ISSUE PAPER
2024-02

연구장비산업육성사업 성과분석 및 시사점

연구장비재료팀 유병헌 책임연구원 / 박제민 연구원

2024.06.



CoMPA 과학기술사업화진흥원

연구장비산업육성사업 성과분석 및 시사점

CONTENTS

Ⅰ. 연구장비산업육성사업 개요 1

Ⅱ. 사업 추진내역 및 주요성과 5

Ⅲ. 우수 연구성과 사례 11

Ⅳ. 연구장비 산업 및 R&D 발전방안 21

Ⅴ. 시사점 26

I

연구장비산업육성사업 개요

사업 추진배경

■ 국내 연구장비 관련 R&D 투자 규모는 지속적으로 증가하고 있으나, 연구장비의 대부분이 외산으로 국내 장비산업 성장에 한계

- 국내에서 생산·공급되는 연구장비는 고도의 기술력을 요구하지 않은 범용 연구장비 중심의 제품을 생산하고 있으며, 연구자들의 외산 선호 등으로 국산 연구장비 활용이 저조한 경향 존재

※ 정부 R&D로 구축된 연구장비 중 외산장비 비율이 85.5%로 국산 연구장비 사용 저조('16~'20년 평균, 국가연구시설장비표준분류 A/B/F 해당 장비)

■ 주요 선진국들은 과학기술 경쟁력 강화 및 연구장비 시장에 대한 경쟁우위 유지를 위해 연구장비 개발을 위한 R&D 투자 확대

- 미국의 경우, 1994년부터 국립과학재단(NSF)의 MRI(Major Research Instrument) 프로그램을 통해 차세대 분석장비 개발 투자를 지속

※ 정부의 적극적·지속적 투자를 통해 전자현미경, 레이저 분광기 등 새로운 분석장비를 개발하고, 노벨물리학상 수상 등 가시적인 성과 창출

- 일본은 연구장비 개발에 대한 안정적이고 체계적인 투자를 위해 문부과학성 주도로 첨단계측분석기술·기기 개발 프로그램 등 추진

※ 첨단계측분석기술·기기 개발 프로그램('04~'20)을 통해 독창적 연구개발 활동 지원을 위한 분석과학기술 및 연구장비 개발 지원

■ 국내 연구장비산업 발전을 위해 연구장비 분야 특성을 고려한 국가적 차원의 산업 육성 및 경쟁력 확보를 위한 장기적 전략 필요

- 연구장비산업은 다양한 분야에 걸친 기술간 융합을 전제로 고도의 기술 및 지식이 집약된 산업적 특성 보유
- 따라서 장기간에 걸친 R&D 투자를 기반으로 산업생태계 조성, 법/제도 및 산업인프라 조성 등 중장기적인 전략적 투자 및 노력이 요구됨

추진근거

■ 과학기술기본법과 연구산업진흥법에 근거하여 동 사업을 추진함으로써 연구장비산업의 성장 기반 마련 및 일자리 창출을 위한 연구장비 핵심 요소기술 및 상용화 기술 개발 지원

※ 과학기술기본법 제16조의3(연구개발 성과의 확산, 기술이전 및 실용화) 및 제28조(연구개발 시설·장비의 확충·고도화 및 관리·활용), 연구산업진흥법 제7조(연구역량 강화 및 사업화 지원) 등에 따라 사업 추진

■ 연구장비산업 육성을 위한 '연구장비산업 혁신성장전략('20.8)'을 수립하여 국산 연구장비 기술 경쟁력 확보, 산업 생태계 조성, 시장진출 지원체계 구축 추진



〈그림 1〉 **연구장비산업 혁신성장전략 추진과제**

사업내용

■ 사업기간: 2020~2024

(1) 연구장비 개발 및 고도화지원: '20 ~ '24 (5년)

(2) 연구장비 기업 역량강화: '21 ~ '23 (3년)

■ 지원규모: 총 406.33억원 (국비 352.64억원, 민간 37.19억원, 지방비 16.5억원)

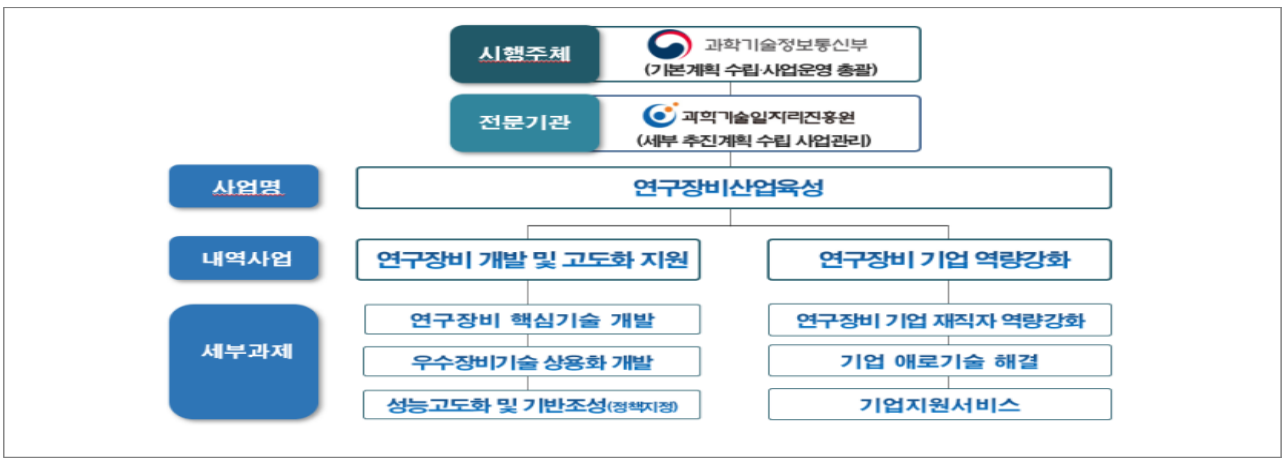
■ 지원내용

〈표 1〉 내역사업 구성

내역사업명		사업내용	지원규모
(1)연구장비 개발 및 고도화지원	①연구장비 핵심기술개발	연구장비 핵심 요소기술·부품 개발 R&D 지원	과제별 3억원/년 × 3년
	②우수장비기술 상용화개발	상용 연구장비 개발 R&D 지원	과제별 7.5억원/년 × 2년
	③성능고도화 및 기반조성	국산연구장비 신뢰도·경쟁력 확보를 위한 기반조성 지원	평균 15.9억원/년 × 5년
(2)연구장비 기업 역량강화	①연구장비 기업 재직자 역량강화	연구장비 기업 연구인력의 연구장비 개발 역량 강화	평균 8.7억원/년 × 3년
	②연구장비 기업 애로기술 해결	수요기반 맞춤형 기술개발 지원을 통해 기업 역량 및 제품 경쟁력 제고	평균 7.3억원/년 × 3년
	③기업지원 서비스	기술·제품 기획 등 연구개발 前단계와 국내외 시장 진출을 위한 마케팅 등 제품개발 後단계 지원	

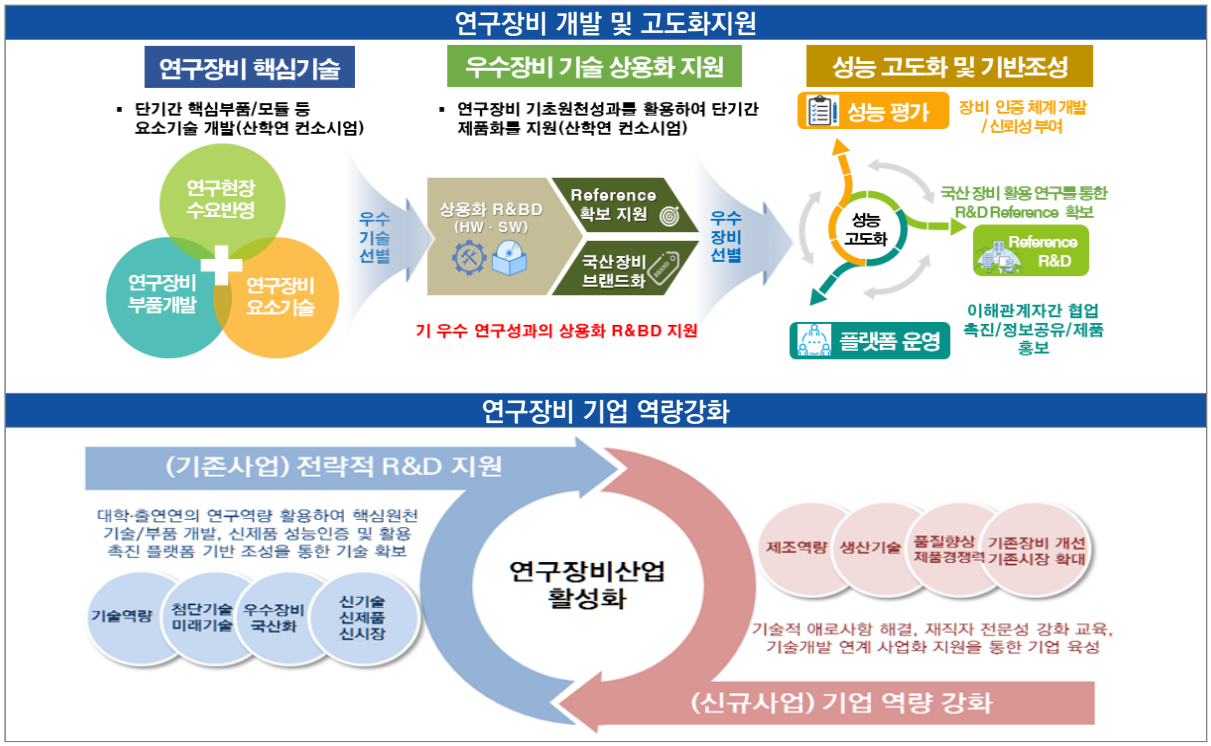
■ 전문기관: (재)과학기술사업화진흥원

■ 사업 추진체계



〈그림 2〉 연구장비산업육성사업 추진체계

■ 사업 개념도



〈그림 3〉 **연구장비산업육성사업 내역사업 개념도**

■ 중점 추진방향

- 지원대상 연구장비 범위는 '연구장비산업 혁신성장전략'에 근거하여 연구실에서 주로 활용되는 3대* 분야

  * 국가연구시설장비관리표준지침: A(광학/전자영상장비), B(화합물전처리/분석장비), F(물리적측정장비)

- 국내 연구현장에서 수요가 높은 연구장비 21종 중점 지원

연구장비개발및고도화지원 중점 품목

◇ 2005~2020년 국가 R&D 예산으로 구축된 연구장비 중 구축수(100개 이상), 구축액(250억원 이상), 중복 및 단순 전처리 장비 제외하여 연구장비 중점 품목 21종 선정

1.광학현미경	2.공초점현미경	3.투과전자현미경
4.주사전자현미경	5.주사탐침현미경	6.3D스캐너
7.레이저발생장비	8.방사선물질측정기	9.유전자합성/분석장치
10.핵자기공명분광기	11.가스성분분석기	12.유도결합플라즈마원자방출분광기
13.기체크로마토그래피질량분석기	14.액체크로마토그래피질량분석기	15.이차이온질량분석기
16.유세포분리/분석장치	17.푸리에변환적외선분광기	18.입도분석기
19.X-선회절분석기	20.X-선형광분석기	21.열분석기

※ 중점 지원 연구장비 외 개발 필요성이 인정되는 연구장비 지원 가능

〈그림 4〉 **연구장비산업육성사업 중점 지원 연구장비**

Ⅱ
사업 추진내역 및 주요성과

사업 추진내역

■ **(연도별 투자 규모)** 국산 연구장비 개발을 통한 연구장비산업 육성을 위해 2020~2024년간 총 정부투자 35,264백만원 투입

〈표 2〉 **연도별 투자 규모**

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	합계
연구장비 개발 및 고도화 지원	7,076	8,038	8,325	5,261	633	29,333
연구장비 기업 역량강화	-	1,700	1,930	1,200	-	4,830
기획평가관리비	255	485	361	-	-	1,101
합계	7,331	10,223	10,616	6,461	633	35,264

■ **(연도별 지원 과제 수)** 사업기간 동안 '연구장비개발 및 고도화지원' 총 22개 과제, '연구장비 기업 역량강화' 총 2개 과제 선정·지원

〈표 3〉 **연도별 지원 과제 수**

(단위 : 개, ( )는 계속 과제 포함 수)

구분	지원내용	2020	2021	2022	2023	2024	지원내용별 합계 ※신규과제 기준
연구장비 개발 및 고도화 지원	연구장비 핵심기술개발	4 (4)	4 (8)	1 (9)	3 (8)	(3)	12
	우수 장비기술 상용화 개발	3 (3)	3 (6)	1 (4)	2 (3)	(2)	9
	성능고도화 및 기반조성	1 (1)	(1)	(1)	(1)	(1)	1
연구장비 기업 역량강화	연구장비 기업 재직자 역량강화	-	1 (1)	(1)	(1)	-	1
	연구장비 기업 애로기술 해결 / 기업지원 서비스	-	1 (1)	(1)	(1)	-	1
년도별 합계		8 (8)	9 (17)	2 (16)	5 (14)	(6)	총 24개

■ **(과제 수행 주체)** 사업에 참여한 주관/공동 기관은 24개 과제에 총 54개 연구기관 및 기업이 참여. 이중 기업이 43%로 가장 높은 비율을 차지하였으며 다음으로 출연(연) 28%, 대학 24% 비율을 차지

〈표 4〉 주관/공동 과제 수행 주체

(단위 : 개)

구분	지원내용	출연(연)	대학	국공립(연)	기업	비고
연구장비 개발 및 고도화 지원	연구장비 핵심기술개발	6	5	2	13	12개 과제
	우수 장비기술 상용화 개발	4	8	1	10	9개 과제
	성능고도화 및 기반조성	2	-	-	-	1개 과제
연구장비 기업 역량강화	연구장비 기업 재직자 역량강화	2	-	-	-	1개 과제
	연구장비 기업 애로기술 해결 / 기업지원 서비스	1	-	-	-	1개 과제
합계		15	13	3	23	
		54				

주요성과

■ **(시제품·완제품 개발 성과)** 연구장비 시제품/완제품 개발을 지원하여 국산 연구장비 상용화 및 제품 경쟁력 확보에 기여

- 사업기간 동안 시제품/완제품 건수는 총 24건이며, 이중 상용화 제품개발 및 개발 기술이 적용된 제품 출시 성과는 10건
- 그 외 연구장비 활용을 위한 S/W 및 알고리즘 22건 개발

〈표 5〉 연구장비 시제품/완제품 개발 성과

구분	건수	비고
2021	완제품 3건	TRM250, ICP-MS ACE3000, NX-IR
2022	시제품 9건	1Mega Base 올리고 합성기, 실리콘드리프트디렉터, 연속식 정밀 압력여과장치, 광음파 융합 현미경, 진공용 울트라마이크로톰, 기하위상렌즈 기반 비구면 측정기, 이동형 수질측정기, 서보 정량 펌프, 자체상관 간섭계 기반 비구면 측정기
	완제품 4건	IVM-CMS3, SEEHORIZON, 탁상형 CFE-SEM, TomoDx H
2023	시제품 5건	TGA TOF-MS, JEUS PROJECT, 실시간 분자층 증착장비, NANOSHAPE 3D PRINTER, SRS(spectral responsivity system)
	완제품 3건	다이오드 기반 펨토초 레이저 장비, Tip-Replaceable Single Tile TEM Holder, CP-10K
계	24건	

〈표 6〉 연구장비 S/W 개발 성과

성과연도	제품 구분	개발 S/W	유형
2020	SW 알고리즘(CM)	ISO 15739 기반 카메라 이미지의 시각적 노이즈 측정 알고리즘	SW
2020	SW 알고리즘(SEM)	ISO 20171 기반 TIFF/SEM 파일포멧 라이브러리	SW
2020	SW 알고리즘(SI)	ISO 5436-2 기반 표면의 결(조직): 프로파일법; 측정 표준: 소프트웨어 측정 표준기 라이브러리	SW
2020	SW 알고리즘(SI)	ISO 16610 기반 선형 프로파일 필터: 가우스 필터 알고리즘 라이브러리	SW
2020	SW 알고리즘(AFM)	ISO 5436/25178 기반의 홈깊이 계산 프로그램: 실행파일	SW
2021	연구장비 소프트웨어	GAUGE Monitor Program	SW
2021	SW 알고리즘(SEM, CM, OM)	Background Subtraction 2D 라이브러리	SW
2021	SW 알고리즘(CM, OM)	Deconvolution 2D 라이브러리	SW
2021	SW 알고리즘(SEM, CM, OM)	Image Stitching 알고리즘(디버그 모드) 라이브러리	SW
2021	SW 알고리즘(SEM)	Micrograph Cropper	SW
2021	SW 알고리즘(AFM)	계단식 단차 분석 프로그램(Step-height analysis)	SW
2021	SW 알고리즘(SEM)	주사전자현미경 영상 선명도 계산 알고리즘	SW
2022	연구장비 소프트웨어	IV Measurement Program	SW
2022	SW 알고리즘(SMM)	이미지 위상천이 알고리즘	SW
2022	SW 알고리즘(SI)	ISO 4287 기반 표면 조직의 파라미터 계산 실행파일	SW
2022	SW 알고리즘(SEM)	Particle image analysis for noisy EM image	SW
2022	SW 알고리즘(AFM)	ISO 5236-1 기반 원자현미경 홈깊이 단차 계산 프로그램 알고리즘	SW
2022	SW 알고리즘(SEM)	SEM 영상 배율 교정 알고리즘 개발	SW
2023	SW 알고리즘(SEM, CM)	이미지 드리프트 보상 알고리즘	SW
2023	SW 알고리즘(SI, OM)	ISO 12181 기반 진원도 계산 알고리즘 라이브러리	SW
2023	SW 알고리즘(SEM)	Fourier ring (shell) correlation (FRC) 기반 해상도 평가 알고리즘	SW
2023	SW 알고리즘(OPC)	ISO 21501-4 기반 광산란 입자 계수기의 Size Setting Error 계산 프로그램	SW

※ AFM: Atomic Force Microscope, CM: Confocal Microscope, SEM: Scanning Electron Microsocpe, STEM: Scanning Transmission Electron Microscope, SMM: Scanning Microwave Microscope, OPC: Optical Particle Counter,SI: Stylus Instrument, TEM: Transmission Electron Microscope, XRM:X-ray Microscope, OM: Optical Microscope

■ **(기술이전/기술료 성과)** 기술이전 건수는 총 13건이며, 기술이전에 따른 정액기술료는 총 725백만원

- 사업기간 중 기술이전은 총 13건이며, 연도별로는 '21년 4건, '22년 6건, '23년 3건
- 사업기간 중 기술료 수입은 총 725백만원이며, 연도별로는 '21년 210백만원, '22년 270백만원, '23년 245백만원

〈표 7〉 기술이전/기술료 성과

구분	기술이전(연도별)	
	건수(건)	금액(백만원)
2021	4	210
2022	6	270
2023	3	245
전체	13	725

■ **(특허 출원/등록 성과)** 사업기간 동안 특허출원/등록 총 62건

- 연도별 특허출원 성과는 '20년 12건(국내), '21년 18건(국내 11건, 해외 7건), '22년 8건(국내 7건, 해외 1건), '23년 4건(국내)
- 연도별 특허등록 성과는 '21년 1건(국내), '22년 5건(국내), '23년 14건(국내)

〈표 8〉 특허 출원/등록 성과

구분		2020			2021			2022			2023		
		국내	해외	전체	국내	해외	전체	국내	해외	전체	국내	해외	전체
출원(건)		12	-	12	11	7	18	7	1	8	4	-	4
등록(건)		-	-	-	1	-	1	5	-	5	14	-	14
계 (건)	국내 출원	34											
	국내 등록	20											
	해외 출원	8											
		62											

■ **(SCIE 논문 성과)** 사업기간 동안 SCI급 논문 게재 성과는 총 40건

- 연도별 SCIE 논문 성과는 '20년 1건, '21년 7건, '22년 16건, '23년 16건 게재

〈표 9〉 SCIE 논문 성과

구분	논문	
	건수(건)	비고
2020	1	SCIE
2021	7	SCIE
2022	16	SCIE
2023	16	SCIE
계	40	-

- 글로벌 수준 상위 10%(mrnIF 90) 이내의 저널에 게재된 논문이 32.5%(13건)를 차지하고 있으며, 특히, 상위 5%(mrnIF 95) 이내 저널에 6건의 논문을 게재

〈표 10〉 mrnIF 상위 10% 저널에 게재된 논문

게재연도	논문명	저널명	mrnIF
2021	High-speed photoacoustic microscopy: A review dedicated on light sources	Photoacoustics	98.38
2022	Optical Soldering of MoS2 Layers for Defect Structure Formation with Induced Photoluminescence	Advanced Optical Materials	90.9
2022	Bioinspired redox-coupled conversion reaction in FeOOH-acetate hybrid nanoplatelets for Na ion battery	Journal of Materials Chemistry A	91.52
2022	Reconfiguring Sodium Intercalation Process of TiS2 Electrode for Sodium-Ion Batteries by a Partial Solvent Cointercalation	ACS Energy Letters	96.5
2023	Cancer organoid-based diagnosis reactivity prediction (CODRP) index-based anticancer drug sensitivity test in ALK-rearrangement positive non-small cell lung cancer (NSCLC)	JOURNAL OF EXPERIMENTAL & CLINICAL CANCER RESEARCH	90
2023	Boosting catalyst activity with high valency metal species through Fe doping on normal spinel NiCr2O4 for superior water oxidation	Applied Surface Science	100
2023	Metallic filament domain dynamics-induced abrupt resistive switching characteristics with small hysteresis in two dimensional-crystalline VO2 films	Journal of Alloys and Compounds	91
2023	Synergetic enhancement of quantum yield and exciton lifetime of monolayer WS2 by proximal metal plate and negative electric bias	acs nano	94.4
2023	Giant Spin-Orbit Torque in Sputter-Deposited Bi Films	advanced science	93.2
2023	Thermal-protective and oxygen-resistant nanocoating using silica-nanocomposites for laser thinning of polymorphic molybdenum ditellurides	Applied Surface Science	100
2023	Phase Engineering of 2D Materials	chemical reviews	100
2023	Real-time Monitoring of Multi-target Antimicrobial Mechanisms of Peptoids Using Label-free Imaging with Optical Diffraction Tomography	Advanced Science	93.2
2023	Electrical role of sulfur vacancies in MoS2: Transient current approach	Applied Surface Science	100

■ **(고용창출 성과)** 과제수행 관련 신규 고용 성과는 52명

〈표 11〉 신규 고용 성과

구분	고용창출	
	신규고용(명)	비고
2020	1	1개 기업
2021	11	6개 기업
2022	27	9개 기업
2023	13	7개 기업
전체	52	23개 기업 ※기업 중복 제외시 19개 기업

■ **(사업화 매출액 성과)** 사업기간 동안 매출액은 9개 기업 제품에 대한 판매실적 18.6억원

〈표 12〉 **연구장비 제품판매 매출액 성과**

구분	사업화	
	건수(건)	매출액(백만원)
2021	3	1,326
2022	6	490
2023	2	44
전체	11건 (9개 기업)	1,860

■ **(연구장비 기업 재직자 교육)** 연구장비 기업 재직자 교육 수료자는 총 454명이며, 교육에 대한 만족도는 ’21년 90.44점, ’22년 95.31점, ’23년 96.03점을 달성

〈표 13〉 **연구장비 기업 재직자 대상 교육 만족도**

년도	과정명	교육내용	수료자 수	교육생 만족도	만족도 (평균)
2021	HW개발 과정	연구장비 HW개발에 필요한 교육 기본과정 및 전문과정 운영	113명	89.64	90.44
	SW개발 과정	연구장비 SW개발에 필요한 교육 기본과정 및 전문과정 운영	126명	91.24	
2022	HW개발 과정	연구장비 HW개발에 필요한 교육 기본과정 및 전문과정 운영	60명	96.38점	95.31
	SW개발 과정	연구장비 SW개발에 필요한 교육 기본과정 및 전문과정 운영	61명	94.24점	
2023	HW개발 과정	연구장비 HW개발에 필요한 교육 기본과정 및 전문과정 운영	45명	98.57점	96.03
	SW개발 과정	연구장비 SW개발에 필요한 교육 기본과정 및 전문과정 운영	49명	93.48점	
전체(’21~’23)			454명	-	93.9

Ⅲ
우수 연구성과 사례

EDS용 '고감도 엑스선 검출소자' 개발

- 성과개요
- 연구기관(연구책임자)
- 연구성과

Mini-SEM EDS용 검출소자 부품
나노종합기술원 (김경태 책임)
EDS용 고감도 엑스선검출소자 핵심기술 개발

국내 기술로 고감도 엑스선검출소자 개발 도전

외산 점유율이 높은 국내 측정/분석용 연구장비 시장에서 국산 연구장비 개발 필요성이 높아지고 있다. 연구장비 국산화를 위해서는 핵심부품이 점차 국산으로 대체되어야 함은 명백하다.

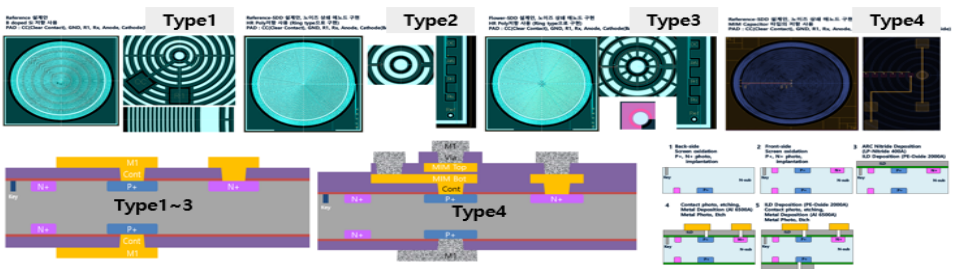


나노종합기술원
김경태 책임

나노종합기술원 김경태 박사는 동 사업을 수행하면서 SEM/TEM/XRF/XRD 등 다양한 연구장비에 사용되는 엑스선검출소자(Silicon Drift Detector, SDD) 국산화를 위한 핵심기술을 개발하였다.

"나노종합기술원은 나노스케일의 분석·평가를 서비스하고 있는데 대표적으로 활용하는 연구장비로 전자현미경이 있습니다. 전자현미경으로 형상을 관찰하는 것이 가능하지만, 특정 부분이 어떤 성분인지를 알고자 할 때 EDS(Energy Dispersive Spectroscopy)라는 장비를 결합하여 사용합니다. 국내에서도 EDS를 결합한 전자현미경이 출시되고 있지만 엑스선을 검출하는 소자는 전량 수입에 의존하고 있는 현실입니다."

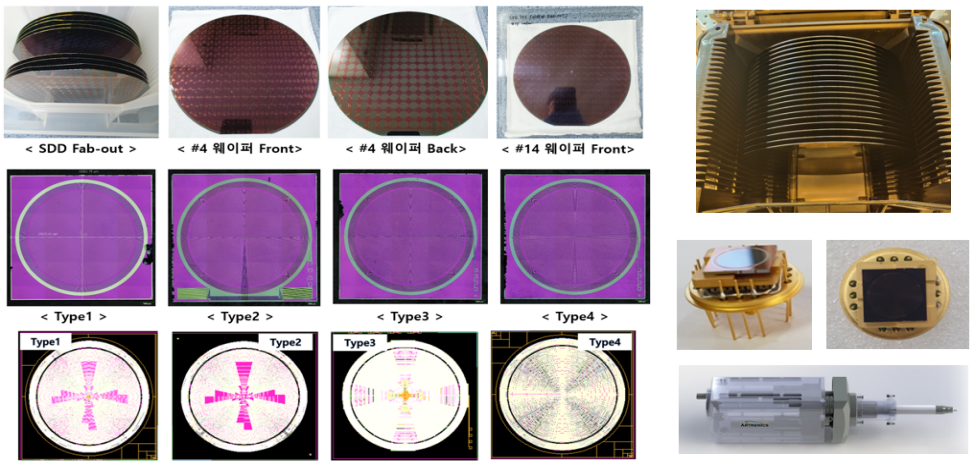
고감도 엑스선검출소자 핵심기술 개발로 EDS용 센서 국산화를 위한 초석 마련



〈 검출소자 설계 〉

해외 선진 업체들은 6인치 기반의 SDD 공정을 진행하고 있어 100mm^2 검출기를 기준으로 웨이퍼당 60개 정도의 SDD가 양산되고 있으나, 본 연구는 8인치 공정 기술을 적용하여 웨이퍼당 넷다이(Net-Die)가 208개에 달하므로 가격 경쟁력이 높다고 판단하고 있다

또한 기존의 저항을 이용한 전압 디바이더 기술의 문제점인 높은 전력소모와 발열 문제를 개선하고자 SDD 소자에 캐패시터형 전압디바이더를 적용하여, 대기전력을 획기적으로 줄이고 펠티어 쿨러 등 냉각소자를 제거할 수 있는 패키지 소형화 기술 관련 3건의 특허가 등록된 상태다.



〈 Mini-SEM EDS용 검출소자 시제품 〉

개발한 검출소자의 상용화를 위한 후속 연구

이러한 우수한 기술개발 결과를 바탕으로 최근에는 국내 엑스선형광분석기(XRF) 전문기업과 수요가 급증하고 있는 반도체 금속박막 두께 측정을 위한 장비개발에 참여하고 있다. 개발한 SDD가 연구장비뿐만 아니라 공정장비까지 적용될 수 있도록 노력을 기울이고 있어 향후 국산 소자의 상용화 성과가 기대된다.



〈 EXRS2022 국제학회 발표 및 홍보('22.6) 〉

마이크로스케일 열분석을 위한 '열반사 현미경' 개발

- 성과개요
- 연구기관(연구책임자)
- 연구성과

초미세 전자소자의 발열 분석을 위한 나노초 시분해 방식의 고해상도 열반사 현미경 시스템

나노스코프시스템즈 (전병선 대표)

마이크로 스케일 열분석 장비 '열반사 현미경' 개발

미지의 영역이었던 미세소자 발열을 관찰하는 '국내 최초 열반사 현미경'

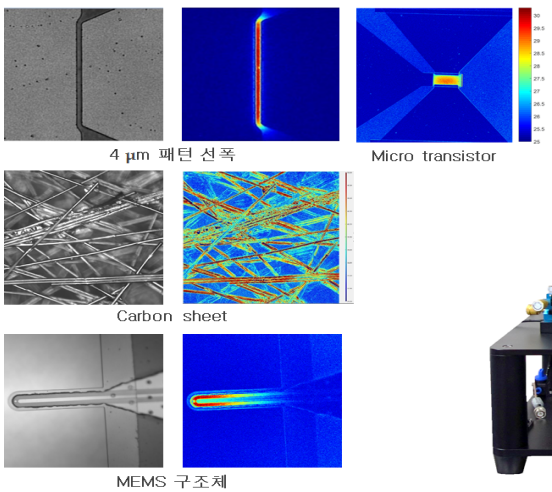
나노스코프시스템즈는 2006년 최첨단 광학현미경인 레이저 공초점 현미경을 국내 최초로 제품화하여 현재까지 관련 분야에서 사업을 지속하고 있는 디지털 광학 현미경 전문기업이다.

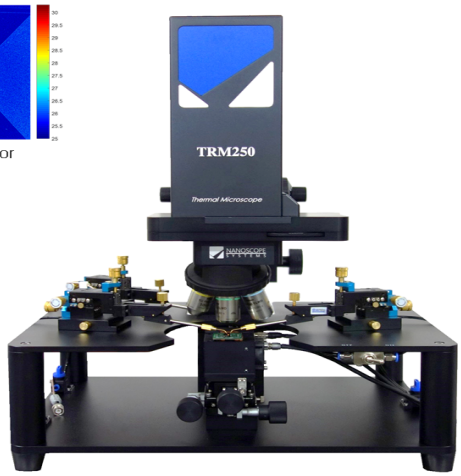
오랜 기간 축적해 온 나노스코프시스템즈의 옵토-메카트로닉스 기술과 한국기초과학지원연구원 기술을 결합하여 개발한 새로운 연구장비인 '열반사 현미경 시스템'으로 특수 광학현미경 시장으로의 사업 확장을 시도하고 있다. 동 사업 지원으로 열반사 현미경을 제품화(TRM250)하여 국내 주요 연구기관을 대상으로 장비를 알리고 있다.



나노스코프시스템즈㈜
전병선 대표

반도체/전자소자 연구자의 큰 관심과 기대를 받고 있는 나노스코프시스템즈 열반사 현미경

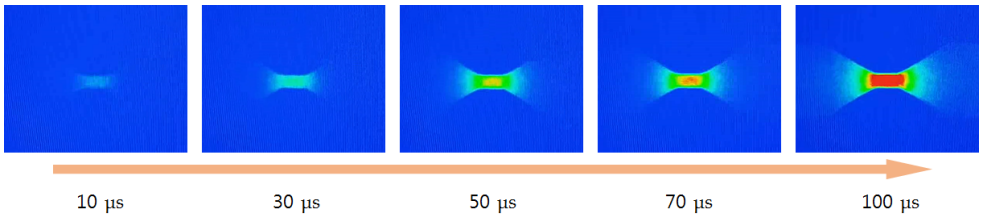




〈 나노스코프시스템즈 열반사 현미경 TRM250 〉

"열반사 현미경은 매우 작은 영역에서의 열분포 특성을 영상화하여 시각적으로 분석할 수 있는 장치로, 인체 발열 검사 목적으로 많이 접하고 있는 열화상 카메라의 현미경 버전이라고 할 수 있습니다. 그러나 열화상 카메라 기술의 한계로 발열현상을 현미경 수준으로 구현하는 것은 어렵기 때문에, 마이크로 스케일의 열화상을 얻는 기술은 미지의 영역이었다고 할 수 있습니다."

열반사 현미경 기술은 기존 광학현미경 분해능을 그대로 유지하면서 발열 분포를 관찰할 수 있는 획기적인 열분석 방법이다. 아직 초기 단계의 시장으로 나노스코프시스템즈의 제품화 사례는 전 세계적으로 두 번째에 해당하는 것으로 파악하고 있다.



〈 시간에 따른 미세 열분포 변화 이미지 〉

미세소자 연구자 및 관련 기업의 관심으로 매출 기대

그동안 현미경급 미세 열분석법에 대한 솔루션의 부재로, 열반사 현미경에 대한 기대와 관심은 매우 높다. 그러나 기존 열화상 카메라 방식과는 달리 전자 회로 또는 전류를 인가할 수 있는 시료에만 적용이 가능하며 데이터를 얻기까지 상대적으로 복잡한 사용자 운영방식으로 인해 적용 가능한 어플리케이션이 아직 제한적이다. 그럼에도 불구하고 현미경 수준의 발열 영상을 얻을 수 있다는 강력한 장점으로 특히 반도체 관련 연구자들에게 큰 기대를 받으며 데모 테스트가 이어지고 있다.

“모든 분석장비가 그러하듯이 기술에 대한 관심이 커지면서 사용자들이 많아지게 되고 사용하면서 발견되는 불편함과 문제점들이 극복되면서 장비의 성능도 향상됩니다. 이제 시작이라 할 수 있는 열반사 현미경도 연구자들의 관심으로 성능이 향상되고 시장이 지속적으로 확장될 것으로 기대됩니다”

나노스코프시스템즈에서 개발한 열반사 현미경은 현재 국내 연구소 및 대학에 판매하고 있으며, 해외 연구자들로부터의 제품 상담도 진행되고 있어 조만간 수출 성과도 기대하고 있다.



〈 한국 반도체 학술대회 전시 및 ISMTII 2023 초청 발표 〉

분자조성분석 기능을 결합한 '광유도력 원자현미경' 개발

- 성과개요
- 연구기관(연구책임자)
- 연구성과

분자조성분석 기능을 결합한 광유도력 원자현미경
파크시스템스 (조상준 전무)
원자현미경 장비에 적외선 (IR) 분광기를 결합한 NX-IR R300 개발

국내 최고 대면적 나노계측 기술을 바탕으로 '광유도력 원자현미경' 도전

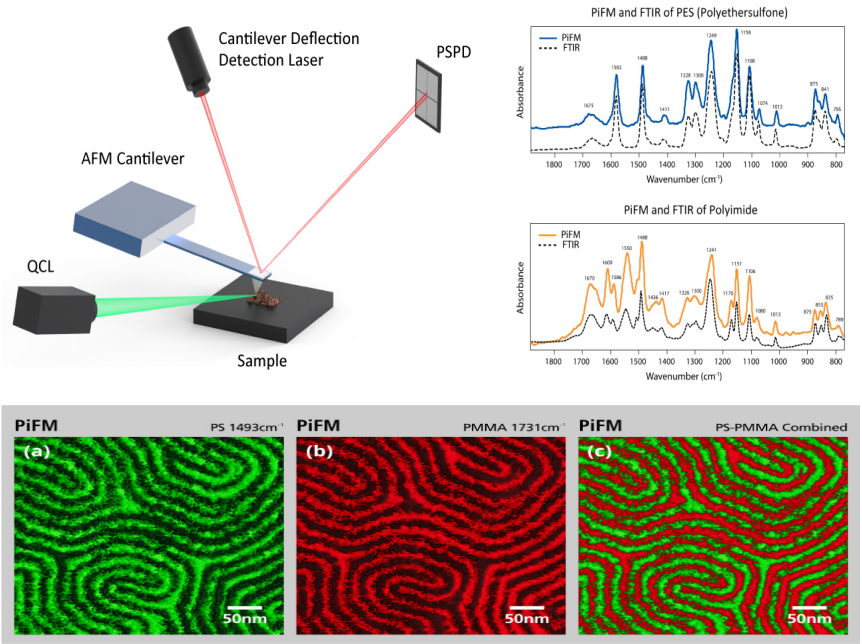
파크시스템스는 세계 최초로 원자현미경(Atomic Force Microscope)을 개발한 스탠퍼드 대학교 캘빈 퀘이트 교수 연구실의 핵심 연구원이었던 박상일 대표가 창업한 국내 유일의 원자현미경 제조 기업이다. 첨단계측장비의 90%를 수입하는 한국에서 연구장비를 개발하고 판매하는 퍼스트 무버로서 성공적으로 시장을 개척해 가고 있다. 최근에는 마이크로 구조 박막의 두께와 특성을 측정하는 이미지 스캐닝 타원편광계의 선도 기업인 독일의 Accurion을 2022년 인수하는 등 제품 다각화를 통해 연구 및 산업 현장에서 필요한 정밀 측정 분석 솔루션 기업으로 성장을 가속화하고 있다.



㈜파크시스템스
조상준 전무

독보적인 기술력을 갖춘 파크시스템스의 광유도력 원자현미경

파크시스템스는 동 사업으로 원자현미경 장비에 적외선(IR) 분광기를 결합한 'Park NX-IR R300'을 개발하여 제품을 출시했다. NX-IR R300은 기존 파크시스템의 AFM 장비에 PiFM(Photo-induced Force Microscopy, 광유도력 현미경) 기술을 결합하여 시료의 구조뿐만 아니라 화학적 특성을 나노미터(nm) 수준에서 분석할 수 있다.



〈 광유도력 원자현미경(PiFM) 기술 및 측정 이미지 〉

“나노스케일의 화학조성을 분석하고자 하는 요구를 많은 연구자와 산업계 종사자로부터 들을 수 있었습니다. 이를 통해 PiFM 기술의 유용성을 파악하여 웨이퍼와 같은 대면적 샘플의 화학적 분석이 가능한 ‘NX-IR R300’을 개발하게 되었습니다”

연구책임자인 파크시스템스 조상준 전무는 개발 과정에서 레이저 수급에 어려움을 겪기도 했으나 그동안 쌓아온 제품개발 역량으로 짧은 기간 내 개발을 완료할 수 있었다고 소감을 밝혔다.



〈 나노수준의 화학분석 기능을 갖춘 Park NX-IR R300 〉

사용자 만족도를 높이기 위해 제품 개선에 끊임없는 노력

NX-IR R300은 나노 과학 기술 연구의 새로운 시대를 여는 획기적인 원자현미경으로 시료의 화학 성분을 최고 수준의 정확도로 분석해야 하는 연구자와 고객사에게 많은 관심을 받고 있다. 과제 종료 시점에는 베타버전의 장비임에도 일본과 미국에 장비를 판매하여 차별적인 기술력을 인정받았다. 이러한 성과에 안주하지 않고 제품을 업그레이드하는 노력도 진행 중이다. 기존에 레이저 포커스와 트래킹 등 사용자가 직접 세팅해야 했던 아쉬운 부분을 자동화하여 측정 편의성을 크게 높인 제품을 준비하고 있다. 향후에는 연구자뿐만 아니라 산업계에서 사용 가능한 연구장비로 발전시킬 계획이다.

소형전자현미경용 'Conical Lens' 개발

- 성과개요
- 연구기관(연구책임자)
- 연구성과

Conical Lens를 적용한 소형전자현미경
코셈 (이준희 대표)
소형전자현미경용 핵심부품(Conical Lens) 개발



㈜코셈 이준희 대표

기술력으로 글로벌 시장에 도전하는 코셈 전자현미경

주사전자현미경 핵심부품 국산화로 제품 경쟁력 강화

코셈은 2007년 주사전자현미경(Scanning Electron MIcroscope, SEM)을 국산화해 한국을 세계 다섯 번째 전자현미경 기술을 보유한 나라로 이름을 올렸다. 이후 3~5만배 배율을 지원하는 기존의 탁상형 주사전자현미경 시장에서 10만배 배율을 지원하는 제품 개발에 성공해 기술력을 인정받았다. 이를 계기로 연구장비 시장에 본격적으로 진입할 수 있었으며, 2024년에는 코스닥 시장에 상장하는 등 지속적으로 성장하고 있는 연구장비 기업이다.

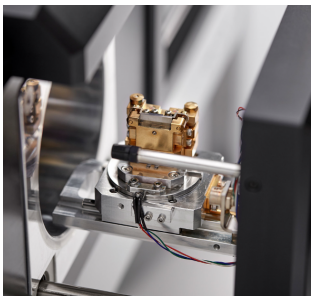
코셈은 동 사업으로 5nm 분해능이 가능한 Conical Lens를 개발하여 소형전자현미경 EM-40에 적용했다. 2024년 출시한 EM-40은 기존 제품 대비 향상된 속도(13FPS)와 강화된 배율(25만배)이 특징인 코셈의 탁상형 주사전자현미경 주력 제품이다.



〈 Conical Lens를 적용한 COXEM EM-40 〉

또한 한국기초과학지원연구원과 공동으로 개발한 '시료 대기차단 이송 시스템' 기술을 이온밀링 시료전처리장비 CP-8000에 적용하여 출시했다. CP-8000은 Ar 이온을 이용하여 시료의 단면에 구조적 손상과 같은 물리적 변형을 주지 않고 수십㎛에서 수mm 영역까지 넓은 면적을 가공하여 시료 단면 분석을 가능하게 하는 국내 최초의 이온밀러 장비다.





〈 대기차단 이송장치가 적용된 이온밀러 CP-8000 〉

국산 연구장비 세계 시장 진출을 꿈꾸는 코셈

“가격이 저렴하더라도 성능이 부족한 연구장비는 시장에서 경쟁하기 어렵습니다. 코셈은 글로벌 기업 경쟁제품 대비 성능은 동등하면서 사용자 편의성 및 가격 경쟁력이 우수한 제품으로 국내뿐만 아니라 해외시장으로 진출하고자 합니다.”

코셈 이준희 대표는 국내를 넘어 글로벌 연구장비 시장에 도전하고 있다고 말했다. 이와 관련하여 전세계 코셈 대리점을 초정해 신제품을 소개하고 영업전략 및 제품개발 방향을 소개하는 ‘2024 세계 대리점 대회’를 ’24년 5월 스페인 바르셀로나에서 개최하는 등 해외 마케팅에도 노력을 기울이고 있다.



〈 코셈, 2024 세계 대리점 대회 개최(스페인 바르셀로나, ’24.5) 〉

2차전지 소재 '열/가스 동시 분석 시스템' 개발

- 성과개요
- 연구기관(연구책임자)
- 연구성과

2차전지 소재 열 및 가스 동시 분석 시스템

아스타(김현식 연구소장)

TGA TOF-MS 개발

배터리 소재 개발에 기여하는 열/가스 동시 분석시스템

아스타는 지난 2014년 국내 최초이자 전 세계에서 5번째로 MALDI TOF 질량분석 장비인 MicroIDSys®를 개발하여 미생물 진단용으로 상용화에 성공한 기업이다. 타제품 대비 기능적 동등성을 확보함과 동시에 사용자의 편의를 고려한 소프트웨어를 탑재하고 보다 안정적인 유지보수가 가능하도록 모듈화 시스템을 설계부터 생산까지 국내 기술로 이뤄냈다.

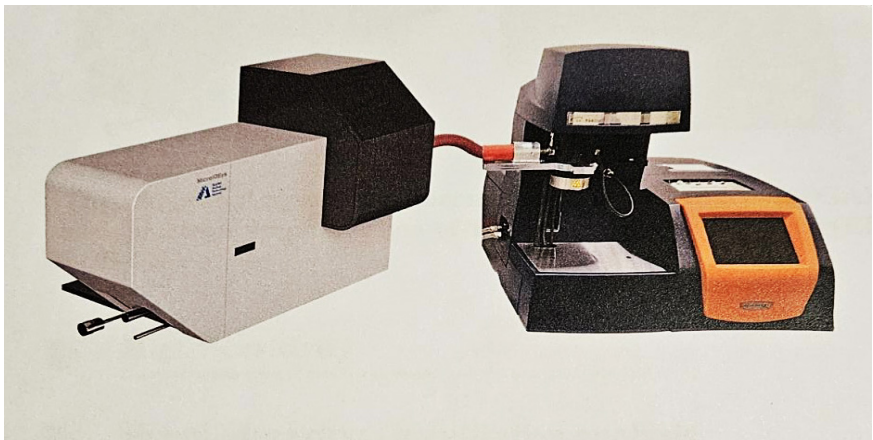


㈜아스타 김현식 연구소장

질량분석기 전문기업인 아스타는 국내 2차전지 기업으로부터 열/가스 동시 분석 장비에 대한 수요를 인지하고 장비개발을 시작하게 되었다. 2차전지 소재 개발에는 열 안정성이 중요한 이슈이다. 온도가 올라갈수록 소재가 불안정해지면서 배출가스를 발생시키는데 이를 분석하면 보다 안정적인 소재 개발이 가능하다. 따라서 열중량분석과 성분분석을 동시에 할 수 있는 연구장비의 활용은 2차전지 소재 개발의 효율성을 크게 높여줄 수 있다.

수요기업과 수시로 개발 과정과 결과를 교류하면서 장비개발을 진행한 끝에 열중량분석기(TGA; Thermogravimetry Analysis)와 비행시간형 질량분석기(TOF-MS; Time of Flight Mass Spectrometer)를 연결하여 실시간 열안전성 분석과 그 과정에서 발생하는 가스 성분분석이 가능한 'TGA TOF-MS'가 탄생했다.

2차전지 소재를 연구하는 기업의 개발 요구로 탄생한 아스타 TGA TOF-MS

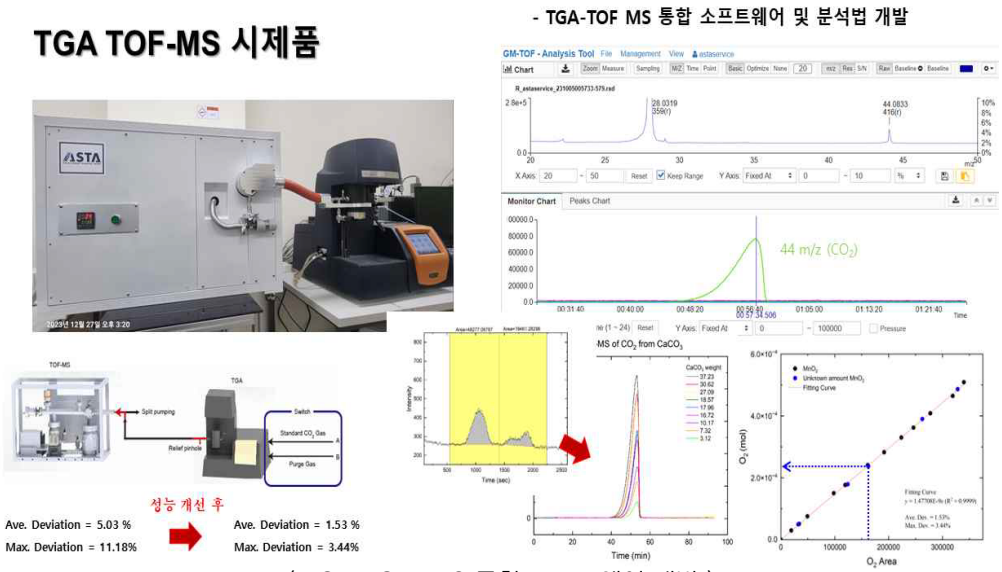


〈 TGA TOF-MS 시제품 〉

지속적인 제품 개선으로 편의성을 높이고 활용 분야도 넓혀갈 것

“기존의 TGA 장비에 결합하는 질량분석기는 대부분 사중극자 질량분석기(Quadrupole Mass Analyzer)를 사용하고 있었습니다. 이번에 아스타에서 세계 최초로 개발된 TOF 방식 TGA TOF-MS는 배터리 연구에 최적화하여 감도, 해상도, 측정속도, 분해능이 우수합니다.”

아스타 김현식 연구소장은 개발한 TGA TOF-MS의 장점을 강조하면서 수요기업이 요구한 성능을 만족하여 조만간 발주 예정이라고 말했다. 향후에는 사용자 편의성을 높이기 위해 S/W를 개선하고 자동화된 분석 기능을 적용할 계획이다.



〈 TGA TOF-MS 통합 소프트웨어 개발 〉

개발한 TGA TOF-MS는 우선 2차전지를 연구하는 기업을 대상으로 제품을 홍보할 예정이지만 최근 디스플레이 기업에서도 관심을 보이고 있어 향후 다양한 연구분야로 활용이 기대되고 있다.

Ⅳ
연구장비 산업 및 R&D 발전방안

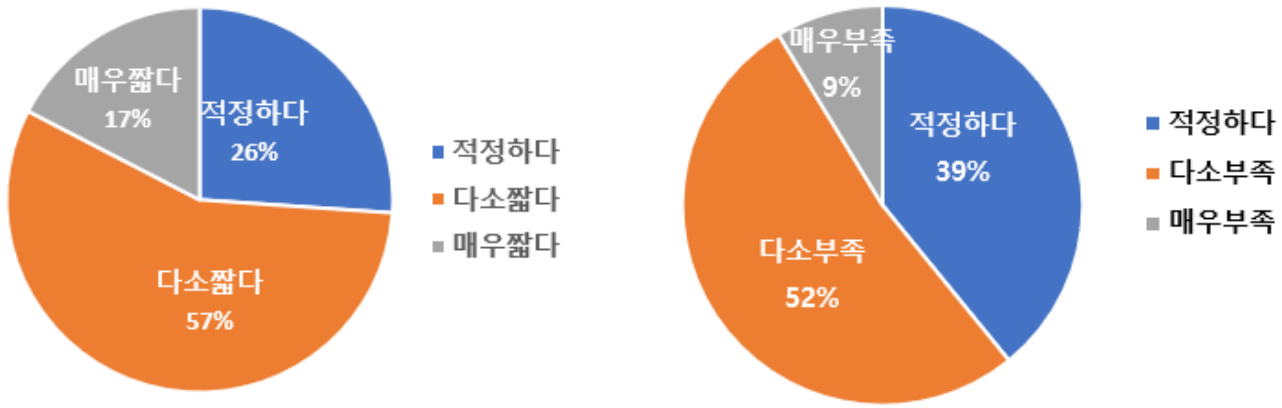
▸ 연구장비산업육성사업에 참여한 연구책임자를 대상으로 '연구장비 R&D' 및 '연구장비산업 발전'에 대한 설문조사 실시('24.5)

• 조사대상: 연구장비산업육성사업 참여 연구책임자	• 조사기간: '24.5.20. ~ 5.27.(8일간)
• 조사방법: 이메일 설문조사	• 응답자수: 23명

과제수행 연구책임자 대상 설문조사

■ **(R&D 지원 기간 및 규모)** 연구장비 개발 R&D의 지원 기간과 지원 규모에 대해서는 연구비와 연구기간이 부족하다는 의견이 높은 비율을 차지

- 동 사업의 R&D 지원 기간에 대한 만족도는 응답자의 57%가 다소 짧다, 17%가 매우 짧다고 응답하여 기간이 짧다는 의견이 전체의 74%를 차지하였으며, 적정하다는 의견은 26%를 나타냄
- R&D 지원 규모에 대해서는 응답자의 52%가 다소 부족하다고 응답하였으며, 이어 적정하다는 의견이 39%를 차지하여 전반적으로 연구비 확대가 필요하다는 의견이 높음

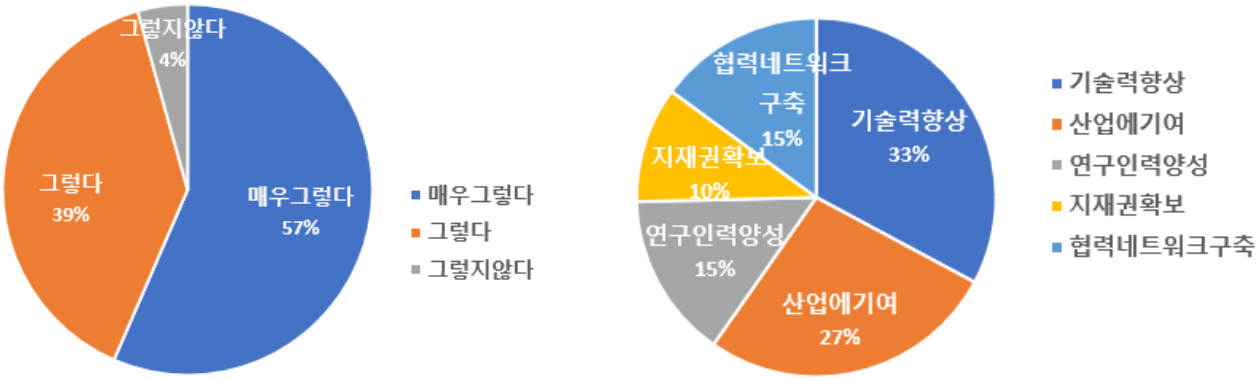


연구 기간의 적절성　　연구비의 적절성

〈그림 5〉 R&D 지원 기간/규모 적절성

■ **(과제수행 성과)** 동 사업의 연구 결과가 국산 연구장비 개발에 기여한다고 높은 비율로 응답하였으며, 수행한 과제를 통해 기여한 부분은 '연구장비 기술력 향상'과 '산업에 기여'한 것으로 응답

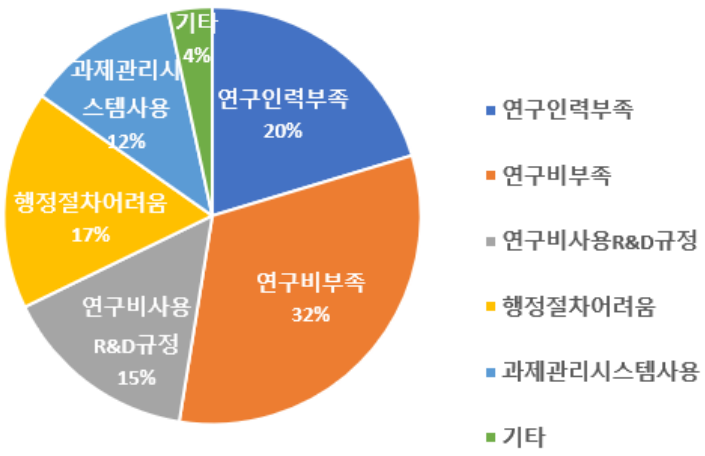
- 연구 결과가 국내 연구장비 경쟁력 향상에 기여한다고 생각하는가에 대해서는 57%가 매우 그렇다고 응답, 이어 그렇다는 의견이 39%를 나타내어 다수의 응답자가 동 사업이 연구장비 분야에 기여한 것으로 응답
- 연구장비 분야에 기여한 부분은 무엇이었는지에 관한 질문에 기술력향상(33%), 산업에 기여(27%)가 높게 나타났으며, 이어 협력네트워크 구축(15%)과 연구인력양성(15%)에 기여했다고 응답



연구장비 개발에 기여 연구장비 개발에 기여한 분야

〈그림 6〉 **과제수행 성과가 연구장비 개발에 기여한 정도 및 분야**

■ **(과제수행 관련 애로사항)** 과제를 수행하는 과정에서 애로사항에 관한 질문에 연구비 부족(32%), 연구인력 부족(20%) 순으로 애로사항을 나타냈으며, 그 외 R&D 수행 관련 행정절차(17%)와 연구비 사용 규정(15%), 과제/연구비 관리시스템 사용(12%) 등에 어려움이 있었던 것으로 응답



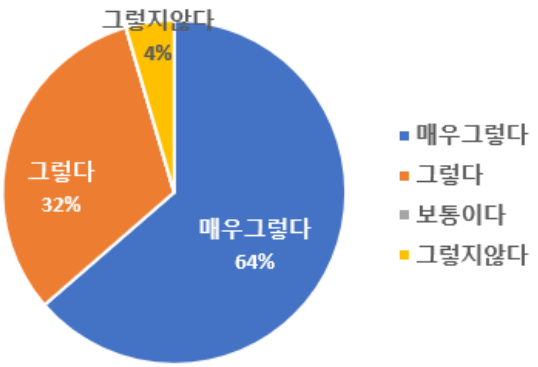
〈그림 7〉 **과제수행 과정에서의 애로사항**

■ **(연구장비 R&D 발전에 대한 의견)** 연구장비 R&D 지원사업 발전에 대해 다음과 같은 의견을 제시

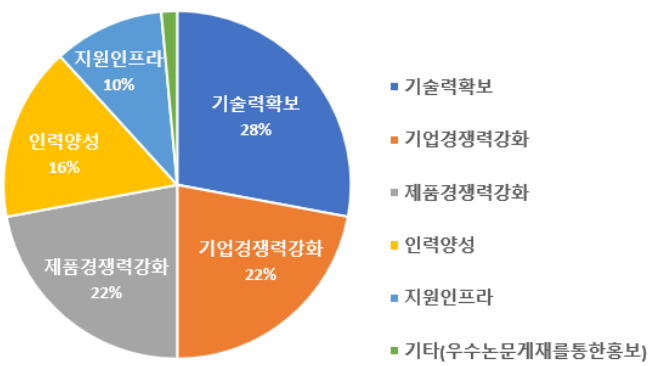
- 사업화 목적의 산/학연 공동 과제는 기술이전 이후에도 기업에서 제품화하는데 많은 시간과 비용이 소요됨. 사업화 성공을 위해서는 지속적인 기술개발 지원이 필요
- 연구장비 R&D 지원사업 발전을 위해서는 중장기 계획 수립에 따라 사업을 추진하고 선정된 과제에 대한 안정적인 연구지원 필요
- 연구장비 핵심기술 개발부터 상용화까지 이어질 수 있는 연계형 R&D 사업 필요
- 과제 종료 이후에도 연구기관과 기업이 함께 기술 교류를 진행할 수 있는 네트워크 구축이 중요
- 연구장비 분야 분석기술 R&D 지원 등 원천/기반 기술에 대한 투자가 병행되어야 함
- 연구장비 하드웨어 개발뿐만 아니라 AI적용, 제어, 운영 등 소프트웨어 개발의 비중을 높일 필요가 있음
- 개발하는 장비별로 차이가 있으나, 연구장비 핵심기술 확보부터 상용화 개발까지 하는 경우 대략 5년 정도의 개발 기간이 소요
- (기타) 주관 연구기관의 업무부담 경감, 위탁정산에 대한 비용 부담, 행정적인 절차 간소화, 기업 수행 과제 인건비 사용에 대한 제도 완화 등

■ **(동 사업의 연구장비산업 기여)** 동 사업이 국내 연구장비산업 경쟁력에 기여한다고 높은 비율로 응답하였으며, 연구장비산업에 기여한 분야는 '기술력 확보'와 '기업 및 제품 경쟁력 강화'인 것으로 나타남

- 동 사업이 국내 연구장비산업 육성에 기여하고 있는가에 대한 질문에 매우 그렇다(64%), 그렇다(32%) 순으로 응답하여 대부분의 응답자가 지원 사업이 국내 연구장비산업 육성에 도움이 되는 것으로 인식
- 국내 연구장비산업을 육성하기 위해 가장 필요한 부분이 무엇인지에 관한 질문에 기술력확보(28%), 기업 경쟁력 강화(22%) 및 제품경쟁력강화(22%), 인력양성(16%), 지원인프라(10%) 순으로 응답



동 사업의 연구장비산업에 기여 정도



동 사업이 연구장비산업에 기여한 분야

〈그림 8〉 **연구장비산업에 기여한 정도 및 분야**

■ **(연구장비산업 발전에 대한 의견)** 국내 연구장비산업 발전에 대해 다음과 같은 의견을 제시

- 연구장비산업 발전을 위해서는 기술개발도 중요하나, 그에 못지않게 국산 연구장비의 활용을 높여야 연구장비산업 생태계가 구축될 것임
- 연구장비산업의 중요성에 비해 전문인력이 부족하여 국내 기업 제품이 외산장비 대비 비교우위를 점하지 못하고 있음. 우수한 인력이 유입될 수 있도록 관련 학과에 혜택 마련 또는 연구원 육성을 위한 지원프로그램 확대를 제안
- 외국 장비와 동등한 수준의 성능을 갖춘 국산 연구장비도 있으나, 홍보 부족으로 국산 제품 사용 활성화가 지연되는 경우가 있다고 판단됨
- 연구장비산업은 짧은 기간 내에 성과가 나오지 않을 수 있으나 국가 과학기술 경쟁력의 원천이 되는 분야임
- 연구장비산업 활성화를 위해 연구장비 관련 부품 개발/공급을 지원하는 센터가 있으면 좋겠음. 또한 국산 연구장비 수요 확대 방안 마련 필요
- 연구장비 시제품의 상용화를 위해서는 개발된 시제품을 테스트할 장소나 운용 기관이 필요

▸ 연구장비 분야 산·학·연 간담회 및 연구책임자 대상 설문조사를 통해 연구장비 R&D 및 연구장비산업 발전 방향을 다음과 같이 도출

연구장비 분야 R&D 발전방향

■ **(기반기술 확보)** 첨단 계측·분석 기술은 연구장비 개발의 기반이 될 뿐만 아니라 향후 산업계 활용까지 확대될 수 있는 파급효과가 높은 기술임. 연구장비 개발을 위해서는 계측·분석 원천기술에 대한 투자뿐만 아니라 연구장비를 구성에 필요한 보조장치/부대장비 및 시료 전처리 기술 등 폭넓은 기술 확보가 전제되어야 함

■ **(R&D 지원 규모)** 연구장비 개발에 필요한 기술을 확보하고 시제품을 개발하기까지 장기간이 소요됨. 연구장비 개발의 특성을 반영하여 충분한 개발 기간을 확보하고 적정 규모의 연구비를 지원할 필요가 있음

※ 연구장비 선진국인 일본은 '첨단계측분석기술·기기 개발 프로그램('04~'20)'으로 요소기술 개발에 과제별 3.5년(약 2천만엔/연), 기기 개발에 5.5년(약 5천만엔/연) 내외의 개발 기간을 지원

■ **(연계 지원 체계)** 연구장비 핵심/요소기술 개발을 지속 지원하여 연구장비 기반 기술을 확보하고, 활용 수요가 높고 상용화 가능성이 있는 기술에 대해서는 제품화까지 지원하는 연계지원 체계 구축 필요

※ 연구장비 개발은 연구자와 기업의 협력이 필수적으로, 기술개발부터 제품화까지 협력관계를 지속할 수 있는 지원프로그램에 대한 요구가 높음

■ **(중장기 계획 수립)** 연구장비 R&D 지원사업의 발전을 위해서는 연구장비별 현황분석 자료를 확보하고 이를 토대로 중장기적인 계획을 수립하여 R&D투자 필요

연구장비산업 발전방향

■ **(인력양성)** 국내 연구장비 기업은 개발 인력 확보에 어려움을 겪고 있음. 이는 대부분의 연구장비 기업이 중소기업으로 규모가 작고 인지도가 낮아 우수 인력의 관심이 적은 측면과 연구장비에 대한 전문교육을 받은 인력이 제한적인 영향이 높다고 판단됨. 연구장비 개발·운영 관련 전문인력을 공급할 수 있는 지원 정책 필요

※ 과학기술정보통신부에서는 2013년부터 이공계 인력을 대상으로 '연구장비 분야 전문인력양성사업'을 추진중

■ **(상용화 지원 기반)** 개발된 시제품을 연구자 또는 사용자가 우선 사용하면서 제품 개선 사항을 피드백하는 거점 등 양산시까지 완성도를 높일 수 있는 기반 구축이 필요

※ 시제품(베타 기기)의 사용은 양산 모델 개발을 위한 과정이나, 부가적으로 신규 연구장비를 홍보하는 효과를 기대할 수 있음

■ **(국산 연구장비 수요 확대)** 글로벌 연구장비 기업이 선점한 시장에서 국산 연구장비 사용 비율을 단기간에 높이는 것은 쉽지 않음. 국산 연구장비에 대한 연구자의 인식 개선을 위한 노력과 사용자가 만족할 수 있는 수준의 연구장비 개발을 지속적으로 추진해야함

■ **(연구장비 기업 성장)** 국내 연구장비 기업이 외산 연구장비 대비 기술 우위 또는 경쟁력 있는 제품을 기반으로 지속 성장해야 글로벌 시장 진입이 가능할 것임

※ 2022년 매출액 기준 세계 연구장비 기업 순위(IBE Electronics)

1	Thermo Fisher Scientific(미국)	2	Danaher(미국)	3	ZEISS Group(독일)	4	Agilent(미국)
5	AMETEK(미국)	6	Xylem(미국)	7	Illumina(미국)	8	Sartorius(독일)
9	METTLER TOLEDO(스위스)	10	Shimadzu(일본)	11	PerkinElmer(미국)	12	Waters(미국)
13	Bio-Rad(미국)	14	Bruker(미국)	15	Qiagen(네덜란드)	10	HORIBA(일본)
17	Spectris(영국)	18	Eppendorf(독일)	19	Tecan(스위스)	20	JEOL(일본)

V

시사점

연구장비산업육성사업은 국산 계측·분석 연구장비의 경쟁력을 높이기 위해 추진하여 연구장비 핵심기술 확보, 상용화 개발, 활용기반 조성에 기여

- ’20~‘24(5년) 간 정부투자 약 352억을 투입하여 연구장비 개발, 활용확산 기반조성, 기업역량 강화 등 24개 과제 지원
- 사업을 통해 연구장비 시제품/완제품 24건, 기술이전 13건(7.25억원), 국내외 특허 62건, SCI(E) 논문 40건, 제품판매 매출액 18.6억원 등 성과 창출

국산 연구장비 개발을 위해 연구기관과 기업 간 산·학·연 협력체계를 구축하고, 공동연구를 통해 기업의 기술력/제품개발 역량을 향상시키는 것이 중요

- 연구장비산업육성사업 내역사업 목적에 따라 주관 연구기관을 공공연구기관 또는 기업이 수행함으로써 기술력 확보 또는 상용화를 중점으로 사업추진
- 연구장비 개발·제조 선진국인 일본의 ’첨단계측분석기술·기기개발사업(’04~’20)’의 경우 산·학·관과의 공동연구개발을 요건으로 장비개발 R&D지원
- 연구장비 개발 성공을 위해서는 개발하는 연구장비에 대한 수요를 확보하고, 이를 토대로 개발한 제품이 기업에서 비즈니스가 가능한가를 판단하는 것이 중요한 요소

연구장비 분야 R&D 발전을 위해서는 중장기적인 계획을 수립하여 체계적으로 투자하고, 연구장비 개발부터 신뢰성까지 확보할 수 있는 개발 기간과 연구비 확보 필요

- 미국 NSF에서 지원하는 ‘주요 연구 기기 프로그램(Major Research Instrumentation Program, MRI)’은 장비개발에 ’24년 기준 최대 5년, 400만 달러까지 지원

연구장비산업 발전을 위해서는 국내 연구장비 기업의 성장이 필수적이며, 이를 위해 우수 인력공급 및 제품 경쟁력을 강화하고 사용자(연구자)의 신뢰도 제고를 통한 국산 연구장비 수요 확대가 요구됨

- 국산 연구장비 경쟁력을 강화 및 수요 확대를 위해서는 AI 기술, 측정분석 자동화, 데이터 관리/공유 기능 강화 등 최신 기술을 적극 도입하여 첨단 제품 이미지 제고 및 사용자 편의성을 높이는 노력 필요

참고문헌

- 연구장비산업육성사업 성과분석 보고서(과학기술사업화진흥원, 2024)
- 2022년도 국가연구시설장비 조사분석 보고서(국가연구시설장비진흥센터, 2024)
- 연구기기·장비개발의 여러 과제(CRDS, 2021)
- KASTI 뉴스레터 2024-5월호, 통권 41(KASTI, 2024)
- 나노기술의 첨병 전자현미경(국가나노기술정책센터 이슈페이퍼 2020-4, 2020)
- https://new.nsf.gov/funding/opportunities/major-research-instrumentation-program-mri
- https://www.pcbaaa.com/top-20-global-listed-instrument-companies-revenue-ranking
- https://www.parksystems.com/kr
- https://www.coxem.com/
- https://astams.com/

필자소개 유병헌
과학기술사업화진흥원 연구장비재료팀 책임연구원

박제민
과학기술사업화진흥원 연구장비재료팀 연구원

연구산업 이슈·동향 페이퍼 2024-02(통권 제14호)

연구장비산업육성사업
성과분석 및 시사점

발행일 2024년 6월 20일

발행처 과학기술사업화진흥원 연구장비재료팀
서울 강서구 양천로 570 17층
T. 02-736-9823 F. 02-736-9799

■ 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 개인적 의견이며, 진흥원의 공식적인 의견이 아님을 밝힙니다.