슈퍼컴퓨터 도입 타당성 분석

KISTI 슈퍼컴퓨팅센터

- 목 차 -

1. 서론 ····· 1
1.1 연구의 필요성 ····· 1
1.2 연구의 목적 ····· 2
1.3 연구방법 : 추진전략 ····· 2
1.4 기대성과와 활용방안 ····· 3

2. 슈퍼컴퓨터 서비스 동향 ····· 3
2.1 슈퍼컴퓨터의 중요성 ····· 3
2.2 공공 슈퍼컴퓨터의 필요성 ····· 8
2.3 선진국의 슈퍼컴퓨터 확보 및 활용동향 ····· 11
2.4 국내 슈퍼컴퓨터 보유현황 ····· 23
2.5 요약 및 제언 ····· 27

3. 슈퍼컴퓨터 3호기 효과분석 ····· 28
3.1 슈퍼컴퓨터 3호기 효과분석 모형 ····· 28
3.2 슈퍼컴퓨터 3호기 경제적 효과분석 ····· 32
3.3 슈퍼컴퓨터 3호기 사회·기술적 효과분석 ····· 47
3.4 소결론 ····· 66

4. 슈퍼컴퓨터 4호기 수요분석 ····· 67
4.1 슈퍼컴퓨터 4호기의 수요분석 ····· 67

5. 슈퍼컴퓨터 4호기 도입 기대효과 ····· 84
5.1 연구사업 ····· 84
5.2 초고속연구망 구축운영 ····· 90
5.3 슈퍼컴퓨팅인프라 개발 ····· 92
5.4 슈퍼컴퓨터 응용고도화 ····· 94
5.5 슈퍼컴퓨팅 연구고도화 ····· 99
5.6 슈퍼컴퓨팅 자원 확충 및 운영 ····· 103
5.7 대외협력 및 센터 미래 준비 ····· 104
5.8 결론 ····· 105

6. 중장기 공공슈퍼컴퓨터 수급계획 ····· 107
6.1 국가 슈퍼컴퓨팅센터의 역할 및 발전방향 ····· 107
6.2 슈퍼컴퓨터의 기술동향 및 발전방향 ····· 124
6.3 슈퍼컴퓨터 사용자 지원정책 ····· 136
6.4 슈퍼컴퓨터 수급정책 및 활용방안 ····· 145
6.5 요약 및 제언 ····· 154

7. 결론 ····· 157
참고문헌 ····· 160

부 록 ····· 163

[부록 1] 전문가 자문회의 결과 녹취 ····· 164
[부록 2] 전문가 자문회의 결과 녹취 ····· 175

- 표 목차 -

<표 2-1> Status of supercomputer capability of USA ····· 11
<표 2-2> Status of supercomputer capability of Japan ····· 12
<표 2-3> Status of supercomputer capability of EU ····· 12
<표 2-4> Supercomputer for utilizing of industry in Korea ····· 15
<표 2-5> Supercomputer for utilizing of research in Korea ····· 16
<표 2-6> Supercomputer for utilizing of acadamic in Korea ····· 17
<표 2-7> Status of utilization per are based on Top500 I ····· 18
<표 2-8> Status of utilization per are based on Top500 II ····· 19
<표 2-9> Supercomputer utilization area ····· 20
<표 2-10> Supercomputer utilization area ····· 21
<표 2-11> Supercomputer utilization area ····· 22
<표 2-12> Level status in Top500 ····· 23
<표 2-13> Supercomputer power of the main nations ····· 23
<표 2-14> Supercomputer lists deployed in domestic ····· 24
<표 2-15> Status of suprecomputers ranked on Top500 ····· 27
<표 3-1> Installation & service schedule of supercomputer III ····· 28
<표 3-2> System specification of NEC SX-5 & SX-6 ····· 29
<표 3-3> System specification of IBM p690 & p690+ ····· 29
<표 3-4> Status of institutes using supercomputer and increasing accounts ····· 30
<표 3-5> Status of operation ····· 30
<표 3-6> Frequency of login for 3 years ····· 31
<표 3-7> Status of the amount used CPU time for 3 year ····· 31
<표 3-8> The analysis method of cost reduction effects ····· 34
<표 3-9> Peak CPU time of each organization at NEC system ····· 34
<표 3-10> Peak CPU time of each organization at IBM system ····· 35

<표 3-11> Status of commercial software packages ····· 37
<표 3-12> Cost reduction effects of software packages ····· 37
<표 3-13> Cost reduction effects of man power ····· 38
<표 3-14> Technical support program for industries 2004 ····· 44
<표 3-15> Economic effects of Technical support program for industries ·· 45
<표 3-16> Economic effects of supercomputer III ····· 46
<표 3-17> Grand challenge support program ····· 58
<표 3-18> Research Products of Grand Challenge Support Program ····· 58
<표 3-19> The fourth Supercomputing Strategic Support Program ····· 59
<표 3-20> The fifth Supercomputing Strategic Support Program ····· 60
<표 3-21> Research Products of Supercomputing Strategic Support Program ··· 61
<표 4-1> Methods of demand forecasting ····· 67
<표 4-2> Status of supercomputers by year ····· 73
<표 4-3> Academic/research supercomputers at TOP500 ····· 74
<표 4-4> Selection of model by R2 ····· 79
<표 4-5> Status of Academic/research supercomputers at TOP500 & KISTI ···· 80
<표 4-6> Demand forecasting results of supercomputer IV ····· 81
<표 5-1> Projected Economic Effects of Supercomputer III ····· 89
<표 5-2> Research topics in Internal and consigned projects in supercomputing infrastructure development project ····· 94
<표 6-1> Status of application S/W ····· 114
<표 6-2> Comparison between Korea and USA of population, GDP, amount of supercomputer and SCI papers ····· 115
<표 6-3> Strategical evolution plan for Supercomputing Center ····· 124
<표 6-4> System Family ····· 127
<표 6-5> Sytem Model ····· 128
<표 6-6> Supercomputer technical roadmap ····· 136

<표 6-7> Suprecomputer users classification ····· 137
<표 6-8> Account classification ····· 138
<표 6-9> Application number of account and bonus rate ····· 139
<표 6-10> Disk free usage ····· 140
<표 6-11> Definition for system time ····· 140
<표 6-12> Status of application S/W ····· 141
<표 6-13> Multi-account support ····· 142
<표 6-14> Status of disk service by users ····· 143

- 그림 목차 -

<그림 2-1> a distributed memory SIMD machine(www.top500.org) ····· 6
<그림 2-2> shard-memory MIMD systems(www.top500.org) ····· 6
<그림 2-3> Application areas for Supercomputer ····· 8
<그림 2-5> Trend for Top500 Supercomputer(Number) ····· 13
<그림 2-6> Trend for Top500 Supercomputer(Performance) ····· 13
<그림 2-8> Installation Trend(#)(1993-2004) ····· 18
<그림 2-9> Application sector(performance) ····· 19
<그림 4-1> Trends of capacity growth of supercomputer0| ····· 72
<그림 4-2> Analysis results of Model 1 ····· 75
<그림 4-3> Analysis results of Model 2 ····· 76
<그림 4-4> Analysis results of Model 3 ····· 76
<그림 4-5> Analysis results of Model 4 ····· 77
<그림 4-6> Analysis results of Model 5 ····· 78
<그림 4-7> Analysis results of Model 6 ····· 78
<그림 4-8> Graph of demand forecasting results of supercomputer Ⅳ ····· 82
<그림 5-1> Conceptual diagram for CERT-KREONET ····· 88
<그림 5-2> A result of research and efficient use ····· 91
<그림 5-3> Cooperation structure in KISTI ····· 92
<그림 5-4> Projected Plan on National Grid Infrastructure by Year ····· 102
<그림 5-5> Projected Roles of the Center ····· 105
<그림 6-1> Tasks for Supercomputing Center ····· 108
<그림 6-2> Manufacturer Trend(1993-2004) ····· 125
<그림 6-3> Interconnect Family(1993-2004) ····· 126
<그림 6-4> Processor Family(1993-2004) ····· 126
<그림 6-5> Producer Region trend(1993-2004) ····· 127

<그림 6-6> Continent Trend(1993-2004) ····· 131
<그림 6-7> Performance Comparison(Top1-Top500) ····· 132
<그림 6-8> Trend for Performance Development ····· 132
<그림 6-9> Processor Architecture Trend(1993-2004) ····· 133
<그림 6-10> Processor Generation Trend(1993-2004) ····· 133
<그림 6-11> Architecture Trend(1993-2004) ····· 134
<그림 6-14> TeraFlops Supercomputing Chip ····· 135

1. 서론

1.1 연구의 필요성

지식정보화 사회를 이끄는 가장 강력한 인프라를 꼽으라면 단연 슈퍼컴퓨팅력(supercomputing power)이 될 것이다. 슈퍼컴퓨터가 갖는 강력한 계산능력과 정보저장능력은 슈퍼컴퓨터를 자연과학은 물론 사회과학 연구의 필수도구로 만들고 있다.

미국을 위시한 선진국에서는 슈퍼컴퓨팅력이 국가경쟁력에서 갖는 의미를 이해하고 전담기구와 전담 프로젝트를 만들어서 강력하게 지원하고 있다. 다행히 우리나라도 공공부문에서의 슈퍼컴퓨팅력이 갖는 의미를 이해하고 1988년 1호기를 도입한 이후, 1993년에 2호기를 가동하였고, 2001년부터는 현재의 3호기를 도입·가동 중에 있다.

그러나 슈퍼컴퓨터 세계에서 방심은 패배를 의미한다. 즉, 슈퍼컴퓨팅력에 대해서는 끊임없이 평가가 이루어지고, 이를 바탕으로 지속적인 파워의 향상이 필요한 것이다. 우리나라에 들어와 있는 슈퍼컴퓨터가 수행한 일들이 국가경쟁력 제고라는 측면에서 어떤 기여를 했는지, 어떤 측면에서 미흡한 점이 있었는지를 체계적으로 분석하고 평가하는 일이 필요할 뿐만 아니라, 급변하는 정보화시대의 요구에 맞추어 슈퍼컴퓨팅력에 대한 한발 앞선 수요예측도 필수적이라 할 것이다.

더군다나, 슈퍼컴퓨팅 인프라는 전통주력산업의 고도화와 6T 기술 등 차세대 유망신기술 및 신성장동력의 연구개발에 있어서 핵심 인프라로 인식되고 있다. 따라서 국가적 차원에서의 공감대 형성을 유도하고, 장기적 수급 계획 수립과 함께 과학기술 혁신에서의 슈퍼컴퓨터의 역할에 대한 심도 깊은 연구가 절실하다.

이런 흐름에 따라 본 연구의 필요성은 다음과 같다.

첫째, 슈퍼컴퓨터는 국가과학기술의 연구개발에 필수적인 핵심 인프라로서 세계 각국은 국가 경쟁력 제고를 위해 전략적으로 도입·구축 운영하고 있다. 이런 현실에서 국내외의 도입 및 운영 현황을 파악하는 것이 절실하다고 하겠다.

둘째, KISTI의 슈퍼컴퓨터는 우리나라의 공공서비스를 목적으로 도입 운영 중이며, 단순히 장비적 차원에서 구축되는 것이 아니라, 과학기술 및 산업기술 분야에 대한 생산성 혁신의 주도적 역할을 하고 있다. 따라서 KISTI 슈퍼컴퓨터 4호기 도입의 준비에 있어서 국가과학기술의 첨단연구 개발 환경 구축이라는 점에서 과학기술적인 면에서의 의의뿐만 아니라, 사회·경제적 측면에서 정부주도형

정책과 전략 수립이 필요하다.

셋째, 이를 위해 슈퍼컴퓨터의 경제적·사회적·기술적 효과를 분석하고 이를 바탕으로 4호기 도입의 검토 및 활용방안과 정책 모색은 매우 시급한 과제라고 할 것이다. 또한 모든 연구에서와 같이 슈퍼컴퓨팅 지원시스템도 수요자 중심으로 운영되어야 한다. 이런 측면에서, 정기적인 평가분석은 정책의 성공적 수행에 필수적이다.

1.2 연구의 목적

본 연구는 KISTI 슈퍼컴퓨터 4호기 도입에 즈음하여 국가과학기술의 핵심 인프라로서 동비의 타당성 및 활용 방안 등에 대한 검토를 목적으로 한다. 이 목적의 달성을 위해 다음과 같은 세부 목표를 수행하고자 한다.

첫째, 국내외 슈퍼컴퓨터 수급과 관련한 기술적·정책적 동향을 분석한다.

둘째, 슈퍼컴퓨터 3호기의 경제적·사회적·기술적 효과를 분석한다.

셋째, 차세대 성장동력에 대한 적합성을 중심으로 슈퍼컴퓨터 4호기 도입의 필요성과 타당성을 제시한다.

넷째, 슈퍼컴퓨터 중장기 수급계획과 활용방안을 모색한다.

1.3 연구방법 : 추진전략

본 연구를 수행하기 위한 추진전략을 사업내용과 관련하여 살펴보면 다음과 같다.

(1) 국내외 슈퍼컴퓨터 수급과 관련한 기술적·정책적 동향 분석
- 일정 : 11월-12월
- 추진방법 : 인터넷 및 문헌조사, 국내외 전문가 인터뷰 병행.

(2) 슈퍼컴퓨터 3호기 효과분석
- 일정 : 12월-2월
- 추진방법 : 인터넷을 통한 설문조사 실시, 국내 전문가 면담 실시, 전문가와 연구원들 간의 세미나 실시.

(3) 4호기 도입 타당성 분석
- 일정 : 1월-3월
- 추진방법 : 전문가와 정부관료 및 연구원들 간의 자문회의 개최, 전문가 면담 실시, 인터넷 및 문헌조사 병행.

(4) 슈퍼컴퓨터 중장기 수급계획 수립
- 일정 : 3월-5월

- 추진방법 : 수행한 연구를 바탕으로 연구원들 간의 브레인스토밍. 문헌조사 병행. 정부관료 등을 중심으로 인터뷰 실시.

1.4 기대성과와 활용방안

본 연구결과로 2001년 이후 우리나라 슈퍼컴퓨터 3호기의 성과를 평가할 수 있게 된다. 동시에 슈퍼컴퓨터 이용자의 관점에서 4호기 도입에 대한 필요성을 제시할 수 있을 것으로 보여 장기적인 수급 정책을 수립하는 데에 큰 기여를 할 것으로 보인다.

본 연구결과의 기대성과와 활용방안을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 과학기술 및 산업계에 대해 슈퍼컴퓨팅 인프라의 인식을 제고할 수 있다.
둘째, 슈퍼컴퓨터 4호기 도입에 대한 필요성과 당위성을 제시할 수 있다.
셋째, 과학기술 분야에 대한 슈퍼컴퓨터의 효율적 활용 방안을 제시할 수 있다.
넷째, 슈퍼컴퓨팅 인프라 구축에 관련한 제반 연구기획 자료로 활용할 수 있다.
다섯째, 차세대 신성장 동력 기술과의 연계를 통해 국가 정책수립에 참고할 수 있다.

2. 슈퍼컴퓨터 서비스 동향

2.1 슈퍼컴퓨터의 중요성

2.1.1 정의 및 특징

슈퍼컴퓨터의 개념에 대해서는 의견이 분분하지만 의견을 간단하게 말하면 슈퍼컴퓨터는 “현존하는 컴퓨터 중 가장 빠르고 용량이 큰 컴퓨터”라고 할 수 있다(SERI,1990). 보통의 컴퓨터보다 연산속도가 수백배 혹은 그 이상 빠른 컴퓨터가 슈퍼컴퓨터인데, 통상 세계 500위안에 드는 컴퓨터를 지칭한다. 그런데 컴퓨터의 성능이 폭발적으로 증가하고 있기 때문에 슈퍼컴퓨터에 속할 성능은 시간에 따라 변화한다. 따라서 슈퍼컴퓨터의 성능에 대한 기준은 임시적인 것에 불과하다. 슈퍼컴퓨터의 성능은 초당 몇 회의 계산을 수행하는가의 지표인 Flops라는 단위로 측정되는데, 2005.2월현재 세계최고의 컴퓨터는 미국 Doe에 설치된 IBM의 BlueGene/L beta-System, BlueGene/L DD2 beta-System (0.7 GHz PowerPC 440)인데, 70,720 Rmax(GF/s)[1]의 성능을 자랑한다. 이 성능은

1) Rmax는 Linpack이라는 수학라이브러리를 이용한 벤치마크결과로서 실제사용자들이 활용가

TOP500에 랭크된 우리나라 슈퍼컴퓨터 성능을 모두 합친 16,356 Rmax(GF/s) 보다 높은 수준이다.

현대적 의미의 슈퍼컴퓨터 역사는 1976년 Seymour Cray를 중심으로 개발된 Cray-1으로부터 시작되었으며, 1980년대 초반까지도 미국의 정부기관이나 대학교의 전유물로 그 이용이 제한되었다. 그러나 1980년대 중반 이래로 산업체에서 슈퍼컴퓨터의 효용성을 시험하기 시작했으며, 그 결과 계산과학 및 계산공학이 실제 물리적인 현상을 재현하고 예측 가능하다는 것이 검증되면서 슈퍼컴퓨터의 저변이 급속하게 확산되기 시작하였다.

이러한 슈퍼컴퓨터의 특징은 요약하면 다음과 같다.

○ 최고성능의 컴퓨터

통상적으로 슈퍼컴퓨터는 주어진 시간 안에 많은 양의 수치계산을 할 때, 또는 많은 양의 정보를 짧은 시간 안에 다루어야 할 때 사용한다. 여기서 '많은 양의 수치계산' 또는 '많은 양의 정보처리' 역시 상대적이며 시대에 따라 변하는 개념으로, 현재는 1 Tera Flops (초당 1조번 연산)나 1 Tera Bytes (1조 Bytes) 정도를 일컫는다.

○ 거대과제의 해결수단

흔히 슈퍼컴퓨터라고 했을 때 주위에서 접하는 PC나 워크스테이션에 비해 엄청나게 큰 컴퓨터라고 단순히 생각할 수도 있지만, 슈퍼컴퓨터는 활용범위가 일반컴퓨터와 아주 다르다. 슈퍼컴퓨터는 자연과학 분야와 첨단 공학 분야뿐만 아니라 보험회사, 석유회사, 영화산업 등 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 수치계산이 많이 요구되거나 대용량의 데이터 처리를 요하는 모든 분야에서 사용 가능성이 무궁무진한 도구이다.

○ 슈퍼컴퓨터의 공공성

인간의 지적활동 영역 중에서 슈퍼컴퓨터를 도구로 활용하는 분야는 날로 넓어지고 있다. 신물질개발, 기상예보, 인간유전자 DB구축, 생명공학, 우주의 진화연구, 원자력, 비행기 설계 등 전 산업에 걸쳐 광범위하게 활용되고 있다. 이러한 맥락에서 슈퍼컴퓨터 기술은 국가의 과학기술인프라로서의 역할을 하며, 슈퍼컴퓨터를 얼마나 잘 활용하느냐가 국가경쟁력향상의 척도로 되고 있다. 이러한 맥락에서 선진국은 국가주도의 초고속 정보통신망과 연계된 슈퍼컴

능한 성능을 표시하는 척도이다.

퓨터프로그램을 경쟁적으로 추진하고 있으며, 슈퍼컴퓨팅센터를 국가차원에서 구축하고 적극적인 투자를 하고 있다. 예컨대 미국은 시장경제를 신봉하는 국가임에도 불구하고 HPC법 등을 제정하고 국가주도의 프로젝트를 수행하고 있는가를 심각하게 고민해야 한다. 이것은 슈퍼컴퓨터파워의 공공성과 직결된다. 슈퍼컴퓨터파워의 운용을 시장경제에 내버려두면 국가경쟁력이 떨어진다는 논리가 숨어있는 것이다.

■ 디지털경제에의 부합

디지털경제(digital economy)의 등장으로 경제활동을 통해 대량의 데이터가 창출되고 있으며, 그것의 효과적 활용에 대한 수요가 늘어나고 있다(연구개발정보센터, 2000.12). 그리고 기업과 조직의 운영적 측면뿐만 아니라 전략적 측면에서도 슈퍼컴퓨터 자원을 활용한 활동이 증대되고 있다. 최근에 활용되고 있는 정보기술은 새로운 제품을 개발하거나 새로운 사업영역을 개발, 형성하는 데에도 중요한 역할을 수행하고 있는 것이다.

■ 슈퍼컴퓨터의 대중성

과거와는 달리 이제 과학기술분야 및 산업분야에서 대부분 복잡하고 거대한 문제를 즉각적으로 풀이해주는 요구가 증가함에 따라 이러한 환경에 적합한 슈퍼컴퓨터의 사용이 점점 더 증가할 것으로 예측된다. 따라서 인터넷의 확산에 따른 일상적인 기업 활동과 조직 활동에서 슈퍼컴퓨터의 활용이 대중화할 것으로 보여 진다.

2.1.2 종류

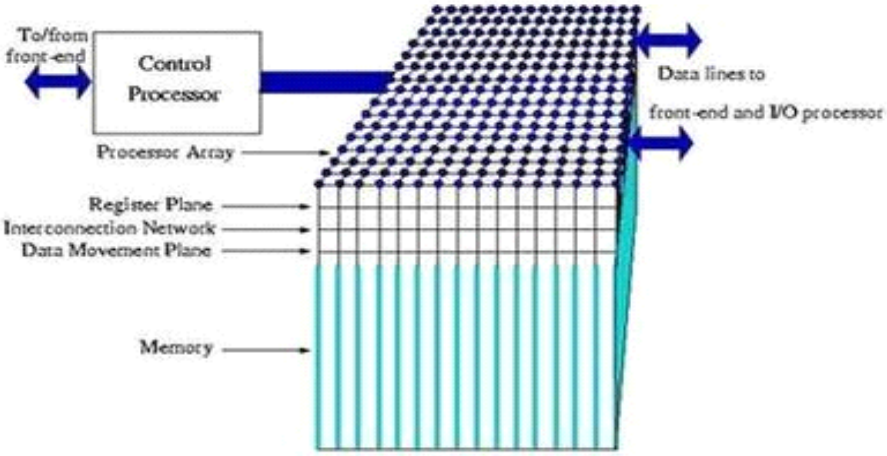
슈퍼컴퓨터의 종류는 다양하게 제시할 수 있지만 SISD, SIMD, MIMD, Cluster의 4가지로 나누어 살펴본다.

○ SISD computers

전통적으로 하나의 CPU를 통해 연속처리되며, 최근에는 하나이상의 CPU에 의해 상이한 자료공간에서 계산이 수행된다. 예컨대 DEC, HP, IBM 및 SGI 워크스테이션이 그 예이다.

○ SIMD computers

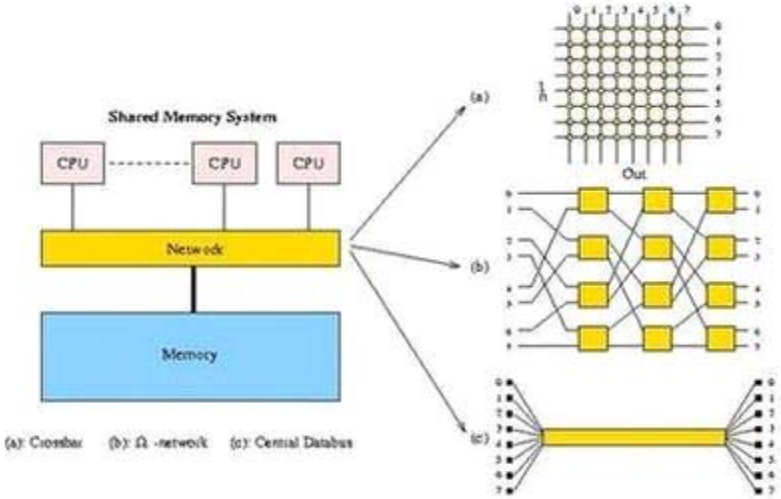
많은 수(1,024~16,384)의 처리단위(processing unit)를 통해 계산이 수행되며, 상이한 공간에 있는 자료는 병렬처리된다. 예컨대 NEC SX-6i가 그 예이다.



<그림 2-1> a distributed memory SIMD machine(www.top500.org)

○ MIMD computers

이론적으로 이 컴퓨터는 여러 개의 작업지시(multiple instruction)는 하나의 자료흐름위에 수행되어야 한다. 그러나 현실적으로는 상이한 여러 자료를 병렬적으로 처리한다(그림 2-2참조).



<그림 2-2> shard-memory MIMD systems(www.top500.org)

○ Clusters

지역네트워크에 의해 연결된 워크스테이션/PCs의 집합체가 클러스트인데, 1994년 이래 도입되었다. 클러스트는 하드웨어와 소프트웨어의 비용이 저렴하고, 통제비용도 저렴하다는 장점을 가진다. 그리고 100mb/s의 Ethernet 혹은 Gigabit Ethernet이 가능하므로 네트워크속도도 빠르다. 이제는 7억대의 PC와 20억대의 무선기기가 인터넷으로 맞물리는 세상을 맞이하고 있다.

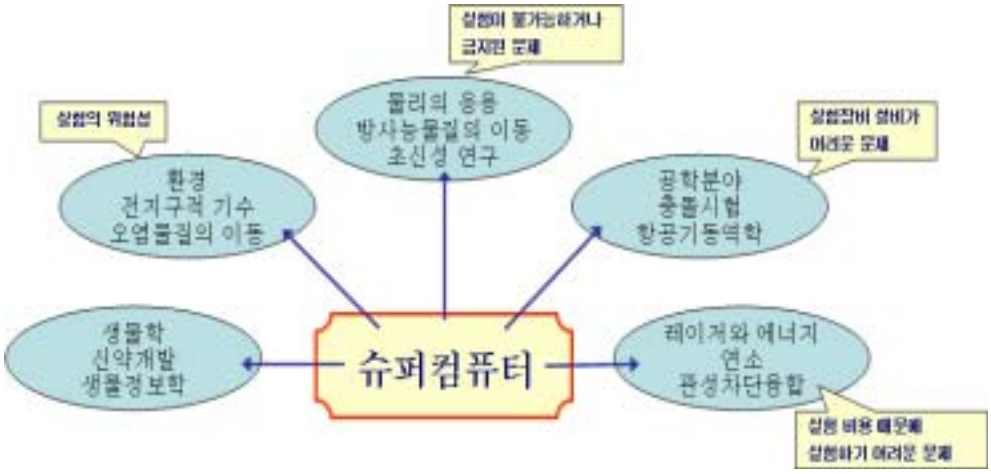
2.1.3 용도

○ 정보인프라의 주요구성요소

슈퍼컴퓨터력은 U-시대를 이끄는 가장 중요한 인프라이다. 슈퍼컴퓨터가 갖는 강력한 계산능력과 정보저장능력은 슈퍼컴퓨터를 자연과학은 물론 사회과학연구에서도 필수적인 도구가 되어가고 있다. 이미 미국을 위시한 주요 선진국에서는 슈퍼컴퓨터력이 국가경쟁력에서 차지하는 비중을 인식하고 전담기구와 전담프로젝트를 만들어서 강력하게 지원하고 있다. 특히 고성능슈퍼컴퓨터(High Performance Supercomputing)의 역할을 주목하고, 이의 효과적인 활용을 위해 다양하게 지원하고 있다.

○ 해결이 불가능하거나 어려운 문제의 해결을 통한 국가경쟁력 제고

슈퍼컴퓨터는 대규모 프로그램을 실행할 수 있는 환경을 제공하게 되며, 이러한 환경을 이용하여 지금까지 해결하기가 불가능하거나 어려운 문제를 해결할 수 있다<그림 2-3참조>. 예컨대 도로를 주행하는 승용차 중에 슈퍼컴퓨터를 사용하지 않고 설계된 것이 없으며, 약국에서 진열된 많은 의약품 중에도 슈퍼컴퓨터의 도움 없이 개발된 것이 흔치 않다. 세계 주요 국가들은 80년대 중반 이후 계산과학과 공학 분야의 발전을 통하여 첨단 과학기술과 정보통신 분야의 리더십을 갖고자 국가지원의 슈퍼컴퓨팅센터 및 슈퍼컴퓨터 개발을 국가의 핵심전략사업으로 추진하고 있다. 이처럼 활용되는 분야는 매우 다양하다. DB, 전자공학, 재정, 국방, 하드웨어, 이미지처리 및 묘사(Image Processing & Rendering), 정보제공서비스(Information Provider Service), 정보서비스(Information service), 소프트웨어, 텔레콤, WWW, 생물학, 화학, 에너지, 약학, 생화학, 항공우주, 자동차, 수송, 제조, 지구물리학, 역학, 환경 및 기후변화예측 등에 활용된다.



<그림 2-3> Application areas for Supercomputer

2.2 공공 슈퍼컴퓨터의 필요성

슈퍼컴퓨터 기술의 발전은 자연현상의 이해를 위한 새로운 기회를 제공하였으며, 신약개발 시간의 단축, 국지 기후의 정확한 예측, 지구 생성물질의 규명 등의 인류가 해결하고자 하는 초대형 문제에 도전할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 더불어, 최근에는 기존 산업에 슈퍼컴퓨터 기술을 접목한 융합화, 복합화, 지능화 연구가 집중적으로 국내에서 수행될 예정에 있으며, 과학기술 분야뿐만 아니라 정보통신, 문화컨텐츠 분야 까지도 영역을 확장해 나가고 있다.

공공슈퍼컴퓨터의 필요성을 기술적 측면, 경제적 측면 그리고 정책적 측면에서 정리한다.

2.2.1 기술적 측면

○ 기술성능의 폭발적 증가에의 대비

슈퍼컴퓨터의 성능은 매년 급속하게 증가하고 있다. <그림 2-4>에서 보는바와 같다. TeraFLOPS는 이미 과거가 되고 있으며, 이제 Peta FLOPS를 준비해야 하는 시점에 있는 것이다.

<그림 2-4> Projected System Performance Development

2.2.2 경제적 측면

경제적 측면에서의 공공슈퍼컴퓨터의 필요성은 다음의 두 가지로 요약된다.

○ 저비용·고효과

거대연구수행자들에게 저비용으로 최대의 효과를 얻게 하는 수단이 될 수 있을 것이다. 거대연구수행자들이 소속한 조직에서 슈퍼컴퓨터자원을 원활하게 공급하기는 한계가 있기 때문에 저비용으로 자원을 할당받기 위해서는 공공슈퍼컴퓨터의 존재가 필수적이다. 예컨대 e-Science 환경구축에 따른 기대효과를 국가적 차원에서 중요한 몇 가지만 살펴보면 다음과 같다(국가과학기술자문회의, 2004.7).

- 연구개발 기반조성에서의 경제적 이익보장
- 과학기술 가치사슬의 연계효율화를 통한 기술경쟁력강화
- 물리적 클러스트의 네트워킹을 통한 혁신적 공유와 확산촉진
- 전통주력 및 기간산업의 e-Science화를 통한 기술경쟁력 심화 등

○ 잠재수요 창출

공공슈퍼컴퓨터는 글자그대로 공공성을 지니기 때문에 접근이 용이하고, 컴퓨

팅자원의 공유가 상대적으로 용이할 수 있기 때문에 거대과제를 연구하는 잠재수요자들을 창출할 가능성이 있다. 예컨대 e-Science환경구축에 따른 연구개발자 차원의 효과는 다음과 같이 요약된다(국가과학기술자문회의, 2004.7)

- 전시간 연구환경의 구현을 통한 창의실발현
- 초대형 분산컴퓨팅 환경을 통한 연구개발의 한계성극복
- 연구개발활동의 거래비용절감과 연구생산성향상
- 연구개발시간의 경쟁력 확보 등

2.2.3 전략(정책)적 측면

전략적 측면에서의 공공슈퍼컴퓨터 필요성은 다음의 두 가지로 요약된다.

○ 연구혁신전략

공공슈퍼컴퓨터의 존재는 거대과제 연구의 혁신전략(innovation strategy)의 역할을 수행할 수 있다. 이미 미국은 슈퍼컴퓨팅력이 국가경쟁력에서 차지하는 비중을 인식하고 전담기구와 전담프로젝트를 만들어서 강력하게 지원하고 있다. 미국은 1991년 고성능 슈퍼컴퓨터법(HPC Act of 1991)을, 1998년에는 차세대인터넷연구법(Next Generation Internet Research Act of 1998)을 제정하고, 국가주도의 프로젝트인 HPCC(High Performance Computing & Communication) 및 CIC(Computer Information and Communication) 등 다양한 프로그램을 수행하고 있다. 미국은 시장경제를 신봉하는 국가임에도 불구하고 HPC법 등을 제정하고 국가주도의 프로젝트를 수행하고 있는가를 심각하게 고민해야 한다. 이것은 슈퍼컴퓨터파워의 공공성과 직결된다. 슈퍼컴퓨터파워의 운용을 시장경제에 내버려두면 국가경쟁력이 떨어진다는 논리가 숨어있는 것이다[2].

○ On-demand 지원전략

언제 어디서나 필요한 만큼의 슈퍼컴퓨터자원을 제공하기 위해서는 i) 가용성 ii) 확장성 iii) 보안성 iv) 편의성 v) 유연성이 뛰어난 슈퍼컴퓨터환경을 가지는 것이 필요하다. 이러한 차세대 정보인프라의 주요인자는 바로 슈퍼컴퓨터인 것이다.

---

2) HPC Act에 그대로 나타나고 있다. 제2조2항을 보면 미국은 현재 국가안전, 산업생산성, 과학 및 공학을 위한 고성능 컴퓨팅의 개발과 활용에서 세계적인 우위를 지키고 있으나, 외국경쟁자들에게 도전을 받고 있다고 한다. 이것은 미국의 HPC사업은 과학기술 등의 제반 부문에서 최선두를 지속적으로 점하기 위한 국가전략임을 보여주고 있는 것이다.

2.3 선진국의 슈퍼컴퓨터 확보 및 활용동향

주요 선진국들은 슈퍼컴퓨터의 확보가 국가경쟁력의 수단으로 파악하고 상당한 투자를 하고 있다. 예컨대 미국과 일본은 슈퍼컴퓨터 개발과 세계 슈퍼컴퓨터 시장의 우위를 확보하기 위하여 신기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 슈퍼컴퓨터 라이프 사이클은 점점 축소되어 초당 수천억에서 수조번의 연산이 가능한 슈퍼컴퓨터들이 등장하고 있는 실정이다. 이하에서는 그 구체적인 내용을 살펴본다. 제시된 자료는 별도표시가 없는 한 www.Top500.org에 제시된 자료임을 밝힌다.

2.3.1 선진국의 슈퍼컴퓨터 확보

선진국의 슈퍼컴퓨터확보추이를 Top500에 기초하여 요약하면 <표 2-1>, <표 2-2> 및 <표 2-3>과 같다.

○ 미국

우선 미국의 경우 1993년부터 2004년까지의 확보추세를 대수기준으로 볼 때 전체의 45.8%~53.4%를 차지하고 있고, 성능기준으로도 대체로 50%~60%를 차지하고 있다. 이것은 미국이 세계전체 슈퍼컴퓨터파워의 50%이상을 차지하고 있음을 알 수 있다.

<표 2-1> Status of supercomputer capability of USA

구분	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	계
댓수	238	243	261	267	265	290	272	233	254	229	247	267	3,066
성능	731	1,228	2,440	3,357	8,677	17,561	30,201	51,462	64,614	149,046	298,722	686,733	1,314,772
%	47.2	48.4	52.2	53.4	53	58	53.6	46.8	46	45.8	49.4	53.4	50.58

○ 일본

일본의 경우 슈퍼컴퓨터파워를 대체로 6%~ 20%대를 차지하고 있는데, 성능을 기준으로 볼 때 대체로 10%내외이다<표 2-2참조>.

<표 2-2> Status of supercomputer capability of Japan

구분	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	계
댓수	107	82	73	80	91	69	57	63	57	47	33	30	789
성능	353	708	1,233	2,705	3,445	3,700	6,473	11,220	18,384	57,902	63,295	95,004	264,422
%	21.4	16.4	14.6	16	18.2	13.8	11.4	12.6	11.4	9.4	6.6	6	12.66

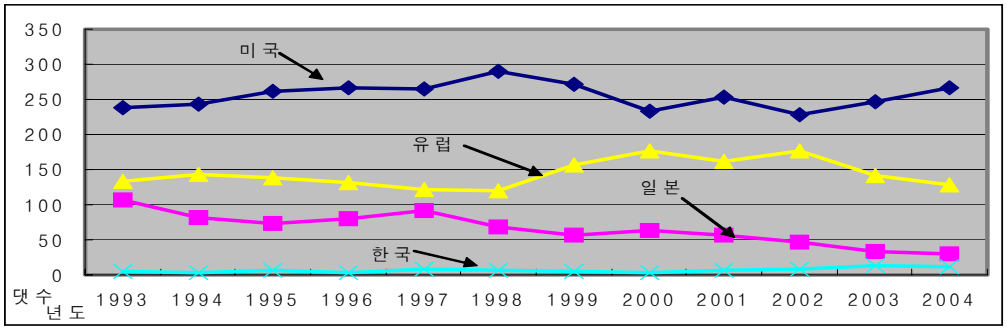
○ 유럽

유럽은 영국, 프랑스, 독일이 주로 슈퍼컴퓨터파워를 확보하고 있으며, <표 2-3>에서 보는 바와 같이 Top500슈퍼컴퓨터 중에서 대체로 25%~35%정도 슈퍼컴퓨터파워이다.

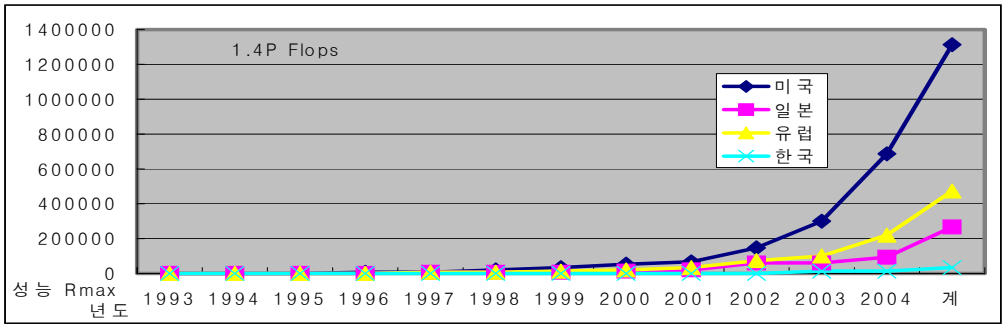
<표 2-3> Status of supercomputer capability of EU

구분	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	계
댓수	134	143	139	132	122	120	156	176	162	176	142	128	1,730
성능	196	458	801	1,713	4,185	7,021	12,966	22,706	30,167	71,794	102,416	219,942	474,365
%	26.8	28.6	27.8	26.4	24.4	24	31.2	35.20	32.40	35.20	28.40	25.60	15.91

선진국 슈퍼컴퓨터파워의 확보추이를 대수와 성능기준으로 그림으로 나타내면 <그림 2-5>와 <그림 2-6>과 같다. 우선 대수기준으로 볼 때 일본과 유럽은 2000년 이후 감소하는 추세를 보이며, 반면 미국은 2002년 이후 증가하는 추세를 보인다. 성능기준으로 보면 일본과 유럽 그리고 미국이 1993년 이후 지금까지 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 하지만 미국의 경우 증가폭이 훨씬 강함을 알 수 있으며, 가히 '폭발적인 증가추세이다'로 말할 수 있을 정도임을 알 수 있다.



<그림 2-5> Trend for Top500 Supercomputer(Number)



<그림 2-6> Trend for Top500 Supercomputer(Performance)

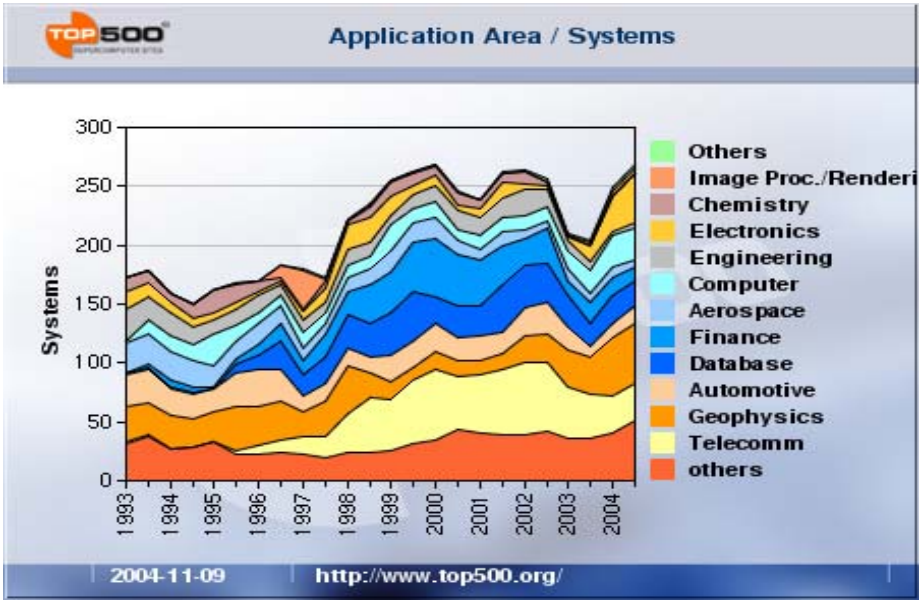
2.3.2 TOP500 활용 동향

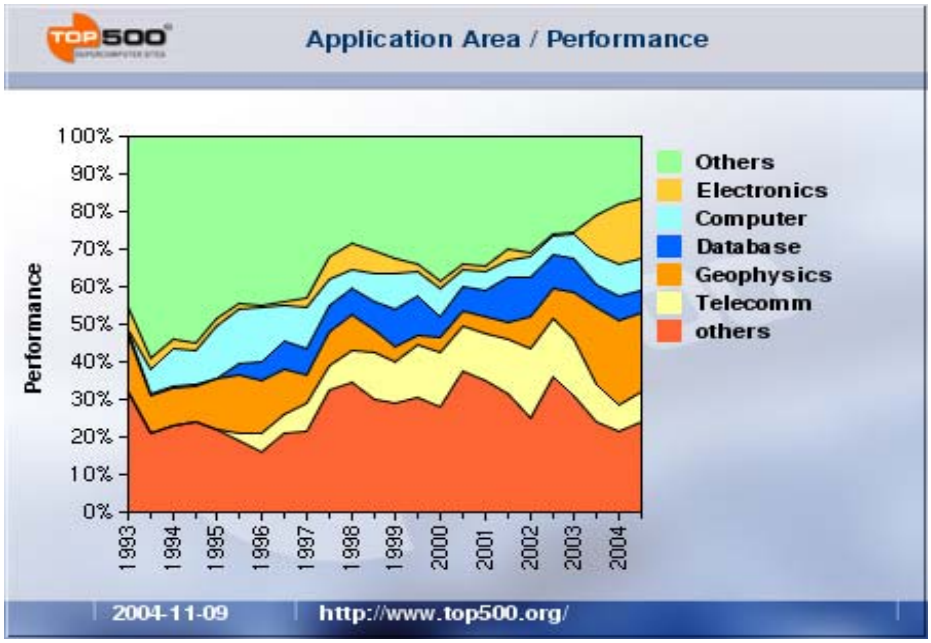
전통적으로 슈퍼컴퓨터는 기초과학, 응용과학 및 공학 분야에서 복잡하고 거대한 문제풀이를 요구하는 곳에서 그 성능을 발휘하는 핵심적인 연구개발도구이다. 단백질에서 우주개발에 이르기까지 첨단과학 분야에서는 없어서는 안되는, 필수적인 과학기술인프라인 것이다. 여기서는 슈퍼컴퓨터의 활용분야와 활용영역을 중심으로 고찰하며, 1993년에서 2004년까지의 Top500 슈퍼컴퓨터를 중심으로 살펴본다.

(1) 슈퍼컴퓨터의 활용분야

슈퍼컴퓨터의 활용분야는 다양하겠지만 Top500슈퍼컴퓨터의 활용분야는 크게 5가지로 분류된다. 즉 산업분야(industry), 연구분야(research), 학술분야(academic), 안보(Classified)분야, 벤드(Vendor)분야 및 정부부문이 그것이다. Top500에 올라있는 슈퍼컴퓨터를 중심으로 대수와 성능기준으로 파악하였다. TOP500 슈퍼컴퓨터이라고 하더라도 활용분야 혹은 응용분야가 나타나지 않은 슈퍼컴퓨터는 분석

대상에서 제외되었다. 분석년도는 1993년부터 2004년까지(12월기준)로 하였다.





<그림 2-7> Application Area of Supercomputer(Top500)

○ 산업분야의 활용추이

슈퍼컴퓨터는 산업분야에서 가장 많이 활용되고 있다. 대수기준으로 볼 때 500대의 슈퍼컴퓨터 가운데 39.2% 정도가 산업분야에서 활용되고 있다. 활용추이를 보면 1994년 이후 지속적으로 산업분야에서 슈퍼컴퓨터의 활용이 많아지고 있다. TOP500 슈퍼컴퓨터 가운데 2004년의 경우 44.8%가 산업분야에서 활용되고 있다.

산업분야에서 활용되는 슈퍼컴퓨터의 성능을 기준으로 볼 경우 산업분야는 연구분야에 비해 많이 떨어진다. 연도별(1993-2004)로 사용된 성능을 모두 합하면 산업분야는 672,521Gflops이고, 연구분야는 1,004,400Gflops이다. 산업분야에서 활용되는 슈퍼컴퓨터의 활용추이를 보면 1993년 이후 계속 증가되는 추세이지만, 특히 2002년 이후 폭발적인 증가를 보이고 있다. 우리나라의 경우 TOP500에 보고된 자료를 중심으로 산업분야에 활용되는 슈퍼컴퓨터는 <표 2-4>와 같다.

<표 2-4> Supercomputer for utilizing of industry in Korea

Rank	Site Country/Year	Computer / Processors Manufacturer	R_{max} R_{peak}
268	Telecom SKT Korea, South/2004	Integrity Superdome, 1.5 GHz, HPlex / 288 HP	1210 1728
310	Zungwon Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex / 576 HP	1138.7 2016
365	POSDATA Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex / 512 HP	1024.3 1792
389	Youngwoo Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex / 512 HP	1013 1792
390	Zungwon Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex / 512 HP	1013 1792
472	Samsung SDS Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex / 448 HP	897 1568

○ 연구분야의 활용추이

우선 대수기준으로 연구분야의 활용추이를 살펴볼 때, Top500에 속하는 500대의 컴퓨터 중 27.11%가 연구분야에서 활용되고 있다. 그 활용추이를 보면 1997년의 189대(전체의 39.6%)를 정점으로 점차 줄어들어 2004년에는 110대

(22%)가 활용되고 있다. 전체적으로 볼 때 전체500대의 상위의 슈퍼컴퓨터 가운데 약 27%는 연구분야에 활용되고 있다.

성능기준으로 볼 때는 대수와는 다른 추이를 나타내고 있다. Top500슈퍼컴퓨터 중 44.43%가 연구분야에 활용되고 있으며, 산업분야(29.75%)보다 많은 활용을 나타내고 있다. 특히 2001년을 시작으로 2004년까지 폭발적인 증가추세를 나타내고 있다. 연도별로 성능을 합해보면 연구분야에 모두 1,004,400Gflops가 활용되었다. 앞으로도 이러한 추세를 지속될 것으로 여겨지는데, 그것은 세계경기의 활성화를 위해서는 연구부문에의 투자가 매우 중요한 부분을 차지하고 있기 때문이다.

우리나라의 경우 TOP500에 보고된 자료를 중심으로 연구분야에 활용되는 슈퍼컴퓨터는 다음과 같다.

<표 2-5> Supercomputer for utilizing of research in Korea

Rank	Site Country/Year	Computer / Processors Manufacturer	R_{max} R_{peak}
64	Korea Institute of Science and Technology Korea, South/2004	Nankai Star xSeries Xeon 2.4 GHz, Myrinet / 1024 IBM	3067 4915.2
86	Korea Meteorological Administration Korea, South/2004	Cray X1 / 188 Cray Inc.	2188.15 2406.4
155	KISTI Supercomputing Center Korea, South/2004	xSeries Xeon 2.8 GHz - Myrinet / 512 IBM	1762 2867
156	KISTI Supercomputing Center Korea, South/2003	pSeries 690 Turbo 1.7 GHz / 544 IBM	1760 3699.2

○ 학술분야의 활용추이

컴퓨터 대수기준으로 볼 때(1993-2004) 세계500위 안에 드는 슈퍼컴퓨터 중에서 22.95%가 학술분야(academic)에서 활용되고 있다. 연도별로 활용한 대수를 합하면 모두 1,308대에 이른다. 이것은 산업분야 및 연구분야 다음으로 활용되고 있음을 반증한다. 활용추이를 보면 1990대까지 17-18%수준에 머물고 있으며, 최근 5년간은 상대적으로 활용수준이 낮다.

성능기준으로 볼 때 대수기준과는 약간 상이한 모습을 보여주고 있다. 즉 1999년 이후부터 급속한 증가추세를 보이고 있다. 비록 컴퓨터대수는 적지만 활용되는 컴퓨터의 성능을 1999년 이후 폭발적 증가추세를 보이고 있다. 학술분야는 산업분야와 연구분야와는 달리 순수한 학문에 이용되는 슈퍼컴퓨터로

볼 수 있는데, 슈퍼컴퓨터를 이용하여 연구하는 주제의 범위와 폭이 점점 넓어지고 있음을 반증한다는 해석이 가능하다.

우리나라의 경우 TOP500에 보고된 자료를 중심으로(2004기준) 학술분야에 활용되는 슈퍼컴퓨터는 다음과 같다.

<표 2-6> Supercomputer for utilizing of acadamic in Korea

Rank	Site Country/Year	Computer / Processors Manufacturer	Rmax Rpeak
227	Seoul National University Korea, South/2004	Pegasus P4 Xeon Cluster 2.2/2.4/2.8 GHz - Giganet / 520 Self-made	1283 2557

○ Classified분야의 활용추이

컴퓨터 성능순위로 세계500위 안에 드는 슈퍼컴퓨터 중에서 20대(4%)에서 46(9%)대의 컴퓨터가 Classified분야에서 활용되고 있다. Classified분야는 보안 관련분야로서, 그 활용추이를 보면 1993년과 1994년에는 20대가 활용되었으며, 1998년에는 46대가 활용되었고, 2005년 5월 현재 15대(3%)가 활용되고 있다.

성능기준으로 그 활용추이를 살펴볼 때 1993년부터 2004년까지 지속적인 증가추세를 보이고 있다. 인터넷시대, 지식정보화시대가 대두되면서 컴퓨터보안(computer security) 등에 관한 수요가 늘어가면서 슈퍼컴퓨터의수요도 늘어나고 있다는 해석이 가능하다. 우리나라의 경우 비밀분야에 활용되는 슈퍼컴퓨터는 없는 것으로 알려져 있다.

○ Vendor분야의 활용추이

세계500위 안에 드는 슈퍼컴퓨터 중에서 13대(3%)에서 50(10%)대의 컴퓨터가 Vendor분야에서 활용되고 있다. 1994년에는 50대(10%)가 활용되었으나, 2000년 이후에는 15대-38대(3%-8%)수준에서 활용되고 있다. 성능기준으로 볼 때 대수기준과는 약간 모습을 나타내고 있다. 1993년 이후 지금까지 대수기준으로는 줄어들고 있지만 성능기준으로 보면 점차 그 활용이 늘어나고 있다. 2001년에는 3,741 Rmax가, 2004년의 경우 35,392 Rmax정도가 활용되고 있다.

○ 정부분야에서의 슈퍼컴퓨터 활용추이

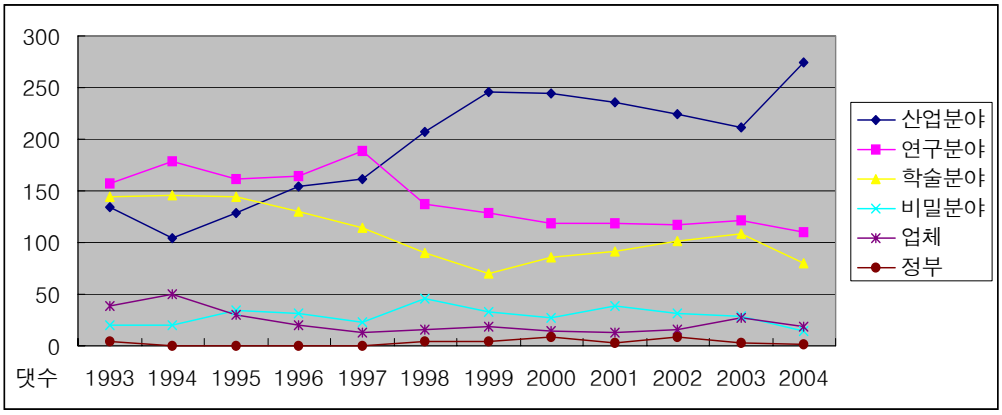
세계500위 안에 드는 슈퍼컴퓨터 중에서 3대(0.6%)에서 8대(2%)의 컴퓨터가 정부분야에서 활용되고 있다. 성능기준에서 보면 대수기준과 비슷한 활용추이를 보여주고 있다. 1998년부터 완만한 증가추세를 보이고 있다. 앞으로도 정부부문의 경우 슈퍼컴퓨터의 활용이 지속적 증가추세를 보일 것으로 판단된다. 우리나라의 경우 정부부문에서 활용되는 슈퍼컴퓨터는 기상청과 KISTI에서 활용되는 것이 이에 해당된다.

지금까지 슈퍼컴퓨터의 활용추이를 산업분야, 연구분야, 학술분야, Classified 분야, Vendor분야 및 정부부문의 5개 분야로 나누어 설명했는데, 이를 종합하면 <표 2-7>, <표 2-8>과 같다.

<표 2-7> Status of utilization per are based on Top500 I (by amount)

구분	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	합계	평균점유 비율(%)
산업분야	135	105	129	154	161	207	246	245	236	224	212	275	2329	39.20
연구분야	157	179	161	165	189	137	128	119	118	117	121	110	1701	27.11
학술분야	145	146	145	130	114	90	70	86	92	102	108	80	1308	22.95
비밀분야	20	20	35	31	23	46	33	27	38	32	29	15	349	5.65
업체	39	50	30	20	13	16	18	15	13	16	27	19	276	4.53
정부	4	0	0	0	0	4	5	8	3	9	3	1	37	0.55
계	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6000	

[출처: Http://www.top500.org]

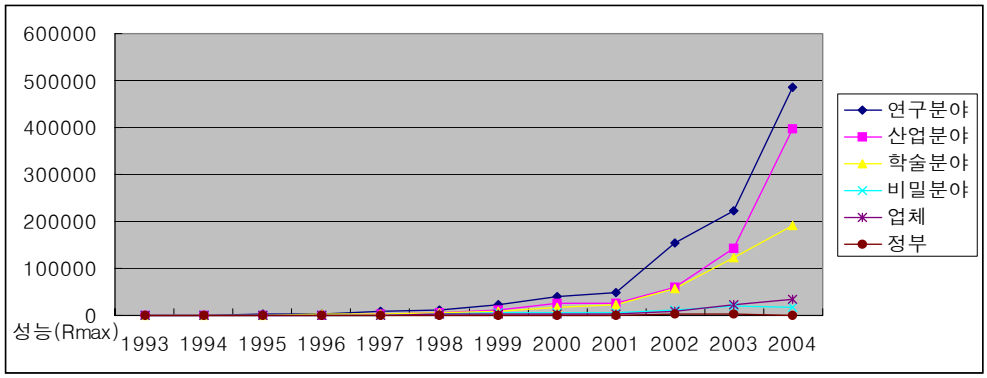


<그림 2-8> Installation Trend(#)(1993-2004)

<표 2-8> Status of utilization per are based on Top500 II (by performance)

분야	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	합계	점유비율(%)
연구분야	592	1,263	2,045	3,352	8,225	12,434	23,362	40,674	48,611	154,945	222,392	486,505	1,004,400	44.43
산업분야	171	297	663	1,275	4,026	6,153	11,634	24,358	26,629	59,321	141,943	396,051	672,521	29.75
학술분야	219	484	1,034	2,349	2,603	4,987	7,322	16,434	22,812	57,554	121,998	190,095	427,891	18.92
비밀분야	115	139	380	397	1,142	3,375	4,421	5,130	6,718	11,649	19,098	18,182	70,746	3.12
업체	97	214	404	342	695	2,041	1,782	3,443	3,741	7,556	21,815	35,392	77,522	3.11
정부	0	0	0	0	0	97	220	1,140	295	2,110	2,366	1,256	7,484	0.33
Total	1,194	2,397	4,526	7,715	16,691	29,087	48,741	91,183	108,808	293,135	529,612	1,127,481	2,260,564	

[출처: http://www.top500.org]



<그림 2-9> Application sector(performance)

(2) 활용영역별 추이

지금까지는 활용분야별로 그 활용추이를 살펴보았는데, 이하에서는 활용영역별로 슈퍼컴퓨터가 어떻게 활용되고 있으며, 그 추이는 어떠한지를 여기에서 활용된 자료는 활용분야에서와 같이 Top500슈퍼컴퓨터를 중심으로 파악되었는데, 500대중에서 약 반 정도는 그 활용영역이 구체적으로 파악되어 있지 않기 때문에 정확하게 분석하는 데에는 한계가 있다. 하지만 활용영역과 그 변화추이를 파악하는 데에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 우선 슈퍼컴퓨터 활용영역을 1993년부터 2004년까지 전체를 합해서 살펴보면 <표 2-9>와 같다.

<표 2-9> Supercomputer utilization area (1993-2004)

범주(1993-2004)		댓수기준		성능기준(Rmax)		가중평균 (댓수:0.3 성능:0.7)
		n	%	n	%	
IT	텔레콤	351	13.9	80,943	8.8	32.59%
	재정	251	9.9	6,335	0.7	
	DB	189	7.5	11,578	1.3	
	WWW	39	1.5	45,633	5.0	
	전자공학	89	3.5	3,458	0.4	
	벤치마킹	49	1.9	6,749	0.7	
	국방	23	0.9	59,943	6.5	
	오락연예	5	0.2	5,102	0.6	
	연구	4	0.2	68,765	7.5	
	반도체	49	1.9	3,424	0.4	
	디지털미디어	1	0.0	5,687	0.6	
	하드웨어	13	0.5	10	0.0	
	소프트웨어	32	1.3	18,780	2.0	
	합 계	1,095	43.31	316,409	32.59	
CT	Info Proc. Service	44	1.7	24,718	2.7	6.89%
	info Service	19	0.8	1,893	0.2	
	Image Proc/Ren	6	0.2	11,495	1.3	
	디지털컨텐츠	19	0.8	28,703	3.1	
	합 계	88	3.48	66,809	6.89	
BT/NT	약학/의학	17	0.7	10,216	1.1	21.97%
	화학	65	2.6	2,296	0.3	
	에너지	112	4.4	3,415	0.4	
	제조	33	1.3	29,863	3.3	
	역학	25	1.0	7,644	0.8	
	지구물리학	316	12.5	3,048	0.3	
	생화학/생명과학	16	0.6	156,828	17.1	
	합 계	584	23.19	213,310	21.97	
ST	자동차	249	9.8	2,224	0.2	7.26%
	수송	39	1.5	29,654	3.2	
	항공우주	167	6.6	38,636	4.2	
	소 계	455	23.99	70,514	7.26	
ET	날씨/기후연구	255	10.1	349	0.0	16.33%
	기후예측	5	0.2	146,770	16.0	
	환경	8	0.3	11,442	1.2	
	합 계	263	10.6	158,561	16.33	
기 타		38	1.5	52,841	5.8	4.51%
총 계		2,528	100.0	917,914	100.0	

<출처> www.top500.org에 등록된 자료를 기초로 계산하였음

1993-2004년까지를 합해서 가중평균치를 구했다. 가중평균이 필요한 것은 대수와 성능의 중요도에 차이가 있다는 판단 때문이다. 논자에 따라 약간 차이가 있겠지만 대수기준은 0.3 그리고 성능기준으로는 0.7로 계산하였다.

우선 텔레콤, 재정, DB, WWW, 전자공학, 벤치마킹, 국방, 오락연예, 연구, 반도체, 디지털미디어, 하드웨어, 소프트웨어분야인 IT에는 약 32.59%정도가 활용되고 있었다. CT분야(Info Proc. Service, info Service, Image Procession & 디지털 컨텐츠에는 약 6.89%가 활용되고 있었으며, BT/NT분야(약학/의학, 화학, 에너지, 제조, 역학, 지구물리학, 생화학/생명과학)에는 21.97%가, ST분야(자동차, 수송, 항공우주)에는 7.26%가 끝으로 ET분야(날씨/기후연구, 기후예측, 환경)에는 16.33% 정도 활용하고 있었으며, 기타 4.51%를 차지하였다.
이를 연도별(1993-2004)로 살펴보면 <표 2-10>, <표 2-11>과 같다.

<표 2-10> Supercomputer utilization area (per amount)

범주(비율%)		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	합계
IT (43.31)	텔레콤	1	0	2	10	18	47	53	44	49	59	37	31	351
	재정	2	4	4	14	19	30	42	41	36	29	17	13	251
	DB	0	0	6	21	20	14	24	20	17	27	19	21	189
	WWW	0	0	0	0	0	0	4	15	13	5	2		39
	전자공학	12	7	6	3	12	21	8	4	7	3	2	4	89
	벤치마킹	0	3	9	6	3	3	4	4	4	3	7	3	49
	국방	6	1	2	1	1	3	2	2	2	2	1		23
	오락연예	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
	연구	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
	반도체	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	38	49
	디지털미디어	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	하드웨어	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		13
	소프트웨어	3	4	3	1	2	0	1	0	0	1	4	13	32
CT (3.48)	Info Proc. Service	0	0	1	5	2	3	2	1	1	9	8	12	44
	info Service	0	0	0	0	0	1	6	2	4	5	1	0	19
	Image Proc/Ren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6
	디지털컨텐츠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	18	19
BT/NT (23.19)	약학/의학	1	0	1	2	3	3	2	2	0	1	1	1	17
	화학	7	11	13	1	2	6	8	8	7	2			65
	에너지	18	16	17	16	8	8	7	5	6	5	4	2	112
	제조	0	0	0	0	0	5	4	6	4	8	4	2	33
	역학	1	2	1	3	2	1	3	5	6	1			25
	지구물리학	27	24	37	33	30	21	11	14	13	23	32	51	316
	생화학/생명과학	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	3	6	16
ST (23.99)	자동차	29	22	29	27	14	12	23	20	21	28	9	15	249
	수송	0	0	1	3	2	8	13	4	7	1			39
	항공우주	25	23	16	15	10	15	19	14	11	6	8	5	167
ET (10.6)	날씨/기후연구	27	24	18	20	14	14	18	22	23	31	26	18	255
	기후예측	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	5
	환경	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0			8
기타		12	5	3	6	3	2	1	2	0	1	2	1	38
합계		181	153	171	188	166	217	256	236	232	256	204	268	2528

<표 2-11> Supercomputer utilization area (per performance)

범주(%)		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	합계
IT (31.59)	텔레콤	0	0	22	103	284	1209	2642	4010	4877	14567	19984	33245	80943
	WWW	0	0	0	0	0	44	144	1613	1872	1765	897	0	6335
	벤치마킹	0	8	121	104	136	142	529	888	977	2545	4917	1211	11578
	DB	0	0	33	142	277	403	1213	1624	1596	7657	11346	21342	45633
	국방	0	2	7	5	19	120	209	609	945	989	553	0	3458
	전자공학	10	17	22	15	264	627	412	410	681	657	1011	2623	6749
	재정	7	10	19	110	249	813	2339	5158	4649	7344	12789	26456	59943
	연구	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5102	5102
	반도체	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29968	38797	68765
	디지털 미디어	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3424	3424
	오락연예	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5687	5687
	하드웨어	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	소프트웨어	3	30	46	28	47	98	51	0	0	234	3898	14345	18780
CT (6.89)	Info. Pro.Ser	0	0	0	0	0	17	329	151	333	2010	5113	16765	24718
	Info. Ser.	0	0	0	0	0	50	43	80	80	1123	517	0	1893
	Imag. Pro Ser.	0	0	3	26	37	27	74	0	0	0	4789	6539	11495
	디지털 컨텐츠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	806	27897	28703
BT/NT (21.97)	생물학 /생명	0	0	0	0	0	0	0	131	0	1325	2134	6626	10216
	의학/약학	0	0	4	9	32	81	85	119	0	536	536	894	2296
	화학	5	15	30	5	27	211	451	1138	999	534	0	0	3415
	에너지	103	125	243	322	334	1516	3072	8776	10268	1458	1989	1657	29863
	제조	0	0	0	0	0	123	124	487	352	2102	1898	2558	7644
	역학	13	15	13	111	179	208	567	803	940	199	0	0	3048
	지구물리학	33	61	180	254	409	565	492	1419	2242	12723	50474	87976	156828
ST (7.26)	수송	0	0	3	12	23	152	618	381	838	197	0	0	2224
	항공우주	157	218	240	344	380	750	1368	2905	3270	2235	12178	5609	29654
	자동차	23	56	129	237	242	322	1011	1529	2091	7568	5639	19789	38636
ET (16.33)	환경	5	5	5	5	61	61	69	69	69	0	0	0	349
	날씨/ 기후연구	79	146	210	430	1415	2640	4868	7992	9347	33676	36989	48978	146770
	기후예측	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3214	1849	6379	11442
기 타		95	191	301	719	2017	4649	9545	15636	18639	213	418	418	52841
합 계		2,531	2,898	5,429	4,977	8,429	13,406	32,254	57,928	90,182	104871	210692	384317	917,914

○ 기타영역에서의 활용

전술한 이외의 영역에서도 슈퍼컴퓨터가 활용되고 있다. 성능기준으로는 서비스, 건설, Chess 부분 등 다양한 영역에서 슈퍼컴퓨터가 활용되고 있다. 명확한 분야를 제시할 수는 없으나, 이외에도 초고속, 대용량, 거대과제(Grand Challenge)를 수행하는 데에 슈퍼컴퓨터가 활용되고 있다.

2.4 국내 슈퍼컴퓨터 보유현황

국내 슈퍼컴퓨터(TOP50)의 보유현황을 정확하게 파악하기는 쉽지 않지만 다행스럽게 2003년 12월까지의 자료는 최재영, 김명호, 김중권(2004)에 의해 자세히 소개되고 있다. 우선 Top500에 제시된 내용을 토대로 국내 슈퍼컴퓨터 보유비중을 살펴보고, 2003년12월까지의 자료는 최재영외(2004)를 기초로 제시하고, 2004년 이후의 자료는 top500에 제시된 내용을 중심으로 제시한다.

2.4.1 TOP500에서의 비중

Top500에 제시된 내용을 기초로 1993년부터 2004.12까지의 우리나라의 슈퍼컴퓨터보유현황의 추이를 요약하면 <표 2-12>와 같다. 표에서 보는바와 같이 top500에서 0.6% -3.2%를 점해왔으며, 2001년 이후에는 슈퍼컴퓨터능력이 담보상태에 있음을 알 수 있다.

<표 2-12> Level status in Top500

구분	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	계
댓수	5	3	6	3	9	6	5	4	6	8	14	11	80
성능	15	15	33	28	179	211	352	487	700	2376	10686	16356	31438
%	0.8	0.6	1.2	0.6	1.8	1.2	1	0.8	3.2	1.6	2.8	2.20	1.3

2004년 11월을 기준으로 세계 주요국의 슈퍼컴퓨터능력과 한국의 능력을 비교하면 <표 2-13>과 같다. Top500슈퍼컴퓨터 중에서 한국의 점유율(share)은 2.2%에 지나지 않는다.

<표 2-13> Supercomputer power of the main nations

기준 / 국가	보유대수 (Count)	점유율 (Share)	Rmax [GF/s]	Rpeak [GF/s]	Processors
USA	267	53.4 %	686733	1121109	267653
UK	42	8.4	82928	170858	32162
Germany	35	7 %	50880	79910	17722
Japan	30	6 %	95004	132820	21734
China	17	3.4 %	31937	54347	8632
France	15	3 %	21316	35415	8632
Italy	15	3 %	19197	34161	7972
Korea	11	2.2 %	16356	27133	5636
Canada	7	1.4 %	15830	31190	5760
Netherlands	5	1 %	6369	8934	1712
Mexico	5	1 %	8498	15509	2726
Australia	5	1	6390	9621	1520

[출처: http://www.top500.org]

절대적인 기준을 아니지만 미국과 비교해 볼 때 미국은 우리나라에 비해 인구는 6배 정도에 지나지 않는데 비해 슈퍼컴퓨터파워(Rmax기준)는 42배 정도나 된다는 것이다. 따라서 21세기 지식강국을 위해 슈퍼컴퓨터 사업에 대한 투자가 요구된다.

2.4.2 국내 슈퍼컴퓨터 보유현황

최재영·김명호·김중권(2004)가 제시한 내용은 <표 2-14>과 같다. 이들은 LINPACK 벤치마크인 Rmax의 값에 따라서 순위를 정하였으며, Rmax의 값이 같을 경우 Rpeak의 값에 우선순위를 두었다.

<표 2-14> Supercomputer lists deployed in domestic

N_{Korea} (N_{world})	제작회사 컴퓨터	보유지 보유년도	응용분야	프로세서수	R_{max} R_{peak} [GFlop/s]	N_{max} $N_{1/2}$
1 (22)	IBM xSeries Xeon 2.4 GHz + Myrinet	한국과학기술연구원 (KIST) 2003	연구용	1,024	**2,847** 4,915.2	230,000 .
2 (42)	IBM pSeries 690 Power4 1.7 GHz	한국과학기술정보연구원 (KISTI) 2003	연구용	544	**1,760** 3,699.2	400,000 .
3	IBM X335 Xeon 2.4 GHz + GigE	HOSTEC GLOBAL 2003	산업용 호스팅서버	600	**1,156.1** 2,880	
4 (128)	자체제작 클러스터 P4 2.2/2.4/2.8 GHz + GigE	서울대 2002	학술용	400	**1,011** 1,843	257,912
5	Hewlett-Packard SuperDome Itanium II 1.3GHz	KT 2003.10	산업용	160	**697** 832	1,554,00 14,570
6 (234)	IBM xSeries Xeon 2.8 GHz + GigE	현대자동차 2003	산업용 자동차	256	**638.8** 1,433.6	160,000 65,000
7	Hewlett-Packard SuperDome Itanium II 1.3GHz	대우조선 2003.12	산업용 (조선)	128	**557.4** 665.6	1,390,00 13,000
8-9 (303 -318)	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	포스데이터 2003	산업용	256	**530.5** 896	. .
	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	삼성 SDS 2003	산업용	256	**530.5** 896	. .
10	IBM p690 Power4 1.5GHz	한국통신 2003	산업용	152	**515.7** 912	.
11 (360)	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	영우디지털 2003	산업용	224	**479.5** 784	. .
12	IBM p690 Power4 1.7GHz	SKC&C 2003	산업용	96	**429.9** 652.8	261,500 8,660
13	자체제작 Cluster Itanium1.3 + Myrinet, Infiniband	포스데이터 2003.8	산업용 DW, Rendering	96	**418.6** 499.2	136,000 18,000
14-20 (411 -489)	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	예지정보기술 2003	산업용	192	**418.1** 672	. .
	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	한미은행 2003	산업용	192	**418.1** 672	. .
	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	SK 글로벌 2003	산업용	192	**418.1** 672	. .

N_{Korea} (N_{world})	제작회사 컴퓨터	보유지 보유년도	응용분야	프로세서수	R_{max} R_{peak} [GFlop/s]	N_{max} $N_{1/2}$
14-20 (411-489)	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	농협 2003	산업용	192	418.1 672	136,000 18,000
	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	삼성카드 2003	산업용	192	418.1 672	. .
	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	삼성캐피털 2003	산업용	192	418.1 672	. .
	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	정원 2003	산업용	192	418.1 672	. .
21	IBM HS20 P4 2.4 GHz + GigE	YURION 2003	산업용 콘텐츠서버	200	402.4 960	. .
22	자체제작 Cluster Intel P4 2.0GHz + GigE	서울시립대 2003.12	학술용	256	354.7 512	106,900 41,900
23	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	삼성화재 2003	산업용	160	351.1 560	. .
24	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	삼성 SDS 2002	산업용	128	286 448	. .
25	자체제작 Cluster Intel P4 2.4GHz + GigE	부산대학교 2003	학술용 통계물리	128	274 614.4	
26	IBM p690 Power4 1.3GHz	KTF 2003	산업용	88	263.2 457.6	173,550 13,000
27	Dell Cluster Dell PowerEdge 2650 Intel P4 2.4GHz + GigE	한국천문연구원 (KAO) 2003.12	연구용	96	231.9 460.8	101,600 31,200
28	HP Cluster HP DL360 P4 2.4GHz + GigE	국립환경연구원 (NIER) 2003.12	연구용 사고대응	96	227.4 460.8	101,600 31,200
29-30	IBM p690 Power4 1.3GHz	농협 2003	산업용	72	215.3 374.4	157,000 11,670
	IBM p690 Power4 1.3GHz	LG전자 2003	산업용	72	215.3 374.4	157,000 11,670
31	NEC SX-5/28M2 4.0ns	기상청 2000	연구용 기상예측	28	212 224	
32	자체제작 Cluster Intel P4 1.7GHz + Myrinet	한국과학기술정보연구원 (KISTI) 2001.12	연구용	128	208.3 435.2	
33	Hewlett-Packard SuperDome 875 MHz/HyperPlex	삼성 SDS 2002	산업용	128	221.6 435.2	115,000 18,000
34-38	Hewlett-Packard SD/PA8600 550MHz	포항제철 2000. 10	산업용	128	196.7 282.6	. .
	Hewlett-Packard SD/PA8600 550MHz	NewSky 2001	산업용 WWW	128	196.7 281.6	. .
	Hewlett-Packard SD/PA8600 550MHz	포스데이터 2001	산업용 정보처리	128	196.7 281.6	. .
	Hewlett-Packard SD/PA8600 550MHz	LG-EDS 2001	산업용 정보처리	128	196.7 281.6	. .
	Hewlett-Packard SD/PA8600 550MHz	대법원 2001	산업용 정보처리	128	196.7 281.6	. .

N_{Korea} (N_{world})	제작회사 컴퓨터	보유지 보유년도	응용분야	프로세서수	R_{max} R_{peak} [GFlop/s]	N_{max} $N_{1/2}$
39	IBM p690 Power4 1.5GHz	대한교육생명보험 2003	산업용	56	190 336	
40-42	HP/Compaq GS320 1GHz	KOSCOM 2001	산업용	128	188.4 256	. .
	HP/Compaq GS320 1GHz	대한생명 2001	산업용	128	188.4 256	. .
	HP/Compaq GS320 1GHz	BC Card 2001	산업용	128	188.4 256	. .
43	IBM Cluster IBM Netfinity PIII 1GHz +yrinet	포스데이터 2001	산업용 Rendering	320	184.4 320	120,000 15,000
44-45	IBM p690 Power4 1.7GHz	삼성물산 2003	산업용 유통	40	179.1 272	168,800 5,590
	IBM p690 Power4 1.7GHz	삼성SDS 2003	산업용	40	179.1 272	168,800 5,590
46	자체제작 Cluster Intel P4 2.4GHz + GigE	한국과학기술연구원 (KIST) 2003	연구용 나노	80	171.3 384	
47	자체제작 Cluster Intel P4 3.0/2.8 GHz + Myrinet	한국표준과학연구원 (KRISS) 2003.10	연구용 재료, 고체물리	64	168.4 377.6	
48	SUN Fire 클러스터 SF V60x P4 3.06GHz + GigE	한국생명공학연구원 2003.12	연구용 생명공학	64	164.2 391.68	
49	자체제작 Cluster AMD Athlon 1.6GHz + Myrinet	국립환경연구원 (NIER) 2002.12	연구용 사고대응	96	161.4 307.2	
50	IBM SP Power3 375 MHz	서울대 2000	학술용	144	156 216	. .

2.4.3 Top500에 등재된 슈퍼컴퓨터 현황

2004.11월 기준으로 Top500에 등재된 우리나라 슈퍼컴퓨터 현황은 <표 2-15>와 같다. 표에서 보는 바와 같이 2005년 5월 현재 국내에 설치된 가장 성능이 우수한 컴퓨터는 한국과학기술원(KIST)이 2004년에 도입한 IBM xSeries 기반의 클러스터로, 1,024개의 프로세서를 (512개의 2-way 노드로 구성) 가지고 있으며, 이론적인 최대 성능은 4,915.2 GFlop/s이고, LINPACK 벤치마크에서의 성능은 3,067 GFlop/s이다[3].

3) 같은 컴퓨터라고 할지라도 컴퓨터가 가지고 있는 프로세서의 형태뿐만 아니라 메모리의 용량에 따라서 성능의 차이가 존재한다. 이 보고서에서는, 두 컴퓨터가 같은 속도(clock speed)를 가진 같은 프로세서를 사용하였다면 메모리의 차이에 기인한 성능의 차이를 무시하였다.

<표 2-15> Status of suprecomputers ranked on Top500 (T500, 2004. 11)

Rank	Site Country/Year	Computer / Processors Manufacturer	R_{max} R_{peak}
64	Korea Institute of Science and Technology Korea, South/2004	Nankai Star xSeries Xeon 2.4 GHz, Myrinet / 1024 IBM	3067 4915.2
86	Korea Meteorological Administration Korea, South/2004	Cray X1 / 188 Cray Inc.	2188.15 2406.4
155	KISTI Supercomputing Center Korea, South/2004	xSeries Xeon 2.8 GHz - Myrinet / 512 IBM	1762 2867
156	KISTI Supercomputing Center Korea, South/2003	pSeries 690 Turbo 1.7 GHz / 544 IBM	1760 3699.2
227	Seoul National University Korea, South/2004	Pegasus P4 Xeon Cluster 2.2/2.4/2.8 GHz - Giganet / 520 Self-made	1283 2557
268	Telecom SKT Korea, South/2004	Integrity Superdome, 1.5 GHz, HPlex / 288 HP	1210 1728
310	Zungwon Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex / 576 HP	1138.7 2016
365	POSDATA Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex/ 512 HP	1024.3 1792
389	Youngwoo Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex/ 512 HP	1013 1792
390	Zungwon Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex/ 512 HP	1013 1792
472	Samsung SDS Korea, South/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex/ 448 HP	897 1568

2.5 요약 및 제언

본 장에서 논의된 내용을 토대로 간략하게 요약하고 제언한다. 우선 슈퍼컴퓨터는 최고성능의 컴퓨터로서 해결이 불가능하거나 어려운 문제의 해결수단으로서 활용되며, 국가경쟁력 제고에 기여한다. 세계의 주요 국가들도 슈퍼컴퓨팅 활용을 국가 핵심전략으로 추진하고 있다. 공공 슈퍼컴퓨터의 존재는 거대과제 연구의 혁신전략(innovation strategy)의 역할을 수행할 수 있기 때문이다. 이미 미국은 슈퍼컴퓨팅력이 국가경쟁력에서 차지하는 비중을 인식하고 전담기구와 전담프로젝트를 만들어서 강력하게 지원하고 있다. 미국은 1991년 고성능 슈퍼컴퓨터법(HPC Act of 1991)을, 1998년에는 차세대인터넷연구법(Next Generation

Internet Research Act of 1998)을 제정하고, 국가주도의 프로젝트인 HPCC(High Performance Computing & Communication) 및 CIC(Computer Information and Communication) 등 다양한 프로그램을 수행하고 있다. 미국의 경우 Top500 대수기준으로 277대(55.4%), 성능기준으로 103,9518 Rmax(GF)(61.6%)(2005.6월 기준)를 점하고 있는 수준이다.

세계 주요 국가들은 80년대 중반 이후 계산과학과 공학분야의 발전을 통하여 첨단 과학기술과 정보통신 분야의 리더십을 갖고자 국가지원의 슈퍼컴퓨팅센터 및 슈퍼컴퓨터 개발을 국가의 핵심전략사업으로 추진하고 있다. 이처럼 활용되는 분야는 매우 다양하다. DB, 전자공학, 재정, 국방, 하드웨어, 이미지처리 및 묘사(Image Processing & Rendering), 정보제공서비스(Information Provider Service), 정보서비스(Information service), 소프트웨어, 텔레콤, WWW, 생물학, 화학, 에너지, 약학, 생화학, 항공우주, 자동차, 수송, 제조, 지구물리학, 역학, 환경 및 기후변화예측 등에 활용된다.

이처럼 슈퍼컴퓨터의 활용분야 및 중요도에 비추어 우리나라도 슈퍼컴퓨터의 잠재적 활용가능성에 대한 관심을 가질 것이 요청되며, 특히 슈퍼컴퓨팅 파워의 확보 및 사용자지원강화 등을 위해 정책담당자 및 이해당사자들의 더 많은 관심과 지원이 필요한 시점이다.

3. 슈퍼컴퓨터 3호기 효과분석

3.1 슈퍼컴퓨터 3호기 효과분석 모형

3.1.1 슈퍼컴퓨터 3호기 자원 및 운영 실태

슈퍼컴퓨터 3호기는 고성능시스템으로 NEC시스템이, 대용량시스템으로 IBM시스템이 도입되었다. 이들 시스템들은 2001년 6월부터 도입되기 시작하여 2003년 10월에 완료되었다. 시스템들의 도입 시기를 간단히 정리하면 다음과 같다.

<표 3-1> Installation & service schedule of supercomputer III

도입시기	도 입 내 용
2001년6월	슈퍼컴퓨터 3호기 고성능시스템 1차분 도입 : NEC SX-5(80Gflops) 2001년 8월 사용자서비스 개시
2002년3월	슈퍼컴퓨터 3호기 대용량시스템 1차분 도입 : IBM p690(655.6Gflops) 2002년 5월 사용자서비스 개시
2003년1월	슈퍼컴퓨터 3호기 고성능시스템 2차분 도입 : NEC SX-6(160Gflops) 2003년 5월 사용자서비스 개시
2003년7월	슈퍼컴퓨터 3호기 대용량시스템 2차분 도입 : IBM p690+ (3,655Gflops) 2003년 10월 사용자서비스 개시

슈퍼컴퓨터 3호기의 도입기간이 거의 2년여에 걸쳐 이루어졌기 때문에 정확한 효과분석을 위해서는 각 시스템별로 효과분석 기간의 선정에 있어 신중을 기할 필요가 있다. 본 연구에서는 3호기의 효과분석을 위한 대표 시스템으로 NEC SX-5, NEC SX-6, IBM p690, IBM p690+ 이렇게 4개로 가정하고자 한다. 효과분석기간은 시스템의 도입 시기를 고려하여 NEC SX-5는 2002-2004년, IBM p690은 2003-2004년, NEC SX-6과 IBM p690+는 2004년도를 기준으로 효과분석을 수행하고자 한다. 분석과정에서 사안에 따라 시스템의 구체적인 사용기간을 선정하기가 어려운 상황이 발생할 가능성이 있는 데, 이 경우에는 2001년도부터 2004년도까지 4개년을 기준으로 분석을 수행하고자 한다.
다음은 슈퍼컴퓨터 3호기의 고성능시스템과 대용량시스템의 상세내역이다.

<표 3-2> System specification of NEC SX-5 & SX-6

구분	1차 시스템	2차 시스템
제작사/모델명	NEC SX-5/8B	NEC SX-6
구 조	백터형 슈퍼컴퓨터(PVP)	
중앙 연산 장치	312.5MHz (백터형프로세서 8개)	625MHz (백터형프로세서 16개)
이론 최고 성능	80GFlops	160GFlops
주 기억 용량	128GB	128GB
보조 기억 용량	2.59TB	2.59TB
도입 년도	2001년	2003년

<표 3-3> System specification of IBM p690 & p690+

구분	1차 시스템	2차 시스템
제작사/모델명	IBM p690 4대	IBM P690+ 17대
구 조	SMP 클러스터	
중앙 연산 장치	POWER4 1.4GHz(128개)	POWER4 1.7GHz(544개)
이론 최고 성능	665.6GFlops	3,699.2GFlops
주 기억 용량	688GB	3,712GB
보조 기억 용량	35TB	63TB
도입 년도	2002년	2003년

구체적인 효과분서에 들어가기에 앞서 그동안 슈퍼컴퓨터 3호기가 얼마나 이용되어 왔는가에 대해 몇 가지 측면에서 살펴보고자 한다.

먼저, 슈퍼컴퓨터 이용 기관수와 구좌수의 연도별 변화 추이를 살펴보면 다음과 같다. 2004년도 슈퍼컴퓨터 이용기관은 122개 기관, 이용 구좌수는 총 2,990구좌로 1999년을 기점으로 이용기관 및 구좌수가 점차 감소하다가 슈퍼컴퓨터 3호기가 도입된 2002년과 2003년에 걸쳐 증가하는 추세에 있다. 특히, 2004년도 기관수는 전년 대비 6개 기관이 감소하였으나, 이용 구좌수에서는 슈퍼컴퓨터 3호기의 사용률이 큰 폭으로 증가하여 전년 대비 약 137% 증가하고 있다.

<표 3-4> Status of institutes using supercomputer and increasing accounts

구분	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
전체 이용 기관수	63	67	78	81	84	174	202	148	124	115	128	122
이용 구좌수	252	488	552	611	835	1,278	1,060	877	784	1,056	1,260	2990

2002년도부터 2004년도까지 최근 3년간 가동률을 살펴보면, 2002년-2003년에 걸쳐 분할 도입된 3호기 슈퍼컴퓨터인 IBM p690 및 NEC SX-5/6 시스템의 안정화 노력으로 점차 증가하여 2004년도에는 가동률이 99.9%를 상회하고 있음.

<표 3-5> Status of operation (단위 : %)

년도	IBM p690	NEC SX-5/6	HP SMP	평균
2002년	99.90	99.50	99.70	99.70
2003년	99.98	99.79	99.91	99.89
2004년	99.98	99.91	99.99	99.96

최근 3년간 Login 수의 현황에 대해 살펴보면, 슈퍼컴퓨터 3호기[IBM p690/NEC SX-5/6] 2차분이 도입된 2003년과 슈퍼컴퓨터 3호기의 사용률이 증가한 2004년에 걸쳐 각각 5%, 48% 씩 증가하고 있다. 특히 2004년도 IBM p690 및 NEC SX-5/6 시스템의 로그인수는 사용률 증가로 인하여 전년 대비 각각 36%, 202% 증가하였고, 반면 2004년도 HP SMP 시스템의 로그인수는 성능저하 및 3호기 사용률 증가로 인하여 전년 대비 35% 감소하였다.

<표 3-6> Frequency of login for 3 years (단위 : 회)

년도	IBM p690	NEC SX-5/6	HP SMP	계
2002년	21,705	40,346	62,527	124,578
2003년	63,556	26,736	40,913	131,205
2004년	86,671	80,868	26,743	194,282

한편, 시스템 별 CPU 제공 시간의 경우, 2004년 전체 CPU 제공시간은 전년 대비 93% 가량 증가하였으며, 특히 IBM p690 및 NEC SX-5/6는 2004년 5월 이후의 급격한 사용률 증가로 각각 전년 대비 131%와 41% 증가하였다. 하지만 2004년 HP SMP의 CPU제공시간은 성능 저하와 3호기 슈퍼컴으로의 사용자 이전에 따른 사용률 저하로 전년 대비 44% 감소함. 또한 전략과제, Grand challenges 과제, 중소기업, 내부 지원 등과 같이 무상으로 제공된 CPU 시간이 최근 3년간 40% 이상을 차지하고 있다.

<표 3-7> Status of the amount used CPU time for 3 year (단위 : 시간)

년도	IBM p690	NEC SX-5	HP SMP	구분	합계	비율 (%)	총합
2002년	292,007	49,419	459,053	유상	725,968	59.6	1,217,870
				무상	491,902	40.4	
2003년	1,572,213	83,417	399,840	유상	1,114,710	54.2	2,055,470
				무상	940,760	45.8	
2004년	3,626,328	117,940	224,446	유상	2,277,355	57.4	3,968,714
				무상	1,691,359	42.6	

3.1.2 슈퍼컴퓨터 3호기 효과분석 모형

효과분석을 좁게 정의하면 의도된 목표의 달성정도를 분석하는 것이라 할 수 있고, 이를 넓은 의미로 이해하면 의도되지 않은 간접적인 부가효과까지도 포함할 수 있다. 본 연구의 분석대상인 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터 3호기의 효과분석도 그 분석범위를 어느 정도로 넓혀 잡느냐에 따라 그 분석결과의 폭도 크게 달라질 것이다. 특히 과학기술연구의 하부구조로서 거의 공공재와 같은 역할을 하는 슈퍼컴퓨터는 직접적인 효과 보다는 간접적인 효과가 훨씬 더 클 것이기 때문이다.

공공재 역할을 하는 대부분의 자원들과 마찬가지로 슈퍼컴퓨터의 효과를 경제적인 수치로 명확하게 산출하기는 용이한 일이 아니다. 특히 그 간접적인 효과에 대한 수치화는 거의 가능하지 않으며 대략적인 유추만 가능할 뿐이다. 이와 같이 정량적 효과보다 정성적 효과가 훨씬 더 큰 슈퍼컴퓨터의 효과를 정확하게 산출하기는 어렵지만, 그동안의 연구결과들을 바탕으로 경제적 효과 및 사회·기술적 효과로 구분하여 분석하고자 한다[4].

경제적 효과란 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터를 활용함으로써 발생한 경제적 이득으로서 비용절감 효과와 경제적 파급효과로 구분하여 분석하고자 한다. 비용절감효과란 일종의 공동활용을 통한 비용절감 효과로서 직접적 효과라 할 수 있고, 경제적 파급효과란 간접적 효과로서 슈퍼컴을 통해 이루어진 연구결과들로 인해 발생하게 될 경제적 이익을 의미한다.

기술적 효과란 슈퍼컴퓨터를 활용함으로써 발생하게 된 새로운 지식, 기술, 제품들이라 할 수 있다. 기술적 효과 또한 직접적 효과와 간접적 효과로 구분할 수 있는 데, 직접적 효과란 슈퍼컴을 직접 활용하여 발생하게 된 연구성과들(논문, 보고서, 산업재산권, 프로토타입 등)이고, 간접적 효과란 이들 직접적인 연구성과들을 바탕으로 발생하게 되는 부가적인 연구성과들이라 할 수 있다.

사회적 효과란 슈퍼컴퓨터 3호기를 통해 발생한 경제적 및 기술적 효과를 제외한 사회적 능률성 제고, 위기관리 능력의 제고, 정책입안 기여, 삶의 질 개선 등과 같은 비계량적 효과를 의미한다. 사회적 효과는 그 특성상 측정이 매우 어렵다고 볼 수 있다. 대다수 슈퍼컴퓨터를 활용한 연구결과의 간접적 효과라 할 수 있기 때문에 이를 어느 정도 범위까지 측정하여야 하는 가의 문제가 발생한다. 본 연구에서는 사례 분석 방법을 동원하여 분석을 수행하고자 한다. 즉 슈퍼컴퓨터 활용과 관련된 대표적 사회적 공헌 사례를 식별하여 정성적으로 분석 및 평가하고자 한다.

3.2 슈퍼컴퓨터 3호기 경제적 효과분석

3.2.1 비용 절감 효과(공동활용효과)

KISTI 슈퍼컴퓨터 3호기는 국내 대학 및 연구소 그리고 민간기업 등에게까지 그 사용기회가 제공되는 등 다수의 기관이 공동으로 활용하고 있다. 이는 개별 기관들이 각각 고가의 슈퍼컴퓨팅 자원을 구매하지 않고 KISTI의 슈퍼컴퓨터를 아주 저렴한 비용 또는 무상으로 활용함으로써 상당한 액수의 비용을 절감할 수 있다.

4) 아래 각 효과에 대한 정의 및 분석방법은 이전의 연구결과(안문석, 2001)를 바탕으로 한다.

슈퍼컴퓨팅 자원의 공동활용효과는 각 사용자 기관별로 슈퍼컴퓨팅 파워에 대한 수요가 항상 일정하지 않고 변동이 심할 경우, 그리고 이러한 사용자들이 많으면 많을수록 그 효과는 더욱 커지게 된다.

다수의 국내 연구 및 대학 기관들이 이용하고 있는 슈퍼컴퓨터 3호기의 공동활용효과는 상당히 높을 것으로 인식하고 있으나, 이를 구체적인 경제적 수치로 환산하면 얼마나 될 것인가?

2001년도 안문석(2001)에 의해 수행된 연구에서는 주요 사용기관들의 연중 1일 피크 이용시간을 산출하여 이 피크 이용시간을 충족하는 기종을 기관별로 도입할 경우를 가정하여 공동활용효과를 산출하였다. 이 연구에 의해 산출된 슈퍼컴 2호기의 공동활용 효과는 3년간 약 1,212억원으로 나타났다.

본 연구에서도 과거의 연구방법을 반영하여 슈퍼컴퓨터 3호기의 공동활용 효과를 산출하고자 한다. 다만, 과거의 연구는 연간 유지비용을 기준으로 산출한 반면, 본 연구에서는 슈퍼컴퓨터 3호기의 도입 비용을 기준(2001년도 기준)으로 산출하고자 한다. 슈퍼컴퓨터 3호기의 도입비용은 2001년도 기준으로 IBM 기종 2,700만불, NEC 기종 600만불이다(슈퍼컴퓨팅센터 내부자료, 2005). 이를 2001년도부터 2004년도 환율의 평균치 1달러=1,191원으로 환산하면[5] IBM 기종은 약 322억원, NEC 기종은 약 72억원이다. 슈퍼컴퓨터 3호기의 총 도입비용은 이를 합산하여 약 394억원으로 추산되어 진다. 향후 연구에서는 이 금액을 기준으로 경제적 효과를 측정하고자 한다.

공동활용효과는 단순히 슈퍼컴퓨터 하드웨어의 공동활용뿐만 아니라, 소프트웨어 및 지원인력의 공동활용도 포함하여야 한다. 특히 소프트웨어의 가격이 하드웨어보다 더 많은 비중을 차지하고 있는 추세임을 감안할 때, 개별 이용기관들이 개별적으로 소프트웨어를 구입하는 것보다 공동으로 구입하여 활용하는 효과는 매우 클 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 공동활용효과를 세 가지 차원에서 분석하고자 한다. 첫 번째 효과는 슈퍼컴퓨터 3호기 즉 하드웨어의 공동활용효과이다. 두 번째 효과는 슈퍼컴퓨터 3호기의 소프트웨어 공동활용효과이다. 세 번째는 슈퍼컴퓨터 3호기의 지원인력의 공동활용효과이다. 이 세 가지 차원의 공동활용효과 산출 내용을 정리하면 다음과 같다.

5) 기준 환율은 2001년도부터 2004도까지 12월 31일 환율을 평균(약 1,191원)하여 사용하였다.

<표 3-8> The analysis method of cost reduction effects

공동활용효과	내용	산출방법
하드웨어 공동활용 효과	개별 기관들은 슈퍼컴퓨터를 따로 구입하지 않고 공동이용	주요 사용기관들의 연중 1일 피크타임을 기준으로 공동활용 효과 산출
소프트웨어 공동활용 효과	개별 기관들은 소프트웨어를 따로 구입하지 않고 공동이용	슈퍼컴퓨터 3호기에 설치된 소프트웨어의 연간 임대비용을 기준으로 산출
지원인력 공동활용 효과	개별기관들은 슈퍼컴퓨터 운영 및 유지를 위해 따로 인력을 채용하지 않고 공동 이용	슈퍼컴퓨터 3호기 유지 및 운영에 투입되는 인력의 평균인건비를 기준으로 산출

(1) 하드웨어 공동활용효과

개별 이용기관들이 KISTI의 슈퍼컴퓨터 3호기가 없었다면 적절한 규모로 자신들의 전용 슈퍼컴퓨터를 구입할 것이라 가정할 수 있다. 이 때 각 기관들이 어느 정도 규모로 슈퍼컴퓨터를 구입하는가에 대한 합리적 근거로서 최소한 각 기관 사용자들의 최대 수요를 충족시키는 수준을 제시할 수 있다. 즉 사용기관별 연중 1일 피크 이용시간을 산출하고 이 피크 이용시간을 충족하는 기종을 기관별로 도입할 것이라는 가정 할 수 있다. 이렇게 산출된 각 기관별 피크 이용시간을 합산한 후, 이를 슈퍼컴퓨터 3호기의 최고 피크이용시간으로 나누어 주면 전체적으로 슈퍼컴퓨터 3호기의 몇 배 만큼 규모가 요구되는지를 파악할 수 있다. 이 것은 곧 슈퍼컴퓨터 3호기가 공동으로 활용됨으로써 절감된 비용으로도 인식될 수 있다.

슈퍼컴퓨터 3호기의 하드웨어 공동활용효과를 산출하기 위해 본 연구에서는 2004년도의 IBM 기종과 NEC 기종의 사용기관별 피크이용시간을 산출하였다.

<표 3-9> Peak CPU time of each organization at NEC system

번호	기관명	Peak CPU Time	번호	기관명	Peak CPU Time
1	서울대학교	863	10	한국항공우주연구소	71
2	포항공과대학	782	11	경산대학교	24
3	기상청	530	12	경희대학교	21
4	이화여자대학교	411	13	충남대학교	18
5	국방과학연구소	201	14	한국해양연구소	14
6	한국원자력연구소	174	15	인하대학교	14
7	건국대학교	171	16	KISTI	10
8	한국표준과학연구원	86	17	전북대학교	9
9	금오공과대학	85	18	공군기상전대	8
합 계		3,492			

참고: 8시간 이상 사용자 기준으로 산출됨.

<표 3-10> Peak CPU time of each organization at IBM system

번호	기관명	Peak CPU Time
1	고등과학원	66,752.6
2	한국과학기술정보연구원	13,210.0
3	포항공과대학	10,702.5
4	기상청	8,896.9
5	부경대학교	7,959.0
6	서울대학교	6,112.5
7	한양대학교	5,400.3
8	한국원자력연구소	2,896.4
9	숭실대학교	2,049.9
10	한국과학기술원	1,994.5
11	국방과학연구소	1,573.0
12	연세대학교	1,520.8
13	한국표준과학연구원	1,221.0
14	전북대학교	971.3
15	부산대학교	794.2
16	한국해양연구소	788.5
17	세종대학교	765.9
18	이화여자대학교	720.9
19	원광대학교	718.6
20	서울시립대학교	698.3
21	한국전자통신연구소	685.4
22	경희대학교	612.5
23	금호정보통신연구소	611.6
24	제주대학교	580.8
25	삼성건설	383.2
26	충남대학교	342.5
27	HKS 코리아	285.8
28	한국생산기술연구원	274.6
29	성균관대학교	247.3
30	쌍용자동차주식회사	245.6
31	안동대학교	209.7
32	한국과학기술연구원	208.2
33	이든기술(주)	206.0
34	태성에스엔이(주)	156.7
35	씨테크놀로지	134.2
36	공군기상전대	122.8
37	씨디어댑코 코리아	120.1
38	인하대학교	114.8
합 계		141,288.9

※ 참고: 100시간 이상 사용자 기준으로 산출됨.

(가) NEC 시스템의 공동활용효과 : 약 4배 비용절감 효과

8시간 이상 사용자 기준으로 NEC 시스템을 사용한 기관들은 18개 기관으로 이들의 피크이용시간을 합한 결과는 3,492 CPU 시간이다. NEC 시스템 최고 이용기관인 서울대학교의 피크타임 863 CPU 시간에 비해 약 4배 정도가 된다. 이는 각 개별기관들이 NEC 시스템 정도의 슈퍼컴퓨터를 개별 규모별로 구입할 경우(슈퍼컴퓨팅 센터 포함), 약 4배의 비용이 필요함을 의미한다고 할 수 있다. NEC 시스템의 도입 비용 72억원에 4배를 적용하면 약 288억원이 산출되는 데, 이 금액이 NEC 시스템의 하드웨어 공동이용 효과라 할 수 있다.

(나) IBM 시스템 공동활용효과 : 약 2.1배 비용절감 효과

100시간 이상 사용자 기준으로 IBM 시스템을 사용한 기관들은 38개 기관으로 이 들의 피크이용시간을 합한 결과는 141,288.9 CPU 시간이다. IBM 시스템 최고 이용기관인 고등과학원의 피크타임 66,752.6 CPU 시간에 비해 약 2.1배 정도가 된다. 이는 각 개별기관들이 IBM 시스템 정도의 슈퍼컴퓨터를 개별 규모별로 구입할 경우(슈퍼컴퓨팅 센터 포함), 약 2.1배의 비용이 필요함을 의미한다고 할 수 있다. IBM 시스템의 도입 비용 322억원에 2.1배를 적용하면 약 676.2억원이 산출되는 데, 이 금액이 IBM 시스템의 하드웨어 공동이용 효과라 할 수 있다.

이상과 같이 산출된 두 시스템의 하드웨어 공동활용효과를 종합하면 964.2억원으로서 두 시스템의 도입비용인 394억원에 비해 약 2.5배의 효과가 있는 것으로 추산되어졌다.

(2) 소프트웨어 공동활용효과

소프트웨어 공동활용효과는 슈퍼컴퓨터 3호기에 설치된 소프트웨어를 공동으로 이용함으로써 슈퍼컴퓨터 3호기를 이용한 각 기관들이 개별적으로 소프트웨어를 구입하였을 경우에 들어가는 비용을 절감한 비용을 의미한다. 따라서 슈퍼컴퓨터 3호기에 설치된 소프트웨어의 연간 임대비용과 슈퍼컴퓨터 3호기의 연간 이용기관수를 이용하여 이 비용을 산출하고자 한다.

2003년도 기준으로 슈퍼컴퓨터 3호기에 설치되어 있는 소프트웨어 목록은 다음과 같다.

<표 3-11> Status of commercial software packages

분야	소프트웨어명	버전	IBM	NEC
구조/구체	ABAQUS	6.3	○	
	MSC/PATRAN	2003	○	
	LS-DYNA3D	970	○	
	SYSNOISE	5.6		
열유체	CFD-ACE	2003		
	CFX	5.6	○	
	STAR-CD	3.15	○	
	FLUENT	6.1	○	
화학/생명	GAUSSIAN	98(A.11)	○	○
수학/행렬	IMSL	5.0	○	○
	NAG	19	○	○
	BLAS, LAPACK	N/A	○	○
	ScaLAPACK	N/A	○	○
가시화	NCAR Graphics	4.2	○	○

이들 소프트웨어들은 연간 라이선스 형태로 임대되어 사용되고 있으며, 연간 이들 소프트웨어 총 라이센스 비용은 약 6억원 이다.

한편, 2001년도부터 2004년까지 슈퍼컴퓨터 3호기를 이용한 기관수는 124개, 115개, 128개, 122개 기관이다. 이들 기관들이 위 소프트웨어를 개별적으로 구입하였다고 가정할 경우 발생하는 총 비용이 슈퍼컴퓨터 3호기의 소프트웨어 공동활용효과라 할 수 있다.

<표 3-12> Cost reduction effects of software packages

년도	2001년	2002년	2003년	2004년	합계
이용기관수	124개	115개	128개	122개	-
소프트웨어 절감비용	744억원	690억원	768억원	732억원	2,934억원

슈퍼컴퓨터 3호기의 소프트웨어 공동활용효과를 산출한 결과, 2001년도부터 2004년도 까지 4년 동안 약 2,934억원의 비용이 절감된 것으로 나타났다.

(3) 지원인력 공동활용효과

지원인력 공동활용효과는 각 개별 기관들이 슈퍼컴퓨터를 유지 및 운영하기 위해 투입되는 비용이 슈퍼컴퓨터 3호기를 이용함으로써 절감되는 효과이다.

현재 슈퍼컴퓨터 3호기의 유지 및 운영에 직접적으로 투입되는 인력은 운영 2명, 지원 2명, 기반 1명이다(슈퍼컴퓨팅센터 내부자료). 총 5명으로서 이들의 연간 인건비와 슈퍼컴퓨터 3호기의 이용기관수를 이용하여 지원인력의 공동활용효과를 산출할 수 있다.

노동부 고용안정정보망 워크넷에 따르면 정보통신공학기술자(엔지니어)의 평균 연봉은 3,268만원이다(경향신문, 2004-05-13). 슈퍼컴퓨터의 유지 및 운영에 투입되는 인력은 정보통신공학기술자로 분류가 가능하기 때문에 이 평균연봉을 이용하고자 한다. 5명의 연봉을 합산하면 1억 6,340만원이다. 여기에 각 연도별 이용기관수를 곱하여 각 연도별 지원인력 절감비용을 산출할 수 있다.

<표 3-13> Cost reduction effects of man power

년도	2001년	2002년	2003년	2004년	합계
이용기관수	124개	115개	128개	122개	-
지원인력 절감비용	203억원	188억원	209억원	199억원	799억원

3.2.2 경제적 파급 효과

슈퍼컴 3호기의 진정한 경제적 효과는 공동활용효과 자체보다는 슈퍼컴 3호기를 이용하여 발생하게 된 간접적인 경제적 파급효과라 할 수 있다. 현실적으로 일반 연구자들은 이러한 고가의 장비를 구매하거나 이용하기가 어려우며, 이를 이용하기 위한 상업적인 시장도 존재하지 않는다. 따라서 KISTI의 슈퍼컴퓨터가 존재하지 않았다면 아래에서 언급하게 될 다양한 경제적 파급효과는 나타나지도 않았을 가능성이 높다.

슈퍼컴 3호기를 이용한 모든 연구자들과 그 연구를 대상으로 조사하여 경제적 파급효과를 산출하는 것은 대단히 어려운 일이며, 연구자들 자신도 그 경제적 효과에 대해서 산출하기가 어렵기 때문에 모든 연구를 대상으로 파급효과를 계산하는 것은 무리가 있다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 슈퍼컴 3호기를 이용한 연구 중에 대표적인 사례를 발굴하여 대략적인 경제적 효과를 추정해 보고자 한다. 따라서 여기서 추정된 경제적 파급효과는 실제 파급효과보다 적게 추정된 효과로 보아도 무방할 것이다.

(1) 경제적 파급효과 대표 사례분석

(가) 탄소 나노튜브 연구 - 세계 최초로 평면 TV 신기술 개발 혁신

탄소나노튜브 기술은 산업은행, 삼성경제연구소 등이 차세대 10대 기술 중의 하나로 선정할 만큼 세계적으로 주목받고 있는 신소재 기술이다.

탄소 나노튜브는 탄소 6개로 이루어진 육각형들이 서로 연결되어 관 모양을 이루고 있는 신소재이다. 1991년 일본전기회사(NEC) 부설 연구소의 이지마 스미오[飯島澄男] 박사가 전기방전법을 사용하여 흑연의 음극상에 형성시킨 탄소덩어리를 분석하는 과정에서 발견하였다. 형태는 탄소 6개로 이루어진 육각형 모양이 서로 연결되어 관 모양을 이루고 있으며, 관의 지름이 수～수십 나노미터에 불과하여 탄소나노튜브라고 일컬어지게 되었다. 나노미터는 10억 분의 1m로 보통 머리카락의 10만 분의 1 굵기이다. 전기 전도도가 구리와 비슷하고, 열전도율은 자연계에서 가장 뛰어난 다이아몬드와 같으며, 강도는 철강보다 100배나 뛰어나다. 탄소섬유는 1%만 변형시켜도 끊어지는 반면 탄소나노튜브는 15%가 변형되어도 견딜 수 있다. 이 물질이 발견된 이후 과학자들은 합성과 응용에 심혈을 기울여왔는데, 반도체와 평판 디스플레이, 배터리, 초강력 섬유, 생체 센서, 텔레비전 브라운관 등 탄소나노튜브를 이용한 장치가 수없이 개발되고 있으며, 나노 크기의 물질을 집어 옮길 수 있는 나노집게로도 활용되고 있다(두산세계대박과사전 인용).

탄소나노튜브는 다양한 물리적 성질을 갖고 있어 각종 장치의 전자총, 백색광원, 전계발광디스플레이(FED), 2차 전지 전극, 수소저장 연료전지, 나노와이어, 나노캡슐 등 분야에서 응용할 수 있다. 탄소나노튜브의 응용으로 상용화에 가장 근접한 것이 FED이다. 전계발광디스플레이(FED)는 기존 CRT의 장점을 갖고 있으며 10마이크로미터 이하 직경의 전자총이 수백만 개 모여 구성되는 평판형 디스플레이다.

서울대학교 임지순 교수는 슈퍼컴퓨터 3호기를 이용한 탄소나노튜브연구에서 세계 최초로 평면 TV 신기술을 개발함으로써 막대한 경제적 효과를 잠재적으로 가져왔다고 볼 수 있다. 그는 전략과제의 일환으로 “산소흡착이 탄소나노튜브의 전계방출에 미치는 영향”과 “컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 이중겹 탄소나노튜브의 전자구조연구와 전계방출 특성연구”를 수행함으로써 차세대 디스플레이로 주목받는 전계발광디스플레이(FED)의 상용화에 상당한 영향을 미치는 혁신적인 기술을 개발하였다.

탄소나노튜브 분야에 대한 슈퍼컴퓨터 활용의 경제적 효과 분석은 구체적으로 계량화하기가 쉽지는 않다. 다만 탄소나노튜브가 주로 사용되는 FED 분야의 시장규모를 예측하고 이에 대한 기여도를 추정함으로써 그 경제적인 효과를 추정하고

자 한다.

디스플레이 연구조합의 보고서에 따르면 FED의 세계시장규모는 2005년도에 약 12억불로 예측되어 졌다[6]. 여기에 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터를 활용한 탄소나노튜브 연구가 FED 시장점유에 미치는 영향을 반영하면 슈퍼컴 3호기의 이분 야에 대한 경제적 효과를 산출할 수 있다. 이를 위해서는 먼저 슈퍼컴퓨터 활용연구가 탄소나노튜브 기술개발에 기여한 정도를 추정할 필요가 있다. 일단 어떤 제품이 상용화되고 시장에 팔리기 위해서는 상품의 제조 및 판매에 드는 각종 비용과 그 상품을 개발하기 위해 들어가는 각종 비용이 고려되어져야 한다. 도한 상품의 개발비만 하더라도 기초연구비 이외에도 각종 실험비 등 다양한 비용이 들어간다. 따라서 서울대 임지순 교수가 슈퍼컴 3호기를 사용하여 만들어낸 연구결과가 과연 어느 정도나 기여하였는가를 엄밀히 정의하는 것은 불가능하다. 다만 과거 연구 및 연구진들의 논의 결과를 토대로 상품화에 임지순 교수의 연구결과가 기여한 비율과 이 연구에 대한 슈퍼컴퓨터 3호기의 기여율을 감안하여 전체 시장의 약 20%로 규모의 기여가 있었다고 추정하였다. 이러한 가정 하에 산출된 탄소나노튜브 연구를 통한 슈퍼컴퓨터3호기의 경제적 효과는 약 2,856억원 정도인 것으로 추정되어 졌다[7].

(나) 신약개발 연구

일반적으로 1개의 신약 후보물질을 찾기 위해서는 매년 수십억～수백억 원의 연구비가 소요되고 기간도 3년 이상이 걸린다. 만일 슈퍼컴퓨터를 이용하여 가능한 신역물질 후보를 상당수 줄일 수 있다면 신약개발비용과 그 개발기간을 상당히 압축할 수 있다. 이러한 막대한 경제적 이익 때문에 각 국에서는 슈퍼컴퓨터를 이용한 신약후보물질 검출에 많은 노력을 기울이고 있다.

슈퍼컴퓨터를 활용한 신약개발의 대표적인 사례로 크리스탈지노믹스의 항생제 개발 사례를 통해 슈퍼컴 3호기의 경제적 효과를 산출해보고자 한다.

크리스탈지노믹스는 X-ray crystallo-graphy 및 NMR spectroscopy를 통한 단백질 구조 연구 기술을 확보하고 있으며, 이 연구를 가속화할 수 있는 기술 혁신을 시도하고 있다. 크리스탈지노믹스사의 연구는 우선 관심 있는 질병에 직접 관련되어 있는 유전자의 선정으로부터 시작된다. 이를 위하여 사내에 고유의 평가기술이 확립되어 있으며, 미국의 기능 유전체학 (functional genomics) 전문 벤처

6) 보고서에 따르면 유기EL과 FED를 합쳐 24억불로 추정되었기 때문에 이의 50%인 12억불로 FED 시장규모를 산정하였다.
7) 12억불 시장규모에 20% 기여율 그리고 환율기준가를 고려하여 계산된 결과이다.

기업들과의 제휴도 진행되고 있다. 다음은 이 유전자에 기록되어 있는 단백질들을 얻기 위하여 유전자를 재조합한 후, 대장균이나 곤충 세포에 을 이용하여, 동시 다발적으로 발현시킨다. 질환 단백질의 구조를 규명한 다음에, 크리스탈지노믹스에서는 컴퓨터를 이용한 가상공간에서의 의약 screening 기술을 적용하고자 한다.

즉, 약이 될 수 있는 모든 화학 물질들을 컴퓨터상에서 가상으로 합성해 두고, 이들을 질병에 관련된 단백질의 3차 구조에 대해 가상공간에서의 초고속 결합 시험을 수행하여, 질환 단백질의 활성 부위에 결합할 수 있는 결합 moiety를 가진 화합물 세트를 선정한다. 이를 위하여, 크리스탈지노믹스는 독자적으로 의약 화합물 library를 위한 선별 시스템을 구축하였다. 이 선별 과정을 통하여 화학적으로 합성이 용이하고, 의약으로서의 물성이 좋은 화합물의 library를 구축하게 된다.

다음 단계로, 크리스탈지노믹스에서는 단백질과 화합물간의 친화력을 이용한 NMR기술을 이용하여 실험적인 방법으로 컴퓨터상에서 만들어진 화합물 중 실제로 결합하는 화합물을 선별해 낸다. 이러한 화합물의 구조를 바탕으로, 크리스탈지노믹스는 의약 선도물질의 디자인 및 합성을 수행할 것이다.

계산에 의한 신약개발의 세계 시장규모로 2004년 120억불로 추산된다. 우리나라의 향후 이 분야에 대한 전망은 첨단의 계산을 할 수 있느냐의 문제가 관건이다. 현재 생물정보학 분야 시장규모에 관한 자료는 찾아보기 어려운데 우리나라의 기술수준이 선진국의 25%수준이므로 국내 신약개발 분야의 시장규모는 약 30억불로 추산될 수 있다. 최근 3년간 환율 평균치(1달러 1191원)로 환산하면 3조 5730억원 정도이다. 이에 대한 슈퍼컴퓨터 3호기의 기여율을 약 5%로 산정하였을 경우, 1,786억원 정도의 경제적 효과가 발생하였다고 볼 수 있다. 이를 2002년부터 2004년까지 3년간 누적시키면 약 5,350억원 정도의 경제적 효과가 있는 것으로 추정되어졌다.

(다) 자동차 설계

슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터를 이용한 자동차 설계는 슈퍼컴 1호기부터 슈퍼컴 2호기 까지 자동차 회사 및 관련 연구자들에 의해 이용되어 왔다. 그러나 현대자동차 및 기아자동차는 자체 슈퍼컴을 도입하여 사용하고 있으며, 대우 자동차가 가장 많은 이용을 보이고 있다.

자동차설계에 있어서 슈퍼컴퓨터 활용의 경제적 효과는 신차개발기간 단축효과가 가장 큰 경제적 효과이다. 최근 자동차 업계의 신차 개발경쟁은 날이 갈수록 치열해 지고 있다. 따라서 시의 적절한 신형 자동차의 개발은 매출에 크게 영향을 주고 있다. 개발기간을 단축함으로써 시장의 수요에 맞는 신형자동차를 적시에 출시할 수 있다는 것은 시장경쟁력에 있어서 필수적인 요인으로 작용하고 있다. 슈

퍼컴 2호기를 사용한 대우자동차의 신차 개발기간은 24개월 정도로 기존의 36개월을 1년 정도 줄일 수 있었다. 이러한 개발기간의 단축효과는 슈퍼컴 2호기를 사용한 1998년부터 2000년까지 약 3,470억원정도인 것으로 추정되어 졌다.

한편 자동차 설계는 해석을 통한 최적화 기법을 적용하고 있는데, 충돌해석, 소음진동해석, 내구(피로)해석, 유동해석(공기저항, 엔진룸냉각, 에어컨, 배기 시스템, 성애제거)에 슈퍼컴퓨터가 활용된다. 계산자원의 60%가 충돌해석에 사용되고 유동해석에 20%가 사용되고 있다. 대우자동차는 KISTI의 슈퍼컴퓨터를 사용하여 자동차를 설계함으로써 시작차를 100대로 줄였으며 개발기간을 36개월에서 24개월로 단축하였다. 슈퍼컴퓨터 2호기 활용의 경제적 효과에 있어서 시작차 제작비의 감소는 750억원에 이르는 것으로 계산된다. 과거 150대 정도의 시작차가 제작되었으나 슈퍼컴퓨터의 활용으로 100대로 줄였으므로 50대의 절감효과가 있다. 시작차 제작에 1대당 2.5억이 소요되므로 (50×2.5억원=125억원)×6차종 = 750억원의 절감효과가 있다.

대우 자동차 이외에 슈퍼컴퓨터를 자체 보유하고 있는 현대 자동차의 사례를 살펴보면 다음과 같다. 현대자동차는 슈퍼컴퓨터의 기대효과로서 자동차 개발비용 절감, 신차 개발기간 및 파생차종 제품개발기간 단축, 신차성능 및 상품성 향상, 설계품질 향상, 차량전복, 보행자 충돌, 차량 대 차량 충돌 등 재현이 어려운 시험분석, 설계초기부터 고기능, 고안전, 최적화 차량개발, 차대차 충돌현상 분석, 첨단 스타일링 차량개발 등이 가능, 각종 첨단엔진, 에어백 시스템, TCS, 전기자동차, 태양열자동차 등의 실용화 일정 단축, 상기와 같은 효과에 따른 대외 경쟁력 강화 등을 들고 있다.

현대자동차는 자체 초고속 슈퍼컴퓨터를 도입함으로써 전산능력을 기존능력 보다 4배 확대로 시뮬레이션 기간 1/4 단축하였고, 자동차 개발비용 40%를 절감하였으며, 신차개발 시 시험차 100여대 제작비 300억 원을 50대 제작으로 개발이 가능함으로서 150억 원 절감 한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 슈퍼컴퓨터 2호기의 경제적 효과분석 시 수행했던 대우 자동차의 슈퍼컴 활용효과 분석방법을 그대로 수용하여 분석하고자 하였다. 특히 슈퍼컴 3호기의 빨라진 성능을 감안하여 개발기간이 12개월로 줄어드는 것으로 설정한 후 그 경제적 효과를 분석하고자 한다.

먼저 시작차 제작비의 감소는 과거 3년간 150대에서 100대로 줄어 약 50대의 절감효과를 분석한 결과에 따라, 본 연구대상인 슈퍼컴 3호기의 사용기간이 약 3년 정도이지만, 본격적인 사용은 약 2년 정도임을 감안하여, 60% 비율을 적용하여 그동안 슈퍼컴 3호기를 통한 시작차의 제작비 감소는 약 30대를 기준으로 계산하고자 한다. 대우자동차가 2001년도부터 발표한 신차는 라세티, 매그너스 2.5,

뉴칼로스, 신형마티즈 등 4종 이외에 추가로 곧 5종 정도를 발표할 계획으로 있다. 총 9종의 신차가 발표 되었거나 발표될 예정이지만, 이 중 일부 차종은 동 분석기간에 슈퍼컴 3호기를 아직 이용하지 못하였을 확률을 감안하여 약 6종의 신차 모델을 기준으로 하고자 한다. 시작차 한대 당 약 2.5억원이 들어감으로서 총 시작차 제작비의 감소액은 약 450억원정도 추산되어 진다.

또한, 개발기간이 12개월로 단축되어진 효과 즉 시장점유률 증대 효과는 차종별 자동차 판매량에 대한 정확한 정보가 부족하고 그동안 국가경제적 요인 및 대우자동차 매각 등의 문제 때문에 자동차 판매량이 그리 높지 않은 점을 감한할 수 밖에 없다. 따라서 2001년도 슈퍼컴 2호기의 경제적 효과분석에 사용된 분석방법을 채용하되, 개발기간 단축으로 인한 효과의 비중이 그대로 유지된다는 가정 하에 개발기간 단축 효과를 추정하고자 한다. 이미 시판되고 있는 4개 차종과 아직 시판되지 않은 2개 차종의 대당 평균 가격을 약 1,500만원 정도로 설정하고, 신형모델로 인한 점유율 증대를 2배로 설정하고자 한다. 그리고 이로 인한 이익률을 10% 정도로 설정 한 후, 예상 시장 점유 증대 대수 약 200,000대로 추정하여 계산한 결과, 약 3천억원 정도의 개발기간 단축 효과가 있는 것으로 추정되어 졌다.

결론적으로 슈퍼컴 3호기로 인한 시작차 제작비 감소액 450억원과 개발기간 단축으로 인한 효과액 약 3천억원을 합치면 총 약 3천450억원 정도의 경제적 효과가 있는 것으로 추정되어졌다. 이러한 결과는 현재 슈퍼컴퓨터 3호기가 가동 된지 얼마 되지 않았고, 기존의 프로그램을 슈퍼컴 3호기에서 돌리기 위한 준비시간 등을 감안한 결과이다. 또한 대우 자동차가 국내시장에서 차지하고 있는 시장점율(GM대우 9.7%)이 그리 크지 않은 점도 고려한 결과이다.

(2) 산업체 기술지원 효과

KISTI 슈퍼컴퓨팅센터는 지역 핵심전략산업과 관련된 중소기업 및 산업체 또는 슈퍼컴퓨팅 기술을 필요로 하는 업체를 대상으로 슈퍼컴퓨팅 자원 및 응용기술을 지원하고 있다. 대상업체는 자문위원의 자문을 받아 슈퍼컴퓨팅 자원을 활용하여 기술적인 문제를 해결하거나 연구 인력 미확보 산업체에 대해서는 자문위원이 슈퍼컴퓨팅 자원을 활용하여 자문을 수행하고 있다.

2004년도에는 5월 1일부터 12월 31일까지 총 24개 업체를 대상으로 슈퍼컴퓨팅 기술을 지원하였다. 이들 업체를 지원하는 데 투입된 자원은 총 20,000만원(800만원/과제)으로서 슈퍼컴퓨터 총 사용시간은 9,461시간이다.

다음 표는 2004년도 산업체 기술지원 대상 업체와 그 내용을 정리한 것이다.

<표 3-14> Technical support program for industries 2004

대상업체	지원내용
사파이어 테크놀로지	단결정 제조법인 수직-수평 온도구배법 상의 최적화된 성장로 구조 및 성장조건 도출
비엔비테크	최적의 효율로 반응할 수 있는 TPA 반응기 설계
동환산업	분배기 내부의 냉매분배형태에 대한 유체해석
한진산업	풍력발전시스템 블레이드에 대한 유동-구조 연성해석
엔티시	혼합탱크에서 스터링에 따른 수용액의 점성과 압력의 변화 예측을 위한 유동 해석
동호에이텍	미세 피치 리드 프레임의 스템핑 공정에 대한 해석
에이지광학	반응기 모형을 제작하여 임펠러의 영향을 모사함
애니젤	펩타이드 및 단백질의 3차원적 구조 설계 및 구조분석
엘알텍	배출 소음기의 소음 저감분석을 통한 최적 설계
LG전자	냉장고용 왕복동형 압축기의 충격특성 해석
성일정보통신	공간 다이버시티 결합방식을 제안하고 결합방식별 비트 에러 성능 시뮬레이션
무등바이오 에너지	바이오디젤 전체 공정도 제작 및 그에 따른 공정별 파라메터 검토
셈베스트	steamer 설계
대림기업	펌프 내부유동에 대한 시뮬레이션을 통해 포트의 최적설계인자 도출
대우버스	대형버스 차체의 근간을 이루는 망상구조물의 충돌해석
호남석회공업	토양중화제 및 석회비료를 생산하기 위한 반응기의 최적조건 도출
경창산업	볼트의 체결력 및 체결력이 미치는 영향 도출
디이에이치티	Plate Type 및 Double Wavy Type 열교환기 내 비정상 열유동 해석
DIEART	Reinforce Sill Side-Outer 판넬과 SAROOF 판넬 해석
페스코	열교환기의 충격해석
에너지소프트	LNG선의 비정상상태 열전달 해석과 LNG하중을 고려한 구조해석
인회라이팅	열 유동해석을 통한 자동차용 헤드 램프의 기본내열 거리 설정
이엠텍	microspeaker의 응향특성 해석
유탑엔지니어링 건축사무소	층간 진동 소음 저감시스템의 소음진동 저감 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 평가하고 최적의 시스템 선정

<표 3-15> Economic effects of Technical support program for industries

대상업체	개발비용			개발시간		
	지원전	지원후	절감액	지원전	지원후	절감시간
사파이어테크놀로지	30,000	5,000	25,000	5,000	1,000	4,000
비엔비테크	5,000	3,000	2,000	12	6	6
동환산업	500	100	400	4,320	720	3,600
한진산업	500	100	400	100	20	80
엔티시	700	200	500	300	20	280
동호에이텍	10,000	8,300	1,700	8,640	7,200	1,440
에이지광학	200	150	50	10	5	5
애니젤	3,600	2,000	1,600	4,320	3,600	720
엘알텍	3,000	1,000	2,000	2,880	1,080	1,800
LG전자	10,000	1,500	8,500	80	10	70
성일정보통신	5,000	3,000	2,000	700	400	300
무등바이오에너지	3,000	1,000	2,000	2,160	22	2,138
셈베스트	20,000	4,000	16,000	8,760	1,440	7,320
대림기업	30,000	1,000	29,000	2,400	560	1,840
대우버스	4,500	1,500	3,000	800	500	300
호남석회공업	20,000	18,000	2,000	26,280	21,900	4,380
경창산업	3,000	2,000	1,000	480	240	240
디이에이치티	5,500	3,500	2,000	200	150	50
DIEART	10,000	7,000	3,000	5,000	3,800	1,200
페스코	1,500	750	750	300	300	-
에너지소프트	1,500	300	1,200	4,000	800	3,200
인회라이팅	5,000	3,000	2,000	1,080	720	360
이엠텍	300	250	50	600	550	50
유탑엔지니어링건축사무소	10,000	1,000	9,000	760	720	40
합 계	182,800	67,650	115,150	79,182	45,763	33,419

2004년도 산업체 기술지원 결과 나타난 직접적인 경제적 효과 즉 총 개발비용의 절감액은 11억5,150만원이다. 그리고 개발시간의 절감은 약 33,419시간에 달하고 있다.

여기서 산출된 절감액 및 절감시간은 순수한 직접적 효과만을 나타낸 것이고, 이로 인해 발생하게 되는 파급효과 즉 간접적 효과는 충분히 고려하지 않은 상태이다. 예를 들면 동호에이텍의 경우 개발비용 절감액은 1,700만원 정도 이지만 연간 300억대의 고부가 초미세 리드 프레임시장에서 연간 100억대의 매출을 올릴 수 있는 효과를 가져왔다. 페스코의 경우 개발비용 절감액은 750만원 정도이지만, 해석 기술의 개발로 연간 1억 5천만원 정도의 경제적 효과를 기대하고 있다. 이

외에 신제품 출시 일정 단축 등 다양한 부가효과들이 기대되어지고 있다. 이와 같이 간접적 효과가 직접적 효과에 비해 매우 크지만, 본 연구에서는 자료수집 및 측정의 어려움 때문에 직접적 효과 즉 개발비용 절감액 11억 5,150만원과 위에서 언급한 대표적인 간접적 효과 즉 101억 5천만원을 슈퍼컴퓨터 3호기의 경제적 효과분석에 포함하고자 한다. 따라서 연간 113억원 정도의 기술지원 효과가 있다고 보고, 이를 4년간 발생할 것으로 가정하여 환산하면 약 452억원이라는 기술지원 효과가 나타날 것으로 추정되어졌다.

3.2.3 슈퍼컴퓨터 3호기의 경제적 효과 종합

지금까지 슈퍼컴퓨터 3호기를 활용한 연구 및 산업계 활용의 경제적 효과를 공동활용과 및 경제적 파급효과 측면에서 산출하여 보았다. 슈퍼컴퓨터 활용의 경제적 효과를 구체적이고 정확하게 측정하기는 매우 어렵고 과소 또는 과대 추정될 가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 본 연구는 가능한 보수적 입장에서 과대 추정이 안 되도록 노력하였으며, 대표적인 효과 측정 사례의 수도 최대한 제한하고자 하였다. 따라서 슈퍼컴퓨터 3호기 경제적 효과 예측은 상당히 부분적으로 측정된 것이며 실제에 비해 지나치게 과소하게 추정되었음을 인지할 필요가 있다. 지금까지 추정된 경제적 효과를 정리하면 다음과 같다. 비용 대비 효과로 보면 약 1대 43정도의 경제적 효과가 최소한 나타난 것으로 추정되어 졌다.

<표 3-16> Economic effects of supercomputer III (단위: 억원)

구분		경제적 효과 추정(2001년 - 2004년)
공동 활용 효과	하드웨어 공동활용	964
	소프트웨어 공동활용	2,934
	지원인력 공동활용	799
	소 계	4,697
경제적 파급효과	탄소나노튜브(평면TV)	2,856
	신약 개발	5,350
	자동차 설계	3,450
	산업체 기술 지원	452
	소 계	12,108
합 계		1조 6,805억원

3.3 슈퍼컴퓨터 3호기 사회·기술적 효과분석

3.3.1 슈퍼컴퓨터 3호기의 사회적 효과

(1) 사회적 효과의 분석 방법

사회적 효과란 슈퍼컴퓨터 3호기를 통해 발생한 경제적 및 기술적 효과를 제외한 사회적 능률성 제고, 위기관리 능력의 제고, 정책입안 기여, 삶의 질 개선 등과 같은 비계량적 효과를 의미한다. 사회적 효과는 그 특성상 측정이 매우 어렵다고 볼 수 있다. 대다수 슈퍼컴퓨터를 활용한 연구결과의 간접적 효과라 할 수 있기 때문에 이를 어느 정도 범위까지 측정하여야 하는 가의 문제가 발생한다. 특히 기술적 효과와 명확히 구분하여 설명하기는 더욱 어려운 편이다.

본 연구에서는 사회적 효과 측정의 어려움을 인지하면서, 구체적으로 사회적 문제 해결에 기여 정도, 사회변화의 유도 건수, 국민 복리 증진 정도, 공공서비스의 향상 정도 등의 구체적인 관점에서 사례 분석 방법을 동원하여 분석을 수행하고자 한다. 즉 슈퍼컴퓨터 활용과 관련된 대표적 사회적 공헌 사례를 식별하여 정성적으로 분석 및 평가하고자 한다.

(2) 슈퍼컴퓨터 활용의 대표 사례

(가) 전략 및 거대도전 과제 사례

구체적인 슈퍼텀퓨터 활용의 사회적 공한 사례를 살펴보기에 앞서, 본 연구기간(2001년-2004년)중에 수행된 제4차 및 제5차 전략과제 및 제1차에서 제5차에 걸친 거대도전과제 사례들 살펴보면 다음과 같다.

① 물리 및 천문 분야

- 두겹 나노튜브의 전계 방출 현상과 나노클러스터를 이용한 나노튜브의 전자구조 변형 연구(서울대 물리학부 임지순)
- 금속(니켈)표면에서의 탄소원자클러스터의 흡착 및 퍼짐에 대한 연구(세종대 물리학과 홍석륜)
- 차세대 N-체 수치모의실험을 통한 우주거대구조의 생성 연구(고등과학원 물리부 박창범)
- 은하 조석력장에서의 성단의 역학적 진화(서울대 지구환경과학부 이형목)
- 성간매질의 난류적 상황에서의 파커 불안정성(천문연 김종수)
- 금속/반도체 계의 표면구조 상전이와 표면결합의 역할에 대한 연구(표준연 김한철)
- 나선은하의 핵나선팔 생성(부산대 과학교육부 안홍배)

- Magnetosphere에서의 MHD Wave Propagation(포항공대 물리학과 유창모)
- 작용유도 분자동력학을 활용한 나노구조의 운동학적 특성 연구(한국표준과학연구원 이인호)
- 전자소자 물질의 전자구조 연구(한국과학기술원 물리학과 장기주)
- 수소가 흡착된 Si(111) 표면에서 은 나노구조의 성장(전북대 물리학과 정석민)
- 수치실험을 통한 AGN 및 행성상성운 충격파에 의한 분광현상 및 진화 연구(충북대 지구과학교육과 형식)
- 유기분자와 반도체 표면의 반응성에 대한 이론적 연구(세종대 물리학과 홍석륜)
- 세계 최대 규모의 우리우주 시뮬레이션(고등과학원 물리학과 박창범)

② 열/유체 분야

- DNS & LES Simulation of Fluid Flow and Heat Transfer Past a Cylinder with Circular Fins(부산대 기계공학과 하만영)
- Molecular Dynamics Simulations of Direct Nano-patterning by AFM Lithography(KAIST 기계공학과 임세영)
- 점탄성 유체의 Macro/Micro-Macro Simulation, 점탄성 유동의 병렬처리 직접해법에 의한 대규모 연산(서울대 응용화학과 안경현)
- 점탄성 유동의 병렬처리 직접해법에 의한 대규모 연산(서울대 응용화학과 안경현)
- 난류경계층유동에서 벽면마찰력과 outer layer의 거대구조와의 정량적 상관관계 분석(서울대 기계항공공학부 최해천)
- 표면조도가 난류경계층에 미치는 영향(KAIST 기계공학과 성형진)
- 원형 실린더를 지나는 난류 유동장의 직접수치해석과 큰 에디모사를 위한 스케일 간 상호작용 연구(서울대 기계항공부 유정열)
- 천음소 영역의 굴곡 흡입관에 대한 성능 및 소음 방사 해석 (한국과학기술원 기계공학과 이덕주)
- 3차원 초음속 제트 유동 및 소음 해석(과기원 기계공학과 이덕주)
- 비균질 난류확산 예측을 위한 오일러-라그랑지안 DNS 해석(과기원 기계공학과 정명균)
- 유한요수해석 프로그램을 이용한 실차주위의 난류유동장의 병렬계산(서울대 기계분야 연구인력양성사업단 최형권)

③ 화학/생명 분야

- Ab initio study of dynamics of an excess electron in water(포항공대 화학과 김광수)
- 에틸렌의 광흡수 과정에서 리드버그 상태들의 영향에 대하여 짝진-뭉치 이론을 사용하는 순이론 분자동력학 연구(강릉대 화학과 백경구)
- Ab initio quantum chemical calculation을 통한 아미노산의 생체 내 생리 활성에 대한 원리 규명(서울대학교 화학부 김성근)
- Direct Dynamics Calculations for Proton Transfer Reactions using the Multi- Coefficient Correlated Quantum Mechanical Method and the Multi-Configuration Molecular Mechanics Algorithm(경희대 환경및응용화학부 김용호)
- 양자계산을 이용한 의약모핵 설계((주) 크리스탈지노믹스 노성구)
- 거대 병렬 컴퓨터를 이용한 Replica Exchange 분자동력학 모의실험: 단백질의 접힘에 응용(부산대 화학과 박영상)
- 생체분자의 구조와 작용에 대한 계산화학 연구(서울대 화학부 신석민)
- 유기발광분자의 수직들뜸에너지의 계산방법의 연구(경북대 공업화학부 이상연)
- 여기된 톨루엔 분자의 충돌에 의한 분자내 에너지 전달 및 CH 결합 해리(전남대 화학교육학과 이종백)
- 여기된 톨루엔과 HF의 충돌시 분자내 에너지 전달 및 결합 해리(전남대 화학교육과 이종백)
- Theoretical Study on Two-Photon Absorption (TPA)(포항공대 생리분자과학연구센터 이진용)

④ 대기/환경 분야

- LES를 활용하여 해양혼합층과정이 개선된 병렬형 OGCM 개발(연세대 대기과학과 노의근)
- 해양순환에 의한 극향 열수송과 물질수송의 구조 파악(한국해양연구원 박영규)
- 전지구 해양 대순환모형을 이용한 중심층 순환 연구(해양연 항만공학부 장찬주)
- 고해상도 전구해양조석 시뮬레이션(성균관대 토목환경공학부 최병호)
- 대기대순환모형을 이용한 한반도 여름철 장마의 역학적 예측성 연구(부산대 대기과학과 하경자)

⑤ 구조/고체/기타 분야

- 최대에너지 도달주시를 위한 Kirchhoff 중합 전 심도 구조보정에 관한 연구(서울대 지구환경시스템공학부 신창수)
- 나노 구조 및 공정의 First-principles 계산(과기원 재료공학 강정구)
- 내구 해석 프로그램을 이용한 폴리머 인공판막의 내구성 개선 방안 연구(서울대 의용생체공학연구소 민병구)
- 슈퍼컴퓨터의 CPU 병렬화를 이용한 포트홀 금형을 이용한 알루미늄 합금의 중공형 단면 압출 해석(과기원 기계공학 양동열)
- 나노 및 마이크로 스케일에서 전위 관련 현상 연구를 위한 3차원 전위 동력학 코드의 병렬화 및 응용(서울대 재료공학부 오규환)
- 선택된 단결정막 성장에 있어서 Facet의 형성과 진행과정에 대한 이론적 연구(서울대 재료공학부 윤의준)
- 나노소자용 박막재료의 계면/표면특성 전산모사(한양대 세라믹공학과 정용재)
- 슈퍼컴퓨터 기반의 고신뢰도 수치원자로 개발(한국원자력연구소 주한규)

(나) 대표적인 사회적 공헌 사례

① 여름 집중호우를 정확히 예측하기 위한 고분해 중규모 실시간 예측 시스템의 개발 연구

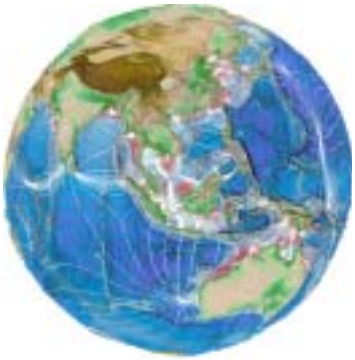
실시간 예측 시스템의 주요 목적은 여름 동안의 집중호우의 예측에 있다. 기존의 실시간 예측 시스템의 운영 경험을 토대로 단시간에 급격히 발달하는 집중호우를 보다 정확하게 예측하기 위해서 개선된 적운 모수화 방법을 이용한 고분해 실시간 예측 시스템을 개발한다.

고분해 중규모 예측 모델 시스템을 통하여 집중호우의 메커니즘과 중규모 대류계 발달에 중요한 역할을 하는 물리 과정에 대한 이해를 도울 수 있으며, 이 이해를 바탕으로 집중호우의 예측 개선에 활용할 수 있다.

연구결과, 고분해 RMS/SNU는 강수량이 관측에 비해 과장되는 것을 제외하면 대체로 좋은 성능을 보였다. 또한 적운 모수화 방법의 개선으로 집중호우의 예측을 개선할 수 있음을 보였다. 마지막으로 고분해능 실시간 예측 시스템을 통해 집중호우의 세밀한 시공간적 발달 구조를 연구할 수 있을 것으로 기대된다.

② 고해상도 전구 해양조석모형에 의한 해저 조석마찰의 재산정

해와 달에 의해 지구에 공급되는 조석에너지는 해양의 해저에서 주로 소산되는데 에너지수지의 관점에서 평형을 이루어야 한다. 과거의 시도에서 채택된 모형들은 천해해역의 해상도가 충분하게 정밀하지 못하여 고해상도 전구 해양조석모형을 수립하여 해저조석 마찰력 문제를 종결시키고자 하는데 연구목적이 있다.



과거의 성긴 격자에 의한 조석이 마찰 소실은 주 에너지 손실이 일어나는 대륙붕 해역에서의 정밀한 조석을 산정하지 못하므로 고해상도 모형에 의한 해양조석시뮬레이션이 필수적이다. 지구 해양에서의 가장 중요한 맥동 현상인 해양조석을 정밀하게 산정하는 지구물리학적 연구과업은 인공위성 고도계의 활용과 더불어 새로이 조명되는 중요한 연구과업이다.

연구 결과, 전회의 불완전한 개방경계(드레이크 해협)는 영역분할의 중첩기법으로서 완전한 cyclic boundary로서 취급하게 개선을 보았다. 주태음 반일주조의 초기 시뮬레이션이 KISTI슈퍼컴에서 이루어 졌으며 또한 분산메모리 및 공유메모리 체계의 실험실 병렬체계(Linux cluster(64cpu)와 SGI 병렬 체계(128cpu)에서도 최근에 성공적으로 실험되었다. 모형의 매개변수에 따른 산정결과의 민감도 분석이 필요한 것으로 평가되었다.

③ 산소흡착이 탄소나노튜브 전계방출에 미치는 영향

서울대 물리학부 임지순 교수의 연구팀은 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨팅 응용 전략지원 제2차 프로그램에 선정되어, 슈퍼컴퓨팅 자원을 1년간 활용하여 세계 최초로 탄소나노튜브의 전계방출에 의한 전자 방출을 시간의 흐름에 따라 보여주는 성과를 거두었다. 탄소나노튜브의 박막coating에 대한 이 연구는 이 분야의 실험적 연구에 중요한 지침이 될 것이며, 전계방출 전류를 계산하는 효과적인 프로그램을 개발하여 새로운 시스템에 적용함으로써 슈퍼컴퓨팅을 기반으로 하는 물성과학의 영역을 확대하는 효과를 거두었다. 연구의 결과는 저명한 물리학 관련 전문학술지에 기고하여 학문적 가치를 인정받고 있다. 뿐만 아니라, 이 연구는 탄소나노튜브를 기반으로 한 평면 display 제작에 큰 도움을 주는 경제적 파급 효과가 기대되고 있다.

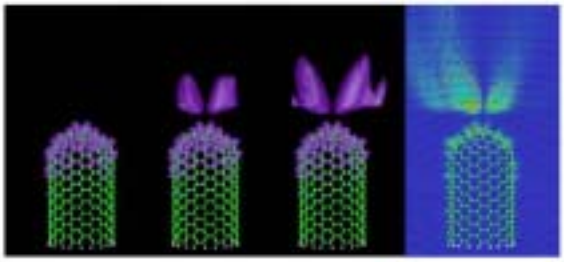
연구의 목적은 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 탄소나노튜브의 전계방출 특성과

전계방출소자 내부에 있는 Gas 들이 탄소나노튜브 전계방출에 미치는 영향에 대한 연구이다.

탄소나노튜브의 전계방출은 기존의 금속전자방출기에 비해서 기체흡착에 민감하게 반응하므로 그것이 나노튜브의 전자방출에 미치는 영향에 대한 자세한 분석이 요구되어져 왔다. 나노물질의 특성상 실험적인 수단으로 접근하는 데에는 한계가 있어서 슈퍼컴퓨터를 이용한 계산적인 방법에 의해서 밝혀진 사실들이 보다 안정적인 방출전류를 얻는데 기여할 수 있다.

연구결과는 다음과 같다. 첫째, 탄소나노튜브의 전계방출은 국소 전기장, 국소 전자상태수, 그리고 각 전자상태의 파동함수모양에 의하여 결정이 됨을 확인했다. 둘째, 흡착원소는 탄소나노튜브의 국소 전기장과 국소 전자상태를 증가시키는 효과가 있음을 밝혔다. 셋째, 방출전류의 불안정성은 흡착원소가 탄소나노튜브에서 떨어지거나 다시 붙는 과정 중에서 나타나는 것임을 확인했다.

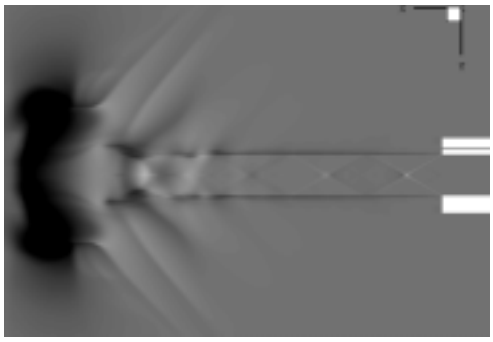
④ 3차원 초음속 제트 유동 및 소음 해석



발사체 설계, 제작에 있어 초음속 제트에 의한 충격 소음, 난류 혼합 소음 등은 발사체 표면에 음향 하중으로 작용하게 되고 이는 발사체 내부로 전파되어 전자장비 및 탑재물의 파괴를 일으킬 수 있다. 따라서 제트 특성 소음 해석을 통하여 이를 방지할 수 있는 방안을 모색할 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 3차원 초음속 제트를 해석하였다. 이를 위해 고차, 고해상도 수치 해석 기법을 이용하여 프로그램을 개발하고 검증하였고 그 결과를 축대칭 초음속 제트 해석 결과와 비교하였다.

그 동안 초음속 제트 소음의 특성에 대한 연구는 국내에서 많이 이루어지지 않았다. 이 연구를 통해 3차원 효과를 고려할 수 있는 초음속 제트의 소음 특성을 파악할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램을 이용하여 여러 조건의 초음속 제트를 수치 해석을 수행할 수 있고 슈퍼 컴퓨터의 병렬 작업을 활용함으로써 상대적으로 빠른 시간 안에 해석이 가능하다. 이러한 해석 기법이 마련되면 발사체나 비행체에서 발생하는 초음속 제트 소음의 기본적인 특성을 파악할 수 있고 초음속 제트가 활용되는 여러 분야에 활용이 가능하다.

연구 결과는 다음과 같다. ⓐ 개발한 프로그램의 검증을 위해 pulse jet 문제를 해석하였다. 이 문제를 통해 유동장의 정성적인 검증을 할 수 있었다. 정량적인


Mach wave가 전파되어 나가는 모습

검증을 위해 마하수 1.76의 제트 문제를 해석하고 근거리 유동장을 다른 해석 결과와 비교하였다. 이를 통해 해석 프로그램의 유동장 해석의 정확도를 확인할 수 있었다. ⓑ 검증된 프로그램을 이용하여 완전팽창 조건의 초음속 제트의 유동장을 해석하였다. 유동장 해석을 다른 실험, 수치 해석 결과와 비교한 결과, 축대칭 결과에 비해 더 물리적으로 타당한 결과를 보여준다. 난류효과를 고려하지 않기 때문에 후류로 갈수록 실험 결과와 차이를 보인다. 그러나 초음속 제트 소음은 근거리 유동장에서 발생하는 것으로 알려져 있기 때문에 소음해석에는 무리가 없는 것으로 판단된다. ⓒ 이러한 유동장 해석을 바탕으로 소음장 해석을 수행하였다. 소음장 해석은 초음속 제트의 마하수에 따른 소음의 특성 변화에 대한 연구를 수행하였다. 비교를 한 결과 축대칭 결과와 3차원 결과 그리고 다른 실험 결과가 유사하여 3차원 해석이 제대로 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다.

⑤ 인공심장 유성기어열의 내구성에 관한 해석적 연구

체내 이식형 인공심장의 개발과정에서 반드시 요구되는 내구성 평가에 소요되는 시간과 비용을 절약하기 위하여 인공심장의 감속기어열에 대한 2차원 피로해석을 수행하였다.

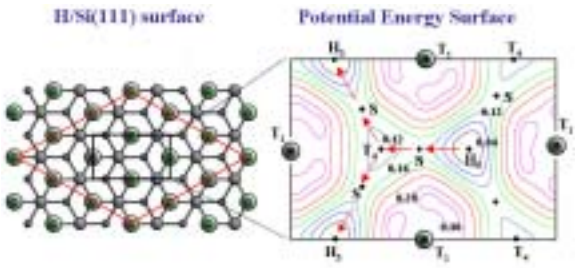
자연심장의 기능을 대체하거나 보조하기 위한 시스템인 인공심장이 가져야 하는 가장 큰 성질 중의 하나는 내구성이라 할 수 있다. 인공심장이 장기간 동안 기계적 순환 시스템으로 사용되어 제 기능을 하기 위해서는 충분한 수명과 신뢰성을 가져야 한다. 미국 보건원(NIH)은 시스템의 신뢰성에 대한 항목을 8개 내지 12개의 장치를 2년 동안의 시험 프로그램에 따라 시행하여 80% 신뢰도 수준에서 80%의 신뢰성을 가져야 한다고 명시하였고 여러 기관 및 연구소에서 인공심장을 장기간 사용하기 위해 in-vitro 내구 시험을 하거나 그에 관한 방법을 제안하여 왔다. 그러나 이러한 전통적인 방법은 장기간의 시간과 비용을 요구하므로 본 연구에서 제안하는 시뮬레이션법은 개발기간과 비용을 단축하는데 매우 유용한 방법이다.

연구 결과, ⓐ 최고 응력은 기어이끝과 이뿌리 부위에서 나타났다. ⓑ 해석결과 최소 3년 이상의 내구성을 가지고 있음을 알수 있었다. ⓒ 과도한 응력을 부과한

가속 해석결과 가장 취약한 부분은 이뿌리 면과 이끝 면임을 발견하였다.

⑥ 수소가 흡착된 Si(111) 표면에서 은 나노 구조의 성장

은의 살균 및 항균 효과가 알려지면서 가전시장을 중심으로 불기 시작한 은나노 열풍은 최근 들어 휴대전화에서 스키복, 비데, 샤워기, 칫솔에 이르기까지 광범위하게 확산되고 있어 기업들의 새로운 부가가치 창출 수단으로 주목받고 있다. 은나노 기술이란 은을 머리카락의 1천분의1에 해당하는 나노미터(10억분의 1m) 크기로 쪼갠 은입자를 이용해 살균 및 항균 작용을 가능케 하는 것으로 삼성, LG, 대우 등 가전 3사가 냉장고, 세탁기, 에어컨, 청소기, 공기청정기 등에 가전제품에 처음 활용했었다.



이 연구는 최근에 사회적으로 널리 보급되는 있는 기술 즉 은나노 기술에 관한 연구이다. 주 연구목적은 Si(111) 표면에서 은 나노구조 또는 박막을 성장시킬 때 표면의 상태에 따라서 은의 성장 패턴이 달라지는 데, 수소의 흡착 여부에 따라 변화하는 은 원자의 미시적 행동을 규명하고자 하였다.

Si(111)에서 은 원자의 확산에 대한 제일원리 계산은 처음이다. 수소가 깔린 표면에서 은이 나노구조를 만들면서 3차원으로 성장하는 것을 정성적으로 설명할 수 있었고, 청결한 표면에서는 단위세포 간 확산이 억제되므로 2차원 또는 2차원 후 2차원으로 성장하는 패턴을 성명할 수 있었다. Si표면에서 금속 나노구조를 성장시킬 때 계면활성제로서 수소를 이용하는 데 도움이 될 것이다.

⑦ 전지구 해양 대순환모형을 이용한 중·심층 순환 연구

관측 자료의 부족으로 이해가 부족한 중·심층 순환을 전구 해양 대순환 모형으로 파악하기 위하여 전구 해양 대순환 모형을 이용한 해양 중·심층 순환을 재현하는 것이 이 연구의 목적이다.

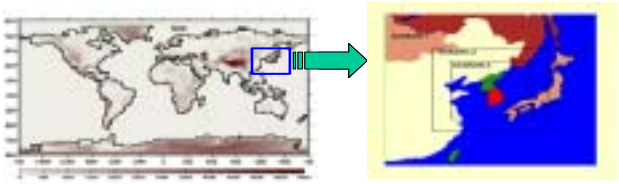
기후 관점에서는 중·심층 순환이 매우 중요하므로 이 연구 결과는 추후 분석 및 개선을 통해 한반도 주변 해역의 기후 및 기후 변화 연구에 중요하게 활용될 것으로 보인다.

연구결과는 다음과 같다. ⓐ 아열대 자이어, 아극 자이어, 남극 순환류 등의 전형

적인 해양 대순환이 잘 모사됨. 태평양의 아열대 자이어 해면 높이가 대서양에 비해 약 60 cm 정도 높게 모사되었다. ⓑ 동아시아와 북서태평양 해역에서는 고온, 저염화된 경향을 보임. 쿠로시오의 이안 위도가 실제보다 북쪽에 치우침으로 국지적으로 관측치와의 불일치가 크게 나타나며, 북태평양중층수가 제대로 모사되지 못하였다. ⓒ 북태평양 서안 2000 m 해류 분포에서는 북향류가 우세한 1000 m 까지의 해류와는 달리 하계에는 일본열도에서 남하하는 흐름이 필리핀 해역까지 나타났다.

⑧ 기후/기상 예측 시스템의 개발 및 응용

이 연구의 목적은 전구 규모의 대기/해양/해빙/지면 접합 대순환 모형과 지역 규모의 대기 모형을 이용하여 적어도 한 계절 전에 기후 및 기상 상태를 예측할 수 있는 시스템을 개발하고, 이 시스템을 이용하여 엘니뇨/라니냐 현상을 3~6개월 전에 예측하고자 하는 것이다.



기후/기상 예측 시스템의 구성

기후는 대기뿐만 아니라 해양, 해빙, 지면의 상호 작용에 의해 결정되므로 기후 문제를 연구하는 데 대기/해양/해빙/지면 접합 대순환 모형을 활용하는 것은 필수적이다. 그러나 접합 대순환 모형의 계산 영역은 전지구가 되므로 모형의 수평 해상도는 소밀할 수밖에 없고 이로 인해 지역적인 정보를 얻을 수 없게 된다. 그러나 본 연구에서는 접합 대순환 모형에 지역 규모 모형을 접합함으로써 예측 시스템으로부터 전구 규모의 정보뿐만 아니라 상세한 지역 정보도 얻을 수 있다.

연구결과는 다음과 같다. ⓐ NCAR CCSM을 구성하는 각 성분모형들은 관측이나 선행 연구 결과에서 나타나는 특징적인 모습들을 잘 모의한다. 이는 성분 모형들이 접합 모형의 구성요소로서 유용하게 사용될 수 있으며, 스핀업 결과가 접합 초기장으로 유의하다는 것을 의미한다. ⓑ 제어 실험 결과, NCAR CCSM은 다른 무보정 모형에 비해 작은 기후 표류를 보이며 모형 기후는 비교적 빠른 시간에 준 평형 상태에 도달한다. 또한 접합 초기로부터의 표류 현상도 작게 나타난다. ⓒ 시스템의 엘니뇨/라니냐 예측성을 살펴보기 위해 '82-'83 엘니뇨와 '83-'84 라니냐를 선택하여 실험하였다. 본 연구를 통해 개발된 예측 시스템으로 엘니뇨와 라니냐의 발생을 3개월 전에 예측할 수 있었으며, 3개월 전에 비해 예측성은 다소 떨어지나 6개월 전에 예측하는 것도 가능한 것으로 보인다.

(다) 사회적 효과 종합

지금까지 대표적인 연구사례를 통해 슈퍼컴퓨터 3호기의 사회적 효과에 대해 살펴보았다. 위에서 제시된 사례 이외에 다양한 분야에서 더 많은 연구사례들이 존재한다. 아래에서는 이러한 것들을 종합하여 슈퍼컴퓨터의 사회적 파급효과에 대해 언급하고자 한다.

첫째, 첨단과학 기술력 고도화에 기여하였다. 과학 및 공학분야의 한계상황 문제 즉 대규모의 계산용량을 요구하는 극소규모(원자와 분자), 초대규모(우주와 지구), 초고속 문제(전자와 광속), 초저속 문제(기후변화와 환경정화), 고위험도 문제(원자력과 핵실험)에 활용되어 국가 첨단과학 기술력을 고도화하는데 기여하였다. 또한 국가경쟁력 확보를 위한 5T 분야 즉, 정보기술(IT), 생명공학(BT), 환경기술(ET), 나노기술(NT), 문화기술(CT) 육성을 위한 사회간접자본으로서 국가 과학기술 경쟁력 향상에 크게 기여하였다.

둘째, 국가 산업경쟁력 강화에 기여하였다. 슈퍼컴퓨터는 질과 기술 중심의 창조적 기술혁신을 가능하게 해준다. 자동차, 항공, 조선, 토목, 신약설계, 신물질 개발, 원전설계 등의 각종 시제품개발 공정에서 요구되는 복잡한 분석과 계산작업을 효율적으로 수행함으로서 저비용 고효과의 제품 생산을 통한 국가 산업경쟁력을 강화시켜 준다. 또한 중소기업에 대한 슈퍼컴퓨터 자원의 지원을 통해 중소기업의 기술개발 능력을 향상시켰다.

셋째, 국가적 위기관리 기능을 제고시켰다. 홍수, 태풍 및 가뭄, 지진과 해일 등의 조기예보, 환경오염 및 오존층 파괴문제 해결, 원자력발전소의 안정성 문제 검토 등에 활용됨으로서 국민의 생명과 재산 보호 및 국가적 위기관리 능력을 제고하는데 기여하였다.

넷째, 방대한 양의 데이터를 처리해야 하는 계산화학, 계산면역학, 계산생물학, 계산유전학 분야 등에서 슈퍼컴퓨터의 활용 증가 및 슈퍼컴퓨터에 대한 접근성 개선으로 차세대 전문 과학기술 인력 양성에 기여하였다.

다섯째, 은나노 기술, 나노튜브 기술 등 경제적 파급 효과 뿐만 아니라 사회적 삶의 질을 향상시키는 데 기여하는 다양한 연구들이 슈퍼컴퓨터의 도움을 받아 수행 되었다.

3.3.2 슈퍼컴퓨터 3호기의 기술적 효과

(1) 기술적 효과의 분석방법

기술적 효과란 슈퍼컴퓨터를 활용함으로써 발생하게 된 새로운 지식, 기술, 제품들이라 할 수 있다. 기술적 효과 또한 직접적 효과와 간접적 효과로 구분할 수 있는 데, 직접적 효과란 슈퍼컴을 직접 활용하여 발생하게 된 연구성과들(논문, 보고서, 산업재산권, 프로토타입 등)이고, 간접적 효과란 이들 직접적인 연구성과들을 바탕으로 발생하게 되는 부가적인 연구성과들이라 할 수 있다.

(2) 사용자 연구 성과

슈퍼컴퓨터 3호기의 대표적인 연구사례들은 주로 전략과제 및 거대도전과제들을 통해 이루어졌다. 아래에서는 연구대상기간 동안 발생한 거대도전과제 및 전략과제에 대해 구체적으로 살펴보고, 이러한 연구들을 통해 발생한 연구성과(논문 등)에 대해 언급하고자 한다.

먼저, 제1차부터 제2차까지 수행된 거대 도전과제의 연구목록은 다음과 같다.

<표 3-17> Grand challenge support program

차수	분야	연구 책임자	소속	과제명
1차	물리/천문	임지순	서울대 물리학부	두겹 나노튜브의 전계 방출현상과 나노클러스터를 이용한 나노튜브의 전자구조 변형 연구
	화학/생명	김광수	포항공대 화학과	Ab initio study of dynamics of an excess electron in water
	물리/천문	홍석륜	세종대 물리학과	금속(니켈)표면에서의 탄소원자클러스터의 흡착 및 퍼짐에 대한 연구
	물리/천문	박창범	고등과학원 물리부	차세대 N-체 수치모의실험을 통한 우주거대구조의 생성 연구
2차	구조/고체	신창수	서울대 지구환경시스템공학부	최대에너지 도달주시를 위한 Kirchhoff 중합 전심도 구조보정에 관한 연구
	물리/천문	이형목	서울대 지구환경과학부	은하 조석력장에서의 성단의 역학적 진화
	화학/생명	백경구	강릉대 화학과	에틸렌의 광흡수 과정에서 리드버그 상태들의 영향에 대하여 짝진-뭉치 이론을 사용하는 순이론 분자동력학 연구
	열/유체	하만영	부산대 기계공학과	DNS & LES Simulation of Fluid Flow and Heat Transfer Past a Cylinder with ircular Fins
3차	화학/생명	김성근	서울대학교 화학부	Ab initio quantum chemical calculation을 통한 아미노산의 생체 내 생리 활성에 대한 원리 규명
	열/유체	임세영	KAIST 기계공학과	Molecular Dynamics Simulations of Direct Nano-patterning by AFM Lithography
4차	열/유체	안경현	서울대 응용화학과	1. 점탄성 유체의 macro/micro-macro simulation 2. 점탄성 유동의 병렬처리 직접해법에 의한 대규모 연산
5차	열/유체	안경현	서울대 응용화학과	점탄성 유동의 병렬처리 직접해법에 의한 대규모 연산
	천문	박창범	고등과학원 물리학과	세계 최대 규모의 우리우주 시뮬레이션
	열/유체	최해천	서울대 기계항공공학부	난류경계층유동에서 벽면마찰력과 outer layer의 거대구조와의 정량적 상관관계 분석
	열/유체	성형진	KAIST 기계공학과	표면조도가 난류경계층에 미치는 영향

이상과 같은 거대 도전과제의 대표적인 연구 성과물로서 제3차까지 조사된 SCI급 논문이 13편이다.

<표 3-18> Research Products of Grand Challenge Support Program

분야	시범 (2002.1-2002.12)		1차 (2002.8-2002.12)		2차 (2003.1-2003.6)		3차 (2003.6-2003.10)	
	과제수	논문	과제수	논문	과제수	논문	과제수	논문
구조/고체	1				1	1		
대기/환경								
물리/천문	2	3	3	1	1			
열/유체	1				1		1	1
화학/생명			1		1		1	7

다음으로 제4차 및 제5차 전략과제의 연구 목록을 살펴보면 다음과 같다.

<표 3-19> The fourth Supercomputing Strategic Support Program

분야	과제 책임자	소속	과제명
대기/환경	최병호	성균관대 토목환경공학부	고해상도 전구해양조석 시뮬레이션
	박영규	한국해양연구원	해양순환에 의한 극향 열수송과 물질수송의 구조 파악
물리/천문	유창모	포항공대 물리학과	Magnetosphere에서의 MHD Wave Propagation
	이인호	한국표준과학연구원	작용유도 분자동력학을 활용한 나노구조의 운동학적 특성 연구
	장기주	한국과학기술원 물리학과	전자소자 물질의 전자구조 연구
	안홍배	부산대 과학교육부	나선은하의 핵나선팔 생성
	형 식	충북대 지구과학교육과	수치실험을 통한 AGN 및 행성상성운 충격파에 의한 분광현상 및 진화 연구
열/유체	최형권	서울대 기계분야 연구인력양성사업단	유한요수해석 프로그램을 이용한 실차주위의 난류유동장의 병렬계산
	이덕주	한국과학기술원 기계공학과	천음소 영역의 굴곡 흡입관에 대한 성능 및 소음 방사 해석
화학/생명	이상연	경북대 공업화학부	유기발광분자의 수직들뜸에너지의 계산방법의 연구
	노성구	(주) 크리스탈지노믹스	양자계산을 이용한 의약모핵 설계
	박영상	부산대 화학과	거대 병렬 컴퓨터를 이용한 Replica Exchange 분자동력학 모의실험: 단백질의 접힘에 응용
	이진용	포항공대 생리분자과학연구센터	Theoretical Study on Two-Photon Absorption (TPA)
	이종백	전남대 화학교육학과	여기된 톨루엔 분자의 충돌에 의한 분자내 에너지 전달 및 CH 결합 해리
	신석민	서울대 화학부	생체분자의 구조와 작용에 대한 계산화학 연구
	김용호	경희대 환경및응용화학부	Direct Dynamics Calculations for Proton Transfer Reactions using the Multi-Coefficient Correlated Quantum Mechanical Method and the Multi-Configuration Molecular Mechanics Algorithm
구조/고체/기타	윤의준	서울대 재료공학부	선택된 단결정막 성장에 있어서 Facet의 형성과 진행과정에 대한 이론적 연구
	주한규	한국원자력연구소	슈퍼컴퓨터 기반의 고신뢰도 수치원자로 개발
	민병구	서울대 의용생체공학연구소	내구 해석 프로그램을 이용한 폴리머 인공판막의 내구성 개선 방안 연구

<표 3-20> The fifth Supercomputing Strategic Support Program

분야	과제 책임자	소속	지원 구분	과제명
구조/고체/기타	오규환	서울대 재료공학부	자유	나노 및 마이크로 스케일에서 전위 관련 현상 연구를 위한 3차원 전위 동력학 코드의 병렬화 및 응용
	강정구	과기원 재료공학	자유	나노 구조 및 공정의 First-principles 계산
	양동열	과기원 기계공학	지정	슈퍼컴퓨터의 CPU 병렬화를 이용한 포트홀 금형을 이용한 알루미늄 합금의 중공형 단면 압출 해석
	정용재	한양대 세라믹공학과	자유	나노소자용 박막재료의 계면/표면특성 전산모사
대기/환경	하경자	부산대 대기과학과	자유	대기대순환모형을 이용한 한반도 여름철 장마의 역학적 예측성 연구
	장찬주	해양연 항만공학부	자유	전지구 해양 대순환모형을 이용한 중·심층 순환 연구
	노의근	연세대 대기과학과	지정	LES를 활용하여 해양혼합층과정이 개선된 병렬형 OGCM 개발
물리/천문	홍석륜	세종대 물리학과	자유	유기분자와 반도체 표면의 반응성에 대한 이론적 연구
	정석민	전북대 물리학과	자유	수소가 흡착된 Si(111) 표면에서 은 나노구조의 성장
	김한철	표준연	자유	금속/반도체 계의 표면구조 상전이와 표면결합의 역할에 대한 연구
	김종수	천문연	지정	성간매질의 난류적 상황에서의 파커 불안정성
열/유체	정명균	과기원 기계공학과	자유	비균질 난류확산 예측을 위한 오일러-라그랑지안 DNS 해석
	유정열	서울대 기계항공부	자유	원형 실린더를 지나는 난류 유동장의 직접수치해석과 큰 에디모사를 위한 스케일 간 상호작용 연구
	이덕주	과기원 기계공학과	자유	3차원 초음속 제트 유동 및 소음 해석
화학/생명	이종백	전남대 화학교육과	자유	여기된 톨루엔과 HF의 충돌시 분자내 에너지 전달 및 결합 해리

전략과제 연구지원의 성과물은 2003년 현재 SCI급 논문 61편, 비SCI급 논문 8편이며, 국내 및 국외 학술대회에 발표한 논문 총수는 각각 39회와 44회이다.

<표 3-21> Research Products of Supercomputing Strategic Support Program

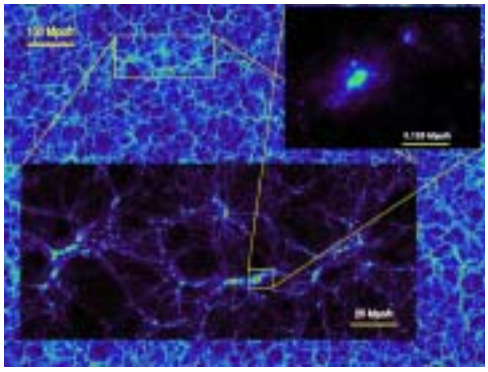
분야	지원과제수					연구 성과							
						논문				학술대회			
	1차	2차	3차	4차	5차	1차	2차	3차	4차	1차	2차	3차	4차
구조/고체/기타	3	3	0	3	4	2	1	0	3	4	0	0	0
대기/환경	3	2	2	2	3	1	0	2	1	2	3	1	3
물리/천문	3	5	7	5	4	2	11	14	9	3	12	11	12
열/유체	3	0	2	2	4	4	0	2	0	4	0	0	0
화학/생명	4	3	5	7	1	8	1	2	6	4	4	0	3
총합	16	13	16	19	16	17	13	20	19	17	19	12	18

(3) 기술적 효과의 대표 사례

① 세계 최대 규모의 우리 우주 시뮬레이션

이 연구의 목적은 우주 거대 구조의 생성과 진화의 연구를 위해 세계 최대급의 N-체 시뮬레이션을 수행하여 현재 수행되고 있는 SDSS (Sloan Digital Sky Survey) 관측과 비교 분석하는 것이다.

우주 거대 구조의 연구에 있어서 N-체 시뮬레이션은 매우 중요한 수단이 되어 왔다. 또한 이 시뮬레이션의 결과와 관측 결과를 비교하여 우리 우주 모델을 검증할 수 있고, 더 나아가 새로운 모델을 제시할 수 있게 된다.



시뮬레이션의 분해능. 작은규모부터 큰규모까지.

박 교수팀은 우주생성 당시 은하에서 은하단, 초은하단, 우주거대구조까지 다양한 천체들의 생성 원인이 물질의 분포가 다른데서 비롯됐다는 점에 착안, 질량을 가진 86억 개의 입자들을 우주 생성 당시와 유사하게 슈퍼컴퓨터에 분포시킨 후 두 개의 모의실험을 실시했다.

이 과정에서 연구팀은 약 900GB(기가 바이트)의 주메모리와 128개의 CPU(중앙처리장치)를 동시에 사용했으며, 실험 결과를 9TB(테라 바이트)의 저장 공간에

담아 분석했다.

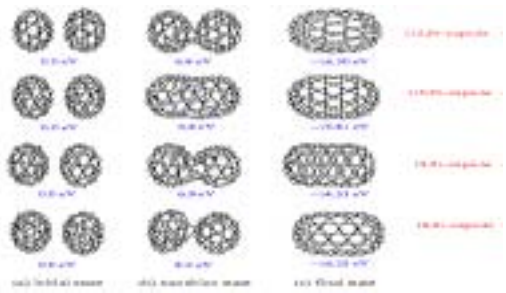
그 결과 크기가 47억 광년과 260억 광년인 정육면체의 팽창 공간(우주 끝까지 거리의 반을 넘는 크기)에서 은하가 생성되기 이전의 초기 우주에서부터 현재까지 천체의 생성 과정을 계산해 냈다.

이번에 새롭게 수행된 모의실험은 기존의 계산방식과는 달리 은하에서부터 우주거대구조까지 광범위한 규모에 걸쳐 다양한 천체들이 상호 영향을 주면서 생성되는 과정을 정확히 규명했다는 점이 특징이다.

박창범 교수는 "빅뱅 이후 현재까지 우주 공간과 물질의 기원, 은하와 별의 생성, 행성과 생명체가 태어난 우주의 역사를 이해할 수 있는 토대를 마련했다는 데 의미가 있다"고 설명했다.

② 작용유도 분자동역학을 활용한 나노물질 연구

풀러렌과 탄소나노튜브의 성장을 원자 운동학적 수준에서 규명하고 이해하는 것이 이 연구의 목적이다. 풀러렌과 탄소나노튜브는 탄소원자들로 구성되어 있으면서 매우 다양한 응용성이 기대되는 신물질들이다. 현 나노테크놀러지의 핵심 신물질 중의 하나로 받아들여지고 있다. 이러한 신물질의 성장에 관련된 원자수준의 이론적 이해는 나노구조체와 관련된 물리적/전기적 성질 디자인에 매우 중요한 항목이다.



풀러렌의 융합과정 계산

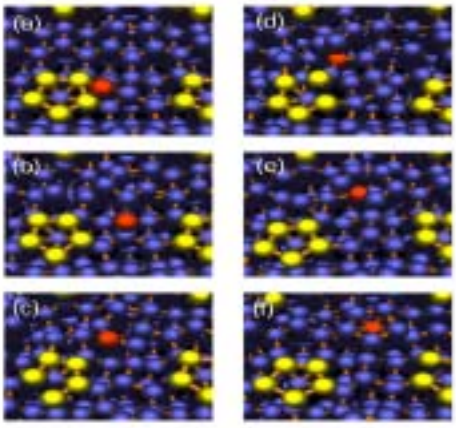
이 연구를 통해 Sm이 흡착된 Si(111) 표면이 실험적으로 Ba/Si(111)과는 다른 3×2 STM상을 보이는 데, 두 시스템이 같은 표면구조를 갖는다는 것과 서로 다른 STM상은 원자의 크기 때문이라는 것이 이론적으로 규명되어 졌다.

중요 연구결과를 요약하면 다음과 같다. ⓐ 풀러렌의 성장과 관련하여 여러 가지 가능한 precursor 모델들을 설정하고 각 모델들이 풀러렌으로 변환될 때의 가능한 원자이동 경로와 해당 최저 활성화 에너지를 계산했다. ⓑ 자체적으로 안정되며 변형에 따른 활성화 에너지가 낮은 육각형 모양의 탄소결합들 그리고/또는 선형의 탄소결합들이 precursor에 함유된 경우가 풀러렌으로 변환되기가 운동학적으로 가장 유리함을 알아내었다. ⓒ 풀러렌 융합의 경우 Stone-Wales형태의 탄소간 결합의 회전에 의한 원자구조 변형이 에너지적으로 또한 운동학적으로 유리하

다든 것을 원자이동경로 모델을 통해서 제시했다.

③ 선택된 단 결정 막 성장에 있어서의 Fact의 형성과 진행 관정에 대한 이론적 연구

이 연구의 목적은 Si(100) 표면위에서의 단결정막 성장에서 생성되는 {311} facet의 생성원인을 규명하고 {311} facet의 표면 구조와 그 위에서의 adatom들의 확산과정을 규명함으로 소자구현에 있어서 문제점으로 지적되어 왔던 {311} facet의 형성을 효과적으로 조절하고자 하는 것이다.



tight-bindiinig 분자 동력학 전산 모사

이 연구를 통해 그동안 논란이 되어 왔던 Si(311) 표면 구조를 밝히게 되었고 Si(311) 구조에 대한 연구 결과가 Si(100)의 선택적 단결정막 성장에 있어서 {311} facet의 형성과 직접적 연관이 있음을 밝히게 됨으로 장차 소자제작에 있어서 문제점으로 지적되었던 {311} facet의 조절에 이론적 근거를 제시하게 되었다. 또한 그동안 개발되었던 Si tight-binding model이 Si 표면의 현상을 정확하게 기술함을 입증하게 된 것이다.

연구 결과를 요약하면 다음과 같다. ⓐ 먼저 그동안 논란이 되어 왔던 Si(311) 표면구조를 밝힐 수 있었다. 3×1 interstitial 구조가 가장 안정된 구조이며 이 구조는 약 700℃ 근처에서 다른 구조로 바뀌는 것이 실험적으로 관측되었는데 이 구조가 3×1 intersitial임을 제일 원리 계산에 의한 이론적인 STM image를 통해 밝히게 되었고 이 STM image는 실험에서 관측된 STM iamge와 정확하게 일치함을 알 수 있었다. 또한 그동안 Si(311) 표면에서 관측된 domain boundry의 실체는 3×2 interstitial 구조위에 국소적인 3×1 intersitial 구조의 생성 때문에 관측된 것임을 알 수 있었다. ⓑ Si(100)의 선택적 단결정막의 성장에 있어서 일어나는 {311} facet의 발달은 실험온도인 700~1000℃사이에 일어나는 Si(311)의 표면구조의 상전이가 결정적 역할을 하는 것이 Si(311) 표면위에서의 adatom들의 흡착에너지 계산에 의해 밝혀지게 되었다. ⓒ Si(311) 3×2 interstitial 구조위에 adatom을 올려놓고 tight-binding 분자 동역학 전사모사를 수행한 결과 이 adatom에 의해 표면 구조가 3×1 interstitial 구조로 바뀜이 관찰 되었다.

④ 높게 여기된 톨루엔 분자의 충돌에 의한 에너지 전달 및 결합해리의 반응역학

이 연구의 목적은 진동에너지적으로 여기된 톨루엔 분자와 플루오르화 수소 분자간의 충돌시, 분자간 에너지 전달을 포함하여, 톨루엔 분자내의 에너지 전달 그리고 그에 따른 CH 의 해리, 나아가 플루오르화 수소 분자 내부에너지로의 에너지 흐름 및 결합 해리에 대해 수치 모의실험을 통해 규명코자 하는 것이다.

연구결과, ⓐ 300K에서 충돌시 여기된 분자에 의해 잃게 되는 에너지는 크지 않고, 총 진동에너지의 양이 20000 에서 40000 cm-1 까지 증가할 때 에너지 손실량은 서서히 증가하다가, 40000 cm-1 이상이 되면 서서히 감소하였다. ⓑ 둘째, 총 에너지 양이 클 때 C-H 결합이 하나 또는 둘 다 해리되었으며, 해리가 일어나거나 일어나지 않는 경우나 분자내 에너지 흐름은 효과적으로 일어나고, subpicosecond 시간 내에 초기 충돌시 일어났다. ⓒ CHmethyl 결합 해리는 CHmethyl-HF 충돌이 T→V 경로를 통하여 많은 양의 에너지(>>kT)를 전달한 결과이며, CHring의 결합 해리는 메틸쪽으로부터 다단계의 분자내 에너지 전달을 통하여 에너지가 전달된 결과이다. 그렇지만 CHring-HF 상호작용은 CHring에 에너지를 전달하는데 효과적이지 못하였다.

이 연구는 입사되는 입자로부터 에너지가 전달되고 톨루엔 내의 결합이 끊어지는데 있어서, 높은 진동수의 ring C-H 와 methyl group C-H mode 사이의 경쟁반응이 있음을 밝혔으며, 분자내 에너지 전이를 통한 결합 해리에 대한 연구는 지금까지 이론적으로 연구된 적이 없는 새로운 연구 분야이기 때문에 이 분야에서 가히 선구자적인 연구라 할 수 있다. 결국 이러한 연구들은 궁극적으로 분자 수준에서 에너지 전달 메커니즘의 명쾌한 해석이라는 최종 목표를 달성하는 데 필수적이라고 할 수 있다.

⑤ 해양순환에 의한 극향 열수송과 물질수송의 구조파악

연구목적은 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 해양순환모형의 수평해상도 변화에 따른 해양열염분순환의 구조변화를 심해수가 생성되는 냉대해역을 중심으로 파악하는 것이다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다. ⓐ 수평해상도가 증가함에 따라 동안을 따라 북상하는 해류가 강해지면서 냉대해역에 반시계방향의 흐름이 생성되었다. ⓑ 반시계방향흐름의 영향으로 심해수 생성지역이 해상도가 증가함에 따라 북동쪽 모

서리에서 서쪽으로 이동하였다. ⓒ 동북쪽 경계면에서 발생하는 비현실적 연직대류현상이 수평해상도가 증가함에 약화되어 경계면에서 성층구조가 나타나기 시작하였다.

이 연구는 기후연구에 널리 사용되는 GFDL/MOM 모형의 특성을 체계적으로 파악하고 수평해상도를 증가시키면 연직대류현상의 개선으로 모형의 결과가 사실적이 됨을 보여 주었다. 따라서 저해상도 모형의 결과를 사실적으로 개선하기 위해서는 연직대류과정의 개선이 필요함을 보여주었다고 볼 수 있다..

⑥ 최대에너지 도달주시 및 진폭을 이용한 Kirchhoff 중합 전 심도 구조보정에 관한 연구

이 연구를 통해 다음과 같은 기술적 효과가 나타났다. 주파수 영역에서 나타나는 wrapping around 효과를 이용하면 coarse한 주파수 간격에 대해 계산한 주파수 영역 파동장을 시간 영역으로 변환했을 때 전체 기록 시간을 줄이는 효과가 있고 이 점을 이용하면 최대에너지가 도달하는 시간까지만 파동장을 계산하면 되고 이것은 최대 에너지 도달주시를 계산하는데 획기적으로 계산 시간을 단축이 되었다.

이 연구를 수행한 연구자는 이러한 연구들을 기반으로 동해 가스정 지역의 심도구조보정기술을 만들어 내었다. 동해 천연가스생산 지역 자료에 대해 개발한 기술을 적용하여 구조보정한 결과 정확한 저류층의 위치를 파악할 수 있었다. 이는 석유공사와의 프로젝트와 연관된 연구로써 현재 지하구조 영상화를 위한 자료처리의 국산화 작업의 초석이 되었다. 이 기술을 이용하여 동해의 석유부존 유망구조에 대한 자료를 재처리함으로써 부존지역의 판명에 기여할 것으로 기대된다.

⑦ 초고분해능 double-Fourier 전구스펙트럴 모델을 이용한 전구 순압불안정의 연구

최근 개발된 Double-Fourier-Series (DFS) spectral method (H.-B. Cheong, J. Comput. Phys., 327-349, 2000; H.-B. Cheong and coauthors, J. Comput. Phys., 313-335, 2002)를 초고분해능의 비선형문제에 적용하여, DFS방법의 정확성과 안정성을 조사하는 것이 이 연구의 목적이다.

연구결과는 다음과 같이 요약된다. ⓐ 전구 비선형 유체현상의 시뮬레이션에 최초로 (16384×8192 transform grids: M5460)의 분해능을 적용하여 정확하고 안정된 shear instability 계산 가능성을 확인하였다. ⓑ DFS모델의 병렬의 효율성

평가 결과 벡터화는 물론 다수의 CPU를 사용하는 병렬처리에도 매우 효율적이다. 또한 전구영역 shear instability의 secondary instability를 재현하였다.

이 연구를 통해 전구영역의 모델의 한계로 일컬어지는 5km 분해능에 적용하여 전구 수치모델링의 새로운 가능성을 제시하였으며, DFS방법은 2차원의 Fourier변환을 사용하므로 벡터화 및 병렬처리가 매우 효율적임을 발견하였다. 또한 전구영역의 모델의 한계로 일컬어지는 5km 분해능에 적용하여 전구 수치모델링의 새로운 가능성을 제시하였다.

3.4 소결론

2001년부터 2004년까지의 기간을 중심으로 경제적 측면, 사회적 측면, 기술적 측면이라는 세 가지 각도에서 슈퍼컴퓨터 3호기의 효과를 분석하여 보았다. 먼저 경제적 측면에서 바라본 슈퍼컴퓨터 3호기의 효과를 요약하면 공동활용효과 4,697억원과 경제적 파급효과 1조 2,108억원을 합하여 전체적으로 약 1조 6천8백억원의 효과가 나타난 것으로 추정되어 졌다. 이는 비용 대비 약 1대 43 정도의 효과라고 볼 수 있다.

다음으로 사회적 측면에 미친 슈퍼컴퓨터 3호기의 효과를 요약하면, 첨단과학기술력 고도화 기여, 국가 과학기술 및 산업경쟁력 강화 기여, 국가적 위기관리 기능 제고, 차세대 전문 과학기술 인력 양성 등 다양한 측면에서 전체적으로 국민의 삶의 질을 향상시키는 데 기여하였다고 판단된다.

슈퍼컴퓨터 3호기의 기술적 효과도 사회적 효과와 마찬가지로 다양한 측면에서 새로운 사실의 발견 및 이론의 정립을 통해 학문과 기술 발전에 상당한 기여를 하였다고 판단된다. 무수히 많은 SCI 급 논문을 비롯하여, 세계 최초 또는 세계적인 수준의 연구결과들이 지속적으로 나타나는 데 슈퍼컴퓨터의 역할이 지대하였다고 판단된다.

4. 슈퍼컴퓨터 4호기 수요분석

4.1 슈퍼컴퓨터 4호기의 수요분석

4.1.1 수요분석 모형

(1) 수요예측을 위한 이론적 검토

예측은 과거와 현재를 반추하여 미래 특정시점에서 어떠한 일이 일어날 것인가를 미리 추측하는 것이다. 이러한 예측이 제품이나 서비스에 대한 미래의 고객 또는 사용자 수요를 추정하고자 할 경우 이를 수요 예측이라 한다. 수요 예측기법은 일반적으로 정성적 기법과 정량적 기법으로 구분된다. 정성적 수요 예측기법은 과거의 정보가 부족하거나 과거의 추세가 미래에도 지속될 가능성이 적을 때 예측자의 주관적인 판단 등을 이용하여 예측하는 기법이며, 정량적 수요 예측기법은 주로 과거의 자료들을 이용하여 계량적으로 미래를 예측하는 기법이다.

<표 4-1> Methods of demand forecasting

구분		예측기법
정성적 기법		시장조사법, 전문가 토론, 델파이기법, 시나리오 분석, 역사적 유추 등
정량적 기법	시계열 분석	이동평균법, 지수평활법, ARIMA 분석 등
	인과관계 분석	회귀분석, 계량경제모형, 신경망분석 등
	시스템 모형	투입산출모형(Markov), 시스템다이내믹스 모형 등
	성장곡선 모형	Logistics 곡선, 수정지수 곡선 등
		확산모형: Bass의 확산 모형, Bayus의 유사추론 확산 모형, 다세대 확산 모형 등

정성적 수요 예측 기법으로는 시장조사법, 전문가 토론, 델파이기법, 시나리오 분석, 역사적 유추 등이 있으며, 정량적 기법은 시계열 분석, 인과관계분석, 시스템모형, 성장곡선모형 등으로 세분화되어질 수 있다.

이상과 같은 다양한 수요 예측기법 중 시계열 분석, 인과관계 분석, 시스템 모형 등은 주로 과거의 역사적 데이터를 기반으로 분석되는 기법 들이며, 과거의 변화 추세나 인과관계들이 미래에도 유사하게 유지될 것이라는 가정들을 내포하고 있는 기법들이다. 따라서 미래의 변화가 과거와는 단절되게 일어나거나 새로운 제

품이나 서비스가 출현하는 경우 기존의 방법으로는 수요예측을 적절히 수행하기가 어렵기 때문에 시장조사나 델파이와 같은 정성적 기법들이 많이 사용되어 왔다. 그러나 이러한 정성적 기법들은 조사대상자들의 표본 추출 문제, 개인의 주관적 판단과 영향력 크기가 예측 결과에 많은 영향을 미치기 때문에 그 신뢰도가 떨어지는 단점이 있다.

본 연구의 분석대상인 KISTI 슈퍼컴퓨터는 이미 과거부터 지속적으로 사용되어 온 제품으로서 과거의 역사적 데이터들이 축적되어 있는 상태이다. 따라서 정성적 수요 예측 보다는 과거 자료를 바탕으로 한 정량적 수요 예측이 그 예측결과의 신뢰도를 더 높일 수 있는 방법이라 판단된다.

정량적 예측 기법은 보다 구체적으로 시계열 분석, 인과관계분석, 시스템모형, 성장곡선모형 등으로 세분화되어질 수 있다. 여기서는 모든 정량적 기법들을 다 살펴보지 않고 본 분석대상에 보다 적합하다고 판단되어지는 몇 가지 대표적인 기법들을 중심으로 살펴보고자 한다.

먼저 시계열 분석 기법 중에서 이동평균법(moving average)은 가장 간단한 방법으로서, 과거 일정기간의 자료를 평균하여 곧바로 다음 기간의 예측치로 사용한다. 제품이나 서비스의 수요가 급격하게 변하지 않고 그리고 계절적 변동 요인을 가지고 있지 않는 경우에 유용하다. 이동평균법에는 크게 두 가지 방법이 있는데, 과거 일정기간의 실적치에 동일한 가중치를 두는 단순이동평균법(simple moving average)과 일정기간 중에서 최근 실적치에 가장 높은 가중치를 두는 가중이동평균법(weighted moving average)이 있다. 또 다른 시계열 기법인 지수평활법(exponential smoothing)은 가중평균의 일종으로서 최근 자료에 더 많은 가중을 두어 평활시키는 기법이다. 이 기법의 장점은 모형이 비교적 이해하기 쉽고 간단하다는 점이다.

이동평균법과 지수평활법이 이해하기 쉽고 사용하기 쉽다는 장점이 있는 반면 통계적으로 얼마나 신뢰할 수 있느냐의 문제가 있다. 이에 반해 ARIMA분석(Box-Jenkins 모델)은 여러 형태의 단변량시계열 자료를 확률모형(AR, MA, ARMA, ARIMA, 계절 ARIMA)에 접목시켜 효과적으로 분석하는 방법으로서 어떤 형태를 가진 시계열자료라도 분석을 할 수 있는 일반성을 가졌으며, 이론적으로 잘 정립되어 있고, 경험에 의하면 이 방법에 의한 예측의 정확성이 다른 방법(복잡한 계량경제모형 분석)에 뒤지지 않은 것으로 알려져 있다.

인과관계분석 기법 중의 하나인 회귀분석법은 전적으로 과거 자료에만 의존하여 시계열을 따라 그 추세나 경향을 좇아 미래를 예측하는 것이 특징이다. 이것은 과거 자료에 나타나 있는 수요 패턴이 미래에도 지속된다는 가정에서 적용하는 예측기법이다. 환경이나 수요 변화가 심한 경우에는 예측이 부정확해지며, 그 패

턴을 파악하기가 어렵다. 따라서 시계열 기법은 수요패턴이 비교적 안정되어 있는 제품의 자료나 중단기 예측에 적합하다. 수요예측에서 회귀분석을 하면 장기적인 추세변동을 확연하게 알 수 있다. 추세 변동선은 주어진 시계열 산포자료 위에 대개 일직선으로 나타내는데, 이것을 회귀선이라고 부르다.

슈퍼컴퓨터 수요예측을 위해 어떠한 분석방법을 사용할 것인가? 본 연구에서는 다양한 각도에서 각 모델의 한계점을 살펴보고, 연구자들의 토론과 전문가의 의견들을 수렴하여 질적 판단에 근거하여 비교적 바람직한 모델을 선택하고자 하였다.

거시경제지표를 독립변인으로 하는 회귀분석모델은 여러 가지 환경적 요인의 변화 특히 연구개발비의 변화에 크게 영향을 받기 때문에 미래의 가능한 변화를 반영할 수 있으며, 이론적으로도 설명력이 높다고 할 수 있다. 물론 독립변인으로 쓰이는 여러 변수들 자체도 예측해야 한다는 단점이 있지만, 본 연구에서는 다양한 환경의 변화를 반영하여 예측한다는 점에 의미를 두고 이를 사용하고자 한다.

또한 시간을 설명변수로 하는 단순회귀모델을 이용하여 그 추세를 예측할 수 있다. 이 모델은 미래의 가능한 변화를 반영하지 못한다는 한계를 지니고 있으나, 과거의 추세를 충실히 반영하고 있다는 점에서 의미가 있으며, 그 간편성과 용이성 때문에 많이 사용되어지고 있는 모델이다.

따라서 본 연구에서는 정량적 예측 모델 중 거시경제지표 등을 독립변수로 하는 회귀분석모형과 시간을 독립변수로 하는 시계열 단순회귀모형을 선택하여 슈퍼컴퓨터 수요를 예측하고자 한다.

(2) 4호기 슈퍼컴퓨터 수요예측을 위한 절차 및 모형

예측모형은 크게 두 가지 방향으로 구분되어 질 수 있다. 하나는 거시경제지표 및 학술연구 지표를 독립변인으로 하는 회귀분석모델을 통해 국내 학술연구용 슈퍼컴퓨터 규모의 적정치를 예측하고자 한다. 이는 국내 슈퍼컴퓨터 및 KISTI 슈퍼컴퓨터에 관한 시계열 자료가 충분하지 않아, 시계열 자료를 이용한 회귀분석들이 매우 힘들기 때문에, 안문석(1997)과 신태영(2000)의 연구를 참고하여 전 세계 슈퍼컴퓨터 보유 국가들에 관한 횡단면 자료를 이용하여 분석하고자 하는 것이다.

국내 슈퍼컴퓨터 성능의 적정규모를 예측 한 후, 그동안 KISTI가 국내 슈퍼컴퓨터 규모에서 차지하여 왔던 비중을 감안하여 KISTI의 슈퍼컴퓨터 4호기에 대한 수요를 산출해내고자 한다. 이러한 분석절차는 외국 특히 OECD(본 연구의 주요 대상 국가들임) 국가들이 평균적으로 적정수준의 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있다는 가정을 기반으로 하고 있다.

다른 하나는 TOP500의 학술연구용 총 성능치의 시계열 자료를 바탕으로 시계

열 예측을 한 후, TOP500 학술연구용 슈퍼컴퓨터 총 성능 중 KISTI가 차지하여 왔던 비중을 고려하여 KISTI 슈퍼컴퓨터 4호기의 적정 수요를 예측하고자 한다.

이를 위해 위 두 가지 방향을 기준으로 선택된 여러 개의 모형 중 가장 설명력이 높은 모형을 기준으로 최종적으로 슈퍼컴퓨터 4호기의 수요를 예측하고자 한다.

먼저 분석을 위한 기초 데이터는 TOP500(2004.11월 기준)의 국가별 RMax와 OECD통계상에 나타난 국가별 각종 거시경제 및 연구개발 자료를 수집하여 정리하였다. 특히 KISTI 슈퍼컴퓨터 4호기의 주요 용도가 학술 및 연구에 집중되고 있기 때문에, 적절한 수요 예측을 위해서는 상업용을 제외한 학술연구용 슈퍼컴퓨터만을 대상으로 분석하여야 보다 그 적정성이 높다고 판단된다. 따라서 TOP500의 국가별 RMax 산출은 학술연구용(Research/Academy) 슈퍼컴퓨터만을 대상으로 산출하였다.

한편 학술연구용 TOP500 슈퍼컴퓨터를 보유한 국가의 수는 모두 21개 국가이지만, 거시경제 및 학술연구 데이터를 구하기 어려운 2개 국가(Belarus, India)를 제외하고, 홍콩은 중국에 포함시켜 총 18개 국가를 대상으로 분석하였다. 18개 국가는 호주, 캐나다, 핀란드, 프랑스, 독일, 이탈리아, 일본, 한국, 멕시코, 네덜란드, 스페인, 스웨덴, 영국, 미국, 중국(홍콩), 러시아, 싱가폴, 대만 등이다.

분석에 사용된 주요 독립변수들은 국내총생산(GDP), 연구개발비, SCI 논문수, 인구 등이다. 이들 자료들은 주로 OECD 및 기타 통계자료들을 참고하여 수집하였으며, 2001년도 부터 2003년도의 데이터를 수집하여 이를 평균하여 사용하였다. 3년간 데이터의 평균값으로 사용한 이유는 특정연도의 자료보다 한결 안정적인 흐름을 반영해줌으로 보다 적절한 분석결과가 나올 수 있다고 판단되었기 때문이다. 2001년도부터 2003년 사이에 통계가 없는 결측자료들은 과거 자료의 시계열 흐름을 추정하여 보완하였다. 국내총생산 및 연구개발비는 국가별 비교를 위해 구매력지수로 환산하여 사용하였다.

지금까지 논의한 내용을 바탕으로 본 연구에서 분석하고자 하는 모형들을 회귀함수식으로 표현하면 다음과 같다. 슈퍼컴퓨터 성능을 나타내는 RMAX를 종속변수로 하고 다른 변수들을 독립변수로 하는 모형들이 총 6개 만들어졌다. 변수들은 대부분 선형성을 만족시키기 위해 자연로그로 변환하였다.

(식1) $\log RMAXi = \alpha + \beta 1 \times \log GDPi + \varepsilon$

(식2) $\log RMAXi = \alpha + \beta 1 \times \log RDi + \varepsilon$

(식3) $\log RMAXi = \alpha + \beta 1 \times \log Articlei + \varepsilon$

(식4) $\log RMAXi = \alpha + \beta 1 \times$ GDP대비연구개발비i $+ \beta 2 \times \log POPi + \varepsilon$

(식5) $logRMAXi = \alpha + \beta1 \times logGDPi + \beta2 \times logPOPi + \varepsilon$

(식6) $logGoRmaxt = \alpha + \beta1 \times Yeart + \varepsilon$

logRMAXi = TOP500 학술연구용 국가별 성능치 (2004년11월 기준, 로그변환)

logGDPi = 국가별 국내총생산 (2001~2003년 평균, 로그변환)

logRDi = 국가별 총연구개발비 (2001~2003년 평균, 로그변환)

logArticlei = 국가별 SCI 등재 논문수 (2001~2003년 평균, 로그변환)

GDP대비연구개발비i = 국가별 연구개발비/국내총생산 (2001~2003년 평균)

logPOPi = 국가별 인구수 (2001~2003년 평균, 로그변환)

logGoRmaxt = TOP500의 학술연구용 총 성능치 (1993~2004년 시계열 자료)

Yeart = 연도 (1993~2004)

위 모형 중 식(1)부터 식(5)까지는 국가별 횡단면 자료를 위한 회귀분석 함수식이며, 식(6)은 TOP 500 학술연구용 슈퍼컴퓨터 총 성능의 시계열 자료를 분석하기 위한 시계열 함수식이다.

식(6)은 즉 시간을 독립변수로 한 시계열회귀분석 모형의 경우 과거자료를 바탕으로 TOP 500 학술/연구용 슈퍼컴퓨터 총 성능의 변화추세를 파악하여 향후 미래에도 어느 정도까지 성능이 증가할 것인지를 예측하고자 한다. 이러한 분석결과를 바탕으로 하여 TOP500 학술연구용 총 성능에서 KISTI가 차지하여 왔던 비중 또는 바람직하게 차지하여야 할 비중을 고려하여 KISTI 슈퍼컴퓨터 4호기의 수요를 예측하고자 한다.

이상과 같은 시계열 방식의 수요예측 방법은 다음과 같은 2가지 가정을 기반으로 하고 있다. 첫 번째 가정은 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터의 성능 수요는 공급에 의해 수요가 창출되고 있다는 것이다. 즉 공급만 이루어지면 항상 수요는 거의 100% 가까이 이루어지고 있어야 한다. 그동안 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터 이용률은 거의 대부분 90% 이상을 상회하여 100%에 가까운 이용률을 보이고 있어 이러한 가정은 어느 정도 타당성이 있다고 본다.

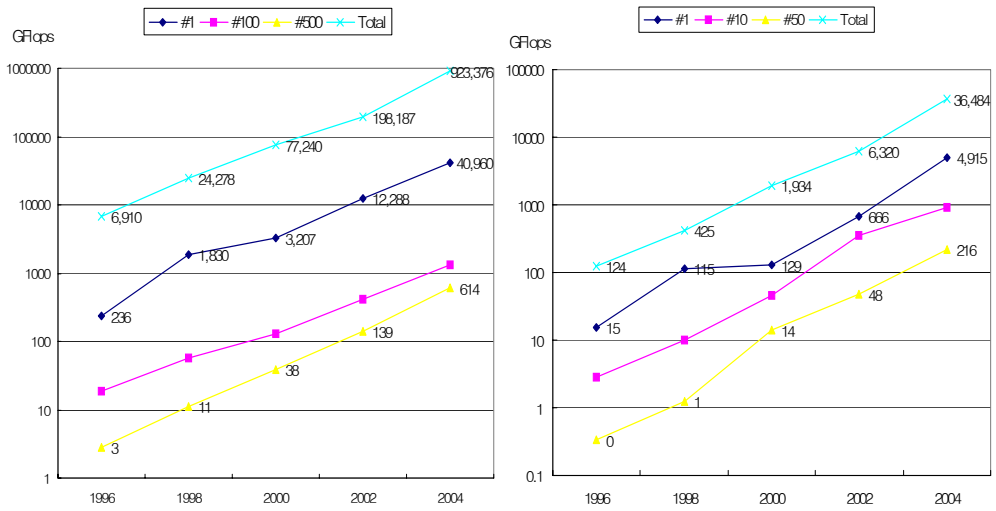
두 번째 가정은 슈퍼컴퓨터의 수요는 과거의 수요 증가 추세(성능증가 추세)와 유사한 형태로 증가할 것이라는 점이다. 즉 지수함수적으로 증가하고 있는 성능증가 추세와 같이 수요 증가도 지수함수적으로 증가할 것이라는 가정이다. 과학기술의 복잡화, 융합화, 거대화 등의 경향으로 복잡한 계산과 거대한 용량을 필요로

하는 연구과제들이 계속해서 증가할 것이기 때문에 이러한 가정은 어느 정도 큰 문제가 없다고 판단된다.

4.1.2 국내 슈퍼컴퓨터 보유추이 및 국가별 슈퍼컴퓨터 보유 현황

(1) 지난 10년간 국내 슈퍼컴퓨터 보유 추이

1996년도부터 2년마다 조사되는 TOP50을 바탕으로 지난 10년간 국내 슈퍼컴퓨터의 성능 변화 및 설치대수에 대해 살펴보고자 한다. 아래 내용은 최재영·김명호·김중권(2004)의 분석내용을 바탕으로 정리한 것이다.



(a) TOP500의 슈퍼컴퓨터 성능 변화 추이 (b) TOP50의 슈퍼컴퓨터 성능 변화 추이

<그림 4-1> Trends of capacity growth of supercomputer

우선 슈퍼컴퓨터의 성능 변화를 그래프로 표현한 것이 <그림 IV-1>이다. "<그림 IV-1(a)>는 세계 TOP500서 1위, 100위, 500위의 슈퍼컴퓨터의 성능 추이와 총 Rpeak 값의 추이를 보인 것이고, <그림 IV-1(b)>는 국내 TOP50에서 1위, 10위, 50위의 슈퍼컴퓨터의 성능과 총 Rpeak 값의 추이를 보인 것이다. TOP50과 TOP500 모두에서 슈퍼컴퓨터의 성능이 선형적으로 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 특히 1996년도에는 우리나라에 설치되어 있는 TOP50의 Rpeak의 합이 TOP500의 Rpeak과 비교하여 1.8%에 불과하였지만, 그 이후 계속 증가하여

2004년도에는 약 4%에 육박한 것을 알 수 있었으며, 이는 우리나라의 슈퍼컴퓨터 설치가 다른 나라에 비해 상대적으로 활발하였다는 것을 보여주고 있다"(최재영·김명호·김중권, 2004).

한편 국내 슈퍼컴퓨터 설치 대수 추이는 아래 표와 같다.

국내 슈퍼컴퓨터는 2000년도에 3대 설치를 본격적으로 2003년도에는 슈퍼컴퓨터의 설치와 교체가 아주 활발하게 이루어지고 졌다. 2002년도의 슈퍼컴퓨터 설치가 4대 이지만, 2003년도에는 34대가 설치되어 전체의 68%를 차지하고 있다.

2004년도 4월 기준으로 상위 4개 시스템의 LINPACK 성능이 1 TFlop/s를 넘어섰으며, 1 TFlop/s 이상의 이론 성능을 가지는 시스템이 다섯 곳에 이르고 있다. 계속해서 국내 슈퍼컴퓨터의 성능증가는 더욱 더 가속화될 것으로 보인다(최재영·김명호·김중권, 2004).

<표 4-2> Status of supercomputers by year

년도	TOP500		국내 TOP50	
	대수	백분율(%)	대수	백분율(%)
1997	2	0.4	0	0.0
1998	3	0.6	0	0.0
1999	12	2.4	0	0.0
2000	23	4.6	3	6.0
2001	26	5.2	9	18.0
2002	101	20.2	4	8.0
2003	333	66.6	34	68.0
합계	500	100.0	50	100.0

자료: 최재영·김명호·김중권, 2004

(2) 국가별 슈퍼컴퓨터 보유 현황

2004년 11월 기준으로 TOP500 슈퍼컴퓨터 중 학술 및 연구용으로 분류된 슈퍼컴퓨터의 국가별 보유 현황을 살펴보면 다음과 같다. 1위는 미국으로서 총 성능은 435,106 Gflops이고 1003대의 슈퍼컴퓨터를 학술/연구용으로 보유하고 있다.

2위는 일본으로서 84,254Gflops의 성능에 20개의 학술/연구용 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있다. 3위는 영국 4위는 중국이다. 특히 중국은 2002년도에 우리나라(7위)보다 낮은 12위에 있었으나, 2004년도에는 세계 4위로 올라서는 급격한 모습을 보여주고 있다. 우리나라의 학술/연구용 슈퍼컴퓨터 총 성능은 2004년 기준으로 10,060Gflops이고 5대의 학술/연구용 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있는 것으로 나타났다. 순위는 세계 8위이다.

<표 4-3> Academic/research supercomputers at TOP500 (2004년 11월 기준)

국가		Rmax	대수
OECD 국가	Australia	3,161.8	3
	Canada	13,804.0	6
	Finland	1,170.0	1
	France	9,078.1	5
	Germany	18,751.8	9
	Italy	5,699.0	3
	Japan	84,254.1	20
	Korea, South	10,060.2	5
	Mexico	1,210.0	1
	Netherlands	2,724.2	2
	Spain	20,530.0	1
	Sweden	2,461.0	2
	United Kingdom	32,485.8	10
	United States	435,106.1	103
	소계	640,496.1	171
기타 국가	Belarus	2,032.0	1
	China	21,182.8	8
	Hong Kong	2,673.6	1
	India	4,744.0	5
	Russia	1,401.0	1
	Singapore	1,015.5	1
	Taiwan	3,055.0	2
	소계	36,103.9	19
총계		676,600.0	190

※ 자료: www.top500.org

4.1.3 수요예측을 위한 회귀방정식 추정

(1) 1번 모형 : 국내총생산을 독립변수로 한 회귀함수 추정

국내총생산을 독립변수로 하는 식(1)의 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$logRMAXi = -6.786 + 1.141 \times logGDPi$$

독립변수 GDP의 추정계수는 99% 신뢰수준에서 유의미하게 받아들여졌고, 회귀식의 총 설명력을 의미하는 R2는 0.683으로 나타났다.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.826	0.683	0.663	0.95100149

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	31.175	1	31.175	34.470	0.000
	Residual	14.470	16	0.904		
	Total	45.645	17			

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-6.786	2.691		-2.522	0.023
	logGDP	1.141	0.194	0.826	5.871	0.000

<그림 4-2> Analysis results of Model 1

(2) 2번 모형 : 연구개발비를 독립변수로 한 회귀함수 추정

연구개발비를 독립변수로 하는 식(2)의 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$logRMAXi = -2.893 + 1.208 \times logRDi$$

독립변수 연구개발비(RD)의 추정계수는 99% 신뢰수준에서 유의미하게 받아들여졌고, 설명력을 의미하는 R2는 0.811로 나타났다.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.901	0.811	0.800	0.73356808

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	37.035	1	37.035	68.823	0.000
	Residual	8.610	16	0.538		
	Total	45.645	17			

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2.893	1.439		-2.011	0.062
	logRD	1.208	0.146	0.901	8.296	0.000

<그림 4-3> Analysis results of Model 2

(3) 3번 모형 : 연구논문수(SCI)를 독립변수로 한 회귀함수 추정

SCI 연구논문수를 독립변수로 하는 식(3)의 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$logRMAXi = -4.742 + 1.357 \times logArticlei$$

독립변수 연구논문수의 추정계수는 99% 신뢰수준에서 유의미하게 받아들여졌고, 회귀식의 총 설명력을 의미하는 R2는 0.793으로 나타났다.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.890	0.793	0.780	0.76857495

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	36.194	1	36.194	61.272	0.000
	Residual	9.451	16	0.591		
	Total	45.645	17			

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4.742	1.759		-2.695	0.016
	logArticle	1.357	0.173	0.890	7.828	0.000

<그림 4-4> Analysis results of Model 3

(4) 4번 모형 : GDP대비연구개발비와 인구를 독립변수로 한 회귀함수 추정

GDP대비연구개발비와 인구를 독립변수로 하는 식(4)의 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$logRMAXi = -2.361 + 72.363 \times GDP대비연구개발비i + 0.912 \times logPOPi$$

독립변수 인구의 추정계수는 99% 신뢰수준에서 유의미하게 받아들여졌고, 또 다른 독립변수 GDP대비연구개발비의 추정계수는 95% 신뢰수준에 유의미하게 받아들여졌다. 회귀식의 총 설명력을 의미하는 R2는 0.531로 나타났다.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.729	0.531	0.469	1.19458325

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	24.240	2	12.120	8.493	0.003
	Residual	21.405	15	1.427		
	Total	45.645	17			

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2.361	2.767		-0.853	0.407
	GDP대비연구개발비	72.363	32.692	0.426	2.213	0.043
	logPOP	0.912	0.224	0.783	4.068	0.001

<그림 4-5> Analysis results of Model 4

(5) 5번 모형 : 국내총생산 및 인구를 독리변수로 한 회귀함수 추정

국내총생산과 인구를 독립변수로 하는 식(5)의 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$logRMAXi = -12.145 + 2.48 \times logGDPi - 1.22 \times logPOPi$$

독립변수인 국내총생산과 인구의 추정계수는 99% 신뢰수준에서 모두 유의미하게 받아들여졌고, 회귀식의 설명력을 의미하는 R2는 0.84로 나타났다.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.917	0.840	0.819	0.69709654

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	38.356	2	19.178	39.466	0.000
	Residual	7.289	15	0.486		
	Total	45.645	17			

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-12.145	2.415		-5.029	0.000
	logPOP	-1.220	0.317	-1.048	-3.844	0.002
	logGDP	2.480	0.376	1.796	6.591	0.000

<그림 4-6> Analysis results of Model 5

(6) 6번 모형 : 시간을 독립변수로 한 회귀함수 추정

시간(연도)을 독립변수로 하는 식(6)의 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$logGoRmaxt = -1152.076 + 0.582 \times Yeart$$

Model Summary(b)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	0.999	0.998	0.997	0.10883	1.883

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	48.360	1	48.360	4,083.003	0.000
	Residual	0.118	10	0.012		
	Total	48.479	11			

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-1,152.076	18.188		-63.342	0.000	-1,192.602	-1,111.550
	연도	0.582	0.009	0.999	63.898	0.000	0.561	0.602

<그림 4-7> Analysis results of Model 6

독립변수인 시간의 추정계수는 99% 신뢰수준에서 유의미하게 받아들여졌고, 설명력을 의미하는 R2는 0.998로 나타났다. 시계열 자료이기 때문에 나타날 수 있는 자기상관의 문제를 검토하기 위해 Durbin-Watson 검정(D/W값=1.883)을 수행한 결과 자기상관의 문제는 그리 크지 않은 것으로 나타났다.

(7) 모형의 비교 및 선정

지금까지 분석된 여섯 개 모형 중 수요예측을 위해 사용하기 적합한 모형은 무엇인가?

여러 개의 모형중 하나를 선정하기 위해 일반적으로 많이 이용되는 R2 비교를 통해 본 연구에서 예측에 사용하고자 하는 모형을 선정하고자 한다.

<표 4-4> Selection of model by R2

번호	회귀식	R2
식1	logRMAXi = -6.786 + 1.141 × logGDPi	68.3%
식2	logRMAXi = -2.893 + 1.208 × logRDi	81.1%
식3	logRMAXi = -4.742 + 1.357 × logArticlei	79.3%
식4	logRMAXi = -2.361 + 72.363 × (RD/GDP)i + 0.912 × logPOPi	53.1%
식5	logRMAXi = -12.145 + 2.48 × logGDPi - 1.22 × logPOPi	84.0%
식6	logGoRmaxt = -1152.076 + 0.582 × Yeart	99.8%

여섯 개 모형 중 R2가 가장 높은 모형은 식(6)으로서 시간을 독립변인으로 하는 회귀함수 모형이다. 이 모형의 R2는 99.8%로서 매우 높다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 설명력이 가장 높은 식(6)을 이용하여 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터 4호기 수요를 예측하고자 한다.

4.1.4 슈퍼컴퓨터 4호기 수요 예측 결과

(1) KISTI 슈퍼컴이 TOP500 학술연구용 슈퍼컴퓨터에서 차지하는 비중

우리가 사용하고자 하는 식(6)은 전세계 TOP500 학술연구용 슈퍼컴퓨터 성능 예측치를 산출해 준다. 이 예측치를 이용하여 우리 연구의 목적인 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터 성능수요를 예측하기 위해서는 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터 성능이 TOP500 학술연구용 슈퍼컴퓨터 성능 중에서 어느 정도 비중을 차지하여 왔느냐를 조사할 필요가 있다. 이러한 절차는 기본적으로 과거 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터 성능이 전 세계 및 국내에서 차지하는 비중이 적절하였다는 가정을 전제로 하고 있다.

지난 10여년 동안의 TOP500 데이터를 분석한 결과(매년 11월 기준), KISTI 자료가 나오는 연도는 5개연도로 나타났다. 이 5개 년도의 자료를 분석한 결과, KISTI는 TOP500 학술연구용 슈퍼컴퓨터 총 성능 중 평균적으로 약 2.4%(평균) 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 최소는 0.3%이고 최대는 7.0%이다.

<표 4-5> Status of Academic/research supercomputers at TOP500 & KISTI

(단위: GFlops)

연도	TOP500 (학술연구용)	한국 (한술연구용)	KISTI	TOP500 대비 KISTI 비중	한국 대비 KISTI 비중
1993	979.2	68.5	68.5	7.0%	100.0%
1997	12439.7	325.2	315.6	2.5%	97.0%
2002	212498.8	2296.3	599.8	0.3%	26.1%
2003	344389.4	3520.0	3520.0	1.0%	100.0%
2004	676600.0	11147.2	7676.0	1.1%	68.9%
평균				**2.4%**	78.4%
최소				**0.3%**	26.1%
최대				**7.0%**	100.0%

(2) KISTI 4호기 슈퍼컴퓨터 수요예측 결과

최종적으로 식(6)을 이용하여 3가지 시나리오(평균, 최대, 최소) 즉 그동안 슈퍼

컴퓨팅 센터가 전 세계 학술연구용 슈퍼컴퓨터 총 성능 중에서 차지하여 왔던 비중을 감안하여 향후 5년간 필요한 성능 수요를 예측하였다.

<표 4-6> Demand forecasting results of supercomputer Ⅳ

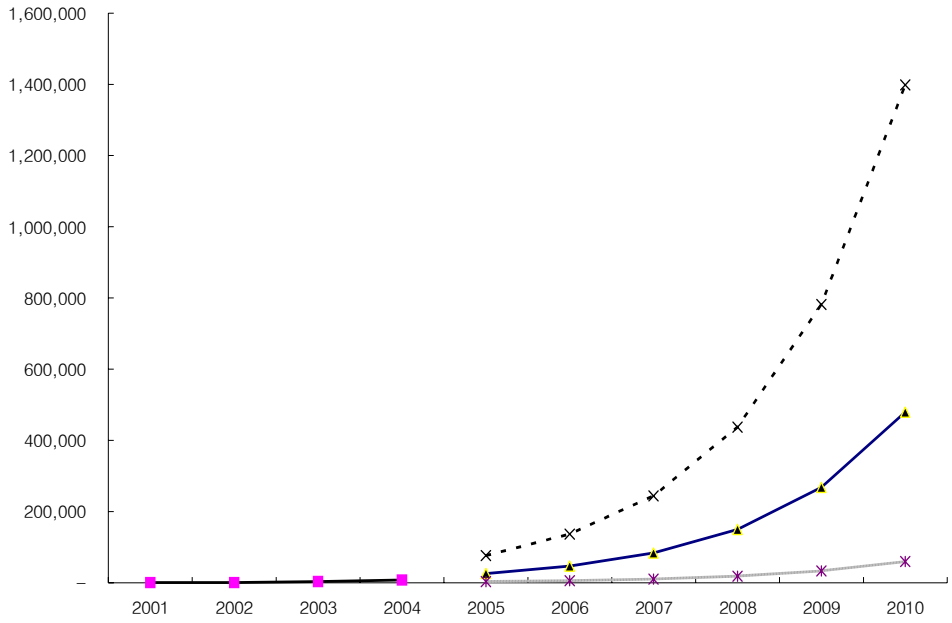
(단위: GFlops)

연도	TOP 500 학술연구용 성능예측 결과	KISTI 슈퍼컴퓨터 성능 수요예측 결과		
		평균(2.4%)	최대(7%)	최소(0.3%)
2006	1,951,095	46,826	136,577	5,853
2007	3,490,085	83,762	244,306	10,470
2008	6,243,006	149,832	437,010	18,729
2009	11,167,383	268,017	781,717	33,502
2010	19,976,027	479,425	1,398,322	59,928

예측결과, 2008년도에는 평균적으로 약 150Tflops 정도가 보유되어야 그동안 슈퍼컴퓨팅 센터가 전 세계 슈퍼컴퓨터 총 성능 중에서 차지하여 왔던 평균적인 비중을 유지할 수 있다. 즉 지금까지의 서비스 수준 및 수용에 대한 공급능력을 그대로 유지하고자 한다면 최소한 이 정도의 성능은 유지되어야 하는 것이다. 그러나 그동안 KISTI 슈퍼컴퓨터의 성능 보유수준이 "5년 주기"에 걸려 매우 허약한 수준 상태에 머문 경우가 많았음을 감안할 때 적정요구수준은 최대 7%를 고려하여 산정할 필요가 있다. 따라서 2008년도의 적정 수요량은 약 437Tflops 일 것으로 예측되어진다.

이상과 같은 논리에 의해 2010년도에는 약 1.4Pflops 정도의 성능이 보유되어야 할 것으로 예측되어졌다. 물론 이러한 예측도 급격하게 발전하고 있는 과학기술 수준을 감안할 때 오히려 과소평가되어졌을 가능성이 높다. 특히 10대 성장 동력이나 6T의 슈퍼컴퓨터 수요를 감안할 때 이보다 더 많은 수요가 발생할 것으로 판단된다.

좀 더 바람직한 관점에서 즉 세계적인 수준으로 도약하기 위해서는 2010년도까지는 이보다 더 높은 수준의 성능을 보유해야 하지만, 예산 문제 등을 고려할 대 최소한 이정도 수준의 성능을 보유할 필요가 있다.



<그림 4-8> Graph of demand forecasting results of supercomputer Ⅳ

4.1.5 소결론

본 연구에서는 거시경제지표 등을 독립변수로 하는 회귀분석모형과 시간을 독립변수로 하는 시계열 단순회귀모형을 선택하여 슈퍼컴퓨터 수요를 예측하고자 하였다. 이를 위해 구성된 여섯 개 모형 중 설명력이 가장 높은(R2=99.8%) 모형을 선택하여 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴퓨터 4호기 수요를 예측에 이용하였다.

또한 이 모형을 이용하여 3가지 시나리오(평균, 최대, 최소) 즉 그동안 슈퍼컴퓨팅 센터가 전 세계 학술연구용 슈퍼컴퓨터 총 성능 중에서 차지하여 왔던 비중을 감안하여 마련된 세 가지 시나리오에 따라 향후 5년간 필요한 슈퍼컴퓨터 성능 수요를 예측하였다.

예측결과, 2008년도에는 약 437Tflops 정도가 보유되어야 적정요구수준에 도달할 것으로 분석되어졌으며, 2010년도에는 약 1.4Pflops 정도의 성능이 보유되어야 할 것으로 예측되어졌다. 이는 그동안 KISTI 슈퍼컴퓨터의 성능 보유수준이 “5년 주기”에 걸려 매우 허약한 수준 상태에 머문 경우가 많았음을 감안하여 적정요구수준을 최대 7%로 산정한 결과이다. 물론 이러한 예측도 급격하게 발전하고

있는 과학기술 수준 즉 10대 성장 동력이나 6T의 슈퍼컴퓨터 수요를 감안할 때 오히려 과소평가되어졌을 가능성이 높다고 판단된다.

따라서 좀 더 바람직한 관점에서 즉 세계적인 수준으로 도약하기 위해서는 2010년도까지는 본 연구에서 예측된 수요량 1.4Pflops 보다 더 높은 수준의 성능을 보유하도록 노력할 필요가 있다.

5. 슈퍼컴퓨터 4호기 도입 기대효과

슈퍼컴퓨터 4호기 도입의 기대효과는 결국 슈퍼컴퓨터와 초고속 연구망으로 구성된 첨단 과학기술 인프라를 국내 대학, 연구소, 산업체 및 정부기관의 연구개발자들에게 제공하고 관련된 활용기술을 지원하며, 응용기술을 선도하여 국가 과학기술 경쟁력 향상과 국민복리 증진에 어느 정도 기여할 수 있는지로 판단되어질 수 있다.

이러한 과정에서 슈퍼컴퓨팅센터의 역할이 점차 증대되어지고 있으며 장기적으로 그리드 기술을 통하여 첨단과학기술 장비와 통합한 세계 최고수준의 슈퍼컴퓨팅 자원을 언제 어디서나 쓸 수 있도록 제공하여 세계적인 연구개발을 선도할 수 있도록 제도적 정비가 마련되는 것이 시급하다.

현재 슈퍼컴퓨터의 실효성을 높이기 위한 여러 가지 사업과 연구들이 계획·진행되고 있는데 이하에서는 이러한 여러 가지 사업과 연구들을 통해 기대되는 효과에 대해서 살펴보기로 한다.

5.1 연구사업

5.1.1 기본사업

(1) 초고속연구망구축운영

슈퍼컴퓨터 운영고도화 사업은 범부처적으로 공동 활용하는 슈퍼컴퓨터를 핵심으로 하여 첨단 슈퍼컴퓨팅 인프라를 구축, 운영하는 사업으로, 세계적 수준의 연구를 지원하는 첨단 슈퍼컴퓨팅 자원의 도입과 안정적 운영, 산・학・연・정부 연구인력에게 기본적인 사용자 서비스 및 최적의 활용환경 제공을 목적으로 하고 이러한 초고속연구망구축운영사업은 supercomputer 4호기 도입을 통하여 다음과 같은 효과를 더 크게 기대할 수 있다.

□ 초고속연구망은 대외적으로 초고속 선도시험망, STAR TAP, APII Testbed 등과 연계하여 슈퍼컴퓨팅 자원 제공 및 연구 활동을 위한 대내외 연구망으로서 위상 확립할 수 있다.

□ 초고속연구망은 고성능 슈퍼컴퓨팅 및 차세대인터넷(NGI)응용기술 등 정보화 선도기술을 이용하는 최적의 네트워크 환경을 제공하며, 이를 기반으로 각종 응용에 필요한 시험 환경으로 제공하여 준다.
□ 국제 연구망들과 연동을 통하여 국가간 R&D의 유익한 정보 및 다양한 분야의 교류를 확대 시킬 수 있다.

(2) 슈퍼컴퓨팅인프라개발

슈퍼컴퓨팅인프라개발은 슈퍼컴퓨터 및 초고속연구망 사용자와 그리드 연구개발자를 위한 세계 수준 의 국가 지원 첨단 슈퍼컴퓨팅 네트워크 인프라를 효율적으로 구축 운영하고 국제 수준의 초고속연구망 NOC를 통한 국가 R&D 네트워크로서의 역할 수행 및 국내외 선진 연구망과의 연계를 통한 초고속연구망 고도화하는데 목적을 두고 있으며 supercomputer 4호기의 도입은 그것에 대한 다음과 같은 기대효과를 더 가중시킬 것이다.

□ 차세대 슈퍼컴퓨터 구축 기술인 테라 클러스터 구축 기술 개발을 통해 미래 지향적인 슈퍼컴퓨팅 환경 구축할 수 있다.
□ 고성능 망엔지니어링 기술 개발을 통해 슈퍼컴퓨터 및 초고속연구망 사용자에게 고성능 네트워킹 환경을 제공하여 준다.
□ 그리드 고성능네트워킹(GHPN) 및 협업 기술 연구를 통하여 차세대 컴퓨팅 및 네트워킹 인프라 고도화에 기여한다.
□ 초고속 연구망 국제기술협력 및 활성화 지원을 목적으로 하고 있다.

(3) 슈퍼컴퓨팅연구

메타컴퓨팅 환경에서의 첨단의 슈퍼컴퓨팅 선도 응용 연구를 통한 국내 대규모 계산 기반의 선도 응용 연구 수행 하고 국내 공공의 슈퍼컴퓨팅 자원 통합을 위한 메타컴퓨팅 기반 고도화 방안 연구하며 대내외 협력을 통한 슈퍼컴퓨팅센터의 국제화를 위한 연구로 다음과 같은 효과를 기대할 수 있는데 그 효과는 supercomputer 4호기의 도입으로 더욱 증가할 것으로 예상된다.

□ 센터 내에서의 슈퍼컴퓨팅 방법 및 응용연구는 슈퍼컴퓨팅센터의 위상을 높이고 센터가 단순히 자원을 제공하는 역할을 지양하고 센터를 슈퍼컴퓨팅 방법 및 연구의 국내 중심기관으로 발전시키는데 기여하리라고 생각된다.

5.1.2 수탁사업

(1) 초고속응용기술지원사업

21세기 「글로벌 리더, e코리아 건설」을 목표로 국가 정보화를 촉진하고 세계 최고 수준의 초고속정보통신인프라를 최대한 활용하여 지식정보강국으로 도약하기 위한 사업으로 기대되는 효과는 다음과 같고 supercomputer 4호기의 도입을 통하여 더 많은 효과를 볼 수 있을 것이다.

□ 고성능 슈퍼컴퓨터나 클러스터 컴퓨터들을 대체하지는 못하지만, 일부 신규 응용에 대해 보다 낮은 비용으로 고성능 대용량 컴퓨팅 파워 제공할 수 있다.
□ 고성능 대용량 컴퓨팅 파워를 필요로 하는 다양한 응용분야에 보다 많은 기회를 제공함으로써 컴퓨터를 활용한 응용분야 및 산업 활성화에 기여할 수 있다.
□ 이용기관에서 제공하는 응용서비스에 적합한 표준 네트워크 구축 모델을 제시함으로서 정보·공공기관의 네트워크 구축 예산의 효율적 활용에 기여한다.
□ 초고속정보통신망과 이용기관 상호간에 발생되는 요구사항을 인터넷을 통하여 상호 의사 교환이 가능한 선진국형 사이버 기술지원 체계를 구축할 수 있다.
□ 산·학·연 파트너십을 통한 응용분야와 전문 인력의 기술 협력체제 구축 및 전통산업과 슈퍼컴퓨팅 파워의 결합을 통한 산업체의 기술 경쟁력 강화에 기여한다.

(2) 국가 그리드 기반 구축

물리적 또는 지리적으로 분산되어있는 국내 슈퍼컴퓨터, 첨단연구장비, 연구용 통신망 그리고 IT 전문가들을 마치 “하나의 로컬 시스템(single virtual system)”처럼 동시에 모두 활용할 수 있는 국가 고성능 IT 자원 총동원 그리드 기반 구축 및 응용을 목적으로 하는 사업으로 supercomputer 4호기의 도입은 이 사업을 더욱 효율적으로 운영할 수 있도록 할 것이고 이에 따라서 다음과 같은 효과를 가져 올 수 있다.

□ 국내 고성능 컴퓨터의 CPU 활용율을 약 70~95% 정도로 향상시킬 경우 연

간 경제적인 효과는 최소 300억원으로 추정 된다.

□ 초고속 네트워크, 고성능 컴퓨터, 첨단 연구장비 등을 토탈 연구지원시스템으로 활용한 핵심 응용기술 및 개발환경으로 제품생산 주기단축 등 산업 생산성을 제고시킬 수 있다.

□ 첨단 IT 자원의 고성능 활용을 통한 첨단 기술 산업(BT, ET, IT, NT, ST 등)의 한계를 확장하여 거대 문제 해결 범위 확대로 기초과학 연구를 활성화 한다.

(3) 그리드미들웨어연구

전국에 분산되어있는 슈퍼컴퓨터 등의 그리드 자원들을 마치 하나의 로컬 시스템 자원처럼 사용할 수 있게 하는 고성능 환경을 제공하는 그리드 미들웨어 툴킷 개발이 필요한데 이러한 연구개발은 다음과 같은 기대효과를 가져올 수 있다.

□ 그리드 환경에서 이기종 자원의 상호 운용, 그리드 자원의 가용 여부 등을 포함한 정보 서비스, 대규모 데이터 전송 등 그리드 미들웨어 세부요소기술에서 핵심기술 확보가 가능하다.

□ IT, BT, NT, ET 등 21세기 고부가가치 첨단산업의 경쟁력 조기 확보 및 자동차, 선박, 건설 등의 기존산업의 생산성이 향상된다.

□ 국내 어플리케이션 분야의 고성능 컴퓨팅 분야를 위한 서버는 대부분 고가의 수입 컴퓨터에 의존하고 있는 실정이다.

□ 국내 그리드 미들웨어 개발은 국내 그리드 구축을 가속화시킴으로써 유휴자원들을 사용자에게 제공함으로 연간 5,000억원 이상으로 추정되는 수입서버를 대체할 수 있으며 이를 통해 관련 기술의 경쟁력 확보할 수 있다.

5.1.3 자체연구

(1) 슈퍼컴퓨팅고도화를 통한 기대효과는 다음과 같다.

□ 국내 공공 슈퍼컴퓨팅센터 협의체인 '슈퍼컴퓨팅센터협의회'의 활성화에 기여한다.

□ 슈퍼컴퓨팅센터의 대외협력 활동의 활성화를 촉진한다.

□ 슈퍼컴퓨팅사업의 대외 홍보에 기여한다.

(2) 초고속연구망 활성화

고성능 슈퍼컴퓨팅 자원의 공동활용 및 과학기술정보, 첨단연구개발 환경을 제공하는 과학기술혁신 인프라로 초고속연구망 구축·운영을 활성화 시킬 수 있는데 이는 다음과 같은 효과를 가져 온다.

□ 특화된 첨단연구개발 환경을 제공하기 위해 고성능망 엔지니어링 및 차세대 네트워크 운영 기술의 활성화를 가져온다.

□ 첨단 초고속연구망을 활용한 특화된 연구 개발 및 학술 활동을 촉진 시킨다.

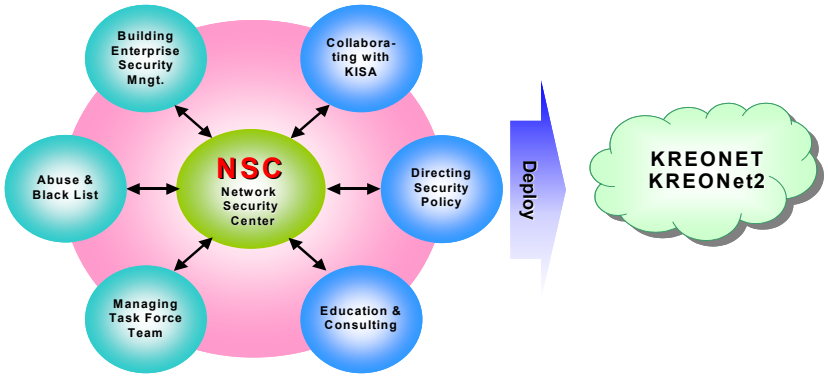
□ 차세대 네트워크 응용 기술 적용 및 신기술 개발의 보급을 확산 시킬 수 있다.

□ 축적된 첨단 초고속연구망 운영 및 엔지니어링 기술을 통한 초고속국가정보망의 조기정착에 기여 한다.

□ 국내 초고속연구망 전문가위원회 운영을 통한 국가 연구망 위상확보로 '국가 초고속연구망 기술지원 및 운영'의 기능을 수행 한다.

□ 초고속연구망 워킹그룹(WG), 실무자협의회 운영을 통한 초고속연구망 이용 기술 축적과 객관적이고 효율적인 운영을 실현할 수 잇다.

※ CERT-KREONet 고도화 연구를 통해 기대할 수 있는 효과는 다음과 같다.



<그림 5-1> Conceptual diagram for CERT-KREONET

□ 위와 같은 역할의 수행을 통하여 Kreonet/KREONet2에 대해 적용 및 응용이 이루어짐으로써 차세대 국가 초고속 연구망으로서의 NSC(Network Security Center)의 구축과 국제 망으로의 연동을 통해 더욱 중요해진 보안 문제의 적

극적 수용 및 대응체계 구축이 가능하다. 이러한 대응체계를 위한 CERT의 구축과 고도화를 통하여 효과적인 보안사고 대비/대응과 안전하고 안정된 네트워크 서비스가 제공된다.

5.1.4 기술적 측면

슈퍼컴퓨터 3호기의 기술적 효과는 다음과 같이 예측 되는데 supercomputer 4호기의 도입은 이 같은 효과를 더욱 높일 것이라고 기대된다.

※ 자료: 슈퍼컴퓨팅사업의 효과분석 연구, 2001. 11, 고려대학교 정부학연구소

□ 차세대 성장산업발전의 핵심도구 및 관련 e-R&D 도구

- 슈퍼컴퓨터 3호기는 21세기 전략적 산업으로 그 중요성이 부각되고 있는 IT, BT, NT, ET, CT 산업의 필수적인 e-R&D 도구로서 활용될 것이다.
  - ·e-Business 활성화를 촉진한다.
  - ·전통적 산업분야의 경쟁력 확보를 촉진한다.
  - ·무에서 유를 창조하는 기초과학 분야 연구개발 촉진과 국가 과학기술 혁신을 선도한다.
  - ·지식정보화 선도 및 관련 기술개발의 시험 선도를 한다.

5.1.5 경제・산업적 측면

2003년부터 2005년까지의 3년간의 슈퍼컴퓨터 3호기의 경제적 효과는 1조 7,320억원의 규모에 달하는 것으로 예측되는데 supercomputer 4호기의 도입은 이 같은 효과를 더욱 높일 것으로 기대된다.

※ 자료: 슈퍼컴퓨팅사업의 효과분석 연구, 2001. 11, 고려대학교 정부학연구소

<표 5-1> Projected Economic Effects of Supercomputer III
(Unit: a hundred million won)

구분	세부 분야(사례)	경제적 효과 예측	대상기간
비용절감효과	규모의 경제효과	4,416	2003-2005(3년간)
경제적 파급효과	생물정보학 자동차설계 신소재 개발 나노기술분야	6,093 3,476 1,485 1,850	2003-2005(3년간) 2003-2005(3년간) 2003-2005(3년간) 2001-2006(5년간)
계		17,320	

□ 슈퍼컴퓨터의 안정적인 운영을 통해 사용자에게 일상적 활용환경을 제공한다.
□ 세계 최고수준의 슈퍼컴퓨터 활용환경 구축으로 거대과제 프로그램 수행환경과 세계 수준의 연구개발이 가능한 환경을 제공한다.
□ 국내 개발 PC 클러스터의 일반 사용자 서비스를 통한 국산 슈퍼컴퓨터 사용 가능성 입증 및 막대한 수요가 예상되는 슈퍼컴퓨팅 자원의 대규모 공급 가능성을 확인시켜 준다.
□ 슈퍼컴퓨팅 관련 사업 발굴을 통하여 슈퍼컴퓨팅센터의 미래를 준비할 수 있다.
□ 그리드 서비스의 세계적 선도 기능 확보 및 e-Science 구축 사업의 발굴을 통해 장기적인 슈퍼컴퓨팅의 진화 유도와 서비스 운영을 통해 지식지반 사회를 주도하는 KISTI의 위상을 강화시켜 준다.

5.2 초고속연구망 구축운영

최근 국가연구전산망(National Research Network)의 규모 및 국내외 연구 트래픽 양으로 한 나라의 과학기술 및 연구개발 능력 수준을 평가하는 세계적 추세를 고려하여, 국가별·지역별·대륙별로 특화된 초고속연구망들의 구축 및 기술개발 현황을 면밀히 조사·분석하여 국가 대표 과학기술연구망인 초고속연구망의(KREONET)의 중장기 발전계획을 수립하여 추진하고 있다. 이 사업이 가져올 수 있는 효과는 다음과 같고 supercomputer 4호기의 도입으로 이 같은 효과는 더욱 높아질 것으로 예상된다.

□ 과학기술연구정보는 국가기술력의 기반으로 전문화된 정보의 특성상 고속화를 보장하기 위해 초고속연구망으로 구축하여 국내 산·학·연 연구개발자에게 차세대 인터넷 서비스 기술을 적용하여 차별화된 연구개발자 중심의 R&D 망으로서 선도적 역할을 수행한다.
□ 차세대 네트워크 응용 기술적용 및 신기술 도입을 통한 국제 수준의 NOC 운영을 통한 관련 기술을 국내에 보급할 수 있다.
□ 첨단 과학기술전산망을 국내 연구개발 및 학술 활동을 촉진 시킨다.

이러한 연구사업의 성과는 다음과 같다.

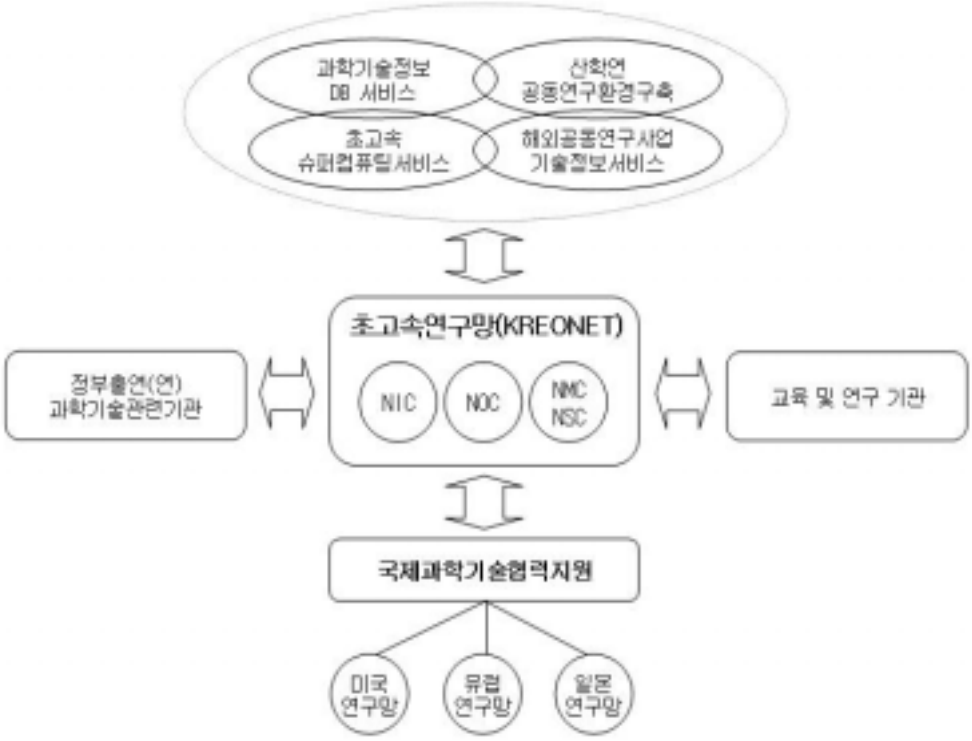
□ 국제 수준의 국내 네트워크 인프라 고도화 및 국제 게이트웨이 강화하였는데

슈퍼컴퓨팅 및 첨단 정보인프라 활성화를 위한 국가지식기반 Grid 구축을 지원하였고 연구개발 유통정보 DB의 대량화, 고도화에 따른 초고속인프라의 구축에 기여하였다.

□ 초고속연구망 NOC 중심의 국내외 R&D 네트워크간 학술연구정보 활용기반과 차세대 그리드 네트워크 응용 기술 중심 기반 구축에 기여하였고 전문정보, 연구보고서 원문, 논문원문, 실험수치정보 DB 등 대량의 기술정보 DB를 필요로 하는 과학기술의 요구를 충족 시켜 주었다.

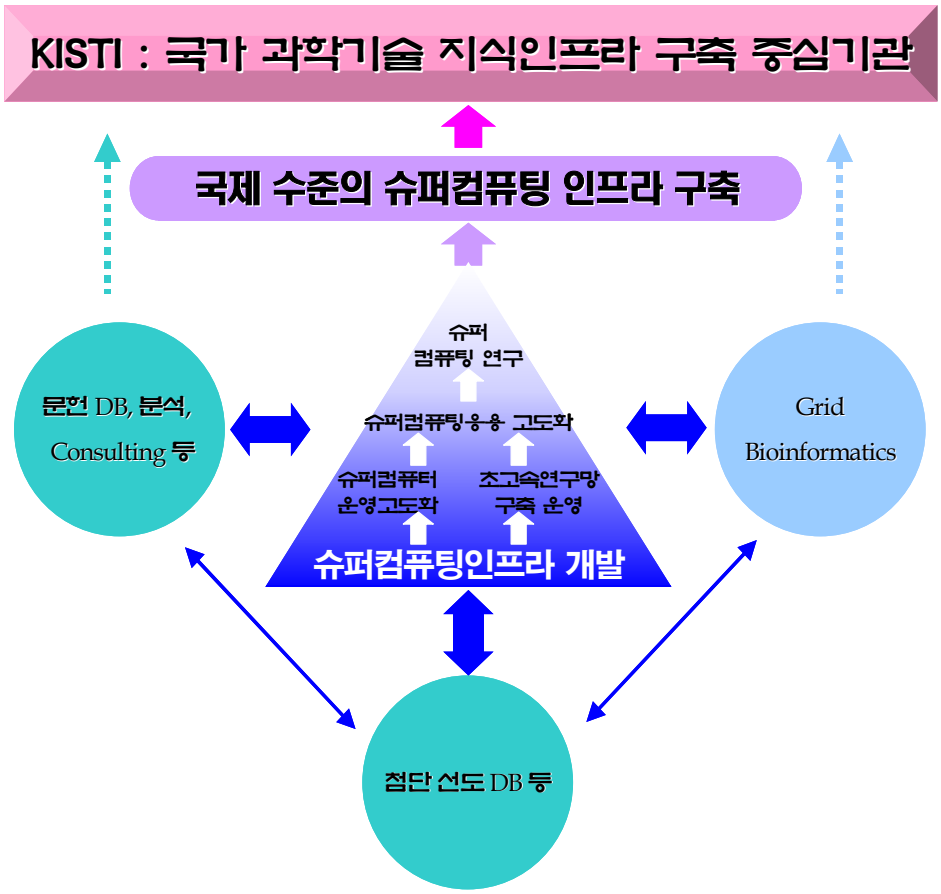
□ 첨단 네트워크 구축 운영 관련 네트워크 정보 서비스 제공 및 기술 지원에 기여하여 News/FTP 중심의 정보 서비스를 제공(국내 정보 자원 보유량 1위)하였다.

□ STAR TAP 중심의 초고속연구망 활성화 및 대내외 협력을 바탕으로 연구소 중심의 특화된 초고속과학기술 연구망으로 구축하는데 기여하였다.



<그림 5-2> A result of research and efficient use

5.3 슈퍼컴퓨팅인프라 개발



<그림 5-3> Cooperation structure in KISTI

슈퍼컴퓨팅인프라개발 과제는 국가 첨단 슈퍼컴퓨팅 및 그리드 인프라의 조기 구축 및 고도화 지원을 위해 공통 핵심으로 필요한 클러스터 기반 고성능 컴퓨팅 및 첨단 고성능네트워킹 관련기술을 지속적으로 개발하여 적용 서비스하고, 또한 이를 바탕으로 초고속연구망의 고도화 및 활성화를 달성하는 프로젝트 성격을 가지고 있는데supercomputer 4호기 도입은 기술적 측면과 경제·산업적 측면에서 다음과 같은 효과를 더욱 높일 것이라고 기대된다.

5.3.1 기술적 측면

□ 핵심 망엔지니어링 기술 개발 적용 및 GHPN 기술 연구를 통한 슈퍼컴퓨팅 인프라 및 초고속연구망의 고도화에 기여한다.

□ 테라클러스터 구축 기술 및 관리 SW 개발과 더불어 대규모 어플리케이션 시험 적용을 통해 국가 대형 클러스터 구축 모델 제시하여 주고 및 관련 기술을 선도한다.

□ 국내 최초의 액세스그리드 구축을 통한 Group-to-Group communication 서비스 및 기술축적을 보급할 수 있다.

□ 슈퍼컴퓨팅기반 QoS 할당시스템 개발적용 및 트래픽 측정분석을 위한 Flowscan+개발 적용을 통한 망서비스 고도화 및 기술을 선도한다.

□ DDoS 탐지 및 자동 대응 시스템의 개발 적용으로 인한 초고속연구망의 안정화 및 네트워크의 효율성을 제고시킨다.

5.3.2 경제·산업적 측면

□ CrayT3E 대체용 테라클러스터 시스템 구축 기술 개발을 통한 서비스 개선 및 기술 보급을 기대할 수 있다.

□ 최첨단 슈퍼컴퓨팅 인프라와 전문기술을 종합적으로 제공하여 세계수준의 슈퍼컴퓨팅 응용연구 기반 및 기술 수준을 유지 발전시킬 수 있다.

- 분야별 특성에 맞는 첨단 수치계산 알고리즘 및 해석기술 공유을 공유할 수 잇다.
- 분산/공유 메모리형 병렬 컴퓨팅 구현 기술을 확보할 수 있다.
- Teraflops 컴퓨팅 실현을 통해 거대 과제 도전 기반을 제공하여 줄 수 있다.

□ 고성능 망엔지니어링기술 개발 적용을 통해 국제수준의 네트워크 서비스 환경 구축 및 연구 생산성을 향상시킬 수 있다.

□ 사용자 인증 기반의 슈퍼컴퓨팅보안 환경 제공으로 인한 보안 위협 감소 및 네트워크 남용 방지할 수 있다.

□ DDoS의 감소로 인한 안정된 네트워크 서비스 및 대역폭을 확보할 수 있다.

<표 5-2> Research topics in Internal and consigned projects in supercomputing infrastructure development project

연구 분야		내부과제 연구내용	위탁과제 연구내용	비고
테라클러스터 시스템 구축 기술 개발		·테라 클러스터 시스템 개발 ·테라 클러스터 확장기술 개발 ·테라 클러스터 사용자 요구분석 및 시험 서비스	·클러스터 관리도구개발	1)
고성능망 엔지니어링 기술 개발	슈퍼컴사용자 기반 QoS 할당 시스템 개발 적용	·BB 시스템 요구사항 연구 ·BB 시스템 전체 구성도 설계 ·SNMP 이용 라우터 제어모듈 설계 구현 ·개발 시스템 테스트 및 시범 적용	·CAC 연구 구현 ·RM, MM 설계 구현	2)
	슈퍼컴트래픽 측정/분석 및 성능향상 기술 개발	·슈퍼컴퓨터 트래픽 측정환경 설정 및 측정 metric 정의 ·슈퍼컴퓨팅 트래픽 측정/DB/성능 분석 ·QoS-aware FTP Client 시스템 구조 설계 ·QoS-aware FTP monitoring module 개발	·슈퍼컴퓨터 트래픽 측정 모듈 개발 ·향상된 FlowScan+ 시스템 개발 구축 및 안정화	3)
슈퍼컴퓨팅 보안 인프라 개발		·Kerberos/SSH 시스템설치 및 시범서비스 ·FDDS 구축 개발 및 적용 ·CERT-KREONET 고도화 연구		
협업형 액세스그리드 구축 연구		·AG 시스템 구축 운영 ·국내외 AG 기술협력 체계 구축 및 활성화 ·Securable Access 기술 연구 ·도메인 단위 응용별 망 자원 요구분석 ·그리드 응용의 효과적인 망자원 사용 지원	·Access Grid 3D 실감성 데이터 전송/재현 기술 연구 개발 ·그리드 네트워크 응용 요구 분석	4) 5)
초고속연구망 활성화 및 GHPN 구축 기술 연구		·고성능연구망 국제 기술 협력 ·초고속연구망 활성화 지원 ·GHPN 기술 연구 및 협업 활성화		

5.4 슈퍼컴퓨터 응용고도화

슈퍼컴퓨터 응용고도화는 미래유망 신기술 분야에서의 슈퍼컴퓨팅 응용연구 활성화 사업과 미래지향 슈퍼컴퓨팅 응용연구 환경 구축 및 활용 기술 개발을 목표로 슈퍼컴퓨팅 응용연구 수행을 통해 연구개발 및 연구지원 능력을 강화시키는데 있다. supercomputer 4호기의 도입은 이 같은 목표를 달성하는데 큰 도움이 될 것이다.

5.4.1 슈퍼컴퓨팅 응용 연구 지원

슈퍼컴퓨팅 응용 연구 지원을 통한 파급 효과 및 활용 계획은 다음과 같다.

(1) 파급 효과 및 활용 계획

(가) 새로운 과학적 이론정립·사실 발견

과제 책임자	제목	내용
이종백	여기된 톨루엔 분자의 충돌에 의한 분자내 에너지 전달 및 CH 결합 해리 메커니즘 규명	동에너지적으로 높이 여기된 톨루엔 분자의 충돌에 의한 분자내 에너지전달 및 C-H 결합 해리를 고전 역학적 방법을 이용하여 연구하였다. 300K에서 충돌시 여기된 분자에 의해 잃게되는 에너지는 크지 않고, 총 진동에너지의 양이 10000 에서 40000 cm^{-1} 까지 증가할 때 에너지 손실량은 서서히 증가하다가, 40000 cm^{-1} 이상이 되면 급격히 증가하였다. 그리고, 65000 cm^{-1} 근처에서 1000 cm^{-1} 정도의 최대값을 보여주었다. 총 에너지 양이 클 때 C-H 결합이 하나 또는 둘 다 해리되었으며, 그 결과 자유라디칼 $C_6H_5CH_2$, $C_6H_4CH_3$ 및 $C_6H_4CH_2$를 생성하였다. 고리 C-H 해리는 subpicosecond 시간 내에 거의 직접 충돌메커니즘을 통해서 일어났다. 메틸 C-H의 해리는 절반 정도는 subpicosecond 시간 내에 일어났으며, 나머지는 착체-형성 과정을 통해 일어났는데, 이 경우 결합 해리는 초기 충돌 후 몇 picosecond 동안에 일어났다. 해리가 일어나거나 일어나지 않는 경우나 분자내 에너지 흐름은 효과적으로 일어났으며, subpicosecond 시간 내에 초기 충돌시 일어났다.
정형빈	DFS model의 초고분해능 수치계산가능성 발견	이제까지 어떤 수치계산법으로도 불가능하였던 초고분해능 (2.5Km X 2.5Km) 와도방정식의 수치해를 구함
임지순	Effects of oxygen adsorption on carbon nanotube field emitters	산소 흡착이 탄소나노튜브 전계방출에 주는 영향 규명
	Dynamical simulation of field emission in nanostructures	나노구조의 전계방출에 대한 동력학적 조사
	Field emission of carbon nanotubes and electronic structure of carbon nanopeapods	탄소나노튜브 전계방출 및 nanopeapod의 전자구조 규명
	Energetics of large carbon clusters: Crossover from Fullerenes to nanotubes	플러렌부터 나노튜브까지의 탄소구조에 대한 에너지 규명
장기주	Itinerant ferromagnetism in heterostructured C/BN nanotubes	지그재그 border에서 전하밀도가 강하게 국소화된다는 사실에 기반하여 그 경계면이 원주를 따라 C/BN 초격자 나노튜브를 형성할 때 원자의 준위와 같은 국소화된 에너지준위가 경계면을 따라 존재한다. 도핑을 통해 페르미준위를 변화시켜 국소화된 에너지준위를 부분적으로 채우면 Hund법칙에 따라 스핀이 한 방향으로 정렬된 상태가 안정해진다.
	Unified explanation of conductance in stretched monatomic contacts	reflection symmetry를 갖는 polyvalent Al atomic contact 의 전기전도 특성은 monovalent Na atomic wire 에서와 같이 Friedel sum rule 로 기술 가능하다. resonant state 가 생성되는 영역에서 orbital 의 특성과 모양, charge neutrality 에 의해 resonant state 의 특성이 결정되고 전기전도도의 성질이 정해진다.
신석민	단백질 접힘	분자동역학 모의실험을 통한 단백질 접힘 현상의 이해

(나) 기술력 향상

과제책임자	내 용	활용기관 및 부문	활용계획
허 강열	HSDI 엔진의 유동, 분무, 연소 계산	현대자동차	새로운 엔진 개발
임 지순	탄소나노튜브 전계방출 디스플레이	삼성 종기원 및 삼성 SDI	탄소나노튜브 전계방출 디스플레이 품질 향상에 기여

5.4.2 슈퍼컴퓨팅 응용 기술 전수

슈퍼컴퓨팅 응용 기술 전수를 통해 기대할 수 있는 효과와 활용 계획은 다음과 같다.

(1) 파급 효과

□ 슈퍼컴퓨팅 전문 인력과 해외전문가에 의해 전문적인 기술지원을 통해 각 전문분야 연구자의 경쟁력을 향상시킬 수 있다.
□ 현장교육 강화와 온라인 교육시스템의 구축으로 장소와 시간에 구애됨이 없이 원하는 시간에 교육받을 수 있는 환경을 구축할 수 있다.

(2) 활용 계획

□ 발행된 일반기술서, 고급기술서, 기술동향서를 pdf 파일 형태로 사용자들에게 제공하여 준다.
□ 제작된 교재는 홈페이지를 통해 서비스함으로써 사용자가 다운받아 자유롭게 사용할 수 있도록 한다.

5.4.3 과학적 가시화 시스템 운영

과학적 가시화 시스템 운영을 통한 파급효과와 활용계획은 다음과 같다.

(1) 파급 효과

□ 슈퍼컴퓨터 사용자의 연구 생산성을 향상시킨다.
□ 슈퍼컴퓨팅 계산 결과의 효과적 가시화로 새로운 결과 도출을 유도한다.
□ 새로운 결과의 가시화를 통하여 효과적 프레젠테이션을 가능하게 한다.
□ 몰입형 가상현실 시스템의 사용자 지원으로 국내의 가시화 연구 기반을 고도화 한다.
□ 가상현실 기반 과학적 가시화 시스템의 적극적인 활용으로 응용 연구를 지원한다.
□ 슈퍼컴퓨터에 대한 국민적 인지도를 향상시킨다.

(2) 활용 계획

□ 슈퍼컴퓨터 사용자들의 계산결과 가시화를 통한 후처리 지원 시스템으로 활용한다.
□ 슈퍼컴퓨터의 새로운 인터페이스로 활용하여 사용자에게 편의를 제공한다.
□ 슈퍼컴퓨터 사용자를 위한 SV 환경을 구축, 지원을 통한 연구 생산성을 최적화한다.
□ 첨단 슈퍼컴퓨팅 해석환경의 구축, 실험, 전수로 국내 가시화 연구 수준을 한 단계 높인다.

5.4.4 슈퍼컴퓨팅 응용 기술 개발

슈퍼컴퓨팅 응용 기술 개발은 다음과 같은 효과를 기대 할 수 있다.

□ 초대형 문제의 해석을 통한 기술적·경제적 파급 효과를 보인다.
  - 초대형 슈퍼컴퓨팅 자원에 대한 수요 창출 및 확대 시킨다.
  - 그리드 컴퓨팅 활성화에 기여한다.
□ 슈퍼컴퓨팅 핵심 요소 기술의 개발을 통해 공유/분산메모리 병렬 프로그래밍 기술 등 슈퍼컴퓨팅 기술뿐만 아니라 관련 기술(초대형 유한요소해석 기술 : 고성능 out-of-core 병렬 산재행렬 솔버)은 기계/항공/토목 등 유한요소 해석 기술을 사용하는 모든 분야의 연구에 직접 활용할 수 있다.
  - 해당 분야의 연구 능력 향상에 크게 기여할 수 있다

- 해당 분야의 연구를 그리드 환경으로 쉽게 확장 및 이식할 수 있다.
- 세계 최고 수준의 슈퍼컴퓨팅 핵심 기술(고성능 out-of-core 병렬 산재 행렬솔버)을 보유함으로써 기술 중심 센터로서의 슈퍼컴퓨팅센터의 세계적 위상 정립할 수 있다.

□ 초대형 유한요소해석 기술은 국내외 상용 유한요소해석 소프트웨어 업체 서 절실히 필요로 하는 기술로서 기술 이전이 가능하다.

□ 초대형 유한요소해석 기술의 응용을 통해 개발된 기술의 상용화를 통해 자원 탐사 시장의 진출이 가능한다.

- 이 분야에 대외 기술 의존을 탈피하고 막대한 시장 규모를 가진 자원 탐사 자료처리 분야에 대한 사업화를 통해 경제적 수익을 기대할 수 있다.

5.4.5 VR 그리드 기반기술 개발

VR 그리드 기반기술 개발을 통한 파급효과와 활용계획은 다음과 같다.

(1) 파급효과

□ 국내 슈퍼컴퓨팅연구자들에게 국내외 전문가들과 협력할 수 있는 협동환경 및 가상연구환경을 제공하여 슈퍼컴퓨팅분야 국가 경쟁력이 비약적으로 향상된다.

(2) 활용계획

□ 국가 기상 예보를 책임지고 있는 기상청의 본청 및 지방청에서 VR 그리드 활용시 보다 효과적인 기상 예보가 가능 하다.

□ 향후 국가 VR 그리드 구축시 활용할 수 있는 기반 기술을 확보할 수 있다.

5.4.6 CAVE상에서의 VKH의 대화식 입체 가시화 소프트웨어 개발

CAVE상에서의 VKH의 대화식 입체 가시화 소프트웨어 개발은 CAVE 상에서의 가상현실 소프트웨어 개발에 필요한 요소 기술 및 경험을 축적하였고, 이는 향후 CAVE 환경에서 볼륨 데이터뿐만 아니라 다각형 데이터를 이용한 가상현실 소프트웨어 구현에 유용하게 확장 적용될 수 있다고 예상된다.

5.4.7 WEB기반 수치 시뮬레이션 환경 구축기술 개발

WEB 방식의 모형 수행 시스템 구축을 통해 기존의 개별적인 수치모형 설치 및 수행을 통해 이루어지던 각종 사례분석 및 기상연구가 본 시스템을 통한 모형 수행과 자료처리를 통하여 쉽게 이루어질 수 있으므로 각종기상연구가 활성화 되리라 전망됨. 또한, 기상분야 이외의 과학 및 공학 분야의 수치모형을 지속적으로 추가해 나감으로써 각종 응용 분야에 있어 슈퍼컴퓨터 사용자의 저변확대로 인한 수요 증대로 연구 생산성 향상 및 슈퍼컴퓨터 시스템 자원의 활용이 극대화 되리라 예상된다.

5.5 슈퍼컴퓨팅 연구고도화

5.5.1 슈퍼컴퓨팅선도응용연구

분자동역학 시뮬내기 분야와 편미분방정식의 수치해석 분야에서 첨단의 슈퍼컴퓨팅 기법들을 개발하고 이를 각각 알갱이계, 생체고분자계 및 나노촉매계 등에 적용하여 응용연구를 수행하고 선도사업유치의 기반을 조성하려하는 것이 슈퍼컴퓨팅 연구의 장기발전계획이다. supercomputer 4호기의 도입 이 연구의 다음과 같은 기대효과를 더욱 높여줄 것으로 기대된다.

- □ 첨단의 슈퍼컴퓨팅 기법을 연구개발을 통하여 획득한자원과 함께 제공하여 센터가 제공하는 지원의 질을 향상시킬 수 있다.
- □ 슈퍼컴퓨팅 기법 및 응용연구를 통하여 센터의 슈퍼컴퓨팅 기술력을 획득할 수 있다.
- □ 센터가 국내 슈퍼컴퓨팅의 중심적 기관으로 발전하는데 기여할 수 있다.
- □ 과학기술분야에서 광범위하게 사용되는 분자동역학 시뮬내기 방법의 기술력 획득이 가능하다.
- □ 과학기술분야에서 광범위하게 사용되는 편미분방정식의 수치해석 기술력 획득이 기대된다.
- □ 생명공학산업에 핵심적인 역할이 예상되는 Bio-nano분야에서의 분자수준의 조작에 필요하다.

5.5.2 국가그리드기반구축사업

차세대인터넷, 고성능컴퓨터, 첨단연구장비, 응용과제 그리고 전문연구인력을 통합한 그리드 기반구축에 따른 미래 첨단 기술산업(IT, BT, ET, NT, ST, CT)을 육성하여 인터넷관련 산업의 경쟁력을 공고히 함으로써 21세기 5대 지식정보강국으로 진입을 목표로 하고 있고 다음과 같은 효과를 보일 것으로 기대되는데 supercomputer 4호기의 도입은 이 같은 효과를 더욱더 높일 것으로 예상된다.

□ 물리적 또는 지리적으로 분산되어 있는 IT 전문가, 첨단 연구장비, 차세대 응용, 그리고 첨단 네트워크를 마치 "하나의 로컬 시스템처럼(single virtual system)" 활용할 수 있게 하는 고성능 인프라 구축할 수 있다.

□ 국내외에 분산되어 있는 고성능 컴퓨터 및 첨단과학 장비를 산·학·연이 공동 활용할 수 있는 원격 협업환경 제공과 연구·개발의 질적 향상을 통한 국가 정보화를 촉진한다.

□ 차세대인터넷, 고성능컴퓨터 및 첨단연구장비, 응용과제 그리고 전문연구인력을 통합한 그리드 기반구축에 따른 미래 첨단 기술산업(IT, BT, ET, NT, ST, CT)을 육성하여 인터넷관련 산업의 경쟁력을 공고히 함으로써 21 세기 5대 지식정보강국으로 진입할 수 있다.

시범 서비스 (2002년)	컴퓨팅 그리드	액세스 그리드	응용 그리드 및 NOC
	• 시범 슈퍼컴퓨팅 센터간 컴퓨팅 그리드 구축 시험 • 클러스터 중심 컴퓨팅 그리드 구축 • 국제 협력 (GGF, ApGrid, PRAGMA) • 컴퓨팅 자원 정보 시스템 기술 연구 • 그리드 자원 관리 툴 비교 분석 • 그리드 사용자 관리 서비스 • 그리드 포털 구조 설계 • 6T 기반 사용자 요구 분석	• 협업형 엑세스 그리드 시험 구축 • 3개 지역 데이터 그리드 시험 구축 (globus 기반) • HPSS 기반 데이터 그리드 시스템 시험 구축 • 2개 지역 국내 몰입형 가시화 그리드 시범 구축	• 2개 분야 응용 그리드 포탈 구축 • 2개 분야 응용 그리드 테스트베드 구축 • 2개 분야 그리드 응용연구 • 그리드 응용연구 지원 시스템 개발 (정책 및 공모 과제 형태로 추진) • NOC 프로토타입 • 그리드 네트워크 협력체계 구축 • 네트워크 응용 요구 분석
	프로토타입 N*Grid 구축		

기본 서비스 (2003년)	컴퓨팅 그리드	액세스 그리드	응용 그리드 및 NOC
	• 슈퍼컴퓨팅 센터간 컴퓨팅 그리드 시범 서비스 • 클러스터 중심 컴퓨팅 그리드 시범 서비스 • 국제 협력 (GGF, ApGrid, PRAGMA, 유럽 데이터 그리드, ApGrid 소위원회 구성) • 컴퓨팅 자원 할당 시스템 기술 연구 • 글로벌 작업 스케쥴러 적용 연구 • 사용자 자원 사용량 관리 • 그리드 포털 프로토타입 시스템 서비스 • 그리드 사용자 툴박스 프로토타입	• 2개 지역 협업형 액세스 그리드 시스템 구축 • 4개 지역 데이터 그리드 시험 구축 (globus 기반) • HPSS 기반 데이터 그리드 시스템 시범 서비스 • 2개 지역 국내 몰입형 가시화 그리드 구축 서비스	• 6개 분야 응용 그리드 포탈 구축 • 6개 분야 응용 그리드 테스트베드 구축 • 6개 분야 그리드 응용연구 • 그리드 응용연구 지원 시스템 개발 (정책 및 공모 과제 형태로 추진) • NOC 서비스 및 운영 • 체세대 네트워크 기반 기술 적용 시험 • 네트워크 응용 요구 분석
	N*Grid 구축		

서비스 규모 확장 (2004년)	컴퓨팅 그리드	액세스 그리드	응용 그리드 및 NOC
	• 슈퍼컴퓨터중심 컴퓨팅 그리드 확장 • 클러스터 중심 컴퓨팅 그리드 확장 • 국제 협력 (GGF, ApGrid, PRAGMA, 유럽 데이터 그리드, ApGrid 소위원회 구성) • 그리드 자원 예약 기술 연구 • 부하 분산 기술 연구 • 분산 디버깅 기술 연구 • 사용자 계정 관리 • 학제간 연구 지원 서비스 • 그리드 기반 온라인 가시화 지원	• 3개 지역 협업형 액세스 그리드 시스템 구축 • 5개 지역 데이터 그리드 시험 구축 (globus 기반) • HPSS 기반 데이터 그리드 시스템 서비스 • 몰입형 가시화 그리드 확장(3개 지역)	• 7개 분야 응용 그리드 포탈 구축 • 7개 분야 응용 그리드 테스트베드 구축 • 7개 분야 그리드 응용연구 • 그리드 응용연구 지원 시스템 개발 (정책 및 공모 과제 형태로 추진) • NOC 서비스 확장 • 체세대 네트워크 기반 기술 적용
	N*Grid 적용 및 확장		

고성능화 (2005년)	컴퓨팅 그리드	액세스 그리드	응용 그리드 및 NOC
	• 슈퍼컴퓨터 및 클러스터 컴퓨팅 그리드 통합 운영 • 국제 컴퓨팅 그리드와 통합 운영 • 국제 협력 (GGF, ApGrid, PRAGMA, 유럽 데이터 그리드, ApGrid 소위원회) • MoreDream 기반 자원 정보 시스템 구축 및 실험 • MoreDream 기반 사용자 서비스 시스템 구축 및 서비스 • 기계항공 및 바이오 응용 분야 그리드 포털 개발	• 4개 지역 협업형 액세스 그리드 시스템 구축 • 액세스 그리드 시스템 구축 교육 및 기술 지원 • HPSS 기반 데이터 그리드 확장(6개지역) • 몰입형 가시화 그리드 확장(4개 지역)	• 8개 분야 응용 그리드 포탈 구축 • 8개 분야 응용 그리드 테스트베드 구축 • 8개 분야 그리드 응용연구 • 그리드 응용연구 지원 시스템 개발 (정책 및 공모 과제 형태로 추진) • GNOC 고성능화 • 차세대 네트워크 기반 기술 적용
	N*Grid 성능향상 및 안정화		

지능화 (2006년)	컴퓨팅 그리드	액세스 그리드	응용 그리드 및 NOC
	• 컴퓨팅 그리드 서비스 안정화 • 국제 컴퓨팅 그리드와 통합 확장 • 국제 협력 (GGF, ApGrid, PRAGMA, 유럽 데이터 그리드, ApGrid 소위원회) • MoreDream 기반 자원 정보 시스템 • MoreDream 기반 사용자 서비스 시스템 • 나노기술 및 환경 응용 분야 그리드 포털 개발	• 액세스 그리드 국가 인프라 구축 완료 • 국내외 액세스 그리드 인프라 구축기술 협력 체제 • HPSS 기반 데이터 그리드 확장(7개 지역) • 몰입형 가시화 그리드 확장(5개 지역)	• 9개 분야 응용 그리드 포탈 구축 • 9개 분야 응용 그리드 테스트베드 구축 • 9개 분야 그리드 응용연구 • 그리드 응용연구 지원 시스템 개발 (정책 및 공모 과제 형태로 추진) • GNOC 지능화 • 차세대 네트워크 기반 기술 적용
	N*Grid 이용 활성화 및 보편화		

<그림 5-4> Projected Plan on National Grid Infrastructure by Year

5.5.3 그리드 미들웨어 연구

그리드 미들웨어 연구를 통한 기대효과는 다음과 같다.

□ 국가 그리드(N*Grid)는 BT, NT, ET, ST, 그리고 TT를 위한 고성능 IT 중심 연구 개발 지원 인프라임. 그리드 미들웨어는 이러한 인프라를 효과적으로 이용하여 그리드 환경에서 효율적인 원격 고성능 컴퓨팅을 지원할 수 있다.

- 국내외에 분산되어 있는 과학기술 컴퓨팅 자원, 데이터 자원, 및 인적 자원 등을 통합하여 연구개발을 수행할 수 있다.
- 지역적으로 분산되어 있는 이기종 컴퓨팅 자원을 통합하여 마치 단일 컴퓨터를 사용하는 것처럼 사용자 환경을 지원할 수 있다.

□ 그리드 미들웨어 툴킷인 MoreDream은 주요 기능이, 2001년 현재 그리드 미들웨어의 시장표준(de facto standard)인 Globus 툴킷보다 2배이상 성능이 개선된 그리드 미들웨어 툴킷 개발이다.

5.6 슈퍼컴퓨팅 자원 확충 및 운영

□ 슈퍼컴퓨터 기반 시설 개선을 통한 기대효과는 다음과 같고 supercomputer 4호기의 도입은 이 같은 효과를 높일 것으로 예상된다.

- 접지봉 및 접지단자함을 설치하여 우수한 접지시스템을 확보함으로 설비 및 인명을 보호한다.
- 안전하고 단순화된 접지 배선 및 접속을 통한 서지 차단 및 방전로 확보할 수 있다.
- 안정되고 우수한 접지의 확보를 통한 노이즈 제거및 서지를 차단하여 오동작 및 장비 손상을 방지한다.
- 신호특성별로 접지를 구성하여 장비간의 전위차 방지 및 외부 서지의 효율적인 제거할 수 있다.
- 서지보호기 및 노이즈필터를 설치하여 안정된 운용환경을 확보할 수 있다.

□ 시스템 어카운팅 관리 체계 재정립은 supercomputer 4호기의 도입으로 더욱더 효과적으로 운영될 수 있으며 그것으로 기대되는 효과는 다음과 같다.

- 전체 어카운트의 통합 환경 및 데이터의 흐름도를 작성하여 어카운트 장애 시 각각의 담당자별, 프로그램별로 신속한 복구가 가능하다.
- 각각의 구축된 어카운트를 통합적으로 관리하고 시스템이 추가 되거나 철수 시에도 전체의 어카운트에 영향을 주지 않도록 문서적으로 체계적으로 정리하고, 담당자가 바뀌더라도 충분한 전달이 이루어질 수 있도록 하고 지속적인 유지보수가 가능하게 한다.

5.7 대외협력 및 센터 미래 준비

□ 국가 e-Science 구축 사업으로 기대되는 효과는 다음과 같고 supercomputer 4호기의 도입은 이 같은 효과를 높이는데 기여할 것이라고 예상된다.

- 과학기술의 연구개발 생산성의 획기적으로 개선할 수 있다. 예 : 신약후보물질 발굴 성공확률 : 100~1,000배
- 2005년부터 2009년까지 5년간 슈퍼컴퓨터 공동활용에 의한 경제적 파급효과 : 최소 2조8천8백억원
- 자원 공동 활용을 통한 예산의 중복투자를 방지 할 수 있다. : 연간 900억원 규모
- e-Health, e-Government, e-Business 고도화할 수 있다.
- 이미 국제적인 경쟁력을 확보하고 있는 우리 IT기술을 이용하여 국내연구자에게 세계적인 연구개발환경을 제공하여 과학기술 연구체계를 혁신시킨다.
- 전국 어디에서도 국가규모의 연구 환경을 이용할 수 있어 지역격리 불이익 및 분야간 장벽을 해소 할 수 있다.
- 고립적으로 설치되고 이용되던 중대형 연구 장비를 원격지에서도 공동 활용하는 등의 동일유형의 자원을 통합하여 활용할 수 있다.
- 선진국에서 구축되고 있는 유사한 인프라와 연계하여 국제적인 자원 활용 및 공동연구의 인프라를 구축할 수 있으며 특히 일본, 중국 등의 주변국들과 연계하여 각 분야에서 동북아 R&D 허브를 구축할 수 있다.

<table>
<tr><td>구분</td><td>‘03</td><td>‘04</td><td>‘05</td><td>‘06</td><td>‘07</td><td>‘08</td><td>‘09</td><td>‘10</td></tr>
<tr><td>센터 명칭</td><td colspan="3">슈퍼컴퓨팅센터</td><td colspan="5">e-Science센터</td></tr>
<tr><td rowspan="3">활용</td><td colspan="8">기초과학 + 전통산업</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="7">미래 유망신기술(6T)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="6">차세대 신성장동력</td></tr>
<tr><td>비젼</td><td>슈퍼컴퓨팅</td><td colspan="3">그리드 컴퓨팅</td><td colspan="4">유비쿼터스 컴퓨팅</td></tr>
<tr><td rowspan="6">사업</td><td colspan="4">슈퍼컴퓨팅 인프라 구축 사업</td><td colspan="4" rowspan="2">유비쿼터스 컴퓨팅 구축 사업</td></tr>
<tr><td colspan="4">국가 그리드 구축 사업</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="6">e-Science 구축 사업</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="6">클러스터 컴퓨팅 구축 사업</td></tr>
<tr><td colspan="2">초고속 응용기술 지원사업</td><td colspan="6">국가 첨단 선도망 시험 사업</td></tr>
</table>

2005년	e-Science 시범사업의 성공으로 전분야 확대 계기 마련
2007년	언제 어디서나 첨단연구 수행가능환경 구현
2010년	동북아 R&D 허브 구축 및 과학기술의 국제화
최종목표 (2013)	세계 Top3(미국, 영국, 독일) 수준의 e-Science 환경 구축

<그림 5-5> Projected Roles of the Center

5.8 결론

21세기를 맞이하면서 첨단 과학 기술이 경제 사회에 미치는 영향은 과거 어느 때보다도 크고 중요며 특히, 최첨단 과학 기술과 정보가 지배하는 현대사회에서 슈퍼컴퓨팅 인프라의 역할과 중요성은 해가 갈수록 비중이 커지고 있다. 이 같은 슈퍼컴퓨팅 인프라는 supercomputer 4호기의 도입으로 그 실효성을 더 높일 수 있고 향후에는 정부가 중점적으로 추진하는 차세대 성장 동력 기술개발과 BT, NT 등 첨단과학 분야의 기술개발에 있어서의 세계 최고 지향과 전통산업에 있어서의 국제 경쟁력을 제고 하는 데 슈퍼컴퓨팅 인프라가 더욱 핵심적인 장비로 사용될 전망이다.

따라서 산·학·연 및 범부처 기관이 공동 활용 가능한 국가지원 공공 슈퍼컴퓨팅 자원의 운영과 더불어, 관련 기술개발 적용 및 국제협업 강화와 supercomputer 4호기의 도입을 통한 세계수준의 첨단 슈퍼컴퓨팅인프라 구축 및 운영이 요망된다. 이러한 연구 개발이 가져오는 효과의 중요성은 크게 세 가지측면에서 나누어 볼 수 있는데 첫 번째 기술적 측면에서 세계 각국은 슈퍼컴퓨팅 인프라를 과학기술 발전과 국가경쟁력 확보의 전략요소로 인식, 슈퍼컴퓨터와 네트워킹, 그리고 첨단 어플리케이션과 가시화 장비 등을 상호 연계시킨 공공 슈퍼컴퓨팅 사업을 강화하고 있다.

두 번째 경제·산업적 측면 에서는 국내 유일의 공동 활용 공공 슈퍼컴퓨터의 운영을 통하여 재난의 정확한 사전예측 및 효율적 대응방안 제시를 통한 국민의 생명 및 재산 보호, 반도체, 자동차, 생명공학 등 첨단산업 분야에서 세계수준 달성에 기여한다. 마지막으로 사회·문화적 측면으로 국가 과학기술력 향상과 위기관리를 위한 핵심 기술 및 정보를 제공하여, 국내 과학 및 산업 발전을 도모하고 대학 전문교육 수준의 질적 향상과 장기적인 국가경쟁력을 강화한다. 또한 슈퍼컴퓨팅 파워제공에 대한 효과적인 배분과 이용 환경을 고도화하여, 국가 과학기술 연구 환경 조성 및 첨단과학기술력 향상을 통한 국가 경쟁력을 제고 하여 지식기반 사회 구축을 앞당기고 21세기 초반 선진국 대열로의 진입을 가능하게 한다.

따라서 산·학·연 및 범부처 기관이 공동 활용 가능한 국가지원 공공 슈퍼컴퓨팅 자원의 운영과 더불어, 관련 기술개발 적용 및 국제협업 강화를 통한 세계수준의 첨단 슈퍼컴퓨팅인프라 구축 및 운영이 요망된다.

6. 중장기 공공슈퍼컴퓨터 수급계획

6.1 국가 슈퍼컴퓨팅센터의 역할 및 발전방향

국가슈퍼컴퓨팅센터의 역할 및 발전방향은 논자에 따라, 관점에 따라 다양하게 제시할 수 있을 것이지만 본 보고서에서는 우선 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터의 현황파악을 기초로 기본적인 문제점을 도출한다. 그 다음 외국 슈퍼컴퓨팅센터를 벤치마킹하여 시사점(policy implication)을 도출하고, 이를 토대로 국가슈퍼컴퓨팅센터의 역할 및 발전방향을 제시한다.

6.1.1 센터의 현황파악

(1) 센터의 발전단계를 통한 현황파악

(가) 센터의 발전단계

○ 슈퍼컴퓨터사업 태동기(1단계: 1988~1996): 초대형 슈퍼컴퓨터 운영 및 기본 서비스를 통해 국내 과학기술계에 슈퍼컴퓨터 연산능력을 제공하는 역할을 수행하여, 국내 최초로 슈퍼컴퓨터를 활용한 연구개발 및 업무수행의 기반을 제공하였다.

○ 슈퍼컴퓨터사업 전환기(2단계: 1997~2001): 국내 여러 민간 및 공공기관에 슈퍼컴퓨터를 별도로 도입하기 시작한 단계로서, 슈퍼컴퓨터인프라구축 사업은 슈퍼컴퓨터의 운영 및 기본 서비스 제공에 더하여, 슈퍼컴퓨터 응용연구를 지원하고 슈퍼컴퓨터 선도연구 수행을 통하여, 국내 슈퍼컴퓨터 자원을 활용한 연구생산성의 제고에 기여하였으나 이 기간 동안에 슈퍼컴퓨팅센터는 한국전자통신연구원, 연구개발정보센터 및 한국과학기술정보연구원으로 사업수행 주체가 바뀌는 격변기의 시대였다.

○ 슈퍼컴퓨터사업 도약기(3단계: 2002~2005): 슈퍼컴퓨터인프라구축 사업의 수행기관 및 신규 슈퍼컴퓨터 도입 등의 사업 환경이 정비된 단계로서, 정보통신부 지원의 '국가 그리드 기반 구축' 사업을 통하여 슈퍼컴퓨터 및 초고속연구망을 과학기술분야 대형 연구장비와 통합 서비스 환경 구축 및 e-Science 기반을 구축하고 있다.

○ 슈퍼컴퓨터사업 변혁기(4단계: 2006~2010): 기존의 슈퍼컴퓨터뿐만 아니라 제반 과학기술 인프라가 정보기술을 기반으로 통합 서비스될 것으로 기대되

는 단계로서 사업명을 '그리드컴퓨팅기반구축'으로 변경하고, 실질적인 그리드 컴퓨팅 서비스를 제공하고 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 사용자 일반에게 제공할 예정이다.

(나) 2005년 현재 상황

○ 슈퍼컴퓨팅센터(KISTI)는 <그림 6-1>에서 보는 바와 같이 슈퍼컴퓨팅자원의 센터로서, 기술센터로서, Testbed센터로서 그리고 이를 통한 부가가치창출 센터로서의 역할을 부여받고 있다.

<그림 6-1> Tasks for Supercomputing Center

○ KISTI는 슈퍼컴퓨팅센터의 진화 계획에 따라 2006년부터 단순한 슈퍼컴퓨터 및 초고속연구망 자원 서비스 단계에서 과학기술의 새로운 패러다임을 제공할 e-Science 서비스 단계의 준비를 위한 전반적인 방향을 설명하고 있고,

○ 이에 따라, 국가그리드사업의 고도화와 신규로 그리드 환경을 기반으로 한 「국가 e-Science 구축사업」 등을 발굴 수행함에 따라 향후 센터의 미래 비전을 실현하는 계기를 마련하였으며,

○ 또한, 2010년까지 페타급 슈퍼컴퓨터 자원의 구축과 서비스를 위한 기반 사업으로서 향후 슈퍼컴퓨터 자원의 50% 이상을 차지하게 될 클러스터 컴퓨팅 자원에 대한 국가서비스 및 국가적 산업기반을 다지는 「클러스터 컴퓨팅 활성화」 사업의 대정부 제안 작업을 수행하고 있다.

○ 그리고 슈퍼컴퓨터 자원 수급 계획에 따른 2006년도 목표 「슈퍼컴퓨터 4호기 도입」을 위한 제반 기초 작업을 준비하고 있다.

(다) 현재상황의 요약

○ 명실상부한 과학기술 및 연구지원센터로서의 역할의 시험대

○ 새로운 혁신전략이 필요

○ 수요창출 및 공급확대를 위한 전방위노력필요

(2) 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터의 기본적인 문제점

(가) 전통적인 하부구조로서 인식되는 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터

우리 나라의 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터가 지식하부구조를 담당하는 조직보다는 전통적인 하부구조의 측면에서 파악되어져 왔다는 것을 의미한다(연구개발정보센터, 2000).

첫째, 1988년 슈퍼컴퓨터의 도입이 이루어진 이래 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터는 단순 운영위주로 사업을 수행해왔다. 즉 전통적인 하부구조로서의 역할만을 해왔다는 것이다.

둘째, 정부출연사업비의 90% 내외가 슈퍼컴퓨터 리스료, 유지보수비, 네트워크 사용료 및 전기료 등 경직성 경비 위주로 구성되어 있어, 슈퍼컴퓨터 환경을 고도화하고 슈퍼컴퓨터 활용을 촉진하는 기술개발활동 등이 취약했다.

셋째, 네트워크 기술개발, 초고속망 응용기술지원, 첨단DB구성 등 슈퍼컴퓨터사업의 핵심 기능이외에 여러 사업이 혼재되어 있어 사업을 수행하는 데 집중도가 떨어지고 전문화 정도도 미흡하였다.

넷째, 슈퍼컴퓨터 관련 기술의 개발 및 기술지원에 필수적인 전문인력의 확보가 어려웠다.

(나) 국가적 차원에서의 기능에 대한 논의 부족

우리 나라의 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터보다 3년뒤에 설립된 대만의 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터인 NCHC(National Center for High-Perfomance Computing)는 설립 초기부터 국가적 차원의 비전을 가지고 접근하여, 우수인력을 적극적으로 유치하고 워크샵 및 교육과정 등을 개최하여 대만의 고도컴퓨팅의 연구 및 서비스 제공의 중심지로 자리잡을 수 있었다. 이에 반해 우리 나라의 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터는 국가적 차원의 위상에 대한 논의가 부족했고, 또 운영 및 자원제공 서비스 중심으로 기능이 발전되면서 고도 컴퓨팅 응용과 기반기술에 대한 연구도 취약한 점이 있다.

6.1.2 외국의 슈퍼컴퓨터 센터

외국 슈퍼컴퓨터퓨티센터는 NCSA, NPACI 그리고 San Diego 슈퍼컴퓨팅센터를 중심으로 고찰하고, 이를 토대로 시사점을 도출한다.

(1) NCSA(National Center for Supercomputing Applications)

일리노이대학에 위치한 국립슈퍼컴퓨터응용센터(NCSA, National Center for Supercomputing Applications)는 국립컴퓨터과학동맹(the National Computational Science Alliance)을 이끄는 곳이다. NCSA는 모든 동맹에 속한 팀을 관리하며, 행정을 감독한다. NCSA의 목적은 미국을 과학과 기술에 있어서 최고수준을 유지하기 위함이다. 이를 위해 NCSA는 모든 주요 고성능슈퍼컴퓨터 플렛폼을 자원으로 끌어들이고 있으며, 지속적으로 성능확대를 위해 노력하고 있다. 그리고 아키텍쳐 면에서 보면 강력하지만 경제적인 스칼라 고성능 컴퓨팅 아키텍쳐 방식으로 변화시키고 있다. NCSA는 NSF의 지원을 받고 있으며, NSF의 지원을 받는 10년 동안 이 센터는 시각화(visualization), 데스크탑 소프트웨어 등 많은 분야에서 최고의 명성을 얻고 있으며, 특히 가상환경실험실(virtual environmental laboratories)은 학술분야에서 최고를 유지하고 있다. 과학 및 공학 연구에서 다양한 분야에 관심을 가지고 있는데, 예컨대 천체물리학, 화학공학, 컴퓨터과학, 우주학, 자료관리, 환경연구, 물리학, 구조 및 분자생태학, 나노물질(nanomaterials) 등이다.

(2) NPACI, ACP(Advanced Cyber-infrastructure Program)

샌디에고 소재 캘리포니아대학의 SDSC는 첨단컴퓨팅기술을 개발하며, 이 기술을 컴퓨터를 이용할 수 있는 과학문제해결의 수요에 적용하고자 한다. 이를 통해 SDSC는 NPACI에 의해 수행중인 국가메타컴퓨팅인프라를 구축하고 과학적 연구를 진작하기 위해 최선두에 서서 노력하고 있다. NPACI(National Partnership for Advanced Computational Infrastructure)은 국가적인 컴퓨터인프라 구축을 통해 과학의 첨단화하려는 것이다. 이 인프라는 21세기 정보기술의 발달에 근거한 것으로, 연구자들은 자료수집에서 분석 그리고 분석결과는 시각화 그리고 자료의 공유 및 인쇄를 가능케 하는 것이다. NPACI는 국가과학재단(NSF)으로부터 지원 받는 2개의 협력체중의 하나인데, Sid Karin(UC샌디에고대)과 SDSC에 의해 운영되고

있다. NPACI의 근본목적인 과학적 발견과 지식을 첨단화하고, 이를 기반으로 사회경제적 이익을 도모하자는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 NPACI에는 30여 개의 다른 파트너와 16개 국내외 제휴체(affiliates)를 가지고 있다.

(3) Sandiego Supercomputing Center

SDSC는 계산과학과 고성능컴퓨팅을 활용하여 국제적인 과학과 공학연구를 위해 1985년 설치되었다. 사이버인프라를 활용한 이러한 연구로 인해 SDSC는 과학, 산업, 연구, 자료관리, 그리드컴퓨팅, 슈퍼컴퓨터 등의 제반영역에서 전략적인 자원으로서의 역할을 하고 있다. SDSC의 목적은 커뮤니티(연방정부, 주정부, 기업등)에 고성능하드웨어기술, 통합소프트웨어기술, 학제간 전문연구자를 제공함으로서 과학적 발전을 이루려는 것이다.

(가) 사업적 특성

우선 사업적 특성을 도출하면 다음과 같다.

○ 전략적 응용협력(SAC, Strategic Applications Collaborations)
- SAC는 SDSC사용자들이 수행하는 계산과학과 공학연구의 효과성을 높이려는 것이다. 연구자개개인과 개개인을 도울 수 있는 SDSC staff를 맺어주는 사업이다.
- 사용자들에게 가장 최적의 도움을 줌으로서 상호 시너지효과를 유발하여 연구성과를 높이려는 것이며, 가능하면 최고의 연구성과를 단기간 내(3-12개월)에 성취하기를 희망한다.
- 이를 위해 사용자와 지원자들이 정기적인 상호협조를 하게하며, 가능하면 짧은 시간 내에 상호협력하므로 관련 지식과 정보를 이전(transfer)하는 것이 궁극적인 목적이다. 이를 통해 연구자들은 이후의 연구에서 지식과 정보를 활용토록하는 것이다.

○ 컨설팅(Consulting)
- 홈피를 통해 질문을 하면, SDSC 상담자가 메일을 보내준다.

○ 자원 및 자료할당(Data allocations)
- 슈퍼컴퓨터사용을 위한 자원할당에 관한 정보제공
- 장기저장, 자료수집호스팅(data collection hosting), DB hosting을 위한 자

료할당에 관한 정보제공

○ 새로운 이용자를 위한 서비스

- SDSC를 활용하려는 새로운 이용자들에게 관련정보제공

○ UC연구자들을 위한 연계프로그램

- UC연구자들에게 한정된 시간과 자료저장이 가능하도록 계정마련 (Introductory accounts)해주고 있다.

○ 훈련

- Users에 대한 서비스 지원을 위해 수시로 워크샵을 개최하며, 등록하는 방법, 수강료 등에 대해 자세하게 정보를 제공하고 있다.

(나) 조직적 특성

SDSC는 400명이 넘는 과학자, 소프트웨어개발자, 지원 staff를 가지고 있으며, 주로 NSF로부터 자금을 지원받는다.

(다) 기반적 특성

○ 테라그리드(TeraGrid, data-intensive site)

■ SDSC는 NSF가 지원하는 TeraGrid를 통해 자료집약적인 사이트의 역할을 하고 있다. TeraGrid는 과학적 연구를 위해 세계최초로 대규모 Grid인프라를 설치·활용하는 다년간의 노력의 결정체이다.

■ IA-64 Cluster(Hardware)

- 256 IBM cluster nodes
- 3.1 teraflops
- 1 Terabyte total memory

Number of Compute Nodes	256 (2 processors per node)
CPU	Itanium II (1.5 GHz, 3.1 Tflops in peak)
Memory	4 GB physical and 1 GB virtual memory per node
Network	Communication: Myrinet Storage: Fiber optic SAN Management: Gigabit and Fast ethernet
Disk Space	23 TB of GPFS disk, 1.7 TB of NFS and 72 GB of scratch space per node
Operating System	Linux 2.4-SMP (SuSE 8.0)

■ DataStar
- 2004.4 entered production
- 250 GB memory/28 terabytes GPFS disk
- 1.1 teraflops
- p655/p690 partition

Number of Compute Nodes	3 (32 processors per node)
CPU	IBM POWER4+ (1.7 GHz, 6.8 Gflops in peak per CPU)
Memory	128 GB memory per node
Network	Communication: IBM Federation Storage: Fiber optic SAN Management: Gigabit and Fast ethernet
Disk Space	28 TB of GPFS disk and 64 Gbytes of scratch space per node
Operating System	IBM AIX 5L 5.2

■ 4-teraflops-a half-petabyte-40Gbps
- SDSC는 4 teraflops 리눅스클러스터를 사용하며, 1/2 펩타바이트 디스크저장용량 그리고 40기가급 네트워크 성능을 자랑한다.
- IBM Gene eServer(Intimidata) 설치(연구기관 최초)
- 24hour services
- Storage, 6 Petabytes archival storage system(HPSS)

○ 자료저장미들웨어(SRC, Storage Resources Broker)
- 다양하고 이질적인 자료를 슈퍼컴퓨터에 동일한 인터페이스로 연결시키는 고객서버 미들웨어(client-server middleware)이다.

○ 고성능저장시스템(High Performance Storage System, HPSS)
- 6 PB자료저장
- 매달 평균 8 TB 추가저장가능

○ 소프트웨어(Software)

사용 중인 소프트웨어를 중요한 것만 열거하면 다음과 같다.

- Suse linux sles8 rc4
- Intel fortran 8.0
- Globus 2.4.3
- MPICH-1.2.5.10-pre3
- Torque 1.1.0
- Intel c++ 8.0
- Intel MKL 6.0
- Condor-G 6.5.3
- Open-PBS 2.3.16
- Catalina

- Open SSH/SSL 3.7.1
- XCAT 1.2.0beta7
- Python w/ XML

○ 응용소프트웨어(Application software)

사용 중인 응용소프트웨어는 <표 6-1>과 같다.

<표 6-1> Status of application S/W

All SDSC Applications	SDSC IBM DataStar Power4
Bioinformatics	
Biomolecular Structure	○
Circuit Simulation	
Compiler	○
Data Analysis and Modeling	○
Debugging Tools	○
Differential Equations	
Document Editors	
Eng. Mechanics/Dynamics	
Eng. Structural Analysis	○
File, I/O Utilities	○
Finite Element Methods	○
Fluid Dynamics	○
Grid Computing	
Linear Algebra	○
Message Passing	○
Miscellaneous	○
Molecular Mechanics/Dynamics	○
Neural Systems	
Nonlinear Solvers	
Numerical Libraries	○
Out-of-core Solver	
Parallel Language Systems	
Performance Analyzers	○
Problem-Solving Environments	
Quantum Chemistry	○
Random Number Generators	○
Scientific Visualization	○
Scripting Languages	○
Shells	○
Storage System	○
Thermodynamics/Radiation	
Tool Infrastructure	○
Visualization	○

<출처> www.sdsc.edu/user_service/applications/(검색일자:2005.5.3)

(라) 환경적 특성

○ 사이버인프라스트럭쳐(Cyberinfrastructure)

SDSC는 NSF슈퍼컴퓨팅센터프로그램으로부터 1억7천만불를 지원받아 설치되었는데, 1997.10월 SDSC는 NPACI(National Partnership for Advanced Computational Infra- structure)(약 40여개 대학파트너연합)의 선도센터로서의 역할도 하게 되었다. 최근에는 미국과 세계 300여개 학계, 정부, 산업계소속 10,000명의 과학자들을 서비스하고 있다.

오늘날 이들 과학자와 공학자들은 점점 전 지구적으로 접근 가능한 'cyberinfra- strucuture'의 활용에 의존하고 있는데, 복합하고, 규모가 크며, 협동연구가 필요한 연구는 슈퍼컴퓨터의 활용이 필수적인 환경으로 변화하고 있다.

<표 6-2> Comparison between Korea and USA of population, GDP, amount of supercomputer and SCI papers

기준		미국(A)	한국(B)	(B/A)*100 (%)
인구*(2004)		2억7천만명	4천8백만명	17.7
경제규모*	GDP(10억$)	10,987.9	605.2	5.5
	GDP성장률 (2004)	3.1	3.1	100
슈퍼컴퓨터**	댓수	267	11	4.1
	성능(Rmax)	686,733	16,356	2.3
SCI순위***	전체논문수	1위	14위	
	비인용도	2위	34위	
	연구원100명당	25위	32위	
연구개발비***	1991년(백만불)	161,431	5,670	3.5
	2002년(백만불)	292,170	14,433	4.9

<출처> * 통계청, 인터넷자료실(검색일자.2005.5.2).
** www.top500.org(검색일자.2005.5.2)
*** 학술진흥재단, 2004.7. 한국학술진흥재단 발전계획. p.17

(4) 정책적 함의(Policy Implication)

외국 슈퍼컴퓨팅센터의 벤치마킹을 통해 도출된 시사점은 다음과 같이 요약된다.

○ 슈퍼컴퓨터자원의 전략적 활용

컴퓨터기술의 발전은 해가 거듭될수록 그 속도와 범위가 빨라지고, 광범위하게 활용할 수 있는 환경이 조성돼 가고 있다. 하드웨어의 발전, 소프트웨어의 개발과 적용, network속도의 급속화, Data 및 DB의 생산속도 및 규모의 팽창 등 IT기술이 개인, 조직, 사회 및 국가에 미치는 영향이 커가고 있는 중에 있다. 특히 선진국들은 IT의 선진국으로서 다양한 분야와 영역에서 첨단컴퓨팅자원의 활용에 국가운명을 맡길 만큼 투자와 관심을 가지고 있다. 특히 미국은 IT기술을 국가안전, 국가안보능력, 경제생산성제고, 첨단과학기술의 창출, 국가와 시민들 간의 커뮤니케이션하는데 적용하고, 활용하는 새로운 도구나 기법의 개발을 위해 총력을 기울이고 있다(NITRD, 2003.9). 쉽게 표현하면 과학과 기술개발에 IT를 최대한 활용하려는 국가차원에서의 전략적 수단으로 볼 수 있다.

○ 국가(정부) 주도(Initiative)

선진국은 국가주도로 연구와 투자가 이루어지고 있다. 국가주도의 정당성은 다음의 원인에서 찾을 수 있다.

첫째, 속도(speed)가 중요하다는 것이다. 지식정보화사회의 가장 큰 특징 중의 하나는 바로 속도이다. 누가 먼저 기술을 개발하느냐, 누가 먼저 질 높은 상품을 생산해 내느냐? 누가 먼저 특허권을 획득하느냐 하는 것이 개인, 조직 및 국가의 장래를 결정짓는 매우 중요한 과제이다. 속도전쟁을 전 세계의 과학기술개발자들이 지금 치르고 있는 것이다. 속도전쟁에서는 제품개발, 기술개발을 시장에 내버려둘 정도의 여유가 없다.

둘째, 시장은 단기간의 효과를 고려한 투자성향을 가지고 있다는 점이다. 중소기업은 물론이고, 대기업이라 할지라도 장기간의 효과를 기대하는 투자를 현재의 시점에서 과감하게 한다는 것은 상당한 불확실성이 존재할 수밖에 없다. 따라서 장기적인 차원에서의 투자는 국가차원에서 이루어질 수밖에 없다.

셋째, 공급이 수요를 창출한다는 점이다. 특히 e-R&D는 하드웨어, 소프트웨어, 자료, network과 같은 cyberinfrastructure의 구축이 필수적인데, 이것의 수요는 공급에 의해 결정될 소지가 크다는 점이다. 이것은 기존의 슈퍼컴퓨터수요분석과

공급분석에서 추론할 수 있으며, 한마디로 슈퍼컴퓨터의 수요는 공급에 의해 창출되는 것이다(KISTI, 2003.12). 미국 ACP(Advanced Computing Program)도 공급이 수요를 창출한다는 관점에서 이루어지고 있다고 할 것이다(NSF, 2003.1). 일반적 경제원리로 말하면 수요가 공급을 창출한다고 할 수 있지만 첨단컴퓨팅시장의 경우는 공급이 수요를 창출한다는 논리에 근거하여 국가(정부)주도로 투자와 연구가 이루어지고 있다.

넷째, 시너지효과를 낼 수 있다는 점이다. 다른 부문과는 달리 e-R&D부문에서는 개별연구원, 개별기업의 노력으로 훌륭한 성과를 낼 수 있지만 소위 Grand Challenge에 해당하는 과제의 경우 산, 학, 연간의 Partnership, 학제 간 연구(interdisciplinary study) 및 교수, 대학원생, 연구원 등 다양한 계층의 연구자들 간의 통합연구 등을 통해 더욱 생산적이며, 훌륭한 성과를 낼 수 있는데, 이것을 가능하게 하는 것이 바로 e-R&D라는 점이다.

○ 로드맵(Roadmap) 구축

슈퍼컴퓨터도입, e-R&D, e-Science 등을 위한 종합적인 로드맵구축이 필요하다는 주장이 가능하다. 많은 연구나 보고서에서 로드맵를 제시하고 있지만 실제로는 로드맵이 아닌 경우가 많았다는 점을 감안하여 명실공히 e-R&D, 슈퍼컴퓨터 도입을 위한 로드맵을 구축할 필요가 있다. 역할/비젼을 명확하게 구축하여, 상황변화에 적합한 단계별 프로그램을 제시하며, 이를 기반으로 한 전략, 그리고 이를 지원하기 위한 인적, 물적자원의 동원, 평가 등 종합적인 내용이 담긴 로드맵 구축이 필요하다.

6.1.3 발전방향

센터의 위상, 외국의 벤치마킹 등을 토대로 국가슈퍼컴퓨팅센터가 나아갈 발전방향은 다음과 같이 요약될 수 있다.

(1) 슈퍼컴퓨터 및 센터의 역할에 대한 인식제고

우선 슈퍼컴퓨터 및 센터의 역할에 대한 인식이 더욱 제고되어야 한다. 이미 해외기관들은 자국의 유사 기관 및 학계, 산업계, 정부 기관과 연합하여 슈퍼컴퓨터 사업을 추진 및 육성하여 왔다. 이들은 다양한 사용자 지원 환경을 수년전부터 구축하여 안정되게 운영하고 있으며, 사용자와 긴밀히 연계되는 슈퍼컴퓨터 기술

을 개발하였다. 개발된 기술은 다시 사용자에게 환원되어 연구 개발의 생산성을 고도화시키는데 핵심역할을 할 수 있도록 도움을 주었다. 국내에서도 최근 들어 슈퍼컴퓨팅센터들을 연계한 슈퍼컴퓨터협의체를 2002년부터 구성하여 운영하고 있으며, 국가 그리드 사업 등을 시기에 맞게 추진함으로써 본격적인 슈퍼컴퓨터 시대를 열어갈 준비가 되어가고 있다. 따라서 산·학·연·관이 상호 긴밀한 협력을 통해 추진한다면, 빠른 시일 내에 선진기관과 어깨를 나란히 할 수 있을 것으로 판단된다. 여기서 중요한 것은 고위정책결정자들이 슈퍼컴퓨팅센터 및 슈퍼컴퓨터시스템의 역할에 관한 인식 제고이다.

(2) 시스템구축(장비 및 설비)

국가슈퍼컴퓨팅센터로서 시스템구축이 되어야 한다. H/W, S/W, Networking 등이 선진국에 뒤지지 않게 구축되어 있어야 한다.

○ Grosch법칙에 의하면 컴퓨터 장비의 평균비용은 규모가 증가하면 감소하고 컴퓨터의 성능은 비용의 제곱에 비례한다고 한다. 이처럼 컴퓨팅 파워의 제공에 있어서 규모의 경제효과는 보편적인 것으로 인정되고 있다. 국가적인 슈퍼컴퓨팅센터의 효율성 논리도 그 저변에는 규모의 경제효과를 통한 공동활용효과를 극대화할 수 있다는 주장이 깔려있다.

○ NCSA는 2001년부터 과학 연구를 위한 세계에서 가장 크고 빠른, 분산된 컴퓨팅 기반 시설을 구축하기 위한 TeraGrid 프로젝트에 주도적으로 참여하고 있다. 초기에는 NCSA를 비롯하여 샌디에고 슈퍼컴퓨팅센터, 아르곤 국립연구소, CACR가 참여하였다. TeraGrid 프로젝트는 그 기관들을 고성능 네트워크로 연결하여 세계에서 가장 크고 빠른 컴퓨팅 성능을 목표로 하고 있다. 이를 위해 2003년에는 로스엔젤스와 시카고를 40 Gbps의 광케이블로 연결하였다. Qwest Commuications사와 함께 구성한 이 네트워크 망은 전화선을 이용하여 인터넷을 연결하는 것보다 약 백만배가 더 빠르다. 최근에는 3.06 GHz 인텔 Xeon 프로세서를 2개씩 가진 1,450개의 Dell PowerEdge 1750 서버로 구성된 Tungsten 시스템이 도입되었다. 이 시스템은 최고 성능이 15.3 테라플롭스(Tflops)이고 실제 Linpack 성능이 9.82 테라플롭스(Tflops)로 2004년 12월 현재 세계에서 10번째로 빠른 컴퓨터이다. NCSA는 2005년 초까지 총 30 테라플롭스(Tflops)의 컴퓨팅 자원을 보유할 예정으로 있다.

○ 1990년 정부의 지원을 받아 설립된 영국은 EPCC(Edinburgh Parallel Computing Centre)는 당시에는 주로 대학교와 산업체, 연구소들에게 고성능 병렬 컴퓨팅 시스템을 효과적으로 사용하도록 지원하는 것이었다. 1991년에 8 기가플롭스의 최대 성능을 가지고 있는 Thinking Machine사의 CM-200을, 1994년에는 그 당시 유럽에서는 가장 빠른 256 노드의 T3D와 함께 Cray Y-MP를, 1996년에는 Cray T3E를 도입하였다. T3E는 초기에 20개의 프로세서로 27 기가플롭스(Gflops)의 최대 성능을 낼 수 있는 컴퓨터로 도입되었지만, 나중에 344개의 프로세서로 최대 성능이 309 기가플롭스까지 확장되었다. EPCC는 현재 1280개의 IBM POWER4 프로세서로 구성되어 있으며, 6.6 테라플롭스(Tflops)의 최대 성능을 가지는 IBM pSeries 690 시스템인 HPCx를 보유하고 있다(이 시스템은 2004년 11월 현재 TOP500에서 30위를 차지하고 있다.)

(3) 인력 및 예산확충

국가슈퍼컴퓨팅센터로서의 역할수행에 알맞은 인력과 예산지원이 이루어져야 한다. 예컨대 NCSA는 2003년 11월에는 280명의 직원과 파트타임으로 일하는 130명의 대학원생들이 일하고 있으며, 년간 예산은 85백만불 정도였는데, 2005년 현재에는 예산과 인력이 보강된 상태이다. EPCC는 과학기술청, 산업 및 무역부, 고등 교육 지원을 위한 정보 시스템 위원회 등 영국 정부 기관과 영국과 유럽연합(EC)의 여러 기관, 그리고 산업체와의 협력 및 계약 연구를 통해 지원받고 있다. 2003월까지만 해도 EPCC에서는 45명의 전임 연구원이 일하고 있었다.

(4) 연구개발 및 지원

연구개발지원을 효율적으로 그리고 체계적으로 지원하는 시스템을 갖추어야 한다.

○ 국가 Cyberinfrastructure, e-Science 활성화가 필요하다. Cyberinfrastructure, e- R&D, e-Science는 국내외로 분산되어 있는 연구자, 연구장비, 첨단 정보 등을 그리드(Grid)기반 하에서 초고속연구망과 웹을 통해 이들을 통합·활용하여 연구개발 능력을 혁신하는 새로운 연구개발의 패러다임이며, 거리와 시간상의 제한을 받지 않고 언제, 어디서나 연구장비와 전문가의 동시 활용에 의한 협동연구를 통해 연구생산성의 획기적 개선 및 가상연구실 구현한다는 것이다. 세계는 지금 정보기술과 과학기술의 융합을 통하여 국

가 과학기술의 연구개발 효율성을 혁신적으로 제고하기 위하여 Cyberinfrastructure, e-R&D, e-Science 환경으로 급속히 전환되고 있다. 향후 수년 내로 Cyberinfrastructure, e-R&D, e-Science 사업을 통한 국가 경쟁력을 확보하지 못하면 21세기 무한경쟁에서 낙후될 우려가 있다. Cyberinfra- structure, e-R&D, e-Science를 성공적으로 구축·보급·활성화 함으로써 과학기술향상 및 국가경쟁력을 획기적으로 제고하기 위한 『(가칭)국가 e-Science 촉진법』 제정 추진할 필요가 있으며, 이 내용에느 연구자간, 기관간 공동활용 가능한 연구장비, 실험 결과 데이터들에 대한 공유 유도 및 저작권 등을 보장할 필요가 있다.

○ 공급자 측면과 수요자 측면에서 볼 때, Cyberinfrastructure, e-R&D, e-Science의 핵심기반이 되는 첨단장비와 슈퍼컴퓨터 자원을 보유하고 있는 기관 중 70%가 첨단장비나 슈퍼컴퓨터를 네트워크 상에 연결한 상태이며, 49%가 이를 원격 연구자들에게 제공하여 공동 활용 중이다. 그러나, 첨단장비나 슈퍼컴퓨터 자원을 보유한 기관이 공동 활용을 하고 있지 않거나 원하지 않는 경우가 전체의 42%를 차지하며 이는 보유 장비가 내부자에게도 자원 공급을 충족시키지 못하기 때문이거나, 기술 지원, 네트워크 성능, 보안, 필요성에 대한 인식 부족 등 다양한 이유가 제기 되었으나, 단순히 네트워크 문제와 무관(80%)하다.

(5) 효과적인 사용자지원

효과적인 사용자지원이 이루어져야 한다. 현재 KISTI에 도입·운영되고 있는 슈퍼컴퓨터인 벡터컴퓨터(NEC SX-5/6), SMP(HP HPC160, HPC320), IBM p690은 초고속, 대용량의 고성능 슈퍼컴퓨터 파워를 산·학·연 및 정부기관 등 각 분야의 사용자들에게 보다 효율적으로 제공하여 국가 경쟁력 강화와 첨단기술 개발, 기초과학 기술 확립, 신제품 개발 등에 기여하고 있다.

○ 슈퍼컴퓨터를 이용하는데 있어서 사용자에게 기본적으로 필요한 사용료 관련 내용을 요약하여 보면 다음과 같다. 첫째, 슈퍼컴퓨터 사용자는 회원제 사용자와 일반 사용자로 구분되는데, 대부분의 사용자는 회원제 사용자에 해당된다. 둘째, 시스템 사용료에는 기본적으로 SRU(System Resource Unit) 시간으로 사용료를 계산한다. 셋째, 사용자에 대한 무상 지원과 할인 규정에는 재계약시 남은 시간 무료지원과 다구좌 신청 시 보너스 시간 제공, 대학교 실습시스템으로 무상 교육계정도 지원하고 있다. 넷째, 사용료 감면에

는 사용자가 결과를 얻지 못하거나 무용한 결과를 얻게 되었을 때는 그 사유에 따라 감면하여 주고 있다. 다섯째, 슈퍼컴퓨터 사용료 관련 용어들을 정의하여 사용자들의 이해를 돕고 있으며, 기타 사용자 신청안내 및 사용료 납부방법 등을 안내하고 있다.

○ 적절한 슈퍼컴퓨터사용요금정책이 필요하다. 슈퍼컴퓨터를 이용하기 위해 계약을 하면 벡터컴퓨터, 병렬컴퓨터, SMP를 동시에 이용할 수 있으며, 그에 대한 사용료는 SRU시간을 계산하여 사용료를 지불해야 한다. 다시 말해 사용료 계산은 일일 SRU시간으로 일괄적으로 정산하게 된다. 회원제 사용자는 1일 디스크 무료사용량이 시스템별로 다음과 같이 Quota제로 적용하고 있으며, 그 이상을 사용하게 될 때에는 HPSS를 이용하여 하용하면 된다.

○ 무상지원 및 할인정책도 적절히 이루어져야 한다. 슈퍼컴퓨터 회원제 사용자에게는 공용장비 무료이용 및 계약 연장 시 남은 시간 지원, 다 구좌 사용자 보너스 제공, 병렬컴퓨터 사용자에게 시스템 여력이 있는 한 CPU Time 지원, 일정량의 디스크 무상지원, 슈퍼컴퓨터 활용 연구활동 지원, 대학교에 무료교육 지원 등의 무상지원이 있으며, 일반 사용자에게는 월 사용료에 대하여 구간별 할인 혜택을 주고 있다.

○ 사용자 편의 프로그램이 더 많이 개발되어야 한다. KISTI 슈퍼컴퓨팅센터에서는 사용자의 사용량을 확인하기 위하여 통합 어카운팅시스템(ISAM)을 제공하고 있다. 이는 톱다운-메뉴방식으로 이를 사용하기에는 계정번호와 일자를 입력하여야 하는 과정이 필요하다. 데이터를 DB로 구축하여 이를 이용한 다양한 통계를 나타낼 수 있고 프로그램을 쉽게 구현하여 필요 시 해당 자료를 쉽게 빠르게 처리할 수 있게 하며, 해당 프로그램을 Web 버전으로 개발하여 Web 상에서 볼 수 있도록 하고 기존의 텍스트 버전과 자료의 신뢰성에 대하여 상호 보완 관계를 유지하고 관리의 편의성을 도모할 수 있도록 하기 위함이다.

(6) 슈퍼컴퓨터파워의 확충필요

한국의 경우 여러 가지 어려운 점은 있지만 일단 슈퍼컴퓨터 파워를 늘리는 것이 필요하다. 슈퍼컴퓨터파워가 갖추어져야 더 많은 사람들이 슈퍼컴퓨터를 활용할 수 있기 때문이다. 전술한 바와 같이 디지털기술의 법칙인 G. Moore의 법칙이

2배 이상 높게 적용되고 있다. Moore의 법칙처럼 18개월에 컴퓨터성능이 두 배 증가하는 것이 아니라 거의 4배 증가하고 있음을 감안해야 한다.

(7) S/W에의 관심 및 연계

단순히 슈퍼컴퓨터파워를 늘리는 것보다 더욱 중요한 것은 슈퍼컴퓨터를 사용자가 효과적으로 활용할 수 있도록 해야 한다. 특히 미들웨어 등 S/W에 관심을 가져야 하며, S/W를 병렬화하는 기술개발에 관심을 기울여야 한다. 그리고 우리나라에 흩어져 있는 슈퍼컴퓨터 자원을 관장하고, 이들 사이의 연계를 도모하여 결국 시너지효과를 낼 수 있는 방향으로 슈퍼컴퓨팅센터가 역할을 해야 한다.

(8) 고성능 슈퍼컴퓨팅법(HPC Act) 제정

국가 과학기술과 산업기술발전에 광범위한 영향을 미치는 슈퍼컴퓨팅자원의 안정적 공급, 국내 슈퍼컴퓨팅자원의 공동활용 및 이용 활성화 등을 위해 관련법 제정, 제도화가 필요하다. 미국의 경우 이미 HPC 법제화를 통해 고성능컴퓨팅에서 미국의 지속적인 리더쉽을 보장받고 있다. 예컨대 고성능 컴퓨팅법(1991), 차세대인터넷 연구법안(1998), 고성능 컴퓨팅 부흥법(2004), 에너지부 첨단컴퓨팅 부응법(2004)이 그것이다.

(9) 슈퍼컴퓨팅센터의 역할 : 중장기적인 관점

슈퍼컴퓨팅센터는 초고속 정보화 시대의 양대 기반 요소인 고속 네트워크와 슈퍼컴퓨터파워를 전국의 대학, 연구소, 사업체 및 정부 기관에 제공하여 정보화 및 산업화를 바탕으로 한 정보 복지 국가를 구현하기 위하여 노력해야 할 것이다. 특히 항상 새로운 슈퍼컴퓨터과 고성능 전산망 기술을 제공하여 사용자의 연구 생산성 및 정보화 수준을 향상시키고, 21세기를 대비하는 정보화의 기수로서 총력을 기울여 나가야 할 것이다. 명실공히 슈퍼컴퓨팅센터는 첨단 과학 및 공학분야의 고도로 복잡한 문제를 해결하기 위하여 필요한 고성능 컴퓨팅 자원 및 기술을 제공할 목적으로 국가 기간 전산망 기본계획에 따라 설립된 국가 주도의 고성능 컴퓨팅 센터라는 점에서 그 역할을 더욱 중요하다고 볼 수 있다. 본 보고서에서는 이러한 역할을 구체적으로 실현하기 위한 전략을 개괄적으로 제시한다.

○ 명실상부한 국가 과학기술 인프라구축

1990년대 말부터 여러 나라에서 고도 컴퓨팅자원과 고도컴퓨팅 관련응용기술, 기반기술지식들을 국가적 차원에서 조직하고 통합하려는 움직임이 나타나고 있다. 이러한 움직임의 선두국가인 미국은 PACI(Parternership for Advanced Computational Infrastructure)와 같은 프로그램을 운영한 바 있다. 이 프로그램은 기본적으로 국가적 차원에서 여러 센터와 조직에 분산되어 있는 슈퍼컴퓨터자원, 시설, 인력 및 기술적 지식을 연계하여 통합, 연계차원에서 기술지식의 확산과 연구개발활동을 수행하려는 것이다. 전술한 NCSA, NPACI 등은 이것의 산물로 여겨진다. 기술혁신의 주체로서 새로운 지식을 창출하고, 그 지식을 확산하기 위해 국가차원의 슈퍼컴퓨터 자원 및 시스템의 지원이 있어야 할 것이다. 이를 위해 중요한 것은 관련당사자의 마인드의 변화가 절실히 필요하다.

○ 세계적 수준의 국가 슈퍼컴퓨팅센터구축

또 다른 측면에서 국립슈퍼컴퓨팅센터의 위상강화 및 활용이 필요하다. 슈퍼컴퓨터 이용의 활성화를 위해서는 ① 해외 슈퍼컴퓨팅센터와 정보교류 ② 슈퍼컴퓨터의 인식제고 ③ 운영서비스 평가를 위한 Monitor 제도운영 ④ 슈퍼컴퓨터 활용교육 ⑤ 기타(지역별 순회홍보, 국제회의개최, 사용자 지원강화 및 신규회원가입 유도)등도 필요하지만 특히 슈퍼컴퓨팅센터의 위상강화 및 활용이 필요하다. 국립슈퍼컴퓨팅센터 구축의 필요성은 다음의 몇 가지로 요약된다. 즉, i) 미국의 초고속 통신망 사업(HPCC프로그램)처럼 현재 추진되고 있는 초고속통신 인프라계획을 촉진시켜 선도적 개념의 고성능 컴퓨팅과 연관된 고속전산망 형태로 발전하기 위해서는 정부의 지원이 필요하다는 점 ii) 미국·유럽 등 선진국의 경우 슈퍼컴퓨터의 도입 및 활용을 국가적 과제(National Grand Challenge)로 집중 투자하여 국가 초고속 슈퍼컴퓨터 연구센터로 발전하고 있다는 점 iii) 초고속 정보통신 기반구조 및 학술연구분야의 인프라 구축은 물론 슈퍼컴퓨터 개발을 국책 사업화하여, 국제 간 컴퓨팅파워경쟁에서 선두에 설 수 있는 촉진제 역할을 수행하는 것이 바람직하다는 점 iv)향후 슈퍼컴퓨터 파워는 무한경쟁시대의 국가발전의 원동력이 되는 새로운 신사회 간접자본의 역할을 할 것이 분명하다는 점 등을 들 수 있다(Meuer & Strohmaier, 1995).

○ U-시대를 위한 하부구조

슈퍼컴퓨팅센터는 극한상황의 한계기술을 개발하고, 창조적 기술을 혁신하며,

국가의 위기관리, 차세대 정보기술의 선도를 통해 국가의 경쟁력을 제고시켜야 하며(김중권 외, 1998. 12), 21세기 지식강국을 위한 하부구조(infrastructure)로서의 역할을 해야 한다. 선진국들은 이미 국가슈퍼컴퓨터 사업을 국가의 핵심전략사업으로 설정하여 투자하고 있는데, 우리도 국가의 장래, 21세기 지식강국을 위해 슈퍼컴퓨터 사업에 대한 투자가 요구된다.

<표 6-3> Strategical evolution plan for Supercomputing Center

<table>
<tr><th>구분</th><th>'03</th><th>'04</th><th>'05</th><th>'06</th><th>'07</th><th>'08</th><th>'09</th><th>'10</th></tr>
<tr><td>센터 명칭</td><td colspan="3">슈퍼컴퓨팅센터</td><td colspan="5">e-Science센터</td></tr>
<tr><td rowspan="3">활용</td><td colspan="8">기초과학 + 전통산업</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="7">미래 유망신기술(6T)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="6">차세대 신성장동력</td></tr>
<tr><td>비젼</td><td>슈퍼컴퓨터</td><td colspan="2">그리드 컴퓨팅</td><td colspan="5">유비쿼터스 컴퓨팅</td></tr>
<tr><td rowspan="5">사업</td><td colspan="3">슈퍼컴퓨터 인프라 구축 사업</td><td colspan="5" rowspan="2">유비쿼터스 컴퓨팅 구축 사업</td></tr>
<tr><td colspan="3">국가 그리드 구축 사업</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="6">e-Science 구축 사업</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="6">클러스터 컴퓨팅 구축 사업</td></tr>
<tr><td colspan="2">초고속 응용기술 지원사업</td><td colspan="6">국가 첨단 선도망 시험 사업</td></tr>
</table>

<출처> KISTI, 2004사업보고서.

6.2 슈퍼컴퓨터의 기술동향 및 발전방향

6.2.1 TOP500에 기초한 슈퍼컴퓨터 기술동향

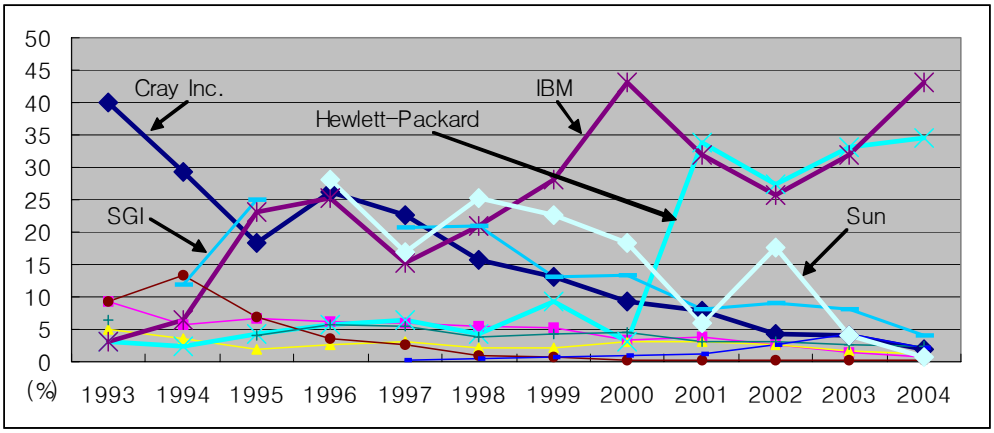
○ Top500의 개요

전 세계에 설치되어 있는 슈퍼컴퓨터들에 관한 통계자료에 관하여, 독일 멘하임 대학교의 H. Meuer가 1986년부터 매년 벡터 컴퓨터(Vector Computer) 숫자를 시스템 제조회사를 중심으로 발표하여 왔다. 이러한 단순한 숫자는 시스템의 다양성과 시스템의 차이를 반영할 수 없었다. 전 세계에 어떠한 성능을 지닌 어떠한 컴퓨터들이 어느 곳에 설치되어 있는지, 그리고 어떠한 목적으로 사용되고 있는지에 관한 자료는 H. Meuer와 함께, 미국 테네시 주립대학교의 J. Dongarra, 그리고 로오렌스 버클리 국립연구소의 E. Strohmaier와 H. Simon이 공동으로 작성한 'TOP500 Supercomputer Sites'라는 보고서로서, 전 세계에 설치되어 있는 최고의 성능을 가진 500개의 컴퓨터들에 관한 자료를 1993년부터 매년 2번씩 (6월과 11월에) 발표하고 있으며, http://www.top500.org에 접속하여 볼 수 있다[8].

이하에서는 이러한 top500에 기초하여 슈퍼컴퓨터의 기술동향을 살펴본다.

○ 슈퍼컴퓨터제조회사(Manufacturer)

Top500을 기준으로 할 때 슈퍼컴퓨터제조회사는 주로 SGI, Cray, HP, IBM, SUN등이다. 그런데 1993년 당시에만 해도 Cray회사가 전 세계 슈퍼컴퓨터의 40% 정도를 생산했으나, 2004년을 기준으로 보면 IBM과 HP에서 전체 슈퍼컴퓨터의 70%이상을 생산하고 있다.

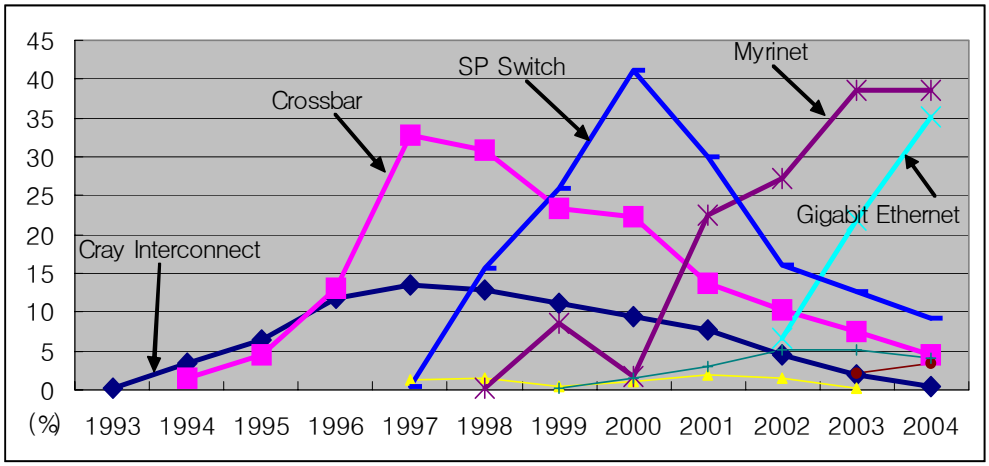


<그림 6-2> Manufacturer Trend(1993-2004)

8) TOP500 보고서에는 LINPACK 벤치마크라는 성능 평가에 의하여 컴퓨터들의 순위를 정하였으며, 이 자료를 6개월마다 작성하여 컴퓨터의 발전과 진보 추세를 알아보고 있다. 컴퓨터의 성능을 측정하는 벤치마킹 프로그램은 계산, 통신, 그래픽 처리, 웹 서버 등, 컴퓨터를 사용하는 목적에 따라 다양하며, 사용자와 사용하는 기관의 목적에 따라 얼마든지 그 성능이 달라질 수 있다. TOP500 리스트의 성능 측정 기준으로 사용되는 LINPACK 벤치마크 방법으로는 프로세서의 성능만 반영되고 시스템 컴포넌트 사이의 데이터 전송 능력이나 주변 장치의 성능이 정확하게 반영되지 않기 때문에, LINPACK 벤치마크를 이용하는 기존의 TOP500 슈퍼컴퓨터 성능 순위 리스트가 실질적인 성능을 정확하게 반영하지 않고 있다는 비판을 받고 있다. 슈퍼컴퓨터, 혹은 슈퍼컴퓨터들은 연산을 빠르게 처리하기 위한 고성능 중앙처리장치 외에도, 대용량의 메모리를 가지고 있어서, 기존 컴퓨터에서는 처리할 수 없는 커다란 크기의 문제, 즉 Grand Challenge 문제를 해결할 수 있다. 그러한 컴퓨터들의 최대 성능을 잘 나타내도록 하기 위해서 문제의 크기를 그 컴퓨터에서 수행시킬 수 있는 최대의 크기까지(Nmax) 확장하여 선형방정식의 해를 구한다. 문제의 크기가 Nmax일 때의 성능은 Rmax로 나타내며, 이 값은 컴퓨터가 수행시킬 수 있는 가장 큰 문제, N = Nmax를 Gauss 소거법을 이용하여 해를 구하였을 때 얻을 수 있는, 그 컴퓨터의 최대 성능이다. 만일 N = N1/2 문제의 해를 구한다면, 최대 성능 Rmax의 50%를 얻을 수 있다. 특히 알고리즘은 기본적으로 부동소수점 연산의 개수가 2N3/3 + O(N2)이어야 한다. 즉 Strassen 방법과 같은 고속 행렬 알고리즘을 사용하여 인위적으로 속도를 높이는 방식을 배제하였다(최재영·김명호·김중권, 2004)..

○ 네트워크기술(Interconnect Family)

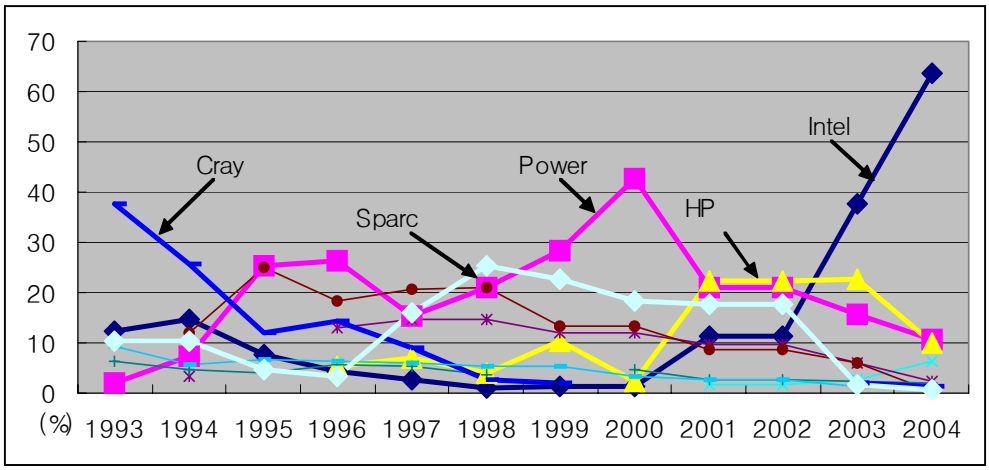
네트워크기술은 Cray Interconncet, Crossbar, SP Switch, Myrinet 및 Gigabit Ethernet)을 주로 사용하고 있음을 알 수 있다(그림 6-3참조). 그런데 2000년 이후부터는 주로 Myrinet과 Gigabit Ethernet를 주로 사용하고 있다.



<그림 6-3> Interconnect Family(1993-2004)

○ 프로세스 기술(Processor Family)

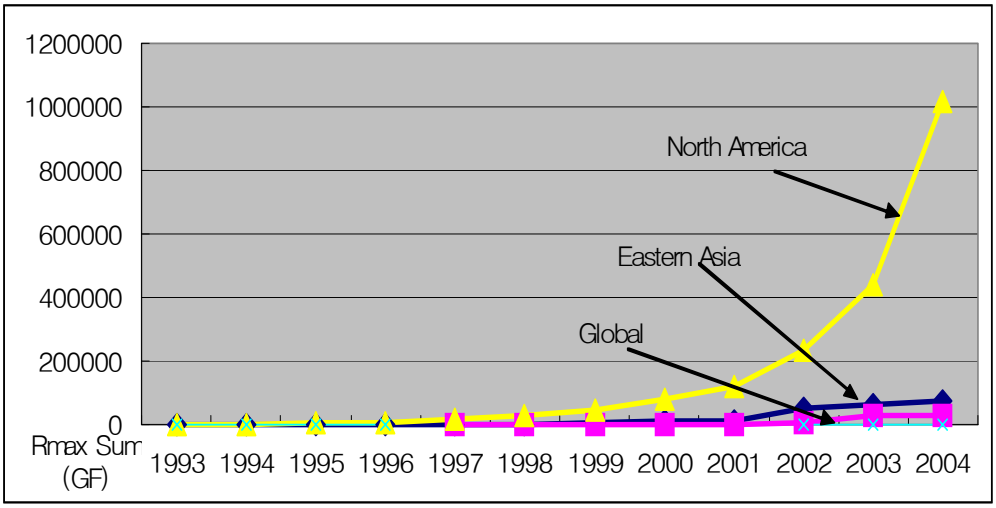
슈퍼컴퓨터 프로세스의 경우 Cray, Sparc, Power, HP, Intel을 사용하는데, 2002년 이후에는 주로 Intel을 사용하고 있다.



<그림 6-4> Processor Family(1993-2004)

○ 슈퍼컴퓨터생산지역(Producer Regions)

슈퍼컴퓨터를 생산하는 지역은 주로 북미지역인 미국이다. 일본의 점유율은 미국에 비해 월등히 떨어진다<그림 6-5 참조>.



<그림 6-5> Producer Region trend(1993-2004)

○ 시스템아키텍쳐(System Family)

슈퍼컴퓨터 시스템군을 아키텍쳐를 중심으로 보면 <표 6-4>와 같으며, 모델명을 중심으로 보면 <표 6-5>와 같이 HP Cluster와 IBM SP방식을 사용하고 있음을 알 수 있다.

<표 6-4> System Family(2004.11기준)

	Count	Share %	Rmax Sum (GF)	Rpeak Sum (GF)	Procs Sum
Bull SMP Cluster	1	0.2	1131	1331	256
Cray X1	7	1.4	16298	17869	1396
Dell Cluster	13	2.6	32620	60306	10112
Fujitsu Cluster	1	0.2	8728	12534	2048
Hitachi SR11000	2	0.4	6228	11533	106
Hitachi SR8xxx	4	0.8	5152	6314	1548

HP AlphaServer	9	1.8	29085	40121	18020
HP Cluster	63	12.6	97899	172136	28912
HP Superdome	100	20	108241	165336	38284
IBM BlueGene/L	3	0.6	91055	119603	45056
IBM Cluster	160	32	309745	611838	109300
IBM SP	52	10.4	146909	273158	65354
intel Paragon	1	0.2	2379	3207	9632
Legend	2	0.4	5490	7373	1536
NEC Vector	10	2	47177	52669	6488
NOW - PowerPC	2	0.4	13199	22288	2456
NOW - Alpha	1	0.2	997	1782	1800
NOW - AMD	13	2.6	30855	46987	11676
NOW - Intel Itanium	5	1	33947	42764	7712
NOW - Intel Pentium	23	4.6	47997	79305	15189
PRIMEPOWER HPC2500	2	0.4	9958	21165	3776
SGI Altix	18	3.6	73669	87142	14880
SGI Origin	2	0.4	2461	4301	7168
Sun Fire	2	0.4	2118	3370	1572
Sun Fire - Intel based	2	0.4	1812	3696	660
T3E/T3D	2	0.4	2332	4279	3692
All	500	100 %	1127481	1872406	408629

○ 시스템모델(System Model)

시스템모델을 중심으로 살펴보면 Top500컴퓨터중 25.2%인 125대가 xSeries Cluster Xeon - GigE를 사용하고 있으며, 5.4%인 27대가 HP DL360 Cluster - Myrinet를 사용하고 있다<표 6-5>.

<표 6-5> Sytem Model(2004.11기준)

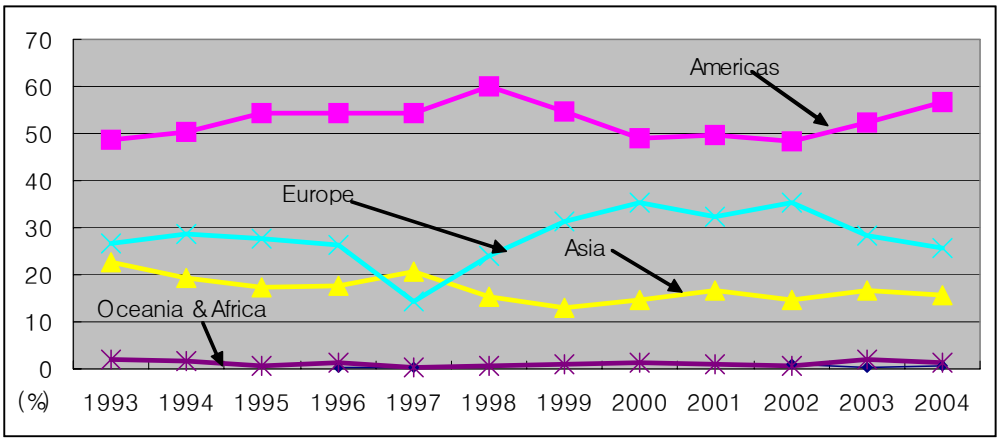
	Count	Share %	Rmax Sum (GF)	Rpeak Sum (GF)	Procs Sum
ASCI - Red	1	0.2	2379	3207	9632
BlueGene/L	3	0.6	91055	119603	45056
Cray X1	7	1.4	16298	17869	1396
DeepComp 1800 - Myrinet	1	0.2	1297	2048	512

DeepComp 6800 - Quadrics	1	0.2	4193	5325	1024
Dell-Cray	1	0.2	4152	6338	1024
eServer Cluster Opteron - GigE	11	2.2	10802	25424	6276
eServer Cluster Opteron - Infiniband	1	0.2	1930	4118	936
eServer Cluster Opteron - Myrinet	4	0.8	16007	22810	5384
eServer Intel Tiger4, - Myrinet	1	0.2	1636	2662	512
Fire 15K Cluster	2	0.4	2118	3370	1572
Fire V60 Cluster, Gig Ethernet	2	0.4	1812	3696	660
Fujitsu Cluster	1	0.2	8728	12534	2048
HP BL-20P Cluster	12	2.4	18673	35533	5806
HP DL140 Cluster	6	1.2	6188	10163	1588
HP DL145 Cluster	2	0.4	3152	4506	1024
HP DL360 Cluster - Infiniband	1	0.2	1401	2130	348
HP DL360 Cluster - Myrinet	27	5.4	38831	72516	11680
HP DL380 Cluster	6	1.2	8404	14683	2622
HP DL580 Cluster	1	0.2	1206	2080	400
Integrity rx2600 Itanium2 Cluster	3	0.6	11775	15500	2624
Integrity rx4640 Itanium2 Cluster, GigEthernet	2	0.4	3477	6989	1344
Integrity rx5670 Itanium2 Cluster, GigEthernet	1	0.2	2556	5325	1024
Integrity Superdome	50	10	55738	73320	12220
Integrity zx6000 Itanium2 Cluster - Myrinet	2	0.4	2236	2712	452
Itanium2 Tiger4 Cluster - Quadrics	1	0.2	19940	22938	4096
JS20 CLuster, Myrinet	3	0.6	22940	35088	4152
NovaScale5160	1	0.2	1131	1331	256
NOW Cluster - Alpha - myrinet	1	0.2	997	1782	1800
NOW Cluster - AMD - Gig Ethernet	5	1	7501	14918	3784
NOW Cluster - AMD - Infiniband	3	0.6	4008	5324	1376
NOW Cluster - AMD - Myrinet	5	1	19346	26744	6516
NOW Cluster - Intel Itanium - Myrinet	3	0.6	6792	9567	1840
NOW Cluster - Intel Pentium - Gig Ethernet	2	0.4	3452	5668	1040
NOW Cluster - Intel Pentium - Giganet	1	0.2	1283	2557	520
NOW Cluster - Intel Pentium - Infiniband	2	0.4	2009	2796	512
NOW Cluster - Intel Pentium - Myrinet	13	2.6	29456	51215	9613
NOW Cluster - Intel Pentium - Quadrics	3	0.6	9706	13927	2816
NOW Cluster - Intel Pentium - SC 3D	2	0.4	2091	3142	688
ORIGIN 2000 250 MHz -	1	0.2	1608	3072	6144

Constellation					
ORIGIN 3000 600 MHz	1	0.2	853	1229	1024
PowerEdge 1750 - GigE	3	0.6	3488	10367	1728
PowerEdge 1750 - Infiniband	1	0.2	882	1175	192
PowerEdge 1750, Myrinet	3	0.6	15437	23910	3860
PowerEdge 1850 - GigE	1	0.2	3064	5581	872
PowerEdge 2650 - GigE	1	0.2	1503	3073	640
PowerEdge 2650 - Myrinet	1	0.2	2004	2880	600
PowerEdge 2650 - Quadrics	1	0.2	878	1229	256
PowerEdge 650, Gig Ethernet	1	0.2	1212	5753	940
PRIMEPOWER HPC2500	2	0.4	9958	21165	3776
SC Alpha-Server-Cluster	9	1.8	29085	40121	18020
SGI Altix 1.3 GHz	9	1.8	11920	13894	2672
SGI Altix 1.5 GHz	8	1.6	9879	12288	2048
SGI Altix 1.5 GHz, Infiniband	1	0.2	51870	60960	10160
SP PC604e 332 MHz	1	0.2	2144	3856	5808
SP Power3 375 MHz	1	0.2	1417	2004	1336
SP Power3 375 MHz high node	6	1.2	20904	30882	20588
SP Power4+, Federation	18	3.6	76945	138918	20416
SP Power4+, GigE	6	1.2	7557	23936	3520
SP Power4, Colony	16	3.2	30682	60153	11558
SP Power4, Federation	2	0.4	2768	5325	1024
SP Power4, Gig Ethernet	1	0.2	1424	2611	384
SP Power5, GigE	1	0.2	3068	5472	720
SR11000-H1	2	0.4	6228	11533	106
SR8000	1	0.2	873	1024	128
SR8000-F1	2	0.4	2570	3216	268
SR8000/MPP	1	0.2	1709	2074	1152
SuperDome HyperPlex	50	10	52503	92016	26064
SX5	1	0.2	1192	1280	128
SX6	8	1.6	44607	49976	6200
SX7	1	0.2	1378	1413	160
T3E1200	2	0.4	2332	4279	3692
Titan Cluster Itanium2 - Myrinet	1	0.2	7215	10259	1776
xSeries Cluster Xeon - GigE	126	25.2	221690	469782	82658
xSeries Cluster Xeon - Infiniband	1	0.2	1389	2350	384
xSeries Cluster Xeon - Myrinet	11	2.2	20534	30963	5538
xSeries Cluster Xeon - Quadrics	2	0.4	12818	18641	3460
XServe Cluster	1	0.2	12250	20240	2200
XServe Cluster, GigE	1	0.2	949	2048	256
All	500	100 %	1127481	1872406	408629

○ 대륙별 사용추이(Continents)

슈퍼컴퓨터 사용추이를 대륙별로 나누어보면 <그림 6-6>과 같이 요약된다. 미국과 유럽 그리고 아시아에서 거의 사용하고 있으며, 오세아니아와 아프리카에서는 사용하는 비중이 매우 낮다.

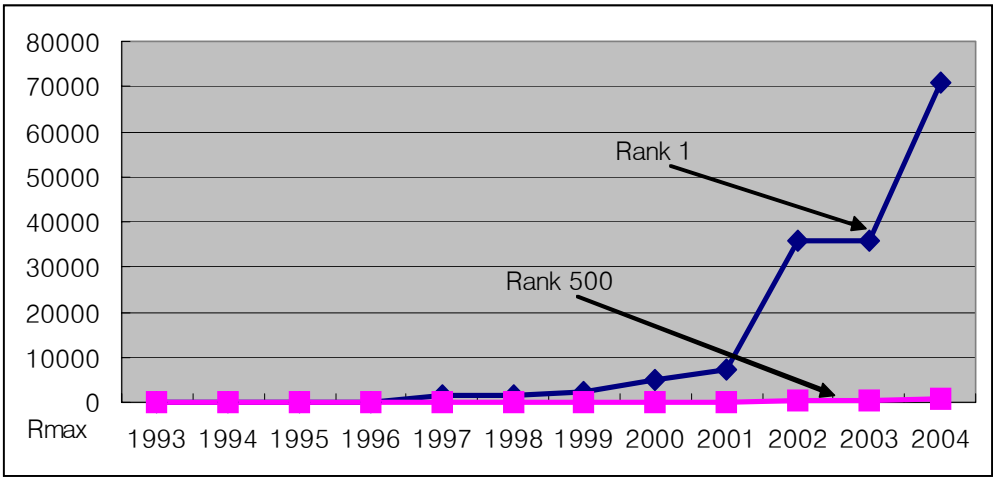


<그림 6-6> Continent Trend(1993-2004)

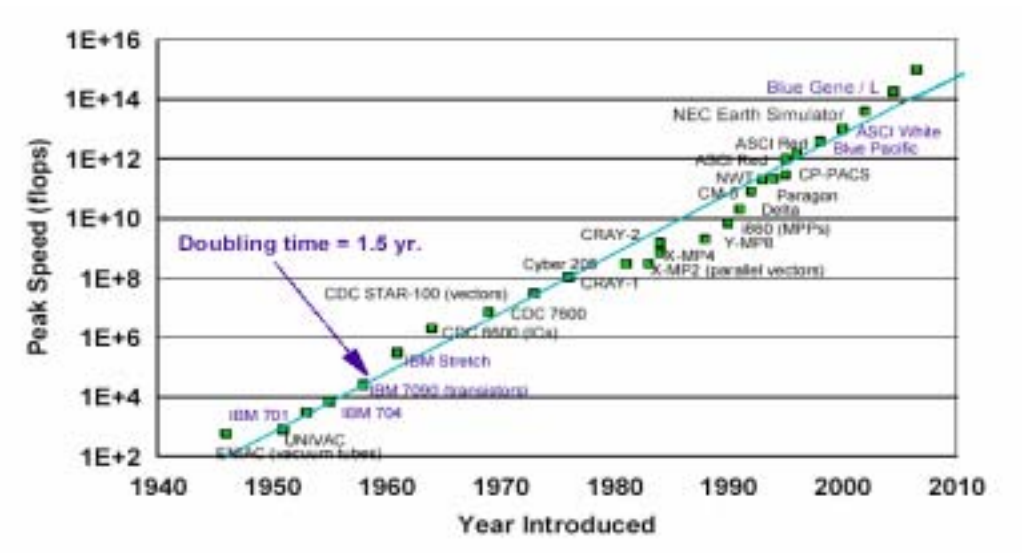
○ 성능의 발전추이(Performance Development)

슈퍼컴퓨터 성능의 발전추이를 보면 <그림 6-7>에서 보는 바와 같이 1위수준의 컴퓨터와 500위수준의 컴퓨터는 그 차이가 매우 큼을 알 수 있다. 1위인 70,720 Rmax 수준인데 비해 500위는 850.6 Rmax수준이다. 성능발전의 추세를 1950년대부터 2010년까지 변화과정을 그려보면 <그림 6-8>과 같이 나타낼 수 있다. 1.5년마다 성능이 2배정도 높아지고 있음을 알 수 있다. 이는 슈퍼컴퓨터의 성능이 가히 폭발적임을 알 수 있다.

1위	IBM/DOE United States/2004	BlueGene/L beta-System BlueGene/L DD2 beta-System (0.7 GHz PowerPC 440) / 32768 IBM	70720 91750
500위	SBC Service Inc United States/2004	SuperDome 875 MHz/HyperPlex / 416 HP	850.6 1456



<그림 6-7> Performance Comparison(Top1-Top500)

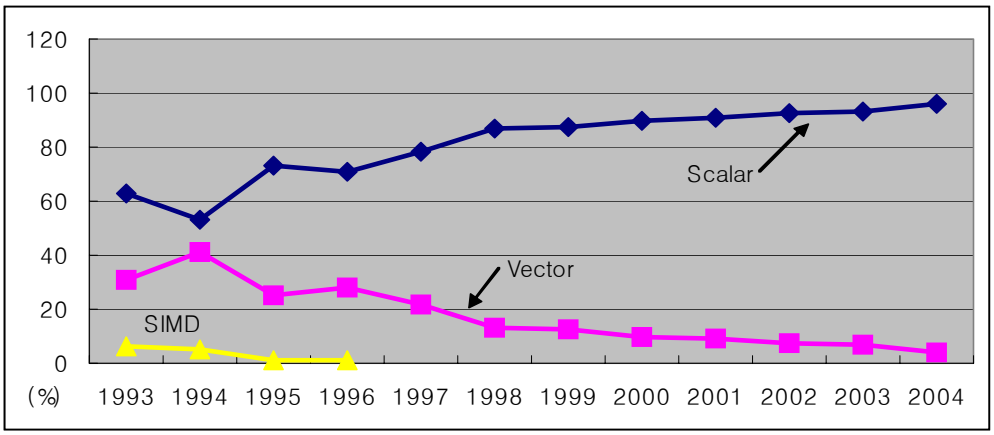


<그림 6-8> Trend for Performance Development
<출처> 한국IBM전략컴퓨팅사업부, 2004

6.2.2 슈퍼컴퓨터기술의 발전추이

○ 프로세스 아키텍쳐(Processor Architecture) 발전추이

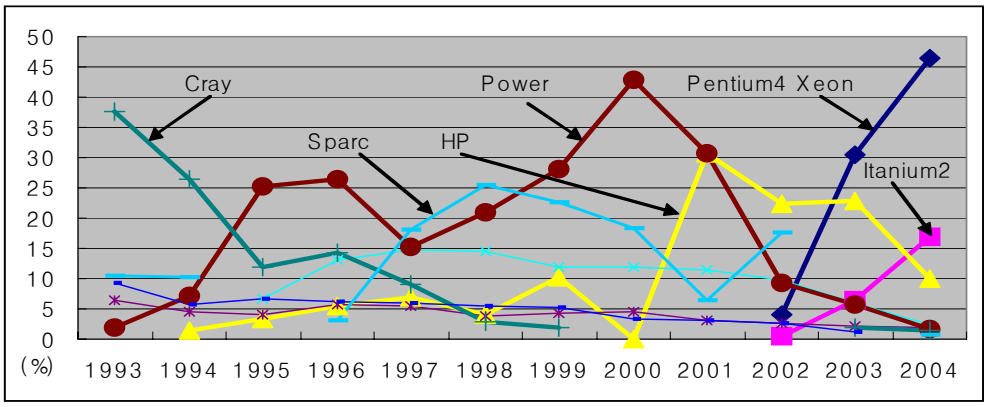
프로세스 아키텍쳐는 Scalar, Vector 그리고 SIMD방식을 사용하는데, 최근에는 스칼라방식이 주로 활용되고 있다<그림 6-9>참조.



<그림 6-9> Processor Architecture Trend(1993-2004)

○ 프로세스(Processor generation) 발전추이

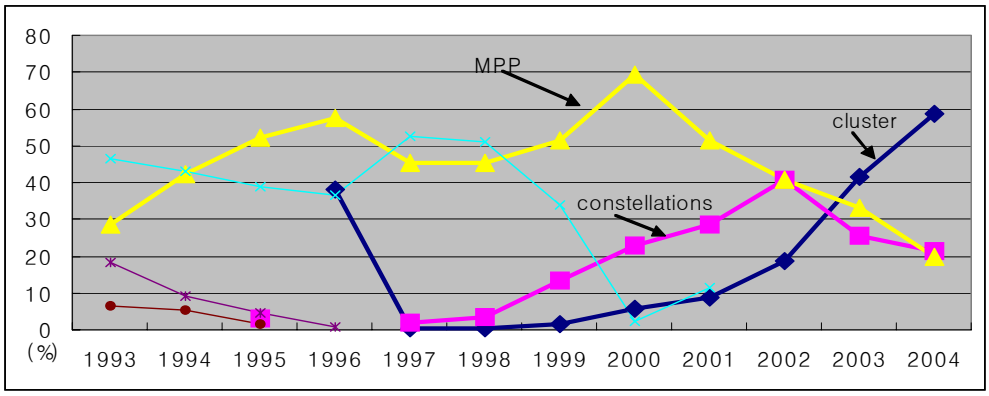
프로세스는 2002년이후 Pentium4 Xeon과 Itanium2가 주로 사용된다. Power는 2000년 이후 급격하게 줄어들고 있다<그림 6-10>참조.



<그림 6-10> Processor Generation Trend(1993-2004)

○ 아키텍쳐(Architecture) 발전추이

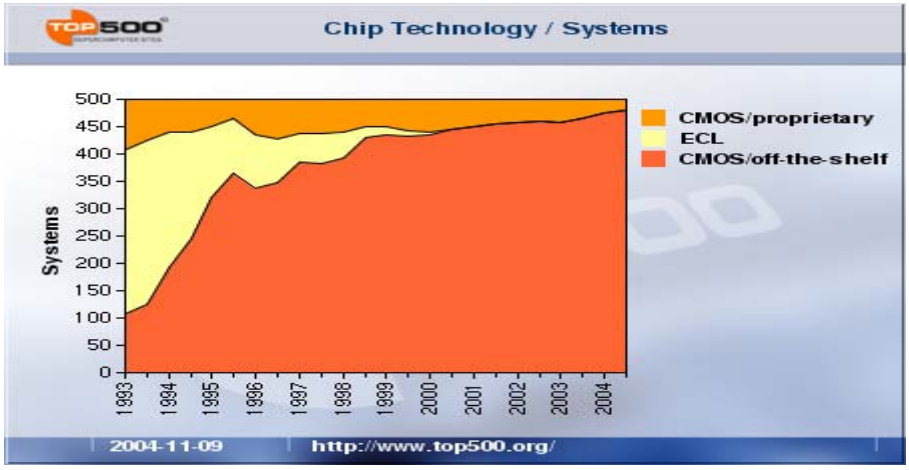
슈퍼컴퓨터 아키텍쳐는 2000년 이후 기준으로 볼 때 MPP방식을 줄어들고 있으며, 주로 클러스트 방식이 점점 늘어나고 있다. 클러스트(Cluster) 컴퓨터란 2대이상의 PC 또는 서버를 고속내부 네트워크로 연결하여 고성능, 대용량 단일시스템으로 구축하여 작업을 수행하는 컴퓨터를 말한다(정보통신부, 2004.5).



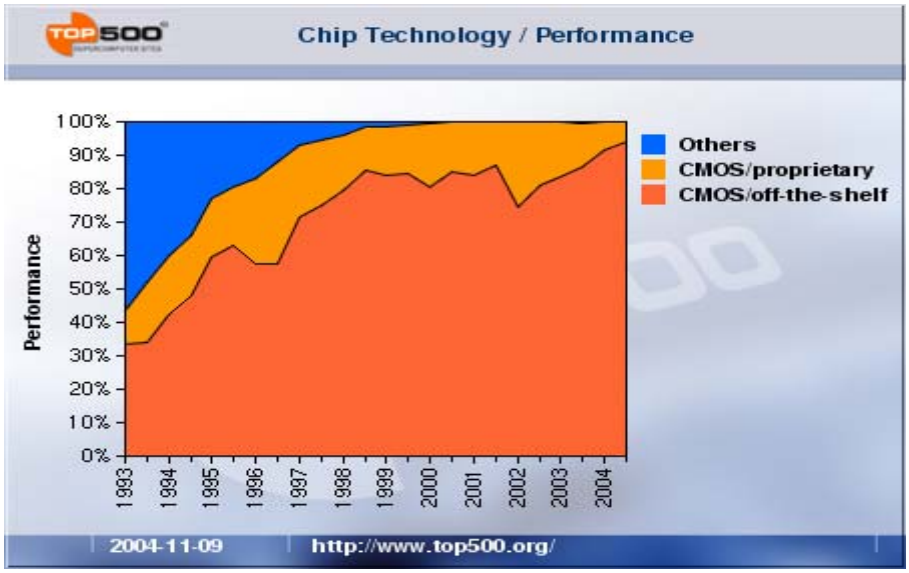
<그림 6-11> Architecture Trend(1993-2004)

○ 칩기술(Chip Technology)

칩기술은 CMOS/off-the-shelf방식을 주로 사용하고 있으며, 성능도 매우 좋음을 알 수 있다<그림 6-12><그림 6-13>.

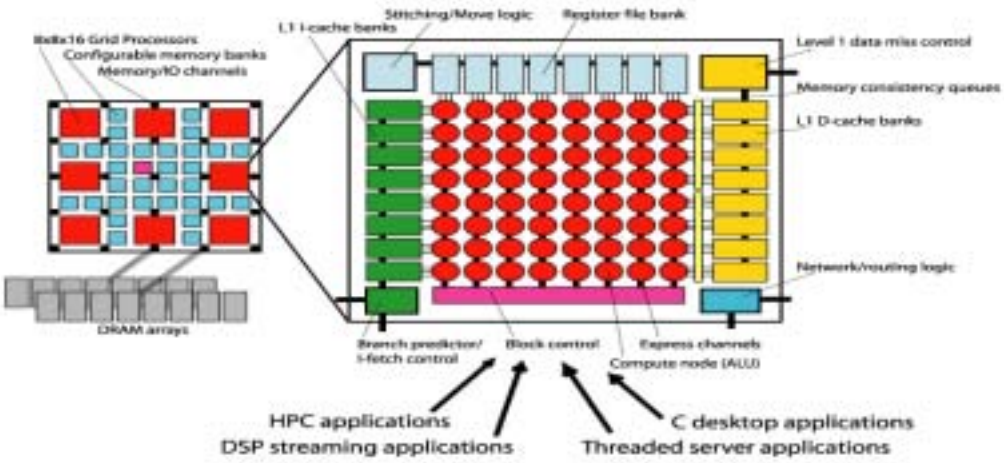


<그림 6-12> Chip Technology/System



<그림 6-13> Chip Technology/Performance

그리고 TeraFlops Supercomputing Chip의 내부구조를 살펴보면 <그림 6-14>와 같다.



<그림 6-14> TeraFlops Supercomputing Chip

6.2.3 슈퍼컴퓨터기술의 발전방향

슈퍼컴퓨터기술의 발전전개방향은 예측하기란 쉽지 않다. 다만 미국 HECRTF(The Report of the High-end computing revitalization task force)에서 제시한 내용을 토대로 요약하면 <표 6-6>과 같다. Near-term은 2005-2006년, Mid-term은 2007-2008년, Long-term은 2009-2010년 정도를 말한다.

<표 6-6> Supercomputer technical roadmap

구분	Near-Term	Mid-Term	Long-Term
프로세스	-10~100Tflops	-petaflops	-10~100petaflops
아키텍쳐	-cluster	-Multi-CPU	-
프로그래밍기술	-MPI(64~256) -OpenMP(16~128)	-MPI (1024 processors)	-parallel computing model

<출처>HECRET, 2004.10. Federal Plan for High-End Computing.

6.3 슈퍼컴퓨터 사용자 지원정책

6.3.1 사용자 지원 정책 개요

현재 KISTI에 도입·운영되고 있는 슈퍼컴퓨터인 벡터컴퓨터(NEC SX-5/6), SMP(HP HPC160, HPC320), IBM p690은 초고속, 대용량의 고성능 슈퍼컴퓨터 파워를 산·학·연 및 정부기관 등 각 분야의 사용자들에게 보다 효율적으로 제공하여 국가 경쟁력 강화와 첨단기술 개발, 기초과학 기술 확립, 신제품 개발 등에 기여하고 있다.

슈퍼컴퓨터를 이용하는데 있어서 사용자에게 기본적으로 필요한 사용료 관련 내용을 요약하여 보면 다음과 같다.

첫째, 슈퍼컴퓨터 사용자는 회원제 사용자와 일반 사용자로 구분되는데, 대부분의 사용자는 회원제 사용자에 해당된다.

둘째, 시스템 사용료에는 기본적으로 SRU(System Resource Unit)시간으로 사용료를 계산한다..

셋째, 사용자에 대한 무상 지원과 할인 규정에는 재계약시 남은 시간 무료지원

과 다구좌 신청 시 보너스 시간 제공, 대학교 실습시스템으로 무상 교육계정도 지원하고 있다.

넷째, 사용료 감면에는 사용자가 결과를 얻지 못하거나 무용한 결과를 얻게 되었을 때는 그 사유에 따라 감면하여 주고 있다.

다섯째, 슈퍼컴퓨터 사용료 관련 용어들을 정의하여 사용자들의 이해를 돕고 있으며, 기타 사용자 신청안내 및 사용료 납부방법 등을 안내하고 있다.

6.3.2 슈퍼컴퓨터 사용자

슈퍼컴퓨터를 이용하는데 있어서 사용자의 구분은 일정한 연회비를 내고 사용하게 되는 회원제 사용자와 시스템을 사용한 만큼 그 내역에 따라 월별로 정산하게 되는 일반 사용자로 구분하게 되며, 사용자 계정은 아래 <표 6-7>과 같이 구분하고 있다.

○ 회원제 사용자

슈퍼컴퓨터 사용자가 일정한 연회비를 내고 제공된 SRU사용시간 내에서 1년간 슈퍼컴퓨터(벡터/병렬)를 사용하는 계정으로 일반 회원제와 학생 회원제로 구분한다.

<표 6-7> Suprecomputer users classification

구분		사용료	CPU 사용 시간			
			NEC SX-5 (벡터)	IBM p690	GS320 (SMP)	PC Cluster Hamel
일반 회원	영리기관	100만원/구좌	50시간	500시간	1,000시간	10,000시간
	비영리기관		100시간	1,000시간	2,000시간	20,000시간
학생 회원		10만원/구좌	10시간	100시간	200시간	2,000시간

○ 일반 사용자

KISTI에서 관리하고 있는 슈퍼컴퓨터들을 이용할 때에 슈퍼컴퓨터 사용료표에 의하여 시스템을 사용한 만큼 사용료를 내는 계정을 가진 사람을 말한다. 계정을 구분하면 <표 6-8>과 같다.

<표 6-8> Account classification

구 분		계 정	비 고
회원제 계정	일반 회원제	SFnnnn	일반 회원제 계정
	학생 회원제	SSnnnn	학생 회원제 계정
일 반 계 정		SBnnnn	기본료 계정, 총액제 계정

6.3.3 슈퍼컴퓨터 사용 요금 정책

슈퍼컴퓨터를 이용하기 위해 계약을 하면 벡터컴퓨터, 병렬컴퓨터, SMP를 동시에 이용할 수 있으며, 그에 대한 사용료는 SRU시간을 계산하여 사용료를 지불해야 한다. 다시 말해 사용료 계산은 일일 SRU시간으로 일괄적으로 정산하게 된다.

(1) SRU시간 사용료

SRU 시간 (SRU Time)을 기준으로 사용료를 부과하되, 사용료는 사용컴퓨터의 유형에 따라 차이가 있다. 예컨대 벡터, SMP 및 Cluster 컴퓨터에 따라 사용료가 차이가 나는데 이를 요약하면 다음과 같다.

○ 벡터컴퓨터(NEC SX-5/6)

구 분		CPU 시간	SRU 시간	요 금	비 고
일반 회원제	영리기관	50시간	50시간	100만원	
	비영리기관	100시간	100시간		
학생 회원제		10시간	10시간	10만원	

○ SMP컴퓨터(HPC160/320)

구 분		CPU 시간	SRU 시간	요 금	비 고
일반 회원제	영리기관	1,000시간	50시간	100만원	
	비영리기관	2,000시간	100시간		
학생 회원제		200시간	10시간	10만원	

○ SMP컴퓨터(IBM p690)

구 분		CPU 시간	SRU 시간	요 금	비 고
일반 회원제	영리기관	500시간	50시간	100만원	
	비영리기관	1,000시간	100시간		
학생 회원제		100시간	10시간	10만원	

○ Cluster컴퓨터(PC Cluster Hamel)

구 분		CPU 시간	SRU 시간	요 금	비 고
일반 회원제	영리기관	10,000시간	50시간	100만원	
	비영리기관	20,000시간	100시간		
학생 회원제		2,000시간	10시간	10만원	

○ 다구좌사용료

사용자가 회원권을 1회에 다 구좌로 구입할 수 있으며, 다 구좌 구입 시에는 그 구좌수에 해당하는 SRU시간을 추가로 제공받을 수 있다. 예컨대 N구좌를 신청하면 디스크 무료사용도 N배 만큼 더 사용할 수 있다. 구좌 신청수에 따른 보너스를 요약하면 <표 6-9>와 같다.

<표 6-9> Application number of account and bonus rate

구좌 신청수	보너스율	비 고
2 ~ 3 구좌	20 %	N구좌 * SRU 시간 * 0.20
4 ~ 5 구좌	25 %	N구좌 * SRU 시간 * 0.25
6구좌 이상	30 %	N구좌 * SRU 시간 * 0.30

(2) 디스크 사용료

회원제 사용자는 1일 디스크 무료사용량이 시스템별로 Quota제로 적용하고 있으며(표 6-10 참조), 그 이상을 사용하게 될 때에는 HPSS를 이용하면 된다.

<표 6-10> Disk free usage

구 분		디스크	무료사용량	
			시스템별	합 계
벡터 컴퓨터	일반회원제	NEC	6GB	Quota제 적용
	학생회원제		600MB	
SMP 컴퓨터	일반회원제	SMP	300MB	Quota제 적용
	학생회원제		30MB	
	일반회원제	IBM	3GB	Quota제 적용
	학생회원제		300MB	
Cluster	일반회원제	Cluster	5GB	Quota제 적용
	학생회원제		500MB	

(3) 시스템 사용시간의 개념

슈퍼컴퓨터 사용료의 기분이 되는 시스템 시간(SRU/CPU)과 디스크 블록 그리고 시스템 시간의 단위미만 처리에 관한 사항은 다음과 같다.

○ 시스템 시간 정의

우선 SRU(System Resource Unit) 시간은 다음과 같이 계산된다(표 6-11 참조).
- SRU Time = CPU Time x Factor

그리고 CPU 시간(CPU Time)이란 중앙처리장치(CPU)를 사용하는 시간을 말한다. 시스템 시간(SRU Time, CPU Time)의 단위 미만의 사용량은 절상하여 계산한다.

<표 6-11> Definition for system time

시 스 템	구 분	Factor	CPU Time	SRU Time
벡터컴퓨터(NEC SX-5)	전 체	1	100시간	100시간
SMP(HPC160/320)	전 체	0.05	2,000시간	100시간
IBM p690	전 체	0.1	1,000시간	100시간
PC Cluster	전체	0.005	20,000시간	100시간

(4) 응용 소프트웨어 보유 현황

KISTI에서 보유하고 있는 응용 software를 정리하면 <표 6-12>와 같다. 예컨대 구조해석부문의 경우 ABAQUS(6.4), MSC/PATRAN(2003), MSC/NASTRAN(2004), LS-DYNA3D(970), SYSNOISE(5.6)를 보유하고 있으며, 화학/생물분야의 경우 Gaussian (98(A.11)), NAMD (V2.5), GAMESS(N/A), NWChem(V4.5), GROMACS(V3.1.4), APBS(V0.2.6), AMBER (V7.0). SuperCHARMM(Vc29b1), DS Modeling(V1.1) 등을 보유하고 있다. 수학/물리분야의 경우 IMSL(Fortran90 MP)(5.0), NAG(19), BLAS, LAPACK, ScaLAPACK를 보유하고 있으며, 그래픽분야는 AVS, COVISE, EnSight, NCAR Graphics(4.2) 등을 보유하고 있다.

<표 6-12> Status of application S/W

분야	소프트웨어(버젼)
구조해석	ABAQUS(6.4), MSC/PATRAN(2003), MSC/NASTRAN(2004), LS-DYNA3D(970), SYSNOISE(5.6)
유체 해석	CFD-ACE(2003), CFX(5.6(5.5), STAR-CD(3.15), FLUENT(6.1)
화학/생물	Gaussian(98(A.11)), NAMD(V2.5), GAMESS(N/A), NWChem(V4.5), GROMACS(V3.1.4), APBS(V0.2.6), AMBER(V7.0). SuperCHARMM(Vc29b1), DS Modeling(V1.1)
수학/물리	IMSL(Fortran 90 MP)(5.0), NAG(19), BLAS, LAPACK, N/A, ScaLAPACK N/A
그래픽	AVS, COVISE, EnSight, NCAR Graphics(4.2)

6.3.4 무상지원 및 할인정책

슈퍼컴퓨터 회원제 사용자에게는 공용장비 무료이용 및 계약 연장 시 남은 시간 지원, 다 구좌 사용자 보너스 제공, 병렬컴퓨터 사용자에게 시스템 여력이 있는 한 CPU Time 지원, 일정량의 디스크 무상지원, 슈퍼컴퓨터 활용 연구활동 지원, 대학교에 무료교육 지원 등의 무상지원이 있으며, 일반 사용자에게는 월 사용료에 대하여 구간별 할인 혜택을 주고 있다. 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 다구좌 사용자 지원

사용자가 한번에 여러 구좌를 구입하게 되면 <표 6-13>과 같이 구입 구좌수에 해당하는 SRU시간을 추가로 받을 수 있다.

<표 6-13> Multi-account support

구좌 신청수	보너스율	비 고
2 ~ 3 구좌	20 %	N구좌 * SRU 시간 * 0.20
4 ~ 5 구좌	25 %	N구좌 * SRU 시간 * 0.25
6구좌 이상	30 %	N구좌 * SRU 시간 * 0.30

(2) 재계약시 미사용 SRU시간 지원

사용자가 계약기간 내에 SRU시간을 다 사용하지 못하고, 재계약할 경우 남은 SRU시간은 무료 제공받는다. 다만 기간 내에 사용하지 못한 SRU시간은 정산하지 않는 것이 원칙이다.

(3) 슈퍼컴퓨터 공용장비 무료이용

한 계정으로 벡터컴퓨터, 병렬컴퓨터, SMP를 동시에 사용할 수 있다.

(4) 디스크 지원

회원제 사용자는 아래 <표 6-14>와 같이 디스크를 무상으로 제공받는다. 다만 이 경우도 일일 무료사용이 초과할 경우 사용요율에 따라 사용자가 부담해야 한다. 물론 다구좌 사용자가 N구좌를 구입하면 디스크 사용도 N배 지원 받게 된다.

<표 6-14> Status of disk service by users

구 분		디스크	무료사용량	
			시스템별	합 계
벡터 컴퓨터	일반회원제	NEC	6GB	Quota제 적용
	학생회원제	NEC	600MB	
SMP 컴퓨터	일반회원제	SMP	300MB	Quota제 적용
	학생회원제		30MB	
	일반회원제	IBM	3GB	
	학생회원제		300MB	
Custer 컴퓨터	일반회원제	Hamel	5GB	Quota제 적용
	학생회원제		500MB	

(5) 교육 지원

전국 대학교의 학부 및 대학원에서 개설되는 병렬처리 및 계산과학/공학 강의의 실습시스템으로 병렬컴퓨터(IBM p690)를 무상으로 지원한다. 지원대상은 해당 강의의 담당 교수가 수강자 명단과 학점 배정 요람을 학과장 명의로 공문을 발송하면 일주일 이내에 교육에 필요한 계정을 개설, 지원한다. 시스템 지원 시간은 수요에 따라 별도로 시스템사용을 지원하며, 교육지원은 슈퍼컴퓨터사업실에서 담당한다.

6.3.5 슈퍼컴퓨터 사용자 지원정책

○ Help Desk 운영

Help Desk는 슈퍼컴퓨터 사용자에 대한 일선 창구로서 사용자 서비스를 위해 가장 우선적으로 제공해야 될 기능이었으나 지금까지는 인력부족 등으로 인해 사용자 계정 관리 등의 극히 일부 기능만 수행함으로써 슈퍼컴퓨터 사용자에게 적절한 서비스를 제공 할 수 없었다. 국가 슈퍼컴퓨팅센터로서 슈퍼컴퓨터 기술의

활성화를 위해서는 Help Desk 기능강화를 통한 사용자 서비스를 최우선적으로 제공해야 한다. 이를 위한 업무내용을 요약하면

- 슈퍼컴퓨터 시스템 사용관련 문제 해결 지원
- 응용소프트웨어 사용관련 문제 해결 지원
- 사용자 교육 지원
- 각종 통계관리 및 통계정보 제공
- 사용자 설문 조사 및 분석 지원
- 슈퍼컴퓨터 관련 홍보 지원
- 슈퍼컴퓨터 시스템 및 응용소프트웨어 매뉴얼 관리 등이다.

○ 웹 기반 이용자 상시 모니터링 환경 구축이다. 슈퍼컴퓨터팅사업실에서는 사용자의 상시 모니터링을 위하여 미국의 NERSC 센터의 설문지를 분석하여 해외센터에 수행중인 사용자 설문 항목 조사를 한 바 있다.

○ 사용자 편의 프로그램 개발이다. KISTI 슈퍼컴퓨팅센터에서는 사용자의 사용량을 확인하기 위하여 통합 어카운팅시스템(ISAM)을 제공하고 있다. 이는 Top-down 메뉴방식으로 이를 사용하기에는 계정번호와 일자를 입력하여야 하는 과정이 필요하다.

○ 웹 기반 작업 모니터링 시스템 구축이다. 슈퍼컴퓨팅센터에서는 이기종 시스템 자원[IBM/NEC/HP SMP/PC Cluster]을 사용자에게 제공 중에 있다. 서로 상이한 운영환경 및 작업 실행 환경으로 사용자/관리자가 시스템의 상태와 작업의 현재를 파악하기 위해서는 각 시스템에 직접로그인하여 모니터링을 수행한다. 사용자측면에서는 시스템의 자원 현황 파악과 자신의 작업상태 파악의 편리성을 제공하며, 관리자 측면에서는 시스템의 상태 파악 및 사용자 작업의 수행 상태를 파악이 용이하도록 구현되었다.

6.3.6 기타정책

○ 사용기간 및 기간연장

슈퍼컴퓨터의 회원제 사용기간은 1년이다. 슈퍼컴퓨터의 회원제 사용자가 연장

하여 사용할 경우에는 사용기간 종료 30일(1달)전까지 KISTI 소정의 슈퍼컴퓨터 기간연장 약정서에 의거 연장 사용할 수 있다. 회원제 사용자가 1년 이내에 사용시간을 다 소진 했을 경우 그 즉시 계약이 종료된다.

○ 이의 신청

사용자는 슈퍼컴퓨터 사용료율표에 의한 SRU사용시간 정산에 대한 이의가 있을 때에는 일일정산 후 1달 이내에 이의신청서를 KISTI에 제출하여야 한다. 동기일 이내에 이의신청이 없는 경우 일일정산에 대한 이의가 없는 것으로 간주한다..

○ 연회비

사용자는 KISTI이 정한 연회비를 본 약정 체결 전에 납부하여야 한다. 연회비는 약정기간이 종료되었거나 제6조에 의거 약정이 해지되었을 때 SRU사용시간이 일부 남아 있더라도 반환하지 아니 한다.

○ 사용자신청방법

사용자가 슈퍼컴퓨터를 이용하고자 할 때에 관련서류를 제출하여야 한다. 계정신청시 구비서류는 슈퍼컴퓨터 약정서(1부), 연구계획서(1부), 학생인 경우 학생증복사본(양면)(1부)이며, Web(http://helpdesk.ksc.re.kr)을 이용한 신청도 가능하다. 사용료 납부방법은 신규계약 및 재계약시 지로를 사용하여 연회비를 선납후 사용가능하다.

6.4 슈퍼컴퓨터 수급정책 및 활용방안

6.4.1 슈퍼컴퓨터 수급의 중요성

슈퍼컴퓨팅센터는 애초에 출발할 때 장기적인 발전 전망과 비전보다는 슈퍼컴퓨터라는 하드웨어와 슈퍼컴퓨터 자원 확보라는 측면이 강조되었고 이로 인해 예산 당국자나 정책결정자들의 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터에 대한 인식은 하드웨어적 관점에 고착되어 있다. 실제적으로 대학, 연구소, 기업들에게 지식하부구조로서 기능하면서 이들이 기술개발과정에서 필요로 하는 기술적 지식을 창출하고 공급

해줄 수 있는 노력과 내적 역량을 확보해야 할 것이다. 아무리 지식하부구조라는 인지적 정당성을 획득했다 하더라도 실제적으로 지식하부구조의 역할을 하지 못한다면 사회로부터 주어지는 그 정당성은 계속 유지되기 어렵기 때문이다. 이러한 점들을 고려해볼 때, 국가지원 슈퍼컴퓨팅센터의 위상과 역할을 새롭게 규정하기 위해서는 기술개발활동을 지원하는 단순하부구조가 아니라 지식하부구조라는 관점에서 그리고 국가적 차원에서 슈퍼컴퓨터 연구와 서비스를 선도하고 조정해나가는 조직으로서의 위상을 명확히 해야할 것이다

슈퍼컴퓨터 수급이 적절이 이루어져야 하는 타당성을 개괄적으로 요약하면 다음과 같다.

첫째, 적절한 수급은 차세대 성장산업발전의 핵심도구 및 관련 e-R&D 도구의 위상강화로 이어질 수 있다. 슈퍼컴퓨터 센터는 21세기 전략적 산업으로 그 중요성이 부각되고 있는 IT, BT, NT, ET, CT산업의 e-R&D도구 그리고 신성장동력의 핵심인프라로서의 역할을 할 수 있다.

둘째, 슈퍼컴퓨터의 적절한 수급은 기업 특히 중소기업의 경쟁력 제고에 결정적인 기여가 가능하다. 슈퍼컴퓨터의 활용의 영역이 확대되면서, 디지털 경제화 하는 산업사회의 e-business화를 촉진하고 성숙화 하기 위하여 슈퍼컴퓨터의 활용이 기대된다. 방대한 웹 데이터베이스의 확보와 이에 대한 데이터마이닝은 슈퍼컴퓨터를 통해서 가능하면, 그 결과를 토대로 하여 수요자 중심의 기업경영, 고객중심의 적실성 있는 마케팅이 가능한 것으로 나타난다. 이 분야에서의 슈퍼컴퓨터의 활용이 더욱더 촉진될 것으로 기대되며, 관련된 소프트웨어의 개발과 서비스의 개발이 슈퍼컴퓨터를 기반으로 이루어질 것으로 기대되다.

셋째, 적절한 수급은 무에서 유를 창조하는 기초과학 분야의 연구개발 촉진에 기여할 것이다. 산업화, 제품화의 근간이 되는 분야는 결국, 이론연구부문이다. 기초연구를 통해서 나온 연구결과를 토대로 기술개발과 제품화, 상품화가 가능한 만큼, 기초과학분야의 연구도 대단히 중요한 국가경쟁력 확보의 원천이 된다. 슈퍼컴퓨터는 무에서 유를 창조하는 기초과학연구의 원천이라고 할 수 있다. 대기과학, 우주과학, 지구과학, 물리, 화학, 수학 등의 기초연구분야에서는 연구개발의 필수적인 도구로 활용되어 왔으며, 이들의 활용은 더욱더 가속화 될 것으로 기대된다.

넷째, 적절한 수급은 또한 지식정보화 선도 및 관련 기술개발의 선도역할이 기

대된다. 슈퍼컴퓨팅센터의 각종 사업은 민간부문에서 수행이 어려운 정보기술 분야의 선도 시험적인 성격을 가진 것으로 나타난다. 슈퍼컴퓨터 시스템을 운영하고 인프라 구축 관련한 사업을 통해, 인력 배출, 각종 응용소프트웨어, 개발 노하우 등의 축적과 전파를 해온 것으로 나타나며, 이들 슈퍼컴퓨팅센터의 지식정보화 산업선도 및 원천 기술 개발분야의 역할을 3호기 도입과 함께 더욱더 가속화될 것으로 기대된다. 슈퍼컴퓨터에 대한 수요가 고도화되면서, 이들 분야에 대한 기능의 개선과 인프라 구축사업이 지속적으로 확충된다면, 슈퍼컴퓨터 센터의 21세기 지식정보화 사회를 선도하고 관련 기술개발 시험선도 하는 역할을 더욱더 가속화될 것으로 기대된다.

끝으로 슈퍼컴퓨터의 적절한 수급은 국가 과학기술의 혁신을 선도하는데 결정적인 기여를 할 것이다. 슈퍼컴퓨터 센터의 4호기 도입을 위시하여 앞으로 수급이 제대로 이루어질 경우 달라진 산업환경, 국제환경에 부응하여, 슈퍼컴퓨터 센터를 매개로 한 국가 과학기술혁신과 이를 통한 국가 경쟁력 확보가 가능한 것으로 나타난다.

결국 슈퍼컴퓨터능력은 국가의 경쟁력을 좌우하는 잣대로 사용할 수 있을 만큼 고성능의 슈퍼컴퓨터의 보유는 국가의 주요 인프라스트럭처로 볼 수 있다. 2004년 11월8일 미국 피츠버그(Pittsburgh)에서 열린 국제슈퍼컴퓨터 컨퍼런스에서 24번째 TOP 500 슈퍼컴퓨터 리스트가 발표되었는데, 이 자료에 의하면 한국의 슈퍼컴퓨터 보유대수는 11대로서 Rmax가 총 16,356을 기록하고 있으며, 다른 선진국과 비교하면 성능이 저조한 형편이다. 2004년 12월 현재 국내에 설치된 가장 성능이 우수한 컴퓨터는 한국과학기술원(KIST)이 2004년에 도입한 IBM xSeries 기반의 클러스터로, 1,024개의 프로세서를 (512개의 2-way 노드로 구성) 가지고 있으며, 이론적인 최대 성능은 4,915.2 GFlop/s이고, LINPACK 벤치마크에서의 성능은 3,067 GFlop/s이다. 세계 순위 64위이다.

6.4.2 수급대책(관련법의 제정)

우리나라도 적절한 슈퍼컴퓨터능력의 확보가 국가경쟁력을 위해 필수적인데, 무엇보다도 슈퍼컴퓨터의 안정적인 수급을 위해서는 우리나라도 미국과 같이 HPC(High Performance Computing Act of 1991) 법을 만드는 것이 필요하다. 미국에서 1991년에 제정된 슈퍼컴퓨터법(High-Performance Computing Act of

1991)을 벤치마킹해 보면 다음과 같다.

○ 문제인식

이 법의 서문을 보면 미국의 문제인식을 엿볼 수 있는데, 크게 3가지 점을 우려하고 있다. 첫째, 컴퓨터과학과 기술의 발달은 국가의 안보 및 번영에 필수적인 것인데, 현재 미국은 슈퍼컴퓨터분야에 있어서 선두를 유지하고 있다. 하지만 점점 외국으로부터 도전과 경쟁이 치열해 지고 있다는 것이다. 둘째, 고성능슈퍼컴퓨팅시스템으로부터 얻을 수 있는 혜택이나 이익을 최대한 얻는 것이 필요하고 또 중요한데, 이를 위해서는 연구와 개발의 지속, 확대된 프로그램의 개발, 연구망의 구축 및 산업계로서의 기술이전이 필요하다는 것이다. 컴퓨터연구망(computer research network)의 구축을 통해 연구자나 과학자들이 슈퍼컴퓨터를 활용할 수 있게 될 것이라는 점을 인식하고 있다. 셋째, 현재 슈퍼컴퓨터관련 정책을 몇몇 기관에서 수행하고 있지만 정책의 효과를 위해서는 기관간 협조와 협력이 필요하다는 점 등을 문제제기로서 인식하고 있다.

○ 목적

이 법의 목적을 한마디로 요약하면 미국이 연방차원에서의 연구지원 등을 통해 고성능컴퓨팅분야에서 지속적으로 선두를 유지하는 것이다. 이러한 목적을 위한 구체적인 전략은 다음과 같다. 첫째, 초고속의 국립연구 및 교육망의 구축 둘째, 슈퍼컴퓨터을 활용할 수 있는 연구인력의 확충 셋째, DB, 서비스, 접근 등을 위한 정보인프라의 구축 및 확충 넷째, 소프트웨어기술개발의 독려 다섯째, 소프트웨어툴 및 응용툴 개발의 증진 여섯째, 컴퓨팅시스템 및 하위시스템의 개발 일곱째, 복잡하고 풀기 어려운 문제해결을 위한 슈퍼컴퓨터자원의 활용 여덟째, 기초연구에의 투자 및 초, 중, 고 및 대학에서 슈퍼컴퓨터교육의 포함 아홉째, 정부, 연구소, 산업계, 슈퍼컴퓨팅센터, 대학 등의 상호협조의 증진 등이다.

○ 고성능컴퓨팅 프로그램

미국은 슈퍼컴퓨터인프라를 위해 고성능컴퓨팅 프로그램(National High-Performance Computing Program)을 마련하고 있다. 미국 고성능컴퓨팅 프로그램의 구체적인 내용을 살펴보면 우선 대통령은 국가 고성능 컴퓨팅 프로그램을 구축해야 하며, 이를 위해 연방 고성능 컴퓨팅 연구, 개발, 네트워킹 및 기타 활

동들을 위한 목표와 우선순위를 정하고, 프로그램에 준해 수행되어야 할 연방 고성능 컴퓨팅 연구, 개발, 네트워킹 및 기타 활동들의 단체간 조정 기능을 제공해야 한다. 또한 이 프로그램에서는 네트워크의 관리와 접근을 위한 정책들을 수립하고, 네트워크의 운영과 진화를 주시하고, 연방 단체와 부처 전산망간의 연결을 촉진하며, 소프트웨어 가용도, 생산성, 기능, 이식성 및 신뢰성 향상에 노력해야 되며, 연방 단체의 데이터와 전자정보를 개선된 방식으로 보급해야 되며, 동시에 고성능 컴퓨팅 시스템, 서브시스템 및 관련 소프트웨어의 개발을 가속화해야 된다. 또한 거대과제 해결에 필요한 고성능 컴퓨팅 소프트웨어 및 하드웨어에 대한 기술적 지원과 연구개발을 수행하고, 소프트웨어 공학, 전산과학, 도서관 및 정보과학, 계산과학 분야 대학교 및 대학원 학생들에게 교육 훈련을 제공한다[9].

○ 의회에의 보고

연방정부는 의회에 관련보고서를 제출하도록 명시하고 있다. 국회에 제출되는 연차 보고서에는 i)대통령에 의해 설정된 프로그램의 목표와 우선순위에 대한 자세한 내역을 포함하며, ii) 회계연도의 예산적용과 관련하여 다음과 같은 각 연방부서 및 부처들의 관련 프로그램과 활동을 기술한다. 농업성, 상무성, 국방성, 교육성, 에너지성, 건강서비스성, 내무성, 환경보호청, 항공우주국, 과학재단(NSF)등과 대통령이나 국장이 적절하다고 생각하는 기타 단체나 부처 등이다. iii) 이 보고서가 제출되는 회계연도 동안의 연방의 예산지원 수준과 교육, 연구, 하드웨어 및 소프트웨어 개발, 네트워크 구축 지원을 포함한 특정한 활동들을 위해, 예산적용과 관련해 회계연도의 제안 수준을 기술한다. iv) 이 보고서가 제출되는 회계연도 동안 프로그램에 참여하고 있는 각 단체와 부처에 지원되는 예산 수준과 예산적용과 관련해 회계연도의 제안 수준을 기술한다. v) 프로그램에 설정된 목표와 우선도 달성을 위해 진행 사항의 분석 내용을 포함한다.

○ 고성능 컴퓨팅 자문위원회 설치

대통령은 연구소, 교육계 및 도서관, 네트워크 제공자, 산업체의 대표들을 포함

9) 그리고 다음 사항을 제공해야 한다. 즉, 고성능 컴퓨팅 시스템과 네트워크의 보안 표준을 확립하는데 필요한 연구를 포함하여, 연방 연구전산망을 통해 이용 가능한 연방 연구 전산망과 정보자원을 보호하기 위해 필요한 보안 요구사항, 정책 및 표준의 마련해야 하며, 연차 보고서에서 명시된 단체와 부처들은 프로그램과 적용 법률에서 일관성 있는 보안 계획의 정의 및 수립해야 한다.

한 비영리 임원들로 구성된 고성능 컴퓨팅자문위원회(advisory committee)를 설립하며, 이들은 OTSP (Office of Science and Technology Policy)국장에게 고성능 컴퓨팅에 대한 자문과 정보를 제공할 수 있는 특출한 능력이 있어야 한다. 자문위원회는 프로그램의 검토 및 수정사항에 대해 권고할 수 있다. 자문위원회는 국장에게 다음 사항들에 대해 독립적으로 평가의견을 제시한다. 즉 i)프로그램의 구현 진도 ii) 프로그램의 수정 필요성 iii) 프로그램 구성 요소들 간의 균형성 iv) 프로그램에 따라 수행되는 연구개발이 컴퓨팅 기술에서 미국의 리더십 유지에 도움이 되는가 여부 v) 국장에 의해 명시되는 기타 사항 등이다.

○ 국가 교육연구전산망

고성능컴퓨팅프로그램의 일부로서, 과학재단, 국방성, 에너지성, 상무성, 우주항공국 및 프로그램에 참여하고 있는 기타 단체들은 국가 교육연구전산망 구축을 지원해야 한다.

- 접근 : 연방부서들은 연구원, 교육자 및 학생들이 네트워크에 적절하게 접근할 수 있도록 하기 위해 민간 네트워크 서비스 제공업체, 주 및 지방 단체, 도서관, 교육기관 및 기타 단체와 같이 노력해야 한다. 네트워크는 사용자에게 고성능 컴퓨팅 시스템, 전자정보 자원, 기타 연구설비 및 도서관에 적절한 접근을 제공할 수 있어야 한다. 네트워크는 도서관, 연구설비, 출판업자 및 관련 기관에 의해 유지되는 전자정보 자원에 실제적 수준으로 접근을 제공해야 한다.
- 네트워크의 특성 : 구체적인 네트워크의 특성은 다음과 같아야 한다. 즉 i) 컴퓨터, 통신 및 정보업체들과 함께 개발, 보급된다. ii) 정부, 산업체, 연구 및 교육 기관의 잠재적 사용자들과 협업을 통해 설계, 개발, 운영된다. iii) 통신업체들간의 고속 데이터 네트워킹에 대한 경쟁과 투자를 촉진하고 유지하기 위해 설계, 개발, 운영된다. iv) 상용 데이터 통신과 통신 표준에 대한 개발(이 개발은 민간부문의 고속 상용네트워크 운영을 장려한다)을 선도하는 연구개발을 촉진하는 형태로 설계, 개발, 운영된다. v) 저작권 및 지적재산권 보호, 데이터베이스 접근제어와 국가 보안의 보호를 포함한 네트워크 및 정보자원의 보안 기준을 제공하는 법률의 지속적인 적용을 보장하도록 설계, 운영된다. vi) 사용자나 사용자 그룹이 네트워크를 통해 이용가능한 저작물의 사용료를 부과하는 적절하고도 타당한 계정 메카니즘을 갖는다. vii) 연방 및 비연방 전산망에 대해 적정한 범위에서 각 전산망의

자치권을 허용하는 방식으로 상호 운용성을 보장한다. viii) 네트워크 하드웨어에 대한 연방 예산을 최소화하기 위하여, 타당성이 있을 때는 업체로부터 표준의 상용 전송 및 네트워크 서비스를 구매하고, 타당성이 없을 때는 주문서비스를 계약함으로써 개발된다. ix) 네트워킹 소프트웨어 및 하드웨어의 연구개발을 지원한다. x)고용량 고속 컴퓨팅 네트워크의 연구개발 시험 환경 역할을 수행하고, 첨단컴퓨터, 고용량 고속 컴퓨팅 네트워크 및 데이터베이스가 국가 정보기반을 어떻게 개선시킬 수 있는가를 시연한다[10].

○ 각 연방부서 및 조직의 역할

프로그램에 참여하고 있는 각 연방 단체 및 부처는 예산관리국(OMB)에 다음과 같은 사항들에 대한 보고서를 제출한다. 첫째, 프로그램에 직접 혹은 프로그램의 이익에 기여하는 고성능 컴퓨팅활동의 각 요소 둘째, 요소에 할당되는 경비에 대한 요구의 일부 등을 기술해야 한다. 그리고 예산관리국은 연차 보고서에서 정리되어 있는 목표, 우선순위, 단체 및 부처 책임을 고려하여 이 보고서를 검토하고, 대통령의 연차 추정 예산에 프로그램에 따라 수행되어야 할 활동과 관련하여 각 정정 단체나 부처의 연차 추정 예산의 일부를 포함시켜야 한다.

- OSTP국장 : OSTP의 국장은 다음의 역할을 해야 한다. 즉 대통령의 연차 예산요구서와 함께 프로그램의 구축을 기술하는 연차 보고서를 의회에 제출하며, 프로그램의 부처간 조정기능을 수행한다. 그리고 고성능 컴퓨팅을 연구하거나 이용하고 있는 학계, 주, 산업체 및 기타 적절한 그룹에게 자문을 구한다. 국장은 다음 사항을 기술하는 연차보고서를 의회에 제출한다. i) 연구보조금, 계약, 협력 합의 혹은 프로그램에 따른 연구개발을 위해 어느 연방 단체나 부처에 의해 다음사항에 대해 만들어진 연구개발 합의(1980년의 Stevenson-Wydler 기술혁신법(15 U.S.C. 3710a(d)(1))의 12절 (d)(1)에

10) 그리고 법이 제정된 후 1년 이내에 국장은 의회에 다음 사항에 대해 보고한다. i) 사용자 수수료, 산업체 지원 및 지속적인 연방 투자를 포함한 네트워크의 유지 보수와 활용을 위한 운용기금 제공의 효과적인 메카니즘 ii) 향후의 네트워크 운영 및 발전 iii) 상용 정보서비스 제공자의 네트워크 접근을 위한 부과요금, 네트워크 사용자의 이러한 상용 정보서비스 사용시의 부과요금 iv) 상용 정보서비스 제공자에게 네트워크 및 기타 다른 연방 기금 지원 연구망 사용을 허용하는 기술적 타당성 v) 네트워크를 통해 배포되는 저작물의 저작권 보호 vi) 네트워크를 통해 이용되는 자원의 안전과 네트워크 사용자의 사생활 보호를 보장하기 위한 적절한 정책 등이다.

정의됨) ii) 미국에 위치하거나 미국 회사가 아닌 회사로서, 미국 시민권을 가진 자가 다수의 소유권을 가진 회사 iii) 미국밖에 위치하고 있는 교육 기관 혹은 비영리 기관 등이다.

- 과학재단 : 과학재단은 모든 과학 및 공학 분야의 컴퓨팅과 네트워킹 기반 지원을 제공하고, 고성능 컴퓨팅과 첨단 고속 전산망의 모든 부문의 기초연구 및 인력자원 개발을 지원한다. 또한 대학, 대학교 및 도서관이 민간부문의 도움으로 네트워크에 연결할 수 없는 한, 과학재단은 대학, 대학교 및 도서관의 네트워크 연결에 대한 일차적인 책임을 지며, 네트워크의 접근 및 활용에 대해 일차 정보원 역할을 한다. 그리고 과학재단은 과학재단 지원 네트워크의 품질을 향상시키고, 지역 네트워크의 기능향상을 지원하며, 다른 연방 부처 및 단체가 과학재단 지원 네트워크에 연결하는 기회를 제공한다. 끝으로 프로그램 목적으로 과학재단에 1992년 회계연도에 213백만불, 1993년 회계연도에 262백만불, 1994년 회계연도에 305백만불, 1995년 회계연도에 354백만불, 1996년 회계연도에 413백만불의 기금충당을 인정한다.

- 우주항공국 : 우주항공국은 고성능 컴퓨팅의 기초 및 응용 연구를 수행한다. 특히, 우주항공 과학, 지구항공 과학, 원격탐사 및 실험에 강조를 둔 계산과학 분야를 수행한다. 프로그램 목적으로 우주항공국에 1992년 회계연도에 72백만불, 1993년 회계연도에 107백만불, 1994년 회계연도에 134백만불, 1995년 회계연도에 151백만불, 1996년 회계연도에 145백만불 충당을 인정한다.

- 에너지성 : 에너지성 장관은 i) 고성능 컴퓨팅과 통신 시스템에 대한 연구개발과 시스템 평가를 수행한다. ii) 에너지 분야 응용의 계산과학 연구를 수행한다. iii) 계산과학의 기초 연구, 교육, 및 인력자원을 지원한다. iv) 에너지 관련 수행 업무를 지원하기 위한 네트워킹 기반 지원을 제공한다. 프로그램에 따라 에너지성 장관은 제안서를 요청 및 선정함으로써 고성능 컴퓨팅 연구개발 협업 연합을 설립한다[11]. 그리고 수행되는 연구개발의 결과는

11) 각 협업 연합은 i) 고성능 컴퓨팅과 통신 자원의 활용이 요구되는 과학적, 기술적 문제의 연구를 수행한다. ii) 새로운 형태의 고성능 컴퓨팅 및 관련 소프트웨어와 장비의 시험과 활용을 촉진한다. iii) 고성능 컴퓨팅 시스템 참여 업체가 복잡한 컴퓨팅 환경에서 새로운 아이디어와 기술을 시험할 수 있는 매체 역할을 수행하고 iv) 에너지성 국립 연구소에 의해 선

적절한 법에 따라 민간부문 등으로 전수되어야 한다. 또한 이 법이 제정된 날부터 1년 이내에 그리고 그 후부터는 매년 에너지성 장관은 이 법에 따라 수행된 활동에 대해 의회에 보고서를 제출해야 한다[12].

■ 상무성 활동 : 일반적 책무로서 우선 표준기술연구소(NIST)는 i) 다양한 고성능 컴퓨팅 시스템과 네트워크를 지원하는데 필요한 기초 및 응용측정 연구를 수행한다. ii) 네트워크에서의 고성능 컴퓨팅 시스템의 상호운용성과 시스템의 공통 사용자인터페이스를 위한 표준과 안내서를 개발, 제안하고, 측정기술 및 시험방법을 개발한다. iii) 고성능컴퓨팅시스템과 소프트웨어를 위한 벤치마킹 시험과 표준 개발을 책임진다. 둘째, 해양대기청(NOAA)은 기후예측과 해양 과학, 특히, 새로운 예측모델 개발, 계산 유체역학 및 이 단체가 수행해야 할 시스템의 컴퓨터 아키텍춰 및 네트워크 발전을 수용하여 기초 및 응용연구를 수행한다. 셋째, 1987년의 컴퓨터보안법(Public Law 100-235; 101 Stat. 1724)에 따라, 표준기술연구소는 비용 효과적인 보안과 연방 컴퓨터 시스템의 민감한 정보 보호에 필요한 표준과 안내서를 개발하고 제안할 책임을 진다. 넷째, 상무성 장관은 다음의 연구를 수행한다. i) 연방 정부에 소프트웨어를 제공하는 계약자가 소프트웨어를 개발하기 위해 사용하는 사유 소프트웨어 개발 도구의 권리를 공유하는데 필요한 연방 조달규정의 영향력 평가 ii) 이러한 규정이 개선된 소프트웨어 개발 도구와 기술 개발의 저해 여부 결정 iii) 상무성 장관은, 이 법이 제정된 날부터 1년 이내에 수행된 연구결과와 관련하여 의회에 보고서를 제출해야 한다[13].

■ 환경보호청(EPA) : 일반적 책무로서, 환경보호청은 생태계, 대기 화학 및

도되며, 연방 단체 및 부처의 참여자, 연구원, 민간업체, 교육기관 및 기타 에너지성 장관이 적당하다고 인정하는 자로 이루어 진다.

12) 끝으로 이 프로그램의 목적을 위해 에너지성 장관에게 1992년 회계연도에 93백만불, 1993년 회계연도에 110백만불, 1994년 회계연도에 138백만불, 1995년 회계연도에 157백만불, 1996년 회계연도에 168백만불을 충당하는 것을 인정한다. 또한 에너지성 장관에게 회계연도 1992년, 1993년, 1994년, 1995년, 1996년에 프로그램의 부분이 아니지만 목적달성에 필요한 활동을 수행하는데 필요한 기금충당을 인정한다.

13) 그리고 기금충당인정이다. 즉 프로그램 목적으로 표준기술연구소에 1992년 회계연도에 3백만불, 1993년 회계 연도에 4백만불, 1994년 회계연도에 5백만불, 1995년 회계연도에 6백만불, 1996년 회계연도에 7백만불을 충당한다. 그리고 해양대기청에 1992년 회계연도에 2.5백만불, 1993년 회계연도에 3백만불, 1994년 회계연도에 3.5백만불, 1995년 회계연도에 4백만불, 1996년 회계연도에 4.5백만불을 충당한다.

대기 동력학 모델의 핵심을 형성하는 계산 기술과 소프트웨어도구의 첨단화와 분배를 위한 기초 및 응용 연구를 수행한다. 그리고 기금 충당 인정으로 환경보호청에 1992년 회계연도에 5백만불, 1993년 회계연도에 5.5백만불, 1994년 회계연도에 6백만불, 1995년 회계연도에 6.5백만불, 1996년 회계연도에 7백만불을 충당을 인정한다.

- 교육성 : 일반적 책무로서 교육성 장관은 계산과학(computational science)의 첨단화 및 분배, 소프트웨어의 개발, 평가 및 적용과 관련하여, 도서관, 학교 설비, 교육연구 그룹 활동의 조정과 함께 계산 연구 분야에서의 기초 및 응용 연구를 수행한다. 이를 위해 교육성에 1992년 회계연도에 1.5백만불, 1993년 회계연도에 1.7백만불, 1994년 회계연도에 1.9백만불, 1995년 회계연도에 2.1백만불, 1996년 회계연도에 2.3백만불 충당을 인정 한다[14].

6.5 요약 및 제언

본 장에서 논의된 내용은 크게 4가지이다. 첫째, 국가 슈퍼컴퓨팅센터의 역할 및 발전방향 둘째, 슈퍼컴퓨터의 기술동향 및 발전방향 셋째, 슈퍼컴퓨터 사용자 지원정책 넷째, 슈퍼컴퓨터 수급정책 및 활용방안 등이다. 이러한 내용을 종합하면 슈퍼컴퓨터의 기술이 급속하게 발전하고 있으면서 동시에 그 잠재적 활용가능성이 매우 높기 때문에 국가 슈퍼컴퓨팅센터의 역할을 제고해야 한다는 것이다. 국가슈퍼컴퓨팅센터의 역할 중에서도 슈퍼컴퓨팅파워의 수급이 원활하도록 지원하는 것이 필요하며, 국가의 장래, 21세기 지식강국을 위해 슈퍼컴퓨터 사업에 대한 투자가 요구된다는 것이 본 장의 주요내용이다.

슈퍼컴퓨터는 거대과제 연구의 혁신전략(innovation strategy)역할을 수행할 수 있기 때문에 이러한 역할을 적절히 수행할 수 있는 방안을 강구하는 것이 필요하다. 물론 지금도 KISTI를 중심으로 슈퍼컴퓨터가 거대연구과제수행의 혁신전략으로 활용되고 있지만, 앞으로 4호기가 도입되면 시스템도입에 따라 활용방안을 다

14) 그리고 상무성 기술관리국 서기관 책임지고, 수정된 “슈퍼컴퓨터 도입 절차”와 1990년 6월 15일 미국과 일본사이의 교환 문서(보통 “슈퍼컴퓨터 합의문”으로 언급함)의 포괄적인 분석을 수행하여, 합의문의 목표와 목적이 충족되어 왔는가를 살펴보고 합의문이 미국과 일본 슈퍼컴퓨터 업체에 미치는 효과를 분석한다. 이 법이 제정한 날로부터 180일 이내에 서기관 책임하에 이 분석의 결과를 포함한 보고서를 의회에 제출한다. 그리고 이 소절에 따라 포괄적인 분석을 수행하기 위하여 서기관 책임하에 적절한 연방단체 및 부처, 그리고 미국 슈퍼컴퓨터 업체 및 기타 적절한 민간 부문과 협의한다.

양화하고, 효율화할 수 있도록 해야 할 것이다. 이 경우 사용자별, 사용분야별로 차별화된 활용방안이 강구되어야 하며, 각 활용방안에 따른 지원방안을 KISTI는 마련해야 할 것이다. 잘 알려진 바이지만 이미 미국은 슈퍼컴퓨터력이 국가경쟁력에서 차지하는 비중을 인식하고 전담기구와 전담프로젝트를 만들어서 강력하게 지원하고 있다. 앞서 기술한 바와 같이 미국은 1991년 고성능 슈퍼컴퓨터법(HPC Act of 1991)을, 1998년에는 차세대인터넷연구법(Next Generation Internet Research Act of 1998)을 제정하였고, 국가주도의 프로젝트인 HPCC(High Performance Computing & Communication) 및 CIC(Computer Information and Communication) 등 다양한 프로그램을 수행하고 있는 것이다. 미국은 시장경제를 신봉하는 국가임에도 불구하고 HPC법 등을 제정하고 국가주도의 프로젝트를 수행하고 있는가를 심각하게 고민해야 한다. 구체적인 활용방안은 다음과 같다.

○ 국가 e-Science 구축

2010년까지 Grid 기술을 이용, 국내외 연구자원(연구인력, 연구장비, 연구정보 등)을 사이버 공간에서 활용할 수 있는 차세대 연구환경을 구축하는 것이 필요하다.

○ 글로벌 과학기술 협업망(GLORIAD) 구축·운영

대용량 첨단 과학기술연구 데이터의 국내외 유통성을 제고하기 위하여 한·미·러·중 4개국이 공동으로 참여하는 10/40기가급 글로벌 과학기술 협업망(GLORIAD)을 구축·운영하는 것이 필요하다.

○ 국가 R&D 프로그램과의 연계

각 부처에 개별적으로 분산되어 있는 R&D 프로그램에서 슈퍼컴퓨팅시스템 활용이 필요한 R&D프로그램의 경우 슈퍼컴퓨팅시스템 사용을 연계할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 이를 위해 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터는 슈퍼컴퓨팅자원배분위원회 등의 심사를 통해 자원을 무상배분하는 것도 고려할 필요가 있다. 선진각국은 100% 무상제공하고 있지만 KISTI는 무유상비율이 각각 50% 수준인 것이다.

○ 국가 슈퍼컴퓨팅자원의 공동활용체계구축

슈퍼컴퓨팅시스템 사용의 활성화를 위해서는 그리드기술을 이용하여 한국슈퍼컴퓨팅센터협의회가 가지고 있는 자원을 연동하여 공동활용하는 방안이 검토되어야 한다. 이 경우 특히 교육, 사용자기술지원 등을 공유할 필요가 있으며, 정부는 자원운영비일부를 지원해야 할 것이다.

○ 슈퍼컴퓨팅 활용전문가 양성

슈퍼컴퓨팅시스템 사용의 활성화를 위해서는 슈퍼컴퓨팅 활용을 위한 전문가(expert)의 양성이 반드시 필요하다. 이때는 대학과 연계하여 인력양성이 이루어지는 것이 필요한데, 대학은 슈퍼컴퓨팅활용에 대한 이론교육을 담당하고, 슈퍼컴퓨팅센터는 슈퍼컴퓨팅활용 실무교육을 담당하는 방안이 그것이다.

○ 고성능 슈퍼컴퓨팅법 제정

국가과학기술과 산업기술발전에 광범위한 영향을 미치는 슈퍼컴퓨팅자원의 안정적 공급, 그리고 국내 슈퍼컴퓨팅자원의 공동활용 및 이용활성화 등을 위해 미국의 HPC법과 같은 슈퍼컴퓨팅법을 제정하는 것이 필요하다. 전술한 바와 같이 미국은 이미 과학 및 공학분야의 세계적 리더십을 유지하기 위해 고성능컴퓨팅법을 제정, 국가차원에서 운용하고 있다.

결론적으로 말해 슈퍼컴퓨터는 거대과제 연구의 혁신전략(innovation strategy) 역할 등 다양한 역할을 수행할 수 있기 때문에 이러한 역할을 적절히 수행할 수 있는 방안을 적극적으로 강구하는 것이 필요하다. 이를 위해 어떻게 Supercomputing자원의 중요성을 인식시킬 것인가? 어떻게 Supercomputing자원을 안정적으로 공급할 것인가? 어떻게 Supercomputing자원을 효과적으로 활용할 것인가? 등과 같은 잇슈를 지속적으로 제기할 필요가 있으며, 결국에는 슈퍼컴퓨팅 자원활용을 위한 법제정 등의 제도화(institutionalization)방안을 심각하게 고려해야 할 것이다.

7. 결론

슈퍼컴퓨터는 최고성능의 컴퓨터로서 해결이 불가능하거나 어려운 문제의 해결 수단으로서 활용되며, 국가경쟁력 제고에 기여한다. 세계의 주요 국가들도 슈퍼컴퓨팅 활용을 국가 핵심전략으로 추진하고 있다. 공공 슈퍼컴퓨터의 존재는 거대과제 연구의 혁신전략(innovation strategy)의 역할을 수행할 수 있기 때문이다. 이미 미국은 슈퍼컴퓨팅력이 국가경쟁력에서 차지하는 비중을 인식하고 전담기구와 전담프로젝트를 만들어서 강력하게 지원하고 있다. 현재 우리나라의 경우도 슈퍼컴퓨팅 정책에 관해서 체계적인 접근이 필요하다.

연구결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 세계 주요 국가들은 80년대 중반 이후 계산과학과 공학분야의 발전을 통하여 첨단 과학기술과 정보통신 분야의 리더십을 갖고자 국가지원의 슈퍼컴퓨팅 센터 및 슈퍼컴퓨터 개발을 국가의 핵심전략사업으로 추진하고 있다. 이처럼 활용되는 분야는 매우 다양하다. DB, 전자공학, 재정, 국방, 하드웨어, 이미지처리 및 묘사(Image Processing & Rendering), 정보제공서비스(Information Provider Service), 정보서비스(Information service), 소프트웨어, 텔레콤, WWW, 생물학, 화학, 에너지, 약학, 생화학, 항공우주, 자동차, 수송, 제조, 지구물리학, 역학, 환경 및 기후변화예측 등에 활용된다.

이처럼 슈퍼컴퓨터의 활용분야 및 중요도에 비추어 우리나라도 슈퍼컴퓨터의 잠재적 활용가능성에 대한 관심을 가질 것이 요청되며, 특히 슈퍼컴퓨팅 파워의 확보 및 사용자지원강화 등을 위해 정책담당자 및 이해당사자들의 더 많은 관심과 지원이 필요한 시점이다.

둘째, 슈퍼컴퓨터 3호기의 효과분석을 요약해 보면 다음과 같다.

경제적 측면에서 바라본 슈퍼컴퓨터 3호기의 효과를 요약하면 공동활용효과 4,697억원과 경제적 파급효과 1조 2,108억원을 합하여 전체적으로 약 1조 6천8백억원의 효과가 나타난 것으로 추정되어 졌다. 이는 비용 대비 약 1대 43 정도의 효과라고 볼 수 있다.

다음으로 사회적 측면에 미친 슈퍼컴퓨터 3호기의 효과를 요약하면, 첨단과학기술력 고도화 기여, 국가 과학기술 및 산업경쟁력 강화 기여, 국가적 위기관리 기능 제고, 차세대 전문 과학기술 인력 양성 등 다양한 측면에서 전체적으로 국민의 삶의 질을 향상시키는 데 기여하였다고 판단된다.

슈퍼컴퓨터 3호기의 기술적 효과도 사회적 효과와 마찬가지로 다양한 측면에서 새로운 사실의 발견 및 이론의 정립을 통해 학문과 기술 발전에 상당한 기여를 하였다고 판단된다. 무수히 많은 SCI 급 논문을 비롯하여, 세계 최초 또는 세계적인 수준의 연구결과들이 지속적으로 나타나는 데 슈퍼컴퓨터의 역할이 지대하였다고 판단된다.

셋째, 4호기 수요예측 결과, 2008년도에는 약 437Tflops 정도가 보유되어야 적정요구수준에 도달할 것으로 분석되어졌으며, 2010년도에는 약 1.4Pflops 정도의 성능이 보유되어야 할 것으로 예측되어졌다. 이는 그동안 KISTI 슈퍼컴퓨터의 성능 보유수준이 "5년 주기"에 걸려 매우 허약한 수준 상태에 머문 경우가 많았음을 감안하여 적정요구수준을 최대 7%로 산정한 결과이다. 물론 이러한 예측도 급격하게 발전하고 있는 과학기술 수준 즉 10대 성장 동력이나 6T의 슈퍼컴퓨터 수요를 감안할 때 오히려 과소평가되어졌을 가능성이 높다고 판단된다.

따라서 좀 더 바람직한 관점에서 즉 세계적인 수준으로 도약하기 위해서는 2010년도까지는 본 연구에서 예측된 수요량 1.4Pflops 보다 더 높은 수준의 성능을 보유하도록 노력할 필요가 있다.

넷째, 4호기의 기대 효과의 중요성은 크게 세 가지측면에서 나누어 볼 수 있는데, 첫 번째 기술적 측면에서 세계 각국은 슈퍼컴퓨팅 인프라를 과학기술 발전과 국가경쟁력 확보의 전략요소로 인식, 슈퍼컴퓨터와 네트워킹, 그리고 첨단 어플리케이션과 가시화 장비 등을 상호 연계시킨 공공 슈퍼컴퓨팅 사업을 강화하고 있다.

두 번째 경제·산업적 측면 에서는 국내 유일의 공동 활용 공공 슈퍼컴퓨터의 운영을 통하여 재난의 정확한 사전예측 및 효율적 대응방안 제시를 통한 국민의 생명 및 재산 보호, 반도체, 자동차, 생명공학 등 첨단산업 분야에서 세계수준 달성에 기여한다.

마지막으로 사회·문화적 측면으로 국가 과학기술력 향상과 위기관리를 위한 핵심 기술 및 정보를 제공하여, 국내 과학 및 산업 발전을 도모하고 대학 전문교육 수준의 질적 향상과 장기적인 국가경쟁력을 강화한다. 또한 슈퍼컴퓨팅 파워제공에 대한 효과적인 배분과 이용 환경을 고도화하여, 국가 과학기술 연구 환경 조성 및 첨단과학기술력 향상을 통한 국가 경쟁력을 제고 하여 지식기반 사회 구축을 앞당기고 21세기 초반 선진국 대열로의 진입을 가능하게 한다.

다섯째, 종합적인 슈퍼컴퓨터 활용계획을 살펴보면 다음과 같다. 국가

e-Science 구축, 글로벌 과학기술 협업망(GLORIAD) 구축·운영, 국가 R&D 프로그램과의 연계, 국가 슈퍼컴퓨팅자원의 공동활용체계구축, 슈퍼컴퓨팅 활용전문가 양성, 고성능 슈퍼컴퓨팅법 제정 등이 고려되어야 한다.

결론적으로 말해 슈퍼컴퓨터는 거대과제 연구의 혁신전략(innovation strategy) 역할 등 다양한 역할을 수행할 수 있기 때문에 이러한 역할을 적절히 수행할 수 있는 방안을 적극적으로 강구하는 것이 필요하다. 이를 위해 어떻게 Supercomputing자원의 중요성을 인식시킬 것인가? 어떻게 Supercomputing자원을 안정적으로 공급할 것인가? 어떻게 Supercomputing자원을 효과적으로 활용할 것인가? 등과 같은 이슈를 지속적으로 제기할 필요가 있으며, 결국에는 슈퍼컴퓨팅 자원활용을 위한 법제정 등의 제도화(institutionalization)방안을 심각하게 고려해야 할 것이다.

참고문헌

강현철·최종후. “확산모형과 성장곡선모형을 이용한 중장기 수요예측에 관한 연구”. 응용통계연구, 14-2, 2001.

과학기술부, 과학기술기본계획, 2001.

과학기술부, 차세대 성장 동력 공청회 자료, 2003.

과학기술부, 첨단 연구 장비 개발기획보고서, 2003.

국가과학기술자문회의, e-Science 국내연구환경 영향평가 및 추진타당성조사연구 : e-Science 응용연구과제도출. 연구보고서, 2004.

김선경, 신규통신서비스 수요예측 방법에 관한 연구, 한국과학기술원 석사학위논문, 1995.

김중권, 장지훈, 이상산, 국가경쟁력 제고를 위한 국가지원 슈퍼컴퓨팅 사업의 활성화 방안, 2000.

김철환·김근배·오영석, 확산모형을 이용한 정보통신시장의 수요예측 방법, 정보통신정책연구원, 2001.

맹보학, “국가종합전자조달사업의 기대효과 분석”, 한국정책연구, 2-1, 2002.

박성진, “4대 사회보험 정보연계시스템 구축의 효과 분석: 전자정부 사업모형 관점에서”, 2002년도 한국정책학회 하계학술대회, 2002.

안문석, 정부와 기업 그리고 시민사회, 박영사, 2001.

이달곤, 과학기술 지식정보인프라 발전 예측 및 KISTI 대응전략 연구, 한국과학기술정보연구원, 2003.

이상산 외, 국가 그리드 기반구축 사업보고서, 한국과학기술정보연구원, 2003.

정보통신부, 클러스터 컴퓨팅 활성화계획(안). 내부자료, 2004.

정보통신부, IT신성장 동력 발전전략, 2003.

한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터, 국가e-Science 사업추진(안)

한국과학기술정보연구원, 슈퍼컴퓨팅 관점에서의 미래 6T 수요 분석과 개발활성화 연구 (연구책임자:안문석), 2002.

한국아이비엠사업부, IBM 슈퍼컴퓨터 온 디맨드 전략과 비전, 2004.

Bass, F. M., “A New Product Growth Model for Consumer Durables”, *Management Science*, 15-5, 1969.

Bayus, Barry L., “Forecasting Sales of New Contingent Products:An Application to the Compact Disc Market”, *Journal of Product Innovation Management*, 4, 1987.

DTI(Department of Trade & Industry), http://www.dti.gov.uk/

Everett M. Rogers, *Diffusion of Innovation*, 1983.

Grid Support Centre, http://www.grid-support.ac.uk/

Ian Foster, The Grid; A new infrastructure for 21st century science, *Physics Today*, 2002. 2.

Lawrence, K. & Lawton, W., "Applications of Diffusion Models: Some Empirical Results", In *New Product Forecastion*, Yoram Wind, Vijay Mahajan, and R.C. Cardozo (eds.), Lexington Books, 1981.

Mahajan, V. & Sharma, S., "Simple Algebraic Extimation Procedure for Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance", *Technological Forecasting and Social Change*, 30, 1986.

NSF, 'Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure', *A Report of the National Science Foundation Blue-Ribbon Advisory Panel on Cyberinfrastructure*, 2003. 1.

NSF, *Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure*, 2003.

Steen & Dongarra, *Overview of Recent Supercomputers*, 2004.

Sultan F., Farley, J. & Lehmann, D., "A Meta-Analysis of Applications of Diffusion Models", *Journal of Marketing*, 27, 1990.

The National e-Science Centre and the UK e-Science Programme, http://umbriel.dcs.gla.ac.uk/NeSC/general/talks/mc_commtechnesc2002.pdf

부 록

[부록 1] 전문가 자문회의 결과 녹취

슈퍼컴퓨터 4호기 도입준비를 위한 정책세미나

● 일시 : 2005년 4월 2일 (토) 10:00 - 12:00
● 장소 : 고려대학교 국제관 1층 국제세미나실
● 주최 : 고려대학교 정부학연구소 / KISTI 슈퍼컴퓨팅센터
● 사회 : 안문석 교수(고려대학교 부총장)
● 토론자 : (가나다 순)
강태혁 국장(기획예산처),
구희권 수석전문위원(국회 과학기술정보통신위원회),
정강정 원장(한국교육과정평가원),
정진욱 교수(성균관대학교),
박창범 교수(한국고등과학원),
박찬성 교수(동명정보대학),
양영규 교수(경원대학교),
오일근 과장(과학기술부),
이상산 부사장(다산네트웍스),
이지수 센터장(슈퍼컴퓨팅센터),
조영화 원장(KISTI),
황철증 과장(정보통신부),
김중권 실장(슈퍼컴퓨팅센터)외 KISTI 관계자
● 연구진 : 이기식 교수(동해대학교), 박성진 교수(경인여자대학),
이석환 교수(국민대학교), 맹보학 교수(경인여자대학)

● 연구진 발표내용은 생략(보고서 참고).

● 안문석 교수 : 안녕하십니까, 바쁘신데 이렇게 참석해주셔서 대단히 감사합니다. 슈퍼컴퓨터 4호기 도입준비를 위한 정책세미나를 시작하도록 하겠습니다. 먼저 본격적인 논의에 앞서서 KISTI의 조영화 원장께서 인사말씀 좀 해주시고, 이지

수 센터장님께서도 한 말씀해주시기 바랍니다.

● 조영화 원장 : 오늘 이렇게 중요한 자리에 나와 주셔서 대단히 감사드립니다. 국가적인 e-Science 사업을 구축하는데 있어서 가장 중요한 두 가지 요소가 바로 슈퍼컴퓨팅파워와 네트워크입니다. 다행히도 네트워크에 있어서는 범정부적으로 많은 투자가 되고 있는 것 같습니다만, 컴퓨팅파워의 확보에 있어서는 5년이라는 주기에 묶여서 어려움을 겪고 있습니다. 저희들 힘만으로는 이 어려움을 푸는데 한계가 있습니다. 오늘 참석해주신 여러 전문가들께서 이해를 많이 해주셔서 직·간접적인 지원을 부탁드립니다. 감사합니다.

● 이지수 센터장 : 국가경쟁력이라는 것을 저희들은 슈퍼컴퓨터를 얼마나 잘 활용하는가 하는 것으로도 측정해 볼 수 있다고 생각합니다. 그 이유는 슈퍼컴퓨터가 가지는 산업에 대한 파급효과가 크기 때문입니다. 바꿔 말하면 슈퍼컴퓨팅 파워가 제 때 공급되지 못하면 사회 경제 전반적으로 보틀넥으로 작용할 수 있다는 말입니다. 이런 현실을 감안할 때 지금 4호기의 도입은 시급한 문제인 것 같습니다. 저희들도 많은 노력을 하고 있습니다만 오늘 참석해주신 분들께서도 많이 도와주시기 바랍니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 네, 감사합니다. 오늘의 세미나는 우리나라 슈퍼컴퓨터의 위상이 어느 정도인가, 그리고 슈퍼컴퓨터를 활용해서 이룩한 그동안 성과와 효과는 어느 정도인가, 앞으로의 전망은 어떤가, 그렇다면 정부의 정책은 어떻게 세워져야 할 것인가 등에 대한 연구진의 연구내용을 들어보고 이를 바탕으로 참여하신 전문가분들의 정책적인 제언을 토론형식으로 진행하도록 하겠습니다. 먼저 과학기술부의 오일근 과장께서 한 말씀해 주십시오.

● 오일근 과장 : 슈퍼컴퓨터의 필요성에 관해서는 R&D 계통에서 연구하시는 분들 뿐만 아니라 사회과학분야에서도 슈퍼컴퓨터를 많이 사용하시는 분들을 위주로 해서 모두 공감하고 인식하고 있는 것 같습니다. 그럼에도 불구하고 오늘 이런 세미나의 자리를 마련해서 합리적인 의사결정을 위해 노력하시는 모습을 보고 매우 고무적인 생각이 듭니다. 또한 슈퍼컴퓨터의 도입과 운영, 기타 우리나라 과학기술 기초 분야에 많은 기여를 하고 있는 한국과학기술정보연구원과 같은 기관이 있는 것도 참으로 다행스럽게 생각합니다.

사실 저 개인적으로도 예전에 슈퍼컴퓨터의 유저였습니다. 카오스 다이나믹스라는 분야를 공부한 적이 있는데 이 분야는 매우 복잡한 수식을 계산해야하는 분야

이고 시뮬레이션을 통한 실험이 필요한 분야라서 저도 한 때 슈퍼컴퓨터를 사용했었습니다. 그래서 꼭 경제적 효과와 같은 것을 떠나서 슈퍼컴퓨터의 필요성에 대한 인식은 실제 그 때의 경험을 바탕으로 깊게 가지고 있습니다.

과학기술혁신본부에서 중점적으로 추진하고 있는 것은 차세대성장동력산업과 관련해서 직접 이 업무를 추진하고 있기도 하지만 다른 부처에서 적극적으로 참여할 수 있도록 분위기를 조성한다든지 차세대성장동력 이후의 미래전략기술 분야 등에 대한 개발도 함께 해나가고 있습니다. 이러한 것들이 제대로 구축되기 위해서 기본적으로 필요한 것들로는 차세대디지털연구환경 구축이 있고 거기에 슈퍼컴퓨터의 확보, 초고속 연구망의 구축 등이 가장 기본이 된다고 생각합니다. 이러한 사항들을 가능하다면 과학기술정보화촉진기본계획 등을 수립해서 그곳에 충분히 반영할 수 있도록 노력하겠습니다.

마지막으로 이런 훌륭한 인프라를 도입해서 유지 보수도 잘하고 운영적인 측면에서 좀더 노력을 기울여서 저변확대와 좀더 편하게 사용할 수 있도록 여건을 조성해 주는 것도 중요하다고 생각합니다. 이를 위해서는 운영적인 면에서의 예산확보도 시급한 문제인 것 같습니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 오늘 이 모임의 가장 큰 성과 중에 하나는 슈퍼컴퓨터 패밀리를 한 사람 찾았다는 것입니다. 말씀 감사합니다. 아무래도 기술적이거나 전문적인 말씀은 이상산 박사께서 한 말씀해주시는 것이 도움이 될 듯 합니다.

● 이상산 부사장 : 국가 경쟁력을 제고하는 방안을 고민하다보면 과연 어떤 인프라를 갖추어야 할 것인가에 대해 생각하게 됩니다. 오늘 발표내용에도 언급되어 있지만 IT만큼 생산력을 높여주는 것은 없다고 봅니다. 그 이유는 최근 10년간의 통계를 볼 때 똑같은 비용을 지불했을 때 네트워크는 6개월마다 2배의 성능을 확보할 수 있게 되고, 스토리지는 1년에 2배씩 늘어나고, 컴퓨터는 18개월이면 똑같은 돈으로 2배의 성능을 확보할 수 있다고 합니다. 이것은 기존의 인프라, 즉 도로와 같은 것들로는 상상도 할 수 없는 증가율입니다. 다행히도 우리나라는 지난 20년간 정보산업에 활발한 투자와 발전을 이루어왔습니다. 그리고 향후 10년 동안도 마땅히 이 정보기술을 통해서 발전이 되어갈 것이라고 확신합니다. 이런 것들을 구현하는데 가장 기본이 되는 것이 바로 슈퍼컴퓨터라고 할 수 있고, 이 인프라는 당연히 공공부문에서 제공해야 하는 것입니다.

또 하나는 앞서 IT와 관련된 인프라의 증가속도를 6개월, 1년, 18개월로 나누어서 말씀드렸는데, 슈퍼컴퓨터의 도입주기가 5년이라는 것은 정말 시대에 뒤떨어진 추세라고 생각됩니다. 이것이 사회에 미치는 영향이 작았을 때는 5년, 10년의 주

기가 별로 의미가 없습니다. 하지만 우리의 현재 생활이나 산업 전반을 놓고 볼 때 정보기술이 미치는 영향은 상당히 큽니다. 그런데 여전히 5년마다 한번씩 모여서 이런 회의를 거치고 타당성을 검토해서 도입한다는 것은 정말 시대착오적인 넌센스라고 보여 집니다. 가능하다면 일정한 예산을 확보해주고 그것을 어떻게 효율적으로 활용할 것인지에 대해서만 정부가 감독해 준다면 지금보다는 훨씬 나은 모습이 아닐까 생각해 봅니다.

셋째, 그러면 어떤 규모의 장비를 구입해야 할 것인지에 대해서는 지금까지 도입하기 위해서 지출했던 규모는 최소한으로 확보가 되어야 한다고 생각합니다. 그것은 말 그대로 최소한의 조건이고 국가의 대계를 놓고 생각한다면 좀더 과감한 투자가 있어야 할 것입니다. 즉, 예산 규모의 면에서 지금까지와 비교해서는 좀더 발전적인 투자가 있어야 한다고 봅니다.

그리고 어떤 방식으로 도입된 슈퍼컴퓨터를 운영할 것인지의 문제도 남는데 요즘 국가균형발전이라고 해서 각 시도마다 슈퍼컴퓨터센터를 두고 운영하는 것은 답이 아니라고 봅니다. 그렇다고 하더라도 국가적으로 메인센터와 백업센터 정도는 있어야 하지 않나 생각되고, 그것은 서울에 예를 들어 대규모 연구단지가 있다면 그곳 정도에는 백업센터 형식으로 있어야 할 것입니다.

마지막으로 현재 슈퍼컴퓨터에 관련된 예산의 90%정도가 하드웨어 구입에 들어갑니다. 하지만 실제적으로 그것을 잘 쓰게 하는 것이 더 중요하다고 볼 수 있는데 이곳에 예산배정이 전혀 안된다면 100을 투자하고 1000을 거둘 수 있는 것을 150만 거두고 좋아하는 결과를 나타낼 것입니다. 인력운영 쪽에 예산배분이 꼭 되어야 할 것입니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 네, 감사합니다. 평생을 슈퍼컴퓨터에 헌신하신 분이라서 그런지 조목조목 좋은 말씀 주신 것 같습니다. 다음으로는 결국 슈퍼컴퓨터 도입은 예산의 문제인데 관계되는 정책결정자들을 설득하는 것이 중요한 것 같습니다. 그래서 국회에 계시는 구희권 수석전문위원께서 한 말씀해 주시면 감사하겠습니다.

● 구희권 수석전문위원 : 제가 3호기 도입할 때도 당시 SERI에 가서 슈퍼컴퓨터에 관련된 교육을 좀 받은 적이 있는데 오늘 또 이 모임에 참석하게 된 것을 보니 저도 슈퍼컴퓨터 패밀리인 것 같습니다. 저는 두 가지 정도의 말씀을 드리고자 합니다.

먼저 발표 자료를 중심으로 몇 가지 의문점을 좀 여쭙도록 하겠습니다. 슈퍼컴퓨터 사용자 top10에 보니 기상청이 있던데 맞습니까? 그리고 2004현재의 데이터입니까? 아니면 그 때까지의 누적 데이터입니까?

● 김중권 실장 : 네, 기상청도 현재 저희 슈퍼컴퓨터를 사용하고 있습니다. 그 데이터의 경우는 누적데이터인데 2004년도에 기상청에서 좋은 성능의 슈퍼컴퓨터를 도입했지만 여전히 저희 공용 슈퍼컴퓨터도 사용하고 있는 실정입니다.

● 구희권 수석전문위원 : 이기식 교수님의 발표내용 중에 슈퍼컴퓨터와 관련하여 고위 정책결정자들의 인식을 제고시켜야 한다는 지적이 있었습니다. 관련하여 제가 한 말씀드리겠습니다. 기상청 슈퍼컴퓨터 1호기가 도입될 당시, 즉 1996년도에 연천·파주 지역에 집중호우가 있었습니다. 그래서 1997년 예산에 반영하기로 했다가 IMF 사태가 터지는 바람에 실현이 못되었습니다. 다시 1999년 예산에 3개월 정도 분으로 반영이 되었는데, 마침 1998년 7월에 지리산에 집중호우가 있었습니다. 그래서 7개월분으로 증액이 되었습니다. 이런 앞선 경험들이 슈퍼컴퓨터에 대한 정부 고위정책결정자들의 인식제고에 시사하는 바가 있을 것 같습니다. 최종보고서에 이러한 내용들이 좀 반영되었으면 좋겠습니다.

다음은 제가 몇 가지 제언을 좀 드리고 싶습니다. 미국이 1985년도에 슈퍼컴퓨터를 도입했는데 우리나라가 1988년도에 1호기를 도입했다는 것은 크게 뒤떨어지지 않는 사항 같습니다. 아마도 그 때문에 우리나라가 항상 10위권에 머물 수 있었던 것 같아서 다행으로 생각합니다.

어느 한 국가가 과학기술력을 향상시키고 유지시키기 위해서는 안정적인 슈퍼컴퓨팅 파워 확보가 중요한 것 같습니다. 다만 여기서 문제는 예산을 어떻게 확보하느냐 하는 것 같습니다. 지금 현재 상황은 3호기를 도입할 때보다도 오히려 더 힘든 상황입니다. TOP-DOWN 방식으로 예산과정이 진행되기 때문에 부처의 재량이 줄어든 점이 그 이유가 될 것입니다. 이에 대한 대책으로는 안정적인 슈퍼컴퓨팅 파워 확보를 위해 제도적인 장치를 마련할 필요가 있을 것으로 보입니다. 또한 공공기관이 슈퍼컴퓨팅 파워를 효율적으로 사용하기 위해서도 제도적 장치가 필요합니다. 여기서 미국의 HPC법 같은 것을 우리도 제정할 필요를 느끼게 되는데, 가능하시다면 연구결과보고서에 이에 대한 드래프트라도 제시가 되면 좋을 것 같습니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 그동안 법률화하는 문제가 숙원사업처럼 인식되고 있었는데 좋은 지적해 주신 것 같습니다. 감사합니다. 다음은 양영규 교수께서 한 말씀해 주십시오.

● 양영규 교수 : 저도 구희권 수석위원의 말씀에 전적으로 공감합니다. 이 모임

에 참석하기 위해 오는 길에 계속 법제화의 문제를 생각하면서 왔습니다. 이와 비슷한 법이 좋은 예가 될 것 같습니다. 예전에 정호선 의원이 국회의원을 하실 때 KAIST 교수님들과 합작해서 만든 '뇌과학연구촉진법'이라는 것이 있습니다. 여러 규모로 본다면 슈퍼컴퓨터 쪽보다 훨씬 작습니다. 하지만 이렇게 법제화가 된 이후로는 정기적으로 예산이 확보가 됩니다. 슈퍼컴퓨터의 경우도 오늘 이렇게 참석하신 전문가 분들만 힘을 합쳐도 충분히 법제화가 가능하리라고 봅니다. 법제화가 된다면 도입주기에 대한 문제도 자연스럽게 해결될 것입니다. 제 생각에도 요즘 PC도 3년이면 벌써 구형이 되어서 못쓰는데 국가의 중요한 인프라인 슈퍼컴퓨터를 5년 주기로 도입해 온다는 것은 말이 안되는 것 같습니다.

앞선 발표에서 공공부문의 슈퍼컴퓨터 활용에 대해서 많이 언급을 하셨는데, 이미 아시겠지만 우리나라가 곧 GEOSS(전지구관측시스템)에 가입하게 됩니다. 그때 그 많은 데이터들을 처리하려고 한다면 지금의 3호기로서는 역부족입니다. 현재 미국의 TOP랭킹에 있는 슈퍼컴퓨터들의 많은 용량을 위성관측을 통한 분석작업에 쓰고 있는데 우리나라도 GEOSS에 가입하게 된다면 어마어마한 슈퍼컴퓨팅 파워가 필요하게 될 것입니다. 보고서를 쓸 때에도 이런 내용을 참고하시면 좋을 것 같습니다.

다음으로 슈퍼컴퓨팅센터의 발전방향은 U.C. 샌디애고 센터를 벤치마킹했으면 좋겠다하는 생각이 듭니다. 초창기에는 일리노이의 센터가 앞서갔지만 요즘은 그리드사업과 e-Science 사업 등을 같이 추진하면서 국가 인프라로서의 총체적인 모델을 제시해주고 있는 것 같습니다. 보고서에서도 좀더 깊이 샌디애고 센터에 대해 분석해 주시면 좋겠습니다.

● 안문석 교수 : 좋은 아이디어를 주셔서 감사합니다. 다음은 황철증 과장이 한 말씀해 주시기 바랍니다.

● 황철증 과장 : 오늘 이 자리에 저같은 공무원을 불러주신 이유는 아마도 공부도 좀 하고, 인식도 같이 좀 하고 예산 결정과정에서 정책적인 지원도 좀 하라는 의미인 것 같습니다. 사실 저는 3호기 도입 때도 회의에 몇 번 참석한 적이 있고, 그리드 사업에 대한 기본 계획을 세울 때에도 제가 KISTI 관계자들과 협의해서 기본 컨셉들을 만들었기 때문에 이 패밀리의 자격이 충분히 있는 것 같습니다.

당시 KISTI에서 가졌던 그리드에 대한 기본 컨셉은 공동협업연구의 기반으로 그리드 컴퓨팅을 생각했었던 것 같고, 저 같은 경우에는 인터넷의 차기 버전이 무엇인가에 대한 고민으로 그리드 컴퓨팅을 생각하고 있었습니다. 즉, 쉽게 표현하자면 사이버 스페이스에서의 컴퓨팅 이용모습이 현실과 똑같다는 생각을 했었습니

다. 예를 들어 학교 도서관의 어떤 자료를 사이버 공간에서 열람하고자 한다면 단순히 텍스트만을 다운로드해서 보는 것이 아니라 현실과 같은 느낌으로 문을 열고 들어가서 책을 고르고 책장을 넘겨서 자료를 찾는 것 같은 개념으로 생각했는데 그 단초를 그리드의 개념이 제공할 수 있을 것이라고 봤습니다.

관련해서 오늘 논의하고 있는 슈퍼컴퓨터에 관한 연구도 국가 인프라스트럭처의 고도화라는 관점으로 접근해야 할 것 같습니다. 즉, 현재 우리나라의 디지털 인프라스트럭처가 메타 개념을 도입해서 업그레이드되기 위해서는 통제기능으로서 슈퍼컴퓨팅 파워가 절대적으로 필요하다는 개념으로 접근해야 한다는 말입니다.

여기에 참석하신 분들 중에서는 슈퍼컴퓨터의 필요성에 의문을 가지는 분들은 없을 것입니다. 또한 공무원들의 입장에서 본다면 필요성의 문제보다는 도입 시기라든지 도입 절차상 효율성 문제라든지, 어떻게 하면 유리한 조건으로 도입할 수 있는가 하는 관점으로 볼 것이기 때문에 연구보고서에서도 그런 문제들을 다룰 필요가 있을 것 같습니다. 즉 거시적인 필요성보다는 특히 도입 시기에 관련한 문제는 좀더 구체적으로 다룰 필요가 있겠다는 생각이 듭니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 네, 감사합니다. 우리가 사이버 공간을 구축하는데는 성공을 했다고 볼 수 있는데 이 공간을 어떻게 하면 생산적인 공간으로 만들 것인가 하는 점에서는 더 고민을 해야할 필요가 있는 것 같습니다. 제 생각에 생산적인 공간이 되려면 사이버 공간에서 생산적인 활동을 하는 사람에게 user-friendly한 소프트웨어가 나와야 하는데 소비적인 활동을 하는 사람에게는 그런 소프트웨어가 많이 나오는 반면, 생산적인 활동을 위해서는 그렇지가 않은 것 같습니다. e-Science나 그리드의 개념이 확장되기 위해서도 공통 기반이 되는 좋은 소프트웨어들이 많이 나와야 하는데 이런 이유들로 해서 그런 소프트웨어가 잘 안나오다보니 힘든 상황에 있는 것 같습니다.

그리고 기상청에서 KISTI의 슈퍼컴퓨터를 사용하는 것은 제 생각엔 이런 것 같습니다. 즉 하루하루 일기예보를 하는 일에는 기상청의 슈퍼컴퓨터를 사용하고, 기상 문제에 관한 R&D문제를 풀기 위해서는 KISTI의 컴퓨터를 이용하는 것 같습니다. 왜냐하면 지금까지 R&D에 필요한 많은 소프트웨어들이 KISTI 컴퓨터에서 잘 제공되고 있을 것이기 때문에 그것을 쉽게 바꾸지 못하는 것 같습니다. 맞습니까?

● 이지수 센터장 : 예, 지적하신 내용이 정확하게 맞습니다. 지금 기상청의 슈퍼컴퓨터의 역할은 현업예보에 맞춰져 있습니다. 하루 단위나 3일, 5일 단위의 기상

예보에 사용되고 있고, 기후나 기상에 대한 연구 수행은 저희 컴퓨터에서 하고 있습니다.

● 안문석 교수 : 네, 답변 감사합니다. 그럼 박찬성 교수께서 한 말씀해 주십시오.

● 박찬성 교수 : 저는 예산 확보하는 측면에서 말씀을 드리겠습니다. 사실 제가 센터장으로 있을 때 슈퍼컴퓨터를 도입하기 위해 여러 사람들을 괴롭혔습니다. 정부에 계신 분들은 전문가가 아니기 때문에 슈퍼컴퓨터에 대해서 잘 모르고 있습니다. 그래서 그 분들을 설득시키기 위해서는 짧은 자료를 가지고 가서 계속 설명해 드리고 인식을 바꿔드려야 합니다. 또한 정책결정자들을 대상으로 슈퍼컴퓨터에 대한 교육을 시키기 위해서는 직접 보여드리는 방법이 가장 좋은 것 같습니다. 실제 어떻게 생겼는지, 어떻게 운영되고 있는지, 또한 행사가 있을 때는 초청해서 그런 분위기를 같이 호흡하는 것이 가장 좋은 교육이 됩니다. 필요하다면 미국이나 선진국의 슈퍼컴퓨팅센터를 방문해서 운영실태를 눈으로 같이 확인하는 것도 좋은 방법이 될 것입니다. 아까 말씀하셨던 법제화의 문제 같은 것들도 정책결정자들에게 이런 방법들을 써서 교육을 시킨다면 아마도 잘 해결이 되지 않을까 생각됩니다.

또 하나 문제는 예산을 확보하기 위해 정책결정자들을 만나다 보면 슈퍼컴퓨터의 유저가 몇 명이나 되는지, 누가 제일 많이 사용하는지에 대해서 많이들 물어보십니다. 그러나 사실은 단 한 명이 쓰더라도 황우석 박사처럼 그 사람의 연구가 훌륭한 결과가 나와 준다면 그것만으로도 충분한 필요성을 가지는 것입니다. 따라서 유저의 숫자, 즉 유저의 확대보다는 제대로 된 전문가들이 사용하는 것이 훨씬 더 생산성이 높은 일일 것입니다. 이런 내용들을 체계적으로 정리를 하셔서 잘 설득해 주셨으면 합니다.

● 안문석 교수 : 네, 현직에 계실 때 경험을 바탕으로 해서 아주 좋은 참고의 말씀 너무 감사드립니다. 그럼 다음으로는 정진욱 교수님께서 한 말씀해 주십시오.

● 정진욱 교수 : 제가 예전부터 가지고 있었던 의문 중에 하나가 우리나라의 경우 이렇게 5년마다 한번 씩 모여서 슈퍼컴퓨터 도입을 위한 모임도 가지고 하면서 예산을 확보하게 되는데, 미국의 경우는 어떤 방식으로 슈퍼컴퓨팅 파워를 확보하는가 하는 것입니다. 그런데 앞서 구희권 수석위원님의 말씀을 들으니 그 의문은 풀리는 것 같습니다. 물론 우리나라의 경우도 미국처럼 그런 법을 하나 만들

어서 관련된 사항들을 제도화시키게 되면 가장 좋을 것이라는 생각이 듭니다.

올해 들어와서 그런 분위기는 상당히 좋아진 것 같습니다. 과학기술혁신본부가 출발하면서 국가 전체 R&D 예산을 약 10조에 가까운 돈을 확보하고 있는 것으로 기억하고 있고, 그 중에서 일정 부분을 고정적으로 확보할 수 있다면 이런 번거로운 절차와 타이밍을 놓쳐서 뒤쳐지는 일은 없을 것입니다. 그 뿐만 아니라 네트워크 부분에서도 지난해에 KISTI의 노력으로 글로리아드라고 불리는 획기적인 사업에 우리나라가 참여하게 되었습니다. 미국, 러시아, 중국 등이 참여해서 약 10기가bps 정도의 네트워크를 구성하는 것인데 슈퍼컴퓨터의 경우 네트워크가 없으면 거의 소용없는데 이런 사업에 참여하게 됨으로써 좋은 분위기가 마련된 것 같습니다. 외국의 다른 슈퍼컴퓨팅센터와도 10기가 bps로 연결이 된다고 한다면 이것은 정말 획기적인 일이 될 수도 있는 것입니다. 한국이 이런 나라들과 협업연구를 할 때 국제적인 위상이 달라지기 때문입니다. 이렇게 과학기술에 대한 분위기가 혁신되고 있을 때 법제도화 문제를 현실성 있게 접근하신다면 좋은 결과가 있을 것이라고 확신합니다.

마지막으로 개인적인 부탁을 드리자면 저는 대학에 있기 때문에 대학에는 학생들을 위주로 잠재 이용자가 많습니다. 이런 잠재 이용자들을 전면에 끌어내기 위해서는 교육이 반드시 필요한데, 제 생각으로는 약 1억 정도만 KISTI에서 투자한다면 훌륭한 표준교육과정들을 개발할 수 있을 것입니다. 이렇게 표준교육과정들이 구비가 되고, 교육을 실제 담당할 교수들에게 지원을 해준다면 실제 공대를 중심으로 각 분야의 학생들이 어떻게 내 분야에서 슈퍼컴퓨터를 활용할 수 있을 것인지에 대해 답을 얻을 수 있으리라 봅니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 네, 고맙습니다. 정강원 원장께서 한 말씀해 주십시오.

● 정강정 원장 : 오늘 여러 전문가분들을 통해서 좋은 말씀 많이 들었고, 공부가 많이 된 것 같습니다. 특별히 제가 어떤 말씀을 드리는 것보다는 지속적인 관심을 가지고 분위기를 만들어 가는데 최선의 노력을 다하도록 하겠습니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 네, 감사합니다. 지금까지의 논의된 내용을 들으시고 예산확보에 어떤 문제점들이 있을지 어떤 점들을 어떻게 보완해야할 지에 대해서 강태혁 국장께서 한 말씀해 주시기 바랍니다.

● 강태혁 국장 : 오늘 이 자리에 참석하게 되어서 많은 것들을 생각하고 배울 수 있었던 것 같습니다. 기본적으로 재정을 하는 사람들은 의심이 많은 편입니다. 보

고서를 가지고 오신다던지 이런 자리에 참석하게 되면 왜 이런 수치가 나왔는지, 왜 필요한지, 어떤 효과가 있을지에 대해서 기본적인 의문을 가지게 됩니다. 우선 궁금한 점은 1월에서 3월까지는 CPU이용률이 상대적으로 낮다가 5, 6월에 갑자기 70-80%대로 급격히 증가하는 추세를 보이는데 특별한 이유가 있습니까?

● 김중권 실장 : 우선 일 년 중의 이용률은 학생들의 논문 주기와 밀접한 관계가 있습니다. 그리고 도입 주기와 관련해서는 처음 도입하고 1년 미만일 때에는 다소 이용률이 줄다가 2, 3년도로 지나가면 이용률이 또 급격하게 증가하게 됩니다.

● 강태혁 국장 : 또 한 가지 문제는 슈퍼컴퓨터가 과연 인프라라고 할 수 있는가 하는 문제입니다. 우리가 대게 인프라라고 할 때에는 국민 불특정 다수가 사용하는 시설이라든지, 아니면 그것을 사용함으로 인해서 그 혜택이 몇 차례 거치면서 여러 사람에게 돌아가는 시설이라든지 이런 식으로 정의할 수 있습니다. 그렇다면 과연 슈퍼컴퓨터가 그런 인프라로서의 역할을 하고 있는지에 대한 질문을 할 수 있는데, 앞서 나왔던 저변확대의 문제를 살펴볼 때 이 장비가 어떤 특정한 사람에게만 혜택이 가는 것은 아닌지 의심해 볼 수 있습니다. 따라서 장비 구입의 문제보다는 저변확대의 문제에 좀더 심혈을 기울일 필요도 있지 않은가 하는 생각이 듭니다.

또 하나의 문제는 도입주기에 관련된 것입니다. 아까 5년 주기라는 말씀을 하셨는데, 이 문제는 아마도 기획예산처에서도 사회가 워낙 급변한다는 것을 잘 알고 있기 때문에 과거와 같이 그 주기에 얽매이지는 않을 것입니다. 다만 작년부터 예산제도가 TOP-DOWN 방식으로 바뀌었기 때문에 이에 대한 대비를 잘 해야 할 것 같고, 필요한 당해 년도에 요구한다면 앞으로는 예산을 확보하기 어려울 것이기 때문에 미리 계획을 잘 세워야 할 것입니다. 또한 구입하는 방식을 바꿔버리는 것도 방법 중에 하나가 될 수 있겠습니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 감사합니다. 조금 늦게 박창범 교수님께서 오셨는데 끝으로 한 말씀해 주십시오.

● 박창범 교수 : 저는 유저의 입장에서 아마도 초청해 주신 것 같은데, 이런 좋은 장비가 들어오게 되면 저뿐만 아니라 슈퍼컴퓨팅 파워를 필요로 하는 많은 유저들에게 최적의 장비가 들어올 수 있도록 힘써 주시고, 운영적인 면에서도 최대한 지원을 해주셔서 세계적인 연구결과들이 나왔으면 좋겠습니다.

● 안문석 교수 : 네, 말씀 감사합니다. 우리끼리는 당연하다고 생각되는 것들이 한 발짝만 물러서서 보면 또 당연하지 않을 수도 있습니다. 보완해야 할 부분들을 잘 반영해 주시기 바랍니다. 제가 대학에 있다보니 느낀 점 중에 하나는 교수님들 사이에서 슈퍼컴퓨터에 대한 인식이 상당히 낮습니다. 왜 그런지를 살펴봤더니 요즘은 PC가 상당히 강력한 것들이 나오기 때문에 시간이 다소 걸리더라도 소프트웨어나 여러 가지 편리성 때문에 PC를 더 선호하는 것 같습니다. 그러나 사실은 스피드 경쟁, 첨단 경쟁으로 가려면 슈퍼컴퓨터를 쓸 수밖에 없는 부분들이 있습니다. 이런 인식들이 저변에 잘 확산이 되어야 할 것입니다. 다음 번 세미나도 지금 계획 중인데, 그 때에는 사례발표를 중심으로 진행이 되었으면 좋겠습니다. 주말임에도 불구하고 나오셔서 좋은 말씀해 주신 것 대단히 감사드립니다.

[부록 2] 전문가 자문회의 결과 녹취

슈퍼컴퓨터 경제성 분석 및 수요예측 워크샵

● 일시 : 2005년 6월 18일 (토) 10:00 - 12:00
● 장소 : 고려대학교 100주년기념관 지하1층 국제세미나실
● 주최 : 고려대학교 정부학연구소 / 국회 김영선 의원실
● 주관 : 한국과학기술정보연구원 / 슈퍼컴퓨팅센터
● 사회 : 안문석 교수(고려대학교 부총장)
● 사례발표 : 임지순 교수(서울대학교), 이윤섭 교수(KAIST),
박창범 교수(고등과학원), 노성구 이사(크리스탈지노믹스),
윤준원 교수(군산대학교)
● 토론자 : (가나다 순)
강태혁 단장(기획예산처),
구희권 수석전문위원(국회 과학기술정보통신위원회),
김영선 의원(한나라당, 국회 과학기술정보통신위원회),
김철민 교수(부산대학교), 박정렬 심의관(과학기술부),
석호익 실장(정보통신부), 성기수 박사(전 SERI 소장),
송병선 과장(기획예산처), 양영규 교수(경원대학교),
오일근 과장(과학기술부), 오재호 교수(부경대학교),
이지수 센터장(슈퍼컴퓨팅센터), 정갑주 교수(건국대학교),
조영화 원장(KISTI),
김중권 실장(슈퍼컴퓨팅센터)외 KISTI 관계자

● 연구진 : 이기식 교수(동해대학교), 박성진 교수(경인여자대학),
이석환 교수(국민대학교), 맹보학 교수(경인여자대학)

● 연구진 발표내용은 생략(보고서 참고).

● 안문석 교수 : 고려대학교 부총장으로서 오늘 바쁘신 와중에 워크샵에 참석해 주신 여러분들께 감사드립니다. 우리나라가 세계 10대 경제대국입니다만, 그 기초가 되는 것은 역시 과학기술력이라고 봅니다. 과학기술의 핵심 근간이 되는 슈퍼컴퓨터와 관련된 워크샵을 고려대학교 100주년기념관에서 개최하게 된 것을 무한한 영광으로 생각합니다. 그럼 오늘 워크샵을 크게 두 부분으로 나누어서 진행하도록 하겠습니다. 아직 슈퍼컴퓨터가 왜 필요한지에 대한 일반적인 인식이 부족한데 파트 1에서는 슈퍼컴퓨터를 활용한 사례 발표를 하도록 하겠습니다. 두 번째는 정책부분을 다룰 것인데, 현재 3호기의 경제적 효과와 4호기를 도입했을 때 예상되는 수요와 효과를 중심으로 연구진의 간략한 발표를 들은 후 이를 토대로 참여한 전문가 여러분의 의견을 토론형식으로 진행하도록 하겠습니다.

그럼 본격적인 워크샵에 앞서 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있는 KISTI의 조영화 원장께서 잠깐 인사말을 해주시고, 이어서 김영선 의원의 격려말씀을 들은 후 본 워크샵을 진행하도록 하겠습니다.

● 조영화 원장 : 안녕하십니까, 한국과학기술정보연구원 원장 조영화입니다. 슈퍼컴퓨팅센터가 저희 기관에 있음으로 해서 저희 기관이 한국 과학기술의 기초 메카로서의 역할을 다하고 있다고 생각합니다. 슈퍼컴퓨터와 정보, 그리고 연구전산망 이 세 가지 요소를 저희 기관에서 보유하고 있기 때문에, 현재 모든 연구개발이 IT기반으로 해서 이루어지는 현실을 감안한다면 이런 기초 메카로서의 역할은 더욱더 공고히 될 것이라고 생각됩니다. 그러나 지금 슈퍼컴퓨터가 리스의 기간 등을 고려하여 5년마다 교체되고 있는데 처음 교체될 당시에는 순위가 꽤 높이 올라가다가 3년 정도만 지나게 되면 굉장히 뒤떨어지고 있습니다. 슈퍼컴퓨터는 현재 약 13년 만에 2000배 이상으로 성능이 향상되고 있습니다. 이런 추세를 감안한다면 IT를 기반으로 한 기술중심국가로 도약하고 있는 현 시점에서 절대 다른 나라에 뒤떨어지면 안된다는 것이 저희들의 생각입니다.

다행히도 오늘 슈퍼컴퓨터 워크샵에 참석해주신 여러분들을 중심으로 파워확보와 공동활용에 대한 여러 공감대를 형성하고 있는 것 같습니다. 앞으로도 많은 지원과 도움 부탁드립니다. 감사합니다.

● 김영선 의원 : 안녕하십니까, 김영선입니다. 국회의원으로서 국가 과학기술 발전을 위해 노력하는 와중에 이렇게 훌륭하신 전문가 분들을 한 자리에서 뵙게 되니 축사 겸해서 평소 생각을 짧게 말씀드리겠습니다. 몇 일 전 정보통신부 관계자들을 통해서 이제 곧 세계 특허동향과 과학기술동향을 한눈에 파악할 수 있는 지적재산권 팀을 구축할 것이라는 말씀을 들었습니다. 그리고 과학기술부의 경우도

늘 너무 디테일한 사업만을 다루다가 얼마 전부터 과학기술혁신본부를 설치하여 전반적인 정책을 다룰 수 있는 시스템으로 자리를 잡게 된 것 같습니다. 늘 제가 국정감사 등의 자리를 통해서 주장해 오던 것들인데 이렇게 현실화되니 매우 기쁘게 생각합니다.

요즘 시대를 나노의 시대라고들 합니다. 한 사물과 개체가 10^{-9}만큼 작아졌다는 의미로도 받아들일 수 있을 것 같고, 바꿔 말하면 이 우주와 세상이 10^{9}만큼 커졌다는 얘기도 될 것입니다. 과학 전문가가 아닌 일반인의 입장에서 이런 막연한 생각을 가지고 있습니다만, 오늘 슈퍼컴퓨터를 활용한 사례발표를 통해서 좀더 구체적인 효과를 알 수 있을 것 같아서 상당히 기대가 큽니다. 다소 뒤늦은 감이 있긴 합니다만 우리나라도 빨리 슈퍼컴퓨터 분야에서 앞선 나라들을 뒤따라 잡아야한다고 생각합니다.

과기정통위원회에 있으면서 제가 느낀 점은 이런 나노기술이라든지 유전공학 기술들을 기반으로 해서 앞으로는 로봇산업 같은 것들이 우리 경제의 핵심 분야들이 될 것입니다. 이런 모든 응용기술들의 기본이 되는 것이 바로 슈퍼컴퓨터라고 할 때 그 중요성이 매우 크다는 것입니다.

끝으로 제가 한 말씀만 더 드리고 싶은 것은 우리나라에도 과학전문방송이 꼭 필요합니다. 기존의 방송국에서 과학프로그램은 다른 분야의 프로그램에 밀릴 수 밖에 없습니다. 일반인들이 다소 재미없다고 느낄 수도 있지만 전문가들은 심도있게 보고 공감할 수도 있는 것이고, 또 이런 방송들을 통해서 훌륭한 과학 인재들도 흡수할 수 있다고 봅니다. 또한 이런 매체를 통해서 대중과 문화 속에서 과학이란 것이 잘 융합되면 새로운 어떤 분야도 창출할 수 있을 것입니다. 따라서 EBS처럼 정부가 지속적으로 지원하는 과학전문방송이 꼭 필요하다고 봅니다. 오늘의 워크샵 주제와 다소 동떨어진 얘기지만 많은 전문가들이 계시기에 한 말씀 드렸습니다. 여러분들이 노력하시는 만큼 나라가 발전한다고 생각합니다. 아무쪼록 앞으로도 많은 수고 부탁드립니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 정책적인 면에서의 이슈는 두 가지 정도인 것 같습니다. 우선 슈퍼컴퓨터 도입 시기와 관련된 것인데, 현재의 5년 주기로 간다면 우리나라는 항상 뒤처질 수밖에 없습니다. 가장 좋은 슈퍼컴퓨터를 도입하더라도 5년 정도가 지난다면 이미 보통 컴퓨터 정도의 수준 밖에 역할을 할 수 없을 것입니다. 이럴 때마다 예산 당국을 찾아다니면서 도입의 타당성을 설명하고 한다면 이미 시기를 놓칠 가능성이 많은데, 미국의 경우처럼 법제화가 되어 있다면 이런 문제들은 자연히 해결되리라고 봅니다. 두 번째 이슈는 하드웨어를 도입한 후에 운영비용 측면에서는 국가의 지원이 거의 없었는데 사실상 막대한 예산을 들여서 하드웨어를

도입하는 것도 중요하지만 국가차원에서 체계적인 운영지원 프로그램이 있다면 국가과학기술 발전에 획기적인 역할을 할 수 있으리라 봅니다.

그럼 이제부터 토론자로 참석하신 여러 전문가 분들의 말씀을 들어보도록 하겠습니다. 먼저 성기수 박사님께서 한 말씀해 주시겠습니다.

● 성기수 박사 : 이런 훌륭한 장소에서 여러 분야의 대가들께서 참석해 주신 것을 보니 우리나라 슈퍼컴퓨터의 앞날이 매우 밝은 것 같습니다. 1988년도에 1호기 도입할 무렵 이런 생각을 했습니다. 디지털의 수요를 예측한다는 것은 그 자체가 넌센스인 것 같습니다. 수요라는 말이 성립될 수가 없지 않나, 즉 디지털 수요 무한대의 원리를 주장했는데 이것은 회선에도 성립될 수 있고 슈퍼컴퓨터에도 적용될 수 있을 것입니다. 아무리 큰 용량과 파워를 제공해도 빠른 시간 안에 한계치에 도달하는 것 같습니다.

사실 80년대 초반 우리나라의 과학기술 능력은 세계에서 형편없는 수준이었습니다. 그러나 88년을 기점으로 순위가 급상승했는데, 그 이유는 슈퍼컴퓨터를 활용한 정보가공능력이 발전해서가 아닌가 생각합니다. 이로 인해서 우리나라의 기초과학분야가 발전하기 시작했고 이것이 밑받침이 되어서 90년대 IT의 폭발적인 상승이 있었던 것 같습니다. 오늘날 전자산업이나 바이오산업 같은 영역에서 두각을 보이고 있는 이유는 우연히 그렇게 된 것이 아니라 위와 같은 흐름 속에서 연구여건 등이 뒷받침이 되었기 때문에 가능했을 겁니다. 이런 일련의 분위기만 짚어보더라도 슈퍼컴퓨터의 효과는 국가경쟁력 제고에 가장 핵심적인 역할을 하고 있는 것입니다. 미국 슈퍼컴퓨터 법의 전문에 보면 아주 인상적인 말들이 많습니다. 특히 슈퍼컴퓨터는 미국의 국가경쟁력 제고를 위해 반드시 필요하다는 말이 있는데 우리나라는 이러한 법률이 없어서 참 안타깝습니다.

앞서 언급이 되었지만 도입 주기가 5년이라는 사실이 여러 모로 발목을 잡고 있습니다. 대만의 경우를 본다면 다른 예산 분야보다 슈퍼컴퓨터의 예산 증가율이 훨씬 많도록 보장이 되어 있다고 합니다. 즉, 매년 돌아다니면서 예산 로비를 할 필요도 없고, 무조건 예산의 평균 증가율이 슈퍼컴퓨터 도입에서 제일 높다고 합니다. 그런 분위기가 정치를 하는 사람들에게 인식이 되어 있다는 사실이 참 부러웠습니다. 사실 대만의 경우는 우리나라가 1988년도에 1호기 도입한 사실에 자극을 받아서 그렇게 실시하고 있는데 지금 현실은 분위기가 역전되어 있는 것 같은 느낌입니다. 또 다른 특이한 예로 싱가포르를 들 수 있습니다. 대부분의 국가는 기초과학의 발전을 위해 슈퍼컴퓨터를 도입하는데 싱가포르만은 특이하게 중소기업의 안정적인 발전을 위해 슈퍼컴퓨터를 도입한다고 합니다. 즉, 중소기업 단위로는 거액의 슈퍼컴퓨터를 살 수 없기 때문에 국가가 적극적으로 나서서 중소기

업의 신상품 개발을 위해 슈퍼컴퓨터를 도입해야 한다는 논리를 가지고 있는 것입니다. 오늘 사례발표에서도 굉장히 설득력 있는 말씀들을 해주셨지만 이제는 기초과학의 발전을 위해 슈퍼컴퓨터를 도입해야한다는 논리만을 내세울 필요는 없을 것 같습니다.

세계 500대 슈퍼컴퓨터의 용량이 매년 두 배씩 증가한다고 합니다. 이런 현실에서 우리나라는 5년마다 바꾼다는 것은 매우 심각한 문제라고 볼 수 있습니다. 축구에서도 마지막 5분 사이에 역전되는 경기를 종종 보게 됩니다. 우리나라가 지금까지 슈퍼컴퓨터 분야를 비롯한 과학기술분야에서 잘해 왔더라도 잠시만 긴장을 풀게 되면 금방 역전당하는 것은 뻔한 일입니다. 슈퍼컴퓨터에 대한 관심과 지원을 지속적으로 가져주셨으면 합니다.

● 안문석 교수 : 네, 감사합니다. 성기수 박사님 말씀처럼 슈퍼컴퓨터의 경우는 공급하기만 하면 금방 수요가 따라서 창출되는 것 같습니다. 두 번째로는 박정렬 심의관께서 코멘트를 해주시겠습니다.

● 박정렬 국장 : 평소에 제가 슈퍼컴퓨터가 중요하다는 인식은 하고 있었는데 오늘 발표내용을 들어보니 정말 실감을 할 수 있겠습니다. 제가 하는 일은 정보전자분야의 국가 R&D 사업 예산을 사전 조정·배분하는 일을 맡고 있는데, 앞으로 KISTI의 슈퍼컴퓨터 관련예산이 원활하게 배분이 될 수 있도록 최선을 다하겠습니다. 물론 기획예산처와 국회의 최종 심의와 검토를 거쳐야 하는 일입니다.

그리고 오늘 정책적인 여러 방안들이 제시가 되었는데, 큰 흐름과 틀은 잘 제시가 되었지만 실제 우리나라에서 적용할 수 있는 구체적인 정책방안들은 좀 미흡하지 않나 하는 생각이 듭니다. 미국에서 1991년도에 HPC법이 제정될 때의 환경과 지금 우리나라가 처해 있는 환경이 뭔가 차이가 있을 겁니다. 그런 부분들을 조금 감안해서 실효성 있는 정책이 추진되려면 조금 더 구체적인 내용들이 들어있어야 할 것입니다. 저도 이 분야에 조금이나마 기여할 수 있는 부분이 있다면 적극적인 관심을 가지고 노력하도록 하겠습니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 네, 감사합니다. 박국장님께서 말씀하신 것처럼 실제 법제화의 문제까지 간다면 좀더 자세하고 체계적인 연구가 필요하리라고 봅니다. 연구진에서 참고하셔서 반영해 주시기 바랍니다. 다음으로는 기획예산처의 송병선 과장님께서 한 말씀해 주시기 바랍니다.

● 송병선 과장 : 오늘 좋은 말씀 대단히 감사합니다. 슈퍼컴퓨터가 상당히 중요

하다는 생각은 해왔는데 오늘 사례발표를 통해서 구체적으로 중요성을 더욱 실감할 수 있었습니다. 앞으로 예산 편성과정에서 도입주기의 문제 같은 것들이 최소화될 수 있도록 적극적으로 노력하도록 하겠습니다.

그리고 발표한 내용 중에서 몇 가지 질문을 좀 드리도록 하겠습니다. 먼저 맹보학 교수님께서 2005년도를 기점으로 슈퍼컴퓨터의 수요가 기하급수적으로 증가한다고 하셨는데, 그렇게 증가하게 되는 요소들이 어떤 것들이 있는지 말씀해주시기 바랍니다. 둘째, 이렇게 수요가 기하급수적으로 늘어날 경우 보통의 컴퓨터를 슈퍼컴퓨터로 활용할 수 있는 방법, 즉 국가 그리드 사업 같은 것들이 활성화 되어야 한다고 보는데, 그런 기술이 이론적으로는 되어있지만 현실적으로는 얼마나 실용화가 가능한지에 대해서 좀 설명해 주시기 바랍니다.

● 안문석 교수 : 기획예산처에서 5년 주기의 문제를 검토해 주신다고 하셨으니 큰 걱정거리를 하나 덜어낸 기분입니다. 질문을 두 가지를 하셨는데 이에 대한 답변을 좀 해주시기 바랍니다.

● 맹보학 교수 : 지금 질문하신 모형의 경우는 전반적으로 과거의 추세를 반영한 모형입니다. 즉, 1996년 자료부터 2004년까지 자료를 토대로 해서 추정치를 계산한 결과라고 보시면 큰 무리가 없을 것으로 보입니다.

● 이지수 센터장 : 우선 전체 공동활용 패턴을 살펴볼 수 있습니다. 처음에는 대형 장비를 단독기관에서 보유하고 활용하는 형태로 슈퍼컴퓨터센터들이 만들어졌습니다. 그러나 점차 파트너쉽의 형태로 발전되어 왔는데 대형 슈퍼컴퓨터센터와 중규모의 센터들이 마치 하나의 센터처럼 엮여서 발전되어오고 있습니다. 현재 세계적인 흐름으로 보나 우리나라의 경우로 보나 공동활용 체제가 대세라고 볼 수 있습니다. 즉 슈퍼컴퓨터 협의회를 구축해서 파트너쉽 체제로 가려고 노력하고 있고, 그와 동시에 그리드 기술을 적용해서 서울대, KISTI, 부산대를 연결하는 체제를 가동하려고 합니다. 이것이 슈퍼컴퓨터 활용의 큰 흐름이라고 본다면 또 다른 측면은 슈퍼컴퓨터의 형태적인 측면에서 살펴볼 수 있습니다. 즉 현재 슈퍼컴퓨터의 형태적인 측면에서 대세는 클러스트형 컴퓨터입니다. 클러스트형 컴퓨터는 PC급의 컴퓨터를 연결해서 대형의 성능을 발휘하는 것을 말하는 것입니다. 그러나 이런 형태의 컴퓨터는 사용의 편리성이나 효율성 측면에서 심각한 문제점을 안고 있기도 합니다. 그래서 현재 미국에서 진행되고 있는 슈퍼컴퓨터 부흥법의 경우 이런 문제점들을 극복하고 여러 아키텍처를 고민하고자 추진되고 있는 법입니다. 결론적으로 말씀드리면 현재 클러스트형 컴퓨터가 대세이긴 하지만 여러 아키텍

처가 고민되고 있기 때문에 변화의 시기에 놓여있다고 볼 수 있습니다.

● 성기수 박사 : 제가 보충해서 말씀드리겠습니다. 컴퓨터의 총용량이나 계산능력 면에서만 본다면 당연히 그리드 쪽이 더 강력합니다. 하지만 각 분야별 응용소프트웨어가 아직 준비가 덜 되었기 때문에 당장 현실성 있게 사용하기는 힘듭니다. 앞서 슈퍼컴퓨터 운영인력 면에서 많이 부족하다는 지적을 하셨는데 이 문제와도 직결되는 것 같습니다. 여러 전문분야에서 그리드 체계로 운영을 하려면 거기에 필요한 소프트웨어도 준비가 되어야 하는데 이에 대한 준비는 거의 안되어 있습니다. 따라서 그리드 체계에 대한 연구인력이 충분히 준비된다면 상당한 효과를 볼 수 있을 것입니다.

● 안문석 교수 : 감사합니다. 사석에서도 잠깐 말씀드렸지만 일본이 슈퍼컴퓨터를 만드는 하드웨어적인 면에서는 미국 못지않은 기술을 가지고 있는데, 응용 소프트웨어 측면에서는 미국을 능가할 수 없다고 합니다. 이것을 해결할 수 있는 방법은 대학으로 하여금 슈퍼컴퓨터를 많이 활용하도록 유도를 하고, 그들이 사용하는 소프트웨어를 잘 상품화해서 개발해야만 미국과 경쟁할 수 있다고 분석하기도 합니다. 이 말씀을 드리는 이유는 이 소프트웨어만을 만드는 어떤 회사나 조직을 원하기 보다는 실제 유저들이나 대학에서 사용하는 소프트웨어를 어떻게 하면 잘 포장해서 상품화할 수 있을까를 고민하는 것이 더 나을 듯 합니다. 이렇게 되기 위해서는 대학에서 슈퍼컴퓨터를 무료로 마음껏 사용할 수 있도록 하는 재정적 지원이 가장 중요한 것 같습니다.

그 다음으로는 양영규 교수께서 한 말씀해주시기 바랍니다.

● 양영규 교수 : 저는 공공적인 수요 측면에서 한 말씀드리겠습니다. 지금까지는 첨단기술과 산업, R&D 측면에서 많이 말씀해 주셨는데, 저는 오히려 그 쪽 부분에서도 많은 수요가 있지만 공공부문에서도 많은 수요가 있을 것이라고 봅니다. 특히 국가위기 관리나 재난관리 측면에서 수요가 많을 것이라고 예측합니다. 지난번에 전 세계를 놀라게 했던 쯔나미의 피해 같은 것들을 예로 들 수 있는데 우리나라도 홍수의 예측이라든지, 산불 피해를 시뮬레이션을 통해 예측해본다든지 하는 등에서 많이 활용할 수 있을 것입니다. 또 하나는 10여년 전에 독일에서 주로 연구하던 분야인데 원자력 발전소에서 방사선이 유출되었을 때, 지형과 기상환경, 위치적 특성, 지리정보 등을 입력해서 피해의 정도와 어떻게 대처할 것인지 등을 시뮬레이션을 통해 알 수 있습니다. 우리나라의 경우는 국토도 좁고 원자력 발전에 많이 의존하고 있는데 그런 측면에서 원자력 발전소의 안정성 검토 등은 슈퍼

컴퓨터를 써서 시급하게 활용해야 할 분야로 보입니다.

또 다른 분야는 환경감시의 분야입니다. 잘 아시겠지만 지금 과학기술혁신본부에서 추진하고 있는 GEOSS, 즉 전지구관측시스템에 우리나라도 가입해서 활동한다고 하는데 전 지구적인 환경 감시 측면에서 공공분야의 슈퍼컴퓨터 수요가 많을 것으로 기대합니다. 실제 세계 제2위의 슈퍼컴퓨터가 미국 NASA에 있는데 주로 위성영상처리와 환경감시에 사용하고 있습니다. 이상과 같이 슈퍼컴퓨터는 앞으로 공공분야에서도 많은 활용이 있을 것으로 보입니다.

● 안문석 교수 : 네, 말씀 감사드립니다. 다음은 과학기술부의 오일근 과장께서 한 말씀해 주십시오.

● 오일근 과장 : 최근에 미래유망기술위원회라는 것을 조직하였습니다. 향후 20-30년 사이에 일어날 우리 사회의 모습과 그 때 필요한 우리의 준비는 무엇인가 등을 예측하고 연구하는 조직입니다. 범부처적인 추천과 참여를 바탕으로 각계의 고명인사들을 모시고 위원회를 구성하였는데 그 위원회에서 761개의 과제를 도출하였습니다. 그런데 미래라는 것은 우리가 가만히 있다고 오는 것은 아닙니다. 즉 무언가의 작동과 움직임에 의해서 우리에게 다가오는 것이고 우리가 또한 만들어 가는 것입니다. 이렇게 만들어 가는데 있어서 역사적으로 큰 변화는 대부분 과학기술의 혁신적인 도약에 의해서 이루어졌습니다. 이러한 기본 컨셉을 가지고 761개의 과제를 도출하였고, 현재는 우리나라에 가장 적합하고 경쟁력 있는 부분들을 수립하는 단계에 있습니다. 예를 들면 가까운 미래에는 수명이 100세-120세까지 연장되고 무병장수할 수 있는 사회가 될 것이고, 유비쿼터스 사회가 될 것이며, 혈관을 청소할 수 있는 미세한 로봇들이 개발되는 사회가 될 것이다 등입니다. 이런 희망적인 스토리를 제시할 수 있는 것이 바로 과학기술인데, 이런 모든 것들의 근간에는 수많은 이론들의 뒷받침과 그것을 실증적으로 증명할 수 있는 실험 등이 있습니다. 현재는 여러 가지 많은 한계점을 극복할 수 있는 가상실험이 각광받고 있는데 이것은 슈퍼컴퓨터를 활용한 시뮬레이션을 통해서만 구현할 수 있습니다. 따라서 슈퍼컴퓨터에 대한 중요성은 이미 더 이상 강조할 필요도 없을 만큼 당연하다고 하겠습니다. 구체적인 사례들을 열거하지 않더라도 저희들은 이미 그 중요성을 인식하고 있고 이에 대한 준비들을 해 나갈 것입니다.

아울러 과학기술중심사회의 구축이라는 말을 저희 부처에서 많이 합니다. 어떤 사회가 과학기술중심사회인가에 대해 부총리님께 질문을 드린 적이 있습니다. 현재 우리 사회에서 간단한 기본적인 법규나 제도를 이해하지 못하면 몽매한 사람으로 인식되듯이, 기본적인 과학지식들이 일반 상식처럼 이해되고, 모든 분야의

사람들이 그러한 교감 속에서 과학기술이 사회를 바꿔가고 미래를 예비하는 모습이 바로 과학기술중심사회라고 합니다. 이런 분위기가 잡히기 위해서는 지금까지 사회의 중심에 있었던 경제나 법, 행정을 하셨던 분들이 사회의 변방에 있던 과학기술자들에게 손을 내밀고 중심으로 끌어낼 수 있어야 합니다. 이런 측면에서 김영선 의원님께서 말씀하셨던 슈퍼컴퓨터 제작의 필요성과 효용성 증대 등이 특히 강조되어야 할 것 같습니다. 미래 사회를 준비하고 과학기술을 촉진시킬 수 있는 도구로서 슈퍼컴퓨터를 인식하고, 이에 대한 활용방안을 과학기술정보연구원 및 정보통신부의 유관 기관과 함께 강구하도록 하겠습니다.

● 안문석 교수 : 네, 좋은 코멘트 감사드립니다. 다음은 기획예산처의 강태혁 국장께서 말씀해 주시기 바랍니다.

● 강태혁 국장 : 사실 슈퍼컴퓨터가 어떻게 이용되고 있는지에 대해 궁금한 점이 많았었는데, 천체로부터 냉장고까지 폭넓게 이용되는 사례를 보고 상당히 중요한 국가 인프라가 되겠구나 하는 생각을 하게 되었습니다. 그리고 경제성 부분에서도 효과가 뛰어나고, 공급이 되면 수요는 창출되는 특성도 가지고 있다는 사실을 알게 되었습니다. 그러나 실제 경제성 분석에 대한 부분이 얼마나 타당성을 지니는지, 또한 슈퍼컴퓨팅센터의 자원이 몇 %나 활용이 되고 있는지에 대한 실질적인 분석이 미흡한 것 같습니다. 현재 KISTI가 보유하고 있는 용량, 즉 질적·양적 용량이 얼마나 적극적으로 활용되고 있는가에 대한 구체적인 모습이 제시되어야 더욱 설득력이 있을 것 같습니다.

● 안문석 교수 : 슈퍼컴퓨터의 경우는 항상 쓰는 사람이 계속 사용하게 되는 특성이 있습니다. 따라서 유저의 확장이 중요하게 되고 이것은 교육을 통해서만 가능합니다. 아마 센터 측에서도 이에 대한 충분한 준비를 하고 있을 것으로 보입니다. 다음은 오재호 교수님께서 한 말씀해 주십시오.

● 오재호 교수 : 부경대학교 오재호 교수입니다. 먼저 슈퍼컴퓨터의 필요성에 대해서 간략하게 말씀드리겠습니다. 1998년 교토 의정서에 의해 각국의 환경정책과 에너지정책이 조정되어 오다가 최근에는 많이 탈퇴하는 분위기가 있는 것 같습니다. 그 이유는 앞서 잠깐 언급되었던 미국 중심의 GEOSS 때문이라고 할 수 있는데, GEOSS의 핵심 골자는 각 국이 보유하고 있는 국방정보와 경제정보를 제외한 나머지 정보를 모두 공개하고 교환하자는 것입니다. 이렇게 되면 그 정보를 활용하지 못하면 자국의 정보를 그대로 노출하게 되는 결과를 가져옵니다. 이 시스템

에서 교환될 정보의 양이 어마어마할 것으로 추정되고 있고, IPCC 3차보고서와 4차보고서에 나온 전산자료들을 분석해보니 약 100배가 증가되었습니다. IPCC보고서의 한반도 부분도 제가 6개월 동안 KISTI의 슈퍼컴퓨터를 거의 혼자 쓰다시피 하여 나온 결과인데 이것만 하더라도 지구를 100km단위로 쪼개서 분석한 것이고 향후 5년 뒤쯤이면 10km단위까지 쪼개서 분석하게 될 것입니다. 이렇게 되면 이틀을 예측하기 위해서 KISTI 슈퍼컴퓨터의 CPU 512개를 써서 약 15분 걸리던 것이 10km단위로 내려가게 되면 약 17시간이 걸리게 됩니다. 정보는 어마어마하게 자세하게 되지만 이틀을 예측하는데 17시간이 걸리게 되면 더 이상 정보로서의 가치는 잃어버리게 될 것입니다. 이런 추세로 볼 때 4호기 도입은 매우 시급한 시점에 와 있다고 하겠습니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 좋은 말씀 정말 감사드립니다. 김철민 교수님 한 말씀해주십시오.

● 김철민 교수 : 저는 사실 어제 개인적으로 매우 우울한 경험을 하고 오늘 이 자리에 참석했습니다. 제가 교수가 되었던 초기에 20여개의 특허를 신청한 적이 있었는데 서너 개만이 미국특허를 통과하고 대부분은 특허취득에 실패했다는 통보를 받았습니다. 그 이유는 저보다 6개월 내지는 1년 먼저 특허 신청을 한 미국 사람들 때문에 제가 수년간 노력한 것이 수포로 돌아간 것입니다. 이런 현상은 비단 저뿐만 아니라 국가적으로 훌륭한 연구를 하고 계신 많은 연구자들이 경험하고 있는 현상일 것입니다. 그렇다면 그렇게 된 가장 큰 이유는 무엇일까 하고 한번쯤은 생각해 볼 필요가 있는데, 제 생각엔 각 연구자 개개인의 노력이 부족해서라기보다는 그것을 뒷받침해주는 국가적인 인프라가 뒤떨어지기 때문이라고 생각합니다. 슈퍼컴퓨터의 문제도 이런 맥락에서 생각해야할 것입니다.

저는 두 가지 정도로 오늘 이슈에 대해서 말씀드리고 싶습니다. 첫 번째는 향후 국가의 운명을 좌우할 산업분야가 어디이고 또 이것을 뒷받침할 수 있는 인프라는 무엇인가에 대한 것입니다. 지난 산업시대에서 가장 중요한 인프라는 교통수단이라고 생각합니다. 많은 국가에서 아직 자전거를 타고 다니고 있을 때 미국은 이미 우주선을 쏘아 올렸고, 그것은 우주항공산업으로 직접 연결이 되었으며, 거기에 필요했던 많은 선도기술들이 다른 산업으로까지 영향을 미쳤던 것입니다. 지금 현재 그런 교통수단의 선도역할을 할 수 있는 것은 통신과 정보입니다. 여기에서 두 가지 핵심 포인트는 네트워크와 컴퓨팅 파워입니다. 우리가 네트워크와 컴퓨팅 파워 면에서 하나하나의 일을 놓고 해야할 것인지 말아야할 것인지를 따지기 전에 교통시스템에 대한 장기 계획을 세워나가듯이 정보와 통신 분야에서도 장기적

인 플랜과 거시적인 안목을 가지고 실행해 나가야 할 것입니다. 사실 저희들이 2005년 이 시점에서 4호기를 도입해야 할 것인지 말아야 할 것인지에 대해 전문가들끼리 모여서 심각하게 논의를 하고 있지만 이 자체가 어쩌면 커다란 넌센스일지도 모르겠습니다. 너무나 당연한 일을 두고 서로 설득을 해야한다는 것은 정말 한국의 위상에 걸맞지 않는 일이라고 생각합니다. 어쩌면 국가가 발전하기 위해 이런 기본 인프라가 어떤 속도로 어떻게 제공되어야 할지에 대한 국가기본계획 자체가 아예 없거나, 그런 기본 개념조차도 형성되어있지 않는 수준은 아닌가 우려를 해봅니다. 컴퓨팅 파워가 부족하다는 것은 국가 경쟁력이 떨어진다는 이야기인데, 그렇게 될 경우 국가 선도기술을 창출할 수 있는 것이 벽에 부닥쳤다는 얘기가 되고 이것은 병목으로 작용해서 향후 미래산업을 우리 손으로 막아버리는 결과를 초래하게 될 것입니다.

다음으로는 연구자 개개인에 관련된 문제입니다. 즉 이러한 강력한 파워를 제공했을 때는 이와 걸맞게 많은 운영 전문 인력을 확보해서 실제 눈에 보이는 결과로 나올 수 있도록 지원을 해주셔야 하는데 우리의 경우는 이 부분이 아주 취약한 것 같습니다. 그리고 실제 운영적인 측면에서 홍보가 잘 되고 이런 부분들을 연구자들이 접하게 될 때 자기 분야에서 연구의 폭과 깊이가 확장될 수 있다고 생각합니다.오늘 사례 발표한 내용 중에 천체에 관련한 것이라든지 크리스탈지노믹스의 발표내용과 같은 것들은 실제 연구자들에게 생각의 폭과 깊이를 매우 확장시켜줄 수 있는 좋은 사례가 될 것입니다.

향후 미래 산업을 선도할 분야를 생각할 때 미국에서는 이미 BT에 많은 투자를 하고 있습니다. 우리나라의 앞선 IT기술과 BT기술을 고려해본다면 제 생각에 우리나라의 향후 선도 산업 분야는 예측 의학이 아닐까 싶습니다. IT를 기반으로 인간 개개인의 건강상태를 예측하고 이에 대한 부분을 산업화할 수 있는 모델을 개발한다면 엄청난 파급효과를 가져올 수 있을 거라고 생각하는데 자세한 말씀은 시간관계상 드릴 수 없지만 이런 블루 오션으로 나갈 수 있는 유일한 선박은 바로 슈퍼컴퓨팅 파워와 네트워크라는 점만은 오늘 여기 계신 분들이 꼭 알아주셨으면 합니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 네, 김철민 교수님 감사합니다. 특히 아까 말씀드렸던 특허에 관련된 문제는 정말 와닿는 말씀 같습니다. 그 부분만에서라도 뒤지지 않기 위해서는 슈퍼컴퓨팅 파워를 확보하는 것은 상당히 시급한 문제인 것 같습니다. 싫든 좋든 선택이 아니라 이 문제는 필수인 것 같습니다. 오늘 많은 말씀을 들었는데 마지막으로 국회에 계신 분들의 의견을 듣고 워크샵을 마치도록 하겠습니다. 먼저 구희권 수석전문위원님께서 말씀해 주십시오.

● 구희권 수석전문위원 : 사실 오늘 이 자리는 슈퍼컴퓨터가 안고 있는 보틀넥을 없애는 정책결정자들에게 부담을 주는 자리라고 생각합니다. 지난 번 세미나를 통해서 우리나라도 HPC법을 도입할 필요가 있다는 말씀을 드렸는데 오늘 발표하신 내용 중에 HPC법에 담을 내용들이 많이 소개가 된 것 같습니다. 슈퍼컴퓨터 도입 주기의 문제라든지, KISTI가 안고 있는 운영 예산적인 문제라든지, 국가 R&D 프로그램과의 연계 문제성, 슈퍼컴퓨팅 파워의 배분 문제 등이 그 법에 담길 내용이라고 봅니다.

또 한 가지는 문제는 현재 예산 배분 과정으로 본다면 시기에 맞추어서 슈퍼컴퓨터에 예산을 배분한다는 것은 매우 어려운 일입니다. 그러면 이 문제를 그냥 곧이곧대로 지금 방식으로 계속 진행시켜 나가야 할 것인지를 함께 고민해봐야 할 것 같습니다. 지금까지 정보통신 분야의 인프라에 해당되는 초고속망 같은 경우는 일반 국가 예산의 틀을 다소 벗어나는 형태로 추진이 되어왔습니다. 그런 점을 참고하실 필요가 있을 것 같습니다. 또한 최근 국회에 제출된 법안 중에 BTL이라는 방식이 있는데 국가출연연구기관의 연구시설이나 장비에 민간자본을 들여오는 것입니다. 이런 방식도 좋은 시사점을 줄 수 있을 것으로 생각합니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 감사합니다. 그럼 마지막으로 김영선 의원님께서 한 말씀해 주십시오.

● 김영선 의원 : 오늘 이 자리를 통해서 슈퍼컴퓨터 유저의 입장에서 여러 가지 문제점들과 시급한 내용의 말씀들을 많이 들은 것 같습니다. 저는 덧붙여 좀 다른 시각으로 몇 말씀드리고 싶습니다. 사실 지금까지 우리나라가 각종 기금들을 많이 모아왔습니다. 몇 십 년을 두고 모아온 엄청난 돈을 몇몇 의사결정자들의 의지대로 막 써버리는 경향이 있는 것 같아서 어떨 때는 상당히 안타깝습니다. 그런 곳에 쓰기 보다는 어떻게 하면 과학기술분야에 써서 국가 예산을 쓰레기로 만들지 않을 수 있는가 하는 것을 고민하게 됩니다. 과학기술분야 중에서도 중심축을 이루어야 할 것이 응용산업에 해당되는 로봇산업과 기초 인프라에 해당되는 슈퍼컴퓨터라고 생각합니다. 이런 관점에서 오늘 여러 말씀들을 정리할 수 있을 것 같습니다.

슈퍼컴퓨터는 어느 한 시점에서 가장 우수한 성능의 컴퓨터라고 할 수 있습니다. 따라서 최고 성능의 슈퍼컴퓨터와는 항상 어떤 갭이 발생하기 마련인데 지금까지 우리의 논의는 주로 도입주기와 관련해서 5년으로 할 것인지, 3년으로 할 것이지만을 생각해왔는데 제 생각에는 최고 성능의 컴퓨터와 우리의 슈퍼컴퓨터의

성능 차이에서 어느 정도의 갭을 허용할 것이지에 대한 시각도 필요하다고 봅니다. 단순한 시간논리가 아니라 성능 측면을 고려해서 도입주기를 결정해야 하지 않나 생각합니다. 그리고 성능의 차이가 나서 부득이하게 국내 파워만으로는 부족한 탑레벨의 중요한 과제가 있다면 외국의 슈퍼컴퓨터를 이용할 수 있게끔 보장해 준다든지 하는 정책도 고려해 볼 필요가 있겠습니다.

결론적으로 말씀드리면 슈퍼컴퓨터를 도입하느냐 안하느냐하는 방식으로 문제를 접근하지 말고 법제화의 문제와 연결시켜서, 도입과 운영, 활용방식을 좀더 체계적으로 세워나갔으면 좋겠습니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 네, 감사드립니다. 오늘 들으신 말씀에 대해 조영화 원장님께서 간략하게 답을 해주시면 감사하겠습니다.

● 조영화 원장 : 여러 전문가 분들의 의견 정말 감사드립니다. 저희들이 그동안 가지고 고민했던 애로점들에 대한 많은 해결방안과 또 더 깊은 고민거리들을 안겨주신 것 같습니다. 책임이 무거워진 만큼 여러분들의 지속적인 관심과 도움이 있다면 저희들도 국가 과학기술의 발전을 위해서 최대한의 노력을 다하도록 하겠습니다. 감사합니다.

● 안문석 교수 : 오늘 주말임에도 불구하고 끝까지 앉아서 좋은 토론해 주신 것 대단히 감사합니다. 이 토론을 기반으로 해서 국가과학기술의 발전이 지속적으로 유지되었으면 합니다. 감사합니다.