

우리나라의 사이버인프라 현황과 수요 분석에 관한 연구

이형진¹ · 송성환² · 권성훈^{3*} · 홍순기⁴

¹한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅본부 / ²성균관대학교 산업공학과 /

³성균관대학교 기술경영학과 / ⁴성균관대학교 시스템경영공학과

A Study on Analyzing the Status and Demand of Cyberinfrastructure in Korea

Hyung-jin Lee¹ · Sung-hwan Song² · Seong-hoon Gwon³ · Soon-ki Hong⁴

¹Supercomputing Center, Korea Institute of Science and Technology Information

²Department of Industrial Engineering, Sungkyunkwan University

³Department of Management of Technology, Sungkyunkwan University

⁴Department of Systems Management Engineering, Sungkyunkwan University

As R&D environment was changed, the research through Cyberinfrastructure emerged as a new paradigm. Advanced countries such as U.S. and U.K. invested heavily in the system for advancing R&D by building national Cyberinfrastructure. It is required to analyze how to build and utilize Cyberinfrastructure in science and technology. This paper aims to investigate and analyze the utilization status and demand of Cyberinfrastructure and to propose directions for operating it in Korea. This study is expected to be a principle foundation for decision making about developing it.

Keyword: Cyberinfrastructure, IT, infrastructure, demand analysis

1. 서론

연구개발 환경이 변화함에 따라, Cyberinfrastructure(이하 사이버인프라) 응용연구 활동이 새로운 패러다임으로 등장했다(Jang *et al.*, 2008). 이는 기술의 융합화 현상 확산, 개별기업 또는 한 국가의 역량으로만 수행하기 어려운 대규모 연구개발과제의 출현, 고가장비를 공동 활용할 수 있는 글로벌 협업연구 환경의 수요 증가가 원인이다(Song *et al.*, 2007).

연구개발의 대형화 · 융합화 · 첨단화가 가속화되면서, 차세대 연구환경인 사이버인프라를 응용하여 연구개발을 수행하는 체계로 연구환경이 변화하고 있으며, 이에 대한 효율적인 대처가 필요하다.

미국, 영국을 비롯한 선진국은 국가차원의 사이버인프라 구

축을 통한 연구 활용 · 확산체계를 자국 과학기술정책의 최우선순위로 집중투자하고 있다. 사이버인프라는 우리나라의 뛰어난 IT기술 · 인프라, 연구개발 실험시설과 장비 인프라 그리고 IT전문인력을 국가연구개발사업과 융합시키는 역할을 한다.

사이버인프라 구축관련 선진국들의 동향과 교훈을 통해, 우리나라의 사이버인프라 구축 · 활용에 적용할 수 있는 과학기술 분야의 사이버인프라 구축과 활용 방향을 제시할 필요가 있다.

사이버인프라의 중요성과 관심의 증대에도 불구하고 국내에서는 사이버인프라와 관련된 현황조사와 수요조사에 대한 연구가 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 사이버인프라의 현황과 수요를 조사 · 분석하여 그 활용 방향을 제시한다. 먼저, 사이버인프라의 국

*연락처 : 권성훈, 440-746 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 제2공학관 27409호, Fax : 031-290-7610,

E-mail : seonghoonk@skku.edu

투고일(2009년 03월 10일), 심사일(1차 : 2009년 05월 06일, 게재확정일(2009년 05월 13일).

내의 구축현황과 국내의 활용현황을 분석하여 시사점을 도출한다. 그리고 사이버인프라 수요분석을 통해 우리나라의 사이버인프라 연구활동이 나아갈 방향을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 사이버인프라에 관련된 개념과 국내외 사이버인프라 구축현황을 살펴보고 시사점을 도출한다. 제 3장에서는 국내 연구자들을 대상으로 사이버인프라 구축·활용현황과 수요조사 결과를 제시한다. 제 4장에서는 제 3장에서 분석한 수요조사를 토대로 우리나라의 사이버인프라 연구활동이 나아갈 방향을 논의한다. 제 5장에서는 연구내용을 요약하고, 사이버인프라 구축·활용을 위한 제언을 서술한다.

2. 사이버인프라스트럭처

이 장에서는 사이버인프라스트럭처 관련 개념, 그리고 국내외 사이버인프라 구축현황과 시사점을 살펴본다.

2.1 관련 개념

Jang *et al.*(2008)은 사이버인프라 관련 개념으로 다음과 같이 세 가지를 제시했다 : 연구개발 사이버인프라; 사이버인프라 응용연구; 사이버인프라 응용연구 지원.

연구개발 사이버인프라(Cyberinfrastructure for Research)는 '연구활동의 공간과 시간의 제약을 극복하고, 연구 범위와 역량을 강화하기 위한 연구개발시스템의 자원들'로 정의된다. 이러한 자원은 슈퍼컴퓨터와 같은 하드웨어인프라, 하드웨어를 움직이는 소프트웨어인프라, 하드웨어와 소프트웨어를 연결해주는 네트워크인프라로 구성된다. 그리고 연구개발 사이버인프라의 구성요소에는 고성능컴퓨팅, 고성능연구망, 과학데이터, 연구시설·장비·기자재 그리고 협업연구환경이 있다.

사이버인프라 응용연구(Research through Cyberinfrastructure)는 분산된 연구개발 자원, 즉 연구자, 고성능 컴퓨터, 첨단연구 장비, 대용량 실험정보 등을 네트워크상에서 동시 활용하는 연구개발 행위로 정의된다. 사이버인프라 응용연구를 통해 거대과학·극한기술 등 과거에는 불가능 했던 연구영역의 도전과 연구생산성의 극적인 향상을 기대할 수 있다.

사이버인프라 응용연구의 유형은 다음과 같이 나뉜다 : ① 초고속/초대용량 컴퓨팅 연산능력을 연구개발에 활용하는 '차세대 슈퍼컴퓨팅/High-Throughput 응용연구'; ② 대용량의 데이터를 분산 저장하여 초고속 네트워크를 이용하여 실시간으로 글로벌 공동 연구수행에 관련된 'Data Intensive 응용연구'; ③ 고가의 초대형 연구장비·시설의 원격 공동 활용을 통한 연구수행에 관련된 '연구장비의 원격활용연구'; ④ 동시에 다수의 연구자가 실험 데이터, 응용 프로그램 등을 공유, 동시참여를 통한 융합 연구수행에 관련된 '협업연구환경 활용연구'.

사이버인프라 응용연구 지원(Support for Cyberinfrastructure)은

독자적이고 독립적으로 수행했던 연구개발활동을 사이버인프라를 활용하여, 연계와 협력을 통해 연구를 수행할 수 있도록 연구환경을 구축하고 연구수행을 지원하는 일련의 활동으로 정의된다.

이는 사이버인프라 응용연구를 위한 연구의 기획, 사이버인프라의 연구 활용, 연구수행에 필요한 IT기술의 제공, 연구결과와의 상호운용성 확보, 연구성과의 확산, 사이버인프라 응용연구의 촉진에 관련한 제반업무의 수행 등 사이버인프라 응용연구 전 주기에 걸친 연구지원 활동을 포함한다.

2.2 국내의 현황

지속적인 투자와 정책적 지원을 통해 해외 선진국들은 이미 사이버인프라를 산업에 응용하고 있으며, 우리나라와의 격차는 계속해서 커지고 있다.

미국과 유럽 등 선진국은 글로벌 협업연구 환경을 구축하고 대규모 데이터집약형 응용연구와 사이버 연구개발 기반 중심의 미래첨단 기초과학을 선도하고 있다.

우리나라의 경우 제2차 과학기술기본계획(2007~2011) 중 하나로 「선진형 사이버 R&D 과학기술하부구조 구축」 사업을 추진하고 있다. 그리고 국가연구개발의 생산성을 극대화 할 수 있는 선진국 수준의 과학기술하부구조구축의 필요성을 제기하고 기본계획을 수립했다. 또한 개방형·선진형·통합형 연구개발 시설·장비와 사이버연구개발 환경 조성방안 구축의 필요성을 제기하고 국가차원에서의 추진을 계획했다.

(1) 미국

미국은 IT기술에 대한 중복투자를 피하기 위해 범부처 차원의 조정기구를 두어 사업을 추진하고 있으며, 현재 범부처적으로 NITRD(Networking and Information Technology Research and Development)라는 프로그램을 시행 중이다(NITRD, 2008). 또한, 사이버인프라를 국가경쟁력 제고의 필수적인 수단으로 활용하고 있다.

2005년 7월 사이버인프라를 차세대 연구환경의 핵심분야로 인식했다. 이에 NSF(National Science Foundation)는 사이버인프라 관련 부서를 NSF 책임자의 직속 독립 부서로 승격시켜 OCI(Office of Cyberinfrastructure)를 운영, 사이버인프라 구축의 중심역할을 담당하고, 테라그리드(TeraGrid)와 같은 대형사업을 추진 중이다(NSF, 2006).

이 외에도 DOE(Department of Energy)의 SciDAC(Scientific Discovery through Advanced Computing) 프로그램과 같이 여러 참여기관이 각 기관의 임무에 부합하는 사이버 연구개발 관련 프로그램을 운영하고 있다.

(2) 영국

2000년 영국정부의 과학혁신백서(Excellence and Opportunity-A Science and Innovation Policy for the 21st Century)는 e-Science를 최

우선사업으로 지정했다.

영국 e-Science(영국에서는 사이버인프라를 e-Science라고 지칭) 프로그램은 영국과학기술청(OST: Office of Science and Technology) 산하에 7개 Research Council에서 지원된다. 25개 e-Science센터가 운영되고 있으며, 8개 센터가 국가 e-Science 지역 센터 역할을 수행하면서 영국 e-Science 프로젝트를 선도하고 있다. 또한 EC 지원 NGI 센터 중심으로 e-Science Grid 기술개발 프로젝트를 수행하고 있으며, EGEE III을 위한 차세대 EGI-DS에 참여하고 있다.

2004년 영국의 재무부(HM Treasury), 교육부(DfES), 무역산업부(DTI)의 'Science and Innovation Investment Framework 2004~2014' 발간 이후, OSI e-infrastructure working group을 조직하여 영국 e-infrastructure의 현황과 발전방향 정립을 추진하고 있다(HM Treasury, DfES, and DTI, 2004).

(3) EU

EU는 국가 간 협력을 기반으로 유럽 공동의 과학기술발전을 위해 노력하고 있으며, 프레임워크 프로그램(Framework Programme, FP)으로 이를 통합했다. 순수기초에서 응용개발, 기술이전사업까지 다양한 연구개발 프로그램과 체계적인 협력·활성화 정책이 초국가적 차원에서 추진되고 있다. European ICT(유럽의 정보통신기술)를 부양하기 위해 90억 유로가 투자되었다.

또한 국제협력 프로젝트를 수행하고 지식의 교환과 보존을 위해, 세계적 규모의 연구·교육 커뮤니티에 사용되는 정보통신기술의 자원과 서비스로 구성된 e-infrastructure를 구축했다.

(4) 한국

우리나라는 기관별로 IT기반의 사이버인프라를 독자적으로 구축·활용하고 있으나, 각 인프라 간의 상호연계와 국가차원의 종합활용 측면에서 개선이 필요하다.

2002년 시작된 국가 그리드 기반구축 사업을 시작으로 사이버인프라 응용연구를 지원하기 위한 사업이 진행되면서, 사이버인프라 응용연구를 위한 기반환경의 구축과 기술의 축적이 이루어지고 있다.

사이버인프라 간의 고속연결을 위한 고성능연구망 확충을 위한 노력(GLORIAD, TEIN, KREONET 등)도 꾸준히 진행되고 있다. 그러나 이원화된 운영체계, 지역접속점 부족, 백본 대역폭의 제한 등으로 인해 최근 데이터집약형 응용연구의 흐름을 미처 따라가지 못하고 있다. 일부 응용연구 분야에 따라 최소 5~10G의 대역폭을 요구하지만 국내에서 이를 지원할 수 있는 기관은 극소수이다(Lee *et al.*, 2008).

또한, 데이터집약형 연구의 핵심인 대용량 첨단 연구데이터의 확보를 위한 체계적인 노력이 부족한 상태이다. 현재 구축된 데이터도 세계 10위권에 불과하며, 데이터의 체계적인 저장과 서비스를 위한 인프라스트럭처도 부족한 상태이다(Jang *et al.*, 2008).

연구시설과 실험장비의 지속적인 확충이 이루어지고 있

나, 원격협업과 연구생산성을 고려한 네트워크화는 미흡한 상황이다.

(5) 국내 사이버인프라 구축·활용 시사점

첫째, 사이버인프라에 대한 올바른 정책방향 수립이 필요하다. IT인프라 보급과 국가연구개발사업 투자 확대 등 우리나라의 강점 위에 사이버인프라 활용을 적극적으로 추진해야 한다. IT인프라의 활용은 수요에 기인할 때 그 활용성이 높아지므로, 무엇보다도 융합형 대형 연구사업의 착수가 사이버인프라 구축과 활용의 주요 동인이 된다. 또한 정부출연연구소와 대학의 연구역량을 기초연구에 집약하여, 사이버인프라 응용연구의 학연 협업연구를 활성화할 필요가 있다.

둘째, 사이버인프라 구축전략이 필요하다. 이미 구축된 연구시설과 장비를 유효하게 활용할 수 있는 연계네트워크와 데이터의 표준화 등 협업환경의 구축이 우선적으로 필요하다. 즉, 슈퍼컴퓨팅인프라의 확충과 공동활용 체계의 구축이 필요하다. 또한 데이터 집약적인 연구개발활동이 부각됨에 따라 실험데이터의 생성, 처리, 분석, 관리, 응용 등에 관한 인프라와 지원체제가 필요하다.

3. 국내의 사이버인프라 구축·활용 현황과 수요 조사

이 장에서는 국내 연구자들을 대상으로 사이버인프라스트럭처의 구축·활용 현황과 수요에 대한 조사 결과를 제시한다.

3.1 조사개요

본 조사는 기초연구 지원을 위한 차세대 연구개발 환경의 구축과 활용에 대한 과학기술전문가의 의견을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 NTIS 인력정보시스템에서 개인정보 공개에 동의한 과학자와 KISTI 주요 고객 등 국내 과학자 200여명을 대상으로 「사이버인프라 구축활용에 관한 설문조사(2007)」를 실시했다.

설문은 대량메일 발송과 파일에 직접기입을 통한 설문 회신으로 이루어진다. 조사대상자 선정에서는 연구조직을 대표하기 위한 단일 조직 단일 설문 원칙을 두었다. 동일 연구조직 발송 중복 회수건을 제외한 유효응답은 77부였다.

설문내용은 연구개발 현황조사, 협업연구 의사, 향후 연구개발 환경 변화전망, 사이버인프라 지원센터 설립의견과 유망연구개발 분야에 관한 34개 문항이었다. 또한 설문분석을 위해 설문응답자 소속 연구조직에 관한 설문 5개 문항을 조사했다.

응답자 총 77개 소속조직 가운데, 대학이 38개, 국공립연구소 27개, 대기업연구소 7개, 중소기업연구소 2개, 기타 3곳으로 대학과 국공립연구소가 대부분을 차지했다.

분야는 기초연구분야를 정밀하게 분석하고자 기초연구분야를 물리, 화학, 생물, 천문, 수학, 지구과학 등으로 세분, 총 17

개 영역을 제시했다. 이 중 응답자 연구조직의 연구영역은 기초연구분야가 26개, 엔지니어링 분야 50개, 그리고 기타 5개로 나타났다.

3.2 항목별 조사결과

(1) 연구활동 현황

응답자 77명 중 연구수행 과정에서 사이버인프라를 활용한 경험이 있는 응답자는 41명(53%), 없는 응답자는 36명(47%)으로 큰 차이를 보이지 않았다. 소속기관별로 보면, 대학에서는 71%가 활용경험이 있는 반면, 국공립연구소 또는 정부에서는 41%가 활용경험이 있다고 응답했다<Figure 1>. 분야별로 보면, 기초연구분야에서 사이버인프라를 활용한 경험이 있다는 응답자는 74%인 반면, 응용연구분야에서는 42%로 나타났다.

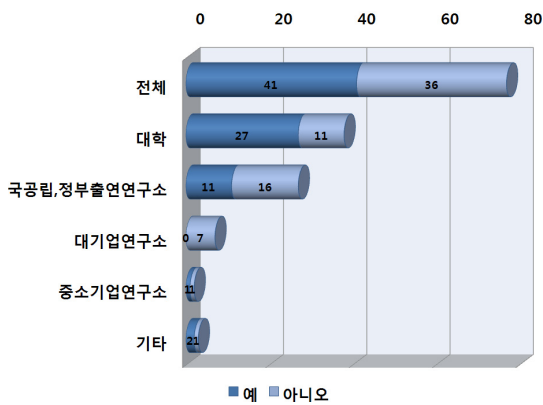


Figure 1. 산학연별 사이버인프라 활용 경험

응답자 소속별로 연구분야에 대해 복수응답하도록 한 결과, ‘대학’ 소속의 56%, ‘국공립연구소 또는 정부출연연구소’의 60%, ‘대기업 연구소’의 86%가 응용연구 분야에 종사하는 것으로 나타났다<Figure 1>.

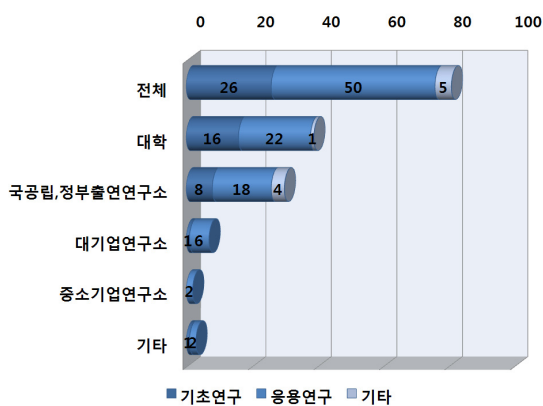
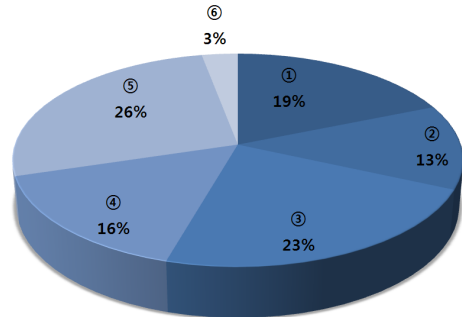


Figure 2. 응답자 소속별 연구분야

응답자의 현재 혹은 미래의 연구에 가장 필요한 사이버인프라

라는 ‘협업연구환경’이 27%로 가장 많았으며, ‘고성능컴퓨팅 자원’ 23%, ‘첨단연구시설장비와 기자재’ 19%, ‘광대역 연구 네트워크’ 16%, ‘대용량 과학데이터’ 13%순으로 평가되었다<Figure 2>.



- ① 첨단 연구시설장비와 기자재(Data production)
- ② 대용량 과학데이터(Database)
- ③ 고성능컴퓨팅 자원(Data processing)
- ④ 광대역 연구네트워크(Data communication)
- ⑤ 협업연구환경(Data analysis)
- ⑥ 해당사항 없음(기존의 연구방법으로 충분)

Figure 3. 연구수행에 가장 필요한 사이버인프라

응답자 소속별로 가장 필요한 사이버인프라도 유사한 응답 분포를 보였다. ‘대학’과 ‘국공립연구소 또는 정부출연연구소’의 응답자는 1, 2순위가 ‘협업연구환경’, ‘고성능컴퓨팅 자원’으로 같으며, 대기업 소속의 응답자는 1, 2순위가 반대로 나타났다<Table 1>.

Table 1. 응답소속별 가장 필요한 사이버인프라

	①	②	③	④	⑤	⑥
대학	7	7	13	11	17	1
국공립, 정출연(연)	9	6	5	2	6	2
대기업연구소	1	0	5	0	3	0
중소기업연구소	1	0	0	1	0	0
기타	1	0	0	2	1	0
계	19	13	23	16	27	3

주) 열 번호는 Figure 3의 사이버인프라 번호.

응답자들은 첨단 기술연구를 수행할 때 사이버인프라를 활용하는 기반기술 중 가장 개발이 필요하다고 생각되는 기술부문 중 ‘1순위’로 ‘실제 연구에 적용할 수 있는 응용소프트웨어 기술’을 꼽았으며, ‘네트워킹 관련 기술’을 ‘1순위’로 평가한 응답자 수가 가장 적었다<Figure 3>.

응답자의 38%가 사이버인프라 활용이 유용하다고 응답했으며, 그 중 사이버인프라 없이는 연구가 불가능하다고 응답한 사람이 26%를 차지했다. 그리고 사이버인프라 활용이 매우 크다고 응답한 사람은 19%인 반면, ‘기존방법이 더 유용’, ‘필

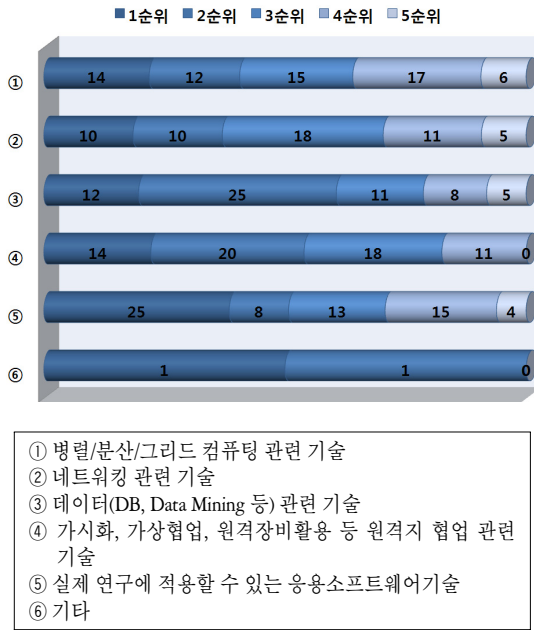
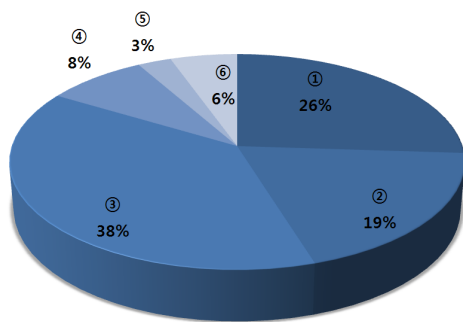


Figure 4. 사이버인프라 활용기반 기술 개발 우선순위

요없음’, ‘모르겠음’이라고 응답한 비율은 13.7% 밖에 되지 않아, 86% 이상이 사이버인프라의 활용이 연구개발 수해과정에서 유용하거나 필요하다고 평가했다<Figure 4>. 분야별로 분리하여 비교했을 경우에도 이와 유사한 결과가 도출되었다.



- ① 절대적, 사이버인프라 없이는 연구가 불가능
 - ② 매우 큼, 사이버인프라를 통해 연구생산성의 극적인 향상
 - ③ 유용함, 사이버인프라를 통해 연구수행이 편리해짐
 - ④ 유용하지 않음, 기존의 방법이 오히려 더 수월할 경우도 발생
 - ⑤ 필요없음, 사이버인프라를 통한 연구의 수행은 연구를 더욱 어렵고 복잡하게 함
 - ⑥ 모르겠음

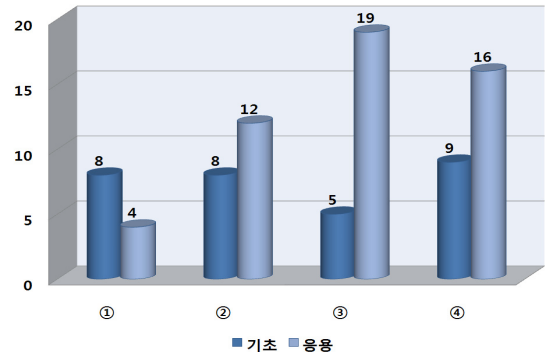
Figure 5. 사이버인프라가 연구수행에서 차지하는 비중

(2) 협업연구 현황

학문간 또는 기술간 융합을 위해 가장 필요하다고 생각하는 것으로 응답자의 31%가 ‘다른 분야와의 원활한 협력의 필요성을 인지하는 의식구조로의 개선’으로 응답했다. 이와 비슷한 수준인 29%가 ‘협업연구를 위한 효과적인 기획, 조정, 평가, 관리 시스템’으로 응답을 해, 기술융합을 위해서는 인프라 확충

사전에 연구의식구조와 제도가 개선되어야 한다는 의견이 많았다.

이를 분야별로 보면, 기초연구분야의 응답자는 ‘협업연구를 위한 효과적인 기획, 조정, 평가, 관리 시스템’(17%)을 제외한 세 가지를 비슷하게 중요하다고 평가했다. 반면, 응용연구분야 응답자들은 ‘협업연구를 위한 효과적인 기획, 조정, 평가, 관리 시스템’을 가장 필요한 내용이라고 응답했다<Figure 5>. 기술융합을 위해 응용연구분야와 기초연구분야에서 필요한 내용이 상이한 것을 알 수 있다.



- ① 사이버인프라(네트워크 성능 향상 등)의 개선
 - ② 실시간으로 연구 진행상황과 연구정보 공유 환경
 - ③ 협업연구를 위한 효과적인 기획, 조정, 평가, 관리 시스템
 - ④ 다른 분야와의 원활한 협력이라는 의식구조로의 개선

Figure 6. 기술간 융합을 위한 필요사항

타기관의 실험결과를 실시간 이용할 수 있다면 ‘유용’하다는 응답자가 29%로 가장 많았으며, ‘상당히 유용’ 24%, ‘매우 유용’ 20%, ‘약간 유용’ 16%로 유용하다고 응답한 응답자가 전체의 89%로 타기관의 실험결과를 실시간으로 이용할 수 있으면 연구수행에 많은 도움을 줄 것이라고 평가되었다.

협업환경이 필요한 부분으로 ‘연구자간 대화’에 대한 응답이 39%로 가장 많았으며, ‘데이터 공유’ 31%, ‘시설·장비 공유’ 16%, ‘해석코드 공유’ 16% 순으로 평가되었다<Figure 6>.

(3) 연구개발활동에 IT기술의 적용 효과

연구를 수행할 때 웹기술과 같은 IT기술을 활용한다면 ‘매우 유용’하다고 응답한 응답자가 32%로 가장 많았으며, ‘상당

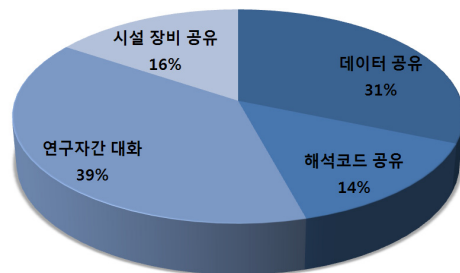


Figure 7. 협업환경이 필요한 분야

히 유용' 30%, '유용' 27%, '약간 유용' 7%로 나타나, IT기술의 활용은 연구수행에 매우 효과적이라고 판단된다<Figure 7>.

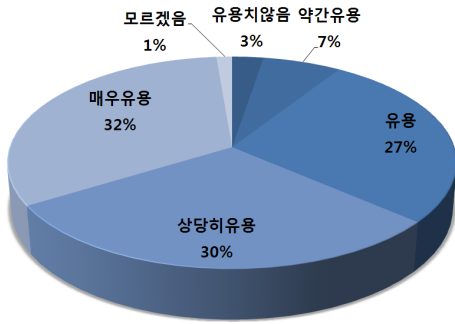


Figure 8. 연구수행에 대한 IT기술의 효과 정도

분야별로 사이버인프라의 활용효과에 대해 5점 척도로 조사했다(5점 : 매우 큼, 1점 : 매우 작음). 그 결과, 사이버인프라를 활용한다면 '협업연구 환경' 부분이 평균 4.31로 그 효과가 가장 크다고 평가되었으며, '대용량과학데이터 인프라' 4.16, '첨단 연구시설장비와 기자재 원격활용' 3.98, '초고속·병렬 컴퓨팅자원' 3.98순으로 나타났다. 4개 부문 모두 사이버인프라를 활용한다면 그 효과가 높을 것이라고 평가되었다.

분야별, 소속기관별 사이버인프라의 활용효과 조사 결과는 <Figure 8>와 같다. '대학'과 '국공립연구소 또는 정부출연연구소' 소속 응답자들은 '협업연구환경'에 대한 효과를 가장 높게 평가했다. 반면, '대기업연구소' 소속 응답자는 '대용량과학데이터 인프라'를 가장 높게 평가했다. 전체적으로 '대학'과 '국공립연구소 또는 정부출연연구소' 소속의 응답자들은 비교적 사이버인프라의 효과를 높게 평가한 반면, '대기업연구소' 소속 응답자들은 낮게 평가했다.

(4) 사이버인프라의 활용시기와 연구환경

사이버인프라 활용시기에 대해, 응답자 중 39%가 '5년 이내'에 자기 연구 분야에서 사이버인프라가 널리 활용될 것이라고

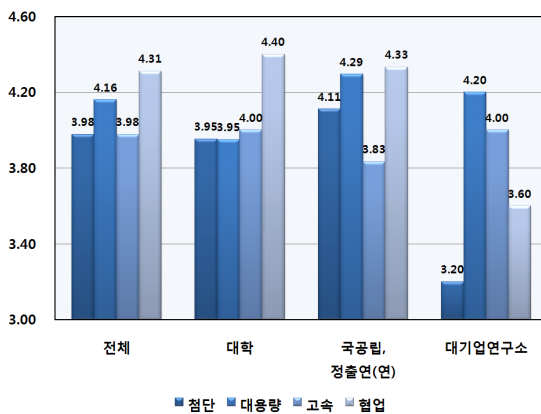


Figure 9. 분야별·소속기관별 분야별 사이버인프라 활용효과

예상했다. 다음으로 '3년 이내', '10년 이내', '1년 이내', '20년 이내' 순으로 나타났다. '20년 이후' 실현과 '미실현'이라는 응답도 있었다. 분야별로 보면, 기초연구분야에서는 '3년 이내' 응답이 가장 많았으며, 응용연구분야에서는 '5년 이내' 응답이 가장 많았다<Figure 9>.

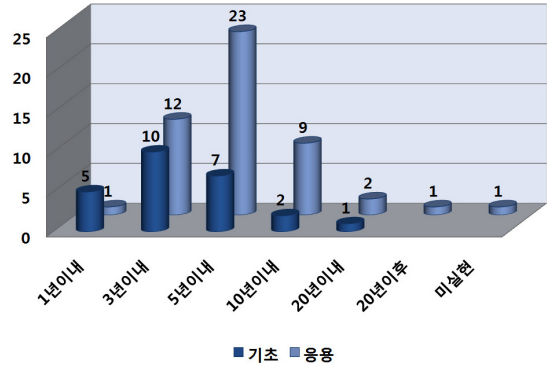


Figure 10. 사이버인프라가 널리 활용될 시기

사이버인프라를 활용한 연구활동이 정착되기 위해서 필요한 조치로 '인프라 공동활용 환경 조성'이 37%로 가장 높았으며, '사업추진과 지원체제의 정비', '대형연구사업 추진', '예산의 증대', '연구자 교육훈련'은 각각 16%, 15%, 14%, 13%로 비슷한 평가를 보였으며, 법제도 개선이 5%로 가장 필요성이 낮은 부문으로 평가되었다<Figure 10>.

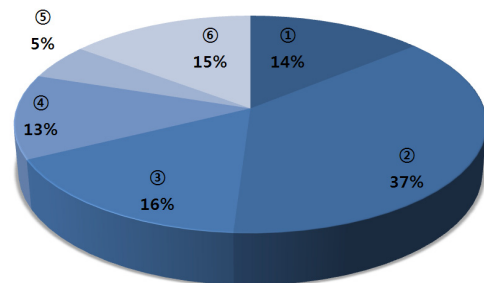


Figure 11. 사이버인프라 적용 연구활동의 정착을 위한 필요조치

(5) 사이버인프라 활용촉진을 위한 정책수단, 지원조직 설립과 교육훈련 프로그램

사이버인프라를 활용하는 연구를 지원하기 위한 조직을 설립할 필요에 대한 항목에 응답자의 37%가 '필요'하다고 응답했으며, '매우 필요' 20%, '상당히 필요' 15%, '약간 필요' 12%

로 나타났다. 반면, ‘필요치 않음’은 4%에 불과해, 이 조직을 연구현장에서 강력히 요구하고 있는 상황이다<Figure 11>.

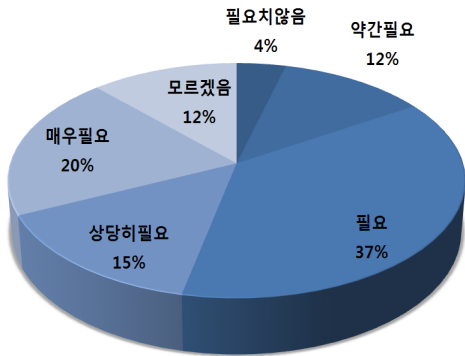


Figure 12. 사이버인프라 활용연구를 지원하는 조직의 필요성

사이버인프라를 활용하는 연구를 지원하기 위한 조직을 설립할 필요가 있다면, 그 주요 역할에 대해 복수로 응답하도록 했다. ‘연구개발 사이버인프라 구축과 활용 지원’이 가장 중요한 역할로 나타났으며, 다른 역할보다 2~3배 높은 수치를 보였다. 반면, ‘기타’를 제외한 나머지 역할의 중요성은 유사한 것으로 평가되었다<Figure 12>.

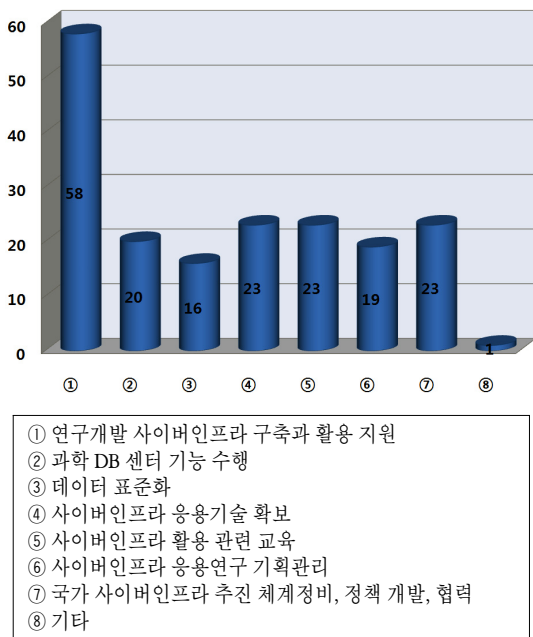


Figure 13. 지원조직의 주요 역할

첨단 과학기술연구를 육성하고 지원하기 위한 방안으로, ‘인프라 확충’이 47%로 가장 적절한 것으로 나타났다. 다음으로, ‘추진체계 정비’와 ‘인재 육성’은 20%, 19%로 비슷한 수치를 보였고, ‘법제도 정비’ 8%, ‘국제협력 증대’ 6% 순으로 나타났다(Figure 13).

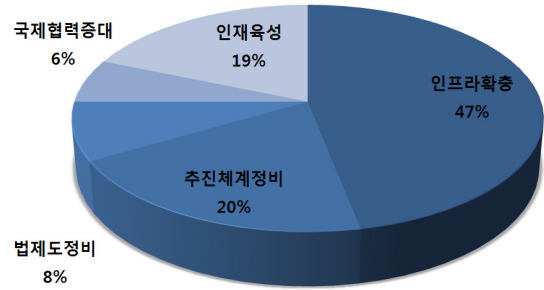


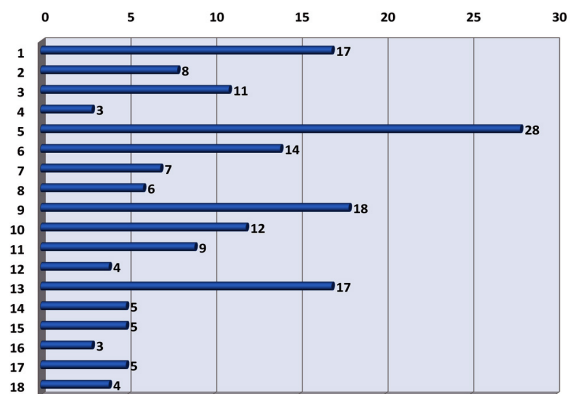
Figure 14. 첨단과학기술 육성정책 수단

(6) 주요 사이버인프라 활용 연구분야
연구분야를 정밀하게 분석하기 위해, 물리, 화학, 생물, 천문, 수학, 지구과학 등 총 17개 분야로 구분했다<Table 2>.

Table 2. 연구분야 구분

번호	분야	번호	분야
1	물리학	10	재료와 나노공학
2	화학과 화학공학	11	보건의료
3	천문학	12	건설토목
4	수학	13	컴퓨터와 정보공학
5	생물학과 생명공학	14	농림수산
6	지구과학과 환경	15	에너지
7	기계	16	인문사회과학
8	전기전자	17	문화예술
9	항공우주	18	기타

사이버인프라를 활용하기에 가장 적합한 연구분야로 ‘생물학과 생명공학’으로 응답했으며, ‘항공우주’, ‘컴퓨터와 정보공학’, ‘물리학’ 순으로 나타났다<Figure 14>.



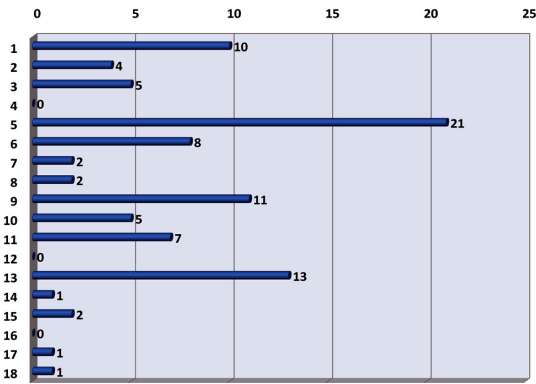
주) 세로축의 번호는 Table 2의 분야 번호를 나타냄.

Figure 15. 사이버인프라 활용 적합분야

우선적으로 수행해야 할 사이버인프라 분야에서도 가장 많은 응답자가 ‘생물학과 생명공학’을 선택했다. 다음으로, ‘컴퓨

터와 정보공학’, ‘항공우주’, ‘물리학’ 순으로 나타나, 전반적으로 사이버인프라 활용 적합 분야와 유사한 형태를 보였다 <Figure 15>.

생명공학’ 분야로 선택을 했다. 반면, ‘대기업연구소’ 소속 응답자는 ‘에너지’ 분야를 선택했다.



주) 세로축의 번호는 Table 2의 분야를 나타냄.

Figure 16. 사이버인프라 분야의 수행 우선순위

공공영역에서 수행되어야 할 사이버인프라 활용 연구분야로는 ‘지구과학과 환경’에 대한 응답이 가장 많았다. 다음으로, ‘생물학과 생명공학’, ‘항공우주’, ‘보건의료’ 순으로 나타났다 <Figure 16>.

4. 결과분석

이 장에서는 제 3장에서 분석한 수요조사를 토대로 우리나라의 사이버인프라 연구활동의 방향을 논의한다.

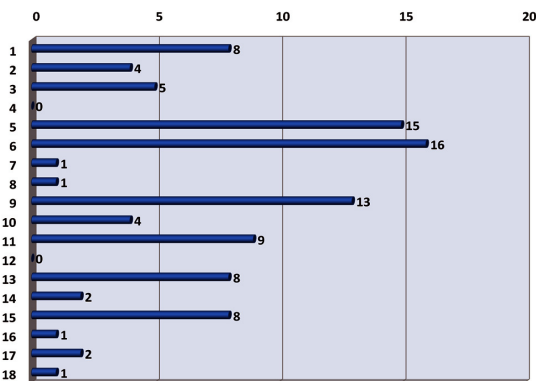
4.1 사이버인프라 활용 현황

(1) 연구개발현장에서 사이버인프라의 활용현황

사이버인프라의 활용 경험 유무는 반반 정도로, PACST(2004)의 조사결과에 비해 사이버인프라의 활용도가 높아졌다. 활용인프라는 주로 고성능 컴퓨팅인프라와 협업연구환경, 대용량 데이터이며, 이는 연구분야별, 산학연별로 약간의 차이가 있는 것으로 나타났다.

사이버인프라를 활용할 때 애로점은 컴퓨팅자원의 부족과 원격협업연구환경의 부족을 들었으며, 특이한 점은 사이버인프라 활용관련 교육훈련과 정보습득의 기회 부족에 대한 언급이 비교적 많았다는 것이다.

연구활동에 있어 사이버인프라의 비중을 조사한 결과, 아직까지는 사이버인프라를 통해 연구수행의 편리성이 증대된다는 부분에 대한 응답이 많았다. 사이버인프라 없이는 연구수행이 불가능하다는 응답자도 다수 있었다.



주) 세로축의 번호는 Table 2의 분야를 나타냄.

Figure 17. 공공영역에서 수행되어야 할 사이버인프라 분야

사이버인프라 활용에 적합한 연구분야를 응답자 소속별로 보면, ‘대학’과 ‘국립연구소 또는 정부출연연구소’ 소속 응답자는 기초연구 분야인 ‘생물학과 생명공학’ 분야를 1순위로 선택했다. 반면, ‘대기업연구소’ 소속 응답자는 응용연구 분야의 ‘컴퓨터와 정보공학’ 분야를 1순위로 선택했다. 우선적으로 수행할 사이버인프라 활용 연구분야 조사결과도 1순위 과제가 이와 동일하게 나타났다.

공공영역에 적합한 사이버인프라 활용 연구분야를 조사한 결과, ‘대학’과 ‘국립연구소 또는 정부출연연구소’ 소속 응답자는 1순위 분야를 위 두 개의 문항과 동일하게 ‘생물학과

(2) 연구개발에 가장 필요한 인프라

연구수행에 가장 필요한 인프라로는 협업연구환경과 고성능컴퓨팅자원을 언급하여 종합적인 연구환경의 지원과 사이버인프라의 기본 자원에 대한 중요성을 인식하고 있는 것으로 나타났다.

장차 필요해질 연구개발 인프라에 대해서는, 협업연구환경은 물론, 첨단 연구시설장비와 기자재 확충에 대한 필요성을 많이 느끼고 있는 것으로 나타났다.

사이버인프라 응용을 위한 핵심기술 평가에 있어 실제 연구에 활용할 수 있는 응용소프트웨어 개발에 대한 요구가 많았으며, 데이터 관련기술개발도 필요한 것으로 평가된다.

(3) 사이버인프라 유용성 평가

IT와 연구개발의 접목이 연구수행에 효과적이라고 거의 모든 연구자들이 인식하고 있는 것으로 조사되었다. 사이버인프라 활용의 효과는 협업연구환경 응용분야와 대용량 데이터를 활용하는 분야가 효과적일 것이라고 조사되었다.

(4) 사이버인프라 활용의사

계산집중형 응용연구, 협업연구환경 기반연구의 경우는 이미 활용경험이 있는 것으로 나타났으며, 데이터 집중형 응용

연구와 네트워크상에서 장비 등을 연동하는 응용연구는 3년 이내에 사용할 것이라는 의견이 많았다.

사이버인프라가 연구개발에 본격적으로 활용되는 시기를 5년 이내로 보고있는 것으로 조사되었다. 또한 사이버인프라 응용연구가 활성화되기 위해서는 우선 인프라의 공동활용환경의 조성이 필요한 것으로 평가되었다.

(5) 주요 응용연구분야 평가

사이버인프라를 활용하기에 적합한 분야로 생물학과 생명공학분야에 대한 언급이 많았으며, 항공우주, 물리학 분야의 활용에 대한 의견도 많았다.

우선적으로 수행해야 할 응용연구분야로도 생물학과 생명공학분야, 항공우주, 물리학분야를 지목했다.

공공영역에서 수행해야 할 응용연구분야로는 지구과학, 생물학과 생명공학, 항공우주, 보건의료분야의 우선순위가 높게 평가되었다.

(6) 현재 진행 중인 연구개발의 데이터산출량과 처리용량

대규모데이터의 처리용량과 처리속도 모두 중요하다고 생각하고 있으며 처리용량에 비해 처리속도의 중요성을 더욱 인식하고 있는 것으로 나타났다.

데이터의 크기는 10기가바이트 이하의 실험이 많았으나, 1테라바이트 이상 산출되는 실험도 상당수되어 실험의 대규모화가 진행되고 있다.

이 중 데이터로 인한 어려움 중에서는 데이터의 사이즈에 대한 문제를 토로하고 있으며, 특히 데이터의 원격지 이송과 저장용량에 대한 애로가 큰 것으로 조사되었다.

4.2 협업연구

(1) 협업연구를 위해 필요한 사항

협업연구를 위해서는 타 분야와의 원활한 협력이라는 의식구조의 개선과 협업연구의 기획·조정·관리 등 제도적이고 시스템적인 환경의 정비가 필요하다고 조사되었다.

타기관의 실험결과 활용에 있어서는 대부분 활용할 수 있으면 유용하다고 판단하고 있으며, 절반정도의 응답자는 공동활용을 원하는 것으로 조사되었다.

협업환경에서 필요한 부분은 연구자간의 대화를 지적하였으며 데이터공유에 관한 사항도 중요한 요소로 평가되었다.

(2) 협업연구 의사

연구자원의 공유의사는 대부분 공유할 의사를 비쳤으며, 공유가 어려운 경우의 사유는 연구기밀의 누출과 연구조직 내 규정 등의 이유를 들었다.

공유정보의 공동활용을 위한 표준화 여부조사에서는 많은 경우 표준화가 필요한 것으로 조사되었으며, 그 필요성도 상당히 큰 것으로 나타났다.

4.3 지원센터

사이버인프라 지원조직의 필요성에 대해서는 대부분의 응답자가 긍정하고 있는 것으로 조사되었다. 지원조직의 주요 임무로는 사이버인프라의 구축과 활용의 지원업무, 응용기술 확보, 교육기능, 응용연구관리 등 다양한 기능의 필요성에 대한 공감대가 형성되었다.

첨단 과학기술연구를 육성하고 지원하기 위한 정책수단으로는 무엇보다도 인프라 확충을 위한 투자를 필요로 했으며, 이와 함께 인재육성과 추진체제 정비 등이 필요한 것으로 나타났다.

5. 결 론

5.1 요약

연구개발 환경변화로 인해 사이버인프라 응용연구 활동이 새로운 패러다임으로 등장했다. 이에 따라 국내외 과학기술 정책동향에 따른 사이버인프라 구축의 필요성과 사이버인프라의 연구개발에의 활용이 선진각국의 주요 과학기술 정책이슈로 부각되었다.

본 연구는 사이버인프라의 구축·활용에 대한 현황과 수요를 조사·분석했다. 주요 연구내용은 미국, 유럽 등 선진국의 사이버인프라 구축과 활용현황 정리와 시사점 도출, 국내 사이버인프라 현황과 수요 조사, 그리고 사이버인프라 구축·활용 방향 제시이다.

또한, 해외 사이버인프라 구축과 활용 현황을 살펴보았다. 이와 비교해 우리나라의 사이버인프라 구축과 활용 현황 측면에서는, 각 인프라 간의 상호연계와 국가차원에서 사이버인프라를 연구개발에 활용하는 데는 미흡한 점이 드러났다.

이러한 사이버인프라에 관한 정의와 국내외 현황을 바탕으로 현장 연구자들에게 사이버인프라 구축·활용에 관한 설문 조사를 실시하여 다음과 같은 연구현장의 현황과 수요를 도출했다:

첫째, 사이버인프라 지원조직의 필요성에 대해서는 대부분의 응답자가 필요성을 제기했으며, 연구수행에 가장 필요한 인프라는 협업연구환경과 고성능컴퓨팅자원으로 나타났다;

둘째, 연구활동에서 컴퓨팅자원의 부족과 원격협업 환경의 부족이 문제로 드러났다;

셋째, 협업연구를 위해서는 타 분야와의 원활한 협력이 필요하다라는 의식구조로의 개선과 협업연구의 기획·조정·관리 등 제도적이고 시스템적인 환경의 정비에 대한 필요성을 제기했다;

넷째, 지원센터의 주요 임무로 사이버인프라의 구축·활용 지원업무, 응용기술확보, 교육기능, 응용연구관리 등 다양한 기능이 필요함을 언급했다.

5.2 제언

바람직한 사이버인프라 구축·활용을 위한 제언은 다음과 같다.

- 수요기반의 사업추진 : 사이버인프라 응용연구 등 신규체계는 연구현장에서 발생하는 수요로부터 시작되어야 확산·발전될 수 있음;
- 사이버인프라 기본단위 강화 : 캠퍼스 구내망부터 시작되는 연구개발 사이버인프라의 기본 단위(Grid Cubic) 강화에 노력해야 함;
- 대형연구과제의 착수 : 연구의 대규모화는 사이버인프라의 활용을 필연적으로 유인하였으며, 역으로 대형 연구프로그램의 추진은 사이버인프라 응용연구의 발전을 촉진시킬 해법임;
- 데이터 중심 연구활동에 주목 : 사이버인프라 응용연구의 핵심으로 데이터의 중요성이 부각, 물리적인 데이터센터의 설치와 데이터 관리·활용을 위한 기술개발과 지원체제 구축이 필요함;
- 이해와 설득 : 공통기술을 확인하며 재활용하도록 관련기술의 표준화와 공동활용을 유도, 중복적인 기술개발을 지양하고 자원의 공동활용과 협력을 위한 기술실무 조직이 필요함;
- 강점 위에 구축 : IT 인프라 보급과 국가연구개발사업 투자 확대 등 우리나라의 강점 위에 사이버인프라의 활용을 적극적으로 추진해야 함;
- 학연의 협력 : 정부출연연구소와 대학의 연구역량을 기초 연구에 집약하여, 사이버인프라 응용연구의 학연 협업연구 활성화가 필요함;
- 전국토의 사이버 실험실·국가 Total 연구개발 수행 : 우리나라 전국토의 사이버 연구실험실을 통한 연구시설장비, 인력, 전문인력 종합 활용체제의 구축과 응용연구의 수행이 필요함;
- 사이버인프라형 인재양성 : 기초과학분야 신진연구인력의 IT기술과 IT인프라응용기술을 습득, 연구개발에 적용할 수 있도록 지원하는 교육훈련 프로그램 설치가 요구됨;
- 사이버인프라 응용연구지원센터 설치 : 이미 구축된 연구시설과 장비를 유효하게 활용할 수 있는 연계네트워크와 데이터 표준화 등 협업환경의 구축·지원과 사업기획·

관리, 교육훈련 등 사이버인프라 활용촉진을 위한 지원조직이 필요함.

5.3 연구의 한계와 추후 연구

본 논문에서 설문조사의 응답자 77명 중 대학과 국공립 연구소 소속이 65명으로 편중되어 있다. 따라서 기업에 소속되어 있는 연구자의 의견수렴에는 한계를 보인다. 또한 사이버인프라 해외 동향조사 대상국은 미국, 영국, EU로 한정되어 있다.

따라서 기업에 소속되어 있는 연구자를 충분히 포함하여, 대학과 국공립연구소에 편중되지 않는 설문조사가 필요하다. 또한 미국, 영국, EU 외의 국가에 대해서도 동향조사가 필요하다.

그럼에도 불구하고, 본 연구는 사이버인프라 구축·활용에 대한 현황과 수요를 구체적으로 조사하고 분석한 자료로서, 우리나라의 사이버인프라의 운영방향을 설립하는 데 중요한 기반이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

Department of Trade and Industry(2000), *Excellence and Opportunity-A Science and Innovation Policy for the 21st Century*, London.

HM Treasury, Department for Education and Skills, and Department of Trade and Industry(2004), *Science and Innovation Investment Framework 2004 ~ 2014*, Norwich.

Jang, H-J. et al. (2008), *A Planning Research on Building and Utilizing Cyber R&D Infrastructure*, Korea Institute of Science and Technology Information, Daejeon.

Lee, H-J., Jang, H-J., Kim, S-Y., Song, S-H., and Gwon, S-H. (2008), *A Study on the Economic Effect Analysis of R&D Cyberinfrastructure : Focusing on the Mass Experiment Data Center*, Korea Institute of Science and Technology Information, Daejeon.

National Science Foundation(2006), *NSF's Cyberinfrastructure Vision for 21st Century Discovery*, Virginia.

Networking and Information Technology Research and Development(2008), *NITRD Supplement to the President's FY 2009 Budget*, Virginia.

Presidential Advisory Council for Science and Technology (2004), *A Survey Study on Evaluating the Effect and Feasibility of Research Environment in Korea*, Seoul.

Song, S-H., Lee, H-J., Gwon, S-H., Ahn, S-I., and Hong, S-K. (2007), *The Research for International Trend and Revitalization of e-Science, 2007 Korea Contents Association Fall Conference*, 5(2), 578-581.

**이형진**

성균관대학교 산업공학 학사
 성균관대학교 산업공학 석사
 성균관대학교 기술경영학과 박사과정
 현재: 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅
 본부 선임연구원
 관심분야: 기술예측, 기술정책, 기술혁신

**송성환**

성균관대학교 시스템경영공학 학사
 성균관대학교 산업공학 석사
 현재: 성균관대학교 산업공학 박사수료
 관심분야: 기술예측, 수요예측, 시스템
 다이내믹스, 기술경영

**권성훈**

성균관대학교 시스템경영공학 학사
 성균관대학교 산업공학 석사
 현재: 성균관대학교 기술경영학과 박사과정
 관심분야: 기술예측, R&D 효율성 분석

**홍순기**

서울대학교 금속공학 학사
 Univ. Col. of Swansea(영국) 경영과학 석사
 Univ. Col. of Swansea(영국) 경영과학 박사
 현재: 성균관대학교 시스템경영공학과 정교수
 관심분야: 기술예측, 기술경제, 기술혁신