ISSUE PAPER
2023-07

국산연구장비 지속성장을 위한 연구성과의 산업화 전환사례 분석

2023.05.



COMPA 과학기술사업화진흥원

국산 연구장비 지속성장 지원을 위한
연구성과의 산업화 전환사례 분석

CONTENTS

Ⅰ. 서론 1

Ⅱ. 연구장비산업관련 환경분석 3

Ⅲ. 연구성과의 산업화 전환사례 10

Ⅳ. 시사점 35

Ⅴ. 참고문헌 38

발간사

본 이슈페이퍼는 과학기술 발전의 엔진인 '연구장비산업'의 현황 및 산업화 성공사례를 분석하고 그 시사점을 확인하는 목적으로 준비되었습니다.

연구장비산업은 우리의 생활을 풍요롭게 만드는 다양한 산업의 발전에 있어 필수적인 요소입니다. 현대 사회는 급속한 과학기술의 발전에 따른 혁신을 요구하며, 이러한 과학기술의 혁신을 이끌어내는 핵심 요소 중 하나가 바로 연구장비입니다. 이는 우리 삶의 품질 향상뿐만 아니라 산업 경쟁력 강화와 국가 경제 발전에도 중요한 역할을 하고 있습니다.

하지만, 우리나라의 연구장비산업은 아직도 성장의 초석을 놓고 있는 단계에 머물러 있습니다. 고성능 연구장비 분야에서는 주로 수입에 의존하고 있으며, 연구장비의 산업장비화 지원도 부족한 실정입니다. 이에 따라 본 이슈페이퍼에서는 국내 연구장비산업의 현황을 검토하고, 그 성장을 위해 필요한 전략적 방향성을 다양한 산업화 성공사례를 통해 확인하고자 합니다.

우리나라의 연구장비산업이 세계적인 수준에 도달하기 위해서는 우선적으로 고성능 연구장비의 국산화가 이루어져야 합니다. 또한, 산업장비화를 통해 이를 산업 현장에서도 활용할 수 있도록 지원해야 합니다. 이를 위해서는 정부의 적극적인 지원과 산학연 협력 체계 구축이 필요합니다.

본 이슈페이퍼를 통해 연구장비산업의 중요성을 인식하고, 그 성장을 위한 전략적 방향성을 제시하고자 합니다. 이 백서가 과학기술 발전을 위한 대화의 발판이 되기를 기대합니다.

마지막으로 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 견해이며, 진흥원의 공식적인 의견이 아님을 밝힙니다.

2023년 5월

과학기술사업화진흥원 원장 김봉수

Ⅰ 서론

배경

■ 국가연구개발 생산성 향상을 위한 연구산업 육성의 일환으로 연구장비산업에 대한 정부 지원 확대 및 전략화 추세

- 정부는 과학기술 선도국가로의 도약을 목적으로 연구장비 국산화, 선도연구장비 개발, 국산 연구장비 신뢰성 확보, 전문인력 양성, 판로개척 등 국내 연구장비산업의 자생적 생태계 조성을 위한 정책을 지속 확대

* 「연구산업진흥법」 제정('21년), 「제1차 연구산업진흥기본계획('22~'26)」 등

- 연구장비 개발 및 활용 지원*, 연구장비 특화 연구산업진흥단지 지정** 등 정부 정책·사업 간 연계 강화 및 실질적 성과 창출을 위한 방안 모색 필요

* 연구장비 요소기술 및 신제품 개발, 제품 성능개량 지원, 미래선도 연구장비 개발, 연구장비의 첨단산업 응용 및 연계 산업공정 혁신, 국산 연구장비 성능 검증(평가)활동 강화 등

** 연구산업 육성을 목적으로 '23년에 대전·부산을 연구산업진흥단지로 지정, 그 중 대전에 연구장비 분야에 특화된 단지를 조성(기초연, 표준연 중심)

■ 연구장비산업 생태계의 무게중심을 외산에서 국내 연구장비로 전환하고 연구장비기업의 성장을 위한 지원 필요

- 대부분의 주요 연구장비들이 해외 의존도가 높은 현황 속에서 외산 연구장비에 대한 사용자의 자발적·비자발적 고착화가 진행 중
- 글로벌 기업은 M&A 등을 통한 거대화로 제품·가격 경쟁력을 한층 강화하고 있으며 점진적으로 사업분야를 확대
- 반면, 대다수의 국내 연구장비기업은 규모가 영세하고 성장이 정체되어 있어 다양한 기술 집약을 필요로 하는 연구장비산업 생태계에서 자립적으로 존속·발전이 어려움
- 국내 연구장비기업은 △제한적인 시장규모, △선진기업과의 기술수준 차이 극복, △고급인력 유치를 위한 인재 확보·육성 등 지속적인 사업 영위와 성장을 위한 과제에 직면 중

■ 연구장비산업의 규모, 성장 한계를 극복하고 연구장비가 하나의 산업으로서 생태계 고도화·자립화를 위한 방안 모색 필요

- 과학기술정보통신부는 연구장비 기술경쟁력 확보를 통한 자립화 기반 조성을 목적으로 '연구장비산업육성', '미래선도연

구장비 핵심기술개발' 사업을 추진

- 하지만, 현행 2개 사업만으로 연구장비산업의 이슈에 대한 지원에 한계가 있으며, 연구장비산업의 외연을 확대시킬 수 있는 새로운 정책적 방향성 검토가 필요

목적 및 분석(안)

- (목적) 국내외 연구성과의 산업화 성공사례 검토를 통한 연구장비산업 활성화 핵심요인 분석
- (대상) 연구장비 중 산업장비로의 전환이 활발히 일어난 광학장비,분석장비, 측정장비 중 국내외 대표기업
- (분석(안)) 대표기업의 개요 및 연구성과의 산업화 전환사례 검토, 핵심전환요인 및 시사점 확인

Ⅱ

연구장비산업관련 환경분석

1 연구장비산업의 개념·범위

연구장비 개념·범위

■ 연구장비산업은 다양한 분야의 과학연구와 실험에 활용하기 위한 도구 및 장비의 개발·제조·유지보수·서비스를 포함하는 산업

- 연구시설장비는 연구개발활동에 직접적으로 사용되며 연구개발에 필요한 기능과 환경을 구현하는 '연구시설'과 '연구장비'를 총칭
- 연구시설 및 장비는 연구실험 수행 및 데이터 수집, 결과 분석을 위한 필수 도구로 연구자들의 새로운 영역 탐색을 위한 요구사항에 따라 지속적으로 발전
- 「국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침('21.12월)」에서 연구장비를 '1백만원 이상의 구축비용이 소요되며, 1년 이상의 내구성을 지닌 과학기술활동을 위한 유형의 비소비적 자산'으로 정의

〈표 1〉 연구장비의 범위[1)]

구분	포함 대상	제외 대상
연구장비	• 시험, 분석, 계측, 생산, 교육(훈련) 등의 용도로 독립적인 연구개발기능을 수행하는 장비(전자현미경, 질량분석기, 슈퍼컴퓨터 등) • 환경(진공, 진동, 압력, 냉동, 무균, 청정, 무향, 저온, 고온, 항온, 항습, 조파, 풍속, 주행, 충돌, 충격 등) 조성형 장비	• 장비의 운영과 관련 없는 소프트웨어(office, Matlab 등) • 실제 연구개발 수행에 직접적 독점적으로 사용되지 않는 기자재(컴퓨터, 복사기, 사무용가구, 케이블, 전선, 레일, 전산용품 등)

1) 「국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침」 발췌

■ 연구장비산업은 연구산업 중 연구기반산업에 해당

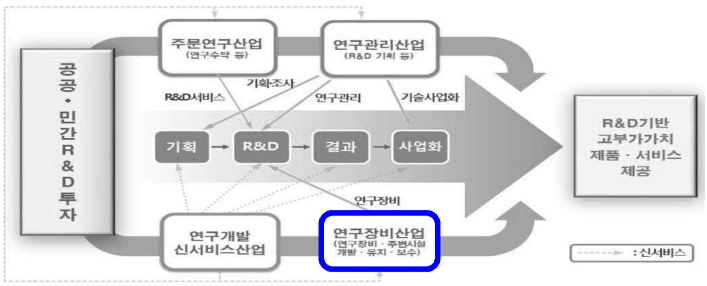
- 연구산업은 R&D 전체 과정에서 R&D 활동을 지원하여 연구 및 사업화 성과와 효율성을 향상시킬 수 있는 R&D 연동 산업을 의미
- 연구장비산업은 광학/전자영상장비, 화합물전처리/분석장비, 물리적측정장비 등 연구개발에 이용되는 장비와 주변시스템 및 부품을 개발하거나 개조·유지·보수하는 산업

〈표2〉 연구장비산업의 개념[2)]

대분류	중분류	소분류	기업수(개)
연구 산업	연구개발 서비스 산업	주문연구산업	R&D를 독립적으로 수행하거나 외부로부터 위탁받아 수행하는 산업
		연구관리산업	R&D 기획·관리, 기술이전·사업화, 지재권 활용 등을 지원하는 산업
	연구기반 산업	연구장비산업	연구개발에 이용되는 장비를 개발하거나 개조·유지·보수하는 산업
		연구재료산업	연구개발에 필요한 재료나 소재를 개발하여 제공하는 산업

■ 연구장비는 기초연구부터 원천기술 개발, 산업 발전에 이르는 가치사슬의 첫 단계에 해당

- 연구장비는 공공·민간의 R&D의 수준과 품질에 직접적인 영향을 미치는 핵심요소



〈그림1〉 기술개발 및 사업화 가치사슬

2) 「제1차 연구산업 진흥 기본계획(2022~2026)(관계부처 합동, 2022.08)」을 토대로 재구성

2 연구장비산업의 특징

연구장비산업 특징

■ 연구장비산업은 성능과 품질 최우선, 타 산업 발전에 파급효과 큰 핵심기반산업

- '기술집약적' 및 '상대적으로 긴 기술개발·품질 안정화 기간'으로 인해 수요 및 기술변화 예측이 중요

〈표 3〉 연구장비산업의 주요특성[3)]

특 성	주 요 내 용
다품종 소량생산	- 소량생산 위주 산업으로 특정품목에 대한 독과점이 용이
성능·품질 최우선	- 구매의사 결정 시 성능과 품질을 최우선 고려
기술집약적 융복합	- 기초과학, 전자·기계공학 및 전산학 등 고도의 지식 융복합 산업
산학연 협력	- 기초·원천연구 성과창출과 산업화를 위해 협력이 중요
고부가가치	- 기술적 노하우의 독점성을 바탕으로 높은 부가가치를 생산
메타 산업	- 연관 산업은 물론 타 산업의 기술발전에 파급효과가 큰 산업
기술·시장 불확실성	- 상대적으로 긴 기술개발 기간으로 기술·시장 변화 리스크가 높음

■ 연구장비산업의 Value Chain은 다양한 상호 연계 활동으로 구성되나, 아직까지 국내기업은 조립 및 통합 단계에 집중되어 있는 상황

- 원료/원자재 소싱, 컴포넌트 제조에서 고객 지원 및 유지 관리에 이르기까지 연구장비에 대한 혁신, 생산, 지원을 위한 일련의 상호 연결된 활동을 포함
- 연구장비산업은 분석 연구장비 외 분석 서비스, 분석용 소모품을 포함한 포괄적인 솔루션 패키지를 제공함으로써 잠재적 락인(Lock-in) 현상을 유발
- 연구장비는 연구분야 및 활용 목적, 용도에 따라 특정 구성 요소를 달리하며, 일반적으로 기계적 구조물, 센서·감지기, 구동장치 등 하드웨어와 제어, 분석, 사용자 인터페이스 등 소프트웨어 조합으로 구성

3) 「산·학·연 협력을 통한 과학기기 및 첨단기기 산업육성 방안(KBSI, '05년)」을 토대로 재구성



〈그림2〉 **연구장비산업의 주요 특성**

3 국내외 정책동향

해외 정책동향

■ (미국) 연구장비산업 육성을 위해 각 부처의 자율성 부여·고유 임무 특성에 맞는 연구장비 개발 추진, 대형연구시설 로드맵 구축

- 과학분야·보건·항공·우주·에너지·국방 관련 연구장비 개발 및 개량지원

※ 연방정부 R&D 총 예산의 약 2.2% 비중('19년 약 3.4조원 투입)

- (CHIP Act(반도체산업지원 법안, '22.7월)) 반도체관련 R&D 및 인력양성, 시설·장비 투자에 대한 25% 세액공제(약 240억달러) 지원

※ 10nm 초미세공정 전환(EUV)에 따라 수율향상을 위해 더 많은 검사·검출을 위한 첨단장비 수요 확대

■ (EU) 기초·분석과학, 연구장비산업 증진을 위한 협력기구·연구 프로그램 운영

- (유럽 측정표준협력기구(EURAMET)) 분석·계측기관 협력기구로, 국제표준 확립·계측기법 연구·계측장비 개발 수행
- (EMPIR 프로그램) Horizon 2020 관련, 분석·측정분야 R&D 사업 투자

※ 6억 유로 투자, 28개국 참가 (보건,에너지,환경,산업,기초과학,표준화 분야)

■ (일본) 과학기술기본계획 및 관련법에 따라 첨단 분석기술·장비개발 관련 전주기 지원이 가능한 사업지원

■ (중국) 첨단장비분야를 전략적 신흥산업으로 육성하기 위한 연구장비산업 인프라구축·활용계획 수립

- 첨단장비 제조업 육성을 위해 면세 혜택 등 연구장비 관련기업 정부 보조금 지원

국내 정책동향

■ (연구장비산업 및 기업지원) 정부는 과학기술 선도국가로의 도약을 목적으로 '인프라 구축 → 생태계 구축 → 산업 활성화'로 정책을 확대 추진

- '06년부터 연구시설·장비관련 종합계획 및 세부시행계획 수립 등을 통해 국가연구개발 시설·장비 확충, 인력양성 등을 지원
- '18년 「연구산업혁신성장전략」에서 △세계선도형 연구장비 개발, △핵심장비 국산화, △연구장비 신뢰성 평가체계 구축 등 연구장비 국산화 확대 전략을 추진
- '20년 연구장비 기술경쟁력 강화와 신성장 동력 확보를 위해 △연구장비 기술의 글로벌 경쟁력 확보, △연구장비 산업 성장 생태계 조성, △전략적 시장진출 지원체계 마련을 포함한 「연구장비산업혁신성장전략」을 수립
- 「국가과학기술 경쟁력 강화를 위한 이공계지원 특별법」 상의 연구개발서비스업 관련 조항을 기초로 '21년 「연구산업진흥법」을 제정·시행하여 '연구산업'의 체계적 육성·지원을 위한 법적 근거를 마련
- '22년 과기부는 연구산업 강국으로의 도약을 위해 「제1차 연구산업 진흥 기본계획(2022~2026)」을 발표하고, 연구장비산업을 포괄한 산업 육성 및 기업지원 과제를 수립
- '연구산업이 주도하는 국가 R&D 생산성 혁신'을 비전으로 ▲연구산업 시장확대, ▲전문기업육성, ▲국산장비 비중확대에 대한 목표 수립과 4대 추진전략/14개 추진과제를 선정
- 또한, '연구산업 기업의 혁신성장 지원'의 일환으로 연구장비 기업이 공공기술(또는 자체 보유기술)을 활용하여 新제품을 개발할 수 있도록 사업화 R&D*를 지원하거나, 구매수요 기반으로 기존 연구장비의 성능 Upgrade 및 융·복합장비 전환 등을 지원하여 비즈니스 다각화 유도

〈표 4〉 연구장비산업 성장단계별 주요 현황

	기술개발 단계	제품개발 단계	비즈니스 다각화
지원 대상	대학·출연(연) (기술 수요기업 참여)	연구장비 기업	연구장비 기업 (구매수요 기반)
지원 내용	핵심기술 및 부품 관련기술 개발 등	기술성숙도 향상, 양산기술 개발, 시제품 제작, 성능시험 등	성능 Upgrade, 융·복합장비 개발, 산업용 장비로의 전환 등 지원
예시	나노계측기술	원자현미경	산업용 원자현미경 (반도체 공정 등)

참고 「연구산업 진흥 기본계획」주요 내용 및 추진전략

주요내용

- (정의) 「국가과학기술 경쟁력 강화를 위한 이공계지원 특별법」 상의 연구개발서비스업 관련 조항을 기초로 「연구산업진흥법」으로 재정립
- (기본계획의 수립) 과기정통부장관은 5년마다 기본계획을 수립하고, 매년 시행계획을 수립· 시행하도록 규정
- (통계의 작성) 연구산업 정책수립에 필요한 기초자료의 확보를 위해 과기정통부장관은 연구산업 통계를 작성·관리할 수 있음
- (전문연구사업자의 신고) 이 법에 따른 지원을 받고자 하는 연구사업자는 전문인력 등 요건을 갖추어 전문연구사업자로 신고하도록 규정
- (연구역량 강화 및 사업화 지원) 중앙행정기관의 장은 국가연구개발사업에 전문연구사업자의 참여기회가 확대되도록 노력
- (연구장비성능평가) 과기정통부장관은 연구사업자가 개발한 연구장비의 신뢰성 확보를 위해 성능평가를 실시
- (연구산업진흥단지의 조성) 과기정통부장관은 연구산업 진흥에 필요한 지원시설 등을 연구산업진흥단지로 지정할 수 있음
- (국제협력 및 해외진출 촉진) 전문연구사업자의 국제협력 및 해외진출 촉진을 위해 필요한 정보제공·상담·자문 및 교육과 해외 연구사업자의 기술정보 제공 및 전문연구사업자의 해외진출 애로해소 지원
- (공정한 시장환경 조성) 과기정통부장관은 연구사업자의 불공정한 계약이나 부당한 이득의 취득 등에 관한 불공정 사례를 조사하고 개선에 필요한 시책을 수립하도록 함
- (협회의 설립) 연구사업자는 연구산업의 역량 강화와 기반 조성 등을 위해 과기정통부장관의 인가를 받아 연구산업협회를 설립할 수 있으며, 과학기술부장관의 인가를 받아 설립된 종전의 한국연구개발서비스협회를 연구산업협회로 함
- (전담기관의 지정 등) 과기정통부장관은 연구산업 진흥 전담기관을 지정할 수 있으며, 전담기관의 사업 수행에 필요한 경비를 출연 또는 보조할 수 있음

추진전략

비전

연구산업이 주도하는 국가 R&D 생산성 혁신

목표

① 연구산업 시장규모 확대: 21.9조원('20년) → 40.0조원('25년)
② 1,000억 원 이상 전문기업 수 증가: 3개('20년) → 10개('25년)
③ 종업원 수 10인 미만 기업 비중: 45.8%('20년) → 40.0%('25년)
④ 국산 연구장비 비중(정부R&D 기준): 14.5%('16-'20) → 20.0%('21-'25)

추진 전략

① (성장) 연구산업 기업의 혁신성장 지원	1-1 연구산업 신규 창업 활성화 1-2 기술혁신 기반 기업 역량·경쟁력 제고 1-3 미래시장 선점을 위한 新서비스·제품 개발 1-4 글로벌·대형化를 통한 성장 촉진
② (수요) 수요 창출을 통한 시장 활성화	2-1 연구개발서비스 수요 발굴체계 다각화 2-2 국산 연구장비·재료 新수요 창출 2-3 수요-공급 매칭을 통한 거래 활성화
③ (신뢰) 신뢰도 제고를 통한 활용 촉진	3-1 국산 연구장비·재료 성능 검증활동 강화 3-2 연구개발서비스 품질 보증체계 마련 3-3 연구산업 활용·도입 우수성과 확산
④ (기반) 자생적인 혁신생태계 조성	4-1 연구산업 지속 발전을 위한 제도적 기반 마련 4-2 연구산업 전문인력 확보 및 양성 4-3 연구산업진흥단지 지정 및 활성화 4-4 연구산업 진흥 거버넌스 구축

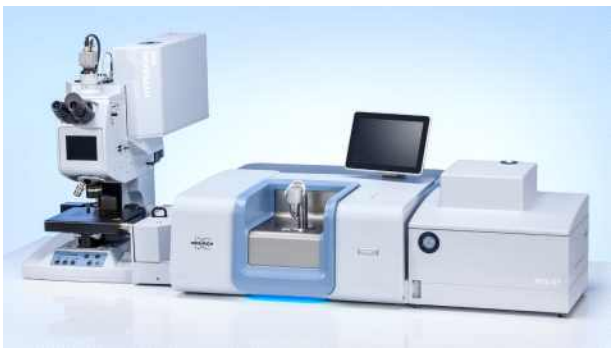
III

연구성과의 산업화 전환사례

1 Bruker의 NMR 및 혁신 분석 솔류션

Bruker 개요

- 1960년대 독일에서 설립되어 세계 최초의 핵자기공명 분광장치(NMR, Nuclear Magnetic Resonance)를 개발한 첨단분석장비 분야 주요 기업
- 초기 분광분석기의 가능성 및 혁신성을 인지한 후 실험실용 자석 및 전원공급장치의 생산을 시작으로 NMR 분광분석기를 개발·보급함





〈그림3〉 Bruker의 대표 연구장비, (좌) FT-IR 장비 (우) NMR 장비)

- 또한, 푸리에 변환기법* 및 다차원 분광법 등의 이론-실험 연구를 통해, 구조를 분석하는 유기화학, 생체 내 단백질 구조와 기능을 밝히는 생화학 및 분자생물학 등의 생물학 분야까지 활용 영역을 넓힘

* 푸리에 변환(Fourier Transform, FT), 임의의 입력 신호를 다양한 주파수를 갖는 주기함수의 합으로 분해·변환하여 처리하는 방법으로, 신호의 주파수 중 노이즈를 제거하거나, 미세한 특성들을 추출, 분석할 수 있도록 지원함

- 이 외에도 M&A를 통해 기업 규모를 확대하고, 4,000여개의 특허를 확보하는 등 주요 기술특허 확보 및 상업적 전환을 통해 글로벌 기업으로 성장함

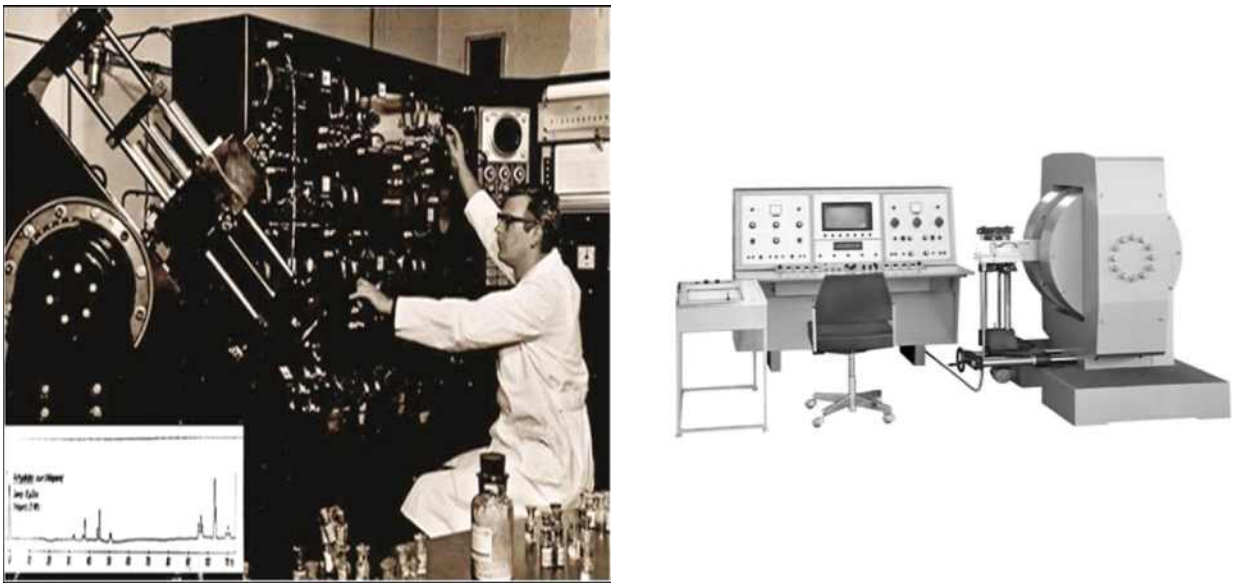
산업화 전환 사례

■ 인수합병 및 오픈이노베이션을 통한 역량 강화

- Bruker사는 초기 물리학 연구에 제한적으로 사용중이던 NMR 장비를 Trub Tauber & CO AG사를 인수한 뒤, 본격적인 산학연 협력연구를 통해 최초의 상업용 NMR 장비를 개발, 출시함

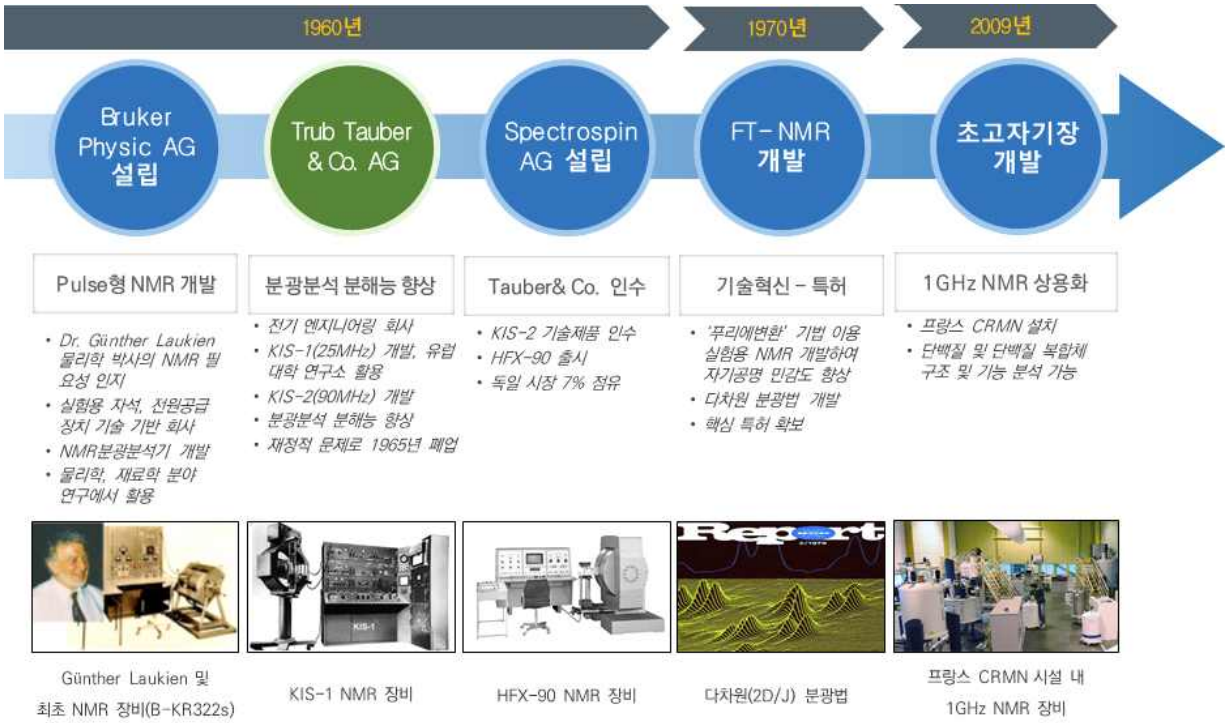
* Trub Tauber & CO AG사는 전압 및 암페어 미터(Ampere Meter)와 같은 디스플레이 기기를 주로 생산하는 전기 엔지니어링 회사였으나, 인수합병 이후 스위스 내 입지를 활용, ETH(스위스 연방 공과대학교) 등과 협업을 통해 영구자석을 이용한 최초의 25MHz NMR 분광계 개발·생산에 기여함

- 이후 Spectrospin AG사를 설립, 자동화된 분석이 가능한 트랜지스터화 장비를 출시, NMR 장비의 대중화·일상화에 공헌함



〈그림4〉 Bruker의 초기 NMR 장비, (좌) 최초의 25MHz NMR 및 (우) 최초의 대중적인 NMR 기기

- 이후에도 Hanau의 Vacuumschmelze/ACCEL 인수를 통한 고성능 초전도체 제품 및 장비제조 선도기술 확보 등 분석기술 고도화를 위해 외부기술의 도입 및 활용에 적극적임



〈그림5〉 Bruker의 NMR 장비 고도화 과정

- 4개의 사업 부문*에 거쳐 4,000여개의 특허를 확보하고, 광범위한 제품 및 솔루션을 지속적으로 출시하는 등 분석장비 회사로 자리매김함

* Bruker BioSpin Group, Bruker CALID Group, Bruker Scientific Instruments (BSI) NANO Segment 및 Bruker Energy & Supercon Technologies (BEST)

〈표 4〉 Bruker의 사업 부문

구분	주요내용
Bruker BioSpin	자기공명 기술 기반 기기 설계 및 제조
Bruker CALID	질량분석 기반 기기 설계 및 제조
Bruker Scientific Instruments NANO Segment	초전도 전선 생산

- 현재 생명과학 및 진단(영상) 분야에서 고성장, 고수익을 창출할 수 있는 Project Accelerate 2.0의 M&A 전략을 발표하고 관련 분야의 기업 인수 추진 중*임

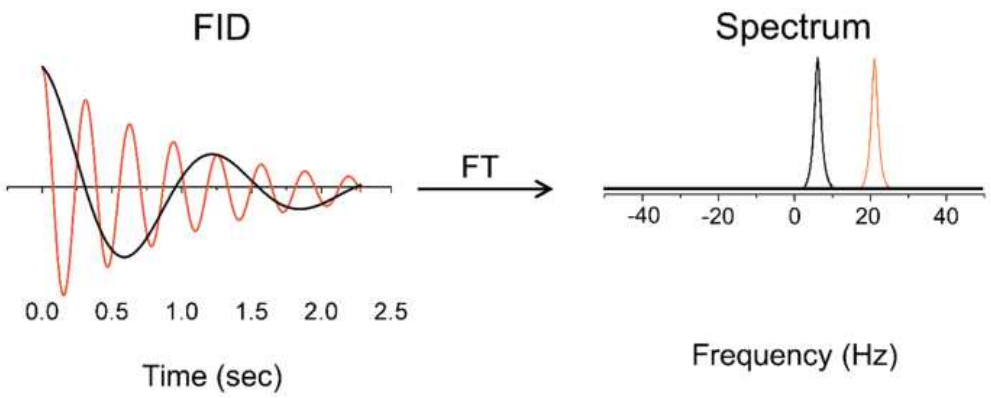
* 일례로, 2022년 9월 전 세계 600개 이상의 연구기관 및 바이오 제약회사에 활용되고 있는 miniscope 선도기업인 Inscopix, Inc.를 인수한 뒤, 세포수준의 Ultima 다광자 현미경 등의 기술을 전임상 MRI 시스템에 적용하여 생체 내 뇌 기능 이미징 분야의 혁신 기술로 진화시킴



〈그림6〉 Bruker의 Project Accelerate 2.0 이니셔티브

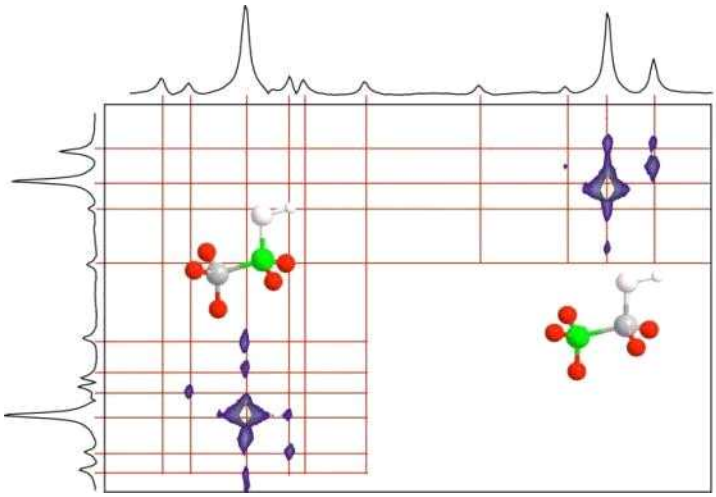
■ 내부의 지속적인 혁신기술 역량 확보

- 푸리에 변환기법을 통해 10배에서 100배까지 자기공명 감도를 향상하여 미량의 물질 및 13C, 15N과 같이 자연적으로 적게 존재하는 원소 신호 검출이 가능해짐



〈그림7〉 푸리에 변환 이후 원소신호 검출 예시

- 다차원 분광법의 이론-실험 연구를 정립하고 이를 상업적으로 활용하여 구조를 분석하는 유기화학, 생체 내 단백질 구조와 기능을 밝히는 생화학 및 분자 생물 등의 생물학 분야에서 활용이 가능해짐



〈그림8〉 **다차원 분광법을 통한 분자구조 예측 예시**

- 주요 기술 특허 확보 및 상업적 전환을 통해 유럽, 소련, 호주, 중국 등으로 시장을 확장해 나가면서 세계적인 자기공명 장비 제조하는 업체로 도약함

핵심 전환 요인

■ 전략적 협업 프로젝트 및 파트너쉽 등의 오픈이노베이션 전략을 추진하여 글로벌 기업 성장 동인 확보
→ 기존의 제품 라인업을 넘어 다양한 분야의 고객 요구를 만족시키는 제품 및 솔루션을 지속 출시

■ 다양한 혁신기술에 대한 과감한 연구를 통해 기술적 장벽을 극복하고 새로운 분야로의 진입을 시도함

2 illumina의 유전체 분석장비

illumina 개요

- illumina는 1998년 캘리포니아주 샌디에고에서 설립된 바이오테크 회사로, 다양한 유전체 분석 기술 및 서비스를 제공함

- 차세대염기서열분석기술(NGS, Next-Generation Sequencing)을 기반으로, 빠르고 정확한 DNA 및 RNA 분석을 지원함

* 차세대염기서열분석기술(NGS)은 먼저 하나의 유전체를 무수히 많은 조각으로 분해하고, 각 조각을 동시에 읽어낸 뒤, 얻은 데이터를 생물정보학적 기법을 이용해 조합함으로서 방대한 유전 정보를 빠르게 해독



〈그림9〉 illumina의 대표 제품군*

* (좌) 최초로 인간 게놈 전체에 대한 분석을 기존 수십만 달러에서 $1,000 미만의 비용으로 시퀀싱 가능하도록 상용화한 장비(HiSeq X Ten Sequencing system) 및 (우) 다양한 유전자 분석제품

- 창업초기단계시 유전자 분석을 위해 'BeadArray' 기술을 개발·상용화 추진하였으나, 제품으로 출시하기에는 초기 효율성이 낮음을 확인함

* 매우 작은 유리 비드에 수백만개의 서로 다른 DNA 시퀀스를 고정한 후, 샘플과 혼합하여 샘플의 DNA가 상보적인 시퀀스를 찾아가도록 유도하였으나, 초기에는 각각 데이터를 개별 확인하여야 했기에, 대용량의 데이터를 빠르게 처리할 수 없었음.

산업화 전환사례

■ 국가지원프로그램을 통한 핵심기술의 고도화 및 상용화 추진

- 1998년 창업 직후 보유 기술의 상업화 관련 한계를 확인함
- 1999년부터 기술고도화를 위해 미국 정부지원 프로그램(SBIR)을 지원, 총 8년간 약 900만 달러의 투자를 지원받음

* SBIR 프로그램: 혁신적인 기술을 갖춘 스타트업을 포함한 중소기업의 제품 상용화 연구를 지원하는 미국의 R&D 프로그램

〈표 5〉 illumina의 SBIR 프로그램 지원현황

구분	개발기술	투자금
1999년	• 병렬 어레이 프로세서	162,107달러
	• 용매 식별을 위한 소형 장치	98,400달러
	• 무작위로 정렬된 DNA 어레이에 대한 유전자 발현분석	99,600달러
2000년	• 파이로시퀀싱 어레이	101,560달러
	• 핵산 분석을 위한 INVADER TM 어레이	99,435달러
	• 경사판 원심분리를 이용한 자동화 합성기	448,865달러
	• 경사판 기술을 이용한 자동화 DNA 합성기	98,970달러
2001년	• 유전자 발현 프로파일링을 위한 무작위 배열	480,332달러
2002년	• 경사판 기술을 이용한 자동화 DNA 합성기	743,516달러
	• 병렬 어레이 프로세서	1,027,037달러
	• 고처리량 메틸화 프로파일링 시스템	99,579달러
2003년	• 프로테아제 기질 어레이	175,319달러
	• DNA 카피 수/메틸화 분석기술	99,676달러
	• 다중 상태 디코딩 프레임워크 개발	141,830달러
2004년	• 알레르기 펩티드 배열	169,877달러
	• 어레이 기반 유전자형 분석을 통한 대립유전자 발현 모니터링 기술	194,951달러
	• 프로테아제 기질 어레이	1,206,210달러
	• 고처리량 메틸화 프로파일링 시스템	994,225달러
2005년	• 키나제 기질 어레이	101,557달러
	• WGG 어레이에서 고해상도 DNA 복사/LOH 측정	1,074,700달러
	• 다중 상태 디코딩 프레임워크 개발	997,834달러
2006년	• 홀로그래픽을 활용한 미세유체 모세관 분석	99,160달러
총합		8,615,770달러

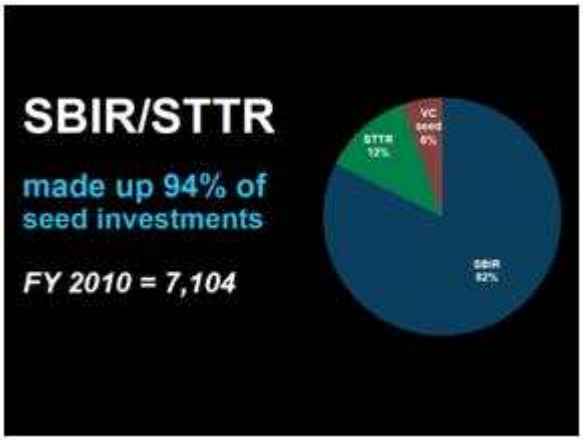
참고 연구장비 개발 초기 스타트업 성장을 위한 SBIR 프로그램

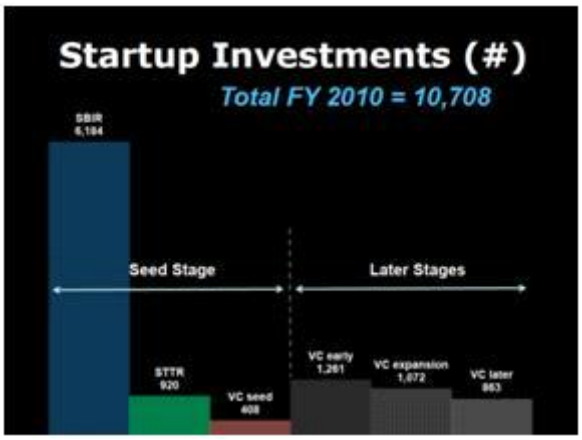
■ 목　적 : 혁신적인 기술(Innovative Technologies)과 비즈니스 모델을 갖춘 기술 기반의 초기 창업/스타트업/중소기업 등 소형기업이 '죽음의 계곡(Death-valley)*' 을 넘어 연구성과의 제품·상용화를 추진할 수 있도록 지원함

* 연구개발 및 시제품 개발비용을 마련하지 못해 어려움을 겪는 시기.

■ 추진배경 : 바이오테크, 생명공학, 국방 및 에너지 등 다양한 연구분야의 스타트업들은 산업 및 기술의 특성상 최소한의 기능이 포함된 시제품 제작과 기술개발에 많은 시간이 소요. 하지만, 기술의 혁신성에 비례하여 실패할 확률도 높아져, 시제품이 나오기 전까지는 벤처캐피탈이나 엔젤투자와 같은 실제적인 민간 투자유치*를 하기 어려움.

* 2010년 미국 스타트업에 투자한 벤터캐피탈 투자금 중 오직 11% 만이 시드 단계에 투자되고, 나머지 89%는 시드를 지나 위험이 낮아진 스타트업에 투자됨.





〈그림10〉 **2010년 기술기반 스타트업 초기 시드 펀드의 90% 이상을 담당한 SBIR 프로그램**

* 만일 SBIR이 없다면 나머지 89%에 해당하는 7천여개의 수많은 스타트업들은 시드머니 문제로 시장에서 사라지거나, 적은 투자금으로 어려움을 겪었을 것으로 추정됨

■ 지원방향 : 대학/연구소 등의 혁신기술이 논문 출판으로 끝나지 않고 제품으로 개발될 수 있도록 연방 정부의 연구개발(R&D) 예산 일부를 활용, 소규모 기업의 사업초기자금을 지원하여, 혁신적인 연구 개발 성과를 창출 하도록 단계별 지원.

■ 지원단계 : Phase I에서는 기술의 타당성을 증명하고 연구개발 계획을 수립하며, Phase II에서는 기술의 원형을 개발하고 상업화를 위한 준비를 진행함. Phase III에서는 기업이 상업화를 위해 민간 자금을 모으고, 기술을 실제 시장에 성공적으로 진입할 수 있도록 함

■ 특　징 : 기업의 재무적 지원 뿐 아니라 기술개발의 전 과정에 걸친 기술적/경영적 컨설팅을 제공함. 또한 과제비의 상환의무가 없고 지적 재산권도 100% 스타트업이 보유하게 되므로, 창업자들이 온전히 지분을 지키며 사업확장 가능함.

참고 illumina의 SBIR 프로그램 활용 사례

- 설립 : Mark Chee 등 의 설립자들이 Tufts University의 핵심기술을 기반으로 1998년 설립함
- 목표 : DNA 기술 기반 유전자 통합 솔류션 제공
- 초기 기술개발 및 상용화 : 초기 기판상 결합된 DNA를 레이저를 통해 검출하는 Beadarray 기술 상용화를 위한 고도화를 추진, 2002년 최초의 “Beadlab” 시스템을 출시하였으며, 이후 2003년 Sentrix BeadChip, 벤치탑 SNP 시스템 등 다양한 연계 제품들을 출시함
- SBIR 프로그램을 통한 성과

① 유전형질(Genotying) 분석: 고객의 수요가 불분명하여 초기 기업이 수행하기 어려웠지만, 유전형질 분석 관련 SBIR 기반 연구 수행을 통해 Array 시스템 설계기술 확보

② 파일로시퀀싱(Pyrosequencing) : DNA 합성을 기반으로 하는 염기서열분석법으로, 자체적인 제품군으로 상업화 진행되지는 않았지만, 향후 NGS 기업 인수 및 제품개발 관련 역량을 갖추는데 기여함

③ 유전자 발현 분석(Gene expression profiling) : 한번에 대규모의 유전자 활성을 측정, 세포기능에 대한 전체 그림을 만드는 기술. 초기 illumina의 경쟁사인 Affymetrix에서 이미 기반 기술을 갖추고 있던 분야이기에 경쟁이 어렵다고 판단, illumina 단독으로는 연구개발을 추진할 계획조차 세우지 못하였음. 이후 SBIR 투자를 바탕으로 고위험 프로젝트를 수행, 전체 illumina 의 관련제품 기반 구축.



“회사 설립 후 SBIR을 통한 핵심 기술의 검증은 이후 자금 조달 라운드에서 매우 중요하게 작용하였습니다. 특히 SBIR의 중요성은 초기 소규모 창업기업이 불가피하게 수행할 수 밖에 없는 단기적 연구목표 뿐 아니라, 장기적 연구목표를 수행할 수 있는 유연성을 제공하는 것으로 볼 수 있습니다. illumina는 SBIR이 제공해준 기회를 통해 상업적으로 성공적인 수익창출제품들을 출시하는 결실을 맺을 수 있었습니다.”



Dr. Mark Chee, 現 Encodia 대표이사, 前 illumina 공동설립자·부사장

“illumina는 1999년 신생 기업으로 SBIR의 자금을 지원받았으며, 현재 DNA 시퀀싱 장비 분야의 글로벌 리더입니다. SBIR이 단순히 다양한 상용화 연구를 수행할 수 있도록 지원하는 것으로 오해해서는 안됩니다. 오히려 시장에서의 즉각적인 요구보다는 조금 멀리 떨어진, 핵심적지만 매우 고위험인 연구 활동에 집중할 수 있도록 지원해 줍니다. 우리는 SBIR의 지원을 바탕으로 유전형질 분석 및 병렬어레이 기술, 유전자 발현 분석 등을 개발할 수 있었으며, 특히 앞 2가지 기술의 상용화를 통해 원래 투자금의 몇배를 획득할 수 있었습니다. ” (2016 SBIR 명예의전당 헌액 인터뷰)

Dr. Susan Tousi, illumina 수석부사장,

■ 유전체분석장비의 산업화를 위한 기술개발 및 핵심기술 확보

- (유전자 분석 기술 개발) SBIR의 지원을 바탕으로, 병렬 어레이 기술*, 용매식별용 소형장치, 무작위 정렬된 DNA 어레이에 대한 유전자 발현 분석 기술 등 핵심기술의 상용화를 검증하였으며, 이를 기반으로 연구장비 제품 개발 추진

  * 특히 기존 기술의 한계극복을 위해 초기 연구한 병렬 어레이 프로세서는 한번에 다수의 시퀀스를 동시처리할 수 있도록 함으로서, 기술처리량을 향상하고, 향후 NGS 장비 개발을 위한 기반기술로 활용됨

- (NGS 시장 개척) 유전체 분석 서비스 활용 확대 및 NGS(Next Generation Sequencing, 차세대 염기서열 분석) 기술 확보를 위해 2007년 NGS 기술개발 관련 영국의 Solexa사를 인수하여, 게놈 재배열 및 유전자 발현 분석, sRNA분석 기술 등을 확보하였고, NGS 분석 장비 시장진입을 위한 기반을 확보함

- (장비성능 고도화) 클라우드 기반의 생물정보학 솔류션(NextBio), 실험실정보관리시스템(GenoLogics), 데이터분석(Edico Genome) 등 고성능 DNA 분석에 필수적인 SW경쟁력 강화

- (다양한 상용화 장비 출시) 2010년 더욱 높은 처리량을 통해 게놈 연구의 새로운 표준을 제시한 HiSeq2000을 시작으로 2013년 소규모 실험실에 적용이 가능한 소형 연구용 NGS 장비(MiSeqDx/MiniSeq) 출시, 2014년 최초의 $ 1,000 이하로 전체 인간 게놈을 시퀀싱할 수 있는 HiSeq X Ten을 출시하는 등 지속적인 연구혁신 성과를 상용화

- 2019년 미국식품의약국(FDA)로부터 첫 번째 NGS 기반 유전자테스트 시스템인 MiSeqDx의 승인을 획득함

  * 유전체 장비관련 최초의 승인 사례로, illumina의 기술이 체계적으로 검증되어 신뢰성을 갖추었다는 점을 확인함



〈그림11〉 illumina 장비 산업화 추진과정

핵심전환요인

■ 기존 기반기술의 문제점을 빠르게 인식한 뒤, SBIR 등 공공지원프로그램을 통해 투자 뿐 아니라 연구인프라 및 인력개발 등 연구환경을 획기적으로 개선하였으며, 이후 다양한 성장 방향성을 제공할 수 있는 기반기술을 확보함

■ 기반기술 및 기업의 성장전략을 기반으로 다양한 오픈이노베이션을 추진, 상용화의 기반을 공고히 함

3 ㈜마크로젠의 유전체 분석 서비스

㈜마크로젠 개요

■ ㈜마크로젠은 1997년 설립된 대한민국의 바이오테크회사로, 글로벌 수준의 유전체 분석 인프라를 구축함

■ 국내 정밀의료산업을 대표하는 유전체분석 전문기업으로서 유전자 분석 관련 연구장비* 및 연구재료** 관련 연구를 진행하였으며, 핵심역량인 유전체 분석 서비스를 중심으로 사업 운영 중임

* '06년 세계 최초의 유전질환 진단칩인 마크로젠 백칩(BAC Chip) H1440에 대해 KFDA로부터 시판허가를 받았으며, '09년 ㈜마크로젠이 최대 주주로 있는 라이트스피드 게노믹스사(미국)와 함께 3세대 롱리드 시퀀싱 분석장비를 개발함
* Mettler Toledo와 실험용 시약 관련 자체 생산을 추진함





〈그림12〉 ㈜마크로젠 연구재료 및 서비스

■ 전 세계적으로 관련 연구 및 정책 지원이 활발히 진행되고 있으나, 국내의 경우에는 유전체 포지티브 규제로 인해 DTC* 사업 기술개발 및 시장진입에 있어 한계를 확인함

* 미국은 '06년부터 비의료기관에서 유전체 분석 건강 서비스를 수행하고 있지만, 우리나라는 '15년 생명윤리법 개정을 통해 12개 항목(46개 유전자) 검사만 제한적으로 허가됨.

■ 건강관리 서비스 기반 기술 및 장비 등을 활용한 산업의 활성화를 위해 규제 완화가 필요하다고 판단 후 실증 특례를 신청하였으며, 2019년 산업통상자원부로부터 '규제 샌드박스' 유전체 분야 1호 대상기업으로 선정되었음

산업화 전환사례

■ 규제 극복을 위한 연구서비스 강화

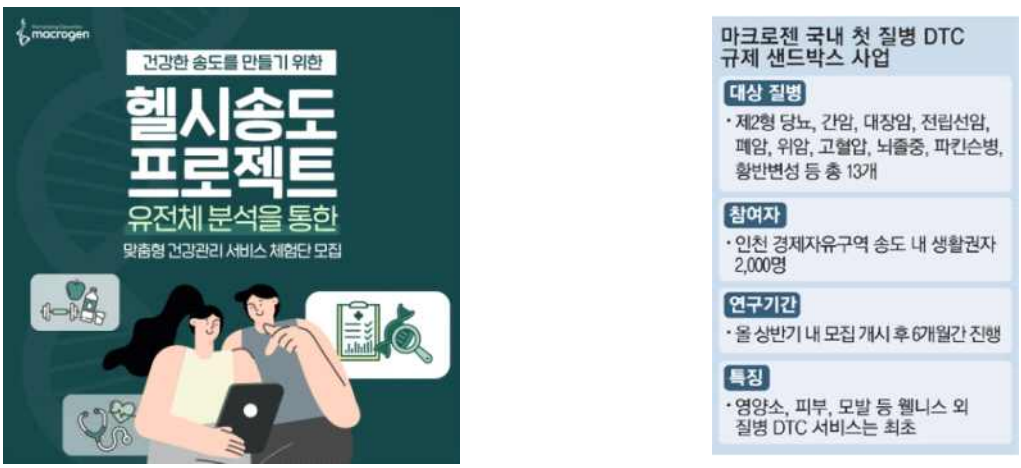
- 기존 생명윤리법은 의료기관 의뢰를 통한 유전자 검사시 검사항목에 제한을 두고 있지 않았지만, 병원이 아닌 비의료기관이 직접 소비자에게 제공할 수 있는 소비자직접의뢰(DTC, Direct To Consumer) 유전자검사 항목은 12가지로 제한함

  * (과거 검사항목) 체질량지수, 중성지방농도, 콜레스테롤, 혈당, 혈압, 색소침착, 탈모, 모발굵기, 노화, 피부탄력, 비타민C농도, 카페인대사 등 질병과 관련성이 낮은 항목 12가지

- 2019년 2월 규제샌드박스 1호로 DTC 분석 추진을 승인받았으며, 기존 허가된 12개 항목 외 13개 질환*에 대한 맞춤형 유전자 검사 실증사업**을 진행

  * 제2형 당뇨병, 간암, 대장암, 전립선암, 폐암, 위암, 고혈압, 골관절염, 관상동맥질환, 뇌졸중, 심박세동, 파킨슨병, 황반변성 등 총 13개 질병

  * 2021년 송도에서 2,000명을 대상으로 '헬시송도 프로젝트' 사업을 통해 국내 최초로 주요 질환에 대한 유전자 검사 서비스를 제공함



〈그림13〉 규제샌드박스로 DTC 유전체 분석을 통해 질병가능성을 사전 인지 할 수 있는 건강증진서비스 실증특례 시행(2020)

- 정부는 규제 완화를 통해 기존의 검사항목을 확대하고 이를 바탕으로 국내에서 맞춤형 검사 서비스를 제공할 수 있도록 관련 기업들*의 상용화 역량 강화를 지원중

  * 보건복지부는 마크로젠을 포함한 랩지노믹스, 엔젠바이오, 제노플랜코리아, 클리노믹스, 테라젠바이오 총 6개의 기업을 유전자 검사기관으로 인증함



"제도 공백으로 안타깝게 산업화가 어려웠던 바이오분야의 규제방식이 네거티브 제도 형태로 변환 가능하다면, 우리의 디지털 헬스케어 성장 가능성은 무궁무진합니다. 향후 기업은 유전체 데이터 등 헬스케어 빅데이터를 기반으로 다양한 제품과 서비스를 창출해야 합니다. 이를 위해 기업의 투자와 함께 정부의 역할이 중요합니다 "

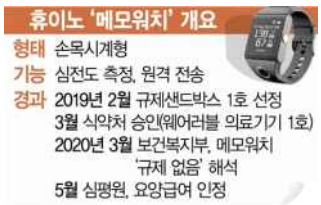
서정선 대표이사, 2019 바이오플러스 발표 中

참고 규제샌드박스

- 2019년 1월 도입된 규제 샌드박스는 사업자가 신기술을 활용한 새로운 제품과 서비스를 일정 조건(기간·장소·규모 제한)하에서 시장에 우선 출시해 시험·검증할 수 있도록 현행 규제의 전부나 일부를 적용하지 않는 것을 말하며, 그 과정에서 수집된 데이터를 토대로 합리적으로 규제를 개선하는 제도이다.
- 우리나라는 영국 등 먼저 제도를 시행한 국가의 모델을 더욱 발전시켜 신산업 전분야로 확대하여 도입하는 한편, '실증특례'를 중심으로 규제 유무를 확인해주는 '신속확인' 제도와 안전성에 문제가 없는 경우 우선 시장 출시를 허용하고 관계 당국은 관련 규제를 개선하는 '임시허가'까지 연계하여 폭넓게 운영하고 있다.
- 2019년 7월 17일 규제 샌드박스 제도의 기본법인 행정규제기본법이 개정되었고, 2019년 1월 ICT융합·산업융합 분야, 2019년 4월 혁신금융·규제자유특구까지 총 4개 신산업 분야에서 시작되었다. 이후 2020년에는 스마트도시('20.2월)와 연구개발특구('20.12월) 분야로 확대하였다.
- 신산업의 다양한 실험을 허용하였고, 갈등과제의 돌파구를 마련하였으며, 국민생활편의를 증진하였다. 또한 신속확인을 통해 규제가 불분명한 경우 규제를 확인해 즉시 시장에 출시할 수 있도록 지원하고 있다.

규제샌드박스 개념도



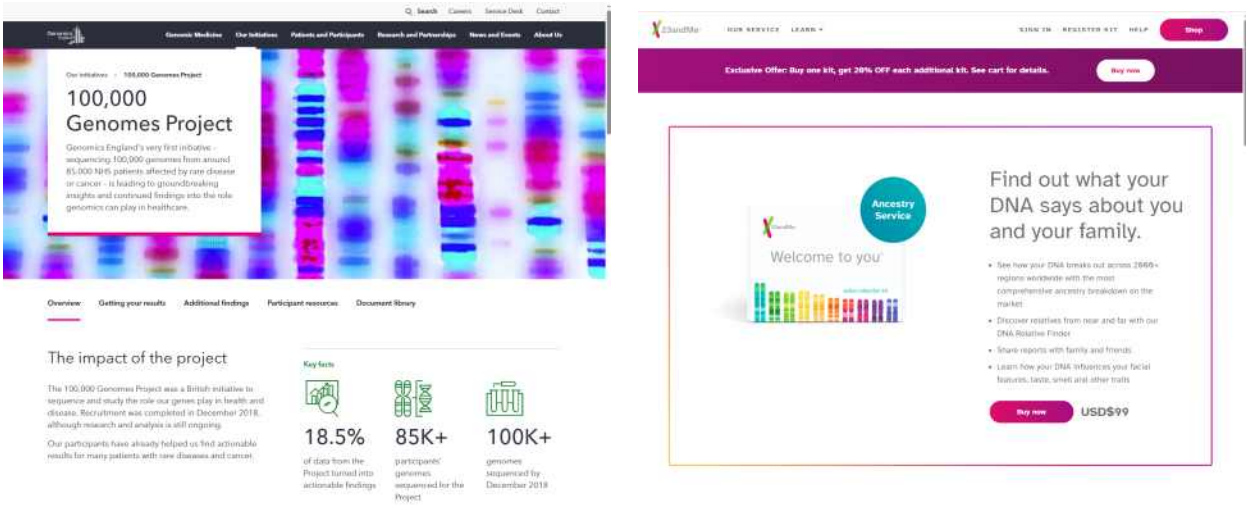
ICT 융합	<손목시계형 심전도 장치를 활용한 심장관리 서비스> 기존 의료법상 웨어러블 기기를 사용하여 측정한 환자 상태에 따라 의사가 원격진료를 하는 것은 현행 의료법 상 근거가 불분명하다는 문제점이 있었다. 이로 인해, 개발업체는 실증이 불가능하여 제품개발 후 4년간 시장출시가 불가능한 문제점이 발생하였고 규제특례심의위원회는 장치의 식약처 의료기기 인증을 받은 후('19.3) 의사가 손목시계형 심전도 장치를 착용한 환자로부터 전송받은 심전도 데이터를 활용하여 원격진료 서비스를 허용하는 실증특례('19.2)를 실시하는 방향으로 개선하였다. *과기정통부	
신산업의 다양한 실험 허용	<자율주행 배달로봇 보도·공원의 통행·출입 허용> 기존 자율주행 배달로봇의 경우 도로교통법상 '차'에 해당하여 보도·공원의 출입이 불가하였으나 자율주행 배달로봇 보도·공원의 통행·출입 허용 실증특례('20.5)를 통해 자율주행 배달로봇이 보도·공원 등을 주행하며, 택배를 배송하고 자율주행 관제센터에서 원격 제어 및 모니터링 서비스 제공을 허용하였다. *과기정통부	

■ 규제가 유연한 글로벌 시장으로 서비스 시장 적극 확대

- 비교적 건강관리 서비스 관련 규제가 유연한 해외 국가를 대상으로 법인 설립등을 추진, 글로벌 시장을 적극 공략함

  * 전체 매출액 중 해외 매출 비중 51%를 차지하고 있으며, 2004년 미국, 2007년 일본, 2017년 네덜란드, 2018년 싱가포르 법인을 설립하는 등 적극적으로 해외 진출 중

- 글로벌 시장에서도 현재까지는 병원, 연구소 등을 대상으로 B2B(기업간 거래)에 집중되어 있었지만, 향후 지역별 거점 지놈센터를 중심으로 DTC 서비스를 제공하는 B2C(기업과 개인간 거래)를 적극 확장 예정임



〈그림14〉 **개인별 유전자 분석연구 및 활용이 활발히 추진되고 있는 (좌) 영국의 100,000 Genomes Project(홈페이지) 및 (우) 민간 유전자분석 서비스를 제공하는 23andMe(홈페이지)**

핵심전환요인

■ 적극적인 유전체 분석기술 및 서비스 개발과 더불어 규제 완화를 통한 상용화 역량 강화

■ 상대적으로 규제가 자유로운 국가들을 중심으로 글로벌 서비스 시장 확대

4 ㈜파크시스템즈 나노계측기기(원자현미경)

㈜파크시스템즈 개요

■ ㈜파크시스템즈는 1997년 설립된 기술벤처 회사로, 물질을 수천만배의 배율로 원자 단위까지 보여주는 초정밀 측정장치인 원자현미경 분야 선도기업임

* 박상일 파크시스템즈 대표는 스탠포드 박사 재학 중 1985년 PSI Scientific Instrument를 창업, 원자현미경을 상용화함. 이후 PSI를 Themo Spectra에 매각한뒤, 국내에서 PSIA(파크시스템즈의 전신)을 설립, 원자현미경 제품 고도화를 추진함

■ 세계 최초로 산업용 원자현미경(Atomic Force Micoscope)을 상용화 하였으며, 특히 산업용 원자현미경 시장의 60% 가량을 점유함

* 기존 원자현미경은 시료-탐침간 접촉이 필요해 표면을 손상시킬 위험이 있었지만, 파크시스템즈는 비접촉방식 및 측정자동화기술을 통해 경쟁사 대비 독보적인 산업화 기술력을 확보함





〈그림15〉 연구용 원자현미경 및 반도체 검사용(산업용) 원자현미경(NX-wafer)

■ 원자현미경의 중 지표인 재현도, 정확성에서 Bruker 등 경쟁사보다 앞서고 있으며, 특히 주력 제품인 NX-Wafer의 경우 시판되는 제품 중 가장 높은 재현성을 나타내는 것으로 알려짐

산업화 전환사례

■ 세계적 반도체 및 나노 컨소시엄인 IMEC와 협약을 통해 원자현미경 관련 표준 기술 및 제품 개발을 협업·추진, 차세대 미세공정 산업화 검사장비 관련 기반을 구축함

- 2015년 IMEC*와 협약을 통해 표면·측벽 조도, 두께 등 다양한 측정환경에 대응 가능한 산업용 인라인 원자현미경 계측 솔루션 개발을 추진함

* 미국, 네덜란드, 일본, 독일 한국 등 세계적인 경쟁력 있는 기업들이 IMEC의 산업제휴프로그램(IIAP)에 소속되어 있으며, 공동개발 및 기술협력을 진행 중

〈표 6〉 IIAP 소속 기업 현황

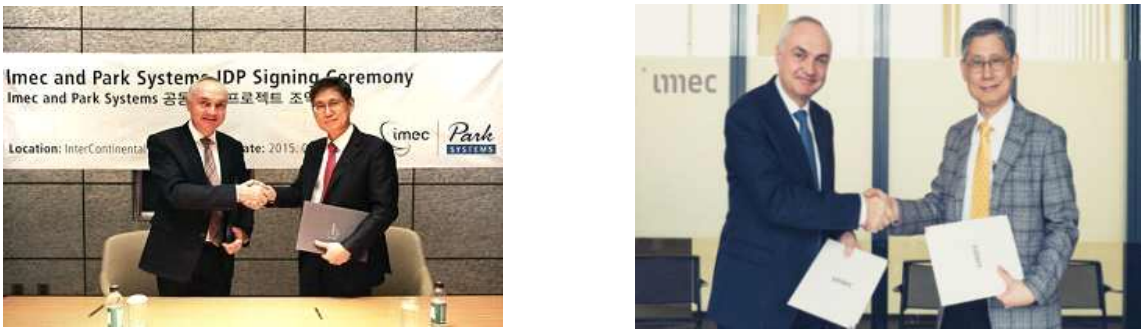
국가	기업명
미국	• Intel, NVIDIA, GlobalFoundries, Xilinx, Altera, Cadence Design Systems, Qualcomm
스위스	• STMicroelectronics
네덜란드	• NXP Semiconductors, ASML
독일	• Siltronic
일본	• Panasonic, Renesas
대만	• TSMC
한국	• Samsung, Hynix

- IMEC와의 주요 협력 방안으로 ①공동기술 개발 및 개발 기술의 IMEC 산업제휴 프로그램 소속기업 공유, ②적극적인 연구결과 발표 및 홍보를 선정·추진함

- 협력 초기 IMEC 및 소속기업들은 원자현미경의 고질적인 단점(느린 측정속도, 낮은 처리량 등)으로 반도체 상용화 공정 적용은 어려울 것이라 예상하였으며, 파크시스템즈는 비접촉측정방식 고도화를 통해 산업 수요를 적극적으로 대응함
→ 기존대비 검사 처리량이 최대 1,000% 증가된 반도체 웨이퍼 AFM 검사장비(NX-Wafer)를 개발 완료·보급할 수 있으며, 다양한 대학, 기업, 연구기관으로부터 장비 신뢰성에 대해 인정받음

* Harvard, Columbia, Stanford, Tsinghua, Seagate, Hitachi GST, TDK, NASA, Argonne National Lab, NPL 등

- 3D 적층(stacking) 패키징 기술 발전 등 미세화, 복잡화 되고 있는 반도체 기술개발에 따라 새로운 계측기술 필요성 대두됨. 이에 반도체 인라인 AFM 개발을 위한 IMEC-파크시스템즈 2차 협약 체결



〈그림16〉 IMEC-파크시스템즈 공동업무협약 체결(2015) 및 2차 체결(2020)

■ 다양한 국가연구개발사업 참여를 통해 산업화 핵심기술 개발 및 협업 생태계 구축 고도화 추진함

- 연구-기술검증-기술고도화로 연구장비 개발-상용화 주기에 따른 맞춤형 국가연구개발사업 참여·수행을 통해 단순한 연구과제 수행을 넘어 원자현미경 분야를 국가적인 브랜드로 키우는 목표로 연구개발사업 추진 중

  - ISO 원자현미경 분과의 의장활동 등을 통한 표준화 선도, 연구산업협회를 통한 연구장비산업 지원, 표면분석학회 설립을 통한 학술커뮤니티 활동 등 다양한 협업기관과 함께 국내외 연구장비 생태계 고도화를 지원



"산업용인라인 핵심장비기술개발과제를 통해 차세대 AFM 기술 개발 및 반복 재현성·자동화 구현 가능한 산업용 나노계측 장비를 개발하였습니다. 그결과 300mm 산업용 원자현미경nX-10이 개발되엇으며, 이는 그대로 다른 AFM에 적용돼 nX20, nX-HDM, nX-Wafer, nX-3DM 이라는 후속 제품을 탄생시키는데 크게 기여하였고, 산업용 자동화 원자현미경 시장을 개척하는데도 큰 역할을 하였습니다. "

박상일 대표이사, 2017 KEIT 이달의 신기술 인터뷰 中

〈표7〉 ㈜파크시스템즈의 국가연구개발사업 수행현황

구분	사업명	과제명	연구비(천원)
연구활동	산업기술인력양성	• 중소기업고급연구인력고용지원사업	37,000
	기술인력활용지원	• 중소기업고급연구인력고용지원사업	30,000
기술검증	국가표준기술력향상	• 원자현미경 팁과 표면간의 각도 측정 평가 방법 국제 표준 등록	48,000
기술고도화	산업융합기술산업 원천기술개발 사업	• 차세대 SPM 기반 융합 장비	90,000
	산업융합기술산업 원천기술개발 사업	• 산업용 인라인 SPM 핵심장비 기술개발	2,850,000
	중소기업기술혁신 개발	• 나노 결함 검출/분석 시스템 개발	1,000,000
	우수기술연구센터 (ATC)	• 반도체 공정에전용 AFM 개발	2,880,000
	나노융합산업 핵심기술개발	• 나노소자용 인라인 3D-AFM	5,400,000
	국제연구인력교류 (R&D)	• 나노포토닉스 진단을 위한 광유도력 현미경 기술개발	226,421
	나노융합2020(R&D)	• 고해상도 탐침형 나노광 모듈 및 융합현미경 시스템 개발	2,556,000
	중소기업상용화 기술개발(일반,R&D)	• AFM 검사 장비 구축을 위한 양산기술 확보	1,402,500
	연구장비개발 및 고도화지원사업(R&D)	• 고 분해능 탐침형 광유도력 원자 현미경 시스템 개발	1,025,000
	나노소재기술개발	• 4D 반도체 공정 계측 및 분석을 위한 융합 시스템 개발	499,600

	미래선도연구장비 핵심기술개발	• 멀티채널 극한 주사탐침 융합현미경 핵심기술 개발	1,074,000
	소재부품기술개발	• EUV Mask 결함 검출 및 분석 모듈이 적용된 리페어 자동화 장비 기술개발	64,000
	중소기업기술혁신 개발사업	• 반도체 공정용 전기적 특성 계측 / 검사 시스템 개발	890,000
	소재부품기술개발	• EUV Mask 결함 자동 계측 및 분석 기반의 AFM 자동 리페어 시스템 개발	2,101,619
	나노융합혁신제품 기술개발사업	• 캔틸레버가 없는 광학식 대면적 다중탐침 현미경 기술 개발	927,400
총합			23,101,540

핵심전환요인

■ R&D 및 표준화 관련 선도기관과의 협업을 통해 상용화 개발시 산업계의 수요를 적극적으로 발굴·반영하고, 연구개발 성과들을 우선적으로 보급할 수 있는 협업 시장을 확보함

■ 원자현미경분야 선도기업으로서 적극적인 국가연구개발사업 수행 및 협업을 통한 국내외 산업 생태계 고도화를 선도함

5 ㈜바이오니아 분자진단 통합 솔류션

㈜바이오니아 개요

■ ㈜바이오니아는 1992년 설립된 분자진단 및 분석 서비스 전문기업으로, 진단에 필요한 약 300여 종 이상의 시약 및 키트, 유전자 증폭기, 분자진단기기 등을 개발·상용화 함

- 국내 최초의 PCR 장비개발(1995), 유전자 증폭장치 개발(1999), 세계 최대 규모의 DNA 합성센터를 설립(2001) 등 분자진단 전문기업으로서 기반을 완성함
- 특히 최근 개발된 분자진단장비(IRON-qPCR) 및 kit는 경쟁사 대비 처리량 증가, 분석 시간 단축, 소형화 및 자동화 기능 탑재까지 세계 최고 수준의 기능을 갖춘 것으로 평가*되고 있으며, 글로벌 진출** 및 확장 중

* 세계 시장점유율 1위 제품 Cepheid사의 GeneXpert MTB/RIF 대비 유사하거나 뛰어난 정확성 보유

** 국제 분자진단 평가공급기구인 FIND(Foundation for Innovative New Diagostics)와 세계 중하위소득국가 진출을 위한 대규모 물량공급 프로젝트 계약을 체결하였으며, 이를 통해 세계보건기구(WHO) 긴급사용목록(EUL) 등재 및 사전적격심사(PQ)와 기타 선진국 임상 및 승인 등을 지원받음



〈그림17〉 ㈜바이오니아의 대표 제품군*

* (좌) 분자진단장비(IRON-qPCR) 및 (우) 유전자증폭(PCR) 장비용 진단키트

산업화 전환사례

■ 국내외 활발한 연구활동 지원 및 특허출원 등을 통해 장비 활용기관 및 연구자들의 높은 신뢰성을 확보함

- 전세계 2,000건 이상의 학술자료에서 바이오니아 연구장비를 활용 하거나 관련 논문을 인용 중이며, 이를 통해 신규 기관 및 연구자들도 바이오니아의 장비 신뢰성을 인지하는 선순환 사이클 구축

* 바이오니아의 대표 연구장비(ExicyclerTM, ExiPrep™, ExiProgen™, AllInOneCycler™) 관련 Google Scholar 검색 결과 ('23.3.16 기준, 바이오니아 제공)

〈표 8〉 연구장비별 대표 논문 리스트 및 인용 학술자료

논문명	저자	저널		장비별 인용 학술자료(건)
KLF3 Transcription Activates WNT1 and Promotes the Growth and Metastasis of Gastric Cancer via Activation of the WNT/β-Catenin Signaling Pathway	Ying Li et al.	Laboratory Investigation	2023 Feb 1;103(6):100078.	Exicycler™ 1,580건
Ferroptosis, a new target for treatment of renal injury and fibrosis in a 5/6 nephrectomyinduced CKD rat model	Jingyu Wang et al.	Cell death discovery	2022 Mar 22;8(1):127.	
Expression patterns of seven key genes, including β-catenin, Notch1, GATA6, CDX2, miR-34a, miR-181a and miR-93 in gastric cancer	Narjes Jafari et al.	Scientific Reports	2020 Jul 23;10(1):12342.	
Protection of Omicron sub-lineage infection against reinfection with another Omicron sublineage	Hiam Chemaitelly et al.	Nature Communications	2020 Jan;5(1):76-83.	ExiPrep™ 218건
Prevalence of SARS-CoV-2 infection in Baja California, Mexico: Findings from a communitybasedsurvey in February 2021 in the Mexico-United States border	Oscar E. Zazueta et al.	PLoS Global Public Health	2022 Aug; 2(8):127	
Evolution of the innate and adaptive immune response in women with acute Zika virus infection	Pierre Tonnerre et al.	Nature Microbiology	2020 Jan;5(1):76-83.	
Sample preparation and fractionation techniques for intact proteins for mass spectrometric analysis	Shannon L. Thomas et al.	Journal of Separation Science	2021 Jan;44(1):211-246.	ExiProgen™ 70건
Automated Cell-Free Multiprotein Synthesis Facilitates the Identification of a Secretory, Oligopeptide Elicitor-Like, Immunoreactive Protein of the Oomycete Pythium insidiosum	Pattarana Sae-Chew et al.	mSystems	2020 May 12;5(3):e00196-20	
The role of MscL amphipathic N terminus indicates a blueprint for bilayer-mediated gating of mechanosensitive channels	Navid Bavi et al.	Nature Communications	2016 Jun 22;7:11984.	
Molecular survey of Babesia parasites in Kenya: first detailed report on occurrence of Babesia bovis in cattle	Naftaly W. Githaka et al.	Parasites & Vectors	2022 May 7;15(1):161.	AllInOneCycler™ 305건
Oligosaccharides derived from dragon fruit modulate gut microbiota, reduce oxidative stress and stimulate toll-pathway related gene expression in freshwater crustacean Daphnia magna	Thanwarat Sangkuanun et al.	Fish & Shellfish Immunology	2020 Aug;103:126-134.	

- 축적된 520여건 이상의 핵심특허를 기반으로 차세대 분자진단과 난치병 치료제 개발로 사업분야를 확장, 글로벌 헬스케어 기업으로 성장중

* 한국, 미국, 유럽, 브라질 등 전세계 20개 이상의 국가에 특허 등록 및 출원을 통해 강력한 IP 포트폴리오 확보

〈표 9〉 국내외 해외 특허 현황

기술(제품)군	국내	해외	합계
올리고 DNA/RNA 합성 및 기반기술	4	6	10
유전자 연구용 키트 및 진단 키트 시약	36	43	79
유전자 분석 시스템	29	113	142
나노기술	26	46	72
신약 개발	31	111	142
기능성 미생물	4	17	21
기타	17	30	47
합계	147	366	513

■ 핵심 장비 뿐 아니라 관련 제품*들도 함께 개발·제공하여 장비 활용도 및 고객 만족도를 동시 제고

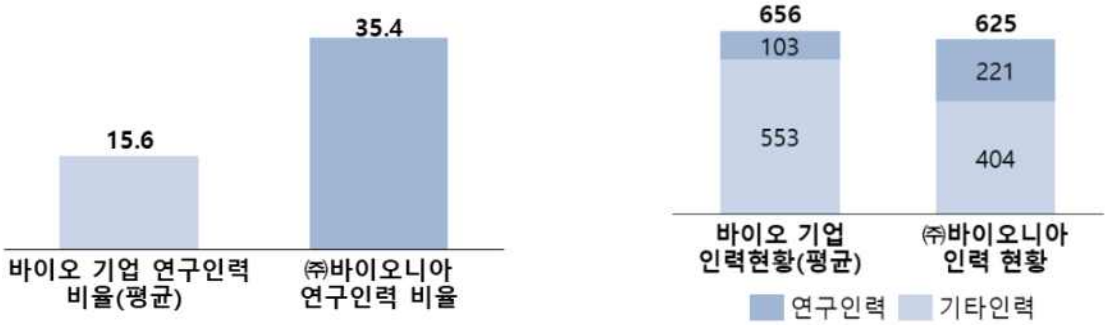
* 자사 분자진단 장비와 호환성이 높은 자체 생산 시약 및 키트 등

- PCR에 사용되는 DNA 중합효소와 Thermal cycler 장비를 개발한 것을 필두로 real-time PCR장비, Dual-labeled probe및 인간유전자 18,000개에 대한 qPCR primer 등 장비 및 시약, 키트를 플랫폼 형태로 통합 개발 중
- 분자진단 관련 핵산추출시약 16종, PCR 시약 43종, 핵산추출장비 3종, 분석장비 2종 등 통합솔류션 서비스를 개발, 전 세계 80여 개국에 수출 추진 중

■ 분자진단 및 차세대 신약 개발의 지속적인 연구개발을 위한 연구인력 집중 양성 중

- 2022년 기준 전체 직원 625명 중 연구인력은 221명으로 전체인력 대비 35.4%가 연구인력으로 집중 배치 중
- 산학협력을 통한 국내 유일 유전자 진단 분야의 인재 양성 교육과정을 개설, 유전자 진단 기술인증제 도입·운영중

* 충남대학교와 공동으로 2006년부터 전문인재 양성 교육과정을 개설하여 교과목 운영 및 인증제도를 도입하여 전문인력 양성을 통해 매년 5명 이상을 채용하여 일자리 창출을 통한 지역경제 활성화를 추진 중



〈그림18〉 바이기업 인력 현황(국내)*

* 출처 : 상장 제약·바이오기업, 연구인력 비중 평균 15.6%, medipana, 2023, 재구성



"진단장비는 개발 뿐 아니라 운용인력의 역할도 중요합니다. 2006년부터 2013년까지 충남대 바이오산업인력양성사업단, LINC+사업단과 협력해 PCR 장비 운영 인력 양성에 들어갔어요. 학생들에게 지도할 프로그램도 우리가 만들면서 참여 학생들이 직접 실험해 볼 수 있도록 했습니다. 교육을 받은 학생들이 우리회사에 오더니 3개월만에 진단키트를 개발하더군요. 추후 그 인력들은 진단키트와 장비 개발 회사들로 흡수되었습니다. 우리나라가 진단기술이 강하고 전문가가 인구대비 가장 많은 것도 그런 기반이 있었기 때문이라 생각합니다"

박한오 대표이사, 2020 헬로DD 인터뷰 中

핵심전환요인

- 다양한 활용연구 및 논문 등을 통해 연구자의 신뢰성 향상하고, 새로운 수요를 창출하는 선순환 사이클 구축
- 핵심기술 장비를 중심으로 전후방 제품(재료, 분석 플랫폼 등) 통합 개발 및 제공
- 자사 뿐 아니라 국내 지속적인 연구개발 환경 조성 및 전문성 강화를 위해 연구인력 집중 양성

6 ㈜주성엔지니어링의 ALD 장비

㈜주성엔지니어링 개요

■ 주성엔지니어링㈜는 1993년 설립된 반도체 장비회사로, 반도체 장비 원천기술을 보유하여 세계 최초로 ALD 장비*를 양산함

* 원자층박막증착(ALD, Atomic Layer Deposition) : 반도체 제조 과정에서 보호막 등을 씌우는데 활용되는 기술로 매우 얇은 물질을 실리콘 웨이퍼처럼 평평한 물질 위에 증착 기술
* 반도체뿐만 아니라 바이오, 에너지, 태양광, 디스플레이, 각종 마이크로 디바이스 등의 제조 공정에서 높은 활용도를 나타냄

■ 사업 초기 국내 시장에 우선 진출한 뒤 해외시장을 탐색하였지만, 특히 해외에서 선진 제품의 카피 제품 정도로 인식되어 신규 시장 확보에 어려움을 겪음

– 경쟁력을 갖추기 위한 기술혁신이 필요하다고 판단, 연구개발의 중요성을 인식한 뒤 지속적인 연구개발 투자를 진행함

■ 다양한 분야의 연구개발 및 협력사 발굴을 통해 국내 최초로 반도체 공정 장치의 해외수출과 국내 시장에 대한 진입을 시작하였고, 미국·대만·유럽 등에 법인을 설립하여 수출 기반을 마련함



〈그림19〉 ㈜주성엔지니어링의 대표 제품군*

* (좌) 반도체용 ALD 장비 및 (우) 디스플레이용 ALD 장비

산업화 전환사례

■ R&D 개발에 적극 투자하여(매출액의 평균 20% 수준) 핵심기술 확보 및 상용화 시장 선점

- 연구개발 비용으로 누적 약 1조 3,000억 원 이상을 투자하였으며, 3,000건 이상의 특허와 및 세계 최초 제품(10가지 이상) 등을 개발, 글로벌 기술경쟁력을 확보함

* 글로벌 5위권 내의 반도체 장비기업들이 매출액 대비 연구개발비가 평균 15% 수준인 반면, 주성엔지니어링㈜의 경우 매년 매출액의 20% 내외 정도의 연구개발비와 R&D센터 설립 등 연구개발 관련 인프라에도 3,000억 원 이상을 투자함



〈그림20〉 **㈜주성엔지니어링 연구개발비 및 매출액 대비 연구개발투자 비율(단위 : 억원, 홈페이지 자료 재구성)**

- 특히 ①금융위기 및 태양광 해외 사업 손실(2012년), ②반도체 시장 불황(2020년) 등 기업 매출이 축소되는 위기 상황에서도 다양한 분야로의 레버리지* 및 공격적인 연구개발 투자**를 통해 위기 정면돌파

* 초기 반도체 공정용 장비 중심으로 개발상용화 하였으나, 이후 LCD, OLED 등 디스플레이용 장비, 태양전지 장비 등 유관 분야 지속 확장함

** 2020년 전년대비 매출액 53%가 감소했지만, 1조 원 규모의 용인R&D센터 설립 및 연구개발투자 비율을 높이는 등 지속적인 기술혁신 도모(매출액 대비 연구개발비율 44%)



"30년 동안 연구개발(R&D)에 1조원 이상 투자했습니다. 중소기업이 글로벌 대기업과 그야말로 1대100의 싸움을 해야 하는데, 이길 수 있는 방법은 기술혁신뿐이었습니다. 창립 2년만에 메모리 반도체 D램 생산에 필수적인 장비 개발에 성공하였고, 국내에서 처음 전공정 설비를 해외에 수출하였으며, 최근 원자층 증착(ALD) 장비를 양산하였습니다. 세계 최초 기술이 20여개에 달합니다. 이처럼 중소 소부장(소재·부품·장비) 업체가 시장에서 살아남기 위해서는 연구개발에 매진할 수 밖에 없습니다. 글로벌 경쟁업체의 매출인력 규모가 주성에 비해 비교조차 안될정도로 크지만, 기술면에선 주성엔지니어링의 수준이 뒤지지 않습니다. 기술로 이겨왔고, 앞으로도 그렇게 할 것입니다"

황철주 회장, 2023년 창립30주년 기업설명회 中

■ 세계적인 경쟁력 있는 업체와의 협력을 통한 시장의 신뢰성 제고와 국산 반도체 장비의 인식 전환에 성공함

- 1995년 저압화학증착장비(LPCVD)*인 'EUREKA 2000' 개발후 해외 시장 진출을 타진하였지만, 제품관련 신뢰도가 낮다는 이유로 어려움을 겪음

* 웨이퍼에 폴리실리콘 및 나이트라이드 등과 같은 각종 화학물질을 증착시키는 반도체 제조용 핵심장비

- 텅스텐실리사이드 반도체 공정 장비 세계 1위 업체였지만 제품 경쟁력이 밀리기 시작하던 미국의 Genus사와 협업을 추진, 기술력과 품질 관련 시장의 인식 변화를 이끌어냄
- 1997년 국내 최초 반도체 공정장비 해외수출(대만)을 시작으로 지속적으로 해외 시장을 확대함

〈표 10〉 (주)주성엔지니어링 해외법인 설립 현황

설립일	법인명	설립국가 및 지역
1999.08.31.	Jusung America Inc	미국 텍사스
2015.02.04.	Jusung Taiwan Co., Ltd	대만 신주
2000.04.30.	Jusung Europe GmbH	독일 베른하우젠
2010.03.01.	Jusung Shanghai Co., Ltd.	중국 상해

핵심전환요인

■ 위기 상황에도 적극적인 연구개발 투자를 통해 핵심기술을 선점 및 시장 경쟁력을 확보함

■ 선도기업과의 협업을 통해 초기 시장 진입을 위해 제품 신뢰성을 점진적으로 확보하였으며, 이후 적극적인 해외시장 공략의 시발점으로 활용함

Ⅳ 시사점

1 사례를 통한 주요 시사점

지속적인 핵심역량 강화

■ Bruker사는 오픈이노베이션 전략을 추진하여 제품 및 사업영역 포트폴리오 다각화, 기업의 경쟁력을 확보·강화함
- 핵심기술을 보유한 기업 인수를 통해 신규사업 확장 및 신제품 검증을 추진하며 기존 자사의 약점을 보완함
- 산학연 협력 추진을 통해 빠르게 변화하는 산업적 활용 확대 및 관련 시장에 대응하고, 자사의 경쟁력을 강화함

■ ㈜바이오니아는 핵심제품 연구개발 강화 및 연구개발 인력을 통해 국내 관련 생태계 구축 및 지속적인 연구개발 환경 조성을 지원함
- PCR 등 핵심 장비를 중심으로 Primer, 시약, 키트 등 장비 활용시 필수적으로 활용될 수 있는 제품들을 함께 플랫폼화, 시장 경쟁력을 강화함
- 사내 인력 다수를 연구인력으로 집중 배치하고 있으며, 산학연 협업을 통해 연구인재를 양성, 관련 생태계 활성화를 지원함

■ ㈜주성엔지니어링은 적극적이고 지속적인 연구개발 투자를 통해 상용화 분야 다각화 및 핵심기술 선점, 시장 경쟁력 강화를 추구함
- 핵심기술을 보유한 기업 인수를 통해 신규사업 확장 및 신제품 검증을 추진하며 기존 자사의 약점을 보완함
- 사업 초기부터 연구장비를 위한 자체 기술력 확보의 필요성을 인식하고 있었으며, 위기 상황에서도 연구개발 투자를 공격적으로 활용하여 위기를 정면 돌파함

연구개발지원사업을 통한 성장기반 구축

■ ilumina사는 연구개발지원사업을 통해 사업화 원천기술을 검증 및 기술 상용화 기반을 마련함
- 자사 기술의 한계를 빠르게 인정하고, 적극적인 국가연구개발 참여 및 혁신기술 개발을 통한 기업의 지속 성장동력을 확보함
- 미국 정부의 사업화 자금 투자지원을 통해 상용화 연구개발을 추진하여 보유 기술력 및 기술의 시장성 검증 확인함

■ ㈜파크시스템즈는 연구개발지원사업의 단계적 참여를 통해 산업화 핵심 기술들을 다수 확보하였으며, 표준화 선도, 학회 설립, 학술커뮤니티 활동 등 국내외 연구장비 생태계 성장기반을 구축함

시장 진입을 위한 제품 신뢰성 강화

■ ㈜마크로젠은 장비 기반 연구서비스를 제공하기 위해 적극적인 규제·제도 개선 활동을 추진하였으며, 관련시장 진입의 기반을 마련함

- 신기술 및 신사업 관련 빠르게 변화하는 시장 진입 지원을 위하여 규제 해결을 지원하는 규제샌드박스 참여·수행하고, 제품의 신뢰성을 검증함

■ ㈜바이오니아는 국내외 활발한 연구활동들을 지원, 다수의 연구장비 논문에 활용됨으로서 연구자들 사이에서 높은 신뢰성을 확보함

- 전세계 2,000건 이상의 학술자료에서 바이오니아 연구장비를 활용하거나 관련 논문을 인용 중이며, 이를 통해 신규 연구자들도 바이오니아 장비를 연구에 활용하는 선순환 사이클 구축

■ ㈜파크시스템즈는 세계적인 연구 컨소시엄인 IMEC와의 협업을 통해 원자현미경 관련 표준기술 및 제품을 개발하고, 초기 진입시장을 안정적으로 확보함

- 관련 분야의 표준 기술 및 제품 개발을 추진하였으며, 동 기관 제휴기관 등에 개발 솔류션을 우선 보급하는 등 초기 시장을 확보함

■ ㈜주성은 사업 초기 해당분야 선도기업과의 협업을 통해 제품의 신뢰성을 점진적으로 확보하였으며, 이후 적극적인 해외시장 공략의 시발점으로 활용함

2 연구장비산업 지원제도 검토

과기정통부는 국내 연구장비 기업의 경쟁력 강화를 통한 연구장비 산업육성을 지원 중이며, 생태계활성화를 위한 추가 지원 검토 중

■ 연구장비 산업 육성을 위한 혁신성장전략을 마련하여 연구장비 기초응용기술 선점을 위한 지원 중
- 연구장비 개발연구를 확대 및 창의적 연구를 위해 대학·출연연 등을 중심으로 핵심기술 개발 및 핵심부품 국산화 연구를 지원하고 있음
- 연구현장에서 실질적 수요를 발굴하여 신규 장비개발을 위해 기업과 수요자 간의 컨소시엄을 구성하고 기술개발, 특허분석, 디자인, 소프트웨어, 제품화까지 패키지 형태로 지원하고 있음

■ 국산 연구장비 신뢰성 확보를 위한 성능평가 지원, 전문인력 양성의 역량 강화를 통한 연구장비 산업성장 생태계 조성 중
- 연구장비 성능평가를 위한 법·제도적 기반을 구축하고, 정보공유 플랫폼을 통한 네트워킹을 추진하고 있음
- 연구장비 기업 재직자 및 신규 취업자의 전문성 향상을 위한 전문인력양성 교육 프로그램을 운영하고 있음

■ 연구산업 생태계 활성화를 위한 추가적인 지원 검토 중
- 연구장비산업의 규모, 성장 한계를 극복하고 하나의 산업으로서 연구장비 생태계를 고도화·자립화 하기 위해 연구장비 활용영역 및 기술수준에 대한 스케일업 지원 예정
- 국산 연구장비의 활용을 통해 장비 신뢰성을 효율적으로 높일 수 있는 국산연구장비 활용연구 확대지원 예정

V

참고문헌

- An Assessment of the SBIR Program at the National Institutes of Health (National Research Council, 2009)
- NMR a timeless technique(Spectroscopy Europe, 2018)
- Zurich's Contributions to 50 Years Development of Bruker (Angew. Chem. Int. Ed. 2010, 49, 8310 – 8315)
- Bruker 제공(https://www.bruker.com) Investor Relations
- GenomeWeb(Illumina, MiSeqDx, 낭포성 섬유증 검사에 대한 FDA 허가 획득, 2013.11.20.)
- 국내 연구장비산업 분석 및 경쟁 전략(한국기초과학지원연구원, 2017)
- 국내 연구장비산업 혁신시스템 활성화방안(KISTEP, 2018)
- 글로벌 산업정책동향 (산업통상자원부, KIAT, 2022)
- 대신증권 제공 기업산업리포트
- 미국 SBIR 프로그램 소개(한국연구재단, 2022)
- 미국 SBIR 프로그램(https://www.sbir.gov/) 제공 수상내역
- 바이오니아 제공 IR 보고서 등
- 보건복지부 보도자료(소비자대상직접시행(DTC) 유전자검사항목 확대, 2023.4.14.)
- 연구장비산업 혁신성장전략(2020.08)
- 연구산업 진흥 기본계획(2022~2026)
- 주성엔지니어링 제공 IR 보고서 등
- 한국IR협의회 기업리서치센터 제공 기업분석리포트
- 소비자 직접의뢰 유전자검사와 규제샌드박스 제도(한국법제연구원, 2019)
- 파크시스템즈 제공 IR 보고서 등
- 연구장비관련 기업별 홈페이지

필자소개 송명원

과학기술사업화진흥원 연구장비재료팀 선임연구원

연구산업 이슈·동향 페이퍼 2023-07

국내 시작품·시제품 제작 산업 실태 및 시사점

발행일 2023년 05월 31일

발행처 과학기술사업화진흥원 연구산업진흥실
서울 강서구 양천로 570 17층, 20층
T. 02-736-0047 F. 02-736-9799

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