

## 요약문

### 1. 개요

- 미래창조과학부는 국가차원의 대형 공동연구시설·장비를 단계적으로 구축함으로써, 기초과학연구를 활성화하기 위해 2002년에 고가연구장비 구축사업을 착수하고 2014년까지 1,071억 원을 투자하였음
  - 고가연구장비 구축 및 운영의 주관연구기관과 연구책임자는 수요조사, 사전기획, 설계, 개발 및 설치, 운영, 성능향상 및 유지보수, 폐기의 전주기 (Life-cycle)에 걸쳐 적합한 준비와 실행이 요구
- 고가연구장비 구축사업을 통해 구축이 완료된 공동 활용장비의 운영 현황을 파악하여, 국가 차원의 공동활용 촉진을 위한 운영 효율화 방안을 수립할 필요가 있음
  - 고가연구장비구축사업을 통해 구축된 8개 고가연구장비\*의 현장방문 및 인터뷰 등을 거쳐 도출된 구축·운영성과 및 향후계획에 대해 주요 내용을 조사·분석하고 정책적 시사점 도출 및 제언
    - \* ①차세대자기공명장치, ②고분해능 질량분석기, ③가속기 질량분석기, ④고분해능 이차이온 질량분석기, ⑤첨단연구분석장비 개발, ⑥중대형 이온빔 가속기, ⑦중성미자검출설비, ⑧고온플라즈마 응용 연구센터
- 국가 차원의 기초과학연구를 활성화하고 기술개발을 촉진하기 위해 첨단 연구장비 및 요소·원천기술 개발 역량을 강화해 나갈 필요가 있음
  - 미국, 일본, 독일, 중국, 체코 등 주요국과 국내의 연구장비개발, 연구장비 및 서비스산업 관련 정책 및 동향을 조사·분석하여 정책적 시사점 도출 및 제언

### 2. 고가연구장비 운영 및 공동활용 방안

#### 가. 상위·관련계획과의 관계

- 정부는 과학기술분야 최상위 계획인 「제3차 과학기술기본계획 ('13~'17)」을 토대로 분야별 중합계획 및 세부계획을 마련하고 국가적 연구시설·장비의 전략적 확충 및 공동활용 극대화를 추진하고 있음
  - 국가과학기술심의회는 과학기술기본법 제28조에 의거 「국가연구시설·장비의 운영·활용 고도화계획('13~'17)」을 마련하고 중점 추진과제를 선정·추진
    - <전략 1> 국가연구시설·장비의 투자 효율화: 연구시설·장비 구축의 모니터링 실시 등
    - <전략 2> 국가연구시설·장비의 운영 선진화: 연구시설·장비의 운영관리 체계화, 운영지원 강화, 전문운영인력 양성
    - <전략 3> 국가연구시설·장비의 활용 극대화: 연구시설·장비의 공동활용 활성화, 재활용 촉진 등
    - <전략 4> 국가연구시설·장비의 역량 고도화: 연구시설·장비의 개발역량 강화 및 산업경쟁력 확보



## 나. 고가연구장비 현황조사

### □ 차세대 자기공명장치

구분		내용				
사업 개요	구축사업	사업명	차세대 자기공명장치 설치·운영		주관기관	한국기초과학지원연구원
		사업기간	2002.5.1.~2006.4.1.		총사업비	12,900백만 원
	운영(연구)사업	사업명	자기공명장치 운영		주관기관	한국기초과학지원연구원
		사업기간	2006.1.1.~계속		총사업비	13,923백만 원 (2014년까지)
정량적 성과	장비구축 (주장비)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 800 MHz 및 900 MHz 액체 NMR, 4.7 T 및 9.4 T 동물용 MRI</li> <li>※ 9.4 T 동물용 MRI: 구축사업 완료 후 자체투자</li> </ul>				
	장비활용 (누적)	공동연구과제지원	694개 (41개 기관, 81명), 외부이용자 비중: 100%			
		분석지원	1,894건 (114개 기관, 324명), 외부이용자 비중: 건수 86.1%, 시료수 71.8%			
	논문	• 총 224편: SCI 199편 (88.8%)				
	특허	• 출원: 7건 (국외 1건)/등록: 6건 (국외 1건)				
	기술료	• 기술이전 계약: 2건/40백만 원, 기술료 징수액: 40백만 원				
연구협력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공동연구과제 및 분석지원: 총 127개 기관</li> <li>- 국내 126 (학 52, 연 15, 산 50, 기타 9), 국외 1 (학 1)</li> </ul>					
정성적 성과	인프라 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질 상호작용 연구 및 생체영상 기술 개발을 위한 기초연구기반을 구축</li> <li>- 단백질 입체구조 및 물질 분석, 세포수준의 마이크로이미징 가능</li> </ul>				
	과학적·기술적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 최초로 900 MHz NMR을 설치하여 세계적 연구경쟁력 확보</li> <li>※ 800MHz NMR에 비하여 분해능과 감도가 각각 12%, 16% 이상 향상된 성능</li> <li>• 질환 진단, 질병 치료과정 추적, 생체 기능탐구 등의 선도 연구기반 확보</li> </ul>				
	경제적·사회적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신약개발 등 기업적 측면과 조기진단으로 환자의 가계적 부담 경감에 기여</li> <li>• 삶의 질 향상 및 건강한 생명사회로의 지향을 촉진</li> </ul>				
국내·외 수준 및 동향	국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내에서 최고자장인 900 MHz NMR은 한국기초과학지원연구원과 한국과학기술연구원에만 설치</li> <li>※ 국내의 고분자량 단백질 NMR 연구 수준은 상용화된 1.0 GHz NMR 대비 80% 수준</li> </ul>				
	국외	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 프랑스 국립과학연구원 (CNRS) 산하 CRMN 연구소는 2007년에 세계 최초/최고 수준의 1.0 GHz NMR를 설치하고 자국 및 유럽의 구조생물학 분야 연구자들의 활용을 지원</li> <li>※ CRMN 연구소는 1998년부터 NMR 시설 (RALF-NMR) 운영: 500~1000 MHz의 NMR 구비</li> <li>• 2014년에 영국 의학연구협회 산하 국립의학연구소 (NIMR)와 일본 요코하마 시립대학 생명과학연구과에서 950 MHz NMR를 설치</li> </ul>				
향후 계획	운영 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질 상호작용 연구에 TROSY 기법 활용</li> <li>• 난발현 단백질 생산 시스템, 동물을 이용한 전임상 연구시설 구축</li> </ul>				
	성능향상 및 공동활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고분자량 (100 KDa 이상)의 단백질 연구를 위한 GHz NMR과 생체조직에서 세포 분자 수준까지 넓은 범위의 생체분자이미징 시스템을 구축</li> </ul>				
	연구성과 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생체분자 입체구조 규명, 신약개발, 질환 진단법 및 치료법 개발 연구</li> <li>• 생체분자 이미징을 이용한 테라그노시스 (Theragnosis) 기술 개발</li> </ul>				
운영 효율화 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질병 관련 및 신약타겟 단백질의 대부분은 그 크기가 80 kDa 이상이거나 복합 단백질 혹은 막단백질로 상용화된 1.0 GHz NMR 도입과 1.2 GHz NMR 자체 개발 필요</li> </ul>				
공동활용 촉진 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질 구조 분석이 가능한 NMR, X-ray, Electron Microscopy 등의 구조생물학 기술들이 가진 상호보완적 장점을 효율적으로 융합하여 단백질 상호작용 구조 연구</li> </ul>				

□ 고분해능 질량분석기

구분		내용				
사업 개요	구축사업	사업명	고분해능 질량분석기 구축		주관기관	한국표준과학연구원
		사업기간	2003.3.1.~2007.2.1.		총사업비	6,700백만 원
	운영(연구)사업	사업명	단백질 측정표준 체계 구축		주관기관	한국표준과학연구원
		사업기간	2007.1.1.~계속		총사업비	2,596백만 원 (2014년까지)
정량적 성과	장비구축 (주장비)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 T ESI 방식 FT-ICR MS (IonSpec사)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>※ ESI (Electrospray Ionization; 전자분무 이온화)</li> <li>※ FT-ICR MS (Fourier-transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry; 푸리에 변환 이온 사이클로트론 공명 질량분석기)</li> </ul> </li> <li>• 12 T MALDI 방식 FT-ICR MS (Varian사)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>※ MALDI (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization; 매트릭스 보조 레이저 탈착 이온화)</li> </ul> </li> </ul>				
	장비활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장비활용: 279건 * 2007~2013</li> <li>- 공동활용: 148건 (53.0%)</li> <li>• 가동율 (2013년): 84.2%</li> </ul>				
정성적 성과	인프라 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질체 및 유전체 연구, 생체물질 분석 등을 위한 기초연구기반을 구축</li> <li>- 복잡한 표적(매질) 중의 단백질 정량 분석은 단백질 또는 펩타이드 수준에서의 정량 분석이 필수</li> </ul>				
	과학적·기술적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 최초로 단백질의 미세한 변화를 정확히 확인할 수 있는 하향식 단백질 분석법 개발</li> <li>※ C사의 바이오 마커 발굴 사업 지원</li> </ul>				
	경제적·사회적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질 측정표준 확립을 통한 단백질 의약품의 안정성을 확보하여 의약품 산업분야에 활용</li> <li>※ L사가 류마티스 관절염 치료용으로 시판 중인 항체 의약품 (3종)의 실용화를 지원</li> </ul>				
국내·외 수준 및 동향	국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국기초과학지원연구원은 2007년에 미국 국립 고자기장연구소 (NHMFL)와 공동으로 세계 최고의 정확도를 갖는 15 T FT-ICR MS를 자체 개발하여 설치</li> <li>• 현재 국내 임상 분석 기관은 측정 소급성 체계를 갖추고 있지 않거나 소급성 유지를 위한 표준물질을 외국에서 구매하여 사용</li> </ul>				
	국외	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초전도자석 제작 기술은 분해능, 정확도, 감도 등 질량분석 기술의 발전을 견인</li> <li>• 질량분석 기술은 이온트랩-오비트랩 질량분석계의 결합 등 다양한 혼성 질량분석계가 제품화</li> <li>• 아직 미량 단백질의 동정과 미량 단백질 변형 분석에는 많은 어려움을 가지고 있음</li> <li>• FT-ICR MS의 자체 개발 기술을 보유한 나라는 독일, 미국, 한국 등 3개국에 불과</li> </ul>				
향후 계획	운영 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이온의 이송 및 선별이 효과적으로 이루어지도록 장비의 각 요소를 최적화</li> </ul>				
	성능향상 및 공동활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질 인증표준물질 개발 및 단백질 의약품의 안정성을 확보를 위한 측정기술 개발</li> <li>• 원소기반 단백질 정량분석 기술 개발</li> </ul>				
	연구성과 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질병을 진단하는 생체지표 물질 연구, 생물학적인 중요한 신물질발굴, 생체분자의 탐색 및 구조 연구, 단백질 측정표준 체계 구축</li> </ul>				
운영 효율화 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 T ESI 방식 FT-ICR MS는 특수목적용 장비로 특화된 연구에만 전용되는 장비로 운영하고, 12 T MALDI 방식 FT-ICR MS는 유휴장비로 타기관 이전 추진</li> </ul>				
공동활용 촉진 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA 유전정보와 세포의 기능을 단백질 수준에서 이해하는 프로테오믹스 연구에 활용</li> <li>• 생명과학 관련 국가연구개발사업과의 연계를 통해 장비의 활용성을 극대화</li> </ul>				

□ 가속기 질량분석기

구분		내용				
사업 개요	구축사업	사업명	가속기 질량분석기 구축		주관기관	한국지질자원연구원
		사업기간	2005.3.1.~2008.12.31.		총사업비	3,800백만 원
	운영(연구)사업	사업명	가속기 질량분석기 구축		주관기관	한국지질자원연구원
		사업기간	2009.1.1.~계속		총사업비	4,815백만 원 (2014년까지)
정량적 성과	장비구축 (주장비)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 MV Tandetron AMS (HVEE사, 모델: 4110Bo-AMS-3)</li> <li>※ AMS (Accelerator Mass Spectrometry; 가속기 질량분석기)</li> </ul>				
	장비활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C 측정: 시료수 14,620개 * 2008~2013.8.28</li> <li>• Be 측정: 시료수 275개 * 2008~2012</li> </ul>				
	논문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총 23편: SCI 17편 (73.9%)</li> <li>- 공동연구: 14개 기관 (국내 9, 국외 5)/단독연구: 8편 (34.8%)/주저자·교신저자: 19편 (82.6%)</li> </ul>				
	특허	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 출원 1건/등록 1건</li> </ul>				
	기술료	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술이전 계약: 1건/20백만원, 기술료 징수액: 20백만원</li> </ul>				
정성적 성과	인프라 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연대측정 및 지구환경 변화 연구를 위한 AMS 장비를 설치하여 기초연구기반을 구축</li> <li>- 연대측정 및 연구수요를 충족시켜 주어 국내 기초학문 발전에 기여</li> <li>※ AMS 장비는 1998년 서울대학교에 설치되어 국내 수요 일부를 충족, 해외 측정 의뢰가 다수를 차지</li> </ul>				
	과학적·기술적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 최초로 <sup>10</sup>Be 및 <sup>26</sup>Al 방사성탄소 연대측정 서비스 제공</li> <li>• 세계 최초로 방사성탄소 연대측정 ‘자동 환원장치’ 개발 및 상용화</li> </ul>				
	경제적·사회적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문화재 및 미술품 선호, 문화사업 추진 등에 따른 연대측정의 사회적 활용에 기여</li> <li>※ 2009년 함안 성산산성에서 발견된 ‘아라홍연’은 700년 전 고려시대의 것으로 밝혀짐</li> </ul>				
국내·외 수준 및 동향	국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMS 장비는 서울대학교 (1998년), 한국지질자원연구원 (2007년), 한국과학기술연구원 (2013년) 3곳에만 설치되어 있고, 다양한 연구 수요에 비해 연구기반 부족으로 해외 측정 의뢰가 빈번하게 발생</li> <li>• 서울대학교의 3 MV AMS는 <sup>14</sup>C 측정과 고고학 분야에 대부분 사용하고, 한국지질자원연구원의 1 MV AMS는 <sup>14</sup>C, <sup>10</sup>Be, <sup>26</sup>Al 측정과 지질학, 해양학, 대기학 등에 주로 사용</li> <li>• 한국과학기술연구원의 6 MV AMS는 <sup>14</sup>C, <sup>10</sup>Be, <sup>26</sup>Al, <sup>36</sup>Cl, <sup>41</sup>Ca, <sup>129</sup>I 측정과 생체 재료 분석, 물질 제작, 반도체 공정 등에 특화하여 사용</li> <li>• 한국지질자원연구원은 1 MV 탄뎀 가속기 이외에도 물질/물성의 조성 분석을 위한 1.7 MV 펠레트론 (Pelletron) 가속기와 500 kV 이온 주입기 (Implanter) 등의 이온빔 시설을 구비</li> </ul>				
	국외	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미국 로렌스 리버모어 국립연구소 (LLNL)의 가속기 질량분석 센터 (CAMS)는 <sup>14</sup>C 연대 측정용 10 MV 탄뎀 가속기, 이온빔 분석용 1.7 MV 탄뎀 가속기, <sup>14</sup>C의 생의학 분야 연구 적용을 위한 1 MV 탄뎀 가속기를 운영</li> </ul>				
향후 계획	운영 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내·외의 유관기관과 비교실험 수행 (미국 WHOI, 독일 Univ. of Kiel., 영국 Oxford Univ. 등)을 실시하여 연대측정의 정확도 및 신뢰성 향상</li> </ul>				
	성능향상 및 공동활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 시료 및 동위원소별 시료 전처리법 개발 및 충분한 처리능력을 확보</li> </ul>				
	연구성과 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMS법을 활용한 연대측정 및 지구환경변화 연구에 활용</li> </ul>				
운영 효율화 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>14</sup>C 연대측정용 시료의 자동 환원장치 상용화, 시료 전처리 전문 중소기업과의 협력을 통해 다양한 측정 수요를 충족</li> </ul>				
공동활용 촉진 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMS법, 이온빔 분석, 이온빔 재료 가공, 핵 분광기술 분야 이온빔 응용연구 및 산업적 활용을 지원</li> </ul>				

□ 고분해능 이차이온 질량분석기

구분		내용			
사업 개요	구축사업	사업명	고분해능 이차이온 질량분석기 구축	주관기관	한국기초과학지원연구원
		사업기간	2006.3.1.~2008.12.31.	총사업비	5,500백만 원
	운영(연구)사업	사업명	조정밀 동위원소 분석장치 운영	주관기관	한국기초과학지원연구원
		사업기간	2009.1.1.~계속	총사업비	6,285백만 원 (2014년까지)
정량적 성과	장비구축 (주장비)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HR-SIMS (ASI사, 모델: SHRIMP IIe/MC)</li> <li>※ HR-SIMS (High Resolution Secondary Ionization Mass Spectrometer; 고분해능 이차이온 질량분석기)</li> <li>※ SHRIMP (Sensitive High Resolution Ion Microprobe)</li> </ul>			
	장비활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공동연구과제지원: 179개 (36개 기관, 74명)</li> <li>• 분석지원: 168건 (28개 기관, 56명)</li> </ul>			
	논문 연구협력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총 64편: SCI 43편 (67.2%)</li> <li>• 공동연구과제 및 분석지원</li> <li>- 총 44개 기관: 국내 23 (학 14, 연 4, 산 1, 기타 5), 국외 20 (학 17, 연 3)</li> </ul>			
정성적 성과	인프라 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연대측정 및 고체 미량 동위원소 분석을 위한 기초연구기반을 구축</li> <li>- 한반도 및 주변지역의 고정밀 연대측정 자료 제공</li> </ul>			
	과학적·기술적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 최초로 중광물의 미세 영역에 대한 표면 절대 연대측정 기술 확립</li> <li>• 세계 최초로 산소 안정동위원소 (<sup>16</sup>O, <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O)의 동시 분석을 실시</li> </ul>			
	경제적·사회적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광물 탐사 및 기반시설 건설에 필요한 기초자료 제공</li> <li>• 각종 환경 및 지질시료에 대한 신뢰성 있는 분석 자료 제공</li> </ul>			
국내·외 수준 및 동향	국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국기초과학지원연구원에 고체 표면의 동위원소 분석을 통해 수십만 년~수십억 년 범위의 연대측정이 가능한 HR-SIMS를 국내 최초로 설치 (2008년)</li> <li>• 광물 시료 등의 단면을 'in situ (있는 그대로)' 관찰하는데 주로 사용</li> </ul>			
	국외	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미국 우즈홀 해양연구소 (WHOI)는 SIMS 관련 장비 (CAMECA사의 IMS 3f/1270/1280)를 구비하고 해양과 기후변화, 지구 물리 등에 관한 연구 수행</li> <li>• 중국 지질과학원 (2013년)과 일본 산업기술종합연구소 (2014년)는 SHRIMP IIe/MC를 설치</li> <li>• 일본 홋카이도 대학의 우주화학실험실은 SIMS 관련 장비 (CAMECA사의 IMS 3f/6f/1270/1280-HR)를 확보하고 태양계의 기원과 진화 규명 등의 연구를 수행</li> <li>- IMS 1280-HR 장비는 시료 '표지 분자 (Probe 분자)'의 위치를 동위원소로 이미징하는데 사용</li> </ul>			
향후 계획	운영 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동위원소 분석결과의 정밀도 및 정확도 향상 (보조장치 업그레이드), 분석 신뢰도 향상 (QA/QC), 실험실 간 교차분석, 국제 비교분석 프로그램 참여 (IAQ, ERA)</li> </ul>			
	성능향상 및 공동활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한반도 제4기 시료의 연대측정 기술 고도화</li> <li>• 동위원소 질량분석-현미경 및 3D 미량/동위원소 통합분석 시스템 구축</li> </ul>			
	연구성과 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한반도 및 주변지역의 고정밀 연대측정 자료 제공</li> <li>• 미세물질 동위원소 3D 분포 이미징, 나노물질소재 및 우주 생성물질 분석</li> </ul>			
운영 효율화 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물질 중 동위원소의 3D 분포 이미징이 가능한 동위원소 현미경 시스템을 구축하여 생명과학, 나노기술·재료, 환경·에너지 분야로 응용 및 활용 범위를 확대하여 산업적 활용을 지원</li> </ul>			
공동활용 촉진 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운석 중 태양계 물질의 발견, 태양계 기원의 실증, 지구 중심부 연구 분야에도 활용</li> <li>• SHRIMP 시설의 공용 촉진 프로그램 운영: 시험사용 (산업계), 성과공개 (무료 혹은 유료)</li> </ul>			

□ 첨단연구분석장비 개발

구분		내용			
사업 개요	구축사업	사업명	첨단연구분석장비 개발	주관기관	한국표준과학연구원
		사업기간	2005.6.1.~2012.12.31.	총사업비	20,000백만 원
	운영(연구)사업	사업명	첨단측정장비 요소기술 개발	주관기관	한국표준과학연구원
		사업기간	2013.1.1.~계속/	총사업비	114백만 원 (2014년까지)
정량적 성과	장비구축 (주장비)	-			
	장비활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>장비활용: 544건</li> <li>- 공동활용: 431건 (79.2%)</li> <li>가동율 (2013년): 83.2%</li> </ul>			
	논문	• 총 57편			
	특허	• 등록 15건 (국외 1)			
	기술료	• 4건, 정수액: 169백만 원			
정성적 성과	인프라 성과	• 첨단분석연구장비 개발의 핵심 요소기술로 전자광학, 이온광학, 시편 정밀이동, 생분자 분광 미세검출, 분광 이미징 요소기술을 개발			
	과학적·기술적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵심 원천 및 요소기술, 부품 등을 자체 개발하여 국내 장비로 대체하고 수입 의존도를 낮추며, 원천기술을 확보하여 장비제작의 국산화 기반을 마련</li> <li>※ 국내에서 전자현미경에 관한 나노 자성 이미징 기술 (Spin-Scanning Electron Microscopy, Spin-SEM)은 한국표준과학연구원이 유일하게 보유</li> </ul>			
	경제적·사회적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>초정밀 계측검사장비 산업은 부가가치 생산성이 높고, 고급인력에 대한 일자리 창출 효과가 매우 크며, 국가 산업기술의 고도화 및 경쟁력 강화에 기여</li> <li>중장기적으로 연구분석장비의 수입품목 대체뿐만 아니라 수출품목으로 육성을 기대</li> </ul>			
국내·외 수준 및 동향	국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내에서 연간 분석기기 수요는 화학분석기, 재료시험기, 의료분석기 등을 포함해 연간 약 10억 달러 규모이며, 매년 20%씩 시장규모는 확대되는데 거의 전량 수입에 의존</li> <li>※ 특히, 반도체 및 나노과학기술 응용분야에서는 현재 분석장비를 전량 수입에 의존</li> <li>측정장비기술은 대량생산 기반의 대기업 보다는 고난이도 기술집약적인 중소기업 주도의 산업</li> </ul>			
	국외	• 2009년 세계 분석기 시장은 미국 66%, 일본 14%, 독일 13%로 3개국이 전 세계시장의 93%를 차지하고 있으며, 대부분의 국가들은 분석연구장비를 수입하여 연구를 수행			
향후 계획	운영 및 유지보수	• 원천·요소기술을 개발한 후 장비제작 업체와 협력을 통해 수요자가 편리하고 정확하게 사용하게 하며, 총족 대기시간을 최대한 단축시켜 국산장비의 상용화 진입을 촉진			
	성능향상 및 공동활용	• 하전입자현미경 요소기술 (전자광학, 이온광학 및 질량분석기 분야)과 나노측정 요소기술 (나노형상 3D 및 나노물질 분야)을 개발하여 국내 업체가 세계 시장에 진출할 수 있도록 지원			
	연구성과 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>신물질의 개발 및 새로운 현상발견 연구를 위한 첨단측정장비의 원천기술을 개발하고 실용화</li> <li>극초미세 분석기술의 차세대 분석기기 신시장을 창출하는데 기여</li> </ul>			
운영 효율화 방안		• 나노스케일 이미징장비 및 분석장비의 기반요소기술을 개발하여 세계 최고 수준의 나노스케일 측정/분석장비 창출 기반을 마련			
공동활용 촉진 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>측정장비 기술들을 지적재산권화 하고, 국내 장비업체에 기술이전하여 장비산업을 활성화</li> <li>국내 장비제작 업체가 나노융합현미경 시장으로 조기 진입 및 선도할 수 있도록 지원</li> </ul>			

□ 중대형 이온빔 가속기

구분		내용			
사업 개요	구축사업	사업명	중대형 이온빔 가속기 구축	주관기관	한국과학기술연구원
		사업기간	2006.3.1.~2012.12.31.	총사업비	17,000백만 원
	운영(연구)사업	사업명	중대형 이온빔 가속기 운영	주관기관	한국과학기술연구원
		사업기간	2013.1.1.~계속	총사업비	1,100백만 원 (2014년까지)
정량적 성과	장비구축 (주장비)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 MV Tandatron AMS (HVEE사)</li> <li>• 400 kV Implanter</li> </ul>			
	장비활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2014년 2월부터 외부 분석서비스 개시</li> </ul>			
	논문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SCI 4편</li> </ul>			
정성적 성과	인프라 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연대측정, 비파괴 극미량 정량 분석, 이온빔 주입/조사 등이 가능한 기초연구기반을 구축 - 고고학, 반도체, 신약개발 등 다양한 분야에서 폭넓게 사용 가능</li> </ul>			
	과학적·기술적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>14</sup>C 연대측정의 한계를 기존의 5만 년에서 6만 년까지 확장</li> <li>• 무거운 동위원소 (Al, Cl, Ca 등) 측정, 30 keV~60 MeV의 에너지를 지닌 다양한 이온빔 (수소-우라늄) 주입/조사로 물질/재료의 개질이 가능</li> </ul>			
	경제적·사회적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 방사성 동위원소의 측정이 가능하기 때문에 기후변화대응연구 및 환경감시기술, 반도체, 신약개발, 소재산업 분야 등에 폭넓게 활용이 가능해 차세대 성장 동력 창출에 크게 기여</li> </ul>			
국내·외 수준 및 동향	국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내에서 이온빔 가속기를 보유하고 이온빔 분석을 수행할 수 있는 곳은 극소수에 불과</li> <li>• 현재 국내 이온빔 분석에 이용될 수 있는 정전형 가속기는 한국과학기술원, 한국지질자원연구원, 한국원자력연구원, 한국전자통신연구원, 서울대학교 등이 보유</li> <li>• 한국과학기술연구원은 3대 (신규: 6 MV 및 400 kV, 기존: 2 MV)의 이온빔 가속기 시설 (KISTTIA) 전용 연구동을 확보하여 운영</li> </ul>			
	국외	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이온빔 분석은 표면과학 및 반도체를 비롯한 박막소재의 특성평가에 필요불가결한 수단</li> <li>• 미국, 일본, EU 등의 주요 연구기관들은 1~수 MV의 정전형 이온빔 가속기를 구비하고 연대측정은 물론 생체 재료들의 분석, 나노 수준의 새로운 형태의 물질 제작에도 활용</li> </ul>			
향후 계획	운영 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMS, 이온빔 분석 (IBA), 이온빔 물질/재료 개질 (IBMM), 중에너지 이온빔 산란 분광 분석 (MEIS) 등의 선행연구를 통해 분석 및 평가기술 확립</li> </ul>			
	성능향상 및 공동활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMS는 시료의 전처리 과정의 시간이 대부분을 차지하므로 시료의 흑연화장치를 자동화</li> <li>• 연구자의 수요 및 활용 목적에 맞게 AMS법을 개발하고 응용연구 관련 빔라인을 설계 및 제작</li> </ul>			
	연구성과 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간 마이크로 도징 분야에서 약물의 생물학적 가용성 평가를 위한 임상시험 분석 지원</li> <li>• 물질/재료의 이온빔 분석, 이온주입 및 조사를 통해 디스플레이, 반도체, 소재산업 분야 지원</li> </ul>			
운영 효율화 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이온빔 가속기 시설의 정상 운영 단계를 거쳐 자립 운영이 가능한 독립 센터화 추진</li> <li>• AMS와 유·무기 질량분석법을 융합적으로 사용하여 신약개발과정의 생체물질 신진대사 규명</li> </ul>			
공동활용 촉진 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMS는 고고학, 생의학 (신약개발, 생체대사, 맞춤형 임상 치료 등), 지구 온난화 및 환경과학 (오염원 추적 등), 지구과학 (고기후 복원) 등 다양한 연구 분야에 활용</li> <li>• 이온빔 (AMS), 중성자 (HR-SANS), 핵자기공명 (NMR), X-ray (HR-XRD), 전자빔 (HR-TEM) 등의 상호보완적인 분석기술을 갖춘 장비들을 상호연계하여 학제간의 연구를 지원</li> </ul>			

□ 중성미자 검출설비

구분		내용			
사업 개요	구축사업	사업명	중성미자 검출설비 구축	주관기관	서울대학교
		사업기간	2006.3.1.~2011.2.28.	총사업비	11,600백만 원
	운영(연구)사업	사업명	한국중성미자연구센터	주관기관	서울대학교
		사업기간	2009.9.1.~2016.2.29.	총사업비	6,000백만 원 (2014년까지)
정량적 성과	장비구축 (주장비)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 섬광액체 검출기 (RENO; 레노) * 2대: 근거리 검출기 1, 원거리 검출기 1대</li> <li>※ RENO (Reactor Experiment for Neutrino Oscillations; 원전 중성미자 실험)</li> </ul>			
	장비활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검출기: 365일 (근거리 검출기: ~650건/일, 원거리 검출기: ~65건/일)</li> <li>• 가동율 (2013년): 100%</li> </ul>			
	논문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SCI 2편</li> </ul>			
정성적 성과	인프라 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내에 물리학 입자 가속기가 없는 상태에서 한빛원자력발전소의 원자로를 이용한 RENO 검출기를 순수 국내기술로 설계, 제작 및 설치하여 기초연구기반을 구축</li> <li>- 외국의 실험과 경쟁력이 있는 중성미자 변환상수 측정을 자체적으로 수행 가능</li> <li>※ 가속기에서 만들어진 중성미자, 원자로 안에서 핵분열에 의한 베타붕괴에 의해 방출되는 중성미자, 태양이나 별의 중심부에서 핵융합 반응에 의해 방출되는 중성미자 등이 있음</li> <li>※ 중성미자 검출기는 지하 또는 대기권 밖의 우주공간에 설치하여 사용</li> </ul>			
	과학적·기술적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계에서 두 번째로 마지막 중성미자의 변환상수 측정에 성공 (2012년 4월)</li> <li>※ 'Physical Review Letters'에 게재, 'Particle Data Book' 책자에 수록</li> </ul>			
	경제적·사회적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RENO 검출기는 입자 천체 물리 및 핵물리실험 또는 방사선량 모니터링에 응용 가능</li> <li>• 원전시설의 유용성 및 안전성 인식 제고와 거대과학에 대한 국민적 관심 증대에 기여</li> </ul>			
국내·외 수준 및 동향	국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서울대학교 암흑물질탐색연구단은 2000년부터 양양양수발전소 지하에 세슘요오드 (CsI) 검출기를 설치하고 암흑물질 (미확인 우주입자)의 가장 유력한 후보의 하나인 중입자 (WIMP) 존재를 확인하는 실험 (KIMS, Korea Invisible Mass Search)을 진행</li> <li>• 기초과학연구원 (IBS) 지하실험연구단 (CUP, Center for Underground Physics)은 암흑물질 탐색과 중성미자 미방출 이중 베타붕괴 실험을 추진</li> <li>• 한국물리학회와 서울대학교는 RENO 검출기가 설치된 한빛원자력발전소에서 약 47 km 떨어진 곳에 18천 톤 규모의 다목적 섬광액체 검출기를 설치하는 'RENO-50' 실험을 추진</li> </ul>			
	국외	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미국 등 12개국 276명의 연구진이 남극 얼음 속에 만든 천문대 '아이스큐브 (IceCube)'로부터 40년의 시도 끝에 태양계 밖에서 온 고에너지 중성미자 28개 검출 (2013년)</li> <li>• 원전 중성미자 실험은 프랑스 Double-CHOOZ, 중국 Daya Bay, 한국 RENO의 세 곳에서 진행 중</li> <li>• 중국과학원 고에너지물리연구소 (IHEP)는 지하중성미자관측소 (Daya Bay II) 구축 착수 (2013년)</li> </ul>			
향후 계획	운영 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선도연구센터지원 한국중성미자연구센터를 통해 중성미자 검출설비 운영을 통한 REMO 실험 및 이론연구 수행 (2009년~2016년)</li> </ul>			
	성능향상 및 공동활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 12개 대학의 'RENO' 실험 및 공동연구진은 중성미자 변환상수의 측정값 오차 저감을 목표로 2011년 8월부터 2016년까지 약 5년간 데이터 수집을 지속적으로 수행</li> <li>※ 2012년에 0.023인 측정값의 오차를 0.01 정도로 줄이게 될 것으로 예상</li> </ul>			
	연구성과 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중성미자의 CP 위반 (CP Violation Phase)와 중성미자 질량 계층 (Neutrino Mass Hierarchy)을 결정하는 실험이 가능하도록 계기를 마련</li> </ul>			
운영 효율화 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 중성미자 RENO 검출기로부터 생산되는 대용량 데이터의 저장과 처리를 위해 한국과학기술정보연구원의 슈퍼컴퓨팅 자원을 지속적으로 활용</li> </ul>			
공동활용 촉진 방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 공동연구진과 'RENO-50' 후속 실험 추진을 통해 중성미자 변환상수의 초정밀 측정, 중성미자 질량 순서 결정, 초신성 폭발 중성미자, 태양 중성미자, 지구 중성미자 등의 연구 수행</li> </ul>			

□ 고온플라즈마 응용연구센터

구분		내용			
사업 개요	구축사업	사업명	고온플라즈마 응용연구센터 구축	주관기관	전북대학교
		사업기간	2009.7.1.~2014.9.30.	총사업비	29,600백만 원
	운영(연구)사업	사업명	-	주관기관	-
		사업기간	-	총사업비	-
정량적 성과	장비구축 (주장비)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소재공정용 60 kW ICP (RF) 플라즈마 발생장치 (TEKNA사)</li> <li>• 다목적 소재고정용 200 kW ICP (RF) 플라즈마 발생장치 (TEKNA사)</li> <li>• 0.4 MW 분절형 아크 플라즈마 발생장치 (TEKNA사)</li> <li>• 2.4 MW 분절형 아크 플라즈마 발생장치 (다윈시스)</li> <li>• 진공 플라즈마 스프레이 코팅 시스템 (Sulzer Metco사)</li> </ul>			
	장비활용	• 장비활용: 16건 * 시운전 및 성능평가 완료 후 예비 이용자 대상의 시범 분석 수행 중			
	논문	• SCI 13편			
	연구협력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장비활용</li> <li>- 총 5개 기관: 국내 5 (학 1, 산 4)</li> </ul>			
정성적 성과	인프라 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고온 (고출력, 고밀도, 열) 플라즈마 발생장치를 설계, 제작 및 설치하여 기초연구기반을 구축</li> <li>- 나노·우주 분야 기능성소재 개발에 응용</li> </ul>			
	과학적·기술적 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우주개발, 핵융합 연구 등 극한환경에 필요한 부품·소재의 개발과 시험이 유일하게 가능한 장비</li> <li>• 극한 소재의 개발 및 시험 등 타 장치로는 불가능한 원천기술 개발이 가능</li> <li>※ 200 kW ICP (RF) 플라즈마 발생장치 및 2.4 MW 분절형 아크 플라즈마 발생장치는 국내에서는 최초, 세계에서는 다섯 번째로 만들어진 시설</li> </ul>			
	경제적·사회적 성과	• 환경, 에너지, 신소재, 디스플레이, 의료기기, 산업장비, 반도체, 나노기술, 광학, 섬유, 자동차, 기계금속, 우주항공, 핵융합 등에 플라즈마 기술의 적용이 가능			
국내·외 수준 및 동향	국내	• 고급의 고온플라즈마 핵심 기술은 선진국이 국가 안보기술로 분류하여 기술 도입이 불가하고 원천기술이 많아 중소기업의 독자적인 기술개발이 매우 어려움			
	국외	• 플라즈마 기술은 산업의 기반기술로 전자부품의 미세 제조공정에서부터 플라즈마의 밀폐를 이용한 대규모 핵융합발전까지 산업, 국방, 에너지 생산 등 광범위하게 사용			
향후 계획	운영 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구축된 장비의 성능향상을 위해 상시 데이터 관리·응용 및 장비 개선</li> <li>• 장비이용료 확보를 통해 유지보수 비용을 마련</li> </ul>			
	성능향상 및 공동활용	• 장치 설계 및 해석, 장비 제작 및 운영, 진단 및 계측, 운전 신뢰도 향상 등 원천기술을 확보하여 국가 전략기술 및 극한환경 대응의 고온, 내열 부품·소재 기술 자립화를 지원			
	연구성과 창출	• 저온 프로세스에서 개발할 수 없는 고기능성 소재·부품 개발과 기존 부품의 고급화 및 첨단소재의 개발을 지원			
운영 효율화 방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이용자그룹 육성, 세계 플라즈마 기술학교 개선을 통한 기술연구 및 산업인력 양성, 벤처 및 기업 창업 지원, 국제협력 연구</li> <li>• 고온플라즈마 응용연구센터 독립법인화 추진</li> </ul>				
공동활용 촉진 방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고온과 고강도가 요구되는 고기능성 부품소재 원천기술 개발 및 산업화 촉진</li> <li>• 첨단 부품·소재, 에너지·환경, 극한 환경모사, 의공학 분야, 생물 분야 등 다양한 분야에 활용</li> </ul>				

#### 다. 고가연구장비 기반의 연구산업 육성

- 선진국에서는 대형연구시설·장비 투자로 참여기업의 성장, 신시장 진출 및 신산업을 창출
  - 유럽입자물리연구소 (CERN)의 대형 강입자 가속기 (LHC) 참여기업은 6,400여 개사로 조달사업을 통해 기술력을 확보하여 신제품 개발 (38%) 및 신시장 개척 (17%) 등의 경제적 파급효과를 발생\*

\* Jean-Marie Le Goff (2013), "The impact of CERN on high tech industry developments".

- 고가연구장비구축사업을 통해 구축된 8개 고가연구장비는 산업체 분석지원 및 공동연구, 기술이전 및 사업화를 통해 연구산업 육성의 파급효과를 보이나, 연구개발 투자 효과의 향상 및 기업의 산업경쟁력 향상을 위해 고가연구장비의 산업이용 확대를 위한 성능 향상 및 업그레이드 필요

구분	중소기업 등 산업 지원 사례	연구산업 분야
가속기 질량분석기 (한국지질자원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '흑연화 장치 및 이를 이용한 흑연화 방법' 특허 기술이전                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모닝래보테크 ('10, 기술료 20백만원), 한국문화유산연구센터 ('13, 기술료 5백만원)</li> </ul> </li> <li>• 중소기업의 기술적 어려움을 해결해주기 위해 '오케이 랩 (OK Lab.)' 운영                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 흑연화실험실: (주)다인스 (신규지정, '13.6.17 ~ '16.6.16)</li> </ul> </li> </ul>	연구장비 산업 육성
첨단연구분석장비 개발 (한국표준과학연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전자기렌즈 관련 원천기술을 (주)코셈에 기술이전하여 국산 전자전자현미경 상용화에 성공 ('07)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2008년 8월 첫 국산 전자현미경인 CX-100 출시 ('13 매출액: 44억 원)</li> </ul> </li> <li>• '전기적 필터를 이용한 하전입자 크기별 필터링 기술' 노하우 기술이전 ('13, 50백만원)</li> </ul>	
차세대 자기공명장치 (한국기초과학지원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자기공명장치의 이용기관수 중 기업* 비중은 41.2%                             <ul style="list-style-type: none"> <li>* NMR 장비를 활용한 단백질 의약품 특성 분석 등</li> </ul> </li> <li>• '공지 대조화합물과 신약후보물질 10종의 HSP90 단백질 분획과의 복합체 결정구조 규명 기술' 노하우 기술이전 (중외제약, '08, 기술료 20백만원)</li> <li>• 'HIV RT 신약후보물질 복합체에 대한 결정화 및 결정구조 규명' 노하우 기술이전 (한국파스퇴르연구소, '10, 기술료 22.4백만원)</li> <li>• '재조합 Fc 단백질의 구조 규명에 관한 SOP' 노하우 기술이전 (셀트리온, '12, 기술료 20백만원)</li> </ul>	연구개발 서비스업 육성
고분해능 질량분석기 (한국표준과학연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (주)엘지생명과학과 '관절염치료용 항체에 대한 바이오제네릭 (Biogeneric) 개발' 공동연구 수행을 통해 류마티스 관절염 치료용으로 시판 중인 3종의 항체 제품을 대상으로 의약품의 실용화를 지원 ('07)</li> <li>• 씨비에스바이오사이언스(주)의 바이오 마커 발굴 사업 지원 ('07)</li> </ul>	
고분해능 이차이온 질량분석기 (한국기초과학지원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 최초로 연구장비 전문 협동조합인 「지구환경과학협동조합」의 설립 지원('14.10.22, 9명) 및 연대측정 분석서비스 아웃소싱 실시 ('15, 75백만원)</li> </ul>	대형연구 시설 구축·활용 기업 및 산업 육성
중대형 이온빔 가속기 (한국과학기술연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이온빔 가속기의 재료개발 기능을 활용하여 삼성전자, 엘지디스플레이, (주)옵토웰 등 산업체와의 공동연구를 통해 반도체 및 디스플레이 산업 경쟁력 제고에 기여</li> </ul>	
중성미자 검출설비 (서울대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중성미자 검출장비 제작을 통한 관련부품 기술 (대형 특수아크릴 수조 제작 기술, 유기용매에 금속 용해기술, 초미량 방사능 측정기술, 전자신호 처리 기술 등)을 자체 확보</li> </ul>	
고온플라즈마 응용연구센터 (전북대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 중소기업과 플라즈마 발생장치 공동개발 및 국산화를 통해 국내 기업의 기술력 제고 및 수출기업으로 성장할 수 있는 토대를 제공                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 24 MW급 분절형 아크 플라즈마 발생장치 제작 및 설치 (60억원, 다원시스)</li> </ul> </li> </ul>	

## 라. 고가연구장비 현황조사 결과 및 시사점

구분	운영 및 가동 현황	공동활용 및 연구 현황	시사점
차세대 자기공명장치 (한국기초과학지원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부출연금 주요사업으로 운영 및 유지보수 예산 확보: ('14) 1,200백만 원</li> <li>2006년 4월부터 본격 가동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석지원 시료수: ('13) 1,071개</li> <li>공동연구과제 공모 지원: ('13) 80개 과제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CT, PET, SPECT, MRI 등 영상분석장치 시스템을 구축하여 바이오 이미징 연구 선도 필요</li> </ul>
고분해능 질량분석기 (한국표준과학연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부출연금 주요사업으로 운영 및 유지보수 예산 확보: ('14) 328백만 원</li> <li>2007년 3월부터 본격 가동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석지원 건수: ('13) 33건</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>질량분석 기술의 진보에 따른 유휴·저활용 장비는 타기관으로 이전하여 재활용</li> </ul>
가속기 질량분석기 (한국지질자원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부출연금 주요사업으로 운영 및 유지보수 예산 확보: ('14) 815백만 원</li> <li>2008년 1월부터 본격 가동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>연대측정 분석지원 시료수: ('13) 3,357개</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자체개발한 방사선탄소 연대 측정 '자동 환원장치' 상용화, 생의약 (Biomedical) 시료분석 능력 확보를 통한 의료 및 생물학 연구지원 필요</li> </ul>
고분해능 이차이온 질량분석기 (한국기초과학지원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부출연금 주요사업으로 운영 및 유지보수 예산 확보: ('14) 1,035백만 원</li> <li>2009년 9월부터 본격 가동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석지원 시료수: ('13) 622개</li> <li>공동연구과제 공모 지원: ('13) 26개 과제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>측정기술을 국산 연구장비 개발 및 산업 육성에 연계 방안 마련 필요</li> </ul>
첨단연구분석 장비 개발 (한국표준과학연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부출연금 주요사업으로 운영 및 유지보수 예산 확보: ('14) 64백만 원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업측정기술 개발 - 하전입자 나노지성 및 나노형상 3차원 측정기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>측정기술을 국산 연구장비 개발 및 산업 육성에 연계 방안 마련 필요</li> </ul>
중대형 이온빔 가속기 (한국과학기술연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부출연금 주요사업으로 운영 및 유지보수 예산 확보: ('14) 450백만 원</li> <li>2013년 12월부터 시험 가동 및 분석서비스 개시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고려대학교, 서울대학교 병원, 극지연구소, LG 디스플레이 등의 연구지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업적 응용 및 이용 지원을 위한 이온빔 제작, 성능 개선이 지속적으로 필요</li> </ul>
중성미자 검출설비 (서울대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>선도연구센터지원 한국중성미자연구센터사업으로 운영 및 연구사업 확보: ('14) 1,00백만 원</li> <li>2011년 8월부터 본격 가동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 12개 대학 연구진들과 공동연구 수행</li> <li>한빛 원자력발전소의 6기 원자로 가동시간 내 중성미자 검출 실험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국중성미자연구센터사업 종료 ('16.2월) 후 운영 및 연구사업 확보방안 마련 필요</li> </ul>
고온플라즈마 응용연구센터 (전북대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>구축사업 종료 ('14.9월) 후 본격 운영 준비중</li> <li>단기간 운영비로 전북대학교 대응자금 집행잔액 등을 활용할 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구축기간 ('12~'13) 내 대학 및 기업 시험사용 지원: 16건</li> <li>플라즈마 분야 학연공동연구 주관기관 선정 ('13~'15, 1,050 백만 원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온플라즈마 발생장치의 응용을 위한 기초연구 및 산업 이용 지원사업 확보 필요</li> </ul>

## 마. 고가연구장비 운영 효율화 및 공동활용 촉진 방안

구분	운영 계획	성능향상 계획	연구성과 계획
차세대 자기공명장치 (한국기초과학지원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>고분자량 (100 KDa 이상)의 단백질 연구를 위한 GHz NMR 구축</li> <li>분자이미징센터 기획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>단백질 상호작용 연구에 TROSY 기법 활용</li> <li>Cell Free System을 이용하여 난발현 단백질 생산</li> <li>동물을 이용한 전임상 연구 시설 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>생체분자 입체구조 규명, 신약개발, 질환 진단법 및 치료법 개발 연구</li> </ul>
고분해능 질량분석기 (한국표준과학연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>자체 특화된 단백질체 및 유전체 연구를 위한 특수 목적용 장비로 운용</li> <li>12 T MALDI FT-ICR MS의 타기관 이전 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>질량 측정의 정확도 향상과 질량분해능의 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>질병을 진단하는 생체지표 물질 연구, 생물학적인 중요한 신 물질발굴, 생체분자의 탐색 및 구조 연구에 활용</li> </ul>
가속기 질량분석기 (한국지질자원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>신규 기술수요에 부합된 분석법 구축 및 활용분야 개척</li> <li>AMS 장비 평균 가동률 목표: ('13) 90% → ('16) 95%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 시료 및 동위원소 별로 시료 전처리법 개발 및 충분한 처리능력 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AMS법을 활용한 연대측정 및 지구환경변화 연구에 활용</li> </ul>
고분해능 이차이온 질량분석기 (한국기초과학지원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제4기 연대측정 기술 고도화</li> <li>동위원소 질량분석-현미경 및 3D 미량/동위원소 통합 분석 시스템 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석 신뢰도 향상을 위한 QA/QC, 실험실 교차분석 및 국제 비교분석 프로그램 참여 (IAQ, ERA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한반도 및 주변지역의 고정밀 연대측정 자료 제공</li> <li>미세물질 동위원소 3D 분포 이미징, 나노물성소재 및 우주 생성물질 분석</li> </ul>
첨단연구분석 장비 개발 (한국표준과학연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>신물질의 개발 및 새로운 현상발견 연구를 위한 첨단 측정장비 원천기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하전입자 측정기술, 나노자성 측정기술, 나노형상 3D 측정 기술 분야 요소기술 개발</li> <li>기술한계돌파형 측정원천기술 개발 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>나노형상 및 나노물성 측정 기술을 확보하여 국내 측정 기기 산업의 부흥을 선도</li> </ul>
중대형 이온빔 가속기 (한국과학기술연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구자들의 수요 및 활용 목적에 맞게 빔라인 설계 및 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가속기 질량분석법, 이온빔 분석, 이온주입 및 조사 등 3개 분야 선행연구 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>반도체, 디스플레이, 이차 전지, 태양광 산업 분야의 경쟁력 제고</li> </ul>
중성미자 검출설비 (서울대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>REMO 실험 및 이론연구 수행 (2009~2016)</li> <li>- 2016년까지 데이터 수집 및 측정값 오차 저감</li> <li>- CP (Charge conjugate parity and Parity) 위상 각도 정립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RENO-50 실험 추진</li> <li>- 한빛 원자력발전소에서 약 47 km 떨어진 곳에 18천 톤 규모의 다목적 섬광액체 검출기 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중성미자 변환상수의 초정밀 측정, 중성미자 질량 순서 결정, 초신성 폭발 중성미자, 태양 중성미자, 지구 중성미자 등의 연구 수행</li> </ul>
고온플라즈마 응용연구센터 (전북대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온플라즈마 응용연구센터 독립법인화 추진</li> <li>세계 플라즈마 기술학교 개설 및 전문인력 양성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온과 고강도가 요구되는 고기능성 부품소재 원천기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온플라즈마를 나노·우주 분야 기능성소재 개발 및 첨단신소재 생산기술 상용화</li> </ul>

## 바. 고가연구장비 운영 효율화 및 공동활용 촉진 방안

구분	운영 계획	성능향상 계획	연구성과 계획
차세대 자기공명장치 (한국기초과학지원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>고분자량 (100 KDa 이상)의 단백질 연구를 위한 GHz NMR 구축</li> <li>분자이미징센터 기획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>단백질 상호작용 연구에 TROSY 기법 활용</li> <li>Cell Free System을 이용하여 난발현 단백질 생산</li> <li>동물을 이용한 전임상 연구 시설 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>생체분자 입체구조 규명, 신약개발, 질환 진단법 및 치료법 개발 연구</li> </ul>
고분해능 질량분석기 (한국표준과학연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>자체 특화된 단백질체 및 유전체 연구를 위한 특수 목적용 장비로 운용</li> <li>12 T MALDI FT-ICR MS의 타기관 이전 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>질량 측정의 정확도 향상과 질량분해능의 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>질병을 진단하는 생체지표 물질 연구, 생물학적인 중요한 신 물질발굴, 생체분자의 탐색 및 구조 연구에 활용</li> </ul>
가속기 질량분석기 (한국지질자원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>이용자 요구를 정확하게 반영한 장치 개발·기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 시료 및 동위원소 별로 시료 전처리법 개발 및 충분한 처리능력 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가속기 질량분석법 (AMS)을 활용한 연대측정 및 지구환경 변화 연구에 활용</li> </ul>
고분해능 이차이온 질량분석기 (한국기초과학지원연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제4기 연대측정 기술 고도화</li> <li>동위원소 질량분석-현미경 및 3D 미량/동위원소 통합 분석 시스템 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석 신뢰도 향상을 위한 QA/QC, 실험실 교차분석 및 국제 비교분석 프로그램 참여 (IAQ, ERA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>한반도 및 주변지역의 고정밀 연대측정 자료 제공</li> <li>미세물질 동위원소 3D 분포 이미징, 나노물성소재 및 우주 생성물질 분석</li> </ul>
첨단연구분석 장비 개발 (한국표준과학연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>신물질의 개발 및 새로운 현상발견 연구를 위한 첨단 측정장비 원천기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하전입자 측정기술, 나노자성 측정기술, 나노형상 3D 측정 기술 분야 요소기술 개발</li> <li>기술한계돌파형 측정원천기술 개발 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>나노형상 및 나노물성 측정 기술을 확보하여 국내 측정 기기 산업의 부흥을 선도</li> </ul>
중대형 이온빔 가속기 (한국과학기술연구원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구자들의 수요 및 활용 목적에 맞게 빔라인 설계 및 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가속기 질량분석법, 이온빔 분석, 이온주입 및 조사 등 3개 분야 선행연구 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>반도체, 디스플레이, 이차 전지, 태양광 산업 분야의 경쟁력 제고</li> </ul>
중성미자 검출설비 (서울대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>REMO 실험 및 이론연구 수행 (2009~2016)</li> <li>- 2016년까지 데이터 수집 및 측정값 오차 저감</li> <li>- CP (Charge conjugate parity and Parity) 위상 각도 정립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RENO-50 실험 추진</li> <li>- 한빛 원자력발전소에서 약 50 km 떨어진 곳에 18천 톤 규모의 다목적 섬광액체 검출기 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중성미자 변환상수의 초정밀 측정, 중성미자 질량 순서 결정, 초신성 폭발 중성미자, 태양 중성미자, 지구 중성미자 등의 연구 수행</li> </ul>
고온플라즈마 응용연구센터 (전북대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온플라즈마 응용연구센터 독립법인화 추진</li> <li>세계 플라즈마 기술학교 개설 및 전문인력 양성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온과 고강도가 요구되는 고기능성 부품소재 원천기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온플라즈마를 나노·우주 분야 기능성소재 개발 및 첨단신소재 생산기술 상용화</li> </ul>

- 차세대 자기공명장치, 고분해능 질량분석기, 가속기 질량분석기, 고분해능 이차이온 질량분석기, 첨단연구분석장비 개발, 중대형 이온빔 가속기 등 6개 고가연구장비는 정부출연금 주요 사업을 통해 기본 인력 및 예산을 확보하여 장비 운영 및 공동활용 기반 조성이 가능
  - 중성미자 검출설비, 고온플라즈마 응용연구센터는 대학이 운영주체로서 자체 재원조달 등의 한계가 있어 국가연구개발사업 연계 및 지방자치단체 협력을 통한 효율화 방안이 필요
- 거대과학의 대형연구시설은 기초과학의 진흥은 물론, 연구시설의 설계, 제작, 설치, 운영하는 과정에서 참여기업의 양성 및 기술력 향상, 구축비용의 산업체 환원 등 경제적 이익을 창출
  - 현재 중성미자 검출설비는 선도연구센터육성사업을 통해 운영 및 연구사업을 확보하고 있으나, 향후 기초연구사업(기초연구실 육성, 중점연구소 지원 등)을 통해 후속연구 및 인재양성 필요
  - 차세대 RENO-50 실험 계획은 1,000억 원 규모의 연구개발 예산 투자가 필요하므로 사전 기획연구를 통해 RENO-50의 필요성, 타당성, 시급성 등에 대한 심층검토 필요

구분	현재	향후 발전방향
중성미자 검출설비 (서울대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RENO 실험 및 이론연구 수행               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선도연구센터육성사업 (SRC)으로 ‘한국중성미자연구센터’ 운영 (’09~’16)</li> </ul> </li> <li>• 차세대 RENO-50 실험 계획 추진               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한빛 원자력발전소에서 약 50 km 떨어진 곳에 18천 톤 규모의 다목적 섬광액체 검출기 구축</li> <li>- 중성미자 변환 상수의 초정밀 측정, 중성미자 질량 순서 결정, 초신성폭발 중성미자, 태양 중성미자, 지구 중성미자 등의 후속연구 진행</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 국내 12대 대학이 참여하는 RENO는 2016년에 선도연구센터육성사업 종료 예정되어 후속 연구사업 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기초연구사업 중 기초연구실 육성, 중점연구소 지원사업을 우선 검토</li> </ul> </li> <li>• 차세대 RENO-50 실험 계획은 사전에 국가 차원의 심층검토 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5년간 약 1,200억 원 (토목 180억 원, 검출기 1,020억 원)이 소요될 것으로 예상</li> </ul> </li> </ul>

- 플라즈마 기술은 기존 부품의 고급화 및 첨단소재의 개발을 위해 필요한 원천기술로서 응용범위가 다양하여 신소재 합성, 첨단소재개발 및 신재생에너지 창출 등 미래산업 수요에 대응 가능
  - 고온플라즈마 응용연구센터는 국가연구개발사업 및 지역전략산업과 연계하여 국가 과학기술 혁신과제의 달성, 연구개발 투자 효과성 향상 및 기업의 산업경쟁력 강화를 위해 운용 필요

구분	현재	향후 발전방향
고온플라즈마 응용연구센터 (전북대학교)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 플라즈마 응용기술 전문인력 양성을 위해 전북대학교에 전문대학원 과정 신설 (’12)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 핵융합 기초연구 및 인력양성지원사업으로 ‘극한환경대응 핵융합 플라즈마 대면부품 기반 연구 및 종합시험 기반 구축’사업 수행 (’13~’15, 10.5억원)</li> </ul> </li> <li>• 플라즈마 산·학협력 공동연구센터 설치(’12)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 60kw/200kw급 RF 플라즈마 장비 구축과 연계한 산·학협력연구센터 설립을 통한 산업체 수요 반영 (’12)</li> </ul> </li> <li>• 우주핵심기술개발사업으로 ‘플라즈마 풍동을 이용한 달 탐사용 원자력 전지의 열보호 시스템 기본모델 개발’ 과제 수행 (’14~’17, 17.5억원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래창조과학부의 「핵융합에너지개발진흥기본계획」, 「우주개발진흥기본계획」 등과 연계               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 플라즈마 응용기술 개발 및 상용화 기반 구축, 플라즈마 기초·원천기술 개발 및 파생기술 산업화 추진</li> <li>- 정보, 환경, 나노, 항공·우주 분야 등 미래산업의 발전에 필수적인 핵심 기술개발</li> </ul> </li> <li>• 산업통상자원부, 중소기업청 등이 추진하는 극한환경 부품·소재 개발을 위한 산·학·연 공동연구 진행 필요</li> <li>• 전라북도의 플라즈마응용 지역산업 육성, 탄소산업 육성, 자동차산업 육성 및 클러스터 조성 사업 등에 참여하여 플라즈마 응용 전·후방 연관산업 파급효과 창출 필요</li> </ul>

### 3. 첨단연구장비 개발

## 가. 주요국의 연구장비 관련 정책 및 동향

- 새로운 측정·분석·평가기술 및 장비개발이 과학기술 발전을 견인하고 있으며, 연구장비개발 능력이 국가 과학기술 역량을 나타내는 지표가 되고 있음 (NSF 2003; NAE, 2008 등)
  - 1901년부터 2009년까지 과학 분야 노벨상 (304건, 539명) 중 61건 (20%), 91명 (17%)이 분석장비 또는 분석기술 개발을 통해 배출
  - 연구장비개발은 산·학·연 및 학제간 긴밀한 협력하에 가능하며 국가 과학기술 및 산업을 일시에 제고할 수 있는 효과를 가짐 (국가과학기술자문회의, 2005)
    - 연구장비 산업은 기술집약적 산업, 고부가가치 및 자원절약형 산업, 소량 다품종 산업, 성능 및 품질 최우선 산업, 중소·벤처기업 육성, 고용창출 및 연관산업 파급효과가 매우 큰 산업
  
- (연구장비개발 측면) 기초과학 선진국들은 독창적 연구성과 창출, 산업경쟁력 강화 및 산업 기반 창출의 공통기반으로 인식하고 글로벌 경쟁력 및 우위성 확보를 위해 지속적으로 투자하고 있음
  - (미국) 국립과학재단 (NSF)은 1994년부터 ‘Major Research Instrumentation Program (MRI)’\*을 통해 연구장비 구입과 개발을 동시 지원
    - \* Major Research Instrumentation Program(MRI): ('14) \$90 million (1,003억 원) 투자
    - 연구장비개발의 경우 전문지식을 가진 과학자와 장비 생산을 위한 기업간의 협력 등을 통해 최종적으로 상업화까지 고려한 상호 협력관계의 증진을 적극 권장
  - (일본) 문부과학성 (MEXT)은 기초연구에서 장비개발 연구까지 연구비를 지원
    - 1919년 과학연구비보조금을 신설하여 독창적 연구활동을 지원하고, 과학기기의 국산화를 위해 1945년에 시험연구비 지원, 2004년에 「첨단계측분석기술·기기개발사업\*」을 착수
    - \* 2004년부터 2013년까지 총 474개 과제, \$445 million (4,961억 원) 투자
    - 최첨단 연구개발 지원 프로그램 (FIRST)에서 ‘차세대 질량분석 시스템 개발 및 약물·진단’ (‘09~’13, 34억 엔), ‘원자 해상도·홀로그래피 전자현미경의 개발과 그 응용’(‘09~’14, 50억 엔) 등을 지원
  - (EU) 유럽계측학연구프로그램\*에서 보건, 에너지, 환경, 신기술 분야의 계측·분석기술 표준을 획득하여 세계적인 리더로서의 지위 확보 노력
    - \* European Metrology Research Programme: 2014~2020 동안 €600 million를 투자할 계획
  - (독일) 예나응용과학대학교 (Ernst-Abbe-University of Applied Sciences Jena)\*는 과학기기 석사학위 프로그램 (Scientific Instrumentation Master’s degree programme)을 독립적으로 운영
    - 교육 프로그램은 모듈 형태로 운영하고, 졸업생은 연구기관 또는 엔지니어링 컨설턴트로 순수 과학자와 엔지니어 사이의 연결고리를 수행
  - (체코) 과학아카데미 (ASCR) 산하에 1957년에 설립된 과학기기연구소 (ISI, Institute of Scientific Instruments)를 운영하고 과학기기 및 핵심부품 개발, 응용연구를 수행
  
- (연구장비 및 서비스산업 측면) 주요국들은 기업들의 경쟁우위적 요소 보호, 글로벌 시장성 확보 및 고부가가치산업 육성을 위해 자국 내 과학기기 제조기업을 글로벌 기업으로 성장할 수 있도록 지원하고 있음

- 미국과 유럽은 대학과 연구기관이 새로운 연구장비의 하드웨어와 소프트웨어까지 자주적 연구장비 개발 능력이 있고, 연구장비 사용자를 먼저 확보한 후, 시장에 나오는 경우가 많음
  - (중국) 제12차 5개년 ('11~'15) 계획 동안 하이테크 장비 제조산업 육성, 하이엔드 장비의 국산화, 핵심기술·부품 연구개발을 통해 관련 산업경쟁력 제고 추진
    - 2008년에 '국산 과학기기설비 응용시범 사업'을 시작하고 국산 과학기기의 성능 및 품질평가를 통한 활용·보급 촉진
  - (체코) 세계 5위권의 현미경 제조업체인 TESCAN을 적극 지원하여 고밀도·전자 기술 관련 업체들에까지 부수적인 혜택과 대졸 기술자들의 취업기회 확대를 도모
- (연구장비시장 측면) 세계의 과학기기, 실험실용 및 프로세스용 시장은 발전도상국 경제권의 수요 증가, 공학 및 생명공학 분야 수요, 정부 규제 준수의 필요성, 주요 기술적 진보 등에 힘입어 지속적으로 성장할 전망이다 (TechNavio, 2013)
- 세계의 과학기기 시장은 발전도상 경제권에서의 수요 증가 등의 영향을 받아 2012~2016년간 연평균 복합 성장률 (CAGR) 5.07%로 확대될 전망
    - 세계의 과학기기 시장규모: ('12) US\$23.55 billion → ('16) US\$28.70 billion
  - 세계의 실험실용 분석기기 시장은 의약품 기업의 대형 분자 분석기 도입 진행 등의 영향을 받아 2012~2016년간 CAGR 5.93%로 확대될 전망
    - 세계의 실험실용 분석기기 시장규모: ('12) US\$24,278.85 million → ('16) US\$30,571.79 million
  - 세계의 프로세스용 분석기기 시장은 엄격한 정부 규제준수 필요성 등의 영향을 받아 2013~2018년간 CAGR 3.47%로 확대될 전망
    - 세계의 프로세스 분석장비 시장규모: ('13) US\$3,028.12 million → ('18) US\$3,590.48 million
  - 일본분석기기공업회의 2013년도 분석기기 생산·수출 통계에 따르면, 생산액 4,582억 엔 중에서 수출액이 60.3% (2,763억 엔) 차지

## 나. 국내의 연구장비 관련 정책 및 동향

- (연구장비개발 측면) 연구장비는 독창적 연구데이터 창출, 새로운 과학적 발견, 지식과 기술의 이전 등을 통해 새로운 제품, 서비스 등을 만들어 주는 과학적·기술적·경제적·사회적 역할과 부가가치를 가짐
- (미래창조과학부) 2014년에 고가연구장비구축사업을 장비구축 중심에서 세계최고 수준의 첨단 연구장비 및 핵심 요소·원천기술 개발지원 사업으로 전환
    - 2015년부터는 고가연구장비구축사업을 한국기초과학지원연구원으로 이관하고 '첨단연구장비 개발 및 실용화 지원사업'으로 확대 추진

- (산업통상자원부) 산업기술 연구개발을 위한 연구장비의 자체 개발, 신규 구축 및 공동활용을 포함하는 로드맵을 수립하고 2014년부터 산업기술 연구개발 투자 및 연구장비산업 육성에 활용
  - 「신성장동력장비 개발 로드맵 ('11~'18)」, 「산업기술 개발장비 로드맵('14~'18)」 등
- (연구장비 및 서비스 산업 측면) 시험인증산업, 연구개발서비스업 등은 연구장비, 전문인력 및 측정·분석·평가기술이 필요하고 창업 활성화 및 고용창출 기회로 활용이 가능함
  - (미래창조과학부) 연구개발 활동에 수반되는 연구 성과, 시설, 인력 등을 활용하여 새로운 기업과 일자리를 창출하기 위하여 '(가칭)연구산업 육성방안'을 2014년 내에 마련할 계획
  - (산업통상자원부) 시험인증을 서비스 산업으로 육성하고 수출산업화를 위해 「시험인증산업 경쟁력 강화 방안」을 마련하여 추진중
- (연구장비 시장 측면) 연구 및 산업계에서는 익숙한 외산 연구장비를 구입해 과학 및 산업 기술 개발이 이루어지고 있고, 글로벌 기업들이 연구장비 시장의 대부분을 잠식하고 있는 상황임
  - 한국무역협회의 수출·입 통계 기준, 우리나라의 분석장비 (관세분류 HS9027) 수출·입 비중은 31:69로 외산 의존도 여전히 높고, 수입액도 지속적으로 증가 ('09년: 7.1억\$ → '13년: 12.8억\$)
  - 국가과학기술지식정보서비스 (NTIS) 기준, 최근 5년간 ('08~'12) 제작국가별 연구시설·장비의 구축비중은 외국산 65.4%, 국내산 34.6% 차지
    - ※ 주요국의 분석장비 수출입 비중 ('13년): 미국 61:39, 영국 62:38, 독일 68:32, 일본 70:30
- (연구장비 제조기업 측면) 연구장비 관련 산업의 역사가 짧아 기초·원천기술의 축적이 취약하고, 전문인력 확보가 어려운 상황이며, 매출규모도 업체의 90% 이상이 100억 원 미만으로 영세한 실정임
  - 1990년대 초부터 연구장비 국산화가 시작, 연구장비는 소량 다품목, 고부가가치 제품으로서 단위 제품으로는 시장규모가 크지 않고, 부품산업이 취약하여 핵심부품의 대부분을 수입에 의존

#### 4. 정책적 시사점 및 제언

- 고가연구장비의 운영 효율화 및 공동활용 촉진 강화
  - 고가연구장비는 국가적 공동연구장비로서 독창적 연구지원 및 공동연구는 물론 산업적 이용 확대를 위한 전문 기술자의 배치, 운영비 확보, 성능 향상 및 측정·분석·평가기술 개발이 필요
    - 새로운 영역의 이용 촉진을 위한 측정·분석·평가기술 개발, 연구성과물의 기술이전 및 사업화, 과학교육 지원, 이용자 저변 확대를 위한 홍보 등을 적극적으로 수행
    - 일반 시험·분석지원 서비스는 과학기술인협동조합, 연구개발서비스업 등에 아웃소싱을 검토하여 운영 효율화를 도모하고 연구장비 서비스산업 육성에도 기여
    - 유휴·저활용장비는 국가과학기술지식정보서비스 (NTIS)를 통해 타기관으로 이전하여 재활용

- 기관 간 동종·유사장비의 공동활용 플랫폼 구축 및 연구회 (Association) 운영 활성화를 통한 협력을 증진하여 고가연구장비의 응용 범위를 확대할 필요
  - 대표 및 참여기관을 중심으로 분석 상담, 시료 접수, 데이터 획득 및 해석, 공동연구 및 논문 작성 등 일관된 이용 지원 체계를 마련하여 이용자의 접근성, 분석의 신속성, 장비의 활용도 제고
- 기존 연구장비의 운영, 개량·개조 및 유지보수 능력 향상과 새로운 측정·분석·평가기술 및 연구장비 개발의 기반이 되는 연구장비 분야 인적자원 관리 (HRD) 및 인재육성 필요
  - 대학에 연구장비 특성화 학과 및 석·박사 학위과정 설치, 학점인정 또는 교육이수제도와 연계하여 산·학·연·관 대상 연구장비 교육훈련센터 운영, 연구장비 엔지니어의 국가자격화를 추진

#### □ 첨단 연구장비개발 역량 강화

- 첨단연구장비 개발 및 실용화 지원사업 공청회를 통해 산·학·연 전문가의 의견을 종합 정리한 결과, 국산 연구장비 산업의 육성을 위해서는 국산 연구장비의 신뢰도 제고가 가장 시급하다고 지적
  - 국산 연구장비의 시장 점유율을 높이기 위해서는 국산 연구장비의 성능 검증체계 구축, 활용연구 지원 및 논문게재 등을 인식 개선이 필요
- 출연(연)의 고유임무와 연구장비개발 기관 육성을 위하여 2015년에 고가연구장비구축사업을 한국기초과학지원연구원으로 이관하고 ‘첨단연구장비 개발 및 실용화 지원사업’으로 확대 추진
  - 독창적 연구성과 창출이 가능한 하이테크 첨단 연구장비개발을 추진하면서, 산업통상자원부의 ‘첨단연구장비경쟁력향상사업’과 연계하여 하이엔드 연구장비산업 육성을 강화할 필요
  - 국산 연구장비에 대한 성능 및 품질 평가를 실시하여 성능 개선 및 사용자의 편리성을 향상 시켜주고, 국산 연구장비의 활용연구 및 논문게재를 통해 외산장비 선호도 개선 및 시장 개척을 지원
- 국내 연구장비개발 및 상용화 성공사례 (6개사, 7개 장비) 조사결과, 기업이 요구하는 기술과 대학·연구기관 등이 제공할 수 있는 기술의 교류 활성화 및 후속연구 지원이 필요
  - 신제품 개발 및 신시장 진출 성공요인은 기반기술의 축적, 전문인력 양성 및 우수인력 확보, 산학연 협력체계 구축, 틈새시장 공략 등이 크게 작용
- 국가연구개발사업에서 창출된 연구성과물 (아이디어, 논문, 특허 등)이 연구장비 개발 또는 연구장비 서비스산업으로 스피노프 (Spin-off)될 수 있도록 후속연구 지원 필요
  - 국가연구개발사업의 연구과제를 선정하거나 평가할 때에는 연구성과물이 연구장비 개발 또는 국제표준화 연계 여부를 파악하고 이를 활용할 수 있도록 연구과제 선정 및 평가제도를 개선
  - 기업이 최종적으로 연구장비 및 핵심부품 개발의 주체가 되고, 대학 및 연구기관은 연구장비의 실용화를 위한 선도자, 촉진자 및 후원자 역할을 수행