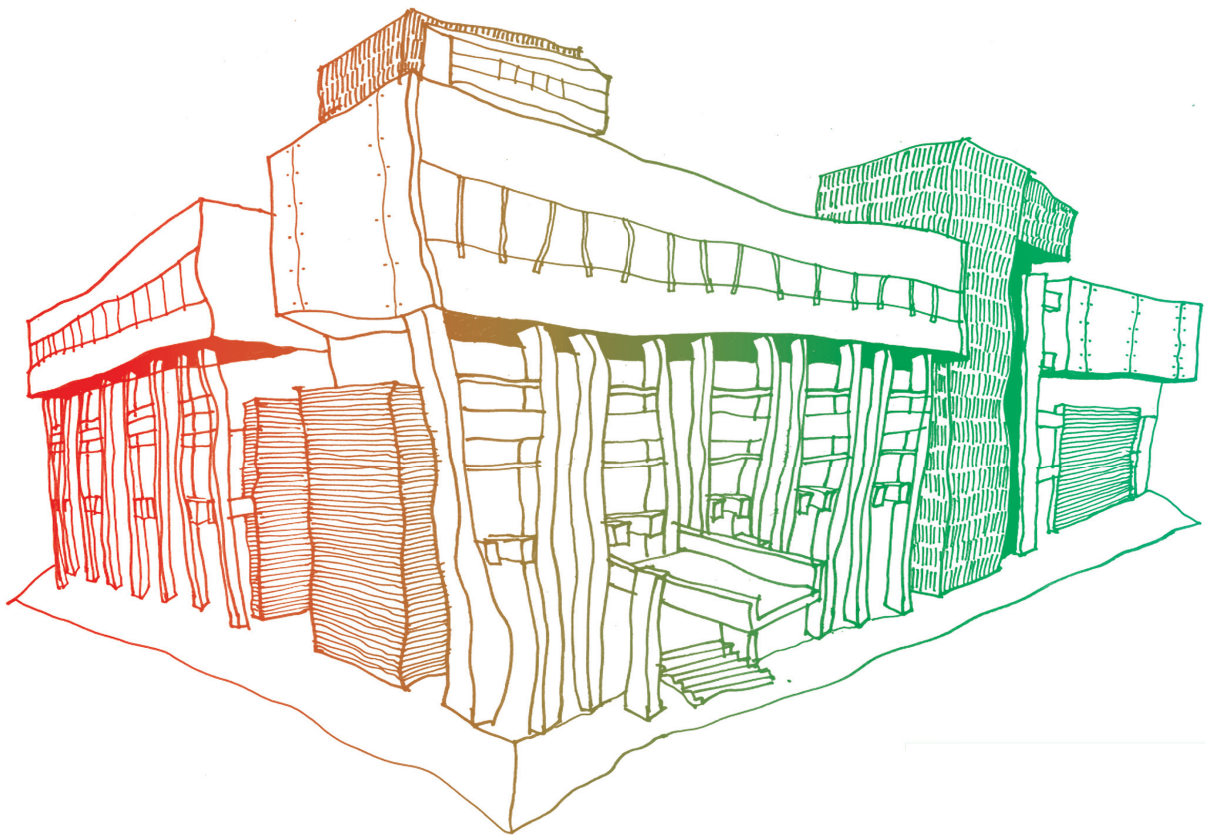


TePRI REPORT

2017. 01. vol.68



TePRI 포커스 대중국 협력, 맞춤형 사업으로 해야 한다

TePRI가 만난 사람 KIST 뇌과학연구소 오우택 선임 소장

PART 01 : 이슈분석 2016년 KIST 대표 연구성과 9선

PART 02 : 과학기술 동향 I. 주요 과학기술 정책 : 국가 중장기 기후변화대응 기본계획
II. 월간 과학기술 현안 : 2015년 국내 총 R&D 투자현황 외

PART 03 : TePRI 라운지 I. TePRISM : 근적외선 초고효율 변환 가능 나노구조체 개발
II. 신규 보고서 : 한국경제의 지속 성장을 위한 바이오·헬스산업의 진단과 전망
III. TePRI Wiki : 레이저, “어디에까지 써봤니?”

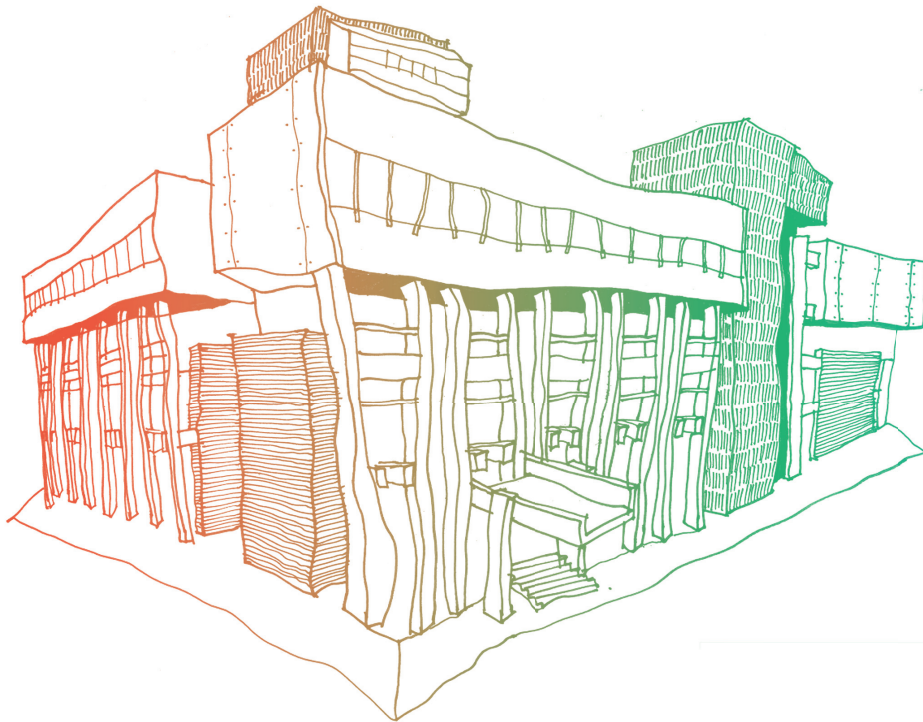
TOPRI

REPORT

2017. 01. vol.68

기술정책연구소

Technology Policy Research Institute



TePRI
Technology Policy Research Institute



TePRI 포커스

대중국 협력, 맞춤형 사업으로 해야 한다	4
------------------------	---

TePRI가 만난 사람

KIST 뇌과학연구소 오우택 신임 소장	6
-----------------------	---

PART 01 : 이슈분석

2016년 KIST 대표 연구성과 9선	10
-----------------------	----

PART 02 : 과학기술 동향

I. 주요 과학기술 정책 : 국가 중장기 기후변화대응 기본계획	21
II. 월간 과학기술 현안 : 2015년 국내 총 R&D 투자현황 외	24

PART 03 : TePRI 라운지

I. TePRISM : 근적외선 초고효율 변환 가능 나노구조체 개발	32
II. 신규 보고서 : 한국경제의 지속 성장을 위한 바이오 · 헬스산업의 진단과 전망	33
III. TePRI Wiki : 레이저, “어디에까지 써봤니?”	37

TePRI FOCUS

대중국 협력, 맞춤형 사업으로 해야 한다

2017년 정유년(丁酉年) 새해가 밝았다. 정(丁)은 붉은 색을 의미하고 유(酉)는 닭을 뜻하여 '붉은 닭의 해'이다. 어둠 속에서 빛의 도래를 알리는 닭 울음소리처럼 만물을 깨우는 희망과 개벽을 상징한다고 한다. 그간 우리는 국내외적으로 급변하는 시기를 겪고 있는 반면, 중국은 급성장을 거듭하고 있다. 경제 뿐만 아니라 과학기술로 무장하여 명실상부한 G2로 부상하고 있어 중국에 대한 적극적인 대응 전략이 요구되고 있다.

중국은 최근 제13차 5개년 과학기술계획의 발표를 발표하며 추격 주도에서 선두 주자 우위로 패러다임 전환을 선언했다. 중국은 급신장하는 혁신역량을 기반으로, 양자컴퓨터, 뇌과학, 지능형 로봇 등을 중점연구분야로 선정했다. KIST 중점연구 분야와도 다수 중첩되어 경쟁구도가 형성되고 있는 것이다. 그러나 대중창업, 만중혁신 등 중국의 창업 확대정책으로 신시장 창출이라는 기회가 될 가능성도 높다. 따라서 초조한 경쟁위기를 협력을 통한 시장창출이라는 기회로 전환해야 하는 시점에서 있는 것이다. 과거 중국과의 R&D협력을 위한 시도와 노력이 없지 않았다. KIST는 선도적으로 한중 과학기술협력센터를 설치하였으나 '95년 STEPI에 이관되어 중국과 직접적인 협력기반이 소실되었다. 또한, 중국과학원과 공동 심포지엄을 다년간 추진했었다. 그러나 구체적 성과 없이 네트워킹 수준에 머물렀다는 평가다. 이에 좀 더 실효성 있는 대 중국 R&D 전략을 세우고 주요 맞춤형 특화협력 사업의 추진이 필요하다.

첫째, 프런티어 연구에 도전하고 시너지를 확보하는 글로벌 플래그십 사업을 추진해야 한다. 혁신역량을 결합하여 기초원천 기술을 개발하고 국가 사회현안을 해결해야 한다. 중국 혁신역량은 노벨상을 수상하고, 우주정거장 건설, 양자과학, 심해탐사 등 세계 최고 수준이다. 중국이 강점을 보유한 미래 원천기술 분야의 협력을 통해, 상호보완적인 시너지를 창출하기 위한 협력이 필요하다. 뇌과학, 양자컴퓨터, 차세대반도체 등이 좋은 예가 될 것이다. 뿐만 아니라, 인접국가로서 미세먼지, 수질악화, 기후변화 등에 공동 대처가 필요하다. 특히 이러한 분야 연구는 임계규모 이상의 대형 R&D가 필수이다. 따라서 연구비, 연구인력 등 여러 가지 면에서 협력 효과의 극대화를 위한 공동 R&D가 수행되어야 할 것이다.



둘째, 중국에 우리 기술을 커스터마이징(customizing)하여 진출시키는 글로벌 브릿지 사업을 추진해야 한다. 이제 중국은 세계 생산공장일 뿐만 아니라 세계 최대 시장으로 성장했다. KIST가 개발한 원천기술개발을 실질적인 경제적 가치로 전환하는 중국시장 진출이 요구되는 시점이다. 보다 효과적인 기술사업화를 위해서는 상용화 연구를 전문으로 하는 중국 R&D연구소와 협력이 필수적이다. 중국시장 수요에 적합한 기술을 제대로 파악하여 공급하고 중국 기업의 네트워크를 적절히 활용할 필요가 있기 때문이다. 이러한 KIST 원천기술의 중국향 이어달리기는 미래 국가의 신성장동력을 담보할 수 있을 것이다.

셋째, 중국시장 연구원 창업을 지원하는 글로벌 디딤돌 사업 추진이 필요하다. 이를 위해 이미 추진 중인 디딤돌사업을 중국시장으로 확대하는 것이 필요하다. 또한 중국시장의 창업을 본격화하려면, 중국 정부의 대중창업, 만중혁신 등 창업 정책을 전략적으로 활용할 필요가 있다. 시장의 피드백을 받으며 현지에서 활동하는 것도 중요하다. 이것이 현지화 연구와 창업을 위한 거점 마련이 필요한 이유이다.

최근 국가 차원에서 한·중이 기초·원천 연구성과의 기술사업화 협력 플랫폼을 구축하기로 업무협약을 체결했다. 내년 추진 예정인 시범사업의 우선 협력분야는 지능형 로봇, 의료기기, 사물인터넷이다. KIST 역시 참여하여 기술발굴, 공동연구부터 기술컨설팅 제공까지 함께 진행할 예정이다. 이러한 국가 차원의 협력 활동에 대한 참여를 넘어서 KIST 자체적으로 흔들림 없이 중국사업의 정비와 맞춤형 특화전략을 추진하는 것이 필요하다. 騎虎之勢이나 不入虎穴 安得虎子の 적극적인 자세로 임해야 할 것이다.

임혜진(미래전략팀, hjlim@kist.re.kr)



KIST 뇌과학연구소 오우택 신임 소장

오우택 교수님께서서는 오클라호마대 의대에서 생리학 박사학위를 받고 텍사스대 의대에서 박사후 연구원을 지냈으며 현재 한국파스퇴르연구소 이사장과 한국뇌연구협회장 등을 맡고계신 신경과학 분야의 권위자입니다.

주로 통증발생의 분자기전/ 통증관련 이온채널/ 새로운 이온채널 유전자 클로닝등을 연구하고 계시며, 탁월한 성과로 2010년 '대한민국 최고과학기술인상'을 받기도 하셨습니다. 교수님께서서는 약 30년간 서울대학교 약학대학에서 학생들을 가르치시다가, 2017년 1월부터 우리원의 뇌과학 연구소장님으로 부임하시게 되었습니다.

오우택 신임 소장님께 앞으로의 포부와 연구계획에 대한 말씀을 들어보겠습니다.

소장님께서서는 1988년부터 국내 최고 대학인 서울대에서 학생들을 가르치며 28년간 근무하셨습니다. 오랜 기간 몸담고 계셨던 서울대를 떠나 KIST행을 선택하시게 된 이유가 있으신지요?

먼저, 평소 뇌과학을 연구하는 사람으로서 이를 전문적으로 다루는 연구소로 가고 싶다는 생각을 해왔습니다. 제가 있던 서울대학교 약학대에는 뇌과학을 연구하는 과학자가 많이 없었기 때문입니다. 그래서 해외 학회나 외국연구소들을 방문할 때마다 같은 분야의 연구자들끼리 활발히 교류하는 모습을 보며 KIST 뇌과학연구소에 대해 관심을 가지고 지켜봐 왔습니다.

두 번째로, 우리나라에도 세계적인 수준의 뇌과학 전문 연구소가 있었으면 좋겠다고 생각했습니다. 일본과 미국은 이미 세계적 수준의 연구소를 많이 보유하고 있으며 최근에는 중국도 뇌 연구에 박차를 가하고 있습니다. 때문에 조직의 일원으로서 KIST 뇌과학연구소가 세계적 연구소로 발전하는 데 기여하기 위해 이 같은 결정을 내리게 되었습니다.

소장님께서서는 KIST행 결정 이전부터 자문위원회 위원장으로 활동하셨기에 구성원 및 연구내용에 대한 이해도가 높으실 것이라고 생각합니다. 소장님께서 생각하시는 학술기관과 출연연구소 각각의 장점은 무엇이며, 어떤 관계를 형성해야 한다고 생각하십니까?

학교와 출연연구소는 각각의 장점과 단점이 존재합니다. 먼저 학교는 창의적이고 자유로운 분위기기 때문에 다소 엉뚱하다고까지 여겨지는 아이디어가 많이 나오는 것 같습니다. 이 같은 엉뚱한 생각들에서 학문적 호기심이 생겨나고, 좋은 연구로 이어지는 경우도 많습니다. 그러나 학교는 다소 목표 지향적이지는 않습니다. 반대로 출연연구소는 굉장히 목표 지향적이기 때문에 대형 과제나 프로젝트를 추진력 있게 수행할 수 있는 장점이 있습니다. 하지만 상대적으로 규제가 조금 더 엄격하기 때문에 자유로운 분위기는 아닙니다. 이처럼 각각의 장점과 단점이 존재하기 때문에 학술기관과 출연연구소는 서로 상호 보완적인 관계를 유지해야 한다고 생각합니다.

오우택 교수 KIST 뇌과학연구소

2016. 9. 26(월) 11:00, 한국과학기술연구원 의전실



소장님께서서는 낭포성섬유증이라는 불치병 치료의 전기를 마련하고, 근육 수축·이완 감지 유전자를 처음으로 발견하시는 등 신경과학분야의 최고 권위자로 활발히 활동하고 계십니다. 최근 가장 집중적으로 연구하고 계신 내용에 대해 말씀해 주십시오.

제가 지금 집중적으로 하고 있는 연구는 미케노센세이션(Mechanosensation)이라는 분야입니다. 미케노센세이션이란 외부의 기계적 자극을 인지하고 우리 몸이 미치지 못하지 못하는 사이에 나타나는 반응입니다. 예를 들어 우리 몸이 혈압을 조절하는 것, 소리를 듣는 행위 또한 미케노센세이션의 일종입니다. 현재 저는 미케노센세이션



작용이 나타나는 채널을 발견하는 연구에 집중하고 있습니다.

지금까지 인간에게서 발견된 채널은 두 가지입니다. 첫 번째는 피에조, 두 번째는 최근에 제가 발견한 텐토닌이라는 물질입니다. 현재까지 밝혀진 이 두 가지 물질 이외에도 다른 채널이 존재할 수 있다고 생각합니다. 이 같은 연구가 발전되면 통증과 관련된 의문점들이 많이 풀릴 것입니다. 통증이 어떻게 발생하는지 알아내면 앞으로 알약 하나만 먹고도 수술을 할 수 있게 되는 시기가 올 것입니다. 현재 수술에 이용되는 마취기술은 뇌의 기능을 잠시 멈추어 통증을 느끼지 못하게 하는 방식입니다. 하지만 이러한 방식은 몸에 매우 무리가 가고 일상생활에 불편을 초래합니다. 하지만 미케노센세이션을 포함한 뇌연구가 발전하면 뇌의 모든 기능은 그대로 살려두고 통증만 제거하는 방식의 마취방법을 채택할 수 있습니다. 때문에 앞으로 KIST 뇌과학연구소에서도 계속적으로 이 분야를 연구하고 기타 연구와 함께 시너지가 날 수 있는 방향으로 발전시켜 나아갈 생각입니다.

목표를 가지고 연구에 몰두하는 과정에서 결과가 좋지 않다거나, 여러 경우에 스트레스를 받을 때가 많을 것 같습니다. 과학자로서 열정을 잃지 않는 것이 중요하다고 말씀하셨는데, 열정을 잃지 않기 위한 소장님만의 남다른 노력이 있다면 무엇입니까?

열정이 없다면 좋은 과학자가 될 수 없습니다. 하지만 솔직히 말씀드리면, 연구를 수행하는 과정에서 낙심할 때가 정말 많습니다. 저 또한 학교에 들어간 첫 3-4년간 논문을 한건도 쓰지 못했습니다. 실험을 하는 과정에서 생각했던 것과 다른 결과가 나오고 노력이 수포로 돌아갈 때면 스트레스를 받을 수밖에 없습니다.

하지만 끊임없이 포기하지 않고 노력하는 것이 매우 중요합니다. 과학자에게 지적 호기심은 좋은 연구를 할 수 있는 원동력입니다. 저는 아직까지 열정이 식어본 적이 한 번도 없습니다. 그렇기 때문에 열정이 식는 사람들을 보면 잘 이해가 되지 않습니다만 열정을 유지하는 방법을 생각해 본다면, 저는 매우 잘 늙습니다. 잘 늙다는 뜻은 연구 외적으로도 열정을 잃지 않으려고 노력한다는 것입니다. 저는 아직도 학생들과 어울려 축구도 하고 테니스도 칩니다. 열정이라는 것은 과학에만 국한 된 것이 아니라 매사에 최선을 다하는 것이라고 생각합니다. 그렇게 순간 최선을 다하다보면 에너지를 얻고, 그 에너지로 하여금 낙심할 때에도 다시 한 번 힘을 낼 수 있게 되는 것 같습니다.

연구자가 개인의 노력도 중요하지만 이를 지원해주는 시스템도 매우 중요하다고 생각합니다. 학교와 출연연 모두와 인연이 있으신 만큼 유망한 과학자들을 많이 배출하기 위해 교육기관 및 연구기관에서 어떠한 노력이 필요하다고 생각하십니까?

우리나라 과학기술이 발전하기 위해서는 세계적인 수준의 리더급 연구자들이 많이 나와야 한다고 생각합니다. 이를 위해서는 기관에서는 연구자가 연구에만 몰두할 수 있도록 자율성을 보장해주고 인센티브를 부여하는 등의 지원을 해주어야 합니다.

만족할 만한 연구 성과가 나오기 위해서는 개인차가 있겠지만 최소한 3년이 걸린다고 봅니다. 하지만 연구자들에게 매년 성과를 요구하고, 성과로서 평가받는 체계로 인해 연구의 자율성을 침해받게 됩니다. 또한 연구자들이 과한 행정적인 업무로 연구 외적인 것에 시간을 빼앗기게 되는 경우도 종종 발생합니다. 때문에 보다 장기적인 관점에서 연구 몰입도를 제고하는 방향으로 연구지원을 해 주어야 한다고 생각합니다.

소장님께서서는 황우석 박사 스캔들의 조사위원으로 그 당시 상황을 겪으시면서 연구윤리에 대해 많은 생각을 하셨을 것 같습니다. 특히 뇌과학은 연구윤리가 더욱 강조되는 분야인 만큼 과학기술연구의 윤리의식 문제에 대한 소장님의 생각을 듣고 싶습니다.

비단 연구윤리는 뇌과학자들에게만 중요한 것이 아니라 모든 과학자들에게 필수적이라고 생각합니다. 때문에 KIST는 물론 다른 연구기관들도 윤리교육을 철저히 실시해야 합니다. 과학자들은 연구과정에서 유혹을 받을 때가 매우 많습니다. 생각했던 것과 다른 결과가 나온다면, 균일한 데이터 속에서 불규칙한 데이터가 섞여있을 경우 처음부터 다시 시작해야 하기 때문에 실험 데이터를 조작하고 싶은 마음이 생길 수 있습니다. 전 질문에서도 말씀드렸듯이 연구자가 성과로 평가받게 되는 경우에도, 성과를 부풀리고 싶은 유혹이 종종 생기곤 합니다. 하지만 연구과정에서 발생하는 모든 데이터에는 그 데이터가 생성되는 정당한 이유가 있습니다. 때문에 연구자가 마음대로 데이터를 마음대로 삭제하거나 개입해서는 안됩니다. 그 무엇보다 정직하게 수행되어야 하는 것이 연구라고 생각합니다.

마지막으로 오랜 기간 학생들을 가르치시고 KIST 뇌과학연구소의 자문위원으로 활동해 오신 내공을 바탕으로 앞으로 뇌과학연구소를 어떻게 이끌어 나아갈 계획이신지 포부 한 말씀 부탁드립니다.



연구에서 가장 중요한 것 중 하나가 팀워크입니다. 좋은 팀워크에서 나오는 시너지 효과는 대단합니다. 저는 연구자들이 최상의 팀워크를 발휘하여 신명나게 연구할 수 있는 연구소로 만들고 싶습니다. 내부적인 경쟁이 분명히 존재하지만, 그것을 뛰어넘어 함께 발전해 나갈 수 있는 연구팀이 되어야 합니다.

또한 글로벌한 연구소로 만들고 싶습니다. 글로벌한 명성을 가진 연구소로 만들기 위해서는 외국의 연구자들과 우리나라 연구자들의 교류가 활발히 이루어져야 합니다. 논문과 성과가 아무리 대단해도 직접적인 소통을 통해 명성을 높여가는 것만큼 효과적인 방법은 없습니다.

때문에 우리 연구자들도 해외로 많이 나가고, 반대로 해외의 우수한 연구자들도 우리 연구실로 많이 와서 함께 연구하며 점차적으로 발전

해 나가는 연구소가 되어야 합니다. 이러한 과정을 통해 궁극적으로 KIST 뇌과학연구소 하면 전 세계가 인정하는 훌륭한 연구소로 만들고 싶습니다.

강혜정(미래전략팀, hjkang@kist.re.kr)

오우택 교수

▲ 現 서울대학교 약학대학 교수, 한국파스퇴르연구소 이사장, 한국뇌연구협회장

▲ 서울대학교 약학 학사 / 서울대학교 대학원 생명약학 석사 / 오클라호마대학교 대학원 생리학 박사

2016년 KIST 대표 연구성과 9선

연구소/본부/분원 대표 성과를 중심으로

2017년도 첫 이슈분석에서는 작년에 이어 2016년 KIST의 우수한 연구성과들을 대표하여 9선의 연구 성과를 소개드리고자 합니다. 이를 위해 분원, 연구소, 연구본부에서 추천해 주신 대표성과를 선정하였습니다. 지난 1년간 KIST 연구원들의 미래 국가 발전의 원동력이 될 신기술 개발과 그 결실을 살펴보는 기회가 되었으면 합니다.



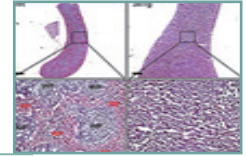
2016년

KIST 대표 연구성과 9선

연구소/본부/분원 대표 성과를 중심으로

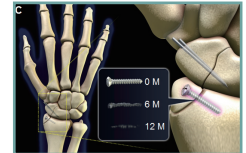
1 뇌과학연구소

김태송, 김영수, 황교선
치매 진단 뿐 아니라 증상변화 관찰까지 가능한 신규 바이오마커 발굴



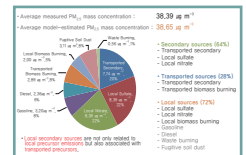
2 의공학연구소

김유찬, 석현광
정형외과 임플란트의 패러다임을 바꿀 녹는 금속 나사



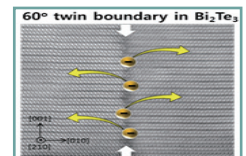
3 녹색도시기술연구소

김진영
초미세먼지 오염원 규명 첫 결실, 외부 유입 기여도 28%+α



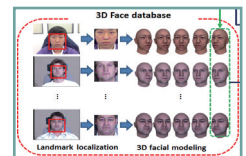
4 차세대반도체연구소

백승협, 김진상
불순물 도핑 없이 구조결함을 이용한 열전반도체 전하농도 제어기술 개발



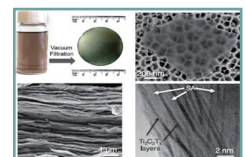
5 로봇·미디어연구소

김익재
3차원 얼굴 인식 기술 개발 및 활용



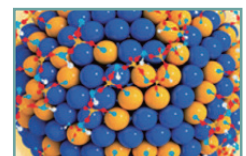
6 미래융합기술연구본부

구종민
2D 新나노소재(전기금속 카바이드)를 이용한 전자파차폐 기술개발



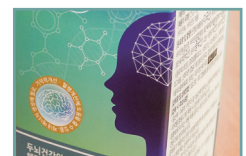
7 국가기반기술연구본부

유성종
내구성 높은 고효율 연료전지 촉매 개발



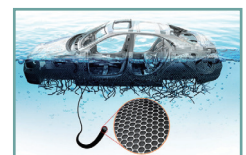
8 강릉분원 천연물연구소

양현옥
오토파지 유도 활성 천연물 소재(Brain-AP)의 퇴행성 뇌질환 개선 효능규명



9 전북분원 복합소재기술연구소

고문주
친환경 저비용 탄소섬유 복합소재 재활용 기술 개발



치매 진단 뿐 아니라 증상변화 관찰까지 가능한 신규 바이오마커 발굴

연구책임자 _ 김태송, 김영수, 황교선

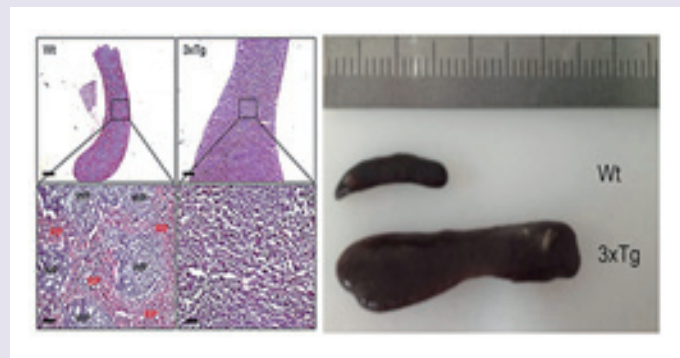
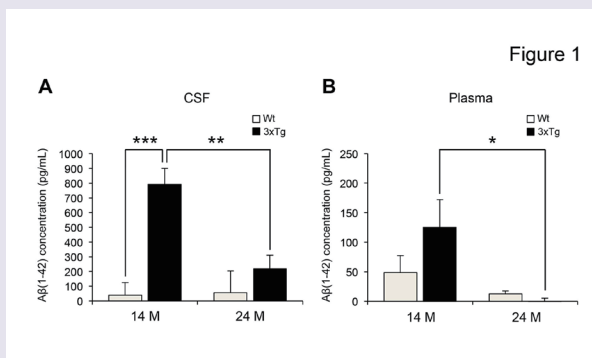
맞춤형 의료 구현을 위해 치매 환자들의 예후관찰법이 필요

KIST에서는 1년전 혈액 속 베타아밀로이드 측정으로 치매를 진단할 수 있다는 병리학적 근거를 세계 최초로 제시한 바 있음. 그 동안 임상 검증 연구에 집중해 온 본 연구팀은 맞춤형 의료 구현을 위해 치매 환자들의 예후 관찰법의 필요성을 느끼고 신규 바이오마커 연구를 병행. 치매는 인지 증상만으로는 환자의 병리학적 상태를 정의하기가 어렵기 때문에 객관적인 병리학적 정보를 혈액 검사를 통해 얻을 수 있다면 환자 맞춤형 치료법의 개발이 가능

피한방울로 치매진행과정 한눈에

본 연구에서는 간단한 혈액 검사를 통해 알츠하이머 치매의 진단 뿐만 아니라 질병의 악화나 치료과정을 관찰할 수 있는 기술을 개발. 치매의 원인인 베타아밀로이드 단백질과 치매로 인해 발생하는 면역체계이상 단백질인 인터루킨을 동시에 혈액에서 측정하는 방식. 이를 통해 정상인과 환자간 구분뿐만 아니라, 환자들의 증상 차이나 치료 예후도 알아 낼 수 있을 것으로 예상

치매 환자와 동일한 병리학적 변화를 나타내는 유전자 변형 생쥐의 혈액 내 면역계 단백질 변화에 주목. 유전자 변형 생쥐의 치매가 악화 될수록 면역계 내장기관인 비장에 이상이 생긴다는 것을 확인하고 혈액을 뽑아 23종 면역계 단백질의 동정을 관찰. 그 결과 치매 초기부터 혈액 내 인터루킨-3(IL-3)의 농도가 정상 생쥐에 비해 감소되어있고 말기로 갈수록 저하 현상이 심해진다는 사실 확인



(좌) 베타아밀로이드 검출 뇌척수액/혈액검사 : 치매가 악화될수록 혈중 베타아밀로이드 농도감소

(우) 치매 악화에 따른 면역계 내장 기관 이상 : 생쥐모델에서 치매초기부터 면역계 내장 기관인 비장의 조직이 파괴되고(좌-좌) 비장종대 현상이 나타남

치매 치료를 위한 신약 개발에 기여

누구나 편리하게 혈액검진으로 치매를 조기에 진단할 수 있고, 질병 조기 발견을 통하여 병이 중증으로 진행되는 것을 최대한 지연시켜 환자의 인간다운 삶 도모. 무엇보다도 치매 환자군 분류를 가능하게 하여 치료 신약 개발연구에 기여

정형외과 임플란트의 패러다임을 바꿀 녹는 금속 나사

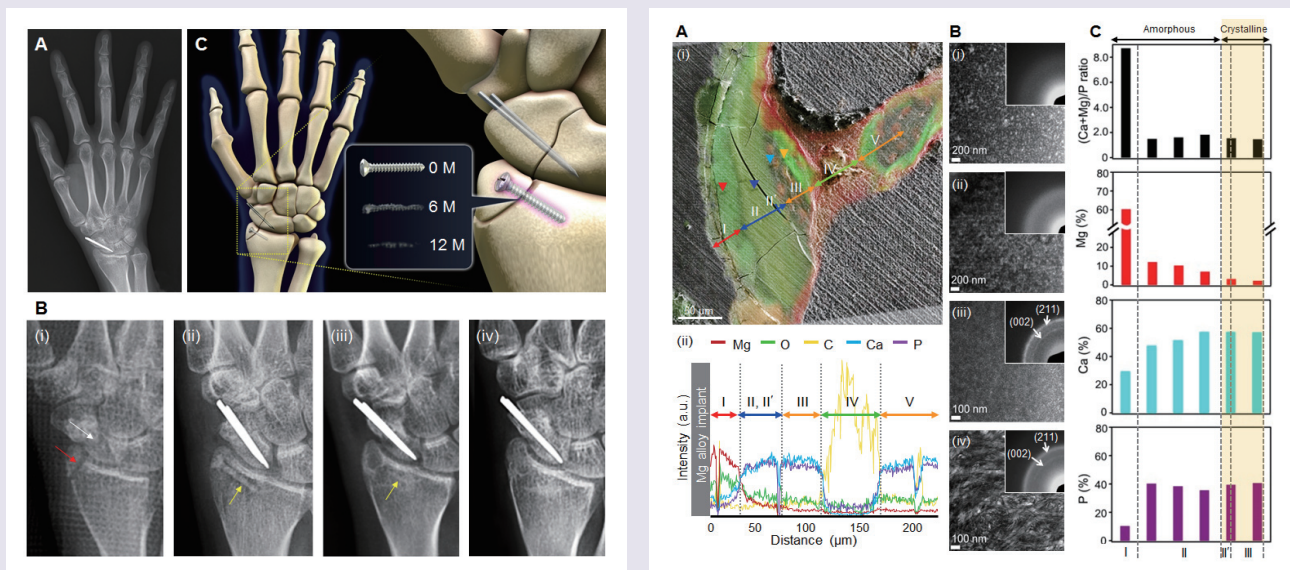
연구책임자 _ 김유찬, 석현광

골절치료를 영구히 몸속에 남는 임플란트 부작용 및 2차수술 부담 제거

골절 부상은 대개 부러진 뼈를 고정하는 고정장치를 사용하여 치료하게 되는데, 때로는 몸속에 남아있는 임플란트로 인해 부작용을 겪거나 불편함을 경험하게 되며, 결국 2차수술로 이를 제거하게 됨. 이러한 문제를 해결하기 위해 생분해성 금속 정형외과 임플란트를 개발

생체분해성 금속소재의 인체 내 분해 메카니즘 규명

본 연구에서는 생체내에서 분해되는 금속의 원소자체 독성을 고려하여 인체 구성원소만을 이용하여 설계. 이렇게 설계된 생분해성 금속이 실제로 환자에게 장기간 이식되어도 아무런 문제가 없다는 것을 최첨단 분석기법을 이용하여 증명. 즉 기존의 염색기법과는 다른 빌라누에바(villanueva) 골염색법이라는 새로운 분석기법과 재료연구에 사용되는 전자현미경을 이용하여 쉽게 관찰할 수 없었던 생체분해성 금속과 인체조직간의 계면에서 일어나는 연속적인 분해거동을 세포단위에서 원자단위까지 계층적인 분석을 통해 밝힘. 이와 같은 결과는 장기간 임상시험의 결과를 뒷받침하는 과학적인 근거로서 향후, 골고정용 디바이스의 새로운 패러다임을 제시하는 기반 기술 제공 가능



(좌) 실제 골절환자에게 사용된 생분해성 금속나사의 임상결과
(우) 동물실험을 통해 얻어진 생분해성금속과 골 사이의 계면에서의 순차적 신생골 형성 과정

정형외과용 임플란트의 새로운 패러다임 제시

연구진이 개발한 마그네슘 임플란트는 아주대학교 병원에서 53사례에 이식, 각각 6개월에서 12개월간 관찰하여 어떠한 부작용도 없이 치료를 완료하였으며 이를 통해 판매허가 획득. 이 과정에서 생분해성 마그네슘이 녹으면서 주변골과 유사한 조직을 만들고 이들 주변에 뼈조직을 형성하는 세포를 불러들여 최종적으로 신생골로 변화시키는 과정을 확인하여 보여 줌으로써 이후 이 소재를 이용한 다양한 혁신 의료용 정형외과 임플란트가 개발될 수 있는 계기 마련

초미세먼지 오염원 규명 첫 결실, 외부 유입 기여도 28%+α

연구책임자 _ 김진영

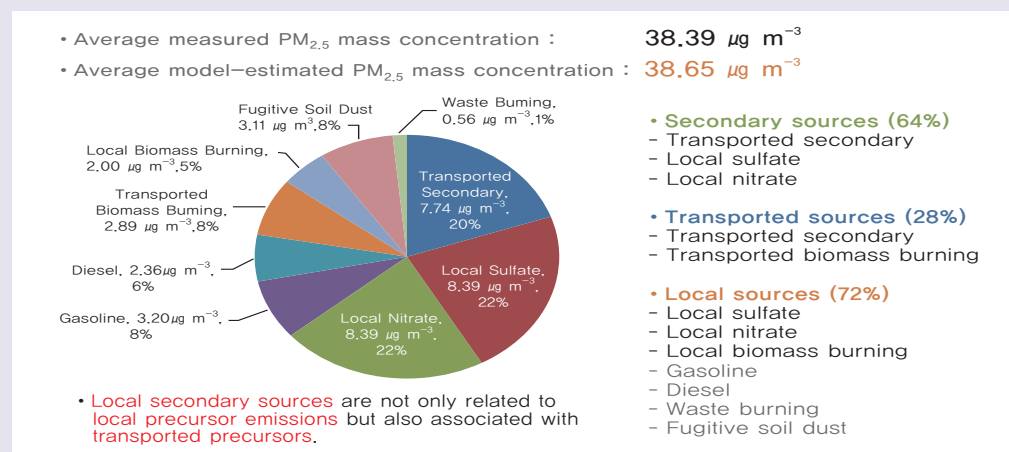
미세먼지 문제가 국가·사회적 주요 현안으로 대두

한국의 초미세먼지 농도는 91개국 중 50위, 서울은 1,615개 주요 도시 중 1,094위(WHO, 2014)로 후진국 수준. 실제로 서울시 미세먼지 농도는 WHO 기준(연평균 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$, 일평균 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$) 초과는 물론 선진국 주요 도시의 약 2배 수준. 특히 2013년부터 국민이 체감하는 오염도가 악화되고 있어 미세먼지 문제 해결을 위해 가장 우선적인 오염도 증가 원인에 대한 과학적 규명이 필요

초미세먼지 오염원별 기여도의 정량적 규명

본 연구에서는 KIST 체육관 옥상에서 서울시 초미세먼지를 계절별로 집중 측정하여 초미세먼지의 질량, 이온, 미량원소, 원소탄소, 유기탄소, 85종의 개별 유기성분 등 화학 조성을 정밀 분석함. 미세먼지 오염원 관련 모든 물리적 조건을 만족시키는 가장 최근에 개발된 SMP (Solver for Mixture Problem) 수용 모델을 이용하여 오염원별 기여도를 규명하고, 특히 이동 및 국지 생성의 기여도를 처음으로 구분하여 제시

초미세먼지 질량의 2/3를 차지하는 이차생성 초미세먼지 중 32%가 외부에서 유입된 것이고, 68%는 국지적으로 생성된 것임. 생물성 연소 오염원 중에서는 59%가 외부에서 유입. 계절 별로는 겨울철에 외부 유입의 영향이 가장 많아서 43%, 4계절 평균으로는 외부에서 생성된 초미세먼지의 유입이 28%이었는데, 국내 대기 중에서 2차적으로 생성되는 초미세먼지의 원인 물질인 황산화물과 질소산화물 중 일부도 초미세먼지와 같이 유입될 가능성이 있어 외부 유입 초미세먼지의 영향은 더 클 것으로 추정



과학적 미세먼지 정책 실현

특히 최근의 유례없는 극심한 미세먼지 문제로, 원인 분석에 대한 요구가 높아지고 각 정부 부처가 대책을 내놓고 있는 상황이어서 미세먼지 외부 유입량과 국내 주요 오염원별 기여도를 정량적으로 분석한 이번 연구 결과는 의미가 큼. 추후 미세먼지 규제 대상 선정, 정책 우선 순위 설정 등 정부 정책수립을 위한 기본 자료로 활용함으로써 과학적 미세먼지 정책 실현에 기여할 것으로 기대

불순물 도핑 없이 구조결함을 이용한 열전반도체 전하농도 제어기술 개발

연구책임자 _ 백승협, 김진상

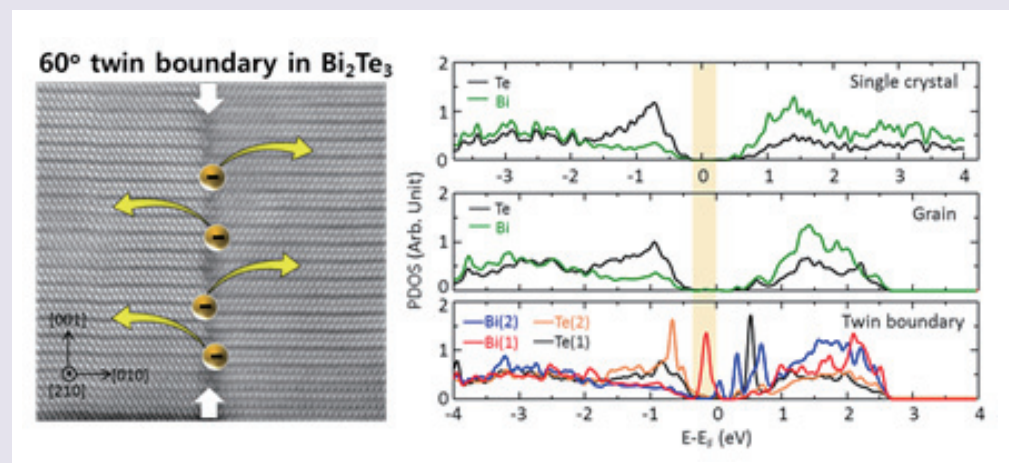
새로운 방식의 반도체 결함제어기술 개발 대두

고체의 결함(defects)은 형태에 따라 0차원(불순물 원자), 1차원(전위), 2차원(계면), 3차원(이차상)으로 분류 가능. 전통적으로 반도체 소재의 전하농도를 제어하기 위해서 불순물을 도핑하는 기술이 많이 사용됨. 최근 열전(thermoelectric) 분야에서는 수십 년간 정체되어 온 열전성능의 한계 극복을 위해 보다 새로운 방식의 결함제어 기술개발이 연구 중

계면제어를 이용한 전하농도 제어 기술

본 연구에서는 점결함이 아닌 면결함을 이용하여 열전 반도체의 대표적인 물질인 비스무스 텔루라이드의 전하농도를 제어할 수 있는 새로운 기술 제시. 비스무스 텔루라이드는 능면체(rhombohedral) 결정구조를 갖고 있어, 두 유닛셀이 60° 간격으로 회전되어 만날 때 생기는 쌍정 계면이 쉽게 발생. 쌍정 계면의 총면적을 다양하게 제어할 수 있는 금속유기화학기상 증착(MOCVD) 기술을 이용하여 열전소재의 전기적 특성과 쌍정 계면의 상관관계를 체계적으로 연구. 그 결과, 비스무스 텔루라이드 소재의 60° 쌍정계면에서 자유전자가 발생한다는 사실 확인

이러한 현상은 계면에서 발생하는 대칭붕괴(symmetry breaking) 때문에 비스무스와 텔레륨 원자들이 결정립 내부에 존재하는 원자들과 다른 형태로 결합하고 있어, 이러한 원자결합의 왜곡 현상이 국소적으로 재료의 전자구조를 변형하여 자유전자의 생성을 가능하게 하기 때문



(좌) 비스무스 텔루라이드의 60° 쌍정계면과 자유전자생성 모식도

(우) 쌍정계면에서 원자결합왜곡에 의한 전자구조 변화

반도체 물성제어 기술을 위한 새로운 프레임 제시

전하 농도는 열전 성능에 큰 영향을 미치므로, 이 연구 결과는 열전소재의 물성을 제어할 수 있는 새로운 방법을 제시. 본 연구는 열전 반도체뿐 아니라 이차원 판상 결정 구조를 갖는 전이금속 디칼코지나이드(transition metal dichalcogenide) 물질의 전자구조 및 전기적 성질을 이해하는데도 중요한 프레임을 제공할 것으로 기대

3차원 얼굴 인식 기술 개발 및 활용

연구책임자 _ 김익재

얼굴 인식 기술 고도화 필요성 증대

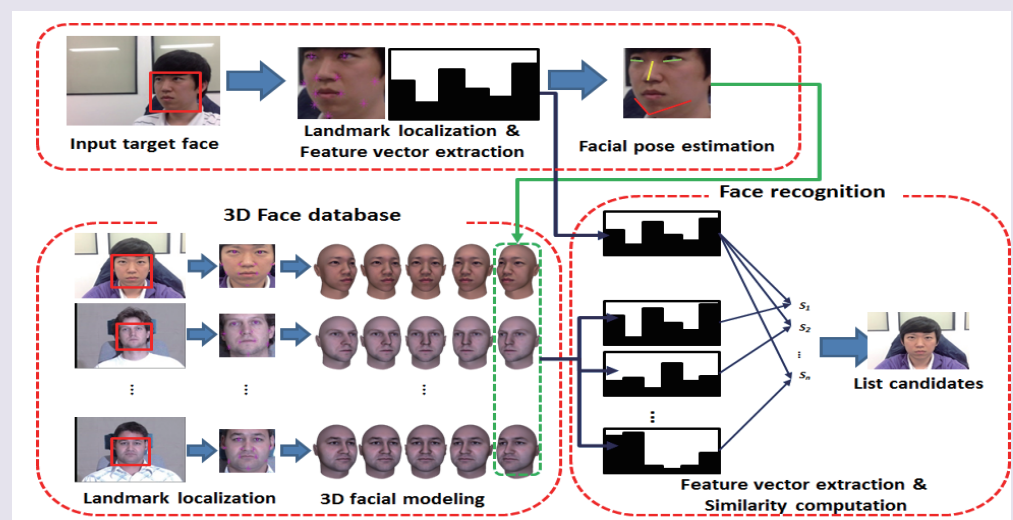
최근 실생활에 급속도로 보급된 다양한 영상기기에서의 비제약적(unconstrained) 얼굴 인식 기술은, 입력되는 2차원 얼굴 영상의 근본적 제약에 의해 인식 성능에 한계가 존재. 향후 지능형 관제, 신원확인 등을 위한 기존 얼굴 인식 기술의 한계(포즈변화, 얼굴가림, 조명변화 등)를 획기적으로 극복하는 비제약형 얼굴 인식 기술의 개발 필요성 증대

3차원 얼굴 인식 기술 개발

기존 얼굴 인식 기술은 정면 얼굴 기준으로 30도 이내의 얼굴 변화에 대해 인식 성능을 보여 주는데, 실제 범죄 현장에서 촬영된 용의자 얼굴 영상은 매우 다양한 각도에서 촬영된 경우가 많아, 현재 기술로 적용하기에 어려움 존재. 본 연구는 3차원 얼굴 구조체 및 탄성 모델에 기반을 두어 입의의 포즈를 갖는 얼굴이 입력되는 환경에서도 얼굴 영역 및 특징점 검출이 가능. 또한 통계적 모델 기반의 최적화 알고리즘을 적용하여 얼굴 포즈 예측까지 가능. 특히 얼굴 인식을 위해서 최신 기술인 딥러닝 기술을 적용하여 인식 정확도를 꾸준히 개선

현재까지 개발된 얼굴 인식 기술은 기술이전에 성공, 대한민국 경찰청 과학수사국과의 “3D 얼굴인식 및 3D 얼굴영상 변환 시스템 개발 사업”을 통한 지속적 협력으로 2016년 일부 경찰서에서 시범 운영, 2017년 전국 경찰서로 운영 확대를 앞두고 있음. 본 기술은 국내 유일 바이오인식 성능 인증기관인 한국인터넷진흥원의 기술 인증(조명 EER 1%, 표정 EER 2%, 포즈 EER 2%, 액세스리 EER 1.5% 이내 만족)을 우수한 성능으로 통과, 우수성 입증

3차원 얼굴 인식
기술 흐름도



과학적 미세먼지 정책 실현

본 3차원 얼굴 인식 연구의 사회 공공 안전망 구축으로, 범죄 피해 가능성을 줄여 경제적으로 환산하기 어려운 사회적 파급 효과 기대. 또한 향후 나이 변환 기술과의 융합을 통해 매년 2만 명의 실종 아동, 실종 장애인 및 치매 환자 등의 위치 추적 및 이동 경로 예측 등을 통한 서비스 개발 등 사회적 약자 보호 체계 구축에 활용될 전망. 인식 핵심 기술 개발을 통해 외산 기술이 적용된 국내 지능형 보안 시스템의 국산화 가능

2D 新나노소재(전이금속 카바이드)를 이용한 전자파차폐 기술개발

연구책임자 _ 구종민

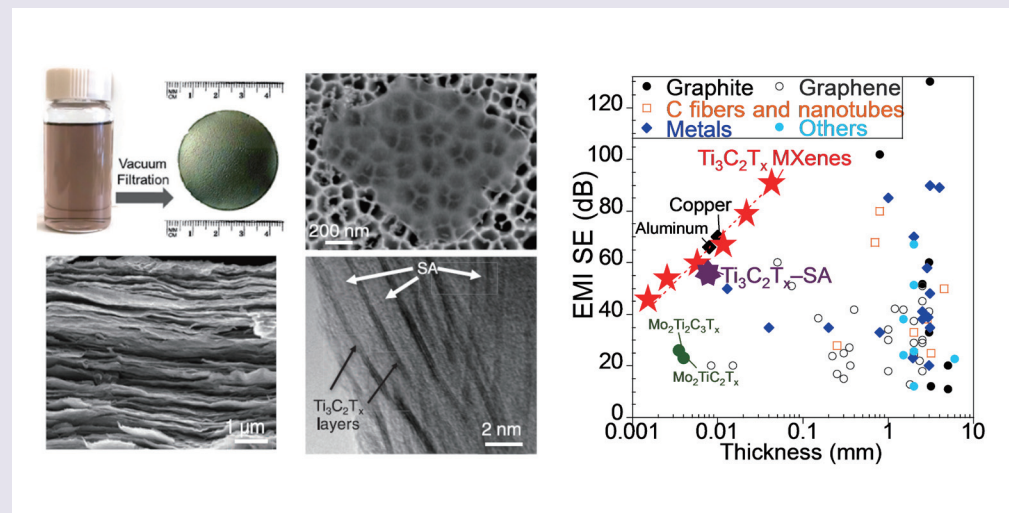
기존 전자파소재의 한계 직면

최근 전자 장치들이 소형화, 고집적화, 모바일화 및 고기능화 되면서 장치들간의 전자파간섭 현상에 의한 오작동 문제가 더욱 심각해지고 있고, 기존 금속과 같은 전자파차폐 소재(EMI shielding materials)들의 고밀도, 고비용, 고부식성, 가공 어려움 등의 문제점들로 인해 새로운 개념의 전자파차폐 소재개발이 필요

MXene 2D 新나노소재 전자파 차폐 기술 개발

본 연구에서는 기존 소재들의 문제점들을 극복할 수 있는, 1 nm(나노미터) 두께와 μm (마이크로미터) 길이를 가지는 이차원적인 판상구조를 가지는 전이금속카바이드(transition metal carbide, MXene) 2D 新나노재료 및 MXene-고분자 복합체 전자파차폐 소재(EMI shielding materials) 기술개발

MXene소재는 대량생산이 용이하여 저비용으로 생산 가능할 뿐만 아니라 표면에 다수의 친수기(물과 친화성이 강한 원자단)를 포함하고 있어, 용매 분산 및 고분자 복합체 제조가 용이하여 전기전도성이 요구되는 전자파차폐 필름 및 코팅제 응용에 유리. MXene의 2D 나노구조특성은 multi-shield 기능 및 내부다중반사(internal multiple reflection)효과를 극대화하여 금속의 1/100 수준의 전기전도도를 가지지만 금속과 비견되는 전자파차폐 성능을 보이게 됨



(좌) $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ 및 $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ -SA
고분자 복합체 형상 및 특성
(우) $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ -SA 전자파차폐
특성비교

전자파차폐 기존 시장 주도 및 신시장 창출 기대

이번 연구결과를 통하여 MXene 2D 新나노소재를 이용한 전자파차폐 원천 특허를 선점할 수 있었으며, 세계적 전자파차폐 소재 기업들과 기술이전을 협의 중으로 전자파차폐 소재 20억불 시장을 주도할 수 있을 것으로 기대. 또한 개발된 MXene 2D 新나노소재를 이용하여 차세대 고집적 전자 소자 및 신개념의 전자 장치들의 개발 및 신시장 창출 예상

내구성 높은 고효율 연료전지 촉매 개발

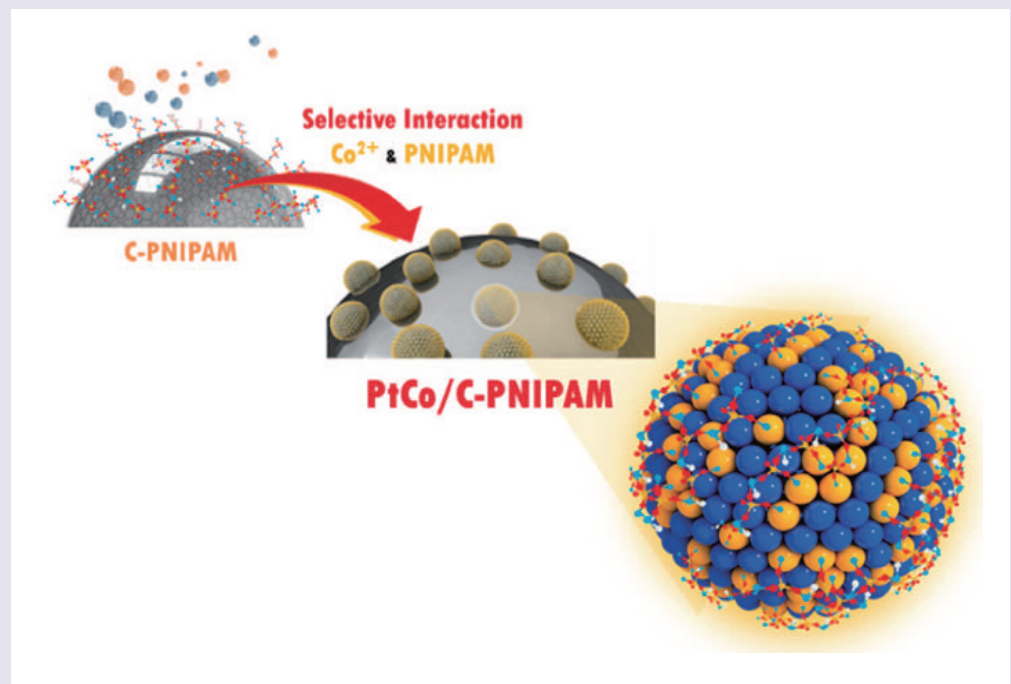
연구책임자 _ 유성종

연료전지 기술 상용화 위해, 오래가는 촉매 필요

기존 연료전지는 산소환원 반응의 속도 향상을 위해 산화극 촉매 대비 2배 이상의 백금 촉매가 사용. 그러다 보니 연료전지 발전 시 경제적 효율성이 낮다는 단점이 문제. 때문에 고가의 백금 사용량을 줄이면서 촉매의 산소 환원 반응 활성을 극대화하기 위해 니켈, 코발트, 철 같은 전이금속을 백금과 합금하는 연구가 활발히 진행. 또한 전이금속은 쉽게 산화되는 물리적 특성으로 이론적으로 가능한 촉매 활성을 충분히 발휘하지 못하고 산화 현상으로 인해 내구성이 악화되는 문제점이 나타남

유무기 융합 기술을 통한 고내구성 고효율 촉매 개발

본 연구팀은 아마이드(amide) 기를 가진 고분자를 이용해 나노 촉매입자 표면에 존재하는 3d 전이금속 원자를 선택적으로 기능화 함으로써 산소 환원 반응 활성 및 장기 내구성이 극대화된 연료전지 촉매 개발에 성공. 새로 개발된 촉매는 기존 백금계 합금보다 촉매 활성을 2배가량 향상시켰고, 나노 입자의 선택적 고분자 기능화에 따른 안정화 효과로 내구성은 4배 정도 향상된 점을 확인



아미드 기를 가진 고분자의 선택적 기능화를 통한 유무기 하이브리드 백금-코발트 합금 촉매 제조 과정. 고분자 내 아미드 기의 질소와 코발트 이온의 강한 상호작용에 의해 선택적으로 코발트-질소 결합이 합금 나노 입자 표면에서 형성됨.

미래동력원 수소 연료전지 상용화에 기여

수소와 산소의 전기화학 반응을 이용해 발전하는 연료전지의 내구성과 효율성을 크게 높일 수 있는 촉매가 개발. 특히 기존 연료전지 전극에 고가의 백금 촉매를 자성금속으로 대체할 수 있다는 점에서 연료전지 발전의 확대가 기대

오토파지 유도 활성 천연물 소재(Brain-AP)의 퇴행성 뇌질환 개선 효능규명

연구책임자 _ 양현옥

파킨슨 질환 완화 및 치료를 위한 신약 개발 필요

파킨슨 질환 치료제의 세계시장 규모는 연간 0.9%의 낮은 성장률을 나타내는데 이는 시판되고 있는 약물의 졸음, 이상운동증 등의 부작용 및 강하지 않은 약효로 인해서이며, 새로운 기전의 신약 부재로 인하여 성장 원동력이 부족하기 때문. 또한 현재 시장을 점유하고 있는 도파민성 약물들도 증상을 완화시키기는 하나 근본적인 치료가 불가능하여 새로운 신약 개발이 절실히 요구되는 상황

신경세포를 대상으로 '세포청소부'기능을 활성화하는 소재 개발

1) 세포 활동 시, 저절로 작동하는 세포 내 노폐물 제거 시스템을 의미하며, 유해 물질 제거뿐만 아니라 유해 물질을 분리해 새로운 단백질과 에너지로 재생해 내는 역할도 수행

2) 전구약물(Prodrug)
1-Methy1-4-Phenyl
-1,2,3 b-Tetrahydro
Pyridine의 줄임말

본 기술은 3종의 국내전통생약 원지, 용안육 및 고본을 구성성분으로, 천연물 소재 복합추출물을 유효성분으로 하는 퇴행성 뇌신경질환 및 파킨슨 질환의 예방 또는 치료용 약학적 조성물 또는 개선용 식품 조성물에 관한 것임. 이 복합생약제제는 오토파지¹⁾ 활성을 유도하여 도파민성 신경세포 등을 포함한 뇌신경세포에 대한 보호작용으로 파킨슨 질환 동물모델에서 효능이 극대화 되도록 각 생약의 조성비를 최적화한 조성물임

본 기술이 제안한 천연물 소재 조성물은 도파민성 신경계에 선택적으로 작용하는 MPTP²⁾에 의한 신경독성과 알파-시누클레인 단백질 응집에 의한 신경독성으로부터 도파민 신경세포를 유의성 있게 보호함으로써 파킨슨질환을 포함한 퇴행성 뇌신경질환을 효과적으로 예방 또는 치료가능



(우) 건기식으로 출시된 제품(비담) 사진: 천연물신약으로의 개발을 위해서는 임상시험 수행 등 비용 및 시험 기간이 소요되므로 일차적인 실용화를 위해 기능성 건강식품으로 우선 출시

부작용이 없는 뇌질환 예방제품의 출시 기대

이 혼합생약제제는 화학합성 제품에 비해 부작용 발현율이 현저히 낮고, 동물실험에서 뇌신경 보호 효능이 있는 것으로 확인되어, 인체에 대한 효능검증과정을 통해 퇴행성 뇌질환 예방 제품으로 개발 시 충분한 시장 점유율을 확보할 전망

친환경 저비용 탄소섬유 복합소재 재활용 기술 개발

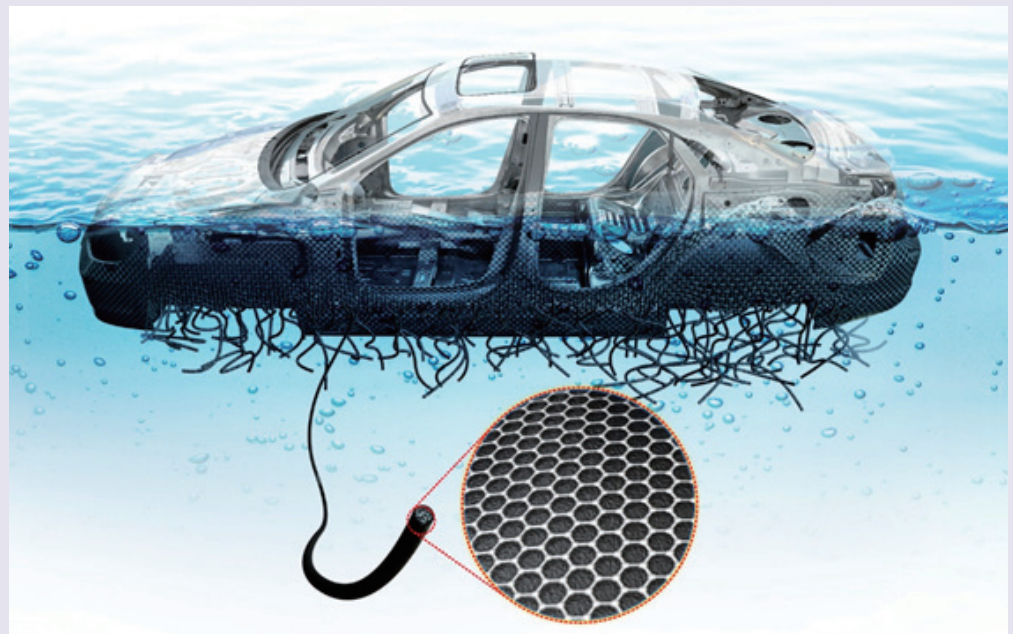
연구책임자 _ 고문주

탄소섬유복합소재의 친환경적 재활용 기술이 필요

탄소섬유복합소재(Carbon Fiber Reinforced Plastic, CFRP)는 강철보다 1/4 가볍고 10배나 강한 탄소섬유를 이용한 복합재료로 항공·우주, 자동차, 선박, 스포츠 용품 등 산업 전반에 걸쳐 다양하게 활용되고 있음. 사용 후 폐기된 CFRP는 매립되거나 고온소각방식으로 재활용되고 있으나, 매립방식은 썩지 않는 환경오염 문제가 있으며, 고온소각방식 역시 유기물의 열 분해시 독성물질을 배출하여 환경오염의 문제점 보유

물을 이용한 친환경 저비용 재활용 기술 개발

본 연구는 버려지는 CFRP에 물과 저렴한 첨가제만 넣고 100 °C의 온도(상압)를 가해 처리하는 방식으로 탄소섬유를 회수하는데 성공. 물과 저렴한 첨가제만을 사용하며, 적은 에너지를 사용하기 때문에 1,500원 내외의 비용으로 1kg의 폐 CFRP를 처리 할 수 있는 세계에서 가장 저렴한 재활용 방법을 실현. 또한, 기존의 고온소각법이 CFRP를 구성하는 에폭시 수지를 태워 탄소섬유만을 재활용하는 불안정한 방법인데 반해, 본 기술은 CFRP를 구성하는 탄소섬유 뿐 아니라, 분해시킨 에폭시 수지까지도 재활용 할 수 있는 완성된 재활용 방법 구현



유용자원의 자원순환을 위한 핵심 기술

본 기술은 기본적으로 에폭시 수지를 분해 할 수 있는 기술로 향후 CFRP의 재활용 뿐 아니라 에폭시 수지를 사용하는 도로, 전자부품의 기판 등 다양한 산업분야에 응용이 가능할 전망

I. 주요 과학기술 정책 :

국가 중장기 기후변화대응 기본계획

배경 및 개요

(배경) 대기 중 온실가스 농도 증가로 인한 지구의 평균기온 상승으로 파리기후변화협약¹⁾ 등 전 세계적으로 기후변화대응에 대한 관심이 고조

- 제22차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP 22)에서 비즈니스 리더들이 글로벌 기후변화 협약에 관한 구체적인 계획 수립
 - 교토의정서 당사국회의(CMP 12) 및 제22차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP 22) 고위급 회담에서 비즈니스 리더와 투자자 100여 명이 유엔 및 정부, 시민사회 대표들과 모여 파리 기후협정에 대한 의지와 지지 표명
 - '20년 만료 예정인 교토체제를 대체하여 적용되는 신기후체제(파리협정, 16.11월 발효)는 기존 37개 선진국에만 온실가스 감축의무가 발생하던 교토체제와 달리 197개 모든 당사국에 감축 의무 발생(우리나라는 '30년 37% 감축목표 제시)
- ※ 온실가스 감축에 관한 국가별 기여방안(NDC), 기후변화의 부정적 영향에 대한 적응(Adaptation) 활동, 국별 기후행동 약속의 이행을 점검하는 투명성 체계, 전지구적 기후변화 노력 이행점검 체제, 온실가스 감축 결과의 국가간 이전을 가능하게 하는 시장메커니즘 등 파리협정 이행을 위한 전략을 마련

이에 한국은 녹색성장위원회²⁾ 심의를 거쳐 상정된 제1차 기후변화대응 기본계획을 확정하여 기존 에너지 및 기후변화 대응 정책의 전환 착수

- 신기후체제에 적합한 새로운 성장 패러다임으로의 전환을 위한 방안 마련이 필요
 - 점차 고갈되어가는 화석연료에서 벗어나 신재생·청정에너지를 새로운 에너지원으로 대체
 - 신기술과 신산업을 집중적으로 지원하여 경쟁력 강화를 통해 글로벌 시장 선도 기회로 활용
 - 온실가스 감축 위주의 정책에서 기후변화에 대한 적응력 향상에 대한 경각심 고취

| 저탄소 사회 이행 단계 |



1) 전 세계 온실가스 감축을 위해 2015년 12월 12일 프랑스 파리에서 맺은 국제협약. 산업화 이전 시기 대비 지구 평균기온 상승폭을 2도보다 상당히 낮은 수준으로 유지하는 게 목표.

2) 정부의 녹색성장 정책을 심의·조율하고, 사회 각계의 다양한 의견을 수렴하기 위해 총리소속으로 둔 기구로 녹색성장, 기후, 에너지, 기술·산업 등 사회 각 분야의 민간위원 21명과 기재부·미래부 등 17개 부처 장관 포함, 총 38명으로 구성

제 1차 기후변화대응 기본계획

‘효율적인 기후변화 대응을 통한 저탄소 사회구현’을 비전으로 삼고 기후변화대응을 기존 감축 중심에서 시장과 기술 중심의 새로운 패러다임으로 전환 시도

- 신재생에너지 보급 및 청정연료 발전 확대, 에너지효율 향상, 탄소 흡수원 기능 증진, 탄소시장 활용 등 경제적 온실가스 감축수단을 활용하고, 저탄소 시대의 새로운 성장 동력인 10대 기후기술 투자를 확대하고, 에너지 신산업을 적극 육성해 나갈 계획

① 저탄소 에너지정책으로의 전환

- (목표) 청정에너지 대체 및 효율적 에너지 사용을 통한 감축
- (과제) 신재생에너지 보급 확대, 저탄소 전원믹스 강화, 에너지 효율 제고 등
- (내용) 신재생·청정에너지 공급 확대*하고 신축건물의 경우 2025년부터 제로에너지화³⁾ 의무 허가

* 신재생 공급의무비율(당초 → 확대, %): ('18) 4.5 → 5.0, ('19) 5.0 → 6.0, ('20) 6.0 → 7.0

② 탄소시장 활용을 통한 비용효과적 감축

- (목표) 국내 탄소시장의 안착 및 국제 탄소시장과의 연계·활용을 통한 감축
- (과제) 배출권거래제 활성화, 국제시장메커니즘(IMM) 활용
- (내용) 설비 효율을 고려한 벤치마크(BM) 방식* 배출권 할당을 확대, 국내기업의 해외 감축실적 조기 거래** 허용 등 산업 혁신 및 친환경 투자를 촉진하고, 국제탄소시장 통합에 대비

* (현행) 과거 배출량을 기준으로 배출권을 할당하는 GF(GrandFathering) 방식 위주

(개선) 생산 1단위당 배출량이 낮은 기업에 유리한 BM(BenchMark) 방식을 현재 3개 업종(정유·항공·시멘트 시범 적용 중)에서 업종별 추가 가능성을 검토하여 확대 추진

** (현행) 3기('21~'25)부터 인정 → (개선) 2기('18~'20년)부터 인정

③ 기후변화대응 신산업 육성 및 신기술 연구투자 확대

- (목표) 에너지 신시장·일자리 창출과 온실가스 감축의 동시 달성
- (과제) 민간의 신산업 창출 지원, 신기술 기반·투자 확대 등
- (내용) ‘기후변화대응기술 확보 로드맵(CTR)’⁴⁾ 상의 3대 분야 10대 기후기술에 대한 관리 및 지원체계를 강화하고, 청정에너지 분야에서도 공공 R&D 투자를 '21년까지 2배로 확대

* 청정에너지 R&D 투자확대 : ('16년) 약 5,600억원 → ('21년) 약 1.12조원

④ 이상기후에 안전한 사회 구현

- (목표) 기후변화로 인한 위험감소 및 피해의 최소화
- (과제) 과학적인 기후변화 영향 분석·관리, 기후변화에 안전한 사회 건설 등
- (내용) 기후변화 감시·예보 시스템 구축 및 한국형 기후 시나리오를 개발하고 기후변화 취약 지역에 대한 사전 관리 및 정비 활동* 확대

* 하수도 중점관리지역 확대('14년 32개소 → '22년 92개소), 하천·연안 등 홍수취약지역 사전분석 강화 및 방재시설 정비 추진

※ 예) 재해예방형 도시계획 수립기준 마련('17~'19), 건축물 설계기준 개선('19)

3) 에너지를 자급자족하는 건축물(net Zero Energy Building)이지만 기술적·경제적 한계가 있어 정책적으로는 에너지 소비량이 0에 근접하는 건축물(nealy Zero Energy Building)

4) CTR(Climate Technology Roadmap) : 3대 부문(탄소저감·탄소자원화·기후변화적응), 10대 기후기술(태양전지, 연료전지, 부생가스 전환, CO₂ 전환 등)

⑤ 탄소 흡수 및 자원 순환 기능 증진

- (목표) 산림의 온실가스 감축 기여를 통해 감축 부담 완화 및 상쇄
- (과제) 탄소 흡수원 기능 증진, 자원순환사회 전환 촉진 등
- (내용) 산림을 계획적으로 육성·이용하는 경제림 육성단지 조성, 탄소 흡수력을 고려한 산림 구조 개선, 도시지역 등 비산림 지역의 산림조성 확대, 자원순환 성과관리제도, 폐기물처분부담금 등 도입

⑥ 신기후체제 대응을 위한 국제협력 강화

- (목표) 우리나라의 기후변화 대응 노력의 국제적 인정 및 국가적 위상 제고
- (과제) 범정부 기후변화 협상 대응력 강화, 감축 이행 점검 대응
- (내용) 주요 관심 이슈별 구체적 협상 전략을 마련하고, 정책·기술별 관계부처 협상대책반 운영, 온실가스 해외 감축분 확보를 지원하기 위하여 개도국 지원체계 구축, ODA 지원 확대 등 개도국과 양자협력 플랫폼 등 구축

⑦ 범정부적 실천기반 마련

- (목표) 국가적 기후변화 대응 네트워크 활성화
- (과제) 기후변화 거버넌스 구축, 기후변화 대응 국민적 공감대 형성
- (내용) 다양한 매체를 활용한 국민 참여 캠페인을 전개하고, 생활 속 온실가스 감축을 위한 인센티브 제공 등으로 참여 확대

기본기획과 함께 '2030 국가온실가스감축 기본로드맵'을 확정하여 '30년 국가온실가스 감축 목표 37%에 대한 계획 공표

- '30년 감축량 315만톤중 국내에서는 전환(발전), 산업, 건물 등 8개 부문에서 219백만톤(BAU 대비 25.7%)을 감축하고, 국외에서는 파리협정에서 제시한 국제시장 메커니즘(IMM)을 통해 96백만톤을 감축할 계획

※ 파리협정 이후 신기후체제에서 새롭게 적용될 국제시장메커니즘(감축사업의 종류 및 인정범위, 진행절차, 거래방법 및 요건 등)에 대해 국제사회 논의가 진행 중

결론

체계적인 기후변화 대응을 통해 기후기술 및 에너지 신산업이 성숙해지고 쾌적한 생활환경이 조성될 뿐만 아니라, 효율적인 온실가스 감축도 가능

- 기후변화로 인한 자연 재해·재난을 예방하여 국민생활의 안전성이 확보
- 다만, 신기후체제 조기 출범으로 파리협정의 세부 이행규칙이 마련되지 않은 상황에서, 최근 국제사회 논의에 따라 단계적으로 반영한다는 전제로 수립
 - 급변하는 국내의 경제 여건과 국제기후변화 정책 기조의 변동성을 차기 계획 및 관련계획에 적기 반영할 수 있도록 차기 계획 및 관련 계획의 수립시기, 정책방향 등을 검토하고, 계획을 수정·보완해 나갈 예정

II. 월간 과학기술 현안

2015년 국내 총 R&D 투자는 65조 9,594억원, 전년대비 3.5%증가

- 총 연구원 수 453,262명 전년대비 3.6% 증가 -

- GDP 대비 총 R&D 비중은 4.23%로 감소(0.06%)이나 꾸준한 R&D 투자지속 -

- 미래부는 지난해 국내에서 수행한 공공 및 민간분야 연구개발활동을 조사한 「2015년도 연구개발 활동 조사결과」를 제25회 국가과학기술심의회 운영위원회(12.9)에 보고 예정
- 경제협력개발기구(OECD)의 가이드라인에 따라 전국 56,109개 기관(공공연구기관, 대학, 기업 등)을 대상으로 전수 설문조사 방식으로 진행되었으며, 2015년도 기준 각 연구수행기관이 사용한 연구 개발비와 연구개발 인력 현황 등에 관한 주요 내용 포함

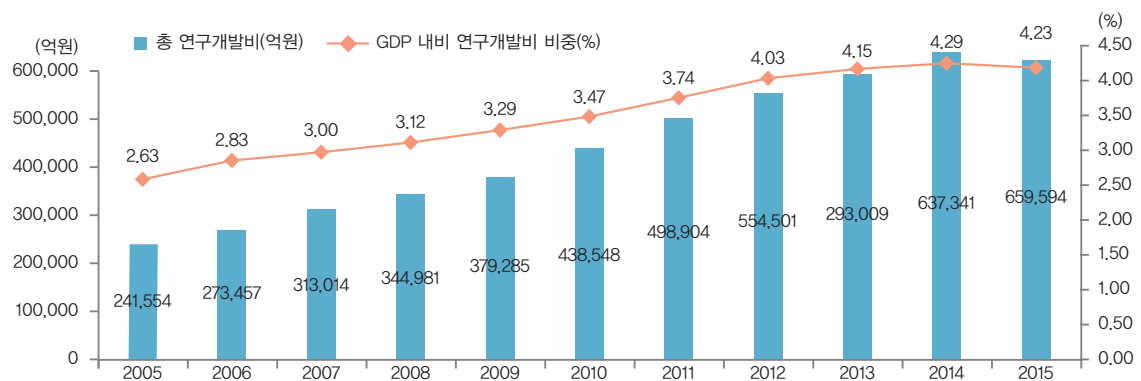
※ 통계법 국가승인 지정통계로서 1963년 최초 실시된 이래, 매년 시행 중인 전국 단위 과학기술 통계조사로 과학기술기본법 제26조의 2에 따라, 우리나라 총 연구개발(공공+민간) 투자결과를 OECD 프라스카티 매뉴얼에 따라 조사·분석하고 그 결과를 관련 정책에 활용

I 연구개발비

- 지난해 우리나라 총 연구개발비는 2조 2,252억원(3.5% ↑) 증가한 65조 9,594억원(583억달러*)으로 세계 6위 수준, 국내 총생산(GDP) 대비 연구개발비 비중은 4.23%로서 전년 대비 0.06%p 감소하였지만 세계 최고 수준임

* R&D 관련 통계에 OECD가 적용하는 2015년 한국의 환율 1,131.16원/US달러 적용

| 우리나라 총 연구개발비 및 GDP 대비 연구개발비 비중 추이 |



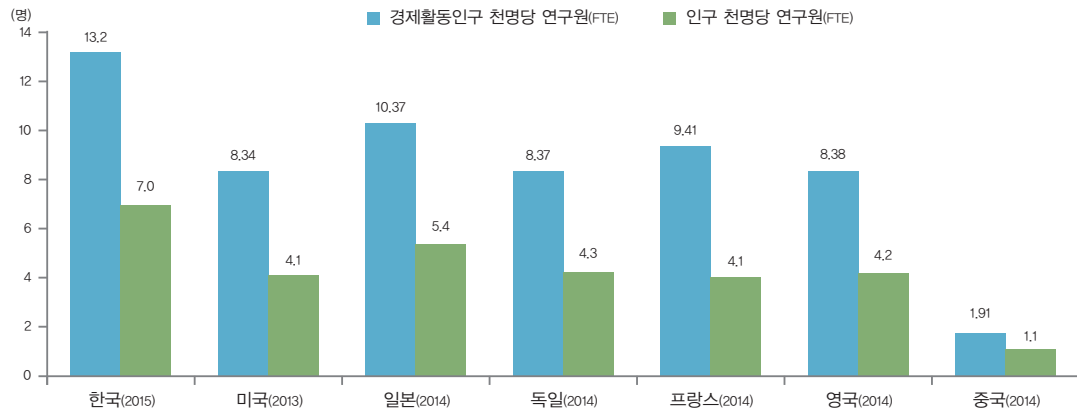
- 연구개발비 재원별로는 정부·공공이 16조 2,935억원(24.7%), 민간 49조 1,700억원(74.5%), 외국 4,959억원(0.8%)으로 민간비중이 높은 구조
- 연구개발비 사용주체별로는 기업 51조 1,364억원(77.5%), 공공연구기관 8조 8,241억원(13.4%), 대학이 5조 9,989억원(9.1%) 사용
- 기초 연구개발비는 11조 3,617억원(17.2% 점유), 응용 연구개발비에 13조 7,450억원(20.8%), 개발 연구개발비에 40조 8,528억원(61.9%)으로, 전년대비 각각 1.1%(기초), 14%(응용), 1%(개발) 증가
- 비목별로는 인건비 28조 268억원(42.5%), 자본적 지출은 6조 4,533억원(9.8%), 기타 경상비 31조 4,793억원(47.7%)로 밝혀짐

② 연구개발 인력

- 총 연구원 수는 15,815명이 증가한(3.6%) 453,262명이며, 상근상당 연구원수는 356,447명(전년 대비 3.2% 증가)으로 세계 5위 수준
 - 경제활동인구 천명당 연구원수(FTE* 기준)는 13.2명, 인구 천명당 연구원 수(FTE 기준)는 7명으로 주요 국가들보다도 높게 나타남

* FTE(Full Time Equivalent) : 상근 상당

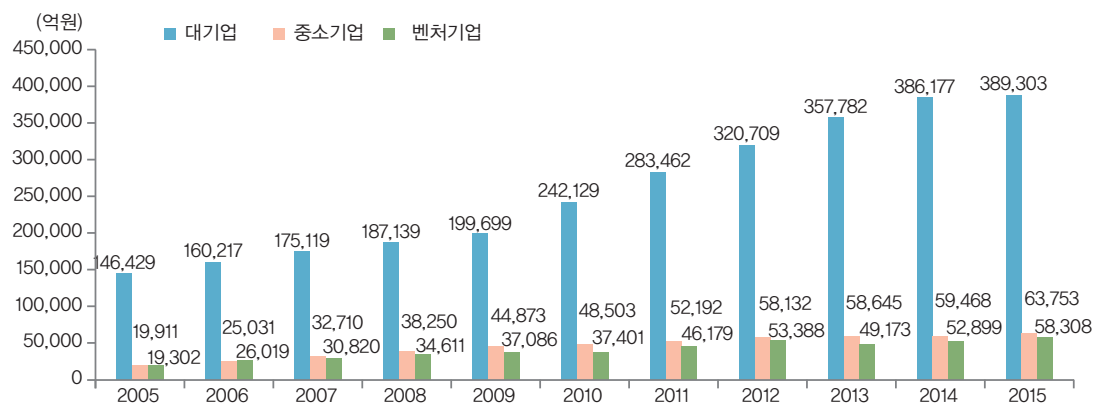
| 주요국 경제활동인구 및 인구 천명당 연구원 수(FTE 수준) |



- 학사 연구원의 95.5%인 189,985명은 기업체에 종사하고 있으며, 박사 연구원의 59.9%인 59,060명은 대학에서 연구를 수행
- 연구원 1인당 연구개발비(FTE 기준)는 56만원 증가한 1억 8,504만원이지만, 주요 선진국에 비해서는 여전히 낮은 편
- 여성연구원은 전년대비 4,748명이 증가한(5.9% ↑) 85,652명(18.9% 점유)으로, 최근 10년간 전체 연구원 내 비중도 지속적으로 증가
 - 여성연구원의 비중은 일본(14.7%, '14년)을 제외한 영국(38.1%, '13년), 독일(27.9%, '13년), 프랑스(25.5%, '13년) 등 주요 선진국에 비해 낮은 수준

③ 기업 부문 연구개발 투자 현황

- 2015년도 조사된 기업 전체의 매출액은 1,690.8조원으로 매출액 대비 연구개발비 비중은 3.02%로 전년대비 0.06%p 증가
 - 대기업의 연구개발비는 38조 9,303억원(전년대비 0.8% ↑), 중소기업 연구개발비는 6조 3,753억원(7.2% ↑), 벤처기업은 5조 8,308억원(10.2% ↑)으로 조사
 - 대기업의 연구개발비 비중은 전년대비 감소(1.3%p ↓)한 반면, 중소기업(0.5%p ↑)과 벤처기업(0.8%p ↑)은 증가



- 매출액 기준으로 상위 5개 기업의 연구개발비는 기업이 사용한 전체의 37.2%, 상위 10개 기업은 41.7%, 상위 20개 기업은 49.3% 차지
 - 매출액 상위 20개 기업의 경우, 연구원, 연구개발비, 박사연구원 집중도는 전년에 비해 모두 감소
- 제조업은 전년대비 1조 4,943억원이 증가한(3.4% ↑) 45조 8,224억원, 서비스업은 2억원이 증가한 4조 1,174억원으로 조사됨
- 연구개발비 규모 기준으로 전년대비 연구비 변화를 살펴보면, 상위 그룹 연구비는 감소, 하위그룹 연구비는 증가하는 경향
 - 대기업과 같은 연구개발비 상위 20위 집단까지는 전년대비 연구비가 감소하였으며, 규모가 커질수록 감소폭은 더욱 커짐
 - 반대로 연구개발비가 작은 벤처·중소기업으로 갈수록 전년대비 연구비는 증가하며, 규모가 작아질수록 증가폭도 커지는 특징 보임

| 전년도 대비 연구개발비 상위기업 연구비 증감 |

구분	기업 사용 연구비 (단위: 억 원)					
		2014		2015		전년대비증가
연구비 상위 (누적)	5개	230,273	46%	223,106	44%	-3.11%
	10개	259,605	52%	256,834	50%	-1.07%
	20개	284,444	57%	281,686	55%	-0.97%
	50개	312,772	63%	314,038	61%	0.40%
	100개	337,929	68%	339,489	66%	0.46%
	200개	359,054	72%	360,523	71%	0.41%
	500개	384,973	77%	387,478	76%	0.65%
	700개	394,384	79%	397,275	78%	0.73%
	1000개	404,347	81%	407,812	80%	0.86%
	전체	498,545	100%	511,364	100%	2.57%

- 전체적으로 국내 총 연구개발비 증가가 둔화(7.48%증('14)→3.5%증('15))되었는데, 이는 기업의 연구개발비 규모가 전년에 비해 늘었지만 증가폭이 감소(7.1%증('14)→2.6%증('15))된데 기인
 - 대기업 등 연구개발 투자 규모가 큰 기업보다는 벤처 및 중소기업의 연구비 규모가 작은 집단이 연구개발비를 늘린 결과라고 볼 수 있음
 - '15년에 기업부설연구·보유기업*으로 인정된 신규 6,941개 업체의 진입 등 벤처창업 기업들의 연구비도 적극 반영된 것으로 시사

* 기업부설연구/연구전담부서 보유업체 수 : 48,516개('14) → 55,457개('15)

- 미래부는 12월 중으로 보고서를 발간하여, 연구기관 및 연구자는 물론 일반 국민들도 손쉽게 이용할 수 있도록 국가과학기술지식정보서비스(NTIS), 국가통계포털(KOSIS) 등을 통해 원시자료 및 보고서를 공개하고 OECD에도 송부하여 국가 간 비교자료로 활용되도록 할 계획

관계부처 합동으로 「로봇산업 발전방안」 발표

— 산자부, 산업부 1차관 주재, 로봇산업정책협의회 개최 —

- 산업통상자원부는 11월 15일 '로봇산업정책협의회'를 개최하고 관계부처 합동으로 '로봇산업 발전방안'을 확정·발표
- '로봇산업 발전방안'은 신산업 민관협의회에서 금년 12월 발표 예정인 '4차 산업혁명 시대의 대응방향'의 일환으로 추진
 - '로봇산업 발전 간담회' 이후 산학연 전문가 의견수렴과 관계부처 협의를 거쳐 최종안 마련

| 발표 주요내용(10.11) |

- ◆ 우리 로봇산업이 새로운 수출산업으로 성장할 수 있도록 ①시장 창출과 제도 정비를 통해 로봇 활용 수요기반을 넓히고, ②전문기업 육성과 핵심기술 확보, 인력 양성, 융합생태계 조성 등을 통해 로봇 서비스·플랫폼 공급역량 강화
- (수요기반) 스마트공장 보급·확산과 연계하여 첨단제조로봇의 수요를 창출하고, 서비스로봇 공공수요를 발굴하여 보급·확산
- (공급역량) 로봇 전문기업 육성을 위해 로봇기업들의 부설연구소 10~15개를 '첨단로봇 상용화연구센터'로 지정하여 향후 4년간 민관공동으로 1,000억원 투자

- (투자계획) 로봇산업에 향후 5년간 5천억원 규모의 투자계획을 구체화

| 주요 추진과제별 민관 투자계획(안) |

추진과제	투자계획(안) (~'20년)
첨단제조로봇 활용 스마트공장 고도화	100억원(~'18년)
서비스로봇 공공수요 발굴, 보급·확산	240억원
첨단로봇 상용화연구센터	1,000억원
휴머노이드로봇 연구센터	150억원
인공지능·ICT 융합 로봇 인력양성	150억원
로봇 시스템설계기술 등 핵심기술개발 지원	3,500억원
해외테스트베드 구축 등 해외진출 지원	120억원
합계	약 5,260억원(민관공동)

※ 국비 지원규모는 국가재정운영계획에 따라 변동 가능

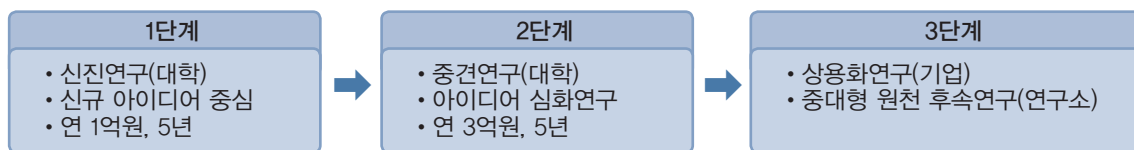
- (서비스로봇 수요창출) 의료·재활, 무인이송, 소셜, 사회안전 등 4대 유망 품목에 대해 관계부처와 합동으로 '20년까지 80개 공공 프로젝트를 발굴하여 추진기로 확정
 - '17년에는 병원내 물류수요에 이송로봇 적용, 국립재활원과 보훈병원에 재활로봇 보급 등을 우선 추진 후 '18년 소셜로봇(우체국), 수술로봇 등으로 확대하고, 시범적용 결과를 바탕으로 '20년 이후 본격 확산

| 연도별 추진계획(안) |

구분	내 용
'17년	<ul style="list-style-type: none"> • 병원내 물류 수요에 병원용 이송로봇 10~15개 시범적용(복지부) • 국립재활원·보훈병원 등에 재활로봇 5~10개 보급(복지부) • 평창올림픽에 안내, 홍보, 이송, 경비로봇 등 활용(조직위)
'18년	<ul style="list-style-type: none"> • 우체국에 인공지능 기반 소셜로봇 5~10개 시범적용(미래부/우본) • 국공립병원에 국산 수술로봇 선도제품 3~5개 시범적용(복지부)
'19~'20년	<ul style="list-style-type: none"> • 대형시설, 물류창고 등에 이송로봇 20개 적용(국토부 등) • 전시장, 박물관 안내서비스 등에 소셜로봇 20개 적용(문화부) • 발전시설 등에 감시경계 안전로봇 등 10~15개 시범적용(산업부)

- 특히, 시장활성화가 시급한 분야인 재활로봇에 대해서는 산업부와 복지부가 공동으로 '재활로봇 심포지엄'을 개최(11.30)하여 제도정비 과제를 도출하고 내년 중 정비해 나갈 계획
- (로봇법 개정) 로봇 시장창출을 촉진하기 위해 공공기관을 대상으로 로봇활용을 권고*할 수 있도록 '지능형로봇 개발 및 보급 촉진법' 개정도 추진
 - * 공공기관 등의 범위, 구매 권고, 기관별 연단위 구매계획 및 실적 제출 의무화 등을 규정하는 방안 등
- '16년말까지 개정안을 마련하여 '17년 국회 제출
- (휴머노이드로봇) 기술적 파급효과가 크고 로봇기술의 총아인 인간형로봇 분야에서 세계 선도기술 확보 및 전문 연구인력 양성을 위한 '휴머노이드로봇 연구센터'를 12월에 KAIST에 설치
 - 공모 절차를 거쳐 지난 10월 25일 KAIST가 최종 선정됨에 따라, '20년까지 향후 5년간 150억원 투자
 - 고속·고출력 인간형로봇 플랫폼과 보행·조작 성능 고도화를 위한 요소기술과 핵심부품 등을 개발하고, 석박사급 연구인력 100명도 양성
- (풀뿌리연구) 창의적·도전적 아이디어를 통해 새로운 분야를 개척하고 미래시장 창출의 기반을 만들어낼 수 있는 대학연구자들의 풀뿌리연구에 대한 지원 확대
 - 신진·중견 연구자가 5년간 자유롭게 연구할 수 있도록 연 1~3억원의 연구비를 지원하는 프로그램 도입('17년 40억원)하고, 미래부의 기초연구 지원프로그램과도 연계*하여 추진
 - * 신진연구지원사업(미래부/한국연구재단)-로봇산업핵심기술개발사업(산업부) 상호 연구정보 공유, 결과 활용, R&D 연계 지원 등

| 연구단계별 지원계획 |



- 신진연구자의 참여를 활성화하고 다양한 연구 아이디어를 발굴하기 위한 '풀뿌리연구 워크숍' 정례화('16년 12월 1차 워크숍 개최, 연 2회)
- 지원과제 선정과 성과평가 시에도 풀뿌리연구 성격에 맞게 혁신성·창의성에 중점을 둔 절차 기준 마련
- (로드맵) 국가차원의 체계적인 4차 산업혁명 대응을 위해 산·학·연·관 합동으로 로드맵을 수립하여, 로봇분야 기술개발 추진방향과 분야별 투자전략을 중장기적으로 제시(2~3년 단위 롤링플랜)
 - 6대 로봇연구기관*의 주도로 학계와 산업계가 광범위하게 참여하는 '로드맵 수립 위원회'를 구성하여 '17년 2월까지 수립·발표
 - * 기계연구원(KIMM), 생산기술연구원(KITECH), 전자통신연구원(ETRI), 과학기술연구원(KIST), 로봇융합연구원(KIRO), 전자부품연구원(KETI)
- 국내 로봇산업 현황과 강점에 대한 분석을 바탕으로 5대 로봇 유망제품*과 부품의 중장기 선도 전략을 상향식(bottom-up)으로 제시
 - * 첨단제조로봇+무인이송·의료재활·소셜·안전로봇
- (로봇부품) 감속기 등 핵심 로봇부품의 국산화를 위해 공급기업과 수요기업이 함께 '로봇부품조합'을 구성하여 고가의 생산·측정장비를 공동 구축기로 하였음
 - ※ (현황) 로봇 제품원가의 절반가량을 차지하는 부품의 상당부분을 수입에 의존하고 있어 제품의 경쟁력 확보가 곤란하나, 개별기업이 시험생산·양산에 필요한 고가의 장비를 구축하기는 어려운 상황
 - 장비 공동구축을 통해 제품 개발과 시험생산·양산에 공동 대응하고, 부품의 품질·신뢰성 확보를 위한 성능 평가와 인증도 지원
 - 앞으로 산학연 T/F(11.1 既발족)에서 '17년 1월까지 종합기획을 완료하고, 세부 준비과정을 거쳐 '17년 상반기 중 '로봇부품조합' 설립 추진

버려질 탄소로 유용한 화학제품 생산, 기업현장에서 실증 시작

- 미래부, 4개 지자체, 20여개 기업, '탄소자원화' 국가전략프로젝트 MOU 체결 -

- 미래부, 전라남도, 여주시, 순천시, 광양시 및 관련 기업은 탄소자원화 국가전략프로젝트의 전략 과제인 탄소전환 플래그십의 성공적 추진을 위해 업무협약을 체결

| 탄소자원화 국가전략프로젝트 개요 |

- ◆ 목적 : 부생·온실가스 내 탄소원을 활용하여 유용한 제품을 생산하는 탄소자원화 기술의 개발·실증·확산을 통해 新 기후체제 대응

- 전략과제 : 탄소전환 플래그십(부생가스 활용 화학원료 생산 기술 실증),
탄소광물화 플래그십(저농도 CO₂ 활용 폐광산 채움재 생산 기술 실증)

- 기간 및 사업비 : 6년 ('17~'22) / 475억원 (정부지원 340억원)

- 탄소전환 플래그십 : 273억원 (정부지원 178억원)

- 탄소광물화 플래그십 : 202억원 (정부지원 162억원)

※ 사업비·과제비는 국회 예산심의 및 세부사업 계획단계에서 변동 가능

- 파리 기후협정이 오는 11월 4일 발효되며 新 기후체제*의 출범을 앞두고 있는 시점에서, 정부·지자체·기업이 혁신적 온실가스 감축 수단인 탄소자원화 기술 개발과 그 실증 및 확산에 뜻을 모은다는 점에서 의미

* '20년 만료 예정인 교토의정서(선진국 중심의 감축 합의문, 37개 의무이행국 참여) 이후를 대비한 기후 변화 대응 체제로 유엔기후변화협약 197개 당사국 참여

- 탄소전환 플래그십은 부생가스 내 탄소원(일산화탄소 및 메탄가스 등)을 분리·활용하여 메탄올 등 유용한 화학원료를 생산하는 기술을 실증하는 것

- 현재 부생가스 연소를 통해 대기 중으로 배출되는 온실가스는 약 6,000만톤에 달하는 것으로 추정되며, 동 기술이 실증을 마치고 제철소·석유화학업체 등에 적용될 경우 상당량의 온실가스 감축에 기여할 것으로 기대

- 탄소자원화 국가전략프로젝트는 금년 국회에서 예산이 확정되면 2017년 초에 사업단을 구성 해서 본격 착수 예정

- 탄소전환 플래그십 업무협약서 체결을 통해 미래부와 지자체, 기업은 다음과 같이 각 기관별 역할을 명시하고 상호지원과 협력을 강화하기로함

- 미래부: 탄소자원화 국가전략프로젝트의 추진 및 관련 정책·제도적 지원

- 전라남도, 광양시, 순천시, 여주시**: 국가전략프로젝트 추진에 따른 인·허가 등 행정적 지원 및 관련 기관*과의 연계·참여 지원

* 한국산업단지공단, 테크노파크, 대학교, 연구기관 및 대·중소·벤처기업 등

** 광양시는 탄소배출 기업, 여주시는 탄소수요 기업, 순천시는 탄소자원화 성과 확산을 지원

- 기업*: 탄소자원화 포괄적 업무 협력관계 구축, 국가전략 프로젝트 사업추진 협조, 지역경제 활성화 협조 등

* 포스코, LG화학, 롯데케미칼, 케이씨(주) 등 20여개

- 탄소자원화 국가전략프로젝트의 효율적·효과적 추진을 위한 세부 협력방안과 산업 생태계 조기 조성방안 등을 논의하는 간담회도 진행

민·군 기술협력으로 신시장 개척

– 최근 5년 간 종료과제 중 72.9%가 실용화, 실용화 과제의 최근 3년간 매출은 959.4억원(연평균 83.4% 증가) –

- 산자부와 방위사업청이 공동으로 주최하고 국방과학연구소 민군협력진흥원이 주관하는 「2016 민·군기술 협력사업 성과발표회」가 30일(수) 정부세종컨벤션센터에서 개최
 - 2016 민·군기술협력사업 성과발표회는 산업통상자원부, 방위사업청 등 11개 중앙행정기관을 비롯해 군·산·학·연 300여명이 참석해 우수성과를 공유하고, 민·군 간 기술교류를 위한 친화적 여건을 조성하기 위해 마련
- 민·군기술협력사업은 민·군겸용기술의 개발을 촉진하고 민·군 간 상호 기술이전을 활성화하여 산업경쟁력과 국방력 강화에 이바지하기 위하여 지난 1999년부터 시작
 - 최근 5년간 종료된 민·군겸용기술 개발품목의 상용화율*은 72.9%이고, 실용화된 과제의 최근 3년 간 매출**은 959.4억 원으로 연평균 증가율이 83.4%에 이르는 등 우수한 성과를 시현 중
 - * 실용화율(11~15) : 실용화과제 수(27개)/종료과제 수(37개)
 - ** 실용화과제 매출 : 154.9억원('13) → 283.4억원('14) → 521.1억원('15)
 - 「민·군기술협력사업 촉진법」 개정(2014년)에 따라 11개 중앙행정기관(7부·1처·3청)이 참여하고 있으며, 관련 예산* 지속 증액 중
 - * 예산 : 951억 원('14) → 1,316억 원('15) → 1,389억 원('16)

| 민·군기술협력사업 개요 |

- 목적 : 민·군겸용기술 연구개발을 촉진하고 민·군 간 상호 기술이전을 활성화하여 산업경쟁력과 국방력 강화에 기여
- 관련근거 : 「민·군기술협력사업 촉진법」
- 참여부처(11개 중앙행정기관) : 산업부, 국방부, 미래부, 국토부, 해수부, 문화부, 복지부, 안전처, 방사청, 중기청, 기상청
- 사업유형 : 민·군겸용기술개발(Spin-up), 국방기술의 민수적용(Spin-off), 민수기술의 국방적용(Spin-on)

- 2016년에는 민·군겸용기술개발(Spin-up) 및 민군기술적용연구(Spin-on/off) 39개 과제에 총 883억원 규모의 신규 연구개발협약을 체결
 - (민·군겸용기술개발) 격오지 원격 전력공급을 위한 “이동식 레이저 기반 무선전력전송 시스템 개발” 등 18개 과제(730억 원)
 - (민·군기술적용연구) “전자광학/적외선 탑재 감시정찰용 450g 초소형 멀티콥터 개발” 등 21개 과제(153억 원)
- 이날 행사에서는 “X(8~12GHz)/Ku(12~18GHz) 밴드 실리콘 다채널 MFC(Multi Function Core) 직접회로 기반의 송수신 모듈 개발” 등 14건의 개발품 전시와 함께 사업유형 별 우수성과를 거둔 과제에 대해 시상
 - (민·군겸용기술개발) 실리콘 4채널 통합 고주파칩을 세계 최초로 개발하여 수출한 실적을 인정 받아 알에프코어(주)가 시상
 - (국방기술의 민수적용) 양산화된 압전 단결정 소재를 이용하여 “반도체 결함 탐지용 탐촉자”를 개발함으로써 국내·외 선점 가능성을 인정받은 (주)아이블보토닉스가 시상
 - (민수기술의 국방적용) 데이터분산서비스기반 11종의 응용소프트웨어 개발지원 도구를 개발하고 군 적용성 모의평가를 통해 그 우수성을 인정받은 엠디에스테크놀로지(주)가 시상
- 우수성과 사례를 발표한 알에프코어(주) 전계익 대표이사는 “개발품의 국방적용 사례로 인해 민수수출의 길을 열 수 있었다.”라고 강조하고, “국방분야에 적용은 단순한 매출발생으로만 끝나는 것이 아니라 제품에 대한 신뢰도를 크게 높이는 효과가 있었다.”고 언급

- 김정한 산업통상자원부 시스템산업정책관은 축사를 통해 “국가 연구개발(R&D)예산의 효율적 사용을 위해서도 민·군기술협력의 확대가 필요하다.”라고 강조하고, “내년부터는 산업 연구개발(R&D) 사업 전반에 대한 국방분야 활용 가능성 검토를 통해 민·군협력의 범위를 대폭 확대하고, 민군기술협력을 통한 국방산업의 수출산업화, 민수산업의 고도화 등으로 새로운 시장을 개척할 수 있도록 노력하겠다.”라고 강조

미래부, 민·관 합동 빅데이터 컨트롤타워 출범!

- 미래부·행자부·통계청 빅데이터 TF 구성 및 제 1차 회의 개최 -

- 미래창조과학부, 행정자치부, 통계청은 12월 8일 「민·관 합동 빅데이터 TF(이하 빅데이터 TF)」를 출범하고 제1차 회의 개최
- 빅데이터 TF는 국내 빅데이터 업무 추진현황을 종합적으로 파악하고, 관련 공공과 민간 빅데이터 활성화를 체계적으로 지원
 - 그간 각 부처는 개별적으로 빅데이터 관련 협의체*를 운영해 왔으나, 이번 빅데이터 TF 구성을 통해 범정부 차원의 종합적인 추진 체계 확립
 - * (미래부)K-ICT 빅데이터협의회, (행자부)공공 빅데이터협의회, (통계청)빅데이터-통계 전략포럼
 - 빅데이터 TF의 팀장은 각 부처의 차관급인 미래부 최재유 2차관, 행자부 김성렬 차관, 통계청 유경준 처장이 공동으로 맡음
 - 민간의 데이터 전문기업과 학계 전문가, 데이터 보유 공공기관, 지자체 및 관계부처에서 팀원으로 참여
- 빅데이터 TF 출범식과 함께 진행된 제1차 회의에서는 각 부처의 빅데이터 주요 정책과 과학기술정보연구원의 과학 데이터 활용 계획 공유
 - 미래부는 빅데이터 산업 활성화를 위해 누구나 원하는 데이터를 쉽게 찾고 거래할 수 있는 데이터 산업 생태계 조성의 중요성 강조
 - 행자부는 질 높은 공공 빅데이터를 이용해 민간 창업을 활성화하고 공공영역의 빅데이터 활용을 촉진하여 국민편의 향상을 위해 노력할 계획
 - 통계청은 데이터간 연계·분석의 중요성을 강조하였고, 빅데이터 활용을 지원하기 위한 연계 사례 공유, 통계데이터센터 구축 계획 등을 발표
 - 과학기술정보연구원은 연구과정에서 생산되는 과학 데이터를 공유·활용하는 오픈사이언스 추진 계획을 발표하여 큰 관심을 받음
- 민간에서는 데이터 전문기업인 선재소프트와 텐큐브에서 빅데이터 활용 사례 발표
 - 선재소프트는 데이터 분석·처리 기술을 바탕으로, 중국 차이나 유니콤에 실시간 과금·정산 시스템을 구축한 해외진출 성공 사례를 소개
 - 텐큐브는 공공데이터를 활용하여 소비패턴 분석 기반의 가계부업을 개발하였으며, 7억 원의 민간투자를 받아 해외 법인까지 설립한 사례를 발표하여 참여자들의 주목을 끄
- 앞으로 빅데이터 TF는 분기별로 모임을 개최하여 정부와 민간의 소통과 협업을 강화할 계획이며, 빅데이터 활성화를 위한 각종 진흥정책과 규제개선 필요 사항도 검토 예정

우정수(정책기획팀, 학연생, t6626@kist.re.kr)

임혜진(미래전략팀, 선임연구원, hjlim@kist.re.kr)

I. TePRISM :

근적외선 초고효율 변환 가능 나노구조체 개발

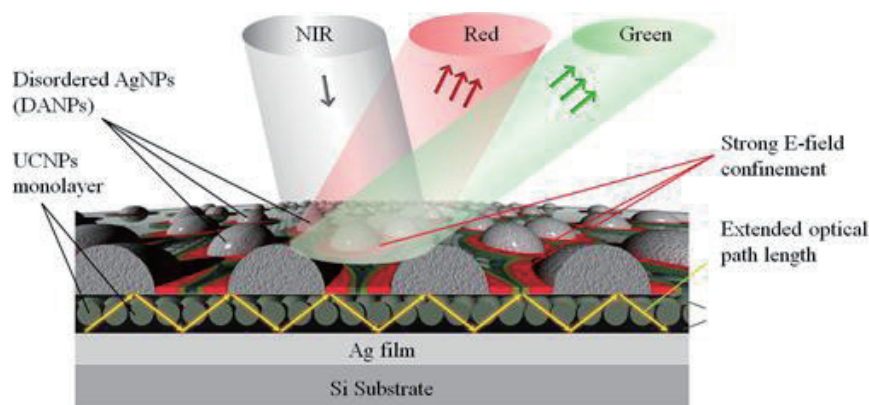
※ TePRISM은 TePRI + PRISM의 준말로 KIST의 주요 연구 · 경영성과에 대하여 소개하는 코너입니다.

근적외선을 매우 높은 효율로 가시광선으로 변환시키는 기술 제시

플라즈모닉 나노구조체를 통해 근적외선 변환 효율 극대화

- KIST 고희덕 박사 및 권석준 박사 공동연구팀은 낮은 에너지의 근적외선 광자를 초고효율로 높은 에너지의 가시광선 광자로 변환시키는 신소재 개발 성공
 - 상향변환(Upconversion) 발광* 관련 기술은 태양전지, 광검지기**, 바이오 이미징 등 다양한 분야에 응용 가능할 것으로 많은 주목을 받고 있음
 - 기존의 상향변환 발광 기술은 발광 효율이 매우 낮고, 효율 증대를 위해 복잡하고 정교한 나노 패턴 공정이 요구되는 등의 문제점 존재
 - * 두 개 이상의 낮은 에너지 광자를 흡수하여 높은 에너지 광자를 방출하는 현상
 - ** 광 신호를 전기 신호로 변환시켜 검출할 수 있는 소자
- 비주기적으로 배열된 플라즈모닉 금속 나노구조체를 통해 기존의 상향변환 발광 효율 및 강도를 크게 개선할 수 있는 기술 개발
 - 상향변환-나노형광체를 비주기적 금속나노입자와 금속필름 사이에 배치하여, 적외선 집광 및 흡수 증대로 최대 1,300배 이상 가시광 발광을 증폭시킴
 - 비주기적인 플라즈모닉 나노구조체와 상향변환-나노형광체의 융합을 통해 매우 간단한 열처리 공정으로 근적외선 변환 효율 극대화

| 근적외선을 가시광선으로 변환시키는 초고효율 플라즈모닉 필름 개요도 |



우수한 상향변환 발광 성능으로 IoT 분야에서 광범위한 활용 기대

- 간단한 공정의 초고효율 상향변환 발광 기술을 통해 카메라 및 3차원 위치 분석 이미징 센서, 태양 전지 효율 향상 등에 기여 가능
 - 기존 방식과 차별화된 근적외선 광검지기 개발로 상대적으로 낮은 비용으로 상향변환 기능성 대면적 필름 제작이 가능하여 다양한 분야에 응용 가능할 것으로 기대

II. 신규 보고서 :

한국경제의 지속 성장을 위한 바이오·헬스산업의 진단과 전망

배경 및 개요

한국의 경제는 12대 주력산업*이 침체하고 7개 후발산업**의 성장세가 교차하며 한국 경제 성장의 희망의 불씨를 살리고 있음

- 특히 화장품 산업은 지속적으로 무역 흑자를 기록하고 있으며 중국 시장을 중심으로 지속적인 상승세

* 12대 주력산업 : 기계산업군(자동차, 조선, 일반기계), 소재산업군(철강, 석유화학, 정유, 섬유), IT제조업군(가전, 정보통신기기, 디스플레이, 반도체), 음식료

** 7개 후발산업 : 화장품, 의약품, 의료용 전자기기, 중전기, 플라스틱제품, 축전지(이차전지), 반도체·디스플레이장비

- 제조업체를 중심의 한 조사에 따르면, 유망산업으로 바이오·헬스를 포함한 에너지환경, ICT융합, ICBM* 등이 선정되며 바이오·헬스 산업에 대한 기대 증폭

* IoT(사물인터넷), 클라우드, 빅데이터, 모바일

- 한국 경제의 위기 극복과 지속 성장을 위해서는 바이오·헬스산업과 바이오 기반 융합 신산업의 성장이 중요한 요소로 작용할 것으로 예상

한국의 바이오·헬스산업의 규모는 1982년 한국유전공학연구조합 설립 이후 지속적으로 성장

- 2000년대 이후 바이오기업들의 기업공개(IPO, Initial Public Offering)로 바이오산업에 자금 유입 시작
※ 제약/의료기기 섹터의 시가총액은 2001년 8월, 3.7조원에서 2016년 8월, 80조원으로 크게 증가
- 그간 한국의 경제를 이끌던 주력산업 부진으로 다소 위험이 있지만 성공 시 고수익을 창출 할 수 있는 바이오 분야에 대한 투자 증가
 - 한미약품(신약), 바이로메드(유전자치료제), 삼성바이오로직스(바이오시밀러) 등 최근 기술수출 및 대규모 생산시설 구축 등 글로벌 비즈니스 시작

인구 고령화로 인해 바이오·헬스 수요 및 기술무역 성과 증가 속도 역시 빨라질 전망

- 기대수명 증가로 의료비 지출이 증가되며 비용대비 효율적인 헬스케어에 대한 요구 확대로 생명 과학의 혁신이 경제성장에 미치는 영향력 증대
 - 현대인의 생활변화와 지구환경변화에 따라 글로벌 수준의 공동 대응과 공공 성격의 헬스케어 기술 및 서비스 개발에 대한 필요성 증대
 - ※ 우리나라의 2014년 GDP 대비 국민의료비 지출은 7.1%로 2000년 4.0%에서 빠르게 증가
- 전통적인 기간산업(철강, 조선, IT)의 부진으로 새로운 성장동력이 필요하고, 기술개발 성과의 축적으로 바이오, 헬스케어 분야의 기술무역 성과 확대

■ 국내외 바이오 · 헬스산업 현황

(국내) 바이오 산업에 대한 투자의 지속적인 증가로 인한 높은 수익 창출

- 바이오/의료 업종 벤처기업에 대한 신규 투자는 2012년 총 투자의 8.5%(1,052억원)에서 2016년 9월 23.2%(3,432억 원)로 빠르게 증가
 - ※ 투자기업의 평균 가치는 같은 기간 261억 원에서 655억 원으로 상승
- 2015년 기준 바이오/의료 업종의 벤처 투자 회수 수익률(회수손익/회수원금)은 211.3%로 전체 업종 중 가장 높은 상황
 - ※ ICT 서비스 168.0%, 게임 142.8%, 기타 132.5%, 유통/서비스 111.1%
- 초기단계 투자가 저조하고 수익 규모는 여전히 적어 선순환적 투자 메커니즘과 효과에 한계

(해외) 신약개발 효율성 위기 극복을 위한 새로운 혁신전략 수립

- 효율성 저하에 대응한 개방형 혁신전략으로 신약 생산성 저하 위기 탈피
 - 2000년 이후 연간 신물질 의약품 승인 수의 정체가 막대한 신약개발 비용과 더불어 제약사들의 강력한 혁신의 동기로 작용
 - 글로벌 제약사들은 개방형 혁신전략을 선택하고, 초기 연구성과를 외부에서 조달하면서 불확실한 투자를 최소화
 - ※ 미국 FDA 자료에 의하면 2014년 이후 신약(신물질, 생물학적 제제 품목허가) 허가 수가 증가하고 있으며, 2015년과 2014년은 역대 2번째와 3번째로 많은 신약을 승인

치료(Cure) 중심에서 개인화된 헬스케어/예방으로 전환되었으며, 4차 산업혁명과 맞맞추어 디지털 헬스케어 시장으로 진화 중

- 개인의 질병 발생 가능성을 사전에 탐색하거나 개인에 적합한 의학적 처방 가능
 - 영국, 미국 등 선진국들은 개인의 유전체 정보와 건강 정보를 종합적으로 분석하고 이를 토대로 개인화된 헬스케어 서비스를 제공할 수 있는 기반을 구축 중
- 스마트폰의 보급, 웨어러블 디바이스 등 환자의 자발적 참여를 가능하게 하는 기술로 SI와 헬스케어의 결합을 통한 융합신산업 발굴 기회 발생
 - SI와 헬스케어의 접목을 통해 의료서비스의 발전과 다양한 비즈니스 기회 예상

연구와 비즈니스가 융합된 경제혁신 단위인 바이오 클러스터는 혁신적 R&D를 통한 산업생태계의 이상적인 모델을 제시

- NIH, NSF 등 정부의 기초연구 지원을 통해 연구기관 · 대학의 연구자가 기초 · 기반 지식을 축적하고 시장성이 있는 아이디어가 벤처캐피탈 주도의 혁신 생태계로 유입되어 성공적 스타트업을 통한 수익 발생
- 혁신적 아이디어를 통한 연구가 창업 · 사업화로 연계되고 국내외 비즈니스 개발로 이어지는 선순환적 구조를 통해 최적화된 생태계 구축 가능

바이오 · 헬스산업 혁신 전략

(창업) 미국, EU 등 선진국은 초기 창업펀드 및 거대제약사 중심으로 창업과 혁신을 주도

- Johnson & Johnson은 미국 보스턴, 샌디에고, 샌프란시스코, 휴스턴과 캐나다 토론토에 스타트업을 인큐베이팅할 수 있는 J&J Innovation JLABS를 설립하여 운영 중
 - 각 지역의 인큐베이터 기업 등과 합작으로 스타트업들에 실험실과 사무공간을 제공하고 J&J의 인프라를 활용할 수 있도록 하여 단계별 성장을 유도
- 국내 벤처 캐피탈 투자에서 바이오 · 의료분야 투자가 지속적으로 증가하고 있으나 혁신형 기업 발굴을 위한 초기기업에 대한 투자가 저조하여 이에 대한 개선이 시급
 - 초기기업의 원활한 투자 활성화를 위해서는 정부가 위험을 부담해줄 수 있는 정책적 안전장치 마련이 필요
 - 혁신적 연구와 글로벌 비즈니스 활동이 활발한 바이오 클러스터를 중심으로 창업과 초기 벤처 기업의 성장을 위한 환경 조성이 필요

(협력) 최근에는 국내 연구개발 중심 바이오벤처들이 NRDO⁵⁾(No Research Development Only) 전략을 취하면서 신약후보물질의 기술이전으로 수익을 창출

- 바이오 클러스터의 장점인 연구소 및 대학의 집적을 활용하여 기술, 신약 등 전반적인 연구개발 활동 전체를 기술이전하여 수월하게 산업화 가능
 - 기존에 운영되고 있는 바이오 클러스터 등을 적극 활용하여 바이오벤처의 설립 초기에 적응할 수 있는 지원체계 마련이 필요
- 유럽은 혁신적 아이디어의 창업과 초기 벤처기업의 성장을 돕기 위한 중견 · 대기업의 협력적 혁신 강조
 - 미국에 비해 작은 시장 규모를 극복하기 기업간 협력적 혁신을 강조
 - 한국은 바이오 · 헬스 융합 신산업 육성을 위해 ICT 중견 · 대기업과 바이오 스타트업 또는 벤처 기업이 성장할 수 있는 협력적 혁신 사례 창출이 중요

(시장 규모 확대) 바이오산업의 규모를 우선적으로 확대하고 투자 확대 및 시스템 보완 등 지속 성장이 가능한 구조를 만들기 위해 주요국 중심에서 신흥 시장으로 비즈니스 확대 필요

- 빠른 성장을 보이고 있는 신흥 시장 진출 확대를 통한 양방향성 비즈니스로 바이오 · 헬스산업 규모를 키우는 것이 핵심

(융합 신산업) 사회적 변화와 높은 수준의 ICT 인프라 및 의료수준 활용 가능성을 고려할 때 ICT 융합 스마트 헬스케어 실현을 위한 환경 조성 및 신산업 창출 노력 필요

- 한국은 주요국에 비해 인프라가 융합 · 활용되기 위한 서비스 환경이 뒤쳐져 있어 초기 시장 환경 조성을 통한 글로벌 시장 점유에 몰두해야하는 상황

5) 신약 후보 물질을 자체 개발하지 않고 외부(연구소, 대학 등)로부터 도입한 뒤 비임상, 임상 개발에만 집중하는 방식 또는 그러한 방식을 실시하는 바이오텍 기업

결론

한국의 현재 경제상황을 고려하면 바이오·헬스산업과 융합 신산업의 육성은 한국 경제의 지속 가능한 성장을 위해 선택이 아닌 필수

- 바이오·헬스 산업의 성장이 한국 경제 활성화에 기여하기 위하여 바이오 융합 신산업 투자 및 시스템 혁신이 필요
- 거대한 시장을 형성하고 있는 북미 시장과 신흥시장으로 비즈니스를 확대하여 국내 바이오·헬스 산업이 글로벌 시장에서의 점유율 확대 필요

바이오·헬스 산업의 성장 확대를 위해서는 융합 신산업 초기시장 형성 지원 및 글로벌 비즈니스 지원체계 구축하고 이를 뒷받침하기 위한 정부의 시스템 혁신이 시급

- 제약산업의 경우, 이미 신흥시장이 거대한 시장인 북미시장의 점유율을 추월하고 있기 때문에 신흥시장 비즈니스 활성화 및 시장 확대를 위한 시스템적 접근 필요
 - 지역별, 국가별 시장 특성과 규제 등을 체계적으로 분석하고 전략을 수립하기 위한 시스템 구축 필요
- ICT 인프라 및 의료 수준, 국민 건강정보 등 ICT 융합 신산업 창출을 위한 인프라는 세계 최고 수준 이므로 인프라의 적극 활용을 통한 신산업 초기 시장 형성과 글로벌 비즈니스 장려를 위한 시스템 혁신이 핵심
 - 미국, 중국 등 주요 경쟁국은 이미 글로벌 ICT 플레이어들이 바이오·헬스 융합산업에 앞서 나가고 있는 반면, 우리나라는 관련 규제 및 제도 등으로 기회를 놓치고 있음
- 바이오·헬스 융합 신산업 육성을 위해서는 디지털 헬스케어, 정밀의료 등 융합 신산업의 주체인 대학, 기업, 병원 등의 초기시장 형성 유도가 필요
 - 네거티브 규제 및 보완 장치를 균형 있게 수립하여 연구주체인 대학·기업·연구소 등이 적극적으로 연구할 수 있는 환경 조성 필요

III. TePRI Wiki :

레이저, “어디에까지 써봤니?”



▲ 레이저

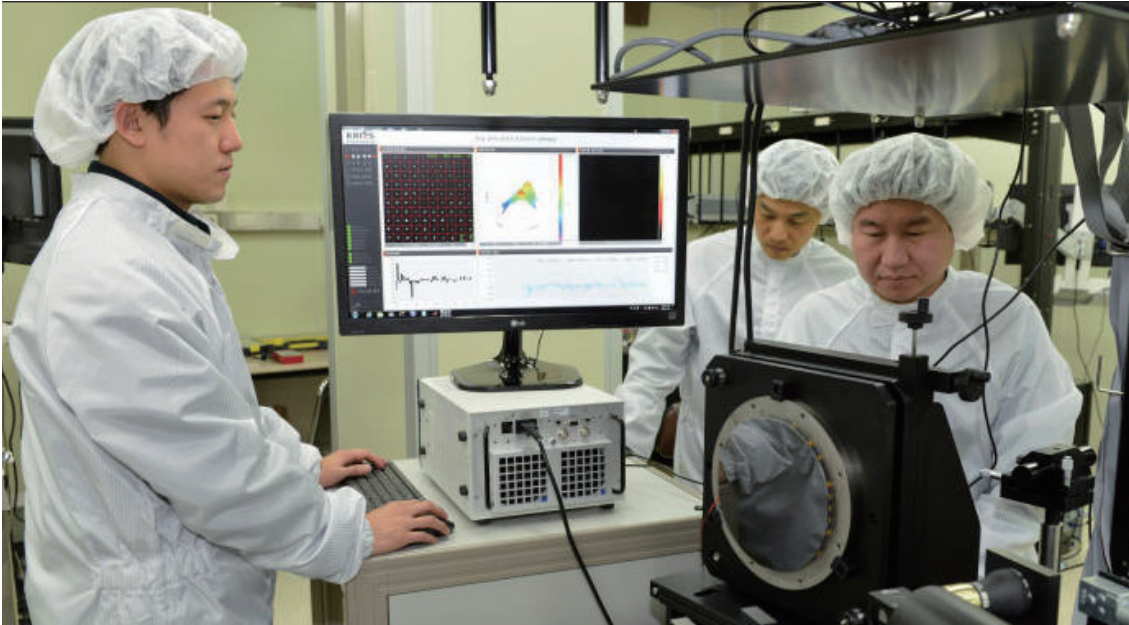
우리가 살고 있는 시대의 레이저는 어떻게 쓰이고 있을까. 대부분의 사람들에게 가장 친숙한 것은 밤하늘을 화려하게 장식하는 레이저쇼일 것이다. 서울특별시 강남구는 앞으로 강남역 일대를 홍콩의 ‘심포니 오브 라이트(A Symphony of Lights)’ 처럼 관광 랜드마크로 만들겠다고 밝혔다. 이렇게 우리의 시각을 즐겁게 해주는 레이저가 기본적으로 어떤 원리에 의한 현상인지 알아본 뒤, 또 어떤 부문에서까지 우리의 삶을 편리하게 해주고 있는지 살펴보자.

레이저(LASER)는 사실 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 약자이다. 원자나 분자 내부에 축적된 에너지를 집약적으로 뽑아내는 결맞는 광으로, 쉽게 말하자면 오직 하나의 색을 나타내는 파장의 빛만을 모아서 증폭시키는 기술이다. 백열전구와 같이 대부분의 광원은 결이 맞지 않은 수많은 빛을 넓은 파장 범위에서 넓은 면적으로 방출하는 것과 대비된다. 애초에 레이저는 러시아가 군사적 목적으로 집중 개발하던 기술이었다. 레이저무기의 과학적 원리는 액체 또는 고체로 만들어진 ‘이득매질(Gain Medium)’을 반사경과 렌즈를 활용하는 ‘광학기술’로 제어하고 발사하는 것이다. 빛의 속도로 날아가면서도

발사 비용은 천원에 불과하다. 최근 한국표준과 학연구원은 열에 강하고 정확도가 보다 더 높은 고속변형 반사경의 국산화에 성공했다.

피부 미용에 관심이 있는 사람들도 레이저 시술도 금방 떠올릴 것이다. 한국 산업계는 군사적 목적으로 연구되던 레이저 기술을 의학 분야에 적용하는 데 성공했다. 난치성 기미 및 양측성 오타 모반에 대해 포토나레이저와 아폴레이드 레이저로써 다양한 모드와 고출력 레이저로 치료가 진행되고 있다.

피부 미용 뿐 아니라 시력과 관련해서도 레이저 기술이 사용되고 있다. 라식과 라섹, 스마일 등의 시력교정수술은 조금씩 다르지만 첨단 레이저 장비를 통해 각막 실질을 태워 없애거나 절제해내는 방식으로 각막의 굴절률을 조절한다. 첨단 레이저 장비들, 특히 펄스초 레이저는 파장이 매우 짧고 에너지가 큰 특성을 지니고 있어 다양한 수술, 특히 안과 영역에서 많이 사용된다. 펄스초 레이저에서 펄스초란 10~15초를 뜻하며 1,000조 분의 1초의 극히 짧은 펄스폭을 지니는 초미세 레이저를 가리킨다. 각막이식 수술의 경우 기증받는 사람의 각막을 진공 각막 원형 절제기를 이용하여 절제한



▲ 한국표준과학연구원 우주광학센터 연구팀

후 이식을 진행해야 하는데, 이 때 펄스초 레이저 장비를 이용하게 되면 기존보다 더 정확하고 안전한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

중증 질환에 대한 치료에 있어서도 레이저 기술이 사용된다. 탈출된 디스크가 큰 경우 고주파수핵 감압술 대신 '추간공내시경 레이저 시술(TELA, Trans-foraminal Epiduroscopic Laser Annuloplasty)'을 할 수 있다. 추간공내시경 레이저 시술은 특수 카메라가 달린 3.4mm의 내시경일체형 카테터를 꼬리뼈 대신 옆구리를 통해 병변 부위에 삽입한 후, 레이저로 염증을 제거하며 환부를 치료하는 시술이다. 기존의 내시경술과 달리 하방으로 향한 레이저빔도 사용할 수 있어서 신경이나 정상 조직의 손상을 피하며 환부의 디스크만을 골라서 직접 태울 수 있다. 또한 여러 가지 시술로 통증이 개선되지 않는 환자들의 통증을 크게 줄여줄 수 있으며 신경차단술이나 신경성형술 같은 시술처럼 스테로이드나 약물을 주입하지 않고 통증의 원인을 직접 치료한다.

레이저는 우리 일상 속에 항상 함께하는 사무용품에도 이미 적용되어 있다. 최신 마우스 제품들은 레이저 등의 광원을 바닥에 비추고 반사되는 바닥 표면의 이미지를 스캔해 마우스 움직임에 따른 스캔 이미지 패턴의 변화를 감지함으로써 커서를 이동시키는 방식을 사용한다. 레이저 프린터의 경우 카트리지에 있는 가루 상태의 잉크를 레이저 광선으로 회전하는 원통 위에 주사하고 가열된

롤러를 사용하여 종이 위에 고착시키는 원리로 작동한다.

레이저는 사용하기에 간편한 데에 비해 강력한 위력을 갖고 있는 기술이다. 치료 목적으로 사용될 수 있는 레이저가 무분별하게 사용되면 시력을 손상시킬 수도 있고, 항공기를 교란시켜 사고를 유발할 수도 있다. 레이저 기술이 잘못 사용될 때 발생할 수 있는 위험성에 대해 인지하면서 레이저 기술을 개발한다면 우리 삶에 유용하게 응용할 수 있을 것으로 보인다.

한원석(정책실, UST 석사과정, g16501@kist.re.kr)

*참고자료

조선일보(2016.12) 서울 강남대로 매일 밤 레이저쇼
The University of Sussex SPRU(2014.11) The Systemic Capacity for Technological Absorption (SCTA) and International Technology Transfer (ITT)
파이낸셜뉴스(2016.12) 피부잡티와 색소질환의 효과적 레이저 치료법
중앙일보(2016.10) 눈 깜짝할 순간도 없는 레이저 무기
전자신문(2016.12) 표준연, 레이저 무기 타격도 높이는 반사경 개발
IT조선(2016.5) PC 살 때 알고 사자! ⑥키보드&마우스
경남도민일보(2016.11) 울산대 연구팀, 초소수성 표면상태 레이저 프린터 출력 기술 개발
헬스토마토(2016.12) 라식에 사용되는 펄스초 레이저 장비, 각막이식에도 적용
조선일보(2016.12) 통증 원인 정확히 파악해 차단 '타깃신경치료'... 난치성도 해결

