

## 연구장비 Grid

김미옥 | miook@kbsi.re.kr

한국기초과학지원연구원 선임연구원

### I. 서론

### II. 현황 및 필요성

### III. 연구장비 Grid 구축 계획

### IV. 결론



연구장비 Grid는 고속의 네트워크로 첨단연구장비를 연결하여 연구장비 전용망을 구성하고, 연구장비 망에 접속 가능한 모든 연구자들에게 이용이 편리한 표준화된 미들웨어를 제공하여 장비와 연구자 간의 거리와 상관없이 연구자가 원격지의 장비를 제어하고, 실시간으로 데이터를 처리함과 동시에 화상 대화를 통해 다른 연구자들과 실험 과정 및 결과에 대한 토론을 수행할 수 있다. 이러한 기능을 제공하는 연구장비 Grid가 구축되면 국내 연구장비 공동활용 활성화는 물론 해외 첨단연구장비를 사용할 수 있고, 또한 해외연구자 및 북한연구자에도 공동연구를 수행할 수 있을 것이다.

### I. 서론

컴퓨터 통신이 발달하여 원거리의 사람과 화상대화를 하거나, 원격지에 있는 장비를 원격제어 하는 등 여러 분야에 적용됨에 따라 실생활에서 거리의 제약이 점점 줄어들고 있다. 이러한 경향은 연구환경에 적용되어 해외 선진국의 경우 고속의 네트워크를 이용하여 슈퍼컴퓨터, 첨단 연구장비, 연구인력 등에 대한 연구자원을 공유하여 연구효율성을 증대 하고자 하는 시도가 몇 년 전부터 시작되었고, 현재 국가 내부의 연구자원의 공유만이 아닌 국가간의 연구자원 공유단계에 이르고 있다. 특히 우리 나라와 같이 소규모의 연구자원이 기관별·지역별로 산재해 있는 실정을 감안할 때 제한된 연구자원을 효율적으로 활용할 수 있는 유일한 방법은 초고속 컴퓨터 통신 즉 고속 네트워크를 이용하는 것이다. 우리나라 네트워크의 고도화로 인하여 네트워크를 이용한 연구장비 공동활용 환경 조성은 충분히 실현 가능한 일이

며, 이러한 시도가 바로 연구장비 Grid인 것이다.

연구장비 Grid는 고속의 네트워크로 첨단연구장비를 연결하여 연구장비 전용망을 구성하고, 연구장비 망에 접속 가능한 모든 연구자들에게 이용이 편리한 표준화된 미들웨어를 제공하여 장비와 연구자 간의 거리와 상관없이 연구자가 원격지의 장비를 제어하고, 실시간으로 데이터를 처리함과 동시에 화상 대화를 통해 다른 연구자들과 실험 과정 및 결과에 대한 토론을 수행할 수 있다. 이러한 기능을 제공하는 연구장비 Grid가 구축되면 국내 연구장비 공동활용 활성화는 물론 해외 첨단연구장비를 사용할 수 있고, 또한 해외연구자 및 북한연구자에도 공동연구를 수행할 수 있을 것이다.

이는 우리 나라 일부에 해당되는 문제가 아니라 국가 전체의 연구환경 개선이라는 차원에서 계획이 수립되고 진행되어야 하므로, 연구환경의 획기적인 전환점이 될 연구장비 Grid 구축의 필요성을 제시하고, 실현 가능한 계획을 수립하여, 이에 수반되는 기대효과를 제시

함으로써 연구장비 Grid 구축에 대한 공감대를 형성하고자 한다.

## II. 현황 및 필요성

### 1. 해외현황



〈그림 1〉 PNNL의 원격공동연구실험 시스템

미국은 에너지성(DOE)을 중심으로 1997년부터 "DOE2000 국가공동연구" 사업을 시작하였고<sup>1)</sup>, 여러 종의 연구장비에 대한 공동활용용 소프트웨어를 개발하여 실용화에 성공하였다. DOE2000사업<sup>2)</sup>에 이어 고속의 네트워크를 이용한 과학연구자원공유 의 시도로서 2001년부터 DOE Science Grid 사업<sup>3)</sup>이 시작되었으며, 이 사업은 2004년에 완료할 예정이다. DOE Science Grid는 단순히 미국 내의 과학연구자원 공유에 그치는 것이 아니라 유럽이나 아시아와도 연계되어 있어 세계적인 과학 연구환경 조성에 기여할 것으로 기대된다. 특히 연구장비 공동활용과 관련된 분야로 예로는 Pacific Northwest National Laboratory (PNNL)의 Environment Molecular Science Laboratory (EMSL)<sup>4)</sup>에서는 핵자기공명기(NMR)와 Ion Trap Mass Spectrometer 등을 네트워크를 통해 원격 사용자가 공동으로 사용할 수 있는 공동활용 프로그램을 개발하여 지원하고 있다(그림1). 또한 Princeton Plasma

Physics Lab.(PPPL), GA, Lawrence Livermore National Lab.(LLNL), Oak Ridge National Lab.(ORNL) 등이 참여하여 General Atomics(GA)사에서 보유하고 있는 국가적인 대형 연구장비인 DIII-D Tokamak를 이용한 핵융합 에너지 연구를 원격지의 연구자들이 원활하게 수행할 수 있도록 지원하고 있고<sup>5)</sup>, National Center for Electron Microscopy에서는 on-line 현미경을 설치하여 원격지의 연구자가 자신의 PC를 이용하여 현미경을 조작하고, image를 분석할 있도록 하고 있다<sup>6)</sup>.

### 2. 국내현황



〈그림 2〉 한국기초과학지원연구원의 연구장비 정보망

연구장비 전문지원기관인 한국기초과학지원연구원에서는 지난 2001년 3월부터 국가적인 연구장비 전문 정보시스템<sup>7)</sup> 구축하여 편리하게 연구장비정보를 검색할 수 있도록 지원하고 있다(그림2). 또한 2000년에 NMR(1D, 2D), DNA sequencer, Confocal, Tandem Mass, Isotope 등 5개의 분석장비에 대하여 web-base의 사이버 분석시스템을 개발하여 전문 실험자에 의해 분석된 실험결과를 데이터 서버에 upload하고, 분석의뢰받은 데이터 서버에 접속하여 자신의 data를 내려 받거나, web을 이용하여 분석할 수 있도록 JAVA 언어로 개발하여 지원하고 있다<sup>8)</sup>. 사이버 분

## 기 타

석시스템에 이어 네트워크의 안정성의 부족으로 web-base의 분석이 어려운 분석의뢰인들을 위하여 2001년에 client-base의 스펙트럼 data(NMR-1D, Mass, Isotope) 분석프로그램과 confocal image data 분석 프로그램을 개발하여 무료로 제공하고 있고, 2001년에 시작한 원격사업의 연장으로 2002년에는 시범장비(NMR, SEM) 실험화면 공유 시스템과 데이터분석 프로그램 개발을 진행하고 있다.

## 3. 필요성

2001년 4월 한국기초과학지원연구원에서 실시한 국내 연구장비 활용도 조사에 의하면 (표1)과 같이 대학교 및 연구소에서 보유하고 있는 전체 연구장비 중 약 30%만이 공동활용 되었으며, 연구장비에 대한 종합적인 관리 지원체계의 부족으로 어려움을 겪고 있는 것으로 보고하고 있다<sup>1)</sup>. 따라서 제한된 연구장비의 공동활용 활성화와 종합적인 연구장비 관리체계 구축을 통한 지역간·기관간 연구장비 보유격차의 해소가 절실히 요구된다.

(표 1) 연구장비 공동활용 현황(2000년 12월 31일 기준)

연구장비종수	공동활용가능 연구장비수	공동활용한 연구장비수
22161	11162(50%)	6775(30%)

## III. 연구장비 Grid 구축 계획

국가적인 차원의 연구장비 Grid를 구축하기 위하여 한국기초과학지원연구원에서는 (표2)와 같이 지역 문소의 국립대학교 공동실험실습관 및 사립대학교의 공동기기센터를 회원기관으로 연구장비 Grid Working Group을 구성하였고, 2001년 12월 10일 Grid Forum Korea에 등록하여 운영하고 있다. 연구장비 Grid Working Group은 회원기관들의 의견을 수렴하여 연구장비 Grid 기반 시스템 구축, 표준화된 미들웨어 개발, 종합적인 연구장비 관리체계 구축 등에

대한 세부계획을 수립하고, 문제점을 도출하여 연구장비 Grid 구축시 시행착오를 최소화하고자 구성된 것이다.

(표 2) 연구장비 Grid Working Group 기관회원 현황

국립대학교 (공동실험실습관)	사립대학교 (공동P 센터)	정부출연연구원 (초파라미터)
13	3	6

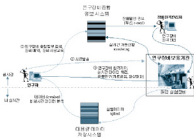
지난 1월 16일에 개최된 제1차 연구장비 Grid Working Group에서는 총 26개 기관에서 33명이 참석한 가운데 서울대학교의 유인석 교수를 위원장으로 선출하여 연구장비 Grid 구축에 대한 전반적인 논의가 이루어졌다. 향후 연구장비 Grid Working Group 회원기관들의 의견을 수렴하여 다음 각 항목들에 대하여 구체적인 계획을 수립하여 추진할 계획이며, 연구장비 Grid 구축 순서로 우선 한국기초과학지원연구원의 본·문소와 지역 대표대학을 중심으로 시범연구장비 Grid를 구성하여 시험 운영하고, 이를 단계적으로 전국적인 규모로 확장에 나갈 계획이다.

## 1. 기반시스템 구축

연구장비 Grid는 안정된 네트워크 통신 대역폭을 확보하여, 연구장비 Grid 센터를 연결하고, 데이터 저장 시스템 및 연구장비 종합정보 시스템이 연계되는 기반 시스템 구축이 선행되어야 한다. 연구장비 Grid의 기반 시스템 중 연구장비 Grid 전용 네트워크 구성은 안정된 네트워크 통신환경 구축을 위한 기본조건으로 필요하며, 연구장비 Grid 센터는 지역별 연구장비 Grid 망과 접속하여 서비스를 지원하기 위한 Gateway 역할을 수행하게 될 것이다. 각 Grid 센터에 연구장비 공동활용용 컴퓨터 시스템을 구비하고 미들웨어를 설치하여 원격장비 제어 및 실시간 데이터 처리 기능 등을 제공할 계획이다.

기반시스템의 구성요소인 대용량 데이터 저장시스템은 비실시간 데이터 분석을 원하는 연구자를 위한 실험 데이터 저장시스템이다. 이는 전문 실험자에 의해 분석

원 실험데이터 파일을 대용량 저장 서버에 전송하고 분석의뢰인은 데이터 저장시스템에 접속하여 의뢰한 실험데이터를 자신의 PC에 내려 받아 무료로 배포된 분석프로그램을 이용하여 분석할 수 있다. 단순히 실험데이터의 저장 및 전달 기능만을 제공하는 대용량 데이터 저장시스템과는 달리 기만시스템의 또 다른 구성 요소인 연구장비 종합 정보시스템은 연구자들에게 장비 보유기관 및 실시간 장비 가동현황 등에 대한 검색 서비스를 제공하고, 장비예약과 예약된 시간에 원격으로 연구자가 직접 실험할 것인지 아니면 단순히 전문 실험자에게 분석 의뢰할 것인지 등에 대한 실험방법을 설정하도록 하고, 연구장비 사용방법 온라인 수강 등 보다 다양한 서비스를 지원하게 된다. 또한 연구장비 종합 정보시스템을 통하여 연구장비 관리자는 장비이력을 관리할 수 있으며, 장비 장애발생시 무선과 e-mail을 통하여 연구장비 장애발생 경보를 전달받을 수 있다. 연구자는 <그림3>에서 보여주는 바와 같이 자신의 분석시료를 연구장비 보유기관에 배달하고, 예약된 시간에 네트워크를 통해 장비에 접속하여 다른 연구자와 공동으로 실험하거나, 실시간으로 데이터를 처리할 수 있다.



(그림 3) 연구장비 Grid 전체 흐름도

## 2. 표준화된 미들웨어 개발

연구장비 Grid 용 미들웨어는 원격 사용자에게 의한 실시간 데이터 처리, 연구자간 자료공유 및 대화 등 연구

장비 공동활용 및 공동연구를 수행하기 위한 공통기능을 담당하는 소프트웨어 시스템이다. 앞서 언급한 기능 외에도 연구장비 Grid가 네트워크를 통하여 모든 연구활동이 이루어지므로 네트워크 안정성 표시 기능이 필요하며, 보안문제가 발생하지 않도록 연결된 컴퓨터 사이에 전용 port를 통하여 데이터를 주고받을 수 있는 환경구성이 요구된다.

### 3. 연구장비 119팀 구성

공동활용 연구기차체 보유기관의 가장 큰 애드벌 중의 하나가 연구장비 유지보수 및 전문인력의 부족 문제를 들고있다. 자동화된 중앙 집중적인 관리체제를 통하여 연구장비의 전문적인 관리 체제를 구축하여 운영하는 것 또한 연구장비 Grid의 효율적인 운영 면에서 필수적인 요소이며, 이를 통하여 연구장비 Grid의 H/W 및 S/W 구성요소들의 실시간 정상가동여부 파악 및 실험장비 관리자와의 온라인 대화를 통하여 쉽게 장애를 복구할 수 있을 것이다.

### 4. 연구장비 Grid 단계별 추진 계획

#### 1) 1단계: 2002 ~ 2003

- 연구장비 Grid Working Group 구성을 통한 세부 계획 수립
- 한국기초과학지원연구원 연구장비(NMR, TEM)를 이용한 시험 Grid 구성
- 대용량 데이터 저장시스템 구축
- 데이터 분석프로그램 개발
- 국내 연구장비 기만시스템 구축완료
- 연구장비 Grid 119팀 구성 및 장비수리 교육

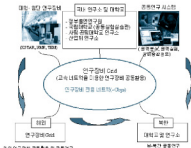
#### 2) 2단계: 2004 ~ 2005

- 대형 연구장비(KSTAR, 포항 가속기, 하나로 원전) Grid 연결
- 공동연구 및 원격실험시스템 개발 완료
- 연구장비 119 서비스 가동

- 연구장비 원격감시 및 관리시스템 개발

### 3) 3단계: 2005 ~2006

- 해외 연구장비 Grid 연계
- 북한 연구장비 Grid 연계
- 연구장비 Grid 구축 완료(그림4)



〈그림 4〉 연구장비 Grid 구성도

## V. 결 론

지금까지 연구장비 Grid와 한국기초과학지원연구원에서 계획하고 있는 연구장비 Grid 구축 계획에 관하여 간단히 살펴보았다. 연구장비 Grid는 앞에서 언급한 바와 같이 현 단계에서 지역간·기관간 연구장비 보유격차를 해소하고, 종합적인 관리체제를 구축하여 연구장비 공동활용 활성화와 연구효율성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 유일한 방법이다. 따라서 연구장비 Grid는 세계의 흐름에 뒤처지지 않고 연구생산성을 증대시켜 국가 경쟁력을 강화하기 위한 연구환경 조성의 필수 요소이며, 국가적인 차원에서 시급히 구축되어야 한다.

#### 참고문헌

- [1] <http://doxcolaboratory.pnl.gov/>
- [2] <http://www-univ.mcs.anl.gov/OCE2000/>
- [3] <http://www-ig.bnl.gov/Grid/>
- [4] <http://www.slac.pnl.gov:2080/docs/colab/>
- [5] <http://www.fusionciencia.org/colab/REE/>
- [6] <http://ncm.bl.gov/ncm.html>
- [7] <http://www.kecknet/>
- [8] [http://polar.kbsi.re.kr/data\\_server](http://polar.kbsi.re.kr/data_server)
- [9] "2000년 연구장비 공동활용 실행보고 초사서", 한국기초과학지원연구원, KISS-2002-70-0090-002