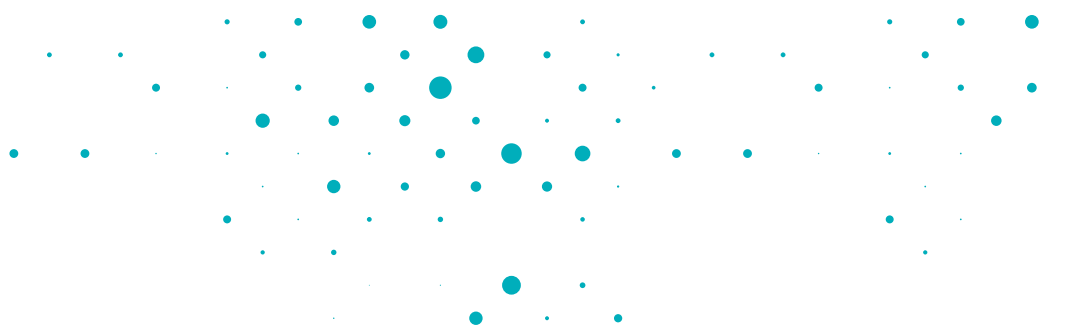




Gwangju Institute of Science and Technology

2021 ANNUAL R&D REPORT



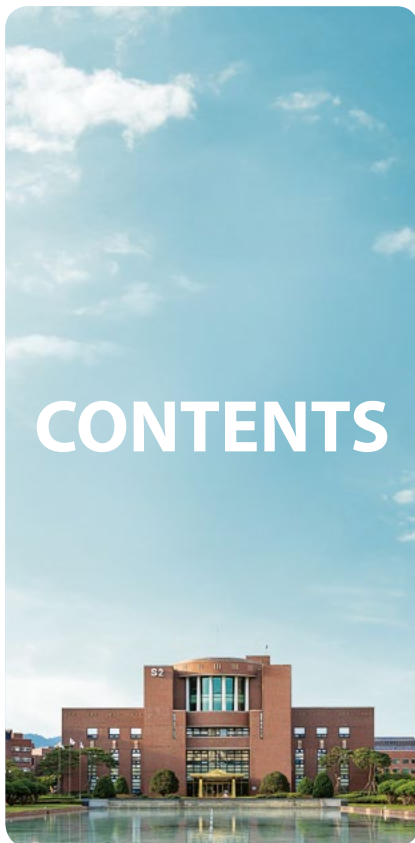
GIST

True satisfaction is knowing
that your research at GIST will
make a world of difference



광주과학기술원
Gwangju Institute of Science and Technology





● **GIST 비전**
GIST Vision

06page

● **대표연구소**
GIST Research Institute

09page

● **연구성과**
Research
Performance

14page

● **지스트 연구 하이라이트**
GIST's Research
Highlights of 2020

56page

● **대표성과**
Main Achievement

08page

● **연구개발 예산 및 과제현황**
R&D Budget and Projects

10page

● **대표 우수성과**
Main Research
Achievements of 2020

18page

“

최고가 되겠다는 다짐은
우리 사회와 인류의 미래를 위한
GIST의 약속입니다.

”



GIST

Gwangju Institute of Science and Technology



지스트 비전

GIST는
핵심입니다과학기술 중심사회
Global Leader 양성

기초학문 및 인문소양을 겸비한
4차 산업혁명 시대 인재 배출

글로벌 캠퍼스 운영으로
세계와 미래로 나아가는
GIST인 양성

국민·지역사회와
함께하는
포용적 연구개발 수행

사회문제 해결형 연구수행으로
국민의 삶의 질 제고

학생·교수·지역민 기술 창업 확대로
국가·지역 일자리 창출
기반 마련

R&R
국가·사회에 기여하는
모범기관 GIST 운영

지역 혁신 및 국가에 헌신으로
과학기술 기관의 사회기여 선도

구성원의 소통, 행복, 성장을 위한
개방적·수평적·자율적
기관 운영

인권
경영혁신
경영수평
운영열린
조직



고급과학기술
인재양성



산업계와의 협동연구 및
외국과의 교육 연구
교류촉진



국가 과학기술 및
지역 균형발전 이바지

The Innovator GIST

미래 과학기술 신가치 추구

The 1st IST, GIST

국가적 모범 연구 교육 기관

Smart 광주, Happy GIST

지역과 같이 대내외 성장

We_Are_GIST

소통, 자유, 기여, 모범, 존중



대표성과

2021 QS 세계대학평가
교원 1인당 논문 피인용수 부문

세계 **4** 위

국내 **1** 위
(13년 연속)

2021 QS
Top 50 Under 50

세계 **30** 위

국내 **3** 위

2020 THE
Young University Rankings

세계 **68** 위

국내 **4** 위

교육

대학교육혁신
제도운영

- 무한도전 프로젝트 _ 학생 주도 자유로운 프로젝트 기획추진 → 4차 혁신인재 양성
- 개념창조전공 _ 학생 스스로 교과목 구성, **자신만의 전공프로그램 설계**
- 교육혁신센터 _ 강의 및 교육의 질 향상 위한 교수법 개발

창업

창업기술 활성화

- 다양한 학생창업 지원 프로그램 및 제도 지원
- 이스라엘 테크니온 공대 교환학생 프로그램 운영
- 2020년 창업우수대학 창업성과부분 **국내 1위** (매일경제)

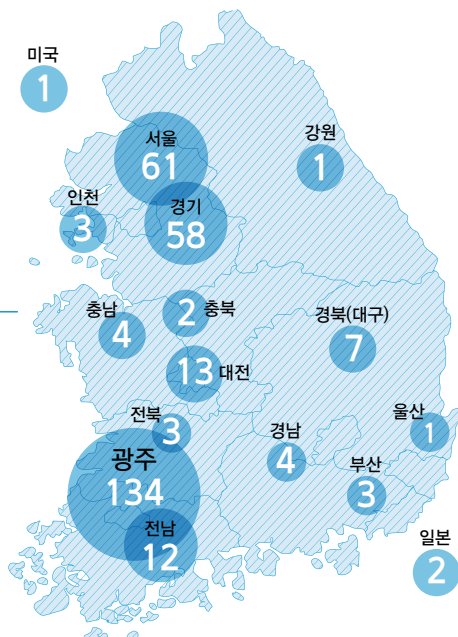
연구

연구혁신 :
국제교류

- 지스트-MIT AI교육 및 연구협력
- 영 사이언티스트 빌딩(YSB) 건립 : 박사후연구원이 독립연구자로 성장할 수 있도록 지원하는 숙소 제공

기술사업화 실적

기술이전 실적(누계)
2021.5.1.기준



총 기술이전 계약
누적 건수

336건

총 기술이전 수입액
(누적)

201억

광주/전남북
기술이전 건수

149건

총 기술이전 계약액
(누적)

514억

대표연구소

고등광기술연구소 APRI

Advanced Photonics Research institute

- 2001년 설립, 광과학과 광기술에 대한 탁월한 연구개발 및 광전문 인력양성을 통해 과학기술발전에 기여
- 세계 최고의 4.2PW 고출력 레이저 시설을 비롯한 연구기반을 구축하고 이를 이용한 레이저-플라즈마 상호 작용 연구, 전자, 양성자 가속, X선 발생, 펄초분광, THz 광학 등 기초연구 수행

차세대에너지연구소 RISE

Research Institute for Solar and Sustainable Energies

- 2009년 설립, 신재생에너지관련 원천기술 확보 및 실용화 촉진
- 기후변화, 미래의 에너지 위기 및 환경문제에 대응하고, 나아가 다가올 미래의 차세대 스마트 에너지 커뮤니티를 위한 핵심기술인 차세대 태양 전지, 차세대 에너지 저장 시스템, 에너지운영 시스템에 대한 연구개발 및 융합연구 수행

한국문화기술연구소 KCTI

Korea Culture Technology Institute

- 2013년 설립
- 문화산업진흥기본법 제17조의 5(문화기술연구 주관기관의 지정 등)에 따라 과학기술, 디자인, 문화예술, 인문사회 등 다양한 학문분야들 간의 교류와 융합에 기반을 둔 문화산업복합기술에 관한 연구 및 개발 수행

생명의과학융합연구소 IIBR

Integrated Institute of Biomedical Research

- 2013년 생명노화융합연구센터라는 명칭으로 설립되어 2015년 생명노화연구소로 확대 개편 및 2020년 생명의과학융합연구소로 명칭 변경
- 생명의과학 분야 다학제적 융합연구를 통한 생명현상 본질 이해 및 인류 복지 증진, 다학제적 융합기술 개발을 통한 질환 예방/진단/극복 원천기술 개발 및 삶의 질 향상

국제환경연구소 IERI

International Environmental Research Institute

- 2001년 GIST내 UN대학교 연구소 설립을 목적으로 신설
- 다년간 국제환경 공동연구를 수행하면서 환경 전문가를 양성하고 국내외 기후변화 대응 기술 및 개발을 지원하며 국제환경 개선 및 인류복지 향상에 기여

인공지능연구소 GIAI

GIST Institute for Artificial Intelligence

- 2017년, 미래 인공지능 연구개발의 선도 연구기관 역할 수행을 위하여 설립
- 4차산업혁명시대 글로벌 R&D 선도 연구기관으로써 AI 연구를 통한 각종 사회문제를 해결하고, '인공지능 중심 산업융합 집적단지 조성' (국정과제 지역공약) 사업의 성공을 통해 지역사회와 대한민국의 혁신성장을 견인하고자 함

과학기술응용연구단 GTI

GIST Technology Institute

- 2005년 설립, GIST 유망기술의 지식재산권 확보와 실용화 연구개발, 기술이전·사업화 및 창업 핵심허브 역할 수행
- GIST 연구성과 확산을 통한 국가 및 산업발전에 기여

기술사업화센터

창업진흥센터

기업지원센터

IBS 초강력레이저과학연구단 CoReLS

Center for Relativistic Laser Science

- 2012년, IBS의 캠퍼스연구단으로 설립되어 펨토초 페타 와트 레이저 기술, 상대론 영역의 레이저-물질 상호작용, 극한 시공간 영역의 물리 현상을 연구
- 2016년 4페타와트 레이저를 세계 최초로 개발하여 전자, 양성자 등의 고에너지 입자 가속과 아토초 영역의 원자/분자 동역학 연구에서 괄목할 성과를 얻음

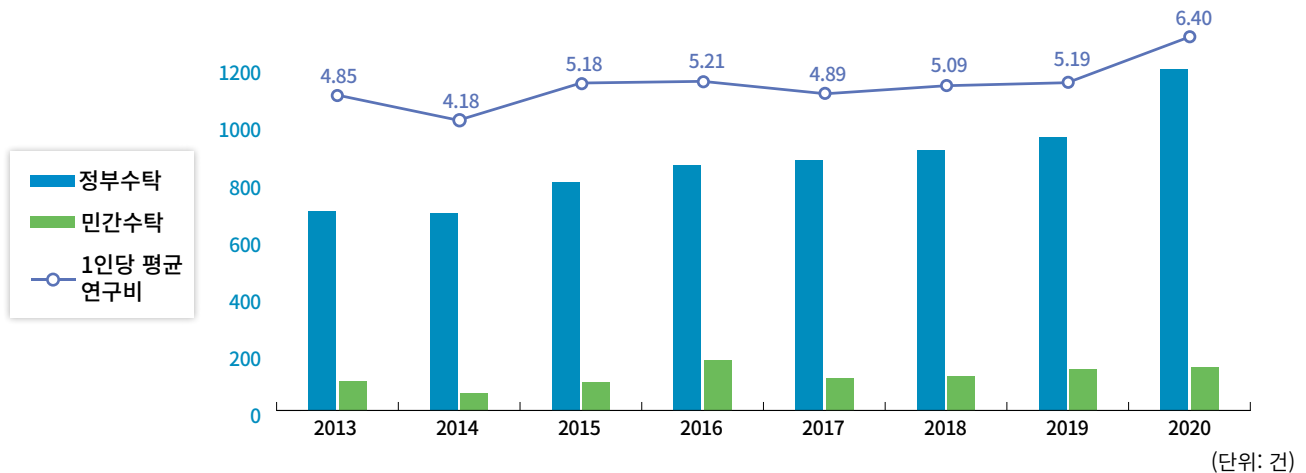
R&D Budget and Projects



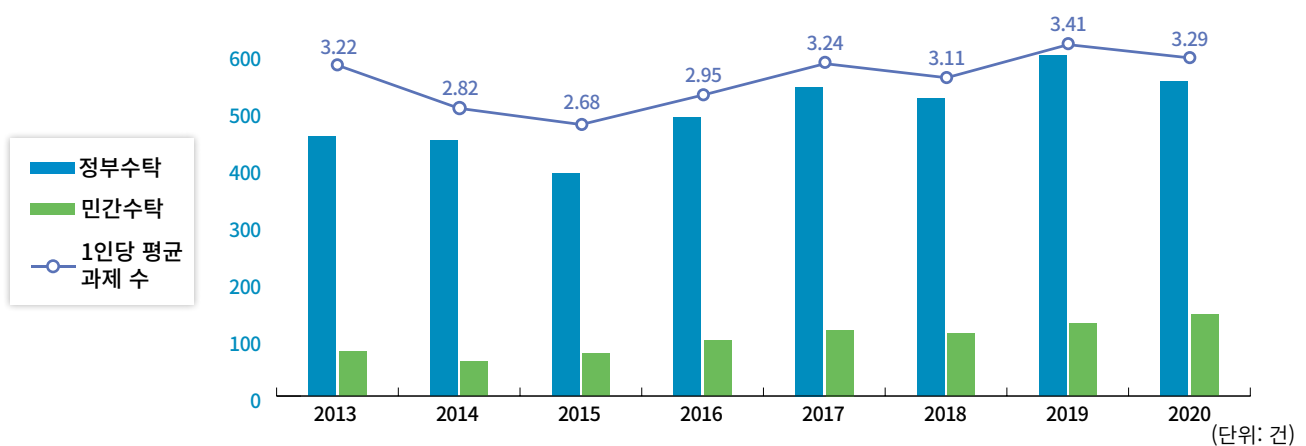
연구개발 예산 및 과제 현황

GIST는 국민의 삶의 질 제고를 위해 사회문제 해결형 연구수행으로 일자리 창출 기반을 마련하고자 국민·지역사회와 함께하는 포용적 연구개발을 수행하고 있습니다.

최근 연도별 연구비 추이 (2013~2020)



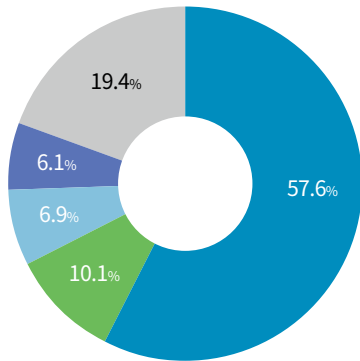
최근 연도별 과제건수 추이 (2013~2020)



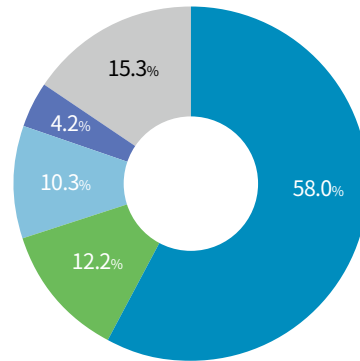
연도	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
정부수탁	456	448	391	489	542	522	598	552
민간수탁	78	60	75	98	116	110	128	143
1인당 평균 과제 수	3.22	2.82	2.68	2.95	3.24	3.11	3.41	3.29

부처별 구성 비율 추이

2016년 부처별 연구 비율(연구비)

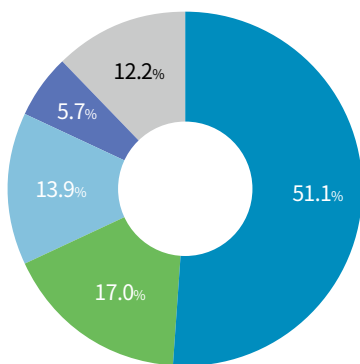


2020년 부처별 연구 비율(연구비)

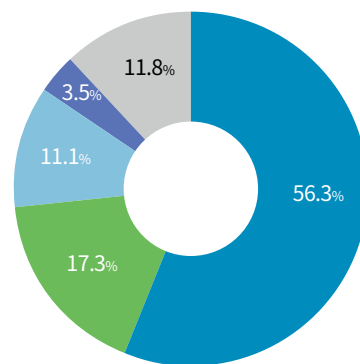


● 과학기술정보통신부 ● 산업통상자원부 ● 교육부 ● 환경부 ● 기타

2016년 부처별 연구 비율(과제건수)



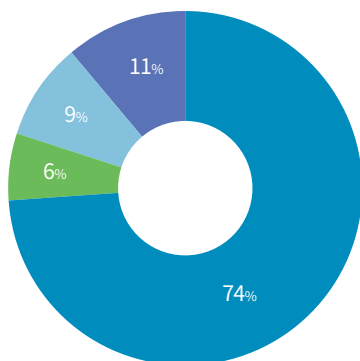
2020년 부처별 연구 비율(과제건수)



● 과학기술정보통신부 ● 산업통상자원부 ● 교육부 ● 환경부 ● 기타

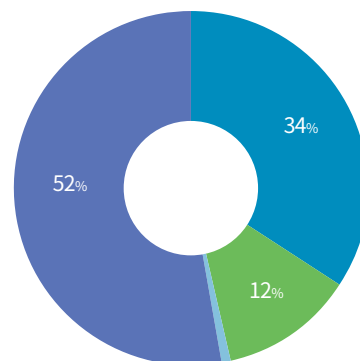
최근 5년간 연구개발 분야/단계

연구개발 단계별 비율(2016~2020)



● 기초연구 ● 응용연구 ● 개발연구 ● 기타

기술수명 주기별 비율(2016~2020)



● 도입기 ● 성장기 ● 성숙기 ● 기타

*출처 : <http://www.ntis.go.kr>(국가과학기술정보서비스)

최근 5년간 주요 연구개발 분야 (2016~2020, 연구과제 기준)



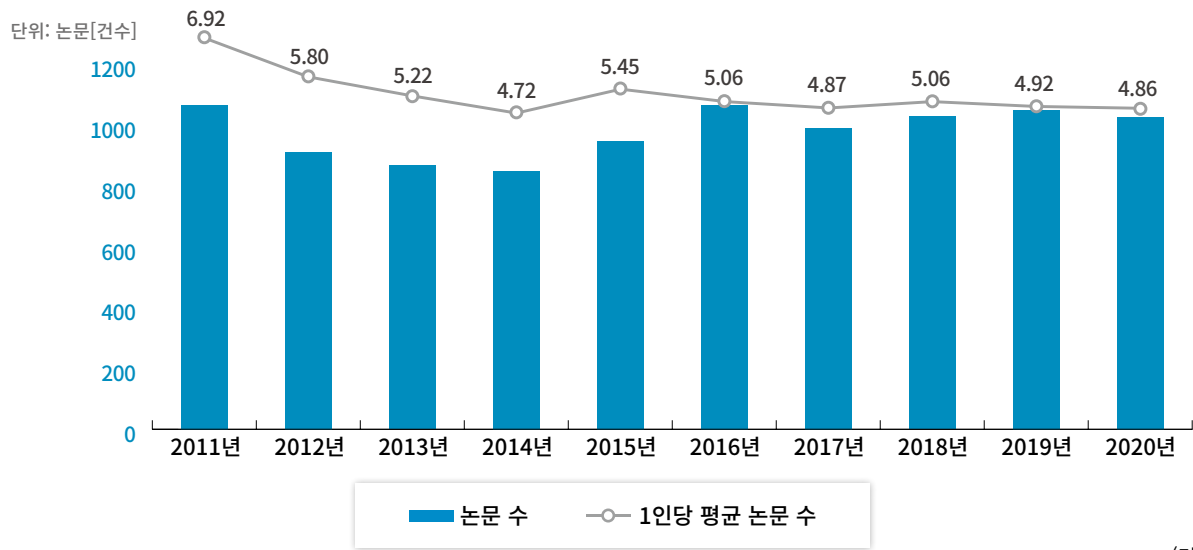
* 출처 : <http://www.ntis.go.kr>(국가과학기술정보서비스)

Research Performance



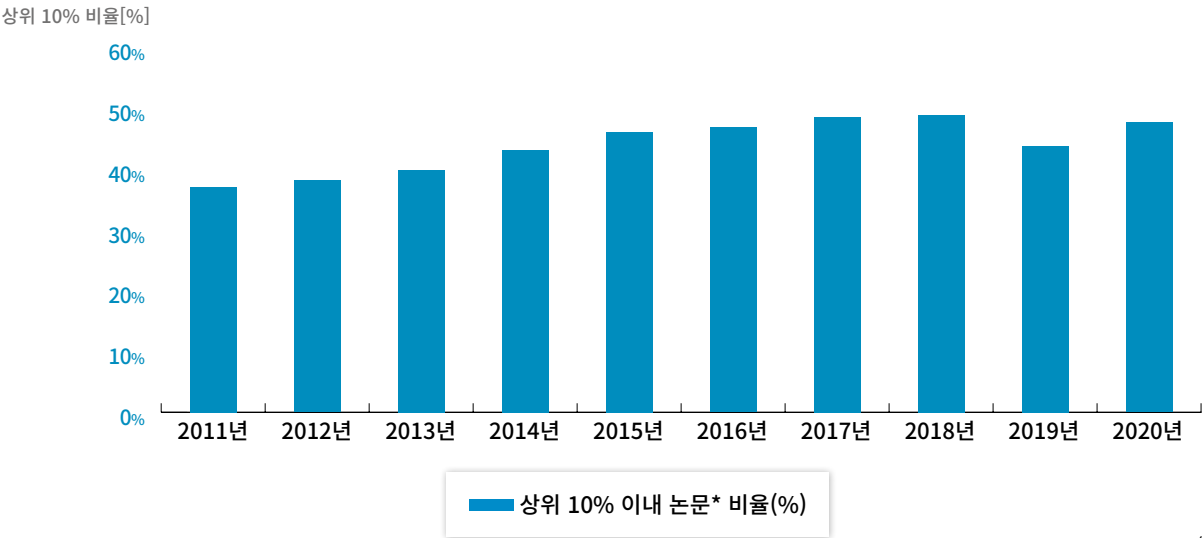
연구 성과

최근 10년간 논문 성과



(단위: 건)

연도	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
논문 수	1,066	911	867	849	948	1,006	989	1,028	1,049	1,025
1인당 평균 논문 수	6.92	5.8	5.22	4.72	5.45	5.06	4.87	5.06	4.92	4.86

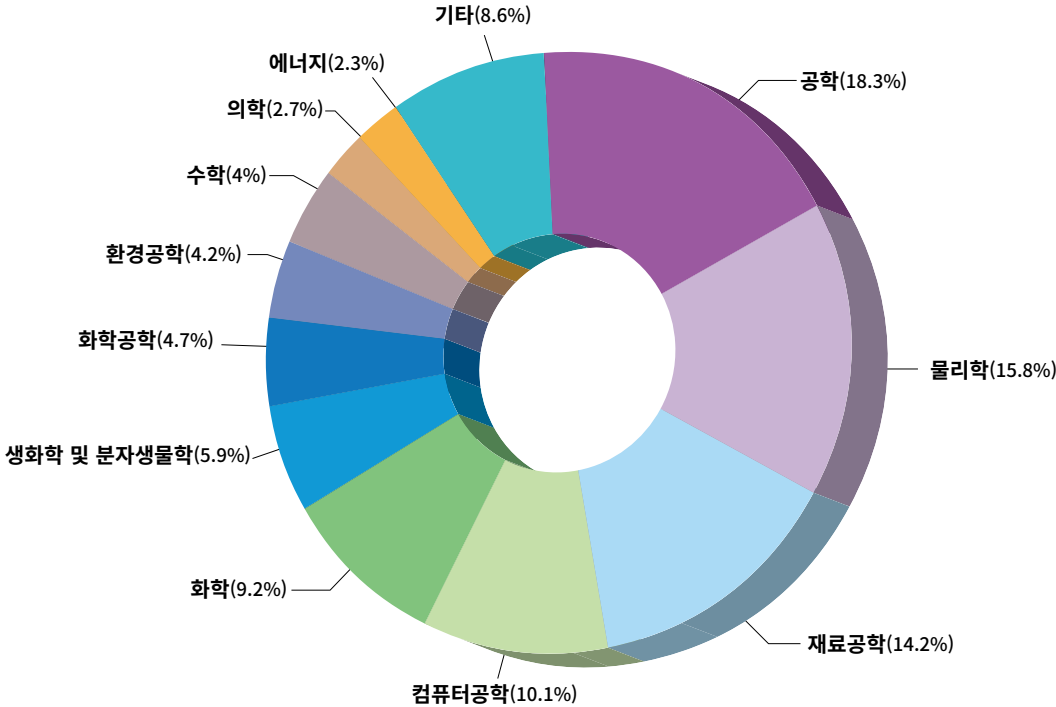


(단위: 건)

연도	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
상위 10% 이내 논문* 비율(%)	37	38.1	39.8	43.1	46.1	46.8	48.5	48.9	43.7	47.6

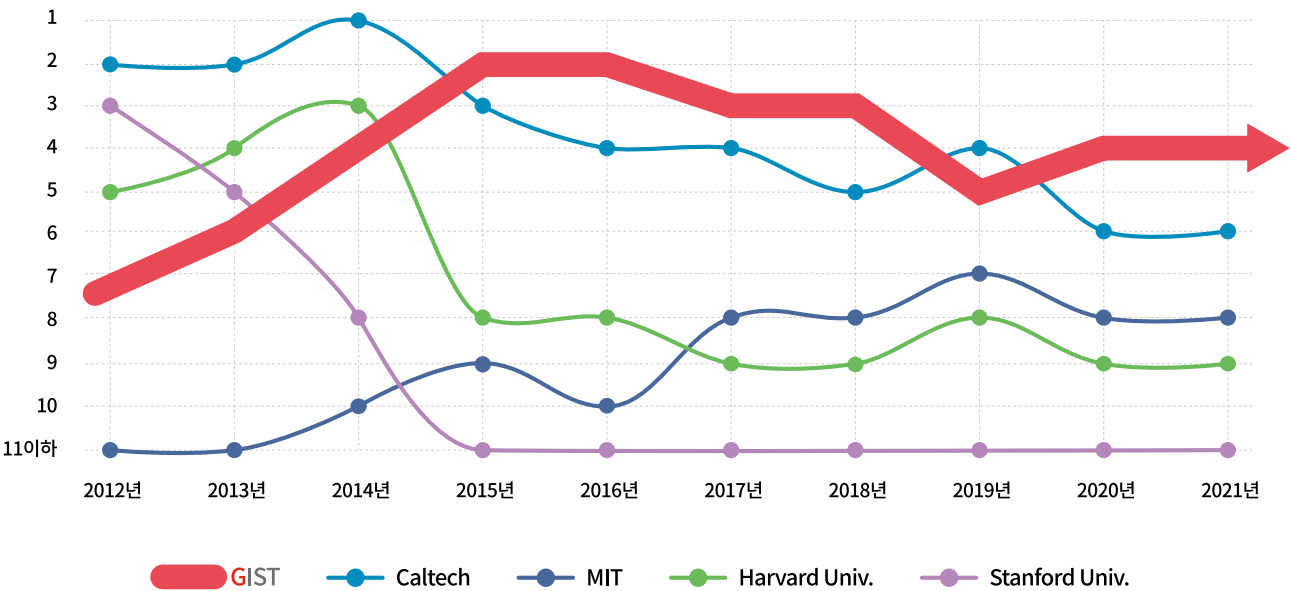
* CiteScore(학술지 영향력 평가 지표) 기준 상위 10% 이내 논문 (출처: www.scival.com)

최근 10년간 주요 연구 분야 (연구논문 기준)



*출처: www.scival.com

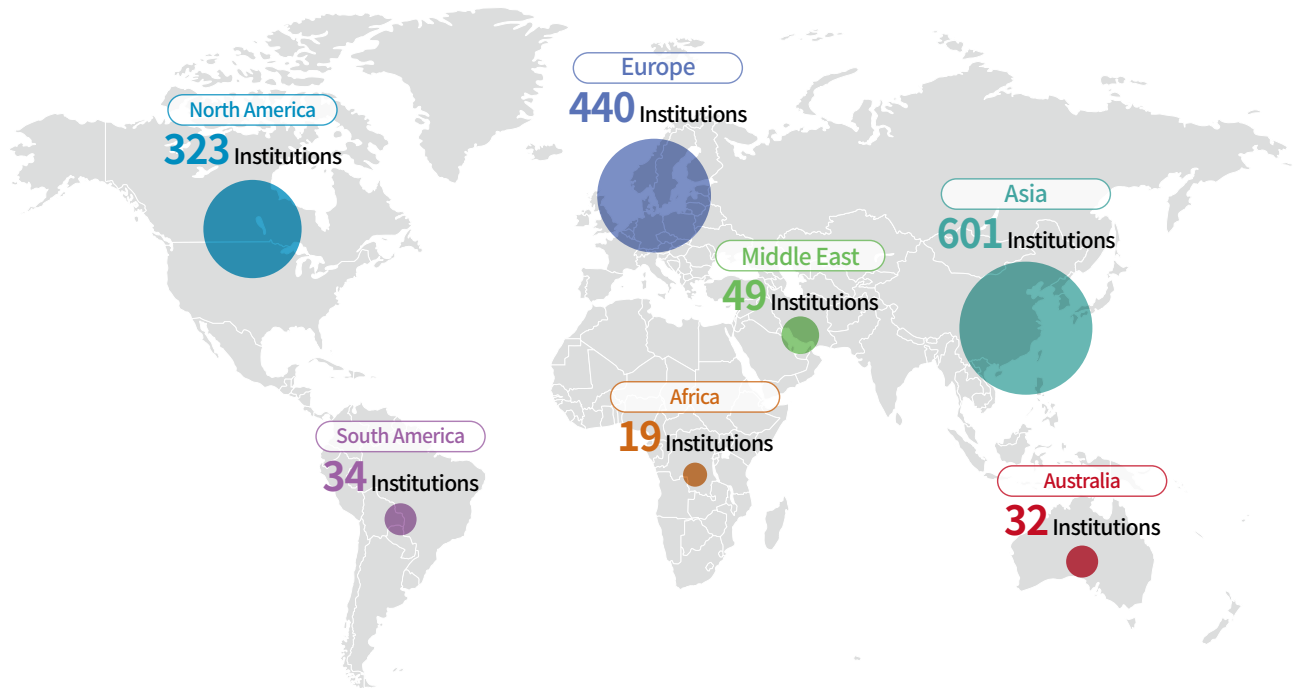
교수 1인당 논문 피인용수 세계 대학 순위



*출처: www.topuniversities.com(QS World University Ranking)

국제협력 연구 현황

대륙별 협력 연구기관 수 (2015~2020)



주요 국제협력 연구기관 (2015~2020)

NO	기관명	국가	대표적 연구주제
1	CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique,국립과학연구센터)	France	Physics, Material Science
2	The University of Tokyo	Japan	Physics, Computer Science
3	United States Department of Energy (미국 에너지부)	USA	Physics, Material Science
4	Chinese Academy of Sciences (중국과학원)	China	Physics, Engineering
5	University of California at San Diego	USA	Physics, Chemistry, Material Science
6	University of California at Berkeley	USA	Physics, Material Science
7	Stanford University	USA	Physics, Material Science, Chemistry
8	Imperial College London	England	Physics, Material Science, Chemistry
9	University of Washington	USA	Physics, Engineering
10	Harvard University	USA	Biochemistry, Medicine

* 출처 : <https://www.scival.com>

- 전기전자컴퓨터공학부
- 신소재공학부
- 기계공학부
- 지구환경공학부
- 생명과학부
- 융합기술학제학부
- 에너지융합대학원(학과)
- 물리광과학과
- 화학과
- 의생명공학과
- AI대학원
- 기초교육학부
- 고등광기술연구소
- 차세대에너지연구소
- 한국문화기술연구소
- 생명의과학융합연구소
- 국제환경연구소
- 인공지능연구소

GIST ANNUAL R&D REPORT

Main Research Achievements of 2020

Gwangju Institute of Science and Technology

지스트 대표 연구성과

Main Research Achievements of 2020

전기전자컴퓨터공학부
플렉서블 광전자 연구실

송영민

ymsong@gist.ac.kr

School of
Electrical Engineering
and Computer Science

밀폐된 공간의 열 방출을 위한 야누스 냉각 소재 개발



현재의 냉각 기술은 대부분 증기 압축 및 유체 냉각 시스템을 사용하여, 연료 고갈 및 탄소 배출의 문제를 가속한다. 차세대 대체에너지 개발에 대한 수요가 점진적으로 증가함에 따라, 외부전원 공급 없이 주변의 온도를 낮추어주는 수동형 복사 냉각 연구가 전 세계적으로 활발히 이루어지고 있다. 그러나 현재까지 연구된 수동형 복사 냉각 구조는 대기를 향하고 있는 소자의 열 방사율을 극대화해 냉각하는 방식이다. 이는 부착된 주변 위치만 냉각되므로 실내에서 가열되거나 온실 효과로 인해 내부가 가열되는 상황에서는 냉각하기 어려운 구조이다. 본 연구에서는 야누스(Janus) 양면 열복사 특성을 최적화, 이를 실제로 구현하여 자동차 모형에 적용하여 밀폐된 자동차 모형 내부의 온도를 에너지 사용 없이 기존 수동 복사 냉각 소재 대비 내부 온도를 4°C 냉각하였다.

연구 배경

화석연료 고갈과 지구온난화 등의 문제 속에서 친환경 소재의 중요성이 강조되고 있는 가운데, 자연적 열 방출인 복사 현상을 이용하는 수동형 복사 냉각 방식이 주목받고 있다. 그러나 기존의 냉각 방식은 한쪽 단면에서만 열을 방출하기에 부착된 표면(surface)의 냉각에만 그쳐 공간(space)의 열을 배출시키기는 어려웠다. 수동 복사 냉각 시스템의 효과적인 활용을 위해서는 밀폐 공간에서 갇혀있는 복사열을 효과적으로 제어할 수 있는 새로운 형태의 복사 소자의 개발이 필수적이다.

연구 내용

본 연구에서는 위 아랫면에서의 복사 파장이 다른 야누스 복사 냉각기(Janus thermal emitter)를 제작하였다. 제안하는 구조는 위에서부터 차례로 폴리머(PDMS), 은(Ag), 석영(SiO₂)으로 된 두께 500μm 정도의 다층패널 형태로, 온도를 낮추고자 하는 공간의 위를 덮는 형태로 냉각 효과를 낼 수 있다. 태양광을 강하게 반사(90% 이상)하는 금속 은(Ag)을 기준으로 위 아랫면에서의 복사 특성을 분리하여, 아랫면은 밀폐된 공간에서 열을 흡수하고 흡수된 열을 윗면을 통해 방출시킨다(그림 1). 개발된 냉각소재는 맨 아래 놓인 석영 구조체가 접하고 있는 밀폐된 공간 내부의 열을 흡수(광대역 복사)하면, 그 위의 폴리머 구조체가 이 열이 주변 공기를 데우는데 쓰이지 않도록 하면서 전자기파 형태로 방출(선택적 복사)하여 밀폐공간의 온도를 낮춘다. 실제 차량모사 환경에서 측정한 결과 기존 수동복사냉각 소재※가 '표면'만 냉각시키는 데 반해 이 소재는 차량 '내부'의 온도를 43°C에서 39°C로 4°C가량 낮출 수 있다.

*기존 수동복사냉각 소재 : 태양광을 반사하는 알루미늄(Al) 기판, 두께 100 μm의 폴리머(PDMS)로 된 이상적인 광대역 복사기

기대 효과

본 연구팀이 보고한 야누스 복사 냉각 구조는 현재까지 보고된 최고 수준의 수동 복사 냉각 특성을 보였으며, 기능적으로는 새로운 응용을 제안하여 기존 개념의 한계를 타파하였다. 전자, 물리, 및 재료 분야 간 통합 연구가 진행되기 때문에 학문적 시너지 효과를 기대할 수 있으며 융합형 인재 양성이 이루어질 것이다.

양면 복사 특성을 활용하는 야누스 수동복사 소자는 국/내외 연구 보고가 전무하기 때문에 제안 구조가 성공적으로 개발될 경우 수동형 복사 냉/난방 시스템에 관한 원천기술의 선 확보가 가능하며, 에너지 기술 분야 전반에 큰 파급 효과를 가져올 수 있으며 국가 경쟁력 제고에 크게 기여할 것으로 기대된다.

연구 성과

[논 문] Heo, S. Y., Lee, G. J., Kim, Y. J., Ishii, S., Kim, M. S., Seok, T. J., Lee, B. J., Lee, H., Song, Y. M.*, "A Janus emitter for passive heat release from enclosures." Science advances 6.36 , eabb1906 (2020) .

[특 허] 상하면의 열방사 특성이 상이한 야누스 특성을 갖는 수동복사 냉각패널, 2020-0024454

[언론보도] 조선일보 등 17개 국내 언론사 및 Eureka Alert, Nanowerk 등 26개 해외 언론 소개

[기술이전] (상하면의 열방사 특성이 상이한 야누스 특성을 갖는 수동복사 냉각패널, 2020-0024454), (주)포엘 기술이전

연구비 지원

This work was supported by the National Research Foundation (NRF) of Korea(NRF-2020R1A2C2004983/NRF-2018M3D1A1058997/NRF-2018R1A4A1025623) and by GIST Research Institute (GRI) grant funded by the GIST in 2020. This work was also supported by JST, PRESTO Grant Number JPMJPR19I2, Japan. G.J.L. acknowledges support from the NRF (NRF-2017H1A2A1042138).

그림 1

직사광선 아래에서 주차된 차량에 적용된 야누스 구조의 모식도

제안된 야누스 구조는 위에서부터 순차 적으로 폴리머, 은(Ag), 및 마이크로 공진 구조의 석영(SiO₂)으로 구성됨.



Main Research Achievements of 2020

신소재공학부
고흥조

heungcho@gist.ac.kr

School Of
Materials Science And
Engineering3차원 형태로 자동변형 가능한
전자소자 개발

웨어러블 디바이스, 생체로봇 등을 원하는 형태로 구현하기 위해서는 3차원 형태의 전자소자 기술이 중요하다. 본 연구는 박막형 유연 전자소자를 제작하여 이를 3차원으로 자동 변형시킬 수 있는 방법론을 제시한다. 먼저 10 마이크로미터 보다 얇은 박막형 전자소자를 제작한다. 이런 소자는 형태 변형이 쉽게 이루어 질 수 있으나, 특정 형태로 변형시킨 후 그 형태를 유지하기 위해서는 가변형 보조 프레임이 필요하다. 이를 위해 아크릴로나이트릴 부타디엔 스타이렌(ABS, acrylonitrile butadiene styrene) 공중합체로 가변형 프레임을 제작하고, 압출 전단 인쇄와 열적 완화 과정을 통해 자동으로 원하는 형태로 변할 수 있는 기술을 개발했다. 압출 전단 방식을 통해 인쇄된 ABS는 열이 가해졌을 때, 수축하는 특성이 있다. 또한, ABS가 유리 전이 온도 이상으로 가열되면, 고분자가 유동할 수 있는 고무상이 된다. 압출 전단 인쇄에 의한 ABS의 수축하는 힘과 고분자가 유동할 수 있는 상태가 되는 열적 완화 과정이 결합하여 자동으로 형태 변형이 이루어진다. 수축성이 없는 ABS 필름에 방향성 있는 ABS 선을 압출 전단 인쇄할 경우, 그 방향을 따라 구부러지게 된다. 이때, 가변형 고분자 프레임에 압출 전단 인쇄하는 ABS 선의 조절을 통해 변형 방향, 정도 등을 제어할 수 있어 원하는 3차원 형태를 자유롭게 구현할 수 있다.

연구 배경

본 연구실에서는 3차원 전자소자를 개발하기 위해 평면 형태의 박막 전자소자를 형태 변형 시키는 기술에 대해 연구를 진행한 바 있다. 하지만 기존의 연구에서는 형태 변형이 자동으로 이루어지는 것이 아니라 형태 변형이 가능한 상태로 만든 뒤 손으로 접어 3차원 구조를 만들었다. 손으로 조절하기 힘든 복잡한 형태로 변형을 일으키기 위해 자동으로 변형할 수 있는 방식에 대한 연구를 진행했다.

연구 내용

3차원 전자소자는 전방향 통신이 필요한 이미지 센서, 디스플레이 소자, 안테나, 에너지 소자 또는 다양한 형태의 구현이 필요한 웨어러블 소자, 생체 로봇 등 그 활용도가 매우 높아 많은 연구가 진행되고 있다. 3차원 전자소자를 구성하기 위해 3차원 구조체에 전자소자를 직접 제작하는 공정기술 개발을 위해 많은 연구가 진행되고 있으나, 기존의 평면 실리콘 기판 기반의 반도체 공정의 수준을 따라잡기는 매우 힘들다. 반면, 형태 변형기술을 통해, 평면형 전자소자를 3차원 형태로 제작할 경우, 기존 반도체 공정기술을 이용하여 제작된 고성능, 고집적 평면형 전자소자를 그대로 활용할 수 있다. 두께 10 마이크로미터(μm) 이하의 박막형 유연 전자소자는 형태 변형이 쉬우나, 원하는 형태의 구현 및 변형 시 전자소자의 안정성 확보를 위한 형태 변형 제어 기술이 필요하다. 또한, 매우 작은 크기나 복잡한 구조를 구현하기 위해 원하는 형태로 자동으로 변해야 한다.

연구팀은 압출 기반 3D 프린팅을 통해 전단 응력을 갖는 ABS 선을 ABS 고분자 프레임에 인쇄하고, 이를 유리 전이 온도 이상으로 가열하여, 유동성을 갖게 하는 열적 완화 과정을 통해, 평면 형태에서 3차원 형태로 변할 수 있는 가변형 고분자 프레임을 개발하였다 (그림 1). 개발한 가변형 고분자 프레임에 금속 기반 전극과 산화물 반도체인 인듐 갈륨 아연 산화물 기반 박막트랜지스터 소자를 장착하고 형태 변형을 진행하였을 때, 열적 완화 과정에

서 전극과 소자에 작용하는 응력을 현저히 감소시켜, 전극과 소자가 안정적으로 구동됨을 확인할 수 있었다. 변형 방향 및 정도를 손으로 직접 조절하는 것이 아닌 가변형 고분자 프레임에 압출 전단 인쇄하는 ABS 선의 길이, 두께, 너비와 ABS 선 간의 거리, ABS 선의 위치를 달리함에 따라 제어할 수 있어 원하는 3차원 구조체를 구현함에 자유도가 매우 높다. 또한, 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 고분자 프레임의 형태 변형 시 전극, 소자, 고분자 프레임의 응력 분포를 보았을 때, 전극, 소자, 고분자 프레임의 허용 범위를 벗어나지 않고 기계적 안정성을 가짐을 확인할 수 있었다.

기대 효과

압출 전단 인쇄와 열적 완화 과정을 통한 형태 변형기술은 평면 형태의 고성능 전자소자를 원하는 3차원 형태로의 구현을 가능하게 한다. 특히 이 기술은 미리 설계한 형태로 자동으로 변하여, 손으로 제어하기 힘든 매우 작은 크기나, 복잡한 구조를 구현할 수 있다. 이 기술은 3차원 구조체가 필요한 센서, 디스플레이, 통신 장비, 웨어러블 장치, 생체 로봇 등의 플랫폼 개발에 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

연구 성과

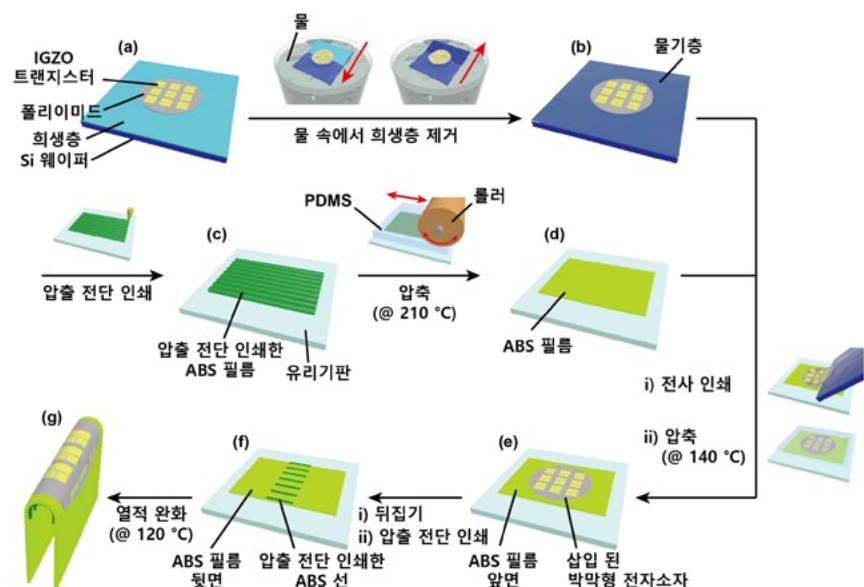
[논 문] • H. S. Jang, S. Yoo, S. H. Kang, J. Park, G.-G. Kim, H. C. Ko, “Automatic transformation of membrane-type electronic devices into complex 3D structures by extrusion shear printing and thermal relaxation on acrylonitrile-butadiene-styrene frameworks”, Adv. Funct. Mater. 30, 1907384 (2020)

연구비 지원

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2018R1A2B2005067).

그림 1

압출 전단 인쇄와 열적 완화 과정을 통한 박막형 전자소자의 형태 변형 공정 모식도.



Main Research Achievements of 2020

기계공학부
지술근

sjee@gist.ac.kr

School Of
Mechanical
Engineering난류 천이 유동 모델링 :
아음속에서 초음속까지

유동의 난류 천이라는 중요한 유동 현상을 효과적이며 정확하게 모사하는 기법을 개발하여 아음속과 고속의 초음속 유동까지 적용하였다. 본 연구에서 개발한 모델로 고속 비행체 공력 해석과 공력 설계에 기여할 수 있으며, 이는 한국형 고속 비행체 개발로 이어질 것으로 기대된다.

연구 배경

물체 주변의 유동에서 경계층 유동(boundary layer flow)은 중요한 물리 현상 중에 하나이며, 층류(laminar flow)에서 난류(turbulent flow)로의 천이(transition)는 유동이 물체에 미치는 힘을 결정하는데 매우 중요하다. 특히, 비행체 경계층 유동의 난류 천이는 비행체의 항력에 직접적인 영향을 끼친다. 높은 마하수의 고속 유동에서는 천이 지점 전후로 공력 가열이 크게 변하며, 고속 비행체를 보호하는 열차폐 시스템 설계 시 난류 천이는 필수적으로 반영되는 유동 현상이다. 발사체와 고속 비행체 설계 제작을 주도하는 여러 국가에서는 난류 천이 모사 기법에 대한 선진 기술을 개발하고 있으며, 국내에서도 효율적으로 천이 지점을 정확히 예측하는 기법이 필요하다.

연구 내용

난류 천이 지점 예측과 천이 이후의 난류 경계층 유동을 정밀하게 모사하기 위한 혁신적인 모델링 기법을 개발하였다. 이 기법은 경계층 안정성(stability) 해석과 대와류모사(large-eddy simulation, LES)기법을 결합하여 효과적이며, 정확한 수치해석을 가능케 한다.

본 연구에서는 경계층 안정성 이론에 기반하여 천이 이전의 층류 경계층의 불안정한 모드를 효과적으로 예측하였다. 층류 유동내의 불안정한 모드간의 비선형 상호작용으로인해 비선형 유동 현상인 난류로의 천이가 진행되는데, 포물형 안정성 방정식(parabolic stability equation, PSE)을 통해 이러한 비선형 현상을 매우 정확하게 해석하였다. PSE로는 천이가 완료되어 완전히 난류가 된 유동 해석은 제한적이므로, 난류를 매우 정교하게 모사하는 LES가 PSE 해석 영역의 하류에 결합하였다.

본 연구에서 개발된 PSE+LES 해석기법은 속도가 상대적으로 느린 아음속 영역에서 먼저 검증하였다. 그리고 마하수 3의 초음속 영역에서도 추가 검증을 진행하였다. 속도에 따라 불안정한 모드의 형태가 달라지며 이는 안정성 이론에 기반한 PSE 수치해석으로 매우 정확하게 도출되어 각 속도 영역(아음속, 초음속)에 적합한 불안정 모드를 생성할 수 있다. 불안정 모드간의 초기 비선형 상호작용 구간은 PSE로 정확히 해석이 되며 후반 구간은 직접수치해석(direct-numerical simulation)급 정확도를 보장하는 LES로 진행하였다. LES에서 사용되는 아격자(sub-grid-scale)모델은 보통 난류 영역에서만 검증이 되었는데 본 연구에서는 천이되는 과정에서 수학적으로 그리고 수치해석적으로 검증하였으며, 이는 세계 최초이다.

기대 효과

고성능 발사체/비행체 공력 설계에 기여

국가 안보 차원에서 초음속/극초음속 비행체 설계에 대한 국내의 관심사가 매우 높다. 이러한 고속 비행체 설계 및 해석 시 유동의 난류 천이 현상은 비행체의 항력과 공력 가열 등에 밀접하게 연관되어 있다. 본 연구에서 개발한 기법으로 난류 천이에 대한 정확한 모사로 고속 유동의 정확한 공력 해석이 가능하며, 이에 기반한 설계에 기여할 수 있다.

데이터 기반 유동 모델 개발에 기여

난류 유동에 비해 난류 천이 현상에 대한 고정밀 수치해석 데이터는 국내외에서 매우 미흡한 실정이다. 그리고 난류 천이에 대한 저차(low order) 모델은 비행체 설계에 꼭 필요한 부분이나, 기존의 모델들은 정확도가 매우 낮다. 본 연구를 통해 획득한 아음속 및 초음속 난류 천이 고정밀 수치해석 데이터는 국내외 연구진에 공유되어 데이터 기반 유동 모델 개발에 기여할 수 있다.

연구 성과

[논 문] • Kim, M., Lim, J., Kim, S., Jee, S., & Park, D. (2020). "Assessment of the wall-adapting local eddy-viscosity model in transitional boundary layer". Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 371, 113287.

• Lim, J., Kim, M., Kim, S., Jee, S., & Park, D. (2021). "Cost-effective and high-fidelity method for turbulent transition in compressible boundary layer". Aerospace Science and Technology, 108, 106367.

[언론 보도] • 항공기 원활한 비행 막는 난류의 시작점 예측한다. 2020.09.21, 동아사이언스.

• 초음속 난류 유동의 시작 예측한다. 2020.12.22, 뉴스웍스.

[기 타] • 과학기술정보통신부 우주핵심기술개발사업 우수성과 과제로 선정

연구비 지원

This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Ministry of Science and ICT (MSIT) of Korea(Grant No. 2017M1A3A3A02016810) under the Space Core Technology Development Program.

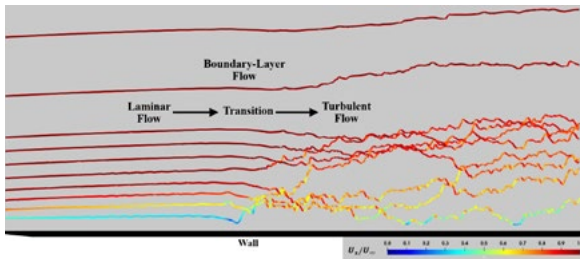


그림 1 경계층 유동의 종류에서 난류로의 천이 과정의 개념도. 본 연구의 수치해석결과로 유동 가시화함 [Kim, M., Lim, J., Kim, S., Jee, S., & Park, D. (2020). Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 371, 113287].

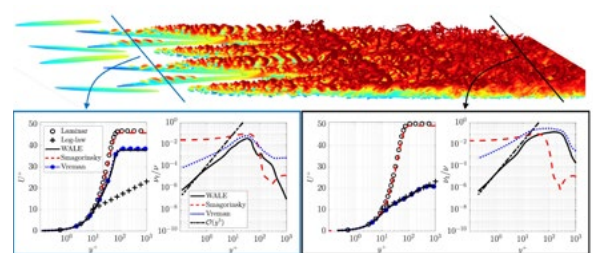


그림 2 경계층 유동의 난류 천이 현상에서 대와류모사 해석 시 아 격자(sub-grid-scale) 모델의 정확도 비교 분석 [Kim, M., Lim, J., Kim, S., Jee, S., & Park, D. (2020). Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 371, 113287].

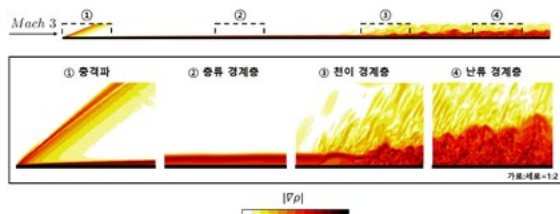


그림 3 초음속 경계층 유동에서의 난류 천이 수치해석의 전반적인 유동장. ① 충격파, ② 층류, ③ 천이, ④ 난류 영역. 수치해석 결과로 유동 가시화함 [Lim, J., Kim, M., Kim, S., Jee, S., & Park, D. (2021). Aerospace Science and Technology, 108, 106367].

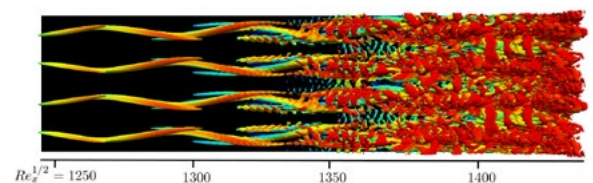


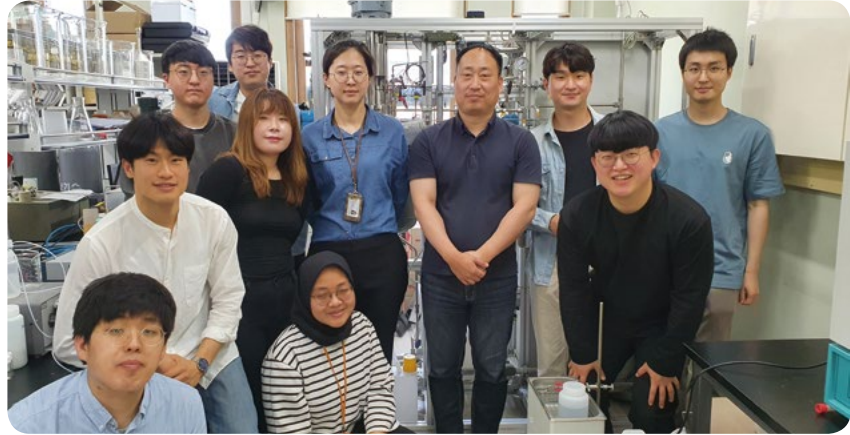
그림 4 마하수 3의 초음속 경계층 유동의 난류 천이 과정에서 생기는 전반적인 와류 구조 [Lim, J., Kim, M., Kim, S., Jee, S., & Park, D. (2021). Aerospace Science and Technology, 108, 106367].

Main Research Achievements of 2020

지구환경공학부

박영준

young@gist.ac.kr

School Of
Earth Sciences And
Environmental
Engineering탄소중립을 위한 가스 하이드레이트 기반
고효율 이산화탄소 포집 기술

sH 하이드레이트는 다른 구조에 비해 상대적으로 온화한 형성 조건과 높은 가스 저장량으로 인해 가스 저장 및 분리 매개체로 주목받고 있으며, 연소 후 CO₂ 포집 공정으로의 적용에 초점이 맞춰지고 있다. 그럼에도 불구하고, N₂ + CO₂ 혼합 가스의 sH 하이드레이트에 대한 열역학적 안정성과 공정 과정 중 구조적 변형 발생 가능성에 대한 심층적인 조사는 보고되지 않았다. 가스 하이드레이트를 기반으로 한 CO₂ 포집 기술은 가스 하이드레이트의 반복적인 형성 및 해리 과정을 통한 CO₂의 단계적 농축을 포함하기 때문에, 가스 하이드레이트 기반의 CO₂ 분리 공정 설계에 있어서 다양한 N₂ : CO₂ 비율 조건에서의 구조적인 열역학적 안정성과 동역학적 특성이 매우 중요하다. 본 연구에서는 구조적 안정성과 구조 의존성 동역학적 특성에 초점을 맞추어 3,3-Dimethyl-1-butanol(DMB) + N₂ + CO₂ 하이드레이트의 특성을 조사하였다. $P - T$ 상평형, 가스 저장량, 분리 계수, 형성 속도 요소를 중점으로 실험이 진행되었으며, 본 연구를 통해 새로운 공정 변수를 제안하고 새로운 형성 안정제를 제시함으로써 가스 하이드레이트 기반의 CO₂ 포집 공정에서의 이해를 넓힐 수 있는 중요한 통찰력을 제공할 것으로 기대된다.

연구 배경

지구 온난화가 가속화됨에 따라 탄소 포집, 활용 및 저장 (CCUS) 기술과 관련된 다양한 CO₂ 포집 연구가 광범위하게 진행되고 있다. CO₂ 감축을 위한 여러 연구 중 가스 하이드레이트 기반의 CO₂ 분리는 에너지 효율적인 CO₂ 재생 공정에 대한 잠재적인 이점으로 인해 차세대 기술로 인식되고 있다. 가스 하이드레이트는 잘 알려진 sl, sII, sH의 세 가지 결정 구조를 가지는 포집 화합물의 일종이다. 가스 하이드레이트의 각 결정 구조는 뚜렷한 열역학적 안정성과 동역학적 특성의 차이를 가진다. 완화된 온도-압력의 상평형 조건과 높은 CO₂ 포집량은 가스 하이드레이트 기반의 CO₂ 포집공정으로의 적용에 있어 중요한 요소 인식되고 있기 때문에, 공정 설계를 위한 가스 하이드레이트의 결정 구조의 적절한 선택은 완벽한 공정 요소에 대한 이해를 바탕으로 진행되어야 한다. 비교적 큰 가스 포집량을 가지는 sH 하이드레이트 기반의 CO₂ 포집의 경우 CO₂ 분자가 sH 하이드레이트의 구조 안정성에 영향을 미쳐 제한된 조건에서만 형성되기 때문에 보다 면밀히 조사되어야 한다. 하지만, 연소 후 CO₂ 포집 공정으로 적용을 하기 위해 필수적인 sH 하이드레이트의 N₂ + CO₂ 혼합 기체 하에서의 구조적 변형에 대한 조사는 연구되지 않았다. 본 연구에서는 sH 하이드레이트 기반의 CO₂ 포집 기술 적용을 위한 필수적인 특성 정보를 제공하기 위해 N₂ + CO₂ sH DMB 하이드레이트의 열역학적 안정성 및 동역학적 특성을 조사하였다.

연구 내용

본 연구에서 DMB + N₂ + CO₂ 하이드레이트의 열역학 및 동역학적 특성은 CO₂ 포집 공정으로의 적용을 위해 조사되었다. HRPD 분석은 DMB + N₂ + CO₂ (80:20, 50:50, 20:80 몰농도) 하이드레이트의 모든 농도에서 sH 하이드레이트가 형성 가능함을 보여준다. DMB + N₂ + CO₂ + H₂O 시스템의 상평형 측정 결과 또한 모든 혼합 가스 조성에서 DMB의 존재 하에서 구조적 변형을 통한 sH 하이드레이트를 형성 할 수 있음을 시사한다. 5 중점 (T_{th}, P_{th})의 CO₂ 농도에 따른 추세와 sH 하이드레이트 케이지의 비대칭성 및 크기를 고려하였을 때, CO₂ 조성이 DMB 존재 하에서 sH 하이드레이트의 구조적 변형 및 안정성을 결정하는데 중요한 역할을 할 수 있음을 확인하였다.

실제 공정으로의 적용 시 구조적 의존성에 따른 동역학적 특성 차이를 확인하기 위해 하이드레이트 형성 속도와 관련된 유도 시간, 총 기체 저장량과 관련된 표준화된 가스 포집량, 분리 효율을 확인 가능한 선택 분리도를 중점으로 측정되었다. sH 하이드레이트의 유도 시간은 모든 가스 조성에서 sl 하이드레이트보다 짧은 것으로 확인되었다. sH 하이드레이트의 표준화 된 총 가스 포집량은 N₂ (20%) + CO₂ (80%) 조성에서 더 높은 양으로 측정되었다. CO₂ 분리 계수는 N₂ + CO₂ (80:20, 50:50 mol%)에서 높은 값으로 확인되었다. 따라서 열역학적 안정성과 동역학적 성질을 기반으로 한 성능을 종합적으로 고려한 결과, DMB + N₂ + CO₂ 시스템에서 sH 안정 영역 아래에서의 가스 하이드레이트 형성이 sH 하이드레이트 기반 CO₂ 포집에서 필수적임을 확인하였다.

기대 효과

본 연구는 N₂ + CO₂ 시스템의 높은 CO₂의 조성에서 sH 하이드레이트를 형성 할 수 없다고 알려진 Neohexane, Methylcyclopentane 과 같은 대표적인 sH 형성제와 달리 3,3-Dimethyl-1-butanol을 새로운 sH 형성제로 제시함으로써 높은 CO₂ 조성에서도 sH 하이드레이트를 형성을 통해 압력 및 온도 조건을 완화하여 유지 할 수 있음을 보여주었다. 이는 sH 하이드레이트 기반의 N₂ + CO₂ 분리 공정에서 유일하게 순수한 CO₂ 농도에 도달 할 때까지 sH 하이드레이트의 장점을 유지 할 수 있음을 의미한다. 또한, 하이드레이트 격자의 비대칭성을 통해 sH 하이드레이트 기반 CO₂ 포집 기술의 핵심 인자로서 CO₂ 농도에 따른 구조적 변형 특성 조사가 필수적인 요소로 작용하여야 함을 제안하였다. 본 연구의 결과는 가스 하이드레이트의 반복적인 형성-해리를 통한 CO₂의 단계적 농축을 포함하는 가스 하이드레이트 기반 CO₂ 포집 과정에 대한 중요한 통찰력을 제공 할 수 있을 것으로 기대된다.

연구 성과

[논문] • Y. Lee, S. Moon, S. Hong, S. Lee, Y. Park*, "Observation of Distinct Structural Transformation between sl and sH Gas Hydrates and Their Kinetic Properties during CO₂ Capture from N₂ + CO₂", Chemical Engineering Journal, 389, 123749 (2020)

[특허] • 박영준, 이윤석, "가스 하이드레이트 형성촉진제 및 가스 하이드레이트를 이용한 이산화탄소 분리 방법", 출원번호: KR 10-2020-0012693

연구비 지원

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2015R1D1A1A02061741), and Gist Research Institute (GRI) grant funded by the GIST in 2019.

Main Research Achievements of 2020

생명과학부
박대호

daehopark@gist.ac.kr

School Of
Life Sciences사멸세포제거동안 Crbn의 Orai1조절을
통한 calcium influx조절

본 연구는 Crbn이 SOCE를 관여하는 단백질중 하나인 Orai단백질을 기질로 하여 Crbn을 유비퀴틴 시킴으로써 Orai의 단백질 발현을 조절할 수 있다는 것을 밝혔다. 더불어 사멸세포제거동안 Crbn의 Orai1의 유비퀴틴화 능력은 감소하게 되어 Orai의 발현이 증가하고 그 결과 SOCE를 증가시킬 수 있음을 보고하였다. 결국 SOCE의 증가를 통해 대식세포가 사멸세포 제거를 원활하게 할 수 있음을 확인하였다.

연구 배경

사멸세포제거는 다세포 동물에서 조직항상성, 발생, 그리고 면역조절에 중요한 역할을 담당하고 있다. 사멸세포 제거 과정동안에 calcium flux가 조절되는 것으로 알려져 있지만, 이에 대한 분자 조절기전은 알려져 있지 않다.

연구 내용

본 연구에서는 유전학적, 생화학적, 약학적 접근법을 통해 사멸세포제거동안, Crbn이 Orai1의 단백질 수준을 조절함으로써 Calcium flux를 증가시킬 수 있음을 규명하였다. 식세포에서 Crbn의 발현량은 사멸세포제거 능력과 반비례 관계를 관찰하였는데, 이는 식세포내 칼슘 유입과 비례하였다. 더불어 Crbn이 store operated calcium entry (SOCE)를 조절할 수 있는 Orai1 calcium channel과 결합하여 ubiquitination을 통하여 발현량을 조절할 수 있음을 발견하였다. 사멸세포제거 동안 Crbn과 Orai1의 결합은 약해지고 이에따라 ubiquitination 역시 감소하게 되어 결과적으로 Orai1의 발현 수준은 증가하게 된다. 사멸세포제거동안 Orai1은 Crbn과 Stim1에 경쟁적으로 결합하여, 결과적으로 Crbn과의 결합이 약해진다. 결론적으로, 사멸세포제거동안 Crbn과 Orai1과의 결합이 약해지고 이를 Orai1의 ubiquitination을 감소시켜 식세포의 Orai1의 발현 수준을 증가시키게 된다. 이는 결과적으로 SOCE를 통한 식세포내 calcium의 유입을 증가시키게 된다. 본 연구는 사멸세포제거동안 알려져 있지 않은 calcium flux의 조절 기전을 규명했다는 큰 의미가 있다.

기대 효과

사멸세포제거는 여러 질환들과 관련이 많으며, 특히 사멸세포제거의 결함이 발생하였을 때, 자가면역질환등이 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구는 이러한 자가면역질환 치료방법 및 치료제 개발에 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

연구 성과

[논 문] • Moon H, Min C, Kim G, Kim D, Kim K, Lee SA, Moon B, Yang S, Lee J, Yang SJ, Cho SK, Lee G, Lee CS, Park CS, Park D. Crbn modulates calcium influx by regulating Orai1 during efferocytosis. Nat Commun. 2020 Oct 30;11(1):5489.

연구비 지원

This work was supported by the National Research Foundation of Korea funded by the Korea government (MSIP) (2019R1A2C1006480, 2019R1I1A1A01057419, and 2019R1A4A1028802) and by Aging Research Institute at GIST.

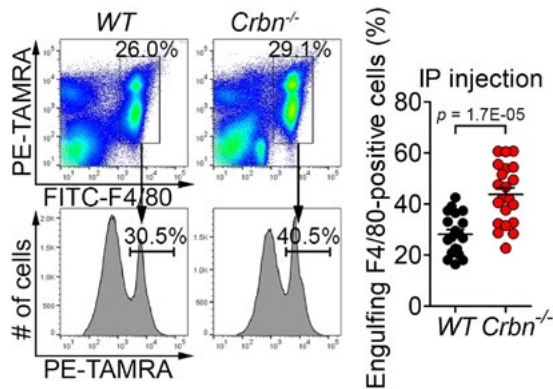


그림 1 Crbn이 결손된 생쥐에서 사멸세포 제거 능력이 향상됨

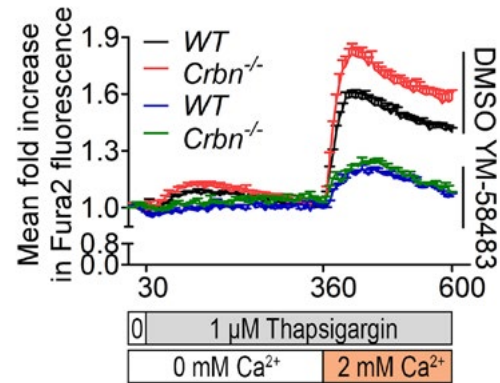
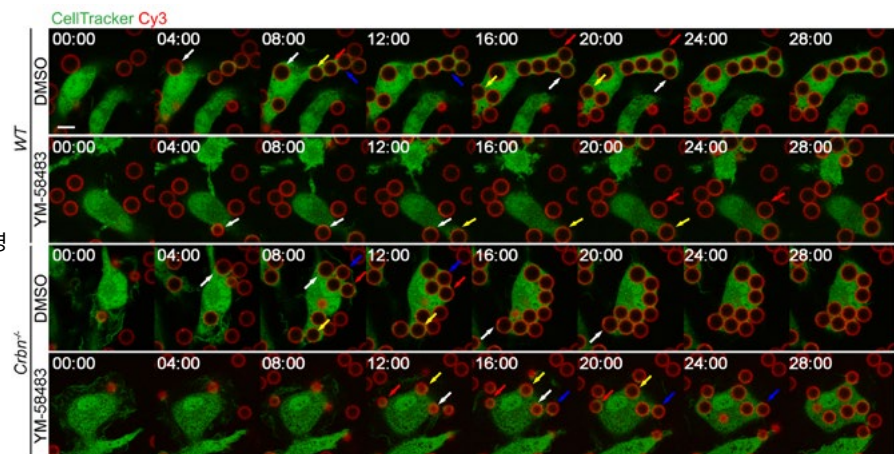


그림 2 Crbn이 결손된 생쥐의 대식세포는 SOCE (store-operated calcium entry) 능력이 향상됨

그림 3

Crbn이 결손된 대식세포에서 칼슘 SOCE이 영향으로 포식작용 능력이 증대됨



Main Research Achievements of 2020

융합기술학제학부

인간중심 지능형 시스템 연구실

김승준

seungjun@gist.ac.kr

자율주행 차량시스템 및
클라우드소싱 플랫폼의 사용자 경험 향상을 위한
인간-컴퓨터 상호작용 연구School Of
Integrated Technology

자율주행 차량 시스템의 Human-Vehicle Interaction (HVI) 설계에는 다양한 상황에서의 반복적 검증이 필요하다. 이를 위해 기존의 주행 시뮬레이션 시스템보다 몰입감과 사실감 및 시뮬레이션 멀미의 측면에서 뛰어난 실차 기반 혼합현실 자율주행 시뮬레이터를 개발하였으며, 운전자의 기본 상호작용 모달리티 5종(터치, 공중 동작, 음성, 시선, 버튼)의 비교를 통한 총체적 견해와 새로운 상호작용 시스템(Gaze-Head Input)을 제안하였다. 또한, 클라우드소싱 플랫폼의 원활한 작업자 확장을 통해 수집 데이터와 알고리즘의 편향을 방지하고자 특정 인구의 상황을 고려한 적절한 게임화 시스템을 제안하였다.

연구 배경

자율주행기술의 발달로 운전자의 차내 경험과 연계 서비스·콘텐츠의 중요성이 크게 강조되고 있으며, 자율주행 환경의 인간 중심 상호작용 시스템을 연구하기 위한 차량 시뮬레이터가 개발되어왔다. 수동주행과 달리 가상의 자율주행상황에서 발생하는 몰입감 감소를 해결하고자 실차기반 주행 시뮬레이터가 제안되었지만, 여전히 그래픽 환경과 차량의 실제 움직임 사이의 이질감 문제를 해결하지 못하였다.

대부분의 클라우드소싱 작업은 광범위한 참여가 가능할 정도로 쉽다. 그러나, 일반적인 클라우드소싱작업은 고령자나 장애인들의 동기를 고려하지 않으며, 특정 인구의 참여를 위한 적절한 플랫폼이나 상호작용 방식을 제공하지 않는다. 클라우드소싱에 대한 작업자의 참여도와 의지를 향상하기 위해 설계된 게임화 요소 또한 특정 인구의 상황을 고려하지 않아 부정적으로 작용하기도 한다. 이처럼 시스템과의 상호작용이 포함된 플랫폼들에서 인간 중심 상호작용 관점의 사용성 경험 향상 연구 개발이 요구되고 있다.

연구 내용

(연구1) 높은 몰입감을 제공하기 위해 360° 실시간 주행 영상을 피험자에 제공하는 실차 기반 혼합현실 자율주행 시뮬레이터를 제안. 기존 방식의 시뮬레이터를 포함하여 시각적 경험 제공 방식과 움직임 구현 방식을 달리하는 총 6종의 시뮬레이터를 대상으로 ① 시각적 사실감, ② 움직임 사실감, ③ 현존감, ④ 시뮬레이션 멀미의 관점에서 사용성을 비교

(연구2) NUI에 일반적으로 사용되는 단일 모달리티 5종(터치, 공중 동작, 음성, 시선 및 스티어링 휠에 위치한 물리적 버튼)을 비교하고, 운전자 주의 산만성에 대한 총체적 견해를 제공

(연구3) 문화유산 레이블링 참여도를 높이기 위한 그래픽 아이콘 기반 레이블링 방법을 갖춘 이미지 레이블링 플랫폼을 개발하고 게임화를 도입

(연구4) 고령자를 위한 클라우드 작업을 설계하기 위한 프로세스를 시연함으로써 ① 고령자들의 요구를 파악하고, ② 그들의 참여를 장려하기 위한 접근방식을 설계하고, ③ 접근방식에 대한 효과를 검증

기대 효과

본 연구에서는 최고의 몰입감과 탑승경험을 유발하는 실차 기반 혼합현실 자율주행 시뮬레이터를 제안하여 향후 가상 자율주행 시뮬레이터 개발을 위한 디자인 가이드를 제공하였고, 다중 모달리티 NUI 플랫폼의 비교를 통해 운전자 주의 산만성에 대한 총체적 견해를 제공하여 차량 내 인간 중심 상호작용 시스템 설계를 발전시킬 것으로 기대된다. 또한 고령자를 위한 클라우드 작업 설계의 중요 고려 사항과 기회를 제안함으로써 특정 인구를 위한 상호작용 시스템 설계를 개선할 것으로 기대된다.

연구 성과

- [논 문] • Yeo, D. H., Kim, G. B., Kim, S. Toward Immersive Self-Driving Simulations: Reports from a User Study across Six Platforms. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Honolulu, HI, USA, Association for Computing Machinery: 1-12, DOI: <https://doi.org/10.1145/3313831.3376787> . [pdf, link, presentation] (HCI 분야 Rank 1 게재지, 한국정보과학회 HCI분야 최우수학술대회)
- Kim, M., Seong, E., Jwa, Y., Lee, J. and Kim, S. "A Cascaded Multimodal Natural User Interface to Reduce Driver Distraction," in IEEE Access, vol. 8, pp. 112969-112984, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3002775. [pdf, link]
- Lee, J., Yi, J. H. and Kim, S. "Cultural Heritage Design Element Labeling System With Gamification," in IEEE Access, vol. 8, pp. 127700-127708, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3008270. [pdf, link]
- Seong, E., Kim, S. Designing a Crowdsourcing System for the Elderly: A Gamified Approach to Speech Collection. Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Honolulu, HI, USA, Association for Computing Machinery: 1-9, DOI: <https://doi.org/10.1145/3334480.3382999>. [pdf, link] (HCI 분야 Rank 1 게재지, 한국정보과학회 HCI분야 최우수학술대회)

[특 허] 특허 2건(국내 1건, 국외 1건)

- Mixed reality based experience simulator. US17015242: US patent App. filed 2020-09-09
- 혼합현실 기반 체험 시뮬레이터. KR1020200056099: KR patent App. filed 2020-05-11

연구비 지원

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제임.(No. 20204010600340)

이 논문은 2020년도 광주과학기술원의 재원으로 GRI(GIST 연구원) 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2020년도 문화기술연구개발 지원사업으로 수행됨.



그림 1 (연구1) 시각적·움직임 사실감과 현존감이 가장 뛰어난 실차 기반 혼합 현실 자율주행 시뮬레이터의 모습



그림 2 (연구4) 실험환경 및 동화책 읽기와 클라우드소싱

Main Research Achievements of 2020

에너지융합대학원

김윤수

yunsukim@gist.ac.kr

합성 자기장 집속 기술의 사이드로브 (sidelobe) 억제 기술 및 그 최적화 방법

Graduate School of Energy Convergence



본 연구에서는 합성자기장(SMF, Synthesized Magnetic Field) 시스템에서의 자속 밀도의 사이드로브(sidelobe) 억제를 위한 전류분포 계산 방법을 최초로 제안하였다. 제안하는 방법에서는 단 하나의 파라미터만 변경하여 해상도를 저해하지 않고도 목표 지점의 사이드로브를 억제할 수 있는 전류분포를 계산할 수 있다. 제안하는 계산 방법은 단 하나의 변수만 제어하여 단 하나의 행렬 연산 과정만을 통해 사이드로브를 제어하기 때문에 여타 기법들에 비해 매우 직관적이고 연산속도가 빠르다. 유한요소기법 모의실험을 통해 제안하는 방법이 수신부 Rx 임의의 지점의 사이드로브를 억제하는 것을 검증하였다. 자계가 중앙에서 합성이 되면 최대 90% 이상의 사이드로브가 억제되었다. 해상도 증가와 사이드로브 억제 성능을 최적화 하기 위해 성능지수(FOM, Figure of Merit)를 정의하였으며 이에 따라 해상도가 30% 이하로 떨어지지 않는 선에서 79%의 사이드로브를 억제할 수 있었다. 게다가 제안하는 방법은 2차원 SMF 시스템에서도 적용이 가능함을 검증하였다. 실험결과와 모의실험결과와 거의 일치하였으며 시작품을 제작하여 시험해본 결과 수신부 Rx의 중앙 부분 이외의 지점에서도 자기장이 집속되는 것을 확인할 수 있었다.

연구 배경

자기장이 합성이 되면, (그림 1)(b)와 같이 목표 지점 주변부에서 상대적으로 높은 사이드로브가 발생한다. 이 현상은 SMF의 목적에 반하는 현상이다. 게다가 SMF는 다수의 코일을 사용하는데, 이는 코일 제어를 복잡하게 하고 전력 손실을 증가시킨다. 무선 전력 전송 분야에서 다양한 선택적 충전 시스템들이 개발되었지만, 대부분 주파수를 제어하거나 기기가 Tx 근처에 있어야만 했다. 선택적 무선 전력 전송 시스템에서 다중 주파수가 사용되면 시스템 제어 기법은 복잡해지고 목표 지점이 아닌 곳의 EMI(Electromagnetic interference) 문제가 발생한다. Rx 기기가 Tx에서 멀어지면 시스템은 목표 지점에 대한 자속 밀도를 높게 제어할 수가 없다. 따라서 Rx가 Tx에서 멀어지더라도 다중 주파수 제어를 사용하지 않으면서도 사이드로브를 강력히 억제할 SMF 시스템이 필요하다.

본 연구에서는 해상도를 저해하지 않으면서도 사이드로브를 크게 줄일 수 있는 전류계산 기법이 최초로 제안되었다. 이 방법은 기존의 전류계산 기법에서의 입력변수를 이용하여 단일(monotonic) 사이드로브 억제가 가능하게 한다. 따라서 직관적인 사이드로브 억제를 가능하게 해준다. 게다가, 제안 기법은 복잡한 알고리즘이나 부수적인 수식이 필요하지 않아 적용이 용이하다.

연구 내용

제한한 사이드로브 억제 기법은 의도치 않은 EMI 문제나 맴돌이 전류로 인한 금속 물질의 발화를 방지하기 위해 2차원 대상에 대해서도 적용이 가능해야한다. 제안한 사이드로브 억제 기법은 선행연구들과 마찬가지로 2차원 SMF 시스템에 적용하여 검증을 하였다. (그림 2)는 2차원 SMF 시스템에서 사이드로브 억제를 한 경우와 하지 않은 경우의 자속밀도를 보여준다. (그림 2)(a)는 억제되지 않은 자속밀도분포를 보여주는데, 사이드로브가 24% 이상이었다. 반면 사이드로브가 억제된 (그림 2)(b)에서는 사이드로브가 5% 미만이었다. 그리고 시작품 제작을 통해 진행된 시험에서도 (그림 2)(c), (d)와 같이 모의실험과 유사한 결과를 보였다. 이를 통해 2차원 SMF 시스템에서도 제안한 방법을 통해 사이드로브 억제가 유효한 것을 확인하였다. 결과 비교를 통해 제안한 알고리즘이 약 20%대의 수준으로 더 효과적인 것을 알 수 있었다. 제안한 방법은 역행렬 계산 없이 전류분포 계산이 가능한 가장 간단한(빠른) 알고리즘과 비교되었다. 제안한 방법은 더욱 복잡하고 많은 코일이 필요한 SMF분야에 적용될 때 더욱 효과적이다.

기대 효과

제안한 방법은 다중 주파수 제어를 하지 않고도 자속분포를 제어할 수 있게 해준다. 이는 Tx 코일 크기에 비해 대상 기기의 거리가 다소 멀어지는 경우에도 유효하다. 제안한 방법의 입력변수로는 Rx 지점의 자속밀도 분포를 정규화한 값을 사용한다. 최적 입력변수는 각 시스템의 FoM을 계산하여 구할 수 있다. 제안한 방법을 통해 30 cm 이하의 거리에서 해상도를 유지하면서도 79% 이상의 사이드로브 억제가 가능했다. 개발된 기술은 30 cm 이하의 거리에 있는 매우 작은 기기의 무선 충전이 필요한 모든 분야에 활용될 수 있다.

연구 성과

[논 문] • J. H. Kim; B. H. Choi; H. R. Kim; C. T. Rim; Y.-S. Kim*, “Single-Variable-Input Active Side Lobe Suppression Method for Synthesized Magnetic Field Focusing Technology and its Optimization”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 67, no. 11, pp. 9813-9823, Nov. 2020.

그림 1

Concept diagram of SMF system with examples of side lobe suppression (a) Non-synthesized (b) Synthesized without side lobe suppression (c) Synthesized with side lobe suppression. [Kim et al., IEEE Trans. Ind. Electron. 67, (2020)]

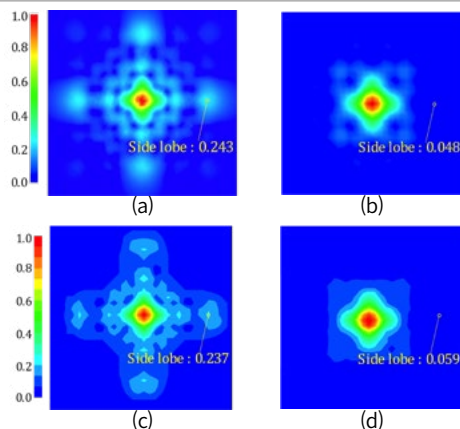
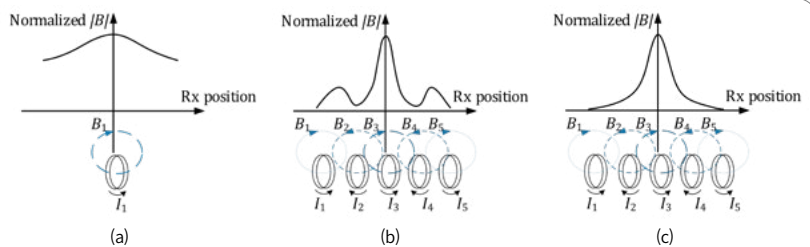


그림 2 FEM simulation results ((a) and (b)) and experimental results ((c) and (d)) with 2-D SMF system of 100 Tx coils and 25 Rx points (a, c) with no side lobe suppression and (b, d) with side lobe suppression with $s = -0.4$. [Kim et al., IEEE Trans. Ind. Electron. 67, (2020)]

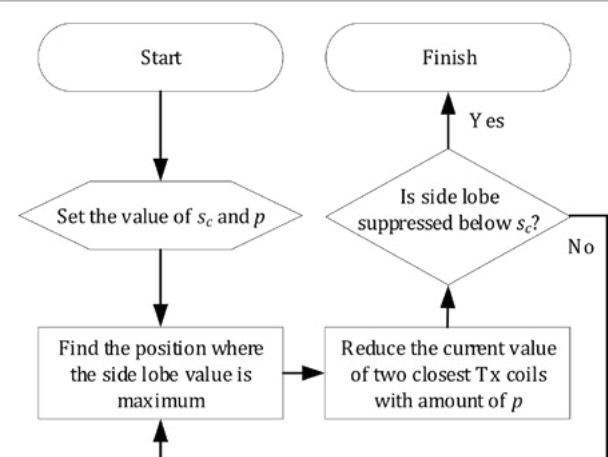


그림 3 Flow chart of the current distribution calculation algorithm with loop condition [Kim et al., IEEE Trans. Ind. Electron. 67, (2020)]

Main Research Achievements of 2020

물리광학과
이종석

jsl@gist.ac.kr

Department Of
Physics And
Photon Science

전이금속 산화물 박막의 응력 완화 현상으로 인한 “극성 도체” 발견



ABO₃의 화학식을 가지는 페로브스카이트 물질들은 BO₆ 팔면체의 꼭지점을 공유하는 구조로 인한 고유의 유연성이 있으며 다양한 구조적 변화와 더불어 격자와 전하/스핀 자유도 간의 강한 결합으로 인해 다양한 흥미로운 현상이 일어난다. 본 연구에서는 전이금속 산화물 박막 시료에서 구조적 응력완화현상이 물성 변화에 끼치는 영향에 대해서 심도 있게 살펴보고, SrTiO₃ 기판위에 성장된 SrRuO₃ 박막에서 압축응력의 완화에 따른 산소팔면체의 비대칭 회전으로 인해 안정화되는 극성 구조를 발견하였다.

연구 배경

일반적으로 도체에서는 극성이 나타날 수 없다. 이는 금속 내부의 자유전자가 극성이 나타나는 것을 원천적으로 차단하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 금속성과 극성이 공존하는 극성 도체가 자연계에 존재할 수 있음이 발견되었고, 자유 전자에 의해 극성이 차단되는 경로를 약화시킴으로써 인공적으로 극성 금속을 구현하고자 하는 노력들이 응집물리 학계에서 지속적으로 시도되어 왔다. 전이금속 산화물에서는 격자, 전자, 스핀 사이의 강한 상호작용이 새로운 물성의 발현현상을 유도할 수 있으며, 전기, 자기적 특성을 이용하는 기능성 소자 제작을 비롯한 응용 연구에도 널리 활용되고 있다. 이러한 산화물들이 박막의 형태로 제작될 경우 기판과 물질간의 격자 크기 차이로 인해 기판 위에 성장된 박막의 면내 구조를 압축시키거나 늘리는 응력 효과가 나타난다. 본 연구에서는 이러한 응력 공학을 전이 금속 박막에서의 응력 공학을 활용하여 전기 및 자기적 성질과 관련한 새로운 물성의 발현을 실험적, 이론적으로 검증하고자 하였다.

연구 내용

스트론튬 루테튬 산화물 (SrRuO₃) 박막은 전기적 전도특성과 강자성 특성을 갖는 대표적인 전이금속 산화물이며, 덩어리 구조로서 사방정계 구조를 갖는다. 박막형태로서 스트론튬 티타늄 산화물 (SrTiO₃) 기판에 성장될 때, 압축 응력을 받은 스트론튬 루테튬 산화물 박막은 산소팔면체 회전 패턴의 변화에 따라 정방정계 구조가 안정화된다. 본 연구에서는 비선형 광학현상인 제 2 조화파 발생과, 엑스선 회절 및 주사투과전자현미경을 이용하여 압축응력을 받은 스트론튬 루테튬 산화물 박막에서 응력 효과를 체계적으로 추적하였고, 이를 통해 사방정계-정방정계의 두 구조가 공간적으로 분리되어있음을 확인하고 그 이종계면 영역에서 결정구조의 루테튬 원자가 비중심 대칭적으로 위치하고 있음을 확인하였다 결과적으로 응력으로 인해 변형된 구조와 응력이 완화되어 덩어리화 된 구조가 공간적으로 분리된 채 공존하며, 응력이 완화되는 과정에서 중심대칭 특성이 깨진 극성 삼사정계 구조가 안정화됨을 성공적으로 관측하였다.

기대 효과

본 결과는 최근 널리 이용되는 페로브스카이트(perovskite) 구조의 산화물박막 및 소자 구현에 있어 자성도체에 분극상이 공존함을 보여주는 결과로, 물질이 가지고 있는 전자, 격자, 스핀의 상관관계에 대한 물리적 연구의 확장을 기대함과 동시에 차세대 자성 및 전자소자의 새로운 응용가능성을 시사한다. 또한, 극성금속을 비롯한 많은 다기능성 산화물 박막의 발견을 통해 앞으로의 응집물질 연구 및 신물질 개발에 기여할 수 있으리라 기대한다. 특히, 원자층 두께의 극성금속을 전자회로 소자에 적용함으로써 집적도가 높은 고용량 데이터 저장 장치 혹은 높은 축전용량을 가진 축전지의 구현을 기대할 수 있다.

연구 성과

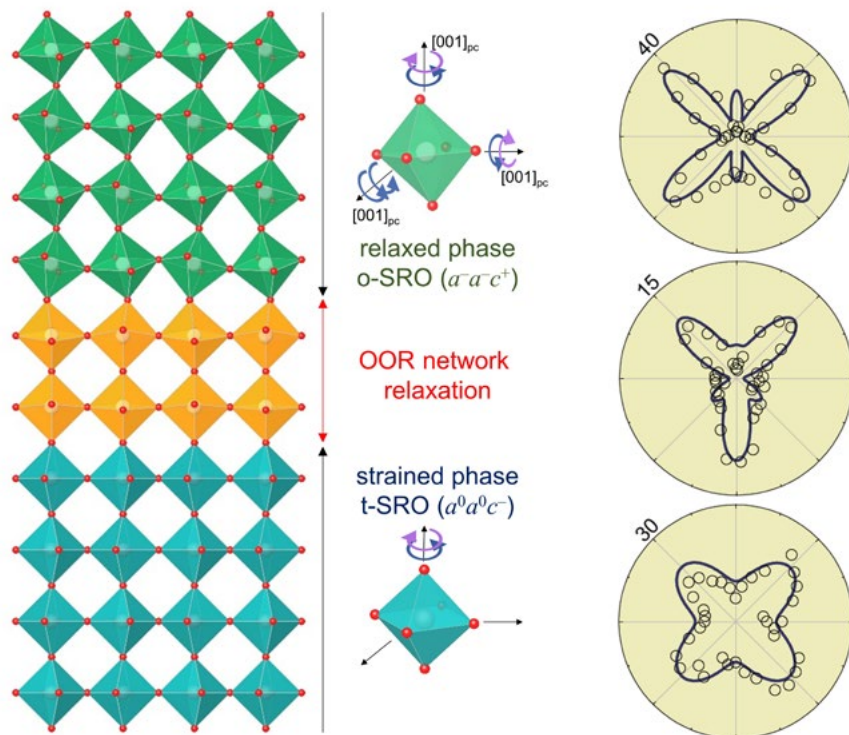
[논 문] • Chang Jae Roh, Myung-Chul Jung, Jeong Rae Kim, Kyoung-June Go, Jinkwon Kim, Ho Jun Oh, Yong-Ryun Jo, Yeong Jae Shin, Jeong Gi Choi, Bong-Joong Kim, Do Young Noh, Si-Young Choi, Tae Won Noh, Myung Joon Han, and Jong Seok Lee, "Polar Metal Phase Induced by Oxygen Octahedral Network Relaxation in Oxide Thin Films", Small 16, 2003055 (2020)

연구비 지원

This research was supported partly by a National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (Grant No. NRF- (Nos. 2015R1A5A1009962, 2018R1A2B2005331, 2018M3D1A1058754, 2018R1A2B2005204).

그림 1

SrRuO₃ 박막에서의 구조상이 분리되는 경계면에서의 극성 상태의 발현을 나타내는 모식도와 이에 대한 제2차 조화파 발생 실험 결과



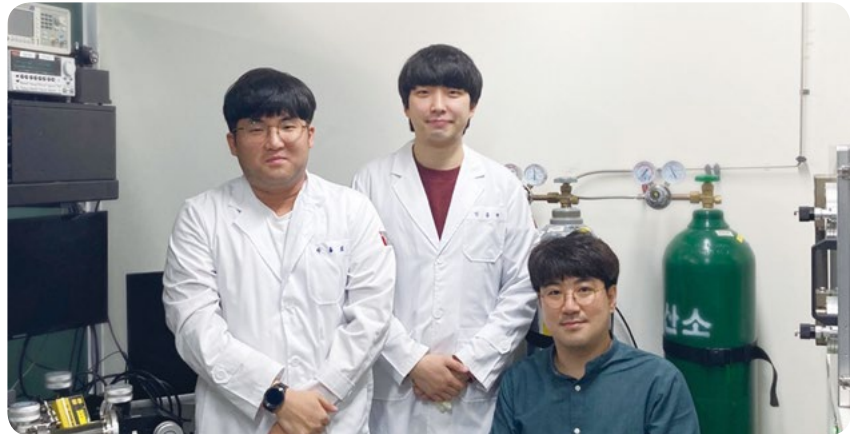
Main Research Achievements of 2020

화학과 임현섭

hslim17@gist.ac.kr

Department Of Chemistry

배열된 알코올기가 도입된 친수성 2차원 그래핀을 합성 연구



그래핀 시트는 불포화 sp^2 탄소 결합으로 구성되기 때문에 포화 방향족 결합에 대한 추가 반응은 다양한 비자연적 2차원(2D) 물질로 이어질 수 있다. 이러한 많은 관심에도 불구하고, 그래핀의 고상한 입체도 2D 결정을 합성하는 것은 어려운 과제로 남아있다. 본 연구에서는 물 분자를 고온의 필라멘트에 통과시켜 수산화 라디칼 (hydroxyl radical)을 형성하고, Cu 단결정 위에서 만들어진 고결정성의 그래핀 표면을 노출 시킴으로써, 주기적인 수산화 그룹을 표면에 형성하였으며, Raman, XPS 등의 분광법 및 주사터널링현미경(STS) 과 밀도함수이론을 통해 기능화 그룹이 수산화기임을 실험적으로 증명하였다. 불규칙한 배열의 일반적인 기능화 반응과 달리 본 연구에서는 일정한 패턴으로 수산화 그룹이 배열되어있는 것을 확인할 수 있었다. 위의 반응으로 만든 그래핀 파생 화합물을 그래핀올이라는 새로운 비천원 2차원 나노 물질로 정의하고, 슈퍼구조체의 정확한 결정 구조를 규명하였다.

연구 배경

그래핀은 대표적인 2차원 나노 물질로서 우수한, 물리적, 기계적, 전기적 특성을 가져, 차세대 나노물질로서 많은 관심을 받아 왔지만, 그래핀의 금속 성질은 반도체 응용 분야에 사용하는 것에 제약이 된다. 이를 극복하기 위해 그래핀 표면에 기능화를 통하여 불포화 화학 결합으로 구성된 천연 2D 결정 형태의 그래핀을 불포화 결합에 대한 추가 반응을 통해 비천원 결정성 2D 나노물질의 영역으로 확장되는 것이 가능하며, 기능화된 그래핀 파생물의 경우, 반도체 성질을 가질 수 있을 것으로 예측된다. 하지만 많은 실험 연구 결과에서는 그래핀의 전도성이 줄어들 뿐, 기능화 반응을 통한 반도체 성질이 확인되지 않았다. 본 연구는 이러한 이론과 실험의 불일치가 이론에서 사용되는 모델에서는 완전히 주기적으로 배열된 기능화 그룹들이 고려되는 반면, 실험에서는 배열되지 않은 불균일하게 배치된 기능화 그룹들이 존재하기 때문으로 제시하고 있다. 따라서, 이를 해결하기 위해서는 이론에서 사용되는 모델과 같은 배열된 기능화 그룹을 실험적으로 구현할 수 있는 화학 반응의 개발이 필요하며, 본 연구에서는 수증기를 2500 K 정도의 높은 온도로 수산화 라디칼을 만들어 그래핀 표면에 도입함으로써, 이를 실현하고자 하였다.

연구 내용

그래핀의 주기적 기능화를 실현하기 위해, 단층과 단일지향적 그래핀이 Cu(111)에 처음으로 합성되었다. 그 후, 고온열분해(2500K) 수증기를 그래핀 표면에 노출을 통해 수소 원자와 수산화 라디칼만 그래핀에만 도입할 수 있었다 (그림 1). 반응 후 얻은 원자 해상도 STM 영상과 3D-STM 영상에서는 높은 순서의 육각형 패턴의 밝은 돌출부가 관찰되었다. 반응 전후의 2차원 고속푸리에변환(2D-FFT) 이미지에서 $(\sqrt{3} \times \sqrt{3})R30^\circ$ 슈퍼구조($C_6(OH)_1$)에 해당하는 더 작은 육각형 패턴이 그래핀의 육각형 패턴에 추가적으로 형성되었음을 확인하였다 (그림 2). 주기 밀

도 함수 이론 계산은 $C_6(OH)_1$ 의 형성과 그것의 전자 구조를 더 이해하기 위해 수행되었다. 이론 연구를 통해 예측된 그래핀, $C_6(OH)_1$ 및 $C_6(OH)_2$ 의 최적화된 기하학 구조가 STM에서 확인된 실험 결과와 일치함을 확인하였다. 또한 C-OH σ 결합의 형성은 수산화기와 탄소 원자 결합뿐만 아니라 그 주변의 탄소 원자에도 sp^3 특성을 유도하므로, 그 아래의 Cu 원자들과 더 강하게 상호작용을 하게 되고 이러한 열역학적 원인으로 주기적 배열의 수산화기 도입 반응이 가능함을 규명하였다.

STM을 이용한 원자 스케일의 연구를 확장하여, 실용적인 규모로 기능화된 그래핀의 합성 가능성을 입증하기 위해 LEED를 사용하여 단일 결정 Cu(111) 포일에 있는 단결정 대면적 그래핀 필름 위에서 증기상 수산화반응 연구를 수행하였다. 단결정 대면적 그래핀 표면에서는 육각형 LEED 패턴이 관찰되었고 수산화 반응후, $(\sqrt{3} \times \sqrt{3})R30^\circ$ 해당하는 좀 더 작은 육각형 패턴이 LEED 패턴이 확인되었다. 이는 STM에서 확인된 2D-FFT 패턴과 정확히 일치하며, 대면적의 그래핀표면에 균일하게 일어난다는 것을 의미한다. (그림 2).

기대 효과

본 연구는 그래핀에 표면에 형성되는 주기적 배열의 기능화 그룹 도입을 통해 예외적인 물리적, 화학적 특성을 가지는 결정성 비천연 그래핀 파생물 합성 연구라는 새로운 연구 분야의 마중물 역할을 할 것이다. 또한, $C_6(OH)_1$ 의 광학, 전기, 생물학, 화학적 활용 대한 추가 연구에 대한 기대가 존재하며, 특히 친수성 성질을 가지는 그래핀올의 표면 특성으로 인해 그래핀을 생물학, 의학 등의 연구에 적합한 기판으로 유용하게 활용될 수 있는 길을 개척할 수 있을 것이다.

연구 성과

[논 문] • Lim, H.*; Park, Y.; Lee, M.; Ahn, J.-G.; Li, B. W.; Luo, D.; Jung, J.*; Ruoff, R. S.*; Kim, Y.* Centimeter-Scale and Highly Crystalline 2D Alcohol: Evidence for Graphenol (C_6OH), Nano Lett. 20, 2107, (2020)

연구비 지원

This work was supported by National Research Foundation of Korea (NRF) grant (No. NRF-2018R1C1B6004029 and NRF-2019R1I1A3A01041239).

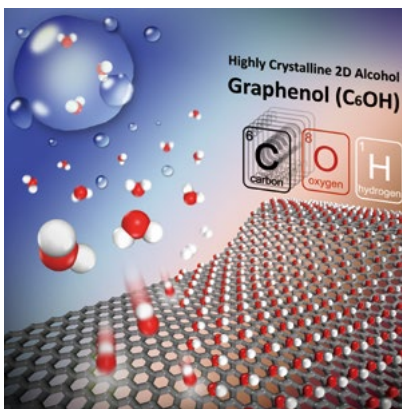


그림 1

그래핀과 물의 반응을 통한 그래핀올 합성 과정 모식도

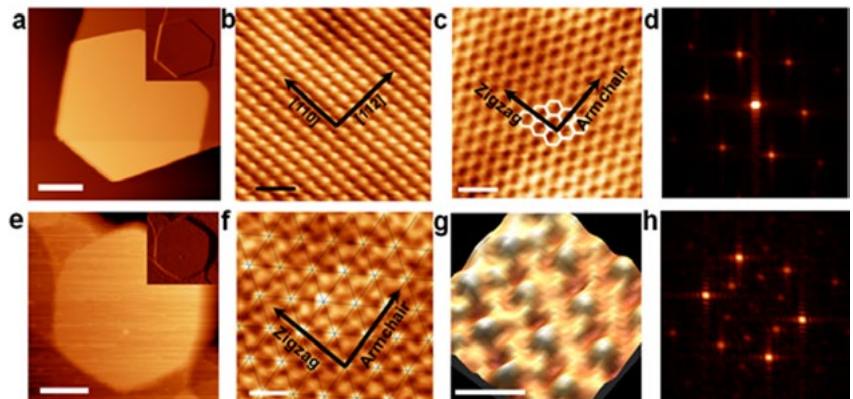


그림 2

주사터널링현미경을 이용한 그래핀(위)과 그래핀올(아래)의 원자 수준 표면 이미지 및 푸리에변환 패턴 [Lim, H. et al. Nano Lett. 20, 2107, (2020)]

Main Research Achievements of 2020

의생명공학과

오창명

cmoh@gist.ac.kr

Department Of
Biomedical Science
And EngineeringPRMT1에 의한 췌장 베타 세포의
유지 기전 연구

췌장 베타세포의 감소는 제2형 당뇨병의 발병에서 동반되는 주요 현상으로 성숙한 정상 췌장 베타 세포의 정체성을 유지하는 것은 당뇨병 발병을 예방하는 핵심 기전이라 할 수 있음. 그러나 췌장에서 베타 세포가 자신의 정체성을 어떻게 유지하는지는 아직 잘 밝혀지지 않았음.

본 연구는 PRMT1이 성숙한 췌장 베타 세포의 정체성을 유지하는데 핵심적인 역할을 담당하고 있음을 밝혀내어 보고한 것으로, 제2형 당뇨병 발병 기전에 대하여 새로운 핵심 기전을 제시한 논문이 되겠습니다.

연구 배경

췌장 베타세포의 감소에 의한 인슐린 분비능의 감소는 제2형 당뇨병 발병의 핵심 기전으로 알려져 있음. 이러한 현상을 베타세포실패(Beta cell failure)라고 하며, 베타세포실패는 기존의 이론은 이 현상을 각종 스트레스에 의한 베타세포사멸에 의한 베타세포의 감소로 설명하고 있음.

흥미롭게도 베타세포가 스트레스에 의하여 역분화 (dedifferentiation) 또는 교차분화(transdifferentiation) 하는 현상이 최근 당뇨병 환자의 췌장 조직에서 발견되었고 이에 따라 췌장 베타세포가 정체성을 잃고 다른 세포로 변화하면서 인슐린 분비능을 잃는 것이 베타세포실패의 원인으로서 새롭게 대두되었음.

그러나 이 현상에 대한 정확한 기전은 아직 밝혀지지 않았음. 본 연구에서 우리는 췌장 베타세포의 정체성 유지의 핵심 기전을 밝히고자 하였음.

연구 내용

PRMT1은 protein arginine methyltransferase 1의 약자로 histone 등의 methylation을 조절함으로써 크로마틴 구조의 변화를 통해 다양한 유전자들의 전사를 조절하는 단백질임. 본 연구진은 PRMT1 knock out (KO) 마우스의 췌장 베타세포에서 역분화현상을 발견하였음 (그림 1). 또한 KO 마우스는 나이가 들어가면서 경구 당부하 검사에서 점차 그 기능을 잃음을 확인하였음 (그림 2)

우리는 나아가 PRMT1이 췌장 베타세포에서 histone H4 arginine 3 asymmetric dimethylation (H4R3me2a)을 통해 췌장 베타세포의 크로마틴 구조를 조절하는 단백질을 밝혀내고, 이것이 당뇨병 발병 과정에서 췌장베타세포의 정체성을 유지하는데 있어 핵심 기전임을 확인하였음 (그림 3).

기대 효과

본 연구 결과는 제2형 당뇨병의 새로운 기전 및 치료 타겟을 제시하였음.
제2형 당뇨병에 대한 새로운 치료 전략의 개발로 이어질 것으로 기대함.

연구 성과

[논 문] • Kim, H., Yoon, B. H., Oh, C. M., Lee, J., Lee, K., Song, H., ... & Kim, H. (2020). PRMT1 Is Required for the Maintenance of Mature β -Cell Identity. *Diabetes*, 69(3), 355-368.

연구비 지원

This work was supported by grants from the National Research Foundation funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning, Republic of Korea (grants NRF-2013M3A9D5072550 to J.K.S., NRF-2017M3C9A5028693 to M.K., and NRF-2014M3A9D5A01073546, NRF-2018R1A2A3074646, and NRF-2015M3A9B3028218 to Hail. Kim), the Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology Research Initiative (to M.K.), and the Korea Advanced Institute of Science and Technology Institute for the BioCentury (grant N10180027 to Hail. Kim).

그림 1

PRMT1 KO 췌장 베타세포 면역형광염색 사진

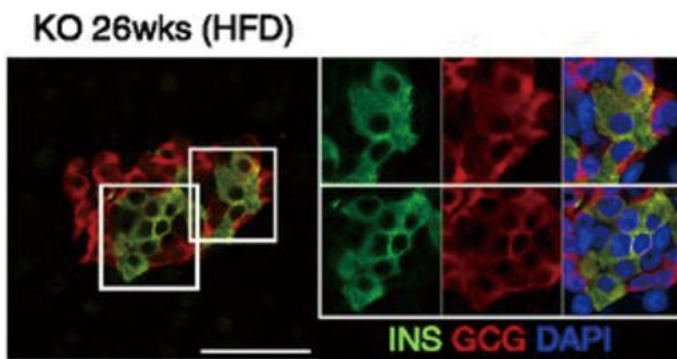


그림 2

경구당부하검사를 통해 KO 마우스의 췌장 베타세포의 점진적인 기능 손상하였음

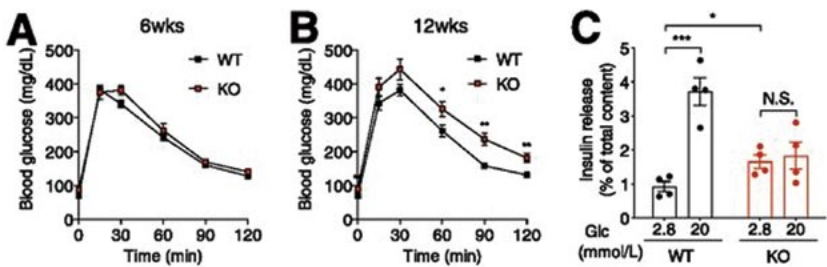
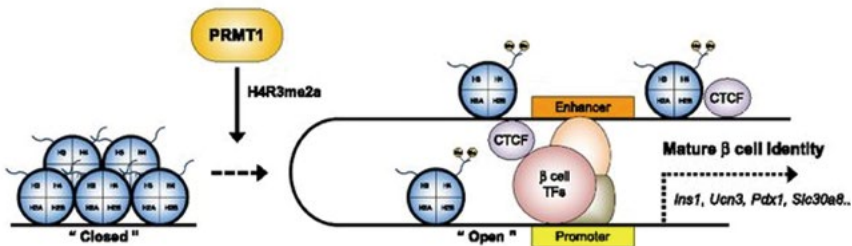


그림 3

췌장베타세포에서 PRMT1-dependent H4R3me2a의 역할



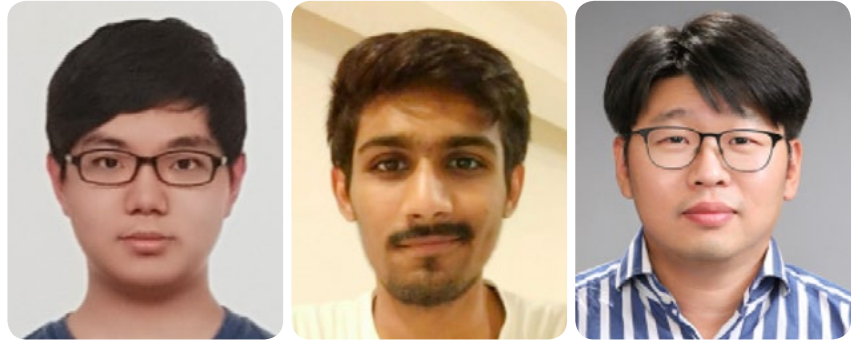
Main Research Achievements of 2020

AI대학원
최종현

jhc@gist.ac.kr

AI
Graduate
School

이진 뉴럴 네트워크 탐색 알고리즘



AI배포(deployment)에 병목으로 지적되어 온 대용량 딥-뉴럴 네트워크의 크기를 줄이면서 성능 저하를 줄인 이진 네트워크 구조를 탐색을 통해 찾아내는 딥러닝 알고리즘을 개발하였다.

연구 배경

기존에 제안된 네트워크 구조 탐색 방식이 부동소수점 형식의 파라미터를 갖는 고정확도 딥뉴럴 네트워크에서만 동작하고 이진 네트워크를 탐색할 때에는 동작하지 않았다. 이진 네트워크는 용량이 현저히 작고 속도가 빠른 장점이 있지만 성능이 좋은 네트워크 구조를 찾아내는 것이 어려운 일로 지적되어 왔다.

연구 내용

이진 네트워크의 구조를 찾아내기 위해, 탐색을 통한 구조 설계를 위한 세가지 요소기술을 제안하고, 제안한 기법으로 탐색한 이진 네트워크가 기존에 제안된 이진 네트워크보다 크기는 작고 정확도는 높은 네트워크를 찾아냄을 보였다.

세가지 요소 기술은 아래와 같다.

(1) Cell template 수정

Auantization error가 다른 layer로 전달되는 효과를 줄이기 위해 (그림2)와 같이 cell template을 수정하였음.

(2) 새로운 search space 제안

Quantization error를 막기 위해, Zeroise layer를 사용하는 등 binary network 탐색을 위한 search space를 아래와 같이 정의함

Layer Type	Bin Conv.		Bin Dil. Conv.		MaxPool	AvgPool	Zeroise
Kernel Size	3 × 3	5 × 5	3 × 3	5 × 5	3 × 3	3 × 3	N/A

(3) 탐색 초기의 bias를 줄이기 위해 layer 선택 diversity를 높이기 위한 목적 함수 설계

Binary network의 느린 학습 속도를 감안하여, 새로운 목적 함수를 아래와 같이 설계함

$$\tilde{\mathcal{L}}_S(D; \theta_{\alpha_B}) = \mathcal{L}_S(D; \theta, p) - \lambda H(p) e^{(-t/\tau)}$$

위의 목적함수를 최소화 하는 학습을 진행하는데, t는 현재 epoch, tau는 hyperparameter, H(p)는 탐색된 layer 종류의 entropy를 의미하며, 이를 최대화 함으로써, layer 종류를 다양화 한다.

위의 방법을 통합한 방법을 BNAS라 명명하며, 이는 좋은 성능을 내는 이진 네트워크를 만들 수 있게 한다.

기대 효과

이진 네트워크는 크기가 작고 전력 소모가 적어 edge device를 위한 현실 세계 AI 시스템의 deployment에 크게 도움을 주어, 일상생활에 AI를 쉽게 적용할 수 있게 해준다.

연구 성과

- [논 문] • D Kim, K P Singh, J Choi, “Learning Architectures for Binary Networks,” ECCV 2020
- [특 허] • 등록 10-2140996호 “바이너리 뉴럴 네트워크를 위한 뉴럴 아키텍처 서치 방법 및 장치” (대한민국)
- [언론 보도] • 인공지능신문 “지스트 AI대학원 최종현 교수팀, AI알고리즘 성능 크게 향상시키는 이진 딥러닝 구조 탐색 방법 제시” (2020.8.30.)
- 테크월드, “지스트, 이진 뉴럴 네트워크 구조 탐색 방법 개발” (2020.8.28.)
- [수 상] • 2020년 삼성 휴먼테크 논문상, 동상

연구비 지원

This work was partly supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No.2019R1 C1C1009283), Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government (MSIT) (No.2019-0-01842, Artificial Intelligence Graduate School Program (GIST) and No.2019-0-01351, Development of Ultra Low-Power Mobile Deep Learning Semiconductor With Compression/Decompression of Activation/Kernel Data), “GIST Research Institute(GRI) GIST-CNUH research Collaboration” grant funded by the GIST in 2020, and a study on the “HPC Support” Project, supported by the ‘Ministry of Science and ICT’ and NIPA.

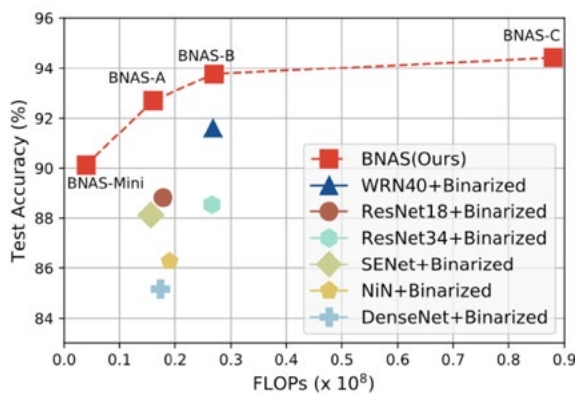


그림 1 다른 이진 네트워크와의 성능 비교

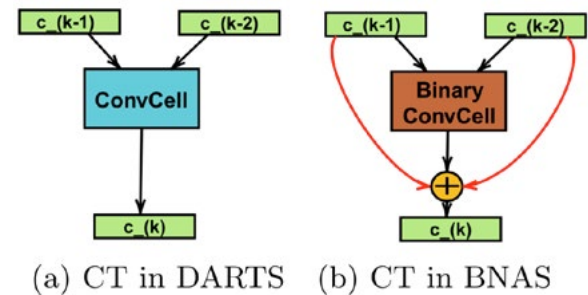


그림 2 제안하는 Cell Template 구조(오른쪽)

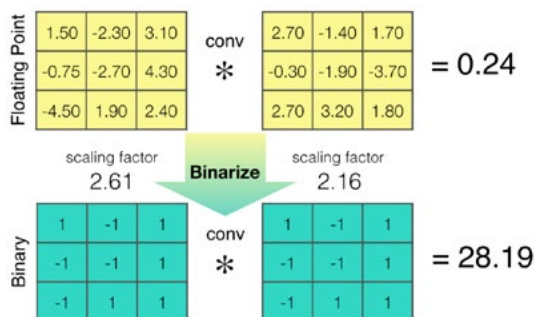


그림 3 Zeroise layer가 도움이 되는 경우에 대한 예시

Main Research Achievements of 2020

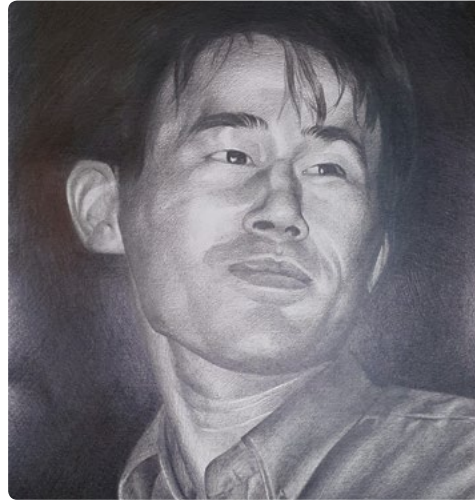
기초교육학부

GIST수리과학연구실

황치옥

<https://clabs.gist.ac.kr/~chwang/>

무한 평면판 알고리즘



Chair of the
Division of Liberal Arts
and Sciences

위 논문은 2020년에 GIST 석사과정을 졸업하고 하이닉스에 입사해 2021년 5월 현재 11개월차 DRAM 개발 공정 관리를 하고 있는 김 민교 연구원이 학부생이었던 2016년부터 2017년에 걸쳐 GIST수리과학연구실에서 연구 인턴으로 연구를 수행하면서 얻은 결과를 논문에 게재한 결과물이다.

GIST 학부생들 가운데 GIST수리과학연구실에서 연구인턴을 수행한 학생들 중에 우수한 학생들이 "Off-centered "Walk-on-Spheres" (WOS) Algorithm" 제목으로 Journal of Computational Physics 유명 논문지에 논문을 내는 등 SCI 논문을 다수 발표하였는데 그 중 김 민교 연구원이 연구하여 출간한 하나의 결과물이다.

연구 배경

2003년에 실질적 박사 지도교수님과 함께 처음 개발한 마지막 통과 알고리즘을 활용하여 2006년에 상호정전용량을 구하는 논문을 발표하였다. 하지만, 그 때 당시의 논문은 두 개의 원형 평형판 사이에서 분산 전산모사를 할 때 평형판 위에 또 다른 에러를 유발하는 ϵ -layer를 사용할 수 밖에 없었다. 이 때 사용한 ϵ -layer를 제거하기 위해 무한 평면판 알고리즘을 개발하게 되었다.

연구 내용

평행한 두 개의 무한 평면 안 쪽에서 출발한 마구잡이 걷기 가상 입자가 두 개 무한 평면 가운데 한 무한 평면에 처음으로 도착하는 점들의 확률 분포를 구하기 위해 개발된 첫통과 알고리즘이다. 이 첫통과 알고리즘은 두 개의 유한 평행 평면으로 이루어진 평행 Capacitor의 전기용량을 마지막통과 알고리즘으로 구하려고 할 때 필요한 알고리즘이다.

기대 효과

2~4학년 GIST 학부생들이 여러 연구실에서 연구 인턴을 하게 되는데, 대학 학부생일지라도 열심히 연구 인턴 생활을 한다면 학부생이라도 SCI 전문 학술지에 논문을 게재할 수 있는 가능성이 있다는 사실을 알리게 된다면 학부생들의 연구 인턴 활동이 좀 더 활성화되고 GIST의 연구력 위상을 알리는 데 기여할 수 있지 않을까한다.

연구 성과

[논 문] • C.-O. Hwang, M. Kim, " Infinite Parallel Plates Algorithm" , Advanced Theory and Simulations, 3(6), <https://doi.org/10.1002/adts.202000014> (May 5, 2020)

연구비 지원

1. National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science, ICT, and Future Planning (2017R1E1A1A03070543).
2. the GIST Research Institute (GRI) in 2018.

그림 1

무한평면판 위 분산 확률분포를 구하기 위한 물리의 정전자적 무한 도체평면 그림이다.

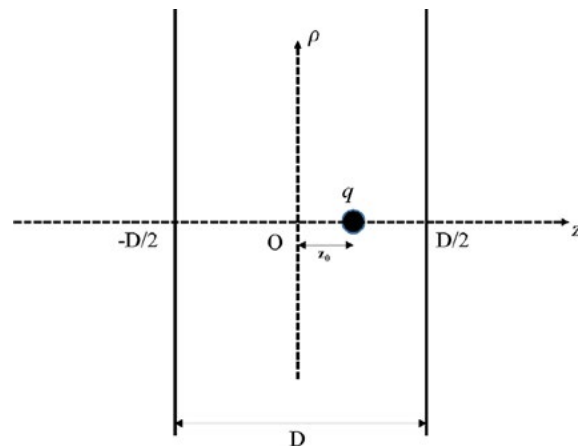
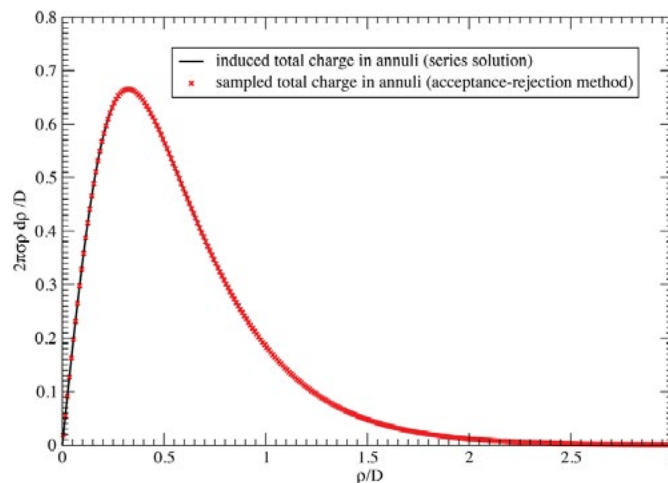


Figure 1. Parallel conducting planes with spacing D and unit point charge q located at z_0 .

그림 2

새로 개발한 무한평면판 알고리즘이 주는 결과가 우리가 예상한 결과와 잘 일치하고 있다는 것을 보여주는 그림이다.



Main Research Achievements of 2020

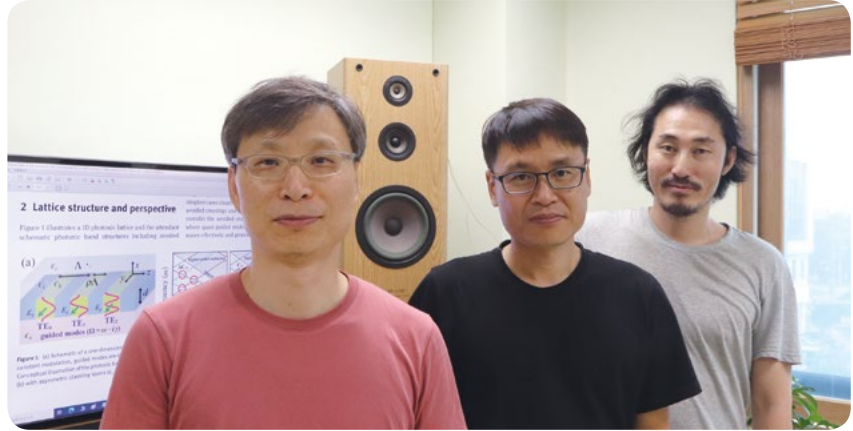
고등광기술연구소
집적광학연구실

기철식

www.apri.gist.ac.kr

Advanced Photonics
Research Institute

광결정을 이용해 빛을 영원히 가두는 연속준위속박상태 원리규명



파장보다 작은 공간에 빛을 효과적으로 가둘 수 있는 유전체구조물들은 미래사회에서 요구하는 고용량 광통신과 고속 데이터 처리기술을 실현할 수 있는 기반이 될 것으로 기대되고 있다. 하지만, 유전체구조물의 자연적인 빛 에너지 누출은 빛과 물질간의 상호작용효율을 상당히 낮추어 광소자응용에 걸림돌이 되고 있다. 최근, 주기적인 유전체구조물인 광결정내에 형성되는 연속준위속박상태를 이용해 빛을 거의 영원히 가두는 연구가 큰 관심을 받고 있다. 이번 연구는 1마이크론이하의 박막 광결정에서 파장보다 작은 공간에 거의 영원히 가두는 연속준위속박상태 (bound states in the continuum: BIC) 생성원리를 이론적으로 규명하였다. 이론적 모델은 연속준위속박상태를 이용한 광결정 나노레이저, 고감도광센서, 양자암호통신기술개발 등에 활용될 수 있기를 기대한다.

연구 배경

1970년대 후반에 광결정의 누출모드중에서 공기 중으로 방사가 없는 모드를 이론적으로 예측했지만 이 특이한 모드의 특성을 양자역학의 BIC개념과는 연관시키지 못했다. 2008년에 프랑스 과학자들이 광도파로 배열을 이용한 광자의 BIC 이론을 제안했으며, 2011년에 이스라엘 과학자들이 광도파로 배열과 한 쌍의 광도파로로 이루어진 구조에서 처음으로 광자의 BIC현상을 실험적으로 증명하였다. BIC모드는 방사손실이 없기 때문에 이론적으로 무한대의 품위값(quality factor)을 갖는다. 2013년에는 미국 과학자들이 광결정에서 대칭성과 무관한 무한대의 품위값(quality factor)을 갖는 우연적(accidental) BIC모드도 발견하였다. 하지만, 광결정을 이용한 BIC에 대한 연구는 많이 되어 왔지만 BIC형성에 대한 이론적 모델이 제시되지 않고 체계적인 이론적 탐구가 이루어지지 않아 BIC를 구현하는 광결정구조의 설계와 이를 이용한 광결정 광소자 응용에 어려움이 있었다.

연구 내용

본 연구팀은 두께가 1마이크론 (10-6m)이하인 얇은 막으로 빛을 가두어 전파시킬 수 있는 박막도파로 광결정에서 서로 다른 도파모드들의 결합에 의해 BIC가 생성됨을 이론적 모델로 체계적으로 규명하였다. 박막도파로의 도파모드는 자기장의 공간적분포가 도파로의 중심을 기준으로 상하 대칭적인 짝수모드와 비대칭적인 홀수모드가 있다. 서로 같은 대칭성을 가지는 모드들 간의 소멸간섭에 의해서 BIC가 생성되고 또한, 서로 다른 대칭성을 가지는 모드들 간의 불완전한 소멸간섭에 의해서는 박막 위 혹은 아랫방향으로만 빛이 방출되는 현상도 발견하였다.

기대 효과

광결정에서 BIC 생성원리에 대한 물리적 이해와 이론적 모델은 광결정의 광학적 특성에 대한 지식의 폭을 넓히며 주기적인 광학적 구조와 전자기파의 상호작용에 대한 이해를 심화할 것으로 기대한다. 또한, 제시된 이론적 모델은 BIC를 이용한 초고품질 고효율나노레이저, 고감도분광센서, 고분해능광필터 등에 활용될 수 있기를 기대한다.

연구 성과

[논 문] • Sun-Goo Lee, Seong-Han Kim, Chul-Sik Kee, "Bound states in the continuum (BIC) accompanied by avoided crossings in leaky-mode photonic lattices," *Nanophotonics* 9(14), 4373 (2020)

[언론 보도] • 2020. 8. 19자 전자신문, 동아사이언스 외 5건

연구비 지원

This research was supported by the grant from the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No.2020R111A1A01073945) and Ministry of Science and ICT (No. 2020R1F1A1050227). This work was also supported in part by the Gwangju Institute of Science and Technology (GIST) Research Institute (GRI) in 2020.

그림 1

박막도파로 광결정에서 서로 같은 대칭성을 갖는 모드들(TE_0 와 TE_2)의 (a) 상쇄(destructive) 혹은 (b) 보강(constructive)결합을 설명하는 개략도

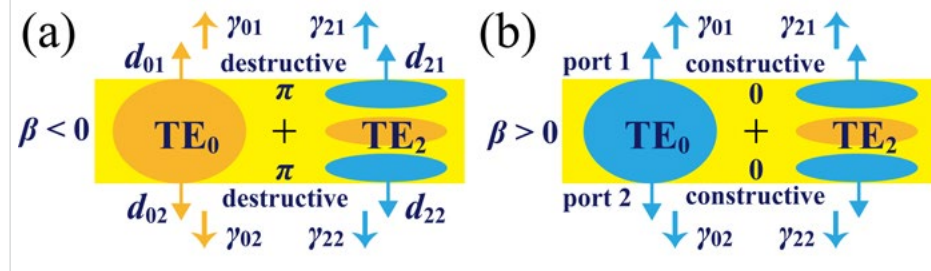
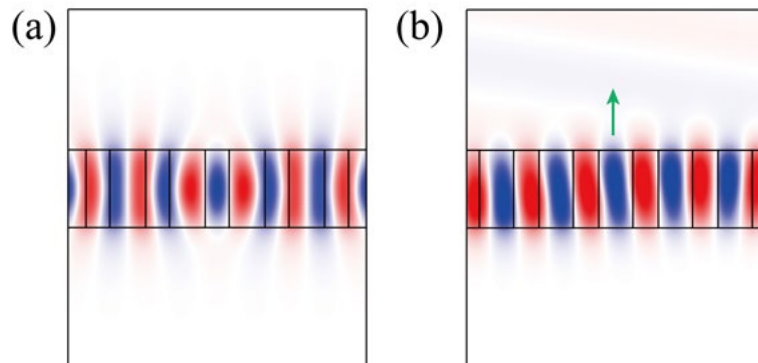


그림 2

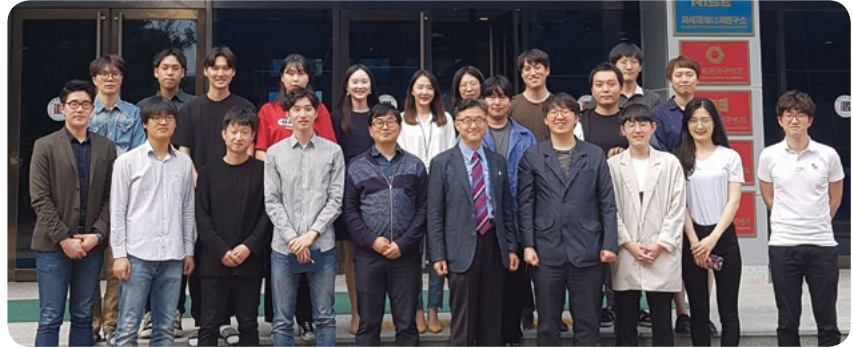
(a) 빛이 박막도파로 광결정에 가두어져 있는 모습
(b) 박막도파로 광결정으로 방출되는 모습



Main Research Achievements of 2020

차세대에너지연구소

이광희

<https://rise.gist.ac.kr>Research Institute For
Solar And Sustainable
EnergiesHighly stable inverted
methyammonium lead tri-iodide
perovskite solar cells achieved by
surface re-crystallization

페로브스카이트 태양전지는 용액공정 기반의 저가의 재료를 이용하고 높은 광변환 효율을 보여, 차세대 태양전지의 유력한 후보로 여겨지고 있다. 하지만, 빛, 열, 공기 및 수분에 대한 페로브스카이트 물질의 낮은 안정성이 상용화 진입의 걸림돌로 지적되어 왔다. 본 연구에서는 페로브스카이트 태양전지의 낮은 안정성은 용액공정에서 발생하는 외적인 요소에 의한 것으로 판단하고, 용액 공정으로 제작된 페로브스카이트 박막을 고진공에서 보관하여 표면에 존재하는 결함들을 제거하였다. 그 결과 본 연구팀은 본질적으로 안정성이 높은 페로브스카이트 박막을 제작하는데 성공하였다.

연구 배경

유·무기 혼합 페로브스카이트 태양전지는 에너지전환효율이 높고 용액 공정 기반의 저가의 재료를 이용하기에 차세대 태양전지의 유력한 후보로 꼽힌다. 하지만 상용화를 위해서는 다양한 환경(빛, 열, 공기 및 수분에 노출되는 환경)에서 성능이 유지되는 안정성 확보가 필요하다.

높은 결정성을 갖는 페로브스카이트 물질은 용액공정을 통하여 박막으로 만들 때, 박막 내부 및 표면에 이온 결함 및 결정화되지 못한 비정질 영역 등이 생겨나게 된다. 이러한 결함들은 태양전지 구동을 위해 빛을 쬔었을 때, 박막의 표면으로 이동하여 상부전극을 부식시켜 태양전지의 성능을 저하시킨다.

특히, 페로브스카이트 태양전지의 가장 간단한 구조인 메틸암모늄 리드 트리 아이오다이드(methyl ammonium lead tri-iodide, 이하 MAPbI₃) 물질은 다양한 환경에서 성능저하가 심해 근본적으로 안정성이 낮은 물질로 간주되었다.

따라서 안정성 향상을 위하여 MAPbI₃에 소량의 금속 이온을 추가하여 더 단단한 결정구조를 만들거나, 페로브스카이트 박막과 상부전극 사이에 산화피막(passivation layer)을 도입하는 방법이 시도되었다. 하지만 이러한 방법은 공정의 복잡함을 불러와 페로브스카이트 물질의 불안정성을 근본적으로 해결하는 방법이 필요하다.

연구 내용

본 연구에서는 표면 재결정화 방법(그림 1)으로 MAPbI₃ 박막의 표면에 존재하는 결함 및 결정화되지 못한 비정질 영역들을 제거하였다. MAPbI₃ 박막 표면의 결함 감소 및 재결정화는 시분해 분광학 방법(Time-resolved spectroscopy)와 그레이징 입사 X선 산란(Grazing Incident Wide Angle X-ray Scattering) 방법을 통하여 확인하였다.

표면 재결정화를 거치지 않은 MAPbI₃ 박막으로 제작된 태양전지의 경우, 유사 태양광(자외선이 포함된 AM 1.5 태양광 스펙트럼, 100 mW/cm² 빛 세기) 조건에 노출시켰을 때 태양전지의 성능이 급격히 감소하는 결과를 보였다. 하지만 표면 재결정화를 거친 MAPbI₃ 박막으로 제작된 태양전지는 같은 조건에 1,000 시간 동안 노출시켰을 때, 초기 성능의 80%를 유지하는 것을 확인하였다.

또한 유사 태양광 조사시 태양전지를 지속적으로 구동시키며 최대 전력점 추적(Maximum Power Point Tracking, MPPT) 조건에서 효율변화를 측정하였다. 빛에 노출시킨 후 또는 유사 태양광에서 자외선을 제거한 뒤에 측정한 기존 연구들에 비해 보다 가혹한 조건에서 얻은 결과여서 더욱 의미가 있다. 또한, 같은 조건에서 제작된 태양전지를 85°C의 온도에 지속적으로 노출시켰을 때, 1,000 시간 후에 초기 성능의 90%가 유지되는 것을 확인하였다(그림 2).

기대 효과

가장 대표적인 페로브스카이트 태양전지, MAPbI₃의 표면 재결정화를 통해 표면의 결함과 비정질 영역을 제거, 이 물질이 빛과 열에 노출되어도 근본적으로 안정성을 지님을 확인하였다. 나아가 이를 이용해 빛 및 열에 대한 안정성이 우수한 페로브스카이트 태양전지를 구현하였다.

본 결과는 향후 다양한 환경에서 페로브스카이트 물질의 안정성이 극복될 수 있음을 보여준 결과라는 점에서 그 의미가 있다.

차세대 태양전지 중 실리콘 태양전지의 에너지전환효율에 가장 근접하지만 안정성이 낮은 페로브스카이트 태양전지의 단점을 해결할 단초를 제공, 페로브스카이트 태양전지 상용화에 한 걸음 다가갈 수 있을 것으로 기대된다.

연구 성과

[논 문] • “Highly stable inverted methylammonium lead tri-iodide perovskite solar cells achieved by surface re-crystallization”, Energy & Environmental Science, 13, 840-847, 2020

[언론 보도] • GIST, 페로브스카이트 태양전지 수명 증가 실마리 발견, 한국경제, 2020.03.10.
(<https://www.hankyung.com/it/article/202003100255Y>)

연구비 지원

- 2020년 GIST 개발과제
- 한국연구재단 글로벌연구실사업
- 한국연구재단 중견연구자사업

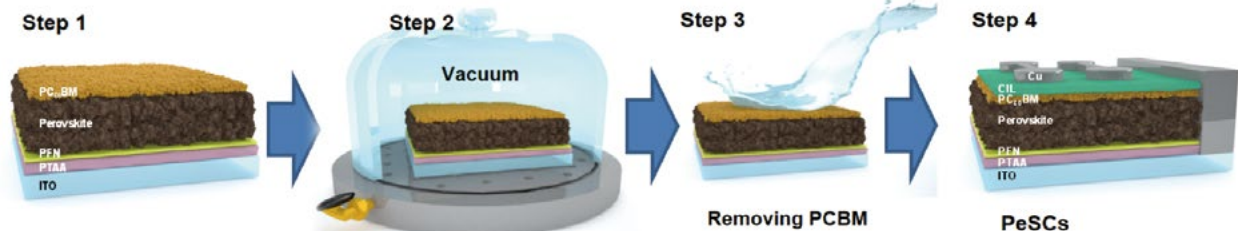
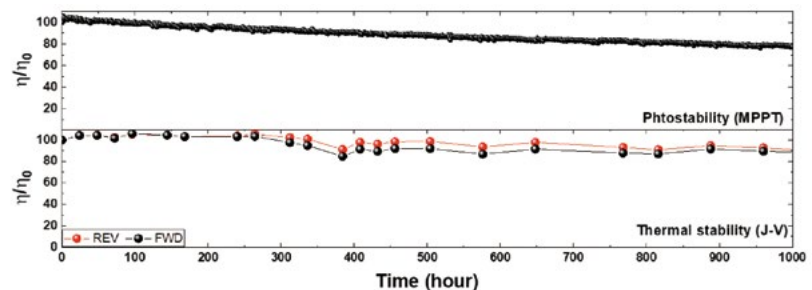


그림 1 페로브스카이트 박막 표면의 결함 제거 모식도

그림 2

빛 및 열에 노출된 태양전지 성능의 시간에 따른 변화



Main Research Achievements of 2020

한국문화기술연구소
전문구

mgjeon@gist.ac.kr

Korea Culture
Technology Institute사용자 제스처 및 행위인식 기술 활용한
스마트 미디어월 플랫폼 개발

4차 산업혁명 시대 도래에 따라 문화예술 환경 또한 급변하고 있으며, 이에 대응하여 IoT, 인공지능 등 첨단기술을 활용한 중대형 전시/이벤트/페스티벌에 대한 관심과 수요가 높아지고 있다. 특히 예술 창작자 및 기획자와 관람객 간 상호작용을 통해 참여와 소통을 증진하는 형태의 예술체험이 더욱 확대되고 있다. 본 연구는 이와 같은 배경에 따라 전시환경에서 사용자 인터랙션을 위한 제스처 인식 기술, 다중객체 검출 및 추적 기술을 개발하였으며, 개발 결과물을 스마트 미디어월에 적용하였다. 또한 국립아시아문화전당에서 인터랙티브 체험전 ‘아시아문화지도 - 라마야나의 길’을 운영하여 기술개발 결과를 실증하였으며 문화예술 기반시설에 상용화할 수 있는 기반을 확보하였다.

연구 배경

문화예술 분야는 창작과 교류, 체험을 중점적으로 다루기 때문에 기술개발에 선제적 투자 및 대규모 예산투입이 어려운 실정이다. 이에 AI 등 첨단기술을 적용한 실험적인 전시 플랫폼의 수요처를 국공립 문화예술기관으로 우선적 발굴하고 개발 결과물을 실증하여 범용성있는 플랫폼으로 민간영역에 확산할 필요성이 있다. 특히 사용자의 손 제스처, 얼굴 인식에 반응하는 기반기술을 활용하여 전시콘텐츠와 관람객간 상호작용을 증진할 수 있는 스마트 미디어월 및 콘텐츠 추천시스템 개발이 필요하다.

연구 내용

딥러닝 기반 사용자 제스처 및 행위 인식 기술개발을 위해 우선 다중객체 검출 및 추적, 손 제스처 인식, 신체 행위 인식 등 세가지 모듈의 베이스라인 모델을 구현하였다. 각 모듈별로 특정된 공개 데이터셋을 통해 성능을 자체평가하였고 목표치를 달성하였다.

스마트 미디어월 플랫폼 모듈 및 저작도구를 개발하기 위해 1차 프로토타입을 설계하였으며 이를 활용하여 국립아시아문화전당에 스마트 미디어월을 구축하였다. 미디어월을 활용한 인터랙티브 체험전 ‘아시아문화지도 - 라마야나의 길’을 운영하여 사용자 반응형 데이터를 설계하였고, 추후 확장될 콘텐츠를 반영할 수 있도록 개발하였다.

기대 효과

본 연구는 전시공간에서 실감형 스마트 미디어월 플랫폼을 통해 대중들에게 다양한 전시체험 요소를 제공할 수 있다. 특히 문화예술 기관에서 보유한 Art DB 및 데이터를 활용하여 지능형 콘텐츠 추천, 데이터 증강 및 시각화 등 고도화된 전시체험 환경을 구축할 수 있어, 민간 상용화 가능할 것으로 예상된다.

연구 성과

- [논 문] • Younkwan Lee, Hyeongjun Yoo, Yechan Kim, Jihun Jeong and Moongu Jeon, “Self-Supervised Attribute-Aware Refinement Network for Low-Quality Text Recognition”, European Conference of Computer Vision (ECCV) Workshop, Online, Aug. 23-28, 2020
- [언론 보도] • ‘아시아문화지도 라마야나의 길’ 개최, 반응형 웹방식 호평(전자신문)
- [기 타] • 프로그램 등록 4건(뉴미디어 아트 제작용 이미지 스타일 생성 딥러닝 알고리즘)
• 국립아시아문화전당 실증(아시아문화지도 인터랙티브 체험전 운영)

연구비 지원

문화체육관광부 문화기술 연구개발 정책지정과제 지원을 받음(인텔리전트 에이전트 기반 스마트 무대전시 동적 공간 인지형 미디어월 플랫폼 기술개발)

그림 1
사업 추진체계

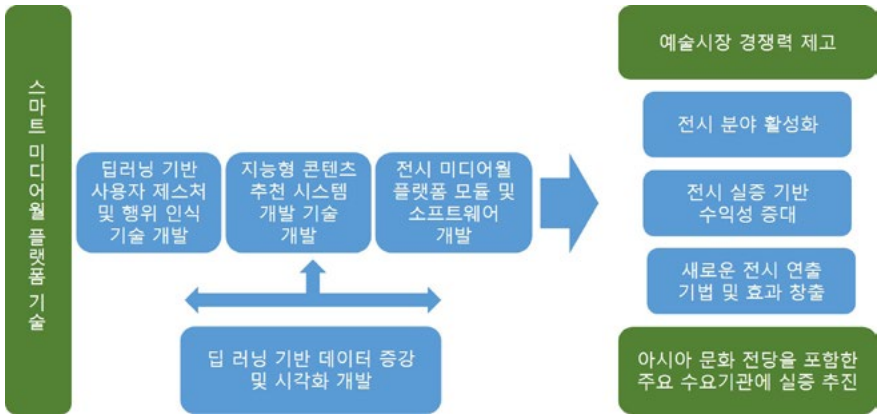


그림 2
전시환경 지능형 미디어월
설계 요약도

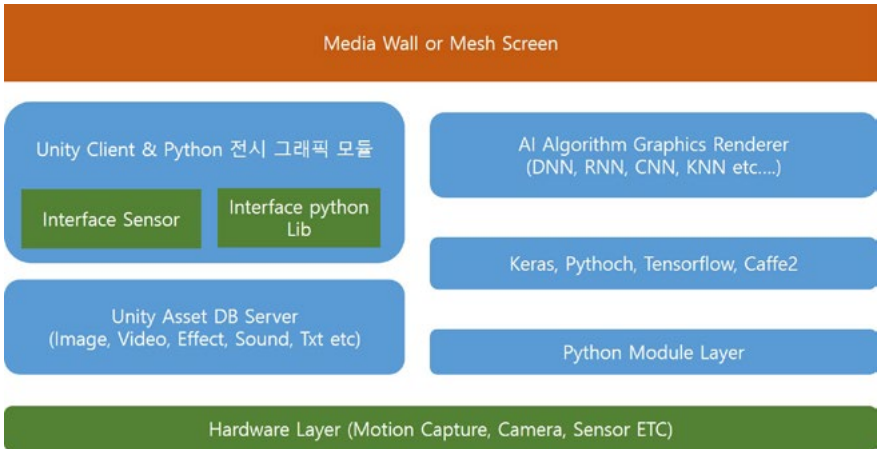


그림 3
아시아문화자원(대서사시 ‘라마야나’)
을 활용한 제스처 인식 인터랙티브 콘
텐츠 실증(국립아시아문화전당)



Main Research Achievements of 2020

생명의과학융합연구소

Darren R. Williams

daehopark@gist.ac.kr

근육 위축증을 치료할 수 있는 신규 약물과
작용 타깃 규명Intergrated Institute of
Biomedical Research

본 연구진은 임상적으로 안전성이 검증된 약물인 엽셀렌(ebselen)이라는 화합물을 새로운 근육 위축증 (muscle atrophy) 치료제로서 개발하였다. 엽셀렌은 이노시톨 탈인산화효소 (IMPase: Inositol monophosphatase)를 저해하여, 근육 위축 과정 중 조직 내 미오-이노시톨의 축적을 막는다. 미오-이노시톨 축적이 저해됨으로써 근육 위축의 주요 매개 인자인 atrogene의 발현이 감소되어, 결국 근육 단백질의 분해가 감소되는 작용 메커니즘을 나타내는 것을 규명하였다. 엽셀렌의 약효를 동물 모델과 인간 조직 유래 근육 세포를 이용하여 증명하였다. 이 연구는, 현재까지 FDA 승인 받은 약물이 없는 근감소증을 비롯한 근육 위축증 치료제 개발 분야에서 두각을 나타내는 선도적 연구 결과라 할 수 있다. 또한, 약물 재창출(drug repositioning) 전략을 이용한 연구로서 임상적으로 유용한 약물 개발에 필요한 시간을 단축시킬 수 있다는 장점이 있다.

연구 배경

인구의 고령화에 따라 근골격계 퇴행성 질환에 대한 관심이 높아졌다. 대표적인 근골격계 퇴행성 질환인 근육 위축증은 고령인에게 삶의 질 저하뿐만 아니라 높은 사망률을 야기할 수 있으며, 많은 경제적 사회적 부담으로 이어진다. 본 연구진은 약물 재창출 전략을 통해 임상시험 단계를 이미 거친 약물 라이브러리에서 새로운 근육 위축증 치료제를 선별하였다. 보편적 약물 개발 기간이, 약물의 독성 유무 검증 단계를 포함하여 10년에서 15년이 소요되는 반면, 이미 안전성이 입증된 약물 중에서 신규 약물을 선별하여 약물 개발 기간을 단축할 수 있다는 장점이 있다. 이에 본 연구진은 근육 위축증 신규 치료제로서 이노시톨 탈인산화효소 저해제인 엽셀렌을 발굴하였으며, 이노시톨 탈인산화효소와 근육 위축증 발병의 연관성을 규명하여 신규 약물 표적을 제시하였다.(그림 1)

연구 내용

근관(myotube)의 위축을 유도하고 측정하는 실험 모델로서 덱사메타존 유도 근육 위축증 모델이 사용되었다. 덱사메타존을 처리하면 근관의 위축이 유도되나, 이노시톨 탈인산화효소 저해제인 엽셀렌을 동시에 처리하면, 대조군에 비해 근관의 직경이 증가하였다. 근육 위축과 이노시톨 탈인산화효소와의 관련성은, 유전자 녹다운 방법을 통해 규명하였다. 이 효소의 발현을 녹다운시킨 그룹에서는 덱사메타존 처리에 의해 유도되는 근관의 위축 현상이 나타나지 않았다.

근육 위축증은 근육세포의 단백질을 분해하는데 관여하는 효소인 atrogen-1 (MAFbx), 과 MuRF-1 (TRIM63)의 발현 증가와 연관이 있다. 이 효소들은 FoxO3a라는 전사인자에 의하여 발현이 조절되는데, 덱사메타존 처리에 의해 증가되었던 발현양이 엽셀렌 처리에 의해 감소되었다.

또한, 근육 위축증 마우스 모델을 통하여 엡셀렌의 생체 내 (in vivo) 치료 효과를 확인하였으며, 대퇴 사두근의 근육 무게와 근력이 엡셀렌 투여에 의해 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 그리고, 조직 분석을 통하여, 덱사메타존에 의해 감소한 근관의 직경이 엡셀렌 투여에 의해 회복되는 것을 확인할 수 있었다. (그림 2)

인간의 골격근에서 배양된 근모세포를 이용한 실험에서도, 덱사메타존을 단독 처리한 대조군에 비해 엡셀렌을 처리한 그룹에서 근관의 직경이 정상으로 회복되는 것을 확인하였다 (그림 3).

기대 효과

엡셀렌은 정신질환 치료제로서 임상시험 중인 약물로서 근육 위축증에 대한 효과는 알려지지 않았었으나, 이 연구를 통해, 엡셀렌이 근육 위축증 치료제로서 탁월한 효과를 나타냄을 밝혀내었다. 또한 이노시톨 탈인산화효소와 근육 위축 사이의 연관성을 최초로 규명함으로써 새로운 약물 표적을 제시하였다. 따라서, 본 연구 결과는, 노화와 연관된 근감소증을 포함한 근육 위축증의 신규 치료제 개발에 크게 기여할 것으로 기대된다.

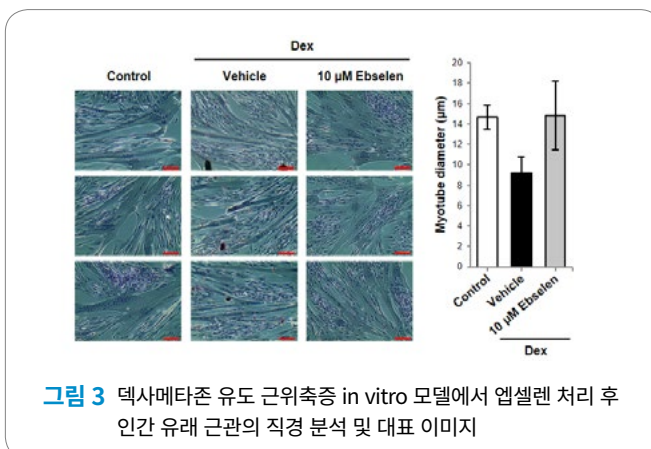
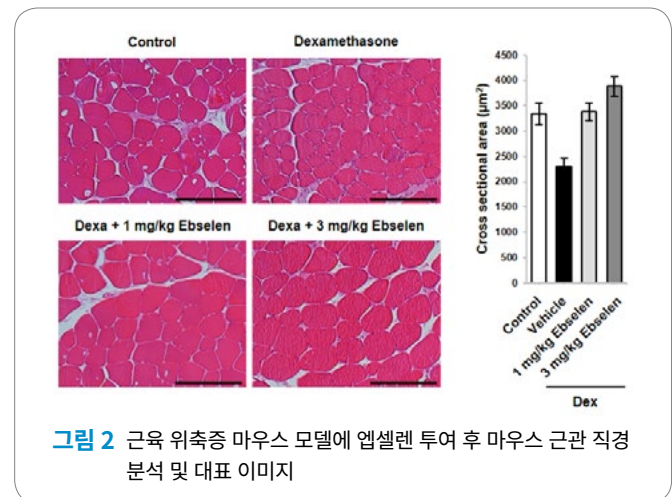
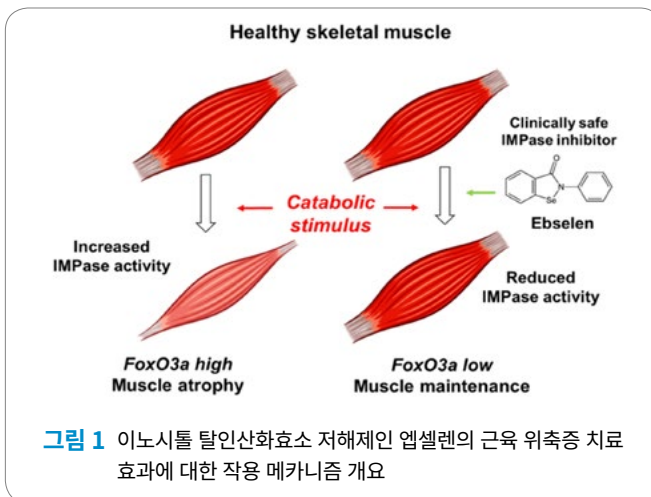
연구 성과

[논 문] • Lee et al, “Inhibited inositol monophosphatase and decreased myo - inositol concentration improve wasting in skeletal muscles”, Clin Trans Med. Lett. e251, 2001-1326 (2020) IF=7.919, JCR ranking=상위 7.6% 이내

[특 허] • 유기셀레늄 화합물을 포함하는 골격근성 근위축증 치료용 조성물. 국내 특허 출원 번호 10-2020-0074322

연구비 지원

한국연구재단의 개인연구지원사업 (중견연구)과 정보통신기획평가원의 SW 컴퓨팅산업원천기술개발사업, 지스트 생명과학융합연구소의 지원으로 수행되었다.



Main Research Achievements of 2020

국제환경연구소

김경웅

<https://ieri.gist.ac.kr/ieri/>International
Environmental
Research Institute

The impacts of Himalaya's glacier melting on arsenic mass balance and its mobility in Mekong and Salween sub-region groundwater



본 연구는 기후변화로 인해 히말라야 빙하가 빠르게 녹으면서 그 결과로 동남아시아(태국, 미얀마, 라오스, 캄보디아)의 메콩 강과 살ween 강, 그리고 인근 지하수에서의 비소 오염 변화를 측정 및 모니터링하는 데 중점을 두고 있다. 따라서 현장 샘플(지하수, 지표수, 토양)을 수집 및 분석하고, 수집된 데이터를 환경 예측 모델에 적용하였다. 이처럼 살ween 강과 메콩 강 하위 지역의 지하수를 따라 비소 농도에 대한 데이터를 수집하고 지하수의 비소 물질 수지를 추정하는 것은 대상 지역의 기후 완화 계획을 뒷받침할 수 있는 데이터베이스의 역할을 할 것이다.

연구 배경

란창강 유역의 빙하는 $328.16 \pm 20.29 \text{ km}^2$ (1968-1975년)에서 $229.66 \pm 16.48 \text{ km}^2$ (2005-2010년)로 40년 만에 과거의 총 빙하 면적으로부터 $98.50 \pm 26.61 \text{ km}^2$ 만큼 감소하여 약 30±8 % 가 줄어들었다 (Qiao et al., 2014). 2050년까지 메콩 빙하 지역은 상대적으로 -39 ~ -68 %, 살ween 빙하 지역은 상대적으로 -44 ~ -67 % 정도 감소할 것으로 예상된다 (Pravettoni, 2015). 한편, 메콩 하위 지역 우물물의 비소 오염은 히말라야산맥으로부터 다량의 비소로 오염된 퇴적물의 흐름에 의한 것으로 알려져 있다. Fendorf et al. (2009)는 ferrihydrite 환원에 의한 변환 생성물이 철(수소)산화물 환원 분해를 일으켜 용존 비소 농도를 촉진시킬 수 있다고 보고하였다. 공동 침전, 혼합, 또는 용해된 유기물질은 지하수면 아래의 토양/퇴적물에서 혐기성 조건을 야기시킨다. 따라서 메콩 및 살ween 하위 지역의 지하수를 따라 흐르는 수중 비소 농도의 이동 메커니즘을 밝히기 위한 연구가 필요하다.

연구 내용

지구 온난화로 인해 빙하가 녹아내리는 현상은 기후 및 환경에 심각한 영향을 미칠 것이다. 제3극의 빙하 지역인 히말라야 빙하의 급속한 감소가 보고되었으며, 2050년까지 메콩과 살ween 분지에서 빙하의 상대적 감소는 각각 -39 ~ -68 %, -44 ~ -67 % 까지 일어날 것으로 예상된다. 동남아시아에서 비소 오염의 원인은 히말라야에서 자연적으로 침식된 퇴적물에 의한 것으로 알려져 있으나, 메콩 강과 살ween 강 하위 지역의 지하수에 근접한 공극 수로의 비소 농도 및 유출에 영향을 주는 메커니즘은 여전히 알려져 있지 않다. 메콩과 살ween 분지의 국경을 넘나드는 특성을 감안할 때 샘플 및 데이터 수집의 기회는 더욱 제한적이었다. 이 연구에서는 주로 메콩 강과 살ween 강, 그리고 그 하위 지역의 지하수, 토양 및 퇴적물을 따라 샘플 및 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 여러 모델링 기법을 활용하여 비소 이동성을 예측할 것이다. 대수층 내 비소의 물질 수지는 계절풍(몬순) 경향의 변화와 기후 변화에 의한 유출량 증가에 영향을 받을 것으로 예상된다.

기대 효과

1. 메콩 강에서 비소의 배경 농도에 대한 데이터베이스를 구축하여 정부가 자국의 식수 문제에 대한 보다 구체적인 규제 및 솔루션을 개발할 수 있도록 지원하고자 한다. 구축된 데이터는 지하수뿐 아니라 주변 토양 및 퇴적물 샘플의 비소 농도를 포함할 것이다.
2. 비소 유출 메커니즘은 특히 홀로세(Holocene) 삼각주 및 유기물이 풍부한 표면 퇴적물에 대해 매우 잘 알려져 있다. 혐기성 조건에서 유기물이 풍부한 표면 퇴적물은 철(수소)산화물 환원 분해를 야기하는 ferrihydrite 환원의 변환 생성물을 촉진시키고 용존 비소 농도를 증가시킨다.
3. 모델링 기법을 활용하여 히말라야 동부 빙하의 급격한 감소로 인한 지하수의 잠재적 비소 용량과 배출량 증가 및 이동성 등을 예측 및 추정할 것이다.

연구 성과

- [연론 보도] • 과학 한류의 결실, 지스트 졸업생 국제 환경전문연구자로 거듭나
<https://www.gist.ac.kr/kr/html/sub07/070104.html?mode=V&no=197257>
- [수 상] • Approved New Projects for Fiscal Year 2020
<https://www.apn-gcr.org/2020/07/28/approved-new-projects-for-fiscal-year-2020/>
- [기 타] • 국제 협력 및 네트워킹 추진

연구비 지원

This research was supported by the Asia-Pacific Network for Global Change Research (APN) grant funded under the 2019 Collaborative Research for Early-Career Scientists (CRECS) Small Grants Programme (CRECS2020-03MY-Seah).

표 1

IERI 2012년 연구 보고서 – 캄보디아 비소 제거 기술 설치 전 지하수 수질 검증.

Water Quality Parameters	CNDWQ	Sampling Dates			
		23-Sep-11	6-Oct-11	18-Oct-11	23-Nov-11
As (ppb)	50	200	135	40	170
Fe (ppm)	0.3	0.637	0.295	0.257	0.837
Mn ²⁺ (ppm)	0.1	0	0	0	0
DO (ppm)	n/a	4.1	5.9	7	2.7
pH	6.5 – 8.5	7.69	7.77	8.14	7.08
E-Coli	0	0	0	0	0
Total Coliform	0	0	0	0	0
PO ₄ ³⁻ (ppm)	n/a	n/a	n/a	n/a	0.06
NO ₃ ⁻ (ppm)	n/a	n/a	n/a	n/a	1.65
Turbidity (NTU)	5	n/a	n/a	n/a	1.55

그림 1

연구 지역지도; 메콩 강 (왼쪽)과 살윈 강 (오른쪽).



Main Research Achievements of 2020

인공지능연구소

이흥노

giai@gist.ac.kr

GIST Institute for
Artificial Intelligence2020년도 인공지능중심산업융합집적단지
조성사업(창업분야) ‘꿈꾸는아이(AI)’ 추진

개요 꿈꾸는아이(AI) 사업은 「인공지능중심산업융합집적단지조성사업(창업분야)」의 “수요연계형 AI 예비창업 지원(Stand up) 사업”으로 과학기술정보통신부, 광주광역시, 정보통신산업진흥원(NIPA) 협력 하에 인공지능산업융합사업단이 주관하고 지스트 인공지능연구소가 수행함

- 사업목표**
- AI 제품 및 서비스, AI 학습용 데이터, AI 인재를 활용한 기업의 AI 아이템 수요 매칭과 기업 경쟁력 강화
 - 문제 해결형 AI 특화 교육 시스템 구축 및 운영을 통한 AI 인재의 발굴 · 육성
 - 수요기업과 AI 기술의 매칭을 통한 예비창업자의 성공적인 사업화 지원을 위한 컨설팅 교육
 - 리더보드 기반 토너먼트 경쟁을 통해 글로벌 경쟁력을 보유한 AI 기술 발굴

추진 배경

정성적 목표

(**新혁신 동력 확보**) 인공지능 산업융합 집적단지(데이터센터, 실증지원, 창업 및 사업화 지원 인프라 등) 구축을 통한 AI 융합 산업 혁신기반 조성

(**AI 산업융합 생태계 조성**) 인공지능 기술과 주력산업(자동차, 에너지, 헬스케어 등) 연계를 통한 산업혁신 생태계 조성

정량적 목표

- 1차년도(2020년 목표)

- 1) AI 산업융합 인프라 구축: 공간 건축, 데이터센터 인프라 및 서비스플랫폼 ISP, 데이터센터 구축, 실증지원 장비 구축, AI 통합지원 서비스 플랫폼 구축
- 2) AI 특화 창업지원 및 기업성장 지원: AI 스타트업 육성 및 우수 AI 기업 발굴
- 3) AI 융합 인력양성: 인공지능 대학 교육: AI+X 융합 캠퍼스, AI 일자리 전환 및 직무능력 고도화: AI 두드림(Do Dream)

사업 내용

사업추진 목적

- 1) 사업기반 인프라 구축: AI 전문 교육과 경진대회를 제공할 수 있는 교육 실습장 및 관련 인프라 구축(공간마련, GPU 1대, PC 16대)
- 2) AI기술창업교육: D.A.M.(초급~고급) 교육을 통해 다양한 분야에서 AI를 접목하여 비즈니스 및 창업으로 연결할 수 있는 문제 해결형 AI 인재 발굴 · 육성(수료생 170명, 만족도 4.0 이상)

- 3) 창업 및 기업지원: 창업 유도 및 기업지원, (예비)창업자 현 문제 해결(멘토링/ 컨설팅 25건)
- 4) AI 수요조사: AI · 신기술 도입을 통해 해결이 필요한 기존 기업의 수요 및 현상문제 발굴(90건 목표)
- 5) AI 실증 기반경진대회: 수요기업이 AI를 통해 해결이 필요한 현안 문제를 제시하고, 참가자들은 다양한 방법으로 문제를 해결함으로써 AI를 통한 시장 선점의 기회 마련하고 창업에 대한 관심 유도하는 Stand-up 지원 단계의 핵심 요소

기대 효과

(AI 강국 도약 기반 마련)	혁신 AI 생태계 조성을 통해 국내 AI 연구개발 역량을 강화하여 혁신적 AI 거점 구축
(AI 융합 실증환경 조성)	3대 분야 AI 융합 기술의 실증환경 조성을 통하여 'AI 산업융합 기술개발 → 사업화' 촉진
(AI 창업 활성화)	창업 아이디어와 기업 수요 간 연계 및 AI 특화 맞춤형 창업 지원을 통해 AI 창업 활성화와 일자리 창출 촉진
(지역경제 활성화)	주력산업(에너지, 헬스케어, 자동차)과 AI 기술을 연계하여 광주 지역경제 활성화 및 미래 성장 동력 마련
(AI 융합 R&D 기술경쟁력 향상)	주력산업 AI 기술경쟁력 확보

사업 성과

- [교육장 구축]** • AI대학원 내에 AI Studio 구축
- [AI 특화 기술 창업 교육]** • AI 교육 수료 170명, 교육 만족도 4.0
- [창업 및 기업지원]** • 창업 및 기업지원 총 42건 진행
- [AI 수요조사]** • 수요조사 진행 현황: 총 수요 292건 (KPI: 90건)
- [AI 실증 기반 경진대회]** • 종목(수요/출제기관): 자동차(Intel, AWS), 헬스케어(NVIDIA), 에너지(LG전자), 오픈셀린지(문화컨텐츠 및 에너지; CJ올리브네트웍스 및 한국광기술원)
- 총 29팀이 2회에 걸친 본선을 치러 1등 4팀이 광주광역시장상 2천만원 등을 수상함.
- [언론보도]** • 한국경제 등(2020.6.27.), “지스트, 내달 국대 최대 AI경진대회 꿈꾸는아이 열린다”
- 동아사이언스(2020.8.12.), [인간 · 공감 · AI] ⑦ 성패는 코딩보다 문제 정의와 시장 이해에 있다
- 매경(2020.8.27.), [미래사회 선도하는 지스트] 국제화 · 융합 쟁점을 지스트...세계적 AI 인재 키운다
- 베리타스알파 등(2020.12.17.), “지스트, 인공지능 창업 경진대회 꿈꾸는아이(AI) 성황리에 마무리”

연구비 지원

2020년도 인공지능중심산업융합집적단지조성사업 1,800백만원(과학기술정보통신부 정보통신방송사업)



그림 1 AWS DeepRacer

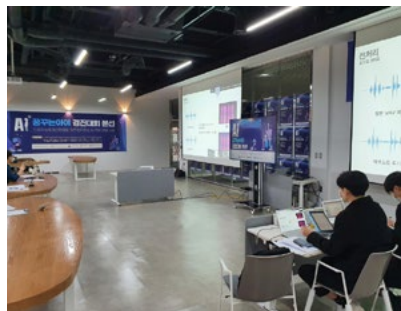


그림 2 경진대회 본선



그림 3 본선 최종 수상자들과 총장님, 인공지능연구소장님

- 전기전자컴퓨터공학부
- 신소재공학부
- 기계공학부
- 지구환경공학부
- 생명과학부
- 융합기술학제학부
- 에너지융합대학원(학과)
- 물리광과학과
- 화학과
- 의생명공학과
- AI대학원
- 차세대에너지연구소
- 한국문화기술연구소
- 생명과학융합연구소
- 국제환경연구소
- 인공지능연구소

GIST ANNUAL R&D REPORT

GIST's Research Highlights of 2020

Gwangju Institute of Science and Technology

지스트 연구 하이라이트

전기전자컴퓨터공학부
Solid State Lighting Lab

이동선

<http://ssll.gist.ac.kr>

School Of
Electrical Engineering
And Computer Science

다결정 유연 CZTSSe 태양전지의 전하 수송 경로에 대한 Na 도핑의 영향



본 연구에서는 Na 도핑이 CZTSSe 태양전지 성능 중 충전율(Fill Factor) 향상에 기여하는 것을 확인하였으며, 전자나 정공 같은 운반체(Carrier)들의 효율적인 경로 선택에 대한 구체적인 모델을 제시하여 성능 향상의 이유를 명확히 설명하였다. 유연 CZTSSe 태양전지를 몰리브덴 포일 위에 제작하였으며, 5~30 nm 두께의 NaF 도핑을 통해 최적화 실험을 하였다. 25 nm 두께의 NaF 조건에서 최고 광전환 효율(Photoconversion Efficiency) 8.7%, 충전율(fill factor) 62.63%를 갖는 세계적인 수준의 유연 CZTSSe 박막 태양전지를 제작하였다. 또한, 본 연구에서는 운반체의 수송 경로 선택에 대한 모델을 제시하였고, 해당 모델을 통해 운반체의 수송 경로 선택이 결정 내부(Intragrain)와 결정립계(Grain boundary)의 높은 전위차에 의해 최적화됨을 명확히 설명할 수 있었다. 이는 낮은 저항, 전자-정공의 재결합 감소를 이루어 더 높은 광전환 효율을 얻을 수 있음을 보였다. 특히, 62.63% 충전율을 달성하였고 이 값은 논문 제출 당시 세계 최고 수준의 값이었다.

연구 내용

본 연구에서는 NaF의 도핑량을 조절하여 CZTSSe 흡수층을 제작한 후 유연 태양전지를 제작하였다. (그림 1)을 통해 도핑량에 따른 CZTSSe 유연 태양전지의 성능 변화를 확인할 수 있다. 도핑량이 부족한 5, 10 nm 샘플에 비해 충분히 도핑된 태양전지들은 성능이 크게 향상된 것을 확인할 수 있었으며 25 nm 샘플에서 최고의 성능을 얻었다 (광전환 효율 8.7%, 충전율 62.63% 달성). 또한, 해당 측정을 통해 과한 도핑(30 nm)은 부정적인 효과를 줄 수 있음을 확인하였다. (그림 2)는 Atomic Probe Tomography를 통해 측정된 결정립계(GB) 주변을 이루고 있는 성분들로, 해당 측정을 통해 Na가 주로 CZTSSe의 결정립계를 따라 도핑된다는 것을 명확히 확인하였으며, 이를 통해 Kelvin Probe Force Microscopy로 측정된 결정내부 (IG)와 결정립계의 전위차가 일어나는 이유 또한 설명하였다. 해당 결과들을 근거로 (그림 3)과 같이 전하 수송 경로에 대한 모델을 설계/제시하였으며, 최적화된 조건의 경우 전자는 결정립계를 통해, 정공은 결정내부를 통해 이송됨을 설명하였다. 또한 이 모델을 근거로 전기 저항이 낮아지는 효과와 전자-정공의 재결합이 줄어들음을 설명할 수 있었다.

연구 성과

[논 문] • W. Jeong, K. Kim, J. Kim, H. Park, J. Min, J. Lee, S. Mun, S. Kim, J. Jang, W. Jo and D. Lee, "Impact of Na doping on the Carrier Transport Path in Polycrystalline Flexible $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ Solar Cells", Adv. Sci. 1903085 (2020)

[언론 보도] • "충전효율 좋고 수명도 길어...기존 태양전지 단점 해소", 전자신문, (2020)

[기 타] • K. Kim, W. Jeong, and D. Lee, "Optimization of Sodium and Zinc Composition of a Flexible CZTSSe on Molybdenum Foil for High Photoconversion Efficiency", 38th EU PVSEC (2019)

연구비 지원

- This work was supported by the GIST Research Institute (GRI), the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP), the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20183010014310) in 2020.
- This work was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2018R1A6A1A03025340) in 2020.

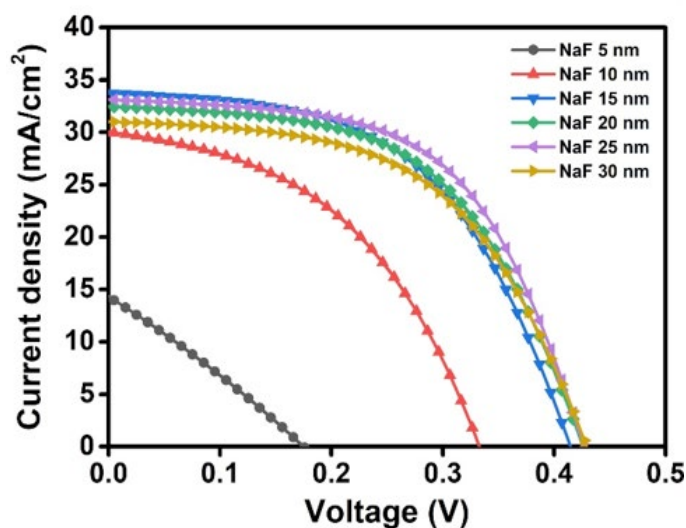
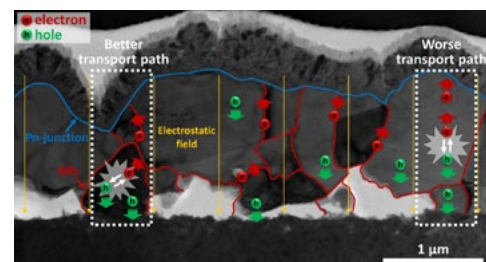


그림 1

유연 박막 CZTSSe 태양전지 샘플들의 전류밀도-전압 곡선. NaF 25 nm 조건에서 가장 우수한 특성을 보이고 있다.



- Insufficient Na doping:
 $V_{bi} \downarrow$, E-field $\downarrow$ / $V_{CPD} \downarrow$, worse path, FF $\downarrow$
- Optimum Na doping:
 $V_{bi} \rightarrow$, E-field $\rightarrow$ / $V_{CPD} \uparrow$, better path, FF $\uparrow$
- Excessive Na doping:
 $V_{bi} \uparrow$, E-field $\uparrow$ / $V_{CPD} \downarrow$, worse path, FF $\downarrow$

그림 3

단면 TEM 이미지 및 전자-정공이동 메커니즘 모델 설명도

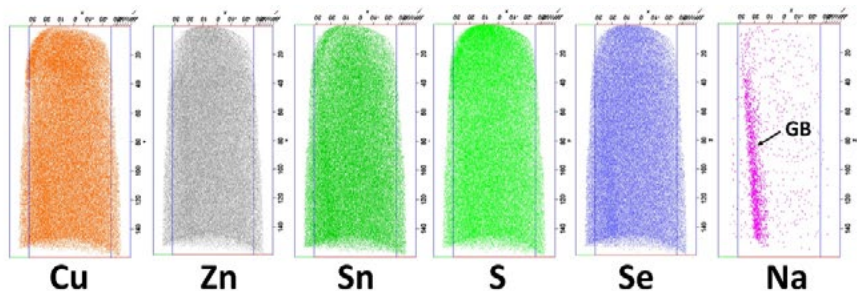
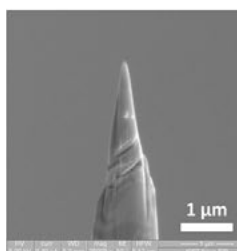


그림 2

샘플링된 CZTSSe 흡수층의 투과전자 현미경(TEM) 이미지 및 구성 원소들의 APT 3D mapping 이미지. Na가 GB에 위치하고 있음을 명확히 확인할 수 있다.

신소재공학부
전기촉매재료연구실

최창혁

www.emlgist.com

School Of
Materials Science And
Engineering

전기화학적 이산화탄소 전환용 단원자 니켈 촉매의 활성점 규명



전기화학적 이산화탄소 전환에 고활성을 보이는 단원자 니켈 촉매의 활성점 규명을 위해, 대칭적인 구조와 대칭이 깨진 구조를 갖는 두 모델 촉매를 합성하였음. 전기화학적 및 분광학적 접근을 통해, 대칭이 깨진 구조에서 효율적으로 이산화탄소 전환이 일어남을 확인할 수 있었음. 계산화학적 접근을 통해, 대칭성이 깨진 구조가 반응중간체 생성을 유리하게 하여 촉매의 성능을 높임을 밝혀냄. 해당 연구를 통해 활성점 주변의 원자 수준에서 깨진 대칭성이 고성능 이산화탄소 전환에 핵심 요소임을 밝힐 수 있었음.

연구 내용

이산화탄소 전환은 이산화탄소와 물의 반응을 통해 고부가가치 화합물을 생산하는 기술로 실용화를 위한 연구가 활발함. 이 중, 효율적인 촉매의 개발은 탄소중립정책의 성공을 이끌 중요한 요소임.

원자 수준에서 배열된 전이금속 촉매는 효율적으로 이산화탄소를 전환 가능하여 주목을 받고 있으나, 다양한 구조가 섞여 있는 탓에 활성점 파악과 같은 촉매 소재에 대한 근본적 이해가 부족함. 실용화 가능한 고성능 촉매 개발을 위해 촉매의 활성점 규명은 합리적인 활성점 설계의 핵심임.

활성점 규명을 위해 대칭적인 구조와 대칭이 깨진 구조를 갖는 두 모델 촉매를 합성함. 다양한 전기화학 및 분광학적 분석을 적용하여 대칭이 깨진 구조에서 이산화탄소 전환이 효율적으로 이뤄지는 것을 확인하였음. 계산화학적 접근을 통해, 대칭이 깨진 구조가 반응중간체 생성을 유리하게 하여 촉매의 성능을 높인다는 사실을 밝힘.

해당 연구를 통해 활성점 주변의 원자 수준에서 깨진 대칭성이 고성능 이산화탄소 전환에 핵심 요소임을 밝힐 수 있으며, 향후 고성능 이산화탄소 전환 촉매 개발에 대한 주요 접근법을 제시할 수 있었음.

연구 성과

[논 문] • Identification of Single-Atom Ni Site Active toward Electrochemical CO₂ Conversion to CO (Journal of the American Chemical Society 143 (2021) 925)

연구비 지원

미래소재디스커버리, 개인기초연구 사업 (과학기술정보통신부·한국연구재단)

그림 1

각기 다른 대칭성을 가진 단원자 니켈 촉매의 전기화학적 이산화탄소 전환 모식도.

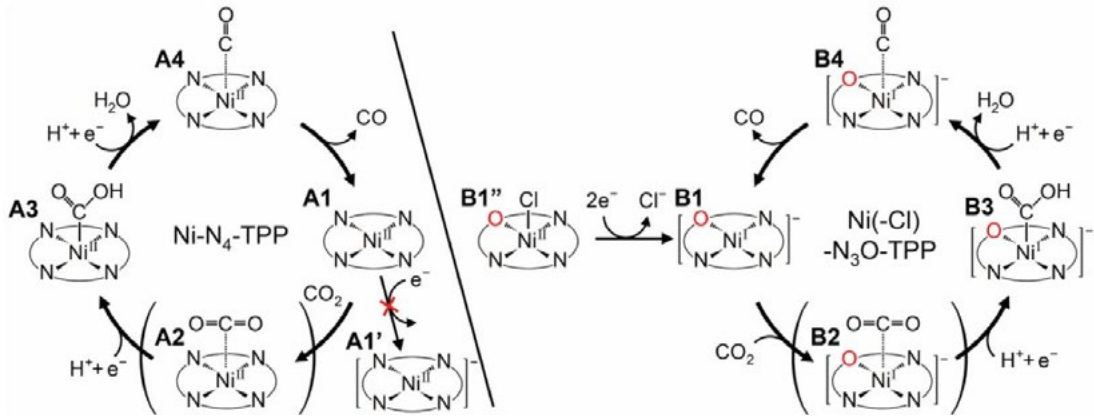
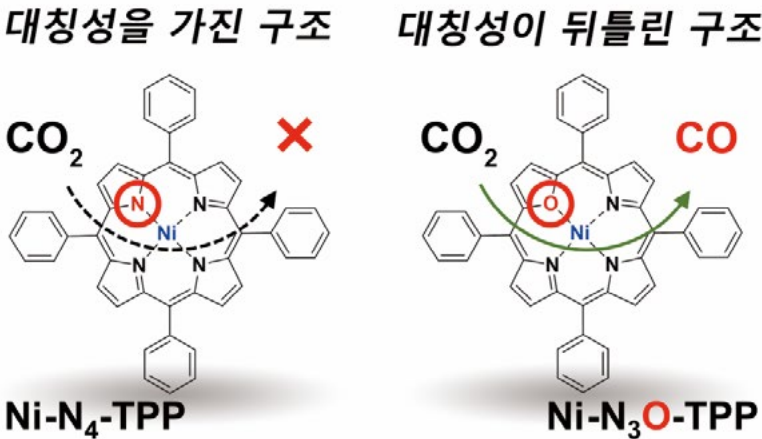


그림 2 연구를 통해 제안된 각기 다른 대칭성을 가진 단원자 니켈 촉매의 전기화학적 이산화탄소 전환 촉매 순환.

기계공학부 이재욱

<https://sites.google.com/view/e-mobility-design-opt-lab/>

School Of Mechanical Engineering

불균일 분포의 섬유강화재로 구성된 비등방성 복합재의 구조 최적설계



탄소중립사회 실현을 위해, 자동차, 항공기, 선박, 로봇 등 이동 수단의 에너지 효율 향상이 필요하다. 이를 위해, 이동수단 구조물의 경량화는 개발이 필요한 핵심 기술 중 하나이다. 본 연구에서는 이동체 구조물 경량화 달성을 목표로, 탄소 섬유강화 플라스틱(CFRP)과 같은 복합재를 설계 최적화하는 기술을 개발하였다. 개발한 설계 최적화 기술은 섬유강화재의 불균일한 분포 및 방향을 최적화 할 수 있다. 섬유강화재의 불균일 분포를 통해, 균일 분포를 가진 복합재 대비 10~30%의 단위 질량당 강성 향상을 기대할 수 있음을 확인하였다.

연구 내용

불균일 분포의 섬유강화재를 가진 비등방성 복합재에서, 구조물 형태, 강화재 분포 및 방향을 동시에 설계하는 최적화 방법론을 개발하였다. 불균일 분포의 강화재로 구성된 복합재는 균일 분포의 강화재 또는 등방성 다물질 보다 더 우수한 강성을 가질 것으로 예상된다. 본 연구에서는 균질화 설계법을 기반으로 복합재의 미세구조와 대구조를 동시 설계하는 방법론을 제안하였다. 균질화 설계법으로 획득한 복합재 미세구조를 복원하기 위해, 매핑함수에 기반한 역균질화법을 개발하였다. 매핑함수는 최적화된 복합재 방향 함수로부터 편미분방정식을 풀어 획득한다. 다양한 수치예제들을 통해 개발한 최적화 방법론의 유효성을 검증하였다. (그림 1)은 외팔보(Cantilever)의 설계 최적화 결과를 보여준다. (그림1)(b)는 불균일 분포의 섬유강화재로 구성된 복합재의 설계 최적화 결과를 보여준다. 이 구조물은 (그림 2)(c)의 균일 분포의 섬유강화 복합재 구조물과 (그림2)(d)의 등방성 다물질 구조물에 비해, 단위 무게당 강성이 각각 19.5%, 17.2% 우수한 것을 확인하였다. (그림2)는 단순지지보(Simply supported beam)의 설계 최적화 결과를 보여준다. (그림2)(b)의 불균일 분포의 섬유강화재로 구성된 복합재의 구조물은 (그림 2)(c)의 균일 분포의 섬유강화 복합재 구조물과 (그림2)(d)의 등방성 다물질 구조물에 비해, 단위 무게당 강성이 각각 22.4%, 11.2% 우수한 것을 확인하였다.

연구 성과

[논 문] • D. Kim, J. Lee*, T. Nomura, E.M. Dede, J. Yoo, S. Min, “Topology optimization of functionally graded anisotropic composite structures using homogenization design method”, Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 369, 113220 (2020)

연구비 지원

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2019R1A2C1002808).

그림 1

외팔보(Cantilever) 구조물 설계 최적화 결과 (a) 설계영역과 경계 및 하중 조건, (b) 불균일 분포의 섬유강화재로 구성된 복합재 설계 결과, (c) 균일 분포의 섬유강화재로 구성된 복합재 설계 결과, (d) 등방성 다물질 설계 결과

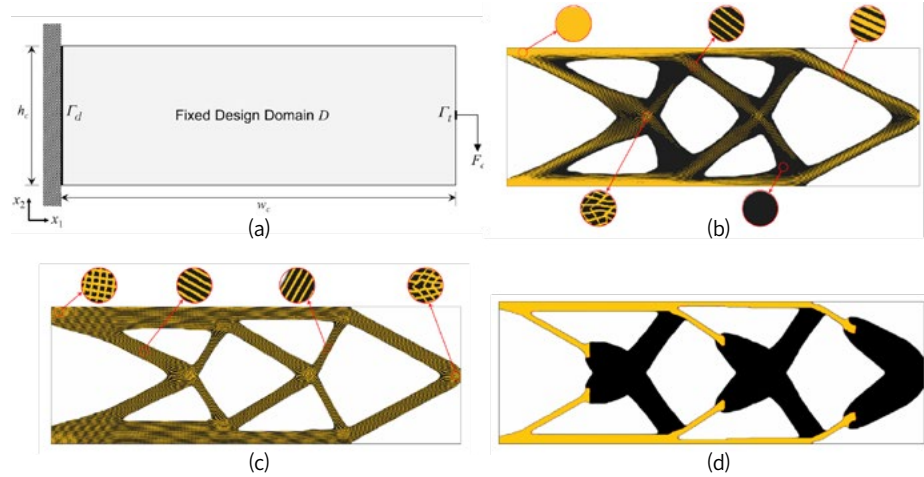
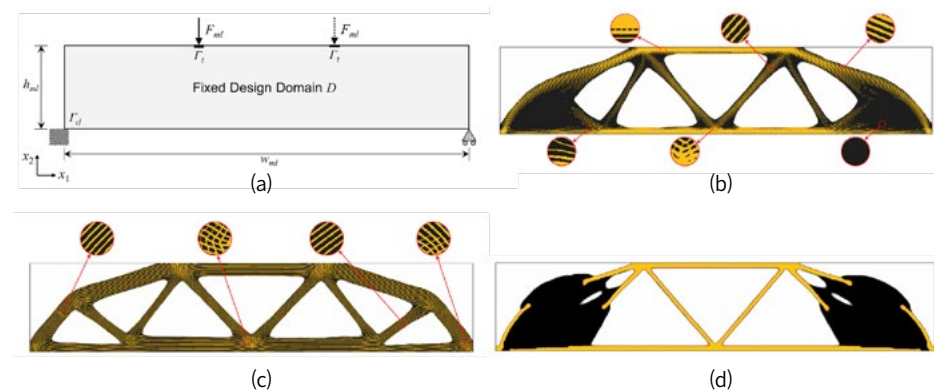


그림 2

단순지지보(Simply supported beam) 설계 최적화 결과 (a) 설계영역과 경계 및 하중 조건, (b) 불균일 분포의 섬유강화재로 구성된 복합재 설계 결과, (c) 균일 분포의 섬유강화재로 구성된 복합재 설계 결과, (d) 등방성 다물질 설계 결과



GIST's Research Highlights of 2020

지구환경공학부

기후분석&모델링 연구실

윤진호

<https://env1.gist.ac.kr/camlab/index.do>

School Of Earth Sciences And Environmental Engineering

Intensification of the East Asian summer monsoon lifecycle based on observation and CMIP6



본 연구는 동아시아 지역 여름철 몬순기간에 극한강수현상 발생위험을 진단하였다. 2018년 일본에서는 5월 말부터 약 10일간(6/28~7/8) 많게는 1000mm 이상 내린 비가 이 지역에 홍수와 산사태를 동반하며 막대한 피해를 초래했다. 그러나 이를 추스를 새도 없이 심각한 고온건조 현상이 일본을 덮치며 그 피해는 더욱 가중되었고, 연속적인 극한강수현상으로 인해 1,000명 이상이 사망했다. 본 연구는 동아시아 여름몬순(East Asian summer monsoon; EASM)의 생애주기가 뚜렷해지면서 홍수-열파의 연속적인 발생가능성이 높아졌음을 확인하였다. 30년 동안의 관측데이터와 최신의 기후모델(Coupled Model Intercomparison Project Phase 6, CMIP6)을 이용하여 기후변화가 한국과 일본의 장마기간 동안 단시간에 더 많은 비를 내린 후, 고온건조한 기간도 강하고 장기화되는 경향을 확인하였다. EASM이 수개월간 지속되며 넓은 지역적 범위에 영향을 미치기에 이 몬순시스템이 미치는 영향은 상이하지만, 적어도 EASM 생애주기의 강화로 인해 2018년 일본에서와 같은 연속적인 극한기후의 발생가능성이 높아졌음이 분명하다.

연구 내용

본 연구는 홍수-열파와 같이 양극단의 극한강수현상이 연속적으로 발생이 동아시아여름몬순(EASM)의 변동성과 관련이 있다고 보고 관측자료와 최신의 기후모델인 CMIP6를 활용하여 동아시아 여름몬순 생애주기의 장기변동성을 확인해보았다. 동북아시아의 여름철 강수는 주로 동아시아 여름몬순의 생애주기(활동기;Active phase, 휴지기;Break phase, 재생기;Revival phase)에 따라 결정되며, 이 생애주기는 강수전선이 북쪽으로 전파하면서 결정된다. 본 연구는 이 생애주기 중 활동기와 휴지기 모두가 뚜렷해지는 경향을 확인하였다. 생애주기의 강화는 북태평양 고기압(Western North Pacific subtropical high;WNPSH)이 서쪽으로 확장하면서 활동기에 남풍을 북쪽으로 빠르게 이동시키면서 수증기를 공급해 짧은 기간 동안 강한 강수를 초래한다. 최신의 기후모델(CMIP6)에서 이러한 생애주기의 특성이 얼마나 잘 재현되는지를 확인하였다. 32개의 개별모델 가운데 활동기와 휴지기의 평균 강수패턴을 잘 모의하는 모델들은 관측과 마찬가지로 활동기에 강수전선이 빠르게 북쪽으로 이동하는 강화된 생애주기의 경향성을 잘 포착했다. 대부분의 모델들이 여름철 강수를 과소모의하였고, 동아시아여름몬순 생애주기의 변동성을 모의하는 데 실패하였음에도, 일부 모델들은 여름철 강수전선의 평균적인 이동패턴과 함께 강화된 동아시아 여름몬순의 생애주기를 성공적으로 모의하였다.

연구 성과

[논 문] • Park, J., Kim, H., Wang, S. Y. S., Jeong, J. H., Lim, K. S., LaPlante, M., & Yoon, J. H. (2020). Intensification of the East Asian summer monsoon lifecycle based on observation and CMIP6. Environmental Research Letters, 15 (9), 0940b9.

[언론 보도] • “연합뉴스(“역대급 더워라더니...열대야 사라지고 곳곳 물폭탄, 왜?”),
• 경향신문(“동아시아서 ‘가뭄·집중호우’ 널뛰기 기후 심해진다”),
• YTN(“‘짧고 굵게’ 장마철 강수량도 양극화...이유는?”) 등 20건 이상

연구비 지원

This research is funded by the Korean Meteorological Agency under the grant KMI2018-07010 and GIST Research Institute (GRI) grant funded by the GIST in 2020.

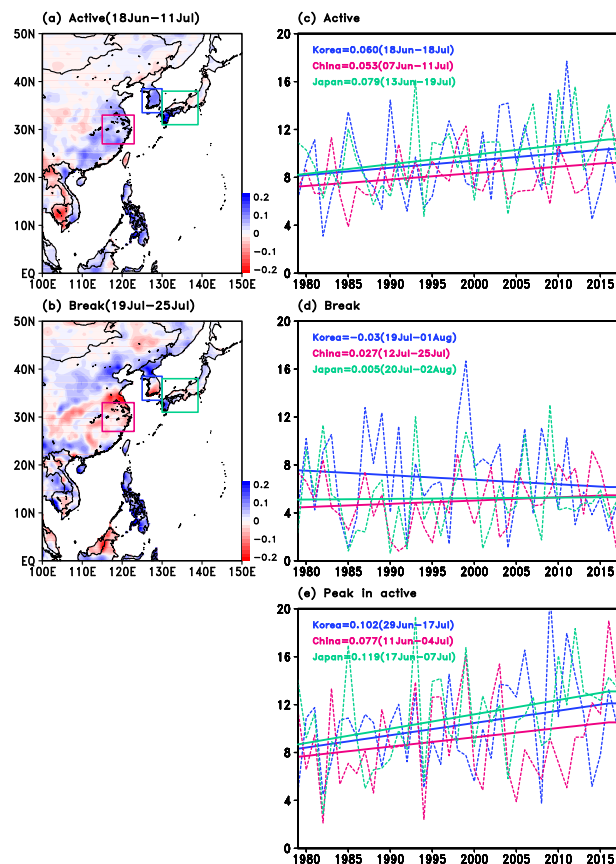


그림 1

몬순기간 동안 강수의 선형경향성(mm/day/yr) (a) 세 연구지역(한, 중, 일)에서 중복되는 활동기 강수의 선형경향성 (b) 세 연구지역에서 중복되는 휴지기 강수의 선형경향성 (c) 활동기, (d) 휴지기, (e) 활동기 중 최성기 동안 강수의 선형경향성

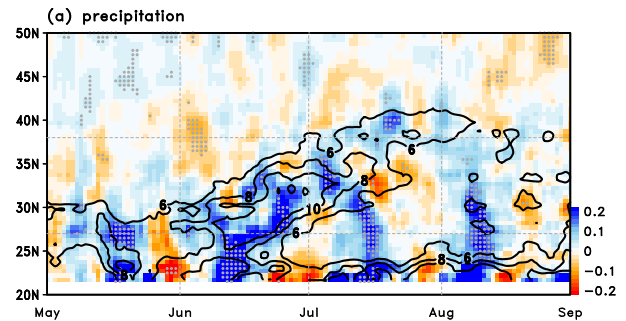


그림 2

5일 이동평균한 강수의 시간(x)-위도(y) 다이어그램. 세 연구지역을 모두 포함하는 115E-139E 경도범위에 대하여 평균함. 실선은 30년 평년값(mm/day)을 나타내며 색은 선형경향성(mm/day/yr)을 나타냄

생명과학부

세포 및 바이러스 로지스틱스 연구실

전영수

<https://life.gist.ac.kr/clar/index.do>

Quaternary structures of Vac8 differentially regulate the Cvt and PMN pathways

(세포 속 청소 돕는 단백질 복합체 구조 및 기능 규명)

School Of
Life Sciences



세포 내 불필요한 물질을 골라내 리소좀까지 옮기는 데는 다양한 단백질이 관여한다. 대표적으로 'Vac8(Vacuole related 8) 단백질'이 잘 알려져 있는데 이 단백질이 어떤 단백질과 결합하느냐에 따라 자가포식 유형이 결정된다. 가령 Vac8 단백질이 Nvj1(Nucleus-vacuole junction 1) 단백질과 결합하면 세포핵 일부분을 분해하는 자가포식(PMN)이 작동하는 반면, Atg13(Autophagy Related 13) 단백질과 결합하면 세포질 가수분해 효소를 리소좀으로 수송하는 'Cvt 경로(Cytoplasm-to-vacuole targeting pathway)'를 작동시킨다. 하지만 Vac8 가 단백질이 이들 단백질과 결합하는 구체적인 원리는 밝혀지지 않았다. 이번 연구에서는 단백질 결정을 이용한 'X-선 결정법'과 'X-선 소각 산란 분석법'을 이용해 Vac8 단백질이 결합하는 단백질에 따라 4차 구조가 달라진다는 사실을 밝혀냈다. 달라진 구조에 따라 자가포식의 유형도 결정됐다. 연구팀은 효모를 이용해 Atg13 단백질 결합에 관여하는 아미노산 돌연변이를 유도해 검증도 진행했다. 실험 결과 Atg13 결합 구조에 문제가 생기자 PMN 자가포식은 나타났지만 Cvt 관련 반응은 나타나지 않았다. 단백질 4차 구조에 이상이 나타나면 특정 자가 포식이 일어나지 않음을 입증한 것이다.

연구 내용

본 연구에서는 단일 진핵세포 생명체인 효모를 연구모델로 이용하였다. 효모 세포에서 Cvt pathway에 관여하는 것으로 알려진 Vac8-Atg13 단백질 복합체의 3차원 구조를 X-ray 결정 구조 분석법과 소각산란법을 통해 규명하였다. 기존에 본 연구팀이 규명하였던 아치 모양의 4차 구조를 이루고 있는 Vac8-Nvj1 단백질 복합체와는 달리, Vac8-Atg13 단백질 복합체는 긴 나선 모양의 4차 구조를 형성하는 것을 확인 하였다. 이러한 구조생물학적 연구 결과를 바탕으로 Vac8 단일 단백질이 어떻게 다른 상호작용으로 결합 단백질을 구분하고, 또 이러한 복합체 형성이 다른 형태의 4차 구조를 유도함으로써 어떻게 다양한 자식작용을 조절하는지에 대한 매커니즘을 규명하였다. 또한 효모에 Atg13 결합 구조에 관여하는 아미노산 돌연변이를 유도하여 이와 같은 가설을 검증했다. 실험 결과 Atg13 결합 구조에 이상이 있는 경우 Cvt pathway가 일어나지 않지만, PMN 반응은 일어났다. 이는 세포 내에서 Vac8 단백질이 다양한 4차 구조를 형성하여 자식작용의 종류를 결정한다는 것을 입증하는 것이다. 본 연구는 자식작용에 관여하는 단백질 복합체의 다양한 4차 구조를 X-ray 결정 구조를 이용하여 규명한 세계 최초의 연구이다. 단일 단백질의 4차 구조가 다양한 자식작용을 결정할 수 있다는 이론을 제안한 것에 큰 의의가 있다.

연구 성과

[논 문] • 자가포식 연구분야 최고 권위 학술지인 오토파지(Autophagy)에 논문 게재 (IF = 11.1)

연구비 지원

1. 세포로지스틱스연구센터 (선도연구센터지원사업/한국연구재단)
2. GIST 기관고유사업 (GRI)

그림 1

결합 단백질에 따른 Vac8 단백질의 4차 구조 변화

X-ray 결정법에 의해서 얻어진 PMN을 매개하는 Vac8-Nvj1 복합체의 3차원 구조 (위 패널 왼쪽 그림)와 소각 산란 분석법을 통해 얻은 저해상도 구조 (위 패널 오른쪽 그림) 모두 Vac8 단백질이 Nvj1과 결합 시 아치 모양의 4차 구조를 이루게 되는 것을 보여주고 있다. Cvt pathway를 매개하는 Vac8-Atg13 복합체의 결정 구조 (아래 패널 왼쪽 그림)와 소각 산란 분석법의 저해상도 구조 (아래 패널 오른쪽 그림)는 Nvj1과 다르게 Atg13과 결합 시 Vac8 단백질이 긴 나선 모양의 4차 구조를 형성하는 것을 보여주고 있다.

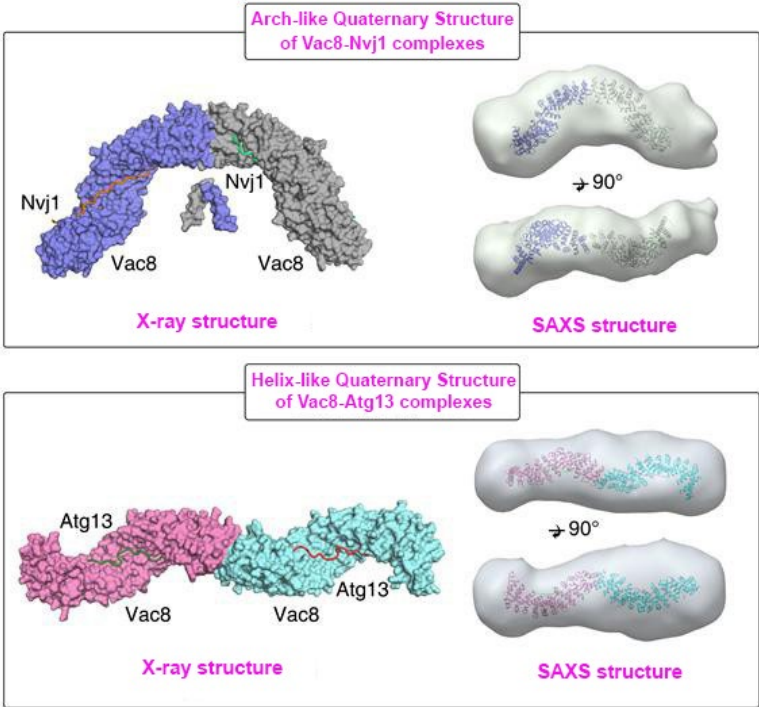
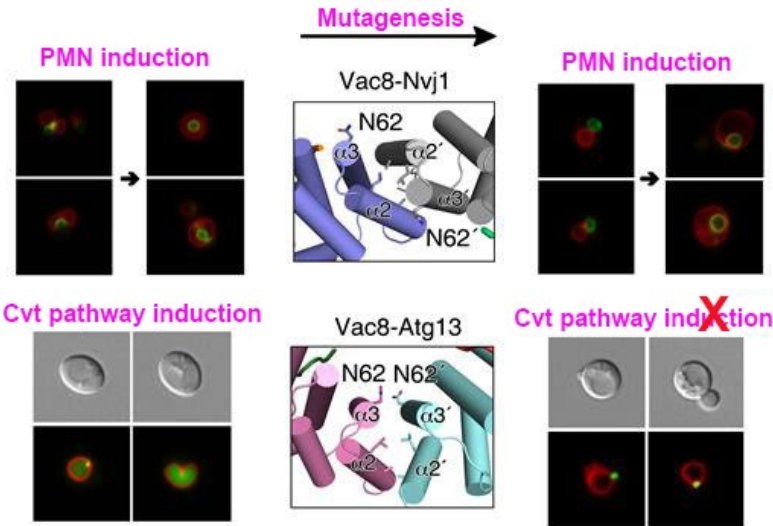


그림 2

Vac8 단백질이 효모세포에서 다양한 4차 구조를 통해 선택적 자식작용을 결정함

Vac8 정상 단백질이 발현되는 세포에서는 PMN과 Cvt pathway 둘 다 잘 유도되지만 (왼쪽 그림), 나선 모양의 4차 구조를 형성하는데 관여하는 아미노산을 돌연변이 시킨 Vac8단백질을 발현시키는 세포에서는 아치 모양의 4차 구조는 유지되어 PMN이 계속 유도되지만 (오른쪽 위), 나선 모양의 4차 구조는 형성되지 못하여 Cvt pathway가 일어나지 않는다 (오른쪽 아래). 그림에서 Vac8 단백질이 존재하는 리소좀이 붉은색으로 염색되었고, Nvj1 단백질 (위)과 Cvt pathway에 의해 수송되는 Ape1 단백질 (아래)이 초록색으로 표지되었다.



융합기술학제학부
로봇AI강화학습 연구실

류제하

<https://hr.gist.ac.kr/hr/>

햅틱 증강 가상 시스템에서의 시각-촉각 일치에 대한 보정 방법 및 평가

School Of
Integrated Technology



햅틱 증강 가상 시스템에서 가상 세계와 실제 세계를 연결하기 위한 간단하면서도 정확한 보정 방법이 제안되었다. 제안된 방법은 로봇의 동작 정확성을 이용하여 상용 IR 카메라의 측정 공간 내에 시각-촉각 일치를 구현하였다. 제안된 방법은 정확도를 향상시키기 위해 많은 데이터가 필요한 기존의 교정 방법 대비, 동등한 수준의 공간 정확도를 가진다. 제안된 방법은 tracker system이 있는 대부분의 VR 시스템에 사용될 수 있다

연구 내용

사용자가 HMD를 사용하는 완전히 몰입된 (Fully immersive) VR 환경에서 실제 물체와 상호 작용할 수 있게 하려면 실제 물체와 해당 가상 물체를 동일 시공간에 배치하여 시각-촉각 일치(Visuo-Haptic Co-location)를 구현해야 한다. 이를 통해 현실 세계와 마찬가지로 "볼 수 있는 것은 만질 수 있는 것(what you see is what you feel)"이 된다. 이를 위해 마중형 촉각 제시 시스템의 로봇 매니퓰레이터는 실제 물체를 사용자가 보는 가상 물체의 위치로 이동시키기 위해 사용된다. 최근의 VR 장비 (HTC Vive, Oculus 등)은 주로 IR 센서를 사용하여 HMD와 트래커의 상대 포즈를 측정 및 계산한 후, 사용자가 바라보는 VR 환경을 실시간으로 시각 렌더링한다. 가상 환경 기반의 체험에서 시각정보와 촉각정보가 함께 제공되는 경우 시각과 햅틱의 일치는 매우 중요하다. 두 감각 사이의 불일치는 몰입을 방해하며 사용자의 수행 능력을 감소시킨다. 높은 일관성을 가지고 시각-촉각 일치를 구현하려면 효율적이고 정확한 보정(Calibration)과정이 필요하다. 본 저자들은 로봇의 엔드 이펙터에 트래커를 부착한 로봇 시스템을 사용하여 간단하면서도 정확한 보정 방법을 제안했다. 제안된 보정 방법은 로봇 시스템의 실제 기준좌표계(Physical Reference Frame)과 Unity3d 가상 기준좌표계 사이(Virtual Reference Frame)의 변진 및 회전 변환 행렬을 구하는 것이다. 이것은 HTC Vive 추적 시스템에서 제공하는 중간 추적 기준좌표계(Intermediary Tracking Reference Frame)를 사용ه 수행된다. 보정이 완료되면 해당 가상 도구의 자세와 실제 도구의 자세가 일치하도록 로봇을 제어할 수 있으며 이로 인해 시각-촉각 일치가 가능하다. 제안된 교정 방법을 마중형 촉각 제시 시스템에 적용한 결과, 가상 환경과 실제 환경 사이의 RMS (Root Mean Square) 위치 오차가 1cm 이내로 감소함이 관찰되었다.

연구 성과

[논 문] • Bae, Y., Cha, B., & Ryu, J. (2020). Calibration and Evaluation for Visuo-haptic Collocation in Haptic Augmented Virtuality Systems. International Journal of Control, Automation and Systems, 18(5), 1335-1342.

연구비 지원

본 논문은 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원의 지원으로 작성되었음(14FIPB085984-02)

그림 1

측정 시스템 구성

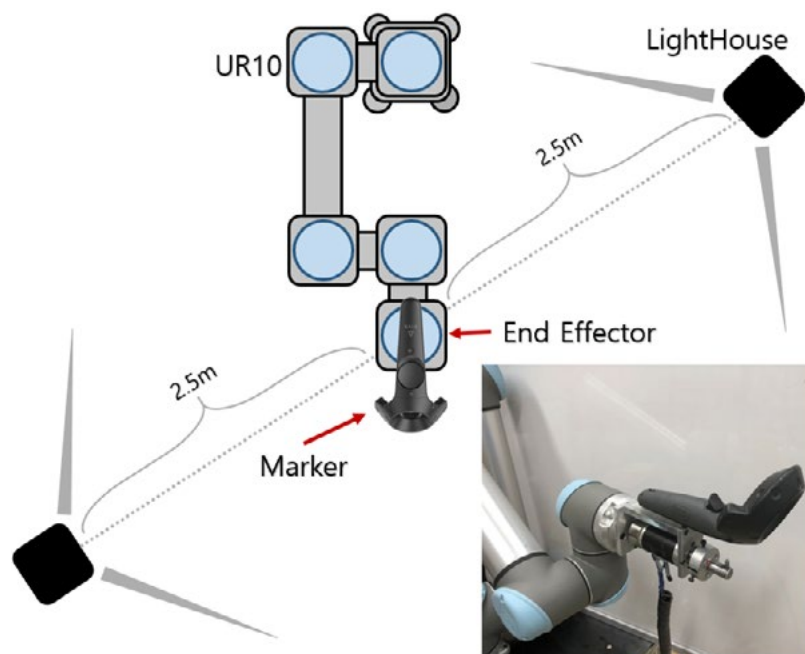
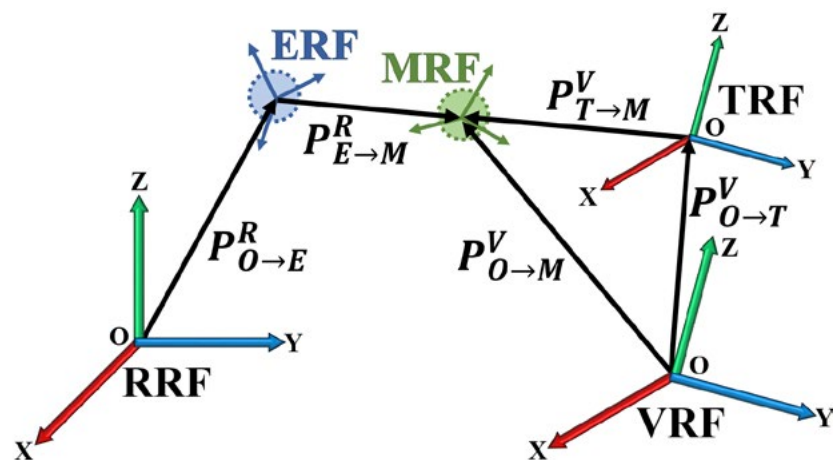


그림 2

가상환경(시각정보)과 실제환경(촉각정보)을 보정하기 위한 기준 좌표계



에너지융합대학원에너지 저장 소재 및 소자 연구실
에너지 촉매 및 디바이스 연구실**김형진 박찬호**김형진 교수님 연구실
<https://esmd.gist.ac.kr/esmd/>박찬호 교수님 연구실
<https://iit.gist.ac.kr/catalyst/index.do>**Graduate School of
Energy Convergence****Advanced ordered mesoporous
carbon with fast Li-ion diffusion for
lithium-selenium sulfide batteries in
a carbonate-based electrolyte**

리튬-셀레늄설파이드 (Li-SeS₂) 배터리는 큰 에너지 밀도 (1,124 mAh g⁻¹, 3,372 mAh g⁻¹) 덕분에 유망 받는 차세대 2차전지임. 카보네이트 계열 전해질을 리튬-셀레늄설파이드 배터리에 적용할 때, 우수한 성능 특성이 나오지만, 방전 전압이 낮다는 단점이 있음. 특히, 셀레늄황/탄소 복합체 내의 셀레늄 황의 양이 많을수록 방전 전압이 낮아짐. 하지만, 에너지 밀도를 높이기 위해서 셀레늄 황의 양과 방전 전압이 동시에 높아야 함. 이 연구에서는 다양한 구조의 ordered mesoporous carbon (OMC)를 이용하여 최적의 탄소 구조체를 개발하였음. 리튬 이온 확산에 유리한 구조이며 기공 부피가 큰 OMC를 개발하여, 오믹 저항과 산화-환원 저항을 감소시켰음. 셀레늄황의 양을 75 wt.%까지 올렸음에도 불구하고, 여기서 개발한 POMC 2.0 (2.0 cm³ g⁻¹의 기공 부피를 가진 platelet 구조의 탄소)는 75 wt.%의 셀레늄황을 담지했음에도 불구하고, 카보네이트 계열 전해질을 사용할 때 2.0 V에서 작동하였음. 뿐만 아니라, 1,600 사이클 동안 평균 552 mAh g⁻¹의 용량으로 작동하였음.

연구 내용

카보네이트 계열 전해질에서 방전 전압이 낮게 나오는 이유는 리튬 이온의 확산과 큰 연관이 있음. 셀레늄황/탄소 복합체에서 셀레늄황이 많아지면 탄소의 기공이 감소하고, 이로 인해 리튬 이온의 확산에 악영향을 끼침. 따라서, 셀레늄황/탄소 복합체에서 셀레늄황을 많이 담지함에도 불구하고 빠른 리튬 이온 확산을 유도할 수 있는 탄소 담지체를 개발해야함. 이 연구에서 리튬 이온 확산에 효과적인 모폴로지를 찾고, 탄소의 기공을 최대한 키울 수 있는 방안에 대해 연구하였음. 결과적으로, platelet 형태와 rod 형태가 grain 형태의 탄소형태보다 리튬 이온 확산에 유리하다는 것을 발견하였음. 또한, 규칙적인 기공으로 배열된 OMC를 탄소 담지체로 사용하여, 기공 부피를 넓힐 수 있었음. 다양한 탄소 담지체중 가장 성능이 우수한 탄소는 POMC 2.0 (2.0 cm³ g⁻¹의 기공 부피를 가진 platelet 구조의 탄소)이었음. 1,600 사이클동안 높은 용량을 유지하였고, 셀레늄 황을 고담지 (75 wt.%)를 담지했음에도 불구하고 높은 방전 전압 (2.0 V)에서 작동할 수 있었음. 이런 우수한 성능은 빨라진 리튬 이온 확산으로 인해 작은 오믹 저항과 산화-환원 저항에 기인하였음.

연구 성과

[논 문] • W. Kim¹, J. Lee¹, S. Lee, K. Eom, C. Pak*, H-J. Kim*, Carbon 170 (2020) 236-244

연구비 지원

This work was supported by GIST Research Institute (GRI) grant funded by the Gwangju Institute of Science Technology in 2020.

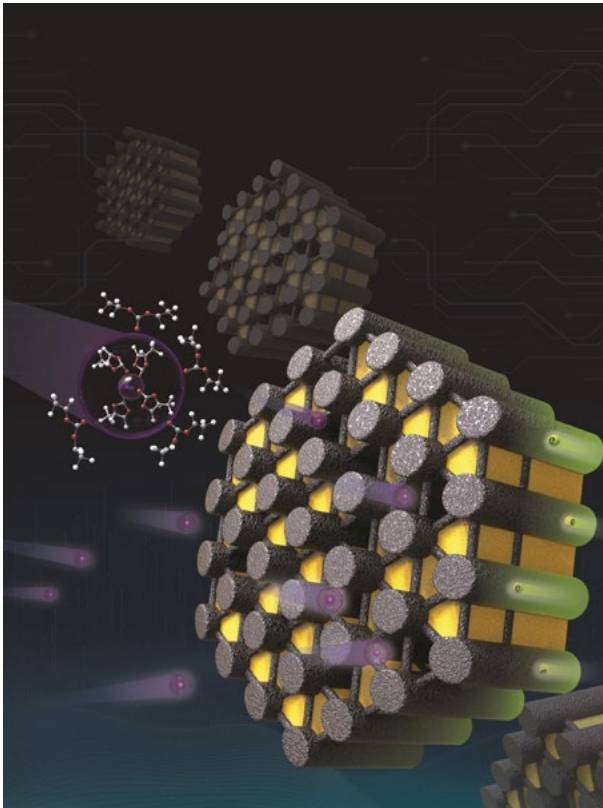


그림 1

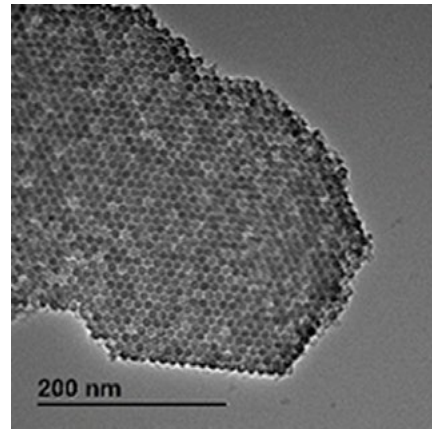
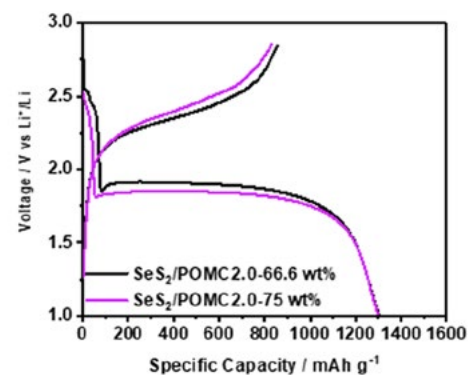
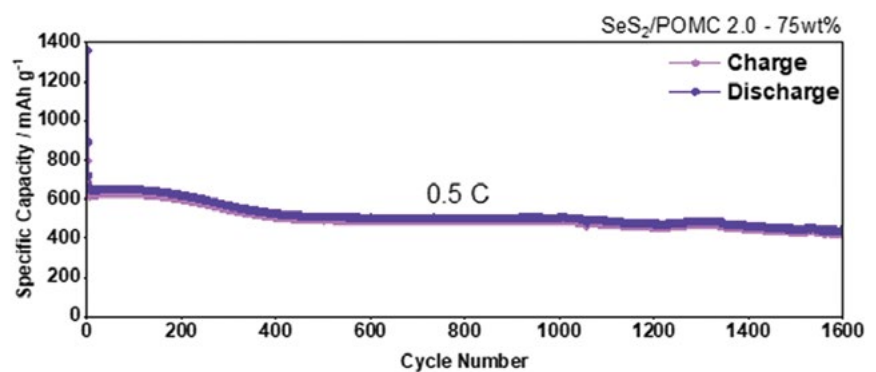
카보네이트 계열 전해질에서 작동하는 Li-SeS₂/POMC2.0-75 wt.% 배터리의 모식도그림 2 SeS₂/POMC2.0-75 wt.% 복합체의 TEM 사진그림 3 Li-SeS₂/POMC2.0-75 wt.%의 충방전 곡선

그림 4

Li-SeS₂/POMC2.0-75 wt.%의 1,600 사이클 동안 용량 발현 그래프

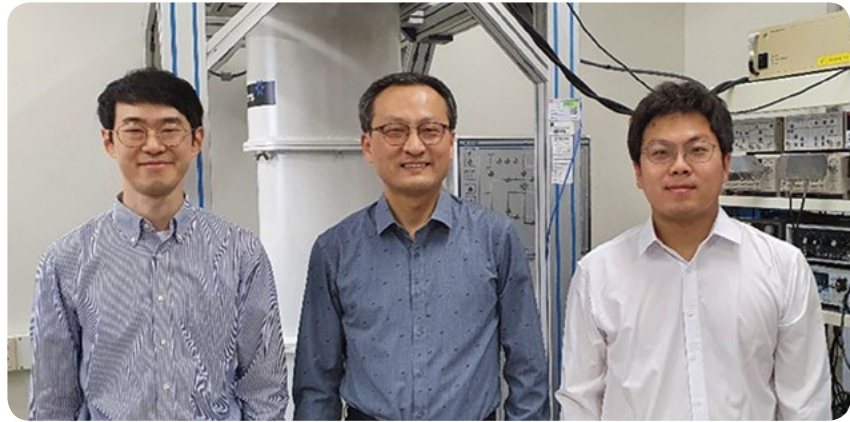
물리광학과
양자소자연구실

도용주

<https://qdev.gist.ac.kr>

Department Of
Physics And
Photon Science

위상학적인 양자 간섭 무늬 관측 및 제어 기법 구현



위상 절연체(topological insulator)는 내부는 부도체이면서, 표면은 전기가 흐르는 특이한 물질로서, 표면 전도층의 전자들이 위상학적으로 보호받는 양자 상태에 놓여있기 때문에 차세대 양자컴퓨터를 구현할 양자 물질로 주목을 받고 있다. 극저온으로 냉각된 고체 내에서 전자들은 양자 역학을 따르는 파동 함수의 특성을 갖게 되고, 이러한 물질파(matter wave)들이 상호 간섭을 할 경우에 주기적으로 진동하는 저항 신호들을 발생시킨다. 위상 부도체로 이루어진 나노 막대의 경우, 위상학적인 양자 간섭 현상이 이론적으로 예측되었지만 실험에서 이를 관측하고 선택적으로 제어하는데 어려움이 있었다. 도용주 교수팀은 그동안 이론적으로 예측된 위상학적인 양자 간섭 무늬를 최초로 관측하였으며, 이러한 위상 양자 간섭 현상을 선택적으로 제어하는 실험적 기법을 구현하는데 성공했다. 본 연구 결과는 향후 위상학적인 양자 컴퓨터를 개발하는데 활용될 전망이다.

연구 내용

본 연구팀은 대표적인 위상 절연체인 Bi_2Se_3 나노 막대를 성장시킨 후, 전자 현미경을 이용하여 나노 소자를 제작하였다. 제작된 위상절연체 나노 소자를 영하 273도씨에 해당하는 극저온 상태로 냉각 시킨 상태에서 Bi_2Se_3 나노 막대의 장축 방향으로 자기장을 인가하면서 나노 위상 소자의 저항을 측정하였다. 위상 절연체 표면 상태의 전자들은 양자 결맞음 간섭 효과로 인해 자기 저항의 주기적인 진동을 보여주었으며, 그 진동 주기는 Aharonov-Bohm 이론에서 예측한 자속 양자(magnetic flux quantum, $\Phi_0 = h/e$)의 크기를 가짐을 확인하였다. 여기에 더하여, Aharonov-Bohm 진동보다 두 배 빠르게 진동하는 또다른 양자 간섭 효과인 Altshuler-Aronov-Spivak (AAS) 진동을 같이 관측하였는데, 두 진동의 상대적인 크기를 나노 막대 소자의 길이를 통해 인위적으로 제어할 수 있음을 세계 최초로 실험적으로 구현하였다.

연구 성과

[논 문] • “Adjustable Quantum Interference Oscillations in Sb-Doped Bi_2Se_3 Topological Insulator Nanoribbons”, ACS Nano 14, 14118 (2020)

[언론 보도] • 전자 신문 (2020. 10. 20) “도용주 GIST 교수팀, 위상학 양자 간섭 무늬 관측 성공”

연구비 지원

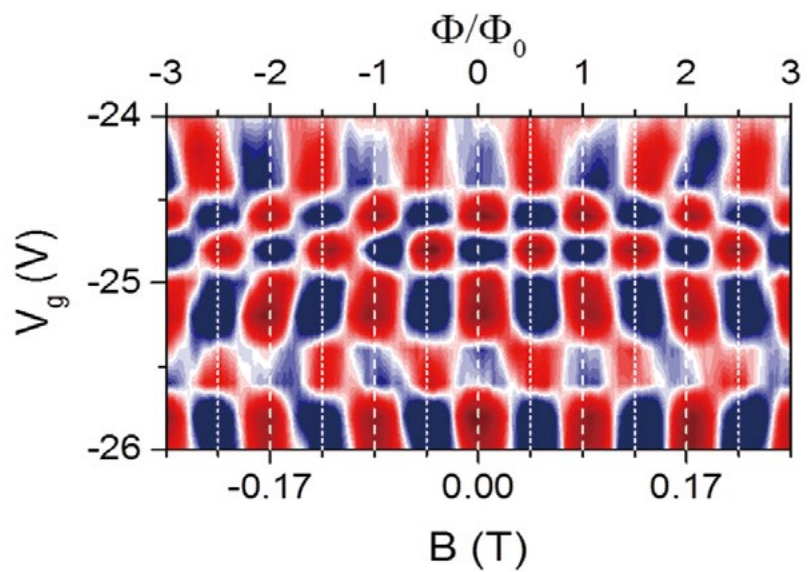
This study was supported by the NRF of Korea through the Basic Science Research Program (2018R1A3B1052827, Leader Project) and the SRC Center for Quantum Coherence in Condensed Matter (2016R1A5A1008184) and by the “GIST-Caltech Research Collaboration” grant funded by GIST



그림 1 실험에 사용한 위상절연체 나노 막대 양자 소자의 전자 현미경 사진.

그림 2

위상학적인 Aharonov-Bohm 효과를 따르는 양자 간섭 무늬를 보여주는 자기 진동 측정 결과. 적색과 청색은 각각 자기 저항의 증감을 가리킨다.



GIST's Research Highlights of 2020

화학

기능성 유기 분자 합성 연구실 (FOSLAB)

홍석원<https://fos.gist.ac.kr/fos/index.do>**양이온 인식 다기능 협조 촉매를 이용한
트리플루오로메틸케톤의 입체선택적
알카인 첨가반응 개발****Department Of
Chemistry**

GIST 화학과 홍석원 교수와 캘리포니아 공대 (Caltech) 브라이언 스톨츠 (Brian M. Stoltz) 교수 공동연구팀이 에이즈 바이러스(HIV) 치료제를 비롯한 많은 의약품에서 보이는 트리플루오로메틸기를 함유한 삼차원적 분자구조를 효율적으로 합성할 수 있는 촉매를 개발했다. 개발된 촉매는 니켈 중심금속과 폴리에테르 유닛을 포함하는 양이온 포획 살렌 리간드로 구성되어 있으며, 폴리에테르 유닛과 알칼리 금속의 배위결합으로 인하여 협조 기능형 촉매가 생성된다. 이와 같은 전략을 이용하여, 뛰어난 촉매 활성 (수율 99%) 과 입체선택성 (97% ee) 을 보이는 알카인 첨가반응을 개발하였다.

연구 내용

자연에 존재하는 생체 촉매라고 할 수 있는 효소의 활성 사이트를 살펴보면, 중심 금속 뿐만 아니라 주변 아미노산 결합자 작용기가 참여하여 친핵체와 친전자체를 동시에 활성화시켜 매우 효율적으로 반응을 수행하게 된다. 이러한 아이디어에 착안하여 우리 연구실에서는 양이온 포획이 가능한 크라운 에테르 단량체를 도입하였다. 이 리간드는 서로 다른 두개의 금속을 이용하여, 각각 친핵체, 친전자체를 활성화시킬 수 있다. 크라운 에테르 단량체에 포타슘 양이온이 포획되면, 근처에 아세틸라이드 음이온이 위치하게 되고, 이 때 니켈이 루이스 산으로 작용하여 키톤을 활성화시키면 두 반응물이 가깝게 위치하여 유효 충돌 횟수가 늘어나게 된다. 따라서, 반응 속도가 증가하여 좋은 반응성을 갖게 된다. 이러한 전략을 통해 반응성이 매우 낮다고 알려진 트리플루오로메틸기를 갖는 키톤에 효과적으로 알카인 첨가반응을 성공시킬 수 있었고, 높은 수율과 입체선택성을 보여주었다. 이는 이후 에이즈 치료제 중 하나인 Efavirenz (Trade name: Sustiva) 를 효율적으로 합성할 수 있는 가능성을 제시하였으며, 양이온 포획 전략을 이용한 다기능성 촉매 디자인을 통해 반응성이 낮은 반응물의 반응성을 크게 끌어올렸다는 데에 그 의의가 있다.

연구 성과

[논 문] • Park, D.; Jette, C. I.; Kim, J.; Jung, W.-O.; Lee, Y.; Park, J.; Kang, S.; Han, M. S.; Stoltz, B. M.; Hong, S. "Enantioselective Alkynylation of Trifluoromethyl Ketones Catalyzed by Cation-Binding Salen Nickel Complexes", *Angew. Chem. Int. Ed.* 2020, 59, 775–779

[언론 보도] • 연합뉴스, 'GIST·Caltech 국제공동연구팀, 에이즈 치료제 합성 촉매 개발', 박철홍 기자, 2019. 12. 02

연구비 지원

This work was supported by the "GIST-Caltech Research Collaboration" grant funded by the GIST in 2017, and by the National Research Foundation of Korea grant funded by the Korean Government (NRF-2012R1A1A2044550, NRF-2017M1A2A2049102). The NIH-NIGMS (R01GM080269) and Caltech are also thanked for support of our research program.

그림 1

양이온 포획 촉매를 이용한
입체선택적 알카인 첨가반응의 예시

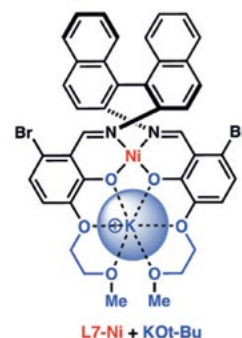
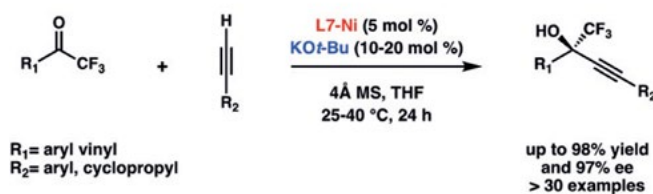
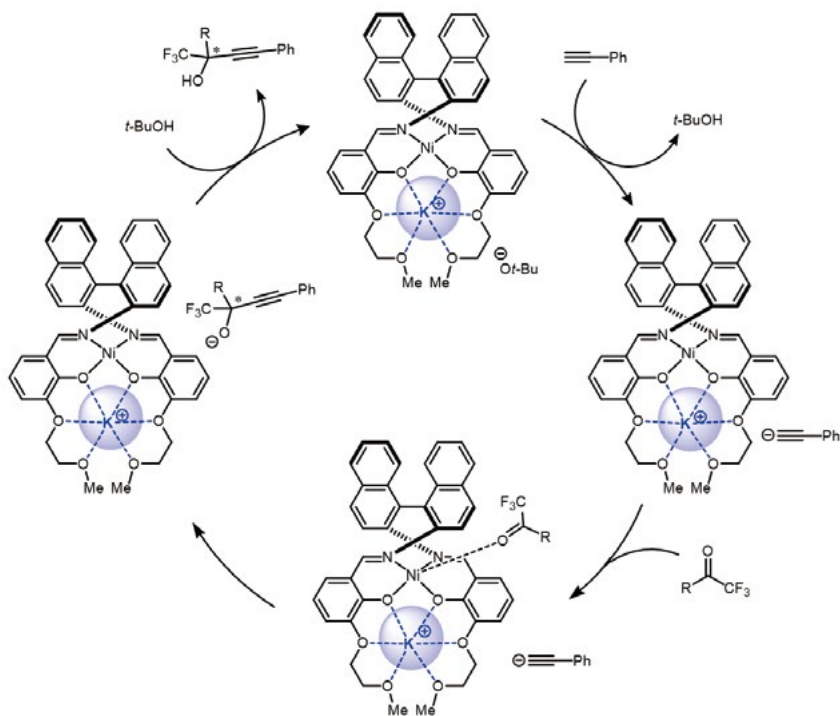


그림 2

비대칭 알카인 첨가반응의
메커니즘 제안

Proposed Mechanism



의생명공학과

퍼옥시좀&지질대사 연구실

박래길

<https://bmse.gist.ac.kr/peroxisomes/index.do>

Department Of Biomedical Science And Engineering

세포 내 콜레스테롤 분포 조절을 통한 TMEM135의 일차섬모 발생의 조절 규명



일차 섬모의 형성은 다양한 과정을 통해 일어난다. 예를 들어 CP110 단백질의 디캐핑(decapping), 트랜지션존(Transition zone)의 형성, 그리고 섬모 소낭의 신장이 그러한 것들이다. 이 연구는 Transmembrane Protein 135(TMEM135) 단백질의 결핍 시 소낭 신장의 필수 요소인 Rab8 단백질의 소낭성 이동 결핍 때문에 일차 섬모의 양이 줄어든다는 것을 발견하였다. Rab8 단백질의 섬모 소낭으로 향하는 이동성 이상 현상은 Rab8의 불활성화를 초래하며 이 단백질의 상위 단백질인 Rab11 혹은 Rabin8에 영향을 주지 않는다는 것 또한 발견하였다. 더 나아가 Rab8의 이동성 장애는 콜레스테롤 축적 저해제인 사이클로덱스트린(Cyclodextrin) 복합체에 의해 회복된다는 것을 발견하여 TMEM135 결핍에 의한 섬모 형성의 저해는 라이소좀의 콜레스테롤의 축적에 의한 것이라는 것을 규명하였다.

연구 내용

TMEM135 결핍 시 라이소좀-퍼옥시좀 막 결합의 저해(그림1, 왼쪽)에 의해 콜레스테롤이 라이소좀에 축적된다는 것을 명확히 규명하였다 (그림1, 오른쪽).

TMEM135 결핍 시 일어나는 일차 섬모 형성 장애의 정확한 메커니즘 규명을 위해 다양한 일차 섬모 관련 단백질들을 형광염색법으로 관찰하였고, 그 중 Rab8 단백질과 IFT20 단백질이 TMEM135 결핍 시 섬모 형성의 필수적인 중심립에 위치하지 못한다는 것을 발견하였다.

TMEM135 결핍된 세포에 mβCD 처리 시, Rab8 단백질과 IFT20 단백질이 정상적으로 중심체에 위치한다는 것을 확인하였다 (그림3). 이러한 결과를 통해 TMEM135 결핍이 세포 내 콜레스테롤 불균형을 초래하고 이러한 불균형은 Rab8 단백질과 IFT20 단백질의 이동 장애 및 일차 섬모 형성을 저해한다는 것을 규명하였다.

연구 성과

[논문] • Maharjan Y, Lee JN, Kwak SA, Dutta RK, Park C, Choe SK, Park R. TMEM135 regulates primary ciliogenesis through modulation of intracellular cholesterol distribution. EMBO Rep. 2020 May 6;21(5):e48901.

연구비 지원

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) under grants funded by the Korean government (Grant Nos. 2018R1A5A1024340 and 2019R1A2C2086080)

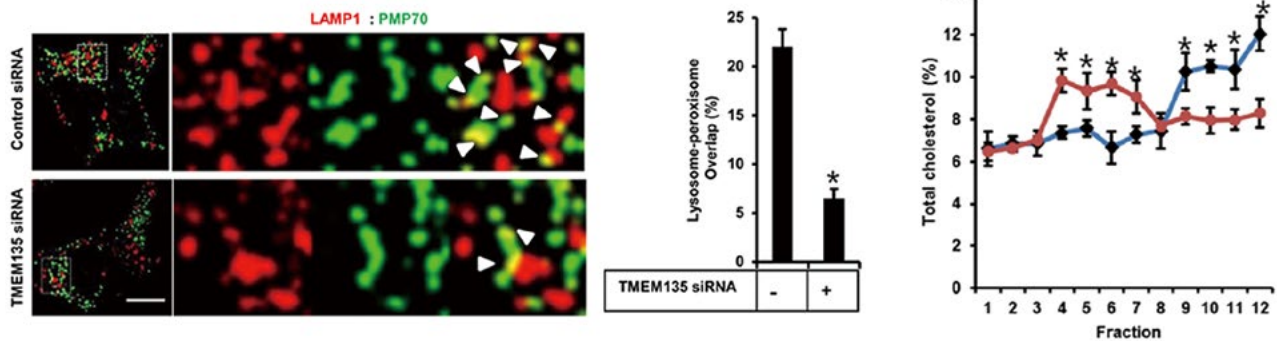


그림 1 TMEM135 단백질 결핍에 의한 라이소좀-퍼옥시좀 막결합 저해 (왼쪽, 중간)와 라이소좀내의 콜레스테롤 축적 (오른쪽).

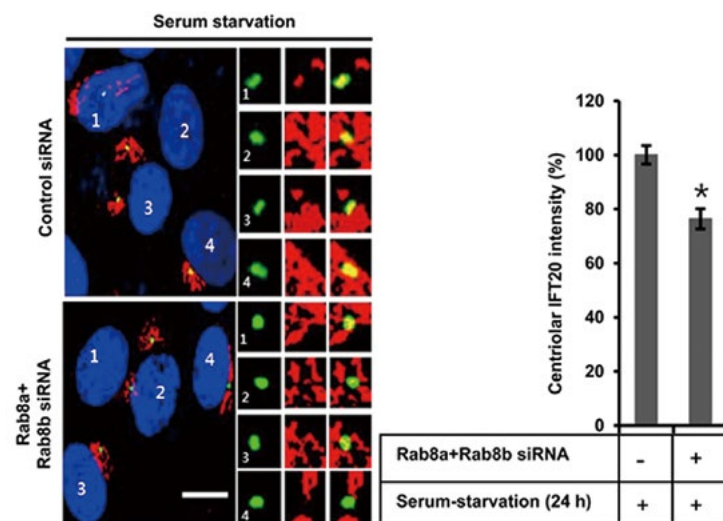


그림 2

TMEM135 결핍 시 Cholesterol-M β CD 처리에 의한 Rab8 단백질의 중심체로의 이동 증가 및 Rab8-GTP의 결합, 그리고 IFT20 단백질의 중심체로의 이동 증가.

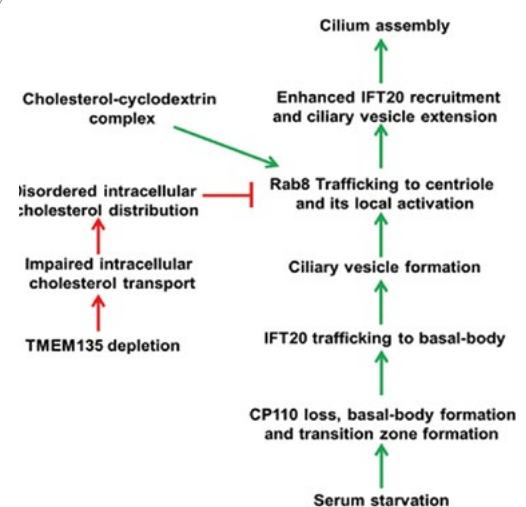


그림 3

도표- TMEM135 결핍시 콜레스테롤 불균형 분포를 통한 일차 섬모 형성 장애.

AI대학원

메타진화 기계지능 연구실

안창욱

<https://sites.google.com/view/gist-memi/>

AI Graduate School

사용자와의 상호작용을 통해서 음악을 생성하는 인공지능 자동작곡 기술



본 연구팀은 사용자의 감성을 입력받고, 높은 완성도의 실시간 요구사항 반영을 통한 맞춤형 작곡 방법에 대하여 연구하였음

- 메타진화 알고리즘을 통하여 음악성에 대한 새로운 창의성 모델 구조를 만들었고, 인공지능경망 기술을 통해 감정 인식 및 음원 평가 기술을 개발하였음
- 데이터(학습) 모델 구조를 탈피한 창의성 모델 구조를 제시하고 음악 작곡에 적용하여 학습 데이터로 유추할 수 없는 새로운 결과물을 창출했음
- 감성 피아노곡 및 가창곡 자동작곡 관련 기술 노하우를 산업체에 기술 이전
- 전 세계 최초로 인공지능(본 연구팀 개발)이 작곡한 곡으로 가수가 데뷔함
- 연구하는 AI 작곡 엔진을 사용하여 K-POP 앨범을 출시 및 Youtube 채널 운영

연구 내용

AI를 이용한 음악 자동작곡의 시도는 있으나 아직 제한적인 활용만 가능

- 기존 AI 음악작곡 서비스에서는 생성된 곡들의 느낌이 전체적으로 유사하고 창발성(創發性)의 부재 문제에 대한 해결이 되지 않고 있음
- 또한, 자동 작곡에 초점을 맞추고 있어서 유저와 제한적인 상호작용만 가능함

위와 같은 문제들을 해결하기 위해, 본 연구팀은 전문 교육을 받은 인간 작곡가 수준의 AI 음악 솔루션을 목표로 Expert System에 대해 연구하며, 해당 시스템은 딥러닝, 진화연산, 앙상블 학습, 클러스터링 등 인공지능 기법들을 복합적으로 활용 하는 연구임.

- 인공지능 시스템만으로 후처리가 필요하지 않은 음원 생성에 대한 연구
- 멜로디와 코드를 생성할 때 음악이론적 완성도와 창의성, 중복성 회피 등에 필요한 전문가의 작업을 컴퓨터 알고리즘을 통하여 해결하는 연구
- 시각적 인터페이스 기반의 실시간 피드백을 통해 Try & Error 접근으로 음악작곡의 원리를 체험하게 하는 음악작곡 학습 보조 연구

연구 성과

- [논문] • Kim, M. J., Kim, J. S., Kim, S. J., Kim, M. J., & Ahn, C. W. (2020). Genetic state-grouping algorithm for deep reinforcement learning. Expert Systems with Applications, 161, 113695.
- [특허] • 음원 평가 방법 및 그 장치와 이를 이용한 음원 생성 방법 및 그 장치 (특허 제 10-2138247, 2020.07.21 등록)
- [언론 보도] • AI가 쓴 곡으로 데뷔한 세계 첫 가수 (조선일보, 2020.10.09)
- [기술 이전] • AI기반 자동작곡 관련 기술 노하우 기술 이전 (2020.04.20)
- [기타] • AI 작곡 엔진 이봄(EvoM)의 K-POP 앨범 출시 (2020.05.08)

연구비 지원

IITP grant funded by the Korea government (MIST) (No. 2019-0-01842, Artificial Intelligence Graduate School Program (GIST))

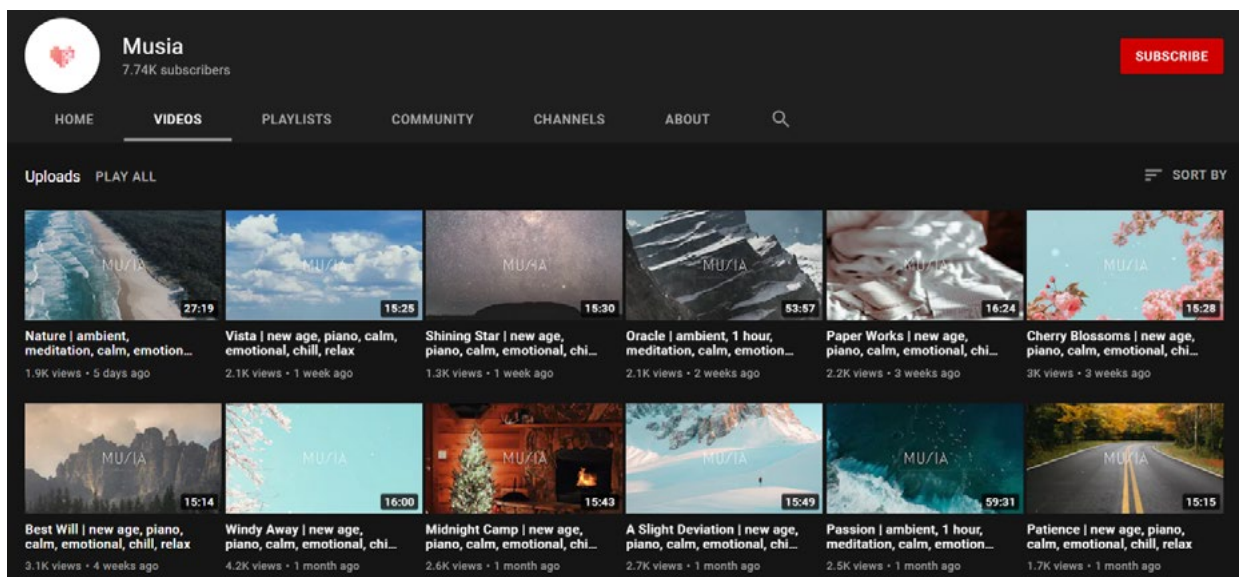
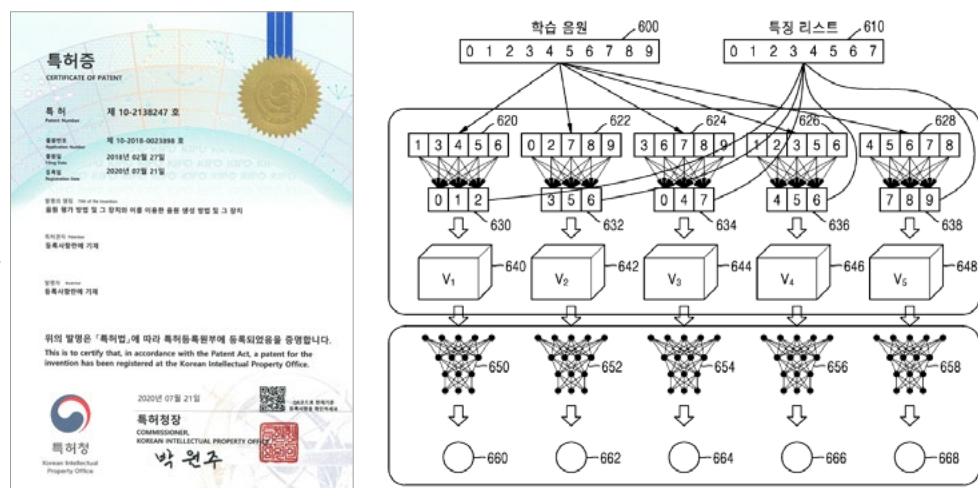


그림 1 AI작곡엔진으로 운영중인 Youtube 채널

그림 2

음원 평가 방법 및 그 장치와 이를 이용한 음원 생성 방법 특허



GIST's Research Highlights of 2020

차세대에너지연구소
태양전지연구팀

이은지

<https://eunjilee99.wixsite.com/so-mat>

Research Institute For
Solar And Sustainable
Energies

환경친화적인 비할로겐 용매를 이용한 전고분자 태양전지의 제조와 이의 성능에 미치는 삼차원 모폴로지



광전자 소자 개발을 위한 비할로겐 용액공정은 환경친화적이며 산업친화적인 공정법이다. 본 연구에서는 전고분자 태양전지의 광전변환 효율의 성능을 크게 향상시킬 수 있는 신규 용매/가공 첨가제 시스템을 도입하고, 소자 내 광활성층을 직접적으로 가시화할 수 있는 삼차원 투과전자현미경 분석법을 통해 광전변환효율을 극대화 할 수 있는 광활성층 모폴로지, 소자 구조를 제안한다.

연구 내용

다양한 할로겐 및 비할로겐 용매를 사용하는 PTB7-Th:PNDI2OD-T2 전고분자 태양전지(APSC)의 광전 특성을 조사하였다. APSC의 전기적 측정 결과, 흡미흡계도, 톨루엔(TOL)과 자일렌(XY)를 사용하여 처리한 APSC가 할로겐 용매를 사용하여 처리한 것보다 광전변환 효율이 우수하였다. 또한 XY를 N,N-디메틸포아미드(DMF), N,N-디메틸아세타미드(DMAc), N-메틸피롤리돈(NMP) 등의 용제 첨가제와 함께 사용하면 효율이 현저하게 향상되었다. 이러한 박막 특성은 흡수 분광법, 원자력 현미경, 형광 분광법, 엑스선 분광법 등을 통해 확인하였다. 특히 최첨단 분석기술인 삼차원 투과전자현미경 분석법(3D TEMT)은 고성능 혼합 필름에서 나노스케일의 삼차원 네트워크 형성이 전자 주개/받개 계면을 확대시키고 효율적인 전하이동을 유도한다는 것을 규명하였다. 용제 첨가물, 특히 DMAc는 섬유질 영역을 좁히면서 상호접속성을 크게 개선한다는 것을 보여주었다. 고분자의 제어된 나노스케일 도메인과 최적의 벌크 이종 접합 활성층은 전자 이동성을 향상시켜 APSC의 광전변환 효율을 크게 향상시키는 데 기여하였다. 더불어, 분자 역학 시뮬레이션은 사용한 용매 첨가제가 고분자 사슬의 쌓임 구조에 영향을 줄 수 있다는 정보를 제공하였고, 용액공정 시 용매와 고분자의 상호작용의 이해가 매우 중요함을 나타낸다. 첨가제는 전 용액공정 과정에서 용매가 사슬의 특정 부분에 결합하여 궁극적으로는 PNDI2OD-T2 중합체가 나노섬유 구조를 형성에 기여하였다. 결론적으로, APSC의 태양광 특성이 나노스코픽 위상 분리 도메인의 형성 및 광활성 혼합 필름에서 p형과 n형 중합체의 상호 연결에 크게 의존한다는 것을 확인하였다.

연구 성과

[논 문] • Hyeseung Jung, A-Ra Jung, Seon-Mi Jin, Seah Kim, Hyojung Heo, Hoai Van T. Nguyen, Min Je Kim, Myung Hwa Kim, Youngu Lee, Kyung-Koo Lee, Jeong Ho Cho, Eunji Lee*, and BongSoo Kim*, "Influence of 3D Morphology on the Performance of All-Polymer Solar Cells Processed Using Environmentally Benign Nonhalogenated Solvents", Nano Energy, 77, 105106 (2020)

연구비 지원

본 연구는 대한민국 정부 (NRF-2018R1A5A1025594, 2015M1A2A2056218, 2019R1A2B5B01070463, 2020R1A2C2014151)의 한국연구재단과 울산과학기술, 광주과학기술원의 GIST 연구원의 지원을 받아 수행하였다.

그림 1

전고분자 태양전지 모식도: 할로겐 및 비할로겐 용매 적용 광활성층과 광전변환 효율 분석 결과

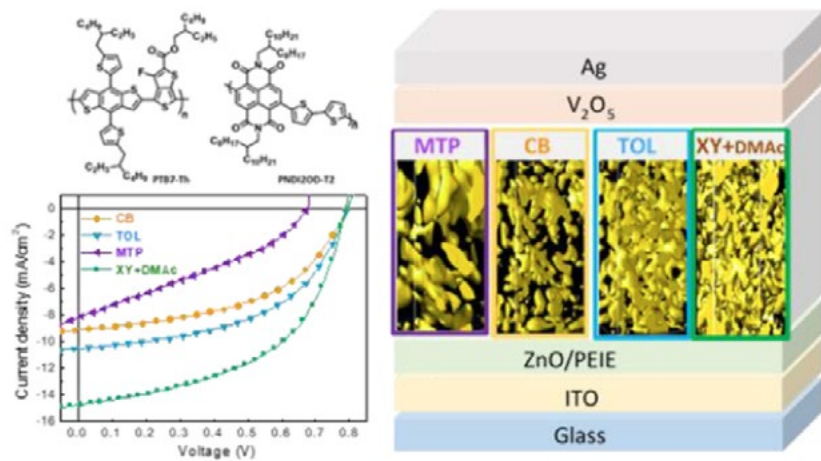
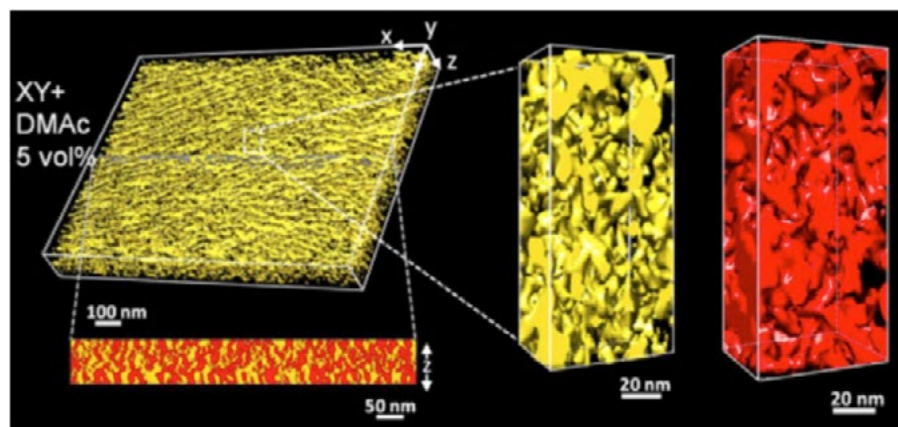


그림 2

삼차원 투과전자현미경 분석법 기반 최적의 광전변환 효율을 보이는 전고분자 태양전지-광활성층 모폴로지



한국문화기술연구소

김태욱

www.kct.re.kr

청각장애인을 위한 지능형 전시해설 문자/한국수어 변환기술 개발

Korea Culture
Technology Institute



수어를 사용하는 청각장애인의 문화생활 영위를 위하여 박물관, 미술관 등 주요 문화기반시설의 전시해설, 시설소개 및 안내방송을 ‘문자’와 ‘수어 애니메이션’으로 제공할 필요가 있다. 이에 전시해설문 DB를 구축하고 단어별 모션데이터를 개발하였으며, 이를 청각장애인 대상 프로토타입 사용성평가 진행하였다. 한국어 문장-수어 번역 정확도는 94.5%, 실시간 전시해설 음성인식 성능 82.3%로 목표치를 초과 달성하였으며, 프로토타입 테스트 만족도 76.4% 달성하여 국립광주박물관 전시실에 시범운영 예정이다.

연구 내용

장애인복지법 제8조에는 누구든지 장애를 이유로 정치·경제·사회·문화생활의 모든 영역에서 차별을 받지 아니하고, 누구든지 장애를 이유로 정치·경제·사회·문화생활의 모든 영역에서 장애인을 차별하여서는 아니 된다고 명시되어 있다. 특히 문화생활 영역에서 청각장애인을 위한 서비스는 현재 매우 부족한 실정이다.

본 연구는 청각장애인을 위한 전시해설 시스템 운영을 위해 DB 구축, 가상캐릭터 개발, 음성인식 기술 개발, 전시해설 실시간 서비스 개발 및 실증 순서로 추진하였다.

첫째, 국내 문화기반시설의 전시 콘텐츠 및 해설 예문을 수집하고 전시해설문 형태소 분석을 통해 수어로 번역한 스크립트 1,300개를 DB화 하였다.

둘째, 수어 통역을 위한 바디 모션 및 핑거 모션데이터를 수집하고, 이에 기반하여 수어 애니메이션을 개발하여 수집된 데이터와 정합성 검수 및 수어 통역사 검수를 진행하였다.

셋째, 확보된 DB와 수어 애니메이션을 활용하여 모바일 기반 실시간 문자/한국수어 서비스 시스템을 설계하고 프로토타입을 개발하였다.

연구 성과

- [논 문] • 한국어 문장을 수화로 인공지능 기반 기계번역하기 위한 연구, 한국통신학회 논문 발표(2020.8)
• 한국 문화유산 설명에 사용단어들과 수화 단어들간 비교 연구, 한국통신학회 논문 발표(2020.8)
[언론 보도] • 청각장애인 문화향유 위한 프로토타입 사용성평가(AI타임스 등)

연구비 지원

문화체육관광부 문화기술 연구개발 정책지정과제 지원을 받음(청각장애인을 위한 지능형 전시해설 문자/한국수어 변환기술 개발)

그림 1

수어 변환기술 서비스플랫폼 개요도

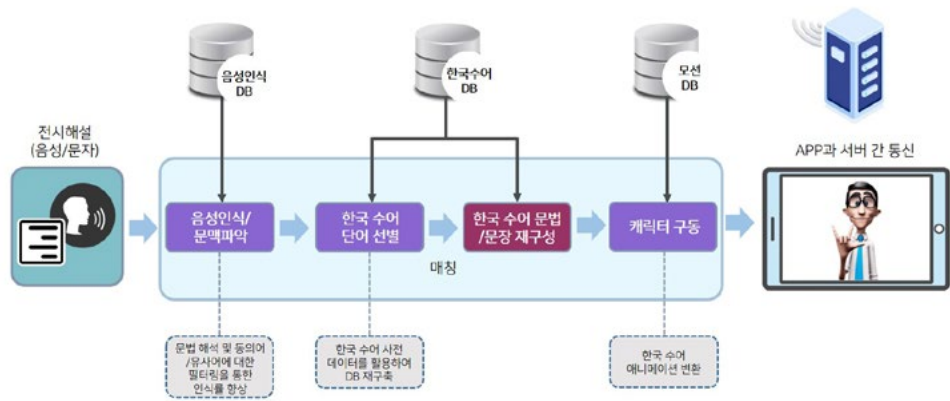


그림 2

전시해설 튜토리얼 및 실행 화면

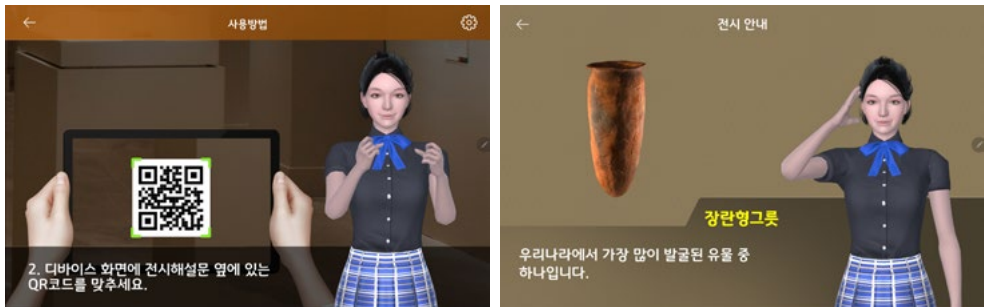
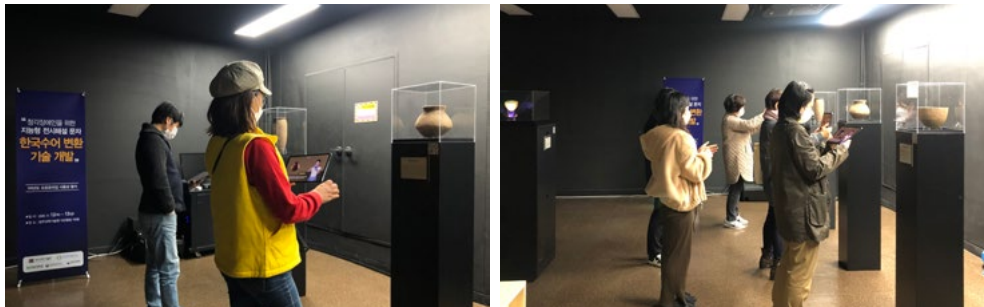


그림 3

청각장애인 대상 프로토타입
사용성 평가 실시



생명의과학융합연구소

RNA 유전체학 및 후성유전체학 연구실

심해홍

<https://life.gist.ac.kr/gistrna/index.do>Tra2 β 와 SRSF9의 CD44 exon v10 splicing 조절 기전 연구Integrated Institute of
Biomedical Research

CD44는 세포와 세포 및 세포와 매트릭스의 상호 작용에 관여하는 중요한 단백질이다. 인간의 CD44 유전자는 10개의 constitutive exon 과 9개의 variable exon으로 이루어져 있는데, 9개의 variable exon이 alternative splicing으로 조절되어 여러 개의 CD44 isoform이 생성된다. CD44의 splicing isoform이 암 진행 및 발달에 관여하는 것으로 알려져 있지만, 각 isoform이 어떻게 생성되는지에 대한 조절 기전은 밝혀지지 않았다. 본 연구팀은 다양한 variable exon 중에서도 exon v10의 생성기전을 밝히고자 하였고, Tra2 β 와 SRSF9가 CD44 exon v10에 결합을 하여 Tra2 β 는 CD44 exon v10의 생성을 촉진시키고 반대로 SRSF9는 CD44 exon v10의 생성을 억제시킴을 확인했다. 이를 통하여 본 연구팀은 암에 관여하는 CD44 isoform 생성의 복잡한 조절기전을 밝히는 것에 기여했다.

연구 내용

CD44는 9개의 variable exon을 가지기 때문에 매우 복잡한 alternative splicing 기전을 통해 다양한 isoform 이 생성된다. 본 연구팀은 CD44 exon v10의 조절 기전을 밝히기 위해 exon v10만을 가지는 mini-gene을 제작 하여 연구에 활용했다. HEK293T(Human embryonic kidney cell)과 HCT116(Human colorectal carcinoma cell)에 제작한 mini-gene을 형질전환 시켰을 때, v10이 포함된 isoform(inclusion)이 v10이 포함되지 않은 isoform(skipping) 보다 훨씬 많은 것을 확인했고, 생물정보학 도구를 활용해 exon v10의 서열을 분석했을 때, Tra2 β 와 SRSF9의 잠재적인 결합 서열이 존재함을 확인했다. 이를 바탕으로 HEK293T와 HCT116에 CD44 exon v10 mini-gene과 함께 Tra2 β 와 SRSF9를 과발현 시켰을 때 Tra2 β 는 inclusion isoform의 생성을 촉진시키고 SRSF9는 반대로 skipping form의 생성을 촉진시킴을 확인했다. 또한 생물정보학 분석을 통해 예측한 서열을 통해 Tra2 β 와 SRSF9가 실제로 CD44 exon v10의 splicing에 영향을 주는 지 알아보기 위해 GAAGAAG 서열을 GGAGUAG로 치환시킨 돌연변이 mini-gene을 이용해 같은 실험을 한 결과, Tra2 β 의 inclusion 촉진 기능이 사라지고, RNA pull down 실험 결과 Tra2 β 가 GAAGAAG서열에 결합함을 확인했다 (그림 1). SRSF9의 잠재적인 결합서열인 AAGAC를 제거한 돌연변이 mini-gene과 SRSF9를 같이 과발현 시켰을 때, SRSF9의 exon v10 skipping 촉진 기능이 사라지고 RNA pull down 결과 SRSF9가 AAGAC에 결합하는 것을 확인했다 (그림 2). 이러한 실험 결과를 통해 본 연구팀은 종합적으로 Tra2 β 는 exon v10의 GAAGAAG 서열에 결합하여 inclusion을 촉진시키고 반대로 SRSF9는 AAGAC 서열에 결합해 skipping을 촉진시킨다는 것을 규명했다.

연구 성과

[논 문] • Oh J, Liu Y, Choi N, Ha J, Pradella D, Ghigna C, Zheng X, Shen H. Opposite Roles of Tra2β and SRSF9 in the v10 Exon Splicing of CD44. *Cancers (Basel)*. 12(11), 3195 (2020)

연구비 지원

This work was supported by grants NRF-2020R1A2C2004682 to Haihong Shen, NRF-2019R11A1A01057372 to Xuexiu Zheng, a grant 2016R1A5A1007318 of Cell Logistics Research Center funded by the Ministry of Education and the National Research Foundation of Korea and grant from the Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro (AIRC; IG 2018 Id.21966). Davide Pradella was supported by an AIRC fellowship for Italy. This work was also supported by “GIST Research Institute (GRI) IIBR” grant funded by the GIST in 2020 and Fondazione Adriano Buzzati-Traverso.

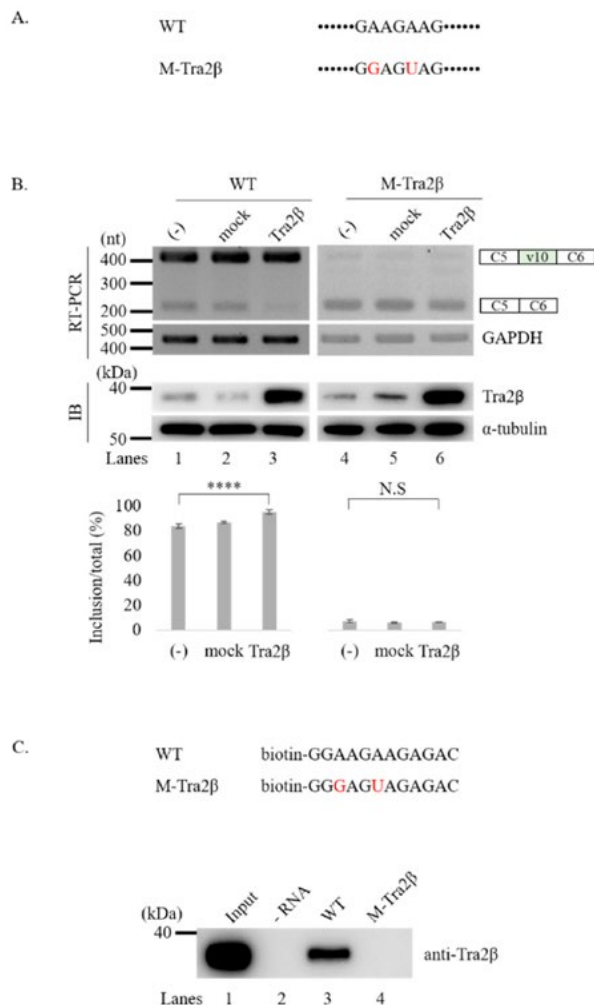


그림 1

Tra2β의 CD44 exon v10 splicing 조절 기전

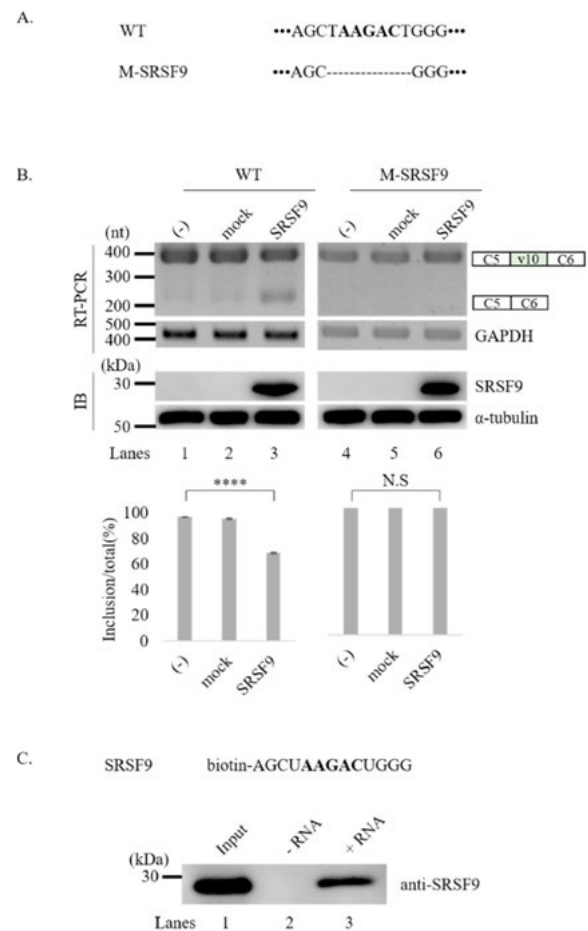


그림 2

SRSF9의 CD44 exon v10 splicing 조절 기전

GIST's Research Highlights of 2020

국제환경연구소

김경웅

<https://ieri.gist.ac.kr/ieri/>
International
Environmental
Research Institute

CTCN Pro bono TA(무상 기술지원) 사업: 중력식 막여과(Gravity-driven Membrane, GDM) 정수 장치를 활용한 캄보디아 농촌 지역 지속 가능한 식수 공급



유엔기후변화협약 (UNFCCC) 내 기술개발 및 이전 이행기관인 기후기술센터·네트워크(Climate Technology Center-Network, CTCN)의 200번째 회원기관인 지스트는 CTCN Pro bono TA (무상 기술지원) 사업에 선정됨. 무상 기술지원 사업은 기술 공급자가 사업을 먼저 제안하여 무상으로 기술지원을 이행하는 사업임. 캄보디아의 많은 농촌 마을은 안전한 식수를 공급받지 못하고 있으며, 기후변화로 인해 이러한 현상이 더 가중되고 있음. 이로 인해 건강과 삶에 어려움을 겪고 있어 안전한 식수 공급이 매우 절실함. 국제환경연구소는 캄보디아 농촌 마을에 GDM 정수장치를 설치하여 안전한 식수를 공급하고, 이를 통해 온실가스 발생량 감축과 주민들의 건강한 삶에 기여하고자 함. 동시에 캄보디아 중앙 정부, 지방 정부 공무원들의 수질 측정 및 관리에 관한 역량을 강화시키고, 마을 주민들의 정수 장치 운영 및 관리 역량과 기후변화 및 안전한 식수의 중요성에 대한 인식도 제고할 것임. 현재까지 구체적인 이행계획이 수립되었고, 참여할 전문가를 모두 선정하였으며, 이행 MOU가 체결되었고, 사업 착수 회의가 진행됨. 또한 마을용 GDM 모듈(450명 규모)과 가정용 GDM 모듈 30개(150명 규모)가 캄보디아로 운송되어 보급 예정임

사업 내용

사업 수행 지역

캄보디아 물 관련 부처들의 자문을 통해 선정된 안전한 식수 공급과 기후변화 적응이 필요한 2개 농촌 마을

수혜자

마을용 정수장치 1개가 설치되는 마을 주민(450명 규모)과 30개 가정용 정수장치가 보급되는 30개 가정 (150명 규모)

사업 내용

- 구체적인 사업 이행 계획 완성 및 준비 작업
 - 11개월 간의 구체적인 진행 일정 작성
 - GDM 정수 장치 설치, 수질 분석 및 건강 설문 전담 캄보디아 전문가, 비용편익 분석 전문가, 젠더 주류화 전문가 선정
 - 아모그린텍 GDM 모듈을 캄보디아에 배송 (그림 1)
 - 무상기술지원 사업 이행을 위한 MOU 체결 (그림 2, 그림 3)
 - 착수보고회 (4월 7일) 및 매월 정기 점검 회의 진행

- 2. 관련 부처 및 전문가 자문을 통한 대상 지역 및 해당 마을 선정
 - 수자원 및 수질 관련 부처들로부터 자료를 받아 GDM 정수 장치 설치 지역 선정
 - 수질 분석과 가구 조사를 통해 최종 대상 마을 선정
- 3. GDM 정수 장치 설치, 수질 분석 및 건강 설문 조사 - 마을용 정수장치 1개와 가정용 정수장치 30개를 설치
 - 3 개월 동안 주기적인 수질 분석
 - 3 개월 동안 건강 상태 변화 조사
- 4. GDM 정수 장치 운영 및 관리 교육
 - 마을 주민과 지역 공무원 등 이해 관계자 대상으로 실시하여 장기간 유지 가능성 보장
 - 기후변화 및 안전한 식수의 중요성에 대한 인식 제고
- 5. 최종 보고서 제출 및 검토·평가 진행

사업 성과

[언론 보도] • GIST 국제환경연구소, 캄보디아 무료 희망정수기 보급 무상기술지원사업 선정 (전자신문, 2020.12.08.)

• 지스트, ‘중력식 막여과 정수기’ 캄보디아에 지원(그림 2) (연합뉴스, 2020.04.06.)

사업비 지원

무상기술지원 목적으로 1.2억원 지원

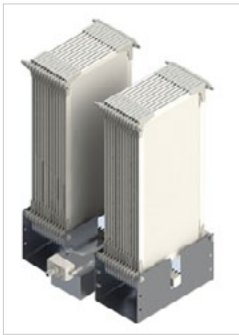


그림 1 캄보디아에 보낸 아오그린텍 마을 및 가정용 중력식 막여과 (GDM) 모듈]



그림 2 CTCN 무상기술지원 사업 이행 MOU 체결

그림 3

CTCN 무상기술지원 사업 이행 MOU



인공지능연구소

이흥노

<https://giai.gist.ac.kr>

인공지능연구소 AI+X 산학공동연구 활성화 및 AI산업융합집적단지 조성사업 R&D 협력 국내 · 외 네트워킹 강화

GIST Institute for Artificial Intelligence



- 인공지능연구소 AI+X 산학공동연구 활성화 및 AI산업융합집적단지 조성사업 R&D 협력을 위한 업무협약체결 10건
→ 국내 · 외 AI 네트워킹 강화
- 인공지능 거점도시 조성을 위한 핵심 역할
 - CJ올리브네트웍스, LG전자 등과 AI 인력양성사업 참여 및 산학협력 연구 추진으로 실질적인 연구로 연계
 - 평등산단협의회와 MoU 체결후 Smart Factory 지원센터 설립 추진으로 연계
- 국책과제 R&D 신규과제 수주를 통한 연구소 중심 AI+X 연구 역량 강화
- 산학공동연구를 통한 연구소 자립화 추진 및 AI 산학연구 허브 구축
- 인공지능연구소 발전을 통한 우수연구성과 창출 및 기관발전에 기여

사업 내용

추진 배경 과학기술정보통신부는 「2020년도 인공지능중심 산업융합 집적단지 조성사업(R&D)의 산업융합형 AI 연구개발 신규지원 대상과제」를 공고(2020.3.6.).

- 인공지능연구소는 세계적인 인공지능 연구기관으로 성장하기 위하여 2020년 중점 추진사항으로 AI+X 산학공동연구(광주광역시 3대 주력 산업- 자동차, 헬스케어, 에너지) 활성화 및 국내 · 외 인공 지능 연구기관 네트워킹 강화, 교류를 확대 진행함.
- 인공지능중심 산업융합 집적단지 조성사업 산학 R&D 협력을 위한 업무협약 체결을 분야별 타겟팅함

연구분야	연구분야
에너지	현대솔라텍, Lyze, LG전자, 인코어드, 현대자동차, SH공사, 수자원공사, 나인와츠 등
자동차	에티포스, SOS Lab, 드림에이스, 프론티스, 알리바바 클라우드, 오토노머스 에이투지, 마카롱 등
헬스케어	뉴로핏, 인텔코리아 등

사업 성과

[2020년 MoU 체결 현황: 총 10건 체결]

- (주) 오토노머스아이투지, (주) 화인특장(2020.4.3.)
- LG전자(2020.7.30.)
- 에티포스&(주)테네지소프트(2020.9.15.)
- CJ올리브네트웍스(2020.10.6.)
- 동강엠텍(2020.10.8.)
- 래블업(주)(2020.9.22.)
- AWS Korea(2020.10.20.)
- (주)드림오션스코리아(2020.11.4.)
- NVIDIA(2020.11.10.)
- * 2년차 MoU에 의거, NVAITC(Joint 협력센터) 운영 등 적극 협력 활동 중
- Intel Korea(2020.11.11.)

[언론 보도]

- 2020.7.30. 인공지능신문, 뉴시스 등 “LG전자-지스트, AI분야 업무협약 체결”
- 2020.12.20. 서울경제, “지스트, AI 융합인재 양성 메카될 것”
- 2020.10.6. IT비즈니스 등, “지스트와 AI분야 산학협력 MoU 체결”
- 2020.11.12. 파이낸셜뉴스, 뉴스1 등 “지스트, 인텔코리아와 인공지능 분야 함께한다”

그림 1

GIST-DLI Workshop, 2020.6.7

NVIDIA와 MoU에 의거, DLI Workshop을 매년 개최 중임



그림 2

AWS와 업무협약 체결식, 2020.10.20



Main Research Achievements of 2020

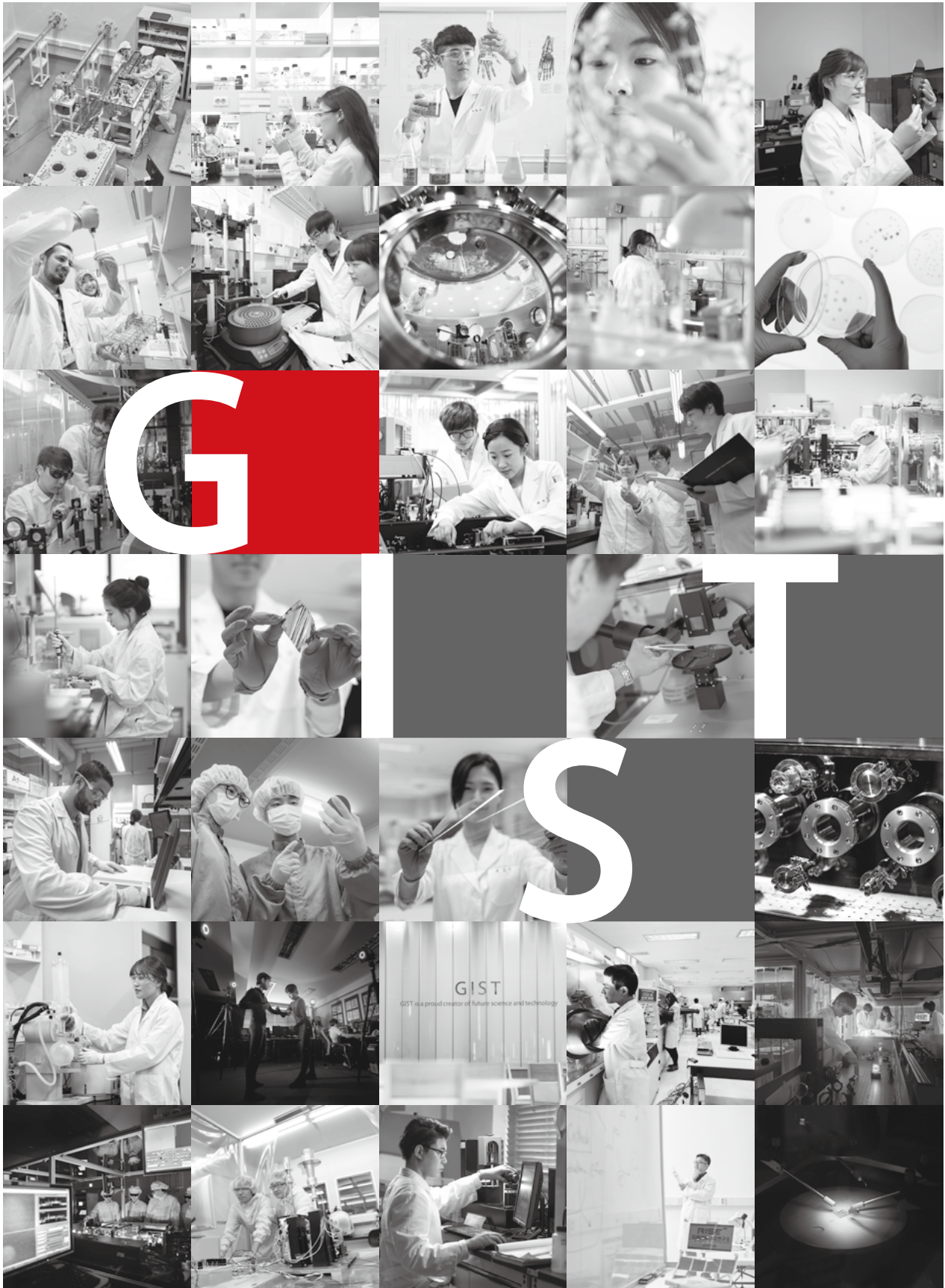
지스트 대표 연구성과

- 20 밀폐된 공간의 열 방출을 위한 야누스 냉각 소재 개발
- 22 3차원 형태로 자동변형 가능한 전자소자 개발
- 24 난류 천이 유동 모델링 : 아음속에서 초음속까지
- 26 탄소중립을 위한 가스 하이드레이트 기반 고효율 이산화탄소 포집 기술
- 28 사멸세포제거동안 Crbn의 Orai1조절을 통한 calcium influx조절
- 30 자율주행 차량시스템 및 클라우드소싱 플랫폼의 사용자 경험 향상을 위한 인간-컴퓨터 상호작용 연구
- 32 합성 자기장 집속 기술의 사이드로브(sidelobe) 억제 기술 및 그 최적화 방법
- 34 전이금속 산화물 박막의 응력 완화 현상으로 인한 “극성 도체” 발견
- 36 배열된 알코올기가 도입된 친수성 2차원 그래핀을 합성 연구
- 38 PRMT1에 의한 핵장 베타 세포의 유지 기전 연구
- 40 이진 뉴럴 네트워크 탐색 알고리즘
- 42 무한 평면판 알고리즘
- 44 광결정을 이용해 빛을 영원히 가두는 연속준위속박상태 원리규명
- 46 Highly stable inverted methylammonium lead tri-iodide perovskite solar cells achieved by surface re-crystallization
- 48 사용자 제스처 및 행위인식 기술 활용한 스마트 미디어월 플랫폼 개발
- 50 근육 위축증을 치료할 수 있는 신규 약물과 작용 타겟 규명
- 52 The impacts of Himalaya's glacier melting on arsenic mass balance and its mobility in Mekong and Salween sub-region groundwater
- 54 2020년도 인공지능중심산업융합집적단지 조성사업(창업분야) '꿈꾸는아이(AI)' 추진

GIST's Research Highlights of 2020

지스트 연구 하이라이트

- 58 다결정 유연 CZTSSe 태양전지의 전하 수송 경로에 대한 Na 도핑의 영향
- 60 전기화학적 이산화탄소 전환용 단원자 니켈 촉매의 활성점 규명
- 62 불균일 분포의 섬유강화재로 구성된 비등방성 복합재의 구조 최적설계
- 64 Intensification of the East Asian summer monsoon lifecycle based on observation and CMIP6
- 66 Quaternary structures of Vac8 differentially regulate the Cvt and PMN pathways (세포 속 청소 돕는 단백질 복합체 구조 및 기능 규명)
- 68 햅틱 증강 가상 시스템에서의 시각-촉각 일치에 대한 보정 방법 및 평가
- 70 Advanced ordered mesoporous carbon with fast Li-ion diffusion for lithium-selenium sulfide batteries in a carbonate-based electrolyte
- 72 위상학적인 양자 간섭 무늬 관측 및 제어 기법 구현
- 74 양이온 인식 다기능 협조 촉매를 이용한 트리플루오로메틸케톤의 입체선택적 알카인 첨가반응 개발
- 76 세포 내 콜레스테롤 분포 조절을 통한 TMEM135의 일차섬모 발생의 조절 규명
- 78 사용자와의 상호작용을 통해서 음악을 생성하는 인공지능 자동작곡 기술
- 80 환경친화적인 비할로겐 용매를 이용한 전고분자 태양전지의 제조와 이의 성능에 미치는 삼차원 모폴로지
- 82 청각장애인을 위한 지능형 전시해설 문자/한국수어 변환기술 개발
- 84 Tra2β와 SRSF9의 CD44 exon v10 splicing 조절 기전 연구
- 86 CTCN Pro bono TA(무상 기술지원) 사업: 중력식 막여과(Gravity-driven Membrane, GDM) 정수 장치를 활용한 캄보디아 농촌 지역 지속가능한 식수 공급
- 88 인공지능연구소 AI+X 산학공동연구 활성화 및 AI산업융합집적단지 조성사업 R&D 협력 국내·외 네트워킹 강화



Gwangju Institute of Science and Technology

2021 ANNUAL R&D REPORT



광주과학기술원
Gwangju Institute of Science and Technology

광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) Tel. 062)715-2114 Fax. 062)715-2300 www.gist.ac.kr