

이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY
OF THE MONTH



미래 성장 원동력
첨단산업용 비철금속소재
‘타이타늄’

OPINION
 첨단산업용 비철금속소재
 ‘타이타늄’

이달의 산업기술상 신기술 장관상
 태양전지, 이젠 옷감처럼 짜낸다
 한국전기연구원

이달의 산업기술상 사업화 기술 장관상
 ‘모든 평평한 것은 종이’라는 발상 전환이
 이룬 결실_ 국일제지(주)

R&D 사업소개
 타이타늄의 중요성 및
 관련 사업 소개

CONTENTS

10월호

이달의 신기술 2015.OCTOBER ISSUE VOL. 25

커버스토리

2 미래 성장 원동력 '타이타늄'

8 OPINION
첨단산업용 비철금속소재 '타이타늄'

이달의 산업기술상

16 신기술 장관상_ 한국전기연구원
태양전지, 이젠 옷감처럼 짜낸다



22 사업화 기술 장관상_ 국일제지(주)
'모든 평평한 것은 종이'라는
발상 전환이 이룬 결실

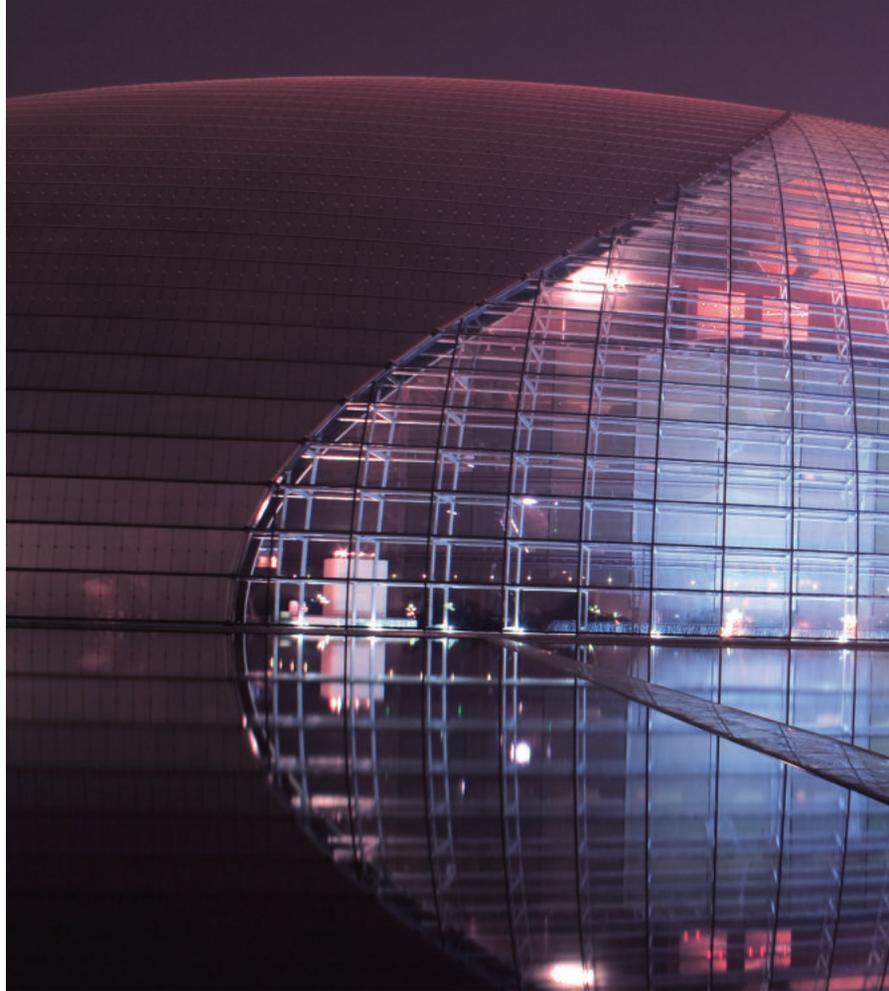
산업기술 R&D 성공 기술

27 이달의 새로 나온 기술

33 이달의 사업화 성공 기술

40 이달의 산업 전시
2015 한국전자전(KES 2015)
금속산업대전 2015

44 피플 인사이트
우종수 포항산업과학연구원(RIST) 원장



- 47 기업연구소 현장 탐방
한국생산기술연구원 강원지역본부
비철금속소재부품그룹
- 50 R&D 사업소개
타이타늄의 중요성 및 관련 사업 소개
- 56 R&D 글로벌
친환경차 경쟁에 비철금속 수요 증가
- 58 산업기술 경제동향
2015년 하반기 및 2016년 국내·외 경제 전망
- 64 해외 산업기술
미국 정부기관 R&D 과제 지원 및 관리 프로세스 분석

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH



타이타늄 소재로 건축된 중국 베이징(北京) 국립그랜드극장의 모습.

방폐물관리기술개발사업

방폐물관리기술개발사업	74
포커스	80
한국원자력환경공단 기술연구소 수송저장연구실 조천형 박사팀	
IP 트렌드	84
사물인터넷(IoT) 시대 실현할 '5G 특허전쟁'	
이달의 아이디어	86
셰프를 능가하는 요리 아이디어 상품	
R&D 노트	88
사업별로 산재된 'R&D 과제' 상호연계 위해 한 발짝, 한 발짝 '도전적인 전진'을 감행하다	

기술과 문화	92
'터미네이터'로 보는 형상기억합금의 힘	
Q&A	95
News	96



이달의 신기술 2015년 10월호 통권 25호

등록일자 2013년 8월 24일
발행일 2015년 10월 2일
발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시현
발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,
 한국산업기술진흥원, 한국공학한림원
후원 산업통상자원부
주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동)
 한국산업기술평가관리원
편집위원 산업통상자원부 차동형 국장, 유법민 과장,
 이충렬 사무관, 김효선 사무관, 박만희 사무관,
 주현수 사무관, 서성민 사무관,
 최정식 사무관, 이맹섭 주무관
 한국산업기술평가관리원 박종만 본부장,
 장세찬 단장, 이병현 팀장
 이영숙 수석, 이주훈 책임
 한국에너지기술평가원 방대규 본부장
 한국산업기술진흥원 박상이 본부장
 한국산업기술미디어재단 정경영 상임이사
 한국공학한림원 남상욱 실장
편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4875)
인쇄 (주)상지피앤아이 (02-2275-2500)
구독신청 02-360-4875 / sghong@hankyung.com
문의 한국산업기술평가관리원 (053-718-8451)
잡지등록 대구, 라07713

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

타이타늄

타이타늄의 비중은 $4.54\text{g}/\text{cm}^3$ 로 철($7.87\text{g}/\text{cm}^3$)에 비해 60% 가볍고, 알루미늄($2.71\text{g}/\text{cm}^3$)에 비해서는 1.6배 무겁다. 강도는 알루미늄의 6배, 일반 강철의 2배 정도로 강하고, 상온에서뿐만 아니라 극히 낮은 온도부터 600°C 에 이르기까지 높은 강도를 유지하는 것이 특징이다.

미래 성장 원동력 '타이타늄'

철강을 중심으로 한 우리나라 금속산업은 건설·조선·자동차 등의 국내 기간산업에 기초소재를 제공함으로써 국가경제 성장과 국제경쟁력 향상에 기여했고, 국민소득 2만 달러 시대를 여는 데 중요한 역할을 했다. 하지만 중국에서의 과잉생산과 원재료의 급격한 가격 상승 및 하락, 글로벌 경제의 악화에 의한 수요 침체 등으로 인해 고전을 면치 못하는 실정이다. 기존 주력산업을 발전시키고, 향후 새로운 첨단산업을 견인하며, 나아가 국제경쟁력 강화를 통한 글로벌 시장 선점을 위해선 소재 중심의 기반산업 생태계를 강화할 전략이 필요하다. 그 전략에서 핵심이 되는 소재가 바로 타이타늄(Titanium)이다.

TITANIUM

이종수 [포항공과대학교 신소재공학과 교수]

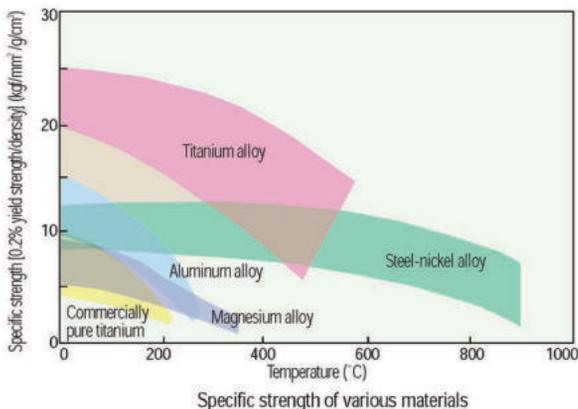
타이타늄?

일반적으로 사람들에게 타이타늄은 '매우 강한 금속'으로 인식되어 있다. 실제로 타이타늄은 일반 강철의 2배, 알루미늄의 6배 강도를 가지고 있으며, 상온에서뿐만 아니라 극히 낮은 온도에서부터 600°C의 고온에 이르기까지 높은 강도를 유지하는 것이 특징이다. 그러나 공학적으로 볼 때 타이타늄의 장점은 '강도'에 머무르지 않는다. 먼저 중요한 물리적 성질 중 하나로 작은 비중을 꼽을 수 있는데 타이타늄의 비중은 4.54g/cm³로 철(7.87g/cm³)에 비해 60%가 가볍다. 아울러 화학적 성질로는 타의 추종을 불허하는 뛰어난 내식성을 보이는데, 이는 부식의 발생을 억제시키는 부동태 피막이 타이타늄 표면에 치밀하게 형성되어있기 때문이다. 이러한 기존 소재들에 비해 비교적 우수한 물성 때문에 타이타늄은 국방산업을 비롯하여 항공·의료·스포츠·레저 산업 등 민수용 산업에 이르기까지 다양한 산업 분야에 활용되고 있다.

국방용 무기 소재로서 타이타늄

과거 냉전 시대부터 현대에 이르기까지 타이타늄 합금은 그 우수성 때문에 국방산업의 핵심 소재로 쓰이고 있으며, 특히 고강도와 경량성, 고온 강도를 요구하는 항공기용 구조소재로 가장 많이 사용되고 있다. 1953년 DC-7기의 엔진 너셀 및 방화벽에 사용된 것을 시작으로 이후 타이타늄-망간 합금(Ti-8Mn)이나 타이타늄-알루미늄-바나듐 (Ti-6Al-4V) 합금과 같이 다양한 고강도 합금이 개발되면서 군항공기의 중요한 구조용 부품 소재로 사용되기 시작했다. 최근 군사용 항공기에서 타이타늄의 활용이 눈에 띄게 증가하고 있는데, 전투기의 경우 F-14와 F-15는 구조소재 중 30%를, F-22에서는 약 40%를 타이타늄으로 사용했다.

뿐만 아니라 강도와 경량화를 동시에 필요로 하는 탱크(M1 Abrams), 잠수함(Alvin DSV2), 장갑차(M2A2) 등에서 특정 부품의 소재를 타이타늄으로 교체함으로써 그 성능을 극대화시키고 있다. 미국의 신형 M777 견인 곡



〈그림 1〉 타이타늄 합금과 경쟁 금속소재의 온도에 따른 비강도 출처: 보잉



〈그림 2〉 국방소재로서 타이타늄 사용

사포는 중량기준의 60%를 타이타늄으로 제조하였고, 탄피, 신관 등 포탄 부품에도 타이타늄을 도입함으로써 초경량화를 이루어냈다. 최근 실용화된 한국형 소총 K-11의 총열과 부품에도 역시 타이타늄이 사용됐다. 타이타늄은 경량성과 더불어 탁월한 내식성을 겸비하고 있기 때문에 해군의 구축함, 잠수함 등의 염수에 노출되는 부품소재로도 쓰인다. 이렇듯 타이타늄은 군수산업의 핵심소재로서 광범위하게 사용되고 있다.

국방력 강화의 핵심 타이타늄

우리가 처한 남북 군사적 대치상황과 일본 중국 러시아 등 주변 4대 강대국들의 군사력 강화 움직임에 따른 동북아 지역의 긴장고조로 인해 국방력 강화의 중요성은 더욱 강조되고 있다. 현재 KF-X 전투기, K-9 자주포, K-21 장갑차, K-11 소총 개발과 같은 무기체계의 국산화를 비롯해 고성능 군위성 통신체계 등의 첨단기술 개발을 통해 자주 국방력 강화에 주력하고 있다. 이처럼 무기체계 기술 향상과 국산화를 위한 연구개발은 활발히 진행 중인 반면, 무기제조에 필요한 소재 자급을 위한 노력은 상대적으로 매우 부족한 실정이다. 특히 국방산업의 핵심소재임에도 불구하고 국방용 타이타늄 소재의 해외 의존도는 매우 높으며, 이로 인해 우리나라 국방산업은 타이타늄 수출국들의 정책적인 공급전략에 큰 영향을 받고 있다. 따라서, 자주적인 방위산업의 발달을 위해서는 무기체계 개발뿐만 아니라 타이타늄 소재의 기반산업 육성도 반드시 동반되어야 한다.

다양한 산업에서 타이타늄의 사용

지금까지의 타이타늄 소재 사용은 가격보다는 성능이 우선시 되는 항공, 국방, 우주 등 특수 분야에 집중되어 있었다. 그러나, 친환경·에너지·세계화·고령화 등의 주요 키워드를 바탕으로 급변하는 세계산업 환경에서 타이타늄은 첨단산업뿐만 아니라 산업 전반에 걸친 필수소재로 주



〈그림 3〉 다양한 산업 분야에서 타이타늄 사용

목받고 있으며, 그 수요는 날이 증가하고 있다.

타이타늄은 뛰어난 내식성을 가지고 있어 부식의 위험이 있는 환경에서 중요한 역할을 하고 있다. 주로 해수담수화 설비의 열교환기 부품, 발전소 증기터빈 블레이드 등으로 사용되고 있으며, 이외에도 화학공장, 제련소, 공해방지시설에서 쓰이는 설비에도 두루 사용되고 있다. 또한 내열성과 내식성을 동시에 요구하는 전기분해용 전극, 발전소 복수관 반응기기 소재로도 타이타늄은 매우 적합하다는 평가를 받고 있다.

국민소득이 늘면서 사람들의 관심이 더욱 높아지고 있는 스포츠·레저 산업에서도 타이타늄은 각광받고 있다. 타이타늄을 사용한 스포츠·레저 용품은 가볍고 튼튼함을 기본으로 하는 뛰어난 품질에 특유의 고급스런 이미지가 더해져 시장에서 고가에 판매되고 있다. 대표적으로 골프채 헤드, 자전거 프레임, 카메라 바디, 안경테, 낚시용구 등 다양한 제품에 타이타늄이 사용되면서 높은 부가가치를 창출하고 있다.

타이타늄이 사용되는 또 하나의 분야는 건축산업이다. 타이타늄을 사용하여 건물을 짓는다면 건물중량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 표면처리에 따라 다양한 발색이 가능하므로 외관의 심미성을 향상시킬 수 있으며, 해안·온천 등 부식환경에 구애받지 않고 건설이 가능하다. 건축용 소재로 타이타늄이 사용된 대표적인 예로는 도쿄 국제무역회관, 베이징 국립그랜드극장, 후쿠오카 야후돔구장이 있다. 특히 스페인 빌바오에 위치한 구겐하임 미술관은 소장된 작품만큼 타이타늄 외벽이 유명하다.

자동차 소재로 타이타늄 사용

자동차 유지비 절감에 직결되는 연비효율은 자동차 구입 시 소비자 입장에서 가장 고려하는 사항 중 하나다. 이러한 소비자의 요구를 충족시키기 위해 자동차업계의 연비경쟁은 더욱 치열해지고 있다. 또한 국제 환경규제 및 연비규제 강화 추세와 함께 에너지 자원의 가격 상승으로 고효율 자동차 개발 동기는 단순한 연비 향상뿐만 아니라 환경규제에 대응하기 위함으로 확장되었다. 하지만, 각종 안전과 편의 장비의 증대로 차량에 장착되는 부품의 수와 중량은 오히려 증가하고 있다. 이러한 상황은 경량화의 중요성을 더욱 부각시키고 있고, 자연스레 '자동차 소재의 근본적인 다이어트'가 경량화 방안으로 주목받고 있다.

타이타늄은 다른 경쟁 경량소재(알루미늄, 마그네슘)보다 비강도가 월등히 높아 자동차용 대체 경량소재로서 끊임없이 고려되고 있지만 알루미늄 합금에 밀려 적용 범위와 양에 있어서 그 사용이 비교적 한정되어 있다. 현재 타이타늄은 경량성과 내열특성이 동시에 요구되는 자동차 엔진 부품인 엔



진밸브, 차저휠, 커넥팅 로드 등에 주로 사용되고 있다. 이처럼 타이타늄의 사용이 제한적인 이유는 '공학적 적합도'가 아닌 '경제적 선택'에 기인한다. 자동차 제조업계에서 부품의 소재를 변경하고자 할 때 성능보다 가격 절감을 우선적으로 고려하기 때문에 타이타늄 소재의 높은 가격이 그 사용을 제한한다.



〈그림 4〉 자동차부품소재로서 타이타늄 사용

초경량화 시대, 타이타늄 활용 가능성

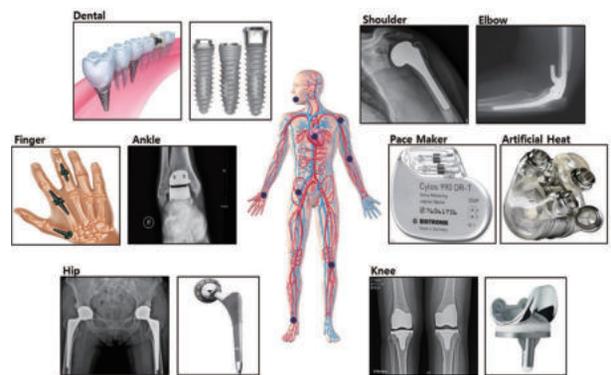
정부는 2015년부터 생산된 국내 자동차에 더욱 강력해진 자동차 배기 가스 규제인 '유로6'를 적용한다고 발표했다. 유로6은 기존 규제보다 입자상물질은 50%, 질소산화물은 80% 더 감소해야 한다. 기존 질소산화물 배출기준인 180mg/km를 80mg/km로 줄여야 한다는 점에서 더욱 엄격해졌음을 알 수 있다. 이처럼 국제환경 및 연비규제는 앞으로 더욱 강화될 것으로 예측되기 때문에 알루미늄을 비롯한 타이타늄, 마그네슘 합금과 같은 경량소재의 사용은 증대될 것이다. 100년 이상 알루미늄사업만 고집해온 글로벌 선두기업인 Alcoa의 CEO 클라우스 클라인펠드(Klaus Kleinfeld)는 최근 인터뷰에서 "We are really material-agnostic"이라고 말하며 고객이 필요로 한다면 알루미늄 이외에 다루지 않던 제품도 제공할 것이라고 발표했다. 그 배경에는 최근 타이타늄 소재기업인 영국의 퍼스릭스, 독일의 Tital, 미국의 RTI 인수가 있다. 이러한 발표는 알루미늄에 이어 타이타늄을 차세대 경량소재로 선정하고, 초경량화 시대를 대비하고자 하는 Alcoa의 전략으로 보인다. 우리도 현재 경량화 소재로 대표되는 알루미늄뿐만 아니라 앞으로 다가올 초경량화 시대를 대비하기 위해 차세대 경량소재인 타이타늄에 주목할 필요가 있다.

최근 경량화를 위해 테니스 라켓, 카메라와 자전거 프레임 등에 타이타늄을 사용하는 기업이 늘고 있으며, 자동차산업에서도 차체 경량화를 위해 기존 소재들이 타이타늄으로 교체될 가능성이 더욱 높아지고 있다. 그러나 한편으로는 알루미늄 합금의 고강도화, 복합재료의 등장, 고강도 철강재료 개발 역시 진행되고 있으므로 타이타늄의 높은 수요를 창출하기 위해선 경제성 있는 소재 공급뿐만 아니라 타이타늄 물성 향상을 위한 노력이 동시에 이뤄져야 할 것이다.

“지금까지의 타이타늄 소재 사용은 가격보다는 성능이 우선시 되는 항공, 국방, 우주 등 특수 분야에 집중되어 있었다. 그러나, 친환경·에너지·세계화·고령화 등의 주요 키워드를 바탕으로 급변하는 세계산업 환경에서 타이타늄은 첨단산업뿐만 아니라 산업 전반에 걸친 필수소재로 주목 받고 있으며, 그 수요는 날이 증가하고 있다.”

유일한 생체 적합 금속소재, '타이타늄'

타이타늄은 생체재료 소재로서 기계적 성질뿐만 아니라 내식성, 생체 적합성이 경쟁 금속(스테인리스강, 코발트 합금)에 비해 월등히 우수해 인공관절, 임플란트, 보형물, 핀, 와이어와 같은 생체의료용 부품에 대체 불가능한 금속소재로 사용되고 있다. 선진국을 중심으로 일어나고 있는 인구 고령화 현상은 노인 및 중장년층을 대상으로 하는 의료산업시장을 빠르게 성장시키고 있다. 이로 인해 생체의료용 소재 수요가 급격히 증가하고 있는데, 2014년 전 세계 의료소재시장 규모는 12조 원에 이르며, 국내 의료용 소재시장 규모는 6000억 원에 달하는 것으로 추정된다. 인구 고령화가 현재 추세로 계속된다면 매년 10% 이상의 시장 확대가 예측되며, 이에 따른 타이타늄의 수요도 급증할 것으로 보인다.



〈그림 5〉 생체소재로서 타이타늄 사용

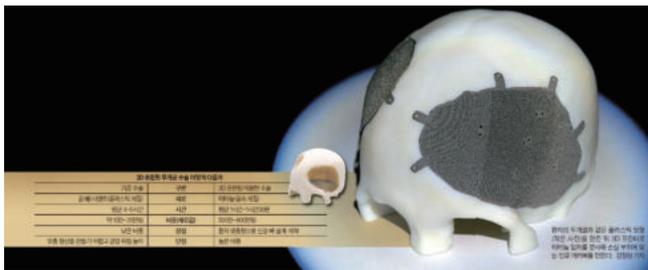
생체재료에 요구되는 중요한 특성 중 하나는 뼈의 특성과 유사한 '낮은 탄성계수'다. 뼈와 생체재료 간 탄성계수 차이는 응력차폐(Stress Shielding) 효과를 발생시키고, 뼈를 퇴화시켜 골다공증 발생의 원인이 된다. 타이타늄의 탄성계수는 스테인리스강이나 코발트 합금에 비해 절반 정도 낮지만 뼈에 비해 여전히 6~7배 정도 높기 때문에 탄성을 낮추기 위한 연구가 생체의료용 타이타늄 소재 연구의 대부분을 차지한다. 지난 10년간 저

탄성계수가 다른 서로 다른 물체에 외부 힘을 가할 경우 탄성계수가 낮은 물체에 외부 힘이 전달되지 않는 현상.

탄성계수를 갖는 타이타늄 합금 개발 연구가 세계적으로 활발히 수행됐다. 특히 이 분야는 미국과 일본이 주도적으로 연구를 진행했는데, 주요 연구방향은 생체친화성이 우수한 지르코늄(Zr), haf늄(Hf), 니오븀(Nb), 탄탈륨(Ta) 등의 원소를 합금화해 낮은 탄성계수의 타이타늄 신합금을 개발하는 것이다.

3D 프린팅 기술을 접목한 타이타늄 생체산업

생체소재로서 타이타늄의 광범위한 사용을 저해하는 요인 중 하나는 타이타늄의 난가공성이다. 의료환자의 상태에 따라 복잡한 보형물의 신속·정밀한 제작이 요구되지만 타이타늄은 주조가공이 어려워 3차원의 복잡한 형상의 제품을 만드는 데 큰 어려움이 있다. 이러한 문제점의 해결방안으로 복잡한 구조를 가진 제품을 정밀하게 만들 수 있는 3D 프린팅 기술에 세계가 주목하고 있다. 최근 매체에서 국내·외 타이타늄 3D 프린팅 기술을 이용한 의료수술 성공사례가 연이어 보도되고 있다. 이처럼 활발한 타이타늄 합금 연구 개발과 첨단 3D 프린팅 기술은 생체의료 산업에서의 타이타늄의 높은 활용가치를 증명하며 그 입지를 더욱 강화해 나가고 있다.



〈그림 6〉 3D 프린팅 기술로 제작한 타이타늄 생체 보형물
출처: 중앙일보

타이타늄을 사용한 국내 의료기술은 일정 수준에 올라와 있지만 합금화와 부품 제조기술은 상대적으로 걸음마 수준에 있다. 선진기술을 보유한 국가 대부분이 생체소재용 타이타늄 합금의 핵심 기술 공유를 꺼려하고 엄격한 심의기구를 갖추고 있어 해외기술 도입이 매우 어렵다. 이러한 문제를 해결하고 향후 생체의료용 타이타늄산업에서의 국제경쟁력을 향상시키기 위해서는 자체적인 원천기술 확보가 반드시 필요하다. 이를 위해 최근 국내에서도 생체소재용 타이타늄 관련 연구가 활발히 수행되고 있다. 2010년 재료연구소에서 저탄성 타이타늄 신합금(TNZ40)을 국내 최초 개발했고, 2014년 포스텍 연구팀에서는 타이타늄을 사용해 뼈와 유사한 기공구조(Pore Structure)를 구현했으며, 그 결과를 바탕으로 탄성계수를 낮출 수 있는 방향을 제시했다. 지난 4월엔 한국생산기술연구원 에서 3D 프린팅 기술을 이용해 복잡한 형태의 생체이식용 타이타늄 보형

물 제조기술 개발을 발표했다. 이처럼 다방면의 연구와 활발한 노력은 우리나라를 생체의료용 타이타늄 기술 강국으로 거듭나게 할 것이다.



〈그림 7〉 국내 3D 프린팅 기술로 제작한 타이타늄 인공 고관절
출처: 한국생산기술연구원(KTECH), 이병수 박사 연구그룹

앞으로의 노력

전 세계를 대상으로 한 타이타늄의 수요시장 규모는 2012년 250조 원에서 2025년 600조 원으로 급격하게 성장할 것으로 전망되고 있다. 국내에서의 타이타늄 수요 또한 매년 급증하고 있으며, 산업 전반에 걸쳐 필수적으로 사용되는 소재로 타이타늄이 자리 잡아 가는 상황이다. 하지만 우리나라는 타이타늄 제조 관련 기술의 부재로 인해 소재 및 부품을 전량 해외에서 수입해야 하는 상황이며, 이에 매년 1조 원에 달하는 상당한 비용을 지불하고 있다. 뿐만 아니라 무리한 가격인상에도 선택의 여지 없이 구입할 수밖에 없는 불리한 상황에 처해 있다. 아울러 타이타늄 수출국들의 정책적 공급전략으로 국내 방위산업용 타이타늄 소재 수급에 어려움이 발생하고 있으며, 이는 한국 국방산업 발전의 직접적인 저해요인으로 작용하고 있다. 근본적인 문제 해결을 위해선 결국 우리도 타이타늄 원료의 제련부터 중간재 제조, 부품 가공, 완제품까지 전주기를 아우르는 산업생태계 조성과 자립화를 위한 자체기술 확보 및 설비 구축이 필요하다는 결론에 이를 수 있다.

정부는 타이타늄 산업생태계 조성의 중요성을 인지하고 2013년부터 산업엔진 프로젝트 중 하나로 타이타늄을 선정, 산업육성 방안 마련을 적극 추진해 왔다. 2021년까지 타이타늄 원천소재 개발과 부품의 국산화를 통해 미국, 러시아, 중국, 일본에 이어 세계 5대 타이타늄 산업강국으로 육성한다는 것이 정부의 계획이다. 이를 위해 정부는 앞으로 7년간 총 818억 원을 투입할 계획이며, 2015년 총 95억 원이 투입됐다. 이처럼 투자의 위험도가 높으며, 장기간 투자가 요구되는 기반소재산업을 성공적으로 이끌기 위해선 정부의 적극적인 지원과 산·학·연의 유기적 협업이 반드시 필요할 것이다. 현재 추진되고 있는 국책과제들을 통해 상업적 생산에 실질적으로 필요한 설비 구축은 물론 원천기술 확보에 성공해 대한민국이 타이타늄 강국이 되길 희망한다. 이를 발판으로 자주국방 실현과 나아가 미래산업 발전의 핵심 소재로 타이타늄이 확실히 자리매김해 국민소득 4만 달러 시대를 여는 초석이 되길 기대한다.

* 본 원고 작성 및 자료 준비에 많은 도움을 준 포스텍 원종우 박사에게 깊은 감사를 드립니다.

2015 대한민국 산업기술 R&D 대전

R & D K O R E A 2 0 1 5

2015.11.19[목] ~ 11.21[토]

서울 aT 센터 제1전시장, 제2전시장[1, 3층]



타이타늄 장점

경쟁 소재와 비교하여 저온부터 중온(600°C)에 이르기까지 정적 비강도가 높고, 동적 물성이 뛰어나다. 또한 화학적 안정성이 우수하여 산, 알칼리에서 반응하지 않으며, 바닷물 환경에서의 내식성이 탁월하다.

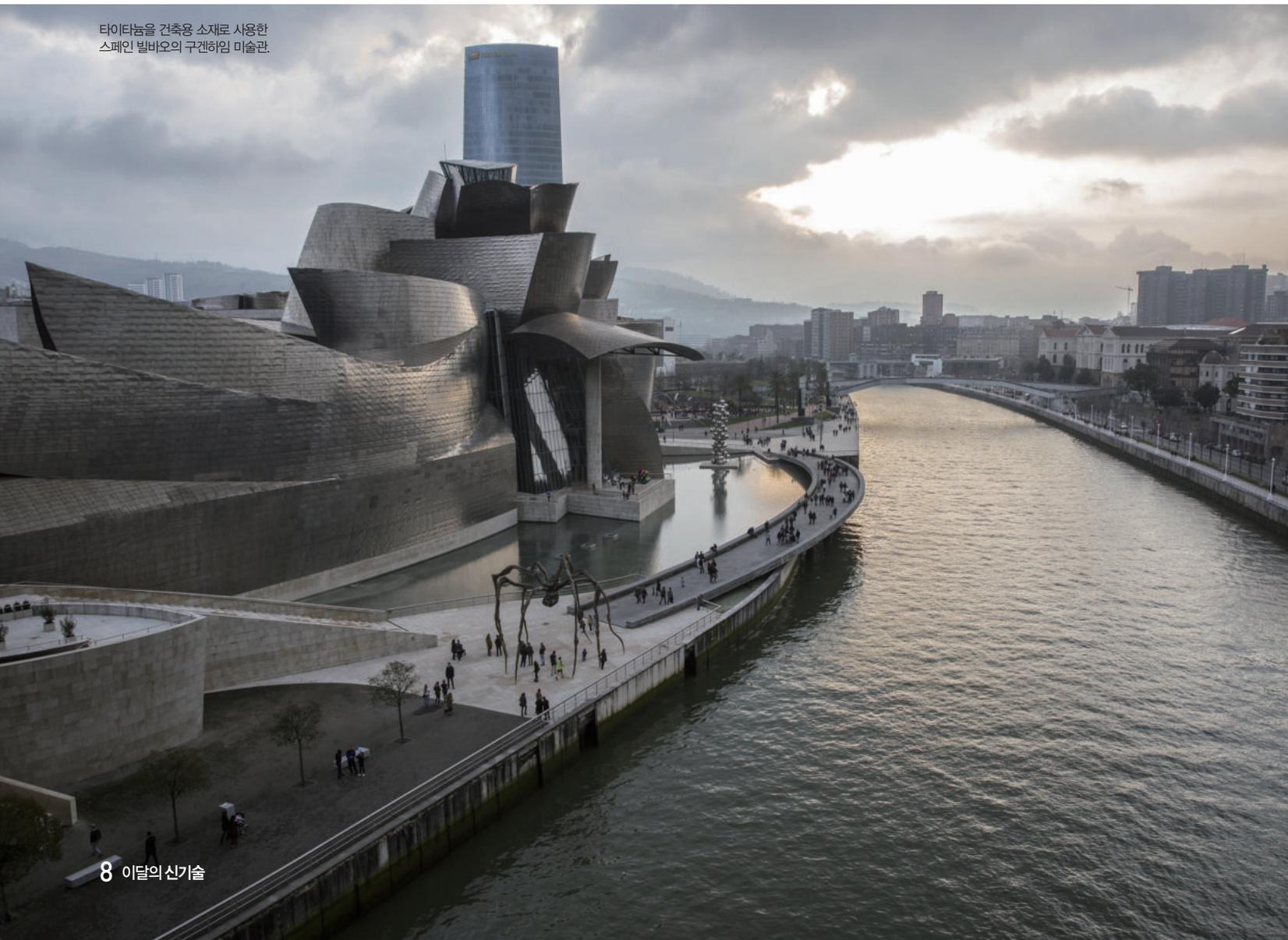
첨단산업용 비철금속소재 ‘타이타늄’ ‘꿈의 소재’에서 ‘가지고 싶은 소재’로 각광

인류는 더 나은 삶을 위해 끊임없이 새로운 소재를 찾아냈다. 이에 따라 인류의 생활양식은 사용하는 소재에 따라 크게 달라져 왔다. 문화사에서는 인류의 문명을 주로 사용하던 소재에 따라 석기시대, 청동기시대, 철기시대 등으로 구분하기도 한다. 이러한 시대 변화는 사용하던 소재가 부족해서 발생한 것이 아니다. 즉 돌이 없어서 석기시대가 끝난 게 아니라 청동이라는 새로운 소재가 만들어낸 신문화가 이전 문화를 압도했기 때문에 발생했다. 돌을 다듬어 만든 연장은 수렵과 목축을 가능하게 했고, 자연에서 채굴한 구리와 주석을 혼합하여 만든 청동의 등장으로 농경과 목축의 효율성이 크게 높아졌다. 산업혁명 이래 문명이 획기적으로 발전할 수 있었던 것은 철이라는 새로운 소재 때문이라고 해도 과언이 아니다. 이와 같이 새로운 소재의 등장으로 인류 생활이 현저히 발전하게 되었다. 지금은 철을 능가하는 새로운 소재의 등장으로 철기시대 마지막을 살고 있다.



이용태 [재료연구소 책임연구원 (소장 역임) / 독일항공우주연구총원, NASA, 국방과학연구소 근무]

타이타늄을 건축용 소재로 사용한 스페인 빌바오의 구겐하임 미술관.



쌀(소재)이 없으면 떡(첨단제품)도 없다

19세기까지만 해도 인류가 사용할 수 있었던 소재는 자연에서 쉽게 얻을 수 있는 흙, 돌, 목재, 금속 등에 지나지 않았다. 이 당시만 해도 국가경쟁력은 이들 자원을 얼마나 많이 확보하느냐에 따라 결정되는 경우가 많았다. 20세기 들어서는 인공적으로 합성하고 가공한 플라스틱과 반도체가 개발되었다. 석유화학과 파인세라믹에 기반을 두는 새로운 소재의 등장으로 우리의 생활은 획기적으로 달라졌다. 상상하지 못했던 신산업과 정보통신의 시대가 열린 것이다.

21세기에는 천연자원의 활용을 넘어 새로운 소재를 합성하여 살아가고 있다. 신소재에 의한 신산업으로 얻어지는 부가가치에 의하여 국가경쟁력이 결정되고 있다. 이러한 예로 나노와 바이오 기술을 기반으로 하는 새로운 소재와 가공기술이 끊임없이 등장할 것이고, 이를 얼마나 잘 활용할 수 있느냐가 새로운 강자로 등장할 것이다. 앞으로 어떤 종류의 첨단 소재가 등장하고, 어떤 첨단산업을 창출함으로써 어떻게 우리의 삶을 바꾸어 놓을지는 아무도 모른다. 미래를 만들어갈 첨단 시스템이 개발되기 위해서는 다양한 신소재 개발이 필수다. 즉 신재료의 개발이 신산업을 창조하게 된다. 앞으로도 지속적으로 화학소재, 금속소재, 세라믹소재, 전자소재, 복합소재 등이 개발되고 상호 융·복합화하면서 다양한 첨단 시스템이 개발될 것이다.

미래학자들의 예언에 의하면 정보, 에너지, 교통, 생체의료, 환경조화, 첨단제조기술 등 융·복합적으로 작용하는 제품들이 미래 생활을 결정지을 것이라고 한다. 물론 우리가 친숙하게 이용하고 있는 비행기, 자동차, 전화 등도 신소재의 도입으로, 새로운 모습으로 진화할 것으로 예상된다. 복합기능을 수행하는 새로운 개념의 제품이 개발되기 위해서는 무엇보다도 획기적인 소재가 개발되어야 한다. 적절한 소재가 없으면 그러한 소재로 만들어지는 제품은 처음부터 존재할 수 없게 된다. 쌀(소재)이 없으면 떡(제품)이 만들어지지 않음과 같다.

최근 개방한 공상과학영화에 새로운 시스템이 등장하여 관객들의 흥미를 사로잡았다. 바로 '터미네이터'의 최신 로봇을 구성하는 액체금속(Liquid Metal)과 '아이언맨'의 슈트(Suit)다. 여기에 사용된 재료가 모두 타이타늄 합금에 기반을 두고 있다. 타이타늄은 인류가 활용한 지만세기에 지나지 않은 신금속재료로 미래산업을 담당할 '꿈의 소재'로 각광받고 있다. 이 글에서는 셀 수도 없이 많이 개발되어 활용되는 신소재 중에서 첨단 산업용 비철소재로 각광받고 있는 '타이타늄'에 대하여 기술하고자 한다.

타이타늄의 특성

타이타늄은 경쟁 소재에 비하여 저온부터 중온(600℃)에 이르기까지 정적 비강도가 월등히 높고, 동적 물성이 우수하다. 또한 화학적 안정성

“초기에는 우주항공, 잠수함 등 병기에만 사용되던 ‘꿈의 소재’로 불린 타이타늄은 경쟁 소재에 비하여 우수한 성질을 많이 보유하고 있어 오늘날에는 스포츠용품, 임플란트 등과 같이 모든 사람이 활용하고 있는 ‘가지고 싶은 소재’로 각광받고 있다.”

이 뛰어나 산, 알칼리에서 반응하지 않으며, 특히 바닷물 환경에서의 내식성이 탁월하다. 인체와 반응하지 않는 특성을 이용하여 생체재료로 활용되고 있다. 이외에도 착색과 가공성이 우수한 특성을 이용하여 다양한 예술적 작품에 많이 활용된다. 반면 타이타늄은 산소와의 결합력이 강하고, 활발한 반응성으로 인하여 광석에서 금속으로 추출하는 데 에너지가 많이 소요되어 일반적으로 고가다. 아울러 금속학적 구조로 인하여 가공이 어렵고, 용접이나 고온에서의 가공이 진공에서 이루어져야 하는 어려움 때문에 일반산업용 소재로는 한정적으로 사용되고 있다. 그럼에도 불구하고 타이타늄의 특이한 물성을 이용하여 첨단산업에 점점 더 많이 활용되고 있다.

타이타늄은 우리가 일상생활에서 사용하는 금속재료 중 비교적 늦게 발견(1790년)되었고, 제련이 어려워 실제로 활용된 역사(1950년)가 일천한 소재다. 그럼에도 타이타늄은 경쟁 소재에 비하여 우수한 성질을 많이 가지고 있어서 초기에는 우주항공, 잠수함 등 병기에만 사용되던 '꿈의 소재'에서 이제는 스포츠용품, 임플란트 등과 같이 모든 사람이 활용하는 '가지고 싶은 소재'로 각광받고 있다. 그간 가공기술의 발달에 의해 활용 영역이 넓어짐에 따라 수천 년 동안 사용해 오고 있는 구리나 철강의 사용영역을 대체하는 소재로도 각광받고 있다. 또한 알루미늄이나 마그네슘이 사용되던 경량구조용 소재를 대체하는 역할로 활용도를 경쟁적으로 넓혀가고 있다.

타이타늄은 비교적 고가임에도 불구하고 경쟁소재에 비하여 월등히 우수한 물성을 가지기 때문에 다양한 첨단산업 분야에 활용되고 있다. 최근에는 타이타늄의 탁월한 물성을 이용하여 우리나라의 성장동력을 견인하는 미래산업에 필요로 하는 신소재로서의 활용이 급격히 증대되고 있다.

타이타늄 단점

산소와의 결합력이 강하고, 활발한 반응성 때문에 광석에서 금속으로 추출하는 데 에너지가 많이 소요되어 고가다. 또한 가공이 어렵고, 용접이나 고온에서의 가공이 진공에서 이루어져야 하는 어려움 때문에 일반산업용 소재로는 한정적으로 사용된다.

첨단산업에 이용되는 타이타늄

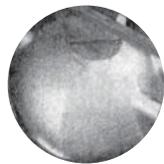
항공기 및 헬기_ 경량이면서도 비강도가 우수한 성질을 이용하여 기동성이 우수한 초음속 전투기나 고공 정찰기의 기체용 항공기 소재로 이용되어 왔다. 전 세계에서 생산되는 타이타늄 합금의 47%가 항공기 제조에 사용된다. 최첨단 항공기의 특성에 따라 복합재료와 더불어 타이타늄 합금의 사용량이 보다 더 증가하여 우리나라에서 구매하고자 하는 차세대 전투기(F35)의 경우 무게비로 약 37%가 사용되고 있으며, 고공 정찰기(U2)에는 구조재의 97%가 타이타늄으로 사용되었다. 최근 양산이 시작된 한국형 헬기(KHP, 민수용 120대 + 군수용 120대)에도 고강도가 요구되는 일부분의 부품으로 타이타늄 합금이 채용될 예정이다.

항공기 엔진_ 항공기의 추력 증대와 대기오염을 방지하기 위하여 온도가 높지 않은(600℃ 이내) 압축기 부분이 타이타늄 합금으로 제조되고 있다. 우리나라에서도 차세대 전투기(KFX Program)의 엔진(F414-GE-400 Engine) 압축기 부분이 고온 타이타늄으로 제조될 예정이다.

연료 효율의 증가를 위한 항공기 엔진의 온도가 증가함에 따라 경량하면서도 높은 온도에서 강도를 유지하는 타이타늄의 특성을 이용하여 항공기 엔진용 부품에 사용되고 있다. 우리나라에서 창정비되고 있는 엔진(PW4000)의 압축기와 날개가 타이타늄 합금을 단조하여 가공하는 공정으로 제조되고 있다.

우주 발사체_ 무게가 중요한 선택요소가 되는 우주선용 로켓의 다양한 부품이 타이타늄 합금으로 제조되고 있다. 특히 연료탱크는 초소성 성형이라는 특수 공정으로 제조하여 사용하고 있다. 우리나라에서 개발하는 로켓과 우주 발사체의 다양한 부품에 타이타늄 합금이 사용되고 있다.

지상무기_ 지상무기의 경량화를 위하여 타이타늄 합금이 단조 공정을 거쳐 제조되고 있다. 국산 탱크(M1A1)의 전차장 해치가 국내에서 철강으로부터 타이타늄 합금으로 개발되어 국산 탱크의 무게 경량화에 기여하고 있다. 전차장 해치의 경우에는 방탄도 중요한 요소이기 때문에 RHA가 중요한 물성으로 고려되며, 이러한 목적을 달성한 타이타늄 합금 단조품이 국산화되어 활용되고 있다.



〈그림 1〉 한국형 탱크와 전차장 해치에 사용되는 타이타늄 부품

화포 및 개인 화기_ 대포의 운반과 운용을 쉽게 하기 위해 무게 경량화가 고려되고 있다. 또한 화포의 발판을 경량화하여 신속한 이동이 가능하도록 하기 위한 방안으로 타이타늄 합금의 단조와 가공을 통한 경량화가 진행되고 있다. 더불어 한국 군인의 체격에 부합하는 무게 경량화가 이루어진 소총(K11)의 총열 소재로 타이타늄 합금이 채용되어 양산되고 있다.



〈그림 2〉 대포와 한국형 개인 화기(K-11 소총) 부품에 사용되는 타이타늄

자동차 부품_ 환경과 경제성의 조화를 추구하는 최신형 자동차의 부품으로 타이타늄이 채용되고 있다. 자동차를 경량화하는 데는 차체 무게의 감소, 차체의 견고화와 더불어 엔진과 같은 회전부품의 경량화에 의한 효과가 월등히 우수하다. 경주용 자동차와 고급 승용차의 엔진부품(밸브, 리테이너, 커넥팅 로드, 스프링 등)에 이미 채용되고 있다. 이외에도 다양한 착색을 통한 심미적 부품이 타이타늄 합금으로 제조되고 있다.



〈그림 3〉 자동차에 사용되는 타이타늄 부품

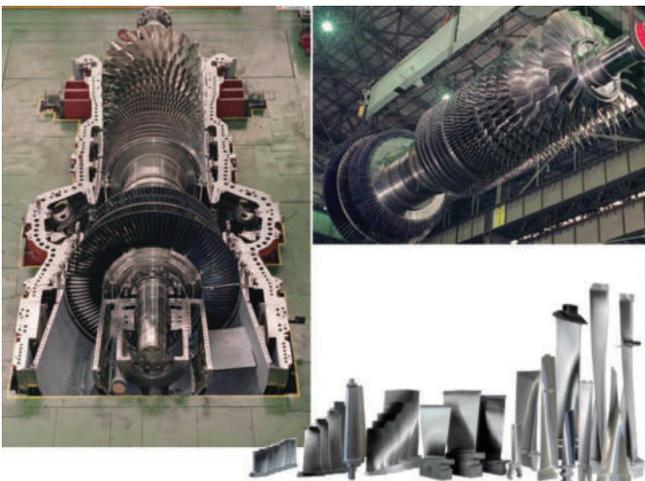
화학산업_ 타이타늄의 또 다른 좋은 성질은 내식성과 내환경성이 우수하다는 것이다. 스테인리스가 견디지 못하는 강한 산이나 알칼리에서뿐만 아니라 바닷물, 온천수와 같이 염분이나 유황 성분이 있는 환경에서도 부식되지 않는 특성을 가지고 있다. 이와 같은 성질을 이용하여 화학공장의 반응용기, 식품공업용 부품, 제지나 공해 관련 산업 분야의 소재로 활용되고 있다. 또한 원자력 및 화력발전 등의 에너지산업용 소재로도 다양하게 활용되고 있다.

심해 잠수정_ 해수에서의 탁월한 내식성을 이용하여 조선 해양 및 에너지 산업용 소재로 이용된다. 심해 유전이나 가스 탐사에 이용되고 있으며, 핵연료 폐기물이나 재처리 설비에 활용되고 있다. 또한 대기나 해양환경에서의 특이한 내식성을 이용하여 건축이나 토목용 소재로 각광받고 있다. 우리나라에서도 유인 심해 잠수정 개발이 진행되고 있고, 이에 핵심 부품으로 대형(직경 2m, 두께 10cm) 타이타늄 반구 단조, 초소성 성형, 전자빔 용접 등의 기술이 고려되고 있다.

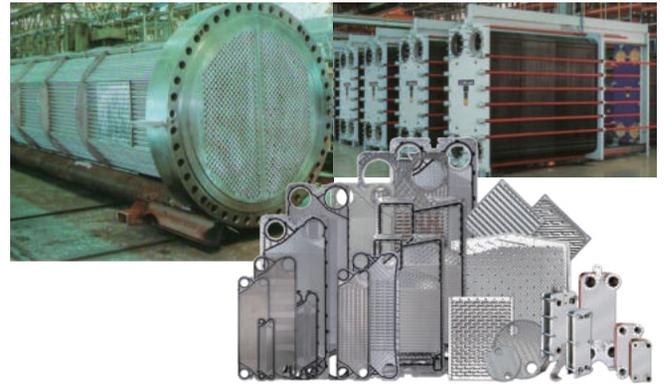


〈그림 4〉 우리나라에서 개발하는 심해 잠수정

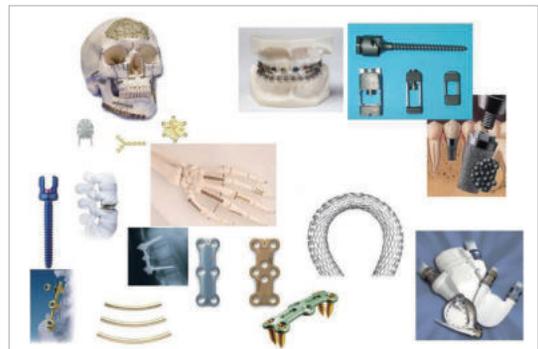
발전용 부품_ 고속으로 회전하는 발전용 부품에서는 동적 피로, 균열 전파 속도, 충격치, 강도 등이 중요하게 고려되어야 한다. 타이타늄 합금은 월등한 비강도와 진동 내구성과 같은 물성이 경쟁 소재에 비하여 매우 우수하여 장기간 사용에 안전성이 요구되는 수력, 화력이나 원자력발전소용 핵심 회전부품으로도 이용되고 있다. 발전부품을 생산하는 국내 업체에서도 이들 부품을 국산화하는 연구 개발이 진행되고 있다.



열교환기_ 타이타늄이 갖는 내식성을 이용하여 원자력발전소나 선박에 쓰이는 열교환기용 소재로 타이타늄 부품이 사용되고 있다. 국내에서 제조되는 열교환기는 관형과 판형이 있다. 관형 열교환기용 부품은 국내에서 제조되는 타이타늄 판재를 말아서 용접하여 관재로 가공, 조립하는 공정으로 제조되고 있다. 관형 열교환기를 제조하기 위한 타이타늄 소재가 국내 단일 분야로는 최대 물량을 기록하고 있다. 또한 조선 산업에 활용하기 위한 판형 열교환기도 제조되고 있다. 판형 열교환기용 소재는 가공량이 많은 프레스 공정으로 제조되기 때문에 연신율이 좋은 타이타늄이 사용된다. 이에 사용되는 소재도 국내에서 박판으로 제조되고 있다.



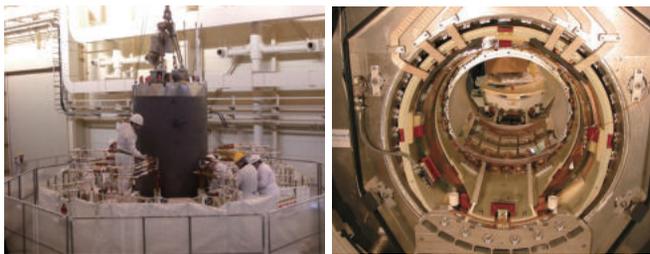
생체의료용 부품_ 최근 들어 인체 내의 혈액과 독성 반응 및 부식을 일으키지 않는 성질을 이용하여 인체의 피부와 접촉하는 제품에 타이타늄이 생체의료소재로 활용되고 있다. 인체의 몸 안에 삽입하는 뼈를 대체하는 생체재료로는 대부분 타이타늄 부품이 사용되고 있다. 이는 타이타늄이 인체 내의 피나 장기와 알레르기 등의 반응을 일으키지 않고 장기간 사용할 수 있음이 증명되었기 때문이다. 타이타늄 합금은 인체와의 반응이 없기 때문에 생체 친화적인 특성을 이용한 치과용 임플란트나 외과용 관절용 생체재료, 수술기구 등으로 이용되고 있다.



〈그림 5〉 생체의료용 소재로 사용되는 타이타늄 부품

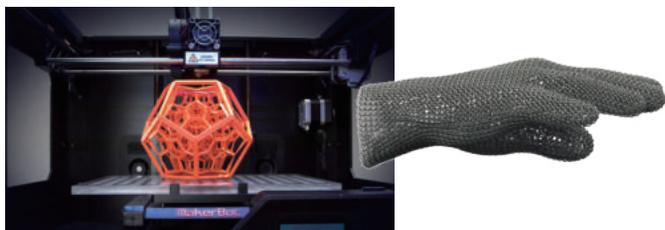
건축용 소재 타이타늄은 착색성과 발색성, 가공성, 내식성이 우수하기 때문에 다양한 건축용 소재로 사용되고 있다. 또한 생활 디자인과 여러 색상이 어우러져서 기념물, 대형 운동장 천장, 조각품 등과 같은 다양한 건축용 소재로 쓰인다. 국내에서도 일부 기념물의 조형에 착색된 타이타늄 판재가 활용되어 설치되고 있다.

초전도 장치용 부품 타이타늄 합금이 갖는 특수한 기능성 물성을 이용하여 MRI나 핵융합 장치 등에 사용되는 초전도 자석($TiNb_3$)으로 활용된다. 수소자동차 또는 연료전지로 수소를 이용하는 경우 수소저장합금(TiH_{2-x})으로 활용된다. 마르텐사이트 변태에 의한 원래의 형상을 기억하는 현상을 이용하여 타이타늄 합금(TiNi)이 치열교정, 피팅 등에도 사용된다.



〈그림 6〉 초전도 연구용 가속기

3D Additive Manufacturing 3D 프린팅 기술이 발전함에 따라 보다 견고한 형상을 가지기 위한 금속소재를 활용하는 기술이 발전하게 되었다. 이러한 목적으로 사용되는 소재로 타이타늄 구형분말을 적층하면서 플라즈마 열로 소결하는 공정이 도입되었다. 타이타늄 분말을 만드는 공정 중에서 구형의 분말을 제조하는 기술로 PREP(Plasma Rotated Electrode Process)에 의한 균일한 입도의 분말을 활용하여 진공에서 3D Additive 기술을 이용, 다양한 형상을 만들고 있다. 〈그림 7〉에서 보는 것과 같이 다양한 형상의 부품을 제조하고 있으나 분말소결의 특성상 내부에 결함을 가지고 있기 때문에 현재로서는 강도보다 형상의 제조에 맞춤형 소량 다품종의 금속부품을 만드는 단계에 있다. 이러한 목적으로 타이타늄 분말 제조에 관한 신기술이 다양하게 소개되고 있으나 아직은 경제적 관점에서 양산으로 이어지는 데 더 많은 연구가 필요하다.



〈그림 7〉 타이타늄 분말을 사용하여 3D Additive 공정에 의해 제조된 부품



〈그림 8〉 타이타늄 합금으로 제조된 자전거 부품

스포츠용품 스포츠와 레저 분야에 사용되는 금속재료는 가벼우면서도 강도가 높은 물성이 요구된다. 이에 더하여 내식성이 좋고 다양한 색채의 발색이 가능하다면 스포츠 및 레저용 소재로 적격이라 할 수 있다. 이러한 면에서 꿈의 신소재라고 일컬어지는 타이타늄이 갖는 고급스런 이미지는 스포츠 소재로 요구되는 물성뿐만 아니라 상대적으로 높은 가격으로 판매될 수 있기 때문에 부가가치가 높은 스포츠 및 레저용 소재라 할 수 있다. 이에 따라 민수용품에 사용되는 타이타늄 중 약 30%가 스포츠와 레저용으로 활용되고 있을 정도로 사용량이 증가하였다. 타이타늄이 사용되고 있는 스포츠 및 레저용품으로는 골프 클럽, 낚시용구, 등산용품(캠핑, 록클라이밍, 피켈 등), 스파이크, 소프트볼 배트, 산악자전거(MTB), 경주용 자전거, 테니스 라켓 등과 같은 다양한 제품이 소비자의 호평을 받고 있다.

민수용으로 적합한 새로운 타이타늄 제조방법 확립해야...

타이타늄을 소재로 한 첨단산업에 사용되는 다양한 제품에 대하여 살펴해보았다. 초기에 군수용으로 사용되던 타이타늄이 다양한 민수용으로 개발되어 시장에 진입하고 있는 현황을 기술하였다. 또한 타이타늄의 특수한 물성으로 인하여 첨단산업에 사용되어질 가능성이 높은 분야의 제품들에 대해서도 알아보았다.

타이타늄을 민수용 첨단제품으로 확대 적용하는 데는 다른 분야에의 활용조건에서와 같이 소재가격의 저하가 가장 큰 관건이다. 지금까지 개발된 타이타늄 합금은 주로 항공기용 재료로 사용되어 왔기 때문에 각 제조공정에서의 엄격한 관리, 사양상의 과잉 품질관리로 인하여 일반 첨단 산업용품으로 사용하기에는 고가라고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 첨단 산업용품에 관련한 가격에 상관없이 성능과 만족도가 더 중요하기 때문에 타이타늄을 사용한 제품은 시장성이 우수하다. 따라서 민수용으로 적합한 새로운 타이타늄 제조방법의 확립을 통해 엄격한 품질관리 대신 제조비용이 혁신적으로 줄어들면 창조경제에 적합한 첨단산업 분야에의 적용이 가능할 것이다.

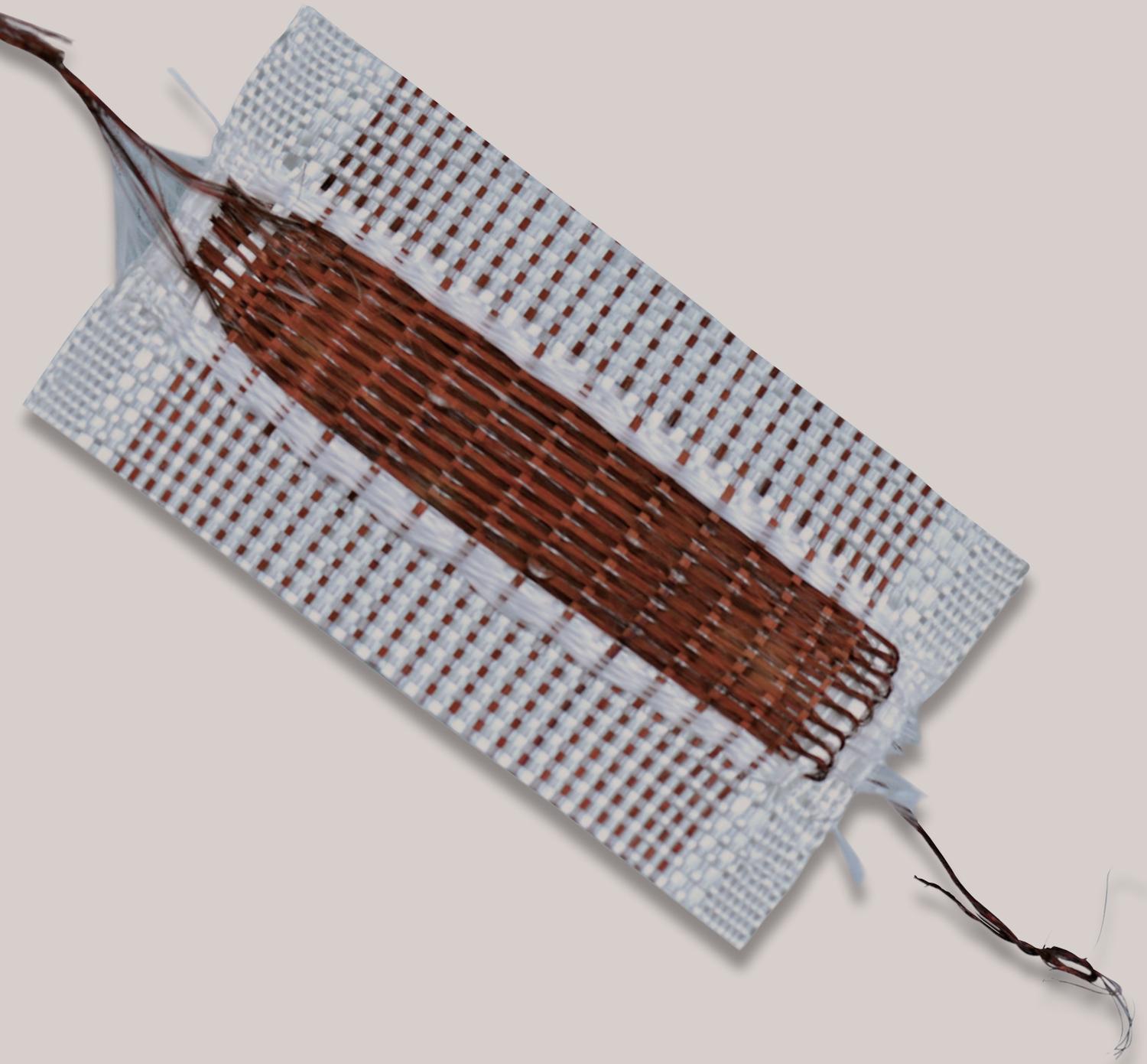
대한민국 경제를 알차게 키워내는 강한은행이 되겠습니다

한발 앞선 핀테크로 국민의 금융생활을 스마트하게
탄탄한 글로벌 네트워크로 우리의 금융영토를 더 넓게
우리은행이 대한민국 경제 성장의 힘을 다져가겠습니다

강한은행 우리은행

우리은행은 산업통상자원부 RCMS금고은행입니다

강한은행 우리은행이 만드는 3강 1. 생애 주기별 상품으로 서민경제를 더 강하게! 2. 신뢰 받는 기술금융으로 창조경제를 더 강하게! 3. 원스탑 금융 솔루션으로 금융체질을 더 강하게!



이달의 산업기술상

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 R&D로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 중 성과물이 탁월한 기술로 선정한다. 한국전기연구원이 '중앙일체형 직조 염료감응형 태양전지 개발' 연구과제를 통해 웨어러블기기, 블라인드, 헬스케어, 군사용 등 연간 1조 원 이상의 시장 잠재력을 보유한 것으로 평가받는 옷감형 태양전지를 세계 최초로 제작하는 데 성공해 영예의 장관상을 수상했다.

신기술 부문

산업통상자원부 장관상

태양전지, 이젠 옷감처럼 짜낸다 - 한국전기연구원

염료감응 태양전지

염료감응 태양전지(DSSCs)는 기존 반도체 방식의 실리콘 태양전지나 박막 태양전지와는 달리 식물의 광합성 작용을 모사한 전기화학적 원리를 이용했다.



한국전기연구원 [이동윤 책임연구원]

태양전지, 이젠 옷감처럼 짜낸다 직조물 구조 유연 태양전지 최초 개발

1976년 전기기기시험연구소라는 이름으로 처음 설립된 한국전기연구원(KERI)은 미래창조과학부 국가과학기술연구회 산하 전기 전문 정부출연연구기관이다. 연구생산성 부문에서 이공계 정부출연연구소 가운데 1위, 창조경제 실현을 위한 연구성과의 기술 이전 실적에서 2위를 차지하는 등 전기 분야 과학기술계 대표 출연연구기관이다. 이러한 KERI가 광합성 작용을 본떠 전기를 발생시키는 태양전지를 옷감처럼 베들에서 짜낼 수 있는 기술을 최초로 개발했다.

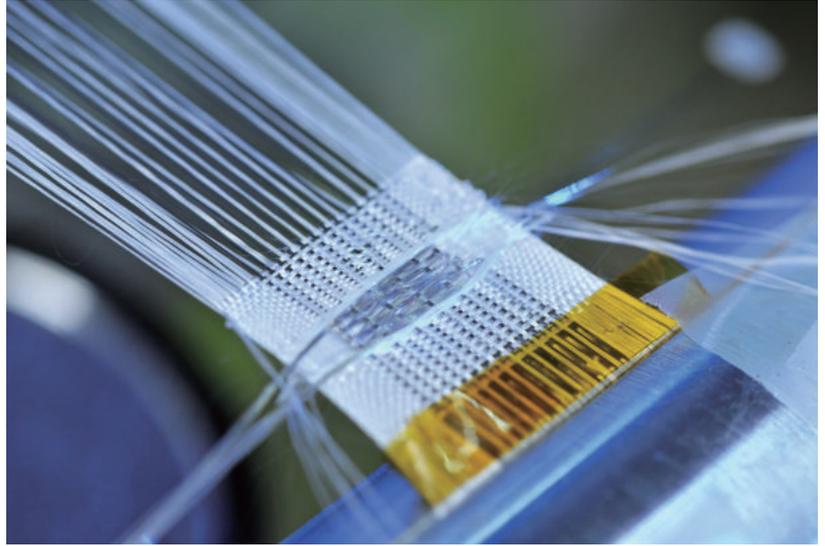
취재 김은아 사진 서범세

- 사업명** 신재생에너지융합원천기술개발사업
- 연구과제명** 중앙일체형 직조 염료감응형 태양전지 개발
- 제품명** 직조 유연 염료감응 태양전지
- 개발기간** 2012. 12 ~ 2014. 11 (36개월)
- 총사업비** 900백만 원
- 개발기관** 한국전기연구원
경남 창원시 성산구 불모산로 10번길 12
055-280-1114 / www.keri.re.kr
- 참여연구진** 한국전기연구원 나노융합기술연구센터 이동윤, 차승일, 서선희, 윤민주, 권태희, 정은지 외

33%

염료와 나노 티타니아, 전해질, 상대전극, 기판 등으로 구성되는 염료감응 태양전지의 효율은 단일 태양전지로는 가장 높은 이론상 33% 효율을 지니는데, 실제 효율은 10% 내외다.

“중양일체형 직조 염료감응형 태양전지는 금속과 세라믹섬유를 이용해 태양전지의 전극(양극과 음극) 구조를 옷감처럼 직조공정을 통해 베틀로 짜내고, 스크린 프린팅의 공정으로 광전극과 염료를 프린팅함으로써 제작하는 옷감 형태의 태양전지다.”



최초의 섬유형 태양전지, 웨어러블기기 비롯한 다양한 분야에 활용

최근 몸에 착용이 가능한 웨어러블기기(Wearable Device)가 차세대 핵심 기술 및 산업으로 각광받고 있다. 구글의 ‘구글 글래스’나 핏빗의 ‘헬스케어 스마트밴드’를 포함해 삼성, 소니, 쉐이크 등이 시계형과 밴드형 기기를 선보이며 경쟁을 하고 있다. 스마트안경, 스마트시계, 스마트팔찌, 스마트신발 등 웨어러블을 대표하는 기기들뿐만 아니라 웨어러블기술은 군사, 소방 등 특수한 목적을 지닌 분야부터 생활보조, 건강관리, 인포테인먼트, 인간능력 향상까지 활용범위가 점점 확대되고 있다. 따라서 웨어러블기에 필요한 전력을 공급할 수 있는 효과적인 전력원의 개발도 주목받고 있다. 이에 필요한 웨어러블기기용 전원은 필수적으로 유연하고, 가벼우며, 내충격성이 우수한 특성을 갖춰야 한다. 현재까지 이러한 특성을 지닌 태양전지는 비정질실리콘을 이용한 한 종류 외에 시판되는 것이 없다. 이 태양전지도 굽힘 또는 수분 등에 취약해 군사용과 같은 특수한 목적 외에는 사용이 불가능하다.

이에 대한 대안으로 현재 옷감 형태의 태양전지 개발은 선진국에서도 경쟁적으로 시도되고 있다. 하지만 기존의 시도는 직조공정 중에 섬유들이 필연적으로 겪게 되는 장력(당기는 힘)과 마찰력을 고려하지 않아 실제 직조물을 제조하기가 사실상 불가능하다. 이러한 가운데 KERI가 본 연구과제를 통해 직조공정으로 태양전지의 전극을 제조하고, 최종적으로 스크린 프린팅을 통한 프린팅 공정을 적용함으로써 직조기를 이용한 태양전지의 제조를 가능케 했다. 즉, 다양한 환경에서 사용할 수 있는 실질적인 웨어러블용 태양전지는 개발된 섬유직조형 태양전지가 세계 최초라고 할 수 있다. 개발된 태양전지는 접어도 될 정도로 유연성이 높고, 기계적 내구성

이 우수한 최초의 섬유형 태양전지로 아웃도어, 레저, 스마트홈, 휴대형 전자기기를 제조하는 세계적인 기업들의 많은 관심을 받고 있어 조기에 상용화에 성공한다면 이 분야에서 새로운 세계시장을 형성할 것으로 평가받고 있다.

IT 기반 생활편의 증진에 기여하다

본 연구과제에서 개발한 중양일체형 직조 염료감응형 태양전지는 금속과 세라믹섬유를 이용해 태양전지의 전극(양극과 음극) 구조를 옷감처럼 직조공정을 통해 베틀로 짜내고, 스크린 프린팅의 공정으로 광전극과 염료를 프린팅함으로써 제작하는 옷감 형태의 태양전지다. 이 태양전지 제조의 핵심 기술인 금속 직조기술은 본 기술의 개발 전에는 전 세계적으로 미개발된 기술로 순수한 금속섬유만을 이용해 고밀도의 금속섬유전극을 제조하는 것이 그 핵심 기술이다. 이를 위해 개발팀은 독자적인 새로운 직조기를 개발했고, 태양전지에 적합한 다양한 섬유 패턴을 제작하는데 성공했다. 또한 금속섬유와 세라믹섬유, 천연섬유를 혼합해 다양한 형태의 태양전지를 만드는 기술을 함께 개발했다. 개발된 섬유직조 염료감응 태양전지는 기본적으로 광전극, 전해질, 상대전극의 3층으로 구성된다. 개발팀은 이러한 3층의 입체구조 태양전지 제조를 위해 금속섬유와 세라믹섬유를 3층으로 한꺼번에 직조하는 3D 직조기술을 개발하는데 성공했다.

이와 관련해 본 연구과제의 총책임자인 KERI 이동윤 책임연구원은 기술 개발에서의 최고 애로사항에 대해 “섬유형 태양전지는 개발팀이 전세계적으로 처음 시도하다 보니 장비와 소재 등에서 기존 기술 중에서는 유용한 기술이 없어 모두 직접 개발해야 했다”며 “특히 금속섬유직조기는

그 직조 패턴의 특이성 때문에 새로운 직조 알고리즘을 지닌 직조기를 직접 설계하고 제조했는데, 이는 많은 시간과 경비가 소요된 작업이었다”고 말했다.

이러한 어려움을 극복하고 개발된 섬유직조형 태양전지는 옷감처럼 유연하고, 부드러우며, 옷감과 마찬가지로 재봉과 재단이 가능한 특징을 지니고 있다. 또한 사용 환경과 응용 대상에 따라 여러 가지 패턴(무늬)을 적용해 제작할 수 있는 특성을 갖는다. 특히 기존의 면, 실크, 펠트 등의 천에 직조공정으로 제조된 전극을 재봉해 부착(부착형)하거나 기존 옷감을 제조할 때 태양전지를 삽입(옷감삽입형)할 수 있고, 모두 직조로만 제조(직조형)하는 등 다양한 형태로 만들 수 있어 응용

범위와 가능성이 높은 것으로 평가되고 있다. 현재 섬유직조형 태양전지는 효율 6%, 굵힘반경 0.4cm(천이 접혀도 태양전지 작동 가능), 2000회 이상의 90도 꺾음 시험 후에도 80% 이상의 효율을 유지할 수 있는 수준의 성능을 지니고 있다.

이러한 기술은 IT 기반의 생활편의 증진에 크게 기여할 것으로 예상된다. 삼성 기어, 핏빗 스마트밴드 등의 웨어러블기기에 적용하거나 레저활동 등의 대세인 캠핑에서 이용할 각종 전자기기를 위해 배터리가 필요 없는 텐트, 배낭을 만들거나 가정에서도 건물일체형 태양전지 및 커튼 등에 적용할 수 있다. 군사용 적용 가능성도 높는데, 군용 막사, 전투용 배낭, 군모 등에 직조형 유연 태양전지기술을 적용, 현장에서 전기를 생산하고 활용할 수 있게 된다.



이동윤 한국전기연구원(KERI) 창의원천연구본부 책임연구원.

핵심 기술 개발에 이어 상용화에 나서다

섬유직조 태양전지는 웨어러블기기, 군용, 레저용, 헬스케어용, 가정용(블라인더) 등 다양한 용도로 활용이 가능하다. 이러한 본 기술을 사업화하기 위해 KERI는 국내외 학회와 심포지엄을 통해 기술을 소개함과 동시에 경상남도와의 긴밀한 상호협력을 유지하고 있다. 이와 관련해 유연 태양전지 및 유연 전지 부문에서 내구성이 뛰어나면서도 유연성이 우수한 구조를 개발하고자 연구를 시작했다는 KERI 이동윤 책임연구원은 “현재는 핵심 기술을 개발한 상태로 응용처에 따라 관련 상용화 기술을 개발하는 데 3년 정도의 시간이 걸릴 것”이라고 전망했다.

현재 KERI로부터 기술을 이전받은 제품화 컨소시엄에서는 1차 제품으로 스마트홈 태양전지 블라인더, 스마트밴드용 태양전지, 스마트폰 충전용 태양전지, 헬스케어용 태양전지 등을 목표로 개발을 진행하고 있다. 일부 제품은 여러 글로벌 기업에서도 관심을 가지고 있기 때문에 상품화 시장 형성에는 큰 어려움이 없을 것으로 예상하고 있다. 아직 판매 제품이 개발되지 않은 관계로 시장에 대한 예상은 어렵지만 본 제품이 경쟁 제품이 없는 독자적인 제품이므로 최소한 연간 1000억 원 이상의 매출을 기대하고 있으며, 웨어러블기기에 성공적으로 적용되면 수조 원 이상의 세계시장이 형성될 것으로 추정된다.

본 연구과제에 참여한 KERI 차승일 선임연구원은 “이번 개발은 직조구조를 제대로 활용한 태양전지로는 세계 최초의 개발 성과로서 아직까지 밀봉기술, 전해질기술, 효율 최적화기술 등 상품화까지 해결해야 할 과제가 남았지만 가장 핵심인 직조 태양전지 구조 개발에 성공했기 때문에 남아 있는 기술적 문제는 응용 범위와 연계, 개발해 나갈 예정”이라며 “우선 레저용 및 군사용 응용이 가능할 것으로 보이며, 웨어러블시장이 본격적으로 형성되고 있고, 건물일체형 태양전지의 요구도 증가하고 있어 다양한 분야로의 응용이 가능할 것으로 판단된다”고 밝혔다.



전문가 코멘트

“직조가 가능한 새로운 패턴기술 개발을 통해 기판이 없는 섬유직조형 태양전지를 성공적으로 제작했다. 유연성, 경량성, 내충격성을 요구하는 차세대 웨어러블기기의 폭넓은 응용이 기대된다.”



한정우
한국산업기술평가관리원
화학공정 PD

당신의 양심에 + 양심을 더합니다

“세상을 바꾸는 힘!”

공익신고

안심하세요!



공약침해행위를 신고한 분은 철저하게 보호하고 지원해 드립니다.

- ✓ 보호 조치 : 신분비밀보장, 신분보호, 신분상 불이익조치 금지
- ✓ 보상 지원 : 최고 10억원의 보상금 및 구조금 지급
- ✓ 법적 책임 감면 : 직무상 비밀준수 의무 면제, 신고자의 범죄 혹은 위법행위에 대한 형벌·징계의 감면

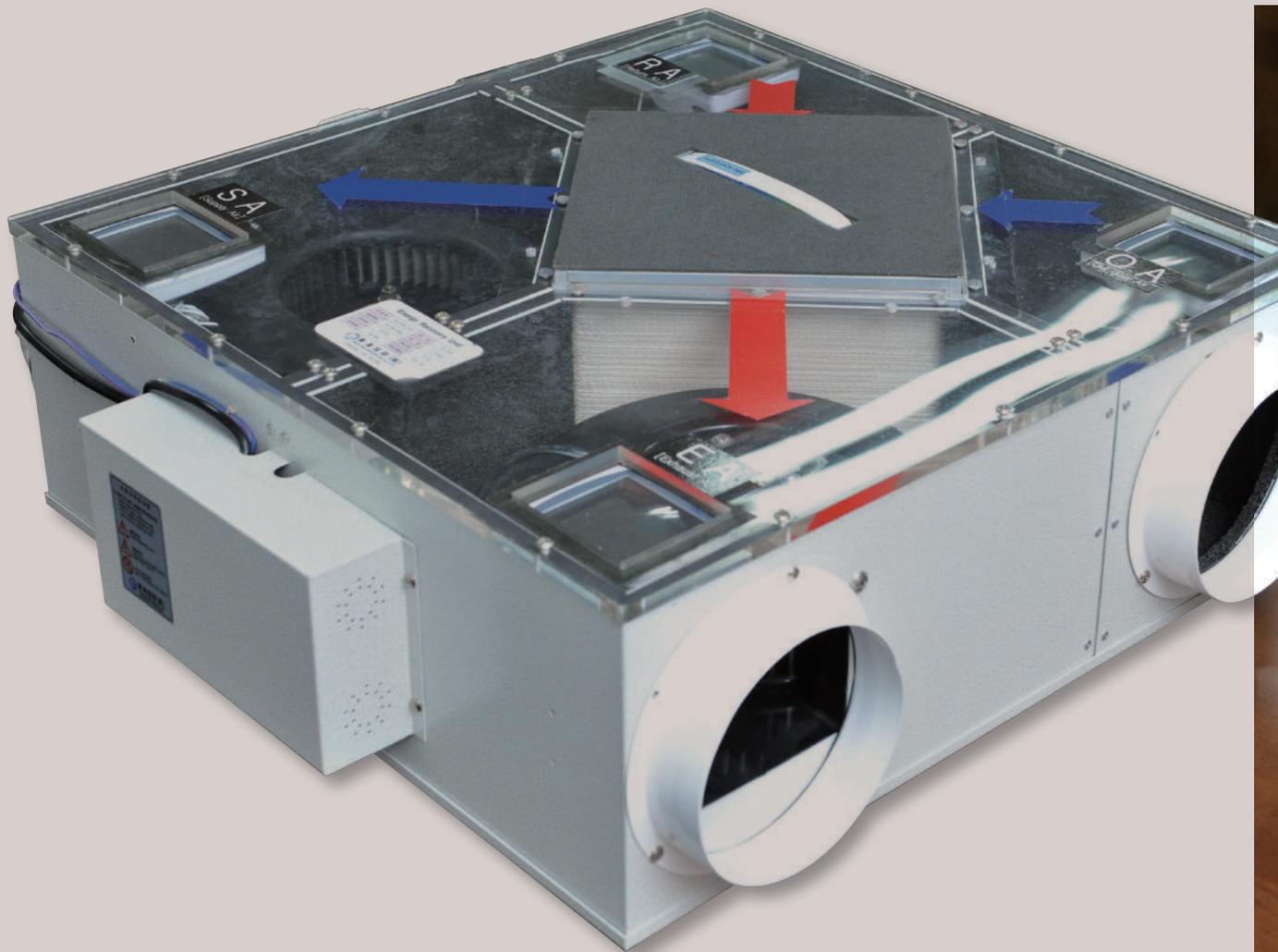
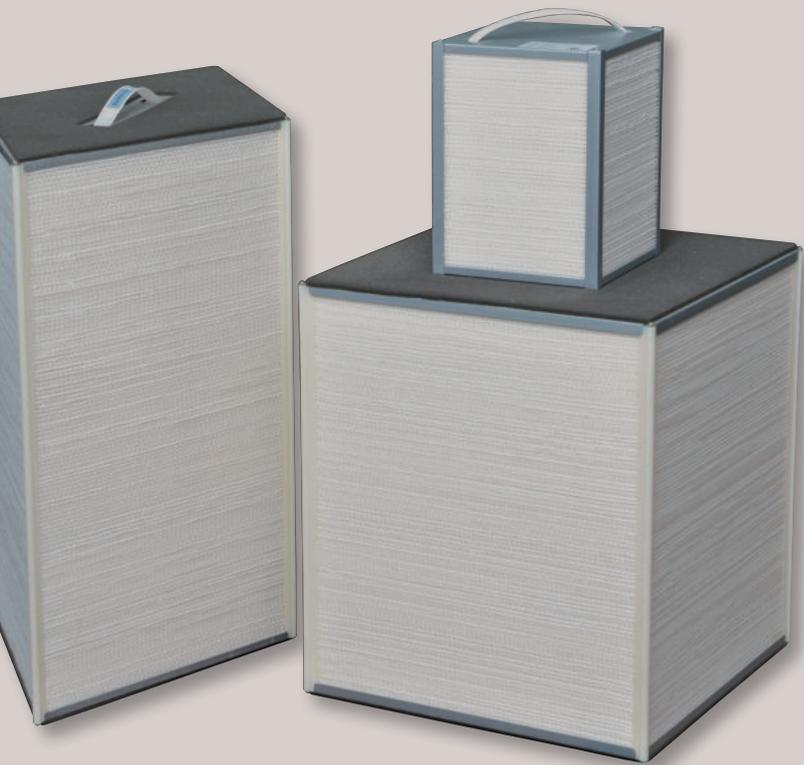
공약침해행위란?

국민의 건강과 안전, 환경, 소비자의 이익 및 공정한 경쟁을 침해하는 행위를 말합니다.
 무자격자 의약품 조제·판매, 교량 부실 시공, 폐기물 불법매립, 유사 석유 판매, LPG 가격담합 등



국민권익위원회
 고충처리 · 부패방지 · 행정심판 · 제도개선





이달의 산업기술상

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 R&D로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술에 시상한다. 국일제지(주)가 ‘가정용 열회수 환기유닛 개발’ 연구과제를 통해 환기유닛의 핵심 부품인 오염된 실내 공기를 외부로 배출하는 장치로 열과 수분을 회수, 유입 공기에 전달하는 전열교환기를 개발해 영예의 장관상에 선정됐다.

사업화 기술 부문

산업통상자원부 장관상

‘모든 평평한 것은 종이’라는 발상 전환이 이룬 결실 - 국일제지(주)

폴리프로필렌, 폴리에틸렌, PVC, 폴리스타이렌과 함께 4대 범용수지의 하나로서 열가스성수지 중 사용량 비중이 24%에 달한다. 비용과 환경 면에서 유리하다는 장점이 있다. 압출성형(壓出成型)으로는 펼쳐 늘어 종이·강철밴드 분야, 그리고 돛자리와 같은 새로운 용도가 개발됐다.



국일제지(주) [손선영 대표이사]

‘모든 평평한 것은 종이’라는 발상 전환이 이룬 결실 자체 기술 통해 고효율 전열막지 개발 성공

고정관념의 파괴는 혁신과 창조, 발명 등의 형태로 인간 삶의 많은 부분에 영향을 끼쳐 왔다. AD 105년 후한의 채륜이 발명한 ‘종이’ 역시 바로 고정관념의 파괴가 이룬 결과물이고, 결과물인 종이는 단순히 기록할 수 있는 것으로서의 가치를 뛰어넘어 문화의 전승과 문화 발달의 척도라는 크나큰 가치로 평가받고 있다. 그리고 수세기가 흐른 지금, 또다시 종이에 대한 고정관념적인 개념과 영역을 깨는 움직임이 진행되고 있으며, 그 움직임에 국일제지(주)의 남다른 행보가 큰 기대를 갖도록 하고 있다. 우리가 알고 있는 종이의 개념과 영역은 물론 한계를 뛰어넘어 국내 최고의 산업용지와 특수지 제조 전문기업으로서의 위상을 공고히 하고, 이제는 종이를 할 수 있는 모든 것에 도전해 전열교환기의 전열막지와 종이실 등의 기술 개발에 성공, 또 다른 혁신과 창조를 써 나갈 것으로 기대되고 있다.

취재 조범진 사진 서범세

사업명 에너지·자원기술개발사업
연구과제명 가정용 열회수 환기유닛 개발
제품명 전열막지(전열교환소자용지)
개발기간 2006. 8 ~ 2011. 8 (60개월)
총사업비 1,135백만 원
개발기관 국일제지(주)
경기도 용인시 처안구 이동면 천리 151-3
031-339-9100 / www.kukilpaper.co.kr
참여연구진 손선영, 임성근, 김동훈, 류주희, 유성용, 김현식, 김인수

국내 최고의 특수지 · 산업용지 제조 전문기업

국일제지(주)는 H사 등 대형 제지사와는 다른 제지사다. 우리가 가장 많이 사용하는 공책이나 복사용지 등 백상지의 경우 대형 제지사들의 주된 생산품인 반면 국일제지(주)의 주요 생산품은 담배필터지와 강판보호용 종이인 강판간지 및 식음지 등 이른바 특수지나 산업용지다. 그리고 ‘다 같은 종이 아니냐?’고 생각할 수 있지만 국일제지(주)가 생산하는 종이는 일반적인 백상지와는 달리 기능성이 부여된 종이이며, 산업에 있어 필요한 소재가 될 수 있는 종이를 생산하기 때문에 엄연히 다른, 차별화된 종이를 생산하는 제지사다.

더욱이 대형 제지사에서조차 찾아보기 어려운 ‘미래전략템’을 두어 미래 성장동력을 찾기 위한 국일제지(주)의 노력은 남다름과 함께 이 같은 노력 이 그동안 일본으로부터 전량 수입해 사용되던 ‘전열막지’를 자체 기술로 개발하는 데 밑거름이 됐다.

또한 인천대학교와 학교기업인 클린에어나노테크와의 협업을 통해 전열막지 개발에 성공한 것은 누누이 강조되고 있는 산 · 학 · 연의 모범사례라 할 수 있으며, 나날이 힘들어지고 있는 제지사들의 영업환경에서의 발 빠른 대응이자 체질 개선이라는 점에서 좋은 평가를 받기에 충분하다.

이와 관련해 손선영 대표는 “국일제지(주)는 대형 제지사들이 차지하고 있는 백상지 등 일반 종이시장보다 부가가치가 높고, 산업소재로서의 지속가능한 시장성이 있는 틈새시장인 특수지와 산업용지 등을 주력사업 분야로 택하게 됐으며, 특수 박엽지의 경우 국내 최고이자 국제적으로도 결코 뒤지지 않는 기술력을 보유하고 있다”고 밝혔다.

고기능성 갖춘 전열막지 개발, 수입 대체 효과 커

1970년대 초 석유파동과 함께 전 세계적으로 에너지 절감의 필요성이 대두되며 가옥구조가 고기밀화, 고단열화의 밀폐형으로 바뀌면서 발생한 실내공기의 오염 및 건물증후군에 따른 각종 질병 등이 사회문제화되고, 에너지 절감이라는 두 마리 토끼를 잡기 위해 환기유닛이 등장하게 됐다.

환기유닛은 실내의 오염된 공기를 외부로 배출해주는 장치로 실내공기를 배출하고 외부공기를 유입하는 2개의 팬과 배출공기로부터 에너지를 회수해 유입공기에 전달하는 전열교환기로 구성되는데, 이 가운데 가장 핵심이 되는 부품이 바로 전열교환기다.

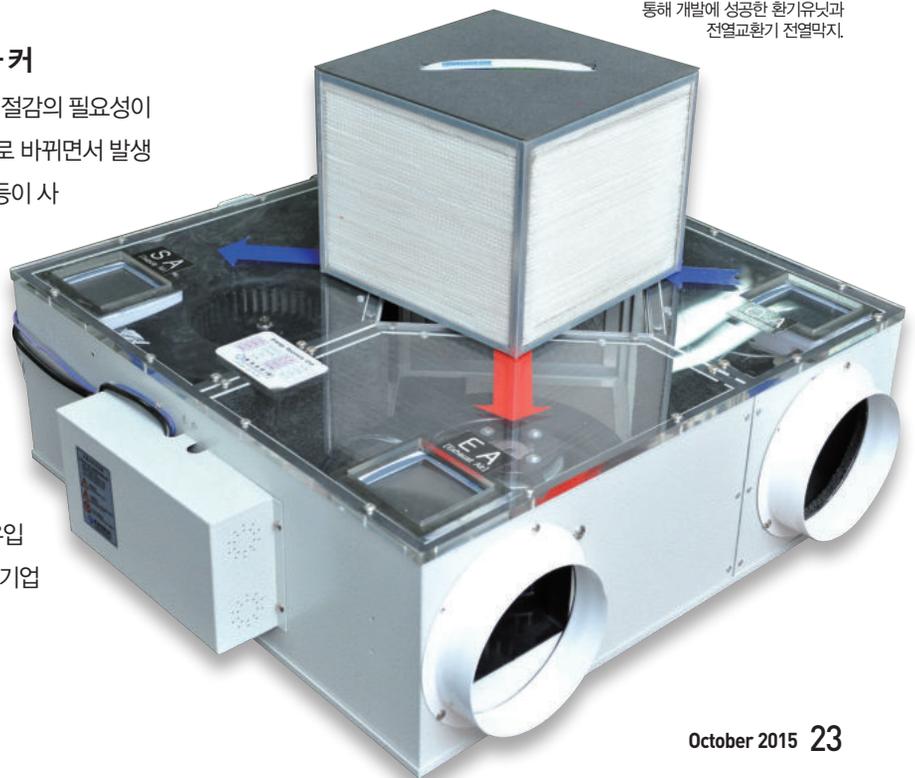
전열교환기는 배출공기로부터 열과 수분을 회수해 유입공기에 전달해주는 부품으로, 현재 국내에서는 몇몇 대기업을

비롯해 수십 개의 중소기업에서 환기유닛을 제조하고 있으나 핵심 부품인 전열교환기는 거의 대부분 일본으로부터 전량 수입하는 실정이다.

이런 가운데 국일제지(주)는 환기유닛의 핵심 부품인 전열교환기의 또 다른 중요 부품이자 일본의 미쓰비시제지나 린텍 등으로부터 전량 수입되어 온 공조용 종이 전열막을 자체 기술로 개발하는 데 성공했으며, 열 및 수분 전달 특성은 물론 항균 및 난연, 가공성 등 우수한 기능성까지 갖춰 일본 제품과 비교해도 손색이 없는 것으로 평가받고 있다.

이에 대해 김동훈 상무이사는 “전열교환기의 전열막은 열과 수분 전달 특성이 뛰어나야 하는데, 열 전달 특성이 우수한 금속은 수분을 투과하지 못하고, 비금속으로 수분 전달 특성이 뛰어난 고어텍스나 XMP, Celgard 등 고분자 멤브레인은 공조용 전열교환기의 소재로 사용하기에는 고가여서 가격도 저렴하고 열과 수분 전달 특성이 괜찮은 재질인 종이를 사용하게 됐다”면서 “하지만 종이의 열전도도가 금속에 비해 열악하고, 배출되는 공기와 외부 유입공기가 전열막을 통해 섞여서는 안 되므로 조직이 치밀해야 한다. 또한 조직이 치밀해지면 수분 전달에 방해되는 점을 모두 해결할 수 있도록 종이에 열전도도가 높은 물질을 함유시키거나 염화리튬, 염화칼슘과 같은 흡습제를 함침하는 과정이 필요함과 동시에 항균, 난연 등의 기능성까지 부여해야 하므로 그동안 일본 기업이 독점하다시피한 것을 저희 회사의 개발 성공을 통해 모두 해결할 수 있게 됐다”고 말했다.

국일제지(주)가 산 · 학 · 연을 통해 개발에 성공한 환기유닛과 전열교환기 전열막지.



하지만 국일제지(주)의 이 같은 노력의 결과가 현재까지 큰 빛을 발하지는 못하고 있다. 처음 전열막지 개발에 나서면서 예측한 시장의 성장 규모가 예상을 빗나갔기 때문이다. 개발 기획단계 시점에서 환기유닛은 상당한 시장성을 지닐 것으로 예측됐다. 실내 공기질 개선과 이를 위한 실내 공기질 고지 의무화의 법제화 등 정부의 움직임이 활발했기 때문이다.

그러므로 신축 건물의 경우 환기유닛의 설치 의무화가 이어질 것으로 예상됐고, 실제로 몇몇 대기업과 중소기업들의 환기유닛 제조 시점도 이때쯤이었다. 그러나 예상과 달리 신축 건물에 환기유닛 설치에 대한 의무화 기대는 권고 수준 이상을 벗어나지 않았고, 여기에 건설경기의 계속된 침체와 사용자의 제품 사용주기에 대한 정확한 인식 부족 등이 더해지면서 환기유닛시장은 답보 상태에 머무르고 있다.

그러나 이 같은 시장의 답보 상황에서도 국일제지(주)는 매년 약 10억 원의 매출을 기록하고 있으며, 개발과정에서 확보된 기술력을 바탕으로 더욱 효율이 뛰어난 전열막지 개발은 물론 종이로 할 수 있는 모든 것을 통해 각종 특수지 및 산업용지 등을 개발해 명실상부한 국내 최고의 특수지·산업용지 제조 전문기업으로 나선다는 목표를 갖고 있다.

종이에 대한 새로운 패러다임을 만든다

이처럼 국일제지(주)가 이러한 시장 상황에서도 과감한 행보를 보이는 데는 종이에 대한 남다른 철학에서 비롯된다.

“종이하면 대부분 펄프를 떠올린다. 그리고 종이는 약하고 잘 찢어지는



국일제지(주) 손선영 대표이사

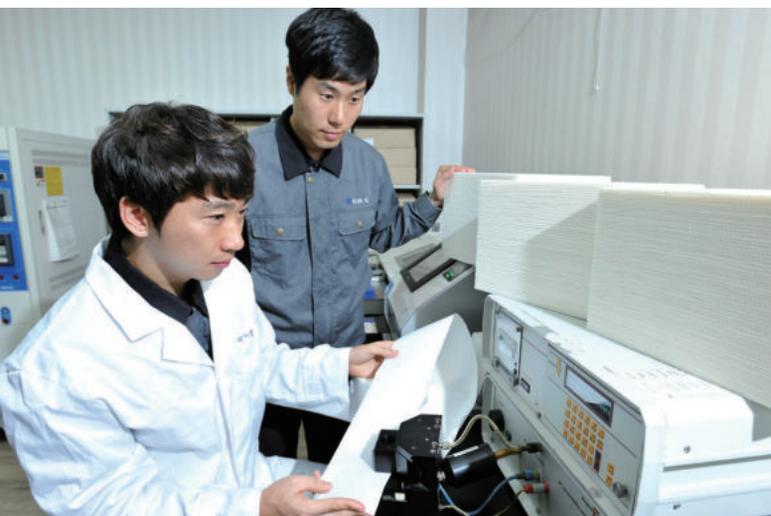
것으로만 여긴다. 또한 기록하는 용도로서의 기능만을 생각한다. 하지만 이처럼 종이에 대한 구분과 영역을 제한한다면 그건 종이에 대한 고정관념이고, 이러한 종이에 대한 고정관념은 종이로 할 수 있는 많은 것을 제한하는 것”이라고 말하는 손 대표는 “평평한 모든 것을 종이라고 본다. 그렇기 때문에 전열막지 개발에 나선 것이고, 큰 이득을 가져다주지 못하지만 그래도 개발 성공에 자부심을 갖는 것과 회사 내 미래전략팀을 두어 신성장동력을 모색함과 동시에 산업 간 융합을 통해 종이로 할 수 있는 모든 것에 대한 아이디어를 현실로 이루고자 하는 것 모두 고정관념을 깬 종이에 대한 새로운 정의에서 시작됐다”고 강조했다.

실제로 국일제지(주)의 이 같은 종이에 대한 남다른 개념과 시각은 전열막지 외에도 종이로 만든 가는 실인 지사(紙絲)를 개발해 모시옷과 같은 것을 만들 수 있고, 한 걸음 더 나아가 연료전지의 막으로 사용할 수 있는 특수지 개발에 나서게 되는 추진력이 되고 있다.

그러므로 누구나 할 수 있는 것이 아닌 아무도 하지 않는 것에 대한 도전 통해 종이에 대한 새로운 패러다임을 만들어가고 있는 국일제지(주)에 거는 기대가 앞으로 한층 더해질 것으로 전망된다.



자체 기술로 개발에 성공한 국일제지(주)의 전열막지는 일본 제품과 비교해도 손색없는 품질과 기능을 가지고 있다.



전문가 코멘트

“전열성, 투습성 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



2015년 『이달의 산업기술상』 시상계획 공고

산업부 R&D지원을 통해 개발된
우수 기술(신기술 부문) 및 사업화 성공 기술
(사업화기술 부문)에 대해 다음과 같이
2015년 『이달의 산업기술상』 시상계획을
공고하오니 많은 신청 바랍니다.

■ 시상개요

산업부 R&D로 지원한 과제의 기술개발 성과 및
사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해
이달의 산업기술상 수상자 선정

구분	시상대상
신기술	<ul style="list-style-type: none"> ■ 세계 최초·최고 수준의 우수 기술 개발에 직접적 공로가 인정되는 연구자 ※ 신청일 기준 6개월 이내 최종평가에서 '혁신성과', '보통', '조기종료(혁신성과, 보통)', 판정을 받은 기술 또는 과제 진행 중이라도 탁월한 성과를 도출한 기술
사업화 기술	<ul style="list-style-type: none"> ■ 개발된 기술의 사업화에 우수 성과를 창출한 중소기업 대표 ※ 신청일 기준 5년 이내 종료된 과제 중 최종평가에서 '혁신성과(우수)', '보통' 판정을 받은 기술(중간평가시 '조기종료(혁신성과, 보통)' 판정을 받은 기술 포함)

매월 신기술 부문 1명, 사업화 기술 부문 1명에 대해
산업부 장관상 수여

※ 수상자에게 상패 및 포상금(각 500만 원) 지급

■ 장관상 수상자 중 별도 심의를 통하여

연말 『대한민국 기술대상』 수상자
(대통령상, 국무총리상)를 선정

신청자격 등 자세한 사항은
KEIT 홈페이지
(<http://www.keit.re.kr>)
참조

■ 신청(추천)서 교부 및 접수

관련양식: KEIT 홈페이지 참조

신청(추천)서 접수처: techaward@keit.re.kr (한국산업기술평가관리원 성과확산팀
'이달의 산업기술상' 담당자)

■ 제출서류

구분	공통서류	추가서류
신기술 부문	<ul style="list-style-type: none"> ■ 신청(추천)서 ■ 사업자등록증 ■ 기타 실적에 따른 증빙서류 ■ 유공자 이력서 ■ 장관 포상에 대한 동의서 	-
사업화기술 부문		최근 3년간 대차대조표 및 손익계산서 (사업화기술 부문 신청의 경우 제출)

■ 2015년도 접수일정(상시 접수)

※ 신청서 접수는 신청 접수 기준일(주말 또는 공휴일인 경우 그 다음날) 17시에 마감(E-mail 수신기준)하며,
마감 이후에 접수한 신청서는 다음 심사월 심사대상

구분	2차	22차	23차
	1~4월 분	5~8월 분	9~12월 분
신청접수	~2015. 1. 20(화)	~2015. 5. 11(월)	~2015. 9. 10(목)
선정평가	2월 중	5월 중	9월 중
발표	매월 말 수상자 발표		
시상(대상자)	2015. 3	2015. 7	2015. 11

※ 상기 일정은 접수 현황에 따라 변경될 수 있음

■ 문의처

한국산업기술진흥원 T 02-6009-3252
(135-080) 서울시 강남구 테헤란로 305, 한국기술센터 사업관리실

한국에너지기술평가원 T 02-3469-8358
(135-520) 서울시 강남구 테헤란로 114길 14, 성과활용팀

한국산업기술평가관리원 T 053-718-8451
(701-300) 대구광역시 동구 첨단로 8길 32, 성과확산팀

한국공학한림원 T 02-6009-4002
(135-080) 서울시 강남구 테헤란로 305, 한국기술센터 15층

이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구 개발 과제로 개발된 기술 중
최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.
기계 · 소재 5개로 총 5개의 신기술이 나왔다.

기계 · 소재

- 자동차용 고성형성 선도장 컬러강판 제조 및 모듈화 적용기술
- 신성형 기술을 이용한 자동차부품 경량화
- UHSS급 강재 접합기술
- 우레탄 유니소재 활용 친환경 타이어 제조기술
- 자동차 새시용 UHSS급 열연강판



자동차용 고성형성 선도장 컬러강판 제조 및 모듈화 적용기술

이달의 새로 나온 기술 기계·소재 부문

고려대학교 산학협력단_청정생산기반전문기술개발사업

기술내용

국가 녹색기술정책 차원의 VOCs를 포함하는 유해환경물질 저감에 대한 기술적 시도 및 에너지 환경 분야의 저탄소 녹색성장을 기반으로 하는 새로운 국가 정책들이 제시되고 있는 상황에서 국내의 대표적 기간산업 분야로 상징되는 자동차 제조 분야의 비친환경 도장공정 시스템에 대한 청정 생산화 및 환경친화적 시스템으로의 전환에 필요한 청정화 도장공정 원천기술의 개발이 필요한 시점에 놓여 있음. 기존의 대형화된 자동차 도장공정을 친환경적인 차원에서 대폭 축소하는 동시에 보다 단축된 도장공정을 개발함으로써 국가산업기술 경쟁력 측면에서도 막대한 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단됨. 핵심 기술은 자동차용 선도장 컬러강판용 도료 시스템화 요소기술, 자동차용 선도장 컬러강판 제조화 기술, 강판의 접합 및 공정화 요소기술, 자동차 조립 및 모듈화 적용 요소기술임. 수행된 연구결과를 살펴보면, 선도장 강판 제작을 위한 코팅 도료 시스템을 개발해 Black, Blue, Silver 선도장 강판의 고성형성을 확보했고, 내한침핑성, 내충격성, T-bending 등 기계적 물성 목표치를 모두 만족했음. 또한 GM global spec. 시험 평가방법에 따른 선도장 물성시험을 충족함. 선도장 강판 접착 포물레이션 설계 및 제조공정 최적화와 관련해 선도장 강판 접착을 위한 프리 폴리머 합성 및 물성을 확보하는 동시에 선도장 강판 시제품 접합부 사양을 정립함으로써 접착제 포물레이션 설계 및 제조공정을 최적화함. 최종적으로 선도장 강판 적용을 위한 성형·접합공정의 최적화를 통해 선도장 강판 3종(Black, Blue, Silver)의 Hood, Door 성형 시제품 생산을 완료함.

적용분야

기존 자동차 제조 분야에서 적용되는 후도장 공법을 연속 Roll-to-Roll 선도장 공법으로 대체. 새로운 패러다임의 자동차(전기자동차 포함) 제조 분야, 산업용 및 정보전자용 제품, 휴대폰, 노트북, 건축 분야 등 다양한 금속소재의 코팅 기반 기술로서 공정 단축과 유해물질 저감 등의 청정화 장점을 지녀 타 전략기술 분야와의 융합 가능성이 매우 높음.

향후계획

본 연구를 통해 개발된 자동차용 선도장 강판 양산화 기술 과이를 적용할 수 있는 새로운 접착·접합기술, 그리고 조립 및 모듈화 기술 등에 대한 폭넓은 범위의 신뢰성 확보기술 및 다양한 적용 분야 개발을 추진하는 동시에 향후 친환경 전기자동차의 양산에 대비한 새로운 모듈화 프레임 기술 분야에 적극 활용함으로써 새로운 자동차 이노베이션 도장공정기술 분야에 기여하고자 함.

연구개발기관

고려대학교 산학협력단 / 02-3290-5856 / <http://ms.korea.ac.kr>

참여연구진

고려대 정현욱, (유)피피지코리아 조현목, (주)포스텍글로벌 김동명, 포항공과대 박종명, 한국생산기술연구원 김준기, 케이씨테크놀로지 유병래, 포스코강판 임성현, 부산대 최영선, 동의대 박영도, (주)신영 김대근, 한국지엠 박종철 외

평가위원

한국기술정보센터 김현준, (주)엠에스오토텍 김장수, 한국신발피혁연구원 김구니, 영남대 심재진, 세종대 최성신, 이스켄(주)이범철



개발된 선도장 강판 성형 시제품 : Hood, Door



선도장 강판을 적용한 자동차



기술의 의의 차량의 무게 경량화가 가능해 연비 향상 및 CO₂ 저감 뿐만 아니라 승객의 안전성까지 확보할 수 있음.

신성형 기술을 이용한 자동차부품 경량화

이달의 새로 나온 기술 기계·소재 부문

(주)포스코_산업소재핵심기술개발사업(금속재료)

기술내용 소비자들의 자동차에 대한 요구사항(연비, 경량화, 안전성 등)이 증대될 뿐만 아니라 지구 온난화 방지를 위한 환경규제도 강화되고 있음. 자동차 제작사 입장에서는 차량의 무게를 최소화하면서 승객의 안전성 및 편의성을 제공하기 위해 고강도강을 적용한 강판 채움이 확대되고 있음. 하지만 아직까지 UHSS급 강재를 적용한 차체 및 새시부품은 자동차부품에 일부 적용될 뿐 성형성, 용접성, 조관성 등 요소기술 개발은 더디게 진행되는 실정임. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 UHSS급 강재를 적용, 자동차부품을 개발함으로써 자동차산업에 경량화 및 안전에 대한 해결방안을 제시함. 핵심 기술은 UHSS 강재를 적용한 자동차부품 제조방법 및 성능검증, 그리고 다양한 고강도강을 적용한 경량차체 모델 개발임. 구체적인 연구결과를 살펴보면 하이드로포밍 적용 1.0G Steel Frame 및 도금재 TWB+HPF 적용 1.5G B-Pillar 개발 완료. 또한 롤포밍 + 열처리 기술을 적용한 1.5G, 2.0G 도어빔 개발 및 스탬핑 적용 1.0G 단판 로어암, 1.2G B-Pillar를 개발 완료했으며, 부품별 제조원가를 분석함. 기가급 강재를 활용한 경량차체 모델(양산차 대비 25% 경량화)을 개발했음. 이외에도 기가급 강재를 자동차부품에 적용하기 위한 요소기술인 고정도 성형 해석기술, 튜브조관, 기존 강재와 기가급 강재 접합기술 등을 개발함.

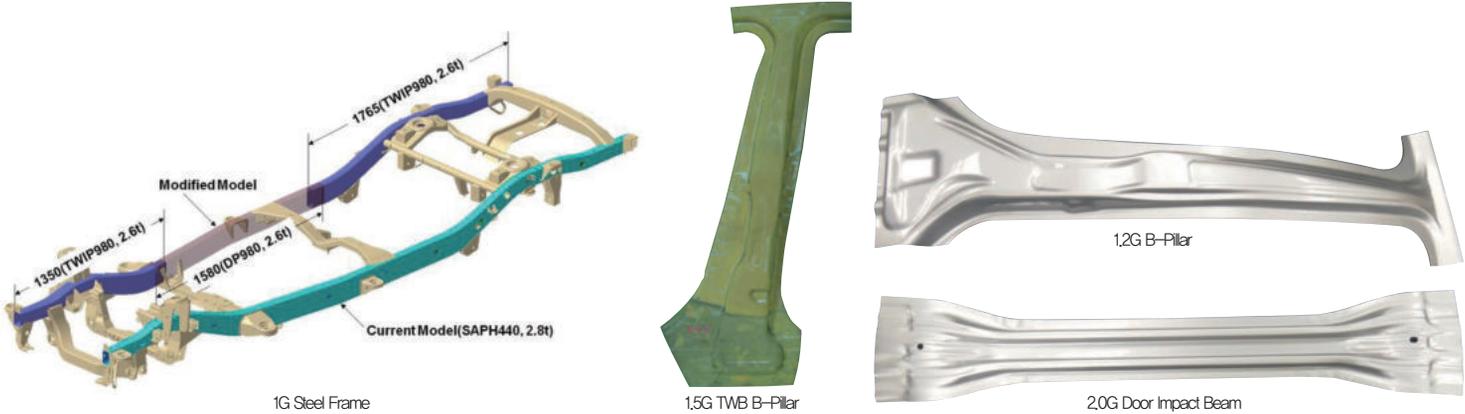
적용분야 자동차사 및 자동차부품사

향후계획 본 연구에서 개발된 기가급 강재를 적용한 자동차부품 양산화 추진. 양산 시 필요한 요소기술(형상 정밀도 향상, 품질편차 저감, 제조원가 절감, 부품별 성능 확보 등) 개발. 개발 부품들을 국내·외 자동차사에 홍보함으로써 기가급 자동차부품 적용 확대 노력.

연구 개발기관 (주)포스코 / 032-200-1712 / www.posco.com

참여 연구진 (주)포스코 남재복, 정연일, (주)엘지전자 오경민, (주)동원파이프 권주영, (주)오스템 박창수, (주)쌍용자동차 이창신, (주)휴스틸 강희웅, (주)한국지엠 이철민, (주)아산 김태경, (주)성우하이텍 박상언, (주)현대모비스 이우식 외

평가위원 (주)디디디 송병록, 경상대 김상식, (주)오토젠 임옥동, 인하대 이준항, (제)전남테크노파크 우성식, 군산대 심기중



이달의 새로 나온 기술



개발된 용접기술은 차체 경량화를 위해 적용이 증가하고 있는 고강도 소재의 용접품질을 안정화해 자동차 및 부품사의 글로벌 경쟁력을 향상시킴.

UHSS급 강재 접합기술

이달의 새로 나온 기술 기계·소재 부문

한국생산기술연구원 산업소재핵심기술개발사업(금속재료)

기술내용

배기가스 규제, 무공해 자동차 의무 판매배출 적용을 한 친환경 자동차 개발이 기업의 사활을 좌우하고 있으며, 이로 인해 고연비 자동차의 비중이 급격하게 증가하고 있음. 자동차의 고연비 실현을 위해서는 새시, 차체의 경량화가 요구되며, 이를 위해 소재 두께를 줄이기 위한 고강도강의 적용이 증가하고 있음. 고강도 소재의 강도 향상을 위해 첨가한 과도한 합금성분으로 인해 용접성이 저하되고 있어 용접 품질 안정화를 위한 용접기술이 요구되고 있음. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 UHSS급 강재의 용접품질 확보를 위한 접합기술을 개발하고, UHSS급 강재의 용접부 접합물성 DB를 구축함. 이와 관련한 연구결과를 살펴보면 1.2GPa급 TRIP강 개발소재·차체 부품화 접합성능 평가 및 최적화, 1.2GPa급 MS강 개발소재·새시부품화 접합성능 평가 및 최적화, 경량강판 개발소재·차체부품화 접합성능 평가 및 최적화, 1.0GPa급 고버링성강판 개발소재 접합성능 평가 및 최적화, 1.5GPa급 HPF강재 차체부품화 접합공정 최적화임. 또한 UHSS급 개발소재 접합물성 DB를 구축하고 Spatterless 저항 점 용접 공정기술 및 현장적용형 파형제어 아크용접 공정기술을 개발함. 이외에도 접착 및 Weldbond 공정기술을 개발하고, 신접합공법을 적용한 UHSS급 강재적용 차체 모듈부품 3종을 개발함.

적용분야

UHSS급 강재를 적용하는 자동차 차체 및 새시부품 용접.

향후계획

현재까지 초고강도강에 개발된 저항 점용접 기술 및 아크 용접기술을 자동차부품사에 확대 적용해 자동차부품사의 글로벌 품질경쟁력 확보에 기여함.

연구 개발기관

한국생산기술연구원 / 032-850-0215 / www.kitech.re.kr

참여 연구진

한국생산기술연구원 강문진, 김동철, 황인성, 김준기, (주)신영서종덕, 동의대 박영도 외

평가위원

(주)디디 송병록, 경상대 김상식, (주)오토젠 임옥동, 인하대 이준항, (재)전남테크노파크 우성식, 군산대학교 산학협력단 심기중



저항 점용접 및 아크용접 DB 구축



초고강도강을 적용한 Side Outer Module



기술의 의의

국제사회가 환경규제를 대폭적으로 강화하는 상황에서 환경친화적이면서 경제성 있는 제품을 생산할 수 있는 기술을 개발함.

우레탄 유니소재 활용 친환경 타이어 제조기술

이달의 새로 나온 기술 기계 · 소재 부문

현대자동차(주) 남양연구소_정정생산기반전문기술개발사업

기술내용

타이어산업은 복잡하고 유해한 제조과정 중 발생하는 분진과 유해물질로 인해 대표적인 환경유해산업으로 간주돼 왔음. 또한 다양한 복합 재료 구성돼 재활용이 곤란해 소각에 의한 폐기 외에 재활용을 위한 다른 방안이 없어 전 세계적으로 문제가 되는 상황임. 한편 국제사회에서는 환경규제를 대폭적으로 강화하고 있고, 해외 선진업체에서는 선행기술을 확보해 후발업체의 시장 진입 장벽으로 활용하고 있는 실정임. 이에 환경친화적이면서 경제성 있는 제품을 개발해 환경규제에 능동적으로 대처할 수 있는 기술 개발이 필요한 상황임. 우레탄 유니소재 타이어 제조 기술은 해외 선진업체에서 선도적으로 개발하는 신개념의 기술로 소재, 제조공정, 사용 및 폐기의 전 과정에 대해 선순환의 사이클을 가져 에너지 사용과 유해물질의 배출을 획기적으로 저감시킬 수 있는 기술임. 본 과제에서 개발된 우레탄 유니소재 친환경 타이어는 국내 자동차산업에 적용돼 연료 효율을 향상시키고 사용수명을 증대시켜 온실가스 배출 등을 획기적으로 감축함으로써 상품성을 향상시키는 데 기여할 것으로 판단됨. 개발된 우레탄 유니소재 타이어는 기존 고무 소재의 공기 타이어 대비 차량 1대당 약 700kg의 이산화탄소 배출 저감 효과가 있을 것으로 기대되며, 이러한 환경부하 저감은 단일 소재 적용 및 공정단위 저감에 따른 효과와 차량에서 주행 중 절감되는 연료량을 감안해 계산된 것으로 저탄소 배출기술 확보에도 크게 기여할 것으로 판단됨. 또한 우레탄 친환경 타이어를 제조하기 위한 핵심 기술인 고기능성 폴리우레탄 탄성체 합성기술, 비공기 타이어 구조 설계기술, 일관 생산 시스템 구축기술 및 신뢰성 평가기술들은 자동차 내장부품용 신소재 분야, 섬유 발포체 접합 부품의 단일 소재화 분야, 전자정보통신 및 자동차의 핵심 기능 소재 부품산업, 극한환경 및 신재생에너지 소재산업 분야, 다양한 형상 및 사용환경에 따른 이종 재질 적용 분야, 휘발성 유기화합물질 및 중금속 등 유해물질 대체소재 개발 분야 등에 폭넓게 활용될 수 있는 기술로서도 개발의 가치가 있음. 더불어 산업용 차량 및 방위산업과 항공우주산업에서도 본 기술을 적용해 응용 범위가 확대될 것으로 기대됨. 특히 최근 선진국들은 비공기압식 타이어의 경우 파손이 발생해도 주행이 가능하므로 전투용 차량에 양산을 계획하고 있으며, 우주 탐사 차량의 경우 공기압 변화에 따른 성능 저하를 막기 위해 본 과제 기술을 응용하는 사례가 늘어나고 있는 실정임. 본 기술은 전 세계적으로 도입기술로 기술 선점에 따른 표준화를 통해 향후 선도적 기술 우위를 계속 점유할 수 있을 것으로 기대되며, 고기능성 화학소재 및 접착 관련 기술은 선진국 대비 열세인 상황으로 연간 소재 사용량이 큰 타이어 제품에 적용돼 국가 기술 수준의 급격한 향상이 예상됨.

적용분야

전기자동차용 저구름저항 타이어 및 산업용 차량, 방위산업, 항공우주산업에 확대 응용 적용이 가능할 것으로 판단됨.

평가위원

한국기술정보센터 김현준, (주)엠에스오토텍 김장수, 한국신발피혁연구원 김구니, 영남대 심재진, 세종대 최성신, 이스켄(주) 이범철

향후계획

전기차량의 친환경성 향상을 위해 우레탄 유니소재 타이어와 차량 시스템과의 최적 조합 성능의 확보 개발 진행. 타이어의 안전성 및 신뢰성 확보를 위한 시스템화 기술 지속 개발 중.

연구개발기관

현대자동차(주) 남양연구소 / 031-8036-3478 / www.hyundai.com

참여 연구진

현대자동차(주) 남양연구소 조현철, 한국타이어(주) 중앙연구소 김학주, 금호석유화학(주) 허승무, 한조코퍼레이션(주) 김영식, 피씨케이(주) 이동원, 전북대 이대수, 자동차부품연구원 윤주호, (재)울산테크노파크 자동차부품혁신센터 윤지현 외





자동차 새시용 UHSS급 열연강판

이달의 새로 나온 기술 기계·소재 부문

현대제철(주) 산업소재핵심기술개발사업(금속재료)

기술내용

최근 열연강판의 품질이 우수해짐에 따라 기존 냉연강판을 적용하던 부품에도 원가절감을 위해 일부 열연강판으로 대체하고 있음. 열연 강판은 냉연강판 대비 두께가 두꺼워 고강도, 고장력 강판을 적용, 자동차부품 경량화를 통해 연비를 향상하려는 움직임이 빠르게 진행되고 있음. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 1.0GPa 고버링강 및 1.2GPa 초고강도강을 실현함. 1.0GPa 고버링강과 관련해 합금 설계(0.06Ti) 및 제조조건 도출, TM+B+ppt 조직 제어를 통한 정량적 목표 재질 달성, 고버링 특성 확보를 위한 크랙 지연 원인 규명 등 제조조건 최적화를 달성함. 또한 연주성 및 슬라브 품질 향상, 미세조직 정밀 제어를 위한 냉각대(ROT) 열연 조건 최적화 등 생산기술 개발을 실현함. 더불어 1.0GPa 고버링 강 새시구조용 부품 3종 적용을 위한 부품별 요구 특성에 맞는 설계기술 및 성형 해석을 통한 시제품 제작기술 개발 등 부품 개발 기술을 확보함. 1.2GPa 초고강도강과 관련해 합금 설계(0.15C-0.7Mn) 및 극저온 권취 기술(Full Martensite 조직 + 압연 부하 저감) 등 제조조건 최적화를 달성함. 또한 열연 형상 개선 및 1.6mm 극박소재 생산을 위한 열연조건 최적화 등 생산기술 개발을 실현함. 더불어 1.2GPa 초고강도강 충돌 구조재 부품 2종 제작 및 충돌기준 만족 위한 부품별 요구 특성에 맞는 설계기술과 성형 해석을 통한 시제품 제작기술 개발 등 부품 개발 기술을 확보함.

적용분야

1.2GPa급 초고강도(MS)강은 자동차 구조부재 범퍼빔, 도어 빔 적용(냉연 초고강도강 적용을 열연 초고강도강으로 대체, 제조원가 절감), 1.0GPa급 고버링강은 자동차 새시부품(로어암, 트레일링암, 휠 디스크)에 적용해 기존 0.6GPa 소재 대비 15% 이상 경량화 달성.

향후계획

지구 환경문제와 연관된 국내·외 자동차산업 발전을 위해서는 가볍고도 안전하며 고연비의 친환경적인 강판소재가 더욱 요구되고 있음. 본 연구과제를 통해 개발된 UHSS급 열연강판의 경우 수입 소재 대체 및 수출 효과뿐만 아니라 국내·외적으로 초고장력강의 부품 적용 비율이 급변해가는 시장의 흐름에 빠르게 대응할 수 있으며, 국내·외 양산차 부품 적용을 완성차 및 부품가공사와 적극 진행할 예정임.

연구 개발기관

현대제철(주) / 031-274-7838 / www.hyundai-steel.com

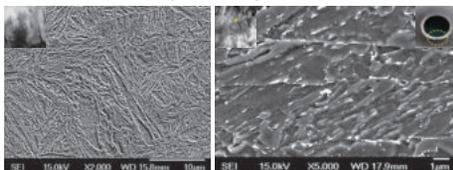
참여 연구진

현대제철(주) 김성주, 도형협, 전진화, 이동열, 송혁진, 부산대 강남현, 조경목, (주)성우하이텍 조국래, 이규현, 현대모비스(주) 이우식, 김병주 외

평가위원

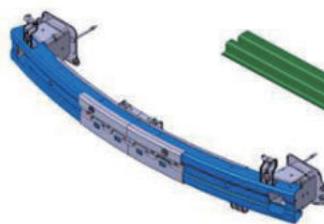
(주)디디 송병록, 경상대 김상식, (주)오토젠 임옥동, 인하대 이준항, (재)전남테크노파크 우성식, 군산대 심기중

〈미세조직〉



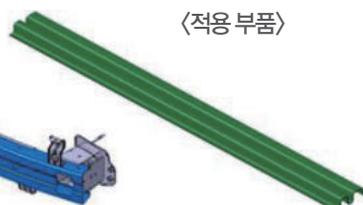
Microstructure :
Martensite Phase

Microstructure : Low
Temperature Phase + ppt



Bumper Beam
SPFH 1180MS, 2.0t

〈적용 부품〉



Door Beam
SPFH 1180MS, 1.6t



Wheel Disc
SPFH 980, 3.2t

이달의 사업화 성공 기술

산업통상자원부 연구 개발 과제를 수행하여 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 절감하여
경제적 성과를 창출한 기술을 말한다.

화학 1개, 정보통신 3개,
기계 · 소재 1개, 에너지 · 자원 1개로
총 6개의 사업화 성공 기술이 나왔다.

화학

- 전기발포용착이음관 국제표준

정보통신

- RF, PLC 방식의 스마트 그리드 원격 검침 솔루션
- 제조업 중심의 융합 보안 서비스
- EDA 기반 차세대 ESB 플랫폼

기계 · 소재

- 고밀도 공정작업용 모듈형 및 슬림형 로봇

에너지 · 자원

- 풍력터빈용 PM 동기발전기 설계 및 제조 핵심 기술



전기발포용착이음관은 수밀성과 시공성이 뛰어나며, 온도센서를 장착, 발포용착시트의 발포용착 온도를 조절해 시공의 신뢰성을 향상한 기술임.

전기발포용착이음관 국제표준

이달의 사업화 성공 기술 화학부문

목원대학교 산학협력단_국가표준기술력향상사업

기술내용 기존의 하수관용 전기용착시트는 PE시트에 접합된 전열선에 전기를 주입해서 전열선의 발열로 인해 관의 외면과 PE시트를 녹이면서 용착하는 원리로 기계식 연결방법과 비교했을 때 우수한 수밀성과 내구성을 가지고 있음. 하지만 시트 겹침부의 틈새나 연결하고자 하는 두 관에 외경의 차이로 인한 틈새를 전열선의 발열로 메우지 못해 누수가 발생하는 문제점이 있음. 전기발포용착이음관은 시트 겹침부의 틈새 및 PE관 생산 시 또는 하수관 적재 운반 시 발생하는 외경 차이로 인한 틈새를 발포용착시트가 발포하면서 밀폐하고 용착함으로써 관을 연결하기 때문에 우수한 수밀성과 내구성을 갖춘 하수관 이음기술임. 전기발포용착이음관에는 발포용착시트 내부에 전열선과 온도센서가 내장되는데 소·중구경(D150~D600) 제품의 경우 전열선의 간격을 단일부(8mm)와 이중부(10mm)로 달리 배열해 기존 전기용착시트 공법의 단점인 전열선 겹침부분의 온도 상승으로 인한 관벽 함몰을 방지했으며, 발포용착시트 내부의 전열선을 유리섬유로 피복하고 전열선을 고정해 주는 베이스 메시(Base Mesh)를 그물망 모양으로 직조, 발포시트에 밀폐·매립해 기존 전기용착시트 시공 시 발생하는 전열선 단락 등의 문제점을 해결했음. 또한 전열선 가열 시 직접 가열이 아닌 유리섬유 피복을 통한 간접 가열 방식을 사용함으로써 열발산 표면 면적을 넓혔으며, 고온으로 인한 수지의 탄화를 방지했음.

사업화 내용 제품 개발 후 PE 하수관의 사용비율이 높은 유럽시장 공략을 추진함. 2011년부터 2012년까지 전기발포용착이음관 샘플을 핀란드의 KWH Pipe로 보내 테스트를 진행함. 그 결과 2013년 KWH Pipe의 연결구 정식 공급자로 등록하고 스웨덴의 KWH Pipe Sweden에 다양한 구경의 제품을 수출함. 또한 2012년 스웨덴에서 개최된 상하수도박람회에 KWH Pipe가 전기발포용착이음관을 출품함. 이러한 수출실적을 바탕으로 이탈리아의 Plastitalia S.p.A, 오스트리아의 Pipelife, 일본의 이노악 등에 수출을 위한 샘플 제공과 테스트를 진행하고 있음. 특히 국제표준 등록을 추진했는데, ISO/TC 138/SC 1(하수관 분야)에 2012년 NP 제안 이후 CD 과정을 거치면서 관련 국가의 투표를 거쳐 진행했으며, CD 통과 후 DIS 투표에서는 세계 최초의 제품으로 대한민국을 제외한 다른 나라에서의 사용 예가 많지 않고, 익숙지 않은 제품에 관한 표준으로 일단은 TS(Technical Specification)로 진행한 후 국제표준으로 다시 진입하는 것으로 결정됐음.

사업화 시 문제 및 해결 국내시장의 진입은 용이했지만, 국제시장 진입 시 최초의 제품으로 시장 진입과 표준화에 애로가 발생했음. 따라서 표준화 제안(NP, 2012년 제안) 이전 2008년부터 PE 하수관 분야에서 기술과 규모로 세계시장을 이끄는 핀란드의 KWH와 공동 연구를 진행했으며, 이후 이탈리아의 Plastitalia, 오스트리아의 Pipelife 등과의 시제품 제공 및 방문 등을 통해 공감대를 형성하고자 노력했음. 또한 2011년 Plastic Pipe Conference를 통해 제품 및 표준화에 대한 내용을 발표해 주의를 환기시켰고, EFF Wrap에 대한 내용이 알려졌다고 판단된 이후 NP 제안을 하여 지금에 이르게 됐음.

연구 개발기관 목원대학교 산학협력단 / 042-829-7831 / <http://sanhak.mokwon.ac.kr>
(주)아주미 / 031-701-1305 / www.azumi.co.kr

참여 연구진 목원대 계형산, (주)아주미 주경훈 외

평가위원 안동대 신형섭, 뉴텍건설화학(주) 류동성, 한국섬유개발연구원 복진선, 기술연구소 김태수, (재)한국화학융합시험연구원 함중오, 동국대 정덕훈, (주)LG화학 김정훈





ISM 대역에서의 안정적인 원격 검침 기술, 저비용으로 스마트 그리드 인프라를 구축하기 위해 하나의 네트워크에 대량의 검침기기를 수용할 수 있는 알고리즘 및 프로토콜 개발.

RF, PLC 방식의 스마트 그리드 원격 검침 솔루션

이달의 사업화 성공 기술 정보통신부문

(주)누리텔레콤_우수기술연구센터(ATC)사업

기술내용

스마트 그리드의 핵심 인프라인 AMI는 에너지에 대한 전 세계적인 관심과 더불어 가장 각광받고 있으며, 다양한 유·무선 방식의 통신표준과 원격 검침 산업 표준이 제정되고 있음. 하지만 국내에서는 이에 대한 기술의 필요성 대비 시장의 개화가 늦어 국내·외적인 기술 트렌드를 반영한 다양한 AMI 솔루션 확보가 더딘 편임. 또한 최근의 IoT 및 스마트 시티 등 다양한 산업이 융·복합돼 확장되고 있는 상황에서 스마트 그리드를 통한 에너지 관리 서비스는 IoT 분야의 큰 축으로 중요한 역할을 할 것으로 전망됨. 이에 따라 에너지 IoT로서의 AMI 솔루션 확보는 매우 중요하다고 볼 수 있으며, 안정적인 사업 솔루션 확보는 곧 글로벌 에너지 IoT 기업으로의 도약을 의미함. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 AMI 시스템 통신기술의 핵심 요소인 RF와 PLC 방식의 통신기술을 융합하는 기술을 개발함과 동시에 AMI 솔루션 분야의 세계 선진기술 대비 우수한 성능의 상용제품 개발을 목표로 연구를 진행함. RF는 2.4GHz 대역을 활용한 무선 통신기술로 기술 개발을 통해 선진기술을 능가하는 RF 솔루션을 확보했음. 해당 대역은 전 세계적인 ISM 밴드로 사업 적용성이 용이하고, 여러 해외 국가에서 이를 이용한 에너지 IoT 서비스를 구축하고 있어 지속적인 기술 수요가 발생하고 있으며, 도시 단위 서비스 구축을 위한 대규모 구축 솔루션에 대해 선진기술보다 높은 수준의 기술력을 확보, 해당 솔루션에 대한 해외에서의 관심이 지속적으로 높아지고 있음. PLC는 저속 PLC에 대한 기술을 개발해 국내 최초로 국제표준에 부합하는 저속 PLC 원격 검침 솔루션을 확보했음. 이러한 솔루션을 기반으로 인프라 관리와 에너지 관리를 동시에 지원하는 에너지 관리 시스템도 본 사업화 연구를 통해 개발했음. 에너지 관리 시스템은 통합 원격 검침과 관련된 정보 수집, 관리, 정보 표출, 수요 반응에 따른 전기부하기기에 대한 제어 신호 발생과 같은 기능을 제공하며, 향후 스마트 그리드 서비스 전반에 걸친 에너지 IoT 서비스를 제공하기 위한 확장성을 고려해 설계 및 구현을 진행했음.

사업화 내용

스웨덴 예테보리 에너지(Goteborg Energy)가 발주한 26만5000호 대상의 전기 AMI 시스템 구축 및 디지털미터 교체사업을 수주해 해당 개발 솔루션이 지속적으로 사업 구축 및 유지 보수를 위한 기능 고도화에 적용됐음. 또한 이를 바탕으로 같은 사업자가(주)누리텔레콤에서 구축한 전기 AMI를 활용한 부가서비스사

업의 일환으로 추진하는 공동주택 대상의 수도 AMI 프로젝트도 수주했음. 해당 기술을 통해 예테보리 시 전체에 에너지 IoT 서비스가 가능한 무선통신망을 구축했으며, 전 세계적으로도 관련 사업화에 대한 대표적인 해외 구축사례로 주목받았음. 해당 개발 시스템은 지속적인 기능 개선 및 고도화를 통해 해외 사업 수주 시(주)누리텔레콤의 높은 기술경쟁력을 보여주는 주요 지표로 활용되고 있으며, 최근 남아프리카공화국, 가나, 인도, 이라크 등 해외 사업을 개발 솔루션 또는 개발 솔루션에서의 기능을 활용한 제안을 통해 수주했으며, 17개국 100만 호에 AMI 시스템을 구축했음.

사업화 시 문제 및 해결

해당 개발 기술을 활용한 사업화 시 개발된 기술을 이용한 AMI 서비스가 국내에서는 시장 개화가 이뤄지지 않아 개발 당시 실험실 수준에서의 시험만을 진행했음. 이에 따라 실제 현장에서 일어날 수 있는 상황 등에 대해 분석이 어려워 해외 사업 제안 및 구축 시 현지화에 대한 어려움이 발생함. 이를 해결하기 위해 구축과 개발의 이원화를 통한 실시간 대응에 준하는 연구 개발을 진행했으며, 구축된 사업 현장에 지속적인 성능 개선 기술을 적용해 다른 현장에 사업 진행 시 발생하는 문제를 최소화했음. 최근에는 국내에서도 다양한 유·무선 기술을 활용한 AMI 서비스 실증이 진행되고 있어 이를 통한 지속적인 문제 해결 능력을 키우고 있음.

연구 개발기관

(주)누리텔레콤 / 02-781-0777 / www.nuritelecom.co.kr

참여 연구진

(주)누리텔레콤 한정훈, 조규석, 백준선, 권광균, 김재훈, 성윤중, 박연경 외

평가위원

(주)한산에이엠에스텍 홍기철, (주)카이론테크놀로지 김경덕, 코리아엘텍 송준호, 중앙대 조성래, 오산대 박종찬, 한서대 최원혁, 인하공업전문대 나재두



이달의 사업화 성공 기술



JAVA, XML 기반으로 구현해 운영환경에 대한 독립성을 제공하고, 신규 기능을 플러그인만으로 새롭게 추가하면 통합적으로 관리할 수 있도록 하는 융합 보안 서비스 플랫폼을 개발.

제조업 중심의 융합 보안 서비스

이달의 사업화 성공 기술 정보통신부문
소프트캠프(주) 우수기술연구센터(ATC)사업

기술내용 》 자동차, 조선 등의 제조업이 국가 경제의 견인차 역할을 유지하기 위해서는 해당 산업기술의 유출을 막을 수 있는 방안이 필수적이며, 동일한 제조업이라 할지라도 비즈니스 프로세스가 상이하므로 각 제조업 특성에 맞춘 보안이 필요함. 현재 제조업체들은 다양한 보안 솔루션을 도입해 사용 중이나 이러한 다양한 솔루션을 각각 관리하는 형태로 조직의 비즈니스 프로세스와 연관되지 못해 조직에 필요한 일부 기능만을 적용하기에 어려운 점이 있음. 이에 반도체, 자동차, 철강, 조선 등 주요 제조업의 비즈니스 프로세스를 파악해 제조업별 우선적으로 요구되는 보안 요구사항을 조사했음. 그에 따라 다양한 기능의 컴포넌트를 같은 컨테이너로 배포 가능한 구조의 IT 융합 보안 서비스 플랫폼을 개발해 개별 보안 솔루션을 통합 관리할 수 있도록 했음. 표준화를 위해 JAVA와 XML을 이용하고, 기능 확장성 및 유연성을 제공하는 형태로 서비스 플랫폼을 개발했음. 실제로 물리적 보안(출입통제 등), 기업 DRM(E-DRM), 가상영역보안, DB보안 솔루션 및 고객사에서 바라는 보안 기능들을 IT 융합 보안 서비스 플랫폼상에서 통합적으로 정책 및 로그 관리할 수 있도록 구현했음. 예를 들어 사용자가 사내망에서 정보보안 솔루션(DRM, 가상영역보안 등) 로그인 시, 사내 출입이 확인된 경우에만 허용하고, 사내로 출입하지 않은 사용자가 내부 솔루션을 사용하는 경우 이를 탐지, 경고하는 기능을 개발했음. 또한 솔루션 별 정책 및 로그를 IT 융합 보안 서비스 플랫폼상에서 통합적으로 관리하는 기술을 개발했음.

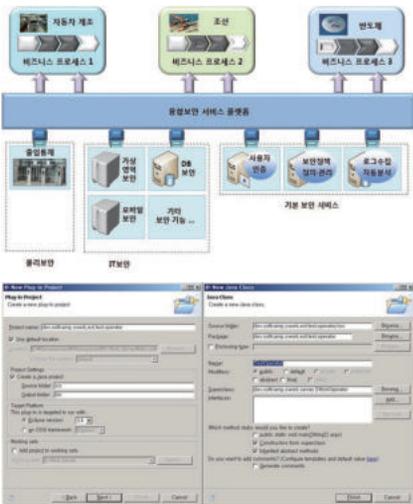
사업화 내용 》 보안관리 중요성의 인식과 함께 다양한 보안 솔루션을 각각 관리하는 것이 아닌 비즈니스 프로세스에 유기적으로 동작할 수 있도록 하는 방향으로 변화하고 있음. 이에 문서 DRM, DLP, 가상영역보안 등의 다양한 보안 솔루션을 하나의 서비스 플랫폼상에서 구동할 수 있는 형태로 제공하고, 고객사가 바라는 보안 기능을 고객사에서 스스로 플러그인 형태로 개발해 손쉽게 통합 관리(정책 및 로그)할 수 있도록 함으로써 신규 시장 및 기존 기술 대체로 지속적으로 매출을 일으키고 있음. 또한 제조업뿐만 아니라 일반 서비스업 등의 다양한 분야로 확대해 지속적인 매출 증대와 함께 해외시장으로의 수출 증대를 예상하고 있음.

사업화 시 문제 및 해결 》 제조업종별로 특화된 비즈니스 프로세스에 따른 보안 요구사항을 파악하기 어렵기 때문에 산업기술 보호 전문기관인 한국산업기술보호협회에서 참여기관으로 참여해 자동차·조선·반도체·철강 도메인별로 보안 요구사항을 파악했음. 또한 IT 융합 보안 서비스 플랫폼 개발에 있어서 OS 플랫폼, DB 플랫폼 연결에 대한 독립성을 제공하고, 기능 Operation 구현에 대한 확장성 및 독립성, 로깅 기능 등을 기본적으로 고려했음. 이러한 요구사항을 만족시키기 위해 표준인 JAVA 기반으로 구현했고, DMT에 따른 Operation 확장점과 Self Test를 위한 확장점을 이클립스 기반의 플러그인 형태로 구현했음.

연구 개발기관 》 소프트캠프(주) / 02-3453-9999 / www.softcamp.co.kr

참여 연구진 》 소프트캠프(주) 이재필, 이복기, 조영갑, 백종덕, 한국산업기술보호협회 신혁, 김현철 외

평가위원 》 (주)엠비애크 이규현, 전북대 홍동표, (주)아이디 문현찬, 라임스컨설팅 임성춘, 동남회계법인 정성훈, 씨앤에프 박홍식, 한국항공대 객재수, 교정기술원(주) 박익수, (주)노월 최영중, 배재대 조인준





인터넷 · 빅데이터 · IoT 환경에서 High-Speed · Volume 데이터 처리, 임베디드 · 분산환경, 서비스 융합 등의 요구사항을 충족하는 핵심 기술 개발.

EDA 기반 차세대 ESB 플랫폼

이달의 사업화 성공 기술 정보통신부문

메타빌드(주) 우수기술연구센터(ATC)기술개발사업

기술내용

인터넷 · 빅데이터 · IoT 환경에서 대량의 다양한 데이터에 대해 실시간 분석 및 처리 요구가 증가함에 따라 고성능 실시간 데이터 전송이 가능하고, 데이터를 실시간으로 분석 및 처리할 수 있는 EDA(Event Driven Architecture) 기반의 대용량 전역 이벤트 처리 시스템 개발이 필요함. EDA 기반 차세대 ESB 플랫폼은 이벤트 중심 방식(EDA)의 대용량 데이터 분산 처리 시스템으로 High-Speed · Volume 데이터 처리, 임베디드 · 분산환경, 서비스 융합 등의 요구사항을 충족하는 기술임. 본 기술은 대량으로 발생하는 다양한 데이터를 대상으로 복합 질의문을 이용, 원하는 정보만을 자동으로 필터링해 애플리케이션에 전달할 수 있는 대용량 고속 데이터 처리 미들웨어 기술과 분산환경에서 동적으로 통신 네트워크 도메인을 구성해 Publish-Subscribe 통신 기반으로 이벤트를 전달 및 처리할 수 있는 전역 이벤트 처리 기술로 구성됨. Smart Building, Smart City, 국방, 플랜트 등 다양한 IoT 관련 산업 분야에서 실시간으로 고신뢰성이 확보되는 이벤트 분석 및 처리, 이벤트 분배 미들웨어 플랫폼으로 활용될 수 있음.

사업화 내용

세종 U-City 통합 플랫폼, 송도 u-방재 통합 운영 시스템, 국토해양부 스마트하이웨이사업 등의 사업에 개발 기술 적용 및 사업화. 세종 U-City 통합 플랫폼은 상황인식 및 상황분석의 요소기술로 본 과제의 연구성과 CEP(Complex Event Processing) 엔진을 적용해 구현함. 송도 u-방재 통합 운영 시스템은

CEP 엔진을 사용해 해돋이 공원에 설치한 '대기환경 수집장치'에서 연속적으로 들어오는 송도지구의 대량 이벤트 데이터를 실시간으로 수집하고 가공해 상황을 예측하거나 현 상태를 파악, 환경정보를 전달할 수 있는 시스템을 구축. 국토해양부 스마트하이웨이사업은 스마트하이웨이사업에서 고속도로상의 다양한 센서(레이더, CCTV, Tolling 등)와 자동차로부터 정보를 수집하고, 위험상황(도로 결빙, 장애물, 고장차 등)을 분석해 정보를 제공하는 역할을 수행함.

사업화시 문제및 해결

기술 개발 초기에는 시장이 성숙되지 않아 제품 홍보가 원활하지 않고 고객의 이해도 낮아 사업화에 어려움이 있었으나 기존 2000여 개의 고객사를 중심으로 적극적으로 제품을 홍보하고 기술을 전파해 Smart City, 도로 등의 여러 분야에서 EDA 기반 차세대 ESB 플랫폼을 적용할 수 있었고, 그 외 다양한 분야에서도 활용될 수 있도록 사업화 영역을 점차 확보해 나가고 있음.

연구 개발기관

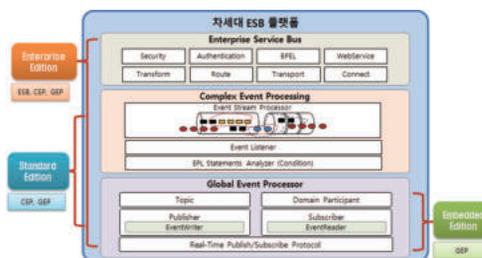
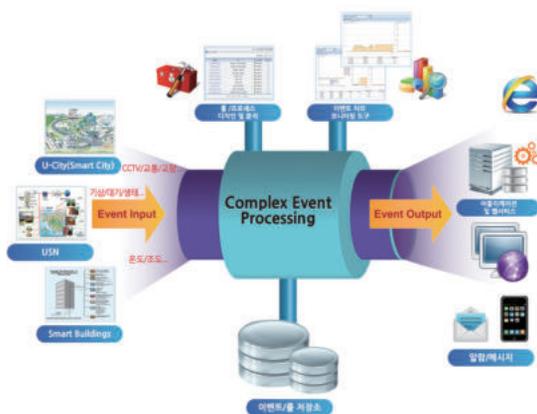
메타빌드(주) / 02-598-3327 / www.metabuild.co.kr

참여 연구진

메타빌드(주) 박재형, 김두영, 송윤근, 이선희 외

평가위원

전자부품연구원 임영민, 안산대 양기덕, (주)한산에이엠 에스텍 흥기철, (주)카이론테크놀로지 김경덕, (주)케이제이텍 정취교, 동양미래대 변성광, 한성대 조세홍





고밀도화된 자동차제조공정의 협소공간에서도 용이하게 작업하고, 에너지 절감을 구현한 로봇 기구 메커니즘 기술과 동역학 기반의 최적 동작 제어기술 및 로봇 응용 분야별 종합적인 솔루션을 갖는 고성능 로봇제어기를 확보함.

고밀도 공정작업용 모듈형 및 슬림형 로봇

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

현대중공업(주) 로봇산업융합핵심기술개발사업

기술내용

자동차산업을 포함한 제조업의 경쟁력 향상을 위해 생산 설비의 고집적화, 유연화, 고생산성 및 환경규제에 대응한 에너지 소모의 최소화가 핵심 이슈로 대두되는 상황임. 이에 자동차 분야에서는 차체 조립공정의 좁은 공간에서 작업능력을 극대화한 소형 모듈형 로봇과 무게가 가벼우면서 팔 길이가 긴 중형 슬림 로봇이 대형 로봇들과의 입체화 배치를 위한 고밀도 제조공법 검토가 진행되고 있음. 이러한 가운데 본 과제에서는 로봇시장과 자동화 라인의 기술 변화에 능동적으로 대응하고, 로봇 경쟁력을 향상할 목적으로 연구를 수행한 결과 7축 여유자유도 구조의 모듈형 로봇과 슬림 로봇의 경량화 설계 및 해석기술, 고가반 하중의 듀얼 암 설계기술을 비롯해 고성능 로봇 제어기 설계기술, 동역학 기반의 최적 동작 제어기술, 진동억제 제어기술, 오프라인 작업 프로그래밍과 공정 시뮬레이션 기술, 이더넷 기반의 원격 실시간 모니터링·진단 시스템 기술, 용도별 로봇 응용 시스템 기술 및 비전·힘 등 감각센서를 이용한 로봇 지능화 기술 등을 실현해 국내 최초의 제조업용 로봇 시스템 종합기술 기반을 확보하게 됨.

사업화 내용

산업용 로봇시장은 일본을 중심으로 중국, 한국, 미국, 독일 등이 세계시장을 이끌고 있는 가운데 지속적인 성장을 거듭하고 있으며, IFR에 의하면 2015년에는 2011년 대비 38% 증가할 것이라는 시장 전망을 예측한 바 있음. 이에 현대중공업(주)은

로봇 모델 시리즈화, 솔루션 다양화, 원가절감 등을 통해 제품경쟁력 제고와 기술 차별화 전략을 구사해 2011년부터 2014년 말까지 신규 시장 및 기존 제품을 대체해 약 500억 원 이상의 매출을 달성했으며, 향후 기존 자동차 차체 제조공정의 혁신적 공법 변화와 에너지 절감형 로봇의 요구로 모듈형 및 슬림 로봇 수요의 점차적인 증대가 예상돼 매출 및 국내·외 시장점유율 향상이 기대됨.

사업화시 문제및해결

본 과제의 모듈형 로봇 개발 핵심은 로봇 전용 구동원 개발이었고, 일본 특정 메이커가 독점하고 있는 구동원에는 현대중공업(주) 모듈형 로봇의 요구하는 사양에 만족한 최적의 구동원 라인업이 돼 있지 않았음. 고밀도 제조공정의 협소공간에서 모듈형 로봇은 케이블 내장화가 필수사양으로 중공경이 반드시 확보돼야 하기 때문에 현대중공업(주) 기술진의 요청에 의해 모터 제조업체와 협력해 새로운 타입의 센서를 성공적으로 개발, 최적의 기구 메커니즘 설계를 추진하게 됨.

연구 개발기관

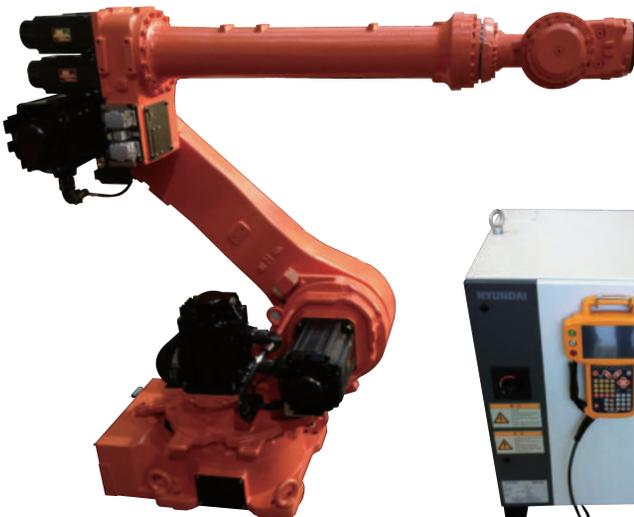
현대중공업(주) / 052-202-2114 / www.hhi.co.kr

참여 연구진

현대중공업(주) 김동혁, 평선베이(주) 류한식, (주)다인큐브 김근연, 단국대 고종선, 한양대 박종현, 신규식, 고려대 송재복 외

평가위원

한국산업기술대 임계영, 엠티엠 강정근, 경기대 이선표, 로봇앤드디자인 범희락, 전자부품연구원 유세현, 한국원자력연구원 이성욱





최적화된 자석 보호커버를 적용해 제작의 용이성과 원가절감, 열적 안정성 향상, 제어의 용이성을 확보함. 또한 기밀형 구조 설계로 내환경성 및 신뢰성이 향상됨.

풍력터빈용 PM 동기발전기 설계 및 제조 핵심 기술

이달의 사업화 성공 기술 에너지 · 자원 부문

유니슨(주) 우수기술연구센터(ATC)사업

기술내용

풍력터빈에서 발전기는 풍력발전기 전체 가격의 10% 이상을 차지할 만큼 중요한 부품으로 발전기 기술 수준은 구조적 및 열적 안정성 확보를 위한 설계기술이 핵심임. 이와 관련해 유니슨(주)은 발전기의 완전 국산화 및 세계시장에서 경쟁력 있는 제품을 생산하고자 다년간 신기술 개발 및 현장 시험을 수행해 기술을 축적함. 유니슨(주)의 선진기술로 제작 및 검증된 발전기가 국내시장에 공급될 경우 국내 풍력 발전 시스템 업체의 부품 수급이 원활해지며, 세계시장에서도 기술경쟁력 및 가격경쟁력을 확보할 수 있음. 이에 본 연구과제를 통해 영구자석 보호커버를 이용한 단순 조립 방식으로 구조적 안정성 및 제작 용이성 확보를 위한 형상 설계를 실현함. 구체적인 연구 성과는 IPM 및 SPM의 장점을 접목한 로터구조 설계 완료, 밀폐형 공랭식 구조 설계 완료, 개발 기술 적용 2MW급 영구자석 동기발전기 설계 및 시제품 제작 완료, 개발 기술 적용 3MW급 영구자석 동기발전기 설계 및 시제품 제작 완료, 시제품 성능평가용 시험 설비 구축 완료, 시제품 성능평가 및 목표성능 확보, 2MW 풍력터빈 적용 실증시험 및 실용성 검증을 완료함.

사업화 내용

본 연구 개발을 통해 개발된 2MW PMSG가 적용된 터빈은 국내 · 외 30여 대가 설치돼 운용 중이며, 추가로 20여 대가 설치될 예정임. 또한 최근 ESS(에너지저장장치)와 연계한 풍력발전에 가중치를 부여하는 RPS제도 개선에 따라 국내 풍력 발전기 시장 확대가 늘어날 것으로 전망됨. 본 연구 개발을 통해 개발된 2MW PMSG와 3MW PMSG는 구조 · 전자기적 최적 설계를 통해 크기와 무게가 세계 선두 업체의 동일 용량 발전기보다 작고 가벼운 특징이 있음. 이에 해외 시장 공략 및 수출 증대가 가능할 것으로 기대됨. 현재 해외에 설치된 2MW급 터빈은 꾸준히 늘어나고 있으며, 특히 일본시장의 수요가 큰 폭으로 증가 추세임. 본 연구 개발을 통해 얻어진 기술을 토대로 현재 2.3MW급 PMSG가 개발 완료된 상태이며, 2.3MW 시제 풍력 터빈에 설치해 설계인증 및 형식인증을 완료했으며, 20여 대를 추가로 설치할 예정임.

사업화시 문제 및 해결

구조 · 전자기적 최적 설계를 통해 세계 수준 동등 이상의 PMSG를 개발했으나 풍자원이 좋은 지역은 이미 많은 풍력 단지가 개발돼 더 이상의 시장 확대가 어려운 상황임. 이에 연평균 풍속 6~7m/s의 저풍속 지역에 적합한 U113 모델 개발을 진행했

며, 국내 최초로 저풍속 2.3MW 풍력 시스템 개발을 성공함. 2.3MW 풍력터빈 개발 완료시점에 맞춰 GL 2010 Guideline에 따른 설계인증서와 형식인증서 획득을 완료했으며, 국내 인증서까지 획득을 완료해 세계시장 및 국내시장 진출을 위한 준비를 완료함. 또한 최근 풍력발전기의 소음에 대한 민원 제기 등으로 풍력발전사업에 어려움이 발생해 소음 저감방법에 대한 시험을 진행하고 있으며, 현재 마무리 단계에 있으므로 저소음형 풍력터빈의 제품 상용화 준비를 완료함.

연구 개발기관

유니슨(주) / 042-939-0651 / www.unison.co.kr

참여 연구진

유니슨(주) 임민수, 김상덕, 방조혁, 황진수, 박선호, 김정수, 김영민 외

평가위원

부경대 김시영, ㈜센테크 조종현, 신한대 한상욱, 랜드브릿지 강서희, 한국과학기술연구원 김충현, ㈜인터치드라이브 조윤경, 광운대 송승호





2015 한국전자전(KES 2015) 10월 14일부터 17일까지 KINTEX에서 개최

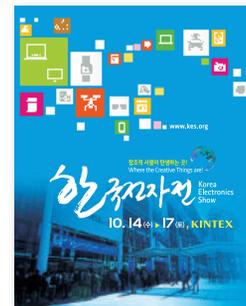
창조적 사물이 탄생하는 첨단기술의 향연

'2015 한국전자전'이 1969년 제1회 한국전자전람회라는 이름으로 덕수궁 옆 국립공보관에서 개최된 이래 올해 벌써 46회를 맞이한다. 그간 전시산업이 활성화돼 전문 전시장들이 생김에 따라 1979년부터 코엑스에서 개최하다가 2005년부터 대형화를 목표로 KINTEX로 개최지를 옮겨 현재까지 개최하고 있다. 규모 역시 2008년 국제반도체대전, 국제정보디스플레이전과 공동으로 한국전자산업대전이라는 타이틀로 대형화된 바 있다. 또한 본 전시회는 전자 분야의 유일한 글로벌 톱 전시회로 선정돼 전자IT산업의 전문 전시회로서 수출 활성화 및 전시산업 발전에도 기여했다.

이러한 한국전자전은 타이틀 그대로 대한민국 현재와 미래의 전자·IT산업을 산업 측면에서 보여주고, 차세대 산업의 나아갈 방향까지 제시하는 첨단기술 향연의 장으로 글로벌 트렌드를 선도하는 전자·IT 전문 전시회다. 특히 올해는 미래를 선도할 첨단기술 및 혁신 제품, 최신 트렌드 등 관람객의 관심을 모을 수 있는 3D 프린팅, 국산 방송음향조명관과 무대, 명품 소형 전시관, 의료기기 융합관 등 최신 이슈 테마관을 구성하고, 단순한 제품 전시뿐 아니라 문화와 기술의 만남, 다양한 문화 콘텐츠가 펼쳐지는 혁신의 장으로 바이어 및 관람객들이 직접 전자·IT를 논하고 체험할 수 있는 체험관과 기술 교류장을 테마별로 전시장 내에 구축, 운영할 계획이다. 이외에도 스토리텔링을 통한 동선 구성으로 관람객들에게 다양한 볼거리를 제공하는 '스토리투어(Story Tour)' 기획 등 바이어와 관람객들이 좀 더 느끼고 참여할 수 있는 체험형·참여형으로 조성될 예정이다.

아시아 주요 전시회와 연계된 KES

산업통상자원부, 경기도가 주최하고, 한국전자정보통신산업진흥회가 주관하는 제46회 한국전자전(KES)에는 유럽, 미국, 중국, 중동 등 20여 개국 바이어 및 국내 대형 유통 바이어를 초청해 비즈매칭을 추진한다. 또한 산업훈·포장, 대통령표창, 국무총리표창 등 제10회 전자·IT의 날 유공자 포상식이 열



2015년 10월에 열리는 해외 주요 전시회

※ 전시 일정은 주최 측 사정에 의해 변동될 수 있습니다.



리며, 더불어 제4회 KES Innovation Awards가 부대행사로 개최돼 KES 참가제품 중 신제품(New), 디자인(Design), 콘텐츠(Contents) 분야에서 혁신제품을 선정하고 시상한다. 이외에도 전문기관 글로벌 동향 세미나, 제품 개발전략 발표회 등 다양한 콘퍼런스 및 세미나를 비롯해 참가객들에게 최신 전자·IT제품 등을 선물하는 경품 이벤트 등이 진행될 예정이다.

특히 KES는 중국, 미국, 일본, 러시아, 중동, 인도 등 20개국 약 3000명의 유력 바이어 및 정부·단체 관계자가 대거 참가하는 전자 부문 최대 국제행사로 아시아 각국의 대표적 IT소와 연계돼 미주, 구주, 중동의 바이어들은 매년 10월을 아시아 IT소 순례의 달로 일정을 잡고 있다. 이와 관련된 아시아 IT 전시회는 다음과 같다.

AEECC(Asia Electronics Exhibition Cooperation Committee)

- 10.14 ~ 17 Korea Electronics Show, www.kes.org
- 10.06 ~ 09 TAITRONICS, TAIWAN, www.taitronics.tw
- 10.07 ~ 10 CEATEC, JAPAN, www.ceatec.com
- 10.13 ~ 16 Hong Kong Electronics Fair, Hong Kong, www.hktdc.com
- 11.11 ~ 13 China Electronics Fair, China, www.icef.com.cn



제46회 한국전자전 'Korea Electronics Show 2015(KES 2015)'가 'Where the Creative Things are'(창조적 사물이 탄생하는 곳)'를 주제로 10월 14일부터 17일까지 KINTEX 제전시장에서 개최된다.

러시아 모스크바 게임 전시회(Igromir)
10월 2일부터 4일까지 러시아 연방 모스크바에서 개최, www.igromir-expo.ru
캐나다 토론토 풍력 전시회 (2015 CanWEA Annual Conference & Exhibition)
10월 5일부터 8일까지 캐나다 토론토에서 개최, www.canwea2015.ca
밀라노 공작기계 박람회(EMO)
10월 5일부터 10일까지 이탈리아 밀라노에서 개최, www.emo-milano.com

2015 하노버 생명공학기술 박람회(BIOTECHNICA 2015)
10월 6일부터 8일까지 독일 하노버에서 개최, www.biotechnica.de
신재생에너지 2015(RenewableUK 2015)
10월 6일부터 8일까지 영국 리버풀에서 개최, www.renewableuk.com
러시아 모스크바 산업 자동화 전시회 (PTA Expo)
10월 6일부터 8일까지 러시아 연방 모스크바에서 개최, www.pta-expo.ru

일본 도쿄 2015 전자 및 정보통신전 (CEATEC JAPAN)
10월 6일부터 10일까지 일본 지바에서 개최, www.ceatec.com
미국 뉴욕 코믹콘 2015(Comic Con 2015)
10월 8일부터 11일까지 미국 뉴욕에서 개최, www.wizardworld.com
일본 도쿄 제5회 국제 농업자재 EXPO(AGRITECH JAPAN 2015)
10월 14일부터 16일까지 일본 지바에서 개최, www.agritechjapan.jp

루마니아 부쿠레슈티 산업기계 박람회 (TIB)
10월 14일부터 17일까지 루마니아 부쿠레슈티에서 개최, www.tib.ro
일본 요코하마 바이오 광학 박람회 2015 (Bio Opto Japan 2015)
10월 15일부터 17일까지 일본 요코하마에서 개최, www.optojapan.jp/bio
두바이 정보통신 박람회(GiTEX)
10월 18일부터 22일까지 아랍에미리트 두바이에서 개최, www.gitex.com

이달의
산업 전시



금속산업대전 2015

10월 28일부터 31일까지 KINTEX에서 개최

국내 최대 규모의 금속산업 전문 전시회

약 3만 명의 국내·외 바이어 방문이 기대되는 '금속산업대전 2015'는 금속산업 관련 분야별 전문 전시회와 주제별 콘퍼런스, 그리고 동시에 개최되는 'SAMPE Korea 2015 & 코리아 컴포지트 쇼', '한국기계전', '서울국제공구전' 그리고 '로보월드'와 서로 유기적으로 운영돼 참가업체와 방문객 간의 교류가 활발히 이뤄지는 산업전시회다. 자동차, 전자, 조선, 건설산업 등의 근간인 금속소재, 부품부터 완제품과 가공기계 설비를 망라하는 '금속산업대전 2015'는 총 8개의 세부 전시회로 이뤄진다. '파스너 & 와이어 산업전', '다이캐스팅 & 주조 산업전', '자동차 및 기계부품 산업전', '프레스 & 단조 산업전', '튜브 & 파이프 산업전'은 1989년부터 꾸준히 이어져 왔으며, '금속 표면처리 & 도장 산업전'은 2013년에, '3D 프린팅 기술 산업전'은 2014년에 각각 신설된 전시다. 2015년에는 '국제 알루미늄 산업전'이 신설되는 등 금속산업대전은 금속산업의 현재를 조망하는 동시에 미래의 산업 트렌드를 주도하는 B2B 전문 산업전으로 자리매김하고 있다.



세계 20개국에서 350여 개 업체가 참여하는 국내 최대 규모의 금속산업 전문 전시회인 금속산업대전 2015가 오는 10월 28일부터 31일까지 4일간 KINTEX에서 개최된다.

믿을 수 있는 정부 인증 전시회

금속산업대전 2015는 금속산업 전반을 아우르는 다양한 전시 품목과 산업 최신 동향을 공유하는 세미나를 동시에 개최해 참가업체의 성과를 극대화한다는 계획이다. 이에 따라 10월 29일에는 한국다이캐스팅 공업협동조합에서 주관하는 '2015년 다이캐스팅 전문기술 세미나'가 열리고, 30일에는 산업교육연구소의 '복합 신소재 세미나'를 비롯해 바스텍코리아의 '복합 소재 및 성형가공장비 세미나', 아토텍코리아(주)의 '표면처리기술 세미나', 뷔르트인더스트리코리아의 '파스너기술 세미나' 등이 진행된다. 더불어 산업통상자원부와 경기도, KOTRA의 지원에 힘입어 국내·외 핵심 바이어를 유치, 본 산업의 내수시장 확대와 수출 판로 개척에 앞장설 계획이다. 한편 금속산업대전은 2007년 산업자원부 선정 '유망전시회', 경기도 선정 '지원전시회', '인증전시회'를 비롯해 2009년 지식경제부 선정 '브랜드 전시회', '국제인증전시회', 경기도 선정 '지원전시회'에 이어 2011년 지식경제부 선정 'Global Top 전시회', '국제인증전시회', 경기도 선정 '지원전시회' 등 믿을 수 있는 정부 인증 전시회다.



기술금융 평생 파트너

IBK SOLUTION



새로운 기술금융 통합 서비스 IBK T-Solution이 내일을 위한 희망을 키워갑니다

- 「대출 TCB 활용 대출상품 · IP(지식재산권) 관련 대출상품
- 「투자 성장단계별 맞춤형 투자
- 「서비스 IBK 컨설팅 서비스

준법감시인 심의필 제 2015-601호(2015.3.17) EP052 게시기한 : 2015.9.30

· 개별상품에 관한 자세한 문의는 거래영업점 또는 IBK고객센터(☎1566-2566)를 이용하여 주시기 바랍니다. · 은행거래와 관련하여 이의가 있을 때에는 IBK기업은행의 분쟁처리기구에 해결을 요구하거나 금융분쟁조정위원회 등을 통하여 분쟁조정을 신청할 수 있습니다.(금융감독원 : 국번없이 ☎1332, IBK기업은행 : ☎080-800-0119)IBK기업은행은 금융·항응을 받지 않습니다. 윤리경영 위반 사실이나 개선이 필요한 경우 신고해 주시기 바랍니다. (☎02-729-7490, e-mail : ibkethics@ibk.co.kr)

실용화 전문 연구기관 포항산업과학연구원 원천기술 발굴해 실용화하는 Open Innovation 추진하다

우종수 포항산업과학연구원(RIST) 원장

포항산업과학연구원(RIST)은 포스코가 1987년 만든 비영리 재단법인 연구기관이다. 철강을 중심으로 국내 산업의 기술 개발을 촉진하기 위해 고 박태준 이사장의 설립이념인 산·학·연 R&D 협력체제의 한 축으로 설립됐다. 産은 포스코, 學은 포스텍, 研은 RIST가 담당하는 R&D Triangle은 포스텍에서 개발한 원천기술을 RIST가 실용화해 포스코에서 상업화를 완성하는 이상적인 기술 개발체제를 실현하기 위해 만들어졌다. 이에 따라 설립 당시에는 포스코에 필요한 모든 R&D를 담당했지만 1994년부터 몇 차례 구조 개편을 거치면서 지금은 철강 연구는 포스코 내부의 기술연구원이, 비철강 연구는 RIST가 담당하고 있다. 이렇듯 비철강 연구를 담당하는 RIST 우종수 원장과의 인터뷰를 통해 비철금속에 대한 다양한 얘기를 들어봤다. 더불어 RIST가 지나온 길과 앞으로 가야 할 길에 대해 살펴보는 시간을 가졌다.

취재 김은아 사진 서범세

비철금속은 무엇이고, 왜 중요한가

인류가 석기시대, 청동기시대, 철기시대를 거치면서 현대에 이르기까지 가장 널리 사용하는 금속은 철이다. 산업에서도 금속을 철과 비철로 구분할 정도로 산업적으로 가장 널리 사용되는 철은 현대문명을 이뤄내고 유지하는 가장 중요한 금속이다. 하지만 현재 우리는 그 어느 때보다 발전 속도가 빠르고, 새로운 것을 갈구하는 시대에 살고 있다. 이러한 시대상과 맞물려 비철금속은 낮은 비중, 내식성, 우수한 전기전도도 등 철이 갖지 못한 고유의 특성을 바탕으로 새로운 산업 분야는 물론 기존의 철이 적용됐던 분야를 대체하는 등 산업이 고도화될수록 그 활용가치가 높아지고 있다.

이러한 비철은 말 그대로 철 이외의 모든 금속을 통칭한다. 철기시대 이전에 인류가 가장 먼저 활용한 금속인 청동기가 바로 대표적 비철금속인 구리(Cu)와 주석(Sn)으로 이뤄진 금속소재다. 이외에도 산업적으로 널리 사용되는 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti), 텅스텐(W)을 비롯해 원자력 발전의 필수 원소인 우라늄(U)이나 플루토늄(Pu), 돌잔치나 결혼식에서 빠지지 않는 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt) 등도 비철금속이다. 비철금속은 그 종류만 큼이나 다양한 특성을 가지고 있어 자동차, 주방용품, 의료용 기구, 이차전지, 정유산업, 태양광 전지 등 사용되지 않는 분야를 찾기가 힘들 정도다. 그중에서도 알루미늄이나 타이타늄같이 철보다 가볍고 강한 비철금속은 비행기, 우주선, 인공위성 등 경량화가 필수적인 분야에 적용되고 있으며, 21세기 첨단산업에 꼭 필요한 반도체에는 실리콘, 금, 은, 구리 등 다양한 비철금속이 사용되고 있다.

대한금속재료학회장으로도 활동하는 RIST 우종수 원장은 “국내의 경우 철강산업과는 달리 비철소재를 전문으로 하는 대기업이나 중견기업이 매우 부족하다”며 “국내 비철소재 기업의 경우 대부분 소재 개발보다는 부품·가공 등에 집중하다 보니 비철소재의 해외 의존도가 높은 상황”이라고 국내의 열악한 환경을 설명했다. 이어 우 원장은 “비철소재 전문 기업은 기술 개발에 보다 많은 투자를 하고, 중소기업에 대한 국가 차원의 지속적인 지원이 절실히 필요한 실정”이라고 덧붙였다.

오늘날 비철금속의 활용 및 위상

기존의 비철금속 분야에 대한 연구 개발은 단일 비철금속의 특징을 활용하는 것에 국한됐다. 경량화가 필요한 곳에는 알루미늄, 마그네슘 등 저비중의 비철금속을 활용하고, 고온에 노출되는 분야에는 타이타늄, 텅스텐 등 녹는 점이 높은 비철금속을 적용하며, 전기·전자제품 등에는 전기전도도가 우수한 금이나 구리를 활용하는 방식이었다. 하지만 최근의 연구 개발은 비철금속의 장점과 철, 고분자, 탄소섬유 등 다른 소재의 장점을 융합하는 방향으로 이뤄지고 있다. 철은 물론이고, 탄소섬유와 같은 비금속소재와 비철금속을 복합해 기존 비철금속의 약점을 보완한 새로운 특성의 복합소재를 개발하는 것이다.

또한 기존에 활용도가 낮았던 비철금속이 재조명되기도 한다. 리튬의 경우 금속 중에서 가장 가볍지만 반응성이 매우 높아 실제로 산업에 적용하는 것이 거의 불가능했다. 하지만 오늘날에는 이러한 높은 반응성 덕분에 충전



속도가 빠르고, 가벼운 이차전지를 개발하는 데 필수적인 금속으로 활용되고 있는데, 바로 휴대폰 등 전자기기에 사용되는 리튬이온전지다. 더불어 단순히 귀금속으로 사용되던 백금은 자동차용 배기가스 촉매로 널리 사용되며, 과거에는 사용 분야가 극히 제한됐던 희유금속의 경우에도 형광체, 반도체 기판 연마제, 모터용 영구자석 등에 널리 쓰이고 있다.

는 진공 증착 표면처리 강판기술도 RIST에서 1990년도 중반에 시도했던 연속 진공 증착기술에 그 뿌리를 두고 있다.

최근에는 포스코의 차세대 먹거리 창출을 위해 배터리의 원소재인 리튬을 염수에서 직접 추출하는 기술, 스테인리스 원료인 페로 니켈을 저원가 광석으로부터 습식제련하는 기술, 석탄에서 천연가스를 만드는 SNG 합성기술, 천연가스로 고효율 발전하는 고체 산화물 연료전지 제조기술 등 대형 혁신기술들을 개발하고 상업화에 집중하고 있다. 또한 소재 분야에서는 리튬이차전지 등 에너지저장시스템 개발과 함께 자동차부품용 금속분말소재, 철계 비정질소재 개발 등의 철에 부가가치를 더하는 기술을 연구하고 있다. 환경 및 에너지 분야에서는 산업 폐열을 효과적으로 재활용하는 기술, 이산화탄소 포집, 제철 부산물인 슬래그 활용 등의 연구를 진행하고 있다.

특히 제철소에서 발생하는 제강 슬래그를 시멘트에 혼합해 제작하는 친환경 포스멘트 제조기술은 지난해 70만 이상 현장에 적용했으며, 마찬가지로 슬래그를 활용한 인공 어초는 지난해 해양수산부로부터 일반 어초 인증을 받아 포스코와 RIST의 허가를 얻은 민간 업체가 시공할 수 있게 됐다. 더불어 국가 에너지와 전력의 최대 수요처이며, 중장기 에너지 사용량 및 온실가스 배출량 감축 요구에 직



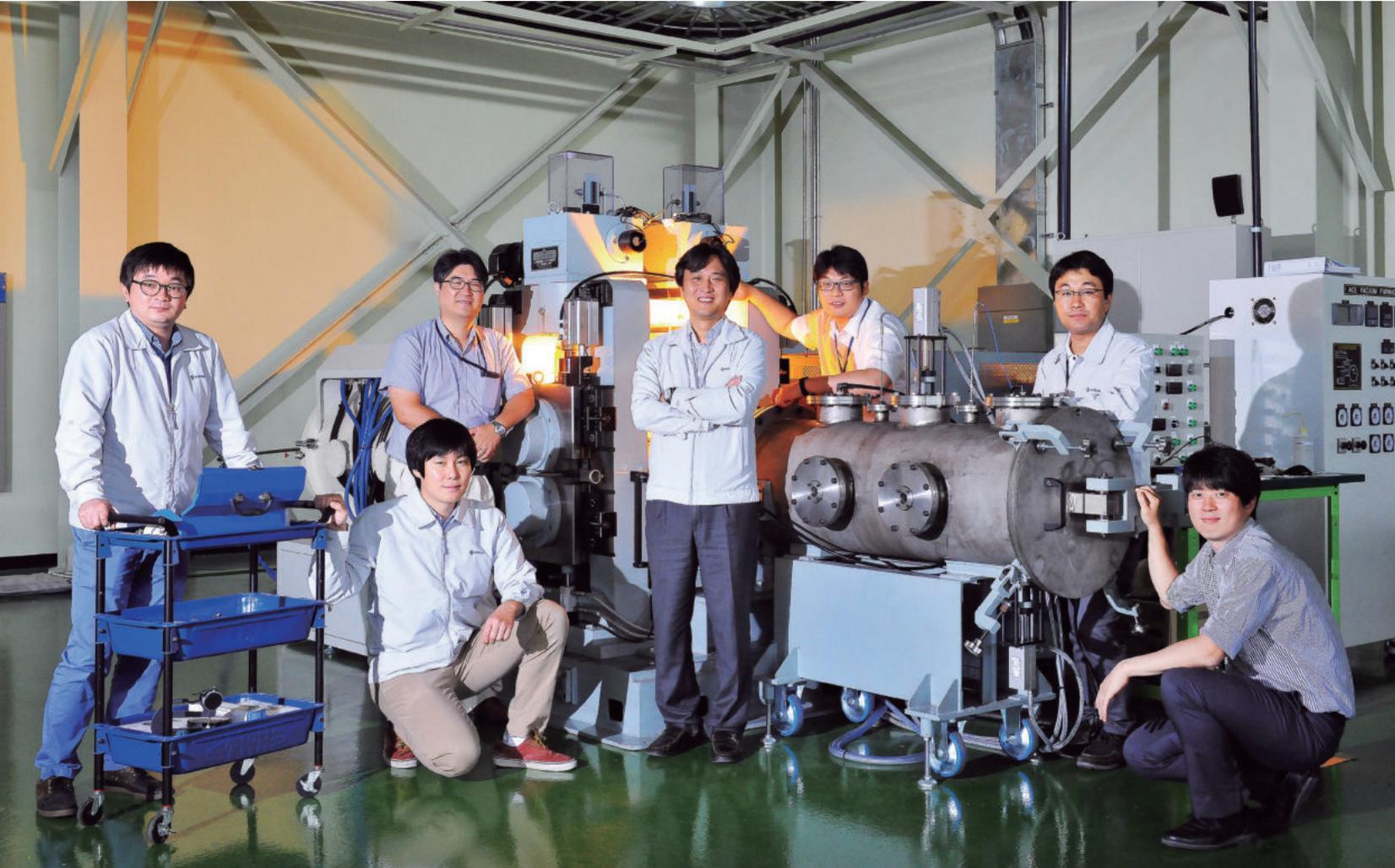
면하고 있는 제철산업에서의 에너지 효율 향상과 절감을 위해 스마트 그리드 개념을 산업현장에 접목시킨 스마트 인더스트리(Smart Industry) 기술을 정의하고, 광양제철소 산소공장에서 실증연구를 통해 자체 브랜드 화했다. 이외에도 분석평가센터는 한국인정기구(KOLAS)로부터 국내 최초로 금속 분야 국제공인시험기관으로 인정받아 국내·외 고객사에 화학조성, 역학시험, 환경분석 등 총 138개 규격에 대한 국제공인시험성적서를 발행하고 있으며, 두 차례 KOLAS가 선정한 올해의 최우수 시험기관으로 뽑히 바 있다. 매년 200개 이상의 기업을 대상으로 1500여 건의 시험성적서를 발행하고 있으며, KOLAS 표준물질생산기관으로 지정돼 철강소재 표준물질을 생산하고 보급함으로써 국내 산업체 품질 향상에 도 기여하고 있다.

한편, 산업혁명과 제1, 2차 세계대전을 통해 철과 비철을 비롯한 소재산업의 발전과 기술 개발이 이뤄진 유럽, 미국, 일본과는 달리 우리나라의 소재산업 및 기술 개발 역사는 매우 짧다. 그럼에도 불구하고 철소재의 경우 1970년대 국가 주도의 경제성장 전략에 의해 관리가 되어 포스코와 같은 세계적인 기업을 보유하는 등 세계 최고의 기술 수준에 도달해 있다고 할 수 있다. 이에 반해 상대적으로 비철소재에 대한 연구는 선진국과의 기술 개발 격차가 크고, 산업 인프라 역시 열악한 상황이다. 이와 관련해 우 원장은 “과학기술과 산업이 급속도로 발전하는 상황에서 새로운 시장의 요구에 대응하기 위해서는 기존 비철금속의 복합화를 통한 특성의 개선은 물론이고, 숨어 있는 새로운 비철금속소재의 발굴이 그 어느 때보다 필요하다”고 피력했다.

R&D에 비즈니스와 엔지니어링 개념 접목한 R&BDE 추구

RIST는 그동안 수많은 R&BDE(Research & Business Development and Engineering) 과제를 수행하면서 특허 등 지식재산권을 창출하고 아울러 기술 실용화의 업적을 많이 쌓아 왔다. 차세대 제철기술인 파이넥스 기술과 스트립 캐스팅 기술이 RIST에서 시작해 포스코에서 세계 최초로 상용화에 성공했다. 지금 광양에서 스마트 강판이란 명칭으로 상용화되

이처럼 그동안 RIST는 에너지 절감, 환경보전, 부산물 리사이클링, 재료분석 등 포스코의 철강 비즈니스를 지원하기 위한 R&D를 중점적으로 수행해 왔다. 하지만 더 중요한 일은 포스코 패밀리의 새로운 성장동력을 찾는 일이라는 우 원장은 “창의적인 아이디어와 이에 대한 탐색시행을 끊임없이 하여 기술 혁신을 일구는 동시에 우리 밖에 숨어 있는 훌륭한 원천기술을 찾아내 실용화하는 Open Innovation에도 그 어느 때보다 집중할 계획”이라고 밝혔다.



강원 지역산업 첨단화·산업고도화를 선도한다 한국생산기술연구원 강원지역본부 비철금속소재부품그룹

중소기업을 위한 생산기술 개발 및 지원을 위해 설립된 정부출연연구기관인 한국생산기술연구원(KITECH, Korea Institute of Industrial Technology, 이하 생기원)은 지리적 한계 때문에 R&D 지원을 받지 못하는 전국 산업단지의 중소기업들에 더욱 실질적인 기술 지원을 제공하기 위해 설립 당시부터 분산형 연구본부 운영을 추진해 오고 있다. 이런 가운데 타 지역에 비해 제조업 비중이 낮아 지역경제 성장에 있어 어려움이 많은 강원도 지역 중소기업의 고도화 및 첨단화를 지원하고, 강원도 지역경제 성장의 도약대 역할을 하기 위해 설립된 강원지역본부(본부장 이창우)가 최근 전 세계적으로 큰 주목을 받고 있는 3D 프린팅 분야에서 괄목할 만한 성과를 보이면서 화제가 되고 있다. 이에 따라 강원도 지역산업의 첨단화 및 산업고도화의 실질적인 선도기관 역할을 톡톡히 하고 있는 생기원 강원지역본부 비철금속소재부품그룹을 찾아가봤다.

취재 조범진 사진 이승재

강원도 내 중소기업의 든든한 동반자 역할 톡톡히 할 듯

2012년 설립돼 신청사에 입주한 지 40여 일이 지난 강원지역본부는 생기원의 다른 지역본부에 비해 생기원 설립 취지에 가장 부합하는 지역본부라 할 수 있으며, 타 지역에 비해 다소 소외됐던 강원도 내 중소기업에게 든든한 동반자이자 조력자 역할을 하고 있다.

현재 강원지역본부에는 1개 연구그룹인 비철금속소재부품그룹과 프로젝트 조직인 3D프린팅기술센터를 두고 있으며, 28명의 지역본부원이 강원도를 위해 밤낮으로 연구 열정과 노력을 기울이고 있다.

2014년 현재 강원도는 국가, 일반, 도시첨단 및 농공 등 총 68개의 산업 단지를 보유하고 있으며, 총 1341개 업체 중 의료 등 전기·전자 250개 업체와 자동차 등 기계 분야 183개 업체가 입주해 있다.

그러나 우리나라에서 두 번째로 넓은 면적이면서도 청정지역이라는 이미지 때문에 제조업 비중이 전국 32%의 3분의1 수준인 11.5%에 불과하고, 도로 등 교통 관련 인프라가 미흡함에 따라 접근성이 떨어져 산업 간 융·복합 및 기술 교류 등에 어려움이 많다.

국내에 2대뿐인 금속 3D 프린터. 이를 통해 금속 3D 프린팅 공정기술 세계 최고 기술력 보유에 적극 나서고 있다.



또한 상대적으로 타 지역에 비해 제조업 인프라가 부족해 자동차 부품, 의료, 해양바이오 등을 선도하는 제조업체가 있지만 여전히 제조업 비중은 다른 지역과 격차를 보이고 있어 전체적으로 강원도 지역경제의 성장과 도민의 소득 증대에는 별다른 효과를 나타내고 있지 않다.

이런 상황에서 생기원 강원지역본부 설립은 꼭 막힌 강원도 내 중소기업의 숨통을 크게 틔어줄 것으로 기대되고 있다. 그리고 이를 위해 강원 지역본부는 비철금속과 용·복합 재료, 3D 프린팅을 기반으로 강원지역 산업의 첨단화 및 산업고도화의 투트랙 전략을 펼쳐 지역 산업환경 극복 및 산업자립화 확립을 이루는 실질적인 선도기관으로서의 역할 모색에 발 벗고 나서고 있다.

3D 프린팅 기술 활용, 세계 최초 고강도 순수 타이타늄 소재 부품 개발 성공

현재 강원지역본부의 여러 연구 개발 중 가장 주목받고 있는 것은 '금속 3D 프린팅 기술'이다.

3D프린팅기술센터 주도로 진행되고 있는 금속 3D 프린팅 기술은 단순히 금속 3D 프린터를 활용해 시제품을 제작하는 것만이 아닌 3D 프린팅 기술과 열처리 기술을 활용해 고강도 순수 타이타늄 소재 부품 개발과 함께 시제품이 아닌 최종 제품의 구현 및 걸리는 시간을 몇 시간 내외로 단축시켜 기존에 비해 엄청난 시간과 비용을 절약함은 물론 3D 프린팅 공정에 있어 원천기술 확보와 세계 최고 공정기술 및 개발 능력의 우수성을 널리 알렸다.

이와 관련해 비철금속소재부품그룹 김경훈 그룹장은 "저희 본부가 보유하고 있는 금속 3D 프린터는 파우더베드 방식에 레이저 대신 전자빔을 사용해 적층 방식에서는 구현할 수 없는 미세조직의 구현과 제어가 가능하며, 무엇보다도 금속 3D 프린팅 공정기술에 있어서만큼은 세계 최고의 기술력을 보유하고 있다"면서 "3D프린팅기술센터는 국내·외적으로 일류센터로의 비전이 보이며, 실현 가능하다"고 말했다.

더불어 기술 개발을 주도하고 있는 3D프린팅기술센터팀은 "이번 기술 개발 성공을 통해 국내 생체의료용 소재산업의 성장은 물론 수입 대체 효과와 이를 통해 항공·우주용, 산업용 부품, 차량용 소재까지 기대 효과를 넓힐 수 있을 것으로 예상되며, 무엇보다도 큰 보람은 이번 기술 개발로 3D 프린팅 기술의 국내 원천기술을 확보했다는 점과 함께 국민의 건강과 안전에 조금이나마 기여할 수 있게 되어 기쁘다"고 덧붙였다.

특히 3D프린팅기술센터는 이번 기술 개발 성공과 함께 임상 GMP 인종(의료기기 제조 인·허가)을 획득, 제품 상용화의 길을 활짝 열어 날로 고령화됨에 따라 증가하고 있는 관절 질환자들의 삶의 질 향상에도 크게 기여할 것으로 기대되는 등 강원지역본부가 연구·개발 중심에서 산업

기술 실용화 및 첨단기술 가시화 중심의 실용 연구원으로서 자리매김하는 데도 큰 역할을 하고 있다.

이와 함께 눈길을 끄는 또 한 가지 연구 분야는 박광석 선임연구원이 주도하는 도시광산이다. 전 세계적으로 일부 국가에만 매장돼 있는 희귀금속의 자원무기화에 효율적으로 대처함과 동시에 부족한 자원의 재활용 측면에서 도시광산은 지하자원이 부족한 우리나라에 꼭 필요한 연구 분야다.

그러므로 폐휴대폰 등 희귀금속이 함유된 제품들로부터 다시금 희귀금속을 추출해내 전량 수입에 따르는 외화 유출을 최소화하고, 제품의 가격경쟁력을 통한 시장경쟁력 향상에 강원지역본부가 그 역할을 톡톡히 할 것으로 크게 기대되고 있다.

‘강원도의 힘’을 보여줄 첨단화·고도화 기술 지원에 기대감 높아

한편 강원지역본부는 강원 지역산업의 첨단화 및 산업고도화의 실질적인 선도기관으로서의 빠른 자리매김과 역량 투자를 위해 올해 중점 추진사업으로 크게 세 가지를 적극 추진하고 있다.

첫 번째로는 3D 프린팅 기술로 메디컬 디바이스를 제조하는 특화산업이다. 이는 금속 3D 프린팅을 집중 연구·개발해 많은 기술 개발과 연구영역 확장을 꾀하고, 3D프린팅기술센터를 독립 체제화해 명실상부한 국내·외 최고의 센터로 양성, 강원지역본부의 위상을 지금보다 더 높일 것으로 예상된다.

두 번째로는 국내 유수의 대기업이 필요로 하는 세라믹 기술을 강릉의 세라믹 특화단지에 전파하고, 기술력의 차이를 생기원이 극복해 선순환적인 공급 시스템을 구현, 비철과 세라믹 가공 등이 강원도의 주력산업으로 자리매김할 수 있도록 한다는 계획이다.



마지막으로 세 번째로는 강원도와 강릉시, 생기원이 공동으로 비철소재부품 생태계 조성사업의 예비타당성 조사를 다시 시작해 강원도 주력산업의 성공적인 안착을 유도하고, 단지 조성을 통한 관련 산업의 허브 역할을 할 수 있도록 지원한다는 방침이다.

그동안 타 지역에 비해 개발 속도 및 지역산업의 고도화와 첨단화에 있어 소외됐던 강원도는 강원지역본부의 본격적인 활동에 따라 변신을 거듭할 것으로 전망된다. 그러므로 강원지역본부에 거는 기대는 점점 커질 것으로 보이며, 글로벌 리더형 고부가가치 소재·부품 생산 중소기업단지의 메카이자 관련 기업의 글로벌 시장 진출 교두보 역할로서의 강원도에 뿌린 강원지역본부의 첨단화·고도화 씨앗이 좋은 결실을 맺을 것으로 기대되고 있다.





타이타늄의 중요성 및 관련 사업 소개

타이타늄은 다른 금속에 비해 부가가치가 높고, 우리 산업 전반에 필수적으로 활용되는 핵심 소재다. 원료 → 제련 → 잉곳 → 판재 등 공정단계별 부가가치 증가율이 철강의 42배, 알루미늄의 11배에 육박한다. 이에 따라 조선·플랜트 등 주력산업뿐 아니라 항공·의료 등 첨단산업의 필수 소재로 사용되면서 산업 발전을 견인할 차세대 소재로 부각되고 있다. 이에 따라 각국은 핵심 기술 개발, 주력산업과의 융·복합 등 타이타늄 산업 육성에 국가적 역량을 집중하고 있다. 따라서 주력산업의 지속적인 성장과 첨단산업의 차질 없는 육성을 위해 타이타늄 핵심 기술 개발 및 산업생태계를 조속히 조성할 필요가 있다.

타이타늄 수요 및 기술 경쟁 심화

수요산업의 성장에 따라 타이타늄 세계시장도 지속적으로 확대될 것으로 예상되고 있다. 항공 분야와 관련해 2020년 세계시장 규모는 2010년 대비 50% 증가한 6000억 달러로 예측되며, 경량화 추세에 따라 타이타늄 부품 비중도 지속적으로 증가할 것으로 보인다. 플랜트 분야와 관련해 세일 가스 등 자원 개발 활성화에 따라 2020년 플랜트 세계시장 규모는 2010년 대비 92% 증가한 1조5810억 달러로 성장할 전망이다. 플랜트 분야에서 타이타늄 부품은 가격 기준으로 약 5% 비중을 차지한다. 의료 분야와 관련해 고령화, 의료기술 발전으로 인공관절, 임플란트 시술이 증가하고, 세라믹 분야와 관련해 자동차, 가전, 화장품 등 수요산업군에서 디자인, 색상, 기능성 등이 핵심 경쟁력 요소로 부각되면서 견고히 성장 중이다.

이에 따라 세계 각국의 타이타늄 저가 제조를 위한 기술 개발 경쟁이 치열해지고 있다. 그간 타이타늄은 국방·항공 분야에 제한적으로 사용됐으나 최근에는 자동차, 레저 등 일반 산업으로 적용이 확대되는 추세다. 또한 최근 중국의 타이타늄 수요 증가로 고순도광 가격은 급상승하는 반면 활용도가 낮은 저순도광 가격은 상대적으로 안정된 편이다. 더불어 3D 프린팅 시대에 산업경쟁력 강화를 위한 핵심 소재로 부각되고 있다. 3D 프린팅의 확산으로 산업구조가 소품종 대량 생산에서 다품종 소량 생산으로 전환될 것으로 예상되고 있다. 특히 타이타늄이 필수적인 항공·의료산업은 3D 프린팅을 도입하게 되면 제조비용과 시간을 획기적으로 절감하는 것이 가능해질 전망이다.

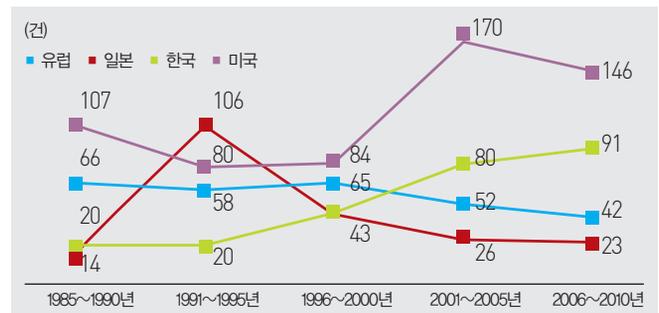
국내 현실 및 경쟁력

타이타늄 원천소재 제조 및 시험·인증 분야의 경쟁력이 미흡한 실정이다. 그간 정부 지원 또는 민간의 자체 연구 개발을 통해 중간재와 부품 분야는 선도국 대비 70~90% 수준의 기술력을 확보한 상황이다. 하지만 타이타늄산업의 고부가가치화에 핵심적인 원천소재 및 시험·인증 분야는 절대 열위에 놓여 있다.

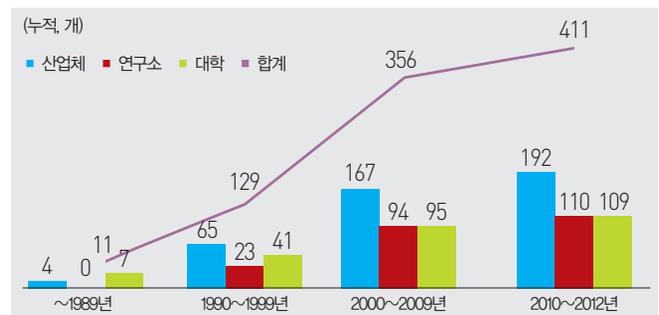
구분	원료	소재	중간재	부품	완제품	인증
기술력	★	★★	★★★	★★	★★	★
연구인력	★★	★★	★★★	★★★	★★	★
인프라	★	★★	★★	★★	★★★	★

〈표 1〉 선도국 대비 국내 타이타늄 산업경쟁력 수준 비교
(★★★선도국 대비 90% 이상, ★★ 70%, ★ 60% 미만)

이를 극복하기 위해 최근 특허 출원 및 연구 개발 참여기관이 확대되는 등 혁신역량이 강화되고 있다. 2000년대 이후 국내 특허 출원이 크게 증가해 세계 2위 수준이며, 타이타늄 연구 개발 경험을 보유한 산·학·연의 수도 지속적으로 증가하는 추세다.



〈그림 1〉 국가별 특허 출원건수



〈그림 2〉 정부 R&D 참여기관 수

특히 충분한 국내 수요산업군 및 철강·화학산업 육성 경험을 보유한 점은 강점으로 작용하고 있다. 과거 철강·화학, 폴리실리콘산업에서 소재산업을 성공적으로 육성한 경험과 전문인력 등 우수한 인프라를 보유하고 있다. 이외에도 조선·플랜트·화학·자동차 분야에서 세계 최고 수준의 완성품업체를 보유해 국내 수요산업군도 충분한 것으로 평가받고 있다.

타이타늄과 관련한 사업 목표 및 추진전략

전주기적 타이타늄 산업생태계 조성을 통한 세계시장 점유율 4% 달성을 목표로 세계 최고 수준의 기술경쟁력 확보, 산업별 특성을 고려한 전략적 시장 진출, 전주기적 산업발전 생태계 조성, 법·제도 등 추진기반 구축이라는 4대 추진전략을 펼치고 있다. 이러한 4대 추진전략에는 단계별 추진전략을 수립해 진행하고 있다.

목표	전주기적 타이타늄 산업생태계 조성을 통한 세계시장 점유율 4% 달성
추진전략	① 세계 최고 수준의 기술경쟁력 확보 ② 산업별 특성을 고려한 전략적 시장 진출 ③ 전주기적 산업발전 생태계 조성 ④ 법·제도 등 추진기반 구축
추진전략	단계별 추진전략
기술경쟁력 확보	① 저원가·고품질의 원천소재기술 개발 ② 주력산업 고부가가치화를 위한 중간재기술 개발 ③ 미래산업 선점을 위한 금속분말기술 개발 ④ 뿌리산업 고도화를 위한 뿌리공정기술 개발 ⑤ 생활소재용 세라믹소재기술 개발
전략적 시장 진출	① 국내 주력산업에 기반한 시장 확대 ② 첨단산업 분야 해외시장 진출 지원
산업발전 생태계 조성	① 인력 양성, 시험·장비 등 인프라 구축 ② 산업 집적 및 관련 기업 성장 지원
법·제도 기반 구축	① 안정적 원료 공급 및 자원 재활용 체계 구축 ② 산업발전 기반 조성

세계 최고 수준의 기술경쟁력 확보

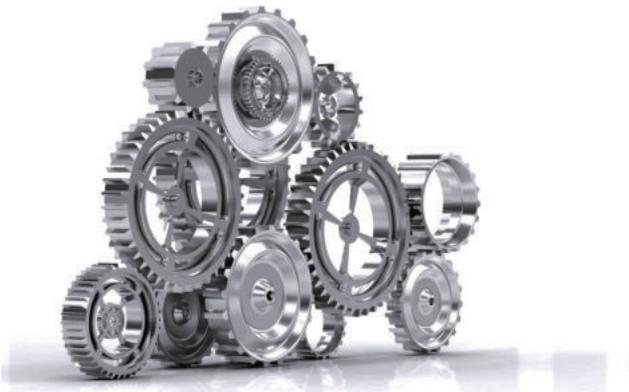
기술경쟁력 확보를 위해 5가지 단계별 추진전략을 펼치고 있다. 단계별 추진전략은 저원가·고품질의 원천소재기술 개발, 주력산업 고부가가치화를 위한 중간재기술 개발, 미래산업 선점을 위한 금속분말기술 개발, 뿌리산업 고도화를 위한 뿌리공정기술 개발, 생활소재용 세라믹소재 기술 개발이다.

첫째로 저원가·고품질의 원천소재 제조기술 개발의 배경 및 목표를 살펴보면 세계 주요국이 타이타늄을 무기화합에 따라 우리나라는 고가를 지불하더라도 구입을 하지 못하는 등 산업 종속이 심화되고 있다. 이에 따라 저순도광을 활용한 원천소재기술 확보를 통해 타이타늄 소재 자립화를 실현하고, 거대한 세계시장 진출 추진을 목표로 하고 있다. 이러한 저원가·고품질의 원천소재 제조기술은 매장량이 풍부하고 가격이 저렴한 저순도광을 활용, 고품질의 원천소재를 30% 이상 경제적으로 양산하는 기술을 의미한다. 저순도광을 활용한 타이타늄 원천소재 제조기술 확보 시 기존 선도국의 기술 대비 3.6배의 부가가치 창출이 가능할 것으로 전망되고 있다.

구분	구매 가능한 광석량	TiO ₂ 의 경제적 가치	생산 가능한 FeCl ₃ 가치	기타 부산물 경제적 가치	경제적 가치 합계
고순도광	62.9t	24.0만 달러	-	-	24.0만 달러
저순도광	285.7t	69.0만 달러	15.0만 달러	3.0만 달러	87.0만 달러

〈표 2〉 단위 원료당 고순도광·저순도광별 부가가치 창출 비교

이를 위한 기술 확보 전략으로 선도국의 기술 보호로 기술 이전이 불가능한 원천소재 제조기술은 자체 개발하고, 상대적으로 기술 습득이 용이한 저순도광 전처리·후처리기술은 국제협력을 추진한다는 계획이다. 이와 관련한 개발내용을 살펴보면 신공법을 적용한 타이타늄 원천소재 제조기술을 우선 확보하고, Pilot Plant 시범 운영을 거쳐 양산체제를 본격 가동할 계획이다. 이를 위해 1단계(2015~17년) 사업으로 기존 고순도광 대비 품질은 동등 이상의 수준이나 제조비용은 3분의 1 이하인 원천소재 제조기술 개발을 추진한다. 또한 실리콘 촉진제 투입형 신공정 개발을 통해 기존 제조공정 대비 에너지 사용량을 대폭 절감하고, 생산성을 획기적으로 향상하며, 기존 공정에서 폐기물로 처리하던 부산물을 체계적으로 회수·자원화해 추가적으로 부가가치를 창출(바나듐 V, 팔라듐 Pd 등)한다는 전략이다. 이후 2단계(2018~19년) 사업으로 양산체제를 구축하기 이전에 소규모 Pilot Plant를 구축·운영해 시제품 제작기술과 신뢰성 평가기술을 마련한다. 마지막으로 3단계(2020년~) 사업으로 상용설비의 구축·가동을 통해 원천소재를 본격 양산하고, 국내 유관산업 공급 및 단계적 세계시장 점유율을 확대한다는 계획이다.



둘째로 주력산업 고부가가치화를 위한 중간재 제조기술 개발의 배경 및 목표를 살펴보면 최근 타이타늄 금속에 대한 수요가 증가하고 있으나 기존 공정은 다량의 에너지 소비, 어려운 성형성 등으로 경제성 확보가 곤란한 실정이다. 한편 타이타늄 금속은 국가 전략소재임에도 불구하고 재활용기술의 부재로 스크랩이 무분별하게 저가로 외국에 유출되는 상황이다. 이에 따라 저비용·고성능 합금 제조기술 및 스크랩 재활용기술 확보를 통한 최종 제품의 가격경쟁력 확보 및 국부 유출 방지를 목표로 하고 있다.

이러한 주력산업 고부가가치화를 위한 중간재 제조기술은 저온 성형·고성형성의 타이타늄 금속 중간재·제품 제조공정 개발을 통해 제조비용을 15~40% 절감하는 기술을 의미한다. 이를 위해 기술 확보 전략으로 선도국의 기술보호정책으로 진입 장벽이 높은 금속 용해기술(Cold Hearth) 등은 자체 개발하고, 유사한 기술을 보유한 업체가 다수 존재하는 다형상 저가 원료 활용 잉곳 제조기술은 국제협력을 추진한다는 계획이다. 이와 관련한 개발내용을 살펴보면 저비용·고성능 합금 제조기술을 개발하고, 플랜트, 자동차 등 주력산업에 저렴하게 공급한다는 방침이다. 이를 위해 1단계(2015~17년) 사업으로 기존 타이타늄 합금 이상의 강도를 가지면서 저온 성형이 가능한 저비용·고성능의 합금 설계기술을 개발하고, 저에너지 소비 및 다양한 종류의 불순물 제거를 통해 타이타늄 스크랩을 고품질의 금속 잉곳으로 제조하는 기술을 개발한다. 이후 2단계(2018~19년) 사업으로 공정 단축형 타이타늄 금속 소재·부품 제조기술과 고성형성을 가지는 중간재(판·봉 등) 제조기술을 개발하고, 칩, 분말, 스펀지 등 다양한 종류의 스크랩을 균질한 타이타늄 합금으로 제조하는 기술을 개발한다. 마지막으로 3단계(2020년~) 사업으로 저온·고속 압출성형 및 접합기술, 다형상 단조제어 등 저비용·고정밀의 부품성형 기술 개발을 추진한다는 계획이다.

셋째로 미래산업 선점을 위한 금속분말 제조기술 개발과 관련한 배경 및 목표를 살펴보면 그간 제조업은 금형, 주조 등을 통해 소품종 대량 생산하는 체계이었으나 3D 프린팅 등장으로 다품종 소량 생산으로 변화하고 있다. 특히 개별 인체 특성에 맞게 제작해야 하는 의료와 소량의 고가 부품을 요구하는 국방·항공 중심으로 3D 프린팅 확산이 전망되고 있다. 이에 따라 3D 프린팅 시대에서는 고품질의 금속분말을 저렴하게 제조하고, 고속·초정밀 제조기술 보유 여부가 핵심 경쟁력으로 작용할 전망이다. 이러한 미래산업 선점을 위한 금속분말 제조기술은 3D 프린팅에 활용되는 금속분말 제조비용을 5분의 1 수준으로 낮추고, 의료·항공 부품 제조 속도를 5배 향상시키는 기술을 의미한다. 이를 위한 기술 확보 전략으로 아직까지 미성숙 기술로서 선도국과의 기술협력 가능성이 있는 다원계 합금분말 제조기술은 국제 공동 개발을 추진한다는 방침이다.

“기술경쟁력 확보를 위해 5가지 단계별 추진전략을 펼치고 있다. 단계별 추진전략은 저원가·고품질의 원천소재기술 개발, 주력산업 고부가가치화를 위한 중간재기술 개발, 미래산업 선점을 위한 금속분말기술 개발, 뿌리산업 고도화를 위한 뿌리공정기술 개발, 생활소재용 세라믹소재기술 개발이다.”

이와 관련한 개발내용을 살펴보면 3D 프린팅용 고품질·저원가 합금 분말 제조기술과 고속·초정밀 부품 제조기술을 중점적으로 개발할 계획이다. 이를 위해 1단계(2015~17년) 사업으로 가격경쟁력 확보를 위한 공정 단축형 고순도 타이타늄 합금분말 제조기술을 개발한다. 이후 2단계(2018~19년) 사업으로 금속분말을 수산화물에서 별도의 처리 없이 즉시 사용할 수 있도록 입자·형상·밀도 제어 등 후처리 공정을 개발한다. 마지막으로 3단계(2020년~) 사업으로 의료·항공 분야 부품 제조를 위한 초정밀 부품 제조 및 신뢰성 평가기술을 개발할 계획이다.

넷째로 뿌리산업 고도화를 위한 제품 제조 공정기술 개발과 관련한 배경 및 목표를 살펴보면 우수한 소재라 하더라도 소재를 부품으로 가공하는 압출, 단조, 용접 등 뿌리기술이 뒷받침되지 않으면 제품화가 곤란하다. 실례로 플랜트는 판재 용접 후 일정 수준의 내부식성 및 강도 확보, 자동차·항공은 복잡형상 부품가공 및 경량화, 의료는 인공관절·치아의 인체 초기 정착이 중요하다. 특히 제품 제조과정에서 다량의 스크랩 발생 시 제조비용 및 최종 제품가격이 상승해 경쟁력 확보가 곤란하다. 기존 절삭가공에 의한 인공관절 제조 시 스크랩이 30~50%가량 발생하고 있다.

이러한 뿌리산업 고도화를 위한 제품 제조 공정기술은 타이타늄 제품 제조과정에서 부산물 발생을 최소화하고, 고품질의 최종 제품으로 제조·가공하는 뿌리기술을 의미한다. 이를 위한 기술 확보 전략으로 기술 협력에 따라 양국 간 제품 교역량 증가 등 상호 이익에 부합하는 제품화 기술은 국제협력을 통해 확보한다는 계획이다. 이와 관련한 개발내용을 살펴보면 Loss-Free형 부품형상화 기술 및 고정밀·고성능 제품 제조를 위한 주조·단조·용접 등 뿌리공정기술 개발을 추진한다는 방침이다. 이를 위해 1단계(2015~17년) 사업으로 손실 최소화를 위한 형상 설계 및 전산해석기술, 접합부 형상설계기술, 고정밀 압출단조 시스템 설계기

“타이타늄은 국방, 항공 분야에 제한적으로 사용되었으나, 최근에는 자동차, 레저 등 일반 산업으로 적용이 확대되는 추세이다. 더불어 3D 프린팅 시대에 산업 경쟁력 강화를 위한 핵심 소재로 부각되고 있다. 3D 프린팅의 확산으로 산업 구조가 소품종 대량생산에서 다품종 소량생산으로 전환될 것으로 예상되고 있다.”

술 개발을 추진한다. 이후 2단계(2018~19년) 사업으로 급속응고 제어기술, 가변단면 형상 튜브 정밀 제조기술, 튜브 성형성 향상기술 등 고성능·고신뢰성 공정기술 개발을 추진한다. 마지막으로 3단계(2020년~) 사업으로 물리·전기적 특성에 대한 신뢰성 평가기술을 확보한다는 계획이다.

생활소재용 세라믹소재 제조기술 개발과 관련한 배경 및 목표를 살펴보면 세라믹소재는 자동차·가전의 고급 안료, 제지·섬유·화장품의 첨가제 등 산업 전반에 광범위하게 사용되는 필수 소재다. 최근 자동차·가전은 색상·디자인이 제품경쟁력을 좌우하고 있으며, 미용에 대한 관심 증가로 화장품산업이 꾸준히 성장하고 있다. 국내에서도 건설용 안료로 사용되는 저급 소재를 일부 생산하고 있으나 고급 소재는 전량 해외 수입(1조 원)에 의존하는 상황이다. 이러한 생활소재용 세라믹소재 제조기술은 자동차, 가전제품, 토너 등에서 필수 소재로 사용되는 고성능·고순도의 세라믹소재(TiO₂) 제조기술을 의미한다. 이를 위한 기술 확보 전략으로 다수의 업체가 기술을 보유하고 있고, 양국의 상호 이익에 부합하는 제품화 기술은 국제협력을 추진한다는 계획이다.

이와 관련한 개발내용을 살펴보면 고분산성, 고백색도, 자외선 차단성이 뛰어난 세라믹소재를 개발하고, 국내·외 업체에 대량 공급한다는 방침이다. 이를 위해 1단계(2015~17년) 사업으로 타이타늄 원천소재로부터 연속산화 공정을 통해 직접 고급 세라믹소재를 제조하는 기술 개발을 추진한다. 이후 2단계(2018~19년) 사업으로 고품질 세라믹소재 생산을 위한 형상·입자 정밀 제어 및 양산화 최적화 기술 개발을 추진한다. 마지막으로 3단계(2020년~) 사업으로 나노입자 분산 제어, 물성 신뢰성 평가 기술 개발을 추진한다는 계획이다.

산업별 특성을 고려한 전략적 시장 진출 추진

조선·플랜트 등 주력산업은 낮은 제조원가가, 의료·항공 등 첨단산업은 까다로운 시험·인증 통과가 시장 진출의 관건으로 꼽힌다. 이에 따라 주력산업과 첨단산업별 시장 특성에 맞게 차별화된 시장 진출을 추진 하되 상대적으로 시장 진입이 용이한 주력산업을 우선 공략한다는 방침이다.

이를 위해 단기사업으로 국내 주력산업과의 연계를 통한 시장 확대를 도모하는데, 주력산업 R&D 사업 추진 시 타이타늄 소재·부품을 우선 적용할 계획이다. 이와 관련, 타이타늄 소재·부품 조기 상용화를 위해 자동차, 조선, 플랜트 등 정부 R&D 사업 추진 시 소재·부품 우선 적용을 유도하고, 주력산업별 R&D 로드맵 수립 시 타이타늄 소재·부품 적용 방안을 강구토록 관련 규정을 개정(2017년, 기술혁신사업 공통 운영요령 개정)할 방침이다.

또한 발전·플랜트 등 대규모 실증사업을 통한 성공모델 창출을 위해 발전·플랜트 등 운용실적(Track Record)이 필요한 분야에 대해 소재기업과 수요기업이 공동 참여하는 실증사업을 추진(2020년)한다. 이와 관련해 민간기업 중심으로 실증을 추진하되 새로 개발된 제품의 적용에 따른 수요기업의 리스크 완화 차원에서 정부가 일정 재원을 매칭하고, 동 실증 결과를 바탕으로 수요기업과 소재기업의 해외시장 동반 진출을 추진한다는 계획이다. 더불어 표준 개발 및 제품인증제도 도입을 통한 신뢰성 강화와 관련해 타이타늄산업의 체계적인 표준화를 위해 국가표준 코디네이터를 신규 지정하고, 연구 개발 단계부터 참여를 유도(2015년)한다. 레저용품, 안경테, 액세서리 등 소비재에 대해 국가표준(KS) 및 시험·인증기준 마련, 시험·인증기관 지정 등 인증제도도 도입(2020년)할 계획이다.



다음으로 중장기사업으로 첨단산업 분야 해외시장 진출을 지원한다. 관계부처 및 수요산업과의 협력적 네트워크를 구축하기 위해 1~2단계(2015~19년) 사업으로 초기부터 국방·의료 분야 전문가가 연구 개발에 참여해 최종 수요산업의 요구를 반영한 기술 개발을 추진한다. 이와 관련, 다양한 분야의 민간 기업·연구소의 적극적인 참여를 유도하기 위해 관계부처 공동으로 소재·부품 개발, 인프라 구축 등을 추진한다. 이후 3단계(2020년~) 사업으로 방위사업청(국방·항공), 식약처(생체의료) 등 관계부처의 다양한 실증사업을 활용, 운용실적 확보를 지원한다. 이때 국방·의료 분야 현지 시장 및 법·제도 정보 제공, 인증 취득, 인·허가 등을 밀착 지원한다는 계획이다.

또한 대·중소기업 해외시장 동반 진출을 지원하는데, 이를 위해 정부, 수요기업, 소재기업이 공동 참여하는 '타이타늄산업 해외진출협의회'를 구성해 해외 진출 경험 공유 및 동반진출사업 등을 발굴(2015년)한다는 방침이다. 더불어 해외무역관을 통해 미국, 유럽 등 대규모 프로젝트 정보를 제공하고, 정부 간 산업협력 채널을 통해 국내 기업 수주를 측면 지원한다. 이외에도 KOTRA의 해외 전시회 참여 등을 통해 해외시장 진출을 적극 지원한다는 계획이다.

산업발전 생태계 조성

산업발전 생태계 조성 관련 2가지 단계별 추진전략을 펼치는데, 추진전략은 인력 양성, 시험·장비 등 인프라 구축과 산업 집적 및 관련 기업 성장 지원이다.

우선 인력 양성, 시험·장비 등 인프라 구축과 관련해 국내 금속소재 전문 연구소 등에 신뢰성 평가를 위한 국제공인시험기관 수준(KOLAS)의 시험·분석 및 Pilot Plant 장비를 구축(2015~19년)한다. 또한 대학교, 연구소 등의 전문가를 활용해 뿌리기업의 신뢰성 평가, 공정 개선, 시제품 제작 등을 지원한다.

더불어 타이타늄산업 전문대학원 육성과 관련해 연구 개발 인력을 체계적으로 육성하기 위해 관련 커리큘럼 개발, 실습 기자재 구축 등을 지원(2020년)한다. 또한 선진기술 조기 습득 및 해외 인증 취득 지원을 위해

분야	협력 방안
원천소재 제조	화학야금 제련(러시아, 우크라이나), 타이타늄 염화(일본, 독일), 아크 용해(노르웨이) 등과 공동기술 개발
항공부품 개발	미국(Boeing), 유럽(Airbus) 등과 저온·고속 프레스 성형, 저온·고속 확산·접합, 3차원 복잡형상부품 제조 등에 대해 공동기술 개발 및 시험·인증 취득 협력
생체의료부품 개발	독일과 뼈 골지체 형상 기공 제어, 금속지지체 제조기술 공동 개발 및 인·허가 취득 협력

〈표 3〉 분야별 국제협력 방안(안)

미국, 독일 등 해외 기술자 초청, 기술 자문을 지원(2020년)한다. 이외에도 소재·부품 선도국과의 국제 공동연구를 추진하는데, 단기간에 선진 기술을 습득하기 위해 미국, 러시아, 독일 등과의 타이타늄 소재 제조 및 항공·의료산업 제품 공동 개발을 추진할 계획이다.

다음으로 산업 집적 및 관련기업 성장 지원과 관련, 타이타늄산업을 체계적으로 육성하기 위해 지역 전략산업, 인프라, 산업발전 가능성 등을 고려, 타이타늄산업 U-벨트를 구축한다. 이때 지역별 기능에 맞게 원천소재 제조 설비 구축, 기업지원 인프라 구축, 인력 양성 등을 집중 지원할 계획이다.



〈그림 3〉 타이타늄산업 U-벨트 개념도

또한 원천소재 항공정 설비 입지 확보를 지원하는데, 원활한 항공정 설비 입지 확보를 지원하기 위해 정부·지자체가 소재기업과 지역주민 간 원활한 소통을 지원(2018년)한다. 입지 확보 초기단계부터 소재기업의 지역 경제 기여를 유도하는 한편 주민에게 일자리, 소득 증가 등 지역산업 파급 효과를 설명한다는 계획이다. 더불어 '산업엔진펀드'를 활용해 중소·중견기업 성장에 지원하는데, 1조2000억 규모 산업엔진펀드를 활용, 성장성을 보유한 중소·중견기업 또는 기술력 있는 해외기업 M&A를 지원한다.

한편 법·제도 기반 구축을 위한 단계별 추진전략으로 안정적 원료 수급 및 자원 재활용 체계 구축, 산업발전 기반 조성이 추진된다.



쌍용차 티볼리



친환경차 경쟁에 비철금속 수요 증가

전기자동차 등 친환경 자동차 개발이 속도를 내면서 구리, 알루미늄, 마그네슘 등 비철금속 3종이 주목받고 있다. 구리, 알루미늄, 마그네슘은 자동차 에너지 효율을 높이기 위한 경량화 기술의 핵심 소재다.

전기차, 기존 자동차 대비 3배 이상의 구리 사용

시장조사기관 IHS에 따르면 세계 전기차시장 규모는 지난해 210만 대에서 연평균 24% 성장해 2020년 770만 대에 달할 것으로 전망된다. 특히 내연기관이 있지만 외부 플러그를 통해 배터리 충전이 가능한 '플러그인 하이브리드 전기차(PHEV)' 시장은 지난해 10만 대에서 2020년 170만 대로 17배 성장할 것으로 예상되고 있다. 이러한 전기차의 핵심 부품은 대부분 비철금속이다. 배터리 소재는 알루미늄 29%, 구리 25%, 리튬 5%, 플라스틱 11%다. 전기모터 소재도 철강이 50%, 구리 34%, 마그

네틱이 8%를 차지한다. 업계에서는 기존 2000cc급 자동차를 전기차로 전환할 경우 대당 80kg 이상의 구리가 쓰일 것으로 보고 있다. 기존 자동차 대비 3배 이상의 구리가 쓰이는 셈이다.

차량 경량화 위해 알루미늄 수요 증가

환경 규제가 강화되면서 차체 경량화 소재인 알루미늄의 수요도 급증하는 추세다. 알루미늄의 중량은 철의 3분의 1이다. 유럽에서는 2021년 차량의 이산화탄소 배출량을 km당 95g 이하로 유지해야 하고, 2025년에



재규어 XE



포드자동차 F150



포르쉐의 911GT3 RS

2015 서울모터쇼에 출품한 르노삼성차의 '리터카'로 불리는 이오랜. 경량화를 위해 알루미늄 및 마그네슘 소재 지붕 등을 적극 활용했다.

“자동차 연비 경쟁이 치열해지면서 차량용 알루미늄 판재 수요가 2010년 이후 매년 30%씩 증가하는 추세다.”

-알루미늄 판재 생산업체 '노벨리스'-

는 km당 70g 이하로 낮춰야 한다. 아우디코리아가 지난해 선보인 A8 모델은 차체 전체를 초경량 알루미늄으로 만들어 동급 차량보다 무게를 40%가량 줄였다. 재규어코리아도 지난해 XE 차체 75% 이상을 경량 알루미늄으로 제조해 연비 성능을 동급 차량보다 20% 이상 개선했고, 포드자동차도 픽업트럭 F150 차체를 100% 알루미늄으로 생산했다. 알루미늄 판재 생산업체인 노벨리스 측은 “자동차 연비 경쟁이 치열해지면서 차량용 알루미늄 판재 수요가 2010년 이후 매년 30%씩 증가하는 추세”라고 밝혔다.

더 가벼운 차를 위해 마그네슘 소재 적용

상용금속 중 가장 가벼운 금속소재로 꼽히는 마그네슘도 인기다. 포스코는 2009년부터 마그네슘 소재를 사용해 초경량 자동차용 판재를 개발했다. 포스코는 지난 3월 포르쉐의 신형 911GT3 RS 지붕에 마그네슘 판재를 세계 최초로 적용해 차량 무게를 이전 모델보다 약 10kg 줄였다. 쌍용차 티볼리 차체의 72%에도 포스코의 고장력강판이 쓰였다. 르노의 '뉴 SM'에는 마그네슘 내장재가 적용되는 등 최근 공급처가 늘고 있다.





2015년 하반기 및 2016년 국내 · 외 경제 전망

올해 들어 국내 경제의 성장 활력은 뚜렷한 저하 추세를 보이고 있다. 상반기 성장세는 연율 2% 초반의 낮은 수준에 머물렀다. 세계 교역환경이 악화되면서 수출 부진이 더 심해진 데다 메르스 사태의 충격으로 소비도 위축됐기 때문이다. 하반기 이후 실물경기의 향방을 살펴보기 위해 국내 경제를 둘러싼 경제환경을 알아보고 전망해 보도록 한다.

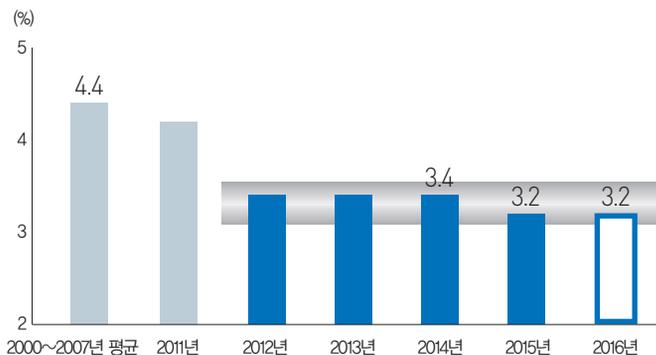
강중구 [LG경제연구원 경제연구부문 연구위원]

세계 경제 미진한 성장 지속

1분기 미국 경제가 0%대 성장에 머물면서 세계 경제는 불안한 출발을 보였으나 유로존의 성장세가 높아지고 미국도 2분기 들어 지표들이 개선되면서 회복 흐름은 이어지고 있다. 다만 선진국의 꾸준한 성장에도 불구하고 중국의 성장 둔화와 브라질, 러시아 등 주요 개도국의 경기침체로 세계 경제는 미진한 성장에 머물고 있다. 지난해 말 이후의 급격한 유가 하락으로 선진국 소비시장은 긍정적인 영향을 받고 있지만 원자재 수출 비중이 높은 개도국은 수출 부진과 외환시장 불안으로 경제환경이 악화되는 모습이다.

선진국의 상대적인 호조와 개도국의 경제 둔화 현상은 당분간 이어질 것으로 예상된다. 미국은 고용 확대로 가계 소비여력이 높아지는 선순환이 예상돼 세계 경기를 선도하는 역할을 할 것이다. 유로존도 통화약세에 따른 수출경쟁력 제고, 저유가에 따른 구매력 확대에 힘입어 상반기의 성장세를 이어갈 전망이다. 그러나 소비부진으로 내수주도 성장 전환의 어려움을 겪는 중국 경제는 앞으로도 성장 저하 추세가 이어질 것으로 예상되며, 경착륙 우려도 지속적으로 제기될 것이다. 배럴당 50달러대의 저유가도 지속되면서 수출 및 원자재 의존도가 높은 개도국 경제를 어렵게 하는 요인이 될 것이다.

미 연방준비제도가사회는 9월에도 금리를 동결시켰지만 미국 금리인상 시점이 다가옴에 따라 향후 인상 논의가 본격화되면서 글로벌 통화정책의 흐름이 바뀔 것이다. 세계 경제가 그동안 미진하지만 성장세를 유지해온 것에는 완화적인 통화정책이 뒷받침해줬기 때문이다. 그러나 미국의 금리인상에 대한 기대가 시장에 반영되기 시작하면서 점차 저금리와 양적 완화가 세계 수요를 유발하는 힘이 약해지고 금융시장의 출렁임도 커지면서 개도국 리스크가 확대될 전망이다. 더욱이 낮은 원자재 가격이 지속되면서 취약 개도국의 재정여력이 계속 줄어들고 국가 리스크가 커지는 등 금융시장의 불확실성은 수시로 재발할 수 있다.



〈그림 1〉 3%대 초반 저성장 터널에 갇힌 세계 경제
주 : 2015년, 2016년은 LG경제연구원 전망치

선진국 꾸준한 성장, 세계 경제 파급 효과는 약화

주요국을 중심으로 세계시장 환경을 조금 더 살펴보면 먼저 미국은 하반기 성장세가 다소 둔화되더라도 올해 2% 중반 성장을 유지할 것으로 예상된다. 실업률이 떨어지는 등 고용상황이 개선되면서 민간소비가 향후 미국의 성장을 주도할 것으로 예상된다. 내년까지는 경기 상승에 따른 과열압력이 그리 높지 않을 것으로 전망된다. 고용 확대가 꾸준히 이어지지만 고용률은 아직 59%로 위기 이전의 63%에 비해 낮아 고용 증가에 따른 임금 상승압력이 내년까지는 크게 높아지지 않을 것으로 예상된다. 저유가로 소비자물가 상승압력도 크지 않을 것으로 보인다. 주택가격도 추

가적인 상승 여지가 남아 있는 것으로 판단돼 소비에 긍정적 영향을 줄 전망이다. 다만 달러 강세로 수출이 둔화되고 금리인상이 예상되는 점은 빠른 경제회복의 제약요인이 될 것이다. 금리인상은 자산가격 상승속도를 낮추고 가계의 소비성향을 저하시키는 요인으로 작용할 것이다.

유로존은 지난해 2분기 저점을 지난 이후 회복세를 이어가고 있다. 유로 약세에 따른 수출 증가, 양적 완화 정책의 부양 효과, 저유가에 따른 가계 및 기업의 재무상황 개선 등 긍정적 환경변화의 결과다. 유로존은 3분기 연속 연율 1%가 넘는 성장률을 기록 중이며, 물가상승률도 높아지면서 디플레이 우려가 크게 감소했다. 통화약세 효과, 저유가 효과가 점차 줄어들면서 성장속도는 다소 둔화될 것으로 예상되지만 플러스 성장이 이어갈 것으로 전망된다. 반면 일본은 엔저와 저유가 등 긍정적인 환경 변화에도 불구하고 가계소비 부진이 이어지면서 2분기 마이너스 성장하는 등 뚜렷한 회복세를 보이지 못하는 상황이다. 기업 수익성 개선이 가계소득으로 이어지지 못하는 데다 가계의 소비심리도 위축되고 있기 때문이다. 향후 일본의 경제성장세는 잠재성장률 수준인 0%대 중반으로 점차 낮아질 것으로 예상된다.

선진국은 꾸준한 성장에도 불구하고 세계 경제에 미치는 영향이 크지 않을 것으로 보인다. 미국의 소비지출 비중 변화를 보면 헬스케어나 통신 수요는 확대되는 반면 금융위기 이후 TV, 가전, 자동차 등 내구재 소비 사 이클은 미미해진 상황이다. 교체주기가 길어지고 새로 소비를 주도하는 품목이 적어졌음을 의미한다. 고령화나 오바마케어정책 등으로 제약, 의료 등 헬스케어 소비는 확대를 지속할 것이나 TV, 가전 등 내구재 수요는 빠르게 회복되지 못하면서 세계 교역 증가를 견인하는 힘은 크지 않을 것이다. 유로존과 일본의 경우에도 플러스 성장을 지속하는 데는 주로 통화 약세에 따른 순수출 증가가 기여했기 때문이다. 통화가치 하락으로 인한 수입 수요는 오히려 위축되면서 세계시장에 미치는 파급 효과는 약해진 모습이다.

개도국 성장부진, 세계 교역 둔화 이어져

개도국의 성장 둔화는 뚜렷해진 모습이다. 중국 경제는 6월 이후 주식시장이 세 차례 폭락을 경험하고 정책당국의 갑작스러운 평가절하까지 단행되면서 경착륙 우려가 커지고 있다. 수출 부진과 이에 따른 기업 수익성 저하로 제조업 부문이 빠르게 둔화되면서 광공업 성장률(명목기준)이 지난해 5.1%에서 올 상반기 1.2%로 낮아졌다. 3분기 들어서도 수출 감소세가 이어지고 제조업 PMI지수가 3년래 최저치를 기록하는 등 실물경제는 둔화흐름을 보이고 있다. 향후에도 세계 교역 부진으로 중국의 제조업 둔화 현상은 계속될 전망이다. 그러나 중국의 성장률은 급격하게 추락하기보다 6%대 중반으로 완만한 하향세를 보일 가능성이 높다. 중국 가계 자산에서

주식이 차지하는 비중이 5% 이하로 낮은 수준이어서 주식시장과 실물경기의 연관성은 높지 않은 상황이다. 제조업의 위축이 지속되겠지만 서비스산업이 꾸준히 성장하면서 빠른 성장하락을 막아줄 것으로 예상된다.

브라질, 러시아 등 원자재 수출 의존도가 큰 거대 개도국은 침체를 이어갈 것으로 보인다. 낮은 원자재 가격과 미국 금리인상, 중국 경제 둔화 등의 여파로 자국 통화 가치가 급변동하는 모습이 반복될 것으로 예상된다. 재정적자 누적, 환율 불안에 따른 고금리 상황 등도 소비 및 투자에 부정적 영향을 미칠 것이다. 원자재 의존구조 개선을 위한 투자도 어려움을 겪으면서 저성장 기조가 장기화될 가능성이 크다.

개도국 성장 둔화는 세계 교역 부진과 제조업 둔화로 이어지고 있다. 올해 들어 세계 교역의 물량 증가율은 2%대 초반에 머물러 지난해 3.3%보다 더 낮아졌다. 유가 하락으로 수출단가가 급락하면서 교역금액은 두 자릿수 이상 감소했다. 중국이 가공무역을 줄이고 내수 서비스산업 중심의 성장을 지속하면서 국가 간 분업구조가 약화되는 것으로 보인다. 장치산업, 첨단부품산업에서 생산능력을 높여가는 중국은 수입품의 자국산 대체를 통해 수출 감소를 극복하고 있다. 선진국의 수입 수요가 크지 않은 것과 겹치면서 세계 교역은 성장 대비 부진한 모습을 보이고 있으며, 이러한 현상은 중기적으로 지속될 가능성이 높다.

배럴당 50달러 내외 저유가 기조 이어질 전망

저유가 기조도 당분간 지속될 것이다. 낮은 유가에도 불구하고 석유수요가 별로 늘어나지 않는 데다 공급 여력은 계속 확대될 것이기 때문이다. 세계 경제성장세가 낮아지는 가운데 특히 제조업이 위축되면서 석유수요가 둔화되는 모습이다. 그동안 석유수요 증가를 주도해 왔던 개도국의 경우 올 상반기 석유수요 증가량이 전년 동기 대비 절반 수준으로 떨어졌다. 저유가에도 불구하고 환율 상승과 에너지보조금 축소 등으로 석유소비 확대가 제한됐다. 국제에너지기구(IEA)는 세계 석유수요 증가량이 올해 160만 b/d에서 내년 140만 b/d로 줄어든 것으로 내다보고 있다.

반면 석유 공급능력 확대 흐름은 내년에도 이어질 것이다. 타이트오일 생산기업들의 사업 효율화 노력으로 원유 생산성이 향상되고 있기 때문이다. 중동 산유국도 증산을 고수할 수밖에 없을 것이다. OPEC이 감산하면 유가는 오를겠지만 미국 타이트오일의 증산이 재개되면서 OPEC의 시장점유율이 빠르게 축소될 것이기 때문이다.

다만 최근 40달러대까지 낮아진 유가를 균형 수준으로 보기는 어렵다. 미국 타이트오일의 평균 생산단가가 65달러에 달하기 때문이다. 원유 재고가 크게 높아져 있고, 미국 금리인상과 관련된 금융시장 불안도 상당하기 때문에 단기적으로 유가가 더 떨어질 가능성도 있지만 연초와 같이 수지가 맞지 않는 타이트오일의 생산이 조정되면서 급락 현상은 점차 진정

될 것으로 보인다.

내년에도 평균 유가는 두바이유 기준 50달러대 초반 수준이 예상된다. 그러나 이란이 본격적으로 증산에 나설 경우 유가가 더 낮아질 수 있다. 미 상원에서 이란 핵 합의에 대한 최근의 불승인 시도가 무산됨에 따라 이란의 증산 가능성은 더 높아진 것으로 판단된다. EIA는 이란이 내년 하반기에 70만 b/d를 증산하면 유가가 5~15달러 하락 압력을 받을 것으로 추산하고 있다. 원유 수송 인프라와 유전 상태 등이 이란의 원유 증산 속도를 좌우할 것으로 보인다.

(단위: %)

	2014년	2015년		2016년	
	연간	상반기	하반기	연간	연간
세계경제(PPP)	3.4	3.2	3.1	3.2	3.2
선진국	2.0	2.2	2.2	2.2	2
미국	2.4	2.8	2.2	2.5	2.2
일본	-0.1	-0.1	1.7	0.8	0.7
유로	1.1	1.1	1.3	1.2	1
개도국	4.7	4.2	3.9	4.1	4.2
아시아	6.8	6.7	6.5	6.6	6.3
중국	7.3	7	6.8	6.9	6.5
인도	7.2	7.3	7.2	7.3	7.1
중남미	1.7	0.3	-0.3	0	0.5
브라질	0.2	-2.1	-3	-2.6	-1.3
중동·북아프리카	2.8	2.4	2.2	2.3	2.2
아프리카	4.8	4.4	4.3	4.4	4.3
러시아	0.6	-3.4	-4	-3.7	-0.5
동구	2.7	2.5	2.3	2.4	2.9
엔/달러 환율(평균)	106	120	123	121	125
달러/유로 환율(평균)	1.33	1.12	1.1	1.11	1.07
위안/달러 환율(평균)	6.16	6.22	6.38	6.3	6.55
국제유가(두바이, 달러/배럴)	96.7	56.2	48.8	52.5	51.3

〈표 1〉 세계 경제 주요 지표

미국 금리인상과 중국 경기 우려로 글로벌 금융 불안 지속될 전망

올해 글로벌 금융시장은 높은 변동성을 보였다. 미국의 금리인상, 유가 하락 및 중국 경기 우려 등으로 투자심리가 전반적으로 악화된 가운데 경제여건이 취약한 신흥국을 중심으로 자본 유출이 확대됐다. 불안요인들은 앞으로 계속 이어지면서 내년에도 글로벌 금융시장의 변동성이 줄어들기는 어려울 것으로 보인다.

글로벌 경기 둔화와 금융 불안으로 미국의 정책금리 인상이 어려워질 것이라는 견해가 있지만 경제상황이 추가로 악화되지 않는다면 올해 안에 첫 인상을 단행할 가능성이 높다. 향후 글로벌 금융시장에 미치는 영향을 고려해 금리인상 속도는 과거보다 완만할 것이다. 최근 금융시장에는 미 연준이 올해 중 한 차례, 내년 중 두 차례 남짓 금리인상에 나설 것이라는 예상이 반영돼 있다. 시중금리는 정책금리에 비해서는 더 빠르게 오

를 것으로 보이지만 내년 중 높은 불확실성으로 안전자산 선호경향이 확대될 수 있어 상승세는 완만할 것이다.

반면 유로존은 내년에도 통화완화기조를 이어갈 전망이다. 유럽중앙은행(ECB)은 적어도 내년 9월까지 양적 완화를 지속하겠다고 공언한 바 있으며, 대내외 불안요인에 따라 추가 완화 가능성도 제기된다. 일본의 경우 중소기업 부담 및 수입물가 상승 등 엔저의 부작용이 누적되고 있어 추가 완화보다 현재의 규모를 유지할 가능성이 더 높아 보인다.

신흥국들도 경기 둔화에 대응할 수 있는 방안이 마땅치 않아 통화완화에 더욱 의존할 것으로 보인다. 다시 성장으로 무게 추를 옮긴 중국은 내년에도 금리 및 기준을 인하를 통해 경기부양을 도모할 전망이다. 자원수출국들도 금리인하에 나서며 원자재 가격 하락의 충격을 완화시키려 할 것이다. 브라질, 베네수엘라 등 자본 유출이 심한 국가들은 수입물가 안정을 위해 금리인상이 불가피할 것으로 보인다.

내년에도 미국과 주요 선진국의 통화정책 차별화가 지속되면서 달러는 강세 흐름을 보일 전망이다. 그러나 미국 금리인상에 대한 기대가 올해 미리 반영됐다는 점을 감안하면 향후 달러의 추가 강세폭은 올해만큼 크지 않을 것이다. 미국의 무역수지 적자 압력이 커지는 점, 중국 등 신흥국 불안이 지속되는 점도 금리인상 속도를 늦추고 강달러를 제한하는 요인이다. 최근 평가절하를 단행한 위안화는 앞으로도 약세를 이어갈 것이다. 중국 경제에 대한 투자자들의 우려가 높아 자금 유출 압력이 크다. 중국 정부가 수출경기 회복을 위해 완만한 수준의 위안화 절하를 용인할 것으로 예상된다. 내년 위안화는 올해보다 3%가량 절하된 달러당 6.55위안 수준을 기록할 전망이다.

국내 경제 2%대 중반 저성장 지속

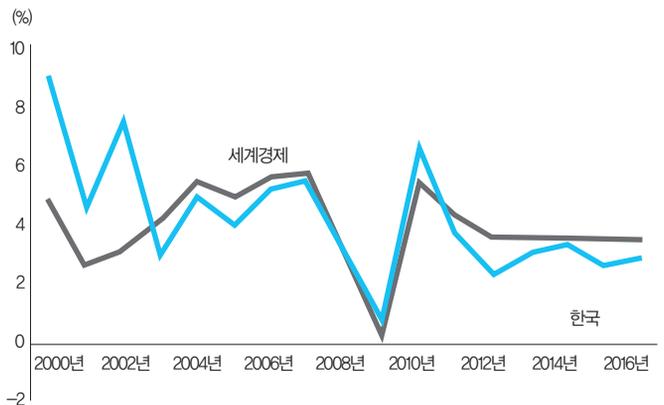
하반기에는 메르스 충격이 사라지는 데 따른 반등 효과와 추경에 따른 재정부양 효과로 인해 성장세가 상반기보다 높아질 것으로 전망된다. 그러나 미국 금리인상 우려로 세계 경제의 불확실성이 확대되고 있어 수출 회복을 기대하기 어려운 상황은 여전하다. 이로 인해 경기의 본격적인 회복을 전망하기는 힘들며, 하반기에도 3%를 밀도는 성장세가 이어질 것으로 예상된다. 올해 국내 경제성장률은 연간 2.6% 수준에 머물러 세계 경제성장률을 크게 하회할 것으로 전망된다.

저유가 지속에도 소비는 뚜렷이 개선되기 어려울 것이다. 우리 경제의 장기 활력 저하 우려가 커지면서 미래에 대비해 소비를 줄이는 경향이 심화될 것으로 예상된다. 다만 수요 부문 중 건설투자는 꾸준한 증가세를 보일 전망이다. 올해 주택분양 물량이 크게 늘어나면서 올 하반기부터 내년까지 주택건설 확대가 이어질 것으로 보인다.

수출 부진 역시 장기화될 가능성이 크다. 선진국의 수요 회복이 헬스케

어 등 서비스산업을 중심으로 이뤄지면서 수입 증가로 이어지지 못하는 상황이다. 중국을 중심으로 수입품의 국산 대체가 빠르게 진행되면서 세계 분업구조도 약해지고 있다. 내년에 원화가 올해보다 평균적으로 절하될 것으로 예상되지만 경쟁국 환율도 같이 절하돼 수출 개선 효과는 미미할 것이다. 수출 부진은 제조업 성장 둔화로 이어지면서 투자 활력을 떨어뜨리고 생산성 증가세도 저하시키는 요인이 될 것이다.

내년 성장률은 2.7%로 올해와 유사한 수준에 머물 것으로 전망된다. 메르스 충격으로 소비가 위축된 데 따른 반등 효과가 내년에 나타난다는 점을 감안할 때 실질적인 경제의 성장활력은 더 떨어지는 것으로 볼 수 있다. 중기적으로 우리 경제의 성장률 하락 추세는 계속될 것으로 보인다. 2017년부터 생산가능인구가 감소 추세로 전환되면서 노동력 부족에 따른 생산 둔화 현상이 본격화될 것이기 때문이다. 기술경쟁력 회복이나 새로운 수요 창출을 통한 돌파구를 찾지 못한다면 우리나라 잠재성장률은 2020년 이후 1%대까지 빠르게 낮아질 가능성이 크다.



(그림 2) 글로벌 금융위기 이후 한국 성장률, 세계 성장률 지속 하회

불확실성 확대, 소비성향 하락으로 내수 부진 지속

유가 급락으로 가계의 실질구매력이 높아졌지만 소비는 부진에서 벗어나지 못하는 모습이다. 유가 하락이 소비에 영향을 미치는 시차를 고려할 때 올 2분기부터 소비 회복이 예상됐지만 메르스 사태 발생으로 소비 심리가 크게 위축됐기 때문이다. 향후 메르스 충격이 사라지고 저유가도 지속되면서 소비는 다소 호전될 여지가 있다. 저유가로 주유비 부담이 줄어드는 규모는 가계소득의 1%에 달하는 것으로 추정된다. 주택경기도 내년까지는 긍정적인 흐름이 이어지면서 자산 효과에 따른 소비증가가 기대된다. 그러나 소비의 본격적 회복을 기대하기는 어려운 상황이다. 기업 수익성 악화로 임금 상승 압력이 크지 않은 가운데 그동안 빠르게 늘었던 고용이 계속 둔화되면서 가계소득 확대가 어려워질 것으로 예상된다. 더욱이 장기 성장에 대한 기대가 계속 하락하면서 미래에 대비해 소비를 줄

이는 경향은 더욱 심해질 것으로 예측된다. 이에 따라 민간소비 증가율은 올해 1% 증반에서 내년 2% 초반 수준으로 완만한 상승에 머물 것으로 전망된다.

최근 설비투자는 경기흐름에 비해 높은 상승세를 보이고 있다. 상반기 중 전년 동기 대비 5.4% 증가했으며, 7월 설비투자지수도 전년 동월 대비 6.9% 증가했다. 그러나 이는 기업들이 국내·외 경제에 대한 낙관적 기대를 바탕으로 투자에 나서고 있다기보다 불확실한 경제상황이 장기간 이어지면서 더 이상 투자를 미루기 어려워졌기 때문인 것으로 해석된다. 기업 수익이 크게 개선되지 못하는 상황에서 매출성장은 부진을 이어가고 있으며, 기업들의 경기 인식도 지속적으로 악화되고 있기 때문이다. 투자 전망이 밝지 못한 상황에서 경쟁력 유지 차원에서 설비투자 증가세가 이어지고 있는 것이다. 이를 감안하면 향후 설비투자 활력은 둔화될 가능성이 크다. 수출 부진이 장기화되면서 전체 설비투자의 47.2%(2014년 기준)를 차지하는 제조업 부문의 성장 전망이 밝지 못한 상황이다.

주택건설 투자만큼은 다른 수요 부문과 달리 당분간 비교적 높은 증가세를 기록할 것이다. 최근 수도권을 중심으로 매매가격이 상승하고 거래량도 늘어나는 등 주택경기가 회복세를 보이고 있다. 주택건설 확대에도 불구하고 전세시장의 초과 수요 상황이 여전히 해소되지 못하면서 매매 전환수요가 늘어났기 때문이다. 올해 주택분양 규모는 42만 호로 2006년 이후 최대 수준을 기록할 것으로 예상된다. 미분양 주택 수가 크게 줄어든 점과 함께 DTI, LTV 규제 완화, 청약제도 개선 등 정부정책에 대한 기대도 분양 확대에 기여했다. 늘어난 분양이 투자로 이어지면서 내년까지는 주택건설 투자가 비교적 높은 증가세를 기록할 것으로 예상된다. 그러나 국내 경제의 장기 성장 둔화 우려가 크기 때문에 주택가격 역시 본격적으로 오르지 못하는 것이다. 올해 늘어난 분양으로 인해 공급 부족 상황이 어느 정도 해소되면 주택경기 역시 진정세로 돌아설 가능성이 크다.

세계 교역 부진으로 수출 제자리 걸음 예상

올해 통관기준 수출은 8월까지 전년 동기 대비 6.1% 감소했다. 유가 급락으로 수출단가가 하락한 것이 주된 원인이지만 이와 함께 세계 교역 증가율도 크게 떨어지면서 수출물량도 둔화됐다. 올해 상반기 세계 교역물량 증가율은 1.5%로 지난해 3.3%보다 크게 낮아졌다. 실제 세계 경제성장에 대비한 세계 교역 탄성치는 2000년대 들어 하락 추세를 지속하고 있다.

부진한 수요를 차지하기 위한 경쟁은 더욱 치열해질 전망이다. 특히 유럽, 일본 등 통화약세 국가와의 가격 경쟁이 본격화될 것으로 예상된다. 대부분 산업에서 우리나라와의 기술 격차를 빠르게 좁히고 있는 중국은 위안화 약세를 바탕으로 저가공세를 강화할 것이다. 내년에 수출단가도 상승세로 돌아서기 어렵다. 저유가가 지속되는 가운데 공급 경쟁이 격화되고 있는 철강 등 소재산업이나 전기전자 부문에서 단가 하락 흐름이 이어질 것으로 보인다. 내년 우리나라 수출은 하락 추세를 멈출 것으로 보이지만 연간 2%대의 낮은 증가에 머물 가능성이 크다.

내수 부진으로 수입도 위축되면서 올해 수출과 수입을 합한 교역 규모는 다시 1조 달러 아래로 떨어질 것이다. 내년에 다소 늘어나겠지만 지난해 수준에 못 미치는 미진한 회복이 예상된다. 경상수지는 올해 1080억 달러를 기록할 것으로 예상되며, 내년에는 1160억 달러 수준으로 확대돼 GDP의 8.5%에 달할 전망이다. 세계적인 금융 불안으로 원/달러 환율이 약세를 보이면서 경상흑자를 확대시키는 요인이 될 것이다. 다만 저유가로 중동지역 건설 수주가 급감하고 대금지급이 연기되는 상황을 고려할 때 해외 건설수지 흑자는 감소 추세를 이어갈 것으로 보인다.

경제의 고용 흡수력 저하, 물가안정세 지속

글로벌 금융위기 이후 베이비부머 은퇴 세대의 노동시장 잔류로 성장에 비해 빠른 고용 증가 흐름이 이어졌지만 최근 고용 활력이 뚜렷이 떨어지고 있다. 지난해 53만 명에 달했던 취업자 증가 수는 올 들어 30만 명대에 머물고 있으며, 성장 대비 고용탄성치도 0.56을 기록해 지난해 (0.64)보다 낮아졌다. 그동안 고용 확대를 주도했던 도·소매, 음식숙박 등 전통 서비스 부문은 서비스업 평균에 못 미치는 낮은 생산증가율이 지속되면서 추가적인 고용 흡수가 더욱 어려워질 것이다. 빠르게 늘던 보건복지 부문의 취업자 증가 추세도 둔화될 것으로 보인다. 포괄간호 서비스 및 어린이집 예산 확대 등 정책 지원이 계속되겠지만 임금인상 등 복지 부문 일자리의 질적 개선 요구가 높아지면서 일자리 수 증가 추세는 주춤해질 것으로 보인다.

고령화에 따른 노동공급 둔화 현상도 점차 본격화될 것이다. 통계청 장래인구 추계에 따르면 15~64세 생산가능인구 증가율이 내년 0.2%로 낮



아지고 내후년에는 마이너스로 돌아설 전망이다. 50대 이상 은퇴연령층의 고용률이 사상 최고 수준으로 높아졌지만 고령화 추세를 감안할 때 추가적인 고용률 제고는 쉽지 않을 것이다. 수요 부진과 노동 공급 둔화를 고려할 때 내년 취업자 증가 수는 20만 명대로 둔화될 것으로 보이며, 실업률은 3% 후반을 기록할 전망이다.

저유가와 경기 부진이 겹치면서 소비자물가는 0%대의 낮은 상승에 머물고 있다. 지난해 4분기부터 유가가 급락했다는 점을 감안할 때 올 4분기부터는 전년 동기 대비 효과가 사라지면서 소비자물가 상승률이 1%대로 높아질 전망이다. 올해 연간으로는 0.8%를 기록해 역대 최저 수준에 이를 것으로 보인다. 원자재 및 농산물 가격 등 일시적 공급 충격에 따른 하향 효과나 담뱃세 인상에 따른 상향 효과 등을 제외하면 올해 실질적인 소비자물가 상승률은 약 1.5% 내외가 될 것으로 판단된다. 내년에도 저유가가 지속되겠지만 추가적인 하락은 크지 않을 것으로 보이고, 담뱃세 인상 효과도 사라지면서 소비자물가가 정상적인 흐름에 근접해갈 것이다. 내년 소비자물가 상승률은 1%대 중반 수준에 머물 것으로 전망된다.

원화 약세 지속되는 가운데 환율 변동성 확대

지난해 말 이후 달러당 1100원대에서 등락하던 원/달러 환율이 올해 하반기부터 크게 올라 1200원 선을 넘나들고 있다. 대규모 경상수지 흑자에도 불구하고 포트폴리오 투자자금이 더 빠르게 유출되면서 원화가치가 절하되는 모습이다. 다만 최근 원화가치 급락은 미국 금리인상과 중국 경제 충격에 대한 우려가 맞물리면서 불안심리가 급등한 데 따른 것으로 앞으로도 계속 이러한 수준이 지속되기보다는 시장 기대심리의 변화에 따라 등락하는 상황이 반복될 것으로 판단된다.

올해와 내년 1000억 달러를 넘어서는 경상수지 흑자가 예상되지만 원화는 올해 평균에 비해 약세를 보일 전망이다. 세계 금융시장 불안에 따른 자본 유출입이 우리 환율에 더 큰 영향을 줄 것으로 예상되기 때문이다. 실제 올해 큰 폭의 경상수지 흑자에도 불구하고 환율 흐름은 투자자금 유출입에 더 큰 영향을 받았다. 내년에도 미국과의 금리 격차 축소로 외국인 채권투자 유입이 줄어들고 연기금 해외 투자 및 수출대금 해외 예치도 늘면서 자본 유출이 지속될 전망이다. 올해에 비해 위안화와 엔화가 모두 약세를 보일 것으로 전망되는 상황에서 원화만 나홀로 강세를 보이기도 어렵다. 신흥국 위기 등 대외 불안요인도 빈번히 재연될 가능성이 높아 원화가치는 회복됐다가도 다시 하락하는 식의 등락을 거듭할 것으로 보인다. 원화 환율은 달러당 올해 평균 1135원, 내년에는 달러당 1175원 수준을 기록할 전망이다.

원화가치가 떨어지면서 그동안 유로화나 엔화에 비해 상대적으로 절상되던 흐름도 멈출 것으로 예상된다. 내년 평균 원/유로 환율과 원/100

엔 환율은 각각 1255원과 945원으로 올해와 유사할 것으로 전망된다. 원화와 위안화의 동조화 흐름이 지속되면서 원/위안 환율도 올해와 비슷한 위안당 179원 수준이 예상된다.

(단위 : %)

	2014년		2015년		2016년		
	연간	상반기	하반기	연간	상반기	하반기	연간
경제성장률(GDP)	3.3	2.3	2.8	2.6	3	2.6	2.7
(민간소비)	1.8	1.6	1.8	1.7	2.4	2	2.2
(건설투자)	1	1.2	5.3	3.4	3.6	2.7	3.1
(설비투자)	5.8	5.4	2.1	3.7	1.8	1.4	1.6
통관수출 증가율	2.3	-5.2	-7.4	-6.3	1.9	3.8	2.8
통관수입 증가율	1.9	-15.5	-14.2	-14.9	2.8	0.9	1.8
경상수지(억 달러)	892	523	563	1,086	494	666	1,160
소비자물가 상승률	1.3	0.5	1	0.8	1.3	1.5	1.4
실업률	3.5	4	3.4	3.7	4.1	3.5	3.8
취업자수 증가(만 명)	53.3	33.1	27.8	30.4	20.5	20.9	20.7
원/달러 환율(평균)	1,053	1,099	1,175	1,135	1,180	1,170	1,175
원/엔 환율(평균)	996	913	960	935	955	935	945
원/유로 환율(평균)	1,399	1,230	1,290	1,260	1,275	1,235	1,255
원/위안 환율(평균)	171	177	184	180	181	178	179
국고채 수익률(평균)	2.6	1.9	1.8	1.9	2	2.2	2.1
회사채 수익률(평균)	3	2.1	2.1	2.1	2.3	2.5	2.4

〈표 2〉 국내 경제 주요 지표

저성장, 경쟁 격화 당분간 지속… 차별화된 경쟁력만이 활로

당분간 세계 경제는 저성장·저물가 기조가 지속되는 가운데 대외 불확실성이 높을 것으로 예상된다. 세계 교역 부진으로 우리나라 수출은 낮은 증가율에 그칠 것이고, 소비 등 내수 성장률 역시 살아나기 어려워 국내 경제는 2%대의 낮은 성장세에 머물게 될 것이다. 미국의 통화정책 변화를 계기로 세계 금융시장의 불안정성이 높아질 가능성이 크다. 실물 경기 부양을 위한 선진국들의 경쟁적 통화절하가 예상되는 가운데 저유가로 신흥국들의 외환 취약성이 높을 것이기 때문이다. 최근 기업들이 직면하고 있는 부진한 실물경기 흐름이 앞으로도 지속될 것이며, 불확실성은 오히려 높아질 가능성이 있는 셈이다.

여기에 이로 인한 경쟁국들의 통화가치 절하는 우리 기업들에는 상대적인 경쟁력 저하로 이어질 우려가 크다. 일본, 유럽 기업들이 그동안 환율절하와 사업구조 재편으로 채산성이 높아지고 있으며, 중국 기업은 글로벌화가 강화되는 가운데 최근 위안화 절하 역시 도움을 주는 형국이다. 이로 인해 제조시장에서의 글로벌 경쟁은 더욱 가속화될 것이다. 저성장과 경쟁 격화는 세계 경제의 구조적인 변화에 기인한 것으로 앞으로도 상당기간 지속될 것으로 예상된다. 차별화된 경쟁력이 없는 기업들은 점차 한계에 직면할 가능성이 높을 것이라는 점을 염두에 두고 글로벌 경쟁력을 지속적으로 높여 나가야 할 것이다.



미국 정부기관 R&D 과제 지원 및 관리 프로세스 분석

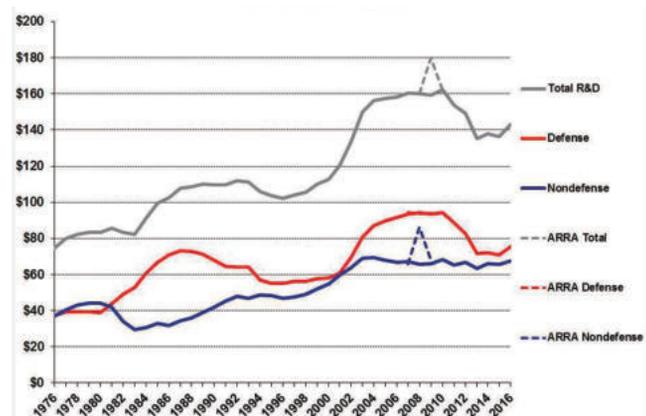
미국 연방정부는 효과적인 연구개발과제 관리 및 연구개발 성과의 경제적 효과를 추구하기 위해 많은 노력을 하고 있다. 연방정부의 연구개발과제 관리는 기관별 세부사항에 있어서 차이가 있을 수 있으나 전반적인 운영의 틀은 관련 정부 규정 및 각종 가이드로 표준화되어 있다. 보통 연방정부의 연구개발기관에서는 과학기술에 관한 정부의 중장기 정책 및 관련 산업의 기술 동향을 바탕으로 국가기술 혁신의 강화에 중점을 두고 연구개발을 하나 본 보고서의 사례인 Bonneville Power Administration(BPA)은 전력 판매를 통한 수익에 의존해 운영되기 때문에 일반 기업과 마찬가지로 사업의 성과와 고객의 요구에 부응하기 위한 연구개발을 시행한다.

최홍열 [한국산업기술진흥원 미국사무소 소장]

미국 정부기관 분야별 연구개발 투자 현황

■ 연방정부의 국방 및 일반 분야 R&D 투자 추세

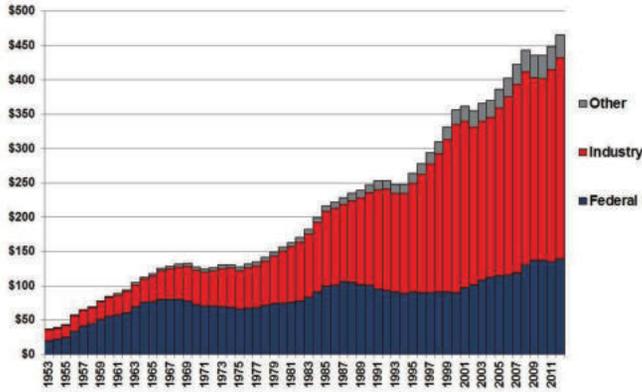
2016년(FY2015) 연방정부의 연구개발 투자는 국방 관련 연구개발 감소로 인해 전체 정부 예산의 3.4%, \$135B로 최근 몇 년 사이 약 \$20B 감소하였다. 지난 20여 년간 전체 연구개발 투자비는 꾸준히 증가하였으나 국방 분야를 제외한 일반 분야에 대한 투자는 2003년 이후 일정 수준을 유지하는 데 그쳤다. 2009년 오바마 행정부의 미국 경제회복 및 재투자법(ARRA : American Recovery and Reinvestment Act)에 따른 \$8B의 추가 연구개발 투자가 있었다.



〈그림 1〉 1976~2016년 연방정부 연구개발 투자 추이(billion USD in 2015)
출처 : American Association for the Advancement of Science(AAAS)

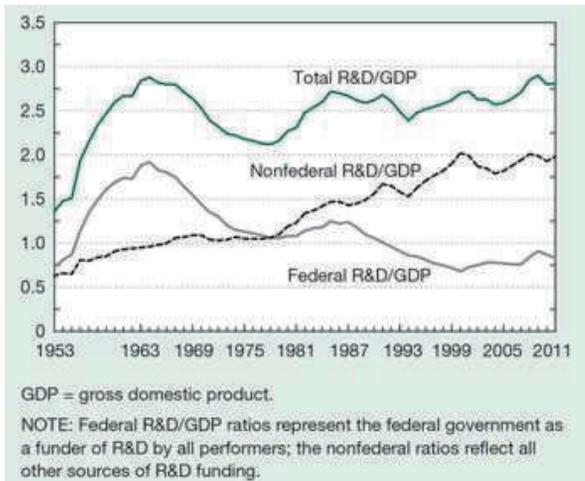
■ 일반 산업과 연방정부의 연구개발 투자 추세

과거 1980년대까지는 연방정부의 투자가 국가 전체 연구개발의 원동력이었으나 1990년대부터 일반 산업의 연구개발 투자가 정부 투자를 앞지르고 가파른 증가세를 보이고 있다(그림 2).



〈그림 2〉 1953~2011년 미국 전체 연구개발 투자 추이(billion USD in 2015)
출처 : American Association for the Advancement of Science(AAAS)

1980년대 후반 연방정부 중심의 연구개발에서 산업으로의 원동력 이전은 GDP 대비 연구개발비 투자 추세를 통해 확인할 수 있다(그림 3). GDP 대비 연방정부 연구개발 투자는 1980년대 중반부터 1990년대 후반까지 가파른 감소세를 보이는 반면 산업에서의 GDP 대비 R&D 투자는 1970년대 후반부터 눈에 띄게 증가하고 있다. 이러한 추세는 국가 R&D 혁신 시스템에 있어서 산업 분야의 역할이 변화되어 왔음을 반영할 뿐만 아니라 기술 개발을 통한 제품과 서비스가 미국 국가 경제에 미치는 비중이 커다는 것을 보여준다.

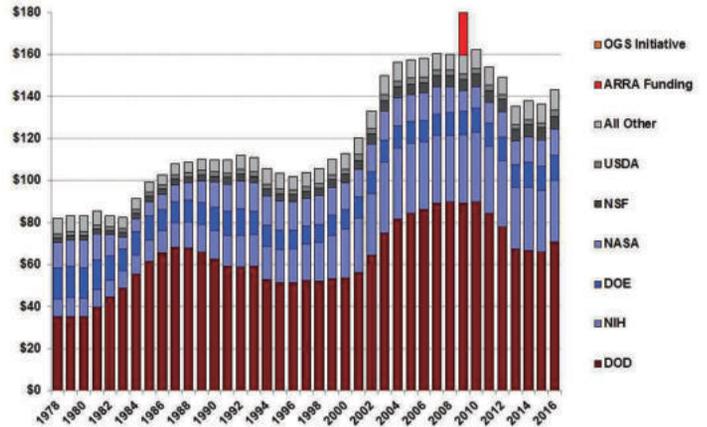


〈그림 3〉 GDP 대비 미국 연구개발 투자비율 추세, 1953~2011년

출처 : Chapter 4 Research and Development : National Trends and International Comparisons, Science and Engineering Indicators 2014, NSF

■ DOD, NIH, DOE, NASA, 그리고 USDA가 주요 연구개발 투자처다.

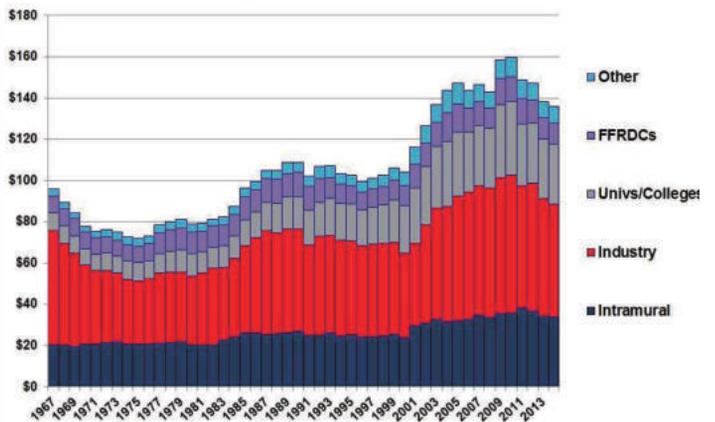
연방정부기관의 연구개발 증가 추세는 국방(DOD)과 교육(NIH)기관의 예산 증가에 따르고 있다. 미국 정부의 집중 연구개발 투자 분야는 DOD와 인력, 의료, 복지, 그리고 NIH다. 그 외의 중점 분야로는 상업, 에너지, 그리고 수자원 개발(NSF, NASA, NIST, and NOAA) 등이 있다.



〈그림 4〉 기관별 연구개발 투자 추이(billion USD in 2015)
출처 : American Association for the Advancement of Science(AAAS)

■ 정부의 연구개발 투자는 정부기관, 산업, 기업에 비교적 균형 있게 집행된다.

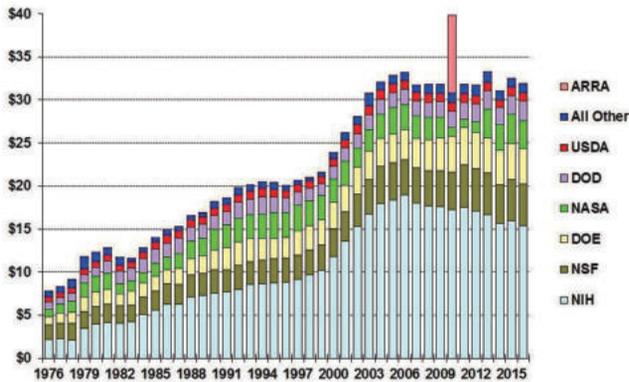
2014년 기준 정부 연구개발 투자액의 25%는 정부기관, 40%는 산업, 그리고 21%는 대학에서 수행된다. 지난 40년간 정부기관에서의 연구개발비 지출은 큰 변화가 없었으나 대학에 대한 투자는 꾸준히 증가하는 추세다.



〈그림 5〉 연방정부 연구개발 수행 부문 추이(billion USD in 2015)
출처 : American Association for the Advancement of Science(AAAS)

■ 연방정부의 기초연구 분야에 대한 투자는 2005년 이후 정체되었다.

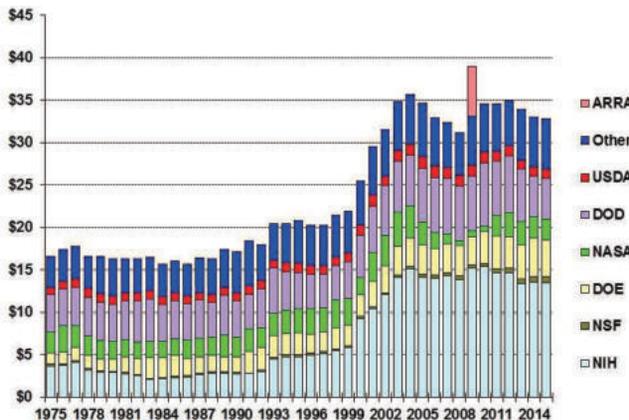
의료 및 생명공학 분야를 이끄는 NIH가 연방정부의 기초연구 절반 이상 차지하나 최근 10년간 감소 추세에 있다. 에너지와 국방의 연구를 수행하는 DOE와 DOD에서의 기초연구 투자는 증가 추세다. 미국 경제회복 및 재투자법(ARRA)에 의해 2009년도 \$10B 정도의 추가적 투자가 있었다.



〈그림 6〉 연방정부기관별 기초연구 투자 추세, 1975~2015년(billion USD in 2015)
출처 : American Association for the Advancement of Science(AAAS)

■ 응용연구 분야는 NIH에 이어 DOD에서도 많은 투자를 하고 있다.

전반적으로 지난 10년간 모든 기관에서의 응용연구에 대한 투자에 눈에 띄는 변화는 없었다. DOE에서는 정부의 그린에너지정책으로 인해 이 분야의 응용연구에 대한 투자가 확대되었다. 미국 경제회복 및 재투자법(ARRA)에 의해 2009년도 \$5B 정도의 추가적 투자가 있었다.

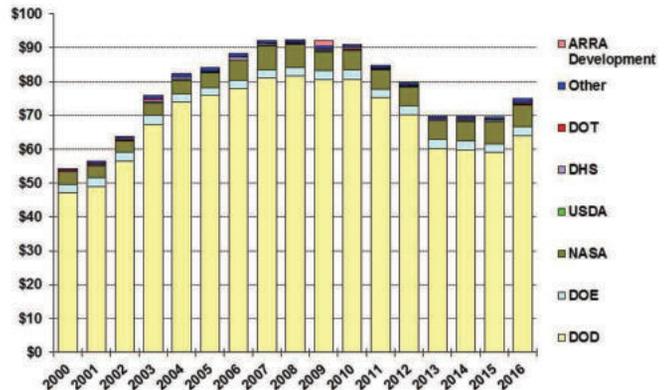


〈그림 7〉 연방정부기관별 응용연구 투자 추세, 1975~2015년(billion USD in 2015)
출처 : American Association for the Advancement of Science(AAAS)

■ 개발단계의 연구에 대한 거의 모든 투자는 DOD에서 이루어진다.

연방정부는 의료 및 생명공학, 에너지, 그리고 국방에 대한 기초 및 응용 연구를 수행하나 국방 관련 개발을 제외한 다른 분야의 개발 및 상업화는

산업에 의존한다. 지난 6년간 국방기술 개발에 대한 투자가 위축되었다. 우주 및 에너지 관련 개발단계에 대한 투자는 일정 수준을 유지하고 있다.



〈그림 8〉 연방정부기관별 개발연구 투자 추세, 1999~2015년(billion USD in 2015)
출처 : American Association for the Advancement of Science(AAAS)

미국 정부기관 연구개발과제 관리 프로세스 사례분석

Bonneville Power Administration(BPA) 사례 소개

BPA는 U.S. Department of Energy(DOE) 산하의 미 북서부 지역 전력 생산 및 판매를 담당하는 연방정부기관이다. 1937년 오리건 주의 컬럼비아 강에 건설된 Bonneville 댐으로부터의 전력 공급을 목적으로 오리건 주 포틀랜드 시에 설립된 이래 총 31개의 수력발전소, 1개의 핵발전소, 그리고 여러 다른 발전소의 전력 생산 및 마케팅을 담당하고 있다. 총 2만 4000km(미 북서부 지역 총 송전선의 75%)에 달하는 230kV 이상의 송전선과 300개의 변전소를 자산으로 보유하여 운영 및 유지 관리한다. 북서부에 위치한 워싱턴, 오리건, 아이다호, 몬태나, 와이오밍, 유타, 네바다, 그리고 캘리포니아 주에 전력을 공급하고 있다. 약 2만MW의 전력을 생산, 송신 및 판매한다.

■ BPA의 미션은 공공 서비스를 제공하는 연방정부기관으로서 북서부 지역의 고객과 국민들에게 최대의 가치를 제공하는 것이다.

에너지 효율(Energy Efficiency), 재생에너지, 그리고 기관의 미션 달성을 위한 새로운 기술 개발을 추구한다. 안정적이고 경제적인 전력 공급을 추구한다. 연방정부 및 사설 발전소로부터 전력을 통합 공급하기 위해 경제적이며, 안정적인 전력송신체계를 구축 및 운영 관리한다. 컬럼비아강에 위치한 연방정부 발전시설의 생태계에 미치는 영향을 최소화한다.

■ BPA는 국민 세금으로 운영되는 것이 아니라 전력 시스템에 대한 투자 회수 및 전력마케팅사업을 통해 운영된다.

기관의 연간 운영수입(Revenue) - \$3.6B, 연간 순수입(Net Revenue) - \$500M. 주요 조직으로는 정보통신부서, 환경·어류 및 야생동물보호부서, 고객지원부서, 전력생산부서, 전력송신부서, 그리고 연구개발과제관리팀(Technology Innovation Office)이 소속되어 있는 기업전략부서가 있다.

■ BPA는 연간 평균 60여 개의 연구개발과제에 대한 \$18M의 투자를 하고 있다.

워싱턴 주 밴쿠버에 위치한 Ross Complex에 고전압 연구시설 및 스마트 그리드(Smart Grid) 관련 싱크로페이저 데이터 연구실을 보유하고 있다. 미국 최대 규모로 시행된 북서부 스마트 그리드 개발사업과제를 관리한다. 자체 연구보다 공동연구에 더 많은 비중을 두고 있다. 효과적인 전력 생산 운영, 전력 송신 시스템, 에너지 효율, 수력발전시설, 그리고 기존 전력 송신 시설의 교체 및 성능 향상과 관련된 제반기술은 물론 최근 10여 년간 미 북서부 지역 에너지산업의 이슈가 되고 있는 재생에너지(Renewable Energy), 기후변동(Climate Change), 전기자동차와 같은 새로운 전력소비 형태, 수요 반응(Demand Response), 분산형 전력 생산(Distributed Power Generation), 에너지 저장(Energy Storage), 그리고 스마트 그리드 등 기관의 미션에 영향을 주는 기술에 대한 연구개발을 활발하게 진행하고 있다.

■ Technology Innovation Office(TI Office)에서 연구개발과제 관리 프로세스 개발 및 운영을 담당하고 있다.

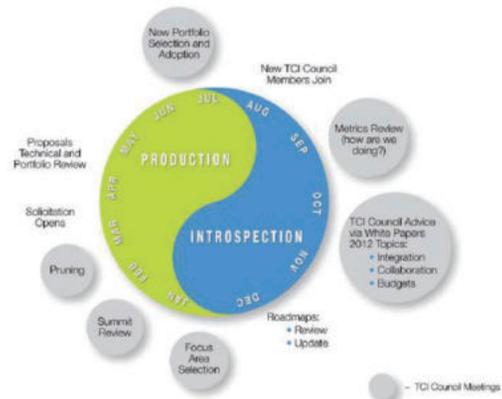
TI Office는 효과적인 연구개발과제 관리를 위해 2006년도 설립, 기존에 분산되어 있는 연구개발과제를 통합 운영하고 있다. 조직의 미션과 목표 달성을 지원하기 위한 연구개발과제의 개발, 평가, 선정, 운영 및 사업화와 기술 이전에 이르는 모든 프로세스를 자체 개발 및 운영하고 있다. 효과적인 연구개발과제 관리 프로세스의 개발을 위해 다양한 산업 분야의 선도적인 연구기관과 기업들의 벤치마킹을 활용한다.

■ 기술혁신 모델

■ 효과적인 연구개발과제 수행을 위해 연간 기술혁신 사이클을 개발하였다.

1~2월 Summit and Pruning : 기존 과제의 점검, 중간평가를 통해 중지 결정. 3~5월 Solicitation : 새로운 과제 모집. 6월 Evaluation : 새로운 과제의 전문가 평가 및 분석. 7월 Selection : 새로운 과제의 선정 및 기존 포트폴리오 갱신. 3~12월 Roadmap : 새로운 기술 로드맵 개발 및 기존 로드

맵 갱신. 8월 TC/I Council : 기술혁신 자문위원 위촉 및 변경. 8~10월 Process Development : 연구개발과제 관리 프로세스 검토, 적용 및 커뮤니케이션. 11~12월 New Research Topics : 차기년도 연구개발과제 주제 선정. 1~12월 Management : 과제 관리 및 기술 이전, 새로운 연구개발과제 관리 프로세스 개발 및 수정.

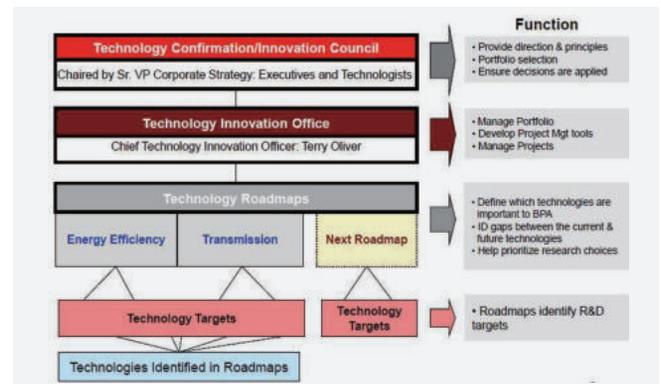


〈그림 9〉 기술혁신 사이클

출처 : Technology Innovation Office - Brochure, BPA

■ 기술혁신 자문위원(TC/I Council)의 가이드를 따라 TI Office에서 주요 연구개발과제를 관리한다.

부사장, 상급 관리자 및 전문 기술자로 이루어진 기술혁신 자문위원은 연구개발 포트폴리오의 방향 및 원칙을 정하며, 특정 개발과제 및 연구개발 주제에 대한 의사결정을 내린다. TI Office는 연구개발과제의 선정, 중간, 그리고 사후평가 후 분석 결과를 바탕으로 기술혁신 자문위원에게 연구개발과제 포트폴리오를 제안하며 최종 승인을 얻는 구조다. TI Office에서 새로 개발된 연구개발과제 관리 프로세스에 대해 기술혁신 자문위원이 검토 후 의사결정을 내린다. 기술 로드맵은 조직에 필요한 기술적 역량을 발견하여 기술 달성 목표를 수립, 새로운 연구개발과제를 개발하는 데 적극 활용된다.

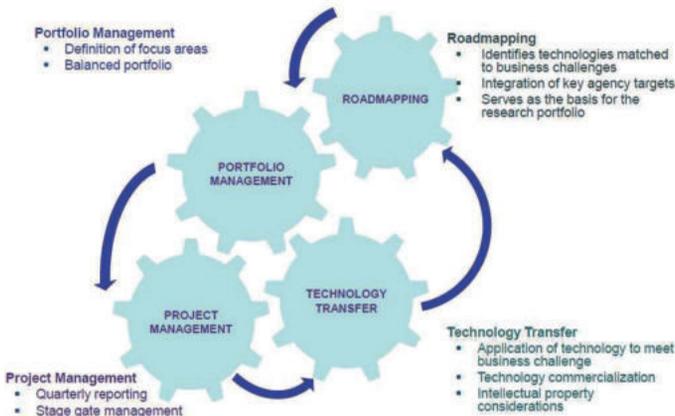


〈그림 10〉 기술혁신관리체계

출처 : Institutionalizing Innovation Management: A Case Study from the Utility Industry, BPA

■ 기술혁신을 위해 연구개발과제 관리 프로세스를 중심으로 여러 기술 관리 기능의 유기적 통합이 이루어진다.

기술 로드맵은 기관이 직면한 문제점과 기회를 포착, 기술적 해결 방안 과목표 설정을 하여 연구개발 포트폴리오 기반을 제공한다. 연구개발 포트폴리오 관리로 기술 로드맵에서 제시한 다양한 기술 분야 및 집중 육성 분야, 기술적 혁신 정도, 과제의 규모, 기관 내·외부 연구, 단·중·장기 연구 등의 구분을 통해 균형 있는 연구개발과제를 평가, 선정 및 관리한다. 연구개발과제 관리는 일반 과제 관리의 수법과 프로세스를 적용하되 연구개발과제의 특이성을 고려하여 여러 단계의 관리 및 평가 절차를 적용, 과제의 성공률을 높이도록 하고 있다. 기술 이전은 기관 내부로의 과제 성과 활용 및 기술 이전을 촉진하여 기술 로드맵에서 제시한 기술적 역량 실현을 추구한다.



〈그림 11〉 기술혁신 통합 프로세스

출처 : Institutionalizing Innovation Management: A Case Study from the Utility Industry, BPA

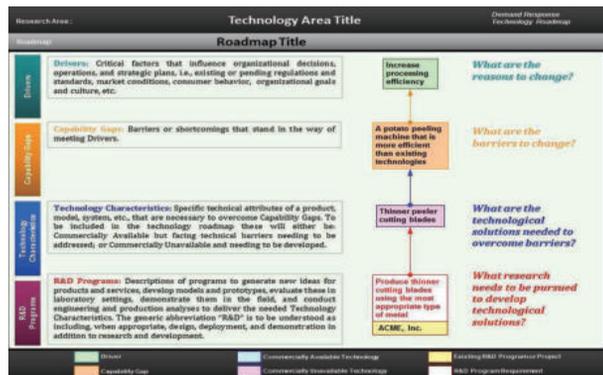
■ 기술 로드맵

■ 기술 로드맵은 연구개발과제 관리에 있어서 가장 기본이 되는 기술 개발의 방향과 연구테마를 정의하는 중요한 역할을 한다.

2006년도부터 시작된 기술 로드맵 프로세스는 현재 U.S. Department of Energy와 United Nations(UN)으로부터 최고의 기술 로드맵이라는 평가를 받고 있다. 현재 개발되어 연구개발과제 선정에 사용되는 로드맵은 전력 송신기술 로드맵(Transmission Technology Roadmap), 발전시설 관리기술 로드맵(Power Generation Asset Management Technology Roadmap), 에너지효용기술 로드맵(Energy Efficiency Technology Roadmap), 그리고 수요반응기술 로드맵(Demand Response Technology Roadmap)이 있다. 기술 로드맵은 일반적으로 3번의 워크숍을 통해 이루어지며, 총

100~200명의 과학자, 기술자, 마케팅, 그리고 사업 분야 전문가들의 참여로 개발된다. 기술 로드맵은 다음과 같이 구성된다(그림 12).

- 1 사업 분야별 문제점과 주변 환경 변화의 이해를 통한 새로운 기술적 기회를 포착하는 Driver
- 2 Driver 레벨에서 발견된 문제 해결 또는 기획 활용을 위해 필요한 역량과 현재 상태 사이의 차이를 분석한 기술적 역량 차이, Capability Gap
- 3 기술적 역량을 채워줄 수 있는 기술과 기술 특성의 탐색을 정의하는 Technology Characteristics
- 4 필요한 기술이 개발되고 있는 미국 또는 해외 기술 개발 프로그램, 그리고 새로운 기술과제를 R&D Programs 레벨에서 정의한다.



〈그림 12〉 기술 로드맵의 구성
출처 : Technology Roadmap, BPA

■ 연구개발과제 선정평가

■ 선정평가(Solicitation), 연간 성과평가(Pruning), 각 과제의 단계별 성과평가(Stage Gate), 그리고 사후평가를 수행하고 있다. 연구개발과제 선정평가는 Phase I 사전제안서에 대한 개념평가와 Phase II 제안서에 대한 평가로 나누어진다. Phase I 사전제안서 평가는 Phase II 제안서 제출 이전 기본적인 과제의 적합성 및 수행 가능 여부에 대한 평가를 한다.

포트폴리오 매니저, 프로젝트 총괄 매니저, 선임 기술자 등 TI Office의 내부에서 아래 4개 항목에 대한 자체 평가를 수행하여 Phase II 제안서 제출자격을 부여한다.

- 1 제안서의 기술 로드맵과 집중 분야에 대한 관련성 여부
- 2 과제를 수행할 연구원들의 전문성, 관련 경력, 이전 과제 수행성과뿐만 아니라 수행기관의 시설, 보유기술, 제안된 목표를 성취와 관련된 다른 요인들의 수준
- 3 과제비의 50% 이상 공동부담을 할 수 있는지 가능성 여부

④ Phase I 제안서의 명확성과 구성

Phase I 평가는 자격요건과 관련성 여부에 대한 제안서 간략본에 대한 사전평가로서 위에 제시된 평가항목과 관련하여 최종 결격 사유에 대한 대략평가를 TI Office의 책임자인 최고기술책임자(Chief Technology Innovation Officer)와 포트폴리오 매니저의 최종 검토를 통해 결정된다. Phase I 단계에서 제출된 외부 제안서 100개, 그리고 내부 제안서 20개 정도 모집되며, 이 중 80% 정도가 Phase II 제안서 단계로 승인된다.

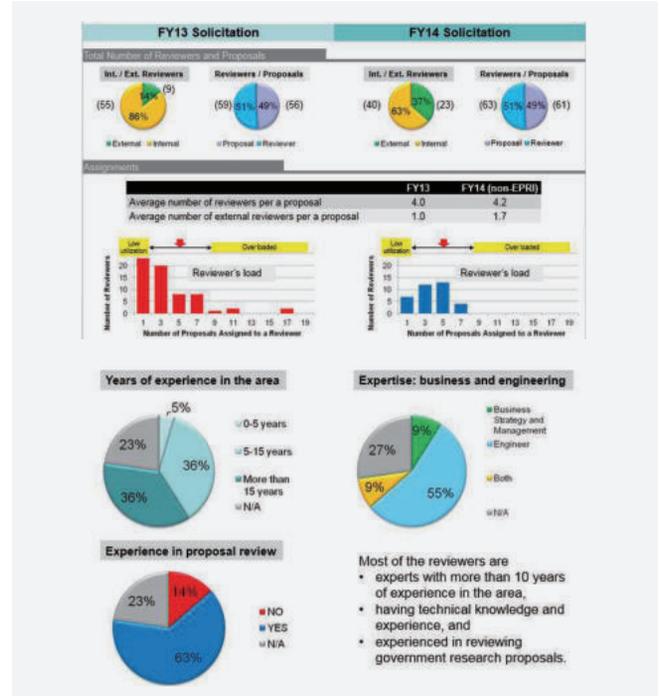
■ Phase II 평가는 대략 20쪽에서 40쪽 분량의 본 제안서 및 기타 첨부 자료에 대한 평가로 최종 과제 선정의 기반이 되는 평가다.

평가위원은 기관 내·외부의 전문가 초청을 통해 온라인 평가로 이루어지며, 아래와 같은 10개 항목의 평가기준에 따라 평가를 한다.

- ① 기존 연구개발과제 포트폴리오 기여도
- ② 기술 로드맵에서 명시한 기술 프로그램과의 적합도
- ③ 중점 기술 분야와의 적합도
- ④ 과제가 제시한 기술적 목표를 달성하여 기존 시스템에 적용했다고 가정했을 때 얻어지는 정량적, 그리고 정성적 이득(Benefit)
- ⑤ 성공적인 과제를 수행해 필요한 연구팀의 충분한 경험과 능력
- ⑥ 기술적 성공 가능성 정도
- ⑦ 개발된 기술의 단기 또는 장기적 활용(Application) 가능성 정도
- ⑧ 과제의 단계별 평가(Stage Gate Evaluation)에 대한 합리적이고 실현 가능한 계획을 제시하는지 또한 각 단계에서의 Go/Stop 결정기준이 합리적이고 과학적인 기준에 바탕을 두고 있는지의 여부
- ⑨ 총 과제비의 50% 이상을 공동부담하는지의 여부
- ⑩ 공동부담금의 현물과 현금비율(높은 현금비율 선호)

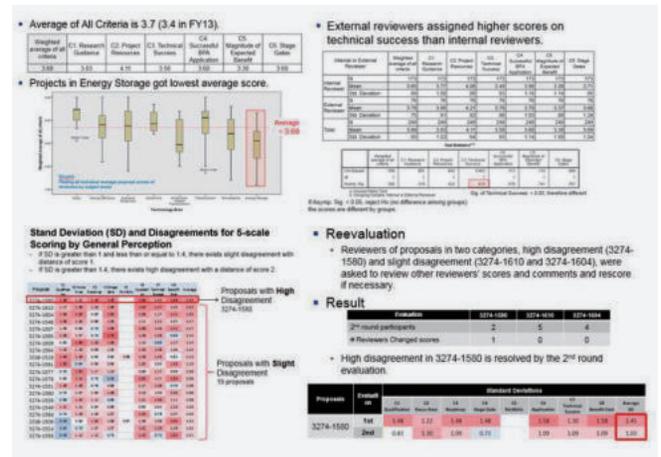
■ 평가위원은 제안서당 최대 7명으로 하되 효과적인 평가가 이루어지도록 아래와 같은 요건에 맞게 제안서를 전문가에게 할당한다.

- ① 과제당 외부 전문가의 비율이 50~70%로 보다 많은 외부 전문가의 다양한 기술적 전문성을 평가에 반영한다.
- ② 각 전문가들에게 최대 5개까지의 제안서 평가를 의뢰하며, 각 제안서에 대해 최소 5명 이상의 전문가가 평가를 하도록 할당한다.
- ③ 15년 이상의 경력을 보유한 전문가에게 우선적으로 평가를 의뢰한다.
- ④ 기술, 관리 및 사업화 분야의 전문성이 각 과제에 균형 있게 반영되도록 할당한다.
- ⑤ 과제 및 전문가들의 전문 분야를 세분화하여 전문성에 맞게 각각의 과제를 할당한다.



〈그림 13〉 Phase II 평가자 할당
출처 : R&D Solicitation Evaluation Scores, BPA, 2013

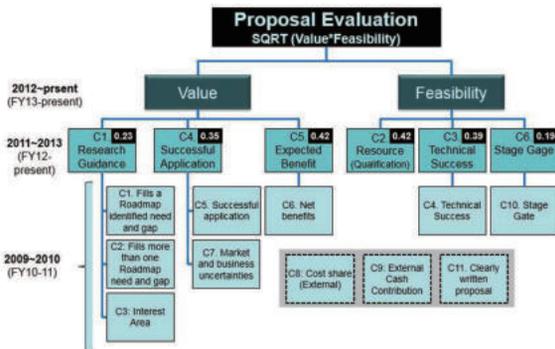
■ 전문가들의 평가점수와 의견을 취합하여 과제에 대한 평가가 상이하거나 특정 평가자의 점수가 큰 차이를 보일 시에는 델파이(Delphi) 수법과 유사한 재평가를 요청하여 전문가 의견이 수렴되도록 한다. 최종 평가점수에 대해서 다양한 분석을 행하여 전문가 특성별·분야별·내외 전문가별·개별 전문가별 특이사항을 통계적 분석을 통해 함으로써 의사결정 이전에 평가점수 자체에 대한 검토를 시행한다.



〈그림 14〉 평가점수 분석
출처 : R&D Solicitation Evaluation Scores, BPA, 2014, 2015

■ 평가점수에 대한 분석 후 각 과제 가치점수를 계산하고 균형 있는 포트폴리오가 되도록 여러 요소의 과제별 가치점수와 비용을 고려하여 최종 선정한다.

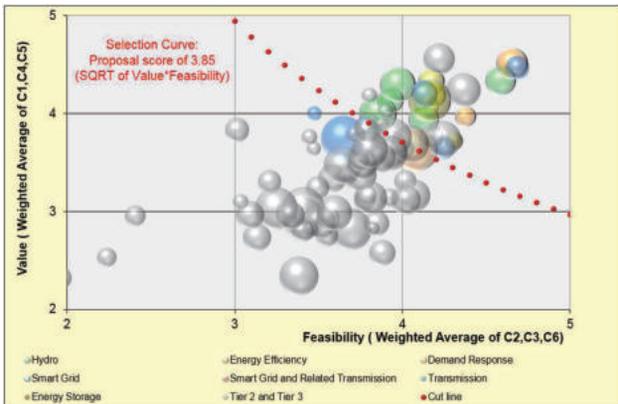
평가항목을 가치와 실현 가능성으로 구분하고, 각각 하부 항목의 해당 가치 또는 실현 가능성에 대한 중요도 및 기여도를 전문가의 주관적 판단에 근거하여 측정하는 Analytic Hierarchy Process 기법으로 하부 항목의 가중치를 산출한다.



〈그림 15〉 제안서 가치와 평가항목 가중치구조

출처 : FY14 R&D Solicitation – Review process and evaluation score, BPA, 2014

기술 분야별 포트폴리오와 연구개발과제 예산을 참고하여 제안서 선정의 기준이 되는 제안서 통합가치점수를 정한다. 제안서 통합가치점수 산정에 있어서 라인이 아닌 커브를 적용하는 이유는 가치 또는 실현 가능성 어느 한쪽에 치우치는 제안서보다 가치와 실현 가능성 두 가지 모두에 균형 있는 제안서를 선정하여 과제 성공 가능성을 높이려는 포트폴리오 철학이 반영된 것이다(그림 16). 통합가치점수에 근거하여 과제 선정이 이루어지나 특정기술의 특이성과 분야의 중요성을 고려하여 기술혁신 자문위원(TC/I Council)이 조정을 하기도 한다.



〈그림 16〉 제안서 가치와 선정기준 커브

출처 : FY15 R&D Solicitation – Review process and evaluation score, BPA, 2015

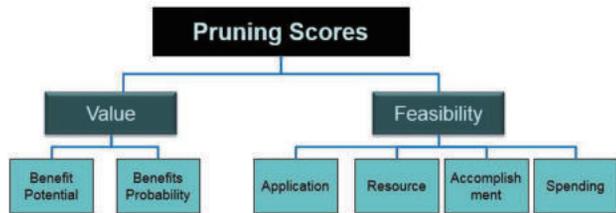
■ 연구개발과제 중간평가 및 Go/Stop 결정

■ 각 과제의 여러 단계별 평가(Stage Gate Evaluation)로 중간평가를 주기적으로 시행하나 매년 1월에 2주일간 시행되는 Technology Innovation R&D Summit이라는 콘퍼런스 형태의 과제 발표 및 평가 행사를 통해 모든 프로젝트를 내외 전문가가 검토 평가 및 Go/Stop을 결정한다.

모든 프로젝트의 프로젝트 매니저와 연구팀이 연구과제의 소개, 진행 보고, 성과 및 계획 등에 대해 발표한다. 기술혁신 자문위원(TC/I Council) 및 외부 초빙 자문위원이 주 참가 대상이며, 그 외에 특정과제와 기술에 관심 있는 기관 내외 참가자들도 참석한다. 각 과제군의 발표 후 기술혁신 자문위원 및 외부 초빙 자문위원이 간단한 질의와 토론 후 원격 투표 시스템을 이용하여 아래 평가항목에 각 1점에서 5점 사이의 점수를 부여한다.

- ① 과제의 잠재적 효용(Benefit)의 정도
- ② 과제의 효용이 실현될 가능성의 정도
- ③ 과제의 활용방안(Application Plan)이 과제주기의 각 단계에 잘 적용되어 있는지의 정도
- ④ 연구팀이 필요한 전문성과 자원을 가지고 있고, 적극적인 자세로 참여하고 있는지의 정도
- ⑤ 과제의 성과가 원래 계획과 일치하는지의 여부
- ⑥ 과제 예산 지출이 성과에 부합하는지의 여부

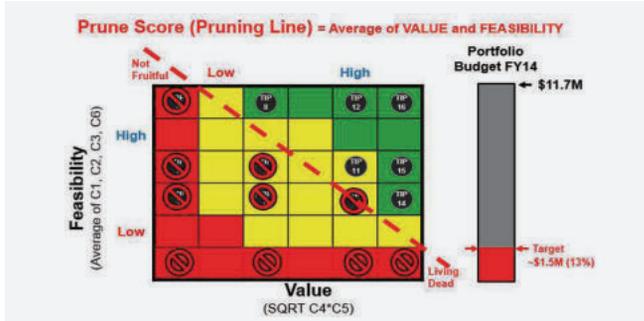
과제의 평가항목을 가치와 실현 가능성 점수로 합산하여 최종 중간평가 점수로 통합한다(그림 17).



〈그림 17〉 중간평가 평가항목구조

출처 : FY15 Summit Criteria Structure, BPA, 2015

Go/Stop 의사결정(Pruning Rule)은 가치와 상관없이 가능성이 적은 과제, 가능성은 높으나 가치는 떨어지는 과제 순으로 사전에 정해진 예산을 확보할 때까지 과제들에 대한 중지 결정을 한다(그림 18). 일반적으로 매년 전체 연구개발 예산의 10~15% 정도에 해당하는 과제들을 중지시킨다. 중지된 과제는 다음 연도에 제안서를 다시 제출하여 다른 새로운 과제들과 경쟁을 하게 된다.



〈그림 18〉 연간 과제 Go/Stop 의사결정방법
출처 : TI R&D Summit – pruning summary, BPA, 2014

■ 단계별 평가(Stage Gate Evaluation)에서는 과제별 수행주기에 따라 개별적으로 수행한다.

과제의 단계별 평가(Stage Gate Evaluation)는 문제가 있어서 더 이상 진행하기 어려운 과제들에 대한 과제 수행주기의 단계별 평가인 반면 매년 시행되는 Technology Innovation R&D Summit 중간평가는 연구개발 과제 포트폴리오에서 비교적 낮은 성과를 보이는 과제의 일정 부분(10~15%)을 중지시킴으로써 보다 경쟁적이고 엄격한 과제수행 및 관리를 유도하고, 빠른 과제순환을 통해 새로운 혁신의 기회를 포착하는 데 초점을 두고 있다. 과제 단계별 평가는 기술적 문제점과 각 단계에서 계획된 성과 및 결과물에 대한 평가를 수행하여 문제가 있는 과제에 대한 추가 지원 또는 중지 결정을 한다. 과제 단계별 평가 시 연구수행팀, 프로젝트 매니저, 프로젝트 총괄 매니저, 사업 부문의 스폰서 등이 참가하여 중간 결과인 실물 또는 보고서 등에 대한 확인 및 검증을 실시한다(그림 19). 단계별 평가의 목적은 과제의 정상적 수행 및 문제의 해결에 초점을 두고 있으므로 평가항목에 대한 정량적 측정을 하지 않는다.

Stage Gate Report							
Title: Project Name: [] Project Manager: [] Date of Report: []							
Project Stage Gate							
Stage Gate No.	Phase of Stage Gate	Actual Stage Gate Date	Stage Gate Decision	Actual Stage Gate Budget	Approved Stage Gate Budget	Approved Stage Gate Budget (if applicable)	Final Stage Gate Decision
1							
Project Stage Gate Budget							
Stage Gate No.	Approved Budget for Stage Gate (\$)	Actual Budget for Stage Gate (\$)	Approved Budget (if applicable) (\$)				
1							
Issues/Next Steps							
Issues/Next Steps		Description		Impact			

〈그림 19〉 과제 단계별 평가(Stage Gate Evaluation) 보고 양식
출처 : Stage Gate Report Form, BPA

■ 연구개발과제 사후평가

■ 연구개발과제 종료시점에 과제수행 성과에 대한 종합적 평가보고서를 제출한다.

사후평가의 목적은 과제가 계획한 바와 같이 목표를 달성했는가에 대한 성과 평가와 연구개발과제 관리 프로세스상의 보완사항 점검이다. 사후평가 보고서에는 다음과 같은 주요 평가내용이 요약된다(그림 20).

1. 과제의 지출, 스케줄, 그리고 결과에 대한 계획 내용과 실제의 비교
2. 과제 성과의 예상 효과와 실제의 비교
3. 과제의 계획과 이행에 관한 과제관리 프로세스 차원의 검토 및 보완
4. 과제 수행 중 발생한 기술적 문제에 대한 접근방법 및 결과, 그리고 추후에 해결되어야 하는 문제 검토
5. 예상하지 못한 문제에 대한 보완적 해결방법과 계획 수정에 대한 검토
6. 과제수행 성과의 품질을 확보하기 위해 수립된 계획과 그 유효성에 대한 검토
7. 프로젝트 관련 다양한 관계자와 효과적인 대화가 이루어졌는지에 대한 검토
8. 과제 성과에 영향을 준 연구팀의 수행능력 및 태도 평가
9. 과제수행 중 획득한 교훈
10. 다음 단계의 연구수행 또는 결과 활용에 있어서 참고해야 할 특이사항

PROJECT EVALUATION REPORT	
Project Objectives	What were the objectives for this project? Did they change during the project? Why?
Planned vs. Actual	What were the planned vs. actual results for this project? Why the difference?
Project Value	What is the value of this project? How was it measured? How did it change during the project? Why?
Project Plan	How did the project plan change during the project? Why? Did the project plan change during the project? Why? How did it change during the project? Why?
Technical Approach	How did the technical approach change during the project? Why? Did the technical approach change during the project? Why? How did it change during the project? Why?
Contingency Plan	What happened that you did not anticipate? How did you handle it?
Quality Assurance Plan	How did you ensure the quality of the project? How did you ensure the quality of the project? How did you ensure the quality of the project? How did you ensure the quality of the project?
Communication Plan	How did you communicate with the project team?
Team Performance	How did the team perform during the project?
Lessons Learned	What are the lessons learned from this project?
Outstanding Issues	Are there any outstanding issues or matters that need to be resolved? Are there any outstanding issues or matters that need to be resolved? Are there any outstanding issues or matters that need to be resolved? Are there any outstanding issues or matters that need to be resolved?

〈그림 20〉 과제 사후평가 보고서 양식
출처 : Post Project Evaluation Form, BPA



연구개발과제 및 포트폴리오 관리

■ 연속적이고 효과적인 기술혁신 유도를 위해 연구개발과제의 선정 및 운영에 있어서 포트폴리오 철학, 제작원리, 그리고 관리원칙을 수립하여 적용, 이는 곧 연구개발과제 관리의 방법과 원리다.

▶ 연구개발과제 포트폴리오 철학

- ① 연구개발과제를 포트폴리오 의사결정의 틀 안에서 선정
- ② 기술의 여러 분야와 특성에 걸쳐 위험도와 보상 정도가 적절히 균형 있는 연구개발과제를 선정
- ③ 시간이 지날수록 연구개발과제 포트폴리오의 가치가 증가하도록 함
- ④ 연구개발과제의 투자금액을 증폭시킬 수 있는 외부와의 공동연구를 통해 포트폴리오 목적의 대부분을 달성함
- ⑤ 좀비의 위험성(성과 없이 시간과 비용만 소모하는 과제)을 최소화하기 위해 현명한 투자를 추구하고, 보다 뛰어난 과제의 기회를 포착하기 위해 정규적이고 체계적으로 열등한 과제 제거작업을 수행함
- ⑥ 대형 과제의 경우 실패의 위험성이 충분히 낮지 않으면 투자를 회피함
- ⑦ 기관의 미션과 전문성에 타당한 연구개발 투자를 위해 기술 로드맵에 명시된 과제들을 추구함
- ⑧ 연구개발과제 투자목적 중 하나는 과제가 최종적으로 성공할 것인가에 대하여 합리적이고, 신속하고, 저렴한 방법으로 배우는 것임
- ⑨ 직원들의 능력 향상 기회를 제공하는 과제를 지원함
- ⑩ 비록 아이디어가 생산적 결과를 만들지 못하더라도 혁신적 생각과 아이디어에 대해 테스트하거나 연구개발과제를 훌륭히 관리하고, 그리고 최종적 결과를 성공적으로 만들어내는 것에 대한 보상을 실시함

▶ 연구개발과제 포트폴리오 제작원리

- ① 포트폴리오 예산 집행에 있어서 20%는 총 과제비가 \$500,000 이하인 과제들에 투자하고, 나머지 80%는 \$500,000를 초과하는 과제에 투자함
- ② 에너지 효율, 환경, 재생에너지, 수력발전소 운영, 보안, 그리고 전력 전송 분야에 대한 투자를 하며, 과제의 투자승인 이전에 과제의 이점과 전체 포트폴리오의 영향에 대한 검토를 철저히 함
- ③ 잠재 가치가 크면서 위험 정도의 균형을 이루도록 과제들을 선정함
- ④ 보다 유연한 포트폴리오를 만들어 위험 정도와 비용을 줄일 수 있도록 단계평가(Stage Gate)를 통해 과제 진행 중 중지 또는 수정 등의 융통성 있는 수단을 포함한 과제들을 우선적으로 선정함
- ⑤ 과제의 순현재가치(Net Present Value) 분석은 제품 도입 직전 최종

개발단계에 있는 과제들을 비교 및 평가에 유용할 수 있으나 그 분석 결과에 따라 연구개발과제, 특히 초기 단계의 연구개발과제에 대한 투자결정을 제한하지 않음

- ⑥ 매몰비용효과(Sunk Cost Effect)에 의해 올바른 의사결정이 장애받지 않도록 과거에 투자한 예산 및 시간은 과제를 지속 또는 중지할 것인가에 대한 의사결정에서 고려하지 않음
- ⑦ 포트폴리오 의사결정의 틀을 통해서만 연구개발과제에 대한 투자를 실시함
- ⑧ 최종 선택되지 못했으나 활용도가 큰 연구개발과제에 대해서는 추가적 투자가 가능해질 때를 대비하여 대안으로 유지함
- ⑨ 연구개발과제 관리를 실시하는 Technology Innovation(TI) Office는 언제 뛰어난 아이디어가 발생하고 실제 투자되는지에 대해서 항상 알고 통제할 수 있는 것은 아니므로 TI Office는 투자가치는 있으나 시기적으로 적절치 않은 과제, 작은 규모의 과제, 그리고 탐색적 연구과제에 대한 투자예산을 확보해 둠
- ⑩ 연구개발과제 포트폴리오의 제작원리는 합당한 이유가 있으면 적용되지 않을 수도 있음

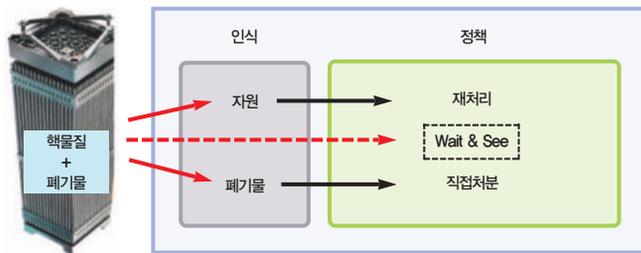
▶ 연구개발과제 포트폴리오 관리원칙

- ① 새로운 아이디어는 기존 과제와 경쟁할 수 있고, 모든 과제는 보다 나은 과제로 대체될 수 있음
- ② 2~3년 이상의 장기 투자를 필요로 하는 과제는 성과와 단계별 목표가 충족되는 한 다음 연도에서 우선적인 투자를 시행
- ③ 매년 Technology Innovation R&D Summit 평가를 통해 포트폴리오를 새로운 상태로 갱신
- ④ 과제를 아웃소싱의 개념으로 투자 및 관리하지 않음
- ⑤ 아래 5가지 과제에 대한 투자 및 관리에 영향을 주는 요인이 있음
 - 과제를 수행하기에 필요한 내부의 지적 역량 및 인력의 존재
 - 과제를 효과적으로 관리하기 위한 과제 관리의 전문성을 지닌 인력의 존재
 - 과제를 성공적으로 수행하기 위해 필요한 내부 인력의 존재
 - 기관이 주도적으로 리드해야 하는 과제인지의 여부
 - 과제를 지원할 수 있는 상급 관리자 또는 부사장급의 내부 챔피언(Champion : 관련 분야의 전문적 지식과 경험으로 기관 내에서 주도적 영향을 미칠 수 있는 역할)의 존재 여부
- ⑥ 각 과제의 스폰서는 TI Office와 기술혁신 자문위원회에 주기적인 과제보고서를 제출함
- ⑦ TI Office는 개별 과제의 진행과정, 성과 및 예산 지출 상태를 점검함



방폐물관리기술개발사업

2009년부터 시행된 방폐물관리기술개발사업은 중·저준위 방사성 폐기물 처분시설의 안전한 운영 및 관리를 위한 핵심 기술 확보를 목적으로 한다. 더불어 사용후핵연료의 효율적이고 안전한 관리를 위해 사용후핵연료의 운반, 저장, 처분 등과 관련된 핵심 기술 개발을 목적으로 한다. 2009년 착수한 방사성폐기물관리기술개발사업(R&D)은 신규과제 8건을 협약한 바 있다. 이후 2010년도 8건, 2011년도 4건, 2014년도 10건의 신규과제를 각각 협약해 진행하고 있다.



〈그림 1〉 사용후핵연료 관리정책 개념도

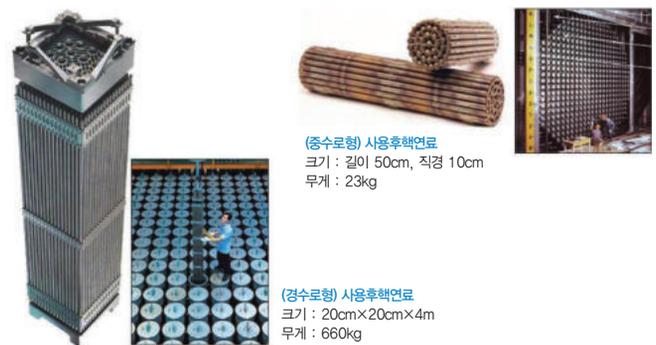
사업내용

방폐물관리기술개발사업은 크게 '중·저준위 방사성 폐기물 관리기술' '사용후핵연료 관리기술' 2개의 내역사업으로 구분할 수 있다. 중·저준위 방사성 폐기물 관리기술과 관련해서는 방사성 폐기물 발생을 최소화하고, 세계 유일의 복합처분시설의 안전하고 효율적인 운영을 위한 최적화 기술 개발이 사업내용이다. 사용후핵연료 관리기술과 관련해서는 국민의 참여와 의견 수렴을 통해 사용후핵연료 관리정책을 마련, 중간저장 및 영구 처분시설 핵심 기술 확보가 사업내용이다.

이를 위해 2009년부터 2014년까지 정부출연금 약 657억 원이 지원됐는데, 사용후핵연료관리분야와 중저준위방폐물관리기술분야가 지원됐다. 지원된 주요 과제는 사용후핵연료 수송·저장 시스템 상용화 기술 개발, 심지층 처분 한반도 지질환경 평가기술 개발, 저연소도 사용후핵연료 열화기구 및 건전성 평가기술 개발 등이다.

사용후핵연료(Spent Nuclear Fuel)

사용후핵연료는 원자로의 연료로 사용된 핵연료 물질 또는 기타의 방법으로 핵분열시킨 핵연료 물질로서 원전에서 나온 직후 높은 방사능 및 열



〈그림 2〉 사용후핵연료의 외형

을 가지고 있어 현행법상 고준위 방사성 폐기물에 해당하지만 우리나라와 플루토늄 등 핵분열 물질을 포함하고 있다. 즉 원전에서 전력을 생산하기 위해 연료로 사용되고 난 후 연소기간이 끝나 원자로에서 인출된 핵연료를 사용후핵연료라고 하는데, 일반적으로 언급되는 경수로형 사용후핵연료는 가로 세로 각 20cm, 높이 약 4m, 무게 약 660kg이다. 중수로 연료는 길이가 약 50cm인 37개의 연료봉을 10cm가량의 직경을 갖는 다발로 묶은 것으로 전체 무게는 23kg 정도다. 경수로 핵연료는 원자력 발전에 약 5년간 사용되며, 사용 전과 사용 후의 외형상 차이는 없다. 다만 신핵연료는 방출되는 열이 없고 방사선이 매우 적어 사람이 접근할 수 있으나 사용후핵연료는 물질의 구성이 변화돼 강한 방사선과 높은 열을 방출한다.

구분(호 가수)	자장용량(t)	저장량(t)	포화비중(%)	포화년도	
경수로	고리(6)	2,691	2,035	76	2016
	한빛(6)	3,381	2,118	64	2019
	한울(6)	2,328	1,790	77	2021
	신월성(1)	219	-	-	-
	소계	8,556	5,943	-	-
중수로	월성(4)	9,441	7,005	74	2018
총계(23)	17,997	12,948			

〈표 1〉 원전별 사용후핵연료 저장 현황 (2013.6월말 기준)

이러한 사용후핵연료는 2013년 6월 기준으로 한울, 월성, 고리, 한빛의 4개 원자력발전소 단지 내에 총 1만2948t이 발생하고 있다. 매년 가동 중인 23기 원전에서 약 750t씩 발생되며, 2016년 고리원전부터 포화될 것으로 전망되고 있다. 국내의 사용후핵연료는 현재 수조(습식) 또는 콘크리트 용기(건식) 등에 보관하는 방식으로 원전 내 임시 저장 중이다. 반면 원전을 보유한 대부분의 국가가 원전 부지 내 또는 원전 부지 외에 중간저장시설을 운영하고 있다.

사용후핵연료 관리



사용후핵연료 관리는 사용후핵연료의 임시 저장, 중간저장, 운반, 처리, 처분 및 이를 위한 모든 활동을 의미한다. 임시 저장은 원자력발전사업자가 원자로의 관계시설인 사용후핵연료 저장시설(저장수조, 건식저장시설)에서 저장·관리하는 것을 의미한다. 반면 중간저장(Interim Storage)은 폐기물관리사업자가 최종 관리에 대비해 사용후핵연료를 발생자로부터 인수받아 별도의 저장시설에서 중장기적으로 저장·관리하는 것을 의미한다. 통상 원전수조 내 '임시 저장' → 처분 또는 재처리까지 '중간저장' → '재처리' 또는 '최종 처분'의 프로세스로 관리된다. 따라서 원자로에서 사용된 사용후핵연료는 강한 방사선과 높은 열을 방출하므로 최종 처분 전까지 체계적인 관리가 필요하다.



〈그림 4〉 습식저장과 건식저장 비교

“사용후핵연료 관리는 사용후핵연료의 임시 저장, 중간저장, 운반, 처리, 처분 및 이를 위한 모든 활동을 의미한다. 임시 저장은 원자력발전사업자가 원자로의 관계시설인 사용후핵연료 저장시설(저장수조, 건식저장시설)에서 저장·관리하는 것을 의미한다. 한국과 원전 운영 규모가 작은 8개국은 임시 저장만 하고 있는 상황이다.”

이러한 사용후핵연료 관리와 관련해 1980년부터 독일, 일본, 미국 등이 원전 부지 내에 건식저장 방식으로, 프랑스, 스웨덴 등은 원전 부지 외부에 습식저장 방식으로 중간저장시설을 운영 중이다. 사용후핵연료 저장 방식인 습식저장과 건식저장 모두 각각 장·단점을 가지고 있으나 최근 세계적으로 건식저장시설을 건설하는 것이 추세다.

또한 사용후핵연료는 직접 처분 또는 재처리 후 처분하는 방법이 있으며, 직접 처분을 결정한 국가 중 영구처분장을 건설한 국가는 아직 없고, 현재 핀란드, 스웨덴이 처분장 부지를 확보했다. 정책 결정 시에는 경제성, 환경문제, 안전성 확보를 위한 기술 수준, 국민의 수용성 등 자국의 상황과 핵 확산문제와 관련된 정치·외교적 요소 등 국제적 상황을 고려해 결정해야 한다.

직접처분(8개국)	미국, 캐나다, 스웨덴·핀란드(부지선정), 독일, 스페인, 루마니아, 슬로바키아
재처리(6개국)	프랑스, 일본, 러시아, 인도, 중국, 영국 ※ 일본을 제외한 5개국은 핵보유국
관망(8개국) (Wait & See)	우크라이나, 벨기에, 스위스 등 8개국 ※ 우크라이나(57t)를 제외한 7개국은 10기 미만 원전 운영

〈표 2〉 중간저장시설 운영 22개국 최종 관리방안

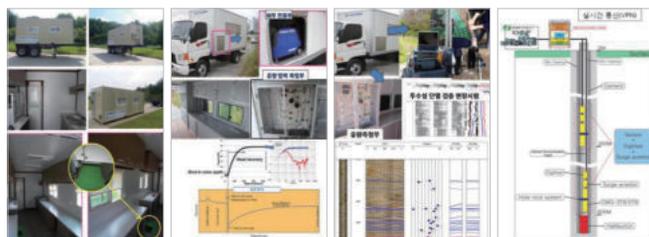
주요 선진국은 공통적으로 중간저장을 우선 시행하는데, 원전운영국 31개국 가운데 미국, 프랑스, 일본 등 22개국(71%)은 중간저장시설을 운영 중이다. 중간저장 이후 최종 관리방안으로 직접 처분, 재처리, 관망 형태를 취하고 있다. 31개 원전 운영국가(대만 포함) 중 10개 국가(33%)는 직접 처분 정책을, 8개 국가(25%)는 재처리(6개 국가는 자체 재처리, 2개 국가는 해외 위탁 재처리) 정책을 시행하고 있으며, 그리고 나머지 13개 국가(42%)는 정책결정을 유보한 상태다. 반면 한국(23기)과 원전 운영 규모가 작은 8개국은 임시 저장만 하고 있는 상황이다.

방폐물관리기술개발사업의 대표 성과 ①

국내 심지층 사용후핵연료 최종 처분 가능성 여부를 확인 가능한 지질 환경 DB 구축

한국원자력환경공단은 '심지층 처분 한반도 지질환경 평가기술 개발' 연구과제를 통해 방사성폐기물관리 기본계획 수립에 필요한 기본자료를 생산하는 성과를 올렸다. 우선 연구를 하게 된 배경 및 관련 분야 동향을 살펴보면 사용후핵연료 처분 선진국의 처분사업자 부지 선정, 평가 등에 관한 시행 기준은 대부분 국제원자력기구(IAEA)의 안전규제지침을 준수하는 범위에서 자국의 지질환경 및 인문·사회·경제·정치적인 특성을 정량적으로 반영 중이다. 경주 방폐장 부지 선정 경험을 바탕으로 사용후핵연료 처분사업에서 기술개발단계와 사업단계에서의 가장 기본이 되는 것은 모든 절차와 기준에 대한 종합적인 검토다. 사용후핵연료 처분장 부지 선정과 관련해 다양한 경우의 수를 검토해야 하며, 필요한 경우 실질적인 기술능력 향상을 위한 방안을 고려해야 한다.

지진 및 단층활동성 평가 분야는 지금까지 원자력발전소 부지 조사를 중심으로 수행됐으며, 1990년대 이후 국내 활동성 단층 연구는 월성원전 인근 양산단층과 울산단층, 그리고 동해안 지역을 중심으로 원전 지진 안전성 평가와 관련해 국내 학계에서 집중적인 연구가 수행됐고, 이러한 연구 결과 현재까지 약 50개의 제4기 단층이 정리됐다. 하지만 이들 연구는 월성원전을 중심으로 수행된 것으로 그 밖의 지역에서는 원자력 시설의 부지조건 기준에 매우 중요한 요소임에도 불구하고 연구 결과가 전무한 실정이다. 또한 원전시설 건설을 위한 지진재해평가는 지금까지 결정론적 방법을 주로 적용해 왔으며, 확률론적 방법은 최근야 일부 미약하게 적용하는 실정이다. 최근 개정된 규제기준에는 확률론적 방법과 부지응답의 영향을 강조하고 있다. 더불어 국내 지진 관측은 대부분 지표관측소를 운영하고 있는 관계로 심부응답 해석을 위한 지진관측소의 설치·운영과 영향평가방법에 대한 연구가 필수적이다.



지구화학 모바일 앱 수리지질 모바일 앱 단열특성 모바일 앱 심부환경 지진계 설계

다음으로 성과를 요약해 보면 사용후핵연료 최종 처분을 위한 전국도를 대상으로 지질환경 정보 시스템 구축(26개 주제도, 총 78만3179개 DB 구축 완료) 및 심부환경 조사기술 확보다. 이는 국가정책 결정 전에 사용

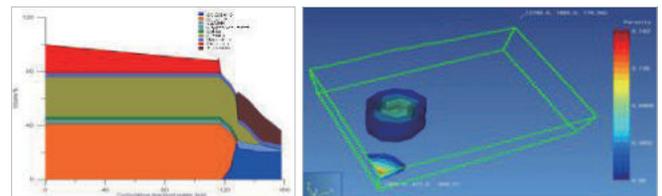
후핵연료의 심지층 처분 가능성과 처분에 적합한 부지 평가기술의 필요성에 의해 추진됐으며, 결과물은 국가정책 결정에 필요한 기본자료로 활용될 예정이다. 특히 관련 기반기술 확보는 정책결정의 기본자료로 상당부분 기여할 것으로 예상되며, 지속적인 업데이트를 통해 국내 지진, 단층활동 현상 등을 모니터링해 사용할 예정이다.

추진 성과의 활용도 및 파급 효과

- 한반도 규모의 정량적인 지질 및 심부환경 자료 구축을 통한 사용후핵연료 처분사업 기반 마련 및 이를 통한 원전사업 지속성 확보에 기여
- 장기 안전성 요소들의 정량적 평가기술 확보를 통한 선진국과의 기술 격차 해소를 위한 MOU 체결

방폐물관리기술개발사업의 대표 성과 ②

처분시설 공학적방벽의 장기 열화평가 프로그램 개발 및 열화관리방안 도출



열화에 의한 광물성분 부피변화 모델링 시간에 따른 공극률 해석

한국원자력환경공단은 '처분시설 공학적방벽의 장기 열화평가 프로그램 개발 및 열화관리방안 도출' 연구과제를 통해 경주 방폐장 사용승인 취득(2014.12)에 기여(건설·운영 허가 후속조치 항목 인·허가 획득)하고, 한국방사성폐기물학회 '기술상'을 수상하는 성과를 올렸다. 우선 연구를 하게 된 배경 및 관련 분야 동향을 살펴보면 2008년 7월 교육과학기술부는 경주 방폐장 1단계 10만 드럼에 대한 건설 및 운영 허가 발부와 함께 후속조치의 이행을 강제했다. 이에 따라 한국원자력환경공단과 한국수력원자력(주)은 규제기관(KINS)의 감독하에 '건설 및 운영 허가 후속조치'를 수행하고 있다. 또한 규제기관(KINS)에서는 '안전사례(Safety Case) 구축'을 통해 월성원자력환경관리센터의 장기 안전성을 확보·검증하고자 했다. 이와 관련된 국내의 기술 개발 동향을 보면 대부분 부지 선정 및 처분 방식과 연계된 연구로서 공학적방벽의 열화평가 및 관리에 대한 연구실적은 거의 전무한 실정이다.

방사성 폐기를 처분시설에 콘크리트를 포함한 시멘트 물질을 공학적 방벽 혹은 건설 및 보강재로 사용하는 경우 예상되는 역학적 및 수리·지화학적 변화와 이와 관련된 안전성 평가 연구 역시 국내에서 매우 미흡한 실정이다. 또한 상대적으로 방사성 폐기물 처분시설을 구성하는 콘크리트 물질 및 지하수에 대한 각각의 연구는 비교적 활발히 이뤄지고 있

나 처분환경에서 이들의 상호반응에 의해 발생할 수 있는 지화학적 변화에 대한 연구는 기초단계에 머물고 있다. 처분시설 공학적방벽의 내구성 및 열화평가는 '건설 및 운영 허가 후속조치'와 '안전사례 구축'의 세부항목으로서 월성원자력환경관리센터의 장기 안전성 향상을 위해 규제기관(KINS)에서 지속적으로 추진하는 핵심 과제다. 특히 장기적인 안전을 도모해야 하는 방사성 폐기물 처분시설의 특성상 실험적 실증의 한계를 보완하고, 장기적 변화에 대한 예측을 가능하게 할 지구화학적 모델링 방법의 구축이 무엇보다 시급한 실정이다.



경주 방폐장 내 실증실험동굴 위치

기술 지원 On-stop 서비스 시행

다음으로 연구성과를 요약하면 경주 방폐장은 2008년 한국원자력안전위원회로부터 건설·운영 허가 후속조치(26개) 완료를 조건부로 허가를 취득했으며, '처분시설 공학적방벽의 장기 열화평가 프로그램 개발 및 열화관리방안 도출' 실증기술 개발을 통해 후속조치 3.5항인· 허가를 획득했다. 또한 관련 기술 지원 On-stop 서비스 시행을 통해 관련 분야 3.3항 및 3.4항의 후속조치 항목 기술 지원을 완료했다. 이러한 경주 방폐장인· 허가 확보와 후속조치 이행에 기여함에 따라 2014년 11월 '한국방사성폐기물학회'의 기술상을 수상한 바 있다. 더불어 경주 방폐장 내 실증 실험을 실시, 완료했으며, 처분사일로 콘크리트 타설 및 설계 변경 승인에 활용돼 사업화 적용을 완료했다.



한국원자력안전기술원 확인서



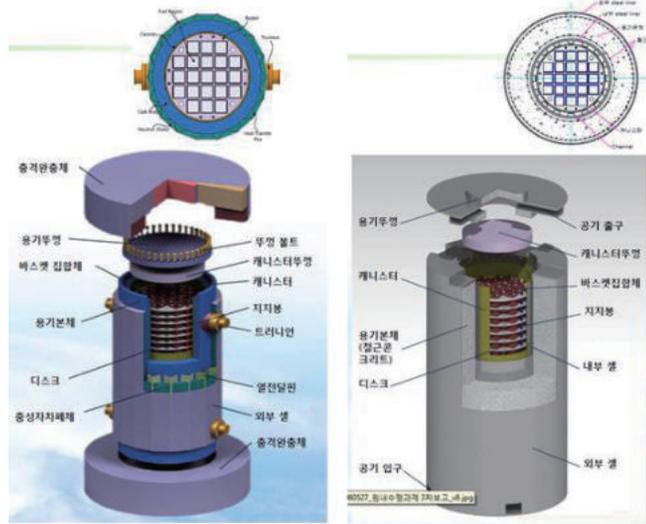
수상실적확인서

추진 성과의 활용도 및 파급 효과

- 방사성 폐기물 처분시설 공학적방벽의 안전성 향상과 관련한 기술 선점
- 안정적인 중·저준위 방사성 폐기물 처분기술을 확보함으로써 원전사업의 지속적인 추진
- 중·저준위 방사성 폐기물 처분시설에 대한 선진화 촉진 및 시장 확대 가능
- 경주 방폐장 건설 및 운영 허가 후속조치에 적용

방폐물관리기술개발사업의 대표 성과 ③

사용후핵연료 운반·저장용기 국산화



한국원자력환경공단과 한국원자력연구원은 '사용후핵연료 수송·저장 시스템 상용화 기술 개발' 연구과제를 통해 사용후핵연료 운반·저장용기 국산화 및 방사성 폐기물 관리 심포지엄(WMS)에서 동양인 최초로 미국 기계학회(ASME)가 선정하는 우수 논문상을 수상하는 성과를 올렸다. 우선 연구를 하게 된 배경 및 관련 분야 동향을 살펴보면 2016년 이전에 소내 습식저장이 포화될 것에 대비해 2002년 이후부터 지식경제부와 한국수력원자력(주)의 주관하에 PWR 사용후핵연료 건식저장시설에 관한 기술 개발 및 최적 설계 연구가 수행됐다. 하지만 건식저장용기의 임계·차폐·열 분야의 요소기술에 대한 개별적 연구 성과물을 도출했을 뿐 전체를 종합하는 연구 개발 성과물을 도출하지 못한 실정이다. 건식저장기술의 국산화 가능성 확인과 건식저장시설 설계에 요구되는 관련 요소기술 개발 가능성 및 실용화 가능성을 확인하는 수준이며, 설계기술의 상용화·산업화 및 국내 고유모델 설계를 위한 연구는 미진한 상태다.

국내 사용후핵연료 수송용기의 경우 1990년대 초 경수로 사용후핵연료 4다발 수송이 가능한 KSC-4(1987~90년), 12다발 용량의 KN-12(1998~2002년), 18다발 용량의 KN-18(2006~08년) 등을 개발해 인·허가를 취득한 경험이 있으나 KSC-4 및 KN-12의 경우 설계는 독일 GNB에서 수행했으며, KN-18의 경우 임계·차폐 분야는 미국 CTRI, 열·



WMS 2013 증명서

구조 분야는 영국의 설계사가 참여해 핵심 설계 분야는 아직 국외 기술에 의존하는 상태다.

다음으로 연구성과를 요약하면 방사성 폐기물 관리 심포지엄(WMS)에서 동양인 최초 ASME 선정 우수 논문상 수상으로 이를 통해 9·11 항공기 테러 이후 요구되는 대형 항공기 충돌에 대한 안전성 평가를 사용후핵연료 중간저장용기에 적용한 분석방법으로 기술의 우수성을 입증받았다. WMS는 국제 방사성 폐기물 관리와 관련한 학회 중 가장 큰 규모로 매년 ASME와 미국원자력학회(ANS)가 각각 우수 논문을 한 편씩 선정하고 있다. 또한 국내 원전을 위한 사용후핵연료 운반·저장용기는 별도 제작이 필요하며, 상용화 기술 개발을 통해 국산화 제작이 가능해짐에 따라 수입 대체로 국가 투입 예산이 절감될 것으로 기대되고 있다. 국외의 중간저장용기 구입 시 약 10조 원의 재원이 필요하나 기술 개발 국산화를 통해 약 3조 원의 절감 효과가 발생할 것으로 예상되고 있다.

추진 성과의 활용도 및 파급 효과

- 사용후핵연료 수송·저장 측면 연구·기술의 국내 산업 육성 및 새로운 사용후핵연료 건전성 시험장비 개발로 선진국과의 연구 교류
- 사용후핵연료 중간저장시설이 현실화될 경우 이에 대한 기술 자립 및 수입 대체를 통해 외화유출 방지 및 항후 해외 수출 기반 구축
- 사용후핵연료 수송·저장 시스템 국내 모델 확보를 위해 필수적인 개발 모델의 안전성 입증에 성공적으로 이뤄짐

방폐물관리기술개발사업의 대표 성과 ④

사용후핵연료의 중간저장 등 사용후핵연료의 인도를 위한 검사기술 개발

순천향대학교는 '사용후핵연료 검증용 연소도 측정 검출기 개발' 연구과제를 통해 원전사업자와 방폐사업자 간 사용후핵연료 인수인계 시 필요한 인수검사 적용기술 개발을 완료했으며, 산업부 R&D 내에서 추진하는 산업기술상 신기술 부문 우수상을 수상하는 성과를 올렸다. 우선 연구에 들어간 배경 및 관련 분야 동향을 살펴보면 사용후핵연료 연소도의 결함 여부는 사용후핵연료 저장시설의 안전관리에 가장 중요한 인자이며, 사용후핵연료 인도 시 이 값을 검증하기 위한 검수 시스템은 반드시 필요하다. 최근 원전의 경제성 향상을 위한 운전 전략에 따라 고연소도 사용후핵연료 증가는 극한 방사선 환경을 유발함에 따라 검사를 위한 작업종사자의 피폭 저감 및 안전관리를 위해 사용후핵연료의 연소도 및 결함 판별은 점점 중요해지고 있다.

다음으로 연구성과를 살펴보면 사용후핵연료의 연소도 판별 검출기의 개발은 종래의 중성자 계측, 감마선 계측기의 단점을 극복할 수 있는 신기술로서 사용후핵연료의 안전관리 시스템 개발에 일조할 수 있으며, 검



출부로 광섬유를 이용함으로써 광신호의 손실 없이 원거리 신호 전송이 용이한 기술에 해당한다. 주요 성과인 사용후핵연료의 중간저장 등 사용후핵연료의 인도를 위한 검사기술 개발과 관련해 사용후핵연료 집합체의 연소도 검증을 위한 검출기로 감마선 측정을 위한 광섬유 센서, 검출부 이송장치, 광계측장치, 데이터 처리 및 제어장치로 구성된다. 감마선을 측정하는 광섬유 센서는 체렌코프 원리를 이용해 감마선 감지부와 광신호 전송부가 모두 광섬유로 구성돼 전통적으로 사용되는 감마선 센서에 비해 구조가 단순하고, 유지 관리가 쉬우며, 가격이 저렴한 특징을 지닌다. 또한 감마선의 세기를 측정하기 위해 감법 원리에 따라 광섬유 센서는 기준센서와 탐지센서로 구성된 2채널 구조를 가지며, 감마선 응답에 시간 지체가 없어서 6cm/min 이하의 속도로 실시간 탐지가 가능하다. 사용후핵연료 집합체의 각 사분면을 동시에 스캔하도록, 각 사분면에 대한 감마선을 측정할 수 있도록 4개의 센서가 사각형 구조로 배열돼 있으며, 광섬유 센서에서 생성된 광신호는 8채널의 광증배관을 사용하는 광계측장치에서 전기신호로 변환돼 데이터 처리 및 제어장치에서 저장되도록 개발됐다.

추진 성과의 활용도 및 파급 효과

- 해외시장의 경우 주로 핵연료 재처리 과정에서 연소도 평가를 위해 검출 시스템이 활용되고 있는 상황으로 향후 사용후핵연료의 중간저장 등에 이동이 있을 때 검수기술의 필요성 때문에 시장이 성장할 것으로 기대





사용후핵연료 수송·저장 시스템 상용화 기술 개발 한국원자력환경공단 기술연구소 수송저장연구실 조천형 박사팀

우리나라는 2015년 9월 현재 총 24기의 원전을 운영 중이다. 원전은 누가 뭐라 해도 현재까지 대체 불가한 주요 전력생산의 핵심이다. 국내 전력생산량의 32%를 차지하는 원전을 과연 어느 전력발생 수단으로 대체할 것인지에 대해 뚜렷하고 명확한 답변이나 대안을 제시하는 곳은 없다. 다만 원전의 안전성 문제만을 지적하며 탈원전만을 주장할 뿐이다. 이런 가운데 원전의 안전성에 있어 커다란 한 축을 차지하고 있으며, 탈원전을 주장하는 측의 근거로 제시되는 방사성 폐기물과 사용후핵연료의 저장과 처분에 대한 괄목할 만한 연구·기술 개발이 진행돼 원전 안전성에 대한 염려는 기우에 불과하다고 할 수 있다. 그리고 그 최전선에 한국원자력환경공단 기술연구소가 있으며, 특히 경주 방폐장 준공 이후 최대 이슈로 부각되는 사용후핵연료의 수송·저장과 관련해 기술연구소 산하 수송저장연구실의 연구 개발 성과와 노력은 큰 주목과 함께 기대를 갖게 하기에 충분하다.

취재 조범진 사진 서범세

사용후핵연료 수송·저장 용기 기술 개발 성공

‘방폐물의 안전하고 효율적인 관리로 국민생활의 안전과 환경보전의 이미지’를 위해 설립된 한국원자력환경공단과 공단이 국가 방사성 폐기물 관리사업을 수행하는 데 차질이 없도록 최상의 사업맞춤형 기술 서비스를 제공하는 산하 기술연구소는 국내 원전에서 발생하는 모든 방사성 폐기물 및 사용후핵연료에 대한 효율적인 관리와 처분을 담당, 원전의 안전성을 보강하는 조직이다.

이 가운데 기술연구소 내 수송저장연구실에 주목할 수밖에 없는 것은 경주 방폐장 준공과 동시에 사용후핵연료의 수송 및 저장과 처분에 대한 문제가 먼 미래가 아닌 당장의 문제가 될 수 있기 때문이다. 특히 사용후핵연료 처분의 경우에는 아직 이렇다 할 성과물이 없고, 많은 것에 대한 연구와 조사 등이 이뤄져야 하기 때문에 그동안 사용후핵연료에 대한 수송과 저장은 최종 처분을 위한 중간단계 이상으로서의 중요성을 지닌다.

이런 가운데 한국원자력환경공단 기술연구소 수송저장연구실 조천형 박사팀이 사용후핵연료를 원자력발전소, 중간저장시설, 처분시설 등의 시설 상호 간 이송 시나 중간저장시설에서의 저장에 꼭 필요한 사용후핵연료 저장·수송시스템과 안전성 평가기술 개발에 성공해 주목받고 있다.

경수로 사용후핵연료 건식저장 가능, 안전성 불안감 해소

사용후핵연료(Spent Nuclear Fuel)는 원자로의 연료로 발전을 위해 사용된 핵연료 물질로서 높은 방사능과 열을 방출한다. 그러므로 일정기간 발전소 내 임시 저장 이후에도 재활용 또는 직접 처분 전까지 30~50년 정도의 저장 관리기간이 추가로 필요하다.

그러나 발전소 내 저장조의 한계 때문에 고밀도 조밀저장대 방식을 이용해 저장용량을 증설하고는 있지만 이후 발생하는 사용후핵연료의 저장에는 턱없이 부족해 발전소 내외에 저장시설의 건설이 불가피한 상황이다. 이처럼 사용후핵연료의 재활용 또는 직접 처분 전까지 발전소 내외에 사용후핵연료를 모아서 저장하는 것을 중간저장이라 하며, 습식과 건식저장 방식 중 하나를 채택해 중간저장을 하고 있다.

이에 대해 조 박사는 “현재 전 세계적으로 약 90% 이상은 원전 내 저장 수조와 같이 물을 이용, 사용후핵연료의 붕괴열을 열교환기를 활용해 강제 냉각시키고 방사선을 차폐하는 방식인 습식저장이 사용되고 있지만 별도의 냉각시스템 가동에 따른 높은 시설 운영비와 2차 폐기물 발생 등의 단점을 지니고 있다. 그런데 습식저장이 일본 후쿠시마 원전사고 이후 안전성 문제가 대두됐고, 이에 따라 최근에는 건식저장 방식이 주목을 받고 있다”면서 “건식저장 방식은 냉각재로 기체 또는 공기를 사용하고, 방사선 차폐체로 콘크리트나 금속을 이용하는 방식으로 습식저장 방식에 비해 운영비용이 적으며 안전하다. 용량 확장과 장기 관리 측면에서 유리한 장점

과 함께 시설의 특성에 따라 볼트·모듈·콘크리트 용기 및 금속용기 방식이 있고, 우리나라의 경우에는 월성원전에서 발생된 중수로 사용후핵연료를 건식저장하고 있으나 국내 원전 대부분을 차지하고 있는 경수로에서 발생된 사용후핵연료는 아직 적용된 사례가 없다”고 설명했다.

현재 원전운영국 31개국 가운데 발전소 내외에 사용후핵연료 저장시설을 운영 중인 나라는 원전 강국인 미국을 비롯해 프랑스와 일본 등 22개국이다. 이 가운데 18개국은 건식저장시설을 설치 운영 중이며, 스위스 등 4개국은 원전 밖의 별도 부지에 건식저장시설을 운영하는 집중저장을 하고 있고, 일본 등 3개국은 집중저장시설을 건설 중이다.

이렇듯 건식저장 방식이 주목을 받고 있는 상황에서 높은 방사능과 열을 방출하는 사용후핵연료의 수송과 저장은 위험할 수 있어 대부분 특수하게 설계·제작돼 수송·저장할 수 있는 용기가 사용된다.

그러므로 수송저장연구실 조 박사팀의 경수로 사용후핵연료 2다발용 수송·저장할 수 있는 금속 겸용용기와 콘크리트 저장용기의 국산화 및 안전성 평가기술 개발은 시사하는 바가 매우 크며, 이 가운데 특히 손꼽을 수 있는 것은 국내 원전 대부분을 차지하고 있는 반면 건식저장 방식이 적용된 적이 없는 경수로 사용후핵연료의 안전한 수송과 저장이 가능하게 됐다는 점이다.

조 박사팀이 기술 개발에 성공한 수송 및 저장할 수 있는 금속 겸용 용기와 콘크리트 저장용기는 안전성 측면에서도 매우 뛰어나다. 이를 위해 조 박사팀은 내진은 물론 화재 및 낙하실험과 미국의 9·11 테러 당시

“현재 전 세계적으로 약 90% 이상은 습식저장 방식이 사용되고 있지만 일본 후쿠시마 원전사고 이후 안전성 문제가 대두됐고, 이에 따라 최근에는 건식저장 방식이 주목을 받고 있다.”



구조실험용으로 제작된 사용후핵연료 금속 겸용용기의 축소 모델

항공기가 빌딩에 충돌할 때와 같은 정도의 강도 실험 등 갖가지 실증실험을 통해 용기의 안전성을 확인하고 검증했다.

그렇기 때문에 원전 안전성과 관련해 늘 제기되는 방사성 폐기물 처리문제와 더불어 가장 큰 이슈가 되고 있는 사용후핵연료의 수송 및 저장과 처분문제에 있어 조 박사팀의 연구 성과물은 앞으로 국내 원전의 안전성 강화와 함께 방폐물의 안전하고 효율적인 관리로 국민생활의 안전과 환경보전에 이바지한다는 한국원자력환경공단의 미션 실현에 큰 힘이 될 것으로 기대된다.



한국원자력환경공단 기술연구소 수송저장연구실 조천형 박사

입을 수납할 수 있는 금속 검용 용기와 콘크리트 저장용기를 개발할 계획이며, 이는 상당 부분 결실을 맺은 상황이다.

이와 관련해 조 박사는 “이번 기술 개발은 기술적 측면에서 국내 독자모델 및 제반 핵심 기술 확보로 사용후핵연료 중간저장시설의 적기 운영에 대한 준비와 안전성을 확보할 수 있는 핵심 기술을 구축했다는 점과 함께 사용후핵연료 수송·저장용기의 수입 대체 등으로 비용 절감 및 향후 민간 기업으로의 기술 이전을 통한 수출 산업화 기반 마련으로 국내 독자모델을 보유함으로써 설계비용 또는 기술료 절감으로 외화 유출 방지 및 원전 개도국으로의 수출을 통한 수익 창출로 경제적 효과를 기대

원전 수출 산업화 기반 마련 및 대국민 수용성 확보 효과 커

앞으로 조 박사팀은 향후 사업화 추진을 위해 인·허가 신청 및 취득을 목표로 설계승인 기술자료 확보와 품질보증체계를 확립해 기술 개발을 추진할 계획이며, 국외 기업이 국내에 등록된 특허를 회피하고 개발한 용기모델의 지식재산권 보유를 추진하고 있다.

또한 표준화 전략을 통해 국내 상용원전의 다양한 핵연료 타입과 원전 설비에 효율적으로 대응하고, 취급 공정을 단일화해 운영 및 제작비용을 절감할 방침이다. 더불어 국내 상용원전 내 80% 이상의 모든 핵연료 타

할 수 있다”며 “2020년 세계 건식저장용기시장은 연간 3.8조 원에 이를 것으로 전망되고 있어 이번 기술 개발은 우리나라가 원전기술 수출국으로서의 위상과 함께 미래 성장동력으로서의 역할도 할 것으로 기대되며, 무엇보다도 가장 큰 기대 효과는 사용후핵연료 수송·저장용기의 안전성 확보를 통한 원전 안전성 및 사용후핵연료 처분에 있어 대국민 수용성을 확보할 것으로 보인다”고 밝혔다. 또한 조 박사는 “지금까지는 용기를 만드는 데 집중했다면 앞으로는 안전성에 대한 연구에 더욱 집중할 계획이며, 관련 기술 및 위험도 평가 등도 함께 연구해 나갈 것”이라고 덧붙였다.

조천형 박사팀이 개발에 성공한 사용후핵연료 수송·저장용기의 실물 크기는 건물 3층 높이에 해당되며, 무게만 100t이 넘는다.



투명하고 전문적인 산업기술 기획·평가·관리를 통한 국가기술경쟁력 강화

新비전 '세계최고의 산업기술을 선도하는 R&D지원 글로벌 리더'

Keit가 R&D지원 분야의 글로벌 리더로서 도약하기 위해

새로운 비전으로 새로운 도전을 시작합니다.

Keit는 우리의 산업기술이 세계최고 기술경쟁력을 확보할 수 있도록
선진화·전문화된 기획-평가-관리를 통해 앞장서 길을 만들겠습니다.



Keit



사물인터넷(IoT) 시대 실현할 '5G 특허전쟁'

정보통신기술(ICT)업체들이 경쟁적으로 5G 기술 개발에 나서고 있다. 이는 5G가 다가올 사물인터넷(IoT) 시대에 모든 것을 연결하는 근간(서비스를 구현하는 통신망)이기 때문이다. IoT 시대엔 모든 산업에 ICT가 적용된다. 모든 산업이 ICT와 융합되는 '4차 산업혁명'이 일어날 것이라는 전망처럼 5G 경쟁에서 밀리면 4차 산업혁명에서 뒤처지게 된다. 세계적으로 표준화 작업을 하고 있는 차세대 이동통신인 5G는 현재 쓰이고 있는 4G에 비해 데이터 전송속도가 1000배가량 빨라 홀로그램, 가상현실 등이 일상화될 것으로 기대되고 있다.

■ 통신 발달사



1875

알렉산더 벨, 최초 자석식 전화기 발명

1G



1984

국내 아날로그 이동통신 서비스 개시, 카폰-벽돌만한 휴대폰 등장
▶ 음성

2G



1996

한국, 세계 최초 CDMA 방식 상용화 휴대폰 이용 보편화
▶ 음성 · 문자

3G



2003

WCDMA 국내 상용화 모바일 인터넷 접속 시작
▶ 음성 · 멀티미디어 문자 · 화상통화

4G



2011~

LTE 국내 첫 상용화 스마트폰 보편화
▶ 음성 · 데이터 · 실시간 동영상

5G

2020 예정

5G 상용화 무인자동차 · 홀로그램
▶ 입체영상 · 사물인터넷(IoT)

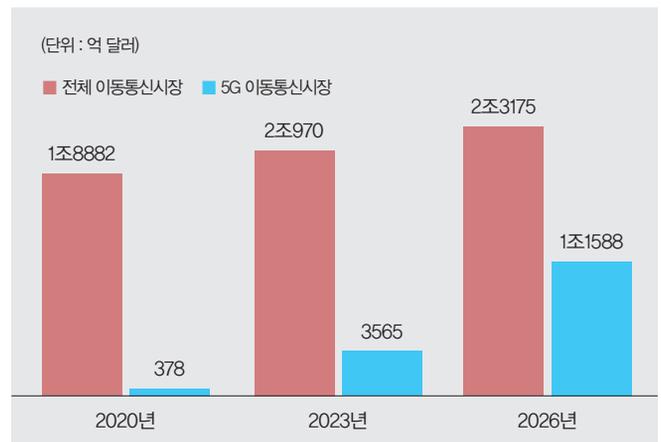
ICT업체를 넘어 국가 간 치열한 선점 경쟁

핀란드 통신장비업체 노키아는 지난 7월 한국에 미래기술연구소를 설립했다. 5세대(5G) 이동통신기술을 집중적으로 연구하기 위해서다. KT도 지난 7월 서울 서초구에 있는 KT우면연구센터에 5G 연구개발센터 문을 열었다. SK텔레콤은 연내 경기 성남시 분당구에 있는 종합기술원에 5G 실험실을 구축할 계획이다. LG유플러스도 서울 독산동 네트워크연구소에서 5G 선행기술 연구를 진행 중이다. 이처럼 5G 이동통신기술 선점을 위한 ICT업체 간 경쟁이 본격적으로 시작됐다. 5G 기술 선점을 위한 국가 간 경쟁도 치열하다. 한국은 2018년 평창 동계올림픽에서 세계 최초로 5G 시범 서비스를 한다는 계획이다. 미래창조과학부는 2년 전 5G 기술 개발을 위해 삼성전자, LG전자, KAIST, 연세대 등 산·학·연 전문가로 구성된 전략기획단을 구성했다. 삼성전자는 SK텔레콤, KT, LG유플러스 등 통신 3사와 손잡고 기술 개발 확보에 총력을 펴고 있다. 일본과 중국도 발 빠르게 움직이고 있다. 일본 정부는 2020년 도쿄 하계올림픽 때 상용 서비스에 나설 예정이다. 일본 정부는 총무성 산하에 5G 태스크포스(TF)팀을 꾸렸다. 일본 1위 통신사 NTT도코모 등의 기술 개발을 지원하기 위해서다. 중국은 2018년 러시아 월드컵을 노리고 있다. 에릭슨 노키아에 이은 세계 3위 통신장비업체인 중국 화웨이는 러시아 이동통신사 메가폰을 끌어들이며 5G 시범 서비스에 나설 채비다. 중국 정부도 5G 추진 TF를 가동 중이다. 차이나모바일 등 중국 통신 3사는 올해까지 총 30조 원을 투자할 것으로 알려졌다. 화웨이는 최근 5G 기술 연구에만 5년간 6억 달러(약 7000억 원) 투자 계획을 발표했다.

중국과 일본이 한국보다 앞선다는 평가도

통신업계에서는 5G 상용화 시점을 2020년쯤으로 보고 있다. 최근 글로벌 기술표준화 작업 등을 시작한 일정 때문이다. 일각에서는 도쿄올림픽이 열리는 시점과 맞물려 일본이 유리할 수 있다는 관측이 나온다. 2G(CDMA·코드분할다중접속), 3G(WCDMA·광대역 코드분할다중접속), 4G(LTE·롱텀에볼루션)에선 세계시장을 주도했던 한국이 5G에선 일본이나 중국에 밀릴 수 있다는 지적이다. 외국계 통신장비업체 관계자는 “5G 기술력은 중국 화웨이, 핀란드 노키아, 일본 NTT도코모 등이 한국 업체들보다 한발 앞서 있다는 평가가 있다”며 “일본이 상용 서비스를 선점할 가능성이 높은 편”이라고 말했다. 이 때문에 국내 통신업계에서는 정부의 강도 높은 지원이 필요하다는 입장이다. 2020년 상용 서비스에

맞춰 서비스를 발굴하기 위해 통신업계와 산업계가 공동으로 논의할 수 있는 정부 주도의 협의체를 마련해야 한다는 지적도 나온다. 통신업계 관계자는 “제4 이동통신 도입, 기본료 폐지 등 통신요금 인하 압박이 갈수록 거세지고 있어 5G에 과감하게 투자하기 어려운 상황”이라며 “5G 기술 개발에 소홀하면 세계 산업 경쟁에서 뒤처져 국가적인 손실로 이어질 수 있다”고 말했다.



〈그림 1〉5G 이동통신시장 전망 출처: 한국전자통신연구원(ETRI)

새 판서 펼쳐질 ‘특허전쟁’

각국이 시범 서비스와 상용 서비스 경쟁을 치열하게 벌이고 있는 것은 국제표준 기술로 채택되기 위해서다. 실제로 서비스를 할 수 있다는 것을 보여줘야 국제표준 기술로 채택될 가능성이 높아진다. 국제표준 특허를 선점하면 ICT 제품경쟁력을 높일 수 있다. 특허를 얼마나 가지고 있느냐에 따라 통신장비 단말기 등을 판매할 때 내야 하는 라이선스 비용이 달라지기 때문이다. 특허가 없으면 똑같은 물건을 만들어 팔아도 라이선스 비용을 많이 내야 하기 때문에 제조원가가 훨씬 비싸진다. 대표적인 예가 퀄컴이다. 퀄컴은 무선통신에 필요한 표준특허를 많이 확보해 삼성전자, LG전자 등 국내 업체들로부터 막대한 라이선스 수익을 가져갔다. 이와 관련해 최진성 SK텔레콤 종합기술원장은 “3G에서 4G로의 변화 간극은 크지 않았지만 5G 시대엔 엄청난 변화가 있을 것”이라며 “무인자동차, 홀로그램, 가상현실 등 기기와 서비스가 다양해지고 IoT 혁명으로 적용 범위도 훨씬 넓어질 것”이라고 내다봤다.



세프를 능가하는 요리 아이디어 상품

요즘처럼 국내에서 세프가 각광을 받았던 때는 없다. 그야말로 세프 전성시대다. 이번 호에서는 기술을 활용해 세프가 될 수 있는 아이디어 상품을 소개한다.



막대 하나로 음료를 차갑게

얼음이 들어간 차가운 음료를 마시다 보면 점점 맛이 변하는 것을 느낀다. 얼음이 녹으면서 물과 음료가 희석되기 때문이다. 그래서 종종 이런 생각을 한다. '얼음이 녹지 않으면서 시원함과 맛을 유지할 수 없을까.' 이런 고민을 떨쳐버릴 아이디어 상품이 나왔다. 얼음도 아닌 '막대' 하나만으로 음료를 차갑게 마실 수 있다. 디자이너 노승환 · 조찬재 · 추연호 · 박나래 씨가 고안한 '칠링 sip 스틱(CHILLING SIP STICK)'이다. 얇고 가는 금속 재질의 길쭉한 디지털 스틱 내부에는 냉각 패널이 내장돼 있어 온도를 설정할 수 있다. 음료를 다 마시는 마지막까지 차가움을 유지한다. www.yankodesign.com



바람을 가르며 물을 만든다

이 기기를 뭐라고 불러야 할까. 좀 생소하지만 집수기라고 하면 어울릴 듯하다. 오스트리아 디자이너 크리스토프 레테자가 개발한 '폰투스(Fontus)'는 자전거 등에 부착해 달리면 마실 수 있는 물을 만든다. 태양광과 바람을 이용해 공기 중의 수증기를 모아 탈착이 가능한 페트병에 물을 모은다. 원리는 빠른 속도로 달리며 기기의 흡입구에 바람이 들어가면 내부에서 급속도로 냉각해 공기와 수분을 분리하는 식이다. 적절한 습도만 있다면 한 시간에 0.5ℓ의 물을 모을 수 있다. 이렇게 만들어지는 물은 물론 마시기에 적절할 만큼 깨끗하다. <http://kristof-retezar.wix.com>



맞춤형 와인 제조기

와인을 즐기는 사람이라면 '더 미러클 머신(The Miracle Machine)'에 주목하자. 이 제품은 아주 간단하게 집에서 와인을 제조할 수 있도록 돕는 기발한 제품이다. 만들 수 있는 와인 종류는 소비뇽 블랑, 피노 누아, 샤르도네 나파밸리 등 총 6가지다. 와인 제조 비밀은 이렇다. 미러클 머신의 공식 웹 사이트나 아마존에서 원하는 와인 키트를 구입해 기기에 넣으면 와인이 만들어진다. 키트에 포함된 물과 포도 농축액, 효모, 원하는 향을 기기에 넣고 애플리케이션을 통해 기기를 제어하며 맛을 조절할 수 있다. 와인이 만들어지는 기간은 단 3일이다. <http://themiraclemachine.net>



선호 맥주 · 와인 알려 주는 앱

맥주와 와인의 종류가 수도 없이 많아 어떤 게 자신의 입맛에 맞는지 몰라 새로운 종류에 도전할 망설임 때가 있다. '넥스트 글라스(Next Glass)'는 사용자의 입맛을 사전에 입력해 놓고 쇼핑할 때 와인이나 맥주를 카메라로 비추면 개인화된 기준에 따른 점수가 부여된다. 또한 와인의 생산지, 맥주의 양조방법 등 다양한 술 관련 정보를 동시에 보여준다. www.pryntcases.com



도마에 열 달으면 프라이팬으로

도마의 변신이 놀랍다. 이재원 씨와 이주안 씨가 개발한 '컬링 팬(curling pan)'은 도마였다가 프라이팬이 되기도 한다. 보통 요리를 시작하기 전에는 도마다. 도마에 식재료를 올리고 썰어 낸다. 그리고 이 도마를 가스레인지에 올리면 프라이팬으로 변해 바로 조리할 수 있는 것이다. 더욱 눈길을 끄는 것은 도마의 모양이다. 평면 도마에 열을 가하면 프라이팬 사면의 모서리가 수축되듯 오그라들며 오목한 팬으로 변신한다. 도마의 소재는 '형상기억 합금'이라는 신소재로 뜨거운 열을 가하면 본래의 형태로 돌아간다. 도마의 테두리는 온도의 변화에 따라 흰색에서 빨간색으로 변해 그 과정을 시각적으로 확인할 수 있다. www.yankodesign.com



햇빛으로 요리하는 휴대용 조리기

햇빛으로 밥을 지어 먹으면 어떤 맛이 날까. '솔라리(Solari) 휴대용 햇빛 조리기'만 있으면 햇빛 아래 어디서든 음식을 조리할 수 있다. 심지어 에너지를 발생시키는 데 가스나 전기 플러그 등 어떤 연료도 필요하지 않기 때문에 환경을 오염시킬 우려도 없다. 또한 콤팩트한 사이즈라 여행갈 때 휴대하기 좋다. 솔라리에 햇빛이 닿으면 빛이 투명한 뚜껑과 광선을 모아 주는 렌즈를 통과해 빛을 잘 반사시키는 바닥까지 닿는다. 그 뒤 빛이 알루미늄 몸통으로 퍼져 음식이 뜨거워지도록 만든다. 몸통 옆에는 온도를 알려 주는 전자 액정이 있어 원하는 온도에 맞출 수 있다.

www.bodinhon.com

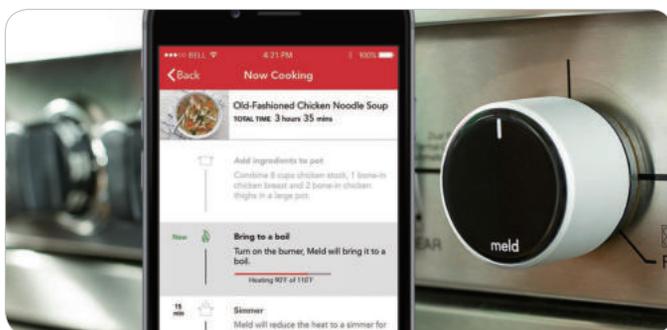


상한 고기, 냄새로 잡아낸다

냉장고에 식재료를 묵혀 두다 뒤늦게 발견할 때가 있다. 가장 모호한 순간은 그렇게 발견한 재료가 상했는지, 상하지 않았는지 판단할 수 없을 때다. '페레스(Peres)'는 이런 상황에서 도움이 되는 제품이다. 페레스에 탑재된 4개의 센서가 음식이 상할 때 발생하는 암모니아 및 100개 이상의 휘발성 유기화합물을 검출해 음식의 신선도를 판단한다. 사용자가 페레스를 식품 쪽에 향하게 한 뒤 버튼을 꾀눌러 주면 작동한다. 관련 데이터가 블루투스를 이용해 스마트폰 애플리케이션으로 전송된다. 단, 식품은 쇠고기, 돼지고기, 닭고기, 생선에 한한다. www.indiegogo.com

태양열 조리기

한 해에 400만 명이 집에서 조리하며 피우는 불 때문에 질식해 사망한다는 사실을 알고 있는가. 또한 아프리카에서만 400만 ha의 산림이 딸깍 때문에 사라지고 있다. 아프리카 레소토의 아프리카그린에너지가 이런 점에서 태양열을 이용한 조리기 '에이스(ACE1)'을 개발했다. 에이스1은 태양열 전지를 이용해 팬을 돌려 열기를 위로 보낸다. 나뭇가지나 벚짖 등 버려지는 잡목을 이용해 불을 지필 수 있어 기존 연료 소비보다 70%를 경감할 수 있다. 연기와 이산화탄소가 나오지 않아 물론 안전하다. 또한 USB를 통해 전력을 다른 기기에 공급할 수도 있다. www.africancleanenergy.com



부품 교체만으로 알아서 요리도

부품 교체만으로 가스레인지가 '스마트'하게 변신한다. '멜드(meld)'는 전동 손잡이, 온도 센서, 모바일 애플리케이션(앱) 등 3가지로 구성돼 있다. 사용하기 위해 가장 먼저 할 일은 일반 손잡이를 전동 손잡이로 바꿔 끼우는 것이다. 이후 재료가 담긴 냄비에 온도 센서를 장착한다. 조리에 앞서 블루투스로 스마트폰과 가스레인지를 연결하고, 전용 앱에서 만들고자 하는 요리 종류를 선택하면 나머지는 기계가 알아서 조리를 돕는다. 가스레인지 앞에 서서 불 온도를 높이거나 줄여야 하는 번거로움을 덜어주는 방식이다. www.meldhome.com



사업별로 산재된 'R&D 과제' 상호연계 위해 한 발짝, 한 발짝 '도전적인 전진'을 감행하다

정찬혁 [한국산업기술평가관리원 소재부품평가단 소재부품평가팀 책임연구원]

'초코파이'는 어떤 과정을 통해 만들어지는가

어린 아이부터 성인까지 전 세대에서 사랑받는 인기 간식인 '초코파이'가 있다. 그렇다면 초코파이를 만들기 위해서는 어떤 과정이 필요할까. 똥단지같은 질문처럼 들리겠지만 초코파이라는 완제품과 연관된 여러 가지 생산 및 제조공정을 따라가 보자.

우선 원자재 수입으로, 질 좋은 초콜을 사기 위해 초코 원액인 원자재를 구입해야 하고, 초코 원자재를 가지고 좋은 초코만을 추출하는 과정도 거쳐야 한다. 다음으로 가공 및 제조인데, 초코와 찰떡궁합을 만들기 위해 밀가루와 설탕 등 관련 부가 재료를 일정 질량과 비율로 배합해야 한다. 이후 배합된 초코파이가 일률적으로 대량 생산되도록 생산 공정라인이 있어야 한다. 마지막으로 마케팅 및 유통인데, 상기 과정을 거쳐 완제품이 만들어지면 이에 걸맞은 포장을 한 후 도매와 소매단계를 통해 소비자에게 최종적으로 공급된다.

그런데 여기서 드는 의문은 초코파이를 원하는 고객이 세대와 세대, 그

리고 고객마다 입맛이 다르기 때문에 초코파이의 설계 및 생산과 관련된 기술 개발, 그리고 제조, 유통단계도 달라져야 하지 않을까. **대상 완제품에 대한 고객의 수요가 다르고, 구매이유도 각각 다르기 때문이다.**

R&D사업에 대한 R&D 체계는 과연 상호연계 불가인가

만약 위에서 제시된 초코파이 제조 방식처럼 한 회사에서 한 개의 사업으로 원재료부터 제조공정, 그리고 사업화까지 'ONE STOP 프로세스'로 정부 R&D가 진행된다면 그것은 가장 이상적인 방식일 것이다. 하지만 **현실적으로 연구개발사업마다 목표하는 산업별 고객의 요구사항 및 스펙이 다르고, 개별 사업을 수행하는 주체기관이 각각 다르다. 이러한 이유로 유사기술과 같이 공통분모를 보유한 기술개발과제가 있더라도 현실적으로는 각 기관들이 확보한 기술 개발 노하우를 상호공유하는 등의 사업·과제별 상호연계는 어렵다.**

또한 산업생태계적으로 살펴볼 때도 산업마다 고유의 산업별류체인



(생태계)이 있어 정부 지원을 필요로 하는 관련 사업 및 기술 개발이 진행 중이기 때문에 산업별로 상이한 사업별 상호연계는 거의 없다고 할 수 있다. 실례로 차세대 디스플레이라고 할 수 있는 플렉시블 디스플레이 산업을 육성하기 위해 국내에 전무한 플렉시블 PI 소재를 WPM(World Premium Materials)사업에서 개발하고 있지만 밸류체인 관점에서 후방 산업인 부품모듈, 그리고 장비와 시스템까지 개발하는 미래선도기술개발사업에서는 이들 사업 간 상호 논의할 수 있는 장조차 없는 게 현실이다. 이는 정부 R&D 예산으로 각 사업의 예산이 투입되고, 사업이 설립되며, 기술 개발이 진행되고 있지만 서로 다른 물질과 사업화 관점으로 진행되기 때문에 궁극적인 플렉시블 디스플레이 분야의 완전한 시장 선점이라든지, 진정한 소재부품의 독립을 이루기 어렵다는 것이다.

매년 대형 사업을 론칭할 때 예비타당성 조사 같은 과정을 거치며, 정부 R&D 지원의 효율성을 검증할 수 있는 지원제도가 있다. 플렉시블 디스플레이 소재를 개발하는 WPM사업이 먼저 론칭되고, 2년 뒤에 미래선도사업이 론칭되기 전 관련 중복성 등을 회피하기 위해 예비타당성 조사 등을 거칠 때 WPM사업에서 개발된 소재를 탑재해 소재-부품-시스템을 만들겠다고 사업의 중복성을 피해갔을 것이다. 하지만 현실은 사업별 상호연계성은 찾아볼 수 없다. 아니 전무라고 할 수 있다. 이러한 점은 사업 설계 시 예산을 할당받기 위해 추진되는 단계에서는 이 부분이 충분히 고려되지만 일단 사업이나 과제가 선정되면 사업·과제별 연계가 실질적으로

이뤄지기 힘들다는 단적인 예를 보여주고 있다. 더불어 일단 사업자에 선정된 후에는 협약된 바운드리 범위·목표 안에서의 기술 개발에만 초점을 두고 대형 사업 및 과제가 진행된다는 단적인 면이기도 하다.

복잡한 R&D 체계에서 '상호연계' 대안 찾기

다양한 R&D 소스 속에 사업별로, 과제별로 산재돼 있는 유사 분야의 관련 사업 및 과제들을 산업별류 관점에서 유사 R&D 과제와 사업들을 엮어 상호연계시키면 어떨까.

지난 7월 말 소재부품 R&D 사업화 성과 제고를 위해 그랜드컨소시엄 통합컨소시엄 킥오프회의가 열렸다. 이차전지, 나노카본(NCC), 플렉시블 디스플레이, SIC 등 세계 일류 10대 소재를 개발하는 WPM사업 중에서 시장성, 다양한 파급 효과 등을 감안해 우선적으로 4대 소재를 선정, 4대 소재의 특성을 고려해 시범적으로 추진되는 업무다. 소재부품 그랜드컨소시엄 통합연구협의회의 주된 목적은 무엇보다도 연간 평균 3000억 원 내외 규모로 지원되고 있는 소재부품기술개발사업과 유관사업, 그리고 이와 관련된 과제들을 상호연계해 공통의 난제기술을 해결하며, 개발된 소재를 부품에, 시스템에 탑재해 소재-부품-모듈-시스템 개발의 효율성을 높이고, 결국 Time to Market 제품을 개발, 정부 R&D 투자자금의 효율성을 향상시키는 데 있다.

시범 추진되는 업무 목적과 취지에 맞게 당초 기획대로 원활하게 진행

되면 가장 좋은 사례가 될 수 있지만 그랜드컨소시엄 통합연구협의회 출범 전 실무 담당자 입장에서 접하는 애로사항은 정말 큰 벽으로 다가왔다. 무엇보다 현재 사업을 수행하는 R&D 기관들의 냉소적인 반응과 노골적인 반대의 기류에 휘말려 출범이라는 시동을 걸기도 전에 난기류에 표착했다. 먼저 4대 소재(이차전지, NCC, 플렉시블 디스플레이, SiC)를 중심으로 유사 사업 및 과제의 샘플을 찾는 일도 쉽지 않았다. 현실적으로 담당자가 관리하는 과제 외의 사업과 평가관리원의 타 부서 과제내용까지 파악하며 일일이 검토하고, 과제별 상호연계성을 고민하는 원천적인 부분이기 때문이다.

'잘 될 수 있을까?', '과제 및 사업이 잘 굴러가고 있는데 굳이 이렇게 연계할 필요가 있을까?'라는 질문은 팀 내부에서조차 어렵פות이 들려오고 있었던 실정이었다. 2차적인 난관은 리스트업된 사업과 과제에 대해 일일이 관련 연구책임자 및 실무책임자에게 동 신규 업무에 대한 공감대를 형성하는 부분이었다. **대다수 연구자와 기관의 입장은 단호했다. 현재 수행하는 과제가 목표에 맞게 잘 진행되고 있는데 왜 굳이 어렵게 이런 일을 하자는 것이다.** 관련 이메일을 보내고, 관련 기관의 실무 담당자에게 전화도 걸어보고, 다시 이메일을 보내고, 임원진에게도 필요성 및 당위성에 대해서 직접 대화를 시도해 보았지만 돌아오는 대답은 다들 시큰둥한 반응뿐이었다.

R&D를 수행하는 기관에서 바라보는 현실적인 고려는 다음과 같이 요약됐다. 협약서 R&D상의 제시된 목표에만 충실하자. 기업 자체에서 리스

크를 가지면서까지 사업계획서에서 벗어나는 업무는 할 수 없다. 특히 완제품을 개발 및 판매하는 국내 모 대기업의 경우에는 국내의 순수 R&D로 개발된 소재에 대해 신뢰성 부분에서 많은 의구심을 나타냈다. 수직계열화된 자회사에서 개발한 소재의 자제품 탑재에 대한 고려는 불구하고, 아예 공정라인에서조차 테스트할 의향이 없다는 의견이었다. 실제적으로 수요기업 입장에서는 기술적 수준이 비슷함에도 불구하고 그동안의 관례에 따라 국산 소재 적용에 대해 소극적인 입장을 보이고 있는 게 현실이다. 이처럼 수직계열화된 대기업 내에서조차도 계열회사에서 개발한 소재를 계열 내 수요회사에 공급을 꺼려 활용하지도 못하고 사양화되는 현실을 마주하노라면 개발된 소재가 수요회사의 제품에 적용되기 얼마나 어려운가를 뼈저리게 느낄 수 있다. 타 사업에서 개발된 순수 국내 소재에 대해 다른 사업이라는 이유로, 그리고 리스크를 안고 갈 수 없다는 이유로 'No'라는 대답을 듣는 순간 '잘 될 수 있을까?'라는 자문은 부정적인 회의감을 확산시켜 줄 뿐이다.

문제가 있으면 답도 있다

그랜드컨소시엄 통합연구협의회 출발 직전 지냈던 많은 회의감과 의견 중에서 때로는 얼굴을 붉히는 일도 있었다. 협약서 내의 사업 및 과제에서 정해진 틀에서만 진행하려다 보니 사업을 수행하는 고객의 입장과 전담기관 담당자의 입장, 그리고 전담기관 내에서도 사업 및 과제 담당자들 간의 의견이 상이해 자연히 생겨날 수 있는 일종의 성장통이다. 역시



사지로 고객의 입장에서 소재부품 그랜드컨소시엄 통합연구협의회에 동참하기를 꺼려하는 점은 충분히 이해할 만하다. 이러한 점은 무엇보다도 동 업무에 대한 충분한 설명을 통해 이견을 조율하고 해결할 수 있는 시간이 충분하지 않은 데 있다. 즉 사업수행 고객의 입장에서서는 괜히 잘 진행되는 사업에 혹시라도 예산이 삭감되거나 과제가 중단된다거나 하는 등 여러 가지 도출될 수 있는 다양한 의심이 표류하고 있었다. 이에 대해 우리는 나무보다는 숲의 관점으로 사업 및 과제수행 고객들을 설득하기 시작했다. **Negative 관점이 아닌 산업적인 생태계 관점에서 정부 R&D 사업과 과제를 떠나 같이 상생하고 멀리 나아갈 수 있는 방법은 그랜드컨소시엄 통합연구협의회를 통해서 시작된다고 말이다.**

변화에서 희망을 보다

소재부품사업화 성과 제고를 위한 그랜드컨소시엄은 앞으로 할 일이 많다. 현재 막 첫 걸음만 내디뎠을 뿐이다. 다행히 회의적이고 냉소적인 반응을 보이며 그랜드컨소시엄에 참여한 4대 아이템과 관련된 기관 및 관련자들의 태도가 서서히 변화하기 시작했다. **기관·과제별 컨소시엄의 이익보다는 조금 더 길게, 멀리 나아가기 위한 큰 방향이라는 것을 깨닫기 시작했다.** 당장 가시적인 효과를 보일 만큼의 성과는 없지만 동 업무의 취지에 대한 공감대를 형성하고, 기업별 이해심을 바탕으로 한 발짝 양보한 덕택에 가능한 변화였다. 덕분에 전담기관의 실무자인 나의 역할도 무거워졌다. 지금까지 누구도 해보지 않았던 일을 우리가 먼저 시작하기 때문이다.

R&D 과제를 도전적이고 진취적으로 진행하다

이차전지, NCC, 플렉시블 디스플레이, SIC 4대 소재를 통해 사업·과제별로 산재된 R&D 과제에 대한 통합연구협의회를 만들고, 운영하며, 추진하는 일들을 이제 막 시작했으니 앞으로 가야 할 수많은 과정 중에 많은 난관이 기다리고 있을 것이다. 그럼에도 우려와 걱정보다는 밝은 미래가 있다고 생각한다. 그랜드컨소시엄 통합연구협의회는 한마디로 해당 산업별 국내 최고의 R&D 연구진 및 기관이 만들어가는 일종의 최대 동맹이기 때문이다. 무엇보다도 앞만 보며 달려가는 연구자들에게 소재부품 그랜드컨소시엄 통합연구협의회를 통해 산업별 생태계가 진정으로 가야 할 역할과 방향을 제시하고 리드하는 일인 만큼 업무의 중요성에 새삼 기대와 설렘이 교차한다.

R&D 과제와 사업을 벗어나 그리고 기업·기관을 넘어서는 큰 관점에서 정부 R&D로 개발된 소재가 부품과 모듈에 적용돼 시스템 및 관련 응용산업까지 상호연계하고, 수평적인 기술개발과제에서 공통의 난제 해결을 상호 모색하는 장 등을 지속적으로 만든다면 사업별로 산재된 R&D 과제의 연계를 통한 소재부품의 독립은 앞으로 머지않았다고 할 수 있다. 따라서 앞으로도 한 번 협약하고 과제가 종료될 때까지 무시안일하게 과제를 진행하기보다는 국내 산업생태계의 선순환을 위해 보다 도전적으로, 진취적으로 R&D가 진행될 수 있도록 실무 담당자의 입장에서 최선을 다할 예정이다.





‘터미네이터2’로 보는 형상기억합금의 힘

벌써 내년이면 제임스 카메론 감독의 걸작 SF 영화 ‘터미네이터2’가 개봉한 지 4반세기를 맞는다. “형(전편)만한 아우(속편) 없다”는 것이 영화판의 속설이지만 ‘터미네이터2’는 전편을 능가하는 화려한 액션, 그러면서도 깊이 있는 세계관을 선보여 “형을 능가하는 아우”라는 평단의 평가를 받았다. 그런데 과학기술적 시각으로 볼 때 ‘터미네이터2’에서 놓치지 말아야 할 것이 있다. 바로 당시 중·고등학생들 사이에서 ‘액체인간’이라는 별칭으로 불리던 또 다른 터미네이터, T-1000(로버트 패트릭 분)이 바로 그것이다.

이동훈 [과학 칼럼니스트]

T-800(아널드 슈워제네거 분)도 1984년 ‘터미네이터1’으로 등장했을 때 강력한 전투력으로 수많은 이에게 충격을 안겨주었지만 T-1000의 성능은 T-800을 훨씬 뛰어넘는 것이었다. 온 몸이 액체로 돼 있어 접촉한 어떤 사람으로도 변신할 수 있고, 또한 칼이나 송곳 같은 무기로도 변신할 수 있으며, 피해도 복구할 수 있다는 설정은 T-800에 익숙하던 관객들의 허를 완전히 찔렀다. 물론 주인공들은 지혜를 발휘해 그런 강대한 T-1000을 물리치고 승리를 쟁취하지만 말이다.

이런 T-1000의 설정이 너무나도 비현실적이고 황당하게 느껴지는가. 물론 이만한 성능을 지닌 로봇은 아직 없지만 그 ‘비슷한’ 것은 의외로 현실에, 그것도 우리들의 일상생활 속에 있다. 접히거나 찌그러져도 열을 가하면 자신의 원 모양대로 되돌아가는 합금, 즉 형상기억합금(Shape Memory Alloy)이 바로 그 주인공이다.

형상기억합금의 간단한 역사

형상기억합금 효과에 대한 첫 보고는 무려 1930년대에 나왔다. 스웨덴 화학자인 아르네 올랜더(Arne Ölander, 1902~84)가 1932년 금-카드뮴 합금

이의탄성, 즉 형상기억합금의 특징을 가지고 있음을 발견해낸 것이다.

또한 1938년에는 그레닝거와 모라디안이라는 두 연구자가 구리-아연 합금의 온도를 변화시키면 마르텐사이트 변태가 나타나는 것을 발견했다. 마르텐사이트는 금속의 원자 강도가 매우 높고 연성이 적은 준안정된 상태로 배열된 조직이다. 간단히 말해 대장간에서 칼을 담금질해서 강도를 높이려고 하는 것이 바로 마르텐사이트 조직을 만들려고 하는 것이다.

마르텐사이트 변태란 금속의 온도를 일정 온도 이하로 낮추면 마르텐사이트 조직이 생기고, 온도를 일정 온도로 높이면 마르텐사이트 상태가 사라져 강도는 낮지만 연성이 높은 상태로 돌아오는 현상을 말한다. 즉 온도에 따라 금속의 원자 배열이 바뀌고, 금속의 기계적 상태도 변한다는 것이다. 그로부터 10년 정도 후인 1940년대 후반~1950년대 초반에 쿠르 듀모프, 한드로스 연구팀, 창, 리드 연구팀 등이 금속의 마르텐사이트 변태에 따른 열탄성적 특성 변화를 잇달아 보고하면서 이것이 금속 형상기억 효과의 기본 현상임이 학계에 알려졌다.

오늘날까지 널리 쓰이는 대표적 형상기억합금인 니티놀은 1962년 미 해

군 병기 연구소에서 우연히 만들어졌다고 한다. 니켈 54~56%, 나머지가 타이타늄으로 이뤄져 있는 니티놀은 원래 미 해군의 잠수함용 소재로 만들어졌다. 그러나 예상과는 달리 너무 잘 찌그러지고 휘어졌는데, 데이비드 S. 뮤지라는 과학자가 열을 가하면 어떻게 되나 보려고 호기심에 표본에 라이터로 열을 가했다. 그러자 표본이 원래 모양으로 쭉 펴졌다. 니티놀의 우수한 형상기억능력이 입증된 것이다.

이러한 니티놀은 원하는 형태로 모양을 잡아놓은 다음 400~550℃에서 30분가량 구우면 형상이 기억된다. 이후 30℃ 이하에서는 자유롭게 변형이 가능하지만 40℃ 이상 되면 원래의 형상으로 바뀌는 특징을 지닌다. 형상을 기억시키는 온도가 그리 높지 않고, 또 상온조건하에서 취급이 편한 것이다. 또한 100만 번의 반복동작을 해도 형상을 계속 회복할 수 있어 대표적인 형상기억합금으로 쓰이고 있다.

형상기억합금에는 열이 아닌, 자장하에서 모양이 변하는 강자성 형상기억합금도 있다. 열로 모양이 변하는 것보다 더욱 빠르고 효과적으로 모양이 바뀐다고 한다.

또한 금속뿐 아니라 형상기억 폴리머도 개발돼 1990년대 후반부터 상용화됐다.

생활 속의 형상기억합금

이러한 형상기억합금은 항공우주나 자동차 등 조건에 따라 변형되는 부품이 필요한 첨단기술 분야에서 없어서는 안 되는 물질이 됐다. 그러나



의외로 우리 생활 가까운 곳, 그것도 인간과 밀착된 부분에서도 널리 사용되고 있다.

우선 돋보이는 용도가 의료용이다. 유연하고 인체친화성이 높기 때문이다. 그중에서도 골절 수술 시 부러진 뼈를 잡아주는 고리로 많이 쓰인다. 형상기억합금제 고리를 낮은 온도에서 늘려 놓은 후 이를 뼈에 이으면 체온에 의해 다시 온도가 올라가면서 원래 크기와 모양으로 줄어들고, 뼈를 단단하게 잡아줄 수 있다.

형상기억합금은 치과의 치아교정용 철사에도 사용된다. 형상기억합금으로 만들어진 스프링을 치아에 고정시키면 체온에 의해 대위지면서 줄어들어 치아를 단단하게 고정시키는 역할을 한다.

또한 놀랍게도 여성들의 브라제어에도 형상기억합금이 사용된다. 역시 체온에 의해 줄어들어 여성들의 유방을 잡아줌으로써 운동 시 유방이 출렁거리려 통증을 일으키는 것을 막는다. 여성 운동선수용 스포츠 브라제어나 우주비행사용 브라제어에 사용된 이후 오늘날은 일반 패션용 브라제어에도 활용되고 있다.

그 외에도 휴대전화용 오토포커스 액추에이터 부품, 착용자의 얼굴 형상에 맞게 변형되는 안경테 등 일상 용도에 의외로 많은 형상기억합금이 사용된다. 어쩌면 T-1000은 이미 지구를 점령했는지도 모른다.

T-1000의 등장도 멀지않았다?

그런데 올 3월 중국 베이징의 칭화대학교 연구진이 내놓은 연구 결과는 T-1000 같은 로봇이 진짜로 나올지도 모른다는 희망(?)을 더욱 강하게 심어주고 있다. 이 연구진이 액체금속으로 이뤄진 모터를 만든 것이다.

이 모터는 기본적으로 갈륨, 주석, 인듐 등을 섞어 만든 합금의 덩어리다. 이 합금은 섭씨 30℃에서는 액체 상태이고, 가정 소다나 소금물에 넣으면 작은 알루미늄 조각을 연료 삼아 1시간가량 움직일 수 있다고 한다. 움직이는 환경에 맞춰 스스로의 모양을 바꿀 수도 있다. 또한 전류가 통할 시 특정한 모양을 이룰 수도 있다. 연구진은 이를 응용 발전시켜 파이프나 인간의 혈관 속을 자유자재로 이동할 수 있는 액체형 로봇을 구상 중이라고 한다.

이런 걸 보면 SF 작가들은 참 대단한 예언자들인 것 같다!



1 영화 '터미네이터' 속 최악의 적 T-1000. 이 로봇의 소재만큼은 아니지만 특정 조건에 따라 자유롭게 모양이 변하는 금속인 형상기억합금은 이미 우리 삶의 많은 부분에서 쓰이고 있다.
2 영화 '터미네이터' 포스터
3 형상기억합금을 사용해 여성의 유방을 완벽히 잡아주는 스포츠 브라제어.



상시 성과입력 시스템 오픈

Search

한국산업기술평가관리원에서는
국가 R&D 조사·분석·평가를 위해
매년 1회 실시하던 조사입력을
수행기관에서 상시로 입력할 수 있도록
상시 성과입력 시스템을 오픈하였습니다.

총괄책임자 또는 성과입력담당자는 I-Tech
(KEIT 산업기술지원사이트, <http://itech.keit.re.kr>)에서
성과 발생 시마다 수시로 입력하시면 됩니다.

자세한 이용안내는 산업기술지원사이트
(<http://itech.keit.re.kr>)를 참고하여 주시기 바랍니다.

상시 성과입력



※ 총괄책임자 ID로 로그인하여 성과담당자(주관기관 및 참여기관)를 추가할 수 있습니다.



아래사항은 참여제한 대상이 될 수 있습니다.

1. 개인명의 출원 및 등록(개인사업자 대표자 명의로 인정)
2. 특허 연구 성과 허위·이중 제출

Q&A 시험분석료에 대하여

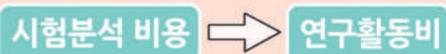
시험분석에 들어간 비용 처리 및 집행 등에 관련한 내용을 알고 싶습니다.

네, 시험분석 비용은 연구활동비로 처리가 가능하지만 시험분석의 집행 주체나 대상에 따라 예외가 있을 수 있습니다. 이와 관련해 궁금한 내용을 질문하시면 자세히 답변해 드리겠습니다.



Q 사업비에서 시험분석과 관련된 비용 산정과 집행이 가능한 것으로 알고 있습니다. 이때 사용된 시험분석 비용은 어떻게 처리하면 되는지요?

처리가능!



시험분석에 들어간 비용은 연구활동비로 처리가 가능합니다. 직접비의 연구활동비를 활용해 시험·분석·검사 등의 비용 산정과 집행이 가능합니다.

Q 수행기관 내부에서 시험분석을 진행하면서 발생한 비용도 집행이 가능한지요?

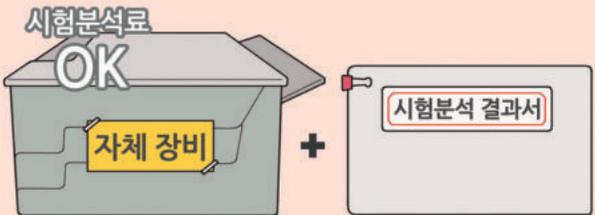
사용료 및 임차료

NO



수행기관 내부에서 자체 장비를 사용해 시험분석을 진행한 경우 수행기관의 장비·시설 사용료 및 임차료는 집행할 수 없습니다. 다만 비영리기관에 한해 가능한 경우는 있습니다.

Q 수행기관이 비영리기관이라면 내부에서 발생한 시험분석료 집행이 가능할 수도 있다고 했는데, 어떤 경우가 해당 하는지요?



자체 장비 및 연구시설을 이용해 기관에서 공인하는 시험분석 결과서를 발행하는 경우에 한해 시험분석료를 자체 사업비 내에서 기관 흡수하는 것은 인정하고 있습니다.

Q 자체 기관에서 공인하는 시험분석 결과서를 발행하는 경우라고 했는데, 자체 기관에서 공인한다는 게 어떤 의미인지요?

자체 기관 공인이란 해당 기관장 명의 (또는 해당 시험분석 부서장 명의)의 시험분석 결과서 발행을 지칭합니다.

공인시험 성적서 및 시험분석 결과서를 발행하는 기관장 또는 부서장 (예, ○○○ 연구원장, ○○○○센터장)



'이달의 신기술'은 여러분 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점 등이 있다면 많이 참여 바랍니다. 문의처 053-718-8451, yslee@keit.re.kr



예기평, 한·캐 셰일가스 분야 R&D 협력 확대

한국에너지기술평가원(예기평)이 산업통상자원부(산업부)와 함께 지난 9월 14, 15일 (현지시간) 양일간에 걸쳐 캐나다 캘거리에서 캐나다 천연자원부(Natural Resources Canada)와 '한·캐 셰일가스 분야 에너지 국제공동연구 공동기획 워크숍'을 개최했다. 본 워크숍은 지난해 박근혜 대통령 캐나다 순방(2014. 9)을 계기로 체결된 (韓)예기평-(加)천연자원부 혁신·에너지기술실과의 MOU가 기반이 됐다. 이번 워크숍에는 산업부 에너지기술과, 예기평이 공개모집을 통해 초빙한 셰일가스 분야 한국대표단, 캐나다 천연자원부, CanmetEnergy 및 Geological Survey OF Canada(GSC) 전문가, 그리고 University of Calgary의 관계자들이 한자리에 모여 셰일가스 분야 에너지 국제공동연구 공동기획에 참여했다. 이를 통해 예기평과 천연자원부는 서부 캐나다 셰일가스 자원·매장량 평가 및 최적 개발 설계기술을 중심으로 한·캐 공동 펀딩과제 제안요청서를 도출했고, 추후 사업 공고 및 평가를 통해 한국과 캐나다 측의 수행기관을 선정하기로 합의했다. 향후 예기평과 천연자원부는 10월 서울에서 개최 예정인 BIPVT(건물통합형 태양광·열) 분야 공동기획 워크숍을 통해 한·캐 에너지 R&D 협력을 증진하고, 다양한 에너지기술 분야의 공동기획을 통해 한·캐 공동 펀딩과제 추진을 강화할 예정이다.

문의처 한국에너지기술평가원 국제협력실(02-3469-8344)

2015 대한민국 산업기술 R&D 대전, 11월 개최

산업통상자원부가 주최하고, 한국산업기술평가관리원(KEIT), 한국에너지기술평가원(KETEP), 한국산업기술진흥원(KIAT)이 주관하는 '2015 대한민국 산업기술 R&D 대전(R&D KOREA 2015)'이 오는 11월 19일부터 21일까지 열린다. 산업부 R&D 과제에 대한 소통 및 평가의 장으로 활용해 R&D 성과에 대한 대국민 관심도를 제고하고, 산·학·연 기술 교류의 장을 마련해 비즈니스 정보공유의 기회를 제공할 목적으로 개최되는 이번 'R&D KOREA 2015'는 양재 AT센터 제1, 2전시장에서 진행된다. 제1전시장은 산업핵심기술관, 글로벌전시관, 산업기술연구개발역량강화관, 에너지기술관, 체험존, 휴게존, 이벤트 무대 등으로 구성된다. 더불어 제2전시장은 산업엔진프로젝트관(시스템, 에너지, 소재부품, 창의산업), ATC우수기술관·세계일류상품, 에너지핵심기술관, 국제공동기술관, 휴게존, 비즈니스관, 메인 무대 등으로 구성된다. 특히 전시회 기간 중에는 산업엔진 토크콘서트, 2015 ATC R&D JOB Fair, 2015 대·중소기업 R&D 동반성장 포럼을 비롯한 다양한 부대행사가 열릴 예정이다.

문의처 한국산업기술평가관리원 성과확산팀(053-718-8454)

산업부, 미래 먹거리 산업 투자 위해 1050억 원 규모 펀드 조성

산업통상자원부(산업부)가 산업엔진 등 미래 먹거리 창출을 위해 총 1050억 원 규모의 신성장동력 기금(이하 펀드)을 결성했으며, 신산업 육성 지원을 위해 투자하기로 했다. 신성장동력 분야 및 산업엔진 분야 산업 육성을 위해 1050억 원 규모로 조성된 신성장동력-산업엔진 투자펀드는 17개 신성장동력 모든 분야를 투자대상으로 하되 산업엔진 분야 및 두뇌업종 등 유망 산업에 집중 투자된다. 또한 산업부는 올해 말까지 제조-사물인터넷(이하 IoT) 펀드, 에너지 신산업 펀드 등 총 800억 원 규모의 섹터 펀드(Sector Fund)를 추가로 출시할 예정이다. 제조-사물인터넷(IoT) 펀드는 '제조업 혁신 3.0 전략'에 따라 IoT산업 육성 및 제조-IoT 융합을 통한 제조 생산성 제고를 위해 출시되는 펀드로 총 300억 원 규모(잠정)로 조성할 계획이다. 에너지 신산업 펀드는 에너지 신산업 창출을 위해 총 500억 원 규모(잠정)로 조성되며, 기후변화 대응, 에너지 안보, 수요관리 등 에너지 현안을 해결하기 위한 문제해결형 산업 및 신재생에너지, 발광다이오드(LED) 응용 등 신산업 육성을 위해 투자할 전망이다. 이러한 정책 펀드를 통해 산업부는 산업엔진 등 미래 먹거리 산업을 육성할 계획이며, 특히 IoT, 에너지 신산업 등 섹터 펀드를 통해 유망 산업에 집중 투자할 예정이다. 차동형 산업기술정책관은 "앞으로도 신성장동력 펀드 등 정책 펀드를 지속적으로 출시하고, 미래 먹거리 산업 육성 및 우수 중소·중견기업 지원을 위해 계속 노력하겠다"며 "향후 이 펀드가 산업엔진 등 미래 유망 산업에 활력을 제공하고, 관련 산업에 대한 투자를 촉진하는 마중물 역할을 수행할 것"이라고 말했다.

문의처 산업통상자원부 산업기술시정과(044-203-4534)

이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

『이달의 신기술』은 산업기술R&D의 성과확산을 위하여 산업통상자원부 산하 R&D전담기관들(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.

『이달의 신기술』은 월간지로서 『이달의 산업기술상』을 수상한 기업들에 대한 심층탐사내용을 비롯하여 정부 지원 산업기술개발사업 성공과제 소개, 산업기술 동향 및 이슈 등의 특집, 전문가칼럼, 산업기술R&D 담론 등으로 구성되며, 기타로는 Q&A, 정책 및 제도 소개, 뉴스나 소식 등이 실립니다.

아무쪼록 본 잡지가 발간 목적대로 산업현장의 R&D 수행 기업들에게 혁신의 동력을 제공할 수 있기를 바랍니다.



정기구독 안내

주요내용

- 산업기술상 수상기업 심층인터뷰
- 산업기술R&D성공기술 (이달의 새로 나온 기술, 사업화 성공 기술)
- 산업기술부문별 특집
- 전문가칼럼 및 산업기술담론
- 저명인사 인터뷰
- R&D사업소개, R&D제도 및 Q&A, 산업기술뉴스 등

총괄 편집 및 감수기관

- 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원, 한국산업기술미디어재단

편집 및 제작 (판매)기관

- 한국경제매거진
- 판매가격 : 6,000원(각 서점 구매)

정기구독 문의

계좌번호 : 038-132084-01-016 기업은행

1005-102-350334 우리은행

전화 : 02-360-4875 이메일 접수 : sghong@hankyung.com

구독료 : 50,000원 (연간)

T N I T A
N I
U M

**이달의
신기술**

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

10월호 2015. OCTOBER
ISSUE VOL. 25