

Support Cases for  
Advanced  
Applications on  
**KREONET**

**2013**  
첨단망 연구지원  
우수성과 사례집

**Contents** 02 인사말

첨단연구지원의 소개  
**04**

**08**  
개방형 통합 첨단연구  
지원 망서비스

**10** Map of  
KREONET &  
GLORIAD

Map of  
GLORIAD **14**

**20** 2013년 첨단망 연구지원 우수성과  
기상기후 020  
천체우주 034  
고에너지물리 046  
첨단의료과학 058  
슈퍼컴퓨팅 공동활용 070  
원격연구 076  
문화융합 기술 090  
바이오 생물연구 100  
미래네트워크 기술 108  
건설기술, 실험 122

**18**  
KRLight Topology  
2013

**16**  
2013년  
첨단연구 기관  
(70개)

Message



## 국가과학의 미래 예측과 설계

미래학자로 유명한 피터 드러커는 “계획이란 미래에 관한 현재의 결정이다”라는 말을 남겼습니다. 가까운 미래를 올바르게 예측하고 설계하느냐에 따라 미래가 달라질 수 있다는 의미로 해석될 수 있습니다. 하지만 정보화 사회로 접어든 이후 세계가 변하는 속도는 따라잡기 힘들 정도로 빨라졌으며 미래의 올바른 예측은 더욱 복잡해지고 어려워지고 있습니다. 모바일 기기 사용의 확대는 소셜네트워크 시대를 이끌었으며, 기존에는 상상할 수 없었던 막대한 양의 데이터가 생산되고 있습니다. 또한 과학분야에서는 논문, 특허와 같은 학술정보는 물론이고 인공위성이나 전자현미경에서 얻어진 관측 데이터, 입자 가속기에서 나온 실험데이터 등 사이언스 빅데이터를 어떻게 분석하고 처리해 의미 있게 활용할 수 있는가에 따라 연구의 성패가 좌우되는 시대와 환경으로 변화되었습니다.

이러한 정보 환경의 급격한 변화에 대응하고 올바른 미래 예측을 위해 KIST는 사용자의 의도를 신속하고 정확하게 반영하는 스마트 정보서비스를 적극 추진하고, 유비쿼터스 인프라 기반의 인공지능 정보서비스 체계를 갖춰 나가고 있습니다. 또한 다양한 형태의 사이언스 빅 데이터를 수집·발굴·분석해 미래 과학기술 및 산업 트렌드를 미리 예측하고 대응할 수 있는 첨단 정보기술개발에 집중하고 있습니다. 특히 과학기술연구망은 시공을 초월해 슈퍼 컴퓨터와 같은 첨단장비를 과학기술연구망을 통해 공동 활용하는 것은 물론, 원거리에서도 마치 한 공간에 있는 것처럼 자유롭게 협업할 수 있게 해주는 글로벌 사이버 융합연구 환경의 구축을 위해 노력하고 있습니다.

과학기술연구망의 기기급 첨단망을 각자의 연구에 활용하여 빠른 과학기술 환경변화에 대응하고 계시는 연구자분들께 깊은 감사를 드리며, 2014년도에도 함께 협력하고 노력하는 파트너로서 함께 약진하기를 기원하며 깊은 감사를 드립니다.

2013년 12월 20일  
한국과학기술정보연구원 원장

박영서

수세기전 1세대의 과학은 실험과학(Experimental Science)에서 뉴턴의 법칙 등으로 대표되는 2세대 이론과학(Theoretical Science)로 변화되었으며, 3세대는 복잡한 현상들(Phenomena)을 시뮬레이션하는 계산과학(Computational Science)로 변화하였습니다.

21세기에 들어 대규모로 생성되는 데이터와 빠르게 전달되는 정보들이 과학기술의 새로운 변화를 주도하고 있습니다. 이러한 정보와 데이터는 세계 곳곳에 위치한 실험장비들과 무수한 센서들, 그리고 이를 시뮬레이션해 나오는 데이터를 어떻게 빠르게 획득하고 가공하여 자신의 연구에 적합하게 재가공하는 것이 기술력의 중요한 흐름입니다. 이러한 빅데이터 중심의 과학기술을 제 4세대 데이터집약형 과학(Data-Intensive Research)의 변화라고 합니다.

데이터집약형의 첨단연구의 특성은 국내외로 발생하는 관측, 실험 데이터를 중심으로 연구자들이 페타급의 데이터를 전송하여 이를 기반으로 데이터를 자신의 응용연구를 진행하기 위해 가공 또는 재구성하는 특성으로 대용량의 빠르고 안정적인 첨단망의 속도와 성능을 활용합니다. 또한 고가의 장비를 중심으로 다수의 연구자들이 이를 활용하는 자원공유형 첨단연구는 슈퍼컴퓨터, 대용량 클러스터를 중심으로하는 계산자원 또는 실험, 시뮬레이션을 수행할 수 있는 자원을 원격에서 공유하고 또는 제어하는 특성을 가지고 있습니다.

저희 첨단연구망센터는 5-10-100 전략을 중심으로 제 4세대 데이터 중심형 과학의 흐름에 대응하고 있습니다. 다수의 첨단연구 또는 연구기관은 자신의 연구 또는 과학의 목적을 달성하기 위해 발생하는 데이터를 제어하고 이를 통해 발생한 데이터를 저장, 재가공, 분류하며 이를 위해 생산-처리-가공-유통-활용(제공)의 연구일련의 과정과 수행을 빠르고 효율적으로 처리하는 환경구성을 목적으로 하고 있습니다.

과학기술연구망에서는 글로벌 환경의 가상 연구공간에서 연구자, 생산자, 소비자를 연결하고 각 연구수행에 필요한 연구자원, 계산자원, 네트워크자원이 마련된 환경을 가상의 연구환경 즉, 첨단연구별 협업환경으로 구축하여 서비스하고 있으며, 이를 통해 각 각의 연구분야별 생태계는 확대, 축소, 병합, 융합 등을 통해 발전하고, 다른 연구생태계와 교류하며 빠르게 발전하고 있습니다.

2013년 첨단연구자분들의 과학기술연구망의 자원과 서비스 활용에 대해 깊은 감사를 드리며, 2014년도에는 더욱 강화된 협력으로 보답하겠습니다.

2013년 12월 20일  
첨단연구망센터장

이혁로

## 데이터집중형 4세대 연구를 위한 첨단연구망으로의 변화



# Advanced Applications on KREONET

## 첨단연구지원의 소개

첨단연구지원은 우수한 첨단연구 및 글로벌 협업연구기관을 선정하여 도전적 모험연구 및 다학제적 연구지원 강화 핵심연구 및 국가과학자 육성과 미래 환경 변화와 글로벌 메가트렌드에 대응이 가능한 국내의 특성에 맞는 네트워킹환경 구축을 목적으로 하고 있다.

이를 통해 도전적 모험적 연구와 다학제적 연구지원 강화하고 체계적 연구지원 환경을 구성하고 연구지원 프로그램의 다양화와 자원과 기술지원의 집중화하며, 세계를 선도하는 과학기술 지식과 원천기술 창출을 위해서 개인 혹은 소규모 연구 및 신진 우수과학자 등의 창의적, 도전적 연구와 주요 우수연구자부터 신진연구자에서 중견연구자, 국가과학자까지 성장을 지원하기 위한 체계적 발굴, 육성, 지원을 체계화하고 있다.

## 협업 연구커뮤니티와 생태계

협업 연구커뮤니티를 구성하는 기관, 인력, 연구내용, 분야, 중심연구자원, 연구데이터 등은 매우 유사하며, 사이버커뮤니티에 소속되어 가상의 연구실을 중심으로 연구를 진행하고 있다. 이러한 연구자와 연구 장비, 기관 등의 연결은 국가외 연구망을 통해 연결하고 있다. 이때 필요한 연구망 자원과 기술은 연구협력그룹별로 다양한 요구사항을 가지고 있다.

각 연구커뮤니티는 생산→처리·가공→유통→활용(제공)의 연구일련의 과정과 수행을 공통의 환경에서 진행하고자 한다. 이는 각 역할별로 생산자, 소비자 뿐 아니라, 유통, 가공, 연구 고도화를 담당하여 하나의 공동의 플랫폼과 활용툴을 중심으로 일련의 연구생산과 결과를 취득하려는 생태계를 형성하고 있기 때문이다.

국가과학기술연구망을 중심으로 연결 되어있는 글로벌 환경의 가상 연구공간에서 연구자, 생산자, 소비자가 공존하고, 각 연구수행에 필요한 연구자원, 계산자원, 네트워크자원이 마련된 환경을 커뮤니티별 연구환경 즉, 첨단연구별 생태계라고 정의 할 수 있다. 또한 이러한 각 각의 연구분야별 생태계는 확대, 축소, 병합, 융합 등을 통해 발전하고, 다른 연구생태계와 교류하며 활성화된다.

## 2세대 첨단연구지원 변화

### 첨단연구지원을 위한 미래형 네트워크 활용

(1세대:1G급 → 2세대:10~40G급)

▶ 세계 5위의 '글로벌 과학기술 선도국' 실현을 위해 25개 미래핵심기술, 5대 정책기조에 대한 구현 목표대용량 실험 데이터의 전송과 같은 고속 데이터 전송을 위한 대역폭 확보가 요구되며, 단일 램다 기준 40Gbps 및 100Gbps 등의 전송기술 보급

다양한 분야에서 테라급이상의 연구 활용이 진행되고 있으며 이는 향후 40Gbps이상을 요구하는 첨단 연구사이트는 지속적으로 발생할 것이다. 현재의 일반적인 전송기반 네트워크 즉, Best-effort중심의 네트워크 구조로 연결이 불가능한 구조이며, 연구 커뮤니티별 그룹네트워킹(Group Networking) 의 자원과 기술을 지원하는 논리그룹망(Logical Group Network) 구축과 서비스의 강화가 요구된다. 이를 구성하기 위한 대용량 실험 데이터를 전송해야 하는 연구망의 백본 인프라스트럭처의 핵심 광전송 기술 요소와 적용서비스가 필요하다.

### 데이터 강화형 첨단융합연구의 지원체계

(1세대: 기가바이트급 → 2세대: 테라바이트급)

▶ 제 4세대 과학기술 패러다임인 Data-intensive 즉, Big Data 중심의 미래 과학기술의 형태를 대비를 위해 데이터발생지역(Capture), 데이터저장 및 서비스, 데이터분석지역을 연계하는 데이터 교류를 강화 하는 첨단망 전송체계 도입

거대범위에서 고용량 네트워크 전송성을 요구하는 분산 시뮬레이션, 분산 계산, 원거리 협력에 따른 거대 데이터(수십 기가바이트~테라바이트) 전송에는 일반적인 망의 전송은 적합하지 않다. 기본적으로 성능 면에서 취약한 인터넷 구조에 맞도록 설계되었기 때문이다. 구축된 용량대비 연구자들은 연구에 필요한 충분한 성능과 품질을 활용하기 위해서는 데이터의 전달구조와 분석구조에 최적화된 망 설계가 필요하다.

### 글로벌 협업형 네트워크 기술 및 자원 서비스

(1세대: 연구참여형 → 2세대: 글로벌 공동연구 협력형)

▶ 세계를 선도하는 과학기술 지식과 원천기술 창출을 위해서는 우리주도의 과학기술 국제협력 사업 발굴, 추진 및 국제기구 및 공동연구사업 참여를 대폭 확대가 필수적이다. 이를 위해서는 인력과 자원이 상시적으로 글로벌 협업 커뮤니티에 연결되어 있는 글로벌 협업네트워크형 환경 지원이 필요하다.

전 세계 연구망에서는 지난 몇 년간 앞 다퉈서 대륙간의 연구망의 연결과 확장, 그리고 협력을 강화하고 있으며, 최근 이를 토대로 서비스를 강화하고 있다.

선진 연구망에서는 이미 단일 램다 기준 10Gbps 혹은 100G를 통해 테라비트 전송환경을 구축하여 글로벌 네트워크로의 변화를 추진하고 있다.

이에 대응하기 위해 국제망인 글로벌리아드를 통해 글로벌 협업연구망의 확장고도화 추진이 필요하다.

### 협업커뮤니티 및 과학기술 생태계 조성 서비스

(1세대: 단독형 → 2세대: 그룹형)

▶ 고에너지물리, 천문우주, 핵융합, 기상기후 등 첨단 협업 연구 분야에서 품질이 보장된 고속의 전송 환경을 요구하고 있으며, 기존의 고속 데이터 전송을 더 고속으로 가능하게 하는 연구망의 기능과 더불어 협업 연구에 필요한 다양한 서비스를 개발 및 적용하여 연구자에게 제공, 과학기술의 생태계를 조성하는 추가적인 서비스가 필요하다.

연구 커뮤니티별 요구와 연결특성을 지원하는 논리그룹망(Logical Group Network) 기술 제공과 이를 커뮤니티에서 공동으로 활용하는 플랫폼, 콘텐츠활용 서비스의 강화가 요구된다. 이를 구성하기 위한 원격 비디오 컨퍼런스 서비스, 클라우드 서비스, 글로벌 로밍 서비스 등 연구자가 필요로 하는 협업 솔루션에 대한 개발 및 적용과 도입, 보급이 필요하다.

## 개방형 통합 첨단연구지원 망서비스 KREONET Open Science Service

### 배경

- 업그레이드된 KREONET과 GLORIAD의 자원과 성능의 향상 및 활용이 가능한 서비스
- 첨단망의 효율적 지원 형태와 제 2세대 첨단연구지원 체계로의 변화가 가능한 생태계 지원 서비스

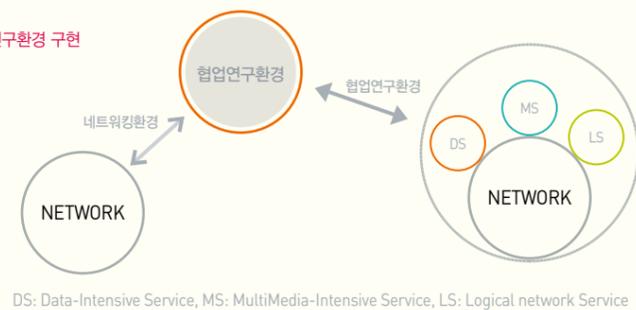
### 필요성

- 연구망 자원을 쉽고 빠르게 첨단연구의 목적에 맞게 사용할 수 있는 서비스 필요
- 망 자원 구축 이후 직접 첨단연구활용에 준비하는 시간과 연구자의 비용 부담 절감
- 개방형 플랫폼 중심의 우수한 연구망 자원과 ADD-ON 된 융합형 서비스

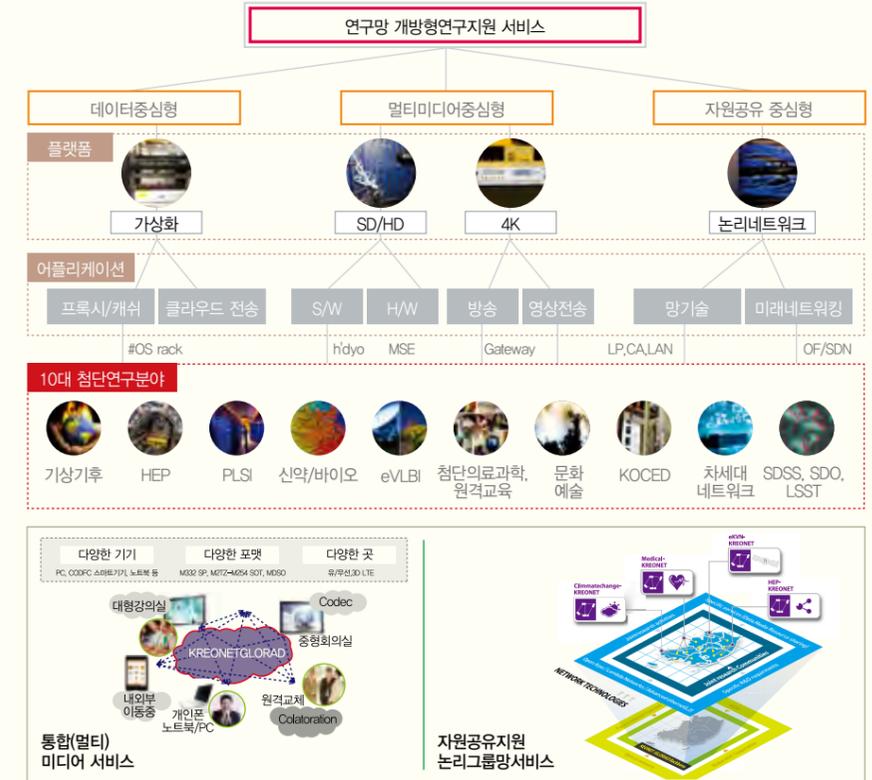
### 초기 첨단망 지원 후 활용 시간 단축



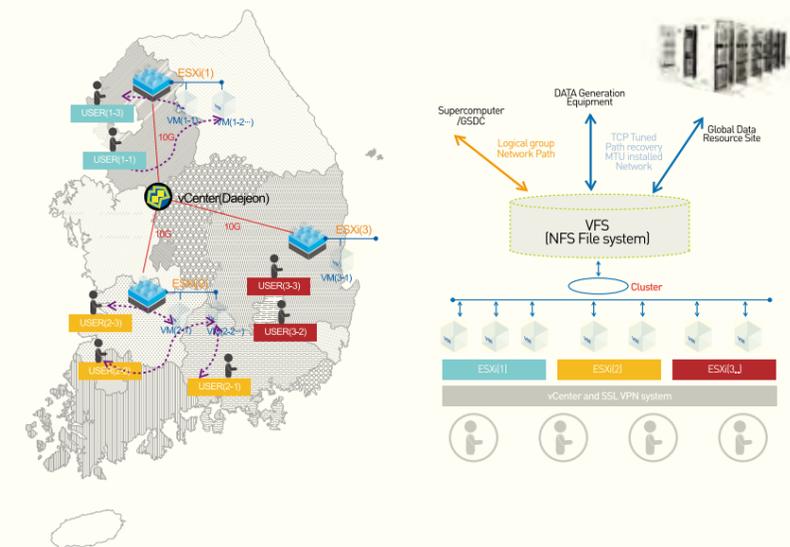
### 연구망 활용 협업연구환경 구현



### 통합연구지원 서비스



### 가상파일 공유형 서비스



### Map of KREONET & GLORIAD



# Map of KREONET & GLORIAD

Global Ring Network for Advanced Applications Development





## KREONET & GLORIAD

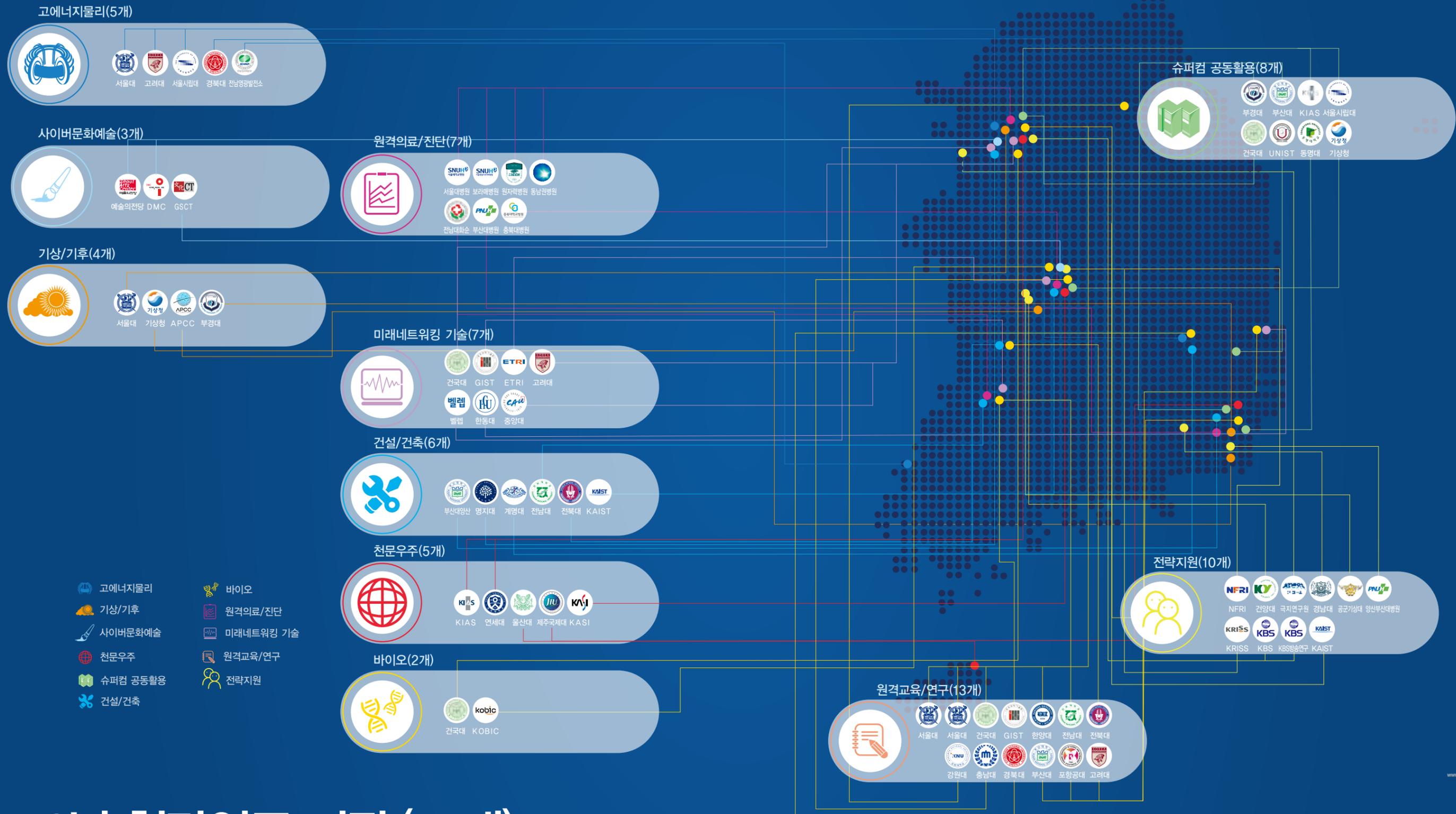
Support Cases for Advanced Applications on KREONET

### Map of GLORIAD



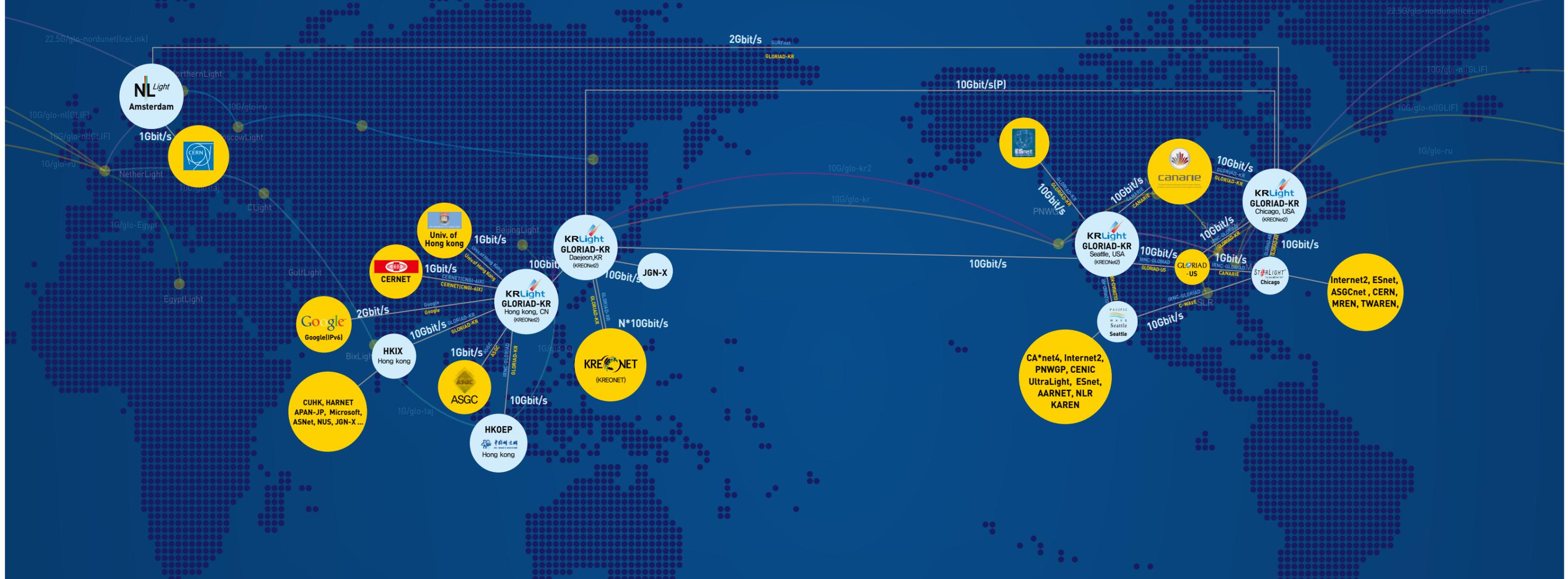
# Map of GLORIAD

## APPLICATION SITES



# 2013년 첨단연구 기관 (70개)

## KRLight Topology 2013



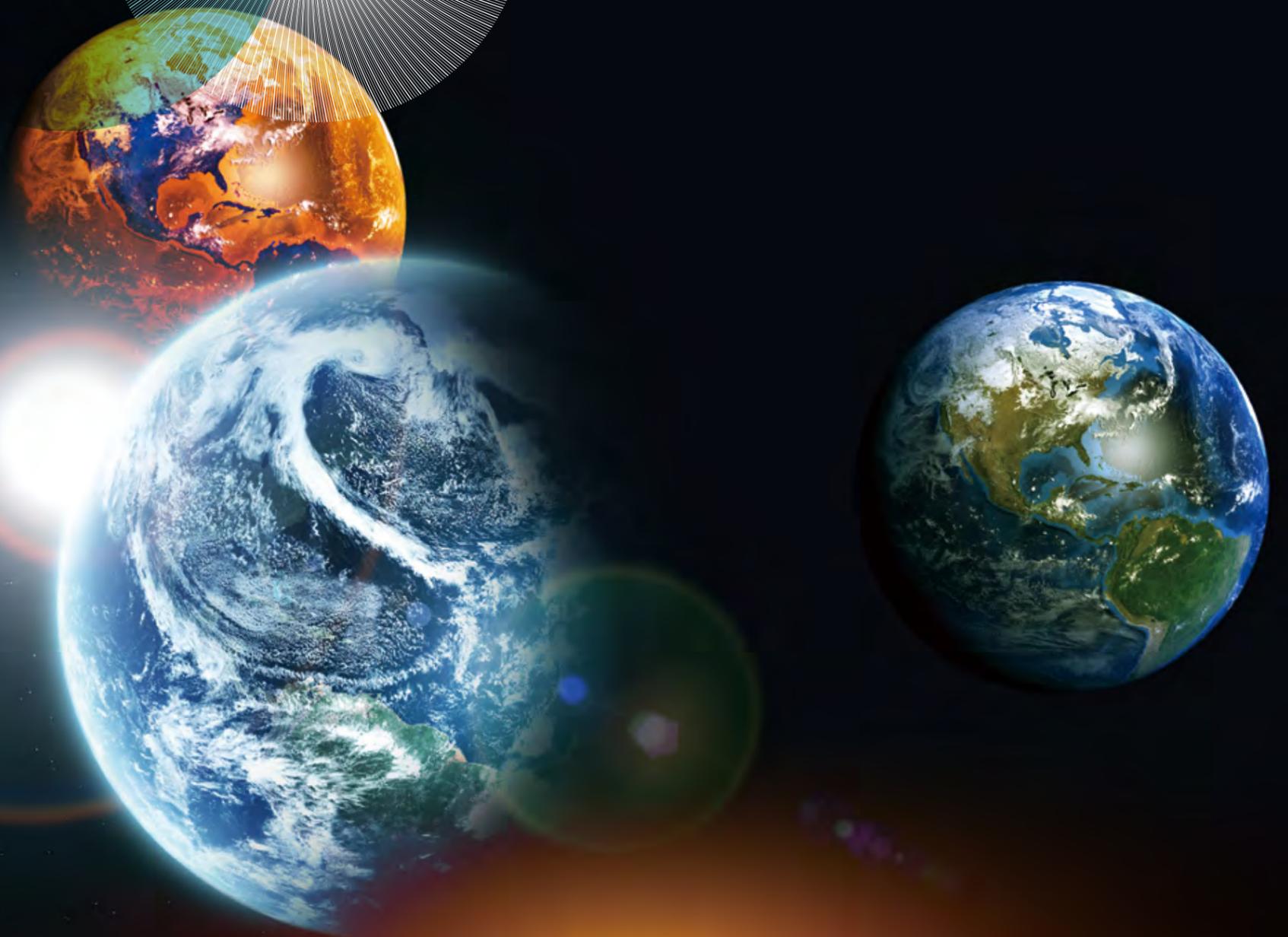
### KRLight : Open Lightpath Exchange in Korea

"KRLight는 글로벌 과학기술 협업연구를 지원하기 위한 전세계 연구망 광네트워킹 협의체인GLIF (Global Lambda Integrated Facility) 컨소시엄에서 지정하는 글로벌 람다 교환 노드, 즉 GOLE (GLIF Open Lightpath Exchanges) 중 한국을 대표하는 국제 람다교환노드이며, GLORIAD 회선을 기반으로 대전, 홍콩, 시애틀, 시카고 PoP으로 구성되어 있으며 전세계 19개 GOLE 중 하나입니다."

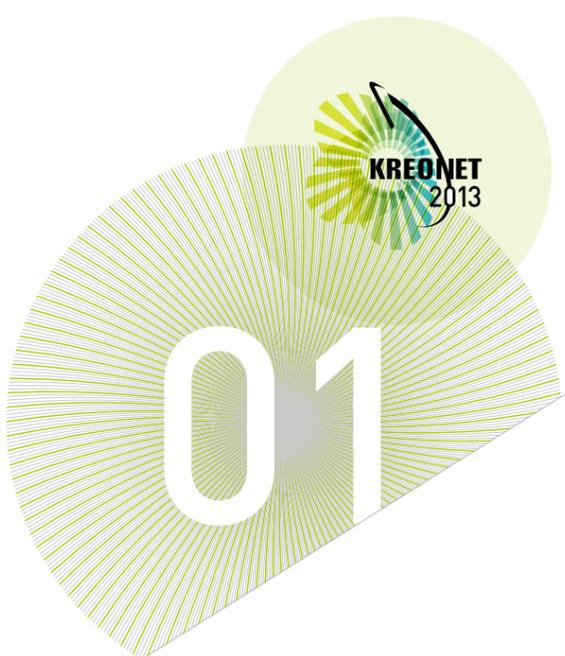
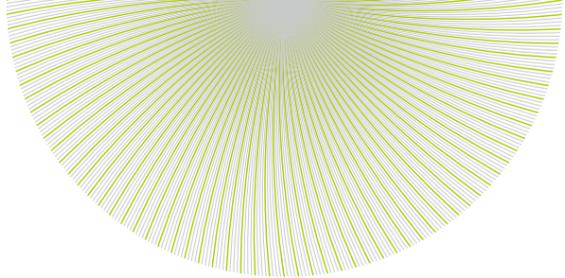
KRLight Topology – Dec, 2013  
(Buseung Cho, bscho@kisti.re.kr)  
KREONet2 ← supplies connection  
KREONet2 ← controls/operates connection

● Peering with KREONet2    ● GOLE(or transit)

# KRLight Topology 2013



공동연구참여시간 증가율



## 기상기후

이상기온과 기후의 급속한 변화 속에서 정확한 기후예측과 기상 예보를 위해서는 연구자들은 더 많은 관측데이터와 기후정보가 필요하고 이를 처리하기 위한 슈퍼컴퓨터 수준의 거대 계산자원과 빠르게 연결되어야 합니다.

KREONET과 GLORIAD를 통한 국내 기상청과 국제 협력 기관간 기후 정보와 데이터의 교류는 기상과 기후 연구분야의 빠른 발전과 대국민 예보 서비스의 정확성을 향상시키고 있습니다.

- 026 아·태 기후정보 생산 및 서비스
- 028 상세기후예측 계산과 기상기후변화대응
- 030 평창동계올림픽 기상지원체계 구축
- 032 통합 디지털 재난방송시스템 구축 사업

IT와 자연과학 기술의 융합

## 기후변화 예측을 위한 끝없는 도전

부경대학교 환경대기과학과 오재호 교수



산업혁명 이후, 대기중 온실가스 농도가 급증함에 따라, 이에 대한 전지구적 반응이 시·공간적으로 다양하게 나타났다. 이로 인해, 최근에는 유례를 찾아볼 수 없을 정도로 이상 기상·기후 현상의 출현빈도가 잦아지게 되었다. 때문에 미래의 환경변화에 대한 보다 세밀하고 정확한 자료 수요가 발생하게 되었다. 계산자원 및 스토리지, 그리고 네트워크 기술 등 IT인프라의 눈부신 발전은 불가능한 영역으로만 여겨졌던 미래기후 예측에 대한 잠재력을 제공해주고 있다.

### 미래기후 예측의 중요성

인간활동에 의한 온실가스 배출의 증가로 인하여, 전지구적으로 기후변화가 발생하였다. 기후변화로 인한 태풍, 가뭄 등 극한 기상현상의 발생빈도가 잦아지고 있다. 지난 2013년 11월 제30호 태풍 하이옌(Haiyan)이 필리핀을 강타하였다(그림 1). 하이옌(Haiyan)은 순간최대풍속 379km/h로 관측 역사상 가장 강력한 태풍으로 기록되었다. 이로 인해, 필리핀에서는 사망자 1만명을 포함하여, 전체 인구의 10%인 980만명의 직접적인 피해를 입었다. 뿐만 아니라, 태풍으로 인해 필리핀 국내총생산(GDP)의 5%인 140억 달러(한화 15조 원)에 달하는 경제적 손실을 입은 것으로 추산된다(그림 2). 이처럼 기후변화로 인해, 태풍의 주요 에너지원이 되는 해수면 온도가 높아짐에 따라, 향후에 이러한 슈퍼태풍의 발생빈도가 더욱 증가할 것으로 판단된다.

이러한 물리적 환경변화에 대해 예측하고 능동적으로 대처하기 위하여, 국제적인 노력이 계속되고 있다. 대표적으로 IPCC에서는 1990년부터 2013년까지 총 5차례 걸쳐 기후변화 시나리오를 작성하여, 급변하는 미래의 전지구 환경변화를 예측하기 위한 노력을 기울이고 있다. 특히, 2013년에 발표된 IPCC 5차 보고서에는 대기 중의 온실가스에 대한 복사강제력을 고려하여 총 4가지 유형의 미래 기후변화 시나리오를 제공하였고, 미래의 환경변화에 대한 가이드라인을 제시하였다.



그림 1. 제30호 태풍 하이옌(Haiyan) 천리안 위성영상 (2013년 11월 11일, 14:45 KST)



그림 2. 슈퍼태풍 하이옌(Haiyan)으로 인해 발생한 필리핀의 인명 피해  
\* 출처 : UN, OCHA

### 첨단연구망을 활용한 기상·기후분야 주요 연구

기상·기후 예측자료의 경우, 해상도가 높고, 시간적으로 조밀한 자료일수록 용량이 크게 증가한다. 또한, 모델 수행에 필요한 초기자료 및 경계자료를 제공하는 기관과 모델을 수행하는 생산 기관 그리고 예측자료를 필요로 하는 기관이 모두 이원화 되어 있다. 따라서, 기상·기후 예측자료와 관련된 생산·공유·활용 등 일련의 단계에서 반드시 안정적인 네트워크 인프라가 뒷받침되어야 한다.

부경대학교 슈퍼컴퓨터센터에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 운영하는 연구망인 첨단연구망(KREONET) 뿐만 아니라, 북미-유럽-러시아-동아시아를 아우르는 10 Gbps급 광통신망인 GLORIAD (GLObal Ring network for Advanced application Development)를 활용하여, 활발한 연구 활동을 수행해왔다.

대표적인 연구사례로는 고해상도 전지구 모델인 GME를 이용하여 10km 해상도의 전지구 태풍 모의 연구를 수행한 바 있다. GLORIAD (GLObal Ring network for Advanced application Development)를 활용하여 태풍모의에 필요한 유럽중기예보센터(ECMWF)의 전지구 관측자료를 수집하였다. 한국과학기술정보연구원(KISTI) - 부경대학교(FKNU) - 광주과학기술원(GIST) - 서울대(SNU)간의 첨단연구망을 활용하여 10km 해상도의 고해상도 태풍 모의실험을 실시하였다(그림 3). 이는 아시아에서 일본에 이어 2번째 성과이며, 이러한 공로를 인정받아 지난 4월, 오재호 센터장은 미래창조과학부 과학훈장 도약장을 수훈하였다.

부경대학교 슈퍼컴퓨터센터에서는 IPCC RCP 미래기후 시나리오를 바탕으로 하여, 상세 미래기후 시나리오를 생산하였다. 이를 위해, 첨단연구망과 GLORIAD 연구망을 활용하여 해외 우수기관에서 제공하는 모델의 초기자료를 수집하였다. GME 모델을 이용하여, 3시간 간격의 수평해상도 40km인 현재기후(1979 - 2009년) 및 RCP4.5 & RCP8.5 상세 미래기후 예측자료(2010 - 2100년)를 생산하였다. 전지구 모델을 이용해 생산한 예측자료는 전지구에 대한 기온, 강수, 바람 뿐만 아니라, 해빙 등 전지구 기후시스템을 구성하고 있는 주요 변수에 대한 모의를 수행하였다(그림 4). 이러한 예측자료를 활용하여 북태평양 지역의 파고 변화 및 태풍에 대한 연구와 극지역 해빙변화 등 전지구 기후시스템에 대한 주요 매커니즘을 규명하기 위한 연구를 수행하였다(그림 5).

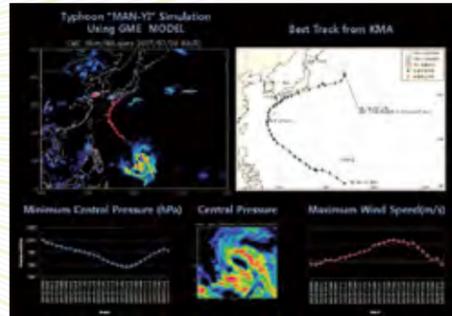


그림 3. 전지구 모델(GME)을 활용한 10km 해상도의 태풍모의 실험

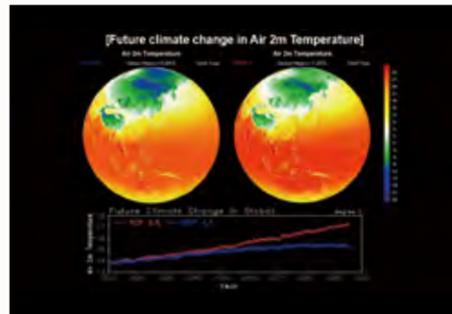


그림 4. 전지구 RCP 시나리오에 따른 기온 분포 및 그래프

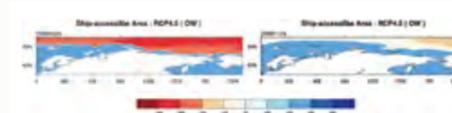


그림 5. 전지구 RCP 시나리오에 따른 북극해의 일반섣박 황해가능 지역

### 첨단연구망을 활용한 기상·기후 분야 전망

기후변화에 대한 전지구적인 반응이 시·공간적으로 복잡한 양상으로 나타남에 따라, 미래기후 예측자료에 대한 수요는 양과 질, 두 가지 측면에서 모두 증가하고 있다. 따라서 부경대학교 슈퍼컴퓨터센터에서는 이러한 수요에 대응하기 위해 다음과 같은 연구를 진행하고 있다. 상세 미래기후 예측자료를 활용·재생산을 통해 패션, 농업기상, 북극해빙 변화에 따른 해운산업 전망 등 특정 산업 분야에서 필요로 하는 특성화된 장기전망 예측에 관한 연구를 진행하고 있다. 향후에 KREONET/GLORIAD 초고속망을 활용해 양질의 기상·기후 자료를 필요로 하는 기관에 제공하고, 협업연구 활성화를 통해 농업생산성 향상 및 경제적 이윤 창출 등을 기대할 수 있을 것이다.

기후변화로 인해 발생하게 되는 슈퍼 태풍, 가뭄, 폭염 등 극한 기상현상의 발생빈도 및 그 영향력이 급증할 것으로 예측된다. 특히, 이러한 자연재해의 발생빈도 및 피해가 높은 국가는 상대적으로 사회적 인프라가 열악한 동남아, 중·남미, 아프리카 등 개발도상국에 집중되어 있다. 하지만 이러한 국가의 경우, 상세한 미래기후 예측자료를 자체적으로 생산하기 위한 역량이 부족한 경우가 많기 때문에 국제적인 협력이 필요하다. 따라서, 우리나라의 우수한 IT 인프라와 국·내외 초고속 통신망을 이용해 생산한 상세 미래기후 예측자료를 상대적으로 컴퓨팅 자원 및 IT 기술이 부족한 기상개도국에 제공하고 유관기관과 활발한 협업연구를 수행한다면, 우리나라 주도의 국제적인 기상·기후 연구 네트워크를 구축하기 위한 기반을 마련할 수 있을 것이다.

climate  
nature

# 아·태 기후정보 생산 및 서비스

APEC Climate Center for Climate Information Services

APEC 기후센터 정진승



## 연구소개

### 실용적인 기후정보 생산 및 활용능력 제고 기후변화 대응 국내외 협력 및 정책지원 강화

- 활용도 높은 기후예측 정보 생산
  - 기후예측 시스템 확장 및 개선
  - 신뢰도 및 활용성 향상을 위한 기술개발
- 기후정보 활용 융합기술 개발
  - 기후정보 불확실성 평가 및 활용 활성화 기반 구축
  - 농업 수자원 등 응용분야 통합 모델링 및 플랫폼 기반 구축
- 부가가치 창출을 위한 기후정보 서비스 개선
  - 온라인 기후정보 서비스 운영 및 확대
  - 기후변화 통합정보 분석시스템 구축 및 운영
- 국제협력 및 국가 정책지원 강화
  - 지역 특성화 기반 개도국 지원 사업 및 국제협력 네트워크 확대
  - 국가 기후변화 대응 정책 지원

## 연구내용

### 아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

- 기후예측 시스템 운영 및 개선
  - 아태지역 모델간 앙상블 기후 예측자료 생산·제공
  - 계절내 진동 모델간 앙상블 예측시스템 현업화



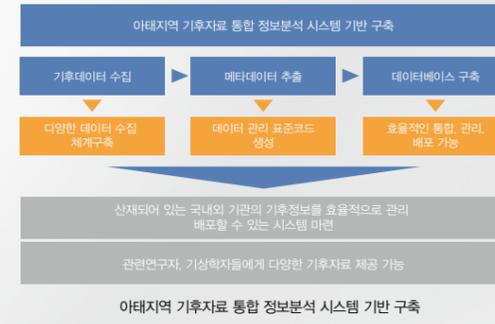
- 동아시아 모델간 앙상블 및 한반도 상세기후예측자료 생산·제공 및 검증
- 신뢰도 및 활용성 향상을 위한 기술개발
  - 전지구 접합 기후예측 시스템 개선 및 예측성 평가
  - 동남아시아 역학·통계 상세 지역기후예측 및 기후자료 생산 기술 개발

### 지역특성화 기반 아태지역 기후변화 대응역량 강화

- 기후정보 활용기술 개발
  - 기후변화 시나리오 불확실성 평가 및 계층 오차 분석
  - 의사결정 지원을 위한 응용분야 (농업 및 수자원) 통합 모델링 기반 구축
- 지역 특성화 기반 개도국 지원 사업 및 국제협력 네트워크 확대
  - 동남아시아 산불 및 연무 조기 예측 시스템 개발
  - 동남아시아 기후변화 대응 농업분야 녹색성장 지원(지역 기후 변화 시나리오 생산)
  - 젊은 과학자 지원 프로그램 및 교육 훈련 프로그램 운영
  - APEC 기후심포지엄 등 기후정보 활용 국제 워크숍 개최
- 온라인 기후정보 서비스 운영 및 개선
  - 서비스별 사용자 정보 관리 통합 구축
  - 기후정보응용도구(CLIK) 기능 개선 및 플랫폼 변경
- 기후변화 통합정보 서비스 기반 체계 개발
  - 기후정보 수집 관리 체계 개발
  - 데이터 상호 연계 체계 구축

### 부가가치 창출을 위한 아태지역 기후정보 서비스

- 온라인 기후정보 서비스 운영 및 개선
  - 서비스별 사용자 정보 관리 통합 구축
  - 기후정보응용도구(CLIK) 기능 개선 및 플랫폼 변경
- 기후변화 통합정보 서비스 기반 체계 개발
  - 기후정보 수집 관리 체계 개발
  - 데이터 상호 연계 체계 구축



## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 기후 데이터 전달 및 예측자료 수집활용

- 아태지역간 대용량 실시간 데이터 전송
- APEC 9개국 17개 선진 3개월 기후예측 데이터 전송
- 고해상도 앙상블 해양-대기 접합 모델을 통한 6개월 장기 예측 기후자료 생산, 기가급 데이터 전송

### 기후응용서비스를 위한 대용량 데이터 전송

- 매월 3개월 전지구 MME 예측자료 수집 및 품질검사
- 모델간 앙상블 기법을 이용한 예측자료 생산, 회원국에 제공 및 검증
- 웹사이트를 통한 매달 25일정 기후전망(기후예측) 제공
- 자료제공을 위한 OpenDAP 서버 구축 및 운영
- 자료제공을 위한 데이터 수집 및 정제, netCDF 형식 변환

### 국제 기후협력 네트워크 유지 및 발전

- 첨단연구망을 통한 대용량 기후자료 교환 및 지원으로 아·태지역 기후협력 네트워크 증진
- 지역간 자료 교환 및 의사교환의 원활한 수행

### 세계 기상기후 권고 사항에 부합되는 기후과거 예측자료 서비스

- 대용량 기후과거 예측 자료 서비스 가능
- 기후자료 중복 및 누수를 최소화하여 지역 기후관련 연구 진흥

## 다양한 기후자료를 활용한 기후관련 응용연구 수행

- 상세 모델간 앙상블을 통한 고해상도 모델간 앙상블 기후예측 및 지역별 기후정보 생산이 가능
- 전지구 자료를 바탕으로 상세 모델간 앙상블 자료 생산 지역 확대 가능

## 국내 슈퍼컴퓨팅 인프라 활용 증대

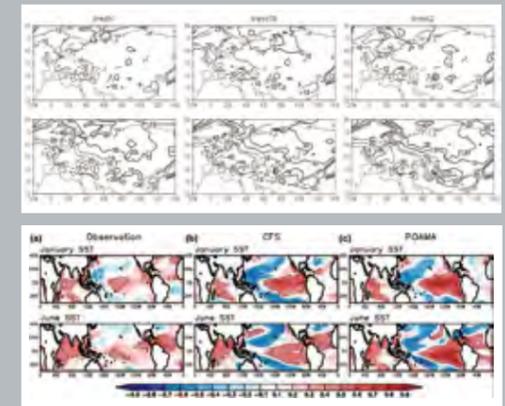
- 기상청 및 KISTI의 슈퍼컴퓨팅 인프라를 활용하여 전지구 시스템 모델링 및 전지구 시스템 장기 예측 모델 수행 가능
- 슈퍼컴퓨팅 센터 협의회 및 PLSI 공동활용체계 연계 가능

## 기후변화에 대한 기후정보 서비스 인프라 구축

- 새로운 지구온난화 시나리오 대비 및 기후변화 연구에 대한 가상 연구 센터 구축
- 오픈소스 기반의 사용자 수요형 기후정보 서비스 시스템 개발 가능

## 디지털 기후자료서비스 확대 운영

- 웹기반 디지털 기후자료 서비스 자료 및 자료 영역 확대 가능
- 지리정보 시스템과 결합된 독창적인 웹기반 자료 제공 시스템 구축 가능



다중모델앙상블(MME)기후예측 데이터(1)

효율성 향상지수

# 78.8%



# 상세기후예측 계산과 기상기후변화대응

The Study of Collaboration System for National Supercomputer resources

부경대학교 오재호



## 연구소개

국내외 기상·기후 분야 이외의 해양, 환경 분야도 포괄하는 종합적 연구 커뮤니티 구축

- 기상·기후·환경 분야의 연구 커뮤니티 확대를 통하여, 기상·기후 변화에 따른 자연 재해 뿐만 아니라, 인위적인 환경 파괴로 비롯된 지구 환경문제에 대하여 능동적 대처방안 수립에 필요한 양질의 연구 성과 창출
- 정책결정자에 대하여 장기적인 기후변화 대응체계 구축을 위한 의사결정 자료 제공

## 기후변화 공동 연구 네트워크 조성

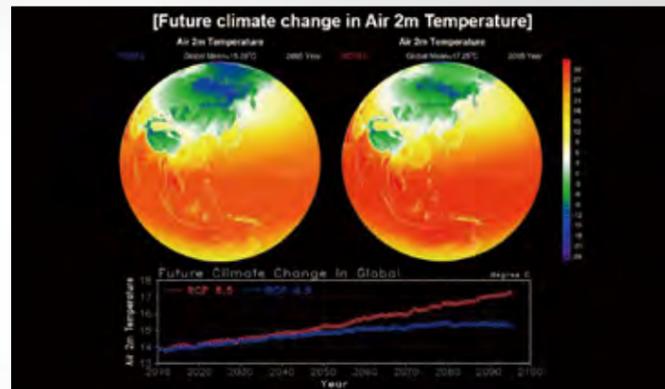
- 참여기관이 보유하고 있는 유·무형의 인프라를 공동으로 활용 방안 논의
- 체계화된 전산기술 및 네트워크 연동기술 그리고 자료전송 기술 공유
- 기상·기후 이외 응용분야 연구자가 필요로 하는 2차자료 생산
- 분산 컴퓨팅 환경 조성을 통해 쾌적한 연구환경 지향, 연구의 효율성 제고

## 실시간 국내외 기상·기후 연구협업 체계 구축

- 실시간으로 양질의 예측자료 생산 및 분석결과를 공유하여, 자연 재해로 인한 물적·인명피해 및 사회적 비용 경감

## 특성화 분야에 대한 상세기후 예측자료 제공

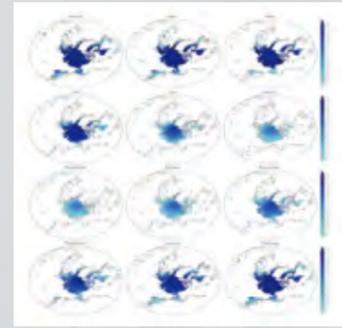
- 고해상도 전지구 예측자료 뿐만 아니라, 농업 기상 등 특정 분야에 특화된 예보자료 생산
- 기온·강수에 대한 계절예보 및 장기예보 자료를 활용, 농업생산성 향상 기대
- 북극해빙 감소에 따른 향후 북극항로 주변지역 대한 전망자료를 제시하여, 해운·물류·조선해양플랜트 등 관련 산업에 활용 기대



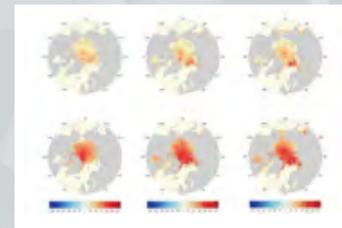
RCP4.5 & RCP8.5 상세기후 예측자료 2m-기온 분포 및 전지구 평균 그래프



기상기후협력커뮤니티 회의



상세 현재기후 예측자료(1979-2009) 및 해빙 관측자료 비교



상세기후 예측자료를 이용해 예측한 북극해빙일수 변화



기상·기후 연구 네트워크 구조

## 연구내용

IPCC 5차보고서 RCP 4.5 & RCP 8.5 시나리오 기반 고해상도 전지구 모델(GME)을 이용한 상세 미래기후(2010~2100년) 전망자료 생산

- IPCC 5차 보고서 RCP 4.5, RCP 8.5 시나리오에서 사용된 CMIP5 의 HadGEM2-AO, MRI-CGCM3.2 등 해수면 온도(SST)와 해빙 (SIC) 변수에 대한 결과자료를 수집, GME 모델의 경계자료로 활용
- 고해상도 전구모델인 GME를 이용하여, 수평 해상도 40-km의 현재기후 자료 및 RCP 4.5 & RCP 8.5 미래기후 전망자료 생산
- 현재 현재기후 자료(1979-2009) 예측자료 생산 원료 및 RCP 4.5 & RCP 8.5 미래기후 예측자료 연구 진행

## 상세기후 예측자료의 활용

- 동아시아 몬순 등 기후시스템의 변동성 분석 및 기온, 강수의 극한 사상의 장기적인 통계분석을 통한 미래기후변화 전망 분석

## 중기예보자료(10-DAY) 및 태풍모의

- 유럽중기예보센터(ECMWF)의 전구관측자료를 받아 GME 모델을 통해 중기예보자료(10-Day) 및 태풍 모의자료 생산
- 매주 월요일, 중기예보자료(10-Day) 모의 결과는 스마트폰 어플리케이션에 업데이트

## 북극 항로 항해가능 일수 연구

- 북극 해빙면적 변화에 따른 선박 유형별 항해가능일수 및 북극 항로 연구
- RCP4.5&RCP8.5 미래기후 예측자료를 이용하여, 북극항로 항해가능 시작일, 종료일, 가능기간에 대한 예측자료 생산

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 기상·기후 분야 연구 커뮤니티 형성

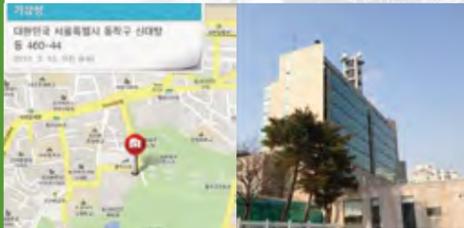
- 부경대학교 슈퍼컴퓨터센터에서는 기상청, KISTI GSDC, 국가 농림기상센터 등 관련 기관과 연동하여, 기상·기후자료 생산
- 해외 협력기관의 경우, 기상·기후 예측자료의 수요는 크지만, 자체적인 예측자료 생산 역량이 상대적으로 부족한 기상개도국을 중심으로 협력체계 구축
- 대표적으로 인도의 IITD (Indian Institute of Technology Delhi)가 있으며, 자료 제공&태풍, 몬순 연구에 대한 협업체계 구축



# 평창동계올림픽 기상지원체계 구축

Implementation of the weather support system for  
Pyeongchang Winter Olympics using KREONET

기상청 권오웅



## 연구소개

### 관측자료에 대해 첨단연구망을 활용하여 CCTV, AWS 등 기상자료의 실시간 제공 환경 구축

- 2018년 평창 동계올림픽은 전세계에 우리나라가 IT 강국임을 다시금 펼쳐 보일 수 있는 기회로써, 그에 걸맞는 IT 인프라와 서비스 환경 조성이 필요
- 특히 동계올림픽은 기상현상이 경기에 미치는 영향이 크므로 성공적인 대회 운영을 위해서 시의성 있는 기상정보 지원이 매우 중요
- 또한 입체적이고 정확한 기상 관측을 요하는 동계올림픽을 지원하기 위해서는 첨단 IT 기술이 가미된 u-관측환경 구성 필요
- IT 기술발전과 정보이용 매체의 다양화 추세에 따른 접근성과 유용성 높은 스마트 기상정보서비스 필요

## 연구내용

### u-관측망 구축

- 기상청, 평창동계올림픽조직위원회, 평창군청, 한국도로공사 등과의 협의를 통해 첨단 자동기상관측장비, 경기장내 관측장비, 도로교통기상용 관측장비의 설치 후보지 선정
- 설치 후보지에 대한 관측환경 및 통신환경 조사를 실시하고, 후보지에 대한 기상청(정보통신기술과, 관측정책과, 강원지방 기상청 등의 평가 결과에 따라 설치 지점을 최종 확정

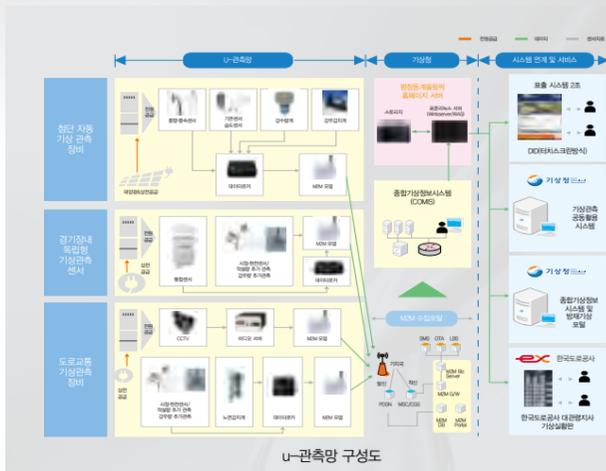


장비설치 현황 및 계획도

- 각각 독립적인 전송장치(유선모뎀 또는 M2M 단말)를 설치하고, 도로교통기상용 관측센서인 시정현천계와 노면감지계는 전송장치(M2M 단말) 1조로 관측자료 전송이 이루어지도록 구성. 단, 도로교통 기상감사용 CCTV는 별도의 전송장치(M2M 단말)를 설치하여 매 10분 마다 영상 이미지 컷을 전송
- 모든 관측 자료는 매 1분 단위로 유선 또는 사물지능통신망(M2M)을 통해 기상청 본청의 수집서버로 전송되도록 구성. 단 도로교통 기상감사용 CCTV는 매 10분 단위로 전송

### 평창동계올림픽 기상정보시스템

- 기상청내 지정된 장소, 지정된 네트워크에 "평창동계올림픽 기상 정보시스템"을 구성하고, 실시간 데이터 수집, 조회, 표출, 분배가 이루어지도록 구성
- 실시간 데이터 수집, 조회, 표출은 첨단연구망을 활용하여 유관기관 및 대국민 서비스 제공할 수 있는 환경 구축
- 정부의 표준프레임워크를 이용하고, 추후 확산 사업을 통해 개발 범위와 규모가 추가되더라도, 기존 개발 부분으로부터 쉽게 확장 되도록 유연성과 상호운용성을 충분히 고려하여 개발



u-관측망 구성도

- Open API 기반 RSS(Rich Site Summary) 서비스를 이용한 ROA (Resource oriented Architecture) 형태로 구성
- 사물지능통신 포털시스템(기상청에 기 구축된 이동통신 기반 지능형 무선 전송망(사물지능통신) 전용의 관측자료 수집 시스템)으로부터 평창동계올림픽 관련 관측자료를 실시간으로 제공할 수 있도록 구성

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

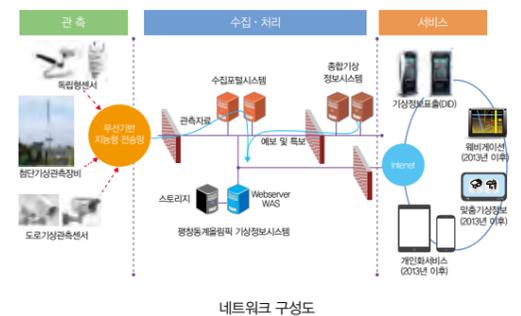
- 기상정보 제공을 위해 구축한 정보서비스에 대해 첨단연구망을 활용하여 서비스 제공
- 유관기관 간 기상자료(강수, 기온, 바람, 습도, 해면기압, 현지기압) 제공
- 경기장 및 첨단 AWS 실시간 기상자료 표출

### 기상정보지원 웹서비스 고도화

- 언제, 어디서, 누구나, 쉽고 편리하게 활용가능 기술 개발
- 지점별/요소별 통계분석 기능 및 콘텐츠 고도화
  - 시간별/일별/월별/연별 통계(강수, 기온, 바람, 습도, 해면기압, 현지기압)
  - 요소별 그래프 표출(강수, 기온, 바람, 습도, 해면기압, 현지기압)
  - \* 지점별/요소별 통계분석 기능 및 분석툴(시계열, 막대, 원형 등)개발 (엑셀기능 반영)
- 경기장 승인 필요조건 충족을 위한 과거 기후분석 기능 개발
- 과거 기후분석 기능 개발
  - 과거기상 자료제공을 위한 분석 콘텐츠 개발(IOC 제공용)
- GIS기반 기상현상의 시공간적 비교분석 기능 개발

### 지점별 상세기상예측시스템 고도화(연계)

- 경기종목별 기상요소 분석 기능 제공
- 경기장주변 고해상도 기상예측시스템 연계표출



네트워크 구성도

## 경기장 주변 및 관광객을 위한 실시간 기상정보 서비스 고도화(연계)

- 경기장 및 첨단 AWS 실시간 기상자료 표출

## 경기종목별 맞춤형 상세기상 및 의사결정 지원 기상정보 서비스(신규)

- 설상종목별 실황 및 시간별 상세예보 서비스

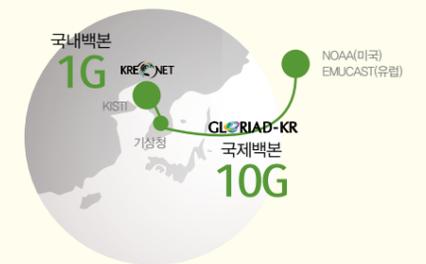
### 올림픽기상자료 수집·운영·연계시스템 기능 구현(연계)

- \* 경기장과 경기장 주변의 기상감시 및 자료 수집하여 특화예측시스템 연계 표출
- \* 경기장 예보발표 및 실시간 데이터 수집, 조회, 표출, 분배 모니터링 시스템 구축
- \* 기상정보표출시스템(DID) 2대 성능 업그레이드 및 표출기능 개선
- 경기 요소별 기상자료 그래픽 표출(풍향, 풍속, 기온, 기압, 습도)



3차원 표출시스템 모식도

예측모델의 영역과 1Km영역의 지형고도값



효율성 향상지수  
**18.8%**

개발비	35
건설비	20
구축비	20
연구시간	20

# 통합 디지털 재난방송시스템 구축 사업

KBS Integrated Digital Disaster Broadcasting System 2<sup>nd</sup> Project

한국방송공사 김현영



재난방송정보센터



## 연구소개

### KBS 통합 디지털 재난방송시스템 유지 및 확대

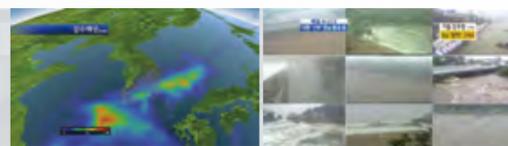
- 국가 재난방송 주관방송사로서 효과적인 재난방송체계 운영
  - 재난 유관기관에 분산되어 있는 국가 재난정보 통합
  - 신속하고 정확한 재난방송을 지원하는 시스템
  - TV, 라디오, 인터넷, 스마트폰, DMB 등 뉴미디어 환경에 맞는 맞춤형 재난정보 제공
  - 재난현장 감시용 카메라, CCTV 확대 설치 및 운용

### 지상파 기상재난채널 구축

- 태풍, 해일 등 자연재해가 많은 제주도에서 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 디지털 지상파 방송을 이용한 기상재난채널 방송 실시
- 연근해 소형 어선을 위한 실시간 해양기상정보 제공

### IP망을 이용한 UHDTV 콘텐츠 교류

- KBS와 NHK간 UHDTV 콘텐츠의 교류를 통한 양국의 UHDTV 관련 기술 개발능력을 제고



실시간 재난방송CG 생성 시스템

재난방송 CCTV 시스템

## 연구내용

### 통합 디지털 재난방송시스템 구축 1단계 사업

- 사업 개요
  - 실시간 재난정보를 수집·가공하여 다양한 매체를 통해 신속히 재난방송을 실시 목적
  - 차세대 재난방송 전달체계 구축
- 사업 목적 : 재난방송 주관 방송사로서 차세대 재난방송 선도
- 사업 기간 : 2012.2 ~ 2012.7 (6개월)
- 주요 사업내용
  - 유관기관 재난정보/CCTV영상 실시간 수집체계 구축
    - \* 연계기관 : 총 10개 기관 (기상청, 국토교통부, 경찰청, 산림청, 소방방재청, 서울지방항공청, 한강홍수통제소, 한국원자력안전기술원, 한국전력, 한국전력거래소)
  - 매체별 재난정보 표출시스템 구축
    - \* 실시간 재난방송 CG 생성 시스템 구축
    - \* 재난방송 CCTV시스템 구축 (3개 기관, 4000여개 영상 연계)
    - \* 재난정보 자동 자막 시스템 개발
    - \* 재난정보 자동 기사변환 시스템(라디오 원고, 인터넷, 모바일앱, SNS로 전파)
    - \* KBS뉴스 모바일앱 재난정보 PUSH 서비스 기능개선
  - 재난정보 관리 및 검색시스템 구축
    - \* 재난정보 대시보드 및 조회 시스템 개발

### 통합 디지털 재난방송시스템 구축 2단계 사업

- 사업 개요 : 지역국 자체 재난방송 기반 구축
- 사업 목적 : 재난방송 주관 방송사로서 차세대 재난방송 지속적 선도
- 사업 기간 : 2013.2 ~ 2013.8 (6개월)
- 주요 사업내용

- 지역국 자체 재난방송 기반 구축
  - \* 재난방송 CCTV시스템 설치 (설치 지역방송국 : 제주, 부산, 창원, 광주, 청주)
  - \* 지역국용 재난정보 그래픽 전달 시스템 구축 (9개 총국, 강릉, 울산)
  - \* 지역국용 재난정보 자동 자막기능 개발 (9개 총국, 강릉, 울산)
- 뉴미디어 재난정보 서비스 강화
  - \* DMB 재난경보방송 시스템 재난정보 연계
  - \* 모바일 재난정보 알림 서비스 강화
- 기존 시스템 고도화
  - \* 연계 기관 확대 : 서울시, 한국환경공단, 수자원공사
  - \* 시스템 기능개선 및 안정화

### 통합 디지털 재난방송시스템 구축 3단계 사업

- 사업 개요 : 재난전용 스튜디오 구축 / KBS 자체 HD급 CCTV 확보
- 사업 목적 : 재난방송 주관 방송사로서 차세대 재난방송 지속적 선도
- 주요 사업내용
  - 재난방송 전용 스튜디오 건립
    - \* 재난방송의 차별화 및 앵커와 기자가 직접 재난 모니터링과 운용을 할 수 있는 시스템 구축
    - \* 뉴미디어 접목 신개념의 재난방송 제작
      - . 비디오 월을 연동한 재난방송 활용
      - . 터치 패드 활용 VR 접목 재난 방송 활용
      - . 비디오 월 배경을 통한 재난 상황 설명
    - \* 재난 전용 스튜디오 구성도



- 자체 HD급 재난 영상 원격 카메라 10개소 구축
  - \* 소방방재청 CCTV 카메라 화질 저하 및 운용 제약에 따른 효율성 저하
  - \* 수도권 주요 재난거점을 시작으로 전국으로 자체 CCTV 카메라 증설
  - \* 고품질의 CCTV소스를 유관기관에 가공·재분배하여 국가차원의 CCTV 활용도 제고
- 지역국 6개소 소방방재청 재난CCTV 수용
  - \* KBS 지역국 6개소에 소방방재청 재난 CCTV를 연동·방송에 활용토록 함
  - \* 지역 자체 재난방송/인터넷을 통한 재난 정보 제공에 활용 가능 함

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 재난방송용 자료 전송

- 기상청의 대용량 슈퍼컴퓨터 자료의 실시간 안정적 전송
- KBS 자체 재난 원격 카메라 연결 망 지원(1G)

### 기상재난채널

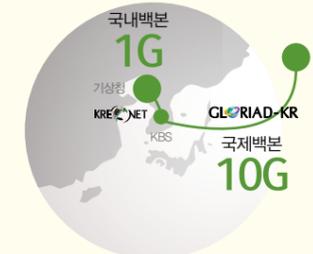
- 기상재난채널용 대용량 자료 전송 망 지원(270Mbps)

### UHDTV 콘텐츠

- UHDTV 콘텐츠 IP망 교류 망 지원 (인천 아시아경기대회 UHDTV 시험 중계방송)

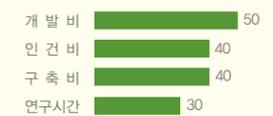


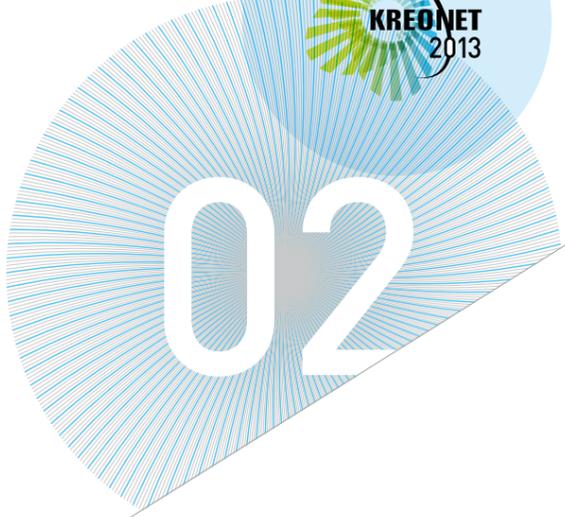
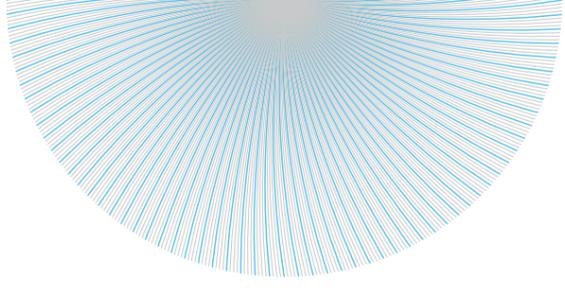
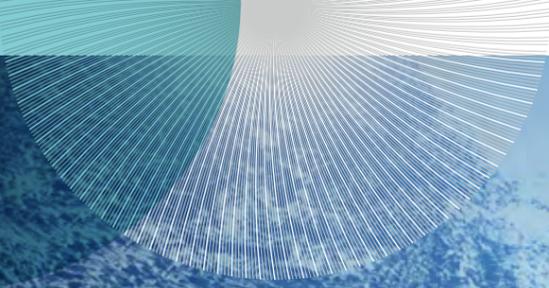
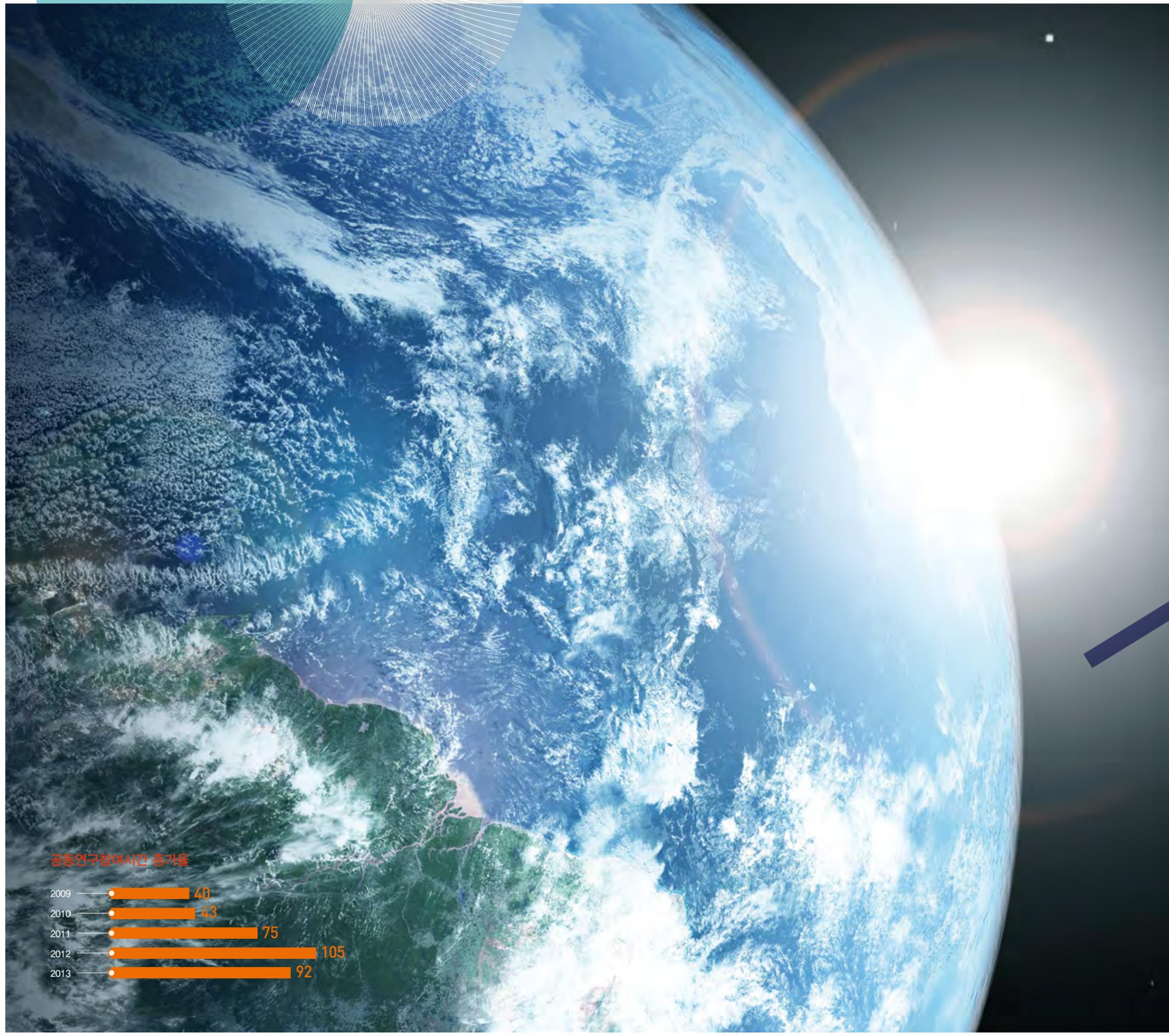
KBS 성능향상협력



효율성 향상지수

28.8%





공동연구참여시간 증가율



## 천체우주

우주 관측장비와 해외 관측장소에서의 천문자료의 특성은 관측시간에 따라 지속적으로 증가하는 대용량의 데이터입니다. 이러한 관측데이터를 실시간으로 안정적이게 송수신 할 수 있는 환경구축은 천체우주연구에서 매우 중요합니다. KREONET과 GLORIAD를 통한 실시간 관측데이터의 전송과 안정적 관측장비 공유환경은 천체우주연구의 범위와 정밀성의 제고에 기여합니다.

- 040 우주지도 시뮬레이션 자료와 관측자료의 비교 분석 연구
- 042 국내/국외의 대용량 빅 데이터를 이용한 천문학 연구
- 044 천문데이터센터 네트워크

## 전파망원경과 첨단연구망을 결합한 우주관측 e-VLBI

천문연구원 김현구



지금으로부터 약 400여 년 전, 갈릴레오 갈릴레이는 직접 만든 망원경으로 태양 및 밤하늘의 별과 달, 목성 돌레를 공전하는 천체들의 존재를 알았고, 이를 근거로 지동설을 주장하다 종교재판을 받고 천동설을 인정하고 나오면서 “그래도 지구는 돈다.”라고 증언했다는 일화로 유명하다. 이후, 인간은 우주를 향한 끊임없는 호기심으로 허블 우주망원경을 쏘아 올렸으며, 보다 더 멀리, 더 자세한 우주의 모습을 보기 위하여 대형 망원경 개발에 박차를 가하고 있다.

이러한 망원경들은 바로 우주를 바라보는 인간의 눈(目)이라고 할 수 있다. 현재 우주를 바라보는 가장 시력이 좋은 눈(망원경)은 바로 초장기선 전파간섭계(VLBI: Very Long Baseline Interferometer)이다. VLBI의 원리는 서로 멀리(수백~수천 km) 떨어져 있는 여러 대의 망원경으로 동시에 같은 천체를 관측함으로써 마치 서로 떨어진 거리만큼의 큰 망원경으로 관측한 것과 동일한 분해능을 제공하는 것이다. VLBI 관측은 다수의 수백~수천 km 떨어진 전파망원경들을 이용하여(그림 1 참조) 동시 관측 및 자료 합성을 통하여 어느 다른 망원경 보다 훨씬 더 높은 분해능으로 천체를 관측하는 기법이다. 이러한 높은 분해능의 관측을 통하여 초거대 블랙홀 주변에서 발생하는 상대론적 제트라든지, 심(深)우주의 모습, 은하의 형성과 진화, 별의 탄생과 죽음 등에 관한 의문에 대한 원인을 규명하는데 크게 기여하고 있다. 현재 우리가 지상의 VLBI 전파망원경들을 이용하여 얻을 수 있는 최고 분해능은 약 1억분의 1도(~30 micro-arcsecond) 정도이다. 한국천문연구원의 한국우주전파관측망(KVN: Korean VLBI Network, 그림 2 참조)은 서울, 울산, 제주도에 위치한 3기의 21m 전파망원경을 이용하여 천체에서 오는 우주 전파를 관측하여, 앞서 언급한 우주 초미세 구조에 대한 연구뿐만 아니라, 지구 지각운동, 측지원점 등 국가적인 기초기반 연구를 진행하고 있다.

오늘날 대부분의 VLBI 관측에서는 수백~수천 km 떨어진 전파망원경들에서 동시에 관측한 데이터를 기록장치(주로 하드디스크)에 기록한 후, 마치 하나의 큰 망원경으로 관측한 것처럼 합성을 해주는 상관센터로 우편이나 물류 서비스를 이용하여 배송해야만 한다. 따라서 관측한 자료의 결과 및 품질을 확인하는 데는 보통 2~3 주에서 1~2 개월까지 걸리는 것이 일반적이다. 이러한 기존의 자료 처리 과정은 많은 시간과 경비가 들고, 자료의 분실 또는 파손의 위험이 크며, 무엇보다도 현재 천문학계에서 큰 이슈가 되고 있는 펄사, 초신성 폭발, 변광 천체 등 신속한 관측 및 자료처리가 필요한 연구는 거의 불가능하다.

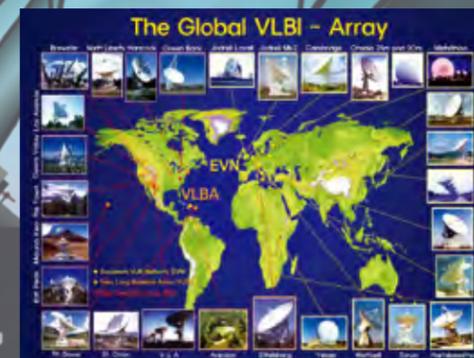


그림 1. 전 세계적으로 분포하고 있는 VLBI 전파망원경 네트워크

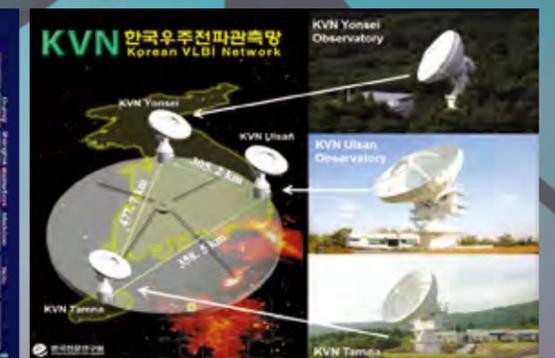


그림 2. 한국우주전파관측망(KVN)의 전파망원경들. 서울(연세대), 울산(울산대), 제주(구 탐라대에 직경 21m 망원경 3기로 구성되어있으며, 최대 약 500km 직경을 갖는 하나의 큰 망원경으로 관측한 것과 동일한 분해능을 얻을 수 있다.



그림 3. KVN-EVN(유럽), KVN-LBA(호주)간 첫 e-VLBI 성공 및 사용된 네트워크

그러나 최근 인터넷망의 비약적인 발전으로 VLBI 관측 데이터의 물리적 이동 대신 초고속 전송을 하는 e-VLBI 시스템이 구축되어 관측 속도와 관측 효율이 획기적으로 향상되었다. 나아가 초고속 인터넷망을 이용한 원격 관측을 통해 관측된 자료를 상관센터로 실시간으로 전송하고 처리하는 실시간 e-VLBI 시스템의 구축도 시도되고 있다. 현재 유럽 VLBI 전파망원경 네트워크(EVN: European VLBI Network)가 이 프로젝트를 주도적으로 진행하고 있으며, 네덜란드에 위치한 유럽공동VLBI연구소(JIVE, Joint Institute for VLBI in Europe)에서 EVN의 10여개 전파망원경으로부터 관측되는 1Gbps 데이터를 실시간으로 처리하고 있다.

KVN은 2011년 10월 19일 한국과학기술정보연구원에서 운영하는 KREONET과 GLORIAD 망(그림 3)을 이용하여 9,000km 떨어진 유럽의 망원경들(EVN)과 전송 속도 512Mbps로 연결하여 e-VLBI 관측에 성공하였으며(그림 4), 2012년 3월 9일 호주의 LBA(Long Baseline Array) 망원경들과도 e-VLBI 관측을 성공적으로 수행하였다. 이 두 결과는 EVNtech 및 호주 언론에도 보도되었다(그림 5).

또한 최근에는 KVN의 세 전파망원경을 KREONET망으로 연결하여 e-KVN(그림 6)을 구성하여 512 Mbps 대역폭으로 e-VLBI 관측을 수행하였으며, 실시간 데이터 상관처리 및 천체신호 검출에 성공하였다(2013년 10월 17일, 그림 7 & 8). 이는 KVN이 독자적으로 e-VLBI를 구현할 수 있음을 의미하는 것으로, 향후 e-VLBI를

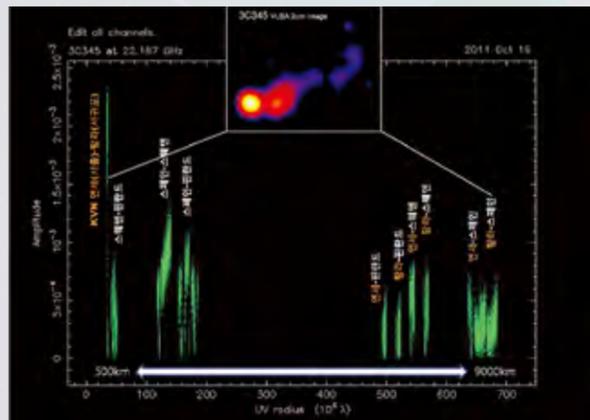


그림 4. KVN-EVN간 첫 e-VLBI 관측 성공(2011년 10월 19일). KVN의 연세, 울산, 탐라 세 망원경과 스페인의 Yebes, 스웨덴의 Onsala, 핀란드의 Metsahovi 전파망원경들이 외부은하 3C345(가운데 하부 분 전파이미지 참조)를 성공적으로 관측하였다. KREONET-GLORIAD 등 이용, 전송속도 512Mbps, 관측파장 1.3cm, 왼쪽부터 오른쪽으로 갈수록 서로 멀리 떨어진 망원경간의 자료처리 결과를 보여준다. 가장 짧은 KVN망원경간의 기선은 관측 영상의 전반적 품질에 가장 큰 기여를 하며, 가장 긴 KVN과 스페인 Yebes 전파망원경 기선은 망원경의 최대 분해능을 결정한다. 가로축은 망원경간의 거리이고 세로축은 각각 관측된 천체의 밝기이다. 세로축의 관측점들이 많을수록 더 정밀한 관측 자료로 활용될 수 있다.



그림 5. 호주 언론에 보도된 KVN-LBA(호주)간 e-VLBI 성공 및 전망을 담은 기사(출처: CSIRO, 호주)



그림 6. KREONET을 이용한 e-KVN 구성도

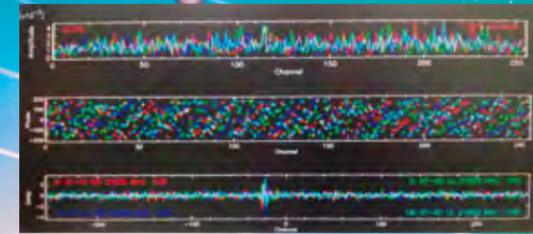


그림 7. KVN 첫 실시간 e-VLBI 상관처리 결과. 패널 위부분부터 VLBI 프린지의 세기(amplitude), 위상(phase), 그리고 지연 량(delay)을 찍은 그림이고, 1초 간격으로 관측 및 상관 처리된 결과가 업데이트 되었다.



그림 8. KVN의 첫 실시간 e-VLBI 관측 성공을 축하하는 국내외 연구자들. KVN 탐라 전파천문대(2013년 10월 17일)

이용한 과학연구에 있어서 비약적인 발전을 기대할 수 있게 되었다. 또한, 실시간으로 관측의 성패 여부를 바로 확인할 수 있기 때문에 VLBI 특성상 국제 공동관측이 많은 KVN이 더욱 신뢰성 있는 관측시스템으로 자리매김 하는데 크게 이바지 할 것이다.

### 참고자료 Q&A

#### Q1. e-VLBI 란?

A1. VLBI 전파망원경이 공동 관측한 데이터를 자기 테이프나 디스크에 기록한 다음 상관센터로 운송한 후 자료 처리를 하던 기존의 VLBI 관측 방법과는 달리, 수백~수천 km 떨어져 있는 VLBI 전파망원경들을 초고속 네트워크로 연결하여 광대역 데이터 전송 및 실시간 자료처리(상관처리)를 함으로써 관측 효율을 획기적으로 향상시키고, 나아가 실시간 관측도 가능하게 하는 초장기선 전파간섭계(VLBI) 관측 방법을 의미한다.

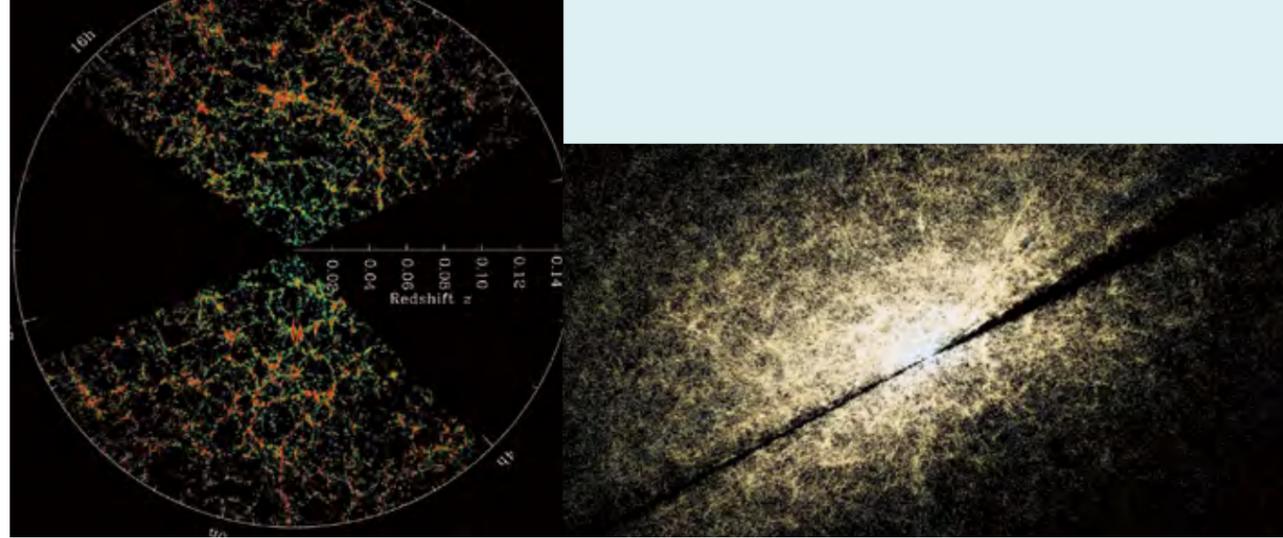
#### Q2. 이번 기술은 과학적으로 어떤 의미를 갖는가?

A2. 한국천문연구원은 유럽, 호주 등 세계 여러 나라의 우주전파관측망과의 국제 협력을 통해 한국우주전파관측망(KVN)의 분해능을 20배 이상 향상시키고 향후 우주의 초미세 구조 연구에 적극 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 또한 기존의 e-VLBI 관측들이 대부분 낮은 주파수(10 GHz), 낮은 대역폭(128 Mbps)에서 시도되었던 것과는 달리, 높은 주파수(22 GHz), 광대역폭(512 Mbps) 및 좌/우 편파 동시 관측을 하여 프린지를 검출한 것으로, 실제 e-VLBI 관측을 통한 양질의 과학적 결과를 도출할 수 있음을 증명하였다.

# 우주지도 시뮬레이션 자료와 관측자료의 비교 분석 연구

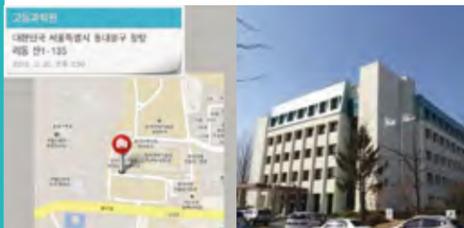
Study of the Large-scale structures of the Universe with the simulation and observational data

고등과학원 박창범



SDSS3

Large-scale distributions of galaxies obtained by the Sloan Digital Sky Survey



## 연구소개

### SDSS(Sloan Digital Sky Survey)

- 미국 하버드대학의 천체물리 연구소 (Center for Astrophysics)의 HectoMAP 관측 결과들과 상호 비교하여 우주모형 검증과 은하들의 시간에 따른 진화를 비교
- 시뮬레이션 데이터의 분석을 통해서 HectoMAP의 은하들 분포와 비교 분석을 수행하고 이의 결과를 미국 하버드 대학의 연구진과 공유하여 연구결과를 국제적으로 확산
- SDSS DR8 자료들의 공유
  - SDSS DR8의 자료는 총 크기가 50테라바이트 정도로 여기에는 은하를 포함한 SDSS 관측자료의 모든 것이 들어있다. 이를 통해서 고등과학원 내 뿐 아니라 국내 우주론 연구의 활성화를 위해서 활용

### SDSS 협력회의



## 연구내용

### 고등과학원의 전산자원 공유

#### 시스템 구성도

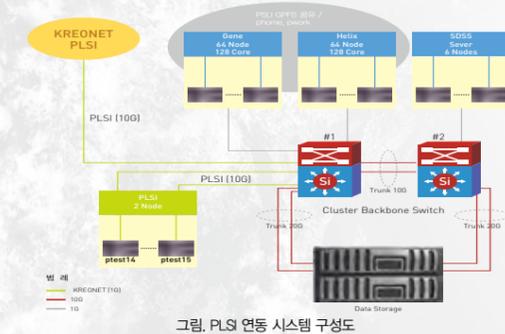


그림. PLSI 연동 시스템 구성도

#### 네트워크 연동 현황

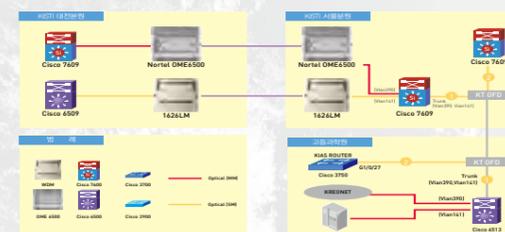


그림. 네트워크 연동 현황

- 고등과학원 10G 백본 스위치와 PLSI연구망10G 연동
- PLSI 10G 연동 글로벌 파일 시스템 연동(ptest 서버)

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 연구데이터 고속 데이터 전송 환경 구축

#### 시스템 구성도

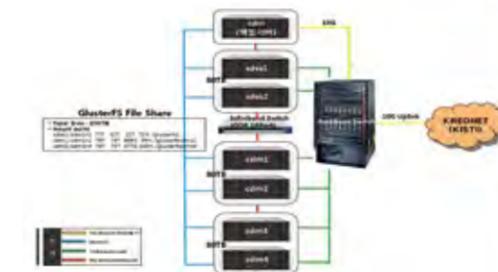


그림. 연구데이터 백업시스템 구성도

#### 구성내역

- KIAS 10G Backbone과 PLSI 10G망과 Direct 연결 구축
- GlusterFS 구성을 통한 병렬파일 시스템 구축
- 총 280TB 2ET 구성 (SATA 3TB 7200RPM HDD 192EA)

#### 데이터 전송 BMT 결과

- BMT 환경 : KISTI tachyon2 dm3 -> KIAS cdm Disk write
- BMT 결과 : ftp> get iso\_2\_8G\_iso\_1
- 2883563520 bytes received in 24,3 secs (118598,50 Kbytes/sec)
- 2883563520 bytes received in 24,3 secs (118792,58 Kbytes/sec)
- 2883563520 bytes received in 24,1 secs (119840,99 Kbytes/sec)
- 2883563520 bytes received in 24,5 secs (117618,13 Kbytes/sec)

- 속도 : 평균 472MB/S (4개 Session 동시 사용)

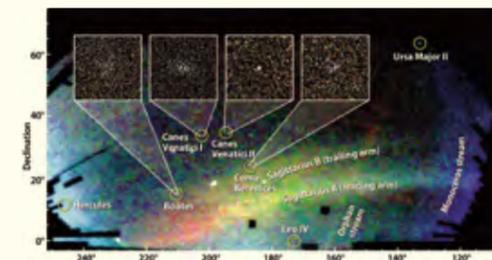
## 연동내역

### 클러스터 시스템 자원

시스템명	프로세서	네트워크	OS	노드수	CPU수	메모리	디스크	계산성능
gene	AMD 2.1GHz	1GbE	CentOS 6.2	64	128	8GB	plsi gfs 공유	1024 Gflops
helix	AMD 2.1GHz	1GbE	CentOS 6.2	64	128	8GB	plsi gfs 공유	1024 Gflops

### 제공 소프트웨어 현황

시스템명	컴파일러	병렬라이브러리	수행라이브러리	어플리케이션	설치경로
gene	GNU 4.4.6	Openmpi with GCC	GotoBLAS2	hpl-2.0	/usr/bin/gcc /usr/lib64/openmpi /usr/lib64/gotoblas /usr/local/hpl
helix	GNU 4.4.6 PGI 9.1	Openmpi with GCC	GotoBLAS2	hpl-2.0	/usr/bin/gcc /usr/local/pgi /usr/lib64/openmpi /usr/lib64/gotoblas /usr/local/hpl



SDSS-II Collaboration and reproduced by permission, copyright 2007, Astronomy magazine, Kalmbach Publishing Co.



효율성 향상지수

63.8%



# 국내/국외의 대용량 빅 데이터를 이용한 천문학 연구

Astronomical Research Using Big Data  
from Domestic, Foreign and Space Telescopes

천문연구원 김현구



e-KVN  
(왼쪽 위) KVN연세전파천문대, (왼쪽 아래) KVN탐라전파천문대  
(오른쪽 사진) KVN울산전파천문대



## 연구소개

### e-KVN (Korean VLBI Network: 한국우주전파관측망)

- 초장기선 전파간섭기술(VLBI, Very Long Baseline Interferometry)은 수 백 킬로미터 이상 떨어져 있는 여러 대의 전파망원경을 동시에 사용하여 가상적인 하나의 거대한 전파망원경으로 만들어 초고분해능의 효과를 얻는 관측기술임
- KVN은 이를 구현하기 위한 국가 연구시설로서 연세, 울산, 탐라 사이트에 위치한 세 전파천문대로 구성되어 있음. e-KVN은 KVN 세 전파망원경을 수~수십 Gbps 성능의 첨단망으로 연결함으로써, 다음 분야에 대한 심도 있는 연구 수행이 가능함
  - 우주 전파의 실시간 관측 연구
  - 지각이동, 지구회전 운동 등의 지구물리 연구
  - 지구회전 상수, 자전시간 결정

### KMTNet (Korea Micro-lensing Telescope Network: 외계행성 탐색 시스템)

- 광학망원경을 이용한 관측으로부터 외계행성을 탐색하는 관측 방법은 크게 시선속도 측정방법, 간섭계 촬영방법, 횡단 방법, 코로나그래프를 이용한 직접 촬영방법, 펄서 관측법, 중력렌즈 방법으로 분류할 수 있음. 외계행성탐색시스템 개발 사업은 6가지 방법 중 중력렌즈 방법을 사용하여 외계행성을 발견하고자 하는 사업임. 칠레, 남아프리카 공화국 및 호주에서 관측한 영상을 실시간으로 국내 데이터 센터로 전송하고 분석하여 외계행성을 탐색하고자 함

### SDO (Solar Dynamic Observatory: 태양관측위성)

- SDO는 미국 NASA의 태양관측 위성으로서 매달 50TB 정도의 막대한 자료를 생산함. 이 데이터를 한국 SDO 데이터 센터와 미국 스탠퍼드 대학 간의 네트워크 연결을 통하여 실시간 전송함으로써 국내 연구자에게 우주환경 예보 등의 연구에 활용하고자 하는 사업임

## 연구내용

### [e-KVN]

- VLBI 시스템 개선 및 업그레이드
  - KVN 각 사이트(상관센터 포함) 내 VLBI 시스템 개선 및 업그레이드
  - 최대 8Gbps 관측 데이터 기록 시스템 구축
  - 10G, VDIIF 기반 데이터 입출력 인터페이스 구현
- e-VLBI 전송기술 확보
  - 대용량 VLBI 관측 데이터 전송 및 데이터 포맷 기술 확보
  - Tsunami-UDP 기반 대용량 파일 전송 기술
  - Jive5AB를 이용한 스트림 송수신 및 실시간 VLBI 관측 기술
- KVN 내 실시간 e-VLBI 실험
  - KVN 세 사이트 및 상관센터 간 Fringe Quick Look
  - 대용량 관측 데이터의 파일 및 스트림 기반 데이터 전송 실험
  - 외부은하계 초신성 감마선 폭발 등 초미세 천체 시험 관측

### [KMTNet]

- 광시야 망원경 1호기 설치
  - 광시야 망원경 1호기를 칠레 CTIO에 설치
  - 광시야 CCD 카메라 장착
- 칠레 CTIO 시험관측 및 전송
  - 칠레 CTIO에 설치된 망원경과 CCD 카메라의 시험관측을 통해 문제점 확인 및 해결
  - 칠레 CTIO에서 관측된 자료를 네트워크를 통해 전송하고 준실시간으로 자료처리가 가능한지 확인
- 칠레 CTIO와 대진 간 네트워크 전송
  - 칠레 CTIO에서 관측된 자료를 네트워크를 통해 전송하고 준실시간으로 자료처리가 가능한지 확인

### [SDO]

- 스토리지 추가 구축
  - 기 도입된 스토리지와 호환되는 스토리지의 추가 도입으로 계획된 2.5PB 구축 완료
  - 다양한 방법으로 데이터를 공유하고 서비스하기 위한 스토리지 시스템 사용자 정의 설정(Customizing)
- 네트워크 성능 향상
  - 10G 이더넷 환경에 맞춰 네트워크 장비 및 시스템 튜닝
  - 10G 첨단망을 도입하여 활용함으로써 네트워크의 성능 향상
- 어플리케이션 개발
  - 데이터를 공유하고 서비스하는 어플리케이션 개발
  - 어플리케이션 배포 및 서비스 성능 향상을 위한 서버 엔진 개발

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 신속한 프린지 검출

- KVN 관측 체계 및 시스템 이상 유무에 대한 신속한 파악
- 시험 관측 데이터 송수신 및 상관 처리 효율화
- VLBI 관측 안정도 제고 및 신뢰성 향상



Korea Microlensing Telescopes Network (KMTNet)

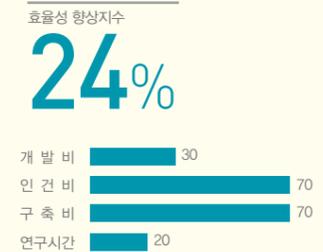


### 대용량 파일 기반 준-실시간 VLBI

- 파일 기반의 대용량 관측 데이터 송수신
- 디스크 등 데이터 기록 미디어 사용 및 유지 관리 최소화
- 대용량 데이터 전송 프로토콜 적용 및 구현을 위한 백본으로 활용

### 스트림 기반의 실시간 VLBI

- 스트림 기반 실시간 관측 데이터 전송
- 급격히 변화하는 천체의 실시간 관측 연구
- 동아시아 상관센터 허브 도약을 위한 데이터 입출력 근간으로 활용 예정



SDO 관측센터

SDO (Solar Dynamics Observatory)

태양관측이미지



# 천문데이터센터 네트워크

Korea Research Environment Open NETwork



SDO

GLORIAD-KR

10G



천문데이터센터

KASI 한국천문연구원  
Korea Astronomy & Space Science Institute

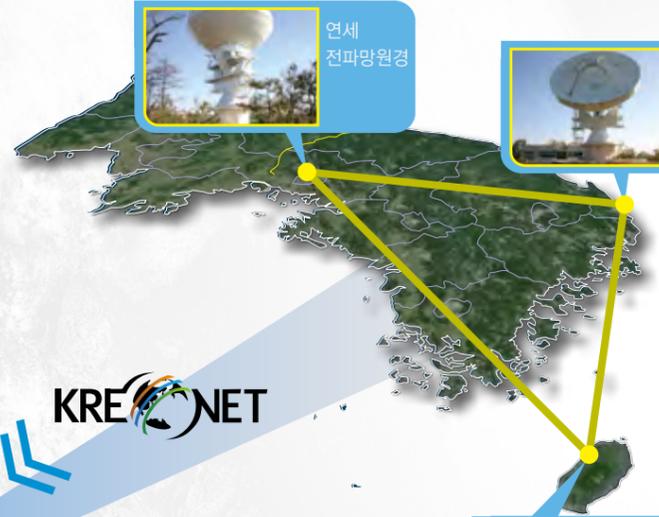


연세  
전파망원경



울산  
전파망원경

KRENET



탐라  
전파망원경

GLORIAD-KR



KMTNET  
칠레

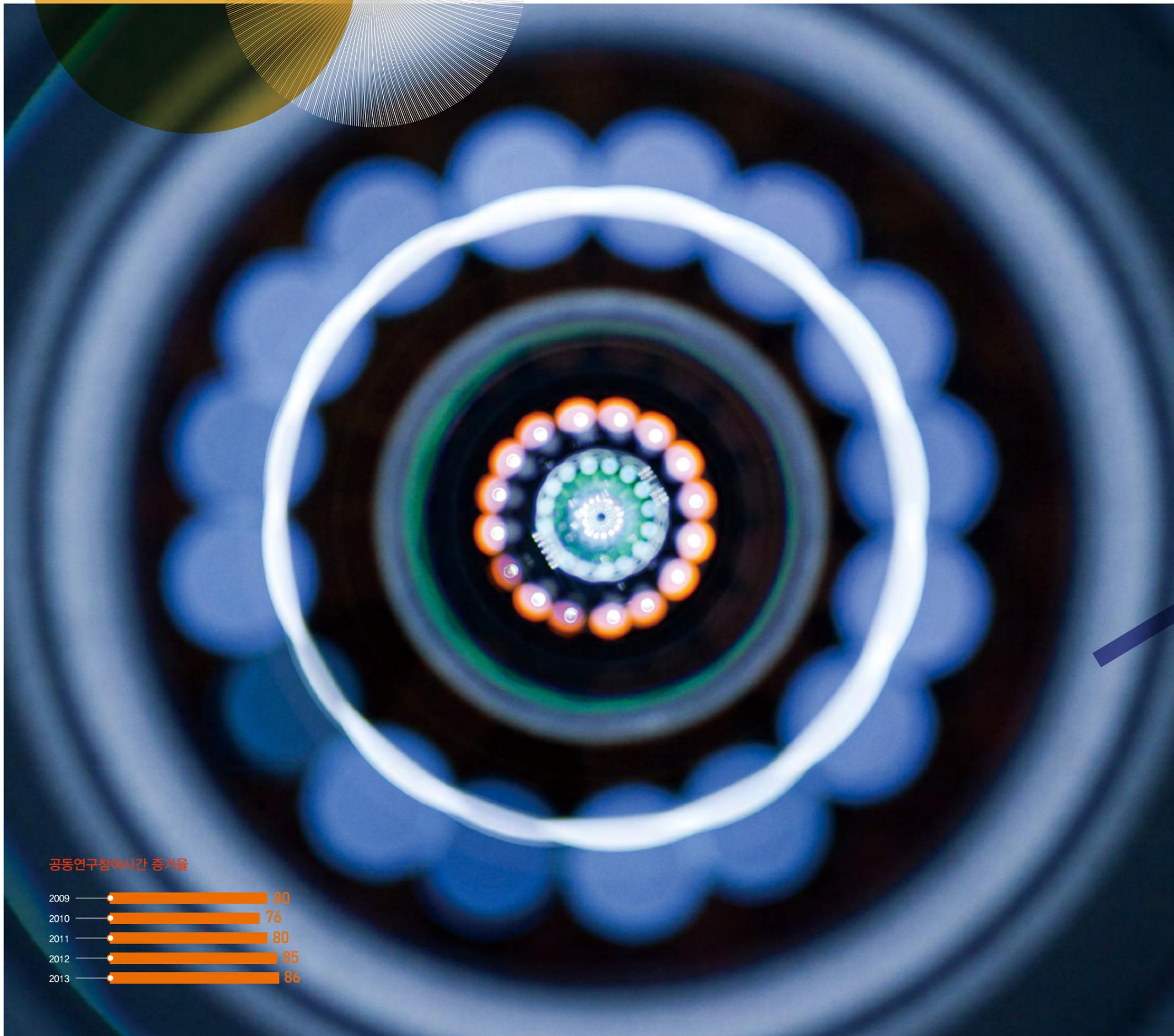


KMTNET

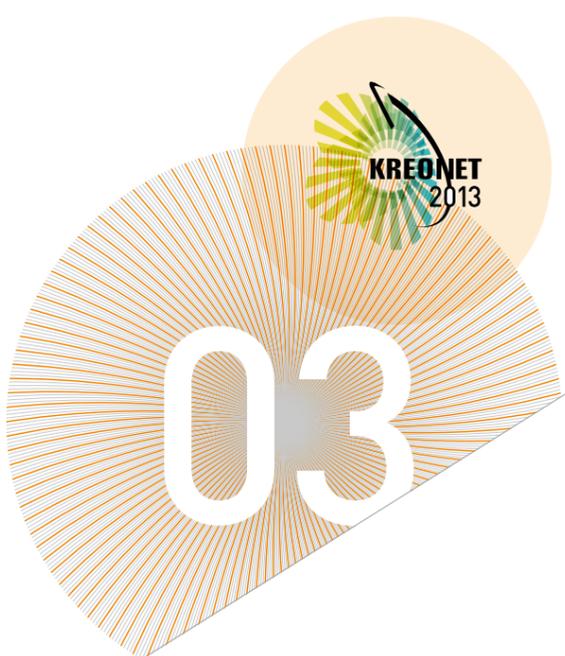
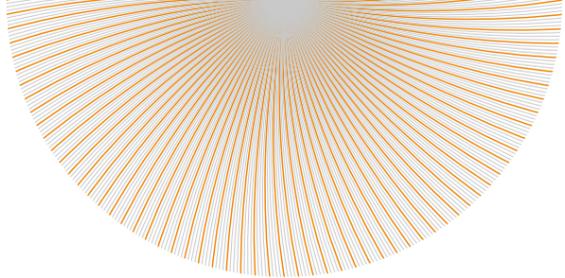
GLORIAD-KR



JIVE(유럽)  
LBA(호주)



공동연구참여시간 증가율



## 고에너지물리

세계 최대 입자가속기(LHC)를 보유하고 있는 스위스의 CERN을 중심으로 글로벌 협업연구를 대표하는 고에너지물리(HEP, High Energy Physics)는 지구촌 38개국 3,000여명이 참여할 만큼 대규모의 공동연구입니다.

고에너지물리의 계층적 데이터전송을 위해 Tier센터간의 연결과 실험데이터의 송수신, 계산자원의 공유는 KREONET과 GLORIAD의 자원과 지원이 필수적인 연구분야입니다.

- 052 고에너지물리연구에 의한 대용량 데이터처리와 물질성분 분석
- 054 유럽핵입자물리연구소의 대형강입자가속기를 이용한 CMS 글로벌 공동실험 참여
- 056 원자로 중성미자 변환상수의 측정 실험

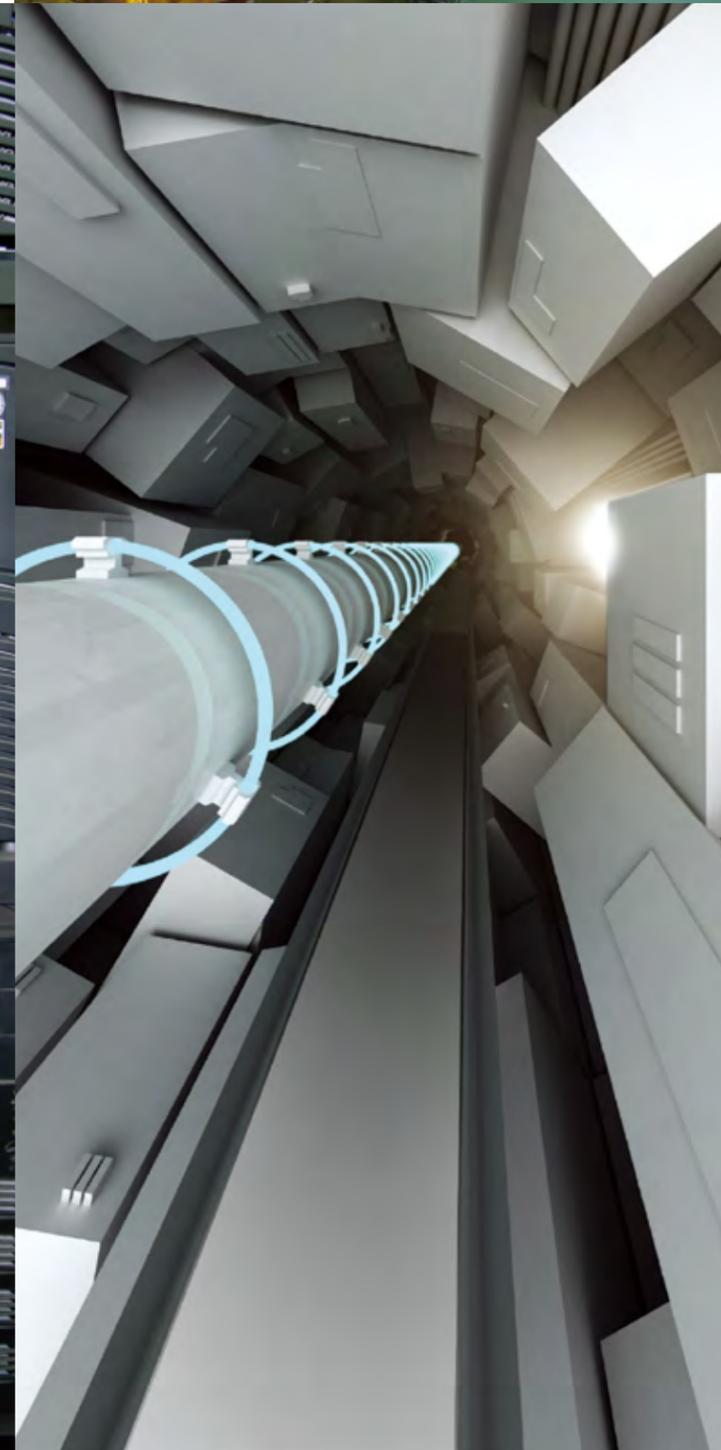
고에너지 물리학 기반

## 대형 국제공동실험연구

고려대학교 물리학과 원은일 교수



최근 과학 연구는 꾸준히 국제화 및 대형화 연구 방향으로 진행되고 있는 추세이다. 이러한 국제화 및 대형화를 통하여 개인이 규명하기 어려운 복잡한 문제들을 해결해 나가고 있는 연구들이 점차 확산되고 있다. 우리나라는 이러한 대형화 연구들에 참여하여 복잡한 문제 해결에 적극적 도움을 주고 있고 최근 중이온 가속기 사업을 통하여 처음으로 주도적인 국제적 대형 연구를 시작한다.



### 고에너지 물리학 기반 대형 국제공동연구의 시작

우리나라의 대형 고에너지 국제공동 연구는 1980년 경 일본의 고에너지 물리연구소에 학생들을 파견하는 것으로부터 시작되어 미국의 페르미 국립 가속기 연구소의 대형 가속기 기반 입자물리학 실험에 참여하기 시작한 것이 초기 노력 중 하나이다. 이 당시 일본에 대학원 학생으로 파견되었던 인물로는 현 시카고 대학 교수이면서 미국 페르미 국립 가속기 연구소의 부소장을 역임했던 김영기 교수와 현재 중이온 가속기 사업단 단장을 맡고 있는 서울대학교 물리학과 김선기 교수가 그 대표적인 인물이다. 당시 일본 고에너지 물리 연구소에는 가속기 기반 대형 실험들이 진행되고 있었고 한국에서는 학생들을 공급하는 수준의 연구에 머무르고 있었다. 그럼에서 현재 국내의 뛰어난 석학들이 배출되었다는 점은 참으로 놀라운 일이다. 미국 페르미 국립 가속기 연구소에는 현 서울대학교 소속 김수봉 교수가 연구원으로 있었고 현재 김수봉 교수는 한국 중성미자 그룹을 이끌고 있으며 눈부신 연구 성과를 내고 있는 또 하나의 석학이다.

당시의 전산망이라고는 모뎀을 통한 한국 전화국에 접속하여 외국으로 통하는 길이 있었고 이는 현재 젊은 연구자들은 일반적으로 낯설은 microVAX 시스템을 이용하여 외국과 전자메일을 교환하는 수준이었다. 그래픽 터미널은 보기 힘들었고 텍스트 기반 VT100 터미널을 활용한 전자메일 교환도 극히 제한적으로 이루어졌다. 한국의 사정이 넉넉지 않아서 인력 제공만 이루어지고 있는 실정이라 전산망의 인프라는 당연히 매우 낮은 수준이었다.



이 시기의 고에너지 대형 국제공동연구를 통하여 수십 년 동안 기다려 왔던 탑 쿼크의 발견(1995년)이 이루어 졌다. 당시 페르미 국립 가속기 연구소의 CDF 실험에는 김수봉 교수가 탑 쿼크 질량 관련 연구를 이끌고 있었다. 또한 2000년 에는 타우 중성미자가 동 연구소에서 발견되어 고에너지 물리학 기반 연구의 성과로 자연에 대한 인류의 이해도가 한 발짝 더 나아간 셈이다. 이는 대형 국제공동 연구를 통하지 않고서는 이루어 질 수 없는 매우 난해한 문제의 해결로 이해 된다.

과거 이러한 좋지 않은 환경에서도 오히려 다양한 분야에서 지도자로서 커 온 국내 석학들을 보면 현재 훨씬 좋은 환경에서 일하고 있는 본인을 포함한 연구자들이 좀 더 분발해야 하겠다는 생각이 항상 머릿속 한구석에 있다.

### 고에너지 물리학 기반 대형 국제공동연구의 중흥

초기의 대형 국제공동 연구 상황은 시간이 지남에 따라 눈부신 발전을 이루었다. 외국의 다양한 실험에 참여하면서 그에 따른 연구 예산 확보도 많은 진전을 이루었다. 초기 파견 대학원생들이 시간이 지남에 따라 연구원이 되어 많은 연구 결과를 만들어 낸 후 속속들이 귀국하여 대형 연구의 활성화를 이루었다. 이에 따라 인력 공급에 그치던 초기 공동연구 모델을 뛰어 넘어 실험 장치의 일부를 책임지고 건설하거나 주요 물리학 연구를 이끌어 나가는 연구들이 시작되었다. 이에 따라 국제공동연구를 위하여 필수적으로 필요한 전산망도 눈부신 발전을 이루게 된다. 외국 대형 국제공동 연구 시설에서 데이터를 전송받아 이를 분석하여 연구 결과를 발표하고 그룹 내부에서 수많은 논의 후 발간하는 새로운 형태의 연구가 시작되었다. 이는 연구망이 제대로 보급된 90년대 중반기부터 가능해진 일로서 점차 초고속 연구망의 중요성이 인식되는 시기가 된다.

고에너지 기반 대형 국제공동 연구 중흥기에 중요한 발견 중 하나는 2001년 B 중간자의 CP 깨짐 현상이다. 이는 2008년 노벨 물리학상을 이끌어 내었고 2012년 힉스 입자의 발견은 올해인 2013년 다시 한번 노벨 물리학상을 이끌어 내는 쾌거를 이룬다. 대표적이 두 결과 모두 연구자들의 숫자가 천명이 넘는 대규모 연구에 해당되는 것으로 대형 국제공동 연구를 통해서만 이루어 낼 수 있는 매우 난해한 문제 해결에 해당된다.

### 대형 국제공동연구 국내 유치

작년부터 본격적인 건설이 개시된 중이온 가속기 사업은 최초로 대형 국제공동 연구 시설의 국내 건설이라는 매우 중요한 기념비적 사건이 된다. 이는 드디어 국내의 대형 국제공동 연구가 단순참여의 수준을 벗어나 국내 독자적인 연구 시설을 건설하는 것을 의미하여 지금까지 항상 손님이었다가 처음으로 주인이 됨을 의미한다. 더 이상 학생들의 장기 외국 체류에 의존하지 않고 국내의 인프라를 이용한 좀 더 접근이 손쉬운 연구를 할 수 있을 뿐 아니라 국내 연구진이 주도적으로 다양한 연구를 이끌게 되는 실험들이 진행되리라 기대된다. 이러한 사업의 성공을 위한 필수 조건 중에는 초고속 연구망의 업그레이드가 필요하다. 이제까지의 연구 모델과는 반대로 외국의 연구자들이 중이온 가속기 사업단 전산시설에 있는 실험 데이터에 접근하는 사례가 급증할 것이고 이에 따른 국내 연구망의 지속적인 확대는 어떻게 보면 매우 당연한 예측이다.

불과 30여 년 만에 눈부시게 발전하고 있는 우리나라의 고에너지 국제공동 연구는 중이온 가속기 사업의 시작으로 비로소 독자적 연구를 하게 되는 것이다. 이에 따른 연구망의 확대를 기반으로 차세대 선형가속기 사업을 한국이 주도적으로 이끌어 나아갈 수 있는 방안을 우리 모두가 신중하게 고민해야 할 시점에 다가가고 있고 이를 잘 활용한다면 한국의 대형 국제 공동 연구 분야의 전망은 밝을 것이다.



# 고에너지물리연구를 위한 대용량 데이터처리와 물질성분 분석

Processing of Large Data from High Energy Physics  
Research by Grid Computing

경북대학교 손동철



## 연구소개

### 유럽 거대강입자가속기 (Large Hadron Collider)

- LHC는 스위스 제네바와 프랑스 사이의 국경지대에 위치한 유럽 입자 물리학 연구소에서 운영되고 있으며 현재 세계 최대, 최고 에너지의 입자 가속기
- LHC 실험에서는 지금까지는 볼 수 없었던 높은 에너지 수준에서 양성자와 양성자의 정면 충돌을 가속화시킴으로써 대폭발 직후의 초기 우주 상태를 재현하여 이전보다 물질의 성분의 구조를 더욱 자세히 이해 가능

### CMS (Compact Muon Solenoid) 실험

- 경북대학교 및 한국 연구진에서 참여하고 있는 CMS 실험은 한국을 포함한 41개국 179개 기관으로부터 4,000여 명의 과학 기술자가 참여하고 있으며, 질량 근원을 밝히는 데 중요한 역할을 할 힉스(higgs) 입자의 탐색과 새로운 이론인 초대칭 이론에서 예견하는 입자들을 발견하여 물질의 궁극적인 입자와 그 상호 작용을 이해

### WLCG (Worldwide LHC Computing Grid) 프로젝트

- WLCG 프로젝트는 유럽 거대강입자가속기 LHC실험에서 생산 되는 대용량의 데이터를 처리하기 위해 시작되었으며 전 세계 140개 이상의 컴퓨팅센터, 35개 이상의 국가가 참여
- 경북대학교는 CMS 실험의 Tier-2 센터로 국내외 연구진에게 연산자원 및 저장공간을 비롯한 컴퓨팅 자원과 고에너지물리



CERN accelerator

데이터를 제공하여 CMS 실험 연구를 위한 데이터 분석 환경을 제공

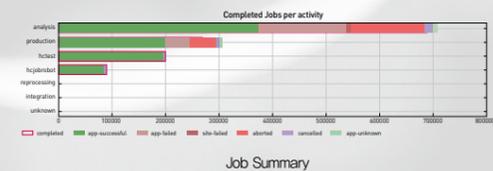
### AMS(The Alpha Magnetic Spectrometer) 실험

- AMS 실험은 국제우주정거장(SS)에 지난 2011년 5월 MIT, NASA 및 여러 기관과 한국의 경북대 등이 AMS 검출기를 설치 하였고 검출기에서 수집한 정보를 분석하여 우주의 반물질과 암흑물질을 탐색
- AMS 검출기로부터 연간 약 70 TB의 자료가 전송되고 있으며 이 자료를 스위스 CERN과 이탈리아, 중국 등의 컴퓨팅센터에서 처리 및 CERN에서 1차 처리된 자료를 경북대로 수신하여 경북 대와 이화여대의 국내 연구진들이 분석에 활용

## 연구내용

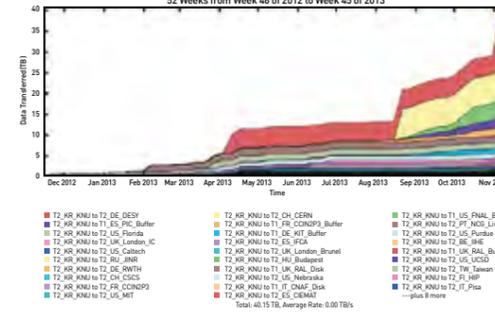
### WLCG CMS Tier-2 센터 운영

- 경북대 CMS Tier-2 센터의 데이터 분석현황
  - 2013년 11월 12일 기준 지난 1년간 전세계 CMS 연구자들이 경북대 Tier-2 센터의 연산자원을 이용한 현황으로 총 약 37만 3천개의 analysis 작업 및 20만 1개의 Production 작업이 성공 적으로 수행



- CMS Grid Computing Center 간 데이터 전송 및 배포
  - 2013년 11월 13일 기준 1년간 전체 CMS 사이트로부터 경북대 학교로 전송받은 고에너지 물리 데이터량은 310.48TB, 전세계 총 33개 사이트로부터 데이터를 전송

CMS PhEDEx - Cumulative Transfer Volume

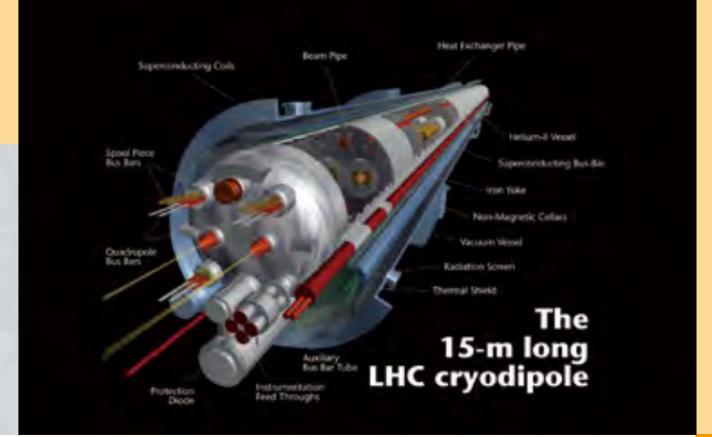


지난 1년간 경북대학교에서 모든 CMS 사이트로의 누적 데이터 전송량

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 대용량 파일전송의 성능향상과 그리드 시스템의 최적화 연구

- DDT(Debug Data Transfer) Test
  - Tier-1/Tier-2/Tier-3 사이트 간에 주기적으로 테스트 전송작 업을 수행하고 지속적인 사이트간의 전송상태 모니터링을 통하여 데이터 전송의 신뢰성을 개선하고 실패데이터 전송의 신뢰성 확인
- 분산파일 시스템을 비롯한 대용량 데이터 저장 및 Disk IO 개선 연구
  - 고성능화·고용량화 되어가는 Grid Farm의 운영상황을 고려 할 때, 사용자의 데이터 안정성과 사용 편리성, 효율성은 기존 시스템에서 획기적인 변화를 요구를 위해 기존에 운영하고 있는 dCache 시스템 외에 glusterfs 등의 다양한 분산파일 시스템의 연구를 통하여 대용량 데이터 저장 성능 개선
- 그리드 미들웨어 업그레이드
  - 그리드 미들웨어 소프트웨어인 EMI(European Middleware Initiative)이 3.0으로 업그레이드되고 기존의 2.0이 서비스 종료로 다가옴에 따라 서비스 중단을 최소화하면서 3.0으로 이전을 진행



LHC cryodipole

## 전세계 CMS Tier-1/2/3 센터와 협업

- 주요 협업 센터
  - T1\_CH\_CERN(스위스 CERN 유럽입자물리 연구소), T1\_DE\_KIT(독일 KIT, Karlsruhe Institute of Technology), T1\_ES\_PIC(스페인 PIC, Port d'Informació Científica: "Scientific Information Port"), T1\_FR\_CCIN2P3(프랑스 CCIN2P3, l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules), T1\_TW\_ASGC(대만 ASGC, Academia Sinica Grid Computing Centre), T1\_UK\_RAL(영국 RAL, Rutherford Appleton Laboratory), T1\_US\_FNAL(미국 FNAL, Fermi National Accelerator Laboratory), T1\_RU\_JINR(러시아, The Joint Institute for Nuclear Research) 총 9개의 Tier-1 사이트가 운영 중에 있으며, 경북대학교와 자료를 송수신 협업 중
  - 전세계 약 50여개의 CMS Tier-2 사이트, 전세계 약 60여개의 CMS Tier-3 사이트가 현재 운영 중에 있으며, 이들은 경북대 Tier-2/3 및 전세계 CMS Tier-1과 자료를 상호간 송수신 등으로 협업하고 있으며 관련 CMS 연구자들에게 전산 자원 및 데이터 제공



효율성 향상지수  
**36.3%**



# 유럽핵입자물리연구소의 대형강입자가속기를 이용한 CMS 글로벌 공동실험 참여

CMS experiment at the CERN Large Hadron Collider



CMS 글로벌 협력

서울시립대학교 박인규



서울시립대 10G 백본

## 연구소개

### CMS 실험 개요

- CMS 실험 규모
  - 41개국, 179개 기관 약 3,300여 명으로 구성되어 있고 거대한 CMS 입자 검출길리로 수행되는 실험
  - 검출기 및 토목 건설은 1999년부터 2008년까지 진행되었으며 CMS 건설비용은 약 4,000억원이 소요
- CMS 실험 목표
  - 힉스 입자 발견을 통한 표준모형이라는 이론의 검증 및 새로운 현상의 탐색
  - 2013년 125Gev 질량을 지닌 힉스 입자의 존재 확인
  - 힉스입자 이외에 LHC의 높은 에너지 및 CMS 검출기의 우수성으로 인해 이전의 실험에서는 정밀하게 측정하기 어려웠던 탑 쿼크, W/Z 입자의 성질을 극정밀하게 연구 가능

### CMS 실험의 향후 필요성

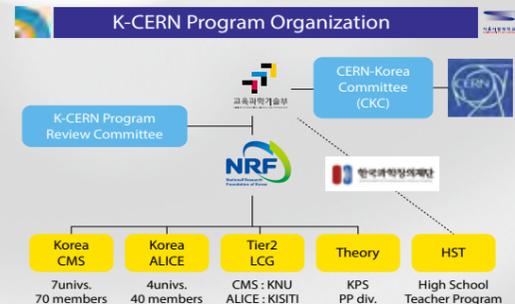
- 표준모형이 설명하지 잘 못하는 현상도 있는데 이는 천체 관측 실험에서 발견한 암흑 물질의 존재이며 또한 태양, 가속기, 원자로에서 나오는 중성미자를 이용한 연구결과는 표준모형에서 설명하지 못하는 측면이 있음따라서 많은 물리학자들은 표준 모형은 낮은 에너지 현상을 설명하지만 에너지가 높아질 때 나타나는 입자 현상은 설명하기 어려울 것으로 고려되며 그 에너지 대역은 1-10 TeV 일 것으로 기대

## 연구내용

- 38개국 200여개의 기고나와 3,000여명의 과학자들이 참여하는 세계 최대 규모의 입자물리 실험
- 힉스입자 발견을 통해 인류가 만든 자연의 힘에 대한 가장 정교한 이론인 표준모형의 완성을 목표로함
  - 2010년부터 본격적인 가동에 들어간 LHC 가속기는, 질량 중심 에너지 7TeV로 양성자를 충돌시켜 50 pb<sup>-1</sup>에 해당하는 데이터 수집을 이미 마쳤고, 2011년에는 5fb<sup>-1</sup> 2012년에는 8 TeV에서 20 fb<sup>-1</sup>에 해당하는 데이터를 획득하여 표준모형 힉스입자를 발견

### 한국 CMS 실험 사업팀

- 힉스입자의 탐색 및 새로운 물리학의 실험적 증거 발견
- 중이온 충돌에서의 무거운 쿼크의 생성을 측정
- QCD 제트의 분석을 통한 색깔의 가간섭성 연구
- 비표준모형에서의 새로운 입자의 탐색
- 세 개의 경입자로 붕괴하는 초대칭입자의 탐색
- 부가원이론이 예언하는 중력자의 탐색
- CMS TIER2센터의 운영 및 대규모 전산모사 데이터의 생산, 비저항검출기개발과 Long shutdown 2와 3에 들어갈 검출기 기술을 개발 침 검출기 제작



## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### Higgs & New Particle Search(HNP)

- 8TeV에서 W입자탐색: k factor, PDF계산, 20fb<sup>-1</sup> 데이터 분석 및 논문 출간
- 경입자 채널에서 새 모델을 통한 해석방법론 연구: split UED 및 LED 모델
- R parity 비보존의 경우 스칼라 탑 쿼크 탐색: 스칼라 탑 쿼크가 타우와 b쿼크로 붕괴하는 채널로 제트+경입자+MET
- R parity 보존의 경우 글루온 퓨전에 의한 SUSY 암흑물질 탐색: 글루온 퓨전에 의하여 생성된 두 개의 게이지노 붕괴 채널로 제트+경입자+MET
- R parity 보존의 경우 벡터보존 퓨전(VBF)에 의한 SUSY 암흑물질 탐색: VBF 과정에서 생성된 게이지노 채널로 제트+경입자+MET, 제트가 전방향으로만 가는 특징적 채널
- 3개의 경입자로 붕괴하는 SUSY입자의 탐색
- H→mu+mu- 시그널 탐색의 효율성 증대 연구: 전방 뮤온 트리거 및 트랙커 검출기 업그레이드 시에 얻을 수 있는 H→mu+ mu- 시그널 탐색의 효율성 증대 연구

### Top & Standard Model(TSM)

- 8 TeV 데이터를 이용한 탑 생성 단면적 측정: 2012년 8TeV 에너지에서 수집한 탑 쌍생성 사건의 생성단면적을 측정.
- 데이터를 이용한 탑쿼크에서의 J/psi 사건으로 탑 쿼크 질량 측정: top 쿼크 쌍생성 사건에서 b 쿼크 fragmentation에서 나오는 J/psi 확인 및 이의 운동량 분포로 탑쿼크의 질량 측정
- tt+bb 생성단면적 측정: 2012년 데이터를 이용한 QCD 과정에 의한 tt+bb 생성을 측정.
- tt-bar azimuthal opening angle 측정: 탑쿼크의 생성 과정에 민감한 탑쿼크의 사이각 측정
- tt-bar 초기 parton 상태 측정: LHC에서 탑쿼크의 쌍생성에 기여하는 parton의 비율 측정
- tt-bar에서 새로운 현상 탐색: CDF 탑쿼크 AFB 문제를 설명할 수 있는 이론적 모형에 대한 실험적 검증
- 새로운 방법(BEST)을 사용한 탑쿼크 질량 측정: 탑쿼크를 재구성할 때 가장 중요한 배경사건인 combinatorial background를 새로운 방법 (BEST: Bi-Event Subtraction Technique)을 사용하여 계산

- Color coherence 논문 발표

### Heavy Ion Physics(HIP)

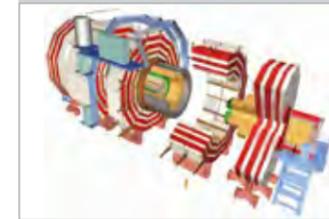
- pPb 충돌에 의해 생성된 J/ψ 생성 연구
- pPb 충돌에 의해 생성된 B-중간자 연구

### 검출기: Detector R&D & Upgrade

- RPC gap의 제작
- RPC chamber의 제작
- 10x10사이즈의 GEM 호일 생산 (생산업체 연구소와 공동개발)
- 시작품GEM검출기 제작 및 인가전압측정
- 테스트 빔 수행 (CERN현지에서 수행)
- MPGD 2013년도 학회에 발표 (2013년 7월 스페인 개최)

### 컴퓨팅: Tier2, Tier3 Computing

- Tier2연차 실적계획서 참조
- UOS Tier3 운영 및 H→mu+mu- 몬테카를로 분석 지원
- 리모트 Computing shift 지원



LHC 입자가속기



CERN 입자가속기



효율성 향상지수  
**46.1%**



고에너지물리학회

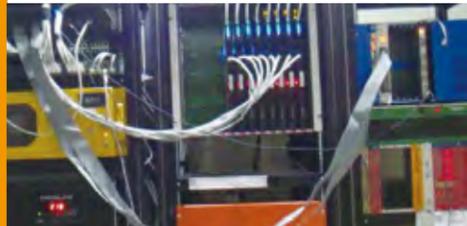
# 원자로 중성미자 변환상수의 측정 실험

Reactor Experiment for Neutrino Oscillation

서울대학교 김수봉



중성미자 검출기 실험동



중성미자 검출기 시스템

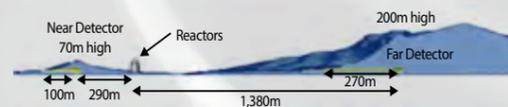
## 연구내용

2011년 8월부터 영광 원자력발전소 부근에 설치한 2대의 지하 중성미자 검출장비를 이용한 중성미자 검출 데이터 수집과 분석

- 24시간 3교대로 1년 365일 쉼없이 데이터를 수집하여 저장
- 수집한 데이터는 영광 현지 연구소에 저장하여 분석하며, KISTI 연구소에도 첨단망을 통해 전송하여 여러 대학에서 분석을 진행함
- 2011년 8월부터 2012년 3월까지 수집한 데이터를 분석하여 그동안 유일하게 측정하지 못했던 마지막 변환 세기를 측정하여 2012년 5월 물리학 최고 권위지인 Physical Review Letters에 연구 결과를 발표함
- 수집된 데이터는 영광 현지 중성미자연구소와 KISTI에 저장되어 참여연구원들이 분석한 결과를 매주 네트워크 미팅을 통하여 발표하고 토의함
- 데이터 수집 결과는 wiki page에 올라오고 모든 참여연구원이 이것을 공유하여 토론함

## 연구소개

- 원자로에서 방출되는 중성미자를 검출하여 서로 다른 중성미자들 사이에 변환하는 세기를 측정
- 영광 원자력발전소 부근 터널 속에 설치된 지하 중성미자 검출 시설을 이용하여 원자로에서 방출된 중성미자의 개수를 측정하여 날아가는 도중에 일어난 변환에 의하여 줄어든 양을 알아냄



- 2006년부터 공사를 시작하여 2011년 완공된 450톤 규모의 지하 중성미자 검출장비: 섬광액체 속에서 반응한 중성미자가 방출한 새로운 입자의 신호를 광센서로 관측하는 검출기



## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

데이터전송/데이터백업 체계구축  
전남영광발전소와 계산자원간을 초당 100Mbps급으로 전송

- 첨단망을 통해 RENO 실험 현장인 영광에서 KISTI로 데이터 전송하여 저장
  - 데이터생산량 0.5TB/Day, 전송량 0.8TB/Day
- 2011년 완공된 450톤 규모의 지하 중성미자 검출장비의 실시간 네트워크 연결 지원



중성미자 검출기 실험동

Core of the Double Chooz neutrino detector



효율성 향상지수  
**30%**



중성미자 검출기 실험동



중성미자 연구센터

## 첨단의료과학

우수 의료진의 육성, 의료기기와 의료자원의 활용 확대, 그리고 소외지역의 환자진료  
원격지원은 의료계의 중요한 현안 문제입니다. 특히 영상의료와 병리학 등에서 발생  
하는 고해상도 이미지 데이터의 전송과 정밀성이 요구되는 영상중심의 원격 복강경  
수술, 의료로봇 등에는 실시간의 안정적인 네트워크 연결이 매우 필요합니다. 원격  
의료교육은 지방과 수도권의 우수한 의료진의 공평한 교육과 인적교류는 다자간  
참여가 가능한 원격컨퍼런스에는 멀티캐스트 등의 멀티미디어 공유형 기술이 요구  
됩니다.

064 실시간 협업중심형 의료연구모델 개발

066 대용량 통합의학 구축 및 활용 방안 연구

068 핵의학-심혈관계질환 및 뇌-심장-혈관-암영상/방사선종양학 다기관 연구 및 교육

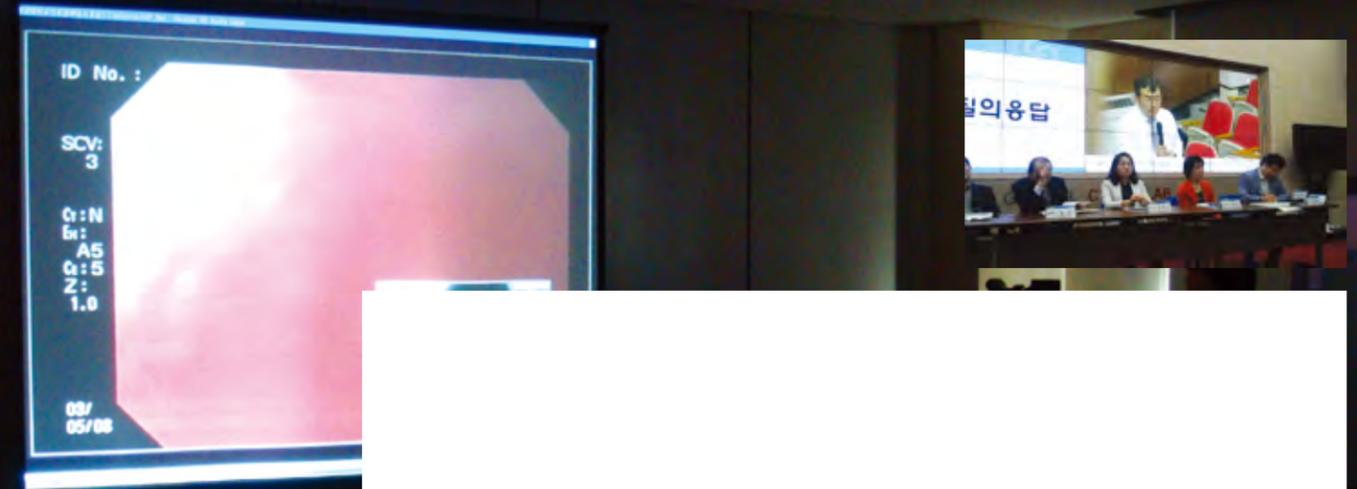
### 공동연구참여시간 증가율



감성과 결합한

## KREONET 광대역연구망기반 의료 ICT 사례소개

충북대학교병원 공공보건의료사업실장 / 이영성 충북의대교수



충북대학교병원은 첨단연구망을 의학에서 필요한 다양한 플랫폼에서 효과적으로 소통하는 대표적 기관이다. 의료에는 진료와 교육, 연구가 특별한 시차가 없이 동시에 이루어지는 특징을 가지고 있다. 일반적으로 의학 이외의 과학지식은 연구결과가 일정한 시간을 거쳐서 대중에게 알려지는데, 의료서비스에는 사람의 생명을 다루는 의미에서 연구실의 정보가 한시라도 빨리 사회에 퍼져나가는 특징을 가지고 있다. 언론방송에서 보도하는 행태를 보면 연구실의 소식을 바로 보도하고 있는데 실제 연구결과가 환자에게 적용되는 데는 수년씩 걸리기도 하고 때로는 안전성을 검증하지 못하여 아예 폐기되는 사례도 많다. 이러한 위험성에도 불구하고 뉴스 거리가 되는데에는 그 만큼 사람들은 건강정보를 신속히 알고 싶어 하기 때문이다. 환자의 입장에서 보면 연구, 교육, 진료가 동시에 이루어져야 한다는 뜻이다. 그만큼 자신의 생명과 관련된 정보에 대한 신속한 접근을 원하기 때문이다. 이러한 의미에서 임상연구와 진료현장을 실시간으로 연결할 수 있다는 것은 의학에서는 매우 중요한 의미를 가진다. 건강과 연계된시의적절한 교육은 직접 당사자인 대상 환자는 물론 지역사회 주민과의 신뢰형성에 매우 중요하다.

충북대병원 이영성 교수가 책임지고 있는 글로컬사이버랩(Global-CyberLAB)은 이러한 의학의 특징을 첨단연구망에서 백분활용하고 있는 센터로 정평이 나있다. 진료현장은 물론, 의료인 교육과 훈련, 지역사회 컨설팅 등에서 매우 효율적으로 사용하고 있다.

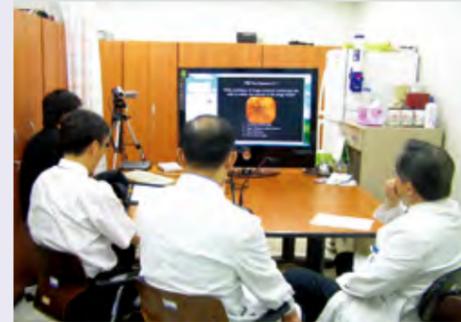
한 예로, 신문이나 방송에서나 만날수 있는 의과대학 교수나 저명 인사를 지역사회 주민들은 인터넷으로 편한 장소에서 실시간으로 만나서 질병에 대해서 상담을 하는 경우이다. 환자 교육이나 훈련에서 그 동안 먼 병원까지 가야만 참석할 수 있는 건강교육을 지역사회의 사랑방에서도 만날수 있게 된 것이다. 충청북도 괴산군의 마을회관 옆곳과 충북대학교병원 사이버랩실과 연결하여 대학 교수를 먼단위 마을회관에서 만날수 있다는 것을 증명해 낸 것이다. 최근에는 충북 보은군의 보건소와 충북대병원을 연결하여 치매환자관리에서도 활용을 하였다.

지역거점 병원으로서 수도권의 고급 의료 콘텐츠를 지역의 일선 공공 병원에도 연결하는 서비스도 최근 실시하여 화제를 모으고 있다. 국내 최고의 의료교육콘텐츠를 가지고 있는 서울대병원 공공보건의료 사업단을 충북대병원 공공보건의료사업실과 연결하고, 이러한 연결된 프로그램을 실시간으로 다시 청주의료원에 연결하였다. 이는 국내 수도권을 포함 우수한 교육콘텐츠를 시차가 없이 지역사회 공공기관 깊숙이 연결하는 것이 가능하다는 것을 의미한다. 이러한 사업은 지역의 거점 공공병원들의 진료 역량을 전국 거점 수준으로 끌어올리는데 기여함은 물론, 교육과 훈련 역량까지도 수도권과 동일한 수준으로 올릴 수 있음을 의미한다. 전국의 병원들이 양질의 의료서비스를 제공할수 있게 된다는 뜻이다.

충북대병원은 최근 청주인근에 거주하고 있는 다문화가정 여성인력을 의료관광코디네이터로 양성하는 인력훈련사업을 맡았는데, 졸업식날 몽골 학생의 친어머니가 수천킬로미터 떨어진 몽골의 수도 울란바타르에서 직접 화면으로 참여하면서 모녀간의 따뜻한 감동을 주는 시연을 보여 참석자들의 눈시울을 뜨겁게 만들었다. 충북대병원의 첨단연구망은 의료가 가지는 장점을 최대한 활용하여 지역의 구석구석까지 대학병원의 고급 서비스를 전할 수 있게 되었다. 지역에서 대학병원까지 불필요하게 이동할 필요가 없는 환자를 지역의 개업의사가 바로 협진을 할 수 있는 인프라이기 때문에 비용절감은 물론, 기존의 오프라인 방식의 의료전달체계에서 제공해주지 못하고 있는 시각지대 의료 문제를 효과적으로 해결할 수도 있다.

첨단연구망은 의료소외지역의 건강안전망 확보는 물론, 공공병원의 적정비용을 유지하고, 사회의 미충적 의료를 충족시켜줄수 있는 정보통신기술로 평가받고있다. 이영성 교수는 이러한 사업을 통틀어서 따뜻한 감성의료를 네트워크를 통해서 구현할 수 있어 우리 나라 국민이 가지는 인간중심의 정의 문화와 초고속 디지털정보 문화가 서로 만나서 창조의료를 구현할 수있다고 믿고 있다.

최근 충북대병원의광대역연구망 활용 공공의료서비스 사업은 보건복지부 공공의료평가에서 우수한 평가를 받는되도 크게 기여함으로써 충북대병원에 설치된 첨단연구망의 기능이 실로 다양함을 증명해



대한의사협회 원격학술대회

주었다. 이영성 교수는 이러한 작은 지역사회 ICT활용 경험들이 싸여서 의료서비스 사업화와 연결이 될수 있다면, 향후 한국의 고급 전문인력 서비스가 동남아시아 등 아시아지역의 개발국가에도 보급이 가능하여 서비스산업 강국으로서 도약할수 있다고 믿고 있다. 실제로 아시아지역 광대역연구망 그룹에서 이영성 교수는 헬스케어 부문 책임자를 맡고 한국의 우수한 콘텐츠를 세계로 알리는 데 앞장서고 있다. 이 교수는 첨단연구망이 우리나라 모든 대학병원과 국립암센터와 같은 특수병원, 삼차 교육병원에 들어가서 거점 병원들의 의학 서비스가 서로 연계되고, 교육과 훈련에 활용될 수 있다고 본다. 이를 통해 우리나라의 의료경쟁력은 매우 활성화되어 궁극적으로는 지방대학의 혁신역량 강화는 물론, 세계에 기여할 수 있다고 한다. 지방의 대학병원이 지역의 보건소와 인터넷으로 연결되어 세계적인 서비스를 생산할 수 있는 시대가 머지않은 것이다.

이영성 교수는 이러한 서비스가 지역으로 전달되는 과정에서 가장 중요한 의사결정가는 환자를 해당 지역에서 평생 지켜보고 있는 동네병원의 의사와 약사들이 되어야 한다고 강조한다. 환자에게 가장 신뢰있는 같은 지역의 주치의가 서비스의 조정기능을 맡아야 한다고 한다. 동네의 의사가 자기 지역의 환자에 대한 의료서비스 선택설계사 역할까지 맡게 될 때 진정 의사-환자의 신뢰가 완성되지 않을까? 이를 통해 분절된 의료전달체계를 온라인과 오프라인 서비스를 결합하면서 재구축을 할 수 있다고 본다. 미래의 의료는 환자가 원하는 의료서비스를 지역의 주치의가 선택해서 처방해주는 건강안전망의 기능도 중요하게 될 것이다.



# 실시간 협업중심형 의료연구모델 개발

Logical Network Model for Medical Specialized Group Model

서울대학교병원 이동수



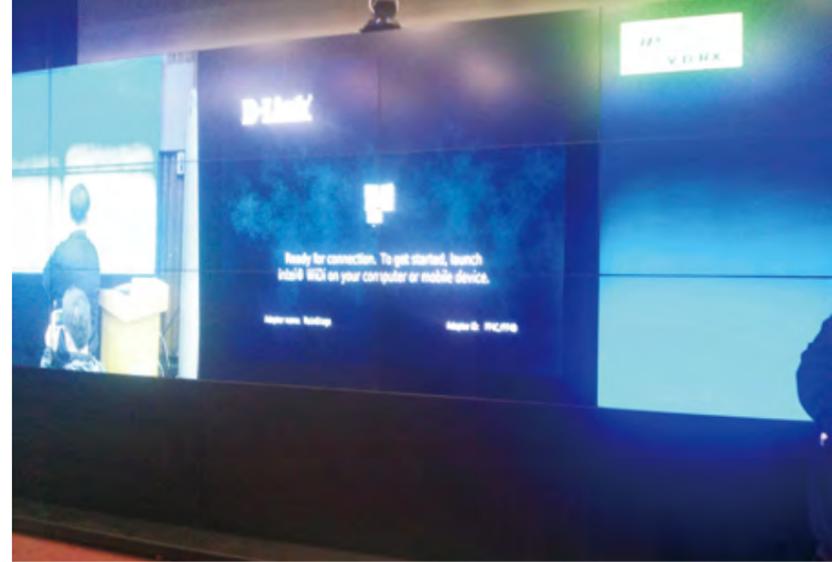
## 연구소개

### 의료 연구분야

- 영상분야
  - 교육 및 연구의 협력이 원활하지 못했던 각 지역을 첨단연구망으로 연결하여 시간적, 공간적 제약을 받지 않고 영상연구 및 교육에 집중할 수 있는 영상연구 공동체의 조직 및 운영
  - V2 conference 등의 화상회의 시스템에서 동영상으로 된 환자 데이터 동시시청이 불가능했던 것을 해결
- 병리분야
  - 첨단연구망과 가상현미경, 가상슬라이드를 이용한 원격 화상회의 시스템을 구축, 교육 및 진단에 활용
  - 병리 협진 판독에 첨단연구망 적극 활용

### 의료 교육분야

- 지방의 전공의나 공중보건의 등을 대상으로 하는 평생교육과정(의사보수 교육: continuing medical education; CME)에 첨단연구망 적극 활용
  - 교육 및 연구의 협력이 원활하지 못했던 각 지역을 초고속 연구망으로 연결하여 시간적, 공간적 제약을 받지 않고 영상연구 및 교육에 집중할 수 있는 영상연구 공동체의 조직 및 운영
  - 가상현미경, 가상슬라이드를 이용한 원격 화상회의 시스템 구축(5개 기관 이상 참여), 원격 진단 자문 시스템 구축(주 1회 이상 활용), 전국 다기관 공동연구망 구축(5개 기관이상 참여), 전공의 및 전문의 교육시스템 구축
  - 고용량 의학 디지털 콘텐츠 서비스 개선



D-link 장치를 이용하여 태블릿 PC를 들고 움직이며 회의나 강의가 가능

- 스마트폰, 패드 등을 이용한 교육 접근성 확대
- 구축된 시스템의 적극적 이용을 위한 홍보활동

## 연구내용

### 첨단연구망을 의과대학 의학교육에 활용할 필요

- 연구망 기반 의학교육은 지역적으로 분산되어 있는 의학교육 자원을 초고속 연구망으로 연결하여 언제 어디서나 고품질의 교육을 진행 할 수 있도록 하여 국민건강을 지키는 의료의 질적 향상을 도모함으로써 국민보건 향상에 이바지함

### 첨단 의학 진단법의 공유와 획기적 향상

- 첨단 의학진단법은 데이터를 바탕으로 한 진단검사에서 더 나아가 고해상도 대용량 동영상을 바탕으로 하는 방향으로 발전하고 있음. 핵의학, 방사선과학, 병리 분야로서 고해상도 광학영상이나 MRI 영상 또는 핵의학영상이나 초음파, 심혈관영상 처럼 동영상을 다루는 분야가 선단을 이룸
- 첨단연구망을 이용한 가상현미경을 적용하면 전문 인력의 평생교육이 가능하고 지역적으로 분산되어 있는 전문가에게 실시간으로 자문을 구할 수 있어 교육연구 분야의 연구망 응용의 비용 대비 효과가 매우 클 것임



대한핵의학회 집담회  
(PET Tool to study pharmacokinetics And to facilitate drug development)

### 첨단연구망의 의학교육 응용 사례의 확산가능성

- 첨단연구망을 바탕으로 갖춘 화상 교육 시스템은 의학교육연구에 실질적으로 활용되는 횟수가 증가함을 보여 확산가능성을 논의하여야 할 단계
- 첨단연구망을 국제회의와 수술장 시연, 내시경중재시술 시연, 로봇수술 시연 등에 응용한 결과 호응과 연수교육효과가 극대화하여 관련 분야 확산 필요성 포화 첨단연구망

### 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

#### 첨단연구망을 활용한 사이버랩 시스템 구축

- 서울대학교 병원 A 강당에 사이버랩 설치
- 첨단연구망을 활용한 사이버랩 시설을 통해 강의 및 컨퍼런스에 활용

#### 의료 교육 및 원격강의 활동

- 핵의학과 대학원 강의
- 해외 연사의 실시간 원격강의 진행
- 월례회의 및 집담회에 활용
- 영상분야
  - 코텍을 이용한 실시간 화면 및 동영상 시청이 가능하게 함
  - 원격리 병원의 원격 판독을 지원하여 상호자문 시스템으로 활용
  - 가상 슬라이드 가상 현미경을 초고속망과 연동하여 원격 판독, 진료에 이용
  - 기존의 V2 Conference와 Join.me를 대신하여 Telepresence에 적합한 환경을 제공하는 Vidyo 화상회의 시스템 사용하여 모바일 네트워킹을 지원하는 고화질 화상회의 시스템을 구축

- 사이버랩 구축된 환경에서는 Vidyo를 통한 고화질의 영상을 제공하며 사이버랩이 없는 분당서울 대학교병원, 관악캠퍼스 등은 기존에 사용하는 V2 Conference 소프트웨어와 H.323 코덱을 이용함

#### • 교육분야

- 사이버랩 시스템을 기반으로 V2 Conference 프로그램을 이용한 대학원 강의 실시
- D-link 장치를 이용하여 태블릿 PC를 들고 움직이며 회의나 강의



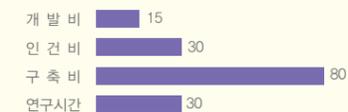
핵의학과 대학원 강의 및 월례회의 (보라매병원, 일산 국립암센터 참여)



Vidyo 화상회의 서비스를 이용한 원격 교육 장면. 환자 촬영으로 인해 참석하지 못하는 인원이 핵의학과 중규모 회의실에서 진행되는 교육을 화상회의 서비스를 이용해 듣는 모습



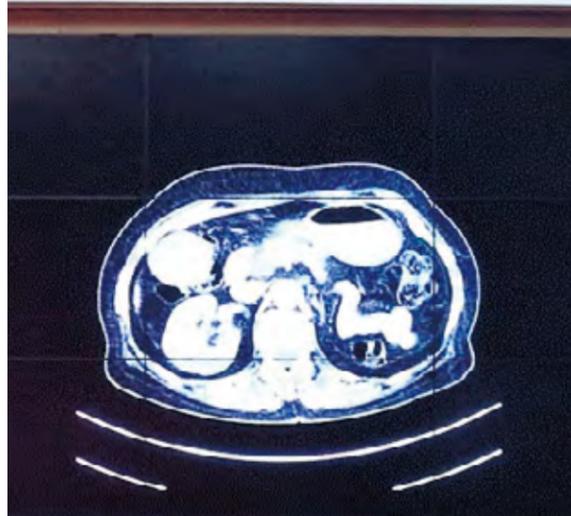
효율성 향상지수  
**38.8%**



# 대용량 통합의학 빅데이터 구축 및 활용 방안 연구

A Research of constructing and using education data of a mass integrative medicine

충북대학교병원 이영성



현미경사진전 화상심사

Case Conference 충북대-보라매병원 시연회



## 연구소개

최근 정보화 기술의 발달로 국내외 네트워크 성능이 향상되고 있으며, 국내외 첨단연구망 환경을 통한 e-science 인프라가 확산

- 최근 사이버랩 구축사업을 통해 충북대학교 의과대학, 서울대 병원, 보라매병원, 동남권원자력의학원등 의학분야의 기관에 고해상도 디스플레이시설 및 대용량 콘텐츠 전송 시스템이 구축되었으며, 이러한 정보의 상호시간 교류를 가능케 하는 인프라
- 이러한 e-science 인프라를 이용한 해외 연구자와의 의학 콘텐츠 연계 및 협업에 대한 필요성이 증대됨에 따라 이를 활용하기 위한 협업환경 구축과 연구자 네트워크 형성을 위한 연구 수행

## 연구내용

의학 분야의 대용량 데이터 수집 및 데이터 뱅크 구축을 통한 교육 콘텐츠 제작

- 데이터 뱅크 운영을 위한 컴퓨팅 자원 지원 및 첨단연구망 활용 지원
- 고해상도 디지털 임상자료에 대한 원격 업로드를 통한 데이터 수집 체계 구축
- 임상자료 텍스트 및 기존자료를 가공하여 데이터 모델링 수행

## 의학 분야의 대용량 콘텐츠 서비스 이용 활성화

- 구축된 임상자료 데이터뱅크를 활용한 원격교육연구 모델 구축 및 시험운영
- 웹기반의 임상자료 검색 및 관련 기술 지원
- 국내 수요자: 국내 대학 및 의료 기관으로 점차적으로 확대
- 국외 수요자 점차적으로 확대
- 커뮤니티 별로 연결하여 교육, 연구, 진료에 관한 시범 테스트

서울대학교 모바일컴퓨팅시대의 뇌와 인지과학 특강 화상중계



## 국가첨단연구망(KREONET) 활용 내용

### 주요 질환에 대한 포괄적인 데이터 확보

- 의학 분야의 대용량 고해상도 디지털 의학슬라이드 데이터 수집을 통한 데이터 의학이미지 데이터 뱅크 구축

### 확보된 데이터의 DB화로 데이터 뱅크 구축

- 의학 이미지에 대한 진단결과, 조직명 등으로 데이터베이스화

### 사용자 인증을 통한 데이터 제공

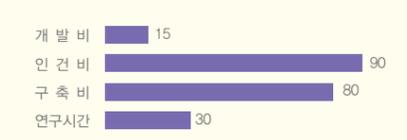
- 구축된 의학이미지 데이터 뱅크가 교육연구에 활용될 수 있도록 사용자 인증을 통한 데이터 제공

### 국내외 적용분야 및 수요자 확대 방안 모색

- 협업 환경 분야의 수요자 및 적용분야 발굴
- 수요자 커뮤니티 구축
- 글로벌 테스트 베드 구축 및 시범 서비스

### 요구사항 정의, 분석을 통한 User Experience 증대

- 시범 사업을 통하여 사용자 요구분석
- 요구 분석된 내용을 토대로 문제점 도출 및 해결방안 제시



# 핵의학-심혈관계질환 및 뇌-심장-혈관-암영상/방사선종양학 다기관 연구 및 교육

A nuclear medicine-cardiovascular disease, brain-heart-vessel-cancer imaging/ radiation oncology multi-institutional research and education using National Science and Technology Research Network(KREONET)

보라매병원 이정상



## 연구소개

의학관련 교육과 원격의료 연구활용에 대한 다양한 적용 방법을 중점적으로 연구

- 핵의학·심혈관계질환 교육 및 뇌심장·혈관·암영상·응급의학 등의
- 기관의 특성상 의학에 관련한 활용분야가 다양하여 몇 가지 분야를 선정하여 집중적으로 연구
- 서울대병원과 동남권원자력의학원 충북대병원간 핵의학분야 연구를 가상공간에서 정례적으로 실시하여 핵의학분야의 학문적 그리고 의료 질적 향상
- 사이버랩을 이용하여 서울대학교병원간 coronary angiography 협진 연구를 가상공간에서 실시하여 서로 의료정보 및 다양한 진료의 경험을 공유하여 연구의 질을 높이고, 환자 진료시 오진 및 의료사고를 낮추어 의료의 질 향상
- 각 기관별 공공의료 데이터를 공유하여 의료공공성 향상

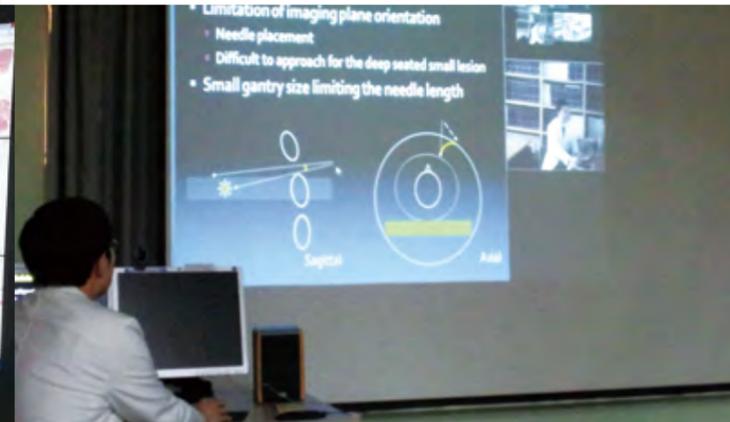
## 연구내용

첨단연구망을 이용한 서울대병원, 동남권원자력의학원, 충북대병원, 보라매병원간 핵의학 분야 공동연구 및 협진 시스템 개발

- 서울대병원과 충북대병원, 동남권원자력의학원간 PET-CD 장비를 이용하여 고용량 영상데이터를 가상공간에서 공유함으로써 각 기관별 핵의학분야의 정기적 Case 연구미팅을 실시하여 연구의 질을 높이고 나아가 학문적 그리고 의료서비스의 질적 부분을 향상
- 핵의학 영상은 암 진단 및 치료평가에 중요한 역할을 하는 PET-CT 및 뇌/심장의 기능적 평가가 가능한 검사이다. 이를 통해 각 기관에서는 각 기관간 첨단연구망을 이용함으로써 효율적인 연구를 수행



환자데이터 및 병리데이터 공유



원격 의료컨퍼런스 (보라매병원-동남권원자력의학원)

서울대병원등 다 기관 coronary angiography 협진 시스템 구축 및 연구 활성화

- 서울대병원과 보라매병원등 심혈관 조영실에 첨단연구망을 이용하여 관상동맥조영술 시술영상을 각 기관간 공유함으로써 다양한 Case들을 접하고 이를 통해 임상연구 기관과의 효율적인 다기관 협진연구 및 진료 수행

4개 기관 핵의학분야 협진 및 연구·교육 시스템 구축

- 핵의학과 PET-CT를 이용한 연구자 미팅 협진 및 연구·교육

관상동맥조영술 협진 및 합동연구 시스템구축

- 관상동맥조영술 시술영상 공유를 통해 협진 시스템 구축

의료기관 공공의료 데이터 공유

- 각 기관별 공공의료 사업관련 데이터 및 사업 노하우 공유

국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

암 연구 정보공유를 위한 화상시스템 구축

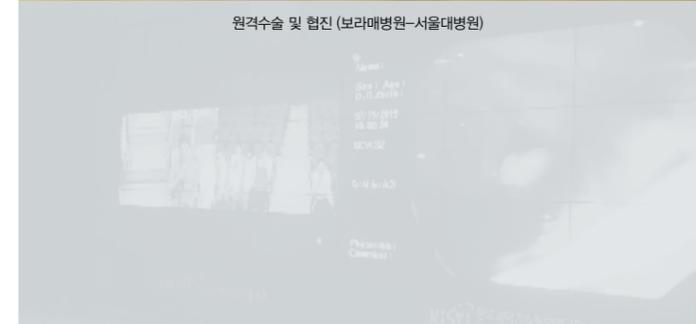
- 첨단연구망을 이용한 서울대학교 암연구소와 보라매병원간 암 치료방법에 대한 정기적 화상회의 시스템 구축

각 진료과 분야별 화상시스템 구축

- 첨단연구망을 통해 사이버랩의 IPVS를 통해 고해상도 이미지를 이용하여 병리세포 분석 및 협업 시스템 구축



원격수술 및 협진 (보라매병원-서울대병원)

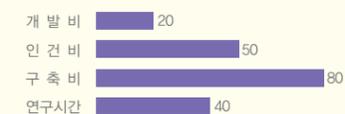


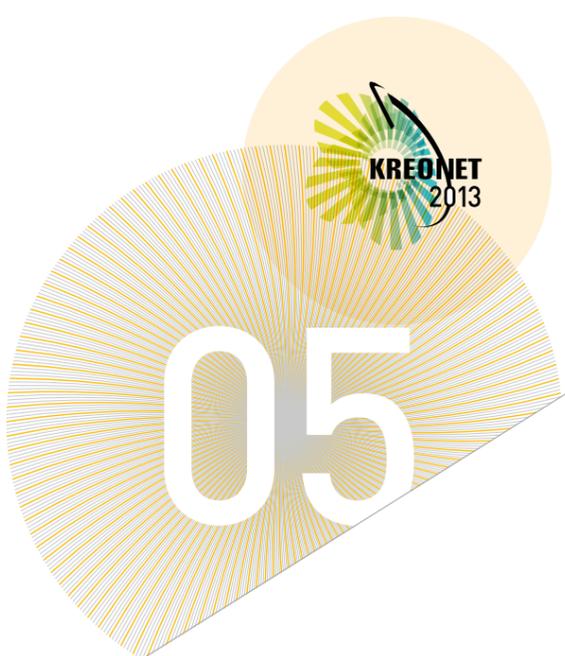
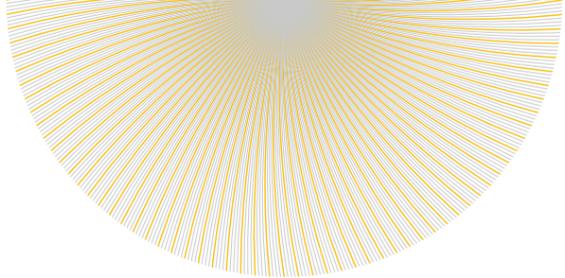
다기관 임상연구 관련 화상시스템 구축

- 첨단연구망을 통해 다기관 임상연구의 규정 및 지침을 서로 공유할 수 있는 화상시스템 구축



효율성 향상지수  
**47.5%**





05

## 슈퍼컴퓨팅 공동활용

최근 선진국들은 과학기술의 선도적인 역할을 수행하고 있는 슈퍼컴퓨팅자원의 최고 성능을 제공하기 위해 다수의 슈퍼컴퓨터를 고속의 연구망을 통해 연결하고 이를 과학기술에 공동으로 활용하기 위한 자원과 기반이 될 수 있도록 노력하고 있습니다. 국내에서도 슈퍼컴퓨팅 공동활용을 통해 전국에 위치한 슈퍼컴퓨팅자원들의 연동과 기술협력체계를 구축하고 각 지역센터의 활성화의 자립화를 지원하고 있습니다. 특히, 각 지역센터의 역할과 파트너기관으로서의 기능을 수행하고 핵심 전문센터로서 성장하기 위해서는 더욱 더 고속의 그리고 고품질의 연구망의 연결과 협력이 필요합니다.

072 해외 슈퍼컴퓨팅 자원 공동활용 프로젝트

074 우수한 컴퓨터의 자원을 하나로 모아 효율적인 국가 컴퓨팅 자원 활용

### 공동연구참여시간 증가율



# 해외 슈퍼컴퓨팅 자원 공동활용 프로젝트

Korea Research Environment Open NETwork

## PRACE(유럽)

기 원 : 범 유럽차원의 연구 인프라를 위한 유럽연합 로드맵을 선포하며 초고성능 컴퓨팅 서비스 정의  
비 전 : 연구개발 분야의 글로벌 리더십 유지  
목 표 : 범 유럽적 초고성능 컴퓨팅 서비스 및 생태계 구축  
파트너 : 24개  
리 더 : 독일 올리히 슈퍼컴센터  
지 원 : EU  
예 산 : 100 million 유로  
서비스 : 2010

## XSEDE(미국)

기 원 : 초고성능 컴퓨팅 인프라는 21세기 과학 및 공학을 위한 사이버인프라스트럭처의 핵심 구성 요소로 인식  
비 전 : 과학 및 기술의 연구생산성 향상  
목 표 : 첨단 사이버인프라 스트럭처 제공  
파트너 : 19개  
리 더 : 일리노이드 대학  
지 원 : NSF  
예 산 : 121 millions 달러  
서비스 : 2011

## HPCI(일본)

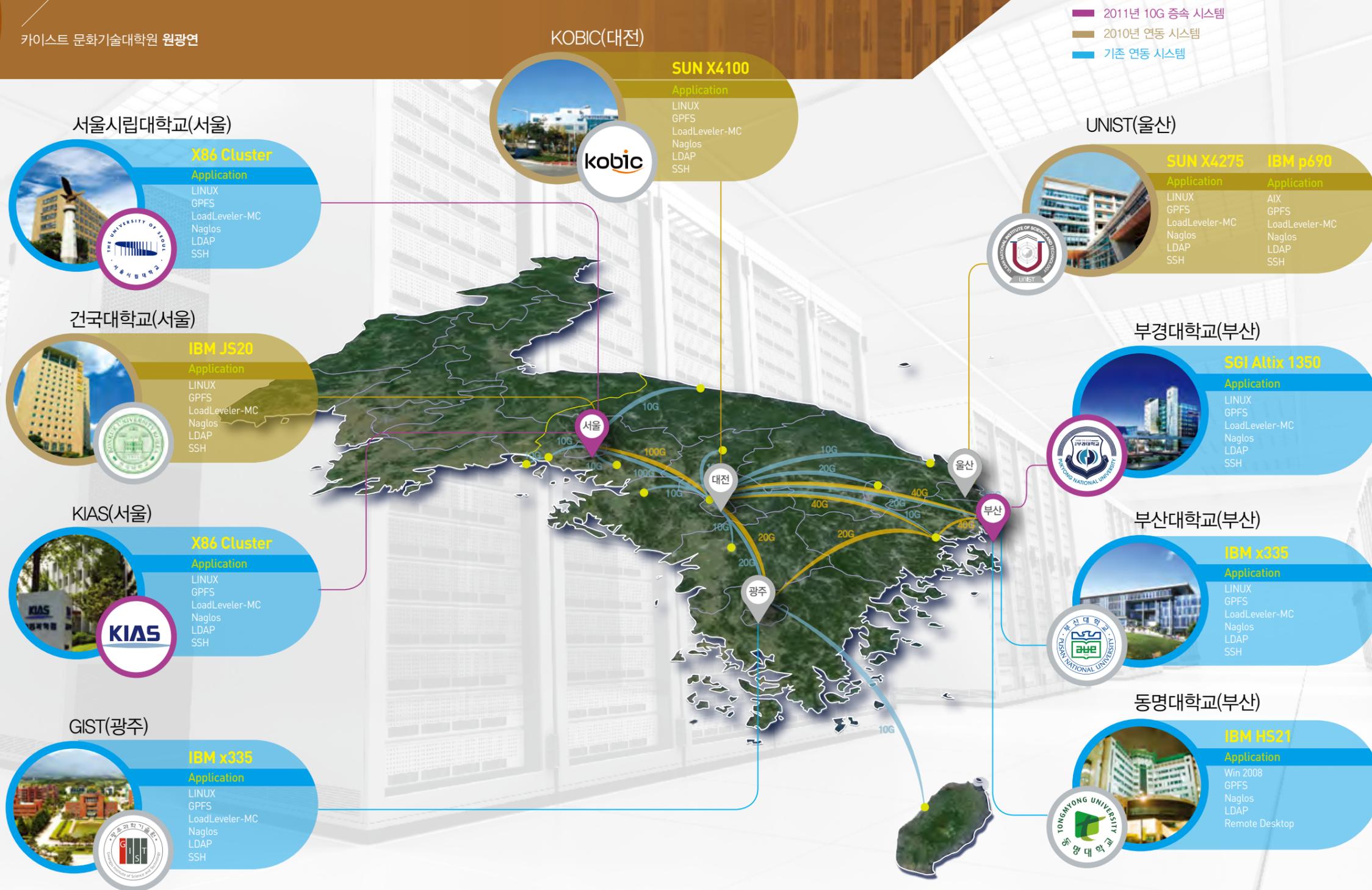
기 원 : 2005년 시작된 차세대 슈퍼컴퓨터 계획을 개발자 관점에서 고객 관점으로 전환하고, 혁신적인 고성능 컴퓨팅 인프라(HPCI)를 구축  
비 전 : 창조적인 연구 개발과 과학 기술로 세계를 리드  
목 표 : 전국의 다양한 고성능 컴퓨팅(HPC) 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 체제와 구조로 정비하고 이를 사용자에게 제공  
파트너 : 9개  
리 더 : 이화학연구소  
지 원 : 문부성  
예 산 : 211억엔  
서비스 : 2011



# 우수한 컴퓨터의 자원을 하나로 모아 효율적인 국가 컴퓨팅 자원 활용

Cooperative utilization and resource operation of Korea Supercomputer on KREONET

카이스트 문화기술대학원 원광연



## PLSI 사업소개

- 국내 슈퍼컴퓨팅 자원의 단일 활용 체계 구축을 통한 국가 차원의 슈퍼컴퓨팅 인프라 활용 극대화 및 슈퍼컴퓨팅 활성화, 인프라 체계화
- KSCA 회원기관(현재 18개 기관) 중심으로 전체 1.1PFlops계산 자원 보유

## PLSI 사업의 필요성

- 슈퍼컴퓨터 자원 보유기관의 자원 자체 활용
- 슈퍼컴퓨터 운용 인력 및 기술 지원체계 취약
- 슈퍼컴퓨터 자원 수요의 급격한 증가로 국내 슈퍼컴퓨팅 자원부족
- 선진국들은 과학기술혁신 선도를 위해 국가 슈퍼컴퓨팅 공동 활용을 추진하여 자국 연구자들에게 최고의 슈퍼컴퓨팅 자원 제공(진행중)  
(대표적인 예 : 미국 Teragrid(XSEDE), 유럽 DESIA(PRACE), 일본 NAREGI 등)

## 3가지 목표

- 인프라 활용 극대화
  - 국내 슈퍼컴퓨팅 가용 자원을 효율적으로 통합 서비스할 수 있는 인프라 구축과 과학기술 및 산업계 연구 개발자에 의한 활용 지원
- 국가 슈퍼컴퓨팅 활성화
  - 파트너 기관과의 전략적인 협력 체계 구축을 통해 건전한 슈퍼컴퓨팅 생태계 구성
- 인프라 체계화
  - 한국슈퍼컴퓨팅 협의회 활성화를 통한 국가 공공 슈퍼컴퓨팅 자원의 수급 조절 및 통합 운영체계 구축

## 원격연구

온라인 속에서 중요성과 활용범위가 더욱 커지고 있는 원격교육은 지역적 편중해소와 균형 있는 발전 요구가 더욱 커지고 있습니다. 사회와 교육에 대한 개인적인 참여가 점점 많아지고 있는 시기에 원격교육은 단방향적인 기존 교육보다 더욱 현실감 있는 쌍방향적인 교육을 추구하고 있습니다. 이를 위해 가시성이 우수한 초고해상도 화면을 통해 교육장비와 자료의 실시간 교류를 위한 연구망의 활용이 점점 커지고 있습니다.

082 사이버환경에서 글로벌 공학연구 · 교육

084 사이버 융합연구 네트워크

086 항공우주분야 교육/연구를 위한 압축성/비압축성 유체역학 시뮬레이션 소프트웨어 개발 및 활용 연구

088 의료분야 활용중심의 자원 공동활용 및 운영

### 공동연구참여시간 증가율



SOCIAL NETWORK

글로벌 공학교육 확산을 위한

## 실시간 협업 화상 강의의 활용

글로벌공학교육센터, 서울대학교 노현정 교수

## 세계화(Globalization)에 따른 교육 패러다임의 변화

세계화(Globalization)는 20세기 후반 이후 정보화, 네트워크화와 더불어 등장한 세계경제의 새로운 패러다임을 가리키는 용어이다. (Manuel Castells, 2000) 하지만 세계화는 경제 분야를 넘어 문화, 산업, 경영, 교육 분야까지 우리 일상의 대부분 분야에 걸쳐 영향을 미치며 그 경계를 허물고 있다. 결국 세계화는 구성요소나 행위자들 간 연계 네트워크를 통해 세계적 규모로 활동이 발생하는 현상을 의미하게 되었다. 이러한 세계화의 확산은 글로벌 경쟁 시대로 진입의 서막을 알리는 것이라곤 것을 어렵지 않게 유추할 수 있다. 글로벌 경쟁 시대에서 이전과 달라진 점 중 하나는 글로벌 역량을 갖춘 인재의 필요성이 시급해졌다는 것이다. 특히 지식적, 문화적 제약이 완화되기 시작한 엔지니어링 환경을 고려할 때, 글로벌 역량을 보유한 엔지니어의 보유 여부는 성장동력의 근간을 과학기술에 두고 있는 우리나라의 입장에서 볼 때 매우 중요한 일이 아닐수 없다.

우선적으로 공학도에게 요구되는 글로벌 역량이 무엇인지 정의할 필요가 있다. 단순히 외국어 능력이 뛰어난 것을 글로벌 인재라고 하지 않는다. Downey는 다양한 사회적, 문화적, 민족적 배경을 가진 사람들과 효과적으로 소통하고 일할 수 있는 능력을 글로벌 경쟁력이라고 정의하고 있다. 즉 글로벌 역량을 가진 엔지니어란 폭넓은 사회문화적 (socio-cultural) 환경에서 다양한 배경을 가진 동료들과 전문 지식을 바탕으로 자기의 역할을 올바르게 수행할 수 있는 엔지니어를 뜻한다.



그림1. 글로벌공학교육센터



## 글로벌공학교육센터

### (Global Education Center for Engineers, GECE)의 출범

선진국들은 세계화의 확산에 따라 글로벌 엔지니어의 필요성을 자각하고 글로벌 인재양성을 위한 글로벌 교육에 관심을 보이기 시작하였다. 이에 발맞춰 세계 선진 대학들은 글로벌 공학교육을 제공하기 위한 지속적인 노력을 경주하고 있다. 우리나라도 글로벌 역량을 가진 엔지니어 양성을 위한 교육의 중요성을 인식하고, 글로벌 공학교육의 확산을 위한 발판으로 2009년 교육과학기술부 지정 글로벌 공학교육센터 (Global Education Center for Engineers, GECE)를 출범하였다. 글로벌공학교육센터는 글로벌 역량 함양을 위한 교육 프로그램을 개발하고, 이 프로그램들을 전국 공과대학과 공유하여 전국 공과대학의 질적 향상을 목적으로 하고 있다. 특히 국내 및 해외 대학 간의 교육적 교류를 통해 공학교육 네트워크 형성을 위한 허브의 역할을 수행하여 우리나라 공학교육이 세계화에 한 걸음 더 다가가는데 있어서 중추 역할을 수행하고 있다.

### 실시간 협업 화상강의 (Real-time, multi-site, collaborative videoconferencing)의 활용

글로벌공학교육센터는 효과적이고 비용효율적인 글로벌 공학교육을 위해 화상강의시스템 (Videoconferencing system)을 활용하고 있다. 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 운영하고 있는 첨단연구망(Korea Research Environment Open Network, KREONET)을 이용하여 실시간 협업 화상강의 (Real-time, multi-site collaborative videoconferencing lecture)를 운영하고 있다. 기업에서 주로 활용되고 있던 화상시스템을 교육에 도입하여 글로벌 공학교육의 질적 향상과 확산의 가능성을 확인한 것이다. 글로벌공학교육센터가 사용하는 Studio-based videoconferencing은 데스크탑 화상시스템 (desktop conference system)보다 더 복잡한 설정과 기술을 요구하지만 다수의 장소를 동시에 연결하여 집단 수업을 진행할 수 있다는 특성을 가지고 있다. 지역적으로 떨어져 있는 다수의 사이트(site)를 동시에 연결하여 실시간으로 쌍방향 의사소통(communication)이 가능하게 하여 기존의 면대면 수업과 비슷한 교육적 효과를 기대할 수 있다는 점에서 기존의 온라인 교육에서 더 발전시킨 형태로 평가 받는다. 글로벌공학교육센터 실시간 협업 화상강의의 이러한 차별적인 특성은 해외 학회에서 소개될 때마다 프랑스, 모로코, 일본, 중국 등지의 많은 대학에서 관심을 표명하고 있다.



그림2. 글로벌공학교육센터



그림3. GECE 화상강의 시스템

글로벌공학교육센터는 협업을 통해 교과목의 특성에 따라 다른 교육 방법을 유연하게 적용하는 것이 가능하다. 이러한 유연성을 토대로 기존의 강의에서는 보기 어려운 글로벌공학교육센터 화상강의의 특성 중 하나는 교수자와 교수자간의 협업으로 교과목이 개발된다는 것이다. 하나의 개별 대학에서 진행하기 어려운 내용이나 교과목을 개발하고 제공할 수 있어서 많은 공학도들에게 교육의 기회를 확대할 수 있다. 또한 각 주제별로 전문성을 가지고 있는 교수자가 수업을 계획 또는 진행함으로써 더 큰 만족도를 가져다 준다. 각 주제에 적합한 전문 연사의 초청 강연 등도 더 용이하여 학생들에게 다양한 간접체험의 기회를 줄 수 있게 된다. 앞서 설명한 것과 같이 글로벌공학교육센터 화상강의는 다수의 학교가 협업하여 수업을 진행하고 수강생들은 자신과 다른 학문적, 문화적 배경을 가진 학생들과 공동 과제 수행 및 의견을 공유하면서 broad perspective를 가질 수 있다. 특히, 해외 대학의 학생들과 같이 진행되는 capstone 수업의 경우에는 국내 학생과 해외 대학의 학생이 한 팀이 되어 프로젝트를 진행하면서 직접적으로 글로벌 역량을 함양할 수 있는 좋은 기회가 되기도 한다.

### 글로벌공학교육센터 화상강의의 효과

자신의 역할만 충실히 수행하면 되는 소극적인 엔지니어의 단계를 넘어서 폭넓은 사회문화적 환경에서 글로벌 이슈에 관심을 가지고 적극적 역할을 수행해야 진정한 글로벌 인재라는 시각이 대두되는 시점이다. 글로벌 인재 교육이 요구되는 시대에 협업 화상강의는 글로벌 교육 네트워크를 구축하고 교류를 활성화하는 매개체의 역할을 담당할 것이다. 특히 인적, 물적 자원의 국제적 개방성이 취약한 우리나라 대학교육의 내실을 높여 글로벌 경쟁력을 갖춘 인재 양성에 있어 기여할 것이다. 선진국과 교류만이 세계화로 인식되었던 관념에서 벗어나 아시아 및 기타 다른 국가들과의 교류를 확대해나가고 이를 통해 우리의 미래 경쟁력 확보를 꾀할 수 있을 것이다. 대학 연구 능력은 향상되면서도 상대적으로 더딘 성장속도를 보여온 우리나라의 대학 교육 능력 향상에 글로벌공학교육센터가 기여하기를 바란다.



# 사이버환경에서 글로벌 공학연구 · 교육

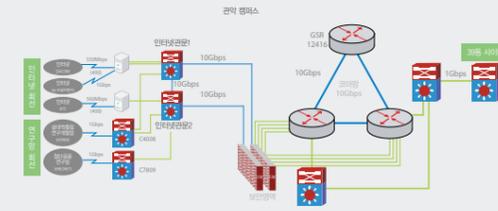
Utilization of remote interactive systems for transfer and advancement of engineering research and education

80.08.1

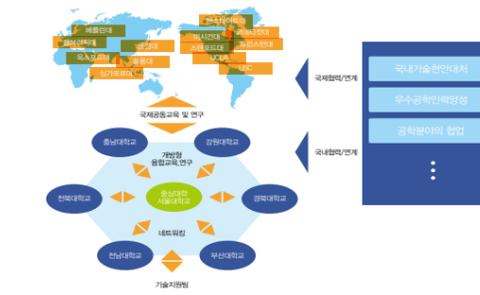
글로벌공학교육센터 홍성걸



서울대-전남대 사이버랩 공동강의



미국 펜실베이니아 주립대학-서울대 공동강의



## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 글로벌교육프로그램 개발

- 공학소양 교과목 기획 및 개발 -통합적 사고력, 외국어 구사능력, 책임감 등 배양

### 글로벌교육프로그램 운영

- 2개 이상 대학이 참여하는 공학소양 교과목 연 6개 이상 운영
- 2개 이상 대학이 참여하는 직무역량 교과목 연 6개 이상 운영

### 국제연구교류 활성화

- 해외 석학 또는 유명 강사 초청 실시간 공동 화상세미나 수행 연 4회 이상 수행

개설학기	해외참여대학	교과목명
2013-2학기	동경대	비선형시스템이론(Nonlinear System Theory)
		항공우주문제유강(Topics in Aero space engineering)
		산업공학특론(Human-centered Product Design)
		전산수리학(Computational Hydraulics)
2013-2학기	몽골과학기술대	폐기물공학특론(Special Topics in Solid Waste Engineering)
2013-2학기	펜실베이니아주립대	인간-기계 인터페이스 설계 및 평가(Design and Evaluation of Human-Machine Interface)
2013-2학기	하와이주립대	철근콘크리트공학특론(Architectural Concrete Technology)

## 연구소개

### 공학교육의 국제경쟁력 강화를 위한 인프라 구축

- 공학교육의 수준은 공학인재 양성의 수준을 결정하고, 이는 국가 산업 경쟁력과 직결되며, 특히 국가 간 경쟁이 심한 공학 분야는 국제 수준의 교육 환경 조성
- 빠른 속도로 변화하는 공학 교육환경과 내용은 빠르고 선명한 영상을 제공하고 양방향 커뮤니케이션 원격 강의와 연구가 가능한 새로운 패러다임의 교육인프라 구축

### 차세대 국제 핵심 경쟁 분야 육성

- 급속도로 발전하고 있는 중국, 인도, 베트남 등 개발도상국과 FTA 등을 통해 국내시장과 하나의 경제권으로 엮여지고 있는 선진국 사이에서, 글로벌 공학 인재의 육성

### 교육시장의 선진화

- 외국 우수 인재의 유치 및 양성이 용이하고 외국 우수 연구·교육 인력의 국내 활동이 자유로운 기반을 마련

### 연구교류의 선진화

- 급속도로 변화하는 세계 연구 동향을 파악하여 국가연구 발전 계획을 수립하고 세계적 연구 주도를 통한 국가 연구 선진화 및 국가 위상 강화

## 중앙과 지방의 동반 발전

- 각 기관이 보유하고 있는 우수한 교육 콘텐츠를 많은 기관이 공유하고, 전국에 흩어져 있는 다수의 공과대학 학생들이 높은 수준의 공학교육을 받을 수 있는 기회를 제공하여, 중앙과 지방의 또한 지방 간의 공학 교육 격차 해소

## 연구내용

### 글로벌 공학교육프로그램 개발 및 운영

- 국제적 수준의 연구능력과 실무능력을 보유한 글로벌 엔지니어를 육성하기 위한 글로벌 공학교육프로그램을 개발하여 참여대학과 공동으로 강좌를 개설
- 글로벌 공학교육의 중장기 특성화 전략 수립 및 수요 지향적 글로벌 공학교육프로그램을 통한 지속적인 공학교육의 혁신을 주도
- 산업체가 필요로 하는 창의적이고 실무지원형 공학교육 모델을 기획 및 운영

### 공과대학생 기본소양 관련 공동 화상강의 개설

- 2013년도 1학기 기본소양 및 직무역량 강화 강좌 기획 및 운영 - 8강좌
- 실시간 국제공동강의(서울대-외국대학)

### 참여대학과의 공동 실시간 화상세미나 개최

- 4개 이상 대학이 참여하는 공동 실시간 화상세미나를 매 학기마다 3회 이상 개최 → 총 12회 이상 개최

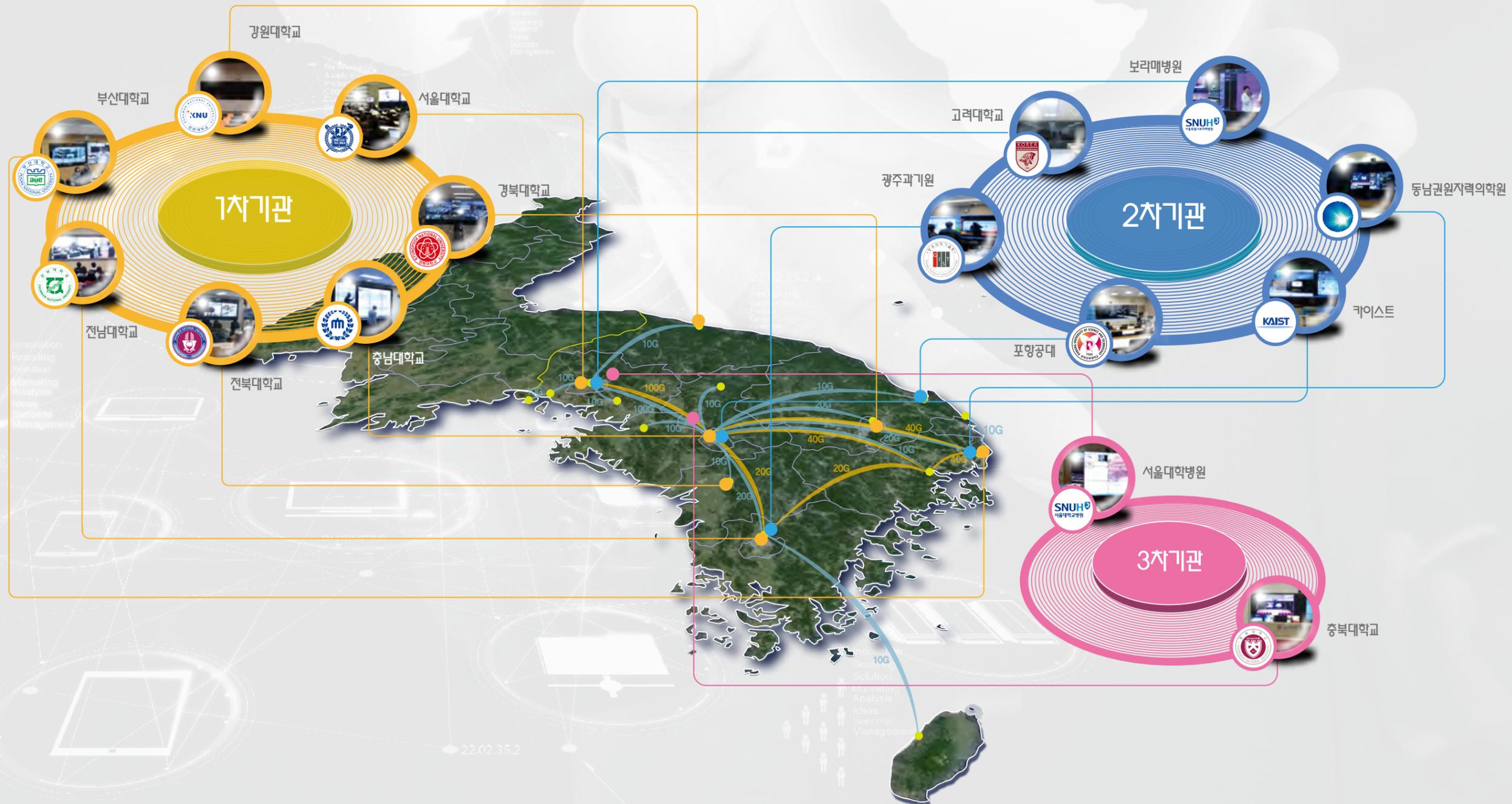


영국 옥스퍼드 대학 C.Meyer 교수 초청 화상 강연



# 사이버 융합연구 네트워크

Korea Research Environment Open NETwork



# 항공우주분야 교육/연구를 위한 압축성/비압축성 유체역학 시뮬레이션 소프트웨어 개발 및 활용 연구

Development and Utilization of Compressible/Incompressible Fluid Dynamics Simulation Software for Aerospace Engineering Education and Research

서울대학교 김중암



## 연구내용

### 연구수행 내용 및 결과

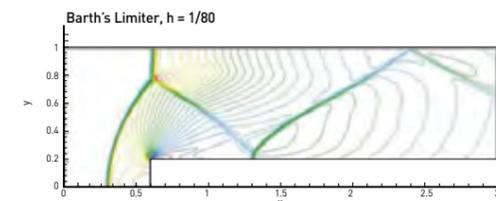
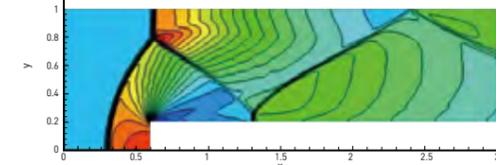
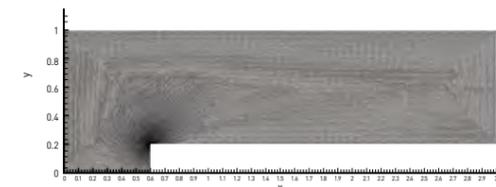
- 시뮬레이션 SW 개발

정렬격자 다중블록 기반 2차원 정상·비정상 압축성 Euler·N-S 범용 해석 SW

## 검증예제

비정렬격자 기반 2차원 비정상 압축성 Euler/N-S 범용 해석 SW

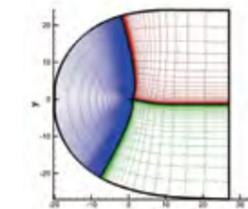
- 내부 계단 유동
  - 마하수 : 3.0
  - 목표 시간 : 4.0
  - 격자수 : 42,192개 (비정렬 격자)



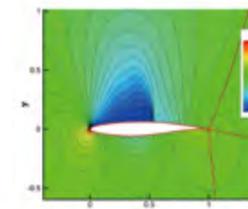
밀도장 계산 결과 : (위) 해석자 결과, (아래) 참고문헌 [11] 결과

## 검증예제

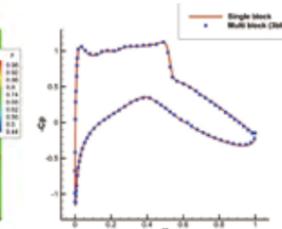
- RAE2822 익형 주위의 천음속 유동 해석 (다중블록 격자 이용)
  - 마하수 : 0.729
  - 받음각 : 2.31도
  - 레이놀즈수 :  $6.5 \times 10^6$
  - 격자수 (3블록으로 구성) :  $305 \times 65, 33 \times 65, 33 \times 65$



RAE2822 익형의 다중블록 격자계



압력장 결과

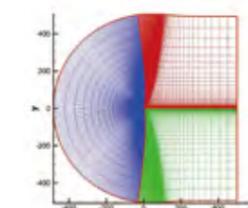


단일블록과 다중블록 계산결과 비교

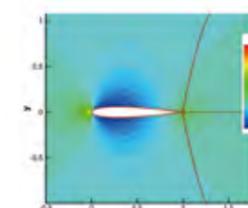
## 검증예제

정렬격자 다중블록 기반 2차원 정상/비정상 압축성 Euler/N-S 범용 해석 SW

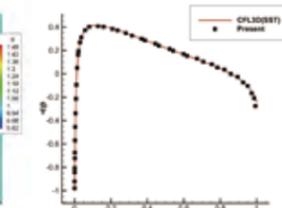
- NACA0012 익형 주위의 비압축성 유동 해석 (다중블록 격자 이용)
  - 받음각 : 0.0도
  - 레이놀즈수 :  $6.0 \times 10^6$
  - 난류 모델 : k- $\omega$  SST
  - 격자수 (3블록으로 구성) :  $257 \times 129, 97 \times 129, 97 \times 129$



NACA0012 익형의 다중블록 격자계



압력장 결과



CFL3D와 다중블록 계산결과 비교

## 연구소개

### 연구범위 및 연구수행 방법

- 시뮬레이션 SW 개발
  - Euler/N-S 기반의 다양한 공간차분기법과 시간적 분기법 적용
  - 일반화된 경계조건 적용
  - 계산 시간 단축 및 복잡한 형상 문제의 유동 해석을 위한 병렬 계산 기법 적용
  - 최적화 알고리즘과 민감도 해석 SW 개발
  - 다중 형상 문제의 유동 해석을 위한 겹침격자 기법 적용
- 교육 콘텐츠 개발
  - 고급 콘텐츠 개발: CFD 전 과정에 대한 인터랙티브 프로그램 매뉴얼 콘텐츠 개발
  - 학부/대학 기초/응용 교과목에서 활용 가능한 교육용 콘텐츠 개발
- 교육 및 연구 활용
  - EDISON 전산열유체 포털을 활용한 세미나 및 실습 교육 진행
  - 연구 성과 발표 및 개발 SW 등록

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

- 주요 수업 내용: "세미나 + 실습 + 팀프로젝트 또는 과제"의 형태로 진행되며, 사용자의 수준과 활용 강도의 내용에 따라 다음의 내용 중 적절한 내용을 선정하여 튜토리얼 방식으로 활용
  - NACA 익형 주위 천음속 유동 해석
  - 1차원 충격파관 문제 해석
  - 원형 실린더에서 발생하는 유동 박리 현상 해석
  - 뺨기를 지나는 초음속 유동 해석



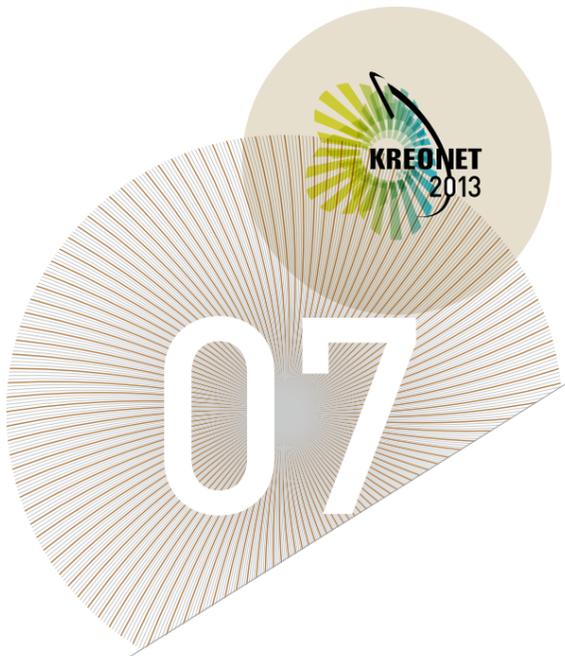
효율성 향상지수  
**20.6%**

개발비	25
인건비	25
구축비	30
연구시간	35





공동연구참여시간 증가율



## 문화융합 기술

CT(Culture Technology)는 한국의 문화적 우수성과와 IT 기술력을 동시에 평가받을 수 있는 경쟁력 있는 융합형 기술분야입니다. 특히 세계적으로 미디어 전송과 디스플레이의 발전, 그리고 이를 통한 고유의 문화를 교류할 수 있는 새로운 가치로 평가 받고 있습니다. HD급 이상의 해상도를 가진 고용량 데이터의 전송, 그리고 국제간의 물리적 거리를 극복하는 최소한의 지연시간과 지터(Jitter)를 구현하기 위해 KREONET의 기술과 미디어 전송시스템을 지원하고 있습니다.

- 096 사이버 원격공연을 위한 첨단표현기술 개발
- 098 사이버공연 (2013)

## 기술+문화 융합이 빚어낸 대륙 간 네트워크 공연

카이스트 문화기술대학원 구본철 초빙교수



우리나라가 IT 강국이라는 것은 전 세계적으로 자타가 공인하는 사실이다. IT 강국이란 IT 인프라가 잘 갖추어져 있고 이러한 정보화의 혜택을 전 국민이 누리면서 IT 기술과 서비스가 국가 성장의 큰 축이 되고 있는 나라를 말한다. IT(정보기술)와 통신기술을 합친 ICT의 가장 중요한 인프라는 거미줄처럼 얽혀있는 네트워크다. 인터넷이나 스마트폰이 좋은 예인데 흔히 사용하는 인터넷 망 외에 슈퍼컴퓨팅, 원격 의료기술, e-Science, e-Culture 등의 연구자원을 제공하기 위해 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 초고속 망인 국가과학기술연구망(KREONET)을 운영하고 있다. 이 망은 미국, 러시아, 중국, 캐나다, 네덜란드, 북유럽 등 지구 전체를 10Gbps급 이상의 광통신 망으로 연동하여 GLORIAD(GLObal Ring network for Advanced application Development)를 구축하고 지구촌이라는 말을 실감케 한다. 국가과학기술연구망이 구축 단계를 지나 점차 서비스 단계로 선화하면서 천문, 우주, 고물리, 의료, 문화예술 등 다양한 응용분야 연구가 활발해지고 자연스럽게 분야 간 융합이 이루어지고 있다.

예술가들은 당시대 최고의 과학기술을 활용하는 경우가 많다. 오히려 미래의 기술을 예측하여 과학으로 표현할 수 없는 환상을 예술적 감각으로 처리하여 과학자들의 논쟁을 유발하기도 한다. 비디오 예술가로 세계적 명성을 얻은 백남준은 1984년 TV와 인공위성을 이용한 전 지구적 쌍방향 생방송 네트워크공연인 '굿모닝 미스터 오웰'을 작품으로 남겼다. 이 공연의 의미는 지구 반대편 사람과 영상, 음악, 표정을 주고받고 수백만의 시청자가 실시간으로 시청하는 쌍방향 상호소통을 구현했다는 점과 미래사회는 네트워크로 인해 지구가 하나가 될 것이라는 예언과 같은 메시지를 남긴데 있다. 실제로 30년이 지난 지금 지구는 스마트 모바일 기술이 더해져 백남준의 예측은 현실이 되었다.

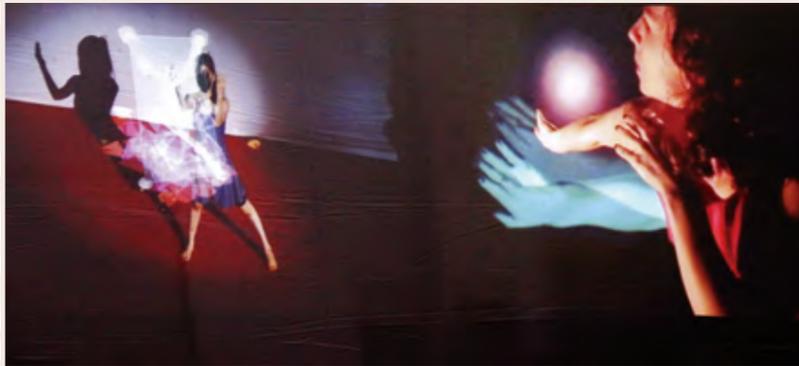
통신의 발달이 19세기 전화기가 발명된 이후 라디오, TV, 인공위성, 컴퓨터, 인터넷, 초고속인터넷 등으로 발전하면서 예술가들은 상호소통을 주제로 하는 다양한 시도를 하였다. 이탈리아의 미래파 창시자인 Marinetti가 1914년 영국 런던에서 열린 전시회에서 전화기로 원격 연결하는 퍼포먼스를 선보인 것을 시초로 예술가들은 시공간을 초월하는 작품을 위해 기술을 도입하게 되는데 21세기로 접어들면서 디지털과 인터넷, 통신기술들은 뉴미디어로서 각광을 받기 시작한다.

과학과 예술의 융합은 본질적으로 두 분야의 융합 그 자체보다는 문화적 감성을 겸비한 과학자(Artful Scientist), 기술적 소양을 갖춘 예술가(Scientific Artist)에 큰 의미를 둔다. 더 나아가 경계 뛰어넘기를 통한 창의적 공학자(Creative Engineer)가 진정 우리나라가 필요로 하는 미래의 사회 구성원일 것이다. 미국 오바마 정부에서 출발하여 우리나라 교육의 틀로 추진되고 있는 STEAM(Science & Technology interpreted through Engineering & the

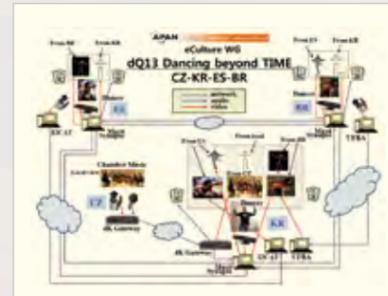


Arts, all based in Mathematical elements) 교육도 이러한 맥락으로 볼 수 있고, IT 제품이 디자인과 만나 문화를 담은 인간 중심의 기술로 거듭나면서 세계시장을 제패한 것이 좋은 예일 것이다. 과학과 예술의 공통점은 바로 창조이기 때문이다.

초고속 망의 응용연구 중에 네트워크 문화시연은 네트워크 공학자와 문화예술인이 융합해야 가능하다. 특히 해외 파트너와 함께 수행하기 위해서는 안정적인 초고속 망은 필수적이다. GLORIAD를 이용하여 수행한 대륙 간 네트워크공연으로 2011년 미국 뉴욕대 Blackbox Theatre에서 911 테러 10주년 기념공연이 있었다. 공연 현장에서 연주자를 촬영하여 실시간으로 보내는 영상은 필자의 연구실에 보이고, 한 미술가가 그 장면을 크로키로 그리면 그 그림이 실시간으로 뉴욕대에 전송되어 공연의 배경영상으로 사용되어 즉석에서 연주자와 배경그림이 일치하는 기술이다. 2010년에는 아주 독특한 네트워크공연이 있었다. 한국의 판소리와 스페인의 플라멩고는 예술적 창법으로 유사한 점이 많은데 두 장르를 합한 하나의 공연을 위해 1만km 이상 떨어진 대전과 바르셀로나에서 판소리-플라멩고 듀엣을 실시간으로 공연하기도 했다. 2009년에는 한일 네트워크공연으로 사물놀이 연주팀이 대전과 도쿄에 갈라져 한 장단을 만들어내기도 했고, 스리랑카와 한국 사이에 우주를 유영하는 우주인을 사이버공연으로 펼치기도 했다.



지금부터 10년 전인 2003년, KBS 9시 뉴스에 서울-부산 간 네트워크공연인 Dancing Q가 '춤따로 연주따로'라는 제목으로 보도되었다. 현재는 많이 익숙해진 장면이지만 우리나라에서는 전용선을 이용한 최초의 네트워크공연이라 할 수 있다. 그 후 축적된 기술과 노하우로 2013년 8월, APAN(Asia Pacific Advanced Network) 국제행사에서 3개 대륙 5개 나라가 참여하는 대형 네트워크공연 'dQ13: Dancing beyond Time'이 추진되었다. 특히 기술적 이슈인 초고화질 4K 전송과 물리적 거리에 의한 딜레이, 그리고 예술적 이슈인 아바타 디자인과 댄스, 실시간 음악 생성 등 기술+문화 융합의 산물이라 할 수 있다. 작품은 2개로 나뉘어 하나는 한국-말레이시아를 연결하는 민속춤 음악의 공연이었고, 하나는 한국-체코-스페인-브라질을 연결하는 고난이도의 공연이었다. 이 공연에는 엔지니어, 예술가, 기술자 약 70명이 참여하여 지구 반대편 브라질과는 12시간의 시차를 극복하며 성공적인 공연을 마쳤다.



기술+문화 융합의 대표적인 사례로 스페인 바르셀로나의 i2CAT(Internet and Digital Innovation in Catalonia)이 주도하는 Cultural Ring이 있다. i2CAT 재단은 이미 오래전부터 근교의 문화 공간, 교육 공간을 초고속 망으로 연결하고 대형 공연과 같은 도시의 고급문화를 농촌에서도 동 시간에 향유할 수 있도록 제공하면서 지역적 문화격차, 빈부 간 교육격차뿐만 아니라 세대 간 소통을 끌어내어 과학기술이 사회에 기여하는 역할을 하고 있다.

국내에서도 지난 10년간 네트워크 문화시연을 연구하던 그룹들이 기술+문화의 융합 플랫폼을 구축하고 '문화기술연구협의회'를 구성하였는데 5개 도시의 공과 대학과 문화공간, 즉 건국대-국립국악원, 동명대-부산문화재단, 카이스트-대전연정국악원, 광주과기원, 제주대 외에 KBS기술연구소, 한국과학기술정보연구원 등이 참여하고 있다. 초고속 망 기반의 문화?교육 서비스 사업은 창조경제 시대의 신사업으로 점차 각광받고 있으며, 방송의 UHDTV와 함께 미술품의 초고화질 다각도 촬영 및 사용자 인터랙티브 디스플레이, 패션 쇼 원격지 합동공연, 실감 건축예술, 뮤지컬 사이버공연 등 신규 비즈니스 모델을 창출하기 위해 노력하고 있다.

개발도상국에서 중진국으로, 이제는 제3세계를 품에 안고 선진국 대열에 진입한 우리나라 성장 동력의 근간은 과학기술이었다. 최근에는 지식 기반 사회를 넘어 미래 성장 동력을 논하면서 콘텐츠, 융합, 창조경제가 메가트렌드로 자리 잡고 있고, 교육계에서도 미래 인재상으로 융합형 창의인재를 자주 거론하고 있다. 우리나라는 격동하는 세계사를 헤치며 한류를 넘어 K-Culture의 바람을 타고 삶이 더 행복해지는 문화융성을 꿈꾸고 있다. 한국의 기술+문화 융합 분야의 전망은 밝다.

# 사이버 원격공연을 위한 첨단표현기술 개발

High-tech Representation Technology  
under Remote Direction

KAIST 문화기술대학원 원광연



비압축 4K 전송화면



## 연구소개

### 첨단연구망 기반 문화 콘텐츠 플랫폼 구현 및 활용의 중요성

- 초고속 망의 전송속도, 전송품질 등 네트워크 기술이 발달하면서 고품질 미디어 전송을 기반으로 하는 협업 환경 시스템 및 가상 세계, 가상화 기술 등의 연구가 활발해지고 있음
- 초고속 네트워크가 보편화되는 미래 인터넷 환경에서 기술적, 상업적, 사회적 가치가 높은 문화예술 및 교육 콘텐츠의 개발에 대한 연구가 필요함
- 또한 문화 콘텐츠를 1회성 이벤트로 소비하기보다는, 지속적으로 관리하고 재사용 가능한 데이터화하기 위한 노력이 시도되고 있음
- 이를 위해 IPTV, 디지털 도서관, 가상현실 박물관 등의 새로운 매체가 활용 가능하나, 현재 상태에서 가장 현실적인 대안은 네트워크와 인터넷 서버 등을 활용한 콘텐츠 교류라고 볼 수 있음
- 최근 3D 입체영상 기반으로 제작된 영상 콘텐츠가 다양한 분야에서 활용되면서 방송, 게임, 의료 등 다양한 콘텐츠 영역으로의 적용이 요구되고 있으며, 향후 인터넷이 기반이 될 것으로 봄
- 스마트 환경에서의 영상 콘텐츠는 사용자가 가진 플랫폼에 따른 활용 가능성이 달라지므로 이를 적절히 제어할 수 있는 기술을 갖추는 것도 중요함

## 연구내용

### 초고속 네트워크 기반 콘텐츠 개발

- HD급 영상, 다채널 음향을 통해 실시간 소통이 가능한 플랫폼 구성
- 플랫폼 구성 장비 및 애플리케이션 다양화
- 초고속 네트워크의 선도적 활용 사례가 될 수 있는 콘텐츠 개발
- 콘텐츠 활용 또는 개발 시 유용한 지원도구(콘텐츠 저작도구, 학습 도구 등) 개발

### 양방향 실감 소통을 위한 영상 및 음향 플랫폼 구성

- 텔레 프레젠테이션, 실감소통 연구
- 소통시의 eye-contact, 디스플레이 레이아웃 최적화
- 고화질 영상 촬영 및 디스플레이 테크닉 연구
- 모바일 및 스마트 디바이스 연동
- 초고속 네트워크를 통한 영상 및 음향 전송 테스트
- 딜레이, 영상-음향 동기화 정도 측정 및 최소화 방안 연구

### 초고속 네트워크가 보편화되는 미래사회의 국제적 협업 모델을 제시

- 원격 워크숍, 교류 세미나, 마스터 클래스 등의 원격 교육 모델 제시
- 네트워크 공연, 실시간 전송 등의 문화 예술 교류 모델 제시
- 기술 교류 및 협업 연구에의 활용 방안 제시

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 원격 실감 기술

- Kinect를 활용한 원격지 아바타 생성 및 제어(딜레이 감소)
- JackTrip을 이용한 다자간 실시간 오디오 전송
- 4K 전송을 통한 초고화질 실감 구현

### 운용자원의 다양화

- Arthron
  - 브라질 RNP에 의해서 개발된 Arthron은 Ubuntu기반의 컴퓨터를 이용하여 고속전송망을 통한 다방향 고해상도 영상전송 가능
  - 기준점이 되는 서버 컴퓨터에 연결된 여러 클라이언트 컴퓨터를 중앙에서 제어 가능
  - DV, HDV, Webcam을 비롯한 컴퓨터에서 입출력이 가능한 거의 모든 포맷을 지원하여 매우 유연하게 설치 운용 가능
- JackTrip
  - 미국 Stanford University 내 CCRMA의 SoundWire Group (<http://ccrma.stanford.edu/groups/soundwire/>)에서 개발한 네트워크 기반 음향 라우팅 소프트웨어 애플리케이션
  - 서버-클라이언트 구조로 데이터를 주고받으며 1:1에 국한되지 않은 다자간 실시간 전송이 가능
- Max6
  - Max는 1980년대 중반 Miller Puckette에 의해 컴퓨터 음악 소프트웨어로 개발됨

- Kinect와 연동되어 각 동작의 주요 3축 좌표값을 처리하여 사람 모양의 실시간 모션그래픽과 음향 변조도구로 사용
- 네트워크를 통해 각 좌표값을 전송하여 딜레이가 최소화된 싱크로 실시간 모션그래픽 구현

### 국제 협력 문화공연

- 스페인 i2CAT 및 Konic Thtr
- 브라질 RNP 및 Ivani Lab
- 체코 CESNET 및 HAMU(4K 전송 기술 보유)



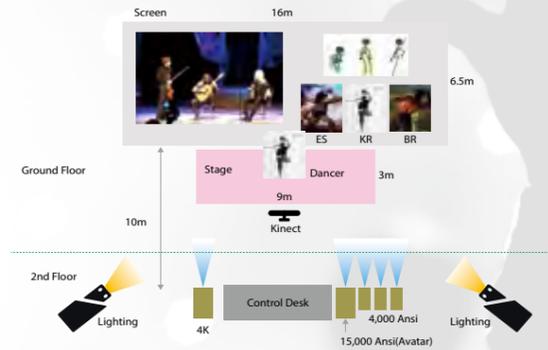
# 사이버공연 (2013)



## dQ13 Dancing Beyond Time

### 사이버 공연 개요

- 일시
  - 2013년 8월 21일 (수) 오후 6:00 (대전)
  - 2013년 8월 21일 (수) 오전 11:00 (체코 프라하, 스페인 바르셀로나)
  - 2013년 8월 21일 (수) 오전 6:00 (브라질 살바도르)
- 장소
  - 한국과학기술원 창의학습관 (E11) 로비
  - 체코 프라하, HAMU Martin Hall
  - 스페인 바르셀로나, Koniclab
  - 브라질 살바도르, University of Bahia, IHAC
- 주관
  - KAIST 문화기술대학원 (대전)
  - HAMU (체코 프라하)
  - Koniclab, i2CAT (스페인 바르셀로나)
  - IHAC, RNP (브라질 살바도르)



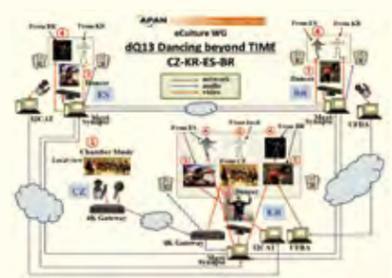
## 백남준 기념 쇼케이스

### 사이버 공연 개요

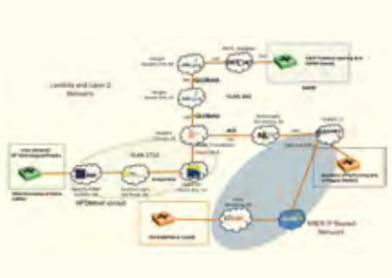
- 행사명 : 2013 아팩 (AAPPAC: Association of Asia-Pacific Performing Art Centers) 대전총회
- 기간 : 2013. 10. 07(월)~09(수)
- 장소 : 대전문화예술의전당
- 참석 : 약 150명 (해외 50~70명)
- 주최 : 대전광역시 (대전문화예술의전당)
- 행사내용
  - 아팩 정기총회 개최 (아시아태평양 70여개 공연장 및 공연기획사 관련자 참석)
  - 공연예술관련 학술회 및 네트워크 구축의 장 마련
  - 쇼케이스 등 대전의 문화예술 콘텐츠 소개
- 제목 : 'Good bye Mr. Tom'
- 일시 : 2013. 10. 08(화) 17:00~17:30 (약 10분간)
- 장소 : 대전시립미술관 제5전시실/경기도 용인시 백남준아트센터(미정)
- 공연유형 : 초고속인터넷망을 이용한 실시간 네트워크 공연
- 공연내용 : 데이빗보위의 노래 'Space Oddity'(1963)의 가사 내용을 모티브로 하여, 달에 도착한 우주인 통과 지구의 관제센터에 남겨진 그의 연인과의 소통과 상호작용을 네트워크 퍼포먼스의 형식으로 보여주는 공연



DancingQ 13



dQ13 문화예술 공연도(4개국)



dQ13 글로벌 네트워크 구성도 (4개국)





#### 공동연구참여시간 증가율



KREONET  
2013

08

## 바이오 생물연구

바이오분야는 전 세계적으로 분산된 정보를 빠르게 송수신하여 DB화하고 지식화 정보화하는 것이 매우 중요합니다. 또한 글로벌 유관기관과의 공동연구와 사이버 연구 공간의 마련은 해당연구의 경쟁력 확보를 위해 매우 중요한 요소입니다. 초고속의 첨단연구망을 통한 데이터의 전송과 컴퓨팅 자원의 효율적인 활용 그리고 빠른 연구 결과의 분석은 치열하게 경쟁하는 바이오분야의 국제 경쟁력이 될 것입니다.

106 대용량 뇌영상 데이터 시각화 시스템 구축 및 서비스 제공

## 국가 뇌영상 공동연구 네트워크의 구축

한양대학교 이종민 교수

### 의료 영상 기술의 발달

의료 영상 장비의 발명은 사람의 질병을 치료하고 진단하는데 획기적인 역할을 하였다. 의료 영상 장비의 개발로서 의사들은 수술 없이 사람의 몸 속을 볼 수 있게 되었고 이에 따라 정확한 병을 진단하고 병이 발생한 위치를 파악하여 최소한의 수술 및 처치로서 치료가 가능하게 되었다.

의료 영상 장비는 기술의 발전에 따라 많은 장비들이 개발되어 왔는데 대표적인 장비로는 초음파, 내시경, X-ray 촬영장비, 컴퓨터 단층 촬영장치(CT), 자기공명 영상 촬영장치(MRI) 등이 있다. 기존의 장비들은 아날로그 영상 기술에 의존하거나 의사들의 보조적인 자료로서만 활용되어 왔지만, CT, MRI 및 PET 등의 장비들과 같은 고해상도 디지털 영상 획득 기술이 발달하게 되고, 또한 컴퓨터 영상 처리 기술과 결합하여 질병의 진단에 필요한 각종 두뇌 특징 정보들을 추출할 수 있게 되었다. 이 영상 획득 및 처리 기술의 발전은 의사들에게 질병의 진단에 관련된 특수한 정보들만을 분리하여 보여줌으로써 좀 더 정확하고 빠른 진단을 할 수 있도록 도와 주고 있다.

현재 우리 나라 및 세계의 많은 병원과 연구기관들은 이 정보를 사용해서 질병을 예측하는 연구를 활발히 진행하고 있다. 이는 의료 영상 장비와 컴퓨터의 발전, 정보 통신 및 네트워크 기술의 발전과 함께 이루어지고 있다. 각종 질병에 대한 환자의 영상들을 수집하고 수집된 영상들은 질병, 환자의 나이 및 성별, 질병의 진행 정도 등으로 분류하여 데이터베이스로 구성하고 이를 통해 환자의 상태를 진단하고 예측하려는 것이다.

Cerebellar segmentation

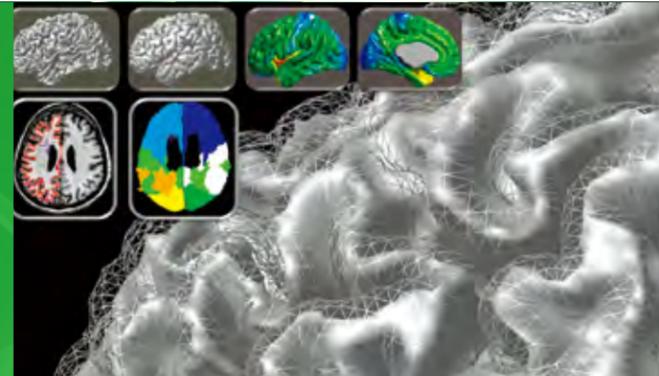


그림 1. 두뇌 특징 정보 추출

### 국가적인 표준 뇌영상 네트워크 구축

지난 10여 년간 국내외 뇌과학에 있어 뚜렷이 나타나고 있는 흐름은 미국, 캐나다, 유럽, 일본 등의 선진국에서 정부들이 직접 나서서 뇌 과학 연구를 이끌고 있다는 사실이다. 또한 세계 뇌과학자들 사이에 의약학적인 관점에서 집단연구(코호트)의 중요성을 인식하고 표준화된 네트워크 구축을 통해 뇌 과학 연구를 위한 범국가적인 공동연구 프로젝트를 진행중에 있다.

대표적인 예로, ADNI(Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative) 프로젝트가 있다. 이 프로젝트는 초기 환자에서의 알츠하이머병에 대한 생체 표지자의 개발을 목적으로 2004년 10월에 시작된 공공 및 민간 협력 기금으로 운영되고 있으며, 2005년부터 ADNI-1이라는 이름으로 약 200명의 노인 정상인군, 400명의 경도성인지장애 환자군과 200명의 알츠하이머환자군을 6~12개월 간격으로 2~3년 동안 800명 이상의 데이터를 모집하였다. 연구의 주요 목표는 치매를 예측할 수 있는 표지자의 발견으로서 MRI, PET 영상, 대뇌 척수, 그리고 혈액을 채취하여 생체 유효성을 검증하였다. 무결성의 데이터를 얻기 위한 일관된 기준을 사용하여 국가적인 네트워크를 구성한 것이 특징이다. 또한 2009년에는 ADNI GO 프로젝트를 추가로 진행하며 별도의 그룹으로 나누어진 경도인지장애환자군을 모집하였고, 현재도 ADNI2 프로젝트 이름 하에 데이터 모집이 진행중에 있다.

국내에서도 K-ADNI 프로젝트가 진행 중에 있다. 기존 ADNI와는 다르게 알츠하이머 치매, 피질하혈성혈관성 치매, 경도인지장애와 정상군에 이르기까지 유관 치매질환군의 코호트 구축 및 전향적 추적을 목표로 하고 있다. 획득된 자료의 데이터베이스를 만들기 위하여 치매 영상 센터를 구축하였으며 국내 치매 및 관련 질환 연구자들과 함께 국내 실정에 맞는 생체 표지자의 연구 관련 프로토콜을 검토하고 있고, 나아가 경도인지장애, 알츠하이머병, 피질하혈성혈관성치매군의 조기 발견에 최적화된 평가지침이 개발 것으로 기대하고 있다.

## 의료 원격 회의

우리는 정보통신망의 눈부신 성장으로 시, 공간적인 제약이 많았던 행위들이 자유로워지고 있다. 그의 응용 서비스 분야로 의료분야에선 과학기술 연구망을 활용하여 환자, 의사의 관계뿐만 아니라 대학과 연구소, 병원 등등이 서로 서비스를 주고 받을 수 있게 됨으로써 그 파급효과는 엄청나다 할 수 있다. 이는 전통적인 의료 시스템을 좀 더 효율적인 체계로 변화시킬 수 있고, 국가간의 의료 교류로 인하여, 쌍방 간에 기술 증진의 효과를 볼 수 있다. 이를 위해선 고화질의 영상 전송 기술, 환자의 사생활을 보호하기 위한 네트워크 보안 기술 등 꼭 필요한 핵심 기술의 발전이 함께 이뤄져야 한다. 실시간 회의 및 정보교류를 위해선 고화질의 영상 전송 시간 지연을 최소화 하는 시스템을 구축하는 것이 중요하고, 환자의 사생활 보호를 위한 자료의 보안, 환자 및 개인 정보의 암호화 기술이 필수적이다. 고대역 고성능의 영상을 기반으로 하는 의료 영상 전송은 앞으로 다가올 새로운 의료 서비스의 토대가 될 것이다. 병원에 가지 않고서도 의사를 만나 환자의 상태를 진단할 수 있고, 먼 거리의 다중 대학 및 연구소와 고화질의 영상을 가지고 의논 할 수 있는 것은 모두에게 엄청난 비용을 줄여줄 뿐만 아니라 진단까지 걸리는 시간 또한 상당히 줄여줄 수 있다. 이를 통해 병원/대학/연구소/기업의 경쟁력을 강화하고 국가간 우호 증진에 큰 기여를 할 것이다.



그림 2. 의료 회의를 위한 원격 대화면 시각화

## 국제 공동연구

첨단연구망은 국제 공동연구의 활성화에도 큰 기여를 하고 있다. 본 연구팀은 샌프란시스코 캘리포니아 주립대학(UCSF: University of California, San Francisco)의 Mike Ewers 연구팀과 치매 환자의 대뇌 피질의 두께에 관한 연구를 수행하였다. UCSF 연구팀이 보유한 임상 데이터를 GLORIAD 네트워크를 사용하여 전송 받았고, 본 연구팀이 보유하고 있는 뇌 자기공명 영상 분석 기술을 적용하여 대뇌 측두엽 및 후대상피질 영역에서 대뇌피질 두께가 감소했음을 밝혀냈다. 이는 기억, 집중, 사고 등의 중요한 기능을 담당하는 위의 영역의 구조적인 손상을 의미하며 기존에 알려진 연구와 일치하는 결과를 보였다. 또한 비침습적인 방법을 통해 대뇌의 손상 정도를 알아내는 의미 있는 성과를 거두었다. 고해상도 자기공명 영상 및 영상처리 결과물들의 저장 용량은 매우 크기 때문에 기존의 느린 네트워크 속도는 국가간 연구를 진행하는데 있어 큰 걸림돌이 되어 왔었다. 하지만 GLORIAD를 사용하게 됨으로써 국가간 뇌 영상 데이터 및 영상 처리 결과를 보다 빠르게 전송할 수 있었고 즉각적인 피드백을 받음으로써 원활한 국제 공동연구가 가능하게 하였다.

## 범국가적 두뇌 공동 연구 네트워크

뇌 연구는 이제 세계 각지에 있는 슈퍼 컴퓨터를 연결하여 공동 연구를 진행하는 방향으로 발전해 나가고 있다. 캐나다 맥길(McGill)대학교 몬트리올신경과학연구소(MNI)에서는 범국가적 두뇌 공동 연구 네트워크(GBRAIN: Global Brain Imaging Research Network)을 개발하여 캐나다, 미국, 독일, 대한민국 등 각 국가에 분산되어 있는 슈퍼컴퓨터를 GLORIAD 네트워크를 이용하여 하나로 연결하였다. GBRAIN은 고속 네트워크를 사용하여 원격의 고성능 컴퓨터에 뇌영상 데이터를 전송하며 유기적인 자원 분배를 통하여 데이터를 처리를 수행한다. 한양대학교에서는 범국가적 두뇌 공동 연구 네트워크의 연결을 위하여 2011년에 한국과학기술정보연구원(KISTI)과 캐나다 맥길 대학교의 '3주간국제 뇌 공동연구 협약'을 체결하였다. 박영서 KISTI 원장은 KISTI가 보유한 슈퍼컴퓨터에 1PB(페타바이트) • 1PB는 약 100만 GB • 기가바이트) 공간 및 약 3,000개의 연산장치(CPU)를 제공할 계획이라고 말했다. 이로써 세계 각지에 있는 영상 연구 센터 및 연구자들에게 어마어마한 컴퓨팅 능력을 부여할 수 있게 되었으며 고도의 전자 계산이 필요한 대용량 뇌영상 처리가 가능해 짐으로써 두뇌 발달 과정에 대한 이해 및 치매 등 뇌 질환 기전의 치료를 위한 연구 발달에 엄청난 가속도를 붙여줄 수 있게 되었다. 또한 막대한 양의 데이터가 수집될 K-ADNI의 데이터베이스와 GBRAIN을 연동하여 치매의 치료법과 병의 진행을 중지 시킬 방법을 연구한다면 치매 정복도 먼 이야기는 아닐 것이다.

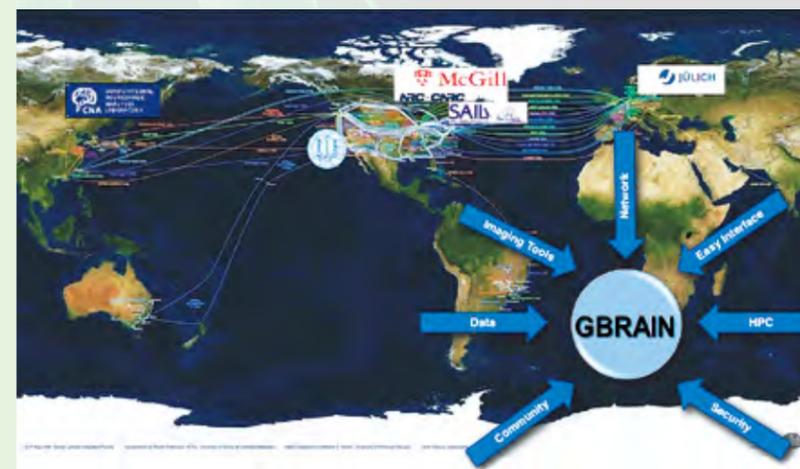


그림 3. 범국가적 두뇌 공동 연구 네트워크

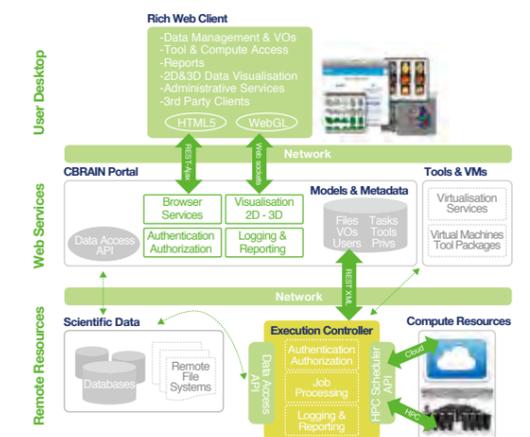


그림 4. 범국가적 두뇌 공동 연구 네트워크의 구성도

# 대용량 뇌영상 데이터 시각화 시스템 구축 및 서비스 제공

A development of the large neuroimaging data visualization system and service using the Korea Research Environment Open Network (KREONET)

한양대학교 이종민



초고해상도 뇌영상사진 및 디스플레이 시연(@McGill University)



## 연구내용

### 첨단연구망이 설치된 대용량 뇌과학 영상 접근이 가능한 대규모 영상 시각화 시스템 구축, 서비스 제공

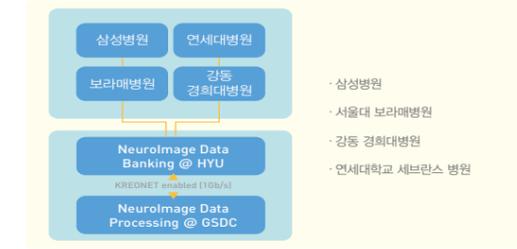
- 시각화 전용 Display Room 준비
  - 학교 측 행정 처리 및 공간 마련을 통한 Display Room 마련
  - 서버실에 바로 근접하여 대용량 데이터를 빠른 속도로 접근하기에 용이하며, 첨단연구망인 KREONET에 바로 연결되게 설치하였기에 국제협력에 있어 최상의 조건을 갖추

### 첨단연구망을 이용한 기관 및 병원에 고성능 시각화 시스템 제공 및 데이터 처리

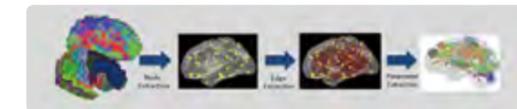
- 국내 4개 병원에 뇌영상 시각화 서비스 제공
  - 서울 삼성병원, 연세대학교 세브란스 병원, 강동 경희대학교 병원, 서울 보라매병원과의 긴밀한 공동연구 체계를 유지
  - 각 병원의 뇌영상 연구자에게 원거리에서 접근 가능한 시각화 서비스를 가능하게 위해 시각화 장비 및 KREONET을 이용가능하게 설치 완료
  - 각 병원에서 나온 데이터가 한양대의 데이터 팜을 거쳐 고성능 하드웨어가 설치된 GSDC와의 KREONET을 통한 연결로 대용량 및 초고속 데이터 처리 가능



Display 구축 및 KREONET 연결 된 Display Room



국내 4개 병원과 한양대 데이터 팜 및 KISTI GSDC와의 KREONET을 통한 연결 모식도



브레인 네트워크 시각화

- 대규모 뇌과학 데이터의 시각화 활용이 가능한 뇌영상 분석 기술 개발
  - 대뇌 백질 섬유 재건 기술 개발 및 검증
  - Graph theory를 이용한 브레인 네트워크 추출
  - 브레인 네트워크 시각화 기술 개발

### 첨단연구망을 이용한 국제 협력 체제와 고성능 시각화 시스템 연동

- 캐나다 Montreal Neurological Institute 와 국제 협력
  - The BigBrain Dataset 원격지 대용량 데이터 시각화
  - \* (1) 국제 협력 및 원격지 대용량 뇌영상 데이터의 시각화를 위하여 8월 12일부터 16일간 캐나다 몬트리올에 위치한 Montreal Neurological Institute(MNI)에 방문함
  - \* (2) 대용량 뇌영상 데이터는 BigBrain dataset이라는 명칭을 가지고 있으며 20micron의 크기로 촬영된 histological 데이터이며, 원격지인 캐나다 몬트리올의 MNI 서버에 저장되어 있음
  - \* (3) 대용량 뇌영상의 원격 디스플레이를 위하여 GLORIAD(Global Ring Network for Advanced Application Development) 및 KREONET 망을 사용하여 MNI 서버에 접속함
  - \* (4) 테스트를 위하여 100micron 단위의 초고해상도 대용량 뇌영상 데이터를 한양대학교에 위치한 서버와 단일 모니터를 사용하여 디스플레이를 시연함
  - \* (5) 단일 모니터로는 초고해상도 대용량 뇌영상 데이터를 디스플레이 하기에 무리가 있지만, 컴퓨터 시스템 및 네트워크 구축이 잘 되었다는 것을 검증하였고 국제 협력이 잘 이루어졌으며, 디스플레이 장비가 지원되고 난 후 병원 연구 기관에의 서비스 제공에 문제가 없음을 확인

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 첨단연구망이 설치된 대용량 뇌과학 영상 접근이 가능한 대규모 영상 시각화 시스템 구축, 서비스 제공

- 시각화 전용 Display Room 준비
- Display Room에 KREONET 설치

### 국내 4개 병원에 뇌영상 시각화 서비스 제공

- 대규모 뇌과학 데이터의 시각화 활용이 가능한 뇌영상 분석 기술 개발
- 첨단연구망을 이용한 기관 및 병원에 고성능 시각화 시스템 제공

### 첨단연구망을 이용한 국제 협력 체제와 고성능 시각화 시스템 연동

- 캐나다 Montreal Neurological Institute 와 국제 협력
- BingBrain Dataset의 고성능 시각화 기능의 국제 협력

## 연구소개

### 치매 질병 기전 연구 및 조기진단을 위한 기초 연구자료 구축

- 국내 노인 인구는 급증하고 있으며 그중 65세 이상 치매환자 규모는 약 9.1%, 59만명으로 추정되며 2030년에는 100만명, 2050년에는 200만 규모로 증가할 것으로 전망
- 치매 질병기전 연구 및 치매 조기 진단을 위하여 뇌영상 데이터 베이스의 구축이 시급함
- 대용량 뇌영상 데이터를 이용하여 각종 질병을 연구하는 임상 의과학자, 뇌영상 데이터 처리 및 분석을 위한 기술을 개발하는 공학자, 각종 질병의 약물 효과를 뇌영상을 통해 검증하는 제약 산업 연구자들 간의 표준화된 네트워크를 구축해 연구결과 협력 및 시너지 효과를 도출

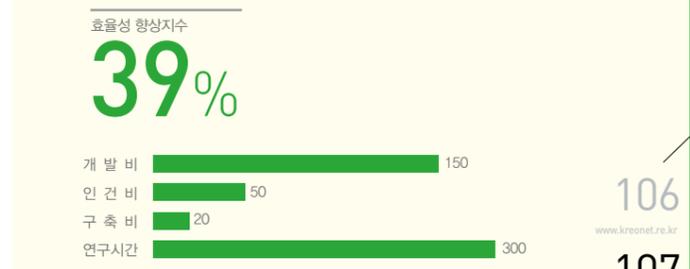
### 대용량 뇌영상 데이터 시각화 시스템 구축

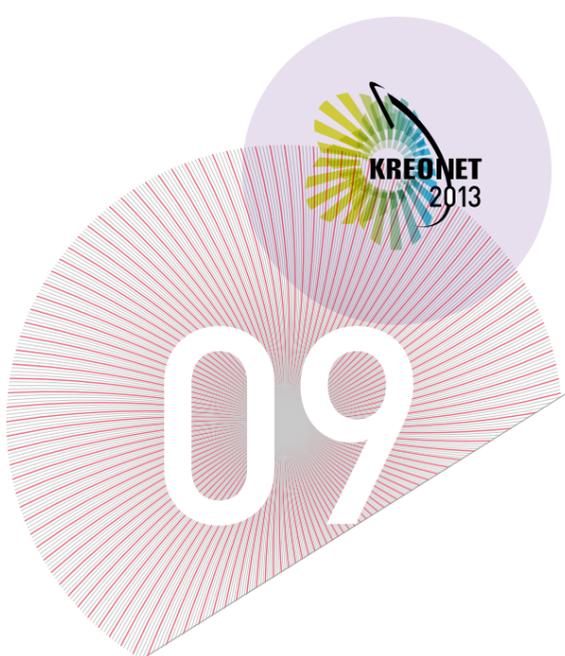
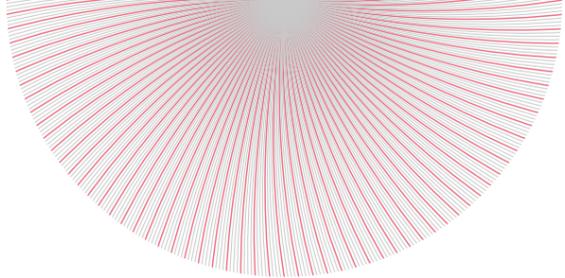
- 전국 주요 병원 및 연구기관들과의 연계를 통해 얻는 대용량 뇌영상 데이터를 처리하기 위한 고성능의 하드웨어와 효과적인 전송 시스템 구축이 필수적
- 공동 연구 시 효율적인 토론을 위한 뇌영상 데이터 시각화 작업 필요
- 대용량 뇌영상 데이터를 시각화 하기위한 첨단망 구축이 필수적



World-Wide GBRAIN

영상분석 클러스터





## 미래네트워크기술

차세대의 인터넷 기술을 연구하는 미래네트워크는 현 시대 인터넷의 한계점과 문제점을 극복할 수 있는 새로운 형태의 인터넷을 설계하고 기술을 실험합니다. GLOIAD와 연결된 미국의 세계적인 미래인터넷 테스트베드인 GENI를 중심으로 국내연구자들이 언제든지 연구에 참여하는 테스트베드를 구축하고, 협력하고 있으며, 더욱 다양한 연구와 테스트를 추진하고 있습니다.

- 114 멀티 운영체제 테스트베드 인터페이스 개발 및 사용자 지원체계 구축
- 116 미래 인터넷 환경을 위한 네트워크 가상화 기술 연구
- 118 미래 서비스 기능 개발을 위한 첨단망 활용
- 120 OF/SDN 정형검증 기반 테스트베드 실험

Cloud 기반HPC 자원, 다자간 협업환경 자원 등에 대한 통합적인 공동활용을 신속하고 경제적으로 지원함에 의해서 협업형 과학기술 연구·개발을 촉진하는

함께하는 과학기술 연구협업을 위한

## One-Stop 서비스 실증환경 구축

광주과학기술원 정보통신공학부 김종원 교수



최근 정보통신기술(Information and Communications Technology: ICT) 인프라의 구축과 운용의 중심이 하드웨어에서 소프트웨어(Software-Defined) 중심으로 급속하게 전환되고 있다. 이러한 변화는 국가 R&D 생명주기(life cycle)를 총괄하는 핵심도구로 부각된 과학기술 사이버인프라(Cyber Infrastructure)의 구축과 운용에 대한 새로운 혁신적인 접근을 요구한다. 따라서 연구자들이 자유롭게 협업형 연구를 수행하는 가상놀이터(virtual playground)인 One-Stop 서비스 실증환경을 개발·운영 병행체제(Developers & Operators: DevOps) 방법론에 따라 신속하고 편리하게 만들어내는모습을 그려본다.

### 통합된 실증환경이 소프트웨어-정의(Software-Defined) 추세에 따라 점차적으로 현실화되기 시작!

사전적 의미에서 실증환경은 개발 대상에 대한 집중적인 검증을 위한 장치들과 소프트웨어의 결합인 플랫폼(platform)을 중심으로 구성된다. ICT 기술의 급격한 변화에 맞춰 과학기술 연구자가 원하는 새로운 아이디어를 신속하고 경제적으로 실증하면서 검증하는 창조적 혁신이, 가상놀이터인 실증환경의 개발과 운용을 병행하는 DevOps 방법론에 따라 널리 확산되고 있다. 즉 실증대상 서비스를 조율하는 구도에 맞춰서 가상화한 자원집합(virtualized resource pool)을 활용하도록 준비된 소프트웨어-정의 인프라를 DevOps 방법론에 따라 효율적으로 구축하고 운영해야 한다.

클라우드컴퓨팅(Cloud Computing)과 가상화 기술의 발전과 확산에 발맞추어 소프트웨어-정의 인프라는 컴퓨팅에서 시작하여 네트워킹과 스토리지 분야로 확산 중이다. 인프라 자원집합을 소프트웨어 중심으로 정의하여 유연하게 변하는 One-stop서비스 실증환경 수요에 통합적으로 대응한다. 예를 들면 소프트웨어-정의 인프라의 대표 주자인 클라우드 데이터센터(Cloud data center)들은 복잡해진 자원운영을 자동화하여, 경제성과 유연성을 향상시킨다. 이의 연장선상에서 서버, 네트워크, 스토리지를 하나로 묶어 간편하게 확장·운영하는 융합형(컨버전스를 지향) 노드들도 점차 주목을 받는다. 즉 제공하는 자원의 유연성·경제성에 대한 요구가 증대됨에 따라 목적에 맞춰 선택적으로 대응하는 이형질의 융합형 노드들로 만들어내는 자원 인프라를 그릴 수 있다. 정리하면 <그림 1>과 같이 연구자가 필요한 응용-중심 가상놀이터를 템플릿(template) 방식으로 보안성을 강구하면서 구성·활용한다.



그림 1. 소프트웨어-정의 인프라를 활용한 서비스 Workload에 따른 템플릿 기반 가상놀이터 실증



### 통합 서비스 실증환경을 지원하는 유연한 인프라 구축 · 운영 역량을 확보해야

융합형 노드 자원집합에 기반한 통합형 실증환경 인프라를 연구자가 원하는 대로 구성하고 활용하려면 제어와 데이터 분리 원칙에 근거해서 자원들을 제어(관리)하는 혁신적인 방법론이 필요하다. 먼저 통합된 서비스 실증을 소프트웨어기반으로 접근하면서 연구자가 원하는 서비스 기능(function/role)에 맞는 자원들을 확보하도록 표준적으로(일례로 REST-스타일 API를 통해)지원한다. 또한 자원 · 서비스 관계를 이해하는 모델링, 자원 · 서비스 상태를 파악하는 모니터링, 그리고 모델링 · 모니터링 정보에 따른 적응화를 전체적인 차원에서 조절하면서 해결한다. 이러한 서비스 통합 실증환경은(그림 2)와 같이 다수 연구자들을 동시에 지원하는 자원제어 · 관리, 다양한편의 도구를 통한 외부 장비와 실증환경의 연동 등을 지원해야 한다. 또한 상기한 서비스 실증환경을 효과적으로 구축하려면 전체적인 차원에서 DevOps 방법론에 따라 조화롭게 구축 · 운영을 주도하는 미래형 ICT 추진 조직이 필수적이다. 또한 구축된 실증환경의 활용을 촉진하는 공개(open-source) 소프트웨어 기반 커뮤니티 생태계가 조성되면 이상적이다.

실증환경 자원들의 실제적인 연결을 위해서는 첨단연구망(KREONET) 기반으로 관리(제어) 네트워크를(그림 3)과 같이 구성한다. 실증환경 장치들을 DMZ(demilitarized zone) 영역에 위치시켜 복잡하게 얽힌 보안문제에서 분리하며, 데이터는 오버레이(overlay) 방식으로 유연하게 연동한다. 또한 융합형 노드 자원집합에 포함된 장치들은 관리용, 제어용, 데이터용 네트워크들로 분리해서 연결하여, 중앙에 위치한 관리자에 의해 관리됨과 동시에 연구자별로 마음대로 제어하면서 활용되도록 한다.

### Cloud 기반 슈퍼컴퓨팅 자원의 공동활용부터 다자간 협업 환경까지 통합적으로 지원

아마존 AWS(Amazon Web Service), Microsoft Azure 와 같은 대규모 클라우드 인프라의 성능 · 가격 경쟁력을 감안하여, 국가적인 차원에서 슈퍼컴퓨팅 자원 확보를 HPC over Cloud 개념에 따라 추진하는 것이 필요하다. 즉 인프라 · 플랫폼 차원에서 규모의 경제성과 전문성을 확보하는 동시에 서비스 차원에서 있어서는 개별화된 특화에 집중하는(그림 4)와 같은 HPC 인프라와 서비스의 분담체계에 대한 깊은 고민이 필요하다.

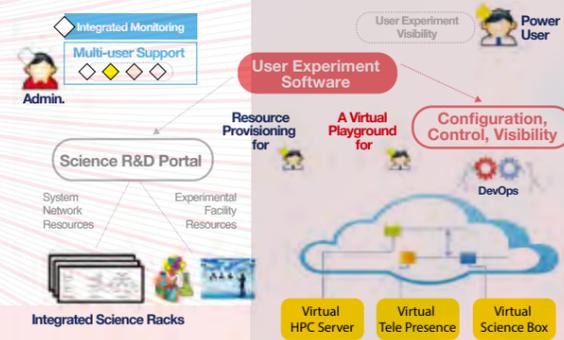


그림 2. 연구자별 실증환경 제공을 위해 DevOps 방법론을 활용하는 자원프레임워크 및 도구들

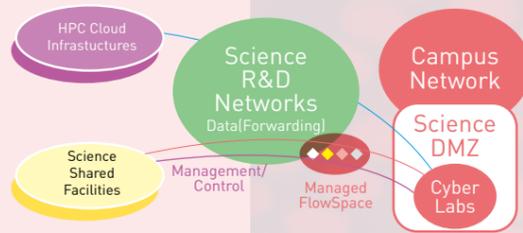


그림 3. DMZ 영역에 위치한 통합 서비스 실증환경의 네트워크 연동

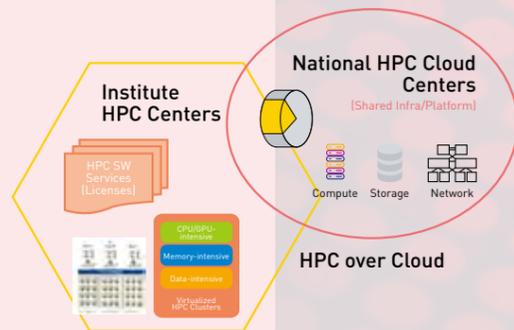
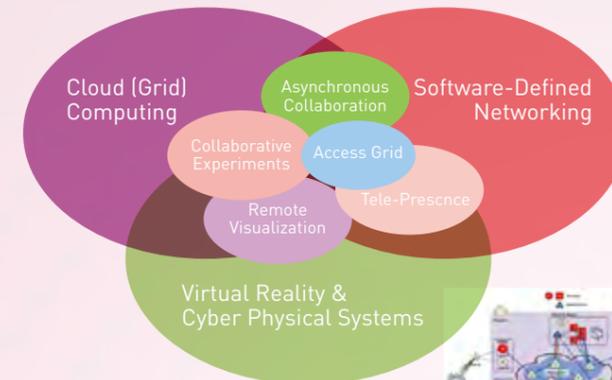


그림 4. HPC over Cloud 개념에 따른 인프라와 서비스 분담 체제



### Smart Collaboration Environment



그림 5. 지능형 다자간 협업환경 개념에 따른 실감합업 역할 분담

또한 지리적으로 분산된 연구자들의 실감나는 연구협업을 저해하는 해상도 제약, 설정조정의 어려움을 해결하는(그림 5)에 제시한 다자간 지능형 협업환경도 통합 서비스 실증환경 구도에서 용이하고 신속하게 창출할 수 있다. 즉 협업환경에 부여된 각종 시스템 및 네트워크 상태에 적응적으로 서비스 기능들을 통합하면 된다. 이를 위해 요구된 협업환경을 완성하도록 인프라 · 플랫폼에 걸쳐서 유연성 있는 조정이 가능한 지능형 협업환경 프레임워크를 제시하고 이에 따라 구축 · 운영한다.



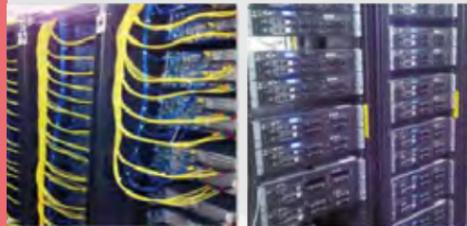
### 맺음말

정리하면 소프트웨어 중심으로 운영되는 미래형 사이버인프라의 본격적인 시작을 앞두고 있는 현재에는 상기한 미래형 인프라구축과 운용에 대한 방향인식에 따라 분산된 핵심자원 집합들을 연계하는 실증환경을 효과적으로 구축하고 운영하는 체계를 내재화해야 한다. 또한 이를 기반으로 국내 · 외에서 적극적으로 추진되는 실증환경의 연동에 대한 대응력을 선제적으로 확보하여 다가오는 새로운 변화에 능동적으로 대처할 수 있기를 기대해 본다.

# 멀티 운영체제 테스트베드 인터페이스 개발 및 사용자 지원체계 구축

Development of Multi-operating System Testbed Interface and Building User Support System

건국대학교 한선영



Internal Network Testbed, Emulab

## 연구소개

- 현재의 네트워크 테스트베드 구축은 급변하는 네트워크 환경과 기술로 인해 많은 변화를 수용하는 형태이므로 테스트베드 구축에 많은 예산이 소요될 뿐 아니라 응용 연구자 요구 기반으로 자원을 지원해 주기에는 한계가 있어, 통합적인 네트워크 테스트베드의 필요성이 제기
- 첨단 기술에 필요한 자원을 융합하여 제공하는 인프라 구축과 자원의 통합 제어, 관리가 가능한 네트워크 테스트베드 서비스 환경이 요구되며, 융합망의 서비스를 위한 네트워크 테스트베드 구축 필요
- 국내 연구자들이 새롭고 혁신적인 프로토콜을 연구하기에 어려움이 있음
- 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위하여 현재 Emulab이 제공하고 있는 제약적인 실험환경을 개선하고, 이를 활용할 수 있는 다양한 응용 분야의 가이드를 제공하는 것을 목적
- 본 연구를 통해서 네트워크 테스트베드 구축에 따른 연구개발 비용 절감 효과와 직·간접적인 기술적, 경제적, 교육적 파급효과 그리고 테스트베드를 통한 활발한 교육 및 연구 활동을 기대

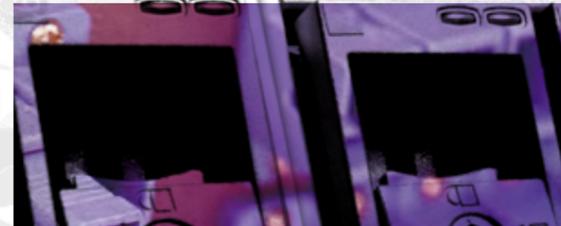
## 연구내용

Emulab을 활용한 국외의 선진 사례 분석

Emulab 환경의 개선

산업계 및 과학기술계 파급 효과

- Emulab을 활용한 국외의 선진사례를 분석한 후에, 현재 국내에서 제공하고 있는 Emulab의 한계점과 우선적으로 개선이 필요한 부분을 모색
- 현재 Emulab에서 제공하고 있는 테스트 환경은 제한적이므로, 이를 효율적으로 극대화시킬 수 있는 방안으로 윈도우 이미지의 업데이트를 실시하였음. 이를 통하여, IPv6 분야의 다양한 테스트, 안드로이드 개발을 위한 윈도우 환경구축, 윈도우 환경에서의 다양한 보안 테스트
- 산업계 파급 효과는 사용자에게 적절한 기술 요소를 제공함으로써, 네트워크 테스트베드 구축 및 개발을 용이하도록 함. 또한 IT 분야 발전에 촉매 역할



효율성 향상지수  
**11.3%**

- 개발비 10
- 인건비 10
- 구축비 15
- 연구시간 10

# 미래 인터넷 환경을 위한 네트워크 가상화 기술 연구

Research on network virtualization for future Internet

고려대학교 유혁



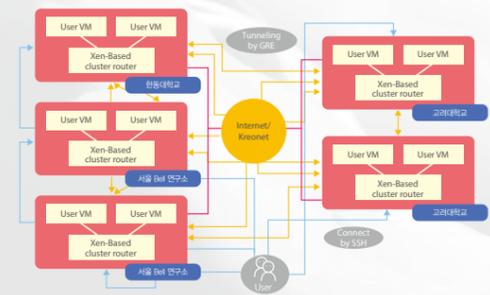
## 연구내용

프로토콜의 동적 재구성 및 확장성(extensibility)을 제공하는 유연한 구조의 소프트웨어 라우터 플랫폼을 이용한 가상화 네트워크 구축

- 다양한 서비스 및 보안 정책 지원을 제공하는 소프트웨어 라우터 구조 설계
- 보안을 위한 유연한 네트워크 프로토콜 스택 구조 설계
- 확장 모듈의 컴포지션 프레임워크 사용
- 프로토콜의 동적 재구성과 확장성(extensibility)을 위한 유연한 네트워크 스택 구조 개발
- 새로운 보안 프로토콜 및 서비스에 대한 지원 능력 평가
- 동적인 프로토콜 재구성, 배포 및 관리에 대한 용이성 평가

소프트웨어 라우터 플랫폼 개편의 large scale ICN 테스트 베드 구축

- 가상화 기술을 이용하여 다양한 ICN 프로토콜을 하나의 노드에서 동시에 동작 가능
- SSH를 통한 각각의 노드 관리, 노드 리소스 관리



가상화 기술을 이용한 ICN 테스트베드

## 연구소개

새로운 네트워크 패러다임인 ICN(Information-Centric Network) 테스트 베드 구성을 위한 가상 네트워크 구축

- 콘텐츠 전달과 모바일을 위해 특화된 통신 인프라 구축
- ICN 프로토콜과 어플리케이션의 실험 및 평가를 위한 large-scale 테스트 베드 구성
- 프로그램 가능한 네트워크와 분산 시스템을 위한 테스트 베드를 가상화 네트워크상에서 구현함으로써 유연한 플랫폼 구축 가능

미래 인터넷 환경에서 추구하는 다양한 서비스 및 네트워킹 기술을 수용 가능한 가상 네트워크 구축

- 다수의 네트워크 간 간섭이 최소화된 가상 네트워크 구축
- DDOS등의 공격을 격리시킬 수 있는 가상 네트워크 구축
- 다양한 네트워크가 동시에 동작 가능한 네트워크 플랫폼 구축

차세대 네트워크 망인 CCN(Contents Centric Network) 상에서 동일 비디오 콘텐츠를 트랜스 코딩 과정 없이 다양한 환경의 사용자에게 전송 환경 구축

- 고 대역폭 환경, 다양한 해상도 비디오 콘텐츠를 세 가지 요소(화질적, 품질적, 시간적)를 적응적으로 스트리밍 하기 위한 스위칭 모델 개발
- 비디오 콘텐츠를 소유 하고 있는 CCN라우터에서 다양한 사용자 환경에 맞춰 스트리밍이 가능한 라우터 알고리즘 개발

## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 가상 네트워크 구축

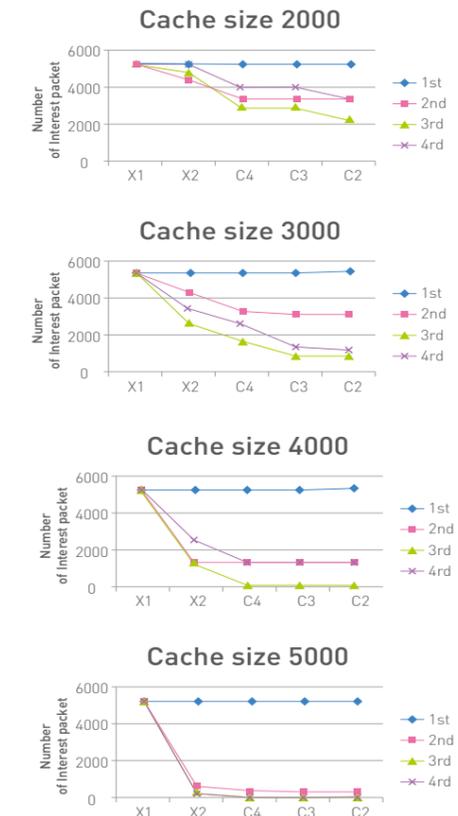
- 인터넷 스케일의 대규모 연결성 실험
- PURSUIT, CCN과 같은 미래 인터넷의 주요 응용을 실제로 실험

### 첨단망 사용을 위한 환경 구축

- 고려대, 중앙대, 한동대, Bell Lab.간 네트워크 연결성 확보
- 기관간 성능 측정 - 1Gbps 대역폭 확보

### KREONET을 이용한 CCN 테스트 베드 구축 실험

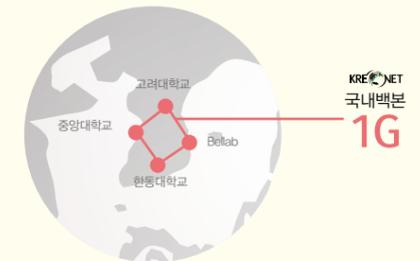
- 실험 환경



- 실험 내용: 단일 클라이언트 X1이 CCNgetfile 을 통해 전체 데이터 크기가 5265 interest packet인 파일을 전송 할 때, 각 중계 노드의 interest packet 량으로 노드별 traffic 측정. CCN의 캐시 효과를 얻기 위해 동일한 콘텐츠를 반복 해서 요청 하였으며, 캐시 교체 정책은 LRU(Least Recently Used)를 사용

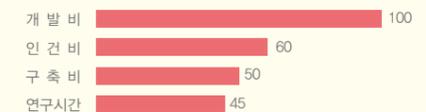
- 실험 결과: 캐시 크기가 증가 함에 따라 비례적으로 traffic 감소. 첫 번째\_HIT수에서는 각 중계노드의 캐시가 비어 있어 traffic감소량 없음. 이후\_HIT수부터\_HIT수별 traffic감소가 일어 나지만, 캐시 교체 정책의 영향과 캐시 크기의 영향으로\_HIT수에 비례하여 traffic이 감소하지는 않음

Test-bed의 CCN 중계노드가 chain 토폴로지로 구성되어 있어 클라이언트 X1의 거리에 따라 단계적으로 traffic이 감소. 캐시 크기가 전체 데이터 크기와 비슷한 5000일때는 캐시 크기의 영향으로 두 번째\_HIT수의 클라이언트에서 가장 가까운 X2노드에서부터 traffic량이 '0'에 가까워짐



효율성 향상지수

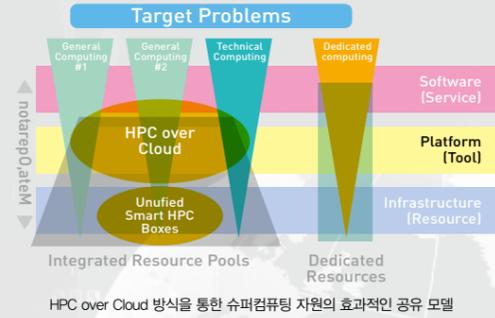
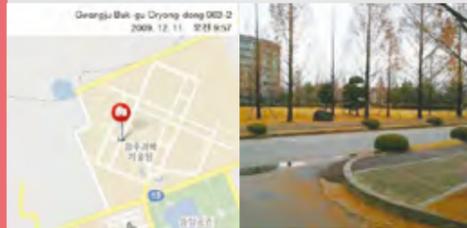
45.6%



# 미래 서비스 기능 개발을 위한 첨단망 활용

Utilizing KREONET for the development of Futuristic Service Functions

광주과학기술원 김중원



것이 필요하며, 이를 위한 기능 연계를 Private와 Public 연동을 추구하는 Hybrid Cloud 모델의 측면에서 바라보고 미리 준비하는 것이 효과적으로 판단

## 연구내용

### Science DMZ 방식에 따른 개방된 (Open) 서비스 기능에 대한 실증환경 모델 정립 (2013~2014)

- 시험환경 아일랜드(island)들을 서로 연결하여 함께 동작시키는 통합된 서비스 실증환경을 구축
- Federation(연동) 기능을 통해 개별적으로 구축된 시험환경의 자원들을 서로 연결함으로써, 동질적이거나 이질적으로 구성된 (즉 form factor가 다양한) 자원들을 확장성이 있게 제공하여 효과적으로 공유
- 첨단망을 기반으로 각종 자원들의 공유를 촉진하는 사용자 중심 서비스 체계 구축을 위한 개념적인 실증에 있어서 핵심적인 역할을 하도록 다양한 서비스를 시범적으로 구성하여 사용자들에게 제공하고 이를 점차 확산하는 개방된 서비스 기능에 대한 실증환경 모델 연구

### SmartFIRE 한국-EU 미래인터넷 시험환경 인프라 연동을 위한 국내외 네트워크 연결 (2014~2015)

- 미국 GENI와 경쟁하면서 진행되는 EU FIRE 프로젝트에 주도적으로 참여하고 있는 EU 측 해외협력기관들과 협력하여 국내의 미래인터넷 테스트베드의 수준을 국제화
- SmartFIRE (Enabling SDN Experimentation in WiReless Testbeds exploiting Future Internet Infrastructure in South Korea and Europe) 프로젝트 컨소시엄(한국 GIST 주도 5개기관, 유럽 UTH 주도 6개기관)이 참여하여 선정
- 국제 네트워크 연결에 있어서는 TEIN4/GLORIAD-(SURF-NET)-GEANT 들이 연결되는 다중 네트워크 도메인 간의 연동

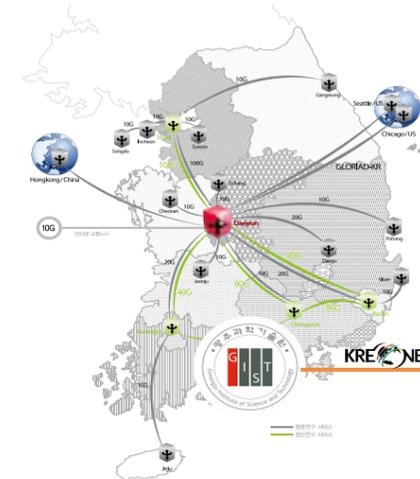
## 연구소개

### 첨단망 실증 환경을 활용하는 신속하고 경제적인 서비스 기능 개발

- 최근 전개되는 정보통신기술(ICT) 기술들의 급격한 변화에 맞춰 수요자가 필요로 하는 새로운 서비스 아이디어를 시험적으로 실증하는 (즉 테스트베드 역할을 하는) 환경을 통해 빠르게 검증하고 시범적으로 운용 필요
- DevOps 방법론은 기존에 분리되어 관리하던 컴퓨팅 자원 (서버, 스토리지 등)과 네트워킹 자원을 통합된 하나의 조직에서 관리하면서 제공하는 서비스에 대한 개발과 운용 능력을 동시에 향상
- 첨단망이 제공하는 네트워킹 능력과 기타 ICT 자원 인프라 (컴퓨팅 및 스토리지) 능력과 연계하여 종합적으로 활용할 수 있는 기반을 만들고, 이를 사용하면서 사용자들이 원하는 과학기술 분야의 다양한 서비스 실증

### 첨단망을 기반으로 각종 자원들의 공유 · 활용을 촉진하는 사용자 중심 서비스 체계 구축을 위한 개념 실증

- 첨단망을 활용하여 사용자들이 원하는 다양한 서비스를 신속하고 경제적으로 제공하기 위해서 네트워크를 중심으로 공유형 자원 활용을 추구하는 체계를 수립하거나 효과적으로 정보 공유를 촉진하는 협업환경(collaboration environment)을 구축하고 활용
- 그림과 같이 HPC (슈퍼컴퓨팅) 자원을 Cloud Computing 방법론에서 논의되는 경제적인 인프라 공유와 연계하여 해석해 보는



GIST 사이버랩 구성 및 네트워크 연결



## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### HPC over Cloud 기반 자원공유를 지원하는 서비스 실증환경 모델링

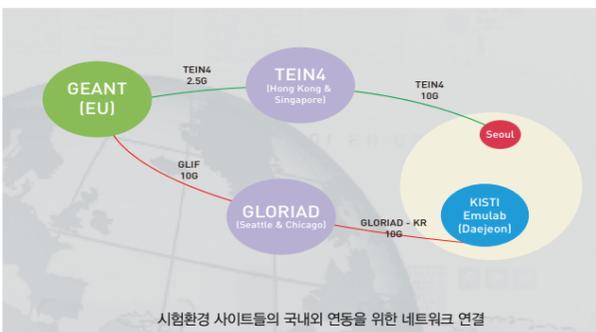
- Hybrid Cloud 방법론과 HPC over Cloud를 연결하는 컴퓨팅 중심의 자원공유 환경의 기능성 검토 및 관련 요구사항 파악

### 미래형 정보 공유 서비스에 기반한 협업환경(사이버랩) 실증환경 개선 기법 발굴

- 기존 사이버랩의 MCU 기반 네트워킹을 개선하는 국내외의 다수 기관을 동시에 연동하면서 고해상도 NetTD(네트워크 태일드 디스플레이) 상에 복수개의 비디오를 공유하는 서비스 모델을 SDN (소프트웨어-정의 네트워킹) 방법론에 의해 손쉽게 다수의 대상환경에 적용하는 자동설정 기능 설계

### 미래형 네트워킹 테스트를 위한 ICT 자원 공유 서비스를 위한 실증환경 구성 및 활용

- 미래인터넷을 위한 Planet Lab 테스트베드 환경을 연동하기 위해 활용중임. 2013년도에 연동 머신들 HP ProLiant DL320 G5p (Intel 4-core 2.5Ghz, 4GB RAM) 서버 2대로 업그레이드 하여 보다 효과적인 네트워킹 시험이 가능하도록 조치함. 또한 오픈 플로우 기반 SDN을 활용한 실증 시험환경인 OF@TEN을 첨단연구망 가입기관과 연동하거나 GLORIAD 연동을 통해 해외기관들과 연동하기 위해서 활용하고자 GIST 내부 네트워크 준비를 완료



시험환경 사이트들의 국내외 연동을 위한 네트워크 연결



효율성 향상지수  
**17.5%**

개발비	20
인건비	30
구축비	25
연구시간	10

# OF/SDN 정형검증 기반 테스트베드 실험

Experiments of OF/SDN Testbed and Development of Supercomputing System for the Genome Analysis

ETRI 신명기 · 최완



- 의미론 기반 SDN 언어 및 컴파일러 연구시제품 개발
  - 의미론 기반 네트워크 컴파일러 소프트웨어 도구 개발
  - SDN 정형언어 파서(Front-end), 중간언어 및 포워딩 규칙 변환 모듈(Back-end) 개발
  - SDN 언어 컨트롤러 연동 및 시험

## 유전체 분석용 슈퍼컴퓨팅 시스템 개발

- GPGPU+MIC 기반 계산성능가속 기술
  - PCI Express 기반 고화장성 IO 시스템 버스 기술
  - 고대역·저지연 네트워크 트래픽 처리기술 개발
- SSD+MAID 기반 저장장치 입출력성능가속 및 전력절감 기술 개발
  - 저장장치 전력제어 기술(MAID) 기반 스토리지 전력 절감 기술
- GPGPU+MIC 기반 성능 가속 시스템 SW 기술 개발
  - 이종 자원(CPU, GPGPU, MIC) 관리 및 스케줄링 기술
  - 시스템 자원의 관리 일원화를 위한 시스템 통합 실행환경 관리 기술
  - 바이오 워크플로우 관리 기술

## 연구소개

### OF/SDN 정형검증 기반 테스트베드 실험

- 미국 GENI (Global Environment for Network Innovations)와의 국제 테스트베드 페더레이션을 통한 오픈플로우/SDN 시험 및 검증, 한-미 간 미래인터넷/미래네트워크 인프라 연동 및 망운용 기술 시험

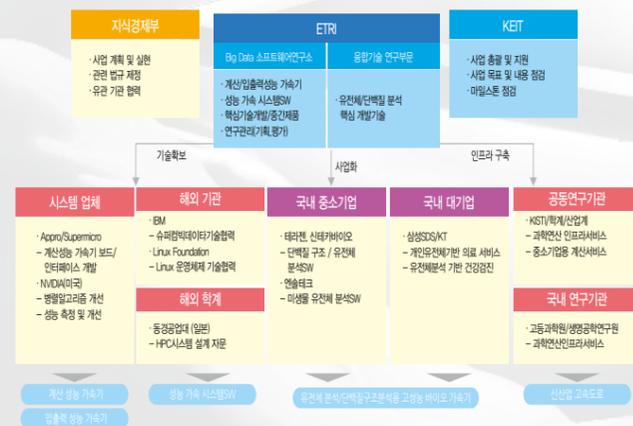
### 유전체 분석용 슈퍼컴퓨팅 시스템 개발

- 계산성능가속기술, 입출력성능가속기술, 성능가속시스템 SW 기술 등 핵심기술 개발을 통해, 바이오(BT), 특히 개인 유전체 및 단백질 분석과 같은 신산업 융합 분야에 특화된 페타플롭스(PetaFlops)급 고성능 컴퓨터 구조를 제공하여 데이터 처리 적시성과 구축비용, 소비전력, 구축공간 감소를 통한 기술/시장/제품 경쟁력을 제공하는 슈퍼컴퓨팅 시스템

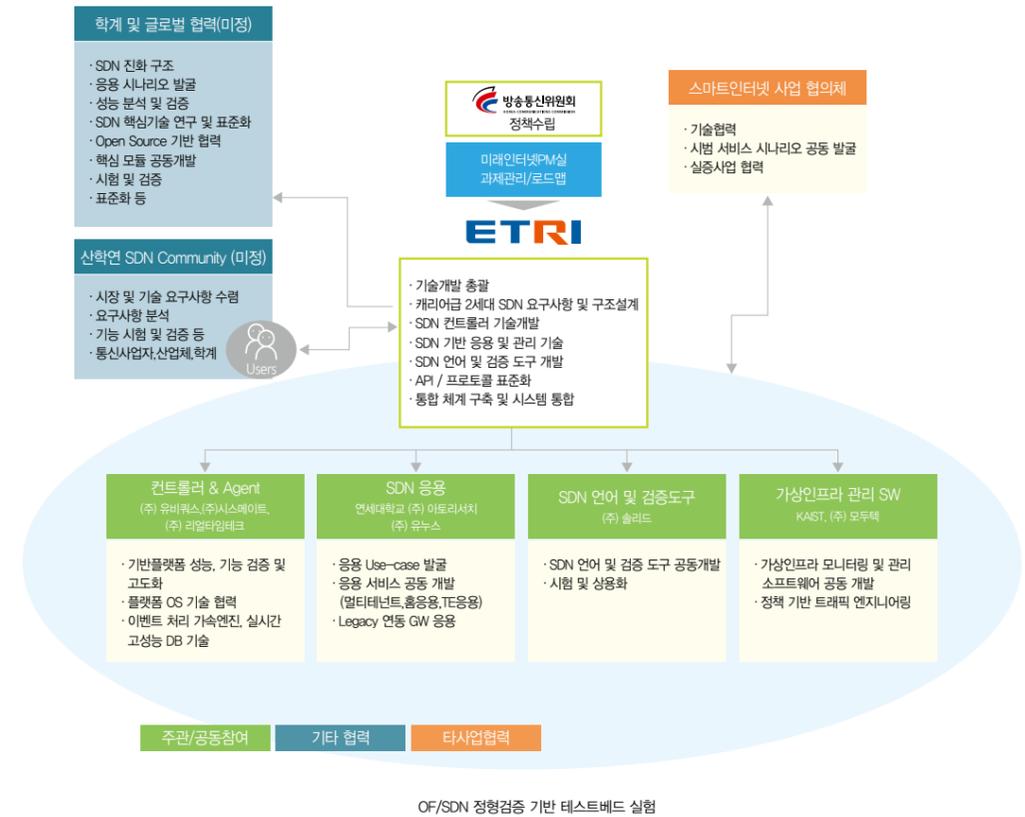
- 각국은 계산 성능확보에 치열한 경쟁을 보이고 있으며, 국가적 경쟁력 확보와 산업 선도를 위하여 신산업분야에서 독자 기술의 정보처리 시스템 보유가 필요
- 세계 주요 국가는 계산 능력의 확보를 위하여 고성능컴퓨팅 시스템 개발에 막대한 규모의 투자를 진행중에 있음

## 연구내용

### OF/SDN 정형검증 기반 테스트베드 실험



유전체 분석용 슈퍼컴퓨팅 시스템 개발



## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

- SDN을 위한 정형언어기반 정형검증
  - 의미론 기반 네트워크 컴파일러 소프트웨어 도구 개발 (공동연구 - 고대)
- 외부기관의 통합연동시험(고대, 외국기관 미국GENI연동기관 등)
  - SDN 정형언어 파서(Front-end), 중간언어 및 포워딩 규칙 변환 - 모듈 (Back-end) 개발
  - SDN 언어 컨트롤러 연동 및 시험 (국제망 시험)
- 서울대 암센터, 엑솜 480개(120명 분량) 분석
  - mouse 유전체의 대용량 miRNA-seq, RNA-seq 데이터 분석에 활용
- 삼성병원, 엑솜 588개(147명 분량) 데이터 분석
  - 보건복지부 PGM21(유전체사업단), 엑솜 576개(144명 분량) 데이터 분석에 활용
  - 보건복지부 PGM21(유전체사업단), 전장 게놈(WGS) 38명 분 데이터 분석에 활용



KREONET  
2013

10

## 건설기술, 실험

건설건축 연구와 교육은 전국적으로 분산된 대형실험시설을 KREONET을 중심으로 국내 어디에서나 직접 이용하고 실험하며, 실험데이터를 공유하기위해 대학과 연구기관등의 균등적인 공동운영을 추진하고 있습니다.

KOCED와 첨단연구망은 1차 6개 실험시설 뿐 아니라, 2차 실험시설의 연계와 협력을 계획하고 있으며, 건설 건축 연구분야의 사이버 환경 구현을 추진하고 있습니다.

128 건설연구 인프라 구축

130 건설실험장비 네트워크

### 공동연구참여시간 증가율



첨단연구망(KREONET)으로

# 국토교통 연구인프라의 공유환경과 공동연구를 선도하다

건설연구인프라운영원 정대성



최근 들어 과학기술이 발전하는데 있어 연구인프라의 중요성이 크게 대두되고 있다. 특히 ICT 기반의 융복합이 전 산업분야로 확산되면서 기존의 전통 산업의 벽이 무너지지 오래다. 기술발전의 속도가 급속히 빨라지면서 첨단 연구장비와 IT인프라는 국가 성장동력의 중요한 열쇠라고 해도 과언이 아니다. 과거와 달리 R&D가 산업을 리드하면서 R&D의 하부구조를 이루고 있는 연구인프라의 중요성이 그만큼 커졌다고 할 수 있다. 최근 몇 년 사이에 연구인프라 강화 차원으로 대형연구시설에 대한 투자가 증가하면서 한정된 예산 범위 내에서의 투자 효율성과 가능한 많은 연구자들에게 공평한 이용 기회를 줘야 한다는 점에서 중복투자 방지와 공동활용 문제가 가장 큰 이슈로 떠오르고 있다.

국토교통부에서는 2004년도에 국토교통 R&D 성과에 대한 실험 검증과 R&D 기반의 미래 신성장동력 창출을 지원하기 위해서 분산공유형 건설연구인프라 구축사업을 추진하였다. 이 사업은 건설분야의 6종 대형실험시설을 전국 대학에 분산하여 구축하고, 이들 분산된 실험시설을 공동으로 활용하기 위한 협업연구시스템을 구축하는 것이다. 우리는 이 사업을 시작하면서 실험시설을 전국에 분산 구축하여



그림 1. 1단계 국토교통 실험시설(6종) 구축



그림 3. 지진방재연구소(부산대) 실험전경

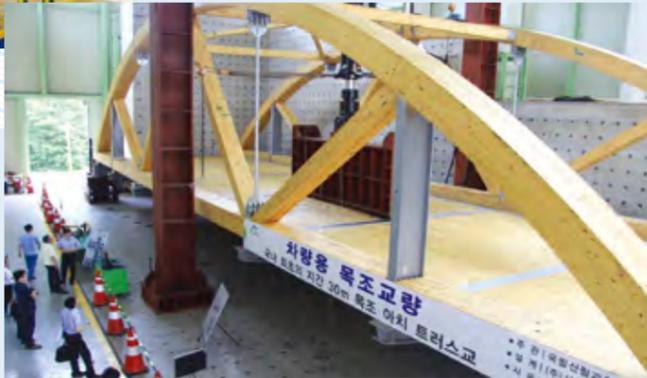


그림 4. 하이브리드구조실험센터(명지대) 실험전경

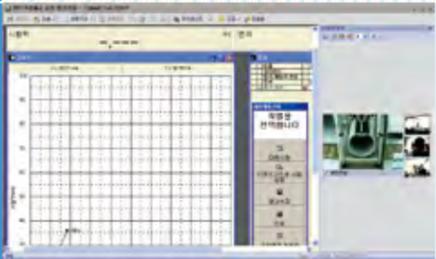


그림 2. 원격실험관찰

지역적 특성화를 도모하면서도 분산된 연구 자원을 서로 연계하여 공동활용할 수 있는 방법을 고민하게 되었고, 그 해법을 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 초고속망인 첨단연구망(KREONET)에서 찾을 수 있었다. KREONET기반의 grid망을 구축하고 이들 연구자원의 효과적인 운영과 다양한 서비스를 제공하기 위한 IT인프라인 C시스템(Cyber Infrastructure system)을 개발하였다. C시스템은 온라인 견적, 계약 및 실험 Data의 저장과 공개를 위한 실험서비스, 대학 강좌 등과 연계하여 소형 장비를 이용한 실습이 가능한 교육서비스 및 실험 과정을 직접 모니터링 하면서 원격지 연구자가 서로 화상회의를 할 수 있는 협업연구시스템으로 구성되어 있다. 또한 각 실험시설에서 진행되는 중요 공개실험들에 대해서 일반 사용자들이 언제, 어디서나 인터넷을 통해서 원격관찰 할 수 있도록 다양한 서비스를 제공하고 있다. 굳이 예전처럼 실험을 할 때에 실험 현장을 꼭 연구자들이 가서 볼 필요가 없는 것이다.

우리는 1G급 KREONET으로 grid 공유환경을 구축함으로써 이들 실험시설에서 수행되는 실험들을 국내 및 해외에서도 관찰할 수 있도록 실시간 영상을 제공하고 있으며, 다양한 영상자료를 교육용으로 활용할 수 있도록 제공하고 있다. 2012년부터는 이들 첨단 실험시설과 국가첨단연구망을 활용하여 해외 우수 연구기관과의 공동연구를 추진하고 있으며, 독일 Kassel 대학과 지진관련 공동연구를 진행한 경험이 있다. 명지대학교 하이브리드구조실험센터에서는 지진에 대한 구조물의 내진성능 평가 실험을 수행하고 Kassel 대학에서는 수치 시뮬레이션을 담당하여 서로 연구망을 통해 실시간 연동실험을 진행하였다. 2014년부터는 미국, 유럽, 대만 및 일본의 지진공학 관련 연구기관과 연구커뮤니티를 구성하여 본격적인 공동연구를 진행할 예정이다.



그림 5. 원격 화상회의

현재 이들 1단계 실험시설들은 2009년 6월에 구축이 완료되어 운영중에 있으며, 올해에는 '2012년도 정부연구개발 우수성과 100선(인프라 분야)'에 선정되어 미래창조과학부 장관상을 수상하였다. 이는 지역적으로 분산된 실험시설들의 공유환경을 구축하고 공동 활용하는데 초고속국기연구망으로 grid를 구축하였기에 가능했다고 해도 과언이 아닐 것이다.

1단계 실험시설의 성공적 구축과 운영 성과를 기반으로 국토교통부에서는 2단계 국가 대형실험 시설을 추가 구축하는 사업을 진행한다. 글로벌 시장 구조와 기술 환경 변화에 능동적으로 대처하고 재난·안전관리, 기후변화 대응 기술개발 등을 위해 2단계 6종 실험시설(극한상태구조특성 실험 시설, 기후변화 대응 다환경 실험시설, 주택성능품질 실험시설, 대형수리모형 실험시설, 종합도로시험장 실험시설, 도로주행시뮬레이터 실험시설)을 2018년까지 구축, 완료하여 R&D 인프라를 강화하고 향후 전략적인 투자와 지속적인 운영관리 고도화를 추진할 예정이다. 또한 이들 실험시설 역시 1단계 실험시설들과 마찬가지로 KREONET망을 통해 Grid로 연결함으로써 다양한 서비스를 제공할 계획이다. 향후 KREONET망은 국토교통 연구인프라뿐만 아니라 이를 기반으로 국내외 연구커뮤니티를 잇는 BRIDGE 역할을 할 것으로 기대한다. 다양한 R&D 검증실험과 건설·교통 신기술 개발 지원이 가능하고 또한 관련분야 기술경쟁력 제고에 기여하며, 해외에서 수행하던 검증실험을 국내에서 가능하게 할 뿐만 아니라 해외 실험과제도 우리나라로 유치할 수 있을 것이다. 우리는 이들 대형실험시설을 연구장비·시설인프라 투자가 어려운 대학 및 중소기업 등의 연구개발 및 신기술 검·인증 실험 지원 등에 지속적으로 지원함으로써 국가 연구인프라의 공동활용에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

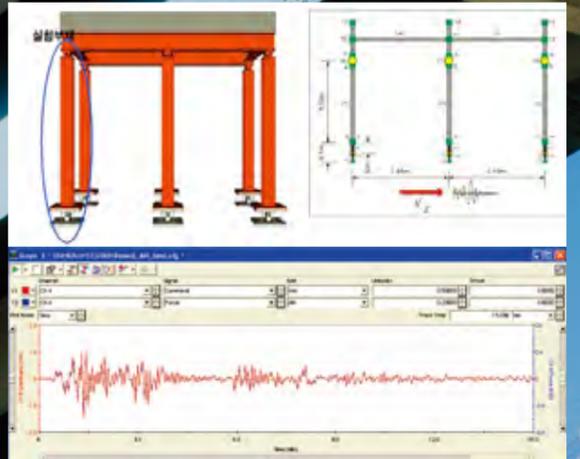


그림 5. Hystec-Kassel 하이브리드실험

# 건설연구 인프라 구축

CyberInfrastructure System for Construction Research

건설연구인프라운영원 안팎기



## 연구소개

### 위험으로부터 안전하고 편안한 사회 실현

- 기후변화, 대형 재해·재난에 대비한 구조물 성능평가 및 검증의 실험 데이터 공유환경 제공 필요
  - 구조, 지진, 재료, 지반, 내풍, 해양환경 등 6개 중요분야에 대한 실험시설의 장비들을 첨단연구망(KREONET)으로 연결하여 실험데이터 수집
- 건설교통 분야 신성장동력 창출 및 연구성과의 실증을 위한 첨단 실험시설 인프라 공동활용 지원

### 사이버연구환경 활용

- 대형 연구인프라를 기반으로 한 글로벌 경쟁력 확보 및 선진국, 신흥국과의 공동연구·국제협력 활용
- 토목·건설분야의 연구생산성을 높이기 위해 전국적으로 분산구축되어 있는 대형실험시설을 첨단연구망(KREONET)으로 네트워크화하여 원격관찰, 공유, 협업이 가능한 시스템을 운영

## 연구내용

- 장대 교량 및 건축구조물의 구조·피로실험
  - 대형화 추세로 가는 토목, 건축 구조물을 실험크기 또는 축소 크기로 제작하여 구조물에 하중을 작용시켜 시험체가 받는

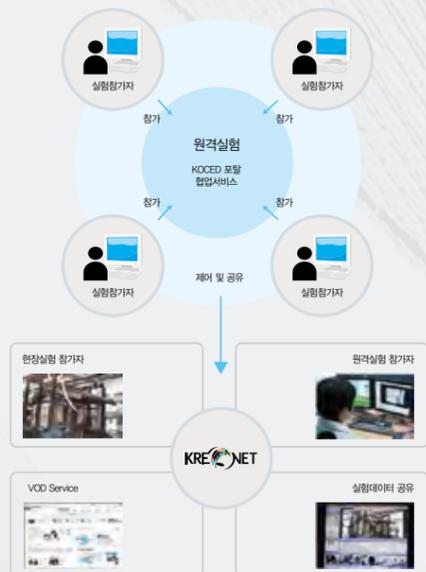
응답을 예측하여 부하에 따른 변위, 변형, 파괴 과정을 관측하고, 강도 특성을 파악하여 안전성과 내구성에 관한 연구

### 원심모형실험을 이용한 지반구조물의 방재성능평가 연구

- 지반구조물의 자연재해 방지성능 검증을 위한 원심모형실험 기술을 개발하며 원심모형실험을 통하여 지반구조물의 방재성능을 검증하고 이에 대한 분석기술 및 구조물 보강기술 개발, 현장 적용 등에 활용 방안 연구
- 최근 급격한 기후 변화에 의한 홍수해 발생, 한반도 인근 지진 발생 빈도 증가와 같이 자연재해에 의한 사회기반시설물의 파괴는 사회, 경제적으로 막대한 손실을 야기한다. 건설구조물의 방재성능을 실험적으로 평가하고 피해 원인 분석, 보강기술 개발 등 일련의 연구를 통하여 사회기반시설의 재해 안전성을 높이기 위한 방안 연구

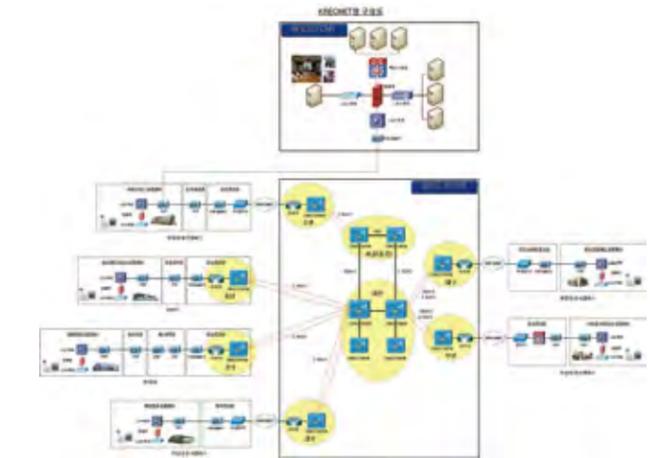
### 건설재료 실험 및 연구

- 콘크리트, 강재 및 신소재 등의 재료적 성질을 정밀분석 실험, 재료의 파괴, 화학성분 분석에 관한 연구



### 내진설계 및 재해방재 실험기술 연구 개발

- 국내외적으로 빈번하게 발생하는 지진이 구조물에 미치는 영향 연구 및 지반진동 및 유체진동, 원자력발전소설비, 초고층건물, LNG저장탱크와 같은 플랜트 시설 등의 내진실험 연구
- 고층건물 모형과 장대교량 모형 등의 바람에 대한 영향 연구
- 해상 교량 및 초고층 주상복합 건물의 내풍 안정성 평가 풍동실험
- 지하철 등과 같은 지하구조물 환기/배기, 유독 물질 확산, 환경 오염물질 확산 등과 같은 방재분야 검토 풍동실험
- 해안에서의 파동현상 연구
  - 방파제 또는 부두 등의 모형을 대형 조파수조에 설치하고 인위적인 파도를 만들어 구조물 건설에 따른 해안에서의 파동현상 연구
- 지진해일(쓰나미), 오염물 및 온·냉배수 확산 실험



## 국가과학기술연구망(KREONET) 활용 내용

### 건설건축사이버실험연구환경 구축 및 활용

- 고속/분산 하이브리드실험기법연구
  - 대형 구조물의 실험에 초고속, 대용량의 컴퓨팅 리소스를 이용한 해석과 유압 실험시스템을 실시간으로 연동시켜 실험 할 수 있는 Fast Hybrid Testing 및 Distributed Testing 연구 수행
- KOCED Tele-Presence를 이용한 협업연구
  - 첨단응용연구망에 연결된 Tele-Presence 장비를 이용한 화상 회의, 협업설계, 원격실험 관찰등 활용
  - 공개실험실 실험장면이나 계측데이터를 실시간으로 중계
  - 6개 실험센터에서 실험한 실제 데이터를 실험모델(도면, 재료 등), 실험셋업(장비 셋업 정보 등), 실험결과(실험데이터, 사진, 동영상) 등을 KOCED 데이터 표준에 맞게 축적
- 건설연구인프라운영원 사무국(기술연구소 포함)과 전국 6개의 대형실험센터와 컨소시엄 형태로 조직구성



# 건설실험장비 네트워크

Korea Research Environment Open NETwork



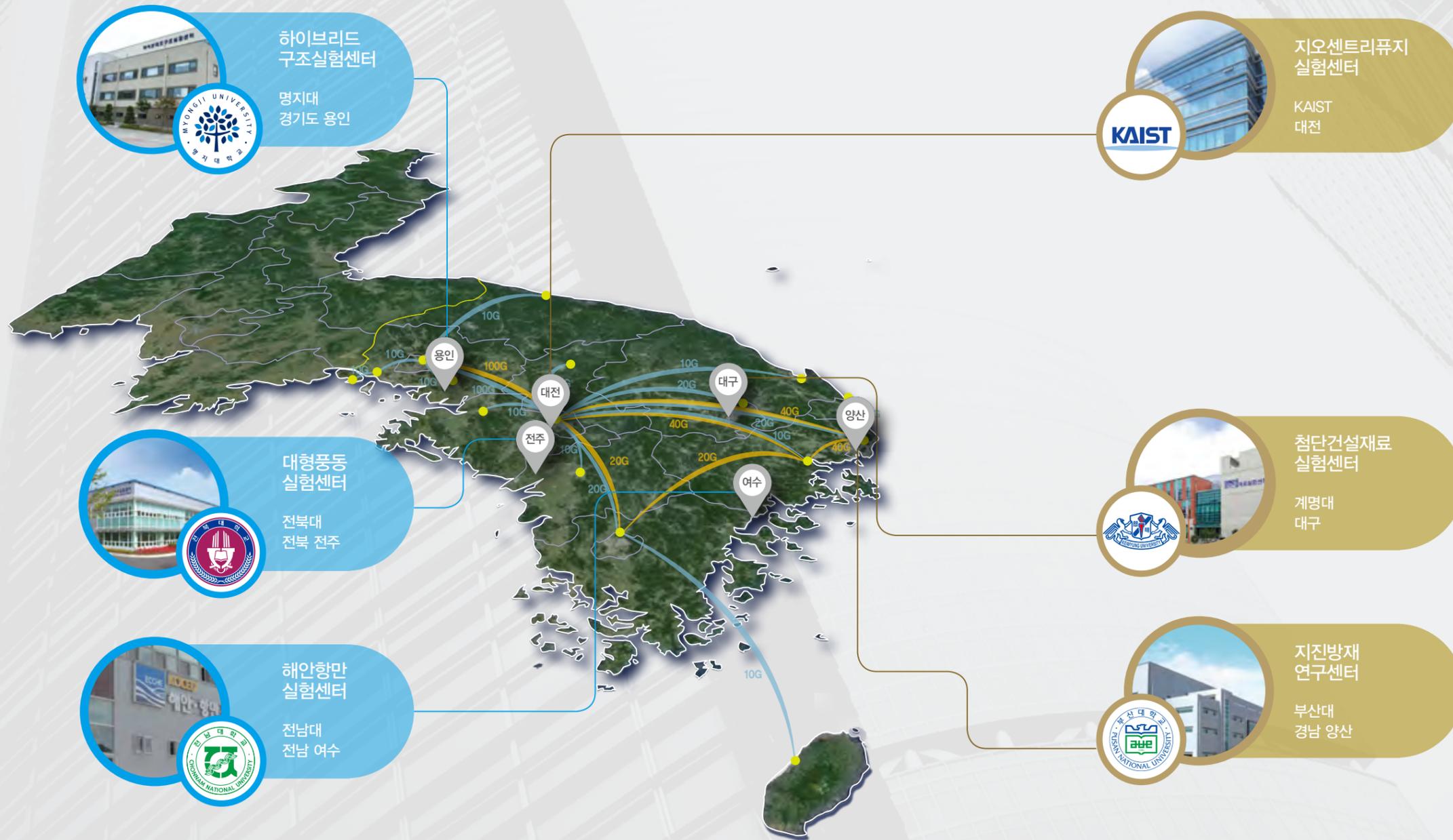
팩서포트 압축성능 실험

해상풍력기초 모노파일 원심모형실험



경험적설계법 적용을 위한 교량바닥판용 리브택의 편칭전단강도 실험

이물질퇴적방지 신축이음장치 실험



지진 및 폭풍해일 침수피해 방지시설 구조물 개선을 위한 단면수리실험

타원형 수중천뢰 수리모형 실험



원자력 발전소의 방수문 내진성능 검증시험

3경간 교량상부모형의 충돌실험



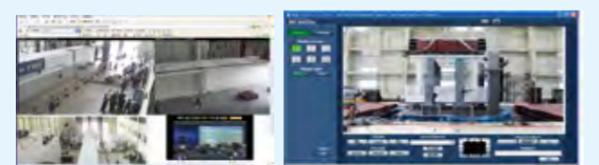
면진테이블시스템 성능평가

풍력발전기 배치에 따른 성능 효율 실험



차량용 정지표시판 안정시험

대통령기록관 풍압실험



GS건설 60m거더 공개실험 전승장면 (동시접속 280명)

내진보강기법의 내진성능 검증 및 평가



구조물 내진설계 경진대회

# KREONET

Support Cases for Advanced Applications on KREONET  
Korea Research Environment Open NETwork



Support Cases for  
Advanced Applications on **KREONET**  
Innovative networking to the borderless knowledge society



## Support Cases for Advanced Applications on **KREONET**

Innovative networking to the borderless knowledge society

