

국내 연구장비 산업 분석 및 경쟁 전략

정석인*

논문요약

최근 국가 R&D예산은 매년 지속적으로 증가하여 투자규모 세계 6위, 국내총생산(GDP)대비 세계 1위에 해당되며, 그 중 연구장비 구축의 투자규모는 매년 평균 6.4%정도로 주요 선진국에 비해 비교적 높은 수준을 기록하고 있다. 그러나 국가 R&D예산으로 구축된 연구장비의 대부분을 외산장비가 차지할 정도로 국산장비의 국내시장 점유 및 신규 진입 모두가 극히 저조한 실정이다. 실제 2015년 12월말, NTIS(National Science & Technology Information Service) 기준으로 지난 10년 동안 공공시장에 구축된 전체 50,271점 연구장비 중 국산은 불과 33%, 외산은 67%에 해당된다.

그 주요 원인으로는 국내 제조사의 기술력과 자체 개발제품의 미흡, 국내 장비산업의 재무구조 취약, 고가첨단장비의 제조 및 생산 부재 등이 거론되고 있으며, 이를 해결하기 위해선 국내 제조사가 생산하는 연구장비에 대한 공공시장의 수급 현황과 국내시장에 유통되는 국산장비의 경제성, 시장성 등을 종합적으로 분석하여 국내 연구장비 산업의 발전 전략을 도출하고, 국가 정책적 지원 체계를 마련하는 것이 매우 중요하다.

따라서, 본 연구는 지난 10년간 한국 정부가 투자한 연구장비의 구축정보를 기반으로 국내 공공시장을 제조국가, 제조사, 장비유형, 구축건수, 구축금액 등 다양한 측면에서 세분화한 후 제조사 및 장비유형별 시장규모(수요)와 시장점유의 수준(x-y)을 통계적으로 분석하고, BCG매트릭스 방법론과 마이클포터의 경쟁전략 이론을 적용하여 R&D정책 수립에 필요한 전략적 시사점 및 세부 방안을 도출하였다.

* 한국기초과학지원연구원 팀장, 042-865-3488, 010-2209-5581, jsi494@kbsi.re.kr

I. 서론

연구장비는 국가의 과학기술 역량과 연구개발 성과를 단적으로 보여주는 대표적인 지표이며, 과학기술 성장의 견인은 물론 산업 경쟁력을 강화시켜 국가의 경제발전에도 크게 기여한다. 미국, 독일, 일본 등 주요 선진국들은 연구장비의 중요성을 이미 인식하여 지난 2004년부터 상호 경쟁적으로 연구장비의 개발 및 관련 기초·응용 연구에 대해 집중적으로 투자하고, 관련 산업육성을 통해 세계시장을 주도하고 있다. 우리나라의 R&D예산은 매년 꾸준히 증가하여 투자규모 세계 6위, 국내총생산(GDP)대비 세계 1위이며, 그 중 연구장비 구축의 투자규모는 연평균 5.2% 정도로 주요 선진국에 비해 매우 상회하는 수준이다(2015년 기준).

국가 R&D예산으로 구축된 연구장비의 대부분이 외산에 해당되며, 국산제품의 국내시장 점유 및 신규 진입 모두가 극히 저조한 실정이다. 공공·민간 분야의 연구장비 구축수요는 매년 지속적으로 증가하나, 이를 충족시킬 만큼 자체 개발한 국산장비 부재, 국내 장비산업의 재무구조 취약, 고가첨단장비 제조·생산 부재 등으로 시장경쟁력은 세계 하위수준이다. 실제 국가 R&D예산으로 구축된 연구장비(2012~2016)는 총 23,259점(3조 9,481억원)이며, 그 중 국산 34.1%, 외산 65.9%에 해당되는 등 매년 국비 0.52조원이 해외로 유출되고 있다.

고가제품에 대한 자체개발과 제조·생산은 국내장비 제조사의 기술력과 자본력 부재로 한계에 직면하여 국내시장은 이미 해외기업들이 독식하는 구도로 전락되었다. 국내 장비제조사의 자본 취약성에 의한 기술개발 투자 위축, 마케팅 및 판촉 제한 등의 문제가 발생되고, 결국 제품판매 수익 저하로 악순환이 지속된다. 오랜 역사로 안정적 재무구조를 既 확보한 해외기업(ex. Jeol, Bruker, Fei, Agilent Technologies 등)과 달리 상대적으로 불안정한 재무기반의 국내기업은 시장수급 불균형 및 시장 경쟁 열위라는 한계에 봉착하고 있으며, 중소기업의 열악한 자본은 브랜드 가치 제고 및 생산제품의 품질 우수성을 판촉하고, 홍보함에 있어 경제적 한계가 발생한다. 결국, 이것은 제품판매의 수익 저조로 연결되어 재투자의 단절과 사업 실패를 야기시킨다. 또한 국내 장비제조사는 연구인력의 기술역량 부족 등으로 인해 독자적인 장비개발이 현실적으로 불가하며, 고부가가치의 고가첨단장비에 대한 투자도 불가능하다.

고부가기술이 집적화된 고가첨단장비를 개발·제조·판매하는 해외기업과 달리 국내 장비제조사는 주로 1억원 미만 저가장비(2002~2016)의 개발·제조·판매(17,369점, 74.7%)에만 치중한다. 국내 장비제조사는 기술개발 예산의 부족은 물론 장비제품과 이를 구성하는 요소기술을 개발하는 연구인력의 부재 등으로 독자적인 장비개발이 현실적으로 불가능하게 된다. 국내 대학에는 장비개발을 위한 정규 학위과정이 부재하고, 연구현장의 실무종사자를 위한 장비개발 인력양성 교육·훈련체계 또한 부족

하다. 선진국은 이미 장비개발 연구인력 교육프로그램(ex. 독일 예나응용과학대 석사학위과정, 미국 유타대 석사과정 과학기기 별도트랙 개설 등)을 전문적으로 운영하는데 반해, 우리나라 R&D교육은 순수연구에만 편중되어 실제 장비개발 정규 교육과정이 전무한 실정이다. 연구현장에는 장비활용을 위한 장비운영·유지·관리 등을 수행하는 전문인력의 수요가 증가하여 결국 연구장비엔지니어양성사업(2012~2022)을 통해 교육·훈련체계가 마련되었으나, 장비개발을 위한 인재교육체계는 여전히 부족한 상태이다.

이를 해결하기 위해선 국내외 제조사가 생산하는 연구장비에 대한 공공시장의 수급 현황과 국내시장에 유통되는 국산장비의 경제성, 시장성 등을 종합적으로 분석하여 국내 연구장비 산업의 발전 전략을 도출하고, 국가 정책적 지원체계를 마련하는 것이 매우 중요하다.

따라서, 본 연구는 최근 5년간 한국정부가 투자한 연구시설장비의 구축정보를 기반으로 국내 연구장비의 산업·시장을 세분화(제조국가/제조사/장비유형/장비금액)하고, 국내 시설장비부문 연구-산업간 융합생태계 구축 및 산·학·연 협업중심의 선순환(장비개발→사업화→국산보급→산업육성)체계 마련을 위한 범국가적 정책 방향을 제안하고자 한다.

II. 국가 과학기술과 인프라의 발전

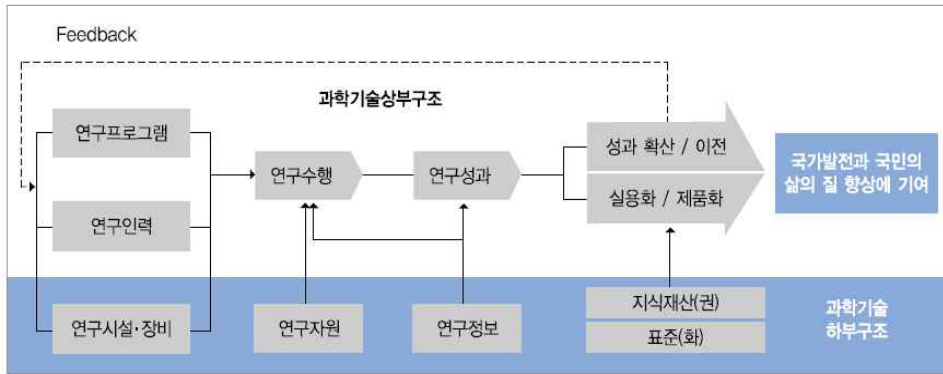
1. 과학기술 인프라의 이해

1) 과학기술과 인프라의 개념

과학기술은 국가경쟁력을 강화하고 새로운 기술과 시장 창출을 통해 일자리를 만들고 복지를 실현하기 위한 핵심요소로 19세기 중반까지 과학과 기술은 각각 별개로 발전해오다가 19세기 후반이후부터 과학과 기술이 결합되어 발전해왔다. 과학기술이란 일반적으로 지식이고 지적인 활동인 과학과 실천이고 인공물을 제작할 때 쓰이는 기술의 총칭이다. 과학은 검증 가능한 방법으로 얻어진 지식의 체계를 말하며, 기술은 과학이론을 실제로 적용하여 자연의 사물을 인간 생활에 유용하도록 가공하는 수단에 해당된다.

인프라(infra)는 생산 활동의 기반을 형성하는 기초적인 틀로써 어떤 행위를 수행하는데 있어 요구되는 건물, 장비 등의 자원을 의미한다. 즉, 특정한 목적을 달성하기 위해서 필요한 기반시설을 말하며, 주로 경제성을 강조하는 개념으로 보아 국가, 사회 또는 기업의 경쟁력을 강화하기 위해 반드시 필요한 기반시설 또는 기간시설로 이해할 수 있다. 인프라의 어원은 마르크스 경제이론상의 용어인 하부구조와 상부구조에서 기원하고 있으며, 이를 인용하여 “과학기술 인프라(infra)”의 개념적 정

의가 완성된다. 그리고 <그림1>과 같이 과학기술의 구성요소를 크게 상부구조와 하부구조로 구분할 수 있으며, 과학기술 하부구조란 창조적인 과학기술의 창출 기반으로써 연구개발 활동의 혁신을 위한 구체적인 지원체계를 의미한다. 이는 연구 시설장비, 연구자원, 연구정보와 같은 투입적 인프라와 지식재산, 표준화와 같은 산출적 인프라로 구분된다.



<그림1> 과학기술 상부구조와 하부구조의 개념도

“과학기술 인프라(infra)”란 과학기술 활동을 지지하는 자원 및 제반 지원체계를 총칭하며, 물리적 실체유무에 따라 크게 “유형인프라”와 “무형인프라”로 구분된다. 과학기술자가 연구개발을 수행하고 지식을 생성, 보존, 전달, 교환함에 필요한 연구 시설장비, 연구자원, 연구정보의 물리적 자원과 연구에 동기를 부여하고 연구성과의 확산을 가능하게 하는 지식재산, 표준의 지원체도를 총칭한다.

주요 선진국들은 연구개발의 수행 단계에서 실제적으로 “과학기술 인프라” 중 “유형인프라”에 대한 것을 주로 책임 있게 다루고 있으며, 이러한 “과학기술 인프라”를 미국은 “Science Infrastructure”로, EU를 중심으로 한 유럽 국가들은 “Research Infrastructure”로 지칭하여 국가차원에서 확보, 관리하고 있다.

2) 연구시설장비의 정의 및 범위

연구시설장비는 과학기술 활동을 지지하는 자원 및 제반 지원체계를 총칭하는 과학기술 하부구조, 즉 “과학기술 인프라(infra)”의 중요한 구성요소이다. 연구시설장비는 <표1>과 같이 과학기술 활동을 위해 요구되는 연구시설과 연구장비를 총칭한다. 연구시설은 ‘일반 연구건물 또는 이동수단과는 구별되는 특수한 기능 및 환경을 구현하는 장비를 갖추고 있거나 특수지역으로 이동할 수 있는 설비를 갖춘 편의적이고 독립적 연구공간’을 의미한다. 연구시설은 일반적으로 토지, 건물, 특수설비, 연구장비, 그리고 부대시설로 구성되며, 연구시설의 특성에 따라 그 일부로 구성되기도 한다. 특히, 연구시설의 구성요소에 포함되는 특수설비는 ‘특수한 기능이나 환경을 조성하기 위하여 건물에 부착되어 있는 특수한 구조물(room 포함), 기계 또는 장치 등’을 말하며, 건축의 기계설비와 명확히 구분된다. 연구장비는 ‘100만원 이상

의 구축비용이 소요되며, 1년 이상의 내구성을 지닌 과학기술 활동을 위한 유형의 비소비적 자산'을 의미한다. 연구장비는 일반적으로 주장비, 보조장치, 그리고 부대장비로 구성되며, 연구장비의 특성에 따라 주장비, 주장비와 보조장치, 또는 주장비와 부대장비 등으로 구성되기도 한다.

<표1> 연구시설과 연구장비의 비교

구분	연구시설(Research Facilities)	연구장비(Research Equipment)
사전적 의미	특정 연구목적을 위해 기계, 장비, 설비 등을 배풀어 차린 곳(것)	어떤 연구를 수행하는데 있어서 필요한 장치나 기구(기물)
일반적 관점	공간(건물 전체 또는 일부)	도구(물품)
이동성	이동이 어려움	이동이 용이함
공간	최적의 성능을 구현하기 위하여 독립된 일정한 연구공간 有	독립된 연구공간 無
주요특징	다른 부서 또는 건물과 구별되는 연구공간과 연구장비를 보유	순수 연구동 또는 연구시설 내에 적당히 위치
예시	향온항습실, 초저온냉동실, 멸균실 등	향온항습기, 냉동고, 멸균기 등

연구시설장비는 활용대상 범위에 따라 크게 단독활용과 공동활용으로 구분되며, 공동활용은 세부적으로 공동활용허용과 공동활용서비스로 구분된다. 또한 활용 상태에 따라 크게 활용, 저활용, 유휴, 불용으로 구분되며, 불용은 처분대상으로 다시 이전(양여), 임대, 해체, 매각, 폐기로 구분된다. 활용은 당초 활용을 목적으로 구축 후 목적과 용도에 맞게 활용되고 있으며, 가동상태 및 운영상황이 양호한 상태를 말하며, 저활용은 당초 활용을 목적으로 구축 후 사용 및 사양 저조, 경제적 보유수준 등이 적합지 않아 정상가동은 가능하나 활용도가 낮은 상태를 의미한다. 유휴는 당초 활용을 목적으로 구축 후 활용성 상실 등의 사유로 가동이 중지되어 놀리는 상태를 말하며, 불용은 계속 가동이 정지되어 향후 활용가능성이 희박하고 비경제적이어서 더 이상 보유할 필요성이 없다고 판단되는 경우 또는 당초 활용을 목적으로 구축 후 치명적 파손, A/S불가 등의 사유로 인해 더 이상 정상가동이 불가능한 상태를 의미한다.

2. 국가 R&D예산 및 연구시설장비의 투자분석

1) 국가 R&D예산 투자현황

국가 R&D예산은 2012년부터 2016년까지 총 5년간 연평균 4.5% 수준으로 지속적인 증가추이를 보이며, 2016년도 국가 R&D예산은 전년대비 2,042억원(1.08%) 증가한 19조 942억원 규모이다. 이는 2016년도 정부예산 전체규모 355조 2,767억원 중 5.4%에 해당된다. 2015년 기준으로 우리나라의 R&D투자 규모는 미국, 중국, 일본, 독일, 프랑스에 이어 세계 6위, GDP대비 세계 1위를 기록하였다. 최근 5년간(2012~2016) 국가연구개발사업 투자규모(국방예산 제외)는 총 76조 2,147억원이고, 연평균 투자액은 15조 2,429억원이다. 이중 연구시설장비(3천만원 이상)의 투자규모

5-1. 국내 연구장비 산업 분석 및 경쟁 전략

는 총 3조 9,482억원으로 5년간 연평균 5.2% 수준에 해당된다. 이는 주요 선진국인 미국의 1.7%에 비해 약 3배정도 높은 규모이다.

<표2> 국가 R&D예산과 연구시설장비 투자현황 (단위: 억원, %)

구분		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	투자액 평균('12~'16)
정부예산 ^{주1)}	통합재정규모(A)	2,943,190	3,020,807	3,253,779	3,441,743	3,552,767	3,242,457
연구개발 예산 ^{주1)}	일반+특별+기금(B)	160,244	168,777	177,793	188,900	190,942	177,331
	비중(B/A)	5.4	5.6	5.5	5.5	5.4	5.4
조사·분석 대상 ^{주1)}	투자액(전체)	159,064	169,139	176,395	188,747	190,044	176,678
	투자액(C) ^{주2)}	135,686	144,365	153,266	163,869	164,961	152,429
연구시설 장비	구축액(D) ^{주3)}	7,674	6,793	6,963	10,373	7,679	7,896
	비중(D/C)	5.7	4.7	4.5	6.3	4.7	5.2

주1) 정부예산, 연구개발예산, 조사·분석대상은 「2016년도 국가연구개발사업 조사·분석 보고서」(과학기술정보통신부)를 기준
 주2) 조사·분석대상 투자액(C)은 조사·분석대상 전체 R&D사업 투자액 중 국방R&D사업(국방부, 방위사업청의 사업)을 제외한 투자액
 주3) 연구시설·장비 구축액(D)은 국방R&D사업으로 구축한 연구시설·장비를 제외한 구축액

<표3> 국가별 R&D예산 및 연구시설장비 투자현황 (단위: 억원, %)

구분		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	평균
미 국	R&D예산(A)	142,524	131,482	136,249	138,959	146,683(추정)	139,179
	연구시설장비예산(B)	2,311	1,615	2,611	2,475	2,718(추정)	2,346
	투자비중(B/A)	1.6	1.2	1.9	1.8	1.9(추정)	1.7
한 국	R&D예산(A) ^{주1)}	135,686	144,365	153,266	163,869	164,961	152,429
	연구시설장비예산(B)	7,674	6,793	6,963	10,373	7,679	7,896
	투자비중(B/A)	5.7	4.7	4.5	6.3	4.7	5.2

주) R&D예산은 국가연구개발사업 조사·분석 대상 사업의 투자액 중 국방부·방위사업청의 사업을 제외한 투자액
 ※ 출처 : AAAS, Guide To The President's Budget : Research and Development FY 2017, 2016.3 (원자료: Budget of the U.S. Government FY 2017) KISTEP 통계브리프, 미국 정부의 FY 2017 R&D 예산요구안 분석 보고서

2) 국가연구시설장비 구축현황

국가연구시설장비(3천만원이상)는 최근 5년간(2012~2016) 총 23,259점이 구축되었고, 그 투자규모는 총 3조 9,481억원에 해당된다. 국가연구시설장비의 구축수는 매년 지속적으로 감소하여 2012년 6,063점에서 2016년 3,361점으로 4년만에 45%가 감소하였다. 반면에 구축액의 비대칭적 변화에 따라 구축액 대비 구축수의 양적차이는 점차 벌어지고 있다. 이는 매년 연구시설장비의 구축단가가 점점 상승하고 있고, 예전보다 고가의 연구시설장비가 주로 구축되고 있음을 의미한다.

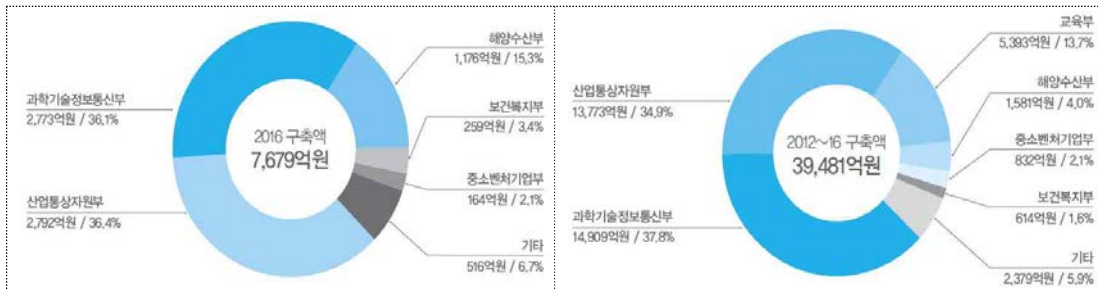
<표4> 국가연구시설장비의 구축현황 (단위: 억원, 점)

구분		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	합 계
연구시설·장비	구축수	6,063	5,292	4,401	4,142	3,361	23,259
	구축액	7,674	6,793	6,963	10,373	7,679	39,481

※ 【출처】 2016년도 국가연구시설장비 조사·분석 보고서(과학기술정보통신부, 2017)

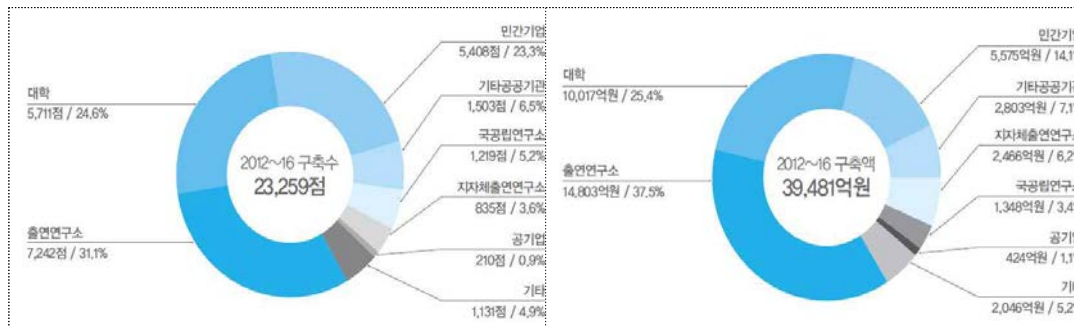
정부부처별 국가연구시설장비의 구축현황을 보면, 산업통상자원부와 과학기술정보통신부가 전체 국가연구시설장비 구축의 73%를 차지할 정도로 매년 구축되는 국가연구시설장비 대부분이 2개 부처소관 사업 또는 기관에서 구축되고 있다. 그리고 과거에는 교육부 소관으로 구축되는 연구시설장비의 비중이 비교적 높았다면 최근

들어 해양수산부 소관으로 구축되는 연구시설장비의 비중이 크게 늘어나고 있다.



<그림2> 정부부처별 국가연구시설장비의 구축현황

기관유형별 국가연구시설장비의 구축현황을 보면, 대학과 정부출연(연)에서 약 60%를 차지하며, 국공립연구소, 지자체출연(연), 기타 공공기관 등을 포함하면 80% 이상을 초과한다. 그리고 구축수와 구축액을 비교하면, 정부출연(연)이 구축하는 연구시설장비가 주로 고가에 해당되고, 민간기업이 구축하는 연구시설장비가 주로 상대적으로 저가임을 알 수 있다.



<그림3> 기관유형별 국가연구시설장비의 구축현황

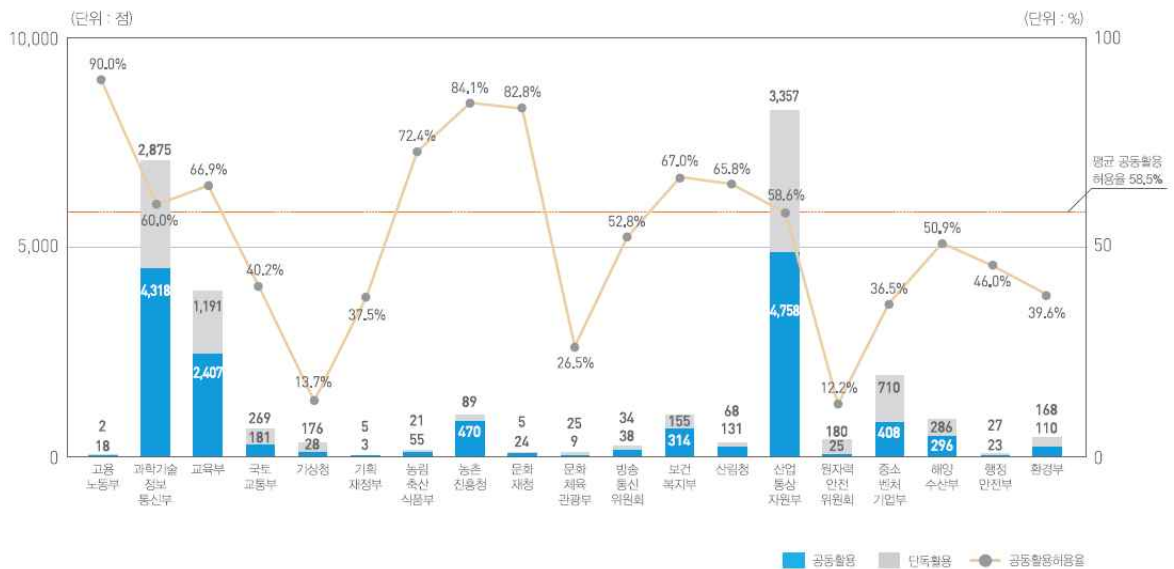
지역별 국가연구시설장비의 구축현황을 보면, 수도권과 충청권에 주로 연구시설장비의 구축이 집중(62.9%)되어 있고, 그 다음순으로 대경권과 동남권에 해당된다. 지역별 구축차이는 수도권에는 대학과 민간기업, 충청권에는 정부출연(연), 대경·동남권에는 지자체출연(연)과 기타 공공기관이 주로 분포되어 있기 때문으로 판단된다.



<그림4> 지역별 국가연구시설장비의 구축현황

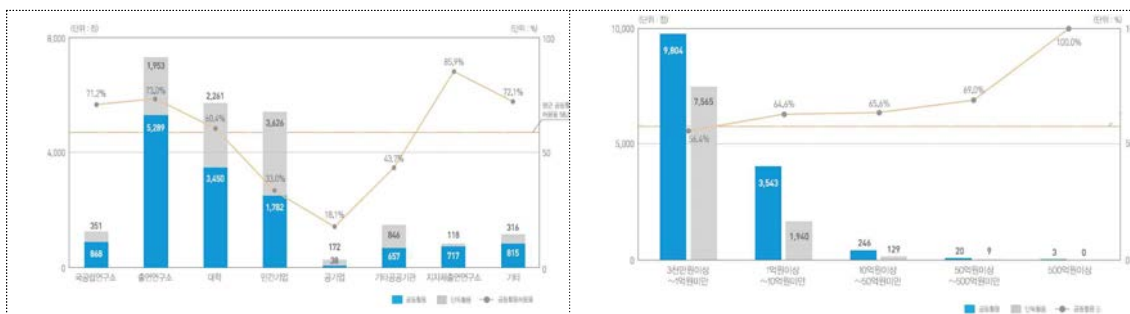
3) 국가연구시설장비 활용현황

국가연구시설장비(3천만원이상)의 최근 5년간(2012~2016) 평균 공동활용율은 58.8%로 활용수준이 비교적 낮다. 정부부처별 공동활용율을 보면, 과학기술정보통신부와 산업통상자원부는 평균수준에 해당되나, 기상청, 국토교통부, 환경부, 중소벤처기업부 등의 공동활용율은 평균이하로 매우 저조한 상태이다.



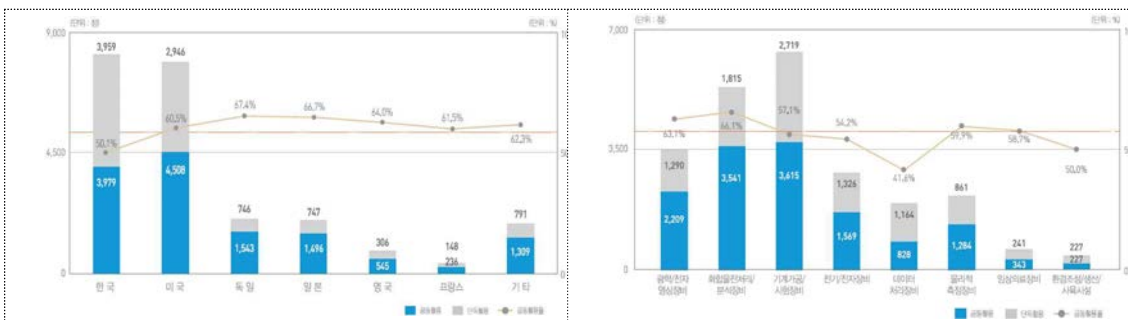
〈그림5〉 정부부처별 국가연구시설장비의 활용현황

기관유형별 국가연구시설장비의 공동활용율을 보면, 지자체출연(연)이 가장 높고, 기타공공기관, 일반기업과 공기업이 가장 낮은 수준을 나타냈다. 지자체출연(연)의 시설장비 구축목적이 주로 산업기반시설 구축과 지역내 기업지원임을 감안할 때 공동활용율이 높을 수밖에 없다. 일반기업/공기업, 기타공공기관은 자체 연구/사업수행을 위한 목적으로 시설장비가 구축되기 때문에 주로 단독활용하는 사례가 높다. 그리고 1억원이상 연구시설장비의 공동활용율이 비교적 높는데 그 이유는 범용성의 고가제품인 1억원이상 연구시설장비의 특성이 잘 반영된 결과이다.



〈그림6〉 기관유형 · 금액별 국가연구시설장비의 활용현황

국가별 국가연구시설장비의 공동활용율은 독일, 일본, 영국의 경우가 평균이상으로 높았으며, 이는 3개국이 제조한 연구시설장비가 주로 범용성이 강하고, 수요가 높기 때문으로 판단된다. 또한 표준분류별 공동활용율을 보면, 광학/전자영상장비, 화합물전처리/분석장비, 물리적측정장비, 임상의료장비 등이 주로 평균이상이었고, 이는 범용성이 강하고, 기초·응용연구 분야에서 널리 사용되는 분석장비의 특성이 잘 반영된 결과이다. 기계가공/시험장비나 환경조성/생산/사육시설은 특수목적 또는 제한된 연구를 수행하는 경우가 많고, 공간제약에 따른 공동활용의 한계에서 비롯된다.

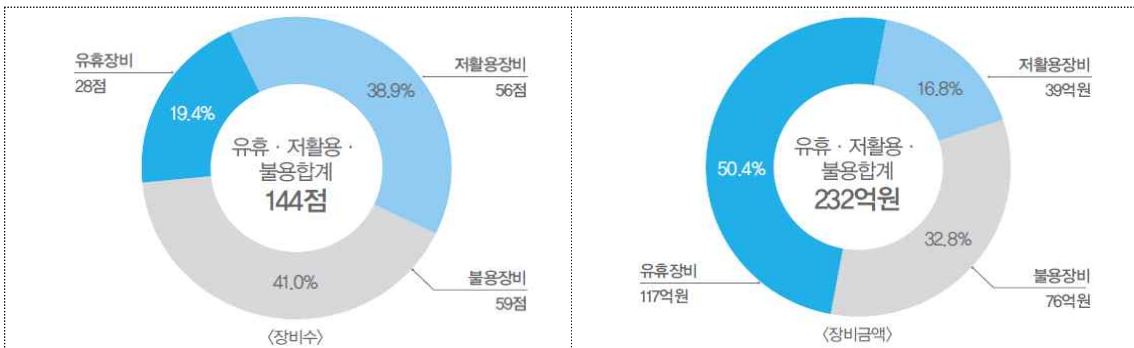


<그림7> 국가·표준분류별 국가연구시설장비의 활용현황

최근 5년간(2012~2016) 국가연구시설장비(3천만 원 이상)의 유휴·저활용·불용현황을 보면, 유휴·저활용·불용장비가 144점으로 전체장비 23,259점의 0.6%에 해당된다. 유휴장비의 구축비율은 19.4%에 해당되나, 금액비율은 50.4%로 상당한 수준을 차지한다. 이는 고가의 연구시설장비가 주로 미사용되고, 방치됨을 의미한다.

<표5> 국가연구시설장비의 유휴·저활용·불용현황 (단위: 점, %)

구분	유휴장비		저활용장비		불용장비		유휴·저활용·불용장비(합계)		전체장비
	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중	
장비수	28	19.4	56	38.9	59	41.0	144	0.6	23,259
장비금액	117	50.4	39	16.8	76	32.8	232	0.6	39,481



<그림8> 국가연구시설장비의 유휴·저활용·불용현황

Ⅲ. 국내 연구장비 산업의 시장분석 및 경쟁전략

1. 국내 연구장비의 시장구조 분석

1) 국내 연구장비의 시장규모 및 점유

국가연구시설장비의 표준분류체계는 연구시설장비의 효율적 운영관리체계를 마련하기 위해 2010년 제정, 2015년 개정을 통해 현재 8개 대분류, 54개 중분류, 410개 소분류로 정의하여 사용되고 있다. 국가과학기술정보서비스(NTIS)에 국가연구시설장비 구축 후 30일 이내에 의무적으로 구축정보를 등록해야하며, 그 정보는 국가연구시설장비의 표준분류체계에 따라 DB화되어 관리된다. 국내 구축된 연구시설장비의 점수는 연구장비 공공시장의 수요를 의미하고, 장비분야(표준분류)별 총 구축금액은 해당 장비의 시장규모로 정의할 수 있다. 표준분류별 국가연구시설장비의 구축현황을 보면, 기계가공/시험장비의 수요가 가장 높고, 화합물전처리/분석장비, 광학/전자영상장비, 전기/전자장비, 물리적측정장비 순으로 수요가 높았다. 연구시설장비의 활용수요가 높다는 것은 범용성이 강한 시설장비의 특성을 반영한 것이다. 기계가공/시험장비는 수요뿐만 아니라 시장규모도 높고, 광학/전자영상장비, 화합물전처리/분석장비, 전기/전자장비, 환경조성/생산/사육시설 순으로 시장규모가 높았다. 화합물전처리/분석장비는 수요는 유지되는 반면 매년 시장규모가 감소하고 있다.

〈표6〉 표준분류별 국가연구시설장비의 구축분포(점수) (단위: 점, %)

구분	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년		합계	
	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중
광학/전자영상장비	830	13.7	831	15.7	608	13.8	633	15.3	597	17.8	3,499	15.0
화합물전처리/분석장비	1,425	23.5	1,273	24.1	1,024	23.3	900	21.7	734	21.8	5,356	23.0
기계가공/시험장비	1,663	27.4	1,541	29.1	1,261	28.7	1,071	25.9	798	23.7	6,334	27.2
전기/전자장비	807	13.3	588	11.1	567	12.9	526	12.7	407	12.1	2,895	12.4
데이터처리장비	618	10.2	338	6.4	383	8.7	360	8.7	293	8.7	1,992	8.6
물리적측정장비	491	8.1	505	9.5	392	8.9	425	10.3	332	9.9	2,145	9.2
임상의료장비	127	2.1	124	2.3	97	2.2	136	3.3	100	3.0	584	2.5
환경조성/생산/사육시설	102	1.7	92	1.7	69	1.6	91	2.2	100	3.0	454	2.0
합계	6,063	100.0	5,292	100.0	4,401	100.0	4,142	100.0	3,361	100.0	23,259	100.0

<표7> 표준분류별 국가연구시설장비의 구축분포(금액) (단위: 점, %)

구분	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년		합계	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
광학/전자영상장비	1,435	18.7	1,206	17.8	1,023	14.7	3,961	38.2	1,040	13.5	8,665	21.9
화합물전처리/분석장비	1,660	21.6	1,428	21.0	1,214	17.4	1,021	9.8	927	12.1	6,250	15.8
기계가공/시험장비	2,155	28.1	2,187	32.2	1,876	26.9	2,359	22.7	2,038	26.5	10,616	26.9
전기/전자장비	1,045	13.6	712	10.5	876	12.6	952	9.2	1,146	14.9	4,731	12.0
데이터처리장비	515	6.7	352	5.2	404	5.8	500	4.8	375	4.9	2,147	5.4
물리적측정장비	447	5.8	484	7.1	512	7.4	730	7.0	532	6.9	2,705	6.9
임상의료장비	111	1.4	133	2.0	98	1.4	332	3.2	114	1.5	789	2.0
환경조성/생산/사육시설	305	4.0	290	4.3	960	13.8	518	5.0	1,506	19.6	3,578	9.1
합계	7,674	100.0	6,793	100.0	6,963	100.0	10,373	100.0	7,679	100.0	39,481	100.0

국가연구시설장비의 수요는 3천만원~1억원미만 금액대에 주로 분포(74.7%)되며, 1억원이상~10억원미만은 23.6%에 해당된다. 그러나 시장규모는 1억원이상~10억원미만이 39.1%, 10억원이상~50억원미만이 17.2%이고, 3천만원~1억원미만은 25.3% 수준에 해당된다.

<표8> 구축금액별 국가연구시설장비의 구축분포(점수) (단위: 점, %)

구분주)	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년		합계	
	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중
3천만원 이상 ~1억원 미만	4,711	77.7	4,075	77.0	3,336	75.8	2,925	70.6	2,322	69.1	17,369	74.7
1억원 이상 ~10억원 미만	1,287	21.2	1,162	22.0	996	22.6	1,102	26.6	936	27.8	5,483	23.6
10억원 이상 ~50억원 미만	62	1.0	52	1.0	62	1.4	102	2.5	97	2.9	375	1.6
50억원이상 ~500억원 미만	3	0.0	3	0.1	6	0.1	12	0.3	5	0.1	29	0.1
500억원 이상	0	0.0	0	0.0	1	0.0	1	0.0	1	0.0	3	0.0
합계	6,063	100.0	5,292	100.0	4,401	100.0	4,142	100.0	3,361	100.0	23,259	100.0

<표9> 구축금액별 국가연구시설장비의 구축분포(금액) (단위: 점, %)

구분주)	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년		합계	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
3천만원 이상 ~1억원 미만	2,529	33.0	2,320	34.2	1,959	28.1	1,745	16.8	1,428	18.6	9,982	25.3
1억원 이상 ~ 10억원 미만	3,381	44.1	3,302	48.6	2,732	39.2	3,185	30.7	2,832	36.9	15,433	39.1
10억원 이상 ~ 50억원 미만	1,129	14.7	938	13.8	1,124	16.1	1,884	18.2	1,720	22.4	6,795	17.2
50억원 이상 ~500억원 미만	634	8.3	232	3.4	622	8.9	1,249	12.0	749	9.8	3,487	8.8
500억원 이상	0	0.0	0	0.0	525	7.5	2,309	22.3	950	12.4	3,784	9.6
합계	7,674	100.0	6,793	100.0	6,963	100.0	10,373	100.0	7,679	100.0	39,481	100.0

2) 국내외 연구장비의 산업동향

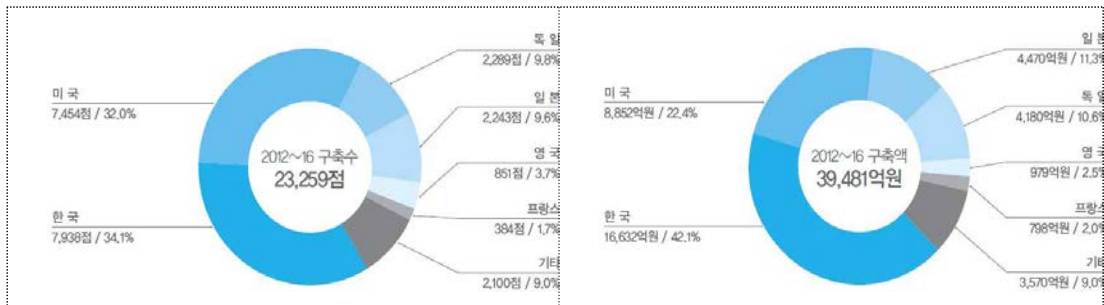
최근 5년간 구축된 국가연구시설장비의 제조국가 현황을 보면, 국산이 34.1%, 외산이 65.9%에 해당된다. 미국 32%, 독일 9.8%, 일본 9.6%순으로 국가별로 비교하면 국산이 높은 수치이나 기계가공/시험장비나 환경조성/생산/사육시설의 국산비율이 상대적으로 높아 정보의 왜곡이 존재한다. 구축금액을 보면, 연구시설 규모수준의 장비가 많이 분류되어있는 기계가공/시험장비와 환경조성/생산/사육시설의 특수성으로 금액분포(통계치)의 왜곡은 더 심각하다. 이를 정확히 분석하기 위해선 국가와 표준분류를 교차하여 비교 분석해야 한다.

〈표10〉 국가별 국가연구시설장비의 구축분포(점수) (단위: 점, %)

구분	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년		합계	
	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중	점수	비중
한 국	2,105	34.7	1,897	35.8	1,562	35.5	1,312	31.7	1,062	31.6	7,938	34.1
미 국	1,958	32.3	1,625	30.7	1,446	32.9	1,374	33.2	1,051	31.3	7,454	32.0
독 일	543	9.0	501	9.5	392	8.9	436	10.5	417	12.4	2,289	9.8
일 본	593	9.8	537	10.1	407	9.2	392	9.5	314	9.3	2,243	9.6
영 국	217	3.6	197	3.7	160	3.6	160	3.9	117	3.5	851	3.7
프랑스	124	2.0	70	1.3	74	1.7	67	1.6	49	1.5	384	1.7
기 타주)	523	8.6	465	8.8	360	8.2	401	9.7	351	10.4	2,100	9.0
합계	6,063	100.0	5,292	100.0	4,401	100.0	4,142	100.0	3,361	100.0	23,259	100.0

〈표11〉 국가별 국가연구시설장비의 구축분포(금액) (단위: 억원, %)

구분	2012년		2013년		2014년		2015년		2016년		합계	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
한 국	2,466	32.1	2,459	36.2	2,998	43.1	5,649	54.5	3,061	39.9	16,632	42.1
미 국	2,014	26.3	1,810	26.6	1,893	27.2	1,692	16.3	1,442	18.8	8,852	22.4
독 일	763	9.9	760	11.2	710	10.2	993	9.6	954	12.4	4,180	10.6
일 본	1,190	15.5	747	11.0	513	7.4	805	7.8	1,215	15.8	4,470	11.3
영 국	231	3.0	206	3.0	181	2.6	204	2.0	156	2.0	979	2.5
프랑스	234	3.0	118	1.7	88	1.3	192	1.9	167	2.2	798	2.0
기 타주)	775	10.1	694	10.2	580	8.3	838	8.1	684	8.9	3,570	9.0
합계	7,674	100.0	6,793	100.0	6,963	100.0	10,373	100.0	7,679	100.0	39,481	100.0



〈그림9〉 국가별 국가연구시설장비의 구축분포

표준분류·국가별 국가연구시설장비의 구축현황을 보면, 기계가공/시험장비와 환경 조성/생산/사육시설의 국산비중은 각각 62.4%, 78.6%로 매우 높고, 상대적으로 임상 의료장비, 광학/전자영상장비, 화합물전처리/분석장비는 12~18.5%수준에 해당되는 등 평균 34.1%미만에 분포되고 있다. 기초연구에 주로 활용되는 분석장비가 대부분 임상의료장비, 광학/전자영상장비, 화합물전처리/분석장비에 해당됨을 감안하면 국산장비 산업의 취약성이 그대로 반영되는 결과이다.

또한, 금액별 국산비중을 살펴보면, 1억원미만에 국산장비가 분포되어 있고, 1억원 이상의 연구시설장비들은 주로 외산장비에 해당된다. 이를 보다 정확한 분석을 위해선 표준분류별로 구분한 후 1억원미만과 이상의 연구시설장비 분포를 비교하면 정확한 국내 연구장비 산업의 시장구조를 파악할 수 있다. 그리고 표준분류 단계를 대분류에서 하위계층인 중분류 단위로 세분화하여 분석한다면 정확한 시장구조는 물론 현재 시장에서의 제조사와 제품의 특성도 함께 분석하기 용이해진다.

〈표12〉 표준분류·국가별 국가연구시설장비의 구축분포(점수) (단위: 점, %)

표준분류(대분류)	한국	미국	독일	일본	영국	프랑스	기타주	국산비중
광학/전자영상장비	607	1,054	584	632	227	92	303	17.3
화합물전처리/분석장비	984	2,406	563	630	259	69	445	18.4
기계가공/시험장비	3,951	955	383	477	127	50	391	62.4
전기/전자장비	894	998	289	223	87	79	325	30.9
데이터처리장비	560	1,116	71	68	20	28	129	28.1
물리적측정장비	515	698	307	143	108	62	312	24.0
임상의료장비	70	195	79	65	22	3	150	12.0
환경조성/생산/사육시설	357	32	13	5	1	1	45	78.6
합계	7,938	7,454	2,289	2,243	851	384	2,100	34.1

주) 기타는 스위스, 이스라엘, 캐나다, 오스트리아, 네덜란드, 스웨덴 등에서 제작된 것임

〈표13〉 표준분류·국가별 국가연구시설장비의 구축분포(금액) (단위: 억원, %)

표준분류(대분류)	한국	미국	독일	일본	영국	프랑스	기타주	국산비중
광학/전자영상장비	3,442	1,829	1,014	1,573	187	207	412	39.7
화합물전처리/분석장비	1,090	2,661	890	632	298	117	562	17.4
기계가공/시험장비	5,843	1,322	970	1,359	214	98	809	55.0
전기/전자장비	1,463	1,085	643	503	83	219	735	30.9
데이터처리장비	701	1,095	96	67	17	46	125	32.7
물리적측정장비	824	610	329	248	141	108	444	30.5
임상의료장비	61	189	212	69	37	2	218	7.7
환경조성/생산/사육시설	3,208	60	26	18	0	0	265	89.6
합계	16,632	8,852	4,180	4,470	979	798	3,570	42.1

주) 기타는 스위스, 이스라엘, 캐나다, 오스트리아, 네덜란드, 스웨덴 등에서 제작된 것임

국가연구시설장비의 구축수에 따라 상위 20대 제조국가와 제조사를 분석한 결과, 대부분 미국(11개 제조사), 독일(4개 제조사), 일본(3개 제조사), 영국(2개 제조사)

순으로 연구시설장비의 구축수가 분포되었다.

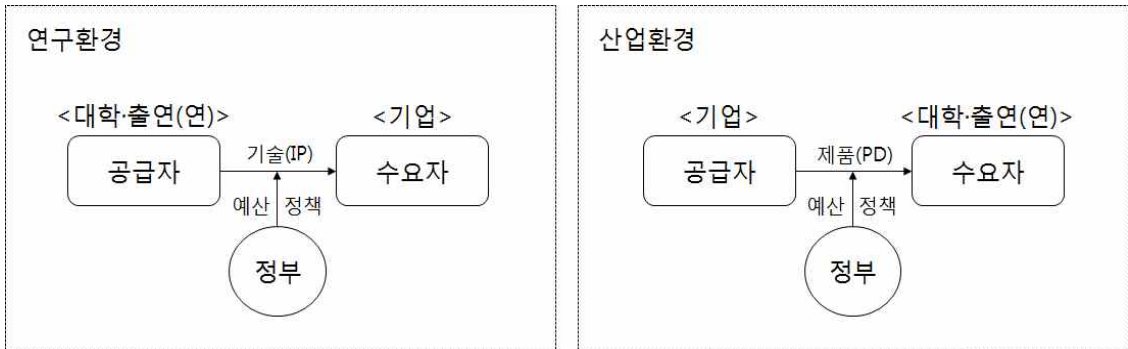
<표14> 국가연구시설장비의 상위 20대 제조국가 및 제조사 (단위: 점, 억원, %)

순위	제조사	제조국가	구축수		구축액	
			점수	비중	금액	비중
1	Agilent Technologies	미국	808	3.5	762	1.9
2	Thermo Scientific	미국	374	1.6	567	1.4
3	Bruker	독일	226	1.0	624	1.6
4	Dell	미국	217	0.9	215	0.5
5	Hewlett Packard(HP)	미국	209	0.9	179	0.5
6	Leica	독일	208	0.9	227	0.6
7	Shimadzu	일본	205	0.9	174	0.4
8	Perkin Elmer	미국	196	0.8	230	0.6
9	Carl Zeiss	독일	183	0.8	456	1.2
10	Nikon	일본	176	0.8	195	0.5
11	Olympus	일본	172	0.7	120	0.3
12	Bio-rad	미국	162	0.7	80	0.2
13	Waters	미국	147	0.6	206	0.5
14	Ibm	미국	120	0.5	161	0.4
15	Ta Instruments	미국	118	0.5	87	0.2
16	Beckman Coulter	미국	115	0.5	146	0.4
17	Rohde&Schwarz	독일	113	0.5	212	0.5
18	GE Healthcare	영국	105	0.5	113	0.3
19	Tektronix	미국	102	0.4	70	0.2
20	Malvern Instruments	영국	98	0.4	59	0.1
합계			4,054	17.4	4,885	12.4
총 합계			23,259	100	39,481	100

2. 국내 연구장비 산업의 경쟁전략

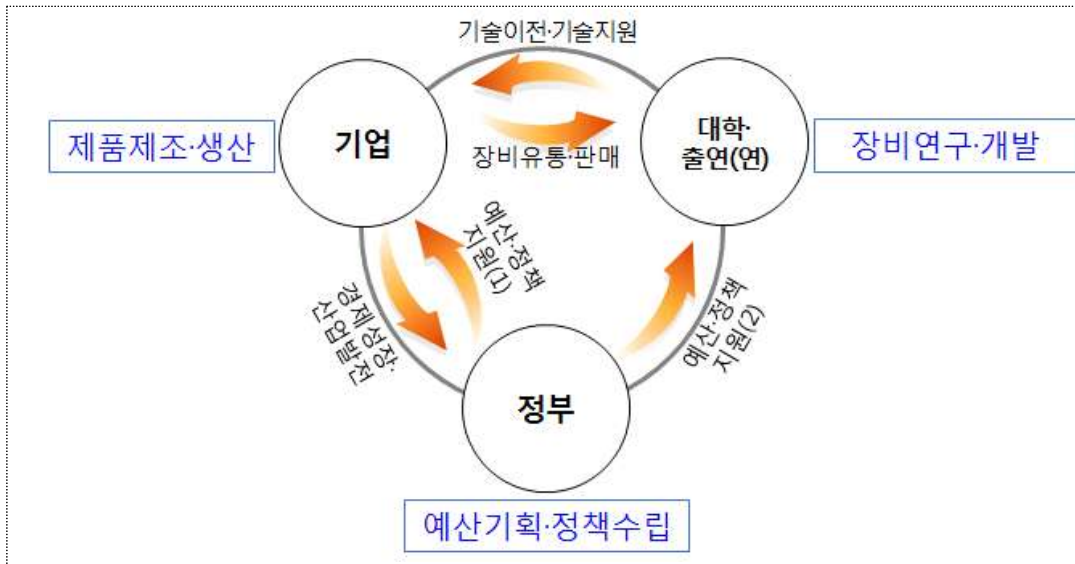
1) 국내 장비연구 · 산업 융합생태계

본고는 국내 연구장비 산업에 확산시킬 수 있는 연구장비에 대한 연구개발활동을 간단명료하게 도식화한 장비연구생태계 모델을 <그림10>과 같이 제안한다. 이것은 대학·출연(연)이 국가연구개발사업 수행을 통해 자체 보유기술과 연구역량을 활용하여 연구장비 개발기술(IP)를 연구하여 성과물을 외부 민간기업에게 기술이전 및 지원을 제공하는 연구환경 모델이다. 또한, 장비산업생태계 모델은 연구환경에서 개발이전된 기술(IP)을 활용하여 정부사업화지원을 통해 제품제조·생산을 수행하고, 완제품인 신규 연구장비를 대학·출연(연) 등 연구현장에 유통, 판매하는 산업환경을 의미이다.



<그림10> 장비연구생태계 모델 vs 장비산업생태계 모델

본고는 연구환경의 장비연구생태계 모델과 산업환경의 장비산업생태계 모델을 결합하여 상호보완적이고 선순환적인 구조의 장비연구·산업 융합생태계 모델을 <그림 11>과 같이 개발하였다. 이것은 정부가 기업과 대학출연연을 대상으로 예산과 정책을 지원하고, 대학·출연연은 수행한 장비개발(IP)성과를 기업에 기술이전 또는 기술지원을 한다. 기업은 이전기술과 정부지원을 통해 연구장비를 생산하고, 이를 대학·출연연에 유통하여 수익을 창출한 후 경제성장과 산업발전에 기여한다. 이러한 절차가 반복되면서 장비연구·산업 융합생태계는 계속적으로 성장·발전할 수 있다.



<그림11> 장비연구·산업 융합생태계 모델

2) 국내 기업의 전략적 경쟁우위

첨단 연구장비의 개발은 새로운 과학기술의 발전을 견인하여 노벨상 수상의 근원이 되며, 기존산업의 고도화와 신산업 창출로 이어져 국가 경제성장 및 산업경쟁력 강화에 크게 기여한다. 우리나라는 지난 50년간 과학기술의 눈부신 발전을 통해 오늘날까지 국가의 산업발전과 경제성장을 이끌어왔으며, 그로인해 과학기술의 중요성을 강조하면서 매년 국가연구개발과 연구시설장비의 구축에 지속적으로 예산투자

를 확대하고 있다. 그러나 연구현장에서는 단기간의 연구성과 달성을 위해 장비개발 보다는 외산장비의 무분별한 도입을 확대하면서 대규모 R&D예산의 낭비 및 외화유출을 초래하고 있다.

정부는 R&D예산과 함께 지속적으로 투자되는 연구시설장비에 대한 전략적 확충, 그리고 체계적 운영 및 공동활용 제고를 위한 노력으로 2007년부터 차년도 R&D예산 배분·조정 시 연구시설장비에 대한 구축타당성 검토를 실시하여 과유불급한 시설장비를 제거하고, 중복투자를 방지하는 등 투자효율화에 기여하였다. 2013년부터는 既구축된 연구시설장비에 대한 활용도를 제고하기 위해 ZEUS 공동활용 및 시설 집적화의 확산, 유휴·저활용장비의 이전재배치 등을 지원하였다. 이처럼 국가연구시설장비 패러다임이 변화하게 되었다. 과거 구축에서 현재 활용이 주요관심이 되었고, 이를 촉진하기 위한 노력을 하였다. 그러나 향후에는 개발이 주요핵심사항이 될 것으로 예상되며, 국가연구시설장비 패러다임이 구축->활용->개발 순으로 시대적 흐름에 따라 점차 변화하는 것이다. 과거의 전략이 비용을 절약하여 국비낭비를 방지하였다면 현재의 전략은 기존 것을 여러 사람이 많이 사용하여 그 효율성을 높여준다는 의미이다. 그러나 향후에는 우리기술로 개발한 장비를 구축하여 비용절감 및 수익창출이 동시에 가져오겠다는 전략이다. 이는 장기적으로도 국가경쟁력을 향상시키는 효과를 가져올 것이다.

현재 역사적으로 오랜 전통을 보유한 미국, 독일, 일본 등 주요선진국들의 다국적 기업들은 연구장비 개발 및 상용화 분야에서 이미 전세계 시장을 지배하는 독과점 시장구조를 형성하고 있다. 물론 국내 연구장비 시장에도 이미 70% 이상의 점유를 통해 국내기업보다 경쟁우위에 있고, 이로 인해 연구현장의 부당한 피해·손실 사례가 끊이지 않고 있다. 연구시설장비에 대한 해외 의존성을 탈피하고, 국내 연구장비 시장에서 국내기업이 기술 또는 시장경쟁력을 확보하기 위한 노력이 필요한 시점이다. 그것이 바로 연구장비의 국산개발과 국산장비의 시장차별화이다.

본고에서 제안한 장비연구·산업 융합생태계 모델을 통해 ①장비연구/개발(R&D)->②기술이전/지원(사업화)->③제품제조/생산(사업화)->④장비유통/판매(수익화) 순으로 프로세스가 진행되고, 이로 인해 발생하는 수익은 재분배/재투자를 통해 결국 국내 장비연구·산업 융합생태계가 선순환되는 것이고, 국내 연구장비 생태자립화가 완성되는 것이다. 그리고 각 단계(연구환경, 산업환경)마다 장비유형(표준분류) 및 금액별 차별화 전략을 채택하여 성공적 융합생태계 운영이 가능하다.

IV. 결론

본고는 국내 연구장비 산업의 시장구조 분석을 통해 차별화 요인을 발굴하고, 이를 중심으로 장비연구·산업 융합생태계 모델을 개발하였다. 그리고 그 기본 틀에 마이클포터의 경쟁전략이론을 적용하여 단계별 차별화 전략과 정책적 방향을 제시하

였다. 최근 5년간(2012~2016) NTIS에 등록된 국가연구시설장비의 구축정보 23,259건을 활용하여 장비유형, 장비금액, 제조국가, 제조사 등 연구장비 관련 정보를 통계적으로 실증 분석하였다.

본고는 국내 연구장비 산업의 시장구조를 세분화한 후 항목별 교차분석을 통해 다양한 핵심이슈를 도출한 점, 그리고 국내 연구장비 분야에서 연구환경과 산업환경을 결합한 장비연구·산업 융합생태계 모델을 개발한 점이 가장 의미있는 일로 판단된다. 향후에는 現융합생태계 모델 중 각 단계별로 다수의 후속연구를 추진하여 계속적으로 구체화하고 연구범위를 확장할 계획이다.

참 고 문 헌

- 과학기술정보통신부 (2017), “2016년도 국가연구개발사업 조사·분석 보고서”.
- 과학기술정보통신부 (2017), “2016년도 국가연구시설장비 조사·분석 보고서”.
- 국가연구시설장비진흥센터 (2012), “과학기술인프라의 개념 이해와 정의 및 범위”, PRISM 제5호.
- 국가연구시설장비진흥센터 (2014), “국산 연구장비의 구축현황”, PRISM 제9호.
- 국가연구시설장비진흥센터 (2015), “국내 연구장비의 시장점유율 상위20대 제작사”, PRISM 제15호.
- 국가연구시설장비진흥센터 (2015), “20대 핵심연구장비의 국내 제작사 현황”, PRISM 제16호.
- 국가연구시설장비진흥센터 (2015), “연구시설·장비의 정의 및 범위”, PRISM 제20호.
- 국가연구시설장비진흥센터 (2016), “공공연구 부문의 국산장비 도입 촉진방안”, PRISM 제20호.
- 미래창조과학부 (2017), “2016 과학기술통계백서”.
- Porter, Michael E.(1980), *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, Free Press, New York.
- Porter, Michael E.(1985), *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, Free Press, New York.
- Porter, Michael .E.(2001), “Strategy and the Internet”, *Harvard Business Review*, 79(2): 62-78.