

## 국가 Grid 기본 계획과 국·내외 Grid 프로젝트 추진 동향 (Basic Plan of National Grid and Domestic and International Research Tendency)

장 행 진<sup>1)</sup>\*, 박 형 우<sup>2)</sup>, 이 상 산<sup>3)</sup>

Haeng Jin Jang, Hyoung Woo Park and Sangsan Lee

Advanced countries centered by National Supercomputing Center are inclined to construct Grid Infra and develop key applications in high performance computing field. They are also trying to globalize the Grid project aided by research groups in nations and continents. Computing technology and application development in Grid computing environment become indirect capital of high performance computing and information technology. Therefore, Korean government would like to participate in their Grid construction and application development actively and pursue to Grid project to develop Grid industries such as IT, BT. next five years.

### 1. 서론

인터넷이 보편화되고 컴퓨터 및 네트워크 엔지니어링 기술의 급속한 발전으로 오늘날 컴퓨터를 이용하는 양상은 새로운 변화를 추구하고 있으며, 네트워크를 통해 연결된 고성능컴퓨팅 자원들을 통합하여 하나의 문제를 해결할 수 있게 하여 주고 있다. 특히 지역적으로 산재되어 있는 고성능컴퓨팅 자원들을 연결하여 하나의 시스템처럼 사용할 수 있게 하는 것을 그리드(Grid)컴퓨팅이라 한다. 아울러, 우리 나라도 2002년부터 정부차원에서 이러한 그리드 컴퓨팅이 가능한 국가 그리드 기본 계획이 수립되어 본격적으로 개발될 예정이어서 본 연구에서는 그리드 개념, 선진국의 주요 그리드 프로젝트 추진현황 및 국가 그리드 기본 계획과 이를 위한 국·내외 주변환경 변화 및 국가 그리드 구축을 위한 그리드 포럼 코리아 활동에 대하여 논하고자 한다.

### 2. Grid 개요

#### 2.1 개념

Grid는 네트워크 상의 지리학적으로 분산되어 있는 High-End Resource의 집합인 슈퍼컴퓨터, 정보저장소, 첨단 과학기술장비(가속기, 전자현미경, CAVE) 등의 고성능컴퓨팅 자원을 격자 모양의 그물 형태로 상호 연동하여 조직과 지역을 벗어나서 이음새 없이 사용할 수 있게 하는 것을 말한다.

인터넷이 처음 사용될 당시에는 슈퍼컴퓨터 사용자 중심으로 단순히 정보를 전달하기 위한 수단으로 시작되었다. 그러나 차세대 인터넷 기술이 발전하면서 인터넷은 단순 정보전달 수단에서 첨단 과학기술이나 교육분야에 있어서 인터넷을 이용한 인 그리드

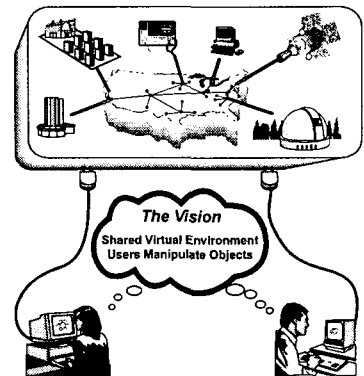


Fig. 1 미국의 Comutational Grid

- 1) 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터 선임연구원
- 2) 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터 선임연구원
- 3) 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터 책임연구원



인프라는 그리드 미들웨어가 개발되면서 이기종컴퓨터 및 첨단과학기술장비와 이를 활용하는 연구 그룹을 실시간으로 연동하여 조직과 지역을 벗어나서 마치 전기 코드에 전기를 꽂으면 자유롭게 전기를 사용할 수 있는 것처럼 고성능컴퓨팅 분야의 새로운 패러다임의 어플리케이션 개발을 가능케 하여 주고 있다. 그림 1은 국가 슈퍼컴퓨팅센터를 중심으로 구축된 미국의 고성능연구망인 vBNS에 지역적으로 분산된 고성능컴퓨팅 자원을 연동하여 연구실에서 컴퓨터에 전원만 키면 미전에 산재된 고성능컴퓨팅 자원을 그리드 네트워크 환경에서 사용할 수 있는 Computational Grid 모습이다.

### 2.2 Grid 분류

Grid는 크게 Computational Grid와 Data Intensive Grid 그리고 Access Grid로 표 1 과 같이 분류 할 수 있는데, Computational Grid는 분산된 컴퓨팅 자원을 한 대의 고성능 컴퓨터처럼 사용할 수 있게 하는 것이고, Data Intensive Grid는 대용량의 정보를 생산하는 장비들과 고성능컴퓨터 및 사용자를 중심으로 구성된 것을 말한다. 아울러, Access Grid는 Computational Grid나 Data Intensive Grid 에서 생성된 정보를 원거리에 떨어져 있는 연구원과 연구그룹간의 공유할 수 있는 협업 연구 환경을 제공하는 것이다.

그리드 분류	활용 분야	연동 장비
Computational Grid	CFD, 제조설계분야	슈퍼컴퓨터, 클스터시스템 등
Data intensive Grid	HEP,Bio	슈퍼컴퓨터, 가속기 등
Access Grid	협업 연구분야	CAVE, 가상화 장비 등

Table. 1 Grid 어플리케이션 분류

특히, Computational Grid에 속하는 시스템들은 컴퓨팅을 위해서 많은 자원들을 연결하여 해결 할 수 있도록 하는 것을 말한다. 현재 구축중인 Grid 중 대부분이 Computational Grid에 속한다. 이들 중에서도 분산 슈퍼컴퓨팅 관련 Grid는 작업의 전체 수행시간을 줄이기 위해서 많은 컴퓨터들을 동시에 이용하는 것을 말한다.

### 2.3 Grid 구성 4A 요소

Grid 인프라를 구축하기 위하여서는 고성능컴퓨팅 자원 등도 중요하지만 근본적으로 Grid 구축을 위한 구성요소를 갖추고 있어야 만이 Grid Computing이나 Global Group 간에 협력체제 구축이 가능하며 이러한 환경을 중심으로 국가 Grid 인프라 구축이 가능한데, 이를 Grid에서 4A 구성요소라 정의 할 수 있다.

- Advanced Network
  - 지능화된 네트워크, Grid 네트워킹 환경 구축
- Advanced Computer & Equipment
  - 고성능컴퓨터와 최첨단 연구 장비, Grid 네트워크 공유가 가능한 장비
- Advanced Application

- Grid 응용 과제(대규모 계산기반, 대규모 정보처리, 분산병렬 컴퓨팅 분야, 협동연구 분야)
- Advanced Human Resource
  - Grid 응용과제 이용 그룹이나 산·학·연의 과학기술인력)

위와 같이 4A 구성요소를 갖추어야 만이 Grid 인프라 구축 및 핵심어플리케이션을 중심으로 Grid 응용이나 Grid 산업을 발전시킬 수 있다.

### 2.3. Grid 어플리케이션

- Distributed Supercomputing
 

하나의 시스템으로 해결되지 않는 문제들을 해결하기 위해서 지역적으로 분산되어 있는 컴퓨팅 자원들을 그리드망을 중심으로 연동하여 해결하기 위한 어플리케이션을 말하며, 주요 활용분야 DIS(Distributed interactive simulation)이다.
- Data-Intensive Computing
 

지역적으로 분산된 저장정보, 디지털 라이브러리, 데이터베이스 등 저장된 정보들을 합성해서 이용하는 것에 중점을 두며, 주로 대규모 계산정보나 분석정보를 이용하는 어플리케이션이 대표적인 활용분야는 High-Energy Physics 이다.
- High-Throughput Computing
 

그리드망 기반을 중심으로 유휴 컴퓨터 프로세서 자원들을 모아서 독립적이거나 상호 연관성이 적은 대량의 작업들에 할당해서 스케줄링 함으로써 단일 컴퓨터로는 처리하기 힘든 모험과제나 실험과제를 해석함으로써 미래의 기반기술을 개발하기 위함이며, 주요 어플리케이션 분야는 Parameter Studies, Cryptographic Problems 등이다.
- On-Demand Computing
 

컴퓨팅, 소프트웨어, 데이터 저장소와 같은 자원들을 일시적으로 필요로 할 때 단기간 동안만 이용함으로 국가보유 자원의 이용을 극대화하기 위함. 그리드망을 이용하여 자원 이용의 비용이 고가이고 지역적으로 근접해 있지 않은 경우에도 효율적으로 이용 가능한 분야가 주요 어플리케이션 분야이며, 주요분야는 Medical Instrumentation, Network-Enabled Solver 등이다
- Collaborative Computing
 

사용자 디스플레이 환경에서 멀리 떨어져 있는 데이터 집합, 시뮬레이션, 제너레이터 등을 고품질의 네트워크 상에서 가상 환경 시스템을 통하여 협동연구를 가능케 함, 주요 응용분야는 Interactive Scientific Visualization, Education/ Training/Scenario Simulations 등이다.

### 2.4 그리드 계층 구조

Grid를 구축하는데 있어서 가장 중요한 것은 미들웨어 기술이며 Globus, Legion, Conder, 등이 그리드 컴퓨팅을 위하여 주로 사용되어 지고 있다. 주로 Computational Grid 구축을 위하여 Globus Metacomputing Toolkit 이라는 미들웨어를 사용하는데, 이기종 컴퓨팅 자원들을 하나의 가상 컴퓨터처럼 사용할 수 있게 하기 위한 미들웨어이다. 그리드에서는 그리드 자원, 그리드 미들웨어, 그리드 어플리케이션 사이에 그림 2와 같이 Grid 계층구조를 가지고 있으며 상호 연계된 기술을 중심으로 그리드 컴퓨팅이 가능하다.

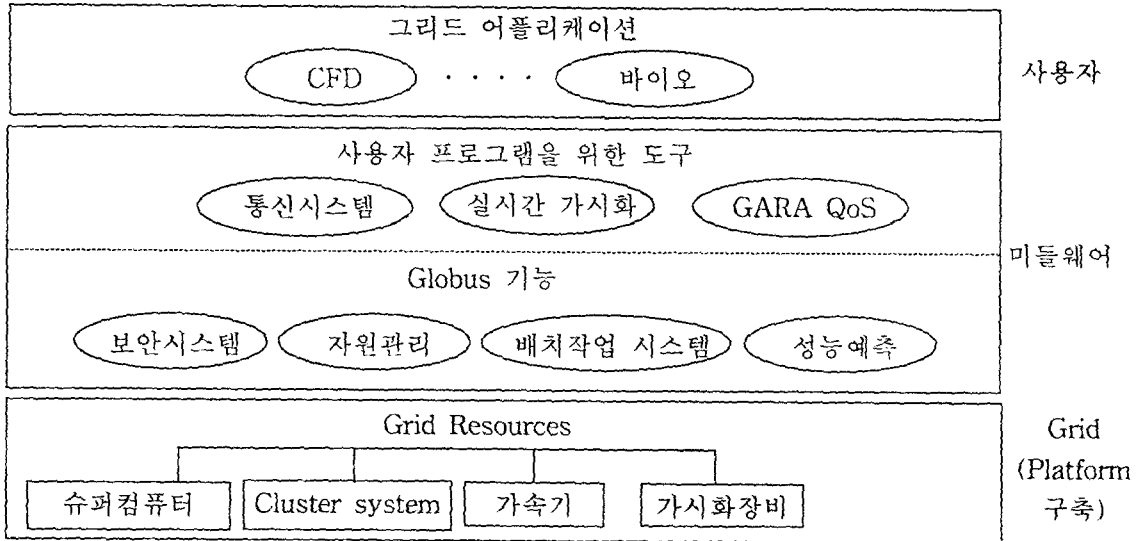


Fig. 2 Grid 계층 구조

3. 국·내외 주요 그리드 프로젝트 추진현황

3.1 미국

미국의 그리드 프로젝트는 전미과학재단, 에너지성 등 연방정부에서 지원 받아서 표 2와 같이 그리드 프로젝트가 추진되어 지고있다. 특히, NCSA 슈퍼컴퓨팅 센터를 중심으로 추진중인 National Technology Grid는 미 전역에 70개 기관이 참여하는 대규모 프로젝트로 120여개의 핵심 어플리케이션이 도출되어 협력 연구 체제를 구축하고 전세계 Grid 개발을 선도하고 있다. 또한 NASA의 주요 연구센터들을 중심으로 추진중인 Information Power Grid는 비행기 개발에 있어서 필요한 기술들을 NASA 주요 슈퍼컴퓨팅센터에 분리하여 동시에 시뮬레이션함으로써 개발기간 단축 등 새로운 기술 개발을 위하여 추진하고 있다. 그림 3은 미국의 초고속연구망인 vBNS에 주요지역 고성능컴퓨팅 자원센터들을 연결하고 미 전역에 분산되어 있는 연구원들이 그리드 환경하에서 슈퍼컴퓨팅 자원을 활용할 수 있게 하는 대표적 모델이다.

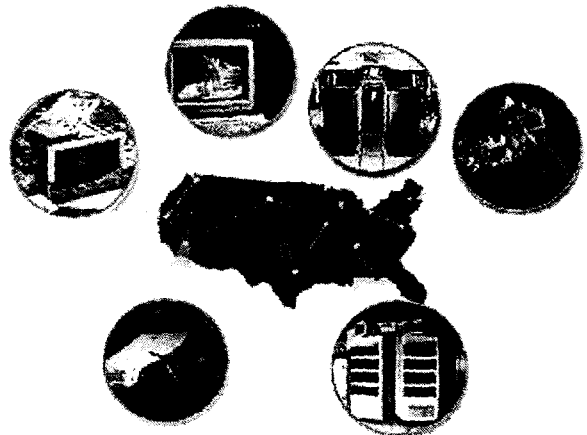


Fig. 3 National Technology Grid

아울러, 미국은 이러한 그리드 프로젝트를 중심으로 '99년도부터 Grid Forum을 발족하여 현재 전세계 Global Grid forum을 선도하고 있다.



주요프로젝트명	Grid 구축 자원	응용 분야	참여기관	비고
National Technology Grid	슈퍼컴퓨터, 대용량 정보장치, 인적자원, CAVE 등	기초과학	UIUC 등 68개 기관	
NASA IPG (Information Power Grid)	슈퍼컴퓨터, 주변장치	항공	NASA 산하 3개 슈퍼컴퓨팅센터	
NEESgrid	슈퍼컴퓨터, CAVE 등 가상실험장비	지진공학	ANL, Univ of Michigan 등 55개 기관	

Table. 2 미국의 주요 그리드 프로젝트

### 3.2 유럽(European Data Grid)

유럽에는 EU 지원하에 추진중인 Euro Grid와 European Data Grid 가 대표적인 그리드 프로젝트이다. 특히 유럽의 그리드 프로젝트는 산업과 연구 중심으로 분리하여 추진중인 것이 미국의 그리드 프로젝트와 다른 점이다. Euro Grid의 경우 유럽의 대형 슈퍼컴퓨팅센터들을 중심으로 항공산업 바이오 등에 있어서 핵심 기술을 개발하기 위하여 추진중이며, European Data Grid는 스위스의 CERN과 이론 물리학자들이 중심이 되어 HEP 분야의 High Throughput Computing 및 가속기에서 생성된 대규모 정보분석을 위하여 추진중이다. 참여 국가는 스위스, 이태리, 프랑스, 영국, 일본 등 10개 국가 참여하는 대규모 프로젝트이다. 특히 International Testbed 인프라가 개발될 예정이며, Globus를 11개 사이트에 35개 시스템에 설치 할 예정으로 이를 개발하기 위한 GRAM, RSL 등을 시험중이다.

주요프로젝트	Grid 구축 자원	응용 분야	참여기관	비고
European Data GRID	슈퍼컴퓨터, 가속기	HEP	이탈리아, 영국 등 10개국	
Euro GRID	EU의 분산 슈퍼컴퓨팅자원	바이오 Grid CAE Grid IST 등	영국, 프랑스 등	

Table. 3 유럽의 주요 그리드 프로젝트

### 3.4 일본(National Test-bed Grid)

일본은 아시아에서의 IT기술 선도 및 기초과학분야의 발전을 위하여 정부출연 연구소, 대학을 중심으로 Grid 프로젝트를 2000년부터 본격 추진 중이다. 특히 Global Computing Grid는 오사카 대학 등 일본의 주요 연구 기관과 SDSC를 중심으로 전자 현미경을 이용한 원거리 협동연구를 추진중이다. 특히, 원자력연구소를 중심으로 추진중인 ITBL 프로젝트는 원자력연구소 산하 3개 슈퍼컴퓨팅센터를 중심으로 메타컴퓨팅 그리드를 구축하고 Computational Grid 개발하고 있다.

주요 프로젝트명	Grid 구축 자원	응용 분야	참여 기관	비고
AP Grid	슈퍼컴퓨터 가속기	바이오, 고에너지	일본, 한국 싱가폴, 유럽	
Global Computing Grid	슈퍼컴퓨터 전자현미경	미생물	오사카대학 UCSD	
ITBL	슈퍼컴퓨터	핵에너지	원자력연구소 산하기관	

Table. 4 일본의 주요 그리드 프로젝트

#### 4. 국가 Grid 구축 계획

선진국에서는 이와 같이 국가 보유 고성능컴퓨팅 장비 및 연구 그룹을 중심으로 그리드 인프라를 구축중이다. 특히, 그리드 환경에서의 연구는 국가간이나 지역간의 시간과 공간을 벗어나서 연구그룹간이나 특정분야의 연구그룹을 중심으로 원격 시뮬레이션 및 공동연구하는 협동공학이 발전하고 있는 추세이다. 이에 우리나라도 향후 5년 동안에 국내 그리드 인프라 구축 및 핵심 어플리케이션 개발과 그리드 산업을 발전시키기 위하여 IT, BT, NT, ET 분야를 중심으로 국가 N\*Grid 프로젝트를 정보통신부 지원하에 추진케 되었다.

##### 4.1 국가 그리드 구축 기본 계획

현재, 선진국의 그리드 프로젝트 추진 현황을 보면 주로 계산 그리드, 데이터그리드, 액세스 그리드를 중심으로 추진중인데, 우리나라는 그리드 어플리케이션의 중요성을 인식하고 National Application Grid 도출하여 향후 Bio, CFD, Meteo 그리드 등을 중점적으로 개발할 예정이다. 아울러, 국가 그리드 프로젝트를 성공적으로 수행하기 위하여 공공 슈퍼컴퓨팅센터 및 고성능컴퓨팅 장비를 중심으로 국가 그리드 인프라를 구축할 예정이며, 미국, 일본, 유럽의 주요 그리드 프로젝트와 연계하여 글로벌 그리드 인프라를 구축 국가 그리드 연구 그룹이 마음대로 외국의 그리드 커뮤니티 및 연구그룹과 연구 할 수 있는 환경을 제공할 예정이다. 특히, 지난 9월 17일부터 21일까지 제주도에서 APEC TEL 회의에서 한국을 대표한 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터가 아·태 지역의 그리드 프로젝트를 제안하여 정식으로 채택되어 향후 아·태 지역의 그리드 발전을 우리나라가 주도하게 되었으며, N\*Grid 프로젝트의 핵심은 아래와 같다.

- ◇ Grid application project survey and support(Bio, CFD, Meteo, etc.)
- ◇ Building and operation of Grid Network(using KOREN, APII Testbed, KREONet2, HPCNet, etc.)
- ◇ Grid related R&D and standardization(Grid middleware & Grid browser, etc.)
- ◇ Promotion for sharing of high performance computers and large-scaled research instruments(Supercomputer, Storage, etc.)
- ◇ Establishment of Grid Forum Korea(Include Gov., Univ., Research Inst., etc.)

### 4.2 N\*Grid Conceptual 및 Model

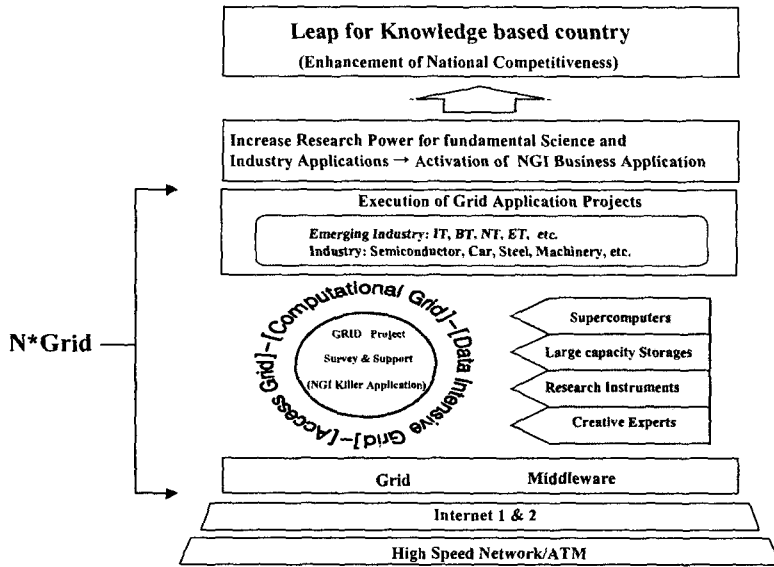


Fig. 4 N\*Grid Model

### 4.3 Collaborative Structure of N\*Grid

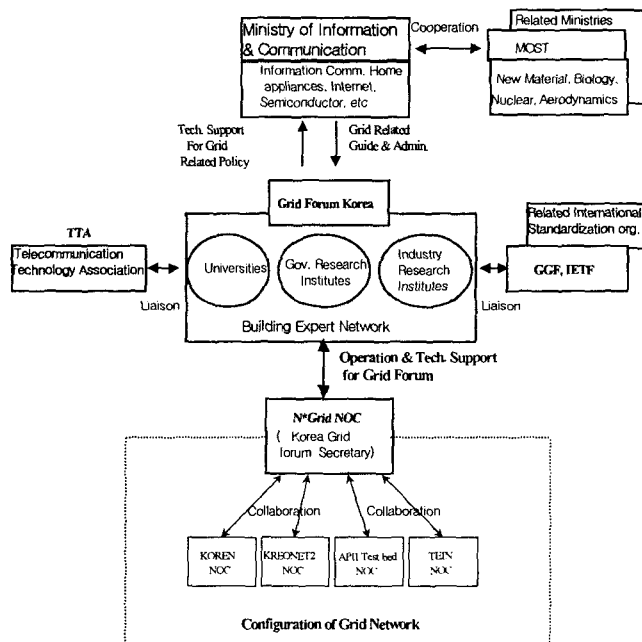


Fig. 5 N\*Grid Structure

### 4. 4 Grid Forum Korea(http://www.Gridforumkorea.org)

향후 5년 동안에 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터를 중심으로 국가 그리드 인프라 구축 및 핵심 어플리케이션 개발을 선도하고 국내 전문가 그룹들의 관련 기술 개발을 활성화시키고자 그리드 포럼 코리아를 10월 25일에 발족할 예정이다. 아울러, 세계 그리드 개발을 선도하는 Global Grid Forum과 연계하여 그리드 포럼 코리아를 발전시킬 예정이다. 현재 13개 워킹 그룹이 등록되어 있으며 향후 더 많은 워킹 그룹이 구성되리라 예상된다.

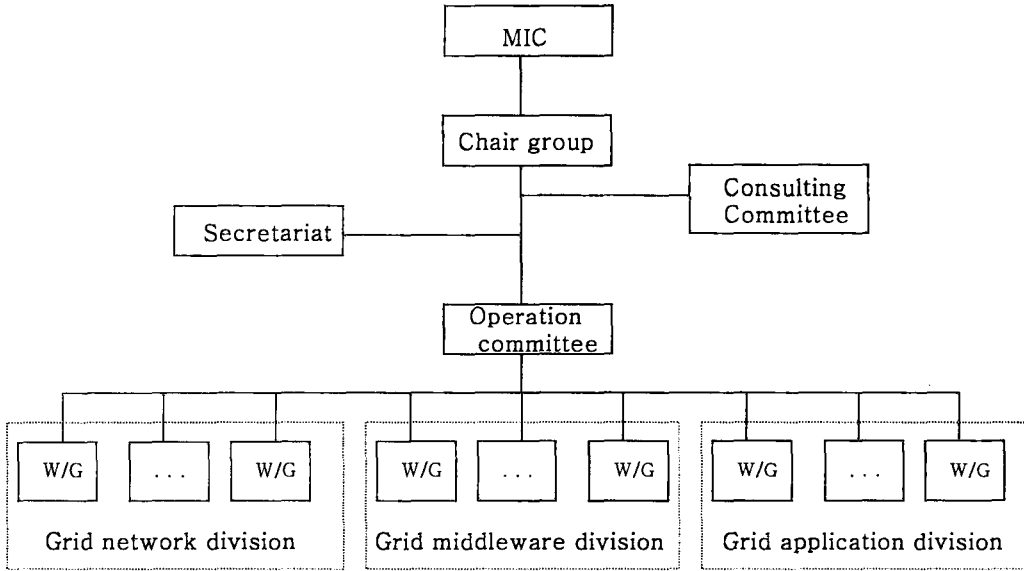


Fig. 6 Grid Forum Korea 조직도

### 4. 5 대·내외 협력체제 구축

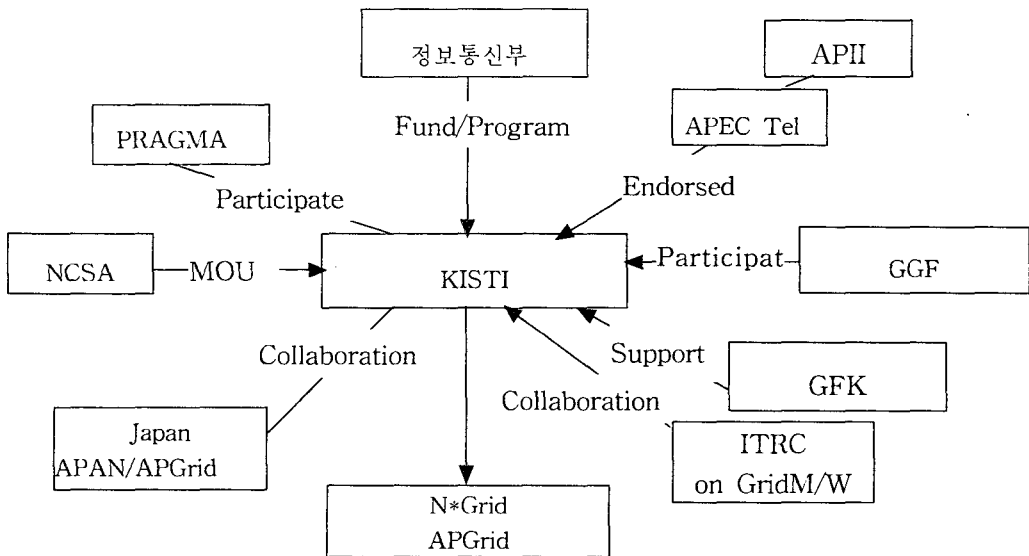


Fig. 7 국가 Grid 협력 체제



- 1) NCSA 슈퍼컴퓨팅센터와 메타컴퓨팅 그리드 구축 기술인 Grid in Box 기술교류 및 국제공동 연구를 위한 MOU 체결
- 2) GGF(Global Grid Forum)과 Grid Forum Korea 워킹 그룹간의 협력체제 구축
- 3) 2001년 9월 제주도 APEC Tel 회의에서 아·태지역에 국가 차원의 그리드 구축 추진 국가로 한국의 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터가 선정됨
- 4) 샌디에고 슈퍼컴퓨팅센터 중심으로 추진중인 아·태지역 그리드 구축을 위한 PRAGMA 프로젝트에 KISTI, 전북대, 동명정보대 슈퍼컴퓨팅센터 참여
- 5) 일본의 TACC 슈퍼컴퓨팅센터 중심의 APGrid 구축 및 슈퍼컴퓨팅센터간 협력체제 구축.

### 5. 관련 연구

저희 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터는 그리드 프로젝트가 추진되기 전부터 지난 3년 동안 슈퍼컴퓨터를 효율적으로 활용하고 단일 프로세스로는 처리하기 힘든 대규모 문제를 해석할 수 있는 메타컴퓨팅 프로젝트를 추진하여 왔다. 아울러 그리드 프로젝트가 추진되면서 이러한 경험을 바탕으로 Computational Grid의 기반기술인 Globus toolkit을 이용한 메타컴퓨팅 프로젝트를 추진 그림 8과 같이

- Globus로 공유가 가능한 슈퍼컴퓨팅센터내의 슈퍼컴퓨팅 자원을 통합하여 단일 컴퓨팅 환경으로 대규모 계산 과제를 처리하기 위한 Virtual Metacenter 구축
  - KISTI 슈퍼컴퓨팅센터의 7개 시스템에 Globus 설치 및 시험
- Virtual Metacenter를 중심으로 지역적으로 분산된 고성능컴퓨팅 자원을 Globus 기술을 이용한 National metacomputing 인프라 구축 시험
  - KISTI, 전북대, 동명정보대 사이에 메타컴퓨팅 그리드 인프라 구축 및 시험
- Virtual Metacenter 및 National Metacomputing 인프라를 중심으로 Globus 기반의 국가간의 Global metacomputing 인프라를 구축을 추진중
  - 미국의 NCSA 슈퍼컴퓨팅센터와 MOU 체결 및 일본의 TACC 슈퍼컴퓨팅센터와 협력 추진중, 유럽의 Data 그리드 프로젝트와 협력 모색 중

N\*Grid 프로젝트에서 주요한 그리드 구축관련 기초기술을 습득하였으며, 내년부터 본격적으로 미들웨어 및 서비스 기술 개발을 추진하여 CFD, 바이오 등 그리드 어플리케이션을 개발이 가능하도록 할 예정이다. 향후 국가 그리드 인프라 구축은 미국, 일본, 아·태지역 및 유럽과 Global Grid 구축을 추진 중이어서 국내 슈퍼컴퓨팅 발전이 한 단계 도약되리라 생각된다.

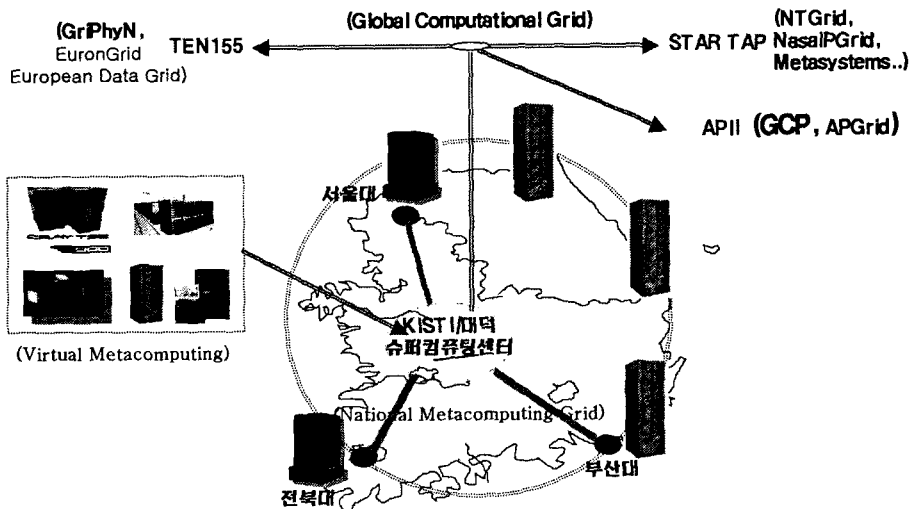


Fig. 8 Metacomputing Grid 구축도



## 6. 결 론

향후, Grid 구축은 많은 HPC 분야에 적용되어 Global Grid 인프라로 발전을 할 것으로 예상됨으로, 우리 나라도 정부차원에서 공공 슈퍼컴퓨팅 센터를 중심으로 국가 메타컴퓨팅 Grid 구축이 시급하며, 이를 중심으로 국가 Grid 인프라 구축을 추진하는 것이 바람직하다 생각된다. 아울러 국내 고성능컴퓨팅 커뮤니티의 적극적으로 Grid 개발에 참여가 시급한 실정이다. 특히, Grid 구축 기술을 확보하기 위하여 국가를 대표하는 그리드망을 개발하여, 이를 중심으로 Grid 어플리케이션을 확장하여 나가는 것이 바람직하다고 생각된다. 아울러 대외적으로 국제 협력 프로젝트를 추진하여 현재 정부에서 구축하여 놓은 APII Test-bed나, 향후 구축될 TEIN(Trans-Eurasia Information Network)를 중심으로 N\*Grid 프로젝트를 활성화함으로써 그 동안의 구축된 차세대인터넷 인프라를 중심으로 Grid 프로젝트를 활성화시켜 국내 첨단과학기술 분야의 Grid 산업을 육성시키고 국가 경쟁력 확보에 새로운 인프라로 Grid 인프라를 활용하여야 한다.

## 참고문헌

- [1] <http://www.gridforum.org/>
- [2] <http://www.globus.org/>
- [3] <http://grid.web.cern.ch/grid/>
- [4] The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure
- [5] <http://www.egrid.org>
- [6] <http://www.c3.ca/>
- [7] 이상산 7인, "슈퍼컴퓨팅 인프라 구축 사업", 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터 내부보고서