



KAIST 2015 ANNUAL R&D REPORT 2015년을 빛낸 연구성과

KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



KAIST

34141 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동 373-1)
Tel. 042-350-2114, Fax. +042-350-2210(2220), www.kaist.ac.kr

KAIST



KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

**KAIST'S CORE VALUES ARE CREATIVITY
AND CHALLENGE**

CONTENTS

- 06** 발간사 Message from the President
- 10** 비전 2020 Kaist Vision
- 12** 예산 및 지원 현황 Research & Development Budget
- 14** 연구성과 통계자료 Research Outcomes
- 16** KAIST 10대 우수 성과 KAIST's Top 10 Research Achievements of 2015
- 38** KAIST 주요 연구성과 Research Highlights of 2015



INFORMATION TECHNOLOGY

- BIO TECHNOLOGY
- HEALTH TECHNOLOGY
- ENERGY TECHNOLOGY
- NANO TECHNOLOGY
- OTHERS

세계의 중심에서 세상을 움직이는 최고의 과학기술대학

세계 속의 KAIST

KAIST는 국가 발전에 필요한 고급 과학기술 인력을 양성하고 이공계 연구중심대학의 본보기를 제시하기 위해 1971년 설립되었다.

세계 속의 KAIST

KAIST는 학문적 수월성과 창의성을 겸비한 인재를 배출하여 세계 과학계의 존경받는 일원이 되었다.

KAIST 속의 세계

KAIST는 최상의 교육으로, 최초의 발명을 주도하는, 최고의 리더를 배출하여 세계 과학계가 선망하는 초일류 대학으로서의 미래를 지향한다.





MESSAGE FROM THE PRESIDENT

올해로 개교 45주년을 맞는 KAIST는 여러분과 많은 선배님들의 헌신적인 노력에 힘입어 대한민국을 대표하는 대학으로 성장했고, 전 세계가 주목하는 글로벌 선도대학이 되었습니다.

2015년은 KAIST가 국내·외 여러 기관들로부터 역량을 널리 인정받는 한 해였습니다. 로이터통신은 논문과 특허, 산학협력 등을 기반으로 전 세계 대학의 혁신 능력을 평가하여 세계에서 가장 혁신적인 대학 100개를 선정했는데, 미국 지역 외 대학으로는 우리 학교가 유일하게 10위 안에 이름을 올렸습니다.

지난 2월 우리학교 조병진 교수팀이 개발한 '웨어러블 열전소자'가 유네스코가 선정한 '세상을 바꿀 10대 기술(Netexplo Award)'에 국내 연구진 최초로 선정되었고, 영예의 1위에게 주어지는 그랑프리 상을 수상했습니다. 지난 6월에는 미국방부 산하 방위고등연구계획국(DARPA)이 주최한 'DARPA Robotics Challenges'에서 Team KAIST의 휴보(Hubo)가 세계 최정상급의 실력을 갖춘 24개 팀과 경쟁하여 당당히 우승을 차지했습니다. 조병진 교수팀과 오준호 교수팀의 도전과 성취는 KAIST의 혁신적인 연구역량을 전 세계에 널리 알리는 계기가 되었습니다.

KAIST의 연구 성과들 중에서 대표적인 10개의 성과를 선정해 많은 사람에게 알리기 위해 이렇게 책자를 발간하게 되었습니다. 이 책자를 보면서 학생들은 과학기술에 대한 관심과 높은 꿈을 갖게 되고, 연구자들은 새로운 영감을 얻기를 바랍니다.

여기에 실린 연구 성과는 오랜 시간동안 고민하며 연구한 뒤에 얻어지는 열매입니다. 높은 목표를 향해 꾸준히 나아가면 더욱 뜻깊은 결과를 얻을 것입니다. 우리 학교의 모든 분들의 노고에 깊은 감사를 드립니다.

2016년 4월 KAIST 총장 **강성모**



WORLD CLASS SCIENCE
AND TECHNOLOGY UNIVERSITY

세계속의 KAIST

쉽없이 달려온 45년,
KAIST는 끊임없는 연구에 꺼지지 않는 불을 밝히며
한국 과학기술의 등불 역할을 수행해 왔습니다

KAIST는 한국을 넘어 세계 속의 연구기관으로서
인류의 미래를 밝히는 길잡이가 될 것입니다





VISION 2020

MISSION 인류를 위한 지식 창출 및 인재양성

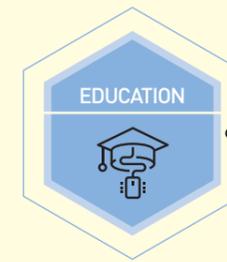
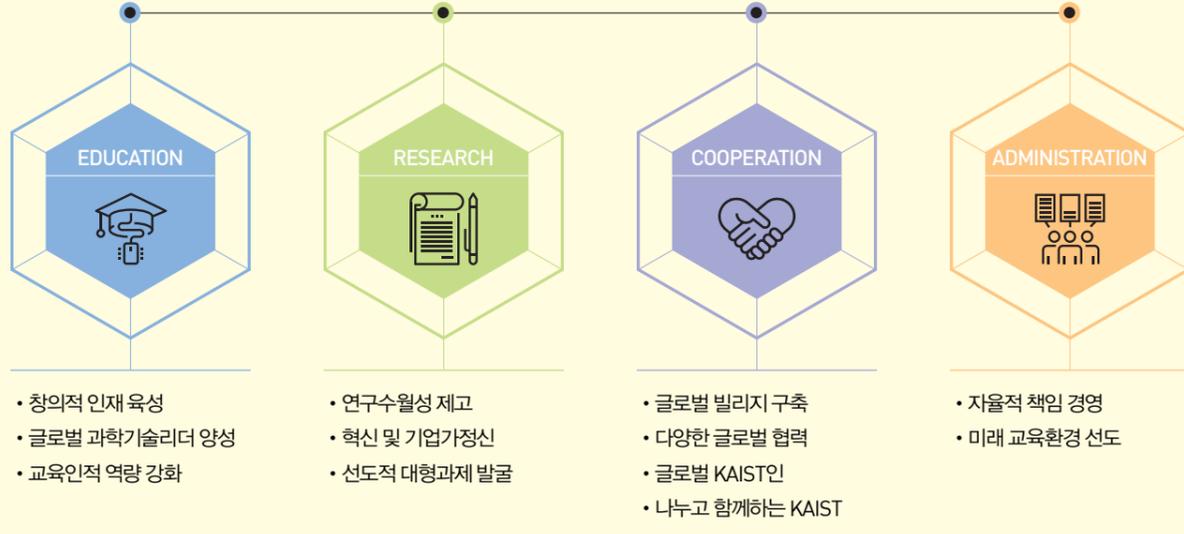
VISION 세계를 선도하는 과학기술의 중심

STRATEGY

- 학문적 수월성과 창의성을 갖춘 융합형 글로벌 인재 양성
- 지식창조경제를 견인하는 세계적 연구중심대학
- 나눔과 협력에 기반한 글로벌 캠퍼스 구축

창조적 지속 성장을 위한 KAIST 구축

DETAILED STRATEGY



창의적 인재 육성

- 학습자 중심의 교수 학습 혁신 및 이력 강화
- 창의적 설계 및 융합교육 강화

글로벌 과학기술리더 양성

- 자유롭고 창의적인 교육환경
- 전인적 리더교육(도전정신, 인성·리더십)
- 글로벌 인재 양성을 위한 영어 강의 및 영어 교육
- 외국인 학생 한국어 교육 확대

교육인적 역량 강화

- 전주기적 인사시스템
- 우수 교수 유치 강화
- 창의적 인재 발굴 및 유지



연구수월성 제고

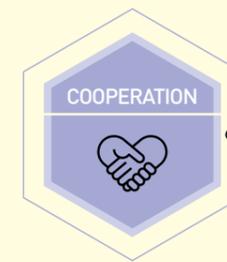
- 우수 연구 과제 발굴 지원
- 연구평가 시스템 개발
- 특성화된 연구인력 확보
- 국가 차원 연구의 중심
- 연구 선순환 시스템 구축

혁신 및 기업가정신

- 창업문화 선진화
- KAIST Biz PARK(글로벌 강소 기업 육성의 메카)
- 고부가가치 지적재산권 창출 및 기술이전/사업화 촉진
- 기업가 정신/창업교육 및 전문 서비스 활성화

선도적 대형과제 발굴

- 국가 방위 및 안보 산업을 위한 연구
- 행복한 사회 창조를 위한 사회적 기술 연구
- 지속 가능한 에너지 자원과 환경을 위한 연구
- 미래 IT융합 기술연구



글로벌 빌리지 구축

- 국제적 수준의 근무 환경 조성
- 고품격 글로벌 생활 환경 제공
- 다문화 환경 실현

다양한 글로벌 협력

- 연구협력의 시너지화
- 교육 협력의 다양화
- 글로벌 리더십을 위한 문화교류

글로벌 KAIST인

- 동문 네트워크 확대
- KAIST인을 위한 평생 서비스 제공
- 동문 참여 활성화

나누고 함께하는 KAIST

- 국민을 위한 KAIST 이미지 제고
- 과학기술 꿈나무를 위한 특별 프로그램 확대
- 지역공동체와의 협력 확대



자율적 책임 경영

- 조직 개편을 통한 효율적 기관 운영시스템 구축
- 학과 중심의 자율적 책임 경영 정착
- 성과 관리 경영시스템 확립
- 재원 확충을 통한 재정 건전성 확보
- 지역 봉사활동 활성화
- 직원 교육 훈련 강화
- 직원 경력 개발 프로그램 수립 및 운영
- 고객 중심의 행정 서비스 제공

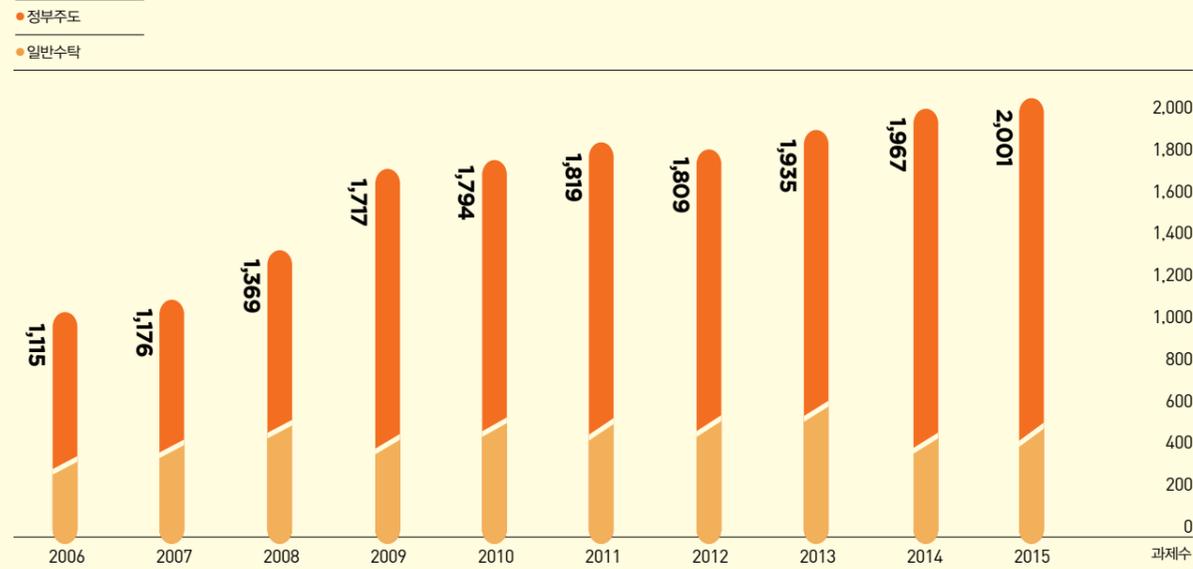
미래 교육환경 선도

- 유비쿼터스 정보시스템 구축
- 유비쿼터스 통신인프라 구축 및 사이버보안 강화
- 학술정보·소통문화·창의연구 공간 건립
- 학술정보 확충 및 서비스 고도화
- KAIST 과학박물관 건립
- 캠퍼스 종합 발전 계획 수립
- 캠퍼스 운영 효율과 체계 구축
- 가상 캠퍼스 인프라 구축
- 세종캠퍼스 건설 추진

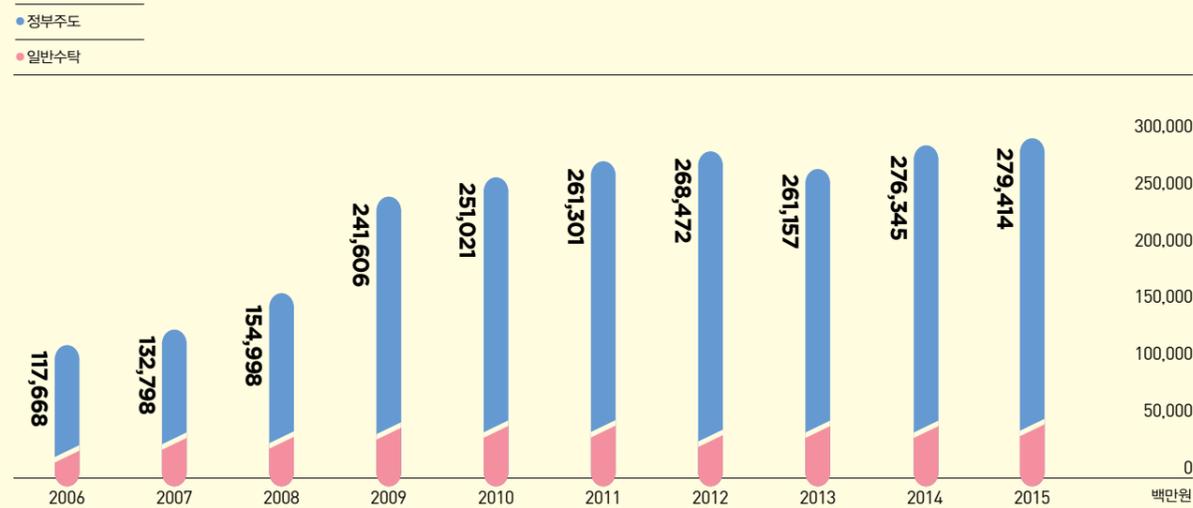


RESEARCH & DEVELOPMENT BUDGET

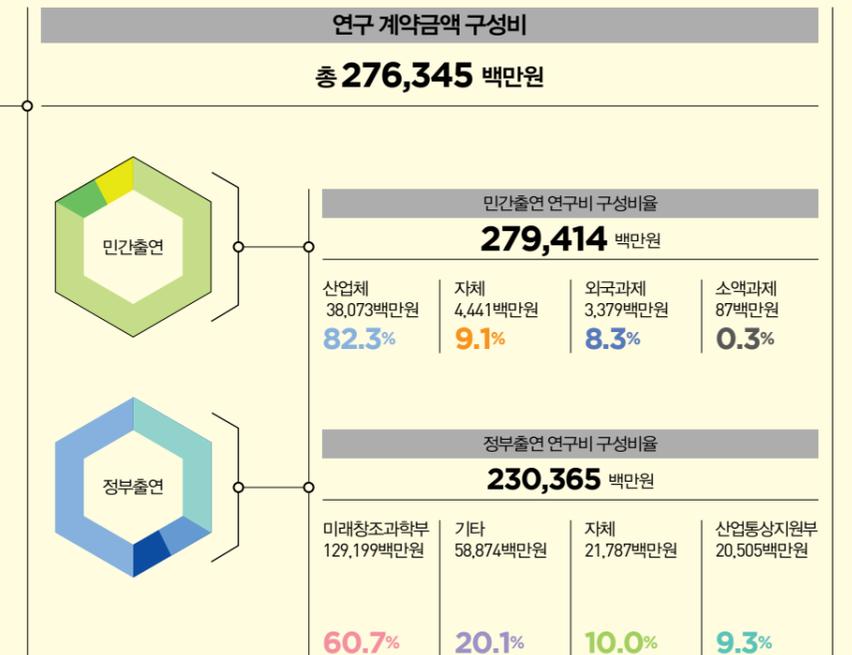
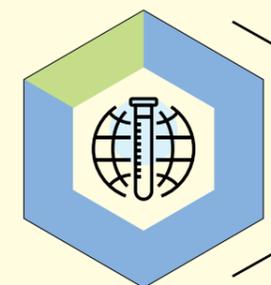
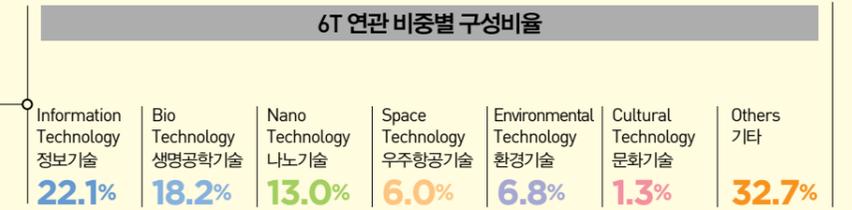
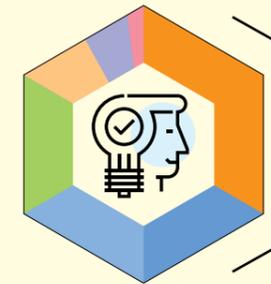
최근 10년간 연구실적 (과제수)



최근 10년간 연구실적 (연구비)

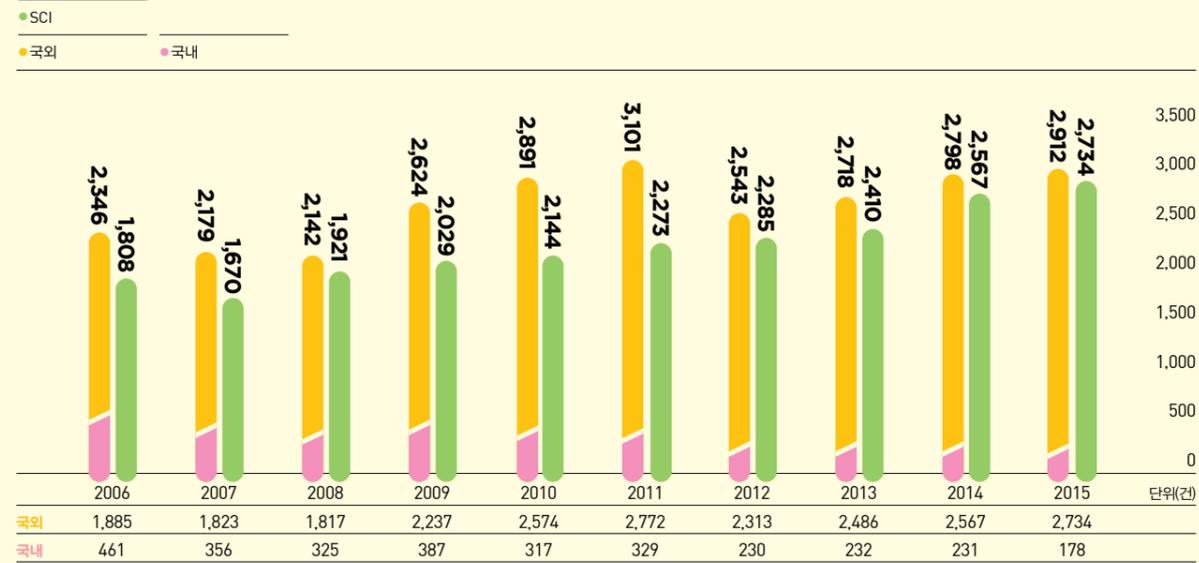


KAIST는 한국 최고의 국가 연구개발 기관으로서 다양한 과학기술 R&D 사업을 추진하고 있습니다. 특히 세계적 연구기관으로 발돋움하기 시작한 2008년 이후, 연구비가 급증하여 현재의 성과를 내는 기반이 되었습니다.

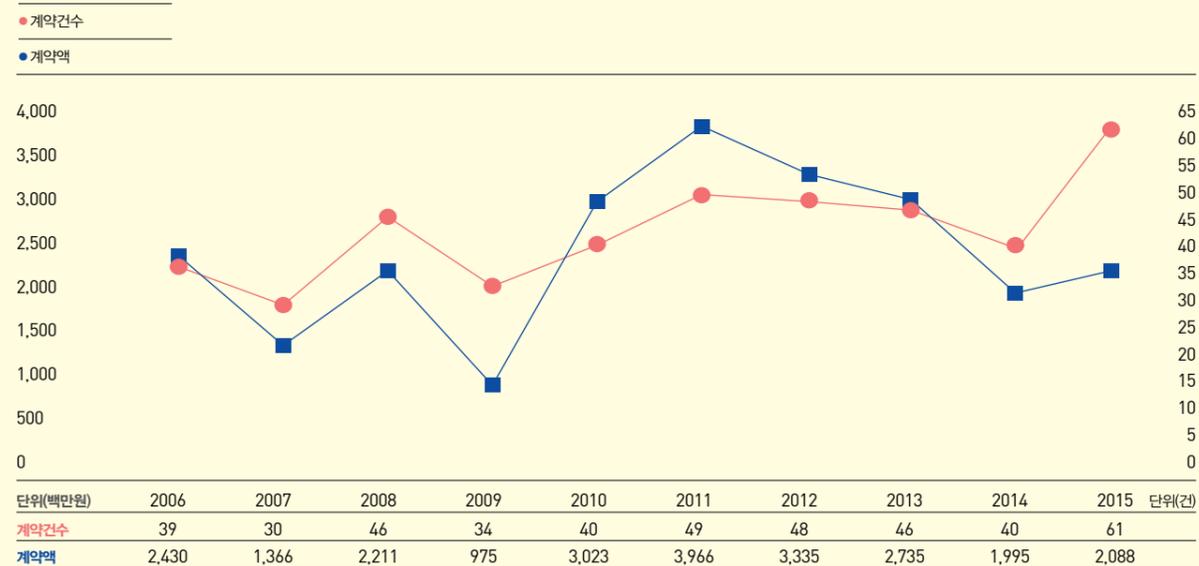


RESEARCH OUTCOMES

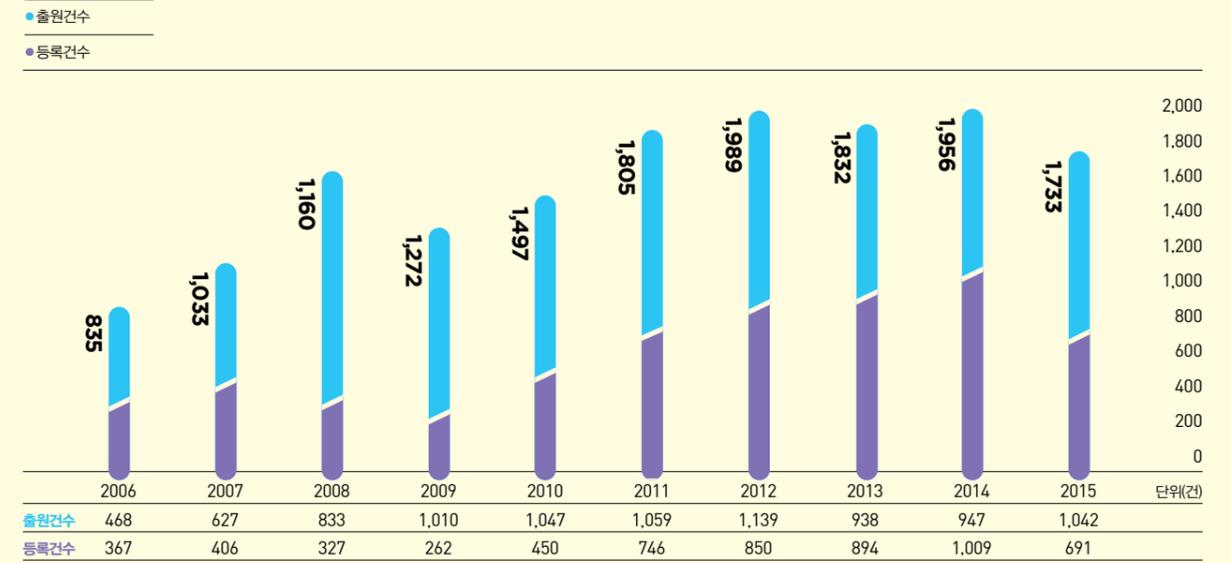
최근 10년간 논문수



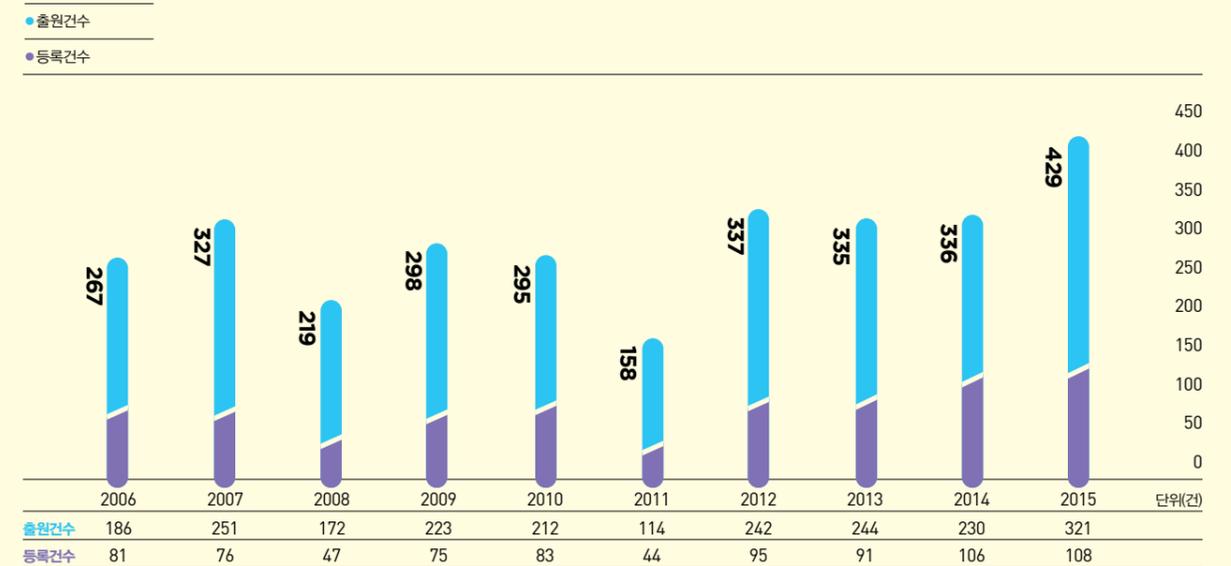
최근 10년간 기술이전 계약실적



최근 10년간 국내 특허실적



최근 10년간 국외 특허실적



2015 KAIST ANNUAL R&D REPORT

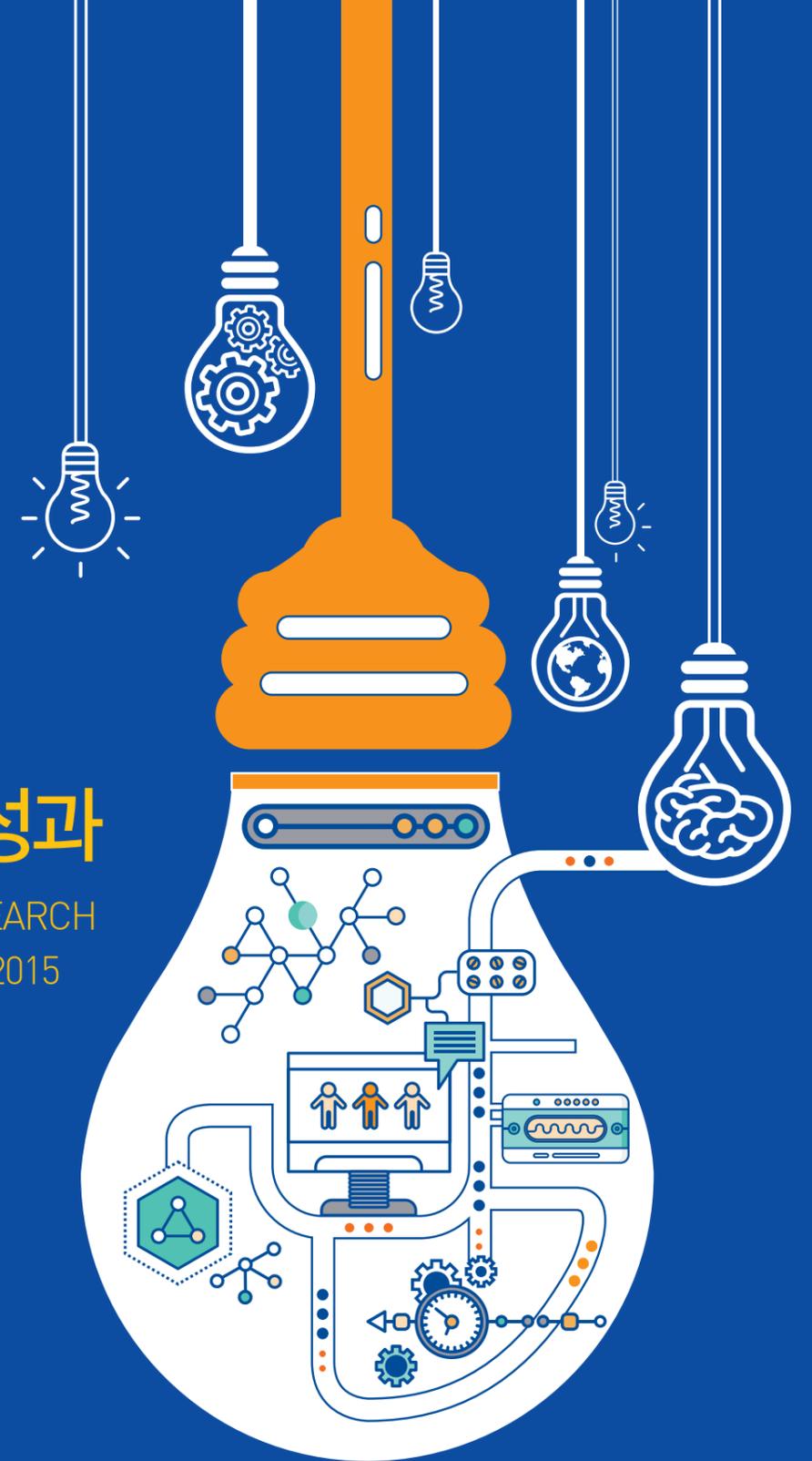


KAIST는 2015년 '로이터 통신의 세계에서 가장 혁신적인 대학 100곳' 선정에서 10위에 올랐습니다. 미국 이외의 지역 중 KAIST가 유일하게 10위 안에 들었습니다. 이에 걸맞는 우수한 연구성과도 매년 발표되고 있습니다. 2015년의 10대 우수연구로 선정된 나노신소재, 생명공학, 첨단 로봇, 에너지, 정보통신, 지식과 산업디자인 각 분야의 기술을 소개합니다.

10대 우수성과

KAIST'S TOP 10 RESEARCH
ACHIEVEMENTS OF 2015

KAIST의 교수와 연구진들은 세계 속에 한국 과학 기술의 저력을 알려왔습니다. 세계 유수의 학술지 표지를 장식하며 2014년을 빛낸 KAIST 10대 연구성과들을 소개합니다.





휘어진 물질에서 광전류의 증폭현상

원자크기에 근접한 미시적 세계에서는 거시적 세계에 비해 백만배 큰 물질의 휘어짐이 흔하게 관측되고 있다. 전자 소자들이 소형화되면서 이러한 휘어짐 때문에 물성(物性)이 크게 바뀔 수 있어, 이에 대한 연구의 중요성이 대두되어 왔다. 본 연구에서는 비스무트 철산화물을 모델 물질로 하여, 강한 휘어짐이 존재하는 영역에서 플렉소전기 현상에 의해 광전류가 100배만큼 향상될 수 있음을 밝혔다. 이러한 발견은 광전기 효율을 현저히 증대할 수 있는 새로운 매커니즘의 제시로 이어져 다양한 응용이 기대된다.

물리학과 양 찬 호

- 원자크기에 근접한 미시적 세계(박막, 계면, 저차원 물질 등)에서는 거시적 세계에 비해 백만배 큰 물질의 휘어짐이 흔하게 관측되고 있다. 전자소자들이 소형화되면서 이러한 휘어짐 때문에 물성(物性)이 크게 바뀔 수 있어, 이에 대한 연구의 중요성이 점차 대두되고 있다. 그 동안의 물성 연구는 원자들이 반듯하게 배열되어 있어 구조적 변형이 공간적으로 균일한 경우에 한정되어 왔다. 따라서 휘어진 상태에 대한 물성 이해는 대단히 초보적인 수준에 머물고 있다.
- 본 연구팀은, 비스무트 철산화물(BiFeO_3)이라는 물질을 얇은 막으로 만들었을 때, 서로 다른 구조를 갖는 영역들이 공간적으로 분리되고, 이들 사이의 경계면에 강하게 휘어진 부분이 존재함을 관측하였다. 이러한 계면을 모델 시스템으로 정하고 각종 나노기술(주사 탐침현미경, 전자현미경 등)을 적용하여 휘어진 정도와 전기적 특성과의 연관성을 면밀하게 조사했다. 큰 휘어짐에 의해 경계면을 중심으로 양쪽에 다른 극성의 전하가 자발적으로 분리되어 강한 계면 전기장을 생성함을 밝혔다.
- 휘어짐에 의해 생성된 전기장은 휘어진 정도에 비례하여 휘어진 방향으로 나타날 것이라고 기존에는 이해하였다. 하지만, 본 연구를 통해서 수십-나노미터 정도의 곡률로 강하게 휘고 시스템을 구성하는 물질이 반전대칭성이 깨진 경우에는 휘는 방향과 무관하게 물질의 특정방향으로 전기장이 생성될 수 있음을 최초로 보였다. 이는 그동안 간과되어 왔던 새로운 대칭성의 발견이기에 전기기계적 현상론에 있어 학문적 중요키워드를 선점한 성과로 여겨지고 있다.

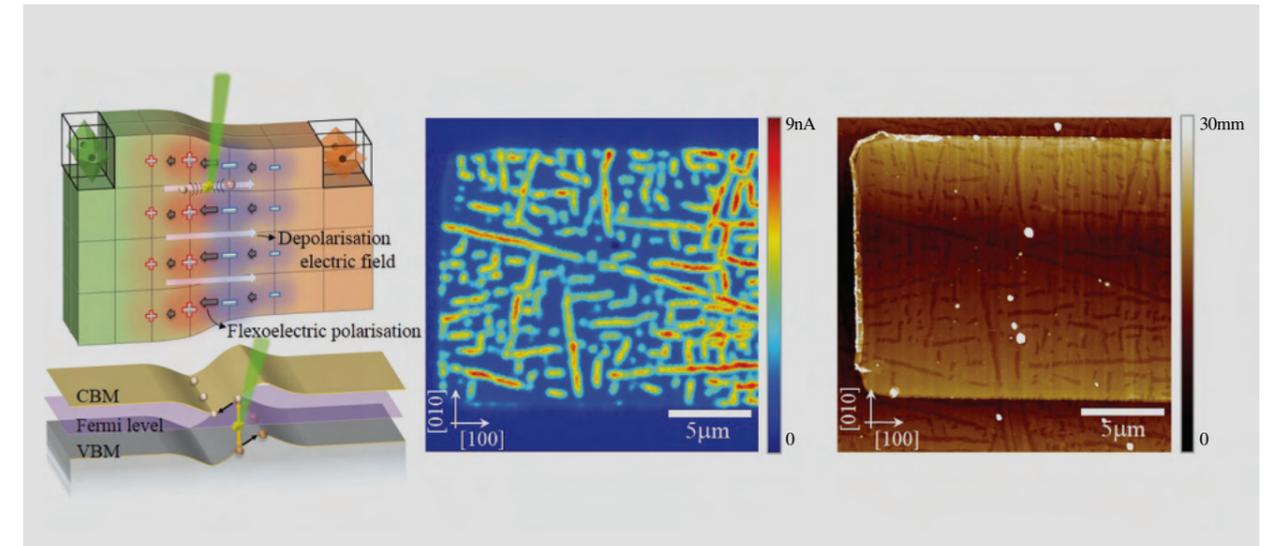


그림 1.

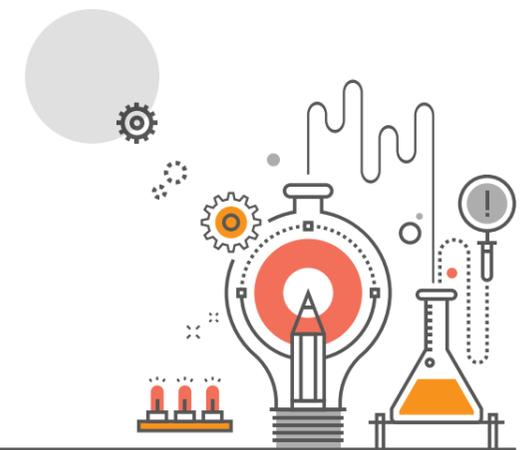
(좌) 격자구조가 휘거나 찌그러진 영역(좌측 초록색 구조와 우측 주황색 구조 사이의 보라색 계면영역)에 빛을 조사하면 증폭된 광전류 효과를 얻을 수 있다. 이는 물질의 휘어짐에 의해 생성되는 플렉소전기장이 빛에 의해 생성된 전자와 양전하 쌍을 재결합전에 분리하기 때문이다
(중간) 비스무트 철산화물 박막에 대해 공간분해능을 가지고 측정된 광전류 매핑 이미지
(우) 동일 영역에 대한 표면형태 이미지. 광전류가 향상된 곳은 물질이 자발적으로 휘어진 부분에 해당한다

이러한 계면에 빛을 조사하면 빛에 의해 에너지를 받아 잠시 자유롭게 움직일 수 있게 된 전자가 원래 자리에 다시 속박되기 전에 전기력에 의해 흘러나갈 수 있어서 100배만큼 향상된 광전류를 생성하였다. 또한, 광전기 효과가 빛의 편광 방향에 의존하며 커지거나 작아졌다(그림참조). 이러한 발견들은 정보통신, 데이터저장, 광전자센서 등 다양한 분야에 응용될 수 있을 것으로 예상된다.

- 물질의 휘어짐과 전자의 거동간의 상관관계를 규명하여, 나노스케일 소자 디자인에 혁신적인 요소를 제안하였다. 특히 '2차 플렉소전기 효과(quadratic flexoelectric effect)' 라는 학문적 키워드 선점하였다.
- 압전반응 벡터를 10nm 공간분해능을 가지고 매핑하는 기술을 개발하여, 나노스케일 강유전체 연구의 새로운 돌파구 제시하였다.

연구비 지원
한국연구재단(NRF) (contract nos. NRF-2011-0016133, 2013S1A2A2035418, 2014R1A2A2A01005979)

연구 실적
• 논문: Enhancement of the anisotropic photocurrent in ferroelectric oxides by strain gradients. Nature Nanotechnology 10, 972-979 (2015)
• YTN Science 등 언론보도
• Nature Nanotechnology(News and Views)에서 연구결과 조명 "Multiferroics: Focusing light on flexoelectricity"





용액속 화학결합 순간을 포착하는 펨토초 X-선 산란법

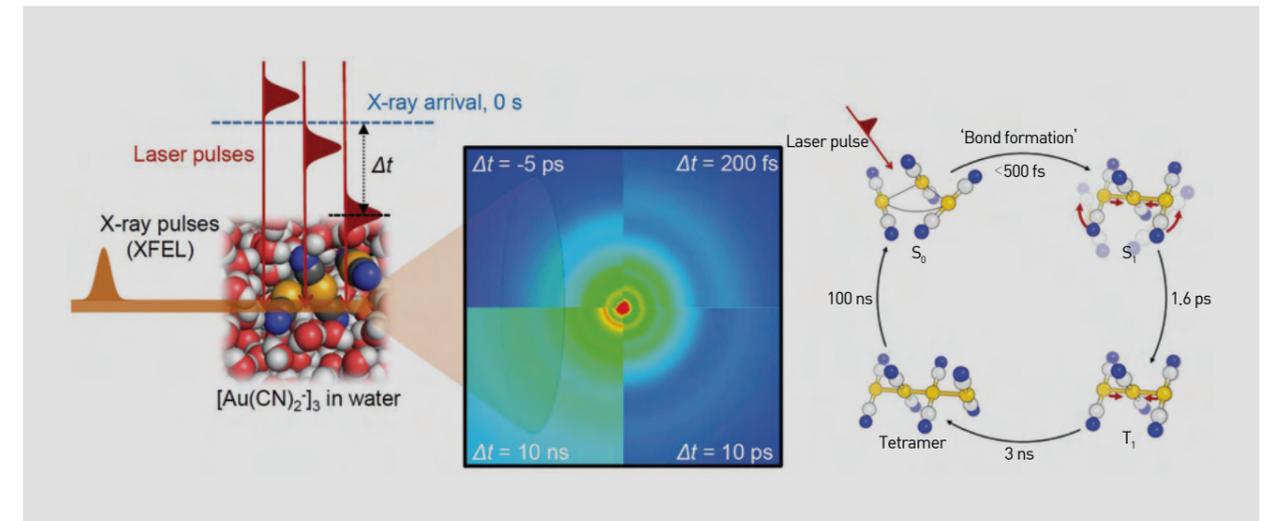
원자간 결합의 형성은 화학 반응의 필수 과정이지만, 용액상 화학 결합 형성의 동역학 연구는 원자들의 느린 확산 과정을 필요로 하는 이차 반응의 특성 때문에 그동안 많이 연구되지 못했다. 이런 어려움을 극복하기 위해 결합 형성이 확산에 영향 없이 레이저펄스에 의해 개시될 수 있는 금 삼합체 화합물을 실험 대상으로 선정하였다. 펨토초 X-선 산란법을 적용하여 용액상의 화학 결합 형성의 순간을 포착하는데 성공하였고, 이후에 나타나는 반응 중간체들의 3차원 구조 또한 밝혀낼 수 있었다. 펨토초 X-선 산란법은 광반응의 전체 과정을 실시간으로 시각화할 수 있는 실험적 기법으로, 화학, 생물학적 반응의 동역학 연구를 위해 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

화학과학 이효철

- 모든 화학 반응은 원자간 결합의 생성과 분해를 통해 진행되기 때문에 화학 반응의 이해를 위해서는 결합의 생성과 분해의 동역학 연구가 필수적이다. 화학 결합 분해의 극초단 동역학은 시간 분해 실험 기법들을 통해 많이 연구되어 왔지만, 화학 결합의 형성 과정은 이차 반응의 특성상 연구되기 힘들었다. 결합의 형성은 두 원자가 확산을 통해 만나야 하고, 이 과정을 용액상 여러 분자들에 대해 동시에 개시시키고 높은 시간분해능으로 동역학을 연구하는 것이 매우 힘들기 때문이다. 이번 연구에서는 이런 한계를 극복하기 위하여 레이저 펄스에 의해 분자가 여기되면 확산 과정 없이 화학 결합이 형성될 수 있는 금 삼합체 화합물([Au(CN)₂]₃)을 실험 대상으로 선정하였다. 적당한 실험 대상을 선정 하는 일 외에도 화학 결합의 순간을 관측하기 위해서는 펨토초(10⁻¹⁵초), 수옹스트롬(ångström, 1Å = 10⁻¹⁰meters) 수준의 높은 시공간분해능을 가진 실험 기법이 요구된다. 이를 위해 펨토초 X-선 산란법을 적용하였다. 펨토초 X-선 산란법은 기존의 3세대 싱크로트론을 이용한 X-선 산란법이 피코초(10⁻¹²초) 수준의 시간분해능을 가졌던 것에 비해 엑스선 자유전자 레이저의 개발과 함께 펨토초 수준으로 시간분해능이 향상되었고, X-선 산란 현상을 이용하여 옹스트롬 이하 수준의 공간분해능을 갖기 때문에 펨토초 X-선 산란법을 통해 화학 결합의 순간을 포착하고자 하였다.

- 펨토초 X-선 산란법 실험에서는 펨토초 레이저 펄스를 이용하여 광반응을 개시시킨 뒤, 펨토초 엑스선 펄스의 도착 시간을 달리하며 시간에 따른 X-선 산란 이미지를 얻게 된다. X-선 산란 이미지는 분자의 삼차원 구조와 푸리에 변환 관계를 갖기 때문에 산란 이미지로부터 분자의 삼차원 구조를 결정할 수 있다. 즉, 반응이 진행됨에 따른 분자의 구조 변화를 실시간으로 관측할 수 있게 된다.

이번 연구에서 화학 결합의 극초단 동역학 연구를 위해 선정한 금 삼합체 화합물 수용액에 레이저 펄스를 조사한 뒤, 시간에 따른 X-선 산란 이미지를 얻어 금 삼합체 내부의 구조 변화를 시간에 따라 관측할 수 있었다. 그 결과, 500펨토초 이내에 일어나는 화학 결합의



순간을 포착하였고, 이후에 나타나는 반응 중간체의 구체적인 3차원 구조를 Å 이내의 공간분해능 수준으로 밝혀낼 수 있었다.

금 삼합체 화합물의 금 원자들은 바닥상태에서 상대적 효과에 의해 인접하여 위치하고 있는데, 레이저 펄스가 조사되면 화학 결합이 형성되어 시작되어 첫 번째 반응 중간체인 S1구조가 된다. 바닥상태의 인접한 두 금 원자 사이의 거리는 각각 3.3, 3.9 Å로 결정된 것에 비해 S1구조의 인접한 두 금 원자 사이의 거리는 모두 2.8 Å로 나타나 화학 결합이 형성됨에 따라 원자 사이의 거리가 줄어드는 것이 관측되었다. 덧붙여, 세 개의 금 원자는 선형 구조를 갖는 것으로 밝혀졌으며, 이 과정은 500펨토초 이내에 진행되는 것으로 확인되었다. S1구조는 1.6피코초의 시간상수로 두 번째 반응 중간체인 T1구조로 전이되는 것이 관측되었고, T1구조는 선형 구조는 유지한 상태에서 더욱 짧은 결합 길이를 갖는 것으로 밝혀졌다. 나노초의 시간대에서는 외부의 금 단량체 하나가 더 결합을 형성하여 사합체 분자가 형성되는 것이 관측되었고, 이 사합체 분자는 수백나노초의 시간이 지나면 바닥상태로 돌아오는 것으로 밝혀졌다.

펨토초 X-선 산란법을 이용하면 기존의 X-선 산란법으로 관측하지 못했던 펨토초 시간대에 일어나는 구조동역학 연구가 가능해질 것이다. 예를 들어, 분자의 여기 이후에 생성되는 양자역학적 파동 다발의 움직임이나 분자의 진동, 회전운동을 관측할 수 있을 것이다. 더 나아가 실험 대상을 단백질에까지 확장하면, 단백질 구조 변화의 태동 단계를 밝혀낼 수 있을 것으로 예상된다. 단백질이 관여하는 반응의 초기 변화에 대한 정확한 이해를 바탕으로, 반응의 제어는 물론이고, 질병 치료, 신약 개발에 필요한 기초 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

- 본 연구에서 개발된 펨토초 X-선 산란법 실험과 데이터 분석 기법을 이용하면 펨토초 시간대에 일어나는 분자의 진동, 회전운동과 같은 극초단 구조동역학 연구가 가능케 될 것이다. 향후 펨토초 엑스선 회절법을 단백질의 단계별 구조 변화를 밝히는 데 적용할 계획으로, 단백질 반응의 제어, 질병 치료, 신약 개발 등의 연구에 응용될 것으로 기대된다.

그림 1.

펨토초 X-선 산란법 실험과 회절 데이터 분석: 레이저 펄스와 엑스선 펄스의 시간 간격을 조절하여 반응의 개시 이후의 시간별 회절 이미지를 얻고, 이를 분석하여 분자의 삼차원 구조를 결정한다.

연구비 지원
기초과학연구원(IBS-R004-G2)

연구 실적
Direct observation of bond formation in solution with femtosecond X-ray scattering
Nature, 518, 385-389(2015)



펩타이드로 만든 나침반

외부 자극을 이용하여 거시적인 역학적 움직임을 제어할 수 있는 분자의 개발은 합성화학 및 나노소재 등 다양한 분야에서 크게 주목받고 있는 도전적 과제 중 하나이다. 펩타이드와 같은 반자성(diamagnetic) 특성을 갖는 유기분자들은 금속성 물질들에 비해 자기민감성(magnetic susceptibility)이 현저히 낮아 수 테슬라(Tesla) 이상의 매우 강한 자기장 하에서도 반응하지 않아서 비자성(non-magnetic) 물질로 취급되어 왔으며, 반자성 물질의 움직임을 실시간으로 제어하는 것은 불가능한 것으로 여겨졌다. 본 연구에서는 독창적으로 개발한 폴덱처(foldecture)라는 나선형 펩타이드 자기조립체를 이용하여 최초로 순수 유기화합물로 구성된 펩타이드 자기나침반 개발에 성공하였으며, MRI 장비의 자기장 세기보다 적은 1 테슬라 이하의 회전자기장에서도 폴덱처들이 실시간으로 감응하여 정렬하며 수용액상에서 실시간 회전운동도 가능함을 최초로 증명했다. 본 연구결과는 반자성 물질 연구에 관한 새로운 시각을 제시한 것이며, 생체친화적 유기나노물질 개발에 혁신적인 시작점을 제공할 것으로 기대된다.

화학과학 이희승

● 외부 자극에 감응하여 거시적인 역학적 움직임이 제어되는 물질의 개발은 합성화학 및 나노소재 등 다양한 분야에서 크게 주목받고 있다. 대부분의 기존 연구에서는 외부 자극으로서 빛이나 열 등을 사용해왔으나, 자기력은 비침입성(noninvasive) 자극이라는 월등한 장점을 갖고 있음에도 불구하고 상대적으로 큰 관심을 받지 못했다. 금속화합물이나 산화금속 등과 같은 강자성(ferromagnetic) 및 상자성(paramagnetic) 특성을 갖는 자성물질들은 이들의 자기적 특성을 이용하여 다양하게 응용되고 있지만, 펩타이드와 같은 반자성(diamagnetic) 특성을 갖는 유기분자들은 금속성 물질에 비해 자기민감성(magnetic susceptibility)이 현저히 낮아

수~수십 테슬라(Tesla) 이상의 매우 강한 자기장 하에서도 반응하지 않아서 비자성(non-magnetic) 물질로 취급되어 왔다. 그 이유는 분자 오비탈에 홀전자가 없는 대부분의 반자성 유기분자는 반자기민감성(diamagnetic susceptibility)이 무시할 수 있을 정도로 매우 작아서 열에너지에 의한 무작위 브라운 운동을 극복하지 못하기 때문이다.

● 따라서, 그동안 이러한 근본적인 문제를 해결할 수 있는 방법이 없었기 때문에 반자성 물질의 움직임을 실시간으로 제어하는 것은 불가능한 것으로 여겨졌다. 그러나, 이론적으로는 반자성 분자일지라도 열에너지를 극복할 수 있을 만큼의 다수의 분자가 일정한 규칙으로 정렬된 집합체가 된다면 반자성 정렬(diamagnetic alignment)이 가능하게 되므로 외부 자기장의 변화에 실시간으로 감응하는 분자기계의 개발 및 다양한 응용이 가능

할 것으로 예상되지만 이를 실험적으로 증명한 예는 없었다.

● 본 연구에서는 최초로 순수 유기화합물로 구성된 펩타이드를 이용하여 금속물질만으로 가능했던 자기 나침반을 개발했다. 본 연구팀이 독창적으로 개발하여 폴덱처(foldecture)라고 명명한 나선형 펩타이드 분자의 자기조립체는 독특한 3차원 모양의 일정한 크기를 갖는 비금속 유기물질이며 반자성 특성을 갖지만 이를 구성하는 펩타이드 분자들이 높은 결정성과 일정한 규칙성을 갖도록 설계된 구조적 특성 때문에 외부 자기장 방향을 따라 한 방향으로 정렬됨을 관찰하였다. 또한, MRI 장비의 자기장 세기보다 적은 1 테슬라 이하의 회전자기장에서도 폴덱처들이 실시간으로 감응하여 정렬하며, 수용액상에서 실시간 회전운동도 가능함을 최초로 규명함으로써 오래된 과제의 해결책을 제시하였다. 폴덱처가

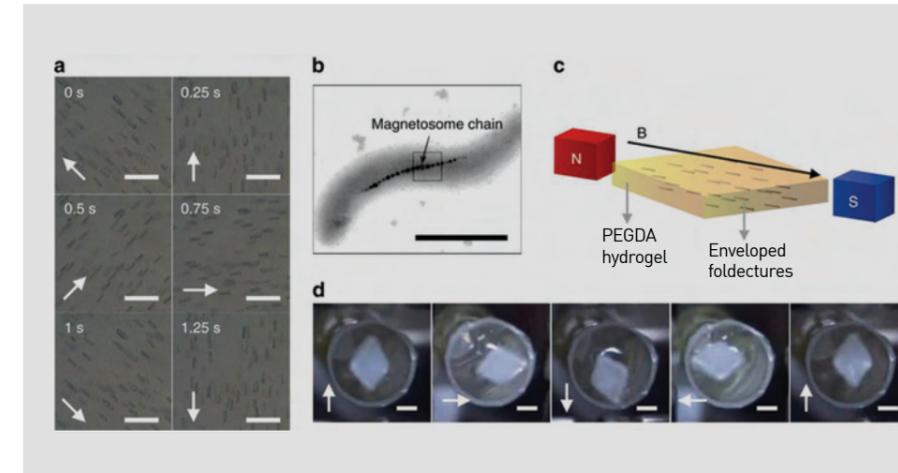


그림 1. (a) 광학현미경을 통해 관찰된 회전자기장하에서 폴덱처의 실시간, 용액상 자기정렬 현상. (b) 주자성 박테리아의 투과전자현미경 사진. (c) 주자성 박테리아를 모방한 하이드로겔 나침반의 모식도 (d) 회전자기장하에서 수 밀리미터 크기의 유기물 자기나침반의 실시간 자기정렬 현상

상대적으로 약한 자기장에 반응해 정렬할 수 있는 이유는, 무시할 정도로 작은 반자기 이방성을 갖는 펩타이드 분자라 할지라도 폴덱처라는 3차원 마이크로구조체를 형성함으로써 열에너지를 극복할 수 있을 정도로 증폭되기 때문이다. 또한, 연구팀은 체내에 마그네토솜이라 불리는 자기나침반을 지닌 주자성 박테리아(magnetotactic bacteria)의 행동 양식에 착안하여, 막대기 모양의 폴덱처가 나침반처럼 실시간으로 자기장의 방향을 따라 정렬하는 현상을 가시화할 수 있는 하이드로겔 자기나침반을 구현하는데 성공했으며, 약 3밀리미터의 크기를 갖는 이 나침반은 30rpm 이상의 회전성 자기장을 가리길 수 있다.

본 연구결과는 폴덱처라는 3차원 유기분자구조체를 이용하여 분자의 미세한 반자기 특성을 거시적 운동으로까지 변화시킬 수 있다는 새로운 개념을 제시하고 이를 실험적으로 입증한 주목할 만한 성과이다. 그동안 크게 주목받지 못하던 자기장을 외부 자극으로 이용한 분자기계 개발의 새로운 설계원리를 제시한 예로서, 폴대머 및 분자기계 연구를 포함한 다양한 관련분야에 큰 파급효과를 불러일으킬 것으로 예상된다. 향후 보다 민감하고 정교한 움직임 제어에 관한 후속연구가 수반된다면, 생체에 응용 가능한 나노, 마이크로머신으로서의 초분자 시스템 개발의 초석이 될 것이다.

● 본 연구에서 밝혀진 펩타이드 자기조립체의 반자성 정렬 현상은 반자성 물질 연구에 관한 새로운 시각을 제시한 것으로 평가되며, 폴대머 및 펩타이드 자기조립 연구를 포함한 기초과학 연구뿐만 아니라 자극반응성 분자기계, 유기나노물질의 움직임 제어 등 다양한 관련 응용연구 분야에 파급효과가 클 것으로 기대된다. 향후 회전운동을 넘어서 보다 민감하고 정교한 움직임 제어에 관한 후속연구를 통해, 생체 친화적 초분자 시스템응용의 획기적인 전기를 마련하게 될 것이다.

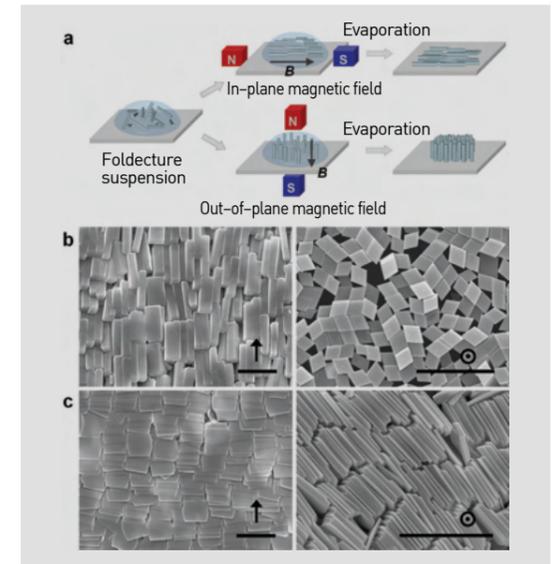


그림 2. (a) 정적자기장하에서 폴덱처의 자기정렬 실험모식도 (b-c) 주사전자현미경을 통해 관찰된 폴덱처의 자기정렬 현상

연구비 지원
삼성미래기술육성재단(SSTF-BA1301-08)

연구실적
• 논문 : Magnetotactic Molecular Architectures from Self-Assembly of β -Peptide Foldamers, Nature Communications, 6:8747(2015)
• 국내특허 10-2015-0188482, 주자성의 펩타이드 자기조립 집합체 및 이의 제조방법



빛에 반응하는 식물단백질로 우리 몸의 칼슘농도를 조절할 수 있다

칼슘이온은 세포성장은 물론 신경전달이나 근육수축 등 거의 모든 생명현상에 관여하기 때문에 세포 내 칼슘이온이 부족해지면 인지장애와 심장부정맥 등 다양한 질환으로 이어질 수 있다. 이번 연구에서 개발한 칼슘농도 조절 기술은 청색 빛에 반응하는 식물 단백질을 인간의 칼슘채널 활성화 단백질과 융합하여 빛에 의해 칼슘채널이 열리도록 설계되었다. 본 기술은 암세포, 인간배아줄기세포, 제브라피쉬(열대어 모델) 등에서 빛에 의한 세포 내 칼슘이온 유입을 유도하여 넓은 범용성을 보였고 쥐의 뇌에 적용하였을 때에는 칼슘이온을 통한 신경전달을 활성화시켜 쥐의 기억력을 증가시켰다. 이 기술은 빛을 쬐는 비침습적(non-invasive) 방식으로 약물이나 전기 자극을 대신해 칼슘이온 관련 질환을 치료하는 실마리를 제공하였다.

- 본 연구에서는 청색 빛에 반응하여 복합체를 형성하는 식물의 광유도 단백질 (Cryptochrome2)과 복합체를 형성하였을 시에 칼슘채널을 활성화시키는 인간 단백질 (STIM1)을 융합하여 기존 칼슘 양 조절 기술 대비 5~10배 이상 세포 내 칼슘 양을 증가시킬 수 있는 세계 최고 효율의 칼슘 농도 조절 기술(OptoSTIM1)을 개발하였다. 빛은 스위치를 켜고 끄며 따라 가역적인 반응을 쉽게 구현할 수 있고 쬐어주는 시간 또는 공간을 자유롭게 조절할 수 있다. OptoSTIM1 기술은 빛의 강도와 노출 시간에 따라 세포 내 칼슘이온의 유입 양과 잔류시간을 조절하는 한편 빛을 차단 하였을 때에는 칼슘채널의 폐쇄를 유도하여 양방향 조절이 가능토록 하였다.

- 본 OptoSTIM1 기술을 암세포, 신경세포, 인간배아줄기세포 등 다양한 세포군에 적용하여 빛을 쬐어주었을 때 모든 세포 군에서 효율적인 칼슘이온 유입을 유도 할 수 있었고, 특히 인간배아줄기세포

- 칼슘은 세포 내에서 세포의 이동, 분화, 성장 등 다양한 기능에 관여하는 핵심물질로서 세포의 항상성(homeostasis)를 유지시키는 중요한 역할을 하기 때문에 경우에 따라 그에 맞는 적절한 농도를 유지하는 것이 매우 중요하다. 세포 내 칼슘 양이 부족해지면 인지장애와 심장 부정맥 등 다양한 질환으로 이어질 수 있다. 이에 세포 내의 칼슘 양을 조절할 수 있는 여러 화학물질들이 개발되었지만 처리를 되돌릴 수 없고 광범위한 부위에 영향을 미칠 수 있어 생체모델 내에서의 적용이 어려웠다. 최근 각광받는 광유전학 (Optogenetics) 분야에서는 다양한 파장대의 빛에 반응하는 식물 단백질들을 활용하여 세포 내 각종 단백질들과 세포의 기능을 조절하는 기술들이 개발되었다. 우리 연구진은 식물 단백질과 칼슘채널 활성화 단백질의 융합을 통하여 칼슘채널의 광(光)리모컨을 개발하고자 하였다.

생명과학과
허원도
김대수
한용만

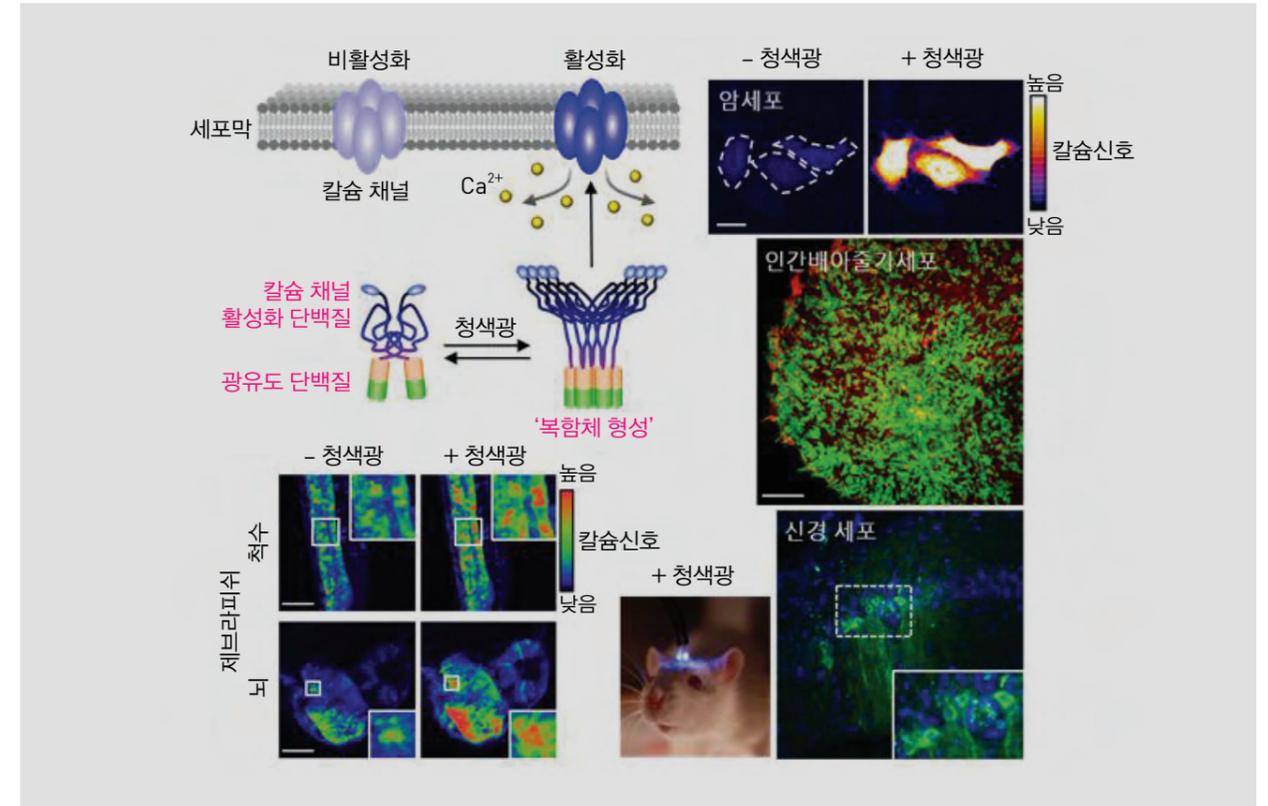


그림 1. 칼슘농도 조절 기술의 모식도와 광범위한 모델 시스템에서의 적용 사례

군집에서는 세포 간의 소통에 칼슘이온이 중요한 역할을 한다는 것을 보여주었다. 세포 수준뿐만 아니라 살아있는 생체 모델 중 제브라피쉬(열대어 모델)에서는 척수와 뇌에서 빛을 통한 칼슘 유입을 유도하여 OptoSTIM1 기술이 생명과학 또는 공학 분야에서 광범위하게 응용될 수 있는 가능성을 보여주었다.

본 연구에서는 이 기술을 쥐의 뇌에 적용시켜 생체 내의 칼슘유입이 동물 모델의 행동학적인 부분에 미치는 영향과 향후 치료목적인 기술로도 응용될 수 있는지에 대한 가능성을 알아보고자 하였다. 쥐의 뇌 부위 중 공간에 대한 학습과 기억을 담당하는 해마에 바이러스 주입을 통해 OptoSTIM1을 발현시키고 빛으로 자극하자 뇌세포의 신경전달이 활성화되면서 기억력이 2배 강화됐다. 이는 전기충격

같은 혐오자극(aversive stimulus)이 있었던 상황(공간)에 대한 두려움이 빛에 노출되지 않은 쥐에 비해 오래 지속된 것이다. 본 연구에서 개발된 칼슘 조절 기술은 폭 넓은 응용성을 가지며 뇌질환 등 인간의 다양한 칼슘 관련 질환에서 칼슘이온의 역할을 규명하고 칼슘 조절을 통한 질병 치료 모델을 제시하는데 기여할 것으로 기대된다.

- OptoSTIM1 기술은 빛을 사용하는 비침습적(non-invasive)인 방식으로 약물이나 전기자극을 대신해 칼슘이온 관련 질환을 치료하는 실마리를 제공한다. 본 기술은 칼슘이온 농도에 영향을 미치는 물질을 찾아내는 신약후보물질 발굴 플랫폼으로도 응용될 수 있을 것이라 기대한다.

연구비 지원

- 기초과학연구원(IBS-R001-G1)
- 한국연구재단 Stem Cell Program(2011-0019509)
- KAIST KI 바이오융합연구소
- 미래부 국가지정연구실사업, ICT and Future Planning(2011-0028772 to Daesoo K.)

연구 실적

- 논문 : Optogenetic control of endogenous Ca²⁺ channels in vivo. Nat. Biotechnol. 23, 1092-1096 (2015)
- 국내특허 제 10-1369853호. 빛에 의해 세포내 칼슘이온 농도의 제어가 가능한 융합단백질 및 그의 용도
- 2015년 Nature Biotechnology 10월호에 표지논문으로 선정, 국내외 언론보도 30여 회



난치성 뇌전증(간질)도 치료가 가능하다

난치성 뇌전증(간질)은 전체 뇌전증의 20~30%를 차지하며 기존 항간질 약물에 치료가 되지 않는 질환이다. 본 연구는 약물로 치료가 되지 않으며 그 원인을 전혀 알수 없었던 국소 대뇌 피질 이형성증에 의한 난치성 뇌전증 환자 77명(한국인 환자)의 뇌 유전체 정보와 임상 자료를 심층 분석하였다. 그 결과 약 16% 환자에서 뇌에만 따로 mTOR 유전자에 돌연 변이가 존재하고 나머지 신체 부위는 정상인 것이 발견되었다. 한 걸음 더 나아가, 본 연구는 뇌 특이적 mTOR 돌연 변이를 갖는 생쥐를 제작한 후 유전 변이에 따른 맞춤형 치료법 개발에 성공하였다. 이번 연구는 약물로 조절 되지 않는 뇌전증의 원인을 새롭게 이해하고 혁신적 약물 치료법 개발의 발판을 마련하였으며 현재 다국적 제약 회사와 환자 임상 시험 진행 중에 있다.

● 뇌전증(간질)은 전세계 5천 만명이 이상이 앓고 있는 뇌질환이다. 난치성 뇌전증은 약물로 조절이 되지 않는 뇌전증을 말하며 전체 뇌전증 환자의 20~30%를 차지하고 있다. 약물로 조절되지 않는 발작은 영구적 정신 지체 및 발달 장애를 유발하고 심지어 발작에 의해 사망까지 이를 수 있어, 발작을 유발하는 뇌 부위를 절제하는 뇌전증 수술이 이루어 지고 있다. 난치성 뇌전증을 유발하는 가장 흔한 원인으로 뇌 발달 장애의 일종인 국소 대뇌 피질 이형성증이 알려져 있다. 그러나 이 질환의 정확한 원인 및 발병 기전이 알려져 있지 않아 질병의 이해를 통한 새로운 약물 치료법 개발이 어려웠다.

● 본 연구팀은 세브란스 병원과 공동 연구를 통하여 한국인 대뇌 피질 이형성증 환자 77명의 뇌 DNA 와 혈액 혹은 침 DNA를 임상 자료와 비교 분석하였다. 그 결과 16% 환자에서 혈액과 침 DNA에는 존재하지 않는 질병 유전 변이가 뇌 특이적으로 존재하는 것이 발견되었다. 특히 연구팀은 차세대 염기 서열 분석법을 응용한 딥 시퀀싱 방법을 이용하여 적출된 뇌 조직 안에 1% 정도 존재하는 소량의 질병 유전 변이까지 찾아 내었다. 또한 발견된 질병 유전변이는 모두 MTOR 유전자에 존재하였으며 MTOR 단백질 기능을 활성화 시키는 것을 세포와 환자 뇌조직에서 증명하였다. 연구팀은 한걸음 더 나아가 환자에서 발견된 유전 변이를 생쥐 뇌에 구현하여 이것이 난치성 뇌전증을 직접적으로 유도함을 증명하였으며, 기존에 임상에서 항암제로 사용되고 있는 MTOR 억제제를 이용하여('Drug-repositioning') 난치성 뇌전증을 치료하는 맞춤형 치료법을 제시하였다.

이정호
의과학대학원

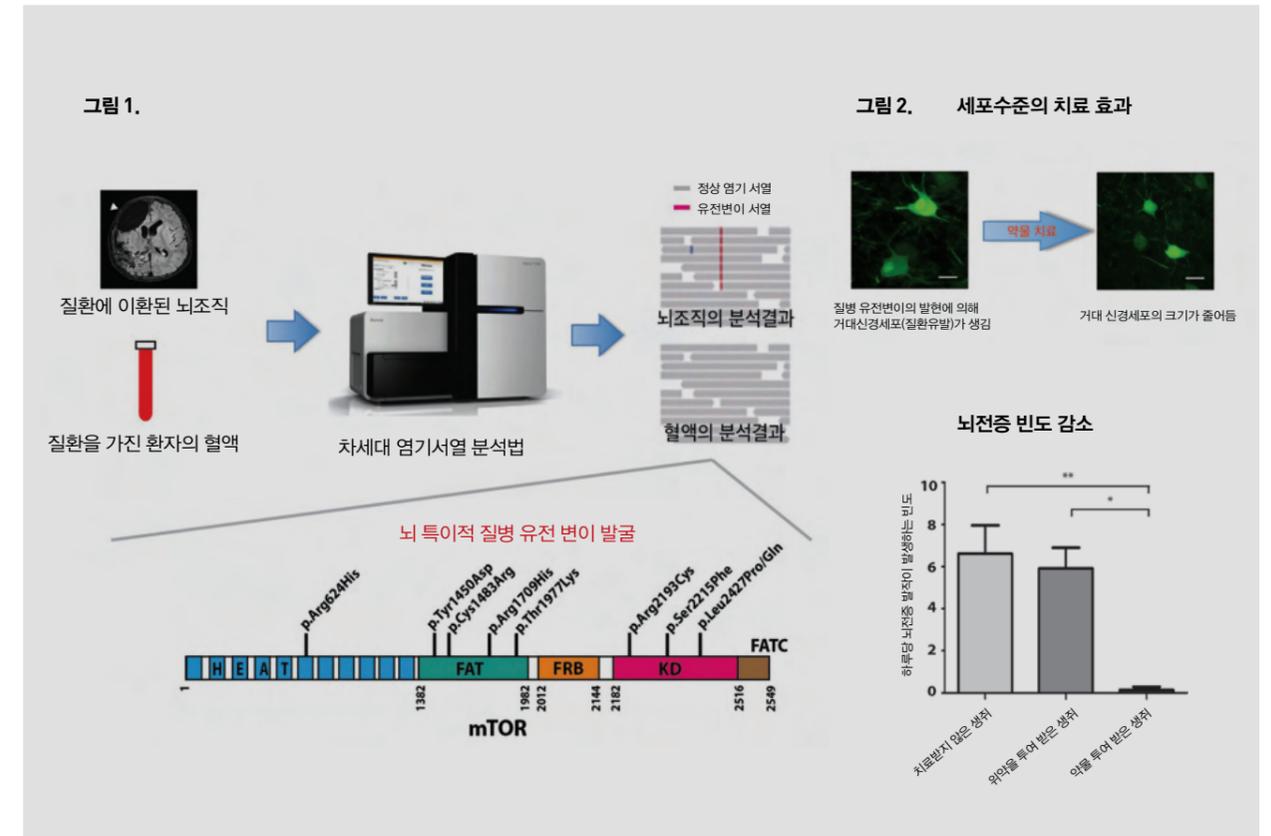
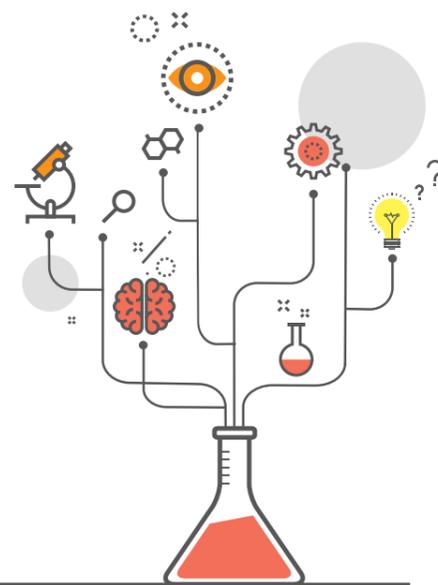


그림 1. 차세대 염기서열 분석법을 이용한 뇌 특이적 질병 유전 변이의 발굴
국소 대뇌 피질 이형성증에 의한 난치성 뇌전증 환자의 뇌조직과 혈액 샘플에서 얻은 DNA를 차세대 염기서열 분석법으로 비교분석하여 뇌 특이적 질병 유전 변이를 발견하였다

그림 2. 질병 유전변이를 발현하는 생쥐 뇌조직 단면에서 환자와 같은 거대신경세포가 관찰되었으며 약물치료를 통해 거대신경세포가 정상세포로 변화하고 뇌전증의 빈도가 감소하였다

● 이번 연구는 수술적 치료만이 유일한 대안이었던 난치성 뇌전증의 원인을 새롭게 이해하고 혁신적 약물 치료법 개발의 발판을 마련한 기념비적 연구로 평가 받고 있다.

● 본 연구는 뇌 특이적으로 발생하는 소량의 체성 유전변이 만으로도 난치성 뇌질환을 일으킬 수 있다는 새로운 뇌 질환 발생 개념을 제시하였다. 또한 본 연구에 사용된 약물은 이미 임상에서 다른 질환의 치료 약물로 사용되고 있어 빠른 시일내에 난치성 뇌전증 환자 치료에 적용 가능할 것으로 보인다. 현재 계획 중인 글로벌 제약회사와 임상 시험이 잘 진행된다면, 전 세계 백만명 이상의 국소 대뇌 피질 이형성증 관련 난치성 뇌전증 환자 치료가 가능할 것으로 기대된다.

연구비 지원

보건복지부 보건의료기술연구개발사업, 미래부 뇌연구 프로그램(한국연구재단), KAIST 시스템 헬스 케어, KAIST 이원 조교수

연구 실적

- 논문 : Brain somatic mutations in *MTOR* cause focal cortical dysplasia type II leading to intractable epilepsy, Nature Medicine, 21(4), 395-400(Apr. 2015)
- 특허 : 국내 특허 등록 1건, 해외 특허 출원 2건, 국내 특허 출원 5건
- 현재 글로벌 제약회사와 임상 시험 및 유전체 공동 연구를 협의 중에 있음
- MBC, KBS 뉴스 보도 등 언론 보도 27회



300조분의 1초 오차의 광섬유 클럭 발진기

클럭 발진기는 일정한 시간 간격의 주기적 신호를 발생시켜 시스템이 그 신호에 맞춰 정확하게 동작하도록 만드는 장치이며, 오늘날 정보통신 뿐 아니라 거대과학, 계측, 레이더, GPS 및 위성항법 등 다양한 분야에서 핵심적 역할을 하고 있다. 본 연구는 클럭 발진기의 시간 및 위상 잡음 성능을 획기적으로 개선시킨 새로운 방식의 발진기를 개발했다. 그 결과 클럭 신호원의 성능을 나타내는 0.1초 동안의 시간오차인 타이밍 지터가 3펨토초(333조분의 1초)로 측정됐으며, 이는 환산하면 100만년 동안 1초의 오차를 갖는 성능에 해당한다. 고성능 발진기 기술은 군용 레이더, 보안 통신 분야와의 연관성 때문에 주요 장비들의 자국 밖 수출이 금지된 경우가 많아, 순수 국내 기술로 고성능 발진기를 자체 개발한 것은 그 의미가 크다.

기계공학과
김정원

● 클럭 발진기(clock oscillator)는 일정한 시간 간격의 주기적 신호를 발생시켜 시스템이 그 신호에 맞춰 정확하게 동작하도록 만드는 장치로서 마치 음악 연주에서 메트로놈과 같은 역할을 한다. 이 클럭 발진기는 오늘날 각종 정보통신 시스템 뿐 아니라 입자가속기나 위성배열안테나와 같은 거대 과학시설, 초정밀 계측 장비, 레이더, GPS 및 위성항법 시스템 등 현대 과학기술 분야에 걸쳐 핵심적 역할을 하고 있다. 따라서 클럭 발진기에서 발생하는 주기적 신호의 시간 오차를 줄인다면 각종 시스템들의 획기적인 성능 향상과 이전에는 불가능했던 기술 개발도 가능해진다.

기존의 최고 성능 발진기들은 특수 제작된 공진 회로를 이용한 라디오파(RF) 혹은 마이크로파(microwave) 발진기를 사용하거나 광공진기의 주파수 나눔을 이용한 방식의 기술을 사용했으나, 이들 방식은 크기가 클 뿐 아니라 기계적 안정도가 떨어지고 수억 원 이상의 고가였기 때문에 실험실 밖에서의 응용 등에 한계가 있었다.

● 연구팀은 이러한 기존의 최고성능 발진기들의 문제를 해결하기 위해 신뢰성이 높고 가격 경쟁력이 확보된 광통신용 광섬유 부품들만을 활용한 새로운 광학 발진기(photonic oscillator)를 개발했다. 기술의 핵심은 초고속 광섬유 레이저(ultrafast fiber laser)에서 발생하는 넓은 스펙트럼 내의 두 광주파수(optical frequency) 차이를 이용한 잡음 검출 방식이다. 기존 전자 발진기는 기가헤르츠(GHz, 1초에 10⁹회 진동) 영역에서 동작하지만, 이 기술은 테라헤르츠(THz, 1초에 10¹²회 진동) 주파수를 이용하기 때문에 약 1000배 민감한 주파수 및 시간 측정이 가능하다.

● 또한 광섬유 케이블에서 빛이 전파되는 시간이 단기간 동안 매우 일정하게 유지되기 때문에 테라헤르츠 주파수를 이용해 높은 분해능으로 측정된 시간차를 광섬유 케이블 내에서의 빛의 전파 시간에 정확하게 맞춤으로써 주파수를 안정화하였다.

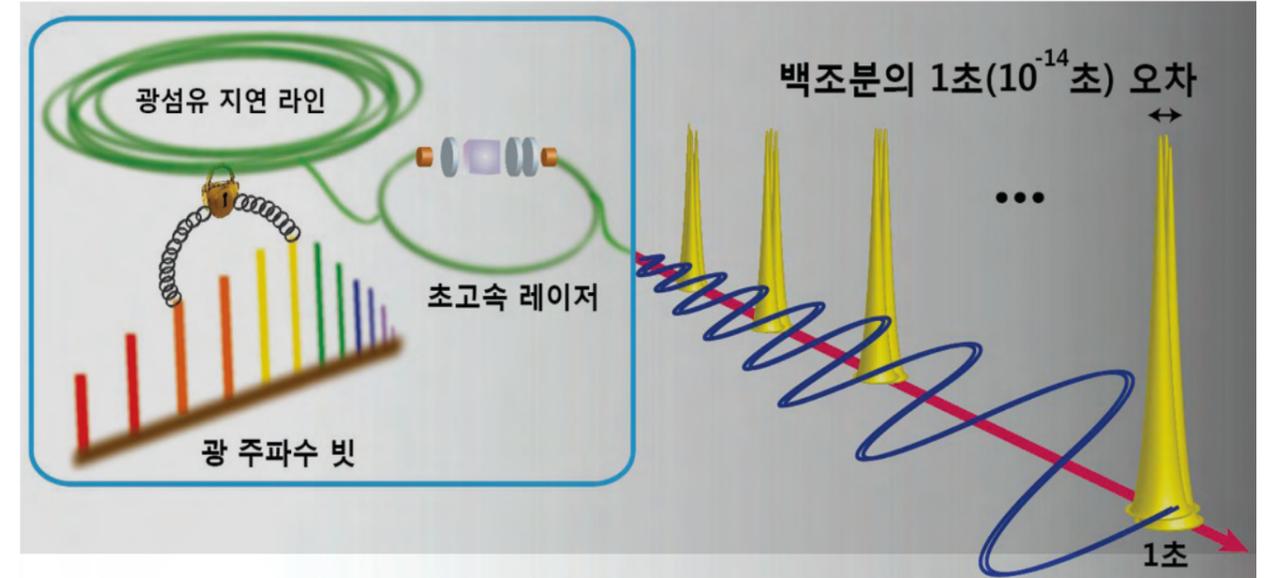
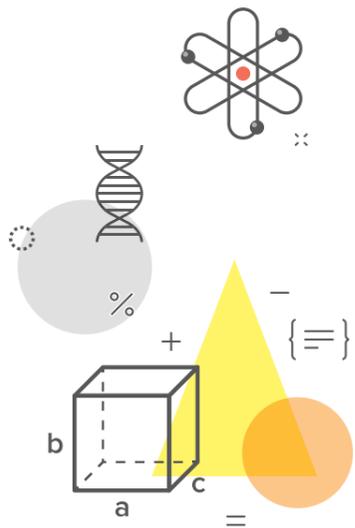


그림 1.

수백조분의 1초 오차의 광섬유 클럭 발진기 개념도 : 초고속 광섬유 레이저에서 나오는 광주파수빔을 광섬유 지연 라인에 안정화하는 방식이다. 그 결과 0.1초(1초) 동안 300조분의 1초(100조분의 1초) 오차의 펄스열(pulse train) 형태의 클럭 신호를 만들어낼 수 있다.

그 결과 국제전기통신연합(ITU)에서 정의한 클럭 신호원의 성능을 나타내는 0.1초 동안의 시간오차인 타이밍 지터(timing jitter)가 3펨토초(333조분의 1초)로 측정됐으며, 이는 환산하면 100만년 동안 1초의 오차에 해당한다. 측정된 성능은 실온에서 동작하는 고성능 마이크로파 발진기들과 비교하면 이미 세계 최고의 성능에 해당하며, 앞으로의 기술적 개선을 통하여 10배 이상의 추가적인 성능 향상이 가능할 것으로 예상된다.

이 연구를 통해 별도의 특수 제작된 고가 소자 없이도 세계적 수준의 발진기 성능을 얻을 수 있고, 상용화 시 제작비용을 기존 최고 성능 발진기의 10분의 1 이하 수준으로 낮출 수 있게 되었다. 이 연구의 결과물은 그 성능 및 안정성 때문에 아날로그-디지털 변환기나 고성능 신호 분석기와 같은 ICT 시스템, 레이더, 원격 탐사, 거리 측정, 위성항법, 위성탑재 등 국방, 우주, 환경 기술 분야에서도 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

특히 고성능 발진기 기술은 군용 레이더나 보안 통신 분야와의 연관성 때문에 주요 장비들이 자국 밖으로의 수출이 금지된 경우가 많아 순수 국내 기술로 이러한 고성능 발진기를 자체 개발한 것은 그 의미가 크다 할 수 있다. 연구팀은 향후 유리기판 위에 이 시스템을 구현해 칩-스케일의 고성능 클럭으로까지 발전시킬 계획이다.

연구비 지원

한국연구재단 중견연구자지원사업(Grant no. 2012R1A2A2A01005544)

연구 실적

- 논문 : All-fibre photonic signal generator for attosecond timing and ultralow noise microwave, Scientific Reports, 5, 16250(2015)
- 특허 : PCT/KR2015/012513, Method for measuring and suppressing phase noise of repetition rate of femtosecond laser by optical fiber delay line
- 조선일보 기사 "333조분의 1초 오차.. 초정밀 통신 신호 기술, KAIST 연구진이 개발"(2015. 11. 13)
- 연합뉴스, YTN 뉴스 등 16개 언론사 기사 "KAIST, 광섬유로 오차범위 300조분의 1초 클럭 발진기 개발(2015. 11. 12)
- 2015년 KAIST 기술혁신상(우수상) 수상



소형 무인기 탐지용 마이크로 체인 레이더 시스템

소형 무인기 및 드론은 기존 레이더 시스템들로는 탐지하기가 쉽지 않다. 본 연구에서는 이러한 소형 무인기를 정확히 탐지할 수 있는 마이크로 체인 레이더 시스템 개념을 개발하고 시연하였다. 실험 결과 1km까지 소형 무인기를 탐지하고 위치, 고도, 속도 등 필요한 정보를 추출하는데 성공하였다. 제한한 레이더를 고출력 송신기와 빔 가변을 통하여 더 높은 분해능과 더 넓은 탐지 범위를 갖는 레이더로 발전시킨다면, 세계적으로 더 큰 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

전기및전자공학부/
전산학부

박성욱, 전주환/
김순태, 한동수

- 통상적인 기존 레이더로는 잡히지 않는 아주 소형의 비행체 무인기기술을 북한이 도입해서 우리 안보에 위협을 주는 새로운 형태의 도발을 시도하였다. 한국 육군은 현재 저고도 탐지 레이더(TPS-830K)를 운용하고 있지만 소형 무인항공기는 제대로 포착하지 못하는 실정이다. 한국 공군도 전방 지역에서 저고도 감시용 레이더를 운용하고 있지만 산세가 험준하고 접경 지역이 넓어 전체를 감시하는 데는 한계가 있다. 이로 인해, 이스라엘, 영국 등 해외에서 레이더를 수입하여 실제 무인기를 날려 탐지를 위한 모의시험을 하였지만 모두 탐지 확률이 낮다. 따라서 이러한 소형 무인기를 정확히 탐지할 수 있는 수준의 정밀도와 민감도를 갖는 새로운 레이더 시스템이 요구되고 있다.

- 본 연구에서는 우리 군이 보유한 레이더 RCS의 최소 수치(2.0m²)보다 60배 이상 탐지 성능이 개선된 0.03m² 이하의 RCS를 갖는 소형 무인기를 탐지할 수 있는 4채널 마이크로 체인 레이더 무인기 탐지 레이더 시스템을 자체 기술로 개발하였다. 본 연구진은 무인기의 프로펠러 속도(Tip velocity)가 새 및 기타 클러터(Clutter)로부터 구별되는 무인기만의 특징임을 발견하였으며 이를 바탕으로 소형 무인기 탐지를 위해 Ku-band에 맞추어 안테나, RF소자로 이루어진 레이더 하드웨어와 동기화 기술, 무인항공기 추적 알고리즘 개발, 실시간 데이터 처리 시스템으로 탐지 레이더를 구성하였다.

본 연구진은 소형 무인기의 정확한 위치좌표를 탐지하기 위해 레이더 시스템을 1개의 송신부와 4개의 수신부로 구성하여 Bistatic Radar 방법을 적용하였다. 마이크로 체인 레이더의 한셀은 연직 방향 원추 모양의 빔을 형성하여 항공 탐지 범위를 형성하는 구조이다.

- 본 연구에서 개발한 마이크로 체인 레이더 시스템은 Dynamic range, 안정성, 전반적인 시스템의 성능을 개선함과 동시에 아날로그에 비해 시스템의 크기를 줄이고 배치에



용이하다. 4개의 독립 수신부로부터 받은 신호들은 체인 레이더 시스템의 탐지율을 개선시켜 여러 개의 망 형태로 시스템을 구성할 때 큰 이점이 있다. 제작된 레이더 시스템은 150MHz의 대역폭을 가지며 이는 안테나의 반경 방향으로 1m의 해상도를 갖는다. 반경 속도가 최대 10.635m/s까지 측정될 수 있고, 0.053m/s의 속도 해상도를 갖는다.

본 연구진은 소형 무인기 탐지 레이더 시스템을 이동형으로 구축하여 탐지 성능 평가를 위해 현장 탐지 실험을 진행하였다. 주관기관입찰에 총 11종의 드론 모두 성공적으로 탐지가 됨을 확인하였고 탐지 성능을 입증하였다.

- 본 연구에서 개발한 소형 무인기 탐지용 마이크로 체인 레이더 시스템 기술은 우선적으로 국가 주요시설 및 군사 분계선 주위의 적의성 무인기 탐지를 위한 국가 안보의 핵심기술로서 활용될 수 있다. 또한 최근 드론의 응용 증가에 따른 충돌 및 탐지에 따른 수요가 늘어남에 따라 여러 민수용으로 적용 가능할 것으로 기대된다.

연구비 지원

KAIST 기관교류사업, Micro Chained Radar Project

연구 실적

- 국내특허 10-2015-0078711, 주파수 변조 연속파 레이더 시스템 망 및 이를 이용한 무인 항공기 감지 방법
- 해외특허 14626076, Apparatus and method for measuring precipitation in the atmosphere using K-band frequency-modulated continuous wave(FMCW) weather radar system

그림 1.
소형 무인기 탐지 레이더 시스템 개념도 및 필드테스트 시연 결과

1.5km 고도 반경 커버리지 기법

GPS 고도 정보
H:468.9M

레이더 측정 고도
ALT: 468.1M

무인항공기 촬영화면

주관기관 필드테스트 2015년 11월

주관기관 준비한 드론 모두 탐지함

1km까지 탐지 성공

단일 레이더 무인항공기 탐지 시스템
고 대역 고 신뢰성 네트워크로 연결된 다중 채널 레이더 무인항공기 탐지 시스템



벽면 등반형 복합 드론(CAROS) 개발

기술 및 산업의 발달로 도시화는 전 세계적인 추세가 되며, 이 도시들의 중심부에는 고층 및 초고층 구조물들이 들어선다. 이 구조물들의 유지보수는 이제 벽면을 등반하는 드론(CAROS)에 의해서 수행된다. CAROS는 자유자재로 자세를 변환하여 구조물의 표면에 밀착하여, 구조물의 모든 부위를 검사한다. 이 초고층 구조물은 화재가 발생할 경우 큰 인명피해 및 재산피해로 이어질 가능성이 크지만, CAROS는 저층, 고층에 상관없이 화재 현장에 투입되어 신속하게 정찰 및 진압 임무를 수행한다. 또한 화재로 구조물이 손상되어 통화가 불가능한 곳은 자세를 변환하여 벽면을 등반해 신속하게 빠져나간다. 이 로봇은 화재의 발원지를 신속히 파악하여 화재의 확산을 막는다. 동시에 위험에 처한 인명을 찾아내고, 이 정보를 본부와 무선 통신한다. 그 결과, 소방관들은 보다 빠르게 사람의 위치를 찾아낼 수 있고, 이를 바탕으로 인명 구조율은 획기적으로 상승한다.

건설 및 환경공학과 명현

● 본 연구에서는 인프라의 설치가 필요 없고, 안전성 및 이동성을 최대화한, 소형 드론 형태의 벽체 등반 로봇을 최초로 개발하였다. 해당 로봇은 비행이 가능하므로 기존 로봇들에 비해 이동성이 매우 높으며, 등반 중 예기치 않게 추락이 발생하더라도 비행을 통한 복귀가 가능하다는 장점을 가진다. 또한 구조물에 밀착하여 이동하기 때문에, 대형 시설물의 밀착 정밀 진단 및 유지 보수가 가능하며, 사회 안전을 위한 신속 정찰 등의 분야에도 폭넓게 응용이 기대된다.

● 교량, 고층 건물, 풍력 터빈, 대형 항공기 및 선박과 같은 대형 구조체의 안전성 (Structural Health)은 사회의 안전과 직접 연관되어 있으며, 최근 거대 구조물의 노후화 및 붕괴 사고 등으로 인하여 구조물

안전도 검사에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 하지만, 현재 구조물의 안전도 검사는 대부분 인력에 의존하고 있으며, 사람이 직접 해당 지역에 접근하여 검사를 수행하므로 인력수급 및 사고 위험성 등의 문제가 있다. 최근 사람의 접근이 어려운 구조물의 외부를 이동 로봇을 활용하여 검사하려는 연구가 이루어지고 있지만, 기존 로봇들은 대부분 추가 인프라 설치가 필요하거나 진공흡착을 이용하므로, 다양한 형태 및 재료의 외벽에 적용하기 어려워 실용화에 문제가 있었다. 이에 이러한 문제를 해결할 수 있는 로봇 기술의 개발과 지적재산권 확보가 필요하다.

● 인프라의 설치가 필요 없으면서 안전성 및 이동성을 최대화한, 소형 드론 형태의 벽체 등반 로봇의 개념(CAROS, Climbing Aerial RObot System)을 최초로 제안하였다. 해당 로봇은 비행이 가능하므로 기존 벽체 등반 로봇들에 비해 이동성이 매우 높으며, 등반 중 예기치 못한 외란으로 추락이 발생하더라도 비행을 통한 복귀가

가능하다는 장점을 가진다. 또한 구조물에 밀착하여 이동하기 때문에, 구조물의 정밀 진단 및 유지 보수(청소, 보수/보강)가 가능하다는 장점을 지닌다.

- 비행/등반 복합 로봇 설계 및 해석 : 로봇의 안정적 비행과 등반시 접지력을 최대화하기 위한 구조/메커니즘 설계 및 해석을 수행하였다.
- 비행/등반 자세 변환 및 벽면 이동 제어 알고리즘 개발 : 로봇이 비행 중 벽면을 만났을 때 자세를 변환하여 벽면에 부착시키기 위해, 자세 변환 시 동역학 및 역동역학을 유도하고 이를 활용한 안정적인 자세 변환 및 벽면 이동 제어 알고리즘을 개발하였다.
- 3차원 자율 이동 항법 기술 개발 : 로봇에 장착된 센서와 고도 정보를 이용하여 3차원적으로 환경을 인식하고, 로봇의 위치를 계산하여 자율적으로 이동할 수 있는 자율 항법 알고리즘을 개발하였다. 현재 CAROS를 기반으로 FAROS(Fireproof of Aerial RObot System)가 개발되었다.

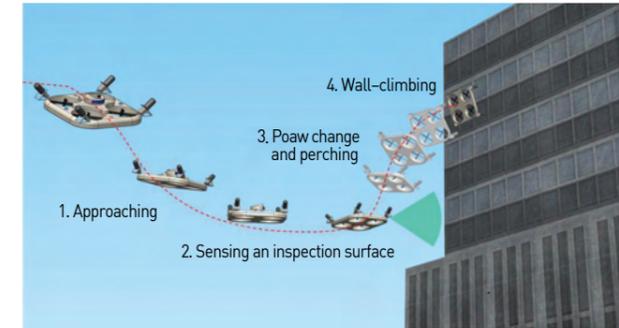


그림 1. 벽면 등반형 복합 드론 개념도

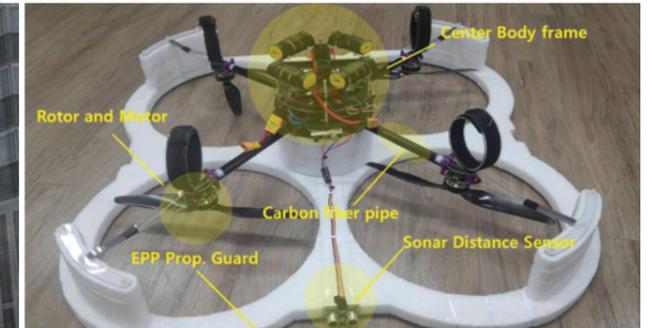


그림 2. 벽면 등반형 복합 드론의 프로토타입



그림 3. 비행 → 벽면 부착 → 벽면 주행 장면

그림 4. CAROS, 벽면 등반형 복합 드론

FAROS는 CAROS의 장점을 그대로 유지하였고, 이에 방염 기능, 인명 및 발화점 탐색 기능이 추가되었다.

- 방염 드론 시스템 개발 : 로봇이 화염에 노출되었을 때에도 기능을 유지하기 위해, 아라미드 섬유, 펠티어 시스템 등을 활용한 방염 드론을 개발하였다.
- 화재시 인명 및 발화점 탐지 기술 개발 : 로봇에 장착된 센서를 이용하여 인명

및 발화점을 탐색할 수 있는 기술을 개발하였다.

● 본 기술은 대형 구조물의 사람이 접근하기 어려운 부분까지 안전성 검사가 가능하며, 이로 인해 제2의 성수대교, 삼풍백화점과 같은 붕괴로 인한 대형 사고를 사전에 예방할 수 있다. 또한, 본 기술은 화재 사고 현장의 좁은 공간 및 붕괴 잔해물

환경에서의 신속한 이동이 가능한 정찰용 로봇으로 활용이 가능하다.

연구비 지원

KAIST 기관교유사업, 융합연구발굴지원사업

연구 실적

- 해외 언론 보도 3건 이상. 특히 BBC World News, BBC Click 등의 프로그램을 통해 전 세계에 방영됨(2015년 5월 30일~6월 2일)
- 제어 및 로봇 관련 국제학술대회에서 Best Presentation Award 수상(2015. 10)
"Mechanism and system design of MAV(Micro Aerial Vehicle)-type wall-climbing robot for inspection of wind blades and non-flat surfaces," in Proc. of Intl Conf. on Control, Automation and Systems(ICCAS), pp.1757-1761, Busan, Korea, Oct. 13-16, 2015.
- LG연임재단 해외연구교수 수상(2015. 7) : 비행 및 등반 주행 복합 로봇을 이용한 구조물 안전 진단 기술



알츠하이머병의 원인이 되는 타우단백질의 역할을 밝히다

마이크로튜불(microtubule)은 신경세포인 뉴런에서 세포 물질을 수송하는 튜브 형태의 단백질로써 굵기가 25nm에 불과한 '세포 속의 고속도로'이다. 타우(tau)는 마이크로튜불의 동역학을 제어하고 신경세포의 안정성을 유지하는 단백질이다. 알츠하이머병은 타우가 분리된 마이크로튜불의 구조적 안정성이 저하되면서 신경세포에서의 신호 전달이 제대로 이루어지지 않아 생기는 대표적 뇌신경 질환이다. 지금까지 그 기능이 베일에 싸여 있던 타우 단백질의 프로젝션 영역이 마이크로튜불 사이에 작용하는 힘을 완충하여 범퍼 역할을 함으로써 안정성을 유지하는 조절 장치의 역할을 한다는 사실을 처음으로 밝혔다. 향후 타우 단백질과 마이크로튜불 사이의 구조적 상호작용에 대한 지속적인 연구를 통해 알츠하이머, 파킨슨병 등 뇌질환을 극복하는 결정적인 열쇠를 찾는데 기여할 것으로 기대된다.

바이오토포학과 최명철

- 마이크로튜불(Microtubule, MTs)은 지름이 25나노미터인 튜브 형태의 단백질 구조체로, 신경세포 내부의 물질 수송, 세포분열, 그리고 세포의 뼈대로서의 역할을 담당한다. 타우(Tau)는 신경세포의 성장과 MTs의 안정성을 유지시키는데 결정적인 역할을 한다. 최근 연구에서 신경세포사멸 그리고 알츠하이머병, FTDP-17 (파킨슨병의 일종)병이 Tau 작용의 오류와 밀접한 관련성이 있다고 보고 된 바 있다. 돌연변이, 과인산화에 의해 Tau가 MTs에서 떨어져나가 신경섬유덩어리를 형성할 경우, MTs의 안정성이 현저하게 떨어지게 되고 따라서 MTs를 통한 물질수송에 치명적인 손실이 오는데 이것이 바로 뇌 관련 질병으로 이어진다.
- 가속기 X-선 산란 장치를 이용하여 서브나노미터의 정확도로 단백질의 미세 구조를 측정하였다. 우리의 세포 내부는 예상보다 많은 세포 물질들로 빽빽하게 채워져 있는 Confined 공간이다. 세포 내부의 복잡도 유사 환경을 구현하기 위해 PEG의 농도를 조절하였고, 이를 통해 MTs 사이에 Depletion Force의 크기를 정량적으로 제어하였다. 지금까지 그 기능이 베일에 싸여 있던 타우 단백질의 프로젝션 영역이 마이크로튜불 사이에 작용하는 힘을 완충하여 범퍼 역할을 함으로써 안정성을 유지하는 조절 장치의 역할을 한다는 사실을 세계 최초로 밝혔다.



● 타우와 마이크로튜불의 구조와 상호작용에 대한 이해의 폭이 증가하여 암 치료와 알츠하이머, 파킨슨병 등의 뇌질환 극복의 열쇠를 찾게 될 것으로 기대한다. 바이오 나노튜브를 이용한 공학적 응용이 가능하다. 마이크로튜불의 계층적조립(Hierarchical assembly) 원리를 제어(Control)하고 모사(Mimicking)하여 바이오토포학에 응용, 스마트 전달체(smart vehicle)-즉, 항암물질 및 유전자치료물질(DNA or RNA) 전달체-로 이용할 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 단백질 기반 바이오칩에 응용하는 성과를 기대할 수 있다.

● 본 연구 결과로 타우와 마이크로튜불의 구조와 상호작용에 대한 이해의 폭이 증가하여 암 치료와 알츠하이머, 파킨슨병 등의 뇌질환 극복의 열쇠를 찾게 될 것으로 기대하며, 바이오 나노튜브를 이용한 공학적 응용으로, 항암물질 및 유전자치료물질(DNA or RNA) 전달을 위한 스마트 전달체(smart vehicle)에 응용하는 성과 또한 기대한다.

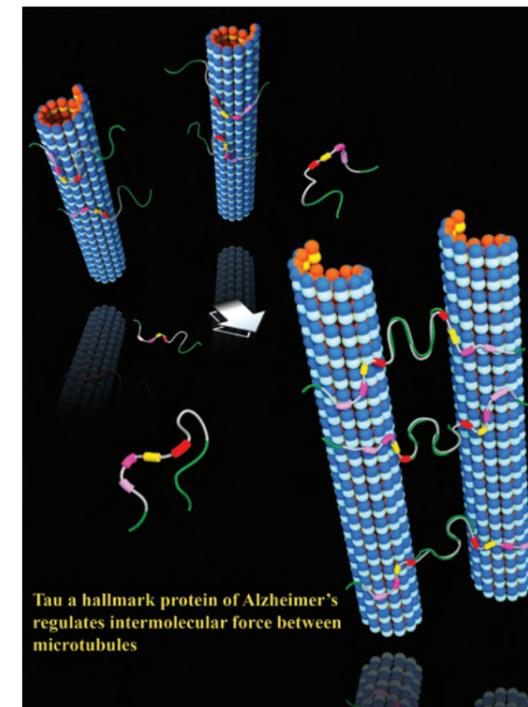
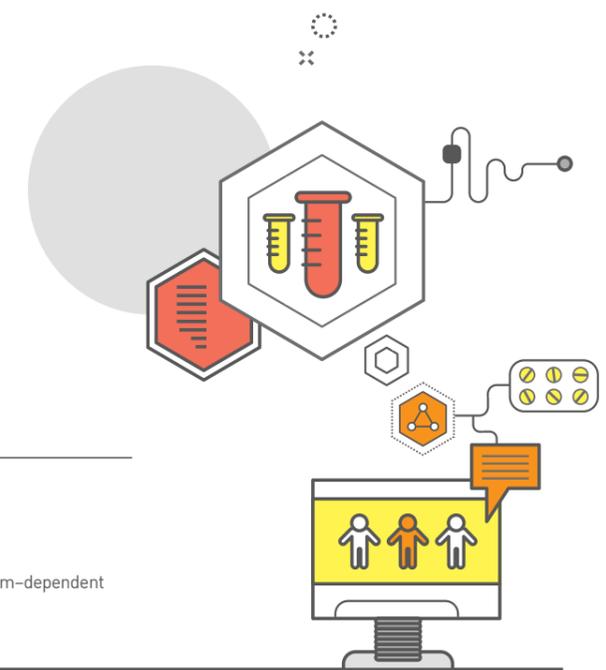


그림 1. 알츠하이머의 특징적인 단백질인 타우가 마이크로튜불 사이에 작용하는 힘을 조절하는 역할을 함

연구비 지원
한국형 SGER 사업(NRF 2014-R1A1A2A16055715)

연구 실적
Direct force measurements reveal protein Tau confers short-range attractions and isoform-dependent steric stabilization to microtubules, PNAS, 112, E6416(2015)





10나노급 초미세 나노 전사 프린팅 기술

나노전사 인쇄 기술은 트랜지스터, 메타물질, 피부 센서 및 여러 차세대 소자의 생산에 있어서 뛰어난 공정 단순성과 양산성을 제공할 수 있는 매우 유용한 기술이다. 하지만 50나노 이하 급의 미세 프린팅 기술은 패턴의 복제와 전사가 모두 물리적으로 어려워 그동안 개발되지 못하고 있었다. 본 연구진은 10나노급 미세 패턴의 복제 능력이 탁월한 이중층 고분자를 활용하고, 표면 접착력을 선택적으로 약화시켜 인쇄하는 원리를 최초로 고안하여, 거의 모든 표면에 적용 가능한 초미세 인쇄 기술을 구현하는 데 성공하였다. 이번에 개발된 기술을 활용하여 연구팀은 폭발성 가스의 빠른 감지 기능이 있는 고성능 가스 센서를 인쇄 방식으로 제조하여 동작시켰으며, 또한 과일표면에 존재하는 극미량의 잔류 농약을 비파괴적으로 빠르게 검출하는 데에도 성공하였다.

신소재공학과 정연식

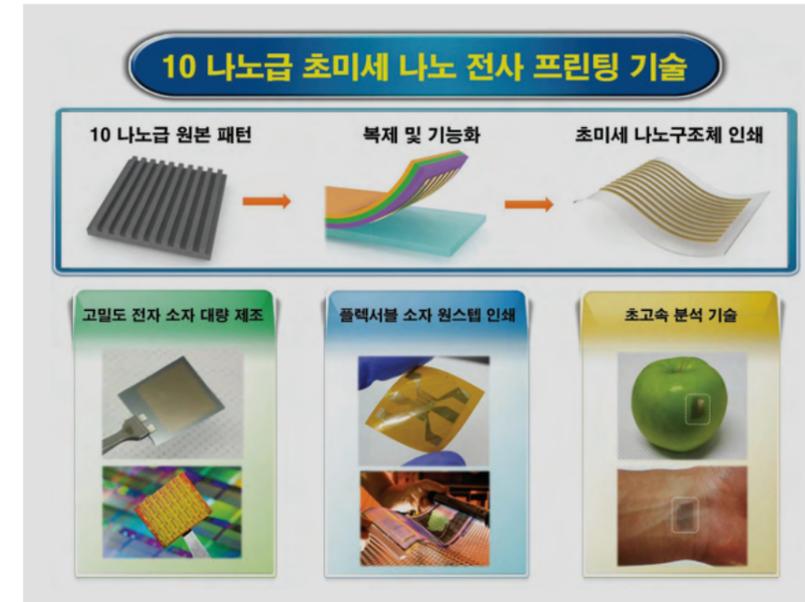
● 인쇄전자(Printed Electronics)는 프린팅 공정기법으로 만들어지는 전자 소자를 의미하며 저가의 기판 위에서 자동화된 공정으로 프린팅 되는 소자로서 저가격, 친환경, 유연성, 대면적 대량생산, 저온/단순공정 등의 장점을 가지고 있으며, 다양한 제품군으로 널리 활용될 것으로 기대되고 있다. 특히, 나노기술을 기반으로 한 인쇄전자 기반공정 기술은 RFID, 메모리, 디스플레이, 전자, 조명, 센서, 유기 트랜지스터 등의 새로운 제품군에서 널리 활용될 것으로 전망되며, 관련 업계에 따르면 2019년 시장 전망치가 대략 570억 달러로 예상되고 있다. 하지만 기존의 나노 프린팅 기술은 몰딩을 통해 표면에 나노

패턴이 형성된 탄성 몰드를 제작하고, 표면에 기능성 물질을 증착함으로써 나노 구조체를 형성한다. 이러한 기존 방식은 복제 분해능과 프린팅 과정에서 탄성 몰드의 변형 현상 때문에, 일반적으로 분해능이 약 수백nm 정도가 한계이다. 또한, 기존 기술의 경우, 나노 구조체와 탄성 몰드 간 높은 접착력으로 나노 구조체의 전사 프린팅이 원활하게 이루어지지 못하는 문제점이 있어왔다. 하지만 향후 인쇄전자 소자의 성능과 고집적화를 위해서 50nm 이하 수준의 높은 분해능을 가지며, 다양한 기판 상에 전처리 없이도 프린팅이 가능한 새로운 나노 전사 프린팅의 개발이 필요성이 꾸준히 제기되어 왔다.

● 본 연구팀은, 기존 탄성 몰드와 달리 특정 고분자의 경우 매우 초미세 패턴까지도 복제가 가능함을 발견하여, 미세 표면 패턴을 정밀하게 복제함으로써 10nm 이하 수준의 초미세 나노 소재를 제작할 수 있는 일련의 제반 기술을 개발하는데 성공하

였다. 또한 본 연구에서는 증기 상태의 유기 용매를 기반으로 하는 이른바 초윤활(Super-lubrication) 효과에 의한 계면 에너지 제어 원리를 새로 발견하고, 이를 이용하여 표면 전처리 없이도 거의 모든 기판 상에 정렬된 나노구조체를 인쇄할 수 있는 새로운 나노전사 프린팅(nanotransfer printing) 기술을 개발하였다.[1]

이번에 개발된 새로운 나노전사 프린팅 기술은 두 단계의 연속된 공정으로 이루어진다. 첫 번째 단계에서는 고분자 필름을 표면 요철 패턴이 있는 템플릿 기판에 코팅한 후, 접착 필름을 이용해 떼어냄으로써 복제 박막 몰드를 형성하고, 박막 몰드 표면에 기능성 물질을 증착하여 나노 구조체를 형성한다. 이때 10 나노 이하급 미세 마스터 몰드는 자기조립 기술을 활용할 수 있는데 최근 본 연구팀에서는 공정 편이성을 극대화한 실시간 유도자기 조립(in situ directed self-assembly) 기술을 보고한 바가 있다.[2] 고분자 박막 들은 도포 과정에서 템플릿 표면의 나노



패턴을 10 nm 이하 분해능으로 복제하며, 이를 이용하여 10nm 이하급 초미세 나노 구조체를 형성할 수 있다. 두 번째 단계에서는 유기 용매 증기를 접착 필름과 복제 박막 몰드 간 계면에 제공하여 두 고분자 필름 간 접착력을 선택적으로 감소시킴으로써 나노 구조체를 다양한 기판 상에 전사시킨다. 이렇게 전사된 나노 구조체는 추후 소자 제작에서 핵심 소재로 활용된다.

연구팀은 이러한 새로운 시도를 통해, 통상적인 실리콘 웨이퍼 기판뿐만 아니라 플렉서블 기판, 커브드(curved) 기판, 심지어는 사람 피부 표면과 같은 생체 표면상에도 초미세 나노 구조체를 이식하는데 성공하였다. 개발한 초미세 나노 전사 프린팅 기술을 활용하여 폭발성 가스의 빠른 감지 기능이 있는 고성능 수소 센서를 프린팅하여 제조하였으며 또한 과일 표면에 존재하는 극미량의 잔류 농약을 비파괴적으로 검출하는 데에도 최초로 성공하였다.

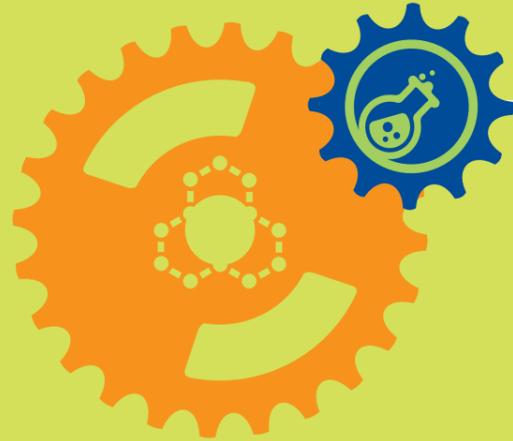
● 본 연구팀이 개발한 새로운 나노 전사프린팅 기술은 초고밀도 센서, 반도체 등을 저비용으로 제조할 수 있는 기반 기술에 해당된다. 또한 플렉서블, 굴곡진 기판 혹은 요철이 있는 기판 등의 기판 위에도 나노 소재 및 소자의 제작이 가능해, 고성능의 플렉서블 혹은 웨어러블 전사 소자 제작에 매우 유용할 것으로 기대된다. 현재 반도체 소자 제조에 활용되는 광리소그래피 기술과 비교 했을 때, 초기 투자비용과 공정비용이 현저히 낮다는 면에서도 소자 제작비용을 혁신적으로 낮출 수 있는 기술로 평가된다. 더불어, 본 기술로 제작되는 10 나노 이하 수준의 높은 분해능을 갖는 나노 구조체에서 나타나는 양자효과를 활용할 수 있어 기존 소자의 성능을 크게 뛰어넘는 새로운 나노 소자를 실현하는 등 높은 잠재성이 있다.

그림 1. 용매 보조 방식의 새로운 초미세 인쇄 기술의 과정과 이 기술을 이용한 미래 응용 분야

연구비 지원
글로벌프론티어사업(CISS- 2011-0031848)

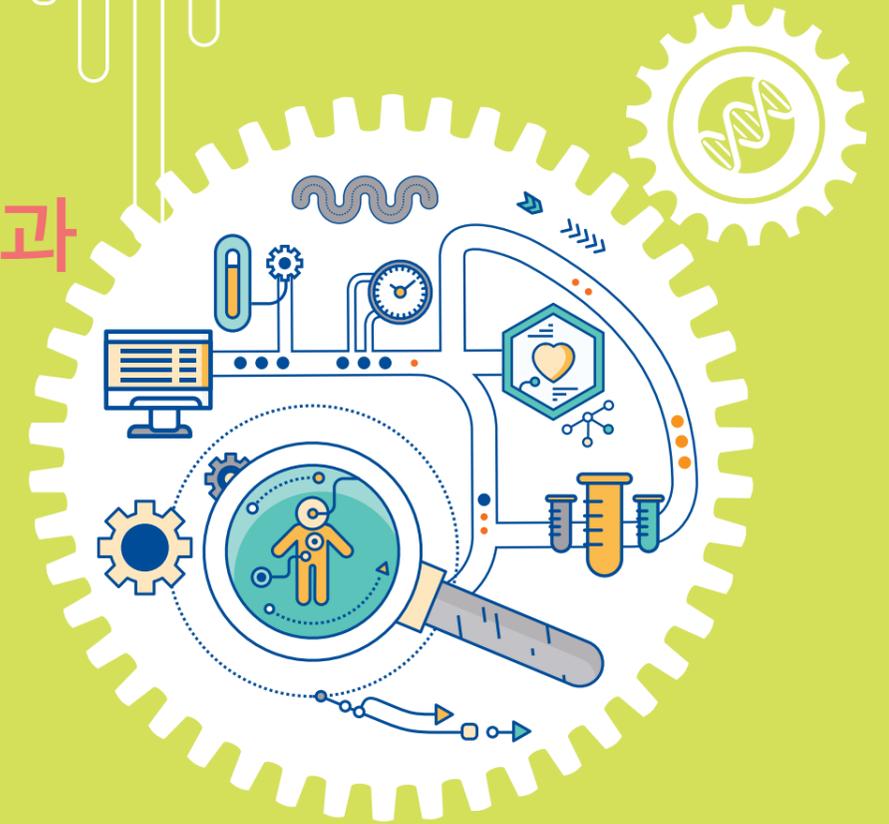
연구 실적
• 논문 : [1] High-resolution nanotransfer printing applicable to diverse surfaces via interface-targeted adhesion switching, Nature Communications, 5:5387(2014)
[2] In Situ Nanolithography with Sub-10 nm Resolution Realized by Thermally Assisted Spin-Casting of a Self-Assembling Polymer, Advanced Materials, 27, 4814-4822(2015)
• 특허 : 유기 용매 증기를 이용한 접착력 제어 방식의 나노 구조체 제조 방법 및 나노 전사 프린팅 방법
• 연합뉴스 보도 "10나노급 나노구조체 인쇄 · 전사 기술 세계 최초 개발"

2015 KAIST ANNUAL R&D REPORT



2015년 주요 연구성과

RESEARCH HIGHLIGHTS
OF 2015

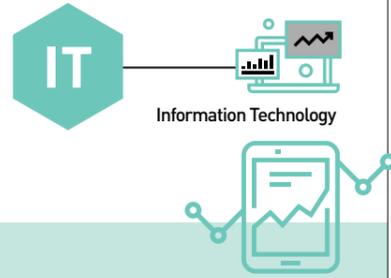


교직원과 학생들이 협력하여 밤 낮 없이 일구어낸 연구과정과 학문적인 성과는 새로운 지식과 기술을 창출해내는 가장 중요한 초석이 되었고 세계적으로 훌륭한 연구 성과도 매년 내놓고 있습니다.

다양한 분야에서 우수한 연구 결과를 낸 KAIST의 2015년 연구 성과를 모았습니다.

한국 과학기술의 산실인 KAIST는 학계의 화두인 융합 연구의 선두에 서서 다양한 연구를 수행했습니다.

학문간 경계를 넘어 새로운 장을 연 연구를 소개합니다.



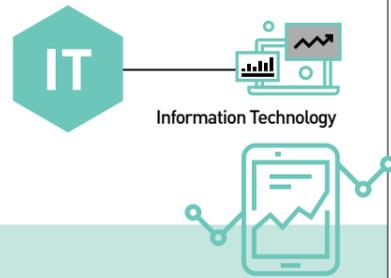
세계 재난 로봇 대회를 위한 DRC-HUB0+의 비전 시스템

2014년 6월에 개최된 "DARPA Robotics Challenge(DRC)-Finals"에서는 일본 후쿠시마 원전 사고를 모사한 실제와 같은 복잡한 환경에서 8가지 임무를 로봇이 수행하도록 요구되었다. 이와 같은 다양한 임무를 휴보가 자율적으로 수행하기 위해서는 강인한 시각기술이 필수적이다. 이를 위하여 카메라와 LIDAR(라이다)로 구성된 새로운 센서시스템을 개발 하였으며, 이 센서시스템의 신호로부터 물체를 인식하고 물체의 정확한 3차원 위치와 자세를 계산하기 위한 강인한 새로운 시각기술 방법론들을 개발 하였다. 개발된 시각기술 중 기존 기술대비 독창성과 우수성이 뛰어난 대표기술은 다음과 같다.

- 1) 조명 변화에 강인한 카메라 노출값 보정 방법
- 2) 로봇에 적합한 카메라와 딥스 데이터 융합 방법
- 3) 딥네트워크 학습 기반의 물체 인식 방법

참고
 IEEE International Conference on Computer Vision(ICCV) (2015)
 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems(IROS) (2014)

전기및전자공학부 ② 미래자동차학제 ③ 로봇공학학제
 권인소 · 신승학 · 주경돈 ④ 심인욱 · 복윤수 ⑤ 최동걸
<http://rcv.kaist.ac.kr>



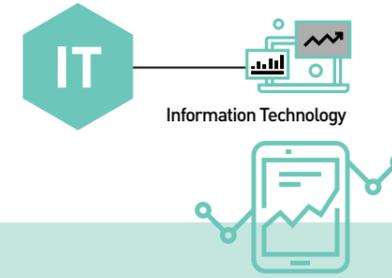
K-Glass : 차세대 증강현실 스마트 글래스

최근 들어 증강현실은 Head Mounted Display(HMD) 혹은 스마트 글래스를 통해 활발히 연구되고 있다. 그럼에도 불구하고 내추럴 AR 알고리즘이 너무 복잡해서 기존의 HMD에서는 AR 알고리즘을 실시간으로 구현할 수 없었다. 뿐만 아니라, HMD는 작고 컴팩트한 웨어러블 플랫폼이기 때문에 기존의 컴퓨터 마우스, 2D 터치 패널, 혹은 사용자의 의도가 노출되는 음성 인식 인터페이스와는 다른 새로운 User Interface(UI)가 필요하다.

본 연구에서는 증강현실 전용 프로세서 및 시선 추적 이미지 센서 기반의 실시간 내추럴 증강현실 HMD 시스템, K Glass를 제안한다. 증강 현실 전용 프로세서를 통하여, 일반 물체를 마커의 도움 없이 실시간으로 인식할 수 있을 뿐만 아니라 3차원 관련 정보를 사용자에게 30fps의 속도로 제공할 수 있다. 또한 시선 추적 이미지 센서를 통하여 사용자의 시선만으로 마우스를 컨트롤 할 수 있는 시선 UI를 10mW의 저전력 파워소모만으로 제공할 수 있다. 이를 통해, K-Glass는 실시간 증강현실 및 시선 추적 UI를 배터리 구동 환경에서 장시간 구동하는데 성공하였다.

참고
 IEEE International Solid-State Circuits Conference(February 2014)
<https://youtu.be/fzQpSORKYr8>

전기및전자공학부
 유희준
<http://ssl.kaist.ac.kr>

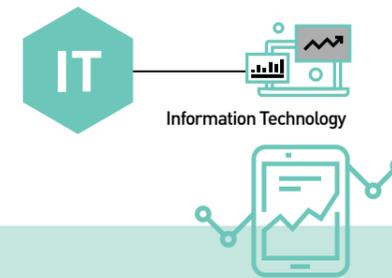


시스템 커널 보안을 위한 신뢰 모듈의 설계와 응용기술

현대의 컴퓨팅 시스템들에 있어 운영체제 커널은 실제 사용자가 사용하는 어플리케이션들과 실제 하드웨어 사이의 중재와 더불어 시스템 전반의 신뢰기반이 되는 핵심 소프트웨어이다. 하지만 이러한 커널 또한 그 동안 수 없이 많은 공격의 대상이 되었으며, 침해당하였을 경우 시스템 전체의 신뢰성이 붕괴되는 심각한 결과를 초래하였다. 시스템 상에서 동작하는 모든 보안기술들은 커널에 의존성을 가지게 되어 있어서, 커널이 공격당한 경우 제 기능을 할 수 없는 근본적인 결점이 있는 바, 본 연구에서는 공격대상이 될 수 있는 시스템과 격리된 채 안전한 실행환경에서 시스템의 보안성을 검수할 수 있는 신뢰모듈과 그 응용기술들을 제시하였다. 이러한 신뢰 모듈과 그에 기초한 각종 보안 기술은 기존 보안 기술로는 불가능했던 커널의 보안성 검수를 위한 새로운 방안이 될 것으로 기대된다.

참고
 IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing(TDSC) (May 12, 2015)
 Network and Distributed System Security(NDSS) Symposium(2015)

전산학부
 강병훈 부교수와 CySecLab 학생들
<https://cysec.kaist.ac.kr>

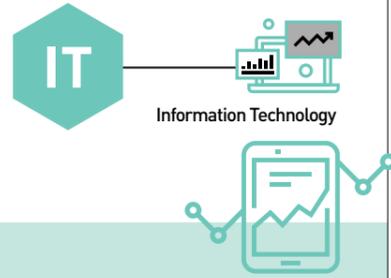


이기종 프로세서를 위한 고속 패킷 처리 프레임워크

이 연구에서는 Click 모듈러 라우터의 구조를 확장하고 현대적인 멀티코어 하드웨어의 성능을 충분히 낼 수 있는 새로운 고속 패킷 처리 프레임워크인 NBA를 제안한다. NBA 프레임워크는 수동 최적화 없이도 다양한 하드웨어 구성에서 최대의 성능을 낼 수 있으며, 이를 위해 이미 알려진 일괄처리 기법, NUMA 환경에 적합한 메모리 관리, 멀티코어를 위한 고성능 네트워크 카드의 RSS (receive-side scaling) 기법을 결합하였다. 프로그래밍 인터페이스는 잘 알려진 Click과 유사하면 서도 하드웨어에 대한 저수준 지식 없이도 높은 성능을 낼 수 있도록 일괄처리에 특화된 패킷 처리 파이프라인을 구현했고, 그 위에 CPU/GPU 부하분산 알고리즘, 그리고 복잡한 하드웨어 자원 구성을 모두 자동화하였다. 프레임워크의 성능을 보여주기 위해 IPv4/IPv6 라우터, IPsec 암호화 게이트웨이와 침입 탐지 시스템의 프로토타입을 구현하였다. IP 라우터는 최대 80 Gbps의 성능을 낼 수 있으며, IPsec 게이트웨이와 침입 탐지 시스템은 30 Gbps 이상의 성능을 보여준다. 또한 CPU/GPU 부하분산 메커니즘을 통해 다양한 하드웨어/애플리케이션 조합에서 항상 최적의 성능을 낼 수 있다.

참고
<http://an.kaist.ac.kr/~sbmoon/paper/intl-conf/2015-eurosys-nba.pdf>
<https://github.com/anlab-kaist/NBA>

전산학부 ② 인텔 연구소
 문수복 · 김준기 · 이근홍 · 마상욱 · 심준현 ④ 장 건
<http://an.kaist.ac.kr>

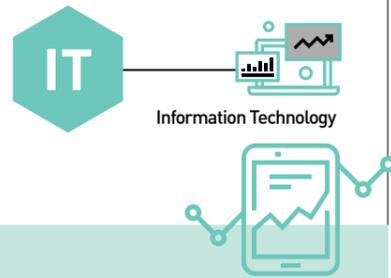


미러 미러 : 자신의 신체 위에 바로 적용하는 티셔츠 디자인 시스템

디지털 패브리케이션과 3D 프린팅이 미치는 범위가 넓어지고 있으며, 이에 따라 맞춤 제작을 함으로써 사용자의 특정 수요를 맞춰주는 것이 가능해졌다. 미러미러 시스템을 통해서, 우리는 미래의 쇼핑과 디자인을 함께하는 하이브리드 플랫폼의 가능성을 탐색하였다. 본 시스템은 사용자들이 직접 디자인을 하고 그들의 새로운 패션디자인을 거울 앞에서 평가 해 볼 수 있게 해준다. 새롭고, 직관적인 사용자 인터랙션을 통해서 모두가 간단한 제스처를 이용해서 아름다운 디자인을 만들 수 있게 된다. 가상의 옷이 사용자를 통해 디자인된 후 의류 프린터와 같은 패브리케이션 기기에서 출력되며, 사용자는 수 분 후에 옷을 바로 착용할 수 있다. 이전의 많은 연구가 직물의 형태만 변형하거나 사용자 데이터를 활용한 가상의 옷을 제안하는 것에 그쳤던 반면에, 본 연구는 다수 사용자의 인터랙션에 집중한 콜라보레이티브 디자인과 사용자의 몸을 마네킹으로 활용하여 직접 옷을 디자인을 할 수 있는 다양한 방법을 집중적으로 다루고 있다.

참고 "Mirror Mirror: An On-Body Clothing Design System." Proceedings of ACM CHI 2016

산업디자인학과
석 다니엘
<http://mid.kaist.ac.kr>

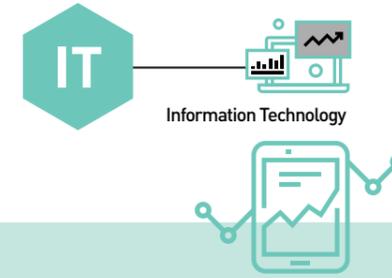


저전압, 고유연성 전자소자 개발을 위한 초박막 고분자 절연 소재 개발

절연막은 메모리, 디스플레이 구동소자 등 모든 MOS 구조 기반 소자의 심장부에 해당하는 핵심 요소이다. 그 중 고분자 절연막은 높은 유연성, 투명도 등의 장점으로 인해 IoT 시대를 선도하기 위한 재료 물질로서 많은 주목을 받아왔으나, 얇은 두께에서 절연특성이 현저히 저하되는 문제 및 대면적 공정 시 높은 수율 확보의 어려움 등으로 인해 실용성이 낮다는 평가를 받아왔다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 고분자를 합성하는 새로운 형태의 공정을 세계 최초로 도입하여 기존 재료와는 차별화되는 탁월한 수준의 전기적 특성과 유연성, 대면적 공정성을 가지는 초박막 형태의 (<10nm) 고분자 절연막을 개발하였다. 또한 이를 실제 전자소자 제작에 적용하여 저전압 구동 소자, 스티커 타입 소자, 대면적 고유연성 소자 등의 다양한 형태의 미래형 전자소자를 시연하는데 성공하였다. 본 연구에서 개발한 고분자 절연막은 향후 IoT 시대를 선도할 미래형 전자소자를 구현하기 위한 재료 물질로서 IT 및 NT 분야에서 각광을 받을 것으로 기대한다.

참고 Nature Materials, 14, 628-635(2015)/Advanced Functional Materials, 25, 4462-4469(2015)

생명화학공학과 전기및전자공학부
임성갑 유승협 · 조병진
<http://ftf.kaist.ac.kr> <http://ioel.kaist.ac.kr> <http://need.kaist.ac.kr>

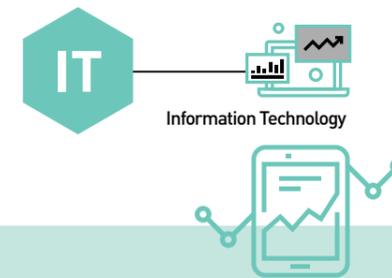


세계 최초의 자유공간 모바일 무선충전과 최장거리 무선전력 원전계측 기술개발

무선전력은 최근 모바일 기기와 전기자동차, 사물인터넷 등에 적용되는 중요 기술이다. 본 연구에서 2014년에 세계 최장거리(5m, 209W) 무선전력 전송에 성공하여, 원전의 중대사고용 무선계측센서(7m, 10W)에 적용하였다. 2015년에는 세계 최초로 위치와 방향에 관계없이 모바일기기를 무선충전할 수 있는 6자유도(six degree of freedom)의 평면형 무선전력 송수신장치를 개발하여, 실험실 창업을 통해 상용화를 추진 중이다. 최근 실험에 성공한 무선전력기술(10m, 10W)은 사물인터넷용 전원으로 유망하다.

참고 IEEE Transactions on Power Electronics, 30(2), 817-827(Feb. 2015)

원자력 및 양자공학과
임춘택
<http://tesla.kaist.ac.kr>

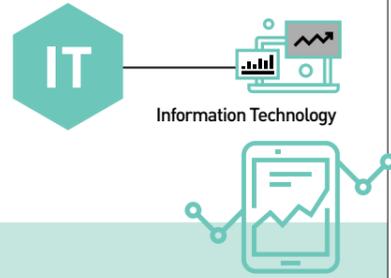


ICT 기술을 활용한 디지털 디톡스 서비스 개발

스마트 기기 과몰입으로 인한 스마트폰 중독 및 사회성 저하 등이 최근 사회적으로 큰 이슈가 되고 있다. 본 연구에서는 ICT 기술과 인문사회과학 이론을 융합하여 스마트 기기로 인한 사회적 문제를 혁신적으로 대응하는 기술 및 서비스를 개발하는 것을 목표로 한다. ICT 기술은 개인 빅 데이터 모니터링 및 분석, 모바일, 웨어러블, IoT 기기를 활용한 상황인지, 다양한 인터랙션 모달리티를 활용한 행동변화 유도 등 지능형 서비스의 기반을 제공한다. 따라서 ICT 기술을 사용하여 스마트 기기와 관련된 다양한 문제의 이해가 가능할 뿐만 아니라 새로운 방식의 중재 프로그램 또한 개발이 가능하다. 스마트폰 중독 진단 및 예방을 위한 ICT 기반 기술적 대응에 관한 주요 연구 결과는 1) 퍼스널 빅 데이터 분석을 통한 스마트폰 중독 자동 검출 시스템 개발 및 2) ICT 기술을 활용한 스마트폰 중독 예방 및 완화 조치 응용서비스(누구, 패밀리링크, 락앤롤) 개발 및 검증이다. 인문사회과학 이론을 ICT 기술과 융합하여 스마트폰 중독을 조기에 탐지하고 이를 다양한 상황에서 효과적으로 대응할 수 있는 개인/그룹 맞춤형 지능형 중재 서비스를 세계 최초로 제시하였다는 점에서 연구의 의의가 크다.

참고 "Facilitating Participatory Parental Mediation of Adolescent's Smartphone Use," Proceedings of ACM's UbiComp 2015, Osaka, Japan

지식서비스공학대학원
이의진
<http://ic.kaist.ac.kr>

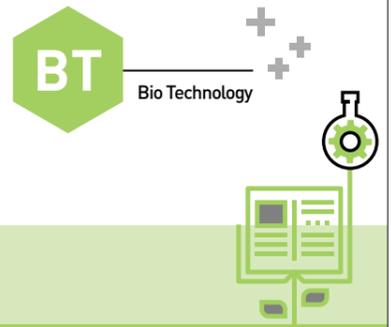


**색각이상자들의
문화콘텐츠 이용편의성
확대를 위한
지능형 색채변환 서비스
기술 개발**

색각이상자들은 원추세포의 이상으로 R(ed), G(reen), B(lue)의 색채 정보를 정상적으로 수용하지 못한다. 기존의 색각이상자들을 위한 색채 변환 기술은 색상을 물리적 측면에 집중을 통한 색 구분으로 정보의 구분은 가능하지만, 사물의 색채 정보를 크게 왜곡함으로써 감성적 만족도가 크게 낮아질 뿐 아니라, 사물 고유의 색상이나 특징을 왜곡하는 본질적 문제를 극복하지 못하였다. 본 연구에서는 색각이상자들의 문화콘텐츠 정보수용과정에서 발생하는 감성적 왜곡과 정보수용 인지 만족도 및 수용과정의 정서적 만족도를 증대시킬 수 있는 동영상 색채변환 알고리즘을 개발하였다. 또한 임상실험을 통해 색각이상자들의 유형별(P형, D형) 및 정도별(경도, 중도, 고도) 색변환 알고리즘을 구축하고, 최적화 기반 실시간 색변환 기술을 기반으로 사용편의성과 사용자 감성(경험)을 고려한 UX 기반의 색변환 응용 프로그램을 개발하여, 문화복지 서비스 기술에 공헌하였다. 본 제안 기술은 색각이상자들뿐 아니라, 일반인들의 감성 색변환까지도 가능하여 콘텐츠 기술 개발의 새로운 색채 감성 적용이 가능할 것으로 기대된다.

참고
"Preferred Memory Color Difference between the Deuteranomalous and Normal Color Vision," Proceedings of IS&T/SPIE Vol. 9395

문화기술대학원
우성주

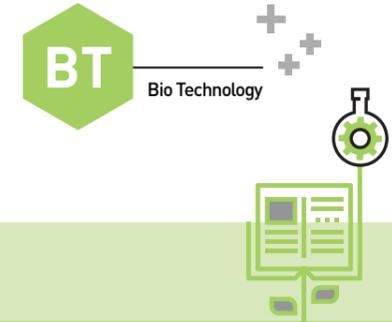


**핵자기공명 분광기를 이용한
광학활성 화합물의
분석기술 개발**

광학활성물질의 절대배열과 광학순도를 결정하는 광학활성 분석은 합성, 의약, 생화학 분야에서 중요하게 활용되고 있다. 본 연구에서는 음전하를 띠는 새로운 알루미늄 화합물을 만들고, 핵자기공명분광기를 통해 전하를 띠는 화합물의 광학활성을 효과적으로 분석하는 방법을 최초로 개발하였다. 이 음전하를 띠고 있는 금속 화합물이 양전하 및 음전하를 띠는 광학활성 화합물과 이온성 상호작용을 형성하는 원리를 활용하였으며, 분석할 수 있는 구조의 제약 및 용매 제약 없이 간단하게 분석할 수 있는 장점을 가진다. 전하를 띠는 신약 관련 물질이 많이 개발되고 있어, 새로운 광학활성 분석 방법으로 학문적 및 산업적으로 널리 활용될 것이라고 기대된다.

참고
Journal of the American Chemical Society 137, 14190-14195(2015)

화학과
김현우
<https://sites.google.com/site/hwkim11/>

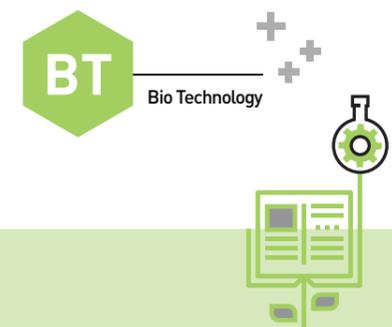


**능동 플라즈모닉
광학소자를 이용한
고감도 생화학센서의
보편적 설계기준 규명**

본 연구는 능동 플라즈모닉 광학 소자를 이용하여, 초고감도의 화학적, 생물학적, 생화학적 분석을 위한 강력한 분석방법 중 하나인 표면증강라만산란법에 실제적으로 이용 가능한 기판에서 국소 표면 플라즈몬 공명 파장만을 능동적으로 조절하여 플라즈모닉 신호 강화를 극대화시킬 수 있는 기판의 국소 표면 공명 파장의 설계 기준을 규명하였다. 본 연구에서 규명한 국소 표면 플라즈몬 공명 파장의 설계 방법은 여기광의 신호 증진과 라만-활성 리포터 분자의 라만 산란에 의한 신호 증진이라는 두 신호 증진을 모두 극대화시킬 수 있는 보편적인 설계 기준을 제공함에 따라, 표면증강라만산란 신호 강화를 위한 새로운 표면증강라만산란법을 위한 플랫폼의 설계 및 개발 방향을 제시해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

참고
Advanced Materials, 26(26), 4510-4514(2014) (frontispiece articles)

바이오팩토리학과
정기훈
<http://biophotonics.kaist.ac.kr>

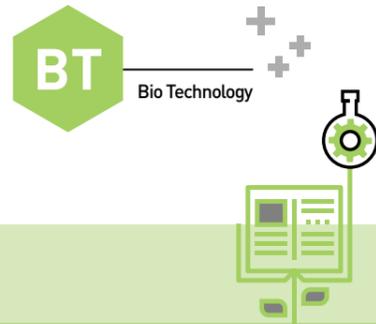


**산업미생물 균주 개발을 위한
시스템 전략**

인류에게 유용한 화합물들은 대부분 석유화학공정을 기반으로 생산되어 왔으나 기후변화를 포함한 환경문제로 인류와 지구의 지속가능성에 큰 문제를 야기하였다. 이런 환경문제에 대한 국제사회의 인식 아래, 자연적으로 재생되는 비석유 바이오매스로부터 미생물을 활용하여 산업 화학물질들을 생산하는 연구가 활발히 추진되고 있다. 본 연구에서는 기존에 진행되었던 대사공학 연구들을 체계적으로 수집·분석하여, 산업 화학물질을 미생물로부터 효과적으로 만들 수 있는 시스템 대사공학의 열 가지 단계별 전략을 종합적으로 수립, 제시하였다. 열 가지 전략에서는 생산하고자 하는 화학물질물의 경제성 평가와 함께 미생물의 유전자 조작 및 배양 시 고려사항을 심도 있게 논의되었다. 이번에 확립한 시스템 대사공학 전략을 통하여 더욱 많은 석유화학공정 유래의 화학물질들이 재생가능한 원료로부터 산업미생물을 이용하여 생산될 것으로 기대되고 있다.

참고
Nature Biotechnology 33, 1061-1072(2015)

생명화학공학과
이상엽
<http://mbe.kaist.ac.kr/>

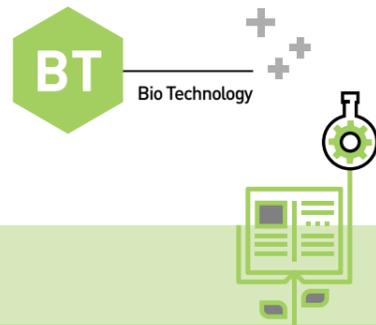


바이오부탄을 생산기술 이전

화석원료로부터 생산되고 있는 부탄올은 다양한 산업분야에서 용매로 사용되고 있으며, 차세대 수송용 연료로써도 큰 관심을 받고 있는 화합물 중 하나이다. 과도한 석유의 사용에 따른 원유고갈 문제와 더불어 기후변화와 같은 환경문제가 대두되고 있는 시점에서, 부탄올을 석유가 아닌 바이오 원료로부터 생산하고자 하는 기술의 개발이 요구되고 있다. 이러한 시대적 문제에 대한 해법으로 바이오부탄올을 고효율로 생산할 수 있는 미생물 및 제반 기술을 시스템대사공학이라는 전략을 적용하여 개발하였다. 그리고 관련 기술들은 바이오부탄올 상업화에 큰 관심과 잠재력을 가진 기업체에 기술이전 하였다.

참고
Metabolic Engineering, 23, 165-174(May 2014)

생명화학공학과
이상엽
<http://mbel.kaist.ac.kr/>

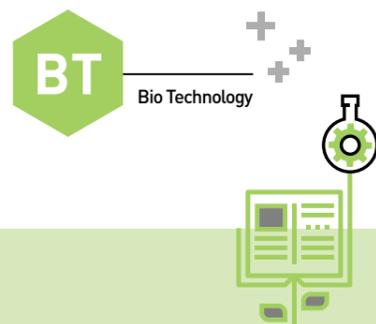


바이오부탄을 생산효소의 구조 및 메커니즘 규명

Thiolase는 아세틸 코에이로부터 아세토아세틸 코에이로의 축합 반응에 관여하는 효소이며, 중요한 용매이자 바이오연료로 사용 가능한 바이오부탄을 생합성에 관여하는 주요 효소이다. 우리는 클로스트리움 아세토부틸리쿰의 thiolase 구조를 산화, 환원 조건에서 밝혔고, in vivo 연구결과 thiolase가 클로스트리움 아세토부틸리쿰의 중심대사에 있어서 산화/환원 스위치로서 핵심적인 조절 기능을 한다는 것을 밝혔다.

참고
Nature Communications, 6, 8410 (Sept. 2015)

생명화학공학과
이상엽
<http://mbel.kaist.ac.kr/>

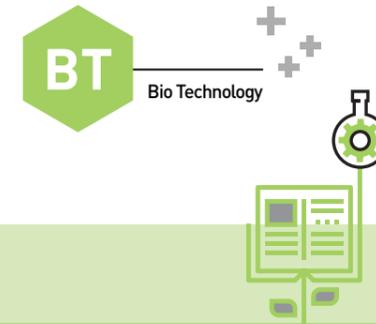


모의 신경작용제 tabun 선택적 탐지 연구

신경작용제의 선택적 탐지를 위한 새로운 형광 Probe가 개발되었다. 형광 Probe는 BODIPY에 Salicylaldehyde oxime을 연결하여 합성되었고, 모의 신경작용제 중 Tabun의 모의작용제인 DECP에 선택적으로 형광이 증가하는 결과를 보여주었다. 기존 연구 결과와는 달리 중성 pH의 수용액에서 형광이 증가되는 결과를 보여준 연구이다.

참고
Chemical Communications, 50, 7531-7534 (2014)

① 화학과 ② 지식서비스공학대학원
① David Churchill ② Aviv Segev
<http://churchill.kaist.ac.kr/> <http://kse1.kaist.ac.kr/~aviv/>

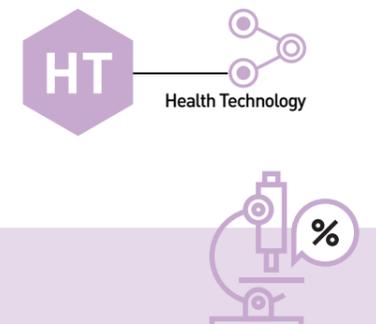


코리네박테리움의 대사공학적 개량을 통한 산업적 L-아르지닌 생산 균주 개발

L-아르지닌은 포유류에서 준 필수 아미노산으로서, 가축용 사료 첨가제로 많이 사용되며, 그 외에도 의료 분야, 치약 및 기능성 음료의 첨가제로서 널리 이용된다. 코리네박테리움은 자연적으로 L-아르지닌의 전구체인 L-글루탐산의 대사흐름이 강하기 때문에 L-아르지닌을 과생산하기 적합한 균주이다. 따라서 본 연구에서는 코리네박테리움을 대사공학적으로 개량하여 L-아르지닌 과생산 균주를 만들고자 하였다. 무작위 돌연변이를 통한 L-아르지닌의 저항성 증가, 세포내 NADPH 농도의 최적화, 생합성 경로의 최적화 등 여러 가지 대사공학적 기법을 통하여 성공적으로 L-아르지닌 과생산 균주를 제작하는데 성공하였다. 이 균주는 실험실 스케일 발효에서는 물론이고 산업적 스케일에서도 성공적으로 L-아르지닌을 생산하였다.

참고
Nature Communications, 5, 4618(Aug. 2014)

생명화학공학과
이상엽
<http://mbel.kaist.ac.kr/>



수리 모델링을 통한 안정적인 생체리듬 유지 원리 발견

뇌하수체 속에 위치한 생체시계는 24시간 주기의 리듬을 안정적으로 만들어냄으로써 수면과 같은 다양한 이벤트들이 적절한 시간에 일어날 수 있도록 해준다. 본 연구에서 생체시계가 복잡한 생화학 반응들을 통해서 평생동안 안정적인 리듬을 생성하는 원리를 수리 모델링과 실험을 통해서 밝혔다. 특히, 화학반응의 속도를 변화시키는 온도 변화에도 불구하고 24시간 주기를 만드는 핵심 원리를 밝힘으로써 지난 60년간 생체 시계 분야의 최대 난제를 해결하였다. 본 연구 결과는 생체시계를 안정적으로 유지하고 조절할 수 있는 신약개발의 발판이 될 것으로 기대된다.

참고
"Population-level genetic oscillations in synthetic bacterial microconsortia", Science 349.6251(2015)

수리과학과
김재경
<http://mathsci.kaist.ac.kr/~jaekkim/>



전통동양의학을 위한 시스템 생물학 전략



미국 동부지역의 메디케어 가입자 사망자료 분석을 통한 초미세먼지의 화학구성성분과 초미세먼지의 만성적 독성과의 관련성 연구

생명화학공학과
이상엽
<http://mbel.kaist.ac.kr/>

전통 한의학은 오랜 시간 동안 여러 질병의 치료 및 완화에 효과가 있음을 보여주었으나, 한약 소재의 다양한 성분으로 인해 임상을 통한 효능 검증이 어려워 신약개발의 한계로 작용하였다. 본 연구진은 한약에서 발견되는 화합물들과 인체 대사산물의 구조 유사도(structural similarity)를 활용하여 전통 한약의 화합물들이 작용할 것으로 예상되는 대사경로들을 예측하였다. 또한 전통 한의학의 약효 원리가 명확히 밝혀진 화합물 조합들을 분석한 결과, 상승효과를 갖는 화합물 조합들은 대부분 주요 약효를 전달하는 화합물과 이를 보조하는 화합물로 구성되어 있다는 것을 발견하였으며, 이들은 아미노산과 비타민 관련 대사경로에 주로 작용할 것으로 예측되었다. 본 연구는 한약의 작용 원리를 명확히 밝히고, 전통 천연물 기반의 신약 개발을 위한 토대를 마련하였다.

참고
Nature Biotechnology 33, 264-268(2015)

수리과학과
정연승

초미세먼지가 건강에 유해하다는 것은 이미 많은 환경역학연구에서 밝혀진 바 있다. 최근 초미세먼지의 화학구성이 초미세먼지의 독성을 결정한다는 가설에 관심이 모아지고 있으나, 이에 대한 계량적 연구 결과는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 미국 동부지역의 메디케어 가입자(65세 이상, 약 1200만 명)를 모집단으로 하여, 2000년부터 2006년까지 그들의 사망관련 자료와, 거주지역의 초미세먼지 및 그 화학구성성분의 일별 측정 자료를 연결 분석하여, 초미세먼지의 만성적 유해성이 지역마다 어떤 차이를 보이는지 밝히고, 화학구성성분이 유해성을 어떻게 변화시키는지 고찰 하였다. 주요 결과로는 초미세먼지의 총 질량이 지역의 평균수준일 때, 초미세먼지 화학구성성분 중, EC, Si, NO₃⁻ 의 질량이 1-표준편차 높은 지역에서 사망률이 각각 1.3%, 1.4%, 1.2% 증가한다는 결과를 얻었다.[95% 신뢰구간: (0.3, 2.2), (0.6, 2.4), (0.4, 2.1)] 또한 초미세먼지의 총질량이 동일할 때, 그 독성은 SO₄²⁻ 과 Na의 평균적 질량이 높은 지역에서 더 강하다는 결과를 얻었다.

참고
Environmental Health Perspectives, 123(5), 467-474



마이크로 RNA 스크리닝을 통해 sNPF1/NPYR을 타겟팅하여 개체 성장을 조절하는 진화적으로 보존되어있는 miR-9a 규명



C형간염 바이러스 인터페론 내성 기전 규명

생명과학과
윌튼 존스 · 슈리라타 밋
<http://jones.kaist.edu/>

DNA에 저장된 유전자 정보를 토대로 단백질을 만드는 과정을 조절하는 소형 RNA인 마이크로 RNA(miRNA)가 개체 성장과 혈당 조절에 관여하는 인슐린의 생성을 조절함을 규명했다. 초파리를 이용, 130여종의 마이크로RNA를 대상으로 개체성장을 조절하는 새로운 마이크로RNA를 탐색한 결과, 인슐린 생산에 관여함으로써 개체의 성장과 혈당대사를 조절하는 마이크로RNA인 'miRNA-9a'를 발견하였다. 또한, miR-9a가 sNPF1(포유동물의 NPY2R)과 결합하여 개체 성장과 관련이 있음을 밝혔다. 향후 miRNA-9a를 이용한 대사질환 연구 활성화가 이루어지길 기대한다.

참고
Nature Communications, 6, 7693 (2015)

의과학대학원
신의철 · 성필수
<http://web.kaist.ac.kr/~liid/>

이번 연구에서는 C형간염 바이러스에 감염된 세포에서 생성되는 인터페론에 의해 unphosphorylated ISGF3(U-ISGF3)가 유도되며, U-ISGF3의 활성이 인터페론 치료에 대한 반응을 조절함을 밝혔다. 본 연구는 새로운 기전의 발견에만 그치지 않고 그 결과를 임상적으로 응용하는 데에 있어 매우 중요한 가치를 가지고 있다. 현재 C형간염 바이러스의 치료제로 인터페론을 사용하고 있지만 환자마다 치료반응이 매우 다른데, 본 연구에서는 왜 어떤 환자는 인터페론에 치료가 잘 되고 다른 환자는 치료가 안 되는지를 ISG15-USP18을 통해 설명하고 있다. 즉, 본 연구에서는 바이러스 질환 치료제로서 인터페론을 사용할 때 고려해야 할 새로운 세포신호전달 기전을 규명함으로써 향후 인터페론 치료의 효율을 향상시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다.

참고
Proc Natl Acad Sci USA 112, 10443-8(2015)



**질병 조기 진단을 위한
복합 광학 이미징 시스템 개발**

인체 내 · 외부의 조직을 다각화된 영상 측정 기술로 이미징하고, 이를 분석하여 특정 질병을 조기에 진단 및 분석할 수 있는 복합 광학 의료영상 시스템을 개발하였다. 개발된 복합 광학 의료영상 시스템은 세포가 살아있는 상태로 질병진단 및 측정이 가능하다. 마지막으로 동물실험 등을 통하여 시스템의 성능을 평가하고, 조기 질병 진단의 신뢰도 및 정확도를 높이기 위한 데이터베이스 구축 및 성능향상 연구를 수행하였다.

참고
Measurement Science and Technology, 25, 025701(2015)

기계공학과
권대갑
<http://nom.kaist.ac.kr>



**고성능 관상동맥
내시현미경 시스템 개발**

암과 함께 가장 높은 사망률을 내고 있는 심혈관 질환의 정확한 진단을 위해 최근 고해상도로 관상동맥을 이미징 할 수 있는 관상동맥 OCT가 개발되어 주목 받고 있다. 하지만, 이미징 속도의 부족으로 관상동맥 이미징 시 심박 모션에 의한 영상왜곡이 크고, 3차원 고해상도 영상이 불가능한 등의 한계가 있다. 또한, 실제 질병의 상태와 위험정도에 대한 직접적 정보를 주는 분자영상이 어렵다는 것도 주요 한계 중 하나이다. 본 연구에서는 (1) 기존의 관상동맥 OCT보다 3~5배 고속의 고속 관상동맥 OCT 시스템 개발과 (2) 근적외선형광(NIRF) 분자영상을 고해상도 OCT영상과 동시에 제공하는 융합 관상동맥 OCT/NIRF 시스템 개발에 성공하였다. 또한, 새로운 고성능 영상시스템 개발에 그치지 않고 이를 사용하여 사람 관상동맥 이미징 적용의 바로 전 단계인 살아있는 돼지 관상동맥 이미징에 성공하였고 이로부터 질병의 정확한 진단에 큰 역할을 할 수 있음을 제시함으로써 임상 적용 시 심혈관 질환 진단에 획기적인 발전을 가지고 올 수 있음을 보였다.

참고
Circulation Cardiovascular Interventions 7, 560(2014)/Scientific Report 6, 22608(2016)
European Heart Journal, Online published(2016)/JACC Cardiovascular Imaging, In press.

기계공학과
오왕열
<http://bpil.kaist.ac.kr>

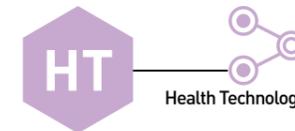


**인간의 감정 상태를 측정하는
피부부착형 소름패치
세계최초 개발**

피부에 나타나는 소름을 측정하여 인간의 감정변화를 측정할 수 있는 세계최초의 피부부착형 소름패치 개발하였다. 동물에게는 남아있으나 인간에게는 퇴화된 본능 중 하나인 소름의 발생 속도와 크기를 측정함으로써, 기존 얼굴표정이나 설문조사 등 주관적이고 정성적인 방법의 한계를 극복하고 피부에 부착하여 감정변화의 정도를 객관적이고 정량적으로 측정할 수 있는 세계최초의 소름패치 개발로 학계는 물론 Time, Newsweek, Scientific American, BBC 등 국외언론의 주목을 받았다. 다양한 장르의 음악이나 공연 등 시청각 예술 작품에 대한 인간의 감동이나 감정변화를 일관성 있게 평가할 수 있어 소름별점으로 선호도를 매기는 등 문화산업 뿐 아니라, 휴대전화기의 3D 터치에도 활용이 가능하다.

참고
Applied Physics Letters, 104(25), 253502(June 2014)

바이오및뇌공학과
조영호 · 김재민 · 서대건
<http://mems.kaist.ac.kr>

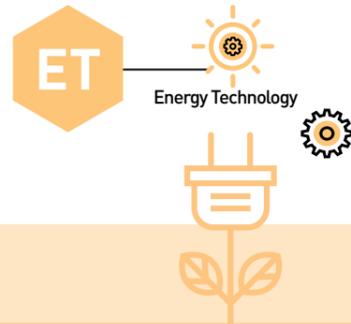


**시스템생물학 연구를 통한
심장질환 신호전달네트워크의
핵심원리 규명 및 제어**

심장세포 내 2천여 개에 달하는 수많은 단백질과 유전자들은 네트워크 형태로 상호작용하며 다양한 기계적 · 화학적 자극에 반응하여 생체신호를 전달하고, 이를 통해 적절한 생체반응을 유도하게 된다. 그동안 전세계 많은 우수 연구자들에 의하여 심장세포 내 주요 신호전달네트워크들의 기능이 비정상적으로 조절되는 경우 심부전과 같은 심장질환이 발병할 수 있다는 것이 밝혀졌다. 하지만 심장신호전달네트워크의 복잡성으로 인해 지금까지 전통적인 생명과학 접근으로는 그 숨겨진 동작 원리를 파악하고 심장질환의 근본적인 시스템차원의 메커니즘을 이해하는 데에 한계에 봉착해 있었다. 이러한 한계를 극복하고 복잡한 신호전달네트워크의 핵심원리를 규명하기 위하여 본 연구에서는 수학적모델링과 대규모 컴퓨터시뮬레이션에 기반한 시스템생물학 기술을 개발하였고 이를 심장신호전달네트워크에 적용하여 그 핵심원리를 최초로 규명하였으며 새로운 제어의 방향을 제시하였다. 특히, 심장근육세포의 생존/사멸 신호전달에 숨겨진 조절메커니즘들을 규명하였으며 이를 토대로 복잡한 생명현상을 제어할 수 있는 새로운 기술을 개발하고 실험으로 검증하였다. 본 연구결과들은 2014년 네이처 자매지인(Nature Communications), 2015년(Briefings in Bioinformatics)(impact factor : 9.617)에 연이어 게재되었으며, 심부전 등 다양한 심장 질환의 새로운 치료방법 개발에 널리 활용될 것으로 기대된다.

참고
Nature Communications, 5:5777, 1-13(Dec. 2014)

바이오및뇌공학과
조광현
<http://sbie.kaist.ac.kr>

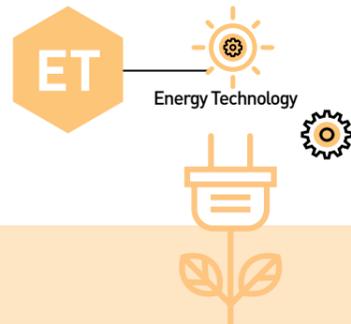


**고용량 실리콘 음극,
리튬이온전지를 위한
바인더의 호스트 -
게스트 동적가교 시스템 개발**

차세대 음극소재로 여겨지는 실리콘은 기존 탄소전극의 10배 이상의 비용량을 가짐에도 불구하고, 충방전시 발생하는 300%의 부피변화로 전극 물질들간의 결합이 와해되어 실사용이 제한되어지고 있다. 본 연구에서는 호스트-게스트 상호작용을 이용하여 바인더간 가교결합(Crosslinking)에 가역성을 부여하는데 성공하여, 기존 공유가교 시스템에서는 불가능하다고 여겨지는 손실된 가교의 복구기능을 구현하였다. 본 연구진이 최초로 제안하는 동적가교 시스템은 고용량전지를 필요로 하는 많은 산업계 및 학계에 점진적으로 큰 파급효과를 불러올 것으로 기대된다.

참고
ACS Nano, 9, 11317-11324(2015)

EEWS 대학원
최장욱 · 알리코스쿰
<http://alicoskun.kaist.ac.kr>

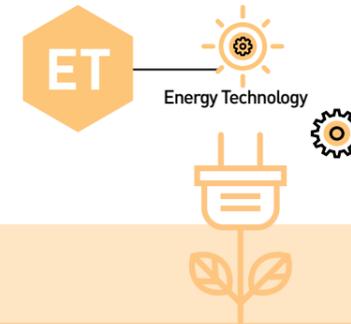


**금속지지체형 고체산화물
연료전지 기반 APU
(Auxiliary Power Unit)
시스템**

고체산화물 연료전지는 높은 내구성과 귀금속 촉매가 사용되지 않아 저비용 생산이 가능한 장점으로 친환경 APU 시스템에 적합할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 고체산화물 연료전지의 내구성 향상을 위해 금속지지체형 고체산화물 연료전지를 제안하였으며, 특히 인터코넥트 코팅기반 연료전지 연구를 통해 전력밀도를 큰 폭으로 향상시켰다. 또한 연료전지 운전을 위한 수소생산장치 개발을 위하여 디젤을 수소로 변환하는 POX 반응 촉매소재를 개발하였으며 자열개질 반응 및 예개질, 후개질 개념을 도입하여 촉매내구성을 향상시켰다. 그리고 모노리스 구조를 적용한 촉매 반응기를 본 연구를 통하여 제안하였다. 수소생산 시스템에 대한 시동전략연구를 수행하였으며, 초기 시동제어 시 예열 플러그의 위치가 Soot 억제를 위한 중요한 요인임을 밝혀냈다. 선행된 연구와 본 연구의 결과를 기반으로 금속지지체형 고체산화물 연료전지와 디젤 연료처리 시스템을 연동시킨 APU 시스템을 최초로 제안하였으며, 이는 APU시장의 차세대 친환경 에너지 변환장치로 대두될 것으로 기대된다.

참고
ECS Transactions, 68, 1721-1726(2015)
International Journal of Hydrogen Energy, 40(11), 4101-4110(2015)

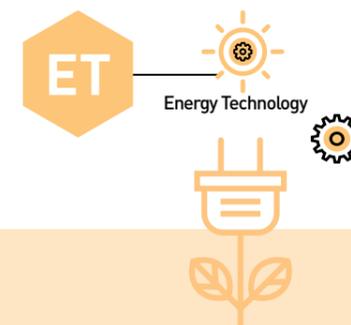
기계공학과
배중연
<http://fuelcell.kaist.ac.kr/>



**세계 최 경량 연료전지
(PEMFC) 스택 개발**

고분자 전해질 연료전지는 내연기관이나 배터리(Battery)의 10배에 달하는 높은 에너지 밀도와 고효율, 무진동 및 저소음 특성 등의 장점을 가져, 기존의 무인기 동력원 등의 휴대용 전원을 대체 하기 위한 새로운 에너지원으로 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 연료전지 스택의 무게로 인한 상대적으로 낮은 전력밀도 및 비출력은 휴대용 전원에 적용 및 상용화에 큰 걸림돌이 되고 있다. 본 연구에서는 기존의 스택의 무게의 대부분을 차지하던 흑연 분리판을 탄소 복합재료 분리판으로, 금속 엔드플레이트를 샌드위치 엔드플레이트로 대체하였다. 이를 통해 세계 최경량 400 W 급 연료전지 스택을 개발하였다.

기계공학과
이대길
<http://scs.kaist.ac.kr>

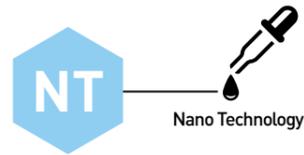


**기계적 특성이 뛰어난
최고 효율의
전-고분자 태양전지 개발**

유기태양전지는 신문을 인쇄하듯 간단한 공정으로 저렴하게 만들 수 있는 것은 물론 유연하고 가벼워 차세대 플렉서블 태양전지로 각광 받고 있다. 하지만 기존 유기태양전지에 전자 받개로 주로 사용되던 폴리렌의 취성 때문에 기계적 내구성이 약해 상용화가 어려웠다. 본 연구에서는 폴리렌을 N형 고분자로 대체해 내구성을 기존 대비 470배 향상시키는 것은 세계최고 수준의 효율도 달성하였다. 본 제안 기술은 스마트 워치, 전자 섬유 등 차세대 플렉서블 전자 소자의 전력 구동원으로 사용되어 플렉서블 휴대용 소자 구현을 획기적으로 앞당길 수 있을 것으로 평가된다.

참고
Nature Communications, 6, 8547(2015)/ACS Nano, 8, 10461-10470(2014)

생명화학공학과 ① 김범준 ② 김택수
기계공학과 ③ 이대길
<http://pnel.kaist.ac.kr> ④ <http://aptf.kaist.ac.kr>

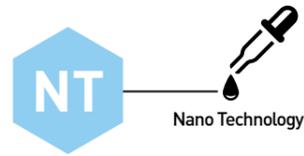


에너지 저장 재료에서의 원자이동 실시간 관찰

전이금속 산화물을 기반으로 하는 에너지 저장 재료에서 제한된 용량과 수명에 대한 한계를 극복하기 위하여 원자수준의 근본적인 물리/화학적 특성을 이해하려는 여러 연구가 진행되어 왔다. 본 연구에서는 일정한 결정구조를 가지는 리튬전이금속 산화물 격자 내에서 발생하는 상분리 현상 및 양이온 배열의 규칙화 현상을 원자레벨로 실시간 관찰하는데 성공하였다. 특히 이러한 원자수준의 직접 관찰은 그동안 이론적으로 예측할 수 없었던 새로운 구조적 특성을 규명하는데 결정적 역할을 하고 있다. 원자단위에서의 화학반응과 물리구조 조절에 대한 본 연구에서의 결과들은 고용량의 저장성능을 지닌 새로운 이차전지 소자 개발을 위한 기초 기술로 자리매김 할 것으로 예상된다.

참고
Angewandte Chemie International, Edition 54, 7963-7967(2015) (Inside Back Cover)
Nature Communications, 6, 8252 (2015)

EEWS대학원
정성운
<http://sites.google.com/site/atomicscaledefects>

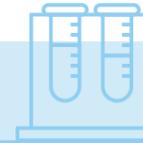
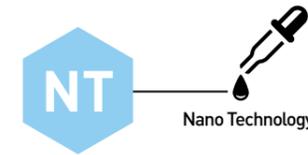


빛과 물질의 성질을 동시에 가지고 있는 양자 입자 상온 관측

빛과 물질의 강한 상호작용을 이용하면 빛과 물질의 성질을 모두 갖는 새로운 양자 입자를 형성할 수 있어 이를 이용하여 양자물리 실험에 이용하거나 매우 낮은 구동 전류를 갖는 차세대 광학 소자로 이용할 수 있다. 본 연구에서는 질화물 반도체 마이크로 막대 구조를 이용하여 복잡한 공정 없이 빛을 가둘 수 있는 고품위 공진기를 제안하였다. 이 마이크로 막대 안에 비분극 양자우물 구조를 쉘 형태로 형성함으로써 빛이 가둬진 영역과 양자우물의 영역이 공간적으로 잘 겹쳐지도록 하였다. 따라서 빛과 물질의 상호작용 상수를 5배 넘게 증가시킬 수 있어 상온에서도 엑시톤 폴라리톤이라는 양자 입자를 관찰하는데 성공하였다.

참고
Nano Letters, 15, 4517(2015)/Nano Letters, 14, 4937(2014) (Front Cover Paper)

물리학과
조용훈
<http://qnp.kaist.ac.kr>

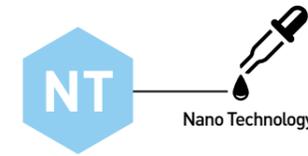


국소적 열/물질 전달을 이용한 기능성 나노소재 소자 집적 신기술 및 초소형 대기환경 센서 응용

센서, 디스플레이, 논리회로 등 고집적 반도체 소자의 성능을 향상시키기 위해 나노선, 나노튜브 및 나노박막 등 다양한 고성능 나노소재가 활용되고 있다. 그러나, 나노소재는 일반적으로 고온, 고위험 기상 환경에서 합성된 후 전자소자 상에 집적되는 복잡하고 수율이 매우 낮은 집적공정을 거친다. 본 연구에서는 전자소자의 선택적 위치에서 국소적 열원을 생성하고, 이로부터 대류 열/물질 전달 및 국소적 화학합성 반응을 일으켜 나노소재를 저온, 액상 환경에서 선택적으로 합성하고 소자에 곧바로 집적할 수 있는 신공정 기술을 세계 최초로 개발하였다. 또한 이를 통해 자외선 감지 센서, 다중 대기 오염원 센서 등 다기능/고성능 센서 소자를 손쉽게 제작할 수 있는 기술까지 확장 시켰다. 본 기술은 고성능 센서 등 나노소재의 친환경, 고속, 고수율, 고신뢰성 생산을 가능케 할 수 있을 것으로 기대된다.

참고
ACS Nano, 9(6), 6059-6068(Jun 2015)
Advanced Materials, 27(7), 1207-1215(Feb 2015) (Front Cover Paper)

기계공학과
박인규
<http://mintlab1.kaist.ac.kr>

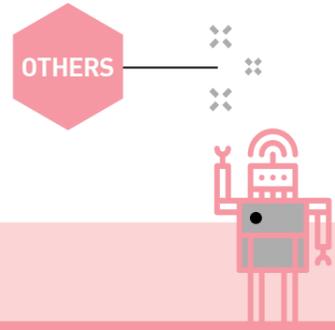


신규 이차원 소재 및 이중 적층구조의 대면적 성장기술 개발

기존의 반도체에 널리 사용되는 실리콘 소재는 스케일링에 따른 극심한 물성 저하가 수반되어 수 nm 수준에서 초고집적, 초박형, 미래지향적 전자소자를 구현하는데 큰 난관에 직면하고 있다. 이를 극복하고자 깨끗한 계면을 가져 비교적 스케일링으로부터 자유로운 원자층 두께의 이차원 소재가 각광을 받고 있지만 전자소자 응용을 위한 대면적 성장법에 대한 연구는 미비했다. 이에 본 연구에선 화학기상증착법(CVD)에 근거하여 신규 이차원 반도체 소재인 MoSe2를 대면적으로 합성할 수 있는 기술을 개발하였으며 이를 기반으로 그래핀-MoSe2의 대면적 헤테로구조를 구현하여 이중 계면에서의 전하 이동 메커니즘을 제안하였다. 이러한 연구는 2차원 재료들로 구성된 기능성 시스템을 개발함에 있어 근간이 될 기초 연구로 기대되는 바이다.

참고
ACS Nano 8(7), 6655-6662(July 2014)

전기 및 전자공학부
최성율
<http://mndl.kaist.ac.kr>

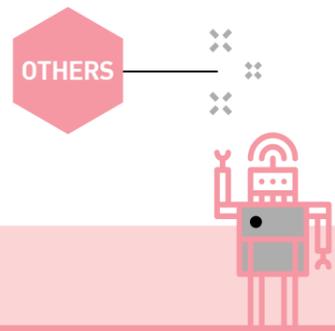


관계갈등과 관계자아의 상호작용이 창의성에 미치는 영향

갈등관리 선행연구는 팀원들 간의 성격차이로 유발되는 “관계갈등”이 대부분의 조직행동 결과에 부정적인 영향을 준다는 것을 밝혔다. 따라서 조직의 리더와 관리자들은 관계갈등이 발생하지 않도록 힘써야 한다는 실무적 시사점을 제공해 왔다. 본 연구는 거의 정설로 되어 있는 관계갈등의 부정적인 결과에 반대되는 긍정적인 결과가 가능함을 밝혔다. 구체적으로, 조화로운 관계가 목표인 “관계자아”의 경우, 관계갈등 상황에서 문제를 해결하고 조화로운 관계를 회복하기 위해서 깊은 생각을 하게 될 것인데, 더 깊게 생각할수록 이전에 생각해 보지 못했던 새로운 생각들을 할 가능성이 높아지게 되어, 궁극적으로 창의적인 사고가 유발된다는 가설을 세웠다. 미국인(실험 1) 및 한국인들을 대상으로(실험 2) 실시한 실험 연구에서 동일한 결과가 가설을 검증하여 본 연구 결과가 특정한 문화에 한정되지 않고 보편적으로 발생하는 현상임을 밝혔다. 뿐만 아니라, 본 연구의 논리가 관계갈등에 한정되지 않고 업무절차상의 충돌로 발생하는 “프로세스 갈등”으로 확장됨을 밝혔다(실험 3). 결론적으로, 본 연구는 어떤 중요한 목표가 좌절되었을 때, 그 목표를 달성하기 위하여 많은 인지적 노력을 기울임으로써 궁극적으로 창의적 사고가 유발됨을 밝혔다. 따라서 선행연구가 밝힌 것과 반대로 조직에서 빈번하게 발생하는 불가피한 관계갈등이 조직행동에 긍정적으로 작용할 수 있는 새로운 대안을 제시한다.

기술경영학부
이수진
<http://hilab.kaist.ac.kr>

참고
Organizational Behavior and Human Decision Processes, 130, 44-57(2015)

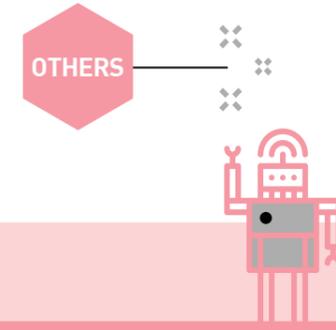


단일 파 시간 역행 거울 개발

시간 역행 거울, 혹은 위상 공액 거울은 빛의 시간 대칭성에 기반 하여, 입사한 빛이 마치 비디오를 되감듯 원래 상태로 돌아가도록 만든다. 본 연구에서는 기존 거울에서 일어나는 반사 현상을 재해석하여, 파면제어기와 일반 거울만으로 위상 공액 거울을 구성하는데 성공하였다. 본 제안 기술은 복잡한 장비(간섭계)나 비선형 광학 효과를 사용하지 않으며, 위상공액을 위해 입사 빛만이 필요한 (단일 파) 첫 번째 형태의 위상 공액 거울로서 위상공액 거울의 대중화에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

물리학과
박용근
<http://bmoL.kaist.ac.kr>

참고
Physical review letters, 115(15), 153902(2014)

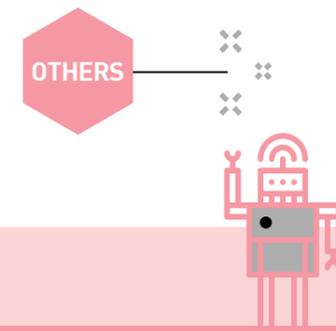


비균일 확산과 이류 이론

아인슈타인은 브라운 운동과 같은 미시적인 random 운동으로 거시적인 확산(diffusion)이론을 설명하였다. Diffusion은 개별적으로는 불규칙하게 움직이는 운동이 거시적으로는 균일한 현상을 보여주고 궁극적으로는 균일하게 되어가는 현상이다. 이러한 확산이론은 수학적으로 Laplace operator에 의해 주어지며 편미분방정식 분야의 중심축이 된다. 본 연구는 기존의 균일성을 전제로 한 연구에서 더 나아가 균일하지 않은 온도 같은 다양한 환경의 차이로 인해 생기는, random 하지만 궁극적으로는 균일하지 않은 상태로 접근하는 non-uniform random 운동과 그 결과로 따라오는 이류 현상을 설명하고자 한다. 또한 본 연구는 비균일 확산과 이류 이론을 thermal diffusion 과 같은 물리현상 starvation driven dispersal 과 같은 생명현상에 적용하는 것을 목적으로 한다.

수리학과
김용정
http://amath.kaist.ac.kr/pde_lab/

참고
Archive for Rational Mechanics and Analysis, 214(2), 353-379(2015)
Journal of Mathematical Biology, 68(6), 1341-1370(2014)

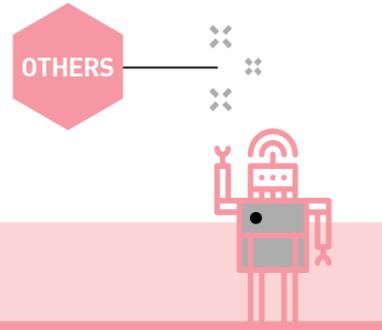


기울임 각에 무관한 성능을 갖는 박막형 열 분산기

최신 전자장치의 집적화로 인해 이에 적용되는 방열 장치 역시 소형화가 요구되고 있다. 기존의 히트파이프(heat pipe)는 전자장치 방열을 위해 널리 쓰이고 있지만, 내부의 워(wick) 구조로 인해 소형 및 박막형 전자장치에 적용되는데 한계가 있다. 이에 대한 대안으로 제시된 것이 워 구조가 없는 진동형 히트파이프이다. 하지만, 일반적인 진동형 히트파이프는 기울임 각에 따라 성능이 크게 악화되는 한계를 갖고 있다. 이에 본 연구에서는 최초로 MEMS 기술을 이용하여 실리콘 기반의 마이크로 진동형 히트파이프를 제작하였으며, 이중직경 채널 디자인을 적용함으로써 기울임 각에 무관한 열성능을 구현하였다. 또한, 직경 차이의 최적점을 제안하여 기울임 각에 무관하게 높은 열성능을 갖는 열 분산기의 디자인 가이드라인을 제안하였다.

기계공학과
김성진 · 권기환 · 윤영직
<http://appheat.kaist.ac.kr>

참고
International Journal of Heat and Mass Transfer, 89 817-828(2015)

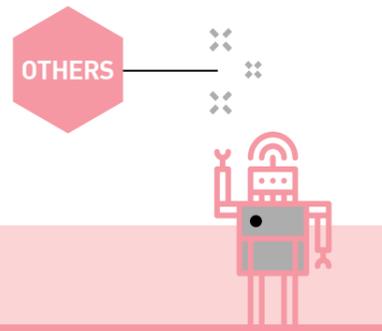


**비선형 초음파 기반
자동 피로균열 진단
시스템의 영종대교 상용 적용**

건설 및 환경공학과
 손 훈
<http://web.kaist.ac.kr/~sohnhoon>

강구조물 파괴의 90%는 피로균열에 기인하는 것으로 알려져 있어 피로균열의 조기 진단은 매우 중요하다. 하지만 육안검사나 기존 비파괴검사로는 피로균열의 자동 및 조기 진단이 어렵다. 본 연구는 피로균열로 인해 발생하는 비선형 초음파를 사용하여 피로균열을 조기에 자동으로 검출할 수 있는 피로균열 모니터링 시스템을 개발하였다. 개발된 기술은 온도, 습기, 하중 등의 변화가 심한 외부 환경에서도 피로균열 발생 이전에 취득한 기준 데이터(참고 data) 없이 폭 100µm 이내의 미세 균열을 높은 신뢰성을 가지고 감지할 수 있다. 본 시스템은 기업으로 기술 이전되어(선급 기술로 1억, 경상기술료 매출의 3%) 실제로 영종대교 내 피로균열 상시 감지를 위해 상용 적용되었다. 추가로 자동차 조립공장 생산설비, 항공기, 해상 크레인, 굴삭기 등을 대상으로 한 상용화가 진행 중에 있다. 관련 국내특허 2건, 국외특허 1건, 논문 9건, 학술발표 12건의 성과가 있다.

참고
 Applied Physics Letters, 104(21) (2014)/NDT & E International, 73, 8-14(2015)



**프로젝트 버짓와이저:
시민 참여형 예산정책
클라우드소싱 플랫폼 연구**

① 기술경영학부 ② 스탠포드 대학
 ① 김지희 ② 김주호
 ① <http://www.jiheekim.net> ② <http://www.budgetwiser.org>

- Project BudgetWiser는 정부 3.0 데이터를 활용하여 정부 예산에 대한 대중의 (1) 관심과 인식 개선, (2) 객관적인 사실에 근거한 토론, (3) 클라우드소싱을 기반으로 한 긍정적인 참여를 이끌어 내서 이를 바탕으로 더 좋은 정책 수립에 기여하는 방법을 고안, 제시하는 것을 목표로 한다.
- 예산지도(BudgetMap): 정부의 예산 데이터를 시각화하여 일반 국민들이 쉽게 사회 주요 이슈를 기반으로 예산 사업들을 탐색할 수 있게 도와주는 시스템이며 사회 이슈 기반으로 예산 사업들을 분류하는 작업에 일반 국민들이 쉽게 참여할 수 있으며(클라우드소싱), 참여 과정에서 예산 및 정부 사업에 대한 이해도 및 관심도가 증가함을 보인다.
- 팩트풀(Factful): 예산이나 정책 관련 신문 기사에 관련 예산 정보를 자동으로 삽입하고(시각화한 분야별 예산 추이 및 소분야 예산 정보, 비슷한 금액의 예산 사업 정보 등), 그 위에 일반 시민들이 참여하는 사실 확인(fact-checking), 문맥화된 토론 인터페이스를 제공함으로써 객관적 사실에 근거한 대중의 토론을 이끌어내고자 한다.
- 본 연구는 2014년에는 HRHRP과제로, 2015년에는 인문사회융합과학대학 사회문제해결 연구 과제로 선정되었다.

참고
 "Factful : Engaging Taxpayers in the Public Discussion of a Government Budget," CHI 2015 : ACM Conference on Human Factors in Computing Systems(Best of CHI Honorable Mention Award)



국가 경쟁력 강화를 위한 교육개혁 선도

교육선진화를 추진하여 국가 발전을 선도하는 인재 양성 및 배출
교원 연구 활동을 확장 지원하여 세계 일류 수준의 학문적 수월성 성취
국제화에 부응한 교과 과정 재편성

연구 활성화 및 효율성 제고

기초 분야의 연구 기반 강화
대학원 교육과 연계
복합 기술 개발을 위한 산·학·연 협동 강화
IT·NT·BT 등 학제 간 복합연구 수행
중장기 연구 과제 수행 활성화

산학협동을 통한 국가경쟁력 강화

신기술 창업 지원을 통한 벤처의 산실 역할
산업체 기술 지도 및 기술 지원