2022. **Vol 1**

충북 오창
방사광가속기
ISSUE PAPER

대한민국 미래성장의 빛이 되어줄 희망,
오창 방사광가속기가 그 시작을 함께 합니다.



충청북도
CHUNGCHEONGBUK-DO

cbist 충북과학기술혁신원
Chungbuk Innovation Institute of Science & Technology

충북 오창

방사광가속기

ISSUE PAPER

2022. **Vol 1**



Contents

커버 스토리 Cover Story 01

히스토리 History 02

이슈 체크 Issue Check 04

이슈 트렌트 Issue Trend 08

이슈 브리프 Issue Brief 09

오피니언 Opinion 10

인포 Info 11

거대한 '빛'으로
국가 과학기술의 꿈과 미래를 열다.

대한민국 심장부인 충북 오창에 구축될 방사광가속기가 세계를 밝히는 빛이 되고,
이를 기반으로 우리나라 과학기술의 도약과 발전을 이끌어 가겠습니다.



Cover Story

대한민국 미래성장의 빛이 되어줄 희망, 오창 방사광가속기

방사광가속기는 미지의 세계를 들여다보는 거대 현미경이라 할 수 있습니다. 기초과학 뿐만 아니라 소재부품, 반도체, 바이오 등 원천기술개발에 널리 활용되는 범용장비이며, 4차 산업혁명이라는 큰 변화의 흐름에서 아주 중요한 역할을 할 수 있습니다.

방사광가속기의 구축은 과학산업 전반에 걸쳐 파급효과가 클 뿐 아니라 미래 먹거리 산업의 발전에도 엄청난 영향을 미치게 됩니다. 이미 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 산업계와 연구자들이 방사광가속기를 공동으로 활용하여 실질적인 성과를 내고 있습니다. 또한, 방사광가속기가 위치한 도시들은 기업과 연구소 그리고 대학들이 집적된 클러스터로 성장하여 세계적인 도시로 거듭나고 있습니다.

방사광가속기를 활용한 다양한 기초과학 분야 연구와 D.N.A(Data, Network, AI) 와 같은 기술융합은 삶의 질을 높이고 편안한 복지를 실현하는 출발점이 될 것이며, 인류의 진보에 기여할 것입니다. 오창 방사광가속기가 대한민국의 기초과학과 첨단산업을 한 단계 도약시키고 그 성과를 전 세계로 확산할 수 있기를 바래봅니다.



History 오창 방사광가속기가 걸어온 길

충북 오창 방사광가속기의 시작은 지금으로부터 약 14년전으로 거슬러 올라갑니다.
2008년 산 · 학 · 연 전문가 60여명으로 구성된 건립추진위원회를 구성하여 차세대 방사광가속기 유치를 위한 첫 도전장을 던졌으나 아쉽게 고배를 마시게 됩니다. 이후 2017년 방사광가속기 유치 재추진을 결정하고, 수요 분석과 사전타당성 검토 등을 충실히 수행하여 2020년 5월 그 결실을 맺게 됩니다.



2019

2019. 03 중부권 방사광가속기 구축 추진계획 수립
2019. 07 중부권 차세대 방사광 가속기 구축 타당성 연구용역 착수





2020

2020. 04 방사광가속기 구축사업 유치계획서 제출
2020. 05 방사광가속기 구축 최종 선정
2020. 07 오창 TP 일반산업단지(방사광가속기 부지) 기공식



방사광가속기란 무엇인가요?

전자를 빛의 속도로 가속시키면서 발생하는 X-선을 이용해, 눈으로 볼 수 없는 물질의 미세구조를 분석하고 관찰하는 초정밀 거대 현미경

특히 오창에 구축될 4세대 원형가속기는 3세대(포항)와 비교해 100배의 밝은 빛, 높은 결맞음의 엑스선으로 더 작은 미시세계의 동적분석까지 가능

사업개요

- 위치 : 충청북도 청주시 오창테크노폴리스 산업단지 내
- 사업 기간 : 2021년 ~ 2027년
- 총 사업비 : 1조 454억원
- 사업 규모 : 540,000㎡(부지), 가속기 및 연구시설 구축(69,400㎡)

장비사양

- 저장링 원주 둘레(Storage Ring) : 800m
- 전자빔 에너지(Electron Beam Energy) : 4GeV
- 빔 집적로(Beam Emittance) : <0.1㎚ · rad
- 빔라인 : 10기(최종 40기)

초기 구축 빔라인 10기(예정)

빔라인	사용 분야
바이오신약 -바이오소각산란 BioPharma-BioSAXS	바이오소재 개발 제약회사, 의료기관, 의생명산업체 등
소재 구조 분석 Material Structure Analysis	촉매, 반도체, 전지, 센서 관련 소재의 개발
연엑스선 나노프로브 Soft X-ray Nano-probe	이차전지와 태양전지를 포함한 에너지소재, 촉매 나노입자
나노스케일각분해 광전자 분광 Nanoscale Angle-resolved Photoemission Spectroscopy	그래핀, 전이금속 칼코겐 화합물 등 신소재 개발관련 소재산업
결맞은엑스선 회절 Coherent X-ray Diffraction	반도체, 에너지, 신소재 및 생명과학 분야
결맞은소각 산란 Coherent Small-angle X-ray Scattering	생명과학 분야, 재료과학 분야
실시간 엑스선 흡수 분광학 Real-time X-ray Absorption Fine Structure	지질 · 자원탐사 · 우주기술 개발, 배터리 · 촉매 · 센서기술 개발
생체분자 나노결정학 BioNanocrystallography	신약개발을 위한 고속 프레그먼트 탐색, 일반 단결정학, 마이크로 결정학
고에너지 현미경 High Energy Microscopy	전자소자 제조 및 사용결함 검출, 자동차 타이어 열화 현상 관찰
나노프로브 Nano-probe	5f-block 원소기반 신물질 발굴 및 특이물성 연구, 특수소재 개발









2021

2021.01 방사광가속기 추진지원단 발족(1단 1과 4팀, 18명)
2021.04 방사광가속기 예비타당성 조사 최종 통과
2021.05 충청북도 다목적 방사광가속기 지원 조례 제정
2021.07 구축사업 주관기관 선정(한국기초과학지원연구원)
2021.10 구축사업단장 임명(고인수 前포항가속기연구소장)

2022

2022.04 방사광가속기 부지매입 계약 체결
2022.06 구축사업 기반시설 설계용역 공고
2022.09 실시설계 착수(착수일로부터 15개월)

2023 가속기 실시설계 및 부지조성 완료
2024 가속기 구축사업 시공
2027 완공 및 시운전
2028 정상운영

어디에 쓰일까요?



바이오 · 의료 · 제약

바이러스 스파이크 수용체 바인딩 도메인(RBD)의 결정구조, 신형관 응답성 단백질인 헬리오로돕신의 결정구조, 인체 관절의 in-situ 특성 분석

세포와 질병단백질 구조를 정밀 분석하여 맞춤형 신약 개발, 코로나 치료제 '렘데시비르', 결핵치료제 '리팜피신', 신종플루치료제 '타미플루', 당뇨병 치료제, 희귀질환 치료제, 고흡수율 · 고기능성 세라마이드 화장품, 모발손상 줄이는 고기능성 샴푸



차세대 에너지

나노스케일에서 일어나는 촉매물질들의 반응 매커니즘, 에너지, 전기소재 및 촉매 등 화학소재 전자구조의 변화 실시간 측정

이차전지, 태양전지, 수소저장매체, 광화학촉매 등 친환경 미래 배터리 개발



반도체 · IT · 디스플레이

High-K material(고유전 상수 물질) 상분리 분석, 에너지 띠 구조, trap, vacancy(빈공간), 나노 스케일 불순물 및 불량판정 기술 등

반도체 신소재, 정보통신 관련 제품 개발, 지능형 다기능유리(창, 쇼케이스), 개인 가상현실 디스플레이, 차세대 플렉시블 디스플레이



소재 부품 등

알루미늄 합금 내 응집된 Mg2Si과 intermetallic 입자들 그리고 다공성 결함의 공간적인 분포를 측정, 금속 안에 발생한 초미세 결함 추적

난연성 단열재, 보석류 비파괴 결함 분석, 고분자 재료, 고품질 · 고강도 철강, 항공 및 자동차 소재, 초소형 모터, 의료용 미세바늘, 마이크로 렌즈

Issue Check

방사광 가속기 세대별 특징

충북 오창에 들어서는 4세대 방사광가속기란 무엇일까요?
3세대? 4세대? 충북 오창 방사광가속기 유치 활동에 큰 역할을 한
충북과총 김용은 회장님께 방사광가속기의 세대별 특징에 대해
이야기를 들어봅시다.

김용은 회장은 2019년 충북대학교 물리학과 교수직에서 퇴임하고,
2020년 3월 3년 임기의 충북과총 회장에 취임했다.



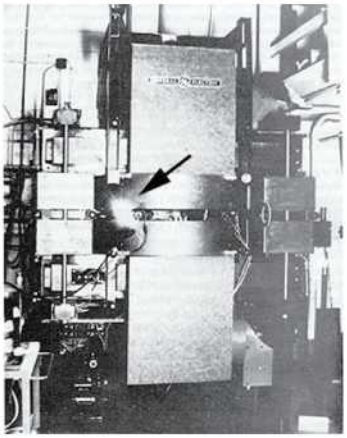
충북과총 회장 김 용 은

2020년 국가의 대형가속기 건립 장기로드맵과 운영전략이 발표되고 충북은 오창에 다목적방사광가속기 유치에 성공하여 2027년 완공을 목표로 공사가 진행 중이다.
지자체는 방사광가속기를 유치하고 '방사광가속기는 쉽게 말하면 일종의 거대한 현미경이라고 하며 대대적으로 광고를 했다. 그러함에도 일반 사람들은 선뜻 이해하기가 힘든 듯 고개를 갸우뚱한다. 방사광이란 게 무엇이고 방사광가속기는 무엇인지? 가속기가 건설되면 우리에게 핵발전소처럼 해를 주지는 않을지? 충북발전에 이바지할 수 있는 것인지? 등 궁금한 게 너무 많은 것 같다.
궁금증을 더해주는 이유 중 하나는 유치 3년째를 맞았는데도 아직 고유한 이름이 없기 때문이 아닌가도 싶다. 국가공모 사업의 명칭을 따서 '다목적방사광가속기', 건설할 지역명을 붙여 '오창방사광가속기', 제안서 작성자가 붙인 'OASIS', 첨단 방사광가속기임을 나타내는 '4GSR(4세대 방사광가속기)', 가속기의 모양을 따라 '오창 원형방사광가속기' 등 다양한 이름으로 불리고 있다.
오창 방사광가속기에 충북과 청주의 역사와 미래 발전상을 담아 걸맞은 이름이 지어지길 바라면서 세대별 방사광가속기의 특징과 오창방사광가속기에 거는 기대를 살펴본다.

가속기에서 골칫거리로 등장한 방사광

방사광(synchrotron radiation)은 빛의 빠르기에 근접한 속도로 전자를 가속 시켜서 발생시킨 적외선에서부터 가시광선 자외선, X선 등의 빛을 말한다. 이 방사광을 발생시키고 응용하는 실험 장치들을 함께 방사광가속기(synchrotron)라고 부른다. 연구실에서 대략 10억 원 정도의 연구비를 투자하면 자외선 또는 X-선 실험 장비를 구축하여 매우 요긴하게 쓸 수 있다. 그러나 방사광가속기 시설을 구축하려면 규모에 따라 수천억 원에서 수조 원의 막대한 비용이 필요하다.
막대한 비용에도 불구하고 국가적 차원에서 노력을 결집하여 굳이 이런 방사광가속기를 건설하려는 가장 큰 이유는 방사광이 폭넓은 에너지 영역에서 압도적으로 밝은 빛을 제공하기 때문이다. 가속기에서 발생하는 방사광의 밝기*는 실험실에서 발생시키는 X-선보다 최소 만 배 이상 밝다. 이러한 빛을 사용하면 단순히 깔끔한 데이터를 더 깔끔하게 더 신속하게 얻을 수 있을 뿐 아니라 더 미세한 구조의 특성을 완전히 다른 차원에서 질적으로 우수하게 살펴볼 수 있다. 최근에 건설된 방사광가속기는 바이러스 단백질이 세포막을 뚫고 침투하는 모습이나, 물이 산소와 수소로 분해되는 순간 등을 관측할 수 있다. 국가의 첨단 과학기술과 첨단산업 수준을 가늠할 수 있는 매우 유용한 거대과학 시설이다.
그러나 세상에 처음 알려질 때 방사광은 입자물리학자들에게 쓸모없이 에너지를 소모하여 실험을 방해하는

*밝기(brilliance)란 단위 면적 / 단위각 / 단위시간 / 단위에너지 당의 발생하는 광자의 개수를 말한다.



GE synchrotron accelerator에서 발견한 싱크로트론 복사

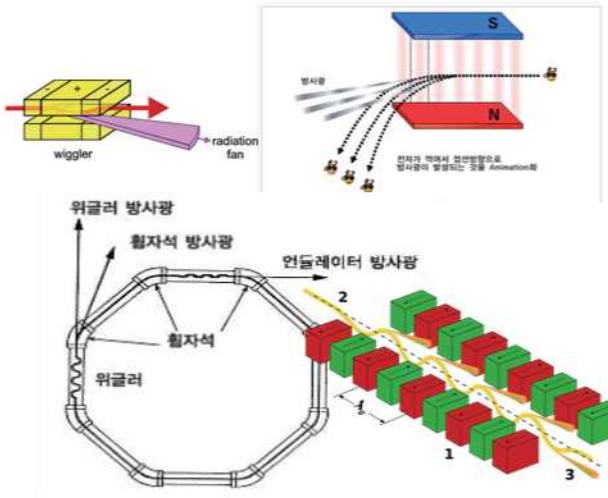
골칫거리였다. 당시 학자들은 분자와 원자 수준을 넘어서 물질의 구조를 연구하기 위해 가속기를 개발하여 사용하였다. 1947년 제너럴 일렉트릭 연구소에서 전자 씽크로트론에서 고전압 방전으로 불꽃을 보기 위해 설치하였던 투명한 관을 통해 우연히 발견된 방사광이 바로 가속된 전자 에너지 손실의 주범이었다. 입자실험실에서는 푸대접을 받던 방사광이 실험물리학자들에게 주목을 받기 시작한 것은 1956년 미국의 코넬에서 320 MeV 장치에서 X선 분광실험을 하면서부터이다. 이후 1960년에 들어서면서 방사광은 당시에 사용하던 X선보다 유용한 성질을 가지고 있다는 것이 널리 알려져 여러 분야에서 활용하기 시작하였다. 그러나 주로 입자물리학 연구를 위해 설치한 가속기에서 부산물로 발생하는 방사광을 연구에 활용하였다. 이 시기의 가속기를 1세대 방사광가속기로 분류한다. 이 시기에는 가속기가 입자의 충돌 실험을 위한 설비였기 때문에 발생한 방사광 빔의 크기가 현재보다는 매우 컸다.

방사광 전용으로 건설한 2세대 방사광가속기

싱크로트론의 방사광, 위글러 방사광, 휨자석방사광, 언둘레이터 방사광

방사광의 우수한 성능이 알려지고 활용 가능성이 여러 분야로 알려지자 이를 이용한 실험이 진가를 발휘하여 방사광 전용 가속기 건설에 관심이 점점 높아졌다.

1981년 영국에서 방사광 전용을 목적으로 2GeV SRS를 건설하였다. SRS는 방사광 전용 가속기답게 4극 전자석을 이용하여 전자빔을 일정한 궤도 안에 가두어 두었다가 2극 전자석을 지날 때 발생하는 방사광을 발생시켜 빔의 크기가 대폭 줄어들었다.



이렇게 하여 2세대 방사광가속기가 건설되기 시작하였다. 미국을 비롯하여 독일, 일본 등에서 속속 2세대 방사광가속기를 건설하였다. 2세대 방사광가속기는 2극 전자석의 개수와 크기에 제한이 없어져서 가속 에너지가 급격히 증가하였다. 초기 수 MeV에 불과했던 전자의 에너지가 수 1000배 이상 증가하여 수 GeV 까지 올라가게 되고, 이에 따라 발생하는 방사광은 빛의 세기와 밝기가 향상되었을 뿐만 아니라 경 X-선 영역의 주파수 대역까지 넓어져서 방사광을 이용하는 분야는 더욱 확장되었다. 수요가 증가하자 미국에서는 1990년에 입자 실험을 목적으로 건설한 가속기인 SPEAR 2를 방사광 실험 전용 장치로 전환하였다.

전자빔 궤도를 여러 번 바꾸는 3세대 방사광가속기

방사광가속기의 빔 에너지가 점점 높아지면서 빔의 크기도 작아지고 밝기도 증가하여 시료의 크기가 점점 작아지고 정밀도는 점점 높아졌다. 이에 만족하지 않고 1990년대에 들어서서는 더욱 작고 밝은 빔의 수요가 높아지고 성능이 대폭 향상된 가속기 건설이 필요하게 되었다.

1990년 후반 들어서며 휨자석 대신 자석을 주기적으로 자석을 배열하여 방사광의 밝기를 대폭 증대시킬 수 있는 위글러(Wiggler)나 언듈레이터(Undulator)같은 삽입장치를 이용하여 방사광을 만드는 방사광가속기 건설이 시작되었다. 위글러나 언듈레이터는 통과는 전자빔의 경로를 여러 번 바꾸어주기 때문에 방사광이 많이 발생하여 휨자석을 사용할 때보다 더 강한 방사광을 생산할 수 있다. 그뿐만 아니라 2극 자석으로부터 빛을 발생시키는 2세대와는 달리 삽입장치를 사용하면 강하면서도 결맞은 빛을 발생시킬 수 있다. 이처럼 휨자석 대신 삽입장치를 보편적인 방사광원 발생장치로 사용한 것이 3세대 방사광가속기이다.

1987년 우리나라에서도 3세대 원형 방사광가속기 건설에 뛰어들어 1994년에 빔라인 2기의 포항방사광가속기 PLS를 완공하였다. 2009년에는 PLS 가동을 중단하고 해체한 후 성능향상 작업에 착수하였다. 3년의 공사 끝에 PLS-II를 완공하고 현재 빔라인 35기를 운영하고 있다. 해체 보완공사가 진행 중이던 2011년에는 4세대 직선형 방사광가속기 건설에 착수하여 5년의 공사 끝에 완공하고 지금은 빔라인 3기를 운영하고 있다.

4세대 방사광가속기

4세대 방사광가속기는 이전 원형 방사광가속기 광원의 주요 성능 파라미터보다 10배 이상 월등한 수치를 보이며 형태도 선형 방사광가속기와 원형 방사광가속기 두 종류가 있다.

포항가속기연구소에는 X선 자유전자레이저(XFEL, X-ray Free Electron Laser)라고 불리는 4세대 직선형 방사광가속기를 2016년에 완공하여 운영하고 있다. 이 XFEL은 미국(2008년), 일본(2010년)에 이어 세계에서 세 번째로 완공한 4세대 첨단 방사광가속기이다. 이 가속기에서는 전자빔이 언듈레이터를 통과할 때 상호작용을 일으켜서 3세대 방사광보다 1억 배 더 강하고 결맞음 특성이 우수하며 파장이 0.1 nm인 방사광을 발생시킨다. 이 가속기는 이어지는 언듈레이터의 개수가 많을수록 파장이 더 짧고 밝은 방사광이 발생하여 물질의 구조는 물론 일어나는 현상을 1000조분의 1초까지 분석할 수 있다. 지금까지는 감히 상상하기 힘들었던 연구가 가능해져 특히 기초과학 연구 분야에서 지각변동을 일으킬 가능성이 있다. 가령 펨토초인 1000조분의 1단위로 현상을 분석하는 것이 가능해지면서 그동안 초고속 화학반응으로 인해 연구 분석이 불가능했던 식물의 광합성 현상 등을 실시간으로 관찰할 수 있다.

미국에서는 4세대 방사광가속기를 활용하여 단백질 결합구조를 밝혀내서 발기부전 치료제 비아그라, 신종 플루 치료제인 타미플루 등을 만들었고, 포항의 4세대 방사광가속기로는 2017년에 '물의 비밀'을 밝혀 사이언스지에 발표하는 성과를 거두기도 했다.

오창에 건설하고 있는 방사광가속기는 4세대 원형 방사광가속기(4GSR, 4th Generation Storage Ring)는 3세대보다 에미턴스가 100배 적고 휘도는 천만 배 더 밝은 방사광을 생산할 수 있다. 특히 방사광의 에미턴스가 XFEL보다 낮아 기초연구와 첨단산업 분야에 응용될 것으로 예상하고 있다. 특히 4세대 원형 방사광가속기를 통해 가장 성과를 기대하는 분야는 신약 개발 등 의학 분야이다. 지금까지 해석된 구조가 5%에 불과한 단백질 연구 분야에 방사광가속기를 적극적으로 활용하면 기존에 볼 수 없었던 세포, 질병 구조를 연구할 수 있다. 그 때문에 새로운 신약 개발이 가능해질 것으로 보고 있다. 여전히 오리무중인 신종 코로나바이러스 감염증(코로나19)의 바이러스 단백질의 움직임도 머지않아 명확하게 관찰할 수 있게 될 것이다. 그뿐만 아니라 에너지, 반도체, 자동차 등의 산업기술에도 큰 도움이 될 것이다. 우선 이산화탄소 저감기술 개발과 자동차 배기가스 저감용 촉매개발 등 신소재 개발에 적극적으로 활용될 것으로 보이며, 우리나라가 주도하고 있는 반도체 기술 분야가 크게 도약할 기회를 제공할 수 있을 것으로 본다.

결국 오창 방사광가속기가 완공되고 나면 첨단기초과학 분야는 물론 글로벌 산업에 첨단기술을 제공하게 될 것이 분명하다. 이처럼 중차대한 역할을 할 오창 방사광가속기에 직지심체요절처럼 충북과 청주를 상징하는 이름을 붙여 홍보하는 일을 서둘러야 할 때라고 본다.
앞에서 살펴본 세대별 방사광가속기의 특징과 주요 파라미터 사양은 아래 표로 요약해 볼 수 있다.

방사광가속기의 세대별 특징 및 사양

구분	특징	전자빔 에미턴스 (nm rad)	휘도 (*)	결맞음 정도 (@ 2keV)
1세대 (1960년대)	입자물리학연구를 위해 구축한 가속기에서 부수적으로 발생한 방사광을 활용	-	-	-
2세대 (1980년대)	방사광 발생 이용을 목적으로 구축한 가속기로 휨자성을 이용하여 방사광을 발생한 방사광가속기	~100	~10^{15}	0.00001
3세대 (1990년대 후반)	휨자석 대신 위글러나 언듈레이터 삽입장치를 이용하여 방사광을 발생시키는 방사광가속기	~10	~10^{15}	~0.001
4세대 (2000년~)	3세대 방사광원의 주요 파라미터 수치보다 10배 이상을 초과하는 선능의 방사광을 발생하는 선형 또는 원형 방사광가속기	~0.1**	~10^{22}**	~0.1**

* 휘도 단위 : 광자수 / s / mm^2 / $mrad^2$ / 0.1b.w

** 4세대 원형 방사광가속기의 사양

Issue Trend

방사광 가속기 동향 해외 방사광가속기 클러스터 구축 및 활용사례

미국, 유럽, 일본 등 해외 주요국은 1990년대부터 산업체의 방사광 활용 활성화를 위해 연구 집약형 연구단지 조성, 산업체 전용 가속기 건설, 산업체 이용 활성화 제도 등 다양한 정책 · 제도를 추진해오고 있음

해외 방사광 가속기의 산업 이용 활성화 정책들

추진 방안	상세내용	
연구 집약형 연구단지 조성	유럽	• 프랑스(ESRF) : 그로노블 Giant 비즈니스 타운 • 영국(Diamond) : Harwell Oxford Campus • 스페인(ALBA) : 바르셀로나 가속기 공원 • 이탈리아(Elettra) : 아레아(AREA) 과학 공원 • 스웨덴(MAX IV) : 스칸디나비아 과학 마을
	일본	• 광과학기술특구(SPring-8, 효고현)
산업체 전용 방사광 건설	일본	• New SUBARU(1998~) • Aichi Synchrotron(2013~)
산업체 이용 활성화제도 마련	유럽	• 범유럽 이용자지원 컨소시엄(CALIPSOplus[11]) • 기술지원 및 협력 프로그램(Horizon 2020)
	일본	• 산업계 이용 촉진법 개정(1994) • 사업체 이용자 보고회 운영(효고현)
	호주	• NSW industry access scheme(AS)[12]

※ 출처 : 채복남(2018), 방사광 과학과 기술 2018년 가을호, 방사광이용자협회

11) CALIPSO(Coordinated Access to Lightsource to Promote Standards and Optimization)plus는 EU가 후원하는 프로젝트로 목표는 유럽 · 중동 에서 방사광에 대한 접근장벽을 낮추는 것이며, 산업계 활용을 위해 맞춤형 지원 · 액세스 프로그램을 운영하고 있음 (출처 : X-rays for innovation, ESRF)

12) NSW AS는 NSW 정부에 의해 수행되고 IdTsms 프로그램으로 상업적으로 연관이 있는 연구를 수행하는 기관이 호주 방사광가속기의 빔타임을 무료로 신청할 수 있도록 지원함 (출처 : Australian Institute of Geoscientists 홈페이지)

유럽, 일본은 방사광 가속기 근처에 연구단지를 조성하고, 일본의 경우 산업체 전용 방사광 가속기를 구축 · 운영하고 있음

- 일본의 산업체 전용 방사광가속(New SUBARU, Aichi synchrotron)는 산업체 이용자들의 활용 비율이 60%를 상회

※ 일반이용자도 사용할 수 있으며, 사용료는 하루 200만원 정도임

대부분의 방사광가속기는 산업체 전담 부서를 조직하여 산업체의 방사광을 활용한 기술개발을 지원하고 있으며, 협력 프로그램(CALIPSOplus, Horizon 2020 등)을 구성·운영하여 산업체 전용 빔타임을 확보하고 산업체에 fast track으로 제공

- 호주나 일본의 경우에는 특이하게 지방 정부가 일정 부분의 빔타임을 확보하고, 지방 기업에 우선적으로 빔타임을 제공하기도 함

연구를 주목적으로 구축된 프랑스의 ESRF나 일본의 SPring-8과 같은 경우에는 기존의 방사광가속기에 산업 기술개발에 특화된 빔라인을 건설하여 산업체들의 기술개발을 지원하고 있음

- 산업기술개발에 특화된 빔라인들은 주로 직관적인 형태의 정보를 한눈에 제공해 줄 수 있는 X선 3차원 영상, XAFS(X-ray Absorption Fine Structure), HRPD(High Resolution Powder Diffraction), SAXS(Small Angle X-ray Scattering) 등이고, 이는 산업체가 이용하는 PLS-II 빔라인과 거의 유사함
- 국내에 없는 것은 3차원 영상과 quick scan XAFS의 조합(SPring-8 BL14B2), High Energy Photoemis sion(SPring-8 BL46XU) 정도임
- 이외에 가속기에서도 산업체 전용 빔라인이 있는 경우가 있는데, 모두 ESRF와 SPring-8의 산업체용 빔라인 종류에 포함됨

※ 출처 : 함선영(2020), 방사광가속기, KISTEP 기술동향브리프 2020-07호

Issue Brief

2021~2022년 충청북도 방사광가속기 추진지원단 주요 활동











구분	행사(사업)명	일자(기간)	장소(대상)	비고
컨퍼런스 · 토론회 · 설명회	제2회 다목적 방사광가속기 컨퍼런스	2021. 2. 25.(목) 10:30~18:00	KBSI (오창센터)	과기원
	제2차 다목적 방사광가속기 부지조성 자문회의	2021. 3. 16.(화) 14:00~16:00	KBSI (오창센터)	과기원
	다목적 방사광가속기 활용증진 기반 구축을 위한 컨퍼런스	2021. 8. 25.(수) 15:00~18:00	충북대학교 (온라인 병행)	과총
	바이오분야 다목적 방사광가속기 활용 기업설명회	2021. 9. 29.(수) 14:00~15:00	온라인	과기원
	반도체분야 다목적 방사광가속기 활용 기업설명회	2021. 10. 29.(금) 14:00~15:00	온라인	과기원
	오창 방사광가속기 수요 인력양성 기반구축 방안	2021. 11. 3.(수) 15:00~17:00	온라인	과총
	오창 방사광가속기를 활용한 충북 바이오-의료산업의 육성전략 포럼	2021. 11. 17.(수) 15:00~17:20	충북대학교 (온라인 병행)	과총
	소부장분야 다목적 방사광가속기 활용 기업설명회	2021. 11. 30.(화) 16:00~17:00	충북과기원 (유튜브 중계)	과기원
	충북도 첨단 산업 활용 빔라인 구축 제안 위한 포럼	2022.06.22. (수)	충북대학교	과총
청소년 교육 · 체험	체험중심	2021. 10월~11월 (17회)	충북영재교사 연구회	KBSI
	강연+체험	2021. 10월~11월 (13회)	상당초등학교	
	교사연수	2021. 10월~11월 (1회)	도내 과학교사	
	진로교육	2021. 10월~11월 (1회)	온라인	
홍보물제작	리플렛 제작	2021. 9월~11월	홍보물	과기원
	교양프로그램 제작 및 방송	2022.1.13.(금)	방송	과기원

Opinion

전문가 기고

농업분야의 다목적 방사광가속기 활용방안



충북연구원 연구위원 김 미 옥

충북 청주시 오창에 다목적 방사광가속기가 유치되면서 충북연구원에서는 다목적 방사광가속기의 활용을 높일 수 있는 방안에 대해 분야별로 고민이 한창이며 농업분야도 예외는 아니다. 이러한 필요성으로 2021년 충북연구원은 조진희 박사를 책임으로 과제를 통해 분야별 활용도에 대해 연구할 기회가 생겼고 농업분야도 참여했었다. 다목적 방사광가속기는 농업경제학을 전공한 나에게는 생소하고 어려웠다. 하지만 연구를 진행하면서 공학을 전공한 사람들에 비해 부족하겠지만 다목적 방사광가속기에 대한 이해가 높아졌다. 그 연구 중 사례조사를 통해 고민한 결과를 이번 기회를 통해 나누고자 한다.

우선 국내 농업분야의 방사광가속기 활용 사례를 찾는 것에 어려움이 많았다. 국내에서는 주로 식물에 물 또는 미세먼지 등이 흡수되는 과정, 식물체 기관의 역할 등에 대한 연구가 많았지만 엄밀히 이는 농업적 측면보다는 생물학 또는 식물학에 가까웠다. 물론 최근 미세먼지 문제가 심각해지면서 이로 인해 외부환경에 노출되어 노지에서 재배되는 농산물에 미세먼지가 흡수되거나 영향을 주지 않을까 우려하는 목소리도 있어 이러한 연구들이 농업적 측면에서 의미가 없는 것은 아니지만 농산업적 측면에서 아쉬운 면이 있다. 이런 아쉬운 면을 해소한 것이 외국사례들이었다. 처음에는 품종개량에 활용을 하면 어떨까 고민했었지만 외국에서는 가공 · 냉동식품 개발에 많이 활용되고 있었다. 특히 외국에서는 주식으로 먹는 밀가루로 많든 빵, 국수 등의 식품들을 저염처리 등 기능성 식품으로 개발할 때 어떻게 하면 일반적인 처리과정과 유사한 반죽제형으로 만들 수 있는 방법 등을 연구하거나 식품을 냉각할 때 조직의 파괴를 덜 하고 냉각할 수 있는 방법 등의 가공 처리과정에서 오는 식품의 변화를 최소화하는 방안을 강구하기 위해 많이 활용되고 있었다. 이런 연구들은 현재의 식품소비 트렌드에 잘 부합하고 있다고 보여 진다. 가공식품산업은 날로 성장하고 있으며 이들 가공식품의 차별화는 맛을 어떻게 하면 더 잘 보존 또는 구현할 수 있는가로 결정된다.

따라서 가공식품을 개발하는 입장에서는 미세한 식품의 변화까지 관찰할 수 있는 다목적 방사광가속기의 활용이 유용할 것으로 생각된다. 또한 일반 농산물의 냉동저장 시 최대한 조직을 파괴하지 않고 냉각할 수 있는 기술에 대한 연구활용은 앞으로 농산물 수출증대에 긍정적인 효과를 가져 올 것이다. 맛을 보존하여 냉각할 수 있다는 것은 더 거리가 먼 지역까지 수출을 할 수 있다는 의미이기 때문이다. 또한 비파괴분석이란 면에서도 환경의 영향을 최소화해야하는 농식품 특성상 매력 있는 장점이다.

하지만 이런 유용한 다목적 방사광가속기가 농업분야에서 많이 활용될 수 있을까에 대해서는 고민이 생긴다.

농업분야의 활용도를 높이기 위해서는 어떤 점이 해결되어야 할까?

첫 번째는 다목적 방사광가속기 사용료에 정확한 정보를 제공하는 것이다. 다목적 방사광가속기 사용료는 엄청 비싸서 이용하기 힘들 것이라고 생각하는 사람들이 의외로 많았다.

두 번째는 기존의 실험기구들과의 차별성에 대한 홍보다. 이는 다양한 사례를 제공함으로써 분석의 아이디어를 얻게 함으로써 해결할 수 있을 것이다.

다목적 방사광가속기가 완전히 건립되기까지 아직 길다면 길고 짧다면 짧은 시간이 남아있다. 이 시간동안 충분한 고민과 준비로 다목적 방사광가속기 활용을 통해 충북을 넘어서 한국의 농산업이 발전할 수 있기를 기대해본다.

Info

투자 인센티브 및 지역여건

투자 인센티브

보조금 및 현금지원	• **수도권 이전기업** 입지 최대 40%, 설비투자 최대 24% 지원 • 지방 신 · 증설기업 설비투자 최대 24% 지원 • **고용보조금** 50만원(1인-월, 12개월), 기업당 10억원 한도 • **교육훈련보조금** 50만원(1인-월, 12개월), 기업당 10억원 한도 • **연구원 고용보조금** 200만원(1인-월, 12개월), 기업당 5억원 한도
세제감면	• **국세 감면** 양도차익 법인세 연기(5년), 그 후 분할납부(3년) 법인세 100 %(7년), 50%(3년) • **지방세 감면(지방산업단지)** 취득세 75%, 재산세 75%(5년)
다양한 저리의 자금지원 (중소기업 육성지원)	• 창업 및 경쟁력 강화지금(1,000억원) • 경영안전자금(2,000억원) • 영세기업 일자리 안정자금(300억원) • 특별경영안정지원자금(300억원)
행정지원	• 기업민원 One-stop 처리 • 투자기업 전담공무원 지정 운영 • 투자기반 인프라(전력, 통신, 가스 등) 신속한 지원

지역 여건

저렴한 분양가	**오창테크노폴리스산업단지 100-110만원대(3.3㎡당)** • 서울 · 인천 : 400~1,000만원 / 경기 : 200~500만 / 천안 · 아산 : 120~140만원 • 입주가능업종 : MT(메카트로닉스첨단), BT(바이오), GT(환경에너지), NT(신소재)
재난 · 재해 없는 안전한 충북	• 전국기후변화 평가 가장 안전한 지역(홍수, 태풍 등) • 전국 지진발생 590건 중 6건('16~'18, 규모 2.0이상) • 2019 재난관리평가 우수기관 선정
풍부한 공업용수 및 전력공급	• 전국 최대 저수용량(충주댐 2위, 대청댐 3위) 풍부한 공업용수 공급(5,029백만㎥) • 안정적인 산업전력 공급 2024년 LNG발전소 2기 가동예정(청주 600㎿, 음성 1100㎿)

「오창 다목적 방사광가속기 산학연 협의회」구축 관련 사전 설명회 개최 안내

방사광가속기 활용 주체인 기업 · 대학 · 연구기관의 상호 협력 및 다양한 연구 활동을 위한 산 · 학 · 연 협의회의 사전 설명회를 아래와 같이 개최하고자 하니 많은 관심과 참여부탁드립니다.

일 시 '22. 7. 7.(목), 14:00 ~ 15:30

장 소 제이원 호텔 Jade Hall(2층)

참석대상 기업(대표 혹은 기업부설연구소장), 대학(교수), 연구기관(연구원) 등 오창 다목적 방사광가속기에 관심 있는 분 누구나

주최·주관 충청북도 · 충북과학기술혁신원

주요내용 협의회 개요 및 구축 필요성 설명, 방사광가속기의 산업적 응용방안 강의, 질의응답 등

※ 충북과학기술혁신원 홈페이지 공지사항란에 가입신청서식 게시 예정

충북 오창
방사광가속기
ISSUE PAPER

2022. **Vol 1**

발행일 2022년 6월 30일
발 행 충청북도, 충북과학기술혁신원
기 획 충북과학기술혁신원
디자인 디자인크리포유

본지에 글이나 사진을 충북과학기술혁신원의 허락없이 무단, 복사, 전재하는 것을 금합니다.
본 이슈페이퍼에 수록된 내용은 충북과학기술혁신원의 공식적인 견해와 다를 수 있음을 밝힙니다.

충북 오창

방사광가속기

ISSUE PAPER

2022. Vol 1

충청북도
CHUNGCHEONGBUK-DO

cbist 충북과학기술혁신원
Chungbuk Innovation Institute of Science & Technology