



**KBSI ANNUAL REPORT 2021**

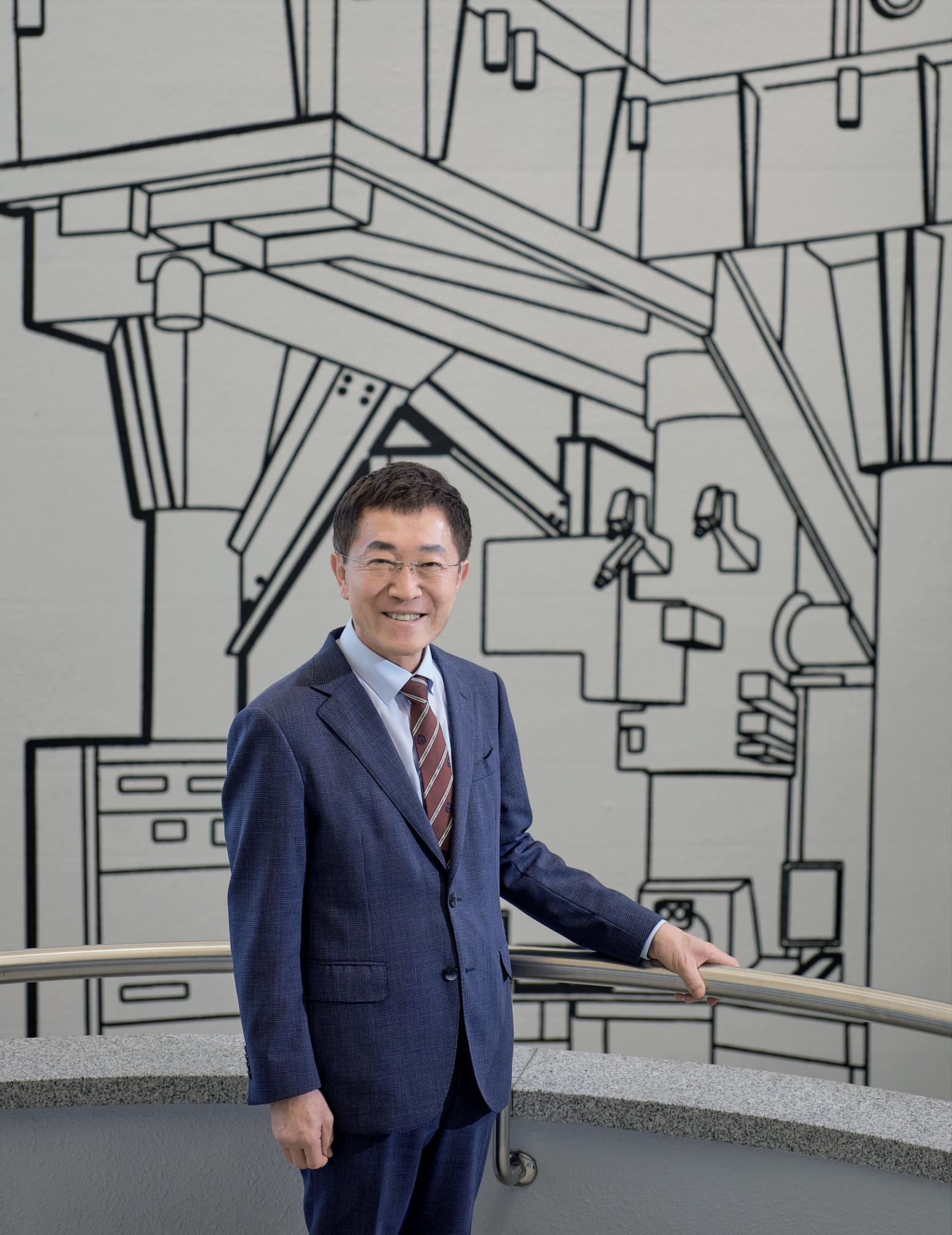
---

과학기술의 발전과 국민행복을 창출하는  
세계적 수준의 분석과학 개방 연구원, KBSI

---

## Contents

06	발간사
08	일반현황
12	2021 KBSI 실적
16	2021 주요 경영성과
18	INTERVIEW
22	분야별 연구 및 주요성과 첨단 분석과학 연구 첨단 연구장비 개발·운영 지역센터 분석과학 연구
76	국가연구시설·장비 총괄관리
80	다목적방사광가속기 구축
82	산학연 협력체계 강화 및 분석과학 인력양성
86	부록



## 발간사 Greetings

한국기초과학지원연구원의 2021년은  
한걸음 도약하는 한 해였습니다.

기초과학은 자연현상의 원리에 대한 지식체계를 일컫는 말로서 공학이나 응용과학의 기반이 되는 순수 학문입니다.

최근 국가적으로 많은 난제에 봉착하여 기초과학의 중요성이 회자되고 있습니다. 2019년에 반도체 핵심 원료물질에 대한 일본의 돌발적인 수출규제가 있었고, 그 위기를 관련 소재·부품·장비를 국산화하는 각고의 노력으로 극복하는 과정에서, 또 지난 2년여 동안 코로나19 팬데믹을 헤쳐나오는 과정에서 기초과학의 중요성을 인지하게 된 것입니다. 이는 비단 과학기술계에 국한되는 것이 아니라 전 세계인의 인식변화를 가져오는 계기가 되었습니다. UN이 올해를 기초과학의 해로 정한 것이 좋은 방증이라고 하겠습니다. 과학기술 특히 기초과학이 한 국가의 흥망성쇠를 가름하고 나아가 인류의 생존 여부에도 지대한 영향을 미친다는 사실을 깨닫게 된 것이지요.

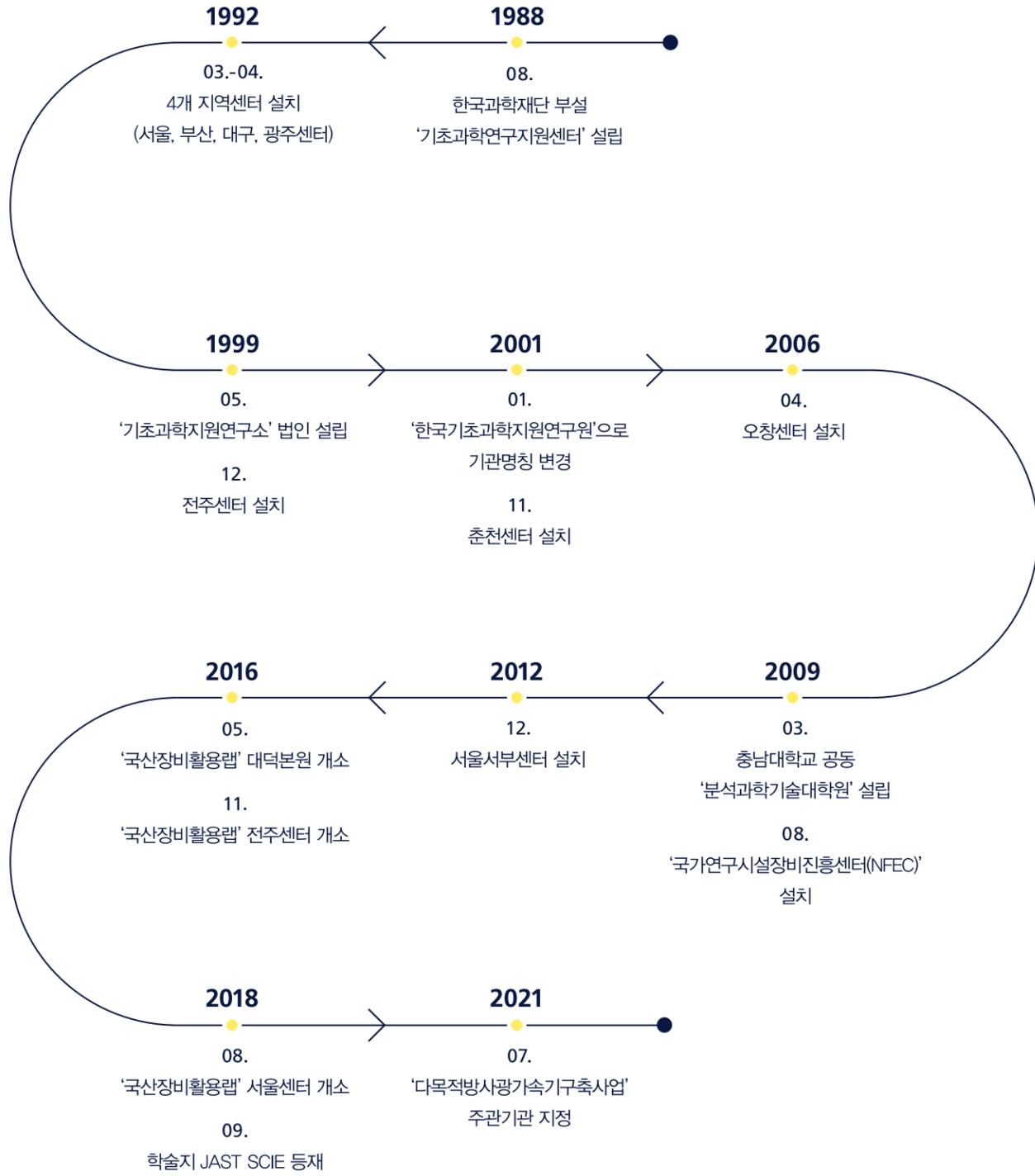
우리 한국기초과학지원연구원(이하 기초연)은 1988년 설립 이래 '국가과학기술 발전에 기반이 되는 기초과학 진흥을 위한 연구시설·장비 및 분석과학기술 관련 연구개발, 연구지원 및 공동연구 수행'의 임무를 수행하며, 지난해의 두 건에 이어 2021년에는 3건의 R&D 결과가 과학기술정보통신부의 '2021 국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되는 쾌거를 일궈냈습니다. '국산 3D 홀로토포그래피·인공지능 기술로 질환치료제 개발의 새로운 패러다임 제시', '구겨도 잘라도 작동하는 안전한 전고체 전지 기술', 'COVID-19 초고감도 신속진단기술'이 그들입니다. 이외에도 코로나19 팬데믹 사태해결을 위한 '코로나 진단 기밀 개발', '코로나 감염동물모델 최초 개발' 등의 연구를 통해 국민의 건강과 안전을 지키기 위한 노력을 게을리 하지 않았습니다.

한 가지 특기하고 싶은 일은 2021년 7월, 기초연은 정부로부터 바이오, 신약, 의료, 첨단소재, 에너지 등 신성장산업 육성에 널리 활용되는 기초과학기술 분야의 핵심기반시설인 4세대 다목적방사광가속기 구축주관기관으로 지정된 것입니다.

이를 기점으로 우리연구원은 첨단연구장비뿐만 아니라 국가적 대형연구시설 중심기관으로 도약하여 그간 축적한 연구역량을 바탕으로 '연구지원 및 공동연구', '분석과학기술 연구 및 국산장비 개발', '창의적인 연구산업 전문인재 양성' 등 우리의 국가적 역할을 더욱 충실히 수행함으로써 국가 과학기술발전과 국민행복 창출에 최선을 다할 것을 약속드리겠습니다.

한국기초과학지원연구원장 신형식

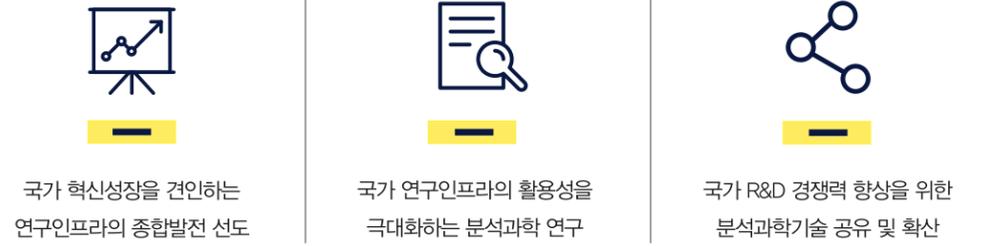
연혁



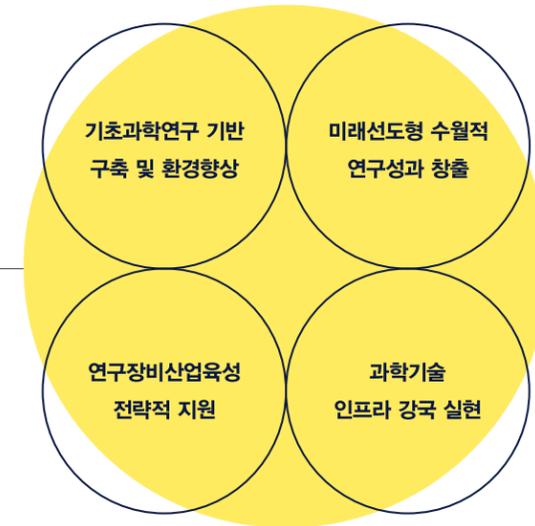
임무와 비전



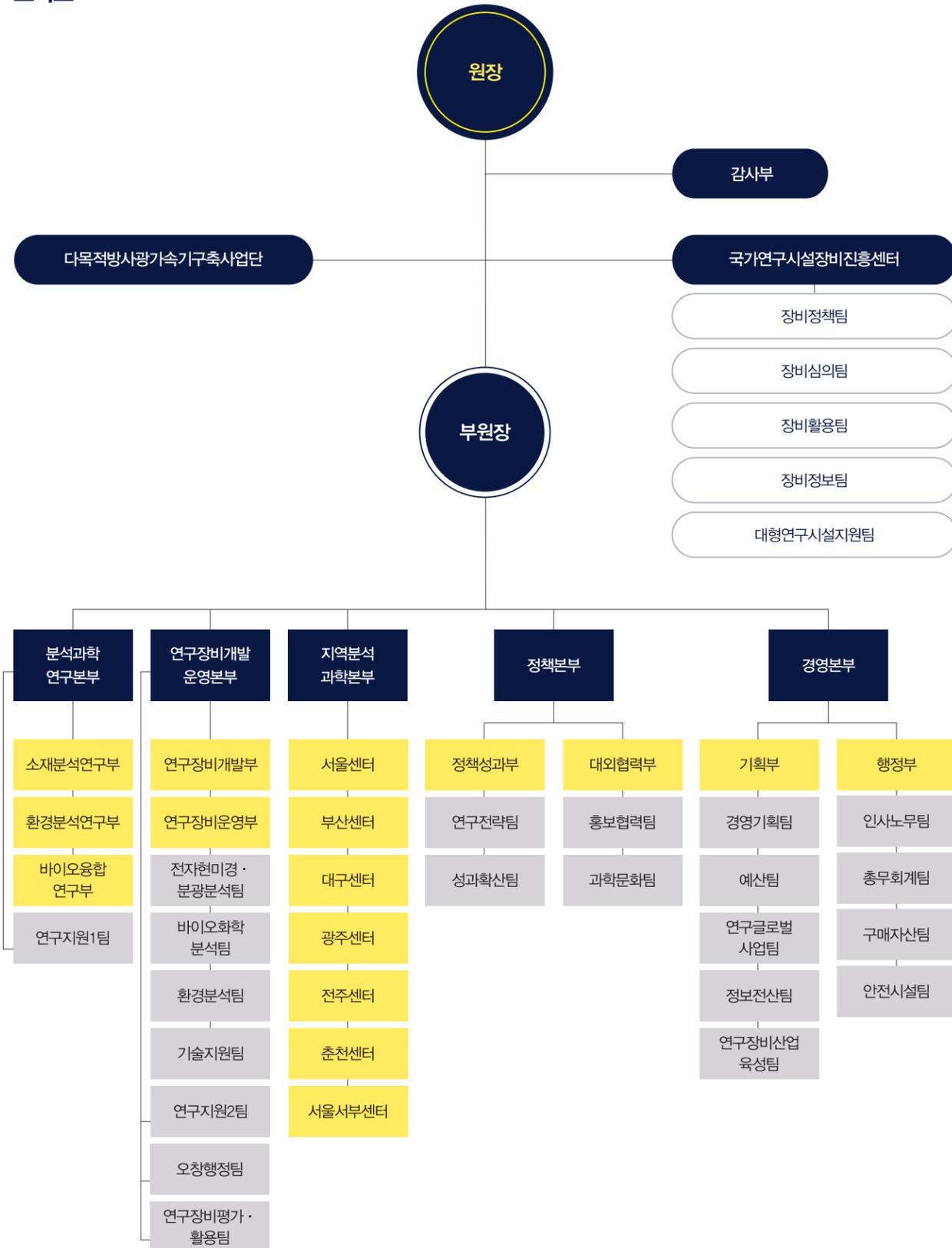
핵심역할



핵심전략



## 조직도



## 인력현황

(단위 : 명)

임원	연구직	기술직	행정직	전문직	관리직	합계
1	164	75	48	56	48	392

## 장비현황

(단위 : 점, 백만원)

구분	대덕본원	오창센터	지역센터						합계	
			서울	부산	대구	광주	전주	춘천		서울서부
장비	134	208	66	51	33	45	26	19	39	621
금액	71,287	112,231	27,298	23,085	11,183	15,960	11,290	5,211	20,759	298,303

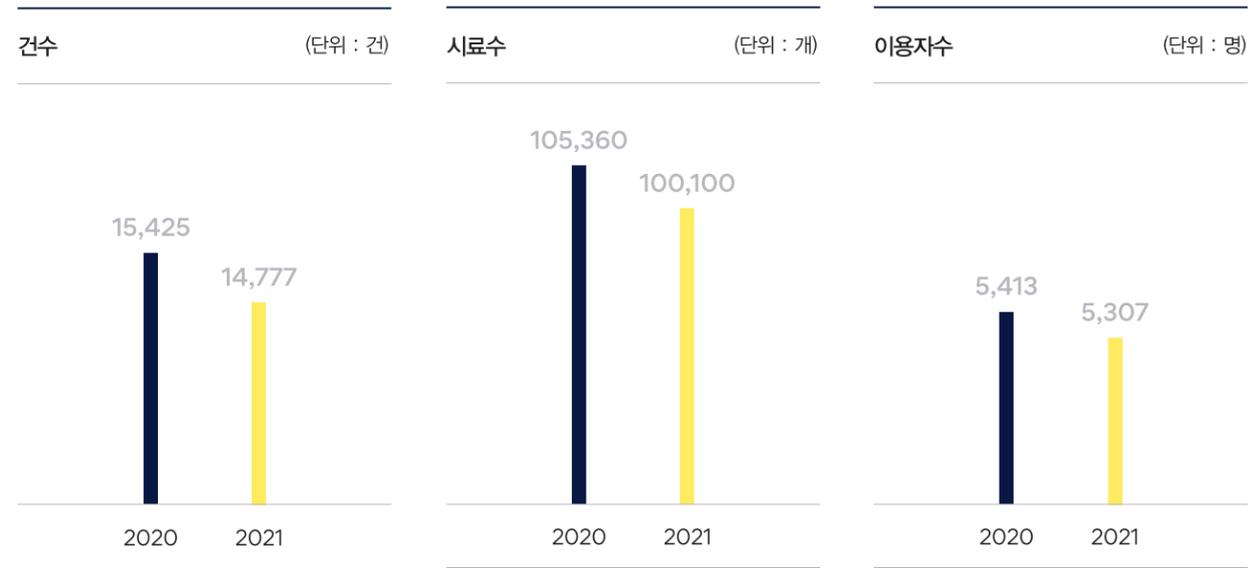
\*기준 : NTIS 등록기준, 도입가격 3천만 원 이상

## 예산현황

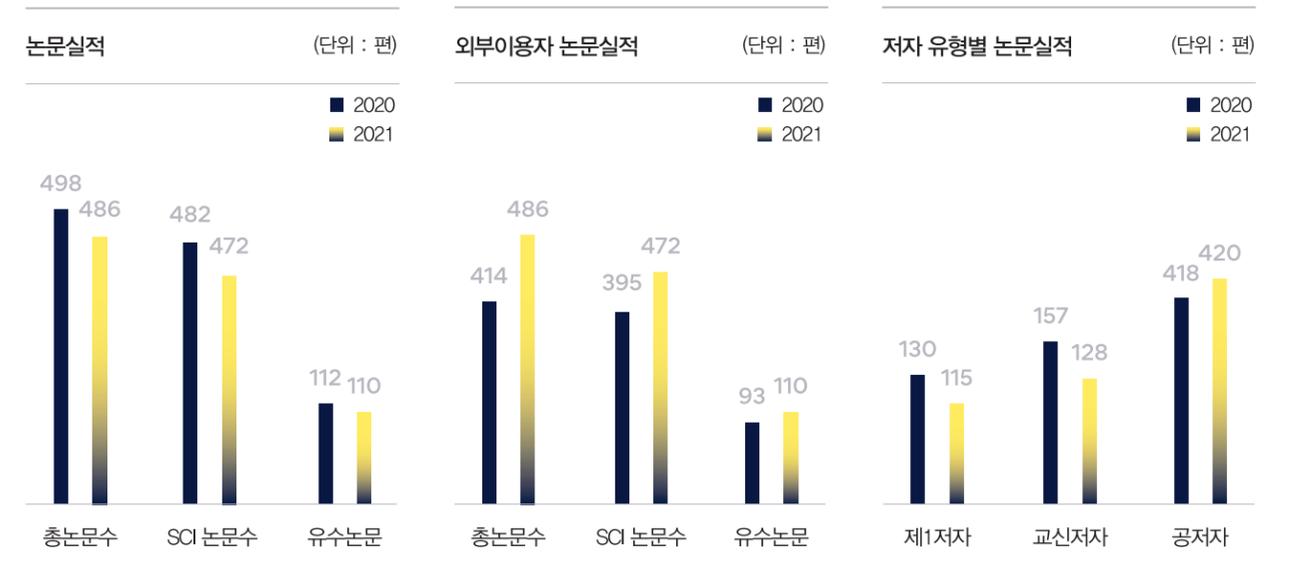
(단위 : 백만원)

수입		지출	
구분	금액	구분	금액
정부출연금	79,900	인건비	31,110
기관운영비	25,338	총액인건비	26,355
주요사업비	44,940	법정부담금	2,539
시설비	9,622	퇴직급여충당금	2,216
차입금상환	-	연구직접비	66,629
자체수입	37,590	주요사업비	43,861
정부수탁	23,942	정부수탁	17,566
민간수탁	2,808	민간수탁	2,003
기타연구사업	685	기타연구사업	685
기술지원	9,322	기술지원	2,514
기술료	316	경상운영비	7,404
기타	517	시설비	10,251
전기이월	2,715	기타	1,555
		차기이월금	3,256
<b>합계</b>	<b>120,205</b>	<b>합계</b>	<b>120,205</b>

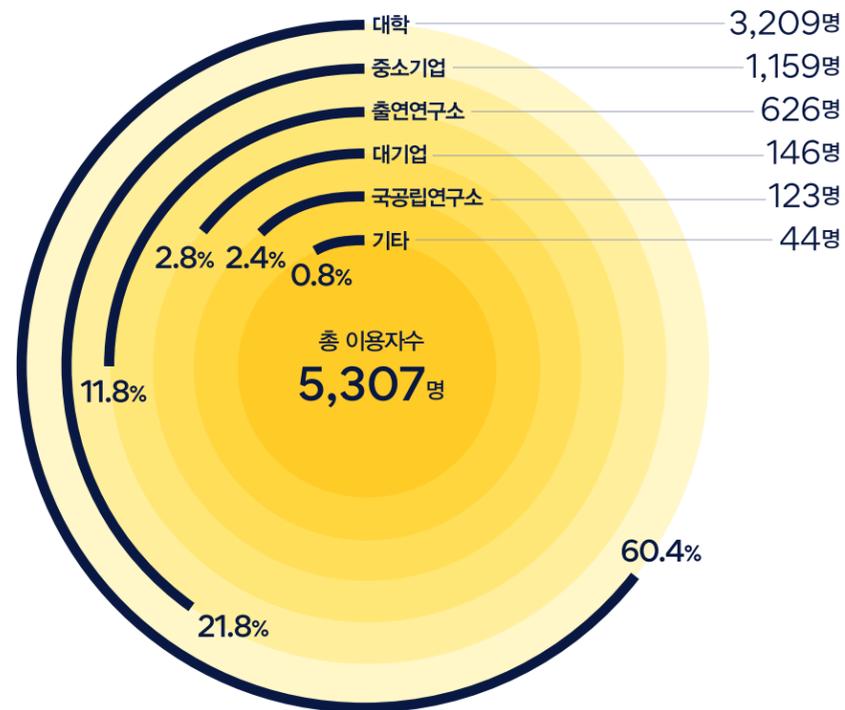
분석지원 현황



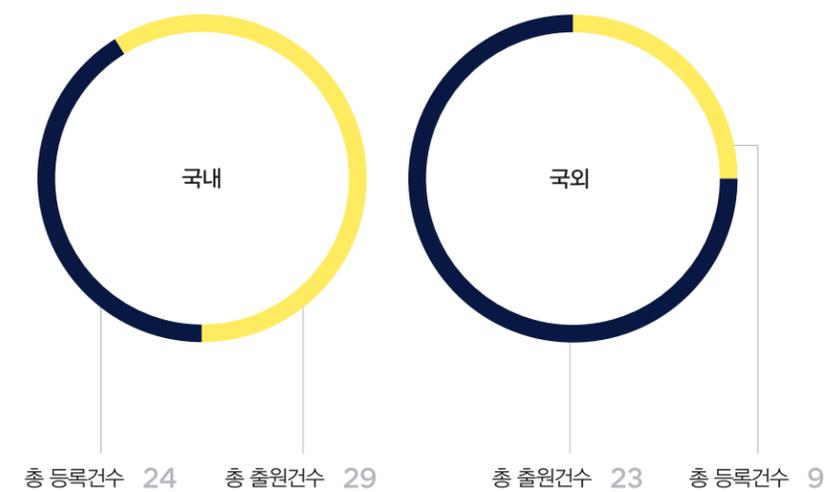
논문실적



분석지원 이용자분포 현황



특허실적



기술이전실적



## 국내협력 현황 (2021년 신규체결 : 8건)

### 기관장 협약

**충북대학교**  
'21. 01. 19.  
첨단연구장비와 대형연구시설 구축 및 활용을 위한 협력

**전주시, 전북대학교**  
'21. 03. 05.  
그린 뉴딜과 신남방 국가 진출 추진 협력

**한국에너지기술연구원 등 18개 기관**  
'21. 04. 26.  
2050 탄소중립 실현을 위한 다자간 업무협약

**연세대학교**  
'21. 06. 18.  
학연 협동연구 석박사학위 과정 설치 및 상호협력

**국립암센터**  
'21. 06. 24.  
바이오융합연구분야 연구협력 및 인적교류를 위한 상호협력

**고려대학교(주요부서 : 가속기과학과)**  
'21. 07. 28.  
대형 연구시설 구축 활용을 위한 공동연구 및 인력양성 상호협력

**기초과학연구원, 한국항공우주연구원,  
한국과학기술정보연구원, 한국핵융합에너지연구원**  
'21. 10. 05.  
출연(연) 부패방지 교류협의회 공동협력

**광주광역시, 울산광역시, 강원도**  
'21. 11. 12.  
고자기장 연구개발 인프라 구축 및 사업화를 위한 국가 고자기장 연구 인프라 구축

### 기타 연구부서 협약

**광주센터**  
• 창원대학교(신학협력단) / 3년  
BK21뉴시니어 교육연구단 업무협약  
  
• 에스코어(재)한국조선해양기재연구원,  
제주대학교(신학협력단) / 3년  
조선도모터 상용화연구와 선박실증을 위한 협력

**부산센터**  
• 부산대학교 / 3년  
미래자동차 혁신 공우대학 교육플랫폼  
및 산학연 협력

**춘천센터**  
• (주)세바바이오텍, (주)커스토젠, (주)지력스,  
(주)하울바이오, (주)마이디플러스 / 3년  
지오경제 발전 및 연구협력 활성화를 위한  
상호협력  
  
• (재)춘천메디칼허브연구소 / 3년  
지역경제 발전 및 연구협력 활성화를 위한  
상호협력  
  
• KIST(천연물연구소), 한국생산기술연구원  
(강원지역본부), (주)옵트바이오 / 1년  
강원지역 출연(연) 3개 기관과 (주)옵트바이오  
연구 협력  
  
• 강원대학교 KIST(강릉분원),  
(재)춘천바이오 산업 진흥원 / 3년  
4단계 BK21(두뇌한국 21)사업 업무 협약  
  
• 한국산업단지공단(강원지역본부) / 3년  
강원권 기업지원 활성화를 위한 상호협력  
  
• 한국산업단지공단(강원지역본부),  
KIST(천연물연구소), KIST(강원지식플라자),  
한국생산기술연구원(강원지역본부) / 3년  
강원도 신산업 기술지원분야 정책지원협의회  
구성 및 업무협약

## 국제협력 현황





### ① '다목적방사광가속기 구축사업' 주관기관 지정

산업 R&D 지원 및 선도적 기초·원천연구 지원을 위한 세계 최고 수준의 다목적방사광가속기 구축사업 추진(2021.7.~2027.6.(6년간))

#### <주관기관 지정 과정>

- 대형연구시설기획연구단 프로젝트 조직 신설('19.8.) /KBSI 가속기 운영발전위원회 구성·운영('19.12.~, 총3차 개최)
- 예타 조사기획보고서 작성 지원('19.12.~) → 방사광가속기 개념설계 기획 참여('20.1.~) → 충북 유치계획서 작성 지원('20.4.~5.)
- 충북 오창 부지 확정('20.5.8.) → 예타 이전 기술성 평가 지원('20.5.14.~ 6주간) → 예타 대응 지원('20.12.~'21.4.) 및 결과 발표('21.4.30.)
- 사업수행 주관기관 최종 지정('21.7.16.)

### ② 2021 '국가연구개발 우수성과 100선' 3건 선정

과학기술정보통신부와 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 발표한 2021년도 국가연구개발 우수성과 중 '생명·해양', '정보·전자', '융합기술' 분야에서 각 1개씩 우수성과 선정

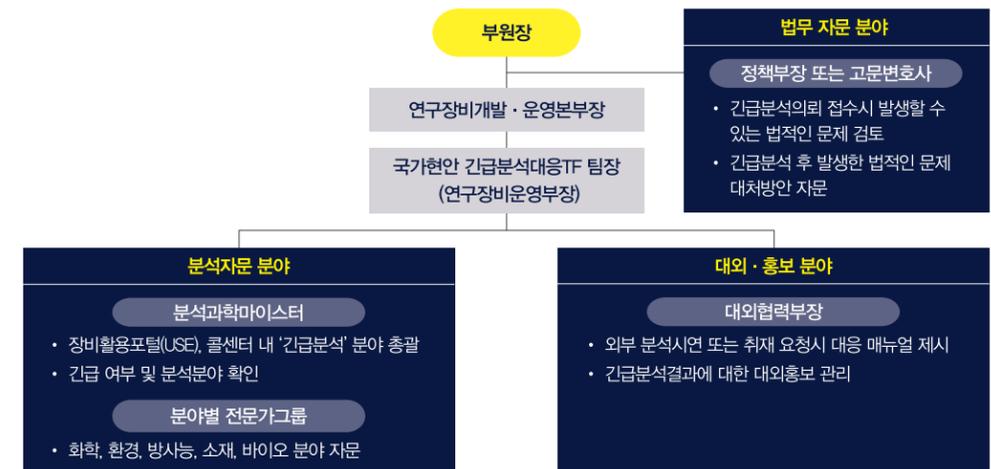
\* 2년 연속 총 5건('20년 2건, '21년 3건)우수성과 선정

#### <2021년도 분야별 우수성과>

- 생명·해양분야 : '국산 3D 홀로토포그래피 인공지능 기술로 질환 치료제 개발의 새로운 패러다임을 제시하다' (이성수 책임연구원)
- 정보·전자분야 : '구겨도, 잘라도 작동하는 안전한 전고체 전지' (김해진 책임연구원)
- 융합기술분야 : 'COVID-19 초고감도 신속진단기술 개발' (김승일 책임연구원)

### ③ '국가현안 긴급분석대응 TF' 신설·운영

신종 감염병, 환경·방사능 등 국가·사회적으로 중요한 분석의뢰에 대한 기관 차원의 신속 판단·대응 체계 구축



### ④ 실패를 용인하는 도전적·창의적 연구환경 조성

공개 세미나 방식의 수요 기반 과제공모를 통해 도전형 연구과제인 **분석impossible 과제\*** 발굴 및 분부 간 융합연구 활성화

\***분석impossible 과제** : 분석한계를 뛰어넘는 고난도 분석기술 개발을 통해 국가적 R&D 난제 극복에 필요한 기반기술 제공을 목적으로 한 연구과제



분석impossible 과제 선정평가 공개세미나('21.5.)

# INTERVIEW I

## ‘2021년 KBSI인상’의 주인공 김승일 책임연구원

### 감염병 극복을 위한 노력, CEVI 융합연구단

CEVI 융합연구단은 메르스, 사스와 같은 신종 바이러스가 발현했을 때 신속하게 대응할 수 있는 기술을 연구하기 위한 연구단이다. 2016년에 여러 출연연구소가 모여 출범된 CEVI 융합연구단은 감염병과 관련된 다양한 지식, 연구 이력을 지닌 연구자들이 모여 있다. 김승일 박사가 연구하던 주제는 흔히 슈퍼박테리아라 불리는 항생제에 내성이 강한 균들이었으며, 기존에 했던 연구들이 감염병과 유사한 형태를 가지고 있다는 판단에 CEVI 융합연구단에 합류하게 되었다.

### 높은 민감도를 자랑하는 바이오센서

‘2021 국가연구개발 우수성과 100선’에 선정된 김승일 박사의 연구성과인 ‘COVID-19 초고감도 신속진단기술 개발’은 코로나19의 감염 여부를 바이오센서를 활용해 확인하는 기술이다. 현재 바이러스 감염을 확인하는 진단법에는 정확하지만 시간이 걸리는 PCR 검사법과, 빠르지만 정확도가 낮은 항원-항체 검사법이 있는데, 김승일 박사와 연구팀은 바이오센서를 활용해 이러한 두 가지 검사법의 장단점을 극복한 새로운 형태의 검사법을 개발해 냈다.



## 2021 KBSI인상 수상, 뜻깊은 2021년을 보내며 .....

김승일 박사는 그간의 노력과 이번 성과를 인정받아 2021 KBSI인상을 수상했다. KBSI인상은 KBSI에서 탁월한 연구업적을 달성한 이들에게만 주는 특별한 상으로 김승일 박사 역시 30년이 넘는 연구원 인생에서 처음 받아보는 상이지만, 그는 수상의 영광을 함께 연구에 힘쓴 동료와 후배들에게 돌렸다. 김승일 박사에게는 개인적으로나 연구적으로나 2021년은 참 뜻깊은 해였다고 했다.

“5월에는 첫째 아이가 결혼을 했고, 2020년에 이어 코로나 연구가 지속된 한 해였습니다. 저희 팀의 연구 과제였던 바이오 센서가 소기의 성과를 거둔 해이기도 하죠. 성과를 확인한 1년이기도 했지만, 기초연구와 상용화 간에 존재하는 많은 차이를 절감한 시기이기도 해요.”

김승일 박사는 KBSI가 지금까지처럼 연구 분석 장비 활용에만 집중하지 않고, 연구자의 연구 역량을 강화하는 방향으로 나아가야 한다고 말했다. 그와 함께 최근 출연연구원이 국가적 차원의 사회문제해결을 주요 연구주제로 요청받는 상황이라 후배들이 기초연구뿐만 아니라 응용연구나 실용화 연구를 하는 이들과의 교류도 많이 해주었으면 좋겠다는 당부를 전했다. 그리고 이 모든 일을 뒤에는 융합연구가 있다는 말도 했다.

수많은 과학기술의 밑바탕이 될 ‘COVID-19 초고감도 신속진단기술 개발’이 성공적으로 마무리될 수 있었던 원동력을 김승일 박사는 융합연구의 힘이라고 단언했다. “다양한 기초 과학 연구자들의 힘이 모아졌을 때, 보다 다양한 시선과 도전이 가능해진다”라며 융합의 힘을 강조한 그는 “활발한 후속연구로 이번 연구가 다양한 결실을 맺길 소원한다”라고 전했다.

## INTERVIEW II

### 분석과학 마이스터

분석과학 마이스터 제도는 기초과학 연구지원의 토대가 되는 분석과학 분야 육성을 위해 설립되었다.

KBSI는 분석과학 마이스터가 국내 최고, 세계적 수준의 역량을 유지하면서 분석기술 노하우를 전수·공유할 수 있도록 지원하고 있다.

#### 1. 분석과학 마이스터 선정기준

- 분석과학 연구분야에서 최고 수준의 역량을 보유하고 있다고 내외적으로 인정받은 자  
- 분석과학 연구자 중 그동안 시도되지 않았던 새로운 분석법 개발과 기존 분석법의 정확도 및 정밀도 향상에 기여한 공로를 인정받은 자

#### 2. 분석과학 마이스터 활동사항

- 마이스터 선정 후 분석기술 노하우를 전수·공유할 수 있는 프로그램 개발 (연간 교육, 교재저술, 표준화 활동, 교류회 활동 등)  
- 분석과학 생태계 활성화, 국내외 기술교류 활동 수행  
- 분석과학 아카데미 강의활동

#### 3. 2021 분석과학 마이스터 선정자

배종성 책임연구원 | 지역분석과학본부 부산센터

- X-선 광전자 분광분석(XPS) 분야 분석법 개발 및 교육  
- 표면분석법을 활용한 불량측정 등 산학연 애로기술 해결



### 배종성 책임연구원

'KBSI 분석과학 마이스터' 선정을 축하드립니다. 선정에 대한 간단한 소감 부탁드립니다.

2005년에 KBSI에 입사하여 X-선 광전자 분광기라는 장비를 처음 운영하게 되면서 표면분석 관련 일을 시작하게 되었고 18년 재직 기간동안 표면분석이라는 한 우물을 팔수 있도록 기관 차원에서 많은 지원을 해주셨기에 현재의 제가 광전자 분광분석 분야의 마이스터가 될 수 있었습니다. 저에게는 분석과학 분야의 마이스터라는 직함을 달 수 있어 영광이지만 한편으로는 저에게 주어진 직함에 맞는 일들을 잘 수행해 나갈 수 있을지 걱정도 앞섭니다.

박사님께서 생각하시는 '분석과학 마이스터'란 무엇이며, 이번 분석과학 마이스터 선정이 박사님께 어떤 의미가 있는지 궁금합니다.

분석이란 사전적 의미가 '엮혀 있거나 복잡한 것을 풀어서 개별적인 요소나 성질을 밝히는 것'인데 분석과학이라고 하는 것은 실험 결과를 도출하는 측정에서부터 측정하기 위한 시료의 준비과정, 측정방법 연구 및 측정 결과의 해석, 그리고 이들을 수행하기 위한 분석장비 개발까지를 포괄적으로 포함하는 과학기술분야입니다. 분석과학 마이스터는 단순한 트레이닝 과정을 통해서 습득한 장비운영자가 아닌 누구나 신뢰할 수 있는 측정 결과를 도출하고 해석을 통한 문제해결을 위한 분석 역량을 갖추고 있으며, 그동안 습득한 분석관련 노하우를 바탕으로 분석과학기술 개발 및 장비 운영에 관한 전문적인 인력을 양성할 수 있는 연구자와 산업체의 솔루션을 안내하는 애널리스트라고 생각합니다. 분석과학 마이스터 선정이 저에게는 광전자 분광분석이라는 한 분야에서 꾸준히 업무를 수행해 온 것에 대한 보상이라고 생각하며 광전자 분광분석 분야의 전문가로서 인정을 받았다는 것에 의미를 둘 수 있었습니다.

국내 광전자 분광분석 분야의 경쟁력 확보에 크게 기여 할 수 있도록 노력하겠습니다.

이번 선정이 단기간의 성과에 대한 것이 아니라, 수십 년 축적된 경험과 노하우에 대한 선정일 텐데요, 박사님의 지난 수십 년을 돌아보며 분석에 대한 경험과 노하우 등 선정에 대한 배경을 간단히 설명 부탁드립니다.

2005년부터 현재까지 광전자 분광분석과학 분야 연구를 수행하여 분석기술에 관한 노하우를 축적하였고 대학, 연구소, 중소기업, 대기업의 소재 및 소재 관련 연구개발을 위한 애로사항과 불량들에 관한 상담과 분석을 통한 테크노 닥터 역할을 수행하였습니다. 또한 분광분석 분야 인력양성을 위한 교육과 강연을 통하여 표면분석 기술이 국내의 첨단 산업과 연구에 활용되도록 하는데 기여를 하였고 관련 국내의 산업체, 연구기관, 대학의 전문가들이 모여 관련 최신 기술을 공유하고 활용방안을 토의하는 표면분석 측정클럽 활동을 통하여 광전자 분광분석 분야의 발전에 기여 한 점이 선정 배경이 되지 않았나 생각합니다.

'KBSI 분석과학 마이스터' 제도 또는 후대 마이스터가 지향해 나가야 할 방향에 대한 의견을 부탁드립니다.

국내 최고 수준의 분석능력에 자만하지 말고 세계적인 수준의 분석능력을 확보하기 위해서 한계돌파형 분석과학 기술 개발 분야에 집중하여 국내·외 적으로 인정 받을 수 있는 분석과학자가 되기 위해 노력을 아끼지 말아야 할 것입니다.

'분석과학 마이스터' 선정 후 주어지는 기관의 지원 등을 통해 향후 어떤 활동을 계획 중이신지 소개 부탁드립니다.

표면분석 연구분야에서 광전자 분광분석 분야는 물성 분석의 확고한 자리를 차지하고 있고, 이를 통하여 전자 구조 및 화학적 상태에 대한 분석 분야는 산·학·연 모든 연구자들에게 매우 중요한 분석 대상이기 때문에 분석과학 마이스터 활동을 통해서 표면분석 분야의 경험과 전문성, 그리고 최근 연구의 흐름을 잘 파악하여 타 학문 분야와의 융합과 시너지를 낼 수 있는 연구 역량 및 인력 양성을 위해서 교육프로그램 활성화, 교재 집필, 관련 학회 활동을 통한 노하우 교류 활성화, 그리고 광전자 분광분석 분야 전문가 협의체 구성 및 운영을 통한 기술 교류를 통해 국내 광전자 분광분석 분야의 경쟁력 확보에 크게 기여 할 수 있도록 노력하겠습니다.



## 분야별 연구 및 주요성과

Research & Achievements

### 첨단 분석과학 연구

- 소재분석연구 분야
- 환경분석연구 분야
- 바이오융합연구 분야

### 첨단 연구장비 개발·운영

- 연구장비 개발 분야
- 연구장비 운영 분야

### 지역센터 분석과학 연구

한국기초과학지원연구원은 소재, 환경, 바이오 분야의 미래선도형 분석과학 원천기술 개발을 통해 세계적인 연구경쟁력 확보를 목표로 하고 있습니다. 또한 분석과학연구를 통해 소재 국산화, 안전한 생활환경 조성, 질병 예방 및 극복 등 국가 및 사회문제 해결에 주력하고 있습니다.

**첨단 분석과학 연구**  
Advanced Analytical  
Science Research

**태양광으로 안정적 · 고효율  
수소 생산하는 광촉매 개발**

Efficient photocatalytic production of hydrogen  
by exploiting the polydopamine-semiconductor interface

김해진  
책임연구원 · 교신저자

**활용장비**

차세대 융복합 인시츄 나노분석시스템

**저자명**

김해진(교신저자,KBSI), 김연호(교신저자/제1저자,인천대),  
이머슨(제1저자,Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu),  
김희진(공저자,KBSI), 최경순(공저자,KBSI),  
장재혁(공저자,KBSI), 송민영(공저자,KBSI)

**게재지 (IF/게재일자)**

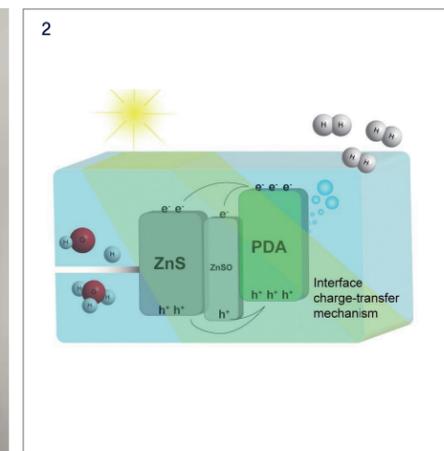
Appl. Catal. B-Environ, (IF : 19.503 / 2021.01.01.)

**연구내용**

태양광을 이용해 수소를 고효율로 생산하는 생체고분자 기반 광촉매를 개발했다. 이 광촉매는 황화아연 반도체(ZnS) 나노막대기에 생체고분자 물질인 폴리도파민을 나노미터 수준으로 균일하게 코팅한 '생체고분자 · 반도체' 복합체로써, 기존 반도체(ZnS) 촉매 대비 2배 이상의 수소 생산능력과 뛰어난 광안정성을 보였다. 광촉매 1g을 이용하면 시간당 48.5mL의 수소 기체를 생산할 수 있다. 이는 기존의 반도체(ZnS) 촉매 대비 최대 220% 증가된 것으로, 연구팀은 '생체고분자/반도체'의 계면을 정확하게 분석하고 그 특성을 제어함으로써 생산효율을 극대화할 수 있었다. 또한, 24시간 동안 빛에 노출된 후에도 약 78%의 수소 생산 효율을 유지하는 광안정성을 보였다. 본래 황화물 기반 반도체는 매우 낮은 광안정성을 갖지만, 생체고분자 물질인 폴리도파민과 접합하여 수소생산효율과 광안정성이 동시에 개선될 수 있음을 확인하였다.

**기대효과**

이번 연구는 수소 생성이란 하나의 연구 목적을 위해 서로 다른 분야에 사용되던 소재를 융합하여 새로운 가능성을 제시한 것으로, 다른 종류의 나노소재 · 광촉매 등에도 응용이 가능할 것으로 기대된다.



1 김해진 책임연구원  
2 생체고분자(PDA, 폴리도파민)/반도체(황화아연, ZnS)접합구조체를 이용한 고효율 전하-정공 분리 및 태양광 기반 수소 발생 광촉매 응용 모식도

## 서남일본 히다변성대 화성암과 변성암 저어콘의 우라늄-납 연대측정과 하프늄 동위원소 지구화학

Zircon U-Pb geochronology and Hf isotope geochemistry of magmatic and metamorphic rocks from the Hida Belt, southwest Japan

정창식  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

고분해능 이차이온질량분석기, 레이저식박 다검출기 유도결합플라즈마 질량분석기

### 저자명

정창식(교신저자,KBSI), 조동룡(제1저자,지질연), 이기욱(공저자,KBSI), 이신애(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

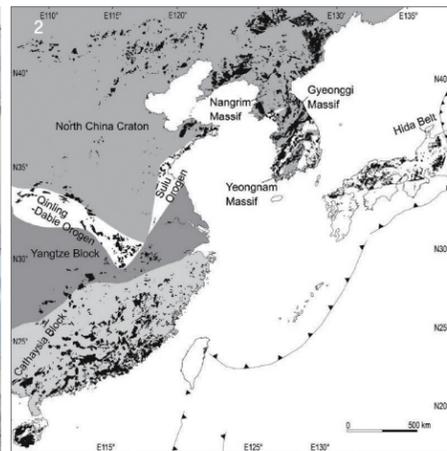
Geosci. Front. (IF : 6.853 / 2021.07.01.)

### 연구내용

한일 기반암 비교 분석을 위해 서남일본 히다 변성대 변성암과 화성암의 전암 화학조성 및 저어콘 U-Pb 광물 연대와 Hf 동위원소 조성을 분석하였다. 히다 저어콘에 대해서 페름기의 정치시기와 트라이아스기/쥐라기의 변성시기가 구해졌으며 이 연대와 지화학 자료로 볼 때 히다 변성대는 우리나라 영남육괴 외연과 지구조적인 연관성을 가지는 것으로 판단되었다. 히다 저어콘 Hf 동위원소 조성은 대륙연변부의 맨틀 개입과 지각 재순환을 반영한다.

### 기대효과

기반암의 동위원소 분석 자료는 생물학적 섭취 동위원소 자료를 해석하는 기초가 되므로 재난과학적/법과학적 연구를 위한 필수적 토대를 제공한다. 히다 저어콘 동위원소 조성자료는 앞으로 동아시아 지역에 대한 화산재해 및 법과학 연구에 귀중한 기초자료로 쓰일 것으로 기대된다.



1 정창식 책임연구원  
2 동아시아 지역  
현생 심성암 분포도

## 암세포 표적하여 형광 신호 내는 프로브 개발

Near-Infrared Fluorescent Probe Activated by Nitroreductase for *In Vitro* and *In Vivo* Hypoxic Tumor Detection

홍관수  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

현미 화학 분석 시스템, 초고속 유세포 자동 분리 시스템, 생체 광학이미징 시스템

### 저자명

홍관수(교신저자,KBSI), Jonathan L. Sessler(교신저자, UT System), Karan Sanu(제1저자,KBSI), 조미영(제1저자,KBSI), 이현승(제1저자,KBSI), 이훈재(공저자,KBSI), 박혜선(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

J. Med. Chem. (IF : 7.446 / 2021.03.25.)

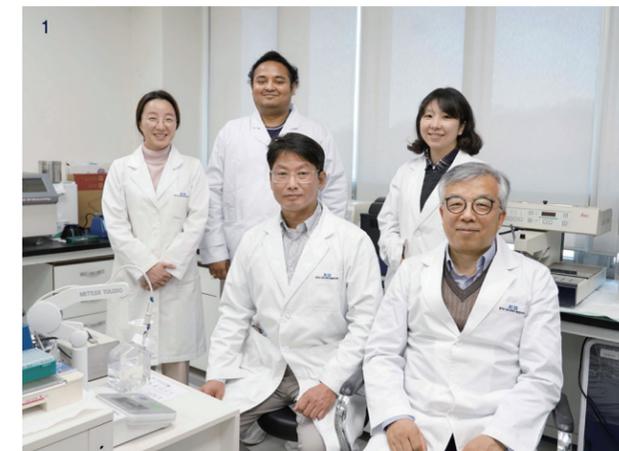
### 연구내용

종양 저산소증을 이용해 저산소증 상태에서 형광 신호가 높은 감도로 활성화되고, 종양 조직만을 선택적으로 표적하도록 설계된 근적외선 형광 프로브를 개발하였다.

프로브의 형광 신호는 정상 산소 상태 대비 저산소증 상태에서 20배 이상 증가하는 것을 시험관 및 세포 실험을 통해 확인하였다. 암에 걸린 동물모델에 정맥주사를 통해 프로브를 투여했을 때, 종양 조직에 프로브가 축적되고 형광 신호가 증대됨을 생체 광학 이미징 시스템을 통해 실시간으로 관찰할 수 있었다.

### 기대효과

생체 내 실시간 종양 진단 및 수술부위에 대한 정확한 유도과 같은 잠재적인 응용분야에 활용 될 것으로 기대된다.



1 공동 연구자  
(오른쪽 끝, 홍관수 책임연구원)  
2 Journal of Medicinal Chemistry誌  
표지논문 선정 및 게재

## 코로나 19 바이러스 항원 신속진단기술 개발

Development of a SARS-CoV-2-specific biosensor for antigen detection using scFv-Fc fusion proteins

**김승일**  
책임연구원 · 교신저자

### 저자명

김승일(교신저자,KBSI), 박창균(교신저자,KBSI), 김흥기(교신저자, 화학연), 김혜연(제1저자, KBSI), 김미정(제1저자, KBSI), 박순철(공저자, KBSI), 이원빈(공저자, KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

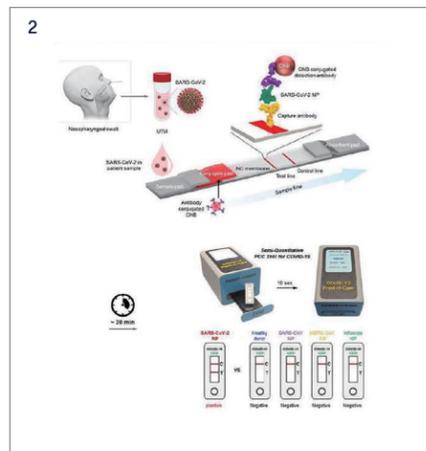
Biosens. Bioelectron. (IF : 10,618 / 2021.03.01.)

### 연구내용

코로나19 바이러스의 유전자 서열이 밝혀진 후 항원성을 나타내는 뉴클레오펙시드 단백질의 유전자를 나타내는 뉴클레오펙시드 단백질의 유전자를 클로닝하고, 항원 단백질을 고순도로 분리정제하여 phage display library로부터 코로나19 바이러스 항원에 특이적으로 결합하는 다양한 항체를 제작하였다. 채취한 검체 시료에 코로나19 바이러스가 존재하는 경우 바이러스 항원과 발색 나노입자를 포함한 항체의 결합 반응을 활용하여 육안으로 감염여부를 20분 내로 신속하게 판단하는 코로나19 항원 진단기술을 개발하였다.

### 기대효과

포스트코로나 신변종 감염병 발생시 조기 대응에 중요한 항원항체 기반 신속진단기술 플랫폼이 구축되어, 국가간급현안문제 감염병에 대한 선제적 대응이 가능할 것으로 기대된다.



1 김승일 책임연구원 (오른쪽)

2 검체 시료로부터 신속하게 코로나19 바이러스 항원(뉴클레오펙시드)을 검출하는 워크플로우

## 항생제 내성 슈퍼박테리아 신속 다중 분석키트 개발

Paper-based multiplex analytical device for simultaneous detection of Clostridioides difficile toxins and glutamate dehydrogenase

**한도경**  
선임연구원 · 제1저자

### 저자명

한도경(제1저자,KBSI), 최종순(교신저자,KBSI), 권요셉(교신저자,KBSI), 김달식(교신저자,전북대), 오정현(공저자,KBSI), 박주성(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

Biosens. Bioelectron. (IF : 10,618 / 2021.03.15.)

### 연구내용

항생제 내성 슈퍼박테리아 '클로스트리디오이데스 디피실(C.디피실)'은 치료제가 없어 감염 확산을 차단하기 위해서는 빠르고 정확한 조기 진단이 필요하다. 이를 위해 신속 검출이 가능한 고감도 다중 분석기술을 개발하고, 본 기술을 적용하여 현장에서 바로 슈퍼박테리아의 검출이 가능한 종이기반의 다중 검출키트를 개발 하였다.

개발된 다중 분석키트(mPAD)는 C.디피실 감염 의심 환자의 분변 시료를 키트에 떨어뜨리면, C.디피실 항원 1종(GDH)과 독소 2종(Toxin A, B)의 검출 여부를 동시에 육안으로 확인 가능하다. 10분 안에 단 1회 분석만으로도 슈퍼박테리아 감염 판별이 가능하며, 미량의 C.디피실 감염 시료 역시 고감도 신호 증폭을 통해 최대 1시간 안에 검출할 수 있어 기존의 3단계로 진행되던 표준검사법을 획기적으로 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

### 기대효과

진단 원천기술 확보 및 국산화의 가능성을 제시한 것으로, 바이오메디컬, 식품, 수질 분석 등 다양한 분야에서 응용이 가능할 것이다.



1 한도경 선임연구원(왼쪽) 권요셉 책임연구원(오른쪽)

2 다중 검출키트(mPAD) 항원 1종(GDH)과 독소 2종(Toxin A, B)이 검출됐음을 붉은 선을 통해 확인할 수 있다.

## 홍삼 사포닌 Rg3의 피부세포 역노화 기능 확인

Activation of Ca<sup>2+</sup>-AMPK-mediated autophagy by ginsenoside Rg3 attenuates cellular senescence in human dermal fibroblasts

**최중순**  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

발현 분석 시스템

### 저자명

최중순(교신저자,KBSI), 권호정(교신저자,연세대), 양경은(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

Clin. Transl. Med. (IF : 11,492 / 2021,08,06.)

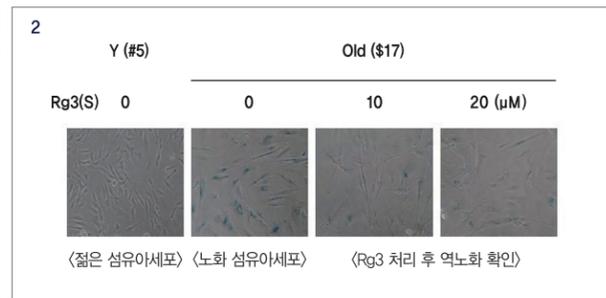
### 연구내용

사포닌 Rg3가 자가포식(Autophagy)을 유도함으로써 노화된 인간피부 섬유아세포가 역노화(Rejuvenation)되는 현상을 발견하고, 이를 분자 수준으로 규명하였다.

비수식 화합물의 표적단백질 결정법으로 구축한 '세포 열변화 분석기법(Cellular Thermal Shift Assay)'을 통해 Rg3가 세포 외막의 ORAI1이라는 칼슘이온 통로 단백질과 직접 결합하여 자가포식을 유도함으로써 역노화를 일으킨다는 것을 확인하였다. 노화가 진행되면 세포 내 불필요한 성분들이 쌓여 세포의 기능이 현저히 저하된다. 이러한 노화 피부세포에서 Rg3는 칼슘이온 통로인 ORAI1 단백질과 결합하여 칼슘신호를 세포내로 전달함을 확인했으며, 이를 통해 자가포식이 활발히 일어나고, 세포 내 항산화 표적단백질의 발현을 증가시키는 신호전달이 활성화됨을 제시하였다.

### 기대효과

향후 생체기능 활성화에 큰 영향을 미치는 천연화합물 소재의 역노화 치료효과에 대한 기능 규명은 물론, Rg3 보다 노화에 유용한 사포닌 계열 후보물질 소재 탐색에도 활용될 것으로 기대된다.



1 최중순 책임연구원

2 노화된 인간 피부 섬유아세포에서 Rg3 처리 48시간 후 '노화연관 베타갈라토시다제(SA-β-Gal)' 효소활성 실험을 통해 역노화 현상을 확인할 수 있다.

## 결정구조 제어를 통한 고용량 소듐-이온 이차전지 개발

Designing High Energy Sodium-Ion Battery Cathodes by Utilizing P2/O3 Biphasic Structure and Lithium Honeycomb Ordering

**김희진**  
선임연구원 · 제1저자

### 저자명

김희진(제1저자, KBSI), 정영화(교신저자,POSTECH), 김도경(교신저자,KAIST), 김동준(교신저자,UNSW Sydney)

### 게재지 (IF/게재일자)

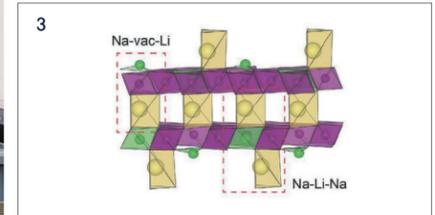
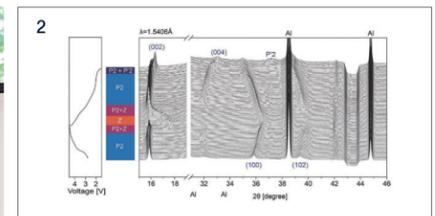
Small (IF : 13,281 / 2021,07,28.)

### 연구내용

철과 망간으로 이루어진 소듐-이온 이차전지 양극 소재에 미량의 리튬 원소를 첨가함으로써 서로 다른 형태의 층상 구조를 갖는 두 가지 상을 적층시킬 수 있었고, 이를 통해 소듐-이온 전지의 에너지 밀도를 개선할 수 있었다. 실시간 X-선 회절분석을 통해 충방전 과정에서 나타나는 이차 상들이 이차전지의 용량 및 수명에 미치는 영향을 분석하였고, 제일원리 계산을 통해 미량의 리튬 원소가 특정한 형태로 배치됨으로써 층상 구조를 안정화 시키고 전지의 수명을 개선시킴을 확인하였다.

### 기대효과

층상구조 기반 이차전지 전극 소재의 수명을 개선할 수 있는 설계 방법으로 다른 조성을 갖는 물질들에 확대 적용할 수 있고, 장기적으로 리튬, 코발트, 니켈 등 이차전지 핵심 소재의 원자재 가격 상승에 대응할 수 있는 기반 기술이 될 것으로 기대된다.



1 김희진 선임연구원

2 biphasic 전극 소재의 실시간 X-선회절 분석

3 honeycomb 오더링을 통한 층상구조 안정화

# 1. 소재분석연구 분야

국가 미래 성장 동력을 선도하기 위해 에너지·나노 소재를 비롯한 다양한 기능성 첨단 소재의 발굴 및 성능 향상을 통하여 필수적인 고난이도 분석과학 원천기술 및 관련 소재를 개발하고 있습니다. 신물질 발굴 및 분석기술 개발을 통한 산학연 협력체계를 확립하여 연구현장의 다양한 애로사항에 대한 적극적 기술 해결을 지원하고 있습니다.



01

## in-situ/Operando 나노표면 연구

**대덕본원** 시료의 공기 노출 없이 in-situ로 저차원 나노소재 및 에너지소재의 제작과 분석을 진행할 수 있는 국내 유일의 연구플랫폼을 활용하여 오염에 민감한 차세대 에너지·환경 핵심소재 개발 연구를 진행하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 차세대 융복합 in-situ 나노분석시스템(AISAS)을 활용한 저차원 신소재 선도연구
  - 이차전지, 태양전지, 연료전지 등의 in-situ/Operando 분석법 개발
  - 반도체 및 자성소재의 조성, 전자구조 및 구조 변화 연구
  - 기상축매, 전지, 화학센서 소재에 대한 연(soft) X선 방사광원 기반 오퍼란도 분석 연구

- 대표 연구사례**
- 웨이퍼 스케일의 Micro-pattern 그래핀을 활용한 유연 가스 센서 연구(Adv. Mater. 33(2), 2004827 (2021))  
고분자 직접 경화 전자방법을 이용하여 마이크로미터 크기의 그래핀 미세패턴을 4인치 유연한 고분자 기판에 전사하는 기술을 개발함. 그래핀 미세패턴 기반의 가스센서를 제작하고 in situ 라만실험을 통해 실시간 전압변화에 따른 그래핀 마이크로채널의 우수한 안정성을 증명함.
  - 표면분석(XPS/UPS)을 통한 계면 결함 개선 및 태양전지 효율향상 메커니즘 규명 연구  
페로브스카이트 계면에서의 결함(defect) 감소를 위하여 THPPO 소재를 활용하였고 이를 통한 태양전지의 전력변환효율(PCE)이 19.87%에서 20.7%로 향상됨을 확인 (ACS Appl. Energy Mater. 4, 1259-1268, (2021))

02

## 수소저장 / 이차전지 연구

**대덕본원** 고도화된 분석기술 활용, 소재 개발 및 물성 향상 연구를 통하여 에너지저장 분야에 적용할 수 있는 혁신적인 나노구조 소재를 개발하는 연구를 수행하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 수소저장 기술 확보를 위한 융합/공동 연구 확대 (NST 융합클러스터)
  - 경금속 수소화물 이용 기획 연구
  - 전고체전지의 중대형 활용 연구 기획 & 2021년 '국가연구개발 우수성과 100선' 선정
  - 산업계 연계 전고체전지 기술 협동 개발 추진
  - 비파괴/실시간 에너지 저장 소재 분석을 위한 Nano- & Micro-XRM 분석기술 활용
  - 한-UAE 인프라구축 & 국제공동연구 범위 확대

- 대표 연구사례**
- Solid-State NMR 분석기법에 의한 Ni<sub>2</sub>P 나노 결정면의 결정 및 전자구조 규명 (Nature, Commun. 12, 4334 (2021))  
HRTEM and XRD를 이용한 결정 구조 분석과 <sup>31</sup>P DFT-assisted solid-state NMR 분석 결과를 연계 해석하여 나노 크기 Ni<sub>2</sub>P 입자 결정면의 결정구조와 전자 구조 규명

03

## 융합소재 연구

**대덕본원** 국민의 안전한 삶을 위협하는 생활환경 및 생물학적 위해요소의 원인을 규명하고, 오염원 저감, 건강증진 등을 위한 융합소재를 개발하여 국민의 보건 및 환경개선에 기여하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 천연물 유래 국민건강 생물소재 개발
  - 생물재난 대응 고감도 신속검출법 개발
  - 조기진단용 광학/전기화학 검출방법 및 Bio센서 개발
  - 환경 유해물질 저감/제거/활용 소재 및 장치기술, 광산화 장치 기술 개발 중

- 대표 연구사례**
- 항생제 내성 슈퍼박테리아 신속검출용 종이기반 분석소재 개발(Biosens. Bioelectron. 176, 112894 (2021))  
항생제 내성 슈퍼박테리아로 알려진 (C. difficile) 감염병 진단용 다중 분석키트 개발  
원시스템으로 금나노 촉매를 활용한 신호증폭이 가능하며 고감도의 현장 신속분석 실현
  - 유해 중금속 흡착 및 신속분석을 위한 나노복합체 제조 및 환경센서 개발  
수중 플라즈마를 이용한 Iron Oxide/Expanded Graphite (IO/EG) 나노복합체 제조 및 중금속 흡착법 개발  
수은 중금속 검출을 위한 나노/고분자 복합체 제작 및 on-site 수질분석센서 개발 (J. Mater. Res. Technol-JMRT. 14, 2884-1892. (2021))

## 2. 환경분석연구 분야

국가적 대형 선도장비와 첨단과학 연구장비를 기반으로 세계적 수준의 연대측정·동위원소분석 인프라를 구축하여 지구 과학분야의 분석기술개발을 선도하고 있으며, 지각구성물질 연대측정, 환경오염원 추적, 방사능 오염 등 국가 사회문제 해결을 위한 분석연구를 수행하고 있습니다.



01

### 연대측정 연구

**오창센터** 고분해능 이차이온 질량분석기를 포함한 다양한 방사기원 동위원소 측정장비와 루미네선스 측정 시스템을 구축하고, 지구환경변화의 시기를 밝히기 위한 분석법 개발 및 공동연구를 수행하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 활성단층 연대측정 및 분석기술 개발
  - 방사기원 동위원소를 활용한 지구진화사 규명기술 개발
  - 고고유물 연대측정 기술 개발
  - 제4기 지질매체에 대한 절대연대측정 기술 고도화

- 대표 연구사례**
- **고생대-중생대 동아시아 지질진화사 규명을 위한 저어콘-우라늄-납 초정밀 연대측정**  
저어콘-우라늄-납 동위원소를 이용하여 일본 히다벨트(Hida Belt)에 대한 고생대 말기-중생대 초기의 초정밀 연대 및 동위원소 측정  
동아시아 고생대-중생대 시기의 지질진화사 규명을 위한 최신 핵심정보 정보 제공
  - **초기 인류의 진화와 동아프리카 지역 생태환경 연관성 규명**  
OSL 연대측정법을 이용하여 동아프리카 지역 호모 사피엔스의 진화에 대한 연대기 확립  
인류의 진화연구에 핵심적인 단서를 지니고 있는 중앙 아프리카에서 초기 인류와 주변 생태의 상호작용을 최초로 규명

02

### 동위원소 지구화학 연구

**오창센터** 자연환경에서 기원한 무기물과 유기물 시료에 대한 다양한 동위원소 데이터베이스를 구축하고 이를 시각화 할 수 있는 동위원소광역지도 제작함으로써 미지시료에 대한 지리적 기원지를 추적할 수 있는 연구를 수행하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 한국의 좋은 물 수원을 규명하기 위한 물의 화학 및 동위원소 연구
  - 환경동위원소 분석 플랫폼 개발
  - 대기기원 물질의 다중 동위원소 조성 분석 자료 확보

- 대표 연구사례**
- **국내에서 채취한 수돗물과 모발에 대한 스트론튬동위원소비의 공간적 변화**  
국내에서 채취한 수돗물과 모발의 스트론튬동위원소비를 이용하여 각각에 대한 동위원소지도를 제작하였으며, 한반도 서쪽지역과 동쪽지역의 수돗물과 모발사이의 관계가 서로 다른 양상을 보임을 발견
  - **대기기원 물질의 다중 동위원소 조성 분석 및 동위원소 추적자 시스템 개발**  
대기기원 물질의 다중 동위원소 조성을 분석하여 대기오염을 유발할 수 있는 기원 물질 후보를 제시하고 기단 이동경로를 고려하여 종합적 대기오염 유발물질 동위원소추적자 시스템 제시

03

### 환경방사능 연구

**오창센터** 방사성 물질의 환경 분포와 흡착 및 거동에 대한 지구화학적 연구를 수행하며, 나아가 방사성 물질로 인해 오염된 환경의 조사, 정화 및 인체 위해성 관련 연구를 수행하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 지중 환경 내 방사성 물질의 흡·탈착 특성 및 거동 연구
  - 다핵종 제거용 복합제염제 개발 및 정화 연구
  - 환경 방사능 분석기술 고도화

- 대표 연구사례**
- **일라이트가 풍부한 점토광물에서 입자 결정도에 따른 세슘 흡착 특성 연구**  
토양 환경에서 흔히 관찰되는 일라이트가 풍부한 점토광물에서 입자 결정도에 따른 방사성 세슘의 흡착 특성 규명을 통해 지중 환경에서의 세슘 분포 및 이동성 예측
  - **현장 인자를 활용한 지하수 자연방사성 물질 수질예측 모델 개발**  
현장에서 측정 가능한 수질 인자를 활용하여 지하수 자연방사성 물질과의 연관성을 분석함으로써 향후 지하수질을 예측할 수 있는 기초모델 정립

### 3. 바이오융합연구 분야

바이오 과학기술 분야 경쟁력 증진을 위해 바이오 연구장비/인프라의 활용성을 높이는 다학제간 분석과학연구를 수행하고 있으며, 특히 질병의 조기 진단 및 치료제 개발을 위한 원천기술을 확보하고 연구플랫폼을 개발하며, 이를 활용한 공동연구 활성화로 국가 및 사회 문제 해결에 기여하고 있습니다.



#### 생의학오믹스 연구

**오창센터** 질량분석기를 활용하는 분석화학과 생물정보학을 이용하여 새로운 바이오 오믹스 분석기술을 개발하고 이를 활용하여 생명현상의 분자 기전을 규명하는 공동연구를 수행합니다.

- 주요 수행연구**
- 고분해능 질량분석장비를 활용한 단백질 분석방법 개발
  - 선도형 단백질체 및 수식화 단백질체 분석법 연구
  - 단백질체 기반 질병 타겟 발굴을 위한 의학학 연구 수행

- 대표 연구사례**
- **당 단백질체 질량분석 플랫폼 구축**
    - 당단백체 질량분석 기술을 개발하고 국제당단백체분석(HGI) 컨소시엄에 참여하여 분석법 검증 및 논문 발표 (Nat. Methods, 2021, 18, p1304)
    - 당단백체 질량분석기술을 이용하여 류코실화 AFP를 간암진단을 위한 바이오마커로 발굴 및 검증 (Proteomics Clin. Appl. 2021;2000096.)
    - O-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석 기술의 특허 등록 (미국, 11/181,531, 2021.09.09.)

01

#### 단백질 3차원 구조 연구

**오창센터** 생명현상의 바탕이 되는 단백질의 3차원 구조와 생물리학적 연구를 수행합니다.

- 주요 수행연구**
- 고자기장 NMR, X-ray 등 첨단장비 기반 단백질 구조 연구
  - 구조기반 단백질 상호작용 저해제 합성 연구
  - 뇌질환 등 질병관련 단백질 3차원 구조 분석 연구

- 대표 연구사례**
- **치매 유발 아밀로이드 베타 단백질 응집 기전 및 구조 연구**
    - 뇌척수액의 sphingosine이 Aβ와 상호작용하여 아밀로이드 피브릴 형성을 촉진하여 세포 독성을 높이고, sphingosine의 구조가 독성 촉진에 중요함을 규명하고, Aβ 응집을 정량화할 수 있는 NMR 분석기법 적용 (Chemical Science 2021;12:2456-2466)
    - 특허출원 1건: Exploring ensemble structures of amyloid β42 monomer and transthyretin using linear regression for the MD simulation and NMR chemical shift (10-2021-0122997), BioRxiv (2021)

02

#### 생체이미징 기반 질병 진단/치료 기술 연구

**오창센터** 질병의 정확한 진단과 치료를 위하여 세포/생체 이미징 기술을 활용한 분석기술 연구를 수행합니다.

- 주요 수행연구**
- 바이오나노 소재 기반 약물전달시스템 개발/응용
  - 난치성 암 치료를 위한 바이오나노 (엑소좀 등) 소재 플랫폼 기술 개발
  - 세포/생체 이미징 기반 중개연구 분석기술 개발

- 대표 연구사례**
- **ADC형 전구약물 항암치료제 기반기술 개발**
    - 중앙 조직만을 선택적으로 표적 진단하도록 설계된 근적외선 형광 프로브 개발: 중앙조직 내 저산소증 상태에서 형광 신호가 높은 감도로 활성화되어, 정확한 암진단 및 정상조직을 최대한 살리는 외과적 절제 치료기술로 활용 가능성 제시 (J Med Chem 2021;264:2971-2891)
    - 3급 특허출원 2건: 신생혈관 표적용 조영제 조성물 및 이의 제조방법 (미국, 유럽, 중국); αvβ3 인테그린 표적 단일 도메인 항체 (미국, 유럽, 중국)

03

#### 신속대응 기반 고속/고감도 감염병 진단기술 연구

**오창센터** 다양한 감염병 조기진단을 위한 고감도의 신속하고 정확한 차세대 진단기술 개발 연구를 수행하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 감염병 진단용 항원 발굴 및 항체 개발
  - 감염병 현장진단용 신속진단키트 개발
  - 감염병 조기진단을 위한 초고감도 진단기술 개발

- 대표 연구사례**
- **COVID-19 신속항원진단기술 개발**
    - 바이러스 항원과 발색 나노입자를 포함한 항체를 결합반응을 활용하여 육안으로 감염여부를 20분 내로 신속하게 판단하며 자기진단이 가능한 코로나19 신속항원 진단기술 개발 (Biosensors & Bioelectronics 2021, 175:112868)
    - 기술이전: 인투애플(주)에 진단용 항체 기술이전

04



한국기초과학지원연구원은 과학기술 발전의 기반이 되는 첨단 연구장비를 구축·운영하고 있으며, 새로운 분석법을 개발하여 국내외 기업, 대학, 연구기관들을 대상으로 창의적 연구지원 및 공동연구를 수행하고 있습니다. 또한, 연구장비 핵심 기술을 확보하고 국내 연구장비 산업 육성을 위해 연구장비 개발을 수행하고 있습니다.

## 첨단 연구장비 개발 · 운영

Advanced Scientific  
Instrumentation & Management



### 초전도 코일 열적 안정성 향상을 위한 열전도성 접착제 개발

Thermally conductive composites with hydroxylated boron nitrides for the efficient thermal management of superconducting coils

최연석

책임연구원 · 교신저자

이계행

책임연구원 · 교신저자

#### 활용장비

열물성 측정장치(환경제어형 광범위 열전도를 측정기)

#### 저자명

최연석(교신저자,KBSI), 이계행(교신저자,KBSI), 이기라(교신저자,POSTECH), 김준민(제1저자,KBSI), 송승현(제1저자,KBSI), 이상길(공저자,KBSI), 신동인(공저자,KBSI), 정수열(공저자,KBSI)

#### 게재지 (IF/게재일자)

Compos. Pt. B-Eng. (IF : 9,078 / 2021,11,15.)

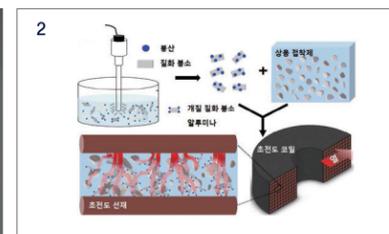
#### 연구내용

물과 친화력이 적은 질화붕소의 소수성을 친수성으로 개질할 수 있는 방법을 개발하고, 개질된 질화붕소를 이용하여 기존 상용 에폭시 접착제의 열전도도를 획기적으로 높이는데 성공했다. 주사전자현미경에 의한 미세구조 분석을 통해 에폭시 내 열전도성 입자들의 균일한 분포가 열전도도 증가에 주요 요인임을 알아냈다.

특히, 개질된 질화붕소를 혼합 제조한 접착제는 기존의 상용 에폭시 접착제 보다 열전도도가 2배 이상 향상되었으며, 개질된 질화붕소가 혼합된 접착제를 도포한 초전도 코일이 상용 에폭시 접착제를 도포한 초전도 코일에 비해 상전도영역 전파속도와 냉각속도가 각각 66%, 13% 개선되었음을 확인했다.

#### 기대효과

초전도 코일의 열적 안정성을 높일 수 있는 열전도성 접착제를 개발함에 따라 분석과학 연구장비 국산화의 핵심요소인 초전도 선재 연구 및 초전도자석 개발에 있어서 세계시장 경쟁력 확보가 기대된다.



1 최연석 책임연구원(앞쪽)  
이계행 책임연구원(뒷쪽)

2 질화붕소 표면 개질과정  
(붕산과 질화붕소 혼합액에 초음파에너지를 가해 질화붕소에 붕산을 결합) 및 개질된 질화붕소를 에폭시에 혼합 제조한 복합체가 초전도 코일 내에서 열을 전달하는 과정 모식도



3 초전도 코일 실물 사진

## 무동력 엑소좀입자의 고효율 농축법 개발

Single-step equipment-free extracellular vesicle concentration  
using super absorbent polymer beads

김정아  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

생물전용 초고전압 투과전자현미경

### 저자명

김정아(교신저자,KBSI), 이원중(교신저자,인천대),  
양희철(제1저자,인천대), 함유민(제1저자,인천대)

### 게재지 (IF/게재일자)

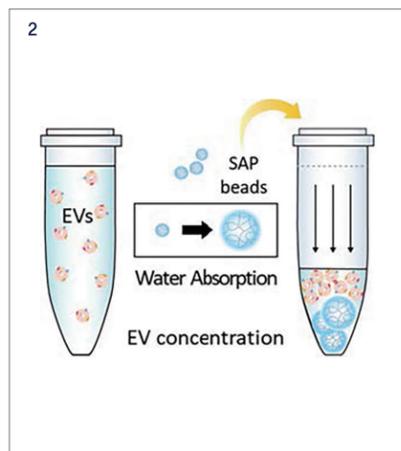
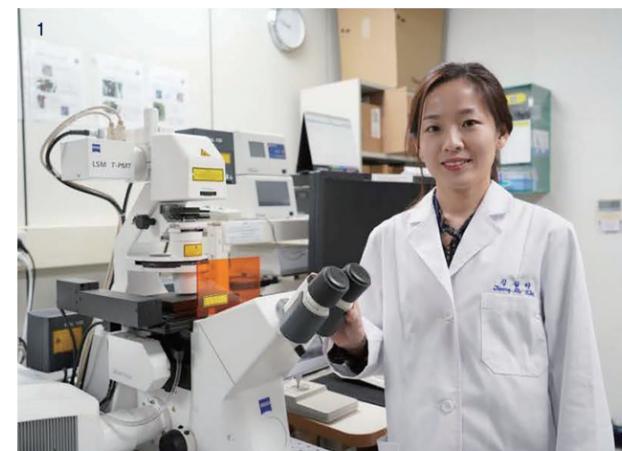
J. Extracell. Vesicles (IF : 25,841 / 2021.02.23.)

### 연구내용

엑소좀 시료는 나노사이즈의 생체시료로서 분리 농축하기 매우 어려운 재료 중 하나로 알려져 있다. 본 연구에서는 물을 흡수 팽창하게 되는 원리를 갖고 있는 고흡수성수지를 이용하여 엑소좀이라는 바이오나노 입자 시료를 높은 선택비율로 농축할 수 있는 기술을 세계 최초 개발 하였다. 부피가 다소 큰 시료인 세포배양액, 소변 에 존재하는 미량의 엑소좀 농축에 매우 탁월할 뿐만 아니라 원심분리와 같은 동력이 요구 되지 않아 단일스텝으로 30분내에 엑소좀 분리 농축이 빠르게 가능하다. 또, Size-exclusion chromatography와 결합하면 순도가 높은 엑소좀 분리에도 매우 효과적임을 확인하였다. 본 엑소좀 분리 농축 기술은 다른 동력장치를 필요로 하지 않는 간편한 방법으로 다양한 종류의 엑소좀 대량 전처리에 널리 활용될 전망이다.

### 기대효과

고흡수성 수지를 이용하여 미소입자인 바이러스/세균/미세플라스틱과 같이 다양한 분야의 입자 농축기술로서 확장연구가 가능하며 상용화 개발의 기대가 매우 크다.



1 김정아 책임연구원  
2 고흡수성수지로부터 물/엑소좀 분리와 농축이 동시에 일어나게 되는 원리

## 어류 양식장의 퇴적물에서 황과 철 환원으로 인한 유기 탄소 미네랄화와 관련된 인의 역할

Phosphorus Dynamics Associated With Organic Carbon Mineralization  
by Reduction of Sulfate and Iron in Sediment Exposed to Fish Farming

윤철호  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

유도결합 플라즈마 시스템

### 저자명

윤철호(교신저자,KBSI), 한정호(교신저자,한양대),  
목진숙(제1저자,한양대)

### 게재지 (IF/게재일자)

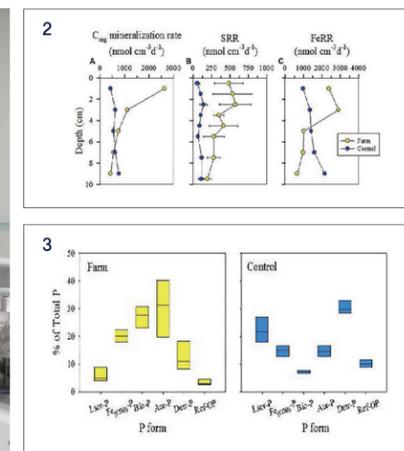
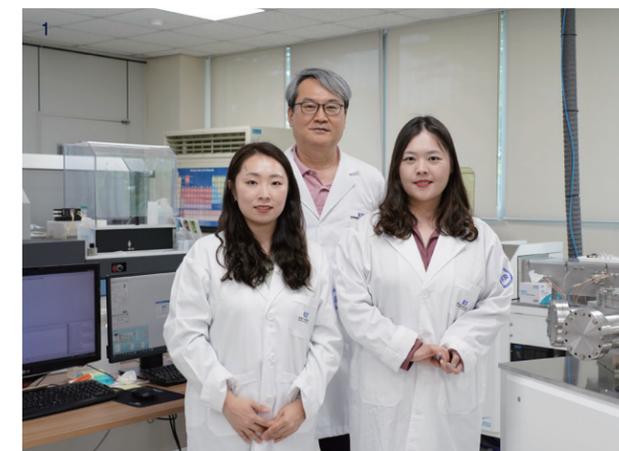
Front. Mar. Sci. (IF : 4,912 / 2021.09.21.)

### 연구내용

어류양식장에서 공급되는 잉어의 먹이는 저층 퇴적물에 축적되고 저층 퇴적물의 유기탄소는 황과 철의 환원과 더불어 분해되어 미네랄화 과정을 겪게 된다. 이 과정에서 어류 먹이에 포함된 과잉의 인(phosphorus) 공급은 황과 철의 환원을 더욱 촉진하는 결과가 된다. 과잉의 인 공급은 연안 생태계에서의 부영양화(eutrophication)와 적조현상을 유도하는 원인임을 규명했다.

### 기대효과

어류 양식장 먹이에서 공급되는 인의 존재 형태를 파악함으로써 양식장 주변 연안 생태계의 정성, 정량적 위해성 평가를 위한 중요한 정보를 제공하는데 사용할 수 있다.



1 윤철호 책임연구원(가운데)  
2 무산소층 유기탄소의 미네랄화 수직 분포도  
3 어류 양식장에서 인의 평균 비율

## 미세아교세포의 면역조절 기전을 확인하는 약효평가 플랫폼 개발

Inhibition of tumor progression and M2 microglial polarization by extracellular vesicle-mediated microRNA-124 in a 3D microfluidic glioblastoma microenvironment

김정아  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

생물전용 초고전압 투과전자현미경

### 저자명

김정아(교신저자,KBSI), 이원중(교신저자,인천대), 홍수현(제1저자,KBSI), 한은희(공저자,KBSI), 유제영(공저자,KBSI), 백규림(공저자,KBSI), 박주빈(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

Theranostics (IF : 11,556/ 2021.09.27.)

### 연구내용

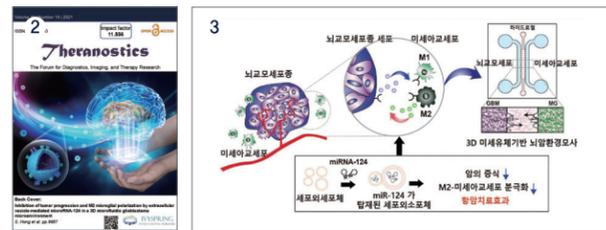
뇌암의 성장과 치료에 있어 중요한 역할을 하는 미세아교세포의 면역 활성 조절과 이를 촉진하기 위한 약물 개발에 활용할 수 있는 약효평가 플랫폼 개발에 성공했다.

뇌암세포와 미세아교세포의 상호작용을 조절할 수 있는 주요 인자로, 우리 몸의 유전자 발현을 조절하는 microRNA를 세포외소포체 안에 탑재하는 방식으로 약물을 제조하였다.

제조한 약물의 효능은 단일세포 차원이 아닌 뇌암과 미세아교세포가 함께 상호작용을 하는 뇌의 환경을 모사하여 만든 3차원 세포칩 안에서 검증되었다. 이러한 플랫폼 개발을 통해 배양된 세포들의 모양과 이동을 관찰 · 분석할 수 있고, 약물의 효능이 잘 발휘되는지 실시간 확인이 가능하다. 또한, 세포들간 상호작용을 통해 나타나는 면역항암 치료 세포의 활성도를 예측할 수 있었다.

### 기대효과

실제 뇌환경을 모사한 3차원 세포칩 안에서 약물의 효능 및 전달과정을 실시간 확인하여 뇌암 치료제와 신약 등을 보다 정확하게 평가할 수 있는 툴로 활용 가능하여 뇌암 치료제 개발에 기여할 것으로 기대된다.



1 김정아 책임연구원

2 Theranostics誌 표지논문 선정

3 뇌교모세포종(GBM)과 미세아교세포(MG) 간의 환경조절을 위한 3차원 세포칩 기반 약효평가 플랫폼 모식도

## 방사광가속기를 이용한 상전이 산화물 나노결정의 구조변화 규명

Core-shell heterostructure-enabled stress engineering in vanadium dioxide nanobeams

홍ungi  
책임연구원 · 교신저자

### 저자명

홍ungi(교신저자,KBSI), 손정인(교신저자,동국대), 배지웅(제1저자,KBSI), 신기훈(제1저자,동국대), 이수용(제1저자,PAL), 조지웅(공저자,KBSI), 윤종원(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

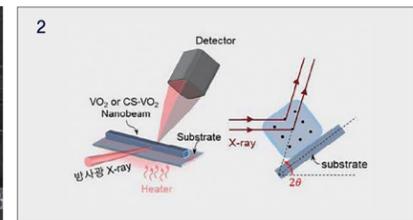
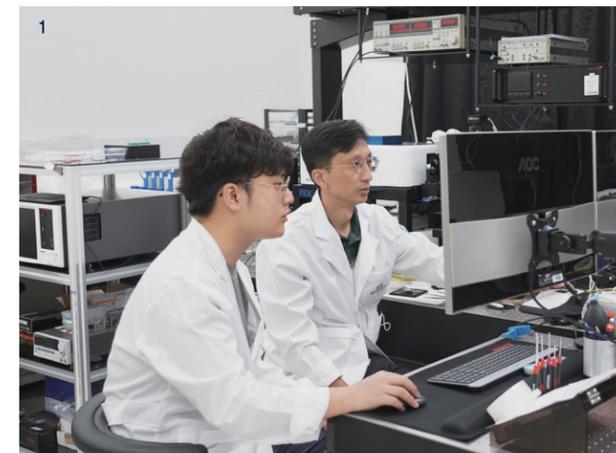
Appl. Mater. Today (IF : 10,041 / 2021.12.01.)

### 연구내용

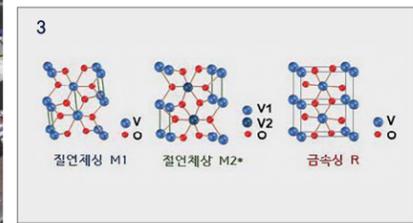
'꿈의 현미경'으로 불리는 방사광가속기를 이용하여 절연체상에서 금속 상으로 급격한 전기저항 변화를 가진 차세대 상변화 산화물 나노결정 내부의 응력상태에 따른 미세한 결정구조변화를 실시간 관찰하는데 성공하여 내부응력, 결정구조, 상전이 물성간의 상관관계를 규명하였다. 또한, 불순물 도핑에 의하지 않고 나노결정의 균일한 내부응력 조절만으로 상변화 온도나 결정상을 제어할 수 있으며, 내부 응력상태와 미세한 결정구조 및 급속한 전기 · 광학적 특성 변화 사이에 연관관계가 있음을 최초로 규명하였다.

### 기대효과

고속으로 작동하는 스위칭 전자소자, 고성능센서, 탄소중립 실현을 위한 열변색 스마트윈도우 등 다양한 응용성을 가진 상변화 물질의 개발과 방사광가속기를 활용한 고난도 분석용 장치 및 신소재 개발 분야에 활용될 것으로 기대된다.



1 홍ungi 책임연구원 (오른쪽)



2 방사광 가속기 X선을 이용한 상변화 나노결정의 미세 결정구조변화 관찰 모식도

3 이산화바나듐의 결정상에 따른 결정격자구조 모델

## 100% 외산 의존 투과전자현미경 국내 기술로 최초 개발

**한철수**  
선임연구원 · 주개발자

### 공동 개발자명

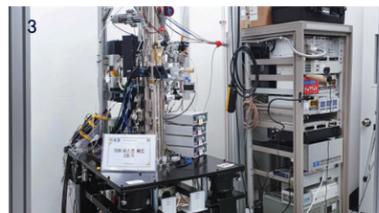
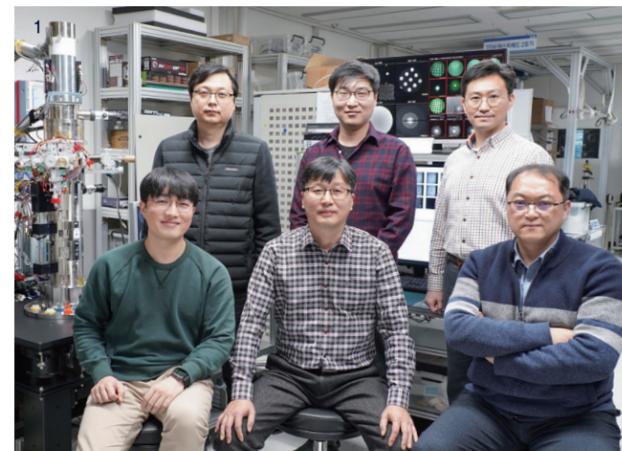
한철수 선임연구원, 김진규 책임연구원, 정종만 기술원,  
이상철 선임연구원, 권용은 박사후연구원, 이태영 기술원

### 연구내용

그동안 전량 수입에 의존하던 투과전자현미경을 5년(2015~2019) 동안의 연구개발 끝에 마침내 국산화에 성공하였다. 연구팀이 국내 최초로 개발한 'KBSI 30kV 보급형 투과전자현미경'은 '텅스텐 필라멘트 전자원 모델'과 '전계방출형 전자원 모델' 두 가지 종류이며, 낮은 전압에서 나노미터 수준의 분해능으로 시료 내부구조를 영상화할 수 있어, 세포와 같은 생체 바이오 시료 및 그래핀과 같은 연성 소재 분석에 효과적이다. 더불어 투과전자현미경의 핵심 요소 장치인 5-자유도 시료스테이지, 복수시료 교환장치 및 전자빔 영상 검출기도 개발하였다. 연구팀은 투과전자현미경 시제품 개발에 그치지 않고, 향후 지속가능한 장비 개발환경을 위한 'KBSI 투과전자현미경 개발 플랫폼'을 구축하여, 2025년까지 개발 중인 60kV 수차보정 투과전자현미경 개발에 활용하는 동시에 KBSI 외부 연구자 또는 개발자에서 기술을 공유함으로써 관련 개발을 촉진할 것으로 기대된다.

### 기대효과

국내에서 자체적으로 투과전자현미경 개발을 위한 원천기술을 확보했다는 데 큰 의의가 있으며, 단발적인 장비 개발이 아닌, 투과전자현미경 장비개발-신뢰성평가-성능개선-인력양성-연구개발지원으로 이어지는 선순환 고리를 만들어 국내 기술력을 향상시킬 계획이다.



1 공동 개발자(오른쪽 아래, 한철수 선임연구원)  
2 텅스텐 필라멘트 투과전자현미경  
3 전계방출형 투과전자현미경

## 혼합기체 활용 고성능 질량분석 핵심기술 개발

Characteristics of a mixed-gas cluster ion beam  
for time-of-flight secondary ion mass spectrometry

**최명철**  
책임연구원 · 교신저자

### 저자명

최명철(교신저자,KBSI), 이상주(제1저자,KBSI), 전철호(공저자,KBSI), 위진영(공저자,KBSI), 최창민(공저자,KBSI), 조진완(공저자,KBSI), 백지영(공저자,KBSI), 변우준(공저자,KBSI), 홍아람(공저자,KBSI), 전민우(공저자,KBSI), 어재영(공저자,KBSI), 차병준(공저자,KBSI), 현상원(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

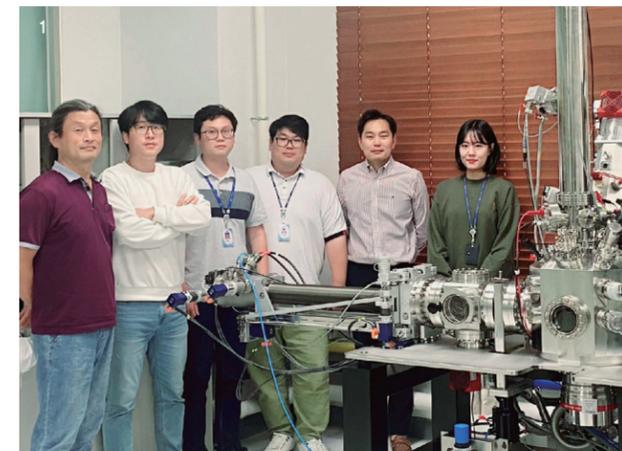
Appl. Sur. Sci. (IF : 6.7/ 2021.10.(온라인 게재))

### 연구내용

혼합된 기체를 활용한 기체 클러스터 이온빔 장치를 개발하고, 이차이온 질량분석기에 결합하여 성능을 개선하는데 성공했다. 개발한 기술은 혼합기체를 사용하여 이온빔을 생성하는 방식으로, 기존에 아르곤 기체만 써왔던 순수기체 클러스터 방식과 차이가 있다. 혼합하는 기체의 종류와 섞는 비율에 따라 생성되는 이온빔의 출력, 크기가 달라지게 됨으로써, 이온빔 장치의 분석특성 및 성능에 직접적인 영향을 미친다는 사실을 알 수 있었다. 연구결과, 아르곤 대비 15%의 이산화탄소를 혼합했을 때, 공간분해능, 감도, 표면가공정밀도 등 분석특성 전반에 걸쳐 이온빔의 성능이 획기적으로 향상되는 것으로 나타났다.

### 기대효과

현재 OLED 분야의 당면과제인 내구성 개선 및 동작에 의한 부분적 화학변성 확인은 물론, 기존에 분석하기 어려웠던 높은 공간분해능으로 생체조직의 질량이미징 분석을 가능하게 할 수 있는 기술로의 발전 가능성이 높아 암을 비롯한 생체조직 구조분석 및 진단, 신약개발 등 다양한 연구·산업분야에 활용될 수 있다.



1 공동 연구자(왼쪽 끝, 최명철 책임연구원)  
2 혼합기체 클러스터 이온빔을 적용한 KBSI ToF-SIMS 질량분석기 시스템

# 1. 연구장비개발 분야

분석과학 연구장비 개발 및 국산장비 신뢰성평가를 통하여 국내 연구장비 산업 발전에 기여하고자 합니다. 보급형(entry-level), 선도형, 세계 최초형 장비 개발을 통해 국산장비 시장의 기반기술을 확보하고, 국산장비 활용률을 설치·운영하여 국산장비의 신뢰도를 높여 국산연구장비산업을 육성, 지원하고자 합니다.



## 01 전자기 물성측정 장비 개발

**대덕본원** 자기장 발생 플랫폼, 프로브 및 극저온 냉각기술을 이용하여 자기장 및 온도기변 환경에서 전기 및 자기물성 특성을 측정하는 장비를 개발합니다.

- 주요 수행연구**
- 전자석 및 초전도자석을 이용한 자기장 발생기술 개발
  - 다중환경 물성측정 프로브 개발
  - 극저온냉동기를 이용한 밀폐순환 액화기술 개발
  - 합성기술을 이용한 에폭시 열전도도 향상기술 개발

**대표 연구사례**

- 저온용 초전도자석 함침에 사용되는 열전도성 접착제의 열전도도 향상 기술

자기장 발생을 위한 저온용 초전도자석 함침에 사용되는 열전도성 접착제 내 소수성 질화붕소의 분산성을 개선할 수 있는 표면개질 방법을 개발하여 저온용 초전도자석의 열적 안정성을 세계 최고 수준으로 확보

02

## 선도형 광학현미경 개발

**대덕본원** 선도형 광학 요소기술 개발을 기반으로 바이오, 재료, 소자 분석에 필요한 차세대 광학이미징 시스템 개발을 수행하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 공초점 열반사 현미경 개발
  - 다중모드 나노바이오 광학현미경 개발
  - 선도형 광학 요소기술 개발 (적응 광학계, 위상 광학계, 분광기술)
  - 활용연구를 통한 광학 현미경 개발 고도화

**대표 연구사례**

- 나노입자의 광열특성측정 신개념 광학 현미경 시스템 개발

암시아 산란 현미경과 광열반사 현미경이 결합된 이중모드 광학현미경 개발  
다양한 크기, 모양을 갖는 금 나노막대의 빛 흡수 스펙트럼 측정하여 금나노 입자의 광열특성 분석 가능  
약 1만개 이상 단일 나노입자의 흡수 스펙트럼 및 발열 특성을 한 번에 획득, 단시간에 대량 측정 가능

03

## 질량분석장비 개발

**오창센터** 기초과학에 필수적인 질량분석 관련 연구 장비 및 요소 기술의 개발을 통하여 미래 과학기술을 선도하고 국내 질량분석 연구 장비 산업을 지원하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 질량분석 연구장비 개발을 통한 미래 신성장 동력 창출
  - 질량분석 장비 요소·원천기술 개발
  - 3차원 분자 영상 질량분석기 개발

**대표 연구사례**

- 혼합 기체 클러스터 이온빔 개발 및 특성연구

기존의 아르곤 단일 기체 클러스터 이온빔보다 성능이 향상된 혼합기체 클러스터 이온빔을 개발하여 향상된 이차이온화율과 영상질량분석에 유리한 보다 작은 크기의 이온빔 성능 검증

04

## 광학분석 3차원 시료플랫폼 개발

**오창센터** 광학 장비에 탑재되어 고효율 시료분석의 중개역할을 하는 첨단 세포배양플랫폼을 개발하고 있습니다.

- 주요 수행연구**
- 나노/재료융합기술을 적용한 3차원 생체시료배양플랫폼 요소 원천기술 개발
  - 생체모사기술을 이용한 난치성 질병/약물탐색 모델 개발
  - 시 기반 광학영상이미징 분석 기술 개발

**대표 연구사례**

- 3차원 뇌암 약물평가 플랫폼 개발

뇌암 교모세포종과 미세아교세포의 상호작용 관찰 및 약물평가가 가능한 미세유체 기반의 3차원 세포배양 플랫폼을 최초 개발하였으며, 이를 신약탐색에 활용 가능성을 입증하여 우수논문에 게재 (Theranostics, 2021)

## 2. 연구장비운영 분야

과학기술 발전의 기반이 되는 첨단 연구장비를 구축·운영하고 있으며, 분석법 고도화 및 신규 분석법 개발을 통해 국내외 기업, 대학, 연구기관들을 대상으로 창의적 연구지원 및 공동연구를 수행하고 있습니다.



### 전자현미경·분광분석 장비 운영

대덕본원 / 오창센터

선도장비 4종과 다양한 투과전자현미경 및 물성분석 장비 등을 기반으로 반도체, 나노 뿐만 아니라 바이오재료에 대한 분석기술을 개발하고, 특성분석을 기반으로 국내외 연구자들과 공동연구를 수행하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 원자수준 이미징/전자에너지손실분광법을 활용한 반도체/박막/나노소재의 구조와 전자구조에 대한 연구 및 극한 환경 하에서 실시간 원자구조 변화에 대한 연구
- 물질의 저항, 비열, 교류 저항율, 열전도도 측정을 통한 물질 특성 연구
- Bio-HVEM을 활용한 세포 소기관 고해상 3차원 구조 규명
- Cryo-EM System을 활용해 단입자 분석법 첨단화 및 MicroED 분석법 도입
- 광학현미경과 전자현미경 연계 활용 기반의 멀티모달 바이오이미징을 통한 세포 기능 연구

#### 대표 연구사례

- Cryo-EM system을 이용, 유전자 발현의 첫 번째 단계를 수행하는 전사복합체 3차원 구조 규명(Nat. Commun., 2020,11)
- 초고분해능 주사투과전자현미경의 전자에너지손실분광법을 활용하여 나노미터 단위의 유기박막구조를 이미징하는 신분석기술을 개발하여, 특허 출원

01

### 바이오화학분석 장비 운영

대덕본원 / 오창센터

고분해능 질량분석기·핵자기공명·자기공명영상 장비 등의 첨단장비를 기반으로 생체(휴먼, 동물), 생체물질(단백질, 지질 및 대사체)과 환경 유해물질에 대한 정밀 분석 공동연구 플랫폼을 구축하여 창의적 공동 연구를 수행하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 환경 및 생활 유해물질(미세먼지, 유출유류, 리신 등)과 바이오 의약품(항체 단백질) 등 정밀 질량분석 연구
- 고자장 NMR을 이용한 생체분자, 천연물 구조 규명 및 신약개발, 의약품, 단백질 특성분석 연구
- 고자장 자기공명영상 기법을 활용한 질환 진단 및 예측 플랫폼 개발

#### 대표 연구사례

- 고분해능 바이오 투전자현미경을 이용, 전북대병원 및 전북대 연구팀과의 공동연구를 통해 작두콩 유래 단백질을 활용한 가글 기반 코로나 자가진단키트 개발 및 임상평가 (MedRxiv, 2021)
- 중국과학원 연구팀과의 국제공동연구를 통해 초고분해능 질량분석기를 이용해서 물 생태계에서 미생물 군집의 탄소이용률 주요지표를 규명하여, 기후변화에 따른 온실가스 발생 연구에 활용 (Water Res., 2021)

02

### 환경분석 장비 운영

오창센터

고분해능 이차이온질량분석기, 초고분해능 동위원소 현미경을 포함한 첨단장비를 활용하여 다양한 지구 구성물질에 대한 원소 분석, 동위원소 분석, 지질연대 측정, 자연방사능 분석 분야 분석법 개발 및 국내외 연구자들에 대한 분석지원을 수행하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 지구환경물질에 대한 총량 및 표면 동위원소 분석 지원
- 다양한 지구환경물질에 대한 지구연대 측정
- 토양, 물, 농수산물 등에 대한 미량원소 및 자연 방사능 측정
- 고고유물 및 제4기 지질매체에 대한 절대 연대 측정 기술지원

#### 대표 연구사례

- 어류 양식장 퇴적물의 인 분포 특성과 유기탄소의 광물화 정도를 파악하여 주변 연안 환경의 오염 평가 추정 (Front. Marine Sci., 2021)
- 한국산과 중국산 미늘의 원산지 판별을 위해 탄소, 산소, 질소, 황 함량 및 동위원소 조성을 이용한 원산지 판별 분석법 확립 (Food Control, 2021)

03

## 연구장비 기술지원

### 대덕본원 / 서울센터

보유 연구장비와 환경을 최적의 상태로 유지·개선하기 위한 유지보수 및 설계 기술을 지원하며, 헬륨액화시설 및 초정밀 가공 테크숍, 스마트오픈랩을 운영하여 우수한 연구성과 도출을 지원하고 있습니다.

### ① 연구장비 유지보수

#### 주요 수행연구

- 연구장비의 최고 성능 유지와 가동률 극대화를 위한 유지보수 등 기술지원 수행

#### 대표 연구사례

- 3차원 영상 분석 시스템 시료대 고도화
  - 5축 stage 개발: 반복정밀도 <math>5\mu\text{m}</math>, 최대 회전반경 45°(오차 0.15° 이내)
  - 시료대 Z축 개선(5축 제어 가능)
  - 5축 stage 제어 프로그램 개발

### ② 초정밀 가공 테크숍 운영

#### 주요 수행연구

- 초정밀 가공 및 측정장비를 활용한 자유형상 광학부품 가공기술 지원

#### 대표 연구사례

- X-ray 용 대구경 광학계 초고정도 형상정밀도 가공기술 지원
  - 방사광가속기용 Si 반사경 초정밀 가공기술 개발
  - MRF 보정연마 기술을 이용한 Si 소재 800 x 50 mm 반사경 초정밀 가공기술 개발
  - 형상정밀도(P-V) 0.17  $\mu\text{m}$ , 표면거칠기(Ra) 0.19 nm 가공기술 확보

### ③ 스마트오픈랩 운영

#### 주요 수행연구

- 내·외부 이용자들의 개방형 자율 분석 연구 지원을 위한 인프라 제공

#### 대표 연구사례

- 장비 운영 교육 및 분석 기술 전수를 통한 이용자들의 개방형 자율 분석 연구 지원
  - 수요 맞춤형 분석 장비(FE-SEM, XRD, XPS, EPMA) 집적화/특성화 추진에 따른 스마트오픈랩 운영 활성화
  - 운영교육(연간 25회, 105명 양성)확대를 통한 자율 분석 연구지원 수월성 및 장비 공동 활용률 증가

### ④ 헬륨액화실 운영

#### 주요 수행연구

- 극저온 환경이 필요한 연구장비에 안정적인 액체헬륨 공급 및 사용 후 가스를 포집하고 헬륨 액화 설비를 가동하여 헬륨 재생산 및 공급

#### 대표 연구사례

- 액체헬륨 8,500 L 생산 공급하여 재료비 절감
- 신규 헬륨액화기 및 부대설비 구축

## 선도연구장비

### 설치·운영(총 13종)

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

### 대덕본원 |

### ① 초고전압 투과전자현미경 (HVEM)

High Voltage Electron Microscope



원자단위의 구조까지 직접 관찰할 수 있는 초고전압 투과전자현미경 (HVEM)은 신물질의 구조 분석과 극미세 소재 개발 등 기초과학 및 응용과학 분야에서 국가적 공동 활용 연구장비로 운영 되고 있습니다.

#### 장비 특성

- 원자분해능(0.12 nm)과 고경사각( $\pm 60^\circ$ )의 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

#### 대표 연구사례

- HVEM의 원자분해능과 높은 에너지의 전자빔을 활용한 금 다결정의 계면 구조 특성 분석  
전자빔 조사 하에서 서로 다른 금 다결정의 임계구조 경향을 원자분해능에서 직접적으로 관찰하여, 원자로 물질로 쓰이는 금속다결정체 입계의 조사 거동을 이해하는 기초 정보로 활용

## ② 초고분해능 15 T 푸리에변환 이온사이클로트론공명 질량분석기 (15 T FT-ICR MS)

15 T Fourier-Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometer



세계 최고 수준의 질량 분해능과 정확도를 나타내는 국내 최정상급 질량분석장비로, 미세먼지, 자연유기물 등과 같은 환경시료부터 원유, 천연물, 대사체 분석 분야에 공동 활용되고 있습니다.

### 장비 특성

- 세계 최고 자기장으로 초고분해능 (> 10,000,000) 질량분석 능력 보유
- 매트릭스 보조레이저 탈착이온화와 전자분무이온화 사용 가능
- APCI, APPI, 다차원 LC/MS/MS 등의 다양한 기능 보유
- CID, ECD, ETD, IS-CAD 등의 다양한 탄뮴질량분석 실험 가능

### 대표 연구사례

- 멀티오믹스 기반 방선균 유래 생리활성 이차대사산물 생합성 유전자 클러스터 재발굴  
방선균 유래 생리활성 이차대사산물 생합성 유전자 클러스터에 대한 멀티오믹스 데이터를 활용해서 이차대사산물 합성 기작 규명(KAIST 조병관 교수 연구팀과의 공동연구)
- 물 생태계 미생물 탄소이용률 주요 지표 발견(중국과학원 국제공동연구)  
물 생태계에서 유기물 공급에 따른 미생물 군집 변화와 탄소 이용률을 분자수준에서 분석하여 방향족 유기물이 미생물 탄소 이용률의 주요 지표가 됨을 규명

## ③ 고분해능 이차이온 질량분석기 (SHRIMP)

Sensitive High Resolution Ion MicroProbe



고체물질의 미세 영역에 대한 동위원소비를 측정할 수 있으며 지질연대 및 미량동위원소 표면분석 연구에 활용하고 있습니다.

### 장비 특성

- 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 등

### 대표 연구사례

- 일본 남서부 히다 벨트의 화성암 및 변성암 저어콘의 우라늄-납 연대측정 및 Hf 동위원소 분석  
저어콘 연대 스펙트럼과 지화학 분석을 통해 히다 벨트가 한국 남부의 영남육괴 및 북중국판에 건설된 고생대-중생대로 이어진 섭입대 환경으로 구성됨을 확인

#### ④ 900 MHz 핵자기공명분광기 (900 MHz NMR)

900 MHz Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer



국내 최고 자기장 장비로 생체분자 입체구조 규명 및 신약개발연구의 핵심장비로 활용되며 미량 천연물, 합성고분자, 대사체 등 다양한 분야에 공동 활용되고 있습니다.

##### 장비 특성

- 국내 최고 자기장 세기 21.1 테슬라 장비로 초고분해능, 고감도 검출 능력 보유
- 장비 민감도는 1H : 10000:1 0.1%EB, 13C sensitivity 1700: 1 w/ ASTM
- 100ug 이하 단백질 측정가능, 100ug 천연물 13C 실험가능

##### 대표 연구사례

- 구조가 없는 단백질(intrinsically disordered protein, IDP)을 액체상 NMR에서 고해상도로 분석하는 다중 양자 방법 개발
  - 퇴행성 뇌 질환과 연관된 알파-시뉴클레인 및 타우 단백질을 고해상도로 분석
  - 구조가 없는 단백질의 NMR 신호 선평(line width)을 획기적으로 줄임
  - 단 하나의 3차원 NMR 실험으로 구조가 없는 단백질의 모든 NMR 신호를 구별 (protein backbone assignment)

#### ⑤ 차세대 융복합 인시츄 나노분석 시스템 (AiSAS)

Advanced in situ Surface Analysis System



공정장비와 분석장비를 초고진공/불활성 환경으로 연결함으로써, 한 자리에서 대기 노출에 민감한 표면소재의 제조, 분석, 성능 평가를 수행할 수 있습니다.

##### 장비 특성

- 공정 장비: ALD, Evaporator, CVD, HV-CVD, Sputter, PLD, 글러브박스, 패터닝 장치
- 분석 장비: XPS/UPS, NAP-XPS, Raman, ARPES, LEEM/PEEM, SPM, Probe station
- 초고진공/불활성 환경을 유지하며, 시료를 다른 장비로 이송하는 연결 통로

##### 대표 연구사례

- 그래핀 합성 시 발생하는 나노주름 원인 발견  
현미경과 라만분광기를 이용한 그래핀의 층수 및 그래핀 격자의 변형률에 대한 분석을 통하여 나노주름의 원인을 밝혀 그래핀 전극개발에 새로운 아이디어 제공
- 4인치 전이금속 칼코게나이드 다층막 합금의 원자수준 맞춤형 합성법 개발  
MoS<sub>2</sub>와 MoSe<sub>2</sub>의 단점은 버리고 장점을 활용하기 위해, 요구되는 특성에 맞춰 Mo에 대한 S와 Se의 조성을 조절할 수 있는 합성법을 개발하여 나노광소자 제작에 응용

### ⑥ 초미세 이차이온 질량분석기 (Nano-SIMS)

Nano Secondary Ion Mass Spectrometer



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

#### 장비 특성

- 세계 최고 공간분해능(50 nm)의 이차이온 질량분석기
- 미소 영역에서의 미량 원소 다중 검출 가능
- 높은 검출 감도의 경원소(H 포함) 이미지 분석

#### 대표 연구사례

- 초미세 이차이온 질량분석기를 활용한 이온 거동 연구  
초미세 이차이온 질량분석기를 활용하여 단일벽 탄소나노튜브(single-walled carbon nanotube) 표면의 전기장 인가에 따른 선택적 양이온 이동 현상 및 제어 메커니즘 연구

### ⑦ 펨토초 다차원 레이저 분광 시스템 (FMLS)

Femtosecond Multi-Dimensional Laser Spectroscopic System



극초단파 레이저 빔을 이용해 분자의 움직임을 펨토초 시간 단위로 분해하여 분석할 수 있는 시스템 장비로 나노재료 등 다양한 물질의 초고속 반응 동역학 규명 연구에 공동 활용하고 있습니다.

#### 장비 특성

- 적외선-가시광선 영역에서 초고속 분자진동 및 전자 동역학 연구 수행 가능
- 펨토초 시분해 흡광 스펙트럼 분석 (시분해능: <250 fs, 파장영역: 400~900 nm)
- 비선형 라만 (CARS) 분광 이미징 분석

#### 대표 연구사례

- 거울상 이성질체 분자, 시분해 펨토초 레이저로 판독  
적외선과 가시광선, 두 극초단파 레이저의 시간간격을 정밀하게 조절해 카이랄 분자의 입체구조를 분석하는 시분해 합 주파수 생성 (sum-frequency generation, SFG) 분광기법 개발

### ⑧ 생물전용 초고전압 투과전자현미경 (Bio-HVEM)

Bio-High Voltage Electron Microscope



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.

#### 장비 특성

- 고경사각 ( $\pm 70^\circ$ )과 고분해능 (0.15 nm)을 이용한 세포 소기관 등의 고해상 3차원 구조 분석
- 고투과력 (1,000 kV)/ in-column 에너지과장치로 고컨트라스트 이미지 획득 가능
- 리미트리스 파노라마 기능 장착으로 광영역/고해상 에너지 구현
- 시료의 급속 동결을 통한 극저온 전자현미경 분석 수행 가능

#### 대표 연구사례

- **혈소판의 성숙 단계에 따른 3차원적 구조 재배열 양상 규명**
  - 혈액 내 혈소판의 지속적 공급에 대한 성숙 단계별 구조적 이해 필요
  - Bio-HVEM의 3차원 Tomography 기법으로 혈소판의 성숙 단계에 따른 소기관 형태 및 구조적 재분배 특성 규명

### ⑨ 7 T 인체용 자기공명영상장치 (7 T Human MRI)

7 T Human Magnetic Resonance Imaging Scanner



3 T MRI 대비 신호감도가 우수하고 초고해상도 ( $\sim 0.2 \times 0.2 \text{ mm}^2$ ) 영상을 얻을 수 있으며, 국내 최초 8채널 송신 장치를 활용하여 고품질의 뇌 세부 구조 촬영이 가능하여 뇌질환/뇌기능 연구에 활용되고 있습니다.

#### 장비 특성

- 능동 차폐형 초고자장 7 T 초전도 자석
- 8채널 송신 및 32채널 수신 RF시스템
- 비침습적 초고해상도 영상 및 대사체 스펙트럼 촬영

#### 대표 연구사례

- **RF Vector 필드의 영상화 연구**  
MRI excitation magnetic field (B1+)의 영상화를 통하여 RF field의 3차원 vector 영상화 및 동일 조건에 해당하는 electromagnetic field simulation을 통한 결과의 검증 성공
- **알코올 중독자 뇌 회로의 기능 및 구조적 변화 연구**  
뇌기능 MRI를 이용하여 resting state에서 알코올 중독자와 정상인 뇌의 functional connectivity를 측정하여 차이 규명 및 구조변화 관찰

### ⑩ 800 MHz 핵자기공명분광기-질량분석기 시스템 (800 MHz NMR-MS)

800 MHz Nuclear Magnetic Resonance-Mass Spectrometer System



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

#### 장비 특성

- 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

#### 대표 연구사례

- 대사체 프로파일링 기반 막성 사구체신염 환자 소변 바이오마커 발굴 연구  
핵자기공명분광기와 질량분석기 기반 대사체 프로파일링 및 타겟 분석기술을 이용하여 phospholipase A2 receptor (PLA2R) 관련 막성 사구체신염 환자의 소변 대사변화를 관찰하였고, 소변 내 fumarate가 막성 사구체신염 치료 반응 모니터링 마커로서의 적용 가능성 검증

### ⑪ 초저온 투과전자현미경 시스템 (Cryo-EM System)

Cryo-Electron Microscope System



급속 동결된 극소량의 단백질 시료를 준원자 수준으로 3차원 구조를 규명하는 것이 가능합니다. 고위험군 바이러스와 같은 주요 병원체와 숙주 단백질간의 상호작용 이해, 막단백질과 거대단백질 복합체 등의 3차원 구조해석 및 단백질간의 상호작용을 타겟으로 하는 신약개발 연구에 필수적인 장비입니다.

#### 장비 특성

- 가속전압: 최대 300 kV & 200 kV, 전자총 (X-FEG), 분해능 ( $\leq 0.14$  nm,  $\leq 0.2$  nm), 경사각( $\pm 70^\circ$ ), 온도 ( $-196^\circ\text{C} \sim$ 상온)
- Titan Krios: Specimen Autoloader (up to 12 specimens), Cryo-EM System, DED (FalconIII, 4 k), Volta phase plate, Cs image corrector, STEM, Tomography System
- Talos Arctica: Specimen Autoloader (up to 12 specimens), Cryo-EM System, Gatan K3, Gatan BioQuantum (energy filter), MicroED suite, Phase plate, Tomography system

#### 대표 연구사례

- 전사복합체 구조 규명
  - 고세균부터 사람까지 보존된 전사인자 TFEa의 작용 원리를 분자 수준에서 규명
  - 유전자 발현의 원리를 규명함으로써, 유전자 발현 이상으로 발생하는 질병 치료 기반 마련

### 12 원자분해능 전자구조 주사투과전자현미경 (Mono Cs STEM)

Atomic Resolution Electronic Structure Scanning Transmission Electron Microscope



수차보정기와 단색기를 장착한 원자레벨 주사투과전자현미경(STEM) 이미지와 '초고분해능 전자에너지손실분광' 분석법으로 재료의 '원자레벨 구조분석, 전자구조분석' 등 반도체 산화물 및 나노소재 결함 분석 뿐만 아니라, 경우에 따라서는 고분자, 바이오 재료 등에 활용 될 수 있으며 다양한 기초과학 및 융복합 과학분야에 전문 연구지원 장비로 운영되고 있습니다.

#### 장비 특성

- 가속전압 : 60, 80, 200 kV
- STEM 이미지 분해능 0,08 m (@200 kV)의 원자레벨 이미지 가능
- 최신 단색기를 적용하여 EELS zero loss 분해능 < 36 meV (@200 kV)

#### 대표 연구사례

- 나노미터 단위의 유기막막 구조분석법 개발  
초고분해능 주사투과전자현미경의 전자에너지손실분광법을 활용하여 나노미터 단위의 유기막막구조를 이미징하는 신분석기술을 개발하여, 특허 출원

### 13 초고분해능 동위원소 현미경 시스템 (IMS1300)

Ultra High-Resolution Isotope Microscope System



지구환경 고체 물질 및 첨단 소재 표면의 안정동위원소 조성 및 연대 측정, 미량원소 검출에 최적화된 최첨단 이차 이온질량분석기입니다.

#### 장비 특성

- 미소영역( $\mu\text{m}$ )내의 초고정밀( $\sim\%$ ) 동위원소 분석 및 극미량( $\sim\text{ppb}$ ) 원소 검출
- 불활성 기체 등 몇몇 원소를 제외한 거의 모든 원소에 대한 다중 분석
- 정량 이미징 센서를 활용한 고해상도 동위원소 이미징 구현

#### 대표 연구사례

- 남극운석(TIL07007)의 콘드롤 내 감람석의 세 산소동위원소 ( $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) 조성 연구  
TIL07007(CV3)은 미분화운석 중에서도 가장 변성 및 변질 작용을 적게 받았다고 생각되는 그룹에 속하는 운석임. 이 시료의 콘드롤(chondrule)에 포함된 감람석의 산소동위원소 조성을 연구하여 태양기 초기 진화 과정의 물리 화학적 조건을 이해하는데 활용 가능



지역분석과학분부는 전국에 분포된 KBSI의 지역센터 네트워크를 활용해 지역에 거점을 둔 대학, 연구기관, 기업 등과 연계하여 각 지역에 필요한 연구지원 및 공동연구 임무를 수행하고 있습니다.

지역별 수요에 맞춰 구축된 각 지역센터의 첨단 연구시설은 연구인프라가 상대적으로 취약한 지역의 연구자들에게 큰 도움을 주고 있습니다.

## 지역센터 분석과학 연구

Regional Analytical Science Research



## 신체 염증의 우울증 유발 과정, 생체영상기술로 규명

Decoding the temporal nature of brain GR activity in the NFκB signal transition leading to depressive-like behavior

허송욱  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

발광형광 실험동물 이미징 시스템

### 저자명

허송욱(교신저자;KBSI), 한영민(제1저자;KBSI), 김민선(공저자;KBSI), 조주영(공저자;KBSI), 신대하(공저자;KBSI), 권승해(공저자;KBSI), 서종복(공저자;KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

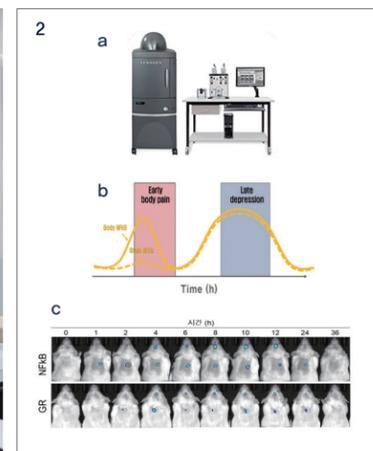
Mol. Psychiatr. (IF : 15.992 / 2021.09.01.)

### 연구내용

그동안 임상 연구에서는 염증성 질환 환자의 우울증 발생 빈도가 높다고 보고되어 왔지만, 기술적 한계로 신체 염증이 어떻게 우울증을 유발하는지는 정확히 알려진 바가 없었다. 본 연구에서는 실시간으로 생체염증을 측정 할 수 있는 분석기술을 개발하여 마우스에서 신체염증이 뇌로 전이되는 과정을 모니터링 하였고, 이 과정에서 동물의 행동을 분석하였다. 신체염증만 있는 경우에는 통증으로 인하여 움직임이 둔해졌지만, 뇌로 염증이 전이 되었을 때는 우울증의 행동을 보여 염증의 위치에 따라 다양한 질병이 생긴다는 것을 밝혀냈다.

### 기대효과

COVID-19 감염과 같은 신체염증과 우울증의 분자생물학적 관계를 새롭게 이해하여, 염증성 우울증의 진단 및 치료법에 중요한 정보를 제공한다.



1 서울센터 바이오메디컬 분야 연구자 (왼쪽 끝, 허송욱 책임연구원)  
2 a) 본 연구에 사용된 분석장비 (IVIS200)  
b) 각 부위에 따른 염증과 행동 연관성  
c) NFκB(염증)과 GR(항염증)의 활성변화 영상

## In-situ XRD 분석기술을 활용한 고용량 리튬이온전지 음극소재 (C<sub>60</sub>) 반응메커니즘 규명

Abnormally High-Lithium Storage  
in Pure Crystalline C<sub>60</sub> Nanoparticles

조지웅  
책임연구원 · 제1저자

### 활용장비

다목적 X-선 회절 분석기

### 저자명

조지웅(제1저자,KBSI), 인림홍(제1저자,부산대),  
서동화(교신저자,UNIST), 조재용(교신저자,부산대)

### 게재지 (IF/게재일자)

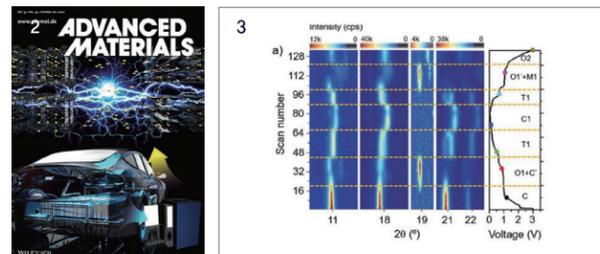
Adv. Mater. (IF : 30,849 / 2021.10.28.)

### 연구내용

In-situ XRD 분석기술을 개발하여 C<sub>60</sub> 음극소재 충방전 과정에서 발생하는 결정구조 변화를 정밀 분석함으로써, 리튬농도에 따른 결정구조 변화를 제안하였다. 일반적인 in-situ XRD 분석에서는 음극소재의 실시간 결정구조 분석에 어려움이 있으나, 본 연구결과에서는 단결정 Cu 박막증착 기술을 적용하여 성공적으로 In-situ XRD 분석을 수행하였다. C<sub>60</sub> 충방전 과정에서의 결정구조변화를 분석하고, 전산모사를 통하여 반응 메커니즘을 규명하였다.

### 기대효과

본 연구에서 개발한 in-situ XRD 분석기술을 통하여, 다양한 음극소재의 반응메커니즘 규명이 가능하며, 리튬이온전지의 고용량, 고안정성 C<sub>60</sub> 음극소재의 상용화 가능성을 확인하였다.



1 조지웅 책임연구원(왼쪽 위)

2 Advanced Materials 뒷표지 사진

3 C<sub>60</sub>-Li 충방전 과정에서의 in-situ XRD 분석결과

## 반도체-금속 계면의 초고속 전자-정공 동력학 규명

Nonconventional nucleation and growth of Au nanoparticles  
with improved adhesion on oxygen-excessive oxide surfaces

채원식  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

초고분해능 실시간 형광수명 영상현미경, 다기능 X-선 회절분석기,  
고성능 엑스레이 광전자분광분석기, 초고분해능 주사전자현미경

### 저자명

채원식(교신저자,KBSI), 최은애(교신저자,KBSI),  
윤정흠(교신저자,KBSI), 정은욱(제1저자,재료연),  
유승민(공저자,KBSI), 배종성(공저자,KBSI), 이상걸(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

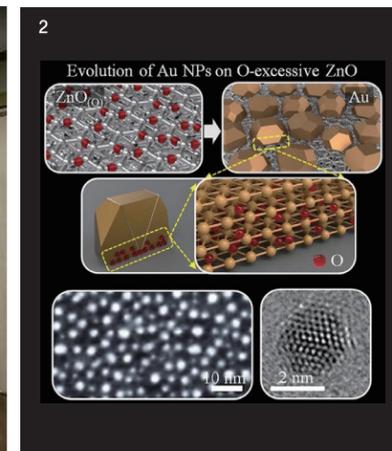
Appl. Surf. Sci. (IF : 6,707 / 2021.07.01.)

### 연구내용

산화아연(ZnO) 나노박막 표면에서 금(Au) 나노입자 형성 및 고밀도 결정 성장을 위한 계면 점착력 증진 요인으로 여분의 산소 원자의 역할 및 에너지적 동력학 특성을 분석하였다. 여분의 산소원자는 금 나노입자 내부로 일부 확산되어 점착에 필요한 형성 자유에너지를 안정화 시키는 역할을 하며, 산소 결핍 또는 과포화 상태에서 서로 상이한 표면 전자-정공 재결합 특성이 금 나노입자 도입으로 서로 상쇄되어 유사한 계면 상태로 전환됨을 초고속 양자동력학 분석법으로 규명하였다.

### 기대효과

나노소재의 접합 계면에서 발생하는 원자 결함 및 원자 이동과 이로 부터 발생하는 복잡한 양자(전자, 정공) 재결합 및 전하 이동 특성을 이해하는데 초고속 시공간분할 분광분석법이 핵심 정보를 제공하므로, 향후 다양한 반도체-반도체, 반도체-금속, 반도체-분자 등 헤테로접합 광전소재의 극한 양자물성 분석에 긴밀하게 활용할 예정이다.



1 채원식 책임연구원

2 산화아연 박막 표면에 금 나노입자 증착 시 여분의 산소원자는 금 나노입자 내부로 확산되어 점착에 필요한 형성 자유에너지를 안정화 시킴

## 막성 사구체신염을 조절하는 타겟 물질 발굴 및 검증

Fumarate modulates phospholipase A2 receptor autoimmunity-induced podocyte injury in membranous nephropathy

황금숙  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

800 MHz 핵자기공명분광기-질량분석기 시스템

### 저자명

황금숙(교신저자,KBSI), 김동기(교신저자,서울대),  
현진성(제1저자,KBSI), 조형아(제1저자,서울대),  
양승희(제1저자,서울대), 정영애(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

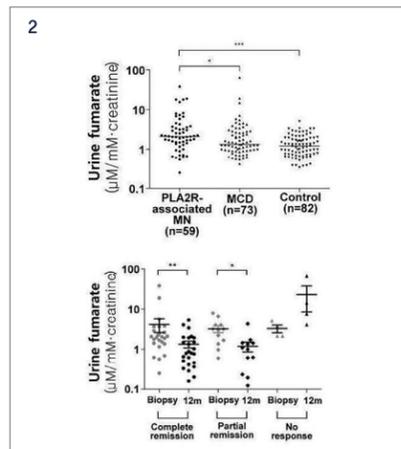
Kidney Int. (IF : 10,612 / 2021.02.28.)

### 연구내용

막성 사구체신염 환자의 임상 시료에 대해 자기공명분광기와 질량 분석장비를 활용한 대사체 프로파일링을 분석하였다 (총 265개의 임상 시료 분석). 막성 사구체신염 환자와 정상인의 생체 시료 분석을 통해, 환자 시료에서 차이나는 14개의 대사체를 선별하였다. 이 중에서 fumarate의 농도가 질병대조군인 미세변화 신증후군 환자와 정상인과 비교하여 막성 사구체신염 환자에서 유의적으로 증가되어 있음을 확인하였다. 또한, 막성 사구체신염 환자 중 치료에 반응하지 않은 환자에서 fumarate의 농도가 높다는 것을 확인하였다. 막성 사구체신염 환자들에서 fumarate 농도가 높을수록 치료 예후가 좋지 않고, fumarate 농도가 낮을수록 회복력이 좋음을 관찰하여, 치료 타겟 물질로서의 가능성을 보일 수 있었다.

### 기대효과

대사체 프로파일링 분석을 통해 막성 사구체신염을 조절하는 대사물질을 발굴하고, 생체 내 기전을 규명하고 치료 효용성을 검증함으로써 치료 표적으로서의 활용성을 보였다. 임상시료의 대사체 프로파일링 분석은 다양한 질환에 적용하여 진단 및 치료 타겟 물질 발굴에 활용을 기대한다.



1 800 MHz 핵자기공명 분광기-질량분석기 시스템(서울서부센터)

2 막성사구체신염 환자, 미세변화중후군 환자, 정상인 그룹에서의 소변 내 fumarate 농도와 막성 사구체신염 환자의 치료 전후 fumarate 농도

## 수산화칼슘의 탄산화 반응원리 세계 최초 규명

Role of intercalated water in calcium hydroxide interlayers for carbonation reaction

한옥희  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

400 MHz 고체상태 핵자기 공명 분광기

### 저자명

한옥희(교신저자,KBSI), 김용일(교신저자,표준연),  
이승우(교신저자,지질연), 박주현(제1저자,UNIST),  
김선하(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

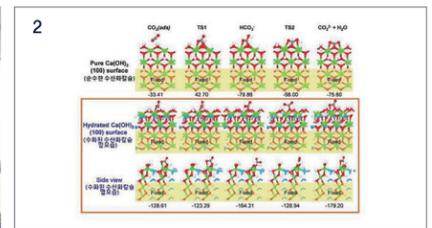
Chem. Eng. J. (IF : 13,273 / 2021.09.15.)

### 연구내용

물이 수산화칼슘의 탄산화 반응 초기에 층상구조 안으로 삽입되어 탄산화 반응을 빠르게 하는 중요한 역할을 한다는 것을 알아내고, 삽입된 물의 양 측정도 성공했다. 고체 NMR 분석을 통해 탄산화 반응 초기에 수산화칼슘의 층간으로 물 분자가 들어감을 밝히고, 들어간 물의 양을 측정했다. 물과 섞인 수산화칼슘 시료를 분석한 결과, 일반적인 물이 4.8 ppm에서 수소 핵중신호를 보이는 것과 달리, 수산화칼슘 내부로 들어간 물 분자는 약 1 ppm에서 신호가 관찰되었다. 이렇게 구분되는 신호 면적 크기를 활용하여 수산화칼슘 층간으로 들어간 물을 정량할 수 있었다. 더불어, 특정한 조건에서 다양한 물질의 화학적 특성에 따른 반응속도를 고려하는 이론적 계산을 통해 수산화칼슘의 층간으로 먼저 물이 들어갔을 때 탄산화가 빠르게 진행된다는 사실을 알 수 있었다.

### 기대효과

수산화칼슘을 공장 배기가스와 대기중 CO<sub>2</sub>를 저감할 수 있는 포집제로 활용함은 물론, 시멘트의 경도 조절, 그리고 고순도의 수산화칼슘을 탄산화시켜 페인트, 치약의 기능을 강화하는 충전제의 특성향상 등 다양한 연구 · 산업분야에 활용될 전망이다.



1 공동 연구자(가운데, 한옥희 책임연구원)

2 이론적 계산을 통해 밝힌 순수한 수산화 칼슘(검은색)과 수화된 수산화 칼슘(파란색)의 탄산화 반응 메커니즘 비교도

3 400 MHz 고체상태 핵자기 공명 분광기(서울서부센터)

## 이차원 물질 platinum diselenide 전자 거동 규명

Exciton-Dominated Ultrafast Optical Response in Atomically Thin PtSe<sub>2</sub>

나상희  
선임연구원 · 제1저자

### 활용장비

다목적 X-선 회절 분석기

### 저자명

나상희(제1저자,KBSI), 배성광(제1저자,한양대학교), 이도연(제1저자,UVA), 이규상(교신저자, UVA), 심상완(교신저자,한양대), 백현석(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

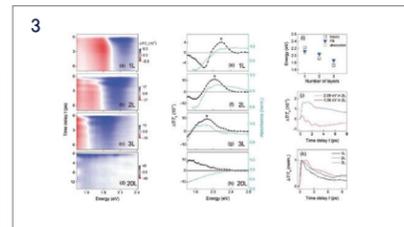
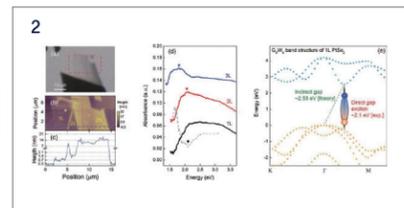
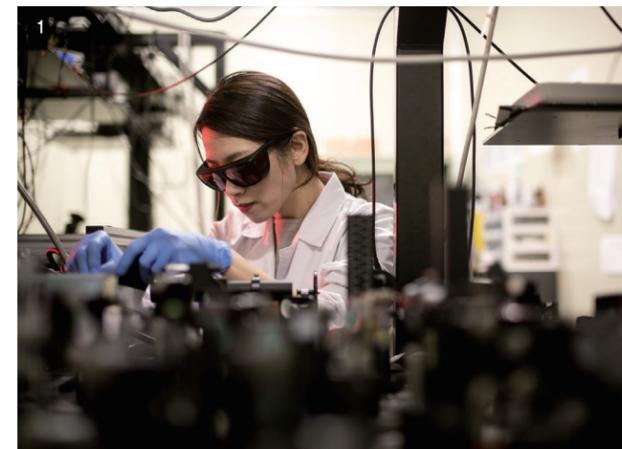
Small (IF : 13,281 / 2021,11,01.)

### 연구내용

Platinum diselenide(PtSe<sub>2</sub>) 이차원 물질은 안정성과 높은 전자 이동성으로 광전소자 개발을 위한 새로운 기능성 소재로 주목받고 있다. 본 연구는 PtSe<sub>2</sub> 단결정의 전자 거동 메커니즘과 PtSe<sub>2</sub> 두께에 따른 전자 이동 특성을 펨토초 순간 흡광 스펙트럼 관찰을 통하여 밝혀냈다. 빛을 흡수한 PtSe<sub>2</sub>는 전자-정공 쌍의 형태인 exciton을 형성하게 되는데 이는 가시광선부터 근적외선 스펙트럼 영역에서의 exciton bleaching 신호와 band gap renormalization 특징으로 관찰되었다. 여러 겹의 PtSe<sub>2</sub>의 경우 그 두께가 증가할수록 전자와 정공의 상호작용이 약해져 band gap 에너지가 줄어들게 되는데 이로 인하여 exciton resonance energy가 redshift 됨을 규명하였다. 이 결과는 Pt-dichalcogenides 이차원 물질을 기반으로 고효율 광전변환 소자를 개발하기 위해 고려해야 하는 중요한 광물리화학적 정보를 제공한다.

### 기대효과

본 연구에서는 전자 이동 현상을 펨토초 시간 수준에서 관찰할 수 있는 펨토초 순간 흡광 현미경을 이용하여 이차원 물질의 새로운 광학적 특성을 규명하였다. 이러한 결과는 기능성 신소재의 특성 연구뿐만 아니라 광검출기, 태양전지, 센서 등 다양한 고효율 광전변환 소자 개발에 활용될 수 있다.



1 나상희 선임연구원  
2 원자 수준 두께의 PtSe<sub>2</sub> 이차원 물질의 특성  
3 PtSe<sub>2</sub> 두께에 따른 엑시톤 거동의 변화

## 분광학적 분석을 통한 팔라듐(I) 화합물 최초 규명

An Isolable Mononuclear Palladium(I) Amido Complex

김선희  
책임연구원 · 교신저자

### 활용장비

전자상자기공명

### 저자명

김선희(교신저자,KBSI), Lili Zhao(교신저자,NJTech), Kyle M. Lancaster(교신저자,Cornell University), Liang Deng(교신저자,SIOC), Jian Liu(제1저자,SIOC), 김유정(공저자,KBSI)

### 게재지 (IF/게재일자)

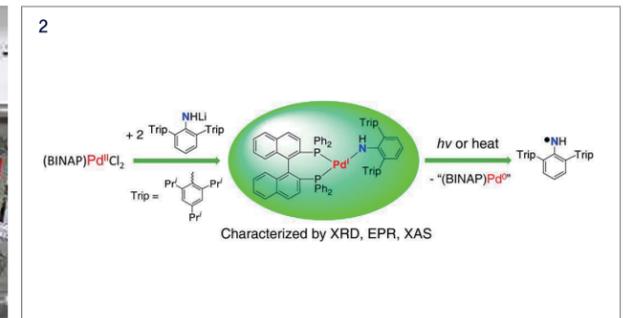
J. Am. Chem. Soc. (IF : 15,419 / 2021,07,21.)

### 연구내용

본 연구는 팔라듐(I) 화합물에 대해 직접적인 분광학적 분석으로 규명한 최초의 성과이다. 매우 불안정한 팔라듐(I) 종의 존재 및 기하학적, 전자적 구조를 직접적으로 제시하기 위해 극저온에서 다중주파수 전자상자기공명분광법을 진행하였다. 9/34/94 GHz 연속파 전자상자기공명분광학적 해석을 통해 팔라듐(I) 단분자 화합물의 구조적, 전자적 구조를 규명하였으며, 또한 계산화학적 연구를 통해 해당 분광학적 결과를 입증하였다.

### 기대효과

팔라듐 기반 촉매의 중간체로 제안되는 팔라듐(I) 화합물의 규명을 통해, crosscouplings, C-H bond 활성화 반응, 수소화 반응 등 팔라듐이 매개하는 다양한 유기 반응의 기작연구에 대한 활용을 기대한다.



1 김선희 책임연구원  
2 해당 논문 TOC 그림(논문 대표 그림)

# 지역센터 분석과학 연구 센터별 실적

## 서울·강원 지역



### 서울센터

#### 바이오메디컬 융합 연구

멀티 스케일 수준에서 위치적, 기능적 물성 연구를 위한 다학제간 융합분석시스템을 구축하고 환경 및 생명 현상을 규명하여 메디컬 산업 중개연구를 리딩하는 분석과학 기술을 개발하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 분자 수준의 위치적 정보 및 기능적 역동성 추적
- 분광학/광학/오믹스 분야 연계 생체질량 진단 및 치료제 평가 개발
- 분자영상기반 미세먼지/미세플라스틱 분석기술 및 생체 영향 평가기술 개발
- 초고해상도 영상기술(분자, 세포, 개체 수준의 표지/비표지) 기반 정밀의료기술 플랫폼 구축 및 지역 의료산업 활성화를 위한 중개연구

#### 대표 연구사례

- 생체광학영상기술을 이용한 염증우울증 상관성 규명  
염증센서를 이용하여 신체염증이 뇌로 전이하는 과정을 모니터링한 결과, GR의 NFκB 활성화 억제 작용이 우울증 발병에 깊이 관여되어 있음을 제시하여 차세대 우울증 치료 기술개발에 중요한 단서를 제공

## 서울·강원 지역



### 서울서부센터

#### 바이오·의약 융복합 및 에너지·환경·소재 융복합 연구

첨단장비 집적화와 선도장비, 통합분석 플랫폼을 기반으로 바이오·의약 융복합 및 에너지·환경·소재 융복합 분야의 분석과학 연구 및 지역혁신주체와의 공동연구를 수행하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 통합 대사체 분석플랫폼 기반 바이오마커 발굴 및 대사기전 연구
- LC/MS 및 NMR을 활용한 카이랄 제약 분리분석법 개발 및 응용연구
- Na 이온 배터리 전극소재 성능연구, 리튬이온전지 이온치환효과 연구
- 생체모방 물산화 나노촉매의 구조 및 반응기작 연구

#### 대표 연구사례

- 대사체 프로파일링 기반 만성 사구체신염 환자 소변 바이오마커 발굴 연구  
핵자기공명분광기와 질량분석기 기반 대사체 프로파일링 및 타겟 분석기술을 이용하여 phospholipase A2 receptor (PLA2R) 관련 만성 사구체신염 환자의 소변 대사변화를 관찰하였고, 소변 내 fumarate가 만성 사구체신염 치료 반응 모니터링 마커로서의 적용 가능성 검증



### 춘천센터

#### 천연물기반 생체효능 연구

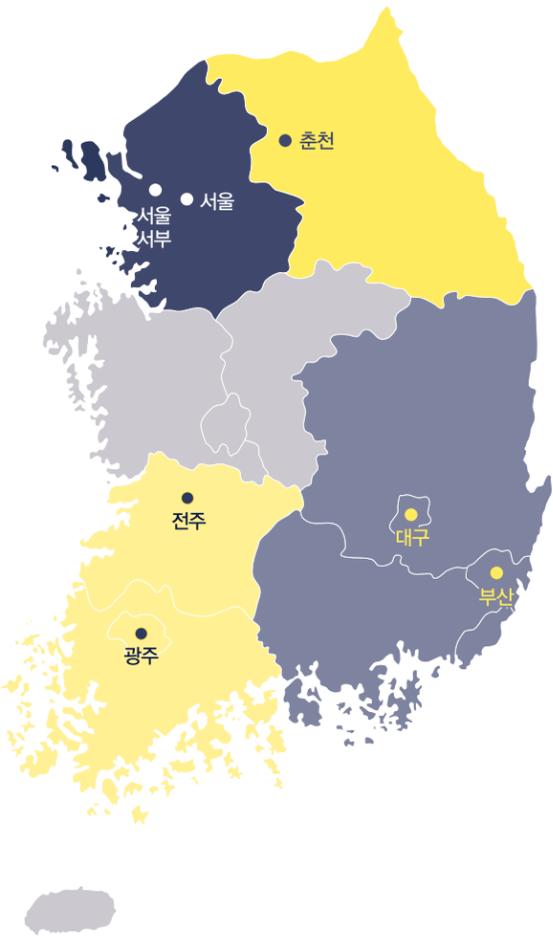
세포 및 소동물 질환모델을 대상으로 나노, 분자 및 세포 수준의 영상 분석기술을 개발하고 이를 활용하여 천연물의 기능성 신소재 탐색 및 개발연구를 수행하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 천연물 기반의 유효물질 발굴 및 분리분석 기술 개발
- 천연물기반 기능성 화장품·식품 개발을 위한 성분 프로파일 분석법 개발 및 데이터베이스 구축
- 세포 및 소동물 질환모델(암, 관절염, 골다공증, 노화 등)에서 생체영상 연구 및 치료기술 연구 수행
- 최첨단 장비를 통한 고급 생체영상 분석법 개발, 전문분석지원 및 공동연구 수행

#### 대표 연구사례

- 가래나무로부터 분리된 화합물의 항염증 활성 확인  
가래나무 열매로부터 분리된 화합물의 항염증 활성을 RAW 264.7 Macrophages 세포와 제브라피쉬에서 확인하고, 단백질 정량 분석 및 형광염색을 통해 LPS로 자극된 RAW264.7 세포와 제브라피쉬에서 NF-κB, MAPK 및 p65의 핵 전위 활성화를 통한 염증 억제 메커니즘을 밝힘



## 영남지역



### 대구센터

#### 첨단기능성소재 연구

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

#### 주요 수행연구

- 대구·경북권 산학연 연구지원 및 공동연구 수행
- 지역 중소·중견기업 대상 첨단기능성소재분야 분석기술 지원 및 공동연구 수행
- 유해 미세조류의 생화학적 특성과 형광이미지에 관한 독성 기작에 관한 연구
- 초고속 형광수명 영상분석법 이용 나노 광소재의 고속 양자동력학 메커니즘 연구

#### 대표 연구사례

- 이종접합 반도체 나노복합체의 초고속 들뜸상태 양자동력학 메커니즘 정밀 규명**  
산화아연(ZnO) 나노막대와 기공성 셀렌화아연카드뮴(ZnCdSe) 이종 나노복합체의 광여기 들뜸상태에서의 초고속 전자이동 및 전자-정공 분리 동력학을 이차원/삼차원 영상분석으로 정밀하게 규명하여, 고효율 수소 생산에 필요한 핵심 원리 제공



### 부산센터

#### 표면분석과학 기반 첨단소재 응용연구

초미세이차이온질량분석기, 각분해능 광전자분광기 등 표면분석분야의 연구장비를 도입·설치하고 있으며 2020년도에는 하이브리드 이차이온질량분석기를 신규 도입·설치하고 표면특성분석을 특성화하여 첨단소재 표면/계면 분야의 분석과학연구를 선도하고 있습니다.

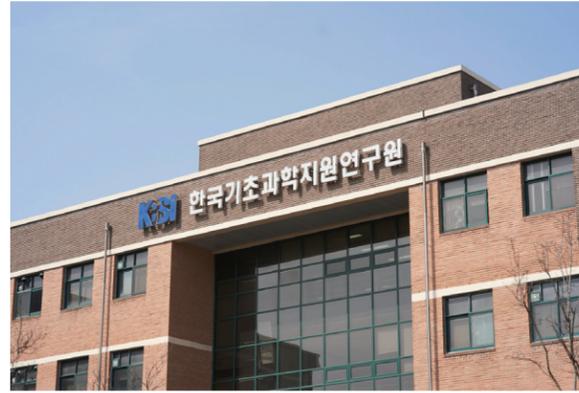
#### 주요 수행연구

- 다종의 X-선 광전자분광기 중심 나노박막 및 소재 표면분석과학연구
- 이차이온질량분석기 클러스터를 기반으로 유·무기 나노 소재 metrology 연구
- 이온빔가속장치(BIBA) 활용 소재·부품 등 표면 개질 연구
- 파워반도체 신뢰성 평가, 이차전지 소재, 전기화학센서, 촉매물질, 환경유해물질 제거 등 연구
- 가속장치용 저에너지 이온빔 전송장치 및 통합제어 시스템 개발·연구

#### 대표 연구사례

- BIBA (Busan Ion Beam Accelerator) 장치를 이용한 이온주입 시스템 개발**
  - BIBA 장치의 28 GHz ECR 이온원을 이용한 이온주입 시스템을 구축하여 첨단 소재 표면개질 연구 및 연구지원
  - 28 GHz ECR 이온원 다양한 핵종(다가이온)의 플라즈마를 이용하여 소재의 표면개질 연구(전기화학센서 성능개선, 촉매물질 개발 등) 및 공동연구(산화물반도체 구조적 특성) 결과도출로 소재 표면개질 분야 연구자들에게 첨단연구지원 인프라 제공

## 호남지역



### 전주센터

#### 나노구조분석 및 특성평가 연구

나노기술분야 필수 연구장비와 전문 연구인력 인프라를 구축하고, NT-BT 융복합 관련한 세계적 수준의 분석 연구를 수행하고 있으며 지역 분석과학 및 산업기술 발전을 위해 노력하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 탄소섬유/고분자 활용 환경오염물질 제거 연구
- 유기성 폐기물 탄화를 통한 발열체 개발 연구
- 산화물 반도체 기반 실시간 자외선 모니터링 소자개발 연구
- 석유계 피치기반 도전재/바인더 제조 및 응용기술 개발 연구

#### 대표 연구사례

- 친환경 기능성나노물질 합성법을 통한 탄소 및 일반섬유 표면 기능화 및 응용연구**
  - 기능성 나노물질합성 시 저온 및 단일화학종을 사용하여, 나노물질합성에 성공하였으며, 탄소/일반섬유, 카본클로스(Carbon Cloth)를 구성하고 있는 개별 섬유가닥을 다양한 형태의 나노입자형성을 유도
  - 일반섬유 기능화를 통해 인 흡착제로, 카본클로스 기능화를 통해 전기적 특성 응용연구결과 달성. 다양한 섬유의 응용성 확대 및 섬유재활용 기회 제시



### 광주센터

#### 노화과학 및 소재구조분석 연구

고령동물 공급 및 실험동물을 활용한 전임상 연구 등 노화과학 분야와 고분해능 투과전자현미경, NMR 등을 활용한 소재구조분석 분야의 최첨단 연구장비를 지속적으로 구축·운영하여 산학연 연구지원 및 공동연구 수행을 통해 지역 과학기술 및 산업 발전에 이바지하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 노화 및 퇴행성 질환 극복을 위한 분석과학 기술 개발 및 공동연구
- 노화제어 세포·생체 이미징 분석 및 전임상 분석 기술 연구
- 골 노화 및 장내 미생물 연구를 통한 고령마우스 표준화 연구
- 중소기업 애로기술 및 산업현장 분석 난제 해결 연구
- 국산연구장비 신뢰성 확보 및 성능 우수성 검증을 위한 활용 연구

#### 대표 연구사례

- 퇴행성 뇌질환 신규 발병기전 규명**  
세포질내 FUS 응집체를 감소시켜 신경 독성 및 세포소기관 기능 장애를 회복하는 새로운 신경퇴행경로 발견하여 루게릭병 치료법 개발 기대
- 골질환 신규 치료제 개발 및 발병기전 메커니즘 규명**
  - 현존 골다공증 치료제의 부작용을 최소화 하는 신규 골다공증 치료제 효능 검증
  - 골질환 주요원인인 파골세포 분화 메커니즘 검증 및 신규 치료제 효능 검증

## 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 및 공동활용 촉진, 국가 연구시설·장비 총괄관리, 대형연구시설의 구축관리 등의 업무를 수행함으로써, 국가 R&D 생산성 향상을 추구하고 있습니다.



### 1 국가연구시설·장비 관련 정책수립 지원

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

#### 주요 수행연구

- 국가연구시설(376개) 대상 성과조사 실시 및 우수성과 및 결과분석 보고서 발간
- 「국가연구시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침」 일부개정 고시 및 매뉴얼 제작 배포
- 대형연구시설 국내외 정책동향 분석 및 보고서 발간 제작, 연구시설 정책논문 게재
- 기초연구인프라에 대한 현황분석 및 중장기 지원방안 정책 연구 수행
- 제2차 국가연구시설장비 운영활용 고도화계획 추진현황 점검 및 성과분석 실시
- '국가 연구인프라 운영 및 활용 최적화' 국제정책연구(OECD GSF) 참여 및 한글보고서 발간



표준지침 매뉴얼



연구시설성과분석보고서

### 2 국가연구시설·장비 관련 사업·제도 운영 지원

특정 연구분야의 전문성 강화 및 국가연구장비 공동활용 촉진을 위한 '핵심연구지원센터(Core-Facility)' 조성 및 연구장비 구축을 지원합니다. 또한, 연구자가 연구시설·장비를 효율적으로 관리·활용할 수 있도록 신규 제도 '연구시설·장비 통합관리제(과학기술정보통신부)'의 기획·운영을 지원하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 연구장비공동활용촉진사업(과학기술정보통신부), 기초과학연구역량강화사업(교육부)을 통해 총 55개 핵심연구지원센터 조성에 필요한 연구장비 집적화, 구축 등의 예산지원
- 통합관리제 운영기관을 53개 기관(19년 : 36개, 20년 : 17개 기관)으로 확대 지정
- 관련 규정(국가연구개발혁신법, 관리지침 등) 제·개정 지원을 통한 제도 고도화
- 연구현장 밀착 지원(운영현황 점검, 현장 방문 컨설팅 등)을 통한 제도 안정화
- 연구현장 확산 및 정착을 위한 다방면 홍보 및 의견수렴 실시



### 3 국가연구개발 예산 편성을 위한 연구시설·장비 예산 심의 운영

정부 R&D 예산으로 구축하는 1억원 이상 연구시설·장비의 구축 타당성을 검토하고, 차년도 R&D 예산 배분·조정 시 이를 반영하여 연구개발 예산의 투자효율성 제고에 기여하고자 국가연구시설장비심의위원회를 구성·운영하고 있습니다.

#### 주요 수행연구

- 국가연구시설장비심의위원회 본심의 1회 개최(15개 부처, 715건 연구시설·장비의 구축 타당성 검토, 488억원 예산 절감)
- 국가연구시설장비심의위원회 상시심의 20회 개최(15개 부처, 1,292건 연구시설·장비의 구축 타당성 검토, 348억원 예산 절감)
- 심의 통과 연구시설·장비에 대한 이행실태점검 및 개발장비 검토회의 실시 등



국가연구시설장비심의위원회 본심의 1차회의



국가연구시설장비심의위원회 상시심의(10억 이상)

#### 4 대규모 R&D사업의 설계적정성 검토 지원 및 대형연구시설구축사업 종합 사업관리

국가 R&D 대형연구시설장비구축사업의 기술 난이도 증가 및 대형화로 복잡성이 증대됨에 따라, 합리적 기획 및 제도 관리체계를 마련하고 대규모 사업의 총사업비를 합리적으로 조정·관리하여 재정지출의 효율성을 제고하고 있습니다.

##### 주요 수행연구

- 연구기반구축 R&D 사업 대상 '연구장비 및 특수설비' 부문에 대한 설계적정성 검토지원
- 공사 착공 후 발생하는 계획변경에 대한 설계변경 사전 타당성 검토지원
- 총사업비 재정지출의 효율성 제고를 위한 총사업비 관리시스템 고도화
- 대형연구시설구축사업 종합사업관리(PM) 제도화 추진
- 대형연구시설구축 추진점검 및 사업관리 실효성 증대를 위해 사업단 대상 맞춤형 컨설팅 실시



총사업비 설계적정성 검토회의(온라인)



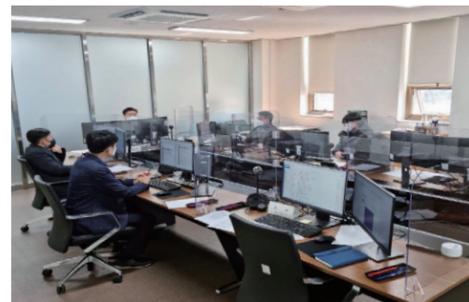
맞춤형 컨설팅을 위한 사전 검토 회의

#### 5 유휴·저활용장비 이전 지원사업

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.

##### 주요 수행연구

- '21년 유휴·저활용장비 이전심의위원회 총 12회 개최, 549점 장비 이전
- '19~'20년 이전완료 장비 698점의 활용 조사(연구 및 교육 등)
- 연구장비 나눔 마일리지제도 운영 및 중소기업 지원대상 확대를 통한 연구시설·장비의 재활용 활성화 기여



나눔장비 이전심의위원회 심의



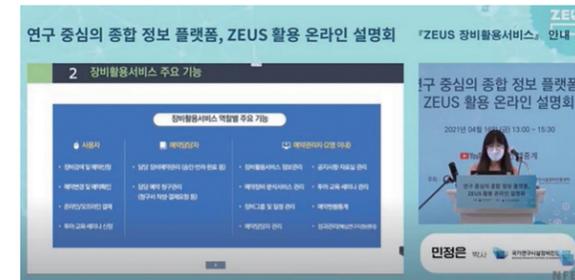
나눔장비 활용 Nature 표지 장식

#### 6 ZEUS 장비활용종합포털 운영

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

##### 주요 수행연구

- 국가연구시설·장비 정보에 대한 상시적인 정보 현행화 및 품질 검증을 통한 정보 무결성 유지
- 국가연구시설·장비 공동활용 촉진을 위한 기관 클라우드 예약 서비스 보급
- 연구장비 공동활용 사업 예약창구 제공
- 부처 및 연구기관과의 정보연계 확대
- 장비 지식공유 창구 구축 및 상담전문성 강화



ZEUS 활용 온라인 설명회



ZEUS 서비스 개선을 위한 전문가 의견수렴 회의

#### 7 연구시설·장비 공동활용 활성화 지원

연구자들이 연구시설·장비 정책과 제도를 알고 활용할 수 있도록 관련 교육·홍보 콘텐츠를 개발하고, 연구장비의 지식·정보와 경험을 공유할 수 있는 소통·교류의 장을 마련하거나 공동활용 지원제도를 기획하여 연구시설·장비의 공동활용 제도 정착 및 문화 확산을 지원합니다.

##### 주요 수행연구

- 시설장비 전문가들의 소통·교류를 위한 연구장비 지식공유 포럼(KSFree2021 개최)
- 연구 분야별 주요 학회 특별세션 개설을 통한 연구시설·장비 정책·제도 홍보
- 시설장비 관리 및 윤리에 대한 집합·방문교육 등 온·오프라인 교육 병행
- 연구장비 인력의 전문성 및 인적·협력 관계 강화를 위한 프로그램 개발 지속
- 연구시설·장비비 통합관리제 제도 기획·운영 및 활성화 지원



KSFree2021 개최



국가연구시설장비 관리 및 윤리 교육(집합교육)

## 다목적방사광가속기 구축

### 방사광가속기란?

방사광가속기는 빛의 속도로 가속한 전자를 전자석을 이용해 회전시켜 자외선, X선 등 넓은 영역의 고집속·고휘도의 빛을 만드는 장치로, 방사광의 특징 및 발생장치의 진화에 따라 1세대부터 4세대까지 분류가 가능하다.

2016년 스웨덴에서 세계 최초의 4세대 원형방사광가속기가 성공적으로 구현된 이후 전 세계적으로 4세대 원형방사광가속기 신규 구축 및 기존 3세대 방사광가속기의 업그레이드 프로젝트가 활발히 추진되고 있다.

충청북도 오창에 구축되는 다목적방사광가속기는 기존 3세대 원형 방사광가속기보다 100배 밝은 빛을 내도록 설계된 4세대 원형 방사광가속기이다.



### 다목적방사광가속기 구축사업

부품·소재 강국들이 앞다투어 최고 사양의 원형 방사광가속기를 건설하며 관련 산업의 생산성 및 연구능력 극대화를 추진하는 가운데, 포항에 구축된 방사광가속기의 이용 포화와 성능 한계로 우리나라에도 미래기술 선점을 위한 첨단 가속기 구축 수요가 커져왔다.

다목적방사광가속기는 높은 해외 의존도를 지닌 핵심 소재·부품의 국산화율을 높이고 관련 산업경쟁력 향상에 기여하는 동시에 COVID-19 확산과 같은 국가·사회 문제에 신속 대응할 수 있는 기술 확보를 위한 연구 인프라로 기획됐다.

다목적방사광가속기가 구축되면 융복합첨단 신소재·부품, 이차전지, 반도체, 신약 개발 등 산업적 활용과 함께 물리·화학·생명공학 등 기초과학 연구 역량의 확보에 크게 기여할 것으로 기대된다.

<b>목적</b>	· 산업 R&D 지원 및 선도적 기초·원천연구 지원을 위한 세계 최고 수준의 다목적 방사광가속기 구축	
<b>기간</b>	· 2021.7 ~ 2027. 6 (6년)	
<b>총사업비</b>	· 1조 454억원(국비 8,454억원, 지방비 2,000억원)	
<b>규모</b>	· 부지 540,000 m <sup>2</sup> (기본부지 280,000 m <sup>2</sup> 포함) / 연건평 69,400 m <sup>2</sup>	
<b>주관기관</b>	· 한국기초과학지원연구원	
<b>추진주체</b>	· 과기정통부 / 충청북도·청주시	
<b>사업내용</b>	<b>방사선 가속기</b>	· 빔에미턴스 : 0.1nm·rad이하 · 빔에너지 : 4GeV · 둘레 : 약 800m · 밝기 : 포함 3세대 가속기의 100배
	<b>빔라인</b>	· 10기 구축(최종 40기 구축 예정) <ul style="list-style-type: none"> <li>① 바이오신약 – 바이오소각산란</li> <li>② 소재 구조 분석</li> <li>③ 연엑스선 나노프로브</li> <li>④ 나노스케일 각분해 광전자 분광</li> <li>⑤ 결맞음 엑스선 회절</li> <li>⑥ 결맞음 소각 산란</li> <li>⑦ 실시간 엑스선 흡수 분광학</li> <li>⑧ 생체분자 나노결정학</li> <li>⑨ 고에너지 현미경</li> <li>⑩ 나노프로브</li> </ul>

### 산학연 협력체계 강화

KBSI가 보유한 첨단 연구장비와 기초연구 지원능력을 기업지원에 결합시킴으로써, 새로운 형태의 산학연 협력모델을 수립하고 있습니다. 중소기업이 직면하고 있는 기술 애로 등을 해결하고, 연구장비 개발 분야에서의 협력을 모색할 뿐만 아니라, KBSI가 보유한 기술을 사업화하는 연구소기업 설립과 기술이전도 점차 확대되고 있습니다.

#### 1 산학협력 기반 기업지원

KBSI 보유 첨단분석과학 인프라를 기반으로 중소기업 지원프로그램을 통한 지속적인 지원 활성화로 중소기업이 국가 산업경계의 주역으로 성장하도록 기여하고 있습니다.

##### 주요 수행연구

연구원이 보유하고 있는 인프라(인력, 장비 등)를 활용하여 중소기업지원 맞춤형 지원프로그램으로 KBSI 패밀리기업(78개 기업), 중소기업지원 전담인력(2명), 첨단기기 공동활용 우수회원제(81개 기업) 등을 선정·운영함으로써 중소기업의 기술적 어려움을 해결하고 경쟁력 향상에 기여하였습니다.

#### 2 기술사업화 및 창업지원

연구개발의 결과로 취득한 권리 또는 기술을 실시권 허락, 양도, 기술지도, 공동연구 합작투자 방법으로 기업에 이전함으로써 기업의 사업화(제품화)를 촉진하고 경쟁력 강화에 기여하고 있습니다.

##### 주요 수행연구

- 연구원의 지적재산권 경영진단을 수행하고 지적재산권 경영진단 결과에 따른 지적재산권 관리, 지적재산권 시스템 도입·운영 전략, 지적재산권 교육 프로그램, 보유특허 자산실사, 우수 지적재산권 발굴, 기술이전 마케팅 및 기술이전 사후관리를 수행하였으며, 중소기업에 15건의 기술이전을 실시하고 1개의 연구소기업을 설립하였습니다.
- 지속적인 기술설명회를 통해 연구원의 지적재산권 홍보 및 사업화 제고에 노력하고 있습니다.



2021 인터비즈 투자포럼 기술설명회



기업 대상 기술설명회

### 분석과학 인력 양성

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

#### 1 첨단장비활용 과학대중화사업

「첨단장비+과학기술+과학기술인력」을 활용한 '엑스사이언스' 프로그램과 대덕연구개발특구의 과학기술 인프라를 활용한 '주니어닥터' 프로그램을 전국의 청소년을 포함한 대중들에게 제공하여 과학기술에 대한 국민적인 공감대 형성 및 과학기술인재양성에 기여하고 있습니다.

##### 주요 수행연구

- 2021년 엑스사이언스는 대상과 수준에 따라 맞춤형으로 총 133개 프로그램이 운영되어 5,056명이 참여하였습니다.
- 2021년 주니어닥터는 코로나19로 인해 비대면 프로그램인 '과학 DIY 챌린지'와 '랜선과학교실'을 개발하였고, 31개 기관, 104개 주제에 24,066명이 참여하였습니다.



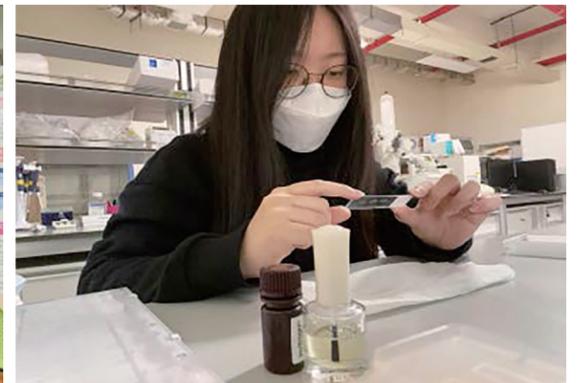
과학의 달, 사이언스 골든벨



엑스사이언스 호국보훈의 달 DIY 과학실험실



2021 제14회 주니어닥터



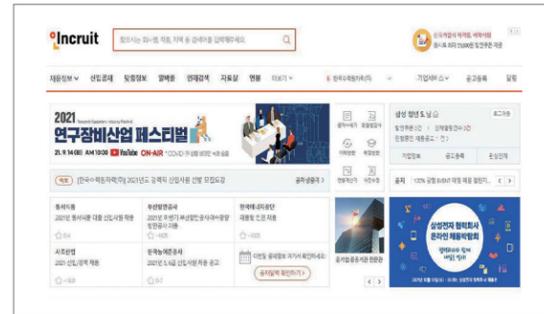
엑스사이언스 R&E 프로그램

## 2 연구장비분야 전문인력양성사업

기초과학분야 연구장비의 운영관리를 전담할 연구장비 전문인력을 양성·배출하여, 연구장비의 활용도 제고 및 과학기술분야 일자리 창출에 기여하고 있습니다.

### 주요 수행연구

연구장비분야 전문인력의 체계적인 양성을 위해 연구장비 실습교육이 가능한 전문교육기관 13개를 선정하여 143명의 교육생을 양성하였으며, 국내 연구장비산업 기술경쟁력 강화 및 국산화 추진을 위해 '연구장비 SW개발' 교육과정을 신설하였습니다. 또한, 교육생의 취업지원을 위해 연구장비 제조 및 시험분석 기업 등이 참여한 2021 연구장비산업 페스티벌(인크루트 온라인 전용관 구축, 조회수 9,558회)을 개최하여 연구산업 분야의 일자리를 제공하였습니다.



2021 연구장비산업 페스티벌



전문교육 장비 실습

## 3 분석과학기술대학원 운영

분석과학기술대학원은 교육과 과학기술 연구를 융합하는 새로운 학·연 협력모델로 한국기초과학지원연구원과 충남대학교가 공동으로 설립하였습니다. 국가 과학기술 발전을 견인하고 세계적인 연구경쟁력을 확보할 수 있는 분석과학기술분야에서 세계 최고수준의 대학원을 목표로 하고 있습니다.

### 주요 수행연구

- 2021년에는 기초연 소속 연구원 13명, 표준연 소속 연구원 4명, 충남대 소속 교수 7명으로 이루어진 총 24명의 교수진이 학생들을 지도 하였습니다. 같은 해 총 28명의 석·박사과정 신입생이 입학하였으며, 2021년 총 26명(석사 21, 박사 5)의 졸업생을 배출하였습니다.
- GRAST는 산업체 연수 및 위탁교육 프로그램을 개설하여, 연구 및 산업 현장에 필요한 기술 융합형 전문인력을 지속적으로 양성하고 있습니다.



제10회 분석장비 전문인력 자격증 수여



제8회 첨단바이오의약품 개발 및 분석기술 워크숍

## 4 KBSI 연구장비아카데미

KBSI 연구장비아카데미는 25년 이상 축적한 장비구축, 운영유지, 분석기술의 노하우를 국내 여러 연구자 및 장비 담당자들과 함께 공유하고 협력하고자 상시적으로 운영하는 장비교육 프로그램입니다. '사용자 일반교육'과 '전문가 집중교육'으로 구분되어 있으며, 대부분의 교육은 무료로 운영됩니다.

### 주요 수행연구

분기별로 장비별 교육신청자를 모집하여 맞춤형 교육을 수행하였습니다. 대덕본원 외에도 전국에 있는 지역센터를 활용하여 교육을 실시하여 교육자의 편의를 극대화하였으며, 2021년에는 총 50여종의 장비를 활용한 121회 장비교육을 통해 400여 명의 교육생을 배출하였습니다.



FE-SEM 이론 및 실습 장비교육



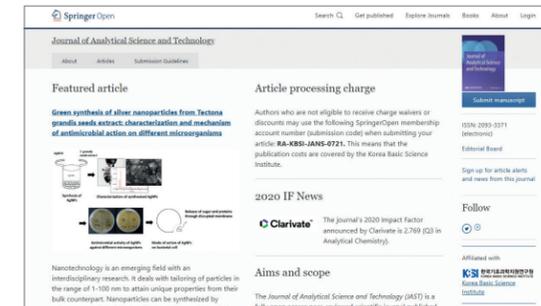
XRD 이론 및 실습 장비교육

## 5 JAST 분석과학 학술지

분석과학기술 학술지 Journal of Analytical Science and Technology (JAST)는 무료로 인터넷을 통해 읽을 수 있는 (open access) 전문가 동료 심사 (peer review) 영문 학술지입니다. JAST는 2010년 기초(연)에 의해 창간되었고 2013년부터 Springer Nature와 공동으로 발간하고 있습니다.

### 주요 수행연구

2018년에 Clarivate Analytics의 Science Citation Index Expanded (SCIE)에 등재되어 2021년에 2020년 기준 2,769의 인용지수 (impact factor)를 받았고 2019년에는 Elsevier 출판사의 Scopus DB에도 등재되었습니다. 분석과학의 원리 및 분석 기술, 분석 방법, 분석 과정 및 분석 장비 등에 관한 독창성이 높은 우수한 논문과 단문, 총설을 싣고 있습니다.



JAST 화면



## 부록 Appendix

2021기술이전/특허 현황

2021 KBSI 사업수행 현황  
주요/수탁사업

대덕본원 및  
지역센터 연락처

## 2021 기술이전/특허 현황

### 기술이전 현황

계약기간	기술명
2021.03.05.~2031.03.04.	COVID-19 환자유래 면역항체 라이브러리
2021.06.28~2026.06.27.	회귀분석을 이용한 영상의 스펙트럼 보정 프로그램
2021.06.29~특허소멸시	피라졸-4-일 메틸렌피리딘 화합물 및 이를 포함하는 항암용 조성물
2021.10.14~2026.10.13.	RFQ 가속기의 주파수 튜닝 방법
2021.10.14~2031.10.13.	바이오메스유래 황-탄소 튜브 복합체 및 이의제조방법
2021.10.14~2029.10.13.	복합 역학물성 분석장치 제작 및 측정 기술
2021.10.29~특허소멸시	CYP4A 저해 화합물을 유효성분으로 포함하는 대사질환의 예방 또는 치료용 조성물
2021.10.14~2026.10.13.	EMPS 재물대 기술
2021.10.29~2026.10.28.	사스코로나 바이러스 항원 생산기술
2021.10.29~2024.12.31.	193 nm 광원을 이용한 미세표면 검사기술 및 평가기술
2021.10.29~2036.10.28.	라세미 화합물의 광학분할용 키랄고정상 및 이의 제조방법
2021.11.29~2031.11.28.	진공용 울트라마이크로톰 나이프의 제작 및 신뢰성 평가 기술
2021.11.29~2031.11.28.	투과전자현미경 시료 이미지 영상검출 및 처리 기술
2021.11.29~2031.11.28.	초전도코일 제작 및 안정성평가 극저온 기술
2021.12.06. (양도)	코로나바이러스 중화용 조성물 외 6건

### 등록 특허 현황

출원국가	등록번호	등록일자	특허 명칭
한국	10-2202703	2021.01.07.	퀀치 검출 장치, 이를 포함하는 회전 시스템 및 회전 시스템의 동작 방법
한국	10-2202729	2021.01.07.	안토시아닌-폴리사카라이드 복합체를 유효성분으로 포함하는, 노화 또는 노화 관련 질환 예방 또는 치료용 약학적 조성물
한국	10-2204608	2021.01.13.	초전도 자석의 냉각을 유지하기 위한 극저온 용기 및 이의 설계 방법
한국	10-2212681	2021.02.01.	카세그레인 구조의 대물렌즈의 복합 모션을 구현하기 위한 마운팅 장치
한국	10-2216280	2021.02.09.	자기장 능동 보정 방법 및 자기장 능동 보정 장치
한국	10-2216258	2021.02.09.	노로바이러스 검출 센서 및 이를 이용하는 전기화학적 센싱방법
한국	10-2219283	2021.02.17.	탄소섬유-활물질 복합체와 그 제조 방법 및 탄소섬유-활물질 복합체를 포함하는 리튬이온전지
한국	10-2229881	2021.03.15.	광열반사 스펙트럼 측정장치 및 이의 동작 방법
한국	10-2253761	2021.05.13.	다중 분석 검출 키트

출원국가	등록번호	등록일자	특허 명칭
한국	10-2254822	2021.05.17.	3차원 이미징용 울트라 마이크로톰
한국	10-2258963	2021.05.26.	질량분석 시스템 및 질량분석 방법
한국	10-2268995	2021.06.18.	선택적 가간섭성 반스톡스 라만산란 신호 억제 방법 및 장치
한국	10-2291752	2021.08.13.	산기 치환 표면 개질 질화붕소, 이의 제조방법 및 이를 함유한 방열성 조성물
한국	10-2304558	2021.09.15.	약물관리 시스템 및 작동방법
한국	10-2305099	2021.09.16.	혼합 가스 클러스터 이온 빔 생성 장치 및 이를 포함하는 질량분석기
한국	10-2305925	2021.09.17.	수분 제거 유닛 및 이를 이용한 생물학적 물질 정제 방법
한국	10-2306731	2021.09.23.	전자현미경의 샘플홀더 기밀장치
한국	10-2323107	2021.11.02.	리보조절인자를 이용한 바이러스 진단을 위한 FET 통합 센서 및 이의 이용 방법
한국	10-2323919	2021.11.03.	카본-카본 나이트라이드 복합체를 포함하는 리튬-황 이차전지용 양극의 제조방법
한국	10-2335783	2021.12.01.	조명 장치의 렌즈 광학계 및 그의 설계 방법
한국	10-2336940	2021.12.03.	증착소재에 대한 결함 검출 방법 및 시스템
한국	10-2338793	2021.12.08.	다중 원소가 공동-도핑된 그래핀 양자점 및 그의 제조방법
한국	10-2339502	2021.12.10.	질량분석 시스템 및 질량분석 방법
한국	10-2340392	2021.12.13.	우울증의 예방 또는 치료 효과를 가지는 장내 미생물 및 이의 용도
중국	ZL201710117658.4	2021.07.02.	형광 탄소 나노입자 및 그 제조방법
미국	10886532	2021.01.05.	나노막대 형태의 리튬이차전지 양극활물질과 그 제조방법 및 이를 포함하는 리튬이차전지
미국	10916368	2021.02.09.	보빈 및 이를 포함하는 코일어셈블리 및 전자석장치
미국	10935470	2021.03.02.	울트라 마이크로톰 장치
미국	10983080	2021.04.20.	고점성도 유체 시료를 정량으로 공급하기 위한 장치
미국	11061170	2021.07.13.	무반사 나노패턴을 포함하는 광대역 대물렌즈 및 이의 제조방법
미국	11069506	2021.07.20.	전자 현미경용 시료 홀더의 구동기 및 이를 포함하는 스테이지
미국	11101457	2021.08.24.	양극활물질용 복합소재를 제조하는 방법 및 상기 양극활물질용 복합소재를 포함하는 리튬이차전지
미국	1181531	2021.11.23.	O-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석 방법

## 2021 KBSI 사업수행 현황

### 주요사업 현황

(단위 : 백만원)

구분	과제명	책임자	2021년 예산
대형연구시설장비 운영유지비	국가대형연구인프라 구축 및 운영	조지현	2,800
분석과학 특성화 연구	분석기술 개발연구	권경훈	2,798
	3차원 분자 이미징 질량분석기 개발	최창민	848
	전자기 물성측정 장비 개발	최연석	1,021
	다중모드 나노 바이오 광학현미경 개발	이계승	756
	수차보정 투과전자현미경 개발	한철수	859
	분광기반 디지털 역학물성 분석시스템 개발	홍웅기	112
	고속광학 3차원 생체시료 플랫폼 제작 및 이미징 데이터분석 기술개발	김정아	156
	국산연구장비 신뢰성 평가	서정주	630
	단백질 응집유래 난치성 노화질병 극복을 위한 통합분석 시스템 구축	류경석	1,500
국가경쟁력 향상을 위한 분석과학기술 확산	분석연구지원	장경순	14,400
	한-UAE 공동 R&D센터 인프라 지원	김해진	500
과학기술 트렌드대응 분석체계 구축운영	첨단장비활용 동위원소 빅데이터 플랫폼 구축	김정민	1,000
	첨단장비기반 멀티오믹스 빅데이터 융합 플랫폼 구축	황금숙	1,157
	국가재난대응 분석체계 구축운영	이현욱	1,800
국가연구시설장비 총괄관리운영	-	박정한	2,100
장비시스템구축비	-	최중순	12,500
<b>총 계</b>			44,940

### 수탁사업 현황(\*3억원 이상 과제)

(단위 : 백만원)

발주처	과제명	사업기간	총연구비
과학기술정보통신부	발광영상 기반 스트레스 특이 뇌단백질 활성 실시간 모니터링 기술개발(스트레스 특이 뇌생화학적 변화 실시간 모니터링 기술 개발 및 효용성 검증)	2016.06.01.~2021.02.28.	1,590
과학기술정보통신부	대사체 분석을 통한 파마바이오틱스 효능검증 및 기작연구	2017.05.25.~2022.05.24.	390
과학기술정보통신부	대사체 분석 기반 마이크로바이옴 유래 생체대사 제어물질 발굴	2018.06.01.~2022.12.31.	540
과학기술정보통신부	에너지·환경 나노소재의 복합물성 오펜도 평가기술 개발	2017.07.01.~2022.06.30.	910
과학기술정보통신부	생체모방 환경기반 촉매 분석	2017.09.01.~2023.08.31.	1,030

(단위 : 백만원)

발주처	과제명	사업기간	총연구비
과학기술정보통신부	국산 연구장비 신뢰도 향상 및 협력 지원	2020.04.01.~2024.12.31.	6,700
과학기술정보통신부	노화 관련 대사체 프로파일링 분석 구축 및 대사 지표물질 발굴	2017.05.20.~2023.11.19.	594
과학기술정보통신부	전자소자의 발열 분석을 위한 나노초 시분해 열반사 현미경 시스템개발	2020.04.01.~2021.12.31.	400
과학기술정보통신부	기후변화에 따른 퇴적환경의 유기물 변화와 붕괴에 대한 환경학적 영향연구	2019.03.01.~2024.02.29.	493
과학기술정보통신부	단결정 VO2 판상 소재 기반 박막을 이용한 고성능 및 유연 광대역적외선 감지 센서 개발	2020.03.01.~2023.02.28.	300
과학기술정보통신부	뇌기능 MRI-NIRS 영상을 이용한 일과성 허혈발작 환자의 신경생리변화 연구	2019.03.01.~2022.02.28.	300
과학기술정보통신부	골다공증 소동물모델 플랫폼을 이용한 해조류 유래 천연물의 골다공증 억제 및 작용기전 연구	2020.03.01.~2025.02.28.	500
과학기술정보통신부	광물 미세 영역의 인시츄 동위원소 분석 자료를 이용한 한반도의 알칼리질 화성활동 고찰	2021.03.01.~2024.02.29.	393
과학기술정보통신부	단일세포 전사 오믹스 기반 신규한 비알콜성 지방간염 조절 메커니즘 연구	2021.03.01.~2026.02.28.	655
과학기술정보통신부	연구장비분야 전문인력양성사업	2021.01.01.~2021.12.31.	3,725
과학기술정보통신부	국가연구시설장비선진화지원사업	2010.02.02.~계속.	11,564
과학기술정보통신부	동위원소표지 추적자 활용 대사흐름 분석기술 개발을 통한 암세포 기전 규명 연구	2020.03.01.~2024.02.29.	800
과학기술정보통신부	항암저항성 억제제 탑재 엑소좀 모사체 활용 항암면역치료기술	2020.03.01.~2025.02.28.	975
과학기술정보통신부	나노미터급 3차원 이미징을 위한 진공용 울트라마이크로톰 기술개발	2020.04.01.~2022.12.31.	952
과학기술정보통신부	표면에서 생성된 이차분자이온의 구조분석을 위한 탄밀질량분석기 개발	2020.03.01.~2025.02.28.	425
과학기술정보통신부	독성 유기비소종의 환경 중 출현 가능성 평가를 위한 거동특성 연구	2019.03.01.~2022.02.28.	513
과학기술정보통신부	Polo-like kinase 1의 allosteric 부위를 타겟으로 하는 저해제 개발 및 PET을 이용한 약물 효능 검증연구	2020.03.01.~2023.02.28.	300
과학기술정보통신부	미토콘드리아막상의 알파시누클레인 아밀로이드 피브릴 형성과 파킨슨병의 상관관계에 관한 통합적 연구	2019.03.01.~2022.02.28.	300
과학기술정보통신부	말초신경병증 핵심 마커 발굴	2016.06.01.~2021.12.31.	600
과학기술정보통신부	경량 AR 디바이스 구현을 위한 신호처리 및 영상표시 장치 기술개발	2020.04.01.~2022.12.31.	900
과학기술정보통신부	In-Situ 인프라 구축을 통한 리튬금속 반응메커니즘 고도분석 기술 개발	2018.07.27.~2023.02.26.	1,370
과학기술정보통신부	인공지능 활용 이오닉스 기반 소재개발 플랫폼 연구센터	2018.08.01.~2025.02.28.	324
과학기술정보통신부	연구장비 기업 재직자 역량강화	2021.03.01.~2025.12.31.	390
과학기술정보통신부	생체 전파 정밀 해석 및 영상화 기술개발	2021.04.01.~2025.12.31.	700

## 2021 KBSI 사업수행 현황

### 수탁사업 현황

(단위 : 백만원)

발주처	과제명	사업기간	총연구비
과학기술정보통신부	무인이동체 적외선 분광카메라 광학계 핵심기술 개발	2016.06.01.~2021.02.28.	1,760
과학기술정보통신부	동북아 국제공동측정을 통한 고농도 초미세먼지 발생 특성 규명 연구	2020.10.21.~2025.03.31.	9,000
과학기술정보통신부	가시광-근적외선 다파장 줌 렌즈 광학설계 및 정밀가공 핵심기술 개발	2021.04.26.~2023.12.31.	3,167
과학기술정보통신부	단백체 · 변이 단백질 데이터 국제 표준화 및 분석 파이프라인 개발	2021.09.01.~2023.12.31.	500
과학기술정보통신부	단백체 및 수식화 단백질 통합분석 파이프라인 개발	2021.09.01.~2023.12.31.	690
과학기술정보통신부	다목적방사광가속기구축사업	2021.07.01.~2027.06.30.	334,734
과학기술정보통신부	마이크로-전자소자 열분석 장비 개발 및 상용화	2021.12.15.~2024.12.14.	1,125
교육부	기초과학연구역량강화사업	2019.02.20.~2025.02.28.	80,823
과학기술정보통신부	좋은물 수원별 분자규모 특성 및 자연유기물질 평가기술 개발	2017.05.22.~2022.05.21.	3,890
과학기술정보통신부	신종 바이러스 감염 대응 융합 솔루션 개발(현장 진단용 고감도 스크리닝 기술 개발)	2016.08.01.~2022.07.31.	6,000
과학기술정보통신부	CAR-NK 세포치료제 항암효능 검증 생체이미징 기술 개발	2018.09.17.~2023.09.16.	11,085
국민안전처	한반도 단층구조선의 조사 및 평가기술개발	2017.07.10.~2021.12.31.	2,260
보건복지부	진드기매개 감염병 초기 현장진단을 위한 초고감도 바이오센서 시제품 제작 및 성능 검증	2020.04.23.~2021.12.31.	380
부산광역시	하이테크부품소재 중소기업 연구기반 구축사업	2020.01.01.~2022.12.31.	820
산업통상자원부	리튬이차전지용 석유계 피치 기반 도전재/바인더 제조 및 응용기술개발	2020.04.01.~2024.12.31.	1,110
산업통상자원부	전자빔을 활용한 전고체전지용 리튬 친화 100 nm급 나노 금속 복합체음극 시스템 개발	2020.06.01.~2024.12.31.	732
산업통상자원부	소재부품장비 융합혁신지원단 기술지원사업	2021.01.01.~2025.12.31.	345
산업통상자원부	광학융합 부품소재 산업화 기반 구축	2018.04.01.~2022.12.31.	3,150
산업통상자원부	파워반도체 산업 육성을 위한 신뢰성 평가 인증센터 구축	2019.04.01.~2022.12.31.	1,500
산업통상자원부	스마트 센싱 기반 라이팅 광학부품 및 모듈기술 개발	2021.09.01.~2024.12.31.	700
중소벤처기업부	OLED 유기 박막 깊이 방향 및 불순물 분석을 위한 Gas Cluster Ion Beam 모듈 개발	2020.11.01.~2022.10.31.	360
한국지질자원연구원	지질도-지질주제도 내 산출암상에 대한 광역 지질 연대측정 연구	2020.03.01.~2024.11.30.	510
한국한의학연구원	한약의 노인성(2형) 골다공증 제어 효능 연구	2018.01.01.~2023.12.31.	610
환경부	미생물 유래 대사물질의 분석법 및 유해성 연구(실내 생활환경 중 생물학적 유해인자 대사물질 분석기술 개발)	2021.04.01.~2024.12.31.	401

## 대덕본원 및 지역센터 연락처

<b>대덕본원</b>	34133 대전광역시 유성구 과학로 169-148 TEL. 042-865-3500 / FAX. 042-865-3565
<b>오창센터</b>	28119 충청북도 청주시 청원구 오창읍 연구단지로 162 TEL. 043-240-5001 / FAX. 043-240-5029
<b>서울센터</b>	02841 서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 자연계캠퍼스 내 TEL. 02-6943-4100 / FAX. 02-6943-4108
<b>부산센터</b>	46742 부산광역시 강서구 과학산단로 60번길 30 TEL. 051-974-6101~3 / FAX. 051-974-6116
<b>대구센터</b>	41566 대구광역시 북구 대학로 80 경북대학교 공동실험실습관 내 TEL. 053-717-4321 / FAX. 053-717-4329
<b>광주센터</b>	61186 광주광역시 북구 용봉로 77 전남대학교 내 TEL. 062-712-4409 / FAX. 062-530-0519
<b>전주센터</b>	54907 전라북도 전주시 덕진구 건지로 20 전북대학교 병원 내 생명과학관 TEL. 063-711-4528 / FAX. 063-711-4509
<b>춘천센터</b>	24341 강원도 춘천시 강원대학길1 강원대학교 집현관 TEL. 033-815-4602 / FAX. 033-255-7273
<b>서울서부센터</b>	03759 서울특별시 서대문구 북아현로 150 산학협력관 TEL. 02-6908-6211 / FAX. 02-6908-6215

[www.kbsi.re.kr](http://www.kbsi.re.kr)

발행일 2022. 06.  
서지등록번호 KBSI-2022-0022-0001  
기획·편집 KBSI 홍보협력팀  
디자인·제작 (주)홍커뮤니케이션즈  
www.hongcomm.com

Date of Issue, June 2022  
Resistration No. KBSI-2022-0022-0001



이 책자는 친환경 종이와 콩기름 인쇄로  
제작되어 지구 환경 보호에 앞장섭니다.