

국가 주도 슈퍼컴퓨터센터의 역할과 B/C 분석 및 발전방향

A Study on the Role and B/C Analysis of
National Supported Supercomputing Center

이 정 희*

〈目 次〉

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| I. 서 论 | IV. 바람직한 국가주도
슈퍼컴퓨터센터의 발전방향 |
| II. 국가주도 슈퍼컴퓨터센터 역할 분석 | V. 결 论 |
| III. B/C 분석(활용효과 중심) | |

〈Abstract〉

This study attempts to analysis of the role and B/C(Benefit/Cost)of National Supported Supercomputing Center in process of the promotion for informatization in Korea. ETRI Supercomputing Center, as National Supported Supercomputing Center, was established in 1967 as a laboratory of KIST(Korea Institute of Science and Technology). ETRI Supercomputer Center have acted a leading role as National HPCC(High Performance Computing and Communication) in Korea.

The result of B/C analysis of ETRI Supercomputer Center showed that it is twenty times benefit as many as cost for the last 30 years.

As soon as possible, it was Suggested that ETRI Supercomputer Center must be developed as National Supercomputing Center(NSC).

Key Words : national supercomputer center, B/C analysis on ETRI supercomputer center, leading role, HPCC, twenty times benefit

* 한국전자통신연구원 슈퍼컴퓨터센터, 책임연구원 (E-mail : jhlee@seri.re.kr)

I. 서 론

우리 나라가 60년대 초 경제개발 5개년 계획을 처음 수립하면서 기술개발을 뒷받침할 정부 출연연구소로 1966년 한국과학기술연구소(KIST)를 설립하였으며 그 이듬해인 1967년에는 KIST 산하에 전자계산실이 설치되었다. 이 전자계산실을 모태로 하여 발전하여 온 슈퍼컴퓨터센터는 컴퓨터 이용기술이 거의 전무하다시피 했던 당시 우리 나라 사회 전반에 컴퓨터를 도입 소개하고 이용기술을 널리 보급, 확산하여 왔으며 80년대 후반에는 국내 최초로 슈퍼컴퓨터를 도입, 운영함으로써 우리 나라 정보화 기반 구축 및 확산에 힘써왔다.

본 연구는 우리 나라 정보화 추진과정에서 슈퍼컴퓨터센터가 구체적으로 어떠한 역할을 수행하여 왔으며 그 활용성과는 어떠한가를 분석하고 아울러 국가적 차원에서 향후 슈퍼컴퓨터센터의 나아갈 방향과 새로운 역할을 조명하는데 목적을 두고 수행되었다.

이 연구에서의 슈퍼컴퓨터센터의 역할은 지난 30년간의 발전과정과 그 과정에서의 대표적인 활용사례를 통하여 분석되었다. B/C 분석(활용성과) 부문에서는 시대별, 분야별 주요 사례를 중심으로 경제적인 효과를 중점 분석하되 기술, 사회적 파급효과도 아울러 분석하였다. 먼저 슈퍼컴퓨터센터의 공동 이용효과로서 컴퓨팅서비스, 연구전산망, 슈퍼컴퓨터 3개 부문에 대한 사례분석이 이루어 졌고 이어서 분야별 슈퍼컴퓨터 활용사례로서 석유탐사, 기상예보, 원자력 안전성, 국산자동차 제작 및 설계사례 등 4개 사례가 각각 분석되었다.

연구수행 과정에서 필요한 자료는 관련 보고서, 연보, 각종 문헌 자료를 참조하였으며 필요시 사례별 연구진 및 외부 참여자의 인터뷰 등에 의존하였다. 이 연구결과는 슈퍼컴퓨터센터 30년에 대한 경제성 분석 및 향후 발전방향과 정부 예산지원을 위한 정책자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

II. 국가 주도 슈퍼컴퓨터센터 역할 분석

슈퍼컴퓨터센터는 1967년 6월, KIST전자계산실로 출범한 이후 1988년 이전까지 20여년간 정보화의 불모지인 우리 나라에 메인프레임 컴퓨터를 도입, 그 이용기술을 널리 확산 보급하여 왔으며 1988년 11월, 국내 최초로 슈퍼컴퓨터 1호기를 도입한 이래 1993년 11월, 2호기가 도입되어 1997년 현재까지 10년동안 슈퍼컴퓨터를 중심으로 한 국가 슈퍼컴퓨터센터로서의 역할을 수행하여 오고 있다. 슈퍼컴퓨터센터가 걸어온 시대별 역할 흐름의 특성을 분석하기 위하여 1988년 슈퍼컴퓨터 도입이전 메인프레임의 도입확산기와 도입이후 슈퍼컴퓨터 도입확산시기로 나누어 본다.

1. 메인프레임의 도입 및 이용확산기('67-'87)

이 시기의 주요 특징은 컴퓨터 이용기술을 도입, 소개하고 전 산업, 사회를 대상으로 정보화의 뿌리를 내리게 하는 이식기에 해당하며 이러한 역할은 기술개발 보급차원에서는 당시 KIST 전자계산실(현 슈퍼컴퓨터센터의 전신)이 주역을 담당하여 왔다.

'60년대에는 컴퓨터 이용기술의 보급과 컴퓨터 대중화를 통한 컴퓨터 이용기반을 확산하여 왔으며 '70년대에는 국가 정책과제 수행에 필요한 대규모의 데이터 처리, 전국을 카바하는 네트워크를 형성하여 이용의 폭을 광범위하게 넓혀 왔다. 1970년 경제기획원 예산국에 전화선을 이용한 원격단말장치(remote batch terminal)를, 1971년에는 덕수상고에 CDC 200원격터미널을 각각 설치 운영하는 등 당시의 전산실을 중심으로 한 컴퓨터망(network) 형성의 시발이 되었다. 특히 당시 CYBER-72를 핵으로 한 대량처리 단말장치(batch terminal) 및 대화형 단말장치(interactive terminal)를 서울시

내를 포함한 부산, 광주, 울산 등지에까지 연결하여 전국적인 대규모 전산망을 형성하게 되었다. 이 기간동안 정부가 추진한 바 있는 서울시 전화요금 E.C.P.S, 대학입시 예비고사, 의료보험 정책 등은 시기적으로 보아 당시 전자계산실의 컴퓨터시스템이 운용되고 있었기에 가능한 것이었다.

이와 같이 KIST 전자계산실은 '70, '80년대 국가 컴퓨팅 파워의 공동 활용체제 구축 및 서비스를 통한 수많은 대형 프로젝트를 수행하여 국가정책, 교육, 연구, 기업경영 등 사회 전반적인 생산성 향상 및 국내 컴퓨팅 발전에 선도적 역할을 담당하여 왔다. 이러한 성과는 메인프레임을 기반으로 정부, 학계, 연구소, 산업계에 널리 확산하여 온 특징을 갖는다.¹⁾

2. 슈퍼컴퓨터 도입 및 이용확산기('88-)

'80년대에는 '86, '88 양대회 전산화 업무등 대형 프로젝트 지원시스템, 연구전산망 구축, 그리고 특히 슈퍼컴퓨터를 최초로 도입 설치 운영함으로써 기초과학 분야에서 첨단산업분야 기술개발에 이르기까지 활용범위를 널리 확대 응용 지원하게 되었다. 1987년까지 가동한 시스템으로는 CYBER 170-835 (2MW, 3MIPS), AS/XL V50(32MB, 15.8MIPS), IBM 3083JX (32 MB, 8.4MIPS), VAX11/750 (6MB)등이었으나 1988년 8월에 슈퍼컴퓨터 CRAY-2S (128 MW, 2GFLOPS)가 국내에서 처음 설치됨에 따라 당시 전 세계적으로 강력한 컴퓨팅 파워를 보유하는 슈퍼컴퓨터센터로 격상되었으며 국내의 기초연구는 물론 첨단산업기술 분야의 획기적인 발전을 이룩할 수 있는 기틀을 제공하게 되었다.

아울러 정확한 기상예보와 원자력 안전성 분석 등 국가 위기관리와 밀접한 분야에서도 기여할 수 있게 되었다. CYBER 960-31과 VAX II가 설치되어 기존의 호스트 시스템과 함께 CRAY-2S의 FEP 역할을 하게 되었으며 다수의 워크스테이션과 정전기식 프로터가 도입되고 각 분야의 고급 소프트웨어를 설치함으로써 총체적으로 컴퓨팅 파워의 공동활

용센터로서의 선도적 역할을 수행하게 되었다. 특히 1990년 5월에는 서울 흥능에서 대덕연구단지로의 이전을 계기로 국내 첨단과학연구의 첨병이라 할 수 있는 대덕연구단지내 각 출연 연구기관, 대학, 산업체 연구소등 산·학·연 전산자원 공동활용센터로서의 기능을 더욱더 효율적으로 수행할 수 있게 되었다. 슈퍼컴퓨터센터내 각각의 시스템들은 hyper-channel이나 ethernet로 연결되어 있어서 data의 대량, 고속전송이 가능하고 외부 사용자들은 전용선, dial-up서비스, 연구망 등을 통하여 슈퍼컴퓨터 네트워크 내의 여러 시스템들을 빠르고 편하게 사용할 수 있게 되었다.

특히, 슈퍼컴퓨터를 국가 기간전산망 (연구전산망, KREONet/HPCNet: Korea Research Environment Open Network/High Performance Computing Network) 중앙 전산기로 활용함으로써 대학, 연구소의 연구생산성 향상 및 산업체의 신기술 개발 등 국내 슈퍼컴퓨팅 분야 저변확대와 국가경쟁력 향상에 크게 기여하였다.

슈퍼컴퓨터 1호기 CRAY-2S가 포화상태에 이르게 되어 1호기 도입 5년만인 1993년 11월에 다시 CPU성능 16 GFLOPS, main memory 4배, 디스크 용량 203GB의 약 10배정도 향상된 성능의 슈퍼컴퓨터 2호기 CRAY-C90시스템으로 교체 운영하게 되었다. 이로써 슈퍼컴퓨터센터는 슈퍼컴퓨팅 파워면에서 당시 기준 세계 10위권의 슈퍼컴퓨터센터로 성장하였으며 고성능전산망 분야에서도 1991년 미국의 NSFNET과 국제전용링크 개통을 계기로 유럽의 EuroPaNet, 일본의 IMNet과의 연동을 통한 국제협력 개시로 세계적 수준의 근간망을 갖추게 되었다.

한편 슈퍼컴퓨터센터는 1995년 정보통신부의 출범으로 연구소의 소관 부처 이관에 따라 당시 시스템공학연구소의 한 조직으로 1996년도에 정보통신부로 이관되었으며 1997년 5월에는 초병렬 컴퓨터인 CRAY T3E LC128을 도입, 설치하여 슈퍼컴퓨팅 능력을 확충한데 이어 슈퍼컴퓨터 2호기의 포화상태로

1) 안문석, 시스템공학연구소 30년 경제적 효과분석연구(고려대학교 정책대학원, 1998), pp.87-88.

3호기 도입이 시급히 이루어져야 할 시점에 있다.

3. 역할 분석

이상에서 분석된 바에 의하면, 슈퍼컴퓨터센터는 1967년 설립된 이후 오늘에 이르기까지 지난 30년 동안 각 시대별 최대규모의 컴퓨터시스템과 전산망으로 우리 나라 정보화 구현에 필수적 인프라 구축 및 개발을 선도함으로써 과학기술 진흥 및 국민경제 발전의 견인차로서의 역할을 담당하여 왔음을 알 수 있다. 이러한 역할은 연구원, 교수, 학생을 중심으로 한 과학기술 지식탐구, 산업경쟁력 강화를 위한 기술혁신, 국민의 생명과 재산 보호 및 각종 재난 방지를 위한 국가 위기관리, 첨단 정보화기술 선도를 위한 정보화 기반 구축 및 확산활동을 중심으로 수행되어 왔다. 지난 30년간 슈퍼컴퓨터센터가 일관성 있게 수행하여 온 이들 역할은 메인프레임 시대와 슈퍼컴퓨터 시대에 따라 그 기능 수행상의 성격에 있어서 차이가 발견되고 있다.

첫째, 메인프레임 시대의 지식탐구는 교수 및 대학원 논문 연구를 위한 통계처리와 사회문제 탐구조사, 자연과학 및 공학 분야의 실험설계, 데이터 처리 및 해석 등이 중심을 이루고 있다. 그러나 슈퍼컴퓨터 시대에는 원자, 분자 등 극소규모 문제, 우주 및 지구 등 대규모 문제, 광속 등 초고속 문제, 기후변화 등 초저속 문제, 원자력 등 고 위험도 문제처리를 위한 과학기술 분야가 중심을 이루고 있어서 지식탐구 문제가 단순한 성격에서 복잡한 성격으로 전환되었음을 알 수 있다.

둘째, 기술혁신을 위한 국가 산업경쟁력 강화 역할로서 메인프레임 시대에는 합리적 기업경영을 통한 생산성 향상, 제조업체 생산공정 자동화를 통한 원가절감과 품질향상 등이 중심을 이루었으며 슈퍼컴퓨터 시대에는 고기능, 고정밀도 및 고신뢰도가 요구되는 첨단제품 설계 등을 중심으로 수행하여 온 것이 특징이다. 이러한 경향은 메인프레임 시대의 MIS, 기업경영, 자동화로부터 슈퍼컴퓨터시대에 이르러 더욱 고도화되고 첨단화되는 방향으로 전환되어 왔음을 의미한다.

셋째, 국가 위기관리를 위한 정보처리기반으로서

의 역할 또한 마찬가지이다. 메인프레임시대에는 기상통계, 국민복지연금, 원격탐사기술, 병원관리 전산화 업무등이 대표적이며, 슈퍼컴퓨터시대에는 일기예보, 기후변화, 원자력 안정성, 지진 및 해일예측, 환경예측을 통한 국민의 생명과 재산 및 국민복리를 향상시키고 효과적인 국가 위기관리 역할을 수행하여 왔다. 이러한 역할흐름은 업무처리 환경이 점점 시각화되고 대용량/초고속화 되어가는 특징을 보여주고 있다.

넷째, 첨단 정보화 기술을 선도하는 첨단정보기반으로서의 역할이다. 메인프레임시대에는 국내 최초의 EPB(광화문)-KIST(홍농)간 컴퓨터 네트워크를 효시로 '70년대초 2400bps에서 '70년대 중반 이후 '80년대 중반까지 4800-9600bps환경 하에서 전국적 네트워크를 확산하여 국가 공동 전산개발센터로서의 역할을 수행하였으며, 슈퍼컴퓨터시대에는 Mbps급으로 고속화 환경을 갖추고 최고수준의 컴퓨팅, 정보저장, 시각, 가상 환경과 고성능의 컴퓨팅네트워크 기술을 개발, 확보, 서비스함으로써 국가 첨단 정보 인프라스트럭처 모델 구축을 선도하는 역할을 수행하여 왔다.

이와 같은 슈퍼컴퓨터센터의 역할흐름에 대한 시대적 변화는 국가사회의 수요와 정보화 사회 진전에 따른 기술환경의 특성 변화를 반영하는 것이기도 하다. 이는 슈퍼컴퓨터센터가 지난 30년동안 이른바 시각화, 지능화, 개인화, 개방화, 대용량 초고속화, 국제화로의 발전되어 가는 첨단 인프라로서의 선도적 역할을 담당하여 왔음을 의미한다. 앞에서 분석된 슈퍼컴퓨터센터의 역할에서 나타난 특징은 향후 슈퍼컴퓨터센터의 발전방향과 관련하여 주요한 시사점을 던져주고 있는 바 이에 대해서는 뒤에 언급하고자 한다.

Ⅲ. B/C 분석(활용효과 중심)

1. 활용사례 선정

본 연구에서의 사례선정과정상 적용된 선정기준은 사업수행시기와 사업의 성격, 사업규모, 기관의 역

〈표 1〉 분석대상으로 선정된 사례의 개요

사 업	기 간	개 요
1. 컴퓨팅서비스 공동활용	1970-1985 (16년)	전국적 터미널 네트워크를 통한 KIST시스템 지원으로 컴퓨터 도입 억제
2. 연구전산망 공동활용	1989-1997 (9년)	전국적 지역망센터 운영에 따른 예산 절감
3. 슈퍼컴퓨터 공동활용	1988-1997 (10년)	슈퍼컴퓨터 공동활용에 따른 사용자 수요 충족으로 슈퍼컴퓨터 도입예산 절감
4. 석유탐사 자료 분석	1988-1997 (10년)	국내 대륙붕에서 획득한 탄성과 자료분석으로 대륙붕 하부 구조 규명, 시추지 선정 공헌(유공, SERI, 자원연구소)
5. 기상예보	1988-1997 (10년)	한국 기후 및 지형에 맞는 일기예보용 수치예보 모델 개발로 재산 피해 감소(기상청, 서울대, 연세대)
6. 원자력 안전성 분석	1990-1997 (8년)	한국형 원전연료의 고유모델 개발, 원자력 발전소의 안정성 실증실험 연구 수행
7. 국산 자동차 제작 및 설계	1993-1997 (5년)	신형 국산 자동차 제작시 차량 충돌 모의실험으로 실제 차량충돌 시험 횟수를 줄임

할, 파급효과, 자료확보의 용이성등이 고려되었다. 이러한 기준에 따라 선정된 사례는 공동이용사례로서 컴퓨팅 서비스, 연구전산망, 슈퍼컴퓨터 공동활용 등 3개 부문이 선정되었으며 개별사례로서는 석유 탐사자료 분석, 기상예보, 원자력 안전성, 국산 자동차 제작 및 설계 등 4개 사례가 선정되었다. 이들 활용효과에서는 경제적 효과분석을 중심으로 하되 기술적, 사회적 파급효과도 함께 분석하였다. 분석대상으로 선정된 사례별 개요는 다음과 같다. (1-3까지는 공동이용사례, 4-7까지는 개별이용사례)

2. 경제적 효과분석 방법상의 타당성 논의

슈퍼컴퓨터 활용에 따른 경제적 효과를 분석함에 있어에 관련되는 방법상의 문제가 제기된다. 경제적 효서 사전적으로 고려해야 될 몇 가지 문제점이 제기된다. 그 주요한 것 중의 하나는 경제적 효과 분석방법상의 타당성에 대한 것이다. 그리고 화폐가치 환산을 위한 조작화 및 원천자료 확보상의 문제, 기술적, 사회적 파급효과에 대한 판단 근거과 분석에 앞서서 이들에 대하여 좀더 구체적으로 논의하고자 한다.

1) 경제적 효과 분석 방법상의 타당성 논의

일반적으로 비용효과 분석(B/C analysis)기법은 비용(cost)과 효과(benefit)요소를 화폐적 가치로 산출하여 평가하는 기법이기 때문에 이를 정부 출연 연구기관의 사업에 적용하는 데에는 제약이 따르기 마련이다. 그것은 기관의 성격이 비영리법인이고 연구과정이 항상 경제적 기준과 절차에 따라 이루어지는 것은 아니기 때문이다. 따라서 이 기법의 획일적인 적용보다는 연구기관 및 사업별 특성에 맞추어 이 기법을 보완함으로써 바람직한 연구기관 사업의 비용효과분석 모형을 개발할 필요가 있다. 이러한 모형의 예를 들면, 관련 정책 실시 전후 추세치와 실제치 비교, 기술도입 대체시 도입예상가액과 실제 개발비 비교, 외국의 유사한 정책사례 관련 비용과 실제 개발비 비교, 외국의 유사한 개발사례 관련비용과 실제개발비 비교, 독립센터 운영 대체효과, 인력절감효과, 생산성 향상효과, 대형 컴퓨터 대체효과, 정부 지원을 받지 않은 자율적인 프로그램 등 다양한 분석모형을 상정할 수 있다. 이와 같이 다양한 모형이 적용되는 배경은 연구사업이라는 특성에 기인한다. 따라서 슈퍼컴퓨터 활용에 따른 사업 효

과분석 방법 또한 확일적 기준이나 분석 방법을 적용하기 어렵다는 것을 이해할 필요가 있다.

이러한 이유로 본 연구에서는 앞에서 선정된 사례별 특성에 따라 각각 상이한 분석 방법을 개발, 적용하게 되었다. 첫째, 컴퓨팅 서비스 공동활용 사례에 대한 경제적 분석은 전국적 터미널 네트워크를 통한 KIST시스템 지원으로 컴퓨터 도입을 억제한 효과를 중심으로 분석하였으며 둘째, 연구전산망 공동활용 효과로서는 전국적 지역망센터 운영에 따른 예산절감 효과를 중심으로 분석하였다. 셋째, 슈퍼컴퓨터 공동활용 효과분석에 있어서는 슈퍼컴퓨터 공동활용에 따른 사용자 수요 충족으로 슈퍼컴퓨터 도입예산 절감효과를 분석하였으며 넷째 석유탐사 자료 사례의 효과분석은 국내 대륙붕에서 획득한 탄성과 자료분석으로 대륙붕 하부구조 규명, 시추 선정 공헌에 따른 효과를 분석하였으며 다섯째, 기상예보사례는 한국 기후 및 지형에 맞는 일기예보용 수치예보 모델 개발로 재산피해감소 효과를 분석하였다. 여섯째, 원자력 안전성 분석사례의 경우, 한국형 원전연료의 고유모델 개발, 원자력 발전소의 안정성 실증실험 연구 수행 효과를 분석하였고, 일곱 번째의 국산자동차 제작 및 설계 사례의 경우는 신형 국산 자동차 제작시 차량 충돌 모의실험으로 실제 차량충돌 시험 횟수를 감소시킨 효과를 분석하였다.

2) 화폐가치 환산을 위한 조작화 및 원천자료

대체로 연구사업에 대한 경제적 효과는 연구사업이라는 특성 때문에 가시적 사업효과보다는 추정에 의한 효과분석방법이 많이 활용되고 있다. 이와 같은 이유로 실제치에 대한 추정과정에서의 조작화에 따른 적합성과 이를 뒷받침하는 원천자료의 확보여부가 분석결과의 타당성을 가름하는 관건이 된다. 이런 점을 감안하여 본 연구에서는 분석 사례별로 각각의 특성에 따른 다양한 추정방법을 개발, 적용하였다. 즉, 컴퓨팅서비스 공동 활용사례에서는 단말기의 메인프레임 도입을 대체하는 효율을 추정하였으며 연구전산망 사업 및 슈퍼컴퓨팅 사업의 경우에는 공동활용효과를 중심으로 각각 추정하였다. 그리고 석유탐사 자료분석 사례는 시추비용 및 외화절

감액을 추정 합산하였으며 기상예보사례의 경우, 과거 10년간의 기상재해로 인한 재산피해액을 기준으로 추정하였다. 그리고 원자력 안전성 분석 사례는 핵연료 재장전 횟수 감소에 의한 예상 비용절감액을, 국산자동차 제작 및 설계사례에서는 시작차 제작비용 절감액을 추정하여 화폐가치를 산출하였다. 이러한 효과 추정방법 및 원천자료는 사례별 관련 연구보고서와 연구진 및 활용기관의 담당자 의견을 많이 원용하였다. 각각의 사례별 기술적, 사회적 파급효과를 판단하는 근거 또한 이와 같은 방법으로 분석하였다.

3. 사례별 효과 분석

1) 사례 1 : 컴퓨팅 서비스 공동활용 효과

(1) 사업개요

슈퍼컴퓨터센터에서 구축, 제공한 전국적 네트워크에 터미널을 연결하여 정부, 연구소, 대학, 산업계에서 컴퓨터를 공동 활용한 것으로 슈퍼컴퓨터가 도입된 1988년 이전까지 메인프레임을 중심으로 batch terminal 및 interactive terminal을 설치, 운영함으로써 메인프레임의 도입을 억제하는 효과가 있었다. 이러한 메인프레임의 도입 억제에 따른 경제적 효율은 main 컴퓨터에 대한 단말기 효율을 추정함으로써 도출될 수 있다.

(2) 경제적 효과

1970년부터 1985년까지 16년간에 걸쳐 실제 슈퍼컴퓨터에서 운영한 메인 컴퓨터와 단말기를 시대별 기술적 특징에 따라 효율을 추정하였다. main computer에 연결 사용한 단말기를 대상으로 분석하였으며 내부 프로젝트 수행을 위하여 직접 사용된 단말기는 제외되었다. 예산절감 효과는 batch terminal과 interactive terminal로 구분하여 단계별 평균가를 적용하였으며 단말기의 경제성을 당시의 main computer에 대한 도입 대체효과(예산절감 효과)로 추정하되 네트워크 구축에 따른 기술발전 및 서비스 내용과 가격 등을 고려하여 추정하였다. main computer 및 단말기의 가격은 슈퍼컴퓨터센터의 기종을 중심으로 한 평균으로 하되 단말기를

설치 운영한 기관수를 기준으로 산출하였다. 제 1단계는 컴퓨터기기 및 이용효율이 전무한 시대로 '70년부터 1973년까지 4년간이 이에 해당되며 단말기 효율의 경제성은 메인프레임의 50%로 추정하였다. 제 2단계(1974-1976)는 컴퓨터 단말기 활용에 대한 인식과 단말기 보급이 시작된 시대로 단말기 효율의 경제성은 메인프레임의 20%로 추정하였다. 제 3단계(1977- 1979)는 컴퓨터 단말기에 대한 인식이 확산되고 단말기의 대량생산에 의한 단말기의 대중화가 이루어진 시기로 단말기 효율을 메인프레임의 10%-20%로 추정하였다. 제 4단계(1980-1982)는 통신속도 증가에 따라 단말기가 전 응용분야로 확산된 시기로 단말기의 효율을 제 3단계와 같이 10-20%로 추정하였으며 제 5단계(1983-1985)는 단말기의 다분야 활용 및 PC의 대중화가 이루어진 시기로 단말기 효율을 메인프레임의 15-20%로 추정하였다.

이러한 가정하에 산출된 컴퓨터 도입억제 효과는 10년간 총 1,311억원으로 분석되었다.²⁾

(3) 기술적, 사회적 효과

이 기간 동안의 기술적 효과로서는 첫째, 컴퓨터

의 이용기술 교육, 컴퓨터 이용기반 보급 등 초기 컴퓨터 운영기술의 보급, 둘째 1970년도에 당시 경제기획원과 홍능 KIST간에 최초의 컴퓨터 네트워크 구축, 셋째 1971년도에 전화요금 등 대규모 일괄처리시스템(batch) 구축, 넷째 최초의 전국적 컴퓨터 네트워크를 통한 전 사회, 전 산업 분야에 대한 이용 확산, 다섯째 행정기관, 은행, 기업체 등 다년간 전산실 설치 및 초기 운영, 여섯째, 시대별 최대규모의 컴퓨터 시스템 도입 운영 등을 들 수 있다. 아울러 사회적 공헌으로서는 '70년대에 서울시 전화요금, 대학입시 예비고사, 의료보험 전산화, 80년대에 세무행정 효율화, '86아시안 게임, '88올림픽 게임 전산화 등 전산자원에 대한 사회적 peak demand를 충족시킨 점을 대표적 사례로 들 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 공동활용에 따른 기술기반과 know how가 정부의 5대 기간전산망 사업과 초고속정보통신 기반사업의 모태가 되었다.

2) 사례 2 : 연구전산망 공동활용 효과

(1) 사업개요

국가 5대 기간 전산망 사업의 일환으로 추진되어

〈표 2〉 단말기 설치, 운영에 따른 경제적 효율 추정

단 계(연도)	컴퓨터 및 단말기 설치·운영			시대적 특징	단말기 효율의 경제성 추정 Batch/Interactive Terminal
	Main Com. (대)	Batch Terminal (대/기관)	Interactive Terminal (대/기관)		
1단계 (4년,'70-'73)	1	8/4	-	전반적으로 컴퓨터 기기 및 이용효율이 전무	Main의 50/- %
2단계 (3년,'74-'76)	1	20/20	38/24	컴퓨터 단말기 활용에 대한 인식, 단말기 보급 시작	Main의 20/20%
3단계 (3년,'77-'79)	2	67/65	126/91	컴퓨터 단말기 인식 확산 단말기 생산증가, 대중화	Main의 20/10%
4단계 (3년,'80-'82)	2	65/62	350/203	통신속도 증가에 따라 단말기의 전 응용분야 확산	Main의 20/10%
5단계 (3년,'83-'85)	2	245/78	634/290	단말기 활용의 성숙기로 다분야 활용,PC 대중화	Main의 15/20%

2) 안문석, 시스템공학연구소 운영평가연구(시스템공학연구소,1991.6.), pp.125-127.

은 연구전산망 사업은 정부 출연연구기관을 중심으로 교육 및 연구기관의 인력에게 전산자원의 공동활용과 연구 및 기술정보의 상호교환을 원활히 하도록 하여 국내 과학기술 연구의 생산성을 향상시키고자 연구전산망 구축 및 서비스를 중심으로 이루어져 왔다. 1997년 현재 대학교 95개 기관, 연구소 52개 기관, 산업체 35개 기관, 공공기관 48개 기관 등 230개 기관이 연구전산망에 연동되어 있다. 연구전산망 사업은 고성능 컴퓨팅 공동 활용체계, 첨단 전산망 기술적용 서비스, 국내 정보보호 서비스 체계 구축 등을 중심으로 전산망 가입자들에게 원격지로 그인(supercomputer 및 DB access 등), 전자우편(electronic mail), 파일전송(file transfer), 디렉토리(directory), 전자뉴스(net-news), 망정보 서비스(network information service), 고속, 양질의 데이터 전송 등의 서비스를 제공하였다.

(2) 경제적 효과

연구전산망 공동활용에 따른 경제적 효과는 전국적 지역망센터 운영에 따른 예산절감 효과를 중심으로 분석되었다. 1990년부터 1997년까지(1989년도는 기반구축으로 계산에서 제외) 연구전산망 사업의 일환으로 15개 지역망이 운영되지 않았을 경우 이용기관이 부담해야 할 것으로 예상되는 회선료 총 28,282백만원에서 실제 지역망에 투입된 운영비 3,300백만원을 차감한 24,982백만원의 예산이 절감된 것으로 분석되었다. 아울러 인터넷 이용기관의 인터넷 이용으로 인한 해외 출장비 절감액을 산출하여 경제적 효과로 포함하였다. 인터넷 이용기관수는 기간중 연 846개 기관으로 이들 기관의 해외출장에 따른 출장비를 인터넷 이용으로 20회를 축소한 것으로 가정할 경우 이로 인한 예산절감 효과는 27,594백만원에 달 할 것으로 추정되었다. 따라서 연구전산망 운영에 따른 경제적 효과는 지역망 운영에 따른 예산절감액 24,982백만원과 인터넷 이용에 의한 예산절감 효과 27,594백만원을 합산한 52,576

백만원으로 추정된다.³⁾

(3) 기술적, 사회적 효과

국내외 연구 및 기술정보자원 공유체제를 구축하여 미국, 일본, 유럽 등 160개국, 230개 국내 기관에 연동(97년 12월 현재)함으로써 연구의 생산성 향상에 기여하였으며 특히 국내 84개 기관에 대한 슈퍼컴퓨팅 원격활용 기반을 확대함으로써 정보와 과학기술 및 경제발전에 기여하였다. 또한 첨단 인터넷 서비스 및 고속 전송 서비스, 워크샵 등을 통한 인터넷 활성화를 촉진함으로써 국내 인터넷 발전에 이바지하였으며 초기 망보안센터 운영으로 정보보호 체계 구축에도 기여한 바 크다. 그리고 INET을 포함한 20개 업체에 대한 인터넷 통신 비즈니스, 40개 업체에 대한 인터넷 광고업체, 9개 업체에 대한 인터넷 쇼핑몰 및 사이버몰 등 국내 인터넷 비즈니스 창출에도 크게 기여하였다. 특히 슈퍼컴퓨터센터에서는 연구전산망 이용자들에게 첨단 전산망 서비스를 제공하기 위하여 네임서버, 메일서버, 캐쉬서버, ftp서버, 뉴스서버, mbone서버, 웹서버 등의 정보서비스 시스템들을 운영하여 왔으며, 이중 대표 서버중의 하나인 뉴스서버는 세계적인 뉴스서버로 발전하였다.

Brian Reid(DEC-Palo(DEC-Palo Alto)에 의하면 97년 7월 현재, 슈퍼컴퓨터센터 뉴스서버의 사용(경유)회수를 기준으로 한 순위는 전세계 30만대의 뉴스서버중 27위로서 세계적인 뉴스서버로 성장하였음을 보여주고 있다.⁴⁾

3) 사례 3 : 슈퍼컴퓨터 공동활용 효과

(1) 사업개요

1988년 8월, 슈퍼컴퓨터인 CRAY-2S(128MW, 2GFLPS)가 국내에서 처음으로 설치됨에 따라 전세계적으로 강력한 컴퓨팅 파워를 보유한 기관으로 격상되었으며 국내의 기초연구분야는 물론 전산업분

3) 자료제공 : 한화정보통신연구소, STEPI, 항공우주연구소, 인하대학교, LG상남도서관, 경성대학교, 기상연구소, 한국원전연료, 국방과학연구소, 산업기술정보원

4) TOP 1000 Usenet Sites는 <http://www.freenix.fr/top1000> 참조

야의 획기적인 발전을 이룩할 수 있는 기틀을 제공하게 되었다. 이는 슈퍼컴퓨터가 메인 프레임시대로부터 슈퍼컴퓨터시대로 전환하는 새로운 전기가 마련되었다는 점에서 큰 의의를 지니는 것이라 하겠다. 1993년 11월에는 슈퍼컴퓨터 1호기의 포화상태로 2호기 CRAY C90이 도입 운영됨으로써 도입 당시 기준 세계 10위권의 슈퍼컴퓨터센터로 성장하였으며 고성능전산망 분야에 있어서도 미국의 NSF NET, 유럽의 EuroPaNet, 일본의 IMNet과의 연동을 통하여 세계적 수준의 근간망을 갖추게 되었다. 1997년 12월 기준, 전국적으로 230개 기관에서 연구전산망과 연동하여 기초 및 첨단 응용연구에 활용하였으며 3,000 여명의 연구원이 활용하고 있다. 슈퍼컴퓨터 활용분야는 공공 서비스 및 환경분야(기상, 해양, 환경, 수자원, 자원탐사 등), 기초과학분야(물리, 화학, 생물학, 수학 등), 공학분야(기계, 항공, 우주, 자동차, 전자, 토목공학 등), 보건의학 분야(약학, 의학, 유전공학 등), 에너지 분야(원자력 발전 및 설계, 원자로 안전성 분석 등) 등이다.

(2) 경제적 효과

슈퍼컴퓨터의 경제적 효과는 1호기 5년(1988-1992), 2호기 5년(1993-1997) 총 10년간에 걸쳐 슈퍼컴퓨터 사용기관에서 사용자의 수요를 충족하는 자체 슈퍼컴퓨터를 도입 운영할 경우 대비 공동활용 시스템의 투자효과 분석결과를 원용하였다. 1호기의 경우는 92년도, 2호기의 경우는 97년도를 기준으로 각각 해당 년도 사용기관별 1일 최대 CPU 이용시간(최대용량)을 합한 총용량과 슈퍼컴퓨터의 1일 제공 가능한 CPU 총용량과의 비율을 산정하여 기종별 도입, 설치, 유지비를 합산한 금액을 곱하여 공동활용 효과를 산출하였다. 이러한 방법으로 분석한 결과 1호기의 예산절감효과는 3,747억원 [{ (919.9시간/96시간-1) } × 43,683억원], 2호기의 절감효과는 6,530억원 [{ 4,353시간/384시간-1 } × 63,179억원] 으로 1, 2호기 총 절감효과는 1

0,277억원에 달하는 것으로 분석되었다.⁵⁾

(3) 기술적, 사회적 효과

슈퍼컴퓨터 공동활용에 따른 기술적 효과로서 첫 번째로 들 수 있는 것은 기초과학 진흥에 기여한 점이다. 1992년부터 1997년까지 발표된 500여편의 국내외 논문중 이공계 분야 SCI급 논문발표 건수는 계속 증가추세로 1992년도 34위에서 1997년도 24위로 부상하는데 기여하였다. 이밖에 기초 및 첨단 과학 분야 슈퍼컴퓨터 사용자에게 연간 80만불 이상의 연구비를 지원함으로써 국내 기초과학 연구활성화를 위한 촉진제 역할을 하였다. 둘째로 들 수 있는 것은 첨단산업기술 개발에 대한 기여이다. 슈퍼컴퓨터를 활용하여 개발한 첨단기술 개발의 대표적인 사례로서는 반도체, 자동차 및 항공기 설계, 고성능 TV 및 냉장고 설계, B형 간염 예방약 및 항암제, 알미늄 합금 등 경량 복합소재 개발 등을 들 수 있다. 셋째, 국가 위기관리 및 환경 기술 분야에 대한 공헌이다. 이 분야에 활용된 주요 사례로서 원자력발전소 사고예방 및 불의의 사고시 대응기술, 대기 및 해양오염, 지진 및 해일방지 등 환경기술, 인공위성 데이터 및 영상처리에 의한 3차원 지도 제작 등 국토 종합개발을 위한 기본 데이터 구축 등을 들 수 있다.

한편 사회적 효과로서는 기상예보 향상, 원자력 발전소 사고예방을 통한 국민의 생명과 재산보호, 슈퍼컴퓨터를 이용하여 첨단제품을 설계 및 제작함으로써 국내외 사용자에게 대해 신뢰성 제공 및 기업의 위상을 강화한 것 등을 들 수 있다.

4) 사례 4 : 석유탐사 자료분석

(1) 연구개요

한국석유개발공사, 시스템공학연구소, 자원연구소에서 1988년부터 97년까지 10년간 슈퍼컴퓨터를 활용한 석유탐사자료 분석 연구를 수행하여 왔다.

5) 슈퍼컴퓨터센터의 1일 제공 가능한 CPU 총용량은 1호기의 경우 96시간(4PU×24시간), 2호기의 경우 384(16CPU×24시간)이다. 그리고 1호기의 도입, 운영비는 도입비 32,302백만원, 운영비 11,381백만원으로 43,683백만원이며 2호기 도입, 운영비는 도입비 40,640백만원, 운영비 22,539백만원으로 63,179백만원이다(자료제공 : 슈퍼컴퓨터센터 이상산 슈퍼컴퓨팅기반연구실장)

슈퍼컴퓨터를 활용하여 국내 대륙붕에서 획득한 탄성과 자료처리를 통하여 대륙붕 하부의 지하구조를 밝히고 석유 및 천연가스 자원 탐사를 위한 시추지 선정에 공헌을 하였으며 국내 탄성과 탐사자료 처리를 위한 표준변수 및 표준처리 순서를 확립하였다.

(2) 경제적 효과

슈퍼컴퓨터를 활용한 석유탐사 자료처리기술 개발의 경제적 효과는 시추비용의 절감액과 석유탐사 자료의 국내 전산처리에 의한 외화 절감액을 기준으로 산출할 수 있다. 관련 연구진에 의하면 먼저 시추비용의 경우, 종래의 연간 3회의 시추회수는 슈퍼컴퓨터를 활용함으로써 1회만으로 동일한 효과를 거두게 되어 연간 2회의 시추비용을 절감할 수 있게 되었다. 1공당 시추비용은 100억원으로 10년간에 걸쳐 소요되는 일반적 시추비용 3,000억원(년 3회)에서 슈퍼컴퓨터를 활용한 시추비용 1,000억원(년 1회)을 차감한 2,000억원을 절감한 것으로 추정된다. (일반적 시추 : 3회/년 \times 100억원/시추 \times 10년=3,000억원, 슈퍼컴퓨터를 활용한 시추 : 1회/년 \times 100억원/시추 \times 10년 = 1,000억원, 시추비용 절감액 = 2,000억원). 한편 석유탐사 자료의 국내 전산처리에 의한 절감액은 1회당 외주해석 비용이 150만 불이므로 10년간에 걸쳐 135억원에 달하는 것으로 산출된다. (150만불/회 \times 1회/년 \times 10년 \times 900원=135억원)⁶⁾

(3) 기술적, 사회적 효과

본 연구 수행으로 국내 석유탐사 기술 자립화에 기여하였으며 대형 컴퓨터를 통한 컴퓨터 수행시간 2년을 4개월로 단축할 수 있게 되었다.

그리고 대륙붕 석유탐사 자료의 국내 처리를 통하여 대륙붕 주요 자원 내역 등 국가 기밀의 해외유출을 방지하게 되었으며 지하구조에 관한 상세정보를 제공함으로써 외국 유전지대와 관련한 투자지역 선정 및 시추 후보지 결정에 기여하였다.

5) 사례 5 : 기상예보 정확도 향상

(1) 연구개요

1988년부터 1997년까지 기상청, 서울대, 연세대 공동으로 슈퍼컴퓨터를 활용하여 한국 기후 및 지형에 맞는 일기예보용 수치예보 모델(국지 예보모델, 중규모 모델, 기후모델 등)을 개발, 이를 이용한 단기(2-3일)는 물론 중기(1주-1개월) 및 장기(수개월-수년)일기예보를 수행함으로써 일기예보 정확도를 5%이상 향상시켰다.

(2) 경제적 효과(국민경제 기여)

일기예보 정확도 향상을 통한 경제적 효과는 최근 10년간의 기상재해로 인한 재산피해액을 기준으로 산출할 수 있다. 기상청 관계관이 제공한 정보에 의하면 일기예보 향상으로 인한 재산피해 감소액은 약 10%에 달하는 것으로 보고 있다. 이 기준으로 보면, 1983년부터 1992년까지 10년간에 걸쳐 실제 발생한 기상재해로 인한 재산피해액은 10년간 총 38,000억원으로 동 피해액의 10%에 해당하는 3,800억원의 재산피해를 감소한 것으로 추정된다. 이것은 단지 경제적인 효과에 대한 것이며 기상재해로 인한 사망, 실종 등 인명 피해를 감안한다면 슈퍼컴퓨터의 활용효과는 국민의 재산보호에 국한하지 않고 국민의 생명을 보호하는 국가의 기본기능인 위기관리능력 향상에 크게 기여한 것으로 평가된다.⁷⁾

(3) 기술적, 사회적 효과

일기예보용 수치예보 모델 및 태풍예보모델을 개발하여 일기예보 정확도를 78%에서 83%로 향상시켰으며 1989년도 9월 베라태풍, 1991년 9월 미어리얼 태풍의 진로를 정확하게 추적한 바 있다. 동시에 국내 환경의 대기오염 확산도 예측모델을 개발하여 환경관리 기술향상에 기여하였다. 기상예보 향상을 통한 재난 및 인명 피해 감소 효과로서 연평균 사망, 실종 30명, 이재민 1만명 피해 감소, 연평균

6) 안문석, 전계서, p.103.

7) 안문석, 전계서, p.102.

침수면적 1만 정보에 달하는 피해면적을 감소한 것으로 추정되며 에어컨, 의류, 농산품 등의 계절상품 생산량 조정 등 기상정보의 산업체 이용 극대화를 통한 효율적인 상품생산 계획 수립 및 수급조절이 가능하게 되었다. 뿐만 아니라 극지방의 오존층 파괴, 지구 온난화 문제 등 국제기후 협약 문제이 적극 대처할 수 있게 된 점도 주요 성과의 하나로 기록할 수 있을 것이다.

6) 사례 6 : 원자력 안전성 분석

(1) 연구개요

원자력연구소, 안전기술원, 한국원전연료 등 3기관에서 원자력 안전성 분석 관련 연구 수행을 위하여 1991년도부터 97년까지 7년간에 걸쳐 슈퍼컴퓨터를 계속 사용하였다. 그 동안의 주요 연구내용을 보면 한국형 원자로(하나로)의 Chimney 냉각해석, 영광 원자력발전소 3, 4호기 감압계통 설계검증, 한국형 원전연료의 고유모델 개발, 고리 원자력발전소 3, 4호기 증기관 파열로 인한 중대사고 해석, 원자력 발전소의 안전성 실증실험 연구등이다.

(2) 경제적 효과

본 연구 결과의 주요 경제적 효과는 핵연료 재장전 횟수 감소에 의한 비용 절감액을 기준으로 산출할 수 있다. 원자력연구소 관련 연구진에 의하면 연간 핵연료 재장전 횟수는 50회로서 7년간 예산절감액은 882억원에 달하는 것으로 분석된다. 핵연료 재장전 1회의 비용이 100만불이므로 경제적 효과는 882억원(100만불/회 50회 7900원 = 882억원)이다.⁸⁾

(3) 기술적, 사회적 효과

본 연구 수행으로 인한 주요 성과중의 하나는 한국형 원전연료 고유모델 기술을 개발했다는 점이다. 성능이 좋고 값싼 원전연료를 개발하였으며 IAEA의 인증 획득을 위한 기술이 확보되었고 한국형 원

자로의 냉각해석 기술과 원자로의 핵연료 재장전을 위한 수치계산 기술을 확보(수치계산 실패시 100만불의 비용소요)할 수 있게 된 점도 큰 성과로 보여진다. 국내 14기에 달하는 원자로 및 관계시설의 설계안전성 분석 평가기술의 개발로 국내 원전의 불시정지 건수를 감소시킬 수 있게 된 점도 두드러진 성과라 하겠다.

이 연구수행으로 원자력발전소 사고 예방과 불의 사고시 대처방안 수립을 통한 인명 및 재산보호방안을 강구할 수 있게 된 점은 국가 위기관리 차원의 큰 성과로 기록할 수 있겠다. (외국의 예로서 1979년 3월, 미국의 TMI(Three Mile Island)원자력발전소 사고로 주변에 방사성 물질이 방출되어 주민들이 대피한 바 있으며 1986년 4월, 소련의 체르노빌 원자력발전소 사고에서 원자로와 건물이 파손되고 방사성 물질이 외부로 방출된 바 있어 이 분야에 대한 연구는 국가 위기관리 차원에서 주요 연구의 하나로 다루고 있음)

7) 사례 7 : 국산 자동차 제작 및 설계

(1) 연구개요

기아자동차, 대우자동차, 쌍용자동차, 서울대학교, 금호타이어, KAIST, 포항공대, 고등기술연구원, LG 중앙연구소, 생산기술연구원 등 10개 기관에서 1993년부터 97년까지 5년간에 걸쳐 슈퍼컴퓨터를 공동으로 활용하여 자동차 제작 및 설계기술을 개발하였다. 기아 및 대우자동차에서는 신형 국산 자동차 제작시 슈퍼컴퓨터를 이용하여 차량 충돌 모의실험을 수행함으로써 시작차의 실제 차량충돌 시험회수를 줄일 수 있게 되었다. 그 동안 신형 자동차 개발시에 필요로 하는 시작차는 200대였으나 슈퍼컴퓨터를 이용한 모의실험을 통하여 시작차 50대를 줄일 수 있게 되었다. 대우자동차에서는 차체충돌시 승객 안전성 검토를 위한 차체-충격모델의 일체해석 기술을 개발하였으며 고등기술원에서는 알루미늄 차체용 판재성형 및 금형 설계 기술을 개발하였다. 또한 생

8) 안문석, 상게서, p.102

산기술연구원에서는 디젤 배기가스 종합제어시스템 및 디젤 Particulate Filter제작, 재생기술을, 금호타이어에서는 승차감 및 조정 안전성이 우수한 타이어 개발, 서울대에서는 연비효율을 높이기 위해 내연기관 연소실내의 3차원 연소현상 수치해석 및 단기통 엔진내의 난류화염 해석기술 개발, KAIST에서는 자동차 경량화를 위한 자동차용 복합재료 요소 개발, 포항공대에서는 디젤기관의 설계 최적화를 위한 디젤기관의 3차원 해석 연구를 각각 수행하였다.

(2) 경제적 효과

슈퍼컴퓨터를 활용한 국산 자동차 제작 및 설계기술의 개발효과는 신형차 제작시 시작차 제작비용 절감액을 기준으로 산출할 수 있다. 이러한 데이터는 실제 자동차 업계에서 확보 가능한 것으로 국내 자동차 업계에 따르면 그 동안 신형차 제작시 200대의 시작차가 소요되었으나 슈퍼컴퓨터를 활용함으로써 시작차 50대분을 감소할 수 있다. 기아자동차에서 개발한 세피아, 스포티지, 봉고차 등 3기종과 대우자동차에서 개발한 누비라, 라노스, 레간자 등 3기종 등 모두 6개 기종에 대한 시작차 절감비용은 4,500억원에 달하는 것으로 분석되었다. 시작차 1대의 제작비용이 15억원이므로 절감비용을 간단히 산출할 수 있다.(시작차 절감비용 산출, 50대×15억원/대×6기종 = 4,500억원)

(3) 기술적, 사회적 효과

차량충돌 모의실험시 대형컴퓨터 경우는 30일이 소요되었으나 슈퍼컴퓨터 이용시는 1.5일로 줄일 수 있게 되어 새로운 자동차 개발에 소요되는 기간을 종래의 5년에서 3년으로 단축시키게 되었다. 또한 슈퍼컴퓨터를 활용한 국산 자동차 제작 및 설계로 차량 충돌 모의실험 기술, 플라스틱 범퍼 설계기술, 고 안전성 타이어 설계기술, 차체용 판재성형 및 금형설계기술(경량화 30%달성), 자동차용 복합재료 요소기술, 승차감과 경량화 및 안전성 향상을 위한 기반기술을 확보할 수 있게 되었다. 그리고 디젤기관 설계 최적화 기술, 디젤기관 배기가스 종합제어 시스템 기술, 내연기관의 3차원 연소현상 수치해석 기술 등 연비효율을 개선함으로써 고급승용차 제작

을 위한 첨단기술을 확보하게 되었다. 이와같은 일련의 자동차 제작 및 설계 관련 첨단기술 개발로 국산 자동차의 품질향상과 국제경쟁력을 제고하는데 기여하였다. 뿐만 아니라 안전성이 높은 승용차 개발로 교통사고 및 인명피해를 감소시켰으며 슈퍼컴퓨터를 이용한 자동차 설계, 제작으로 국내외 소비자에게 신뢰감을 줄 수 있게 되었다. 이러한 결과로 고성능 고급 승용차 수출을 늘려 차량 수출국으로서의 위상을 점진적으로 높일 수 있게 되었다.

3. 활용효과 분석 총괄

이상의 7개 사례를 중심으로 분석한 슈퍼컴퓨터센터의 경제적 효과는 2조 3,431억원으로 이중 6개 사례를 중심으로 한 슈퍼컴퓨터 활용효과는 투자대비 20배 이상의 경제적 효과를 나타내는 것으로 분석되었다. 이들 사례 외에도 10년동안 수많은 활용 사례가 있었음을 감안한다면 이보다 훨씬 많은 경제적 효과가 있었을 것으로 추정되며 이로써 슈퍼컴퓨터 도입 활용에 대한 경제성은 충분히 입증되었다고 볼 수 있다.(활용사례별 효과 : 컴퓨팅서비스 공동 활용 : 1,311억원, 전산망 공동활용 효과 : 526억원, 슈퍼컴퓨터 공동활용 : 10,277억원, 석유탐사 자료 분석 : 2,135억원, 기상예보 정확도 향상 효과, 3,800억원, 원자력 안전성 분석 : 882억원, 국산 자동차 제작 및 설계 : 4,500억원 계 : 2조 3,431억원)

이러한 경제적 효과와 함께 과학기술 진흥과 국민의 생명 및 재산 보호, 국가 위기관리, 정보화 기술 선도 등 국가적으로 중요한 기술, 사회적 파급효과를 창출하였다는 점 또한 충분히 입증되었다. 앞에서 분석한 사례중 컴퓨팅 서비스, 연구전산망, 슈퍼컴퓨터 공동활용 사례는 국가첨단 정보인프라로서 우리 나라 정보화기술을 선도하여온 사례중의 하나로 평가된다. 그리고 세계적 신 물질인 초미세 탄소반도체의 개발 사례는 세계적 수준의 과학기술 지식 탐구에 기여한 성과의 하나임을 입증하는 것이라 하겠다. 석유탐사 자료 분석사례는 석유탐사기술 자립화 및 국가 주요 자원관리 활동의 하나로, 기상예보 정확도 향상과 원자력 안전성 분석 연구는 국민의 생명과 재산 보호 및 국가 위기관리 기능, 그리고 국산 자동차 설계 및 제작사례는 슈퍼컴퓨터를 활용

한 기술혁신 성과중의 하나로 기록될 수 있을 것이다.

이와 같이 슈퍼컴퓨터 첨단 정보인프라 구축운영으로 20배 이상의 경제적 효과를 입증할 수 있게 되었으며 과학기술 지식탐구, 기술혁신, 국가 위기 관리, 정보화기술 선도 등 국가과학기술 경쟁력 향상과 국민복지 증진에 이바지하여 왔다는 점이 실증적으로 확인되었다고 본다.

IV. 바람직한 국가주도 슈퍼컴퓨터 센터의 발전방향

1. 국력의 척도로서의 슈퍼컴퓨터

슈퍼컴퓨터센터는 첨단 과학기술력 향상을 위한 지식탐구와 산업경쟁력 제고를 위한 기술혁신 및 재난으로부터 국민의 생명과 재산보호를 위한 위기관리, 그리고 국가 첨단인프라 구축을 통한 정보화 기술을 선도하는 국가의 주요 인프라스트럭처이다. 따라서 국가의 슈퍼컴퓨팅 능력은 국민의 삶의 질과 국가경쟁력을 좌우하는 국력의 척도가 된다. 전세계 TOP 500을 중심으로 한 국가별 슈퍼컴퓨팅 능력을 보면, 한국을 1로 볼 때, 일본은 18, EU는 25, 미국은 55배로 나타나 있다. 이와 같이 우리의 슈퍼컴퓨팅 능력이 선진국에 비하여 크게 부족하다는 것은 바로 우리의 국력이 그만큼 낮다는 것을 의미한다. 그러므로 우리 나라가 21세기에 과학기술력과 국가경쟁력을 선진국권에 진입하기 위해서는 국력증강 차원에서 슈퍼컴퓨팅 능력을 세계적 수준으로 발전시키기 위한 범 국가적 노력이 절실히 요망된다.

이와 같은 국가적 노력은 미국, 일본, EU등 선진국은 물론 정보화를 지향하는 경쟁국들의 보편적 현상으로 특히 우리의 경쟁대상국인 대만의 경우, 국립 슈퍼컴퓨터센터를 설립하여 국가 전략적 차원에서 적극 육성하고 있음을 교훈으로 삼아야 할 것이다.

2. 미래의 기술환경 변화와 슈퍼컴퓨터

앞으로 전개될 21세기 정보화 사회는 언제, 어디서나, 누구든지, 원하는 정보와 지식을 용이하게 얻

을 수 있고 그것을 마음놓고 쓸 수 있는 이른바 시각화, 지능화, 개인화, 개방화, 대용량/초고속화, 국제화가 빠른 속도로 발전되어 갈 것으로 예상되고 있다.

이러한 정보화 사회 전개과정에서 두드러진 기술환경 변화의 특징은 물리적 활동이 가상활동으로 대체된다는 점이다. 물리적 실험이 컴퓨터 가상실험으로 대체되고 컴퓨터를 이용한 신물질 개발, 제품설계 등의 연구개발 활동이 가속화될 것으로 전망된다. 이들 기술개발의 특성은 극소, 극대, 초고속, 초저속, 고위험도 등으로 이러한 기술환경을 실현시킬 수 있는 첨단 Tool이 슈퍼컴퓨터이다. 다시말하면 슈퍼컴퓨터의 등장으로 이러한 연구개발 과제에 도전할 수 있게 된 것이다.

90년대에 비로소 하드웨어적 기반이 갖추어지게 된 슈퍼컴퓨터는 최근 급속한 기술발전으로 하드웨어 성능은 연간 2배 이상으로 향상되고 있으며 현재 TFlops급 슈퍼컴퓨터가 출현하였고 머지않아 PFlops급 슈퍼컴퓨터도 실현될 전망이다. 한편 슈퍼컴퓨팅 주변 환경도 동시에 발전을 거듭하여 오고 있다. 네트워크 및 인터넷 기술, 그리고 가상현실, 가상화, 멀티미디어 등 주변 기술발전으로 슈퍼컴퓨팅의 현실성, 구체성을 실현시켜 나갈 수 있게 되었다.

3. 바람직한 국가주도 슈퍼컴퓨터센터의 발전방향

향후 바람직한 슈퍼컴퓨터센터의 발전방향은 미래의 기술환경 변화와 그동안 슈퍼컴퓨터센터가 발전하여 온 원동력과 활용효과를 기반으로 슈퍼컴퓨터센터의 위상과 역할, 그리고 자원 확보, 인력 확충, 기관의 운영측면에서 논의를 전개하고자 한다.

첫째, 국가 슈퍼컴퓨팅 정책을 효과적으로 수행하기 위해서는 현재의 슈퍼컴퓨터센터의 위상을 국가 슈퍼컴퓨터센터로 높여야 한다. 정보화 사회의 진전에 따라 슈퍼컴퓨팅 정책이 국가적 중요 문제로 부각되고 있을 뿐 만 아니라 슈퍼컴퓨팅 정책문제의 성격 또한 보다 복잡하게 바뀌어 가고 있다. 즉, 종래에는 슈퍼컴퓨팅 문제가 한두개 부처 수준의 문제로 인식되어 왔으나 앞으로는 수요부처의 다양화에

따라 범 부처적 문제로 발전하게 되어 한 두 개 부처의 수준에서 다루기 어렵게 되었다. 따라서 국가적 차원에서 슈퍼컴퓨팅 수요예측 및 확보전략을 강구하고 수요부문별 효과적인 슈퍼컴퓨팅 자원할당과 부처간 정책 조정 등 범국가적 차원에서 슈퍼컴퓨팅 정책을 일관성 있게 추진해 나가야 할 것이다. 이러한 기능을 효과적으로 수행해나갈 수 있도록 하기 위해서는 슈퍼컴퓨터센터를 국가 슈퍼컴퓨터센터로 그 위상을 높여 전문성과 독립성을 부여하는 것이 바람직하다. 다 아는 바와 같이 미국은 NSF로 하여금 국가 차원의 슈퍼컴퓨팅 예산 및 자원 할당, HPC 프로그램, 거대과제 등 국가 슈퍼컴퓨팅 관련 과제의 수행 등 독립적 위치에서 효과적으로 조정 추진하고 있다. 이러한 NSF의 국가차원의 슈퍼컴퓨팅 조정 기능은 법적, 제도적 장치와 안정적 예산의 뒷받침하에 이루어 지고 있다. 앞으로 우리나라의 슈퍼컴퓨팅 정책을 범국가적 차원에서 효과적으로 추진해 나갈 수 있도록 하기 위해서는 NSF에 예서와 같이 국가 슈퍼컴퓨터센터로 위상을 높이고 조직의 독립성과 안정적 예산 확보 및 법적, 제도적 장치를 마련해야 할 것이다.

둘째, 앞으로의 슈퍼컴퓨터센터의 역할중점을 자원제공 단계에서 잠재적 가치개발의 심화단계로 이동시켜나가야 한다고 본다. 그동안 슈퍼컴퓨터센터가 성공적으로 발전해 올 수 있었던 원동력의 하나는 시대별 역할흐름을 효과적으로 이동시켜온 데 있었음을 음미할 필요가 있다. 지금까지는 기존에 있어온 슈퍼컴퓨팅 과실을 널리 보급확산하는데 주력하여 왔다면 이제부터는 그 과실을 만들어 내는 뿌리상당의 잠재적 가치를 발굴하는 쪽으로 슈퍼컴퓨터센터의 역할흐름의 대 이동이 있어야 할 것이다. 이러한 방향전환을 통해서 미래기술을 좌우하는 가상실험환경 구축, 전국의 주요 전산자원을 연계한 메타센터 구현, 대안시스템 개발을 위한 R&D 강화, 병렬컴퓨팅 전문인력 양성 기능을 강화해 나가야 할 것이다. 그리고 네트워크 분야에서는 초고속 전산망 Testbed의 기능을 대폭 확충해 나가야 될 것이다. 이러한 역할중점 이동을 통해서 국가 컴퓨

팅 인프라스트럭처 구축의 주역으로 거듭날 수 있어야 할 것이다.

셋째, 세계적 수준의 슈퍼컴퓨팅 자원 유지 및 기종의 다양성이 확보되어야 한다. 그 동안 슈퍼컴퓨터센터가 성공적으로 역할을 수행할 수 있었던 원동력의 하나는 당대 최고, 최대 컴퓨터의 도입, 운영과 함께 이루어져 왔다는 점이다. 슈퍼컴퓨터센터가 지금까지 도입, 운영하여 온 컴퓨터는 CDC 3300 MSOS(32M, '69), CYBER 73-14(65KW, '75), IBM 3032(2MB, '79), IBM 3083(32MB, '86), NAS 8083(32MB, '86), CRAY 2S(2GFLOPS, '88), CRAY C90(16GFLOPS, '93) 등으로 명실공히 당대 우리 나라 최고의 첨단 컴퓨팅 환경을 갖춘 기반하에서 국가적, 사회적 수요에 부응하는 첨단 정보인프라로서의 선도적 역할을 효과적으로 수행해 왔던 것이다. 그러나 현재 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터는 3호가 도입이 지연됨으로써 1호기(1988), 2호기(1993) 도입당시의 성능기준 세계 10위권에서 500위권으로 후퇴하고 있는 실정이다.⁹⁾ 슈퍼컴퓨터 기술발전추세에 비추어 TeraFlops급 슈퍼컴퓨터의 도입이 시급히 이루어져야 할 것으로 본다. 최근 슈퍼컴퓨터의 기술주기는 2년으로 투자효과 및 경제성을 고려할 때 기존의 5년 단위의 교체시기를 2년 단위로 단축하고 수요의 다양화에 따라 도입 기종도 다기종 정책으로 전환해야 할 것이다. 아울러 고가의 외산 시스템을 대체할 대안 시스템으로 선진국에서 공개하지 않고 있는 PC Farm, W/S Cluster 등의 개발연구를 국가차원에서 추진해 나가야 할 것이다.

넷째, 슈퍼컴퓨팅 네트워크의 첨단화를 위한 획기적인 발전이 요망된다. 슈퍼컴퓨터센터가 그 동안 국가 컴퓨팅자원 공동이용 센터로서의 선도적 역할을 성공적으로 수행할 수 있었던 또 하나의 원동력은 정보통신망 기반구축 및 운영활동을 통해서 발견된다. 메인프레임 시대인 70년대는 KISTNet (Korea Institute of Science and Technology Network), 80년대에는 SERINet(Software Engineering Research Institute Network), 그리고 슈퍼컴퓨

9) <http://netlib.org/benchmark/top500html> 참조

터 시대에는 KREONet/HPCNet (Korea Research Environment Open Network/High Performance Computing Network)을 중심으로 전국적인 활용기반 구축, 서비스에 기여하여 왔다. 그러나 현재 HPCNet은 Mbps급으로 원격 슈퍼컴퓨팅 환경에 매우 취약한 실정이다. 향후 슈퍼컴퓨터센터가 국가 슈퍼컴퓨터센터로서의 역할을 지속적으로 수행해나가기 위해서는 슈퍼컴퓨터센터 내부 망과 외부 연동속도 및 환경을 세계적 수준으로 하는 Gbps급으로 발전시키고 장기적으로 Terabps급으로 발전시킴으로써 초고속 기술지원 및 응용서비스를 확대해나가는 것이 필요하다. 특히, 슈퍼컴퓨터센터는 고성능컴퓨팅을 활용한 선도시험망으로서 초고속정보통신 기반을 선도해나가는 역할을 수행해 나가는 것이 바람직하다고 본다. 슈퍼컴퓨터를 통한 Gigabit 네트워크급 선도시험망을 구현하고 있는 미국의 예가 좋은 본보기가 된다. 즉, 미국의 경우 NSF산하 슈퍼컴퓨터센터를 중심으로 vBNS(very high speed Backbone Network System)을 설치하여 100개 기관에 초고속 컴퓨팅 서비스 개발을 바탕으로 NII의 응용서비스 체계를 구축하고 있으며 대학을 중심으로 하는 Internet2프로젝트의 근간을 이루고 있다. 이 과정에서 미국의 슈퍼컴퓨터센터가 첨단기술 연구의 중심은 물론 NII의 선도적 연구 및 응용센터, 전국적 응용서비스를 위한 시험적 연구센터로서의 기능을 수행하고 있다.

다섯째, 슈퍼컴퓨터센터의 발전에 가장 중요한 원동력이 되는 것은 슈퍼컴퓨팅 응용분야의 발전과 우수한 전문인력의 확보에 있다. 미래의 과학기술 및 정보통신분야에서 국가경쟁력을 확보하기 위해서는 국내 계산과학과 정보통신분야를 지원할 수 있는 우수인력의 확보가 필수적이다. 우수한 전문인력을 확보함으로써 고성능 계산 및 계산과학기반 기술과 초고속 네트워킹 연동기술을 발전시키고 국내 슈퍼컴퓨팅 응용연구의 저변을 확대해 나갈 수 있을 것이다. 이를 바탕으로 국가 주도의 거대과제 추진이 가능하고 나아가서는 세계적 수준의 슈퍼컴퓨팅 응용-

소프트웨어도 개발해 나갈 수 있을 것이다. 국내의 한 연구진에 의하면 향후 슈퍼컴퓨터센터의 단계별 발전모형으로 2000년까지 100명(박사급 50명), 2004년까지 150명(박사 70명), 2008년까지 180명(박사 80명)의 전문인력을 확보하는 것이 바람직한 것으로 제시하고 있다.¹⁰⁾

여섯째, 슈퍼컴퓨터센터가 현재 CPU중심의 사용자 구조 제도를 프로젝트 중심으로 전환할 수 있도록 국가과제와 연동하는 한편 요금, 자원할당 정책 등 운영체계의 개선도 필요한 것으로 보았다. 그리고 미국의 거대과제(grand challenge), 국가과제(national challenge)와 같은 대형 프로젝트 발굴 및 범국가적 수행체계를 구축하는 노력이 요망된다. 미국의 HPCC프로그램이 좋은 예가 된다. 미국의 경우 고성능컴퓨팅과 전산망에 있어서 기술적 리더십(technical leadership)을 확보하고 NII의 성공적 추진을 도모하기 위한 HPCC프로그램을 입안하고 매년 약 10억불의 막대한 예산을 투입하여 NSF등 10개 기관이 공동으로 수행하여 왔다. 이 프로그램은 슈퍼컴퓨터 및 초고속통신망을 활용하여 미래의 경쟁력을 위한 거대과제와 국가도전 과제에 대한 연구는 물론 컴퓨터과학 교육의 강화를 통한 기술저변의 확대를 꾀하고 있다.

V. 결론

본 연구를 통해서 슈퍼컴퓨터센터는 지난 30년간 각 시대별 최대규모의 컴퓨터시스템과 전산망으로 우리나라 정보화 구현에 필수적 인프라 구축 및 개발을 선도함으로써 과학기술 진흥 및 국민경제 발전의 견인차로서의 역할을 담당하여 왔음을 확인하였다. 이러한 역할은 과학기술 지식탐구, 기술혁신, 국가 위기관리, 정보화기술 선도 활동을 중심으로 이루어져 왔음을 알 수 있었다. 이러한 과정에서 슈퍼컴퓨터센터가 수행한 수많은 과제중 7개의 활용사례를 통한 경제적 효과는 2조 3,431억원에 달하는

10) 유재준, 21세기를 대비한 SERI 슈퍼컴퓨터센터의 발전 모델 도출연구(서강대학교, 1996), p.180.

것으로 분석되었으며 이 중 6개의 사례를 중심으로 분석한 슈퍼컴퓨터의 활용효과는 투자대비 20배 이상의 경제적 효과를 보여주고 있다. 이로써 슈퍼컴퓨터센터의 경제성은 충분히 입증되었다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 향후 바람직한 슈퍼컴퓨터센터의 발전방향으로 슈퍼컴퓨터센터의 위상과 역할, 그리고 슈퍼컴퓨팅 자원 확보, 전문인력의 확충, 국가적 차원의 프로젝트 창출과 국가적 수행체계의 구축에 관하여 논의를 전개하였다. 본 논의에서 제시된 결론은 다음과 같다. 첫째, 국가적 차원에서 슈퍼컴퓨팅 수요예측 및 확보전략을 강구하고 수요 부문별 효과적인 슈퍼컴퓨팅 자원할당과 부처간 정책 조정 등 국가차원의 슈퍼컴퓨팅 정책을 일관성 있게 추진해 나갈 수 있도록 슈퍼컴퓨터센터의 위상을 국가 슈퍼컴퓨터센터로 높이는 것이 바람직하다. 둘째, 슈퍼컴퓨터센터의 발전을 위해서는 지금까지 기존의 슈퍼컴퓨팅 과실중심으로 널리 확산 보급하여 온 역할로부터 이제부터는 그 과실을 있게 하는 잠재적 가치를 발굴하는 방향으로 역할이동이 있어야 한다. 셋째 자원측면에서 현재 세계 500위권에 머물러 있는 슈퍼컴퓨팅 능력을 TeraFlops급으로 확충하고 기술발전 추세에 따라 앞으로의 새로운 시스템 도입 주기를 5년으로부터 2년으로 단축하는 동시에 다양한 슈퍼컴퓨팅 수요를 고려한 다기능 정책으로 전환하는 것이 바람직하다. 아울러 고가의 외산 슈퍼컴퓨터의 대안 시스템을 국가적 차원에서 개발해 나가는 노력도 필요하다. 넷째로는 HPCNet을 Gbps급으로 발전시키고 장기적으로 Terabps급으로 발전시켜 나가면서 초고속정보통신망의 선도시험망으로서의 역할을 강화해 나가는 것이 바람직하다. 다섯째로 전문인력 확충으로 2000년까지 100명(박사급 50명), 2004년까지 150명(박사 70명), 2008년까지 180명(박사 80명)의 전문인력을 확보하는 것이 바람직한 것으로 보았다. 끝으로 CPU 중심의 사용자 구조 제도를 프로젝트 중심으로 전환할 수 있도록 국가과제와 연동하는 한편 요금, 자원할당 정책 등 운영체계의 개선이 필요하다고 보았다. 그리고 국가적 차원에서 안정적으로 슈퍼컴퓨팅 사업을 수행해 나갈 수 있도록 슈퍼컴퓨팅을 기반으로 하는 대형과제 발굴 및 범국가적 수행체계를 구축하고 사용자들

위한 슈퍼컴퓨팅 기술지원 체계를 갖추어 세계적 수준의 연구결과를 창출할 수 있어야 할 것이다.

이상에서 제시된 조직의 위상과 예산지원 및 법적, 제도적 장치를 마련하는데 따른 국가적, 사회적 공감대 형성이 필요하리라 본다. 이런 점에서 현재 정부에서 추진중인 출연기관 연합이사회 소속으로 슈퍼컴퓨터사업이 산업응용으로 분류된 것을 기초기반에 재분류 되도록 하는 것이 타당하다고 본다. 슈퍼컴퓨터센터의 안정적인 발전을 위해서는 미국의 HPCC법, HPCC프로젝트 추진 사례가 우리에게 좋은 본보기가 된다. 1991년에 고성능 컴퓨팅 분야의 국가경쟁력 확보를 위하여 NREN을 포함한 5개의 하위 프로그램을 중심으로 한 HPCC 법(High Performance Computer and Communication Act)을 제정하여 법적 근거를 마련하고 이를 통한 정책집행의 실효성을 확보함과 아울러 1993년 크린턴 정부 출범과 동시에 HPCC 프로그램을 창출하여 NSF 등 10개 연구기관을 주축으로 범국가적 수행체계를 갖추고 연간 10억불 이상의 고성능 컴퓨팅 및 통신분야 연구를 수행한 바 있으며 이러한 연구결과를 기반으로 vBNS, Internet2, PACI 프로그램을 정부주도하에 수행하고 있다. 이미 알려진 바와 같이 1998년 1월, 미국의 크린턴 대통령은 알 고어 부통령과 교육부 장관을 대동하고 일리노이주립대학의 NCSA(National Center for Supercomputing Applications)를 방문하고 이 자리에서 슈퍼컴퓨팅 사업의 중요성을 강조한 바 있다. 이와같이 미국은 이념적으로는 시장경제 원리를 주장하면서도 정보인프라 구축 및 핵심기술개발에 대해서는 정부가 이를 적극적으로 지원할 뿐 만 아니라 대통령을 비롯한 최고 지도자가 관심을 가지고 직접 챙기고 있다. 21세기 선진국 진입을 지향하는 우리가 어떻게 해야 할 것인가를 시사하는 바 크다 하겠다.

參 考 文 獻

- 노화준, 「정책평가론」, 법문사, 1988.
- 박정식, 「현대재무관리」, 법문사, 1978.
- 안문석, “시스템공학연구소 30년 경제적 효과 분석 연구”, 고려대학교, 1998.
- 안문석, 「정보체계론」, 법문사, 1989.
- 오택섭, 「사회과학데이터 분석법」, 나남, 1985.
- 유재준, “21세기를 대비한 SERI슈퍼컴퓨터센터의 발전모델 도출연구”, 서강대학교, 1996.
- 이진주, “출연연구소의 기관평가 및 과제평가제도”, 세미나 자료, 1990.
- 전산소식, 시스템공학연구소, 1982-1989.
- 최형섭, 「개발도상국의 공업연구」, 일조각, 1976.
- Willism N. Dunn, *Public Policy Analysis*, New York:Prentice-Hall,Inc., 1981.