 분석을 통한 자연자원 보호 기후변화로 인한 영향에 대응하기 위한 과학기술의 합리적 활용 등 정책 목표 제시
기후변화 대응 및 기후변화의 영향에 대비하기 위한 국제협력 주도 (Lead International Efforts to Combat Global Climate Change and Prepare for Impacts)	<ul style="list-style-type: none"> 미국이 보유한 강점에 부합하는 도전 과제로 향후 기후변화 대응을 위한 국제협력에서 미국이 적극적으로 리더십을 행사할 필요가 있다고 명시 주요 경제국과의 다자간 협상 참여 증대 주요 신흥경제국과의 양자적 협력체계 구축 단기 오염물질 방지 벌채 및 삼림 황폐화 방지를 통한 온실가스 배출 절감 청정에너지의 사용 확대 및 에너지 효율화 환경 관련 제품 및 서비스의 글로벌 자유무역 협상 확대 화석연료 사용에 대한 보조금의 단계적 폐지 청정에너지산업 활성화를 위한 국제 협력 및 금융지원 주도 기후변화에 대한 글로벌 차원의 복원력 강화 기후기금의 조성 등 정책 목표 제시

〈표 1〉 미국 오바마 전 정부의 기후행동계획 원칙 및 정책 목표

2015년 ‘청정발전계획(Clean Power Plan)’ 발표 기후변화 대응 계획이 발표된 이후 미국 환경보호청(EPA)은 세부 계획으로 신규 발전소에서 발생하는 온실가스 배출량을 규제하기 위한 탄소배출허용기준(CPS)을 발표해 대형 천연가스 발전소는 이산화탄소 배출량을 시간당 메가와트 기준 1000파운드, 소형 천연가스 발전소는 시간당 메가와트 기준 1100파운드를 배출할 수 있도록 했고, 기타 화력발전소는 규모에 관계 없이 시간당 메가와트 기준 1100파운드를 배출할 수 있도록 제한을 두었다. 이후 오바마 정부는 후속작업에 착수해 보다 강력한 기후변화 대응책을 위해 미국 내 발전소의 탄소 배출량을 2030년까지 32% 감축하는 청정발전계획(Clean Power Plan)을 발표했다. 이 계획은 미국 정부가 발표한 첫

번째 국가 단위의 온실가스 감축 계획으로 미국 전역 50개 주의 석탄, 천연가스 등의 발전소에서 배출되는 온실가스를 절감하고 청정에너지 및 재생에너지를 이용한 전력 공급 확대를 목표로 한다. 청정발전계획은 에너지효율 개선, 재생에너지 확대, 천연가스 사용 비율 제고 등을 다루며 주별로 기후변화 대응 및 온실가스 감축을 위한 정책 수행 환경 등을 고려해 차등적 감축 목표를 설

감축 목표 (%)	해당 주
>50%	사우스캐롤라이나, 워싱턴, 애리조나
46~50%	뉴햄프셔, 오리건
41~45%	아칸소, 조지아, 미네소타, 뉴욕, 뉴저지
36~40%	플로리다, 루이지애나, 메릴랜드, 매사추세츠, 미시시피, 버지니아, 텍사스, 테네시, 노스캐롤라이나
31~35%	콜로라도, 델라웨어, 아이다호, 일리노이, 미시간, 위스콘신, 사우스다코타, 펜실베이니아, 오클라호마, 뉴멕시코, 네바다
26~30%	앨라배마, 알래스카, 코네티컷, 오하이오, 네브래스카
20~25%	캘리포니아, 인디애나, 캔자스, 미주리, 웨스트버지니아, 몬태나
<20%	하와이, 아이오와, 켄터키, 메인, 와이오밍, 로드아일랜드, 노스다코타

〈표 2〉 주별 감축 목표²⁾

정하고 그 목표에 따라 각 주정부가 감축계 획안을 제출하도록 했다.

2016년 미션 이노베이션(Mission Innovation) 출범 오바마 전 행정부는 제21차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP21)에서 청정에너지 분야 연구개발을 확대하는 등 청정에너지 혁신을 추진하기 위한 협의체로 미션 이노베이션 출범을 주도하고 투자 확대 계획을 제시했다. 미션 이노베이션은 세계 22개국과 유럽연합(EU)이 청정 에너지 기술 투자를 확대하겠다는 합의이자 협력이다.

2017년 회계연도 기준 약 12개 기관에 77억 달러의 청정에너지 연구개발 예산을 제공하기로 했으며 미션 이노베이션에 따라 청정에너지 연구개발 투자액을 점차 증액시켜 4년 후인 2021년 회계연도에는 128억 달러를 배정하는 것이 목표였다. 여기서 에너지부가 전체 연구개발 예산의 80%를 수행하고 이외 연방기관에서 관련 연구개발을 수행할 예정이었으며, 그외에도 기술 확산 지원 등 청정에너지 도입을 위한 13억 달러 이상의 예산 투자로 청정에너지 기술 프로그램에 총 90억 달러에 달하는 금액을 지원할 예정이었다.

2) <https://www.nrdc.org/sites/default/files/pollution-standards-epa-plan-summary.pdf>

※버몬트 및 워싱턴은 석탄발전소가 없어 해당사항 없음

연방기관	분야	예산(M\$)
에너지부(DoE)	에너지 생산, 전환, 저장, 사용 및 지구와 기후 관련 이해 증진을 위한 청정에너지 기초 연구	1853
	지속 가능한 수송 기술	880
	원자로 기술 연구개발 프로그램과 인프라 지원	804
	탄소 포집(CSS) 기술 개발 및 데모	564
	태양광, 풍력, 수열, 지열을 사용한 청정 신재생 발전 증가 및 비용 절감	500
	Advanced Research Project Agency – Energy(ARPA-E)	350
	Manufacturing Innovation Institute를 위한 2개의 새로운 국가 네트워크를 포함한 첨단 청정에너지 제조 기술 연구개발 프로젝트	261
	전력망 현대화, 복구 및 청정에너지와 전력망 통합	177
	신규 지역 청정에너지 혁신 파트너십	110
	국립연구소와의 파트너십 확장을 포함한 지속가능한 교통, 신재생에너지, 에너지 효율 기술 개발 및 상업화 촉진을 위한 계획	105
국립과학재단(NSF)	에너지 전환, 저장, 분산형 발전, 에너지 소재	512
항공우주국(NASA)	저탄소 수송	348
농무부(USDA)	바이오 기반 에너지원	106
주택도시개발부(HUD)	에너지 효율 향상 및 저탄소 에너지원 사용 증가	10
미국국제개발기구(USAID)	개발도상국을 대상으로 한 Global Development Lab과 Global Climate Change Initiative를 통한 청정에너지 혁신	25
	기타	797
	총 예산	7700

〈표 3〉 미션 이노베이션 관련 2017년 청정에너지 연구개발 예산³⁾

파리기후협약(Paris Climate Accord)

2020년 만료 예정인 교토의정서 이후의 신기후변화 체제 수립을 위해 2015년 12월 파리에서는 195개 참가국 장관들이 모여 파리협약을 체결했다. 여기에는 미국의 역할이 중요했음이 분명하다. 파리협약의 핵심 내용을 요약하면 다음과 같다.

- ▷ **기온**: 기온 상승을 2도 이하로 유지하고 최소 1.5도 이하로 제한
- ▷ **자금**: 2020년부터 선진국은 매해 최소 1000억 달러 규모로 개발도상국의 기후 변화 대응 사업 지원
- ▷ **감축 목표**: 가능한 한 빠른 시일 내 온실가스 배출을 감축해 2050년까지 지구촌 온실가스 배출량을 '순수 0'까지 달성
- ▷ **책임 분담**: 선진국은 온실가스 감축에 앞장서야 하며 개발도상국 역시 온실가

스 감축에 노력을 기울여 감축 기준까지 점진적인 이행 권장

- ▷ **검토**: 검토 시 먼저 보고서를 통해 진행 사항을 통지, 재검토는 5년 주기
- ▷ **피해**: 기후변화에 의한 피해에 취약한 나라를 돕기 위해 노력(예 : 해수면 상승으로 피해를 볼 가능성이 높은 섬나라들)

파리협약 아래서 참가국은 의무적으로 5년 마다 온실가스 감축 목표(Intended Nationally Determined Contributions : INDC)를 제출해야 하는데 차기 감축 목표 제출 시에는 이전보다 진전된 목표를 제시해야 한다. 미국은 2025년까지 온실가스 배출 규모를 2005년 배출량 기준으로 26~28% 감축하는 것을 약속했으며 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황

(SF₆), 삼불화질소(NF₃) 등 2014년 온실가스 배출 및 싱크 인벤토리(Inventory of United States Greenhouse Gas Emissions and Sinks)에 포함된 모든 온실가스 종류가 감축 대상이 됐다.⁴⁾

트럼프 대통령의 기후변화 대응 정책

트럼프 대통령의 에너지 및 기후변화 정책은 미국 내 화석에너지 자원의 생산 및 수출 확대, 기후변화 대응 노력에 반대라는 두 가지 키워드로 정리할 수 있다. 트럼프 대통령은 미국의 국익을 최우선으로 하고 국내 석유, 가스, 석탄 자원의 개발, 생산 및 수출을 확대함으로써 국내 고용 확대 및 에너지 독립을 추구하겠다는 일관된 입장을 보여 왔다. 이로 인해 트럼프는 파이프라인, 수출터미널 등 석유 및 가스 인프라 확대가 미국 국익에 기여한다고 판단해 오바마 전 대통령이 거부한 키스턴 XL 파이프라인의 건설을 승인하고 프로젝트를 추진했다. 뿐만 아니라 위에 설명된 기후행동계획과 청정발전계획 등 오바마 전 대통령이 기후변화 대응을 위해 세운 계획을 모두 재검토 또는 폐지하는 수순을 밟고 있다.

2017년 3월 에너지·기후변화 정책 전환

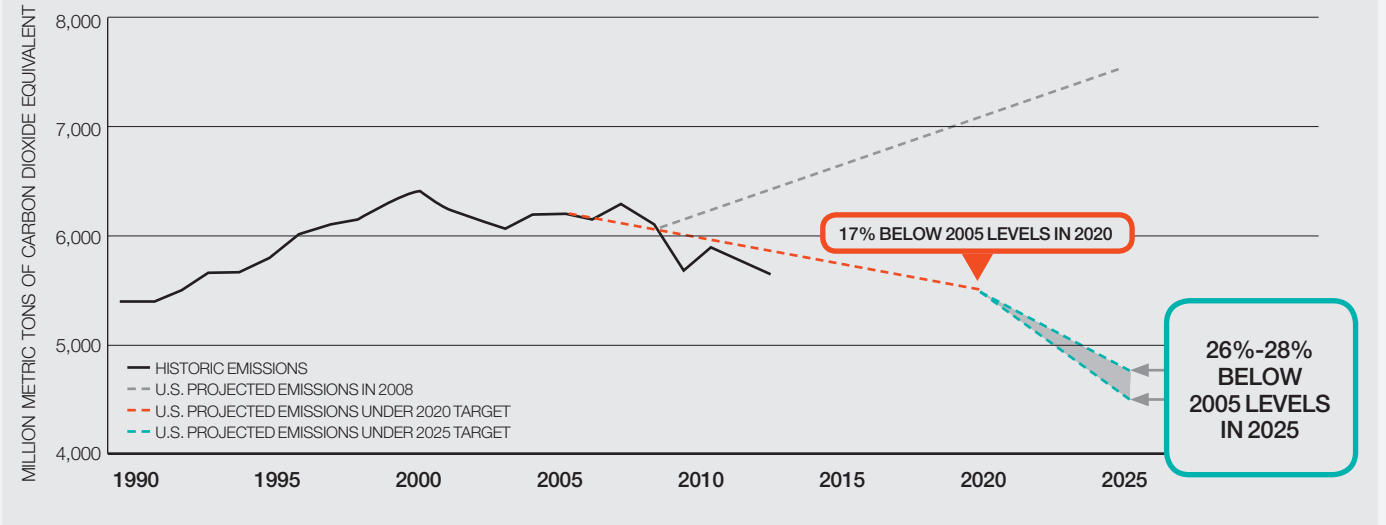
행정명령⁵⁾ 트럼프 대통령은 취임 이후 에너지 및 기후변화 부문 정책 공약을 이행하기 위해 미국 최우선 에너지 계획(America First Energy Plan)을 제시하며 미국 내 에너지 자원 개발 증진, 에너지산업 규제 철폐

3) <https://www.iea.org/media/workshops/2016/egrdspacecooling/19.BobMarlay.pdf>

4) U.S. Cover Note INDC and Accompanying Information

5) White House, Presidential Executive Order on Promoting Energy Independence and Economic Growth

U.S. EMISSIONS UNDER 2020 AND 2025 TARGETS



〈그림 1〉 미국의 온실가스 감축 목표

그리고 오바마 전 행정부의 규제 도입으로 강화됐던 환경보호청의 에너지 부문 영향력을 제한해 본연의 임무인 환경보호에 집중토록 조치할 것이라고 밝혔다. 그리고 지난 3월 기준에 있던 에너지·기후변화 정책을 폐지 및 전환하는 행정명령을 내리면서 본격적으로 오바마 환경규제 지우기에 나섰다. 이 행정명령은 미국 모든 부처와 행정기관이 에너지 개발에 대한 규제를 재검토해 완화하거나 폐지토록 요구하며 오바마 전 대통령의 기후행동계획 폐지, 청정 전력계획 재검토, 연방공유지 석탄리스 중단 완화 및 해제, 석유가스 개발 규제(수압 파쇄법, 온실가스 규제 등) 재검토 등을 주요 내용으로 하고 있다.



섹션	세부 내용
Section 1 정책 방향	1(a) 청정하고 안전한 에너지 자원 개발을 촉진하는 것이 미국 국익에 부합하며 이를 위해 규제 완화가 필요함 1(b) 자국 내 전력을 적정 가격에 신뢰성, 안전성, 청정성에 기초해 국내 석탄, 천연가스, 원자력, 수력 및 기타 신재생원으로부터 공급하는 것은 국익에 해당 1(c) 따라서 행정부처와 행정기관은 국내 에너지 자원의 개발 및 이용에 대해 부당하게 부담을 가하고 있는 각종 규제의 유용성에 대해 즉각적으로 재검토해 적절하게 중단(Suspend), 수정(Revise), 또는 폐지(Rescind)할 것을 요청함 1(d) 관련법이 허락하는 한도 내에서 모든 행정기관이 대기 및 수질을 깨끗하게 보호하기 위한 적절한 조치를 취해야 하며 비용효과적인 환경규제는 적절히 사용하되 의회와 주정부의 적절한 역할을 존중할 것을 요청함 1(e) 필수적 및 적정 환경규제는 법에 근거하며, 비용(이익)의 비용효과성을 충족하고 미국인을 위한 환경개선 결과를 창출하는 투명한 평가를 기반으로 해야 함
Section 2 국내 에너지자원의 안전하고 효율적인 개발에 부담을 부과하는 정부기관 규제 재검토	2(a) 연방행정기관의 각 기관장은 국내에서 에너지자원의 개발 및 이용에 잠재적으로 부담을 주는 모든 현행 규제, 명령, 지침문서, 행정조치의 적정성 검토를 명함(석유, 천연가스, 석탄, 원자력 등 에너지자원 개발 및 이용에 관해 집중해서 검토할 것) 2(b) 본 행정명령에서 '부담'이라 함은 에너지 자원 개발 및 이용을 불필요하게 방해하거나 지연 및 중단시키는 것을 뜻함 2(c) 2(a)에 명시된 조치를 취하고 있는 각 행정기관은 명령발효 45일 이내로 적정성 검토 계획을 수립해 예산관리국 국장에게 제출해야 하며 이행하지 않기로 결정할 경우 그에 대한 사유서를 제출할 것 2(d) 각 행정기관은 향후 120일 이내에 부통령, 예산관리국 국장, 경제정책비서관, 국내정책비서관, 환경품질위원회에 위에서 명시된 조치에 관한 최종 보고서 초안을 제출할 것 2(e) 최종 보고서는 향후 180일 이내로 최종 완성 2(f) 예산관리국은 경제정책비서관과 협의해 최종 보고서에서 제안된 권고를 대통령실과 조정할 책임이 있음 2(g) 행정기관장은 최종 보고서의 권고와 관련한 조치에 대해 최대한 빠른 시일 내에 중단, 수정 또는 폐지 계획을 명기한 1차 제안서 내 수록

섹션	세부 내용
Section 3 에너지·기후변화 대응 관련 기존 행정명령 및 규제 폐지	<p>3(a) 다음과 같은 행정명령 효력을 중단하고 폐지함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 영향에 대한 적응성 증진을 위한 행정명령(2013.11) - 전력 부문 탄소배출 기준 대통령 메모(2013.6) - 천연자원 개발의 환경영향 완화 및 관련 민간투자 촉진을 위한 대통령 메모(2015.11) - 기후변화 및 국가 안보를 위한 대통령 메모(2016.9) <p>3(b) 다음과 같은 특별보고서의 효력과 이동을 중단함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대통령실 기후행동계획 보고서(2013.6) - 대통령실 메탄 감축을 위한 기후행동계획 전략 보고서(2014.3) <p>3(c) 환경위원회는 '연방부처 및 연방청의 온실가스 배출 및 기후변화 영향에 대한 최종 가이드라인'(2016.8)을 폐지할 것</p> <p>3(d) 모든 행정기관장은 위에 명시된 모든 것에 근거하나 그로부터 발생한 각종 현행 조치를 확인해야 함</p>
Section 4 청정전력계획 및 관련 규제와 조치 재검토	<p>4(a) 환경청장은 아래 4(b)에 명시된 최종 규칙과 관련해 발표된 규칙 및 가이드라인을 검토하는 데 필요한 모든 조치를 즉각 수행해야 함</p> <p>4(b) 아래 법규는 1차 제안서(Proposed Rule) 및 최종 보고서 권고에 포함되어야 함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 청정전력계획(2015.10) - 신규 화력 탄소배출기준(2015.10) - 청정전력계획 이행 모범규칙 초안(2015.10) <p>4(c) 환경보호청장은 CPP와 함께 발표된 '특정 이슈에 대한 CPP와 관련된 법률 각서(Legal Memorandum Accompanying Clean Power Plan for Certain Issues)'를 검토해야 하며 가능한 한 빠른 시일 내 중지, 개정 또는 폐지하기 위한 합법적 조치를 취해야 함</p> <p>4(d) 환경보호청장은 4(b)에 명시된 사항에 대한 조치 내역을 법무장관에게 즉시 보고해야 하며 법무장관은 4(a)에 명시된 행정조치가 완료될 때까지 소송 관할권을 가진 법원에 명령 및 조치를 통지하고 소송 제기 및 지속 여부 결정과 행정명령 이행 방안을 강구해야 함</p>
Section 5 온실가스의 사회적 비용 평가 재검토	<p>5(a) 3대 온실가스(이산화탄소, 아산화질소, 메탄)의 사회적 비용에 대한 정확한 평가는 건전한 규제정책 의사결정에 매우 중요한 요소로 현행 최고의 과학 및 경제학적 방법론에 근거해야 함</p> <p>5(b) 기존에 있던 대통령 경제자문위원회와 예산관리국 국장에 의해 소집된 '온실가스의 사회적 비용평가를 위한 범부처 작업반(WG)'은 해체하며 IWG에서 발표한 모든 비용평가 보고서는 철회하고 미국 정부 정책을 대변해 왔던 이하 공식문서의 효력을 중단함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술지원 문서 : 행정명령 12866의 규제영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용(2010.2) - 규제영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용에 관한 기술 업데이트(2013.3) - 규제영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용에 관한 기술 업데이트(2013.11) - 규제영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용에 관한 기술 업데이트(2015.7) - 규제영향 분석을 위한 탄소의 사회적 비용에 관한 기술 업데이트(2016.8) - 탄소의 사회적 비용에 대한 기술지원 문서 부록(2016.8) <p>5(c) 모든 행정기관은 향후 온실가스 사회적 비용 및 감축 효용의 평가 기준(화폐가치)으로 규제분석 지침서(2003.9)를 준용하도록 함</p>
Section 6 연방공유지 석탄리스 중단 조치 완화 및 해제	내무부 장관은 '연방토지 내 석탄광 임대 중단 관련 장관령(2016.1)'을 수정 또는 철회하기 위해 필요한 모든 조치를 이행해야 함
Section 7 석유·가스 개발 관련 규제 재검토	7(a) 행정부는 '석유·가스 부문 신규·재건·개보수 설비 및 온실가스 배출 규제(2016.6)'의 적정성 재검토를 이행해야 함

파리협약 탈퇴 공식 선언⁷⁾ 트럼프 대통

령은 지난해 5월 미국 대선을 치르던 시기에 노스다코다 지역 연설에서 그간 미국이 진행하고 있던 에너지 및 기후 정책 방향을 완전히 바꿔놓겠다고 밝혔으며, 그의 말은 지난 6월 1일 파리협약의 탈퇴를 선언하며 현실이 되었다. 트럼프 대통령은 “파리협약의 재가입 또는 미국에 공정하고 완전히 새로운 협약을 체결하기 위해 협상을 시작할 것이며 협상이 이루어지지 않아도 괜찮다”는 입장을 밝혔다. 아울러 녹색기후기금(GCF)에 대한 기금 지원 약속과 국가감축목표(NDC)를 포함한 협약의 비구속 의무를 전면 중단하겠다고 공식적으로 발표해 미국의 적극적인 기후변화 대응은 사실상 불투명해진 상황이다.

또한 가장 최근에는 위의 대통령 행정명령에서 기술한 사항 중 네 번째 항목에서 명시한 탄소배출 규제법인 청정전력계획을 공식 철회한다고 선언한 바 있다.⁸⁾ 이를 발표한 환경청장 스콧 프루이트는 성명을 통해 청정전력계획 폐기가 미국의 에너지 자원 개발을 촉진하고 자원 개발 관련 규제에 드는 비용 부담을 줄여줄 것이라고 했으며, 폐지 후 보다 산업 친화적인 대체 규제 관련 연구를 시작할 것이라고 밝혔다. 이에 대해 미국 내에서 반대의 목소리와 소송 제기에 대한 의견이 나오고 있다.

미국은 세계 최대 탄소배출국 중 하나이다. 그럼에도 불구하고 파리협약에서 탈퇴하고 기후변화 대응 정책마저 축소하는 것은 전 세계 파리협약의 목표 달성을 어렵게 만드는 셈이다. 불행 중 다행으로 다른 회원국의 '도미노 탈퇴'는 없었으며 역설적으로 '파리협약 지키기' 움직임에 불을

6) 한국에너지경제연구원(KEEI) “美 트럼프 대통령 에너지·기후변화 부문 규제철폐 행정명령 단행”

7) White House, Statement by President Trump on the Paris Climate Accord (<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/06/01/statement-president-trump-paris-climate-accord>)

8) EPA formally moves to repeal major Obama power plant rule(<http://thehill.com/policy/energy-environment/354722-trump-seeks-to-scrap-obama-climate-rule>)

섹션	세부 내용
Section 7 석유·가스 개발 관련 규제 재검토	7(b) 내무부 장관은 동일한 원칙에 입각해 상기 규제에 따라 제정된 가이드라인 및 하위 규정도 신속히 유예, 수정 또는 철회하거나 실행을 위한 통지 및 의견을 제시해야 함 - 연방공유지 및 원주민 토지에서의 수입파쇄법 관련 규정(2015.3) - 일반 조항 및 비연방 토지 석유가스권 규정(2016.11) - 비연방토지 석유가스권 관리 규정(2016.11) - 폐기물 오염 방지 및 자원보존 규정(2016.11)
	7(c) 행정부, 내무부 장관은 Section 7(a, b)에 적힌 규제를 재검토한 결과 및 후속 조치를 법무장관에게 보고해야 함
Section 8 경과 조치	8(a) 동 행정명령에서 정하고 있는 어떠한 내용도 다음에 열거된 사항을 손상시키거나 영향을 주는 것으로 해석해서는 안 됨 - 정부부처, 연방기관 또는 기관장에게 부여된 권한 - 예산, 행정 또는 입법과 관련된 행정관리예산국(OMB)의 기능
	8(b) 동 행정명령은 관련 법령에 따라 시행해야 하며 정부 재정 지출 여력에 따라 변동 가능성이 있음
	8(c) 동 행정명령은 실제적 및 절차적 권리 또는 이익을 창출하거나 의도하지 않으며 특정 당사자에 의해 국가, 행정부, 기관, 단체, 공무원, 고용인, 에이전트 등 그 어떠한 대상에게도 불리하게 작용될 수 없음

〈표 4〉 트럼프의 에너지·기후변화 정책 전환 행정명령 내역⁶⁾

지핀 형국을 보이고 있다. 에마뉘엘 마크롱 프랑스 대통령을 비롯한 각국의 지도자는 트럼프의 탈퇴 선언에 맞서 “재협상은 없다”고 선을 그었으며, 유엔을 비롯한 국제기구 역시 트럼프의 결정에 실망감을 표하며 탈퇴 결정 재고를 요구했다. 페이스북, 마이크로소프트, 골드만삭스와 같은 세계적인 대기업 또한 미국이 파리협약을

준수할 것을 촉구하고 나섰다.

하지만 파리협약은 당사국이 협약 발효 3년 이후 서면으로 탈퇴를 통고할 수 있으며 탈퇴 통고를 접수한 날로부터 최소 1년이 지난 후에야 탈퇴 효력이 발생한다. 따라서 미국이 파리협약 탈퇴의 서면 통보를 할 수 있는 시점은 2019년 11월 4일 이후이며 효력이 발생하는 시점은 빨라야 2020년

11월 4일이 된다. 미국의 46대 대통령선거가 2020년 11월 3일 치러질 예정인 것을 감안하면 사실상 트럼프 대통령의 재임기간 중 파리협약 이행 당사국 지위를 벗어나기는 어려울 것으로 예상된다.

트럼프 행정부의 파리협약 탈퇴는 행정 공약을 이행하고 미국 최우선 주주의 실행력을 높이는 차원에서 상징적인 의미이며 온실가스 감축과 기후변화 대응을 위한 자발적 감축 의무는 소극적으로 이행하겠다는 의미로 받아들여야 할 것이다. 이에 더해 차기 대선에서 기후변화 관련 공약이 주요 이슈로 부상할 것이라는 언론의 관측도 나오고 있다. 우리나라는 미국과 청정 에너지 정책 대화 등을 연례적으로 개최하고 에너지 기술 공동 연구 등도 꾸준히 진행하는 등 정책과 기술 협력의 중요한 대상국이다. 미국 내 관련 행정이 축소되고 지금 지원이 위축된 상황에서 남은 임기 동안 자원 개발과 에너지 안보만을 주제로 앞으로의 양국 협력을 이어 나가야 할지 걱정이 앞선다.





미국의 탄소배출권 거래소

기후변화 대응에 전 세계가 힘을 쏟고 있는 만큼 세계 온실가스 배출권 거래 시장은 꾸준히 성장하고 있다. 탄소배출권 거래제는 정부가 기업에 온실가스 허용량을 부여하고 기업은 그 범위 내에서 남은 양을 매매할 수 있도록 지원하는 제도이다. 세계 온실가스 배출권 거래 시장은 2005년 유럽연합(EU)이 처음 개설한 후 계속 확대되고 있으며 39개국에서 약 40조 원 규모의 시장이 만들어졌다. 세계 1위 탄소 배출국인 중국이 올해 시장을 개설하면 비약적으로 커질 전망이다. 이에 대해 세계은행은 2020년에는 세계 배출권 시장이 약 4000조 원에 달하며 석유 시장을 추월할 것이라고 밝혔다.

지역 단위 배출권 거래제로 운영

미국의 경우 과거 오바마 정부 출범 이후 화석연료에 대한 의존도를 낮추는 등 에너지 안보와 지구온난화 대책이 중요한 국정 문제로 대두됐다. 온실가스 감축을 위한 여러 가지 정책수단이 다시금 논의되던 당시 배출권 거래제(Cap-and-Trade)는 온실가스 배출량에 제한을 두고 기업 간 배출권의 매매 허용 등을 주요 골자로 하는 제도로, 오바마 전 행정부가 가장 강력하게 추진해 오던 정책이다. 하지만 금융위기 이후 미국의 경제 악화와 온실가스 감축 비용 증가로 인한 재정 악화 우려로 관련법안의 상원 통과에 실패했다. 그 후 연방정부 차원의 온실가스 감축 노력은 주정부 차원에서 전개되기 시작했으며 현재 전국 단위의 배출권 거래제는 시행되지 않고 있으나 기업이 많은 곳을 중심으로 지역 단위 배출권 거래제가 운영되고 있는 상황이다.

RGGI, Inc.(Regional Greenhouse Gas Initiative) RGGI, Inc.는 비영리단체로 지역 온실가스 이니셔티브(RGGI) 개발 및 시행



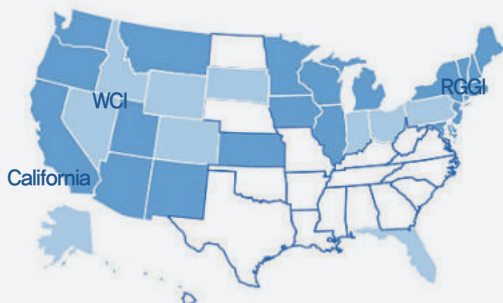
〈그림 2〉 RGGI 프로그램 참여 지역

을 지원하기 위해 설립됐다. RGGI는 미국 북동부의 9개 주가 참여하는 지역 단위의 탄소 시장으로 총량거래 방식을 채택한 미국 최초의 강제 배출권 거래 시장이다. 뉴욕, 뉴저지, 뉴햄프셔, 델라웨어, 로드아일랜드, 매사추세츠, 메릴랜드, 메인, 버몬트, 코네티컷 등 10개 주로 이루어져 있었으나 2012년 뉴저지가 탈퇴하면서 현재 9개 주가 참여하고 있다. 이 9개 주의 면적은 미국의 3.7%에 불과하나 인구의 12.9%, GDP

의 15.8% 점유 그리고 1인당 GDP가 6만 5800달러로 미국 평균인 5만4000달러보다 23% 정도 높은 것으로 나타났다. 또한 미국 발전설비의 8.3%, 전력 생산량의 7.2%를 차지하고 있으며 탄소 배출량은 약 7.1% 비중으로 작은 면적이지만 상당 부분에 영향을 미치는 지역이다.

RGGI의 목표는 2020년까지 2005년 대비 CO₂ 배출량 50% 감축이며 현재 2017년 Cap은 8430만 t CO₂eq로 2020년 목표 달성을 위해서는 연 2.5%씩 줄여야 한다. 이를 위해 공해 허가(Pollution Permits) 또는 수당(Allowance)은 프로그램 해당 대상인 화력발전소에 정기적으로 경매가 이루어진다. RGGI는 불로소득(Windfall Profit) 방지를 위한 방법으로 전체 배출권 유상할당량의 91%가량을 경매 방식을 통해 할당하고 있다. Windfall Profit은 배출권의 무상 및 과다할당으로 획득한 잉여 배출권을 거래 시장에서 매도함으로써 얻게 되는 이익을 뜻한다. 즉, 기업의 별도 노력 없이 소득을 보는 것을 방지하기 위해 만든 방법이다.

이수당 경매를 담당하는 것이 바로 RGGI, Inc.이다. 수당경매는 RGGI, Inc.에 의해 분기별로 관리되며 경매가 효과적으로 실행될 수 있도록 통제하고 있다. 경매 참가자들은 보조 시장(Secondary Market)에서 수당 거래 및 구매를 할 수 있도록 허용하고 있다. RGGI, Inc.는 배출권 경매 플랫폼 구현, 경매 및 CO₂ 허용량 거래와 관련된 시장 모니터링 외에도 배출량 상쇄 프로젝트에 대한 신청서 검토와 참여 지역에 기술 지원을 제공하고 RGGI 프로그램의 변경 사항에 대한 기술 지원 역시 제공하고 있다.



California

- 주정부 차원의 감축 목표 설정
- 2020년까지 1990년 수준 유지
- 20% Cap & Trade, 80% Command & Control
- 2012년부터 배출시설 및 사업분야별 배출한도 설정해 규제

RGGI : Regional Greenhouse Gas Initiative

- 동북부지역 전력 부문 대상
- 2018년까지 2009년 수준의 10% 감축
- 대부분 100% 경매
- 2009년 1월부터 본격 시행
- 오프셋 사용이 제한적

WCI : Western Climate Initiative

- 미국과 캐나다 서부지역 주정부 연합
- 대부분의 산업 부문 포함 예상됨
- 2020년까지 2005년 수준의 15% 감축
- 1차 의무준수 기간 : 2012~2014년
- 총량의 49%까지 오프셋 사용

〈그림 1〉 미국 탄소배출권 거래소¹⁾

1) 한국탄소금융(주) 기후변화협약과 탄소 시장

도입 배경	2005년 12월 7개 주가 RGGI를 위한 MOU 체결
시행 연도	1기 2009~2011년 2기 2012~2014년 3기 2015~2017년
적용 부문	25MW 이상 화석연료 사용 발전소
감축 목표	3기 목표 : 60.63million t CO ₂ eq 감축
적용 가스	CO ₂
참여 대상	168개 사업장
배출량 규모	479Million t CO ₂ (약 4억7900만t)
배출권 가격	4.78달러(2014)

〈표 1〉 RGGI 운영 현황²⁾

적용 상쇄 제도	RGGI Offset Protocols
사용 가능 크레딧	CO ₂ Offset Allowance(특정 명칭 없음)
사업 범위	매립지 메탄 포집 및 제거 전력 부문 SF ₆ 배출 감축 조림을 이용한 탄소 포집 건물 부문 에너지 효율 증가로 인한 배출량 감축 비료 관리를 통한 메탄 감축
사용 가능량	매출권 가격에 따라 상이 (7달러 미만 시 3.3%, 7~10달러 시 5%, 10달러 초과 시 10%까지 허용)

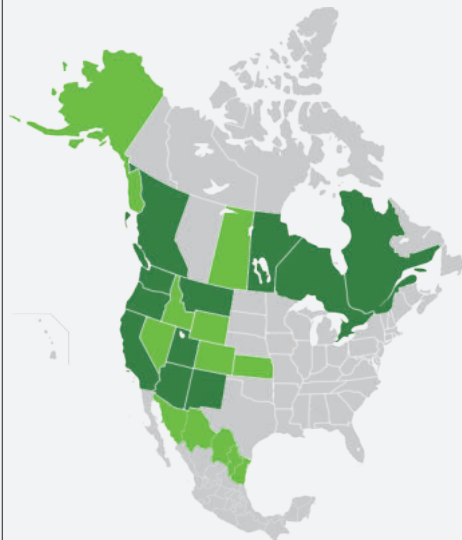
〈표 2〉 RGGI 상쇄 제도³⁾

WCI, Inc.(Western Climate Initiative)

RGGI와 함께 대표적인 지역 기후 이니셔티브로 서부지역의 배출권 거래 프로그램을 계획 및 시행하고 있는 단체는 Western Climate Initiative, Inc.이다. 서부기후변화 행동계획(WCI)은 2007년 프로그램을 시작했으며 2020년까지 2005년 배출량의 15%가량을 감축하는 것을 목표로 했다. 2008년 9월에는 2012년 1월 시행을 목표로 한 배출권 거래 프로그램에 대한 계획 및 권장사항⁴⁾을 발표했으며 배출 감축, 청정에너지 기술 개발 촉진, 녹색 일자리 창출, 에너지 안보 향상 등 다양한 목표를 달성하기 위한 로드맵을 제공하고 미국과 캐나다의 서

부지역 11개 주가 이 프로그램에 참여할 것을 약속했다. 하지만 2011년 애리조나 주가 경제적 비용을 우려하며 공식적으로 계획 이행 포기를 발표하고 5개 주가 잇따라 비공식적 탈퇴를 결정하면서 캘리포니아 주와 캐나다의 퀘벡, 온타리오 그리고 브리티시컬럼비아 지역만이 현재 계획에 참여하고 있다. WCI, Inc. 역시 RGGI, Inc.와 같이 이러한 주 및 지방 온실가스 배출권 거래 프로그램 시행을 지원하기 위한 행정 및 기술 서비스를 제공하는 단체로 주요 활동은 다음과 같다.

- 수당 및 오프셋 인증서를 모두 추적하는 Compliance 추적 시스템 개발
- 수당 경매 관리
- 수당 경매 및 오프셋 거래에 대한 시장 모니터링 수행



〈그림 3〉 WCI 프로그램 참여 지역 ■
참여 고려 지역 ■ (2011년 이전)

도입 배경	2007 WCI Governor's Agreement
시행 연도	2007년 2월
적용 부문	2만5000 t CO ₂ eq 이상 다배출 사업장 WCI 지역으로 유입되는 전기를 포함한 전력 생산 산업 분야의 연료 연소 산업 공정 교통 분야의 연료 연소 주거 및 상업용 연료 연소
감축 목표	2020년까지 2005년 배출량의 15% 감축
적용 가스	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ + NF ₃
할당 방식	95% 무상할당, 5% 유상할당

〈표 3〉 WCI 운영 현황⁵⁾

적용 상쇄 제도	WCI Offset System
사용 가능 크레딧	특정 명칭 없음
사업 범위	비료관리를 통한 메탄 배출량 감축 오존 파괴 물질 제거 탄광 메탄 발생 감축 소규모 매립지 관리
사용 가능량	명시된 바 없음

〈표 4〉 WCI 상쇄 제도⁶⁾

그 외 기후변화 관련 기업 협력

BEC(Breakthrough Energy Coalition)

2015년 유엔기후변화 회의에서 정부 지출의 효율화를 통해 에너지 혁신의 속도를 가속화하고자 설립된 글로벌 이니셔티브인 미션 이노베이션(Mission Innovation)과 함께 발표된 BEC(Breakthrough Energy Coalition)는 청정에너지 기업에 자금을 지원하기로 약속한 10개국의 투자자 28명으로 이루어진 글로벌 그룹이다. BEC는 빌 게이츠의 주도 아래 설립됐으며 아마존 창업자 겸 최고경영자인 제프 베저스, '괴짜

2) Roen Consulting, 해외 상쇄(offset) 제도 현황 분석 및 시사점
 3) Roen Consulting, 해외 상쇄(offset) 제도 현황 분석 및 시사점
 4) Western Climate Initiative, Design Recommendations for the WCI Regional Cap-and-Trade Program
 <<https://www.c2es.org/docUploads/design-recommendations-for-cap-and-trade.pdf>>
 5) Roen Consulting, 해외 상쇄(offset) 제도 현황 분석 및 시사점
 6) Roen Consulting, 해외 상쇄(offset) 제도 현황 분석 및 시사점



억만장자'라고 불리는 버진그룹 회장 리처드 브랜슨, 업무용 소프트웨어 업체 SAP의 경영감독위원회 의장인 하소 블래트너, 일리아드그룹 창업자인 프랑스 통신재벌 자비에 니엘 등 많은 억만장자가 빌 게이츠와 뜻을 함께하며 이름을 올렸다. BEC는 설립 당시 태양에너지 및 풍력과 같은 신재생에너지에 대한 정부의 지원을 200억 달러로 향상시키는 것을 목표로 한다고 발표했으며, 그 후 1년 만인 2016년 12월 보다 구체화된 투자회사인 에너지 혁신 벤처(Breakthrough Energy Venture : BEV)를 설립하며 청정에너지 혁신에 집중적인 투자를 약속했다.

BEV(Breakthrough Energy Ventures)

BEV는 기후변화에 대비해 과학 기술 전문 지식을 바탕으로 새로운 청정에너지 기술 개발에 투자하기 위한 투자자 중심의 펀드로 약 20명의 기업 투자자와 과학자로 구성되어 있다. 시장 우선순위와 연구를 바탕으로 이루어질 것으로 계획된 BEV는 10억 달러 규모로 20년간 지속될 계획이며 대규모 공공연구를 통한 기술을 기반으로 한 회사를 설립하는 데 큰 도움이 될 것으로 기대를 모으고 있다. 이 펀드에는 평소 기

후변화에 관심을 갖고 있던 세계 주요 억만장자가 투자자로 참여하며 눈길을 끌었다. 이들 억만장자 20명의 자산 총액 합계만 해도 1700억 달러, 약 200조원에 달한다. 투자자 대부분은 에너지혁신연합(BEC)에 참여한 이들인 것으로 알려져 있다. 펀드의 회장을 맡은 빌 게이츠는 벤처의 목표가 온실가스 배출을 절감하고 합리적인 비용으로 신뢰도가 높은 차세대 에너지를 공급하는 것이라고 밝히며, 저렴하고 청정한 에너지를 만들 수 있는 방법이라면 언제든지 투자할 마음이 있다고 긍정적인 의사를 밝혔다.

BEV의 투자는 정부의 연구개발 증진과 함께 에너지 기술 개발 속도 및 규모를 증가시킬 것으로 예상하며 초기 단계 투자부터 상업화에 이르기까지 투자 파이프라인을 국한시키지 않고 발전 및 저장, 운송, 산업 시스템 사용, 농업 및 에너지 시스템 효율 등 다양한 부문에 걸쳐 투자를 고려할 것을 약속했다. 투자방법은 BEV 이사회 및 경영진이 Landscape of Innovation(공

7) Breakthrough Energy Ventures (BEV) Website, Investment Criteria (<http://www.b-t.energy/ventures/>)
 8) Breakthrough Energy Ventures (BEV) Fact Sheet(<http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2016/12/Final-Fact-Sheet.pdf>)

공 및 민간 투자자를 위한 무탄소 기술 투자 가이드)에 따라 설정한 4개의 투자기준을 보고 판단해 결정하는 방식으로 진행된다.⁷⁾ BEV는 에너지 수요가 2040년까지 약 3분의 1 정도 증가할 것으로 예상하고 사하라 사막, 남아시아 및 동남아시아를 포함한 다소 열악한 지역의 에너지 이용 확대를 통해 에너지 수요를 증가시켜 시장 기회를 창출할 것이라고 밝혔다.⁸⁾

기후 영향	온실가스 배출량을 최소 5억 t 감축할 수 있는 기술에 투자
기타 투자	BEV 외부의 출처로부터 자본 유치 가능성이 있는 회사에 투자
과학적 가능성	기존의 과학적 증거가 있고 발전 가능성이 있는 기술에 투자
그 외	과학적 판단, 유연한 투자 능력, 중요한 글로벌 네트워크 등 BEV의 특성을 필요로 하는 회사에 투자

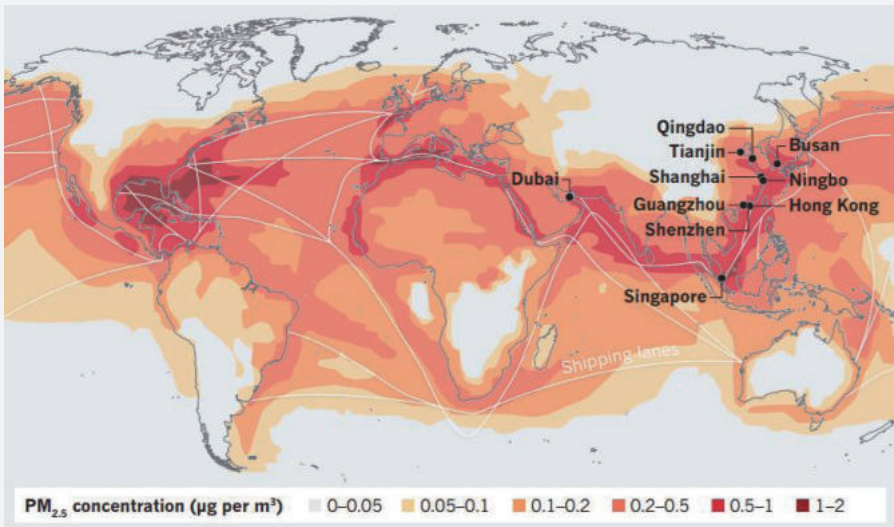
〈표 5〉 BEV 투자 기준

하지만 트럼프가 취임한 후 기후변화 대응 정책을 하나씩 폐지하고 있는 가운데 탄소배출권 거래제와 이를 위한 이니셔티브 및 참여 기업이 모두 주춤하고 있는 상황이다. BEV 역시 올해 2월 말 에릭 톤과 데이비드 다니엘슨을 과학팀에 최초로 고용한 후 지금까지 별다른 움직임을 보이지 않고 있어 향후 행보에 대해 관심 있게 지켜봐야 할 것이다.



선박에서 배출되는 미세먼지 저감을 위한 배기가스 후처리 장치

최근 우리나라의 공기 질 수준이 전 세계 180개국 가운데 173위이며, 초미세먼지 농도는 세계 8위라는 충격적인 연구 결과가 보고됐다. 이렇듯 미세먼지는 향후 국내에서 예측되는 사안이 아니라 현재 발생하는 현상이다. 특히 2013년부터 미세먼지 및 초미세먼지주의보(PM_{2.5}) 발령 건수가 증가 추세이다 보니 기후변화 및 대기환경에 대한 국민의 관심과 불안이 급증하고 있다.¹⁾



〈그림 1〉 초미세먼지 세계 10대 오염 항만 출처: Z. Wan et al.(2016)

선박에서 배출된 입자물질에 의한 심폐 질환 및 폐암으로 매년 약 6만 명이 사망하는 것으로 추정되며,²⁾ 선박 운항에 의한 대기오염 배출은 연안에서 400km 이내에 집중되는 것으로 보고된다. 또한 중국에서 날아온 초미세먼지로 인해 우리나라 조기 사망자 수가 2007년 기준으로 약 7000명이 넘는 것으로 추정된다.³⁾ 참고로 2013년 기준 유럽의 경우 선박이 질소산화물(NO_x)의 18%, 황산화물(SO_x)의 18%, 초미세먼지(PM_{2.5})의 11%를 차지하는 반면, 차량은 각각 33%, 0%, 12%로 황산화물의 경우 선박이 차량에 비해 압도적으로 높다.⁴⁾

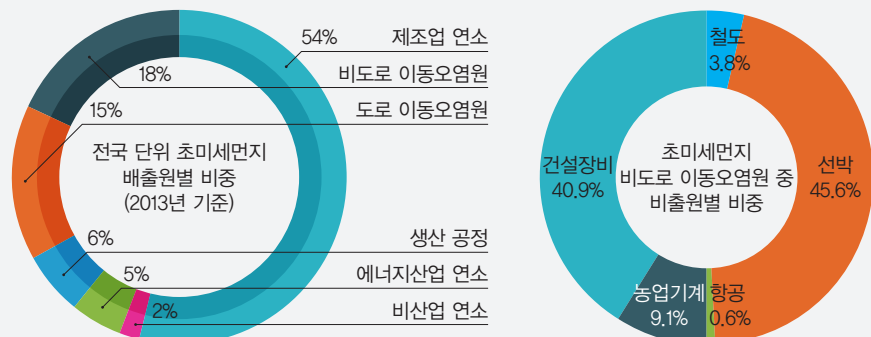
따라서 선박에서 배출되는 배기가스 내 오염물질의 저감을 위해서는 선박 내 엔진(2행정 기관, 4행정 기관) 종류와 특성, 오염물질(질소산화물, 입자상물질, 황산화물

개발이 필요한 이유

초미세먼지 기준 전 세계 10대 오염 항만에 우리나라의 부산항을 비롯해 중국의 7개 항만, 두바이, 싱가포르 등이 포함돼 있다. 중국의 대표 항만이 모두 높은 오염도를 갖고 있으며, 지정학적 위치 및 대기 순환 구조로 인해 동아시아지역의 오염도가 가중되는 상황이다.

이러한 초미세먼지 배출원 중 제조업 연소에 의한 비중이 54%로 가장 크며 뒤를 이어 비도로 이동오염원 18%, 도로 이동오

염원 15%, 생산공정 6%, 에너지산업 연소 5% 순이다. 비도로 이동오염원 중에는 선박 45.6%, 건설장비 40.9%, 농업기계 9.1%, 철도 3.8%의 배출량을 보인다.



〈그림 2〉 전국 단위 초미세먼지 배출원별 비중(2013년 기준)

출처: 국립환경과학원 국가대기오염물질 배출량 서비스(<http://airemiss.nier.go.kr/>)

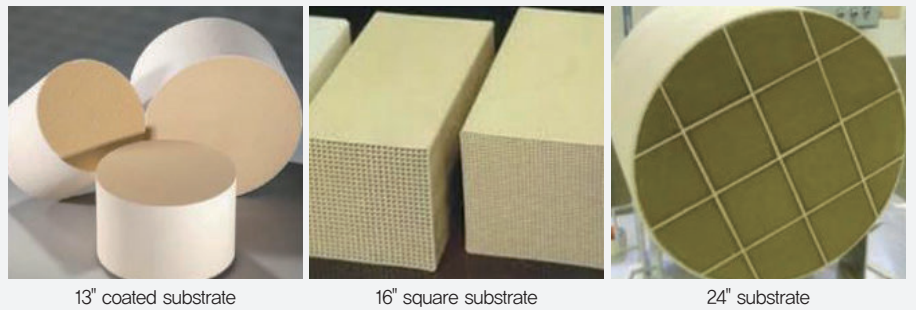
※ 비산먼지, 생물성 연소 및 식생은 제외된 수치임

1) EPI, 2016 - 서울의 초미세먼지 농도는 1615개 주요 도시 중 1094위(WHO, 2014).
 ※서울시 미세먼지 농도는 WHO 기준(연평균 20µg/m³, 일평균 50µg/m³)은 물론 선진국 주요 도시의 약 2배 수준으로 높음.

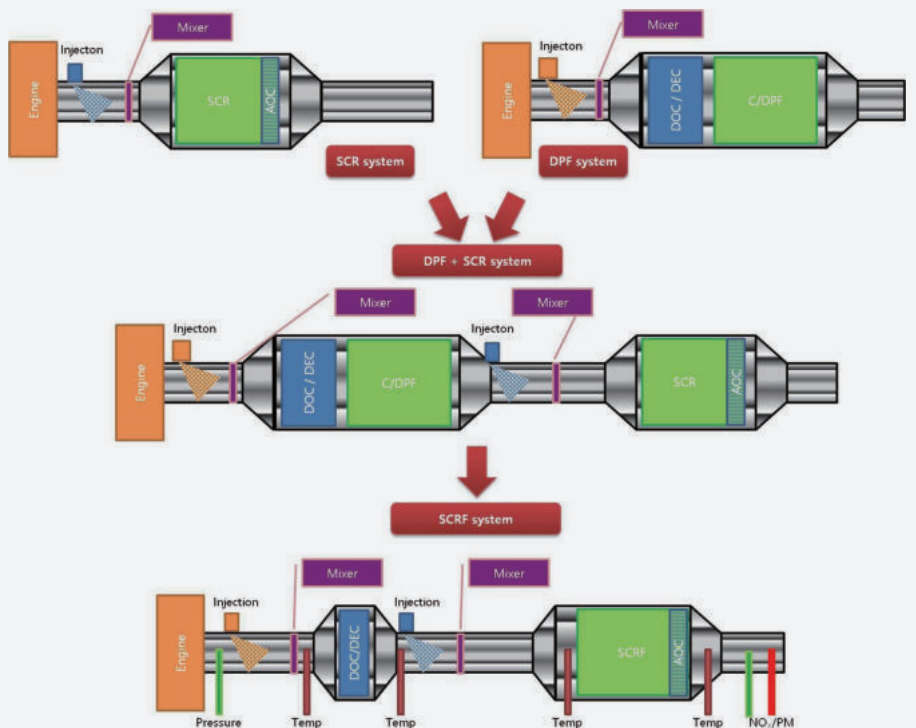
등)을 효율적으로 저감시킬 수 있는 배기가스 후처리 기술과 선박 내 설치를 위한 설계 기술이 함께 고려돼야 한다. 대표적인 선박용 질소산화물 저감 장치인 선택적 환원촉매(SCR) 장치 기술은 Johnson Matthey, Hitachi Zosen, YARA, Ibmiden, HHI, Doosan, STX 등 국내외 선진사가 육상 기술을 선박에 적용해 수년간의 실선 장착운전 평가 실적을 기반으로 기술을 선점하고 있다. 최근 WÄRTSILÄ(Hamworthy), ALFA-LAVAL, MAN, CLEAN MARINE, PURETEQ 등 해외 조선·해양기자재 업체가 스크러버 기술을 통해 황산화물과 입자상물질을 동시에 저감할 수 있는 기술을 개발하고 있으나 장치의 크기 및 운용이 2행정 기관($n < 300$)을 사용하는 대형 선박에 맞춰져 있다. 이러한 상황에서 항만 및 배후도시의 대기환경 개선을 통해 기후변화에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 연안 선박을 고려한 중소형 선박용 배기가스 저감 장치를 개발하는 데 목적이 있다.

핵심 기술 및 주요 연구내용

선박에서 배출되는 미세먼지 저감을 위한 배기가스 후처리 장치 개발의 핵심 기술 및 주요 연구내용은 크게 네 가지다. 첫째로 중·고속엔진용 질소산화물 및 입자상물질 동시 저감 기술이다. 이와 관련해 항만 및 연안 지역에서 많이 운용되고 있는 예인선, 여객선, 어선 등의 중소형 선박에 사용되는 고속엔진($n \geq 1400$ rpm)과 발



〈그림 3〉 다양한 재료 및 형태에 따른 담체

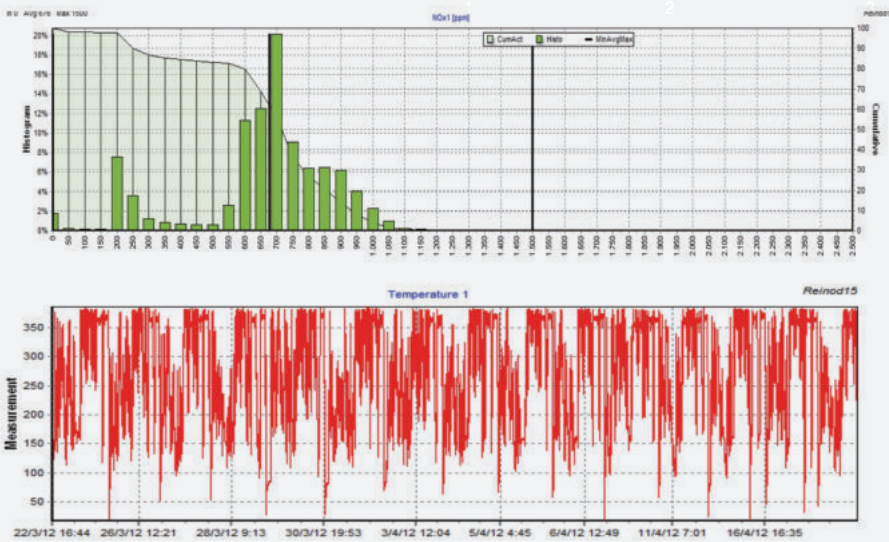


〈그림 4〉 다양한 배기가스 후처리 장치 시스템의 결합과 기능 통합

전기에 많이 사용되는 중속엔진($300 \leq n < 1400$ rpm)에서 배출되는 대기오염물질(질소산화물, 미세먼지) 및 공간 효율을 높이기 위해서는 질소산화물을 저감시키는 대표 기술인 SCR 장치와 입자상물질을 제거할 수 있는 매연저감장치(DPF)의 장점을 혼합해 단일 장치로 만드는 복합 기술이 필요하며, 배기가스 내 황산화물질에 의한 간섭을 해결할 수 있는 기술이 요구된다. 둘째로 담체 기술인데, 가스상(Gas Phase) 물질인 질소산화물과 고형

(Solid Phase)인 입자상물질(PM)을 동시에 저감시키기 위한 내구성·고활성 촉매, 내황성이 높은 산화촉매 개발이 필요하다. 더불어 고강성 담체, 내열성, 저배압을 위한 공극률(Porosity)을 개선한 DPF 담체 제조 방법 등을 개발해 기존 대비 부피 감소 및 무게의 경량화를 실현해야 한다. 이러한 촉매 코팅성 향상을 위한 담체 표면 가공 기술, 촉매 코팅 기술 개발을 통해 다양한 유해 오염물질 제거에 활용이 가능하다.

2) Corbett, J. J. et al, Environ. Sci. Tech, 41, 8512-8518 (2007).
 3) Q. Zhang et al., 2017. Transboundary health impacts of transported global air pollution and international trade, Nature, 543, 705-709.
 4) Smith, T. W. P. et al, Third IMO Greenhouse Gas Study 2014 (International Maritime Organization, 2014).



DPF Monitoring

Data Logging

DPF Active regeneration

SCR control

Graphic data analysis

OBD

〈그림 5〉 다양한 배기가스 후처리 장치 시스템의 결합과 기능 통합

셋째로 재생(Regeneration) 기술인데, DPF에 포집(퇴적)된 입자상물질의 산화, 오염된 SCR 장치의 촉매 활성화 등을 위한 배기가스 온도 승온(Heat Up) 기술을 지칭한다. 마지막으로 통합 모니터링·제어·통신 기술이다. 미세먼지 저감 장치의 상태 진단을 위한 온도, 오염물질의 농도 등을 모니터링하고, 이를 통해 저감 장치의 환원제 공급 및 미립화 제어 기술과 정밀 분사 기술 개발이 필요하다. 더불어 통신 코드 기술을 활용해 엔진 운전과 저감 장치의 연동을, 딥러닝 기술을 활용해 모니터링 데이터 분석을 통한 시스템 고장 예지 및 건전성 관리를 추진한다.

기대 및 파급효과

선박용 배기가스 후처리 기술 개발 및 시범보급을 통해 국민 건강 보장 및 대기오염물질(미세먼지, 2차 미세먼지 등) 감축 등 환경 개선 효과를 동시에 달성할 수 있다. 고도화된 다양한 기술의 적용으로 대기환경 개선에 따른 국민의 생활환경 개선과 항만 및 인접 도시의 대기질 개선에 기여한다. 더불어 환경 개선 선진 기술 확보를 통한 국가 주력산업(선박, 자동차 등)의 경쟁력 증진뿐만 아니라 관련 산업의 사회적 비용 절감에 기여한다.

특히 국내 선박용 배기가스 후처리 장치 시스템 산업의 핵심요소 기술의 높은 해외 의존도 해소를 통한 기술 자립과 가격

경쟁력 강화 효과를 창출한다. 고성능 배기가스 정화 기술의 원천·핵심 기술 확보로부터 차세대 고유 기술 개발의 근간을 마련함으로써 미세먼지·유해가스 환경규제 및 신기후체제 대응을 위한 기술력을 확보할 수 있다. 배기가스 후처리 기술의 핵심 분야인 내항성, 저배압의 고효율 촉매담체, 시스템 제어 및 엔지니어링 기술 등 해외 의존도가 높은 핵심 기술의 국산화를 통해 가격 경쟁력을 확보할 수 있다. 이외에도 선박용 디젤엔진 배기가스 처리 기술 선도를 통해 플랜트 등과 같은 고정 배출 미세먼지 및 유해 배출가스 저감 공정에 개발 기술을 확대 적용할 수 있다.

상시 성과 입력 시스템 및 지식재산권 연구개발과제 정보 입력 안내

상시 성과 입력 시스템

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



지식재산권 연구개발과제 정보 입력

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

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

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



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

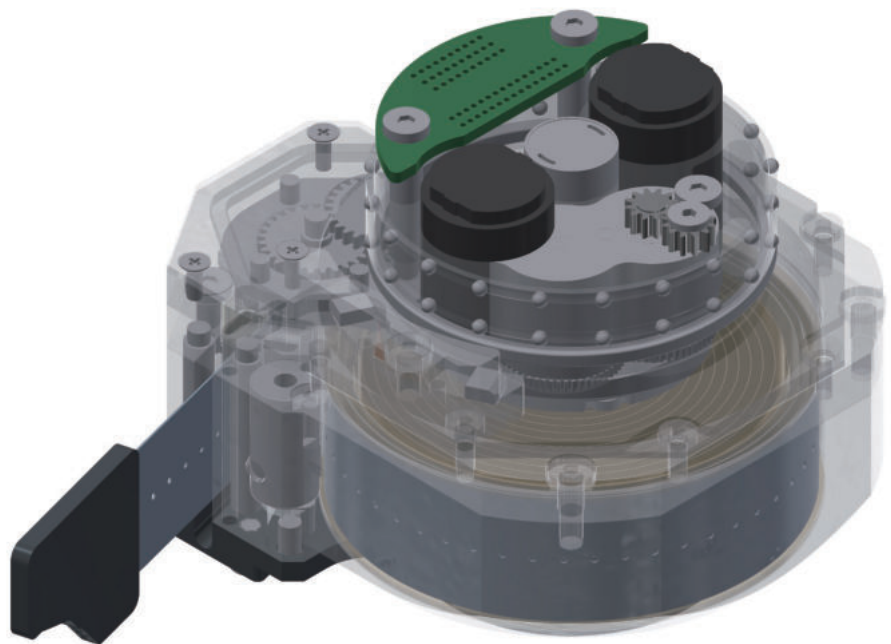
INDUSTRIAL
TECHNOLOGY
AWARDS

이달의
산업기술상

신기술 부문 산업통상자원부 장관상

한국형 원전 기술의 우수성을 세계에 알린다
한전KPS(주)

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 한전KPS(주)가 '수출형 원전 증기발생기 2차측 원격 육안검사 기술 개발' 연구과제를 통해 원전의 증기발생기 내부로 유입되는 이물질의 검사와 제거를 목적으로 매우 작은 내시경 장치와 관련 원격 육안검사 로봇을 개발했다. 이를 통해 국내 전 원전, 아랍에미리트연합(UAE) 및 해외의 전체 원전에 적용 가능한 높은 사업성과 함께 국내 원전의 안전성에 기여할 것으로 기대됨에 따라 영예의 장관상을 수상했다.



한국형 원전 기술의 우수성을 세계에 알린다

동일본 대지진에 따른 후쿠시마 원전 사고는 원전을 운영 중인 국가들에 원전의 안전성에 대한 심각한 고민과 함께 안정성을 향상시키는 계기를 마련해주었다. 세계 최고의 원전 기술력을 자랑하고 있는 우리나라 역시 예외는 아니었다. 이런 가운데 한전KPS(주) 기술연구원 김경섭 실장팀이 기존 산업용 내시경을 적용하기 어려운 한국형 원전 증기발생기 내부 유입 이물질의 검사와 제거를 매우 작고 얇은 내시경 장치와 이 장치를 포함하는 원격 육안검사 로봇을 통해 해결할 수 있는 기술 개발에 성공, 원전 정비 기술의 새로운 전기를 마련했다는 평가를 받고 있다.

취재 조범진 사진 서범세

김경섭 [한전KPS(주) 기술연구원 전력기술연구실장]

사업명 원자력융합원천기술개발사업

연구과제명 수출형 원전 증기발생기 2차측 원격 육안검사 기술 개발

제품명 증기발생기 인번들 원격 육안검사 장치(KTIS, KIIS)

개발기간 2013. 10 ~ 2016. 12 (38개월)

총사업비 810백만 원

개발기관 한전KPS(주) / 전라남도 나주시 문화로 211(빛가람동)

061-345-0560 / www.kps.co.kr

참여연구진 김경섭, 박성호, 류홍석, 박민수, 김동일, 김창훈, 김준홍,

김연규



원전 사고 미연 방지로 원전 안전성 우려 해소 기대

원자력발전소에는 격납용기라고 불리는 둥근 콘크리트 돔 내부에 원자로를 비롯한 가장 핵심적인 설비가 설치돼 있다. 이러한 핵심 설비 중 하나인 증기발생기는 종류에 따라 수천~수만 개의 전열관이 다발로 내부에 설치돼 있으며, 이 전열관의 안쪽에는 원자로의 핵반응 열을 품은 고온·고압의 방사능 유체와 바깥쪽에 증기로 변환되는 비방사능 유체가 공존하는 압력경계 설비로, 이물질에 의해 전열관이 손상될 경우 방사능이 외부로 누출될 수 있어 주기마다 검사를 통해 이물질을 찾아 제거하는 작업이 이뤄지고 있다.

다른 유형의 원전에서는 20년 전부터 주기적으로 증기발생기 전열관 다발 사이에서 손상을 초래할 수 있는 이물질 존재 여부에 대해 산업용 내시경 장치를 이용해 초보적인 육안검사를 수행하고 있으나, 한국형 원전에서는 증기발생기의 구조적 특성으로 인해 이마저도 적용이 불가능해 이에 대한 대책 마련이 절실히 요구되어 왔다. 이에 김경섭 실장팀의 기술 개발 성공은 한국형 원전을 비롯한 해외 각국의 서로 다른 원전에도 적용이 가능해 원전의 발전 효율 및 안정성 향상에 큰 기여를 할 것으로 전망되고 있다.

이와 관련해 개발을 주도한 김 실장은 “본 기술은 전열관 손상에 따른 원전 사고를 미연에 방지할 뿐만 아니라 원격 육안검사 로봇을 통해 기존의 산업용 내시경을 이용한 육안검사 시 검사자가 방사능에 노출되는 문제 등도 동시에 해결함은 물론 후쿠시마 사고 이후 날로 높아지고 있는 원전의 안전성에 대한 국민의 우려를 해소시키는 역할을 할 것으로 기대된다”고 말했다.

초박막 연성 내시경 장치 및 원격 육안검사 로봇 개발

김 실장팀이 개발에 성공한 ‘수출형 원전 증기발생기 2차측 원격 육안검사 기술’은 증기발생기 2차측

How to

핵심 기술인 초소형 내시경 카메라 설계 및 제작 기술에 있어 높은 기술적 장벽과 황무지와 다름없이 국내 기반 기술이 미미한 상황에서 ‘無에서 有를 창조’하는 심정으로 자체 기술 개발과 실험에 연구원 모두가 매진했고, 스틸줄자의 강성과 연성에 착안해 스틸줄자 표면에 인쇄회로 기판을 고온압착하는 기법을 개발하는 등 발상의 전환이 이번 기술 개발의 성공을 이끌어냈다

수출형 원전 증기발생기 2차측 원격 육안검사 기술 개발

관판상부의 전열관 다발 내에서 방사능 누출의 원인이 될 수 있는 이물질 존재 여부 및 슬러지 축적 상태, 기타 이상 유무 등을 초소형 내시경 카메라를 이용해 검사하고 이물질을 제거하는 장비의 설계 및 제작에 대한 것으로 수준 높은 기술적 완성도를 보여준다.

이에 대해 김 실장은 “본 기술은 한국형 원전에서 가동 중인 증기발생기의 전열관 다발 내부를 검사하기 위한 장비로, KTIS(KPS Tubesheet Inspection System)와 KIS(KPS In-bundle Inspection System) 등 2개의 원격제어장치를 개발한 것”이라며 “KTIS는 증기발생기의 양쪽 핸드홀을 관통하는 내부의 Tube Lane 영역에 설치되며, 중앙에서 환형공간의 바깥쪽으로 내시경 카메라를 전열관 틈새로 삽입해 좌우로 회전하면서 검사를 수행하는 레일형 검사 로봇이다. KIS는 내시경 카메라가 장착된 피딩유닛이 탈착식으로 조립되고 영구자석 바퀴가 달린 주행형 검사 로봇으로, 증기발생기 내부의 환형공간 셀 벽면에 설치돼 360도 주행하면서 환형공간에서 중앙부로 내시경 카메라를 전열관 틈새로 삽입해 검사를 수행하는 장치”라고 설명했다.

아울러 그는 “특히 가장 핵심적인 부분은 검사장비에서 한전KPS가 세계 최초로 개발한 ‘활상소자를 이용한 초박막형 형상연성 내시경 장치’라며 “이 장치는 형상 변화가 자유로운 동시에 직진성이 있는 두께 2.6mm의 장치여서 수백 개의 전열관 틈새(2.9mm)로 들어간 뒤 내장된 카메라센서(





김경섭 한전KPS㈜
기술연구원
전력기술연구실장

촬상소자를 통해 수집되는 영상신호를 현장 및 원격 제어시스템으로 보내고 이를 통해 실제 현장에서 보는 것과 같은 육안검사가 가능해졌다”고 밝혔다.

또한 “본 검사장비가 사용되는 장소는 고방사능이 상존하는 지역으로 작업자들의 방사능 피폭에 대한 특별관리가 필요하다. 그러나 본 검사장비를 활용할 경우 비방사능 구역에서 원격으로 검사를 수행하기 때문에 가이드레일 등의 설치 및 제거시간을 제외하면 작업자들이 방사능 피폭 우려로부터 자유로울 수 있다”고 덧붙였다.

국내외 대부분 원전에 적용 가능, 해외 수출 전망 밝아

한편 이번 기술은 높은 수준의 기술적 완성도와 더불어 신기술임에도 불구하고 국내 대부분의 원전에 적



촬상소자

Image Pickup Device,
Imaging Device.
비디오카메라의
심장부이며 영상을
전기신호로 변환하는
부품으로, 촬상관과 고체
촬상소자 등 2종류로
구분된다.

용 가능한 확장성 있는 기술로 사업성이 뛰어나다는 장점도 있다. 실제로 2015년부터 현재까지 22개의 원전에서 약 210억 원의 매출을 달성했고, 향후 지속적으로 매년 약 100억 원의 매출이 예상되고 있다. 이와 함께 국내 원전과 유사한 많은 해외 원전에도 수출할 수 있을 것으로 전망되는 가운데 김 실장은 “해외 원전 가운데 우리나라가 수출한 UAE 원전에 가까운 시일 안에 사업화가 이루어질 것으로 전망되며, 이를 교두보로 삼아 사업화 대상 해외 원전을 더욱 넓혀 나갈 수 있을 것으로 기대한다”고 말했다.

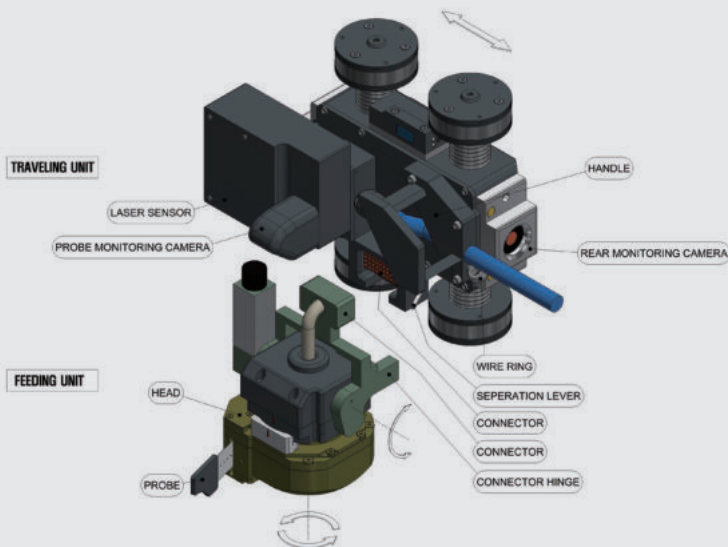
끝으로 앞으로의 계획 및 목표와 관련해 김 실장은 “현재 원자력발전소에서 가동되고 있는 핵심 설비와 관련해 개발이 필요한 많은 정비 기술 중에서 본 기술도 매우 중요하지만, 단지 한 분야의 한 부분에 지나지 않는다”면서 “향후 우선적으로 개발이 필요한 분야 역시 핵심 설비 중에서도 으뜸이라 할 수 있는 원자로 및 증기발생기 관련 기술이 아닐 수 없다. 특히 ‘증기발생기 2차측 상부다발 인번들 검사 및 이물질 제거 기술’은 시급히 개발해야 할 분야로 본 기술과 함께 큰 시너지 효과를 낼 수 있을 것으로 기대되고 있다. 이 기술은 아직까지 개발을 낙관하기는 어렵지만 최근 일부 원전에서 필요성이 제기되고 있고 이러한 배경을 지렛대로 삼아 현재 기술 개발에 총력을 기울이고 있다”고 밝혔다.



김경훈
한국산업기술평가관리원 지능형로봇 PD

전문가 코멘트

“이 기술은 원전 핵심장비인 증기발생기 내부의 정기적인 육안검사를 보다 세밀하고 완벽하게 수행할 수 있도록 자동화한 기술이다. 이를 통해 검사 신뢰성 향상뿐만 아니라 작업자의 방사선 피폭량을 10분의 1 수준으로 저감함에 따라 한국의 원전 운영 안전성을 한 단계 더 끌어올려 원전 운영 기술을 수출하는 데 큰 도움을 줄 것으로 기대된다.”



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

IBK 기업은행

INDUSTRIAL
TECHNOLOGY
AWARDS

이달의
산업기술상

사업화 기술 부문 산업통상자원부 장관상

블랙아웃의 공포로부터 벗어나다
(주)리젠코

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술을 시상한다. (주)리젠코가 '무정전 자동전환절체를 위한 CTTS 국산화 기술 개발' 연구과제를 통해 한전과 발전 전원이 공급 가능할 때 무정전으로 전원 계통을 전환할 수 있는 시스템을 개발했다. 이를 통해 국산화를 실현해 외산 대비 70% 수준으로 비용을 절감하며 CTTS 시스템 60억 매출을 달성한 성과를 인정받아 영예의 장관상을 수상했다.



블랙아웃의 공포로부터 벗어나다

2011년 9월 15일, 가을철 늦더위로 인해 전력 수요가 급증하면서 전국적으로 대규모 정전 사태가 발생해 많은 피해가 속출했다. 이에 따라 정부는 2013년부터 전력 수급 비상시를 대비해 비상발전기 공급자원화사업 및 수요반응사업 등을 추진하고 있으며, 그 결과 무정전절체스위치(CTTS)에 대한 수요가 크게 증가하고 있다. 이런 가운데 발전 제어 시스템 전문기업 ㈜리젠코가 외국산이 독점해 온 CTTS 시장에 순수 국내 기술로 CTTS를 국산화하는 데 성공, 관련 시장의 지각 변동과 함께 큰 화제를 불러 모으고 있다.

취재 조범진 사진 서범세

정순희 [㈜리젠코 대표이사]

사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 무정전 자동전환절체를 위한 CTTS 국산화 기술 개발

제품명 MTA300

개발기간 2013. 12 ~ 2015. 9 (22개월)

총사업비 814백만 원

개발기관 ㈜리젠코

경기도 성남시 분당구 대왕판교로 644번길49 DTCE타워 2F

031-789-0047 / www.leegenco.co.kr

참여연구진 권승욱, 최기선, 변범배, 이진희, 김영진



CTTS 국산화 성공, 수입대체 효과 커

CTTS(Closed Transition Transfer Switch, 무정전 절체스위치)는 일반적으로 사용되는 ATS(Automatic Transfer Switch, 자동절체스위치)와 달리 미리 발전기를 가동시켜 정전압, 정주파수가 확립되면 한국전력 전원과 발전기의 발전 전원을 동기화해 투입한 후 무정전으로 발전 전압을 사용할 수 있게 해주는 장치다.

이에 따라 CTTS는 전산센터를 비롯해 금융기관, 병원, 관공서는 물론 군부대 등의 시설에서 필수적으로 갖춰야 할 장치임에도 리젠코가 CTTS를 국산화하기 전까지 국내에서 유통되고 있는 CTTS는 전부 수입산이었고, 이로 인한 부품 수급과 AS의 불편함 및 외화유출 등의 문제가 이어져 왔다.

이런 가운데 한국에너지기술평가원은 2013년 에너지기술개발사업의 일환으로 ‘무정전 자동전환절체를 위한 CTTS 국산화 기술 개발’ 과제에 리젠코가 다른 경쟁업체를 제치고 주관기관으로 선정되면서 본격적인 CTTS 국산화 기술 개발이 진행됐다. 특히 CTTS는 비상발전기 공급자원화사업과 관련해 없어서는 안 될 필수 제품이어서 리젠코의 이번 기술 개발 성공은 큰 의의가 있다.

How to

발전소 종합엔지니어링과 발전제어사업을 통해 축적된 경험과 기술력을 바탕으로 2011년 대규모 정전사태 이후 일찌감치 CTTS시장의 성장을 예측해 선제적으로 기술 개발에 나서 짧은 회사 연혁에도 불구하고 기술력을 인정받아 CTTS 국산화 기술 개발의 주관을 맡게 됐으며, 남들이 하지 못하는 어려운 일에만 과감한 도전과 냉철한 시장 예측 분석이 기술 개발 성공의 원동력이 됐다.

무정전
자동전환절체를 위한
CTTS 국산화
기술 개발

이에 대해 정순희 대표는 “과제 시작 당시만 해도 국내에 설치된 대부분의 CTTS는 해외에서 수입했고, 국산 역시 해외에서 핵심 부품을 들여와 조립해 내놓은 제품이어서 진정한 국산 제품이라고 말할 수 없었다”면서 “이로 인해 비싼 가격과 설치 및 유지보수와 관련해 시간이 오래 걸리는 등 독과점 기업의 시장 왜곡 현상이 나타났으며 무엇보다 외화 유출이 가장 큰 문제로 지적됐다”고 말했다.

그리고 “이런 상황에서 리젠코가 순수 국내 기술로 CTTS 국산화에 성공한 것은 리젠코의 우수한 기술력을 선보인 것과 동시에 국내 CTTS 시장의 활성화 및 비상 전력 수급에 대비하기 위한 정부 정책과 현재 활발하게 모색되고 있는 수요반응사업 등에 탄력을 줄 것으로 예상된다”고 밝혔다.

고압 CTTS 국산 제품은 리젠코가 유일, 외국산 능가해

리젠코가 개발에 성공한 CTTS 시스템은 외국산 CTTS 제품과 비교해 성능 면에서 손색이 없으며 오히려 우수하다는 평가를 받고 있다.

정 대표는 “CTTS 시스템을 운용하기 위해서는 전압, 주파수, 위상각 수치를 특정 범위로 제어해야 하는데, 리젠코의 CTTS 시스템은 발전기 제어가 가능해 해당 수치를 주파수 0.15Hz, 전압 $\pm 3\%$ 이내, 위상각 $\pm 3^\circ$ 이내로 제어한다”면서 “이런 조건이 충족돼야 쇼트 등의 사고가 발생하지 않으며, 타사 제품은 발전기 제어 기능을 제공하지 않는 반면 리젠코의 CTTS 시스템은 이 기능을 제공해 타사 제품 대비 빠른 동기화와 안정적인 절체가 가능하다”고 설명했다.

더불어 “저압의 경우 당사의 CTTS 시스템 가격이 외국산에 비해 약 20% 저렴하고, 특히 고압의 경우 시판되고 있는 국산 제품은 리젠코의 CTTS 시스템이 유일하다”고 강조했다.

또한 사업화와 관련해서는 “2015년 개발 후 비상발전기 자원화 사업을 통해 국내 관공서 및 민간에





정순희
(주)리젠코 대표이사

CTTS 시스템을 납품하기 시작해 약 40억 원의 매출을 올렸고, 지난해에는 수요관리사업 납품을 통해 약 20억 원어치를 판매했으며, 올해는 수요관리사업의 증가로 매출 확대가 예상된다”면서 “기술 개발 완료 후 CTTS 시스템이 전체 매출액의 46%를 차지하고 있고 인도네시아 등지로 수출을 준비 중”이라고 밝혔다.

DR시장 선도, 글로벌 CTTS 분야 전문기업 목표

한편 앞으로의 계획과 관련해 정 대표는 “현재 CTTS 시스템의 단점인 사고 정전이 발생할 경우 ATS와 동일하게 발전 전원으로 절체 시 정전이 발생하는 문제점을 보완하기 위해 계통연계형 CTTS를 개발, 점차 확대되고 있는 수요반응(DR) 시장에서도



수요반응제도

전기 사용자가 일상에서 전기를 아낀 만큼 전력 시장에 판매하고 금전적으로 보상받는 제도.

한국전력거래소(KPX)가 주관하며, 2014년 11월부터 시작된 6대 에너지 신사업 중 하나이다.

리젠코의 우수한 기술력과 강력한 경쟁력을 선보일 예정”이라며 “일반적인 CTTS는 절체형으로 한전 전원이거나 발전기 전원 중 하나를 온라인으로 절체하는 방식인 반면, 계통연계형은 두 가지 전원을 동시에 운영해 부하를 나눌 수 있는 새로운 장치다. 비상용 발전기로 부하의 절반 정도를 감당하고 나머지 절반을 한전 부하로 감당하는 방식으로 운영할 수 있어 보다 많은 용량을 DR 자원으로 배정해 수익성을 높일 수 있어 DR 시장에서 확고하게 자리매김할 것으로 기대된다”고 말했다.

나아가 정 대표는 “이외에 리젠코는 CTTS와 에너지저장장치(ESS)를 결합한 무정전 시스템 개발 사업을 진행해 마무리 단계에 접어들었으며, 외국산 CTTS가 채용하고 있는 솔레노이드 밸브를 이용한 스위치 역시 자체 기술로 개발하는 등 국내는 물론이고 세계 최고의 CTTS 분야 전문기업이 되기 위해 끊임없는 노력을 기울일 것”이라고 밝혔다.

또한 “이번 기술 개발 성공을 바탕으로 파리기후변화협약 이후 날로 증가하고 있는 신재생에너지원을 통한 전력 수요에 효과적으로 대처해 전력 수요관리 분야의 명실상부한 대표기업이 되기 위해 연구개발에 매진할 것이며, 이를 통해 리젠코의 핵심 기술이 모두 결집된 발전소를 직접 운영하는 신재생에너지 발전사로의 도약을 이루어 내겠다”고 강조했다.



히영
한국산업기술평가관리원 메디칼디바이스 PD

전문가 코멘트

“(주)리젠코가 ‘무정전 자동전환절체를 위한 CTTS 국산화 기술 개발’ 연구과제를 통해 무정전으로 부하이동 전원 계통을 전환할 수 있는 기술을 개발했다. 이러한 성과는 안정도 향상 뿐만 아니라 수입대체 등에 큰 의미가 있다.”

정리하기 빠듯했던 연구비관리가 시스템으로 바뀐다고?

서류 정리로 빠듯했던 과거는 안녕!

연구비관리의 **新** 패러다임

우리  연구비관리시스템
RDMS

「우리RDMS」는 연구비 오·유용방지 및 사업관리 효율성 증대를 위해 우리은행이 개발한 연구비관리시스템으로 예산 교부부터 정산 종료까지 연구비관리 전영역 시스템 관리지원 제공

*RDMS : Reserch and Development Management System의 약자

투명성

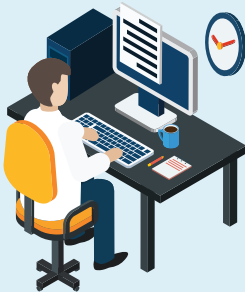


“연구비는 눈먼 돈?”

우리은행/우리카드/국세청 연동으로

사용내역 실시간 모니터링과 증빙자료 검증

편의성



“감사·정산시즌 야근은 필수?”

사업/과제/재원/집행/참여자 등 다양한

정보 연계 제공으로 수검·정산 Data 준비 지원

자동화·효율성



“예산은 증가해도 일손은 그대로?”

운영기관 사업계획에 맞게 관리지원

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.



▶ November

산업통상자원부 연구개발 과제 중 최근
성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.
화학 1개, 세라믹 1개로
총 2개의 신기술이 나왔다.

이달의 새로 나온 기술

화학

- 유증기 및 초미세입자 제거를 위한 고효율 처리 시스템

세라믹

- 글로벌 생활용품 제조를 위한 저온소성용 경량도자 소지 및 유약

유증기 및 초미세입자 제거를 위한 고효율 처리 시스템

이달의 새로 나온 기술 화학부문

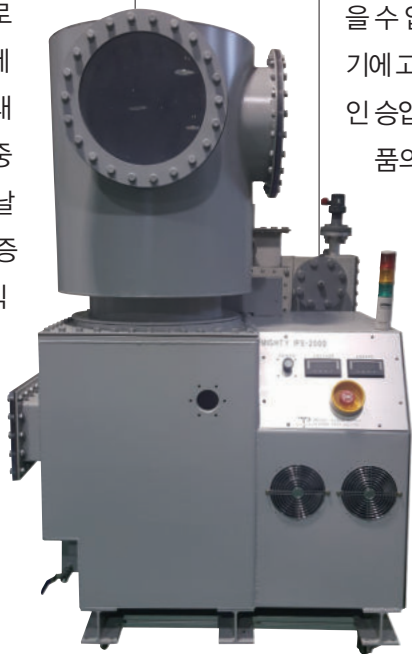
(주)플라즈마텍_국민안전증진기술개발사업

기술의 의의

60Hz 수준의 전원 사용으로 소음이 발생하는 기존 전기집진기의 문제를 가청주파수 이상의 고주파수(20kHz) 전원을 개발해 해결함.

기술내용

» 국내 환경법에서는 복합약취 및 암모니아, 메틸메르캡탄, 알데히드류 등 총 22종의 화합물질을 지정, 약취 물질로 규제하고 각각의 배출 허용농도 기준을 제정하고 있음. 높아지는 생활환경 수준으로 사업장에서 발생하는 오염원에 대한 공장 약취 민원, 음식점 및 하수관 등의 생활 약취 민원은 매년 증가하는 추세임. 특히 서울시의 경우 약취 민원 중 85.2%는 비규제 대상의 사업장이며, 그중 음식점이 약 40%를 차지하고 있어 이에 효과적으로 대응할 수 있는 기술이 필요함. 앞으로는 약취뿐만 아니라 미세먼지에 대한 경각심이 대두될 것으로 보임. 1년 중 미세먼지 경고가 발생한 날 수가 작년 대비 2배 이상 증가했고, 최근 환경부는 직화구이 음식점을 미세먼지 배출 생활오염원으로 보고 향후 규제안 및 효율적 관리 방법을 모색하고 있음. 따라서 이



를 위한 기술 개발이 필요함. 이와 관련해 기존 대부분의 전기집진기는 60Hz(또는 50Hz) 주파수의 전원을 사용하므로 고전압 방전 시 주파수의 특성상 지속적인 소음이 발생해 건물 외부 또는 사람이 없는 장소에 설치해야 함. 또한 방전 시 발생하는 스파크, 아크, 노이즈 등에 취약해 방전출력을 높일 수 없음. 하지만 주파수를 올리면 전기적 효율이 높아지고 스파크, 아크, 노이즈에 즉각적으로 반응해 장비의 정지 없이 처리효율을 높일 수 있으며, 18kHz 이상이면 가청주파수를 지나서 소리를 들을 수 없는 장점이 있으나 전기집진기에 고주파수를 적용하면 필수 Part인 승압회로, 승압TR, 발열 문제, 부품의 손상, 출력 이상 등 많은 문

제점이 발생해 고주파수 전기집진기의 전원이 국내에서 개발된 경우는 거의 없는 실정임. 또한 최근 국내 업체에서 중주파수(180Hz)의 전원을 개발해 전기집진기에 적용하기 시작했지만, 습식전기집

진기에 적용한 경우는 거의 없음. 이에 본 연구과제를 통해 핵심 기술인 직화구이 음식점 배기가스 처리 대상 고효율 저가형 고주파 유전체 습식 플라즈마 전기집진기(소형 전원 공급 장치, 전극, 후처리 촉매 장치, 모니터링 포함)를 적용한 유증기, 초미세입자 및 복합약취 제거 기술을 개발함.

적용분야

» 전기집진 장치의 핵심 부품인 전원 장치의 용량별 국산화를 이뤄 가격 경쟁력 제고를 통해 용량별·기능별 다양한 제품의 제작·판매가 가능함.

향후계획

» 대기오염 문제가 심각한 한 중국 시장을 대상으로 보급형 중소용량 환경설비에 대한 수요가 증가하고 있기 때문에 이에 대한 적극적인 대응이 가능함. 이에 핵심부품의 국산화 확대 및 대량생산 체제 확립으로 수익률을 제고해 습식전기집진기 기반의 대기오염 방지 설비의 시장 점유율을 확대할 계획임.

연구개발기관

» (주)플라즈마텍 / 031-657-1382 / www.plasmatech.co.kr

참여 연구진

» (주)플라즈마텍 이재호, 차우병, 기동호, 고등기, 술연규원연구조합 조성수, 임성현, 세종대 송지현, 강정희 외

글로벌 생활명품 제조를 위한 저온소성용 경량도자 소지 및 유약

이달의 새로 나온 기술 세라믹 부문

(주)무늬공방_소비재산업고도화기술개발사업

기술의 의의

1150도 저화도 소지 및 유약 개발로 신규 시장 확대가 가능하고, 기공률 확대로 뮤직박스 음향 안정성을 개선함.

기술내용

저온소성 경량도기는 특성상 도기 제품 특유의 친환경적 소박함과 세련된 미감을 보유하고 있어 세계적인 트렌드에 적합한 재료임. 또한 현재 뮤직박스 제조용 도자기 소지 및 유약을 공급하고 있는 전문업체가 없는 실정이며, 그에 대한 연구도 전혀 이뤄지지 않고 있음. 더불어 공급받는 소지가 색상이나 물성이 Batch마다 변하는 등 제조 안정성에 문제가 있고, 더욱이 현재 사용하는 소지의 생산이 중단될 위기에 있어 안정된 새로운 소지의 개발이 절실한 실정임. 이에 본 연구과제를 통해 도자 소지 소결 온도를 1150도로 낮출 수 있는 원료 선택과 조합비 계산 방식, 이에 맞는 유약 조합비 도출을 위한 유약 개발을 연구

함. 이를 통해 1150도의 낮은 온도에서 소성할 수 있는 가벼운 흰색 색상의 소지를 개발함. 이와 관련한 연구 개발 내용을 정리하면 우선 뮤직박스 제조용 소지와 열팽창계수가 맞는 유약을 개발했는데, 이를 통해 소성 후나 일정기간 후의 균열이나 파손을 방지할 수 있음. 또한 저화도에서 녹아 유리질화되는 유약을 비롯해 장식 소성에서 연화가 없어 전자지와 접합성이 좋은 유약을 개발함. 특히 최근 문화관광 상품 트렌드가 색상의 다양화로 변화함에 따라 흰색 소지를 기본으로 다양한 색상(Yellow, Red, Blue, Black)을 발현하는 소지를 개발해 전통과 트렌드를 아우를 수 있는 제품 생산이 가능함.

적용분야

뮤직박스, 핸드벨 등 다양한 문화관광 기념품, 캐릭터 상품, 도구류 등 글로벌 생활명품

향후계획

캐릭터, 각 지역의 특산품을 활용한 도자기 자석, 도자기 열쇠고리, 도자기 수저받침, 도자기 펜접시, 도자기 연필꽂이 등 글로벌 생활명품의 개발. 그 일환으로 '2018 올해의 관광도시, 강화' 관광기념품 공모전에서 강화 특산품인 순무를 이용한 접시, 수저받침, 자석으로 동상을 수상함.

연구 개발기관

(주)무늬공방 / 031-944-5733 / www.moonyart.com

참여 연구진

(주)무늬공방 유병록, 김은평, 성몽용, 황선유, 바이오세라 김성일, 이철중, 명지대 이병하, 이선규 외



고·저압 CTTS 시스템 전문

국내 최고 CTTS 시스템 전문업체



세계 최초 7.2kV 3-Bay CTTS Panel 출시

- 국내 최초 고압 CTTS 시스템 개발
- 발전기 제어 기본 Option
- CTTS시스템 모듈 국산화 (Display 8인치)
- 한전계통연계 시스템 제작·시운전

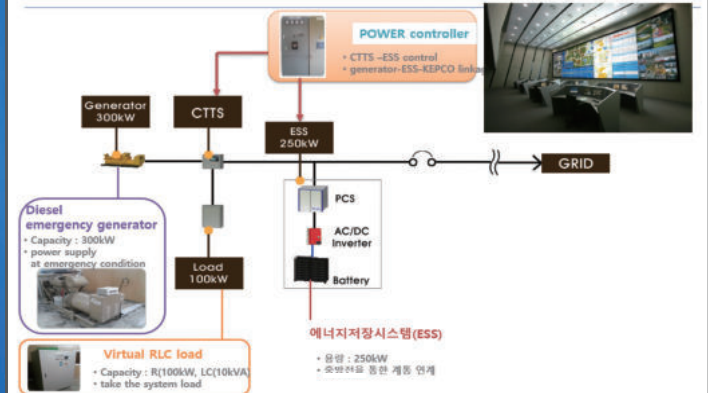
무정전절체시스템(CTTS)

한전전원과 발전전원 양전원 공급이 가능할 때 두개의 다른 전원 요소간 부하를 무정전으로 전환시켜주는 시스템



당사 CTTS 시스템은 발전기 제어를 통해 위상각, 주파수, 전압을 제어하여 보다 빠르고 안정적으로 전환할 수 있는 강점이 있다.

Uninterruptible power resource system optimized as Korean-type



한국전기안전공사 250kW 무정전자동절체실증운영
※ 22.9kV-Y 무정전자동절체시스템 개발

주요실적

IDC센터 통신 사업장, 서울대, 포항공대, 단국대, 충남대
단국대병원, 건양대병원, 김천제일병원, 아주대병원
성남·용인·수원시청, 전북도청, 마사회, 잠실주경기장
4대강 9개보, 신보령화력·당진 화력·삼척그린파워 발전소
영주댐, 장성댐, 난지·용인·마포소각장, 성남버스터미널
혼소시스템 : 아주대, 한국기술센터, KT남수원, 강릉시청 외 다수

주요 거래처



한국전기기술인협회 수요반응 주관 협약사

LeeGenCo

LGc (주) 리젠코

www.leengenco.com

리젠코 CTTS 기술특허보유

1. 고압 및 저압용 병렬운전배전반-CTTS제어부분포함(특허 제10-1214782호)
2. 비상발전기를 이용한 피크전력 제어시스템(특허 제10-1377521)
3. 피크전력 제어모드에서의 비상발전기 발전용량 최적운전시스템(특허 제10-1381790)
4. 상용전원과 비상발전기 간의 최적 부하이동시스템(특허 제10-1466162)

이달의 사업화 성공 기술

산업통상자원부 연구개발 과제를 수행해 종료한 후 5년 이내 사업화에 성공한 기술을 소개한다. 사업화 성공 기술은 개발된 기술을 향상시켜 제품의 개발·생산 및 판매, 기술 이전 등으로 매출을 발생시키거나 비용을 절감해 경제적 성과를 창출한 기술을 말한다. 기계·소재2개, 전기·전자1개, 화학1개로 총 4개의 사업화 성공 기술이 나왔다.

기계·소재

- 선박 및 해양플랜트의 운용 단계 생애주기 관리 시스템
- 중형 휠 굴삭기용 유압식 변속기

전기·전자

- 멀티센서 기반의 데이터 통신모듈과 드라이버 IC·프로세서 제어부품 등을 탑재한 200cc 이하의 LED 시스템조명 엔진모듈 기술

화학

- 고비중(1.4 이상), 마이크로 피브릴(10 μ m 이하) Sheath/Core 융복합 소재를 통한 재생·실크 대체 Daily wear용 제품

선박 및 해양플랜트의 운용 단계 생애주기 관리 시스템

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

(사)한국선급_산업융합기술산업핵심기술개발사업(IT융합)

기술의 핵심

선박 및 해양플랜트의 모든 것을 3D 모델 기반 선박해양 통합 정보 모델을 통해 관리하여 효율적이고 더 빠른 의사결정이 가능함.

기술내용

조선소의 생산(설계 및 건조) 단계에서 생성된 운용에 필요한 정보(도면, 3D 모델, 도장, 두께 등)를 포함하고 있는 3D 모델 기반 선박해양 통합 정보 모델의 관리 정보(운항, 유지보수, 검사, 수리, 손상, 재활용 등)를 활용해 선박 및 해양플랜트의 운영 및 폐선 단계까지 고려한 효율적인 운영 및 관리를 위한 생애주기 관리 시스템임. 이와 관련해 개발하는 인도 단계 시스템(The Columbus-Yard Data Deliverer System)은 조선소의 기간 시스템(Legacy System)으로부터 설계 및 건조 과정의 흐름 속에서 선박 또는 해양플랜트의 운영에 필요한 정보를 획득해 관리하는 시스템임. 또한 탑재용 운영 시스템(The Columbus-Onboard Ship Manager System)은 선박 또는 해양플랜트에 탑재돼 운영 시의 정보(운항, 유지보수, 검사, 수리, 손상 등)를 획득하고, 이 정보를 활용해 운영을 지원하는 시스템임. 마지막으로 육상용 정보 시스템(The Columbus-Fleet Manager System)은 조선소, 해운사 및 선급 등에서 수십~수천 척의 대용량 선박 정보를 효율적으로 관리하고 지

원하기 위한 데이터 저장 및 관리를 위한 선대관리 시스템임.

사업화 내용

본 연구과제를 통해 'The Columbus System'이라는 이름으로 다음과 같은 운영 시스템을 제품화함. 인도 단계용 시스템 : The Columbus-Yard Data Deliverer System, 육상용 시스템 : The Columbus-Fleet manager System, 탑재용 시스템 : The Columbus-Onboard Ship Manager System(선박용), The Columbus-Offshore Manager System(해양플랜트용). 특히 선박 육상용 및 탑재용 시스템은 총 7척의 국내외 선박에 시험 적용해 그 역할을 충분히 했으며, 인도 단계 시스템을 통해서도 해외 선박에 시험 적용해 인 도된 사례가 있음.

사업화시 문제및해결

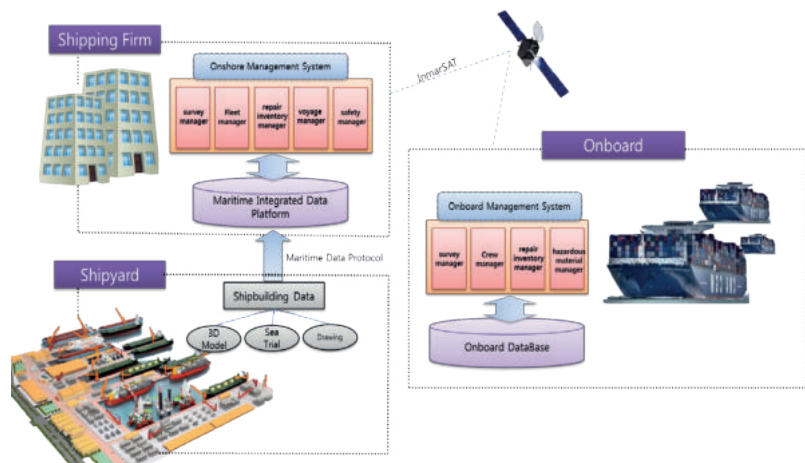
근래에 국내외 해운 시장의 어려움으로 경제 논리에 의해 개발된 기술이 적용에 어려움이 많은 실정임. 하지만 최근 Digital Twin이나 Smart Ship에 대한 기대치가 높아지면서 이에 대한 준비를 위해 관련 업계에서 지속적인 노력을 기울이고 있음. 따라서 개발 기술(The Columbus System)이 새로운 트렌드 기술의 기반 기술이 되고 있음.

연구 개발기관

(사)한국선급 /
070-8799-8570 /
www.krs.co.kr

참여 연구진

(사)한국선급 이정렬, 대우조선 김형철, 현대해양서비스 홍윤범, 티원아이티 박창섭, 이메인텍 배시훈, 아이보우슬루션 진익희, 누리정보기술 홍순엽, 경북대 문두환, 한국기계연구원 박성환, 선박해양플랜트연구소 황호진 외



중형 휠 굴삭기용 유압식 변속기

(14톤급 중형 휠 굴삭기용 효율 90% 이상의 유압식 변속기 국산화 개발)

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

우림기계_투자자연계형기술개발사업

기술의 핵심

고성능, 고신뢰성, 고효율, 고내구성, 저소음, 콤팩트화로 저가격을 실현한
휠 굴삭기용 유압식 변속기.

기술내용

중형 휠 굴삭기용 유압식 변속기는 굴삭기 전진 및 후진을 할 때 주행 유압모터의 출력을 주행 휠에 동력전달(Power Train)하는 핵심부품임. 이 변속기는 주행 효율을 향상시키기 위해 저속 고토크(Low Speed - High Torque)와 고속 저토크(High Speed - Low Torque) 2단 변속의 주기능과 굴삭 작업을 할 때 내장된 주차브레이크(Parking Brake)에 의해 굴삭기 차체가 지면에 견고하게 고정되도록 하는 기능이 있음. 휠 굴삭기용 유압식 변속기의 주요 구성품으로는 High & Low 변속비 절환 및 주차브레이크 작동을 위한 유성기어 장치, 주행중 변속 절환 동력 변속을 가능하게 하는 습식다판형 유압클러치 장치, 최종 감속 및 전후 동력전달을

위한 2-Shift Helical Gear Drive 장치, 변속기 내 윤활을 위한 오일펌프 및 유압 변속 작동을 컨트롤하는 컨트롤 밸브 등으로 구성됨.

사업화 내용

국내 완성차 업체 및 중국 로컬 업체를 대상으로 마케팅을 진행했음. 우선 기술 자립도가 높지 않은 중국 로컬 업체를 대상으로 기존 차량은 정지해야만 변속이 가능한 미션을 사용했으나 현지 고객의 요청 및 제품 고급화 추세에 맞추어 변경된 습식다판 클러치 형식의 미션을 적용한 샘플을 공급해 실차시험을 진행함. 실차시험 결과 고객사에서 만족해 현재까지 사업화를 완료했으며 납품 실적과 Field 모니터링 데이터를 바탕으로 중국 현지 중장비 업체 및 국내 완성

차 업체에 마케팅을 펼쳐 매출액을 증대할 계획임.

사업화시 문제 및 해결

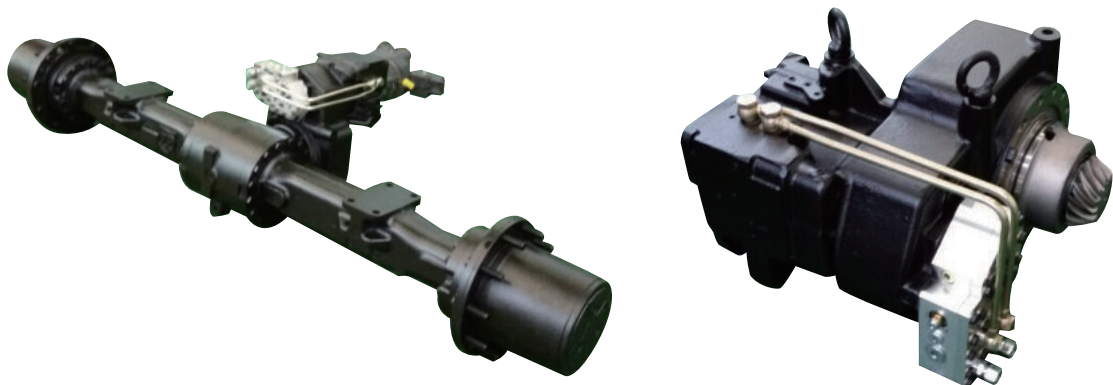
개발 초기 단계보다 국산화 개발이 완료된 시점부터 제품의 단가가 급락해 제품의 가격 경쟁력 확보에 어려움이 있었음. 더불어 국내 완성차 업체는 최근까지 건설중장비의 경기침체로 새로운 제품 개발에 소극적이었으며 Field Record가 없는 국내 제품을 적용하기는 힘든 실정임. 따라서 중국 로컬 업체 위주로 마케팅을 진행하면서 정책적인 부분과 기술 유출에 대해 우려되는 부분이 있음.

연구 개발기관

우림기계 /
055-260-0300 /
www.wooringear.com

참여 연구진

우림기계 정종열, 김광민, 김성용, 한국기계연구원 이용범, 김태석, 피엠씨 김경성, 창원문성대 배명호 외



멀티센서 기반의 데이터 통신모듈과 드라이버 IC · 프로세서 제어 부품 등을 탑재한 200cc 이하의 LED 시스템조명 엔진모듈 기술

이달의 사업화 성공 기술 전기 · 전자부문

한국전자통신연구원_LED시스템조명기술개발사업

기술의 핵심

소형 LED 시스템조명 엔진모듈, 유선 DALI 조명 제어 통신 기술, 무선 지그비 조명 제어 통신모듈, 조명 디밍 밝기 제어 기술, 조명을 시스템적으로 제어하는 기술 등.

기술내용

LED 시스템조명 엔진모듈은 유선통신, 무선통신, 위치통신으로 시스템적으로 제어 기능을 지님. 기존에는 조명 외부에 통신제어 기능을 접목했으나, 본 사업에서 개발한 기술은 200cc 크기로 소형화하고, 외부 제어 시스템과의 연동 기능을 개발해 회의실, 침실, 사무실 테스트베드에 적용했음. LED 시스템조명 엔진모듈을 적용한 테스트베드의 실험 결과 단순 점등만 하는 LED 조명 대비 약 50% 이상의 전기 절감 효과 데이터를 도출함. LED 시스템조명 엔진모듈 개발 과정에서 센서와의 접목 기술, 조명 밝기를 조절하는 디밍 기술, 유무선 통신과 조명 제어신호의 융합 기술 등을 개발함. LED 시스템조명 엔진모듈 기술 개발을 통해



조명 광원과 전원산업에 통신과 제어가 연계돼 조명융합산업이 태동되는 계기가 됨.

사업화 내용

LED 시스템조명 엔진모듈에 대한 사업화로써 조명 제어를 위한 유선 DALI 조명 통신 및 지그비 무선 조명 통신에 대한 사업화가 추진됨. 또한 단품의 조명산업 사업화에서 침실, 회의실, 사무실 등 시스템조명의 사업화가 가능하게 됨. 그러나 기존 형광등을 LED 조명으로 교체하는 산업이 주로 형성되다 보니 시스템 제어에 비용을 지불하지 않기 때문에 큰 시장으로 형성되지 않고 있음. 하지만 추가 전기 절감 및 사용 편의성에 대한 고객의 요구가 변화 추세이기 때문에 현재보다는 미래 부가가치산업으로 우뚝 설 것으로 예상됨. 실제로 LED 시스템조명 엔진모듈과 연계한 시스템조명, 조명 제어 드라이빙모듈, 유무선 통신모듈, 시스템 조명 제어 디바이스 등 제품 수가 증가함. 특히 미래 전기 절감과 편의 기능에 대한 가치의 증가로 고부가가

치를 위한 경쟁력 높은 조명통신 융합 사업화 추진이 가능함을 확인함.

사업화시 문제및해결

조명 전문기업은 통신 및 제어에 대한 인력과 기술력이 부족하고, 이

와 반대로 통신 및 제어 전문기업은 조명에 대한 전문성이 부족함. LED 시스템조명 엔진모듈 사업화를 위해 융합 기술력 향상이 필요함. 조명 통신 융합 기술은 단순 단품 조명보다 설치, 운용, 유지보수, 고장 진단, 수리 등 기술의 난이도가 매우 높아 시스템조명 현장에서의 고객 요구를 만족시키기 어려움. 음성 무선전화기에서 스마트폰으로 구매 성향이 급속히 바뀐 것처럼 시스템조명에 대한 고객 요구 변화와 원천 융합 기술력 향상이 우선적으로 해결된다면 시스템조명 사업화는 활성화될 것임. 이를 위해 조명과 통신 제어를 융합한 원천 기술을 지속적으로 연계 발전시켜야 함.

연구 개발기관

한국전자통신연구원 /
042-860-5232 /
www.etri.re.kr

참여 연구진

한국전자통신연구원
강태규, 성정식, 강현주,
강현철, 박성희, 최종우

외

고비중(1.4 이상), 마이크로 피브릴(10 μ m 이하) Sheath/Core 융복합 소재를 통한 재생·실크 대체 Daily wear용 제품

이달의 사업화 성공 기술 화학 부문

(주)덕우실업_섬유생활스트림간협력기술개발사업

기술의 핵심

재생·실크 섬유 대체를 목적으로 드레이프, 내추럴한 감성과 색상의 발현이 가능한 Daily wear용 제품 개발 기술.

기술내용

» 합성섬유로 천연 소재 감성을 모방하고 뛰어 넘기 위한 시도는 계속 돼 왔음. 기존 합섬에서의 Natural-like 기술은 소재 자체에서 연신차를 이용해 원사에 모우를 발현시키거나, 2종의 소재를 합사하기 위한 복합사가공 및 공기교락 방법을 이용했음. 또한 천연섬유와 합성섬유의 혼방을 통한 천연섬유와 같은 감성 발현이 주를 이루고 있어 소비자가 요구하는 제품의 확대 개발에는 한계가 있음. 따라서 차별화된 발상으로 천연섬유와 같은 고감성의 섬유 직물 소재를 개발하고자 폴리에스

터 폴리머 개발과 복합제조 기술을 이용해 폴리에스터 표면은 Fibril화 되고 심부는 강도와 드레이프성을 증진할 수 있는 소재를 사용, 복합방사하여 재생·실크 섬유를 대체할 직물을 개발함.

사업화 내용

» 본 지원 사업으로 기존 합성섬유에서 볼 수 없었던 내추럴한 감성의 고품질 합섬 제품이 상업화됨으로써 대부분 수입에 의존하고 있는 레이온, 천연 실크 섬유시장의 상당부분을 대체할 수 있음. 이로 인한 수입대체 효과가 크고 더 나아가 고부가가

치 섬유 제품을 수출함으로써 한국의 고급 섬유 개발 강국 이미지 제고와 같은 무형적 가치를 높임과 동시에 글로벌 섬유 시장에서 한국의 폴리에스터 섬유 직물의 점유율을 올리는 성과를 올림.

사업화시 문제및해결

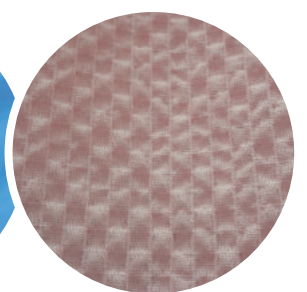
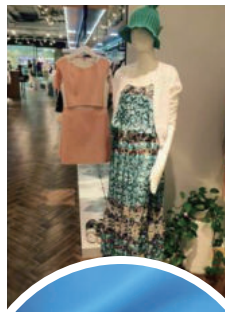
» 제품의 지속적인 개발과 수출로 이어지기 위해서는 빠른 납기와 대량 생산 공정에 대한 심도 있는 기술 개발이 더 요구되며 기존과 같은 정부 지원이 계속적으로 필요함.

연구 개발기관

» (주)덕우실업 / 054-974-8096 / www.duckwoo.kr

참여 연구진

» (주)덕우실업, 이창현, 손문길, 최정환, 이현수 외



미리 만나보는 'KOREA TECH SHOW' 2017 대한민국 산업기술 R&D대전

2017 대한민국 산업기술 R&D대전이 오는 11월 16일부터 18일까지 코엑스 3층 D홀에서 개최된다. 산업통상자원부(이하 산업부)가 주최하고 R&D 3대 전담기관(한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원, 한국산업기술진흥원)이 주관하는 2017 대한민국 산업기술 R&D대전은 산업부가 지원한 R&D 성과물을 국민에게 홍보하고 산학연 기술협력, 사업화 촉진 및 R&D 일자리 연계의 장을 마련하기 위해 열린다.



산업기술의 현재와 미래를 체험하다

2017 대한민국 산업기술 R&D대전은 우수 신기술·신제품을 망라해 대한민국 산업기술의 현재와 미래를 체험할 수 있는 행사라는 의미를 담은 'KOREA TECH SHOW'를 부제로 진행된다. 더불어 산업 R&D를 통해 앞으로의 미래가 더 이상 상상이 아닌 우리 일상으로 다가올 것이며, R&D 성과물을 국민들이 보고, 느끼고, 즐기는 행사임을 알리는 'R&D, 상상이 아닌 일상'을 슬로건으로 제시한다.

이번 행사의 전시관은 산업혁신관 112개, 4차 산업혁명 기술체험관 125개, 출연연·전문연 58개, 로비 기본 60개, 부대시설 122개, TECH-BIZ관 73개 등 총 550개 부스로



구성된다. 최근 가장 주목을 받고 있는 4차 산업혁명과 관련해서는 로봇, 인공지능(AI), 가상현실(VR), 증강현실(AR), 자율주행차, 드론, 3D 프린터, 사물인터넷(IoT), 스마트 공장 등 첨단 기술을 체험해 볼 수 있는 산업혁명 기술체험관이 조성된다. **로봇 분야**에는 SK텔레콤, 서울대, 한화테크윈, 레인보우, 유진로봇, 로보티즈, (주)엔티로봇, 아이로, (주)상상돔, robhumanoid, 한양대, 유진기술 등이 참가한다. **3D 프린터 분야**에는 로켓, 센트럴, 원포시스, 쓰리디코리아, (주)레이, 애니메디솔루션 등이 참여하는 한편 **AI 분야**에는 아이피엘 등이, **드론 분야**에는 바이로봇, 숨비 등이 참가한다.

November 2017



K O R E A
T E C H
S H O W
2 0 1 7

VR·AR 분야에는 Z-STOTM, VR-카버, 토탈소프트뱅크, 이노시물레이션, 노바테크, JK DENS(카이스트), 롤랩스, (주)버넥트, 비즈아이 엔에프, (주)라온텍, 스코넥엔터테인먼트 등이 참여한다. 자율주행차 분야에는 에이테크솔루션(주), (주)에이다스원, (주)피엘케이테크놀로지 등이 참여하고, IoT 분야에는 누루, 헬프터, (주)그린에스시스템즈, (주)캐리마가, 스마트공장 분야에는 민관합동스마트공장추진단 등이 참가한다.

산업혁신관에는 산업기술 분야로 엠씨빅스, 그린파워, 컴박스테크놀로지, (주)한컴지엠디, 마린전자상사, (주)와이즈오토모티브, (주)마프로, (주)성우모바일, (주)세츠, (주)에이

엠에스, (주)금창, 한국과학기술원, (주)피도텍, (주)셀비온, 나노융합산업연구조합, 바디텍메드(주), (주)태진, (주)앱스필, 리얼타임테크, (주)크라비스, 케이엔더블유, (주)클리오 디자인, (재)아이패션비즈센터, 대양전기공업(주), 코리아스펙트랄프로덕츠(주), 고려오트론(주), (주)삼영에스앤씨, 지오씨(주), 벤텍스(주), 기민전자(주), (주)나무가, (주)예일전자, (주)무한비트, (주)오토닉스, 아모센스, (주)제니컴, (주)포스포, 원창머티리얼, 한국진공(주), (주)휴먼아이씨티, 한국광해관리공단, 한국전지연구조합, (주)창성, (주)엘지엠, (주)딜리, (주)유니온커뮤니티, (주)코컴테크, 씨브이티일렉트로닉스코리아 등이 참가한다.



K O R E A
T E C H
S H O W
2 0 1 7

에너지 분야에는 성균관대, 코에버, 전자부품연구원, 인코어드, 한국전자통신연구원, 코오롱, 한국전력연구원, 현대스틸산업(주), (주)에스코알티에스, 고등기술연구원, 한국전력공사, 두산중공업, 오딘에너지(주), (주)뉴케어, 한국에너지종합기술(주), 한국가스안전공사, 삼원테크 등이 참가한다. 국제공동 분야에는 (주)지오네트, (주)아이엘이에스, (주)지엠티, (주)듀캠바이오, (주)세포바이오가 참가하고 출연연·전문연 분야에는 한국생산기술연구원, 전자부품연구원, 자동차부품연구원, 한국전기연구원, 한국항공우주연구원, 한국화학연구원, 한국에너지기술연구원, 한국과학기술연구원, 한국기계연구원 등이 참가한다.

특히 이번 전시에서는 산업부 R&D과제로 수행하여 돋보

이는 성과를 창출한 대표적 기술·제품 16점을 선보인다. 한국기계연구원부설 재료연구소, (주)평화발레오, 계양정밀, 한국반도체연구조합, 한국파워트레인(주), 실리콘마이더스, (주)디지털옵틱, (주)유니테스트, (주)로보티즈, (주)창성(인천지점), 현대자동차(주)남양연구소, (주)제이티, SK이노베이션(주), 희성촉매(주), 삼성메디슨(주), (주)빅셀 등 우수 성과 창출 기업도 참가한다.

R&D 정보부터 사업화까지 책임지다

KOREA TECH SHOW는 콘퍼런스·포럼, 국제기술협력, 비즈니스 프로그램을 중심으로 3일간 진행된다. 산업 플랫폼, 상생발전 등 산업기술 발전을 위한 대안을 모색하



기 위한 산업플랫폼 콘퍼런스와 대·중소기업 R&D 상생 발전포럼이 17일 열린다. 산업플랫폼 콘퍼런스는 특설 무대(스윙스페이스)에서 4차 산업혁명 및 디지털 플랫폼 경제시대 도래에 따라 핵심산업(헬스케어·모바일·에너지·제조)별 국내외 비즈니스 플랫폼 성공사례를 벤치마킹하고, 신산업 육성을 위한 정부 역할 및 R&D 정책방향을 모색한다.

또 국내 중소·중견기업과 국제공동 연구협력 수요가 있는 해외 기관을 초청한 국제기술협력 사업이 진행된다. 국제기술협력 현황 분석 및 국제공동 R&D 성과 확대를 위한 국제기술협력포럼을 비롯해 한-체코 국제기술교류회, 한-이스라엘 기술협력 세미나가 16일 진행된다. 17일에는

국내외 기업 간 매칭을 통해 기술협력, 기술수출입, 기술사업화 등을 협의하는 기술협력 B2B 상담이 열리고, 삼성홍보관 및 경북공에서는 국내 우수 기술 홍보와 문화체험을 통한 교류 활성화를 도모하고자 테크&컬처 투어가 진행된다.

더불어 R&D 성과가 실제 기업의 사업화로 연계될 수 있는 비즈니스 프로그램도 추진된다. 17일에는 48개 상담기업과 투·융자기관 6개사가 R&D대전 참가기업 중 투·융자유치를 희망하는 곳에 펀드운용사의 투자 상담 및 시중은행의 융자 상담을 진행(1:1 상담)하는 기술금융·투융자 상담회를 비롯해 에너지기술사업화포럼이 열린다. 특히 전시회 기간에 다양한 비즈니스 상담 프로그램이 이어진다. 대표적으로 한국특허전략개발원의 분야별 특허 컨설



턴트를 파견해 신청 주제에 따른 전문적 특허 컨설팅을 하는 한편 출품기업 특허분석을 지원하는 특허 컨설팅을 비롯해 융합 아이디어 사업화 상담회, 융합 신제품 품평회, 디자인 컨설팅, 중소·중견기업 기술보호 지원제도 등이 진행된다.

전 국민이 참여하는 축제로 펼쳐진다

전 국민이 참여하는 축제가 될 수 있도록 전시회와 병행해 채용박람회, 경진대회, 이벤트 등 다양한 부대행사가 열린다. 16일 채용박람회를 시작으로 로봇공학자 데니스 홍 교수, 프로파일러 이수정 교수, 개그맨 조윤호 등이 참여하는 R&D꿈나무(고등학생 및 청년)를 위한 유명 인사 초청

‘청년희망 R&D토크쇼’가 열린다. 또한 16일부터 17일까지 코엑스 D홀에서 ‘임베디드 SW 경진대회’ 결선 심사 및 우승 작품을 선정하고, 16일과 17일에는 이공계와 인문사회 및 문화예술 분야의 다양한 아이디어를 산업과 융합한 산업융합 아이디어 경진대회가 열린다. 전국 대학생을 대상으로 총 55개 팀이 참가 신청서를 제출했으며, 본선 진출 8개 팀이 R&D대전에 참가한다.

17일에는 휴게존 부스에서 다양한 현장 라이브 스테이션이 펼쳐진다. MC(문소리 아나운서), 패널(개그맨 이동엽, 김일희), 전문가, 출품기업, 참관객, 온라인 참여자가 참가하는 R&D스타 라이브쇼가 진행된다. 전시회 현장과 참가기업의 기술·제품에 대한 유튜브 실시간 방송도 진행한



K O R E A
T E C H
S H O W
2 0 1 7

다. 이외에도 아나운서 체험관에서 실제 아나운서와 진행하는 뉴스 초대석을 통해 참관객 인터뷰를 한다. 밴드 공연을 비롯해 R&D골든벨 퀴즈대회, 버스킹 등 현장을 찾은 참관객이 즐길 수 있는 다양한 문화행사도 열린다.

한편, 2017 대한민국 산업기술 R&D대전에서는 창작 로고송 공모전, 참관기 공모전, 영상·사진 콘테스트 등 다채로운 공모전 및 사전 홍보 이벤트를 연다. 2017 대한민국 산업기술 R&D대전과 함께할 창작 로고송을 공모해 우수 작품을 시상하고, 전시회 현장의 생생한 사진 또는 영상 작품을 대상으로 영상·사진 콘테스트를 열어 시상한다. 또한 2017 대한민국 산업기술 R&D대전 관람 후기를

선별해 시상하고, 공식 홈페이지(www.rndkorea.net)에 사전 참관을 신청한 등록자 중 특정 순번 신청자인 'N번째' 행운의 사전등록자 찾기 이벤트를 실시한다. 더불어 Ktech 인더스토리 페이스북(www.facebook.com/ktechstory) 공유 이벤트, R&D대전 행사 포스터 인증샷을 올리는 포스터 인증 이벤트, R&D대전 전시장을 관람하면서 부스에 비치된 스탬프를 정해진 종이에 받아 이벤트 부스에 제출하거나 전자등록하는 스탬프 릴레이 등을 통해 다양한 경품을 제공한다. 공모전 및 이벤트와 관련한 자세한 사항은 2017 대한민국 산업기술 R&D대전 홈페이지에서 확인할 수 있다.

2017 대한민국 산업기술 R&D대전
사전등록 EVENT

1 N번째 행운의 온라인 사전등록자는 누구?

내 용
공식 홈페이지(www.rndkorea.net)에서 전시관 사전등록자 중 특정 순번에 신청한 사람에게 상품지급

당첨순번
1/70/20/30/50/70/100/200/300 ... 5000

이벤트기간
2017.09.29(금) - 5000번째 신청자 등록 시까지

상 품
공유수용권 2인용 9인

2 쉼먹고 알먹고, 친구따라 R&D대전 가자~

내 용
사전등록자에 의해 2명 이상의 자인과 함께 방문하면 추첨권 2장 증정

이벤트기간
행사기간 중 [2017.11.16(토) - 18(토)]

상 품
1등 6초 소니렌즈 1회, 2등 2회 초코보우 2회, 3등 유 스티커 1회, 4등 보스워치 1회



디지털 잉크젯 기술 분야 글로벌 리더를 향해 나아가다

(주)딜리

인류 문명의 발전에 있어 문자와 종이 그리고 인쇄술의 발달이 끼친 영향은 매우 크다. 5000년 역사를 자랑하는 우리나라 역시 전 세계적으로 과학성과 우수성이 입증된 한글이라는 문자와 무구정광다라니경 및 직지심체요절로 증명된 우수한 인쇄술을 가지고 있었다. 하지만 어느새 서구 선진국에 의해 역사적 전통에 기초한 우수한 기술과 능력은 사라진 지 오래이고, 서구의 기술로 이루어진 인쇄 기술이 시장을 장악하고 있다. 이런 가운데 (주)딜리의 기술 개발 행보는 인쇄산업의 또 다른 전통과 역사의 서막을 열고 있다. 디지털 잉크젯 기술 분야의 글로벌 리더를 향한 딜리의 힘찬 도전과 미래 청사진을 최근수 대표에게 직접 들어봤다.

취재 조범진 사진 서범세

명실상부한 국내 최고의 디지털 잉크젯 프린터 제조사

경기도 동두천에 위치한 딜리(dilli)는 digital illustrate inc의 줄임말로, 1996년 창립 이래 지금까지 디지털 잉크젯 기술 분야의 글로벌 리더를 비전으로 디지털 잉크젯 프린터 제조의 원천 기술을 확보한 국내 유일의 기업이다.

1996년 2월 일리정공(주)의 승계창업으로 시작된 딜리의 연혁을 살펴보면 끊임없는 노력과 난관 극복의 깊은 흔적을 엿볼 수 있다. 또한 최근수 대표가 남다른 경영철학과 R&D 전략을 통해 어떻게 딜리를 지금의 위치까지 올려놓을 수 있었는지 알 수 있다.

최 대표는 “20년 전 일리정공 법인을 설립해 주판 사업을 인수하며 창업했지만 저가의 전자계산기 보급으로 실패했고, 뒤이어 제도기 제조 사업도 컴퓨터를 이용해 설계하는 오토캐드(AutoCAD)로 인해 쓴맛을 봐야 했다. 그 이후 시작한 측량망원경 제조 사업 역시도 GPS를 이용하는 광파측량기의 보급으로 실패하는 경험을 겪었다”며 “세 번의 실패가 가져다준 값진 경험은 ‘미래의 변화를 내다볼 수 있는 안목의 필요성’을 깊게 느끼게 해주었고, 고민의 결과 국내에 광고인쇄 프린터 제조업체가 없음을 깨달아 그때부터 디지털 잉크젯 프린팅 기술의 국산화를 시작하게 됐다”고 말했다.

이후 2001년 UV 프린터 개발 시작과 함께 딜리의 기술 개발 행보는 쉼 없이 이어졌다. 그리고 2년 만인 2003년 여러 차례의 시행착오와 그 어떤 곳의 도움 없이 자체 기술로 마침내 환경친화적인 UV 잉크젯 프린터 네오젯 개발에 성공한 딜리는 이듬해 100만 불 수출을 달성했고, 2006년 500만 불, 2007년 1000만 불, 2008년 2000만 불, 2014년 3000만 불 수출탑을 수상하면서 명실상부한 국내 최고의 UV 잉크젯 프린터 제조

전문기업으로 우뚝 서게 됐다.

아울러 이러한 성과를 바탕으로 딜리는 2008년 INNO-BIZ 기업 확인 및 2010년 글로벌 강소기업에 선정됐고, 2011년에는 코스닥 상장 및 중국과 멕시코 등지에 해외 법인을 설립하는 등 글로벌 리더를 향한 행보에 박차를 가했다.

또한 2012년에는 7년여의 노력 끝에 차세대 성장동력으로 여겨지는 디지털 프레스 개발에 성공해 첫 제품을 출시했다. 2015년에는 유럽법인을 설립해 선진 기술과의 본격적인 기술 경쟁에 뛰어들었고, IR52 장영실상이 생긴 이래 최초로 중소기업이 최우수상인 대통령상을 수상하는 쾌거도 이룩했다. 지난해에는 그동안의 끊임없는 기술 개발 노력과 놀라운 성과를 인정받아 월드클래스300 기업에 선정되는 등 관련 분야 어느 기업도 따라올 수 없는 이력을 보여주었다.

그리고 2017년 현재, 딜리는 중장기적으로 와이드-포맷 프린터 및 디지털 프레스의 고품질화와 더불어 미디어 제조사업에 진출해 디지털 잉크젯 프린터 세계 시장 톱7 및 디지털 프레스 세계 시장 톱5에 오르는 것을 목표로 모든 임직원이 최선을 다하고 있다.

디지털 UV 잉크젯 프레스 원천 기술 개발



디지털 잉크젯 기술 분야 총망라, 펌웨어 개발 능력 탁월

달리의 기술력은 국내는 물론 관련 분야 선진 기술국이 모여 있는 유럽에서도 인정할 만큼 매우 뛰어나다. 특히 이러한 기술력이 모두 자체적으로 마련되었다는 점에서 놀라움을 금할 수 없다.

주요 기술을 묻는 질문에 최 대표는 “당사가 2006년부터 7년여간의 연구개발 끝에 국내 최초로 개발에 성공한 UV 디지털 라벨 프레스는 원하는 라벨 이미지 파일을 컴퓨터에 입력하면 잉크가 들어 있는 헤드 부분이 고속으로 잉크를 분사하며 라벨을 출력하는 장비로, 환경적인 측면에서 페잉크, 세정제, 접착제 등의 문제점을 지니고 있는 기존의 인쇄방식과 비교해 현격한 차이를 보이고 있다”며 “헤드 정렬 장치, 자동 텐션 제어시스템, 오토클리닝 기술로 수입 제품이 갖고 있던 여러 문제점을 보완해 제품 신뢰성이 매우 높다는 장점이 있다”고 설명했다.

더불어 “당사의 UV 디지털 라벨 프레스는 UV 경화잉크를 사용해 폭넓은 인쇄소재 위에 DOD 피에조 구동형 잉크 분사 기술 및 세계 최고 기술의 잉크젯 프린터 헤드 장착, 선택된 출력 모드에 따른 자동 램프 셔터링 시스템을 적용했다. 아울러 코로나 처리 시스템을 적용해 인쇄미디어의 출력조건을 최적

으로 구성, 높은 출력 품질을 유지하고 있다”면서 “이외에도 이중의 자동 텐션 시스템 및 웹가이드 시스템을 적용해 안정적인 미디어 전송 유지 및 VDP(가변데이터 처리) 기술을 적용해 다양한 출력이 가능한 것이 특징”이라고 덧붙였다.

무엇보다도 달리 기술력의 강점은 펌웨어 개발 능력에 있다고 말할 수 있다. 전기전자, UV 컨트롤, 화학 등 디지털 잉크젯 프린터 분야의 핵심 기술에 대한 자체 연구 및 보유에서 비롯된 달리의 펌웨어 개발 능력은 사실상 달리가 지금의 위치에 오르는 원동력이 됐고 앞으로 글로벌 리더로서의 목표 달성에 크나큰 가속제가 될 것으로 예상된다.

사실 펌웨어는 소프트웨어를 하드웨어화한 것이라고 할 수 있다. 따라서 같은 종류의 하드웨어라고 해도 내부의 펌웨어가 달라지면 기능이나 성능, 혹은 사용하는 소프트웨어의 종류가 달라질 수 있다.

다시 말해 펌웨어 업데이트로 기기의 성능 향상이 가능한 것은 물론 펌웨어 특성상 제조사가 아닌 사용자가 임의로 내용 수정 등 펌웨어의 업데이트에 개입할 경우 기기가 작동하지 않는 사태가 벌어질 수 있다는 측면을 고려할 때 달리의 우수한 펌웨어 개발 능력은 사실상 또 하나의 강력한 시장 경쟁력이자 지배력을 나타낸다고 해도 과언이 아니다.

결론적으로 달리는 디지털 잉크젯 기술 분야의 A부터 Z까지 모든 것을 아우르는 명실상부한 최고의 기업이라 말할 수 있다.

3년 내 세계 일류 제품 개발, 1억 불 수출 달성 목표

글로벌 잉크젯 프린터 시장은 2020년까지 연평균 8% 성장을 이룩해 650억 달러를 넘어설 것으로 전망되고 있다. 반면 지속적으로 성장해 온 와이드-포맷 프린터 시장은 성장률이 둔화돼 약 4.5%의 성장이 예상되지만 디지털 인쇄시장은 아시아와 북미를 중심으로 연평균 15% 이상 크게 성장할 것으로 기대되면서 차세대 먹거리로 주목받고 있다.



이런 가운데 딜리의 앞으로 계획과 목표에 대해 최 대표는 “인쇄산업은 새로운 도전을 맞이하고 있다. 기계작업에서 디지털화로 인쇄방식이 바뀌었고, 전자미디어의 발달로 전자출판의 경향이 증대되고 있다. 이에 따라 디지털 인쇄의 확산과 네트워크에 기반한 인쇄 기술의 변화는 대량소품종 인쇄방식에서 맞춤형 주문생산이 원활한 (소량)다품종 인쇄로 발전하게 되고, 그래픽 및 이미지 전송이 가능해지면서 기존 필름 공정이 필요하지 않게 되어 고객과 프린터가 서로 연계되는 웹을 이용한 인쇄가 확대되고 있다”면서 “이에 따라 당사는 최근 화두가 되고 있는 4차 산업혁명 시대에 동조하기 위해 디지털 라벨 프

레스에 사물인터넷(IoT) 기능을 추가하고, 스마트폰을 활용한 디지털 라벨 프레스의 모니터링을 가능하게 하는 기술 개발을 추진해 3년 내에 세계 일류 제품으로 발돋움할 것”이라고 밝혔다.

또한 “공과금 고지서 출력을 가능하게 하는 새로운 디지털 프레스 개발 및 신문제작업자 위주의 신문 인쇄가 아닌 구독자 맞춤형 신문 인쇄가 가능한 획기적인 디지털 인쇄방식을 도입한 새로운 신문 인쇄 시스템을 개발할 계획이다. 올해 500억 원 매출 달성 후 2020년 1000억 원 매출 달성, 이듬해에 1억 불 수출 달성을 목표로 최선을 다할 것”이라고 말했다.

R&D는 ‘고객에 대한 배려’로부터 시작된다

‘기술보국’의 사명감과 ‘인본주의’ 철학이 성공 열쇠

외부로 드러난 (주)딜리의 R&D 시스템은 얼핏 다른 기업과 큰 차별성이 없는 듯 보인다. 기존의 기술연구소 조직을 연구기획실, 기구디자인팀 및 제어팀으로 구성되는 연구본부로 개편해 연구개발의 효율성을 높이고 기술 개발의 유기적인 협력관계를 구축하고자 하는 등 일반적이기 때문이다.

그러나 딜리의 뛰어난 기술력은 이러한 일반화된 R&D 시스템에 최근수 대표만의 남다른 경영철학과 R&D 전략이 더해지면서 엄청난 위력을 발휘하게 되었다고 볼 수 있다.

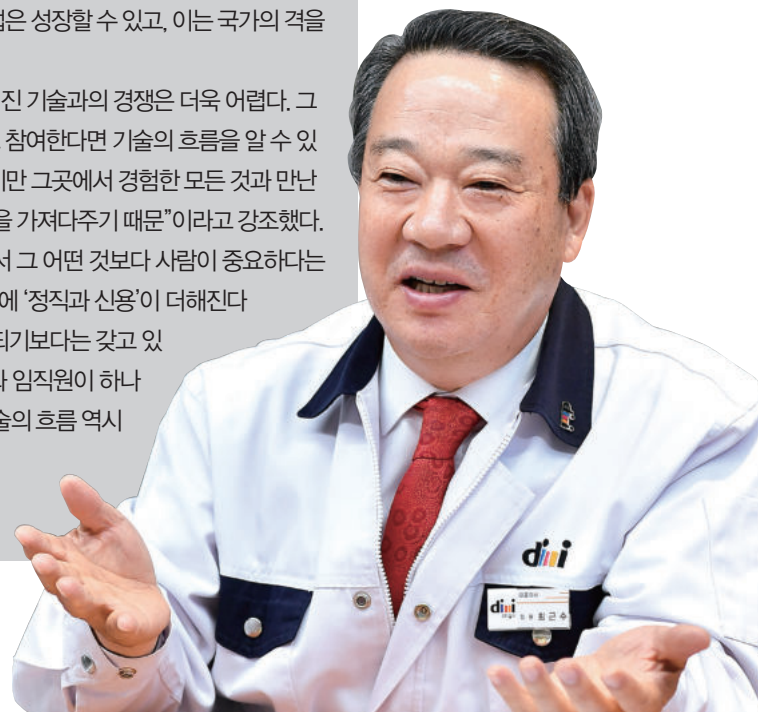
회사의 연혁을 한눈에 볼 수 있는 딜리 전시실에는 독특함이 묻어 있다. 바로 우리나라 경제발전의 주요 원동력이 되었던 기관이며, 성과도 연도별로 잘 정리돼 있고, 여기에 세계적으로 경제와 산업에 영향을 미친 주요 이슈와 제품에 대한 발자취 역시 한눈에 비교할 수 있도록 돼 있다. 단순히 보여주기 위함이 아닌 바로 최 대표의 ‘기술보국(技術報國)’에 대한 신념과 의무감이 그 안에 담겨져 있다.

“기술 개발의 목적은 ‘고객에 대한 배려’로부터 시작돼야 한다. 그렇게 될 때 기업은 성장할 수 있고, 이는 국가의 격을 높이는 것이 된다”는 최 대표의 철학은 고스란히 딜리의 R&D에도 배어 있다.

더불어 최 대표는 “중소기업의 해외 진출은 사실 어려운 게 현실이다. 더구나 선진 기술과의 경쟁은 더욱 어렵다. 그러나 자신이 속한 전문 분야의 전시회나 박람회 2, 3개를 직접 가서 보고 느끼고 참여한다면 기술의 흐름을 알 수 있게 되고, 무엇을 해야 하는지 보인다. 큰 비용 부담은 당장에 어려움이 될 수 있지만 그곳에서 경험한 모든 것과 만난 사람들로 부터 안정성과 신뢰가 쌓이면 거기에서 비롯되는 결과는 몇 배로 이익을 가져다주기 때문”이라고 강조했다. 또한 그는 “R&D의 근간은 사람이다. 1996년 회사 설립 이후 20여 년이 지나면서 그 어떤 것보다 사람이 중요하다는 것을 많이 느낀다. 그래서 ‘인본주의’에 기반한 기업경영이 우선돼야 하며, 거기에 ‘정직과 신용’이 더해진다 면 엄청난 힘을 발휘할 수 있다”면서 “딜리는 그동안 한 우물만을 파왔고, 정체되기보다는 갖고 있는 기술을 계속 업그레이드하면서 경쟁력을 키웠다. 그리고 그 과정에서 대표와 임직원이 하나로 뭉쳐 한 방향으로 전진할 때 발전의 속도도 빨라지고, 빠른 발전 속도만큼 기술의 흐름 역시 예측 가능한 범위에서 발맞출 수 있었다”고 밝혔다.

최근수 (주)딜리 대표이사

R&D 로드맵



탄소 배출 절감 및 미세먼지 저감을 위한 전기자동차

글로벌 자동차기업들이 전기자동차 시장 선점을 목표로 발 빠르게 움직이고 있다. 휘발유나 경유로 움직이는 자동차 생산을 금지하겠다는 각국 정부의 정책에 부응하면서 소비자의 욕구도 충족시키기 위해 다양한 종류의 전기자동차 출시 계획을 속속 내놓고 있다.

64

November



내연기관 자동차 퇴출된다

글로벌 자동차업체들이 전기차와 하이브리드 자동차 생산에 열을 올리는 것은 유럽 각국 정부가 잇따라 내연기관 자동차를 퇴출하기로 결정했기 때문이다. 프랑스와 영국 정부는 2040년까지 경유·휘발유 차량의 자국 내 판매를 중단하기로 했다. 앙겔라 메르켈 독일 총리는 2020년까지 전기차 100만 대 시대를 열겠다고 공언했다.

프랑스가 2040년까지 경유·휘발유를 쓰는 모든 내연기관 차량의 자국 내 판매를 중단한다는 계획을 발표했다. 프랑스는 미국의 파리기후변화협약 탈퇴 선언 후 국제무대에서 기후변화 관련 리더십을 강화하고 있다. 니콜라 율로 프랑스 에너지환경부 장관은 지난 7월 “2040년까지 모든 경유와 휘발유 차량의 판매를 중단하는 진정한 혁명을 이루겠다”고 발표했다. 프랑스 정부는 저소득층을 위해 보조금도 지급할 방침이다. 파리, 리옹, 그르노블 등 프랑스 대도시는 봄철 미세먼지 등의 주범으로 경유차를 지목해 왔다. 프랑스, 영국, 독일 등 유럽 지역이 앞다퉈 내연기관 자동차 퇴출을 현실화하는 가운데 인도도 이에 동참하고 있다. 인도 정부가 2030년까지 휘발유와 경유차를 퇴출하고 100% 전기차만 판매되도록 하겠다는 목표를 거듭 강조하면서 기업들도 대응을 서두르고 있다. 인도의 니틴 가드카리 장관은 지난 9월 인도자동차제조협회(SIAM)가 주최한 행사에서 자동차회사들에 청정에너지로 전환할 것을 강조하며 2030년까지 인도에서 전기차만 판매되도록 하겠다는 정부 방침을 재강조했다. 가드카리



하랄트 크루거 BMW그룹 회장(오른쪽 세 번째) 등 BMW 경영진이 독일 프랑크푸르트 모터쇼에서 시속 200km까지 4초 이내에 가속할 수 있는 초고성능 전기차 'BMW i 비전 다이내믹스'를 소개하고 있다. 출처 : BMW

장관은 “휘발유, 경유 등 기존 화석연료의 대안을 향해 나아가야 한다”면서 “이를 (정부가) 기업에 요청하는 것이 아니라 밀어붙일 것”이라고 말해 정부의 의지를 드러냈다. 인도 정부는 이미 지난해 피유시 고갈 석탄·석유·신재생에너지부 장관이 ‘2030년까지 100% 전기차라는 정부 목표를 밝힌 바 있으며, 올해 안에 이를 위한 구체적인 로드맵을 발표할 것으로 알려졌다. 인도 정부가 전기차로 빠른 전환을 강조하는 이유는 무역적자와 환경문제 때문으로 분석된다. 인도는 해마다 세계에서 3번째로 많은 2억 t 안팎의 원유를 수입하고 있다. 또한 인도에서 한해 120만 명이 대기오염과 연관돼 사망한다는 조사 결과가 나올 정도로 환경문제가 극심한 가운데 급증하는 자동차도 오염의 주요 원인으로 지목된다. 이에 따라 인도 정부는 지난해 생산된 지 10년이 넘은 경유차는 수도 뉴델리에 등록하지 못하도록 하는 등 화석연료를 사용하는 자동차에 대한 규제를 점점 강화하고 있다. 반면 전기차는 지난 7월 상품서비스세(GST)를 시행

하면서 부가세율을 대폭 낮춰 12%를 적용하는 등 혜택을 주고 있다. 기존 휘발유·경유차는 소형차도 최소 29% 세율이, 대형 스포츠유틸리티차량(SUV)은 최고 50% 세율이 적용된다. 인도 내 자동차기업들은 이 같은 정부 방침에 맞춰 빠르게 전기차 시장 확대를 추진하고 있다.

독일차 3총사 전기차에 ‘올인’하다

메르세데스벤츠, 폴크스바겐, BMW 등 독일을 대표하는 자동차기업들이 지난 9월 일제히 ‘완성형 미래차’를 내놨다. 1회 충전으로 500km 이상을 달리는 전기차에 완전한 자율주행 기술, 초고속 통신망 연결을 통해 다양한 서비스를 구현하는 커넥티드카 기술 등을 집약했다. 100년 넘게 엔진 기술로 세계 자동차 산업을 주도해온 독일이 전기차를 미래 차로 규정하면서 산업 전략에 일대 변화를 시도하고 있는 것은 전기차 경쟁에서 미국에 한발 밀린 독일이 시장 주도권을 잡기 위한 경쟁에 본격 가세했다는 분석이 나온다. 벤츠는 독일 프랑크푸르트 메세에서 개막한 2017 국제자동차

전시회(IAA·일명 프랑크푸르트 모터쇼)에서 2인승 완전자율주행차인 스마트 비전 EQ, 소형차인 A클래스 EQ, SUV인 충전식 수소연료전기차 'GLC F셀-CELL EQ', 고성능차인 AMG 프로젝트원 등 총 4종의 콘셉트카를 선보였다. 공통점은 전기를 동력으로 사용한다는 점이다. 벤츠의 전기차 브랜드인 'EQ'를 단 스마트 EQ와 A EQ는 1회 충전 주행거리를 대폭 늘린 순수 전기차다. F셀 EQ는 수소와 산소로 발생시킨 전기의 힘으로 총 900km를 달린다. AMG 프로젝트원은 1.6L 6기통 터보엔진과 네 바퀴에 각각 장착한 고출력 모터의 조합으로 1000마력 이상을 내는 '하이퍼카'다. 디터 체체 다임러그룹 회장은 "2022년까지 100억 유로(약 13조5000억 원)를 투자해 벤츠의 모든 차종을 전동화할 것"이라고 밝혔다. 전동화만 아니라 내연기관에 전기 모터를 더한 하이브리드카까지 포괄하는 개념이다.

마티아스 뮐러 폴크스바겐그룹 회장은 자율주행 전기차인 '세드릭'을 타고 행사장에 나타났다. 4인승인 세드릭은 회의실처럼 의자가 마주 보도록 설치돼

있다. 운전대나 액셀·브레이크 페달도 없다. 폴크스바겐의 전기차 브랜드인 ID의 신차 크로즈도 공개됐다. 폴크스바겐 계열 고급차 브랜드 아우디는 자율주행 성능을 강조하기 위해 이름에서부터 인공지능(AI)을 넣은 콘셉트카 아이콘(AI-CON)을 선보였다. 뮐러 회장은 "2025년까지 폴크스바겐그룹 전체 판매량의 25%를 순수 전기차로 채울 것"이라며 "연간 300만 대 이상 판매해 전기차 부문 글로벌 1위가 되겠다"고 말했다. 폴크스바겐은 2030년까지 모든 차종을 전동화할 계획이다.

BMW도 전기차 브랜드인 i퍼포먼스를 단 고성능 전기차 콘셉트카 BMW i 비전 다이내믹스를 공개했다. 이러한 독일 3사의 전기차 전략 공통점은 '전차종의 전동화' 외에도 'EQ' 'ID' 'i퍼포먼스' 등 독자 전기차 브랜드를 확보했다는 점을 들 수 있다. 상용화하기도 전에 브랜드부터 만든 것이다. 그러면서 가까운 미래에 각 브랜드가 콘셉트카가 아니라 일반 판매용 양산차를 내놓을 것이라고 강조했다. 독일 3사가 이번 모터쇼에서 전기차 기술력을 유난히 강조한 것은 세

계 자동차산업 트렌드가 급격하게 변화하는 가운데 각국의 주도권 쟁탈이 치열하게 벌어지고 있다는 점을 보여준다는 분석이다.

일본, 전기차 시장 역전 노린다

일본 자동차업계가 미국과 유럽 업체에 비해 상대적으로 뒤처진 전기자동차 부문 경쟁력을 높이기 위해 힘을 모으고 나섰다. 일본 최대 자동차 제조업체인 도요타자동차와 마쓰다자동차, 대형 부품사 덴소가 전기차 핵심 기술을 공동 개발할 새 회사를 설립하기로 했다. 때마침 세계 최대 전기차 시장인 중국은 2019년부터 전기차 등 신에너지 자동차 의무제를 도입하기로 했다. 중국에서 자동차 3만 대 이상을 생산·판매하거나 수입하는 업체가 전체 물량 중 10%를 전기차 등으로 채우도록 의무화했다. 일본 자동차 관련 업체 간 활발한 제휴는 이처럼 급변하는 글로벌 전기차 시장을 공략하려는 전략이라고 전문가들은 분석한다.

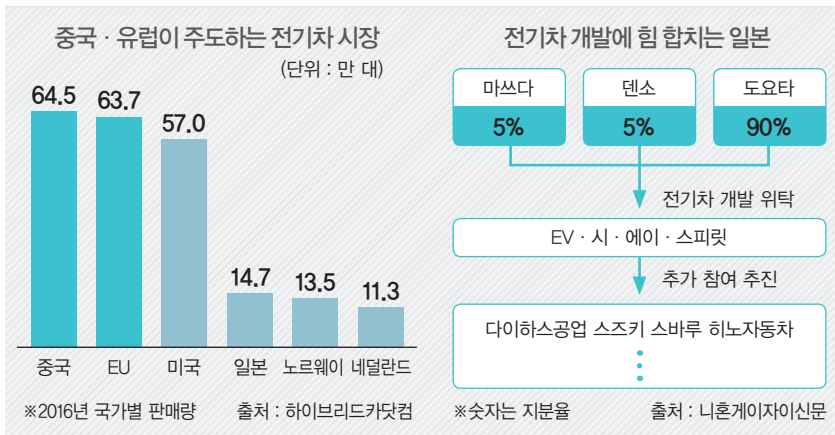
니혼게이지사이신문에 따르면 도요타와 마쓰다, 덴소 등 3개사는 전기차 핵심 기술을 공동 개발하는 'EV·시·에이·스피릿'이라는 회사를 세우기로 합의했다. 도요타가 지분 90%를 출자하고 마쓰다와 덴소가 5%씩 참여하는 회사다. 경차

아우디의 전기차 콘셉트카 '아이콘'. 출처 : 아우디



마티아스 뮐러 폴크스바겐그룹 회장은 독일 프랑크푸르트 모터쇼에서 자율주행 콘셉트카 '세드릭'을 공개했다.





부터 트럭까지 다양한 차종의 전기차를 효율적으로 개발할 수 있는 시스템을 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 공동 연구개발 회사 설립으로 전기차 개발에 필요한 막대한 비용을 절감하고, 여러 차종에 공통으로 적용할 부품 개발도 활성화한다는 구상이다. 우선 40여 명의 기술자를 배치하는 것을 시작으로 관련 인력과 자본 투입을 늘려갈 방침이다. 2020년을 목표로 전기차 개발의 토대가 되는 다양한 시스템을 갖춘다는 계획이다. 도요타는 연간 차량 생산능력이 1000만 대가 넘는다. 모델별 판매량이 5만~10만 대 단위인 전기차 시장에 제대로 대응하려면 자체적인 연구개발 시스템을 갖추기보다는 별도의 전담 회사에 맡기는 것이 효율적이라고 판단했다. 부품업체인 덴소를 초기부터 끌어들이는 것은 차량 설계와 부품 공급의 효율성을 높인다는 전략에 서다. 배터리를 이용하는 전기차는 에어컨을 사용하면 주행거리가 줄어드는 문제가 있어 절전형 에어컨 개발 등 부품사와의 협력이 중요하다고 봤다. 이들 회사는 'EV·시·에이·스피릿'에 스즈키, 스바루, 다이하쓰공업 등 다른 자동차 관련 업체의 참여도 추진할 방침이다.

한국, 전기차 시장 3.7배로 '쑥'

한국의 전기차 시장 규모가 불과 1년 사이 4배 가까이 성장한 것으로 나타났다. 국내 완성차업체가 직접 생산하거나 해외에서 들여와 판매하는 '주문자상표 부착생산(OEM)'의 전기차가 잘 팔리는 반면, 국내 시장에 직접 진출한 수입차 브랜드의 전기차는 고전을 면치 못하고 있다. 한국자동차산업협회, 한국수입차협회 등에 따르면 올해 들어 8월까지 국내 전기차 누적 판매량(판매 대수가 공식 집계되지 않는 테슬라 제외)은 모두 7278대로, 작년 같은 기간(1975대)의 3.69배에 달했다. 모델별 판매 순위에서는 현대차 '아이오닉 일렉트릭'이 4708대로 1위를 차지했고 이어 르노삼성 SM3(969대), 기아차 쏘울(870대), 한국GM 볼트(392대) 등의 순이었다. 작년 동기 대비 증가율에서도 아이오닉(382.9%)이 정상을 달리고 있다. 지난해 같은 기간의 거의 5배가 팔린 셈이다. SM3(214% ↑), 쏘울(124.8% ↑) 역시 판매량이 1년 전의 2~3배로 경중 뛰었다. 이에 따라 같은 기간 국내 완성차업체들이 직접 생산한 전기차 총 판매량(6580대)은 지난해 같은 기간(1828대)의

3.6배까지 치솟았다. 한국GM의 스파크 전기차 단종과 기아차의 레이 전기차 판매 감소(-51.7%) 등 악재도 전체 전기차 시장 성장에 큰 걸림돌이 되지 않았다.

국내 완성차업체가 수입, 판매하는 OEM 전기차도 651대나 팔렸다. 한국GM이 올해 4월부터 팔기 시작한 볼트(392대), 같은 달 출시된 르노삼성의 트위지(259대)가 그 주인공이다. 하지만 수입차업체들의 전기차들은 '역주행'하고 있다. BMW i3의 올해 누적 판매량은 11대에 불과하다. 작년 같은 기간(100대)의 10분의1 수준이다. BMW는 내년 1분기 중 1회 충전 주행거리를 늘린 'i3 페이스리프트(부분변경)' 모델을 선보이며 반전을 노릴 예정이다. 수입 전기차의 '터줏대감' 격인 닛산 리프 역시 부진하기는 마찬가지다. 리프의 누적 판매량은 45대로, 지난해 같은 기간(47대)보다 오히려 줄었다. 한편, 미국 전기차 테슬라가 한국 시장에 진출한 지 6개월여 만에 보조금 혜택을 받게 됐다. 지난 9월 자동차업계에 따르면 테슬라는 환경부로부터 중형 세단인 '모델S 90D'의 보조금 지급 확정 통보를 받았다. 이번에 보조금 지급 통보를 받은 모델은 '모델S 90D' 하나로, 모델S 75D, 모델S 100D는 관련 절차를 밟고 있다. 테슬라는 올해 3월 국내 시장에 진출하며 큰 기대를 모았지만 보조금 지원을 받지 못하면서 비싼 가격 때문에 실제 판매량은 미미한 것으로 알려졌다. 업계에서는 보조금 지급 이후 테슬라 판매에 속도가 붙을지 주목하고 있다. 테슬라코리아는 보조금 혜택과 관련한 고객 안내문을 내고 판촉 활동도 강화할 계획이다.

기후변화와 도시화를 동시에 해결할 수 있는 스마트시티

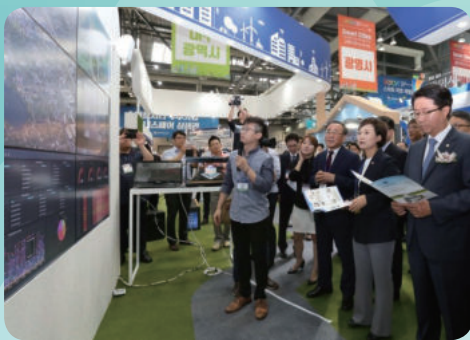
2050년이면 전 세계 인구는 95억 명까지 늘어날 것으로 추산된다. 이 가운데 67%는 도시에 거주할 전망이다. 전 세계적 관심사로 떠오른 급격한 기후변화를 해결하기 위한 대책이 도시에 초점을 맞춰야 하는 이유다. 이 같은 상황에서 ‘기후 스마트도시’가 새로운 관심사로 떠오르고 있다. 온실가스 감축을 위해 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI) 등 첨단 정보통신기술(ICT)을 활용한 도시다. 전문가들은 파리기후변화협약에 따른 탄소배출량 감축 목표 달성은 물론 신시장 진출을 위해 기후 스마트도시산업을 적극적으로 육성해야 한다고 강조한다.

68

November

‘스마트시티’ 수출 효자로 키운다

스마트시티 건설 사업을 미래 먹거리로 육성하기 위한 움직임이 활발하게 전개되고 있다. 김현미 국토교통부 장관은 지난 9월 6일부터 8일까지 경기 고양시 킨텍스에서 열린 ‘제1회 월드 스마트시티 워크’에서 “스마트시티는 지속 가능하고 포용력 있는 도시를 만들기 위한 핵심 수단이자 4차 산업혁명을 이끄는 다양한 신기술을 도시라는 공간에 담아내는 플랫폼”이라며 “국제사회가 함께 더 나은 스마트시티의 미래를 위해 지혜와 역량을 모을 때”라고 강조했다. 국토부는 한국의 스마트시티 기술과 개발 경험을 신흥국과 공유하기 위해 ‘국토부-WB 스마트시티 협력 사업’을 내년부터 세계은행(WB)과 시행할 계획이다. 국내에서 여러 신도시를 조성한 LH(한국토지주택공사)는 지난 4월 쿠웨이트 정부와 압둘라 신도시 개발을 위한 용역 계약을 맺고 세계 스마트시티 시장 공략에 적극 나서고 있다. 이와 관련해 민간 연구단체인 미래도시연구회(회장 한만희·서울시립대 국제도시과학대학원장)도 발족 100회를 맞아 서울 역삼동 라움아트센터에서 스마트시티를 주제로 한 세미나를 지난 9월 열었다. 김도년 성균관대 건축학과·미래도시융합공학과 교수는 ‘미래 도시 생태계를 위한 스마트도시와 도시 재생의 융합’을 주제로 한 강연에서 “도시의 역사는 각 시대가 스마트시티를 만들어온 역사”라며 “세계적으로 기후변화와 도시화를 동시에 해결할 수 있는 스마트시티에 대한 관심이 높아지고 있다”고 설명했다. 한만희 회장도 “국내 건설·부동산업계가 스마트시티 시장을 선점하기 위해서는 도시 행정을 ICT와 결합하는 등 새로운 융복합 기술과 건설·관리기법을 구체화해야 한다”고 말했다.



경기 고양시 킨텍스 2전시장에서 열린 ‘월드 스마트시티 워크’에서 김현미(오른쪽에서 두 번째) 국토교통부 장관이 관계자의 설명을 듣고 있다.

쿠웨이트 · 인도 · 중동 등에 스마트시티 수출한다

NH는 한국형 스마트신도시 기술을 개발, 해외로 수출하고 있다. 수도와 에너지, 교통, 재활용, 공간 정보 등에 첨단 ICT를 접목하는 모델이다. 성과가 가시화된 곳은 쿠웨이트의 압둘라 신도시다. 한국형 스마트시티의 첫 해외 수출 사례다.

NH는 지난 4월 쿠웨이트 주거복지청과 '신도시 건설을 위한 마스터플랜 용역 총괄관리 계약'을 체결했다. 용역비 433억 원은 쿠웨이트 주거복지청이 전액 부담한다. 이번 용역을 통해 사업성이 확인될 경우 NH는 쿠웨이트 정부와 함께 특수목적회사(SPV)를 설립해 공동 투자자로 신도시 건설 사업에 참여할 계획이다. 압둘라 신都市는 쿠웨이트 정부가 추진하고 있는 9개 신도시 중 하나다. 쿠웨이트 수도인 쿠웨이트시티에서 서쪽으로 30km 떨어진 사막 지역에 64.5km² 규모로 조성된다. 분당신도시(19.75km²)의 3배 규모다. 총 사업비는 40억 달러(약 4조5000억 원)에 달한다. 이 도시에는 한국의 ICT가 접목된 각종 기반시설과 친환경·저탄소 기술을 활용한 융복합 건물 등이 지어질 예정이다. 도시 건설이 완료되면 최대 4만 가구의 주택 공급 기반이 마련된다. NH는 공동조정위원회를 통해 발언권을 키웠다. 향후 건설자재나 업체 선정 등에서도 국내 기업이 유리한 고지를 선점할 가능성이 높을 것으로 전망되는 이유다. 압둘라 신都市는 사업 부지가 국유지라 토지 매입 비용이 없고, 기반시설과 분양 책임 등을 쿠웨이트 정부에서 부담해 신도시 사업에 진출하는 국내 건설업체의 부담이 상대적으로 적을 것으로 전망된다. NH는 쿠웨이트에 이어 인도 뭌바이 인근의 칼리안-돔비블리시와 스마트시티 건설을 위한 전략적 파트너십 업무협약(MOU)도 체결했다. 쿠웨이트와 인도 등을 발판으로 중동, 동남아시아에 한국형 스마트시티 수출을 활성화한다는 전략이다. NH는 각 지역에서 맞춤형 도시 재생 사업도 발굴 중이다. 2014년부터 국가 도시재생지원기구로 지정돼 도시 재생 사업 컨설팅부터 시행까지 다양한 활동을 벌이고 있다. 낙후된 천안 동남구청 주변 재생 사업을 비롯한 경제 기반형 도시 재생, 밀양·진주 등의 지역특화산업 개발, 가로주택정비 사업, 그린 리모델링 사업 등을 해만 총 3.5km² 규모의 지역개발 사업에 적극 나설 계획이다.



주거복지 지원을 위해서는 지자체, 민간기업 등과 다양한 협력 방안을 찾고 있다. 공공임대주택을 확충하고, 청년에서 노년에 이르는 생애주기별 맞춤형 주거서비스를 제공해 2030년까지 주거복지 지원을 약 330만 가구에 늘릴 예정이다. 더불어 건설사, 엔지니어링 및 건설자재업체들과 함께 해외 시장 진출 방안도 모색 중이다. 공장에서 미리 제작한 뒤 도시 자투리 공간에 조합해 만드는 ‘모듈러 주택’, 3세대가 함께 생활할 수 있는 ‘세대분리형 주택’ 등 수요계층과 지역별로 맞춤형 상품을 연구하고 있다.

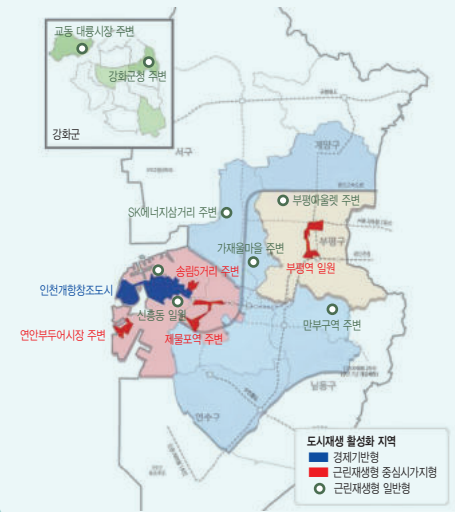
인천시, 원도심 스마트시티로 다시 태어난다

인천시가 30만 m²가 넘는 원도심 지역을 스마트시티 기술로 재탄생시킨다. 시는 지난 9월 14일 하버파크호텔에서 인천대·포스코건설·지멘스와 ‘원도심 스마트시티·캠퍼스 구축 산학관 공동 협력 업무협약’을 체결했다고 밝혔다. 스마트시티는 원도심을 전면 철거한 뒤 고층 아파트를 건설하는 방식에서 벗어나 기존 도시문화를 유지하면서 스마트 기술을 입힌 도시다. 저출산 고령화와 지역 고유문화를 배려한 상생의 도시 재생 방식이다. 이에 연구 기능을 갖춘 지역 국립대학인 인천대, 신도시 개발 기술의 포스코건설, 에너지 인프라 구축 기술을 보유한 지멘스가 인천시와 함께 손을 잡았다. 시 관계자는 “스마트시티 기술이 신도시 건설에만 머물러 있으며, 국내에는 아직까지 종합적인 원도심형 스마트시티 구축 사례가 없는 상황”이라고 말했다. 4개 기관은 곧 실무추진단을 구성하고, 내년부터 인천 원도심의 스마트화를 진단 분석한다. 인천형 원도심 스마트시티 선도 사업을 우선 시행하고, 도시 재생 뉴딜 사업 등 정부 공모 사업과 연계도 추진한다. 시는 원도심의 여성·아동·노인·장애인 등 4대 약자 친화형 도시를 건설하고, 공공 주도가 아닌 민관 협력으로 IoT 기반의 생활 밀착형 서비스를 원도심 주민들에게 제공한다.

스마트시티 기술 국책연구기관 및 국가 공기업 등과 협력체계를 구축, 실행력도 높여 나갈 계획이다. 인천시의 대표적 원도심인 중·동구 일원의 인천개항창조도시 등 도시 재생 활성화 지역 12개소를 ‘테스트베드’ 대상 구역으로 선정했다. 원도심에 적합한 서비스 모델을 개발하기 위한 밀착업으로 보건의료복지, 문화관광, 교육, 환경 등 11대 분야를 우선 선정해 원도심형 스마트시티 모델의 기반을 마련했다. 시 관계자는 “이번 업무협약으로 밑그림 단계부터 원도심에 특화된 스마트시티 계획을 심도 있게 수립할 것”이라면 “직접 실행이 가능한 글로벌 기업이 프로젝트에 협력한다는 점이 긍정적”이라고 덧붙였다.

인천시 도시 재생 활성화 지역 12곳

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 2016년 국토부 공모 선정 2개소 ① 인천개항창조도시 ② 강화군청 주변 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 활성화 계획 수립(예정) 10개소 ③ 중구 연안부두어시장 ④ 중구 신흥동 일원 ⑤ 동구 송림오거리 주변 ⑥ 남구 제물포역 주변 ⑦ 부평구 부평역 일원 ⑧ 서구 SK인천석유화학삼거리 주변 ⑨ 남동구 만부구역 주변 ⑩ 부평구 부평아울렛 주변 ⑪ 서구 가재울마을 주변 ⑫ 강화 교통 대릉시장 주변 |
|--|--|



미래 먹거리는 도시농업으로 해결한다

미국 캘리포니아 주 어바인 시에 있는 농업회사 어반프로듀스는 창고 속 25층짜리 선반에서 케일, 밀을 비롯한 유기농 채소를 키운다. 여기서 보통 6만5000㎡ 규모의 토지가 필요한 작물을 절반 면적에서 생산한다. 회사 특 허인 '고밀도 수직 성장 시스템' 덕분에 기존 재배법보다 비료 사용량을 80% 줄였고, 냉난방 연료 사용량도 대폭 감소했다. 도시 내 생산이어서 소비자에게 배달하는 운송비도 크게 줄었다. 회사 최고경영자(CEO)인 에드윈 호턴 주니어는 "대기 중 습기를 모아 여과수를 생산한다"며 "전기·수도 등 농사를 짓기 위한 기존 기반시설에서 탈피하는 것을 목표로 삼고 있다"고 말했다. 월스트리트저널(WSJ)은 미국의 많은 스타트업(신생 벤처기업)이 생산지가 소비자와 가까운 '도시농업' 기술 개발에 속속 뛰어들고 있다고 보도했다. 이처럼 도시농업이 발전하는 이유는 인구 증가 때문이다. 유엔은 2050년 세계 인구가 97억 명에 달할 것으로 예측하고 있다. 이 중 60~70%가 도시에 살게 된다. 짧게는 수백, 멀리는 수천 km 떨어진 농장에서 대규모 먹거리를 공급하려면 많은 비용이 들 전망이다. 폭우, 가뭄 등 기상이변은 안정적인 공급을 막는다. 이 때문에 많은 스타트업과 각국 정부가 적은 비용으로 빠르게 도시에 농산물을 공급할 수 있는 새롭고 경제적인 식량 재배 방법을 찾고 있다. 수평 대신 수직 재배에 주목한 기업은 흙 없는 재배, 정보기술(IT)을 활용한 생산관리 기법을 도입했다. 벽, 옥상, 발코니, 부엌 등 도시 내 작은 공간에서도 채소를 생산하는 방법을 연구하고 있다.



기후변화 대처 논의 G1 vs G19

'1대 19.' 지난 7월 8일 독일 함부르크에서 폐막한 주요 20개국(G20) 정상회의에서 기후변화 대응 문제를 둘러싸고 미국과 나머지 19개국이 참여한 견해 차이를 드러냈다.

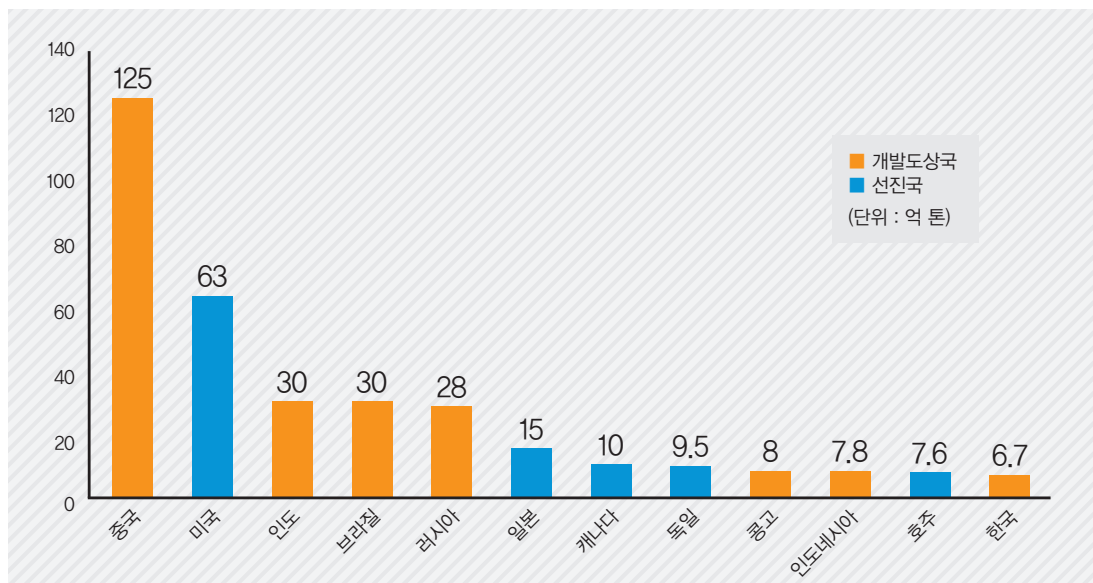


트럼프가 탈퇴 선언한 파리기후변화협약이란?

도널드 트럼프 미국 대통령은 지난 6월 1일 온실가스 배출을 제한하는 파리기후변화협약에서 탈퇴한다고 공식 발표한다. 파리협약은 지구 평균 온도를 낮추기 위해 세계 195개국이 자발적으로 온실가스 배출량을 제한하도록 하는 내용을 담은 것으로 미국의 불참으로 협약이 유명무실해진다는 우려가 나오고 있다. 파리협약은 산업화 이전 수준 대비 지구 평균 온도가 2도 이상 상승하지 않도록 온실가스 배출량을 단계적으로 감축하는 내용을 담은 것으로 지난 2015년 12월 유엔기후변화협약 당사국총회(COP21) 195개국이 채택했다. 온실가스 배출량 감축을 목표로 하는 교토의정서를 2020년 이후 대체할 파리협약에 참여한 당사국이 배출하는 온실가스 양은 전 세계 배출량의 90% 이상을 차지한다.

협약은 보다 많은 국가의 참여를 유도하고 급변하는 기후 상황에 대응하기 위해 온실가스 감축 목표를 각 국가가 자발적으로 정하는 '국가결정기여(NDC)'를 제출하도록 하고 있다. 미국은 NDC로 2024년까지 26~28% 절대량 감축을 약속했고, 유럽연합(EU)

은 2030년까지 절대량 40% 감축을 목표로 한다. 중국은 2030년까지 국내총생산(GDP) 대비 배출량 기준 60~65% 감축, 한국은 2030년의 목표연도 배출 전망치 대비(BAU) 37% 감축 목표를 제출했다. 버락 오바마 전 미국 대통령은 2016년 일본에서 열린 G7 정상회의에서 파리협약 이행을 약속하면서 같은 해 9월 행정명령을 통해 파리협약을 비준했다. 반면 트럼프 대통령은 대선후보 시절부터 파리협약 파기를 공공연하게 주장했다. 트럼프 대통령은 지난 3월에는 파리협약에 따른 이행 조치인 '탄소세 도입'을 백지화하고 최근 열린 G7 정상회의에서도 협약 반대 의사를 밝혔다. 미국이 세계적인 기후협약에서 일방적으로 탈퇴한 것은 이번이 처음은 아니다. 미국은 지난 2001년 3월 자국의 산업 보호를 이유로 선진국의 온실가스 감축 목표치를 규정하는 교토의정서에서 탈퇴했다. 교토의정서는 의무 이행 대상국인 미국, 오스트레일리아, 캐나다, 일본, EU 등 총 37개국을 대상으로 2008~2012년을 제1차 감축 공약 기간으로 해 온실가스 총 배출량을 1990년 수준보다 평균 5.2% 감축하는 것을 목표로 한다. 1차 공약 기간 동안 각국 의회의 승인을 받아 법적 구속력을 갖



〈그림 1〉 세계 주요국 온실가스 배출량

※ 2012년 기준 출처 : 세계은행



고 있다. 2020년 교토의정서 만료 시점 이후 이를 대체하기 위해 파리협약이 채택됐다. 중국에 이어 세계 2위 이산화탄소 배출국인 미국이 협약에서 발을 빼면서 파리협약 자체가 유명무실해질 수 있다는 전망이 우세하다. 협약에 소극적이던 다른 나라들이 미국의 탈퇴 선언에 힘입어 줄줄이 빠져나오는 ‘도미노 현상’이 나타날 수 있을 뿐 아니라 온실가스 배출량을 줄이기 위해 선진국이 개발도상국에 지원하는 자금을 마련하는 데도 어려움을 겪을 것으로 예상되기 때문이다. 미국은 개발도상국을 지원하는 녹색기후펀드에 30억 달러(3조3660억 원)를 출연하겠다고 약속했지만 협약에서 탈퇴하면서 이 역시 불투명해졌다.

미국 빼고 ‘파리협약 지지’ 선언

G20 정상은 영문 기준 15쪽 분량의 폐막 성명에서 미국의 파리협약 탈퇴 선언과 관련해 “미국의 탈퇴 결정을 주목한다”고 명기했다. 이와 함께 “(미국을 제외한) 여타 국가 정상들은 파리협약을 되돌릴 수 없는 것으로 보고 있으며 온실가스 저감 목표 이행을 강조했

다”고 적시했다. 성명에는 화석연료 사용에 매달리는 미국의 입장도 반영해 “미국은 여타 국가들이 더욱 청정하고 효율적으로 화석연료에 접근하고 또 그것을 사용할 수 있도록 돕는 데 긴밀하게 협력할 것”이라는 내용도 포함됐다. 기후변화 대응 문제를 놓고 대립을 거듭한 미국과 다른 19개국의 이견이 그대로 드러난 것이다. “온실가스 감축 의무가 미국 경제와 주권을 해친다”며 지난 6월 파리협약 전격 탈퇴를 선언한 트럼프 대통령은 기존 입장에서 물러서지 않았다.

반면 의장국인 독일은 파리협약에 관한 트럼프 대통령의 입장을 수용하면서도 다른 19개국의 파리협약 준수를 재확인하는 작업을 주도했다. 앙겔라 메르켈 독일 총리는 회의를 마친 뒤 기자회견에서 “(미국과 다른 19개국 간) 차이가 뚜렷했고 의견 일치를 보지 못했다”고 말했다. 미국과 다른 국가들의 대립에 대해 니혼게이지아신문은 “트럼프 대통령의 ‘미국 제일주의’에 질린 유럽을 중심으로 온난화 대책에서 미국을 따돌린 합의안 마련이 시도됐다”며 “미국을 제외한 19개국이 파리협약을 준수하기로 정해진 점이 성과로 부각되고 있다”고 평가했다.

앨 고어 “기후변화, 정치불안까지 초래할 것”

“지구온난화로 인한 기후변화는 비단 해수면 상승 또는 가뭄과 같은 자연재해만 불러일으키는 게 아닙니다. 중동과 아프리카, 지중해 지역 난민 문제도 기후변화와 연관이 있다면 믿어지십니까.” 제주평화연구원과 환경비즈니스의 초청으로 제12회 제주포럼에 참석한 앨 고어(69) 전 미국 부통령은 지난 6월 1일 제주 서귀포 국제컨벤션센터(ICC)에서 ‘기후변화의 도전과 기회: 더 나은 성장은 가능한가’를 주제로 한 특강에서 이같이 강조했다. 고어 전 부통령은 “2006~2010년 시리아 농토 중 약 60%가 가뭄 때문에 사막으로 변해버렸다”며 “해당 지역에 거주하던 농민은 생업을 잃고 난민이 돼 떠돌다가 내전에 휩쓸렸다”고 말했다. 또 “중동과 아프리카 지역의 최고 온도가 70도를 넘어설 정도로 높아져 사람이 생존할 수 없는 지경에 놓였다”며 “기후변화는 더 이상 우리 생활과 멀리 떨어져 있는 문제가 아니다”고 덧붙였다. 빌 클린턴 행정부에서 부통령을 지낸 고어 전 부통령은 2000년 대선 패배 후 환경운동가로 활동하고 있다. 2007년엔 지구온난화 해결에 앞장선 공로를 인정받아 노벨평화상을 받았다. 고어 전 부통령은 “극지방 빙하 붕괴와 감염성 질병 확산, 잦은 초대형 태풍 출현, 물 부족 등 기후변화가 가져오는 재앙은 상상을 초월한다”며 “이런 현실에 직접 맞닥뜨리게 되면 절망에 빠져 우리가 할 수 있는 게 하나도 없다고 착각할지도 모른다”고 말했다. 하지만 “분명한 사실은 우리 풍력에너지와 태양에너지 등 신재생에너지를 이

용해 얼마든지 이와 같은 위기를 극복할 수 있다”며 “신재생에너지 개발 비용도 지속적으로 하락해 조만간 화석연료 단가와 비슷해질 것이기 때문에 몇 년 후엔 거의 모든 사람이 신재생에너지를 낫설지 않게 사용할 수 있을 것”이라고 강조했다. 트럼프 대통령이 온실가스 배출량을 줄이는 국제협약인 ‘제2차 유엔 기후변화협약 당사국총회 협약’에서 탈퇴한 데 대해선 “트럼프 대통령의 결정에도 미국은 이와 무관하게 탄소배출량 감소를 비롯한 기후변화 대응에 나설 것”이라고 강조했다. 고어 전 부통령은 “트럼프 대통령에게 ‘가장 강력한 표현’을 써서 미국이 파리협약에 남아야 한다고 주장했지만, 트럼프 대통령은 미국의 탄소 배출량 감축 프로그램을 이미 줄이고 있는 상태”라고 전했다. 그러나 그는 “미국의 각 주정부와 재계, 지역 사회에서 잇따라 신재생에너지 사용을 늘리고 있고, 이는 세계적으로도 거스를 수 없는 추세”라고 말했다.

문재인 대통령, “선진국이 탄소 배출 감소에 적극적인 의지를 가져달라”

제72차 유엔총회 참석차 뉴욕을 방문한 문재인 대통령은 지난 9월 19일 전 세계의 기후변화 대응 노력과 관련, “탄소를 많이 배출해 온 선진국이 더욱 무거운 책임감으로 적극적인 의지를 가져야 할 것”이라고 말했다. 문 대통령은 이날 뉴욕 유엔본부에서 열린 기후변화 주요국 정상급 대화의 기조연설을 통해 “각국 정부가 지속가능한 환경이 바로 자국과 자국민의 이익이라는 철학을 갖기를 희망한다”면서 이같이 밝혔다. 문 대통령은 “탄소 배출에 의무를 부과하는 탄소가격제는 에너지 전환과 탄소 배출 감축을 유도하는 매우 효과적인 방법”이라며 한국의 탄소 배출 저감 노력을 소개했다. 문 대통령은 “한국은 아시아 최초로 전국 단위 배출권거래제를 시행했고 이미 전체 배출의 3분의 2에 해당하는 기업이 참여 중”이라며 “친환경 투자 인센티브를 확대해 기술혁신까지 이뤄 온실가스 감축 목표를 차질 없이 달성하겠다”고 덧붙였다. 문 대통령은 몽골과 시베리아



앨 고어 전 미국 부통령이 제주 서귀포 국제컨벤션센터(ICC)에서 열린 제주포럼에서 ‘기후변화의 도전과 기회’를 주제로 특별강연을 하고 있다.

의 청정에너지 자원을 동북아 에너지 슈퍼 그리드로 연결하는 구상도 밝혔다.

문 대통령은 “동북아 에너지 공동체가 형성되면 경제공동체와 다자안보 협력의 기반을 마련하게 된다”며 “그것이 대한민국의 국익이자 전 지구의 지속 가능한 환경과 성장을 위한 길이라고 확신한다”고 말했다. 또한 문 대통령은 “한국은 파리협약에 따라 기후변화 대응에 정책적 우선순위를 두고 있다”며 “모든 인류의 인간답고 지속가능한 삶을 목표로 하는 기후변화 대응에 한국 정부는 더 적극적으로 국제사회와 협력할 것”이라고 강조했다. 그러면서 “한국은 석탄화력과 원전 의존도를 점차 줄여서 2030년까지 신재생에너지 발전량을 20%까지 높일 것”이라고 덧붙였다.

녹색미래 논의를 위한 국내 포럼

파리협약 및 신기후체제 합의에 따라 효율적인 기후변화 대응과 함께 국제 배출권 거래 시장에서 한국의 주도권 선점 등을 논의하는 ‘2017 대한민국 탄소포럼’이 지난 9월 서울 삼성동 코엑스에서 열렸다. 이번 포럼은 세계 탄소 시장 동향 및 전망과 한국의

신기후체제 대응 계획, 강원도의 기후변화 대응을 통한 발전 기회를 논의하는 자리로 최문순 강원지사, 김은경 환경부 장관, 홍영표 국회 환경노동위원회 위원장, 미하엘 라이터러 주한 EU대표부대사, 반기문 전 유엔 사무총장, 콘스탄츠 하에그 국제탄소 시장협력포럼(ICAP) 사무총장, 송옥주 국회의원 등이 참석했다. 개회식 및 선언식에 이어 2부에서는 신기후체제 동향과 전망에 관해 총 12개 세션에서 전문적이고 실천적인 논의를 진행했다.

또한 재단법인 아셈중소기업친환경혁신센터(ASEIC·이사장 성명기)는 중소벤처기업부 주최로 지난 9월 20일 서울 임피리얼팰리스호텔에서 ‘제3회 ASEIC 글로벌 에코이노베이션 포럼 2017’을 개최했다. ASEIC는 2015년부터 ‘글로벌 에코이노베이션 포럼’을 진행하고 있는데 올해는 서울에서 개최된 ‘ASEM 경제장관회의’에 앞서 열렸다. 이번 포럼은 ‘중소기업의 지속가능한 소비와 생산-지속가능성을 통한 기후변화 대처’라는 주제로 최수규 중소벤처기업부 차관을 비롯해 외교부 기후변화대사, 주한 태국대사를 포함한 ASEM 25개 회원국 대표단과 친환경 혁신 전문가 등 150여 명이 참석했다.





기술강국코리아를 향한 R&D지원 글로벌 리더 *Keit*



전원선 없이 실내 공기를 정화하는 쿠쿠전자 '코드리스 공기청정기'

국내 밥솥 시장 점유율 1위 업체인 쿠쿠전자는 밥솥뿐만 아니라 정수기, 공기청정기, 전기레인지 등 다양한 생활가전제품을 생산·판매하고 있다. 쿠쿠전자가 개발한 '코드리스 공기청정기'는 제품명 그대로 전원선 없이 실내 공기를 정화하는 제품이다.

발상의 전환으로 전원선을 없애다

전원선을 없앤 공기청정기는 쿠쿠전자 제품이 유일하다. 쿠쿠전자가 업계 최초로 코드리스 공기청정기를 개발한 것은 상품개발자가 직접 기존 공기청정기를 사용해 보고 불편 사항을 도출, 개선시키는 과정에서 시작됐다. 보통 가정에서는 공기청정기를 한 대 구입해 필요할 때마다 방과 거실, 주방 등으로 옮기며 사용하는데, 그때마다 전원선을 분리해 들고 옮기는 데 불편이 따랐다. 특히 실제로 제품을 사용한 상품개발자는 어린 자녀가 전원선에 걸려 넘어져 다치는 상황을 경험하고 이런 문제점을 근본적으로 해결할 수 있는 방법을 고민했다.

이러한 고민을 해결한 제품이 바로 코드리스 공기청정기다. 전원선이 없으면 제품을 필요한 장소로 옮겨가며 사용할 수 있고, 전원선에 걸려 넘어지는 안전사고에 대한 염려도 없으며, 벽이 아닌 방 한가운데 제품을 놓아 효율을 극대화할 수 있다. 이렇듯 코드리스 공기청정기는 상품개발자가 소비자의 시선으로 제품을 분석한 뒤 편의와 효율을 위해 전원선을 없앤다는 발상의 전환에서 탄생했다.



쿠쿠전자 '코드리스 공기청정기'는 일반 가정 및 사무실, 상업시설 등에서 실내 공기를 정화하고 유지하는데 사용하는 제품으로 쿠쿠전자 홈페이지(www.cuckoo.co.kr), 쿠쿠전자 직영 쇼핑몰인 쿠쿠몰(www.cuckoomall.com)을 비롯해 전자랜드, 롯데하이마트 등 양판점, 인터넷 쇼핑몰, 대형마트, 홈쇼핑 등에서 구매할 수 있다.

인앤아웃 에어 코드리스

모델명 AC-12YCL10FW
 중량(kg) 10.8
 크기 452mm(가로) × 236mm(깊이) × 630mm(높이)
 사용면적 40.5㎡
 출시연월 2016년 10월
 가격 49만9000원(렌탈 월 2만6900원 / 36개월 약정)



미세먼지 저감에 탁월하다

쿠쿠전자의 코드리스 공기청정기는 코드를 없애 편의성을 극대화한 데다 초미세먼지까지 잡아내는 기능도 갖췄다. 초미세먼지(PM 2.5)는 미세먼지의 4분의 1 크기에 머리카락 굵기의 20분의 1 정도인 아주 작은 먼지로, 육안으로는 보이지 않고 호흡기에서도 걸러지지 않기 때문에 인체 내에 침투해 여러 질병을 유발할 위험이 있다. 코드리스 공기청정기는 초미세먼지를 감지하는 센서가 장착돼 실시간 청정도를 체크하고 음성 알림과 수치 표시, 컬러 무드등의 3가지 방법으로 공기청정도를 알려준다. 또한 미세먼지 제거의 핵심인 필터는 초미세먼지와 그 보다 작은 극초미세먼지(PM 0.3)까지 걸러주는 안심헤파필터, 큰 먼지를 제거하는 프리필터, 냄새를 제거하는 탈취필터 등을 탑재해 미세먼지를 완벽하게 차단한다.

더불어 공기청정기에 내장 배터리가 들어 있어 어댑터를 연결해 충전 단자부에 꽂아 3시간 충전으로 최대 약 8~10시간 사용할 수 있다. 4단계 배터리 잔량 표시로 충전 상태를 바로 확인할 수 있다. 제품 아래에는 바퀴가 달려 있어 이동성을 더욱 높였다. 이외에도 외출과 취침 시 작동시간을 조절할 수 있는 예약시간 설정 기능이 있고, 절전 기능을 이용해 램프를 끄거나 켤 수도 있다. 코드리스 공기청정기는 한국공기청정협회로부터 CA마크 인증을 받았으며, 자연가습 기능이 있는 AC-12ZHCL10FW 모델의 경우 실내 공기를 건강하고 깨끗하게 관리하고 가습 기능에 적합한 제품에만 부여하는 HH마크까지 획득했다.

CUCKOO
always new

탄소 제거 기술의 현재와 미래

화석연료 사용으로 인해 배출되는 온실가스는 지구의 기온을 높이고, 열 받은 지구는 각종 기상이변을 나타내기 시작했다. 인간이 이제까지 대기 중에 배출한 온실가스를 어떻게 회수할 수 있을까? 그 구체적인 방법에 대해 생각해보자.

이경원 [과학칼럼니스트]



기후변화, 엄밀히 말하면 인간의 활동(특히 석유, 석탄 등 화석연료의 연소)으로 인해 배출된 온실가스가 일으킨 기후변화는 이제 부정하기 어려운 사실이 됐다.

온실가스로 대기온도가 앞으로 얼마나 더 올라가면 최악의 상황에 직면하게 될 것인가? 정답은 아직 나오지 않았다. 다만 유엔은 대기 중 이산화탄소 농도가 450ppm 이상이 돼서 산업혁명 이전과 비교해 지구 평균기온이 2도 이상 상승했을 때를 그 시점으로 본다. 이날이 오면 인류는 전혀 없는 가뭄과 강력한 폭풍에 시달릴 것이라고 한다. 그리고 이미 지구 평균기온은 0.8도 이상 올랐다.

게다가 미 항공우주국(NASA)의 기후변화 전문가인 제임스 한센 박사 등 다수의 기후학자는 450ppm 이하, 심지어 396ppm 이하에서도 기후에 매우 심각한 영향이 가해질 수 있다는 믿을 만한 근거를 갖고 있다.

위험은 우리의 생각 이상으로 가까이 와 있다. 지구 평균기온은 앞으

로 2도 이상 상승할 것이 거의 확실하며 인류가 지금 당장 모든 이산화탄소 배출을 중단하더라도 21세기 말이 되면 지금보다 대기온도가 1.7도 더 높아진다는 연구 결과도 있다. 또한 전문가들은 전 인류가 지속적으로 투지 넘치는 노력을 기울여야 기온 상승률을 안전한 수준의 두 배 이하로 간신히 유지시킬 수 있다고 말한다. 만일 아무런 노력을 기울이지 않으면 금세기 내에 5.5도가 상승한다고 한다.

01

인간의 화석연료 사용으로 인한 이산화탄소 등 온실가스 배출은 기후변화를 초래, 여러 가지 문제를 일으키고 있다.

기후변화로 인해 해수면 상승, 극한 기후, 기상이변 등의 악재가 크게 발생할 것이므로, 인류는 이러한 변화에 적응하는 것은 물론 적극적인

대책을 취해야 한다. 온실가스의 배출을 줄이거나 없애고, 이미 대기 중에 살포된 온실가스도 제거해야 하는 것이다. 본고에서는 이 중 후자의 방법에 대해 알아보고자 한다.

대기 중의 온실가스를 없애라

앞서도 말했듯이 기존의 기후변화는 인간이 화석연료(즉, 에너지)를 때면서 그 속의 이산화탄소 등 온실가스가 배출되면서 생겼다. 따라서 이 과정을 응용하면 온실가스의 배출을 억제하고, 이미 배출된 온실가스도 포집할 수 있다.

우선 바이오에너지 탄소 포집 및 저장(Bio-energy with Carbon Capture and Storage : BECCS) 기술이 있다. 바이오매스를 사용해 대기 중의 이산화탄소를 제거하고, 이를 지하 깊이 저장하는 것이다. 좀 더 구체적으로 말하면, 바이오매스는 공기 중의 이산화탄소를 식물의 탄소동화작용을 통해 고정한 것이어서 그 연소에서 배출되는 이산화탄소는 땅속에 묻혀 있던 화석연료



가 연소할 때 나오는 이산화탄소와는 다르게 취급된다. 즉, 자연계의 탄소 순환으로 보고 대기 중으로의 탄소 배출은 0으로 계산되는 것이 일반적이다. 여기에서 한발 더 나아가 바이오매스에서 에너지를 얻고 그 과정에서 배출되는 이산화탄소를 포집해 적당한 지질학적 구조에 영구 저장한다면 이론적으로 대기 중 이산화탄소 농도 감소에 기여할 수 있다는 것이다.

이 기술은 현재 실용화 단계에 도달한 유일한 탄소 저감 기술로, 1년에 55만 t의 이산화탄소를 저감하고 있다. OECD에 따르면, 450ppm 미만의 이산화탄소 농도 유지에 BECCS는 매우 중요한 역할을 하고 있다고 한다.

또한 바이오매스에서 한 걸음 더 나아가 바이오차(Biochar, 바이오숯) 기술도 있다. 바이오차는 바이오매스를 저산소 상태에서 열분해해서 만든다. 이 바이오차 역시 탄소 저감 수단으로 연구되고 있다. 바이오차가 본격 실용화될 경우 최소 연간 10억 t, 최대 50억~90억 t의 이산화탄소 저감 효과가 있을 것으로 보고 있다.

그 외에 강화 풍화 작용도 있다. 이는 지상과 해상에서 화학적 방식으로 대기 중의 이산화탄소를 저장하는 것이다. 지상 기반 강화 풍화 작용 기술의 대표적인 사례로는 규산염 현장 탄산화가 있다. 관측에 따르면 초염기성암을 통해 대기 중 이산화탄소를 수천년 동안 붙잡아

둘 수 있다고 한다. 해상 기반 기술 중에는 알칼리도 강화 기술이 있다. 이것은 감람석, 석회암, 규산염, 수산화칼슘을 갈아 바다에 살포, 용해 시킴으로써 바다의 산성화를 막고 이산화탄소 저감 효과를 얻는 것이다. 강화 풍화 작용은 현재 가장 비용이 덜 드는 온실가스 저감 기술로 간주되고 있다.

공기로부터 이산화탄소를 직접 제거하는 직접 공기 포집법

이보다는 좀 더 적극적인 방법으로, 대기 중의 이산화탄소를 화학적인 방법으로 제거하는 직접 공기 포집법(Direct Air Capture : DAC) 기술도 연구되고 있다.

DAC 기술의 구체적인 기법으로는 다음 3가지가 유망하다. 알칼리와 알칼리도 수산화물의 가성화, 탄화, 다공성 흡착제의 보조를 받는 아민 함유 유기-비유기 혼합 흡착제가 그것이다. DAC 기술로 획득한 이산화탄소로는 탄소 중립 유기화학 물질을 만들어 폴리머 또는 연료 제작에 사용할 수 있다.

이러한 기법을 응용해 이른바 '인공 나무'를 만드는 방법이 제안되고 있다. 기후과학자 월레스 S 브리커와 과학작가 로버트 쿤직이 제시한 이 방법은 DAC 기술이 적용된 인공 나무를 전 세계에 심어 주위 대기로부터 이산화탄소를 제거하자는 내용이다. 이 제안에 따라 컬럼비아대 지구연구소의 연구자 클라우스 래크너가 만든 인공 나무는 실제 나무



02

기후변화로 얼음이 녹아버려 난처해진 북극곰. 제대로 대응하지 않는다면 다음 차례는 인간이다.

의 1000배에 달하는 이산화탄소를 제거할 수 있다고 한다. 인공 나무의 크기가 실제 나무와 같을 경우 하루 1t에 달한다. 래크너는 들어가는 에너지를 줄이기 위해 폴리머 기반 이온 교환 수지를 사용해 이산화탄소 포집을 행하는 방식도 얼마전 제안했다.

DAC 기술은 활발한 연구가 이루어지고 있어 2008년에는 캘거리대의 데이빗 키스가 만든 1.2×6.1m짜리 이산화탄소 포집 타워가 디스커버리 채널에 소개되기도 했다. 이 장비는 1년에 20t의 이산화탄소를 제거할 수 있다. 이것은 미국인 1명이 1년에 배출하는 이산화탄소의 양과 같다. 이 장비의 1년 소요 전력량은 2메가와트시(mWh)로, 냉장고 1대의 1년 소요 전력량인 1.2mWh보다는 많지만 큰 시스템에 여러 대를 묶어 집중 운용할 경우 제작비와 전력 사용량은 줄어든 것으로 예상된다.

관련 아이디어 중에는 태양열 기류탑을 사용하는 것도 있다. 태양열 기류탑을 사용, 더워진 공기의 흐름을 통해 전력을 생산하면서 동시에



아민을 사용해 공기 속 이산화탄소를 빨아들이는 것이다. 열 중 일부는 아민을 재생하는 데 쓰일 수도 있다.

DAC 기술은 실용화를 앞두고 있다. 스위스 기업 클라이웍스가 지난 5월 스위스 힌빌에 최초의 산업 규모 DAC 공장을 완공한 것이다. 이 공장은 현지의 쓰레기 소각장의 폐열을 사용해 연간 900t의 이산화탄소를 포집할 것으로 전망된다. 이렇게 포집된 이산화탄소는 인근 농가에 판매돼 식물 속에 고정된다.

그래도 안 된다면?

미래형 이산화탄소 제거 방법

이래도 잘 되지 않아 향후 10년 이내 폭풍과 가뭄이 일상화될 경우에는 일단 가급적 적은 위험부담을 안고 대기 중의 이산화탄소를 제거하는 강력한 방법을 찾아야 할 것이다.

그 첫 단계는 대규모 녹화사업이 될 개연성이 높다. 실제로 1976년 미국 물리학자인 프리먼 다이슨은 호주 국토 면적의 나무를 심으면 화석 연료로 인해 지구상에 배출되는 이

03

스위스 힌빌에 클라이웍스가 세운 DAC 공장. DAC 기술의 실용화를 알려주는 신호탄이다.

산화탄소를 상쇄시킬 수 있다고 주장했다.

또한 2009년 NASA 기후학자들은 호주의 사막과 사하라 사막을 모두 유칼립투스나무 밀림으로 만들면 의미 있는 수준의 이산화탄소 제거가 가능하다고 밝혔다. 녹화에 필요한 물은 해수담수화로 충당하고, 해수담수화 공장의 전력은 이산화탄소 발생이 전혀 없는 원자력발전소에서 공급할 경우 연간 120억 t의 이산화탄소가 흡수된다는 것이었다.

그러나 이처럼 거대한 녹화사업에는 위험이 따른다. 밀림이 된 사하라의 작물을 잡아먹는 메뚜기떼와 조류인플루엔자 등 질병을 퍼뜨리는 새들의 온상이 될 수 있다. 게다가 대서양의 폭풍이 더 강해질 우려가 크다. 사하라의 모래바람은 대서양의 폭풍 약화에 도움을 주기 때문이다. 물론 최대 문제는 돈이다. 이 프로젝트를 실행하기 위해서는 매년 1조 달러 이상의 자금을 투입해야 한다.

좀 더 저렴한 방법을 찾자면 해양 비옥화를 들 수 있다. 바다에 철(Fe) 가루를 풀어 넣어 이산화탄소를 흡수하는 식물성 플랑크톤을 대량 증식하는 방법이다. 과학자들은 이미 지난 20년간 10여 차례의 소규모 실험을 통해 철가루의 플랑크톤 성장 촉진 효과를 확인했다.

문제는 철가루 투입이 해양 생태계를 교란시킬 우려가 있다는 점이다. 철가루가 어류에게 유독한 조류(藻類)를 대량 증식시킬 수 있고, 용존산소가 부족한 죽음의 바다를 만

들 수도 있다. 더욱이 영국왕립학회의 한 연구팀은 이산화탄소 제거 효과가 생각만큼 크지 않다는 연구 결과를 내놓기도 했다. 전 세계에서 대규모 사업을 펼쳐봐야 의미 없는 수준인 10ppm 정도밖에 낮아지지 않는다는 것이었다.

그런데 이 방법을 사용할 수 없을 정도로 상황이 더 악화됐다면 어찌해야 할까. 이때는 지구로 유입되는 햇빛을 반사시키는 계획을 시행해 볼 직하다.

다만 이런 종류의 계획을 실행하려면 우리가 현재 지닌 햇빛 반사의 효과를 극대화할 수 있는 자산부터 지켜야 할 것이다. 일례로 2008년 네덜란드 과학저술가 룰프 슈텐헬름은 베링 해를 횡단하는 290km의 댐을 건설, 따뜻하고 염분이 많은 태평양 해수의 북극 유입을 차단하는 아이디어를 냈다. 그러면 북극 빙원이 다시 얼어붙을 수 있다는 게 그의 생각이었다. 이게 사실이라면 얼어붙은 북극 빙원이 햇빛을 반사, 지구 냉각 효과가 배가될 것이다.

햇빛 반사와 유사한 맥락의 햇빛 차단 프로젝트도 시도 가능한 수단이다. 미국 로렌스 리버모어 국립연구소(LLNL)의 제임스 얼리 박사가 1989년 제안한 '햇빛 가리개'가 그중 하나다. 그는 지구와 태양 사이의 '첫 번째 라그랑주 포인트(L1)'에 폭 1930km의 투명 차광막을 띄우면 지구에 유입되는 태양복사에너지를 2% 줄일 수 있다고 밝혔다. 2006년에는 애리조나대 로버트 엔젤 박사



연구팀이 2000만 개의 로켓을 활용, 폭 60cm의 거울 16조 개를 1에 보내 지구에 9만9780km 길이의 그늘을 만들자는 계획을 내놓기도 했다.

최후의 극약처방

이마저도 늦은 상황, 즉 너무 오랫동안 미적대다가 수백만 명의 사람들이 식량과 물 부족에 시달리고 어떤 방법으로도 지구온난화를 막을 수 없다고 판단될 때는 과거에 자연이 시도해서 성공한 방법을 모사하는 마지막 방법이 남아있다. 자연이 시도한 방법이란 1991년 필리핀의 피나 투보 화산이 폭발, 대기 중에 약 2000만 t의 이산화황(SO₂)을 퍼뜨린 사고를 말한다. 이로 인해 지구의 평균기온이 0.5도가량 내려갔다. 즉, 대기 중에 햇빛을 반사하는 에어로졸 입자를 잔뜩 살포, 지구의 열기를 식힐 수 있을지 모른다. 햇빛 차

단 프로젝트가 제대로 성과를 발휘하더라도 갑작스러운 기온 저하로 인해 수십억 명이 가뭄에 고통받게 될지 모른다. 영국 정부가 지원하는 '스파이스(SPICE)'가 바로 그런 프로젝트다. 선박과 기구를 19km 길이의 로프로 연결, 바다를 돌아다니며 대기권에 황산염 입자를 분사하는 게 핵심 골자다.

이와 함께 1992년 미 정부는 해군 군함을 투입, 미세입자가 들어있는 포탄을 하늘에 발사하자는 다소 급진적 프로젝트에 자금을 지원하기도 했다. 당시 연구팀은 연간 500만 t의 산화알루미늄을 대기권에 발사해야 한다고 설명했다. 또 이를 위해선 10문의 포를 갖춘 군함 35척이 250일 동안 계속 포격을 해야 하며 연간 비용은 1000억 달러라고 추산했다. 그리고 산화알루미늄 입자는 2~3년이면 지상으로 떨어지기 때

04

사막의 녹화사업도 기후변화에 대응하는 좋은 방법일 수 있다.

문에 발사는 영원히 지속돼야 한다고 덧붙였다.

하지만 누구나 예상하다시피 앞서 언급한 모든 햇빛 반사 및 차단 프로젝트는 심대한 부작용을 일으킬 수 있다. 갑작스러운 기온 저하는 물의 증발을 억제, 물의 순환 체계가 무너질 수 있는 것. 이는 곧바로 인도, 중국, 아프리카 사헬 지역의 계절풍에 영향을 미쳐 수십억 명이 가뭄의 고통 속에 떨어진다.

더 큰 불안요인도 있다. 이러한 시도가 먹혀들어 지구 기온이 일정 수준으로 유지되다가 기계 고장, 국가 간 협력 부재 등의 이유로 햇빛 차단 노력이 중단될 경우 그야말로 대재앙이 벌어진다. 기온이 단시일 내 급격히 상승, 영구동토층이 녹으며 지구온난화 유발 지수가 이산화탄소의 23배나 되는 메탄(CH₄)이 수십억 t 방출될 것이다. 이 같은 상황에서는 미친 척하고 시도라도 해볼 수 있는 극약처방조차 존재하지 않는다. 기후변화에 하루 빨리 대처해야 하는 이유 중 하나다.

05

해군 군함을 이용해 대기권에 산화알루미늄을 살포, 기후변화를 막자는 안도 제시됐다.



‘투모로우’에 나타난 기후변화의 다면성

지구온난화라는 이름의 뉘앙스 때문에 기후변화로 더워지기만 하는 줄로 알지만, 최근의 겨울에는 과거보다 더욱 혹심한 한파가 몰아닥치고 있다. 영화 ‘투모로우’는 그 점을 ‘할리우드스럽게’ 보여주고 있다.

이동훈 [과학칼럼니스트]



지구온난화에 의해 북극 얼음이 녹자 북반구를 쓰나미가 뒤덮고, 그대로 꽁꽁 얼어버린다는 것이 영화의 전반적 줄거리.

벌써 나온 지 13년이 지난 영화 ‘투모로우’(원제 The Day After Tomorrow). 대중의 줄거리를 말하자면 지구온난화로 인해 북극의 얼음이 녹고, 이렇게 녹은 북극 얼음이 북반구의 해수 온도를 확 떨어뜨려 지구에 또 한번의 빙하기를 초래한다는 내용이다.

이 영화는 국내에서는 약 300만 명의 관객을 동원했다고 한다. 이미 국내에서도 1000만 관객을 동원한 영화가 여럿 나온 판에 흥행 성적은 좀 그저 그랬던 것 같은데, 영화를 보면 그 이유를 짐작할 수 있다.

나름 과장 반열에 들어가는 SF 영화 ‘인디펜던스 데이’를 연출한 감독 롤랜드 에머리히의 명성(?)에 걸맞게 영화가 지극히 과장스러운, ‘할리우드 액션’으로 딱칠이 되어 있었던 것이다. 이 영화의 연출은 과장스러운 뿐 아니라 비과학적이기까지 했는데, 그 구체적인 내용을 하나씩 알아보자.

지구를 액체질소 속에 푸~욱?

비록 기후변화에 대해 경각심을 일깨우는 것이 연출 의도 중 하나인 것으로 보이지만, 영화의 내용은 과학에 대해 잘 모르는 사람이 봐도 황당할 정도로 비현실적이다.

물론 과거에도 지구에는 여러 빙하기와 간빙기가 있었다. 그렇게 된 원인에 대해 아직 정설은 없다. 그러나 빙하기와 간빙기 사이의 전환은 영화에 나온 것처럼 급격히 이루어지지 않았다. 마지막 빙하기에서 현재의 간빙기로 전환되는 데는 무려 1만 년이 걸렸다. 게다가 빙하기와 간빙기 간의 전환 원인은 지구 내부의 에너지 흐름 변화 외에도 지구에 닿는 태양 복사에너지의 변화 등 지구 외부의 에너지 변화에서도 찾을 수 있는데, 이 영화는 오직 지구 내부의 에너지 흐름의 변화만 가지고 그야말로 순식간에 빙하기로 돌입해 버린다.

영화 속 빙하기는 속도가 빠를 뿐 아니라 온도도 엄청나게 낮다. 영화에 나온 것같이 비행 중인 헬리콥터의 도관 속 연료를 얼리고 기어 나온 승무원을 즉석에서 얼려버리려면 적어도 기온이 영하 100도 아래여야 할 것이다.

이렇게 추워지는데도 지구에서는 쓰나미가 일어나고, 지구가 가진 물의 양이 늘어났는지 그 물이 빠지지도 않고 그대로 얼어 버린다. 게다가 태풍의 구름이 북미와 유럽을 모두 뒤덮어버린다. 대체 그 많은 구름을 만들기 위해 증발된 물은 어디에서 어떻게 나온 것일까. 뉴욕 시가 태풍의 눈에 들어오자 온도는 초당 10도씩 급락하고, 건물 유리창은 모두 열팽창 파괴라도 일으킨 듯 깨져 버린다. 밖이 아무리

THE DAY AFTER
TOMORROW

추워졌다 해도 이미 건물 안도 상당히 차가울 텐데 말이다.

간단히 말해 영화에 묘사된 정도의 효과를 일으키려면 지구를 통째로 액체질소(영하 196도) 속에 넣어야 가능하다는 것이다.

기후변화로 인해 추워지는 겨울

그러나 이 영화에도 일말의 진실은 있다. 그것은 '온실가스 배출로 인해 초래된 기후변화는 더욱 추운 날씨 또한 선사할 수 있다'는 점이다.

'지구물리학 연구 저널(Journal of Geophysical Research)' 지에 2016년에 게재된 어느 연구에 따르면 미국에서 겨울철의 극한 기후가 갈수록 빈번하게 나타나고 있음을 발견했다. '미국 기상학회보(Bulletin of the American Meteorological Society)'에 최근 실린 어느 연구는 그 이유를 밝히는 데 도움을 주고 있다.

그 용의자는 아이러니하게도 따뜻해지는 북극이다. 기후변화로 인해 북극의 기온이 올라가면서 극소용돌이가 변화해가고 있는 것이다. 극소용돌이는 지구 양극의 넓은 지역을 둘러싸고 있는 넓은 규모의 저기압과 차가운 공기다.

연구자들은 극소용돌이를 정의하며 통상 반시계 방향으로 도는 공기가 극지방의 공기를 차갑게 유지하고 있음을 밝혀냈다. 그러나 스칸디나비아와 러시아 이북의 해빙이 녹으면, 얼음이 녹은 바다에서 더 많은 열을 고도 29km의 성층권까지 뿜어 올린다. 이는 반시계 방향의 공기 순환을 약화시켜 더 많은 차가운 공기가 남쪽으로 새어나가게 한다. 이로써 유례 없이 추운 겨울이 찾아오는 것이다. 연구 저자들은 지난 40년간의 가장 추운 겨울의 원인이 이러한 극소용돌이의 약화일 수 있음을 알아냈다.

연구자들은 1979년부터 2015년 사이 북위 60도(오슬로) 이북 지역의 1월과 2월 풍속 데이터를 분석함으로써 이러한 결론에 도달했다. 이곳은 정상적인 상황에서 극소용돌이가 존재하는 곳이다. 이들은 이 데이

터를 정리해 극소용돌이가 강한 해와 약한 해를 구분했다. 그리고 이를 평균 지표 온도와 비교해 일치하는 지를 살펴보았다. 그리고 극소용돌이의 강도가 지면의 온도와 일치함을 알아냈다.

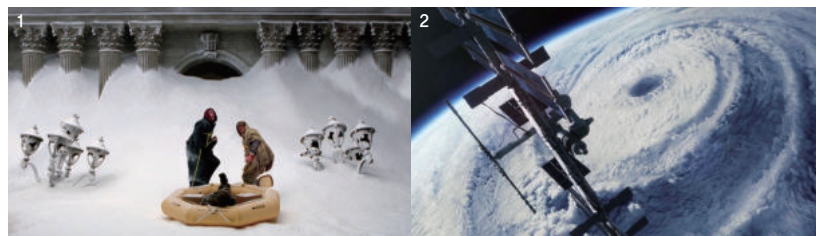
극소용돌이가 약해지면 미국이나 캐나다 같은 비교적 저위도 국가의 겨울 기온은 낮아졌다. 연구자들은 극소용돌이의 강도가 변하는 이유도 알아내고자 했다. 이로써 이들은 해빙의 손실과 극소용돌이의 변화 간의 관계를 알아내게 됐다.

미국만 겨울 기온의 주기적인 강하를 겪는 것은 아니다. 사실 이 효과는 아시아와 유럽에서 더욱 강하다. 2012년 러시아에 70년 만에 가장 추운 겨울이 닥쳐 여러 명이 얼어 죽었다. 당시 러시아의 겨울 기온은 영하 50도에 달했다. 작년 겨울 스웨덴 스톡홀름에는 한랭 전선이 떠 있으면서 38cm에 달하는 적설량을 기록했다. 11월 적설량으로는 111년 만에 최고였다.

다른 말로 하자면, 많은 사람이 기후변화를 가리켜 '지구온난화'라는 말을 쓰지만, 그 실체는 훨씬 복잡하다는 것이다. 온난화는 전체 기후 체계에 여러 변화를 일으킨다. 그리고 그 변화 중에는 매우 추운 겨울도 있다. 가장 중요한 문제는 추위가 아니다. 추위는 변수에 불과하다. 기후변화 때문에 어느 해 겨울은 스키 리조트가 일찍 문을 닫을 만큼 따뜻하기도, 어느 해 겨울은 스키광조차 슬로프를 오를 엄두를 못 낼 만큼 추워질 수도 있다는 것이다. 그런 부분을 감안하고 이 영화를 본다면, 그리 황당하지만은 않게도 느껴질 것이다.

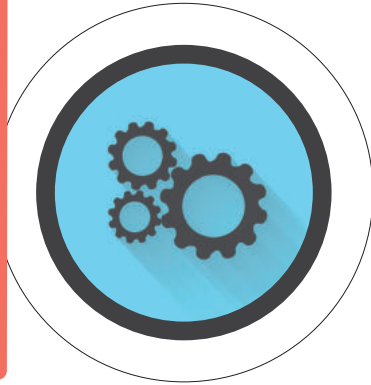


1 얼어버린 지구에서도 주인공들은 어떻게든 삶을 이어간다. 할리우드 액션으로 추위를 피해가며.
2 영화는 과학적으로 너무 큰 무리수를 두긴 했지만, 기후변화에 의한 겨울철 극한 기후의 빈번한 출몰 가능성만큼은 확실히 경고했다.



R&D 관련 구인 및 구직

리쿠르팅



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.

구인공고



(주)Korea Instrument(www.kicl.co.kr)

Probe 설계 신입연구원 모집

- **담당업무** : MEMS Probe Design & Simulation, Probe 신뢰성 Test, Probe Analysis(SEM-EDS 등)
- **응모자격 및 우대사항** : 대졸 이상(졸업 예정자 가능), 기계공학 및 기계설계 전공자, AutoCAD 및 SolidWorks 등 설계 Tool 유경험자, CAE 유경험자
- **근무형태** : 정규직(수습 3개월)
- **근무처** : 경기도 화성시
- **모집기간** : 12월 25일(채용시 마감)
- **문의전화** : 031-375-5900



(주)유디피(www.udptechnology.com)

네트워크 보안카메라(CCTV) 테스터 모집

- **담당업무** : IP Camera 검증(SW, HW, Image Test), 업체 Customize Test, 품질관리 테스트 계획 · 진행에 따른 결과분석, BMT 진행 및 필드 이슈 대응
- **응모자격 및 우대사항** : 대졸 이상(졸업 예정자 가능), 품질 관리 및 네트워크 관련 지식 보유자
- **근무형태** : 정규직(수습 3개월)
- **근무처** : 서울시강서구
- **모집기간** : 11월 18일까지
- **문의전화** : 02-2605-1486



(주)한국비즈넷(www.kobiznet.co.kr)

연구개발실 시스템지원팀 직원 모집

- **담당업무** : 공통시스템 설계 · 개발, 신규솔루션 기획 · 설계 · 개발, 클라우드 솔루션 배포 관리, 전자세금계산서 운영 및 유지보수
- **응모자격 및 우대사항** : 고졸 이상, 경력 무관, 리눅스, 윈도 서버 관리, WebtoB, Jee, Apache, Tomcat, Java, Spring Framework, Miplatform, Nexacro, 다양한 언어, 플랫폼에 대한 도전정신
- **근무처** : 서울시 구로구
- **모집기간** : 12월 31일
- **문의전화** : 02-855-2181



보낼 곳 eco_news@naver.com

문의 042-712-9421,
'이달의 신기술' 담당
김은아 기자

QUIZ.

기후변화 대응에 전 세계가 힘을 쏟고 있다. 이와 관련해 정부가 기업들에 온실가스 허용량을 부여하고 기업들은 그 범위 내에서 남은 양을 매매할 수 있도록 지원하는 제도는 무엇일까?

49호 정답 및 당첨자

왕타오(汪滔) 또는 프랭크 왕(Frank Wang)

최명주, 전동주, 이은관, 임지원, 송지인



무드알람
큐브변색 탁상시계

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

EVENT <이달의 신기술> 부스 찾고 선물 받자!

이달의 신기술 2017 KOREA TECH SHOW

2017년 대한민국 산업기술 R&D대전 (KOREA TECH SHOW)이 11월 16일부터 18일까지 서울 코엑스 전시장에서 개최됩니다. 전시기간 중 쿠폰을 소지하고 <이달의 신기술> 부스를 방문하시는 분들께 선물을 드립니다.

Q&A

산업기술 R&D 규정 개정과 관련하여

9월 15일 산업기술혁신 R&D 규정이 일부 개정된 것으로 알고 있습니다. 주요 개정 내용에 대해 설명을 부탁드립니다.



사항별로 개정된 세부적인 내용은 한국산업기술평가관기문(www.keit.re.kr)에 접속한 후 주요 사업 > 규정 및 서식에서 자세히 확인할 수 있습니다.

이와 관련해 주요 개정 내용을 크게 4가지로 구분하여 설명해드리겠습니다.



산업기술혁신 R&D 규정이 9월 15일 일부 개정되었습니다. 이와 관련해 주요 개정 내용을 크게 4가지로 구분하여 설명하면 다음과 같습니다.

1

첫째, 산업기술혁신촉진법 및 시행령 개정 후속

연구비 부정 사용
5년 → 10년

- (참여 제한 강화) 연구내용 유출, 연구비 부정 사용, 거짓·부정 수행을 반복적으로 위반할 경우 그 횟수에 따라 참여 제한 기간이 현행 최대 5년 이내에서 최대 10년 이내로 확대되었습니다(요령 제44조 제1항, 별표 2).
- (감면 기준) 실패·중단으로 인한 참여 제한 기간, 사업비 환수에 대해 감면할 수 있는 기준*이 마련되었습니다(공통운영요령 제44조 제15항 신설).

*연구수행 방법 및 과정이 체계적이고 충실하게 수행된 사실이 인정된 경우 설정목표의 난이도와 외부 요인 변동 정도를 고려해 감면 가능.

2

둘째, '국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정' 개정 후속

- 공동연구 활용장비*를 구매할 수 있는 근거(간접비), 인프라 조성 사업 추진 과정에 소요되는 자문·관리비 산정 근거(직접비)를 신설했습니다(사업비요령 별표 2·3).
- 학생인건비 예산 증감(200만 원 이상)에 대한 승인 제도가 폐지되었습니다(공통운영요령 제27조).

*주사전자현미경, 피로시험기, 핵자기공명분광기, 고분해능 X선분석기 등

3

셋째, 2016 회계연도 결산국회 지적사항 반영

동시 수행 과제 수
-협약 체결 시점에도 확인
-초과 시 협약 해약 근거 마련

- 동시 수행 과제 수에 대해 현행 사업계획서 제출 시점 외에 협약 체결 시점에도 확인하고, 과제 수 초과 확인 시 협약 해약 근거를 마련했습니다(기술개발평가지침 제29조, 제32조).

4

넷째, 증빙서류 간소화

수입신고 필요 없는 물품
해외 배달 증빙서류

대체!

- 우편물을 통해 수입하는 소액 외자구매 물품 중 수입신고가 필요 없는 물품은 '해외배달 증빙서류'로 증빙서류를 대체할 수 있습니다(사업비요령 별표 5).

'이달의 신기술'은 여러분의 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점 등이 있다면 많은 참여 바랍니다.
042-712-9230 jsung2@keit.re.kr

엔지니어링산업, 4차 산업혁명에 적극 대응

산업통상자원부와 한국엔지니어링협회, 한국생산기술연구원은 지난 10월 18일부터 19일까지 대한상공회의소에서 '2017 엔지니어링산업 주간행사'를 가졌다. 이번 주간행사는 그간 엔지니어링산업 발전에 이바지한 기업인과 연구인의 노고를 격려하고, 엔지니어링 산업에 대한 국민적 관심을 높이기 위해 주간기념식, 취업상담·채용설명회, 전시회, 포럼 및 세미나 등이 마련됐다. 더불어 최고경영자(CEO) 간담회에 참석한 산업부 박건수 산업정책실장은 "곧 다가올 4차 산업혁명 시대에 적극 대응하고 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷(IoT) 등 지능화 기술의 전면적 융합을 통해 우리 엔지니어링산업의 혁신성장을 촉진하기 위해 내년 상반기 중 '4차 산업혁명을 대비하는 엔지니어링산업 발전전략'을 수립하겠다"고 말했다. 한편, 주간기념식에서 (주)다산컨설턴트 이해경 대표이사에게 금탑산업훈장, (주)설화엔지니어링 이원구 대표이사에게 동탑산업훈장을 수여했다. 이외에도 산업포장 2명, 대통령 표창 4명, 국무총리 표창 4명, 산업통상자원부 등 장관 표창 28명 등 정부 포상과 장관 표창을 총 40명에게 수여했다.

문의처 산업통상자원부 엔지니어링디자인과(044-203-4206)


'2017 세계 표준의 날' 개최 및 유공자 표창

산업통상자원부는 10월 19일 국제표준화기구의 주요 일원으로 세계 표준의 날 기념식을 서울 건설회관에서 개최했다. 올해는 '표준으로 더 스마트한 도시(Standards Make Dities Smarter)'라는 메시지를 통해 4차 산업혁명 기술과 서비스의 플랫폼으로 주목받고 있는 '스마트시티'를 건설하는 데 표준이 필수 요소임을 강조했다. 이날 기념식에서는 국제전기기술위원회(IEC)에서 반도체 인쇄전자, 착용형 기기(웨어러블 스마트기기) 등 4차 산업혁명 관련 핵심 기술의 기술위원회 신설을 주도한 신명재 위원이 동탑산업훈장을 받았다. 더불어 부산대 이희수 교수가 근정포장을, 김유겸 (재)FTI시험연구원 본부장이 산업포장을 받는 등 국가표준 경쟁력 강화에 기여한 유공자 및 단체에 총 48점의 정부포상을 수여했다. 또한 국제전기기술위원회(IEC)에서 매년 국제표준화 활동에 기여도가 높은 세계 각국 전문가들에게 수여하는 'IEC 어워드' 시상식도 함께 진행했다. 한국생산기술연구원 강경태 수석이 IEC 토머스 에이 에디슨 어워드를, (주)솔의이종묵 대표이사 등 9명이 IEC 1906 어워드 수상의 영예를 안았다.

문의처 산업통상자원부 국가기술표준원 표준정책과(043-870-5341)

올 가을 최대 규모의 연구개발(R&D) 축제인 '2017 대한민국 산업기술 R&D 대전'이 11월 16~18일 서울 강남구 삼성동 코엑스 3층 D홀에서 열린다.

www.rndkorea.net



1 사전등록 이벤트

N번째 행운의 온라인 사전등록자는 누구?

내용
공식 홈페이지에서 전사관 사전등록자 중 당첨 순위에 신청한 사람에게 상품지급

내용
사전등록자에 한해 2명 이상의 지인과 함께 방문하면 추천권 2장 증정

당첨순번 1/10/20/30/50/70 /100/200/300...5000

이벤트기간
행사기간 중 [2017.11.16(목)~18(토)]

이벤트기간
2017.09.29(금)~5000번째 신청자 등장 시까지

상 품
1등 최신 스마트폰 [1명]
2등 코딩로봇 [2명]
3등 AI 스피커 [3명]
4등 보조배터리 [5명]

문화상품권 각 2만원씩 [56명]

2 페이스북 공유 이벤트 SNS에 R&D대전 행사 및 이벤트를 알려라~

참여 방법 Ktech 인더스토리 페이스북(www.facebook.com/ktechstory)과 이벤트 게시물에 '좋아요'클릭, 공유, 친구소환 댓글달기

이벤트기간 2017.10.13(금)~11.15(수) **당첨자발표** 2017.11.24(금)

상 품 1등 기어360 [1명] 2등 소형드론 [1명]
3등 AI 스피커 [1명] 4등 커피 기프트콘 [20명]

3 포스터 인증 이벤트 2017 R&D대전 포스터와 함께 사진찍어라!

참여 방법

- 현수막, 은행(ATM), 대학교 등 현장에서 R&D대전 포스터를 찾거나, 개인이 출력한 포스터와 함께 셀피를 찍어 해시태그와 함께 본인 SNS게시

해시태그 #R&D대전 #KOREA TECH SHOW #산업기술 #4차산업혁명 등

- 사진을 게시한 본인 SNS주소와 연락처를 이메일(contest@keit.re.kr)로 제출하면 참여완료 (이메일 미송부시, 참여인정불가)

이벤트기간 2017.10.13(금)~11.15(수)

당첨자발표 2017.11.18(토) / 코엑스 3층 D홀 행사장 입구에 게시

상 품 1등 스마트워치 [1명] 2등 스마트폰용 짐벌 [1명]
3등 AI 스피커 [3명] 4등 문화상품권 2만원 [20명]

이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

『이달의 신기술』은 산업기술R&D의 성과확산을 위하여 산업통상자원부 산하 R&D 전담기관들(한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원) 및 한국공학한림원이 함께 만든 전 기술분야를 망라한 종합 R&D 성과 정보지입니다. 이 잡지는 R&D 및 혁신과정에 대한 다양한 정보는 물론 기술정보와 사업화정보가 모두 수록되어 각 기업들의 다양한 기술 및 경영전략을 엿볼 수 있으므로 R&D를 수행하고자 하는 기업들로 하여금 생생한 체험과 교훈을 제공해 드릴 것입니다.



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
구독료 : 50,000원 (연간)



정기구독 EVENT

추첨을 통해
'allo 메탈 보조배터리'를
선물로 드립니다.



주요내용

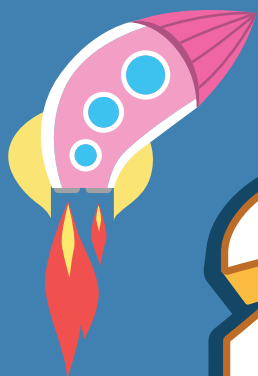
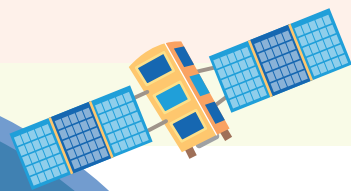
- 산업기술상 수상기업 심층인터뷰
- 산업기술R&D 성공기술 (이달의 새로 나온 기술, 사업화 성공 기술)
- 산업기술부분별 특징
- 전문가칼럼 및 산업기술담론
- 저명인사 인터뷰
- R&D 사업소개, R&D 제도 및 Q&A 등

총괄 편집 및 감수기관

- 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 한국산업기술미디어재단

편집 및 제작 (판매)기관

- 한국경제매거진
- 판매가격 : 6,000원(각 서점 구매)



R&D,
상상에서
일상으로

2017 KOREA TECH SHOW



2017 대한민국 산업기술 R&D 대전
2017.11.16(목)~18(토) 서울 코엑스 D홀

