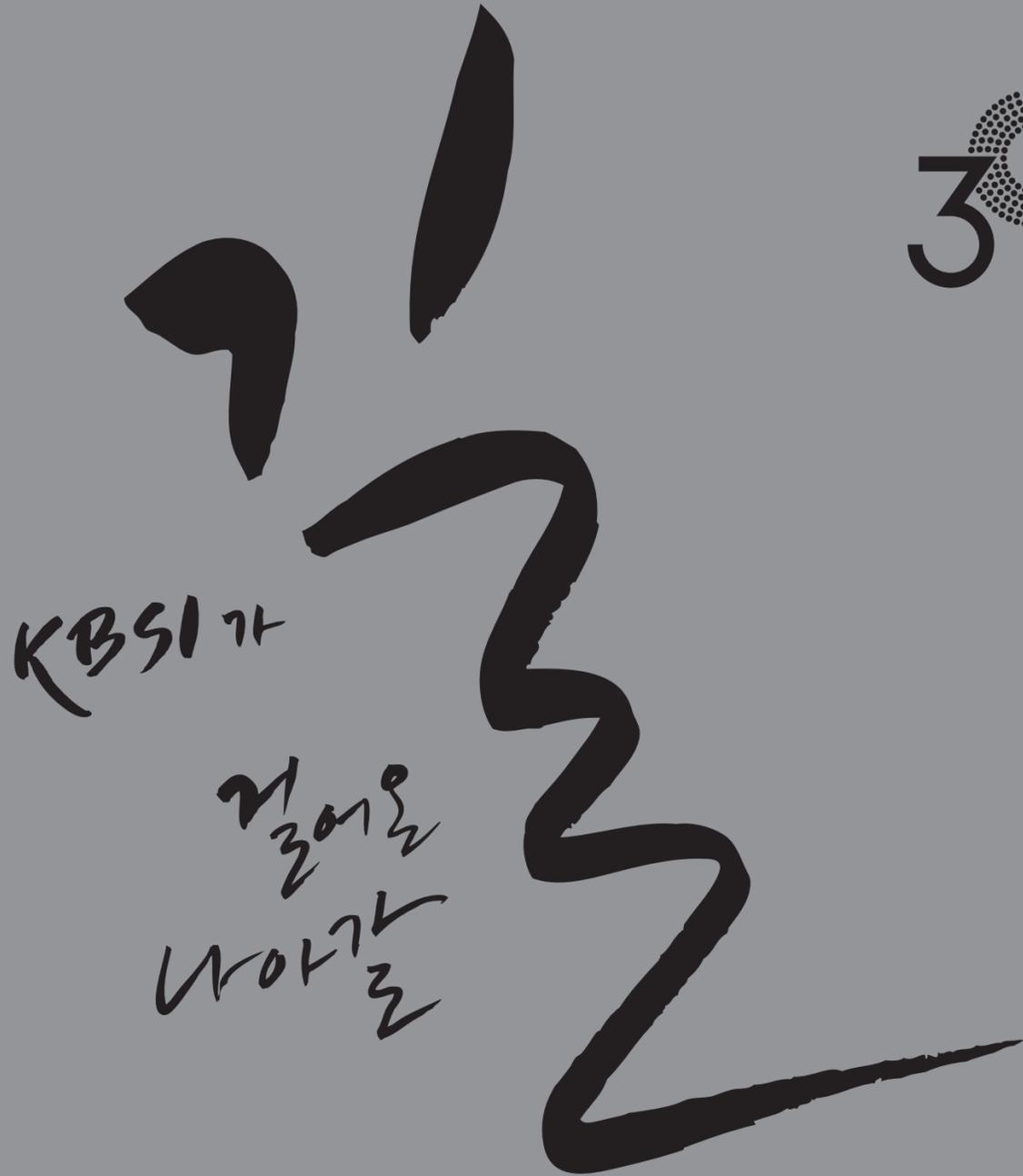


30 Years  
History of KBSI

1988 — 2018

# KBSI가 걸어온 길 나아갈 길

한국기초과학지원연구원 30년사



KBSI가

30년  
걸어온  
나아갈  
길

**KBSI**

30 Years  
History of KBSI  
1988 — 2018



KBSI가  
걸어온 길  
나아갈 길

한국기초과학지원연구원 30년사

**KBSI**

**KBSI**

KBSI가  
걸어온 길 나아갈 길  
한국기초과학지원연구원 30년사

30 Years  
History of KBSI  
1988 — 2018

30 Years  
History of KBSI  
1988 — 2018



KBSI가  
걸어온 길  
나아갈 길

한국기초과학지원연구원 30년사



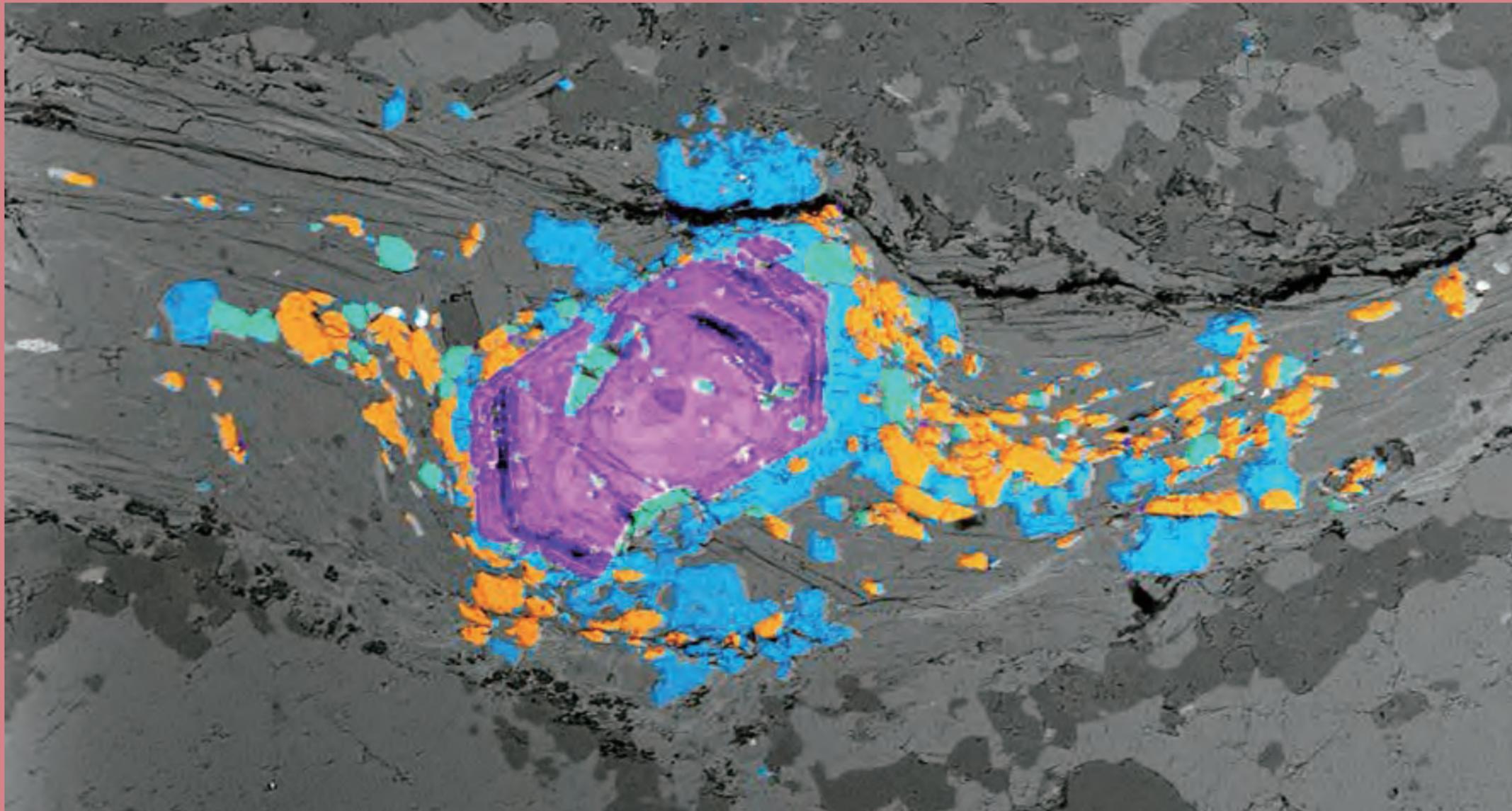
See the Unseen  
보이지 않는 것을 보다

KBSI는 국내 대학이나 연구기관에서  
개별적으로는 확보하기 어려운  
최고의 연구장비를 설치하여

연구자들의 장비 수요를 충족시키기 위한  
학계 및 정부의 열망과 기대를 안고  
역사적인 첫발을 내디뎠습니다



Au nano-wire를 성장시키는 과정에서의 기판 표면 이미지 (FE-SEM, S-4700)



청산 화강암의 연대측정을 위한 암석 시편의 mapping 이미지 (HR-SIMS, SHRIMP)

첨단 연구장비를 활용한  
연구지원과 공동연구 수행

국가적으로 하나밖에 없는  
대형공동연구시설 설치 운영 등

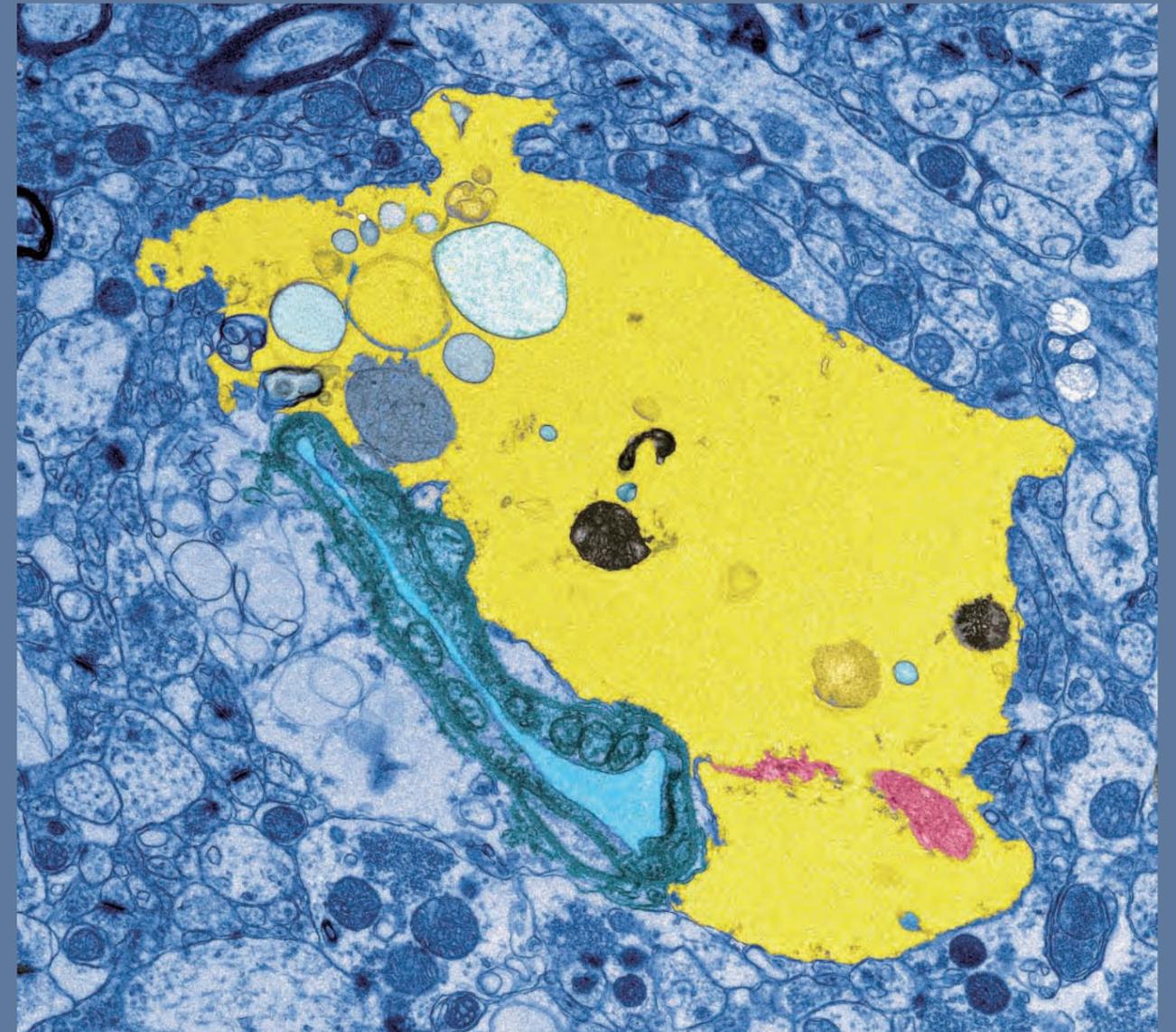
열정과 도전으로  
차원 높은 세계적 수준의  
많은 성과들을 이루어냈습니다

국민 속으로 한 걸음 더 가까이

대한민국 과학기술 발전의 역사  
그 중심에 KBSI가 있습니다

KBSI는 국내외 우수과학자들이 모여들어  
세계적인 연구성과를 창출하고  
과학기술 발전을 견인하는

글로벌 기초연구 플랫폼입니다



노령 생쥐의 뇌조직 중 신경세포의 미세구조 이미지 (Bio-TEM, Tecnai G2 Spirit Twin)

# KBSI가 걸어온 길 나아갈 길

한국기초과학지원연구원 30년사

30 Years  
History of KBSI  
1988 – 2018



---

## 일러두기

KBSI 30년사는 총 2부로 구성했다. 1부(통사)에서는 1988년 기초과학연구지원센터 설립에서부터 현재까지 30년 역사를 3개의 시기로 구분하여 기술했다. 2부(성과 비전)에서는 7개의 주요 성과와 주요 사업을 다루고 비전을 제시하여 KBSI의 발전상을 다각도로 조명했다.

---

## 표기방식

본 책은 한글 표기를 원칙으로 하며, 필요에 따라 영문을 비롯한 외국어를 병기했다. 맞춤법과 띄어쓰기는 한글맞춤법을 기준으로 하되 법 제정 및 정책 집행 등과 관련된 내용은 문서에 기록된 방식을 기준으로 했다.

올해는

# KBSI가 30주년이 되는 뜻깊은 해입니다

세계적 수준의 분석과학 개방형 공동연구기관으로  
성장하여 미래 과학기술을 선도하고  
국민 삶의 질 향상을 위해 최선을 다하겠습니다.

한국기초과학지원연구원(KBSI)은 지난 1988년 국내 기초과학연구 활성화를 위해 설립되어 30년간 국가 과학기술 발전의 기반 마련과 국가연구장비 공동활용을 통해 분석과학 선도기관으로 발전했습니다.

국내외 산학연 연구자들에게 첨단 연구장비 인프라 구축과 분석역량 등을 바탕으로 분석기술 개발, 국가·사회 문제 공공기술 개발, 산학연 간 융합기술 개발 등 과학기술 발전을 견인하는 글로벌 기초연구 플랫폼 역할을 다해왔습니다.

이제 KBSI는 국가연구장비 인프라 기관의 경험을 바탕으로 국산연구장비 산업 육성을 지원하고 생활환경, 재난안전, 국민생활연구 등 국민 체감형 분석기술 개발에 더욱 집중하며, 신산업 창출을 위한 융합연구개발 등 국가·사회 문제해결로 국민 건강과 국민행복을 실현해 나가고자 합니다.



국가연구시설장비진흥센터(NFEC)에서 수행하는 국가연구시설장비 관리 효율화를 위해 관리통제 중심에서 효율적 활용 중심의 정책을 지원하고 친화적인 실태조사 및 심의평가 개선 등으로 국가 R&D 생산성을 높이는 데 앞장서겠습니다.

새로운 미래 30년을 준비하고 있는 KBSI는 미래 과학기술을 선도하고 국민 삶의 질 향상을 위해 ‘세계적 수준의 분석과학 개방형 공동연구기관’으로 성장하는 데 온 힘을 기울이겠습니다.

국민행복과 함께하는 KBSI, 국가·사회에 기여하는 KBSI의 힘찬 성장에 많은 관심과 성원을 부탁드립니다, 30년사 발간에 도움을 주신 많은 분께 깊은 감사의 말씀을 전합니다.

2018년 5월

한국기초과학지원연구원장  
이광식

# 한국 기초과학의 튼튼한 버팀목 KBSI의 새로운 30년을 기대합니다



지금껏 과학기술은 경제 성장과 산업 발전의 핵심 요소로서 대한민국이 경제 강국으로 진입하는 데 중추적인 역할을 해왔으며, 그 밑바탕에는 기초과학이 있었습니다.

한국기초과학지원연구원(KBSI)은 1988년 기초과학연구를 지원하기 위해 설립한 국내 유일의 출연연구기관으로서, 지난 30년간 산학연 연구자들이 손쉽게 연구시설과 장비를 활용할 수 있도록 하는 조력자 역할을 훌륭하게 담당해 왔으며, 그러한 노력의 결과 우리나라가 기초연구 분야에서 세계와 경쟁할 수 있는 기틀을 마련할 수 있었습니다.

이제 우리는 4차 산업혁명이라는 새로운 시대를 준비해야 할 시기입니다. 지난 30년간 기초과학의 기반을 마련하기 위해 노력해왔던 KBSI가 앞으로 4차 산업혁명의 시대에 어떠한 역할과 책임을 정립할지 다시 한번 심도 있는 고민을 해야 할 때입니다. 국민과 연구자가 모두 공감하는 연구기관으로서, 새로운 시대에도 중추적인 역할을 담당해주시기를 당부드립니다.

지난 30여 년 동안 우리나라 기초과학 발전을 위해 묵묵히 노력해 주신 KBSI 임직원의 노고에 감사의 마음을 전하며, 'KBSI 30주년'과 'KBSI 30년사' 발간을 진심으로 축하합니다.

2018년 5월

과학기술정보통신부장관  
유영민

# KBSI 창립 30주년과 30년사 발간을 진심으로 축하합니다



KBSI는 지난 30년간 우리나라 기초과학 발전의 핵심 원천이었습니다. 세계적 수준의 첨단 연구장비를 구축하고 전문가를 양성하여 기초과학 전 분야의 연구활동을 선도했으며, 산학연 연구자들의 세계적 성과 창출을 견인했습니다. 우리나라 기초과학 분야 성과의 중심에는 언제나 KBSI가 있었습니다. 기초과학 발전을 위해 헌신해주신 한국기초과학지원연구원 임직원 여러분의 노고에 각별한 경의와 감사의 인사를 드립니다.

세계는 지금 원천기술 확보를 위해 기초과학 분야 투자를 지속적으로 확대하고 있습니다. 이러한 흐름 속에서 기초과학연구의 플랫폼으로서 세계 최고의 연구장비를 구축하여 기초과학 연구자들의 창의적인 융합연구를 가능하게 하는 KBSI의 역할이 무엇보다 중요할 것입니다.

우리가 지나온 하루하루가 우리의 내일을 만들어 갑니다. 지난 30년 동안 쌓아온 KBSI의 명성과 역량, 지금의 열정을 기반으로 대한민국을 넘어 세계 최고의 연구기관이 되어 우리나라의 희망을 밝혀 주시기 바랍니다. 국가과학기술연구회도 KBSI가 세계 일류의 기초연구 인프라 기관이 될 수 있도록 지원을 아끼지 않겠습니다.

다시 한번 창립 30주년 및 30년사 발간을 축하드리며, KBSI의 앞날에 무궁한 발전과 영광이 함께하기를 기원합니다.

2018년 5월

국가과학기술연구회 이사장  
원광연

# 한국기초과학지원연구원 30년사

## Part 1. 열정으로 통사 혁신을 이끈다

프로로그	22
KBSI 원로 좌담회	28

### Introduction

발간사	10
축사	12

### Chapter 1. 기초과학 발전을 설계하다 (1988~1999)

1. 21세기를 대비한 창조적 기술개발 정책 태동	33
2. 시대적 부름에 답한 기초과학연구지원센터 설립	35
3. 플라즈마 공동연구시설 설치사업 추진	39
4. 기초과학지원연구소 독립법인 위상 확보	43

### Chapter 2. 연구지원의 토대를 다지다 (2000~2008)

1. 독립법인 출범과 전국 지원서비스 체제 구축	51
2. 국가적 대형공동연구장비 도입·설치·운영	53
3. 연구지원 및 연구개발 활동	60
4. 산학연 협력 및 국제협력 강화	63
5. 오창센터 출범	65
6. 장비 활용능력 확대 발전	67
7. 세계적 수준의 연구장비 개발능력	68
8. 부설기관 설치	71

### Chapter 3. 연구지원의 성과를 내다 (2009~2018)

1. 분석과학기술대학원(GRAST) 설립·운영	77
2. 국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 설치·운영	79
3. 세계적 수준의 최첨단 선도장비 확보	82
4. 국가재난대응 분석체계 구축·운영	85
5. 과학 대중화 선도	86
6. 국제적 역량 확대를 위한 노력	91
7. 연구장비 개조·유지보수	95

## Part 2. 기초과학의 성과 비전 미래를 이끈다

현황화보	102
KBSI 직원 좌담회	122

### Chapter 1. 기초과학 연구지원 수행

1. 연구장비 인프라 구축	130
2. 연구장비 공동활용	140
3. 국가·사회 문제해결형 연구성과	166
4. 첨단 연구장비 개발	172
5. 국가연구시설장비 총괄관리	188
6. 분석과학기술 인력 양성	200
7. 산학연 협력 구축 및 성과확산	204

10대 선도장비 (화보)	214
---------------	-----

### Chapter 2. 연구지원 운영체계 확립

1. 대덕본원 및 오창센터	236
2. 전국 지역 네트워크	250

### Chapter 3. 열린 연구원 KBSI 국민과 함께

1. 'KBSI 비전 2030' 수립을 위한 준비	264
2. 'KBSI 비전 2030' 미래상과 발전목표	272

### Appendix 부록

1. 전·현직 원장	282
2. 조직 변천사	284
3. 분석지원장비 현황	290
4. 주요논문 등 실적	298
5. 세부 연표	348

편찬후기	360
------	-----

### Promenade KBSI

1. 25년간 KBSI 정보화 추진의 결실 장비정보팀 민안기	47
2. 오창센터 부지확보를 통한 KBSI 제2의 도약 감사부 황병상	48
3. KBSI 30년, 더 나은 미래를 꿈꾸다 감사부 김선봉	49
4. 모든 날이 좋았다 장비활용팀 김혜진	74
5. 언더독(Underdog) 신화를 이루는 KBSI 전자현미경연구부 현재경	75
6. 재난분석과학의 선봉에 서다 생물재난팀	98
7. 대한민국 과학문화 대표 브랜드, 청소년 과학문화사업 대외협력실	99
8. 소통을 생각하게 하는 KBSI에서의 경험 서울서부센터 한옥희	211
9. 연구활동의 든든한 지원군 KBSI 한국원자력연구원 신소재개발실 선임연구원 강석훈	212
10. KBSI와 함께한 추억 충북대학교 물리학과 교수 김동현	212
11. KBSI의 연구장비 도입 세계적인 수준의 결실을 맺다 KAIST 의과대학원 교수 김호민	213
12. KBSI 개방형 실험실 연구역량을 제고하다 전남대학교 석면환경센터 교수(센터장) 노열	213
13. 나에게 요술램프 같은 KBSI 고려대학교 화학과 교수 이광렬	258
14. KBSI 설립 30주년을 축하하며 한국뇌연구원 뇌신경망연구부장 이계주	258
15. 우연히 발견한 결과의 확장이 한 분야를 이끌어 낼 수 있을까 광주과학기술원 신소재공학부 교수 이재석	259

Part 1. 통사

# 열정으로 혁신을 이끌다

# Lead innovation with passion

프롤로그

과학기술의 견고한 뿌리  
기초과학의 든든한 줄기

**1**  
Chapter

기초과학 발전을  
설계하다

1988~1999

**2**  
Chapter

연구지원의  
토대를 다지다

2000~2008

**3**  
Chapter

연구지원의  
성과를 내다

2009~2018

# 30 Years History of KBSI

## 1988~1999 기초과학 발전을 설계하다

1995. 4. 1  
기초과학지원연구소로 명칭변경



1999. 12. 10  
전주센터 설치



2000. 5. 20  
독립법인 기초과학지원연구소 설립 1주년 기념식



1988



1988. 8. 1  
한국과학재단 부설 기초과학연구지원센터 설립



1992. 3. 18 ~ 4. 13  
광주, 부산, 서울, 대구센터 설치



1993. 10. 16  
기초과학지원센터 대덕본소 준공식



1999

2000



2005. 5. 6  
순천출장소 설치



2006. 3. 10  
부설 국가수리과학연구소 개소식



2006. 3. 31  
부설 국가핵융합연구소 현판식



2006. 6. 7  
강릉출장소 설치

2001. 1. 1  
한국기초과학지원연구원으로 명칭변경



2001. 11. 23  
춘천센터 설치



2003. 11. 14  
충청북도와 오창센터 설립 관련 협약 체결



2008



2008. 4. 16  
제주센터 설치

## 2000~2008 연구지원의 토대를 다지다

# 2009~2018

## 연구지원의 성과를 내다

2012. 4. 5  
서울서부센터 설치



2016. 11. 7  
국산연구장비활용랩 개소식



2018. 2. 1  
스마트 오픈랩 개소식



2009

2019



2009. 3. 6  
분석과학기술대학원(GAST) 개원식



2009. 9. 25  
국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 개소식

혁신과 도전으로  
열어가는 우리의 오늘이  
KBSI의 새로운 30년을  
채워가는 매일이 되고  
대한민국 과학기술 발전의  
위대한 30년을 열어가는  
내일이 될 것입니다.

## 과학기술의 견고한 뿌리

### 1

#### 인류 문명 발전을 견인하는 기초과학

기초과학(Basic Science)은 자연현상에 대한 이해 그 자체를 목적으로 자연에 대한 새로운 이론과 창조적 지식을 획득하거나 정립하는 연구활동 분야다. 순수한 지적 호기심에서 나오는 학문에 대한 진리탐구 자체를 목적으로 하는 분야라는 뜻에서 순수과학(Pure Science)이라고도 부르며 일반적으로 인문과학과 자연과학으로 구분한다.

인문과학에 속하는 기초학문 분야로는 언어학, 문학, 역사학, 철학, 종교학, 심리학 등이 있으며, 자연과학에 속하는 기초학문 분야로는 물리학, 화학, 생물학, 지구과학, 수학 등이 있다. 그중에서 자연현상에 대한 이해라는 순수한 호기심에서 비롯된 자연과학의 연구 결과는 공학이나 응용과학 등 과학기술 발전에 필요한 원천기술을 제공하는 역할을 해 왔다. 기초과학 분야에서의 연구성과가 과학기술 발전의 필수 요소이자 토대로 작용하고 있는 것이다. 과학 선진국들이 자연과학이라 부르는 기초과학을 과학기술 발전의 근원이자 기술과 산업 발전의 원천이라고 부르며 기초과학 역량 강화를 목적으로 적극적인 투자를 이어가는 까닭도 여기에 있다.

이뿐만이 아니다. 기초과학은 공학과 응용과학의 혁신을 선도하며 사고방식의 틀을 전환해 새로운 시대를 여는 역할을 한다. 자연현상의 밑바탕에 존재하는 근본원리를 탐구하는 연구를 통해 미지의 영역으로 남아 있

던 세계에 대한 새로운 지식을 밝히고, 그 과정에 발견한 새로운 지식을 통해 인류 문명 발전을 이끄는 핵심적인 역할을 기초과학이 수행하고 있는 것이다.

#### 깊은 뿌리에 맺히는 풍성한 열매

**불휘 기쁜 남은 브르매 아니 뵈 씨 곳 도쿄 여름 하느니  
식미 기쁜 모른 곧래 아니 그출씨 내히 이러 바르래 가느니**  
용비어천가 2장에 나오는 이 구절은 과학기술 발전을 위한 기초과학의 중요성을 강조하는 말로 바꾸어 해석해 보면 절묘하다고 할 정도로 정수를 짚고 있다.

기초과학은 인간이 추구하는 과학발전이라는 열매를 얻는데 필요한 뿌리와 같다. 뿌리가 튼튼한 나무가 많은 가치를 뺏어 풍성한 열매를 맺듯 기초과학이 깊고 튼튼하게 뿌리내려야 응용과학기술 역시 많은 결실을 맺을 수 있다. 또 샘이 깊어야 주변의 환경 변화에도 쉽게 흔들리지 않으며 바다라는 목적지에 다다를 때까지 마르지 않고 흘러갈 수 있다.

뿌리가 튼튼한 나무를 키우는 일이나 가뭄에도 마르지 않는 샘을 내는 일은 결코 쉽지 않다. 기초과학이 튼튼한 나라를 만드는 일 역시 쉽지 않다. 무엇보다 기초과학이라는 뿌리가 대한민국의 과학기술 발전을 흔들림 없이 견인할 수 있도록 튼튼하게 뺏게 하려면 두 가지 요소가 절대적으로 필요하다. 한 가지는 꾸준히 영양분을 공급하듯 지속해서 투자가 이루어져야 하며, 다른 한 가지는 나무뿌리가 다양한 방향으로 깊게 뺏어갈 때까지 충분한 시간을 갖고 지켜봐야 한다.

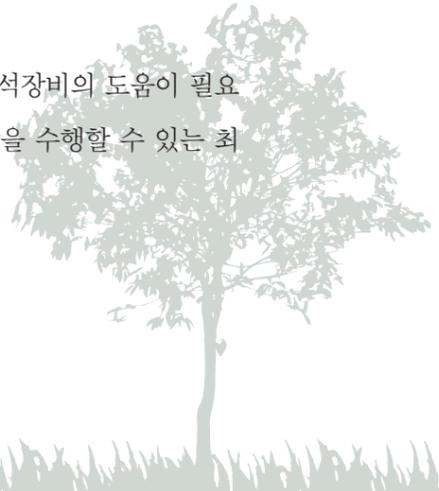


### 기초과학 연구의 출발점 분석과학

2008년 2월, 미국 공학한림원(NAE)에서 인류의 삶의 질을 높이기 위해 해결해야 할 '21세기 14가지 위대한 도전과제'를 발표했다. 생명공학계 선구자인 크레이그 벤터(J, Craig Venter), 발명가이자 미래학자인 레이 커즈와일(Ray Kurzweil), 구글 공동창업자 래리 페이지(Larry Page) 등 18명의 과학자와 공학자들이 '환경', '건강', '사회', '행복한 삶' 등 4개 영역에서 선정한 도전 과제 중 하나가 '과학적 발견을 위한 분석장비 개발'이었다.

분석과학은 분석기술의 개발과 개선, 분석장비의 개조와 개발 및 그 활용에 관한 연구 분야를 아우르는 과학이다. 과학기술 연구에 활용되는 모든 장비가 곧 분석장비이며, 분석시설과 장비는 과학기술 발전의 필수요소다. 그렇기 때문에 첨단 연구시설과 장비가 새로운 과학기술 발전을 견인할 뿐만 아니라 세계적인 연구경쟁력을 확보할 수 있는 원천으로 주목받고 있다. 또한, 과학기술이 경제성장에 직접 기여하는 기반이 되고 있으며, 노벨상 수상의 근원이 되고 있다. 첨단 분석기술과 분석장비가 기초과학을 발전시키고, 기초과학의 발전은 다시 첨단 분석기술과 분석장비 개발로 이어지는 선순환 구조를 형성하고 있다. 첨단 분석장비 없이 과학자들이 연구를 수행할 수 없으며, 첨단 장비를 갖춘 과학자들만이 인류 역사를 바꿀 위대한 연구성과를 낼 수 있는 시대인 것이다.

대한민국의 기초과학 발전 역시 반드시 첨단 분석장비의 도움이 필요하다. 그리고 대한민국에서 첨단 분석장비 지원 역할을 수행할 수 있는 최고의 기관이 KBSI다.



## 기초과학의 든든한 줄기

2

### 기초과학 연구지원의 출발 연구장비 시스템 구축

KBSI는 대한민국의 기초과학이라는 나무가 어떠한 환경 변화에도 흔들리지 않는 뿌리깊은 나무로 성장하도록 지원하기 위해 탄생한 기관이다.

설립 초기 KBSI의 목표는 대학을 중심으로 한 연구자들이 연구에 매진할 수 있도록 필요로 하는 연구장비와 인프라를 제공하는 것이었다. 이를 위해 특별외화대출과 IBRD 차관을 이용해 각종 첨단기기를 구축하며 연구 지원을 시작했으며, 서울을 중심으로 한 수도권뿐만 아니라 대한민국 전역에 연구자들을 위한 지원시스템을 구축해 나갔다. 1993년 10월 대덕연구단지에 본원을 준공한 데 이어 1995년 6월에는 다목적 플라즈마 연구장치인 '한빛(HANBIT)' 장치의 준공과 함께 첫 플라즈마를 발생시켰다. 'HANBIT' 장치라는 대형 플라즈마 연구장치의 성공적 구축·운영을 통해 미래 에너지 원 개발을 위한 핵융합기술 기초연구 역량을 확보한 KBSI는 범국가적 차원에서 추진하게 된 '차세대 초전도 토카막 핵융합연구장치(KSTAR)' 프로젝트 총괄 기관으로서 막중한 임무를 수행했다. 이로써 KBSI가 세계 최고 수준을 자랑하는 대한민국의 핵융합연구개발 사업의 터전을 마련하였다.

핵융합연구 분야 발전에 결정적인 역할을 수행한 KBSI는 다른 분야에서도 대한민국 기초과학 연구지원에 주목할 만한 성과를 이어갔다. 1990년대 말부터 KBSI는 기초과학 연구지원 역량을 세계 최고 수준으로 끌어올리

기 위해서는 무엇보다 연구자들이 세계적 수준의 연구에 매진할 수 있는 공동연구 기반시설과 관련 장비를 갖추어야 한다고 판단했다. 이에 ‘초고전압 투과전자현미경(HVEM)’, ‘고자기장 자기공명장치(900 MHz NMR)’, ‘초고분해능 질량분석기(15T FT-ICR MS)’, ‘고분해능 이차이온질량분석기(HR-SIMS)’ 등 국가적 대형장비를 구축해 나갔다.

2003년 11월 14일에는 충청북도와 오창센터 설립에 관한 협약을 체결함으로써 KBSI가 명실상부한 세계적 기초과학지원연구 기관으로 성장하는데 필요한 결정적 계기를 마련했다. 충청북도 오창과학산업단지 내에 위치한 오창센터를 통해 22만 4,254 m<sup>2</sup>(6만 7,837평)의 연구시설 용지를 확보함으로써 더 큰 도약과 성장에 반드시 필요한 물리적 토대를 확보한 것이다. KBSI 오창센터에서는 바이오분석, 바이오 이미징, 나노특성평가 기기를 비롯한 차세대 기가급 핵자기공명기(NMR), 바이오-나노기기, 초고자장 바이오 질량분석기 등을 갖추고 장비개발사업과 기기교육 지원사업을 펼치고 있다.

4대 국가적 대형장비를 구축한 이후로도 지속해서 새로운 대형장비를 구축하고 있다. KBSI는 앞으로도 지금까지 볼 수 없었던 새로운 자연현상을 밝히려는 기초과학연구를 지원하기 위해 지속해서 세계 최고 수준의 첨단 연구장비를 구축해 나갈 것이다.

#### 연구를 통해 열어가는 세계 최고 연구지원 역량

‘See the Unseen’. 이 말은 KBSI에 근무하는 연구원들에게는 사명감과 같은 이야기다. 그 안에는 대한민국 기초과학 연구에 매진하는 연구자들에게 그들이 볼 수 없었던 세계를 볼 수 있도록 지원하겠다는 다짐이 담겨 있다.

오늘날 과학 분야의 노벨상 수상자 중 첨단 대형분석장비의 도움을 받지 않는 사람은 거의 없다고 봐도 과언이 아니다. 그들이 만들어 낸 연구 결과는 찰나의 순간 극미 세계에서 벌어지는 자연 현상을 관찰하는 과정을 통해 얻은 연구성과이기 때문이다. KBSI에는 세계적 수준의 최첨단 대형 연구시스템이 구비되어 있다. 하지만 최첨단 대형 연구시스템이 갖추어져 있다고 누구나 그 장비를 이용해 원하는 연구성과를 얻을 수 있는 것은 아니다. 세상에 없던 연구성과를 얻기 위해서는 시스템과 장비 못지않게 중요한 부분이 바로 그것들을 능수능란하게 활용할 수 있는 전문 역량을 갖춘 연구자들의 도움이다.

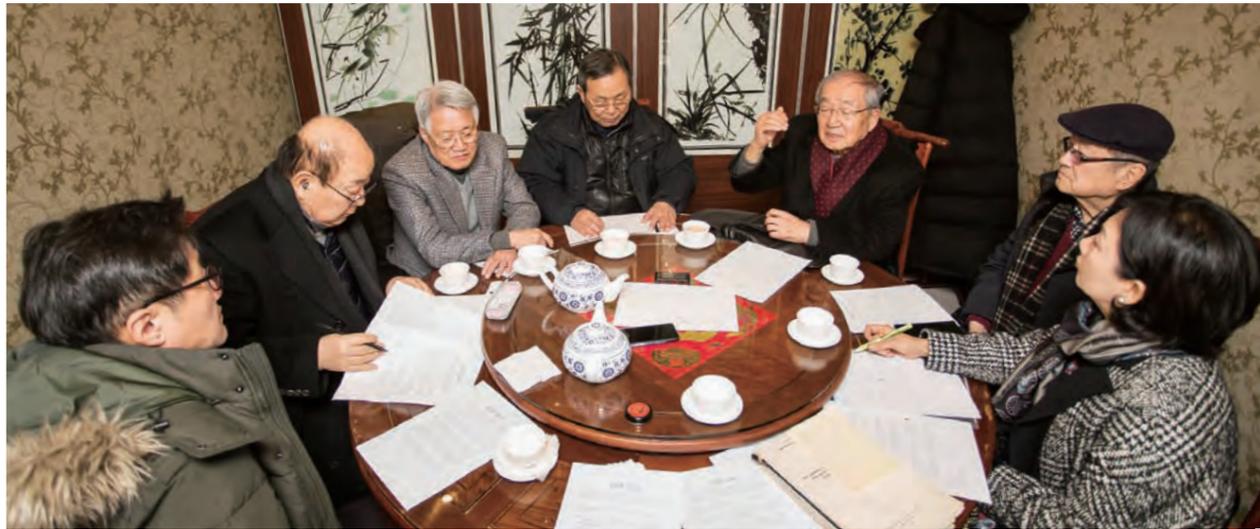
최첨단 국가적 대형연구장비에 대해 세계 최고 수준의 전문 역량을 갖춘 연구자들이 모여 있는 곳이 KBSI다. KBSI는 지난 30년간 기초과학 연구에 필요한 각종 첨단 대형장비를 구축하고, 이에 대한 연구를 통해 연구자들이 필요로 하는 최적의 지원을 제공하고 있다.

이뿐만이 아니다. KBSI는 그동안 축적해 온 첨단장비 관련 역량을 활용하여 대한민국의 연구장비를 유지보수하는 임무를 수행해왔으며, 한 걸음 더 나아가 세상에 없던 새로운 장비를 개발할 수 있는 역량도 갖추어 왔다. 그 결과 연구자들이 필요로 하는 세계 최초·최고 성능을 자랑하는 분석장비를 개발해 제공하는 역할을 수행하고 있다.

또한, 국가혁신체계(NIS) 및 지역혁신체계(RIS)의 연계와 기여를 통해 ‘국가적 연구장비 중심기관’으로서 그 역할을 충실히 수행하고 있으며, 국가 재난대응 분석체계를 구축·운영하는 임무도 맡고 있다. KBSI가 운영하는 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)에서는 R&D 생산성을 극대화하기 위해 범부처 연구시설·장비의 전략적 투자 공동 활용 촉진, 전문인력 양성, 국가연구시설장비의 총괄·운영·관리 등의 업무를 수행하고 있다.

# KBSI의 과거와 현재 그리고 미래를 논하다

1988년 8월 1일 설립 이후, 흡수 통폐합이라는 위기 상황을 거친 KBSI는 다시금 독립법인으로 거듭나며 오늘날까지 이르렀다. 유구한 30년 역사를 바탕으로 미래로의 도약을 준비하고 있는 KBSI는 과거에 있었던 역사적 사건과 과정을 살피기 위해 원로들을 모시고 좌담회를 마련했다.



이관

## 설립 배경과 흡수·독립 과정

**이관** 우리가 역사를 쓸 때 1970년대와 1980년대 시대상을 먼저 파악한 뒤에 우리 조직이 설립될 수밖에 없었던 배경을 설명해야 할 거 같아요.

당시에는 학습활동이 초보적인 시기였어요. 정부가 1980년에 공과대학 지원을 시작했어요. 이공대학 교수분들은 아쉬웠지만 옛날에 '시설기준령'이라고 해서 대학에 시설이 얼마나 돼야 한다는 기준을 만든 적이 있어요. 1979년도에 보면 시설기준령 37%로 대

학에 시설이 없다는 결과가 나와서, 우리 기관 존립에 상당히 기여했죠.

그리고 '기초과학연구지원센터'를 발족할 때 과학재단에 붙인 것은 기관을 보호하는 측면이 있었어요. 아직 제로 상태의 새로운 기관이니까 어딘가에 붙여서 발족하되, 재단의 간섭은 받지 않도록 하기 위해서 부설기관으로 만들었죠.

**윤창국** 설립 초기 이야기를 좀 할게요. 원래 카이스트 교수인 조병하 박사가 기초과학

연구소를 설립하려고 했어요. 설립 안까지 다 완성했는데, 당시 조완규 총장하고, 김시중 장관, 강효원 교수가 청와대 신극범 교문수석을 찾아가서 반대했어요. "이건 말이 안 된다, 세계 어디를 가도 이런 기관은 없다"면서 반대한 거죠. 그래서 기초과학연구소가 테이프 커팅만 앞둔 상태에서 무산됐어요.

**이정순** 저도 조병하 교수가 쓴 보고서를 읽었는데, 당시 우리나라에서는 주로 교수들만 연구를 했는데, 장비가 부족해 어려움을 겪었어요. 그래서 기초과학연구소를 만들어서 연구도 하면서 대학교수들을 지원하려고 했던

것 같아요. 그런데 오히려 대학교수들이 들고 일어난 거죠. 그래서 기초과학연구소가 설립 되려다가 스톱 됐고, 기초과학'지원'연구소로 바뀌게 됐어요. 아마 과학재단에서 대학교수들 연구를 지원하면서 연구 분석이나 지원 등을 전담하는 기관을 과학재단 밑에 두면 교수들이 편리하겠다고 생각한 거 같아요.

**이관** 내가 노태우 대통령 첫 번째 내각에 장관을 맡았는데, 그 전에는 울산대학교 총장이었어요. 그때 공중에 뜬 70억이 있었는데, 그걸 기초과학 지원하고 조직을 만드는 데 쓰면서 직접 관여하게 됐어요. 그런데 내가 관여하기 전까지는 지원연구소가 아니라 기초과학연구소를 설립하는 걸로 돼 있었어요. 비록 대학교수들은 반대했지만, 나는 대학의 총장이었던 경험을 바탕으로 그 당시에도 현재의 KBSI가 하는 일을 해야겠다는 확신이 있었죠. 결국 기초과학연구지원센터가 1988년에 설립되긴 했지만 그 이후로도 계속해서 없애려는 시도들이 있었어요. 그래서 내가 "잠수함시다"라는 농담을 자주 했어요.

**이정순** 1991년에 연구소가 한국표준과학연구원 직속 기관이 된 이유는, 우리 기관을 없애려는 와중에 기초과학교수협의회에서 서포트하고 사방에서 아우성을 치니까 어쩔 수 없이 직속 기관으로 남겨둔 거죠. 한국표준과학연구원 직속으로 들어갈 때 그들이 이미

'저 장비는 내 것' 이렇게 내부적으로 다 생각하고 있었어요. 우리가 그런 과정속에서도 생존을 했던 거죠. 지금은 어렵다고 해도 그 당시하고 비교하면 전혀 달라요. 초기에 들어오신 연구원들도 주변 교수님들도 과거처에서도 기술이면 되지 연구원은 왜 뽑느냐며 반대를 많이 했어요. 아무튼 그걸 뚫고 뽑힌 연구원들이 초기 멤버가 됐죠.

**윤창국** 청와대에서 기초과학연구지원센터를 없애려고 하자 강박광 박사가 청와대에 들어가서 그 필요성을 이야기했어요. "이건 대학, 연구기관에서 할 수 없는 일이다"하면서요. 직속으로 가겠다고 이야기할 했죠. 출연기관으로서 직속기관은 여기가 처음이자 마지막일 거예요.

**박병권** 내가 1993년 소장으로 왔을 때는 한국표준과학연구원 직속기관으로 돼 있더라고요. 그래서 김시중 장관님한테 부설기관으로 만들어 달라고 했죠. 그래서 부설기관이 된 거예요. 어떻게 독립했느냐 하는 얘기도 있는데, 1999년에 정부가 연구회를 만들어서 출연연구소를 관리하면서 기존 부설기관들을 대부분 독립기관으로 분리시켰어요. 그때 우리도 같이 독립된 겁니다.

### 참석자 (총 6명)

**이관** 前 과학기술처 장관

**박병권** 前 KBSI 제3대 원장

**이정순** 前 KBSI 제5·6대 원장

**강신원** 前 KBSI 제7대 원장

**윤창국** 前 KBSI 감사

**전승준** 前 KBSI 서울센터장, 現 고려대학교수



박병권

이정순

## 미래에 대한 조언

**강신원** 제 나름대로 KBSI의 설립배경, 혹은 정체성을 규정하자면 '전국을 대상으로 했다는 것'과 '산업체보다는 대학을 중심으로 했다는 것'이에요. 그런데 설립 당시와 지금의 정체성이 많이 다른 거 같아요.

KBSI가 설립 초기에는 전국을 대상으로 했는데 최근에는 지방과의 관계도 단절돼 있고, 대학에 좋은 시설이 많이 들어가다 보니까 기초과학지원연구원의 필요성을 못 느끼는 거 같아요. 산업계에서도 이용률이 낮고 다른 기관이나 연구소와의 관계도 뜸해요. 이뿐이 아니에요. 우리 출신이 다른 데 가서 성과를 내고 교수가 되는 사람도 많은데 정작 KBSI쪽으로 들어오려는 사람은 없어요. 유능한 사람이 많이 빠져나가는데 키울 사람들이 충분히 들어오지 않는 것도 우리의 아킬레스건이에요.

우리가 이런 문제를 극복하려면 전국 규모와 기초과학에 좀 더 포커스를 맞춰야 한다고 생각해요. 장비개발이나 응용 쪽으로요. 그쪽 분야는 우리가 얼마든지 정부를 리드할 역량이 된다는 거죠. 여기서 나온 좋은 아이디어

를 가지고 노벨상 받고 또 다시 새로운 연구장비 제작으로 이어지는 게 요즘 추세 아닙니까.

**이관** 미래에 대해서는 강신원 원장님하고 의견을 같이하고 있어요. 기계를 개발하는 쪽으로 나아가는 건 좋은데, 우리는 기초에 기초를 해서 '센서'나 '이미징' 같은 분야에 집중해야 할 거 같아요. 기초과학 분야에서도 기초가 되는 것에 집중하다보면 기초과학연구소하고는 전혀 다른 KBSI만의 독자적인 모습을 갖출 수 있지 않을까 생각합니다.

**윤창국** KBSI는 어떻게 장비를 확보해서 기관을 유지하느냐가 중요한데, 전 세계적으로 장비만 가지고 운영되는 기관이 많지가 않아요. 모델이 될 만한 사례는 영국의 장비 관련 연구회예요. 원장님과 부원장님이 선진국을 답사해 롤 모델도 찾고, 대형장비와 시설-장비를 확보해서 다른 연구소나 기업이 활용할 수 있도록 해야 할 거 같아요. 산학연을 지원할 수 있는 대형장비를 확보하고, 새로운 기술을 개발하면서 KBSI의 정체성도 함께 발전시켜야 할 거 같아요.

**전승준** 저도 장비가 굉장히 중요하다고 생각해요. 지금까지 기초과학의 역사, 20세기 동안의 흐름을 보면 중요한 순간들은 항상 장비와 관련이 있어요. 하지만 전 세계에서 장비만 하는 연구소가 없죠. 이유는 간단해요. 연구장비만 다루는 조직을 연구소로 볼 수 없거든요. 우선 장비는 아이디어가 중요하다고 생각합니다. 내·외부 가릴 것 없이 모아서 KBSI를 아이디어를 실현케 하는 '장'으로 만드는 게 어떨까 생각합니다.

그렇게 하려면 오픈 마인드가 필요해요. 저는 IBS 설립 이후 4년 동안 장비심의위원회의 위원장을 맡았는데, 그 일을 하면서 정말 큰 일 났다고 생각한 부분이 IBS가 설립되고 처음 2~3년 동안 전체 연구비의 50% 이상을 장비만 사는 데 쓰는 거였어요. 그런 식으로는 과학이 발전할 수 없어요. 서양에서도 노벨상 받은 사람들을 보면 장비 개발과 연관된 경우가 많아요. 우리나라는 빨리 결과를 내야 하니까 있는 장비를 사서 어떻게든 하려는 그런 경향이 있어요. 새로운 장비를 우리 손으



강신원

로 개발하려면 서로의 역량을 모아야 해요. KBSI가 오픈 마인드로 다른 곳과 연합해 새로운 장비를 개발하는 장이 되었으면 합니다.

**이정순** 지금 말씀하신 부분이 정곡을 찌르네요. 제가 1980년대 초반부터 우리나라 연구소를 지켜봤는데, 어느 곳도 하드웨어를 중심으로 건립되지 않았어요. 그런데 KBSI는 그런 목표를 가지고 설립됐어요. 하지만 오해가 있는 게 하드웨어만 좋으면 서비스는 누구나 할 수 있다고 생각하거든요. 그렇지 않아요. 연구가 필요해요. 연구가 없으면 연구소가 존재할 이유가 없어요. 우리가 언제까지 대형장비만 내세울 수는 없다고 생각해요.

내가 알기로 우리나라 대학에서 박사학위 받을 때 실용장비를 만들어서 학위를 받은 경우가 아직 없어요. 미국의 대학 연구소에 가 보면 소장은 교수, 즉 연구원이고 부소장은 엔지니어예요. 우리도 그렇게 돼야 일이 이루어지는데 우리 엔지니어를 비정규직으로 쓰잖아요. 그런 시스템이니까 어려움이 있어요. 여러분들이 분석하려 갈 때 어디로 갑니까. 대

가가 있는 연구실에 가서 거기에 있는 장비를 쓰잖아요. 그런데 그거 고등학생들이 찍어 준 거라고 하면 쓰겠습니까? KBSI가 연구 역량을 키워 분석 장비 분야의 대가들이 모인 곳이 되어야 합니다.

**윤창국** KIST에서 30여 년 근무해봤지만 내가 볼 때 KBSI 연구원들 역량이 절대 떨어지지 않아요. 장비도 그렇고요. 부족한 건 열정인 거 같아요. 그 열정을 어떻게 고무시키느냐를 고민해야 할 거 같아요. 우리가 IBS 및 KIST와 경쟁하기 위해서는 지방 정부를 도와 주고 이용해야 해요. 그렇게 하려면 지역 부서 직원들의 마케팅 역량을 향상시켜서 지방 정부를 상대하도록 해야죠. 지금 지방 정부는 연구비 예산이 많은 뿐만 아니라 관련된 연구소들을 많이 보유하고 있거든요. 네트워크를 구축해서 대학에 서비스를 제공하는 기관이란 이미지를 넘어 지역 발전을 위한 기관이 돼야 해요.

**이관** 우리가 추구해야 할 목표 중 하나는 수월성이예요. 여러 가지 레벨이 있을 수 있지

만 대학 사회에서 말하는 최고 수월성을 추구하는 연구소를 설정해야 해요. 우리 기관이 최고를 목표로 움직인다고 자부하도록 만들어야지, 그저 일자리 하나 더 플러스하는 기관이 되면 안 돼요.

**박병권** 지자체 이야기를 하셨는데, 지금 지자체들도 고민하고 있다고 생각해요. 우리도 지자체에서 필요로 하는 또 지역 발전에 도움을 줄 수 있는 연구소로 변화할 수 있도록 노력해야 합니다. 그리고 IBS에서 모든 것을 다 할 수는 없어요. 우리가 갖고 있는 역량을 먼저 정확히 파악하고 강점을 잘 활용해서 우리가 남보다 더 잘 할 수 있는 분야와 역할이 있다는 것을 보여 주는 것도 중요해요.

**일동** 우리의 역할은 현재 상황에 비추어 보아도 훌륭할 정도로 연구원 설립 당시 운영 철학에 잘 나타나 있는 것 같아요. 경영진에서 지속적인 고민을 통해 KBSI를 발전시켜 나가기 바랍니다. 우리 연구원들도 충분한 경쟁력을 가지고 있습니다.

윤창국

전승준



## Chapter 1.

# 기초과학 발전을

1988 ..... 1999

# 설계하다

대한민국 기초과학 연구 선진화의 임무를 띠고 탄생한 기초과학연구지원센터의 운영 목표는 다음의 세 가지였다. 첫째, 대학이나 연구기관이 독자적으로 확보하기 어려운 고가 정밀기기, 관리와 운영에 고도의 전문성이 요구되는 특수기기, 단일기기로 사용빈도는 낮지만 전국적으로 필요한 기기, 고액의 관리 운영비가 소요되는 기기 등을 확보해 기초과학 관련 대학 및 연구기관에 이용 편의를 제공한다. 둘째, 대형 고가 연구기기를 중심으로 공동연구의 장을 마련함으로써 학제 간, 연구 분야가 다른 영역 간, 협동연구를 촉진한다. 셋째, 대학 예산으로 감당하기 어려운 고가 연구기기의 관리·운영과 전문적 유지 보수를 가능하게 함으로써 기기사용 효율 극대화를 기한다.

## 1. 21세기를 대비한 창조적 기술개발 정책 태동

### 1980년대 말, 원천기술 확보를 위한 시대적 요구가 일다

2018년 현재, 대한민국은 세계 경제를 이끄는 선두그룹에 자리 잡고 있다. 2016년 기준 세계 6위를 기록한 무역 규모는 물론, 12위에 오른 GDP 순위만 살펴보더라도 세계 경제에서 차지하는 대한민국의 위상을 알 수 있다.

하지만 불과 반세기 전만 해도 대한민국은 세계에서 가장 가난한 나라 중 하나였다. 실제로 1960년대 초만 해도 일제의 오랜 수탈과 한국전쟁이라는 가슴 아픈 역사를 거치며 전 국토는 처참할 정도로 황폐해진 상태였다. 당시 대한민국은 국민들이 굶어 죽지 않게 하기 위해 UN의 원조에 의존해야만 했고, 성냥개비 하나 만들 기술력도 없었다. 미국 정부 기관지 ‘포린 어페어스(Foreign Affairs)’는 1960년 10월, 대한민국의 상황을 이렇게 평가했다고 한다. “한국의 실업자는 노동인구의 25%, 1960년 1인당 국민총생산은 100달러 이하, 수출은 200만 달러다. 한국의 경제적 기적 가능성은 전혀 없다.”

그랬다. 대한민국은 누가 봐도 발전 가능성이라고는 찾아볼 수 없는 지구촌 최악의 빈국 중 하나였다. 경제 발전에 필요한 기본 요소라 할 수 있는 자원도 자본도 기술도 없었다. 그렇기 때문에 오늘날 많은 세계인이 대한민국이 이루어낸 변화를 바라보며 기적 같은 일이 벌어졌다고 말하곤 한다.

그렇다면 대한민국은 어떻게 가장 가난한 나라에서 세계 경제를 리드하는 국가 중 하나로 성장할 수 있었던 것일까? 여러 요인이 있겠지만 그중에서

도 지난 반세기 동안 이루어진 대한민국의 과학기술 발전을 빼놓을 수 없을 것이다.

대한민국 경제는 오직 잘살아보자는 목표 하나를 향해 치열하게 달린 결과, 1960년대와 1970년대, 1980년대를 거치며 가파른 성장세를 기록할 수 있었다. 1965년 국제부흥개발은행(IBRD, International Bank for Reconstruction and Development) 기록에 의하면 106달러를 기록했던 대한민국의 1인당 GDP는 1975년 608달러로 증가했으며, 1985년에는 2,458달러를 기록했다. 불과 30여 년 만에 24배에 달하는 성장을 이루었으니 실로 세계가 놀랄만한 결과였다.

하지만 그때까지만 해도 대한민국 경제는 세계적인 규모와 경쟁력을 갖춘 국가와는 거리가 멀었다. 이제 막 개발도상국으로 성장하고 있는 수준이었고 당면한 현실적 문제는 녹록치 않은 상황이었다. 단순히 열심히 땀 흘리며 노력하는 것만으로는 더 높이 도약하는 데 뚜렷한 한계를 절감하고 있었다. 바로 선진국과의 기술 격차 때문이었다.

1980년대를 지나며 대한민국 경제의 미래를 바라보는 시선에도 부정적인 전망과 평가가 끼어들었다. 정부가 주도하는 경제개발 5개년 계획에 따라 노동집약적 산업에 의존하는 방식의 전략만으로는 수출 경쟁력을 유지해 나갈 수 없다는 우려의 목소리였다.

특히 1980년대 제2차 석유파동을 겪으며 세계 경기가 장기침체에 빠져들었고, 선진국을 중심으로 자국 산업 보호를 위한 기술패권주의가 대두하면서 선진기술 도입에도 적신호가 켜지고 있었다. 앞친 데 덮친 격으로 시장 개방을 요구하는 선진국들의 요구에 따라 1986년 9월, 우루과이라운드(Uruguay Round) 협상이 시작되었다. 수출 제품을 만드는 데 필요한 선진기술을 도입하기는 갈

수록 어려워지고, 국내 시장에는 선진국들의 제품이 밀려드는 상황이 예상되었다.

수출주도형 대한민국 경제의 미래 경쟁력을 좌우할 최대 화두로 원천기술 확보 문제가 떠올랐다. 원천기술을 확보하지 못하면 세계 시장을 리드할 새로운 제품도 만들어낼 수 없기 때문이었다. 그러나 원천기술은 원한다고 단기간에 얻을 수 있는 것이 아니었다. 원천기술을 확보하기 위해서는 기초기술이 밑바탕이 되어야 한다. 기초기술을 갖추기 위해서는 반드시 기초과학을 육성할 수 있는 시스템이 선행되어야 했다. 기초과학을 육성할 수 있는 시스템을 갖추려면 기초과학 분야에 종사할 연구인력과 이들이 자유롭게 창의력을 발휘하며 연구에 매진하도록 지원할 수 있는 구심점이 필요했다.

### 기초과학 육성을 위해 정부와 학계가 움직이다

기초과학을 육성하려면 반드시 오랜 시간의 노력과 많은 자본의 지속적인 투자가 선행되어야 한다. 하지만 1980년대 말 기초과학에 대한 대한민국의 투자는 매우 저조한 상황이었다. 1987년 당시 우리나라 연구개발비는 약 1조 8,780억 원(약 25억 달러)이었다. 그나마 전년 대비 23.28% 증가한 수치였다. 이 가운데 경상 운영비와 건설비를 제외한 순 연구개발비는 9,733억 원으로, 국민총생산 대비 1.78% 수준에 불과했다. 그중에서 기초과학연구비가 차지하는 비율을 살펴보면 더욱 열악했다. 선진국과 비교하면 초라하기까지 한 수준이었다.

상황이 이러하다 보니 미래를 위해 대한민국 기초과학의 발전을 지원할 수 있는 근본적인 대책이 마련되어야 한다는 자성의 목소리가 힘을 얻고 있었다. 1986년 KAIST(한국과학기술원) 조병하 교수가 중심이 되어 제기했던 기초과학종합연구소를 만들자는 의견도 이 같은 시대적 필요 때문에 나오

게 되었다. 과학기술처도 기초과학종합연구소를 만들어야 한다는 의견을 긍정적으로 받아들였다.

과학기술처는 1986년 6월 20일, 2000년대를 향한 정부의 과학기술개발 장기계획 수립 시, '기초과학연구원' 설립을 검토하여 1987년 10월에 '전국공동이용 기초과학연구소설립안'을 입안했다. 그리고 그에 따른 조치로 1988년도 예산 50억 원도 확보했다.

그러나 이 안은 학계의 거센 반발을 불러왔다. 1988년 1월, 전국 대학 부설 기초과학연구소장 연합회에서 24명의 연명으로 청와대에 시정 건의문을 제출했다. 건의문의 요지는 기초과학은 인력양성과 병행해야 하기에 대학 중심으로 육성되어야 하는데, 대학의 열악한 연구여건은 방치한 채 예산 지원은 하지 않고 과학기술처 산하에 또 하나의 연구소를 설립하는 것은 문제가 있다고 지적했다. 또한, 기초과학을 체계적으로 발전시키기 위해 연구소 하나를 추가로 설립하는 방식으로는 실효를 거둘 수 없으며, 전문 분야별로 연구소를 세워야 하는데, 분야별로 연구소를 세우다 보면 비용을 감당할 수 없을 것이라고 했다. 따라서 또 하나의 연구소를 세우기보다는 대학의 기초과학연구를 지원하기 위한 투자가 우선 되어야 한다고 주장했다.

결국, 대학이 중심이 되어 기초과학 분야의 전문 인력을 양성하고는 있지만, 그들이 원하는 연구를 수행하는데 필요한 시스템이 너무 열악하며, 특히 반드시 갖추어야 할 필수 연구장비 지원이 절실하다는 과학계의 주장에 '기초과학연구소 설립안'은 제동이 걸렸다. 이를 계기로 기초과학연구소 설립 방안의 전면 재검토 작업이 이루어졌다.

과학기술처는 과학기술단체 총연합회 소속 5개 기초과학 관련 학회인 물리, 화학, 생물, 수학, 지구과학 학회에 대안을 연구하도록 요청했다. 과학기

술단체 총연합회는 1988년 2월 대학 연구 활성화를 위해 연구장비 운영을 중심으로 하는 전국적인 공동이용기구 설치를 건의했다.

연구기기 공동이용 방안은 기초과학연구 활성화를 위한 당면 과제로 학회에서 오래전부터 여러 차례 요구했던 사항이었다. 기기공동이용센터 운용으로 예상되는 학계의 기대 효과는 명확했다. 중복 및 분산 투자를 피할 수 있고, 정밀 고가 기기의 관리와 보수가 용이하며, 국가적 수준의 연구에 필요한 기본 연구시설을 갖출 수 있고, 대형연구 및 공동연구 수행을 촉진함으로써 학제 간은 물론 다른 분야 간 연구를 연계할 수 있다는 점이었다.

원센터 의견을 채택했다. 센터의 역할은 대학이 단독으로 보유하기는 어렵고, 운영과 보수가 힘든 국가적 차원의 고가 첨단연구기기를 위주로 지원하는 것을 기본 업무로 하도록 했다.

공동기기지원센터 개념의 '기초과학연구지원센터(가칭)'설립 방안은 1988년 4월 대통령에게 보고되었고, 당초에는 경제기획원, 교육부, 과학기술처 등 3개 부처 합의에 따라 수준 높은 연구지원을 할 수 있도록 '자율적 운영'이 가능한 독립기관으로 발족시키려 했다. 그러나 독립 연구기관을 새로 발족하려면 복잡한 절차를 거쳐야 했고 오랜 시일이 걸린다는 문제가 있었다. 기초과학연구지원센터 설립은 가능한 조속히 이루어져야 한다는 의견에 따라 잠정적으로 한국과학재단 산하에 설립하되, 독자 운영이 가능하도록 하는 방안이 추진되었다.

1988년 7월 30일 개최된 제33회 한국과학재단 이사회에서 예산 및 인사에 관한 독자적 운영이 가능한 부설기관으로 설립하는 정관 개정안이 통과되었고, 1988년 8월 1일에 '기초과학연구지원센터'가 한국과학재단 부설기관으로 설립되며 역사적인 출범을 알렸다.

대한민국 기초과학연구 선진화의 임무를 띠고

## 2. 시대적 부름에 답한 기초과학연구지원센터 설립

### 기초과학연구지원센터를 설립하다

기초과학 육성방안을 모색하던 과학기술처는 서울대 총장을 비롯한 기초과학계의 조언을 받아 대학의 기초과학연구지원을 목적으로 하는 공동기기지

1988. 9. 12  
기초과학연구지원센터 설립 추진 공문



1988. 7. 30  
한국과학재단 제33회 기초과학연구지원센터 설립 의결



탄생한 기초과학연구지원센터의 운영 목표는 다음 3가지였다.

첫째, 대학이나 연구기관이 독자적으로 확보하기 어려운 고가 정밀기기, 관리와 운영에 고도의 전문성이 요구되는 특수기기, 단일기기로 사용빈도는 낮지만 전국적으로 필요한 기기, 고액의 관리 운영비가 소요되는 기기 등을 확보해 기초과학 관련 대학 및 연구기관에 이용 편의를 제공한다. 둘째, 대형 고가 연구기기를 중심으로 공동연구의 장을 마련함으로써 학제 간, 연구 분야가 다른 영역 간, 협동연구를 촉진한다. 셋째, 대학 예산으로 감당하기 어려운 고가 연구기기의 관리·운영과 전문적 유지보수를 가능하게 함으로써 기기사용 효율 극대화를 기한다.

**과천시 중앙동 사무실을 거쳐  
서울 강남구 대치동에 청사를 개설하다**

한국과학재단 부설 기초과학연구지원센터(이하 KBSI) 초대 소장으로 아주대 물리학과 김현남 교수가 임명되었다. 사무실은 서울특별시 강남구 역삼동 한국과학기술단체 총연합회 회관에 임시로

개설했다. 이후, 과천시 중앙동 고려빌딩 3층을 임차하고 임무를 수행하는 데 필요한 기본적인 준비를 시작했다. 인력은 행정업무를 수행할 인력을 우선적으로 충원했는데, 행정 분야는 KIST 경력직원, 기술 분야는 국방과학연구소의 경력직원으로 배치했다.

인력을 충원한 KBSI는 첨단 연구기기 확보를 위한 준비에 들어갔다. 먼저 전국 대학과 학회를 통해 기기 수요 조사를 거쳤고, 1988년 12월에 1차 기기 구매 공개입찰을 실시했다.

1989년 6월에는 기존에 확보해 놓은 ‘1988년 특별외화대출금’ 500만 달러를 활용해 500 MHz NMR 등 26종의 연구기기 도입계약을 체결하고, 수입신용장을 개설하는 등 기기 도입에 필요한 조치를 마쳤다. 또한 같은 해 ‘1989년 특별외화대출금’ 200만 달러로 스쿼드 암석 잔류자기 측정기(SQUID Magnetometer) 등 기기 11종에 대한 추가 도입계약을 체결했다.

연구기기는 각 분야 전문가로 구성된 기획위원회와 분야별 전문가 회의를 통해 우선순위에 따라 장비를 선정하고, 장비심의위원회에서 다른 대학

이나 연구기관과의 중복구입 여부를 검토한 후 최종 선정했다. 대형공동연구기기는 별도 사전조사를 통해 계획을 수립하고, 투자재원별, 기기 분야별 투자계획을 수립해 이 계획에 따라 연구기기 도입을 진행했다.

이처럼 다양한 기기가 속속 확보됨에 따라 기기를 설치하고 운영할 공간이 필요해졌고, 서울특별시 강남구 대치동 신사 2빌딩 4~5층 3,891 m<sup>2</sup>(1,177평)를 임차했다.

1989년 9월, 대치동 청사로 이전한 KBSI는 기기 도입과 병행해 기기 가동 요원에 대한 국내외 연수(해외 17명)를 시행했다. 또한 시험가동 이용 안내 홍보물을 제작해 기초과학 관련 전국 대학과 학회 등에 7,000부를 배포하는 등 분석지원에 필요한 업무를 수행했다.

KBSI가 분석지원 업무를 본격적으로 개시한 시기는 1990년 9월이었다. 해외에서 연수를 끝낸 기기 가동 요원들이 귀국해 대치동 청사로 합류하면서 그동안 도입해 시험 가동을 마친 연구기기를 중심으로 분석지원 업무를 시작한 것이다.

같은 해 10월에는 ‘1989년 특별외화대출금’

200만 달러로 추가 확보한 스쿼드 암석 잔류자기 측정기 등 11종의 기기의 시험 가동에도 성공했다. 이어 이듬해 ‘1990년 특별외화대출’ 250만 달러를 확보하고, 추가 기기 6종을 1991년 6월에 도입을 완료했다. 이로써 연구기기 도입을 위해 확보한 특별외화 대출금은 1988년, 1989년, 1990년 세 차례에 걸쳐 총 950만 달러가 되었다.

한편, 첨단 고가장비 확보를 위한 KBSI의 노력은 특별외화대출 자금 확보에 그치지 않았다. 1989년 10월에는 국회로부터 IBRD 차관 1,500만 달러 도입 승인을 받았다. 1991년 6월 3일에는 IBRD와 협약을 체결했고, 1991년 7월 26일에는 재무부와 차관 전대 계약을 체결했으며, 1992년 초부터 본격적인 기기도입이 개시되었다. 1992년에는 IBRD 차관 2,000만 달러에 대한 국회 동의를 얻어 후속 연구기기를 확보할 수 있었다.

**기능을 재정립하고 대덕 본소를 준공하다**

대치동에 청사를 마련한 KBSI는 기초과학계의 거국적 참여로 수립한 운영계획을 시행하고, 특별외화대출금과 IBRD 차관자금을 활용해 장비를 확

1988. 9 ~ 1989. 8  
과천 중앙동에 위치한 설립 초기 청사



1989. 9 ~ 1993. 2  
서울 대치동 청사 건물 외관



1989. 9 ~ 1993. 2  
서울 대치동 청사 현판



충하는 등 신설기관답지 않게 빠르고 신속하게 기초과학 연구지원을 위한 체계를 구축해 나갔다.

1989년을 기초과학 활성화의 원년으로 선포한 과학기술처는 다각적인 기초과학 육성책을 시행하고 있었다. 이 과정에 관련 정부 부처는 물론 대학교수 사회에서 KBSI의 역할에 대해 많은 의견이 제시되었고, 자연스럽게 운영 방향 재정립이 이루어졌다.

첫째, KBSI 본소 설치 위치에 대한 조정이 이루어졌다. 당시 기초과학연구 종사자들은 KBSI 본소가 수도권에 위치하기를 바랐다. 주요 대학과 연구시설이 밀집해 있는 수도권에 자리 잡아야 효율적인 지원이 가능하다는 판단에서였다. 그러나 당시 정부는 수도권에 밀집한 인구를 분산하기 위한 정책을 추진하고 있었다. 이에 따라 KBSI의 거점을 대덕연구단지에 두는 것으로 경제기획원과 과기처 및 교육부 간 합의가 이루어졌다.

둘째, 대덕연구단지에 본소가 설치될 뿐 아니라 연구용 기기는 가능한 한 연구자 주변에 두어야 한다는 원칙으로 인한 변화가 있었다. 신진 연구인력이 교수 요원으로 영입되면서 지방의 기기 수요가 급증했고, 수요가 급증하고 있는 연구권역을 중심으로 본소 설치 필요성이 대두한 것이다.

이 같은 여건 변화에 더해 고가의 측정·분석기기에 의한 지원기능만 수행하는 부분에 대해서도 문제가 제기되었다. 당시 연구기능에 관한 최초 의견은 서비스만을 위해 자체 연구기능을 없애자는 것이었다. 그러나 서비스 강화를 위해서는 반드시 박사급 연구원의 참여가 이루어져야 하는데, 고유 연구사업이 없다면 누가 참여하겠느냐는 주장이 제기되었다. 이러한 주장을 받아들여 첨단 고가장비를 효율적으로 지원하기 위해 기기에 관한 연구, 기기 국산화에 대한 연구, 기기 조작법 연구 등 연구

기능 일부가 추가되었다.

1991년 5월에는 '대학의 기초과학연구시설 지원기능 강화방안에 대한 연구'를 통해 장비 가동 효율을 높이고 재정을 절감할 수 있는 기초과학 연구장비 운영체계를 수립하기도 했다. 그 개념은 기초과학 연구장비를 규모, 가격, 사용빈도, 유지관리 등의 측면에서 크게 4가지로 구분했다.

첫째, 비교적 저가 기본 연구장비로 범용적이면서 사용빈도가 높고 기초과학연구에서 필수적인 연구장비로 구분하고, 이러한 장비는 대학 연구실에서 필수적으로 갖춰 운영하는 것으로 했다. 둘째, 약 30만 달러 미만으로 유지관리비 부담이 적은 장비는 대학의 공동기기센터에 설치해 각 대학이 공동으로 기기를 이용하며, 특정 연구 분야 전용 필수장비로써 각 대학 간 공동이용 대상이 되지 않는 장비는 대학의 우수연구센터에 설치해 특수 연구를 위한 전용 장비로 운영하도록 했다. 셋째, 더 고가의 정밀 측정·분석 장비이면서 관리비 부담이 크거나, 개별적인 이용 빈도는 높지 않아도 공동활용이 용이한 장비는 KBSI 지역본소에 설치해 권역 내에서 공동이용 하도록 했다. 넷째, 100만 달러 이상 국가적 대형 기초과학 연구장비는 대덕본소에 설치해 이용하는 방안이었다.

이 같은 기초과학 연구장비 운영체계에 따라 KBSI는 대덕본소에 국가적 대형연구시설을 갖추고, 지역 본소에는 권역 내에서 공동이용 할 장비를 운영한다는 방침을 확정했다.

한편, 1989년 6월 27일 개최된 49회 한국과학기술원 임시 이사회의 결과와 1989년 7월 31일 과학기술처 장관의 승인에 따라, KBSI는 본소 건설부지로, 대전시 유성구 어은동 224-1번지에 조성지 약 8만 6,849 m<sup>2</sup>(2만 6,272평), 원형공급지 약 2만 1,464 m<sup>2</sup>(6,493평) 등 총 10만 8,314 m<sup>2</sup>(3만



1990. 12. 1  
대덕본소 건설공사 기공식



1993. 10. 16  
기초과학지원센터 본소 준공식

2,765평)를 무상 양도 받았다.

부지가 확보됨에 따라 1990년 12월 1일에 건설공사 착공에 들어갔으며, 1993년 10월 13일에 준공이 이루어졌고, 1993년 10월 26일에 준공식을 거행했다.

이로써 기초과학 육성을 위한 국가적 공동연구 및 실험 공간을 확보할 수 있었다. 연구동 지하 1층은 기계실, 전기실로, 지상 1층은 중·대형 실험기기, 분석기기들로, 지상 2층과 3층은 생물, 지구과학, 초진공, 저온실험실을 배치했다. 본관동 지하 1층은 기계실, 전기실을, 지상 1층은 강당 및 행정 관련 부서로, 지상 2층은 회의실, 세미나실로 지상 3층은 전산실, 도서실로 구성했으며, 다른 연구소와 달리 아트리움을 설치해 새로운 분위기를 연출했다. 기숙사의 경우 지상 1층은 외래 방문자 숙소로 지상 2~4층은 본소 직원 및 외부 연구 학생들이 사용할 수 있게 구성했다.

### 3. 플라스마 공동연구시설 설치사업 추진

#### 플라스마 핵융합 연구를 추진하다

대한민국에 플라스마 현상과 핵융합 분야가 처음 소개된 것은 1960년대와 1970년대 대학 교과 과정에서 유체역학의 한 주제로서 강의가 이루어지면서였다. 이후 1979년 서울대학교의 'SNU-T-79' 1990년 한국과학기술원의 'PreTEXT', 1991년 한국원자력연구소의 'KT-1' 등 소형 토카막(Tokamak) 장치 제작이 이루어지면서 핵융합 장치의 운전, 제어, 가열, 진단 등 실험실 수준의 핵융합 기초연구를 시작했다. 그러나 연구비 조달의 어려움으로 계획에 부합하는 부대설비를 확보하지 못했고, 설계 수준의 정상 운전에는 도달하지 못한 상태였다.

KBSI는 설립 초기인 1988년에 학회를 대상으로

로 설문조사를 시행했는데, 당시 화학과 생물 분야에서는 분소 설치를 희망했고, 물리 분야에서는 대형공동연구장비 설치를 제안했다. 이에 따라 전문가 회의에서 물리 분야의 발전 가능성은 물론 관련 과학기술계와 다른 연구 분야에 큰 파급 효과가 기대되는 플라즈마 핵융합 연구 분야가 선정되었다. 구체적인 추진 방향을 설정하기 위해 12명으로 구성된 태스크포스가 구성되었고, 단기적으로는 플라즈마를 연구하고, 궁극적으로는 핵융합 연구를 할 수 있는 토카막 장치를 건설하자는 건의가 나왔다.

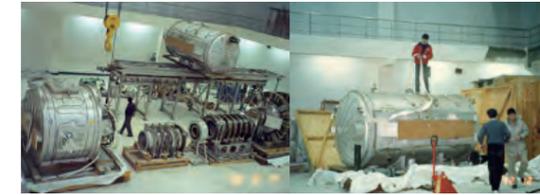
문제는 자금이었다. 핵융합 연구를 시도하고 있던 다른 기관들 역시 자금 확보에 실패해 뚜렷한 성과를 올리지 못하고 있는 실정이었다.

KBSI는 플라즈마 연구 분야에 대한 정부 예산이 제한되고, 국내 전문가가 부족한 문제를 해결하기 위해 우수한 재미 과학자를 유치하는 방안을 추진했다. 그 결과 재미(在美) 과학자들로 구성된 미주지역 연구진을 통해 미국 MIT 대학이 보유하고 있는 자기 거울형 플라즈마 연구장치인

‘타라(TARA)’의 무상 양도가 가능하다는 사실을 확인할 수 있었다. 이 같은 정보와 재미 과학자들의 협조를 받으며 ‘TARA’ 장치의 무상 양도를 위한 한국과 미국 정부의 승인 요청을 추진했고, 1991년 11월에 MIT 대학과 ‘TARA’ 장치의 무상이양에 관한 행정약정서와 공동협력 양해각서를 교환할 수 있었다.

1992년 12월에 부산 세관을 통해 ‘TARA’ 장치의 부품들이 도착했다. KBSI는 MIT 연구자들의 도움을 받아 부품들을 점검하고 정리하면서 장치의 전체 구성도와 위치 선정 작업을 진행했다. ‘TARA’는 ‘빛의 산’이라는 뜻을 가진 직렬식 반사형(Tandem Mirror) 대형 플라즈마 발생장치였는데, KBSI는 ‘TARA’ 장치를 ‘한빛(HANBIT)’이라는 다목적 플라즈마 연구장치로 개조하기로 했다.

‘TARA’ 장치의 해체와 개조 과정에는 재미 과학자들을 도와 서울대와 KIST 학생들이 동참했다. 학생들은 이 과정을 통해 ‘KSTAR(Korea Superconducting Tokamak Advanced Research)’



1992. 12. 15  
‘TARA’ 장치 부품 정리 작업 중



1995. 6. 21  
‘HANBIT’ 장치 준공식

프로젝트 추진의 원동력인 젊은 인재로 성장할 수 있었다. 길이 15 m, 최대 지름 3 m인 ‘HANBIT’ 장치에는 150억 원이 투입되었으며, 1994년 말 개조작업을 마치고, 1996년 5월까지 시운전 작업을 진행했다. 1995년 6월 11일에는 ‘HANBIT’ 장치 준공식과 함께 성공적으로 첫 플라즈마를 발생시킬 수 있었다.

‘HANBIT’이라는 대형 플라즈마 연구장치의 설치와 범국가적 공동운영은 플라즈마 과학 분야의 기초연구뿐 아니라, 플라즈마 응용 첨단기술과 산업적 실용화 기술인 초고주파, 초진공, 고자장, 초고온, 계측제어 기술 등의 개발에 획기적인 계기가 되었다.

또한, 미래 에너지원 개발을 위한 핵융합 기술의 기초연구 수행도 가능해졌다는 점에서 큰 의미가 있었다.

### 핵융합연구개발사업단이

#### 부설 국가핵융합연구소로 발전하다

KBSI가 한창 ‘HANBIT’ 장치 개조와 시운전을 진행하고 있을 당시, 정부는 국가 간 과학기술 주도권 선점 경쟁에 앞서기 위해 다양한 방안을 마련하고 있었다. 그중 하나가 상용화 이전 단계에 있는 첨단 과학기술의 중간점 진입과 획득을 통해 실용화를 촉진하는 전략이었다. 이에 따라 중간진입전략의 적용이 가능한 6대 전략 기술 분야를 선정했

는데, 그때 ‘핵융합 연구개발과제’가 선정되었다.

1995년 10월, 범국가적 차원에서 핵융합에 관한 정책을 수립·심의하기 위한 ‘국가핵융합연구개발위원회’가 구성되었고, 같은 해 12월 29일에는 ‘국가핵융합연구개발 기본계획’이 마련되었다. 국가핵융합연구개발 기본계획의 목표는 중간진입전략을 활용해 21세기 초까지 세계 수준의 ‘KSTAR’를 국내 기술로 건설함으로써 선진국 수준의 핵융합 연구 능력을 확보하는 것이었다.

정부가 한창 KSTAR 프로젝트를 준비하고 있던 무렵 KBSI는 ‘HANBIT’ 장치 운영에 성공하며 국내 핵융합연구 분야에서 독보적인 역량을 입증한 상태였다. 이 같은 사실을 확인한 정부는 1996년 1월, KBSI를 KSTAR 사업의 총괄주관기관으로 선정했다. 선정된 후 KBSI는 곧바로 연구원내에 핵융합연구개발사업단을 설치해 총사업비 1,500억 원의 투자를 확정했다.

KSTAR 사업은 G7 선도기술개발사업의 하나로 KBSI, 원자력(연), 표준(연), KAIST, 포항공대, 삼성기초기술연구소, 한국중공업 등 국내 다수의 출연(연), 대학, 민간 산업체가 공동으로 참여하는 산학연 협력체제의 틀에서 진행되었다. 이는 대한민국 최초로 대형의 국가공동연구시설을 산학연 공동연구를 통해 건설하는 시스템 과학적 연구 프로젝트였다.

1990. 6. 25  
핵융합 및 플라즈마 연구방향과 활성화 방안에 대한 워크숍



1996. 1. 13  
핵융합연구개발사업단 신설





2006. 3. 31  
핵융합연구센터 현판식 개최



2007. 9. 14  
국가핵융합연구소 노무현 대통령 내방

또한, KSTAR와 같은 대형 연구장치를 건설하기 위해서는 40~50여 년 전부터 이런 장치들을 가동한 경험이 있는 핵융합 선진국들의 도움이 필요했다. 이에 따라 핵융합연구개발사업단은 해외 기관별 협력대상기술을 선정하고, 미국 프린스턴대학 플라즈마물리연구소(Princeton Plasma Physics Laboratory)와 MIT(Massachusetts Institute of Technology)대학, 일본 핵융합과학연구소(National Institute for Fusion Science)와 일본 원자력연구소(Japan Atomic Energy Research Institute), 영국 컬햄핵융합연구소(Culham Institute), 프랑스 까다라슈 소재 유럽연합원자력연구소(Association Euratom-CEA Institute), 독일 막스플랑크 플라즈마 물리연구소(Max Planck Institute for Plasma Physics), 러시아 쿠르차토프연구소(Kurchatov Institute), 중국과학원 소속 플라즈마물리연구소(Institute of Plasma Physics) 등과 공동협력 체제를 구축했다. 이들 해외기관 전문 인력을 국내로 초빙하고, 국내 연구 인력들을 해외로 파견해 KSTAR 개념 설계에 관해

협의하고 기술 이전도 받을 수 있도록 했다.

한편, 핵융합연구개발 인프라를 더욱 체계적으로 구축하기 위해 핵융합연구를 전문으로 하는 독립된 기관 설립의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 KSTAR의 성공적인 완공과 대형공동연구시설로의 책임 운영, 국제 핵융합 실험로(ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor) 등 대형 국제 협력 과제에 대한 국가적 대응 기관을 육성하고자 2005년 10월, 핵융합연구개발사업단을 부설기관 ‘핵융합연구센터’로 발전시켰다. 2007년 9월, 핵융합연구센터는 핵융합 전문인력 양성 및 훈련, 핵융합로 설계 및 제작, 핵심기술 개발의 중추 기관으로 도약하기 위해 국가핵융합연구소로 명칭을 변경했다.

KBSI가 설립 초기인 1988년 물리학계의 요청을 받아들여 플라즈마 핵융합연구 분야를 선정하고, MIT가 보유하고 있던 ‘TARA’ 장치를 양도받아 ‘HANBIT’ 장치로 개발하며 기울었던 많은 노력들이 ‘국가핵융합연구소’ 탄생을 직접적으로 지원하는 든든한 밑거름이 된 것이다.

#### 4. 기초과학지원연구소 독립법인 위상 확보

##### 정부 출연연구소 흡수 통폐합 조치로 위기를 맞다

과학기술처가 1989년을 기초과학 활성화 원년으로 선포한 데 이어 1989년 12월 18일에는 기초과학연구진흥법이 제정되면서 기초과학연구지원기관 설치 운영의 법적 근거가 마련되었다. 1990년 11월 29일에는 기초과학연구진흥법 시행령 제정으로 지역분소 설립 근거도 마련되었다. 1990년 12월에는 대덕연구단지에 KBSI 본소 건설 공사가 착공에 들어갔다. 이때만 해도 대한민국의 기초과학연구를 지원한다는 시대적 사명을 부여받은 KBSI가 머지않아 독립연구기관으로 자리 잡게 될 것이라는 예상에는 의문의 여지가 없어 보였다.

그러나 1991년 단행된 대대적인 정부 출연연구기관 통폐합 작업이 진행되면서 KBSI에도 미래를 예측하기 어려운 존재 위기가 찾아왔다. 이 시기 정부에서는 많은 연구기관을 대상으로 흡수 통폐합을 결정하기 위한 평가 작업을 진행했다. 연구기관들은 생존을 위해 각자의 정체성과 역할의 중요성을 알리기 위해 총력을 기울이고 있었다. 반면 이제

1991. 10. 4  
기초과학지원센터 흡수 관련 기사



막 장비도입 과정을 진행하던 신생기관인 KBSI로서는 존립 당위성을 알릴 근거가 너무도 빈약했다. 사실 KBSI를 바라보는 냉정한 현실은 정부 출연연구기관으로 평가받을 형식적인 규모조차 갖추지 못하고 있었다.

당시 정부 분위기는 KBSI를 다른 연구원의 부서로 흡수 통합하는 방안을 고려했다. 이 같은 사실이 알려지면서 KBSI 내부 연구원들은 물론 설립에 힘을 실었던 학계 관계자들이 거세게 반발하고 나섰다. 정부 출연연구기관의 효율성을 높이는 작업도 중요하지만, 기초과학 연구지원 역할은 반드시 전문성과 독립성을 갖춘 기관에서 수행해야 한다는 점을 적극적으로 주장했다.

KBSI와 과학계의 반대에도 불구하고, 한국과학재단 부설기관으로 출발했던 KBSI는 1991년 10월 17일부로 한국표준과학연구원 직속 기초과학지원센터로 흡수 개편되고 말았다. 기능의 필요성은 인정받아 역할은 유지할 수 있었지만, 독립성을 보장 받지 못한 직속 기관의 처지로 전략한 것이다.

한국표준과학연구원 직속 기초과학지원센터로 개편된 KBSI는 화학기기실, 생명과학기기실, 지구과학기기실을 하부조직으로 하는 제1기지원부, 물리기기실과 플라즈마기기실을 하부조직으로 하는 제2기지원부를 두었으며, 기초과학 분야특수 문헌 자료 비치 및 공동이용 편의 제공과 학술정보 유통을 촉진하기 위한 학술정보실을 운영하도록 했다. 기기지원부의 지원부서였던 기술지원실과 행정실은 축소 개편되어 운영과 관리과, 건설과를 하부조직으로 하는 사업지원실로 개편되었다.

##### 부설기관으로 입지를 되찾다

비록 독립기관의 지위는 잃게 됐지만, 대한민국 기초과학연구를 지원하기 위한 KBSI의 역할에는

부족함이 없도록 최선의 노력을 다하겠다는 자세를 잃지 않았다.

다행이라면 기관은 흡수되었어도 KBSI가 수행하는 임무와 역할은 어떤 기관도 결코 대신할 수 없으며, KBSI만이 수행할 수 있는 고유 업무라는 사실을 대내외적으로 확실하게 인정받고 있었다. KBSI 역할의 필요성은 내부보다 오히려 과학계에서 더 간절히 요구하고 있었다. 1992년에 이르면서 전국 기초과학 교수협의회와 동·식물학회 등에서 전국적인 연구지원망을 구성해 달라는 강력한 요구가 한국표준과학연구원으로 밀려들었다.

사실 지역분소 설치를 요구하는 학계의 주장은 KBSI가 1990년 9월 대학의 연구활동 지원을 시작한 이후 꾸준히 제기되었다. 기기 가동 초기임에도 불구하고 학계의 이용실적은 애초 기대를 훨씬 넘어섰다. 부분적으로는 보유서비스 능력을 초과하는 상황이 벌어지고 있었다. 특히 수도권에 집중해 있는 이공계 대학의 이용 실적이 급격히 증가했다. 당시 수도권에는 전국 이공계 대학 112개 중 40개 대학이 있었고, 연구비의 약 60% 가량이 수

도권 지역 대학에 집중되어 있었다. 또한, KBSI 전체 이용 실적 중 약 70%를 수도권 대학이 차지하고 있었다. 상황이 이렇다 보니 상대적으로 KBSI의 연구지원 혜택을 받지 못하고 있던 지방 대학을 중심으로 분소를 설치해 전국적인 연구지원망을 확충해달라는 요구가 높았다.

이 같은 요구에 한국표준과학연구원은 기초과학 분야 산학연 연구자들의 연구활동 지원과 공동연구 수행을 위한 지역분소를 대학 구내에 설치할 것을 제48차 정기 이사회에서 결정했다. 이사회 결정에 따라 1차로 1992년 3월과 4월에 서울, 부산, 대구, 광주 등 4개 지역에 분소를 설치하고 현판식을 거행했다. 각 분소는 곧바로 운영협의회를 구성하고 연구장비를 선정·도입하는 등 활동을 시작했다.

1992년에 분소 설립을 통해 전국적인 지원 체제를 갖춰가기 시작한 데 이어, 1993년 초에는 대덕본소 건설 공사도 막바지를 향해 탄력을 더해가고 있었다. 그 시기, KBSI가 고유 임무를 수행하는 기관으로 독립하는 것이 바람직하다는 의견이 지속



1993. 10. 16  
기초과학지원센터 본소 준공식



1995. 4. 20  
기초과학지원연구소 현판식

1992. 3. 18  
광주분소 개소식



1992. 4. 13  
대구분소 개소식



해서 제기되었다. KBSI 임직원도 대한민국 기초과학연구의 발전을 위해서는 더 효율적이고 전문적으로 업무를 수행할 수 있도록 독자적인 시스템을 구축해야 한다는 주장을 한국표준과학연구원 내부에서도 차츰 이에 동조하는 분위기가 형성되었다. 어차피 기초과학 연구지원 역할은 한국표준과학연구원의 영역이 아니며, 이는 KBSI만의 고유 임무라는 사실이 공감을 얻어갔다.

1993년 5월 15일 개최된 한국표준과학연구원 제53차 이사회에서 KBSI를 직속기관에서 부설기관으로 직제 변경한다는 결정이 내려졌다. 이는 KBSI 이용률이 갈수록 급증하고, 기초과학연구

에 대한 기여도가 크게 확대되고 있는 현실을 반영한 결정으로, 행정처리 효율성을 증진하고 기관 운영의 자율성과 독립성을 부여하기 위한 자연스러운 선택이었다. 이에 따라 제1기지원부는 중앙분석기기부로, 제2기지원부는 대형공동연구기기부로, 사업지원실은 행정실로 명칭이 변경되었다.

#### 독립법인 기초과학지원연구소로 출범하다

위상을 회복한 KBSI는 1993년 10월 16일, 대덕본소 준공식을 거행했다. 대덕연구단지 내에 둥지를 틀게 된 KBSI는 본소에 안정동위원소비 질량분석기(Stable Isotope Ratio Spectrometer) 등 250만 달러 상당의 기기를 대덕으로 이전하고, 나

머지 700만 달러 상당의 기기들은 서울분소에 설치함으로써 서울·경인 지역 기초과학 연구지원의 일익을 담당하도록 했다.

KBSI가 대덕 본소와 4개 지역분소를 통한 범국가적·종합적 연구지원망을 갖추에 따라 본소는 대형공동이용 연구시설을 중심으로 첨단 과학 분야의 전략적 공동연구 활동 지원 및 중부권의 분소 역할을 겸하게 되었다. 지역분소는 지역 특성에 맞는 첨단 장비를 설치·운영하여 지역 기초과학 연구자를 근접지원함으로써 전국을 다핵화한 기초과학 연구수준의 균형발전을 위한 토대를 마련할 수 있었다.

KBSI를 부설기관으로 개편한 한국표준과학연구원은 1995년 3월 31일 개최한 제62차 이사회에서 ‘기초과학지원센터’라는 기관 명칭을 국가 기초연구 진흥을 담당하는 중추적 기관의 취지에 맞춰 ‘기초과학지원연구소’로 변경한다고 의결하고, 4월 1일부로 시행에 들어갔다.

1990년대 말, 대한민국은 외환위기를 겪으며 정부를 포함한 공공조직의 효율성을 높여야 한다는 요구가 커지게 되었다. 이에 따라 1999년 3월 연구회 제도가 도입되었다. 그 결과 과학기술계 출연(연)을 기초기술연구회, 산업기술연구회, 공공기술연구회의 3개 연구회 산하에 20개 출연(연)이 소속되도록 하는 변화가 있었다.

특히 주무 부처의 관리를 받도록 하는 출연(연)의 운영체계가 효율성이 떨어진다는 비판 여론에 따라 출연(연)이 주무 부처 위주의 연구에 국한하지 않고, 범국가적 연구개발에 전념하도록 하는 선진국형 운영시스템 도입 방안을 마련했다. 이에 따라 1999년에 ‘정부 출연(연) 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률’이 제정되었고, 각 부처 산하에 소속되어 있던 체제에서 벗어나 출연(연)의 자율성과

독립성을 확보하는 연구회 체제가 탄생했다.

이러한 변화의 결과, KBSI도 1999년 5월 20일을 기해 독립법인 기초과학지원연구소로 출범할 수 있었다. 이로써 한국표준과학연구원 부설기관이 아닌 명실상부한 독립법인으로서 새로운 위상을 확립하게 된 것이다.

한편, KBSI가 특별외화 대출금과 IBRD 차관사업을 활용해 1997년까지 확보한 30만 달러 내의 범용성 연구장비는 4,450만 달러 규모 총 208종에 달했다. 이후 IBRD 차관사업이 종료됨에 따라 기초과학 첨단 대형연구장비의 지속적인 확충을 위해 1997년부터 과기처로부터 ‘공동활용 연구기자재 및 장비확충사업’을 승인받아 매년 기초과학 연구에 필수적인 장비를 지속해서 확충해 나갔다.

첨단 대형연구장비를 확충하고 체계적인 지원시스템을 구축함으로써 KBSI의 기초과학지원 역량도 크게 향상되었다. 특히 첨단 분석지원이 괄목할 만한 증가 추세를 보였고, 다양한 시료분석 요구에 따른 새로운 분석기법 개발이 꾸준한 증가세를 유지함으로써 연구자의 연구의욕을 고취해 기초과학 연구 활성화에 크게 기여했다.

아울러 첨단기기 공동활용을 통한 산학연 공동연구의 장을 마련했으며, 기술개발의 응용연구 분야 확대에 미래 원천기술능력 함양에 지대한 역할을 수행했다. 첨단기기 교육훈련을 통해서도 기초연구 관련 첨단 고가장비의 효율적 활용과 대학 및 산업계의 우수 인력양성에서도 중요한 역할을 담당했다.

## 1. Promenade KBSI

# 25년간 KBSI 정보화 추진의 결실

장비정보팀 민안기



KBSI에 입사한 지 30여 년이 다 되어간다. 최근까지의 정보화 분야에 몸담아 일하면서 겪었던 많은 일이 파노라마처럼 스쳐 지나간다. 1989년도에 입사하여 최근까지 있었던 많은 일을 뒤돌아보았다. KBSI의 정보화 역사는 바로 1990년에 서울 대치동 사옥에서 처음 운영하였던 사무 자동화용 서버시스템으로 부터 시작한다.

1989년 입사와 함께 나는 제작기술실의 연구장비 기술지원의 업무를 담당하게 되었다. 당시 기기이용 업무를 맡아 일하면서 스프레드시트 소프트웨어(Lotus123)로 기기이용관리 프로그램을 개발하기 시작했다. 기기이용대장, 기기이용통계, 지원실적 조회 등의 업무를 전산처리하도록 하였고, 총무팀에서 수기로 작성하던 급여명세서를 데이터베이스 소프트웨어(DbaseIII)를 이용하여 전산처리 프로그램을 지원하게 되었다. 이 업무는 소소하지만 행정전산화의 효시(嚆矢)가 되었다. 이후 21세기 정보화 사회에 대비하여 방안을 생각했다. 본격적인 경영정보시스템 구축으로 업무 효율성 및 생산성을 높이는 일이었다. 1995년도에 경영정보시스템을 자체 개발하기 위해 개발인력으로 기술원 2명을 총원했다. 기관업무 전 분야에 대한 업무분석을 시작하며 경영정보시스템 전용서버를 도입했다. 1996년 1월에 그룹웨어를 도입하여 부분적인 결재시스템의 운영도 병행했다. 당시 황병상 행정원(현 감사팀장)과의 업무분석 관련 협업은 이후 시스템 개발의 큰 기반이 되어주었다. 이를 토대로 2000년 말까지 5차에 걸쳐 경영정보시스템을 개발을 수행할 수 있었다. 우리가 직접 개발한 경영정보시스템의 주요 기능들은 회계 관리, 인사관리, 총무관리, 기기지원관리, 연구관리, 시설관리, 자재관

리 등 연구원의 대부분 업무다. 당시 경영정보시스템은 4GL 개발 소프트웨어를 이용하여 개발하였으며 프로그램 배포 및 유지보수가 쉽도록 자동 판올림 기능을 갖추어 운영하였다. 이후에 2015년 말까지 약 20여 년 동안 유지보수, 고도화 등 경영정보시스템의 모든 분야에 대하여 외부 기술이나 용역업체에 의지하지 않고 자체적으로 수행하였다. 그 덕분에 개발비와 유지보수비 등 제반비용의 많은 절감효과를 가져왔다.

경영정보시스템을 외주용역으로 신규 구축하면 약 2년 동안 30여 명이 투입되고, 운영과 유지보수 단계에서는 3~7명이 투입되어 운영되는 것이 일반적이다. 그러나 일반적인 상황과는 다르게 기관 내부직원 2명이 직접 개발하여 20여 년간 매년 경영정보시스템을 유지보수하고 추가개발까지 하고 있다. 더군다나 주변의 보조역할을 수행하는 온갖 소규모 정보시스템들도 개발하고 관리해왔다는 점에서 가히 놀라운 업적이라 할 수 있을 것이다.

이러한 노력은 내부에서 그치지 않고 타 기관에까지 영향을 끼쳤다. 1997년에는 포항가속기연구소와 협력사업의 목적으로 경영정보시스템의 데이터베이스 및 프로그램 소스를 무상 제공하였으며, 한국생명공학연구원에는 자동 판올림 프로그램의 소스를 무상으로 제공했다. 이후 중소기업 (주)이엔에스에 ‘경영정보시스템 개발기술’ 기술실시 계약을 체결하여 중소기업에 ERP 기술을 이전하는 개가를 이루기도 했다.

올해로 KBSI는 창립 30주년을 맞이했다. 지나간 역사를 되돌아 보면 현재에 이르기까지 많은 우여곡절이 있었지만 그 결과는 이렇게 30년이라는 위대한 역사로 남았다. 앞으로도 많은 분야에 있어 선도적인 위치로 자리매김하여 타 기관에 영향을 미칠 수 있기를 바라본다.

# 오창센터 부지확보를 통한 KBSI 제2의 도약

감사부 황병상



2003년 당시에 나는 기획과장의 직책을 맡고 있었다. 그러던 4월 하순의 어느 날, 선임 부장을 역임했던 박영목 박사로부터 한 통의 전화를 받았다. 얼마 전 한국생명공학연구원이 충청북도와 협약을 통해 오창산업단지 내에 부지를 받게 되었다는 말을 전해 들었다며 한번 알아보라는 내용이었다. 통화 직후 생명(연) 기획과장에게 연락을 취해 협약 담당과장의 연락처를 받아낼 수 있었다.

위 내용을 당시 이정순 원장님을 비롯해 주요 간부들에게 보고를 마친 나는 며칠 후 박영목 박사, 유종신 선임 부장과 함께 충북도청으로 가 이태수 첨단사업과장을 만났다. 당시 이원중 충북지사는 '충북 바이오토피아' 육성계획을 천명하고 있었다. 이러한 정책방향에 따라 우리 한국기초과학지원연구원도 오창에 부지를 마련하고 싶다는 뜻을 전했다. 그러자 이태수 과장은 흔쾌히 후보 부지를 보여주겠다고 오창산업단지로 우리를 안내했다.

처음에는 현재 생명(연) 뒤쪽 부지를 보여주었다. 면적은 넓었지만, 부지에서 공동묘지가 보이는 곳이라 마음에 들지 않았다. 직원들이 여기서 근무할 경우 날마다 묘지를 보게 될 텐데 자칫 우울해지지 않을까 염려되었다. 우리가 탐탁지 않아 하자, 다른 부지가 있다며 다시 이동하였다. 그 부지가 바로 현재 오창센터가 있는 부지였다.

중간에 큰 도로가 있어 부지가 양쪽으로 나누어진 단점은 있었지만, 토목공사가 다 끝나서 넓은 평지로 된 부지라는 점이 마음에 들었다. 이에 대해 의견이 같았던 우리는 다시 충북도청으로

돌아와 당시 박경국 통상산업국장(안전행정부 제1차관 역임)을 만나 부지 제공에 대한 협의를 시작했다. 협의는 빠르게 진행되었으며, 8월과 9월에는 충북도의회 의원들이 두 차례 대덕본원을 방문하여 현황 파악을 마쳤다.

마침내 같은 해 11월 14일, 충북도청에서 이원중 충북지사와 이정순 원장 간에 '한국기초과학지원연구원 오창센터 설립에 관한 협약'을 체결했다. 협약의 요지는 22만 4,254 m<sup>2</sup>(6만 7,854평)를 2004년부터 2023년까지 20년간 무상으로 제공하며, 오창센터를 BT, NT, BNT 관련 기초과학의 연구개발 및 관련 산업의 육성·발전에 중심역할을 하게 한다는 것이다. 2004년 12월 10일, 최석식 과학기술부차관과 이원중 충북지사 등이 참석한 가운데 이정순 원장의 식사(式辭)를 시작으로 자기공명연구동 기공식을 함으로써 오창센터 건설의 첫 삽을 뜨게 되었다.

당시 KBSI는 대덕본원의 좁은 부지로 인해 발전에 한계가 있었다. 그 상황에서 넓은 부지를 확보하게 되어 제2의 도약을 위한 발판을 마련했다는 점에서 의미가 크다.

오창센터는 대형장비를 중심으로 한 공동연구의 중심으로 발전하게 되었다. 지금 와서 생각해 보면, 당시 오창에 새로운 부지를 확보할 수 있었던 것은 우리 연구원의 운이 좋았기 때문이 아닐까 생각한다. 그 후 시간이 흘러 2010년에 나는 오창센터 사업지원실장으로 근무하고 있었다. 부지확보에 도움을 준 이태수 과장을 수소문하여 찾아보니, 이미 충북도청을 퇴직하고 소일 중이라는 것을 알게 되었다. 연구원에 건의하여, 이태수 전(前) 과장을 초대해 원장 명의의 감사패를 드리고 식사를 대접하였다.

우리 연구원의 미래 터전을 만드는 데 도움을 준 분에게 감사한 마음을 조금이나마 표현할 수 있어서 다행스러웠다.

# KBSI 30년, 더 나은 미래를 꿈꾸다

감사부 김선봉



한 기관의 명칭은 사람들이 그 기관의 업무 성격 등을 한 번에 이해할 수 있도록 붙이는 것이 일반적이다. 우리 연구원은 지난 30년 동안 기초과학연구지원센터, 기초과학지원연구소를 거쳐 한국기초과학지원연구원으로 총 세 번 명칭을 변경하였다. 이는 KBSI의 성장과 변화를 고스란히 담고 있는 '역사의 여정'이다. 하지만 이름만 듣고서 KBSI의 방향성을 파악하기란 쉽지 않다. 한국화학연구원, 한국기계연구원, 한국원자력연구원처럼 명확하게

업무가 연상되는 기관들과 대조적이다. KBSI는 '기초과학'이라는 개념이 매우 생소했던 1988년에 설립되었다. 1년 후인 1989년에 입사했을 때는 물론이거니와 현재에 이르러서도 KBSI가 무엇을 하는 기관인지 다시 물어와 당혹스러운 적이 한두 번이 아니었다.

입사초기 총무부서에 배치된 나는 대학 때 사진 동아리로 활동했던 것을 살려 개인 카메라를 이용해 연구원 행사의 촬영을 전담했다. 특히 설립 초기 10여 년 동안은 연구부서, 행정부서, 기술부서가 다 함께 직원 개인의 결혼 등의 경사를 축하하였고 자연스럽게 직원들의 결혼사진도 담당하게 되었다. 그때도 기초과학연구지원센터 라는 긴 이름이 문제 되는 경우가 많았다. 직원의 결혼사진을 촬영할 때마다 미리 주례에게 명함을 건네며 정확히 소개해 달라고 부탁하는 습관까지 생겼다. 불가피하게 결혼식에 참석할 수 없을 때에도 결혼하는 우리 직원에게 꼭 기관 명칭을 명확히 소개하라고 당부하곤 했다.

그러던 2011년, KBSI의 명칭과 관련하여 최대의 위기가 찾아왔다. KBSI와 명칭과 너무나도 흡사한 '기초과학연구원(IBS)'이 설립된 것이다. 이명박 캠프는 선거공약으로 국제과학비즈니스벨트 기초과학연구원을 대덕연구단지에 설립하겠다는 공약을 발표했고, 당선과 함께 이를 이행했다. 기초과학연구원은 KBSI보다 예산 규모나 인원도 많고 국가적 관심도 컸다. 그러다 보니 우리 직원의 사기는 침체되어 갔다. 위치도 하필이면 같은 행정구역인 대전광역시 유성구이어서, 택시기사가 KBSI를 기초과학연구원으로 착각해 다시 되돌아가는 일도 있고, 우편물이 뒤바뀌는 사례도 빈번하게 발생했다.

그동안 우리 기관의 이름을 바꾸는 것에 대한 여러 차례 논의가 있었지만 첨단 대형장비 공동활용 기관에 걸맞은 새로운 이름을 찾지 못했다.

2018년 현재, '한국기초과학지원연구원'으로 설립 30주년을 맞이하고 있다. 우리 연구원은 설립 초기부터 지금까지 각 분야의 모든 구성원이 본인의 이해타산보다는 기관의 발전을 위해 서로 양보하고 합심하는 좋은 전통을 이어오고 있다.

우리 연구원은 다른 연구원에서 빈번히 발생하는 노사 분규 등의 갈등이 단 한 번도 없어서 타 기관들의 부러움의 대상이 되었다. 우리 기관에 대한 자부심을 품고 이 전통을 계속 이어나갔으면 한다.

부디 설립 30주년을 맞아 한국기초과학지원연구원이 국민과 국가로부터 인정받는 더 많은 연구 성과를 창출해 기초과학연구원을 훨씬 능가하는 기관으로 위치를 확고히 하는 계기가 되었으면 하는 바람이다.

## Chapter 2.

# 연구지원의 토대를

2000 ..... 2008

# 다지다

세계적인 연구성과를 목표로 하는 기초과학 분야 연구원들에게 KBSI의 지원은 절대적으로 갖추어져야 할 기초 환경과 같다. 이러한 필요에 부응하기 위해 KBSI는 설립 초기부터 전국적인 지원서비스 체계를 갖추려고 노력해 왔다. 이후 독립법인으로서 위상을 확보하게 된 KBSI는 2000년대로 접어들면서 선진국 수준의 국가적 대형공동연구장비까지 하나하나 구축해 나갔다. 그 결과 명실상부 대한민국 기초과학 연구지원을 위해 탄생한 기관으로서 위상에 부합하는 세계적 수준의 연구지원 서비스를 제공할 수 있었다.

## 1. 독립법인 출범과 전국 지원서비스 체제 구축

### 명칭 변경과 강도 높은 경영혁신을 추진하다

1999년 5월 20일, 독립법인으로 거듭난 KBSI는 ‘기초과학지원연구소’라는 이름으로 대한민국 기초과학 연구지원 임무를 이어갔다. 그러나 기초과학지원연구소라는 명칭으로 인해 기관의 정체성과 역할에 혼선이 빚어지고 있다는 현장의 지적이 제기되었다. ‘연구소’라는 단어가 대학에서 운영하는 부설 연구소와 차별이 되지 않는다는 지적이었다. 이 같은 문제는 KBSI뿐 아니라 많은 정부 출연연구기관이 겪고 있는 애로사항이었다.

이에 2001년 1월 1일 연구소 명칭변경을 골자로 하는 ‘정부출연기관 등의 설립 및 운영에 관한 법률안’이 개정되었다. KBSI의 명칭도 ‘기초과학지원연구소’에서 ‘한국기초과학지원연구원’으로 바뀌었다.

한편, 1997년 대한민국은 IMF 구제금융 지원이라는 한국전쟁 이후 최대 위기 상황을 맞게 되었다. 동남아시아를 휩쓴 외환위기 때문이었다. 1997년 2월 태국 바트화의 평가절하를 기점으로 외국 자본

이 태국에서 썰물처럼 빠져나갔고, 바트화의 가치는 순식간에 50% 이상 폭락했다. 그 영향은 곧바로 말레이시아와 인도네시아, 대만, 홍콩을 거쳐 대한민국까지 흔들었다. 외환 보유액이 바닥을 드러내자 대한민국 정부는 1997년 11월 국제통화기금(IMF, International Monetary Fund)에 환율안정을 위한 긴급 구조자금을 요청해야만 했다. 같은 해 12월 IMF로 부터 총 210억 달러의 자금을 지원받았고, 대한민국 경제는 IMF의 관리를 받아야 하는 처지가 됐다.

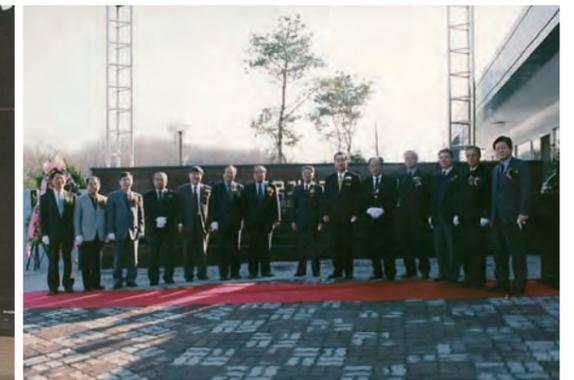
IMF 구제금융의 여파는 대한민국 경제 전반에 매서운 한파를 불러왔다. 금융 기관과 기업뿐 아니라 정부출연연구소도 특단의 경영개선 요구를 받았고, 혹심한 구조조정 작업이 이루어졌다. 정부는 출연연구기관 운영 효율화 및 경쟁체제 도입을 위해 경영혁신, 기관평가, 혁신평가 제도 등을 시행했다.

이를 계기로 KBSI 내부에서도 기술에 대한 패러다임을 바꾼 새로운 기술을 개발해야 한다는 인식이 자리 잡게 되었다. 외형 성장에 집착해 온 기존 기술개발 관행을 깨고 생산성 향상은 물론 부가가치가 높은 연구개발 구조를 확립해야 치열

2000. 5. 19  
독립법인 설립 1주년 기념식



2001. 1. 11  
'한국기초과학지원연구원'으로 명칭 변경



한 세계 시장경쟁에서 살아남을 수 있다는 판단에서였다.

구조조정과 경영혁신 작업도 함께 진행되었다. 11명의 임의퇴직, 희망퇴직이 이루어졌으며, 이들에 대해서는 전 직원 모금에 의한 별도의 위로금을 지급하기도 했다. 이와 함께 성과에 따라 급여를 차등 지급하는 연봉제를 시행하고, 휴가일 수를 축소하는 방향으로 복무규정을 강화했으며, 3년 단위 계약제를 전 직원으로 확대했다. 또한, 복무정년을 하향 조정하고, 퇴직금을 누진제에서 단수제로 바꾸었으며, 목표관리(MBO)를 기반으로 하는 종합평가시스템을 구축하는 등 강도 높은 경영혁신을 추진했다.

KBSI는 이 같은 노력을 통해 기관종합평가에서 2001년부터 2002년까지 2년 연속 정부출연연구기관 중 최우수 기관으로 선정되는 등 대덕연구단지를 대표하는 연구기관으로 위상을 다질 수 있었다.

### 전국 지원서비스 체제를 확립하다

세계적인 연구 성과를 목표로 하는 기초과학 분야 연구원들에게 KBSI의 지원은 절대적으로 갖추어져야 할 기초 환경과 같다. 이러한 필요에 부응하기 위해 KBSI는 설립 초기부터 전국적인 지원서비스 체계를 갖추려고 노력해 왔다. 1989년에 제정된 기

초과학연구 진흥법에 따라 1992년에 서울(고려대학교), 대구(경북대학교), 부산(부산대학교), 광주(전남대학교) 등에 지역분소를 설치한 것도 상대적으로 열악한 지방의 연구 환경을 개선하고, 기초과학 발전을 지원하기 위한 조치였다.

KBSI의 지역분소 설치 노력은 이후에도 계속되었다. 1999년 12월 전북대학교 내에 전주분소를 설치한 데 이어, 2001년 춘천분소(강원대학교), 2005년 순천출장소(순천대학교), 2006년 강릉출장소(강릉대학교), 2008년 제주센터(제주대학교)를 개소했다.

지역분소 설립은 지역별 특성을 고려해 첨단 연구장비 공동활용을 통한 지역 기초과학 연구 수준 향상에 기여하기 위한 것이었다. 이 같은 설립 목적에 따라 개설한 지역분소는 각 지역에서 요구하는 분석지원 및 공동연구 수요에 능동적으로 부응하며 충실히 역할을 수행해 나갔다.

그 결과 분석지원, 공동연구 논문 발표 등에서 우수한 연구 성과를 창출할 수 있었다. 이처럼 KBSI는 지역분소를 통해 지역 기초과학 진흥에 중심 역할을 확고히 담당하게 되었으며, 활발한 상호 협력을 통해 지역분소(2008년 12월 이후 지역센터로 모두 명칭 변경) 소재 대학뿐만 아니라 지역 내 대학, 중소기업, 공공기관 등에도 다양한 지원 활동을 전



2006. 6. 7  
강릉출장소 개소식



2008. 4. 16  
제주센터 개소식

개해 나갔다.

한편, KBSI는 2012년에 서울서부센터(이화여자대학교)를 설치함으로써 전국 10개 지역센터를 확보했으나, 선택과 집중을 통한 지역조직 연구장비의 효율적 운영 차원에서 이사회 승인을 얻어 제주센터와 강릉센터, 순천센터는 운영을 중단했다. KBSI는 2018년 현재 7개 지역센터를 운영하고 있다.

KBSI는 이 같은 시대적 요구에 따라 선진국 수준의 국가적 공동연구시설 구축을 위한 ‘연구기반구축 사업’을 추진했다. 이를 통해 산학연 협동연구와 인접 연구 분야 간 학제적 연구를 활성화한다는 전략이었다. ‘초고전압 투과전자현미경(HVEM, High Voltage Electron Microscope) 구축 사업’ 역시 과학계의 수요와 요구에 따라 진행된 국가적 첨단 공동 연구시설 중 하나였다.

HVEM은 소재의 원자단위 구조까지 직접 관찰할 수 있는 가속전압 1 MV 이상 최첨단 전자현미경이었다. KBSI가 HVEM 설치 사업을 본격적으로 시작한 시기는 1997년이었는데, 세계적인 기술 선진국들을 중심으로 이미 20여 대 이상 활용되고 있었다.

선진국들이 HVEM을 조기에 도입해 활용한 이유는 탁월한 성능 때문이었다. 당시 미국과 일본을 비롯한 선진국들은 나노 신소재 개발 분야를 21세기 전략산업으로 주목하고 있었는데, HVEM은 소재를 원자 수준(0.1~0.2 nm)에서 관찰하고 제어할 수 있는 초고성능 첨단 전자현미경이었다. 즉, HVEM의 확보와 활용 역량에 따라 나노 소재 분야의 연구 성과가 좌우되고 있었다고 해도 과언이 아니었다. 하지만 안타깝게도 대한민국은 단 한 대

## 2. 국가적 대형공동연구장비 도입·설치·운영

### 초고전압 투과전자현미경(HVEM, 2004)

선진국의 기술 보호 장벽이 높아져 가던 20세기 말, 우리나라도 기술모방 주의에서 벗어나 창의력과 독창성을 바탕으로 한 신기술을 개발해야 한다는 주장이 여기저기에서 제기되었다. 하지만 연구원들이 창의력과 독창성을 발휘한 신기술을 개발하기 위해서는 무엇보다 먼저 세계적인 수준의 연구 기반시설과 관련 장비가 갖추어져야 했다.

1999. 12. 10  
전주분소 개소식



2001. 11. 23  
춘천분소 개소식



2005. 5. 6  
순천출장소 개소식



의 HVEM도 확보하지 못한 상태였다.

선진국과 비교해 뒤늦은 출발이었지만, KBSI는 대한민국의 독특한 장비 사양을 갖춘 HVEM을 도입하기로 결정했다. 우선 기기와 관련된 국내외의 최근 기술 현황을 파악하는 한편, 1998년 12월에는 장비 실무위원회의 의결을 통해 5년 간 (1998. 12~2003. 12) 총 150억 원을 투자하는 ‘초고전압 투과전자현미경 설치·운영 기본계획’을 수립했다. 이후 기존 전자현미경 기기전문위원회와 재료, 의학, 생물 분야의 국내외 기기 관련 전문가로부터 초고전압 투과전자현미경 설치·운영사업 계획을 점검받았으며, 기술적인 사항에 대한 자문도 진행했다.

기본계획의 주요 내용은 최고 가속전압 1,000 kV 이상, 가속안정도  $1 \times 10^{-6}/\text{min}$  이하, 최고 분해능 0.12 nm 이하, 대물렌즈 전류안정도  $1 \times 10^{-6}/\text{min}$  이하 투과전자현미경을 대덕본원에 설치해 신물질 구조분석, 극미세 소재 개발 등 기초 과학 및 응용 과학 분야에서 국가적인 공동 연구장비로 운영한다는 것이었다.

KBSI는 이를 통해 ‘차세대 나노 반도체를 포함한 신물질의 원자단위 구조분석’, ‘뇌세포를 포함

한 생체의 삼차원적 구조분석’, ‘소재의 역동적 구조 및 물성 변화 연구’, ‘전자빔 및 이온빔을 이용한 극한 소재의 개발’ 등 핵심 NT·BT 분야에서 초정밀 분석 장비 및 관련 기술들을 국내 과학기술자들에게 조기 제공하는 것을 목표로 삼았다. KBSI는 HVEM이 ‘21세기 원자 세계를 제일 처음 비추는 새벽별’ 역할을 수행하기를 바라며 ‘Morning Star’라는 애칭도 만들었다.

HVEM의 도입과 설치 과정이 순탄하게 진행된 것만은 아니었다. HVEM 도입을 추진하던 당시 대한민국은 IMF 구제금융을 받고 있던 시기였기에 사업비를 확보하기조차 쉽지 않았고, 기술적인 부분도 어려움이 많았다. 특히 HVEM을 제작할 수 있는 기업체가 국내에는 없었고, 세계적으로도 손에 꼽힐 정도였으며, 제작 기술 자체가 세계적인 주요 기술로 인식돼 한국으로 HVEM을 수출하겠다는 기업체도 쉽게 나타나지 않았다.

이 같은 어려움에도 KBSI는 정부에 HVEM의 중요성을 설득해 사업비 집행을 독려하고, 일본 JEOL사와 협상을 통해 구체적인 제작 설계를 의뢰해 제작에 착수할 수 있었다.

문제는 또 있었다. 설계와 제작 공정을 성공적으

로 진행하고 있을 때였다. 기기가 완성되기 전에 실험동을 확보해야 하는데, 이번에는 실험동 건설이 발목을 잡았다. HVEM은 설치되는 건축물의 환경에 따라 정밀도가 달라지기 때문이었다. HVEM의 특성상 무진동, 내진, 외부로부터의 충격 등의 변수에 영향받지 않을 특수건축물을 확보해야 장비가 최고 성능을 낼 수 있는데, 그런 특성을 갖춘 건물을 지을 수 있는 업체를 찾기가 어려웠다. 수소문 끝에 국내 중소기업이지만 군사용 병커 등을 건설했던 기업을 발굴할 수 있었고, 어떤 외부 충격에도 영향받지 않는 HVEM 실험동을 확보할 수 있었다.

약 2년에 걸친 KBSI의 장비 개념 설계로 시작된 HVEM 설치 사업은 특수 실험동 준공과 장비의 공장 성능 점검을 거쳐 2004년에 완성됐다. 그 결과 HVEM은 처음 공장 현장에서 구현된 것보다 탁월한 장비 성능을 구현할 수 있었고, 사양분해능(0.12 nm)을 초과하는 초고분해능(0.10 nm)을 달성했다.

초정밀 실험동 안에 설치된 HVEM은 1.3 MV 고가속 전압을 사용해 분해능 0.12 nm 이하 원자 구조를 관찰할 수 있으며, 고투과력 및 고경사 작업이 가능해 물질의 3차원 구조 관찰과 복원에 탁

월한 성능을 나타냈다. 또한, 전 세계에 설치된 약 20여 대의 HVEM 중 가장 최근에 설치된 장비로, 제작 과정에 KBSI만의 독창적 장비 개념 설계를 적용함으로써, 세계 최고 성능의 분석 능력을 확보할 수 있었다. 특히 변온 및 변형과 빔 조사 실험이 가능해 극한 상황은 물론 역동적 환경 하에서 재료의 원자 구조 변화를 관찰할 수 있어 신물질 개발 연구에 결정적 분석 기능을 제공할 수 있게 되었다.

KBSI는 이를 바탕으로 극저온상태에서 원형으로 보존된 의생물 시료를 3차원 구조 연구기법(Cryo-EM 기법)을 활용해 단백질 구조, 세포 구성 요소체의 작용 기작, 초기 암 진단, 신약 물질 개발 등에 이용해 새로운 과학적 사실들을 밝혀내기도 했다. 또한, 일본 재료연구소(NIMS)와 독일 막스플랑크 플라즈마 물리연구소(IPP)에 이어 세계에서 3번째로 화학분석을 위한 독창적인 이미지 필터를 적용함으로써 전 세계 HVEM 중에서 전자에너지 손실 분광 분석이 가능한 유일한 장비로 활용할 수 있게 되었다.

한편, HVEM 설치는 고정밀도의 초고전압 발생 장치는 물론 가속 장치, 전자광학 장치, 진공 장치

2004. 4. 2

초고전압 투과전자현미경 실험동 완공식



초고전압 투과전자현미경(HVEM)



2006. 2. 20

국제 자기공명 심포지엄



의 개발과 고정밀도 전자기장 차폐 및 방진 기술을 이용한 특수실험실의 건립 등 최첨단 복합장치 기술을 필요로 한다. 이 때문에 장비의 도입 및 설치 과정을 통해 관련 기술들이 국내 연구진들에게 자연스럽게 이전, 흡수됨으로써 국내 고부가가치 장치산업기술을 한 단계 향상시키는 효과도 얻을 수 있었다.

### 고자기장 자기공명장치 (900 MHz NMR, 2005)

HVEM 도입 계획과 함께 추진한 국가적 첨단 공동 연구설비 구축 사업 중 하나가 차세대 고자기장 자기공명장치(900 MHz NMR)의 도입이었다.

차세대 자기공명장치는 초고자기장(18 T 이상) 하에서 원자핵(스핀)의 공명현상과 상호작용을 관찰하는 장치로, 생체 자연 상태의 단백질 입체구조를 수소 원자 크기인 1 Å(0.1 nm) 해상도로 규명

하는 유일한 장비이다. 이러한 차세대 자기공명장치가 등장하면서 세계의 과학계는 입체구조를 규명할 수 있는 단백질 크기의 제한과 한계를 극복할 수 있게 되었다.

차세대 자기공명장치는 고해상도 및 고민감도를 발휘해 단백질 구조를 연구하는 거대장비로 기초과학과 응용과학의 다양한 분야에서 산학연 공동 활용이 가능하며, 거대장비를 구심점으로 삼아 생물, 물리, 화학 등 기초과학뿐만 아니라 의과학 등 다학제 간 공동연구 기반도 구축할 수 있다.

이 같은 이유로 선진국들은 앞다투어 차세대 자기공명 장치의 설치와 개발에 경쟁적인 투자를 단행하고 있었다. 일본은 2000년대 초에 이미 NMR Park(이화학연구소 산하기관)에 총 42대를 설치한 상태였으며, 미국과 유럽 선진국들도 포스트 게놈 시대의 프로테오믹스 연구를 위해 고가 장비를 경쟁적으로 설치하고 있었다.

고자기장 자기공명장치(900 MHz NMR)



2006. 4. 17  
첨단자기공명 연구동 준공식

반면 대한민국은 BT 관련 신기술 개발사업을 추진하고 있으나, 차세대 자기공명장치 같은 최첨단 연구장비를 구축하지 못했을 뿐 아니라 전문인력도 부족한 실정이었다.

우리나라에서 차세대 자기공명장치 도입 필요성이 처음 거론된 것은 2001년 6월, 한국 자기공명학회 학회 차원에서 주관한 ‘차세대 자기공명장치 기획연구’에서였다. 이 연구를 통해 차세대 자기공명 장치의 전문적인 자료조사와 국내외 차세대 자기공명 장치 설치현황을 구체적으로 파악하고, 국가적으로 필요한 NMR 장비의 설계 사양을 제시했다. 이를 계기로 차세대 자기공명장치 도입 필요성을 적극적으로 알리게 되었고, 과학기술부(현 과학기술정보통신부) 연구기반구축사업의 하나로 차세대 자

2006. 5. 11  
미국 솔크(SALK)연구소와 공동연구를 위한 협약 체결



기공명장치 도입을 추진할 수 있었다.

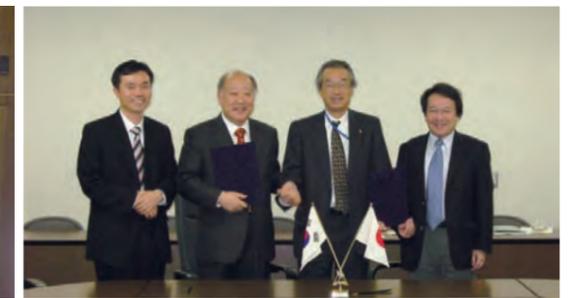
사업 기간은 2002년 5월부터 2006년 4월까지 4년간 진행했으며, 총사업비는 129억 원으로, 첨단자기공명연구동 건설비 65억 원은 별도로 추가되었다.

KBSI는 국가적 공동연구장비인 차세대 자기공명 장치의 본격 가동을 앞둔 2006년 2월 20일과 21일 이틀에 걸쳐 ‘국제 자기공명 심포지엄(International Symposium on High Field NMR)’을 개최했다. 자기공명학회와 공동으로 개최한 이 심포지엄에서는 자기공명 연구 분야의 많은 해외 전문가들이 참여해 최근 연구결과들을 교류했다. 국내 최초 설치·운영 중인 900 MHz NMR의 실험 현장도 방문해 장비 관련 정보와 공동연구에 대해서도 논의하는 시간을 가졌다.

2006년 4월 17일에는 KBSI 오창센터에서 첨단자기공명연구동 준공식을 진행했다. 오창센터 첨단자기공명연구동에는 생체고분자의 입체구조 규명과 신약후보 물질 발굴 등 기초과학과 응용과학 분야에서 활용할 수 있도록 전 세계에서 가장 중인 자기공명 장치 중 최고 자장인 900 MHz NMR을 비롯해 800 MHz NMR, 동물 영상 연구를 수행할 수 있는 4.7 T MRI 등 첨단 자기공명 장치도 도입·설치되었다.

KBSI는 오창센터 첨단자기공명연구동 준공을

2006. 12. 26  
일본 RIKEN 요코하마연구소와 공동연구를 위한 협약 체결



계기로 범국가적인 국가 전략적 인프라 센터로서 분석지원과 개발의 중심이 되도록 장비를 집중적으로 설치해 운영한다는 방침을 수립했다. 이를 위해 차세대 자기공명장치 운영위원회를 통해 투명하고 효율적인 장비 운영을 도모하고, 사용자에게는 안정적인 장비 이용 시간을 제공하며, 분석지원·과제지원·공동연구 등 다양한 형식의 연구지원을 수행할 수 있도록 했다.

미국, 일본 등 선진국과의 공동연구 MOU도 적극적으로 추진했다. 2006년 5월에는 미국 솔크연구소(SALK)와, 같은 해 12월에는 일본 RIKEN 요코하마 연구소와 공동연구를 위한 협정을 체결했다.

### 고분해능 이차이온질량분석기 (HR-SIMS, 2008)

2008년 말, 국내 최초로 KBSI에 설치된 고분해능 이차이온질량분석기(HR-SIMS)는 일차이온빔을 시료 표면의 수십 마이크로미터 이내 미세 영역에 쏘인 후 발생하는 이차이온의 양을 측정하는 대형 전문 연구장비이다.

HR-SIMS 도입은 과학기술부(현 과학기술정보통신부)에서 주관하는 초정밀 연대측정 장비구축 사업의 일환으로 시작되었다. 이 연구사업의 목표는 전 지질시대 연대측정을 위한 필수장비인 HR-SIMS를 도입·설치해 지구환경 변화 등의 분야에서 국가적 공동 연구장비로 활용하는 것이었다.

2005년부터 1년간 기획연구를 거친 후 2006년부터 본격적으로 진행되었는데, 당시 세계적으로 호주 ASI(Australian Scientific Instruments)사와 프랑스 카메카(Cameca)사에서 각각 SHRIMP II 모델과 IMS 1280모델의 HR-SIMS를 각각 생산하고 있었다. KBSI는 2006년 상반기에서부터 하반기에 걸쳐 이 기종들을 활발하게 이용하고 있는 스웨덴 자연사박물관과 호주 국립대학교 내 RSES(Research School of Earth Sciences)를 방문해 실제 시료 분석을 진행했다. 이 같은 사전 준비 과정을 통해 각 장비의 분석능력과 향후 공동연구와 분석기술 지원 등을 타진했다.

2006년 11월에는 장비 구매를 위한 입찰을 진행했으며, 국내 관련 전문가들로 구성된 기기 선정위원

회의의 집중 토론과 기술평가를 거쳐 SHRIMP IIe/MC 모델을 선택했다. 이후 2006년 말부터 2008년 중반까지 호주 캔버라에 있는 ASI사에 장비 제작을 의뢰했다.

장비 제작 과정을 진행하던 2007년 3월에는 SHRIMP 장비를 개발한 호주국립대학교와 상호 공동연구에 대한 양해각서를 체결했으며, 해당 연구를 호주국립대학교에 파견해 시료 전처리, 장비 유지 관리에 대한 교육, 상호 공동연구를 진행했다.

장비 제작을 완료한 2008년 10월에는 ASI사를 방문해 공장 검수시험과 사용자 교육을 진행했으며, 12월에 장비를 오창센터에 설치 완료할 수 있었다. 이 같은 절차를 거쳐 국내 최초로 KBSI에 도입한 SHRIMP IIe/MC 장비는 전 세계적으로 15번째 장비로서, 기존 장비 중 최고 성능을 갖추었다.

SHRIMP IIe/MC 장비의 구체적인 성능을 살펴보면, 산소 음이온 빔(O<sup>-</sup>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>)을 만드는 장치인 듀오플라즈마트론(Duoplasmatron) 외에 Cs<sup>+</sup> 일차이온을 생성하는 세슘 이온 건, 음이온 분석 시

시료 내에 축적되는 양전하를 중성화하는 전자 건이 등이 장착되어 있다. 또한, 이차이온이 이동하는 경로를 알루미늄 재질로 구현함으로써 음이온 분석에 더욱 효과적인 구성을 취했다. 그 결과 그동안 안정동위원소 분석에 취약하다고 알려진 SHRIMP 장비의 약점도 극복했다. 검출기 부분에서는 세계 최초로 <sup>239</sup>Pu, <sup>240</sup>Pu 동위원소를 동시에 측정할 수 있도록 검출기 간격을 줄여 배치해 극미량 동위원소를 정확하고 신속하게 분석할 수 있도록 했다. 인터넷을 이용한 원격분석도 가능하도록 함으로써 실험자가 오창센터를 방문하지 않고도 자신의 국내의 현지 실험실에서 분석화면을 보면서 원하는 분석지점을 정하고 분석결과를 실시간으로 확인할 수 있도록 했다.

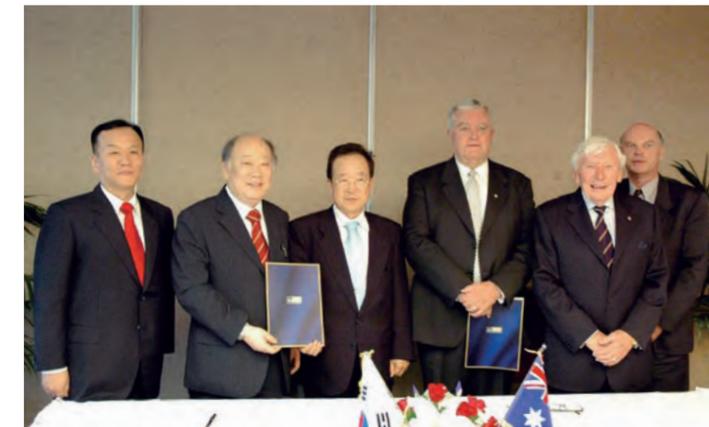
SHRIMP IIe/MC 장비는 연구제안서를 받은 후 자문위원회의 심사를 거쳐 지원 여부와 장비 운영 시간을 결정하는 공동활용 방식으로 운영하도록 했다. 이때 우수 연구능력을 보유한 연구자에게는 일부 경비지원도 포함하도록 했다.

KBSI가 오창센터에 설치한 SHRIMP IIe/MC

고분해능 이차이온질량분석기(HR-SIMS, 모델명 : SHRIMP-IIe/MC)



2007. 3. 30  
호주 국립대학교와 공동연구 양해각서 체결



장비의 주 응용 분야는 연대측정과 미량원소 분석이다. 연대측정 분야에서는 저어콘, 모나자이트, 티타나이트, 알라나이트 등의 중광물에 대한 U-Pb, Th-Pb 연대측정을 진행했다. 안정동위원소 분야에서는 각 광물 내 산소와 Ti 동위원소, 탄소, 기타 안정동위원소 분석을 진행했다. 핵확산 방지를 위한 국제협력실험실(NWAL, Network of Analytical Laboratories) 인정을 받기 위한 핵물질 입자 분석 실험도 진행했는데, 시료 중 미세 입자를 추출해 우라늄과 플루토늄 동위원소를 측정하는 이 기술은 국내외 핵사찰 및 핵 활동 감시에 대한 국가적 대응체계 구축에 활용되었다.

### 3. 연구지원 및 연구개발 활동

#### 연구지원을 펼치다

KBSI의 기초과학 연구지원은 첨단 국가적 대형장비를 구축하는 것으로 시작하지만 장비 구축 못지않게 중요한 역할이 있다. 연구자들이 세계 최고

수준의 국가적 대형장비에 대한 활용을 극대화할 수 있도록 지원하는 일이다. 그렇기 때문에 국가적 대형장비와 각종 최첨단 장비 확보 노력은 물론, 분석지원, 첨단기기 교육훈련 등 다양한 사업을 전개하며 '연구지원' 활동을 전개하고 있다.

KBSI는 첨단 국가적 대형연구장비의 공동 활용을 통해 대한민국의 기초과학연구 활성화를 지원하기 위해 설립된 기관으로, 분석지원 업무를 주기능이자 고유 업무로 수행하고 있다. 우선 분석지원 업무를 살펴보면 전문가의 분석과 자문을 수반하는 종합적 결과를 제공하는 TVRS(Technical Value Report Service)를 통해 분석지원의 질적 수준을 제고하고 있으며, HVEM, Bio-TEM, HR-SIMS 등 최첨단 연구장비를 활용해 세계적 수준의 성과 창출을 통한 연구역량과 지원 경쟁력을 강화하고 있다. 이와 함께 최신 분석 동향을 파악하고 각 장비의 고유한 최적 운용 조건을 확립해 지속적인 분석법 은행을 구축함으로써 분석법 활용을 극대화하고 있다. 또한, 온라인 연구지원체제 구축과 첨단 연구장비 개발 및 구축, 선도연구지원 영역 개척 등 다양한 노력을 펼치고 있으며, 그 덕분

에 분석지원 실적도 매년 꾸준히 향상되고 있다.

'학술정보지원'은 KBSI가 수행하는 주요 사업 중 하나로 기초과학 연구 활동에 필수적인 학술정보를 전국 기초과학 연구자에게 신속·정확하게 지원할 수 있는 체제를 마련함으로써 기초과학 연구 기반을 조성하고, 기초과학 연구 환경을 선진화해 과학기술의 국가경쟁력을 향상하는 것을 목표로 한다. 이에 따라 KBSI는 학술정보지원 사업을 통해 기초과학 연구 활동에 필수적인 수학, 물리, 화학, 생물학, 지구과학 분야 등 기초과학 분야 외국 학술지를 체계적으로 수집·가공해 대학, 연구소, 산업체 등 기초과학 관련 연구원에게 신속·정확한 원문지원서비스를 제공한다는 방침을 마련했다. 또한, 기초과학 관련 정기간행물, 단행본, 기술보고서, 연구보고서 등을 수집·가공·축적해 정보검색 및 원문 정보 제공서비스를 수행하도록 했다.

'학술정보지원'은 KBSI가 초기에 수행한 사업 중 하나였으나, 국가수리과학연구소가 설립되고, 연구자들이 자체적으로 자료를 확보할 수 있는 환경이 갖추어지면서 자연스럽게 서비스를 중단하게 되었다.

이 사업은 기초과학연구 활동에 필수적인 학술정보를 전국 기초과학연구자에게 신속·정확하게 지원할 수 있는 체제를 마련함으로써 기초과학 연구기반을 조성하고, 기초과학연구 환경을 선진화해 과학기술의 국가경쟁력을 향상하는 것을 목표로 한다. 이에 따라 KBSI는 학술정보지원 사업을 통해 기초과학연구 활동에 필수적인 수학, 물리, 화학, 생물학, 지구과학 분야 등 기초과학 분야 외국 학술지를 체계적으로 수집·가공해 대학, 연구소, 산업체 등 기초과학 관련 연구원에게 신속·정확한 원문지원서비스를 제공한다는 방침을 마련했다. 또한, 기초과학 관련 정기간행물, 단행본, 기술보고서,

연구보고서 등을 수집·가공·축적해 정보검색 및 원문 정보 제공서비스를 수행하도록 했다.

학술정보지원 내용을 살펴보면, KBSI는 설립 초부터 기초과학 학술자료 전문위원회가 선정한 외국 학술지 목록을 근거로 기기 지원이 없는 수학 분야 200여 종의 구독신청을 필두로 원문정보서비스를 개시했다. 1990년에는 학술지 범위를 확대해 물리학, 화학, 생물학, 지구과학 분야를 포함한 359종으로 구독학술지를 늘렸고, 같은 해 3월부터 기초과학 분야 구독 학술지 목차집을 발간해 전국 기초 과학 관련 대학, 연구소, 산업체에 총 760부를 배포하며 학술정보지원 사업의 체계를 잡아 나갔다. 그 후 학술정보 원문정보제공 활성화를 위한 회원제 도입, 학술정보 홈페이지 구축, 학술지 목차 DB on-line 제공, 학술지 목차의 온라인 검색이 가능한 DB 검색 시스템 도입, 인터넷을 활용한 원문전송시스템 구축과 E-mail 원문전송서비스 개시, 과학기술정보관리협의회와 학술정보자료 공동이용협약 체결 등을 진행해 나갔다. 이후 2000년까지 수행한 학술정보사업은 2001년부터 연구장비 공동활용 시스템사업으로 전환되었으며, 이를 통해 연구장비 DB를 구축했다. 또한, 연구장비 정보에 대한 포털 정보시스템을 구축함으로써 종합적인 일괄지원서비스를 제공할 수 있도록 했다.

KBSI는 1994년부터 연구장비에 대한 이해도를 높이고, 국내 기초과학 연구인력의 저변을 확대하고, 장비 이용의 새로운 효용을 모색하기 위한 첨단기기 교육훈련 프로그램도 진행했다. 이를 통해 고가기기의 이용 효율을 제고하고, 연구소 지원 기능의 확대와 홍보 효과를 진작했으며, 대학의 고급 연구인력 양성에 기여함으로써 대학 및 산업계 연구 분야 활성화를 도모했다. 또한, 각 연구 주체에 게 관련 연구 분야 종사자와의 협력기회도 제공했

연도별 분석지원 현황

구분	1991년	1992년	1993년*	1994년	1995년	1996년	1997년	1998년	1999년
건수	1,511	1,542	735	3,671	5,386	5,996	7,870	9,647	10,964
시료수	6,873	8,151	4,780	22,611	28,589	31,211	43,455	54,160	64,206
이용자수	704	811	366	1,872	2,527	3,062	3,523	3,085	3,650
구분	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년
건수	12,332	13,069	13,508	14,033	14,305	14,260	14,246	16,347	15,938
시료수	71,725	94,042	96,214	115,683	97,288	99,013	90,420	108,701	100,885
이용자수	4,102	4,427	4,308	4,215	4,335	4,069	3,937	4,379	4,858
구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
건수	15,561	15,313	15,878	16,298	16,927	17,039	16,209	15,936	16,970
시료수	99,075	111,079	119,814	132,032	129,493	139,508	128,098	113,564	117,060
이용자수	4,652	5,228	5,457	5,482	5,397	5,632	5,726	5,595	5,755

\* 1993년 서울에서 대덕으로 본소를 이전함에 따라 연구지원이 일시적으로 중단됨

다. 첨단기기 교육훈련은 2004년부터 시행한 과학 대중화 사업인 엑스사이언스와 통합해 현재까지 운영하고 있다.

1998년에는 ‘첨단기기 공동활용 회원제’도 시작했다. 첨단기기 공동활용 회원제는 KBSI 기기를 이용해 성과를 도출한 연구자의 지속적 첨단기기 이용과 공동활용 활성화를 이끌어내기 위해 운영되었다. 또한, 회원 교류를 통해 연구 테마 중심 연구지원 시스템을 구축하고, 기기 이용 목적과 성과를 파악해 그에 부합하는 지원이 이루어질 수 있도록 새로운 분석기법을 개발하고, 분석결과 해석능력을 배양함으로써, 수요자 중심 지원이 가능하도록 했다. 회원자격은 지난 2년간 학위논문, 학술지 게재나 그에 준하는 연구 성과물에 본 연구소 기기를 이용했다는 사실을 명시한 연구자에게 주어지도록 했으며, 일반회원과 특별회원에 따라 기기 이용료할인 혜택을 차등 부여했다. 회원 선정은 매년 말 위원회를 통해 이루어지고 경영정보시스템을 통해 실적을 관리하도록 했다.

이처럼 이용자에 대한 연구지원의 질적 수준 제고 노력을 기울인 결과, 외부이용자 논문 중 우수 논문 비율이 꾸준히 향상되었다. 첨단기기 활용 회원제 등을 통해 파악된 이용자 논문은 2002년 207편에서 2007년 508편으로 꾸준히 향상되었으며, 외부이용자 논문의 우수학술지 게재 비율도 많이 증가했다.

### 연구개발 활동 역량을 확대해 가다

연구지원뿐 아니라 연구개발 기능도 설립 단계부터 설계된 KBSI의 주요 역할 중 하나였다. 특히 설립 준비 단계부터 ‘지원기능’과 ‘연구기능’을 어떻게 양립시키느냐에 대한 문제가 대두하기도 했다.

KBSI 설립의 모체가 된 보고서는 1988년 7월

25일 과학기술단체 총연합회가 작성한 ‘기초연구 지원센터 설립에 관한 연구’였다. 이 보고서에 따르면 ‘서비스에 전념하기 위해 자체 연구기능을 없애자’는 의견과 ‘서비스 강화를 위해서는 박사들이 참여해야 하는데, 고유 연구사업 없이는 가능하지 않다’는 주장이 상반되었고, 그 절충안으로 일부 연구기능이 들어가게 되었다. 즉, 기기 지원 서비스만 놓고 보면 ‘기술원’으로 가능하지만 기기 가동법을 개선하고, 새로운 기능을 개발하기 위해서는 반드시 박사 인력의 참여가 있어야 하기에 연구기능이 반드시 필요하다는 주장이 받아들여진 것이다.

설립단계에서 연구지원과 연구개발 기능을 확보했지만, 초기에는 KBSI의 ‘연구기능’이 연구지원을 위한 부문으로 제한되어 있었다. 박사 인력의 연구 시간 배분도 30%는 자신의 연구를 하고, 나머지 70%는 지원하는 방식으로 운영되었다. 결국, 지원기관이라는 인식 때문에 설립 초기에는 KBSI가 정부의 연구개발 사업에 참여하지 못하는 상황도 벌어졌다.

이러한 불합리한 틀에서 벗어나 기초과학 연구 지원을 위한 연구기능을 확대해야 한다는 필요성을 절감한 KBSI는 1990년 4월 27일, 한국과학재단 제4회 정기기사회를 통해 연구에 참여할 수 있도록 운영규정을 개정했다.

이후 대형 공동연구기기부의 ‘레이저를 이용한 토카막 장치 사업’이 처음으로 정부의 연구비를 지원받을 수 있었고, 뒤를 이어 과기처(현 과학기술정보통신부)로부터 ‘핵융합 연구’에 대한 연구비 지급을 승인받으면서 본격적인 공동연구 활동을 시작할 수 있었다.

1999년에는 대학과 출연(연)의 우수 연구자들과의 치열한 경쟁을 뚫고 KBSI가 국가지정연구실 사업을 처음 시작할 수 있었다. KBSI는 국가 차원에

서 전략적으로 육성해야 할 핵심기술 분야의 우수 연구실을 발굴해 연구를 맡기는 ‘국가지정연구실(NRL, National Research Laboratory)’ 사업을 통해 3개 과제를 수행할 수 있었다.

이 밖에 기초기술연구회 협동연구 사업도 수행하게 되었다. 이 사업은 기초기술연구회 산하 연구소 간 협동연구를 장려하기 위해 진행되었다. 두 곳 이상의 기관에서 발굴·추진한 STRM 기획 과제를 대상으로 기초기술연구회의 협동연구과제로 선정해 기초 연구비를 지원하는 사업이다.

이처럼 연구지원기능에 머무르지 않고 적극적으로 연구개발 역량 확대 방안을 모색한 결과, KBSI가 공동연구를 위한 특정연구, 수탁연구 등 연구개발 활동도 수행할 수 있게 되었다.

## 4. 산학연 협력 및 국제협력 강화

### 산학연 협력을 펼치다

대한민국의 기초과학 연구지원이라는 중차대한 임무를 위해 탄생한 KBSI는 전국의 대학과 연구기관은 물론 산업계에 대한 지원과 협력에도 많은 노

력을 기울였다. 특히 국내 최고 수준의 종합적인 첨단 연구장비와 우수한 연구인력, 정보, 축적된 노하우 등 최상의 연구 인프라를 통합적으로 활용해 기술개발 역량이 부족한 중소기업의 신기술 개발이나 신제품 개발, 현장 애로기술 해결에 앞장서왔다. 이를 통해 중소기업의 경쟁력 제고는 물론 지역경제 활성화와 산업 기반 확산, 국가경쟁력 강화에 기여할 수 있었다.



산학연 협력을 본격적으로 시작한 것은 2001년부터 수행한 중소기업청(현 중소벤처기업부)의 ‘산학연 공동기술개발지원사업’을 통해서였다. 당시 KBSI는 85개 업체, 61개 과제를 추진해 중소기업의 현장 애로기술 해소 및 특허권 획득 등을 지원했다. 이를 통해 참여기업이었던 (주)나노포토닉스는 ‘2004 대한민국창업대전’에서 대상을 받는 등 많은 기업의 기술혁신 역량을 향상하는 데 크게 기여할 수 있었다.

2004년에는 중소기업청의 국책 연구기관을

2007. 9. 18  
중소기업기술 혁신유공 대통령 기관표창 수상



2004. 12. 5  
(주)나노포토닉스 2004 대한민국창업대전 대상 수상



연계한 ‘중소기업 기술지도 사업’에 참여했으며, 2005년 5월에는 부품·소재 통합연구단에 참여기관으로 가입해 지역 중소기업의 현장 애로기술을 종합적으로 해결 지원하는 역할을 수행했다.

KBSI의 산학연 협력 사업이 두드러진 성과를 올리면서, 2007년에는 중소기업청의 중소기업 블루오션 지원사업 관리기관으로 역할을 부여받았다. 이 사업은 정부 출연(연)과 대학이 보유한 고급 첨단 연구장비 등을 효율적으로 활용해 중소기업 블루오션형 고부가가치 신기술·신제품 창출을 지원하는 선도형 기술혁신전략과제 지원사업이었다.

KBSI는 이러한 중소기업 지원사업의 체계적인 관리·운영은 물론 국내외 연구기관과 산업체와의 상호 협력 체계를 더욱 활성화하기 위해 2007년에 ‘산학연협력실’을 설치했다. 이어 2008년 7월에는 ‘대외협력부’를 신설해 중소기업을 포함한 산학연 협력 업무를 더욱 체계적으로 수행할 수 있도록 했다.

### 국제 협력에 힘쓰다

KBSI의 목표는 세계적 공동연구기관으로 도약하는 것이다. 이를 위해 국내외 공동연구를 강화하고, 해외 선진기관과 폭넓은 연구 협력 기반을 토대로 다양한 국제교류 활동을 이어가고 있으며, 이를 통해 글로벌 수준의 연구역량 및 세계 수준의 공동연구 수행기반 구축에 힘쓰고 있다.



해외 선진기관과의 연구협력 기반을 구축하고 다양한 국제교류 활동을 진행함으로써 글로벌 수준의 연구역량 및 세계수준의 공동연구 성과를 도

출하기 위한 노력도 꾸준히 이어갔다.

미국, 러시아, 일본, 호주, 독일, 중국 등 세계 주요 선진연구 기관들과 MOU를 체결했으며 실질 연구 협력 증대를 위한 노력으로 영국의 웨일즈 대학, 미국 국립고자기장연구소, 독일 메디컬 프로테오믹스 센터 등과 실질 협력 국제공동연구 과제를 추진했다. 또한 관련 정보 교류를 통해 국제공동 저술 논문을 게재하고, 일본 RIKEN 연구소, 미국 일리노이 대학 등과의 국제공동 연구를 통해 ‘RDC을 이용한 단백질구조구명’ 등 신기술을 확보했다

1990년대 중반 이후에는 국제공동연구 분야에서도 가시적인 성과를 올릴 수 있었다. 1996년 서울분소 박은주 박사가 중국 북경대 가속기분석센터와 공동으로 수행한 ‘가속질량분석기의 설치 및 활용에 관한연구’를 시작으로 1997년 정재준 박사가 캘리포니아대학교 버클리캠퍼스(UC Berkeley)와 공동으로 ‘다차원 NMR 기법을 이용한 생체고분자입체구조 연구사업’을 수행했다. 이를 계기로 국제공동연구를 통한 실질적인 연구 협력에 주력하는 동시에 MOU 체결기관과 인력교류 학술회의를 개최함으로써 ‘막단백질 분야’, ‘고자기장초전도자석 개발 장비개발 분야’, ‘나노재료 연구 분야’ 등에서 국제공동연구 및 협력 성과를 얻을 수 있었다.

국제공동연구를 통한 성과는 이후에도 계속 이어졌는데, 2014년에는 자기공명영상장치(MRI) 같은 진단용 의료기기의 성능을 좌우하는 핵심 소재인 ‘탄소나노튜브를 이용한 차세대 MgB<sub>2</sub> 초전도 선재’를 개발했으며, 2016년에는 ‘위상절연체 표면의 전자특성을 제어하는 새로운 방법’을 개발해 위상절연체를 활용한 스핀트로닉스 소자 개발 및 양자컴퓨터 실용화를 향한 주목할 만한 성과를 올리고 있다.

2017년 말 기준 KBSI의 국외 MOU 체결 현황은 다음과 같다.

UAE	마스다르 과학기술대학원	Masdar Institute of Science and Technology
	석유대학	Petroleum Institute University and Research Center
그리스	국립과학연구소 데모크리토스	National Center for Scientific Research Demokritos
덴마크	비도어 병원	Amager and Hvidovre Hospital
독일	막스플랑크 태양계 연구소	Max Planck Institute for Solar System Research
	국립 고자기장연구소	National High Magnetic Field Laboratory
미국	애리조나대학	University of Arizona
	천문연구대학연합 (국립광학천문대)	Association of Universities for Research in Astronomy
	텍사스주립대학교 보건과학대학	University of Texas Health Science Center at Tyler
	하버드 의대 부속병원 마르티노 센터	Athinoula A. Martinos Center For Biomedical Imaging (Harvard School of Medicine/ Massachusetts General Hospital)
베트남	베트남인증센터	Vietnam Certification Center
슬로베니아	요제프 스테판 연구소	Jozef Stefan Institute
싱가포르	생물공정 기술연구소	Bioprocessing Technology Institute
일본	오사카 대학교	Osaka University
	이화학연구소	RIKEN
체코	ELI 빔라인	Institute of Physics of The Czech Academy of Sciences
	과학장비연구소	Institute of Scientific Instruments
	카렐대학교	Charles University Prague
	힐라세센터	Hilase Center FZU
필리핀	북일로코스 주정부	Provincial Government of Ilocos Norte
호주	울런공대학교	University of Wollongong

## 5. 오창센터 출범

대한민국 기초과학연구 선진화라는 시대적 목표에 따라 탄생한 KBSI는 대덕본원과 전국의 지역센터를 중심으로 기초과학연구에 필요한 최적의 시스템을 구축하기 위해 노력했다. 그러나 2000년대로 접어들면서 KBSI 지원시스템의 구심점이라 할 수 있는 대덕본원의 한정된 부지로 인해 확장성에 문제가 발생했다. 특히 대덕본원에 조성하고자 계획한 NMR파크와 대형연구장비 간에 상호 영향이 미치지 않는 공간을 수용하기에 부지가 협소하다는 문제가 제기되었다. NMR파크 조성뿐만 아니라 향후 국가적 차원에서 대형연구장비 확보를 지속하기 위해서는 충분한 여유 부지를 확보해야 하는 상황이었다.

한편, 정부에서는 지방 과학육성 및 지방 균형발전 정책을 의욕적으로 추진하였는데, 그 일환으로 충청북도 지역에 오창과학산업단지과 오송생명과학 산업단지를 각각 IT와 BT 산업클러스터로 개발하는 대규모 산업단지 조성 프로젝트가 한창 진행되고 있었다.

정부는 오창과 오송 지역에 IT와 BT 관련 연구

2003. 11. 14  
오창센터 설립에 관한 충청북도와 협약 체결



오창센터 조감도



개발 기능을 담당하는 대학과 연구소, 생산 기능을 담당하는 대기업과 중소기업, 각종 지원 기능을 담당하는 벤처캐피털과 컨설팅 등의 기관을 한곳에 집적화함으로써 효율성을 극대화하고자 했다.

이러한 시대적 상황이 KBSI에도 소중한 기회를 가져다주었다. KBSI가 충분한 용지 확보 필요성을 절감하고 있던 2003년 당시, 오창과 오송에 대규모 산업단지 조성 작업이 진행되면서 입주기관 선정 작업이 이루어졌고, 실제 입주해 연구 활동을 시작한 연구기관과 산업체도 빠르게 증가했다. 이들 IT, BT 관련 연구기관과 산업체가 속속 연구개발을 시작하면서 이들에 대한 연구지원 필요성도 커져갔다.

기초과학 연구지원 역할은 당연히 KBSI의 몫이었다. 자연스럽게 오창 지역에 KBSI 지역센터 설립 방안이 추진되었고 충청북도와 협의가 이루어졌다. 여러 차례 협의 끝에 2003년 11월 14일, KBSI와 충청북도의 오창센터 설립에 관한 협약이 체결되었다.

협약은 KBSI가 충청북도로부터 오창과학산업단

지 내 청원군 오창면 양청리 804-1 외 2필지에 연구 시설용지 22만 4,254 m<sup>2</sup>(6만 7,837평)를 20년간 무상 임대받는 방식으로 이루어졌다. 이는 KBSI 대덕본원 부지 총 10만 8,314 m<sup>2</sup>(3만 2,765평)의 두 배가 넘는 면적이었다.

충분한 공간을 확보한 KBSI는 대덕본원에 건설하고자 했던 NMR파크를 오창센터에 조성키로 했다. NMR 파크는 BT·NT·BTN(나노바이오융합기술) 등에 폭넓게 쓰이는 대형연구장비인 핵자기공명장치(NMR)가 중심이 되는 연구기반 시설이다.

이에 따라 오창센터에 바이오 분석, 바이오 이미징, 나노특성평가 기기를 비롯한 차세대 NMR, 바이오-나노기기, 초고자장 바이오 질량 분석기 등을 갖추고 장비개발사업과 기기교육 지원사업 등을 수행하도록 했다.

오창센터 확보는 무엇보다 KBSI의 더 큰 도약과 성장에 반드시 필요한 물리적 토대를 확보했다는 점에서 중요한 의미가 있다.

2002. 10. 28  
미국 국립고자기장연구소(NHMF) 공동연구 진행 체결



## 6. 장비 활용능력 확대 발전

### 분석법을 개발하다

기초과학연구를 지원하기 위해 가장 먼저 수행해야 할 역할은 국가적 차원에서 연구원들이 필요로 하는 첨단 고가 대형장비를 확보하는 것이다. 하지만 장비 구축 못지않게 중요한 역할이 있는데, 바로 장비의 활용성을 극대화하기 위한 방법을 개발하는 것이다.

그렇기 때문에 KBSI는 도입한 연구기기의 성능을 최대한 활용하기 위한 분석기법 개발과, 고객 지향적 전문 연구지원능력 향상을 위한 연구개발을 위한 첨단기기 공동활용 사업을 수행하고 있다. 이를 통해 새로운 창의적 분석기법을 개발함으로써 첨단기기 국산화 연구개발에 기여하고, 국내 기초과학 연구능력의 획기적 제고를 도모하고 있다. 또한, 성공적인 분석법 개발결과를 분석지원에 활용해 산학연 연구자에게 제공하며, 개발된 기술을 연구자의 기기 공동이용이나 워크숍 등을 통해 대학과 연구소에 제공해 응용연구 분야에 확대함으로써 미래 원천 기술 능력 함양을 지원해 왔다.

이처럼 KBSI는 세계적 수준의 연구장비를 활용한 첨단 분석기술을 개발해 기초과학 분야의 새로운 연구지원 영역을 개척하고 있으며, 특히 국가적으로 고민하는 질병, 재난, 재해 등의 사회적 문제와 환경오염, 에너지, 기후변화와 같은 글로벌 이슈 해결에 필요한 첨단 분석기술을 지속해서 개발하고 있다.

국가·사회 문제해결을 위한 분석기술 개발을 위해 ‘농축산물 원산지 판별 분석기술’을 비롯해 ‘방사능 재난 분석 연구’, ‘진단·치료제 생체영상 평가 기술’, ‘문화재보존 분석기술’, ‘고감도 바이러스 진단 플랫폼 개발’ 과제 등을 추진했다.

각 분석기술 개발과제들에 대해 간략히 살펴보면 다음과 같다. ‘농축산물 원산지 판별 분석기술’은 국내에서 유통되는 다양한 농산물의 원산지를 판별하기 위해 분석기술을 개발하고, 표준화 시스템 개발을 진행했다. ‘방사능 재난 분석연구’는 범국가적 문제로 대두된 환경 재난 같은 사회문제 분석 요구에 신속히 대처하기 위한 국가적 환경재난 대응 분석시스템을 구축하기 위해 진행되었다. ‘진단·치료제 생체영상 평가기술’은 활성화형 전구약물 항암제와 세포치료제 등 표적형 치료제의 세포 특이성과 생체조직 표적성에 대해 약물전달 치료 효과 검증 관점에서 평가할 수 있는 통합적 분석기술을 개발하고, 개발 과정의 표적치료제 후보물질에 대한 맞춤형 전임상 생체영상 평가기술을 구축하는 연구를 진행했다. ‘문화재보존 분석기술’은 유물 손상을 극소화하고, 동일 시료에 대한 분석으로 획일적인 연구결과를 생산하며, 이를 통해 청동유물의 산지 추정, 제작 기법 및 유물의 유통 등에 대한 과학적인 정보를 제공하도록 했다. ‘고감도 바이러스 진단 플랫폼 개발’ 연구에서는 인구 노령화와 글로벌화로 인한 각종 질병을 조기 진단하는 기술을 개발하는 역할을 수행했다. 또한, 현장진단에 적용할 수 있는 고감도 진단 플랫폼을 제작하고, 식중독 노로바이러스 검출을 위한 노로바이러스 신속진단 키트를 개발했다.

### 국제공인시험기관, KOLAS 인정을 받다

2008년 11월 30일에는 KBSI가 기술표준원 산하 한국인정기구(KOLAS, Korea Laboratory Accreditation Scheme)로부터 방사성물질과 폐수·폐기물, 수질, 토양 분야에 대해 국제공인시험기관으로 공식 인정을 획득했다. KOLAS 인정제도는 국가적 권위를 인정받는 인정기구가 국제적으로 인정되고 통용되는 평가 기준에 따라 시험·검사기관의 시험능력과 시험



2008. 12. 4  
첨단질량분석연구동 준공식



초고분해능 질량분석기(15 T FT-ICR)

## 7. 세계적 수준의 연구장비 개발능력

### 오창센터, 세계 최고 성능

#### 초고분해능 질량분석기를 준공하다

2001년 2월 12일, 인간 생명의 비밀을 풀 유전자 지도가 완성됐다는 소식이 전해졌다. 미국, 영국, 프랑스, 독일, 일본, 중국으로 구성된 국제컨소시엄인 인간게놈지도작성팀과 미국 벤처기업인 셀레라 지노믹스 사가 각각의 연구를 통해 인간게놈 염기서열을 약 99% 정도 밝혀낸 것이다. 인간 게놈 지도를 완성했다는 소식은 각종 질병과 유전성 질환의 원인 규명은 물론 치료에 획기적인 발전이 이루어질 것이라는 기대를 불러왔다. 이에 따라 세계 각국은 포스트 게놈 시대의 유전체와 단백질 연구를 선도하기 위한 투자에 박차를 가하게 되었다.

하지만 게놈 지도가 완성된 2000대 초반 해도 대한민국의 현실은 포스트 게놈 시대의 기술 우위를 접하기 위한 선진국들과의 경쟁에서 한참 뒤쳐져 있었다. 당시 국내 대학과 연구기관들이 갖추고 있던 상업용 질량분석기의 성능도 선진국들이 보유한 첨단 질량분석기의 수준과는 많은 차이가 있었다. 질량분석기는 기초과학 전 분야에 사용할 수 있는 장비로, 유전체 및 단백질체 분석의 중요성이 부각되었고, 반드시 갖추어야 할 필수장비로 주목 받았다. 질량분석기의 성능에 따라 기초과학 발전 수준이 영향을 받는다고 해도 과언이 아니었다.

KBSI는 열악한 국내 연구 환경을 선진국 수준으로 개선하기 위해 최첨단 질량분석기 도입을 추진하게 되었다. 이때, 선진국들이 사용하고 있는 기존 첨단 질량분석기를 구매하는 방식이 아닌 대한민국 연구 환경에 최적화된 맞춤형 첨단질량분석기를 개발하는 방안을 선택했다. 목표는 세계 최

고 성능을 갖춘 초고분해능 질량분석기인 '15 T FT-ICR MS(Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometer)'를 개발하는 것이었다.

KBSI가 첨단 질량분석기 도입을 개발 방식으로 선택한 이유는 분명했다. 세계 최고 성능을 갖춘 첨단질량분석기 개발 과정을 통해 선진연구기관으로부터 기술을 도입하고, 신호 증폭 장비와 냉동장치는 국내 산학연 공동연구로 확보함으로써 세계적 수준의 다목적 첨단 질량분석기의 자체 개발 역량을 갖춘다는 전략이었다.

KBSI는 첨단 질량분석기 개발을 위해 미국 국립고자기장연구소(NHMFL, National High Magnetic Field Laboratory)와 70억 원의 사업비를 투입해 2004년 5월부터 2007년까지 공동연구를 진행하기로 합의했다. 또한, 포항공대·고려대·서강대 등과 공동으로 핵심부품인 FT-ICR MS 개발을 비롯해 초전도 자석 및 저온시스템 제작, 분석법 및 프로그램 개발을 추진했다. 대형연구장비의 국가 간 공동개발은 매우 이례적인 일로, 성과를 거둘 경우 장비개발 분야의 원천기술 확보와 함께 초전도·초고진공·고자기장 기술에서의 상당한 파급효과가 예상되었다.

KBSI는 오창센터에 다목적 첨단 질량분석기 연구동 건설도 함께 추진했다. 오창센터 다목적 첨단 질량분석기 연구동은 연 건축면적 4,962 m<sup>2</sup>(1,502 평) 규모로 지하 1층, 지상 3층 건물로 164억 원이 투입되었다.

세계 최고 성능의 15 T급 다목적 첨단 질량분석기 개발 작업은 성공적으로 진행되었다. KBSI가 미국 국립고자기장연구소(NHMFL)에 공동연구센터를 설치해 기본설계 및 핵심 요소기술을 개발했고, 국내외 특허 17건을 출원해 2008년 말 기준 7건의 특허가 등록되는 등 탁월한 연구성과를 이루었다. 미국에 특허 출원된 기술은 세계적 질량분석기 제작사인 브루커 달토닉스(Bruker Daltonics) 사에 20만 달러 상당의 기술료 계약을 체결해 명실공히 세계 최고의 질량분석기 개발 기술을 보유하고 있음을 보여주었다. 특히, 분자 질량측정 정확도 부문에서 세계 최고기록(측정오차 0.5 ppm 이내)을 경신하며 세계적으로 우수함을 인정받았다. 대한민국도 자연계에 미량으로 존재하는 신물질을 발굴할 수 있는 화학분석 연구 분야에서 신기원을 이룩하는 장비를 확보함으로써 선진국과 당당히 경쟁할 수 있는 여건을 갖추게 된 것이다.

환경 등을 평가해 공인시험·검사기관으로 지정함으로써 그 기관이 발급한 시험성적서가 공신력을 갖추고 있음을 인정해주는 제도이다.

KBSI가 공인시험기관으로 인정받음으로써 방사성물질과 폐수·폐기물, 수질, 토양 분야에 대한 시험 성적서에 KOLAS 인정 마크를 사용할 수 있게 됐다. 이를 계기로 KBSI가 발행하는 시험성적서에 대한 신뢰도가 크게 향상되었으며, 대외 분석지원업무에서 국제표준의 경영요건과 기술요건에 충족해 인정 시험 분야와 기타 시험 분야의 신뢰도도 크게 향상되었다.

또한, KBSI가 발행한 시험성적서가 국내는 물론 국제표준기구 산하 ILAC-MRA 협정 서명국(2008년 8월 47개국 61개 인정기구)에서도 함께 인정받게 되어 국가 간 교역에서 무역기술 장벽 극복에도 도움을 줄 수 있게 되었다.

3 T 무냉매 전도냉각형 초전도자석 시스템



FT-ICR MS 전자제어 장치



2007년 12월 가동에 들어간 오창센터 첨단질량분석연구동은 2009년 1월 4일에 준공식을 거행했다. 오창센터 첨단질량분석연구동에는 KBSI가 미국 국립고자기장연구소(NHMFL)와 함께 개발에 성공한 15 T FT-ICR MS를 비롯한 총 9종의 최신형 질량분석기와 첨단자동화 장비를 구축함으로써, 국내외 질량분석 연구 분야의 중심지가 될 수 있도록 했다.

KBSI는 첨단질량분석연구동에 설치한 최첨단 질량분석기들을 국가적 공동장비로 활용해 대학, 연구소, 산업계 연구자들이 우수한 연구 결과를 내도록 함으로써 포스트 게놈 시대에서 요구되는 단백질체학 및 유전체학 등 BT 분야의 자주적 연구 능력을 확보할 수 있게 되었다. 또한, 차세대 FT-ICR MS 개발을 통해 얻어지는 초전도, 초고진공 및 고자기장 관련 기술을 국내 연구자 및 기업에 전수해 다중국한 기술개발을 촉진해 나갔다.

#### 첨단 연구장비 개발 및 개조 역량을 확보하다

KBSI는 15 T FT-ICR MS 개발뿐만 아니라 연구 지원 업무에서 파생된 연구장비 관련 정보 및 기술을 토대로 국가의 차세대 성장 동력 육성을 위해 첨단 연구장비를 개발함으로써 자주적 연구기반 환경을 구축해 나갔다. 이는 세계 최고 수준의 연구장비를 개발해 BT 및 NT 분야의 독창적 연구를 이끌어 국가적 기술 수준을 끌어올리고, 차세대 첨단 연구장비의 개발을 통해 국제적 공동연구를 도모함으로써 국내 기초 과학계의 연구 활성화를 유도하기 위함이다.

2008년 말 KBSI가 개발한 대표적인 연구장비 및 부속품으로는 '3 T 무 냉매 전도냉각형 초전도 자석 시스템', '15 T FT-ICR MS를 위한 극저온 초단 앰프 시스템', 'FT-ICR 제어장치', '초정밀 마이크로

렌즈 어레이', '천문관측용 비구면 광학계', '내시경용 비구면 렌즈' 등이 있다.

고자기장연구팀이 개발한 '3 T 무 냉매 전도냉각형 초전도자석 시스템'은 국내 최초로 액체헬륨이나 액체질소 등의 냉매를 사용하지 않고 고자기장을 발생시키는 시스템이었다. 이 시스템에 사용된 초전도 자석은 경제성 및 사용 편리성 등을 향상하기 위해 소형냉동기를 이용한 전도냉각에 적합한 구조로 자체 설계·개발했다. 또한, 4.5 K(-268.65 °C) 이하의 극저온까지 냉각하고 3 T의 자기장을 얻는 데 성공했다. 이 시스템은 향후 생체물질 분리, 환경 오염수 처리, 자원회수 등의 연구를 위한 초전도 고구배 자기분리기 개발, 미소중력 발생장치 개발, 나노 소자 및 반도체 특성연구, 자기물성연구 등에 활용될 것으로 기대를 모았다.

'15 T FT-ICR MS를 위한 극저온 초단앰프 시스템'은 기존 초단앰프의 문제점을 극복한 첨단 초단 앰프 시스템이다. 초단앰프는 이온측정을 위한 ICR 트랩(Trap)에 연결되어 이온이 유도하는 미세한 유도 신호를 측정하고 이를 측정 가능한 영역으로 증폭하는 역할을 담당하는데, 미세한 신호를 증폭하는 과정에 주위의 미약했던 잡음도 함께 증폭함으로써 이온 신호의 질을 떨어뜨리는 문제가 있었다. 이를 개선하기 위해 초단앰프 증폭 소자인 FET를 냉매인 액체헬륨과 액체질소를 사용해 열전도도가 좋은 구리봉을 냉각하는 방법을 선택함으로써 액체 헬륨과 액체 질소로 각각 80 K와 16 K로 냉각할 수 있게 되었다.

'FT-ICR 제어장치'는 FT-ICR 질량분석기에서 전기적인 제어 신호를 보내는 장치이다. KBSI는 자체 설계 기술로 이전 제어장치가 가지고 있는 제어 출력 신호의 불안정성을 제거하는 데 성공했으며, 출력 신호를 모니터링 할 수 있는 디스플레이가

지 장착한 제어장치를 개발했다.

'초정밀 마이크로렌즈 어레이' 개발은 병렬 광학 시스템 크기가 점차 작아지고 고효율 광학 시스템의 필요성이 증가하면서 마이크로렌즈의 필요성과 응용 분야가 증가함에 따라 추진되었다. KBSI는 연구를 통해 화합물 반도체의 선택적 산화 기술을 이용해 반도체레이저, 광검출기, 이미지센서 등 광전소자와 모노리식 집적이 가능한 마이크로렌즈 어레이를 개발했다. 또한, 초정밀 다이아몬드 선삭 기술을 이용해 한 번의 공정으로 하이브리드 집적이 가능하고 렌즈 모양의 자유도가 커 Fill Factor를 최대화할 수 있는 초정밀 마이크로렌즈 어레이 제작기술을 개발했다. 이 기술은 광섬유 통신, 광디스크 메모리, 바이오센서, 적외선 이미지센서, 병렬 레이저 질량분석기 등 다양한 분야의 광산업 및 광 과학 연구에 직접 활용할 수 있다.

'천문관측용 비구면 광학계' 개발은 선진국에 비해 국내 천문학자들이 사용할 수 있는 천문 관측 장비가 미비하다는 문제를 개선하기 위해 추진되었다. 먼저 연구를 통해 천체망원경 광학 부품에 요구되는 형상 정밀도, 표면 거칠기, 치수 공차 등의 가공 특성을 만족시키기 위한 제작 기술을 개발했으며, 이를 기반으로 지름 200 mm급 천체망원경 개발을 가능하게 했다. KBSI는 이 연구를 통해 비구면 반사경 및 렌즈 단품의 제작 기술을 개발하고 천문관측용 비구면 광학 시스템의 개발에 필요한 기술 및 경험을 습득할 수 있었다.

'내시경용 비구면 렌즈' 개발을 위해서는 근접 초소형 광시야각 광학계의 초정밀 가공기술이 필요한 데, 부가가치가 높은 이 기술은 선진국에서도 기술의 중요성이 매우 높은 주력 산업으로 인식되고 있다. KBSI는 연구를 통해 초소형 광시야각 내시경용 비구면 렌즈의 국산화를 위한 무전해 니켈

도금 비구면 금형 코어의 초정밀 가공기술을 개발했다. 초고정밀 근접초소형 광시야각 광학 소자의 초정밀가공기술 국산화에 성공함으로써 국내 기술로 비구면 금형 코어 개발이 가능해졌다.

## 8. 부설기관 설치

### 연구개발사업으로부터 세계적 수준의 국가핵융합연구소를 탄생시키다

2005년 10월 1일, 대한민국 기초과학 연구지원의 선봉에서 그 역할을 수행해 온 KBSI 내에 '핵융합 연구센터'와 '국가수리과학연구소'가 부설기관으로 설립되었다.

KBSI는 1995년 12월 27일, 범국가적 대형공동사업인 핵융합연구개발사업 수행을 위해 '핵융합연구개발사업단'을 발족했다. 이후 핵융합연구개발과 관련된 사업 규모가 점차 증대되고 이에 대한 성과 역시 가시화되면서 KSTAR의 설계와 제작, ITER 개발 프로젝트 가입, 플라즈마 연구 등의 업무가 성공적으로 진행되었다. 2005년 6월에는 ITER 건설부지 선정 작업이 마무리 되면서 본격적인 ITER 건설이 추진되었다. 이처럼 KSTAR의 완공이 목전으로 다가오면서 이 장치를 책임 운영하고, ITER 프로젝트 참여 등과 관련하여 대형 국제협력 역할을 수행할 국가적 대응기관 설립 필요성이 대두했다.

이에 KBSI는 세계 선진국의 핵융합연구가 기초 연구 단계를 넘어 에너지 상용화를 위한 실증단계로 진입했다고 판단하고, 핵융합 에너지 개발을 국가적 차원에서 전략으로 추진하는 방안을 검토하게 되었다. KSTAR 건설 경험과 노하우를 ITER

건설에 집중하여 세계 핵융합 연구를 주도하고 핵융합발전 원천기술을 획득한다면, 핵융합에너지 상용화를 통해 국가 경제에 막대한 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 예상했다.

이에 '핵융합연구개발사업단'을 부설기관 '핵융합연구센터'로 육성할 것을 결정했다. 2005년 9월 13일 기초기술연구회는 제6회 임시이사회를 열고 2005년 10월 1일부터 핵융합연구센터(NFRC, National Fusion Research Center) 설립을 승인했다. 국내 유일 핵융합 전문연구기관으로 탄생한 핵융합연구센터는 2005년 10월 5일 독립 센터로서의 첫 업무를 시작했다. 2007년 9월 1일에는 핵융합 전문인력 양성 및 훈련, 핵융합로 설계 및 제작, 핵심 기술 개발의 중추 기관으로 위상을 다지기 위해 기관 명칭을 '국가핵융합연구소(NFRI, National Fusion Research Institute)'로 기관 명을 변경해 오늘에 이르고 있다.

KBSI가 설립 초기인 1988년 물리학계의 요청을 받아들여 플라즈마 핵융합연구 분야를 선정하고, 미국 MIT 대학이 보유하고 있던 'TARA' 장치를 양도 받아 'HANBIT' 장치로 개발하며 기울었

던 많은 노력들이 '국가핵융합연구소' 탄생의 결과로 나타난 것이다.

#### 국가수리과학연구소의 동지 역할을 수행하다

국가수리과학연구소 설립이 본격 추진된 것은 2005년 3월 22일 국가수리과학연구소 설립 추진위원회가 발족하면서였다. 당시 과학기술부(현 과학기술정보통신부)는 지식 정보화 시대를 맞아 과학기술과 산업 발전에 수학의 역할이 높아짐에 따라 수학 분야의 열악한 연구 환경을 개선하기 위해 국가수리과학연구소를 설립하기로 하고 10억 원의 예산을 책정했다.

2005년 7월 7일에는 추진위원회의 논의와 기초기술연구회 이사회 결정을 거쳐 KBSI 부설기관으로 국가수리과학연구소를 설립한다는 기본계획을 확정해 발표했다. 국가수리과학연구소의 형태는 관련 규정 제·개정이 필요 없는 정부출연연구기관의 부설방식으로 하되 중장기적으로 독립기관으로 전환하기로 했다.

이 같은 결정에 따라 2005년 10월 1일, KBSI 내에 국가수리과학연구소가 부설기관으로 설립되었

다. 국가수리과학연구소는 수리과학 연구를 중심으로 한국 수리과학 연구력 및 경쟁력 강화, IT, BT, NT, ET(환경공학기술), ST(우주항공기술), CT(문화콘텐츠기술) 등 6 T 첨단산업에 필요한 응용수학 이론 개발 및 활용 등을 통한 학제 간 및 산학연 연구 네트워크 구성, 수리과학의 대중화, 연구성과 확산 등의 업무를 수행하도록 했다. 조직 내 연구부로 계산수리과학연구부, 융복합수리과학연구부, 글로벌네트워크사업부를 두었다. 계산수리과학연구부 산하에는 수치프로그래밍연구팀과 계산뇌과학팀이, 융복합수리과학연구부 산하에는 미래인터넷연구팀, 가상생태계연구팀, 암호기반기술연구팀이, 글로벌네트워크사업부 산하에는 개방형연구사업팀을 배치했다.

국가수리과학연구소 내에 대용량 수치알고리즘 고속 계산을 위한 병렬처리시스템을 보유했으며, 3차원 및 다량의 수치해법 개발을 위한 소형 리눅스 시스템 기반 집적형 PC 클러스터, 대용량 고속 계산 처리가 가능한 고성능컴퓨팅 계산시스템을 구축했다. 주요 연구 사업으로는 미래 인터넷 네트워크, 가상 생태계 모델, 수리적 뇌기능 판독, 공학

해석 수치프로그래밍, 개방형 연구사업 등을 추진하도록 했다.

KBSI 내에 등지를 뜬 국가수리과학연구소는 2006년 3월 13일 대전시 유성구 도룡동 타워코리아나 빌딩 3층에서 현판식을 하고 본격 활동에 들어갔다.

한편, KBSI 부설기관으로 출발한 국가수리과학연구소는 대한민국 수학발전 지원 역할을 더욱 체계적으로 수행하기 위해 독립기관으로 분리하기 위한 절차를 밟아나갔다. 2012년 6월 18일 개최된 기초과학연구회 제151회 정기이사회에서 국가수리과학연구소를 '기초과학연구원' 소속으로 이관을 결정했으며, 이에 따라 2012년 8월 9일을 이관 기준일로 하여 1개월 동안 한국기초과학지원연구원, 기초과학연구원, 국가수리과학연구소 간에 인계인수가 이뤄졌다.

KBSI는 대한민국 기초과학 연구지원이라는 국가적 임무에 따라 국가수리과학연구소가 독립적 역할을 수행할 수 있도록 일정기간 모태이자 동지로서의 지원 역할을 수행하였다.

2006. 3. 31  
부설 국가핵융합연구소 현판식



2006. 3. 10  
부설 국가수리과학연구소 개소식



# 모든 날이 좋았다

장비활용팀 김혜진



올해 내 나이 50세로 지천명(知天命), 하늘의 명을 안다는 나이가 되었다. 지천명은 논어 위정편(爲政篇)에 공자가 쓴 살에 천명(天命), 즉 하늘의 뜻을 알았다고 하여 연유되었다. 나로 말하자면 젊은 날의 거칠 것 없던 비판력은 이제 사라져 버리고 판단에 앞서서 늘 신중함과 유연함의 탈을 쓴 혼돈과 애매함 사이를 오가기를 반복하는 형편이다. 많은 실패를 거듭 경험하고, 인생사 새옹지마, 전화위복 같은 말이 헛소리가 아님을 배우게 되면서 즉각적인 판단을 미루는 습관이 생긴 탓일 수도 있다.

나의 타고난 성향은 내성적이다. 아직도 새로운 사람을 만나야 하는 때에는 엄청난 긴장감과 스트레스를 느낀다. 농담처럼 이런 얘기를 할라치면 우리 팀원들은 믿지 못한다. 진짜 내 모습이 내향적임에도 불구하고 외향적으로 보인다는 것은 두 가지 면에서 매우 서글프다. 먼저 내 삶이 매우 가식적이라는 것과 또 그렇게 사는 내내 나는 극심한 피로를 느낄 수밖에 없다는 사실 때문이다. 그런 내가 낯선 곳에서 새로운 사람을 만나야 하는 출장과 회의는 기피하는 업무 1순위였다. 그런데 이상하게도 연차가 올라갈수록 점점 더 행사나 회의, 출장이 잦아지는 것이었다. 어떤 때는 피하려고도 나를 엄청 애를 써보기도 했지만, 직장이라는 것이 어차피 내가 원하는 일만 하고 살 수는 없는 곳이지 않은가? 급기야 재직년엔 연간 출장 횟수가 32회에 달하고, 작년엔 34회에 이르렀다. 1박 2일, 2박 3일짜리 출장도 있었음을 감안하면 일 년에 한 달 넘게 외근했다는 뜻이다. 물론 외근이 잦은 업종의 분들이 들으면 실소를 금치 못할 일이다. 하지만 지독한 길

치에 대인기피증을 다분히 지니고 있는 내가 겪은 스트레스는 가히 상상을 초월한다. 그렇다고 마냥 불만족스러운 시간도 결코 아니었다. 전국의 연구현장에서 직접 보고 들은 경험은 내 25년 근무기간을 통틀어 가장 값지고 가치 있는 선물이었다. 현장에서 나뉘던 진심 어린 소통은 나의 시야를 틔웠고 생각을 키웠다. 이렇게 성장한 나의 생각이 미약하나마 우리나라의 과학기술정책에 반영되는 체험은 공익을 지향하게 하는 강한 동기부여가 되어주었다. 그러나 이 경험들이 너무 빨리 왔더라면 오히려 내게 독이 되었을 수도 있었다. 산전수전을 다 겪어보지 못한 젊은 날의 나였다면 쉽게 우쭐해져서 안하무인이 되지 않을까? 지금의 나는 지천명의 경지에 이르진 못했지만 흘러온 세월 덕분에 공과(功過)의 경계는 알 수 있게 되었다. 젊은 날의 나는 십중팔구 이솝우화의 '신상을 지고 가는 나귀'처럼 등위의 신상을 보고 절하는 사람들이 자신을 보고 절하는 줄 알고 우쭐대는 어리석음을 피하지 못했을 테니까. 내 적성과 맞지 않는 업무를 맡고 있어서 또는 정당하게 평가받지 못한 성과로 혹은 자신만의 어떤 힘겨움으로 인해 낙담하고 있는 후배들이 있다면 이 말을 해주고 싶다. 현재의 고통이 끝까지 계속되지도 않으며 기쁨이 언제까지 지속되지도 않는다. 그러니 실망할 것도 좌절할 것도 없을 뿐만 아니라 교만하거나 자만할 일도 없고 무엇보다 겁먹을 필요도 없다. 어차피 인생사 새옹지마일 것 같으면 교만과 방심으로 호사다마를 만들지 말고 노력과 의지로 전화위복이 더 많은 인생으로 만들면 되는 것이니.

# 언더독(Underdog) 신화를 이루는 KBSI

전자현미경연구부 현재경



올해로 KBSI는 30주년을 맞았다. 30년이라는 긴 역사의 일부를 대선배님들과 함께 써 내려갔다는 사실에 무척이나 감회가 새로웠다. 연구원에서 생활하면서 많은 에피소드가 있었지만 많은 이들이 공감할 만한 일을 찾기가 쉽지 않았다. 그럼에도 최근 가장 인상적이었던 일을 꼽는다면 2017년도 노벨화학상에 초저온전자현미경(Cryo-EM) 기술과 관련된 선구 연구자 3명이 선정된 것이 아닐까 싶다.

Cryo-EM은 동결된 시료로부터 전자현미경 영상을 얻어 단백질을 비롯한 미세 입자의 3차 구조를 분석하는 기술이다. 최근 몇 년 전까지만 해도 단백질 구조 연구를 통합하는 구조생물학 분야에서 상당히 소외된 기술이었다. 전자현미경 영상기술의 한계에 의한 분석 분해능 제약 때문에 타 기술보다 수준이 떨어진다는거나 특정 케이스에만 적용할 수 있는 분석법이라고 여겨져 왔었기 때문에 학계에서는 언더독(Underdog) 취급을 받았다. 그러나 핵심적인 기술의 개발과 함

께 2014년을 기해 학계의 재조명을 받게 되었으며 이제는 전생물학 분야의 주요 기술로 각인되고 있다. 이러한 영광 뒤에는 1970년대부터 꾸준히 이론을 정립하고, 기술을 연마하고, 열린 마음으로 세계적으로 기술을 전파한 연구자들의 노력이 있었다. 노벨상을 받은 세 분의 연구자 이외에도 무수히 많은 연구자와 기술자들이 합심하였기에 이러한 결과가 가능했을 것이다. 이와 같은 모습은 현재의 KBSI와 매우 흡사하다고 생각한다. 연구지원과 분석기술 개발이 대부분의 사람들이 생각하는 주요한 연구는 비록 아닐 것이다. 그러나 각자 공지를 가지고 자신만의 비전을 향해 묵묵히 앞으로 나아가다 보면 언젠가는 세계가 주목하는 성과를 창출해 낼 수 있으리라.

당장 눈앞의 연구 성과를 쫓거나 세계적인 연구 트렌드에 발 빠르게 맞춰가는 것도 물론 중요하다. 하지만 먼 훗날 언더독 신화를 만들어 내리라는 몽상에 빠져 남들보다 조금 어리석고 더딘 연구자가 되는 것도 나름의 낭만이 있지 않나 싶다. 마침 2018년이 무술년 황금 개띠의 해다. 우리 KBSI에게 있어 언더독 효과가 이루어지는 멋진 해로 기억되었으면 한다.

# 연구지원의 성과를

2009 ..... 2018

# 내다

1988년 최초 설립 이후 지속해서 기초과학 연구지원을 위한 토대를 다져나간 KBSI는 분석과학기술대학원(GRAST) 설립과 국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 출범, 국가재난 대응분석체계구축·운영 등을 통해 수행해야 할 임무와 역할의 영역을 확대해 나갔다. 이 같은 결실은 대한민국을 넘어 세계 일류 기초연구 인프라기관으로서 역량과 입지를 넓혀가기 위해 내디딘 중요한 한 걸음이었다.

## 1. 분석과학기술대학원(GRAST) 설립·운영

### 분석과학기술대학원을 설립하다

2008년 정부는 교육인적자원부와 과학기술부를 하나로 통합해 교육과학기술부를 출범시켰다. 업무를 시작한 교육과학기술부는 기초과학 분야의 전문인력 양성과 연구경쟁력 강화를 위해 대학과 출연(연) 간 협력체계를 구축하는 방안을 강조했다. 이에 KBSI는 교육과 과학기술 융합을 선도하는 학연 협력 모델을 제시하기 위해 충남대학교와 협력해 ‘분석과학기술대학원(GRAST, Graduate School of Analytical Science and Technology)’ 설립을 추진하게 되었다.

2008년 7월 1일, KBSI와 충남대학교가 대학교의 교육·연구 역량과 연구원의 첨단 연구개발시설·장비를 공동으로 활용해 세계적 수준의 교육 및 연구 경쟁력을 확보하고, 창의적인 전문 인력을 양성해 국가과학기술 발전을 주도한다는 방침에 따라 ‘분석과학기술대학원 설립을 위한 협약’을 체결했다.

우수 인재 양성을 위해 대학교의 교육 기능과 정부출연연구기관의 연구개발(R&D) 기능을 전략적으로 연계해 ‘출연연 활용 특화전문대학원’을 개원한 것은 처음 있는 사례였다. 이렇게 탄생하게 된 분석과학기술대학원의 목표는 NT, BT, ET 및 융합 분야를 기반으로 과학기술에서 핵심이 되는 분석 장비와 분석기술을 개발하고, 역량 있는 장비 활용 전문가를 양성하는 것이었다. 이를 위해 실용성이 강조된 분석과학 이론, 분석장비 원리 및 활용에 관한 공통 과목들과 각 기초분야의 전공과목들을 개설하고, 학생들은 충남대학교와 KBSI의 공동지도 교수에게 도제식 교육을 받을 수 있도록 설계했다. 특히, KBSI가 보유한 세계 최고수준의 장비를 교육과 연구에 활용함으로써 학생들을 이론과 실무를 겸비한 최고 수준의 전문가로 양성하기 위한 준비를 해나갔다.

2009년 3월, 개원한 분석과학기술대학원은 분석장비개발, 분석기술 개발, 분석기반융합연구, 분석과학정책연구 분야 등의 전공 분야를 개설하고, 분석과학원리개발, 적용 및 활용을 통한 실무형 과

2008. 7. 1  
충남대학교와 분석과학기술대학원 설립을 위한 협약 체결



2009. 3. 6  
분석과학기술대학원 개원식



학자 배출을 목표로 운영을 시작했다.

교수진의 수준을 확보하기 위해 임용 기간은 3년으로 하고, 평가를 통해 재임용 여부를 판단하며, 엄격한 정년보장제도 도입을 통해 교육과 연구의 수월성을 높이도록 했다. 신규 임용 교수에 대해서는 영년제(Tenure) 50% 탈락을 의무적으로 실시하도록 했다. 우수한 인재 모집을 위해 학생 전원에게 장학금을 지급하는 한편, 분석과학 분야 최고 전문가 양성이라는 목표에 부합하는 엄격한 실무 교육과 졸업 요건을 요구하도록 했다.

### 운영 성과를 쌓아가다

분석과학 분야는 1901년 이후 2008년까지 22개의 노벨상을 배출했을 정도로 주목받는 분야로, 선진국들도 관련 분야 인재 육성을 위해 꾸준한 투자를 이어가고 있다. 2009년 개원을 기점으로 본격적인 인재 양성에 들어간 분석과학기술대학원은 설립 2년 차인 2011년부터 소기의 성과를 올리기 시작했다. 분석과학기술대학원의 운영 성과를 살펴보면 다음과 같다.

2011년에는 KBSI 소속 연구원 13명, 충남대학교 소속 교수 16명으로 이루어진 총 29명의 교수진이 학생들을 지도했다. 같은 해 총 30명의 석·박사과정 신입생이 입학했으며, 2009년 설립 이래 처음으로 14명의 졸업생을 배출했다. 또한, 대형분석장비 분야의 실무능력을 갖춘 인재배출을 목표로 분석장비 전문인력 자격증 제도를 도입했으며, 전자현미경, 질량분석, MRI 등 4개 분야에서 총 5명이 자격증을 취득했다.

2012년에는 KBSI 소속 연구원 12명, 충남대학교 소속 교수 12명으로 이루어진 총 24명의 교수진이 학생들을 지도했다. 같은 해 총 30명의 석·박사과정 신입생이 입학했으며, 2012년 24명의 졸

업생을 배출했다. 또한, 분석 장비 전문인력 자격증 제도를 통해 전자현미경, 질량분석, MRI 등 5개 분야에서 총 8명이 자격증을 취득했다.

2013년에는 KBSI 소속 연구원 10명, 충남대학교 소속 교수 12명으로 이루어진 총 22명의 교수진이 학생들을 지도했다. 같은 해 총 30명의 석·박사과정 신입생이 입학했으며, 2013년 18명의 졸업생을 배출했다. 분석장비 전문인력 자격증 제도를 통해서 전자현미경, 질량분석, MRI 등 5개 분야에서 총 10명이 자격증을 취득했다.

2014년에는 KBSI 소속 연구원 11명, 충남대학교 소속 교수 11명으로 이루어진 총 22명의 교수진이 학생들을 지도했다. 같은 해 총 27명의 석·박사과정 신입생이 입학했으며, 2014년 22명의 졸업생을 배출했다. 분석장비 전문인력 자격증 제도를 통해서 전자현미경, 질량분석, MRI 등 5개 분야에서 총 10명이 자격증을 취득했다.

2015년에는 KBSI 소속 연구원 11명, 충남대학교 소속 교수 11명으로 이루어진 총 22명의 교수진이 학생들을 지도했다. 같은 해 총 26명의 석·박사과정 신입생이 입학했으며, 2015년 20명의 졸업생을 배출했다. 분석장비 전문인력 자격증 제도를 통해 전자현미경, 질량분석, NMR 등 5개 분야에서 총 15명이 자격증을 취득했다.

2016년에는 KBSI 소속 연구원 11명, 충남대학교 소속 교수 11명으로 이루어진 총 22명의 교수진이 학생들을 지도했다. 같은 해 총 30명의 석·박사과정 신입생이 입학했으며, 2016년 20명의 졸업생을 배출했다. 분석장비 전문인력 자격증 제도를 통해 전자현미경, 질량분석, NMR 등 5개 분야에서 총 3명이 자격증을 취득했다.

2017년에는 KBSI 소속 연구원 12명, 충남대학교 소속 교수 7명으로 이루어진 총 19명의 교수진

이 학생들을 지도했다. 총 27명의 석·박사과정 신입생이 입학했으며, 2017년 10명의 졸업생을 배출했다. 분석장비 전문인력 자격증 제도를 통해 전자현미경, 질량분석, NMR 등 5개 분야에서 총 4명이 자격증을 취득할 것으로 예상된다.

## 2. 국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 설치·운영

### 연구시설·장비의 효율적 관리 필요성을 주목하다

‘연구개발’은 새로운 지식을 탐구하고, 그 지식을 신제품이나 공정으로 전환하는 활동을 말한다. 이를 위해 연구개발 3요소인 연구비, 연구인력, 연구시설·장비를 투입하고, 논문, 특허 및 시제품 등이 그 성과물로 산출된다.

오늘날 연구개발 투자는 기술의 진보와 혁신을 이끌고 이를 통해 국가의 생산성 증대와 경제 성장을 견인하는 결과로 이어지고 있다. 특히 과학기술이 첨단화함에 따라 정확성과 정밀성이 요구되는 ‘첨단 연구시설·장비’에 대한 투자의 중요성이 날로 높아지고 있다. 미국 국립과학재단(NSF)에 의하면, 노벨상 수상 연구의 81%와 피인용도 상위 500개 논문의 76%가 첨단 연구시설·장비를 통해 얻은 성과라고 한다. 이처럼 오래전부터 첨단 연구시설과 장비에 대한 투자의 중요성을 인식한 선진국들은 연구개발 지원을 위해 국가적 차원의 지원을 아끼지 않고 있다.

세계적인 과학입국을 목표로 하는 대한민국도 꾸준히 첨단 연구시설과 장비에 대한 투자를 이어왔지만, 세계 과학기술 발전을 주도하고 있는 주요 선진국과는 규모 면에서 차이가 큰 것이 현실이다.

2008년도 교육과학기술부에서 발간한 ‘연구개발 활동 조사 보고서’에 따르면 2007년 우리나라의 총연구개발비는 31조 3,014억 원이었다. GDP 대비 연구개발비는 세계 3위권이지만, 2006년 기준 연구개발 투자 절대 규모에서는 세계 7위권으로, 미국이 우리보다 10.2배, 일본이 4.4배로 아직도 주요 선진국들과의 격차가 상당히 크다. 이 같은 격차의 근본 원인은 대한민국과 이들 국가 간 경제 규모 차이에서 기인하고 있다. 그렇기 때문에 우리의 처지에서 선진국에 비해 부족할 수밖에 없는 첨단 연구시설과 장비 투자 문제를 극복하기 위해서는 효율적인 사용 방안을 적극적으로 모색해야만 한다.

그러나 2000년대 중반까지도 우리의 첨단 연구시설과 장비 투자는 효율적이지 못했다. 대한민국은 여전히 해당 연구기관(연구자) 중심의 즉흥적이거나 편협한 연구장비 도입, 수요조사 및 예측조사 미흡, 현황정보 부족 등으로 체계적인 투자가 미흡한 실정이었다. 범정부 차원의 체계적인 연구시설·장비 로드맵도 갖추어지지 않은 상태였고, 이로 인해 우선순위에 따른 전략적 투자가 제대로 이뤄지지 못하고 있었다. 또한, 예산편성 시 심의를 받는 ‘연구시설·장비 구축사업’은 전체 연구개발사업의 일부뿐이며, 장비 구축과 관련한 사업들 대부분이 세부과제나 세부내역(직접비) 내에서 진행되면서 심층적인 검토 없이 불필요한 중복 과잉투자가 이루어지고 있었다.

한편, 이러한 문제는 비단 대한민국만의 상황은 아니었다. 주요 선진국에서도 이러한 폐단이 발생했고, 이를 막기 위해 이미 다각적인 노력을 기울이고 있었다. 미국 국립과학재단(NSF)은 연구시설·장비 전문가위원회를 설치·운영하고 있으며, 독일연구협의회(DFG)는 고가장비를 도입할 때 타당성 검토와 함께 인력·운영비 등 운영계획도 검토하는 방식

으로 중복 과잉투자 문제를 해소하고 있었다.

대한민국도 선진국들처럼 연구시설과 장비를 효율적으로 관리할 수 있는 범부처 관리체계를 구축해야 한다는 인식이 공감대를 형성하게 되었다.

### 범부처 연구시설·장비 공동활용 촉진방안을 마련하다

2006년 11월 30일 제20회 과학기술 관계 장관 회의가 개최됐다. 회의는 범 과학기술의 대형화·복합화 추세로 연구시설과 장비의 중요성이 갈수록 확대하고 있는데, ‘전략적 투자’, ‘효율적인 운영체제 마련’, ‘공동 활용 노력’은 미흡하다는 지적에 따라 대응책을 찾기 위해 마련되었다.

우선 문제점을 정확히 파악하기 위해 ‘수요자 측면’, ‘공급자 측면’, ‘정책적 측면’에서 우리가 처한 상황 분석이 이루어졌다.

‘수요자 측면’에서 살펴보았을 때, 연구장비에 대한 원스톱 정보 접근이 어렵다는 문제가 제기되었다. 개별 전문기관의 장비 DB를 통해 필요 장비의 소재지 파악 문제는 어느 정도 개선되었지만, 범부처 차원의 장비 DB가 구축되지 않아 정보 접근에 한계가 있다는 지적이었다. 수요자를 중심으로 한 서비스 제공에도 미흡한 점이 많았다. ‘이용 시기’, ‘시료 관리’, ‘측정 조건’ 등 장비 이용 절차가 체계화되지 않아 원활한 이용에 어려움이 있었다. 장비를 보유한 기관의 전담인력 부족도 서비스의 질적 하락을 초래했다. 전담인력이 부족하다 보니 단순 대행 서비스 수준에 그쳤고, 장비 이용자가 정작 필요로 하는 전문 서비스를 제공 받기에 한계가 있다는 분석이었다. 장비 사용료가 높아 실질적인 사용에 어려움이 있다는 점도 지적되었다.

‘공급자 측면’에서는 실수요를 반영한 체계적인 사전 기획 없이 장비 도입이 이루어지고 있다는 분

석이 나왔다. 이는 비슷하거나 같은 장비를 보유한 기관의 현황 파악, 활용도 분석 작업, 신규 도입 장비의 실사용자 그룹 조사 등 체계적인 사전 조사가 이루어지지 못해 발생한 문제였다. 실제로 연구자들을 대상으로 한 정확한 필요성 분석을 생략한 채 ‘더 많은 장비, 더 좋은 장비’를 바라는 설문 조사에 의존해 장비를 도입한 경우도 많았다. 결과적으로 중장기적 활용 계획 없이 일단 사고 보자는 방식으로 예산 신청이 이루어졌고, 철저한 분석 없이, 단기적인 수요 위주로 장비 도입이 진행되었다. 장비 보유자들의 공동활용 기피 경향도 문제로 지적되었다. 연구자들이 장비 공동활용에 미온적인 까닭은 연구성과에 대한 보안이나 고장에 대한 우려, 최적화된 세팅을 변경해야 하는 번거로움 같은 이유 때문이었다. 여기에 장비의 개별적 소유를 선호하는 연구문화도 장비 공동활용의 장애 요인으로 작용했다. 또한, 수준 높은 서비스를 제공할 수 있는 장비 전담 인력이 부족한 것도 공동활용의 어려움을 가중시켰다. 특히 운영비 부족으로 장비 근무 인력 확보가 어려워 운영 효율성을 떨어뜨렸다. 실제로 대부분 대학에서 장비 관리는 전문성이 떨어지는 대학원생이나 조교가 관리하고 있었다.

‘정책적 측면’에서 살펴보면, 장비구축에 주안점을 둔 공급중심 정책이 추진되다 보니 운영 효율성을 극대화하기 위한 정책적 지원은 미약하다는 점이 지적되었다. 범부처 차원의 투자 전략이 마련되지 않은 상태에서 공급 중심 투자가 진행되다 보니 나노 관련 인프라 같은 일부 분야에서는 공급과잉 현상이 발생하기도 했다. 또한, 장비 구축 완료를 사업 성공 여부로 판단하다 보니 구축 이후의 유지 관리에 대한 정책 개발도 미흡했다. 그로 인해 전문인력 교육 체계나 정보교환 네트워크 등이 부족하게 되고, 장비 성능 유지나

분석결과 신뢰도 향상도 기대하기 어려운 상황이 반복되었다. 장비구축 이후의 성과관리를 위한 제도적 뒷받침도 크게 미흡했다. 이처럼 각 부처 장비 관련 실무운영규정이 체계적으로 갖추어지지 못하면서 공동활용 촉진정책이 현장까지 전파되기 어려운 실정이었다.

이 같은 문제점이 종합적으로 파악됨으로써 이미 투자된 연구시설·장비 활용도 및 향후 구축될 연구시설·장비의 투자 효율성 제고를 위한 범부처 차원의 운영방안이 마련되어야 한다는 사실을 정확히 확인할 수 있었다. 그 결과 제20회 과학기술 관계장관회의에서 정부 부처의 연구시설과 장비에 대한 공동활용 촉진방안(안)을 심의·확정하게 되었다.

이날 확정된 ‘범부처 연구시설·장비 공동 활용 촉진방안’의 주요 내용을 살펴보면 다음과 같다. ‘연구시설·장비 관련 사업(비 R&D 포함)을 포괄적으로 관리하는 범부처 통합 관리체계 구축’, ‘주요부처의 사업을 중심으로 유형별(대형 공동, 중소형 범용, 순수 R&D 장비) 관리방안 마련’, ‘중·소형 범용장비부터 우선 추진 후 확대’, ‘기 투자 장비의 활용도 제고와 합리적인 장비 확충 방안을 동시에 고려하여 시너지 효과 극대화’를 기본방향으로 설정했다.

이를 수행할 추진전략과 주요 추진과제를 살펴보면, 범부처 종합 기획·조정시스템 구축 부문에서는 ‘부처별 연구시설·장비 사업 평가·관리 시스템 개선’, ‘범부처 통합 기획·조정 체계 구축’을 목표로 했다. 연구시설·장비 사업의 투자 효율화 도모 부문에서는 ‘이중 모니터링 시스템 구축으로 중복투자 방지 및 효율성 제고’, ‘활용도 중심의 성과평가를 통한 투자 효율성 제고’를 목표로 했다. 유형별 전주기적 종합관리 체계 확립을 위해서는 ‘대형 공동장비의 범부처적 사전기획·조정 강화’, ‘중소형

범용장비의 전주기(도입·운영·폐기·이전) 통합관리 체계 구축’, ‘순수 R&D 장비의 자율적 공동 활용 촉진 유도’를 실현하고, 연구시설·장비 대외 개방과 활용도 제고를 위해서는 ‘과학기술종합정보 시스템(NTIS)과 연계된 국가연구장비 통합 정보 시스템 구축·운영’, ‘공동활용 우수기관에 대한 운영비 선별 지원’을 실행한다는 방침을 마련했다.

### 국가연구시설장비진흥센터가 출범하다

국가 차원의 범부처 연구시설·장비 공동 활용 방안을 마련키로 한 정부는 2008년 8월, ‘과학기술 기본계획(577 전략)’을 통해 KBSI 내에 ‘국가연구시설장비진흥센터’ 설치·운영을 결정했다. 국가연구시설장비진흥센터 출범은 ‘연구 생산성 극대화를 위한 과학기술 하부구조의 선진화’를 목표로 추진되었다.

이후, 2009년 3월에는 국가연구시설장비진흥센터를 연구시설 장비 운영관리 총괄 전담기관으로 지정했으며, 같은 해 9월 25일에는 KBSI 내에 국가연구시설장비의 고도화 추진을 위해 국가연구시설장비진흥센터를 정식 개소했다. 이는 그동안 KBSI가 축적해 온 대형연구시설과 장비에 대한 설치·활용 노하우를 정부에서 인정한 결과라는 점에서 큰 의미가 있다.

KBSI는 국가연구시설장비진흥센터내에 장비기획팀, 장비활용팀, 장비인력팀 등 4개 팀을 조직하고, 국가 연구시설·장비의 전략적 확충 및 공동활용 극대화를 위해 다음의 기능을 수행하도록 했다.

1. 연구시설장비 관련 각종 기획, 제도개선 및 가이드라인 마련
2. 국가 R&D 예산편성을 위한 연구장비심의위원회 구성·운영

3. 연구시설·장비 정책연구 및 동향조사 보고서 발간
4. 연구시설·장비 관련 웹사이트 구축·운영 및 홍보자료 발간
5. 대형연구시설장비 로드맵 수립
6. 연구시설·장비 실태조사
7. 첨단 연구장비 개발 및 분석기술 고도화 지원
8. 연구시설 장비 공동활용 관련 이용자 육성 지원
9. 유휴·저활용 장비 이전·활용 지원
10. 연구장비 전문인력 양성(교육훈련 등)
11. 집적화 및 공동활용 시설에 전문인력 확보 지원
12. 분야별·장비별 네트워크 구축·운영 지원
13. 상시 멘토링시스템 구축·운영 지원

### 3. 세계적 수준의 최첨단 선도장비 확보

#### 국가적 대형공동연구장비 도입을 추진하다

KBSI가 출범하던 1980년대만 해도 국내 과학기술은 선진국들을 따라가기 위해 그들의 기술을 모방하는 수준에 머물러 있었다. 그러나 선진국들이 이룬 결과를 따라 하는 수준에 머물러서는 영원히 후발국가의 위치를 벗어나지 못한다는 위기감이 형성되었고, 우리도 창의력과 독창성을 바탕으로 한 신기술을 개발해야 한다는 주장이 나오게 되었다.

하지만 연구원들이 창의력과 독창성을 발휘해 신기술을 개발할 수 있도록 하기 위해서는 반드시 선행되어야 할 전제조건이 있었다. 바로 최첨단 대형장비의 확보와 공동연구 기반시설 구축이었다. KBSI는 이 같은 시대적 요구에 따라 선진국 수준의 국가적 공동연구시설을 구축하기 위한 ‘연구기반구축사업’을 추진했다. 이를 통해 산학연 협동연구와 인접 연구 분야 간 학제적 연구를 활성화함으로써 대한민국 기초과학 연구지원의 질적 성장을

이끈다는 전략이었다.

이에 따라 KBSI는 1990년대에 국가적 대형장비 구축을 적극적으로 추진해 나갔다. 국가적 대형장비로는 세계 최고성능의 초고전압 투과전자현미경(HVEM, High Voltage Electron Microscope), 초고분해능 질량분석기(15 T FT-ICR MS, 15 T Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometer), 고자기장 자기공명장치(900 MHz Nuclear Magnetic Resonance Spectromerter), 고분해능 이차이온질량분석기(HR-SIMS, High Resolution-Secondary Ion Mass Spectrometer) 등 4대 장비 도입을 계획했다.

#### 4대 장비 도입을 실현하다

세계 최고성능의 HVEM 도입은 1998년 12월, 장비실무위원회의 의결을 통해 5년간 총 150억 원을 투자하는 ‘초고전압 투과전자현미경 설치·운영 기본계획’ 수립으로 가시화되었다.

HVEM은 1,000 kV 이상의 가속전압과 0.12 nm 분해능, 1.3 μm의 투과력, 1,300 kV의 에너지를 보유한 첨단 장비로 광학현미경은 물론 일반 투과 전자현미경보다 성능이 월등히 뛰어난 장비다. 이 장비는 기본 성능인 원자분해능, 고투과력, 고에너지 기능으로 기초과학과 응용과학 분야에서 다양하게 활용할 수 있으며, 차세대 반도체와 나노구조의 신소재 개발, 뇌세포 연구와 단백질 구조 분석 등 생명공학 핵심 분야 연구에도 크게 기여할 것으로 예상했다. 장비 가격은 120억 원으로 이 분야에서 최고로 평가되고 있는 일본 JEOL 사가 개발했으며, 2004년 KBSI에 설치되었다.

HVEM와 함께 도입을 추진한 국가적 첨단 공동연구설비 구축 사업 중 하나가 900 MHz NMR이었다. 이 장치는 분자 내의 수소, 질소, 탄소 사이의

거리와 각도를 측정해 거대 생체고분자의 구조를 밝혀내는 장치이다. 이 장치는 신의약 개발 등 BT 분야의 핵심 연구장비로 단백질을 포함한 생체고분자의 입체구조 규명, 결합 구조를 밝히는 데 활용된다. 이때, 900 MHz란 수소의 공명 주파수가  $900 \times 10^6$  Hz 라는 의미로 자장의 세기는 지구 자기장의 40만 배가 조금 넘는 21.14 T에 해당하는 세계 최고 수준이었다. KBSI가 국내 최초로 도입을 추진한 900 MHz NMR은 70억 원대로 2006년 설치 작업이 완료되었다.

15 T FT-ICR MS는 단순 도입이 아니라 KBSI가 미국 국립고자기장연구소(NHMFL)와 공동연구를 통해 세계 최고 성능을 갖춘 다목적 첨단질량분석기를 개발했다는 점에서 중요한 의미를 갖고 있다. 이 장비는 분자 질량측정 정확도 부문에서 세계 최고기록(측정오차 0.5 ppm 이내)을 경신해 세계적으로도 우수성을 인정받았다. KBSI는 15 T FT-ICR MS를 직접 개발 후 2008년 설치를 완료했다. 이를 통해 세계 최고 수준의 분석장비 개발에 필요한 원천 기술을 확보함은 물론, 초전도·초고진공·고

자기장 기술에서도 상당한 파급효과를 거둘 수 있었다. 또한, 자연계에 미량으로 존재하는 신물질을 발굴해 화학분석 연구 분야가 보다 발전할 수 있는 장비를 확보함으로써 대한민국이 선진국과 당당히 경쟁할 수 있도록 기반을 마련했다.

HR-SIMS의 도입은 2008년 말에 이루어졌다. HR-SIMS란 수 킬로일렉트론볼트의 에너지를 갖는 이차이온을 시료 표면에 충돌시켰을 때 방출되는 이차이온을 질량 대 전하 비로 분리해 시료 표면을 구성하고 있는 원소 및 분자의 종류, 양을 분석하는 기기를 말한다. KBSI가 도입을 추진한 HR-SIMS는 호주 ASI사가 개발한 SHRIMP IIe/MC 기종으로 성능은 세계 최고 수준을 인정받고 있었다. KBSI는 2008년 10월에 SHRIMP 장비의 도입·설치를 마쳤으며 이는 국내 최초이자 전 세계적으로도 15번째에 해당했다. KBSI는 전 지질시대 연대측정과 미량 원소 분석이 가능한 HR-SIMS를 확보함으로써 지구환경 변화 연구 등의 분야에서 적극적인 연구지원을 제공할 수 있게 되었다.

2009. 9. 25  
국가연구시설장비진흥센터 개소식



### 10대 장비를 확보하다

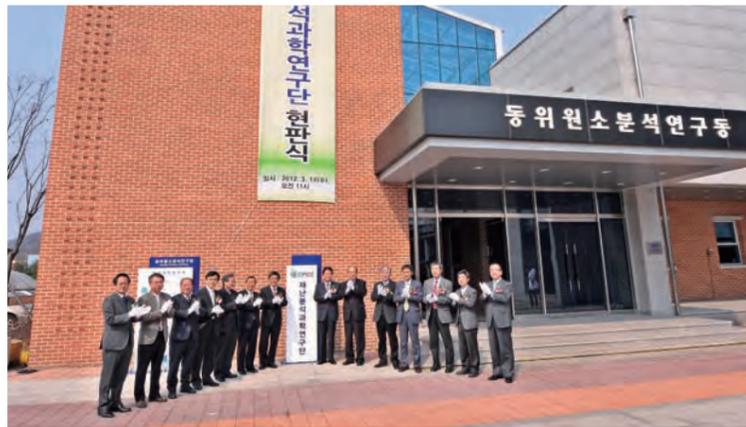
4대 장비 도입을 통해 분석과학 분야에서 세계적인 수준의 연구 지원이 가능해진 KBSI는 이후에도 지속해서 적극적인 자세로 국가적 대형장비 도입을 추진해 나갔다.

2009년에는 극미량 원소 분포를 정량적으로 이미지 처리할 수 있는 ‘초미세 이차이온 질량분석기(Nano-SIMS, Nano-Secondary Ion Mass Spectrometer)’와 분자의 초고속 움직임을 펨토초 단위로 실시간 분석할 수 있는 ‘펨토초 다차원 레이저 분광시스템(FMLS, Femtosecond Multi-Dimensional Laser Spectroscopic System)’을 도입·설치했으며, 2014년에는 혼합물을 LC로 분리 후 고감도 800 MHz NMR로 화합물 구조를 확인하는 대사체·천연물 분야 특화 운영 장비인 ‘SPE-800 MHz 핵자기공명분석기-질량분석기 시스템’을 도입·설치했다. 2015년에 상용화된 최고자장 기기로, 강력한 외부자장과 라디오파를 이용해 인체 물질의 핵자기공명현상을 일으켜 원자 핵 밀도 및 물리학적 특성을 영상화하는 진단용 영상촬영장치인 ‘7 T 휴먼 MRI 시스템’과 세포소기

관, 단백질, 바이오-나노 융합 시료의 3차원 미세 구조 분석과 신약 및 나노구조 신소재 개발 등 기초과학, 응용과학 분야에서 국가적 공동활용 연구 장비로 운영하는 ‘생물전용 초고전압 투과전자현미경(Bio-HVEM, Bio-High Voltage Electron Microscope)’을 도입·설치했다. 2017년에는 오염 없는 소재·소자의 제작 및 분석이 가능한 공정 장비 8종과 첨단 분석장비 7종이 초고진공 이송시스템으로 연결된 장비인 ‘차세대 융복합 in-situ 나노분석 시스템(AISAS, Advanced In-situ Surface Analysis System)’의 도입·설치를 완료했다.

이처럼 KBSI가 세계적 수준의 최첨단 선도장비 확보에 적극적인 노력을 경주하는 까닭은 현대 기초과학 발전의 가장 밑바탕이 첨단 장비와 연구시스템 인프라에서 출발하고 있기 때문이다. KBSI는 앞으로도 더욱 적극적으로 최첨단 국가적 대형 장비 확보에 총력을 기울일 것이며, 이를 기반으로 대한민국 기초과학 분야에서 노벨상 수상자가 나오는 데 일조하는 기관으로 성장해 갈 것이다.

2012. 3. 14  
재난분석과학연구원 헌판식



## 4. 국가재난대응 분석체계 구축·운영

### 국민 생활 안전을 위한

#### 국가재난대응 분석체계 구축하다

KBSI가 보유한 첨단 연구장비를 기반으로 국민의 생활 안전을 지키기 위한 ‘국가재난 대응분석 체계 구축·운영 사업’도 수행했다.

2012년부터 시작된 ‘국가재난 대응분석 체계 구축·운영 사업’은 KBSI 최초의 R&D 고유사업이었다. 이 사업의 목표는 첨단 연구장비를 기반으로 국가·사회적 재난을 예방하고 문제 해결을 위해 신속한 대응방안을 마련하는 것이었다. KBSI가 축적해 온 분석과학에 기초한 국가·사회문제해결형 융·복합 연구의 본격화라는 측면에서 ‘국가재난대응 분석체계 구축·운영 사업’은 큰 의미를 갖는다.

KBSI는 이 사업을 효과적으로 수행하고자 ‘재난 분석과학연구원(CRDS, Center for Analytical Research in Disaster Science)’을 출범했다. 2012년 3월 14일 충북 청원군 오창과학산업단지 내 오창센터에서 헌판식을 열고 본격 업무에 들어간 재난분석과학연구단은 ‘방사성물질 분석연구’, ‘유해물질 분석연구’, ‘첨단 법과학 분석연구’ 등 3개 분야를 중심으로 연구를 시작했다. 주요 수행 업무는 재난관련 국가·사회적 분석 요구에 신속히 대처하는 한편 첨단 분석장비를 활용한 국가적 대응 분석시스템을 개발해 국가유관기관에 제공하는 것이었다.

재난분석과학연구단이 수행한 주요 추진 실적을 살펴보면, ‘방사능 재난 분석 및 제어기술’, ‘생물학적 환경재난 분석기술 개발’, ‘메타볼로믹스 기반 오염원 추적 분석법 개발’, ‘유출 유류 및 유래 오염물질 분석연구’, ‘화학사고 발생 가능성이 높은 사

고대비물질에 대한 맞춤형 분석 기술개발 및 현장 모니터링 프로토콜 개발’ 등이 있다.

성과지표	2014년	2015년	2016년	2017년
SCI 논문 (유수 논문, 편)	24(6)	24(3)	19(3)	26(5)
특허출원(건)	4	0	4	5
특허등록(건)	1	2	5	2

KBSI 재난분석과학연구원 생물재난연구팀은 전남대와 공동으로 사회적 위협요인이 되는 노로바이러스 연구에 착수했다. 이후 KBSI가 보유한 HDX(Hydrogen Deuterium Exchange) 질량분석기를 이용해 세계 최초로 작두콩의 렉틴 단백질이 노로바이러스와 선택적으로 결합하는 성질을 밝혀냈고, 이를 바탕으로 ‘노로바이러스 검출 기술’ 개발에도 성공했다.

### ‘노로바이러스 고속 진단 기술,’

#### 소기의 성과를 수확하다

노로바이러스는 미국 코네티컷주 노워크 시에서 발견된 RNA형 식중독 바이러스로 장염을 일으키는 바이러스 그룹이다. 감염되면 메스꺼움과 구토, 설사, 복통 등의 증상이 나타나며, 때로는 두통, 오한 및 근육통을 유발하기도 한다. 미국 존스홉킨스대의 연구팀이 2016년에 발표한 자료(Global Economic Burden of Norovirus Gastroenteritis, PLoS ONE)에 따르면 노로바이러스 감염으로 인한 생산 손실과 의료비가 매년 세계적으로 약 75조 원에 달하는 것으로 알려졌다. 국내에서도 2013년 수출용 굴의 노로바이러스 감염으로 800억 원의 경제적 손실이 발생했으며, 현재까지 선진국에서도 노로바이러스를 국가적 관리에 어려움을 겪고 있는 일종의 ‘생물재난’으로 인식하고 있다.

KBSI가 개발한 노로바이러스 검출 기술이 세계적인 주목을 받은 이유는 바이러스 항체가 아닌 국내 작두콩에서 추출한 천연단백질(NoroGlue)을 이용한다는 장점과 기존 검출 시간보다 16배나 빠른 검출 속도, 다량의 시료를 동시에 전처리할 수 있는 검출기술 기술이라는 점 때문이었다.

획기적인 방식의 노로바이러스 검출 기술을 개발한 KBSI는 2014년 국내 중소기업인 (주)솔젠트와 기술이전 협약을 체결한 데 이어, 2017년 4월, 세계 최초로 작두콩 단백질이 인체 감염형 노로바이러스에 결합하는 원리를 증명해 관련 분야의 세계적인 학술지인 '바이오머티리얼스(Biomaterials)'에 게재했다. 이 연구 결과가 세계적인 주목을 받게 되었고, 2017년 7월 6일에 미국 의료진단 전문기업 저메인랩(Germaine Laboratories Inc)과 기술이전 추진을 위한 협약을 체결하는 성과를 올렸다.

기술이전 계약을 통해 만들어질 노로바이러스 진단 키트는 종전 최소 4시간 이상 걸리던 바이러스 농축시간을 15분 이내로 단축할 수 있으며, 검출 한계도 최고 100배까지 향상할 수 있을 것으로 기대되었다.

또한, 노로바이러스 진단 기술이 사업화되면 신선식품 수출입 손실 방지뿐 아니라 학교 등 집단급

식시설에서의 식중독 사전 예방 등 사회·경제적 효과가 매우 클 것으로 예상했다.

이처럼 KBSI는 재난분석과학연구단을 중심으로 한 연구를 통해 국가적 재난과 사고에 신속히 대처할 수 있는 세계적 수준의 과학 기술적 토대를 구축해 나가고 있다.

## 5. 과학 대중화 선도

### 과학문화 확산 노력을 펼치다

과학 발전은 하루아침에 이루어지지 않는다. 그렇기에 과학연구의 결실을 얻기 위한 투자 역시 먼 미래를 내다보는 안목에서 출발해야 한다. 특히 회수 주기가 긴 기초과학 분야의 발전은 대한민국의 과학 발전이라는 원대한 구상과 계획에 따라 투자와 노력이 이루어져야 한다. 그런 면에서 미래 인재 육성의 기반이 되는 과학대중화사업이 중요한 의미를 갖는다.

연구시설의 첨단화와 대중화로 융합기술을 선도해 온 KBSI는 청소년들에게 미래 과학기술의 힘과 중요성을 일깨우기 위한 사업도 추진해 왔

다. KBSI가 미래 인재 육성을 위한 사업을 본격적으로 시작한 것은 1994년, 자체 운영비로 진행한 교육 사업을 통해서였다. 이 사업을 통해 교육 사업의 가능성과 효과를 확인한 KBSI는 이듬해인 1995년부터 1998년까지 특수사업으로 총 76회에 걸쳐 교육사업을 수행해 1,378명의 참가를 이끌어냈다. 1999년부터 2003년까지는 기관 고유사업으로 총 152회 첨단장비 사용자 교육을 수행해 3,432명이 참가했다.

첨단장비 사용자 교육 경험을 축적한 KBSI는 2001년, 과학교사와 중학생을 대상으로 과학 대중화를 위한 청소년 첨단과학캠프 시범운영 사업을 추진했다. 전문가를 대상으로 한 실무 중심 교육에서 대한민국의 미래를 이끌어 갈 청소년들에게 과학문화를 알리기 위한 프로그램으로 발전을 시도한 것이다. 2002년에도 과학교사와 중학생을 대상으로 과학캠프를 2회 진행했으며, '마이크로 과학 기술 프로그램 시범 운영 사업'을 18회 진행했다. 2003년에는 춘계, 하계, 추계에 걸쳐 3회의 과학캠프를 진행하며 10개 프로그램을 수행했다.

과학프로그램을 운영하며 청소년 대상 과학 활동 지원사업 확대의 필요성을 절감한 KBSI는 2003년에 '첨단장비 활용 청소년 과학활동 지원사

업' 태스크포스를 구성하고, 청소년 과학캠프 확대를 본격적으로 준비했다.

### 엑스사이언스와 주니어닥터를 운영하다

2004년에는 대한민국 과학 발전을 이끌 미래 인재 육성에 이바지하겠다는 KBSI의 노력에 정부가 호응하면서 첨단장비 활용 청소년과학활동 지원사업인 '엑스사이언스(X-Science)'가 시작되었다.

엑스사이언스는 과학기술부(현 과학기술정보통신부) 과학기술진흥기금 사업으로 기획한 과학 대중화 프로그램이자 KBSI 과학문화사업의 모토이다. 엑스사이언스의 'X'는 실험(Experiment), 탐구(Exploring), 체험(Experience)에 공통으로 포함된 문자로서 첨단과학을 실험하고, 탐구하고, 직접 체험하는 과정을 통해 과학에 대한 이해를 넓히고, 과학기술 연구 활동에 대한 청소년들의 공감대를 형성하고자 기획되었다. 즉, 과학자가 되겠다는 꿈을 가진 초·중·고등학생과 대학생에게 KBSI에서 실제 어떤 장비로 어떤 실험을 하는지 직접 보고 체험할 기회를 제공하는 장을 마련한 것이다.

엑스사이언스 사업의 특징은 첫째, KBSI가 보유한 세계 수준의 연구장비와 대형연구시설을 활용한 독자적인 과학문화 프로그램을 개발해 운영

2014. 12. 23  
노로바이러스 신속농축기술 이전 협약식



2017. 7. 6  
노로바이러스 고속 진단 기술 해외이전 체결식



KBSI가 2000년대 초반 진행한 청소년 과학캠프 모습





엠블럼의 3가지 컬러는 각각 체험, 실험, 탐구를 나타내고 있다. 즉, 첨단 과학이 이 세 가지를 통해 대중에게 더욱 확산된다는 의미를 표현하고 있다.

- 체험(파랑) 체험을 통한 명쾌한 과학 지식의 습득
- 실험(노랑) 실험을 통해 얻어지는 성과에 대한 희망
- 탐구(초록) 새싹과 같은 참신한 탐구 지향

엑스사이언스 엠블럼과 관련 내용



큐리언스 curiosity(호기심)와 science(과학)의 합성어 '큐리언스'는 과학 기술에 대한 호기심을 가진 청소년들에게 실험·탐구·체험을 안내하는 길잡이로서의 역할을 전개하겠다는 의미를 담고 있다.

- 날개 X-Science의 X를 날개로 표현
- 눈·입 가장 친근하고 호기심이 있는 눈과 입 선택
- 안테나 커뮤니케이션의 도구로 현재와 미래의 대중과 과학을 연결해주는 가장 중요한 매개체

엑스사이언스 캐릭터와 관련 내용

한다는 점이다. 둘째, 물리, 화학, 생물, 지구과학 등 기초과학 전 분야는 물론 생명, 나노, 환경과학 등 첨단연구 분야에 걸친 다양한 프로그램을 구성했다. 셋째, 초등학생, 중학생, 고등학생뿐 아니라 대학생과 과학 교사, 일반인을 대상으로 세분화한 프로그램을 개발해 대상의 수준에 적합한 교육을 진행할 수 있도록 했다. 넷째, KBSI 대덕본원, 오창센터와 6개 지역센터를 활용해 전국적인 과학문화 프로그램을 운영함으로써 누구나 쉽게 교육에 참여할 수 있도록 했다.

KBSI가 전국 단위 첨단과학기술 체험 프로그램을 진행할 수 있었던 것은 과학기술 문화 발전을 위해 1994년부터 추진해 온 다양한 교육 프로그램 운영 노하우가 있었기 때문이다.

KBSI는 엑스사이언스를 통해 국가과학기술 활동에 대한 국민적 인식 부족 문제를 극복하고, 청소년들에게 첨단과학연구를 체험할 수 있는 장비와 시설을 갖춘 오픈랩을 통해 과학기술 진로 탐색 기회를 제공하는 등 차별화된 과학기술 문화 확산 노력을 기울여 나갔다. 제1회 행사가 진행된 2004

년에는 정규 프로그램 149개와 시범 프로그램 60개를 운영했으며, 총 2,560명이 참가했다. 이듬해인 2005년에는 233회 운영한 프로그램에 3,210명이 참가했으며, 2006년에는 269회 운영한 프로그램에 4,885명이 참가했다. 프로그램 운영 4년 차인 2007년에는 290회 프로그램 운영에 6,191명이 참가하며 꾸준한 성장세를 기록했다. 2008년부터 2017년까지 엑스사이언스에서 운영한 프로그램 수와 참가자 수는 다음과 같다.

연도	프로그램 수(개)	참가자 수(명)
2008	307	5,737
2009	344	7,180
2010	536	12,901
2011	607	13,970
2012	609	14,008
2013	538	10,033
2014	47	3,616
2015	64	2,067
2016	138	2,546
2017	112	2,000

이처럼 엑스사이언스 활동이 전국적인 지지와 호응을 끌어내면서 2008년에는 프로그램 운영



2017. 12. 14  
2017년 대한민국 교육기부대상 명예의 전당 등극

폭을 한 단계 넓힌 과학기술 청소년 박사 '주니어닥터'를 선보였다. 주니어닥터는 KBSI뿐만 아니라 한국생명공학연구원(KRIBB), 한국원자력연구원(KAERI), 한국표준과학연구원(KRISS), 선박해양플랜트연구소(KRISO), 국가핵융합연구소(NFRI) 등 대덕연구개발특구 내에 있는 6개 정부출연 연구기관이 공동 참여하는 행사로 기획되었다.

6개 정부출연 연구기관들은 주최·주관사 역할을 맡은 KBSI와 함께 '과학기술이 곧 개인 삶의 질은 물론 국가 미래와 경쟁력을 좌우하는 지표'라는 인식을 같이하고, 과학기술 청소년 박사 '주니어닥터'가 대표적인 대한민국 청소년 과학교육의 중심 역할을 수행하도록 하자는데 뜻을 함께했다.

2008년 개최한 제1회 행사에서는 대덕연구개발특구 내 정부출연 연구기관과 공공기관 등이 보유한 우수한 과학 인프라를 활용해 전국의 청소년이 학교 교과과정에서 만나기 어려운 과학 관련 실험·탐구·체험 활동을 경험할 수 있는 다양한 프로그램이 운영되었다. 이 행사에서는 16개 주제에 따라 42회 프

로그래미 운영되었으며 1,538명이 참가했다.

주니어닥터는 매년 프로그램 운영 횟수를 늘려나갔고, 참가 인원도 확대해 나갔다. 2014년에는 교육부와 한국과학창의재단이 주관하는 대한민국 교육기부대상을 수상했으며, 2015년과 2016년까지 3년 연속 수상의 결실을 이어갔다. 2017년에는 창의적 과학 마인드와 종합적 문제해결 능력을 갖춘 융합형 인재 양성에 기여해 온 청소년 과학체험 프로그램 '주니어닥터'와 '엑스사이언스'가 '대한민국 교육기부대상 명예의 전당'에 오르는 영광을 안았다.

제10회 행사를 맞은 2017년에는 주니어닥터 프로그램을 통해 146개 주제에 따라 427회 운영했고, 총 9,000여 명이 참가했다. 제1회부터 10회까지 주니어닥터에 참여한 기관은 총 262개이며, 그동안 프로그램에 참여해 인증서를 받은 사람은 주니어 2,525명 슈퍼주니어 1,507명 등 총 4,032명에 달했다.

한편, 2017년 11월 24일에는 7개 연구기관에서 '주니어닥터 심화과정' 프로그램을 처음으로 시범



2017. 11. 24  
7개 연구기관이 함께 시범 운영한 2017 주니어닥터 심화과정

운영했다. 주니어닥터 심화과정을 진행한 기관은 KBSI를 비롯해 국가핵융합연구소(NFRI), 한국과학기술정보연구원(KISTI), 한국생명공학연구원(KRIBB), 한국전자통신연구원(ETRI), 한국표준과학연구원(KRISS), 한남대학교 프로메가 바이오 기술교육연구원이었다.

이 과정은 과학기술에 관심이 많은 청소년에게 정부출연연구기관의 연구내용을 심도 있게 체험할 기회를 제공하기 위해 진행되었다. 심화과정 참가

자격은 주니어닥터 프로그램을 5개 이상 이수하여 주니어닥터 인증서를 받은 학생 중 선별해 최종 25명에게 주어졌다. 진행 방식은 주제 당 세 명 이내의 학생을 지도연구원과 짝을 이뤄 하루 동안 과학 진로 멘토링, 연구 분야 소개, 소주제 실험·실습체험, 보고서 작성 등의 과정을 이수할 수 있도록 했다. 이 과정을 마친 25명의 학생에게는 ‘주니어닥터 마스터’ 인증서를 제공했다.

KBSI는 앞으로도 청소년들이 과학에 관심과 흥

주니어닥터 연도별 운영실적

회차	연도	참여기관 수(개)	프로그램 운영 규모	참여인원(명)	인증서 수여 대상	우수 감상문 수상자(명)
제1회	2008	6	16세 주제 / 42회 운영	1,538	81명(주니어 56명, 슈퍼주니어 25명)	3
제2회	2009	15	46개 주제 / 130회 운영	3,829	121명(주니어 53명, 슈퍼주니어 68명)	3
제3회	2010	25	68개 주제 / 210회 운영	7,395	351명(주니어 198명, 슈퍼주니어 153명)	12
제4회	2011	30	72개 주제 / 295회 운영	9,027	405명(주니어 217명, 슈퍼주니어 188명)	16
제5회	2012	31	102개 주제 / 356회 운영	10,118	524명(주니어 374명, 슈퍼주니어 150명)	21
제6회	2013	29	123개 주제 / 373회 운영	9,201	586명(주니어 421명, 슈퍼주니어 165명)	24
제7회	2014	28	128개 주제 / 298회 운영	7,209	440명(주니어 114명, 슈퍼주니어 326명)	27
제8회	2015	34	148개 주제 / 399회 운영	9,178	560명(주니어 377명, 슈퍼주니어 183명)	17
제9회	2016	34	162개 주제 / 414회 운영	8,263	455명(주니어 353명, 슈퍼주니어 102명)	30
제10회	2017	36	146개 주제 / 427회 운영	9,041	509명(주니어 362명, 슈퍼주니어 147명)	29
계		262	1,011개 주제 / 2,944회 운영	74,799	4,032명(주니어 2,525, 슈퍼주니어 1,507)	182

미를 갖고 창의력과 상상력을 키워나갈 수 있도록 다양한 과학교육 프로그램을 기획·운영함으로써 대한민국을 대표하는 청소년 과학 교육의 중심 역할을 수행해 나갈 계획이다.

## 6. 국제적 역량 확대를 위한 노력

### 토종 분석과학 학술지 'JAST'를 창간하다

대한민국 분석과학 분야의 역량을 세계적 수준으로 발전시키기 위해서는 최신 첨단 분석과학 기법과 장비 등에 대한 정보를 연구진들이 손쉽게 접할 수 있어야 한다. 그런 면에서 전문학술지는 유용한 정보를 가장 쉽게 접할 수 있는 수단이다. 하지만 안타깝게도 대한민국에는 2000년대가 개막된 이후에도 분석과학 분야의 최신 연구 사례나 동향을 소개하는 전문 학술지가 존재하지 않았다.

이에 KBSI는 연구자들을 지원하고 국내 분석과학 세계적인 수준으로 끌어올리는 데 기여하고자 토종 분석과학 학술지 'JAST(Journal of Analytical Science & Technology)' 발간을 추진했다. 2010년 4월 23일, 'JAST' 창간호 발행을 시작으로 매년 3월과 9월 두 차례에 걸쳐 온라인(<http://www.jast-journal.springeropen.com>)과 오프라인으로 발행해 나갔다. 학술지에는 매년 '물리학', '화학', '생물학', '지구과학' 등 4개 분야 분석과학 논문 10여 편을 게재하도록 했다.

JAST의 큰 특징은 오픈 저널(Open Journal) 형식을 취했다는 점이다. 따라서 관심이 있는 연구자라면 누구나 인터넷 검색으로 빠르고 쉽게 무료로 최신 정보와 논문을 얻을 수 있도록 했다.

영어로 발행하는 JAST는 논문(Article), 단

문(Letter), 분석법단문(Technical Note), 논평(Comment), 총설(Review) 등으로 구성했다. 특히, 분석법단문은 새롭게 개발된 분석법 기술을 빠르게 확산시켜나가기 위해 논문으로서 구성요건은 부족하더라도 실험방법 및 분석법 위주의 보고서 형태로 게재할 수 있도록 했다. 즉, 이론이나 메커니즘이 완전히 규명돼 논문으로 발표되기 전 단계의 학술적 가치를 지니는 논문으로, 실험실에서 발견한 새로운 실험기법이나 아이디어, 이론, 장기개발 등을 발표하도록 함으로써 실험 현장에 있는 연구자들에게 실질적인 도움을 주도록 했다.

또한, JAST 발행을 위해 19명의 전문가로 편집위원회를 구성했으며, 논문 투고와 심사과정 등은 SCI급 학술지와 동일한 수준을 적용하도록 했다. 기초 연구 전 분야에 걸친 분석과학의 원리 및 분석 기술, 분석 방법, 분석 과정 및 분석 장비 등에 관한 독창적인 연구와 그 응용 및 적용 사례에 관한 연구 논문 및 총설에 대해서도 전문가 심사를 거치도록 했다.

KBSI는 'JAST'를 2015년까지 KCI(Korea Citation Index) 저널로 등재하고, 2020년까지 SCI(Science Citation Index) 저널로 등재함으로써 세계적 수준의 전문 학술지로 육성한다는 목표를 수립했다. 이를 위해 다음과 같은 4대 업무 목표를 설정했다. '첫째, 국제학술대회 개최를 통해 우수 연구자들을 섭외하여 인용 횟수가 높은 논문을 게재하도록 유도한다', '둘째, 온라인 게재 시스템을 지속적으로 개선해 논문 저자들을 위한 보다 편리한 서비스를 제공한다', '셋째, 구글 온라인 광고 등을 통해 국제적으로 학술지의 존재를 널리 알린다', '넷째, 엄격한 심사 규정을 적용하여 좋은 논문만을 엄선 게재한다'.

2013년에는 JAST의 질적 향상을 위해 세계 굴



2010. 4. 23  
분석과학전문학술지 JAST 창간 기념식

지의 출판사인 Springer 사와 제휴를 맺고 공동 발간 및 홍보 활동을 시작했다. 또한, CrossRef, Google Scholar, OCLC, Summon by Serial Solutions 등 해외 주요 데이터베이스에 등재했으며, 수년 내에 SCI, SCOPUS, 'Medline/ PubMed'에 등재시키기 위해 안으로는 질적 향상에 매진하고 밖으로는 적극적인 홍보 활동을 이어갔다.

KBSI의 당면 목표는 'JAST'를 첨단기 분석 지원을 통해 개발된 최신 연구결과를 전 세계 기초 과학 연구자들에게 무상으로 제공함으로써 국제적으로 영향력이 있고 널리 읽히는 분석과학 학술지로 자리매김하는 것이다.

#### 분석과학기술 국제심포지엄을 개최하다

2011년 11월 10일에는 JAST를 분석과학 분야의 세계적인 전문 학술지로 육성하기 위한 행사도 개최했다. 세계 15개국 분석과학기술 분야 최고 석학들이 참석하는 국제학술대회인 '2011 분석과학기술 국제심포지엄(International Symposium on Analytical Science and Technology)'을 KBSI 대덕 본원에서 개최한 것이다.

'2011 분석과학기술 국제심포지엄'은 세계적으로도 분석과학기술 관련 연구자들이 한자리에 모일 기회가 드물다는 사실에 주목해, 세계 각국에서 활동하는 분석과학기술 연구자들을 한자리에 초빙해 최신 연구정보를 교류하도록 함으로써 폭넓은 네트워크를 구축하기 위한 자리였다. 행사에는 분석과학기술 연구가 활발하게 진행되고 있는 한국, 미국, 일본, 중국, 인도, 폴란드, 슬로베니아, 그리스, 덴마크 등 15개 국가의 연구자 약 200여 명이 참석했다.

이날 행사에서는 분석과학기술의 4대 분야인 생물분석, 재료분석, 분석화학, 환경분석 분야를 8개 세션으로 나누어 주제 강연과 토론을 진행했다. 특히, 한-EU 특별 세션을 마련해 한국과 유럽연합 연구기관과의 연구교류 활성화를 모색하기 위한 국내외 전문가들의 특별좌담도 진행했다.

해외초청 연사로는 일본 오사카 대학의 히로타로 모리(Hirotaro Mori) 교수, 미국 캘리포니아 데이비스 대학의 칼리토 리브릴라(Carlito Lebrilla) 교수, 슬로베니아 요제프 스테판 연구소의 야니즈 돌린섹(Janez Dolinsek) 교수 등 분석

과학기술 분야의 세계적인 석학 21명이 참석해 강연을 펼쳤다. 국내 연사로는 서울대학교 김규범 교수, 연세대학교 천진우 교수, 분석과학기술대학원 안현주 교수 등 15명으로 구성된 국내 최고 수준의 연구자들이 참여했다.

KBSI는 2011 분석과학기술 국제심포지엄을 통해 KBSI의 위상을 제고하고 분석과학기술 분야의 세계적인 전문가들에게 JAST의 가치를 알릴 수 있었다.

2013년에 개최한 제2회 분석과학기술 국제심포지엄에는 해외연사 6인을 비롯해 총 280명이 참석했다. 이듬해인 2014년에는 제3회부터는 행사를 분석과학국제컨퍼런스(ICAST, International Conference on Analytical Science and Technology)로 진행했다. 그 자리에는 해외연사 22인과 국내연사 13인 등 총 398명이 참석했다. 2015년 개최한 제4회 ICAST에는 해외 연사 6인, 국내연사 15인 등 총 359명이 참석했으며, 2017년

2017. 10. 23  
2017 제5회 ICAST 현장



개최한 제5회 ICAST에는 해외연사 10인, 국내연사 23인 등 총 378명이 참석했다.

#### 국제자문회의를 개최하다

한편, 과학기술 환경의 급속한 변화 속에서 연구원이 추구하는 중장기 발전 방향과 주요 연구기능에 대해 세계적 수준에서 객관적인 자문을 받아볼 필요성이 제기되었다. 이에 KBSI는 연구원의 중장기 발전 방향과 운영에 관한 총괄적인 자문을 받기 위해 국외 7인, 국내 7인의 석학으로 'KBSI 국제자문위원회'를 구성했다.

국제자문위원회를 구성한 KBSI는 2010년 11월 23일과 24일에 대덕 본원과 오창센터에서 '국제자문위원회' 회의를 개최했다. 이날 회의에는 해외 자문위원 3인과 국내 자문위원 5인이 참석했다.

KBSI는 회의를 통해 연구원의 종합 현황을 소개하고, 대덕 본원의 초고전압 투과전자현미경(HVEM), 오창센터의 초고분해능 질량분석기(15 T

FT-ICR MS), 고자기장 자기공명장치(HF-NMR)와 고분해능 이차이온질량분석기(HR-SIMS) 등 대형연구장비에 대한 투어를 진행했으며, 중장기 발전 및 운영에 관한 종합회의도 진행했다.

KBSI는 국제자문회의를 통해 연구원의 발전 방향에 대해 세계적 수준에서 객관적이고 폭넓은 자문을 얻을 수 있었으며, 국내외 리더들과의 교류 협력을 강화할 수 있었다.

### 미국 국립고자기장연구소(NHMFL)와 MOU를 체결하다

2015년 7월 28일에는 미국 국립고자기장연구소(NHMFL)와 35 T 고자기장 고온초전도 자석 개발 공동연구를 위한 MOU를 체결했다. 미국 국립고자기장연구소(NHMFL)는 세계적 수준의 고자기장 기반 첨단 연구장비 개발 역량을 갖춘 곳으로, 다양한 자기장 기술을 개발해 미국에 산업체에 이전하는 역할을 담당하고 있다.

협약을 통해 KBSI는 국내 (주)서남과 35 T 고온초전도 자석 제작 기술을 공동 개발하고, 미국 국

립고자기장연구소와는 자석의 설계 및 평가를 공동으로 수행하게 된다. 이들 기관은 공동개발 수행을 위해 각 기관의 시설, 인력, 정보 등을 제공하기로 했다. 35 T는 초전도자석 분야에서 세계 최고 자기장으로, 35 T 자기장 개발에 성공하면 초대형 자석을 통해서만 가능했던 새로운 양자 현상 연구가 국내에서도 가능해져 노벨상 수상도 바라볼 수 있을 것으로 기대되었다.

특히, KBSI와 미국 국립고자기장연구소(NHMFL)의 협력은 기존 고자기장 기술과는 달리 상용화가 가능한 고온초전도 자석개발 분야에서 한국이 선도국으로 나선다는 점에서 큰 의미가 있었다. KBSI가 개발하고 있는 고온초전도 자석 기술을 NMR과 결합하면 전용건물이 필요 없을 만큼 작게 만들 수 있을 것으로 예상했다. 또한, KBSI와 미국 국립고자기장연구소(NHMFL) 간 MOU 체결은 한미 양국 과학연구기관의 협력을 국내 산업체의 상용화 R&D까지 확장한 것으로 향후 출연(연)의 국제연구 협력에 있어 새로운 모델을 제시했다는 평가를 받았다.

2010. 11. 23  
제1회 국제자문위원회 회의



2015. 7. 28  
미국 국립고자기장연구소(NHMFL)와 공동연구를 위한 MOU 체결



## 7. 연구장비 개조·유지보수

### 연구장비 유지보수 지원을 제공하다

국내의 모든 과학자들의 기초원천연구를 지원하기 위한 글로벌 플랫폼을 지향해 온 KBSI는 ‘첨단 대형연구시설·장비 구축’, ‘구축된 시설 장비를 활용한 분석지원 및 공동연구’, ‘분석법 및 장비개발 등의 분석과학연구’, ‘국가연구시설장비 총괄관리 및 장비인력육성’ 등의 업무를 담당했다. 뿐만 아니라 이러한 첨단 연구시설·장비 운영을 통해 축적된 기술력을 활용해 연구장비 개발 역량을 향상해 왔으며, 국가적 대형연구시설 운영과 첨단 분석법 개발, 교육훈련사업, 과학대중화사업 등의 기반을 이루는 첨단 고가 연구장비들의 성능유지 및 고장수리 지원 등을 적극적으로 추진해 왔다.

이를 위해 연구장비 가동률 향상을 위한 신속한 유지보수와 장비이전 및 설치, 전처리장치 제작 등 종합적인 기술지원 업무를 수행했으며, 보유장비 실험신뢰성 향상을 위한 장비개조·개발 업무와 함께 중소기업에 위주로 산학연을 위한 기술상담, 장비수리, 장비대여, 장비개발 지원을 수행했다.

KBSI가 추진해 온 연구장비 유지보수 지원체계를 살펴보면 ‘KBSI 보유장비 기술지원’, ‘산학연 연구장비 유지보수 지원’, ‘연구장비 유지보수 전문기술교육’, ‘연구장비유지보수지원센터 온라인 접수 사이트(<http://mc.kbsi.re.kr>) 운영’ 등으로 구성되어 있다.

‘KBSI 보유장비 기술지원’ 업무는 ‘고장수리 및 예방점검’, ‘보유장비 기술지원 및 성능향상’으로 이루어져 있으며, 대학과 중소기업 지원으로 출발한 지원 대상은 공공기관의 장비 유지보수 지원으로 확대해 나갔다.

‘산학연 연구장비 유지보수 지원’을 위해서는 ‘산학연 공동 연구장비개발 지원’, ‘핵심요소장치 및 부품개발 지원’, ‘수요 맞춤형 전처리장치 개발’ 업무를 수행했으며, ‘연구장비 유지보수 전문기술교육’ 지원을 위해서는 ‘연구장비 유지보수 전문가 양성’, ‘이공계 미취업자, 중소기업 장비담당자 교육 훈련’, ‘20개 주요장비별 전문교육과정 개발 및 운영’, ‘유지보수 전문가 DB 구축 및 네트워크 제공’ 등으로 구분해 분야별로 현장에서 필요한 실질적인 지원이 이루어질 수 있도록 했다.

### 지원성과를 쌓아가다

KBSI가 최근 10년 동안 수행한 연구장비 유지보수 실적을 살펴보면 다음과 같다.

2009년도에는 장비가동률 향상을 위한 기술지원을 통해 고장수리 148건, 장치제작 9건, 이전설치 8건, 기술자문 40건 등 총 205건의 연구장비 기술지원을 제공했으며, 약 3억 7,800만 원의 예산 절감 효과를 올릴 수 있었다. 연구장비 개발과 관련해서는 ‘루미네센스 계측기 개발 지원’을 통해 X-ray를 이용한 시제품 제작이 이루어졌으며, 이밖에 ‘정밀시편이동 요소기술 개발 지원’, ‘진공혹체 개발’, ‘전기분해방식과 총유기화합물 함량측정기능을 적용한 초순수제조장치 개발 지원’ 등을 제공했다.

2010년도에는 7개 연구부서 및 6개 지역센터와 외부기관에 대해 고장수리 178건, 장치제작 77건, 설치지원 16건, 연구지원 및 기술자문 43건 등 총 314건의 기술지원을 수행함으로써 약 4억 4,900만 원의 예산을 절감했다. 또한, 재료 및 지구과학 분야, 화학 분야, 기계 분야 연구원들과 공동연구를 통해 ‘루미네센스 계측기 개선’, ‘흑체용 온도제어기제작 및 실험’, ‘MRI용 Mouse bed 및 초음파

주입 Chamber 제작' 등 각종 연구지원 업무를 수행했다. 이와 함께 국가적 연구장비의 효율적 관리 및 운영체계 구축을 위해 당 연구원의 보유장비에 대한 도입과 운영, 폐기관리를 전산화하는 '연구장비 전주기관리 전산시스템' 구축과 꾸준한 개선작업도 병행했다.

2011년도에는 7개 연구부서 및 6개 지역센터와 외부기관에 대해 고장수리 207건, 장치제작 90건, 설치지원 11건, 연구지원, 기술자문, 기타 53건 등 총 361건의 기술지원을 수행했으며, 이를 통해 연간 4억 9,500만 원의 직접비 예산을 절감했다. 각종 연구지원 업무를 통해서는 '휴대용 질량분석기 개발지원', '혹체용 온도제어기 제작 및 특성평가', '자기부상 시연을 위한 초전도체 case 및 모형 제작', 'Solid state FT-NMR 400 MHz용 시료지지대 제작' 등 연구과제에 직접 참여해 장치제작을 지원했다.

2012년도에는 7개 연구부서 및 6개 지역센터와 외부기관에 대해 고장수리 및 이전설치 289건, 요소장치 설계·제작 59건, 타기관 기술지원 12건 등 총 360건의 기술지원을 수행했으며, 이를 통해 연

간 5억 5,000만 원의 직접비 예산을 절감했다. 또한, 연구과제 참여를 통해 'XRF System 구성부품 제작', 'MALDI TOF MS의 전자회로 제작', 'Cryo-Preamp 증폭기 제작', '비구면 안경렌즈 세라믹 몰드 제작' 등 요소장치 제작을 위한 연구지원도 수행했다.

2013년도에는 7개 연구부서 및 7개 지역센터와 8개 외부기관에 대해 고장수리 201건 및 이전설치 21건, 요소장치 설계·제작 76건, 타기관 기술지원 8건 등 총 306건의 기술지원을 수행했으며, 이를 통해 연간 5억 원의 예산 절감 효과를 달성했다. 또한, 연구과제 참여를 통해 '질량분석기반 신기술 융합형 진단기술 개발', '유방암 및 비뇨생식기질환의 조기진단', '화학탐지용 시료전처리 기술 연구', 'Cryo-Preamp 증폭기 제작', '열영상현미경 실험용 부품 제작' 등 요소장치 제작을 위한 연구지원도 수행했다. 이밖에 고객 만족 증진을 위한 업무절차 표준 문서화와 지속적인 개선을 통해 국제적 품질경영시스템 ISO9001 인증을 획득했으며, 그 요구사항에 적합한 조직의 품질 방침과 목표를 설정했다.

2014년도에는 대덕 및 오창 본원과 10개 지역센터에 대해 고장수리 205건 및 이전설치 29건, 요소장치 설계·제작 74건, 타기관 기술지원 18건 등 총 312건의 기술지원을 수행했으며, 이를 통해 연간 6억 2,000만 원의 예산절감 효과를 이루었다. 연구과제 참여를 통해서는 '동위원소 질량분석기 시료 냉각장치 제작', '고감도 휴대용 유해가스 측정장치 개발지원', 'OsO<sub>4</sub> Coater 성능 재현성 확보 개발지원', '비대칭전기장을 이용한 특성이온선별 연구지원' 등 요소장치 제작을 위한 연구지원도 수행했다. 이밖에 고객 만족 증진을 위한 업무절차의 표준 문서화와 지속적인 개선을 통

해 국제적 품질경영시스템 ISO9001:2008 인증 유지를 위한 2차년도 사후심사에서 적합 판정을 획득했으며, 그 요구사항에 적합한 품질방침과 목표를 설정했다.

2015년도에는 대덕 및 오창 본원과 10개 지역센터에 대해 고장수리 135건 및 이전설치 10건, 요소장치 설계·제작 70건, 타기관 기술지원 20건 등 총 224건의 기술지원을 수행했으며, 이를 통해 연간 3억 6,000만 원의 예산절감 효과를 이루었다. 또한, '오스뮴(OsO<sub>4</sub>) Coater 성능 재현성 확보 개발지원', '비대칭전기장을 이용한 특성이온선별 연구지원' 등의 연구지원과 '감마선분석기용 시료 carrier 설계 및 제작', 'IMS-MS 장비 시료용 봉독 추출기 3 sets 제작', '이차이온질량분석기 시료 고정용 spring blade 제작', '동물용 자기공명영상장치 Mouse bed 제작', '핵자기공명장치(NMR) 시료 튜브의 세척장치 제작' 등 요소장치 제작을 수행했다. 이밖에 기술역량 강화 및 혁신 사례를 통해 서울지역에서 2015년 3월부터 12월까지 연구장비 유지보수 전문교육 신규사업 수행으로 연간 20명 교육생 중 재직자 5명의 직무능력 향상과 취업 10명, 진학 3명 등 교육성과를 이루었다.

2016년도에는 대덕 및 오창 본원과 10개 지역센터에 대해 고장수리 159건 및 이전설치 8건, 요소장치 설계·제작 80건, 타기관 기술지원 4건 등 총 251건의 기술지원을 수행했으며, 이를 통해 연간 3억 8,000만 원의 예산을 절감했다. 또한, '방사능노출 초등 대응 물안보 기술 개발지원', '정밀연대측정 및 지구화학분석을 위한 미세영역 시료채취 장치 개발지원' 등의 연구지원과 '전자상 자기공명(SFM-20) 기구 개조', 'Rapid Freeze Quench 장비 변형을 위한 기구설계 및 제작', '무산소동 Cavity 가공용 지그 2종 설계 및 제작', 'NMR

Probe Holder 설계 및 제작' 등 요소장치 제작을 수행했다. 이밖에 연구장비 기술지원 업무 수행과 더불어 기술역량 강화 및 혁신 사례를 통해 서울지역에서 연구장비 유지보수 전문기술교육사업 수행으로 20명의 교육생을 배출했으며, 오창 본원에서 충북대학교 재학생 10명에 대해 연구장비 유지보수 현장학습 등 교육훈련 성과도 이루었다.

2017년도에는 고장수리 153건 및 이전설치 3건, 요소장치 설계·제작 74건, 기타 10건 등 총 240건의 기술지원을 수행하여 연간 4억 6,000만 원의 예산을 절감할 수 있었다.

대표적인 사례로는 전자현미경연구부 NMR용 RF Power Amplifier 고장수리, 생의학오믹스팀 질량분석기(LTQ-Orbitrap) Power Supply 고장수리, 지구환경연구부 SHRIMP Primary Beam Monitor 고장수리와 함께 부산센터 Nano-SIMS(초미세 이차이온질량분석기)의 불편한 시료주입장치를 편리한 마그넷 주입 방식으로 자체 설계 제작하여 약 1억 원의 예산절감을 하였다.

이밖에 연구장비 기술지원 업무 수행과 더불어 기술역량 강화 및 혁신 사례를 통해 서울지역에서 연구장비 유지보수 전문기술교육사업 수행으로 매년 20명 이상의 교육생을 배출하며, 오창 본원에서 충북대학교 재학생 10명에 대해 연구장비 유지보수 현장학습 등 교육훈련 성과도 이루었다.

연구장비 유지보수센터 홈페이지



# 재난분석과학의 선봉에 서다

생물재난팀



최근 들어 국내외 가릴 것 없이, 크고 작은 재난재해 사건은 끊임없이 이어지고 있다. 2007년 12월 허베이스피릿호 기름유출사건과 2011년 3월 동일본 쓰나미로 인한 후쿠시마 원전사고 등 지금까지도 많은 사람들이 여러 형태로 고통을 받고 있다. 이러한 재난사고 앞에 무력감을 낀 것도 잠시, 출연연에 몸담고 있는 한 명의 연구자로서 국민과 국가를 위해 뭔가 실질적인 도움을 주고 싶다는 일종의 사명감이 들었다.

국가적 재난사고에 대비하기 위해서는 무엇보다도 산학연·관이 모두 나서서 유기적으로 대응할 수 있는 시스템을 마련해야 했다. 이에 KBSI는 지난 2012년 선제적으로 재난과학연구단을 출범시켰고 생물재난연구팀은 한국미생물생명공학회와 한국환경생물학회에 '재난미생물 분과'를 신설하여 산학연 콘소시엄을 구성하였다.

콘소시엄에는 전문가들이 모여 국가적으로 문제를 일으키고 있는 생물재난의 요소들을 정리하였다. 이를 바탕으로 2014년에는 <재난미생물>이란 학술도서를 공동으로 발간하여 당해 연도에 과학기술분야 '우수학술도서'로 선정되는 영광을 받았다. KBSI는 오랫동안 첨단 분석장비와 신규분석법 등을 설치·개발해 오고 있다. 이러한 기술들을 재난분석과학에 응용할 수 있는 플랫폼 기술로 발전시킬 수 있었다. 우선 적용 가능한 대상으로 인체 감염형 노로바이러스, 녹조, 어병바이러스, 결핵 등 사회문제가 되는 재난미생물을 대상으로 원인 분석과 해결기술 개발에 집중하였다.

먼저 생물재난연구팀은 작두콩 유래 렉틴단백질을 이용한 노로바이러스 신속 검출시스템을 개발하였고 그 기술을 2015년 국외전시회에 소개하였다. 이후 개발된 기술을 진단시장에 내놓아 재난현장에서 사용가능한 실용연구 비즈니스 세계로 뛰어 들었다. 이러한 노력이 결실을 맺어 국내기술이전과 해외기술협약 등을 체결하게 되었고, 2018년 5월까지 미국에서 우리가 개발한 진단키트를 이용한 임상 시험을 진행해 나갈 예정이다. 이밖에 2017년도에 바이러스 중화제를 콩단백질로 제조하는 기술로 '연구소기업'을 설립하였다. 2018년 평창 동계올림픽에서 노로바이러스 확산 소식을 듣자마자 우리기술이 점목된 손소독제를 올림픽 조직위원회에 전달하여 확산 방지에 일조를 하고자 하였다.

가끔 언론으로부터 출연연은 무용론과 비효율적 집단이라는 낙인으로 인해 많은 질타를 받고 있다. 이것은 출연연에게 사회적, 국가적 책무를 더욱 강화해야 한다는 것으로 이해해야 할 것이다. 즉 출연연은 중장기 원천기술 개발과 국가적 사회문제 해결에 적극적이고 실질적인 연구 성과로 보답해야 할 때이다. 정부 부처 등 대외 기관에서는 국가적 재난이 발생되어 국민이 고통을 받을 때, 출연연의 역할에 대해 큰 의구심을 갖고 있다. 따라서 이제는 실험실에서 머무는 과학기술이 아니라 현장에 보급되고 국민에게 실질적으로 도움이 되는 과학, 즉 실용과학으로 눈을 돌려야 한다고 생각한다.

그런 의미에서 재난분석과학기술 개발은 KBSI의 중요한 미션의 하나가 되어야 하며 그래야 국가와 국민이 인정하는 진정한 출연연구소로 인식될 것이다. KBSI 생물재난연구팀은 재난분석과학의 선봉에 서서 국민과 국가를 위한 가치를 창출하는데 노력을 이어나갈 것이다.

# 대한민국 과학문화 대표 브랜드, 청소년 과학문화사업

대의협력실



대표적인 청소년 과학문화사업인 '주니어닥터'와 '엑스사이언스'를 시작한지 어언 15년이 되어간다. 지난 2004년부터 시작하여 발전을 거듭한 끝에 정부출연연구원 주도 사업 중 최대 규모로 성장하였다. 이러한 배경에는 대덕특구 내 출연(연)을 비롯하여 산학연 기관들의 협조는, 물론 지방자치단체의 적극적인 지원이 있었다. 덕분에 KBSI는 대한민국 교육기부대상 3회 연속 수상과 명예의 전당(2017) 등극 그리고 우수 교육기부기관 및 진로체험기관 인증 등 많은 공로를 인정받을 수 있었다.

처음 사업을 시작할 무렵 KBSI는 2003년, 각 연구부서별 T/F를 구성하여 연구자가 직접 과학체험 프로그램에 참여한다는 사업기획서를 제작하였다. 당시 사회적 분위기는 이공계 진로 선택 기피로 인한 과학기술계 위기감이 심각하게 대두되어 과학문화 확산의 중요성이 어느 때 보다 확대되는 시점이었다. 이처럼 초기 과학문화사업은 KBSI 교육훈련 프로그램의 방향성과 외적 요인이 자연스럽게 융합되면서 급물살을 타게 되었다. 사업 첫 해인 2004년에는 과학기술진흥기금을 지원받아 '첨단장비활용 청소년과학문화사업'이름으로 진행되었다. 그러나 학생이나 학부모들에 의해 새로운 이름의 필요성이 대두되었고 이에 첨단과학(Science)을 실험(experiment)하고 탐구(exploring)하면서 체험(experience) 한다는 의미인 엑스사이

언스(X-Science)를 명칭이 만들어졌다. 이렇게 시작한 청소년 과학문화 사업은 첫 해 대덕본원과 6개 지역분소에서 209회 프로그램을 운영해 2,560명이 참가하는 성과를 이루었다. 한편 2008년에는 KBSI에서 대덕특구 내 출연연 기관들이 함께 참여하여 과학 인프라를 활용해 과학체험 프로그램인 '주니어닥터(과학기술 청소년박사)'를 시작했다. 사업 첫 해 대덕특구 내 6개 기관에서 2주 동안 42회 시범운영 되었는데, 이 때 대전시로 부터 높은 평가를 받아 2009년부터는 사업예산을 지원 받게 되었다. 이후 2017년까지 총 262개 기관이 참여하고 2,944회 프로그램을 운영해 7만 4,799명의 청소년들에게 과학체험 기회를 제공했다. 주니어닥터는 미래꿈나무인 청소년이 과학에 대한 관심과 흥미를 갖고 창의력과 상상력을 키워 나가는 데 명실공히 큰 역할을 담당한 것이다. 지난 10여 년간 엑스사이언스와 주니어닥터 프로그램에 참가했던 어린 학생들은 이제 대학생도 되었으며, 이미 대학을 졸업하여 어디에선가 사회 구성원으로 제 역할을 다하고 있을 것이다.

이제는 단편적인 지식과 기술만으로 복잡한 사회적 현상과 문제를 해결하는 것은 어렵다. 다양한 지식, 기술, 학문 등을 융합적, 합리적으로 이해하고 종합적으로 문제를 해결하는 능력을 가진 창의적 융합 인재 양성이 필요한 시점이다. 이러한 과학문화 확산 활동을 통해 과학기술 발전뿐만 아니라 대한민국의 과학시민이자 미래 과학자로 성장해 나가길 기대해 본다.

Part 2. 성과 비전

# 기초과학의 미래를 이끈다

# Lead the Future

현황화보

연구하고 도전하는  
KBSI의 오늘

1

Chapter

기초과학 연구지원  
수행

2

Chapter

연구지원 운영체계  
확립

3

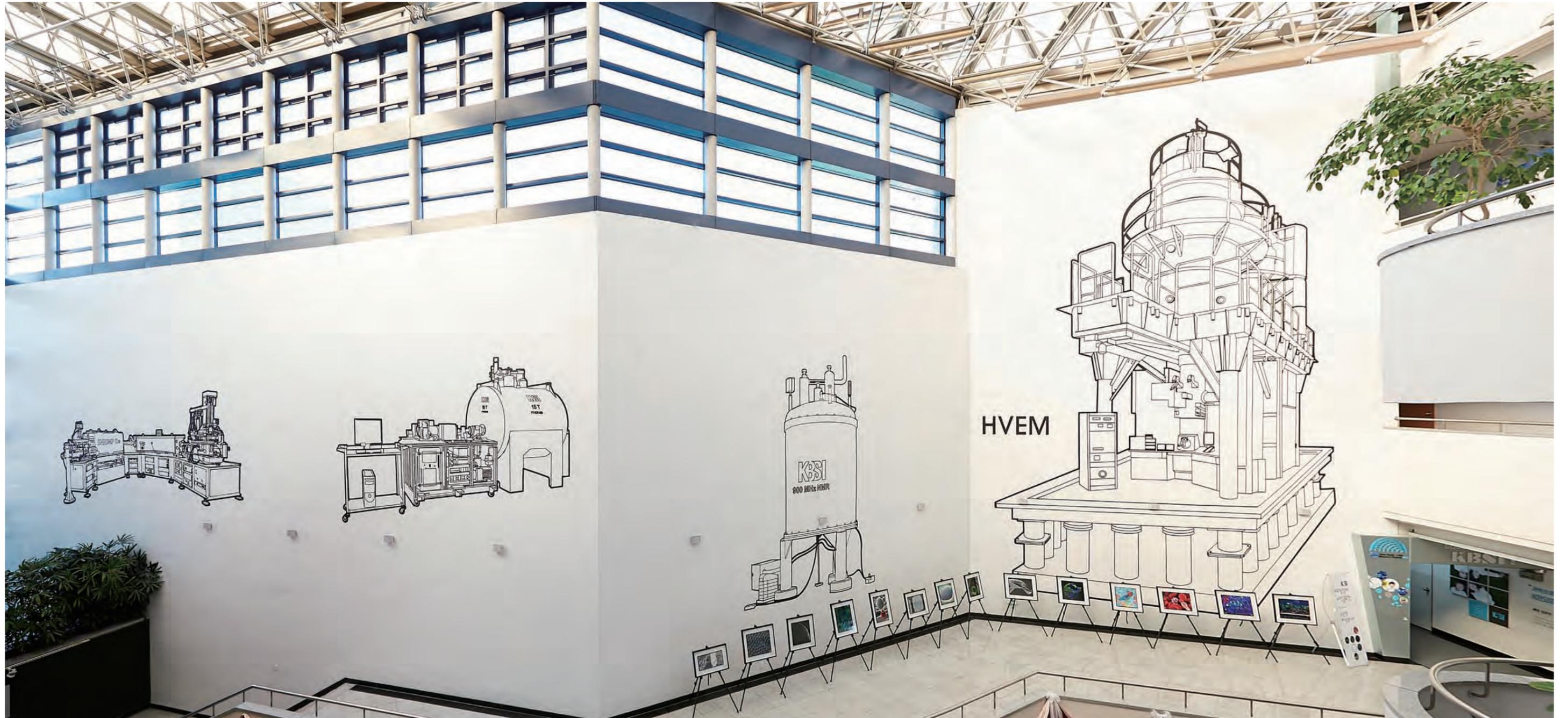
Chapter

열린 연구원 KBSI  
국민과 함께

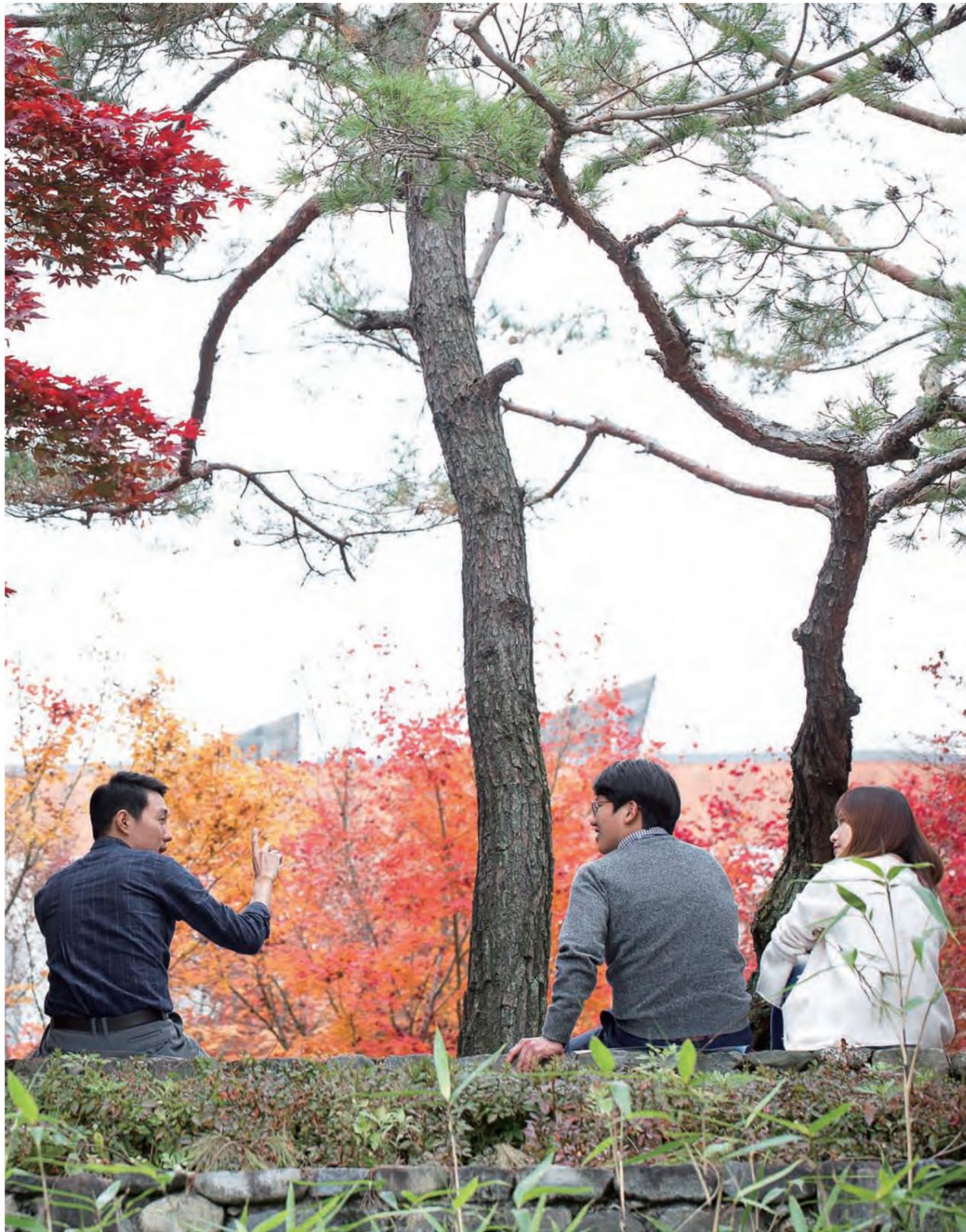
## 연구하고 도전하는 KBSI의 오늘

KBSI는 과학기술 인프라 중심 기관으로 세계 연구기관들과의 적극적인 협력 네트워크를 만들고 국내외 우수 과학자들이 모여들어 세계적인 연구성과를 창출하는 글로벌 기초연구 플랫폼입니다.





우리는 잘 알고 있습니다.  
앞으로 열어가야 할 더 큰 세상이 우리 앞에 있음을  
KBSI는 국민의 더 나은 삶을 위해 연구하고 도전하고 꿈꿉니다.

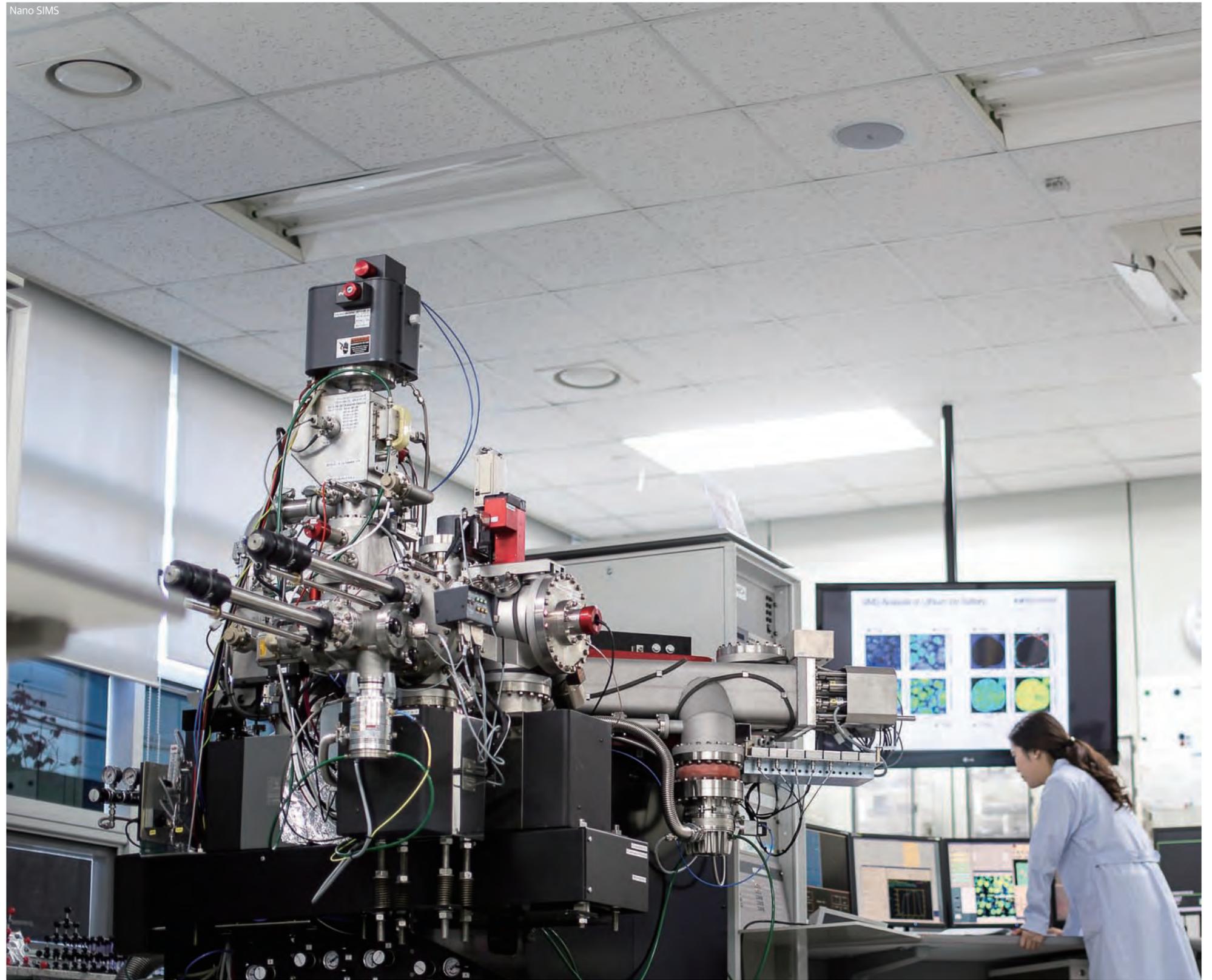




SPE-800 MHz NMR



KBSI는 축적된 기술을 활용해  
장비활용, 공동연구, 인력·지식, 기술이전·사업화를 통한  
중소기업 지원에 앞장서고 있습니다.



Nano SIMS



Bio-HVEM



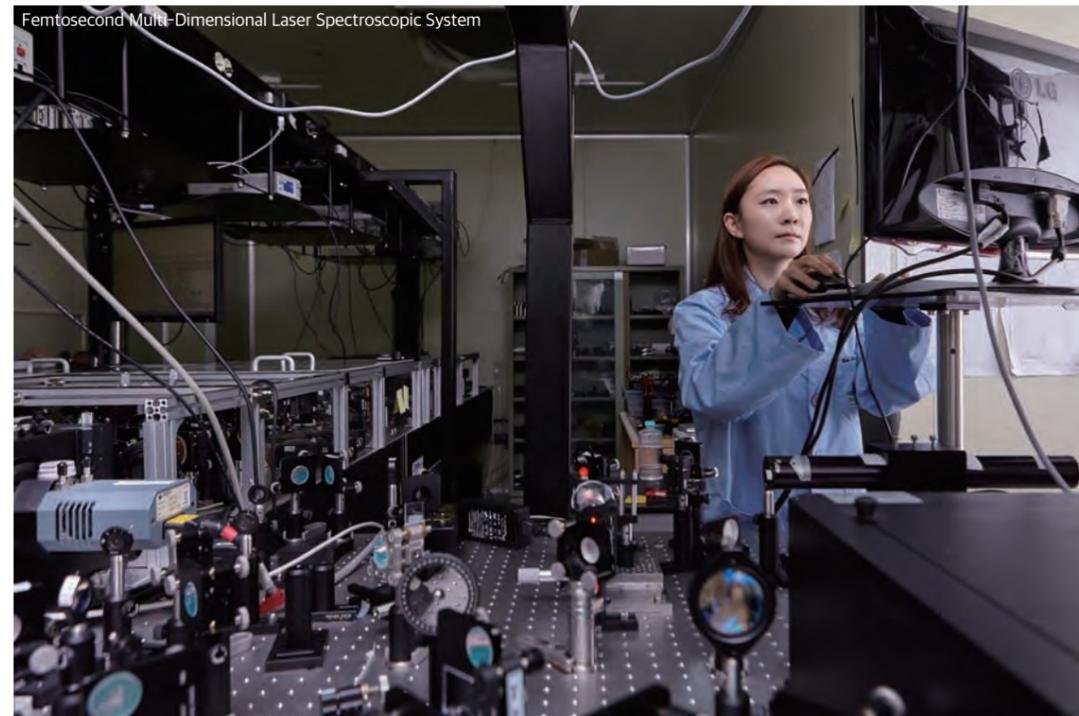
In-Vivo micro-CT System

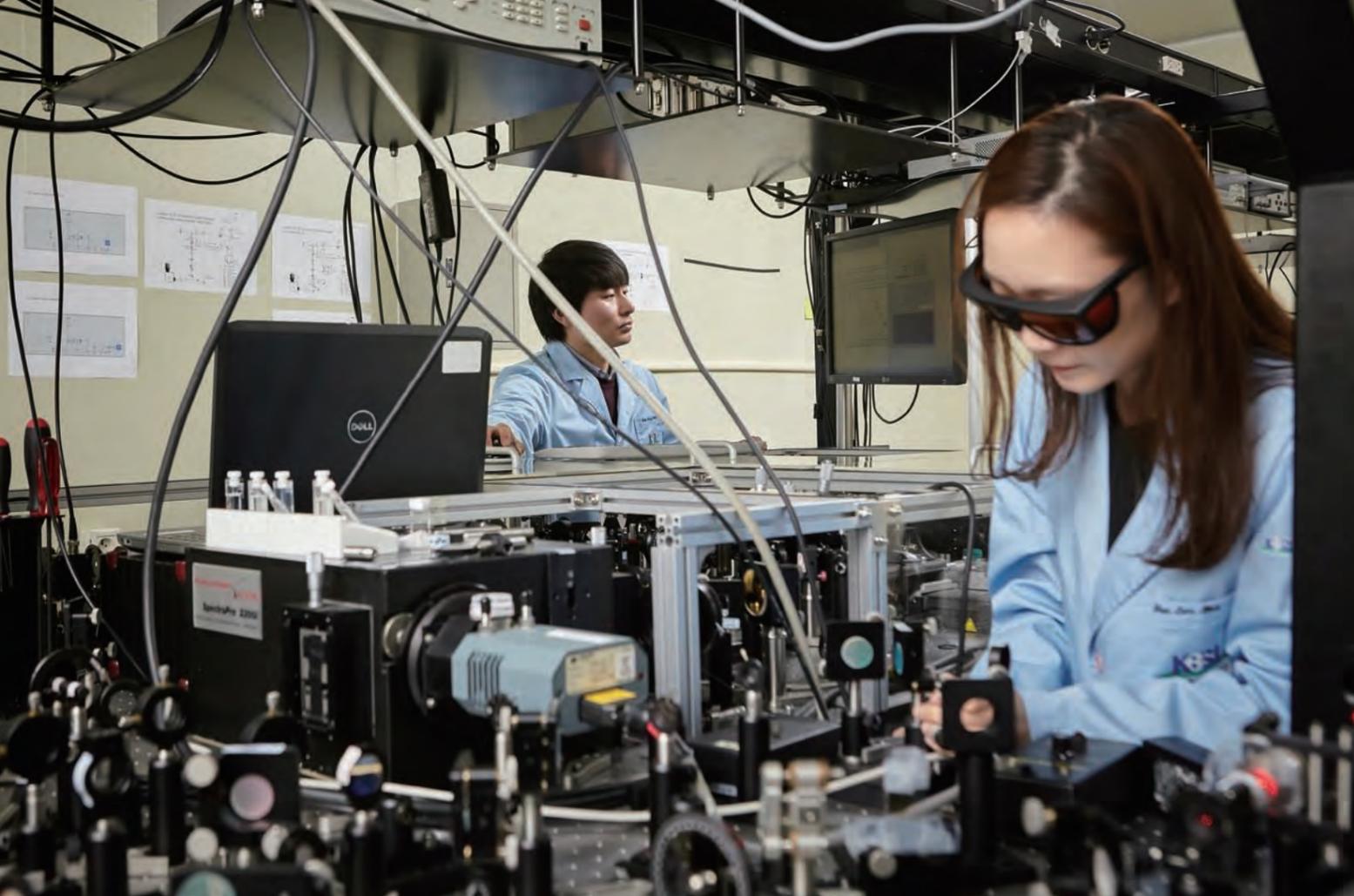


Multifunctional TEM

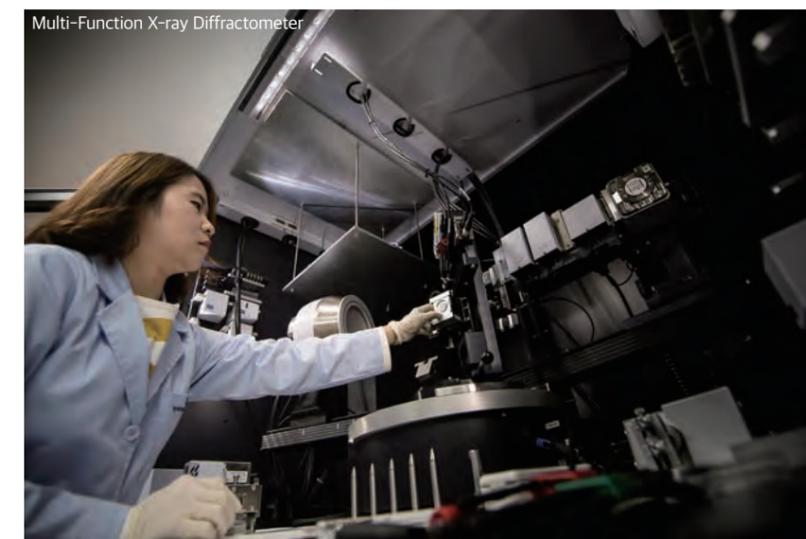


Femtosecond Multi-Dimensional Laser Spectroscopic System

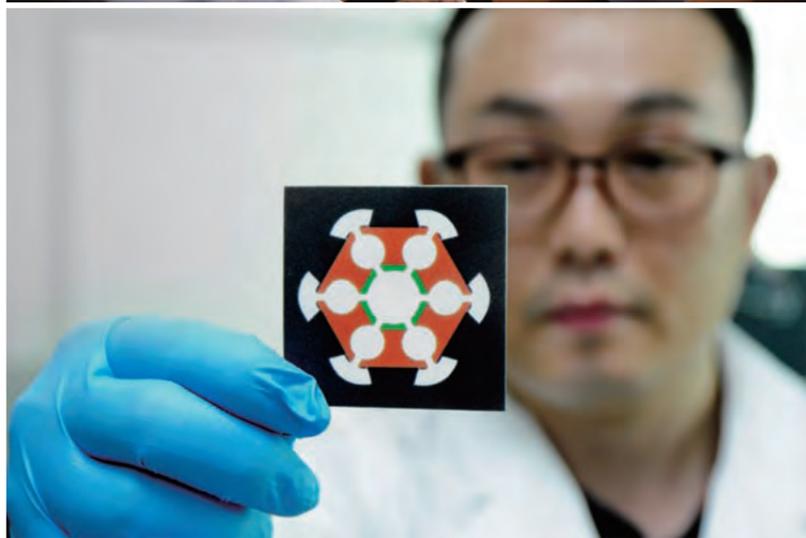
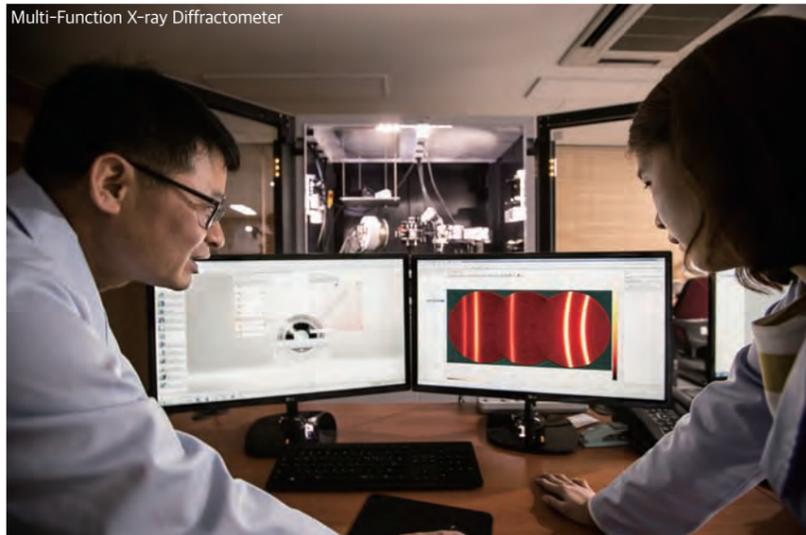




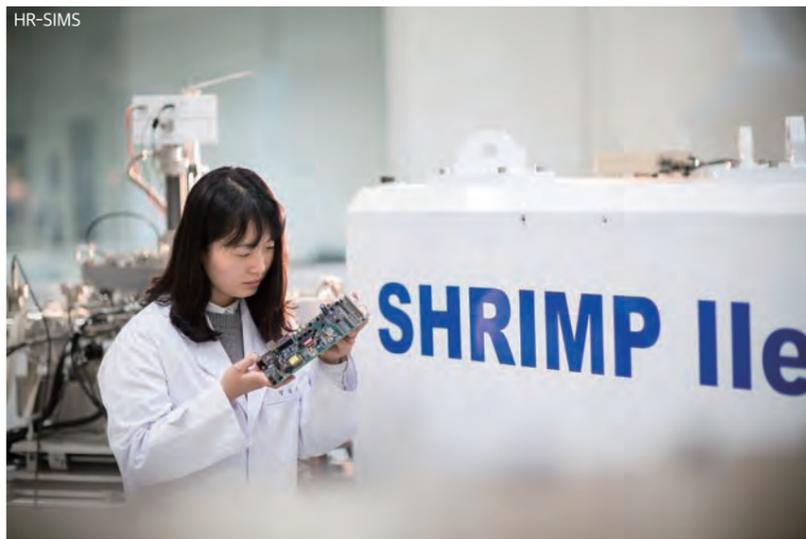
연구장비 공동활용과  
 분석지원 전국 연구네트워크를  
 기반으로 한 공동연구는  
 우수한 성과들을 창출했습니다.



Multi-Function X-ray Diffractometer

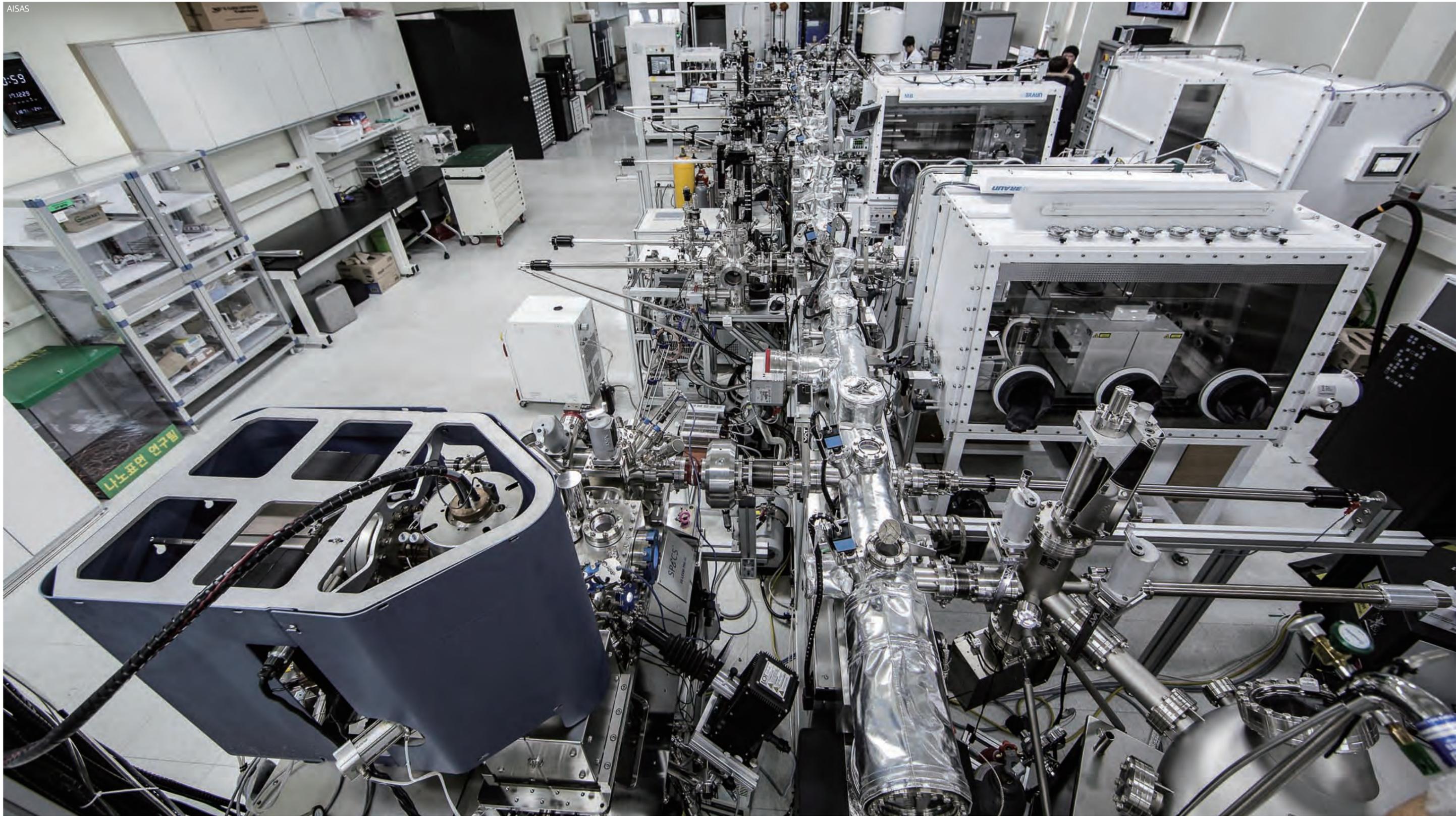


HR-SIMS



Bio-HVEM







FE-TEM



국민에게 한 걸음 더 가까이  
대한민국 과학기술 발전의 역사 그 중심에 KBSI가 있습니다.

# 우리가 걸어온 길을 돌아보다



KBSI는 1988년 8월 1일 '기초과학지원센터'로 출발했다. 설립 30주년을 맞아 대한민국 기초과학을 지원하는 연구기관으로서 KBSI가 확고한 위상을 구축할 수 있었던 배경과 경쟁력은 무엇이었는지 돌아보는 자리를 마련했다.

## 세계적 과학연구 완성에 기여

**권경훈** 저는 1993년에 연구소에 입사했습니다. 그때는 우리가 장비를 확충하고 전문 인력을 충원하면서 확대해가는 기간이었어요. 지원기관이라는 성격이 명확했기 때문에 우리의 걱정은 연구였습니다. 연구를 해야만 첨단 장비에 대해 전문적으로 지원할 수 있는데, 연구원들 입장에서는 기관이 연구 역할을 갖지 않게 되는 것이 큰 문제였죠. 가능하면 우리도 연구기관의 역할을 하기 위해 노력했어요. 다음 10년에는 다행히 연구사업을 시작하게 되었습니다.

**민안기** 일단 첫 번째 10년은 태동기일 것 같고요, 두 번째는 성장기, 세 번째는 과도기인 것 같습니다. 첫 10년은 저희가 과학재단 부설로 시작했어요. 잘 아시겠지만 주로 학교 교수님들이 반대해서 태동부터 굉장한 진통을 겪었고, 그 뒤에도 지속적인 공격이 있었죠. 그 때문인지 몰라도 중간에 한번 없어지기도 했어요. 한국표준과학연구원의 부설도 아니고 일개 부서로 편입됐으니까요. 개인적으로 비참하기도 했고, 기초과학지원기관으로서 소명이 끝났다고 생각했어요. 그런데 내부적으로 100명 정도 되는 직원들이 굉장히 결속이 잘 됐어요. 비상대책위도 만들어서 대처동 사옥 지하 회의실에서 회의도 하고, 소장님이나 간부들이 많이 뛰었죠. 그 덕분에 저희가 다시 독립할 수 있었습니다.

그렇게 기관의 존립에 대해 고민하면서 10년을 보낸 것 같습니다. 저는 창립멤버는 아니지만 창립 몇 달 뒤에 들어와서 이곳에 대해 애정이 각별해요. 역경을 같이 겪어왔기 때문에 사람뿐만 아니라 기관 자체에 대해서도 애정이 있어요. 제가 보기에 조직 전체로 보면 첫 번째 10년이 우리가 뿌리를 깊이 내리는 과정이 아니었다 생각을 합니다.

**김선봉** 초창기에 통폐합 과정을 겪다 보니 어려움이 많았어요. 그러다 보니까 좋은 전통이 생겼어요. 직원들이 개인의 이익보다 기관이 잘되는 쪽을 먼저 생각하는 거죠. 저는 그걸 고맙게 생각하고, 또 자부심을 가지고 있습니다.

**권경훈** 제가 1993년에 들어왔을 때까지만 해도 국가적으로 장비를 구입할 예산이 없어서 IBRD 차관으로 장비를 구입했어요. 보통 연구소가 새로 생기면 자체 연구용 실험실을 꾸미는 거로 예산을 많이 쓰거든요. 하지만 우리는 우리의 임무에 충실하여 대학 연구를 지원하기 위해 많은 장비를 구입하는데 집중했어요.

**박중은** 저는 2003년 12월에 들어와서 기획 쪽에 오래 있었습니다. 그런 차원에서 연구소가 성장할 수 있었던 동력에 대해 말씀드리자면 가장 큰 건 오창에 225만 m<sup>2</sup> 용지를 마련해서 대형 연구장비를 구축하기 시작했던



권경훈

### 참석자 (총 8명)

- 권경훈 책임연구원
- 김선봉 감사부장
- 남기환 선임연구원
- 민안기 장비정보팀장
- 박중은 경영기획팀장
- 서정주 국산장비신뢰성평가센터장
- 유종신 책임연구원
- 황금숙 서울서부센터장

66  
KBSI는  
세계적인  
과학자들의  
연구를  
완성시켜주는 곳  
99

게 아닌가 싶습니다. HVEM이라는 국가적 대형 장비가 들어온 이후에는 대덕본원에 부지가 부족했거든요. 오창센터 설립 이후 지금까지 구축한 장비들이 저희가 성장할 수 있는 기반이 되었다고 생각합니다.

생각을 달리하는 분도 계시는데 또 한 가지는 2007년인가 2008년에 개인평가 제도를 획기적으로 바꾼 적이 있습니다. 전에는 특별로 평가하고 인사평가와 성과평가를 달리 해서 약간 '나뉘 먹기'식으로 이루어졌거든요. 그런데 지원부서면 지원부서, 연구부서면 연구부서 전체를 놓고 평가 등급을 매기니까, 평가 지침이 뭐가 되느냐에 따라서 실적이 크게 좌우가 돼요. 물론 안 좋아진 점도 있긴 하지만, 논문실적 등의 측면에서는 많이 성장하지 않았나 생각합니다.

**유종신** 우리가 1988년도에 세워질 당시에는 대학교 내에 장비가 없었기 때문에 우리가 연구를 지원해 준다는 뜻에서 '지원연구원'이라고 했어요. 지금도 그 정체성이 흔들리진 않아요. 기초과학연구원(IBS)과는 다르죠. IBS는 직접 연구하고, 우리는 서포트하는 기관이라는 사실을 부인할 수는 없어요. 그런데 연구를 잘하려면 지원이 필요해요. 대형장비를 비행기에 비유하면, 장비를 잘 다루는 사람들이 있고, 그 운전법을 잘 아는 연구원이 운전대에 대해 연구를 하면 그걸 바탕으로 손님을 태워서 안전하게 목적지까지 같이 가는 거예요. 그래서 지원을 하려면 연구원이 연구를 해야 돼요. 그걸 이루는 정체성은 '공동연구'입니다. 저는 정체성이 뭐냐고 물으면 확실하게 말해요. 우린 '지원'을 가지고 '공동연구'를 하는 기관이라는 점을 명확히 합니다.

처음에 '주지야연'이라는 말도 했었어요. 주간에 지원하고 야간에 연구하자. 지원과 연구가 같이 가야 하는데 그 시절에는 지원만 하

는 것처럼 보여야 했거든요. 그래서 주간에는 지원을 하고 야간에는 연구를 하는 거죠. 그러다가 본격적으로 대형장비가 구축되면서, 낮에도 연구를 하게 된 거죠. 이제는 동등한 위치에서 50대 50 수준에 자리매김했다고 생각합니다. 앞으로의 정체성도 그런 부분들을 바탕으로 나아가야 해요. 외국처럼 가야 할 것 같아요. 지원연구가 잘 돼서 연구자가 '아, 저 기관에 내가 얻을 게 있다. 지원받을 게 있다' 하는 인식이 자리 잡도록 해야 합니다.

**권경훈** 저희가 'See the Unseen'이라고 이야기를 해요. '보이지 않는 것을 본다'고. 예를 들어서 아인슈타인이 중력파를 예측했지만 그걸 볼 때까지 수십 년이 걸렸듯이, 과학자가 연구한 결과를 보여주지 않으면 연구가 완성될 수 없어요. 그런데 그냥 하드웨어만 있다고 연구결과를 볼 수 있는 게 아니고, 그걸 어떻게 볼 수 있을지에 대한 연구 또한 필요한 거죠. 저희는 첨단장비를 이용해서 연구내용이 보여 질 수 있도록 연구를 해요. 똑같은 연구를 해도 우리의 도움으로 볼 수 없는 걸 보게 되면 논문의 수준이 올라가거든요. IBS는 세계적인 과학자들이 연구하는 곳이라면, 여기는 그들의 연구를 완성시켜주는 곳이라고 이해하시면 될 거예요.

**황금숙** 저는 2005년에 들어왔습니다. 저희는 장비 기반의 분석 지원, 연구자원을 하고 있습니다. 처음에는 우리나라에 장비가 없었기 때문에 각 대학 연구실에서도 그걸 쓸 수 있는 수준이 아니었고, 그래서 장비를 지원해줄 기관이 필요했습니다. 하지만 세상이 많이 변했습니다. 전자제품, 스마트폰 등 모든 기기가 예전과는 비교할 수 없을 만큼 업그레이드되고 정밀해졌거든요. 장비도 20, 30년 전과 달라졌어요. 옛날에는 특별하게 많은 기술을 요하지 않아도 데이터를 얻을 수 있는 장비



남기환



민안기

들이 대다수였다면, 지금은 그걸 작동할 수 있는 전문 기술이 필요해졌어요. 같은 장비가 있다 하더라도 대학교에서 얻을 수 없는, 여기에 서만 얻을 수 있는 데이터도 있거든요. 장비를 누구나 다 사용할 수 있다면 저희가 있어야 할 이유가 없는 거죠. 세상이 더 복잡해지고 장비도 마찬가지로 때문에 저희는 분석지원이든, 연구지원이든 존재할 수밖에 없는 거 같아요. 그렇게 되면서 저희 위상도 많이 달라졌다고 생각해요. 처음 KBSI에 들어왔을 때, 연구에 대해 발표하면 가장 많이 듣는 질문이 "얼마 주면 찍어 주냐"라는 거였어요. 그런 이야기를 들 때마다 자괴감이 굉장히 많이 들었거든요. 지금은 가서 발표하면 "어떻게 하면 그 장비로 같이 연구할 수 있냐"고 물어요. 그래서 저는 지금 우리의 위상이 달라졌다고 느껴요.

**서정주** 저는 연구원 1호 공채입니다. 제가 30년 동안 연구소에 있으면서 큰 충격을 받고 깨우친 일이 세 가지 있어요. 처음 KBSI에 들어와서 분석지원 일을 시작했는데, 당시에는 장비를 가지고 오면 그걸 돌리는 게 다였어요. 그거조차도 우리나라에서는 안 됐기 때문이었죠. 그런데 몇 년 뒤에 '이 일은 돈이 되고, 누구나 다 할 수 있는 일이다. 그럼 더 이상 우리의 존재가치는 없다'는 사실을 깨닫게 됐어요. 그때 '분석기술 고도화'라는 얘기, 즉 '전문 분석지원' 역량을 키워야 한다며 우리들끼리 스스로 자성의 목소리를 내게 되었어요. 그냥 와서 찍어달라면 찍어주는 게 아니고, 우리가 정말 잘할 수 있는 기술을 계획하자. 그래서 1년 동안 기획하고 보고서를 써낸 적이 있어요. 이 과정을 통해서 우리가 분석기술을 고도화하고, 연구 능력이 생기고, 장비를 대형화시키면서 어느 정도 수준이 올라갔어요. 정부가 사준 장비로 분석지원만 하는 사람이 아니고 바깥에 나가서 대학, 연구소와 경쟁해서 과제

를 수주해오는 수준으로 거듭나게 됐어요. 그다음 연구 쪽으로 돌면서 연구만 하는 부서가 생겼는데, 평가도 안 받고 3년 동안 네이처 수준의 논문을 내도록 했어요. 단, 성과가 나지 않으면 10% 월급을 깎겠다는 조건이 붙었죠. 그때 그들은 물론 나머지 부서도 굉장히 잘했어요. 당시 전체 출연연구소 논문 당 사람을 나누면 저희가 1위였어요. 그런데도 그때는 자체 논문 퀄리티가 높고 많다는 것을 바깥에 자랑할 수 없는 현실이 참 안타까웠어요. 그 결과를 우리 이름으로 내놓으면 "분석지원 하라고 했는데 너네 연구했지"라는 이야기를 들을까 봐 자랑을 못 했거든요.

마지막으로 자랑스러운 것은 이제는 바깥에 나가서 "나는 질량분석기를 하고, 내 소속은 기초과학지원연구원입니다"라고 하면 다 알아듣는다는 사실이에요. 제가 있는 동안 두 학회가 우리 연구소에서 태동했고, 여기서 일하던 분들이 많은 대학과 연구소에 퍼져있어서, 최소한 분석과학 장비 분야에서는 우리가 자리를 잡았다고 생각해요.

아쉬운 것은 질량분석학 분야의 최고 연구자가 없으면 분석과학 기반기술에 한계가 있을 수 있다는 점이에요. 소스를 다루는 분들이 논문을 내고 노벨상을 타지 장비를 가지고는 한계가 있었어요. 지금 그걸 극복하기 위해서 노력하고 있어요. 제가 느꼈던 이 3가지로 다음 30년에 아쉬운 점이 없는 KBSI를 만들어야 한다고 생각해요.

**권경훈** 저는 연구장비 개발 사업 기획 쪽에 관여했기 때문에 그쪽 이야기를 드리겠습니다.

2003년부터 미국의 국립고자장연구소하고 같이 세계 최고의 질량분석기를 만드는 프로젝트를 진행했습니다. 2007년에 15 T FT-ICR MS를 오창에다가 설치를 했죠. 그게 시드(Seed)가 돼서 계속 질량분석기를 개발했

김선봉



데요. 그러면서 국내 질량분석기 개발 업체하고도 교류가 있었고요. 중소기업과 협력을 진행하면서 이야기를 나눠보니까 “국산장비를 제조할 역량은 되는데 연구자들이 써주지 않고, 정부 지원도 부족하다 보니까 계속 외산 장비만 쓰는 악순환이 된다”며 고민을 토로하더라고요. 실제로 R&D에 국가예산을 투자해 봐야 돈은 외국 장비업체로만 나갔어요.

그 일을 계기로 미래부(현 과학기술정보통신부)하고 연구장비 개발에 대한 얘기를 많이 나누게 되었고, 연구 산업이란 개념을 갖기 시작했어요. 연구장비 산업은 연구장비 개발과 장비로 서비스를 해주는 두 가지로 분류가 되는데, 그 일을 왜 우리가 해야 되는가 하는 당위성이 명확했어요. 우리는 최고 수준의 장비를 수십 년 동안 다른 전문가들이 분야별로 다 있는 거예요. 국산 장비를 보면 어떤 문제

점이 있고, 어떤 부분을 업그레이드하면 좋을지에 대한 피드백을 가장 잘 줄 수 있는 기관이었죠. 또 장비를 개발한 경험, 장비를 유지 보수하는 인력과 별도 팀도 있었어요. 몇몇 중소기업은 이미 장비를 만들어서 팔 수 있는 기술력을 확보하고 있었어요.

그래서 저희가 연구장비를 국산화하는 장비개발 사업을 진행하게 됐어요. 국내 연구자들이 우선적으로 국산 장비를 써줘야 하는데, 그러려면 국산 장비의 성능에 대한 연구자들의 신뢰가 필요했습니다. 이 문제를 해결하기 위해 정부 기관 인증 평가를 진행하는 성능평가센터를 만들어서 연구자들이 구입 전에 먼저 써볼 수 있도록 지원했습니다. 이게 2015년부터 주요사업으로 진행하는 ‘연구장비 산업 육성’의 시작입니다.

## 국가연구시설장비 데이터 활용에 주력

**유종신** 제가 1993년에 연구소에 입사했는데, 당시에 연구소 출신 초대 원장이었던 이정순 원장이 우리도 장비를 한 번 만들어볼 수 있지 않겠느냐고 과기부에다가 말을 했어요. 그때 지원하는 기관에서 무슨 장비를 만들려고 하느냐며 과기부에서 거절했어요. 그런데도 원장님은 뜻을 꺾지 않고 장비를 만들어 보라며 저에게 미션을 줬어요. 미국 플로리다에 있는 국립고자기장 연구소와 협력하여 FT-ICR 질량분석기를 국제공동으로 제작·설치해 보라고 했어요. 정부에서 장비개발을 거절당했지만 밖에 이야기하지 않고 연구소 자체로 개발을 시작한 거죠.



박종은

**서정주** 얼마 전에 세계시장 데이터를 봤더니 전자현미경 시장에서 제일 많이 차지하는 데가 'JEOL'이더라고요. 3년 전에 JEOL 브로슈어를 봤는데, 본인들이 자랑할 만한 업적을 KBSI에 전자현미경 들어갔다는 얘기를 적어 놓은 거예요.

**김선봉** 저는 우리기관이 우리나라 최고 연구소라는 자부심이 있어요. 우리나라 전 기관의 SCI 논문 수를 세어보면 우리 기관이 톱이에요. 우리 연구소 장비를 통해서 SCI 논문이 1,100편 정도 나오는데, 그 논문 안에 KBSI 장비를 썼다는 문구를 넣도록 하고 있거든요. 카이스트도 1년에 800편밖에 안 돼요. 저는 우



유종신

리 연구원들이 알았으면 좋겠어요. 지원을 연구의 하부 개념으로 인식하고 움츠러드는 거 같은데, 그러지 않았으면 좋겠어요. 우리가 최고의 장비 속에서 최고의 연구원들과 일한다는 자부심을 가지고 크게 펼쳐나갔으면 좋겠습니다.

**남기환** 저는 2014년도에 들어왔는데요. 장비 개발과 관련해서 선배님들과 생각이 조금 달라요. 4차 산업혁명 시대로 빠르게 가고 있는데 ‘과연 우리가 언제까지 하드웨어를 가지고 갈 수 있을까?’라는 의구심이 듭니다. 이전의 30년이 아니라 이후의 30년을 이야기할 때 반드시 논의되어야 할 주제라고 생각해요.

**권경훈** 저는 세 번째 10년에 ‘국가연구시설 장비진흥센터’를 통해 국가연구장비 총괄 업무를 맡게 된 스토리가 들어가면 좋을 거 같아요. 처음 10년은 장비가 없어서 저희가 장비 지원을 했지만, 다음 10년에는 국가적으로 장비가 보급되면서 너무 많은 장비에 대한 관리가 필요해졌어요. 세 번째 10년에는 장비 데이터베이스를 만들기 시작했어요. 체계적인 관리가 필요하다는 판단 하에 국가연구시설장비진흥센터를 우리 기관에 만들었고, 거기서 장비 데이터베이스, 장비관련 정책, 유희 장비 활용 등 다양한 사업을 하고 있습니다. 우리 기관의 큰 축 하나를 담당하면서 점점 더 중요성이 커지고 있어요.

**유종신** 우리 연구소가 분석기술을 사용하여 많은 데이터를 만드는 일을 하잖아요. 이게 4차 산업혁명과도 맞닿아 있다고 생각해요. 4차 산업혁명이 빅데이터에 기반 한 것이고, 물리, 화학, 생물, 지질 등에서도 빅데이터가 나오잖아요. 이런 분야의 데이터를 생산하는 곳이 우리입니다. 지난 30년 동안의 노하우를 가지고 있거든요. 예를 들어 의료 쪽에서 빅데이터를 사용한다고 하면, 우리는 생물 분야에

서 DNA, RNA, 단백질, 대사체 등의 ‘오믹스’ 관련 데이터를 생산하거나, 해석과 전파를 담당할 수 있습니다. 공동연구 형태로 진행할 수도 있다고 생각합니다.

**황금숙** 빅데이터를 말씀하셔서 부가 설명하자면, 우리도 많은 분석 데이터를 가지고 생활에 직접 적용하기 위한 시도를 하려고 했습니다. 하지만 4차 산업혁명에서 중요한 게 수많은 데이터를 정제하는 작업이 필요합니다. 예를 들어 바이오 분야, 혹은 환경 분야에서 나온 데이터를 쓸 때, 저희가 데이터를 표준화하고 유용한 데이터를 구분하는 가이드라인을 주고, 인프라를 구축하는 역할을 할 수 있을 것입니다.

**서정주** 저희 이름이 기초과학지원연구원 이잖아요. 연구장비를 가운데 놓지 않고는 앞으로 아무것도 연결이 되지 않습니다. 우리가 30년 동안 해온 것도 연구장비를 뿌리내리고 이걸 가장 잘 쓸 수 있는 법을 만들고 서포트하는 일이에요. 이다음에 해야 할 역할은 남들이 만들지 못한 연구장비를 만드는 거예요. 지금까지의 얻은 데이터를 융합하고, 발전시켜서 이다음의 활용 방안을 제시해줘야 하지 않을까 생각합니다.

66  
저는 우리가  
우리나라 최고  
연구소라는  
자부심이 있어요  
99

서정주



황금숙



## Chapter 1.

# 기초과학 연구지원 수행

1. 연구장비 인프라 구축
2. 연구장비 공동활용
3. 국가·사회 문제해결형 연구성과
4. 첨단 연구장비 개발
5. 국가연구시설장비 총괄관리
6. 분석과학기술 인력 양성
7. 산학연 협력 구축 및 성과 확산

대한민국 기초과학 발전을 위한 연구지원을 수행해 온 KBSI의 역할은 시대에 따라 조금씩 변화가 있었다. 설립 초기에는 대학이나 기관의 연구 지원을 위한 대형장비 구축에 초점을 맞추었다. 이후 세계적 수준의 첨단 대형장비가 하나둘 갖추어지면서 연구지원 역량 강화와 장비 활용 역량 극대화를 위한 연구가 진행되었다. 대형장비 구축뿐만 아니라 장비 활용에 대한 전문적 연구역량까지 갖추게 되면서 자연스럽게 세계적 수준의 연구 장비 개발 역량도 확보할 수 있었다. 또한, 최첨단 대형연구장비를 활용해 창의적 연구성과를 도출할 수 있는 전문가 양성은 물론 기초과학 인재 양성을 위한 과학대중화사업에 이르기까지 대한민국 기초과학 발전을 지원하는 터전으로서 그 역할과 소명을 충실히 수행해 왔다.

2018년 현재 KBSI가 주력하고 있는 연구지원 활동으로는 ‘연구장비 인프라 구축’, ‘연구장비 공동활용’, ‘국가·사회 문제해결형 연구성과’, ‘첨단 연구장비 개발’, ‘국가연구시설장비 총괄관리’, ‘분석과학기술 인력 양성’, ‘국내외 산학연 협력 구축 및 성과 확산’ 등이 있다.

KBSI는 앞으로도 대한민국의 기초과학 역량이 세계 최고 수준에 이를 수 있도록 모든 지원 방안을 모색해 나갈 것이며, 세계의 기초과학을 리드할 수 있는 첨단 연구장비 개발은 물론, 창의적 역량을 갖춘 전문인력 양성에도 적극적인 노력을 경주해갈 것이다.

# 1

## 연구장비 인프라 구축



기존에 없던 새로운 과학기술을 개발하고 세계적인 연구성과를 꾸준히 만들어 내기 위해서는 반드시 그에 상응하는 수준의 연구장비 인프라가 갖춰져야 한다. 세계 과학 발전을 선도하는 나라들이 첨단 장비의 중요성을 강조하는 이유이다. 특히 과학계의 하부 구조라 불리는 분석 장비 인프라는 과학적 창조를 위한 절대 요소라 해도 과언이 아닐 것이다. 제아무리 역량이 뛰어난 과학자라 할지라도 분석장비 인프라 없이는 결코 세계적인 연구성과를 올릴 수 없기 때문이다.

불과 30년 전만 해도 대한민국의 연구 환경은 너무나 열악해 불모지나 다름없는 상황이었다. 기초 연구에 필요한 첨단 장비 구축 작업이 체계를 갖추기 시작한 것은 1988년 8월 1일 KBSI가 설립되면서 부터이다. 이후, 지난 30년 동안 KBSI는 지속해서 연구장비 인프라 확보를 위해 노력해 왔으며, 대학과 연구소, 기업에 세계적 수준의 분석장비 인프라를 제공할 수 있었다.

이러한 노력의 결과 2018년 현재 대한민국은 세계적 수준의 연구장비 인프라를 갖춘 나라가 되었으며, 국내 연구자에 대한 지원은 물론 국제적인 연구 협력체계를 구축해 나갈 수 있게 되었다. KBSI는 앞으로도 대한민국이 세계 최고 수준의 과학 강국으로 발전해갈 수 있도록 하기 위해 국가적 대형연구장비 인프라 구축에 총력을 기울여 나갈 것이다. 다음은 KBSI가 보유한 대표적인 첨단 대형연구장비 인프라이다.

### 초고전압 투과전자현미경

(HVEM, High Voltage Electron Microscope)

주요성능

1.3 MV TEM

설치년도

2004년



초고전압 투과전자현미경(HVEM)은 원자 단위 구조까지 직접 관찰할 수 있는 장비로 신물질의 구조분석, 극미세 소재개발 등 기초과학 및 응용과학 분야에서 국가적 공동활용 연구장비로 운영되고 있다.

이 장비의 특성을 살펴보면 우선 원자분해능(0.12 nm)과 고경사각( $\pm 60^\circ$ )의 동시 수행으로 나노 물질의 3차원 원자구조 분석 작업이 가능하다. 또한, 최첨단 에너지 필터(HV-GIF)를 장착해 나노 물질의 화학분석 수행이 가능하며, 특수 제작된 시편 홀더를 개발해 구비함으로써 저온과 고온의 실시간 분석 작업도 가능하다.

HVEM을 활용한 대표적 연구 사례로는 세계 최초로 '여왕 소라 껍데기 강화 메커니즘'의 규명을 꼽을 수 있다. KBSI 연구팀은 여왕 소라 껍데기의 우수한 기계적 물성 원인을 이해하기 위해 계층구조를 구성하는 최소 단위체에 존재하는 나노미터 크기의 쌍정을 관찰했다. 이 연구를 통해 최소 단위체 내부의 쌍정이 인성 강화 메커니즘에 중요한 역할을 하는 것을 규명할 수 있었다. 이는 HVEM의 고분해능과 고경사각 동시 수행 능력이 함께 적용되어 나노미터 크기 쌍정에 대한 결정학적 특성을 관찰할 수 있었기에 가능한 성과였다. 이 장비의 주요 활용 분야로는 '나노 재료의 원자단위 구조분석', '실시간 재료 구조변화 특성 평가' 등이 있다.

## 고자기장 자기공명장치 (High Field-Nuclear Magnetic Resonance)

주요성능  
900 MHz Cryogenic NMR  
신호감도 8,000 : 1

설치년도  
2006년



고자기장 자기공명장치(High Field-Nuclear Magnetic Resonance)는 생체분자 입체구조 규명 및 신약개발 연구에 필요한 핵심 장비이며, 현재, 오창센터에 설치해 국가적 공동활용 연구장비로 활용하고 있다.

이 장비의 특징은 초저온 프로브의 1 H 민감도가 기존 실온 프로브의 4배 이상(8,000)으로, 실험시간을 1/16로 단축하는 효과가 있으며, 100  $\mu\text{m}$  이하 단백질 측정과 100  $\mu\text{g}$  천연물의 13 C 실험이 가능하다.

고자기장 자기공명장치를 활용한 대표 연구사례로는 세포막이 결합된 TRPV1 채널의 독거미 독에 의한 활성 메커니즘 규명이 있다. TRPV1은 독거미 독(Double-Knot Toxin)이라고 불리는 단백질에 의해 활성화되는데, 채널 활성화 메커니즘 규명을 위해서는 독거미 독소의 3차 구조를

밝힐 필요가 있다. 이때, 좋은 해상도의 NMR 스펙트럼을 위해 고자기장 자기공명장치를 활용해 2D-NOESY 등 2차원 실험을 수행함으로써 정확한 3차 구조를 규명할 수 있었다.

주요 활용 분야로는 '단백질 구조 분석', '단백질 상호작용 분석', '천연물 구조 분석', '운동성 분석' 등이 있다.

## 초고분해능 질량분석기

(Fourier Transform  
Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometer)

주요성능  
15 T FT-ICR MS  
분해능 3,500,000

설치년도  
2008년



초고분해능 질량분석기는 세계 최고 수준의 질량 분해능과 정확도를 나타내는 국내 유일의 질량분석장비로, 원유 및 복합유기물, 천연물, 대사체, 환경시료 분석 등에 공동 활용되고 있다.

이 장비의 특성으로는 먼저 세계 최고 자기장으로 초고분해능( $> 10,000,000$ ) 질량분석 능력을 꼽을 수 있다. 또한, 매트릭스 보조레이저 탈착이온화와 전자분무이온화를 동시에 사용할 수 있으며, 분자 영상 측정, APCI, APPI, 다차원 LC/MS/MS 등 다양한 기능을 보유하고 있다. 이 밖에 CID, ECD, ETD, IS-CAD 등 다양한 탄뎀질량분석 실험도 가능하다.

초고분해능 질량분석기를 활용한 대표 연구사례로는 '초미세먼지 유래 수용성 및 불수용성 유해 유기물질 성분 정밀분석법 개발'이 있다. 이 연구는 국민 건강을 심각하게 위협하는 초미세먼지 문제를 해결하기 위해 진행되었다. 먼저 초미세먼지에 함유된 복합 유기물질의 구성성분과 함량 측정을 위한 초고분해능 질량분석기 기반의 정밀분석플랫폼을 구축한 후, 이를 활용해서 초미세먼지 유래 오염 유기물에 대한 보다 정확한 정보를 획득할 수 있었다. 특히 겨울철에 주로 발생하는 PM 2.5 초미세먼지에 함유된 수용성 및 불수용성 유해 유기물질 성분을 초고분해능 질량분석기를 이용해서 정밀하게 분석해 냈다.

주요 활용분야로는 '유류체 분석'과 '천연물 대사체 분석' 등이 있다. 현재 유류체 분석 연구를 통해 초고분해능 질량분석기를 활용한 유출 유류 분석법을 개발했으며, 천연물 대사체 분석 연구를 통해 '식물 추출물 내 약리 활성 대사체 성분 분석' 연구를 수행했다.

## 고분해능 이차이온질량분석기

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

### 주요성능

질량분해능 10,000

### 설치년도

2009년



고체물질의 미세 영역에 대한 동위원소비를 측정할 수 있는 '고분해능 이차이온질량분석기(HR-SIMS)'를 이용해 지질연대 및 미량동위원소 표면분석 연구에 활용하고 있다.

HR-SIMS의 특징은 국내 최초 고분해능 이차이온 질량분석기로 50% 투과율과 10,000 질량분해능으로 1 ppm 검출한계를 유지할 수 있다는 점이다. 또한, 동위원소 동시 분석이 가능한 다중 검출기 기능을 갖추고 있으며, 안정동위원소 분석을 위한 낮은 배경 값의 패러데이 검출이 가능한 장비이다.

HR-SIMS를 활용해 도출한 대표 연구사례로는 '경기육괴 중부 홍천지역 후충돌형 희토류 광화 작용 규명'이 있다. 이 연구는 고분해능 이차이온질량분석기를 이용해 경기육괴 중부 홍천지역 카보나타이트의 모나자이트 U-Th-Pb 절대연령을 측정함으로써 카보나타이트 관입이 남북중국 충돌과 밀접하게 연관되어 있음을 밝혀내는 성과를 올렸다. 또한, Sr-Nd 동위원소 분석 결과 경기육괴에서 맨틀 기원이 명백한 후충돌 화성활동이 있었음도 규명했다.

주요 활용 분야는 '우라늄-납 동위원소 연대측정', '미세조직 동위원소 표면 정밀분석' 등이 있다.

## 초미세 이차이온질량분석기

(Nano-SIMS, Nano-Secondary Ion Mass Spectrometer)

### 주요성능

산소동위원소 분석영역  
5 μm, 정밀도: 0.5%

### 설치년도

2009년



## 펨토초 다차원 레이저분광시스템

(Femtosecond Multi-Dimensional Laser Spectroscopic System)

### 주요성능

2D 전자 분광 측정 시  
분해능 70 fs

### 설치년도

2009년



KBSI는 극미량원소 분포를 정량적으로 이미지 처리 할 수 있는 초미세 이차이온질량분석기 (Nano-SIMS)를 첨단소재 연구 분야에서 국가적 공동활용 연구장비로 운영하고 있다.

이 장비는 세계 최고 공간분해능(50 nm)의 이차이온질량분석기로 미소 영역에서의 미량원소 다중 검출이 가능하다. 또한 높은 검출 감도의 경원소(H 포함) 이미지 처리 분석은 물론, 높은 재현성의 절연소재 분석 연구도 수행할 수 있다.

이 장비를 활용한 대표적인 연구사례로는 '바나듐 내 침입형 원소가 미치는 구조적, 기계적 특성 연구'를 들 수 있다. 이 연구를 통해 수소의 분리, 정류, 저장용 멤브레인 소재로 주목받는 바나듐 합금 내부에 존재하는 침입형 원소(산소, 질소)가 구조적, 기계적 특성에 미치는 영향을 분석했다. 이 과정에서 Nano-SIMS를 이용해 결정입계 내 산소, 질소, 황의 분포를 관찰했으며, 바나듐 내 과도한 산소와 질소는 과도한 입내강화를 유발해 연성이 저하되어 결정파괴를 유발한다는 것을 확인할 수 있었다.

Nano-SIMS를 활용할 수 있는 주요 분야로는 '에너지 저장 소재의 원소 분포 분석', '금속 소재 열처리에 따른 원소 분포 분석' 등이 있다.

KBSI는 서울센터에 분자의 초고속 움직임을 펨토초 단위로 실시간 분석할 수 있는 '펨토초 다차원 레이저분광시스템'을 설치하고, 화학, 생물, 재료 분야에서 다양한 물질의 극초단 반응 동역학 규명 연구에 활용하고 있다.

'펨토초 다차원 레이저분광시스템'은 리튬 이온, 금속 나노입자, 광합성 시스템 등의 연구에서 적외선-가시광선 영역에서 이차원 진동 및 전자 분광학 연구 수행 가능한 장비이다. 분자계 및 재료의 들뜸-탐침 순간 흡광 분석 수행이 가능하며, 비선형 광학 현상을 이용한 결맞음 레이저 라만 분광 분석(SRS, CARS)도 가능하다.

이 장비를 활용한 대표적인 연구사례로는 '세포질과 유사한 복잡 계에서의 물 동역학 연구'가 있다. 이 연구를 통해 3가지 적외선 탐침(HDO, HN<sub>3</sub>, azido 유도체)을 이용한 펄스 중적외선 분광학 실험을 통해 세포질과 유사한 복잡 계에서 물의 구조와 동역학에 대한 완전한 정보를 획득했다. 이 연구결과를 토대로 밝혀낸 3가지 적외선 탐침을 이용한 접근방법은 생물 및 공업적 응용에서 복잡 물질 구조와 이들의 핵심적인 역할을 이해하는 데 매우 유용할 것으로 전망된다. 이 장비를 통한 주요 활용 분야로는 '이차원 전자 분광법을 이용한 금속 나노막대 크기 분포 특성 연구', '시분해 순간 흡광 측정을 통한 PDA 고분자 서모크로믹 가역 특성 연구' 등이 있다.

### SPE-800 MHz 핵자기공명분광기-질량분석 시스템

(SPE-800 MHz NMR-MS System)

#### 주요성능

18.89 T  
actively shielded  
superconducting  
magnet

#### 설치년도

2014년



핵자기공명분광기-질량분석기시스템(SPE-800 MHz NMR-MS System)은 LC, NMR, MS가 온라인으로 연결된 하이프네티드 시스템(Hyphenated system)으로서, 혼합물을 LC로 분리 후 고감도 800 MHz NMR로 화합물의 구조를 확인하는 대사체/천연물 분야 특화 운영 장비이다.

이 장비의 특성은 대사체 및 천연물 연구 분야에서 대사물질 확인과 대사기전 규명 등 다양한 분야에 적용 가능한 통합 분석 시스템이라는 점이다.

이 장비를 활용한 대표 연구사례로는 'NMR을 활용한 생체시료 대사체 정량 분석법 개발'이 있다. KBSI는 이 장비를 활용해 NMR 기반 대사체 프로파일링에서 절대 정량 방법을 제공하기 위해 혈청 대사물질 정량법을 개발했다. 또한, Chenomx 및 TopSpin의 ERETIC2 유틸리티를 사용해 디지털 합성 피크를 스펙트럼에 추가하는 본 분석법을 통해 혈청 대사산물에 대한 정확하고 신뢰할 수 있는 절대 정량법을 제시했다.

주요 활용 분야로는 '통합 대사체 프로파일링 분석을 통한 바이오 마커 탐지 및 대사 시그너처 탐색', 'LC-SPE-NMR/MS hyphenated system을 활용한 천연물 혼합물 구조 확인' 등이 있다.

### 생물전용 초고전압 투과전자현미경

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

#### 주요성능

점분해능: 0.15 nm  
격자분해능: 0.10 nm

#### 설치년도

2015년



'생물전용 초고전압 투과전자현미경(Bio-HVEM)'은 세포소기관, 단백질, 바이오-나노 융합 시료의 3차원 미세구조 분석과 신약 및 나노구조 신소재 개발 등 기초과학, 응용과학 분야에서 국가적 공동활용연구장비로 운영하고 있다.

이 장비는 고경사각(±70°)과 고분해능(0.15 nm)을 이용한 세포 소기관 3차원 모델링 분석 작업이 가능하며, 고투과력(1,000 kV)/in-column 에너지과장치로 높은 대조도 이미지 획득이 가능하다. 또한, 리미트리스 파노라마 기능을 장착해 대면적고해상 이미지를 구현할 수 있으며, 시료의 급속 동결을 통한 극저온 전자현미경 분석 연구를 수행할 수 있다.

이 장비를 통한 대표적인 연구사례로는 '신경가소성과 신경세포 3차원 미세구조 분석법 개발'이 있다. KBSI는 이 연구에서 제한된 영역의 이차원 이미징 분석이 가지는 단점을 극복하기 위해 Bio-HVEM의 고투과력과 대면적 분석 능력을 활용했다. 이를 통해 두 신경 간 신경연접부 전체를 전자토포그래피 기법을 통해 3차원 모델링하고, 신경연접 전 신경 말단 내 신경세포들의 공간적 분포를 3차원 모델상에서 통계적으로 정량화할 수 있는 분석법을 고안하는 데 성공했다. 또한, 대뇌 피질 신경세포 내 신경세포 크기와 수가 정상 동물과 전자파 노출 동물 간에 차이가 있음을 3차원으로 시각화해 규명할 수 있었다.

주요 활용 분야로는 '전자토포그래피 기반 세포소기관의 3차원 미세구조 분석', '생체 조직의 3차원 대면적 입체 분석' 등이 있다.

## 7 T 휴먼 MRI 시스템

(7 T Human MRI System)

### 주요성능

7 T 휴먼 MRI

### 설치년도

2015년



연구용 휴먼 7 T MRI 시스템(7 Tesla Magnetic Resonance Imaging)은 KBSI가 보유한 국가적 공동활용 연구장비로, 협력을 통한 융합 연구를 수행하고 있다. 이 장비는 상용화된 최고자장 기기로, 강력한 외부자장과 라디오파를 이용해 인체 물질의 핵자기공명현상을 일으켜 원자핵의 밀도 및 물리학적 특성을 영상화하는 진단용 촬영장치다. 상용화된 1.5 T 또는 3 T MRI에 비해 감도가 좋아서 초고해상도(~0.2 mm) 영상촬영이 가능해, 뇌의 세부구조, 기능영상, 대사체 분석, 척추 등 근골격계 연구에 활용할 수 있다.

연구용 휴먼 7 T MRI 시스템의 특성은 '능동차폐형 7테슬라 초전도 자석'을 구현했다는 점이다. 또한, 능동차폐형 경사자장 시스템 및 8개 채널 송신과 32개 채널 수신 가능한 RF 시스템을 구현했으며, 초고해상도 영상 및 고분해능 분광법 분석, 다핵종(13C, 23Na 및 31P) 영상 및 분광 분석이 가능하다.

이 장비를 활용한 대표적인 연구사례로는 '초고해상도 7 T MRI 휴먼 뇌영상 프로토콜 개발'을 들 수 있다. KBSI는 기존 3 T MRI보다 신호대 잡음비가 우수한 7 T MRI를 기반으로 고성능 휴먼 뇌영상 프로토콜을 개발했으며, '초고해상도 해부학적 영상', '확산텐서 영상', '자화강조 영상', '뇌혈관 영상', '뇌 기능 영상', '뇌 대사체 분석법' 등 뇌 영상 과학의 선도적 역할을 위한 초고자장 7 T MRI 영상분석 플랫폼을 구축할 수 있었다.

주요 활용 분야로는 '뇌질환 다변수 MRI 영상분석', '뇌 신경 다발의 형태와 분포 측정' 등이 있다.

## 차세대 융복합 in-situ 나노분석 시스템

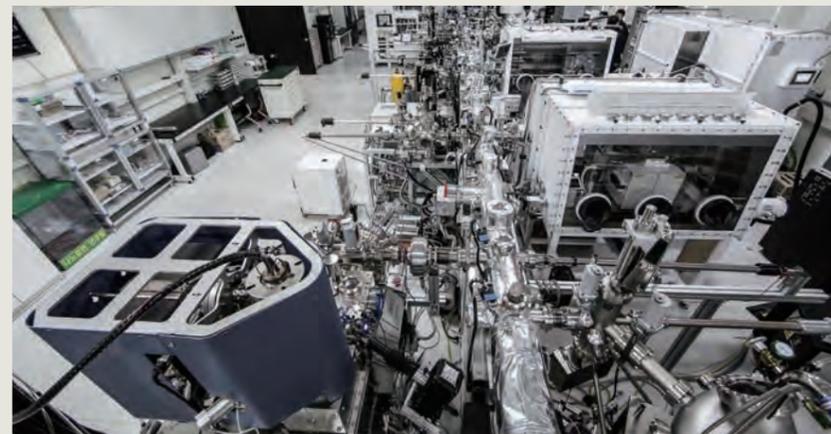
(AISAS, Advanced In-situ Surface Analysis System)

### 주요성능

Energy Resolution :  
Ag 3d5/2 < 0.48 eV for XPS,  
< 100 MeV for UPS

### 설치년도

2017년



차세대 융복합 in-situ 나노분석 시스템(AISAS)은 오염 없는 소재·소자의 제작 및 분석이 가능한 공정 장비 8종과 첨단 분석장비 7종이 초고진공 이송시스템으로 연결된 장비이다. KBSI는 이 시스템을 미래 친환경 나노 소재·소자 산업의 체계적 지원과 대학 및 연구소의 NT·BT·IT 융합 연구 기반이 되는 국가적 공동활용연구장비로 운영하고 있다.

이 시스템의 특성은 공정장비로 제작된 금속·산화물·반도체 나노 소재 시료를 공기 노출 없이

성분, 구조, 형태, 전기적 특성 등 물성 분석 작업을 수행한다는 점이다. 또한, 레시피(Recipe) 기반의 자동화 공정장비와 실시간 분석이 가능한 분석시스템이며, 공기 노출 없이 소자 제작이 가능하고, 저온과 고온에서 전기적 특성분석 수행이 가능하다.

KBSI는 이 시스템을 활용해 그래핀 상용화 걸림돌인 나노 주름의 원인을 밝혀낼 수 있었다. 그래핀은 1,000 °C의 고온에서 합성되는데, 냉각 과정에서 팽창하는 독특한 성질을 지니고 있다. 이때, 냉각 중 수축하는 구리와 그래핀 사이에 스트레스(응력)가 발생하게 되고, 그 영향으로 구리 표면이 물결 모양으로 변화하면서 그래핀에 나노 주름이 형성된다는 사실을 밝혀낼 수 있었다. 또한, 라만분광법을 통해 합성하는 그래핀 층수가 많아질수록 구리표면 물결 모양이 넓고 깊어지며, 나노 주름이 없을 때 그래핀의 전기적 특성이 더 우수하다는 사실을 원인과 함께 밝혀냈다.

차세대 융복합 in-situ 나노분석 시스템의 주요 활용 분야로는 '차세대 나노소재 개발 및 종합 물성 분석', '초고진공 및 반응환경에서의 촉매 물질의 성분 분석' 등이 있다.

한편, 이 시스템은 2016년 국가연구개발 우수성과 100선에 선정되기도 했다. KBSI는 2010년부터 친환경 에너지·나노소재 개발을 위해 이 시스템 장비의 개발 및 단계별 구축 작업을 추진했는데, 이 과정에 2015년에만 4종의 장비구축과 30편의 논문 발표, 5개의 특허출원이 이루어지는 연구성과를 달성했다. 이 시스템은 특히 하나의 분석시료에 대한 동일한 분석환경을 확보하기 위해 지상 2만 5,000 km 상공의 대기 상태와 동일한 초고진공 청정환경을 구현하고, 여기에 나노소자 제작 장비를 포함한 8종의 공정장비와 LEEM/PEEM, NAP-XPS 등 7종의 분석시스템을 11.3 m 길이의 선형시료이송시스템으로 결합한 국내 유일의 최첨단 분석연구장비라는 점이 높은 평가를 받았다. 또한, 단계별로 진행되는 시스템 구축과정에도 연구개발을 병행해, 환경·에너지·생물·건축·생활 가전 등에 사용되는 탄소 및 (광)촉매 재료의 상용화와 표면 기능화를 통한 성능 향상에 대한 연구를 수행했다. 국내 최초로 개발한 이 시스템은 대한민국 나노과학 발전의 주요 기반으로 자리매김할 뿐 아니라, 이 분야에서 대한민국 연구능력의 국제경쟁력 강화에 기여할 것으로 보인다.

## 연구장비 공동활용



과학기술 발전의 기반이 되는 '기초연구 인프라'는 기초연구 수행과 성과 창출에 필수적인 지원체계를 말한다. 이는 연구시설·장비, 연구자원, 연구정보를 포함해 연구시설과 장비의 구축, 운영, 관리 기술, 연구 인력 등을 모두 포괄한다.

미국, EU 등 과학기술 선진국들은 그중에서도 특히 연구시설과 장비를 핵심인프라 자원으로 분류하고, 과학기술 인프라 선진화를 위해 연구시설과 장비 확보 및 운용에 국가적 역량을 집중하고 있다. 이들 과학기술 선진국들은 지금 이 순간에도 막대한 자금을 투자해 확보한 세계 최고 수준의 연구시설과 장비를 바탕으로 기존 과학기술 패러다임을 변화시킬 수 있는 세계 최고 (Number One) 또는 세계 최초(Only One) 연구데이터를 창출해 내고 있다.

KBSI가 지난 30년간 세계 최고 수준의 연구시설과 장비 확충을 위해 총력을 기울여 온 이유 역시 같은 목적을 가지고 있다. KBSI는 그동안 확보해 온 최첨단 세계 최고 수준의 연구시설과 장비를 기반으로, 대한민국이 세계 기초과학 분야에서 꾸준히 주목할 만한 연구성과를 도출할 수 있도록 아낌없는 지원을 하고 있다.

이를 위해 첨단고가 분석지원 장비를 갖춘 전국적인 연구지원 시스템을 확립하고 있으며, 첨단 분석 장비의 분석기법을 이용한 공동연구지원으로 수월적 연구성과를 창출해 왔다. 또한, 대덕 본원과 오창센터를 비롯해 전국 지역 네트워크를 통해 분석지원 신뢰도 향상 등 최신 분석지원 아이템을 발굴하는 등 지원 분야 확대에도 총력을 기울여 왔으며, 고객중심 개방 운영체제와 공동연구 지원체계를 구축하고 있다.

KBSI가 구축한 첨단 시설과 고가 장비, 전국적 지원 시스템, 고객중심 개방 운영체제, 공동연구 지원체계를 통해 도출한 주요연구 성과들은 다음과 같다.

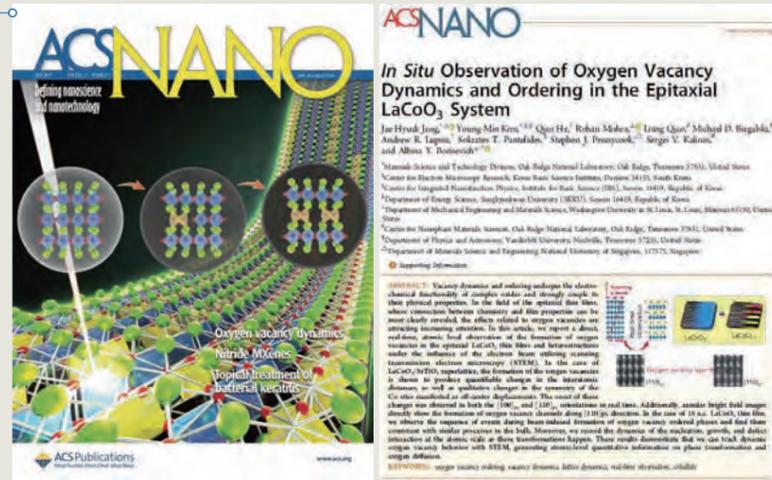
### 산화물의 원자구조 변화 실시간 이미징 관찰 기술을 개발하다

KBSI 전자현미경연구부 장재혁 박사는 '수차 보정 투과전자현미경'을 활용해 산화물 내에서 산소의 이동 현상에 따른 물질의 구조변화를 실시간 이미징(In-Situ Imaging)으로 관찰하는 데 성공했다. 이 기술은 원자 세계를 관찰할 수 있는 '수차 보정 투과전자현미경'을 활용해 산화물의 환원과정에서 원자구조 변화를 실시간으로 관찰하는 기술이다.

3세대 연료전지라고 불리는 고체 산화물 연료전지(SOFC, Solid Oxide Fuel Cell)는 산소 환원반응으로 양극(+)에서 생겨난 산소이온이 음극(-)에서 수소와 반응하며 전자를 생성해 전류가 발생하기 때문에 산소환원에 따른 구조변화를 이해하는 것은 대단히 중요하다. 하지만 투과전자현미경을 활용한 지금까지의 구조연구는 전자빔으로 물질을 투과해 분석하는 투과전자현미경의 특성상 실험과정에서 시료 손상이 불가피하다. 따라서 최대한 전자빔에 의한 시료 변화를 억제하거나, 전자빔에 의해 이미 산소이온들이 환원된 상태의 구조를 관찰하는 결과론적인 연구에 머물러 있었다.

이번 연구에서 장재혁 박사는 '수차 보정 투과전자현미경'이 지닌 작은 전자빔 1 Å(옹스트롬, 10-

에이세스 나노에 소개된 원자구조 변화 실시간 이미징 관찰기술



10 m)을 짧은 시간(10-6초) 산화물에 조사하면 산화물이 훼손되지 않을 뿐만 아니라 오히려 원하는 환원과정을 유도할 수 있다는 사실을 실험적으로 증명했다.

약 20분에 걸친 산화물 환원과정을 1,700여 장의 이미지로 촬영해 실시간 관측에 성공함에 따라 그동안 전산 계산을 통해 예측되어 온 산소이온의 이동 경로를 실험적으로 직접 관찰할 수 있었다. 이로써 기초과학 뿐 아니라 관련 신소재 개발연구에 새로운 방향을 제시할 수 있게 됐다.

이 기술의 개발로 고체산화물을 사용하는 연료전지 성능개선 연구에 새로운 계기가 마련될 전망이다. 또한, 이 연구를 통해 수차 보정 투과전자현미경을 활용한 원자 레벨 분석 분야에서 새로운 연구가 가능해짐으로써, 재료의 원자구조 변화와 그 물질의 성질에 대한 상관관계를 규명할 수 있는 투과전자현미경 분석기술 개발에도 박차를 가할 수 있게 되었다.

KBSI와 미국 오크리지국립연구소(ORNL, Oak Ridge National Lab)의 공동연구로 진행된 이번 성과는, 나노소재 분야 세계 최고 권위 학술지인 '에이세스 나노(ACS Nano)' 2017년 7월 25일자 온라인판에 게재되었으며, 같은 해 7월 호 표지 논문으로도 선정됐다.

### 전이 암세포 생존 메커니즘을 세계 최초로 발견하다

2017년 3월 21일, KBSI 서울서부센터 황금숙 박사와 연세대학교 육종인 교수 연구팀은 '전이 과정 중 암세포 생존 및 대사경로 변화에 대한 메커니즘을 세계 최초로 규명했다'는 사실을 발표했다. 이들 연구팀이 6년에 걸친 연구 끝에 전이 암세포는 증식하는 암세포와 달리 이화작용 쪽으로 대사를 조절해 생존한다는 연구결과를 세상에 알린 것이다.

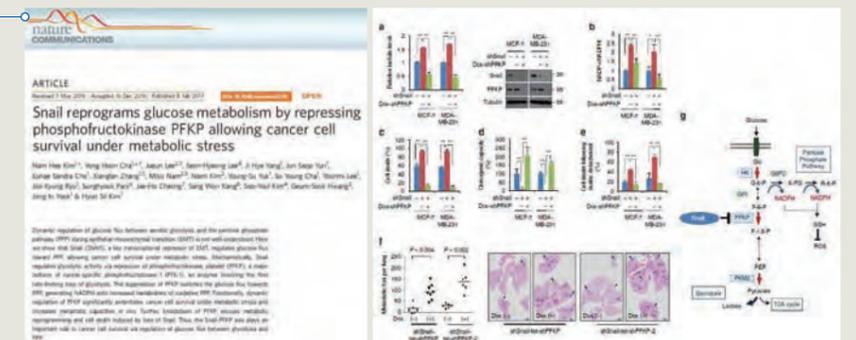
연구팀은 암세포가 주변 조직을 공격해 뺏어 나가는 침윤이 처음 발생한 장기로부터 혈관, 림프관을 타고 다른 조직으로 전이되는 것은 암세포 스스로 특정 단백질을 이용해 대사물질(PFKP)을 억제해 대사를 조절함으로써 이루지는 것을 발견했다. 또한, 전이 과정의 암세포에서는 스네일이 당 대사 경로에서 호기성 작용과 5탄당 인산 경로의 스위치 역할을 하는 PFKP를 억제해 암

세포가 생존할 수 있는 환원력을 얻는다는 사실을 밝혀냈다. 이는 대사 흐름이 5탄당 인산 경로 방향으로 전환되면, 암세포는 니코틴아마이드 아데닌 디뉴클레오티드 인산의 환원형을 확보하게 되고, 환원력을 얻어 생존을 유지하는 특성을 갖기 때문이다.

또한, 동물실험을 통해 전이 암세포가 대사 조절의 핵심 물질을 이용한 것이 PKFP라는 사실도 확인했다. 실험을 통한 관찰 결과 동물 전이 모델에서 암 유전자인 스네일은 폐 전이를 증가시키고, 여기에 PFKP를 증가시키면 다시 폐 전이가 억제되는 현상을 확인했다. 이는 스네일이 PFKP 발현을 억제해 암세포 생존능력을 증가시켜 생체 내에서 암 전이를 유도한다는 사실을 보여주는 결과이다.

연구팀은 이 같은 사실을 토대로 새로운 대사 치료 표적을 제공함으로써 대사경로의 타깃이 알려져 있는 기존 대사 약제를 암 치료에 적용할 수 있는 근거가 될 것으로 기대했다. 이 성과는 그동안 연구가 전혀 없었던 '전이 과정의 암세포 대사 조절'에 대한 최초의 연구보고라는 점에서 높은 가치를 인정받았다.

네이버 커뮤니케이션스에 소개된 전이과정 중 암세포 생존 및 대사경로 변화에 대한 메커니즘 연구



### 그래핀 상용화 걸림돌인 나노 주름 생성원인을 규명하다

그래핀은 탄소 원자가 육각 구조로 연결된 원자 두께의 한 층을 뜻한다. 그래핀은 두께가 0.2 nm에 불과하지만, 강철보다 200배 이상 강도가 강한 특성을 갖고 있다. 또한, 전기 전도율은 구리보다 100배 이상 높으며, 유연성, 투명성까지 갖추고 있어 '꿈의 신소재'라 불린다. 사용 범위도 항공기, 자동차, 스포츠 장비 등 무궁무진하며, 4차 산업혁명의 중심 소재로 예상돼 석유와 플라스틱의 발견과 비견될 정도라며 찬사받고 있다.

하지만 꿈의 신소재라 불리는 그래핀이 곧바로 상용화되지는 못했다. 그래핀의 생성 과정에 전기적 특성에 결정적 영향을 끼치는 나노 주름이 형성되기 때문이었다. 전 세계적으로 나노 주름의 생성 원인을 밝히기 위해 많은 연구가 진행되었지만, 그동안 뚜렷한 성과는 나타나지 않았다. 그래핀 합성 시 구리 표면의 변화에 대한 보고는 많았지만 명확한 원인은 규명되지 못하고 있었던 것이다.

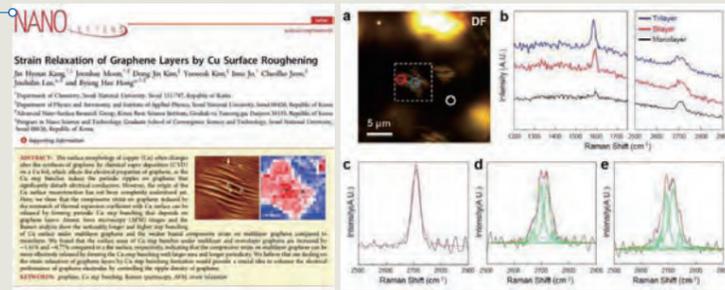
2016년 10월, 세계 최초로 신의 소재라 불리는 그래핀 상용화의 가능성이 열렸다는 소식이 대한민국 연구진을 통해서 발표되었다. KBSI 나노표면연구팀 문준희·이주한 박사 연구팀과 서울대 그래핀융합기술연구센터 홍병희 교수팀이 공동연구를 통해 촉매로 활용되는 구리 박막 위에서 그래핀을 합성할 때 나타나는 나노 주름의 생성원인을 규명한 것이다.

연구팀이 발견한 사실은 냉각 중 수축하는 구리와 그래핀 사이에 스트레스(응력)가 발생하게 되고, 그 영향으로 구리 표면이 물결 모양으로 변화하면서 그래핀에 나노 주름이 형성된다는 것이었다. 이 과정에 KBSI의 '라만 분광기'가 결정적인 역할을 했다. 라만 분광기는 시료의 분자구조 내에 있는 원자와 원자 간 결합 진동수나 진동 모드들이 합쳐져 있는 포논(Phonon)의 진동수를 측정하는 장비이다. 연구팀은 라만분광법을 통해, 그래핀과 구리표면의 냉각성질 차이로 발생하는 스트레스가 그래핀과 구리표면에 반영되는 과정이 나노 주름 형성에 결정적인 역할을 한다는 사실과 합성하는 그래핀 층수가 많아질수록 구리표면 물결 모양이 넓고 깊어진다는 것을 확인할 수 있었다.

이 연구를 통해 나노 주름이 없을 때 그래핀의 전기적 특성이 더 우수하다는 사실을 밝힘으로써, 향후 그래핀 나노 주름을 최소화해 전기특성을 극대화할 수 있는 단서를 제공했다. 연구팀은 그래핀 상용화에 걸림돌이던 나노주름의 생성원인이 밝혀짐으로써 고품질 그래핀 제작도 가시화될 것으로 전망했다.

이 연구결과는 세계적인 나노분야 학술지인 '나노레터(Nano Letters)' 2016년 10월 3일 자 온라인판에 게재됐다.

나노레터 온라인판에 게재된 그래핀 상용화 관련 내용



### 이차원 나노 물질 간 빠른 전하 이동 이유를 규명하다

KBSI 스피공학물리연구팀 방준혁 박사팀이 미국 렌셀러 폴리테크닉대학교(RPI, Rensselaer Polytechnic Institute) 연구팀과의 공동연구를 통해 밝혀낸 이 연구결과는 접합된 2개의 서로 다른 이차원 나노 물질 간 양자역학적 전하 이동 원리를 최초로 규명하고, 전하의 빠른 이동 원인을 규명했다.

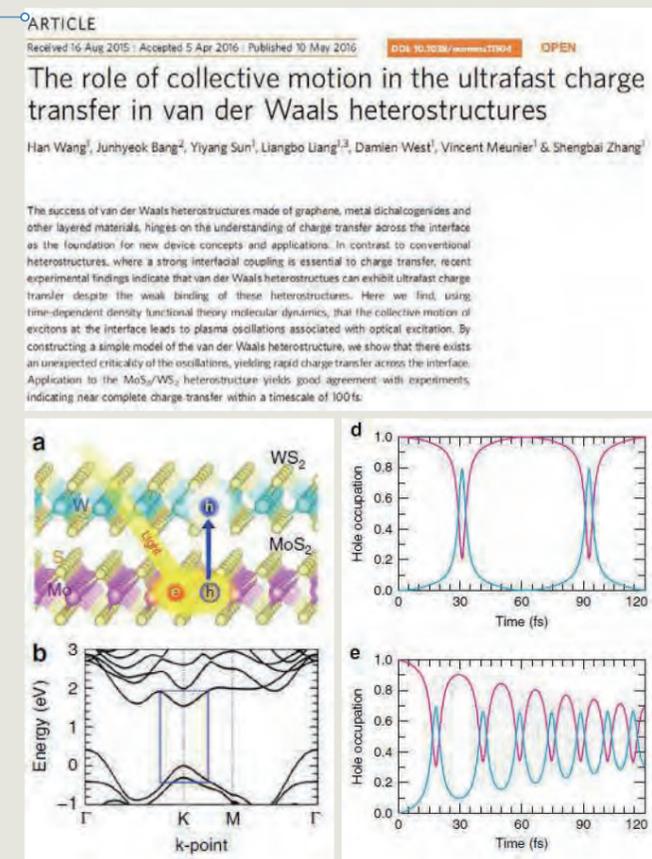
이차원 나노물질은 작은 원자가 한 겹으로 배열된 물질로, 얇고 잘 휘면서 단단한 특성을 갖고 있어 차세대 반도체 소자 물질로 주목받고 있다. 연구팀은 이차원 물질인 이황화 몰리브덴과 이

황화 텅스텐의 이종 접합 구조에서 두 물질 간 빠른 전하 이동이 양자역학적인 중첩 효과에 의한 것임을 확인했다.

이황화 몰리브덴을 빛으로 자극하면 활성화된 전자와 전자의 빈자리인 정공이 생긴다. 이때, 활성화된 전자는 이황화 몰리브덴 내에 머물지만, 정공은 순간적으로 이황화 몰리브덴과 이황화 텅스텐에 양자역학적으로 동시에 존재하다가 상대적으로 안정한 위치인 이황화 텅스텐에 고정된다. 이처럼 이종 접합된 이차원 물질 간에는 간극이 넓어 전하이동 속도가 느려져야 하지만, 넓은 간극에도 불구하고 빠른 전하 이동이 나타난다. 이러한 특성이 나타나는 원인이 정공이 양쪽 물질에 동시에 존재할 수 있는 양자역학적 상호작용에 의한 현상임을 이론적 계산을 통해 규명한 것이 이번 연구의 핵심이다.

물질 내 전하 이동원리는 소자 응용뿐만 아니라 다양한 물리적, 화학적 현상을 이해하는데 기초가 되는 원리이다. 따라서 KBSI 연구팀이 새로 발견한 이론적 기초 원리는 향후 이차원 물질 연구 개발뿐만 아니라, 광합성, 물 분해 과정 등 생명 및 화학 현상 연구에도 크게 기여할 것으로 기대했다. 이는 '네이처 커뮤니케이션즈(Nature Communications)' 2016년 5월 10일 자 온라인판에 게재됐다.

네이처 커뮤니케이션즈에 소개된 이차원 나노 물질 간 빠른 전하 이동



**나피온 전해질막의 이온 이동 특성을 규명하다**

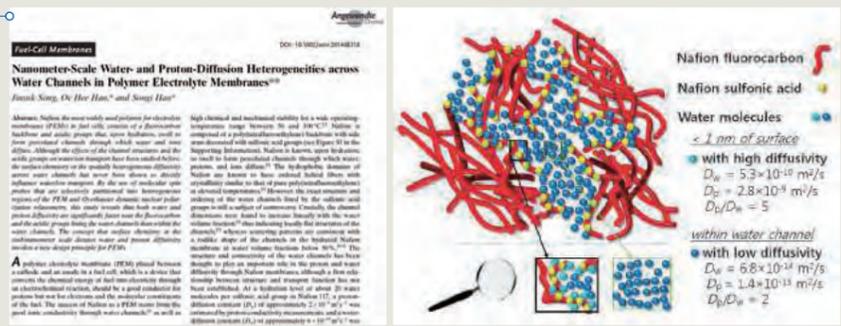
연료전지는 수소를 공기 중 산소와 화학 반응시켜 전기를 생성하는 장치이다. 연료전지의 원리는 물을 전기분해하면 수소와 산소로 분해되고, 반대로 수소와 산소를 결합하면 물이 생성되는데, 이때 발생하는 에너지를 전기 형태로 바꾸어 사용하는 것이다.

연료전지는 기술의 발달과 지구 환경 보호의 중요성이 커지면서 차세대 에너지로 주목받았다. 하지만 효율이 낮다는 점이 상용화의 한계로 지적되었다. 이에 세계 각국에서 연료전지 효율의 극대화 방안을 찾기 위한 연구가 다양한 방면에서 진행되었다.

연료전지 효율을 결정하는 주요 변수 중 하나는 건전지에 있는 마이너스 극, 플러스 극처럼 '연료극'에서 만들어진 수소가 이온이 얼마나 효율적으로 이동하는지를 알아내는 것이었다. 연료전지의 효율을 결정하는 중요한 변수인 유기고분자 전해질에서 물과 수소가 이온의 이동 메커니즘에 대해서는 이때 정확히 알려지지 않았으며, 특히 친수성 채널 내에서 물과 수소가 이온의 확산속도가 공간적으로 차이가 나는지에 대해서는 보고된 바도 없었다.

KBSI 서울서부센터 한옥희 박사팀은 이를 밝히기 위해 미국 산타바바라 캘리포니아대학교(UCSB, University of California Santa Barbara) 한송이 교수팀과 공동연구를 진행했다. 그 결과 2015년 1월, 오버하우저 동적 핵분극(ONDP, Over hauser Dynamic Nuclear Polarization Relaxometry)이라는 최신 분석기법을 이용해 나피온 전해질막에 있는 친수성 채널의 중심부와 내 표면에서 물과 수소가 이온 확산속도를 직접 측정하는 데 성공했다. 템포(TEMPO)라 불리는 표지물과 그 유도체들을 나피온 전해질 친수성 채널 중심부와 안쪽 표면에 선택적으로 배치해 물과 수소가 이온이 채널 중심부보다 안쪽 표면에서 약 1만 배 빠르다는 사실을 직접 보여주는 데 성공한 것이다.

양계반테 케미 온라인판에 게재된 나피온 전해질막의 이온 이동 특성을 규명 관련 내용



이 연구를 통해 연료전지 전해질막으로 주로 사용되는 나피온(Nafion) 유기고분자 전해질막 내 물과 수소가 이온의 확산 속도 차이와 이들의 위치에 따른 확산 속도 차이를 명확히 규명함으로써 향후 연료전지의 획기적 성능 개선연구를 앞당기는 토대를 마련했다.

한편, 한옥희 박사팀이 반경이 수 나노미터에 불과한 나피온의 친수성 전해질 채널에서, 물과 수소가 이온의 확산 속도 차이와 이들의 채널 내 위치에 따른 확산 속도 차이를 측정할 수 있었던 것

**리튬이온전지에 실리콘 상용화 기반을 마련하다**

은 표지물 주변 1 nm 이내의 물과 수소가 이온 확산계수를 측정할 수 있는 ONDP 기법을 이용했기에 가능했다. ONDP 분석법은 생물 분야에서 최근 주목받는 분석법으로 소재 연구 분야에 적용해 좋은 결과를 도출하는 데 성공함으로써 향후 활용 폭이 한층 넓어질 것으로 전망했다.

이 연구결과는 응용화학 분야에서 세계 최고 권위를 인정받는 학술지 '양계반테 케미(Angewante Chemie)' 2015년 1월 28일 자 온라인판에 게재됐다.

실리콘은 리튬이온전지의 음극 소재로 주목받고 있다. 그러나 리튬이온전지의 충전이나 방전 시 부피 변화가 발생해 실리콘을 활용한 리튬이온전지 상용화에 어려움이 있었다. 그래서 주사전자 현미경과 투과전자현미경, 원자현미경 등을 이용해 재료 표면에 발생하는 변형만을 분석하는 데 그쳤다.

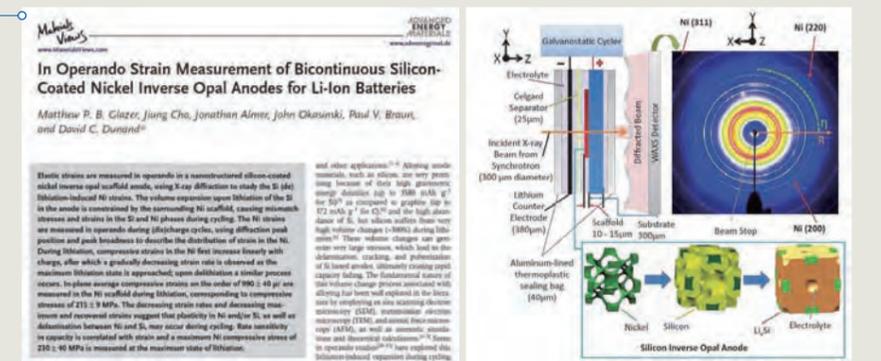
KBSI 강릉센터 조지웅 박사팀은 이러한 문제를 해결하고자 미국 일리노이대, 노스웨스턴대, 아르곤연구소와 공동으로 연구를 진행했다. 그 결과 리튬이온 충전-방전 시 실리콘의 3차원 나노급 속 틀에 작용하는 응력과 변형의 상관관계를 규명하고 이를 정량화하는 데 성공했다.

연구팀은 복잡한 구조의 시료 내부에서 발생하는 전체적인 변형까지 분석할 수 있는 입자가속기를 이용한 X선 회절법을 활용해 실리콘 부피 변화에 따른 변형률과 응력변화를 정량화할 수 있었다. 이 연구의 핵심인 입자가속기를 이용한 X선 회절법은 반도체와 세라믹 등 신소재 분야에서 활용할 수 있다.

KBSI는 이 같은 연구성과를 바탕으로 실리콘을 음극 소재로 활용한 연구의 신뢰성을 높이고 3차원 나노구조 기반의 실리콘 리튬이온전지 상용화에 기여할 수 있을 것으로 기대했다.

이 연구결과는 에너지 분야 국제 학술지 '어드밴스드 에너지 머티리얼스(Advanced Energy Materials)' 2015년 5월 26일 자 온라인판에 게재됐다.

어드밴스드 에너지 머티리얼스 온라인판에 게재된 실리콘 리튬이온전지 상용화 기반 내용



수질 정화 효율을 향상할 수 있는 '탄소 페인트'를 개발하다

탄소 나노물질은 낮은 독성과 뛰어난 화학적·광학적 안정성을 보유해 중금속과 유기염료를 대체할 차세대 발광 재료로 주목받는 소재이다. 그래서 환경, 에너지, 바이오 분야 등에서 많은 연구가 이뤄지고 있다. 하지만 나노선, 나노튜브, 나노리본 등 다양한 형태의 탄소 나노물질은 제조공정이 복잡해 대량 생산이 어렵다는 문제가 있었다. 이런 한계를 극복하고 탄소 나노물질을 생물학, 환경공학 분야 등에 적용하려면 적절한 점탄성을 갖는 새로운 탄소물질이 필요했다.

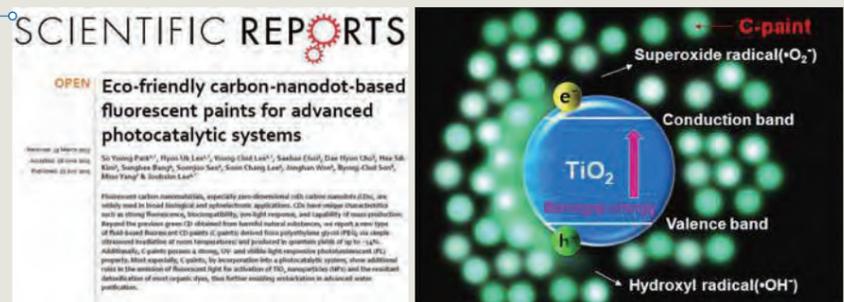
KBSI 나노표면연구팀 이주한·이현욱 박사팀은 가천대 이영철 교수팀과 공동연구를 통해 오염된 물의 빛 투과 효율을 높여 오염물을 제거할 수 있는 새로운 물질 개발에 착수했다. 그 결과 생체 적합성이 좋고 저렴한 폴리에틸렌글리콜(PEG, Polyethylene Glycol)을 기본 재료로, 실온에서 초음파 단일 공정을 이용해 페인트 형태의 발광 탄소나노점을 대량 생산하는 데 성공했다.

이 탄소나노점은 마치 페인트와 같이 물질 표면에 칠하거나 다른 물질과 혼합할 수 있으며, 물에 균일하게 용해되는 액상 발광 탄소나노점 특성을 갖고 있어 '탄소 페인트(C-Points)'로 이름이 붙여졌다. 연구팀이 개발한 탄소 페인트는 자외선과 이보다 에너지가 낮은 가시광선을 흡수해 다시 배출시키는 높은 발광 특성과 안정성을 보였다.

이후 자체 개발을 통해 대량생산에 성공한 탄소 페인트를 수처리 실험에 적용했다. 그 결과, 물속에 용해된 탄소 페인트가 외부에서 비춘 자외선이나 가시광선을 추가로 발생시켜 투과율을 높이고 광촉매 효율을 향상해 오염물을 쉽게 분해한다는 사실을 확인할 수 있었다.

연구팀이 개발한 탄소 페인트는 독성이 낮고 화학적·광학적 안정성이 뛰어나 기존 중금속 및 유기염료를 대체할 차세대 발광 재료로 주목받았다. 특히 상업화가 가능한 단일 공정을 통해 높은 발광 특성이 있는 액상 형태 탄소 페인트를 대량 제조했다는 점에서 높은 가치를 인정받았고 네이처 자매지인 '사이언티픽 리포트(Scientific Reports)' 2015년 7월 23일자에 게재됐다. 향후 수질 정화 등의 환경 분야뿐 아니라 바이오 등 다양한 분야에서 널리 활용될 수 있을 것으로 기대했다.

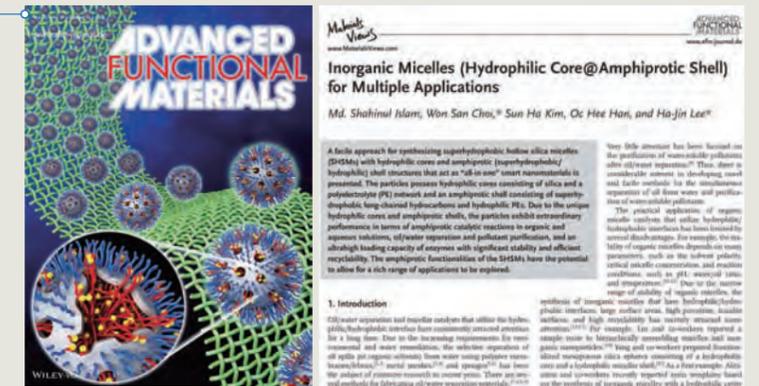
사이언티픽 리포트에 게재된 탄소 페인트 관련 기사



물과 기름 분리뿐 아니라 오염물을 쉽게 정화하는 나노 캡슐을 개발하다

기름유출 사고로 인한 해수 오염 및 해양생태계 파괴는 지구의 환경을 위협하는 심각한 문제로 대두하고 있다. 산업시설에서 유출되는 폐기물로 인한 토양 오염 또한 세계적으로 심각한 사회 문제가 되고 있다. 이에 각종 폐기물의 유입을 막기 위한 물과 기름의 효율적인 분리 기술 개발이 크게 주목받고 있다. 그러나 기존 기술들은 '물과 기름의 분리'를 위한 응용 수준에 머물러 있었다. 따라서 물과 기름 속에 포함된 '오염물질의 근본적인 정화'는 사실상 불가능한 것이 현실이었다.

어드밴스드 펄서널 머티리얼즈 표지논문으로 게재된 나노 캡슐 관련 연구



이에 KBSI 서울서부센터 이하진 박사팀과 한밭대 최원산 교수팀은 물과 기름을 분리하는 동시에 오염수를 쉽게 정화할 뿐만 아니라, 재활용도 가능한 기술 개발에 착수했다.

연구팀은 먼저 '친수성과 소수성은 한 표면에 양립할 수 없다'는 기존 이론을 깨고 친수 물질과 소수 물질이 한 표면에 공존할 수 있다는 사실을 실험적으로 증명했다. 이를 기반으로 친수성 코어와 양쪽성(친수성-소수성) 셸 구조를 갖는 '실리카 마이셀' 제작에 들어갔다. 연구팀은 실리카 입자와 고분자전해질의 수소결합으로 합성된 친수성 실리카 캡슐 표면에 소수성 화학처리를 하는 과정을 통해 '실리카 마이셀' 제작에 성공할 수 있었다.

비로소 촉매제를 탑재해 물과 기름의 분리는 물론, 물과 기름 속에 포함된 오염물질을 쉽게 정화할 수 있는 신기술이 탄생한 것이다. 연구팀이 새로 개발한 '실리카 마이셀'은 기존 기술보다 물과 기름의 분리 용량이 10배 이상 뛰어나고, 20회 이상 재활용도 가능한 획기적인 성능을 보였다. 소수성 유기용매 하에서 일어나는 1차 알코올의 브롬화 반응과 친수성 용매에서 일어나는 글루코스산화제의 담지반응에도 매우 높은 효율을 보여 생명 및 환경 분야에서의 활발한 응용이 가능할 것으로 기대했다. 또한, 오수 분리와 수 처리 같은 환경정화로의 응용과 더불어 유기합성을 위한 촉매제 및 약물 담지를 위한 지지체로서 뛰어난 성능을 갖는 고효율 다기능성 소재를 제조했다는 점에서도 높은 가치를 인정받았다.

이 연구결과는 재료 분야 세계적 권위 저널 '어드밴스드 펄서널 머티리얼즈(Advanced Functional Materials)' 2015년 10월 38호 표지논문으로 게재됐다.

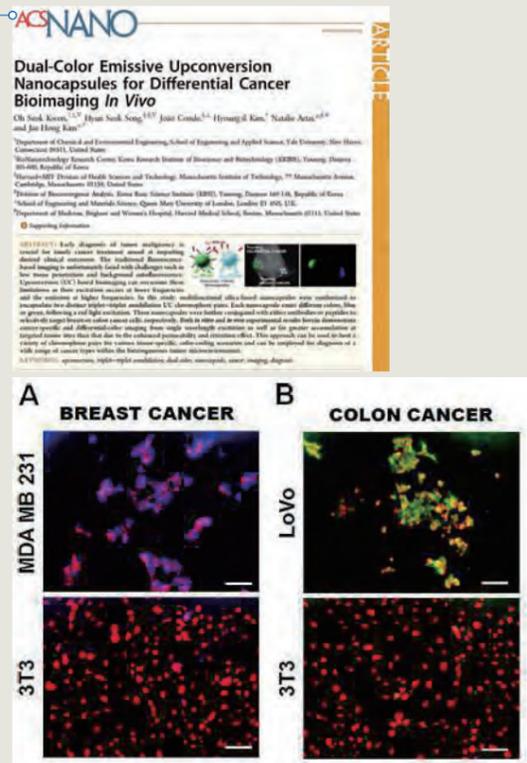
## 주사 한 번으로 24시간 내 암을 진단하는 상향변환 나노 캡슐을 개발하다

KBSI와 한국생명공학연구원(KRIBB), 미국 매사추세츠공대(MIT), 예일대 연구팀 등 한국과 미국의 공동 연구팀이 특정 빛을 받으면 형광을 내는 특수 물질에 암세포를 파악할 수 있는 '바이오 탐침'을 붙여서 만든 암 진단용 나노 캡슐을 개발했다.

일반적으로 형광물질은 받은 에너지보다 낮은 에너지의 빛을 낸다. 이를 가시광선 영역에 적용해 보면 녹색이나 파란색 형광을 내려면 보라색 빛을 쬐어야 한다. 자외선 영역에 가까운 보라색 빛이 녹색이나 파란색 빛보다 에너지가 더 높기 때문이다.

연구팀은 이러한 현상을 응용해 가시광선 영역에서 에너지가 가장 낮은 빨간색 빛으로도 녹색이나 파란색 형광을 발현하는 '빛에너지 상향변환(UC, Upconversion)' 기술을 활용해 나노미터 크기의 유기물질을 만드는 기술을 개발했다. 이 기술을 개발한 이유는 자외선에 가까운 보라색 빛은 빛이 함유한 에너지 자체가 너무 높아 생체 조직에 손상을 줄 수 있어 의료용으로 활용하기 어렵기 때문이다.

에이시에스 나노 온라인판에 게재된 암 진단용 나노 캡슐 관련 연구내용



이후, 나노 크기의 유기물질을 유리계열 실리카로 감싸 인체에 무해한 캡슐을 만들었다. 이 유기 물질은 구조에 따라 녹색과 파란색 두 가지 빛을 내는데 각각 유방암과 대장암을 탐지하는 항체 펩타이드를 붙였다. 연구팀이 유방암과 대장암이 걸린 실험용 쥐에 주사로 이 나노 캡슐을 주입하고 붉은색 빛을 쬐이자 나노 캡슐에 파란색과 녹색의 빛이 나왔다. 파란색은 유방암을, 녹색은

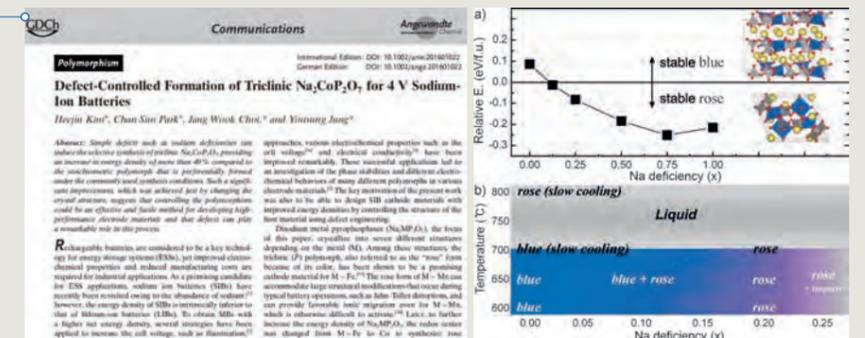
## 물질 결정구조를 조절해 이차전지 성능을 개선하다

대장암을 탐지해 이를 파란색 형광과 녹색 형광으로 알려준 것이다.

연구팀이 개발한 나노 캡슐 기술의 특징은 주사 한 번으로 두 가지 암을 24시간 이내에 동시에 진단할 수 있다는 점이다. 이는 신체 조직에 손상을 주지 않으면서 투과율이 높은 나노 캡슐로 여러 종류의 암을 빠르게 동시 진단할 수 있는 기술로, 양전자단층촬영(PET) 등 기존 암 진단 장비보다 훨씬 빠르게 육안으로도 암을 진단할 수 있어 환자들의 부담을 대폭 줄여줄 것으로 기대했다.

KBSI 질환표적기능연구팀 송현석 박사와 한국생명공학연구원 권오석박사가 제1저자로 참여한 연구결과 논문은 나노과학 분야 국제 학술지 '에이시에스 나노(ACS Nano)' 2016년 1월 7일 자 온라인판에 게재됐다.

앙게반테 케미 온라인판에 게재된 소듐 이온 이차전지 성능 향상 관련 내용



이러한 필요에 따라 연구를 시작한 KBSI 순천센터 김희진 박사팀은 한국과학기술원 정유성, 최장욱 교수팀과의 공동연구를 통해 소듐이온 이차전지 성능을 크게 향상할 수 있는 기술 개발에 성공했다. 소듐이온 이차전지의 양극 소재로 사용되는 파이로인산염(Pyrophosphate) 기반 화합물(Na<sub>2</sub>CoP<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)의 구성물질 중 소듐(Na) 이온 농도를 인위적으로 낮춰 이차전지 작동 전압을 향상하는 데 성공한 것이다.

원자들이 결합해 고체화될 때 이루는 모양을 '결정구조'라고 하는데, 소듐 화합물은 결정구조에 따라 화학적 성질이 달라지는 다형체(多形體) 특징을 갖는다. 흔히 사용되는 푸른색 결정구조 상

태에서는 3 V 정도 평균 전압을 나타내 에너지 밀도가 낮다는 문제점이 있었다. 반면, 붉은색을 띠는 결정구조에서는 합성 조건이 까다롭고 제조에도 수일이 걸려, 이차전지 양극 소재로 주목 받지 못했다.

이 같은 특성에 주목한 연구팀은 다양한 실험을 통해 소듐이온 농도를 낮추어 결정구조에 결함을 만들면, 수 시간 내에 붉은색 합성물이 생성되고, 이를 양극 소재로 사용하면 4.3 V까지 작동 전압이 높아짐을 확인할 수 있었다. 이를 통해 결정구조 상 결함이 물질 합성에 관여한다는 것을 밝힐 수 있었고, 이 같은 연구결과를 응용하면 성능이 우수한 결정구조의 소재를 선택적으로 합성할 수 있을 것으로 예상했다.

이 연구는 실험 설계 단계부터 재료의 구조적 특성 해석까지 광범위하게 이론 계산을 활용함으로써 최근 주목받는 전산재료과학과 분석과학기술의 융복합 연구성과로 평가받았다. 또한, 물질 구조를 제어할 수 있는 한 가지 방법론을 제시한 것으로, 이차 전지 전극 소재뿐만 아니라 에너지, 환경, 전기 등 다양한 분야의 소재 개발에 활용될 것으로 기대했다.

이 연구 결과는 화학 분야 유수 저널인 '앙게반테 케미(Angewandte Chemie)' 2016년 6월 1일자 온라인판에 게재됐다.

## 위상절연체 표면의 전자특성 제어기술을 개발하다

2016년 세계적인 화제가 되었던 이세돌 9단과 구글의 인공지능 알파고 간 바둑 대결을 비롯해 애플과 미국 연방수사국 간에 아이폰 암호 해독 문제를 둘러싼 마찰이 언론을 통해 알려지면서 '양자컴퓨터'로 대표되는 미래형 컴퓨터에 대한 관심이 크게 고조되었다.

양자컴퓨터라는 개념은 미국의 이론물리학자 리처드 파인먼 교수에 의해 1982년에 처음 제안됐으며, 1985년 영국 옥스퍼드대학교의 데이비드 도이치에 의해 그 구체적 개념이 정립되었으나 현재까지 양자컴퓨터 개발은 초기 단계에 머물러 있다.

2016년 5월, 양자컴퓨터의 소재로 주목받는 위상절연체 표면의 전자 특성을 제어할 수 있는 새로운 방법이 개발되어 세계의 주목을 받았다. KBSI 전자현미경연구부 김해진 박사팀, 그리스 국립과학원 데모크리토스 연구소와 요아니나 대학교, 아랍에미리트(UAE) 석유대학교가 참여한 국제 공동 연구팀이 2차원 전자가스 상태인 위상절연체 표면에서 라쉬바 효과에 의해 놀랄만한 표면 궤도자성이 나타난다는 사실을 발견한 것이다.

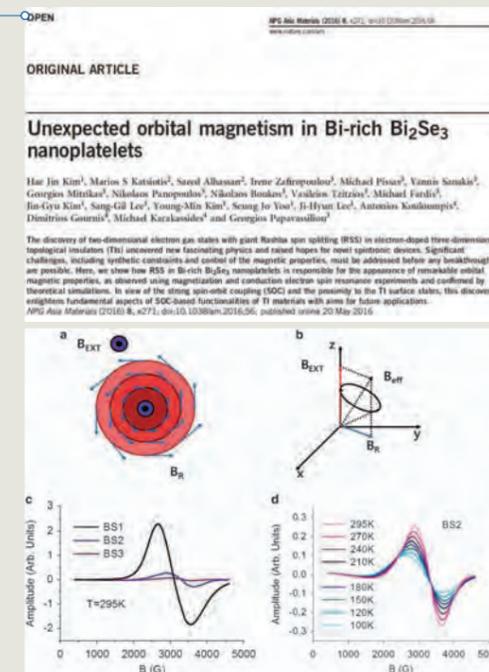
이전까지만 해도 위상절연체의 전자특성을 제어하기 위해서는 물질의 전자 띠(Electron Band)의 강한 에너지 변화가 필수적이어서 스핀 제어에 어려움이 있었다. 연구팀은 3차원 위상절연체 물질로 주목받고 있는 비스무스셀레나이드( $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ )에 비스무스 층을 삽입하는 방법 적용했다. 이를 통해 표면의 반데르발스 갭(Van der Waals Gap)을 확장함으로써 전자도핑 효과를 만들어 내고, 이로 인한 궤도자성의 특성을 갖게 할 수 있다는 사실을 밝혀냈다. 위상절연체의 전자스핀 상태를 물질 삽입이라는 물리적 작용을 통해 에너지를 거의 사용하지 않고도 손쉽게 제어할 수

있다는 사실을 새롭게 발견한 것이다.

이번 연구로 전자의 스핀 상태를 제어할 수 있을 뿐만 아니라, 에너지를 거의 사용하지 않고도, 빛의 속도로 전자전도가 가능한 디랙전자(Dirac Electron)의 전도도를 제어할 수 있게 되었다. 또한, 양자 상태로 저장된 정보가 외부로 빠져나가지 않고, 큐비트 안에 계속 유지하도록 해주기 때문에, 큐비트의 안정성을 증시하는 양자컴퓨터 실용화에 한 걸음 가까워지는 학문적 해결책을 제시한 것으로 평가받았다.

연구진은 향후 다양한 나노구조 물질과 위상절연체의 물리적 화학적 특성 연구를 통해, 스핀트로닉스 소자 개발 및 양자컴퓨터 실용화 등 다양한 응용방법을 제시할 수 있을 것으로 예상했다. 이 연구결과는 세계적인 과학잡지 네이처에서 발행하는 상위 5% 재료과학 전문 학술지인 'NPG 아시아 머티리얼스(NPG Asia Materials)' 2016년 5월 20일자 온라인판에 게재됐다.

NPG 아시아 머티리얼스  
온라인판에 게재된 위상절연체  
표면의 전자 특성 제어기술  
개발 관련 내용



## 세계 최초 고신축성 전도체를 개발하다

니콜라스 코토브 미국 미시간대 교수(교신저자)와 김윤섭 박사(주저자)의 주도하에 KBSI 전자현미경연구부 김진규 박사와 유승조 연구원이 참여한 국제 공동연구를 통해 세계 최초로 '고전도 고신축성 전도체'를 개발했다.

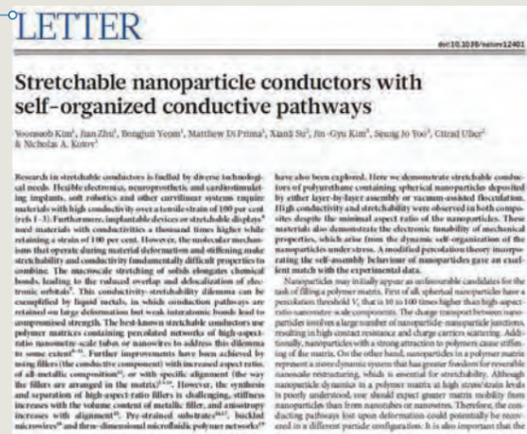
기존의 신축성 전도체는 나노튜브와 나노와이어를 사용해 높은 종횡비를 통해 유연성을 확보했다. 그러나 기존 신축성 전도체로는 유연성 확보에 한계가 있었다. 연구진은 이러한 한계를 극복하고자 폴리머 내 전도성 나노입자들이 인장·수축상태에서도 우수한 전기전도도를 유지하기 위

해 자기조립 현상을 따르고 있다는 것을 규명해 밝혔다. 또한, 신축성과 유연성이 뛰어난 폴리우레탄에 구형의 금 나노입자를 침전시켜 우수한 전도성은 물론 유연성도 크게 향상된 '고전도도 고신축성 전도체소재'를 세계 최초로 개발할 수 있었다.

새롭게 개발한 고신축성 전도체는 향후 유연성과 전기전도도 확보가 동시에 요구되는 접히는 디스플레이와 배터리, 그리고 각종 의료용 삽입물 등에 폭넓게 사용될 전망이다. 특히, 뇌 이식에 이용되는 전극으로 사용해 심각한 우울증과 알츠하이머병, 파킨슨병 등의 완화에 이용할 수 있으며, 뇌에서 직접 조절이 가능한 의수와 의족 등 각종 보철 장치에도 활용될 것으로 기대했다. 한편, 연구 과정에서 고신축성 전도체의 특성평가에는 KBSI가 보유하고 있는 국내 유일 초고전압 투과전자현미경(HVEM)이 활용되어 연구결과 도출에 크게 기여했다. 우수한 원자분해능과 고투과력을 보유한 HVEM은 원자 수준에서 다양한 소재의 특성평가를 수행해 왔으며, 이번 연구에서 폴리머 물질의 특성 규명에도 장점이 있음을 증명했다. 앞으로도 고기능성 융합소재 개발에 많은 기여를 할 것으로 기대했다.

이 연구결과는 세계적인 과학 분야 전문 학술지인 '네이처(Nature)' 2013년 7월 18일 자 온라인 판에 게재됐다.

네이처 온라인판에 게재된 고신축성 전도체 개발 관련 내용



폴리우레탄에 구슬형태의 금 나노입자를 침전시켜 제작된 고신축성 전도체

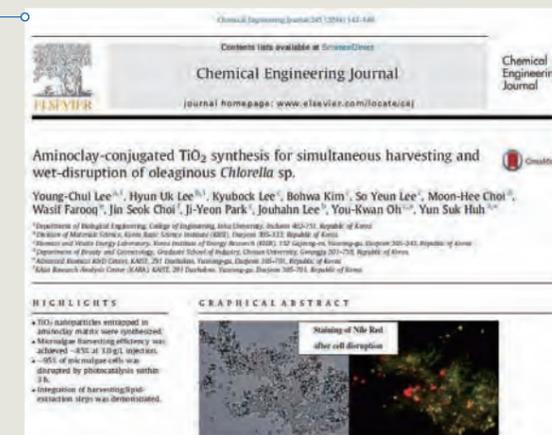


## 통합 미세조류 바이오리파이너리 공정 기술을 개발하다

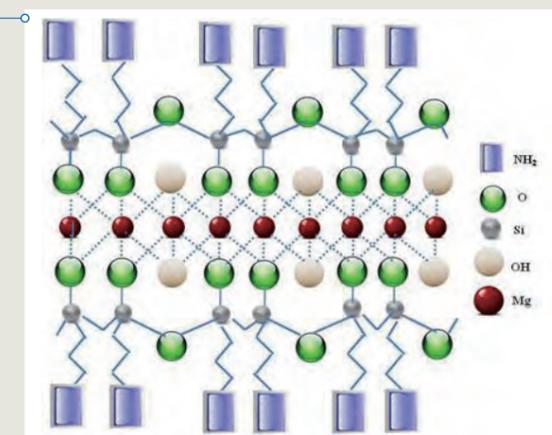
KBSI 나노표면연구팀 이주한·이현옥 박사팀이 한국에너지기술연구원(KIER) 오유관 박사팀과 공동으로 '통합 미세조류 바이오리파이너리 공정기술'을 개발했다. 이 공정은 응집제와 광촉매 물질을 이용해 클로렐라 등 미세조류를 대량 생산하는 동시에 오일 성분을 추출하는 기술이다. 이 기술의 개발로 미세조류를 이용한 바이오디젤 대량 생산이 훨씬 쉽고 빨라질 전망이다.

이 공정을 개발하기 위해 KBSI 연구팀은 핵심 재료인 유기나노점토-이산화티탄 복합체를 실온에서 양산하고, 미세조류의 세포벽을 파괴해 오일 성분을 추출하는 기술을 개발했다. 유기나노점토는 유무기 나노소재로, 미세조류를 응집시키는 효과가 탁월해 미세조류를 수확하는 데 활용된다. 연구팀은 복합체를 하류 공정에 적용해 미세조류 바이오 정제 공정 전체를 단순화한 공정기술을 개발했다.

케미칼 엔지니어링 저널 표지논문으로 게재된 통합 미세조류 바이오리파이너리 공정 기술 개발 관련 내용



유기나노점토 기본 구조



이 기술의 특징은 '유기나노점토-이산화티탄 복합체'를 이용해 미세조류인 클로렐라를 빠르게 응집시킨 후 광화학 반응을 이용해 클로렐라의 세포벽을 파괴해 오일 성분을 쉽게 추출한다는 점이다. 또한, 클로렐라를 대량 생산함과 동시에 바이오디젤로 쓰일 수 있는 오일 성분을 추출할

수 있는 단일 공정기술을 개발했는데 큰 의미가 있으며, 미세조류의 세포벽을 파괴하는 기술은 향후 녹조류 제어를 통해 수질오염을 막는 데도 응용될 수 있을 것으로 기대했다.

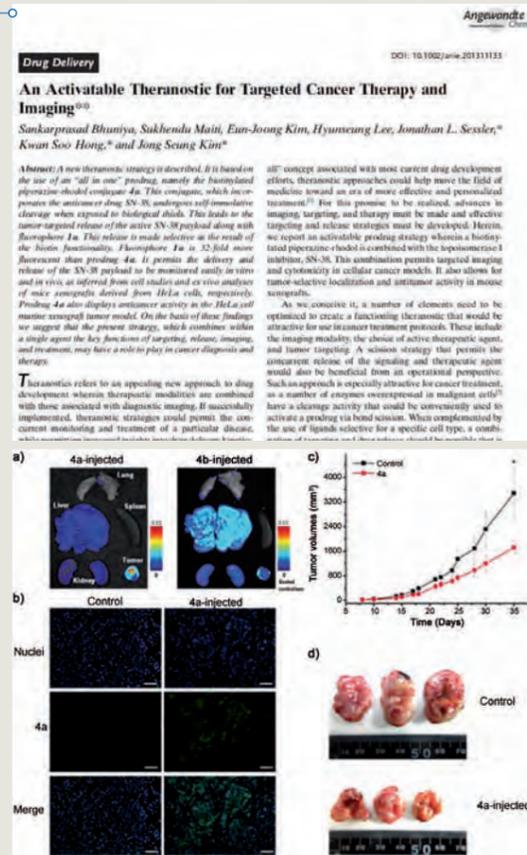
이 연구결과는 세계적인 화학환경분야 학술지인 '케미칼 엔지니어링 저널(Chemical Engineering Journal)' 2014년 6월 1일 245호 표지논문으로 게재됐다.

## 분자 영상과 나노 의학을 활용한 '종양 특이적 진단 및 치료 병용 항암제'를 개발하다

KBSI 생체영상연구팀 홍관수 박사팀이 고려대 김종승 교수팀과 미국 텍사스대 조나단 세슬러 교수팀과의 공동연구를 통해 분자 영상을 활용한 진단 및 치료 병용 '전구 약물(Prodrug)'을 개발했다. 이로써 암과 같은 난치성 질환에 대해 환자 맞춤형 치료와 진단을 동시에 진행할 수 있는 가능성을 열었다.

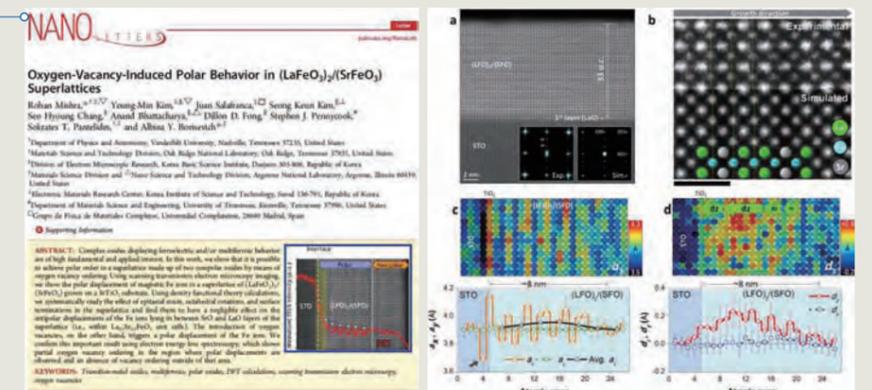
전구약물이란 기존 의약품과는 화학구조나 분질적인 구성 자체가 다른 것으로, 체내 대사과정을 거치면서 효과가 나타나는 약물을 말한다. 저분자 항암제와 표적 물질, 형광프로브로 구성된 전구 약물은 체내 투여 후 종양세포 내에서 특이적으로 분해돼 항암작용이 이뤄지며, 진단 시에는 종양세포가 형광으로 보이는 특징이 있다.

양케반데 케미 온라인판에 게재된 종양 특이적 진단 및 치료 병용 항암제 개발 관련 내용



## 박막형 차세대 메모리 및 소자 개발을 위한 신물질 개발하다

나노레터스 온라인판에 게재된 박막형 차세대 메모리 및 소자 개발을 위한 신물질 개발 내용



연구팀은 먼저 자연상태에서 유전특성을 나타내지 않는 산화물인 란타늄페라이트(LaFeO<sub>3</sub>)와 스트론튬페라이트(SrFeO<sub>3</sub>)를 결합해 인공 초격자 재료를 만들었다. 이어 '수차 보정 전자현미경'을 통해 초격자 재료의 결정 구조 내 산소 원자 결함을 조절하면, 전기장을 가하지 않아도 스스로 전기분극을 만드는 강유전체 물질로 변한다는 사실을 처음 발견했다.

이 연구는 KBSI의 김영민 박사와 미국 오크리지 국립연구소(ORNL, Oak Ridge National Laboratory) 연구팀이 공동으로 수행 중인 '수차 보정 투과전자현미경 분석기술 공동개발'의 하

나로 이뤄졌다. 연구에 사용된 소재 개발은 미국 알곤 국립연구소가 담당했다. 연구팀은 이 결과가 차세대 메모리, 스핀밸브 소자 등 새로운 특성을 갖는 전자소자 개발에 중요한 계기가 될 것으로 기대했다.

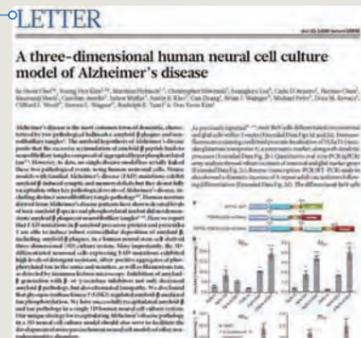
이 연구결과는 나노과학 분야의 세계적 학술지인 '나노레터스(Nano Letters)' 2014년 4월 18일자 온라인판에 게재됐다.

### 알츠하이머 발병 조기진단법을 개발하다

KBSI 생화학오믹스연구팀 김영혜 박사가 미국 하버드 의과대학교 김두연 교수 등과 공동연구를 통해 알츠하이머 환자 뇌의 병리학적 특징을 구현한 실험모델을 개발하고, 알츠하이머 발병의 대표적인 이론인 '아밀로이드 가설'을 규명하는 데 성공했다.

아밀로이드 가설은 뇌 속에 과다 축적된 '베타-아밀로이드 펩타이드'가 신경독성을 유발해 알츠하이머가 생긴다고 주장한 가설이다. 그동안 알츠하이머를 포함한 뇌 질환 연구는 주로 생쥐를 이용한 동물실험에 의존해 왔으나, 생쥐의 뇌 조직 및 생리현상이 인간과 달라 상이한 임상실험 결과를 보이는 문제점이 있었다.

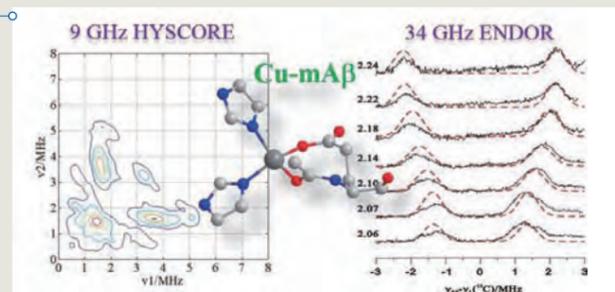
네이처 온라인판에 게재된 알츠하이머 발병 조기진단법 개발 관련 내용



이차원 전자스핀메아리변조 스펙트럼(좌)

아밀로이드 펩타이드의 결합구조(중앙)

전자-핵 이중공명 스펙트럼(우)



연구팀은 인간 신경세포에 돌연변이 유전자를 삽입한 뒤 3차원 배양기술을 통해 신경세포로 분화시켜 알츠하이머 질환의 주요 원인인 아밀로이드 펩타이드 축적을 유도했다. 이어 치매 환자 뇌 조직에서만 발견되는 조직병리학적 특징 중의 하나인 노인반을 구현했고, 실험용 쥐에서 유

도할 수 없었던 세포 내 신경섬유 다발을 구현하는 데 성공했다.

이는 알츠하이머 질환의 발병 메커니즘 가설을 실험적으로 입증했다는 점에서 큰 의미가 있었다. 특히 인간의 신경 줄기세포를 이용해 알츠하이머 환자의 뇌 특징을 구현한 세포 모델을 통해 규명함으로써, 향후 알츠하이머 치료제 개발에 한 발짝 다가서는 계기가 될 것으로 전망했다.

연구팀은 실험모델 개발을 통해 동물모델보다 제작이 쉽고 실험에 소요되는 기간을 단축할 수 있을 뿐 아니라 치매 치료제 개발을 앞당길 수 있는 토대가 될 것으로 기대했다. 아울러 모델 제작에 어려움이 있는 다른 퇴행성 뇌 질환 연구에 적용할 수 있는 연구방법을 제시함으로써 줄기세포를 이용한 뇌 질환 연구가 활기를 띠게 될 것으로 기대했다.

이 연구결과는 세계 최고의 학술지인 '네이처(Nature)' 2014년 10월 12일자 온라인판에 게재됐다.

### 광학활성 화합물의 새로운 비대칭 합성법을 개발하다

KBSI 서울서부센터 황금숙 박사와 성균관대학교 화학과 류도현 교수팀이 공동연구로 의학 및 정밀화학 분야에서 다양하게 이용될 수 있는 '광학활성 화합물의 새로운 비대칭 합성법'을 세계 최초로 개발했다.

이 방법은 비금속 루이스산 촉매를 이용한 다성분 반응으로, 기존 방법으로는 합성이 불가능한 다양하게 치환된 키랄 베일리스-힐만 에스터(알코올기를 갖는 불포화 에스터) 부과물을 높은 광학선택성과 입체 선택성으로 얻을 수 있는 새로운 합성방법이다. 특히 비대칭 촉매를 이용해 세 가지 다른 종류의 물질을 반응 한 번으로 모두 결합해 광학활성을 가진 유용한 물질로 바꿀 수 있다는 점에서 뛰어난 성과를 인정받았다. 또한, 이중결합 치환체들의 위치와 생성되는 알코올 입체선택성의 두 가지 요소를 한 번에 조절하는 방법으로, 뛰어난 입체 선택성과 광학 선택성을 가진 키랄 생성물을 높은 수율로 얻을 수 있다.

KBSI연구팀은 친환경적이면서 경제적인 다성분 반응 연구성과를 기반으로 응용범위를 확대하는 연구를 진행하고, 이 반응을 중요단계로 삼아 다양한 향암 활성을 가진 천연물 합성과 향암 효과를 조사하는 연구도 병행할 수 있게 되었다.

이 연구결과는 세계적인 화학 학술지인 '앙게반테 케미(Angewante Chemie)' 2009년 5월 4일자 온라인판에 게재됐다.

### 초감도 광학활성 측정기술을 개발하다

2012년 3월에는 KBSI 이한주 박사팀과 고려대 조민행 교수 연구팀이 공동연구를 통해, 생체물질 등 광학이성질체의 입체구조를 짧은 시간 영역(펨토초)에서 분석할 수 있는 초감도 광학활성 측정기술을 개발했다.

광학이성질체는 분자식은 같으나 원자 배열과 입체구조가 달라 물리 화학적으로 서로 다른 물질이며, 광학활성은 광학이성질체의 빛 흡수 차이 또는 속도 차이를 발생시키는 성질을 갖고 있

으며, 이를 활용하면 분자의 3차원 입체구조에 대한 유용한 정보를 얻을 수 있다. 하지만 광학이 성질체는 광학활성 신호 세기가 아주 미세해 빛의 작은 요동에도 큰 영향을 받기 때문에 기존 방법으로 펨토초 시간 영역에서 측정하기가 매우 어려웠다.

연구팀은 펨토초 레이저 펄스만으로도 미세한 광학활성 신호를 획득하는 데 성공함으로써 두 종류의 서로 다른 빛을 사용하는 기존 측정방식의 한계인 빛의 요동 및 신호 정밀도, 느린 시간 분해능 문제를 근본적으로 해결했다.

이는 분자의 입체구조를 측정하는 기존 패러다임을 탈피한 첫 시도로 다양한 분야의 연구방법론으로 활용될 것으로 기대를 모았다. 즉, 이 측정기술을 단백질, DNA 등 생체 내 근본적인 생화학 반응과 비대칭 촉매의 화학반응 메커니즘 규명 연구는 물론, 고감도 신호분석을 이용한 고속 약물 스크리닝 연구 및 차세대 분광기기 개발에도 적용할 수 있을 것으로 예상했다.

연구결과는 물리학 분야의 저명 학술지인 ‘피지컬 리뷰 레터스(Physical Review Letters)’ 2012년 3월 9일 자 온라인판에 게재됐다.

## 영양 결핍 상태를 알려주는 신호전달 메커니즘을 규명하다

KBSI 자기공명연구부 전영호 박사와 서울대학교 정종경 교수 공동 연구팀이 인간에게도 기아 스트레스에 적응하기 위해 신호를 전달하는 분해효소가 존재한다는 사실을 처음으로 규명했다. 연구팀은 이 효소를 ‘메쉬(Mesh)’로 명명했는데, ‘메쉬’의 입체구조와 기능이 박테리아의 기아 신호전달물질 분해효소 단백질과 유사할 뿐만 아니라, 메쉬를 제거하면 성장이 더디고 몸집도 작아지는 등 영양 고갈 스트레스에 대응한다는 사실을 초파리 실험을 통해 입증한 것이다. 특히, 이때 미생물과 식물에서만 확인된 기아신호전달물질 분해효소가 사람을 포함한 고등동물에게도 존재한다는 사실을 최초로 밝혀냈다는 점에서 큰 의미가 있다.

이는 사람을 비롯한 고등동물의 영양 고갈 상태와 관련된 새로운 신호전달 체계를 밝히는 중요한 단서 중 하나로, 사람이 영양부족으로 받는 스트레스에 어떻게 반응하고 성장을 조절하며 외부환경에 적응하는지 밝힐 가능성을 열었다는 평가를 받았다.

연구결과는 ‘네이처 구조분자생물학지(Nature Structural and Molecular Biology)’ 2010년 9월 6일 자 온라인 속보에 게재됐다.

## 뜨거운 열을 내는 이중구조 나노 자석을 개발하다

KBSI 전자현미경연구부 김진규 박사와 공동 연구를 통해 암 치료에 탁월한 효능을 가진 새로운 구조의 온열치료 물질을 개발했다. 자기장 변화에 따라 뜨거운 열을 발산해 암세포를 죽일 수 있는 나노미터급 자석 입자를 개발한 것이다.

온열치료는 암세포가 42 ℃ 이상 온도에서 죽는 것을 이용해, 열을 쪼여 암을 제거하는 방법을 말한다. 세계적으로 나노 자석을 활용한 온열치료에 관한 연구가 활발히 진행됐으나, 발열 효율

이 낮아 치료 효과에 한계가 있었다. 그렇기 때문에 효과적 온열치료를 위해서는 충분한 열을 내는 나노 물질 개발이 시급한 과제였다.

이에 연구팀은 교류 자기장 에너지를 더 많은 열로 전환하기 위해, 단순 산화철 대신 산화철에 코발트-망간 등을 섞은 합금으로 나노입자를 만들고, 중심과 껍질이 따로 존재하는 독특한 ‘이중 구조’를 고안했다. 이렇게 개발한 외부 자기장 에너지를 열로 바꿀 수 있는 공 모양의 나노 자석을 활용해 ‘온열 암 치료’를 시도했다.

자성을 띤 나노입자를 쥐의 암세포 부위에 주입하고, 주변에 교류 자기장을 만들어주자 나노입자의 양극이 주기적으로 바뀌고 회전하면서 열을 발생시켰다. 그 결과 쥐의 몸에 분포해 있던 암세포가 효과적으로 제거된 사실을 확인했다.

이는 독소루비신을 사용하던 기존 항암약물 치료의 한계를 뛰어넘는 결과였다. 기존 항암약물을 사용하면 처음에는 암 성장이 억제되다가, 시간이 지날수록 살아남은 암세포가 다시 성장하는 것이 관찰됐다. 하지만 새로 개발된 나노입자를 활용한 온열치료는 같은 양의 기존 항암약물과 비교해 치료 효과가 더 우수한 것으로 나타났다.

특히, 연구팀이 독자 개발한 15 nm 크기 나노입자는 기존 나노 자석에 비해 발열 효율이 많게는 30배에 달해 더 뛰어난 암 치료 효과를 낼 것으로 기대했다.

연구과정에는 KBSI의 초고전압 투과전자현미경(HVEM)이 든든한 지원군이 되었다. HVEM을 이용해 원자 단위에서 리튬과 철의 결합을 직접 관찰해 리튬의 이동도를 저해하는 요인들을 제하는 방법을 밝힐 수 있었기 때문이다.

이 논문은 나노과학 분야에서 권위 있는 학술지 ‘네이처 나노테크놀로지(Nature Nanotechnology)’ 2011년 6월 26일 자 온라인판에 실렸다.

## 세포 이동에 관여하는 조절 단백질을 세계 최초로 규명하다

KBSI 융합소재EM연구팀 정현석 박사팀이 미국 매사추세츠주립대 미쯔오 이케베 교수팀과 공동연구를 통해 ‘신경 및 암세포 이동을 유도하는 데 관여하는 운동단백질 조절기전’을 분자 수준에서 세계 최초로 규명했다. 이번 연구로 세포의 이동과 성장에 대한 새로운 조절체계를 밝히는 핵심적 단서를 확보하게 됐다.

‘신경 및 암세포 이동’, ‘상처 치료 같은 생리적 회복과정’, ‘혈관 성장’, ‘세포 간 신호전달체계’ 등에는 대부분 세포체에서 볼 수 있는 실 모양의 가늘고 투명한 사상위족의 형성이 관여한다. 이때, 사상위족 형성을 조절하는 주요 운동단백질에 대한 분자 수준의 조절기전 규명 연구는 초기 단계에 머물러왔다. 특히 활성-억제기작을 기반으로 하는 질병치료시스템 개발은 전혀 없는 상태였다.

연구팀은 운동단백질의 비활성을 결정하는 단백질 내 결합체 간 상호관계를 기존 분자생물학적 기법과 전자현미경의 단입자 분석 등을 활용해 분자 수준에서 규명하는 데 성공했다. 기능성 단백질의 생체 내 역동적 구조 변화가 세포의 기능적 변화에 밀접한 관련이 있다는 사실을 시각적

분자구조를 통해 입증한 것이다. 이로써 새로운 시각에서 '세포 성장과 증식에 대한 이해', '암세포 증식 저해물질 개발에 필요한 기초자료'를 제공함으로써 의학 분야에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대했다.

연구팀은 이 같은 연구성과를 바탕으로 암세포 성장 억제와 운동단백질 조절기작 간 연관성을 밝히는 고분해능 융합이미징 연구도 이어갔다.

이 연구성과는 '네이처 구조분자생물학지(Nature Structural and Molecular Biology)' 2011년 6월 13일 자 온라인판에 소개됐다.

## 심근염 조기 진단 기술을 개발하다

KBSI 자기공명연구부 홍관수 박사팀과 가톨릭대학교 서울성모병원 장기욱 교수팀은 공동연구를 통해 자기공명영상을 활용한 심근염 질환 조기진단 기술을 개발했다.

심근염은 청년층 돌연사 및 만성 심부전의 주요 원인 중 하나이다. 연구팀은 심근염을 조기 진단할 수 있는 기술을 개발하기 위해 먼저 혈관 속에서 자성-형광 나노입자가 심근염 염증 부위의 면역세포에 생체표적화될 수 있는 '생 친화성 나노-바이오 융합 영상기술'을 개발했다. 이어 심근염 질환이 유발된 쥐에게 고효율의 자성-형광 나노입자를 정맥에 주사한 뒤, 자기공명영상으로 심장근육의 염증 부위와 정도, 염증의 실시간 진행 과정을 200  $\mu\text{m}$  크기까지 정확하게 모니터링하는 데 성공했다.

심장근육의 염증 정도를 자기공명영상으로 정확한 관찰이 가능했던 이유는 정맥 주사 후 오랜 시간 동안 혈관 속을 돌고 있는 자성-형광 나노입자가 심근염 염증 부위에 있는 면역세포에 생체 표적화할 수 있는 생 친화성 나노-바이오 융합 영상기술을 개발했기 때문이었다. 또한, 염증 부위 면역세포에 선택적인 조영제를 이용해 이와 유사한 자가면역질환 진단에도 활용할 수 있다는 점도 확인할 수 있었다.

새로운 기술의 개발로 염증 정도와 변화 추이에 대한 세밀한 관찰이 가능해짐으로써, 그동안 진단이 매우 어려웠던 심근염 환자의 조기진단을 위한 다양한 기술 개발 가능성도 열리게 되었으며, 의료 분야에서 상용화 가능성이 클 것으로 기대했다.

이 기술은 미국 순환기학회에서 발간하는 국제 권위지인 '서큘레이션(Circulation)' 2012년 5월 1일 자 온라인판에 게재됐다.

## 에탄올 연료전자의 반응 생성물과 전하량 상관관계를 NMR로 규명하다

KBSI 대구센터 한옥희 박사팀은 에탄올 연료전지를 이용한 전기 생산 시의 반응 생성물을 핵자기공명분광기(NMR)를 이용해 규명하고 각 반응 생성물에 따른 전하량을 세계 최초로 측정하는데 성공했다.

새로운 에너지 전환 장치로 주목받는 에탄올 연료전지의 경우, 이론적으로는 전기 생산 과정에

서 알코올(에탄올)이 이산화탄소로 완전히 산화돼야 최상의 효율을 얻을 수 있다. 그러나 실제로는 수많은 반응 생성물이 만들어져 효율을 낮추고 있다.

이 같은 현상을 주목한 한옥희 박사팀은 NMR을 이용한 에탄올 연료전지의 반응 생성물 연구를 통해 주요 반응 생성물인 아세트산, 아세트알데하이드, 에테인-1, 1-다이올 등을 밝혀낸 것이다. 실험에는 성영은 서울대학교 교수팀에서 합성한 연료극 촉매가 사용됐다.

또한, 각 반응 생성물에 대한 전하량 측정을 통해 주요 반응 생성물 중 아세트산의 양에 따라 발생하는 전기 에너지의 크기가 주로 결정된다는 사실과 연료극 촉매인 탄소에 지지한 백금 촉매(Pt/C), 백금-루테늄 촉매(PtRu/C), 백금-주석 촉매(Pt<sub>3</sub>Sn/C) 가운데 백금-주석 촉매가 가장 많은 아세트산을 발생시킨다는 사실도 확인했다.

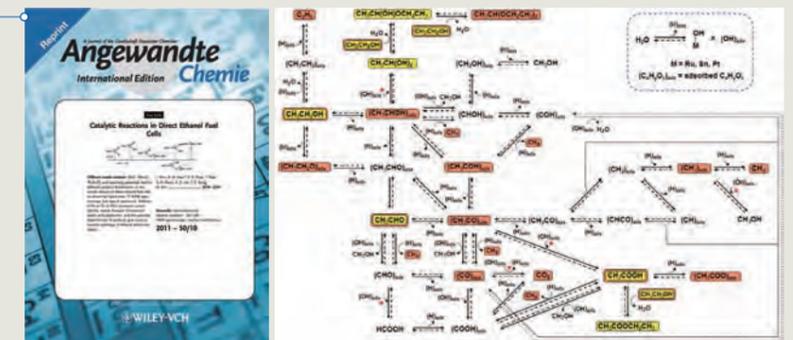
이뿐만 아니라 이번 연구결과와 타 연구실에서 보고한 선행 연구결과들을 종합해 탄소 기반 촉매에 의한 에탄올의 전기 화학적 산화 반응 과정에서 생기는 반응 중간체 및 생성물의 형성 경로를 제시하는 성과도 올렸다.

이 연구는 청정 에너지원 가운데 하나인 연료전지의 상용화를 앞당기는 데 기여하는 분석기법을 제안하고 적용한 점에서 중요한 의미가 있으며, 향후 우수한 효율의 연료전지를 개발할 수 있는 토대를 마련했다는 평가를 받았다.

연구결과는 응용 화학 분야 학술지인 '앙게반테 케미(Angewandte Chemie)' 2011년 2월 8일 자 온라인판에 게재됐다.

앙게반테 케미 커버페이지에 수록된 에탄올 연료전지의 반응 관련 논문(좌)

에탄올 반응 경로도(우)



## 직접 메탄올 연료전지의 in situ NMR 실험에 성공하다.

KBSI 대구센터 한옥희 박사 연구팀은 직접 메탄올 연료전지를 '핵자기 공명 분광기법(in-situ NMR spectroscopy)'이라는 독창적 분석기법을 이용하여 직접 메탄올 연료전지의 화학반응 추적에 성공했다.

작동 중인 직접 메탄올 연료전지를 해체하지 않은 상태에서, 전기 생산과정의 화학반응 추적에 세계 최초로 성공할 수 있었던 것은 한 박사팀이 개발한 '토로이드형 핵자기 공명용 탐침'을 이용하여 화합물의 규명과 정량 분석에 유리한 핵자기 공명 기법의 장점에 in-situ 기법을 추가하여

분석했고, 연료전지 전문팀인 KIST의 하홍용 박사 팀과의 협력 때문에 가능했다.

직접 메탄을 연료전지는 새로운 에너지 전환장치의 하나로 각광받고 있지만, 전기 생산과정에서 메탄올이 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)로 완전히 산화되지 않고, 수많은 반응 중간 생성물이 만들어져 연료 전지의 효율이 떨어진다.

이번 연구에서는 직접 메탄을 연료전지를 작동시킨 후, 중수소(2D) 핵자기 공명 분광 스펙트럼을 구하는 작업의 반복을 통해 전기 화학반응 추적이 이뤄졌으며, 이를 반응시간 동안 발생한 전하량을 측정된 데이터와 비교 분석해, 전기 생산과 관련된 메탄올 산화 반응과 전기 생산과 관련이 없는 메탄올의 산화반응 모두에서 탄소에 지지시킨 백금-류테늄(PtRu/C) 촉매가 백금(Pt/C) 촉매보다 메탄올의 완전 산화율이 더 높은 촉매임을 확인하였다.

이처럼 서로 다른 재료의 연료극 촉매를 사용하는 직접 메탄을 연료전지의 내부 화학반응을 비교 분석함으로써, 보다 우수한 재료의 연료극 촉매를 개발 할 수 있는 토대를 마련하게 됐다.

자기 공명영상(MRI) 장치 없이도 개발된 토로이드형 핵자기 공명용 탐침을 사용하면 연료전지 내 화합물들의 분포도를 구할 수 있음을 보여주어, 물을 포함한 연료전지의 전기화학반응 전후 화합물들의 이동 경로 추적 가능성을 보여주었다.

연구결과는 응용 화학 분야 학술지인 '앙게반테 케미(Angewandte Chemie)' 2012년 3월 13일자 온라인판에 게재되었다.

### 초고전압투과전자현미경을 활용해 고신축성 전도체를 개발하다

KBSI가 보유한 국내 유일의 초고전압투과전자현미경(HVEM)이 미국 미시간대 니콜라스 코토브 교수팀의 '고신축성 전도체'개발에 활용됐다. 이 공동연구는 미시간대 코토브 교수와 김윤섭 박사가 주도했으며, KBSI 전자현미경연구부 김진규 박사와 유승조 연구원이 참여했다.

연구팀은 신축성과 유연성이 뛰어난 폴리우레탄에 구형의 금 나노입자를 침전시켜 우수한 전도성을 갖는 소재를 개발했다. 이 소재는 유연성과 전기전도도를 동시에 요구하는 접을 수 있는 디스플레이와 배터리, 각종 의료용 삽입물 등에 널리 사용할 수 있을 것으로 기대했다.

특히, 이번 연구에서는 세계 최초로 개발한 고 신축성 전도체의 특성 평가를 수행하는데 초고전압 투과전자현미경이 활용됐다. 이는 우수한 원자분해능과 고 투과력을 보유한 HVEM이 원자 수준의 다양한 소재 특성 평가뿐만 아니라 폴리머 물질의 특성 규명에도 활용될 수 있음을 보여주었다.

연구결과는 '네이처(Nature)지' 2013년 7월 18일 자 온라인판에 실렸다.

### 산소 원자 결합을 분석하는 신기술을 개발하다

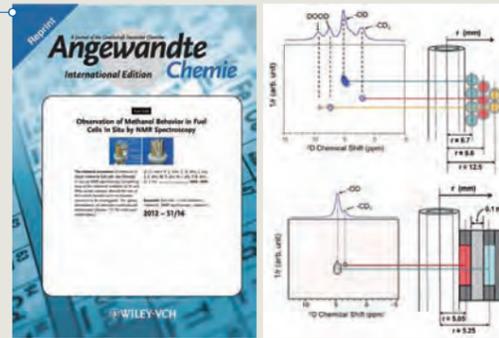
KBSI 전자현미경연구부 김영민 박사가 미국 오크리지 국립연구소와 공동으로 산화물 구조 속 '산소 원자 결합'이 원자 단위에서 어떻게 분포하고 얼마나 많이 존재하는지 이해할 수 있는 분석 기술을 개발했다. 바람을 관찰하는데 풍향계가 쓰이듯 재료 구조 내 양이온 팽창 거리를 측정하는 방식으로 산화물 구조 속 '산소 원자 결합(물질구조 내 산소 원자 빈자리)' 상태를 파악할 수 있는 분석기술을 개발한 것이다.

연구진은 이 기술을 개발하기 위해 산소 원자 자체를 직접 관찰하기보다 재료구조 내 산소 원자 자리가 비어있을 때 일어나는 원자 간 양이온 팽창 거리를 측정하는 방법으로 산소 원자 결합 여부를 분석했다. 측정 오차는 3% 범위 내다. 기존에는 5% 정도였다. 0.1 nm이하 분해능을 가진 첨단 수차 보정 전자현미경을 활용하면 양이온 팽창 거리를 피코미터(pm, 1조 분의 1 m)까지 측정할 수 있다.

산소 원자 빈자리는 산화물 재료 물성을 결정하는 주요 인자로 연료전지 작동 효율에 직접적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 연료전지 등에 쓰이는 기능성 산화물 재료를 더 쉽고 빠르게 개발할 수 있는 기술의 개발로, 기능성 산화물 재료 개발이 탄력을 받을 것으로 기대했다.

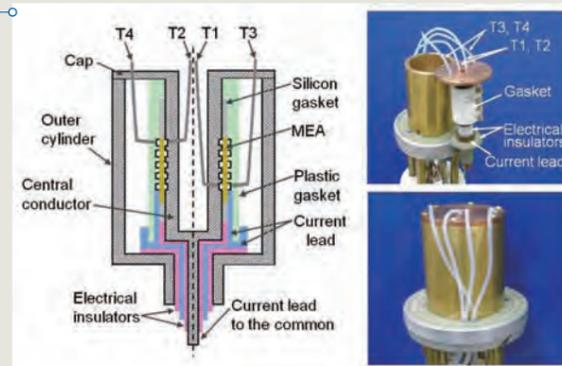
이 연구성과는 물리 및 재료과학 분야 국제 학술지 '네이처 머티리얼스(Nature Materials)' 2012년 8월 19일 자 온라인판에 게재됐다.

(좌)앙게반테 케미 커버페이지에 수록된 메탄을 연료전지 NMR 실험 관련 논문



(우)토로이드 NMR 탐침을 사용한 각 시료들의 2차원 스펙트럼들

연료전지를 포함하는 토로이드 NMR 탐침 개략도(좌)와 사진들(우)



## 국가·사회 문제해결형 연구성과



### 농축산물 원산지 판별 분석기술을 개발하다

최근 빈번히 발생하고 있는 각종 대형 재난으로 인해 사회적 불안감이 높아지면서, 국민의 행복한 삶을 지키기 위한 노력이 국가적인 이슈로 주목받고 있다. 이에 KBSI는 각종 질병, 재난, 재해 등 국가적 관심사로 떠오른 사회 문제를 비롯해 환경오염, 에너지, 기후변화 같은 글로벌 이슈를 해결할 수 있는 첨단 분석기술 개발에 주력해 왔다. 국가·사회 문제해결형 분석기술 개발 노력이 바로 그것이다.

국가·사회 문제해결형 분석기술은 시대와 상황에 따라 조금씩 바뀌어 왔다. 특히 2012년에는 KBSI가 보유한 국가·사회 문제해결형 분석기술의 활용성을 극대화하기 위해 '재난분석과학연구단'을 설치하고 생물학적 재난대응 원천기술 개발에 주력했으며, 조류독감 등 사회적 파급 효과가 큰 바이러스 연구로 분야를 확대해 나갔다.

KBSI가 그동안 추진해 온 기술로는 '농축산물 원산지 판별 분석기술', '화학물질 유해성 분석기술', '질병 조기진단을 위한 생체영상화 기술', '문화재보존 분석기술', '범죄 과학수사 분석기술' 등이 있다. 각 기술에 대해 자세히 살펴보면 다음과 같다.

농축산물 원산지 판별 분석기술은 국내에서 유통되는 다양한 농축산물의 원산지, 종, 품질을 정확히 판별할 수 있는 기술을 확보함으로써, 농·축·수산물의 유통질서를 확립하고, 먹거리에 대한 국민의 불안을 해소하고자 시작되었다. 이후 원산지 판별 통합 분석기술을 개발하고, 수입 농축산물의 체계적 관리를 위한 표준화된 원산지, 종, 품질 판별 통합 시스템을 구축할 수 있도록 했다.

주요 수행연구 내용을 살펴보면 2009년에는 국내에서 판매되는 미국산, 멕시코산, 호주산, 뉴질랜드산 및 국내산 소고기의 원산지에 대한 안정동위원소와 대사체 판별법을 개발했으며, 2010년에는 국내에서 판매되는 국내산과 중국산 한약재의 원산지에 대한 동위원소, 미량원소 및 대사체 등 다중추적자 판별법을 개발했다. 2011년에는 국내에서 유통되는 다양한 식품의 원산지 판별을 위한 통합 표준화 판별시스템 구축 작업을 추진했으며, 2012년에는 스트론튬 동위원소와 다중원소 통계분석기술을 결합해 한국산 배추와 중국산 배추의 원산지를 판별하고, 한국산 김치와 중국산 김치의 원산지 판별을 위한 분석기술을 개발했다. 2013년에는 황기 수확 후 가공 방법들에 대한 평가를 위해 NMR과 UPLC-MS 장비를 이용한 대사체 분석 기반 품질 판별법을 개발했으며, 2014년에는 한국에서 자라는 9종의 엉겅퀴 판별을 위해 UPLC-QTOF MS와 다변량 분석을 기초로 한 대사체 분석을 통해 엉겅퀴 종 판별법을 개발했다. 이 연구에서 개발된 대사체 분석을 활용한 엉겅퀴의 종 판별법은 교차검증(cross-validation)을 통해 100% 예측할 수 있다는 사실을 확인할 수 있었다. 2015년과 2016년에는 국내에서 판매되는 세계 각국의 맥주 80개 시료를 직접 구입해 각각 탄소, 산소, 스트론튬 동위원소와 다중원소를 분석하고 이들을 통합해 통계처리 했다. 분석결과 맥주가 생산된 아메리카(AM, America), 오세아니아(OC, Oceania), 아

시아(AS, Asia), 유럽(EU, Europe) 등 4개 대륙별로 원산지를 구분했다. KBSI는 앞으로도 더욱 다양한 식품들의 원산지 판별을 위한 효과적인 분석기술을 개발하고, 이를 활용한 통합 판별시스템 구축을 위해 노력할 예정이다.

## 화학물질 유해성 분석기술을 개발하다

다양한 환경오염물질에 대한 표준분석법을 개발하고 화학종에 대한 물질 확인과 구조분석 연구도 수행했다. 이를 위해 산학연 연구기관들과의 다양한 협력을 통해 잔류성 유기오염물질에 대한 신뢰성 있는 정도관리와 국가 모니터링 사업을 수행하고, 유해성 평가를 통해 환경 영향을 분석하기 위해 다양한 정보를 제공했다.

화학물질 유해성 분석기술 개발을 위한 주요 수행연구를 살펴보면 2010년에 잔류성 유기오염물질에 대한 새로운 분석방법을 개발했으며, 식품 중 다이옥신, PCBs에 관한 오염실태 연구 및 대사체 연구기법을 이용한 잔류성 유기오염물질 생체영향평가를 실시했다. 또한, 환경분석에 대한 과학적인 기준을 개발하고, 대사체학을 이용해 잔류성 유기오염물질의 유해성을 예측하는 기반기술을 확립해 나갔다.

## 질병 조기진단을 위한 생체영상화 기술을 개발하다

KBSI는 생체영상장치인 동물용 4.7 T/9.4 T MRI, PET/CT/SPECT, MALDI MSI, Bio-EM 등의 장비를 단독 혹은 융복합적으로 활용해 분자 및 생체영상분석기술을 개발하고, 이를 통해 알츠하이머와 파킨슨 병과 같은 뇌 기능 관련 연구와 암 등 난치성 질환 관련 연구를 수행했다. 또한, 산업 사회에서 꾸준히 증가하고 있는 질환인 심근경색의 적절한 치료를 위해, 질환 초기 변화를 영상화하고, 심근 괴사 정도와 뒤이어 발생하는 염증과 연관성을 규명하는 연구를 했다.

질병 조기진단을 위한 생체영상화 기술과 관련해 수행한 주요 연구를 살펴보면, 2010년에 알츠하이머 질환 진단을 위한 MRI, MALDI MSI, EM 등 융합기술 개발연구를 수행했으며, 자기공명 관류 영상 기법을 이용한 암과 염증 질환의 판단 및 파킨슨 질환의 조기진단을 위한 PET과 MRI의 융합영상기술 개발을 추진했다. 2011년에는 3 T 휴먼 MRI 설치 합성조영제 활용 질환동물 MRI 영상 최적화 연구, 종양 조기진단을 위한 PET Probe 합성 및 평가기술을 확립하고, 전자현미경 활용 고해상도 단백질 구조체 이미징기술 구축 등 다양한 생체영상 연구를 수행했다. 2012년에는 소동물 생체이미징 장비(MRI, PET)에 활용 가능한 융합영상조영제를 개발하고, 질병 조기진단 및 치료 효과 평가분야에서 신기술 개발을 수행했다. 이를 통해 자체합성 광나노입자를 심근염 쥐(Rat) 모델에 정맥주사한 후 MRI 영상으로 질환 부위 진단이 가능하다는 사실을 확인했다. 이 방법이 임상에서 심근염 진단에 사용되고 있는 방법보다 감도와 정확도가 훨씬 우수하다는 사실도 확인했다. 2013년에는 형광, 자성 성질을 모두 가지는 T1 조영제를 합성했다. 이 조영제는 구리 이온 농도가 높을수록 자성 성질은 향상되고, 형광 성질은 사라지는 특성을 가지고

있으며, 이 조영제를 이용해 RAW 264.7 세포 내 구리이온에 따라 MRI 조영 효과와 형광의 변화를 마이크로몰(Micromolar) 단위에서까지 확인했다. 2014년에는 특정 종양 세포 내에 선택적으로 전달되어 형광 영상 및 약물 방출 효과를 보이는 질환표적형 진단·치료 병용 전구 약물체를 개발했으며, 동물 질환 모델에서 생체영상을 활용하여 진단 및 치료 효과를 검증했다. 2015년에는 급성 심근경색의 경색 영역 및 염증 부위를 판별하기 위해 가돌리늄, 망간 계열과 산화철 나노 계열 조영제를 이용한 심장 MRI를 시행해 급성기 심근경색의 질환 진행 과정을 영상화했다. 또한, 가돌리늄과 망간으로 영상화한 심근 괴사 정도와 산화철 나노 조영제로 영상화한 염증 정도가 어떻게 차이가 있는지를 조사했다. 2016년에는 진단·치료제 생체영상 평가기술 개발에 주력했다. 이를 통해 활성화형 전구약물 항암제, 세포치료제 등 표적형 치료제에 대한 세포 특이성 및 생체 조직 표적성을 약물전달 치료 효과 검증 관점에서 평가할 수 있는 통합적 분석기술을 개발하고, 개발 과정의 표적치료제 후보물질에 대한 맞춤형 전임상 생체영상 평가기술로 구축하고자 했다. 진단·치료제 생체영상 평가기술을 위해 수행한 연구 내용을 살펴보면, 암 조직 특이 표적 및 항암제 전달이 가능하도록 합성된 전구약물에 대해 전이암 동물모델에서 MR/NIR 생체영상을 통한 약물전달 및 치료 효과 평가로, 진단·치료제로서의 가능성을 확인했다. 또한, 세포 내 표지 후 생체거동 분포를 추적 영상화하는 데 활용 가능한 생체적합성 안정성이 우수하고 근적외선 생체영상이 가능한 업컨버전 나노입자(Ex/Em=980/800 nm)를 개발했다. 2016년에는 인공노령화 및 세계 글로벌화에 따라 감염성 질병을 포함한 각종 질병을 조기 진단하는 기술인 고감도 바이러스 진단 플랫폼 개발도 추진했다. 주요 수행내용으로는 현장진단에 적용할 수 있는 고감도 진단 플랫폼을 제작하고, 식중독 노로바이러스 검출을 위한 노로바이러스 신속진단키트를 개발했다. 이 기술을 기반으로 노로바이러스 이외에 다른 감염성 바이러스 또는 질병 등의 진단키트 개발을 추진하고, 금나노 입자 이외에 감도를 더욱 증폭할 수 있는 센싱프루브 개발에도 박차를 가했다.

## 문화재 보존 분석기술을 개발하다

문화재 보존 분석기술 개발은 고대 한반도 물류 이동 연구의 자연 과학적 연구기반을 확립하기 위해 문화유산인 청동유물의 납 동위원소비 및 미량원소 분석법을 정립하고, 청동유물의 산지 분류 및 산지 추정 시스템 개발을 목표로 시작했다. 이후, 2014년에는 한반도 출토 청동유물의 산지 및 유통을 밝히기 위해 납 동위원소 분석기술 및 영역별 판별분석기술을 개발하고 유물에 대한 지질 과학적 분석데이터를 구축하는 작업을 수행했다. 2015년에는 고고학 분야에서 고인류 치아에 대한 스트론튬(Sr) 동위원소 연구는 고인류의 기원, 이동, 문화교류 등에 대한 과학적 정보 제공을 목표로 활동했으며, 2016년에는 문화재보존 분석기술에서 표면분석을 활용한 청동유물의 납(Pb) 동위원소비 연구는 유물 손상을 극소화하고, 동일 시료에 대한 분석으로 획일적인 연구결과를 생산하며, 이를 통해 청동유물의 산지 추정, 제작기법 및 유물의 유통 등에 대한

과학적인 정보를 제공하고자 추진되었다.

주요 수행연구 내용을 살펴보면 2010년에는 청동유물 산지 추정 시스템의 기초자료인 국내 남동지역 방연석광산의 문헌 조사 및 시료 채취를 수행하고, 납 광석광물 및 청동유물의 납 동위원소비 분석법을 정립하고 기초 분석 연구를 수행했다. 2011년에는 청동유물 산지 추적시스템의 기초자료를 확보하기 위해 약 40여 개 방연석광산의 현장조사와 시료 채취 작업을 진행했으며, 납 광석광물과 청동유물의 납 동위원소비 분석법을 정립하는 등 다양한 분석 작업을 수행했다. 2012년에는 청동유물의 원료물질인 방연석의 시료채취 및 분석을 수행하고 한반도 남부 지역의 납 동위원소 분포영역을 구분해 유물의 산지 추정 연구에 적용 가능성을 연구했다. 2013년에는 한반도 납 동위원소 광역분포도 작성을 위해 청동 유물의 원료물질인 방연석의 납 동위원소 분석을 수행하고, 작성된 광역분포도를 이용해 유물의 산지 추정을 위한 예비 연구를 수행했다. 2014년에는 지질과학적 분석데이터 구축을 위해 청동유물의 원료물질에 대한 납 동위원소비 분석을 수행하고, 영역별 분포도를 통해 '세형동검'과 '증도가자' 등의 유물 산지 추정 연구를 수행했으며, 한반도 출토 유물에 대한 산지 추정연구를 위한 DB 시스템을 구축하고 유물의 기원과 유통 연구를 위한 과학적 분석방법을 확립해 나갔다. 2015년에는 국내 전주지역에서 출토된 고인류 치아에 대해 스트론튬(Sr) 동위원소 조성을 구해 고인류의 이동에 대해 연구했으며, 고인류의 다양한 생활방식을 연구할 수 있도록 고인류의 치아와 뼈에 대한 in-situ 스트론튬(Sr) 동위원소분석법 개발을 추진했다. 2016년에는 한국에서 출토된 청동유물 103점에 대해 표면분석을 활용한 납(Pb) 동위원소비 분석을 수행했다. 이 연구를 통해 분석한 자료는 기존 TIMS 분석 자료와 비교해 약 80% 이상의 신뢰도를 보였다.

## 범죄 과학수사 분석기술을 연구하다

점차 지능화되고 있는 각종 범죄에 대한 정확하고 신속한 수사를 위하여 생화학적 표식자를 발굴하고, 사건 현장에서 간편하게 사용이 가능한 검출 키트 개발 연구를 추진했다.

범죄 과학수사 분석기술과 관련한 주요 수행연구 내용을 살펴보면, 2010년에는 교통사고 현장 미세증거물 분석기술 개발과 인체 분비물의 생화학적 표식자 분석기술 개발을 수행했다. 2011년에는 국산 자동차 연료인 휘발유의 생산회사별 동위원소 분석과 동물 모델을 이용한 조직에서 사후변화 추정 후보 단백질질을 발굴했다. 이를 통해 신원확인이 불가능한 변사체의 거주지역 추정에 필요한 동위원소 지문분석 기술을 개발하고 동물모델을 이용한 사후경과 시간 관련 생화학 표식자 개발을 추진했다. 2012년에는 모델동물을 이용한 사후 경과 시간 추적 후보단백질 발굴과 발현 검증을 수행했으며, 2013년에는 자동차 유리에 대한 표면분석을 통해 자동차 회사별 차이점을 법동위원소 분석 기술로 검증했다. 2014년에는 모델동물 신장 조직을 이용해 사후 경과 시간 추정 마커 발굴 및 측방유동순도분석(Lateral Flow Assay) 기법을 이용한 생화학 마커를 검출했다. 이 기술을 기반으로 사건 현장에서 신속하고 사후 경과 시간 추정 마커를 검출하

고, 정보를 실시간으로 전달할 수 있는 '스마트 포렌직 폰(Smart Forensic Phone)' 개발을 예정했다. 2015년에는 인간 타액 당사슬 패턴 분석을 통해 다른 체액과 구별되는 인간 타액 검증 방법을 개발했으며, 이 기술을 기반으로 인체 타액 당사슬 마커 특이적인 압타머(Aptamer)를 제작하고, 미세유체학 및 전기화학 기반 바이오센서용 타액 검증 키트 개발을 계획했다.

## 재난분석과학연구단을 출범하다

국가지 대형연구장비와 연구역량을 기반으로 국가·사회문제 해결을 위해 노력해 온 KBSI는 첨단 분석과학기술을 기반으로 국가적 재난에 대한 유기적인 대응력을 강화하고, 더욱 체계적인 국가적 환경재난 대응분석 시스템을 구축하고자 2012년 3월, 오창센터에 재난분석과학연구단을 출범했다. KBSI는 재난분석과학연구단을 통해 첨단 분석장비를 활용한 국가적 대응 분석시스템을 개발하고 이를 국가 유관기관에 제공하는 것을 목표로 삼았다. 이를 위해 최근 국가적으로 빈번히 발생하는 재난 및 사건 사고의 예측, 예방 및 해결에 필요한 분석기법 연구를 수행해 나갔다.

재난분석과학연구단이 설립된 2012년에는 '환경방사능'과 '환경유해 물질 분석'을 위한 인프라를 구축해 관련 기술을 개발하고, 과학수사 지원을 위한 '법 과학 분석기술 개발' 등 3대 주요 분야에 대한 기초연구를 시작했다. 이를 위해 2014년까지 3대 주요 분야에서 분석항목 확대와 정확도 향상, 센서 및 기기개발, 새로운 분석기술 개발을 수행해 기술기반을 확립한다는 목표를 수립하고 업무를 시작했다. 구체적인 성과가 나오기 시작한 것은 2014년이 되면서였다.

2014년에는 Bacillus drentensis sp. 사균과 polysulfone으로 이루어진 미생물담체를 이용해 폐광산에서 유래된 지하수 내 중금속을 제거하기 위한 실험을 수행했다. 연구결과, 미생물담체를 이용한 지하수의 구리, 카드뮴 등의 제거율이 93% 이상이었다. 이 결과는 1 kg의 담체로 1,098 ℓ 지하수를 정화할 수 있음을 의미했다. 2015년에는 생활환경 주변 방사능의 노출을 정량화하기 위한 지하수 내 환경 방사능 배경치를 연구했다. 이 연구결과를 토대로 시나리오별 인체 위해성을 평가하고 수질 관리 및 인체 위해도 감소를 위한 자연 방사능 영향 반경을 설정하기 위한 연구를 진행했다. 2016년에는 현장형 방사능모니터링 장비 성능 점검 및 교정용 휴대형 방사선원 조사장치를 개발했다. 또한, 먹는 샘물 제조 산업에서 환경 방사능의 잠재적 위험성을 규명하는 연구를 수행했다. 이 연구성과를 토대로 토양 및 지하수 내 자연방사능 위해성 데이터 구축 및 관리방안 도출과 관련된 환경 재난 대응 기술 연구를 진행했다.

## 첨단 연구장비 개발



### 펨토초 다차원분광기 개발을 추진하다

KBSI는 설립 이후 사용자 취향에 맞는 분석기술 개발을 통한 맞춤형 고급 분석지원 업무와 함께 국산연구장비산업 분야의 부흥을 위한 첨단 연구장비 개발 및 응용지원 업무를 수행해 왔다. 또한, 국가적 기술 수준 향상을 목표로 BT 및 NT 분야의 독창적 연구를 이끌어 내고자 세계 최고 수준의 연구장비 개발을 추진했으며, 차세대 첨단 연구장비를 개발해 국제적 공동 연구를 도모함으로써 국내 기초 과학계의 연구 활성화를 위해 노력했다.

이러한 노력의 결과 창립 20주년을 맞은 2008년에는 '3 T 무냉매 전도냉각형 초전도자석 시스템 개발', '15 T FT-ICR MS를 위한 극저온 초단옴프 시스템 개발', 'FT-ICR 제어장치 개발', '초정밀 마이크로렌즈 어레이 개발', '천문관측용 비구면 광학계의 개발', '내시경용 비구면 렌즈 개발', 'UA3P 설치 및 운영', '연구장비 유지 보수 및 전자 개발', '다차원 분광 장치 및 분광법 개발' 등의 성과를 낼 수 있었다.

특히, 다차원 분광 실험실을 통해 2008년 세계 최첨단 장비인 '펨토초 이차원 적외선 분광기(Femtosecond Two Dimensional Infrared Spectrometer)', '펨토초 적외선 CD 분광기(Femtosecond Infrared Circular Dichroism Spectrometer)' 개발에 성공하는 주목할 만한 성과를 올리기도 했다. 이 장비들은 기존 'XRD'나 'NMR' 장비에 비해 공간 분해능과 시간 분해능이 월등해 기존 생체 분자 동역학 및 재료 물성 연구에 획기적인 수단을 제공해 줄 것으로 기대되었다.

분자의 구조를 넘어서서 분자 구조가 시간에 따라 어떻게 변화하는지를 실시간으로 관찰하고 분석하기 위해서는 1,000조 분의 1초(펨토초)의 세계를 관찰할 수 있는 펨토초 레이저 분석 장비가 필요하다. 펨토초 레이저를 이용해서 일정한 시간 간격으로 레이저를 분자에 쏘아주면 그로 인해 특정 스펙트럼이 생기는데, 이를 분석하면 분자의 화학 결합 상태나 심지어는 입체화학 구조까지도 알 수 있기 때문이다. 즉, 펨토초 레이저분광기는 펨토초의 셔터 속도로 분자의 움직임을 찍어내는 장비이다.

KBSI는 2009년부터 시작한 극초단 펨토초 레이저를 응용한 생체시료 및 나노재료의 시분해 동

펨토초 이차원 적외선분광기



역학 연구를 통해 이를 극대화할 수 있는 시분해 펄토초 분광장비 개발을 추진했다. 이를 토대로 펄토초 원형 이색성 장치와 파장 영역을 중적외선 전반으로 넓힐 수 있는 편광기를 개발해 설치할 수 있었으며, 펄토초 다차원분광기를 이용한 생물리 동역학 연구를 수행할 수 있었다.

2010년에는 펄토초 레이저를 이용한 다차원 및 카이랄 분광장비를 개발해 단백질과 핵산 등 생체시료 및 카이랄(Chiral)성 화합물에 대한 초고속 시분해 동역학 연구를 수행했다. 이를 토대로 펄토초 이차원분광기를 이용한 화학교환 반응을 연구할 수 있었으며, 펄토초 가시광 원형 이색성 장치 개발과 펄토초 다차원분광기를 이용한 나노재료 분광 동역학 기초연구를 수행했다.

2011년에는 2차원 적외선 분광법을 활용해 인공아미노산 등에 대한 화학교환 반응 동역학 연구를 수행하고, 극미세 카이랄 신호 측정에 용이한 고감도 펄토초 자외선-가시광선 광학활성 분광법을 개발해 초고속 생체분자 구조 동역학 분석에 활용했다.

2012년에는 다양한 형태의 펄토초 레이저기반 다차원분광분석장비를 개발해 단백질 핵산 아미노산 등의 생체물질 및 카이랄 화합물에 대한 초고속 실시간 반응분석연구를 수행했다. 이를 토대로 2차원 적외선 분광법을 활용해 아미노산 유도체의 실시간 분자구조 동역학연구를 수행하고, 펄토초 레이저파동 간섭 현상을 이용해 오직 하나의 광학레이저 펄스만으로 분자의 입체구조를 분석할 수 있는 초감도 광학 활성간섭 분광장비를 개발했다.

2013년에는 2차원 적외선 분광분석을 통한 실시간 화학반응 동역학 연구와 더불어 카이랄 생체분자의 입체구조 및 동역학 분석에 활용 가능한 세계 최초 2차원 카이랄 분광기 개발 연구를 수행했다. 이를 토대로 단백질 DNA 등 카이랄 생체분자의 입체구조 및 동역학 분석에 필요한 고감도 펄토초 카이랄 분광기술을 개발했으며, 2차원 카이랄 분광기의 광학계 설계 및 제작에 적용할 수 있는 카이랄 신호의 증폭 원리 규명 작업을 진행했다.

2014년에는 생체분자의 실시간 생화학 반응 및 카이랄 입체구조 동역학 분석을 위해 2차원 카이랄 분광기 등 펄토초 레이저를 기반으로, 다양한 형태의 시공간 레이저 광학분석장비 개발 연구를 수행했다. 이를 통해 고속 광학 펄스 제어 시스템을 이용해 극초단 전자 동역학 연구에 활용할 수 있는 2차원 전자 분광기 제작에 성공했으며, 카이랄 현미경 개발에 필요한 비선형 레이저 라만 분광기술 및 현미경을 자체 개발했다.

이처럼 다년간 축적된 선도적 핵심 분광기술을 바탕으로 2017년에는 세계 최초로 광학활성이 라고 하는 분자의 독특한 성질을 펄토초 시간 영역에서 측정할 수 있는 새로운 레이저 파동 간섭 측정법을 개발해 세계의 주목을 받기도 했다.

KBSI 연구팀이 개발한 새로운 측정법이 특히 주목을 끈 이유는 다른 분광법과는 달리 '카이랄 구조'의 식별이 가능하며, 매우 짧은 시간에서 분자의 3차원 입체화학 구조에 대한 정보를 제공하는 거의 유일한 방법이기 때문이다. 이 분야에서 기술을 리드해 온 세계 각국의 연구팀들도 펄토초 레이저를 이용한 시분해 원이색성(CD, Circular Dichroism) 동역학 연구를 수행했

지만 이들은 대부분 자외선이나 가시광선 영역에 국한되어 있었다. 반면 KBSI 연구팀은 펄토초 광학활성 분광기 개발을 통해 분자 진동 운동에 의해 유발되는 진동광학활성(Vibrational Optical Activity) 신호를 펄토초 시간 영역에서 측정하는 것이 가능하다는 것을 최초로 검증했다. 또한 후속 연구를 통해 하나의 레이저 광 펄스만으로 광학활성 신호를 검출할 수 있는 초감도 Single-shot 광학활성 분광기도 개발했다.

연구팀은 펄토초 광학활성 분광기를 활용하면 카이랄 분자의 광학활성 정보를 펄토초 시간 영역에서 획득할 수 있으며, DNA 및 단백질의 나선 구조가 풀리거나 약물이 결합하는 과정 등 굉장히 짧은 시간에 변화하는 분자의 입체구조 동역학 과정을 실시간으로 관찰하는 것도 가능할 것으로 예상했다.

2018년 현재, 다차원적으로 분자의 움직임을 포착하기 위한 2차원 카이랄 분광기 개발 연구가 진행중이다.

## 초정밀 열영상현미경 시스템 개발을 추진하다

열영상현미경은 시료의 열 특성에 따른 온도 차이를 이용해 분석과 관찰이 이루어진다. 하지만 해상도가 낮아 주로 반도체 소자결함 검출장비로 사용되어 왔으며, 분석장비로 활용하는 데는 뚜렷한 한계가 있었다. 이에 KBSI는 기존 단점을 극복할 수 있는 초정밀 열영상현미경 개발에 착수했다.

개발에 착수한 첫해인 2009년에는 열영상현미경 초기 모델의 광학계 및 기구를 설계하고, 적외선 광학계용 초정밀 렌즈의 가공 및 조립에 관한 기술을 개발했으며, 열영상현미경의 온도 보정에 필요한 미세 온도 보정용 흑체를 설계해 제작했다.

2010년에는 적외선 광학계, 흑체소스, 절대온도 분포 측정 및 이미징 기술 등 핵심 요소기술을 개발하고, 열영상 현미경 프로토타입 시스템을 제작해 성능 테스트를 마쳤다. 2011년에는 적외선 열영상현미경 및 열반사현미경시스템의 시작품 제작 및 성능시험을 완료했으며, 열영상현미경의 응용기술로서 마이크로 전자소자의 정량적 온도분포 이미징 및 열특성 분석기술을 개발했다. 2012년에는 고분해능 적외선 광학렌즈 개발과 초정밀 열영상현미경시스템 제작을 완료했다. 또한, 열영상 현미경의 응용기술로서 반도체소자 및 나노바이오 시료의 열영상을 이용한 특성 분석기술을 개발했다.

지속적인 연구개발 투자의 결과는 2013년에 값진 성과로 돌아왔다. 고분해능 적외선 광학렌즈, 초정밀 열영상현미경 시스템 및 관련 신호처리 알고리즘들을 개발하고, 열영상현미경의 응용기술로서 반도체 소자 및 나노-바이오 시료의 열영상을 이용한 특성 분석기술을 개발하는데 성공한 것이다. 또한 2013년 4월, 마침내 각 부분별 온도 차이를 이용해 시료의 열상 이미지를 3 μm까지 구분하고, 온도분해능 0.005 K에 1초당 약 100장의 영상을 얻을 수 있는 '초정밀 열영상현미경'을 개발했다.

초정밀 열영상현미경



KBSI가 개발한 '초정밀 열영상현미경'은 마이크로 크기의 시료로부터 방사되는 극소량의 적외선을 검출해 절대온도 분포를 측정하고 실시간 열영상을 형성해 시료의 열적 특성을 비접촉, 비파괴 식으로 분석이 가능한 시스템이었다. 또한, 시료의 열 특성을 이용해 분석이 이루어지는 새로운 개념의 분석장비로 적외선열화상 장치와 현미경을 결합시킨 형태였다.

KBSI의 발표는 세계의 주목을 받았다. 이때 선진국이 개발해 사용해 온 열영상현미경은 공간분해능 5~7 μm, 온도분해능 20~100 mK에 불과해 반도체 소자결함 검출장비로 활용하는 수준에 머물러 있었다. 반면 세계 최초로 KBSI가 개발한 '초정밀 열영상현미경'은 공간분해능과 온도분해능을 크게 향상함으로써 반도체소자 결함 검출장비뿐 아니라 나노·바이오·의료분야에서 요구하는 수 마이크로미터 크기의 생체시료 분석연구, 수 밀리 켈빈까지의 온도분석을 통한 나노입자 응용 연구에 활용할 수 있을 것으로 평가받았다. 또한, 반도체, 태양전지, LED 등 핵심 부품의 결함 및 성능검사가 필요한 전자부품 분야와 시료 손상 없이 열 분포 분석이나 나노입자의 주입으로 질병 진단이 이루어지는 생체시료 분석연구에도 활용될 것으로 예상했다.

KBSI는 '초정밀 열영상현미경' 개발 이후에도 관련 연구를 멈추지 않고 수행해 나갔다. 고분해능 적외선 광학렌즈, 초정밀 열영상현미경 시스템 및 관련 신호처리 알고리즘들을 개발했으며, 열영상현미경의 응용기술로서 반도체 소자 및 나노·바이오 시료의 열영상을 이용한 특성 분석기술도 개발했다. 또한, 초정밀 열영상현미경을 다양한 분야의 공동연구장비로 활용하기 위해 고감도, 고분해능 열영상현미경 시스템 개발 및 IT·NT·BT 응용기술 개발도 지속해서 추진해 나갔다.

### 전자 사이클로트론 공명(ECR) 이온원을 이용한 중소형 가속기 국산화에 성공하다

2010년 9월, KBSI는 중소형 가속기 개발에 필요한 원천 기술인 이온원 발생장치 개발에 성공했다는 사실을 발표했다. 당시 개발한 장치는 소규모의 2.45 GHz 전자 사이클로트론 공명(ECR, Electron Cyclotron Resonance) 이온원 장치로, 세계 최대 규모인 28 GHz ECR 이온원 개발 프로젝트의 일환으로 진행되었다. 이에 따라 KBSI는 ECR 이온원을 이용한 입자빔 이용시설을 개발·설치하고 이를 이용해 기능성 에너지 소재 개발, 소재 표면처리, 이온주입 및 첨단 비파괴 진단장치로 활용한다는 방침을 수립했다. 이 시설은 SIMS, TEM, ERD, NCT 등 다양한 분석장비로 사용

하고, 재료개발, 의학응용 분야, 핵물리 분야 등을 지원하기 위한 것이었다.

원자에 구속된 전자를 전부 또는 일부 제거해 만들어진 중이온 빔은 우주의 기초를 밝히는 기초과학연구에서부터 암 치료에 이르기까지 다양한 연구에 활용 가능하며, 물성연구에 이용할 경우 원자 수준의 정밀한 분석이 가능하다. 그렇기 때문에 세계적으로 대형 연구시설에 대한 투자가 지속해서 이루어지고 있었다.

ECR 이온원 개발에 착수한 KBSI는 2010년부터 본격적으로 28 GHz ECR 이온원 개발을 진행하는 동시에, 헬륨 재충속 초전도 자석과 이온원 챔버, 마이크로 입력부 개발을 추진했다. 2011년에는 중이온 가속기용 28 GHz ECR 이온원의 핵심부품인 진공챔버, 마이크로파 공급장치, 초전도자석들의 설계 및 권선을 완료했으며, 빔전송장치와 중이온 가속 라디오 파사중극자장치의 설계를 진행했다. 2012년에는 중이온 가속기용 28 GHz ECR 이온원의 핵심 부품인 진공 챔버 마이크로파 공급장치 초전도자석 제작을 완료하고, 빔 전송장치 설계와 제작도 마쳤으며, 중이온가속인 라디오파사중극자장치의 설계를 진행했다. 2013년에는 28 GHz 대출력 마이크로파 시스템, 초전도 자석, 액체헬륨 재충속형 극저온조, 대구경 고진공 플라즈마 챔버 등 28 GHz 초전도 ECR 이온원 각부의 제작을 완료해 운영 준비에 들어갔으며, 중이온 빔 전송장치의 개발을 마쳤다. 또한, 고주파 사중극자 중이온 선형가속기의 설계를 완료해 제작에 들어갔으며, 동경공업대학교로부터 이전되는 선형가속기의 설치 작업을 수행했다. 2014년에는 중이온 가속기의 이온 주입부 시험을 진행한데 이어 국내 업체와 함께 중이온빔의 가속을 위한 RFQ

2.45 GHz ECR 이온원 발생 장치



28 GHz 초전도 ECR 이온원 장치



중이온 선형가속기 제작을 추진하고, 동경공업대학교로부터 이전되는 RFQ 선형 가속기의 설치 작업을 마무리 지었으며, 같은 해 8월 국내 최초이자 미국과 일본에 이어 세계 세 번째로 28 GHz 초전도 ECR 이온원 장치를 개발할 수 있었다.

28 GHz 초전도 ECR 이온원 장치의 가동에 들어간 KBSI는 2015년 3월, 마침내 세계 최고 사양의 28 GHz 초전도 ECR 이온원을 이용한 국내 최초 중이온빔의 인출, 분석, 전송, 진단에 성공할 수 있었다. 이는 그 동안 KBSI가 30 kV급 고전압 플라즈마 챔버, 인출전극, 바이어 디스크 등 중이온빔 인출장치를 비롯해, 분석 장치인 고정도 분석용 전자석, 전송장치(LEBT, Low Energy Beam Transport), 진단장치(Slits, Wire Scanner, View Screen, Faraday Cup) 등을 자체 기술로 개발한 후 국내 중소기업과 공동 제작해 중이온 가속기의 국산화 기반을 마련해 왔기에 가능한 결과였다.

KBSI의 연구진이 ECR 이온원을 자체 기술로 개발하고, 국내 중소·중견 기업과 공동 제작함으로써 국내 가속기 기반 기초과학·공학·산업 기반을 강화했다는 평가를 받았다. 또한, 이 장비는 대한민국에 앞서 개발에 성공한 미국과 일본과 동일한 사양으로, KBSI와 함께 장비 개발을 추진한 기업들의 중국, 유럽 등 세계 가속기 시장 진출에도 기여할 것으로 예상된다.

### 전도냉각형 초전도자석 및 전도냉각형 15 T 고자기장 물질연구시스템 개발을 추진하다

KBSI는 2008년에 국내 최초로 액체헬륨이나 액체질소 등의 냉매를 쓰지 않는 '무냉매 전도냉각형 초전도자석시스템'을 개발해 국산화에 성공했다. 이후 본격적으로 전도냉각형 초전도자석 개발과 전도냉각형 15 T 고자기장 물질연구시스템 구축에 박차를 가했다.

초기에는 고자기장 발생을 위한 초전도자석 시스템 개발과 초전도자석 무냉매 전도냉각기술 개발, 고자기장 환경 하에서 물질제어와 결정성장에 관한 연구를 수행했다. 지속적인 연구로 성과가 축적되었고, 15 T 고자기장 및 3 K 이하 극저온 조건하에서 반도체·자성체 등의 물성측정 연구와 함께, 초전도선재 및 초전도자석의 특성평가, 고자기장 환경하에서 물질제어와 결정 성장에 관한 연구를 수행해 나갈 수 있었다.

세부 연구성과를 살펴보면 2010년에 8 T급 무냉매 전도냉각 초전도자석 시스템 개발을 추진했으며, 고자기장 환경에서 결정성장을 가시화할 수 있는 15 T급 고자기장 물질연구시스템을 설치했다. 2011년에는 전도냉각형 15 T 초전도자석 자기장 발생 성능평가와 15 T 고자기장 환경 하에서 3 K에 해당하는 극저온까지 온도 가변이 가능한 실험장치 냉각성능 평가와 단백질 결정 성장에 관한 시험을 수행했다. 2012년에는 무냉매형 15 T 초전도자석 성능평가와 자체 제작한 액체헬륨 저온용기로서 5 T 고온 초전도 자석 개발을 추진했으며, 배경자기장 영향에 의한 성능평가실험을 수행했다. 2013년에는 무냉매형 15 T 초전도자석과 자체 제작한 액체헬륨 저온 용기로서, 2,000 A 대전류 전원 설치와 초전도 물질 및 선재의 특성평가, 고온 초전도자석 개발과 성능평가 실험 등을 수행했다. 2014년에는 무냉매형 15 T 초전도자석과 2,000 A 대

전류 전원으로 4.2 K에서 고온초전도 2 G GdBCO 선재의 임계전류(Ic-B) 특성평가 실험을 수행했다.

이후에도 KBSI는 고자기장 극저온 하에서 다양한 물질들의 물성분석, 대전류 전원을 이용한 초전도선재 및 자석의 특성평가, 고자기장을 이용한 물질 합성 및 분석, 물질분리, 결정성장 등 응용연구를 수행해 나갔다.

15 T 초고분해능 질량분석기



### 휴대용 질량분석기를 개발하다

KBSI는 2007년, 미국 국립고자기장연구소와의 공동 연구를 통해 세계 최초로 15 T 초고분해능 질량분석기를 개발에 성공하며 질량분석기 분야에서 세계 최고 수준의 기술력을 확보할 수 있었다. 이후 15 T 초고분해능 질량분석기는 대한민국의 분석과학 기술력을 세계 수준으로 끌어올리는 데 중요한 역할을 담당해 왔다. 그러나 대형 장비인 15 T 초고분해능 질량분석기만으로는 산업계의 다양한 수요와 요구를 충족하는 데 한계가 있었다. 또한, 실시간으로 현장에서 극미량 화합물을 검출할 수 있는 휴대용 질량분석기의 필요성이 갈수록 높아졌다. 이에 KBSI는 2012년부터 환경오염, 마약, 폭발물, 군용화학작용제, 핵물질 등을 현장에서 실시간으로 탐지할 수 있는 휴대용 질량분석기 개발에 착수하게 되었다.

휴대가 가능한 소형 질량분석기를 제작하기 위해서는 먼저 질량분석장치 이외에 진공펌프, 전자제어장치, 시료주입장치 등 모든 부품의 무게와 크기를 줄여야 했다. 2012년에 극소형 진공장치를 개발한 KBSI는 기존 열전자이온화원에 비해 많은 장점을 가진 저전력 극소형냉전자 이온화원을 개발하고, 미국 분석학회지에 연구성과를 게재했다. 2014년에는 크기는 줄였지만 분석공간은 8배로 증가시킨 2세대 저전력 냉전자 이온 트랩을 제작했다. 또한, 고정밀 RF 모듈을 개발해 분석성능 향상을 테스트했으며, 공동연구를 통해 시료농축기를 개발하는 과정을 거쳐

휴대용 질량분석기 개발기술 이전 협약식(2015.12.21)



2015년에 휴대용 질량분석기 개발에 성공할 수 있었다. 마침내 최종 연구목표인 상용화가 가능한 수준의 배터리로 작동 가능한 극소형 전자제어장치와 시료농축기를 통해 공기 중의 극미량 시료를 검출할 수 있는 고감도 휴대용 질량분석기 개발에 성공한 것이다. 이 장치의 개발로 유해가스 누출 현장에서 즉각적으로 이를 측정해 분석할 수 있게 됨으로써 보다 신속한 사고 처리가 가능해졌다.

여러 종류의 유해가스를 현장에서 손쉽게 측정할 수 있는 휴대용 질량분석기 개발에 성공한 KBSI는 2015년 12월 21일에 관련 핵심 기술을 국내 중소기업인 (주)바이오니아에 이전하는 계약을 체결했다. 기술이전 계약 금액은 정액기술료 2억 원, 경상기술료 매출액의 3%였다.

KBSI가 개발한 휴대용 질량분석기는 외국에서 생산된 기존 장치에 비해 무게는 7분의 1, 크기는 4분의 1, 전력 소모는 3분의 1로 줄이는 등 획기적으로 크기와 무게를 축소된 제품으로 설계되었다. 또한, 극미량 주입밸브와 시료농축장치를 사용함으로써 고진공 상태를 유지한 상태로 측정도 가능하다. 향후 극소형 휴대용 질량분석기는 드론과 같은 초경량 무인비행체에 탑재해 유독성 가스 방출 지역이나 환경 오염지역에서의 인명구조와 사고대처를 위한 데이터 원거리 전송이 가능하며, 우주선 탑재용 초경량 질량분석장비의 기반기술을 제공함으로써 우주개발 분야에서도 중요하게 활용될 것으로 기대된다.

KBSI로부터 기술을 이전받은 (주)바이오니아는 환경감시용 측정장비, 군사용 화학작용제 검출 등에 활용해 국내는 물론 해외 시장에서도 경쟁력을 확보할 것으로 예상된다.

### 첨단 연구장비 개발 및 실용화 지원사업을 수행하다

KBSI가 지속해서 연구장비 개발을 위해 노력해 왔으나 대한민국은 여전히 첨단 연구장비 분야에서 해외 의존도가 높은 국가 중 하나이다. 실제로 국내에서 사용되는 전체 연구장비 중 외국산 제품이 약 70%를 차지할 정도로 해외 의존도가 높다. R&D 예산 1조원을 장비 구매에 사용하면 그 중 7,000억 원이 외국으로 흘러들어가고 있는 셈이다.

연구장비 중심 연구기관으로서 꾸준히 장비개발 역량을 다져 온 KBSI는 2015년부터 다른 출연연과의 융합사업을 통해 '첨단 연구장비 개발 및 실용화 지원사업'을 시작했다. 이는 국산 연구

장비 개발 생태계를 조성함으로써 외국산 연구장비 구매로 인한 막대한 국고 손실을 막고, 우리 기술로 개발한 첨단 연구장비가 대한민국 과학계에 사용될 수 있도록 하기 위한 선택이었다.

첨단 연구장비 개발이 곧 국가 과학발전의 핵심이라는 목표 아래 '첨단 연구장비 개발·실용화 진흥' 프로젝트를 시작한 KBSI는 우선적으로 '탁상용 TEM(투과전자현미경)', '이차이온질량분석기', '무냉매 NMR' 등 크게 3가지 연구장비 개발에 역점을 두었다.

이 장비들은 우리가 가장 많이 수입하는 10대 장비 중 핵심 장비로, 그만큼 수요가 보장되기 때문에 다른 연구장비들 보다 개발 우선순위에 두기로 한 것이다. KBSI는 이들 장비 개발을 위해 2015년 2월, 4개 팀을 묶어 임무수행형 조직인 '연구장비개발사업단'을 신설해 운영에 들어갔다. 관련 예산은 2015년 45억 원을 배정하고, 5년간 총 280억 원을 투입한다는 방침을 수립했다.

한편, 2014년 10월에는 '연구장비 유지보수센터'를 개소해 운영하는 등 국산 연구장비 개발뿐 아니라 연구장비의 원활한 유지관리가 이루어질 수 있도록 전문인력을 양성하는 역할도 적극적으로 수행했다.

연구장비 유지보수센터 개소식 (2014. 10. 28)



### 연구장비 개발 분야에 역량을 집중하다

2015년에 고가 외국산 연구장비 국산화를 위해 국내 연구장비 산업을 육성하기 위한 분석 기술·장비개발 로드맵을 수립한 KBSI는, 산학연 협력 및 네트워크 강화를 통해 연구장비 산업 육성 방안을 마련했다. 이를 바탕으로 '장비개발 지원', '광분석장비 개발', '스핀공학물리 연구', '질량분석장비 개발', '이온빔운영 연구'에 집중하는 등 첨단 연구장비 개발에 박차를 가했다. 2015년에 KBSI가 수행한 연구장비 개발 관련 수행성과를 살펴보면 다음과 같다.

'장비개발 지원' 분야에서는 연구원 보유 장비 및 중소기업 연구장비의 유지보수 지원과 함께 장비개발에 대한 전자회로 및 기계 가공 등을 지원함으로써 국산연구장비 실용화에 앞장섰다. 이를 위해 대내외 연구장비의 유지보수 및 애로사항 해결을 위한 기술지원을 했으며, 대내외 연구장비의 개조 개발을 위한 설계 및 제작 지원을 추진하고, 대내외 전자 계측장비 및 기계 가공장비 활용을 지원했다.

‘광분석장비 개발’ 분야에서는 초정밀가공 및 측정장비 구축을 통해 비구면 광학 렌즈의 표면을 나노미터 수준의 초정밀 가공으로 연구장비 핵심부품, 현미경 광학계, 우주 관측용 망원경, 위성용 광학계 등을 개발하였다. 이를 통해 연안·해안 원격 감시를 위한 항공기용 광학탐재체를 개발했으며, ‘우주용 30 cm급 극저온 적외선 광학계 초정밀가공 공정기술 개발’, ‘단일 나노 입자의 검출, 이미징, 특성분석이 가능한 광열현미경 시스템 개발’, ‘3차원 세포배양 이미징 및 분석을 위한 다채널 현미경 시스템 개발’ 등의 성과를 올릴 수 있었다.

‘스핀공학물리 연구’ 분야에서는 저온 초전도체(LTS) 및 고온 초전도체(HTS)를 이용해 고자기장 환경을 구축했으며, 이를 활용해 강상관계의 물성을 극저온(1.5 K)에서 고온(800 K)까지 측정함으로써 물질의 새로운 물리현상을 이해하고 신소재 개발에 기여할 수 있었다. 주요 수행 연구 사례를 살펴보면, ‘저온 초전도체를 활용한 물성측정 장치를 이용하여 물질의 저항, 비열, 교류 자화율 측정을 통한 물질 특성 연구’, ‘자성 측정 장치를 이용한 물질의 자기적 특성 연구’, ‘고온 초전도체를 이용한 세계 최초로 무냉매 NMR 개발 수행’, ‘최첨단 장비를 통한 분석법 개발, 전문분석지원 및 공동연구 수행’ 등이 있다.

‘질량분석장비 개발’ 분야에서는 기초과학에 필수적으로 요구되는 창조적·독창적인 연구개발에 활용할 수 있는 첨단질량분석 관련 연구장비 및 요소기술을 개발하고, 연구장비의 성능평가 표준을 확립하는 융합 연구를 수행했다. 주요 수행연구 사례로는 ‘이온클러스터 빔 TOF-SIMS 장비 개발’, ‘고감도 휴대용 유해가스 측정장치 개발’, ‘비대칭 전기장을 이용한 특성이온 선별연구’, ‘국산연구장비 성능평가 및 실용화 지원’, ‘첨단질량분석기 요소기술 개발’ 등이 있다.

‘이온빔응용 연구’ 분야에서는 국가적 대형 연구 시설인 중이온 가속기를 기반으로 이온빔을 이용해 재료 개질기술과 분석기술을 개발함으로써 핵융합, 원전기자재, 해양플랜트 등 극한환경소재와 반도체, 센서, 태양광 등 첨단 신소재 연구를 지원하고 관련 장비를 개발했다. 주요 수행연구로는 ‘28 GHz ECR 이온원을 이용한 이온 주입 운영 기술 개발 및 소재 개발 공동 연구’, ‘선형 가속관 및 고주파 증폭기 등 소형 중이온 가속기 국산화 개발’, ‘국가적 대형 연구 시설 및 이온빔을 이용한 분석 장비 개발’, ‘극한환경, 초전도, 에너지 소재 개발 연구 및 공동 연구’ 등이 있다.

한편, 첨단 연구수요에 부합하는 분석장비의 핵심 요소기술 개발을 통해 분석장비 및 주변 시스템을 개조·개발하는 첨단장비 개발 업무도 수행해 나갔다. 이와 관련한 개발 연구로는 ‘보급형 탁상용 TEM’, ‘무냉매 고온초전도자석 핵자기공명분광기(NMR)’, ‘전도냉각 극저온 프로브스테이션(Cryogenic Probestation)’, ‘이온빔 SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometer) 시스템’, ‘휴대용 질량분석기’, ‘적층형 반도체 칩 열영상 검사 장비’ 등이 있다.

‘보급형 탁상용 투과전자현미경’ 개발은 국내 최초로 염색 없이 생체 물질의 구조와 기능성 나노소재 특성을 나노수준으로 분석할 수 있는 탁상용 투과전자현미경 개발 사업이다. 이 사업이 시작된 2015년에는 탁상용 투과전자현미경의 주요 핵심요소인 전자총시스템, 광학계, 시료스테이지, 영상검출시스템의 동작 개념 정립과 상세 설계를 수행했으며, 해당 요소 기술을 검증

하기 위한 테스트베드 1차 시작품을 제작했다. 이후 탁상용 TEM의 시제품 개발을 완료하고, 중소기업과 함께 국내 최초로 상용화를 추진한다는 목표에 따라 연구개발을 진행했다. 이와 함께 장비 성능 평가기술, 표준시료 및 최적화 기술을 개발함으로써 바이오나노기술(BNT) 분야에서 활용할 수 있도록 했다.

‘무냉매 고온초전도자석 핵자기공명분광기(NMR)’ 개발은 분자 구조와 운동을 규명할 수 있는 고분해능 핵자기공명분광기(NMR)를 개발하기 위한 사업으로, 신약개발, 소재합성, 원유분석, 물성연구 등 산업 및 기초연구의 다양한 분야에 응용할 수 있다. KBSI는 이 프로젝트를 통해 (주)서남, 미국 국립고자기장연구소, (주)사이메딕스, 기계연과 공동으로 기존 저온초전도 마그넷보다 작고 가벼운 2세대 고온초전도(HTS) 선재(GdBCO)를 적용한 전도냉각 방식의 3 T 마그넷과 2채널 NMR 프로브, 200 MHz 디지털 송수신기 제어용 소프트웨어를 개발했다. 이를 바탕으로 향후 400 MHz 고체시료 분석용 고분해능 NMR 시제품 개발을 목표로 하고 있으며, 9.4 T 고균일도 고안정도 초전도 마그넷, 2채널 시료회전 프로브, 400 MHz 디지털 송수신기, 제어 프로그램 개발을 추진하고 있다.

‘전도냉각 극저온 프로브스테이션(Cryogenic Probestation)’ 개발은 고가인 액체헬륨을 사용하지 않고 소형 극저온 냉동기를 이용해, 온도(특히 저온)와 자기장(특히 고자기장) 변화에 따른 시료의 전기 및 열 특성을 측정하는 전도냉각 극저온 프로브스테이션 장치를 개발하는 사업이다. KBSI는 소형 극저온냉동기를 이용해 측정 시편 및 초전도자석을 냉각할 수 있는 전도냉각 극저온 프로브스테이션의 구조 및 열 설계를 수행했다. 또한, 저온초전도자석을 제작해 극저온 프로브스테이션 시작품을 제작했으며 극저온 냉각 및 자기장 발생 등 성능평가를 수행했다. 이 같은 성과를 바탕으로 전도냉각 극저온 프로브스테이션의 소형 냉동기에서 발생한 진동이 측정 시편 및 극저온 탐침기에 전달되지 않는 무진동 극저온 프로브스테이션을 위한 진동제어기술 개발을 추진하고 있다.

KBSI는 생체 시료의 표면 분석과 뎀스 프로파일(Depth Profile)에 필요한 Ga<sup>+</sup> 이온 빔과 가스 클러스터(Gas Cluster) 이온 빔 장치가 결합한 이온빔 SIMS 시스템을 개발을 추진하였다. KBSI는 이 연구를 통해 20 keV Ga<sup>+</sup> 이온 빔, 10 keV Ar Gas Cluster Ion Beam 장치를 개발하고, 그 장치를 조절하기 위한 제어장치 및 제어 소프트웨어를 개발했다. 또한, SIMS 표면 분석 및 뎀스 프로파일 장비에 필요한 이온빔 제어기술과 표면 특성 분석기술을 개발했다. 이 같은 성과를 바탕으로 향후 기체 클러스터 이온빔과 결합한 이차이온 질량분석장비를 개발해 SIMS 표면 분석 및 뎀스 프로파일 기술과의 접목을 추진함으로써 3차원 Bio-Chemical Imaging 응용 기술 개발의 기반을 다질 수 있도록 했다.

‘휴대용 질량분석기’ 개발은 환경오염, 마약, 폭발물, 군용화학작용제, 핵물질 등으로 인해 사고가 발생했을 때 실시간으로 현장에서 극미량 화합물을 검출할 수 있는 휴대용 질량분석기를 개발하기 위해 추진되었다. 그동안 주요 부품 극소형 모듈화 및 성능 테스트를 통해 성능 검증을

했으며, 시스템을 통합해 시제품 제작과 유해물질 DB를 통한 실제 유해물질 분석의 정확도를 높이는 등 세계 최소형의 휴대용 질량분석기의 사업화를 추진했다.

‘적층형 반도체 칩 열영상 검사 장비’ 개발은 반도체 소자의 2차원 집적화가 한계에 다다름에 따라 3차원 집적화 기술 및 공정이 대두되고 있는 시점에서 3차원 반도체의 결함 위치 및 특성 분석이 가능한 열영상현미경 시스템을 개발하기 위해 추진되었다. KBSI는 이 연구를 통해 적외선 광학 대물렌즈, 고감도 열영상현미경 시스템 및 관련 신호처리 알고리즘들을 개발했으며, 반도체 회사에서 개발 중인 적층형 반도체 메모리 칩 검사를 통한 시스템 현장테스트도 병행했다. 또한, 장비 수요업체인 반도체 회사와의 공동 테스트를 거쳐, 적층형 반도체 칩 열영상 검사 장비 시제품의 세밀한 사양을 확정하고, 중소기업으로의 기술이전을 통해 차세대 반도체 검사 장비 시장으로의 진출을 도모했다.

### ‘BIG(Big Issue Group) 사업’을 수행하다

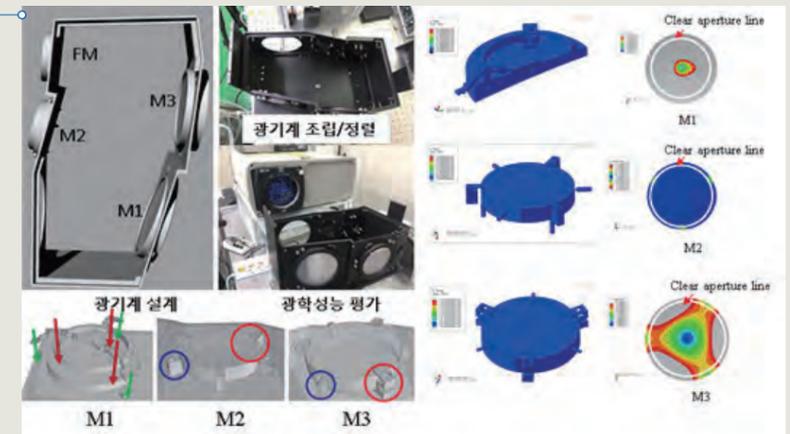
KBSI는 연구장비 중심 연구기관으로서 쌓아 온 장비개발 역량을 기반으로 다른 출연연과의 융합사업을 통해 2015년부터 첨단연구장비개발 및 실용화 지원사업을 수행하며 국산 장비산업 진흥에 기여해 왔다. 특히 2016년에는 국가과학기술연구회의 ‘Big Issue Group 사업’을 중점적으로 추진하게 되었다. 그 일환으로 국내 연구자의 수요 조사와 전문가 의견을 취합해 보급형, 선도형, 세계 최초형의 7개 장비를 선정해 장기적인 연구장비 개발 과제를 시작했다.

KBSI는 ‘Big Issue Group 사업’을 효율적으로 수행하기 위해 연구장비 개발 분야를 ‘장비개발 지원(Instrumentation Development Support)’, ‘광분석장비 개발(Optical Instrumentation Development)’, ‘스핀공학물리 연구(Spin Engineering Physics Research)’, ‘질량분석장비 개발(Mass Spectrometry and Advanced Instrumentation Research)’, ‘이온빔응용 연구(Ion Beam Research)’ 등으로 나누어 전문적 역량을 발휘할 수 있도록 하고, 동시에 ‘첨단연구장비 개발’ 사업도 함께 추진했다.

‘장비개발 지원’ 부문에서는 연구장비의 최적 성능 유지를 위한 기술지원을 수행하고, 국내 중소기업 연구장비의 활용도 제고를 위해 유지보수를 지원했으며, 연구장비 개발산업 육성에 기여하고자 전문기술교육을 통한 인력양성을 수행했다. 대표적인 연구 사례로는 연구장비 유지보수 등 기술지원을 실시했으며, 연구장비 유지보수센터의 운영으로 기관 자체의 연구장비 유지보수를 220건 이상 지원했다. 대외적으로는 중소기업, 대학 등 공공기관의 연구장비 유지보수 지원도 24건 이상 제공하는 등 연구장비 활성화에 기여했다.

‘광분석장비 개발’ 부문에서는 초정밀가공 및 측정장비 구축을 통해 비구면 광학 렌즈의 표면에 대한 나노미터 수준의 초정밀 가공을 통해 연구장비 핵심광부품, 현미경 광학계, 위성용 광학계 등을 개발할 수 있도록 했다. 대표적인 연구 사례로는 달 탐사 및 무인기용 광학탐재체 개발 성과를 올릴 수 있었다. 이 연구를 통해 우주용 달 탐사 및 연안 지역을 무인 탐사해 달 표면

달 탐사 및 무인기용 광학탐재체 시제품 및 시안

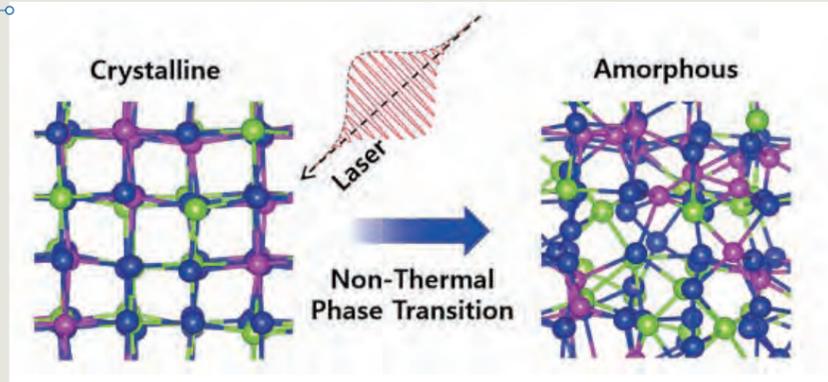


얼음 상태의 물 흡수선 검출과 암석, 지형을 관찰하고 해안 연안의 수온, 색 변화, 생태계 및 재난 감시를 수행할 수 있는 광학영상 탐재체의 시제품 개발을 추진했다. 광분석장비 개발을 위해 활용한 장비로는 ‘초정밀 자유곡면 가공기(Ultra-precision Freeform Generator)’, ‘초고조도 3차원 형상측정기(Ultrahigh Accurate 3D Profilometer)’, ‘광학식 표면측정기(Optical Surface Profiler)’ 등이 있다.

‘스핀공학물리 연구’ 부문에서는 전자석 및 초전도자석을 이용해 고자기장 환경을 구축하고, 이를 활용해 자기 및 열 관련된 물성을 극저온(1.5 K)에서 고온(1,000 K)까지 측정함으로써 물질의 새로운 물리현상을 이해하고 신소재 개발에 기여할 수 있었다. 대표적 연구 사례로는 달 탐사 및 무인기용 광학탐재체 개발 레이저를 이용한 물질의 녹는점-끓는점 조절 원리를 규명하고, 저온 비열적 상전이(non-thermal phase transition) 현상에 대한 이론을 발견했다. 또한 이 이론을 활용해 열 스트레스에 대한 반도체 소자 안정성을 크게 향상시킬 수 있었다. 스핀공학물리 연구에 활용된 장비로는 ‘7 T 자성측정장치(7 T Magnetic Property Measurement System)’, ‘16 T 물성측정장치(16 T Physical Property Measurement System)’, ‘열물성 측정장치(Thermal Property Measurement System)’ 등이 있다.

‘질량분석장비 개발’ 부문은 기초과학에 필수적으로 요구되는 창조적·독창적인 연구개발에 활용할 수 있는 첨단질량 분석 관련 연구장비와 요소기술을 개발하고, 연구장비의 성능평가 및 표준을 확립하는 융합연구 분야이다. 대표적인 연구 사례로는 다중 주파수 고품파 증폭기를 이용한 휴대용 질량분석장비 개발을 꼽을 수 있다. 이 연구를 통해 질량 값은 주파수 제곱에 반비례하고 전압에 비례하는 관계를 이용해 주파수를 낮춤으로 저전압에서 질량 값이 큰 이온을 검출할 수 있는 휴대용 질량분석기 개발에 성공한 것이다. 질량분석장비 개발 연구에 활용된 장비로는 ‘매트릭스보조레이저 탈착 이온화 비행시간 질량분석시스템(MALDI-TOF/TOF MS)’, ‘기체/액체 크로마토그래피 질량분석기(GC/LC-MS)’, ‘원소분석기(Elemental Analyzer)’ 등이 있다.

‘이온빔응용 연구’ 부문은 국가적 대형 연구시설인 다목적 이온빔 가속 장치를 기반으로 중이온



을 이용해 재료 개질 기술과 분석기술을 개발함으로써 핵융합, 원전기자재, 해양플랜트 등 극한 환경소재와 반도체, 센서, 태양광 등 첨단 신소재 연구를 지원하고, 관련 장비 개발을 수행하는 분야이다. 대표적인 연구 사례는 다목적 이온빔 가속 장치 업그레이드 및 이온 주입을 이용한 연구를 들 수 있다. KBSI는 이 연구를 통해 다목적 이온빔 가속 장치를 이용한 첨단 신소재 개발 연구 지원을 위해 기존 장비 업그레이드 및 고주파 증폭기를 국산화했다. 또한, 이온 주입을 이용해 도파관 측정을 개선한 전기화학 센서를 개발했다. 이온빔응용 연구를 위해서 '다목적 이온빔 가속 장치(VIBA, Versatile Ion Beam Accelerator)'를 활용했으며, '고주파 증폭기 시스템 국산화(RF Amplifier for RFQ)', '빔진단 및 이온 주입 장치 개선(Upgrade Beam Diagnostic and Ion Implantation)' 등의 연구를 진행했다.

첨단연구장비 개발 사업은 창의적, 수월적 연구성과 창출을 위한 첨단 연구장비의 원천기술 확보를 통해 외산장비 의존도가 높은 분석과학 장비의 국산화와 첨단 연구장비 산업 및 기업 육성에 기여하기 위해 추진되었다. 주요 수행 내용으로는 국산연구장비 산업 육성에 기여하고자 무냉매 고온초전도 자석 핵자기공명장비 개발을 추진했으며, 보급형 투과전자현미경, 이온 클러스터 빔 TOF-SIMS 장비 개발을 위한 요소장치 및 핵심 기술 개발을 수행했다.

### 우리 기술로 개발한 국산 분석장비의 해외 진출 시대를 맞다

반도체의 발열특성 분석에 흔히 사용되는 기존 적외선 현미경 방식은 미세한 발열도 확인이 가능한 반면, 공간분해능이 3.0  $\mu\text{m}$ 에 불과해 수 마이크로미터 이하 크기를 갖는 미세 반도체에는 활용이 어려웠다. 최근에는 500 nm급 공간분해능으로 발열영상 측정이 가능한 열반사 현미경 기술이 개발되어 상용화되었으나, 점점 미세화되는 반도체의 발열문제 해결을 위해 더 높은 공간분해능을 갖는 발열영상 현미경이 요구되어 왔다.

KBSI 연구팀은 반도체의 온도변화에 따른 빛의 반사율 변화 분포를 레이저로 스캐닝하면서 측정해 발열영상을 구현하는 공초점 열반사 현미경 기술 개발을 추진했다. 그 결과 기존 발열영상 현미경의 공간분해능을 훌쩍 뛰어넘는 350 nm의 분해능을 구현하고 소자 내부의 발열영상

까지 측정 할 수 있게 됐다.

KBSI가 개발한 공초점 열반사 현미경 기술은 시료를 레이저로 스캔하면서 열반사율의 분포를 측정해 발열영상을 구현하는 기술로 발열영상의 공간분해능을 높이고 시료 내부의 발열영상 측정도 가능케 한 획기적인 기술이다. 특히, 반도체 동작 시 발생하는 열 분포를 고분해능으로 측정해 영상화하는 현미경 기술로 반도체 업계의 핫이슈로 떠오른 반도체 발열문제 해결에 필수적인 기술이었다.

우리나라는 반도체, 디스플레이 강국임에도 불구하고 관련 검사 장비들의 국산화가 매우 미진한 상황이었다. 특히 발열특성 측정·분석 장비는 전량 수입에 의존해왔다. 그러던 차에 KBSI가 외산 발열영상 현미경과 달리 새로운 기술을 적용해 특허분쟁에서 자유롭고 가격도 크게 낮출 수 있는 공초점 열반사 현미경 기술을 개발했다는 소식이 전해지면서 반도체 관련 기업, 연구기관, 대학의 관심이 쏟아졌다. 그 결과 2017년 8월 23일에 KBSI와 공초점현미경 전문기업인 '나노스코프시스템즈'사가 기술이전 협약을 체결했다. 기술이전 조건은 선급기술료 5,000만 원과 경상기술료 매출액의 5%로 하였다.

기술을 이전받은 나노스코프시스템즈는 고분해능 발열영상을 제공하는 공초점 열반사 현미경을 개발해 반도체의 발열문제 해결을 위한 핵심 장비로 시장에 출시한다는 계획을 밝혔다. 이로써 우리 기술로 국내에서 개발한 분석장비가 해외시장으로 진출하는 시대를 맞게 되었다.

공초점 열반사 현미경



나노스코프시스템즈(주)와 기술이전 협약 체결(2017. 8. 23)



# 국가연구시설장비 총괄관리



2009년 3월 8일 국가연구시설장비 운영관리 총괄 전담기관으로 지정된 KBSI는 2009년 9월 25일 '국가연구시설장비진흥센터(NFEC, National Research Facilities & Equipment Center)'를 연구원 내에 정식 개소했다.

NFEC은 과학 기술발전에 기반이 되는 연구시설·장비의 고도화 추진을 체계적으로 지원하기 위해 과학기술기본법에 의해 설립되었다. NFEC의 역할은 연구 시설·장비의 전략적 투자 공동활용 촉진, 전문인력 양성, 국가연구시설장비의 총괄 운영 관리 등의 업무를 체계적으로 수행함으로써 R&D 생산성을 극대화하는 것이다.

NFEC은 개소 이후 미국, 일본, 영국, 독일, EU 등 주요 선진국을 대상으로 연구시설·장비 관련 동향조사 분석을 통해 'NFEC PRISM' 보고서를 발간하고, 국립대 공동실험실습관, 테크노파크, 지역 혁신센터 등 국내 R&D 사회기반시설을 조사해 정책수립의 기초 자료로 제공하는 등 본격적인 업무를 시작했다.

NFEC이 수행한 주요 업무를 살펴보면 '국가대형연구시설구축 지도(NFRM) 수립', '국가연구시설·장비 관련 정책수립 지원', '국가연구개발 예산편성을 위한 연구장비예산 심의위원회 운영', '국가과학기술지식정보 서비스(NTIS) 구축·운영', '고가연구기기 지원사업 추진', '연구장비엔지니어 양성사업', '국내외 연구시설·장비 동향조사 분석', '국가연구시설장비 관리서비스 운영 및 관리', '국가연구시설장비 관리 표준지침 이행 활성화', '첨단연구장비 이용자교육 및 장비 전문기술인력 양성', '유휴·저활용장비 이전지원사업', '연구시설·장비 공동활용 활성화 지원' 등이 있다.

## 국가대형연구시설구축지도(NFRM) 수립 업무를 수행하다

대한민국 경제가 성장하면서 과학기술 수준의 선진적 도약을 위한 대형연구시설 투자 수요도 지속적으로 증가했다. 하지만 투자 규모가 커졌다고 해도 여전히 선진국과 어깨를 나란히 하기에는 한계가 있었다. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 투자의 효율성을 높일 수 있는 방안을 강구해야 했다.

NFEC은 연구개발 투자에 대한 양적 확대의 한계와 철저한 사전기획 부재, 특정 연구기관 중심의 하향식 투자 등으로 효율성이 떨어지는 문제 등에 대한 해결 방안을 제시하고, 대형연구시

제2차 국가대형연구시설구축지도 총괄위원회(2012. 10. 22)



설을 전략적으로 구축하기 위해 국가 차원의 수요 예측에 기초한 로드맵을 수립하는 작업을 수행하게 되었다.

이를 위해 2010년에 과학기술 분야별 대형연구시설에 대한 수요조사를 하고, 분야별 우선 투자 순위를 제시하는 '국가대형연구시설구축지도(NFRM)'를 수립해 국가과학기술위원회에서 심의 확정했다.

2012년에는 제2차 국가대형연구시설구축지도를 수립했다. 이를 통해 대내외 과학기술 환경변화 및 미래연구수요를 반영한 국가 차원에서 구축해야 할 13개 중점 대형연구시설 선정 및 전략적 확충, 공동활용 촉진 등 발전전략을 제시했다.

2018년 현재 NFEC은 500억 원 이상 구축비용이 소요되는 초대형 연구시설에 대해 국가 차원의 대대적인 수요 조사를 실시해 철저한 타당성 검증체계를 운영하고 있다. 이를 바탕으로 구축 대상을 선정하고 국내외 과학기술 환경과 미래 연구수요 변화에 따른 국가대형연구시설의 로드맵을 주기적으로 수정 보완하고 있다. 또한, 국가 차원에서 요구되는 대형연구시설의 체계적·전략적 구축을 위한 중장기구축 로드맵을 수립해 국가 과학기술 경쟁력 및 위상 제고에 기여하고 있으며, 2025년까지 요구되는 세계적 수준의 대형연구시설을 체계적으로 구축해 국가과학기술 경쟁력 제고를 위한 기반체계를 마련해 나갈 예정이다.

### 국가연구시설장비 정책수립 및 법·제도 정비 지원업무를 수행하다

NFEC에서는 국가연구시설장비의 체계적·전략적 도입, 공동활용 촉진, 유휴·저활용 장비의 재활용 등 투자 효율성 제고를 위한 효율적 운영 관리 방안을 수립하고, 관련법·제도 정비를 지원하는 등 국가 싱크탱크로서의 역할을 수행해 왔다.

2010년에는 '국가연구시설장비 운영관리 효율화 방안' 등 정책수립을 지원하고, '과학기술기본법' 등 법·제도 개선을 지원하는 등 범부처 총괄 지원기관으로 NFEC의 위상을 높였다.

2011년에는 '정부 R&D 예산 투자 효율화 방안' 등 11건의 연구시설·장비 관련 정책을 수립했으며, 1건의 법·제도 개선을 지원했다. 또한, 범부처 연구시설·장비 협의체 및 국가연구시설장비 제도개선 TF의 구성·운영을 지원함으로써 범부처 협력기반의 종합적인 연구시설·장비 정책수립 토대를 마련했다.

2012년에는 범부처가 이행해야 할 전략 및 중점추진과제를 담은 국가 최초의 '국가연구시설장비 고도화 계획안' 등 17건의 연구시설·장비 관련 정책을 수립했으며, 1건의 법·제도 정비 지원을 수행했다. 2013년에는 '국가연구시설장비의 운영·활용 고도화 계획(안)' 등 8건의 연구시설·장비 관련 정책수립을 지원했다.

2014년에는 '과학기술기본법' 제28조에 근거해 14개 관계부처의 추진과제를 종합한 '2014년도 국가연구시설장비의 운영·활용 고도화 시행계획(안)'을 수립·시행했다.

2015년에는 국가과학기술심의회 안건 등 총 35건의 정부 정책 수립 및 시행을 지원했으며, '과

학기술 기본법 및 동법 시행령' 개정, '국가연구시설장비 관리 표준지침' 개정, 국가연구시설장비 관련 설명회·토론회 개최지원 등을 통해 정부정책·제도의 이행확산을 도모했다.

2016년에는 '국가연구개발시설장비의 관리 등에 관한 표준지침'의 미래창조과학부(현 과학기술정보통신부) 고시 제정을 지원해 연구시설·장비 관리에 대한 법적 이행력을 제고했으며, 연구기관에서 표준지침에 따라 수행해야 하는 업무 내용에 대한 자세한 절차, 방법, 양식 등을 담은 '국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 매뉴얼'을 발간했다.

2017년에는 '제1차 국가연구시설장비 운영·활용 고도화계획(2013~2017)'에 대한 부처별 추진성과 점검 및 제2차 계획을 위한 정책 수요 조사를 실시했으며, '제2차 국가연구시설장비 운영·활용 고도화계획(2018~2022)(안)' 수립 및 국가과학기술심의회 안건 상정을 지원했다.

제2차 고도화계획수립을 위한 나뉘쓸래 TF 착수회의 (2017. 10. 18)



### 국가연구개발 예산편성을 위한 연구시설·장비 예산심의위원회를 운영하다

정부 R&D 예산으로 구축하는 1억 원 이상 연구시설과 장비에 대한 구축 타당성을 검토하고, 차년도 R&D 예산 배분·조정 시 이를 반영하는 등 연구개발 예산의 투자 효율성 제고에 기여하고자 국가연구시설장비심의평가단을 구성·운영해 왔다.

2010년에는 2011년도 국가연구개발사업 예산편성을 위한 '연구장비예산심의 위원회'를 운영해 1억 원 이상 연구장비 46점, 총 152억 원의 예산을 절감했다.

2011년에는 정부 R&D 예산편성을 위한 연구장비예산심의위원회를 2회 구성·운영해, 총 14개 부·청으로부터 481건의 장비심의를 진행했으며, 이를 통해 373억 원의 예산을 절감하는 등 R&D 투자 효율성 확보에 기여했다.

2012년에는 2013년도 정부 R&D 예산 편성을 위한 연구장비예산심의위원회 본심의를 2회 구성·운영해 381억 원의 예산을 절감했으며, 연구장비예산심의위원회 추가 변경 심의를 7회에 걸

처 상시적으로 실시함으로써 연구환경 변화에 따른 도입장비 변경 수요에 대한 대응 및 R&D 예산집행의 효율성을 제고했다.

2013년에는 2014년도 정부 R&D 예산 편성을 위한 연구장비예산심의위원회 본심의를 2회 구성·운영해 448억 원의 예산을 절감했으며, 추가·변경을 위한 연구장비예산심의위원회를 6회에 걸쳐 정례적으로 실시했다.

2014년에는 2015년도 정부 R&D 예산 편성을 위한 연구장비예산심의위원회 본심의를 2회 구성·운영해 613억 원의 예산을 절감했으며, 추가·변경심의를 위한 연구장비예산심의위원회를 6회에 걸쳐 정례적으로 실시했다.

2015년에는 연구개발 예산 편성을 위한 연구장비예산심의위원회 본심의를 2회 구성·운영해 464억 원의 예산을 절감했으며, 추가·변경심의를 위한 연구장비예산심의위원회를 5회 정례적으로 실시했다.

2016년에는 7월부터 범부처 통합심의를 시행해 1억 원 이상 국가연구개발사업비로 도입하는 장비에 대한 심의를 NFEC에서 담당했다. 이에 따라 연구개발 예산배분·조정을 위한 국가연구시설장비심의평가단 본심의회에서 381점의 장비예산심의를 진행했으며, 사업계획 추가 또는 변경에 의한 장비도입 대상으로 295점의 추가변경심의를 운영했다. 이와 함께 심의통과 장비에 대한 이행실태점검도 진행했다.

2017년에는 연구개발 예산배분·조정을 위한 국가연구시설장비심의평가단 본심의회에서 386건의 장비예산심의를 진행했으며, 사업계획 추가 또는 변경에 의한 장비도입을 대상으로 725건의 추가 변경심의를 운영했다. 이와 함께 1억 원 이상 심의통과 장비 및 심의 없이 도입한 장비 2,159건에 대한 이행 실태점검도 진행했다.

## 국가과학기술지식정보 서비스(NTIS)를 구축·운영하다

국가R&D사업을 통해 구축된 연구시설·장비의 효율적 관리 및 공동활용을 지원하기 위해 연구시설·장비의 구매·활용·관리·폐기에 이르기까지 전주기적 정보관리 시스템을 구축·운영하는 역할을 수행해 왔다. 이를 통해 정부 R&D 예산으로 구축한 연구시설·장비 정보에 대한 범부처 차원의 수집·관리 및 유통체계를 고도화해 국가 차원의 전략적 투자 및 효율적 인프라 정책에 필요한 주요 정보 및 국가 통계지표를 제공했다.

2010년에는 2,000여 개 연구기관을 대상으로 ‘연구시설·장비 정보등록 매뉴얼’을 제작해 배포하고, 정보 등록 전수조사를 실시했으며, ‘장비장터’, ‘예산심의’, ‘정보등록’, ‘구축현황’, ‘공동활용’, ‘정보이전’, ‘멘토링’, ‘전문가정보’ 등 8가지 국가연구시설장비 서비스를 구축해 가동했다.

2011년에는 ‘연구시설·장비’, ‘연구장비 전문가’ 정보에 대한 검색 기능을 개선해 사용자의 접근성과 편의성을 증대했으며, 102개 국내 대형연구시설에 대한 정보를 제공함으로써 연구자들의 대형시설 공동활용을 촉진했다. 또한, 90명의 연구장비 멘토링지원단을 구성해 온·오프라인

종합상담을 지원했다.

2012년에는 연구시설·장비 표준분류별 115명의 전문가로 구성된 국가연구장비 멘토링 지원단을 통해 연구시설·장비 전주기 단계별 종합상담을 실시하고, 효율적 연구시설·장비 운영관리를 지원했다.

2013년에는 연구시설·장비 표준분류별 123명의 전문가로 구성된 국가연구장비 멘토링지원단을 통해 연구시설·장비 전주기 단계별 종합상담을 실시했다.

2014년에는 시설·장비의 내실 있는 정보제공을 위해 모델별 제작사 정보, 카탈로그 정보 등을 별도 수집한 장비라이브러리 1만 4,000종을 구축했다.

2010년 사이버멘토링지원단 발대식(2010. 3. 18)



2015년에는 장비중복유사도 검토서비스에 대한 고도화를 추진했으며 동일 모델에 대한 최저금액, 최대금액, 기준금액을 산출하는 구축금액분포정보서비스를 구축했다. 또한, 시설·장비심의 승인번호 수집을 통한 장비별 구축계획 정보 제공기능을 개발하고, 핵심정보항목 수정에 대한 승인절차를 도입해 사용자 임의변경을 방지했다.

한편 2016년에는 ZEUS 국가연구시설장비 종합정보시스템 구축·운영이 과학기술기본법 시행령 제42조에 반영됨에 따라 NTIS와의 역할을 재정립해, 모든 수집·관리·유통에 관한 서비스를 ‘연구개발 시설·장비 종합정보시스템(ZEUS, Zone for Equipment Utilization Service System)’으로 통합 관리하게 되었다. 국가연구시설·장비의 등록·관리기능을 제공하던 ‘NTIS 국가연구시설장비관리서비스’를 ZEUS로 통합해 연구자의 접근성을 강화했다. 또한 ZEUS 메뉴체계 및 속도 개선을 통해 연구자들이 편리하게 서비스를 이용할 수 있도록 했다.

2017년에는 NTIS-ZEUS 연계로 2016년 이후 국가과학기술지식정보 서비스(NTIS)를 ZEUS로 통합 관리하게 되었다.

## 고가연구기기 지원사업을 수행하다

고가연구기기 지원사업은 대학이나 연구기관 등이 보유한 연구장비의 대외개방 및 공동활용 촉진을 위해 1억 원 이상 고가연구장비를 대상으로 장비운영에 필요한 전담인력 인건비 및 유지 보수비용을 지원하는 사업이다.

주요 수행 내용을 살펴보면 2010년에는 고가연구장비를 소유한 대학과 연구기관을 대상으로 41개 과제에 대해 운영인력 인건비와 보증기간 연장 비용 4억 600만 원을 지원했다.

2011년에는 연구장비 운영계획이 우수한 고가연구장비를 선정해 운영경비를 지원하고, 대외개방을 통해 공동활용을 촉진했다.

2012년에는 16개 장비를 선정해 총 4억 원을 지원했으며, 해당 장비들의 대외 개방을 통해 2만 3,189건의 시료를 분석했다. 또한, 총 175편의 국내외 논문게재 및 총 9건의 특허를 출원·등록하는 등 우수한 연구성과 도출에 기여했다.

2013년에는 23개 장비를 선정해 총 5억 6,200만 원을 지원했으며, 해당 장비들의 대외 개방을 통해 2만 3,709건의 시료를 분석했다. 또한, 총 180편의 국내외 논문게재 및 총 8건의 특허를 출원·등록하는 등 우수한 연구성과 도출에 기여했다.

2014년에는 고가장비의 운영비 지원을 통한 공동활용 분석 시료건 수 4만 1,205건 및 공동활용을 통해 고가장비를 사용하는 이용자 수 4,930명을 달성했다.

2015년에는 고가장비운영인력지원사업 신규 위탁연구과제 공모 및 선정평가를 개최해 신규 위탁연구과제 27개를 선정했으며, 고가장비 운영지원을 통해 공동활용 분석 시료 수 6만 903점, 이용자 수 9,277명을 달성하고, 전담운영인력 27명에 대한 고용안정화를 지원했다.

2016년에는 공동활용 시료 수 6만 3,180점, 이용자 수 9,085명, 이용기관 수 2,733개의 실적을 기록했으며, 고가운영장비인력지원사업에서 2016년 27개 장비의 전담 운영인력에 대한 인건비를 지원했다. 고가연구기기 지원사업은 2016년을 끝으로 사업이 종료되었다.

## 국내외 연구시설·장비 동향조사·분석 업무를 수행하다

국내외 연구시설·장비 동향조사·분석 업무는 ‘국가연구개발시설장비의 관리 등에 관한 표준지침’의 이행 현황, 운영인력 고용형태 및 처우, 대형 연구시설 운영·관리 현황 등의 실태조사를 통해 연구시설·장비 관련 정책의 연구현장 착근 현황을 점검하고, 개선사항을 마련하기 위해 추진되었다. 또한, 국가 R&D 사업으로 도입된 국가연구시설장비의 투자 및 활용현황을 종합적으로 조사·분석해 국가정책 기초통계자료로 제공하는 역할도 수행했다.

2010년에는 미국, 일본, 독일, 영국, 유럽 등 해외 주요국을 대상으로 연구시설·장비 관련 동향을 조사·분석하고, ‘분석과학과 노벨상’ 등 10권의 ‘NFEC PRISM’ 보고서를 발간했다.

2011년에는 ‘국제 대형연구시설 구축의 이슈와 대안(OECD)’, ‘국가연구시설장비의 투자현황’ 등 총 16권의 NFEC PRISM 보고서를 발간하고, NFEC 홈페이지(www.nfec.go.kr)에 게재해 연구자들이 쉽게 활용할 수 있도록 했다.

## 국가연구시설장비 관리서비스 운영 및 관리 업무를 수행하다

2012년에는 정책 이슈보고서로 ‘과학기술 인프라의 개념 이해와 정의 및 범위’, 표준지침보고서로 ‘연구시설·장비의 단독 활용 기준안’ 등 총 17권의 NFEC PRISM 보고서를 발간하는 등 연구시설·장비 관련 다양한 정보를 제공했다.

2013년에는 정책이슈 보고서로 ‘기초인프라의 중요성’, 조사연구보고서로 ‘연구 유지보수의 산정기준’ 등 총 18권의 NFEC PRISM 보고서를 발간했다.

2014년에는 정책이슈 보고서로 ‘연구장비 적정가격의 이해와 산출방법론’, 동향정보 보고서로 ‘국립자연과학연구기구(NINS)’, ‘이화학연구소(RIKEN)’ 등 총 21권의 국내 이슈 사항과 주요 선진국의 시설·장비 구축·운영·관리 사례조사 보고서를 발간했다.

2015년에는 연구현장에서 필요로 하는 시설장비 관련 동향보고서 23권을 마련했으며, 2016년에도 ‘2016 노벨과학상에 숨겨진 연구장비’, ‘독일의 연구시설·장비 관리체계’ 등 연구시설·장비 관련 정보를 심층 분석해 23권의 보고서를 발간했다.

2017년에는 국가연구시설장비의 정책 동향 조사·분석을 통해 ‘해외 주요국의 연구시설·장비 관리체계 현황’ 등 총 10권의 보고서를 발간했으며, 국내외 대형연구시설 구축 현황을 조사·분석한 후 대형시설 중장기 투자전략 수립에 필요한 기초자료를 제공하기 위해 보고서를 발간했다.

이 업무는 정부 R&D 예산을 통해 구축한 연구시설·장비 정보의 범부처 통합 수집, 관리 및 유통체계를 고도화함으로써 전략적 투자 및 효율적 인프라 정책 수립에 필요한 주요정보 및 국가통계지표를 제공하기 위해 추진되었다.

2012년에는 범부처 대상 연구시설·장비도입 현황 전수조사를 통해 총 8만 1,402점의 DB를 구축했으며, 엄선된 907명의 장비전문가 DB를 구축해 부·청 및 연구기관의 자문활동에 기여했다. 이와 함께 국가 최초로 정부 R&D 사업을 통해 구축한 연구시설·장비의 투자 및 활용 현황을 담은 ‘2010년도 국가연구시설장비 조사·분석보고서’도 발간했다.

2013년에는 장비 보유기관 2,689개를 대상으로 2012년 정부 R&D 사업을 통해 구축한 연구시설·장비의 NTIS 정보 등록과 기 등록장비 정보를 업데이트했으며, 2007년부터 2011년까지 5년 간 정부 R&D 사업으로 구축한 연구시설·장비를 대상으로 한 ‘2011년도 국가연구시설 장비 조사·분석보고서’를 발간했다.

2014년에는 2013년 정부 R&D사업을 통해 구축한 연구시설·장비의 NTIS 정보 등록 및 정보 업데이트를 위해 장비를 보유한 연구기관 2,432개를 대상으로 정보등록·관리를 요청했다. 또한, 등록업무의 편리성 및 정보 최신성을 효율적으로 확보하기 위한 정보연계 API를 개발해 연구기관과의 정보연계를 추진했다.

2015년에는 총 418개 기관을 대상으로 연구시설·장비 관리체계 현황파악 및 개선방안 모색을 위한 국가연구시설장비 관리실태 조사를 추진했다. 이와 함께 2010년부터 2014년까지 5년간

구축한 총 3조 8,002억 원 상당의 국가 R&D 연구시설·장비 2만 6,115점을 대상으로 12개 항목 별로 정리한 '2014년도 국가연구시설·장비 조사·분석 보고서'도 발간했다.

2016년에는 381개 비영리 연구기관을 대상으로 연구시설·장비 관리체계 현황을 파악하고, 개선 방안 모색을 위한 실태조사를 추진했다. 또한, 3년 주기로 실시해 온 현장조사를 통해 1,163개소 5만 6,656점에 대한 연구시설 및 장비 활용상태, 공동활용 여부 등을 집중적으로 점검했다.

2017년에는 '2016년도 국가연구시설·장비 운영·관리 실태조사 결과(안)'의 국가과학기술심의회 운영 위원회 안건 상정을 지원하고, 2016년도 국가연구시설·장비 운영관리, 인력 실태조사 보고서 및 국가대형연구시설·장비 실태 조사 보고서 등 총 3종을 발간했다. 또한 19개 부·청을 포괄 하는 연구시설·장비 투자 및 활용 현황을 제시한 '2016년 국가연구시설·장비 조사·분석 보고서'를 발간해 국가 주요 통계로 제공했다.

### 「국가연구시설·장비 관리 표준지침」 이행 활성화를 추진하다

「국가연구시설·장비 관리 표준지침」 이행 활성화를 연구시설·장비의 효율적 운영을 위해 도입부터 처분까지 각 주체들이 이행해야 할 전주기적 관리지침을 제공함으로써 국가차원의 연구시설·장비 관리체계를 효과적으로 정착시키기 위해 시작되었다.

2011년 서울에서 열린 국가연구시설·장비 관리 표준지침 설명회(2011. 6. 21)



2011년에 부처 및 연구관리 전문기관, 연구기관 및 연구자를 대상으로 「국가연구시설·장비 관리 표준지침」 이행권고(안)를 작성·배포하고, 총 9회의 설명회를 개최했으며, 이를 통해 효율적인 연구시설·장비 관리체계 조기정착을 유도했다.

2013년에는 2010년 12월 「국가연구시설·장비 관리 표준지침」 시행 이후 연구 환경 변화를 반영해 지침을 개정·배포하고 설명회를 총 4회 개최했다. 표준지침 개정 내용을 확산하기 위해 개최한 설명회에는 총 439명이 참석했다.

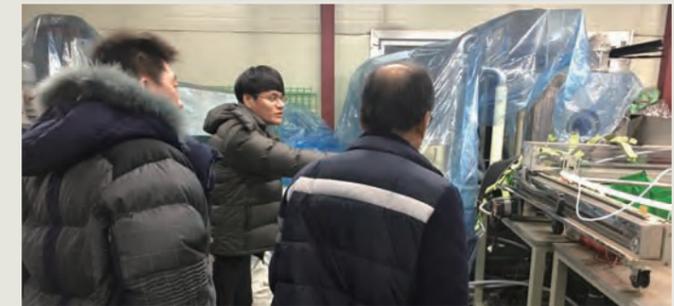
### 유휴·저활용 장비 이전지원사업을 추진하다

이 사업은 유휴·저활용 장비 처분을 원하는 기관과 이를 필요로 하는 기관을 연결해 국가 차원에서 장비를 이전하는 데 필요한 비용을 지원함으로써 연구시설·장비의 활용도와 국가 R&D 투자자의 효율성을 제고하기 위해 추진되었다.

2016년에는 유휴·저활용 장비 이전심의위원회를 총 9회 개최해 182점의 장비를 필요로 하는 기관에 이전했다. 또한, 2013년부터 2015년에 이전 완료한 240점의 장비를 2만 1,000명 이상이 연구 및 교육 등에 활용하고 있음을 서면 및 현장조사로 확인했다. 이와 함께 연구시설·장비의 재활용 촉진을 위해 ZEUS 장터를 운영하고 사용자 편의성 향상을 위해 기능을 개선했다.

2017년에는 유휴·저활용 장비 이전심의위원회를 총 10회 개최해 총 246점의 시설·장비에 대한 이전 타당성 및 이전·수리지원비용을 심의했으며, 246점의 이전 결정 장비 중 224점에 대한 장비 이전을 추진했다. 또한, 2014년부터 2016년까지 이전 완료된 327점의 시설·장비를 대상으로 활용실적 점검을 위해 서면 및 현장조사를 추진했다.

유휴·저활용장비 구동상태 점검 및 사전서비스(2017. 12. 19)



2017 유휴·저활용장비이전지원 발전 방안 워크숍(2017. 12. 5)



**연구시설·장비 공동활용  
활성화 지원 사업을 수행하다**

이 사업은 연구시설·장비 공동활용 활성화를 추진하기 위해 시작되었다. 이를 위해 연구자의 연구시설·장비 관련 인식 개선을 위한 윤리 및 관리에 관한 교육을 개최하고, ZEUS 및 관련 사업 활성화를 위해 온·오프라인 홍보를 수행했으며, 국가연구시설장비 공동활용 문화 확산에 기여한 유공자 포상 및 관련 성과 공유를 위한 행사를 개최했다.

2016년에는 국가연구시설장비 관리 및 윤리에 관한 교육을 총 43회로 확대하고 복습용 강의 영상·텍스트 교재를 제작했다. 이와 함께 안내영상, 리플릿, 웹툰 등 ZEUS 관련 콘텐츠를 제작하고 소통 창구를 페이스북, 블로그, 서포터즈단 1~2기 신설 운영, 학회 홍보부스 운영 등으로 확대해 공동활용 관련 사업 인지도 제고에 기여했다. 또한, 국가연구시설장비 성과공유 워크숍을 통해 관련 유공자를 포상하고 성과를 공유함으로써 올바른 연구시설·장비 관리 및 공동활용 문화 확산에 기여했다.

제3기 제우스 서포터즈 발대식  
(2017. 7. 5)



ZEUS 서포터즈 제21회  
대한민국과학창의축전 참가  
(2017. 8. 10)



# 6

## 분석과학기술 인력 양성



분석과학은 연구 대상을 관찰하고 측정해 새로운 해석을 찾아내는 기반학문이다. 최근에는 새로운 분석장비 개발과 분석기술 연구를 통해 도출한 성과가 높은 가치를 인정받으면서 분석과학이 노벨상 수상의 밑바탕이 되는 분야로 주목받고 있다. 실제로 첨단 분석기술·장비를 통해 미지의 영역이었던 부분들을 새롭게 연구하고 분석한 결과를 토대로 세계적인 연구데이터들이 만들어지면서, 분석기술과 분석장비 개발 자체가 신규성 및 독자성이 매우 높은 연구로 인정받고 있다. 대한민국 분석과학 발전을 이끌어 온 KBSI는 적극적으로 분석과학기술 분야의 인력 양성을 추진해왔다. 이는 분석과학기기를 새로운 관점에서 바라보고 다룰 수 있는 인재를 육성한다면 머지않아 대한민국에서도 노벨상 수상자가 나올 것이라는 기대와 사명에서 출발하고 있다. 첨단 분석과학기기에 대한 연구와 노하우를 축적해 온 KBSI는 그동안 세계적인 연구성과 도출은 물론 세계 최초 최고 성능의 장비를 개발할 수 있는 능력 또한 입증해 왔다. 이를 바탕으로 대한민국 분석과학의 미래를 이끌어 갈 꿈나무인 초·중·고등학생부터 세계적인 수준의 연구가 가능한 전문가에 이르기까지 폭넓고 실전적인 교육을 제공하고 있다. KBSI가 수행하고 있는 분석과학 인재 양성 프로그램으로는 청소년을 대상으로 한 과학기술 체험 프로그램인 '엑스사이언스', '주니어닥터'를 비롯해 '분석과학기술 전문인력 양성 학위과정 프로그램'인 '분석과학기술대학원' 등이 있다.

### 연구장비 전문인력을 양성하다

연구장비의 운영·관리를 전담할 전문인력인 연구장비 엔지니어를 체계적으로 양성하기 위하여 2012년부터 연구장비 엔지니어 양성사업을 수행하고 있다. 국내 연구 분야에서 가장 널리 활용되는 연구장비 중심으로 20대 핵심교육장비를 선정하였으며, 운영관리, 유지보수, 분석과학 교육과정을 편성하여 이들 분야의 교육생을 모집하여 1~2년간의 집중 실무교육을 체계적으로 실시한다. 2012년 시범 사업을 시작으로 2017년 12월 말까지 435명의 교육생을 배출하였으며, 교육과정 수료자의 연평균 취업률이 88%에 달할 정도로 교육의 성과도 매우 우수하다 (2016년 국내 4년제 대졸 취업률 : 64.3%).

제6기 연구장비 엔지니어  
양성과정 교육생 수료식  
(2017. 12. 18)



또한, 연구장비 전문인력 전문성 강화를 위해 연구장비전문가 자격검정제도를 도입·시행하고 있으며, 2017년 말까지 총 3회 자격시험을 실시해 총 27명의 합격생을 배출하였다. 교육내용의 다양화를 위하여 2018년에는 장비개발 전문인력 양성과정을 신설함으로써, 연구장비 국산화를 위한 국가적 인프라를 구축해 나갈 예정이다.

제7기 연구장비 엔지니어 양성과정 모집 포스터



## 분석과학기술대학원을 운영하다

분석과학기술대학원(GRAST, Graduate School of Analytical Science and Technology)은 교육과 과학기술 연구를 융합하는 새로운 학연 협력모델로 충남대학교와 공동으로 설립했다. 국가 과학기술 발전을 견인하고 세계적인 연구경쟁력을 확보할 수 있는 분석과학기술 분야에서 세계 최고 수준의 대학원을 목표로 한다.

KBS는 앞으로도 분석과학기술대학원을 통해 산업체 견학, 연수 및 위탁교육 프로그램을 개설해, 연구 및 산업 현장에 필요한 전문인력을 양성할 것이다.

분석과학기술대학원 교육생 (2017. 3)



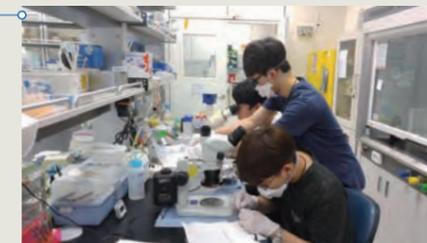
## 첨단장비를 활용해 과학대중화사업을 확산하다

첨단장비와 과학기술, 과학기술인력을 활용한 '엑스사이언스' 프로그램과 대덕연구개발 특구의 다양한 과학기술 인프라를 적극 활용한 '주니어닥터' 프로그램은 KBS가 탄생시킨 과학대중화 사업의 대표적인 성공 사례다. 특히 청소년들이 전국에서 참여할 수 있도록 함으로써 과학기술에 대한 국민적 공감대를 넓혀가고 있는 '주니어닥터'는 KBS에서 시작해 대덕연구개발 특구의 모든 정부출연연구기관이 참여하는 대표적인 과학문화 프로그램 브랜드로 자리를 잡았다. '엑스사이언스'와 '주니어닥터'는 이러한 성과를 대외적으로 인정받아 3년 연속 대한민국 교육기부 대상을 수상 했으며, 앞으로도 첨단장비활용 과학대중화사업을 통해 대한민국의 미래를 이끌어갈 창의 인재를 육성하는 데 기여할 것이다.

과학기술 소외계층 초청 과학교실 엑스사이언스 (2017. 12. 18)



실험실에서 직접 체험하는 엑스사이언스 현장 (2017. 7. 17 ~ 8. 2)



주니어닥터 10주년 개막식 (2017. 7. 24)



주니어닥터 감상문 발표대회 (2017. 12. 1)



## 산학연 협력 구축 및 성과확산



### 방문연구원 지원제를 시행하다

KBSI는 과학기술과 교육의 융합이라는 새로운 패러다임을 선도하기 위해 정부출연 연구기관 최초로 특화 전문대학원인 분석과학기술대학원을 설립하고 노벨상에 도전하는 핵심인재 배출에 앞장서 왔다. 또한, 산업 분야 기술경쟁력 강화와 첨단 연구장비의 공동활용 효율 극대화 및 공동 연구 활성화를 목적으로 국내외 연구자에게 다양한 지원제도를 제공해 왔으며, 산학연 간 긴밀한 협조체제를 구축해 지속적인 기술 향상과 균형 발전을 도모했다.

그동안 KBSI가 수행해 온 구체적인 산학연 협력 구축 및 성과확산 사례를 살펴보면, '방문연구원 지원제도', '중소기업기술 상담센터 할인회원제 운영', '중소기업 기술혁신 지원', '중소기업 기술개발 지원사업', '지역기초사업', 'KBSI 패밀리기업', '중소기업 연구장비 공동활용 지원' 등이 있다. 각 사례에 대해 살펴보면 다음과 같다.

2010년 1월 24일, KBSI가 정부출연 연구기관 최초로 시작한 '방문연구원 지원제'는 기초과학과 관련한 산학연 연구자들이 KBSI가 보유한 대형연구장비를 자유롭게 활용, 공동연구를 수행할 수 있도록 지원하기 위해 마련되었다.

'방문연구원 지원제' 이용 자격은 산학연 구분 없이 타 기관에 정규직으로 소속된 연구자라면 누구나 가능하며, KBSI와 공동연구 수행 및 장비활용을 위해 단기방문이나 연구연가 방문을 필요로 하는 연구자가 신청하면 된다. 선정된 연구자에게는 현지 교통비와 숙박료, 식비 등의 체재비가 지원된다.

시행 첫해인 2010년에는 국내 3명, 국외 6명 등 총 9명의 우수 방문연구원을 선정해 장비활용 및 공동연구를 수행할 수 있도록 체재비, 해외거주자 왕복 항공료, 개인연구 공간, 오찬센터 게스트하우스 등을 지원했다.

2011년에는 국내 13명 국외 2명 등 총 15명의 우수방문연구원을 선정해 지원했으며, 연구원들에게 제공하는 편의성을 더욱 높이기 위해 대덕본원에 방문연구원실을 마련해 운영을 시작했다.

2012년에는 국내 16명 국외 1명 등 총 17명의 우수방문연구원을 선정해 지원했다. 방문연구원 선정은 연구과제의 중요성 연구수행 능력 연구성과의 공헌도를 평가해 상반기와 하반기로 나누어 2회 진행하도록 했다.

### 중소기업 기술상담센터 할인회원제를 운영하다

KBSI는 연구장비 공동활용 및 분석지원 분야에서도 중소기업지원을 위한 다양한 프로그램을 추진해 왔다. 중소기업의 애로사항을 해결하고 기술경쟁력 강화를 지원하기 위해 첨단 연구장비와 전문가를 활용한 기술상담 및 장비수리에 대한 컨설팅 등이 대표적이다. 또한, 분석지원 서비스 분야에서도 중소기업지원을 수행했으며, 2010년 첫 시행에 들어간 '중소기업 기술상담센터 할인회원제'를 통하여, KBSI 기술상담센터를 이용하는 중소기업의 이용요금을 10%에서

최대 40%까지 할인하는 혜택을 부여하고 있다.

주요 수행 내용을 살펴보면 2010년에 KBSI가 중소기업에 제공한 분석지원 기술상담은 총 334건, 중소기업 장비수리 컨설팅은 총 26건이었다. 그중 중소기업 기술상담센터 할인회원제를 통해 할인회원 44개 사와 일반회원 230개사를 선정해 기기이용료 할인 혜택 및 장비, 분석법, 특허 등 다양한 정보를 제공했다.

2011년에는 중소기업 분석지원 기술상담 총 353건, 중소기업 장비수리 컨설팅 총 30건을 수행했으며, 중소기업 기술상담센터 할인회원제를 통해 할인회원 46개사와 일반회원 240개사를 선정했다. 2012년에는 중소기업 분석지원기술 상담 총 465건, 중소기업 장비수리 컨설팅 총 79건을 수행했으며, 할인회원 46개 사 및 일반회원 219명을 선정했다. 2013년에는 중소기업 분석지원 604개 사, 기술상담 총 301건을 수행했으며, 할인회원 48개사를 선정했다.

2014년에는 정부가 추진한 출연(연)의 '개방형 협력 생태계 조성방안'에 부응하고 중소기업 간 협력 확대를 목적으로 25개 파트너기업을 선정해 KBSI 보유 장비·인력 및 공동연구 등 맞춤형 지원을 제공했다. 이와 함께 충청지역 중소기업지원통합센터를 운영해 KBSI와 중소기업 간 협력 네트워크를 강화했으며, 중소기업 기술상담센터 운영을 통해 분석지원에 관한 기술상담을 총 463건 수행했다. 또한, 중소기업 5개 사에 대한 기술멘토링사업과 중소기업 56개 사에 대한 할인회원제를 수행함으로써 분석지원을 통한 중소기업 기술혁신역량 강화에 주력했다.

충청지역 출연(연)의 중소기업 기술지원 활성화를 위한 협약식 (2014. 3. 14)



이후 중소기업 대상의 기술상담과 분석지원 서비스 할인혜택은 '첨단기기 공동활용 회원제'로 변경되었으며, 이를 통하여, 중소기업 대상의 기술상담과 할인회원에 대한 최대 40%의 이용요금 할인혜택이 제공됐다. 2015년에는 중소기업 분석지원 기술상담 737건, 중소기업 우수회원사 할인회원(이하 기업 할인회원) 61개사를 선정했고, 2016년에는 중소기업 분석지원 기술상담 1,033건, 기업 할인회원 82개사를 선정하여 혜택을 제공했다. 이러한 지원제도는 2017년에도 이어져, 중소기업 분석지원 기술상담 총 1,112건, 기업 할인회원 69개사를 선정했다.

## 중소기업 기술혁신을 지원하다

'중소기업 기술혁신 지원'은 KBSI가 보유한 전국적인 첨단 연구지원 네트워크와 우수한 연구개발 자원을 활용해 중소기업의 기술혁신능력을 제고하고 경쟁력을 강화하기 위해 추진한 중소기업 맞춤형 연구개발 지원 방안 중 하나이다. 이를 위해 중소기업과의 공동기술개발 과제를 수행함으로써, 기술혁신형 중소기업의 기술개발 역량을 강화하고 개방형 R&D 활성화를 통해 창의적 신기술·신제품을 창출할 수 있도록 했다. 구체적인 수행 사례를 살펴보면 다음과 같다.

2010년에는 첨단 연구장비를 활용한 중소기업 기술개발지원을 위해 (주)고려광학, (주)앤시바이오 등 7개 중소기업과 총 6개 과제를 수행했다. 또한, 2010년 11월 2일에는 중소기업지원 활성화 워크숍을 개최했으며, 2010년 11월 2일부터 3일까지 산·연협력 우수사례 전시회를 개최했다.

2011년에는 (주)아이슬테크놀로지, 덕산테크피아 등 6개 중소기업을 대상으로 총 6개 과제를 수행했고, 2012년에는 (주)아이슬테크놀로지, (주)바이오버드, (주)태성포리테크 등 9개 중소기업과 총 11개 과제를 수행했으며, 2013년에는 (주)태성포리테크, (주)윤솔 등 총 9개 중소기업과 11개 과제를 수행했다. 2014년에는 (주)유림산업, (주)다인캠텍 등 총 5개 중소기업과 5개 과제로 중소기업의 수요에 기반을 둔 공동 R&D를 수행했다. 특히 KBSI의 높은 공간 분해능(400 nm) 기술을 (주)모두테크놀로지스를 통해 상용화함으로써 연간 100억 원 매출 및 수입대체 효과를 얻기도 했다.

중소기업지원 공동 R&D 활성화 워크숍 개최 (2014. 6. 17)



## 지역기초사업을 추진하다

2014년에 시작한 '지역기초연구진흥 및 기술개발촉진사업'은 KBSI의 장비운영 노하우와 분석기술을 활용해 기초연구를 지원하고, 중소기업의 수요 맞춤형 분석환경을 구축해 지역 중소기업의 제품개발 및 상용화를 촉진하기 위해 추진된 사업이다.

사업 내용은 첫째, 중소기업지원용 분석장비개발, 둘째, 분석기술 개발을 통한 공동연구, 셋째, 동종·유사장비 전문가 모임 운영, 넷째, 전문분석센터 및 공인인증센터 구축, 다섯째, 열린실험실 및 기업공동연구실 구축으로 세분된다.

지역기초사업의 과제는 중소기업을 참여업체로 추진하고 있다. 2018년 현재까지 매년 평균 20여 개 중소기업이 참여해 KBSI 연구자와 공동으로 연구개발을 수행하고 있다. 이러한 중소기업 지원은 KBSI의 연구지원 대상과 범위를 크게 확대하는 것으로 '과학-산업 연계 모델'의 모범적 구현 사례라 할 수 있다.

지역기초사업은 기업의 수요를 보다 직접적으로 반영하고 참여기업의 실질적 애로사항 해결을

위해 2016년부터 '기술수요 애로조사서'를 중소기업으로부터 직접 접수받고 있다. 2016년에 64건, 2017년에 102건의 조사서가 접수되었으며 각각 다음 년도 과제 기획에 반영해 이 중 우수 과제를 선정·지원했다. 또한, 사전에 설정된 연구 목표, 즉 '기술수요 애로조사서'를 통해 기업이 필요로 한 기술개발에 성공하면 기업이 해당 기술을 이전해 활용한다는 '기술이전확약서'를 연구자와 기업 대표가 공동으로 작성함으로써 연구에 대한 연구자의 책임감을 높이고 연구결과에 대한 기업의 만족도가 향상되도록 했다.

지역기초사업은 기존 중소기업 지원을 벗어나 연구소기업의 창업과 창업기업의 성장지원으로 그 영역을 넓혀가고 있다. 2016년과 2017년에 이미 연구소기업 4개사가 창업했으며, 2018년도 1개사가 창업 준비 중이며, 창업기업에 대한 지원도 병행하고 있다. 이 같은 영역 확대로 지역기초사업은 "기초연구(기초원천형 기술개발지원) → 상용연구(시장진출형 기술개발지원) → 창업지원(기술창업형 기술개발지원) → 성장지원(창업기업성장지원 기술개발지원)"으로 이어지는 전주기적 지원 체계를 구비하여, 중소기업의 실질적이고 지속가능한 성장을 실현하고 있다.

지역기초사업을 통해 수백 건에 달하는 기술상담과 기술자문은 물론이고 다수의 장치와 기술이 개발되었다. 또한, 중소기업 기술개발 지원의 성공지표인 기술이전 역시 2015년 이후 매년 1억 원 규모의 계약체결이 이뤄졌다. 대표적인 사례로는 '전도냉각 극저온 분석 프로브스테이션 개발(엠에스테크·1억 원·2015년)', '우수한 성능의 MgB<sub>2</sub> 초전도선 상용화를 위한 통전특성 평가 장치 개발(삼동·1억 원·2016년)', '3차원 고감도 종이칩을 이용한 결핵진단키트 개발(옵티팜·1억 원·2017년)' 등이 있다. 2018년 현재 5년 차를 맞는 지역기초사업은 KBSI가 수행해 온 기존의 지원 패러다임을 탈피하고 새로운 가능성을 탐색하는 견인차로서 끊임없이 발전해 나갈 것이다.

## KBSI 패밀리기업을 운영하다

정부출연 연구기관이 중소기업을 지원하는 최선의 선택은 연구개발에 토대를 두어야 한다. 2013년 11월에는 연구개발 능력이 취약한 중소기업을 지원하기 위해 'KBSI 파트너기업 제도'를 도입하고 22개 파트너기업을 선정해 지원을 시작했다.

'KBSI 파트너기업 제도'는 중소기업 지원을 통해 국가 경제 활성화를 모색하고 있던 정부 정책과 함께 매년 성장을 지속하고 있다. 2015년에는 총 30개의 파트너기업을 지원했으며, 2016년에는 정부의 중소기업지원 정책 강화에 따라 기존 KBSI 파트너기업 제도가 새로운 전기를 맞아 한 단계 도약을 이루게 됐다. 명칭도 'KBSI 패밀리기업 제도'로 새롭게 변경했으며, KBSI가 보유하고 있는 다양한 자원을 중소기업지원에 집중시키는 것으로, 'KBSI 연구장비활용', '공동 R&D', '기술이전', '기술상담 및 자문' 등을 수행한 중소기업 중, 협력을 통해 새로운 발전 가능성이 있는 기업을 선정함으로써 수요 맞춤형 지원체계 구축에 나섰다. 또한, '출연(연) 전문기술교육 지원사업'에 참여해 KBSI가 보유한 우수인력, 연구장비 등을 활용한 '전문 기술교육'을 제공함으로써 패밀리기업의 연구역량 강화에 기여할 수 있도록 했다.

이에 따라, 새로운 'KBSI 패밀리기업 제도'에 따른 패밀리기업이 매년 증가세를 기록했으며, 2016년 총 45개 KBSI 패밀리기업이 선정되었다. 3년 단위로 협력계약을 갱신하는 재인증 과정을 통해 15개사가 신규 패밀리기업으로 인증을 받았다. 2017년에는 신규 패밀리기업을 11개사가 인증받음으로써 누적치로 총 54개 패밀리기업이 KBSI의 다양한 중소기업 지원 혜택을 누리게 되었다.

2016년도 1차  
KBSI 패밀리기업 인증서 수여식  
(2016. 7. 21)



## 중소기업 연구장비 공동활용을 지원하다

KBSI는 중소기업에 대한 연구장비 공동활용 활성화를 통해 중소기업 애로기술 해결 및 중소기업 기술 경쟁력 향상에 기여해 왔다. 이를 위해 연구장비 부족으로 기술개발 애로를 겪고 있는 중소기업에 KBSI의 연구장비를 100% 개방하고 있다. 또한, 본원과 7개 지역센터 특성화 분야별로 지역 전략산업과 연계해 중소기업의 신기술·신제품 개발 및 공정개선 등을 위한 시험·분석·측정·평가 등 연구장비 활용을 지원하고 있다. 이 밖에도 '중소기업 기술상담센터'와 '연구장비 유지보수센터' 운영을 통해 분석지원 기술 상담 및 장비수리에 대한 컨설팅을 수행하고 있으며, 긴급분석제 및 우수회원사 제도를 운영하고 있다.

또한, 중소벤처기업부 산하 중소기업기술정보진흥원이 관리하는 연구장비 공동활용 지원사업에 주관기관으로 참여하고 있다. 약 150종의 장비를 등록해 중소기업이 자유롭게 분석지원을 신청할 수 있도록 했다. 장비이용료의 60~70%를 국가에서 지원하기 때문에 이 사업을 통한 중소기업의 분석 의뢰가 활발히 이루어지고 있다.

2016중소기업 우수회원사  
선정위원회(2015. 12. 28)



**분석과학기국산화를 위해  
한국분석과학기협회를  
출범하다**

KBSI는 지난 30년간 대한민국 기초과학 연구지원 임무를 묵묵히 수행해 왔다. 하지만 장비개발 분야는 여전히 선진국과 많은 격차가 있는 것이 현실이다. 그나마 2007년 KBSI가 미국 국립 고자기장연구소(NHMF)와 공동연구를 통해 세계 최고 성능의 15 T급 다목적 첨단질량분석기를 개발하는 데 성공하면서 국내 장비개발 역사에 새로운 전기를 마련할 수 있었다는 데 큰 의미를 찾을 수 있었다. 실제로 KBSI는 15 T급 다목적 첨단질량분석기 개발 성공을 계기로 세계 최고 성능의 다양한 최첨단 분석과학기 개발에 박차를 가할 수 있었다.

하지만 기초과학 연구의 핵심 요소라 할 수 있는 분석과학기 개발에 대한 투자와 노력은 여전히 미흡한 것이 대한민국의 현실이다. KBSI는 이러한 문제를 해결하고, 대한민국이 분석과학기 분야에서 세계 최고 수준의 기술력을 갖춘 나라로 도약할 수 있도록 다양한 지원 방안을 강구해 왔다.

그리고 2017년 2월 16일, 작지만 소중한 씨앗이 뿌려졌다. KBSI 내에 새롭게 출범하는 사단법인 한국분석과학기협회 사무실을 유지하고, 공동 협력을 통해 대한민국의 분석연구장비와 국산화를 위한 생태계 조성에 적극적으로 나선 것이다. 대덕본원에서 현판식이 거행된 이날 행사에는 KBSI 관계자와 함께 '파크시스템스', '코셈', '신코', '씨에이치씨랩', '위드텍', '나노텍' 등 (사)한국분석과학기협회 회원사 관계자가 참여했으며, 서로의 역량을 하나로 모아 대한민국 과학기술의 지속가능성과 미래성장동력 발굴을 위해 장비개발과 기기 국산화 협력을 다짐했다.

같은 해 5월 23일에는 (사)한국분석과학기협회와 국내 연구장비 산업경쟁력 향상을 위한 업무협약식을 체결했다. 이 협약을 통해 두 기관은 '국산연구장비 개발 및 분석과학 기술, 정보 및 인력 교류', '국산연구장비 시장 확충 및 산업 경쟁력 확보', '연구장비 전문인력 양성 및 취업 지원' 등의 분야에서 협력을 추진키로 했다.

이에 따라 KBSI와 (사)한국분석과학기협회 연구장비 제조기업으로 구성된 회원사 간 연구장비 국산화를 위한 공동연구 및 기술이전 등을 더욱 활발히 추진하고, 연구장비 전문인력 양성 및 취업지원을 위해 운영하는 '연구장비 엔지니어 양성사업'을 통해 연구장비 제조기업 현장실습 및 CEO 초청강연, 연구장비 전문인력들을 위한 고용연계 프로그램을 제공하는 등 구체적인 협력 방안을 마련해 나갔다.

(사)한국분석과학기협회와  
업무협약 체결(2017. 5. 23)



**8. Promenade KBSI**

**소통을 생각하게 하는  
KBSI에서의 경험**

서울서부센터 한옥희



**처지를 바꿔보는 배려**

KBSI에 입소해서 얼마 지나지 않아 처음으로 아르바이트 학생을 고용했다. 발표에 필요한 그림자료를 준비하는 것도 업무에 포함되어 있었다. 당시에는 지금처럼 PPT와 같은 프로그램이 없어 투명한 필름지를 스크린에 비춰 보여주는 OHP를 사용할 때였다. 보통 원본 그림을 적당한 비율로 복사해서 페이지 디자인을 마친 후 OHP 필름에 복사해서 사용했다.

하루는 유학 시절에 샀던 원서를 주며 특정 페이지의 그림을 복사해 발표 페이지를 만들어 오라고 시켰다. 그런데 학생이 돌려준 원서가 가위로 잘려져 있고, 오려진 그림을 책과 같이 들고 오는 것이 아닌가? 학생이 놀랄까 싶어서 최대한 차분하게 물어보니 내가 그림 부분만을 확대 복사하라고 말하며 자른다는 단어를 사용했었는데, OHP 발표 자료를 만들어 본 적이 없는 학생은 단어 그대로 가위로 그림을 오려서 복사한 것이다. 터져 나오는 폭소를 참으며 앞으로는 좀 이상하다 싶으면 물어보고 일하라고 타일렀다. 수긍하는 대답을 기대했으나 학생은 대답도 없이 가만히 있었다. 이후 학생을 소개해준 연구원을 만나 이 우스운 사건에 관해 이야기했다. 아르바이트 학생이 대답이 없는 걸 보아 내 이야기를 못 알아들은 것 같다고 전하였더니, 오히려 의아해하며 그 학생이 자기에게 "큰 일을 저질러서 어떻게 하면 좋지요?"라고 말하며 걱정을 많이 하더라고 했다. 유학 생활동안 나는 미국의 자유로운 의견 교환과 질의응답 문화에 익숙해졌지만, 한국에서 계속 살아온 그 학생은 자신

의 감정이나 의사를 뒷사람에게 자유롭게 표현하는 것이 쉽지 않았던 것이다.

아르바이트 학생과의 이 에피소드는 20년이 지난 일이지만 내 처지가 아니라 상대방의 입장과 수준에 맞추어 표현해야 나의 뜻을 제대로 전할 수 있다는 것을 가르쳐 준 재미있는 경험이었다.

**정량적 표현의 중요성**

얼마 전 어느 장비 담당자에게 분석 의뢰가 들어왔다. 담당자는 현재 업무가 밀려있어 결과를 받아보려면 오래 기다려야 하는데 괜찮겠냐고 물었다. 의뢰자는 급한 일은 아니니 괜찮다며 흔쾌히 대답했다. 한 달이 채 흐르기 전에 의뢰자로부터 다시 연락이 왔다. 급하니 빨리 결과를 받고 싶다는 말이었다. 장비 담당자는 급작스러운 연락을 받고 당황했다. 장비를 예약하고, 한두 달 차를 기다리는 일이 다반사인 장비 담당자에게 급하지 않다는 말은 짧게는 서너 달, 길게는 반년 정도 기다려도 된다는 말이었다. 그 사정을 모르는 의뢰자는 길어야 한 달 정도로 생각한 것이다. 같은 단어를 사용했지만 의미 하는 시간 범위가 서로 달랐던 것이다.

인간은 자기중심적이다. 그럼에도 불구하고 서로의 입장에 서보고 이야기를 해 보는 것은 어떨까? 소통의 기술이 부족하더라도 진심어린 마음과 열린 귀를 가지면 같이 앞으로 나갈 수 있다는 것을 기억하면서.



## 연구활동의 든든한 지원군 KBSI

한국원자력연구원 신소재개발실 선임연구원 강석훈

분석평가는 연구의 화룡점정을 찍는 가장 중요한 작업이다. 비용도 많이 들고 빔타임을 얻기에 진입장벽도 있기 때문에 연구자는 목적인 바를 최고의 효율로 도출해낼 수 있는 시편을 준비하여 분석을 의뢰하기 마련이다. 양질의 연구내용일수록 실험목표도 뚜렷하고 보고자 하는 시험조건도 명확하게 나오기 마련인데, 이러한 부분에 있어 KBSI 연구원들은 세세한 부분까지 관여하여 연구자로 하여금 시편의뢰를 맡긴다기보다 함께 협업하는 느낌을 주었다. 예상과는 많이 다른 결과들에 대해서도 깊은 논의를 진행하고 그 다음 단계로의 발전을 위한 조언도 아끼지 않았다. 흔히 비싸고 좋은 장비가 있으면 우수한 연구결과가 있을 것으로 기대하기 쉽지만 장비 자체만으로는 가지고서는 좋은 결과를 보장 받기 어렵다. 장비의 품질과 함께 우수한 오퍼레이터와 분석자가 함께 할 때 연구성과의 질은 높아진다. 기계적으로 진행되는 분석업무에서는 목적인 바는 물론 연구성과도가 높은 양질의 결과도 얻을 수가 없다. 그러나 KBSI 연구자들은 업무 시간 외의 시간을 투자해 가면서 분석후의 프로세싱 작업들도 자발적으로 해주었고 업무로 생각하기 보다는 창조적인 연구활동으로 생각하는 분들이 많았다. 즉 KBSI의 연구원들은, '한국기초과학연구원'이라는 이름에 걸맞게 '기초'에 충실하고 진정한 '과학'의 의미를 탐구하며 '지원'의 서비스 정신이 깃들어 있는 출연연이며, 타 기관들에게 알차고 든든한 지원군 역할을 한다는 점을 항상 느끼게 해주었다.

KBSI 30주년을 다시금 축하드리며 KBSI의 의미를 되새기는 작업에 참여할 수 있는 기회를 주신 것 또한 영광으로 생각한다. 지금의 기세를 이어 앞으로 KBSI의 앞에 밝은 미래만이 있기를 기대해 본다.

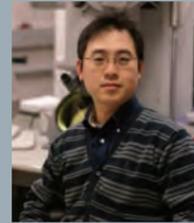


## KBSI와 함께한 추억

충북대학교 물리학과 교수 김동현

2006년, 충북대학교에 부임한 이래로 자성시료 측정분석 관련하여 KBSI로부터 큰 도움을 받아왔다. 특히 신입교수 시절 조영훈 박사님과 박승영 박사님이 KBSI의 우수한 실험장비들을 활용할 수 도록 전폭적인 지원을 해주신 덕에 가장 어려웠던 초기에 실험과 논문 활동을 이어갈 수 있었다. 이렇게 맺어진 인연으로 굳건한 협력연구 네트워크가 결성되었고, 학생 교류 등을 통하여 다수의 재미있는 공동연구들을 진행해 나갈 수 있었다. 이러한 분위기에서 작년에는 KBSI의 공동활용 연구장비를 이용하여 자기 이방성 및 강자성공명 특성에 기반한 강자성체에서 자기열량효과가 초고속으로 발현되는 것을 발견하여 의미 있는 연구결과도 발표할 수 있었다. 또한, 최연석 박사님을 비롯하여 많은 분들의 도움으로 전자기물성 측정분석법과 같은 중요한 연구 주제에 대해 협력과제를 통해 현재 활발한 공동연구를 진행해나가고 있다.

이제까지 수많은 공동연구를 진행해 왔지만 KBSI 연구원분들과 함께 한 공동연구가 모든 면에서 가장 만족스러웠고, 단순히 서로 가진 것을 주고받는 것이 아니라 함께 고민하고 서로 격려하면서 문제들을 해결해 나가는 과정에서 진정한 연구의 즐거움과 행복을 느낄 수 있었다. KBSI의 30년을 진심으로 축하드리며, 많은 도움을 받은 연구자로서 다시 한번 깊이 감사드린다.



## KBSI의 연구장비 도입 세계적인 수준의 결실을 맺다

KAIST 의과대학대학원 교수 김호민

2011년부터 현재까지 KAIST 의과대학대학원에서 질병단백질 구조생화학 연구를 진행하고 있는 나에게 있어 KBSI과의 교류는 매우 중요한 사건으로 남아있다.

미국 University of California, San Francisco의 Yifan Cheng 교수의 지도 하에 CryoEM 관련 기술들을 습득한 나는 대학 최초로 이 기술을 국내에 도입하고자 노력하였다. 그러나 100억에 가까운 고가의 투과전자현미경 장비를 대학 내에 구축한다는 건 거의 불가능한 일이었다. 다행히 KBSI 연구원들의 노력으로 2016년 고해상도 단백질구조분석이 가능한 Titan Krios 장비가 국내 최초로 구축될 수 있었다.

2016년 여름 Titan Krios 장비가 처음으로 설치되고 현재경 박사와 정형섭 연구원이 함께한 파일럿테스트를 통해 20S Proteasome의 분자수준 고해상도 구조를 얻게 되었을 때, 우리나라에서도 해외에서 진행되는 첨단 단백질구조 연구들과 대등한 연구를 할 수 있겠다는 큰 자신감을 얻게 되었다. 2017년부터 정식 Titan Krio 장비 사용서비스가 시작된 이래, 국내 단백질구조 관련 연구자들이 활발한 연구를 진행 중에 있으며, 좋은 결실로 이어지길 기대하고 있다.

최근 CryoEM 기술은 노벨화학상 수상과 비약적인 발전으로 말미암아 단백질구조생물학 분야가 전 세계적으로 크게 도약할 수 있도록 하였다. 이러한 흐름에 발맞춰 KBSI가 진행한 과감한 투자는 현재 국내 단백질구조 생물학 발전에 크게 기여하고 있다. 그러나 국내 CryoEM 분야와 선진국들과의 격차는 상당하다. 제2, 제3의 첨단 전자현미경 장비 도입을 통해 KBSI가 국내를 넘어 세계적인 단백질구조생물학 분야의 선두기관으로 자리매김할 수 있기를 진심으로 기대하고 있다.



## KBSI 개방형 실험실 연구역량을 제고하다

전남대학교 석면환경센터 교수(센터장) 노열

환경부 지정 전남대학교 석면환경센터가 KBSI의 광주센터 전자현미경실의 개방형 실험실을 이용해 연구를 수행해온지 어느덧 6년이 지났다. 광주센터의 전자현미경실 개방으로 더 이상 분석원의 시각이 아닌, 연구원의 시각으로 능동적인 분석을 수행할 수 있게 되었다.

특히나 현미경 관찰과 같은 시각에 의존하는 분석은 분석원의 성향에 따라 연구결과를 해석에 영향을 미치게 되는데, 참여연구원이 직접 분석을 하게 됨에 따라 효율적인 연구진행이 가능하게 되었으며 연구방향 제시 및 결론 도출이 원활해져 연구수행력이 향상되었다. 직접적인 실험장비 사용하기에 앞서 어려움이 예상되었지만, KBSI 광주센터의 문원진 박사님을 비롯한 연구원 여러분들의 아낌없는 지원과 교육으로 이를 극복할 수 있었다. 또한 많은 자가 이용자들에게 '분석자'라는 자부심을 심어주어 연구자 개인의 역량을 넓힐 수 있는 기회도 제공하였다.

이처럼 KBSI의 적극적인 연구지원이 국가 과학기술 발전의 기반으로 기초과학의 진흥을 실현시켜 나가고 있다. 지난 30년간 KBSI가 기초과학 연구 진흥에 기여한 노고에 감사드리며 연구시설·장비 혁신을 선도하는 세계 일류의 기초연구 인프라 기관으로 나아갈 수 있길 기대한다.

10대 선도장비 (화보)

# 최고의 장비로 꿈을 실현하다

KBSI는 국내외 연구기관과의 협업을 통해 새로운 연구영역 개척과 성과 도출을 위해 세계 최초·최고 수준의 성능을 갖춘 국가적 10대 선도연구장비를 설치·운영하고 있다. 이를 바탕으로 과학기술의 창의적 아이디어 구현과 기초연구 난제를 해결하는 등 우리나라 과학기술의 발전을 위해 기여하고자 한다.

초고전압 투과전자현미경  
(HVEM)

1

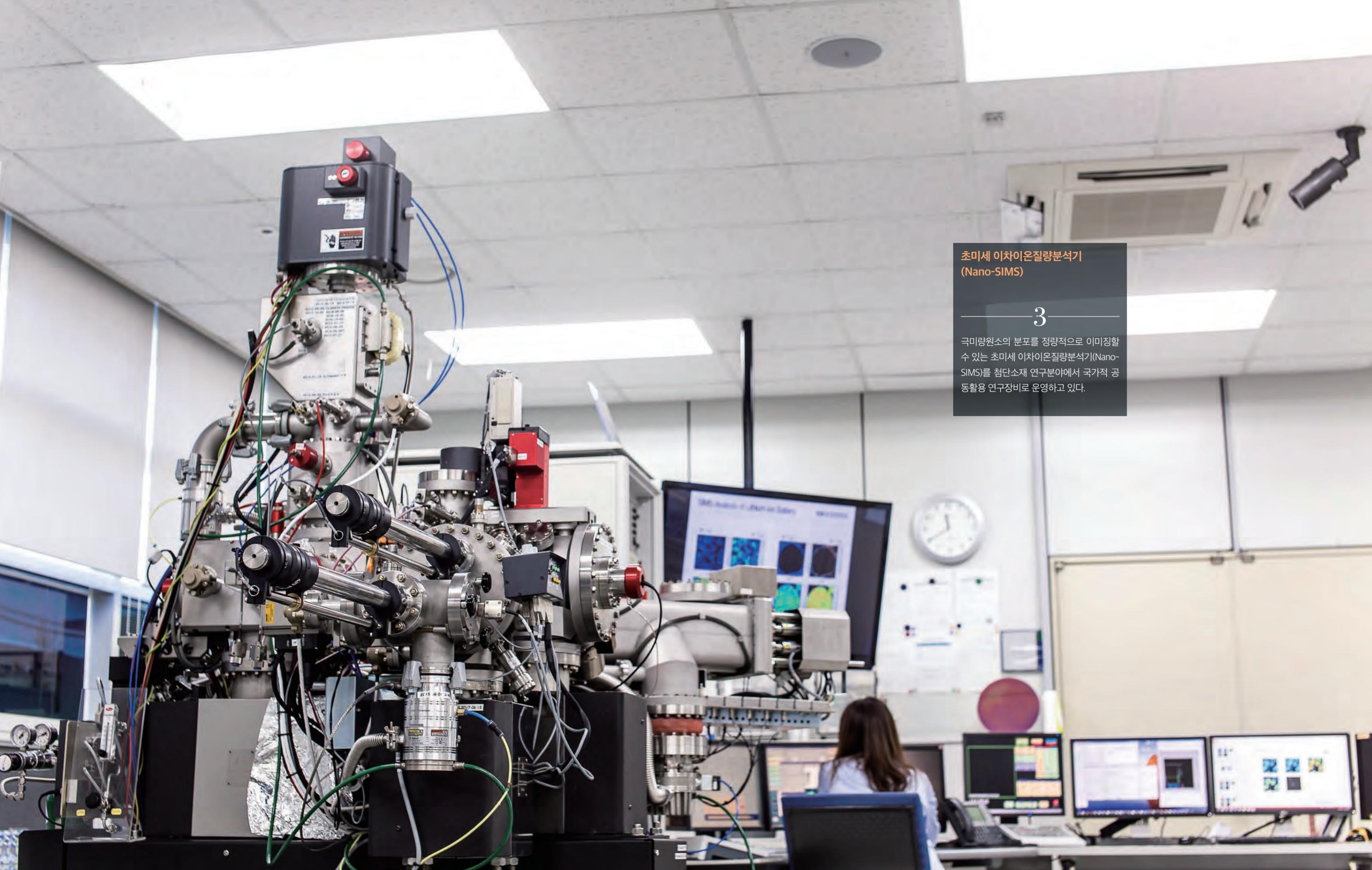
원자단위의 구조까지 직접 관찰할 수 있는 초고전압 투과전자현미경(HVEM)은 신 물질의 구조분석, 극미세 소재개발 등 기초과학 및 응용과학 분야에서 국가적 공동활용 연구장비로 운영되고 있다.

고자기장 자기공명장치  
(900 MHz Cryogenic NMR)

2

고자기장 자기공명장치는 생체분자 입체구조 규명 및 신약개발연구의 핵심장비로 활용되며 이를 오창센터에 설치하여 국가적 공동활용 연구장비로 활용하고 있다.





초미세 이차이온질량분석기  
(Nano-SIMS)

3

극미량원소의 분포를 정량적으로 이미징할 수 있는 초미세 이차이온질량분석기(Nano-SIMS)를 첨단소재 연구분야에서 국가적 공동활용 연구장비로 운영하고 있다.

고분해능 이차이온질량분석기  
(HR-SIMS)

4

고체물질의 미세 영역에 대한 동위원소비를 측정할 수 있는 고분해능 이차이온질량분석기(HR-SIMS)를 지질연대 및 미량동위원소 표면분석 연구에 활용하고 있다.





**펨토초 다차원 레이저분광시스템 (FLS)**

5

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



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

6

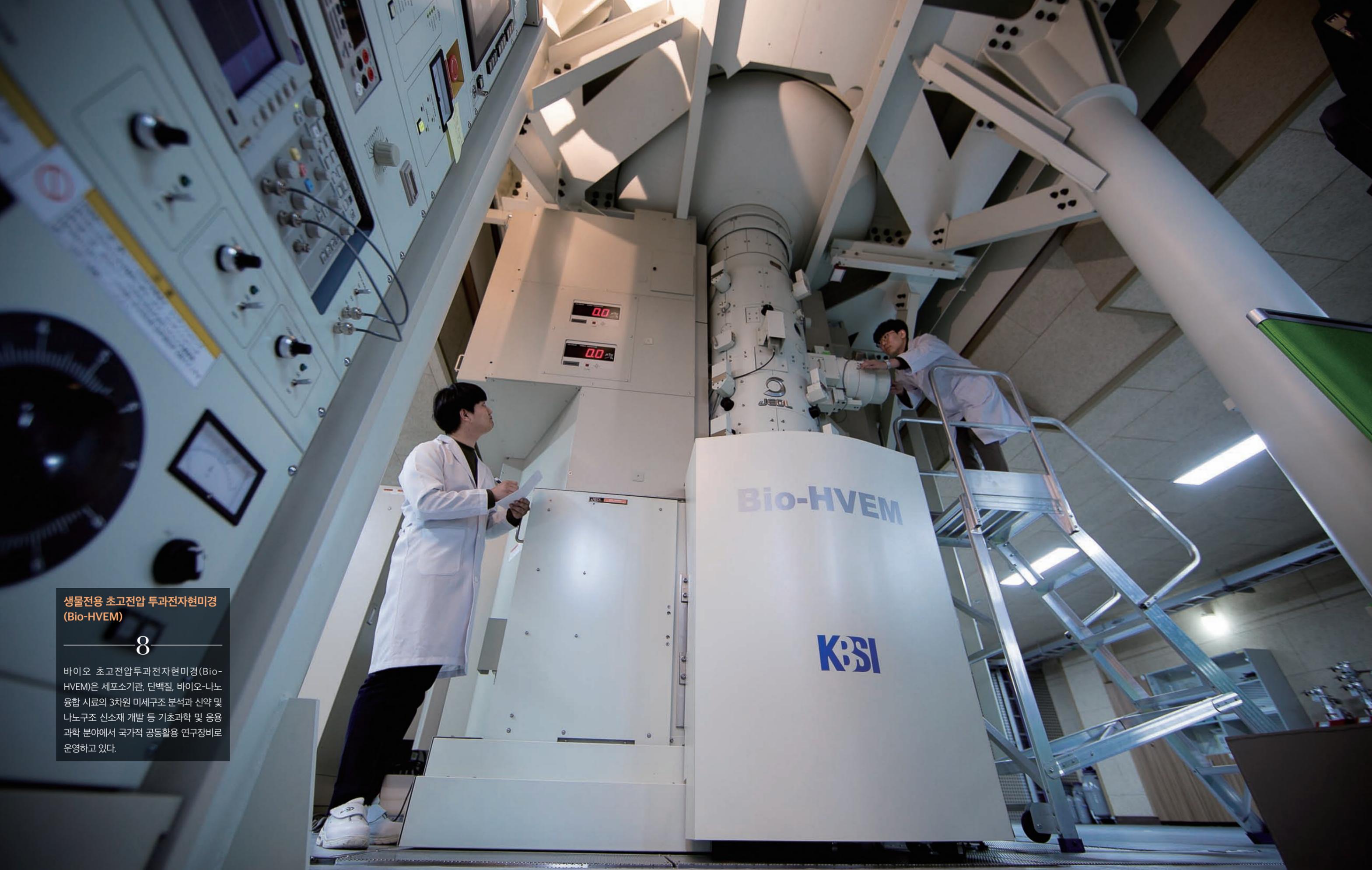
SPE-800 MHz NMR-MS System은 LC, NMR, MS가 온라인 연결된 Hyphenated System으로써, 혼합물을 LC로 분리 후 고감도 800 MHz NMR로 화합물의 구조를 확인하는 대사체·천연물 분야 특화 운영 장비이다.

초고분해능 질량분석기  
(15 T FT-ICR MS)

7

초고분해능 15 T FT-ICR 질량분석기는 세계 최고 수준의 질량 분해능과 정확도를 나타내는 국내 유일의 질량분석장비이다. 원유 및 복합유기물, 천연물, 대사체, 환경시료 분석 분야 등에 공동활용되고 있다.

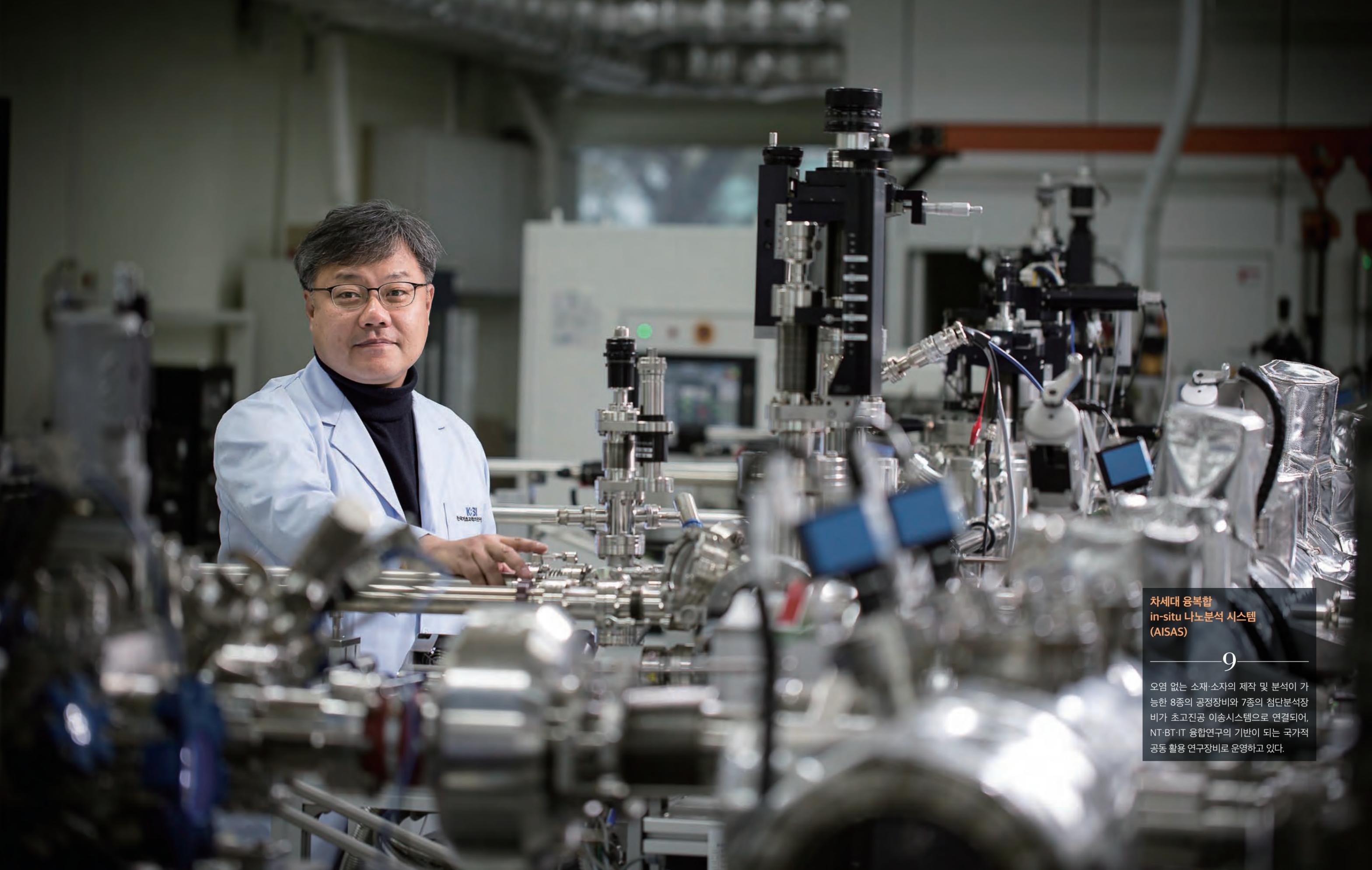




생물전용 초고전압 투과전자현미경  
(Bio-HVEM)

8

바이오 초고전압투과전자현미경(Bio-HVEM)은 세포소기관, 단백질, 바이오-나노 융합 시료의 3차원 미세구조 분석과 신약 및 나노구조 신소재 개발 등 기초과학 및 응용 과학 분야에서 국가적 공동활용 연구장비로 운영하고 있다.



차세대 융복합  
in-situ 나노분석 시스템  
(AISAS)

9

오염 없는 소재·소자의 제작 및 분석이 가능한 8종의 공정장비와 7종의 첨단분석장비가 초고진공 이송시스템으로 연결되어, NT·BT·IT 융합연구의 기반이 되는 국가적 공동 활용 연구장비로 운영하고 있다.

7 T 휴먼 MRI 시스템  
(7 T Human MRI)

10

초고자장 MRI 시스템으로 상용화된 1.5 T 또는 3 T MRI에 비해 감도가 좋아서 초고해상도 (~0.2 mm) 영상촬영이 가능하다. 뇌의 세부 구조, 기능영상, 대사체 분석이 가능하며, 근 골격계 연구에도 활용할 수 있다.



## Chapter 2.

# 연구지원 운영체계 확립

1. 대덕본원 및 오창센터
2. 전국 지역 네트워크

대한민국 기초과학 연구지원 역할을 묵묵히 수행해 온 KBSI의 운영체계 역시 시대적 요구에 따라 조금씩 변화 발전해 왔다. 설립 초기부터 시대적 풍파에 휩쓸리면서 존폐의 기로에 처하는 극단적인 상황을 경험하기도 했지만, 대한민국 기초과학 연구지원이라는 중차대한 사명을 수행하는 기관의 가치는 오히려 더욱 주목받게 되었다. 이는 KBSI가 대한민국을 대표하는 기초과학 연구지원기관으로써 전국적인 지원망을 갖추고 그 역할과 소임을 충실히 수행해 왔기에 가능한 결과였다.

2018년 현재 KBSI는 대덕본원과 오창센터를 중심으로 ‘서울센터’, ‘부산센터’, ‘대구센터’, ‘광주센터’, ‘전주센터’, ‘춘천센터’, ‘서울서부센터’가 각자 지역 특성에 부합하는 임무와 역할을 수행하고 있으며, 또한, 서로 긴밀한 협력 관계를 구축함으로써 대한민국 전역에 기초과학 연구지원 서비스를 제공하는 데 필요한 최적의 운영체계를 구축하고 있다.

## 대덕본원 및 오창센터



대덕본원은 1993년 10월 이전 이후 대한민국 기초과학 연구지원 임무를 수행하는 중심축으로서 KBSI의 자랑스러운 역사를 써내려 왔다. 대덕본원에는 세계 최첨단 연구장비와 우수연구 인력인프라를 바탕으로 국내외 연구자들이 함께하고 있으며, 창조적인 융합연구성과를 창출하는 글로벌 플랫폼으로 도약하기 위해 최선의 노력을 기울이고 있다. 대덕본원은 2018년 현재, 국내 연구장비 선도기관으로서 '국가연구시설장비 총괄·관리 강화', '연구시설·장비 활용 극대화' 및 '연구장비산업 생태계 조성' 역할을 수행하고 있으며, 국민의 행복과 안전을 실현하기 위해 '국가·사회 문제해결형 분석기술 개발' 임무를 수행하고 있다.

2003년에는 정부가 의욕적으로 추진한 지방과학육성 및 지방균형발전정책 시행에 따라 충청북도 오송 및 오창지역에 대규모 산업단지 조성을 추진했다. 이에 따라 새로 형성되는 산업단지 내 입주연구기관 및 산업체 등에 대한 연구지원이라는 임무를 수행하기 위해 오창센터를 설립했다. 오창센터는 세계적 기초과학 연구장비 인프라를 구축하고, 이를 통해 대한민국의 기초과학이 세계적 수준으로 도약할 수 있도록 다양한 지원체계를 수립하고 있다. 이를 위해 대덕본원과 오창센터에는 '바이오융합분석본부', '환경·소재 분석본부', '연구장비개발본부', '국가연구시설장비진흥센터'를 두고 있다.

대덕본원



## 바이오융합분석본부(대덕본원 / 오창센터)

대덕본원과 오창센터의 바이오융합분석본부는 바이오 분석기술들을 융합해 생명과학 및 의과학 분야의 연구개발 및 연구지원 역할을 수행한다.

또한, 기초과학 분야의 원천기술 확보와 국가 및 사회에 문제가 되고 있는 이슈를 해결하는데 기여하는 동시에, 국내 최고 성능의 바이오 분석 장비를 구축해 첨단 분석법을 개발하고, 이를 활용해 공동연구 및 분석지원 서비스를 제공하고 있다. 바이오융합분석본부 산하에는 '생의학오믹스연구부', '생물재난연구팀', '질량표적기능연구팀', '단백질구조연구팀', '생체영상연구팀' 등을 배치해 임무를 수행하고 있다.

### 생의학오믹스연구부

#### 주요 수행연구

- 첨단 질량분석기를 활용한 바이오 및 환경 오믹스 요소 분석기술 개발
- 오믹스 분석기반 타깃 발굴을 통한 의약학 연구지원
- 당단백체의 당쇄화 위치 규명 및 당쇄 구조 정량을 위한 질량분석기술 개발



오창센터의 생의학오믹스연구부는 질량분석기를 이용해 단백질이나 대사체 등 세포 내 물질을 총체적으로 분석할 수 있는 오믹스 기술을 개발하고, 이를 이용해 생명현상을 규명하거나 질병의 진단 및 치료법을 개발하는 연구를 수행한다.

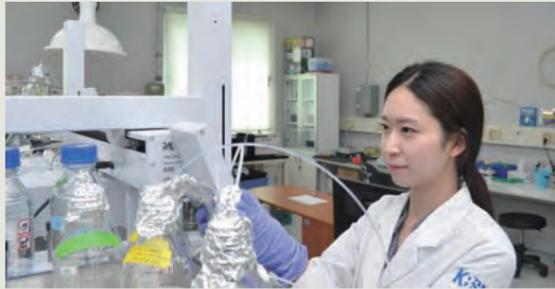
생의학오믹스연구부가 수행해 온 주요 연구로는 '첨단 질량분석기를 활용한 바이오 및 환경 오믹스 요소 분석기술 개발', '오믹스 분석기반 타깃 발굴을 통한 의약학 연구지원', '당단백체의 당쇄화 위치 규명 및 당쇄 구조 정량을 위한 질량분석기술 개발' 등이 있다.

대표 연구사례로는 '인간 염색체 정보기반 특이 단백질 연구방법 개발'이 있다. 이 연구를 통해 세계인간프로테오믹스 기구의 '염색체 기반 인간단백체 프로젝트(C-HPP)'에 유용하게 활용될 수 있는 인간 염색체 정보 기반 단백질 분석 파이프라인을 개발함으로써 미확인(Missing) 단백질뿐만 아니라 단백질의 새로운 이형체나 수식화를 동정할 수 있는 해법을 제시했다.

## 생물재난연구팀

### 주요 수행연구

- 신속 노로바이러스 농축키트 (공단백질결합 농축컬럼) 개발
- 생물재난 분석용 현장진단키트(종이칩)개발
- 천연물의 항노화, 항산화 효능분석 및 기능성 소재 개발
- 생체 인산화효소 단백질 상호작용분석
- 약물결합단백질 탐색 및 약물신호전달네트워크 연구



대덕본원의 생물재난연구팀의 임무는 국민의 '안전한 삶'을 위협하는 생물 재난에 대한 근본 원인을 모색하고 해결책을 찾아 독창적인 생물재난 분석기술 개발 및 관련기술 사업화를 통해 '국가과학기술성장', '보건-위생증진', '국민행복'을 제고하는 것이다.

생물재난연구팀이 수행해 온 주요 연구로는 '신속 노로바이러스 농축키트(공단백질결합 농축컬럼) 개발', '생물재난 분석용 현장진단키트(종이칩)개발', '천연물의 항노화, 항산화 효능분석 및 기능성 소재 개발' 등이 있다. 대표 연구사례로는 신약개발 분야에 광범위하게 적용할 수 있는 '신개념 약물 작용점 분석기술 개발', '식중독 바이러스 고속진단기술 개발' 등이 있다.

'신개념 약물 작용점 분석기술'은 2017년 6월 27일 바이오제품 및 분석서비스 전문기업인 (주)이 바이오젠에 기술 이전되는 성과를 올렸으며, '식중독 바이러스 고속진단기술'은 2017년 7월 6일 미국 의료진단 전문기업인 저메인랩사와 기술이전 계약을 체결했다.

## 질환표적기능연구팀

### 주요 수행연구

- High content screening 기반 중개연구 분석기술 개발
- Protein-protein interaction(PPi) 기반 중개연구 분석기술 개발
- 고위험성 감염병 진단 분석기술 개발



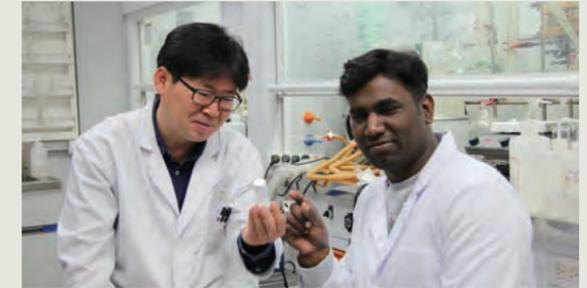
오창센터의 질환표적기능연구팀은 기초연구에서 신약개발까지 연계연구의 단절구간에 대한 기술적 해결방안을 제시함으로써 융합 연구의 가교적 연구를 수행하는 중개 연구 인프라 구축 및 새로운 분석기술을 개발한다. 질환표적기능연구팀이 수행해 온 주요 연구로는 'High Content Screening 기반 중개연구 분석기술 개발', 'Protein-Protein Interaction(PPi) 기반 중개연구 분석기술 개발', '고위험성 감염병 진단 분석기술 개발' 등이 있다.

대표 연구사례로는 주사 한 번으로 24시간 이내에 암을 진단할 수 있는 '상향변환(Upconversion) 나노캡슐 개발'을 들 수 있다. 이 연구를 통해 일반형광과는 정반대로 에너지가 낮은 빨간색 계열

## 단백질구조연구팀

### 주요 수행연구

- 단백질-단백질 상호 작용 메커니즘 규명
- 단백질의 복합 구조체를 이용한 단백질 상호작용 저해제 발굴
- 최첨단 장비를 통한 분석법 개발, 전문분석지원 및 공동연구 수행



오창센터의 단백질구조연구팀은 자기공명분광(NMR) 및 X-ray 회절 기법을 이용해, 질병 관련 단백질-단백질 상호작용 메커니즘 규명 및 구조 기반 신약 발굴 연구를 수행하고 있다.

단백질구조연구팀이 수행해 온 주요 연구로는 '단백질-단백질 상호 작용 메커니즘 규명', '단백질의 복합 구조체를 이용한 단백질 상호작용 저해제 발굴' 등이 있다.

대표 연구사례로는 'NMR 분석법을 이용한 Z-DNA 결합단백질 유도 DNA B-Z Transition Intermediate Complex 규명'이 있다. 이 연구를 통해 NMR 분석법을 이용해, Z-DNA 결합단백질의 DNA결합 도메인의 3차 구조를 규명하고, Relaxation Dispersion CPMG 분석기법을 이용해 결합 시 생성되는 Intermediate 구조의 특성 및 Ms Time Scale의 운동성을 분석할 수 있었다.

## 생체영상연구팀

### 주요 수행연구

- 7 T 휴먼 MRI에 활용하는 펄스시퀀스, RF코일, RF saefy, 영상재구성 방법 연구
- 뇌의 질환과 기능의 연구에 필요한 관류영상, 확산영상, 기능영상, 분광영상, 등에 대한 기술확보와 중개적 개념 설계
- 공동 연구 협력을 통한 선도장비 활용 극대화를 위한 실용화 연구

오창센터의 생체영상연구팀은 동물용 MRI(9.4 T, 4.7 T)와 광학이미징시스템, 그리고 휴먼 MRI(7 T, 3 T) 중심으로 다양한 진단-치료제에 대한 생체 유효성 영상평가, MRI 영상획득과 처리기술 연구, 조영제를 활용한 질환표적 연구, 그리고 뇌질환과 뇌기능 연구지원을 수행한다.

생체영상연구팀이 수행해 온 주요 연구로는 '면역세포 생체거동 실시간 영상 추적-분석', '표적형 항암제 유효성 생체영상 평가', '진단 또는 치료제 탑재용 나노입자 개발 및 응용', 7 T 휴먼 MRI에 활용하는 펄스시퀀스, RF코일, RF Saefy, 영상재구성 방법 연구'를 비롯해, '뇌 질환과 기능 연구에 필요한 관류-확산영상-기능-분광영상 등에 대한 기술 확보' 등이 있다.

대표 연구성과로는 '면역세포 침윤거동 생체영상 규명', '표적형 전구항암제 기반 진단-치료제 개발 및 생체영상 유효성 평가', 'MRI 영상 기반 뇌혈관 신호추정기법 확립' 등이 있다. '면역세포 침윤거동 생체영상 규명 (Circulation, 2012; Sci Reoprts, 2017)'연구로 대식세포 또는 수지상세포에 표지할 수 있는 MR-NIR 조영제를 활용하여 생체 내 특정 부위(염증조직, 림프절 등)

에서의 면역세포 침윤 거동을 융합영상기법으로 실시간 추적 확인하였다. '표적형 전구항암제 기반 진단·치료제 개발 및 생체영상 유효성 평가 (Biomaterials, 2017)' 연구로 몇 가지 대표적인 ADC(Antibody-Drug Conjugate)형 항암 전구체를 개발하였는데, 그 과정에서 표적 기능 및 세포 내 특정 효소에 반응하는 암세포 표적능 및 항암제 Release 효율을 확인하고, 항암효과를 세포 및 동물모델에서 생체영상기술로 정량평가하여 그 가능성을 제시하였고, 국내 연구자들에게 연구지원할 수 있는 플랫폼 기술로 구축할 수 있었다. 'MRI 영상 기반 뇌혈관 신호추정기법 확립' 연구를 통해 7 T MRI 뇌 영상의 공간 균질도를 개선할 수 있는 전처리 기법을 확립하고, 미세혈관 신호에 민감한 특성을 이용하는 생체모사모델을 기반으로 뇌신경 네트워크 및 혈류량을 추론할 수 있는 분석법을 제시하였다.



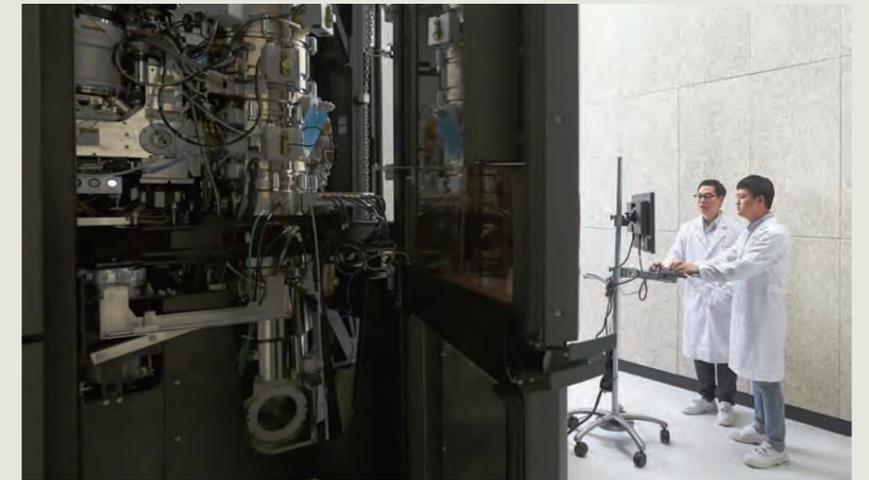
### 환경·소재 분석본부(대덕본원 / 오창센터)

대덕본원과 오창센터의 환경·소재 분석본부는 국가적 대형 선도장비와 첨단과학연구장비를 기반으로 전자현미경분석, 나노표면분석, 환경 및 지구과학 분석 분야의 세계적 인프라를 구축해, 국내외 연구자들과 세계 최고의 공동연구를 수행하고 있다. 특히, 생활방사능 측정, 먹거리 안정성, 지질연대조사 등 국가·사회적 문제해결형 분석지원 및 과제수행을 주도하고 있으며, 국가의 미래성장동력을 선도하기 위해 제약·소재 분야의 신물질 발굴 및 분석기술 개발을 통한 산학연 협력체계를 확립함으로써 연구현장의 다양한 애로사항에 대한 적극적 기술 해결을 지원하고 있다. 환경·소재 분석본부 산하에는 '전자현미경연구부', '지구환경연구부', '나노표면연구팀'이 있다.

### 전자현미경연구부

#### 주요 수행연구

- 첨단 나노-바이오 장비요소기술 및 장비개발
- 나노-의과학 융합 이미징 분석기술 확립
- 소재기능 맞춤형 분석기술 개발
- 에너지 융합 소재 개발



대덕본원과 오창센터의 전자현미경연구부는 첨단 전자현미경 장비를 활용해 융복합 영상분석 기술 개발을 수행하고 있으며, 나노 물질 구조분석과 분석장비 개발을 통해 국내외 공동연구 및 연구지원의 활성화를 도모하고 있다.

전자현미경연구부가 수행해 온 주요 연구로는 '첨단 나노-바이오 장비요소기술 및 장비개발', '나노-의과학 융합 이미징 분석기술 확립', '소재/기능 맞춤형 분석기술 개발', '에너지 융합 소재 개발' 등이 있다.

대표 연구 사례로는 '고분해능 Bio-HVEM 분석 시스템 활용 기반 세포소기관 미세구조 규명', 'Cryo-EM 기반의 바이러스 껍질단백질 결합체 구조 및 결합원리 규명', '실시간 원자레벨 산소공공 관찰을 통한 산소 이동 경로-구조 규명', '에너지 저장소재를 위한 최적의 기공 구조 규명' 등이 있다. '고분해능 Bio-HVEM 분석 시스템 활용 기반 세포소기관 미세구조 규명(Scientific Reports, 2017)' 연구를 통해 전자파 노출에 의해 대뇌 피질의 뇌신경세포 내에서 유발되는 신경가소성, 오토파지 플럭스, 그리고 신경 수초의 변화 양상을 Bio-HVEM 분석 시스템을 활용해 이미징 함으로써, 장시간 전자파 노출이 신경세포 내 소기관들의 다양한 구조 이상을 초래할 수 있음을 규명하고, 이로 인한 잠재적 뇌 질환 유발 가능성을 제시했다.

'Cryo-EM 기반의 바이러스 껍질단백질 결합체 구조 및 결합원리 규명(Scientific Reports, 2017)' 연구를 통해서 HIV로 널리 알려진 레트로바이러스과의 RSV(Rous Sarcoma Virus)에서 껍질단백질(capsid protein)의 자가 결합체 구조를 Cryo-EM 및 helical reconstruction으로 규명하고, 분자생물학·생물리학적 분석을 통해 다양한 구조적 변질 원리를 밝힘으로써, 레트로바이러스 감염 시 신규로 생성되는 바이러스 입자 생성 조절기전에 대한 이해를 넓힐 수 있었다.

'실시간 원자레벨 산소공공 관찰을 통한 산소 이동 경로-구조 규명(ACS Nano, 2017)' 연구는 전자빔 수차보정 투과전자현미경의 원자레벨 STEM 이미징 분석으로 이온 전도체 물질인 LaCoO<sub>3</sub> 내에서 산소공공의 형성과정을 실시간으로 관찰해 LaCoO<sub>3</sub> 내에서 환원반응을 원자

레벨로 규명하는 데 성공했다. 특히 1 Å미만의 전자빔을 활용해 지속적인 스캐닝(scanning)을 통해 에피텍셜 LaCoO<sub>3</sub> 내에서 산소공공의 형성과정을 원자레벨의 분해능으로 실시간 관찰해 LaCoO<sub>3</sub>의 산화물이 LaCoO<sub>2.5</sub>로 환원되는 과정(ORR, Oxygen Reduction Reaction)을 직접 관찰했다. 이 연구는 원자레벨에서 산소공공을 동역학적으로 분석한 최초의 사례로 기록되었다.

## 지구환경연구부

### 주요 수행연구

- 첨단 동위원소 분석장비를 이용한 분석법 개발, 국내외 전문분석지원 및 공동연구 수행
- 화강암과 화강암질 편마암의 광물연대와 Hf-Nd-O-Mg 동위원소조성을 이용한 한반도 지구조 진화연구
- 한반도 단층구조선의 조사 및 평가기술 개발
- 농산물 원산지 추적에 위한 동위원소 광역지도 개발
- 방사능 누출 초동대응을 위한 제염제 특성분석기술 개발
- 한국의 좋은 물 발굴 확보 및 가치고도화 기술 개발
- 지구환경분야 표준물질 제작 및 방사화 특성연구
- 국제공인시험기관(KOLAS) 인증 활동-공인시험성적서 발급 (수질·폐수 및 폐기물·방사능 물질)



오창센터 지구환경연구부는 고분해능 이차이온질량분석기를 포함한 동위원소, 방사능, 루미네선스분석시스템을 구축해 지구환경 변화의 시기 및 다양한 지구 구성 물질에 대한 무기원소, 동위원소 및 자연방사능 분석 등의 환경과학 분야 분석법 개발 및 국내외 연구자들의 연구지원·공동연구를 수행하고 있다. 지구환경연구부가 수행해 온 주요 연구로는 ‘첨단 동위원소 분석장비를 이용한 분석법 개발, 국내외 전문분석지원 및 공동연구 수행’, ‘화강암과 화강암질 편마암의 광물연대와 Hf-Nd-O-Mg 동위원소조성을 이용한 한반도 지구조 진화연구’, ‘한반도 단층구조선의 조사 및 평가기술 개발’, ‘농산물 원산지 추적에 위한 동위원소 광역지도 개발’, ‘방사능 누출 초동대응을 위한 제염제 특성분석기술 개발’, ‘한국의 좋은 물 발굴 확보 및 가치고도화 기술 개발’, ‘지구환경 분야 표준물질 제작 및 방사화 특성연구’, ‘국제공인시험기관(KOLAS) 인증 활동-공인시험성적서 발급(수질·폐수 및 폐기물·방사능 물질)’ 등이 있다.

대표적 연구사례로는 ‘화산기원 천부지각 재용융에 대한 안정 동위원소 증거’, ‘화학적 풍화에 의한 마그네슘 동위원소 분별원인 규명’ 등이 있다. ‘화산기원 천부지각 재용융에 대한 안정 동위원소 증거(Geology, 2016)’ 연구는 저어콘의 중심부-주변부로 대표되는 마그마의 산소 동위원소 조성변화와 흑운모 마그네슘 동위원소 자료가 저어콘이 정출할 당시 지각 천부 화산 활동과 관련되어 있다는 사실을 밝힌 사례다. 이 연구를 통해 현재에는 침식에 의해 보이지 않는 과거 화산활동의 흔적을 찾고 마그마 진화과정을 해석하는 데 필요한 새로운 방법을 제시했다. ‘화학적 풍화에 의한 마그네슘 동위원소 분별원인 규명(Chemical Geology, 2016)’은 풍화 및

광물생성 모사기법을 통해 자연계에서 일어나는 화학적 풍화에 의한 마그네슘 동위원소 분별을 정량화한 세계 첫 번째 연구사례이다. 향후 지각생성·진화 및 고환경·고기후를 이해하는 데 중요한 핵심정보를 제공할 것으로 기대했다.

## 나노표면연구팀

### 주요 수행연구

- 차세대 융복합 in-situ 나노분석 시스템(AISAS)을 활용한 저차원 나노소재·소자 개발 및 물성 변화 연구
- 미래산업 지원을 위한 전자·에너지·환경 소재·소자 정밀분석플랫폼 개발
- 동작환경하에서 이루어지는 소재의 물성변화 분석기술 개발 (In-operando)
- 친환경, 고효율, 저비용 에너지·환경 소재 개발 연구

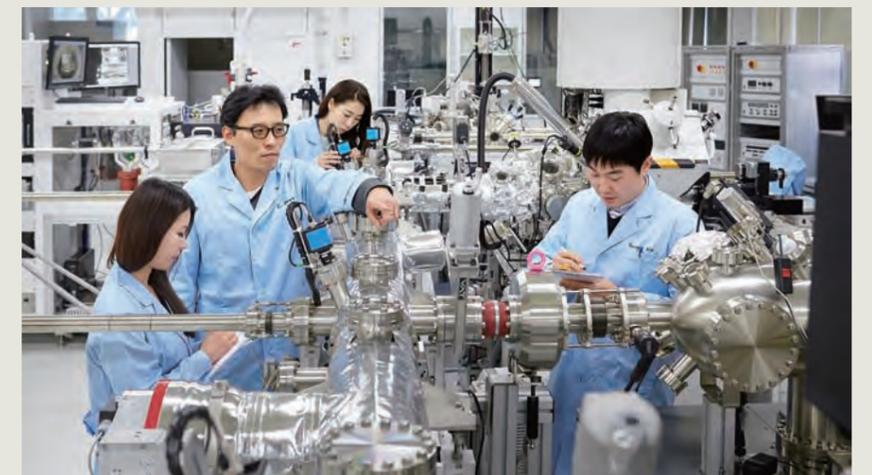
대덕본원의 나노표면연구팀은 기능 적응성 저차원 나노 소재 및 소자의 in-situ 제작과 분석을 통해 미래 전자소재·소자, 환경, 바이오 융합형 소재 개발에 꼭 필요한 표면 및 계면 분석연구를 수행하고 있다.

나노표면연구팀이 수행해 온 주요 연구로는 ‘차세대 융복합 in-situ 나노분석 시스템을 활용한 저차원 나노소재·소자 개발 및 물성 변화 연구’, ‘미래산업 지원을 위한 전자, 에너지, 환경 소재·소자 정밀분석플랫폼 개발’, ‘동작환경 하에서 이루어지는 소재의 물성변화 분석기술 개발 (In-operando)’, ‘친환경, 고효율, 저비용 에너지·환경 소재 개발 연구’ 등이 있다.

대표 연구사례로는 ‘액상 박리법을 이용한 삼각형 흑린의 박막 개발’, ‘그래핀 상용화의 걸림돌인 나노주름 원인 발견’ 등이 있다.

‘액상 박리법을 이용한 삼각형 흑린의 박막 개발(Scientific Reports, 2015)’ 연구를 통해 저차원 나노소재인 흑린을 삼각형 모양의 나노구조체를 만들기 위해 에탄올과 물을 사용하는 간단한 액상 박리법을 개발했으며, 흑린 박막 형태로 트랜지스터를 제작해 전기적 특성을 분석한 결과 아세톤에 노출된 후 전류가 상승하는 특성을 보이는 것으로 유독가스 선별 및 감지 센서 등 활용될 수 있는 가능성을 확인했다.

‘그래핀 상용화의 걸림돌인 나노주름 원인 발견(Nano Letters, 2016)’ 연구를 통해서도 그래핀이 합성 후, 냉각과정에서 팽창하는 독특한 성질을 지니고 있어 냉각 중 수축하는 구리와 그래핀 사이에 스트레스가 발생하게 되고, 그 과정에 그래핀 층에 나노주름이 형성된다는 사실을 발견할 수 있었다.



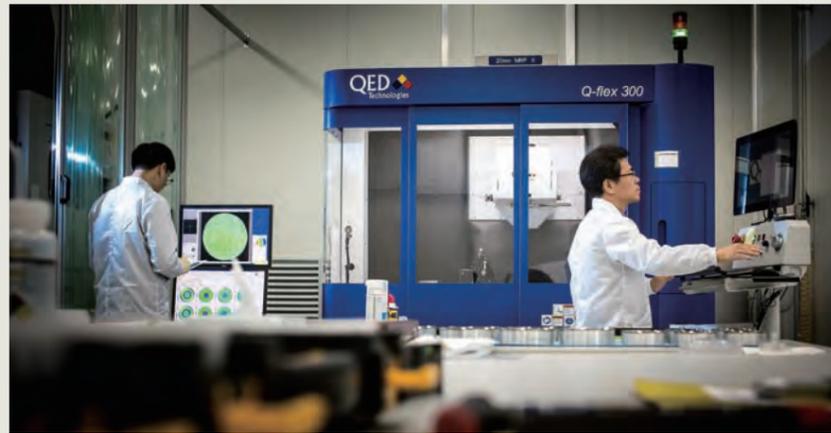
## 연구장비개발본부(대덕본원 / 오창센터)

대덕본원과 오창센터의 연구장비 개발본부는 대학과 출연(연)에 산재한 국내 연구장비 개발 연구실과 연구장비 생산기업을 연결하는 연구장비 개발 네트워크를 구축하는 등 지속적으로 연구장비 개발 기술을 축적하고 있다. 또한, 산학연관 네트워크를 중심으로 연구장비산업 육성 방안을 마련하는 등 국내 연구장비 개발을 이끌어 가고 있다. 연구장비개발본부 산하에는 ‘광분석장비개발연구부’, ‘국산장비신뢰성센터’, ‘장비개발지원팀’, ‘스핀공학물리연구팀’, ‘질량분석장비개발팀’ 등이 있다.

### 광분석장비개발연구부

#### 주요 수행연구

- 초정밀가공 분석지원
- 초정밀가공 테크숍 장비구축 및 운영
- 자유형상 광학계 초정밀 공정기술 개발
- 대면적 자유형상 측정시스템 개발
- 자율주행 차량용 자유형상 광학계 개발
- 반도체소자 열분석장비 기술 개발
- 다중모드 나노바이오 광학현미경 개발



대덕본원 광분석장비개발연구부는 초정밀가공 및 측정 장비를 구축하고 비구면 광학 렌즈 표면에 대한 나노미터 수준의 초정밀 가공기술을 확보함으로써 연구장비 핵심부품, 현미경 광학계, 우주 관측용 망원경, 위성용 광학계 등의 개발을 지원하고 있다. 광분석장비개발팀이 수행해 온 주요 연구로는 ‘초정밀가공 분석지원’, ‘초정밀가공 테크숍 장비구축 및 운영’, ‘자유형상 광학계 초정밀 공정기술 개발’, ‘대면적 자유형상 측정시스템 개발’, ‘자율주행 차량용 자유형상 광학계 개발’, ‘반도체소자 열분석장비 기술 개발’, ‘다중모드 나노바이오 광학현미경 개발’ 등이 있다. 대표 연구사례로는 ‘달 탐사 및 무인기용 광학탐재체 개발’, ‘레이저 스캐닝 공초점 열반사 현미경 개발’ 등이 있다. ‘달 탐사 및 무인기용 광학탐재체 개발’ 연구를 통해 우주용 달 탐사 및 연안지역을 무인 탐사해 달 표면의 얼음 상태의 물 흡수선 검출과 암석, 지형을 관찰하고 해안 연안의 수온, 색 변화, 생태계 및 재난 감시를 수행할 수 있는 광학영상 탐재체의 시제품을 개발했다. ‘레이저 스캐닝 공초점 열반사 현미경 개발’ 연구를 통해서도 시료의 발열 분포를 350 nm급 고분해능으로 측정해 영상화하는 현미경 기술을 개발했다. 이를 통해 반도체 및 디스플레이 소자의 발열특성 측정 및 분석에 활용하고, 중소기업에 대한 기술이전을 통해 상용화했다.

## 국산장비신뢰성평가센터

#### 주요 수행연구

- 국산연구장비 신뢰성평가
- 국산연구장비활용랩 운영
- 국산유망연구장비 성능향상 지원
- 국산연구장비 활용 고도화 지원
- 국산연구장비 산업 육성 지원 (전시·홍보·보급)



대덕본원 국산장비신뢰성평가센터는 국산연구장비의 성능평가 및 활용랩을 구축·운영한다. 이를 통해 국산연구장비의 신뢰도와 경쟁력을 확보함으로써 첨단 연구장비 산업을 육성하고 국내외 시장 확충에 기여하고 있다.

국산장비신뢰성평가센터의 주요 업무는 ‘국산연구장비 신뢰성평가’, ‘국산연구장비 활용랩운영’, ‘국산유망연구장비 성능향상 지원’, ‘국산연구장비 활용 고도화 지원’, ‘국산연구장비 산업 육성 지원’ 등이다.

## 장비개발지원팀

#### 주요 수행연구

- 대내외 연구장비의 유지보수 및 애로사항 해결을 위한 기술지원
- 대내외 연구장비의 개조개발을 위한 설계 및 제작 지원
- 대내외 전자 계측장비 및 기계 가공장비 활용 지원



대덕본원 장비개발지원팀은 연구원 보유장비 및 중소기업 연구장비의 유지보수 지원과 함께 장비개발에 대한 전자회로 및 기계가공 등을 지원해 국산 연구장비 실용화에 기여하고 있다.

장비개발지원팀이 수행해 온 주요 연구로는 ‘대내외 연구장비의 유지보수 및 애로사항 해결을 위한 기술지원’, ‘대내외 연구장비의 개조개발을 위한 설계 및 제작 지원’, ‘대내외 전자 계측장비 및 기계 가공장비 활용 지원’ 등이 있다. 그동안 연구장비 유지보수센터 운영을 통해 기관 자체 연구장비 유지보수를 220건 이상 지원했으며, 대외적으로는 중소기업, 대학 등 공공기관의 연구장비 유지보수 지원도 24건 이상 제공하는 등 연구장비 활성화에 기여했다.

## 스핀공학물리연구팀

### 주요 수행연구

- MPMS, PPMS를 이용한 자기적 물성측정 분석 지원
- 극저온에서 고온까지 물질의 열전도도, 열확산도, 비열 및 팽창률 측정 분석 지원
- 전자기 물성측정장비 개발
- 고온초전도 무냉매 NMR장비 개발
- 전자석 및 초전도자석을 이용한 고자기장 발생기술 및 극저온 냉각기술 개발
- 자기장 환경에서 물질의 저항, 비열, 교류 자화율 측정을 통한 물질 특성 연구
- 나노소재 합성기술 개발 및 열전달 향상 응용기술 연구



대덕본원과 오창센터의 스핀공학물리연구팀은 전자석 및 초전도자석을 이용해 고자기장 환경을 구축하고, 이를 활용해 자기 및 열 관련된 물성을 극저온(1.5 K)에서 고온(1000 K)까지 측정함으로써 물질의 새로운 물리현상을 이해하고 신소재 개발에 기여하고 있다.

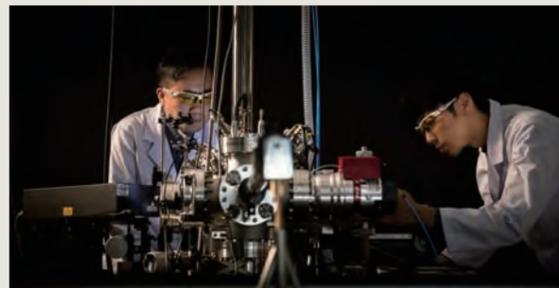
스핀공학물리연구팀이 수행해 온 주요 연구로는 ‘MPMS, PPMS를 이용한 자기적 물성측정 분석 지원’, ‘극저온에서 고온까지 물질의 열전도도, 열확산도, 비열 및 팽창률 측정 분석 지원’, ‘전자기 물성측정장비 개발’, ‘고온초전도 무냉매 NMR장비 개발’, ‘전자석 및 초전도자석을 이용한 고자기장 발생기술 및 극저온 냉각기술 개발’, ‘자기장 환경에서 물질의 저항, 비열, 교류 자화율 측정을 통한 물질 특성 연구’, ‘나노소재 합성기술 개발 및 열전달 향상 응용기술 연구’ 등이 있다.

대표 연구사례로는 ‘레이저를 이용한 물질의 녹는점-끓는점 조절 원리 규명’이 있다. 이 연구를 통해 저온 비열적 상전이(non-thermal phase transition) 현상에 대한 이론을 발견했으며, 이 이론을 활용해 열 스트레스에 대한 반도체 소자 안정성을 크게 향상시킬 수 있었다.

## 질량분석장비개발팀

### 주요 수행연구

- 질량분석 연구장비 개발을 통한 미래 신성장 동력 창출
- 질량분석장비 요소-원천기술 개발
- 3차원 분자영상 질량분석기 개발
- 휴대용 질량분석기 개발



대덕본원과 오창센터의 질량분석장비개발팀은 기초과학에 필수적으로 요구되는 독창적인 연구 개발에 활용할 수 있는 질량분석 관련 연구장비 및 요소기술의 개발을 통해 미래과학기술을 선도하고 국내 연구장비 산업을 지원하고 있다.

질량분석장비개발팀이 수행해 온 주요 연구로는 ‘질량분석 연구장비 개발을 통한 미래 신성장 동력 창출’, ‘질량분석장비 요소-원천기술 개발’, ‘3차원 분자영상 질량분석기 개발’, ‘휴대용 질량분석기 개발’ 등이 있다.

대표 연구사례로는 ‘3차원 분자 영상 질량분석기 개발’, ‘휴대용 질량분석기 개발’ 등이 있다.

‘3차원 분자 영상 질량분석기’ 개발 연구를 통해 새로운 클러스터 TOF-SIMS 장비를 개발함으로써 바이오 이미징 기술 개발과 분석장비 국산화에 기여할 수 있었다.

‘휴대용 질량분석기’ 개발 연구를 통해 냉전자 이온화원을 사용하는 극소형 초경량 질량분석기 요소기술 및 통합 시스템을 개발하는 성과를 도출했다.

## 국가연구시설장비진흥센터

국가연구시설장비진흥센터(NFEC)는 과학기술 발전에 기반이 되는 연구시설·장비의 고도화 추진을 체계적으로 지원하기 위해 과학기술 기본법에 의해 설립되었다. 국가연구시설장비진흥센터는 범부처 연구시설·장비의 총괄전담기관으로 연구시설·장비의 전략적 투자, 공동활용 촉진, 전문인력 양성, 국가연구시설·장비의 총괄 운영관리 등의 업무를 체계적으로 수행함으로써, R&D 생산성을 극대화할 수 있도록 노력하고 있다. 또한, 국가 연구시설·장비의 체계적·전략적 도입, 공동활용 촉진, 유휴저활용 장비의 재활용 등 투자 효율성 제고를 위한 효율적 운영관리 방안 수립 및 관련 법제도 정비 지원을 통해 국가 싱크탱크로서의 역할을 수행하고 있다.

국가연구시설장비진흥센터 산하에 ‘장비정책팀’, ‘장비심의팀’, ‘장비활용팀’, ‘장비정보팀’ 등이 배치되어 있다.



NFEC 연혁(2008 ~ 2017년)

시기	내용
2017	12 제2차 국가연구시설장비 운영·활용 고도화계획(2018~2022)(안) 수립 및 국가과학기술심의회 안전 상정 지원
2016	12 국가연구시설장비 관리 등에 관한 매뉴얼 마련 5 국가연구개발 시설장비 관리 등에 관한 표준지침 제정 및 고시
	12 국가연구시설장비 도입심의 법적 근거 마련 12 장비활용종합포털 법적 근거 마련 11 연구장비전문가 자격검정 제도 시행
2015	10 KBSI 국가연구시설장비진흥센터를 '국가연구시설장비 관리 전담기관'으로 재편 결정 6 국가연구시설장비 관리 표준지침 개정 6 국가연구시설장비 관리 표준지침 법적 근거 마련 4 2014년도 국가연구시설장비 운영관리 실태조사 결과 보고
2014	12 국가연구시설장비 표준분류체계 개정 10 '국가연구시설장비 관리 및 윤리 교육' 개설 10 국가연구개발사업 연구시설장비 타당성 재조사 착수 4 2014년도 국가연구시설장비의 운영·활용 고도화 시행계획 수립
	12 국가연구시설장비의 이용 효율화 종합대책 수립 7 2012년도 국가연구시설장비 운영·관리 실태조사 결과 보고 7 2013년도 국가연구시설장비의 운영·활용 고도화 시행계획 수립 7 국가 R&D사업으로 구축한 대형연구시설 실태조사 결과 보고 4 국가연구시설장비의 운영·활용 고도화 계획 수립 3 KBSI 국가연구시설장비진흥센터 업무가 국가과학기술위원회에서 미래창조과학부로 이관
2013	12 제2차 국가대형연구시설구축지도 수립 7 KBSI 국가연구시설장비진흥센터를 연구시설·장비의 연구성과 관리·유통 전담기관으로 지정 6 '연구장비 엔지니어 양성사업' 추진 4 국가 R&D사업으로 구축한 국가연구시설장비의 투자 및 활용현황 보고
	12 연구장비 엔지니어 양성 및 채용확대 보고 11 범부처 연구시설장비 총괄전담기관인 KBSI 국가연구시설장비진흥센터를 통한 정부 R&D 예산 배분 시 연구장비에 대한 검토 기능 강화 결정 7 연구장비예산심의 업무가 기획재정부에서 국가과학기술위원회로 이관 6 KBSI 국가연구시설장비진흥센터 업무가 교육과학기술부에서 국가과학기술위원회로 이관 4 국가연구개발사업 연구시설장비 예비타당성조사 착수
2012	12 제1차 국가대형연구시설구축지도 수립 10 범부처 연구시설장비 총괄전담기관인 KBSI 국가연구시설장비진흥센터를 통한 연구장비 공동활용 강화 결정 9 범부처 연구시설장비 전담기관으로서의 KBSI 국가연구시설장비진흥센터 기능 강화 결정 9 KBSI 국가연구시설장비진흥센터를 법에 근거한 연구시설·장비 총괄 지원기관으로 재지정 7 범부처 연구시설장비 전담기관으로서의 KBSI 국가연구시설장비진흥센터에 대한 주요임무 정의
2011	12 범부처 연구시설·장비 전담기관으로서의 NFEC에 대한 법적 근거 마련 9 국가 연구시설장비의 고도화 추진을 위한 KBSI 내 '국가연구시설장비진흥센터'를 공식 개소 6 국가과학기술위원회에서 심의 의결된 '국가연구시설장비 확충 및 운영·관리 선진화 방안'에 대하여 국무총리실과 기획재정부에 후속조치 계획을 보고 4 '국가연구시설장비 확충 및 운영·관리 선진화 방안'의 이행과제별 추진계획을 보고 3 KBSI 국가연구시설장비진흥센터를 연구시설·장비 운영관리 총괄 전담기관으로 지정
2010	8 '과학기술기본계획(577 전략)'에서 KBSI에 NFEC 설치·운영을 결정 5 KBSI를 '연구장비·기자재' 연구성과 관리·유통 전담기관으로 지정

NFEC 각 부서 주요 업무

팀 명	주요 임무
장비정책팀	- 국가연구개발 시설장비의 관리 등에 관한 표준지침 및 매뉴얼 - 국가연구시설장비 운영·관리 고도화계획 - 국가연구시설장비 관련 협의회 구성·운영 - 국가연구시설장비 운영·관리 및 인력 실태조사·분석 - 연구시설·장비 통계정보 수집·조사·관리 - 국가연구시설장비 대외 요구 자료 대응
장비심의팀	- 국가연구시설장비 예산심의 정책 지원 및 미래부 대응 - 국가연구시설장비 예산심의(본심의, 추가변경심의) 운영 - 국가연구시설장비 부처·연구기관별 도입심의 지원 - 국가연구시설장비 심의이행점검 운영 - 국가연구개발사업 예비타당성조사 검토 지원 - 연구기관구축 R&D사업 총사업비관리 설계적정성 검토 지원
장비활용팀	- 유휴·저활용장비 이전지원사업 수행 - 국가연구시설장비 관리 및 윤리에 관한 교육 - NFEC/FEEL 홈페이지 관리 및 운영 - 대외 홍보 콘텐츠 제작·관리 - NFEC 행정업무 및 사업 예산집행 총괄 관리
장비정보팀	- 국가연구시설장비 정보 등록·관리 - ZEUS 장비활용종합포털 기획 및 운영 - 부처 및 연구기관 간 등록관리·예약 활용·연구비관리시스템 정보연계 - 연구성과 관리·유통 전담기관 업무(연구시설·장비) 수행 - 국가연구시설장비정보 관련 정책 기획

오창센터



# 2

## 전국 지역 네트워크



KBSI는 1989년 기초과학연구진흥법 제정에 따라 지역의 기초과학 연구활동 지원을 위해 지역센터 설치를 계획했다. 1992년 서울, 부산, 대구, 광주 등 4개 지역센터를 시작으로 1999년부터 2009년까지 전주, 춘천, 순천, 강릉, 제주에 설치했으며, 2012년에는 서울서부센터를 개소하는 등 전국에 총 10개의 지역센터를 운영했다. 이후 순천, 강릉, 제주센터를 폐쇄하고 2018년 현재 전국 7개 지역센터를 운영하고 있다.

지역센터의 임무는 전국에 분포된 네트워크를 활용해 지역에 거점을 둔 대학, 연구기관, 기업에서 필요로 하는 연구지원 및 공동연구를 수행하는 것이다. 이를 위해 그동안 각 지역에서 요구하는 분석지원 및 공동연구 수요에 능동적으로 부응해 역할을 충실히 수행해 왔다. 특히 지역별 수요에 따라 구축된 지역센터의 첨단 연구시설은 연구인프라가 상대적으로 취약한 지역의 연구자들에게 많은 도움을 제공했다.

또한, 분석지원, 공동연구 논문발표 등을 통해 꾸준히 우수한 연구성과를 창출하고 있다. 이는 지역센터가 지역의 기초과학 진흥에 중심역할을 담당하고 있으며, 지역센터 소재 대학뿐만 아니라 지역 내의 대학, 중소기업, 공공기관 등과 상호협력이 활발하다는 것을 보여준다.

2018년 현재, 운영중인 전국 7개 지역센터는 '서울센터', '부산센터', '대구센터', '광주센터', '전주센터', '춘천센터', '서울서부센터'이며, 각자 지역 특성에 부합하는 임무와 역할을 수행하고 있다.



## 지역본부

지역본부는 전국에 분포된 네트워크를 활용해 지역에 거점을 둔 대학, 연구기관, 기업에서 필요로 하는 연구지원 및 공동연구 임무를 수행하고 있다. 특히 수요에 따라 구축된 지역센터의 첨단 연구시설은 연구인프라가 상대적으로 취약한 지역의 연구자들에게 큰 도움을 주고 있다.



### 서울센터

Seoul Center



서울센터의 주요 연구 분야는 환경대응연구와 시공간 분자이미징 연구이다. 환경대응연구 분야에서는 유·무기 화학물질 분석장비를 이용한 환경 재난 및 오염관리 관련 분석기술 개발을 강화하고, 단백질의약품 구조특성에 대한 통합 분석지원 시스템을 구축하고 있다. 시공간 분자이미징 연구 분야에서는 펄스 레이저 분광분석, 전자현미경, 초고해상도 컨포컬 이미징, 분자영상 질량분석기 인프라를 구축하고, 생체-나노물질에서 분자의 시공간적 분포 및 다이내믹스 영상 분석을 위한 다양한(Multimodal) 분자영상 기술 및 관련 요소장비 개발을 수행하고 있다.

서울센터에서 수행해 온 주요 연구성과는 '환경유해물질 오염평가 및 관리를 위한 분석기술 개발 및 전문분석지원', '이산화탄소 지중저장 환경관리 기술 개발', '환경모니터링을 위한 비소 화학종 분리', '분석법 연구' 등이 있다.

대표적 연구사례는 'Dimethylated thioarsenicals 반응 동역학 연구를 통한 환경에서의 Dimethylmonothioarsinic acid (DMMTAV)의 생성 가능성 규명', '고활성 및 고안정성 다중 전자기 촉매 구현을 위한 삼성분계 dendritic nano wires에 대한 연구' 등이다.

서울센터는 'Dimethylarsinic acid(DMAV)의 thiolation 과정의 동역학 연구'를 통해 환경매체 내에서 고독성 물질인 Dimethylmonothioarsinic acid(DMMTAV)의 생성 가능성을 확인하고, DMAV ⇨ DMMTAV ⇨ Dimethyldithioarsinic acid(DMDTAV)로 이어지는 생성 기작 뿐 아니라 특정 환경에서의 역기작 발생 가능성을 제시했다.



## 부산센터

Busan Center



부산센터는 분자제어 소재연구와 이온빔연구를 특화해 연구지원 및 공동연구를 수행하고 있다. 분자제어 소재연구 분야에서는 국내 최고의 표면·계면 분석을 위한 이차이온질량분석기 등을 중심으로 한 미래 에너지소재 연구를 수행하며, 이온빔연구 분야에서는 28 GHz 이온원을 기반으로 한 첨단 장비개발을 수행한다.

부산센터에서 수행해 온 주요 연구성과로는 '28 GHz ECR 이온원을 이용한 이온 주입 장치 업그레이드 및 소재 개발 공동 연구 수행', '소형 중이온 가속기 국산화 개발 수행', '극한환경, 초전도, 에너지 소재 개발 연구 및 공동 연구 수행', '차세대 2차 전지 양-음극소재, 바인더 및 자유변형 2차 전지 제조 시스템 개발', '원자층 증착법을 이용한 몰리브데늄 나이트라이드 박막 증착 공정 개발', '실리카 나노튜브 외부표면 선택적 소수성 작용기 도입 연구' 등이 있다.

대표적 연구사례는 '희토류가 첨가된 Te-계 유리의 특성', '리튬이온이차전지 전극재료 연구', '에너지 저장용 소재개발(소수성 작용기를 도입한 실리카 나노튜브 합성법 개발)' 등이다.

'희토류가 첨가된 Te-계 유리의 특성연구'는 희토류 원소인 Eu를 첨가해 투명한 Te-계 유리를 제조하고, 온도를 변화시키면서 열처리해 다양한 구조를 갖는 Te-계 유리를 얻었다. 특히  $\text{Eu}_2\text{Te}_6\text{O}_{15}$  결정이 합성된다는 사실과 광특성 분석을 통해 희토류가 첨가된 Te-계 유리가 우수한 형광 특성과 다양한 응용성이 있음을 확인했다.

'리튬이온이차전지 전극재료 연구'에서는 음극 물질 개발을 위해 EDTA를 도입한 새로운 바인더 시스템을 적용했으며, 우수한 전기화학적 특성을 얻었다.

'에너지 저장용 소재개발(소수성 작용기를 도입한 실리카 나노튜브 합성법 개발)' 연구에서는 유기겔레이트를 활용한 한쪽 방향으로 꼬인 실리카 나노튜브를 제조했으며, 실리카 외부표면에 선택적 소수성 작용기 도입 합성방법을 개발했다. 이를 통해 회화법을 대체할 수 있는 세척법을 활용한 유리겔레이트 제거 기술을 확립했다.

## 대구센터

Daegu Center



대구센터에서는 첨단연구장비 구축, 운영 및 분석기술 개발을 통한 대구 경북권 산학연 연구지원 및 공동연구를 수행하고 있으며, 국내 최고 수준의 기능성소재분석연구센터를 목표로 '분자진단소재 물성분석 및 연구개발', '개방형 X-ray Met 연구', '나노·분자융합 이미징랩 구축을 계획하고 있다.

대구센터에서 수행해 온 주요 연구성과는 '첨단연구장비 구축·운영 및 분석기술 개발을 통한 대구 경북권 산학연 연구지원 및 공동연구 수행', '지역 중소·중견기업 대상 스마트 IT 분야 분석기술 지원 및 공동연구 수행', '분자 및 세포 진단소재, 광신호 증폭 분석기술 개발 및 공동연구 수행' 등이다.

대표적 연구사례로는 '3차원 광축매의 효율 향상 특이 메커니즘 세계 최초 규명' 연구를 들 수 있다. 대구센터는 이 연구를 통해  $\text{WO}_3$  마이크로 디스크 구조체에 초고속 시공간분해 형광공초점 현미경(FMIM)을 이용해 광 여기후, 마이크로 디스크 내 공간상 위치에 따라 상이한 전자-홀 양자입자의 초고속(피코초;  $10^{-12}$ 초) 동역학 거동을 밝혀냄으로써, 3차원 광축매의 효율 향상 특이 메커니즘을 세계 최초로 규명했다.





## 광주센터

Gwangju Center



광주센터에서는 국내외 기초과학 및 산업기술 동향과 수요 등을 반영해 다양한 최첨단 연구장비를 지속적으로 구축하면서 구조·물성, 노화과학, 에너지재료 분야의 전문분석연구지원 및 공동연구를 수행하고 있다.

광주센터에서 수행해 온 주요 연구성과는 '노화연구관련 실험동물의 실험동물실 및 다원분석실 내의 분자영상시스템 구축을 통한 분석 신뢰도 확보', '노화연구용 고품질 표준시료의 지속적 공급 및 60개월 무장애 안전운영 달성', '고령동물생육시설 및 노화연구시설 환경개선사업 예산 170억을 확보해 고령동물생육시설의 확대 개편 기반 구축' 등이 있다.

대표적 연구사례로는 '메틸렌블루를 이용한 타우 단백질 과인산화 과정 조절로 치매 발병억제 기작 규명'을 꼽을 수 있다. 이 연구를 통해 알츠하이머성 치매에 관여하는 특정 인산화 효소로 최근 주목받고 있는 파린(PAR1) 단백질을 메틸렌블루를 이용해 빠르게 분해한다는 사실을 확인했다. 이는 알츠하이머성 치매의 발병원인 중 하나인 타우 단백질의 과인산화를 사전에 차단하는 전략으로, 특정 단백질의 활성 억제 조절기작을 이용하는 새로운 방법을 제시했다.



## 전주센터

Jeonju Center



전주센터에서는 나노 및 탄소 관련 재료에 대한 분석·연구 경험과 노하우를 바탕으로 '탄소소재 연구'를 수행하고 있으며, '최고의 나노·탄소소재 분석전문기관'을 목표로 연구 및 분석지원을 수행하고 있다. 또한, 국제수준의 분석지원 서비스 제공을 위해 국제표준화기구(ISO)로부터 재료분석지원서비스에 대한 품질경영시스템(ISO9001)을 획득했다.

전주센터에서 수행해 온 주요 연구성과로는 '다이아몬드상 탄소를 이용한 아연황화합물 하이브리드 나노와이어 합성 및 물성연구', 'MoS<sub>2</sub> 기반 이중접합 소자의 전도특성에 대한 계면스트레인의 영향 연구' 등이 있다.

특히 'MoS<sub>2</sub> 기반 이중접합 소자의 전도특성에 대한 계면스트레인의 영향' 연구를 통해 전주센터는 광학전자소자에 사용되는 아연황화합물 반도체 나노와이어에 기존에 잔류 응력으로 나노재료 코팅이 어렵다고 알려진 다이아몬드상 탄소 박막을 화학 증착법으로 코팅하여, 적외선 투과성 등의 우수한 광학적 특성을 보유한 신소재 합성기술을 개발했다.



## 서울서부센터

West Seoul Center



서울서부센터에서는 액체 및 고체 핵자기공명분광기(Solution and Solid State NMR), 전자상자 기공명기(EPR), 질량 분석기(MS), 고분해능 전자현미경, 단결정 X선회절기 등 첨단 연구장비 인 프라를 활용해 서울·수도권의 융복합 연구를 지원하고, 차세대 성장 동력사업인 바이오·의약 및 에너지·환경 분야에서 대학 및 산업 클러스터와 융합연구를 수행하고 있다.

서울서부센터에서 수행해 온 주요 연구는 ‘고분자 전해질 내표면에서의 물 운동 속도 조절 기작 규명’, ‘재활용이 가능한 고다공성 칼슘카보네이트 기반의 중금속 흡착소재 개발’, ‘아밀로이드 펩타이드 피브릴화 메커니즘 연구, 생체모방촉매들의 구조 및 메커니즘 연구’, ‘리튬이온전지 양이온 도핑효과에 따른 결정구조 변화 및 성능개선 메커니즘 연구’, ‘팔라듐 촉매를 이용한 헤테로고리 합성 및 반응조건 확립’, ‘심혈관, 암, 대사질환 등에서 바이오마커 발굴 및 대사기전 연구 수행’, ‘핵자기장공명분광기-질량분석기 기반 통합 대사체 분석법 개발’, ‘환경 오염 물질에 대한 안정성 평가 분석기술 개발’ 등이다.

대표적 연구성과로는 ‘고분자 전해질 내표면에서의 물 운동 속도 조절 기작 규명’ 연구를 통해 친수성  $-SO_3H$  기능기는 수가 줄고 소수성인  $CF_2H$  기능이 내표면에 많아질수록 근처의 물이 더 빨라진다는 것을 고체 핵자기 공명 결과로 확인하였으며 이는 친수성과 소수성의 적절한 배치를 활용하면 물 운동 속도 조절이 가능하다는 사실을 시사한다.

NMR과 LC-MS를 기반으로 하는 대사체 프로파일링 분석기술을 이용한 ‘식이제한 마우스 모델에서 대사변화를 관찰할 수 있는 분석기술 개발’ 연구를 통해 비알콜성 지방간 질환과 식이제한의 db/b 마우스 모델에서 대사 변화를 관찰했으며 이를 통해 간세포 대사에서 식이제한의 효과를 설명 가능한 분석기술을 제안했다.

## 춘천센터

Chuncheon Center



춘천센터에서는 나노영상(VP-FE-SEM, EF-TEM), 세포영상(MP-CLSM, Intravital-CLSM) 및 생체영상 장비(IVIS-200)를 세계적 수준으로 구축했으며, 전문장비 운영자들이 사용자에게 필요한 신규 분석법을 개발하는 등 고도의 분석지원서비스를 수행하고 있다. 또한, 지역 중소기업의 어려움을 해결하고 대학 및 기타 연구기관과의 활발한 연구 교류를 통해 공동연구를 추진하고 있다.

춘천센터에서 수행해 온 주요 연구로는 ‘약물의 기작연구, 신규 약물 탐색 및 스크리닝, 나노바이오 소재 기반 진단·치료제 개발’, ‘세포 및 소동물 질환동물모델(암, 우울증, 동맥경화, 뇌졸중, 골다공증 등)에서 생체영상연구 및 치료기술 연구수행’, ‘최첨단 장비를 통한 고급 생체영상 분석법 개발, 전문분석지원 및 공동연구 수행’ 등이 있다.

특히 ‘대식세포 수용체 표적형 나노조영제와 고속 고해상 삼차원 광단층, 분자영상 카테터 영상 시스템을 활용한 수용체 표적 고위험 동맥경화 플라크 혈관영상 기술 개발’ 연구를 통해 춘천센터는 이 연구에서 동맥경화의 조기 진단 가능성을 제시했다.





## 나에게 요슬램프 같은 KBSI

고려대학교 화학과  
교수 이광렬

KBSI는 내게 있어 알라딘의 요슬램프에 나오는 지니 같은 존재다. 연구하다 보면 특정 기기가 꼭 필요하기 마련인데, 그럴 때마다 KBSI를 통해 연구에 필요한 장비들이 도입되어 수월하게 연구를 진행할 수 있었다. 또한 KBSI에서 근무하시는 분들이 장비를 통한 분석에 그치지 않고 도출된 결과들을 새로운 각도에서 해석해 주어 연구의 질이 한층 더 향상될 수 있었다.

한 명의 연구자로서 길을 걸어가는 데 든든한 동반자가 되어주고 있는 KBSI의 모든 분께 이 기회를 빌려 고마움을 전한다. 특히 대전 본원의 TEM과 MS 분석지원, 춘천센터에서의 TEM 분석 지원, 서울 센터에서 TEM, SEM, ICP MS 분석 지원을 해 주시던 분들께 깊은 감사 인사를 전하며 앞으로도 많은 연구자들과 함께 대한민국 과학기술 발전을 선도하는 KBSI의 모습을 기대해 본다.



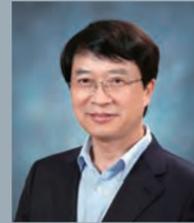
## KBSI 설립 30주년을 축하하며

한국뇌연구원  
뇌신경망연구부장 이계주

2000년대 초반, 초고전압전자현미경(HVEM) 1호기가 대전 본원에 설치될 즈음 생물 분야 이미징 조건 최적화를 위해 뇌 조직 시료를 제공하며 맺게 된 인연이 어느덧 15년이 훌쩍 넘는 세월 동안 이어지고 있다. 현재도 오창센터에 설치된 생물전용 HVEM 2호기를 통해 두꺼운 뇌 조직 시료의 단층촬영과 대면적 파노라마 이미징과 같은 귀중한 데이터를 제공받아 연구를 수행하고 있다.

연구방법과 기술의 빠른 변화와 어려운 환경 속에서도 국내 유일의 분석 지원기관으로 다양한 외부 연구자들의 요구에 부응하고 협력연구 가치를 공고히 하기 위해 부단한 노력을 기울이고 있는 KBSI 관계자분들을 포함하여 물심양면으로 도와주시는 김진규 본부장님, 권희석 부장님, 허양훈 박사님, 현재경 박사님을 비롯한 모든 분께 축하와 감사의 메시지를 전한다.

앞으로도 한국기초과학지원연구원이 크게 성장할 수 있기를 기대하며, 큰 박수와 함께 연구원분들의 건승을 진심으로 기원한다.



## 우연히 발견한 결과의 확장이 한 분야를 이끌어 낼 수 있을까

광주과학기술원 신소재공학부  
교수 이재석

과학문화에서 결과로 나타나는 것을 일반적으로 문명이라고 한다. 또한 이들 중 우수한 것을 우리는 발명이라고 말한다. 하지만 이미 알려진 수많은 지식들 사이에서 새로운 것을 창출해 내는 건 무척이나 어려운 일이다. 그런 면에서 볼 때, 우수한 결과들이란 수많은 노력 끝에 우연히 발견되는 것이 아닐까? 이를 나는 우연히 찾아온 행운이라는 뜻인 Serendipity로 종종 표현하곤 한다. 이러한 행운은 훌륭한 발명이라는 평가를 이끌어 내어 노벨상으로 이어지기도 하지만 반대로 쉽게 잊히기도 한다. 현재에 이르기까지 KBSI와의 동행에 있어 많은 에피소드가 있지만 그 중에서도 분자레벨의 배열을 초고전압 투과전자현미경(HVEM)으로 공동 연구하는 과정에서 있었던 이야기를 해볼까 한다.

연구는 의도하지 않은 결과로부터 시작되었다. 운 좋게 결과를 낼 수 있는 환경에서 얻어진 규칙배열을 놓치지 않았으며, 그것을 시작으로 다른 비슷한 계에 적용하여 같은 결과를 얻었다. 자세하게 말을 하면, 보통 연구되어지는 양친매성 블록공중합체(poly(n-hexyl isocyanate)-b-poly(2-vinylpyridine))를 가지고 마이셀을 제조하였고, 안정성을 위해 가교를 시켰다. 이후 HVEM을 사용하여 그 모양을 관찰하였는데, 생각하지 못했던

분자 규칙성을 발견하였다. 그 발견을 시작으로 우리는 homopolymer인 poly(2-vinylpyridine)에 적용하여 같은 결과를 찾아냈다. 좋은 잡지에 논문을 실기란 많은 시간과 주장하는 과학의 증거로 결과가 많이 필요하다. 6개월 가량의 시간이 걸렸는데도 결국은 우리가 생각하는 잡지에 출판하는 것은 실패하고 말았다.

더 나아가 본 연구가 분자수준에서의 배열 뿐 아니라, 독립된 고분자 사슬에서의 구조와는 다를 수 있지만, 최종적으로 비록 atactic한 고분자 사슬을 규칙적으로 잡아 둘 수 있는 에너지는 가교로 가능할 것인가 하는 문제를 풀어야 할 것이다.

이 연구는 KBSI의 김윤중 박사 등이 협조하여 이뤄졌는데, HVEM에 의한 고분자의 분자수준의 배열을 관찰 할 수 있다는 가능성을 믿지 않았다면, 아무리 새로운 문화를 추구하고자 하는 열망이 있어도 관찰하는 연구는 계속 될 수 없었을 것이다.

이처럼 KBSI의 세계적 장비 인프라 구축은 국내의 많은 연구자들의 혁신적인 과학기술 발명에 크게 기여하고 있는 것이다. 지금까지의 30년처럼 앞으로도 대한민국의 과학기술 발전에 밑거름이 되어주기를 기대해 본다.

## Chapter 3.

# 열린 연구원 KBSI 국민과 함께

1. 'KBSI 비전 2030' 수립을 위한 준비
2. 'KBSI 비전 2030' 미래상과 발전목표

### KBSI 현장

1

우리는 세계적 수준의 첨단 연구시설·장비를 확보하여 광범위한 과학적 이해와 규명에 기여하고, 창조적·독창적인 세계 초일류 기초과학강국으로서의 도약에 공헌한다.

2

우리는 전문분석지원을 수행함과 동시에 끊임없이 분석기술을 개발·보급함으로써 기초과학 육성의 책무를 다하고, 국가·사회적 요구에 부합하는 새로운 연구분야에 동참한다.

3

우리는 국내외 연구조직과의 창조적 기초과학 공동연구에 적극 참여하여 전문연구조직으로서 활동한다.

4

우리는 범부처 연구시설·장비 진흥정책에 국가적 싱크탱크로서 역할을 성실히 수행한다.

5

우리는 국가적 연구시설·장비 교육훈련 및 과학문화 대중화를 통해 차세대 우수인력을 양성한다.



# 1

## ‘KBSI 비전 2030’ 수립을 위한 준비



### 수립 배경과 목적

미래비전과 중장기발전 계획을 수립하는 일은 급변하는 외부환경 변화와 내부역량을 분석함으로써 기관의 미래 불확실성에 대비하고, 지속 가능한 성장 발전에 필요한 핵심 역량을 구축하기 위한 과정이다. 따라서 중장기발전계획을 수립하는 일은 국가과학기술정책과의 일관성과 연속성을 확보해야 하며, 대내외 환경변화에 시의성이 있는 대응을 위해 단기 3년, 중기 5년, 장기 10년 단위로 주기적인 수립과 수정·보완이 이루어져야 한다.

KBSI는 2009년에 10년을 목표로 ‘KBSI 장기발전계획(2009~2018)’을 수립했으며, 그에 따른 역할을 충실히 수행해 왔다. 2017년에 이어 2018년까지 진행된 ‘KBSI 비전 2030’수립 작업은 기존 장기발전계획의 성과를 이어받으면서, 4차 산업혁명 등 기술 변화와 융합이 가속화하는 시대에 맞는 과제를 설계해야 한다는 방향성에 따라 추진되었다. 이 과정을 통해 ‘국민 실생활과 밀접한 사회문제 해결, ‘고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성, 과학기술 기반 실험실 일자리 창출’ 등 미래사회 변화와 정책 수요를 반영해 KBSI의 지속 가능한 발전을 위한 미래비전과 발전 목표 및 핵심전략을 수립할 필요성이 공감대를 형성했다.

2018년 2월에 개최된 국가과학기술심의회에서는 2040년을 향한 국가과학기술 혁신과 도전 ‘제4차 과학기술기본계획(2018~2022)(안)’과 지역주도 혁신성장을 위한 과학기술혁신 전략 ‘제5차 지방과학기술진흥종합계획(2018~2022)(안)’이 확정·발표되는 등의 변화에 따라, 과학기술 분야 법정계획 및 정책 수요를 반영한 차기 중장기발전계획 수립이 요구되었다.

KBSI는 오랜 논의와 검토 작업을 진행하며 ‘KBSI 비전 2030’을 수립할 때 기관 고유임무와 특성에 따른 임무지향적 연구에 집중하고 국민이 공감하는 역할과 책임(R&R)까지 확장하는 등 사회·경제적 요구와 여건변화를 수용해야 한다는 방침을 세웠다. 동시에 기관이 추구하는 경영의 지향점을 제공하고, 직원의 꿈과 희망을 담은 미래상을 제시해 자긍심을 고취하며, 고객의 가치를 실현하는 미래비전과 발전목표 및 핵심전략을 제시하는 것을 목적으로 하였다.

### 추진 과정

‘KBSI 비전 2030’ 수립을 위한 준비는 2017년 1월 처음 시작되었다. ‘KBSI 중장기 발전계획(2019~2028)’, ‘KBSI 지역센터 스마트 전문화 계획(2019~2028)’ 수립을 위한 기획연구도 그때부터 진행되었다. 같은 해 9월에는 ‘KBSI 비전 2030’ 수립을 위한 태스크포스팀을 구성하고 미래비전과 발전목표 및 핵심전략을 마련하기 위한 과정을 진행했다. ‘KBSI 비전 2030’의 초안은 전 직원 토론회, KBSI 전임 기관장 및 자문위원, 기초과학 분야 학회장 등의 의견을 반영해 수정·보완이 이루어졌다. ‘KBSI 비전 2030’의 최종안은 전 직원 설명회, 국가과학기술연구회, 과학기술정보통신부 등 다양한 이해관계자의 참여와 소통을 통해 현장 중심 실증계획을 반영해 수립하도록 했다.

이러한 과정을 거쳐 설계된 ‘KBSI 비전 2030’은 ‘더 큰 자율과 더 큰 책임’이라는 가치 아래, 2030년까지 자기 주도적인 실천을 통해 중점적으로 추진할 발전목표와 핵심전략을 제시한 장

기발전계획인 동시에 연구성과계획서, 중기발전계획 등 타 계획의 지침이 되는 전략계획이었다. 'KBSI 비전 2030'의 시간적 범위는 기준연도인 2019년부터 목표연도인 2030년까지로 했다. 공간적 범위는 대덕본원 및 지역조직(오창, 서울, 부산, 대구, 광주, 전주, 춘천, 서울서부)을 대상으로 수립했다. 내용적 범위는 외부환경, 내부역량, 고객 및 SWOT 분석 등을 통한 핵심가치 및 대응전략을 도출해 2030년까지의 미래비전과 발전목표 및 핵심전략을 제시했다.

## KBSI 비전 2030 수립 과정

시기	내부	외부
2017. 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중장기 발전계획(2019~2028) 수립 사전기획연구 실시(1. 1.~12. 31.)</li> <li>• 지역센터 스마트 전문화 계획(2019~2028) 수립 사전기획연구 실시(1. 1.~12. 31.)</li> </ul>	
2017. 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구부서별 해외 선진연구기관 벤처마킹 실시(2. 9.~)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KBSI 기획기술자문위원회 구성-운영(2. 1.~)</li> <li>- 중장기발전계획 등 자문(외부 18명)</li> </ul>
2017. 3		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구산업 육성전략 포럼 개최(3. 30)</li> </ul>
2017. 7		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기관 고유임무 및 발전 방향에 대한 외부 설문조사 실시(7. 27)</li> </ul>
2017. 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기관 고유임무 및 발전 방향에 대한 내부 설문조사 실시(8. 3)</li> <li>• 새로운 비전 및 중장기발전계획 수립을 위한 내부 수요조사 실시(8. 29)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 비전 및 중장기발전계획 수립을 위한 외부 수요조사 실시(8. 29)</li> </ul>
2017. 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KBSI 비전 수립 TF 구성-운영(9. 19~)</li> <li>- 비전 수립 초안 마련</li> </ul>	
2017. 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구부서 보직자 워크숍(10. 12)</li> <li>- 비전 수립 초안 브레인스토밍</li> </ul>	
2017. 11		<ul style="list-style-type: none"> <li>• KBSI 비전 수립 자문회의(11. 23)</li> <li>- 자문위원(2명) 및 전임 원장(4명)</li> </ul>
2017. 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지원부서 보직자 워크숍(12. 13)</li> <li>- 비전 수립 초안 브레인스토밍</li> <li>• KBSI 지역조직 발전 포럼(12. 19)</li> <li>- 과학기술정책 주제발표(KISTEP, KIET)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 「연구산업 혁신성장전략(안)」(국가과학기술심의회, 12. 8)</li> <li>• 제6회 기초과학협의회(12. 21)</li> <li>- 한국분석과학회 등 7개 학회장(7명)</li> </ul>
2018. 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KBSI 비전 수립, 전 직원 토론회(1. 15) 및 주니어보도 회의(1. 25~1. 26)</li> <li>• KBSI 슬로건 전 직원 공모(1. 29)</li> <li>• 확대업무조정회의(1. 30)</li> <li>- 비전 수립 수정안 의견 수렴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국민중심·연구자중심 「과학기술 출연(연) 발전방안」(과학기술정보통신부, 1. 18)</li> <li>• 「국가연구시설장비의 운영활용 고도화 계획(2018~2022)(안)」(국가과학기술심의회, 1. 19)</li> <li>• 「연구데이터 공유-활용 전략(안)」(국가 과학기술심의회, 1. 19)</li> </ul>
2018. 2		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 「제4차 과학기술기본계획(2018~2022)(안)」(국가과학기술심의회, 2. 23)</li> <li>• 「제5차 지방과학기술진흥종합계획(2018~2022)(안)」(국가과학기술심의회, 2. 23)</li> </ul>
2018. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KBSI 비전 2030, 전 직원 설명회(3. 23)</li> <li>- 비전 수립 최종안 의견 수렴</li> </ul>	
2018. 4		<ul style="list-style-type: none"> <li>• KBSI 비전 2030, 국가과학기술연구회 및 과학기술정보통신부 설명</li> </ul>
2018. 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KBSI 비전 2030 선포(5. 17)</li> </ul>	



## KBSI 비전 2030 수립, 도출 과정

### 외부환경분석

	국내	해외
P-정책	미래도전을 위한 과학기술역량 확충	차세대 연구자 및 과학기술인력 양성
E-경제	과학기술이 선도하는 신산업 일자리 창출	제4차 산업혁명 대응 및 기반 강화
S-사회	재난·재해, 안전, 감염병 등 난제 지속	기후변화, 에너지 등 지구 생태계 문제 심화
T-기술	첨단기술의 발전으로 산업구조 및 고용환경 변화	첨단기술에 기반한 혁신적 서비스 확산
시사점	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학기술의 지평이 경제적 가치 창출에서 사회적 가치 실현으로 확장</li> <li>자기주도 역할과 책임(R&amp;R)과 국민생활연구 참여 및 사회적 역할 확대 필요</li> </ul>	

### 내부역량분석

연구사업 및 성과	고유임무상 공공·인프라형 중심의 연구사업 수행	공공 목적의 특정응용연구 및 개발연구 우수성과 창출
조직, 인력 및 문화	전국 연구지원 거점 및 네트워크 운영	다학제 연구인력 및 융합연구 기반 확보
주요이슈	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가임무 연구</li> <li>국민 삶의 질 향상 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래선도 기초원천 연구</li> <li>연구몰입 환경 조성</li> </ul>
우선순위 (중요성·시급성)	<ul style="list-style-type: none"> <li>선도연구장비 확충</li> <li>범용연구장비 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵심 연구분야 선택·집중</li> <li>우수 연구실 육성지원</li> </ul>
이슈해결 (추진과제)	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 우수연구자와 개방형 공동연구 강화</li> <li>R&amp;D 및 지역 혁신주체 간 소통·협력 활성화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R&amp;D 연구사업 유형별 성과관리 차별화</li> <li>연구자의 연구행정 부담 경감 노력</li> </ul>

### 고객분석

고객	기초과학 연구기관 구축 및 환경 제공(학계) 국가·사회이슈 해결 융합연구 확대(연구계)	중소·중견기업 애로기술 해결 지원(산업계) 자기주도 역할과 책임(R&R) 확장(정부, 국민)
경쟁기관	R&D 기반형 핵심 연구장비 증가	R&D에서 R&BD 및 R&SD로 확장
선진기관	오픈사이언스 확산	연구데이터 공유·활용 확대

### SWOT분석

S-강점	W-약점
<ul style="list-style-type: none"> <li>국가연구시설장비 집적화 구축·운영</li> <li>학계 간 융합·협력연구 전문인력 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계수준의 분석과학연구 및 원천기술 부족</li> <li>공공연구성과 기술사업화 미흡</li> </ul>
O-기회	T-위협
<ul style="list-style-type: none"> <li>국가연구시설장비 공동활용 플랫폼 증가</li> <li>연구장비산업(장비·부품 개발, 개조, 유지보수) 육성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국민이 공감하는 사회적 성과 부족</li> <li>연구개발서비스업 민간시장 확대</li> </ul>

### 핵심가치

기초연구 진흥 (Key roles)	고객가치 실현 (Benefit to customer)	우수성과 창출 (Superexcellence)	연구기반 혁신 (Innovation)
---------------------	-------------------------------	---------------------------	----------------------

### 대응전략

S/O 전략	W/O 전략	S/T 전략	W/T 전략
<ul style="list-style-type: none"> <li>선도연구장비 확충</li> <li>과학연구장비 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개방형 공동연구기관 도약</li> <li>인프라 얼라이언스 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산학연 간 융합연구 확대</li> <li>국가연구시설장비 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석과학기술력 향상</li> <li>R&amp;BD 및 R&amp;SD 확대</li> </ul>

## KBSI 비전 2030 수립, 내외부 의견

4대 주요기능	주요내용
첨단 대형연구장비의 구축·운영을 통한 연구지원 및 공동연구	기초과학 분야 국가연구시설장비 공동활용 플랫폼 역할 수행, 대형연구시설장비 집적화 및 운영 효율화, 선도연구장비 - 10대 장비·시스템 구축·운영, 범용연구장비 - 스마트 오픈플랫폼·분석기술연구센터 운영, 연구시설·장비 정도관리 시스템 구축 및 운영, 공동연구 역할 강화, 공동연구 플랫폼 구축, 국내외 우수 과학자 초빙 활용(정규직의 30%), 국내외 과학자 초빙 공동연구단 운영, 국가공인인증 수요 충족 필요, 연구원들의 연구역량 강화, 내부 융합연구 활성화, 국가 R&D 분야 선도 필요, 근접성·현장밀착성(인프라 갭·격차 해소) 지역조직 연구지원 및 지역발전(과학, 산업) 기여 중요, 지역 내 혁신주체 간 소통협력 강화, 연구시설·장비 지원체계 고도화, 연구장비 공동활용사업 확대 필요, 범용·특화 적정 수준, 국기수요 반영, 장비·인력 재배치, 지원과 연구를 균형있게 수행 필요
분석과학 연구를 통한 분석기술·장비 개발	연구장비 분석기술 고도화, 분석과학 분야 국내최고·세계 10대 연구소로 발전, 분석과학 분야 최고 연구실 5개 확보, 사회 문제해결형 분석과학 전문연구 분야 선택·집중, 자체 분석과학연구 공동연구실 운영, 국가표준실험실 확보(시험표준 및 표준물질 개발, 공동활용 등), HW뿐만 아니라 SW 분야 선점 필요, 역량을 고려하여 주도면밀한 연구분야 선정 필요, 분석기술 역량 개발, 분석 인큐베이션 역할 수행, 대학 및 타기관 연구장비 숙련도 평가, 분석기술 공유 및 실습·교육 지원, 콘텐츠 중심 블루오션 창출 필요  장비개발 미션 강화, 과학연구장비 개발 및 실용화 - 기초·원천기술 5개 확보·10대 핵심분야 육성·지원, 측정·분석기업 육성 및 지원, 연구산업 경쟁력 확보, 국산연구장비 신뢰성평가 운영, 연구장비 국산화 종합지원센터 구축, 연구의 연장선 상에서 장비개발 성과 창출, 대학 등과 공동연구 추진
국가연구시설장비 총괄관리전담	구축·소유·관리·통제에서 활용·공유·자율·효율 중심으로 정책 패러다임 전환, 투자 효율화, 운영 선진화, 활용 극대화, 역량 고도화, 관리기능 고도화(정책 및 기획), 성과환류 체계화(기반구축시설), 운영관리 효율화(ZEUS 등), 범부처 총괄 관리기관 위상 확립, 예비타당성 조사 수행기관 지정, 산학연 연구인프라 구축 지원
연구장비 전문인력 및 창의적 미래인재 양성	연구장비 아카데미 확산, 연구장비 전문인력 교육기관 역할 수행, 연구장비 전문가 자격증 제도 운영



연구정보관

# 2

## ‘KBSI 비전 2030’ 미래상과 발전목표

### ‘KBSI 비전 2030’으로 바라본 미래상

KBSI는 ‘KBSI 비전 2030’을 수립하면서 정관 제2조의 ‘설립목적’에 따른 고유임무를 수행하기 위해 2030년까지 기관의 발전 방향이자 미래상을 담고자 했다. 이에 따라 2030년을 목표로 한 KBSI의 미래상으로 ‘과학기술 발전과 국민 행복을 창출하는 세계적 수준의 분석과학 개방 연구원’을 설정했다.

‘KBSI 비전 2030’의 설정은 경쟁우위, 핵심역량, 미래 지향성, 현실화 가능성 등을 고려하면서 미래상, 차별적 가치 제공, 경쟁우위 원천 등을 반영하도록 했다. 이를 위해 ‘과학기술 혁신과제 달성’, ‘R&D 투자 효과성 향상’, ‘기업의 산업경쟁력 강화’ 등에 기여하는 국가·사회적 역할과 책임을 포함했다.

‘KBSI 비전 2030’을 함축한 슬로건으로는 임직원이 하나 된 열정으로 기초과학 진흥을 위해 노력하는 기관의 모습을 지향하는 의미를 담은 ‘열린 연구원(Open KBSI)’과 연구자와 국민을 중심으로 KBSI가 추구해야 할 연구의 가치를 높이기 위한 가치를 담아 ‘국민과 함께(With KBSI)’를 선정했다.

### ‘KBSI 비전 2030’ 발전목표 및 전략

KBSI는 ‘KBSI 비전 2030’을 토대로 기관의 강점과 기회 요인을 최대한 활용하는 동시에 약점과 위협요인을 최소화하여 중장기발전계획으로 달성할 수 있는 4대 발전목표 및 핵심전략으로 ‘세계적 수준의 개방형 공동연구기관’, ‘국가연구시설장비 공동활용 대표기관’, ‘국가연구산업 선도기관’, ‘국가연구시설장비 총괄 전문기관’을 수립했다. 4대 발전목표 및 핵심 전략을 살펴보면 다음과 같다.

### 발전목표 및 핵심 전략

**첫째,** 세계적 수준의 개방형 공동연구기관(Open Institute)의 목표는 국가 차원 임무와 국민 삶의 질 향상을 위해 분석과학기술 분야에서 개방형 공동연구기관으로 발전하는 것이다.

이를 위해 연구대상을 관찰·측정하고 해석하는 분석과학기술 분야에서 미래선도형 기초·원천연구 및 실용화연구를 수행하고, 국내외 우수 연구자들과의 공동연구 활성화를 통해 창의적·도전적·수월적 연구성과를 창출함으로써 과학기술의 지평을 경제뿐 아니라 사회적 가치 실현으로 확장하는 데 기여한다.

**둘째,** 국가연구시설장비 공동활용 대표기관(Research Platform)의 목표는 국가 과학기술의 글로벌 리더십과 경쟁력 확보를 위해 세계적 수준의 국가연구시설장비 공동활용 대표기관으로 발전하는 것이다.

이를 위해 과학기술 및 지역산업발전 계획과 산학연 수요를 연계하여 선도형 연구시설·장비를 지속해서 확충하고, R&D 활동 기반이 되는 분석과학기술력 향상을 위한 연구장비 정도 관리를 실시함으로써 기초과학 연구의 기반구축과 환경 강화에 기여한다.

**셋째,** 국가연구산업 선도기관(First Mover)의 목표는 공공 R&D 성과가 연구장비, 주문연구 등의 연구산업으로 고부가가치화를 위한 선도기관으로 발전하는 것이다.

이를 위해 새로운 연구 프런티어를 창출하고 기술혁신을 촉진하는 새로운 연구장비 개발 및 연구장비 국산화를 확대하고, 연구산업의 근간이 되는 연구장비산업과 주문연구산업의 기술, 제품, 서비스 경쟁력 확보를 지원하며, 연구장비 전문인력양성 체계를 구축함으로써 과학기술 기반 일자리 창출에 기여한다.

**넷째,** 국가연구시설장비 총괄 전문기관(Think Tank)의 목표는 R&D 활동에 요구되는 연구시설·장비에 관한 세계 최고 연구시설·장비 총괄 전문기관으로 발전하는 것이다.

이를 위해 범부처 차원에서 R&D 시설·장비의 기획, 심의, 구축, 등록, 운영, 활용, 처분 등 전주기 관리에 관한 정책과 기본계획 수립을 지원하고 R&D 시설·장비의 투자 효율화, 운영 선진화, 활용 극대화 및 역량 고도화를 중점 추진함으로써 과학기술 인프라 강국 실현에 기여한다.

# Research Platform

'KBSI 비전 2030'을 수립한 KBSI는 이를 토대로 국가과학기술연구회의 '정부출연연구기관  
중장기발전계획 수립 공통 가이드라인'을 준용하여 2018년 12월까지 내외부 환경변화,  
중장기 발전목표, R&D 추진전략, 기관운영 추진전략, 중점추진 사업계획 등을 담은 'KBSI  
중장기발전계획(2019~2030)'을 수립하고, 2019년 2월에는 중장기발전계획에 기반을 둔 3년 주기  
단기 기관 경영목표 및 '연구성과계획서(2019~2022)' 수립에 활용한다는 방침을 마련했다.



### KBSI가 수행해 나갈 임무 대한민국 기초과학 연구지원

KBSI는 기초연구의 플랫폼으로서 세계적인 첨단 연구장비와 우수한 연구인력을 기반으로 연구 지원과 공동연구를 수행해오고 있다. 대덕본원과 오창센터 그리고 전국 지역센터 네트워크를 기반으로 세계 수준의 분석지원 서비스를 제공하며, 국가 연구장비시설을 총괄 관리하고, 분석과 학기술 인력을 양성하는 등 기초연구 인프라의 효율적인 관리와 활용에 기여하고 있다.

### 국가과학기술 발전에 중추적인 역할을 수행

KBSI는 원자 단위까지 관찰할 수 있는 초고전압 투과전자현미경, 극미량의 성분까지 찾아내는 초고분해능 질량분석기, 단백질 분자구조를 밝히는 고자기장 자기공명장치, 지구환경 분야 핵심 장비인 고분해능 이차이온질량분석기, 질병 진단과 치료기술 연구장비인 연구용 휴먼 MRI장비 등 세계 수준의 인프라를 바탕으로 대한민국 기초과학 연구지원에 필요한 모든 임무를 완벽히 수행하기 위해 최선의 노력을 다하고 있다.

### 신개념 장비를 기획하고 개발하여 기초연구 인프라를 강화

KBSI는 슈퍼바이오전자현미경과 in-situ 나노물성 분석 장치를 직접 기획, 설치하고 초전도 ECR 이온원 장치, 초정밀 열영상 현미경시스템 등 분석연구장비를 직접 개발하고 있다. 또한, 최고의 분석과학기술을 기반으로 식중독을 일으키는 바이러스의 신속한 판별기술, 뇌질환의 진단과 치료기술, 첨단신소재의 기능 분석기술, 환경방사능 모니터링 등 국민건강과 행복을 지키는 연구성과를 거두고 있다.

### 대한민국 기초과학 경쟁력 향상을 지원

KBSI는 국가연구시설장비의 총괄관리기관으로서 연구장비 공동활용 정책과 제도를 지원하고, 중소기업 맞춤형 기술지원으로 대한민국 기초과학의 경쟁력 향상을 지원하며, 청소년들에게는 엑스사이언스와 주니어닥터를 통해 다양한 과학체험 기회를 제공하고, 분석과학기술대학원 운영을 통해 대한민국의 미래를 이끌어 갈 전문인력을 양성하고 있다.

### 대한민국 기초과학의 미래를 열어가는 KBSI

KBSI는 세계적인 연구기관들과의 협력 네트워크로 우리 과학기술의 지평을 넓혀가고 있으며, 도전하는 연구자들에게 지원을 아끼지 않는 열린 연구기관으로서 세계 속의 과학기술 강국 대한민국의 내일을 열어가고 있다.

기초연구의 튼튼한 플랫폼 위에서 끊임없는 도전과 열정으로 우리의 꿈을 현실로 만들어 가는 KBSI. KBSI는 앞으로도 대한민국 과학기술의 미래를 지원하기 위해 세계 일류, 열린 기초연구 인프라 기관으로서 역할과 사명에 최선의 노력을 다할 것이다.

## KBSI 비전 2030

### 고유임무

국가 과학기술 발전에 기반이 되는 기초과학 진흥을 위한 연구시설·장비 및 분석과학기술 관련 연구개발, 연구지원 및 공동연구 수행

### 비전 2030

과학기술의 발전과 국민 행복을 창출하는 세계적 수준의 분석과학 개방 연구원 (World-class Open Research Platform)

열린 연구원(Open KBSI) ) 슬로건 ( 국민과 함께(With KBSI)

### 4대 발전목표

세계적 수준의  
개방형  
공동연구기관

국가연구시설장비  
공동활용 대표기관

국가연구산업  
선도기관

국가연구시설장비  
총괄 전문기관

### 핵심전략

미래선도형  
수월적 연구성과 창출

분석과학기술 기초·원천연구  
및 실용화연구

국민생활연구 및 사회적  
역할 확대

국내외 연구자 간  
융합·협력연구 활성화

기초과학 연구 기반  
구축 및 환경 강화

첨단 대형 연구시설·장비  
전략적 확충

핵심 연구시설·장비 공동활용  
플랫폼 운영

연구장비 정도관리 및  
분석기술 신뢰성 향상

연구산업  
고부가가치화

첨단 연구장비 개발 및  
연구장비 국산화 확대

연구장비 및 주문연구산업  
기업성장 지원

연구장비 전문인력 양성 및  
실험실 일자리 창출

과학기술  
인프라 강국 실현

국가연구시설장비  
전주기 관리 정책 및 계획  
수립 지원

국가연구시설장비 투자  
효율화 및 활용 극대화

국가연구시설장비 운영  
선진화 및 역량 고도화



# Appendix

부록

1  
전·현직 원장

2  
조직 변천사

3  
분석지원장비 현황

4  
주요논문 등 실적

5  
세부 연표



초대 소장

김현남

1988. 8. 1 ~ 1991. 7. 31



2대 소장

강박광

1991. 8. 1 ~ 1993. 2. 23



3대 소장

박병권

1993. 4. 6 ~ 1994. 12. 10



4대 소장

최덕인

1995. 1. 23 ~ 1998. 6. 8



5·6대 원장

이정순

1998. 7. 28 ~ 2005. 5. 23



7대 원장

강신원

2005. 5. 24 ~ 2008. 5. 23



8·9대 원장

박준택

2008. 5. 24 ~ 2012. 9. 24



10대 원장

정광화

2013. 2. 7 ~ 2016. 2. 16



11대 원장

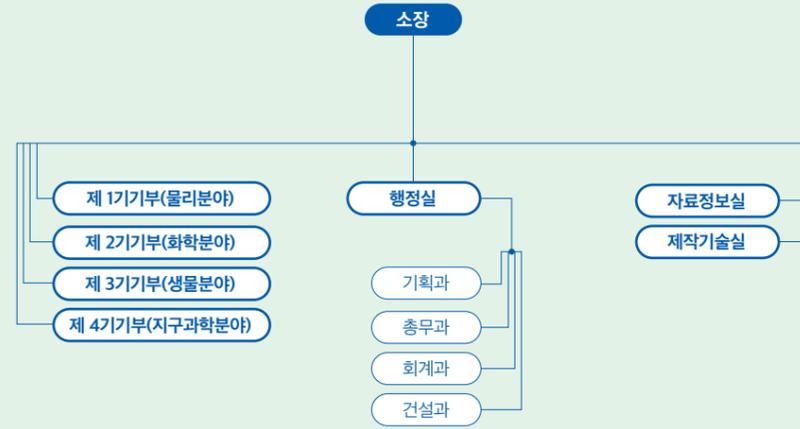
이광식

2016. 2. 17 ~ 현재

# 2 조직 변천사

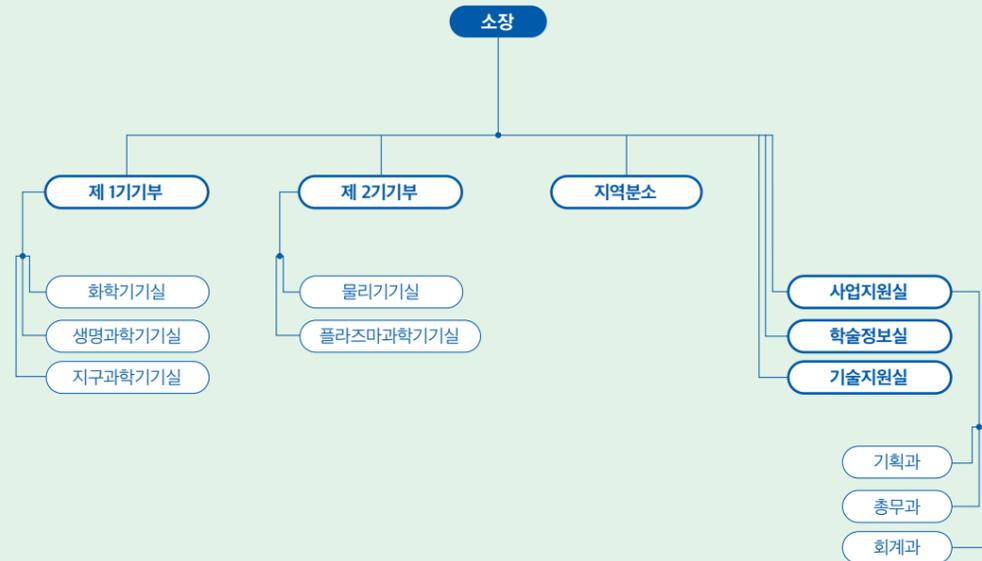
1988  
제1대 김현남 소장

• 설립 시 조직



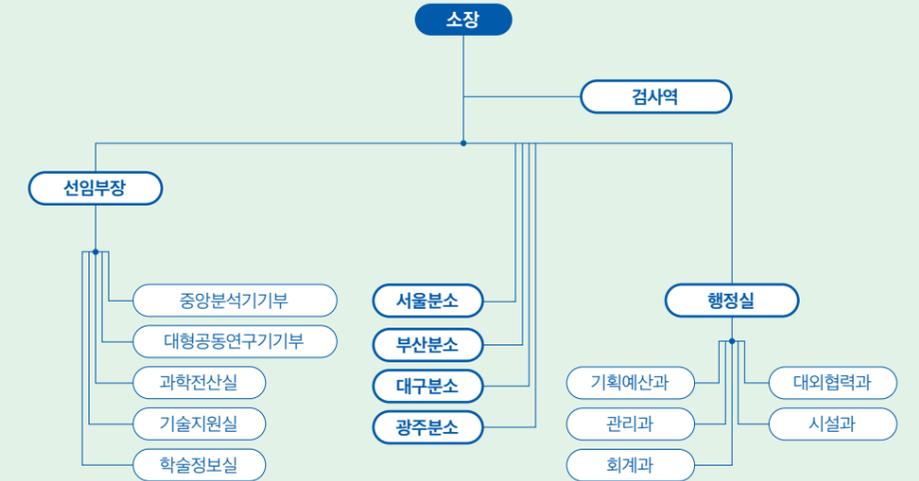
1991  
제2대 강박광 소장

• 한국표준과학연구원 직속으로 개편되어 조직 축소  
• 1992년에 서울, 부산, 대구, 광주분소 설치



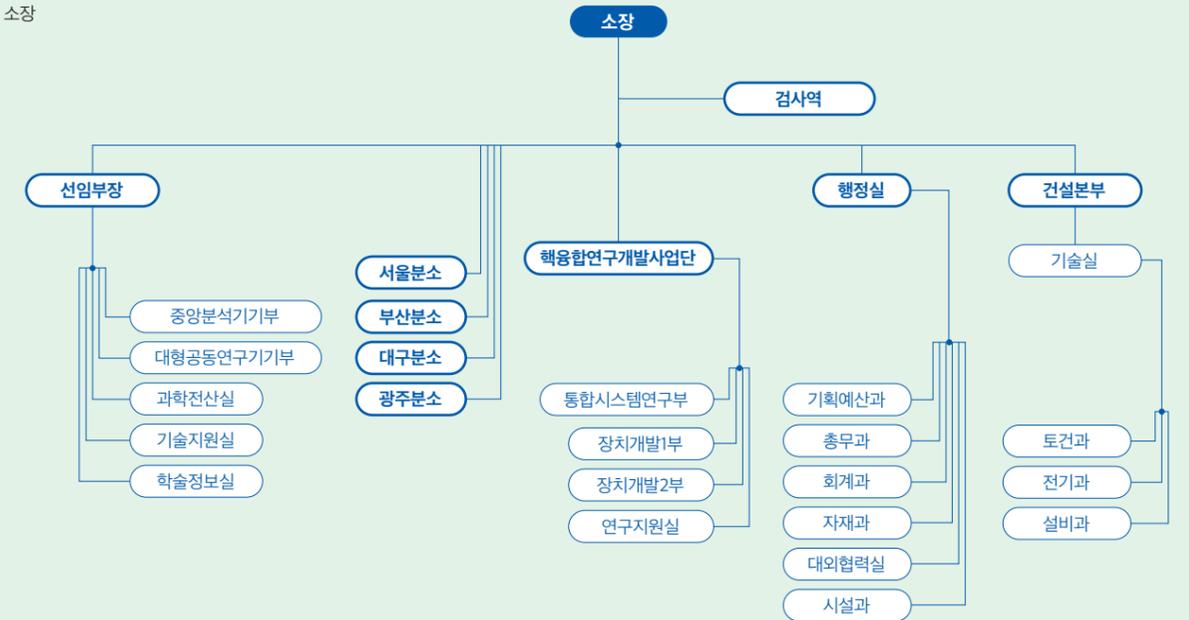
1994  
제3대 박병권 소장

• 과학전산실 신설, 행정실 확대(3과→5과)



1997  
제4대 최덕인 소장

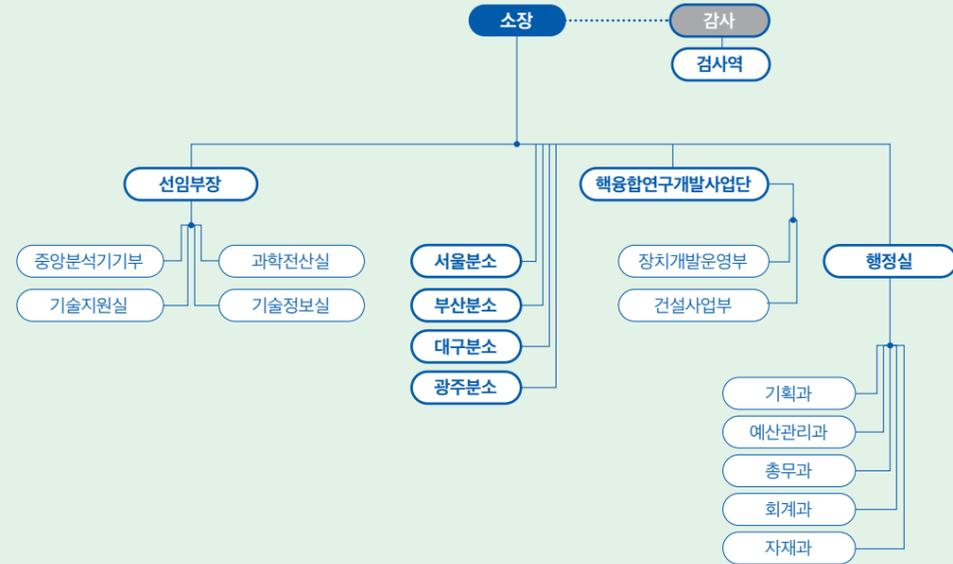
• 핵융합연구개발사업단 및 건설본부 신설, 행정실 확대(5과→6과)



# 1999

제5대 이정순 원장

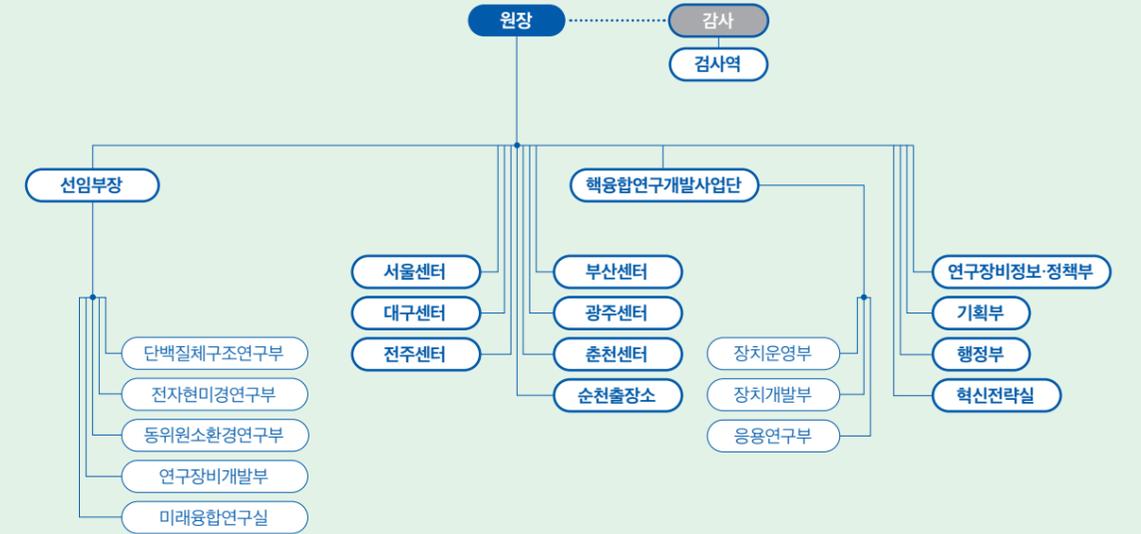
- 독립법인 출범



# 2005

제7대 강신원 원장

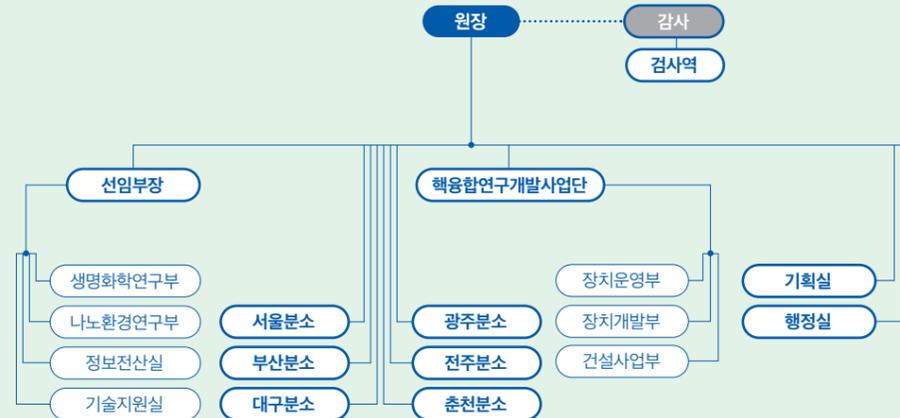
- 연구부 확대, 지역분소 확대(순천출장소 2005년 설치)
- 연구장비정보·정책부 신설



# 2002

제6대 이정순 원장

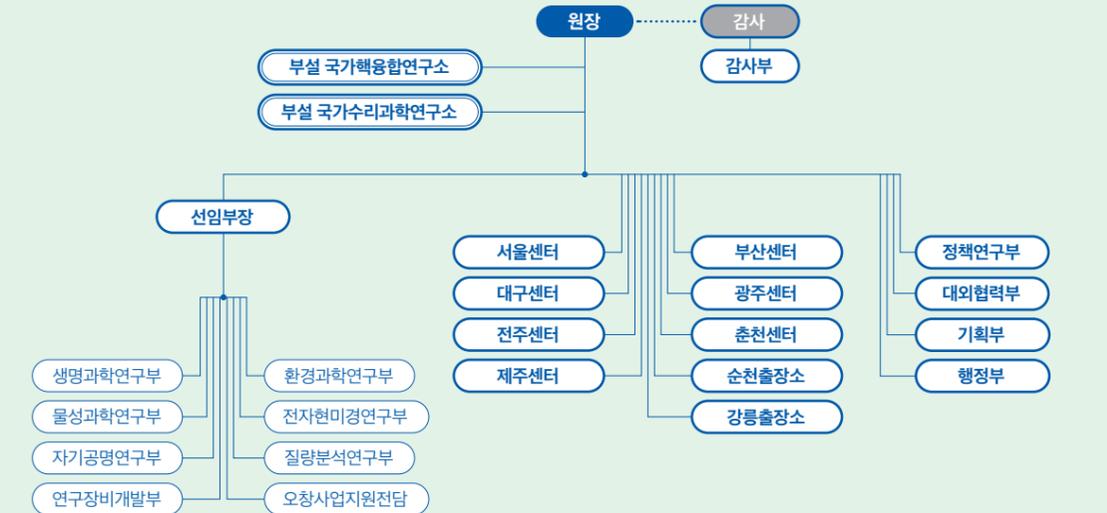
- 연구부 확대, 지역분소 확대(전주분소1999년, 춘천분소 2001년 설치)



# 2008

제8대 박준택 원장

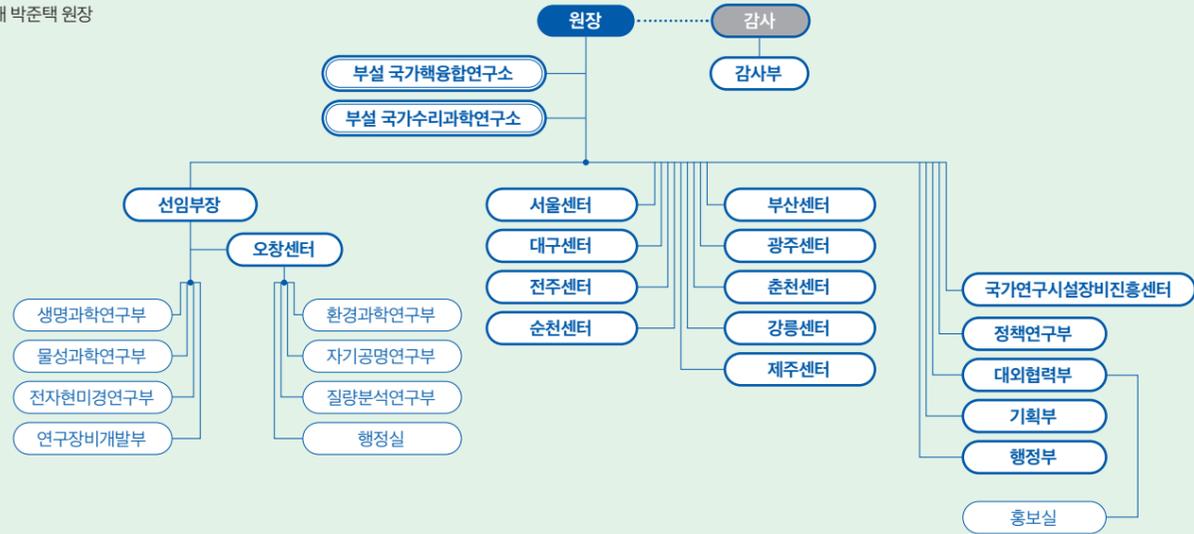
- 연구부 확대, 지역센터 확대(강릉출장소 2006년, 제주센터 2008년 설치)
- 행정조직 확대(정책연구부, 대외협력부, 기획부, 행정부)
- 출장소 명칭을 센터로 모두 변경(2008년 12월)



# 2011

제9대 박준택 원장

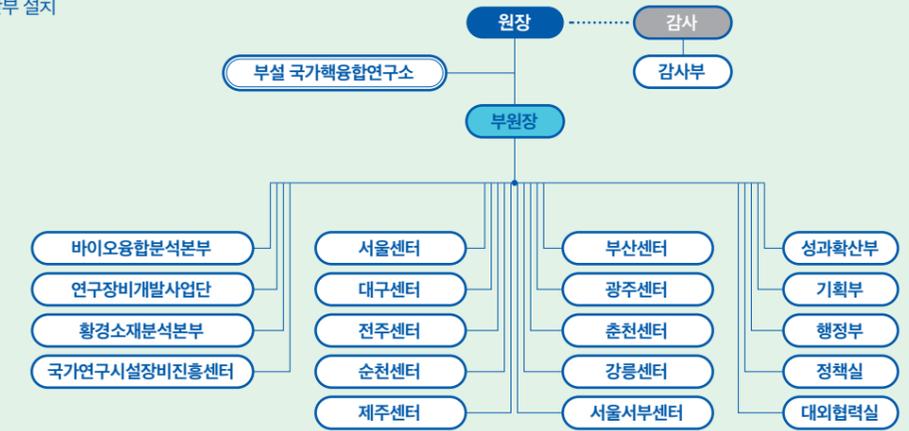
- 오창센터 신설(2010년)
- 국가연구시설장비진흥센터 설치(2009년)



# 2016

제10대 정광화 원장

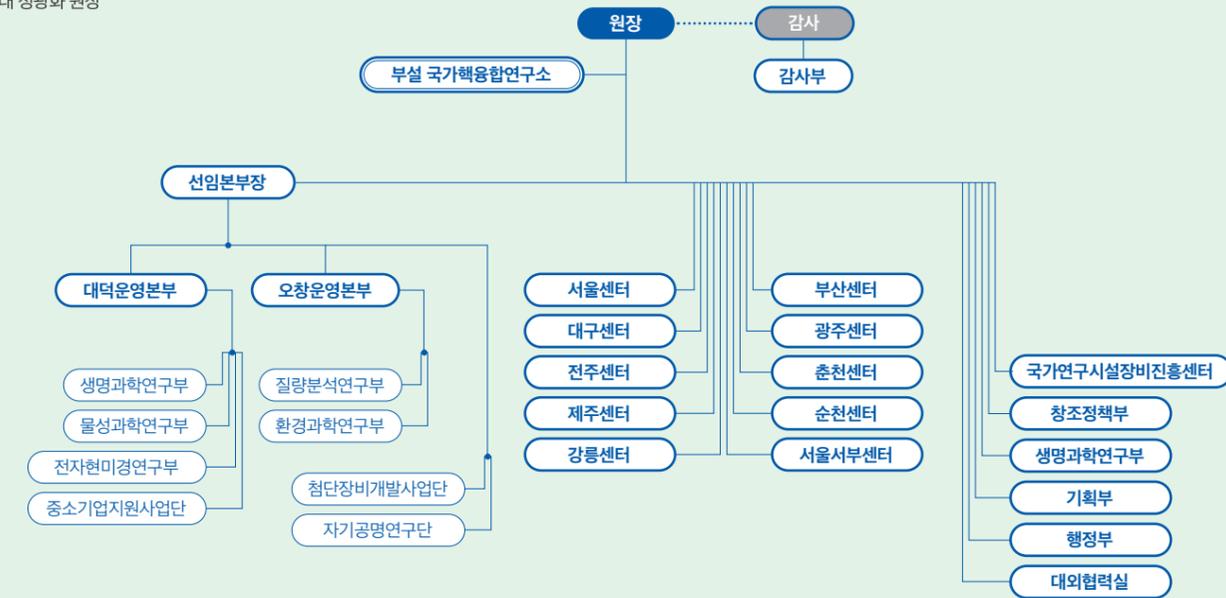
- 선임본부장을 부원장체제로 개편
- 지역센터 폐쇄(강릉 및 순천센터 2016년, 제주센터 2017년)
- 성과확산부 설치



# 2013

제10대 정광화 원장

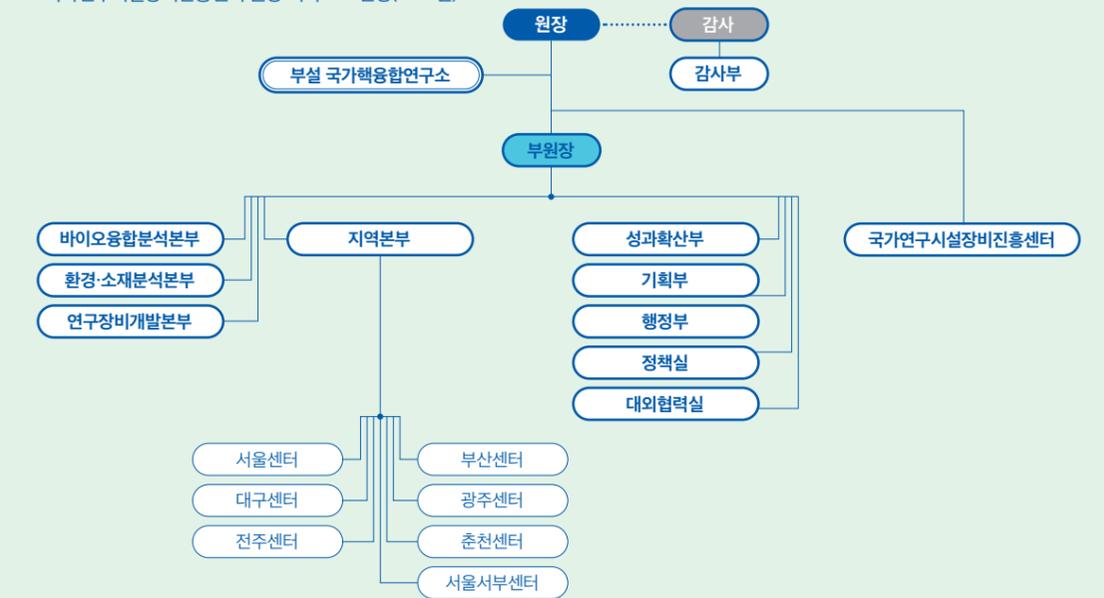
- 본부장체제로 확대 개편
- 행정부서 축소(대외협력부 및 홍보실 폐지)
- 서울서부센터 설치(2012년)
- 2012년 8월 국가수리과학연구소를 기초과학연구원으로 이관



# 2018

제11대 이광식 원장

- 지역본부 신설(2016년)
- 연구장비개발본부 신설(2017년)
- 국가연구시설장비진흥센터 원장 직속으로 변경(2018년)



# 3

## 분석지원장비 현황

1995

구입년	장비명(한글)	장비명(영문)	모델명	보유부서	지역
1993	레이저 라만 분광분석기	Laser Raman Spectrometer System	SPEX 1403	광주센터	광주
	투과형 전자현미경	Transmission Electron Microscope	H-7100	대구센터	대구
	X-선 회절분석기	HighResolution X-Ray Diffractormeter	XPert- APD	대구센터	대구
1996	분취형 고속액체크로마토그래피	Preparative HPLC Sys.	Delta Prep 4000	서울센터	서울
	자외선-가시광선-적외선분광광도기	High Performance UV/VIS/NIR Spectrophotometer	Cary 5G	대구센터	대구
	주사전자현미경	Field Emission S.E.M(Scanning Electron Microscope)	S-4700	광주센터	광주
	500 MHz 핵 자기공명분광기	Superconducting FT-NMR 500 MHz Spectrometer	unityINOVA	서울서부센터	서부
1999	200 MHz 고체 핵자기공명분광기	200 MHz(A) Solid State Nuclear Magnetic Resonance spectrometer	5/501-16Unity Inova	연구장비개발사업단	서울
	고분해능 질량분석기	High Resolution Mass Spectrometer	JMS-700	대구센터	대구
	초전도핵자기공명분광기	FT-NMR 500 MHz	Unity Inova 500 (UI500)	서울서부센터	서부
2000	고분해능 X-선 회절분석기	High Resolution 4Crystal Triple Axis XRD(X-ray Diffractometer)	XPert-MRD	대구센터	대구
	표면 분석 장비	XPS(Surface Analysis System)	ESCALAB250	부산센터	부산
	X-선 형광분석기	X-Ray Fluorescence Spectrometer Sys.	PW2404	지역본부	서울
	고분해능 투과 전자현미경	High Resolution Transmission Electron Microscope System	TECHNAI F20 ultra twin	광주센터	광주
2001	전계방사형 표면 주사현미경	FE-SEM(FIELD-emission scanning electrom microscope)	S-4700	서울센터	서울
	전자방사형 표면주사 전자현미경	FE-SEM System(Field Emissin Scanning Electon Microscope)	S-4700	전주센터	전주
	글로우 방전 분광기(GDS)	Glow Discharge Spectrometer	JY10000RF	부산센터	부산
2002	600 MHz 고체상태 핵자기 공명 분광기	600 MHz Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer	unityINOVA	서울서부센터	서부
	고체상태 200 MHz 핵 자기공명분광기	200 MHz(B) Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer	Unity INFINITYplus 200	서울서부센터	서부
	단결정용 X-선 회절 분석기	Single Crystal X-ray Diffractometer System	Smart APEX	서울서부센터	서부
2003	초고온/저온 X-선 회절분석기	HT-XRD Sytem	D8 ADVANCE	광주센터	광주
	이차이온질량분석기	Secondary Ion Mass Spetrometer	(5) IMS-6f	부산센터	부산
	X-선 회절분석기	High Resolution X-RAY Diffractomete	X"pert MPD	부산센터	부산

2005

구입년	장비명(한글)	장비명(영문)	모델명	보유부서	지역
2003	500 MHz 핵자기공명장치	500 MHz NMR Spectrometer	AVANCE 500	단백질구조연구팀	오창
	고분해능 매트릭스 보조레이저 탈착 질량분석기	MALDI-TOF MS Spectrometer	Voyager-DE STR Biospectrometry sorkstation	전주센터	전주
	에너지여과 투과전자현미경	Transmission Electron Microscope	LEO 912AB OMEGA	춘천센터	춘천
2004	다목적 X-선 회절분석기	Multi Purpose X-ray Diffractometer	X"pert MPD/MRD	대구센터	대구
	초고전압 투과전자현미경	Ultra-High Voltage Transmission Electron Microscope	ARM1300S	전자현미경연구부	분원
	전자현미분석기	Electron Probe Micro-Analyzer(EPMA)	EPMA-1600	전주센터	전주
	주사공초점라만현미경	NanoFinder 30(Scanning Confocal Raman Microscope)	Nanofinder 30	전주센터	전주
2005	공초점 레이저 주사 현미경	VIS Multiphoton Confocal Observation & Measurement System	LSM 510 META NLO	춘천센터	춘천
	X-선 광전자 분광기	X-ray Photoelectron Spectroscopy	AXIS NOVA	나노표면연구팀	분원
	고압가스 흡착량 측정 장치	High pressure thermogravimetric analyzer	MSB-AD-H	전자현미경연구부	분원
	800 MHz 핵자기공명장치	800 MHz NMR(Nuclear Magnetic Resonance)	AVANCE 800	단백질구조연구팀	오창
	동물용 4.7 T 자기공명영상시스템	4.7 T(Animal) MRI	BioSpec 47/40	생체영상연구팀	오창
	발광형광 실험동물 이미징 시스템	Luminescence and Fluorescence Animal Imaging System	IVIS 200	춘천센터	춘천
	초정밀 자유곡면 가공기	Ultra-Precision Freeform Generator	Freeform 700A	광분석장비개발팀	분원
2006	전자현미분석기	Electron Probe Micro Analyzer	EPMA-1610	전자현미경연구부	분원
	열분해 기체크로마토그래프/ 질량분석기 시스템	Pyrolyzer Gas Chromatograph/ Mass Spectrometer System	6890 GC,5973N MSD	서울서부센터	서부
	300 kV 전계투과전자현미경	300kV FE-TEM System(Field Emission Transmission Electron Microscope)	Technai G2	서울센터	서울
	접속이온빔	Focused Ion Beam	Quanta 3D	서울센터	서울
	고분해능 삼중-사중극자 액체크로마토그래피/질량분석기	High Performance Triple Quadrupole LC/MS/MS Spectrometer	TSQ Quantum Ultra EMR	서울센터	서울
	900 MHz 핵자기공명장치	900 MHz NMR(Nuclear Magnetic Resonance)	AVANCE II 900	단백질구조연구팀	오창
	생물 전용 투과전자현미경	Bio-TEM(Transmission Electron Microscope)	Tecnai G2 Spiri TWIN	전자현미경연구부	오창
고분해능 사중극자 탄젠질량분석기	High resolution triple quadrupole LC/MS/MS spectrometer	TSQ Quantum Ultra EMR	생의학오믹스연구팀	오창	

구입년	장비명(한글)	장비명(영문)	모델명	보유부서	지역
2006	초고분해능 전계방출 주사전자현미경	Ultra High Resolution Field Emission Scanning Electron Microscope	S-5500/JSM7700	전주센터	전주
2007	전 채널 분광방식 공초점 레이저 주사현미경 및 고분해능 공명방식과 음파식 광학분리장치	All channels Spectral Confocal Laser Scanning Microscope including Tandem(CS+RS) with AOBs system	sp5010	광주센터	광주
	고임피던스 온도변화 홀 측정 시스템	High Impedance-Temperature Dependent Hall Measurement System	7604	광주센터	광주
	패러렐 각도관련 X-선 광전자 분광기	Parallel ARXPS(Angle Resolved XPS) System	Parallel ARXPS System	부산센터	부산
	에너지 분산형 X-선 형광 분석기	ED-XRF(Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer)	SEA 1200 VX	부산센터	부산
	다목적 X-선 회절분석기	Multi Purpose X-Ray Diffractometer	X'pert PRO	서울센터	서울
	15T 초전도 자석	15.0T Superconducting Magnet	모델명 없음	생의학오믹스연구팀	오창
	광발광 매핑 분석시스템	Photoluminescence Mapping System	LabRAM HR	전주센터	전주
2008	구조분석전계방출주사전자현미경	Analytical Field-Emission Scanning Electron Microscope	SU-70	광주센터	광주
	분자영상 단층촬영 융합이미징 시스템	Micro PET/CT/SPECT	Inveon Dedicated PET	단백질구조연구팀	분원
	In situ 및 주파수변조 500 MHz 고체 핵자기공명장치	500 MHz Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer	500 MHz	전자현미경연구부	분원
	Synapt 고 분해능 질량분석기	Synapt High Definition Mass Spectrometry	SYNAPT G2	생물재난연구팀	분원
	유도결합플라즈마원자방출분광기	ICP-OES	ACTIVA	부산센터	부산
	연소형 이온크로마토그래피	Combustion IC	ICS-3000/AQF-100	부산센터	부산
	온라인 크로마토그래피-질량분석기-핵자기공명 분석기 연결 시스템	Online LC-MS-NMR System	NL/450 GC	서울서부센터	서부
	고체상태 400 MHz 핵자기공명분광기	400 MHz(B) Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer	AVANCE II	서울서부센터	서부
	유도결합플라즈마방출분광기	ICP-OES(Inductively coupled Plasma-Optical Emission Spectrophotometer)	Ultima 2	지역본부	서울
	생체고분자 크리스탈 X-선 회절장치	Macromolecular X-ray	R-AXIS IV++	단백질구조연구팀	오창
	전계 방사형에너지어과투과 전자현미경	Field Emission Energy Filtering Transmission Electron Microscope	JEM-2200FS	전주센터	전주
2009	온라인 액체크로마토그래피-핵자기공명-질량분석기	Online LC-NMR-MS system	500 MHz	광주센터	광주

구입년	장비명(한글)	장비명(영문)	모델명	보유부서	지역
2009	고분해능 전계방출형 주사전자현미경	Ultra High Resolution Field Emission Scanning Electron Micro	S-4800	대구센터	대구
	시분해 형광 공초점 현미경	Time-Resolved Fluorescence Confocal Microscope	Microtime 200	대구센터	대구
	고분해능 질량분석기	High Resolution Mass Spectrometer	JMS-700	대구센터	대구
	초미세이차이온질량분석기	Nano Secondary Ion Mass Spectrometry	NanoSIMS 50	부산센터	부산
	초고성능 액체크로마토그래피 증기화광산란검출 질량분석기	UPLC/PDA/ELS/Tandem mass spectrometer	Ultra Performance LC	부산센터	부산
	헤드스페이스 가스크로마토그래프 질량분석기	Headspace GC/MSD	5975	부산센터	부산
	열분석기 시스템	Thermal Analysis System	DSCQ200/SDTQ600	부산센터	부산
	X선 회절분석기	Multi Purpose X-Ray Diffractometer	X'Pert PRO MPD	서울서부센터	서부
	다차원 펄스레이저 분광시스템	Multidimensional Femto Laser Spectroscopy System	Tsunami/Spitfire/OPA 800-C	서울센터	서울
	이온이동성 질량분석기	Ion mobility mass spectrometer	SYNAPT G2	서울센터	서울
	고분해능이차이온질량분석기	HR-SIMS(high resolution secondary ion mass spectrometer)	SHRIMP-IIe/MC	지구환경연구부	오창
	고분해능다검출기 유도결합플라즈마 질량분석기	Double Focusing High Abundance Sensitivity Multicollector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer	NEPTUNE	지구환경연구부	오창
	생체물질 결합분석 시스템	Fluorescence Correlation Confocal Spectroscopy	LSM 710	질환표적기능연구팀	오창
	안정동위원소 질량분석기	Stable Isotope Ratio Mass Spectrometer	IsoPrime_MultiPrep with Three EA system	지구환경연구부	오창
	2010	생체성분분석기	Organism Component Separation Analysis System	ICS-3000/ARACUS/KT8400/8460	대구센터
퓨리에변환 자외선-가시광선-적외선 분광 영상 현미경		FT-UV-Vis-IR Spectroscopic Imaging Microscope	Vertex 80/Hyperion 3000	대구센터	대구
집속이온빔장치		FIB(Focus Ion Beam)	Quanta 3D FEG	전자현미경연구부	분원
현미경을 이용한 조직·세포 분석 시스템		Microscope-based Cell Analysis System	TissueFAXS Plus	생물재난연구팀	분원
탄수화물 분석 액체 크로마토그래피		Bio-liquid chromatographic system	ICS-5000	생물재난연구팀	분원
고진공 FT-IR 영상분광기		Microscopic FT-IR/Raman spectrometer	Vertex 80v	부산센터	부산
원소분석기		Elemental Analyzer	Vario Macro	부산센터	부산
고분리능 가스크로마토그래피/이온비행시간질량분석기		High Resolution GC/TOF Mass Spectrometer	GCT Premier	서울센터	서울

구입년	장비명(한글)	장비명(영문)	모델명	보유부서	지역	
2010	9.4 T 자기공명영상기	9.4 T Animal MRI System	94T Animal MRI	생체영상연구팀	오창	
	MALDI/ESI 겸용 고분해능 tandem 질량분석기	Combined MALDI/ESI High Resolution Tandem Mass Spectrometer	MALDI SYNAPT G2 HDMS	생의학오믹스연구팀	오창	
	말디 분자영상 시스템	MALDI Molecular Imaging System	ultrafleXtreme	생의학오믹스연구팀	오창	
	초고속 단백질 결정 자동화 장비	High-throughput Crystal Automation System	Rock Imager/ Mosquito	단백질구조연구팀	오창	
2011	다기능투과전자현미경	Multifunctional TEM	Tecnai-F20 Super twin	광주센터	광주	
	시분해발광 및 라만분석시스템	Time-resolving Photoluminescence Raman	LabRAM HR800	광주센터	광주	
	전계방사형주사전자현미경	Variable Pressure Field Emission Scanning Electron Microscopy System	SUPRA-55VP	대구센터	대구	
	다기능 X-선 회절분석기	Muti-Function X-ray Diffractometer	Empyrean	대구센터	대구	
	원자간힘 현미경-라만 복합 분광기	Complex AFM-RAMAN Spectroscopy	Ntegra Spectra	스핀공학물리연구팀	분원	
	투과전자현미경	Field Emission Transmission Electron Microscope	JEM-2100F	부산센터	부산	
	고분해능질량분석기	High Resolution Mass Spectrometer	DFS	서울센터	서울	
	연구용 휴먼 3T MRI 시스템	3T MRI System for Research	Achieva 3.0T TX	생체영상연구팀	오창	
	열이온화질량분석기	Thermal ionization mass spectrometer	Phoenix	지구환경연구부	오창	
	전계방출 투과전자현미경	FE-Transmission Electron Microscope	JEM-2100F	춘천센터	춘천	
	실시간 생체영상 시스템	Intravital imaging system	LSM 780	춘천센터	춘천	
	저진공 전계방사형 주사전자현미경	Variable Pressure Field Emission Scanning Electron Microscope	SUPRA-55VP	춘천센터	춘천	
	2012	초고해상도 전반사 현미경시스템	Super Resolution Microscope System	ELYRA P1	광주센터	광주
		유도결합 플라즈마 질량분석기	ICP-MS	7700x ICP-MS	대구센터	대구
16 테슬라 물성특성 측정 시스템		16T Physical Property Measurement System	PPMS 16T	스핀공학물리연구팀	분원	
X-선/극자외선 광전자 분광분석기		Micro X-ray/UV Photoelectron Spectrometer	AXIS Ultra DLD	나노표면연구팀	분원	
CW/Pulse 전자상자기공명		CW/Pulse EPR System	EMXplus/ELEXYS E580	서울서부센터	서부	
700 MHz HR-MAS 핵자기공명분광기		700 MHz HR-MAS NMR	Autoflex III	서울서부센터	서부	
액체크로마토그래피 유도결합 플라즈마 질량분석기		LC-ICP-MS(Liquid Chromatography Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer)	7700s ICP-MS	지역본부	서울	

구입년	장비명(한글)	장비명(영문)	모델명	보유부서	지역	
2012	단백질 서열분석기	Protein sequencing system	PPSQ-31A/33A	서울센터	서울	
	하이브리드 FT-ETD 질량분석기	Hybrid FT- ETD MS Analyzer	Orbitrap Elite	생의학오믹스연구팀	오창	
	말디 토포 토포 질량 분석기	MALDI-TOF-TOF MS	MALDI TOF/TOF	질량표적기능연구팀	오창	
	다검출기 불활성기체질량분석기	Multi collector noble gas mass spectrometer	Argus VI	지구환경연구부	오창	
	자동등온적정열량계	Auto Isothermal Titration Calorimeter	MicroCal Auto-iTC200	단백질구조연구팀	오창	
	원소분석기	Elemental Analyzer	Flash 2000	질량분석장비개발팀	오창	
	2013	개별환기청정사육장비	Individual ventilated cage system	IVC System	광주센터	광주
		파장분산형 X-선 형광분광기	Wavelength Dispersive X-ray fluorescence Spectrometer	S8 TIGER	대구센터	대구
		구조분석용 수차보정 전자현미경	Ultra-corrected Energy-filtering Transmission Electron Microscope	LIBRA200MC	전자현미경연구부	분원
		비행시간이차이온질량분석기	TOF-SIMS	TOF-SIMS 5	부산센터	부산
아미노산조성분석시스템		Amino acid composition analysis system	1290	서울센터	서울	
700 MHz NMR 스펙트로메터		700 MHz NMR spectrometer	AVANCE III HD	단백질구조연구팀	오창	
초고속 Q-TOF 질량분석기		High-speed Q-TOF Mass Spectrometer	TRIPLE QUAD 5500	생의학오믹스연구팀	오창	
400 MHz NMR 스펙트로메터		400 MHz NMR spectrometer	AVANCE III 400	단백질구조연구팀	오창	
레이저보조탈착질량분석기		MALDI TOF Mass Spectrometer	ultraflex III	질량분석장비개발팀	오창	
시분해능 루미네선스 측정장비		Time Resolved Luminescence Measurement System	TL/OSL-DA-20	지구환경연구부	오창	
2014	다각광산란검출시스템	Multi-Angle Light Scattering System	DAWN HELEOS II	단백질구조연구팀	오창	
	단백질 합성기	Protein synthesizer	Symphony	단백질구조연구팀	오창	
	유도결합플라즈마 방출분광기	ICP-OES	Optima 8300 DV	광주센터	광주	
	전계방출형 투과전자현미경	Field Emission Transmission Electron Microscope	JEM2100F	대구센터	대구	
	초고분석능 전계방출형 주사전자현미경	Ultra High Analytical Field Emission Scanning Electron Microscope(UHA FE-SEM)	Merlin	전자현미경연구부	분원	
	2차원 액체 크로마토그래피 tandem 질량분석기 시스템	2-dimension liquid chromatography tandem mass spectrometry system	UPLC/GC-Synapt G2 HDMS w/IMS	생물재난연구팀	분원	
	초전도 양자간섭계 소자 진동시편 자력계	SQUID VSM(Superconducting QUantum Interference Device Vibrating Sample Magnetometer)	MPMS XL 7	스핀공학물리연구팀	분원	
	고분해능 주사전자현미경	High Resolution Scanning Electron Microscope	SU-70	부산센터	부산	
	고감도 HT-800 MHz 핵자기공명분광기	HT-800 MHz NMR spectrometer	AVANCE 800	서울서부센터	서부	

2015

구입년	장비명(한글)	장비명(영문)	모델명	보유부서	지역
2014	단결정 X선 회절기	Single Crystal X-ray Diffractometer System	D8 VENTURE	서울서부센터	서부
	이차원 기체크로마토그래피/비행시간형 질량분석기	GC X GC Chromatograph/TOF-Mass Spectrometer	Pegasus 4D GCxGC-TOFMS	서울서부센터	서부
	액체크로마토그래피/모세관전기영동-질량분석기	Liquid Chromatograph/Capillary Electrophoresis-Mass Spectrometer	6500 Series Accurate-Mass Quadrupole Time-of-Flight(Q-TOF) LC/MS	서울서부센터	서부
	파장분산엑스레이분광 주사전자현미경	WDX-SEM[EPMA-SEM]	su70	서울센터	서울
	공초점 세포 스크리닝 자동화 탐색장치	Automated Cell Screening Explore System	Opera Imaging	질환표적기능연구팀	오창
	글로우방전질량분석기	Glow Discharge Mass Spectrometer	GD90RF	지구환경연구부	오창
	융합오믹스 질량분석기	High Resolution Accurate Mass Integrated Omics Mass Analyzer	Q-Exactive plus	질환표적기능연구팀	오창
	초고속 유세포 자동분리시스템	Automatic High-speed Cytometry Sorter System	MoFlo Astrios Cell Sorter	질환표적기능연구팀	오창
	이차원 가스크로마토그래피 / 고분해능질량분석 시스템	2-dimensional gas chromatography / high resolution mass spectrometer system	GCxGC-ECD/FID	생의학오믹스연구팀	오창
	고분해능 표적 질량분석기	High Resolution Mass Spectrometer	TripleTOF 5600	생의학오믹스연구팀	오창
	시료자동교환기 장착형 고순도게르마늄 감마선 검색기	HPGe gamma-ray detector with autosample changer	Gamma Analyst	지구환경연구부	오창
	초해상도 공초점현미경	Super Resolution Confocal Microscope	TCS SP8 STED	서울센터	춘천
2015	집속이온빔장치	Dual Beam FIB System	Versa 3D	광주센터	광주
	엑스선카메라	In vivo X-ray radiography Micro-CT system	Quantum GX uCT	광주센터	광주
	400 MHz 핵자기공명분광기	400 MHz NMR spectrometer	ECZ 400R	광주센터	광주
	500 MHz 핵자기공명분광기용 콘솔	Console for 500 MHz NMR spectrometer	PROPULSE	광주센터	광주
	환경제어형 광범위 열전도율 측정기	Wide-Range Thermal Conductivity System	모델명 없음	스핀공학물리연구팀	본원
	다목적 엑스선회절분석기	MP-XRD	Empyrean	오픈랩운영팀	본원
	액체크로마토그래피	High Performance Liquid Chromatography(HPLC)	Alliance XE e2695	생물재난연구팀	본원
	고성능엑스레이광전자분광분석기	High-performance X-ray Photoelectron Spectroscopy	K-alpha plus	부산센터	부산
	400 MHz 고체상태 핵자기공명분광기	400 MHz(C) Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer	AVANCE III 400	서울서부센터	서부

구입년	장비명(한글)	장비명(영문)	모델명	보유부서	지역
2015	액체크로마토그래피 고분해능 질량분석기	UPLC-Q/TOF MS Spectrometer	Synapt G2-Si HDMS	서울센터	서울
	생물전용 초고전압투과전자현미경	Bio-High Voltage Electron Microscope	JEM 1000BEF	전자현미경연구부	오창
	휴먼 7테슬라 자기공명영상장치	Human 7T MRI	Achieva 7T	생체영상연구팀	오창
	레이저식박 다검출기 유도결합플라즈마 질량분석기	Laser ablation-multicollector-inductively coupled plasma mass spectrometry	Nu plasma II	지구환경연구부	오창
	CD 분광편광기	CD(Circular Dichroism Spectrometer)	J-1500	단백질구조연구팀	오창
	STEM용 수차보정 투과전자현미경	Cs-corrected STEM	JEM-ARM200F	전주센터	전주
	나노프로브 고분해능 주사전자현미경	Nano-Probe High Resolution Field Emission Scanning Electron Microscope	SU8230	전주센터	전주
	주사탐침현미경	Scanning Probe Microscope	MultiMode 8	전주센터	전주
	가변평면 레이저 형광현미경	Selective Plane Illumination Microscopy	Lightsheet Z.1	춘천센터	춘천
	발광 형광 동물 영상 및 전산화 단층 촬영 시스템	Luminescence and Fluorescence Imaging System with Micro-CT IN VIVO Imager	모델명 없음	춘천센터	춘천
2016	비선형 다중여기 영상시스템	Nonlinear Multi-Excitation In Vivo Imaging System	TCS SP8MP	광주센터	광주
	집속이온빔 시스템	Focused Ion Beam System	Scios	대구센터	대구
	고분해능 2차원 X-선 회절분석기	High Resolution 2-Dimensional X-ray Diffractometer	D8 DISCOVER	대구센터	대구
	초저전압전계방사형주사전자현미경	Ultra Low Voltage Field Emission Scanning Electron	FESEM, Hitachi Model SU8220	서울서부센터	서부
	고분해능 바이오 전자현미경	High Resolution Bio-Transmission Electron Microscope	Titan Krios	전자현미경연구부	오창
	초고분해능 융합질량분석기	Ultra High Resolution Multimode Mass Spectrometer	Orbitrap Fusion	생의학오믹스연구팀	오창
	유해물질감도분석시스템	Multi Chromatography-Ultra High Sensitive Quantitation System	Scion TQ & EVOQ ELITE ER	질량분석장비개발팀	오창
	실시간 X-선 회절분석기	Insitu X-ray Diffractometer	EMPYREAN	전주센터	전주
2017	발광-형광 전임상 분자영상시스템	Luminescence and Fluorescence Preclinical Imaging System	IVIS Spectrum	광주센터	광주
	생체광학 이미징 시스템	In vivo Optical Imaging System	IVIS Spectrum	생체영상연구팀	오창
	비표면적 측정기(PSA system)	Surface area analyzer	ASAP 2420	전주센터	전주

# 4

## 주요논문 등 실적

### 1. 지식재산권 현황

출원국가	발명의 명칭	발명자	출원번호	출원일	등록번호	등록일	비고
네덜란드	투과전자현미경의 3차원 분석을 위한 3축구동이 가능한 시편 홀더	정종만 김윤중	2007649	2011. 10. 25	2007649	2013. 3. 12	삼극특허
독일	단백질 인산화를 위한 선택적 표지물질 및 이를 이용한 단백질 분석	조건 유종신 김진영 안영희	04709767.0	2005. 4. 25	1642129	2008. 8. 20	삼극특허
	카보하이드레이트를 활성형 메틸렌 화합물로 표시시키는 방법	김수현 유종신 안영희	03818122.8	2006. 2. 20	1654267	2010. 4. 21	
	핵자기 공명용 프로브 유닛	한기성 한옥희	102007011598	2007. 3. 1	102007011598	2011. 10. 17	삼극특허
	인산화 단백질 분석용 겔-내 표지화 및 겔-내 단리방법 및 이를 이용한 단백질의 인산화 위치 동정 방법	조건 유종신 이재용 김진영 안영희	04793448.4	2007. 3. 23	1799845	2010. 9. 15	삼극특허
	변형된 플리펩티드의 서열 및 변형 정보를 분석하는 방법	안영희 유종신 권경훈	05808964.0	2008. 2. 21	1946119	2010. 10. 27	
	극저온 초단중폭기를 이용한 고감도 푸리에변환 이온사이클로트론 공명 질량분석기	김현식 스탈스테판 칼-하인즈 유종신 김동락 최연석 최명철 이정민 김승용	102008064246	2008. 12. 22	102008064246	2013. 2. 21	
	생체 고분자 물질의 상호작용 검출 방법	김수현 이지원	602009015151.7	2009. 8. 25	2187213	2013. 7. 23	삼극특허
	유기물 함유 시료에 대한 중금속 분석용 전기화학적 측정장치	윤장희 원미숙	08753475.6	2015. 1. 1	2269046	2014. 8. 6	
	N-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석 방법	이현경 안현주 박건욱 김재한 유종신 김진영 이주연	602013003319.6	2015. 9. 30	2738554	2015. 9. 30	삼극특허
	복조장치, 이를 이용한 복조 집적소자 및 변복조 집적소자	김상일 박승영	602012028829.9	2017. 2. 15	2833546	2017. 2. 15	삼극특허
미국	개별고장표시와 영구접지기능을 갖는 과전압 자동보호장치	용세정 이경재 정기호	08/604435	1996. 2. 21	10-5694285	1997. 12. 16	
	개별고장표시와 영구접지기능을 갖는 과전류 자동보호장치	용세정 이경재 정기호	08/604436	1996. 2. 21	10-5699220	1997. 12. 16	
	단백질 인산화를 위한 선택적 표지물질 및 이를 이용한 단백질 분석	조건 유종신 김진영 안영희	10/907945	2005. 4. 21	7250266	2007. 7. 31	삼극특허

출원국가	발명의 명칭	발명자	출원번호	출원일	등록번호	등록일	비고
미국	카보하이드레이트를 활성형 메틸렌 화합물로 표시시키는 방법	김수현 유종신 안영희	11/307457	2006. 2. 8	7579460	2009. 8. 25	
	핵자기 공명용 프로브 유닛	한기성 한옥희	11/510233	2006. 8. 25	7339378	2008. 3. 4	삼극특허
	인산화 단백질 분석용 겔-내 표지화 및 겔-내 단리방법 및 이를 이용한 단백질의 인산화 위치 동정 방법	조건 유종신 이재용 김진영 안영희	11/574660	2007. 3. 2	7629744	2009. 12. 8	삼극특허
	푸리에 변환 이온 사이클로트론 공명 질량 분석기의 신호 개선을 위한 방법	김현식 유종신 김성환 최명철	11/754240	2007. 5. 25	7696476	2010. 4. 13	
	혼성 이온 전송 장치	김현식 유종신 김성환 최명철	11/754226	2007. 5. 25	7514677	2009. 4. 7	
	음극산화알루미늄 템플릿을 이용한 산화망간 나노튜브 또는 나노막대의 제조방법	김해진 이진배	12/084103	2008. 4. 25	7713660	2010. 5. 11	
	투과전자현미경 3차원 관찰 전용 문 그리드 및 그 제조방법	이지영 배동식 김윤중 이상희 박병규 문원진	12/170670	2008. 7. 10	7820982	2010. 10. 26	
	템플푸리에변환 이온 사이클로트론 공명질량 분석기	김현식 유종신 최명철	12/278768	2008. 8. 7	7939799	2011. 5. 10	
	입체 차동 진공 시스템 및 그 방법	김현식 유종신 최명철	12/293258	2008. 9. 16	7755039	2010. 7. 13	
	렌즈 표면 정밀도 향상을 위한 자동정압 폴리싱장치	김효식 김명상 김건희 장기수 양순철	12/302747	2008. 11. 26	8167682	2012. 5. 1	
	극저온 초단중폭기를 이용한 고감도 푸리에변환 이온사이클로트론 공명 질량분석기	김현식 스탈스테판 칼-하인즈 유종신 김동락 최연석 최명철 이정민 김승용	12/345250	2008. 12. 29	8440966	2013. 5. 14	
	단백질 동정을 위한 단백질 데이터베이스의 재구성 방법 및 이를 이용한 동정방법	권경훈 유종신	12/373495	2009. 1. 12	8296300	2012. 10. 23	
	유기물 함유 시료에 대한 중금속 분석용 전기화학적 측정장치	윤장희 원미숙	12/840066	2010. 7. 20	8206566	2012. 6. 26	
	고균등 고자장 발생용 초전도 자석의 설계방법	김현식 유종신 김동락 이병섭	11/568024	2009. 8. 31	7889034	2011. 2. 15	
	투과전자현미경의 3차원 분석을 위한 3축구동이 가능한 시편 홀더	정종만 김윤중	12/957102	2010. 11. 30	8581207	2013. 11. 12	삼극특허

출원국가	발명의 명칭	발명자	출원번호	출원일	등록번호	등록일	비고
미국	전자 맵들이 공명 이온원 장치 및 그의 제조방법	윤장희 김종필 박진웅 원미숙 방정규 배중성 이효상 이병섭	13/000501	2010. 12. 21	8461763	2013. 6. 11	
	산화철 나노 MRI 조영제 및 그 제조방법	채민경 이철현 조지현 전성란 장은주	12/981389	2010. 12. 29	8524195	2013. 9. 3	
	균일한 아나타제형 이산화티탄 나노입자의 제조방법	김해진 이순창 이진배	13/030802	2011. 2. 18	8357348	2013. 1. 22	
	전기분무 이온화 장치 및 이를 이용한 전기분무 이온화 방법	강덕진 유종신 최명철 김현식	13/318287	2011. 10. 31	8513596	2013. 8. 20	
	단백질의 비정상적인 당쇄화를 이용하는 암진단 마커	안영희 유종신	13/375545	2011. 12. 1	8580491	2013. 11. 12	
	열영상 현미경용 광학계	이상용 김건희 장기수 양순철 김효식 김상혁	13/375784	2011. 12. 2	8488236	2013. 7. 16	
	신규한 구조의 투과전자현미경용 크라이오트랜스퍼-홀더	정중만 김윤중 이석훈	13/329781	2011. 12. 19	8440982	2013. 5. 14	
	실온에서 제조가 가능한 고결정성 나노기공 이산화티탄제조 방법	이현욱 이순창 김혜란 홍원기 서정혜 이주한 김해진	13/409065	2012. 2. 29	8852548	2014. 10. 7	
	고결정성 나노기공 이산화티탄 광촉매 제조 방법	이현욱 이순창 김혜란 홍원기 서정혜 이주한 김해진	13/409029	2012. 2. 29	8420046	2013. 4. 16	
	렉틴을 이용한 암 진단 방법	지은선 유종신 안영희 신박민	13/463543	2012. 5. 3	8623667	2014. 1. 7	
	전자 맵들이 공명 이온원 장치를 이용한 엑스선 발생 장치 및 방법	최세용 박진웅 원미숙 이병섭 윤장희	13/475465	2012. 5. 18	8693637	2014. 4. 8	
	파이프라인방식의 이온 사이클로트론 공명 질량 분석 제어장치 및 방법	김현식 유종신 김승용	13/511157	2012. 5. 22	8796618	2014. 8. 5	
	고분해능 질량분석법과 약리활성검사를 이용한 천연물의 약리 활성물질 발굴 방법	박규환 유종신 권경훈 김현식	13/538273	2012. 6. 29	8518712	2013. 8. 27	
	이온 사이클로트론 공명 질량 분석기 신호성능 향상 제어장치	김현식 유종신 최명철 김승용	13/699577	2012. 11. 21	8723112	2014. 5. 13	
	내시경과 일체형으로 제작된 광섬유상 프로브 이미징 시스템	최해룡 김건희 장기수 양순철 유선영	13/708329	2012. 12. 7	8700135	2014. 4. 15	
	모듈레이터를 구비한 다차원 가스 크로마토그래피 칩	임성민 김상구	13/717954	2012. 12. 18	8925368	2015. 1. 6	

출원국가	발명의 명칭	발명자	출원번호	출원일	등록번호	등록일	비고
미국	가스 크로마토그래피 칩 및 이의 적층체	임성민 김상구	13/717836	2012. 12. 18	9518962	2016. 12. 13	
	임의의 비구면 형상의 표면 측정에 의한 비구면방정식의 복원 및 방법	김기석 김건희 김동익 장기수	13/727787	2012. 12. 27	9223061	2015. 12. 29	
	생체 고분자 물질의 상호작용 검출 방법	김수현 이지원	13/733687	2013. 1. 13	9193984	2015.11.24	삼극특허
	초전도 자석의 초기냉각 예측 시스템 및 방법	최연석 김동락	13/869868	2013. 4. 24	9672303	2017. 6. 6	
	푸리에 변환 이온 사이클로트론 공명 질량 분석기 및 푸리에 변환 이온 사이클로트론 공명 질량 분석을 위한 이온 집중 방법	김현식 유종신 박아름 최명철 김승용	13/882732	2013. 4. 30	9129784	2015. 9. 8	
	N-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석 방법	안현주 유종신 박건욱 김진영 이주연 이현경 김재한	13/884233	2013. 5. 8	9436797	2016. 9. 6	삼극특허
	진동억제 구조를 구비한 장축 바이트	장기수 허명상 양순철 김건희	13/993237	2013. 6. 11	8978527	2015. 3. 17	
	절구형 원통체 반사경 절삭가공용 지그	이상용 허명상 양순철 김건희 장기수	13/993615	2013. 6. 12	9364933	2016. 6. 14	
	온도분포 측정장치	장기수 최해룡 유선영 양순철 김건희	13/997547	2013. 6. 24	9816868	2017. 11. 14	
	복조장치, 이를 이용한 복조 집적소자 및 변복조 집적소자	박승영 김상일	13/980861	2013. 7. 19	9312814	2016. 4. 12	삼극특허
	산화철 나노 MRI 조영제 및 그 제조방법	채민경 이철현 조지현 전성란 장은주	13/956245	2013. 7. 31	8828357	2014. 9. 9	
	유리딘계 가돌리늄 착물 및 이를 포함하는 MRI 조영제	문혜영 이수민 상카부니아 김중승 홍관수 이현승	14/004831	2013. 9. 12	9290535	2016. 3. 22	
	마이크로 렌즈 어레이를 포함하는 이미지 센서 및 그 제조방법	김효식 김건희 장기수 양순철	14/056915	2013. 10. 17	9093576	2015. 7. 28	
	입자크기가 제어된 금 나노입자의 제조방법 및 제조된 금 나노입자를 이용한 비색식 강산 검출방법	배두리 이계행 최연석	14/087159	2013. 11. 22	9533354	2017. 1. 3	
	사중극자 이온필터 및 이를 이용한 2차이온 검출 배제방법	양모 김승용 김현식	14/097848	2013. 12. 5	9058965	2015. 6. 16	
	자외선 다이오드와 CEM을 이용한 질량분석기의 이온화원 획득장치	양모 김승용 김현식	14/125491	2013. 12. 11	8927943	2015. 1. 6	

출원국가	발명의 명칭	발명자	출원번호	출원일	등록번호	등록일	비고
미국	자외선 다이오드와 MCP를 이용한 질량분석기의 이온화원 획득장치	양모 김승용 김현식	14/125436	2013. 12. 11	8981289	2015. 3. 17	
	동축 구동 다방향 제어장치	김명수 전종수 이증현 복민갑 최연석	14/107083	2013. 12. 16	9324538	2016. 4. 26	
	폐순환 가스루프를 이용한 핵자기 공명장치용 극저온 프로브	이상갑 최연석 박승영	14/107164	2013. 12. 16	9448292	2017. 10. 19	
	은 나노입자의 제조방법 및 이를 이용하여 제조된 소수성 구형 은 나노입자	배두리 이계행 최연석	14/176357	2014. 2. 10	9567349	2017. 2. 14	
	CYP4A 저해제를 유효성분으로 함유하는 당뇨병 또는 지방간의 예방 또는 치료용 약학적 조성물	박창균 김수현 김건화 최중순 김승일	14/178090	2014. 2. 11	9295667	2016. 3. 29	
	전자 포획 분해용 렌즈, 이를 포함하는 푸리에 변환 이온 싸이클로트론 공명 질량 분석기 및 푸리에 변환 이온 싸이클로트론 공명 분석기의 신호 개선을 위한 방법	최상환 최명철 이정민 이세규	14/351524	2014. 4. 11	9129788	2015. 9. 8	
	냉전자를 이용한 음이온 발생 및 전자포획 분해장치	양모 김승용 김현식	14/358809	2014. 5. 16	9230791	2016. 1. 5	
	기체시료 주입밸브와 그것을 이용한 기체시료 주입방법	양모 김승용 김현식	14/358859	2014. 5. 16	9551431	2017. 1. 24	
	바이러스 농축 및 검출 방법	권요셉 이희민 김두운 최중순	14/499801	2014. 9. 29	9322071	2016. 4. 26	
	근접장 렌즈 고정 장치	성하영 이기주 김건희 장기수 이계승	14/389443	2014. 9. 30	9575282	2017. 2. 21	
	압력차를 이용한 자연유도방식의 열교환방법 및 이를 이용한 가스압축기와 히트펌프	박승영 최연석	14/398180	2014. 10. 31	9476615	2017. 1. 1	
	구형 금나노입자 제조방법 및 이를 이용하여 제조된 구형 금나노입자	김동관 이유진 이계행 이기라	14/541483	2014. 11. 14	9718132	2017. 8. 1	
	냉전자 소스원을 이용한 이온트랩 질량분석기	양모 김승용 김현식	14/558283	2014. 12. 2	9412576	2016. 8. 9	
	은 나노입자 합성 방법	최연석 이계행	14/563494	2014. 12. 8	9707624	2017. 7. 18	

출원국가	발명의 명칭	발명자	출원번호	출원일	등록번호	등록일	비고
미국	광 발광 탄소 나노점 제조 방법	이주한 박은식 이현욱	14/761579	2015. 7. 16	9562189	2017. 2. 7	
	다중 주파수 알에프 증폭기, 그것을 포함한 질량 분석기, 및 질량 분석기의 질량분석 방법	양모 김승용 김현식	14/851401	2015. 9. 11	9443705	2016. 9. 13	
	초음파 조사를 이용한 단원자층 흑린의 제조방법	이주한 이순창 이현욱	14/879734	2015. 10. 9	9461125	2016. 10. 4	
	다중대역 주파수와 진폭을 동시에 변조하는 스피트로닉스 무선통신 시스템	오인열 신민철 박승영 박철순 민병철	14/911275	2016. 2. 10	9608850	2017. 3. 28	
벨기에	개별고장표시와 영구접지기능을 갖는 과전압 자동보호장치	용세정 이경재 정기호	09600200	1996. 3. 6	10-1009570	1997. 5. 6	
	개별고장표시와 영구접지기능을 갖는 과전류 자동보호장치	용세정 이경재 정기호	09600199	1996. 3. 6	10-1009569	1997. 5. 6	
스위스	생체 고분자 물질의 상호작용 검출 방법	김수현 이지원	09168598.2	2009. 8. 25	2187213	2013. 7. 23	삼극특허
	N-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석 방법	이현경 안현주 박건욱 김재한 유종신 김진영 이주연	13814404.3	2015. 9. 30	2738554	2015. 9. 30	삼극특허
영국	단백질 인산화를 위한 선택적 표지물질 및 이를 이용한 단백질 분석	조건 유종신 김진영 안영희	04709767.0	2005. 4. 25	1642129	2008. 8. 20	삼극특허
	카보하이드레이트를 활성형 메틸렌 화합물로 표시시키는 방법	김수현 유종신 안영희	03818122.8	2006. 2. 20	1654267	2010. 4. 21	
	인산화 단백질 분석용 겔-내 표지화 및 겔-내 단리방법 및 이를 이용한 단백질의 인산화 위치 동정 방법	조건 유종신 이재용 김진영 안영희	04793448.4	2007. 3. 23	1799845	2010. 9. 15	삼극특허
	변형된 폴리펩티드의 서열 및 변형 정보를 분석하는 방법	안영희 유종신 권경훈	05808964.0	2008. 2. 21	1946119	2010. 10. 27	
	생체 고분자 물질의 상호작용 검출 방법	김수현 이지원	09168598.2	2009. 8. 25	2187213	2013. 7. 23	삼극특허
	투과전자현미경의 3차원 분석을 위한 3축구동이 가능한 시편 홀더	정종만 김윤중	1113651.2	2011. 8. 8	2485631	2013. 9. 25	삼극특허
	유기물 함유 시료에 대한 중금속 분석용 전기화학적 측정장치	윤장희 원미숙	08753475.6	2015. 1. 1	2269046	2014. 8. 6	

출원국가	발명의 명칭	발명자	출원번호	출원일	등록번호	등록일	비고
영국	N-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석 방법	이현경 안현주 박건욱 김재한 유종신 김진영 이주연	13814404.3	2015. 9. 30	2738554	2015. 9. 30	삼극특허
일본	단백질 인산화를 위한 선택적 표지물질 및 이를 이용한 단백질 분석	조건 유종신 김진영 안영희	2005-518451	2005. 7. 25	4271687	2009. 3. 6	삼극특허
	푸리에 변환 이온 싸이클로트론 공명 질량 분석기의 신호 개선을 위한 방법	김현식 유종신 김성환 최명철	2006-320747	2006. 11. 28	4460565	2010. 2. 19	
	핵자기 공명용 프로브 유닛	한기성 한옥희	2007-51602	2007. 3. 1	4203099	2008. 10. 17	삼극특허
	인산화 단백질 분석용 겔-내 표지화 및 겔-내 단리방법 및 이를 이용한 단백질의 인산화 위치 동정 방법	조건 유종신 이재용 김진영 안영희	2007-529655	2007. 3. 5	4659040	2011. 1. 7	삼극특허
	음극산화알루미늄 템플릿을 이용한 산화망간 나노튜브 또는 나노막대의 제조방법	김해진 이진배	2008-537588	2008. 3. 31	5048676	2012. 7. 27	
	초박카본 지지박의 제조방법	김영민 이정용 김윤중 정종만	2008-543165	2008. 5. 30	4724753	2011. 4. 15	
	투과전자현미경 3차원 관찰 전용 문 그리드 및 그 제조방법	이지영 김윤중 이상희 박병규 문원진	2008-164666	2008. 6. 24	4965518	2012. 4. 6	
	생체 고분자 물질의 상호작용 검출 방법	김수현 이지원	2009-198750	2009. 8. 25	5222813	2013. 3. 15	삼극특허
	투과전자현미경의 3차원 분석을 위한 3축구동이 가능한 시편 홀더	정종만 김윤중	2010-256958	2010. 11. 17	5403560	2013. 11. 8	삼극특허
	신규한 구조의 투과전자현미경용 크라이오트랜스퍼-홀더	정종만 김윤중 이석훈	2012-109841	2012. 5. 11	5522546	2014. 4. 18	
	전자 맵들이 공명 이온원 장치를 이용한 엑스선 발생 장치 및 방법	최세용 박진웅 원미숙 이병섭 윤장희	2012-541030	2012. 5. 23	5647693	2014. 11. 14	
	고분해능 질량분석법과 약리활성검사를 이용한 천연물의 약리 활성물질 발굴 방법	박규환 유종신 권경훈 김현식	2012-546993	2012. 6. 28	5800831	2015. 9. 4	
	N-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석 방법	안현주 유종신 박건욱 김진영 이주연 이현경 김재한	2014-538734	2014. 2. 21	5855264	2015. 12. 18	삼극특허

출원국가	발명의 명칭	발명자	출원번호	출원일	등록번호	등록일	비고
일본	복조장치, 이를 이용한 복조 집적소자 및 변복조 집적소자	박승영 김상일	2015-503094	2014. 9. 5	5894703	2016. 3. 4	삼극특허
	CYP4A 저해제를 유효성분으로 함유하는 당뇨병 또는 지방간의 예방 또는 치료용 약학적 조성물	박창균 김수현 김건화 최중순 김승일	2014-525926	2014. 2. 12	5901770	2016. 3. 18	
	바이러스 농축 및 검출 방법	권요셉 이희민 김두운 최중순	2014-200534	2014. 9. 30	6003958	2016. 9. 16	
	케르세틴을 유효성분으로 하는 어류의 항바이러스 조성물	김두운 이성훈 백근식 황금숙 최중순 이광식 권요셉	2016-531502	2016. 1. 26	6132255	2017. 4. 28	
중국	리튬 이차 전지용 음극 활물질 이의 제조방법 및 이를 포함하는 리튬 이차 전지	배경서 정의덕 배종성 홍경수 김해진 김양수 김희진 김영민	200980137297.3	2011. 3. 23	ZL200980137297.3	2013. 11. 13	
	고분해능 질량분석법과 약리활성검사를 이용한 천연물의 약리 활성물질 발굴 방법	박규환 유종신 권경훈 김현식	201080062812.9	2012. 7. 31	ZL201080062812.9	2014. 12. 17	
	N-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석 방법	안현주 유종신 박건욱 김진영 이주연 이현경 김재한	201380002424.5	2014. 1. 24	ZL201380002424.5	2016. 4. 20	
캐나다	유리구를 이용한 습식 전처리에 의한 암색시료의 미량원소 분석 방법	정창식 박찬수 오혜영 신형선	2759252	2011. 11. 23	2759252	2016. 8. 16	
프랑스	단백질 인산화를 위한 선택적 표지물질 및 이를 이용한 단백질 분석	조건 유종신 김진영 안영희	04709767.0	2005. 4. 25	1642129	2008. 8. 20	삼극특허
	카보하이드레이트를 활성형 메틸렌 화합물로 표시시키는 방법	김수현 유종신 안영희	03818122.8	2006. 2. 20	1654267	2010. 4. 21	
	생체 고분자 물질의 상호작용 검출 방법	김수현 이지원	09168598.2	2009. 8. 25	2187213	2013. 7. 23	삼극특허
	복조장치, 이를 이용한 복조 집적소자 및 변복조 집적소자	김상일 박승영	12873391.2	2017. 2. 15	2833546	2017. 2. 15	삼극특허

## 2. 기술이전 현황

2005

연도	연번	기술이전 계약명	기술이전 기업명	기술이전 실시계약		계약 형태
				계약일자	계약기간	
1999	1	현미경용 소형 관류장치에 관한 특허 및 노하우	(주)서울엔지니어링	1999. 1. 12	1999. 1. 12 ~ 2003. 12. 31	전용실시
2006	1	경영정보시스템에 관한 노하우	(주)이엔에스	2006. 11. 20	2006. 11. 20 ~ 2013. 8. 29	통상실시
2007	1	신규한 옥타하이드로 인데노 유도체를 포함한 약제학적 조성물에 관한 특허 및 노하우	(주)푸드사이언스	2007. 6. 8	2007. 6. 8 ~ 2014. 6. 7	통상실시
2008	1	공지 대조화합물과 신약후보물질 10종의 HSP90 단백질 분획과의 복합체 결정구조 규명 기술	(주)외제약 중앙연구소	2008. 4. 30	2008. 4. 1 ~ 2008. 9. 30	전용실시
	2	효소처리된 불가사리추출물을 이용한 중금속 흡착용 칼럼 관련 기술	마크로켄텍(주)	2008. 6. 1	생산개시일로부터 8년간	통상실시
	3	HD203 단백질의 당 구조 분석기술	한화석유화학(주)	2008. 12. 23	2008. 12. 23 ~ 2009. 7. 15	전용실시
	4	환경폐수에 대한 전기화학 측정 시스템	코센텍	2008. 12. 24	2008. 12. 24 ~ 2013. 12. 24	전용실시
	5	푸리에변환쌍이클로트론공명질량분석기의 신호개선을 위한 장치	Bruker Daltonics Inc.	2008. 12. 27	2008. 12. 27 ~ 2011. 12. 26	전용실시
2009	1	수탁기관중심의 연구과제 관리 프로그램 개발 관련 기술 및 노하우	(주)에이투엠	2009. 8. 14	2009. 8. 14 ~ 2013. 8. 13	전용실시
	2	재조합 당단백질 의약품의 물리화학적 특성 분석 및 당 분석 관련 기술	(주)중근당	2009. 12. 15	2009. 12. 15 ~ 2010. 12. 14	전용실시
	3	렌즈 표면 정밀도 향상을 위한 자동정압 폴리싱 장치에 관한 기술 및 노하우	(주)코모코 엔지니어링	2009. 12. 23	2009. 12. 23 ~ 2010. 6. 22	전용실시
2010	1	당단백질 분석 관련 기술(Bio-LC를 이용한 성분당 분석 및 N-glycan 분석)	삼성전자(주) 삼성종합기술원	2010. 4. 19	2010. 4. 19 ~ 2010. 7. 19	전용실시
	2	HIV RT 신약후보물질 복합체에 대한 결정화 및 결정구조 규명	한국파스퇴르연구소	2010. 7. 8	2010. 7. 8 ~ 2011. 1. 7	전용실시
	3	재조합 단백질 의약품의 물리화학적 특성분석 관련 기술	한올바이오파마(주)	2010. 7. 15	2010. 7. 15 ~ 2010. 10. 15	통상실시
	4	재조합 항체단백질 의약품의 물리화학적 특성분석 기술에 관한 노하우	(주)바이오엔시스시스템	2010. 10. 28	2010. 10. 28 ~ 2011. 1. 28	통상실시
	5	진공 흡착 챔버 및 온도 제어장치에 관한 기술 및 노하우	(주)하늘엔지니어링	2010. 12. 22	2010. 12. 22 ~ 2020. 12. 21	전용실시
2011	1	막단백체 분석 관련 기술에 관한 SOP	(주)CJ제일제당 바이오기술연구원	2011. 2. 1	2011. 2. 1 ~ 2012. 3. 31	통상실시
	2	금속 수지 결합체 제조를 위한 방법 및 고분자 수지-금속성분간의 결합체 및 제조를 위한 방법에 관한 권리 및 노하우	(주)태성포리테크	2011. 7. 20	2011. 7. 20 ~ 2031. 7. 19	전용실시
	3	혼성이온가이드에 관한 노하우	Bruker Daltonics Inc.	2011. 10. 14	2011. 11. 14 ~ 2016. 11. 13	통상실시
	4	재조합 항체 단백질 의약품 물리화학적 특성분석 기술에 관한 노하우	(주)에이프로젠	2011. 11. 17	2011. 11. 17 ~ 2012. 11. 16	통상실시
	5	렌즈미터 검교정용 구면표준검사렌즈 설계제작에 관한 노하우	(주)오비어스	2011. 12. 1	2011. 12. 1 ~ 2012. 11. 30	통상실시
	6	두 개의 센서가 적용된 자기장 상쇄장치에 관한 특허 및 노하우	(주)코암테크	2011. 11. 11	2011. 11. 25 ~ 2021. 11. 24	통상실시
	7	시편제작장치에 관한 특허	(주)씨투이엔지	2011. 12. 20	2011. 12. 20 ~ 2022. 12. 19	양도

2010

2015

연도	연번	기술이전 계약명	기술이전 기업명	기술이전 실시계약		계약 형태
				계약일자	계약기간	
2012	1	막/세포질 단백질 분석 관련 기술에 관한 SOP	(주)CJ제일제당	2012. 1. 22	2012. 1. 1 ~ 2012. 12. 31	통상실시
	2	고집적 3차원 터널링 플래시 메모리에 관한 지식재산권 및 노하우	삼성전자(주), SK하이닉스(주)	2012. 8. 8	2012. 8. 8 ~ 지적재산권 존속기간 만료일까지	통상실시
	3	재조합 Fc 단백질의 구조 규명에 관한 SOP	(주)셀트리온	2012. 10. 25	2012. 10. 25 ~ 2012. 12. 25	양도
2013	1	광학계 폴리싱 장치 및 정밀도 측정장치에 관한 특허	(주)저스텍	2013. 2. 27	양도	양도
	2	리튬 이차 전지용 음극 활물질, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 리튬 이차 전지에 관한 특허	(주)유림산업	2013. 6. 5	2013. 6. 5 ~ 2029. 7. 27	통상실시
	3	고신뢰성 TBE-NFGM 소자 개발에 관한 지식재산권 및 노하우	삼성전자(주), SK하이닉스(주)	2013. 7. 4	2013. 7. 4 ~ 지적재산권 존속기간 만료일까지	통상실시
	4	반도체소자 불량분석 장비기술 [발열분포 측정을 이용한 불량분석 장치 및 방법(기술-1) 및 '적외선 열화상 카메라를 이용하여 측정된 반도체 소자 온도분포의 보정방법 및 이에 이용되는 시스템(기술-2)]	(주)모두테크놀로지	2013. 12. 2	2013. 12. 2 ~ 2032. 11. 27(기술1) 2013. 12. 2 ~ 2033. 4. 9(기술2)	독점실시
2014	1	실온에서 합성이 가능한 광촉매 재료의 대량 제조 기술	센텍(주)	2014. 1. 27	양도	양도
	2	N-연결형 당펩티드의 동정 및 정량을 위한 생물정보처리 분석방법	(주)한국질량분석기술	2014. 6. 13	2014. 6. 13 ~ 2032. 9. 27	전용실시
	3	샘플 고정부재 및 이를 갖는 주사전자현미경의 샘플 홀더 조립체	(주)이공교역	2014. 7. 16	2014. 7. 16 ~ 2031. 5. 2	전용실시
	4	극저온 온도센서 교정기	(주)윤슬	2014. 9. 22	2014. 9. 22 ~ 2032. 10. 30	전용실시
	5	해양 플랜트용 침단부력재 분석기술 노하우	에스디	2014. 12. 16	2014. 12. 16 ~ 2019. 12. 15	전용실시
	6	무산소동 디스크 초정밀 가공 공정기술 및 노하우	(주)하늘엔지니어링	2014. 12. 19	2014. 12. 19 ~ 2024. 12. 18	전용실시
	7	노로 바이러스 신속 농축기술 및 노하우	솔젠트(주)	2014. 12. 23	2014. 12. 23 ~ 2029. 11. 30	전용실시
	8	회수 TMin 재이용방법	(주)덕산테크피아	2014. 12. 26	양도	양도
	9	미세정밀 가공용 공작기계 및 엔씨 선반의 스피들 장치	(주)지스트	2014. 12. 26	양도	양도
	10	질량분석기를 위한 이온 조절기	(주)아스타	2014. 12. 26	양도	양도
2015	1	polo-like kinase 1 항체에 대한 기술 및 노하우	영인프린티어(주)	2015. 8. 4	2015. 8. 4 ~ 2018. 8. 3	통상실시
	2	적층형 반도체칩의 저 전류성 불량 열영상 검사기술	한맥전자(주)	2015. 8. 17	2015. 8. 17 ~ 2034. 12. 30	전용실시
	3	극저온 고자장장 시험장치의 재료대 모듈 제작기술	가하시시스템	2015. 9. 4	2015. 9. 4 ~ 2020. 9. 3	전용실시
	4	다중 코어 구조를 갖는 전자석 제작기술	(주)금룡테크	2015. 10. 1	2015. 10. 1 ~ 2020. 9. 30	전용실시
	5	액체금속 이온빔 발생장치 제작기술	(주)윤슬	2015. 10. 30	2015. 10. 30 ~ 2025. 10. 29	전용실시
	6	SEM용 STEM 스테이지 제작기술	(주)코셈	2015. 11. 27	2015. 11. 27 ~ 2025. 11. 26	전용실시
	7	프리즘 가공장치를 이용한 삼각프리즘 초정밀 가공기술	(주)하늘엔지니어링	2015. 11. 27	2015. 11. 27 ~ 2025. 11. 26	전용실시

연도	연번	기술이전 계약명	기술이전 기업명	기술이전 실시계약		계약 형태
				계약일자	계약기간	
2015	8	전도냉각 극저온 프로브스테이션 개발기술 및 노하우	엠에스테크	2015. 11. 27	2015. 11. 27 ~ 2025. 11. 26	전용실시
	9	ECR 이온원용 초전도자석 제조기술 및 성능평가 노하우	(주)금릉테크	2015. 12. 7	2015. 12. 7 ~ 2025. 12. 6	전용실시
	10	냉전자 소스원을 이용한 휴대용 유해가스 측정장치 기술	(주)바이오니아	2015. 12. 21	2015. 12. 21 ~ 2031. 11. 17	전용실시
	11	마이크로 진공 프로브시스템 제작기술	주식회사 넥스트론	2015. 12. 22	-	양도
	12	저용점 금속의 극미량 원소 제어장치 및 방법	하이퍼나인(주)	2015. 12. 23	2015. 12. 23 ~ 2030. 12. 22	전용실시
	13	내시경과 일체형으로 제작된 광섬유 쌍프로브 이미징 시스템	(주)옵티메드	2015. 12. 24	2015. 12. 24 ~ 2025. 12. 23	전용실시
	14	마이크로 렌즈 어레이를 포함하는 이미지 센서 및 그 제조방법	크루셀텍(주)	2015. 12. 24	-	양도
	15	정밀광학계 정렬용 탈팅장치	(주)동인광학 (주)옵티메드	2015. 12. 24	2015. 12. 24 ~ 2025. 12. 23	통상실시
	16	마이크로 튜브용 오프너	(주)옵티메드	2015. 12. 24	2015. 12. 24 ~ 2025. 12. 23	전용실시
	17	진동억제 구조를 구비한 장축바이트 및 절구형 원통체 반사경 절삭가공용 지그	(주)하늘엔지니어링	2015. 12. 24	2015. 12. 24 ~ 2025. 12. 23	통상실시
	18	마이크로니들 및 그 제조방법	(주)스몰랩	2015. 12. 24	-	양도
2016	1	국가연구시설장비 구축, 운영, 활용, 관리 고도화 기술	(주)과학기술 전략연구소	2016. 4. 1	2016. 4. 1 ~ 2026. 3. 31	통상실시
	2	생체고분자 물질의 상호작용 검출 방법	디디에스팜	2016. 8. 1	-	양도
	3	여기광원유닛 및 이를 갖는 루미네선스 계측시스템	(주)우석엔지니어링	2016. 9. 1	-	양도
	4	반도체소자 발열특성 분석 장비 기술	나노스코프시스템즈(주)	2016. 9. 27	2016. 9. 27 ~ 2034. 9. 3	전용실시
	5	리튬이 함유된 폐수를 이용한 탄산리튬의 제조방법	(주)엔에이치리사이텍 컴퍼니	2016. 10. 17	2016. 10. 17 ~ 2033. 12. 31	전용실시
	6	육두구 추출물 또는 이로부터 분리된 리그난계 화합물을 함유하는 시르투인 활성화에 의해 매개되는 질환의 예방 또는 치료용 조성물 추출	대한바이오팜(주)	2016. 10. 17	2016. 10. 17 ~ 2031. 12. 16	통상실시
	7	25mA급 양성자 인출 ECR 이온원 상용화 개발	(주)다원시스	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2026. 10. 31	전용실시
	8	전기화학적 전처리기술 및 전기화학 센서의 측정 노하우	비엘프로세스(주)	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2021. 10. 31	전용실시
	9	고위험군 식중독 바이러스 검출기술	솔젠트(주)	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2036. 10. 31	전용실시
	10	정밀연대측정 및 지구화학분석을 위한 미세영역 시료채취장치제작	(주)우석엔지니어링	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2021. 10. 31	전용실시
	11	반행초 추출물을 유효성분으로 포함하는 항염증 및 항노화용 조성물	(주)비케이수	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2026. 10. 31	전용실시
	12	MgB2 초전도시료의 in-field 임계전류 측정장치 구축 및 시험·평가·분석기술	(주)삼동	2016. 11. 1	-	양도
	13	저진동 시편 스테이지형 극저온 프로브스테이션	엠에스테크	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2021. 10. 31	전용실시

연도	연번	기술이전 계약명	기술이전 기업명	기술이전 실시계약		계약 형태
				계약일자	계약기간	
2016	14	생물학적 시료의 고상화를 위한 일체형 초저온 샘플 플러저 시스템 개발	미송사이언스	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2021. 10. 31	전용실시
	15	초고자장 NMR 활용 항체 variable domain flexibility 모니터링 기술	(주)파맵신	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2026. 10. 31	전용실시
	16	피부 각질세포 유래 지질 비교분석법	(주)네오팜	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2019. 10. 31	전용실시
	17	표면개질을 통한 고용량 이차전지용 양극활물질 소재 개발	(주)에코프로비엠	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2018. 10. 31	통상실시
	18	치과용 임플란트 고정체 위해성 평가 표준 분석법	(주)네오바이오텍	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2021. 10. 31	통상실시
	19	치과용 임플란트 고정체 위해성 평가 표준 분석법	(주)덴티스	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2021. 10. 31	통상실시
	20	산삼배양근을 이용한 노화회복 및 피부재생 기전 기술	(주)에이씨티	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2026. 10. 31	전용실시
	21	리드랩용 필름 분석법 및 시 표면처리 know-how	제일특수소재(주)	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2019. 10. 31	전용실시
	22	산화철 나노입자 제조방법 및 이에 의해 제조된 산화철 나노입자	(주)석경에이티	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2021. 10. 31	통상실시
	23	백금기반 나노합금입자 구조분석법	(주)알티엑스	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2021. 10. 31	통상실시
	24	폐페인트 재생산을 위한 공정기술개발	(주)유광화학	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2018. 10. 31	전용실시
	25	화장품 원료 식물 사페론 단백질 생산 기술 개발	(주)바이오에프디엔씨	2016. 11. 1	2016. 11. 1 ~ 2036. 10. 31	전용실시
	26	고출력 레이저용 비구면 광학계 개발 공정기술	(주)그린광학	2016. 11. 28	2016. 11. 25 ~ 2017. 12. 30	통상실시
	27	중금속 다중측정을 위한 전기화학적 측정 노하우 기술	비엘프로세스(주)	2016. 12. 1	2016. 12. 1 ~ 2017. 11. 30	전용실시
	28	육두구 추출물 또는 이로부터 분리된 리그난계 화합물을 함유하는 시르투인 활성화에 의해 매개되는 질환의 예방 또는 치료용 조성물 추출에 관한 운영절차	(주)에이씨티	2016. 11. 28	2016. 11. 28 ~ 2031. 12. 16	통상실시 (화장품 분야 전용실시)
	29	암진단용 펩티드 마커 및 이를 이용한 암진단 방법 등	(주)비엔지샵	2016. 12. 29	2016. 12. 29 ~ 2017. 12. 28	통상실시
	30	고자기장 초전도 자석의 냉각장치	(주)금릉테크	2016. 12. 29	2016. 12. 29 ~ 2017. 12. 28	통상실시
	31	배추 원산지 판별용 바이오마커 등	(주)우리항공	2016. 12. 29	2016. 12. 29 ~ 2017. 12. 28	통상실시
	32	산화철 나노 MRI 조영제 및 그 제조방법 등	제일특수소재(주)	2016. 12. 29	2016. 12. 29 ~ 2017. 12. 28	통상실시
2017	1	유기화합물 합성장치	(주)에스알테크	2017. 1. 9	2015. 4. 1 ~ 2025. 4. 1	전용실시 (판매수익 배분)
	2	다목적 이동형 영상증계장치	(주)시스텍	2017. 3. 2	-	양도
	3	3차원 액체 경로를 갖는 검출 키트	(주)옵티팜	2017. 3. 23	2017. 3. 23 ~ (제품출시 후 10년간)	전용실시 (결핵분야 한정)
	4	데이터 비의존성 분석법과 데이터 의존성 분석법을 복합화한 단백질 분석 방법	(주)비엔지샵	2017. 5. 8	2016. 12. 29 ~ 2017. 12. 28	통상실시
	5	초소형 저온(77K~300K) 복합환경 물성 측정용 프로브 스테이션 챔버 설계 노하우	(주)넥스트론	2017. 6. 27	-	양도

연도	연번	기술이전 계약명	기술이전 기업명	기술이전 실시계약		계약 형태
				계약일자	계약기간	
2017	6	NLCA(Network Living Cell Assay)를 이용한 약물의 작용점 분석	(주)바이오젠	2017. 6. 27	2017. 6. 27 ~ 2027. 6. 26	전용실시 (국내한정)
	7	공초점 열반사 현미경 기술	나노스코프시스템즈(주)	2017. 8. 23	2017. 8. 23 ~ 2037. 3. 1	전용실시
	8	아쿠아포닉스 시스템	(주)네이티브코리아	2017. 10. 1	2017. 10. 1 ~ 2020. 9. 30	통상실시
	9	대면적 산화철 나노입자의 제조방법	(주)엔팩	2017. 10. 30	2017. 10. 30 ~ 2022. 10. 29	전용실시
	10	연속 절단을 위한 울트라마이크로톰 다이아몬드 나이프의 제조 방법	(주)대협	2017. 10. 30	2017. 10. 30 ~ 2037. 5. 30	전용실시
	11	투자율 측정 및 전자석 구조	금룡테크	2017. 10. 30	2017. 10. 30 ~ 2022. 10. 29	통상실시
	12	자가포식 활성평가를 위한 Autophagic Flux TEM 분석법	(주)인코스팜	2017. 10. 31	2017. 10. 31 ~ 2037. 10. 30	통상실시
	13	약용작물인 계피를 이용한 마유 정제 공정 기술	(주)비케이수	2017. 10. 31	2017. 10. 31 ~ 2027. 10. 30	전용실시
	14	도금층 품질 향상을 위한 불순물 제거 공정	성광MT	2017. 10. 31	2017. 10. 31 ~ 2020. 10. 30	전용실시
	15	프로폴리스 지표성분을 이용한 원산지 판별 기술	서울프로폴리스(주)	2017. 10. 31	2017. 10. 31 ~ 2037. 10. 30	전용실시
	16	우주방사선 검출 기술	(주)유니테크	2017. 10. 31	2017. 10. 31 ~ 2027. 10. 30	전용실시
	17	육두구를 이용한 항노화 및 항산화 건강기능 식품	대한바이오팜(주)	2017. 10. 31	2017. 10. 31 ~ 2037. 10. 30	통상실시
	18	다목적 미세영역 시료채취장치 개발 및 활용기술	(주)우석엔지니어링	2017. 10. 31	2017. 10. 31 ~ 2022. 10. 30	전용실시
	19	질량분석기를 이용한 스테비올 배당체의 정성 분석	(주)마크로케어	2017. 11. 1	2017. 11. 1 ~ 2022. 10. 31	전용실시
	20	항노화 기능성 화장품 원료 제조합 단백질 대량 생산 기술	(주)바이오에프디엔씨	2017. 11. 1	2017. 11. 1 ~ 2027. 10. 31	전용실시
	21	유기물 함유 시료에 대한 중금속 분석용 전기화학적 측정 장치	비엘프로세스(주)	2017. 11. 1	2017. 11. 1 ~ 2022. 10. 31	전용실시
	22	국내 넓치 VHSV 바이러스의 nucleocapsid 항원 단백질 생산 기술 및 결과 외 2건	(주)엔바이로젠	2017. 11. 3	2017. 11. 3 ~ 2027. 11. 2	전용실시
	23	SMD칩 키트함 공정개선을 위한 자동화 장치	수인시스템	2017. 11. 10	-	양도
	24	탄소나노점 기술	(주)엔팩	2017. 11. 27	2017. 11. 27 ~ 2022. 11. 26	통상실시
	25	광촉매 기술	(주)엔팩	2017. 11. 27	2017. 11. 27 ~ 2022. 11. 26	통상실시
	26	분석장비용 고진공 고정밀 다축시료 이송대 제작 기술	(주)와이엔디케이	2017. 11. 27	2017. 11. 27 ~ 2037. 11. 26	전용실시
	27	전자현미경 시료 홀더 진공 보관 장치	윤솔(주)	2017. 11. 27	2017. 11. 27 ~ 2027. 11. 26	전용실시
	28	아시네토박터 바우마니 감염 진단용 마커 및 이의 용도	인솔(주)	2017. 12. 22	2017. 12. 22 ~ 2030. 12. 21	전용실시
	29	고자기장 초전도 자석의 냉각장치	(주)에스에이티	2017. 12. 29	2016. 12. 29 ~ 2017. 12. 28	양도
	30	기열구조가 개선된 TEM용 Phase Plate 외 5건	(주)제이하라	2017. 12. 29	2017. 12. 29 ~ 2020. 12. 28	통상실시
	31	적층구조의 그래핀 산화물로부터 수소저장매체를 제조하는 방법 및 적층구조의 그래핀 산화물로부터 제조되는 수소저장매체	(주)비에스피	2017. 12. 29	2017. 12. 29 ~ 2020. 12. 28	전용실시
합계	120개					

### 3. 내부직원 우수논문

2008년 이후 CNS 논문 및 자매지 또는 JCR 기준 분야별상위 5% 이면서 IF 10 이상인 논문

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Methanol Behavior in Direct Methanol Fuel Cells	Angew. Chem. Int. Ed.	2008. 1. 1	10.232	백윤기, 김성수, 한옥희	
AKR2A-mediated import of chloroplast outer membrane proteins is essential for chloroplast biogenesis	Nat. Cell Biol.	2008. 2. 1	17.623	배원실, 이용직, 김대현, 이준호, 김수진, 손은주, 황인환	O
Brain-type creatine kinase has a crucial role in osteoclast-mediated bone resorption	Nat. Med.	2008. 9. 1	26.382	장은하, 하정임, F. Oerlemans, 이유진, 이수왕, 류진우, 김형준, 이영균, 김현만, 최제용, 김진영, 신창수, 박영미, S.Tanaka, B Wieringa, 이장희, 김홍희	O
Single-Crystalline Hollow Face-Centered-Cubic Cobalt Nanoparticles from Solid Face-Centered-Cubic Cobalt Oxide Nanoparticles	Angew. Chem. Int. Ed.	2008. 10. 27	10.031	남기민, 심재하, 기호성, 최상일, 이계항, 장재권, 조영훈, 정명화, 송현준, 박준택	
Multiphase transformation and Ostwald's rule of stages during crystallization of a metal phosphage	Nat. Phys.	2009. 1. 1	14.677	정성윤, 김영민, 김진규, 김윤중	O
In situ observation of dislocation nucleation and escape in a submicronmetre aluminium single crystal	Nat. Mater.	2009. 1. 1	23.132	오상호, Marc Legros, Daniel Kiener, Gerhard Dehm	O
Femtosecond characterization of vibrational optical activity of chiral molecules	Nature	2009. 3. 19	31.434	이한주, 전영건, 이경구, 하정현, 김지환, 유인근, 조민행	O
Enantioselective Synthesis of b-Iodo Morita,Baylis,Hillman Esters by a Catalytic Asymmetric Three-Component Coupling Reaction	Angew. Chem. Int. Ed.	2009. 6. 1	10.879	Bidyut Kumar Senapat, 황금숙, 이선길, 류도현, 류도현	
Quantitative Assessment of Nanoparticle Single-Crystallinity: Pd-Catalyzed Splitting of Polycrystalline Metal Oxide Nanoparticles	Angew. Chem. Int. Ed.	2009. 7. 1	10.879	김현진, 이명훈, 김영기, Jiyoung Huh, Heonjo Kim, 김민식, Taekhoon Kim., Vu Ngoc Phan, 이영부, 이기라, 함승주, 이광렬	
Structural and functional analyses of minimal phosphopeptides targeting the polo-box domain of polo-like kinase 1	Nat. Struct. Mol. Biol.	2009. 8. 6	10.987	방정규, Sang-Moon Yun, Moulaei T, Lim,D, 박정은, Shenoy, S. R, Liu,F, 강영휘, Liao, C, 성낙균, 이선희, 윤도영, 임윤호, 이동희, Otaka, A, Appella, E, McMahon, J, B, Nicklaus, M. C, Burker jr, T. R, Yaffe, M. B, Wlodawer, A, 이경상	O
Holographic Fabrication of Microstructures with Internal Nanopatterns Using Microprism Arrays	Angew. Chem. Int. Ed.	2009. 9. 7	10.879	이승곤, 박호성, 이기라, 문준혁, 양승만	
Bias voltage dependence of perpendicular spin-transfer torque in asymmetric MgO-based magnetic tunnel junctions	Nat. Phys.	2009. 11. 1	16.821	박승영, 오세충, A. Manchon, M. Chshiev, 한재호, 이현우, 이장은, 남경태, 조영훈, 공요찬, B. Dieny, 이경진	O
Biomimetic Encapsulation of Individual Cells with Silica	Angew. Chem. Int. Ed.	2009. 11. 16	10.879	양성호, 이경복, 공보경, 김진현, 김학성, 김학성, 최인성	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Palladium Nanoparticle Catalyzed Conversion of Iron Nanoparticles into Diameter- and Length-Controlled Fe <sub>2</sub> P Nanorods	Angew. Chem. Int. Ed.	2010. 8. 2	11.829	김용기, 김현정, 김상욱, 최기향, 김중승, 이기라, 김현진, 허지영, 차용주, 이덕현, 김민식, 백현석, 김현조, 이광열	
Infrared Optical Activity: Electric Field Approaches in Time Domain	Acc. Chem. Res.	2010. 12. 21	18.203	이한주, 최준호, 조민행	
Direct Monitoring of the Inhibition of Protein-Protein Interactions in Cells by Translocation of PKDd Fusion Proteins	Angew. Chem. Int. Ed.	2011. 2. 7	12.73	이경복, 황정미, 최인성, 노재량, 최중순, 김건화, 김승일, 김수현, 이지원	
Catalytic Reactions in Direct Ethanol Fuel Cells	Angew. Chem. Int. Ed.	2011. 3. 1	12.73	김인, 한옥희, 채신애, 백윤기, 권성혜, 이국승, 성영은, 김하석, 김하석	
Three-Dimensional Morphology of Iron Phosphide Phases in a Polycrystalline LiFePO <sub>4</sub> Matrix	Adv. Mater.	2011. 3. 18	10.88	정성윤, 김진규, 김영민, 이영부	
Engineered Nanorod Perovskite Film Photocatalysts to Harvest Visible Light	Adv. Mater.	2011. 5. 10	10.88	김현규, 보르헤, 장점석, 정의덕, 이재성	
Exchange-coupled magnetic nanoparticles for efficient heat induction	Nat. Nanotechnol.	2011. 7. 1	30.324	이재현, 장정탁, 최진실, 문승호, 노승현, 김지욱, 김진규, 김일선, 박국인, 천진우	○
Phospholipid-dependent regulation of the motor activity of myosin X	Nat. Struct. Mol. Biol.	2011. 7. 18	13.685	UMU, 정현석, Tsuyoshi Sakai, Osamu Sato, Reiko Ikebe, Mitsuo Ikebe	○
Peptide Switch Is Essential for Sirt1 Deacetylase Activity	Mol. Cell	2011. 10. 21	14.194	강혁, 서정용, 정영상, 정재원, Myung K. Kim, Jay H. Chung	○
Urchin-Shaped Manganese Oxide Nanoparticles as pH-Responsive Activatable T1 Contrast Agents for Magnetic Resonance Imaging	Angew. Chem. Int. Ed.	2011. 11. 4	12.73	김택훈, 조은진, 채영주, 김민식, 오아람, 진주홍, 이은숙, 백현석, 함승주, 서진석, 허용민, 이광열	
Tailored Materials for High-Performance MgB <sub>2</sub> Wire	Adv. Mater.	2011. 11. 9	10.88	김정호, 김정호, 오상준, Hiroaki Kumakura, Akiyoshi Matsumoto, 허윤욱, 송경세, 강영욱, Minoru Maeda, Matt Rindfleisch, Mike Tomsic, 최세웅, Shi Xue Dou	
Bilateral inhibition of HAUSP deubiquitinase by a viral interferon regulatory factor protein	Nat. Struct. Mol. Biol.	2011. 12. 1	13.685	이혜라, 최원찬, Stacy Lee, 황중원, 황은하, Koushik Guchhait, Juergen Haas, Zsolt Toth, 전영호, 오태광, 김명희, 정재웅	○
Measurement of pH values in human tissues by two-photon microscopy	Angew. Chem. Int. Ed.	2012. 3. 12	13.455	조봉래, 박희정, 임창수, 김은선, 한지희, 이태희, 전훈재	
Gold-Decorated Block Copolymer Microspheres with Controlled Surface Nanostructures	ACS Nano	2012. 3. 27	11.421	Minsoo P. Kim, Dong Jin Kang, Dae-Woong Jung, Aravindaraj G. Kanna, Ki-Hyun Kim, Kang Hee Ku, Se Gyu Jang, 채원식, Gi-Ra Yi, Bumjoon J. Kim	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Two-Dimensional Superstructure Formation of Fluorinated Fullerene on Au(111): A Scanning Tunneling Microscopy Study	ACS Nano	2012. 3. 27	11.421	Tomoko K. Shimizu, Jaehoon Jung, 한영규, Maki Kawai, Yousoo Kim	
Observation of Methanol Behavior in Fuel Cells In Situ by NMR Spectroscopy	Angew. Chem. Int. Ed.	2012. 4. 16	13.455	한옥희, 한기성, 신창우, 이주희, 김성수, 엄명섭, 조한익, 김수길, 하홍용	
3D Macroporous Graphene Frameworks for Supercapacitors with High Energy and Power Densities	ACS Nano	2012. 4. 23	11.421	최봉길, 양민호, 홍원희, 최장욱, 허윤석	
Host Cell Autophagy Activated by Antibiotics Is Required for Their Effective Antimycobacterial Drug Action	Cell Host Microbe	2012. 5. 17	13.5	김좌진, 이혜미, 신동민, 김원호, 육재민, 진호선, 이상희, 차광호, 김진만, 이지원, 신성재, 유희경, 박영길, 박진봉, 정종경, Yoshimori T., 조은경	○
Noninvasive assessment of myocardial inflammation by cardiovascular magnetic resonance in a rat model of experimental autoimmune myocarditis	Circulation	2012. 5. 29	14.739	문혜영, 박효은, 강종은, 이현승, 정재준, 임용택, 임상현, 송기배, Farouc Jaffer, Jagat Narula, 장기욱, 홍관수	
Analysis of tumor metabolism reveals mitochondrial glucose oxidation in genetically diverse human glioblastomas in the mouse brain in vivo	Cell Metab.	2012. 6. 1	13.668	Marin-Valencia I, Chendong Yang, Tomoyuki Mashimo, Steve Cho, 백현만, Xiao-Li Yang, Kartick N. Rajagopal, Melissa Maddie, Vamsidhara Vemireddy, Zhenze Zhao, Ling Cai, Benjamin P. Tu, Kimmo J. Hatanpaa, Bruce E. Mickey, Jose M. Juan M. Pascual, Elizabeth A. Maher, Craig R. Malloy, Ralph J Deberardinis, Robert M. Bachoo	○
Cation Disorder by Rapid Crystal Growth in Olivine-Phosphate Nanocrystals	Nano Lett.	2012. 6. 4	13.198	정성윤, 김영민, 이성수, 오상호, 김진규, 최시영, 김윤중, 강석중	
Coherent electric field characterization of molecular chirality in the time domain	Chem. Soc. Rev.	2012. 6. 21	28.76	이한주, 엄인태, 안성현, 조민행	
Molecular Level Ordering in Poly(2-vinylpyridine)	Adv. Mater.	2012. 6. 26	13.877	Mohammad Changez, 고행덕, 강남규, 김진규, 김윤중, Shashadhar Samal, 이재석	
Nanoparticulate Iron Oxide Tubes from Microporous Organic Nanotubes as Stable Anode Materials for Lithium Ion Batteries	Angew. Chem. Int. Ed.	2012. 7. 2	13.455	강나래, 박지훈, 최재원, 진재원, 천지슬, 정일구, 정재홍, 박재근, 이상문, 김해진, 손성욱	
Synthesis of Multilayer Graphene Balls by Carbon Segregation from Nickel Nanoparticles	ACS Nano	2012. 7. 5	11.421	윤선미, 최원목, 백현석, 신현진, 송인용, 권문석, 배정준, 김한수, 이영희, 최재영	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Enantioselective synthesis of $\alpha$ -alkyl- $\beta$ -ketoesters: asymmetric Roskamp reaction catalyzed by an oxazaborolidinium ion	Angew. Chem. Int. Ed.	2012. 8. 1	13,455	Lizhu Gao, 강병철, 황금숙, 류도현	
Reversible Lithium Storage with High Mobility at Structural Defects in Amorphous Molybdenum Dioxide Electrode	Adv. Funct. Mater.	2012. 9. 11	10,179	구준환, 류지현, 김선하, 한옥희, 오승모	
Magnesium Nanocrystals Embedded in a Metal-Organic Framework: Hybrid Hydrogen Storage with Synergistic Effect on Physi- and Chemisorption	Angew. Chem. Int. Ed.	2012. 9. 24	13,455	임대원, 윤지웅, 류근용, 백명현	
Probing oxygen vacancy concentration and homogeneity in solid-oxide fuel-cell cathode materials on the subunit-cell level	Nat. Mater.	2012. 10. 1	32,841	김영민, Jun He, Michael D. Biegalski, Hailemariam Ambaye, Valeria Lauter, Hans M. Christen, Sokrates T. Pantelid, Stephen J. Pennycook, Sergei V. Kalinin, Albina Y. Borisevich	O
Anisotropic Volume Expansion of Crystalline Silicon during Electrochemical Lithium Insertion: An Atomic Level Rationale	Nano Lett.	2012. 10. 10	13,198	정성철, 최장욱, 한영규	
34 GHz Pulsed ENDOR Characterization of the Copper Coordination of an Amyloid beta Peptide Relevant to Alzheimers Disease	Angew. Chem. Int. Ed.	2013. 1. 21	13,734	김동훈, 김남희, 김선희	
Structural basis for the inhibition of Mycobacterium tuberculosis L,D-transpeptidase by meropenem, a drug effective against extensively drug-resistant strains	Acta Crystallogr. D Biol. Crystallogr.	2013. 2. 1	14,103	Hyouk Sook Kim, Jieun Kim, Ha Na Im, Ji Young Yoon, Doo Ri An, Hye Jin Yoon, 김진영, 민혜경, Soon-Jong Kim, Jae Young Lee, Byung Woo Han, Se Won Suh	
Improved heat dissipation in gallium nitride light-emitting diodes with embedded graphene oxide pattern	Nat. Commun.	2013. 2. 5	10,015	Nam Han, Tran Viet Cuong, Min Han, Beo Deul Ryu, S.Chandramohan, 박종배, Ji Hye Kang, Young-Jae Park, Kang Bok Ko, Hee Yun Kim, Hyun Kyu Kim, Jae Hyoung Ryu, Y.S.Katharria, Chel-Jong Choi, Chang-Hee Hong	O
Enhanced Pseudocapacitance of Ionic Liquid/Cobalt Hydroxide Nanohybrids	ACS Nano	2013. 2. 11	12,062	최봉길, 양민호, 정성철, 이경구, 김진규, 박호석, 박태정, 이상복, 한영규, 허윤석	
Hydrogen-Induced Morphotropic Phase Transformation of Single-Crystalline Vanadium Dioxide Nanobeams	Nano Lett.	2013. 3. 4	13,025	홍웅기, 박종배, 윤종원, 김봉중, 손정인, 이영부, 배태성, 장성진, 허윤석, 손병철, Eric A. Stach, 이택희, Mark E. Welland	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
High-resolution three-photon biomedical imaging using doped ZnS nanocrystals	Nat. Mater.	2013. 4. 1	35,749	유정호, 권승해, Petrasek Zdenek, 박옥규, 전우주, 신광수, 최문기, 박용일, 박경순, 나현빈, 이노현, 이동원, 김정현, Schuille Petra, 현택환	O
Microporous Carbon Nanoplates from Regenerated Silk Proteins for Supercapacitors	Adv. Mater.	2013. 4. 11	14,829	윤영수, 조세연, 심진용, 김병훈, 장성진, 백승재, 허윤석, 허윤석, 탁용석, 박영우, 박성진, 진형준	
Interplay of Octahedral Tilts and Polar Order in BiFeO <sub>3</sub> Films	Adv. Mater.	2013. 5. 1	14,829	김영민, Amit Kumar, Alison Hatt, Anna N. Morozovska, Alexander Tselev, Michael D. Biegalski, Ilya Ivanov, Eugene A. Eliseev, Stephen J. Pennycook, James M. Rondinelli, Sergei V. Kalinin, Albina Y. Borisevich	
Structural and functional characterization of HP0377, a thioredoxin-fold protein from Helicobacter pylori	Acta Crystallogr. D Biol. Crystallogr.	2013. 5. 1	14,103	윤지영, 김지은, 안두리, 이상재, 김현숙, 임하나, 윤혜진, 김진영, 김순정, 한병우, 서세원	
Enhanced tunnelling electroresistance effect due to a ferroelectrically induced phase transition at a magnetic complex oxide interface	Nat. Mater.	2013. 5. 1	35,749	Y. W. Yin, J. D. Burton, 김영민, A. Y. Borisevich, S. J. Pennycook, S. M. Yang, T. W. Noh, A. Gruverman, X. G. Li, E. Y. Tsymlal, Qi Li	O
Uniform Si-CHA Zeolite Layers Formed by a Selective Sonication Assisted Deposition Method	Angew. Chem. Int. Ed.	2013. 5. 10	13,734	김은주, Wanxi Cai, 백현석, 최정규	
Infrared Probes for Studying the Structure and Dynamics of Biomolecules	Chem. Rev.	2013. 5. 16	41,298	김희재, 조민형	
Tandem Synthesis of Photoactive Benzodifuran Moieties in the Formation of Microporous Organic Networks	Angew. Chem. Int. Ed.	2013. 6. 10	13,734	강나래, 박지훈, 고경철, 천지슬, 김은철, 신희원, 이상문, 김해진, 안태규, 이진용, 손성욱	
A Highly Crystalline Manganese-Doped Iron Oxide Nanoparticle with Predesigned Void Volume and Shape for Theranostic Applications	Adv. Mater.	2013. 6. 18	14,829	Vu Mgoe Phan, 임은경, 김민식, 최유나, 김병윤, 이명훈, 오아람, 진주홍, 채영주, 백현석, 서진석, 함승주, 허용민, 이광렬	
Strengthening Effect of Single-Atomic-Layer Graphene in Metal-Graphene Nanolayered Composites	Nat. Commun.	2013. 7. 2	10,015	김유빈, 이진섭, 염민수, 신재원, 김형준, Yi Cui, Jeffrey W. Kysar, James Hone, 전유성, 전석우, 함승민	O

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Polymer Nanomicelles for Efficient Mucus Delivery and Antigen-Specific High Mucosal Immunity	Angew. Chem. Int. Ed.	2013. 7. 22	13,734	Young-Woock Noh, Ji Hyun Hong, Sang-Mu Shim, Hye Sun Park, Hee Ho Bae, 유은경, Jung Hwan Hwang, Chul-Ho Lee, Seong Hun Cho, Moon-Hee Sung, Haryoung Poo, Yong Taik Lim	
Stretchable nanoparticle conductors with self-organized conductive pathways	Nature	2013. 8. 1	38,597	Yoonseob Kim, Jian Zhu, Bongjun Yeom, Matthew Di Prima, Xianli Su, 김진규, 유승조, Ctirad Uher, Nicholas A. Kotov	O
Electric Stress-Induced Threshold Voltage Instability of Multi-Layer MoS <sub>2</sub> Field Effect Transistors	ACS Nano	2013. 8. 8	12,062	조경준, 박원서, 박주훈, 정현학, 장진곤, 김태영, 홍웅기, 홍승훈, 이택희	
Novel Polymer Nanowire Crystals of Diketopyrrolopyrrole-Based Copolymer with Excellent Charge Transport Properties	Adv. Mater.	2013. 8. 14	14,829	김지호, 이대희, 양다솔, 허동욱, 김환, 신지철, 김현지, 백경열, 이광렬, 백현석, 조민주, 최동훈	
N-doped Monolayer Graphene Catalyst on Silicon Photocathode for Hydrogen Production	Energy. Environ. Sci.	2013. 9. 1	11,653	심욱, 양태열, 문준희, 안중현, 황진연, 서정혜, 이주한, 김계업, 이주희, 한승우, 홍병희, 남기태	
Enhanced conduction and charge-selectivity by Ndoped graphene flakes in the active layer of bulkheterojunction organic solar cells	Energy. Environ. Sci.	2013. 10. 1	11,653	Gwang Hoon Jun, Sung Hwan Jin, Bin Lee, Bo Hyun Kim, 채원식, Soon Hyung Hong, Seokwoo Jeon	
A Novel Method for Applying Reduced Graphene Oxide Directly to Electronic Textiles from Yarns to Fabrics	Adv. Mater.	2013. 10. 25	14,829	윤용주, 홍원기, 김완중, 전용석, 김병훈	
Hierarchical hollow spheres of Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> polyaniline for lithium ion battery anodes	Adv. Mater.	2013. 11. 1	14,829	정재민, 최봉길, 이순창, 이순창, 이경균, 장성진, 한영규, 이영부, 이현욱, 권순조, 이계행, 이창수, 허윤석, 허윤석	
Bioinspired, Cytocompatible Mineralization of Silica-Titania Composites: Thermoprotective Nanoshell Formation for Individual Chlorella Cells	Angew. Chem. Int. Ed.	2013. 11. 18	13,734	고은혜, 윤연정, 박지훈, 양성호, 홍대화, 이경복, 손현경, 이태걸, 최인성	
Ultrasoother, Highly Spherical Monocrystalline Gold Particles for Precision Plasmonics	ACS Nano	2013. 12. 23	12,062	이유진, Nicholas B. Schade, Li Sun, Jonathan A. Fan, 배두리, Marcelo M. Mariscal, 이계행, Federico Capasso, Stefano Sacanna, Vinathan N. Manohara, 이기라	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
The structural basis for the negative regulation of thioredoxin by thioredoxin-interacting protein	Nat. Commun.	2014. 1. 6	10,742	황준원, 서현우, 전영호, 황은하, Loi T. Nguyen, Jeonghun Yeom, Seung-Goo Lee, Cheolju Lee, Kyung Jin Kim, Beom Sik Kang, Jin-Ok Jeong, Tae-Kwang Oh, Inpyo Choi, Jie-Oh Lee, Myung Hee Kim	O
Self-Assembly Mechanism of Spiky Magnetoplasmonic Supraparticles	Adv. Funct. Mater.	2014. 3. 12	10,439	Hongjian Zhou, 김종필, Joong Hwan Bahng, Nicholas A. Kotov, Jaebeom Lee	
Transparent Ultrathin Oxygen-Doped Silver Electrodes for Flexible Organic Solar Cells	Adv. Funct. Mater.	2014. 3. 19	10,439	Wei Wang, Myungkwan Song, 배태성, Yeon Hyun Park, Yong-Cheol Kang, 이상걸, Sei-Yong Kim, Dong Ho Kim, Sunghun Lee, Guanghui Min, Gun-Hwan Lee, Jae-Wook Kang, Jungheum Yun	
One-Step Synthesis of N-doped Graphene Quantum Sheets from Monolayer Graphene by Nitrogen Plasma	Adv. Mater.	2014. 3. 24	15,409	문준희, 안중현, 심욱, 조성표, 강진현, 정철, 서정혜, 이주한, 남기태, 홍병희	
Irradiation Effects of High-Energy Proton Beams on MoS <sub>2</sub> Field Effect Transistors	ACS Nano	2014. 3. 25	12,033	김태영, 조경준, 박원서, 박주훈, 송영걸, 홍승훈, 홍웅기, 이택희	
Oxygen-Vacancy-Induced Polar Behavior in (LaFeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> /(SrFeO <sub>3</sub> ) Superlattices	Nano Lett.	2014. 5. 14	12,94	Rohan Mishra, 김영민, Juan Salafranca, 김성근, 장서형, A. Bhattacharya, D. D. Fong, S. J. Pennycook, S. T. Pantelides, Albina Y. Borisevich	
Photoelectron Spectroscopic Imaging and Device Applications of Large-Area Patternable Single-Layer MoS <sub>2</sub> Synthesized by Chemical Vapor Deposition	ACS Nano	2014. 5. 27	12,033	박원서, 백재윤, 김태영, 조경준, 홍웅기, 신현준, 이택희	
Molecular basis for unidirectional scaffold swithchig of human Plk4 in centriole biogenesis	Nat. Struct. Mol. Biol.	2014. 8. 13	11,633	박성열, 박정은, 김태성, 김주희, 광미정, 구본수, Tian Lan, 라비, 안미자, Komiya shinobu, hironobu hojo, 김남형, 김남형, 김보연, 방정규, Raymond erison, 이기원, 김승준, 오병하, Wei Yang, 이경상	O
Inhibition of CYP4A Reduces Hepatic Endoplasmic Reticulum Stress and Features of Diabetes in Mice	Gastroenterology	2014. 10. 1	13,926	박창균, 김승일, 홍연희, 황정원, 조건식, 차혜나, 한진관, 윤철호, 박소영, 장익순, 이지원, 최중순, 김수현, 김건화	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
A three-dimensional human neural cell culture model of Alzheimer's disease	Nature	2014. 10. 12	42.351	S.H. Choi, 김영혜, M. Hebisch, C. Sliwinski, S.Lee, C.D'A'vanzo, H.Chen, B. Hooli, C.Asselin, J. Muffat, J.B. Klee, C. Zhang, B.J. Wainger, M.Peitz, D. Kovacs, S.L.Wagner, R.E.Tanzi, D.Y. Kim	O
Direct observation of ferroelectric field effect and vacancy-controlled screening at the BiFeO <sub>3</sub> /LaSr <sub>1-x</sub> MnO <sub>3</sub>	Nat. Mater.	2014. 10. 24	36.425	김영민, A. Morozovska, E. Eliseev, M. Oxley, R. Mishra, S.M. Selbach, T. Grande, S.T. Pantelides, S.V. Kalinin, A.Y. Albina	O
Chiral templating of self-assembling nanostructures by circularly polarized light	Nat. Mater.	2014. 11. 17	36.425	Jihyeon Yeom, Bongjun Yeom, Henry Chan, KyleW. Smith, Sergio Dominguez-Med, Joong Hwan Bahng, Gongpu Zhao, Wei-Shun Chang, 장성진, Andrey Chuvilin, Dzmityr Melnikau, Andrey L. Rogach, Peijun Zhang, Stephan Link, Petr Kral, Nicholas A. Kotov	O
Room Temperature Ferrimagnetism and Ferroelectricity in Strained, Thin Films of BiFe <sub>0.5</sub> Mn <sub>0.5</sub> O <sub>3</sub>	Adv. Funct. Mater.	2014. 12. 17	10.439	E-M. Choi, T. Fix, A. Kursumovic, C.J. Kinane, D. Arena, S-L Sahonta, Z. Bi, J. Xiong, L. Yan, J-S Lee, H. Wang, S. Langridge, 김영민, A.Y. Borisevich, I. MacLaren, Q.M. Ramasse, M.G. Blamire, Q. Jia, J.L. M-Driscoll	
Light Trapping in Bendable Organic Solar Cells Using Silica Nanoparticle Arrays	Energy. Environ. Sci.	2015. 1. 2	20.523	윤정흠, Wei Wang, Soo Min Kim, 배태성, Sunghun Lee, Donghwan Kim, Gun-Hwan Lee, Hae-Seok Lee, Myungkwan Song	
Zn <sub>3</sub> P <sub>2</sub> -Zn <sub>3</sub> As <sub>2</sub> Solid Solution Nanowires	Nano Lett.	2015. 1. 20	13.592	Hyung Soon Im, Kidong Park, Dong Myung Jang, Chan Su Jung, Jeunghee Park, 유승조, 김진규	
Capturing heterogeneous nucleation of nanoscale pits and subsequent crystal shrinkage during Ostwald ripening of a metal phosphate	ACS Nano	2015. 1. 27	12.881	정성윤, 김영민, 최시영, 김진규	
Skeletal Octahedral Nanoframe with Cartesian Coordinates via Geometrically Precise Nanoscale Phase Segregation in a Pt@Ni Core-Shell Nanocrystal	ACS Nano	2015. 3. 5	12.881	오아람, 백현석, 신동신, 천재영, 김병윤, 김희진, 권성중, 주상훈, 전유성, 이광렬	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Mutations in SEC24D, Encoding a Component of the COPII Machinery, Cause a Syndromic Form of Osteogenesis Imperfecta	Am. J. Hum. Genet.	2015. 3. 5	10.931	Lutz Garbes, 김경호, Angelika RieB, Heike Hoyer-Kuhn, Filippo Beleggia, Andrea Bevot, 김미정, 허양훈, 권희석, Ravi Savarirayan, David Amor, Purvi M. Kakadia, Tobias Lindig, Karl Oliver Kagan, Jutta Becker, Simeon A., Bernd Wollnik, Oliver Semler, Stefan K., 김진오, Christian Netzer	O
Brain somatic mutations in MTOR cause focal cortical dysplasia type II leading to intractable epilepsy	Nat. Med.	2015. 4. 21	27.363	Jae Seok Lim, Woo-il Kim, Hoon-Chul Kang, Se Hoon Kim, Ah Hyung Park, Eun Kyung Park, 조영욱, Sangwoo Kim, Ho Min Kim, Jeong A Kim, Junho Kim, Hwanseok Rhee, Seok-Gu Kang, Heung Dong Kim, Daesoo Kim, Dong-Seok Kim, Jeong Ho Lee	O
In Situ Temperature-Dependent Transmission Electron Microscopy Studies of Pseudobinary mGeTe-Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub> (m = 3-8) Nanowires and First-Principles Calculations	Nano Lett.	2015. 4. 29	13.592	Jung Chan Su, Kim Han Sung, Im Hyung Soon, Park Kidong, Park Jeunghee, Jae-Pyoung Ahn, 유승조, 김진규, Jae Nyeong Kim, Ji Hoon Shim	
High Aspect Ratio Conjugated Polymer Nanowires for High Performance Field-Effect Transistors and Phototransistors	ACS Nano	2015. 5. 11	12.881	엄현아, 이대희, 허동욱, 양다슬, 신지철, 백현석, 조민주, 최동훈	
In Operando Strain Measurement of Bicontinuous Silicon-Coated Nickel Inverse Opal Anodes for Li-Ion Batteries	Adv. Energy Mater.	2015. 5. 26	16.146	조지웅, Matthew P.B Glazer, Jonathan Almer, John Okasinski, Paul V. Braun, David C. Dunand	
Disruption of a regulatory loop between DUSP1 and p53 contributes to hepatocellular carcinoma development and progression.	J. Hepatol.	2015. 6. 1	11.336	Pei-Pei Hao, Hua Li, Mi-Jin Lee, Yun-Peng Wang, Jong-Hyun Kim, Goung-Ran Yu, 이상엽, Sun-Hee Leem, Kyu-Yun Jang, Dae-Ghon Kim	
Elucidating surface redox charge storage of phosphorus-incorporated graphenes with hierarchical architectures	Nano Energy	2015. 7. 1	10.325	Xu Yu, 김해진, Jin- Yong Hong, Young Mee Jung, Kideok D. Kwon, Jin Kong, Ho Seok Park	
Nanohole-Structured and Palladium-Embedded 3D Porous Graphene for Ultrahigh Hydrogen Storage and CO Oxidation Multifunctionalities	ACS Nano	2015. 7. 10	12.881	Rajesh Kumar, Jung-Hwan Oh, Hyun-Jun Kim, Jung-Hwan Jung, CHan-Ho Jung, 흥원기, 김해진, Jeong-Young Park, Il-Kwon Oh	
Extremely Durable, Flexible Supercapacitors with Greatly Improved Performance at High Temperatures	ACS Nano	2015. 7. 20	12.881	김성근, 김해진, 이종찬, Paul V. Braun, 박호석	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Stepwise Drug-Release Behavior of Onion-Like Vesicles Generated from Emulsifier-Induced Assembly of Semicrystalline Polymer Amphiphiles	Adv. Funct. Mater.	2015. 8. 5	11.805	박미경, 전상미, 김인혜, 진선미, 김진규, 신태주, 이은지	
Electrical and Optical Characterization of MoS <sub>2</sub> with Sulfur Vacancy Passivation by Treatment with Alkanethiol Molecules	ACS Nano	2015. 8. 25	12.881	조경준, 민미숙, 김태영, 정현학, 박진수, 김재근, 장진곤, 윤석준, 이영희, 홍웅기, 이탁희	
An Ultrasensitive, Selective, Multiplexed Superbioelectronic Nose That Mimics the Human Sense of Smell	Nano Lett.	2015. 8. 31	13.592	송현석, 권오석, 박선주, 이승환, 안지현, 박진욱, 양희홍, 윤현석, 배준원, 박태현, 장정식	
Enhanced energy harvesting based on surface morphology engineering of P(VDF-TrFE) film	Nano Energy	2015. 9. 1	10.325	조율재, 박중배, 김병성, 이주원, 홍웅기, 박일규, 장재은, 손정인, 차승남, Kim Jong Min	
Quadruple-junction lattice coherency and phase separation in a binary-phase system	Nat. Commun.	2015. 9. 8	11.47	정성윤, 최시영, 김진규, 김영민	○
Coordination tuning of cobalt phosphates towards efficient water oxidation catalyst	Nat. Commun.	2015. 9. 14	11.47	김현아, 박지민, 박인철, 진경석, 정성은, 김선희, 남기태, 강기석	○
Inorganic Micelles(Hydrophilic Core@Amphiprotic Shell) for Multiple Applications	Adv. Funct. Mater.	2015. 10. 14	11.805	샤히눌, 최원산, 김선하, 한옥희, 이하진	
Recent Advances and New Strategies in Targeting Plk1 for Anticancer Therapy	Trends Pharmacol. Sci.	2015. 10. 20	11.539	이경상, Terrence R. Burke Jr, 박정은, 방정규, 이은혜	○
Stable ultrathin partially oxidized copper film electrode for highly efficient flexible solar cells	Nat. Commun.	2015. 11. 5	11.47	Guoqing Zhao, Wei Wang, 배태성, 이상걸, 문채원, 이성훈, Huashun Yu, 이근환, 송명관, 윤정흠	○
Application of Transmitted Kikuchi Diffraction in Studying Nano-oxide and Ultrafine Metallic Grains	ACS Nano	2015. 12. 1	12.881	Majid Abbasi, 김동익, 김환욱, Morteza Hosseini, Habid Danesh, Mehrdad Abbasi	
High-Performance Mesostructured Organic Hybrid Pseudocapacitor Electrodes	Adv. Funct. Mater.	2015. 12. 17	11.805	김성근, 조지웅, Jeffrey S. Moore, 박호석, Paul V. Braun	
Facet-controlled hollow Rh <sub>2</sub> S <sub>3</sub> hexagonal nanoprisms as highly active and structurally robust catalysts toward hydrogen evolution reaction	Energy Environ. Sci.	2016. 1. 1	25.427	윤동환, 서보라, 이재영, 남경식, 김병윤, 박수현, 백현석, 주상훈, 이광렬	
Reconfigurable chiroptical nanocomposites with chirality transfer from the macro- to the nanoscale	Nat. Mater.	2016. 1. 4	38.891	김윤섭, 염봉준, Oriol Arteaga, 유승조, 이상걸, 김진규, Nicholas A. Kotov	○
Intracoronary dual-modal optical coherence tomography-near-infrared fluorescence structural-molecular imaging with a clinical dose of indocyanine green for the assessment of high-risk plaques and stent-associated inflammation in a beating coronary artery	Eur. Heart J.	2016. 1. 18	15.064	김선원, 이민우, 김대식, 송준우, 남형수, 조환삼, 장선주, 류지훈, 오동주, 권대갑, 박성환, 박준순, 오왕열, 유홍기, 김진원	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Dual-Color Emissive Upconversion Nanocapsules for Differential Cancer Bioimaging In Vivo	ACS Nano	2016. 1. 26	13.334	권오석, 송현석, Joao Conde, 김형일, Natalie Artzi, 김재홍	
Temporal variability of glucocorticoid receptor activity is functionally important for the therapeutic action of fluoxetine in the hippocampus	Mol. Psychiatry	2016. 2. 1	13.314	이미숙, 김영한, 박원순, 박옥규, 권승해, 홍관수, H Rhim, I Shim, M Morita, DL Wong, PD Patel, DM Lyons, AF Schatzberg, 허송욱	○
Alloyed 2D metal-semiconductor atomic layer junctions	Nano Lett.	2016. 2. 3	13.779	김아라, 김용훈, 남재욱, 정희석, 김동재, 권정대, 박상원, 박주철, 최선영, 이병훈, 박지현, 이규환, 김동호, 최성목, Pulicel M. Ajayan, 함명관, 조병진	
High-Performance Mesostructured Organic Hybrid Pseudocapacitor Electrodes	Adv. Funct. Mater.	2016. 2. 9	11.382	김성근, 조지웅, Jeffrey S. Moore, 박호석, Paul V. Braun	
Nanotwin-governed toughening mechanism in hierarchically structured biological materials	Nat. Commun.	2016. 2. 17	11.329	산윤아, Sheng Yin, Xiaoyan Li, 이수빈, 문성민, 정지원, 권민혁, 유승조, 김영민, Teng Zhang, Huajian Gao, 오상호	○
Self-assembled RNA-triple-helix hydrogel scaffold for microRNA modulation in the tumour microenvironment	Nat. Mater.	2016. 3. 1	38.891	Joao Conde, Nuria Oliva, Mariana Atiliano, 송현석, Natalie Artzi	○
Faecalibacterium prausnitzii subspecies-level dysbiosis in the human gut microbiome underlying atopic dermatitis	J. Allergy Clin. Immunol.	2016. 3. 7	12.485	송한, 우용, 황정현, 나윤철, 김희남	
Biologically Inspired Organic Light-Emitting Diodes	Nano Lett.	2016. 3. 25	13.779	Jae-Jun Kim, Jaeho Lee, Sung-Pyo Yang, Ha Gon Kim, 권희석, Seunghyup Yoo, Ki-Hun Jeong	
Bendable Solar Cells from Stable, Flexible, and Transparent Conducting Electrodes Fabricated Using a Nitrogen-Doped Ultrathin Copper Film	Adv. Funct. Mater.	2016. 4. 13	11.382	Guoqing Zhao, 김수민, 이상걸, 배태성, 문채원, 이성훈, Huashun Yu, 이근환, 이해석, 송명관, 윤정흠	
The role of collective motion in the ultrafast charge transfer in van der Waals heterostructures	Nat. Commun.	2016. 5. 10	11.329	H. Wang, 방준혁, Y. Sun, L. Liang, D. West, V. Meunier, S. B. Zhang	○
Multi-Functional Transparent Luminescent Configuration for Advanced Photovoltaics	Adv. Energy Mater.	2016. 5. 25	15.23	남민우, 권현근, 권석준, 권순홍, 차민정, 이성환, 박상필, 정다운, 이규태, 이한주, 도영락, 김상인, 김경식, 리차드 프렌드, 한준수, 한일기, 고두현	
Robust and stretchable indium zinc oxide-based electronic textiles formed by cilia-assisted transfer printing	Nat. Commun.	2016. 6. 1	11.329	윤종원, 정윤경, 김희재, 유성광, 정훈선, 김용훈, 황영규, 현유준, 홍웅기, 이병훈, 좌성훈, 고홍조	○
Duplex Bioelectronic Tongue for Sensing Umami and Sweet Tastes Based on Human Taste Receptor Nanovesicles	ACS Nano	2016. 6. 21	13.334	안세련, 안지현, 송현석, 박진욱, 이상훈, 김재현, 장정식, 박태현	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Interplay Between Optical Birefringence and Magnetism in Plasmonic Metamolecules	Nano Lett.	2016. 7. 13	13.779	Liuyang Sun, Tzuhsuan Ma, Seung-Cheol Yang, Dong-Kwan Kim, 이계행, Jinwei Shi, Irving Martinez, Gi-Ra Yi, Gennady Shvets, Xiaojin Li	
Close-packed polymer crystals from two-monomer-connected precursors	Nat. Commun.	2016. 9. 19	11.329	이홍준, 조용륜, Santosh Kumar, 유승조, 김진규, 김윤중, 김봉중, 이재석	O
The tobacco-specific carcinogen-operated calcium channel promotes lung tumorigenesis via IGF2 exocytosis in lung epithelial cells.	Nat. Commun.	2016. 9. 26	11.329	Hye-Jin Boo, Hye-Young Min, Hyun-Ji Jang, Hye Jeong Yun, John Kendal Smith, Quanri Jin, Hyo-Jong Lee, Diane Liu, 권희석, Carmen Behrens, J. Jack Lee, Ignacio I. Wistuba, Euni Lee, Waun Ki Hong, Ho-Young Lee	O
Systematic functional analysis of kinases in the fungal pathogen <i>Cryptococcus neoformans</i>	Nat. Commun.	2016. 9. 28	11.329	이경태, 소이슬, 양동훈, 정광훈, 최재영, 이동기, 권호정, 장주영, 리리양, 차수현, 지나리, 진재형, 이연선, 홍주현, 방수현, 지제현, 박고운, 변효정, 박성우, 박영민, 글로리아, 김태엽, 안나, 최중순, 조세프, 정은지, 이윤환, 반응성	O
Optical resonance and charge transfer behavior of patterned WO <sub>3</sub> microdisc arrays	Energy Environ. Sci.	2016. 10. 1	25.427	정혜원, 채원식, 송보경, 조창희, 백성호, 박이슬, 박현웅	
Strain Relaxation of Graphene Layers by Cu Surface Roughening	Nano Lett.	2016. 10. 3	13.779	강진현, 문준희, 김동진, 김유석, 조인수, 천철호, 이주한, 홍병희	
Nanoporous Au Thin Films on Si Photoelectrodes for Selective and Efficient Photoelectrochemical CO <sub>2</sub> Reduction	Adv. Energy Mater.	2016. 10. 25	15.23	송태준, 류혜원, 조민형, 김재훈, 김진규, 정성윤, 오지훈	
Reply to Comment on Nanohole-Structured and Palladium-Embedded 3D Porous Graphene for Ultrahigh Hydrogen Storage and CO Oxidation Multifunctionalities	ACS Nano	2016. 10. 25	13.334	홍원기, Rajesh Kumar, 박정영, 김해진, 오일권	
Three-Dimensional Interlocking Interface: Mechanical Nanofastener for High Interfacial Robustness of Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells	Adv. Mater.	2016. 11. 10	18.96	육성민, 추민주, 이동영, 김환욱, 김태호, 이대길, 최성규, 이동현, 두기수, 홍영택, 김희탁	
Surfactant-Assisted Emulsion Self-Assembly of Nanoparticles into Hollow Vesicle-Like Structures and 2D Plates	Adv. Funct. Mater.	2016. 11. 15	11.382	Danielle Reifsnnyder Hickey, 박지은, 전상미, 강슬기, Xiaole Hu, Xi-Jun Chen, 박소정	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Pyroprotein-Based Electronic Textiles with High Stability	Adv. Mater.	2016. 11. 29	18.96	Jun Woo Jeon, Se Youn Cho, Yu Jin Jeong, Dong Seok Shin, Na Rae Kim, Young Soo Yun, Hyun-Tae Kim, Soo Bong Choi, 홍원기, 김해진, Hyoung-Joon Jin, Byung Hoon Kim	
High-performance photoresponsivity and electrical transport of laterally-grown ZnO/ZnS core/shell nanowires by the piezotronic and piezo-phototronic effect	Nano Energy	2016. 12. 1	11.553	정세희, 김민우, 조용륜, 임용철, 홍원기, 김봉중, 박성주	
Simultaneous large continuous band gap tunability and photoluminescence enhancement in GaSe nanosheets via elastic strain engineering	Nano Energy	2016. 12. 19	11.553	Han-Chun Wu, Ching-Ray Chang, Yecun Wu, Hwei-Ru Fuh, Duan Zhang, Cormac Ó Coileáin, Hongjun Xu, 조지웅, 최미리, 전병선, Xuju Jiang, Mourad Abid, Huajun Liu, Jing Jing Wang, Igor V. Shvets	
High-Performance One-Body Core/Shell Nanowire Supercapacitor Enabled by Conformal Growth of Capacitive 2D WS <sub>2</sub> Layers	ACS Nano	2016. 12. 26	13.334	Nitin Choudhary, Chao Li, 정희석, Julian Moore, Jayan Thomas, Yeonwoong Jung	
Distance-dependent magnetic resonance tuning as a versatile MRI sensing platform for biological targets	Nat. Mater.	2017. 2. 6	39.737	천진우, 김수진, 최진실, 유동원, 신태현, 김호영, Muller D. Gomes, 김선희, Alexander Pines	O
Snail reprograms glucose metabolism by repressing phosphofructokinase PFKP allowing cancer cell survival under metabolic stress	Nat. Commun.	2017. 2. 8	12.124	육종인, 김현실, 황금숙, 김남희, 차용훈, 이주은, 이선형, 양지혜, 윤준섭, 조은애, Xianglan Zhang, 남미소, 김남이, 육종수, 채소영, 이윤미, 류주경, 박성혁, 정재호, 강상원, 김수열	O
Smart Contact Lenses with Graphene Coating for Electromagnetic Interference Shielding and Dehydration Protection	ACS Nano	2017. 2. 15	13.942	김영수, 홍병희, 이상규, 조인수, 강상민, 장봉철, 문준희, 박종보, 이수창, 노시철	
Cobalt Assisted Synthesis of IrCu Hollow Octahedral Nanocages as Highly Active Electrocatalysts toward Oxygen Evolution Reaction	Adv. Funct. Mater.	2017. 2. 17	12.124	주상훈, 이광렬, 권태현, 황혜윤, 사영진, 박종식, 백현석	
Synthesis and reactivity of a mononuclear non-haem cobalt(IV)-oxo complex	Nat. Commun.	2017. 3. 24	12.124	Wonwoo Nam, Jason Shearer, Kallol Ray, Mu Hyun Baik, Takehiro Ohta, 김선희, Bin Wang, Yong Min Lee, Woon Young Tcho, Samat Tussupbayev, Seoung Tae Kim, 김유정, Mi Sook Seo, Kyung Bin Cho, Yavuz Dede, Brenna C. Keegan, Takashi Ogura	O

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Enhanced electrocatalytic activity via phase transitions in strongly correlated SrRuO <sub>3</sub> thin films	Energy Environ. Sci.	2017. 4. 1	29,518	최우석, 오석재, 이상아, 황재열, 최민석, 윤철민, 김지웅, 장서형, 우성민, 배종성, 박성균, 김영민, 이수연, 최택집, 김성욱	
Infarcted Myocardium-Primed Dendritic Cells Improve Remodeling and Cardiac Function after Myocardial Infarction by Modulating the Regulatory T Cell and Macrophage Polarization	Circulation	2017. 4. 11	19,309	임대석, 장기욱, 추은호, 이준호, 박은혜, 박효은, 정남철, 김태훈, 고윤석, 김은민, 송기배, 박청수, 홍관수, 강권윤, 송지영, 서한국	
Atomic-level energy storage mechanism of cobalt hydroxide electrode for pseudocapacitors	Nat. Commun.	2017. 5. 8	12,124	Wei Zhang, Ting Deng, Oier Arcelus, 김진규, Javier Carrasco, 유승조, Weitao Zheng, Jiafy Wang, Hongwei Tian, Hengbin Zhang, Xiaoqiang Cui, Teofilo Rojo	○
Amphicharge-Storable Pyropolymers Containing Multitiered Nanopores	Adv. Energy Mater.	2017. 6. 8	16,721	Young Soo Yun, Hyoung-Joon Jin, Na Rae Kim, 이상문, Min Wook Kim, Hyeon Ji Yoon, 홍원기, 김해진, Hyoung Jin Choi	
Iridium-Based Multimetallic Nanoframe@Nanoframe Structure: An Efficient and Robust Electrocatalyst toward Oxygen Evolution Reaction	ACS Nano	2017. 6. 9	13,942	주상훈, 이광렬, 박종식, 사영진, 백현석, 권태현	
In Situ Observation of Oxygen Vacancy Dynamics and Ordering in the Epitaxial LaCoO <sub>3</sub> System	ACS Nano	2017. 6. 11	13,942	Albina Y. Borisevich, 장재혁, Young-Min Kim, Qian He, Rohan Mishra, Liang Qiao, Michael D. Biegalski, Andrew R. Lupini, Sokrates T. Pantelides, Stephen J. Pennycook, Sergei V. Kalinin	
High-Efficiency Solution-Processed Inorganic Metal Halide Perovskite Light-Emitting Diodes	Adv. Mater.	2017. 6. 13	19,791	이태우, 조희찬, Christoph Wolf, 김주성, 윤형중, 배종성, 김호범, 허정민, 안소영	
Dopamine Receptor D1 Agonism and Antagonism Using a Field-Effect Transistor Assay	ACS Nano	2017. 6. 27	13,942	장정식, 박태현, 권오석, 박선주, 양희홍, 이승환, 송현석, 박철순, 배준원	
Humidity-Tolerant Single-Stranded DNA-Functionalized Graphene Probe for Medical Applications of Exhaled Breath Analysis	Adv. Funct. Mater.	2017. 7. 12	12,124	김철기, 강정윤, 전성찬, 정영모, 문희류, 임채현, 최규수, 송현석, 배수강, 김수민, 서민아, 이택진, 이석, 박형호	
Biphasic Supramolecular Self-Assembly of Ferric Ions and Tannic Acid across Interfaces for Nanofilm Formation	Adv. Mater.	2017. 7. 26	19,791	최인성, 김범진, 한솔, 이경복	
High efficiency perovskite light-emitting diodes of ligand-engineered colloidal formamidinium lead bromide nanoparticles	Nano Energy	2017. 8. 1	12,343	이태우, 김영훈, 이근희, 김영태, Christoph Wolf, 윤형중, 권우성, 박찬경	

논문제목	학술지명	게재일	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Thermodynamically Stable Synthesis of Large-Scale and Highly Crystalline Transition Metal Dichalcogenide Monolayers and their Unipolar n-n Heterojunction Devices	Adv. Mater.	2017. 9. 6	19,791	차승남, 손정인, 이주원, 박상연, Paul Giraud, 이영우, 조율재, 홍준, 장아람, 정희석, 홍용기, 정후영, 신현석, Luigi G. Occhipinti, Stephen M. Morris, 김종민	
Highly Elastic Graphene-Based Electronics Toward Electronic Skin	Adv. Funct. Mater.	2017. 9. 6	12,124	Yongseok Jun, Yong Ju Yun, Jongil Ju, Joong Hoon Lee, Sung Hwan Moon, Soon Jung Park, Young Heon Kim, 홍원기, Dong Han Ha, Heeyeong Jang, Geon Hui Lee, Hyung Min Chung, Jonghyun Choi, Sung Woo Nam, Sang Hoon Lee	
Polarized Light-Emitting Diodes Based on Patterned MoS <sub>2</sub> Nanosheet Hole Transport Layer	Adv. Mater.	2017. 9. 27	19,791	김수영, 객진성, 최규진, 르반퀴엣, 최경순, 권기창, 장호원	
Centimeter-Scale 2D van der Waals Vertical Heterostructures Integrated on Deformable Substrates Enabled by Gold Sacrificial Layer-Assisted Growth	Nano Lett.	2017. 10. 11	12,712	정희석, Yeonwoong Jung, Md Ashraful Islam, Jung Han Kim, Anthony Schropp, Hirokijyoti Kalita, Nitin Choudhary, Dylan Weitzman, Saiful I. Khondaker, Kyu Hwan Oh, Tania Roy	
Lanthanide metal-assisted synthesis of rhombic dodecahedral MNi (M = Ir and Pt) nanoframes toward efficient oxygen evolution catalysis	Nano Energy	2017. 10. 16	12,343	이광렬, 홍용주, 진하늘, 윤지선, 오아람, Nitin K Chaudhari, 백현석, 주상훈	
Nanodisc-Based Bioelectronic Nose Using Olfactory Receptor Produced in Escherichia coli for the Assessment of the Death-Associated Odor Cadaverine	ACS Nano	2017. 11. 9	13,942	양희홍, 김대산, 김정수, 문동석, 송현석, 이민주, 홍승훈, 박태현	
Probing dopant segregation in distinct cation sites at perovskite oxide polycrystal interfaces	Nat. Commun.	2017. 11. 10	12,124	Suk Joong L. Kang, Sung Yoon Chung, Dong Kyu Lee, Hye In Yoon, Hyung Bin Bae, Gi Young Jo, 정희석, 김진규	○
Human eye-inspired soft optoelectronic device using high-density MoS <sub>2</sub> -graphene curved image sensor array	Nat. Commun.	2017. 11. 21	12,124	김대형, 최창순, 최문기, Siyi Liu, 김민성, 박옥규, 임창균, 김재민, Xiaoliang Qin, 이길주, 조경원, 김명빈, 조예형, 이종하, 손동희, 권승해, 전노일, 송영민, Nanshu LU	○
Radially Phase Segregated PtCu@PtCuNi Dendrite@Frame Nanocatalyst for the Oxygen Reduction Reaction	ACS Nano	2017. 11. 28	13,942	최상일, 이광렬, 박종식, Mrinal Kanti Kabiraz, 권혁부, 박수현, 백현석	
Ultrafast giant magnetic cooling effect in ferromagnetic Co/Pt multilayers	Nat. Commun.	2017. 12. 1	12,124	김동현, 김동연, 심재호, Akbar Ali Syed, 김철훈, 이경민, 박승영, 정종률	○

#### 4. 외부이용자우수논문

\*기준 : 2007년 이후 IF 10 이상인 논문

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Direct Synthesis of Polymer Nanocapsules with a Noncovalently Tailorable Surface	Angew. Chem. Int. Ed.	2007	10.879	김동우, 김은주, 김지연, 박경민, 백강균, 정민선, 고영호, 성우경, 김형석, 서주형, 박찬경, 나오성, 이동기	
A Hybrid Nanoparticle Probe for Dual-Modality Positron Emission Tomography and Magnetic Resonance Imaging	Angew. Chem. Int. Ed.	2008	10.031	Jin-sil Choi, Jeong Chan Park, Hyunsoo Nah, Seungtae Woo, Jieun Oh, Kyeong Min Kim, Jinwoo Cheon	
Coherent Two-Dimensional Optical Spectroscopy.	Chem. Rev.	2008	22.757	조민행	
Gold(I)-Catalyzed Cycloisomerization of 3-Methoxy-1,6-enynes Featuring TandemCyclization and [3,3]-Sigmatropic Rearrangement	Angew. Chem. Int. Ed.	2008	10.031	Hyo J. Bae, Baburaj Baskar, Sang E. An, Jae Y. Cheong, Daniel T. Thangadurai, and Young H. Rhee	
KITENIN recruits Dishevelled/PKC delta to form a functional complex and controls the migration and invasiveness of colorectal cancer cells	Gut	2008	10.015	Kho DH, Bae JA, Lee JH, Cho HJ, Cho SH, Lee JH, Seo YW, Ahn KY, Chung J, Kim KK	
Proteomics in gram-negative bacterial outer membrane vesicles	Mass Spectrom. Rev.	2008	11.507	Lee EY et al	
Rhodium-Catalyzed Carbonylative [3+3+1] Cycloaddition of Biscyclopropanes with a Vinyl Substituent To Form Seven-Membered Rings	Angew. Chem. Int. Ed.	2008	10.031	Sun Young Kim, Sang Ick Lee, Soo Young Choi, and Young Keun Chung	
Room Temperature Copper-Catalyzed 2-Functionalization of Pyrrole Rings by a Three-Component Coupling Reaction	Angew. Chem. Int. Ed.	2008	10.031	Seung Hwan Cho and Sukbok Chang	
Sphingosine-1-phosphate promotes lymphangiogenesis by stimulating S1P1/Gi/PLC/Ca <sup>2+</sup> signaling pathways.	Blood	2008	10.432	Moon CM et al.	
All-in-One Target-Cell-Specific Magnetic Nanoparticles for	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.879	이재현, 이규리, 문승호, 이유한, 박태관, 천진우	
Simultaneous Molecular Imaging and siRNA Delivery					
Catalytic Pauson-Khand-type Reactions and Related Carbonylative Cycloaddition Reactions	Coord. Chem. Rev.	2009	11.225	Ji Hoon Park, Kyung-Mi Chang, Young Keun Chung	
Critical Enhancements of MRI Contrast and Hyperthermic Effects by Dopant-Controlled Magnetic Nanoparticles	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.879	Jung-tak Jang, Hyunsoo Nah, Jae-Hyun Lee, Seung Ho Moon, Min Gyu Kim, and Jinwoo Cheon	
Highly Regio- and Enantioselective Copper-Catalyzed Hydroboration	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.879	Dongwan Noh, Heesung Chea, Junghwan Ju, and Jaesook Yun	
of Styrenes					
Holographic Fabrication of Microstructures with Internal Nanopatterns Using Microprism Arrays	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.879	Seung-Kon Lee, Hyo Sung Park, Gi-Ra Yi, Jun Hyuk Moon and Seung-Man Yang	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Nanoparticle Assemblies as Memristors	Nano Lett.	2009	10.371	김태희, 장은영, 이년중, 최등장, 이경진, 장정탁, 최진실, 문승호, 천진우	
N-Heterocyclic Carbene Gold(I) Catalyzed Transformation of N-Tethered 1,5-Bisallenenes to 6,7-Dimethylene-3-azabicyclo[3.1.1]heptanes	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.879	Soo Min Kim, Ji Hoon Park, Youn K. Kang, Young Keun Chung	
Quantitative Assessment of Nanoparticle Single-Crystallinity: Pd-Catalyzed Splitting of Polycrystalline Metal Oxide Nanoparticles	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.031	이광렬	
Rh(NHC)-Catalyzed Direct Intermolecular Arylation of sp <sup>2</sup> and sp <sup>3</sup> C-H Bonds with Chelation Assistance	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.879	Min Kim, Jaesung Kwak and Sukbok Chang	
Silver-Mediated Direct Amination of Benzoxazoles : Tuning the Amino Group Source from Formamides to Parent Amines	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.879	Seung Hwan Cho, Ji Young Kim, S. Yunmi Lee and Sukbok Chang	
Single-crystalline Hollow Face-centered-cubic Cobalt Nanoparticles from Solid Face-Centered-Cubic Cobalt Oxide Nanoparticles	Angew. Chem. Int. Ed.	2009	10.031	Ki Min Nam, Jae Ha Shim, Hosung Ki, Sang-II Choi, Gaehang Lee, Jae Kwon Jang, Younghun Jo, Myung-Hwa Jung	
A metazoan ortholog of SpoT hydrolyzes ppGpp and functions in starvation responses.	Nat. Struct. Mol. Biol.	2010	11.085	Sun D, Lee G, Lee JH, Kim HY, Rhee HW, Park SY, Kim KJ, Kim Y, Kim BY, Hong JI, Park C, Choy HE, Kim	○
Cobalt - and Manganese- Catalyzed Direct Amination of Azoles under Mild ReactionConditions and its Mechanistic Details	Angew. Chem. Int. Ed.	2010	12.730	Ji Young Kim, Seung Hwan Cho, Jomy Joseph and Sukbok Chang	
Correlation of Intramolecular Excimer Emission with Lamellar Layer Distance in Liquid-Crystalline Polymers: Verification by the Film-Swelling Method	Angew. Chem. Int. Ed.	2010	11.829	Wang-Eun Lee, Jin-Woo Kim, Chang-Jin Oh, Toshikazu Sakaguchi, Michiya Fujiki, and Giseop Kwak	
Giant Zeeman splitting in nucleation-controlled doped CdSeMn <sub>2</sub> C quantum nanoribbons	Nat. Mater.	2010	29.504	Jung Ho Yu, Xinyu Liu, Kyoung Eun Kweon, Jin Joo, Jiwon Park, Kyung-Tae Ko, DongWon Lee, Shaoping Shen, Kritsanu Tivakornsasithorn, Jae Sung Son, Jae-Hoon Park, Young-Woon Kim	○
Gold(I)- Catalyzed Addition of Diphenyl Phosphate Alkynes: Isomerization of Kinetic Enol Phosphates to the Thermodynamically Favored Isomers	Angew. Chem. Int. Ed.	2010	10.232	Phil Ho lee, Sundae kim	
In vivo synthesis of diverse metal nanoparticles by recombinant Escherichia coli	Angew. Chem. Int. Ed.	2010	11.829	Park, T.J., Lee, S.Y., Heo, N.S., and Seo, T.S.	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Rational Design and Evaluation of a Branched-Chain-Containing Glycolipid Antigen That Binds to CD1d	Chem. Asian. J.	2010	42.000	Baek, Dong Jae; Lee, Yoon-Sook; Lim, Chaemin; Lee, Doohyun; Lee, Taeho; Lee, Jae-Young; Lee, Kyoo-A.; Cho, Won-Jea; Kang, Chang-Yuil; Kim, Sanghee	
Rhodium-Catalyzed Pauson-Khand-Type Reaction Using Alcohol as a Source of Carbon Monoxide	Angew. Chem. Int. Ed.	2010	11.829	Ji Hoon Park, Yoonhee Cho, Young Keun Chung	
RORa Attenuates Wnt/b-Catenin Signaling by PKCa-Dependent Phosphorylation in Colon Cancer	Mol. Cell	2010	14.600	Lee JM, Kim IS, Kim H, Lee JS, Kim K, Yim HY, Jeong J, Kim JH, Kim JY, Lee H, Seo SB, Kim H, Kim KI, Baek SH	○
Sequential Platinum-Catalyzed Cycloisomerization and Cope Rearrangement of Dienynes	Angew. Chem. Int. Ed.	2010	11.829	Sun Young Kim, Youjung Park, Young Keun Chung	
A Colorimetric High-Throughput Screening Method for Palladium-Catalyzed Coupling Reactions of Aryl Iodides Using a Gold Nanoparticle-Based Iodide-Selective Probe	Angew. Chem. Int. Ed.	2011	12.730	정은혜, 김수덕, 김웅, 서성혁, 이수석, 한민수, 이선우	
Bioinspired Functionalization of Silica-Encapsulated Yeast Cells	Angew. Chem. Int. Ed.	2011	12.730	Sung Ho Yang, Eun Hyea Ko, Young Hwan Jung, and Insung S.Choi	
Facile Synthetic Route for Thickness and Composition Tunable Hollow Metal Oxide Spheres from Silica-Templated Coordination Polymers	Adv. Mater.	2011	10.880	Ju-Un Park, Hee Jung Lee, Won Cho, Chiho Jo, and Moonhyun Oh	
Hierarchically Porous TiO <sub>2</sub> Electrodes Fabricated by Dual Templating Methods for Dye-Sensitized Solar Cells	Adv. Mater.	2011	10.857	Chang-Yeol Cho and Jun Hyuk Moon	
Negative regulation of hypoxic responses via induced Reptin methylation.	Mol. Cell	2011	13.000	Lee JS, Kim Y, Kim IS, Kim B, Choi HJ, Lee JM, Shin HJ, Kim JH, Kim JY, Seo SB, Lee H, Binda O, Goza	○
One-Pot Synthesis of Silica@Coordination Polymer Core-Shell Microspheres with Controlled Shell Thickness	Adv. Mater.	2011	10.880	Chiho Jo, Hee Jung Lee, and Moonhyun Oh	
Polymer nanoparticles: Preparation techniques and size-control parameters	Prog. Polym. Sci.	2011	22.870	J. Prasad Rao, Kurt E. Geckeler	
Theranostic Magnetic Nanoparticles	Acc. Chem. Res.	2011	21.840	DONGWON YOO, JAE-HYUN LEE, TAE-HYUN SHIN, JINWOO CHEON	
A Versatile Rh(I) Catalyst System Enabling the Addition of Heteroarenes to both Alkenes and Alkynes via C-H Bond Activation Pathway	Angew. Chem. Int. Ed.	2012	13.455	Jaeyune Ryu, Seung Hwan Cho, and Sukbok Chang	
Characterization and Utility of N-Unsubstituted Imines Synthesized from Alkyl Azides by Ruthenium Catalysis	Angew. Chem. Int. Ed.	2012	13.455	Jin Hee Lee, Sreya Gupta, Wook Jeong, Young Ho Rhee and Jaiwook Park	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Fluorescent Actuator Based on Microporous Conjugated Polymer with Intramolecular Stack Structure	Adv. Mater.	2012	13.877	Wang-Eun Lee, Young-Jae Jin, Lee-Soon Park, Gis-eop Kwak	
Nanoscale Magnetism Control via Surface and Exchange Anisotropy for Optimized Ferrimagnetic Hysteresis	Nano Lett.	2012	13.198	노승현, 나원준, 장정탁, 이재현, 이은정, 문승호, 임용준, 신전수, 천진우	
Nitrogen-Doped Multiwall Carbon Nanotubes for Lithium Storage with Extremely High Capacity	Nano Lett.	2012	13.198	신원호, 정형모, 김병곤, 강정구, 최장욱	
Rhodium-Catalyzed Direct C-H Amination of Benzamides with Aryl Azides: A Novel Synthetic Route to Diarylamines	Angew. Chem. Int. Ed.	2012	13.455	Jaeyune Ryu, Kwangmin Shin, Sae Hume Park, Ji Young Kim, and Sukbok Chang	
Robust and Multifunctional Nanosheath for Chemical and Biological Nanodevices	Nano Lett.	2012	13.198	Hyun-Wook Ra, Jin-Tae Kim, Rizwan Khan, Deepti Sharma, Yeong-Geun Yook, Yoon-Bong Hahn, Jin-Ho Park, Dae-Ghon Kim	
Synthetic Strategy for Cyclic Amines: A Stereodefined Cyclic N,O-Acetal as a Stereocontrol and Diversity-Generating Element	Angew. Chem. Int. Ed.	2012	13.455	Haejin Kim, Wontaeck Lim, Donghong Im, Dong-gil Kim, and Young Ho Rhee	
Therapeutic nanorods with metallic multi-segments: Thermally inducible encapsulation of doxorubicin for anti-cancer therapy	Nano Today	2012	15.355	Shinyoung Park, Young Ju Son, Hyuk Sang Yoo	
A Ball-Joint-Type Host-Guest System that Consists of Conglomerate Helical Metallacyclophanes	Angew. Chem. Int. Ed.	2013	13.734	이해리, 노태환, 정옥상	
A Designed Nanocage Displaying Ligand-Specific Peptide Bunches for High Affinity and Biological Activity	ACS Nano	2013	12.062	Jeon JO, Kim S, Choi E, Shin K, Cha K, So IS, Kim SJ, Jun E, Kim D, Ahn HJ, Lee BH, Lee SH, Kim IS	
A Highly Crystalline Manganese-Doped Iron Oxide Nanocontainer with Predesigned Void Volume and Shape for Theranostic Applications	Adv. Mater.	2013	14.829	이광렬	
Bioinspired Exosome-Mimetic Nanovesicles for Targeted Delivery of Chemotherapeutics to Malignant Tumors	ACS Nano	2013	12.062	Su Chul Jang, Oh Youn Kim, Chang Min Yoon, Dong-Sic Choi, Tae-Young Roh, Jaesung Park, Yong Song Gho	
Conformational changes in human prolyl-tRNA synthetase upon binding of the substrates proline and ATP and the inhibitor halofuginone	Acta Crystallogr. D. Biol. Crystallogr.	2013	14.103	Jonghyeon Son, Eun Hye Lee, Minyoung Park, Jong Hyun Kim, Junsoo Kim, Sunghoon Kim, Young Ho Jeon and Kwang-Yeon Hwang	
Controlled Isotropic or Anisotropic Nanoscale Growth of Coordination Polymer: Formation of Hybrid Coordination Polymer Particles	ACS Nano	2013	12.062	Hee Jung Lee, Yea Jin Cho, Won Cho and Moonhyun Oh	
Direct C-H Amination of Arenes with Alkyl Azides under Rhodium Catalysis	Angew. Chem. Int. Ed.	2013	13.734	Kwangmin Shin, Yunjung Baek, and Sukbok Chang	
Field-Induced Transition from Room-Temperature Ferromagnetism to Diamagnetism in Proton-Irradiated Fullerene	Adv. Mater.	2013	14.829	Kyu Won Lee, Hyecheon Kweon, and Cheol Eui Lee	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Gel-Free Secondary Growth of Uniformly Oriented Silica MFI Zeolite Films and Application for Xylene Separation	Angew. Chem. Int. Ed.	2013	13.734	T. C. T. Pham, T. H. Nguyen, and K. B. Yoon	
Generation of Doped Graphene Nanoplatelets Using a Solution Process and Their Supercapacitor Applications	ACS Nano	2013	12.062	Han, Jongwoo Zhang, Li Li Lee, Seungjun Oh, Junghoon Lee, Kyoung-Seok Potts, Jeffrey R. Ruoff, Rodney	
Hierarchical nanostructured carbons with meso-macroporosity: design, characterization and applications	Acc. Chem. Res.	2013	20.833	Baizeng Fang, Min-Sik Kim, Jung Ho Kim and Jong-Sung Yu	
High-resolution crystal structure of the catalytic domain of human dual-specificity phosphatase 26	Acta Crystallogr. D. Biol. Crystallogr.	2013	14.103	원은영, 지승욱 외	
Ir(III)-Catalyzed Mild C-H Amidation of Arenes and Alkenes: An Efficient Usage of Acyl Azides as the Nitrogen Source	J. Am. Chem. Soc.	2013	10.677	Jaeyune Ryu, Jaesung Kwak, Kwangmin Shin, Donggun Lee, and Sukbok Chang	
Large Increase in the Second-Order Nonlinear Optical Activity of a Hemicyanine-Incorporating Zeolite Film	Angew. Chem. Int. Ed.	2013	13.734	T. C. T. Pham, H. S. Kim, and K. B. Yoon	
Multifunctional nanorods serving as nanobridges to modulate T cell-mediated immunity	ACS Nano	2013	12.062	Young Ju Son, Hyesung Kim, Kam W. Leong, Hyuk Sang Yoo	
Multiple Photoluminescence from 1,2-Dinaphthyl-ortho-Carborane	Angew. Chem. Int. Ed.	2013	13.734	Kyung-Ryang Wee, Yang-Jin Cho, Jae Kyu Song, and Sang Ook Kang	
Phase Evolution of Tin Nanocrystals in Lithium Ion Batteries	ACS Nano	2013	12.062	박정희	
Polymorphism of GeSbTe superlattice nanowires	Nano Lett.	2013	13.025	박정희	
Postsynthetic Functionalization of a Hollow Silica Nanoreactor with Manganese Oxide-Immobilized Metal Nanocrystals Inside the Cavity	J. Am. Chem. Soc.	2013	10.677	Soo Min Kim, Mina Jeon, ki Woong Kim, Jaiwook Park, In Su Lee	
Probing Target Search Pathways during Protein-Protein Association by Rational Mutations Based on Paramagnetic Relaxation Enhancement	Angew. Chem. Int. Ed.	2013	13.734	Tae-Kyung Yu, Young-Joo Yun, Ko On Lee, and Jeong-Yong Suh	
Ruthenium-Catalyzed Redox-Neutral and Single-Step Amid Synthesis from Alcohol and Nitrile with Complete Atom Economy	J. Am. Chem. Soc.	2013	10.677	Byungjoon Kang, Zhenqian Fu, and Soon Hyeok Hong	
Strengthening effect of single-atomic-layer graphene in metal/graphene nanolayered composites	Nat. Commun.	2013	10.015	Youbin Kim, Jinsup Lee, Min Sun Yeom, Jae Won Shin, Hyungjun Kim, Yi Cui, Jeffrey W. Kysar, James Ho	O
Structural basis of protein complex formation and reconfiguration by polyglutamine disease protein Ataxin-1 and Capicua	Genes. Dev.	2013	12.444	Eunji Kim, Hsiang-Chih Lu, Huda Y. Zoghbi, Ji-Joon Song	
Structural characterization and comparison of the large subunits of IPM isomerase and homoacnitase from Methanococcus jannaschii	Acta Crystallogr. D. Biol. Crystallogr.	2013	14.103	Eun Hye Lee, Kitaik Lee and Kwang Yeon Hwang	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Surface Chemistry of Gold Nanoparticles Mediates Their Exocytosis in Macrophages	ACS Nano	2013	12.062	오누리, 박지호	
Synthetic RNA devices to expedite the evolution of metabolite-producing microbes	Nat. Commun.	2013	10.015	Jina Yang, Sang Woo Seo, Sungho Jang, So-I Shin, Chae Hyun Lim, Tae-Young Roh, Gyoo Yeol Jung	O
Tetragonal Phase Germanium Nanocrystals in Lithium Ion Batteries	ACS Nano	2013	12.062	박정희	
Unveiling Chemical Reactivity and Structural Transformation of Two-Dimensional Layered Nanocrystals	J. Am. Chem. Soc.	2013	10.677	Jae Hyo Han, Sujeong Lee, Dongwon Yoo, Jae-Hyun Lee, Sohee Jeong, Jin-Gyu Kim, and Jinwoo CHeon	
A Metal Organic Framework-Based Material for Electrochemical Sensing of Carbon Dioxide	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	J. J. Gassensmith, J. Y. Kim, O. K. Farha, J. F. Stoddart, J. T. Hupp, N. C. Jeong	
Bacterial Protoplast-Derived Nanovesicles as Vaccine Delivery System against Bacterial Infection	Nano Lett.	2014	12.940	Oh Youn Kim, Seng Jin Choi, Su Chul Jang, Kyong-Su Park, Sae Rom Kim, Yong Song Gho	
Boron-Catalyzed Silylative Reduction of Quinolines: Selective sp <sup>3</sup> C-Si Bond Formation	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Narasimhulu Gandhamsetty, Seewon Joung, Sung-Woo Park, Sehoon Park, and Sukbok Chang	
Control of ambipolar and unipolar transport in organic transistors by selective inkjet-printed chemical doping for high performance complementary circuits	Adv. Funct. Mater.	2014	10.439	Dongyoon Khim, Kang-Jun Baeg, Mario Caironi, Chuan Liu, Yong Xu, Dong-Yu Kim, and Yong-Young Noh	
Formation of Four Different Aromatic Scaffolds from Nitriles through Tandem Divergent Catalysis	Angew. Chem. Int. Ed.	2014	11.336	Ju Hyun Kim, Jean Bouffard, and Sang-gi Lee	
GaP & ZnS Pseudobinary Alloy Nanowires	Nano Lett.	2014	12.940	박정희	
Gene disruption by cell-penetrating peptide-mediated delivery of Cas9 protein and guide RNA	Genome. Res.	2014	13.852	Suresh Ramakrishna, Abu-Bonsrah Kwaku Dad, Jagadish Beloor, Ramu Gopalappa, Sang-Kyung Lee, and Hyongbum Kim	
Graphene Oxide Nanosheet Wrapped White-Emissive Conjugated Polymer Nanoparticles	ACS Nano	2014	12.033	Dong Youn Yoo, Nguyen Dien Kha Tu, Su Jin Lee, Eunji Lee, Seong-Ran Jeon, Sunyong Hwang, Ho Sun Lim, Jong Kyu Kim, Byeong Kwon Ju, Heesuk Kim, Jung Ah Lim	
Hydrogen-Bond-Assisted Controlled C-H Functionalization via Adaptive Recognition of a Purine Directing Group	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Hyun Jin Kim, Jaeyune Ryu, Yousung Jung, Sukbok Chang	
Iridium-Catalyzed C-H Amination with Anilines at Room Temperature: Compatibility of Iridacycles with External Oxidants	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Hyunwoo Kim, Kwangmin Shin, and Sukbok Chang	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Iridium-Catalyzed Direct C-H Amidation with Weak-Coordinating Carbonyl Directing Groups under Mild Conditions	Angew. Chem. Int. Ed.	2014	11.336	Jinwoo Kim and Sukbok Chang	
Iridium-Catalyzed Intermolecular Amidation of sp <sup>3</sup> C-H Bonds: Late-Stage Functionalization of an Unactivated Methyl Group	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Taek Kang, Youngchan Kim, Donggun Lee, Zhen Wang, and Sukbok Chang	
Mechanistic Studies of the Rhodium-Catalyzed Direct C-H Amidation Reaction Using Azides as the Nitrogen Source	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Sae Hume Park, Jaesung Kwak, Kwangmin Shin, Jaeyune Ryu, Yoonsu Park, and Sukbok Chang	
Multicomponent [5 + 2] Cycloaddition Reaction for the Synthesis of 1,4-Diazepines: Isolation and Reactivity of Azomethine Ylides	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Dong Jin Lee, Hong Sik Han, Jinhwan Shin, and Eun Jeong Yoo	
Oligopeptide complex for targeted non-viral gene delivery to adipocytes	Nat. Mater.	2014	36.425	Young-Wook Won, Partho Protim Adhikary, Kwang Suk Lim, Hyung Jin Kim, Jang Kyoung Kim, and Yong-Hee Kim	O
Pd-Catalyzed Asymmetric Intermolecular Hydroalkoxylation of Allene: An Entry to Cyclic Acetals with Activating Group-Free and Flexible Anomeric Control	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Wontaeck Lim, Jungjoon Kim, Young Ho Rhee	
Regiodivergent Access to Five- and Six-Membered Benzo-Fused Lactams: Ru-Catalyzed Olefin Hydrocarbamoylation	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Bin Li, Yoon Su Park, and Sukbok Chang	
Regioselective Introduction of Heteroatoms at the C-8 Position of Quinoline N-Oxides: Remote C&H Activation Using N-Oxide as a Stepping Stone	J. Am. Chem. Soc.	2014	11.444	Heejun Hwang, Jinwoo Kim, Jisu Jeong, and Sukbok Chang	
Single-Crystal Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) Nanowires with Ultrahigh Conductivity	Nano Lett.	2014	12.940	Boram Cho, Kyung S. Park, Jangmi Baek, Hyun S. Oh, Yong-Eun Koo Lee, and Myung M. Sung	
The structural basis for the negative regulation of thioredoxin by thioredoxin-interacting protein.	Nat. Commun.	2014	10.742	Hwang J, Suh HW, Jeon YH, Hwang E, Nguyen LT, Yeom J, Lee SG, Lee C, Kim KJ, Kang BS, Jeon	O
Thioredoxin-interacting protein mediates hepatic lipogenesis and inflammation via PMT1 and PGC-1 $\alpha$ regulation in vitro and in vivo	J. Hepatol.	2014	10.401	Min-Jung Park, Dong-Il Kim, Seul-Ki Lim, Joo-Hee Choi, Jong-Choon Kim, Kyung-Chul Yoon, Jee-Bum Lee	
Tyrosine-mediated two-dimensional peptide assembly and its role as a bio-inspired catalytic scaffold	Nat. Commun.	2014	10.742	Hyung-Seok Jang, Jung-Ho Lee, Yong-Sun Park, Young-O Kim, Jimin Park, Tae-Youl Yang, Kyoungsuk Jin	O
A new approach to prepare highly active and stable black titania for visible light-assisted hydrogen production	Energy Environ. Sci.	2015	20.523	Apurba Sinhamahapatra, Jong Pil Jeon, and Jong-Sung Yu	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
A selectively exposed crystal facet-engineered TiO <sub>2</sub> thin film photoanode for the higher performance of the photoelectrochemical water splitting reaction	Energy Environ. Sci.	2015	20.523	Chang Woo Kim, So Jin Yeob, Hui-Ming Cheng and Young Soo Kang	
Chemoselective Silylative Reduction of Conjugated Nitriles under Metal-Free Catalytic Conditions Leading to 1,2-Aminosilanes and Enamines	Angew. Chem. Int. Ed.	2015	11.261	Narasimhulu Gandhamsetty, Juhyeon Park, Jinseong Jeong, Sung-Woo Park, Sehoon Park, and Sukbok Chang	
Comparative Catalytic Activity of Group 9 [Cp* $\text{M}(\text{III})$ ] Complexes: Cobalt-Catalyzed C-H Amidation of Arenes with Dioxazolones as an Amidating Reagent	Angew. Chem. Int. Ed.	2015	11.261	Donghyeon Gwon, Heejun Hwang, Juhyeon Park and Sukbok Chang	
Complete Switch of Selectivity in the C-H Alkenylation and Hydroarylation Catalyzed by Iridium: The Role of Directing Groups	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	Jiyu Kim, Sung-Woo Park, Mu-Hyun Baik, and Sukbok Chang	
Coordination Chemistry of [Co(acac) <sub>2</sub> ] with N-Doped Graphene: Implications for Oxygen Reduction Reaction Reactivity of Organometallic Co-O <sub>4</sub> -N Species.	Angew. Chem. Int. Ed.	2015	11.261	Jongwoo Han, Young Jin Sa, Yeonjun Shim, Min Choi, Noejung Park, Sang Hoon Joo, and Sungjin Park	
Cp* $\text{Ir}(\text{III})$ -Catalyzed Mild and Broad C-H Arylation of Arenes and Alkenes with Aryldiazonium Salts Leading to the External Oxidant-Free Approach	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	Kwangmin Shin, Sung-Woo Park, and Sukbok Chang	
Dealloyed AuNi dendrite anchored on a functionalized conducting polymer for improved catalytic oxygen reduction and hydrogen peroxide sensing in living cells	Adv. Funct. Mater.	2015	11.805	Malenahalli Halappa Naveen, Nanjanagudu Ganesh Gurudatt, Hui-Bog Noh, Yoon-Bo Shim	
Design and Synthesis of Bubble-Nanorod-Structured Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - Carbon Nanofibers as Advanced Anode Material for Li-Ion Batteries	ACS Nano	2015	12.881	Jung Sang Cho, Young Jun Hong, and Yun Chan Kang	
Electrical detection of coherent spin precession using the ballistic intrinsic spin Hall effect	Nat. Nanotechnol.	2015	34.048	Won Young Choi, Hyung-jun Kim, Joonyeon Chang, Suk Hee Han, Hyun Cheol Koo and Mark Johnson	O
Fe-P: A New Class of Electroactive Catalyst for Oxygen Reduction Reaction	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	Kiran Pal Singh, Eun Jin Bae, and Jong-Sung Yu	
Highly robust hybrid photocatalyst for carbon dioxide reduction: Tuning and optimization of catalytic activities of Dye/TiO <sub>2</sub> /Re(I) organic-inorganic ternary systems	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	Won, Dong-Il Lee, Jong-Su Ji, Jung-Min Jung, Won-Jo Son, Ho-Jin Pac, Chyongjin Kang, Sang Ook	
Light trapping in bendable organic solar cells using silica nanoparticle arrays	Energy Environ. Sci.	2015	20.523	Jungheum Yun, Wei Wang, Soo Min Kim, Tae-Sung Bae, Sunghun Lee, Dongwan Kim, Gun-Hwan Lee, Hae-Seok Lee, Myungkwon Song	
Novel Cobalt Oxide-Nanobubble-Decorated Reduced Graphene Oxide Sphere with Superior Electrochemical Properties Prepared by Nanoscale Kirkendall Diffusion Process	Nano Energy	2015	10.325	Gi Dae Park, Jung Sang Cho, Yun Chan Kang	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Quinoidal Molecules as a New Class of Ambipolar Semiconductors Originated from Amphoteric Redox Behavior	Adv. Funct. Mater.	2015	11.805	Hansu Hwang, Dongyoon Khim, Jin-Mun Yun, Eunhwan Jung, Soo-Young Jang, Yun Hee Jang, Yong-Young Noh	
Red-to-Ultraviolet Emission Tuning of Two-Dimensional Gallium Sulfide/Selenide	ACS Nano	2015	12.881	정찬수, Fazel Shojaei, 박기동, 오진영, 임형순, 장동명, 박정희, 강홍석	
Reversible Halide Exchange Reaction of Organometal Trihalide Perovskite Colloidal Nanocrystals for Full-Range Band Gap Tuning	NANO Lett.	2015	13.592	장동명, 박기동, 김덕환, 박정희, Fazel Shojaei, 강홍석, 안재평, 이종운, 송재규	
Ruthenium-Cobalt Bimetallic Supramolecular Cages via a Less Symmetric Tetrapyrrolyl Metalloligand and the Effect of Spacer Units	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	류지연, 박유진, 박형련, Manik Lal Saka, Peter J. Stang, 이준승	
Selective Cyclization of Arylnitrones to Indolines under External Oxidant-Free Conditions: Dual Role of Rh(III) Catalyst in the C-H Activation and Oxygen Atom Transfer	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	Ramesh B. Dateer and Sukbok Chang	
Selective Formation of Heterometallic Ru-Ag Supramolecules via Stoichiometric Control of Multiple Different Tectons	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	박유진, 류지연, 이민형, Peter J. Stang, 이준승	
Selective Silylative Reduction of Pyridines Leading to Structurally Diverse Azacyclic Compounds with the Formation of sp <sup>3</sup> C-Si Bonds	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	Narasimhulu Gandhamsetty, Sehoon Park, and Sukbok Chang	
Stable ultrathin partially oxidized copper film electrode for highly efficient flexible solar cells	Nat. Commun.	2015	11.470	Guoqing Zhao, Wei Wang, Tae-Sung Bae, Sang-Geul Lee, ChaeWon Mun, Sunghun Lee, Huashun Yu, Gun-Hwan Lee, Myungkwan Song, Jungheum Yun	O
Superior long-life and high-rate Ge nanoarrays anchored on CuC nanowire frameworks for Li-ion battery electrodes	Nano Energy	2015	10.325	Gwang-Hee Lee	
Tandem intercalation strategy for single-layer nanosheets as an effective alternative to conventional exfoliation processes	Nat. Commun.	2015	11.470	Sohee Jeong, Dongwon Yoo, Minji Ahn, Pere Miro, Thomas Heine & Jinwoo Cheon	O
Top-Down Approach for Nanophase Reconstruction in Bulk Heterojunction Solar Cells	Adv. Mater.	2015	17.493	공재민, 황인욱, 이광희	
Transition from Diffusion-Controlled Intercalation into Extrinsic Pseudocapacitive Charge Storage of MoS <sub>2</sub> by Nanoscale Heterostructuring	Adv. Energy Mater.	2015	16.146	Qasim Mahmood, Sul Ki Park, Kideok D. Kwon, Sung-Jin Chang, Jin-Yong Hong, Guozhen Shen, Young Mee Jung, Tae Jung Park, Sung Woon Khang, Woo Sik Kim, Jing Kong, Ho Seok Park	
Two-Photon Absorbing Dyes with Minimal Autofluorescence in Tissue Imaging: Application to in Vivo Imaging of Amyloid-β Plaques with a Negligible Background Signal	J. Am. Chem. Soc.	2015	12.113	Dokyoung Kim, Hyunsoo Moon, Sung Hoon Baik, Subhankar Singha, and Kyo Han Ahn	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
(040)-Crystal Facet Engineering of BiVO <sub>4</sub> Plate Photoanodes for Solar Fuel Production	Adv. Energy Mater.	2016	15.230	Chang Woo Kim, Young Seok Son, Myung Jong Kang, Do Yoon Kim, Young Soo Kang	
(NHC)Cu-Catalyzed Mild C-H Amidation of (Hetero)Arenes with Deprotectable Carbamates: Scope and Mechanistic Studies	J. Am. Chem. Soc.	2016	13.038	Weilong Xie, Jung Hee Yoon, Sukbok Chang	
1210-Helical β-Peptide with Dynamic Folding Propensity: Coexistence of Right- and Left-Handed Helices in an Enantiomeric Foldamer	J. Am. Chem. Soc.	2016	13.038	신선호, 이미혜, Ilia Guzei, 강영기, 최수혁	
A zero-thermal-quenching phosphor	Nat. Mater.	2016	38.891	Yoon Hwa Kim, Paulraj Arunkumar, Bo Young Kim, Sanjith Unithrattil, Eden Kim, Su-Hyun Moon, Jae Young Hyun, Ki Hyun Kim, Donghwa Lee, Jong-Sook Lee and Won Bin Im	O
AMPK-SKP2-CARM1 signalling cascade in transcriptional regulation of autophagy	Nature	2016	38.138	Hi-Jai R. Shin, Hyunkyung Kim, Sungryong Oh, Jun-Gi Lee, Minjung Kee, Hyun-Jeong Ko, Mi-Na Kweon, Kyoung-Jae Won, Sung Hee Back	O
Asymmetric Synthesis of Borylalkanes via Copper-Catalyzed Enantioselective Hydroallylation	J. Am. Chem. Soc.	2016	13.038	Jung Tae Han, Won Jun Jang, Namhyeon Kim, Jaesook Yun	
Bendable solar cells from stable, flexible, and transparent conducting electrodes fabricated using a nitrogen-doped ultrathin copper film	Adv. Funct. Mater.	2016	11.382	Guoqing Zhao, Soo Min Kim, Sang-Geul Lee, Tae-Sung Bae, ChaeWon Mun, Sunghun Lee, Huashun Yu, Gun-Hwan Lee, Hae-Seok Lee, Myungkwan Song, Jungheum Yun	
Bioinspired tuning of glycol chitosan for 3D cell culture	NPG Asia Mater.	2016	10.118	Myeong Ok Cho, Zhengzheng Li, Hye-Eun Shim, Sun-Woong Kang et al	
Borane-Catalyzed Reductive α-Silylation of Conjugated Esters and Amides Leaving Carbonyl Groups Intact	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	Youngchan Kim, Sukbok Chang	
Colloidal Single-Layer Quantum Dots with Lateral Confinement Effects on 2D Exciton	J. Am. Chem. Soc.	2016	13.038	Ho Jin, Minji Ahn, Sohee Jeong, Jae Hyo Han, Dongwon Yoo, Dong Hee Son, and Jinwoo Cheon	
Cost-Effective, High-Performing Porous Organic Polymer Conductors Functionalized with Sulfonic Acid via Direct Postsynthetic Substitution	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	Kang, D. W. Lim, K. S. Lee, K. J. Lee, J. H. Lee, W. R. Song, J. H. Yeom, K. Y. Kim, J. Y. Hong, C. S.	
Cu(NHC)-Catalyzed C-H Alkylation and Alkenylation of both Electron-Deficient and Electron-Rich (Hetero)arenes in Reaction	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	Weilong Xie and Sukbok Chang	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
De Novo Synthesis of Furanose Sugars: Catalytic Asymmetric Synthesis of Apiose and Apiose-Containing Oligosaccharides	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	Mijin Kim, Soyeong Kang, Prof. Young Ho Rhee	
Design and Synthesis of Multiroom-Structured Metal Compounds-Carbon Hybrid Microspheres as Anode Materials for Rechargeable Batteries	Nano Energy	2016	11.553	Jung Sang Cho, Jong Min Won, Jung-Kul Lee, Yun Chan Kang	
Evidence that phytochrome functions as a protein kinase in plant light signalling	Nat. Commun.	2016	11.329	Ah-Young Shin	○
Exosome engineering for efficient intracellular delivery of soluble proteins using optically reversible protein-protein interaction module	Nat. Commun.	2016	11.329	Nambin Yim, Seung-Wook Ryu, Kyungsun Choi, Kwang Ryeol Lee, Seunghee Lee, Hojun Choi, Jeongjin Kim, Mohammed R. Shaker, Woong Sun, Ji-Ho Park, Daesoo Kim, Won Do Heo, and Chulhee Choi	○
Exploration of fabrication methods for planar CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> PbI <sub>3</sub> perovskite solar cells	Nano Energy	2016	11.553	Rira Kang, Jun-Seok Yeo, HyeonJun Lee, Sehyun Lee, Minji Kang, NoSung Myoung, Sang-Youp Yim, Seung-Hwan Oh, Dong-Yu Kim	
Exploring Interfacial Events in Gold-Nanocluster-Sensitized Solar Cells: Insights into the Effects of the Cluster Size and Electrolyte on Solar Cell Performance	J. Am. Chem. Soc.	2016	13.038	Muhammad A. Abbas, Tea-Yon Kim, Sang Uck Lee, Yong Soo Kang, and Jin Ho Bang	
Facet-controlled hollow Rh <sub>2</sub> S <sub>3</sub> hexagonal nanoprisms as highly active and structurally robust catalysts toward hydrogen evolution reaction	Energy Environ. Sci.	2016	20.523	D. Yoon, B. Seo, J. Lee, K. S. Nam, B. Kim, S. Park, H. Baik, S. H. Joo and K. Lee	
Favorable Molecular Orientation Enhancement in Semiconducting Polymer Assisted by Conjugated Organic Small Molecules	Adv. Funct. Mater.	2016	11.382	Minji Kang, Jun-Seok Yeo, Won-Tae Park, Nam-Koo Kim, Dae-Hee Lim, Hansu Hwang, Kang-Jun Baeg, Yong-Young Noh, and Dong-Yu Kim	
Immobilization of the Gas Signaling Molecule H <sub>2</sub> S by Radioisotopes: Detection, Quantification, and In Vivo Imaging	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	유정수	
Isotropic and Anisotropic Growth of Metal-Organic Framework (MOF) on MOF: Logical Inference on MOF Structure Based on Growth Behavior and Morphological Feature	J. Am. Chem. Soc.	2016	13.038	Sora Choi, Taeho Kim, Hoyeon Ji, Hee Jung Lee, Moonhyun Oh	
Lanthanum-catalysed synthesis of microporous 3D graphene-like carbons in a zeolite template	Nature	2016	38.138	Kyoungsoo Kim, Taekyoung Lee, Yonghyun Kwon, Yongbeom Seo, Jongchan Song, Jung Ki Park, Hyunsoo Lee	○
Mechanistic Studies on the Rh(III)-Mediated Amido Transfer Process Leading to Robust C-H Amination with a New Type of Amidating Reagent	J. Am. Chem. Soc.	2016	13.038	Yoonsu Park, Kyung Tae Park, Jeung Gon Kim, Sukbok Chang	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Probing the Small-Molecule Inhibition of an Anticancer Therapeutic Protein-Protein Interaction Using a Solid-State Nanopore	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	곽동규, 채홍식, 이미경, 하지향, Gaurav Goyal, 김민준, 김기범, 지승욱	
Rational design of common transition metal-nitrogen-carbon catalysts for oxygen reduction reaction in fuel cells	Nano Energy	2016	11.553	Yongping Zheng, Dae-Soo Yang, Joshua M. Kweun, Chenzhe Li, Kui Tan, Fantai Kong, Chaoping Liang, Yves J. Chabal, Yoon Young Kim, Maenghyo Cho, Jong-Sung Yu, Kyeongjae Cho	
Reciprocal Self-Assembly of Peptide-DNA Conjugate into a Programmable Sub-10-nm Supramolecular Deoxyribonucleoprotein	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	Mahnseok Kye, Yong-beom Lim	
SALM4 suppresses excitatory synapse development by cis-inhibiting trans-synaptic SALM3-LAR adhesion	Nat. Commun.	2016	11.329	Eunkyung Lie, Ji Seung Ko, Su-Yeon Choi, Junyeop Daniel Roh, Yi Sul Cho, Ran Noh, Doyoun Kim, Yan Li	○
Singly and Doubly Occupied Higher Quantum States in Nanocrystals	Nano Lett.	2016	13.779	Jujeon Jeong, Bitna Yoon, Young-Wan Kwon., Dongsun Choi, and Kwang Seob Jeong	
Spinodally Decomposed PbSe-PbTe Nanoparticles for High-Performance Thermoelectrics: Enhanced Phonon Scattering and Unusual Transport Behavior	ACS Nano	2016	13.334	Min-Seok Kim, Woo-Jin Lee, Ki-Hyun Cho, Jae-Pyoung Ahn and Yun-Mo Sung	
Synthesis of Branched Alkylboronates by Copper-Catalyzed Allylic Substitution Reactions of Allylic Chlorides with 1,1-Diborylalkanes	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	Junghoon Kim, Sangwoo Park, Jinyoung Park, Seung Hwan Cho	
Synthesis of Uniquely Structured SnO <sub>2</sub> Hollow Nanoplates and Their Electrochemical Properties for Li-ion Storage	Adv. Funct. Mater.	2016	11.382	Gi Dae Park, Jung-Kul Lee and Yun Chan Kang	
Systematic Study of Widely Applicable N-Doping Strategy for High-Performance Solution-Processed Field-Effect Transistors	Adv. Funct. Mater.	2016	11.382	Jihong Kim, Dongyoon Khim, Kang-Jun Baeg, Won-Tae Park, Seung-Hoon Lee, Minji Kang, Yong-Young Noh, and Dong-Yu Kim	
Transition-Metal-Free Regioselective Alkylation of Pyridine N-Oxides Using 1,1-Diborylalkanes as Alkylating Reagents	Angew. Chem. Int. Ed.	2016	11.709	Woohyun Jo, Junghoon Kim, Seoyoung Choi, Seung Hwan Cho	
Why is the Ir(III)-Mediated Amido Transfer Much Faster Than the Rh(III)-Mediated Reaction? - A Combined Experimental and Computational Study	J. Am. Chem. Soc.	2016	13.038	Yoonsu Park, Joon Heo, Mu-Hyun Baik, Sukbok Chang	
Architecture Mapping of the Inner Mitochondrial Membrane Proteome by Chemical Tools in Live Cells	J. Am. Chem. Soc.	2017	13.858	이승이, 강명균, 이현우	
Autophagy Primes Neutrophils for Neutrophil Extracellular Trap Formation during Sepsis	Am. J. Respir. Crit. Care Med.	2017	13.204	So Young Park, Sanjeeb Shrestha, Young-Jin Youn, Jun-Kyu Kim, Shin-Yeong Kim, Hyun Jung Kim	

논문제목	학술지명	게재년도	IF	총저자명	CNS 논문 및 자매지 여부
Copper-Catalyzed Enantioselective Hydroboration of Unactivated 1,1-Disubstituted Alkenes	J. Am. Chem. Soc.	2017	13.858	Won Jun Jang, Seung Min Song, Jong Hun Moon, Jin Yong Lee, and Jaesook Yun	
Direct Synthesis of Hydrogen Peroxide from Hydrogen and Oxygen over Mesoporous Silica-Shell-Coated, Palladium-Nanocrystal-Grafted SiO <sub>2</sub> Nanobeads	ACS catalysis	2017	10.614	Myung-gi Seo, Dae-Won Lee, Sang Soo Han, and Kwan-Young Lee	
Fe-Treated Heteroatom (SNBP)-Doped Graphene Electrocatalysts for Water Oxidation	ACS Catalysis	2017	10.614	Fatemeh Razmjooei, Kiran Pal Singh, Dae-Soo Yang, Wei Cui, Yun Hee Jang and Jong-Sung Yu	
Inorganic Rubidium Cation as an Enhancer for Photovoltaic Performance and Moisture Stability of HC(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> PbI <sub>3</sub> Perovskite Solar Cells	Adv. Funct. Mater.	2017	12.124	Yun Hee Park, Inyoung Jeong, Seunghwan Bae, Hae Jung Son, Phillip Lee, Jinwoo Lee, Chul-Ho Lee, Min	
The formation of Z-scheme CdSCdO nanorods on FTO substrates: The shell thickness effects on the flat band potentials	Nano Energy	2017	12.343	Ki-Hyun Cho, Yun-Mo Sung	
Ultra-efficient and durable photoelectrochemical water oxidation using elaborately designed hematite nanorod arrays	Nano Energy	2017	12.343	Tae Hwa Jeon, Gun-hee Moon, Hyunwoong Park, Wonyong Choi	
Ultrathin me&lt;math>g</math>ttal films for transparent electrodes of flexible optoelectronic devices	Adv. Funct. Mater.	2017	11.382	Jungheum Yun	

5. 대형수탁과제 현황

\*수탁과제 협약고 기준 연구비 5억 원 이상

연번	연도	과제명	발주처	과제 책임자 기본사항		연구기간	연구비 (백만원)	
				성명	소속			
1	2008	첨단장비활용 청소년활동 지원사업	교육과학기술부	이석훈	전자현미경연구부	2008. 1. 1	2008. 12. 31	1,000
2		장비/기자재 공동활용관리지원서비스 구축	교육과학기술부	구중익	정책연구부	2008. 1. 1	2008. 12. 31	783
3		하이테크부품소재연구지원센터설치운영사업	산업자원부	정의덕	부산센터	2008. 7. 1	2009. 6. 30	7,049
4	2009	첨단장비활용 청소년활동 지원사업	교육과학기술부	황기동	대외협력부	2009. 1. 1	2009. 12. 31	800
5		장비/기자재 공동활용관리지원서비스 구축	교육과학기술부	김동우	국가연구시설장비진흥센터	2009. 1. 1	2009. 12. 31	968
6		분석과학기술 전문대학원 학연협력 연구	교육과학기술부	김윤중	전자현미경연구부	2009. 4. 1	2010. 2. 28	2,000
7		다공성 나노재료를 이용한 수소저장기술개발	교육과학기술부	김해진	물성과학연구부	2009. 5. 1	2010. 3. 31	800
8		하이테크부품소재연구지원센터설치운영사업	지식경제부	정의덕	부산센터	2009. 7. 1	2010. 6. 30	1,100
9		질량분석기반 신기술 융합형 진단기술 개발	교육과학기술부	유종신	질량분석연구부	2009. 7. 10	2010. 6. 30	1,317
10	2010	첨단장비활용 청소년활동 지원사업	교육과학기술부	이석훈	대외협력부	2010. 1. 1	2010. 12. 31	1,000
11		장비/기자재 공동활용관리지원서비스 구축	교육과학기술부	김동우	국가연구시설장비진흥센터	2010. 1. 1	2010. 12. 31	1,195
12		국가연구시설장비선진화지원사업	교육과학기술부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2010. 2. 2	2010. 12. 31	1,500
13		분석과학기술 전문대학원 학연협력 연구	교육과학기술부	박영목	질량분석연구부	2010. 3. 1	2011. 2. 28	2,990
14		다공성 나노재료를 이용한 수소저장기술개발	교육과학기술부	김해진	물성과학연구부	2010. 4. 1	2011. 3. 31	760
15		질량분석기반 신기술 융합형 진단기술 개발	교육과학기술부	유종신	질량분석연구부	2010. 7. 1	2011. 6. 30	1,630
16	2011	첨단장비활용 청소년활동 지원사업	교육과학기술부	홍석권	대외협력부	2011. 1. 1	2011. 12. 31	1,100
17		국가연구시설장비 공동활용서비스 구축(장비/기자재 공동활용관리지원서비스 구축)	교육과학기술부	김동우	국가연구시설장비진흥센터	2011. 1. 1	2011. 12. 31	1,370
18		분석과학기술 전문대학원 학연협력 연구	교육과학기술부	박영목	질량분석연구부	2011. 3. 1	2012. 2. 29	2,293
19		세포칩 기반 생체모방형 단백질 네트워크 탐색기술(SERS 이미징 HCS 융합 플랫폼 개발)	교육과학기술부	김수현	생명과학연구부	2011. 3. 1	2012. 2. 29	600
20		다공성 나노재료를 이용한 수소저장기술개발	교육과학기술부	김해진	물성과학연구부	2011. 4. 1	2012. 3. 31	680
21		국가연구시설장비선진화지원사업	교육과학기술부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2011. 4. 1	2012. 3. 31	1,500
22		질량분석기반 신기술 융합형 진단기술 개발	교육과학기술부	유종신	질량분석연구부	2011. 7. 1	2012. 6. 30	1,751
23	2012	첨단장비활용 청소년 과학활동 지원사업	교육과학기술부	홍석권	대외협력부	2012. 1. 1	2012. 12. 31	878
24		국가연구시설장비관리서비스구축	국가과학기술위원회	김동우	국가연구시설장비진흥센터	2012. 1. 1	2012. 12. 31	1,132
25		분석과학기술 전문대학원 학연협력 연구	교육과학기술부	박영목	질량분석연구부	2012. 3. 1	2013. 2. 28	2,293
26		세포칩 기반 생체모방형 단백질 네트워크 탐색기술(고감도 이미징 HSC 융합 플랫폼 개발)	교육과학기술부	김수현	생명과학연구부	2012. 3. 1	2012. 12. 31	600
27		다공성 나노재료를 이용한 수소저장기술개발(나노재료를 이용한 수소 저장재료 개발)	교육과학기술부	김해진	물성과학연구부	2012. 4. 1	2013. 3. 31	610
28		국가연구시설장비선진화지원사업	교육과학기술부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2012. 6. 1	2013. 3. 31	1,500
29		질량분석기반 신기술 융합형 진단기술 개발	교육과학기술부	유종신	질량분석연구부	2012. 7. 1	2013. 6. 30	1,667
30		메타볼로믹스와 생체영상 융합연구를 통한 심혈관계 질환의 다중 진단 및 치료 기술 개발(통합 대사체 연구기반 바이오마커 발굴 및 융합 영상진단 기술 개발)	기초기술연구회	황금숙	서울센터	2012. 7. 27	2013. 7. 26	550
31	2013	첨단장비활용 청소년 과학활동 지원사업	교육과학기술부	강재운	대외협력실	2013. 1. 1	2013. 12. 31	675
32		국가연구시설장비 관리서비스구축	국가과학기술위원회	김동우	국가연구시설장비진흥센터	2013. 1. 1	2013. 12. 31	1,100
33		분석과학기술 전문대학원 학연협력 연구	교육과학기술부	박영목	질량분석연구부	2013. 3. 1	2014. 2. 28	2,313
34		국가연구시설장비 선진화지원사업	미래창조과학부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2013. 4. 1	2014. 3. 31	2,000
35		CO2 지중저장 모니터링 기술 개발 및 현장 적용 미래창조과학부	이동호	환경과학연구부	2013. 6. 1	2014. 5. 31	535	
36		질량분석기반 신기술 융합형 진단기술 개발	미래창조과학부	유종신	질량분석연구부	2013. 7. 1	2014. 6. 30	1,599

연번	연도	과제명	발주처	과제 책임자 기본사항		연구기간	연구비 (백만원)	
				성명	소속			
37	2013	연구장비 엔지니어 양성사업	미래창조과학부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2013. 7. 1	2014. 7. 31	979
38		메타볼로믹스와 생체영상 융합연구를 통한 심혈관계 질환의 다중 진단 및 치료 기술 개발(통합 대사체 연구기반 바이오마커 발굴 및 융합 영상진단 기술 개발)	기초기술연구회	황금숙	서울센터	2013. 7. 27	2014. 7. 26	550
39		고감도 휴대용 유해 가스 측정 장치 개발(휴대용 기초기술연구회 유해가스 측정 장치 개발)	기초기술연구회	김현식	질량분석연구부	2013. 12. 16	2014. 12. 15	650
40	2014	국가연구시설장비관리서비스구축	미래창조과학부	김동우	국가연구시설장비진흥센터	2014. 1. 1	2014. 12. 31	1,054
41		국가연구시설장비선진화지원사업	미래창조과학부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2014. 4. 1	2015. 3. 31	2,000
42		메타볼로믹스와 생체영상 융합연구를 통한 심혈관계 질환의 다중 진단 및 치료 기술 개발(통합 대사체 연구기반 바이오마커 발굴 및 융합 영상진단 기술 개발)	국가과학기술연구회	황금숙	서울서부센터	2014. 7. 27	2015. 7. 26	550
43		연구장비 엔지니어 양성사업 총괄운영사업	미래창조과학부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2014. 8. 1	2015. 7. 31	688
44		고감도 휴대용 유해가스 측정장치개발(휴대용 유해가스 측정장치 개발)	국가과학기술연구회	김현식	질량분석연구부	2014. 12. 16	2015. 12. 15	650
45	2015	국가연구시설장비관리서비스구축	미래창조과학부	원동규	국가연구시설장비진흥센터	2015. 1. 1	2015. 12. 31	1,102
46		국가연구시설장비선진화지원사업	미래창조과학부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2015. 4. 1	2015. 12. 31	2,200
47		메타볼로믹스와 생체영상 융합연구를 통한 심혈관계 질환의 다중 진단 및 치료 기술 개발(통합 대사체 연구기반 바이오마커 발굴 및 융합 영상진단 기술 개발)	국가과학기술연구회	황금숙	서울서부센터	2015. 7. 27	2016. 7. 26	535
48		연구장비 엔지니어 양성 총괄운영사업	미래창조과학부	유경만	국가연구시설장비진흥센터	2015. 8. 1	2016. 4. 30	649
49		줄기세포 유래 맞춤형 융복합 NK세포치료제 개발(생체 이미지를 이용한 전임상 동물모델에서의 면역세포치료 효능 검증)	국가과학기술연구회	홍관수	바이오융합분석본부	2015. 10. 16	2016. 10. 15	850
50		자유형상 광부품 초정밀 가공공정 및 검사장비 개발(대면적 자유형상 및 나노미터급 미세표면 검사기 개발)	국가과학기술연구회	김건희	연구장비개발사업단	2015. 12. 21	2016. 12. 31	850
51		고도화된 실시간 분석 평가 기술을 적용한 웨어러블 전자기기용 500 mAh 급 자유변형 이차전지 개발	국가과학기술연구회	김해진	환경소재분석본부	2015. 12. 21	2016. 12. 31	910
52		비임상 시험용 인간 당쇄모사 모델마우스 개발(질량분석기술기반 모델 마우스 인간 당쇄 동질성 검증)	국가과학기술연구회	유종신	바이오융합분석본부	2015. 12. 21	2016. 12. 31	560
53	2016	국가연구시설장비선진화지원사업	미래창조과학부	권경훈	국가연구시설장비진흥센터	2016. 1. 1	2016. 12. 31	6,188
54		국가연구시설장비관리서비스 구축	미래창조과학부	권경훈	국가연구시설장비진흥센터	2016. 1. 1	2016. 12. 31	651
55		연구장비 엔지니어 양성 총괄운영사업	미래창조과학부	이주한	성과확산부	2016. 5. 1	2017. 2. 28	630
56		메타볼로믹스와 생체영상 융합연구를 통한 심혈관계 질환의 다중 진단 및 치료 기술 개발(통합 대사체 연구기반 바이오마커 발굴 및 융합 영상진단 기술 개발)	국가과학기술연구회	황금숙	서울서부센터	2016. 7. 7	2017. 7. 26	535
57		현장진단용 고감도 스크리닝 기술 개발	국가과학기술연구회	김승일	바이오융합분석본부	2016. 8. 1	2017. 7. 31	500
58		줄기세포 유래 맞춤형 융복합 NK세포치료제 개발(생체 이미지를 이용한 전임상 동물모델에서의 면역세포치료 효능 검증)	국가과학기술연구회	홍관수	바이오융합분석본부	2016. 10. 16	2017. 10. 15	750
59	2017	자유형상 광부품 초정밀 가공공정 및 검사장비 개발(대면적 자유형상 및 나노미터급 미세표면 검사기 개발)	국가과학기술연구회	김건희	연구장비개발본부	2017. 1. 1	2017. 12. 31	850

연번	연도	과제명	발주처	과제 책임자 기본사항		연구기간	연구비 (백만원)	
				성명	소속			
60	2017	고도화된 실시간 분석 평가 기술을 적용한 웨어러블 전자기기용 500 mAh 급 자유변형 이차전지 개발	국가과학기술연구회	김해진	전자현미경연구부	2017. 1. 1	2017. 12. 31	910
61		국가연구시설장비선진화지원사업	과학기술정보통신부	권경훈	국가연구시설장비진흥센터	2017. 1. 1	2017. 12. 31	6,188
62		연구장비 엔지니어 양성 총괄운영사업	과학기술정보통신부	이기욱	성과확산부	2017. 3. 1	2017. 12. 31	580
63		메타볼로믹스와 생체영상 융합연구를 통한 심혈관계 질환의 다중 진단 및 치료 기술 개발(통합 대사체 연구기반 바이오마커 발굴 및 융합 영상진단 기술 개발)	국가과학기술연구회	황금숙	서울서부센터	2017. 7. 27	2018. 7. 26	535
64		현장진단용 고감도 스크리닝 기술 개발	국가과학기술연구회	김승일	바이오융합분석본부	2017. 8. 1	2018. 7. 31	618
65		줄기세포 유래 맞춤형 융복합 NK세포치료제 개발(생체 이미지를 이용한 전임상 동물모델에서의 면역세포치료 효능 검증)	국가과학기술연구회	홍관수	바이오융합분석본부	2017. 10. 16	2018. 10. 15	750



## 6. 국내 MOU 체결 현황

협약기관	협약내용	협약일자	
공공기관	계룡산 자연사박물관	상호협력	2005. 4. 14
	광주광역시	노화연구기반 구축 및 관련 연구	2006. 4. 25
		노화연구 및 고령친화사업 육성	2016. 4. 5
		고자기장 R&DB센터 설립을 위한 협약	2017. 6. 21
		국가환경오염방지기술 및 환경오염평가기술 분야	2008. 4. 7
	광해방지사업단	국가환경오염방지기술 및 환경오염평가기술 분야	2008. 4. 7
	국가과학기술연구회	연구장비 공동활용 및 집적화 실천 협약	2015. 8. 31
	국가과학기술인력개발원	출연(연) 패밀리기업 역량교육 추진	2015. 7. 15
	국립과천과학관	과학문화 확산을 위한 전문인력 및 시설장비의 공동활용	2009. 6. 16
	국립대구과학관	과학기술 발전과 융복합적 인재육성, 과학문화 확산	2014. 8. 26
	국립중앙과학관	첨단과학정보 확산, 기초과학분야의 교육, 연구, 전시, 첨단기초과학 연구시설을 활용한 과학 대중화, 생활화, 과학문화행사 상호협력	2006. 5. 23
	국립환경과학원	공동연구, 인력교류 및 장비 공동활용	2012. 6. 27
	대구경북첨단의료산업진흥재단	글로벌 신약 및 첨단 의료기기 개발	2011. 7. 15
	대구광역시	전략소재관련 대형핵심연구장비 인프라 구축	2005. 8. 30
		국가이미징센터 및 대구센터 이전을 위한 업무협약	2014. 2. 20
	대덕밸리 기술거래지원센터	기술거래 업무협약	2005. 3. 22
	대전광역시	첨단의료복합단지 대전 유치	2008. 9. 4
		나노융합산업 Hub 대전 구현	2009. 2. 12
		첨단의료복합단지 의료연구개발지원기관 참여	2009. 6. 9
		대전지역 뿌리산업 육성을 위한 지원	2013. 7. 17
대전테크노파크	기술거래 활성화	2005. 3.18	
대전북부소방서	재난 관리체계 구축 및 안전문화 확산 위한 협약	2014. 12. 18	
부산과학기술협의회	상호협력, 동남권 지역의 과학 대중화 촉진과 과학문화 기반 확충	2006. 4. 15	
세종특별자치시교육청	공교육 활성화	2012. 10. 11	
신성장정책금융협의회	미래신성장분야 지원체계 구축	2016. 6. 27	
오송첨단의료산업진흥재단	글로벌 바이오신약 및 첨단의료기기 개발	2011. 7. 19	
제주국제자유도시개발센터	제주첨단과학기술단지 입주기업 지원	2011. 3. 21	
첨단부품소재클러스터 협의회	대덕 R&D 특구내의 첨단부품소재 클러스터를 혁신 클러스터로 육성	2005. 1. 31	
충청북도	한국기초과학지원연구원 오창센터설립에 관한 협약	2003. 11. 14	

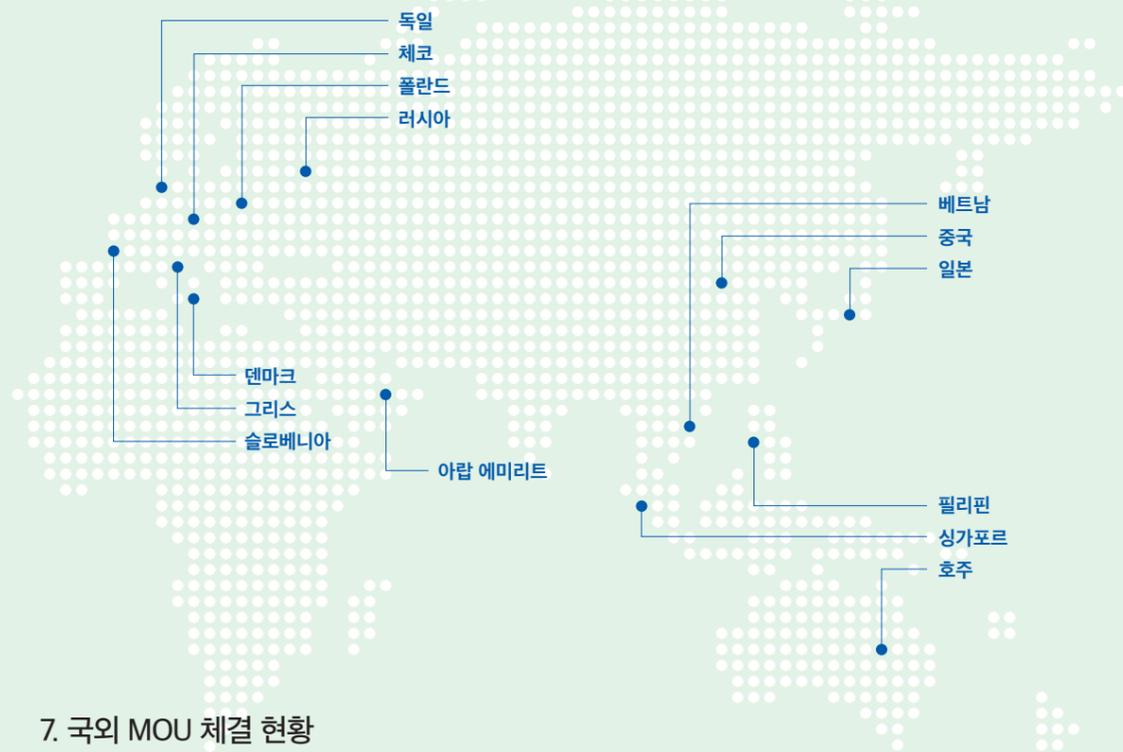
협약기관	협약내용	협약일자		
기업	충청북도와 첨단의료복합단지의 의료연구개발지원기관 설립 및 운영에 관한 투자의향서	2009. 3. 12		
	한국과학창의재단	과학기술 엠베서더 활성화 및 과학기술대중화 KOREKA 운동 동참 및 연수 운영을 통한 공교육 활성화	2005. 12. 22 2010. 3. 26	
	한국여성과학기술인지원센터	여성과학기술인 육성과 역량강화를 위한 상호협력	2016. 7. 1	
	한국투명성기구	윤리경영 및 청렴문화 확산	2013. 12. 17	
	한성백제박물관	학술교류 및 협력증진	2015. 11. 26	
	(사)한국분석과학기술협회	국가 연구장비 산업 경쟁력 증진	2017. 5. 23	
	(재)충북테크노파크	장비공동활용 및 업무협력	2007. 5. 16	
	LG 상남도서관	LG 상남도서관의 홈페이지에 기초(연) 장비정보 DB 서비스 제공 등	2001. 11. 1	
	메디스커브(주)	단백질간의 상호작용 탐색기술 사업화	2010. 1. 28	
	솔젠트(주)	생물분석과학분야의 현장 실무형 인재양성을 위한 업무협약	2015. 4. 28	
	인솔(주)	감염병 신속진단 공동연구 및 기술개발을 위한 협약	2017. 12. 14	
	(주)엔피씨	감염병신속진단 공동연구 및 기술개발을 위한 협약	2017. 12. 14	
	코리온시스템(주)	국내외의 첨단 과학·산업기자재 관련 분석·실험정보의 수집·제공 등	2001. 12. 5	
	(주)그린광학	나노메카트로닉스 전공(초정밀가공) 계약학과 설치·운영	2016. 6. 1	
	(주)바이오니아	연구장비 공동활용을 통한 기술사업화 및 산업협력 발전	2010. 12. 7	
	(주)셀테크놀로지	셀테크놀로지 기 초(연)에게 특허 양도(플라즈마 발생장치, 중성입자 처리장치) 및 공동연구	2005. 4. 14	
	(주)엔피씨	엔피씨가 소유한 나노분말 양산용 고주파 유도 플라즈마 반응로, 상자성 금은 분말, 나노입자 치약 조성물 관련 특허 공동출원, 금명철	2005. 4. 22	
	(주)풍산	초정밀 가공 분야 기술개발 및 업무협력	2007. 5. 10	
	대학교	강원대학교	춘천분소 설치 및 운영에 관한 협약서(춘천분소 설치) 학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2001. 11. 23 2002. 6. 29
		경북대학교	대구분소 설치 학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	1992. 3. 19 1999. 7. 16
고려대학교		서울분소 설치 학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	1992. 4. 2 1999. 7. 8	
공주대학교		학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2000. 5. 22	
광운대학교		학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2001. 6. 26	
광주과학기술원(GIST)		초고정밀도 자유형상 레이저 광학계 개발	2017. 7. 1	
동의대학교		기초과학, 플라즈마 및 가속기 분야 공동연구	1997. 6. 19	
부산대학교		부산분소 설치 학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	1992. 3. 19 1999. 7. 23	
		부산센터 설치운영을 위한 협정	2014. 10. 22	
		학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	1996. 7. 22	
성균관대학교		학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	1994. 11. 18	
성균관대학교 부설 진공기술연구소		진공기술, 표면분석, 플라즈마 분야 공동연구, 인력교류 등	2000. 5. 4	
세종대학교		학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2004. 3. 18	
순천향대학교		산학 협력 및 인턴십 협력	2012. 4. 5	
이화여자대학교		서울 서부센터 설치 및 운영협약	2012. 4. 5	

## 연구기관

협약기관	협약내용	협약일자
전남대학교	학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2014. 7. 25
	광주분소 설치	1992. 3. 18
	고령동물 생육실 설치·운영 협약	2009. 11. 20
	노화과학관련 대학원신설을 위한 협약	2014. 3. 6
전북대학교	진주분소 설치 및 운영에 관한 협약서(진주분소 설치)	1999. 12. 10
	한국 과학교사 첨단과학교육 협력	2007. 7. 31
	학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2014. 5. 30
제주대학교	학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	1999. 4. 23
조선대학교	학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2000. 2. 17
	고령동물 생육시설 설치·운영에 관한 연구협력 및 업무교류	2008. 8. 20
충남대학교	학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	1999. 5. 29
	분석과학기술대학원 설립추진	2008. 7. 1
	광역경제권 선도산업 인재양성사업 추진	2009. 4. 22
충북대학교	학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2009. 2. 27
	충청권 인재양성과 산학연협력 활성화	2012. 2. 20
	과학장비 개발 및 활용 육성에 필요한 인프라의 구축 및 공동연구	2014. 4. 15
한국교원대학교 WISE 충북지역센터	충청북도권내의 과학문화 진흥과 과학분야 인력양성사업 수행	2010. 4. 23
한국과학기술원(KAIST)	기술협력을 위한 협정서(기초과학, 플라즈마 및 핵융합 공동연구)	1999. 12. 30
	융합연구정책센터 설립 및 운영 지원	2012. 8. 23
	연구장비 공동활용 및 학·연 협력 촉진	2010. 12. 30
한밭대학교	초정밀가공 및 연구장비공동활용	2007. 11. 19
	2단계 산학협력중심대학 육성사업 참여기관 협약서	2009. 4. 28
호남대학교	상호 협력	2007. 6. 19
호서대학교	천연물 의약품 소재 제형 표준화 센터 건립	2015. 7. 21
	학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	2001. 10. 26
홍익대학교	학연 협동연구, 석박사학위과정 설치 및 상호협력	1999. 8. 23
광주광역시 보건환경연구원	바이러스 재난과학 연구협력, 공동연구, 인력교류 및 장비 공동활용	2013. 04. 25
국립과학수사연구소	과학수사와 기초과학 분야의 진흥과 발전	2010. 02. 11
국가핵융합연구소, 한국생명공학연구원, 한국한의학연구원	공동 직장어린이집 설립 및 운영	2015. 08. 19
극지연구소	상호 협력	2005. 11. 23
세계김치연구소	기초과학 발전 및 김치산업 발전을 위한 업무 협약	2015. 2. 24
세계유산한라산연구원	제주지역 지질·환경·생물자원의 학술조사 연구 및 활동협력	2016. 4. 18
안전성평가연구소	독성평가 및 분석지원 분야 연구장비 전문인력 양성을 위한 협약	2016. 8. 31
포항가속기연구소	기초과학, 플라즈마 및 가속기 연구, 반도체 분야 공동연구	1994. 11. 25
	포항가속기연구소 내 빔라인 설치운영을 위한 업무 협약	2014. 12. 23
한국건설생활환경시험연구원	정밀시험분석기술의 향상 및 시험방법 표준화 공동연구	2012. 4. 18
한국과학기술정보연구원	대형 연구장비·시설 공동활용 활성화 및 대용량 실험데이터 분석환경 구축	2016. 12. 13

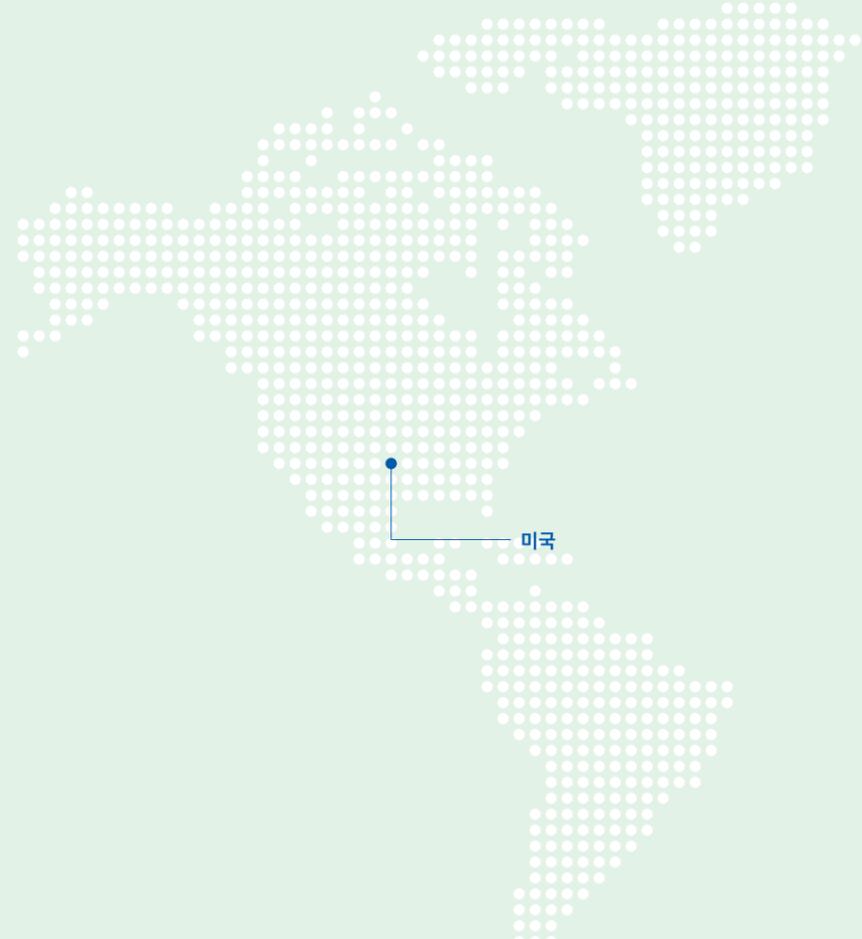
협약기관	협약내용	협약일자
한국산업기술진흥원, 한국과학기술연구원, 한국기초과학지원연구원, 한국생명공학연구원, 한국생산기술연구원, 한국건설기술연구원, 한국표준과학연구원, 한국지질자원연구원, 한국에너지기술연구원, 한국전기연구원, 한국화학연구원, 한국원자력연구원, 국가핵융합연구소, 재료연구소, 자동차부품연구원, 전자부품연구원, 포항산업과학연구원, 한국광기술원, 한국세라믹기술원	우수 미활용 기술 나눔 및 사업화 지원을 위한 업무협약	2015. 6. 26
한국생명공학연구원	학술·연구 교류 협정서	2005. 3. 18
한국전기연구원	기술개발 및 업무협력	2007. 3. 13
한국지질자원연구원	대형연구장비 공동활용, 지구과학 관련 기초기반기술 연구	2006. 6. 23
한국표준과학연구원	대형 반사경 가공 및 대형 광학계 개발과 관련한 상호협력, 첨단연구장비 개발 및 국내연구장비산업 진흥을 위한 협약	2016. 9. 1
한국해양과학기술원	해양과학기술분야 발전과 연구경쟁력 제고를 위한 상호협력	2016. 10. 19
고려대학교 의과대학 부속병원	의료기기 개발 및 사업화를 위한 연구전반 협력	2014. 5. 22
구례군, 호남대학교, (주)농업회사법인 구례삼촌	썩부름이 산업 활성화를 위한 교류협력	2016. 8. 25
국가과학기술연구회, 정부출연연구기관, 한국산업은행	출연(연) 기술사업화 지원 프로그램 운영을 위한	2017. 11. 21
국립문화재연구소, 분석과학기술대학원(GRAST)	국가 문화재 분석 공동연구 및 인재양성을 위한 협약식	2015. 6. 16
국방부 유해발굴감식단, 국가과학수사연구소	6·25전사자 신원확인 및 과학수사 발전을 위한 공동연구 협약	2017. 10. 26
국회의원 배은희	실험동물의 복지 및 안정성 확보, 윤리의식 확산	2011. 7. 22
법무법인 안세	특허, 기술이전 자문 및 신기술 개발 촉진	2012. 12. 5
부산광역시 외 16개 기관	차세대 전력반도체 기술개발 및 기반구축 사업	2014. 10. 8
연세대학교 의료원	의과학분야 공동연구	2014. 10. 23
영월청정소재산업진흥원, 한국메탈실리콘	희소금속 제품화 및 사업화를 위한 공동연구	2016. 6. 15
전북대학교병원	썩쓰기무시 조기진단 차세대 기술개발	2016. 10. 25
정부출연기관 14개 기관, 극지연구소	국가 극지연구 융합/협력 활성화를 위한 업무 협약	2015. 7. 9
충북지방중소기업청, 충청창조경제혁신센터, (사)중소기업기술혁신협회충북지회, (사)중소기업융합충북연합회, (사)충북우수중소기업협의회	중소기업 기술이전 및 사업화 촉진을 위한 업무 협약	2015. 4. 7
충청북도, 청주시청	동위원소 방사능 분석 융복합 연구시설 구축	2017. 5. 1
한양대학교 산학협력단장	Clean 협력업체 인증서	2010. 2. 5

## 기타



7. 국외 MOU 체결 현황

	기관명(종합)	기관명(영문 종합)	체결일자	
UAE	마스다르과학기술대학원	Masdar Institute of Science and Technology	2015. 3. 4	
	석유대학	Petroleum Institute University and Research Center	2014. 9. 16	
그리스	국립과학연구소 데모크리토스	National Center for Scientific Research Demokritos(NCSR Demokritos)	2011. 6. 10	
덴마크	비도어 병원	Amager and Hvidovre Hospital	2016. 12. 22	
독일	막스플랑크태양계연구소	Max Planck Institute for Solar System Research	2017. 3. 22	
러시아	카잔대학교	Kazan Federal University (구 Kazan State University)	2007. 1. 15	
미국	국립고자기장연구소	National High Magnetic Field Laboratory(NHMFL)	2002. 10. 28	
	로렌스 리버모어 국립연구소 가속질량분석센터	Lawrence Livermore National Laboratory(LLNL) Center for Accelerator Mass Spectrometry	1994. 6. 7	
	메사추세츠 의과대학	University of Massachusetts Medical School(UMMS)	2012. 2. 2	
	솔크연구소	The Salk Institute for Biological Studies(SIB)	2006. 5. 11	
	아리조나대학교	University of Arizona	2014. 3. 6	
	일리노이대학교 어버나 샴페인	University of Illinois at Urbana,Champaign	1995. 8. 9	
	천문연구대학연합	Association of Universities for Research in Astronomy(AURA)	2017. 3. 22	
	캘리포니아대학교 샌디에이고 캠퍼스	University of California, San Diego(UCSD)	2003. 5. 27	
	캘리포니아대학교 버클리 캠퍼스	University of California, Berkeley	1996. 10. 1	
	텍사스주립대학교 보건과학대학	University of Texas Health Science Center at Tyler	2013. 11. 15	
	하버드의대 부속병원 마르티노센터	Athinoula A. Martinos Center for Biomedical Imaging	2013. 9. 12	
	베트남	베트남인증센터	Vietnam Certification Center	2017. 3. 29
		재료과학연구소	Institute of Materials Science(IMS)	2012. 1. 30
해양생화학연구소		Institute of Marine Biochemistry(IMBC)	2011. 10. 21	



	기관명(종합)	기관명(영문 종합)	체결일자
슬로베니아	요제프 스테판 연구소	Jozef Stefan Institute(JSI)	2007. 3. 26
싱가포르	생물공정기술연구소	Bioprocessing Technology Institute	2014. 2. 12
영국	러더포드 애플턴 연구소	Rutherford Appleton Laboratories	1994. 6. 22
	마이크로매스	Micromass UK	2002. 5. 28
	연구위원회 중앙연구소 위원회	Council for the Central Laboratory of the Research Councils	1999. 9. 24
일본	이화학연구소 요코하마 캠퍼스	RIKEN Yokohama Campus	2006. 12. 26
	교토대학교 신에너지연구소	Kyoto University Institute of Advanced Energy	2000. 9. 1
	국립기초생물연구소	National Institute for Basic Biology(NIBB)	1997. 9. 25
	국립생리학연구소	National Institute for Physiological Sciences(NIPS)	2008. 3. 7
	국립물질과학연구소	National Institute for Materials Sciences(NIMS)	2003. 10. 27
	오사카대학교	Osaka University	2003. 10. 29
중국	이화학연구소	RIKEN	2017. 9. 6
	북경대학교 중이온물리연구소	Peking University Institute of Heavy Ion Physics	1995. 5. 10
체코	과학장비연구소	Institute of Scientific Instruments(ISI)	2015. 12. 2
	카렐대학교	Charles University, Prague	2016. 4. 14
	힐라세센터	HiLASE Center, FZU	2017. 7. 28
	ELI 빔라인	Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences(ELI,FZU)	2017. 1. 11
폴란드	아담 미츠키에비치 대학	Adam Mickiewicz University(AMU)	2011. 6. 14
필리핀	북일로코스 주정부	Provincial Government of Ilocos Norte	2016. 8. 18
호주	울런공대학교	University of Wollongong	2013. 9. 3
	호주국립대학교	Australian National University(ANU)	2007. 3. 30

# 1986

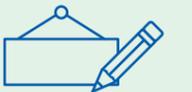
연도	월	일	내용
1986	6	20	2000년대를 향한 정부의 과학기술 발전 장기계획 수립시 기초과학연구소 설립 검토
1987	10		과기처에서 전국공동이용 기초과학연구소 설립 조사연구 추진
	12		기초과학연구소 설립을 위한 자원 확보(1988년 과학재단 예산 50억원)
1988	2	10	과학기술단체총연합회에서 연구장비운영공동기구 설치 건의
<b>1988. 4.</b>	4		<b>1988년 과기처 주요업무계획 보고서 '기초과학연구지원센터(가칭)' 설립을 대통령께 보고</b>
	7	12	과기처에서 한국과학재단에 '기초과학연구지원센터' 설립하도록 통보
<b>1988. 8. 1</b>	7	30	<b>한국과학재단 제33회 이사회에서 기초과학연구지원센터 설립 의결</b>
	8	1	<b>한국과학재단 부설 '기초과학연구지원센터'로 설립</b>
	8	1	한국과학기술단체 총연합회에 임시사무실 개설
	8	1	초대 소장 김현남 박사 취임
	9	12	과천시 중앙동 고려빌딩(301호)에 사무실 개설
	12	12	1988년 특별외화대출(500만불)로 1차 기기구매 공개입찰 실시
	12	22	한국과학재단 제34회 이사회에서 1989년 센터 기본운영계획 의결 및 센터 운영협의회 설치
1989	5	15	특별외화대출 700만불(1988년 및 1989년)을 확보하여 연구장비 36종 도입 추진
	6	7	대덕연구단지에 대덕본소 건설부지(3만 2,765평) 확보 (KAIST 부지 무상양여)
	6	9	최초의 연구기기 도입계약체결 완료, 기기도입 개시
	8	16	센터 운영의 핵심 의결기구인 센터 운영협의회 위원 위촉
	8	19	별정직 책임연구원(기초과학분야 대학교수) 11명 위촉
	9	1	서울 대치동에 청사 개설(신사 제2빌딩 4~5층) 및 기기수요 조사 등 연구장비 도입 등 본격적인 업무 시작
	10	17	제1회 센터 운영협의회 개최
	12	18	기초과학연구진흥법(법률 제4196호) 제정, 기초과학연구지원기관의 설치·운영 근거 마련
1990	8	10	과기처 장관에게 '기능정립 및 지역분소 설치 추진사항'을 보고하여 확정
	9	10	정근모 과기처 장관, 센터 내방
	9	29	1990년 특별외화대출 250만불 확보로 연구기기 6종 도입 추진
	9	29	기초과학연구진흥법 시행령(대통령령 제13171호) 제정 - 지역분소 설립근거 마련
	12	1	대덕 본부 건설공사 기공식
	12	27	한국과학재단 제46회 이사회에서 대형공동연구기기부 신설 등 조직개편 승인
1991	2	4	IBRD 본부(워싱턴) 방문 1,500만불 차관도입 협의
	6	3	IBRD 공공차관 1,500만불 협정체결 연구기기 59종 도입 추진
	7	26	IBRD 차관 재무부와 전대계약 체결
	8	1	제2대 소장 강박광 박사 취임
	10	17	정부출연기관 기능재정립 및 운영 효율화 방안에 따라 한국표준과학연구원 직속기초과학지원센터'개편
<b>1991. 12. 26</b>	11	14	MIT대학 플라즈마 센터 방문 TARA 연구시설 양여 절차 및 조건에 관한 행정약정 협의 및 서명
	12	26	<b>한국표준과학연구원 제48차 정기이사회에서 기초과학지원센터 4개 지역분소 설치(안) 의결</b>
1992	2	26	서울분소 현판식(고려대학교) 및 분소설치 협약 체결
	2	26	플라즈마 공동연구시설 설치사업 추진계획을 과기처에 보고(미국 MIT대 Tandem Mirror 장치 무상양여)



# 1992

# 1992

연도	월	일	내용
	3	18	광주분소 현판식(전남대학교) 및 분소설치 협약 체결
	3	19	부산분소 현판식(부산대학교) 및 분소설치 협약 체결
	4	2	서울분소 현판식(고려대학교) 및 분소설치 협약 체결
	4	13	대구분소 현판식(경북대학교) 및 분소설치 협약 체결
	4	13	대구분소 현판식(경북대학교) 및 분소설치 협약 체결
	10	13	서울분소 신축 기공식(김진현 과기처 장관 축사) 및 과기처 출입 기자단 기자회견
	11	25	IBRD에서 2,000만불 차관 제공 사전평가를 위해 내방(Mr. Desa)
	12	30	대덕 본소 건설 완공
1993	4	15	제3대 소장 박병권 박사 취임
	5	15	한국표준과학연구원 부설 '기초과학지원센터'로 승격
	7		대치동에서 대덕본소로 이전 시작(8월 종료)
<b>1993. 10. 16</b>	10	16	<b>기초과학지원센터 대덕본소 준공식</b>
	11	22	서울분소 준공식(김시중 과기처 장관, 김진형 전 과기처 장관, 김희집 고려대 총장 등 참석)
1994	5	17	IBRD Consultant Mr. Sung 내방
	6	23	영국 DRAL/미국 LLNL과의 공동연구 협정 체결
	6		IBRD 공공차관(1,500만불 및 2,000만불) 장비 도입 완료로 총 182종 장비 확보
	9	1	센터이전 1주년 기념 체육대회
	9	29	미국 LLNL(Lawrence Livermore National Laboratory)의 Dr. John Southon(AMS Director) 내방
	10	1	600 MHz NMR 도입
	11	25	포항가속기연구소와 협력약정서 체결
1995	1	13	제4대 소장 최덕인 박사 취임
	2	17	슬로베니아 과기부 장관 일행 내방
	2	27	연구기반 특수설비동 준공
	3	31	표준(연) 제62차 정기이사회에서 '기초과학지원센터'에서 '기초과학지원연구소' 로 명칭 변경 의결
<b>1995. 4. 1</b>	4	1	<b>'기초과학지원센터'에서 '기초과학지원연구소' 로 명칭 변경</b>
	4	7	IAEA(국제원자력기구) 사무총장 한스 블릭 내방
	4	20	기초과학지원연구소로 명칭 변경 현판식
	5	11	한·중 플라즈마물리분야 연구협력약정 체결
	6	8	프린스턴 플라즈마물리연구소(PPPL)와 협정체결
	6	21	플라즈마 공동연구시설 종합준공식 정근모 과기처 장관 및 주요인사 내방
	8	9	미국 University of Illinois at Urbana-Champaign과 상호 협력 MOU 체결
	8	31	아시아·태평양 국회의원연맹(APPU) 각국 대표단 일행 내방
	10	7	핵융합기술 연구기획공회 개최
<b>1995. 12. 27</b>	12	27	<b>표준(연) 제67차 이사회에서 '핵융합연구개발사업단' 신설 의결</b>
	12	29	국가핵융합연구개발위원회에서 국가핵융합연구개발 기본계획 확정(투자규모 1,500억원)
1996	1	13	핵융합연구개발사업단 현판식
	3	6	일본 국립핵융합과학연구소와 협정체결
	3	13	이수성 총리, 정근모 과기처 장관, 심대평 충남지사 내방



# 1996

# 1996

연도	월	일	내용
	5	15	IBRD Mission 연구소 일행 내방
	6	14	한·미 핵융합 연구협력 시행 약정 체결(미, 워싱턴)
	7	22	성균관대 학연산 협동연구 석·박사과정 설치 협정 체결
	9	30	영국과학기술처 장관 Ian Taylor 내방
	11	1	부산분소 신규건물 입주식
	11	6	KSTAR 장치 설계관련 Wokrshop을 미국 PPPL에서 개최(11. 6 ~ 8)
	12	28	표준(연) 제70차 이사회 핵융합건설본부 신설(1997. 1. 1) 의결
1997	2	15	연구소 Web 홈페이지 Best Web Korea에 선정 수상(경향신문사)
	2	17	이부식 과기처 차관 및 과학담당 기자단 미국 프린스턴 플라즈마 물리연구소 방문
	4	21	과학의 날 기념 포상 : 이정순 선임부장 국민훈장 목련장 수상 등
	5	15	러시아 쿠르차토프연구소와 핵융합 공동연구협력 약정 체결
	8	28	프랑스 까다리슈 핵융합 연구소와 플라즈마 핵융합 연구협력 약정 체결
	9	2	영국 켈럼 연구소와 핵융합 연구협력 약정 체결
	9	25	일본 기초생물과학연구소와 연구협력 약정 체결
	10	1	영국 Zellweger Analytics(Lachat)의 Dr. J. White와 D. Light 내방
	10	2	영국 VG Elemental 사장 John Kentle 내방
	11	13	태국 MTEC(National Metal and Materials Technology Center) 소장 및 일행 내방
	12	8	차세대 초전도 핵융합 연구장치(KSTAR) 공학 설계 평가회(12. 8 ~ 10)
1998	1	26	한미 과학기술협력 미국 대표단 일행 내방
	7	29	제5대 소장 이정순 박사 취임
	9	4	기초과학지원연구소 창립 10주년 기념식
	12	23	핵융합 특수 실험동 건설 기공식
1999	2	19	박익수 국가과학기술 자문위원회 위원장 내방
	4	21	조규향 청와대 교육문화수석비서관 일행 내방
	5	10	미국 University of Illinois at Urbana-Champaign과 상호협력 MOU 체결 연장
	5	20	<b>관련 법률(정출연법)에 의거 국무총리 산하 기초기술연구회 독립법인 '기초과학지원연구소' 출범</b>
	5	21	독립법인으로 변경에 따른 소장(이정순 박사) 취임식
	9	24	영국 CC LRC(Central Laboratory of the Research Councils)와 공동연구 협정체결
	10	12	국회 정무위원회 국회의원 일행 내방
	12	10	전주분소 개소식(전북대학교)
	12	30	한국과학기술원과 협정체결
2000	4	21	한국물리학회 주최 물리 홈페이지 경연대회 Physics Web 2000 최우수상 수상
	4	23	국한물성팀-서울대 복합다체계물성연구센터간 상호협력 체결
	9	18	한-EU 핵융합 워크숍(9. 18 ~ 20, 독일)
	9	27	일본 교토대학과 협정체결
	11	16	'European Fusion Expo' 행사 개최(11. 16 ~ 25)
	12	1	'European Fusion Expo' 행사 개최(12. 1 ~ 16)
	12	8	'HANBIT' 장치 10,000샷 기념 축하 행사
2001	1	1	<b>'기초과학지원연구소'에서 '한국기초과학지원연구원'으로 기관명칭 변경</b>

1999. 5. 20

2001. 1. 1



# 2001

연도	월	일	내용
	1	11	한국기초과학지원연구원 명칭변경에 따른 현판식
	2	27	스위스 과학국무장관 겸 연방과학기술청장 Charles Kleiber 등 과학기술 대표단 내방 국제 에너지기구(IEA) 핵융합 연구협정 가입
	4	19	러시아 Efremov 연구소와 핵융합 연구협정 체결
	6	25	천성순 국가과학기술 자문회의 위원장 내방
	8	1	강원분소 설치대학 발표 평가회 개최
	8	16	미국 Applied Biosystems사의 Proteomics Research Center와 상호 협력
	9	27	전윤철 기획예산처 장관 내방
	9	28	<b>김대중 대통령 내외 내방</b>
	11	23	강원대학교내 춘천분소 개소식
2002	2	27	미 대사관 환경과학기술팀 과학기술참사관 Mr. Bruce Howards 및 일행 내방
	5	14	직무발명경진대회 이상근 박사 은상 수상 - 특허청 주최/한국발명진흥회 주관
	5	22	제6대 원장 이정순 박사 취임
	5	28	핵융합 포럼 개최 - 핵융합에너지 전망과 대처방안(기초기술연구회 주최)
	7	1	국제 플라즈마 과학 및 기술 학술대회 연합 개최(7. 1 ~ 4) - Dr. F. Chang-Diaz가 「우주정거장에서 화성으로」 주제 발표(제주 서귀포 롯데 호텔)
	7	9	전북대학교내 전주분소 기공식
	8	9	제1회 고체상태 NMR 심포지움: 국내최초 600 MHz 고체 NMR 설치 기념
	9	5	핵융합 특수실험동 준공식
	9	26	노벨 물리학상 수상자 Sammual C.C. Ting 교수 일행 내방
	9	30	고체 600 MHz NMR 도입 완료
	10	28	미국 국립고자기장연구소와 상호협력체결
	11	1	2001년도 기관종합평가에서 최우수 기관으로 선정(국무총리 표창 수상)
2003	4	8	한국 핵융합협회의 창립 총회(서울 코엑스)
	5	14	한·미 정상, ITER 프로젝트 추진관련 양국 협력 증진 공동성명 발표
	5	16	한-EU 과기장관, ITER 프로젝트 추진 공조협약(벨기에 브뤼셀)
	5	27	미국 캘리포니아 샌디에고 대학(UCSD)과 상호협력 MOU 체결
	8	20	2002년도 정부 출연연구기관 종합평가에서 기관평가 우수(A) 등급 선정
	8	26	제2회 Fusion Expo 개최(8. 26 ~ 9. 7)
	10	26	일본 물질·재료연구기구 및 오사카대학과 공동연구 기술협력 양해각서 체결
	11	5	강원대학교내 춘천분소 준공식
	11	14	<b>오창과학산업단지내 연구원 부지 확보 등 충청북도와 협약체결</b>
	11	21	노벨 화학상 수상자 리하르트 R. 에른스트 교수 초청 강연회 개최 - NMR과 노벨의 영광
	12	1	그리드포럼 코리아 워크숍 개최(12. 1 ~ 2 서울) - HVEM의 e-Science 그리드 시스템 발표 및 시연
	12	4	과학기술연합대학원 대학교 출범 현판식
2004	2	20	<b>국가차원의 연구개발시설·장비부문 공동이용 조장·지원 전담기관으로 선정</b>
	4	2	초고전압 투과전자현미경 완공식(오명 과기부 장관, 박상대 기초기술연구회 이사장 참석)
	5	17	초고전압 투과전자현미경, 한-중국 간 원격제어 및 실험 성공
	7	27	2004년 국무총리상수상(김승일 박사)

2001. 9. 28

2003. 11. 14

2004. 2. 20



# 2004

# 2004

연도	월	일	내용
2005	9	22	노벨화학상 수상자 다니카 고이치 박사 초청 강연회
	12	10	차세대 자기공명장치 연구기반동(오창) 기공식(최석식 과기부 차관, 이원중 충북도지사 참석)
	2	28	플로리다 공동연구센터 개소식 개최(미국 국립고자기장연구소)
	3	17	전국과학기술노동조합 한국기초과학지원연구원 현판식 및 개소식
	4	18	생명공학연구원과 바이오마커 발굴 협력체결(한국생명공학연구원)
	4	28	노벨화학상 수상자 스위스 연방공과대학 쿨트 뷔트리히 교수 내방
	5	6	순천대학교내 순천출장소 개소식
	5	25	제7대 기초(연) 원장 강신원 교수 취임
	5		4.7 T MRI 도입
	7	8	국가 핵융합에너지개발 기본계획 공청회 개최
	7	25	혁신사례 우수상(국가적 대형장비와 인터넷의 결합) - 과학기술부장관 표창 수상
	8	25	이탈리아 마리오 네그리 수드 연구소(CMNS)와 협력체결
	8	30	대구광역시와 '전락소재 대형연구장비 구축' 협력의향서 체결
	9	13	기초기술연구회 제66회 임시이사회에서 부설기관 '핵융합연구센터'와 '국가수리과학연구소' 설립 승인
	10	1	부설 설치 및 핵융합연구센터 초대 소장 신재인 박사와 국가수리과학연구소 초대 소장 조용승 교수 선임
	10		전주센터 신축건물(생명과학관) 이전
	11	25	연구부서 오창으로 이전
	12	22	한국과학문화재단과 기관과학기술엠베서더 상호협약서 체결 및 과학기술엠베서더 현판식 개최
	2006	12	
1			광주센터 퇴행성질환 재생 연구장비 구입운영사업 개시(~ 현재)
2		20	'노벨상 수상 R. 에른스트 교수 초청 강연회 개최(2. 20 ~ 21)
3		10	<b>부설 국가수리과학연구소 개소식</b>
3		31	<b>부설 핵융합연구센터 현판식</b>
3		31	전주센터 전북대학교내 신축건물 이전 기념식
4		17	첨단자기공명연구동(오창) 준공식(박영일 과기부 차관, 이원중 충북도지사 참석)
4		21	혁신사례 우수상(데이터에 가치를 넣어 드립니다) - 과학기술부장관 표창 수상
4		25	광주광역시와 노화 연구기반 구축 및 관련연구를 위한 협약 체결
5		9	미국 국립고자기장연구소와 고자기장 자석 관련 연구협력 체결
5		11	미국 슬크연구소 공동 연구협약 체결
6		7	강릉대학교내 강릉출장소 개소식
7		14	부산센터, 부산지방 식약청과 연구장비 공동활용 MOU 체결
8		9	춘천센터, 부산대-프라운호프 IGB 국제공동연구소와 양해각서 체결
9		14	강릉출장소, 해양바이오·신소재 클러스터 사업단과 상호협력 체결
9		15	춘천센터, 강원대학병원과 양해각서 체결
9		19	정우택 충북도지사 내방(오창)
10		9	서울센터, 뉴욕대학 연성물질연구센터와 양해각서 체결
10		23	순천출장소, 중국 College of Chemistry Beijing Normal University와 양해각서 체결

2006. 3. 10  
2006. 3. 31



# 2006

연도	월	일	내용	
2007	10	31	춘천센터, 강원대학교 혈관연구센터와 양해각서 체결	
	11	3	순천출장소, 일본 Department of Materials Science and Engineering Kyoto University와 양해각서 체결	
	12	26	일본 RIKEN 요코하마 연구소 유전과학센터와 양해각서 체결	
	3	21	러시아 타타르스탄 공화국 카잔대학(총장 막코수살라코프)과 MOU 체결(러, 카잔대학)	
	3	26	슬로베니아 국립 요제프스테판 연구소(소장 Jadran Lenaric)와 MOU 체결	
	3	30	호주국립대(총장 Ian Chubb)와 MOU 체결	
	4	21	제40회 과학의 날 국무총리표창 수상(김은희 선임연구원)	
	5	10	기초(연) 별관 준공식	
	8	9	부산센터 하이테크부품소재연구동 준공 및 입주	
	9	14	<b>부설기관 국가핵융합연구소 KSTAR 완공식 - 노무현 대통령 내방</b>	
	9	18	제8회 중소기업기술혁신대전 대학1연구기관 부분 대통령표창 수상(서울 코엑스)	
	10	8	한국-프랑스 공동 고체 NMR 워크숍(10. 8 ~ 10)	
	11	29	정부출연연구기관평가 - 대통령 표창(김윤중 박사), 국무총리 표창(김해진 박사)	
	2008	1	2	'KBSI 현장 및 고객 현장' 선포식
		4	3	제주대학교내 제주센터 설치 협약 체결
		4	16	제주대학교내 제주센터 개소식
		4	21	제41회 과학의 날 기념 과학교육진흥 유공자 표창 수상(이석훈 박사 등)
		4	24	초정밀동위원소분석연구동(오창) 건설공사 기공식(유희열 기초기술연구회 이사장, 정우택 충북도지사 참석)
		5	26	제8대 원장 박준택 교수 취임
6		18	중국칭화대학교 교수일행 내방	
7		1	충남대학교와 분석과학기술대학원 설립 양해각서 체결	
7		15	한국과학기술단체총연합회 주관 제18회 과학기술우수논문상 수상자 선정(이광식 박사)	
8		4	제1회 주니어닥터 개최(8. 4 ~ 14)	
8		28	창립 20주년 기념식	
9		8	러시아카잔대학 총장 일행 내방	
11		3	2008년 대한민국과학문화상 이달의 과학문화인상 수상(이석훈 박사)	
11		5	제주센터 JDC 입주 협약 체결	
12		4	첨단질량분석기연구동 준공식	
12		4	세계 최고성능 초고분해능 질량분석기 준공식	
12		8	KOLAS 인정 현판식(방사성물질, 폐수·폐기물, 수질, 토양 4개 분야)	
12		17	2008년 과학기술창의성 교육과학기술부장관 표창 수상	
12		18	제2회 다빈치상 및 추임새상 기초기술연구회 대상 수상(이기라 박사)	
12	26	기관평가결과 유공자 대통령 표창(기관), 과학기술훈장 진보장 수상(한옥희 박사)		
12	31	2008년 KBSI인상 수상(이광식 박사)		
2009	1	12	서울센터 조동현 소장 임명	
	3	6	<b>분석과학기술대학원 개원식</b>	
	4	21	제42회 과학의 날 훈장 수상(원미숙 박사), 국무총리 표창 수상(이주한 박사)	

2007. 9. 14

2009. 3. 6



# 2009

2009. 9. 25

연도	월	일	내용
	6	11	아제르바이잔 국립학술원장 Dr. Mahmud Karimov 내방
	6	15	산학협력팀, 산학협력력 활성화 UCC 경진대회 대상 수상
	7	3	부산센터 정옥상 소장, 순천센터 김병일 소장 임명
	9	4	국립과학수사연구소 정희선 소장 일행 내방
	9	25	<b>국가연구시설장비진흥센터(NFEC) 개소식</b>
	10	8	헝가리 국립과학원 Jozsef Palinkas 원장 내방
	12	1	한국연구재단 올해의 여성과학기술인상 수상(한옥희 박사)
	12	9	연구원 브로슈어, 대한민국커뮤니케이션대상 우수홍보물대상 수상
	13	31	2009년 KBSI인상 수상(유종신 박사)
2010	4	2	전국여성과학기술인센터의 '2010 여성과학기술인 친화적 우수기관' 표창 수상
	4	21	제43회 과학의 날 국무총리 표창 수상(권경훈 박사)
	4	22	제주센터 현명택 소장 임명장 수여식
	4	23	분석과학전문학술지 JAST 창간 기념식
	6	9	슬로베니아 요제프스테판연구소와 연구협약
	9	9	에라도르 과학기술 정책관 내방
	10	7	오창센터 초정밀동위원소 분석연구동 준공식
	11	15	국내 최초 고령동물생육시설 구축(광주센터)
	11	23	제1회 KBSI 국제자문회의
	12	8	KBSI 연보, 2010 대한민국 커뮤니케이션 대상
	12	30	연구윤리 우수기관 교육과학기술부장관 표창 수상
2011	3	17	베트남 VAST-IMBC 대표단 내방
	3	18	오송첨단의료산업진흥재단 윤여표 이사장 내방
	3	31	제2회 KBSI 국제자문회의
	4	7	오창센터 개소식
	4	21	제44회 과학의 날 대통령 표창(유종신 박사), 국무총리 표창(황금숙 박사) 수상
	5	24	제9대 원장 박준택(연임) 취임
	7	15	대구경북의료산업진흥재단과 협약식
	7	19	오송첨단의료산업진흥재단과 협약식
	8	23	분석과학기술대학원 애질런트사 당분석 연구교육센터 협약식
	8	30	중소기업기술혁신대전 산학연 유공 대통령 표창 수상(김건희 박사)
	9	14	부설기관 핵융합연구소 권면 소장 임명
	11	4	한국연구재단의 '여성과학기술인 친화적 기관 혁신사업 우수기관' 표창
	11	5	부산센터(부산대학교내에서 지사과학산업단지) 이전
	11	10	제1회 KBSI 이미징 장비교육 스쿨
	11	12	WISET 여성과학기술지원 우수기관 표창 수상
	11	15	<b>제1회 분석과학기술 국제심포지엄 개최(11.15 ~ 17)</b>
	12	31	2011년 KBSI인상 수상(김수현 박사)
2012	2	20	한국자기공명학회주관 제1회 이조웅 학술기념상 수상(한옥희 박사)
	3	14	오창센터 재난분석과학연구단 현판식

2011. 11. 15



# 2012

연도	월	일	내용
	4	20	제45회 과학의날 대통령표창(이광식 박사, 윤혜은 박사) 수상
	10	9	KBSI SHRIMP 설치 3주년 기념 제12차 연대측정 심포지움
	11	30	한국연구재단의 제12회 올해의 여성과학기술자상(원미숙 박사) 수상
	12	4	이화여자대학교내에 서울서부센터 설치
	12	06	광주센터 2012 퇴행성질환 연구사업 심포지움(전남대 응지관 광주은행홀)
	12	31	2012년 KBSI인상 수상(한옥희 박사)
2013	2	7	제10대 원장 정광화 박사 취임
	2	27	(주)저스텍과 기술이전 협약
	3	11	이용자 장비교육 실시
	6	26	찾아가는 기술이전 설명회 개최
	7	29	분석과학기술대학원과 미국 로체스터 대학교 업무협약 체결
	9	3	호주 울런공대학교와 MOU 체결
	9	12	미국 하버드의대와 MGH 체결
	11	13	제2회 분석과학기술 국제심포지엄 개최(11. 13 ~ 14)
	11	13	광주센터 2013 퇴행성질환 연구사업 심포지움(조선대학교 중앙도서관 세미나실)
	11	14	2013 KBSI 메타볼로믹스 심포지엄 개최
	12	2	(주)모두테크놀로지과 기술이전 협약
	12	4	2012 연보 뉴욕페스티벌 해외특별상 수상
	12	6	CI 변경
	12	16	광주센터 고령동물생육시설 가동
	12	31	2013년 KBSI인상 수상(홍관수 박사), 기초기술연구회 우수신진연구원상 수상(김건화 박사)
2014	1	27	센텍(주)과 기술이전 협약 체결
	2	12	싱가포르 BTI와 MOU 체결
	3	21	과학장비개발을 위한 공동워크숍 개최
	5	22	제1회 KBSI SIMS School
	5	22	고대안암병원과 업무협약 체결
	6	13	(주)한국질량분석기술과 기술이전 협약
	6	25	제2회 KBSI SIMS School
	7	1	이화여자대학교내 서울서부센터 개소식
	7	16	(주)이공교역과 기술이전 협약
	7	22	MRI연구동(오창) 준공식
	8	18	2014 Geochronology School
	9	9	베트남 과학기술아카데미, ITT 연구소장 내방
	9	11	미국 국립고자기장연구소 Users Advisory Committee 위원(활동기간: 2014 ~ 2018년 기준)으로 선정(한옥희 박사)
	9	16	UAE(아랍에미리트연합국) 석유대학과 MOU 체결
	9	17	한국(한밭대), 일본(이와테대), 중국(대련이공대), 말레이시아(파항대) 부총장 및 교수 기관 견학
	9	22	(주)윤슬과 기술이전 협약
	9	22	KBSI-생명(연)-핵융합(연) 공동 직장 어린이집 설립 협약식

# 2014

# 2014

연도	월	일	내용
10	6		전주센터 ISO9001 인증 획득
10	22		국가적 생물재난 공동대응을 위한 업무협약 체결 -KBSI 재난분석과학연구단-전남대 농생명재난과학연구센터-전북대 기능성식품임상지원센터
10	28		KBSI 연구장비 유지보수센터 개소
10	29		부산센터 동남권 중소기업 R&D지원센터 개소
11	7		공공기관 인적자원개발 우수개발(Best HRD) 인증 획득
11	20		제3회 분석과학국제컨퍼런스 개최(11. 20 ~ 21)
11	25		KBSI 바이오·의약분야 장비 및 기술설명회 개최
11	28		광주센터 2014 퇴행성질환 연구사업 심포지움(전남대학교 공과대학 5호관 세미나실)
12	17		국내 최초 스마트 실험실 기반 분석지원서비스 운영
12	23		2014 대한민국 교육기부대상 수상
12	23		PAL(포항가속기연구소) 내 KBSI 빔라인 설치·운영을 위한 협약 체결
12	23		전남대학교-㈜솔젠트 기술이전(노로바이러스 신속농축기술) 협약식
2015	2	5	인력관리 우수기관 미래창조과학부장관 표창 수상
	2	7	부원장 신설 및 조직개편
	3	4	UAE 마스다르과학기술대학원과 MOU 체결
	4	29	노로바이러스 진단기술 R&D 인재 양성을 위한 UST 계약학과 설치관련 협약 체결
	5	20	7 T MRI 도입
	6	16	국립문화재연구소-GRAST와 국가문화재 분석 공동연구 및 인재양성을 위한 협약 체결
	7	6	영화 '명량' 김한민 감독 KBSI 방문
	7	8	이화여대 자기공명 융복합소재 학연공동연구센터 현판식
	7	20	연구장비전문가 민간자격증 등록
	7	24	Texas A&M TEES와 국제공동연구 협약
	7	28	미국 국립고자기장연구소(NHMFL)와 MOU 체결
	8	18	북미한인교수협회 이강원 회장 대덕본원 내방
	8	18	한맥전자(주)와 기술이전 협약
	8	19	공동직장 어린이집 설립 및 운영을 위한 협약식 - KBSI, 핵융합(연), 생명(연), 한의학(연)
	10	7	제4회 분석과학국제컨퍼런스 개최(10. 7 ~ 8)노벨상 수상자 아론 시카노버 초청 강연
	10	13	UAE 석유대학 총장 내방
	10	16	2015 고자기장 기술 포럼 개최
	10	21	체코 공화국 과기대표단 내방
	11	9	제1회 IGS(International Geochronology School)
	11	9	2015 국제연대측정스쿨 개최
	11	17	품질경영시스템 ISO9001 인증 획득
	11	19	사대덕이노폴리스벤처협회 내방
	11	24	포항가속기연구소 빔라인 운영 협약
	11	30	MSTECH와 기술이전 협약
	12	2	체코 과학장비연구소와 협력 협약
	12	7	㈜금릉테크와 기술이전 협약
	12	9	전주센터-한국탄소융합기술원과 업무협약

# 2015

# 2015

연도	월	일	내용
12	10		7 T MRI 시스템 가동
12	11		광주센터 2015 퇴행성질환 연구사업 심포지움(전남대학교 치과대학병원 평강홀)
12	15		KBSI 2년 연속 대한민국 교육기부 대상 수상
12	18		품질경영시스템 ISO9001 인증기관 현판식
12	21		바이오니아와 기술이전 협약
12	22		가족친화우수기관 인증 획득 및 보건의료기술진흥유공 보건복지부장관 표창 수상 (허송욱 박사, 김건화 박사)
12	29		자체감사 활동실적 우수기관 미래창조과학부장관 표창 수상
12	30		2015년 국가연구개발성과평가 유공포상 대통령 기관표창 수상 및 과학기술훈장 용비장(이광식 박사), 국무총리 표창(이대원 선임행정원) 수상
2	17		제11대 원장 이광식 박사 취임
2016	4	14	체코 카렐대학교 MOU 체결
	4	19	<b>출연(연) 공동활동 '과학나래 어린이집' 개원</b>
	4	19	미국 NOAO(국립천문대)의 GSMT와 KBSI의 광분석장비개발팀간 MOU 체결
	4	21	제49회 과학의 날 대통령표창(황금숙 박사), 국무총리표창(김해진 박사) 수상
	5	25	한국여성과학기술인지원센터와 제약-바이오 품질관리 전문인력 양성교육 실시(5. 25 ~ 6. 3)
	6	1	바이오 전자현미경 연구동 개소식
	6	15	노로바이러스 현장 검출·진단 키트 기술설명회
	7	7	2016년 국가연구개발 우수성과 100선에 선정
	8	22	2016 Geochronology School
	8	23	2016년도 자기 공명 여름 학교 개최(8. 23 ~ 25)
	8	25	고령동물생육시설 및 노화연구시설 환경개선사업 예산확보 (총 사업비 170억, 사업기간 2017 ~ 2019)
	8	28	제22차 국제 ECR 이온원 워크숍 개최(8. 28 ~ 9. 1)
	9	23	Advanced Bio-Electron Microscopy Workshop & Symposium
	11	7	<b>국산연구장비 활용랩 개소식</b>
	11	15	㈜삼동과 기술이전 협약
	12	13	대한민국 교육기부대상 수상(3년 연속)
	12	15	제2회 고자기장기술 국제포럼 개최
	12	15	광주센터 2016 퇴행성질환 연구사업 심포지움(전남대학교 치과대학병원 평강홀)
	12	28	2016년 국가연구개발사업성과평가 유공 포상 국무총리 표창(이기욱 박사) 수상
2017	1	3	2016 KBSI인상 수상(김건희 박사)
	1	11	체코 ELI(초강력 레이저 컨소시엄)와의 MOU 체결
	2	16	사한국분석과학기기협회 현판식
	3	22	초정밀가공 테크숍 개소식
	3	22	미국 AURI(천문연구대학연합)와 MOU 체결
	3	22	막스플랑크태양계연구소 MOU 체결
	3	29	베트남 인증센터 MOU 체결
	3	2	제6기 연구장비 엔지니어링 양성과정 교육(3월 ~ 10월)
	4	7	㈜유평과 기술이전 협약

## 2016. 4. 19

## 2016. 11. 7



# 2017

연도	월	일	내용
2017	4	21	제50회 과학의 날 대통령표창(최종순 박사) 수상
	4	26	충북도-청주시-KBSI 기관 간 동위원소 방사능 융복합 연구시설 구축 지원 업무협약
	6	27	(주)이바이오젠 기술이전 협약
	7	6	미국 의료진단 전문기업 저메인랩과 기술이전 협약
	8	1	체코 힐라세센터와 MOU 체결
	8	22	2017년도 자기공명 여름학교 개최(8. 22 ~ 25)
	8	23	나노스코프시스템즈와 기술이전 협약
	9	6	일본 이화학 연구소(RIKEN)와의 MOU 체결
	10	23	제5회 분석과학 국제컨퍼런스 개최(10. 23 ~ 24)
	10	26	국방부 유해발굴감식단, 국가수사연구소와 MOU 체결
	11	28	광주센터 2017 퇴행성질환 연구사업 심포지움(전남대학교 용지관 광주은행홀)
	12	14	<b>대한민국 교육기부대상 명예의 전당 등록</b>
2018	2	1	스마트 오픈랩 개소

2017. 12. 14



## 30년 역사의 선순환을 기대하며

---

작년 여름 햇살이 뜨거울 때 시작한 우리 연구원의 30년사 편찬 작업이 이제야 마무리 되었습니다.

역사라는 단어를 생각할 때 30년은 아주 짧은 세월에 불과하지만, 혈기 왕성했던 젊은 시절을 보낸 일터나 또는 한때 자신의 열정을 불태웠던 곳이라고 생각할 때 그 시간은 우리에게 역사라고 부르는데 조금의 부족함도 없는 긴 세월로 다가옵니다.

30년사 편찬을 위해 자료들을 모으고 정리하고 수정하는 일들을 하면서 “역사는 사람들의 말이 아니라 사람들의 행동이다”라고 한 미국의 소설가, 노만 메일러의 말이 떠올랐습니다.

연구원의 30년 역사에서, 우리가 일구어낸 성과들이 어느 한 개인에 의해서가 아니라 각자가 묵묵히 일궈 온 작은 행동들이 하나로 되어 나타난, 말없는 행진들의 결과임을 알게 되었습니다. 또한, 이번 편찬 과정을 통해 30년 역사의 결과들이 문화로 열매 맺어질 수 있고, 그 문화는 다시 더 긴 역사의 뿌리로 선 순환될 수 있음을 배웠습니다.

우리 연구원은 역사로부터 배우고 미래를 현명하게 계획할 수 있는 차원 높은 연구원으로 발전할 것을 확신합니다. 그동안 30년사 편찬을 위해 관심과 협조를 아낌없이 주신 모든 분들께 감사의 말씀을 드립니다.

2018년 5월

한국기초과학지원연구원 30년사  
편찬위원회 일동

---

## 편집위원회

편집위원장	정재준
편집위원	구중역, 김동우, 김대현, 김영규, 박찬수, 박종은, 안정무, 이정림, 이철현, 원종한, 한옥희
자문위원	유종신, 윤혜은, 원미숙, 정영호, 정의덕, 정창식, 홍석권

---

대외협력실	김다진, 성희수
-------	----------

---

## ㈜디자인소호

제작 총괄	이인기
기획 / 집필	윤종현, 김지혜, 배성희, 김가원 / 정형근
편집 디자인 / 사진 / 일러스트	임동준, 박정우, 서동진 / 손초원 / 하고고

## 한국기초과학지원연구원 30년사

발행인	한국기초과학지원연구원 원장 이광식
발행일	2018년 5월 10일
서지등록번호	KBSI-2018-0027-0002
발행처	한국기초과학지원연구원 30년사 편찬위원회 대전광역시 유성구 과학로 169-148 한국기초과학지원연구원 042)865-3500 / <a href="https://www.kbsi.re.kr">https://www.kbsi.re.kr</a> (우)34133
제작	(주)디자인소호 02-514-5164 / <a href="http://www.designsoho.co.kr">www.designsoho.co.kr</a>

Open KBSI With KBSI  
열린 연구원 KBSI 국민과 함께

**KBSI**