

# Contents

6	2018 KBSI 주요성과 10선 Top 10 Achievements
8	일반현황 Present Status
14	2018 KBSI 실적 2018 KBSI Research Achievements
16	첨단 분석과학 연구 Advanced Analytical Science Research
52	선도연구장비 설치·운영 Operation of Leading-Edge Equipment
64	국가연구시설·장비 총괄 관리 Overall Management of National Research Facilities & Equipment
72	산학연 협력체계 강화 및 분석과학 인력 양성 Reinforcing Industry-University-Institute Cooperation & Training of Analytical Science Researchers
84	부록 Appendix
	2018 우수성과 사례 Representative Research Publications in 2018
	국내/국제협력 현황 Domestic & International Networks



과학기술 발전과 국민행복을 창출하는  
'세계적 수준의 분석과학 개방연구원'으로 나아갑니다.





# 2018 주요성과 10선

## Top 10 Achievements

### 01

#### 순차적 양성자-전자 전달 방법을 이용한 탈질산화 촉매 개발

- 자연계에서 일어나는 탈질산화반응을 인공적으로 구현하는데 성공함으로써 뛰어난 전기촉매 디자인 가능성 제시
- Journal of the American Chemical Society(JACS)誌 게재 (IF=14.357, '18.1.29) 김선희 박사

**Development of denitrification catalyst based on sequential proton-electron transfer**

- The possibility of designing an excellent electrocatalyst was suggested by successfully realizing the naturally occurring denitrification reaction.
- Published in Journal of the American Chemical Society(JACS) (IF = 14.357, 1.29.2018) Dr. Sun Hee Kim

### 03

#### 광전기화학적 물 분해를 향상시키기 위해 Pt 나노점을 격리 증착시킨 PbTiO<sub>3</sub> 나노튜브배열 제조에 성공

- 고효율 PEC 장치 제조에 대하여 새로운 전략을 제시
- Applied Catalysis B: Environmental誌 게재(IF=11.698, '18.5.1) 김현규 박사

**Fabrication of site-isolated Pt-nanodot deposited PbTiO<sub>3</sub> nanotube arrays for enhanced photoelectrochemical water splitting**

- The results of this study provide a novel strategy for the fabrication of a highly efficient PEC device.
- Published in Applied Catalysis B: Environmental (IF = 11.698, 5.1.2018) Dr. Hyun Gyu Kim

### 02

#### 과민성 방광질환 유발 인자와 치료·진단 후보 단백질 발굴

- 기존 치료의 한계를 극복할 수 있는 약물 개발 등 새로운 과민성 방광질환 치료의 열쇠가 될 것으로 기대
- Molecular and Cellular Proteomics誌 게재(IF=3.813, '18.2.1) 김건화 박사

**Identification of factors to overreactive bladder diseases and discovery of protein candidates for treatment and diagnosis**

- The results of the study are expected to provide a key to the novel treatment of overreactive bladder diseases through the development of a drug that may overcome the limitations of existing treatment methods.
- Published in Molecular and Cellular Proteomics (IF = 3.813, 2.1.2018) Dr. Gun Hwa Kim

### 04

#### 실리콘 기반 질화갈륨(GaN) 반도체의 낮은 전기-빛 변환 효율의 원인 규명

- KBSI 서울센터의 단색전자빔 이중수차 보정 투과전자현미경의 우수한 입체영상 능력을 활용
- Nano Letters誌 게재(IF=12.080, '18.7.3) 양민호 박사

**Investigation of cause of low electricity-light conversion efficiency of silicon-based GaN semiconductor**

- This study was conducted using the excellent 3-Dimensional imaging capacity of the double Cs & monochromated transmission electron microscope at the Seoul Center of KBSI.
- Published in Applied Catalysis B: Environmental (IF = 9.446, 7.3.2018), Dr. Mino Yang

### 05

#### 퇴행성 신경질환 치료 새길 연다

- 미토콘드리아의 칼슘 변화가 신경퇴행성 질환의 공통된 현상임을 규명
  - Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States(PNAS)誌 게재(IF=9.446, '18.9.18) 이성수 박사
- Altered ER-mitochondria contact impacts mitochondria calcium homeostasis and contributes to neurodegeneration in vivo in disease models**
- Calcium changes in mitochondria are a common phenomenon of neurodegenerative diseases.
  - Published in Nano Letters (IF = 9.446, 9.18.2018) Dr. Seong Soo Lee

### 07

#### 노인 근육재생 및 운동수행능력 개선 위한 항노화 기술 이전

- 시르투인 장수 유전자의 활성을 높이고 독성이 완전히 제거된 육두구 추출 물질 발굴 및 효능 확인 장익순 박사
- Transfer of anti-aging technology for muscle regeneration and exercise performance improvement in seniors**
- The activity of sirtuin, the longevity gene, was increased; toxicity-free nutmeg extract was developed, and its efficacy was verified.
  - Dr. Ik Soon Jang

### 09

#### 국가연구시설장비 정부합동 통합실태조사 최초 실시

- 2,064개 연구기관 대상, 20개 관계부처 합동 일제 정비를 통해 시설장비 공동활용 활성화 및 유휴 장비의 수요기관 이전 촉진
- Integrated survey of National Research Facilities and Equipment with government**
- An integrated survey of 2,064 research organization was conducted jointly with 20 relevant governmental ministries to revitalize joint usage of research facilities and equipment and to facilitate the transfer of idle equipment to organizations needing it.

### 06

#### 광학 이성질체의 입체화학 구조를 판독할 수 있는 새로운 레이저 분광 기법 개발

- 극초단 시간 영역에서 일어나는 입체화학반응 동역학 연구를 가능케 함
  - Journal of Physical Chemistry Letters誌 게재 (IF=8.709, '18.11.7) 이한주 박사
- Development of new laser spectroscopy for investigation of stereochemical structure of enantiomers**
- The method developed in this study allows investigation of femtosecond stereochemical dynamics.
  - Published in Nano Letters (IF = 8.709, 11.7.2018) Dr. Han Ju Rhee

### 08

#### 산·학·연 연구자들을 위한 분석연구장비 공동활용 시설 개방

- 자율형 열린 개방형 실험실 'KBSI 스마트 오픈랩' 운영 개시
- Opening of facilities for joint usage of analytical equipment to researchers in industry, university and institute**
- The operation of 'KBSI Smart Open-Lab,'an autonomous open-type laboratory, was initiated.

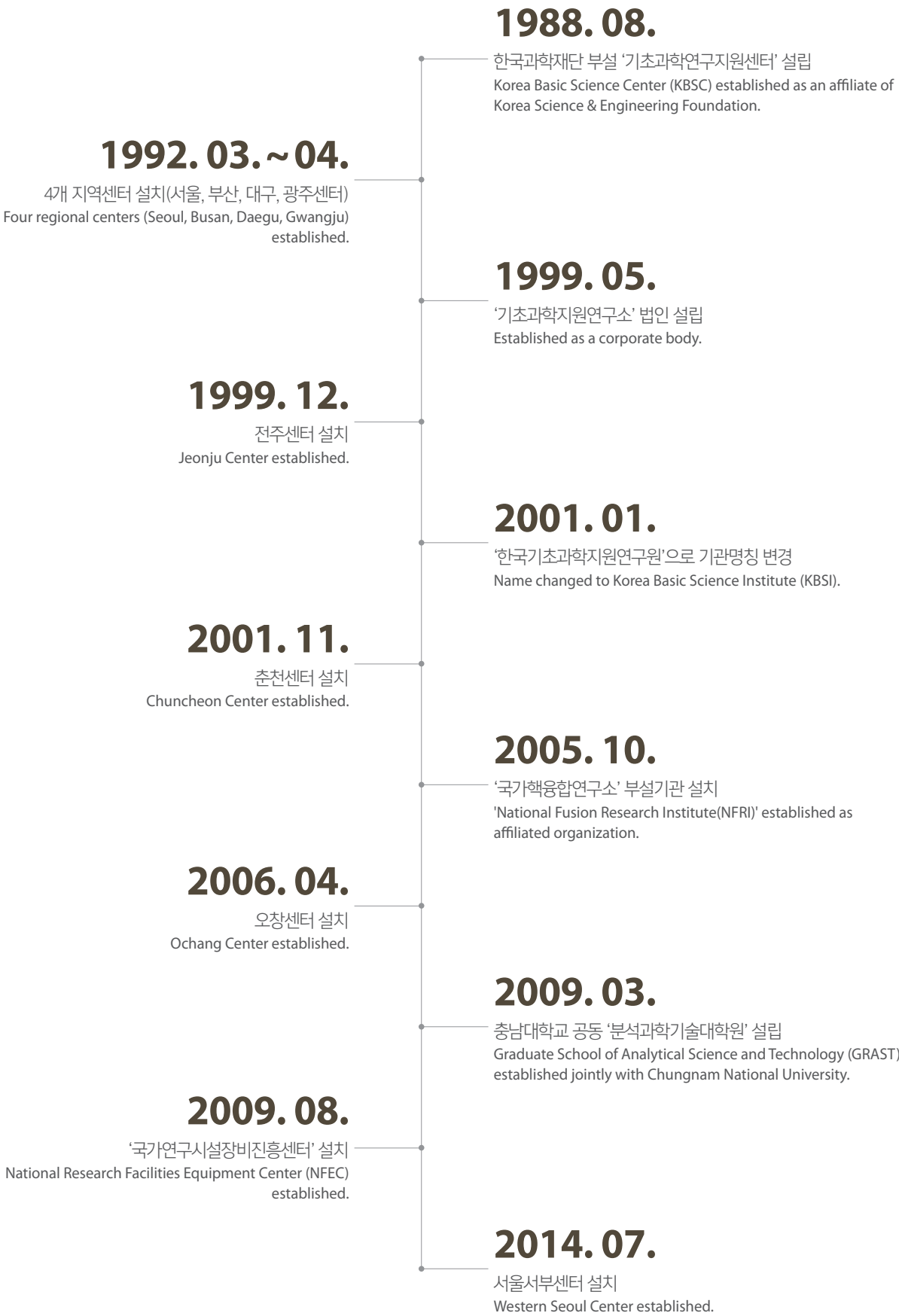
### 10

#### 공공기관 청렴도 평가 결과 2등급 획득

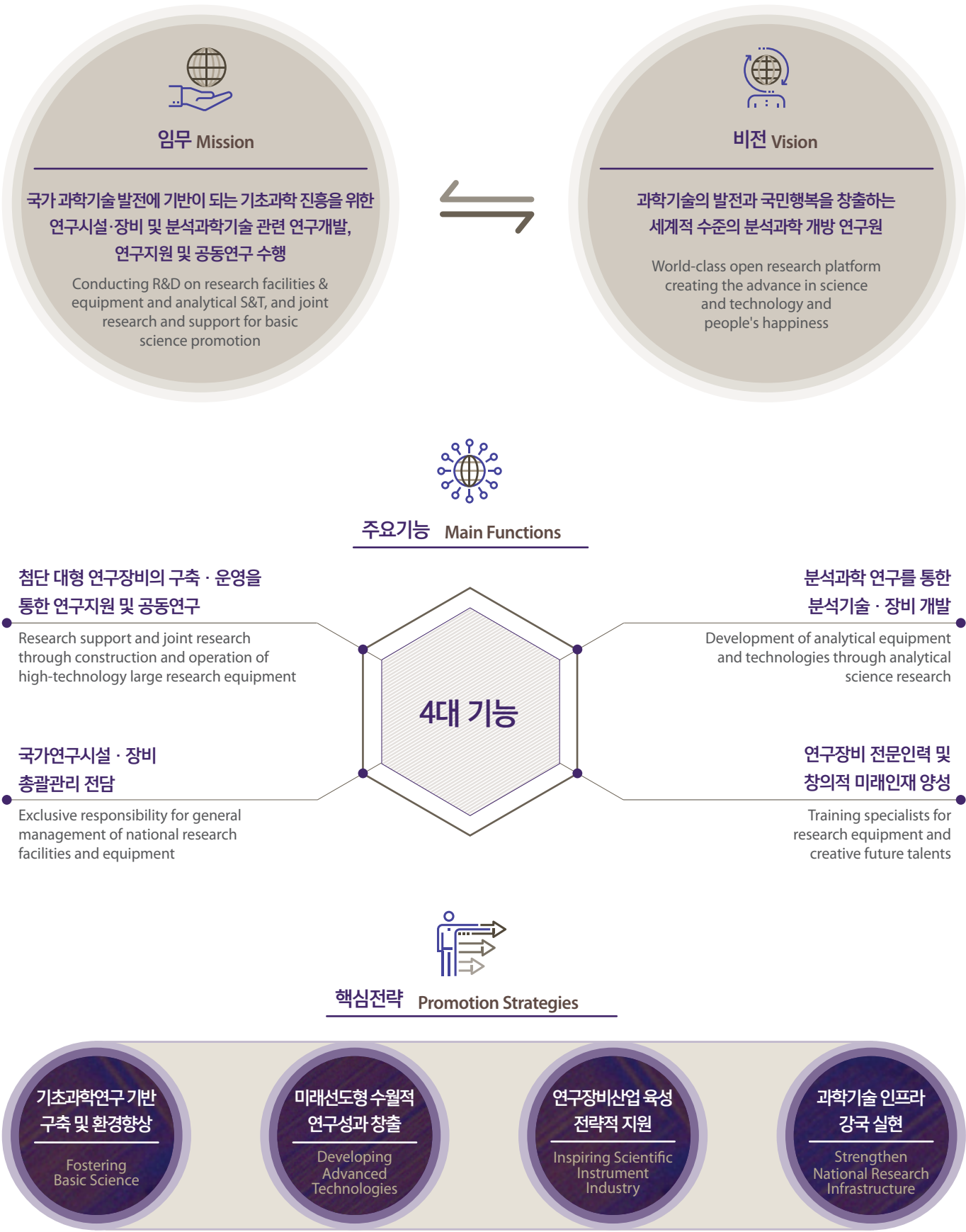
- 2018년도 공공기관 청렴도 측정 결과 3년 연속 2등급 획득
- Second grade received in evaluation of public institution integrity**
- KBSI received the second grade in the evaluation of public institution integrity for three consecutive years including 2018.



연혁  
History

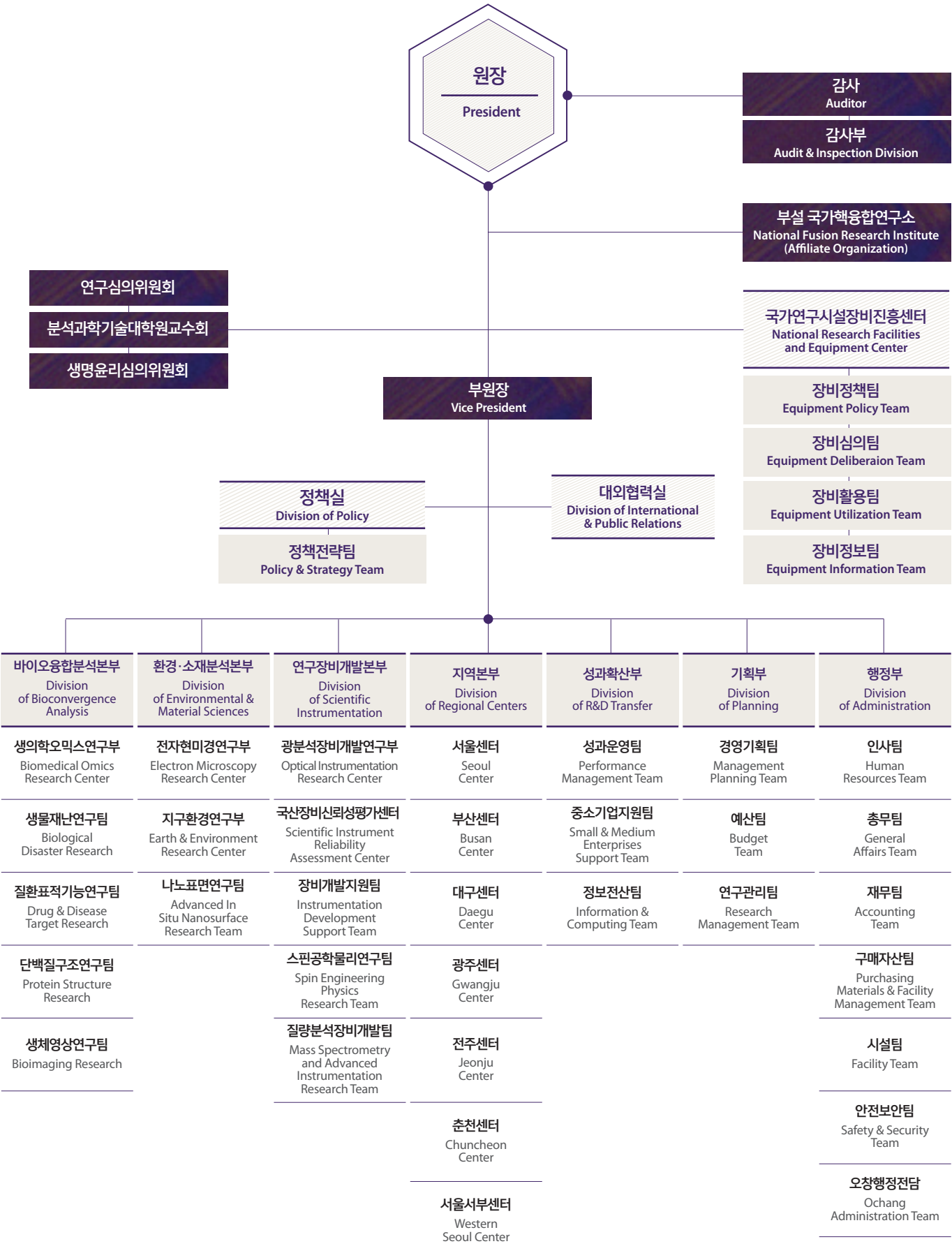


비전과 목표  
VISION & GOAL



조직도

Organization



인력, 장비 및 예산현황

Personnel, Equipment & Budget

인력현황 Personnel

2018. 12. 31. 기준 As of December 31, 2018						
임원 CEO	연구직 Researchers	기술직 Engineers	행정직 Administrators	전문직 Analysts	관리직 Managers	합계 Total
1	159	77	45	41	24	347

장비현황 Equipment

(단위 : 백만 원) (Unit : Million won)										
구분 Category	대덕본원 Daedeok Headquarters	오창센터 Ochang Center	지역센터 Regional Centers							합계 Total
			서울 Seoul	부산 Busan	대구 Daegu	광주 Gwangju	전주 Jeonju	춘천 Chuncheon	서울서부 Western Seoul	
장비 Equipment	155	186	69	54	34	40	30	26	40	634
금액 Amount	59,177	91,992	19,095	21,311	10,691	13,939	11,121	8,779	20,988	257,095

※ 기준 : NTIS 등록 기준, 도입가격 3천만 원 이상  
(Over 30 million won of introduction price)

예산현황 Budget

(단위 : 백만 원) (Unit : Million won)			
수입 Operating Revenue		지출 Operating Expense	
구분 Category	금액 Budget	구분 Category	금액 Budget
정부출연금 Government Contribution	83,244	인건비 Wages	25,034
1. 기관운영비 Basic Fund	20,848	1. 총액인건비 Research Personnel	21,225
2. 주요사업비 General R&D Projects	46,603	2. 법정부담금 Legal Liability Amount	2,042
3. 시설비 Facilities & Equipment	15,793	3. 퇴직급여충당금 Retirement Reserves	1,767
4. 차입금 상환 Loan Payment & Interests	-	연구직접비 Direct Research Expenses	70,233
자체수입 Income	33,465	1. 주요사업비 In-house Projects	50,032
1. 정부수탁 Public Projects	22,000	2. 정부수탁 Public Projects	15,990
2. 민간수탁 Private Projects	350	3. 민간수탁 Private Projects	230
3. 기타연구사업 Other R&D Projects	230	4. 기타연구사업 Other R&D Projects	230
4. 기술지원 Technology Supports	7,532	5. 기술지원 Technology Supports	3,751
5. 기술료 Technical Fees	200	경상운영비 Operating Costs	7,315
6. 기타 Others	3,153	시설비 Facilities and Equipment	20,459
전기이월 Balance from Previous Year	6,667	기타 Others	335
		차기이월금 Carried Forward to Next Year	-
합계 Total	123,376	합계 Total	123,376



KBSI 네트워크

KBSI Network



대덕본원

Daedeok Headquarters

생물재난, 전자현미경, 나노표면, 광분석장비개발,  
국산장비신뢰성평가, 장비개발지원,  
스핀공학물리, 질량분석장비개발

Biological Disaster Research, Electron Microscopy  
Research, Advanced In situ Nanosurface Research,  
Optical Instrumentation Development, Scientific  
Instrument Reliability Assessment, Instrumentation  
Development Support, Spin Engineering Physics  
Research, Mass Spectrometry and Advanced  
Instrumentation Research

KBSI는 대덕본원 및 전국 지역 거점을 통해  
국가 기초과학 연구지원 및 지역별 특화산업에  
기반한 차별화된 첨단 전문 연구지원을 수행하고 있습니다.

KBSI supports national basic science research and performs  
specialized research based on regional industrial fields.



오창센터

Ochang Center

생의학오믹스, 질환표적기능, 단백질구조, 생체영상,  
전자현미경, 연대측정, 환경모니터링, 스핀공학물리,  
질량분석장비개발

Biomedical Omics Research, Drug & Disease Target  
Research, Protein Structure Research, Bioimaging  
Research, Electron Microscopy Research, Geochronology  
Research, Environmental Monitoring and Research,  
Spin Engineering Physics Research, Mass Spectrometry  
and Advanced Instrumentation Research



서울센터

Seoul Center

환경대응, 시공간분자이미징  
Environmental Risk Analysis and Research, Space-Time  
Resolved Molecular Imaging Research



부산센터

Busan Center

표면 개량/분석 기반 첨단 소재 연구  
Advanced Materials Research Based on Surface  
Modification/Analysis



대구센터

Daegu Center

첨단기능성소재  
Functional Materials Research



광주센터

Gwangju Center

노화과학, 물질구조과학  
Advanced Aging Science Research, Material Structure  
Science Research



전주센터

Jeonju Center

나노/탄소소재  
Nano & Carbon-Based Materials Research



춘천센터

Chuncheon Center

생체질환영상  
Disease-Specific Optical Imaging Research



서울서부센터

Western Seoul Center

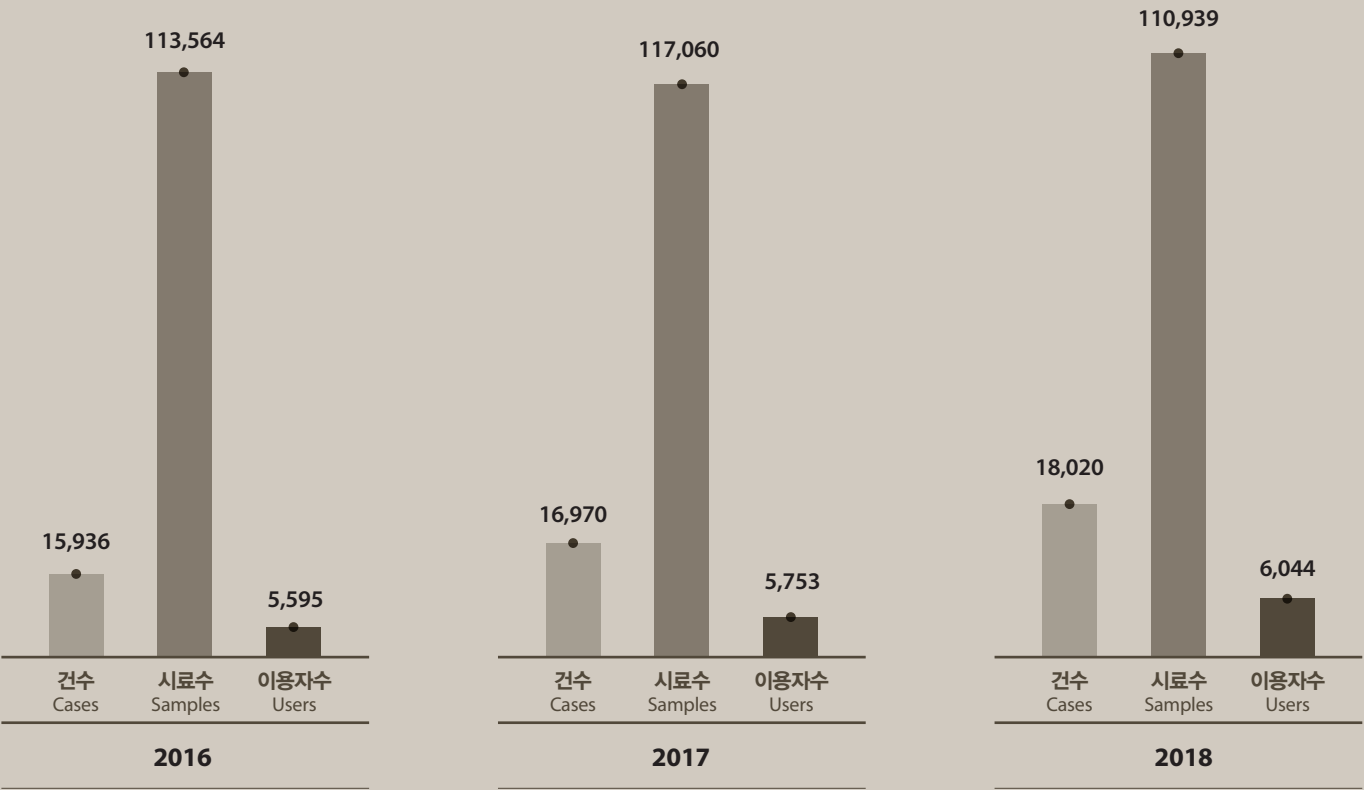
오믹스바이오시스템, 기능성 계면과학  
Omics Bio System Research, Functional Interface Science

2018 KBSI 실적

2018 KBSI Research Achievements

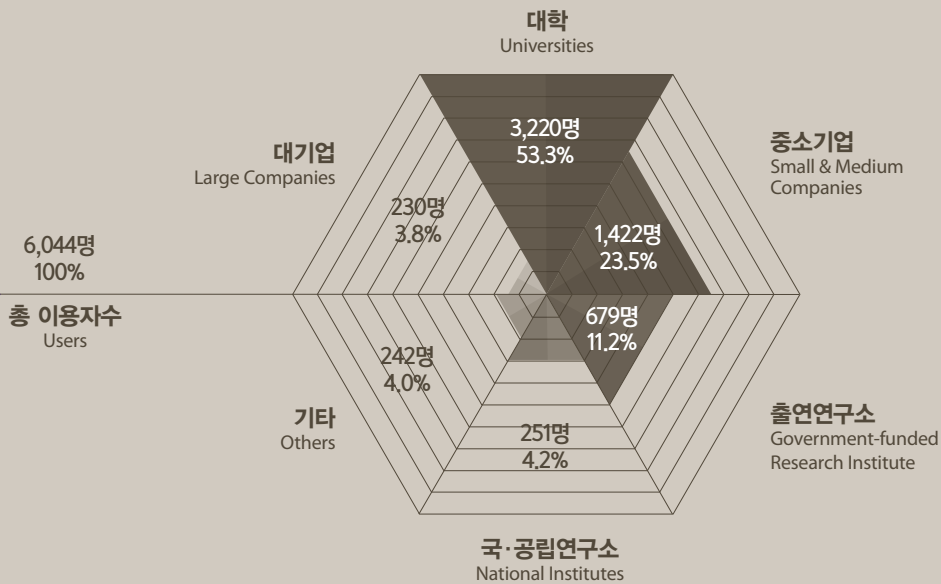
연도별 분석지원 현황

Statistical Trends of Analytical Services



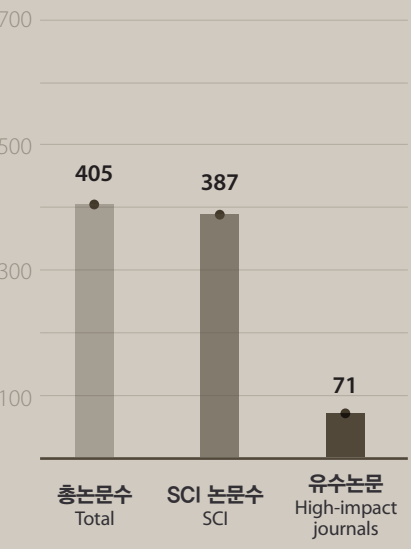
분석지원 이용자분포 현황

Statistics of Analytical Service Users



논문실적

Publications

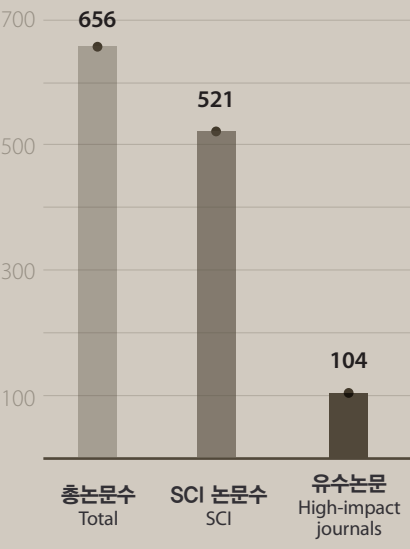


※유수논문: JCR 분야별 상위 5% 이내 또는 IF 10 이상 저널논문

※High-impact journals: Journal publications in the top 5% by JCR subject field, or above IF 10

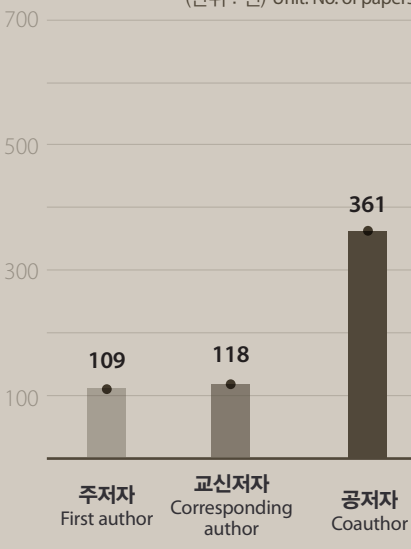
외부이용자 논문실적

User publications



저자 유형별 논문실적

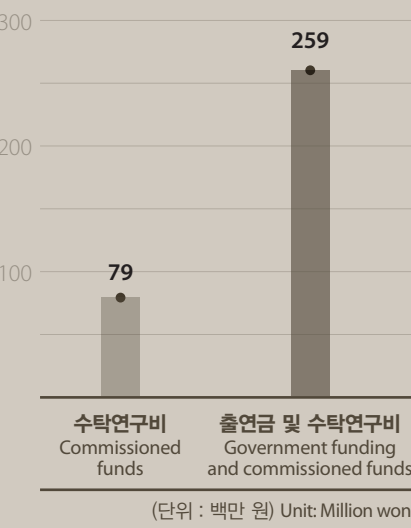
Publication by author type



(단위 : 편) Unit: No. of papers

연구원 1인당 연구비 현황

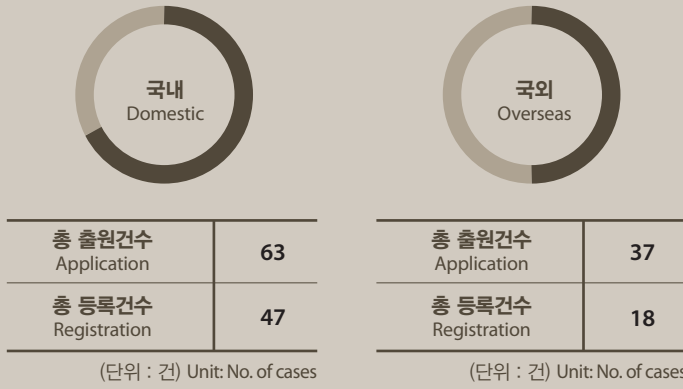
Research Funds per Researcher



(단위 : 백만 원) Unit: Million won

특허실적

Patents



(단위 : 건) Unit: No. of cases

(단위 : 건) Unit: No. of cases

기술이전실적

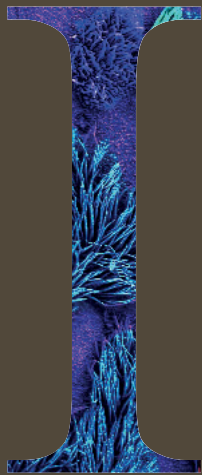
Technology Transfers

기술이전 건수 Number of technology transfers	기술이전 기관수 Transferred institutes	기술료수입 Technology fee revenue
36	36	527

(단위 : 건, 백만 원)  
Unit: No. of cases, no. of institutes, million won



PART



# ADVANCED ANALYTICAL SCIENCE RESEARCH

## 첨단 분석과학 연구

한국기초과학지원연구원은 첨단 연구시설·장비를 기반으로 분석지원, 공동연구, 인력양성, 기술이전 및 기술사업화 등의 업무를 수행하고 있으며, 우수한 성과창출을 위해 최선을 다하고 있습니다.

KBSI has been performing various tasks, including analytic support, joint research, the fostering of human resources, and technology transfer and commercialization based on the operation of advanced research facilities and equipment, striving for making outstanding research accomplishments.

- 바이오융합분석 분야  
Bioconvergence Analysis
- 환경·소재분석 분야  
Environmental & Material Sciences
- 연구장비개발 분야  
Scientific Instrumentation
- 분석기술 개발  
Development of Analytical Technologies

# BIOCONVERGENCE ANALYSIS

- 생의학오믹스 연구

· 생물재난 연구

· 질환표적기능 연구

· 단백질구조 연구

· 생체영상 연구

· 시공간분자이미징 연구

· 노화과학 연구

· 생체질환영상 연구

· 오믹스바이오시스템 연구
- Biomedical Omics Research

· Biological Disaster Research

· Drug & Disease Target Research

· Protein Structure Research

· Bioimaging Research

· Space-time Resolved Molecular Imaging Research

· Advanced Aging Science Research

· Disease-Specific Molecular Imaging

· Omics Bio System Research

## 바이오융합분석 분야

바이오분석기술들을 융합하여 생명과학 및 의과학 분야의 연구개발과 연구자원을 수행하고 있습니다. 또한 기초과학분야의 원천기술 확보와 국가 및 사회에 문제가 되고 있는 이슈를 해결하는데 기여하며, 국내 최고 성능의 바이오 분석 장비를 구축하여 첨단 분석법을 개발하고 이를 활용한 공동연구를 진행하고 분석지원 서비스를 제공하고 있습니다.

R&D and research supporting activities of life and biomedical sciences are carried out in the field of convergence biotechnology through the convergence of bioanalytical techniques. Efforts are exerted to establish original technologies in basic sciences, and a significant contribution is made to solving problematic issues of the nation and society. Especially, bioequipment of the best quality in the nation is installed at KBSI, and state-of-the-art analytical techniques are developed. Furthermore, collaborative research and analytical services are provided to the scientific community using the installed equipment and the developed technologies.

## 생의학오믹스연구 Biomedical Omics Research

질량분석기를 이용하여 바이오 및 환경 오믹스 분석기술을 개발하고 이를 활용하여 생명 현상의 분자 기전을 규명하거나 환경 문제 해결을 위한 공동 연구를 지원합니다.

The Biomedical Omics Research Group is devoted to the development and application of “Omics” technologies based on mass spectrometry with an ultimate goal of understanding biology and solving environmental problem.

### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 고분해능 질량분석장비 운영 및 질량분석기반 오믹스 연구지원

· 바이오 및 환경 오믹스 연구를 위한 선도형 질량분석기술 개발

· 프로테오믹스 기반 타겟 발굴을 통한 의약학 연구지원
- Management of Mass Spectrometry Core Facility for Omics research

· Development of state-of-the-art mass spectrometry technology for MS experiments

· Application of proteomic technologies to target discovery in various diseases

### 대표 연구 사례 Representative Research Case

**인간 후각 상피세포에서 미확인 단백질의 세계 최초 발견**  
인간 후각 상피조직의 단백질체 연구를 수행하여 단백질 수준에서 확인된 적이 없는 5종의 단백질(ACSM4, SLCO1A2, BPIFB3, SAXO2, SVOPL)을 세계 최초로 발견하여 세계 인간 단백질체학회 (HUPO)에 보고하고 논문을 발표(J. of Proteome Research, 2018, 17, 4320)

**Identification of missing proteins from human olfactory epithelial tissue**  
Using next-generation proteomic pipeline, we identified 5 missing proteins (ACSM4, SLCO1A2, BPIFB3, SAXO2, and SVOPL) from human olfactory epithelial tissue. We reported the discovery at World Congress of Human Proteome Organization and published in Journal of Proteome Research (2018, 17, 4320).

### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	604	3,332	198
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	22(SCI 17)	국내 Domestic 2건 국외 International 20건	출원 Application 6건 등록 Registration 3건

#### 분석법 개발 Analytical Methods

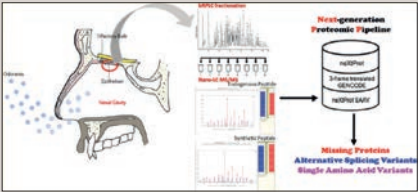
- GCXGC/HRMS를 이용한 미세먼지 정성 분석방법

· 사중극자 탄뎀질량분석기를 이용한 닭고기 항생제 표준물질 정량 분석법

· A qualitative method for analyzing fine dust using GCXGC/HRMS

· A quantitative method for analyzing chicken antibiotic reference materials using quadrupole tandem mass spectrometer.

오창센터 | Ochang Center



인간 후각 상피조직으로부터 NanoLC-MS/MS 질량분석과 차세대 단백질체 데이터 분석 알고리즘을 통하여 미확인 단백질을 동정하고 검증함  
Using next-generation proteomic pipeline and high-resolution NanoLC-MS/MS, we identified 5 missing proteins and validated them with corresponding synthetic peptide analysis.

### 장비 (Equipment)



초고분해능 융합질량분석기  
Orbitrap Fusion Lumos Tribrid MS



초고속 Q-TOF 질량분석기  
High Speed Q-TOF MS



## 생물재난 연구

### Biological Disaster Research

국민의 안전한 삶을 위협하는 생물학적 위험요소의 원인을 규명하고, 국가과학기술 주도형 분석기술을 개발하여 국민의 보건 및 위생증진에 기여하고 있습니다.

We are contributing to the increased healthcare and hygiene of citizens by identifying the biological risk factors that threaten the safe living of citizens and by developing analytical technologies to lead the country in fields of science and technology.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 국민생활안전을 위협하는 생물재난 관련 신속 분석 및 진단법(키트) 개발
- 천연물의 항노화, 항산화 효능 분석 및 기능성 소재 개발
- 세포 노화 유도용 조성물 및 세포 노화 유도 방법 연구
- Development of rapid analytical and diagnostic methods (kits) related to biological disasters threatening the safe living of citizens
- Analysis of anti-aging and antioxidation efficacy of naturally occurring substances and development of functional materials
- Development of composition for inducing catabiosis and study of method for inducing cellular senescence

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 육두구 추출물을 이용한 운동수행능력 향상 기술 개발 및 기술이전

육두구 추출물이 장수 유전자로 알려진 시르투인(Sirtuin)의 활성을 높이고, 골격근재생과 운동수행능력을 향상하는 것을 확인 하였으며 관련 특허를 대한바이오팜(주)에 기술이전

##### Transfer of technology developed to improve exercise performance ability using nutmeg extract

Transfer of patent to BioPharm Co., Ltd. on the improvement of exercise performance ability and skeletal muscle regeneration through the increase in Sirtuin gene activity from treatment of nutmeg extract.

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	221	1,323	113
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	21(SCI 10)	국내 Domestic 12건 국제 International 1건	출원 Application 3건 등록 Registration 13건

##### 분석법 개발 Analytical Methods

- 비료 내 리신분석 관련법령(비료의 품질검사방법 및 시료채취기준) 개정
- 3차원 액체 경로를 갖는 검출 키트를 이용한 노로 바이러스 분석법 개발
- 수은 농도 측정 센서 및 수은 농도 측정 방법 개발
- Amendment of relevant laws and regulations (fertilizer quality test methods and sampling standards) related to the analysis of lysine content in fertilizers
- Development of norovirus analysis method using a detection kit having a three-dimensional liquid path
- Development of mercury concentration measurement sensor and measurement method



신기술(NET)인증 및 감사장  
New Excellent Technology in Agriculture, Food and Rural Affairs (NET) Certificate & Olympic Letter of Appreciation

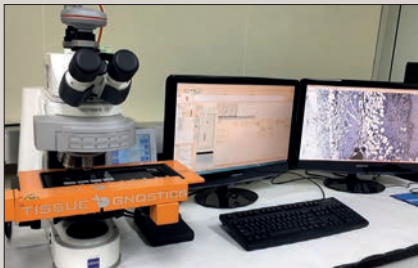


육두구 추출물 기술이전 협약식  
Agreement ceremony for transfer of nutmeg extract technology

#### 장비 (Equipment)



2차원 액체크로마토그래피 탠덤 질량분석기 시스템  
2-dimension liquid chromatography tandem mass spectrometry system



발현 분석 시스템  
Expression Analysis System

## 질환표적기능연구

### Drug & Disease Target Research

기초연구에서 신약 개발까지 중개연구를 위한 기술적 융합 연구 인프라를 구축하고 관련 분석기술을 개발하는 연구를 수행하고 있습니다.

We have established a research infrastructure for technological convergence of translational research, ranging from fundamental studies to drug discovery, and developed relevant analytical techniques.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- High content screening 기반 중개연구 분석기술 개발
- 단백질 결합(protein-protein interaction, PPI) 기반 중개연구 분석기술 개발
- 고위험성 감염병 진단 분석기술 개발
- Development of analytical techniques for high content screening-based mediation research
- Development of analytical techniques for the research of protein-protein interaction (PPI) based mediation
- Development of diagnostic and analytical technique for high risk infection

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 과민성 방광 질환 신규 진단 및 치료 표적 발굴

과민성 방광 질환의 in vivo 질환 동물모델의 단백질체(프로테오믹스) 분석과 생물정보학 기법을 통해 과민성 방광질환 유발원인 인자와 치료 및 진단에 활용할 수 있는 후보 단백질을 발굴

##### Identification of new diagnostic and therapeutic targets of overactive bladder syndrome

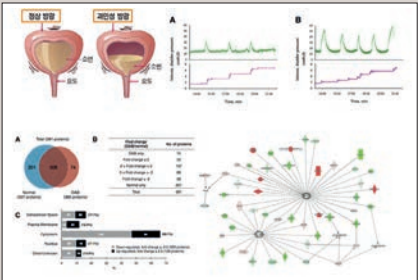
Factors causing overactive bladder syndrome and protein candidates that may be used for the treatment and diagnosis were identified by performing a proteomic analysis of an in vivo overreactive bladder syndrome animal model and by using bioinformatics techniques.

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	74	2,017	43
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	16(SCI 16)	국내 Domestic 5건 국제 International 5건	출원 Application 9건 등록 Registration 1건

##### 분석법 개발 Analytical Methods

- 지방산 산화에 관여하는 peroxisome 표적 형광 probe 개발
- 3D cancer spheroid 대용량 제작 분석법 구축
- Development of a peroxisome-targeted fluorescent probe to measure oxidation of fatty acids
- Establishment of analytical method based on large-volume production of 3D cancer spheroid



과민성 방광질환 모델 동물의 제작을 통한 단백질체 분석결과와 생물정보학을 활용한 과민성방광질환 유발 인자 및 진단 후보 단백질 발굴

Identification of OAB inducing factor and putative diagnostic marker by comparative proteomics approach using rat model of OAB

#### 장비 (Equipment)



공초점 세포스크리닝 자동화 탐색기  
High Content Screening System



융합오믹스 질량분석기  
Liquid chromatography Hybrid-FT orbitrap Mass Spectrometer (Q-exactive plus)



## 단백질구조 연구

### Protein Structure Research

고자장 핵자기공명분광장비(NMR) 및 X-ray 회절 기법을 이용하여, 생명 현상의 바탕이 되는 단백질의 구조와 생물리학적 연구를 수행하고 있습니다.

We are conducting studies of protein structure and biophysics, the foundation of biological phenomena, by using a high-magnetic field NMR and an X-ray diffractometer.



#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 고자기장 NMR 장비기반 첨단분석기술 개발
- 질환 표적 단백질의 3차 구조 및 생물리학적 분석
- 단백질-단백질 상호작용 연구
- 구조 기반 단백질 상호작용 저해제 합성
- Development of advanced analytical technologies based on high-magnetic field NMR instrument
- Analysis of three-dimensional structure and biophysics of disease target proteins
- Study of protein-protein interaction
- Structure-based synthesis of protein interaction inhibitor



#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 박테리아 간 정보교환 메커니즘과 당대사 연결고리 규명

퀴럼 센싱에 중요하게 작용하는 LsrK 과 HPr 단백질 복합체의 3차 구조를 분석하고, 이를 통하여 박테리아들이 정보를 주고받는 메커니즘이 포도당 대사와 밀접하게 연관되어 있음을 규명

##### Determination of relationship between quorum sensing and sugar metabolism

Complex structures of an LsrK and HPr proteins, which plays an important role in quorum sensing, were firstly determined, and it reveals that the mechanism of intercellular signaling between bacteria is closely linked to glucose metabolism

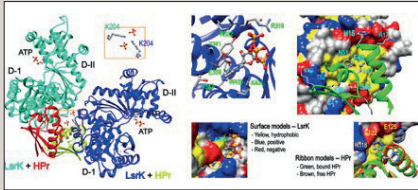


#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	1,454	7,057	356
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	20(SCI 20)	국내 Domestic 4건 국외 International 10건	출원 Application 3건 등록 Registration 1건

##### 분석법 개발 Analytical Methods

- NMR/X-ray를 활용한 LsrK-HPr 복합체 단백질 구조 분석
- 구조 기반 단백질 상호작용 저해제 합성
- Structural analysis of LsrK-HPr complex using NMR and X-ray
- The synthesis of protein-protein interaction inhibitors based on the protein structural analysis



고해상도 LsrK-HPr 복합체의 X-ray 구조  
High-resolution X-ray structure of LsrK and HPr complex

#### 장비 (Equipment)



900 MHz 핵자기공명분광기  
900-MHz NMR



생체고분자용 X-ray  
Macromolecular X-ray



## 생체영상 연구

### Bioimaging Research

동물 MRI (9.4 T, 4.7 T), 휴먼 MRI (7 T, 3 T)와 영상기술 (획득·처리기술, 조영제 활용기술) 등을 기반으로 뇌질환/구조연구, 질환표적 진단/추적연구 등을 수행하고 있습니다.

Based on animal MRI (9.4 T, 4.7 T) and human MRI (7 T, 3 T) systems and imaging technologies (including the image acquisition/processing technology and the contrast media application technology), we have conducted researches on brain disease/anatomy and disease-targeting diagnosis/tracing.



#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 7 T 휴먼 MRI 활용기술 연구 (HW 개선연구, 펄스시퀀스, 영상재구성 등)
- 관류영상, 확산영상, 기능영상, 분광영상 등을 활용하는 기술개선 연구
- MR-광학 영상장치 기반 질환 진단/추적 연구
- 공동 연구 협력을 통한 선도장비 활용 극대화를 위한 중개연구 등 실용화
- Research on 7 T human MRI-based technologies (HW improvement study, pulse sequence, image reconstruction, etc.)
- Research on improvement of technologies using perfusion images, diffusion images, functional images, and spectroscopic images
- Studies of disease diagnosis and follow-up based on MR-optical imaging instrument
- Practical use of cutting-edge equipment through translational research based on joint research collaboration



#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### Glutamate CEST 영상법 구축

7 T 휴먼 MRI에서 Glutamate CEST (Chemical Exchange Saturation Transfer) 기법을 시험하고 원숭이 뇌에서 정상과 치매모델 간의 신호를 비교하였으며, 기법을 발전시켜 치매진단에 활용할 수 있기를 기대

##### Development of Glutamate CEST MRI method

Glutamate CEST MRI method showed comparable signal differences between normal and dementia monkey brains. It is feasible to diagnose dementia early and precisely by using this method at 7 T human MRI.

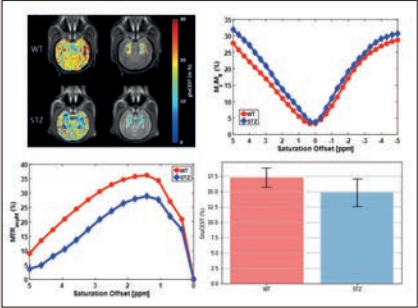


#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	353	1,541	63
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	8(SCI 8)	국내 Domestic 20건 국외 International 10건	출원 Application 1건

##### 분석법 개발 Analytical Methods

- 7 T 휴먼 MRI에서 당뇨병 환자의 족부 촬영을 위한 Foot/Ankle RF Coil 설계
- 융합진단 분석기술 개발을 위한 딥러닝 기법의 적용
- Foot/Ankle RF Coil design for diabetes foot at 7 T human MRI
- Adaptation of Deep learning techniques for multi-parametric diagnostics



정상 원숭이와 치매 원숭이에서 7T 휴먼 MRI를 이용하여 촬영한 GluCEST 영상의 비교  
Comparison of GluCEST images between normal and dementia monkey at 7 T human MRI

#### 장비 (Equipment)



7 T 휴먼 MRI  
7 T human MRI



9.4 T 동물 MRI  
9.4 T animal MRI





# 시공간분자이미징 연구

## Space-time Resolved Molecular Imaging Research

펨토초레이저분광기, 투과전자현미경, 분자영상 질량분석장비 인프라를 구축하고, 생체 나노물질에서 분자의 시공간적 분포 및 다이내믹스 영상분석기술 및 관련 장비개발연구를 수행하고 있습니다.

With femtosecond laser spectroscope, transmission electron microscopes, and high-end imaging mass spectroscope, we provide networking opportunities for all researchers through multidisplinary dynamic imaging.

### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 나노 구조물의 형성메커니즘 연구
- 카이랄 분자의 R형/S형 식별 입체화학 영상기술 개발
- 다중오믹스기반 분자 영상 분석 및 바이오마커 발굴
- Mechanism of formation of nanostructures
- Development of R-type / S-type identification stereochemical imaging technology of chiral molecule
- Multi-omix based MS imaging and biomarker discovery

### 대표 연구 사례 Representative Research Case

이차원 전자 분광학을 이용한 금속 나노막대의 전자 동역학 및 크기 불균일성 연구

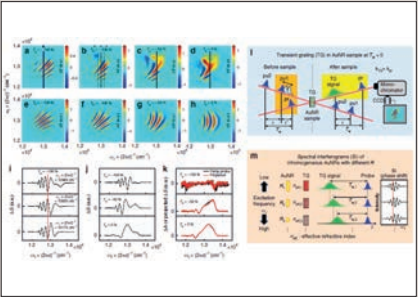
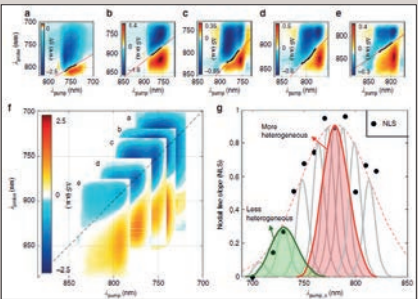
이차원 전자 분광 스펙트럼의 마디 선 기울기 및 간섭 패턴 분석법을 이용해 불균일한 크기 분포를 가지는 금속 나노막대의 균일 전자 동역학 규명과 종횡비(aspect ratio) 불균일성 분석이 가능함을 세계 최초로 실험 증명함

### Study of electronic dynamics and size non-uniformity of metal nanorods by using two-dimensional electronic spectroscopy

The study experimentally showed for the first time in the world that the uniform electronic dynamics of metal nanorods having a non-uniform size distribution may be investigated and the non-uniformity of the aspect ratio may be analyzed by using the nodal line gradient and interference pattern analysis method of two-dimensional electronic spectroscopy.

### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	2,147	5,932	367
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	22(SCI 22)	국내 Domestic 13건	-
분석법 개발 Analytical Methods			
• 지질 질량분석이미징 분석기술			
• 고공간 분해능 (~1 nm) 원소 맵핑기술			
• Mass spectrometry imaging of biomarker lipids			
• High spacial resolution (~1 nm) elemental mapping			



이차원 전자 분광 스펙트럼의 마디 선 기울기 및 스펙트럼 간섭 패턴을 이용한 금속 나노막대의 크기 불균일성 분석  
Nodal line slope and spectral interference analyses on size inhomogeneity of gold nanorods in 2D electronic spectroscopy

### 장비 (Equipment)



고공간 및 고에너지 분해능 투과전자현미경  
Monochromated - Aberration Corrected Transmission Electron Microscope



고분해능 분자영상 질량분석기  
Imaging 9.4 T FT-ICR MS (Imaging 9.4 T Fourier-transform Ion cyclotron resonance Mass Spectrometer)



# 노화과학 연구

## Advanced Aging Science Research

노화 및 퇴행성 질환 관련 분야 첨단 연구 인프라 (고령동물생육시설 및 관련 연구장비)의 지속적인 구축·운영, 노화연구용 고령동물 활용 극대화를 통한 노화연구의 기반 구축, 노화 관련 연구지원 및 공동 연구를 수행하고 있습니다.

To improve research on aging and degenerative diseases, we are carrying out collaborative research with universities and research institutes, and providing support through construction of an aging research cluster and maximizing the use of our infrastructure.

### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 발광-형광전임상분자영상 시스템 구축 및 Micro-CT와의 연계를 통한 Co-registration 이미징 분석기술 확보
- 노화연구용 고품질 표준시료의 지속적 공급 및 72개월 무재해 안전 운영 달성
- 고령마우스의 노화에 따른 생체표준지표 개발 연구
- Establishment of Luminescence & Fluorescence Preclinical Imaging System and obtainment of co-registration imaging analysis technology in connection with Micro-CT
- Continuous supply of high-quality standard aged animals (over 18 months old) and achievement of 72 month accident-free safety operation
- Development of age-dependent biometric standard of aged mouse

### 대표 연구 사례 Representative Research Case

노인성(2형) 골다공증 마우스 모델 확립

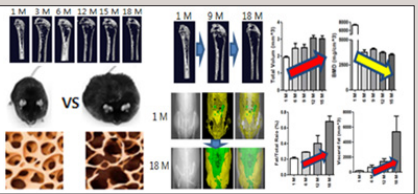
- 노인성 골다공증 연구를 위한 자연노화 개체인 고령동물 마우스의 월령별 해면골 · 피지골 미세구조 및 비만도 추적 관찰
- 실험의 효율성과 적합성을 위한 실험분석법 확립
- 골대사 제어 타겟 소재에 대한 골 미세구조 및 비만도 분석법 확립

### Establishment of senile (Type 2) osteoporosis of animal model

- Through bone microarchitecture analysis, longitudinal tracking of alteration pattern on trabecular and cortical bone induced by age
- Establishment of the experimental schedule concerning timing of medication and intake of food or water for efficiency and suitability
- Tracking of alteration pattern on bone formation and obesity degree by candidate materials

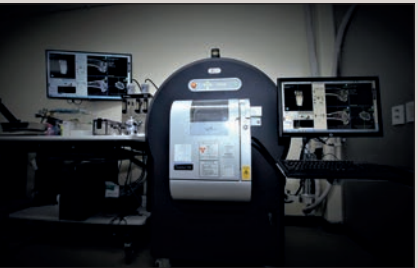
### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	1,943	15,215	323
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	14(SCI 14)	국내 Domestic 9건 국외 International 1건	-
분석법 개발 Analytical Methods			
• IL-1에 의한 스테로이드 호르몬 생성 기전 분석연구			
• 스테로이드 호르몬 대사 기전 분석연구			
• Mechanism of steroid hormone production by IL-11			
• Mechanism of metabolic signal pathway for steroid hormone			



노인성 골다공증 모델 확립 및 표준분석법 확립  
Establishment of senile (Type 2) osteoporosis of animal model and standard analytical methods

### 장비 (Equipment)



소동물용 단층촬영장치  
In vivo Micro-CT



발광-형광전임상분자영상 시스템  
LFPI



## 생체질환영상 연구

### Disease-Specific Molecular Imaging Research

생체질환영상 분야는 생명체에서 일어나는 분자 및 세포 수준의 영상분석을 통해 인간 질병의 조기 진단과 치료 및 예방의 방향을 제시하는 융합연구 분야입니다.

Biological imaging of diseases is a multidisciplinary field, in which the images produced reflect cellular and molecular pathways in living subjects. These techniques will help to understand and discover new diagnostic, therapeutic, and preventive strategies for human diseases.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 약물의 기작연구, 신규 약물탐색 및 스크리닝, 나노바이오 소재 기반 진단/ 치료제 개발
- 세포 및 소동물 질환동물모델 (암, 관절염 골다공증, 노화 등)에서 생체영상 연구 및 치료기술 연구 수행
- 최첨단 장비를 통한 고급 생체영상 분석법 개발, 전문분석지원 및 공동연구수행
- Studies on mechanism, new drug discovery and screening, development of nanobiomaterial-based diagnostic/therapeutic agents
- Biological disease imaging and therapy studies with small animal models (i.e., cancer, arthritis, atherosclerosis, aging, etc.)
- Performance of high-quality imaging reserarch with advanced bioimaging equipment, professional technical support, and research collaboration

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 모로우 붉은실 유래 유효물질의 염증억제 효과 입증

LPS로 자극한 RAW 264.7 세포와 제브라피쉬 모델 상에서 염증유도인자와 ROS의 억제 및 NF-κB 신호전달기전을 확인함으로써 홍조류의 일종인 모로우 붉은실에서 유래한 3-bromo-5-(ethoxymethyl)-1, 2-benzenediol (BEMB)의 항염증 효능을 입증

##### Anti-inflammation effect of effective substances from Polysiphonia morrowii

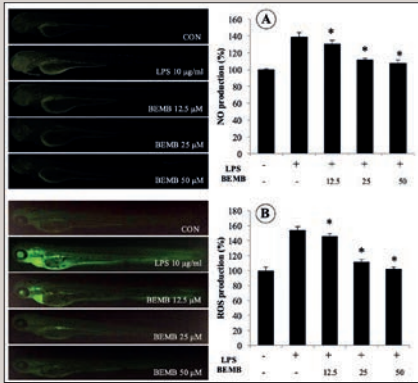
It is demonstrated that 3-bromo-5-(ethoxymethyl)-1,2-benzenediol (BEMB) from Polysiphonia morrowii can inhibit the production of inflammatory mediators and ROS, and NF-κB signaling pathway in LPS-stimulated RAW 264.7 cells and zebrafish model.

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	330	3,825	99
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	15(SCI 15)	국내 Domestic 2건	-

##### 분석법 개발 Analytical Methods

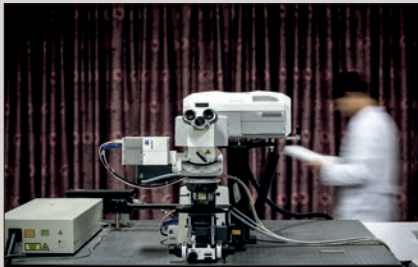
- 질환동물모델 분석법 (간 손상, 산화스트레스, 외상 후 스트레스, 염증 모델) 개발
- Analytical methods of animal models for human diseases (injury of liver, oxidative stress, PTSD, inflammation models)



LPS 자극 제브라피쉬의 배아에서 (A)NO와 (B)ROS의 생산에 대한 3-bromo-5-(ethoxymethyl)-1,2-benzenediol(BEMB)의 효과

Effects of 3-bromo-5-(ethoxymethyl)-1,2-benzenediol (BEMB) on production of (A) nitric oxide (NO) and (B) reactive oxygen species (ROS) in lipopolysaccharide (LPS)-stimulated zebrafish embryos.

#### 장비 (Equipment)



공초점 레이저 주사전자현미경  
Confocal Laser Scanning Microscopy



발광 형광 동물 영상 및 전산화 단층 촬영 시스템  
Luminescence and Fluorescence Imaging System with Micro-CT IN VIVO Imager



## 오믹스 바이오 시스템 연구

### Omics Bio System Research

통합 대사체 분석플랫폼 구축을 통해 질환-의약/천연물-식품/환경 분야에서 대사체 변화 프로파일링 분석으로 바이오마커 발굴과 대사기전을 규명하는 연구 분야입니다.

Metabolic profiling research has been performed to discover biomarkers and metabolic pathway for disease therapy/natural product food/environmental field by using the established integrated analytical platform.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 심혈관, 암, 신장질환, 간질환, 대사질환 등에서 바이오마커 발굴 및 대사기전 연구 수행
- 자기공명분광기/질량분석기 기반 통합 대사체 분석법 개발
- Biomarker discovery and pathway identification of cardiovascular disease, cancer, kidney disease, liver disease, metabolic syndrome etc.
- Development of NMR/MS-based integrated metabolomics analytical method

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 동맥경화 환자의 대동맥 내 대사변화 연구를 위한 분석기술 개발

액체크로마토그래프-질량분석기 기반의 극성/지질 대사체 프로파일링 및 타겟 분석기술을 이용하여 동맥경화 환자의 대동맥 대사변화를 관찰하였고, 이를 통해 동맥경화증의 플라크 형성에 의한 대사 반응과 메커니즘 규명이 가능한 분석기술을 제안

##### Analytical technology for observing metabolic responses and mechanisms in the aorta of atherosclerosis patients

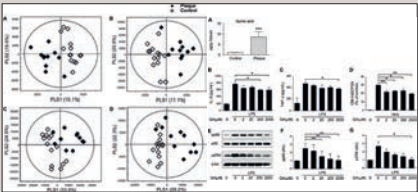
Metabolic and lipidomic changes were monitored in the aorta of atherosclerosis patients using LC-MS-based metabolite profiling and target analysis, and this is proposed as an analytical technology that allows to investigate the metabolic responses and mechanisms of the development of atherosclerosis and the plaque formation.

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	425	7,118	150
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	21(SCI 20)	국내 Domestic 37건 국제 International 7건	출원 Application 3건

##### 분석법 개발 Analytical Methods

- 액체크로마토그래프-질량분석기를 이용한 동맥경화 환자의 대동맥 조직 극성/지질 대사변화 분석 기법 개발
- 기체크로마토그래프-탄질질량분석법을 이용한 의료용기 내 규제 플라스틱 가소제 분석법
- Analytical method for observing metabolic and lipidomic changes in the aorta of atherosclerosis patients using LC-MS
- Development and validation of GC-Triple Quad Mass spectrometric method for quantitative determination of regulated plasticizers in medical infusion sets



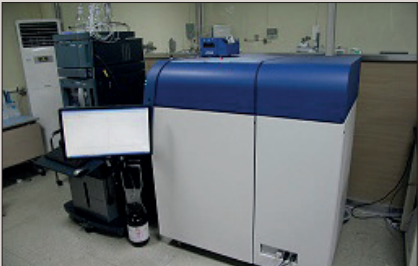
극성/지질 대사체 프로파일을 이용한 다변량분석 및 대사체 패턴(왼쪽)과 주요 변화 대사체 퀴닉산의 항염증 및 항산화스트레스 효과(오른쪽)

Multivariate analysis and metabolic pattern of polar/lipid metabolite profiling(left) and the effect of quinic acid on anti-inflammation and anti-oxidative stress(right)

#### 장비 (Equipment)



SPE-800 MHz 핵자기공명분광기- 질량분석기 시스템  
SPE-800 MHz NMR-MS System



액체크로마토그래피-사중극자-비행시간형 질량분석기  
UPLC-QTOF-MS



# ENVIRONMENTAL & MATERIAL SCIENCES

- 전자현미경 연구

· 연대측정 연구

· 환경모니터링 연구

· 나노표면 연구

· 환경대응 연구

· 표면개량/분석 기반

· 첨단소재 연구

· 나노/탄소소재 연구

· 기능성 계면과학 연구
- Electron Microscopy Research

· Geochronology Research

· Environmental Monitoring and Research

· Advanced In Situ Nanosurface Research

· Environmental Risk Analysis and Research

· Advanced Materials Research Based on Surface Modification/Analysis

· Functional Materials Research

· Nano- & Carbon-Based Materials Research

· Functional Interface Science

## 환경·소재분석 분야

국가적 대형 선도장비와 첨단과학 연구장비를 기반으로 환경과학, 지구과학, 물성소재, 나노표면분석분야의 세계적 인프라를 구축하여, 국내외 연구자들과 세계 최고의 공동연구를 수행하고 있습니다. 생활방사능 측정, 먹거리 안정성 등의 사회문제 해결형 분석지원 및 과제 수행을 주도하고 있으며, 미래성장동력을 선도하기 위해 제약·소재 분야의 신물질 발굴 및 분석기술 개발을 통한 산·학·연 협력체계를 확립하여 연구현장의 다양한 애로사항에 대한 적극적 기술 해결을 지원하고 있습니다.

We have built world-class infrastructures for environmental and Earth sciences, material sciences, and nanosurface research, and undertaken domestic and international collaborations by using national large-scale equipment. Our mission is to extend our activities to analytical services and national projects that are relevant to the solution of social issues, such as radioactivity in living environments and food safety. Based on our knowledge and analytical facilities, we also actively provide technical support to the functional material and device industries.

## 전자현미경 연구

### Electron Microscopy Research

첨단 전자현미경 장비를 활용하여 융복합 영상분석기술 개발을 수행하고 있으며, 나노물질 구조분석과 분석장비 개발을 통해 연구지원 활성화 및 국내외 공동연구를 수행하고 있습니다.

Convergence imaging analysis technologies are developed by using advanced electronic microscopes. In addition, research support is actively provided, and domestic and international joint studies are conducted by performing structural analysis of nanomaterials and developing analytical equipment.

### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 의생물학 융합 이미징 분석기술 확립

· 첨단 나노-바이오 장비요소기술 및 장비개발

· 소재/기능 맞춤형 분석기술 개발

· 에너지 융합 소재 개발
- Establishment of biomedical convergence imaging analysis technology

· Development of advanced nano-bio equipment element technologies and nano-bio equipment

· Development of analytical technologies tailored to materials and functions

· Development of energy convergence materials

### 대표 연구 사례 Representative Research Case

**네거티브 염색된 생물시료의 나노-결정 분석**  
재료-바이오 융합 분석 성과로써, 네거티브 염색된 생물시료를 고분해능 이미징 및 전자 결정 분석을 통해 이미지 콘트라스트 생성에 기여하는 근본적인 원인인 염색 분자(이산화 우라늄)의 나노-결정을 가시화하고 전자빔 조사량 증가에 따른 결정성과 분해능의 상관관계를 제시

**Analysis of nano-crystals associated with negatively stained biological specimen**  
We attempted high-resolution TEM (HRTEM) and electron crystallographic analysis for the detailed characterization of negatively stained biological specimen, focusing on physical state and chemical composition of the stain molecules (uranium dioxide). Moreover, we observed the gradual growth of the crystals when the accumulated electron dose.

### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	846	4,623	339
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	59(SCI 52)	국내 Domestic 30건 국외 International 5건	출원 Application 15건 등록 Registration 8건

- 분석법 개발 Analytical Methods

· 저분자량 단백질 3차원 구조분석을 위한 저전압 초저온 전자현미경기술 개발

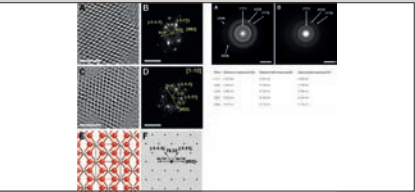
· 이종접합 산화물 계면에서 산소공공에 의한 결함 분석기술 개발

· 이미징 및 계산을 활용한 소재 비정질화 과정 분석기술 개발
- Development of the cryo-EM imaging at low voltage for small molecular weight proteins

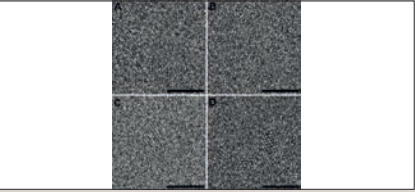
· Oxygen vacancy analysis method for hetero-oxide interface

· Combined imaging and calculational method for analyzing the amorphization process

대덕본원 | Daedeok Headquarters  
오창센터 | Ochang Center



네거티브 염색된 생물시료에서 관찰된 염색분자의 나노-결정 고분해능 이미징과 회절 분석을 통한 결정구조 규명  
Identification of the nano-crystal of the stain molecular from the negatively stained biological specimen by HRTEM imaging and electron crystallography



네거티브 염색된 생물시료에서 관찰된 염색분자의 나노-결정 고분해능 이미징과 회절 이미지로 결정구조 분석  
Observation of the gradual growth of the crystal as electron dose accumulated

### 장비 (Equipment)



초고전압 투과전자현미경  
Ultra High Voltage Transmission Electron Microscope (HVEM)



고분해능 바이오 투과전자현미경  
High Resolution Bio-Transmission Electron Microscope (HR Bio-TEM)

## 연대측정 연구

### Geochronology Research

고분해능 이차이온질량분석기를 포함한 다양한 방사기원 동위원소 측정장비와 루미네선스 측정시스템을 구축하고, 지구환경변화의 시기를 밝히기 위한 분석법 개발 및 공동연구를 수행하고 있습니다.

To understand the history of the Earth, we develop analytical techniques on dating terrestrial and extra-terrestrial materials. We also perform collaborative researches using various cutting-edge equipment for luminescence and radiogenic isotope dating, including the Sensitive High Resolution Ion Micro Probe(SHRIMP)

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 활성단층 연대측정 및 분석기술 개발
- 방사기원 동위원소를 활용한 지구진화사 규명기술 개발
- 고고유물 연대측정 기술 개발

- 제4기 지질매체에 대한 절대연대측정 기술 고도화

- Development of analytical techniques for dating active faults
- Technical development for the reconstruction of the Earth's history using radiogenic isotopes
- Development of analytical technique for dating archaeological remains
- Enhancement of dating techniques for dating Quaternary geological materials

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

한반도 남동부 백악기 경상분지 퇴적층의 쇄설성 저어콘에 대한 연대측정 및 지구조 진화연구

한반도 남동부 백악기 경상분지 퇴적층에서 분리한 쇄설성 저어콘의 SHRIMP 및 LA-MC-ICP-MS 연대 측정기술 개발과 이를 이용한 경상분지 퇴적층의 지구조 진화모델 제시

Nature and evolution of the Cretaceous basins in the eastern margin of Eurasia, based on a case study on the Gyeongsang Basin, SE Korea

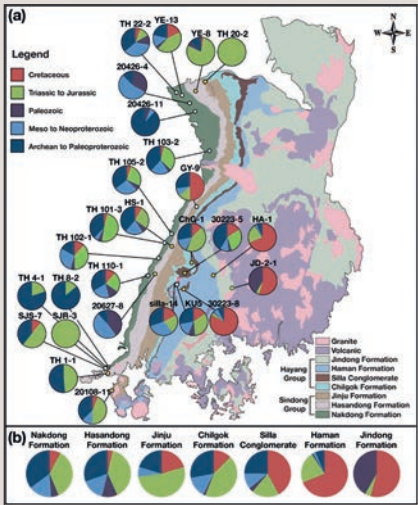
Development of a tectonic model on the southeastern part of Korean peninsular on the basis of detrital zircon SHRIMP and LA-MC-ICP-MS U-Pb ages (Journal of Asian Earth Sciences, 2018)

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	168	1,439	100
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	16(SCI 14)	국내 Domestic 3건 국외 International 1건	-

##### 분석법 개발 Analytical Methods

- 활성단층 연대측정 및 분석기술 개발
- 방사기원 동위원소를 활용한 지구진화사 규명기술 개발
- Development of analytical techniques for dating active faults
- Technical development for the reconstruction of the Earth's history using radiogenic isotopes



개별 쇄설성 저어콘 U-Pb연대 및 경상분지 각 퇴적층의 U-Pb 연대를 나타내는 원형도 (pie diagram)

Pie charts of U-Pb detrital zircon ages for individual sample(a) and each formation of the Gyeongsang Basin(b)

#### 장비 (Equipment)



고분해능 이차이온질량분석기  
Sensitive High Resolution Ion Micro Probe(SHRIMP)



레이저식박 다검출기 유도결합플라즈마 질량분석기  
Laser Ablation-Multi Collector-Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer

## 환경모니터링 연구

### Environmental Monitoring Research

다양한 지구 구성 물질에 대한 원소 분석, 동위원소 분석, 자연방사능 분석을 통해 환경법과학 분야 분석법 개발 및 연구자들의 연구지원/공동연구를 수행하고 있습니다.

The environmental Monitoring Research Group develops enhanced methods of inorganic analysis, such as elemental and isotope analysis, and natural radioactivity measurement.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 한국의 좋은 물 수원 발굴, 특성화 및 물의 분자과학적 연구
- 방사능 누출 초동대응 및 물 안보기술 개발
- 농축산물 원산지 판별 분석기술 개발

- Discovery and characterization of Korea's good water sources and molecular analysis of water
- Development of water security technology in case of emergent radioactive exposure
- Development of integrated analytical technologies for discriminating the geographical origin of various agricultural and livestock products

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

관개회귀수량이 지표수와 지하수에 미치는 영향 규명

농업활동이 주를 이루는 지역에서 관개회귀수량이 유역 내 지표수와 지하수 형성에 미치는 영향을 수문 분리, 화학조성 및 동위원소조성을 이용하여 정량적으로 밝혔으며, 이와 함께 각 수체계의 화학조성을 결정하는 주요 원인을 규명한 연구로 지표수와 지하수의 형성을 이해하는데 보다 자세한 정보를 제공할 것으로 기대함

Investigation of effect of irrigation return flow on surface water and ground water

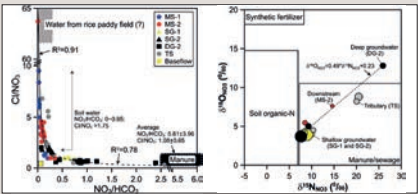
Water chemistry and statistical analyses on soil, groundwater, and rain water in stream water revealed the sources and processes controlling water chemistry in stream and groundwater (Science of the Total Environment, 2018).

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	1,469	12,578	667
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	7(SCI 7)	국내 Domestic 11건 국외 International 4건	등록 Registration 5건

##### 분석법 개발 Analytical Methods

- 한국의 좋은 물 수원 발굴, 특성화 및 물의 분자과학적 연구
- 방사능 누출 초동대응 및 물 안보기술 개발
- Characterization of water cluster and natural organic matter in Korea's Good Water
- Development of water security technology for the case of radioactive exposure emergency



수문분리, 화학조성 및 동위원소조성을 이용한 관개회귀수량의 영향 규명

Water chemistry impacts of irrigation return flow on surface and subsurface water, using combination of three-component hydrograph separation models (THSM), multi-isotopes and elements

#### 장비 (Equipment)



안정동위원소 질량분석기  
Stable Isotope Ratio Mass Spectrometer (SIRMS)



다검출기 유도결합플라즈마 질량분석기  
Multi Collector-Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (MC-ICP-MS)



## 나노표면 연구

### Advanced In-situ Nanosurface Research

기능 적응성 저차원 나노소재 및 소자의 In-situ 제작과 분석을 통해 미래 전자, 환경, 에너지 융합형 소재 및 개발에 꼭 필요한 표면 분석의 핵심이 되는 연구 분야입니다.

Our research targets the field of development of surface analysis for future electronics, environments, energy fusion materials and devices using an advanced in situ surface analysis system (AISAS)

/

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 차세대 융복합 in-situ 나노분석시스템 (AISAS)을 활용한 저차원 신소재 선도 연구 수행
- 선도 장비를 통한 분석법 개발, 전문분석지원 및 공동연구 수행
- 친환경, 고효율, 저비용 광촉매 소재 개발 연구

- Performing new low-dimensional materials research using and Advanced in situ Nanosurface Analysis System
- Developing new analytical methods, supporting professional analysis and performing collaborative research based on leading-edge instruments
- Development of high-efficiency, low-cost and green photocatalytic materials

/

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 열화학기상증착기를 이용한 탄소-실리콘 나노와이어 합성 및 이를 이용한 수소발생 반응 연구

열화학기상증착기로 구리증기를 촉매로 사용하여 실리콘 나노와이어 기판에 탄소나노와이어 복합구조를 합성하였으며, 이를 수소발생반응의 촉매 및 전극으로 활용하여 우수한 광촉매 반응 획득 및 장시간 전기화학 안정성 테스트 연구

##### Synthesis of hierarchical carbon-silicon nanowire heterostructures for the hydrogen evolution reaction

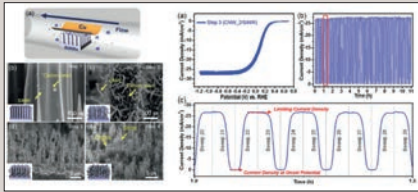
A simple method to synthesize hierarchically branched carbon nanowire on silicon nanowire utilizing copper vapor as the catalyst in a chemical vapor deposition (CVD) process, which exhibits outstanding photocatalytic activities for hydrogen generation along with excellent chemical stability.

/

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	245	1,380	123
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	34(SCI 34)	국내 Domestic 2건 국외 International 4건	출원 Application 2건 등록 Registration 2건

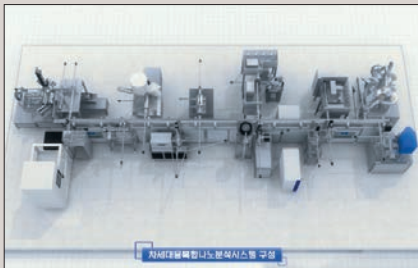
대덕본원 | Daedeok Headquarters



열화학기상증착기를 이용하여 구리증기를 촉매로 실리콘 나노 와이어 전극에 탄소나노와이어 합성 (좌), 이를 이용한 수소발 생반응의 전기화학 안정성 테스트 (우)

Schematic and SEM of the Cu-vapor-assisted CVD system for the synthesis of carbon nanowire (CNW) on the silicon nanowire (SiNW) electrode (left), stability tests of CNW-SiNW photocathode.

#### 장비 (Equipment)



차세대 융복합나노분석시스템  
Advanced In-situ Surface Analysis System

## 환경대응 연구

### Environmental Risk Analysis and Research

유·무기 화학물질 전문분석 체계를 구축하고, 인체/생태계 영향에 대한 전문연구지원을 강화하여 환경 유해물질 전문분석 플랫폼으로서 국가적 환경재난에 대처할 수 있는 융합연구지원을 수행하고 있습니다.

We focus on the analysis of environmentally hazardous substances and their impact on humans and the ecosystem and thereby establish a specialized analysis platform that responds to national environmental disasters.

/

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 환경유해물질 오염평가 및 관리를 위한 분석기술 개발 및 전문분석지원
- 환경유해물질의 인체 및 생태 환경영향평가 연구
- 전문분석지원 업무 신뢰성 보증 및 숙련도 체계 구축

- Development of analytical techniques for evaluation and management of hazardous substances in the environment
- Human and ecological impact assessment for hazardous substances in the environment
- Maintenance system of reliability assurance and proficiency for specialized analysis support

/

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 국내 최초 고독성 유·무기 비소종(6종) 환경모니터링 분석기술 체계 마련

국내에서 상용화된 바 없는 thioarsenicals에 대한 표준물질 합성법을 개선하고 ESI-MS와 LC-ICP-MS 장비를 활용하여 표준물질 검증을 통해 고순도의 표준물질 확보로 DMMTA<sup>®</sup> 및 DMDTA<sup>®</sup>를 포함한 유·무기 비소 6종의 환경 중 모니터링 분석기술 체계를 마련함

##### Establishment of six highly toxic arsenic species for environmental monitoring in Korea

We have improved the standard method for the synthesis of thioarsenicals, which are not commercially available in Korea. We have also developed a method for analyzing six inorganic and organic arsenic species including DMMTAV and DMDTAV by securing high-purity reference materials through the verification based on the ESI-MS and LC-ICP-MS equipment.

/

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	1,892	6,194	393
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	11(SCI 10)	국내 Domestic 2건 국외 International 5건	-
분석법 개발 Analytical Methods			
· HPLC-ICP-MS를 이용한 유·무기 비소종 동시분석법 개발			
· 토양 중 불소 전함량 평가를 위한 X선 형광분석용 표준시편 개발			
· Development of method for simultaneous analysis of organic and inorganic arsenic species using HPLC-ICP-MS			
· Development of standard specimens for X-ray fluorescence spectrometry for determination of total fluorine content in soil			

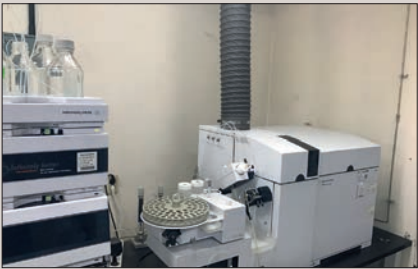
오창센터 | Ochang Center



고독성 유기비소 (DMMTA<sup>®</sup> and DMDTA<sup>®</sup>)의 표준물질 합성 및 검증

Synthesis and confirmation of highly toxic thioarsenicals (DMMTA<sup>®</sup> and DMDTA<sup>®</sup>) in environmental sample

#### 장비 (Equipment)



고성능 액체 크로마토그래피 유도결합플라즈마 질량분석기  
High Performance Liquid Chromatography in conjunction with Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (HPLC-ICP-MS)



전자분무이온화 질량분석기  
Electrospray Ionization Mass Spectrometry (ESI-MS)

## 표면 개량·분석 기반 첨단소재 연구

### Advanced Materials Research Based on Surface Modification·Analysis

국내 최고 수준의 표면분석장비들을 구축하여 표면분석기술을 기반으로 한 환경 센서, 촉매 등 다양한 첨단소재들을 개발하기 위하여 표면 개량 및 이온 주입 연구를 수행하고 있습니다.

We are conducting surface modification and ion implantation research to develop various high-technology materials such as sensors and catalysts, based on surface analysis techniques.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 전도성 고분자의 전기화학적 표면 개질을 통한 고감도 glucose 센서 개발
- Helical silica nanotube에 작용기를 도입하는 방법 및 유도체화 연구
- 자유변형 이차전지용 Ni/PET 섬유 전극의 특성
- 다목적 이온빔 가속장치를 활용한 신소재 개발을 위한 이온 주입 연구
- Highly sensitive glucose sensor by using a molecularly imprinted layer bonded on a conducting polymer
- Selective hydrophobic derivatization on the surfaces of helical silica nanotubes
- Ni/PET textile electrodes for flexible lithium ion batteries
- Ion implantation to support the development of advanced materials for using VIBA

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

실리콘 애노드의 전기 화학 성능 및 열 안정성을 향상시키기 위한 폴리 (아크릴산) 바인더에 EDTA가 미치는 영향 규명

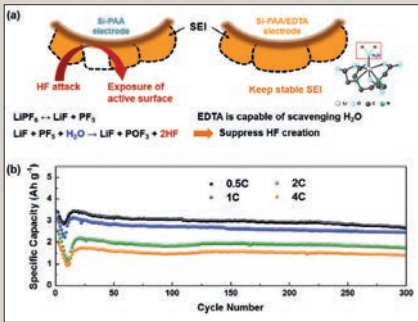
- HF 생성을 억제하기 위해 EDTA를 PAA에 도입
- PAA / EDTA 바인더는 탁월한 사이클링 성능을 유도
- Si-PAA / EDTA 전극은 온도 저장 후 우수한 열적 안정성

**Influence of EDTA in poly (acrylic acid) binder for enhancing electrochemical performance and thermal stability of silicon anode**

- EDTA was introduced into PAA to suppress the HF creation.
- PAA/EDTA binder derived an exceptional cycling performance.
- Si-PAA/EDTA electrode showed good thermal stability after temperature storage.

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	2,192	11,118	560
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	38(SCI 38)	국내 Domestic 8건	등록 Registration 2건



(a)SEI/Si 음극 안정성과 EDTA 역할과 관련된 가능한 이슈의 개략도 (b) S-PAA/EDTA 셀의 사이클 성능  
(a) Schematic illustration of the possible issues that are related to the SEI/Si anode stability and the EDTA roles in the Si electrode (b) Cycle performance of the Si-PAA/EDTA cells

#### 장비 (Equipment)



고성능 엑스선 광전자분광기  
High-performance X-ray Photoelectron Spectrometer



고분해능 주사전자현미경  
Analytical High Resolution Scanning Electron Microscope

## 첨단기능성소재 연구

### Functional Materials Research

첨단연구장비 구축, 운영 및 분석기술개발을 통한 산학연 연구지원 및 공동연구 수행을 주요 임무로 하고 있으며, 국내 최고 수준의 기능성소재분석연구센터를 목표로 분자진단소재 물성분석 및 연구 개발, 개방형 X-ray Metrology 연구, 나노/분자융합 이미징랩 구축을 계획하고 있습니다.

We aims to become the national top research group on functional materials, and plans to establish a nano-molecular imaging laboratory and conduct open X-ray metrology research as well as molecular diagnosis material analysis and R&D.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 첨단연구장비 구축·운영 및 분석기술개발을 통한 대구·경북권 산학연 연구지원 및 공동연구 수행
- 지역 중소·중견기업 대상 첨단기능성소재분야 분석기술 지원 및 공동연구 수행
- 유해 미세조류 (플랑크톤)의 독성 기작에 관한 연구
- 분광학적 물성 분석을 통한 할라이드 페로브스카이트의 수분/광 안정성 연구 및 소재 개발을 위한 소재 대학과의 협동연구수행
- Research support for industries, enterprises, and universities in Daegu- Kyungpook through the operation of advanced analytical equipment
- Technical support and collaborations with local companies in the smart IT field
- Study of toxicity mechanism of hazardous micro-algae (plankton)
- Study of water/light stability of halide perovskite through spectroscopic property analysis and joint research with university for material development

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

표면 플라즈몬 이용 그래핀 양자점의 형광 증강 구현

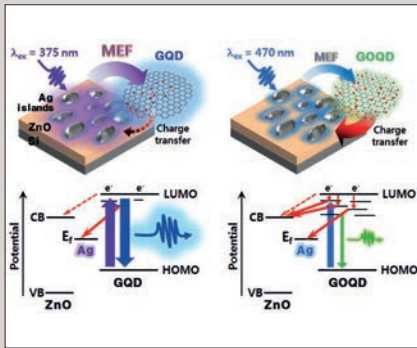
플라즈몬 금속 나노구조체 표면에서 발현되는 전자기장 증폭 현상을 이용하여 그래핀 양자점의 형광세기를 증폭함. 금속 나노구조체 제조, 표면 전자기장의 이론적 계산, 초고속 양자동력학 규명을 통하여 그래핀 나노소재의 광학물성을 정밀하게 제어할 수 있는 기술의 토대 마련

**Finding quantum mechanism of plasmon induced fluorescence enhancement of graphene quantum dots**

We have found fluorecence enhancement of graphene quantum dots on plasmonic Ag nanofilms with unique nano-morphologies. This study provides key knowledges for the precise control of nano-optics based on the multidiscipline technologies of nano-fabrication, theoretical optical fields calculation, and ultrafast electron dynamics analysis.

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	2,719	14,056	484
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	22(SCI 22)	-	-

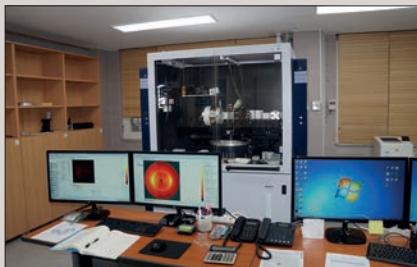


표면 플라즈몬 이용 그래핀 양자점의 형광 증강 메커니즘  
Mechanism of fluorescence enhancement of graphene quantum dots near Ag nanofilms

#### 장비 (Equipment)



시분해 형광 공초점 현미경  
Time-Resolved Fluorescence Confocal Microscope (FLIM)



고분해능 이차원 X-선 회절분석기  
High Resolution 2-Dimensional X-ray Diffractometer (HR-2D XRD)



## 나노·탄소소재 연구

### Nano & Carbon-Based Materials Research

‘나노구조 및 탄소기반 나노소재의 분석, 연구 및 특성평가’ 전문기관으로서 나노기술 및 탄소재료 분야 전문 분석/연구지원을 수행하고 있습니다.

We are performing research support and collaborations to improve nanoscience and nanotechnology on carbon based materials.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 황화는 반도체 촉매를 이용한 아연황화합물 반도체 나노선 합성 메커니즘 연구
- 바나듐 산화물의 금속-절연체 상전이 연구
- 탄소섬유를 이용한 표면구조 연구

- Investigation of the growth and in situ heating transmission electron microscopy analysis of  $\text{Ag}_2\text{S}$ -catalyzed ZnS nanowires
- Metal-insulator phase transition in Vanadium oxides
- Research for development of carbon fiber properties through a surface structure modification with physical and chemical reaction

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

황화는 반도체 촉매를 이용한 아연황화합물 반도체 나노선 메커니즘 연구

기존 금속 촉매 기반 반도체 나노선 합성 외에 반도체 촉매 기반 반도체 나노선 합성을 실시하고, 실시간 투과 전자현미경을 이용하여 아연황화합물 단결정 반도체 나노선 성장 메커니즘을 규명하는 분석법을 개발함

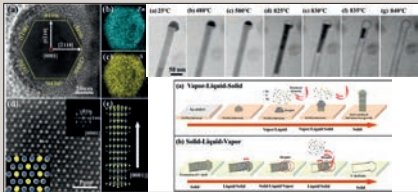
**Research on the in situ heating transmission electron microscopy analysis of  $\text{Ag}_2\text{S}$ -catalyzed ZnS nanowires**

The synthesis of semiconductor ZnS NWs using a  $\text{Ag}_2\text{S}$  catalyst was carried out simple VLS method with a Ag thin film. The structural analyses confirmed that  $\text{Ag}_2\text{S}$ -catalyzed the formation of ZnS NWs based on a VLS growth mechanism.

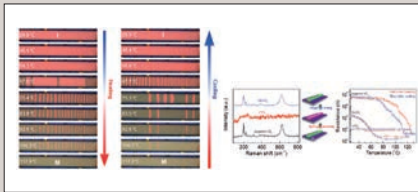
#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	936	7,503	326
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	30 (SCI 30)	국내 Domestic 7건	출원 Application 1건 등록 Registration 2건

분석법 개발 Analytical Methods			
· EPMA 분석데이터 신뢰성을 위한 교차분석 및 숙련도 평가 수행			
· Establishment of EPMA analysis reliability through an round-robin test and proficiency assessment			



황화는 촉매 이용 아연황화합물 나노선 고분해능 분석, 실시간 TEM 이용한 나노선 변화 분석 및 메커니즘 연구  
Figures displaying Cs-corrected STEM with EDS, in situ heating TEM, mechanism of  $\text{Ag}_2\text{S}$  catalyzed ZnS hybrid semiconductor nanowires (Applied Surface Science)



$\text{VO}_2$  상전이 나노소재의 라만분광 및 전도도 특성  
Raman scattering and resistance of  $\text{VO}_2$  nanobeams

#### 장비 (Equipment)



수차보정 투과전자현미경 시스템  
Cs-corrected Transmission Electron Microscope System (Cs-STEM)



마이크로 라만분광기  
Micro Raman Spectroscopy System ( $\mu$ -Raman)

## 기능성 계면과학 연구

### Functional Interface Science

에너지환경소재/시스템 분야의 기능성 재료 계면연구를 통해 성능 향상 및 신소재 개발을 위한 연구, 분석지원 및 공동연구를 수행하고 있습니다.

We investigate functional interfaces using advanced research devices and develop core analytic devices/technology for improving the performance of functional materials in the field of energy environment materials/systems.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- Na 이온 배터리 전극소재 성능과 Na 이온 거동의 상관관계 연구
- 계층나노구조체의 오염물질 흡착 거동 연구
- 그래핀 적층형태와 전기전도도 상관관계 연구
- 리튬이온전지 음극소재 이온치환효과 연구
- 생체모방촉매 반응기작 규명
- 계층구조 물질의 표면 및 물성 연구

- Correlation between performance of Na ion batteries and Na ion behavior
- Investigation of adsorption behavior of hierarchical nanostructure materials
- Elucidation of conducting property of graphene film
- Investigation of cation exchange effects of Li ion battery cathode materials
- Structural and mechnistic studies of biomimetic catalysts
- Surface and interface study of hierarchical materials

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

층상 구조를 갖는 티타네이트 Na 이온 배터리 전극의 성능 향상

다양한 길이의 n-alkyl amine 중 pentyl amine을 층상 구조인 티타네이트( $\text{TiO}_2$ )에 삽입한 전극 소재를 사용할 때 Na 이온 배터리의 용량과 안정성이 최적인 이유를,  $^{23}\text{Na}$  고체 핵자기 공명 기법을 사용하여 전극 내 여러 종류의 Na 이온 자리가 존재함을 보여 설명함

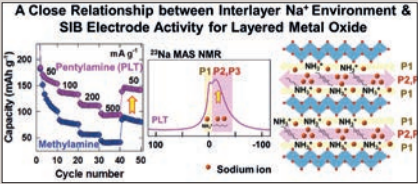
**Improving Na Ion Battery Electrode Activity of Layered Titanate**

Among the n-alkylamine-intercalates, the n-pentylamine-intercalated titanate showed the largest discharge capacity with the best rate characteristics, which was explained with  $^{23}\text{Na}$  NMR spectra revealing the different Na ion sites in the electrode materials.

#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	877	5,893	329
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	16 (SCI 16)	국내 Domestic 6건 국제 International 1건	-

분석법 개발 Analytical Methods			
· 분말형 그래핀의 전기전도도 측정법 국제표준기술 개발			
· Development of international standards on electro characteristics of powder-type graphene			



n-pentyl amine을 사용하여 titanate 층 간격을 넓힌 전극을 사용한 Na 배터리의 성능이 상대적으로 우수한(좌) 이유를  $^{23}\text{Na}$  고체 핵자기 공명 스펙트럼(중)으로 구한 전극 내 Na 이온 위치(우)를 사용하여 설명

Superior capacities of Na batteries with titanate intercalated with n-pentyl amine (left) were explained with  $^{23}\text{Na}$  solid-state NMR spectra (middle) revealing Na ion sites in the electrodes (right) corresponding synthetic peptide analysis.

#### 장비 (Equipment)



400 MHz(B) 고체상태 핵자기 공명 분광기  
400 MHz(B) Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer



# SCIENTIFIC INSTRUMENTATION

- 광분석장비 개발
  - 국산장비 신뢰성평가
  - 장비개발 지원
  - 스피너공학물리 연구
  - 질량분석장비 개발
- Optical Instrumentation Development
  - Scientific Instrument Reliability Assessment
  - Instrumentation Development Support
  - Spin Engineering Physics Research
  - Mass Spectrometry and Advanced Instrumentation Research

## 연구장비개발 분야

분석과학 연구장비 개발을 통하여 연구장비 원천기술을 확보하고 국산연구 장비산업의 부흥에 기여하고자 합니다. 보급형 (entry-level), 선도형, 세계 최초형 장비 개발을 통해 국산장비 시장의 기반기술을 확보하고, 국산연구장비 신뢰성평가센터 운영을 통하여 국산장비의 신뢰성 평가체계를 구축합니다. 이를위해 국산장비 활용률을 설치·운영하여 국산장비 비교/평가/진단/개선/활용지원을 통해 국산장비의 신뢰도를 높여 국산연구장비산업을 육성, 지원하고자 합니다.

Development of analytical science research equipment (BIG Project) will be performed to secure core technology for research equipment and contribute to the development of the domestic research equipment industry. We selected seven types of entry-level, leading-level, and pioneering-level to secure infrastructure and core technologies. The Scientific instrument reliability assessment center (SIRAC) has been established to build the reliability evaluation system for domestic research equipment. The Use laboratory in SIRAC will contribute to the improvement of the reliability of domestic research equipment through comparison, evaluation, diagnosis, improvement, and support.

대덕본원 | Daedeok Headquarters

## 광분석장비 개발 Optical Instrumentation Development

자유형상 광학계 초정밀 가공 및 측정 기술 개발, 차세대 광학현미경 시스템 개발을 수행하고 있습니다.  
We develop ultraprecision machining and metrology technique on freeform optics and next generation optical microscope system.

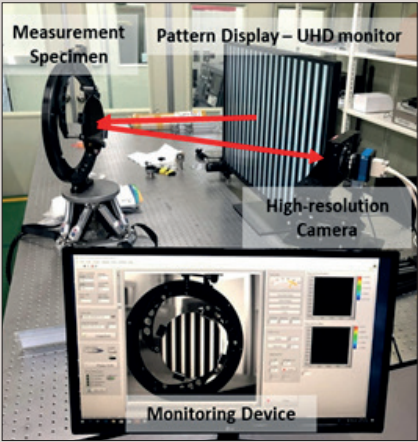
### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 초정밀 가공 테크숍 운영
- 자유형상 광학계 초정밀 가공 및 측정기술 개발
- 다중모드 나노바이오 광학현미경 개발
- Operation of ultraprecision machining tech-shop
- Development of ultraprecision machining and metrology technique on freeform optics
- Development of multimodal optical microscope for nanobio applications

### 대표 연구 사례 Representative Research Case

**대면적 자유형상 광학계 고속 측정기 개발 및 상용화**  
300 mm 직경 자유형상 광학계의 형상을 2 μm (PV) 형상정밀도로 1분 이내에 측정이 가능한 대면적 자유형상 고속 측정기를 개발하였으며, 기업으로 기술이전을 통해 상용화하였음

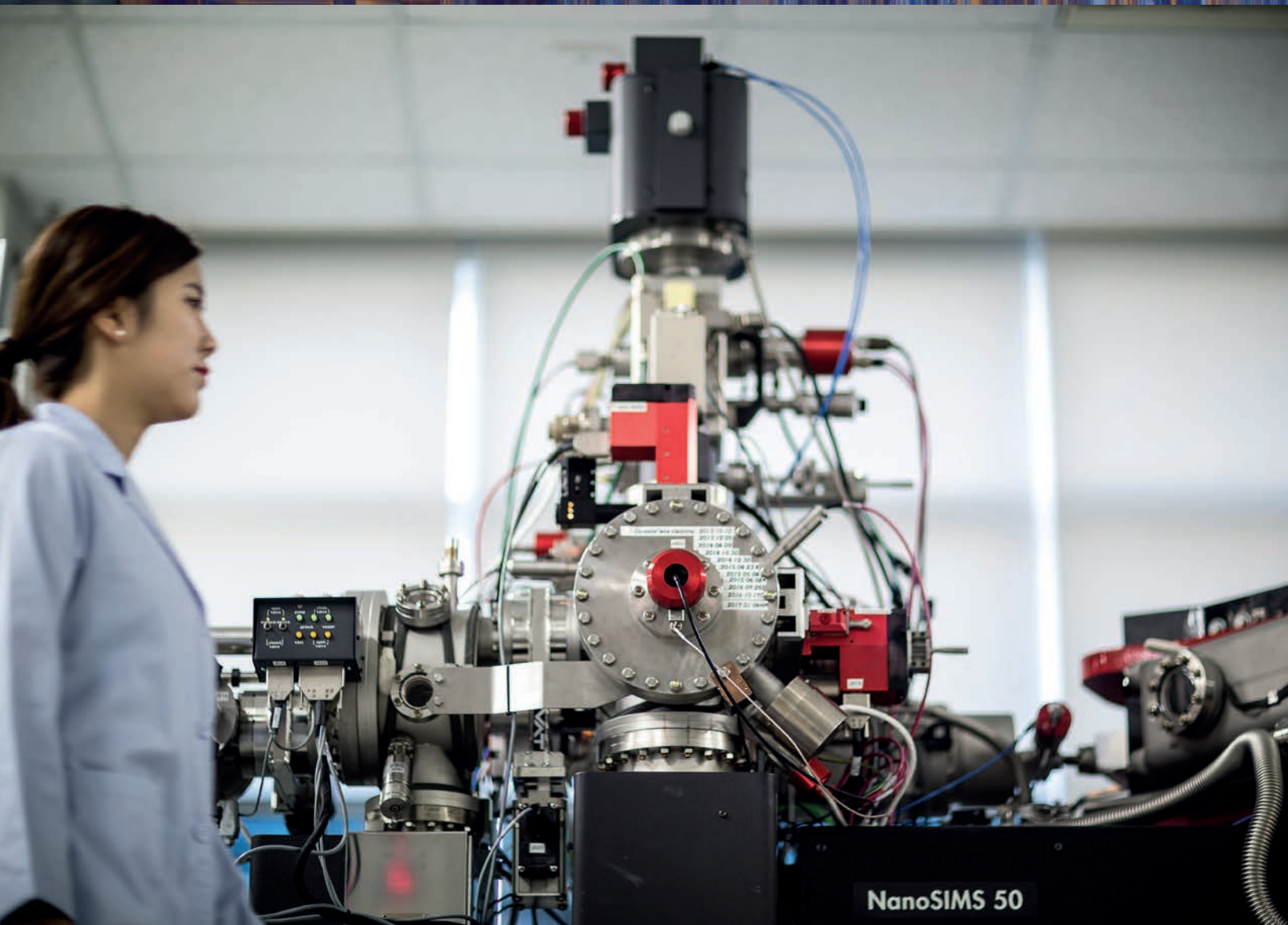
**Development and commercialization of freeform optics surface measuring instrument**  
High speed surface measuring instrument for large area freeform optics was successfully developed, and commercialized through technology transfer to company. This measure can measures the surface of 300 mm diameter freeform optics within 1 minutes with 2 μm (PV) precision.



대면적 자유형상 광학계 고속 측정기 시제품  
Prototype system of high speed shape measuring instrument for large area freeform optics

### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
분석지원 Analysis Service	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
	36	109	20
연구 실적 Research Result	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
	6 (SCI 6)	국내 Domestic 10건 국외 International 10건	출원 Application 12건 등록 Registration 12건
분석법 개발 Analytical Methods			
<ul style="list-style-type: none"><li>· 자유형상 광학계 형상 측정 기술</li><li>· 반도체소자 발열특성 측정 및 분석 기술</li><li>· Optical metrology technique for freeform optics</li><li>· Thermal characterization and analysis technique for semiconductor devices</li></ul>			



# 국산장비 신뢰성평가

## Scientific Instrument Reliability Assessment

동종 외산장비와의 교차분석 및 성능평가 기준에 대한 평가, 진단 및 개선을 통한 국산연구장비의 신뢰성 향상에 기여하고 있으며, 국내 연구장비산업 활성화를 위한 정책 수립을 지원하고 있습니다.

The Scientific Instrument Reliability Assessment Center (SIRAC) contributes to improvement of reliability of the domestic research equipment through comparative analysis with foreign made equipment and performance evaluation, diagnosis based on performance evaluation standard method and support the policy planning of the domestic research equipment industry.

### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 연구장비 신뢰성평가 체계 구축: 성능 평가 표준 및 보고서, 성과집 발행
- 국산연구장비 상시 체험/장비 활용/교육/홍보: 활용랩 운영 (대전, 전주, 서울)
- 국산연구장비 성능 향상 지원
- 연구장비 산업 정책 수립 지원
- Establishment of reliability assessment for research equipment; publication of standardization, performance test report, and annual achievements report
- Support the domestic research equipment industry through comparison, evaluation, diagnosis, and improvement of equipment; the Use Lab. for scientific instruments (Daejeon, Jeonju, Seoul)
- Support the performance improvement for Korean domestic research equipment
- Support the policy planning of the domestic research equipment industry

### 대표 연구 사례 Representative Research Case

#### 국산연구장비 성능향상사업

국산연구장비에 대한 우수성 검증 및 성능 개선, 응용연구를 수행하여 국산연구장비 신뢰성 향상에 기여함

#### Project for Improving Performance of Research Instruments Produced in Korea

KBSI has contributed to the increase of the reliability of the research instruments produced in Korea by verifying the excellence of the instruments, improving the performance, and conducting relevant application studies.

### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
국산장비 활용랩 (Use lab. for scientific instruments)	국산장비 성능평가보고서 No. of Instrument Performance Test Reports	국산장비 교육(건) No. of Educations	활용지원(건) No. of Services
	3	4	87
연구 산업 지원 (Supporting the research equipment industry)	전시지원 Exhibition	국산장비 활용 총 SCI 논문 Publications	정책기획(건) Policy Planning
	국내 Domestic 3건 국외 International 1건	2(SCI 2)	2

#### 국산장비 성능 향상 Improvement of scientific instruments

- 국산 3D 홀로그래피 현미경 성능향상
- 국산 주사투과전자현미경 성능향상
- 국산 비접촉 액체 분주 시스템 성능향상
- 국산 공초점 라만 분광기 성능향상
- 국산 공초점 라만 이미지 시스템 성능향상
- Performance Improvement of 3-D Holography Microscope
- Performance Improvement of Scanning Transmission Electron Microscope
- Performance Improvement of Non-contact Liquid Handler System
- Performance Improvement of Laser Confocal Spectrometer System
- Performance Improvement of Laser Confocal Microscope System



국산연구장비 성능 향상 및 신뢰성평가 성과집  
Annual achievements report of performance improvement and reliability assessment

## 장비 (Equipment)



원자현미경(국내업체 개발)  
Atomic Force Microscope (AFM)



말디토프 질량분석기 (국내업체 개발)  
MALDI-TOF MS

# 장비개발 지원

## Instrumentation Development Support

첨단연구장비의 최적성능 유지를 위한 기술지원을 수행하며, 국내 중소기업 연구장비의 활용도 제고를 위하여 유지보수를 지원하고, 연구장비 개발산업 육성에 기여하고자 전문기술교육을 통한 인력 양성을 수행하고 있습니다.

This group provides technical supports for the maintenance of the optimal performance of research equipment. In addition, supports the repair of research equipment in small and medium-sized enterprises and educate students the technical training in order to revitalize the instrumentation market.

### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 대내/외 연구장비의 유지보수 및 애로사항 해결을 위한 기술 지원
- 대내/외 연구장비의 개조개발을 위한 설계 및 제작지원
- 대내/외 연구장비 유지보수 인력양성을 위한 전문기술 교육
- 범용성 분석연구장비의 공동활용을 위한 개방형 실험실 (스마트오픈랩) 운영
- Technical assistance for the maintenance and resolve of complaints of all research equipment
- Support for the design and production for the development and modification of all research equipment
- The group educate students the technical training for extending the life-time of research instrumentation and development of advanced research equipment
- Running the Open Laboratory (Smart Open Lab.) furnished with various instruments

### 대표 연구 사례 Representative Research Case

#### 대내/외 연구장비 유지보수 등 기술지원

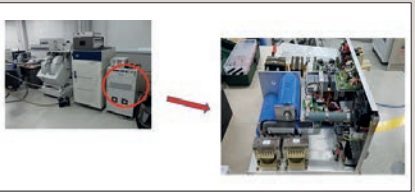
기관의 연구장비 유지보수를 250건 이상 지원하였으며, 대외적으로는 중소기업, 대학 등의 연구장비 유지보수 지원도 30건 이상 제공하여 국내 연구장비 활성화에 기여함

#### Technical assistance for the maintenance and resolve of complaints of research equipment

By means of a role of the KBSI Medical Center of research equipment, this group accomplishes the maintenance for more than 250 devices of KBSI and more than 30 devices of SMEs in order to revitalize domestic research equipment.

### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
기술지원 Technical Service	기관 자체 기술지원(건) Items of Services	중소기업 등 유지보수지원(건) Items of Services	예산절감(원) Result of Income
	252	34	4.9억
지원 실적 Service Result	대내 보유장비 Service Result on KBSI		대외 중소기업 등 Service Result on SMEs
	유지보수 Repair 175 items 설치지원 Installation 3 items 기계가공제작 Machining 74 items		고장수리 Repair 20 items



전자상자기공명 시스템내 마그넷 전원장치 고장수리 (제조사 수리 건적 3천 8백만원의 고장을 20만원의 비용으로 수리)  
The troubleshooting of magnet power supply for EPR (Electron Paramagnetic Resonance) System.



## 스핀공학물리 연구

### Spin Engineering Physics Research

고자기장 환경 분석 시스템을 개발하여 극저온에서 고온까지 물질의 자기 및 열 물성을 분석 연구함으로써 신소재 개발에 기여하고 있습니다.

We develop a high magnetic field environment being analytical platform to research magnetic/thermal properties of a material in a wide temperature range.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 전자기 물성측정장비 개발
- 무냉매 고온초전도 핵자기공명장비 개발
- 물질의 저항, 비열, 교류 자화율, 열전도도 측정을 통한 물질 특성 연구
- 최첨단 장비를 통한 분석법 개발, 전문분석지원 및 공동연구 수행
- Development of electromagnetic property measurement system
- Development of cryogen-free HTS NMR system
- Analytical Research for resistivity, specific heat, AC magnetic susceptibility, and thermal conductivity
- Specialized analysis and collaboration with an advanced equipment

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 분석과학 연구장비 개발

고효율 (출력자기장/입력전류=63 mT/A) 전자석 시제품 제작 및 공간 자기장 균일도 1ppm @ 10mmDSV, 384 MHz의 9.4 T 고온초전도 자석을 개발함

##### Development of research equipment for analytical science

The electromagnet with output magnetic field per input current of 63 mT/A has been fabricated. Also, the developed 9.4 T all-REBCO magnet has shown a spatial homogeneity of 1 ppm @ 10 mm DSV at 384 MHz.

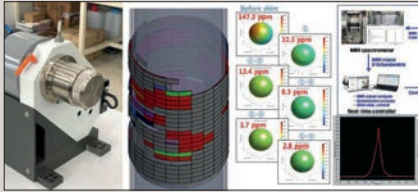
#### 주요 실적표 Major Achievements

구분 Classification	주요실적 Achievements		
	건수(건) No. of Services	시료수(개) No. of Samples	이용자수(명) No. of Users
분석지원 Analysis Service	195	715	98
	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
연구 실적 Research Result	26(SCI 26)	국내 Domestic 14건 국외 International 9건	출원 Application 11건 등록 Registration 7건

##### 분석법 개발 Analytical Methods

- 차세대 메모리용 자성체의 스핀 다이내믹스 분석기술 개발
- 상전이 메모리 반도체 구조 변화 분석연구
- Development of technology for analysis of spin dynamics of magnetic substances for next-generation memory
- Analytical study of structural changes of phase-change memory semiconductors

대덕본원 | Daedeok Headquarters  
오창센터 | Ochang Center



63 mT/A 전자석과 9.4 T 고온초전도 자석의 자기장 균일도 보정기술  
6.3 mT/A Electromagnet and Shimming Technology for 9.4 T all-REBCO Magnet

#### 장비 (Equipment)



전자기 물성측정 장비  
Electro-Magnetic Properties Measurement System



무냉매 고온초전도 자석 핵자기공명 장비  
Cryogen-free NMR Spectrometer with HTS Magnet

## 질량분석장비 개발

### Mass Spectrometry and Advanced Instrumentation Research

기초과학에 필수적으로 요구되는 독창적인 연구 개발에 활용할 수 있는 질량분석 관련 연구장비 및 요소 기술의 개발을 통하여 미래 과학기술을 선도하고 국내 질량분석 연구장비 산업을 지원하고 있습니다.

KBSI is leading future science and technology and supporting mass spectrometry instrument production industry in Korea by developing mass spectrometers that may be applied to unique R&D work required by basic sciences as well as relevant element technologies.

#### 주요 수행연구 Main Research Activity

- 질량분석 연구장비 개발을 통한 미래 신성장 동력 창출
- 질량분석장비 요소·원천기술 개발
- 3차원 분자영상 질량분석기 개발
- 휴대용 질량분석기 개발
- Creation of a new growth engine through the development of mass spectrometers and related research instruments
- Development of key component technologies of mass spectrometer
- Instrumentation for 3D molecular imaging mass spectrometry
- Instrumentation for portable mass spectrometry

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 새로운 유기분자 클러스터 이온빔 개발

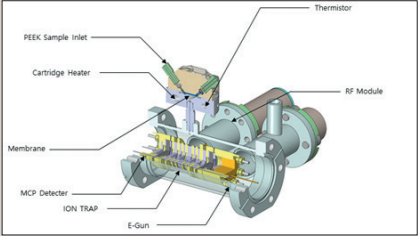
다광자 이온화에 의해 생성된 유기분자 클러스터 이온빔을 이용한 비행시간 측정 이차이온 질량분석기를 개발함. 이를 통해 표면의 온전한 유기분자분석을 위한 클러스터 조건을 제시하였으며, 이러한 유기분자 클러스터 이온빔과 이차이온 질량분석기의 결합은 표면 분석 분야의 확장에 기여할 것으로 기대됨

##### Development of organic molecular cluster ion beams (OCIB)

We developed a time-of-flight (ToF)-SIMS instrument and generated organic molecular cluster ion beams ionized by multiphoton ionization (MPI) as a primary ion beam. Using the developed instrument, we tuned the condition of developed cluster ion beam to detect intact molecular ion signals from the sample surface with less fragmentations. We expect this combination of the organic molecular cluster ion beam generated by MPI and ToF-SIMS to greatly expand the field of surface analysis.

#### 주요 실적표 Major Achievements

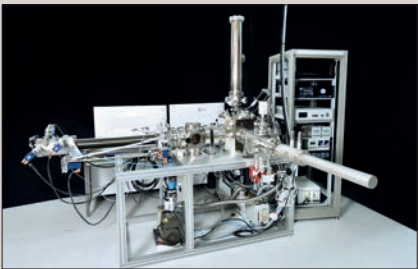
구분 Classification	주요실적 Achievements		
	논문 Publications	학회발표 Presentations	특허 Patents
연구 실적 Research Result	11(SCI 11)	국내 Domestic 8건 국외 International 5건	출원 Application 7건 등록 Registration 7건



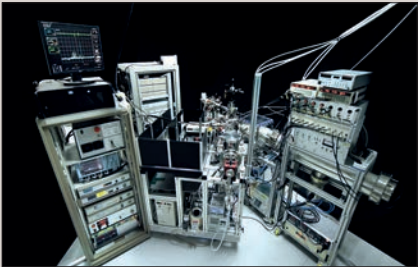
반투막을 사용하여 휴대용 질량분석기의 소형 진공 시스템을 유지하면서 지속적으로 시료를 주입할 수 있도록 휴대용 GCMS용 시료주입 장치를 개발

A sample injection system for a portable GCMS using a synthetic membrane maintaining the miniaturized vacuum system of portable mass spectrometer

#### 장비 (Equipment)



클러스터이온빔 비행시간측정 이차이온 질량분석기  
Cluster Ion Beam ToF-SIMS



유기분자 클러스터 이온 빔사중극자 이온트랩 비행시간측정 이차이온 질량분석기  
OCIB-QIT-ToF-SIMS

# DEVELOPMENT OF ANALYTICAL TECHNOLOGIES

- 저전압 하에서의 나노/박막소재 계면/결함의 원자레벨 구조/화학 분석기술
  - 라만분광기를 이용한 배터리 양극재 오퍼란도 분석기술
  - 실시간 열적/전기적 환경인가 투과전자현미경 분석기술
  - 생체영상을 이용한 생체분포 분석기술
  - NLCA (Network Living Cell Array)를 이용한 약물의 작용점 분석기술
  - 고속 약물스크리닝을 위한 3D 세포배양 플랫폼
- 
- Interface and defects analysis in nano/thin film at atomic level using low-voltage TEM
  - Operando Raman spectroscopy for battery materials
  - In situ thermal and electrical transmission electron microscopy analysis
  - Bio-distribution analysis using bio-imaging
  - Transcription factor network analysis technology of using living cell array
  - Development of 3D cell culture platform for high-throughput drug screening

## 분석기술 개발

국가적으로 고민하는 질병, 재난, 재해 등의 사회적 문제와 환경오염, 에너지, 기후변화와 같은 글로벌 이슈를 해결하기 위해 필요한 첨단 분석기술을 개발하고 있습니다.

We develop advanced analytical technologies to resolve social problems that trigger national issues, including diseases, disasters and accidents, as well as global issues, such as environmental pollution, energy problems and climate change.

## NLCA(Network Living Cell Array)를 이용한 약물의 작용점 분석기술

Transcription Factor Network Analysis Technology of Using Living Cell Assay.

기존 신약개발 스크리닝 과정에서 요구되는 -omics분석기술의 한계 (재현성 부족, 장시간 소요)를 극복하며, 신약개발 분야에 광범위하게 적용할 수 있는 신개념 약물 작용점 분석 기술을 개발하고 있습니다.

To overcome the limitations of the -omics analysis technology required in the existing drug development screening process, such as the lack of reproducibility and the huge amount of needed time and effort, we are developing a new concept of MOA (Mode of Action) analysis technology that can be widely applied in the field of drug development.

### 주요 수행내용 Achievements

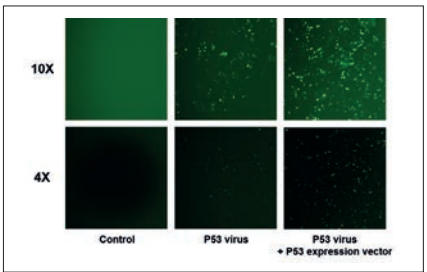
전사인자 활성 측정 리포터 벡터 내 삽입된 전사인자 결합 염기서열 103건에 대한 염기서열을 분석하였고, 전사인자 부착서열 및 dual reporter system이 내재되어 있는 Lentivirus 전사인자발현 벡터를 이용하여 각각의 벡터의 반응성 검증을 수행하였습니다.

We analyzed 103 Transcription Factor Response Elements sequences inserted in the reporter vector. In addition, the reactivity of each vector was verified using the transcription factor expression vectors and the lentivirus including TRE sequences and dual reporter genes.

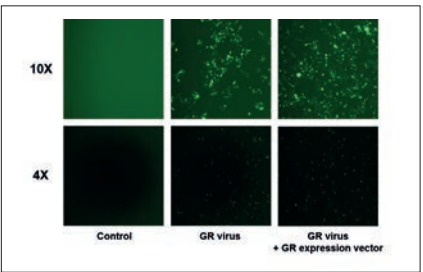
### 향후 추진방안 Future Plans

전사인자 부착 서열이 포함된 Lentivirus를 기반으로 타겟 세포 및 약물로 유도되는 전사인자 발현 양상을 Plate 기반 living cell array로 확인하며, 추후 본 기술을 적용하여 다양한 약물에 대한 작용점 분석이 가능한 chip을 지속적으로 개발할 계획입니다.

Based on a lentivirus containing Transcription Factor Response Elements sequences, transcription factor expression patterns induced by drugs will be confirmed by plate-based living cell arrays, and we will attempt to develop cell chips capable of analyzing the action points of various drugs by applying this technology.



전사인자 발현벡터를 이용한 P53 유전자의 반응성 확인  
Reactivity test of the P53 gene using transcription factor expression vectors



전사인자 발현벡터를 이용한 GR 유전자의 반응성 확인  
Reactivity test of the GR gene using transcription factor expression vectors



# 고속 약물스크리닝을 위한 3D 세포배양 플랫폼 개발

Developement of 3D Cell Culture Platform for High-throughput drug screening

3차원 세포시료의 고속 약물스크리닝을 위한 웰플레이트-미세패턴 하이브리드 구조의 분석 플랫폼을 개발하였습니다.

We have developed a well plate-micropattern hybrid platform for high-throughput drug screening based on 3D cell or tissue samples.

## 주요 수행내용 Achievements

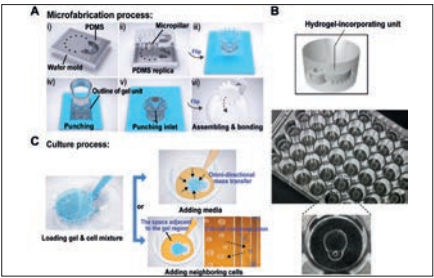
3차원 세포시료를 고속스크리닝 분석장비에 적용하기 위해서 기존 마이크로플루이드 칩의 변형으로서 웰플레이트-미세패턴 하이브리드 구조의 플랫폼을 개발하였고, 알츠하이머 모델 세포에 적용하여 약물 탐색에 활용할 수 있음을 증명하였습니다.

In order to apply 3D cell samples to high-throughput drug screening analysis, we have developed well plate-micropattern hybrid platform without microchannel. In addition, the possible application of the developed platform to Alzheimer's disease model and drug testing was demonstrated.

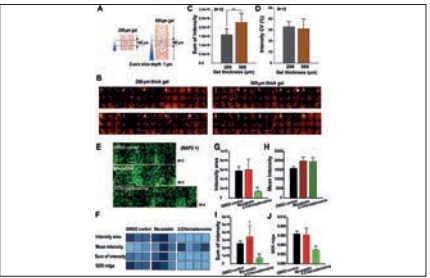
## 향후 추진방안 Future Plans

3차원 세포 시료 및 다양한 질병모델에 적용하여 약물의 고효율 탐색을 위해 활용할 계획입니다.

We plan to apply this platform to 3D cells and various disease models for high-efficiency drug discovery.



웰플레이트-미세패턴 하이브리드 3차원 세포배양 플랫폼 제작과정  
Fabrication process of well plate-micropattern hybrid 3D cell culture platform



3차원 세포배양 플랫폼을 이용한 고속형광이미징 및 분석결과  
High-content screening images and their analysis using developed 3D cell culture platform

# 저전압 하에서의 나노/박막소재 계면/결함의 원자레벨 구조/화학 분석기술 개발

Interface and defects analysis in nano/thin film at atomic level using low-voltage TEM

저가속전압 하에서 나노/박막 소재의 계면 및 결함을 원자레벨로 분석하였습니다.

Development of atomic level structure/chemical analysis method using low voltage transmission electron microscope for interfaces and defects of nanomaterial / thin film materials.

## 주요 수행내용 Achievements

에피텍셜 VO<sub>2</sub> 박막의 성장시 나타나는 계면에서의 구조적 특성변화를 원자레벨 STEM/EELS 분석을 통해 규명하였습니다.

The interfacial layer between VO<sub>2</sub> and YSZ substrate was investigated by atomic-level HAADF / ABF imaging under low voltage.

Additionally, the phonon mode of h-BN was measured by using electron energy loss spectroscopy. This analysis is comparable to world-leading level spectral analysis, and is the highest energy resolution of EELS analysis in Korea.

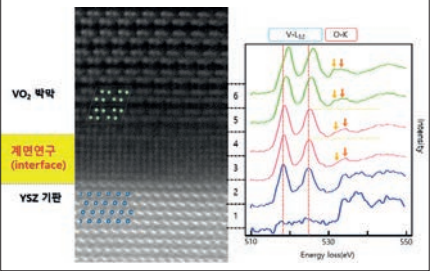
\* EELS: Electron Energy Loss Spectroscopy

\* HAADF: High Angle Annular Dark Field, ABF: Annular Bright Field

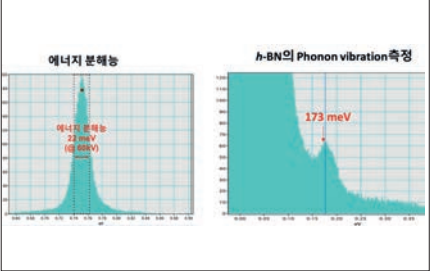
## 향후 추진방안 Future Plans

다양한 2D, 나노, 박막재료의 원자레벨 구조/화학분석을 저전압하에서 분석하여, 재료의 성질을 이해하는데 있어 의미있는 분석법이 될 것으로 기대하고 있습니다.

The analytical method developed in this study is expected to be a notable method to understand the characteristics of nanomaterials and thin films by investigating atomic-level structure/chemical properties of various 2D materials, nanomaterials and thin films by using low-voltage TEM.



VO<sub>2</sub> / YSZ 기판 계면에 대한 연구  
Atomic resolution STEM/EELS at the interface between VO<sub>2</sub>/YSZ substrate



단색기 적용 Zero loss 스펙트럼 / h-BN의 포논 측정  
Phonon measurement of h-BN acquired by EELS

## 라만분광기를 이용한 배터리 양극재 오퍼란도 분석기술 개발

### Operando Raman Spectroscopy for Battery Materials

동작환경에서의 배터리 양극재 표면변화, 상변화 및 반응 메커니즘 분석을 위해 오퍼란도 라만 분석 기술을 개발하고 있습니다.

To visualize chemical structures of phase transition and changed surface morphology of battery materials, we have developed operando analytical methods for understanding redox mechanism.

#### 주요 수행내용 Achievements

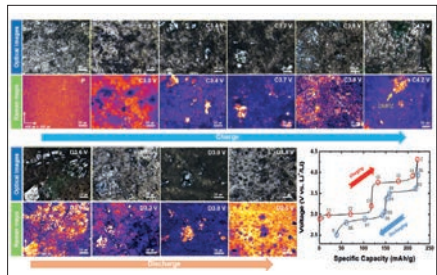
배터리 양극재의 오퍼란도 라만분석법 개발을 위해 평면과 단면 배터리 모듈을 개발하였으며, 이를 이용하여 동작환경에서의 배터리 양극재 표면 및 전해질/양극재 계면에서의 반응을 분석하였습니다.

We designed and fabricated two types of operando modules (plane and cross modules). Operando Raman equipped with high magnification optics is a powerful tool to visualize phase transition and rearranged surface morphology at the interface between electrolyte and cathode material during battery operation.

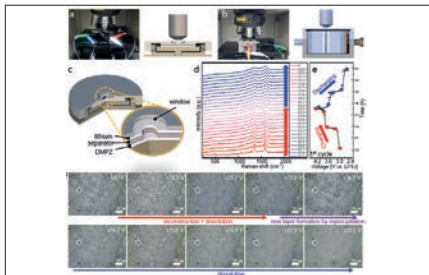
#### 향후 추진방안 Future Plans

배터리 소재 및 에너지 저장장치 소재에 대한 동작환경에서의 물리,화학적 특성변화가 성능에 미치는 요소에 대한 지속적인 연구를 수행할 계획입니다.

We will develop several operando Raman moduels for various materials of energy storage systems and study the detailed mechanism through changed physicochemical properties of materials by operando Raman analysis."



유기계 양극재 배터리의 충/방전 전압곡선 및 각 전압에 따른 대면 적 라만 매핑 이미지 및 광학이미지  
Raman maps and optical images of carbo-organic material, which was obtained from each voltage in voltage profile.



유기물을 배터리 양극재로 활용한 경우에 대한 오퍼란도 라만분광기 분석결과  
Operando Raman analysis of carbo-organic materials.  
Photograph images of Raman measurement using

## 실시간 열적/전기적 환경인가 투과전자현미경 분석기술

### In situ Thermal and Electrical Transmission Electron Microscopy Analysis

나노소재의 다양한 상변화 현상의 관찰 및 원리규명을 위해 투과전자현미경 내에 열, 전기 환경을 인가하면서 실시간으로 나노소재에 발생하는 현상을 이미지 및 동영상으로 분석하는 기술을 개발하였습니다.

In order to observe and identify the various phase change phenomena of nanomaterials, we have developed technologies for analyzing the image and video series occurring in nanomaterials on a real-time basis while applying thermal and electric environmental conditions to transmission electron microscopy.

#### 주요 수행내용 Achievements

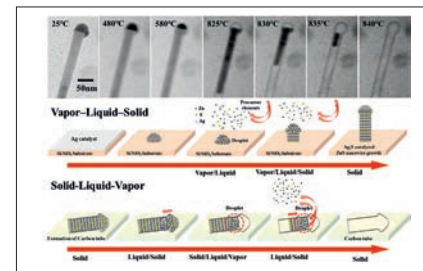
나노소재의 상변화 및 열화과정을 관찰하기 위해 1차원 반도체 나노선에 대해 실시간 열적 투과전자현미경을 통해 나노선 합성 원리 규명에 대해 연구하였고, 2차원 반도체 소재의 전기적 신뢰성 연구를 위해 미세 배선 공정을 통한 전기적 칩 구성 및 실시간 전기적 투과전자현미경 분석연구를 수행하였습니다.

To explore the phase change and deterioration process of nanomaterials, we have studied the principle of synthesis of nanowires through real-time thermal transmission electron microscopy for one-dimensional semiconductor nanowires. Additionally, the electrical reliability of two-dimensional semiconductor nanomaterials was analyzed through in situ electrical transmission electron microscope analysis by preparing an electrical chip in a micro-wiring process.

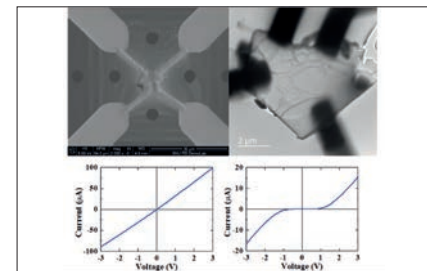
#### 향후 추진방안 Future Plans

실시간 환경인가에 따른 나노소재의 다양한 변화과정을 고분해능 이미지 획득, 초고속 프레임 동영상 분석 기법 발전을 통해 추진하고, 나노소재의 원천적인 변화, 열화, 신뢰성 등에 대한 투과전자현미경 분석연구를 진행할 예정입니다.

We will investigate various real-time changes of nanomaterials according to the environmental conditions through the development of techniques for high-resolution image acquisition and high-speed frame-moving image analysis, and conduct transmission electron microscopic analysis studies on fundamental changes, deterioration and reliability of nano-materials.



실시간 열적 투과전자현미경을 이용한 1차원 아연황화합물 반도체 나노선 열화 및 성장 원리 규명  
In situ thermal transmission electron microscopy research on the Ag<sub>2</sub>S catalyzed ZnS nanowires



실시간 전기적 투과전자현미경을 이용한 2차원 반도체 박막 전기적 물성 연구  
In situ electrical transmission electron microscopy research on the 2D semiconductor thin film



# 생체영상을 이용한 생체분포 분석

## Bio-distribution Analysis Using Bio-Imaging

질환동물모델을 대상으로 관심 화합물이 어디로 이동하는지 in vivo 영상장비를 이용하여 실시간으로 추적할 수 있는 분석법을 개발하였습니다.

A bio-distribution method has been developed for tracking where compounds of interest travel in animal disease models by using in vivo imaging.

### 주요 수행내용 Achievements

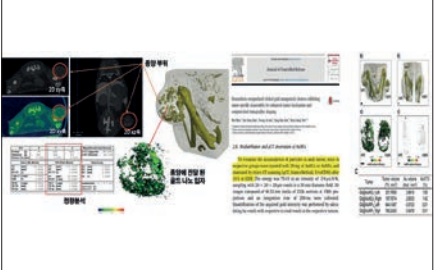
신약개발을 위한 후보물질 발굴 연구를 수행하며 생체영상기술을 이용하여 유효물질의 생체분포를 실시간으로 영상화하고, 시간에 따른 위치와 양을 정성적·정량적으로 분석하여 유효물질의 약물전달 효율성 및 생체 내 축적 분포도 등의 정보를 제공하는 기술을 개발하고 있습니다.

- To identify candidate substances for new drug development
- Imaging of real-time bio-distribution of active substance by using bio-imaging technology
  - Qualitative and quantitative analysis of location and quantity over time
  - Provision of information such as drug delivery efficiency and bioaccumulation distribution of active substance

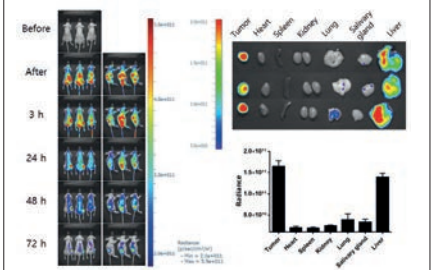
### 향후 추진방안 Future Plans

생체 내에서 유효물질의 효율과 특성을 평가하기 위한 신뢰성 있는 분석 기술 개발을 지속적으로 수행할 계획입니다.

We will continuously develop reliable analytical techniques to evaluate the efficacy and properties of active substances in vivo.



금 나노입자 클러스터로 캡슐화된 Doxorubicin의 중앙 전달효율 평가를 위한 전산화 단층 촬영 이미징  
Doxorubicin encapsulated clicked gold nanoparticle clusters exhibiting tumor-specific disassembly for enhanced tumor localization and computerized tomographic imaging

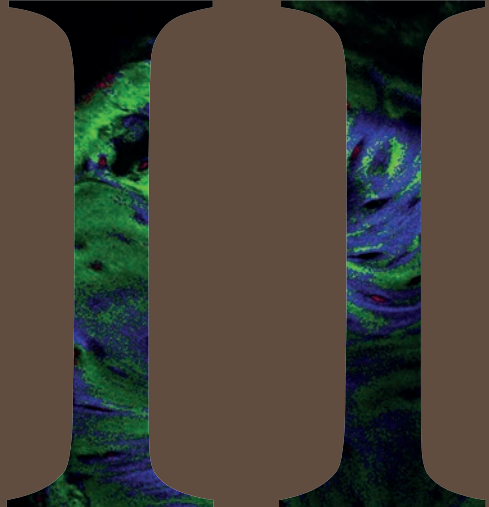


시간변화에 따른 약물의 생체분포 평가  
Evaluation of drug bio-distribution over time

지역본부  
Division of Regional Centers



Part



## OPERATION OF LEADING EDGE EQUIPMENT

### 선도연구장비 설치 · 운영

한국기초과학지원연구원은 과학기술의 창의적 아이디어 구현과 기초연구의 난제 해결 등 국내외 연구기관의 새로운 연구영역 개척을 위해 국가적 선도연구장비를 설치 · 운영하고 있습니다.

KBSI has established and operated national cutting-edge research equipment to extend the research areas of domestic and overseas research institutes for realizing the creative ideas in science and technology and resolving the challenging problems in fundamental scientific researches.

- 초고전압투과전자현미경  
High Voltage Electron Microscope / HVEM
- 초고분해능 질량분석기  
15 T Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometer / 15 T FT-ICR MS
- 고자기장 자기공명장치  
High Field-Nuclear Magnetic Resonance / 900 MHz Cryogenic NMR Spectrometer
- 고분해능 이차이온질량분석기  
High Resolution-Secondary Ion Mass Spectrometer / HR-SIMS
- 차세대 융복합 in situ 나노분석 시스템  
Advanced In-situ Surface Analysis System / AISAS
- 초미세 이차이온질량분석기  
Nano-Secondary Ion Mass Spectrometer / Nano-SIMS
- 펨토초 다차원 레이저 분광시스템  
Femtosecond Multi-Dimensional Laser Spectroscopic System / FMLS
- 휴먼 7T MRI 시스템  
7 T Human MRI system / 7 T Human MRI System
- 생물전용 초고전압투과전자현미경  
Bio-High Voltage Electron Microscope / Bio-HVEM
- SPE-800 MHz 핵자기 공명분석기-질량분석기 시스템  
SPE-800 MHz NMR-MS System / SPE-800 MHz NMR-MS System



## 초고전압투과전자현미경

### High Voltage Electron Microscope/HVEM

원자단위의 구조까지 직접 관찰할 수 있는 초고전압투과전자현미경 (HVEM)은 신물질의 구조분석과 극미세 소재개발 등 기초과학 및 응용과학 분야에서 국가적 공동 활용 연구장비로 운영되고 있습니다.

The High Voltage Electron Microscope (HVEM) utilizes a high accelerating voltage for structural analysis at atomic-resolution. The HVEM is employed in basic and applied sciences, such as in structural analysis of new materials and development of infinitesimal materials.

대덕본원 | Daedeok Headquarters



### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 원자분해능 (0.12 nm)과 고경사각 ( $\pm 60^\circ$ ) 분석의 동시수행으로 나노물질의 3차원 원자구조 분석 수행 가능
- 최첨단 에너지필터 (HV-GIF) 장착으로 나노물질의 화학분석 수행 가능
- 특수 제작된 시편홀더를 구비/개발하여 저온과 고온의 실시간 분석 수행 가능
- Observation of three-dimensional (3-D) atomic structure of materials by concurrently implementing its atomic resolution (0.12 nm) and high tilt specimen angle ( $\pm 60^\circ$ )
- Chemical signal detection with high collection rate using the advanced energy filtering system (HV-GIF) that utilizes the relativity effect
- In-situ and Cryo-EM analysis with customized specimen holder

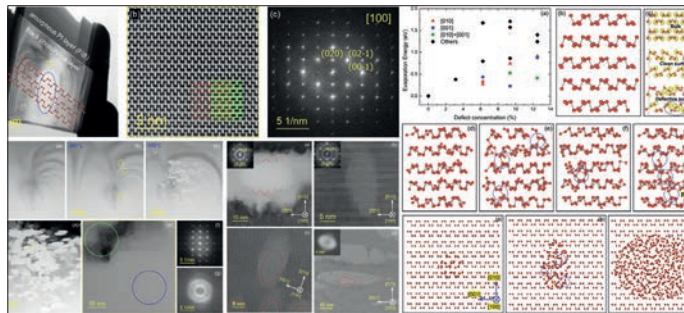
### 대표 연구 사례 Representative Research Case

실시간 변온 관찰을 통한 흑린 (black phosphorus)의 열분해 메커니즘 규명

HVEM의 실시간 변온 분석시스템을 이용하여 차세대 유망 반도체 소재로 주목 받고 있는 흑린에 대한 열분해 메커니즘을 직접적으로 관찰하여, 층상 구조의 흑린에 대한 초기 열분해 과정에서 표면 결함이 분해 반응의 시작 위치로 작용함을 확인함. 흑린을 기반으로 하는 다양한 소자 및 박막 제조 공정에 필요한 최적화된 조건을 확립하는데 활용될 수 있을 것으로 기대됨

#### Direct observation of thermal disorder and decomposition of black phosphorus

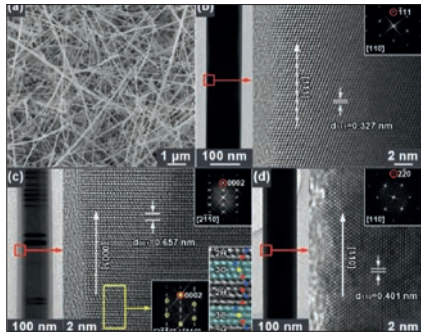
The initial thermal disorder and decomposition of black phosphorus were examined using in situ heating experiments. The breaking of crystallographic symmetry can be initiated by the surficial vacancy and proceeds toward both interlayer ([010]) and intralayer ([001]) directions. The results on the thermal behavior of black phosphorus provide useful guidance for thin film deposition and fabrication processes with black phosphorus.



층상구조 흑린에 대한 원자레벨에서의 초기 열분해 메커니즘 규명

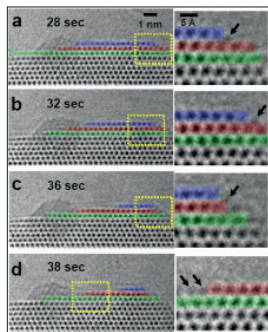
Investigation of the initial thermal disorder and decomposition mechanism of black phosphorus

### 주요 활용분야 Application



나노 재료의 원자단위 구조분석

Atomic structure analysis of the nano materials



실시간 재료 구조변화 특성 평가

Real-time structure analysis

## 초고분해능 질량분석기

### 15 T Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometer/15 T FT-ICR MS

초고분해능 15 T FT- ICR 질량분석기는 세계 최초 수준의 질량 분해능과 정확도를 나타내는 국내 유일의 질량분석장비로, 원유 및 복합유기물, 천연물, 대사체, 환경시료 분석 분야 등에 공동 활용되고 있습니다.

Ultra-high resolution 15 Tesla FT-ICR MS is the only mass spectrometer in Korea that provides a world-class mass resolution and accuracy, and has been used in the fields of petroleomics, metabolomics, natural organic matter analysis and environmental analysis.

오창센터 | Ochang Center



### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 세계 최고 자기장 (15 T)으로 초고분해능 ( $>10,000,000$ ) 질량분석 능력 보유
- 메트릭스보조레이저탈착이온화와 전자분무이온화를 동시에 사용 가능
- 분자영상 측정, APCI, APPI, 다차원 LC/MS/MS 등의 다양한 기능 보유
- APCI, APPI 이온화 및 CID, ECD, ETD, IS-CAD 등 다양한 탄뎀질량분석 가능
- The world best mass resolution :  $> 10,000,000$
- Dual ion source : ESI/MALDI
- Applicable methods : MALDI Imaging, APCI, APPI, LC/MS/MS
- Various ionization methods and MS/MS techniques: APCI, APPI, CID, ECD, ETD, IS-CAD

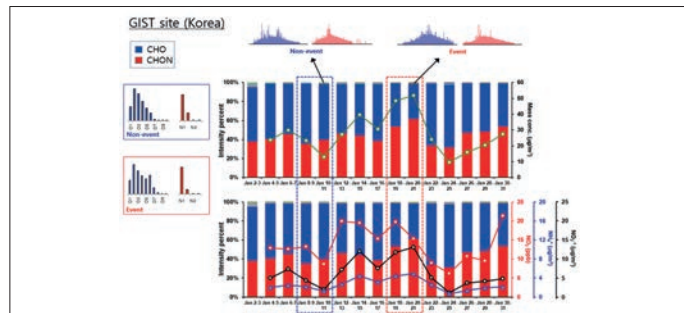
### 대표 연구 사례 Representative Research Case

초고분해능 질량분석기를 이용한 초미세먼지 유래 수용성 및 불수용성 유기물질 성분 정밀분석법 개발  
국민 건강에 큰 위협이 되고 있는 미세먼지 문제를 해결하기 위해, 초미세먼지에 함유된 복합유기물질의 구성성분 및 함량 측정을 위한 초고분해능 질량분석기반의 정밀분석플랫폼을 구축하고, 이를 활용해서 초미세먼지 유래 오염유기물에 대한 보다 정확한 정보를 획득함

(국가전략프로젝트 미세먼지사업단 연구과제 수행)

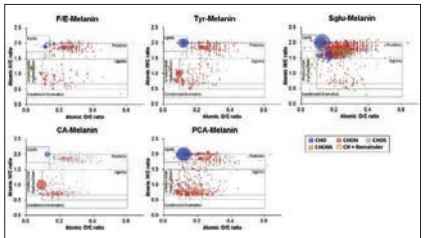
#### Development of comprehensive analysis method for water-soluble and -insoluble hazardous organic substances in PM 2.5 airborne particles

To solve the fine airborne dust problem posing as a major threat to the national health, an analytical platform for determining the composition and content of the complex organic matter in the fine aerosols was developed, and more accurate and valuable information on the aerosol-derived hazardous organic compounds has been acquired.



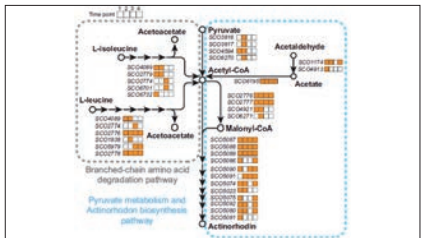
한·중 전략적 지점에서의 겨울철 미세먼지에 포함된 유기성분 및 중금속 동위원소 지역적 특성 도출  
Investigation of regional characteristics of aerosol-derived organics and heavy metal isotopes collected during winter season at the strategic spots of Korea and China

### 주요 활용분야 Application



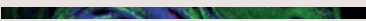
생합성 멜라닌 염료 화학특성 분석

Characterization of biosynthesized melanin dye



방선균 유래 이차대사산물 분석

Streptomyces secondary metabolite analysis



## 고자기장 자기공명장치

High Field-Nuclear Magnetic Resonance  
(900 MHz Cryogenic NMR Spectrometer)

900 MHz 핵자기공명분광기 장치는 생체분자 입체구조 규명 및 신약개발연구의 핵심 장비로 활용되며 이를 오창센터에 설치하여 국가적 공동 활용 연구 장비로 활용하고 있습니다.

900 MHz Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer is a core equipment for the study of biomolecular structure and development of new drugs which is installed in Ochang Center. It is utilized as a national collaborative research equipment.



### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 초저온 프로브의 <sup>1</sup>H 민감도는 기존 실온 프로브의 4배 이상 (8,000)으로 실험시간을 1/16으로 단축
- 100 μM 이하 단백질 측정 가능
- 100 μg 천연물의 <sup>13</sup>C 실험 가능
- The sensitivity of the cryogenic probe to <sup>1</sup>H is more than 4 times (8,000) that of conventional room temperature probe, so the experiment time can be shortened to 1/16
- Protein structural studies can be performed with 100 μM or lower concentration samples
- Minimum mass for <sup>13</sup>C experiment of natural products is about 100 μg

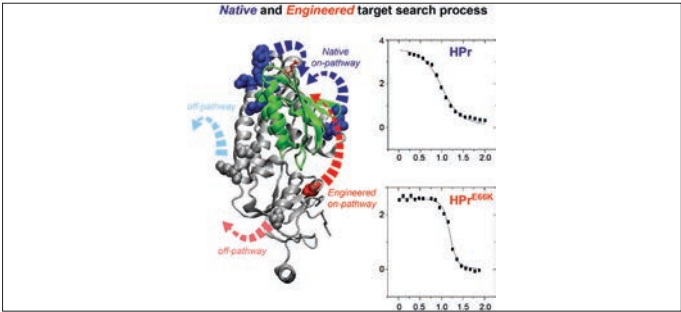
### 대표 연구 사례 Representative Research Case

PRE NMR을 활용한 표적 단백질 탐색 과정 규명

NMR paramagnetic relaxation을 활용하여 HPr 단백질이 Enzyme I의 N-말단 도메인을 탐색하는 과정을 시각화 하고, 표적 단백질 탐색과정을 규명하여 단백질 결합속도를 향상시킬 수 있다는 사실을 증명함

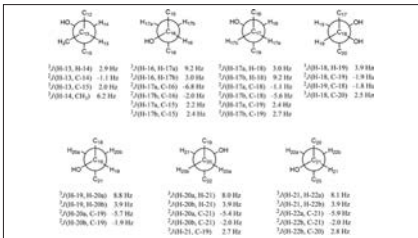
Target Search Pathways Visualized by Paramagnetic NMR Spectroscopy

NMR paramagnetic relaxation enhancement have been employed to visualize the encounter complexes between histidine-containing phosphocarrier protein and the N-terminal domain of enzyme I and demonstrate that protein association can be significantly enhanced by engineering on-pathways.



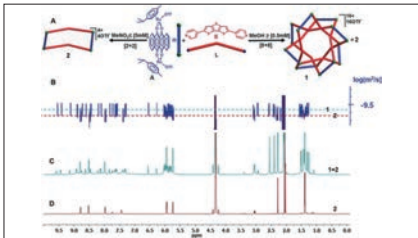
단백질 결합과정을 PRE NMR을 이용하여 관찰  
Paramagnetic NMR spectroscopy visualizes the protein target search process

### 주요 활용분야 Application



J-coupling을 이용한 천연물 구조규명

J-based configuration analysis of natural compound



DOSY NMR을 이용한 분자매듭과 매크로싸이클의 자가조립  
Self assembly and DOSY NMR of the molecular knot and macrocycle



## 고분해능 이차이온질량분석기

High Resolution-Secondary Ion Mass Spectrometer (HR-SIMS)

고체물질의 미세 영역에 대한 동위원소비를 측정할 수 있는 고분해능 이차이온질량분석기 (HR-SIMS, 모델명 : SHRIMP-IIe/MC)를 지질연대 및 미량동위원소 표면분석 연구에 활용하고 있습니다.

High Resolution-Secondary Ionization Mass Spectrometer (HR-SIMS, model : SHRIMP-IIe/MC), which can measure the isotope ratio for microscopic areas of surface in solid materials, has been operated for researches on geotectonic age and surface analysis of trace isotope elements.



### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 국내 최초 고분해능 이차이온 질량분석기
- 50% 투과율과 10,000 질량분해능으로 1 ppm 검출한계 유지
- 동위원소 동시 분석이 가능한 다중검출기
- 안정동위원소 분석을 위한 낮은 배경값의 패러데이 검출기
- KBSI SHRIMP is the first high resolution secondary ion mass spectrometry in Korea,
- It has low detection limit (~1 ppm) with 10,000 mass resolution and 50% transmission.
- Multi-collection system with charge-mode electrometers can measure Pu isotopes simultaneously

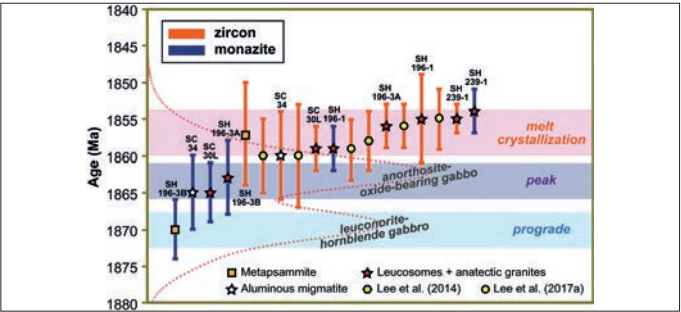
### 대표 연구 사례 Representative Research Case

영남육괴 약 18.6억년의 산청-하동 회장암과 관련되어 지속된 고온-저압의 변성작용 연구

영남육괴 산청-하동지역 혼성암질 편마암내 저어콘과 모나자이트에 대한 SHRIMP U-Th-Pb 연대측정을 통해 회장암과 관련된 고온-저압의 변성작용이 약 15 Ma 이상 지속되었으며, 이는 북중국 지괴의 고원생대 (약 19.5억~18.5억년) 뜨거운 조산운동 최후기 산물에 해당될 수 있음을 시사함

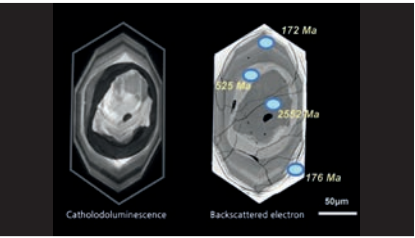
Prolonged high-temperature, low-pressure metamorphism associated with ~1.86 Ga Sancheong-Hadong anorthosite in the Yeongnam Massif

SHRIMP U-Th-Pb ages of zircon and monazite from migmatitic gneisses in the Sancheong-Hadong area, Yeongnam Massif has shown that the high-temperature, low-pressure metamorphism associated with anorthosite lasted over a period of ~15 Ma, corresponding to the last stage of Paleoproterozoic (~1.95-1.85 Ga) hot orogenesis in the North China Craton.

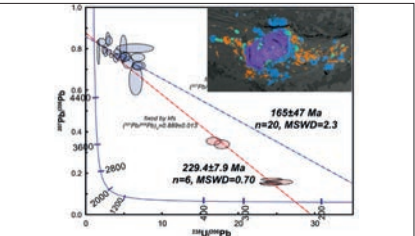


점진적인 고온-저압 변성작용을 보여주는 연대 도표  
Timeline diagram showing progressive high-temperature, low-pressure metamorphism

### 주요 활용분야 Application



우라늄-납 동위원소 연대측정  
U-Pb geochronology



미세조직 동위원소 표면 정밀분석  
in situ isotopic measurement of microtexture



## 차세대 융복합 in-situ 나노분석시스템

Advanced In-situ Surface Analysis System(AISAS)

오염 없는 소재/소재의 제작 및 분석이 가능한 8종의 공정장비와 7종의 첨단 분석장비가 초고진공 이송시스템으로 연결되어, 미래 친환경 나노소재/소자산업의 체계적인 지원 및 대학과 연구소와의 융합연구의 기반이 되는 국가적 공동활용 연구장비로 운영하고 있습니다.

This system provides the total analytical solution to academic and industry uses by means of establishing the one-line in situ analytical system that consists of high-ends leading 7 analytical instruments and 8 device fabrication systems.

### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 공정장비로 제작된 금속/세라믹/반도체 나노소재의 물성(성분, 구조, 형태, 전기/화학적 특성)분석이 시료의 공기 노출 없이 이루어짐
- Recipe 기반의 자동화 공정 장비와 실시간 분석이 가능한 시스템
- 공기에 노출 없이 소자 제작이 가능하여 operando 환경에서 전기적/화학적 특성 분석 수행
- Nanomaterial properties of metal-ceramics-semiconductor manufactured in the processing device (component, structure, form and electrical/chemical characteristics) are analyzed without the sample being exposed to air
- An analysis system was developed on a real-time basis with automatic processing devices based on the design
- The electrical/chemical characteristics can be determined under operando conditions; it is possible to manufacture the devices without being exposed to air

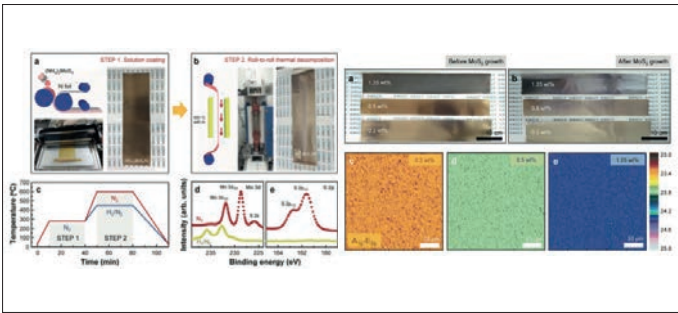
### 대표 연구 사례 Representative Research Case

R2R법을 이용한 대면적 MoS<sub>2</sub> 성장법 개발 및 성장메커니즘 규명

이차원 반도체 물질로 각광받고 있는 MoS<sub>2</sub>를 Roll-to-Roll법을 이용하여 50 cm 길이로 성장시키는 방법을 개발하고, 광전자분광법과 Raman mapping을 통해 대면적 성장 및 화학적 조성 균일도를 분석함. 이를 이용해 제작한 전계효과트랜지스터 (FETs)가 0.6 cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>의 전자 이동도와 10<sup>3</sup>의 on-off ratio에 도달함을 확인함

Study on layer-controlled MoS<sub>2</sub> growth mechanism of Roll-to-Roll production

We developed a facile methodology for the large-scale production of layer-controlled MoS<sub>2</sub> layers with excellent long-range uniformity and optimum stoichiometry. The capability of the MoS<sub>2</sub> for practical applications in electronic/optoelectronic devices and catalyst for hydrogen evolution reaction is verified.

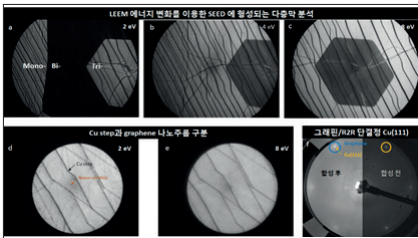


(좌) R2R법을 이용한 MoS<sub>2</sub> 합성법 개발 (우) 라만분광기를 활용한 대면적 MoS<sub>2</sub> 성장 확인 및 분석 (Left) Schematic illustration and photograph of R2R production system and XPS spectra, (Right) Photograph and Raman mapping images of MoS<sub>2</sub>

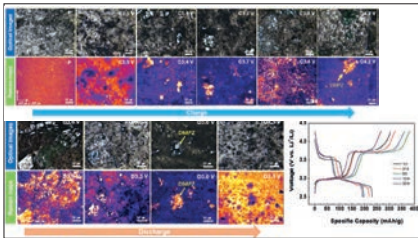
대덕본원 | Daedeok Headquarters



### 주요 활용분야 Application



대면적 그래핀 분석 플랫폼  
Large-scale graphene analysis platform



배터리 소재 분석 플랫폼  
Analysis platform for Li-ion battery

## 초미세 이차이온질량분석기

Nano Secondary Ion Mass Spectrometer (Nano-SIMS)

50 nm의 집속된 일차이온빔을 사용하여 고체 시료에 함유된 극미량 원소의 분포를 고분해능으로 이미징할 수 있는 초미세 이차이온질량분석기(Nano-SIMS, 모델명: Nano SIMS 50)를 국가적 공동 활용 연구장비로 운영하고 있습니다.

The Nano Secondary Ion Mass Spectrometer (Nano-SIMS, model:Nano SIMS 50) can perform the quantitative imaging process with focused 50 nm primary ion beams for the distribution of trace elements in materials. It is operated as national coutilization equipment.

### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 세계 최고 공간분해능(50 nm)의 이차이온질량분석기
- 미소 영역에서의 미량 원소 다중 검출 가능
- 높은 검출 감도의 경원소(H 포함) 이미지 분석
- World's best spatial resolution (50 nm) in a secondary ion mass spectrometer
- Multiple detection of impurity elements in a small area
- High-sensitivity imaging of light elements (including hydrogen)

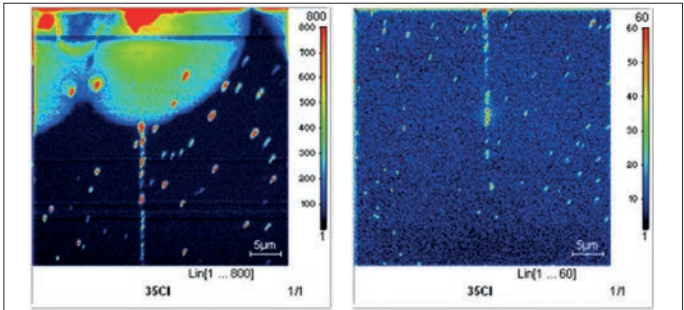
### 대표 연구 사례 Representative Research Case

초미세 이차이온질량분석기를 활용한 이온 거동 연구

초미세 이차이온질량분석기를 활용하여 단일벽 탄소나노튜브(single-walled carbon nanotube) 표면의 전기장 인가에 따른 선택적 양이온 이동 현상 및 제어 메커니즘 연구

A Study of cation transfer phenomena using Nano secondary ion mass spectrometer

Nano-SIMS was utilized to investigate selective proton transport on the surface of single-walled carbon nanotubes depending on the application of electric field on the surface as well as the transport control mechanism.

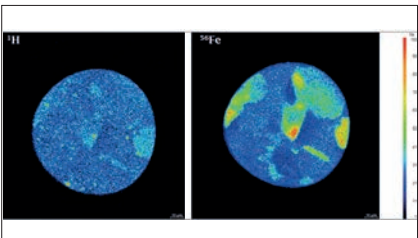


Nano SIMS를 활용한 단일벽 탄소나노튜브 표면 위 염소 이온 이미지  
Nano SIMS ion image of chlorine on single-walled carbon nanotube

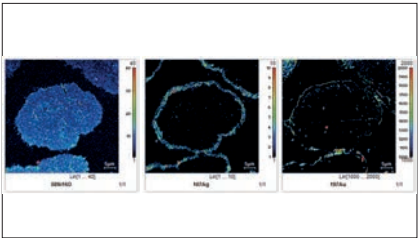
부산센터 | Busan Center



### 주요 활용분야 Application



TWIP 강 내부 수소 분포 분석  
NanoSIMS image acquisition of hydrogen in TWIP Steel



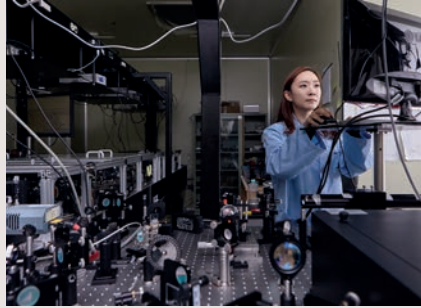
Ni 분말의 코팅층 분포 분석  
NanoSIMS image acquisition of Ag and Au coated Ni powder

## 펨토초 다차원 레이저 분광시스템

### Femtosecond Multi-Dimensional Laser Spectroscopic System/ FMLS

분자의 초고속 움직임을 펨토초 단위로 실시간 분석할 수 있는 펨토초 다차원 레이저 분광 시스템을 서울센터에 설치하여 화학, 생물, 재료분야에서 다양한 물질의 극초단 반응 동역학 규명 연구에 활용하고 있습니다.

FMLS in Seoul Center, which can observe fast molecular events on a femtosecond time scale, is being used for investigating ultrafast photochemical reaction dynamics of a variety of molecular systems and nanomaterials in chemistry, biology and material sciences



#### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 적외선-가시광선 에너지 영역에서 이차원 진동 및 전자 분광학 연구 수행 가능 (나노입자, 광합성 시스템 등)
- 분자계 및 재료의 들뜸-탐침 펨토초 시간분해 흡광 분석 수행 가능 (금속, 반도체 나노입자 등)
- 비선형 광학 현상을 이용한 결맞음 레이저 라만 분광 분석 (SRS, CARS)
- 극초단 킬랄 분광학 및 이미징 기술 개발
- 2D vibrational and electronic spectroscopy in the infrared and visible frequency ranges (nanoparticles, photosynthetic system, etc.)
- Pump-probe transient absorption spectroscopy of molecular systems and materials (metal nanostructures, semiconductor nanoparticles, etc.)
- Coherent Raman Spectroscopy utilizing nonlinear optical effects (SRS, CARS)
- Development of ultrafast chiroptical spectroscopy and imaging techniques

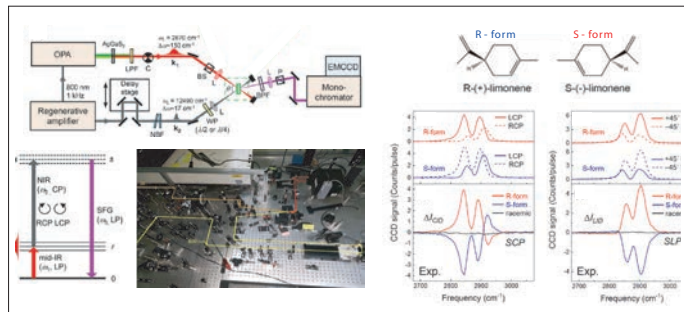
#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

거울상 이성질체 구조 판독이 가능한 새로운 킬랄 SFG 분광기술 개발

펨토초 적외선과 가시광선 레이저를 이용하여 두 거울상 이성질체 분자의 입체화학 구조(R형/S형)를 판독할 수 있는 새로운 킬랄 진동 합 진동수 생성(sum-frequency generation, SFG) 분광기술을 개발함

#### Development of femtosecond chiral SFG spectroscopic technique distinguishing between mirror-image structures of enantiomers

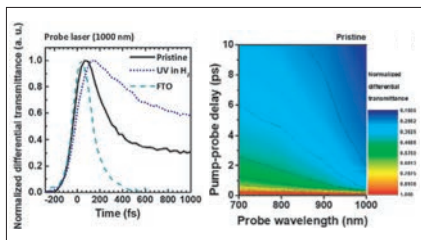
We developed a new chiral vibrational sum-frequency generation (SFG) spectroscopy using femtosecond infrared and visible lasers, which is capable of distinguishing between stereochemical structures (R-form/S-form) of enantiomers.



자체 개발된 펨토초 킬랄 SFG 분광기(좌) 및 거울상 이성질체 리모넨 분자의 킬랄 진동 SFG 스펙트럼 측정 결과(우)

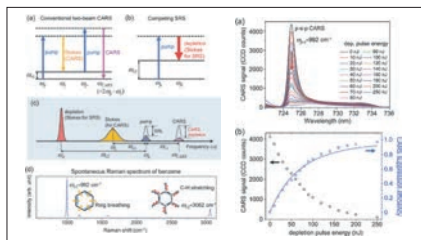
Chiral vibrational SFG spectra of enantiomeric limonene molecules (right) measured with the home-built femtosecond chiral vibrational SFG spectrometer (left)

#### 주요 활용분야 Application



나노재료 센서의 펨토초 시분해 분광 분석

Femtosecond time-resolved spectroscopy of nanomaterial sensor



비표지 초고분해능 이미징을 위한 비선형 라만 분광 기술 개발  
Development of nonlinear Raman spectroscopy for label-free super-resolution imaging

## 7 T 휴먼 MRI 시스템

### 7 T Human MRI System

초고자장 MRI 시스템으로 일반 병원에서 사용하고 있는 시스템에 비해 신호감도가 우수하고 초고해상도 (~0.2x0.2 mm²) 영상을 얻을 수 있으며, 국내최초 8채널 송신 장치를 활용하여 고품질의 뇌 세부 구조 촬영이 가능하여 뇌질환/뇌기능 연구에 활용하고 있습니다..

Ultra high field MRI system make images sensitive up to the resolution of ~0.2x0.2 mm². By using the 8 channel transmission system, high definition brain structures can be utilized to brain disease and function studies.



#### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 초고자장 능동차폐형 7 테슬라 초전도 자석 및 경사자장 시스템
- 8채널 송신 및 32 채널 수신 RF 시스템
- 비침습적 초고해상도 영상 및 스펙트럼 촬영
- Actively shielded compact 7 T superconducting magnet and gradient coils
- 8-channel transmit and 32-channel receive RF systems
- Non-invasive ultra high resolution images and spectra

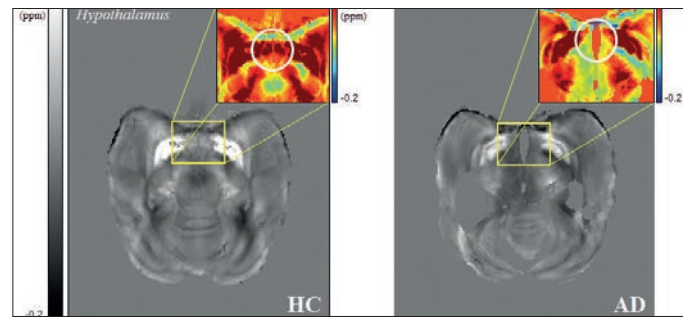
#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

뇌질환 진단을 위한 영상류에서의 초고분해능 MRI 기술개발

영상류 치매 모델에서 7 T 휴먼 MRI를 이용하여 QSM (quantitative susceptibility mapping) 기술을 적용한 초고분해능 영상을 획득하고, 딥러닝 기법으로 영상분석을 수행하여 뇌질환의 조기진단 및 정밀진단에 기여함

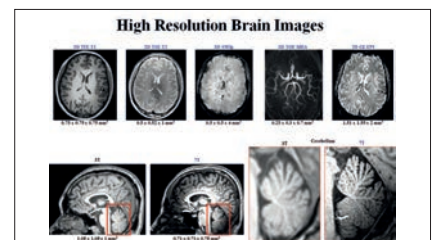
#### Ultra high definition of MR images for non-human primate brain disease

Integrating the contrast information obtained from various MR imaging methods at 7 T human MRI for non-human primate brain diseases to do early and precise diagnostics

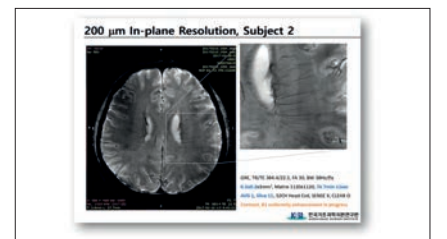


정상 및 AD질환의 QSM 및 컬러영상 비교. 노란색 상자는 시상하부를 나타낸다. 정상 모델에서는 원형의 모양처럼 보이거나 (흰색 원 내부), 질환 모델의 영상에서는 뇌실 확장과 함께 형태학적 변위가 발생했다. Comparison of QSM images between normal and AD model primate brain

#### 주요 활용분야 Application



고해상도 7 T 휴먼 뇌 영상. 3 T와 비교  
Improved high-resolution structural brain images at 7 T, in comparison with 3 T



200 μm 평면 해상도 영상  
200 μm in-plane resolution image



## 생물전용 초고전압투과전자현미경

### Bio-High Voltage Electron Microscope (Bio-HVEM)

바이오 초고전압투과전자현미경 (Bio-HVEM)은 세포소기관, 단백질, 바이오-나노 융합시료의 3차원 대면적-고해상 구조 분석과 신약 및 나노구조 신소재 개발 등 기초과학 및 응용과학 분야에서 국가적 공동 활용 연구 장비로 운영되고 있습니다.

Bio-HVEM has been in operation as a national co-utilization equipment in basic and applied sciences for 3-dimensional large area-high resolution structural analysis of cell organelles, proteins, and bio-nano specimens as well as development of drug and nano materials.



#### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 고경사각 ( $\pm 70^\circ$ )과 고분해능 (0.15 nm)을 이용한 세포 소기관 3차원 모델링 분석
- 고투과력 (1,000 kV)/ in-column 에너지과장치로 고컨트라스트 이미지 획득 가능
- 리미트리스 파노라마 기능 장치으로 광영역/고해상 이미지 구현
- 시료의 급속 동결을 통한 극저온 전자현미경 분석 수행 가능
- 3D modeling of cell organelles by high tilting ( $\pm 70^\circ$ ) and high resolution (0.15 nm)
- Enhanced contrast imaging using high accelerating voltage / in-column energy filter
- Analysis of Enhanced large-area with high resolution by Limitless panorama function
- Cryo-EM analysis by rapid and continuous freezing of biological specimen

#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

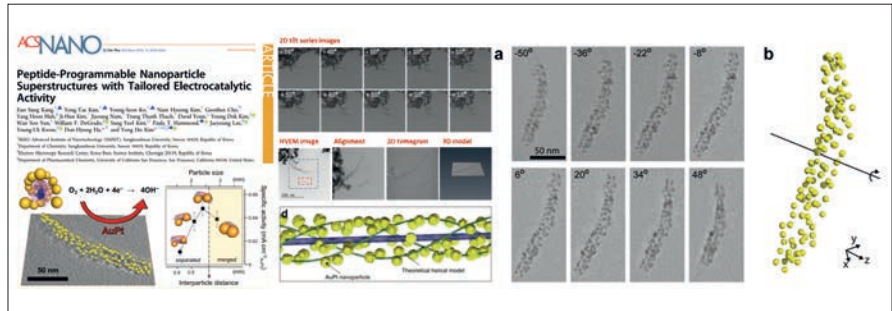
##### Bio-HVEM 분석시스템 활용 기반 나노입자 3차원 나선 배열 구조 규명

Bio-HVEM의 고분해능, 고경사각 3차원 틸팅 전자토모그래피 분석법을 활용하여 프로그램화된 펩타이드들을 표지하는 나노입자의 3차원 나선상 배열 구조를 규명함

##### 3D Reconstruction and modeling of helical assembly of peptide programmable nanoparticles by Bio-HVEM analytical system

Bio-HVEM의 고분해능, 고경사각 3차원 틸팅 전자토모그래피 분석법을 활용하여 프로그램화 된 펩타이드들을 표지하는 나노입자의 3차원 나선상 배열 구조 규명

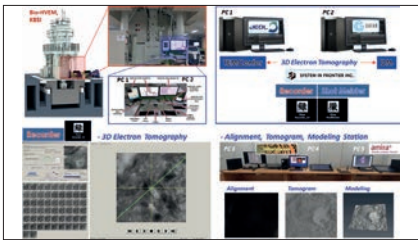
3D reconstruction of Peptide programmable nanoparticle superstructure through Bio-high voltage electron microscope (Bio-HVEM) system and 3D Electron tomography with high-resolution and high-tilting angle.



Bio-HVEM의 전자토모그래피 분석법을 활용해 AuPt/HCSWNT 시료의 각도별 이미지를  $2^\circ$  간격으로 얻은 후, 순차적으로 3D 토모그래프 3D 모델을 재구축함

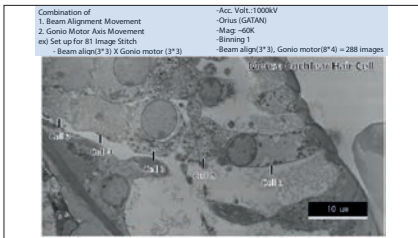
The tilt series of AuPt/HCSWNT superstructure images were recorded with an interval of  $2^\circ$  by electron tomography of Bio-HVEM. 3D tomogram and model were sequentially reconstructed from aligned tilt series images

#### 주요 활용분야 Application



전자토모그래피 기반 두꺼운 ( $>1\mu\text{m}$ ) 생체-나노 재료의 3차원 미세구조 분석

3D ultrastructural analysis of thick( $>1\mu\text{m}$ ) bio-nano materials using electron tomography



생체-나노 재료의 3차원 대면적 입체 분석

3D large area analysis of bio-nano materials using limitless panorama

## SPE-800 MHz 핵자기 공명분석기-질량분석기 시스템

### SPE-800 MHz NMR-MS System

SPE-800 MHz NMR-MS System은 LC, NMR, MS가 온라인 연결된 hyphenated system으로 혼합물을 LC로 분리 후 고감도 800 MHz NMR로 화합물의 구조를 확인하는 대사체/천연물 분야 특화 운영 장비입니다.

SPE-800 MHz NMR-MS System is a hyphenated system connected by LC, NMR, and MS. It is a specialized operation equipment for metabolites/natural products which identify the structure of compounds by high sensitivity Cryogenic 800 MHz NMR after separating the mixture by LC.



#### 장비특성 Characteristics of Equipment

- 대사체 및 천연물 연구 분야에서 대사물질 확인 및 대사기전 규명 등 다양한 분야에 적용 가능한 통합 분석 시스템
- 혼합물을 LC로 분리 후 고감도 800 MHz NMR과 UPLC-QTOF MS로 화합물의 구조 확인하는데 활용
- It is used as an integrated analysis system in various fields such as metabolite identification and metabolism elucidation in metabolomics and natural product research.
- This equipment is used to identify of the structure of compounds by high sensitivity 800 MHz NMR and UPLC-QTOF MS after separating the mixture by LC.

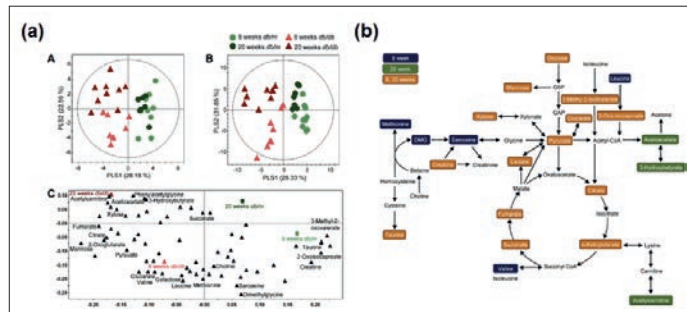
#### 대표 연구 사례 Representative Research Case

##### 당뇨성 신장 질환의 진행과정에서 마우스의 소변과 혈청의 대사 변화

- 당뇨성 신장 질환의 진행에 따른 마우스의 소변과 혈청의 대사물질의 특이적 변화를 관찰
- 당뇨성 신장 질환의 진행에 따른 대사물질의 유의적인 변화를 통해 질환에 대한 잠재적인 바이오마커를 제시

##### Metabolic changes of mouse urine and serum during progression of diabetic kidney disease

- We observed the specific changes of urine and serum metabolites in mouse during progression of diabetic kidney disease (DKD).
- This study presented potential biomarkers for DKD through significant alterations in metabolites during progression of DKD



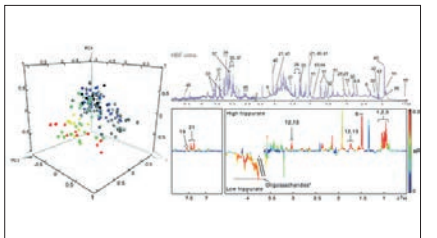
(a) NMR을 이용한 혈청과 소변의 대사물질 다변량 분석

(b) 소변 대사물질과 관련된 대사물질 모식도

(a) Multivariate analysis of serum and urine metabolite using NMR

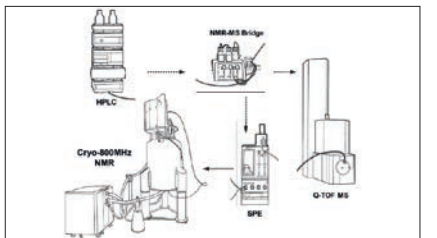
(b) Pathway of metabolites related to changes in urine

#### 주요 활용분야 Application



통합 대사체 프로파일링 분석을 통한 바이오마커 탐지 및 대사 시그니처 탐색

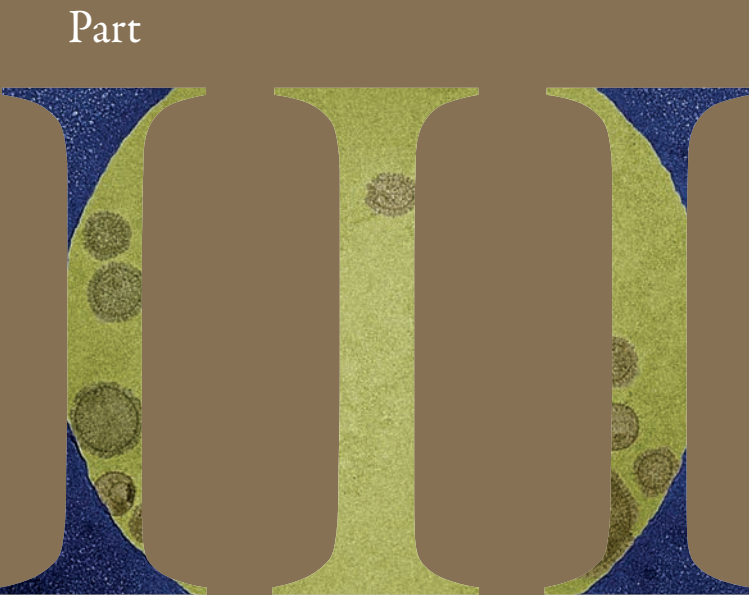
Metabolic biomarker and signature discovery by integrated metabolic profiling analysis



LC-SPE-NMR/MS hyphenated system을 활용한 천연물 혼합물 구조 확인

Identification of natural product mixture using LC-SPE-NMR/MS hyphenated system

# OVERALL MANAGEMENT OF NATIONAL RESEARCH FACILITIES & EQUIPMENT



## 국가연구시설·장비 총괄관리

국가연구시설장비진흥센터(NFEC)는 과학기술 발전에 기반이 되는 연구시설·장비의 고도화 추진을 체계적으로 지원하기 위해 과학기술기본법에 근거하여 설립되었습니다. NFEC은 범부처 연구시설·장비의 총괄지원기관으로 연구시설·장비의 전략적 투자, 공동활용 촉진, 국가 연구시설·장비 총괄 관리 등의 업무를 수행함으로써, 국가 R&D 생산성 향상을 추구하고 있습니다.

The National Research Facilities and Equipment Center (NFEC) was established according to the framework act on science and technology to support advancement in research facilities and equipment, which is the infrastructure of science and technology for R&D. NFEC, as an overall supporting organization, has been performing the mission of strategic investment, promotion of coutilization, and overall management of research facilities and equipment to improve national R&D productivity.

- 국가연구시설·장비 관련 정책 수립 지원  
Support to Make Policies Related to the National Research Facilities & Equipment
- 국가연구개발 예산 편성을 위한 연구시설장비 예산심의 운영  
Operation of the Research Facilities and Equipment Budget Review for Organizing Government R&D Budgets
- 대형연구시설장비 운영·활용제도 개선  
Improvement of Large Research Facilities and Equipment Operation and Utilization
- 유휴·저활용장비 이전 지원사업  
Support for Transfer Idle Facilities and Equipment to Other Researchers on Demand
- ZEUS 장비활용종합포털 운영  
Operation of the Zone for Equipment Utilization Service (ZEUS)
- 연구시설·장비 공동활용 활성화 지원  
Support for Transfer of Idle Facilities and Equipment to Other Researchers on Demand



## 국가연구시설·장비 관련 정책수립 지원

### Supports to Make Policy Related to the National Research Facilities & Equipment

국가연구시설·장비의 전략적 투자와 공동활용 촉진, 활용도 제고, 국제협력 추진 등 투자 효율화 및 연구개발 진흥을 위한 국가정책 수립의 싱크탱크로서의 역할을 수행합니다.

NFEC plays the role of a think tank for the making of national policies for efficient investment and R&D promotion by facilitating strategic investment in and joint usage of national research facilities and equipment by improving the degree of utilization, and by promoting international collaboration.

#### 주요 수행내용 Achievements

제2차 국가연구시설·장비의 운영·활용 고도화계획을 토대로 R&D 성과 촉진을 위한 연구시설·장비의 운영 지원을 강화하고, 공동활용 촉진을 위한 전주기 지원 체계 마련을 지원하고 있습니다. 특히, 국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침 등 관련 법률을 개정하고, 연구 친화적 환경 조성을 위한 신규 제도 기획 등 중장기적 정책대안을 제시했습니다. 또한 그간의 누적된 연구인프라 관리 노하우를 공유하고 국내 연구시설의 활용도를 높이기 위해 해외 기관과의 국제협력을 적극적으로 추진하였습니다.

Based on the 'Second Plan for Advanced Operation and Utilization of National Research Facilities and Equipment', NFEC has intensified support for the operation of research facilities and equipment to promote R&D accomplishments and has prepared a life-cycle support system for the promotion of joint usage. In particular, NFEC has amended relevant laws and regulations, including the Standard Guidelines for Operation, etc., of National Research and Development Facilities and Equipment, and presented mid-term and long-term policy alternatives, including a new program for the formation of a research-friendly environment. In addition, international cooperation with overseas institutions has been positively promoted to share accumulated research infrastructure management knowledge and skills and increase the degree of utilization of the research facilities available in Korea.

#### 향후 추진방향 Future Plan

연구시설·장비의 도입과 관리에 중점을 둔 기존 정책을 고도화하여 연구현장의 여건을 고려한 공동활용 체계를 마련하고, '연구시설·장비 유지·보수비 통합관리제'의 도입을 추진하여 연구시설·장비 관련 정책 지원의 범위를 넓혀가도록 하겠습니다. 또한, 국제수준의 연구인프라 관리정책 수립을 적극 지원하겠습니다.

Conventional policy, focused on the establishment and management of research facilities and equipment, will be improved to prepare a joint usage system considering the circumstances of actual research sites. The 'Integrated Research Facility and Equipment Maintenance Cost Management System' will be implemented to broaden the scope of policy-based support related to research facilities and equipment. In addition, positive support will be provided for the establishment of research infrastructure management policies at the international level.



국가연구시설·장비 정책 설명회  
Presentation session about new policy for research equipment



제2차 NFEC-ESF 협력워크숍  
2<sup>nd</sup> NFEC-ESF Cooperation Workshop

## 국가연구개발 예산 편성을 위한 연구시설장비 예산심의 운영

### Operation of the Research Facilities and Equipment Budget Review for Organizing Government R&D Budgets

정부 R&D 예산으로 구축하는 1억 원 이상 연구시설·장비의 구축 타당성을 검토하고, 차년도 R&D 예산 배분·조정 시 이를 반영하여 연구개발 예산의 투자효율성 제고에 기여하고자 국가연구시설·장비 심의 평가단을 구성·운영하고 있습니다.

NFEC has organized and operated the National Research Facilities and Equipment Deliberation Panel in order to review the establishment validity of research facilities and equipment at values of over 100 million KRW, established by the governmental R&D budget, and to apply the validity to the allocation and adjustment of the next year's R&D budget, contributing to an increase of the R&D budget investment efficiency.

#### 주요 수행내용 Achievements

2016년 7월부터 범부처 통합심의를 시행하여 1억 원 이상 국가연구개발사업비로 도입하는 시설·장비에 대한 심의를 수행하였습니다. 2018년에는 연구개발 예산 배분·조정을 위한 국가연구시설·장비심의 평가단 본심의에서 508건의 시설·장비 예산심의를, 사업 계획의 추가 또는 변경에 의한 시설·장비 도입을 대상으로 704건의 추가변경심의를 운영하였습니다. 또한 심의 통과 시설·장비에 대한 이행실태점검도 실시하였습니다.

Since July 2016, all the facilities and equipment that will be purchased by national R&D funding and cost more than 100 million won are reviewed at the NFEC. We reviewed 508 systems of facilities and equipment for projects whose R&D budget will be distributed following year and 704 systems for ongoing projects. In addition, we checked whether the facilities and equipment previously reviewed were installed as scheduled.

#### 향후 추진방향 Future Plan

범부처 도입 심의 추진 및 국가연구개발사업 총사업비 관리심의를 지원하고 범부처 심의지원 시스템 고도화 및 부처·기관 심의정보 연계 지원을 강화하고자 합니다.

In addition to deliberation about facilities and equipment from all government departments, we review the laboratories and buildings included in the project, as well as research equipment in the R&D infrastructure supporting projects. The deliberation system will be improved for the researchers' convenience and efficiency. We reinforce the sharing of deliberation information with government departments and research institutes.



국가연구시설장비심의평가단 본심의  
Deliberation on research facilities and equipment



도입심의 제도 설명회  
Information session of deliberation system on national research facilities and equipment

## 대형연구시설·장비 운영· 활용제도 개선

### Improvement of Large Research Facilities and Equipment Operation and Utilization

대형연구시설·장비의 중요성과 공동활용 필요성이 강조되고 있는 과학기술의 첨단·융합연구 추세에 따라, 대형연구시설·장비의 체계적인 관리·운영체계를 마련하고 안정적인 운영·유지를 지원하고 있습니다.

Given the importance of large research facilities and equipment and the recent trend of advanced and converged science and technology studies, NFEC has prepared a well-arranged organization and operation system for large research facilities and equipment and supported stable operation and maintenance.

#### 주요 수행내용 Achievements

대형연구시설·장비의 체계적인 관리와 안정적인 운영·유지 기반 확립을 위해 국내외 대형연구시설·장비의 운영현황과 제도동향을 조사했습니다. 또한 국내외 대형연구시설·장비를 활용한 국제공동연구를 활성화 하고, 협력체계를 구축하기 위해 유럽 대형연구시설·장비 정보포털 (EU ESF-MERIL2)과 정보연계를 추진하고 있습니다.

NFEC has conducted a survey of the current operation status and trends of relevant systems for large research facilities and equipment in Korea and other countries in order to carry out systematic management of large research facilities and equipment and establish a stable operation and maintenance foundation. In addition, NFEC has promoted information linkage with large European research facilities and their equipment information portal system (EU ESF-MERIL2) in order to promote international joint studies based on large research facilities and equipment in Korea and other countries and to establish cooperative systems.

#### 향후 추진방향 Future Plan

대형연구시설·장비의 체계적인 투자관리와 안정적인 운영환경을 조성하기 위해 연구자에게 필요한 제도 개선을 지원하며, 국내외 대형연구시설·장비를 활용한 국제협력을 통해 대형연구시설·장비 정보의 수집·공유 및 공동연구 플랫폼을 제공하고자 합니다.

NFEC will support the improvement of relevant systems required by researchers to systematically manage investment in large research facilities and equipment and to form a stable operational environment. In addition, through international cooperation based on large research facilities and equipment in Korea and other countries, NFEC will provide a platform for the collection and sharing of information about large research facilities and equipment and for joint studies.



대형연구시설·장비 운영유지비 지원제도 개선 의견수렴 회의  
Meeting to collect opinions about improvement of large research facilities and equipment operation cost supporting system



대형연구시설·장비 정보포털 연계 워크숍  
Workshop for linkage of information portal in large research facilities

## 유휴·저활용장비 이전 지원사업

### Support for Transfer of Idle Facilities and Equipment to Other Researchers on Demand

유휴·저활용장비의 처분을 원하는 기관과 이를 필요로 하는 기관을 연결해 주고 장비를 이전하는데 소요되는 비용을 지원함으로써 연구시설·장비의 활용성 향상 및 국가 R&D 투자의 효율성을 제고하고 있습니다.

NFEC has connected institutions wanting to dispose of idle or less-utilized facilities and equipment with those that need them and, in order to increase the degree of utilization of research facilities and equipment as well as the efficiency of national R&D investment, has supported the expense necessary for transferring equipment.

#### 주요 수행내용 Achievements

유휴·저활용장비 이전심의위원회를 총 11회 개최하여 235점의 장비를 이전하였고, 2015~2017년에 이전 완료한 422점의 장비가 약 4만 명에게 연구 및 교육 등에 활용되고 있음을 조사하였습니다. 연구시설장비의 재활용 활성화를 위해 연구장비 나눔 마일리지 제도를 도입하고, 이전지원대상을 중소기업까지 확대 하였습니다. 또한대학의 저활용 연구장비를 모아서 연구분야별 공동활용시설을 조성할 수 있도록 핵심연구 지원시설 조성 프로젝트를 시범 추진하였습니다.

Deliberation Meetings for Transfer of Idle and Less-Utilized Research Facilities and Equipment have been held a total of 11 times, and 235 facilities have been transferred. A relevant survey showed that 422 research facilities that were transferred between 2015 and 2017 are currently utilized in research and education by about 40,000 people. NFEC has introduced the Research Facilities and Equipment Sharing Mileage System to activate the recycling of research facilities and equipment; the targets of the transfer have been expanded to small and middle-sized enterprises. In addition, a demonstration project for the formation of core research support facilities has been implemented to form a joint usage research facility for each research field by gathering research facilities that are less-utilized at universities.

#### 향후 추진방향 Future Plan

중소기업의 참여범위 확대, 마일리지 환급서비스 (유지보수비) 시범운영 등 사업 활성화를 도모하고, 사용자 중심의 사전·사후 관리지원을 강화하고 있습니다. 또한 핵심연구시설 조성 프로젝트를 교육부 및 과기부 신규사업으로 확대하여 연구시설·장비의 활용성 향상과 R&D 역량 강화를 동시에 달성하고자 합니다.

NFEC has expanded the scope of participation by small and middle-sized enterprises, promoted the activation of relevant projects, including the pilot project for mileage return service (maintenance), and intensified user-centered preliminary and follow-up management services. In addition, NFEC will increase the degree of utilization of research facilities and equipment and elevate the R&D competence at the same time by expanding the project for the formation of core research support facilities as the new project for the Ministry of Education and the Ministry of Science and Technology.



유휴·저활용장비 이전지원 발전방안 워크숍  
Workshop for a Development plan for the Transfer of idle Facilities & Equipment



연구장비 나눔 마일리지 리플릿  
Research Equipment Sharing mileage leaflet



## ZEUS 장비활용종합포털 운영

### Operation of the Zone for Equipment Utilization Service (ZEUS)

국가연구시설·장비의 활용 극대화를 위해 ZEUS에 등록된 연구시설·장비 정보관리 및 유관기관 및 시스템과의 정보연계, 공동활용 시설장비의 예약, 장비전문가 상담, 전문지식 공유, 유휴·저활용장비 이전 등을 지원하는 ZEUS 장비활용종합포털서비스를 운영하고 있습니다.

We maximize the utilization of national research facilities and equipment by operating ZEUS services that support facilities and equipment information management, database connection, reservation of common utilization equipment, consultation of equipment experts, sharing of expertise, and transfer of idle and less-utilized facilities and equipment.

#### 주요 수행내용 Achievements

국가연구시설·장비 정보에 대한 상시적인 정보 현행화 및 품질 검증을 통해 제공 정보의 무결성을 유지하고 있습니다. 또한 국가연구시설·장비의 공동활용 촉진을 위한 기관 클라우드 예약 서비스 보급, 부처 및 연구 기관과의 정보연계 확대, 장비상담 체계 개편 및 상담전문성 강화 등을 실시하였습니다.

The integrity of the information provided through ZEUS is maintained by frequently updating the information about national research facilities and equipment and verifying the information quality. In addition, to facilitate the joint usage of the national research facilities and equipment, NFEC has introduced the institution cloud booking system, expanded the information linkage with governmental ministries and research organizations, reorganized the research facilities and equipment consultation system, and intensified expertise in consultation.

#### 향후 추진방향 Future Plan

ZEUS 접근 활용성 확보를 위해 ZEUS 모바일서비스 환경을 개선하고, 산재된 예약활용창구의 통합적 제공을 통해 이용자 접근성을 확보하고자 합니다. 또한 등록된 정보의 신속한 최신화와 관련된 전문지식의 수집·제공을 통해 범국가 차원의 연구시설·장비 종합정보서비스를 제공합니다.

The ZEUS mobile service environment will be improved to increase its accessibility and practicality, and user accessibility will be increased by integrating booking channels that are currently scattered. In addition, ZEUS will be upgraded into a national research facilities and equipment portal by rapidly updating the registered information and by collecting and providing relevant expertise.



한국산학연합회 ZEUS 설명회  
Workshop for explaining ZEUS to AURI



한국해양과학기술원 부설 극지연구소 클라우드 개설  
ZEUS Cloud Reservation Service of Korea Polar Research Institute



장비상담 체계 개선  
Renewal of the consultation process

## 연구시설·장비 공동활용 활성화 지원

### Support for Promoting Joint Usage of Research Facilities & Equipment

연구자들이 연구시설·장비 정책과 제도를 알고 활용할 수 있도록 관련 교육·홍보 콘텐츠를 개발하고, 온오프라인 소통창구를 통한 연구시설·장비의 공동활용 문화 확산을 지원합니다.

NFEC develops education and public relations contents to help researchers understand and utilize research facilities and equipment policies and systems; NFEC also supports the spread of a culture of joint usage of research facilities and equipment through online and offline communication channels.

#### 주요 수행내용 Achievements

국가연구시설·장비관리 및 윤리에 관한 교육을 온라인 교육(KIRD연계), 기관 방문교육, 심화교육으로 세분화하여 연구시설장비 관리에 대한 이해도를 높였습니다. 신규 사업과 국가연구시설장비 정책을 효과적으로 알리기 위해 홍보영상 등 다양한 콘텐츠를 제작하고 온오프라인을 연계한 홍보를 수행하였습니다. 또한 ZEUS와 연구장비 활용사례 발굴을 위한 공모전을 개최하고, 우수 사례를 전파하였습니다.

To enhance the understanding of research facilities and equipment management, education on the management of national research facilities and equipment and relevant ethics has been divided into online education (linked with KIRD), institution visit education, and in-depth education. Various public relations contents, including videos, have been prepared, and online and offline connected public relations activities have been carried out to effectively make known new projects and policies about national research facilities and equipment. In addition, a contest was held to discover examples of ZEUS and research facility and equipment utilization, and exemplary cases have been publicly promoted.

#### 향후 추진방향 Future Plan

연구시설·장비와 관련된 교육정보, 장비교재, 장비 매뉴얼 등을 제공하는 정보 웹사이트를 구축·운영하여, 연구자들의 연구수행 및 역량강화를 지원합니다. 또한 연구현장의 효율 향상을 위해 연구시설·장비 관련 신규 정책 사항과 제도를 지속적으로 알려 정보 격차를 해소하고, 사업 참여를 추진합니다. 연구 분야별 학회 내 특별 세션 개최 등 '찾아가 알리는' 홍보를 확대하여 추진할 계획입니다.

NFEC will establish and operate an information website providing education information, guidelines and manuals related to research facilities, and equipment to help researchers conduct their studies better and intensify their research capabilities. In addition, to improve efficiency at actual research sites, new policies and systems related to research facilities and equipment will be continuously made known, promoting participation in the programs. NFEC will also promote 'proactive outreach public relations activities,' including the convening of special sessions in academic conferences of each research field.



ZEUS와 함께하는 연구장비 활용사례 공모전 개최  
Operation of Research Equipment use case contest



특별세션 개최 및 홍보부스 운영 (대한화학회/대한지질학회)  
Operation of special sessions and public relations booth



ZEUS 홍보영상 및 이모티콘 제작  
Preparation of ZEUS videos and emoticon for public relations



정책 홍보 리플릿 제작  
Leaflet for public relations of policies

산학연 협력체계 강화 및  
분석과학 인력 양성

한국기초과학지원연구원은 축적된 기술력을 활용해 중소기업  
지원에 앞장서고 있습니다. 또한 미래 과학자인 청소년을  
위한 다양한 과학체험 기회를 제공하고, 연구장비 및 분석과학  
전문인력을 양성하고 있습니다.

KBSI supports small and medium-sized enterprises by utilizing  
the technological power that we have accumulated over the  
years. We are training specialists in analytical science and  
research equipment, and providing various opportunities to the  
youth, the future scientists, to have various experiences science.

REINFORCING  
INDUSTRY-UNIVERSITY-  
INSTITUTE COOPERATION &  
TRAINING OF  
ANALYTICAL SCIENCE  
RESEARCHERS

산학연 협력체계 강화 Reinforcing Industry–University–Institute Cooperation

- 지역기초연구진흥 및 기술개발촉진사업  
Regional Basic Research and Technology Development Program
- 중소기업 지원 및 기술이전·연구소기업  
Strengthening Support for SMEs and Technology Transfer  
/ Research Institute Spin-off Companies

분석과학 인력 양성 Training of Analytical Science Researchers

- 연구장비엔지니어 양성사업  
R&D Equipment Engineer Education Program
- 첨단장비활용 과학대중화사업  
KBSI's Science Outreach programs
- 분석과학기술대학원 운영  
Operating Graduate School of Analytical Science and Technology
- KBSI 연구장비아카데미  
KBSI Research Equipment Academy





# REINFORCING INDUSTRY- UNIVERSITY- INSTITUTE COOPERATION

- 지역기초연구진흥 및 기술개발촉진사업
- 중소기업 지원 및 기술이전 · 연구소기업
- Regional Basic Research and Technology Development Program
- Strengthening Support for SMEs and Technology Transfer / Research Institute Spin-off Companies

## 산학연 협력체계 강화

KBSI가 보유한 첨단 연구장비와 분석지원에 기반한 기초연구 지원능력을 기업지원에 결합시킴으로써, 새로운 형태의 산·연 또는 산·학·연 협력모델을 수립하고 있습니다. 중소기업이 필요로 하는 애로기술을 해결하고, 연구장비 개발 분야에서의 협력을 모색할 뿐만 아니라, KBSI가 보유한 기술을 사업화 하는 연구소기업 설립과 기술이전도 점차 확대되고 있습니다.

KBSI is creating a new model for industry-institute cooperation or industry-university-institute cooperation by integrating the corporate support with our basic research assistance capacity, which is reinforced by KBSI's advanced research equipment and analytical service. We also work hard to resolve technical difficulties experienced by small and medium-sized enterprises and seek cooperation in improving research and development (R&D) equipment. We are in the process of building research institutes specialized for the commercialization of KBSI technologies and expanding the scope of our technology transfer.

## 지역기초연구진흥 및 기술개발촉진사업

## Program of Regional Basic Research and Technology Development

KBSI의 장비운영 노하우와 분석기술을 활용하여 기초연구를 지원하고, 중소기업의 수요 맞춤형 분석 환경을 구축하여 지역 중소기업의 제품개발 및 상용화를 촉진하는 사업입니다.

The program aims to support basic research by using equipment operation know-how and analytical technologies of KBSI, and to facilitate the product development & commercialization by small and medium-sized enterprises (SMEs) by building an analytical environment tailored to the SMEs' needs.

### 주요 수행내용 Achievements

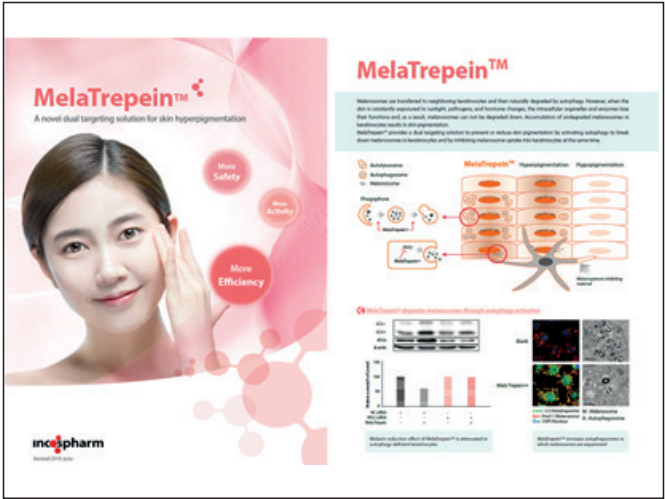
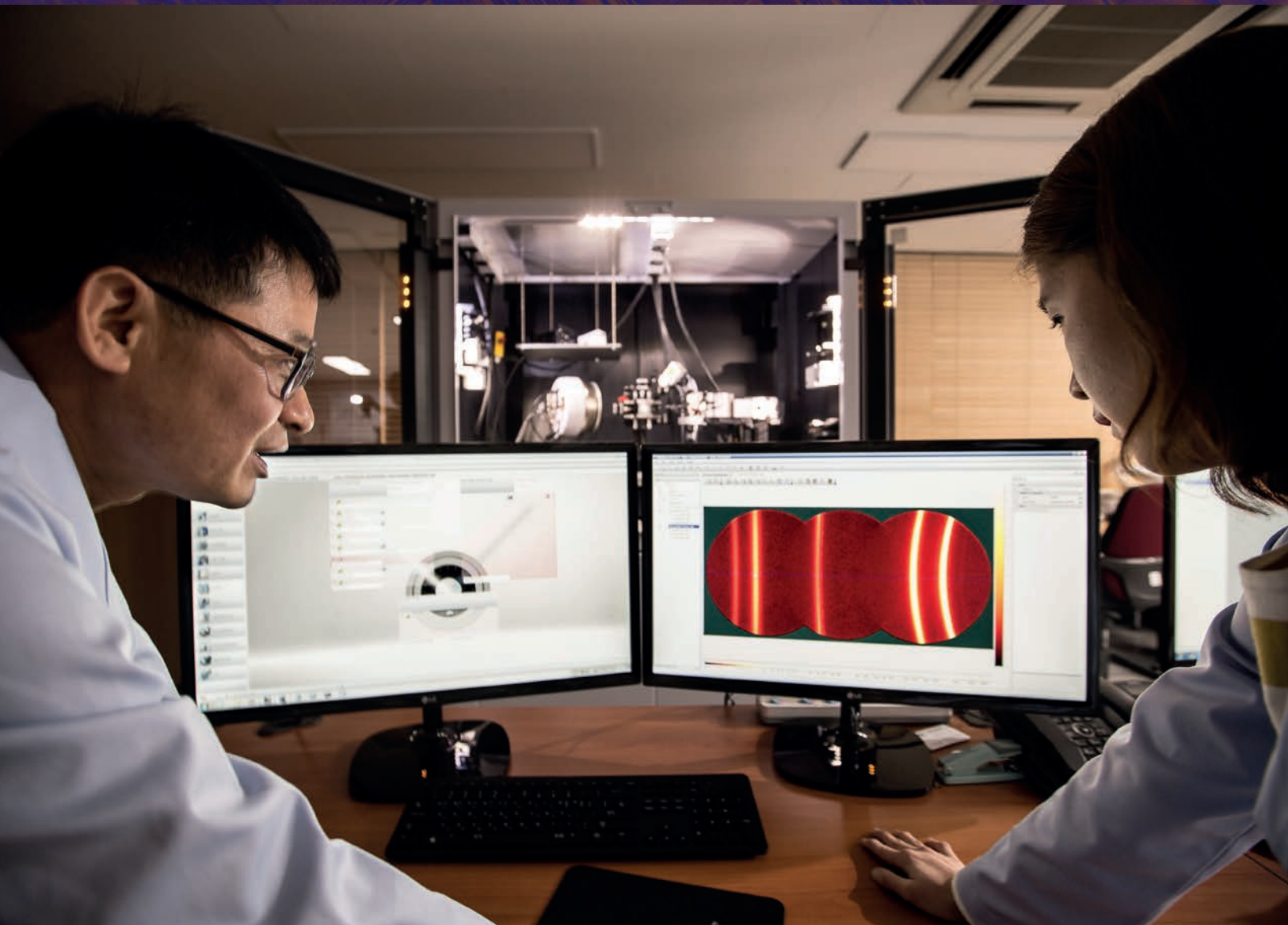
R&D 기반이 취약한 중소기업의 제품 공정개선, 분석법 등의 개발 지원, 요소장치, 단위 부품 등 파일럿트 구현이 가능한 시제품 제작 지원, 중소기업의 수익성 구조 개선을 위한 시장 창출형 상용화 기술 개발 지원, 연구소 기업 설립 및 육성을 지원하고 있습니다.

We are currently supporting the improvement of the product manufacturing processes of SMEs having insufficient R&D infrastructure, the development of analytic methods, manufacturing of prototypes that may be realized in a pilot plant, including unit components, the development of commercial technology for creating a new market to improve the profit structure of SMEs, and the establishment and growth of research institute spin-off company.

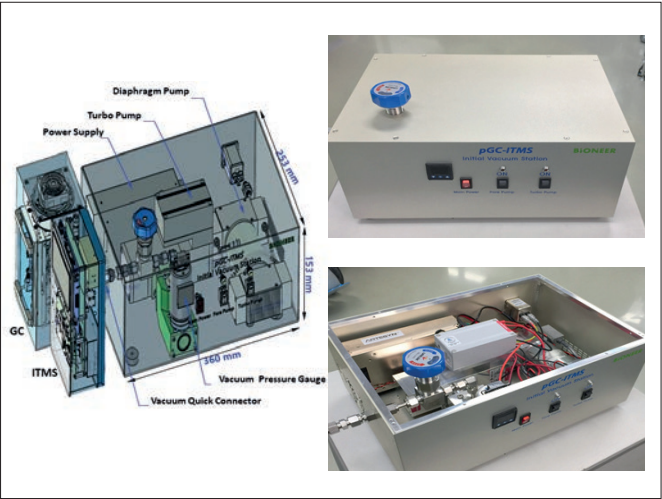
### 향후 추진방향 Future Plan

중소기업의 기초연구 인프라 확보로 지속가능한 발전 지원, 분석장비의 유지보수를 통한 국가 분석장비의 효율적 활용 및 분석장비 개발, 공정개선/제품상용화/시제품제작/연구소기업 설립을 통한 중소기업의 실질적 성장에 기여할 예정입니다.

We are planning to contribute to the substantial growth of SMEs through the support of the sustainable development by preparing the fundamental research infrastructure, the efficient utilization and development of national analytical instruments based on appropriate maintenance and repair, the process improvement, product commercialization, prototype manufacturing, and the establishment of research institute spin-off company.



형광-전자현미경 융합 분석법을 통한 항노화 물질 (MelaTrepein) 효능 및 우수성 분석  
Analysis of the efficacy of anti-aging material (MelaTrepein) through LM-TEM fusion method



고감도 휴대용 유해가스 측정장치 시제품 개발  
Development of prototype of high sensitivity portable toxic gas detector



## 중소기업 지원 및 기술이전 · 연구소 기업

### Strengthening SMEs Support and Technology Transfer · Research Institute Spin-off Company

KBSI의 강점을 살려 연구개발에 도움이 필요한 중소기업을 집중 지원함으로써 정부의 중소기업 지원을 통한 산업경제 활성화에 기여하고 있습니다. 기술이전전담조직 (TLO)을 중심으로 연구원의 주요 연구 성과를 산업계로 확산시키기 위하여, 보유기술 평가, 우수기술 발굴, 기술마케팅, 기술이전 계약 및 사업화 촉진프로그램을 수행하고 있습니다.

Using its strengths, KBSI is contributing to the revitalization of the industrial economy through the support of SMEs by providing concentrated support on the SMEs requiring help in research and development.

KBSI's Technology Licensing Office (TLO) is attempting to spread the major achievements of R&D to the industry sector. These efforts include various programs for technology assessment, the selection of excellent technologies, technology marketing, and technology transfer agreement, and commercialization of technology.

#### 주요 수행내용 Achievements

과학기술정보통신부의 출연(연) 개방형 협력 생태계 조성의 일환으로 57개 중소기업을 KBSI 패밀리 기업으로 선정하여 수요 맞춤형 지원체계를 구축 · 운영하고 있습니다. 또한, '출연(연) 전문기술교육 지원사업'에 참여하여 KBSI가 보유한 우수인력, 연구장비 등을 활용하여 전문기술교육을 제공함으로써 패밀리기업의 연구역량 강화에 기여하였습니다. TLO를 중심으로 기술이전 활동을 활발히 진행하였으며, 대한바이오팜(주)과 기술이전액 20억 원 규모의 기술이전 계약을 체결하였습니다.

Based on the open-type collaborative ecosystem plan funded by the Ministry of Science and ICT, KBSI established and is managing the demand-oriented support system for selected 57 partner companies. KBSI also contributed to the enhancement of research ability of government funded family companies by participating in 'support project for professional technical training of government funded research institutes' and providing professional technical training through outstanding experts and equipment owned by government funded research institutes. KBSI and Daehan Bio Pharm, Inc. signed an agreement of technology transfer, representing a contract for US\$2,000,000.

#### 향후 추진방향 Future Plan

중소기업지원 제도 활성화 및 중소기업과의 긴밀한 협력체계 구축을 통해 중소기업이 산업 경제의 주역이 될 수 있도록 기여하겠습니다. 연구개발 성과의 민간기업 기술이전을 보다 확대하고, 이전된 기술이 효율적으로 활용될 수 있도록 제반 지원을 강화해 나가며, 기술 개발에 참여한 연구원의 창업 활성화 기반을 강화할 예정입니다.

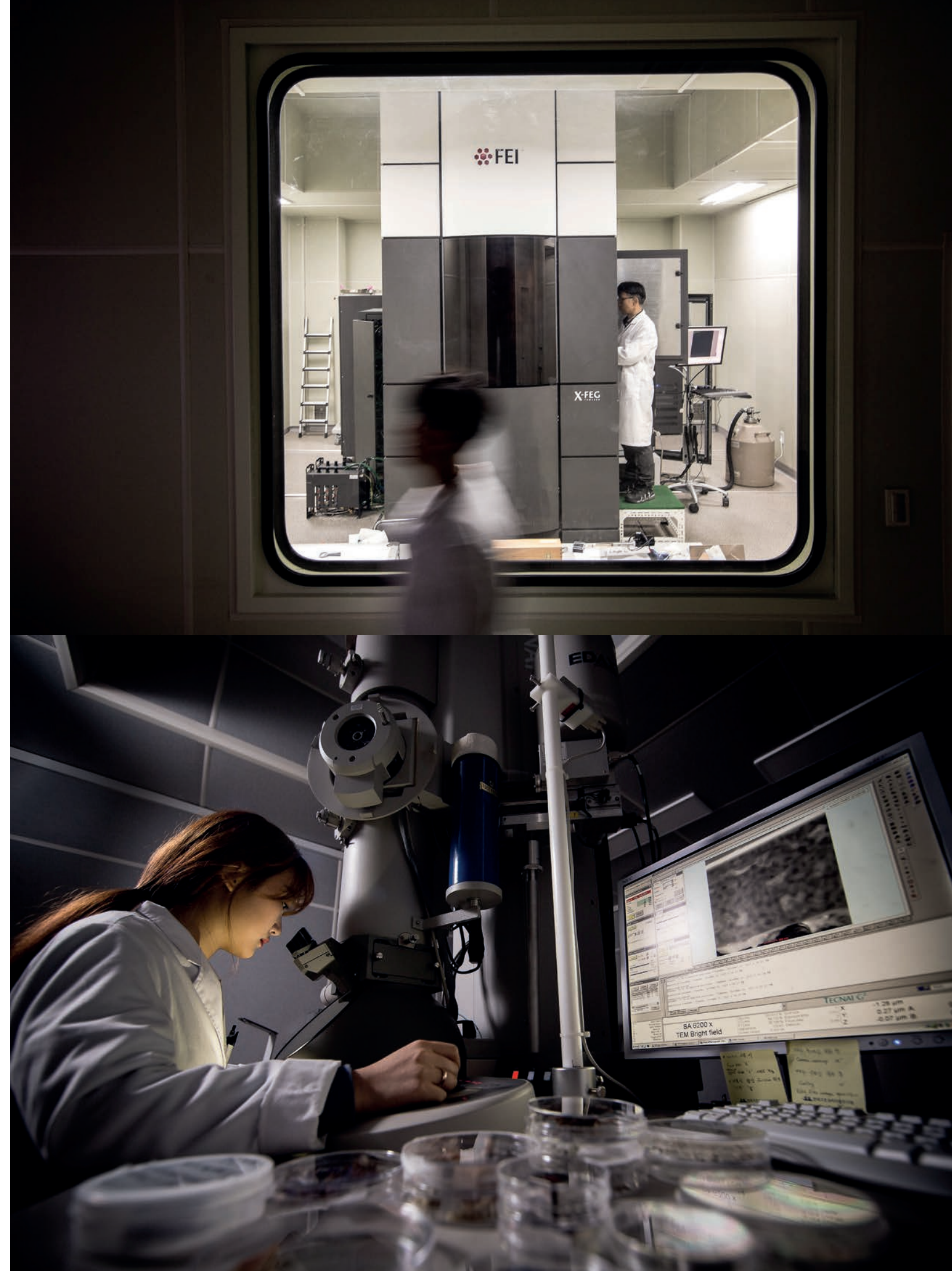
KBSI will help small and medium-sized enterprises (SME) become leaders of the industrial economy by revitalizing the systems for supporting SMEs and by establishing an intimate cooperation system with SMEs. The technologies, obtained as the result of R&D work, will be transferred more to private enterprises, and various support will be provided so that the transferred technologies may be utilized efficiently; the foundation for promoting start-ups established by researchers who have participated in technological development will be strengthened.



KBSI-대한바이오팜(주) 기술이전 협약식  
Agreement ceremony (Daehan Bio Pharm)



2018 KBSI 패밀리기업 인증서 수여식  
KBSI family enterprises certificate ceremony for 2018





# TRAINING OF ANALYTICAL SCIENCE RESEARCHERS

- 연구장비엔지니어양성사업
  - 첨단장비활용 과학대중화사업
  - 분석과학기술대학원 운영
  - KBSI 연구장비 아카데미
- 
- R&D Equipment Engineer Education Program
  - KBSI's Science Outreach Programs
  - Operating Graduate School of Analytical Science and Technology
  - KBSI Research Equipment Academy

## 분석과학 인력 양성

다양한 첨단 국가연구시설·장비 인프라를 활용하여 과학문화의 확산 및 연구 장비 전문인력 양성을 체계적으로 수행하고자, 청소년 대상의 과학기술 체험 프로그램 및 이공계 대졸자 대상의 연구시설장비 전문인력 양성프로그램, 그리고 분석과학기술 전문인력 양성 학위과정 프로그램을 수행하고 있습니다.

In order to systematically spread the scientific culture and foster specialists for research equipment by utilizing various advanced national research facilities and equipment infrastructures, we have implemented a science and technology experience program for youth, a research equipment specialist fostering program for graduates from science and engineering colleges, and a degree course program for fostering professional personnel in the field of analytic scientific technology.

## 연구장비엔지니어 양성사업

### R&D Equipment Engineer Education Program

연구장비의 운용·관리를 전담할 수 있는 장비 전문 기술인력인 연구장비 엔지니어를 체계적으로 양성·배출하여 연구장비의 활용도 및 투자효율성을 제고하고 있습니다.

We improve the efficiency of national R&D investment by systematically training equipment engineers who are exclusively in charge of operation and management of research instruments.

#### 주요 수행내용 Achievements

연구장비 엔지니어의 체계적 양성을 위하여 연구장비 실습교육이 가능한 전문교육기관을 지정 (11개) 하고 교육생 100여명을 양성하였으며, 연구장비 국산화를 위해 「장비개발」 신규 교육과정을 개설하여 체계적이고 전문적인 교육과정의 활성화를 위해 노력합니다.

For systematic fostering of research equipment engineers, specialized educational institutions that may provide training education about research facilities and equipment have been designated, and about 100 trainees have undergone the education program. A new educational course, the Research Equipment Development Course, was prepared for the localization of research facilities and equipment, and efforts have been made to activate the systematic and specialized educational course.

#### 향후 추진방향 Future Plan

연구장비전문가 자격검정제도 활성화를 통해 전문직업군으로 정착시켜 나가기 위해 연구장비엔지니어 양성과정에 특성화 교육과정을 연계시킴으로써, 실무중심의 인재양성을 실현할 계획입니다.

Through improving qualification testing system of research equipment engineers, we will put our effort in turning research equipment engineers to be in professional area. We will realize training and development of future research equipment engineers through linking research equipment engineer training course and specialized education course.



2018년 연구장비엔지니어 양성과정 - 기본교육  
2018 Research Equipment Engineer Training Program - Basic Course



2018년도 연구산업 일자리 박람회  
2018 Job Fair



## 첨단장비활용 과학대중화사업

### KBSI's Science Outreach Programs

KBSI는 「첨단장비+과학기술+과학기술인력」을 활용한 ‘엑스사이언스’ 프로그램과 대덕연구 개발특구의 과학기술 인프라를 활용한 ‘주니어닥터’ 프로그램을 전국의 청소년을 포함한 대중들에게 제공하여, 과학기술에 대한 국민적인 공감대를 형성하고, 과학문화 확산에 기여하고 있습니다.

KBSI's outreach programs, "X-Science" and "Junior Doctor" strive to "inspire and motivate students to pursue careers in science and technology" and to "engage the public in sharing the experience of exploration and experiment" by utilizing R&D resources.

#### 주요 수행내용 Achievements

‘엑스사이언스’와 ‘주니어닥터’ 프로그램을 전국적인 규모로 운영하여 총 12,942명의 청소년, 대학생, 교사 등이 프로그램에 참가했습니다.

KBSI has operated the X-Science and Junior Dr. programs on a national scale, and a total of 12,942 youths, college students, and teachers have participated in these programs.

#### 향후 추진방향 Future Plan

과학문화를 선도하는 대표기관으로서 산·학·연의 상호협력 체계를 활용하여 과학문화 프로그램 개발과 운영을 적극 지원하고, 첨단장비활용 과학대중화사업을 통해 미래의 과학기술을 이끌어갈 창의인재를 육성하는데 기여하겠습니다.

Through KBSI's science outreach programs based on advanced research facilities and equipment, KBSI will contribute to encouraging scientific literacy of the people and cultivating S&T leaders.

구분 Classification	주요실적 Achievements	횟수(회) Number of programs	인원(명) Number of participants
엑스사이언스 X-Science	R&E프로그램 Research and Education	23	38
	인턴십프로그램 Student Internship	20	47
	일일과학자 One-day Scientist	31	106
	청소년진로체험 Career Exploration	15	289
	과학자와의 만남 Meet the Scientist	9	679
	미리보는 실험실 Lab. Tour	26	440
	초청 과학교실 Inviting Student to the Lab.	10	338
	교사연수 Teacher Training	12	82
	사이언스페스티벌 Science Festival	1	239
주니어닥터 Junior Doctor	일반과정 General Course	440	10,620
	심화과정 Intensive Course	18	64
계 Total		605	12,942



2018 주니어닥터 개막식  
Opening Ceremony of Junior Doctor 2018



주니어닥터 초청 프로그램  
Junior Doctor, invitation to KBSI



주니어닥터 초청 프로그램  
Junior Doctor, invitation to KBSI



주니어닥터 과학상상 그리기 및 글짓기 대회  
Junior Doctor, Scientific imagination drawing and writing contest



그리기 분야 NST 이사장상 수상작  
The 1<sup>st</sup> prize winner's painting



주니어닥터 우수감상문 발표대회  
Junior Doctor, Presentation Competition



주니어닥터 우수감상문 발표대회  
Junior Doctor, Presentation Competition



엑스사이언스 R&E 프로그램  
X-Science, Research and Education



엑스사이언스 R&E 프로그램  
X-Science, Research and Education



대전광역시 교육감 교육기부 유공 표창 수상  
Award of Education Donation



대전교육서포터즈단 선정  
Designation as Education Supporters  
(by Daejeon Metropolitan Office of Education)



## 분석과학기술대학원 운영

### Operating Graduate School of Analytical Science and Technology

분석과학기술대학원 (GRAST, Graduate School of Analytical Science and Technology)은 교육과 과학기술 연구를 융합하는 새로운 학·연 협력모델로 충남대학교와 공동으로 설립하였습니다.

Graduate School of Analytical Science and Technology (GRAST) was jointly established with Chungnam National University as a new university-institute cooperation model to combine education and S&T research.

#### 주요 수행내용 Achievements

2018년에는 KBSI 소속 연구원 11명, 충남대 소속 교수 6명등 총 18명의 교수진이 학생들을 지도하였습니다. 같은 해 총 20명의 석박사과정 신입생이 입학하였으며, 2018년 27명의 졸업생을 배출하였습니다.

In 2018, there were 18 faculties in GRAST, 11 researchers belonging to KBSI and 6 professors belonging to CNU. In the same year, 20 master course and Ph.D course students entered GRAST and 27 students graduated.

#### 향후 추진방향 Future Plan

GRAST는 산업체 견학, 연수 및 위탁교육 프로그램을 개설하여, 연구 및 산업 현장에 필요한 전문 인력을 양성할 것입니다.  
GRAST will forster specialist required in the field of research and industry through various programs, including industrial visits, training, commissioned education.

## KBSI 연구장비아카데미

### KBSI Research Equipment Academy

KBSI 연구장비아카데미는 수십 년간 축적된 연구원의 장비운영 및 분석노하우를 국내 장비운영자들에게 전파·확산하기 위한 장비운영교육 프로그램입니다. 교육은 '사용자교육과정'과 '전문가교육과정'으로 구분되어 있으며, 단기교육 (2일 이내)과 장기교육 (7일 이내) 방식이 있으며, 대부분의 교육은 무료로 운영됩니다.

The KBSI Research Equipment Academy is a research facility and equipment education program for sharing and dispensing equipment operators in Korea using KBSI's research equipment operation knowledge and skills that have accumulated for decades. The education consists of a User Education Course and an Expert Education Course, provided as short-term education (within two days) and long-term education (within seven days). Most of the courses are provided without charge.

#### 주요 수행내용 Achievements

분기별로 장비별 교육신청자를 모집하여 맞춤형 교육을 수행하였습니다. 대덕본원 외에도 전국에 있는 지역센터를 활용하여 교육을 실시하여 교육자의 편의를 극대화하였으며, 2018년에는 LC, GC 등 총 30종 내외의 장비교육을 실시하였고, 1,000여 명의 교육생을 배출하였습니다.

Applicants have been gathered quarterly for each research facility to provide customized education. Besides the Daedeok Headquarters of KBSI, local centers all over Korea have been used to provide education, so that trainees may receive the education as conveniently as possible. In 2018, equipment education was provided with respect to a total of 30 research facilities including LC and GC, and over 1,000 trainees took the education courses.

#### 향후 추진방향 Future Plan

KBSI 연구장비아카데미는 국내 유일의 체계적 장비교육프로그램을 지향하고 있으며, 명실상부하게 KBSI의 대표 브랜드로 자리매김할 수 있도록 노력하겠습니다.

Efforts will be made to make the KBSI Research Equipment Academy the only systematic research equipment education program in Korea as well as the representative brand of KBSI.



제5회 GRAST 성과발표회  
The 5<sup>th</sup> GRAST Conference



제4회 창의공모전  
The 4<sup>th</sup> Creative Contest



2018년도 자기공명여름학교 및 분석기술교류회 (사용자 일반 교육)  
(User General Course) 2018 Magnetic Resonance Summer School and Analytical Technology Meeting



주사전자현미경의 최신 분석기법 및 기기교육(전문가 집중교육)  
(Intensive Expert Course) Education for edge-cutting SEM technique and instrument utilization


APPENDIX

Part




부록

- 2018 우수성과 사례  
Representative Research Publications in 2018
- 국내/국제협력 현황  
Domestic & International Networks



우수성과 사례 01

Representative Research Publications in 2018



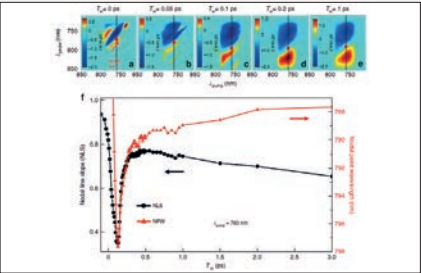
이한주(서울센터 / 공동교신저자)

Hanju Rhee  
Seoul Center  
Corresponding author

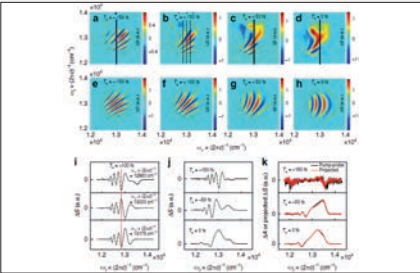
이차원 전자 분광법을 이용한 금속 나노막대의 전자 동력학 및 크기 불균일성 규명

Elucidating electron dynamics and size inhomogeneity of gold nanorods using two-dimensional electronic spectroscopy

논문명 Title	Electron heating and thermal relaxation of gold nanorods revealed by two-dimensional electronic spectroscopy
게재지(게재일자) Journal	Nature Communications (IF: 12.353 / 2018. 03.01)
활용장비 Equipments	Femtosecond Multi-dimensional Laser Spectroscopic System
공동연구자 Authors	오드 리타드 (제1저자, IBS), 조 슈엔 지에 (IBS), 조만행 (IBS/고려대, 교신저자) Aude Lietard(1st author, IBS), Cho-Shuen Hsieh(IBS), Minhaeng Cho(IBS/Korea Univ., corresponding author)
연구내용 Abstract	<p>이차원 전자 분광법은 광합성계의 빛 수확 복합체와 같이 주로 다중 발색단을 포함하는 분자 시스템의 전자적 커플링과 동력학 과정을 연구하기 위해 사용되어 왔다. 본 연구에서는 분자 시스템과 매우 다른 광학 특성을 보이는 금나노막대 (AuNR)의 표면 플라즈몬 공명 띠에 대한 이차원 전자 분광법 연구를 최초로 수행하였다. 실험과 이론계산 연구를 통해 이차원 전자 분광법이 기존의 들뜸-탐침 분광법에서는 관측하기 어려운 금나노막대의 크기 불균일성에 대한 분석뿐만 아니라 이들의 균일 전자 동력학을 연구하는 데 상당히 유용할 수 있음을 입증하였다.</p> <p>Two-dimensional (2D) electronic spectroscopy (ES) has been used to investigate the electrnic coupling and dyanmics of multi-chromophore molecular systems such as light-harvesting complexes in photo-synthetic system. In this study, we for the first time carried out 2D ES of the surface plasmonic resonance band of gold nanorod (AuNR), which shows quite different optical properties from those of molecular systems. The present study demonstrated in both experiment and theory that 2D ES can be of great use for investigating homogeneous electronic dynamics of AuNRs as well as analysing their dimensional heterogeneity, which cannot easily be observed in conventional pump-probe spectroscopy.</p>
기대효과(또는 활용계획) Expected Contribution to Science & Technology	<p>다양한 금속 나노재료 설계, 광학 특성 분석 및 미래형 산란 현미경 개발을 비롯한 나노광학 응용 연구에 활용</p> <p>These findings can be used in nanophotonics applications such as designing various metallic nanomaterials, characterizing their optical properties, and developing future scattering-based microscopy.</p>



펨토초 시분해 2D 분광 분석을 통한 AuNR의 균일 전자 동력학  
Homogeneous electron dynamics of AuNR revealed by femtosecond time-resolved 2D electronic spectroscopy



2D 분광 스펙트럼 간섭 패턴을 이용한 AuNR의 크기 불균일성 분석  
Analysis on size inhomogeneity of AuNR using fringe patterns of 2D electronic spectra





## 우수성과 사례 02

Representative Research  
Publications in 2018



이현욱(환경소재분석본부 /  
교신저자)

Hyun UK Lee  
Division of Environmental &  
Material Sciences  
Corresponding author

## 수중플라즈마 단일공정을 이용한 태양광에 반응성이 높은 친환경 광촉매 소재 개발

Development of eco-friendly photocatalytic materials  
with high reactivity to solar light using an underwater plasma

논문명 Title

Studies on mass production and highly solar light photocatalytic properties of gray hydrogenated-TiO<sub>2</sub> sphere photocatalysts

게재지(게재일자) Journal

Journal of Hazardous Materials (IF: 6.434 / 2018. 09.15)

활용장비 Equipments

Micro X-ray/UV photoelectron spectrometer

공동연구자 Authors

안하림 (KBSI, 제1저자), 홍용철 (NFRI, 제1저자), 김혜란 (KBSI, 제1저자), 허진영 (NFRI), 박창균 (KBSI), 박소영 (KBSI), 정예슬 (KBSI), 박지인 (KBSI), 김종필 (KBSI), 이영철 (가천대), 홍웅기 (KBSI), 오유관 (부산대), 김연정 (안동대), 양민호 (단국대)

Ha-Rim An (1st author, KBSI), Yong Cheol Hong (1st author, NFRI), Hyeran Kim (1st author, KBSI), Jin Young Huh (NFRI), Edmond Changkyun Park (KBSI), So Young Park (KBSI), Yesul Jeong (KBSI), Ji-In Park (KBSI), Jong-Pil Kim (KBSI), Young-Chul Lee (Gachon Univ.), Woong-Ki Hong (KBSI), You-Kwan Oh (Pusan Univ.), Youn Jung Kim (Andong Univ.), MinHo Yang (Dankook Univ.)

연구내용 Abstract

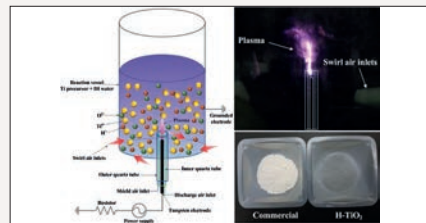
광촉매는 빛에 반응하여 각종 오염 물질을 분해하는 물질이다. 연구진은 수중플라즈마를 이용하여 태양광에 잘 반응하는 광촉매 소재를 수 분 내에 신속하고 간단하게 대량생산하는 기술을 개발하였다. 수중플라즈마에서 생성된 높은 에너지의 원자 및 분자와 물의 표면 장력 간의 연속반응을 통해 고결정성, 수소화·구형 구조의 광촉매 소재를 별도의 열처리 없이 단일 공정으로 제조하였다. 제조 과정에서 광촉매 표면에 형성된 산소 빈자리 및 수산화 라디칼 등 다양한 결함이 자외선에서 가시광선까지 광 흡수 스펙트럼을 확장시켜 기존보다 광촉매 효율을 약 5배 정도 향상시키는데 성공하였다.

We have developed a technology to mass-produce photocatalytic materials with high reactivity to solar light in a few minutes by using an underwater discharge plasma. The crystallinity, hydrogenation, and spherical structure of H-TiO<sub>2</sub> are achieved by the synergy effect between the continuous reaction of highly energetic atomic and molecular species generated from the underwater plasma and surface tension of water. Various defects including oxygen vacancies and hydroxyl species on the TiO<sub>2</sub> surface permitted the enhancement of the photocatalytic performance. It was demonstrated that H-TiO<sub>2</sub> photocatalysts showed significant degradation efficiencies for RB 5, Rho B, and phenol under solar light irradiation, up to approximately 5 times higher than that of commercial anatase TiO<sub>2</sub> (C-TiO<sub>2</sub>), which resulted in good water purification.

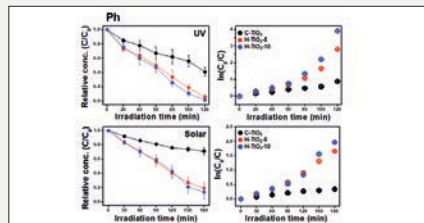
기대효과(또는 활용계획)

Expected Contribution to  
Science & Technology

이번 연구에서 기존 광촉매에서 사용하기 어려운 가시광선 영역의 빛을 잘 흡수할 수 있는 친환경 소재를 디자인하고 제어하였으며, 이를 수처리에 응용하여 인간에게 무해한 수준의 물질화가 가능하다는 사실을 입증. 앞으로 광촉매 소재 개발 및 수처리 등 환경적 응용분야에 중요한 기술적 기반을 제공할 수 있을 것으로 기대됨  
In this study, we designed and adjusted eco-environmental friendly materials that can absorb the solar light, and applied them to water purification, showing that the purified water is safe to humans. Therefore, it is expected that this new plasma technology can provide important technical basis for development of photocatalytic materials and environmental applications.



펨토초 시분해 2D 분광 분석을 통한 AuNR의 균일 전자 동역학  
Homogeneous electron dynamics of AuNR revealed by femtosecond time-resolved 2D electronic spectroscopy



2D 분광 스펙트럼 간섭 패턴을 이용한 AuNR의 크기 불균일성 분석  
Analysis on size inhomogeneity of AuNR using fringe patterns of 2D electronic spectra



## 우수성과 사례 03

Representative Research  
Publications in 2018



황금숙(서울서부센터 / 교신저자)

Geum-Sook Hwang  
Western Seoul Center  
Corresponding author

## 인체 동맥경화 조직의 대사체 및 지질체 연구를 통한 기전 규명

Metabolic and lipidomic profiling of human plaque aorta

논문명 Title

Metabolic phenotyping of human atherosclerotic plaques:  
Metabolic alternations and their biological relevance in plaque-containing aorta

게재지(게재일자) Journal

Atherosclerosis (IF: 4.467 / 2018. 02)

활용장비 Equipments

Ultra-high performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry (UPLC-QTOF-MS)

공동연구자 Authors

정선희 (제1저자, KBSI), 송석원 (연세대학교), 이삭 (연세대학교), 김세훈 (연세대학교), 안수진 (연세대학교), 전은정 (연세대학교), 위기종 (연세대학교), 최의영 (연세대학교), 이승현 (연세대학교), 주현철 (연세대학교), 류도현 (성균관대학교), 이상학 (연세대학교)

Jung S(1st author, KBSI), Song SW(Yonsei Univ.), Lee S(Yonsei Univ.), Kim SH(Yonsei Univ.), Ann S(Yonsei Univ.), Cheon EJ(Yonsei Univ.), Yi G(Yonsei Univ.), Choi EY(Yonsei Univ.), Lee SH(Yonsei Univ.), Joo HC(Yonsei Univ.), Ryu DH(Sungkyunkwan Univ.), Lee SH(Corresponding author, Yonsei Univ.)

연구내용 Abstract

심혈관질환이 발생하는 주요 원인이 되는 동맥경화에 대한 대사체 단계의 임상 연구가 미미한 상황에서 LC/MS 기반 대사체 프로파일링 분석을 이용하여 동맥경화 환자의 플라크(plaque) 조직에 대한 대사물질 변화를 연구했다. 플라크(plaque) 동맥경화 조직과 정상 동맥 조직에서 대사체 패턴 차이를 관찰하였고, 퓨린(purine)과 글루타티온(glutathione) 관련 대사 변화가 플라크 조직에서 산화 스트레스의 조절 장애를 나타냄을 확인하였다. 또한 염증과 관련이 있는 글루코실세라마이드(glucosylceramide)와 트립토판(tryptophan) 관련 대사에서 변화가 있음을 관찰하였다. 특히, 플라크(plaque) 조직에서 퀴산(quinic acid)의 증가를 관찰하였고 퀴산(quinic acid)의 염증 및 산화 스트레스에 대한 억제 효과를 입증하였다.

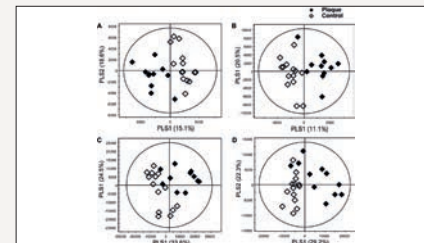
Atherosclerosis is a chronic inflammatory disease characterized by thickening of the arterial wall. However, a limited number of studies have been conducted on metabolic profiling of human aortic tissue. We applied LC/MS analysis to perform global and targeted profiling of plaque-containing aortic tissue. The metabolic patterns of atherosclerotic and control vessels were significantly different. Metabolites in the purine and glutathione pathways showed dysregulation of oxidative stress in plaques, and levels of glucosylceramide, and tryptophan, which are related to inflammation, were also altered. Interestingly, an increased level of quinic acid was observed in plaques, and we demonstrated an inhibitory effect of quinic acid on inflammatory activation and oxidative stress in macrophages. Our study provides insight into the disease mechanism and potential markers of atherosclerosis through comprehensive metabolic profiling of human aortic tissue samples containing plaque.

기대효과(또는 활용계획)

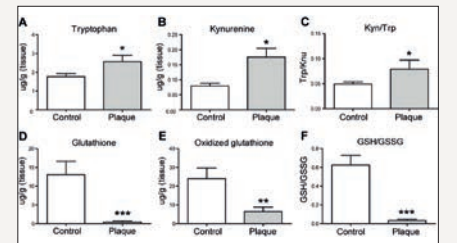
Expected Contribution to  
Science & Technology

본 연구는 동맥경화 및 관련된 심혈관 질환에 대한 기전 연구와 활용 가능한 바이오마커 발굴에 활용될 수 있을 것임

This study provides insights for the disease mechanism and the potential biomarkers of atherosclerosis and related cardiovascular disease.



LC/MS를 이용하여 동맥 조직의 대사체 분석  
Metabolic analysis in human aorta using LC/MS



동맥경화로 인해 변화한 대사기전  
Changed metabolism in atherosclerotic aorta



## 우수성과 사례 04

Representative Research  
Publications in 2018

홍웅기(전주센터 / 교신저자)

Woong-Ki Hong  
Jeonju Center  
Corresponding author

## 코어-셸 모양의 금속-절연체 상전이 나노소재의 특성 규명

Investigation of metal-insulator phase transition in a core-shell-like vanadium dioxide nanobeam

논문명 Title Formation of a core-shell-like vanadium dioxide nanobeam via reduction and surface oxidation and its metal-insulator phase transition behavior

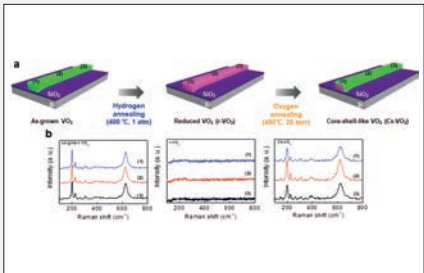
게재지(게재일자) Journal Applied Surface Science (IF: 4.439 / 2018. 10)

활용장비 Equipments Micro Raman Spectroscopy

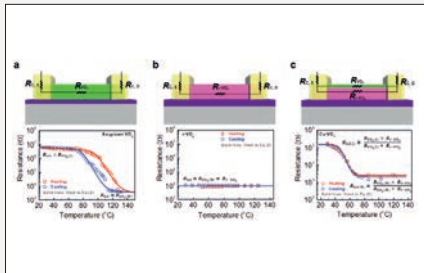
공동연구자 Authors 김민우(제1저자, KBSI;광주과기원), 배태성(KBSI)  
Min-Woo Kim (1st author, KBSI;GIST), Tae-Sung Bae (KBSI)

연구내용 Abstract 대표적인 상전이 소재인 이산화바나듐 ( $\text{VO}_2$ ) 물질을 산화/환원 반응을 통해 전도특성이 다른 코어-셸 형태로 제작하여 온도에 따른 구조적·전기적 상변화 (phase transaction) 특성을 관찰 규명하였다. The structural and electrical phase transition in a single core-shell-like  $\text{VO}_2$  nanobeam formed by reduction and surface oxidation is systematically investigated. The core-shell-like structures were fabricated by a two-step process through hydrogen-annealing and subsequent oxygen-annealing processes on  $\text{VO}_2$  nanobeams. Specifically, temperature-dependent Raman scattering in the core-shell-like  $\text{VO}_2$  nanobeam exhibited a lower transition temperature of the structural phase without the monoclinic M2 phase than those of the as-grown  $\text{VO}_2$  nanobeams. With respect to the electrical characteristics, the core-shell-like  $\text{VO}_2$  nanobeam exhibited a more gradual change in resistance with non-hysteretic behavior and without abrupt current jumping in contrast to the as-grown  $\text{VO}_2$  nanobeams. These results fit well with the theoretical calculations taking into account the phase coexistence of metal and insulator domains in  $\text{VO}_2$  nanobeams. Such different characteristics of the core-shell-like  $\text{VO}_2$  nanobeams are understood in terms of their core-shell-like structure with differences in oxygen stoichiometry resulting from the surface oxidation of the hydrogen-annealed  $\text{VO}_2$  nanobeams.

기대효과(또는 활용계획)  
Expected Contribution to Science & Technology 본 연구성과는 상전이 소재기반 물성 규명 및 제어를 보여주는 것으로 상전이기반 소재의 디자인을 통한 응용기술 개발에 기여할 것으로 예상됨  
These findings provide new way to design of phase transition-based materials for the development of applications in electronic devices and energy-saving smart windows.



코어-셸 모양의 상전이 소재 형성 및 구조특성  
Formation of a core-shell-like  $\text{VO}_2$  nanobeam and its Raman scattering characteristics



코어-셸 모양의 상전이 소재의 온도에 따른 저항변화특성 곡선  
Temperature-dependent resistance in a core-shell-like  $\text{VO}_2$  nanobeam



## 우수성과 사례 05

Representative Research  
Publications in 2018

배종성(부산센터 / 교신저자)

Jong-Seong Bae  
Busan Center  
Corresponding author

## 실리콘 애노드의 전기 화학 성능 및 열 안정성을 향상 시키기 위한 PAA바인더에 EDTA가 미치는 영향 규명

The effect of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) on the poly(acrylic acid) (PAA) binder to improve the electrochemical performance and thermal stability of silicon anodes

논문명 Title Influence of EDTA in poly(acrylic acid) binder for enhancing electrochemical performance and thermal stability of silicon anode

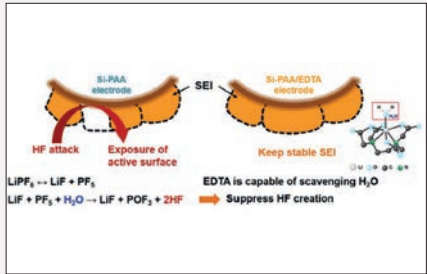
게재지(게재일자) Journal Applied Surface Science (IF: 4.439 / 2018. 07)

활용장비 Equipments HP-XPS, FT-IR, HR-SEM, FE-TEM

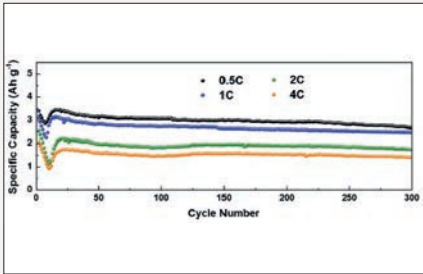
공동연구자 Authors 이선영(1저자, KBSI), 최윤주(KBSI), 홍경수(KBSI), 이정규(동아대학교), 김주영(울산과학기술원)  
Sun-Young Lee( 1st author, KBSI), Yunju Choi(KBSI), Kyong-Soo Hong(KBSI), Jung Kyoo Lee(Dong-A Univ), Ju-Young Kim(UNIST), Euh Duck Jeong(co-corresponding author, KBSI)

연구내용 Abstract 본 연구에서는 강한 킬레이트제 (chelating agent)인 에틸렌디아민테트라아세트산 (EDTA)을 폴리아크릴산 (PAA)에 도입하여 불화수소(HF) 생성을 억제하고 고온 용량 시험을 수행 하였다. PAA/EDTA 바인더를 사용함으로써, 실리콘 (Si) 음극 위에 안정한 고체 전해질 분열 전기 (SEI)층을 형성할 수 있는 견고한 구조와 함께 불화수소 생성을 제어할 수 있는 독특한 성질을 갖게 됐다. PAA/EDTA 바인더와 도전제의 혼합물은 개선 된 탄성률 및 박리 강도를 지닌 것을 확인하였다. PAA/EDTA 바인더는 두 기능의 시너지 효과로 탁월한 사이클링 성능을 보였고, 실리콘 (Si) 음극 바인더로의 활용 가능성을 확인하였다. 이 연구를 통하여 높은 에너지 밀도를 갖는 신뢰성 높은 리튬이온배터리 (LIB) 설계가 가능해질 것으로 기대된다. In this work, the strong chelating agent ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) was introduced into PAA to suppress the creation of HF and high temperature storage test is carried out. This advanced PAA/EDTA binder has unique characteristics, such as the formation of a robust structure and HF creation control that form a stable SEI layer on the Si anode. The mixture of the PAA/EDTA binder and the conductive agent exhibited an improved elastic modulus and peeling strength. The PAA/EDTA binder derived an exceptional cycling performance (~ more than 83% retention at 1 C after 300 cycles) from the synergistic effect of both functionalities, whereby the potential regarding its use as an alternative Si anode binder was established. Through this study, it has gained recognition for its potential to design highly reliable Lithium-ion batteries (LIBs) with a high energy density.

기대효과(또는 활용계획)  
Expected Contribution to Science & Technology 고 에너지 밀도의 배터리 설계를 위한 새로운 바인더 분야 연구에 기여  
Contributed to the study of new binder field for high energy density battery design



SEI/Si 음극 안정성과 EDTA 역할과 관련된 가능한 이슈의 개략도  
Schematic illustration of the possible issues that are related to the SEI/Si anode stability and the EDTA roles in the Si electrode



Si-PAA/EDTA 셀의 사이클 성능  
Cycle performance of the Si-PAA/EDTA cells





## 우수성과 사례 06

Representative Research Publications in 2018

백현석(서울센터 / 공동저자)

Hionsuck Baik  
Seoul Center  
Co-author

## 야누스나노입자 구조적 제어 연구

Janus Nanoparticle Structural Motif Control

논문명 Title Janus Nanoparticle Structural Motif Control via Asymmetric Cation Exchange in Edge Protected Cu<sub>1.81</sub>S@Ir<sub>x</sub>S<sub>y</sub> Hexagonal Nanoplates

게재지(게재일자) Journal ACS Nano(IF: 13.709 / 2018. 08.14)

활용장비 Equipments Double Cs & Mono TEM, 300kV Fe-TEM

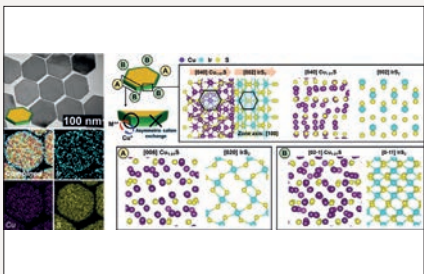
공동연구자 Authors 박종식(공동 제1저자, 고려대), 박지솔(공동 제1저자, 고려대), 이재영(고려대), 오아람(KBSI), 이광렬(고려대, 교신저자)  
Jongsik Park(1st author, Korea Univ.), Jisol Park(1st author, Korea Univ.), Jaeyoung Lee(Korea Univ.), Aram Oh(KBSI), Kwangyeol Lee(corresponding author, Korea Univ.)

연구내용 Abstract 나노입자의 후처리 합성법이 주목받는 이유는 전체적인 템플레이트 구조는 유지하면서 조성이 정교하게 조절되는 비전형적 루트를 제공하기 때문이다. 원론적으로 반도체 특성의 보이는 비등방 헤테로 나노입자들은 대칭 나노 입자내 양이온 교환 단일 사이트가 지역화 되면서 합성이 되는데, 중요한 이슈로 대칭나노입자 내에 여러 개의 동일한 양이온 교환 사이트들을 구별하는 것이다. 본 연구에서는 인위적인 운동학적 방해로 합성 과정에 적용하여 단일사이트 양이온교환이 반도체 나노입자 내에서 형성되어 야누스 나노입자를 합성 하였다. 이와 같은 합성법은 표면부동태 반도체 나노입자들의 양이온 교환을 발생시킴으로서 대칭조절된 야누스 헤테로입자의 고수율 제조를 가능케 하였다.

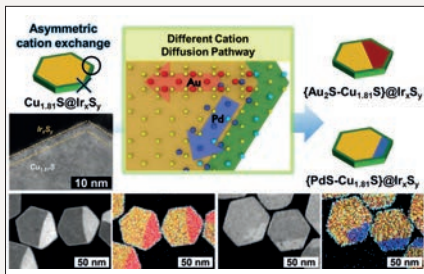
Post-synthetic transformation of nanoparticles has received great attention, because this approach can provide an unusual route to elaborately compositioncontrolled nanostructures while maintaining the overall structure of the template. In principle, anisotropic heteronanoparticles of semiconductor materials can be synthesized via localized, that is, single site, cation exchange in symmetric nanoparticles. However, the differentiation of multiple identical cation exchange sites in symmetric nanoparticles can be difficult to achieve, especially for semiconductor systems with very fast cation exchange kinetics. We posited that single-site cation exchange in semiconductor nanoparticles might be realized by imposing a significant kinetic hurdle to the cation exchange reaction. This synthetic methodology exploiting cation exchange of surface-passivated semiconductor nanoparticles could fabricate the numerous symmetry-controlled Janus heterostructures.

기대효과(또는 활용계획)  
Expected Contribution to Science & Technology

표면 조절된 양이온 교환법을 이용하여 새로운 디자인의 다양한 반도체 헤테로 나노입자를 합성할 수 있을 것으로 기대됨  
This synthetic methodology exploiting cation exchange of surface-passivated semiconductor nanoparticles could fabricate the numerous symmetry-controlled Janus heterostructures.



[040], [002] 방향에 따른 Cu<sub>1.81</sub>S@Ir<sub>x</sub>S<sub>y</sub>의 원자배열모형  
Atomic orientations of Cu<sub>1.81</sub>S and IrS<sub>x</sub> [040], [002] respectively.



본 연구에서 합성한 템플레이트 이용 금 및 팔라듐 치환된 비등방성 야누스 나노입자 분석  
Characterization of Janus {Au<sub>2</sub>S-Cu<sub>1.81</sub>S}@Ir<sub>x</sub>S<sub>y</sub> nanostructure (JAC)



## 우수성과 사례 07

Representative Research Publications in 2018

김해진(환경·소재분석본부/ 공동저자)

Hae Jin Kim  
Division of Environmental & Material Sciences  
Co-author

## 실시간 NMR에 의한 전기화학반응 분석기술

Electrochemical reaction analysis by in situ NMR

논문명 Title Revealing molecular-level surface redox sites of controllably oxidized black phosphorus nanosheets

게재지(게재일자) Journal Nature Materials (IF: 39.235 / 2018. 12. 10)

활용장비 Equipments 500 MHz Solid State FT-NMR

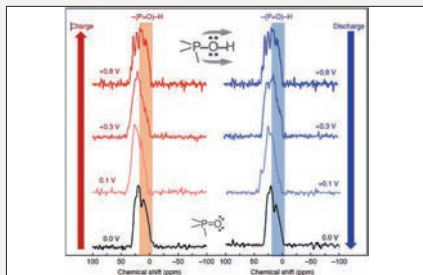
공동연구자 Authors Puritut Nakhaniyej(제1저자, SKKU), Xu Yu(공동 제1저자,SKKU), 박슬기(SKKU), 김수(North western Univ.), 홍진용(MIT), 이원기(KIST), 황준연(KIST), 양지은Cambridge Univ.), Chris Wolverton(North western Univ.), 공진(MIT), Manish Chhowalla(Cambridge Univ.), 박호석(교신저자, SKKU)  
Puritut Nakhaniyej(1st author, SKKU), Xu Yu(equally 1st author, SKKU), Sul Ki Park(SKKU), Soo Kim(North western Univ.), Jin-Yong Hong(MIT), Hae Jin Kim(KBSI), Wonki Lee(KIST), Jun Yeon Hwang(KIST), Ji Eun Yang(Cambridge Univ.), Chris Wolverton(North western Univ.), Jin Kong(MIT), Manish Chhowalla(Cambridge Univ.), Ho Seok Park(corresponding author, SKKU)

연구내용 Abstract 실시간 핵자기공명분광 (NMR)을 이용한 고체상태 <sup>31</sup>P(인)의 핵자기공명분광 결과에서 각 상태에 따른 흑린의 신호의 이동이 있음을 확인하였다.

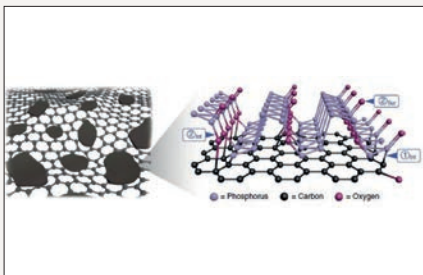
in situ NMR measurements revealed that when the proton is inserted into the electrodes (charging process, 0.0 → 0.8V), the chemical shift of the P=O groups at 10 ppm is broadened and split due to strong proton binding.

기대효과(또는 활용계획)  
Expected Contribution to Science & Technology

2차원 포스포린의 나노 구조화 및 화학적 표면 제어를 통해 에너지 저장 장치로의 구현 가능성을 입증함 으로서 이번 기술은 향후 슈퍼커패시터의 에너지밀도 한계를 극복하거나 배터리 소재의 안정성 문제를 해결해 차세대 전자기기, 전기자동차, 신재생에너지 저장 분야에 응용할 수 있음  
By demonstrating the feasibility of implementation as an energy storage device through nanostructuring and chemical surface control of 2D phosphorine, this technology will overcome the limit of the energy density of supercapacitor from now on, Solves the problem of battery material stability and may apply to the fields of next-generation electronics, electric vehicles and renewable energy storage.



실시간 <sup>31</sup>P NMR 스펙트라  
in situ NMR spectra



2차원 포스포린/그래핀 복합체  
2D phosphorine/rGO hybrid



## 우수성과 사례 08

Representative Research  
Publications in 2018



이상문  
(환경·소재분석본부 / 공동저자)

Sang Moon Lee  
Division of Environmental &  
Material Sciences  
Co-author

## 미세기공 분석법을 활용하여, 가스감지용 벨벳웜 모방 미세기공 포피린 네트워크의 기공구조 규명

Identification of pore structure of gas-sensing velvet worm mimic  
microporous porphyrin network using microporous analysis

논문명 Title Microporous Porphyrin Networks Mimicking a Velvet Worm Surface and Their Enhanced Sensitivities toward Hydrogen Chloride and Ammonia

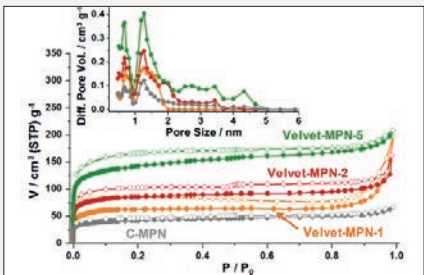
게재지(게재일자) Journal ACS Applied Materials& Interfaces (IF: 8.097 / 2018. 2.28)

활용장비 Equipments Gas adsorption-desorption measurement system

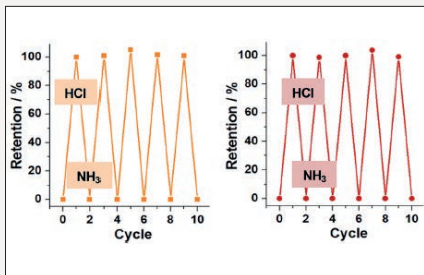
공동연구자 Authors 류상현(제1저자, 성균관대), 강창완(공동 제1저자, 성균관대), 최재원(성균관대), 명윤(세종대), 고윤주(서울대), 김해진(KBSI), 손성욱(교신저자, 성균관대)  
Sang Hyun Ryu(1st author SKKU), Chang Wan Kang(equally 1st author, SKKU), Jaewon Choi(SKKU), Yoon Myung(Sejong Univ.), Yoon-Joo Ko(SNU), Hae Jin Kim(KBSI), Seung Uk Son(corresponding author, SKKU)

연구내용 Abstract 벨벳웜의 표면구조를 모방한 미세기공 포피린 네트워크(Velvet-MPN)의 기공특성을 분석한 결과 Velvet-MPN 막대의 길이에 비례하여 비표면적이 증가함을 확인하였다. 필름형태의 C-MPN(control material)과 비교하였을 때 Velvet-MPN의 비표면적이 최대 3.4배 증가되었음을 확인하였다. 또한 미세 기공 부피가 최대 3.2배 증가됨을 확인하였으며, 이러한 기공구조 특성 변화가 Velvet-MPN이 C-MPN에 비해 염화수소 (HCl), 암모니아 (NH<sub>3</sub>)에 대한 감지도가 각각 14배, 4.6배 증가하는데 기여하였음을 규명하였다. Analysis of the pore characteristics of the microporous porphyrin network (Velvet-MPN) mimicking the surface structure of the velvet worm showed that the specific surface area increased in proportion to the length of the Velvet-MPN rod. It was confirmed that the specific surface area of Velvet-MPN was increased up to 3.4 times when compared with C-MPN (control material) in film form. In addition, the micro pore volume is increased up to 3.2 times. These pore-specific changes showed that Velvet-MPN contributed 14-fold and 4.6-fold increase in sensitivity to HCl and NH<sub>3</sub> compared to C-MPN, respectively.

기대효과(또는 활용계획) Expected Contribution to Science & Technology 향후 가스 감지 다공성 소재의 최적화된 기공구조 및 형상을 확립하는데 활용될 수 있을 것으로 기대됨  
It is expected to be used to establish optimized pore structure and shape of gas-sensing porous material in the future.



기공구조 분석  
Pore structure analysis



가스 센싱  
Gas sensing



## 우수성과 사례 09

Representative Research  
Publications in 2018



최명철(연구장비개발본부 / 교신저자)

Myoung Choul Choi  
Division of Scientific  
Instrumentation  
Corresponding author

## 새로운 유기분자 클러스터 이온빔 개발 및 그 응용

Application and development of the new organic molecular  
cluster ion beam

논문명 Title ToF-SIMS analysis of an organic layer using toluene and its cluster ion beam projectiles generated by multiphoton ionization

게재지(게재일자) Journal Applied Surface Science (IF : 4.439 / 2018. 11)

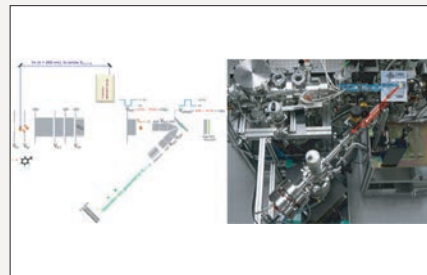
활용장비 Equipments -

공동연구자 Authors 최창민(제1저자, KBSI), 이상주(KBSI), 백지영(KBSI), 김정진(KBSI)  
Chang Min Choi(1st author, KBSI), Sang Ju Lee(KBSI), Ji Young Baek(KBSI), Jeong Jin Kim(KBSI)

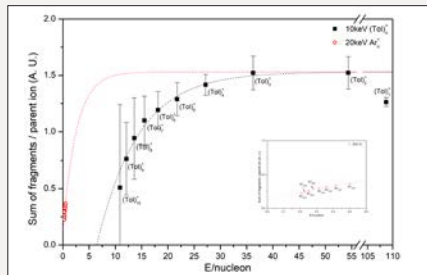
연구내용 Abstract 연구진은 여러 가지의 유기분자를 모체로 유기분자 클러스터 빔을 생성할 수 있는 새로운 일차이온빔과 이를 활용한 이차이온 질량분석기를 개발하였다. 개발된 빔을 통해 시료 표면에서 그 분자구조를 잃지 않고 생성된 유기염료분자의 이차이온 신호 검출 및 분석에 처음으로 성공하였다. 개발된 유기분자 클러스터 이온빔은 자외선 레이저를 사용한 다광자 이온화를 통해 유기분자 클러스터를 이온화하여 분석을 위한 일차빔을 만드는데, 연구팀은 빔을 시료표면에 조사한 후 생성된 분자구조를 유지하는 이차이온을 분석하는 비행시간 측정 이차이온질량분석기를 개발하였다. 또 유기분자 클러스터 이온빔을 이용하여 표면에서 생성된 이차 분자이온이 부서지지 않고 온전하게 검출되는 최적조건을 제시하였다.

In this study, we developed a home-built time-of-flight (ToF)-SIMS instrument and generated new organic molecular cluster ion beams ionized by multiphoton ionization (MPI) as a primary ion beam. Further, the sample stage loaded with rhodamine 6G was bombarded with size-controlled toluene cluster ions to produce secondary ions. Mass spectra of rhodamine 6G were acquired as a function of the size of toluene cluster ions. We plotted the fragments-to-parent ion ratio against each size of cluster ion, and we found that an intact rhodamine 6G signal would be observed with less fragmentations using (Tol)<sub>n>18</sub><sup>+</sup>.

기대효과(또는 활용계획) Expected Contribution to Science & Technology 국내 연구진에 의해 개발된 원천 기술로 향후 표면분석분야에 다양하게 활용될 수 있을 것으로 기대됨.  
연구 장비의 개발은 분석장비의 국산화에 기여하며 분석 장비 개발 능력을 향상시켜 주는 동시에 이를 바탕으로 신규 분석 장비 개발의 기술적 도약을 이끌 것으로 예상됨  
We expect this combination of the organic molecular cluster ion beam generated by MPI and ToF-SIMS to greatly expand the field of surface analysis. Given the advantage of organic molecular cluster ion beams for ToF-SIMS analysis, the present work provides new insight into primary cluster ion beams produced by photoionization.



유기분자 클러스터 이온빔과 결합된 비행시간측정 이차이온  
질량분석기  
General schematic diagram of ToF-SIMS with the organic  
molecular cluster ion beam apparatus



클러스터의 크기에 따른 시료 이차이온의 모분자대 조각이온-  
비율의 결과  
Sum of fragments-to-parent ion ratio as a function of  
the energy per nucleon



## 국내/국제협력 현황

### Domestic & International Networks



#### 국내협력

##### 서울

성균관대학교  
고려대학교  
홍익대학교  
세종대학교  
광운대학교  
(주)센테크놀로지  
(주)풍산  
이화여자대학교  
한국건설생활환경시험연구원  
법무법인 안세  
국립과천과학관  
한국여성과학기술인지원센터  
한국과학창의재단  
한양대학교 산학협력단  
경희대학교  
한성백제박물관  
국방부 유해발굴감식단  
한국투명성기구  
연세대학교 의료원  
국방부 유해발굴감식단  
인술주식회사  
KDB산업은행

##### 인천

극지연구소  
국립환경과학원

##### 경기도

· 고양  
국립암센터  
· 성남  
KOTITI 시험연구원

##### 강원도

· 춘천  
강원대학교  
· 영월  
영월청정소재산업진흥원  
한국메탈실리콘  
· 원주  
국립과학수사연구원

##### 충청북도

· 충북  
오송첨단의료산업진흥재단  
WISE충북지역사업단  
(사)충북우수중소기업협의회  
· 청주  
충청북도  
충북대학교  
충북창조경제혁신센터  
충북지방중소기업청  
(사)중소기업기술혁신협회충북지회  
국가과학기술인력개발원  
청주시청  
UST-그린광학  
· 청원  
충북테크노파크

##### 충청남도

· 세종  
국가과학기술연구회  
세종특별자치시교육청  
· 아산  
순천향대학교  
· 공주  
공주대학교  
· 천안  
호서대학교

##### 대전

한국과학기술원  
충남대학교  
한남대학교  
한국생명공학연구원  
국립중앙과학관  
(사)한국분석과학기기협회  
한국지질자원연구원  
대전광역시  
한밭대학교  
(주)메디스커브  
(주)바이오니아  
대전유성소방서  
솔젠트(주)  
국립문화재연구소  
GRAST  
한국한의학연구원  
한국표준과학연구원  
안정성평가연구소

##### 전라북도

· 전주  
전북대학교

##### 전라남도

· 광주  
조선대학교  
호남대학교  
전남대학교  
광주광역시  
세계김치연구소  
광주과학기술원(GIST)

##### 경상북도

· 포항  
포항가속기연구소  
· 대구  
경북대학교  
대구광역시  
대구경북첨단의료산업진흥재단  
국립대구과학관

##### 경상남도

· 부산  
동의대학교  
부산대학교  
부산과학기술협의회  
부산광역시  
· 창원  
한국전기연구원

##### 제주도

· 제주  
세계유산한라산연구원

#### 국제협력

##### 슬로베니아 Slovenia

요제프스테판연구소 JSI

##### 덴마크 Denmark

비도어병원 AHH

##### 그리스 Greece

국립과학연구소 데모크리토스 NSCR Demokritos

##### 독일 Germany

막스플랑크태양계연구소 MPS

##### 체코 Czech

과학장비연구소 ISI  
카렐대학교 UK  
ELI 빔라인 ELI-FZU  
힐라세센터 HILASE

##### 아랍에미리트 UAE

칼리파대학 KU

##### 일본 Japan

오사카대학교 Osaka Univ.  
이화학연구소 RIKEN

##### 베트남 Vietnam

베트남인증센터 QUACERT

##### 싱가포르 Singapore

생물공정기술연구소 BTI

##### 미국 USA

천문연구대학연합 AURA  
국립고자기장연구소 NHMFL  
아리조나대학교 UOA

##### 호주 Australia

울런공대학교 UOW

##### 유럽 연합회 European Commission

유럽과학재단 ESF

대덕본원 및 지역센터 연락처

Contact Information

대덕본원

Daedeok Headquarters

34133 대전광역시 유성구 과학로 169-148  
169-148, Gwahak-ro, Yuseong-gu, Daejeon, Korea [34133]  
Tel. 042-865-3500  
Fax. 042-865-3935

오창센터

Ochang Center

28119 충청북도 청주시 청원구 오창읍 연구단지로 162  
162, Yeongudanji-ro, Ochang-eup, Cheongwon-gu, Cheongju-si,  
Chungcheongbuk-do, Korea [28119]  
Tel. 043-240-5001  
Fax. 043-240-5029

서울센터

Seoul Center

02841 서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 자연계캠퍼스 내  
Natural Science Campus, Korea Univ, 145, Anam-ro, Seongbuk-gu,  
Seoul, Korea [02841]  
Tel. 02-6943-4100  
Fax. 02-6943-4108

부산센터

Busan Center

46742 부산광역시 강서구 과학산단1로60번길 30  
30, Gwahaksandan 1-ro 60beon-gil, Gangseo-gu,  
Busan, Korea [46742]  
Tel. 051-974-6101~3, 6108  
Fax. 051-974-6116

대구센터

Daegu Center

41566 대구광역시 북구 대학로 80 경북대학교 내  
Joint Experiment & Practice Hall, Kyungpook National Univ, 80,  
Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, Korea [41566]  
Tel. 053-959-3404  
Fax. 053-959-3405

광주센터

Gwangju Center

61186 광주광역시 북구 용봉로 77 전남대학교 내  
Chonnam National Univ, 77, Yongbong-ro, Buk-gu,  
Gwangju, Korea [61186]  
Tel. 062-530-0890  
Fax. 062-530-0519

전주센터

Jeonju Center

54907 전라북도 전주시 덕진구 건지로 20 전북대학교 병원 내  
Life Science Hall, Chonbuk National University Hospital, 20, Geonji-ro,  
Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, Korea [54907]  
Tel. 063-711-4517  
Fax. 063-270-4308

춘천센터

Chuncheon Center

24341 강원도 춘천시 강원대학길 1 강원대학교 집현관  
Jiphyueongwan, Gangwon National Univ, 1, Gangwondaehak-gil,  
Chuncheon-si, Gangwon-do, Korea [24341]  
Tel. 033-250-7275  
Fax. 033-255-7273

서울서부센터

Western Seoul Center

03759 서울특별시 서대문구 북아현로 150 이화여자대학교 산학협력관  
Coporate Collaboration Center, Ewha Womans Univ, 150,  
Bugahyeon-ro, Seodaemun-gu, Seoul, Korea [03759]  
Tel. 02-6908-6211