

과학기술 하부구조 선진화를 위한 대형 연구장비의 수요 조사

Demand Surveys for Big Research Facilities and Equipments to Advance National S&T Research Infrastructure

권용수* · 민철구**

Abstract

This paper deals with demand surveys for big science and technology research facilities and equipments to advance national S&T research infrastructure.

We perform surveys thrice based on applied Delphi method on the future demand of big S&T research facilities and equipments among Korean scientists and engineers.

We employ the concept of big S&T research facilities and equipments as follows:

- ① The operating size of it is equivalent to that of an institute or research center, and/or
- ② The users in various disciplines are many, and/or
- ③ The application areas or spill-over effects are large, and/or
- ④ The scale and scope of research objects is equivalent to that of mega science

* STEPI 지표통계분석연구팀장

** STEPI 총괄연구실 책임연구원

area such as earth · oceanography · space, and/or

- ⑤ The expenses for installing and operating it are to be supported by government, and/or
- ⑥ The facilities are expected as necessary for international joint research, and/or
- ⑦ It is necessary for promoting creative basic science and developing creative technology.

We ask the respondents to answer the following questionnaire:

- How to prioritize the equipments according to the degree of importance?
 - Promotion of basic science and mega science, the development of the technologies to enhance the public welfare, the competitiveness of industrial technologies, the job creation for the S&T personnel, and international cooperation.
- Who should be in charge of acquisition and operation of the equipments?
 - Industry, Government Research Institutes, Academy, ERC and SRC.
- When shall we acquire the equipment?
 - Within 2000, 2002, 2007, 2012, and 2017.
- How shall we acquire the equipments?
 - International Joint Development, Domestic Development, Acquisition from Overseas,
- How much will the equipment generate spill-over effects to national competitiveness?
 - Promotion of basic science, contribution to the economy, supply of S&T personnel, and international cooperation.

We suggest the following equipments as prioritized candidates after consulting the officers from MOST, MOE, MIC, MOEN and experts from KBSI and STEPI:

Item	National Priority	Acquisition Time within	Acquisition Method	Size of Users
#1	1(14.0%)	2012	Int'l Joint Development	< 250
#2	2(13.2%)	2002	Acquisition from Overseas	< 250
#3	2(13.2%)	2000-2007	Int'l Joint/Domestic Development	< 250
#4	4(12.3%)	2000-2002	Overseas Acquisition/ Domestic Development	< 250
#5	5(11.4%)	2007	Domestic Development	< 250
#6	6(10.5%)	2002	Int'l Joint Development	< 250
#7	7(10.5%)	2002	Int'l Joint Development	< 250
#8	8(9.6%)	2000	Domestic Development	> 1,000

where,

- #1. Korea Advanced Liquid Metal Reactor,
- #2. 800 MHz Superconduction Fourier-Transform Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer,
- #3. Ion Accelerator,
- #4. Seismic Test Facility,
- #5. Transonic Wind Tunnel,
- #6. Radio Telescope for Very Long Baseline Interferometer,
- #7. 3000t Universal(or Large Structure) Testing Machine,
- #8. Compost Facility or Plasma Pyrolysis Facility

I. 서 론

1. 연구 의도

선진화된 대형 과학기술 연구시설과 장비 구축은 국가적 차원에서 종합적인 계획에 따라 가용재원의 효율적 배분차원에서 우선순위에 의해 이루어지는 것이 필요하다. “과학기술혁신을 위한 특별법”에 명시된 과학기술 5개년 계획에 따르면 선진국 수준의 과학기술 하부구조 확충을 위한 전담관리기구를 지정하여 관리할 수 있다. 국가적으로 우선 필요한 거대 공동 연구시설과 장비의 공급을 위한 투자규모 예측에 기초하여 중장기적으로 부처별로 합리적이고 효율적인 배분계획을 과학기술장관회의의 안건으로 상정하여 국가적 우선 순위에 대한 합의를 도출한 후 집행되도록 하기 위해서, 기술분야별·소요부처별로 필요한 대형 과학기술 연구시설과 장비의 수요 현황이 파악되어 있어야 한다.

서론에서 국가적 대형 연구장비의 확보가 필요한 사업 전망에 대해 개략적으로 정리한다. 제2장에서 우리나라에서 향후 필요한 대형 연구장비의 수요 예측과 우선순위를 선정하기 위해 3회에 걸친 전문가 설문조사 결과를 분석하여 후보장비 들을 추천하였다.

2. 국가적 대형 연구장비가 필요한 대상사업의 전망

우리나라에서 정부주도 대형 연구개발사업으로 추진될 수 있는 과제 중 대형첨단 실험 연구 장비의 확보가 필수적인 사업을 개략적으로 전망하면 다음과 같다.¹⁾

첫째, 거대과학 원자구조 물리학 시설 분야인 양성자 가속기나 이온 가속기(Ion Accelerator) 중에는 중규모의 의료용 양성자 가속기로부터 대규모의 양성자 가속기를 활용한 펄스형 중성자 발생·산란 실험장치, 초대규모의 양성자 가속기를 활용하는 방사능 폐기물 처리용과 가속기 복합 원자로 등을 들 수 있고, 이러한 응용을 목적으로 하지 않는 소립자 연구용 양성자-반양성자 충돌형 가속기를 들 수 있다. 포항 방사광가속기와 같이 전자를 가속하는 장치로 이보다 더 강한 X선을 발생시킬 수 있는 일본의 SPring-8 급의 차세대 방사광가속기와 소립자 물리학에 활용될 전자-양전자 충돌형 선형가속기를

1) 한국과학재단(1997) 참조.

들 수 있다. 또한, 포항 방사광가속기 시설을 확장하여, 발생하는 고에너지 전자빔을 직접 활용하는 연속 전자빔원 장치를 개발하면, 최근 미국에서 완성한 CEBAF 시설과 같은 세계 수준의 핵 및 입자물리 실험시설의 경제적인 건설도 가능하다.

둘째, 한국 표준형 경수로의 개발과 『하나로(HANARO)』 다목적 연구용 원자로의 국내개발을 바탕으로 축적된 원자력 기술을 활용하여 차세대 원자로, 액체 금속 냉각형 원자로라고도 하는 실험용 액체금속 증식로(Liquid Metal Fast Breeder인 KALIMER)와 양성자 가속기와 차세대 원자로의 결합형인 수동적 안정화 원자로의 개발 사업을 들 수 있다.

셋째, 대형 플라즈마 연구시설(한빛(HANBIT))과 차세대 초전도 토카막 핵융합 연구장치(KSTAR) 개발사업의 일환으로 개발중인 거대 초전도 자석기술을 바탕으로, 신소재 개발과 극저온 하에서의 물성연구 등에 응용이 가능하고, 추후 자기부상열차 등 첨단 산업기술에 활용될 수 있는 초고자장 발생장치의 개발사업도 주요 대상과제인데, 여기에는 40테슬라급 이상의 정밀연속 자석과 100테슬라급의 비파괴 준 연속 자기장기술, 그리고 500테슬라 이상의 초고자장을 내는 파괴성 펄스형 자기장 장치들이 있다.

넷째, 국내에서 수행중인 테라와트급 고출력 레이저 개발과 자유전자 레이저 개발을 통해 축적된 기술을 학·산·연·군이 활용하여 수백 테라와트급 초고출력 레이저, 엑시머 레이저, UV/X선 레이저 그리고 대형 자유전자 레이저 등 방사광가속기에 의한 광원과 상호 보완적인 대형 레이저 개발 사업을 들 수 있다.

다섯째, '96년 완성된 보현산 천문대의 광학망원경의 활용과 함께 거대 천문학 연구분야의 발전에 필수적인 대형광학망원경, VLBI 전용 전파 망원경과 적외선망원경 등 우주로부터의 미약한 전자파와 입사신호 측정용 대형망원경 개발사업을 들 수 있다.

여섯째, 과학위성의 개발과 다목적 실용위성 개발사업을 통해 축적된 기술을 바탕으로 21세기 우주과학과 인공위성의 과학적 응용을 위한 거대과학 연구개발 사업을 들 수 있고, 항공기와 과학 위성 개발시 비행 상태를 재현하는 시험 시설인 천음속 풍동(Transonic Wind Tunnel) 사업을 들 수 있다.

일곱째, 종합 해양조사선 『온누리』호의 운영과 심해저 광물자원 탐사과제 등의 연구개발 사업을 통해 축적된 기술을 바탕으로 대양과 심해저 연구 등 본격적인 해양 연구를 수행할 수 있도록 하는 대형 해양 탐사선 확보를 들 수 있다.

여덟째, 지구환경 문제의 해결과 기후변화 및 기상관측 등 지구시스템과 관련된 거대

과학 연구에 필수적인 대규모 관측 및 예측시스템의 사업이 있다.

아홉째, 정보화 사회에 대비한 초고속 통신망 개발사업, 대형 컴퓨터 개발사업과 슈퍼컴퓨터 운영사업 등의 기술개발 결과와 경험을 바탕으로 이론과학 및 대규모 실험 데이터 처리 등에 필수적인 대형 과학용 슈퍼컴퓨터와 초고속 과학전산망의 구축 사업 등이 있다.

열째, 大型 범주에 못 미치지만 과학자와 기술자들의 연구실험실 차원에서 확보를 바라는 제안 빈도가 높은 연구장비로서, 환경분야에서 종합 폐기물 처리시설인 플라즈마 열분해시설(Plasma pyrolysis facility)과 퇴비화 시설(Compost Facility), 공학분야에서 3000t 대형 만능시험기(3000t Universal Testing Machine/3000t Large Structure Testing Machine), 내진성능 시험장비(Seismic Test Facility), 800MHz 이상 초전도 후리에 변환 핵자기공명분광기(Superconduction Fourier-Transform Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer: NMR), 고온 물성 시험 장비, TEM(고배율 투과 현미경), 염기서열 자동 분석 시스템, 2차원 불규칙파 발생기, 위성 영상처리 시스템, AMS C¹⁴연대측정기, 대형단조 시스템, 고속 감압 예인 수조, 대형 수리/수문 모형 시설, Laser Raman Spectrometer들을 들 수 있다.

II. 대형 연구장비 수요 예측

1. 제1차 설문 조사

1차 설문서에서는 전문가들에게 각 분야의 예측대상이 되는 대형 연구장비를 제안하고 그 분야 전문가를 산·학·연별로 추천하도록 요구한다. 이들은 각 분야에 대한 전문성을 지니고 있기 때문에 총괄수행자 보다는 각 분야에 대한 기술발전 동향에 따른 대형 연구장비의 수요를 잘 인지하고 있다는 점이다. 만약에 총괄수행자가 1차 설문서를 확정하여 설문을 실시하면 총괄수행자가 인지하지 못한 분야가 빠질 수 있다. 설문이 회수되면, 총괄수행자는 종합 정리하여 중복 또는 유사 주제는 하나로 통합하고 적절치 못한 주제는 삭제한다. 따라서 제1차 설문은 본격적인 예측을 위한 사전적인 브레인 스토밍 성격을 지닌다.

1차 설문 대상자는 다음과 같다: 대학에 53명으로서 국공립 단과대학 교수 23명과 사립대학 교수 30명이다. 우수연구센터에 33명으로서 SRC 13명과 ERC 20명이다. 공공연구소에 49명으로서 정부 출연(연) 25명과 국공립시험(연) 24명이다. 산업체에 40명으

로서 대기업 부설(연) 20명, 중소기업부설(연) 10명 그리고 연구조합 10명이다. 학회에 소속된 과학자 11명과 공학기술자 9명이다. 이들의 직급은 원장, 소장, 선임연구부장, 학장 등으로서 총 195명에게 우편으로 설문 취지를 밝히고, 설문 응답 여부에 대한 확인 전화 통화를 하였다. 1차 설문 결과에서 제안 받은 장비를 중심으로 총 29개의 장비를 추출하게 되었고, 산·학·연 각 분야의 전문가 315명을 추천 받았다. 대형 과학기술 장비는 다음의 7가지 개념 구성요소를 전부 혹은 일부 갖고 있는 장비로 정의하였다.

가. 장비의 운영 규모로 볼 때 단일 기관 또는 연구소(예 : 포항 방사광 가속기 연구소) 구성이 가능하다.

나. 장비 공동 활용도 및 사용자의 수가 많다.

다. 장비의 응용분야 또는 기술 파급 효과가 크다.

라. 연구 대상의 규모나 범위가 지구·해양·우주 등 거대과학 분야와 관련된다.

마. 장비의 구입 또는 운영상 국가의 지원이 있거나 국가의 개입이 정당하다.

바. 기술 선진국과 실질적 국제 공동 연구 수행을 위해 필수적이다.

사. 창조적 기초과학 육성 또는 창조적 기술 개발을 위해 필요하다.

위 개념에 비추어 원장, 소장, 선임연구부장, 학장급 전문가 195명이 제1차 설문에서 추천한 대형 과학 기술 장비는 서론에 밑줄을 친 항목들로서 열거하였다.

2. 제2차 설문 조사

전문가 패널은 대형 연구장비의 예측 대상 후보가 기재된 아래와 같은 항목의 제2차 설문서에 응답한다.

가. 1차 설문에서 향후 10년 안에 우리나라가 신규 또는 추가 보완으로 갖추어야 할 대형 과학 기술 장비 후보명

나. 1차 설문 결과 몇 %의 전문가가 해당 장비를 추천했는가를 나타내는 지수

다. 1, 2차 설문에서 전문가들이 제안한 장비의 예상 구입가

라. 각 장비에 관한 응답자의 전문도를 대·중·소로 응답하는 항

- 대 : 주전공분야로서 연구 분야와 밀접하게 관련
- 중 : 주전공분야는 아니나 관련분야로서 활용이 가능한 장비임
- 소 : 관심이 있는 정도임

마. 기초과학, 거대과학, 공공복지기술, 산업경쟁력 분야에서 주어진 장비가 가지는 중요도

- 기초과학 : 기초과학 진흥을 위해 필수적인 장비
- 거대과학 : 항공·우주·해양 등 거대과학을 위해 필수적인 장비
- 공공복지기술 : 사회생활 편의나 국민복지 향상과 직결되는 장비
- 산업경쟁력 : 국내 산업의 경쟁력 확보와 직결되는 장비

바. 어떤 기관이 주체가 되어 설비 구입을 추진하는가

사. 운영·관리체제 및 공동이용 전담 창구

설문을 회수하면 총괄수행자는 각 주제에 대한 예측결과를 집계하고 통계적 분포를 구한다. 2차 설문 시에는 1차 설문에서 제안된 장비의 설치 비용을 다시 알려주고 각각의 응답을 수정할 수 있도록 하였다. 설문지는 총 120매가 회수되어 전체적인 회수율은 38.1%이다.

2차 설문 대상자는 대학 교수, 우수연구센터, 공공연구소, 산업체, 학회에 계신 과학자와 기술자들로 <표 1>과 같은 분포의 표본으로 구성되어 있다. 총 응답자는 120명이며 학위별로는 박사학위 소지자가 108명(90.0%)으로 대부분을 차지하였고, 석사학위 소지자가 6명(5.0%), 학사학위 소지자가 6명(5.0%)이었다.

<표 1> 2차 설문 대상

기		관		계	
대	학	국·공립 단대	70	131	
		사립 단대	61		
우	수	연	SRC	7	26
			ERC	19	
공	공	연	출연(연)	66	91
			국공립시험(연)	25	
산	업	체	대기업부설(연)	35	53
			중소기업부설(연)	10	
			연구조합	8	
학	회	이과계	7	14	
		공과계	7		
계				315	

기관별로는 공과대, 이과대 및 기타대 그리고 부설 연구소를 포함한 대학 종사자가 72명(60.0%)으로서 가장 높은 참여율을 나타냈고, 정부 및 출연연구소 종사자는 30명(25.0%), 기업의 부설 연구소 및 연구 조합은 18명(15.0%)이었다.

〈표 2〉에서와 같이 경력별로는 20년 이상 종사자가 35명(29.2%)으로서 가장 많았으며, 다음으로 16~20년이 28명(23.3%), 11~15년이 23명(19.2%), 그리고 1~5년과 6~10년이 각각 14명(11.7%)으로 나타났다.

연령별로는 40대가 57명(47.5%)으로 반 정도를 차지하고 있고, 50대가 44명(36.7%)을 차지하고 있어 40~50대가 응답자의 대다수를 차지하고 있다.

〈표 2〉 설문 응답자의 경력별 연령별 분포

구 분		계	경 력 별						연 령 별			
			1 ~ 5	6 ~ 10	11 ~ 15	16 ~ 20	20 ~ 무 응 답	30 ~ 39	40 ~ 49	50 ~ 무 응 답	무 응 답	
산	박 사	11	2	3	2	1	2	1	5	5	1	0
	석 사	2	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
	학 사	5	0	1	1	2	1	0	2	2	1	0
	계	18	2	4	4	3	3	2	8	8	2	0
학	박 사	71	8	8	12	19	21	3	4	33	33	1
	석 사	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	학 사	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	계	72	8	8	12	20	21	3	5	33	33	1
연	박 사	26	4	2	5	4	10	1	4	13	9	0
	석 사	3	0	0	1	1	1	0	0	2	1	0
	학 사	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	계	30	4	2	7	5	11	0	4	16	10	0
합 계	박 사	108	14	13	19	24	33	5	13	51	43	1
	석 사	6	0	0	2	2	1	1	2	3	1	0
	학 사	6	0	1	2	2	1	0	2	3	1	0
	계	120	14	14	23	28	35	6	17	57	44	2
평 균			17 년						48 세			

* 무응답은 세부통계에서 제외하였으므로 합계와 차이가 있는 경우가 있음.

다른 한편 응답자의 전문도에 있어서 총 응답자 120명 가운데 스스로의 전문도를 「대」, 「중」, 「소」라고 응답한 경우가 평균적으로 각각 15.6%, 29.1%, 55.3%로 나타났다. 여기서 평균적이라 함은 응답한 총 과제수 중에서 전문도를 「대」라고 응답한 과제수를 총 응답수로 나눈 것을 의미한다.

응답자의 전공은 기술 분야 전공을 세분한 요약표를 제시하고 해당 전공의 코드명을 기입하도록 하였다. 세분화된 전공 분야를 크게 8가지로 분류하여 응답자의 전공별 분포를 살펴보았다. <표 3>에서와 같이 100, 200, 300번대 코드의 전공자가 각 25명(20.8%)으로 가장 많았다.

〈표 3〉 설문 응답자의 전공 분포

코드 분류	전 공 분 야	응답자 수	백분율
100	정보·전자·통신 분야	25	20.8 %
200	기계·설비 분야	25	20.8 %
300	소재·공정 분야	25	20.8 %
400	생명과학 분야	20	16.7 %
500	에너지·자원·원자력 분야	3	2.5 %
600	환경·지구과학 분야	12	10.0 %
700	건설기술 분야	6	5.0 %
800	기타 기술 분야	3	2.5 %
.	무응답	1	0.8 %
계		120	100.0 %

장비의 중요도에 대한 설문 분석 결과를 보면, 「기초과학」, 「거대과학」, 「공공복지기술」, 「산업경쟁력」의 측면에서 해당 장비가 가지는 중요도를 10점 만점으로 표기하도록 하였다. 응답율을 살펴보면, 제시된 모든 장비가 과반수 이상의 응답율을 보였으며, 고배율 투과 현미경(TEM)과 초병렬 대형 컴퓨터가 각각 90건(75.0%)으로 가장 높은 응답율을 보였다.

장비 도입 방법의 설문 결과를 보면, 어느 기관이 주체가 되어 장비구입을 추진하는가 하는 문제로서, 출연 연구소(42.9%)가 가장 바람직하다고 대답한 비율이 가장 높았으며, 우수연구센터(23.6%), 대학 부설 연구소(22.1%), 민간 주도(11.5%) 순으로 응답하였다.

운영·관리 체계의 설문 결과로서, 연구 주체에 관한 질문 결과는 「공동이용 전담창구」를 마련해야 한다는 응답이 86.0%로 모든 장비가 공동 이용이 더 바람직하다고 나타났다. 「개별적인 운영」은 14.0%에 불과하였다.

「공동이용 전담창구」를 마련해야 한다는 응답자들 중, 「정부 출연 연구소」가 전담창구로서 바람직하다는 비율이 43.3%로 가장 많았으며, 「우수 연구센터」는 23.7%, 「독자기 구」가 8.4%, 「연구조합」이 5.3% 순으로 나타났다.

3. 제3차 설문 조사²⁾

가. 설문 조사

총괄수행자가 중요도 상위 장비로서 이미 예산 배정이 되었거나 중복된 장비를 제외한 신규 기획 후보로서 통계 빈도수 처리 결과에 따라 9개 장비를 선정하였고, 이에 대해 아래와 같은 항목의 정보를 첨부하였다. : 영어명과 사양, 추정 가격, 도입 필요성으로서 국내외 연구 기술 동향과 활용 방안, 국내 자체 개발, 공동 개발, 도입 여부, 국내 이용 예정자 목록.

전문가들은 9개 대형 연구장비의 설문 분포 결과를 받아보고, 제2라운드 설문에서 응답했던 자신의 예측 결과를 제3차 설문지 작성시 수정할 기회를 가진다. 물론 자신의 응답을 수정하지 않을 수도 있다. 특히 다른 전문가들이 고려하지 않았을 가능성이 있는 요인이나 사실들을 열거하도록 한다. 응답자는 익명이 보장된 상태에서 대면 회의방식과 달리 자유로이 의견을 개진할 수 있다.

1. 2차 설문을 토대로 중요 장비 9개를 총괄수행자가 선정해 3차 설문을 실시하였다. 설문 대상은 특정분야에 치우침을 방지하기 위하여 과학기술계 종진과 원로들을 대상으로 선정하였다. 이같은 원칙에 따라 정부 출연연구소 소장 9명, 한림원 이공계 회원 11명, 국·공립 대학의 이공계 출신 총장 11명, 기업 부설 연구소 소장 10명, 우수연구센터 소장 10명으로 총 51부를 발송하였다. 설문은 우편을 이용해 발송하였고, 총 21부를 반송 받아 41.2%의 회수율을 보였다.

2) 권용수·민철구·조황희·황보 열·이경민(1997), 과학기술하부구조 선진화를 위한 대형 연구장비의 수요 전망, KDI 주관 '97년 국가정책개발사업 최종보고서안.

나. 설문 조사 결과

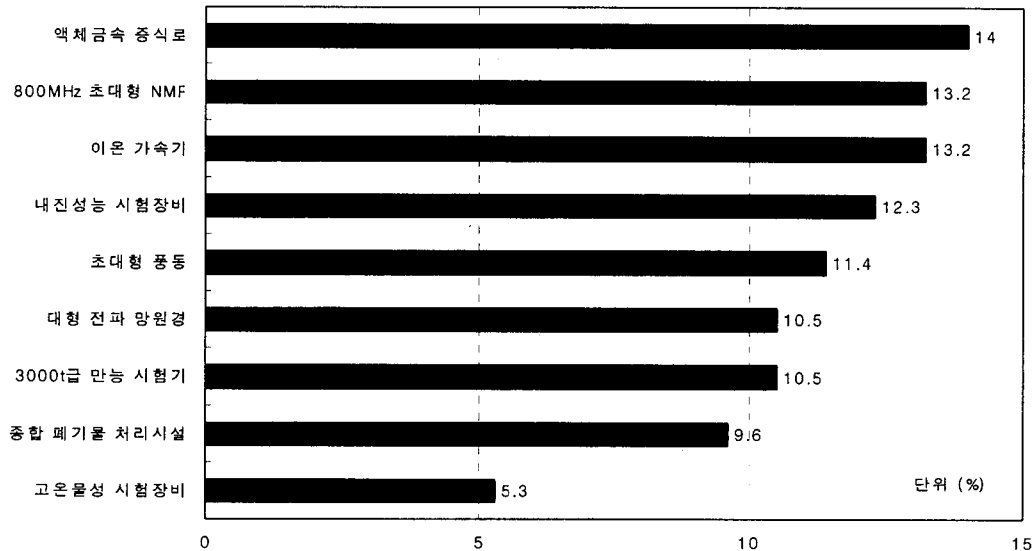
(1) 응답자의 특징

총 응답자는 21명이며 산·학·연 비율은 각각 14.3%, 57.2%, 28.6%로 학계 종사자가 가장 많았다. 또한 학위별로는 박사학위 소지자가 16명으로 85.7%로 대부분을 차지했으며, 석사학위 소지자 2명, 학사학위 소지자는 1명 이었으며 연령 평균은 53세, 경력 평균은 21년이었다.

응답자의 전공은 기술 분야 전공을 세분한 요약표를 제시하고 해당 전공의 코드명을 기입하도록 하였다. 세분화된 전공 분야를 크게 8가지로 분류하여 응답자의 전공별 분포를 살펴보았다. 소재·공정 분야인 300번대 코드의 전공자가 5명(23.8%)으로 가장 많았다.

(2) 장비의 중요도

설문에서 제시한 9개 장비가 가지는 국가적 중요도를 1위에서 9위까지 순위를 기재하도록 하였다. 그 중 각 응답자의 상위 1위, 2위, 3위 장비에 대해 3 : 2 : 1의 가중치를 두어 중요도를 계산하였다. 「액체금속 증식로」의 국가적 중요도를 가장 크게 보는 것으로 나타났다(14.0%). 이어 「800MHz이상 초대형 NMR」과 「이온 가속기」가 각 13.2%로 다음으로 중요한 과제로 지적되었다.



[그림 1] 장비의 국가적 중요도

(3) 장비 확보의 시급성

각 장비의 확보 시기에 관한 설문 응답을 중요도 상위 3개 장비에 대해 살펴보면, 「액체금속 증식로」는 향후 '15년 이내'에 구입하는 것이 바람직하다는 응답이 가장 많았으며 (41.2%), 「800 MHz 초대형 NMR」은 향후 '5년 이내'라고 응답한 비율이 40.0%로 가장 많았다. 「이온 가속기」의 경우에는 향후 '3년 이내', '5년 이내', 그리고 '10년 이내'가 바람직하다는 의견이 각각 26.3%로 동등하게 나타났다.

그 밖에 3년 이내에 구입하는 것이 바람직하다는 분포를 보인 장비로는 「고온물성 시험장비」(31.3%), 「내진성능 시험장비」(33.3%), 「종합 폐기물 처리시설」(56.3%) 등 이다.

〈표 4〉 장비별 확보 시기

(단위 : %)

장비명 \ 도입시기	향후 3년 이내 (2000년까지)	향후 5년 이내 (2002년까지)	향후 10년 이내 (2007년까지)	향후 15년 이내 (2012년까지)	향후 20년 이내 (2017년까지)
대형 전파 망원경	16.7	38.9	27.8	11.1	5.6
800MHz 초대형 NMR	30.0	40.0	20.0	5.0	5.0
액체금속 증식로	5.9	17.7	35.3	41.2	0.0
천음속 풍동	27.8	16.7	38.9	16.7	0.0
이온 가속기	26.3	26.3	26.3	10.5	10.5
3000t급 만능 시험기	11.1	44.4	27.8	16.7	0.0
고온물성 시험장비	31.3	31.3	12.5	18.8	6.3
내진성능 시험장비	33.3	33.3	16.7	16.7	0.0
종합 폐기물 처리시설	56.3	12.5	25.0	0.0	6.3

(4) 장비 확보 방법

다음은 장비에 대한 확보 방법을 살펴보면, 「액체금속 증식로」의 경우 선진국과의 '공동 개발'이 가장 바람직하다는 의견이 55.6%로 가장 많았고, 「800MHz 초대형 NMR」은 외국에서 '도입'해야 한다는 의견이 60.0%, 「이온 가속기」는 '국내 개발'과 '공동 개발'이 각각 31.6%로 동률을 나타내었다.

〈표 5〉 장비의 설비 도입 방법

(단위 : %)

장비명 \ 도입방법	해 외 도 입	국 내 개 발	해외공동개발	외국장비활용
대형 전파 망원경	31.6	5.3	42.1	21.1
800MHz 초대형 NMR	60.0	20.0	5.0	15.0
액체금속 증식로	16.7	27.8	55.6	0.0
천음속 풍동	16.7	44.4	33.3	5.6
이온 가속기	21.1	31.6	31.6	15.8
3000t급 만능 시험기	15.8	36.8	42.1	5.3
고온물성 시험장비	29.4	35.3	29.4	5.9
내진성능 시험장비	31.6	31.6	21.1	15.8
종합 폐기물 처리시설	0.0	58.8	41.2	0.0

(5) 파급 효과

각 장비를 확보했을 때 예상되는 파급효과를 '기초과학', '경제', '인력양성', '국제협력'이라는 4 개 항목으로 나누어 5점 만점으로 측정하도록 하였다. 기초과학에서의 파급 효과가 가장 클 것으로 나타난 장비는 「이온 가속기」로 평균 4.2점을 기록하였다. 경제에서의 파급효과 점수가 가장 높게 측정된 장비는 「종합 폐기물 처리시설」로 평균 4.0점, 인력양성에서는 「액체금속 증식로」가 평균 3.4점, 그리고 국제협력에서의 파급효과는 「대형 전파 망원경」이 평균 3.3점으로 가장 높은 점수를 기록하였다.

〈표 6〉 각 항목에 대한 파급 효과가 가장 클 것으로 나타난 장비들

평점순위 \ 항목	기 초 과 학	경 제	인 력 양 성	국 제 협 력
1위	이온 가속기 (4.18 점)	종합폐기물처리시설 (4.17 점)	액체금속 증식로 (3.44 점)	대형 전파 망원경 (3.29 점)
2위	대형 전파 망원경 (3.94 점)	액체금속 증식로 (3.31 점)	이온 가속기 (3.41 점)	이온가속기/ 액체금속 증식로 (3.06 점)

(6) 국내 연구자 규모

각 장비에 대한 실제 활용 가능한 수요자(연구인력)의 규모에 대한 응답을 보면, 「종합 폐기물 처리시설」의 경우 '1,000인 이상'의 연구인력을 가지고 있다는 항목이 33.3%로 가장 높았고, 나머지는 모두 '250인 이하'에 응답한 비율이 가장 높았다.

〈표 7〉 장비에 대한 국내 연구자 규모

(단위 : %)

장비명 \ 도입 방법	250인 이하	500인 이하	750인 이하	1,000인 이하	1,000인 이상
대형 전파 망원경	76.5	5.9	5.9	5.9	5.9
800MHz 초대형 NMR	47.4	26.3	5.3	10.5	10.5
액체금속 증식로	50.0	31.3	6.3	6.3	6.3
천음속 풍동	50.0	16.7	22.2	11.1	0.0
이온 가속기	41.2	23.5	17.7	11.8	5.9
3000t급 만능 시험기	29.4	17.7	17.7	29.4	5.9
고온물성 시험장비	33.3	33.3	13.3	13.3	6.7
내진성능 시험장비	41.2	23.5	17.7	11.8	5.9
종합 폐기물 처리시설	13.3	20.0	26.7	6.7	33.3

Ⅲ. 요약 및 해석상 유의점

1. 조사결과의 요약

장비별 특성요소를 종합 분석한 제3차 설문조사 결과를 분석·요약하면 다음과 같다.

〈표 8〉 대형 연구장비 수요 요약표

특성요소 품 목	국가적 중요도	확보시기	설비도입 방법	국내연구자 규모
액체금속 증식로	1위 (14.0%)	2012년 까지	해외 공동개발	250인 이하
800MHz 초대형 NMR	2위 (13.2%)	2002년 까지	해외 도입	250인 이하
이온 가속기	2위 (13.2%)	2000~2007년	해외 공동/국내 개발	250인 이하
내진성능 시험장비	4위 (12.3%)	2000~2002년	해외 도입/국내 개발	250인 이하
초대형 풍동	5위 (11.4%)	2007년 까지	국내 개발	250인 이하
대형 전파 망원경	6위 (10.5%)	2002년 까지	해외 공동개발	250인 이하
3000톤급 만능시험기	7위 (10.5%)	2002년 까지	해외 공동개발	250인 이하
종합 폐기물 처리시설	8위 (9.6%)	2000년 까지	국내개발	1,000인 이상
고온 물성 시험 장비	9위 (5.3%)	2000~2002년	국내개발	250~500인 이하

2. 설문 조사 결과의 해석시 유의점

가. 대형 연구장비에 대한 개념의 차이

본 연구의 관심인 신규 기획을 위한 국제적 대형 연구장비의 범주에 들지 않지만 과학 기술자들이 생각한 정의와 중요도에 따라 800MHz NMR, 퇴비화 시설 등을 대형 연구 장비로 추천받아 설문조사의 결과에 반영하였다. 대형 연구장비의 후보 선정이나 예산 배 정시 유의점 중의 하나이다. 국가 운영 대형장비의 적정 범위를 위한 분류 기준으로서 단 일장비로 예컨대 500만달러 이상 장비가액 기준을 명확히 줄 필요가 있다.

나. 중요도 가중치 문제

본 연구는 9개의 대형 연구장비를 대상으로 중요한 순위순으로 3개의 장비를 선택하게 하였고, 가중치를 암묵적인 관행에 따라 1순위는 3점, 2순위는 2점, 3순위는 1점을 주었 다는 점이다. 대형 연구장비의 상대적 중요도로서 참고할 때 유의할 점이다.

다. 우선순위 선정 기준 문제

본 연구에서는 비용과 편익의 경제성을 최우선하여 대형 연구장비의 우선 순위를 선정 하지 않고, 전문가의 응답을 분석하여 우선 순위를 선정하였다. 또한 대형 연구장비 구 축을 위해 국제 공동 연구개발 참여 및 해외의 연구장비 이용제도의 활용 같은 국제협력 대안과 국내 투자의 방안은 정책적 외생변수로서 우선순위 선정시 고려하지 않았다.

참 고 문 헌

- 국 내 문 헌 -

- 과학기술처(1991), 대학의 기초과학 연구시설 지원 기능 강화 방안에 관한 연구.
- 과학기술처(1994), 2010년을 향한 과학기술발전 장기계획(안) 1995-2010.
- 과학기술처(1997), 과학기술기자재 보유현황.
- 과학기술처(1996), "1997년도 세입세출 예산(안) 개요".
- 과학기술처·과학기술정책관리연구소(1997), 과학기술 하부구조 구축, 과학기술 혁신 5개년 계획 중간보고서.
- 과학기술처·한국과학재단(1997), 기초연구를 위한 투자확대의 목표를 포함한 기초연구 진흥계획, 과학기술혁신 5개년 계획 중간 보고서.
- 교육부(1996), 교육통계연보.
- 국가과학기술자문회의(1996), 자연계 대학의 연구 활성화 방안, 대통령 자문 보고서 96-02
- 권용수·민철구(1997), 대형 과학기술 장비의 국가적 운영 시스템 구축에 관한 연구, 정책연구 97-15, 과학기술정책관리연구소.
- 신태영, 박재혁, 김형수편(1995), 기술예측방법론, STEPI 연구보고 95-29.
- 한국과학재단(1997), 21세기의 창조적 사회를 대비하는 기초과학(순수 및 응용) 연구기반 구축에 관한 조사 연구, 서울대 서정현 교수.
- STEPI(1994), 2010년을 향한 과학기술발전 장기계획, 연구보고 95-08.
- STEPI(1994), 제1회 과학기술예측조사(1995 - 2015년): 한국의 미래기술.

- 외 국 문 헌 -

- OECD(1995), International Infrastructure Competition: Towards A Policy Framework, Vol. III No.90
- OECD(1995), Megascience, The OECD Forum, Very Large Scientific Facilities in Europe: An Analysis of Legal Texts Governing Institutional Co-operation, OECD/GD(95)80
- OECD(1995), Megascience: The OECD Forum, Cost/Benefit Analysis of Large-Scale S&T Projects: Notes on Some Methodological Issues, Vol. III No.52
- OECD(1995), Megascience: The OECD Forum, Megascience Policy Issues
- OECD(1995), Megascience: The OECD Forum, Report on the Follow-up Meeting on

- Advanced Neutron Sources, Vol. III No.51
- OECD(1995), Megascience: The OECD Forum, The Definition of a Mature and Complete Megascience Project Proposal, Vol. III No.50
- OECD(1996), *STI Review* No. 17, Special Issue on Government Technology Foresight Exercises
- Ratchford J. T. and Colombo U.(1996), Mega Science, in UNESCO(1996), *World Science Report*.
- Stewart, J.(1995), "Models of Priority-Setting for Public Sector Research", *Research Policy* 24, pp. 115-126
- Teubal, M., D. Foray, M. Justman, E. Zuscovitch(1996), *Technological Infrastructure Policy - an International Perspective*, Kluwer Academic Publishers.