

## 한국의 연구장비 현황과 구축패턴

### Distribution Patterns of Research Equipments in Korea

설성수\* 김인호\*\*

#### 국문요약

본 연구는 한국에서의 연구장비가 어떻게 구축되어 왔고 또 현재 어떻게 구축되고 있는지를 과거와 현재의 패턴을 구분해 살펴본 것이다. 그렇지만 논의의 전개를 위해 연구장비와 관련된 이론적인 논의, 정부개입의 논거, 연구장비 현황 등을 먼저 검토하였다. 최근은 연구장비의 집적화, 산학연 공동활용형 구축과 같은 패턴과 대학외 구축, 무질서한 구축 등으로 특징지어 진다. 이로 인해 본고는 전주기형과 범부처적인 연구장비정책을 권고하였다.

**핵심어** : 연구장비, 연구장비정책, 과학기기, 연구장비개발

#### Abstracts

This paper reviews the distribution patterns of research equipments in Korea. We start, however, discussion with the introduction to research equipments, theoretical issues and rationale for government intervention. Nation-wide distribution of research equipments is shown by region, type of institution, university, and major equipment. Old patterns are derived from the history of equipping science, and three new current patterns are introduced. Based on this discussion, we recommend policies for research equipments.

**Key words** : Research equipments, Research equipments policy, scientific instrumentation, Research equipments development

\* 한남대 경제학과 교수, 한국기술혁신학회장, s.s.seol@hannam.ac.kr

\*\* 한국기초과학지원연구원 연구장비정보정책부장, inhogim@kbsi.re.kr

## I. 서설

최근 들어와 연구장비의 중요성이 새롭게 부각되고 부쩍 강조되고 있다. 연구장비 의존도가 점차 확대되고 있는 데다 연구장비 없이는 새로운 발전이 불가능한 분야도 많아졌기 때문이다. 어찌 보면 현대 과학기술은 연구장비의 발전에 의해 좌우된다할 정도로 연구장비 의존도가 커지고 있다. 연구장비가 연구비 연구인력 및 연구정보에 못지 않게 연구개발의 기본적인 투입요소라 불리어도 될 상황에 이른 것이다.

그럼에도 연구장비와 관련된 체계적인 연구는 그렇게 많지 않다. 선진국에서도 연구장비 문제는 1980년대부터 크게 제기되기 시작하였고, 그 결과 1992년에 주요 국가가 참여한 대대적인 워크샵이 있었다. 이 결과는 1997년 책(Irvin et al.)으로 발간된다. 그렇지만 그 후에도 연구장비와 관련된 연구는 많이 등장하지 않고 있다.

국내에서의 기존 연구는 2003년을 기점으로 변화를 보이는데, 그 이전은 연구장비 현황이나 추가확보 방안<sup>1)</sup> 혹은 대형시설 수요조사나 활용<sup>2)</sup>에 국한되었다. 이러한 추세는 연구장비와 관련된 정책에서도 그대로 나타난다. 연구장비는 연구가 진행되며 저절로 확보되는 것으로 간주하여, 지속적이고 체계적인 정책을 시도하지 않은 것이다. 국내에서도 연구장비에 대한 정책이 없었던 것은 아니지만 대체로 연구장비와 관련된 큰 이슈가 있었을 때 이를 해결하기 위한 일회성 정책이었다. 사실 그간 연구비가 부족한 상황이어서 연구장비에 대한 관심이 크지 않았고, 연구장비 구매의 절대량이 작아 무시되었던 측면도 존재한다.

최근에는 연구장비에 대한 누적된 투자로 인해 연구장비의 절대량이 많아져 과투자자의 문제가 등장하는가 하면, 한편에서는 아직도 연구장비의 부족 문제가 심각히 거론되기도 한다. 다른 측면에서는 정부의 과학기술부문에 대한 투자가 최근 급격히 증대되며 연구장비 구입이 너무 방만하여 더 이상 이대로 방치해서는 안된다는 주장들이 거세지고 있다. (설성수, 2004; 박광순, 한병섭, 2004; 전승준 외, 2005; 조양구 외, 2005) 또한 그러한 주장을 바탕으로 일련의 정책들이 검토되고 입안되고 있다.<sup>3)</sup> (산업자원부, 2005; 과학기술혁신본부, 2005; 구중역 외, 2005)

그런데 최근의 연구들마저 연구장비 자체에 대한 이해, 연구현장이나 과학기술에 있어서 나타나는 속성, 실제 구축되는 패턴에 대한 언급이 부족하거나 대단히 미흡하다. 연구장비

1) 관련문헌은 뒤에서 언급되는 '한국의 연구장비 구축 약사'에서 후술함.

2) 대형 연구설비에 관해서는 서정현 외(1997), 권용수 외(1997), (주)기술과 가치(2003), 권용수(2003), 권기현 외(2005) 참조.

3) 일본의 대형장비에 대한 최근 고민은 日本 科學技術動向研究센터(2004) 참조.

에 대한 이해없이 연구장비의 구축이나 활용 측면만 언급되고 있는 것이다.

진행되거나 계획중인 정책에 있어서도 무언가 부족한 경향은 마찬가지이다. 아직도 연구 장비에 대한 범부처적인 관심이 약하고, 정책의 포괄성이나 체계성이 약하다. 보다 구체적으로 언급하자면 연구장비정책의 어떠한 부분에 대한 정책은 전혀 없는 실정이고, 시행되고 있는 정책도 일부 부처, 그것도 일부 사업에 국한되고 있는 것이다.

이에 따라 본고에서는 연구장비의 실체와 연구장비 구축에 관한 국가 개입의 논거 및 연구장비가 한국에서 실제 구축되는 패턴을 분석하고자 한다. 연구장비와 연구장비를 활용하는 현장에 대한 이해가 우선되어야 연구장비정책이 왜 중요한 지를 이해하게 되고, 나아가 연구장비와 관련된 정책의 체계화와 종합화가 가능하다고 보기 때문이다.

본고는 2장에서 연구장비와 관련된 이론적인 문제를 검토하고, 3장에서는 연구장비가 어떤 형태로 분포되어 있고, 실제 어떠한 장비가 많이 분포되어 있는 지를 검토한다. 이어 4장에서는 연구장비 구축 역사를 통해 과거의 패턴을 살펴보고, 2000년대 이후에 나타나고 있는 새로운 패턴에 대해 살펴볼 것이다. 이어 5장에서는 연구의 의의를 살펴보고 연구장비와 관련된 정책적인 제언을 하고자 한다.

## II. 이론적인 검토

### 1. 연구장비<sup>4)</sup> 이해

연구장비는 대단히 다양하므로 여러 형태로 분류된다. 가장 간단한 구분은 범용기기와 첨단기기로의 구분이다. 범용기기는 다용도로 사용되고 첨단기기는 대체로 특수목적에 사용된다는 특징이 있다. 그러나 시간이 흐르면 첨단기기 역시 범용화되는 경향이 존재한다.

어느 분야에서 사용되는 기기냐에 따른 분야별 구분 역시 많이 사용된다. 물리분야의 장비, 화학분야의 장비 등이 그 것이다. 그러나 여러 분야에서 공통으로 사용하는 장비들이 존재하기에 이 구분은 범용과 첨단의 구분과 같이 경향성만을 지칭한다.

다른 형태는 규모에 따른 구분이다. 단독형 소형기기, 몇 개의 기기로 구성되는 중형장비, 거의 시설급에 해당하는 장비 및 국가나 국제 규모의 거대시설장비 등이 그 것이다. 시

4) 연구장비는 연구개발에만 사용되는 것은 아니다. 교육용으로도 사용되고 산업부분의 시험분석평가나 공정용, 나아가 의료용으로도 사용된다. 따라서 과학기기라는 용어로 이 모든 기기를 통칭하여 부르기도 한다. 그러나 본고는 연구장비가 산업용 등 다른 용도로 사용되는 추세가 확대되고 있고, 산업용이나 의료용 장비라 할지라도 과학적인 연구가 기반이 된다는 점에서 연구장비라는 용어를 사용한다.

설급의 장비란 가속기, 천문대 등과 같이 대형시설을 동반하며, 이러한 시설은 대체로 공동 활용된다는 속성이 있다. 그런가 하면 국가 단위의 혹은 국제적인 시설도 존재한다. 가속기도 국제공동 연구용 초대형 가속기가 존재한다.

연구장비는 장비 자체로만 보지 않고 관련된 시설, 설비까지를 포함하여 분류하기도 한다. 이러한 구분에서 첫째 유형은 공작실 전기실 등의 장비개발을 위한 하부구조이다. 두 번째는 특수임무용 장비이고, 세 번째는 공동활용장비이다. 네 번째는 거대과학 시설이며, 다섯째는 거대과학 관련 장비들이다. 거대과학 시설은 그 자체로 사용하기 어려우므로 그에 수반되는 장비를 말한다. 여섯째는 연구용 선박이나 시설 등과 같은 연구플랫폼을 들 수 있다. 마지막으로 인터넷 등이 가능한 통신네트워크도 큰 범주의 연구장비에 포함된다. 통신네트워크는 연구뿐 아니라 모든 분야에서 활용된다는 점에서 연구장비와는 다른 차원에서 별도로 취급되는 경향이 있다.

〈표 1〉 형태별 연구장비 유형

- 
1. 장비개발을 위한 하부구조 : 공작실, 전기실 등
  2. 특수임무용 장비
  3. 공동활용장비 (주요 시설 제외)
  4. 거대과학 시설
  5. 거대과학 관련 장비
  6. 연구플랫폼 : 연구용 선박, 시설
  7. 인터넷 네트워크
- 

자료: Mothe & Halliwell (1997)

범위를 좁혀 기기를 중심으로 보면 작업의 성격에 따라 계측장비, 분석장비, 공정장비로 구분할 수 있다. 계측장비는 전기적인 성질을 측정하기 위한 장비이고, 분석장비는 물질의 특성을 분석하기 위한 장비이다. 또한 공정장비는 시료나 시제품 제작용 장비를 말한다. 전체 장비 종수는 1,703종에 달하며, 이중 공정장비가 54%, 분석장비 30%, 계측장비 15% 수준이다. (전승준외, 2005; 32쪽 재인용)

또한 용도와 형태를 중심으로 볼 때 실험실용, 공정용, 의료용으로 구분하기도 한다. 이는 이 분야의 시장정보를 제공하는 미국의 Frost & Sullivan사의 구분방식이기도 하다. 시장규모를 중심으로 보면 2003년 전세계 시장에서 실험용 45%, 공정용 11%, 의료용 23%와 부품 및 부속품 21%로 파악된다. (전승준 외, 2005) 실험실용은 다시 분리기기와 분자기기

및 원소기기로 구분되고, 공정용 기기는 분광광도계, 크로마토그래프, 가스기기 및 액체기기로 구분된다. 의료용기기는 다시 임상화학기기, 면역측정기기, 통합시스템기기, 혈액기기, 응고기기로 구분된다.

## 2. 과학, 기술 및 산업의 상호작용

### 1) 연구장비의 과학발전 공헌

미국 NSF의 Kruytbosch(1997)는 연구장비가 과학발전을 촉진시켰다는 가설을 세 연구를 통해 명확하게 보여준다. 1960-70년대에 천문학, 화학, 생리의료 분야의 최고의 진보를 조사한 연구<sup>5)</sup>는 전체 67건 중 42건이 장비를 사용하는 관찰분야라는 것을 보여준다. 두 번째로 1980년대 초반까지 피인용도가 높은 500개 논문을 분석한 연구<sup>6)</sup>에서도 도구의 역할이 절대적으로 중요했다는 지적이 76%에 달하고 있다. 특히 생화학, 식물학, 유기화학에서의 주요 논문은 거의 모두가 도구의 중요성을 지적하고 있다. 세 번째로 1945-91년 간의 물리, 화학, 생리/의약분야의 노벨상 수상 내용을 분석한 연구<sup>7)</sup>는 총 274건의 수상 중 실험관련 연구가 81.1%임을 보여준다.

일본의 문부과학성은 과학도구와 노벨상의 관계를 보다 명확히 나타낸 바 있다. 핵자기 공명장치(1952), 가스크로마토그래프(1952), 위상차현미경(1953), 플라로그래프(1959), 레이저현미경(1964), X선회절장치(1964), X선 CT진단장치(1979), DNA시퀀서(1980), X선광전자분광장치(1981), 펩타이드합성장치(1984), 주사형 프로브현미경(1986), 투과형 전자현미경(1986), 질량분석장치(사중극검출기, 1989), 후레 변환형 핵자기공명장치(1991), DNA증폭·검출장치(1993), 질량분석장치(2002), 핵자기공명장치(2002)가 그것이다.

이러한 사실에 기초하여 일본은 향후 노벨상 30개 수상을 목표로 하고 있다. 앞선 기술력을 바탕으로 세계적인 연구장비 30개를 개발한다면, 그 자체가 노벨상으로 연결될 수 있다는 전략이다. (전승준 외, 2005 재인용)

5) Betz, F., C.E. Kruytbosch(1982), "The Role of Instrumentation in Major Advances in Science", Paper Presented at Society for Social Studies of Science Workshop, Philadelphia, October 29.

6) McAllister, P. R., F. Narin (1982), Analysis of the Contribution of Scientific Instrumentation to Highly Cited Research, Report to NSF, CHI Research.

7) Congressional Research Service (1986), The Nobel Prize Awards in Science as a Measure of National Strength in Science, S. P. Study Background Report 3, US House of Representatives, US GPO.

## 2) 기술과 산업에 의한 과학발전

연구장비와 관련되어 제기된 가장 큰 이론적인 문제는 과학과 기술, 나아가 과학과 산업의 관계에 대한 문제이다. 얼마 전까지만 해도 기술은 과학발전의 결과라 생각하였다. 과학의 발전이 기술발전을 주도한다는 것이다. 그러나 최근 들어, 앞에서 본 바와 같이, 기술이 과학의 발전을 주도하는 반대현상이 나타나고 있다는 점이 주목받고 있다.

Price(1984)는 기술, 특히 각종 장비가 과학의 진보에 크게 영향을 미친다는 주장을 한 바 있고, Branscomb(1986)은 기술의 범위를 더 좁혀 이러한 기술을 과학의 기술이라 일컫는 바 있다. 연구장비의 발전이 과학발전으로 연계된다는 것이다. 그러기에 Brooks(1994)는 과학의 기술에 대한 공헌을 <표 2>에서와 같은 여섯 가지로 정리하고, 기술의 과학에 대한 공헌을 두 가지로 요약한다.

<표 2> 과학과 기술의 상호작용

과학 → 기술	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 새로운 기술적 가능성을 위한 직접적인 기술발전</li> <li>2. 효율적인 엔지니어링 도구와 기법의 발전</li> <li>3. 연구장비와 기법의 발전</li> <li>4. 실험을 통해 연구에 사용될 인적능력 향상</li> <li>5. 사회환경에 영향을 주게되는 기술평가 지식의 발전</li> <li>6. 보다 효율적인 응용, 개발, 활용 지식</li> </ol>
기술 → 과학	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 과학적인 질문 제공</li> <li>2. 연구장비 제공</li> </ol>

자료: Brooks(1994)

이 논의는 다른 식으로 표현하면 산업이 과학을 발전시킨다는 주장으로도 연결된다. 연구장비는 기술이지만 기업체에 의해 제공되므로 연구장비산업의 발전이 결국 과학의 발전으로 연계된다는 것이다. 이는 결국 과학과 기술 및 산업이 상호 영향을 받으며 발전한다는 것을 보여준다 할 것이다.

## 3. 국가의 연구장비 구축책임에 대한 논거

### 1) 일반론

거의 모든 국가에서 공공부문의 교육과 연구개발을 위해 사용되는 장비에 대해 국가가

부담하고 있다. 심지어 민간부문을 위한 연구장비일지라도 고가의 장비는 국가가 부담해 주는 경우가 많다. 대부분의 국가에서는 중소기업을 위한 연구 및 시험분석평가 장비를 국가가 설치해 준다. 최근의 중요한 예로는 일본과 대만의 반도체 관련 시설 지원인데, 시설은 국가가 설치해 주고 운용은 수익자 부담원칙을 적용하고 있다.

국가가 연구장비를 구입 설치해주는 이유는 과학활동에 대한 국가부담과 맥을 같이 하는 문제라 할 수 있다. 따라서 과학과 사회의 관계에 대한 이론적인 논의를 검토할 필요가 있다. Mothe와 Halliwell(1997)은 과학의 사회기여에 대한 의견이 크게 네 유형으로 구분된다고 주장한다.

첫째는 과학은 자율적이고, 자기구조적인 활동으로 사회에 유익하다고 보는 견해이다. 이 견해를 따른다면 과학은 사회에 유익하기에 과학에 대한 지원은 사회적이어야 한다는 것이다.

두 번째는, 과학의 기여 범위를 약간 좁혀 과학은 기술적인 응용연구를 위한 인프라적인 성격을 갖는다는 견해이다. 셋째는, 응용연구에 비해 보다 앞 단계로 과학의 기여범위를 좁힌 것으로, 과학은 교육연구에 대한 인프라적인 성격을 갖는다는 의견이다. 교육연구를 위한 사전투자이기에 이 역시 국가가 개입하여 비용을 지불해야 한다는 것이다.

네 번째는 과학은 사회적인 무형자산의 일종이지만 동시에 사회적인 소비재라는 견해이다. 과학은 분명 사회발전에 기여를 하지만, 다른 측면에서는 사회적인 소비재이다. 특히 연구장비가 바로 여기에 해당되는 것이라 사회가 연구장비에 대한 부담을 하여야 한다는 것이다.

## 2) 연구장비의 속성

연구장비가 가진 속성은 여러 측면에서 검토 가능하다. 연구장비가 가진 기본적인 귀속성, 연구현장에서의 속성, 나아가 연구장비의 산업적인 속성 등이 그것이다. 그러나 여기서는 앞의 두 속성만 검토한다.

### (1) 연구장비의 귀속성

연구장비는 과학기술에 있어서 대단히 중요한 것이지만 그 자체로 존재하고 발전하지 않는다. 다시 말해 연구장비가 있고 과학기술이 있는 것이 아니라 연구장비는 해당 분야의 과학기술지식을 바탕으로 존재하고 발전한다는 점이다. 현대 과학기술에 있어서 연구장비는 결국 과학기술 각 분야에 대한 전문지식의 문제로 귀결된다할 것이다. 이러한 속성에 대한 이해는 연구장비의 존재와 발전을 위해 필수적이다.

연구장비의 발전은 첫째로 과학기술 각 분야의 현재 지식과 미래의 발전한계에 대한 체계적 분석을 필요로 한다. 과학기술 각 분야에 대한 깊은 성찰이 없이는 새로운 도구기회를 찾을 수 없기 때문이다. 두 번째로 연구장비의 발전은 각 분야에서의 새로운 패러다임 식별을 필요로 한다. 패러다임이 변화하면 결국 과학기술에 대한 인식이나 접근방법이 크게 변하므로 새로운 패러다임에 대한 관찰은 필수적이다.

이러한 속성을 바탕으로 Papon(1997)은 구체적인 연구장비를 선택하기에 앞서 해당 과학기술분야에 있어서의 장비 기회와 요구에 대한 식별이 먼저라는 점을 강조한다. 다시 말해 연구장비의 선택을 위해서는 연구장비 자체보다 먼저 해당분야의 지식에 대한 이해가 필요하고, 다음으로 해당분야의 패러다임 변화에 대한 이해가 우선되어야 한다는 것이다. 그러한 이후에 실험장비 하나 하나에 대한 검토가 필요하다는 것이다. 연구장비는 결국 과학과 동일체로 검토될 수밖에 없는 것이다.

## (2) 연구현장에서의 속성

연구현장에서 나타나는 연구장비의 속성은 다음과 같다. 첫째, 연구장비는 초기에는 특정 목적을 위한 연구에 활용되다 점차 일반 연구용으로 활용되고, 이어 다시 시간이 흐르며 교육용이 되는 경향이 존재한다. (Flanagan & Georgiou, 2000) 이 속성은 영국의 연구장비 조사에서 나타난 현상이다.

두 번째 속성은 연구장비는 특정기간의 지출이라는 의미의 플로우 개념이 아니라 수명이 다하는 기간까지 존속하는 스탁의 의미를 갖는다. 이 점이 연구장비에 대한 지출을 일반 연구비 지출보다 더 중시해야 하는 이유이다. 동일한 예산이 투입될 때 연구비는 해당 년도에 지출되고 끝나지만 연구장비에 대한 지출은 연구장비의 수명이 다하는 기간동안 계속 존재한다. 이러한 현상이 모든 장비에서 나타나므로 연구장비는 누적의 개념으로 파악되어야 한다. 그리고 그만큼 투자의 효율성 문제를 심각히 고려해야 한다.

세 번째 속성은 각종 기기는 초기에는 특수목적용으로 등장하지만, 시간이 흐르며 거의 모든 분야, 모든 산업에서 사용가능한 보편목적용이 된다는 특징이다. 이 속성은 특수목적용으로 등장하나 보편목적용으로 전환된다는 점과 모든 분야에서 이용가능하여 파급효과가 크다는 점으로 구분되어 이해될 필요가 있다. 보통 후자가 강조되는데, 과학의 발전을 위한 장비가 결국은 산업계 전체로 확대되어 국가 전체에 커다란 공헌을 하는 것이다.



### Ⅲ. 한국의 연구장비 현황

#### 1. 기관별 · 지역별 분포

##### 1) 연구장비 DB

연구장비에 대한 통계를 가지고 있는 국가적인 데이터베이스는 중소기업청이 보유한 기술혁신지원연계시스템(76,990건), 한국과학기술정보연구원의 종합기업서비스정보망(43,582건), 산업기술평가원이 보유한 산학연 연계운영시스템(1,549건), 기초과학지원연구원의 연구장비정보망(23,297건) 등이 있다. (이상 2003년말 통계, 박광순, 한병섭, 2004) 그런데 이 들마저도 연계되지 않아 어떠한 장비가 어디에 있는 지는 각 데이터베이스를 모두 검색하여 통합하여야만 한다.

중소기업청 DB는 지방 중기청이나 중소기업이 보유한 장비로 저가의 시험평가 장치들이 주를 이루고, 산업기술평가원의 장비들은 산업기술기반구축사업의 결과이나 등록된 비중이 적다. 기초과학지원연구원 DB에 있는 장비는 3천만원 이상의 고가 장비들이다. 과학기술정보연구원의 연구장비 DB는 기초과학정부연구기관의 DB와 다른 여러 DB들이 혼합되어 있는데 기준이 없어서 장비간 비교가 어렵다. 따라서 연구장비를 검토한다면 일정한 기준 이상만 수록된 기초과학지원연구원의 데이터베이스를 분석해야 한다.

##### 2) 분포현황

국가적인 연구장비 책임기관인 기초과학지원연구원이 보유한 데이터베이스에 나타난 연구장비 24,833건(2005. 9.)의 기관별, 지역별 분포는 <표 3>과 <표 4>에 나타난 바와 같다. 연구기관에 있는 장비가 대학에 있는 장비보다 많으며, 지역별로는 대전과 서울에 46.5%의 장비가 집적되어 있다.

〈표 3〉 기관별 연구장비 대수 분포 (2005. 9)

대학	연구기관	기업연구소
국·공립대학교(5356) 사립대학교(5646) 전문대학교(852)	정부출연연구소(8797) 국·공립연구소(3630)	기업부설연구소(5) 민간생산기술연구소(547)
11,854종	12,427종	552종

자료: 기초과학지원연구원 DB

〈표 4〉 지역별 연구장비 대수 분포 (2005. 9)

지역
대전(6643) 서울(4925) 경기(2585) 경북(1746) 부산(1743) 경남(1460) 광주(1011) 충남(1001) 전북(876) 대구(733) 강원(569) 충북(515) 전남(386) 제주(299) 인천(184) 울산(158)

자료: 상동

어느 기관이 장비를 많이 보유하고 있는지 단순히 보유대수만을 기준으로 살펴 본 것이 〈표 5〉이다. 국공립대에서는 서울대와 KAIST 순서이고, 사립대에서는 포항공대와 연세대 순서이다. 한편 연구기관은 전자통신연구원과 원자력연구소 순이다. 전체로 볼 때는 서울대가 가장 많고, 전자통신연구원, 원자력연구소, KAIST가 다음 순서이다. 그런데 대수기준에서 주의할 점은 장비제공기관인 기초과학지원연구원의 분소가 있는 고려대 경북대 부산대 전남대 전북대는 이 분소로 인해 숫자가 작을 수 있다는 점이다.

〈표 5〉 기관유형별 장비보유 대수 (2005. 9)

순위	대학	대수	연구기관	대수	정부기관	대수
1	서울대	1040	전자통신연구원	928	각지역 보건환경연구원	574
2	KAIST	893	원자력연구소	917	식약청/지역청	298
3	K-KAIST	634	과학기술연구원	693	기술표준원	233
4	포항공대	627	표준과학연구원	686	중소기업청/지역청	198
5	경상대	411	생산기술연구원	631	농업과학기술원	168
6	부산대	409	기계연구원	524	각 지역 농업기술원	157
7	연세대	342	기초과학지원연구원	417	국립농산물품질관리원	105
8	원광대	302	화학연구원	392	농업시험장	103
9	한양대	295	전자부품연구원	338	국립수의과학검역원	83
10	부경대	292	포항산업과학연구원	324	국립식물검역소	74

자료: 상동

주: 3천만원 이상인 경우라 과소파악. 일례로 상원관대의 경우 홈페이지에는 357종

## 2. 구체적인 장비분포

### 1) 주요 장비 분포

구체적으로 어떠한 장비가 많이 분포되어 있는 지를 조사한 것이 <표 6>이다. 대수기준으로 볼 때 크로마토그래프 계열(666대)이 가장 많이 분포되어 있고, 다음으로는 워크스테이션(346대), 분광광도계(306대), 전자현미경(273대), CNC기기(218대), NMR/EPR(193대) 등의 순서이다. 이중 워크스테이션이나 CNC기기는 공학계열의 장비이고, 나머지는 일반적으로 자연계 실험실에서 보유되는 장비들이다.

사실 워크스테이션이나 컴퓨터 등 IT장비가 대학이나 연구기관 모두에서 가장 많이 사용되고 있으나 이들은 간접연구용이라는 점에서 연구실험용 장비로 분류되지 않는다. 그런데 여기서 언급하고 있는 워크스테이션은 연구실험용으로 등록된 것이다.

<표 6> 주요 연구장비 분포 (2005. 9)

	대학	연구소	정부	기타	계
Chromatography	363	131	171	1	666
Spectrophotometer	208	37	61		306
전자현미경	190	59	22	2	273
NMR/EPR	148	43	1	1	193
Centrifuge	92	35	11	4	142
Spectrum Analyzer	60	54	4		118
X-Ray Diffractometer	70	9	5		84
Workstation	289	57			346
CNC 선반/밀링머신/가공기	158	34	8	8	218
DNA/Protein 분석/합성/염기배열분석	16	5	6		27

자료: 상동

크로마토그래프는 가스형과 액체형이 53%와 33%를 차지하고 있고 이온 및 기타형이 14%를 차지하고 있다. 한편 전자현미경은 투과형(TEM: transmission electron microscope), 주사형(SEM: scanning electron microscope)과 원자형(SPM: Scanning Probe Microscope) 등이 있는데, SEM이 전체의 57.5% 수준이고 TEM과 SPM은 TEM이 약간 많지만 거의 비슷하게 보유하고 있다.

그런데 선진국에서는 1990년대 초반부터 급격히 확산되고 있는 바이오계열의

DNA/Protein의 분석 합성 등을 위한 Analyzer/sequencer/synthesizer와 같은 장비가 총 27대로 대단히 적게 보유되고 있다. 특히 대학에는 16대가 존재하는데, 서울대에 4대가 존재하고 여러 대학에 분산되어 있다. 그러나 이공계로 유명한 다른 대학들은 보유하고 있지 않다.

표에는 없지만, 이미지분석기(68대), 로봇(62대), CAD시스템(57대), 열분석기(57대), 레이저(55대), 3차원분석기(31대) 등의 공학계 장비들은 보유대수가 적고, 학교나 기관의 특성에 따라 분포되어 있다는 특징이 있다. 레이저는 정부연구기관(37대)에 많고, 로봇은 대학(50대), 비교적 가격이 저렴한 분자/이온/전자 빔 장치(44대) 등은 대학(36대)에 많다는 특징이 있다.

## 2) 주요 대학의 장비

〈표 7〉 주요 대학 보유 연구장비 (2005. 9)

	서울대	KAIST	포항대	연대	KBSI
NMR/EPR	26	8	11	2	12
전자현미경	21	18	5	5	10
Chromatography	12	15	13	14	12
Spectrophotometer	11	20	9	4	8
X-Ray Diffractometer	8	5	3	6	3
Workstation	25	5	54	11	-
Spectrum Analyzer	4	9	-	2	1
Thermal Analyzer	2	7	5	1	4
Oscilloscope	4	6	-	1	1
Centrifuge	7	4	4	8	5
DNA/Protein Anal/sequen	4	-	-	-	1
CNC선반/밀링머신/가공기	3	3	4	1	2
Laser	-	4	3	-	-
Robot	1	4	4	-	-
분자/이온/전자 빔 장치	6	-	2	4	-
Image Analyzer	5	5	0	1	1
CAD 시스템	4	0	1	1	0

자료: 상동

서울대, KAIST, 포항공대, 연세대 등 상위 4개 대학과 대학에 연구장비를 지원하는 기초과학지원연구원이 보유한 장비를 비교한 자료가 <표 7>이다. 각 학교에 분포된 장비는 유사한 측면이 있으나 특징적인 차이점을 보이기도 한다. 서울대학교나 KAIST가 NMR, 전자현미경 등 고가장비를 특히 많이 보유하고 있다는 특징이 있고, 사립대학인 연세대는 전반적으로 고가장비 대수가 적다. 또한 DNA나 단백질의 분석, 합성, 및 염기서열 분석기는 서울대학교를 제외한 다른 우수 대학에 없다는 특징도 있다. 이들에 반해 대학에 연구장비를 지원하는 기초과학지원연구원은 가공보다는 분석 평가 장치를 중심으로 보유하고 있다는 특징이 있다.

정부연구기관은 각 대학들보다 고가의 최신 기종을 많이 보유하고 있다. 또한 해당 연구기관의 고유임무에 맞추어 해당분야 주력기기를 가장 많이 보유하고 있다. IT분야의 전자통신연구원은 스펙트럼분석기, CAD시스템, 워크스테이션 오실로스코프 등을 많이 보유하고 있고, 생명공학연구원은 크로마토그래프, 원심분리기, DNA분석 합성기 등을 다른 기관에 비해 많이 보유하고 있다. 원자력연구원, KIST, 표준과학연구원 등은 다른 어떤 기관보다 레이저를 많이 보유하고 있다.

교육연구기관이 아닌 정부기관에서도 기관의 속성에 따라 여러 장비를 많이 보유하고 있다. 각 지역의 보건환경연구원은 국내에서 크로마토그래프(63대)와 분광광도계(30대)를 가장 많이 보유하고 있고, 농산물품질관리연구원 역시 크로마토그래프(24대)를 많이 보유하고 있다. 국립식물검역소는 이미지분석기 13대로 가장 많이 보유하고 있다.

### 3. 보유장비의 해외의존

2003년 중 363개 대학/기관에 의해 3,973억원에 상당되는 과학기기가 수입되었다. 또한 3천만원 미만 저가 장비는 외국산이 51% 수준이나 1억원 이상 장비는 70%가 수입된 외국산이다. (조양구 외, 2005)

이 통계로 인해 우리는 두 사실을 확인할 수 있다. 하나는 거의 대부분의 고가장비는 해외에 의존하고 있다는 점이다. 두 번째는 연구장비는 결국 특정분야의 탄생과 발전을 따라 같이 가는 속성이 있는데, 현재와 같은 상황이 지속되면 우리는 연구장비를 통한 과학발전을 거의 도모할 수 없다는 점이다.

이러한 현실은 국내 과학자들의 연구장비에 대한 인식부족과 국내의 과학기기산업 자체가 약한 데에 연유한다. 한국의 과학기술계에는 학교/분야에 따라 장비를 다루는 분석연구를 소홀히 하거나 부수적인 연구로 간주하여 장비의 중요성을 간과하는 경향이 존재한다.

한편, 전승준 외(2005)는 과학기기산업의 약세를 세 측면에서 설명한다. 먼저 그간 국내 기기시장이 성숙하지 못한 상태라 관련 기기제조업체들도 대부분 영세한 수준이다. 그로 인해 첨단 장비를 위한 장기연구가 불가능하다. 두 번째로 이용자들 대부분이 자체개발 국산기기 보다는 외국산 장비를 우선적으로 선호하는 경향이 있다는 점이다. 이는 연구자가 학생 시절 다루었던 기기를 선호한다는 경향과 함께 연구의 신뢰성을 위해 사용기기의 신뢰성 자체가 필요하다는 데에 원인이 있기도 하다. 세 번째로는 기기개발 및 관련 산업의 활성화를 위한 정부차원의 정책개발 및 지원이 부족했다는 점이 거론된다.

## IV. 연구장비 구축패턴

### 1. 과거의 패턴<sup>8)</sup>

#### 1) 연구장비 구축 역사

장비와 관련된 국내연구는 대체로 1970년대 후반부터 집중되는데 주로 교육용 장비에 대한 검토에서부터 출발한다. 이 시기는 연구장비는 고사하고 교육용 장비마저 전혀 없는 상황이라 교육용 장비확보가 시급했던 것이다. 1970년대에 유일하게 연구장비다운 장비를 보유한 기관은 KIST이었다.<sup>9)</sup> 그리고 KIST가 분화되며 설치된 전문 연구기관들도 연구장비에 있어서는 대학보다 훨씬 앞섰다.

다행히 1980년대 초부터 교육용 장비가 공급되기 시작하고, 1980년대 후반부터 대학에 연구용 장비가 공급되기 시작하였다. 그런데 연구장비는 고가라 대학의 연구장비를 공동으로 구입·설치하고 이용하지는 제안이 제기되었다. 이러한 주장은 결국 기초과학지원연구원의 설립(1988)과 한국과학재단의 우수연구센터사업(1990)이 시작된 계기가 되었다. 이 두 사업은 실제 1990년대 대학의 연구장비 문제를 크게 해소하였다.

이후 1990년대 후반에는 세 흐름이 나타난다. 먼저 대학에 장비를 공급하던 교육차관사업이 2000년 종결된 후 대학에의 장비공급 방법을 검토한 연구가 등장하였다. 두 번째로는 최초로 대형장비에 대한 수요조사(권용수 외, 1997)가 이루어졌다. 다른 측면에서는 1999

8) 설성수 외(2005 A, B) 요약

9) KIST는 1973년 국내 비영리법인의 1천달러 이상 주요 시험기기 357건 중 317점, 즉 88.8%를 보유하고 있다. 현대경제신문, 1973. 2. 10.

년부터 연구장비 DB구축사업이 시작되고, 2001년부터 연구장비 공동활용 실태조사가 이루어진다. (김인호 외, 1999; 2001, 2002, 2003) 어느 정도 연구장비의 기반이 구축되며 활용에 대한 조사가 시작된 것이다.

2004년에는 다시 한번 큰 변화가 나타난다. 서두에서 살펴본 설성수(2004), 박광순, 한병섭(2004)의 문제 지적은 연구장비산업/연구인프라 구축 워크샵(2005. 5), 연구장비정책 워크샵(2005. 9) 등으로 연결되고, 과학기술부와 산자부의 구체적인 정책으로 연결된다. 산자부는 2005년부터 산업기반기술구축사업을 통해 각종 사업에서 획득한 장비에 대한 관리체계를 강화하고 각 사업의 진행과정에서 장비를 구축한 목적의 일관성을 요구한다. 과학기술부는 2006년부터 차세대 연구장비개발사업 등 연구장비 개발정책의 본격화, 중대형 연구장비의 체계적 관리 등으로 연결된다.

요약하면 국내의 연구는 다음과 같은 세대를 거치며 발전해왔다 할 것이다. 첫째, 1970년대말-1980년대초의 대학의 교육용 장비공급에 대한 논의가 있었다. 둘째, 1980년대 중반의 대학의 연구용 장비에 대한 논의가 있었다. 셋째, 1990년대 후반의 교육차관 이후의 장비에 대한 논의가 있었다. 넷째, 2000년대 중반인 현재에 연구장비 개발/관리에 관한 논의가 활발히 진행되고 있다.

〈표 8〉 국내의 교육연구장비 논의의 흐름

시기	주요 이슈
1. 1970년대말-1980년대초	대학의 교육용 장비 공급
2. 1980년대 중반	대학의 연구용 장비 공급
3. 1990년대 후반	교육차관 종료 이후의 장비공급
4. 2000년대 중반	연구장비 개발/관리

이상의 논의는 시대에 따라 장비구축의 주 목적이 달랐다는 것을 보여준다. 그런데 연구용 장비 구축에도 몇 가지 패턴을 찾을 수 있다. 첫 번째는 거점형과 공동활용형을 중심으로 장비구축이 이루어졌다는 점이다. 거점형은 SRC, ERC와 같은 우수연구센터를 통한 연구장비 구축으로 특정 분야의 소수 연구자가 활용할 수 있는 구축형태이다. 반면 공동활용형은 기초과학지원연구원의 분원들이 여기에 해당된다할 것이다. 과학기술부가 초기에 연구장비 구축을 위해 채택한 거점형과 공동활용형 장비구축 패턴은 다른 부처에서도 비슷하게 나타난다. 1996년부터 시작된 산업자원부의 산업기반조성사업에서도 기술인프라축진센터

(TIPP)와 같은 거점형 장비센터가 등장하고, 비슷한 시기에 확대된 교육부의 국립대학 공동실험실습관 확충사업은 공동활용형 장비구축 패턴의 연장이라 할 것이다.

두 번째 패턴은 수억원 이하의 중소형 장비 구축이 먼저 이루어지고 1990년대 후반에 이르러서야 수십억원 이상에 달하는 중대형 장비 구축이 이루어지기 시작했다는 점이다.<sup>10)</sup> 이는 전적으로 예산문제에 기인한다. 이러한 추세는 점차 확대되며 3,000억원 이상이 투입되는 플라즈마(한빛)장치와 토카막 핵융합장치의 개발사업으로도 연계되었고, 2006년에는 참가비만 5억달러가 드는 국제 핵융합개발사업(ITER)에도 참여한다.

세 번째는 예산상의 어려움이 있었지만 과학기술 분야간 투자 안배도 있었다는 점이다. 대부분의 중소형 연구장비는 물리학 분야보다는 화학 등 다른 분야에서 많이 사용된다는 특징이 있다. 그러나 연구용 장비 투자가 시작되던 1980년대 후반에 특히 물리학 분야에 이용되는 포항의 방사광가속기와 원자력연구소의 다목적 원자력 연구로도 설치되기 시작하였다. 우선 투자에 있어서 물리학 분야는 대형장비를 원하고, 그 외의 분야는 중소형 장비를 원했던 것이다. 그러나 역시 대형장비에 대한 예산부담으로 인해 1990년대 후반에 이르러 수십억원 이상의 대형장비에 대한 구축이 본격적으로 검토된 것이다.

## 2) NMR 구축에서 본 패턴

NMR은 연구장비 중에서도 비교적 고가장비라 고가의 교육연구장비가 1990년대에 어떻게 구축되는 지를 보여주는 좋은 사례이다. 데이터베이스에서 파악되는 NMR의 최초 도입은 1982년 KAIST, 1983년 화학연구소가 시작이다. 이어 점차 고급기종이 도입된다. 300MHz급이 1987년 화학연구원과 KAIST에서 도입되고 1992년에는 500MHz급이 KIST, 생명연구원, 해양연구원, 서울대 기초기기에 구축된다. 1994년 기초과학지원연구원이 600MHz급을 구입하고, 2000년 서울대 기초기기에, 2002년 광주 과학기술원이 구입한다.

이를 통해 볼 때 국내에서의 첨단 신행 연구장비 확산 패턴<sup>11)</sup>은 정부출연 연구기관과 국립대인 서울대나 KAIST가 먼저 구입하고 수년 후 일반 정부연구기관이나 상위급 대학들이 구입하기 시작한다는 점이다. 최근에는 연구장비 지원을 목표로 설립된 기초과학지원연구원이 먼저 도입하여 서비스를 시작하는 패턴이 존재한다.

또 다른 패턴은 보다 상위 장비가 등장하였지만, 하급장비도 10여 년에 걸쳐 계속 도입

10) 장비의 성격이 워낙 다르기에 규모는 보통 가격으로 구분한다. 3천만원 이하의 소형, 3천만원 이상이면 중형, 50억원 이상이면 대형, 100억원 이상이면 초대형 등이다. 그러나 가격이 계속 변하고 보는 시각이 다를 수 있기에 가격은 정확한 구분은 아니다.

11) 이러한 패턴은 NMR에만 적용되는 것이 아니라 어느 정도 규모가 있는 장비에서 공통으로 나타난다.



된다는 점이다. 400MHz급이 2001년까지 도입되었고, 500MHz급은 1991년 도입된 이후 2003년에도 도입되었다. 장비가 비싸기 때문에 기관의 성격에 따라 뒤늦게나마 저렴한 장비라도 도입하는 것이다.

세 번째로, 사립대학은 포항공대, 성대, 서강대만이 NMR 장비를 보유하고 있는데 반해 서울대는 여러 댓수를 보유하고 있다. 이는 국립대학만이 고가의 장비를 직접 보유하며 연구할 수 있다는 점으로 해석할 수 있기에 정부의 체계적인 장비구축 조치가 필요하다 할 것이다.

〈표 9〉 국내 중대형 장비 도입 사례 - NMR

	도입 순서	댓수
초기	KAIST('82), 화학연('83)	
300MHz급	화학연('87), KAIST('87)	46
400MHz급	전북대('92)	19
500MHz급	KIST('92), 생명연('92), 서울대('92), 해양연('92) 포항공대('95), 성대('97) 서강대('98), 포항공대('98), 서울대('98), 기초연('98) 화학연('00), 부산대('00) 충북대('03), 기초연('03)	25
600MHz급	기초연('94, '02), 서울농대('98), 서울대('00), 광주과기원('02)	6
계		183

자료: 상동

주: 800MHz급(KBSI '05, KIST '06), 900MHz급(KBSI '06)

## 2. 최근의 패턴

### 1) 집적화

최근 들어와 나타나는 특징적인 패턴 중의 하나가 연구장비의 집적화이다. 특정목적에 위한 장비들이 집적된 대형 시설들이 여러 형태로 등장하는가 하면 개별 교수의 실험실마저도 과거와는 비교가 안될 정도로 집적화되고 있다. 그중 대표적인 것이 나노관련 장비가

집적된 나노시설들이다.

나노기술에 대한 투자는 2001년 나노기술발전종합계획이 확정되고, 2002년 나노기술개발촉진법이 제정되며 본격화되었다. 이후 각 부처에 의해 나노 관련 연구에 집중적인 투자가 이루어져 2001년 832억원에서 2005년에는 2,772억원으로 증가하였고, 최근 5년간 누계로 약 1조원이 투자되었다.

이러한 사업으로 투자되고 있는 나노관련 시설은 <표 10>에서 보는 바와 같이 나노종합시설과 나노지원시설 및 나노연계시설로 구분된다. 나노종합시설은 6개로 현재 구축중인 나노종합팹센터, 나노특화팹센터, 나노집적기술센터(포항공대, 전남대, 전북대)가 있고, 1988년에 개설된 서울대 반도체 공동연구소가 있다. 나노지원시설은 5개로 기초과학지원연구원의 나노측정분석장비 등과 구축중인 나노부품실용화센터가 있다. 나노연계시설은 8개인데 7개는 한국광기술원, KIST 마이크로나노공정센터, ETRI의 반도체공동실험실 등 이미 가동중인 시설과 장비들이며 1개는 극초단광양자빔 연구시설이 있다.

<표 10> 나노시설

유형	센터/시설
종합시설 6	나노종합팹센터(KAIST), 나노특화팹센터(수원), 나노집적기술센터(포항공대, 전남대, 전북대), 서울대 반도체 공동연구소
지원시설 5	기초과학지원연구원의 나노측정분석장비, 나노IT부품기술산업화지원센터(전자부품연구원), 나노소자평가기술산업화센터(포항공대), 나노복합소재기술산업화지원센터(KIST), 나노부품실용화센터(대구테크노파크)
연계시설 8	한국광기술원, KIST 마이크로나노공정센터, ETRI 반도체공동실험실, 경북대 반도체 공정교육 및 지원센터, 전북대 반도체물성연구소 등

자료: 나노기술 연구단, 나노기술 인프라 현황, 2005.

그런데 이들 시설은 각 부처에 의해 독자적으로 추진되어 투자의 상당부분이 중복되고 있고, 투자내용이 장비구축과 건물 등 인프라 구축에 집중되어 있다는 문제가 있다. 2005년의 경우 33.5% 예산이 인프라 구축에 투자되었다. 이러한 상황은 투자효율성의 저하와 유휴 시설의 존재로 인한 미래 효율성의 저하, 나아가 매년 운영유지비가 정부예산에 의해 지원되어야 하는 문제를 발생시킬 수 있다. 사실 이미 문제가 나타난 경우도 있다. 산업지

원이 목적이고 자립화를 전제로 설립된 일부 시설의 경우 향후의 운영유지비를 벌써 정부 측에 요구하고 있다.

이러한 상황을 바탕으로 정부는 과학기술장관회의(2006. 2. 16)에서 「나노 관련 인프라 투자효율화 방안」을 설정하였다. 내용은 중복투자를 최소화하고 기능별 특화를 유도하며, 자립화방안을 강구한다는 등의 내용이다.

## 2) 산학연 공동활용형 장비구축

연구장비 구축의 다른 패턴은 산학연 공동활용형 장비구축이 확대되고 있다는 점이다. 앞의 특징이 기술적인 특성에 의해 결정된 것이라면 이 패턴은 정책적인 것이다.

산업자원부의 산업기술기반조성사업에서는 지역혁신센터 구축사업이나 테크노파크 구축 사업이 있다. 이 사업들은 전체가 장비구축을 위한 것은 아니나 장비구축이 중요한 부분인 사업이다. 과학기술부의 사업도 산학연 공동활용을 장려한다. 산업자원부로 이관된 지역연구센터(RRC) 사업도 이러한 유형이고, 앞서 언급한 나노시설들도 연구를 바탕으로 산업체 지원을 기본 전제로 하고 있다. 정보통신부의 사업들도 대학의 연구교육용에 국한되지 않는다.

거점형 장비집합이 처음부터 산학연 공동활용을 전제로 한 것은 아니다. 초기에는 교수들의 연구를 중심으로 한 장비집합이었다. 그러나 최근 들어 산학연 공동활용을 전제로 하는 장비구축정책이 이루어지며 자연스럽게 활용을 전제로 한 장비집합으로 연결되고 있다. 이러한 경향은 특히 2005년부터 강화되고 있다. 앞서 언급한 나노시설에 대한 정비의 핵심도 사용자를 전제로 한 장비구축과 특화이다.

어떻든 이 단계에 이르면 두 특징이 나타난다. 하나는 연구장비가 교육용으로도 활용되고 산업계 지원용으로도 활용된다는 점이다. 두 번째는 기술적 능력의 확충인 연구를 기반으로 교육과 산업이 연계된다는 점이다.<sup>12)</sup>

## 3) 장비구축 과정의 혼란

장비구축 과정의 패턴이라 할 수는 없지만 나타나고 있는 중요한 현상은 장비사용자 입장에서 대단히 혼란스럽게 장비가 구축되고 있다는 점이다. 산학연을 전제로 한 장비구축정책은 활용중심의 장비구축, 특화된 구축 등으로 특징되어 효율성이 전제되는 것처럼 보이지

12) 그러기에 연구용 장비, 교육용장비, 산업용장비의 구분이 모호해지는 경향이 존재하지만 연구가 기반이라는 점에 의해 본고는 계속 연구장비라 부른다.

만, 국가 전체로 볼 때는 이 역시 혼란을 가중시키고 있다.

모 국립대는 교육부의 BK21사업과 NURI사업을 수행하고 있고, 산업자원부의 산학협력력중심대학사업, 테크노파크사업, 기술혁신센터(TIC)사업과 지역혁신센터(RRC)사업도 수행하고 있다. 또한 과학기술부의 국가지정연구실(NRL)사업을 수행하고 있고, 교육부 지원 공동실험실습관이 있다. 이 모든 사업은 사업목적을 위해 나름대로 장비구축을 지원하고 있는데 각 사업은 장비구축을 위한 요구조건이 다르다. 그에 따라 장비구축의 일관성이 부족하고 장비구입이나 장비의 운영방식도 다르다. 그런데 이러한 장비구축이 대학 전체도 아니고 거의가 공과대학에서 이루어지고 있다는 점에서 혼란스러운 것이다.

대학에서의 혼란만 발생하고 있는 것은 아니다. 중앙부처들의 기존 사업의 상당부분이 지방에도 적용된다. 그런데 지방에만 적용되는 지역균형개발사업의 일부인 지역혁신사업이 따로 존재한다. 이 사업은 실제로는 대부분이 연구개발을 지원하는 것이 아니고 연구개발의 인프라를 구축하고 있다. 다시 말해 건물을 짓고 장비를 구축하는 것이 주된 목적이 되고 있는 것이다. 대학 이외의 영역에서도 장비구축과 관련되어 대학과 같은 문제가 동시에 발생되고 있는 것이다.

### 3. 연구장비 구축의 문제점

본 연구는 국내의 연구장비 구축의 문제점을 지적하고자 한 것이 아니다. 다만 발전적인 방향으로 연구장비가 구축되는 데에 필요한 핵심적인 문제점만을 지적하자면 다음과 같이 요약된다.

첫째, 국가 전체에서의 주요 연구장비에 대한 통계가 파악되고 있지 않다는 점이다. 국가 예산에 의해 구입되는 장비일지라도 사업별로 관리되거나 아예 관리가 되지 않아 통계마저도 잡히지 않고 있는 것이다.<sup>13)14)</sup>

두 번째는 학교별 혹은 지역별로 장비구축을 조정하고 통제할 수단이 전혀 없다는 점이다. 정부의 사업별로 사업목적이 다르고 주관기관이 다르므로 사업간 조정을 하기가 어렵

13) 연구장비와 관련된 정보를 취합하려는 노력은 2005년 3월에 개정된 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정(대통령령 18731호)」에서야 등장한다. 이 규정의 제16조의2 (연구개발정보의 관리), ⑤항에는 다음과 같이 규정되어 있다. “주관연구기관의 장은 3천만원 이상인 장비 또는 취득가격이 3천만원 미만이라도 공동활용이 가능한 장비는 취득 후 30일 이내에 「과학기술분야 정부출연연구기관의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 의하여 설립된 한국 기초과학지원연구원의 연구장비정보망에 등록하여야 한다.” 그러나 과학기술부에 의한 이 조치가 범부처적으로 적용될 지는 현재로서는 미지수이다.

14) 심지어 장비구입을 안하고 했다고 보고하는 경우도 있었다. 어떤 교수는 장비구입을 했다고 보고하고 실제로는 구입하지 않아 반환한 액수가 수익원을 넘는 경우도 있었다.

다. 장비를 구축하는 대학 내에서의 문제로 인해 장비구축이 어려운 경우도 있다. 일부 학과나 연구소 혹은 대학은 보유장비를 다른 학과나 다른 대학에서 사용하지 못하게 하는 경우도 있다. 그러기에 동일한 장비가 다시 구축되기도 한다. 이러한 추세는 지역 단위에서도 마찬가지이다.

세 번째는 고가장비의 높은 해외 의존도이다. 국내에서 사용되는 기기의 약 60%가 수입되고 있고, 첨단 고가장비일수록 거의 전량 수입된다는 문제가 있다. 장비개발과 관련된 정책이 출범하였지만 아직은 만족할 수준이 아니다.

네 번째는 국내에 전방위 연구장비정책이 없다는 점이다. 일본이 세계적인 연구장비 30개로 노벨상 30개를 목표로 하는 것과 달리 장비개발에 대한 국가적인 비전이 없고, 국가 예산이 투입되는 분야 전체에 적용될 수 있는 연구장비의 이관, 폐기 등과 관련된 공통된 규정도 없다. 심지어 일부 정부출연 연구기관이나 유명대학에도 연구장비의 폐기규정이 없다.

## V. 결 어

### 1. 연구의 의의와 한계

연구장비가 새로운 분야를 개척하고 그로 인해 노벨상이 연구장비에서 많이 나오고 있는 것이 사실이지만 아직도 과학정책에 있어서는, 심지어 과학계도 연구장비는 과학적인 연구를 위한 도구 정도로 간주하고 있다. 그러기에 연구장비와 관련된 체계적인 연구는 극히 부족하다. 정책적인 필요성을 제기하거나 정책적인 필요성을 충족시키기 위한 단편적인 조사연구만 있었던 것이다. 그러한 점에서 본 논문은 국내에서 연구장비 문제를 거론한 최초의 논문이라는 의의가 있다.

본 논문은 연구장비 구축의 역사와 함께 현재의 상황, 나아가 구축과정에서 나타난 각종 문제점을 지적하였다. 그리고 부분적이거나 연구장비와 관련된 이론적인 문제나 정책지원의 논거 역시 언급하였다. 그러기에 그만큼 세부내용에 대해 추가로 분석해야 할 내용이 많은 한계를 갖기도 한다.

나아가 선진국과의 구축패턴 대비, 대학별 지역별 공동활용을 위한 대안 제시 등 정책적인 과제 역시 실천적인 연구자에게 요구되는 추가 연구과제이기도 하다. 또한 과학발전을 위한 연구장비 전략, 국가 과학경쟁력의 강화를 위한 전략 등의 추구 역시 정책적으로 필요한 주제라 할 것이다.

이론적인 측면에서의 여러 이슈 발굴과 발전, 실제 활용되는 현장에서의 각종 현상과 문제점 발굴, 정책적인 이슈 발굴 등은 결국 연구장비론이라는 새로운 영역의 발전이라 할 것이다. 본 연구를 넘어서는 추가 논의를 기대해 본다.

## 2. 정책제언

연구장비 문제는 과학계만의 문제가 아니라 기업경쟁력과도 직결된다는 점에서 정책적으로 더 관심을 기울일 필요가 있다. 연구장비는 시간이 흐르며 산업계의 첨단장비로 연결되기도 하고 형태를 달리해 바로 산업에서도 활용된다. 그런데 최근 들어와 산업계에서도 생산장비는 물론이고 연구부문의 장비마저 기업의 경쟁력으로 직결되는 경향이 강화되고 있는 것이다.

연구장비 관련 정책은 네 방향으로 전개될 필요가 있다. 첫째는 정책의 내용으로, 전주기적인 연구장비정책이 필요하다는 점이다. 연구장비는 획득된 후, 활용되고, 이어 폐기된다. 획득과정은 크게 구입과 개발, 임차 및 이들이 결합된 형태인 기타로 구분된다. 따라서 연구장비와 관련된 전주기(획득, 확산, 활용, 폐기) 정책이 수립될 필요가 있는 것이다.

국내에서의 개발정책은 대단히 미미하다. 그러기에 국내 개발 연구장비의 확산정책도 없다. 일본이 세계적인 연구장비 30개를 개발하여 노벨상 30개를 확보하겠다는 전략은 큰 교훈이 된다. 국가 연구개발예산의 25-35%가 연구장비에 투입되는데, 독자적인 연구장비 개발을 위해 이 중 10% 정도는 사용할 필요가 있을 것이다.

활용정책은 공동활용, 활용촉진, 배분 및 이관 등에 관한 정책이다. 국내에서는 공동활용을 제외한 다른 정책이 대단히 미미하다. 정부연구기관이 불용장비를 대학에 이관하려면 절차가 복잡하다. 심지어 독일 연구협회는 활용 정도가 아니라 국가 전체에서의 구매를 통합하여 관장하기도 한다는 점을 염두에 둘 필요가 있다.

폐기도 중요한 정책대상이다. 국내에 명확히 연구장비의 폐기방법을 규정하고 있는 법규가 없다. 폐기를 명확히 할 수 없기에 사용하지도 않는 장비가 통계에 잡히고, 약간 낮은 수준의 장비를 사용하는 기관이나 학교로 이관되지 못하는 것이다. 특화된 연구장비는 시간이 지나면 범용연구장비가 되고, 이들은 다시 교육용 장비로 전환된다는 속성이 있다는 점을 염두에 둘 필요가 있다.

두 번째는 정책의 범주로, 범부처적인 연구장비정책이 필요하다는 점이다. 연구장비는 대단히 다양한 형태의 기관과 사업에 의해 다루어진다. 중앙부처의 경우에도 과학기술부 산업자원부 및 정보통신부 등 각 부처에 의해 각각 별도로 정책이 이루어진다. 각 부처는 소관

사업 전체에 대해 총괄할 필요가 있고, 각 부처의 사업은 국가 전체의 연구개발을 담당하는 과학기술혁신본부에 의해 관장될 필요가 있다. 어느 지역 혹은 기관에서는 연구장비가 없어서 연구활동이 불가능하고, 다른 지역에서는 값비싼 불용장비가 쌓이는 사태는 피해야 할 것이다.

세 번째로는 정책수단의 문제로, 범부처적인 정책의 집행을 위해 범부처적인 연구장비정책센터가 필요하다는 점이다. 범부처적으로 실태를 파악하여, 정책이슈를 발굴하고, 정책이 결정되면 이를 수행하기 위한 기구가 필요한 것이다.

가장 중요한 마지막 사항은 정책목표로, 왜 체계적인 연구장비정책이 시도될 필요가 있느냐 하는 부분이다. 일본은 연구장비를 활용하여 노벨상을 받을 정도로 과학기술 수준을 높여겠다는 의지를 보인 바 있다. 원천기술의 확보를 위해서는 그를 뒷받침할 장비 역시 같이 발전해야 하는 것이 필수이다. 국가적으로 추격전략에서 벗어나 원천기술개발전략을 천명한 상황에서는 그를 위한 수단으로 연구장비 문제를 검토해야 할 것이다.

## 참고문헌

- 과학기술혁신본부, 『공동 연구시설·장비 등의 설치·운용에 대한 조사·분석』, 2005. 11.
- 구중억, 『연구장비 공동활용 계획수립을 위한 기획연구』, 과학기술부, 2005. 12.
- 권기헌 외, 『미래과학기술을 위한 대형 연구시설 및 장비구축에 관한 정책연구』, 과학기술부, 2005. 9.
- 권용수, 『대형연구 시설 및 장비의 국제 공동 활용방안』, 과학기술정책연구원, 정책자료 2003-14. 2003. 9.
- 권용수, 민철구, 조황희 외, 『과학기술 하부구조 선진화를 위한 대형 연구장비의 수요 전망』, 과학기술정책관리연구소, 1997.
- 권용수, 민철구, 『대형 과학기술 장비의 국가적 운영시스템 구축에 관한 연구』, 정책연구 97-15, STEPI, 1997.
- 기술과가치(주), 『대형연구장비·시설의 효율적 구축방안 및 공동활용 제고방안 연구』, 과학기술부, 기초기획 2003-3, 2003. 11.
- 김인호 외, 『범국가적 연구장비 DB구축을 위한 기획조사사업』, 한국과학재단, 1999.
- 김인호 외, 『연구장비 공동활용실적 및 구입 조사결과 요약』, 과학기술부, 2001, 2002, 2003, 2004 각년.

- 박광순, 한병섭, 『공공부문 R&D장비 문제점과 활용 극대화 방안』, 산업연구원, Issue Paper, 2004. 6.
- 산업자원부, 『연구기자재·설비 활용성과제고를 위한 산업기술기반조성사업 운영개선(안)』, 2005. 5.
- 서정현, 21세기의 창조적 사회를 대비하는 기초과학(순수 및 응용) 연구기반 구축에 관한 조사 연구, 1997.
- 설성수, “기초연구정책 관련 이슈점검”, 『기초연구정책 검토 워크샵 발표자료집』, 한남대 하이테크비즈니스연구소, 유성관광호텔, 2004. 6.
- \_\_\_\_ 외, 『기초지원(연) 발전방안 연구』, 기초과학지원연구원, 2004. 10.
- \_\_\_\_ 외(A), 『소관연구기관 성과분석 및 경제사회적 기여전략 연구 - 기초과학지원연구원, 천문연구원』, 기초기술연구회, 2005. 6.
- \_\_\_\_ 외(B), 『범국가적 연구장비정책센터의 역할과 기능에 관한 연구』, 2005. 12.
- 전승준, 김인호, 홍정진, 안치수, 산학연 협력을 통한 과학기기 및 첨단기기 산업 육성방안, 국가과학기술자문회의, 2005. 3.
- 조양구 외, 『차세대 연구장비 개발을 위한 연구기획』, 과학기술부, 2005. 1.
- Branscomb, L. M., “New Technology for Science: Where Will it Come From”, *Physics Today*, February, pp. 35-39, 1986.
- Brooks, Harvey, “The Relationship between Science and Technology”, *Research Policy*, Volume 23, Issue 5, September 1994, pp. 477-486.
- Burgdorf, K., “Needs and Priorities for Academic Research Equipment and Facilities in the US”, *Equipping Science for the 21th Century*, Edward Elgar, 1997, pp. 59-78.
- Christovich, Leslie, “Universities Continue to Expand Their Research Space with the Largest Increase Since 1988; Data Reported for Networking Capacity”, *InfoBrief*, National Science Foundation, Directorate for Social, Behavioral and Economic Sciences, NSF 05-314, June 2005.
- Flanagan, K., L. Georghiou et al., *Research Equipment Needs in UK Universities: a Snapshot Study*, PREST, University of Manchester, 2000.
- Irvin, J. et al., *Equipping Science for the 21th Century*, Edward Elgar, 1997.
- Kruytbosch, Carlos E., “The Role of Instrumentation in Advancing the Frontiers of Science”, Irvin, J. et al., *Equipping Science for the 21th Century*, 1997, Edward



Elgar, 1997, pp. 29-42.

Mothe, John, J. Halliwell, "Research Frontiers, Institutional Innovation and the Management of Instrumentation Resources : Lessons from Canada", *Equipping Science for the 21th Century*, Edward Elgar, 1997, pp. 239-253. 15.

Papon, Pierre, "Long-Term Planning for Scientific Equipment: The Contribution of Research Foresight and Technological Forecasting", *Equipping Science for the 21th Century*, Edward Elgar, 1997, pp. 495-504.

Price, de Solla Derek, "The Science/Technology relationship, The Craft of Experimental Science and Policy for the Improvement of High Technology Innovation", *Research Policy*, Vol. 13, pp. 3-20, 1984.

일본 科學技術動向研究센터, 大型研究施設・設備의 現狀과 今後的 課題, 科學技術政策研究所, 調査資料 106, 2004. 6.

### 설성수

고려대에서 "정보기술혁신의 경제성분석 - 우리나라 5대 상업은행을 중심으로" 라는 제목으로 1988년 12월 박사학위를 취득하고 현재 한남대 경제학과의 교수로 근무 중이다. 주요 연구 분야는 기술혁신, 가치평가, 지식활동분류 등이다.

### 김인호

경제학 박사, 현재 한국기초과학(연) 정보정책부장으로 재직중이다.