

# 글로벌 대용량 실험데이터 허브센터 소개

(Global Science experimental Data hub Center)



슈퍼컴퓨팅본부

2016년 12월 26일  
윤희준, 노서영



1. 사업추진 배경
2. 사업 개요
3. 센터 지원실험 현황
4. 대표 성과
5. R&D 효율화와 데이터센터
6. 맺음말

---

# 사업추진 배경

# Online in 60 seconds





# 연구 패러다임 변화

## 데이터를 기반으로 한 연구 패러다임의 부상

관측, 관찰을 통한 자연 현상 기술

모델링과 일반화를 통한 자연 현상 기술

컴퓨터시뮬레이션을 통해 자연 현상 기술

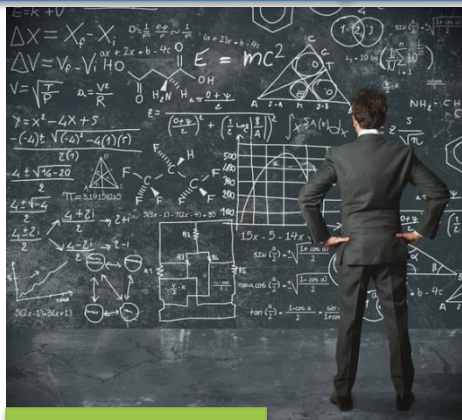
초대형 실험장비의 방대한 데이터 분석을 통한 자연 현상 기술

### Research Paradigm Shift to Data Intensive Scientific Discovery



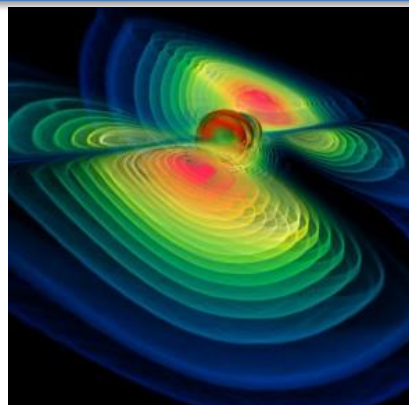
1세대: 관측

1610년, 갈릴레오는 최초의 망원경으로 목성, 금성, 달 관측 성공



2세대: 이론

1964년, 힉스는 물질에 질량을 부여하는 힉스 입자의 존재를 이론으로 설명



3세대: 시뮬레이션

두 개의 블랙홀이 하나로 통합되면서 중력과 가 생성되는 현상 컴퓨터 시뮬레이션



4세대: 데이터

2013년, CERN의 CMS와 ATLAS 검출기를 통해 생성된 데이터를 분석하여 힉스입자 존재 증명 → 노벨상 수상

# 최근 사례: 데이터가 과학을 리드(Data-driven Science)

- **CERN noticed a signal like a new particle in CMS & ATLAS experiment** in December 2015.
- The **750 GeV diphoton excess** in particle physics was an anomaly in data collected at the Large Hadron Collider(LHC) in 2015, which could have been an indication of a new particle.
- However, the anomaly was absent in data collected in 2016, suggesting that the diphoton excess was a statistical fluctuation.
- In the interval between the December 2015 and August 2016 results, the anomaly generated considerable interest in the scientific community, including about **500 theoretical studies.**

**We are in data-driven science era!!!**  
Our trust is in data

The 750 GeV 'thing'

CMS Spokesperson  
 April 2016 CERN Resource Review Board

“We are about to open a new page in HEP history”

- The plan is to have the ‘... mode’ while in parallel
- Special attention will

1.  $S \rightarrow ZZ$   
 2.  $S \rightarrow WW$   
 3.  $S \rightarrow hh$   
 4.  $S \rightarrow t\bar{t}$

• The hints of a possible new state of matter have excited the HEP community: in the experiments our trust is in data ... and we will get a lot more data in 2016 which should tell us if we are about to open a new page in HEP history

PRL 116, 150001 (2016)      PHYSICAL REVIEW LETTERS      week ending 15 APRIL 2016

Editorial: Theorists React to the CERN 750 GeV Diphoton Data

Last December, the ATLAS and CMS Collaborations at the Large Hadron Collider reported... [1] have recently reanalyzed their data [3,4], and the signal has become slightly stronger. Though the results are extremely intriguing, more data are required to establish if the excess is real, or a statistical fluctuation.

Over 250 theory papers have appeared following the December announcement, and a number of them were submitted to us. We found it appropriate to publish a small sample of them. To maximize the coherence and fairness of our choices, we obtained informal advice from several experts.

More than 250 theory papers submitted to PRL

#Run2Seminar and subsequent yy-related arXiv submissions

Cumulative number of submissions [by @DrAndieDavid]

More than 500 theory studies found in arXiv

# 발전, 발명, 그리고 혁명

중력파발견  
(13억 광년)



중력파망원경 LIGO  
(2015년)



허블망원경  
(1990년)



전파망원경  
(1931년)



망원경  
(1610년)



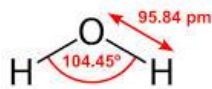
發見

이슬

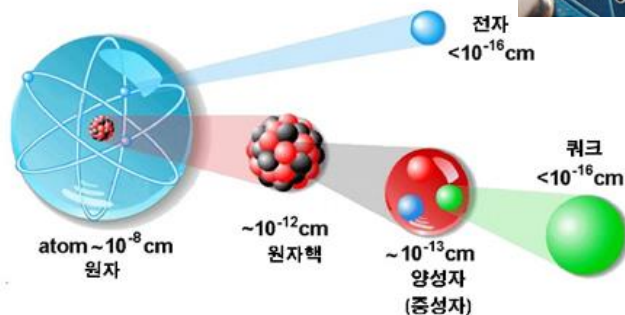


0.1cm

물분자



$3 \times 10^{-6} \text{cm}$



알파입자  
산란실험  
(1911년)



가속기



원자력  
에너지혁명  
(50년)



검출기



發明

컴퓨터



음극선관  
(1897년)



전자혁명  
(100년)



發明

거대장비,  
대용량실험데이터  
거대 컴퓨팅 필요

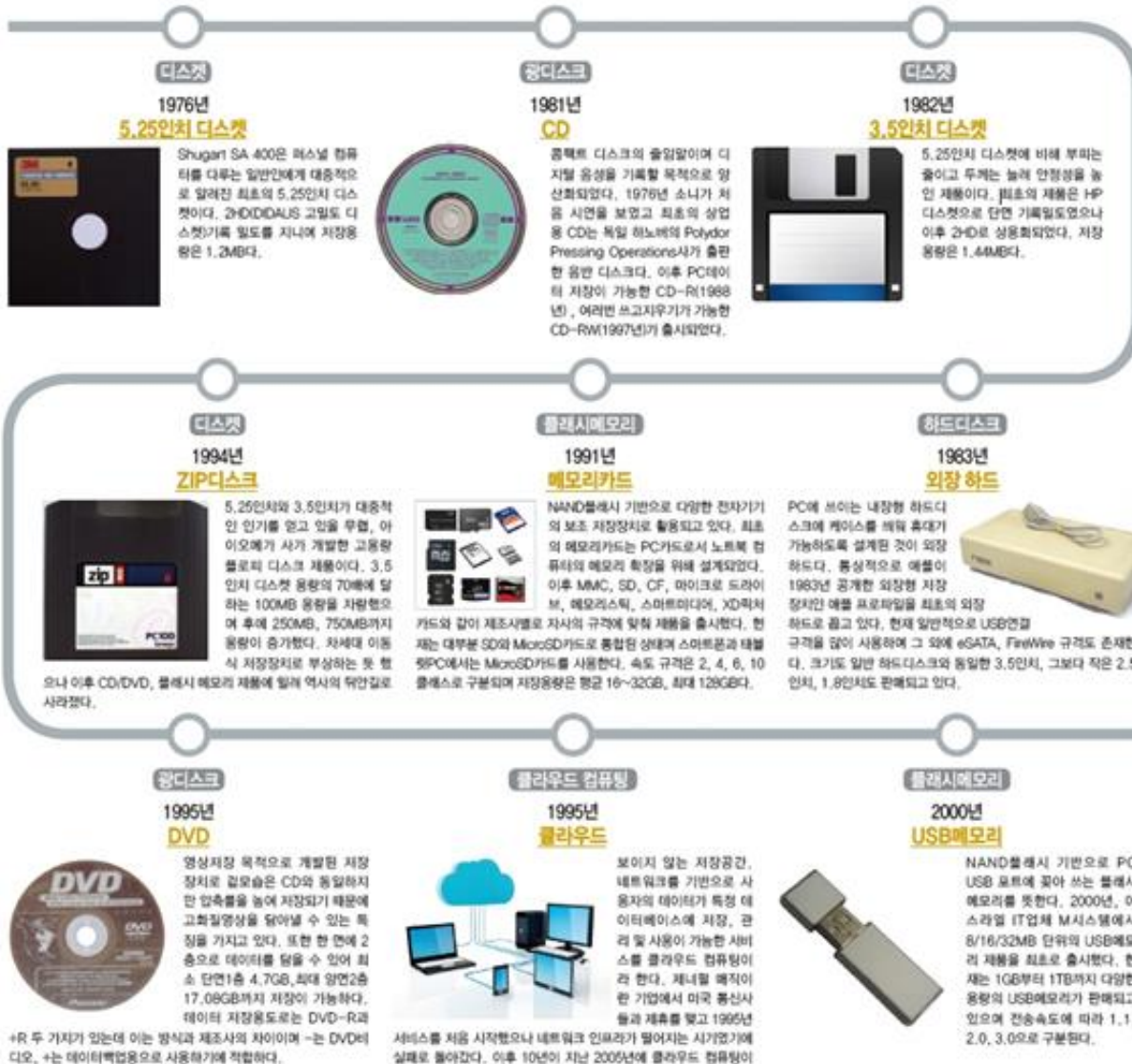
10조

3,000억

노벨상 87%가 신개념 연구장비활용 (1914년부터)



# 이동식 저장장치의 역사



# PC의 역사

## 전자계산기

1. 주판



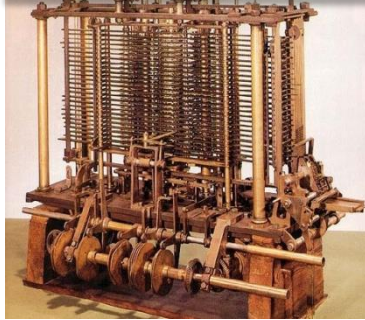
2. 파스칼 수동계산기



3. 라이프니츠 계산기



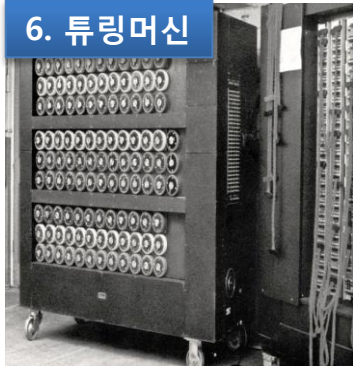
4. 찰스배비지의 해석기관



5. 애니그마



6. 튜링머신



7. 에니악



8. IBM System/360



9. IBM 1401



9. Altair 8800



## 컴퓨터

13. IBM XT/AT



14. 노트북



12. 매킨토시



15. PDA



16. 스마트폰



11. IBM PC



17. 스틱PC



10. 애플I



18. 웨어러블PC



# 컴퓨터 구조의 발전과정

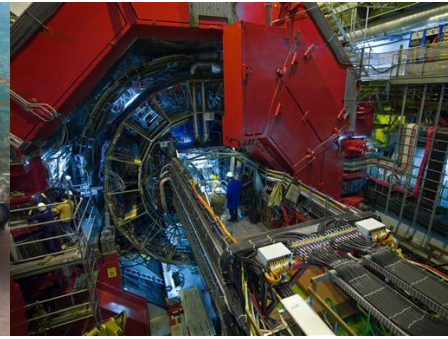
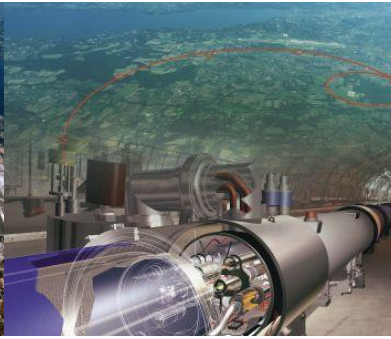
세대별	사용 전자 소자	사용 언어	특징 및 응용 분야	대표 기종
1세대 (1946-1956)	회로 : 진공관 기억 : 자기 코어 자기 드럼 수은 지연회로	기계어 어셈블리어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수명이 짧음</li> <li>- 부피가 크고 전력 소모 많음</li> <li>- 냉각장치 필요</li> <li>- 하드웨어에 중점</li> <li>- 과학 계산, 통계, 집계</li> </ul>	ENIAC EDVAC UNIVAC
2세대 (1957-1964)	회로 : 트랜지스터 기억 : 자기 코어 자기 드럼 자기 테이프	FORTRAN COBOL ALGOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일괄 처리</li> <li>- 컴파일러 사용</li> <li>- 입출력 채널 대두</li> <li>- 생산 관리, 원가 관리</li> </ul>	IBM 1101 NCR 304 Honeywell 800
3세대 (1965-1979)	회로 : 집적회로 기억 : IC 기억장치 자성망막 자기 디스크 자기 테이프	PASCAL LISP 구조화된 언어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중 처리</li> <li>- 예측, 의사결정</li> <li>- 운영체제 개발</li> </ul>	UNIVAC 9000 PDP-11 CRAY-1 CYBER-205
4세대 (1980-현재)	회로 : 고밀도 집적회로 초고밀도 집적회로 기억 : LSI VLSI 자기 디스크 자기 테이프	ADA 문제중심 언어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 네트워크 관리</li> <li>- 데이터베이스 관리</li> <li>- 지식정보 처리</li> <li>- 인공지능</li> <li>- 로봇</li> </ul>	CRAY XMP IBM 308
5세대 (미래)	사용 소자 중심으로 분류하는 세대가 아니 라 얼마나 인간다운 컴퓨터가 될 것인가로 세대를 구별		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간 지능화 시대</li> <li>- 사고하는 감각을 지닌 컴퓨터</li> <li>- 처리 속도의 초고속화 (4세대의 약 10-100배 속도)</li> <li>- 바이오칩이나 광소자를 이용한 칩의 실현</li> </ul>	



# 인터넷 발전 과정



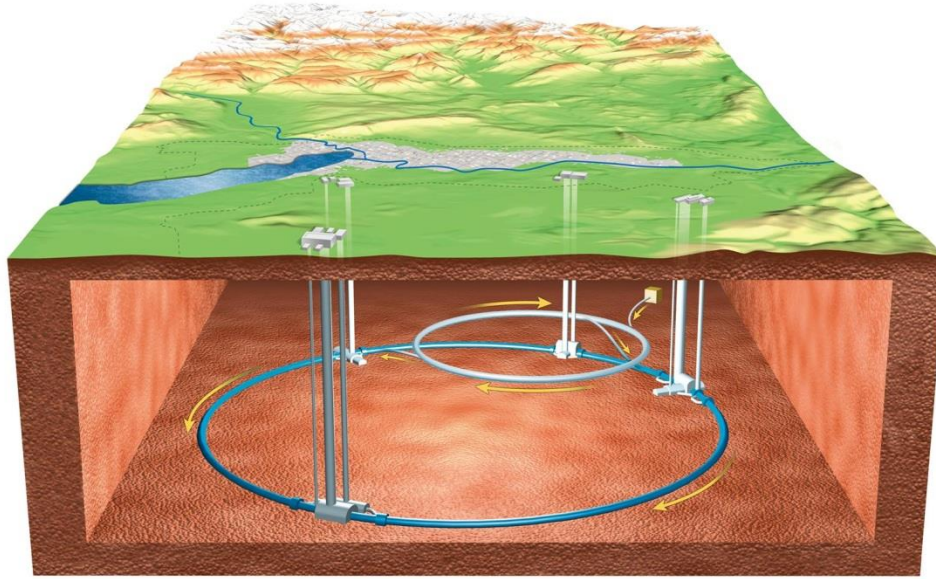




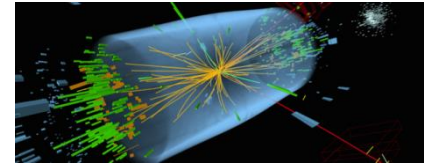
2013  
(힉스입자 발견)



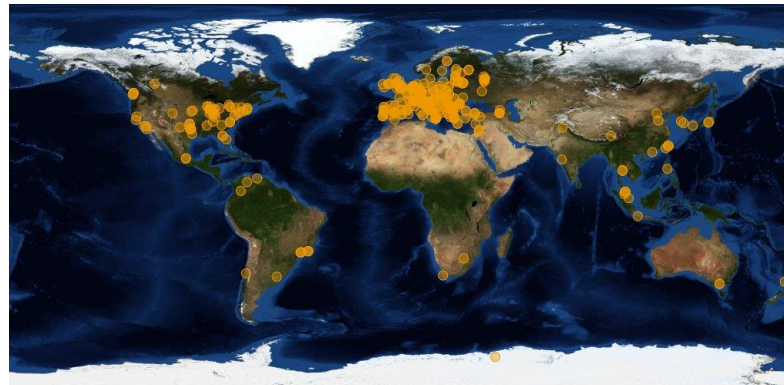
스위스-프랑스 국경  
지하 100m  
둘레 27km  
4개 핵심 검출기  
운영비 1.5조/연



10GB/s → 30PB/year  
100M 센서 → 14M Pic/s



World Wide Web 탄생  
Tim Berners-Lee (1989)



42개 국가  
170개 데이터센터  
(55만CPU, 300PB Disk, 230PB Tape)  
10,000명의 연구자

# 추진경위



4대분야

- ① 입자물리이론
- ② 검출기(ALICE, CMS) 건설과 이용
- ③ LHC 컴퓨팅 그리드
- ④ 한국 연구자 교육프로그램 참여

한국정부-CERN  
협정 체결

한-CERN간  
대형가속기(LHC)  
사업 참여 의정서 체결

국내외 첨단대형연구시설  
실험데이터 등의 컴퓨팅  
그리드 구축 지원 강화  
(과학기술기본계획 577 계획)

글로벌 첨단 실험데이터 확보  
공유를 위한 연구 인프라 구축  
및 발전방향 기획연구 수행

2006.10

2007.07

2008.08

2009.12

2010.07

아시아  
대표  
WLCG  
Tier 1

2016

WLCG 세계 11위 달성



중력파 세계최초  
직접 검출 성공

2015.5



KISTI-CERN  
10Gbps 가속기데  
이터전용망 구축

2014.04



세계 11번째  
WLCG Tier-1  
국가 공식 승인



글로벌 대용량 실험데이터  
허브 센터, GSDC 출범

---

# 사업 개요



# 거대 연구 → 집단 지성의 힘

손님이 원하는 생선요리 ← 생선 + 요리법

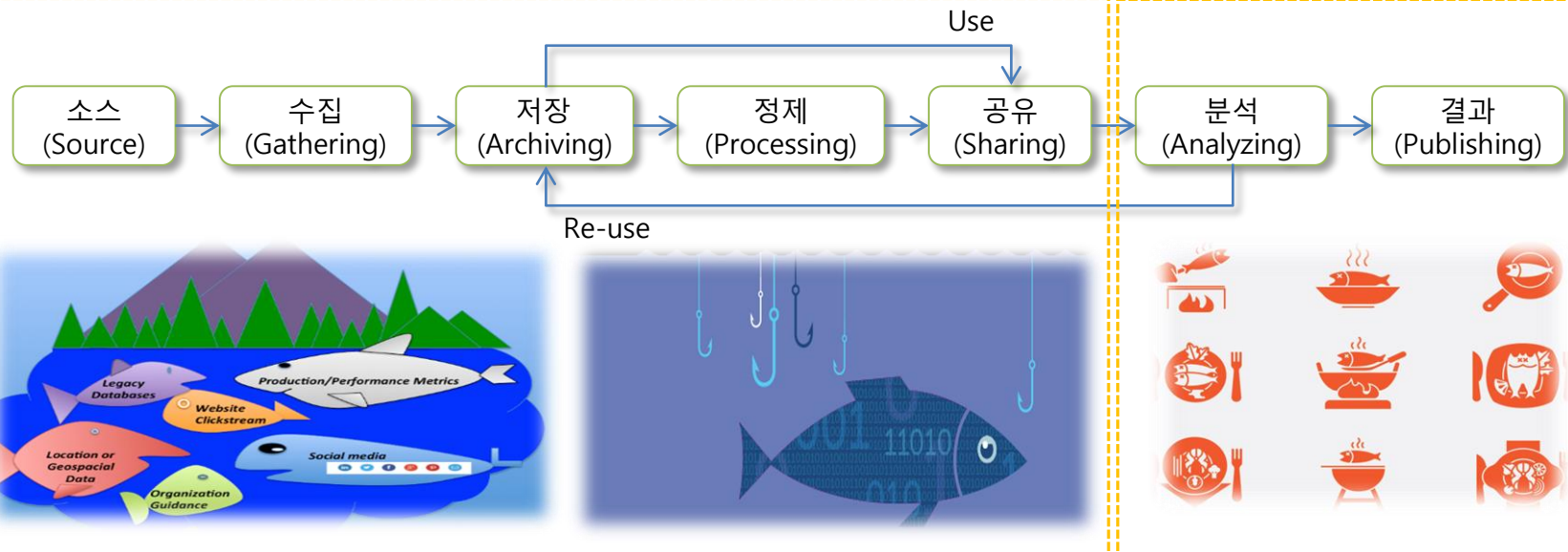
AS-IS

예측된 요리



TO-BE

실시간 주문요리



## 국내 연구자 규모를 고려할 때

막대한 예산의 첨단대형연구시설을 모두 갖출 수 없는 현실

10조

국내연구자  
120명



CERN 실험



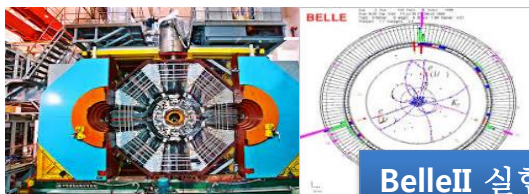
LIBO 실험

1조

국내연구자  
40명

5000억

국내연구자  
40명



BelleII 실험



KAGRA 실험

1조

국내연구자  
40명

2000억

국내연구자  
10명



DUNE 실험



국제선형가속기

11조

데이터센터 구축을 통해 **1천분의 1의 예산**으로  
**실험데이터 확보 가능**

# 사업구조



세계 주요 가속기(CERN, KEK) 및 대형 검출기(LIGO)등의 대용량 실험 데이터의 공유·분석 환경 구축을 통해 기초연구 글로벌화, 선진화 (과학기술기본계획 577)

아시아 대표 데이터 허브센터  
거대실험장비와 데이터센터가 연계된 오픈사이언스 플랫폼제공

## 기초과학 선진화, 첨단화를 위한 기초과학분야 국가 통합 데이터센터

도약

(기초과학)  
국가 통합  
데이터센터

목표



태동

기반마련  
가속기 데이터 기반  
대용량데이터센터  
(아시아대표허브센터)

성장  
데이터집약형 연구  
거점 데이터 센터

단계

2009~2014

2015~2018

2019~2024

2025~

대표  
기능

• WLCG Tier-1  
서비스

• WLCG Tier-1 기능강화  
• 아시아지역 대표 허브센터  
• 고부가가치 장비연계

• 통합가속기 데이터센터  
• 실험데이터 통합 관리  
• 국가전략지원 체계구축

• 기초과학 통합 데이터센터  
• 데이터기반 사회현안 대응  
• 개방형 교육(중·고등)

기술

(관리)데이터센터 통합관리 솔루션 개발

대용량데이터 분산 저장 구조체 국제공동 개발

(핵심)오픈S/W기반 저비용 고신뢰성 대용량 스토리지 솔루션 개발 → 산업화

(원천)데이터 초고속 병렬처리기술 (KISTI-CERN) → CERN, RAON 적용



# 추진전략

데이터 집약형 연구기반 확보를 통한 기초연구 진흥  
**GSDC Promoting Science**  
 세계적 과학성과 창출을 위한 R&D 파트너

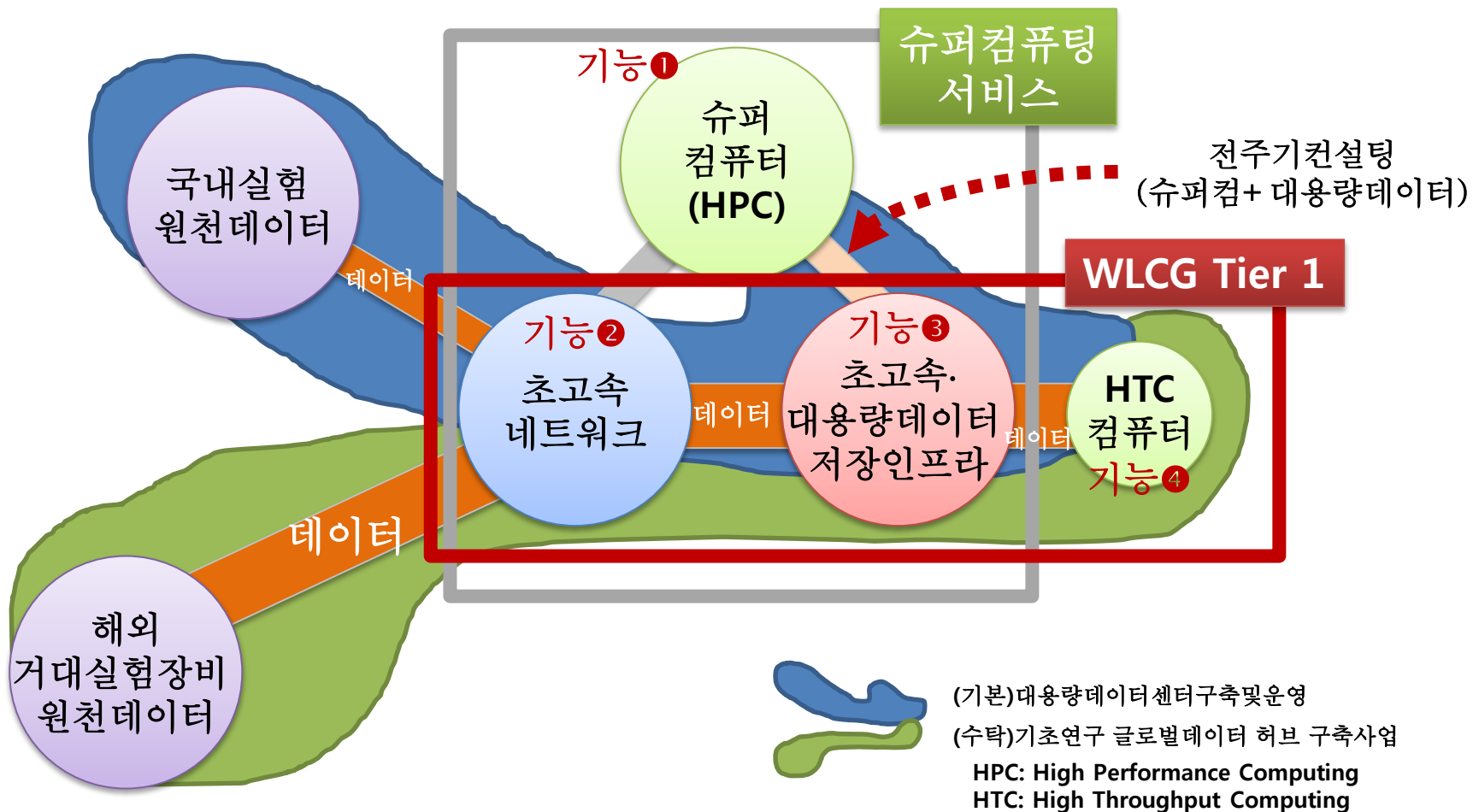
GSDC 역할

기초과학 선진화, 첨단화를 위한 기초과학분야  
 국가 통합데이터 센터 구축



## 데이터집약형 기초연구 기반 구축

슈퍼컴퓨팅 기능 ②,③ 활용, 기능④ 추가 → WLCG Tier-1 완성

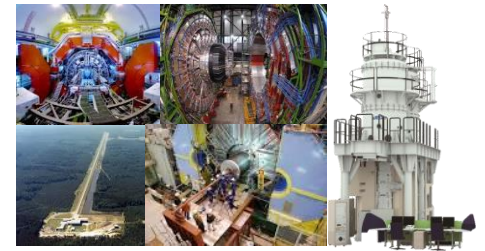




(CERN) 대용량 데이터  
1년 CD 20Km

- (글로벌) 아시아 대표 허브
- (국내) 기초과학 데이터 분석  
오픈플랫폼 제공

# 글로벌 대용량 실험데이터 허브센터



고부가가치  
대형연구시설장비



---

# 센터 지원실험 현황

# 지원실험 요약 (서비스 중)

High Energy Physics

- ALICE(A Large Ion Collider Experiment)**
  - 빅뱅을 재현하여 우주 초기 물질 상태 연구
  - 41개국, 159개 기관, 1,655명 참여 (국내 40여명)

- CMS(Compact Muon Solenoid)**
  - 새로운 물리현상 탐구 (힉스 입자 입증)
  - 40개국, 172개 기관, 3,000명 참여 (국내 80여명)

- Belle/BelleII(Japan KEK)**
  - B 중간자 희귀 붕괴현상 등에 대한 연구
  - 20개국, 67개 기관, 428명 참여 (국내 40여명)

Astro Physics

- LIGO(Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory)**
  - 중력파를 지상에서 검출하는 실험
  - 16개국, 60개 기관, 1000명 참여 (국내 40여명)

Particle Physics

- RENO(Reactor Experiment for Neutrino Oscillation)**
  - 원자로에서 방출되는 중성미자 검출(영광원자로)
  - 국내 실험(50여명)

Medical Science

- Genome Research**
  - 차세대 개인별 맞춤 치료를 위한 유전체 데이터 분석
  - (국내) 서울대, 이화여대, 국립암센터 등 50여명 참여

**G** Global **D** Domestic

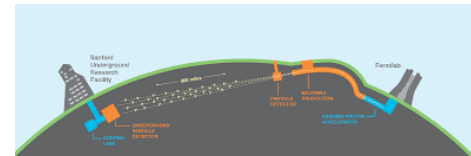
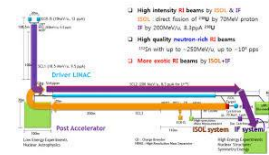
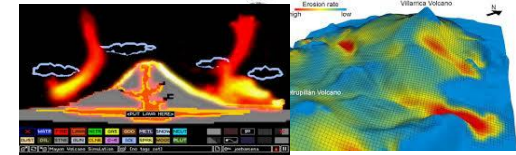
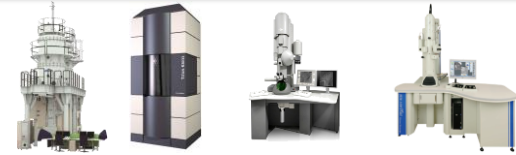




# 지원실험 요약 (시범 서비스 및 준비 중)

## 지속적인 수요 발생

- Biology**
  - 구조생물학 (Trial Service 2016)
    - ➔ 전자현미경(대형연구시설)과 연계한 데이터 분석 테스트 베드 구축
    - ➔ 2017년 공식 서비스 (추후 PI 100여명 수준으로 확대)
- Safety & Disaster**
  - 방재데이터 데이터공유분석 환경 (Trial Service 2016)
    - ➔ 화산방재학회 실측데이터 및 시뮬레이션 데이터 공유환경 구축
    - ➔ 재난대응에 활용 가능한 데이터 기반구축 마련 (국민안전처 연계)
- High Energy Physics**
  - CMS Tier-2 서비스 (Service 2017) → 아시아 유일 CMS Tier-1(협의중)
    - ➔ KISTI new Tier-2 서비스 [WLCG MOU 체결\(2018\)](#)
    - ➔ [CMS Tier-1 구축, 한국 CMS 및 CERN CMS 협의중](#)
- Astro Physics**
  - KAGRA(Kamioka Gravitational Wave Detector, Japan, 2017)
    - ➔ 중력파연구협력단의 LIGO 실험과 통합하여 [중력파 연구지원 일원화](#)
    - ➔ 데이터 확보, 개발 S/W 적용([노벨물리학상 Kajita 교수 서신 지원 요청](#))
- Medical Science**
  - Brain Research (Trial service 2017)
    - ➔ 국가 뇌연구데이터 공유·분석 환경 설계 및 구축
    - ➔ [그리드 기반 데이터 분석 환경 및 국가 데이터센터로 기능](#)
- High Energy Physics**
  - RISP(Rare Isotope Science Project, RAON, 협의중)
    - ➔ [중이온 가속기 데이터 센터 기능 수행](#)
    - ➔ 원천데이터 저장, 분석환경 국내외 서비스 (미래부 협의중)
- Particle Physics**
  - DUNE(Deep Underground Neutrino Experiment, Fermilab, 협의중)
    - ➔ 중성미자를 통한 초신성 관측 (페르미연구소 주도 국제 공동연구 협의체)
    - ➔ [한국 연구진 DUNE 실험참여와 데이터 공유분석 환경 구축](#)



---

# 대표성과



## 세계 11 번째 CERN 최상위데이터센터 보유 국가 공식 인증(2014년 4월)

CERN 원천데이터 확보의 길을 열고,  
ICT 기반 슈퍼그리드컴퓨팅 분야 선진국 클럽 가입

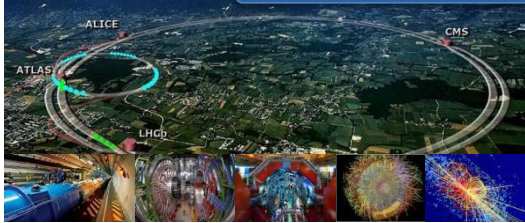


전자신문 외 13곳

1,450 m<sup>2</sup>, 3.5 MW, 10만 코어, 45PB 저장, 매일 21만장 DVD 크기 데이터 처리

# CERN Tier 구조

## 원천데이터 센터 (Tier-0)



### 자원 규모

Tape: 100+ PB  
CPU: 10만 코어  
HDD: 45PB

## 최상위데이터 센터 (Tier-1)



12 개국, 14 사이트

Tape: 1.5~22PB  
CPU: 2,000~11,000 코어  
HDD: 1~11PB

## 중위데이터 센터 (Tier-2)



37 개국, 150 사이트

CPU: 60 ~ 1,500 코어  
HDD: 1TB ~ 9PB

## 하위데이터 센터 (Tier-3)



중국규모

CPU: 1~1,000 코어  
HDD: 수GB ~ 1PB

데이터



# WLCG Tier-1 조건 항목

CERN 가속기 가동 후 참여한 유일한 데이터센터 →

세계적 수준의 WLCG Tier-1 도약(WLCG Top 11위/164센터 중)

네트워크	항목	완료여부	근거(완료시점)
	KISTI-CERN 1Gbps 데이터넷 구축	완료	㉠, ㉢ ('12. 4월)
	KISTI-CERN 10Gbps 데이터넷 구축	완료	㉠, ㉢ ('15. 5월)

자원	항목	완료여부	근거(완료시점)
	CPU와 디스크 제공 (실험에서 필요한 자원량의 5% 이상)	완료	㉢ ('12. 12월)
	테이프 저장소 구축	완료	㉢ ('12. 12월)
	CERN 원천 데이터 저장 능력	완료	㉢ ('13. 8월)

서비스	항목	완료여부	근거(완료시점)
	24시간 On-call 서비스 지원 계획 제출	완료	㉠, ㉢, ㉣ ('13. 9월)
	90% 가용도/신뢰도 요구 수준 달성	완료	㉠, ㉢ ('13. 4월)
	가용도/신뢰도 측정 서비스 구축(SAM)	완료	㉠, ㉢ ('13. 2월)
	월간 작업 처리 통계 데이터 배포(APEL)	완료	㉠, ㉣ ('13. 1월)

3개 분야 총 9개 세부 항목

WLCG-OB-2012-001  
 Procedure for Proposing a Tier 1  
 WLCG Note – 21<sup>st</sup> February 2012  
 Ian Reid  
 Version 0.2  
 20 March 2012

This note outlines the procedure and requirements for a grid site desiring to become a WLCG Tier 1. It should be read together with the Memorandum of Understanding (MoU) that sets out specific requirements not duplicated here.

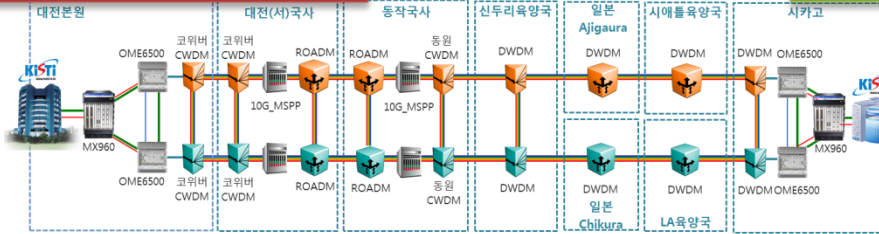
**Process**  
 A Tier 1 site has a number of significant roles and responsibilities. In the set up of the WLCG the first 11 Tier 1 sites went through several years of testing and ramping up of resources and services, and training of the Tier 1 staff in order to achieve the performance and reliability goals. This is

WLCG-OB-2012-001

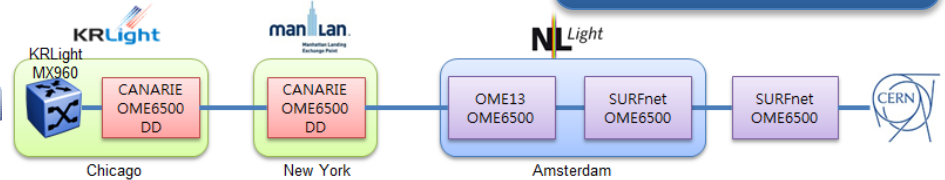
1. Resources
- ㉠ Eventual provision of a dedicated optical connection to CERN at the agreed capacity (currently this is 10 Gb/s). This connection should become part of the LHCCPN and ideally be supplemented by a back-up or alternate connection to CERN in case the primary route is unavailable. This connection is to be used for Tier 0 – Tier 1 or Tier 1 – Tier 1 traffic. This provision should be done in collaboration with CERN. The Tier 1 proposal should describe how the connectivity bandwidth would be implemented during the prototyping stage of the Tier 1. Clearly, initially the dedicated OPN connection may not be available, but the Tier 1 should work with the CERN networking and OPN team to build a plan for connectivity.
  - ㉢ Traffic to Tier 2 sites should transit via the usual academic internet. For this reason a Tier 1 site is normally expected to have excellent connectivity to the national academic network backbone. What this means in practice should be discussed with the experiments concerned and their expectations for Tier 1 – Tier 2 traffic. This should be described in the Tier 1 proposal.
  - ㉣ A Tier 1 should provide a CPU and Disk capacity of a significant fraction of that required by each experiment it will support. Typically this is of order 30% of the global total Tier 1 requirement of the experiment, with the absolute minimum being 5% of the experiment needs as presented to and endorsed by the Computing Resource Review Board. The mix between CPU and Disk should be optimised together to fit the experiment to ensure a balance to effectively use the resources. The internal networking must be demonstrated to be sufficient to support the anticipated workloads.
  - ㉤ A Tier 1 must provide a tape archive service. The capacity of the archive must be sufficient to store its share of the raw data of each experiment as well as an agreed share of other data. The site must guarantee the availability of that data for the lifetime of the experiment. The MoU explains what this means and how a Tier 1 could eventually exit from this responsibility.
  - ㉥ The Tier 1 must demonstrate that it is capable of accepting a copy of an agreed fraction of the raw data of the experiment and be able to write that to tape at a rate that is consistent with a delay defined in agreement with the experiments concerned. Since the copy of the raw data at a Tier 1 is the assurance that there are 2 copies this is normally expected with a very few days. The exception is for the Heavy Ion data for ALICE where the delay is longer due to the high data acquisition rate.
2. Services
- ㉠ The site must run the set of Tier 1 services for the target experiments as agreed with the WLCG MB and the experiments.
  - ㉢ The site must provide the agreed level of support for those services, as set out in the MoU. Typically this means providing on-call support for key services year-round.
  - ㉣ The Tier 1 must demonstrate the appropriate level of availability and reliability of its services as set out in the MoU. The site must install the agreed set of WLCG monitoring sensors and agree to allow test sensors to run which will independently determine the availability and reliability of the site. These data will be published to the WLCG collaboration each month.
- WLCG-OB-2012-001
- ㉠ The Tier 1 must provide the interface to the WLCG accounting services and publish accounting data on all of the work performed by the supported experiments. These data are also published monthly.
  - ㉣ A Tier 1 is expected to support a number of Tier 2 sites. How this is done depends on the national and regional structure, and on agreement with the experiment(s) supported. Such support implies providing technical support and help to the Tier 2 sites, as well as acting as a data source according to the computing model of the experiments.

# KISTI ↔ CERN 가속기 전용망 구축(2015년 5월)

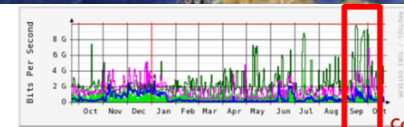
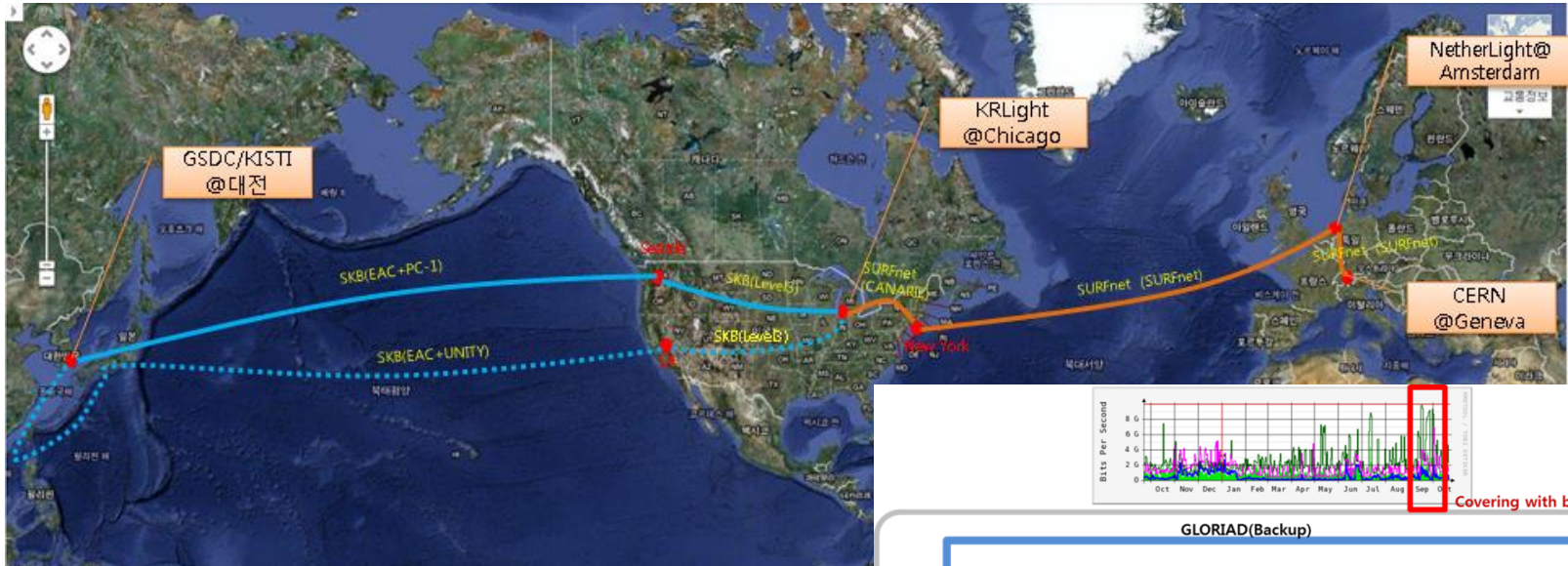
## KISTI ↔ 시카고 라우트



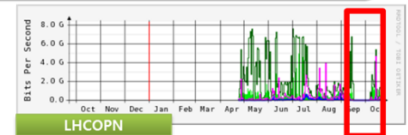
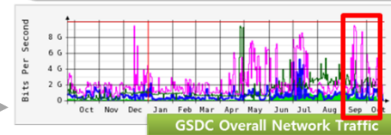
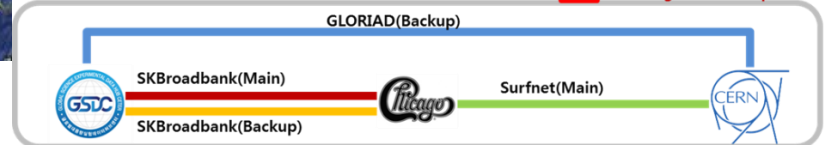
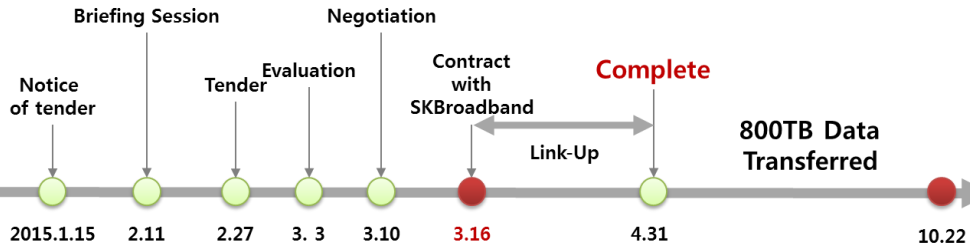
## 시카고 ↔ CERN 라우트



첨단연구망 서비스실 협력



Covering with backup line



Network Failure



디지털타임스

2015년 05월 22일 금요일 015면 경제

## 연구현장 - CERN '데이터 고속도로' 열렸다

〈유럽핵입자물리연구소〉

10Gbps 초고속망 개통으로 1PB 정보전송 기간 289일 → 23일 단축

스위스 유럽핵입자물리연구소(CERN)에서 운영하는 대형강입자충돌기(LHC)의 원천 데이터를 지금보다 10배 이상 빠르게 받을 수 있게 됐다. 가속기 데이터를 실시간 활용할 수 있어 기초 과학 연구 경쟁력을 높이는 계기가 될 전망이다.

한국과학기술정보연구원(KISTI)은 21일 '글로벌 대용량 실험데이터 허브센터(GSDC)'의 가속기 데이터 전용망 대역폭을 10Gbps로 확장해 서비스한다고 밝혔다.

대전에서 스위스 제네바까지 10Gbps 대역폭 네트워크가 구축돼, 1페타바이트(PB) 데이터 전송 시 기존 289일 대역폭에서 23일 걸리던 것을 23일로 줄어든다. 전용망 확장은 지난해 4월 미래창조과학부와 KISTI가 CERN으로부터 '티어1센터' 승인을 받은 후 이뤄졌다. KISTI는 대전에서 미 시카고까지 289일 구간을 10Gbps로 확장하고, 네덜란드 '서프넷(SURFnet)'과 협약을 맺어 시카고에서 스위스 제네바까지 10Gbps 대역폭을 확보했다. 그동안 국내 연구자들

은 CERN이 지구 반대편에 있어 물리적 접근이 쉽지 않고, 데이터도 늦게 받는 경우가 빈번했다.

노서영 KISTI 대용량데이터허브실장은 "전용망 대역폭 확장으로 국내 고에너지 입자물리 연구 역량 강화와 함께 KISTI가 '글로벌 실험데이터 허브센터'로 도약하는 발판을 마련했다"고 말했다.

최수용 고려대 물리학과 교수는 "춘각을 다투는 대용량 데이터 분석에서 경쟁력을 확보하게 돼 미국, 유럽 연구자들과 대등한 위치에서 연구할 수 있게 됐다"고 의미를 부여했다.

대전=이준기기자 bongchu@

# WLCG Tier-1 기능완성 원년

개통식



## CERN 현지 보도

Sign in | Forgotten your password? | Sign up

### CERN COURIER

THE NEW TWISTORR 84 FS  
AGILENT QUALITY ASSURED

Latest Issue | Archive | Jobs | Links | Buyer's guide | White papers | Events | Contact us

REGISTER NOW  
Register as a member of [cerncourier.com](http://cerncourier.com) and get full access to all features of the site. Registration is free.

LATEST CERN COURIER ARTICLES

- Surprising superconductor
- High-temperature dielectrics
- The most precise picture of the proton
- Inventing our future accelerator
- RD51 and the rise of micro-pattern gas detectors

SHARE THIS

E-mail to a friend | StumbleUpon | Twitter

DIGITAL EDITION  
CERN Courier is now available as a regular digital edition. Click here to read the digital edition.

KEY SUPPLIERS

JANIS  
Cryogenic Systems

Huihong Technologies  
Fiber Optics Manufacturer Since 1985

More companies >

FEATURED COMPANIES

Technogy

## 네트워크시설



## GSDC 시설



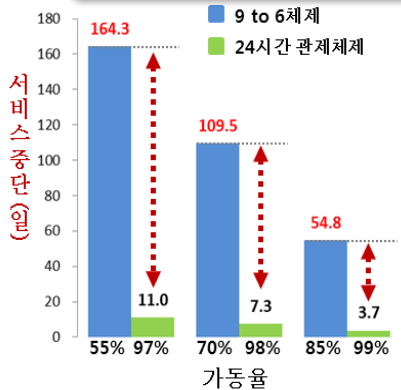
# WLCG 세계 Top 11위

인프라 도입·구축·연동·서비스·기술대응

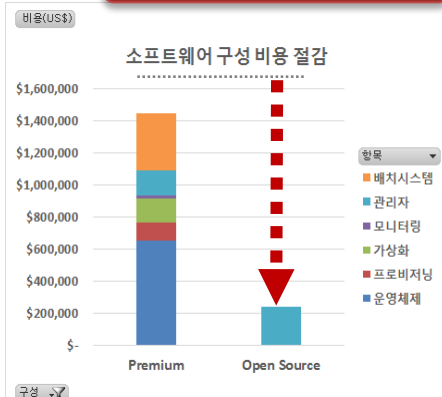
**KISTI 전문인력으로 수행 → WLCG 세계 10위 (2017년)**



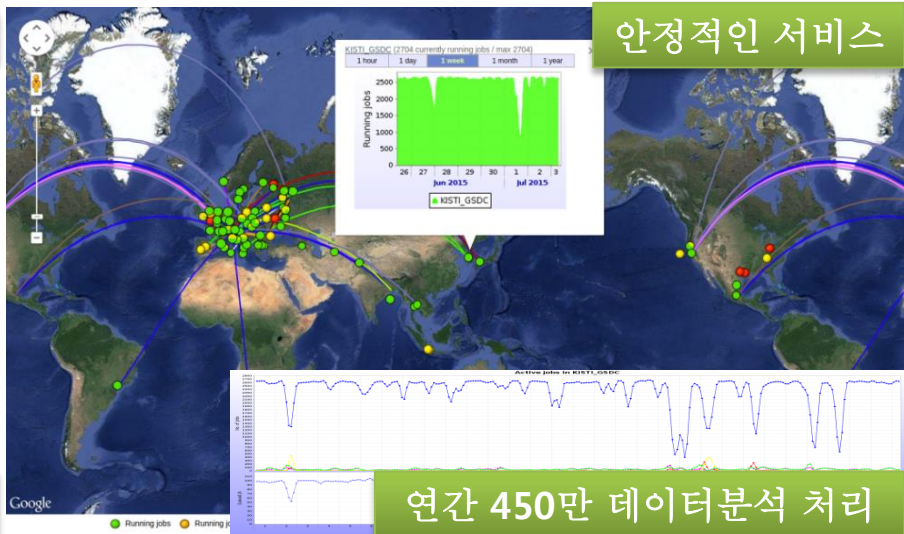
## 24시간 대응체제



## 연간 10억 절감



## 안정적인 서비스

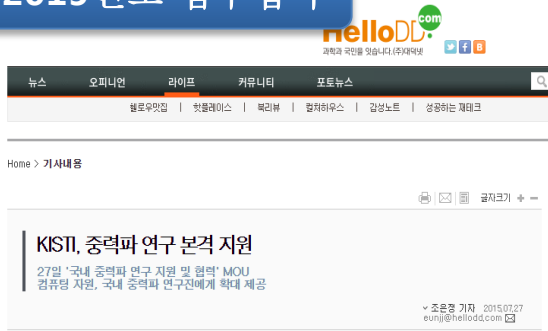


전문인력 및 공개 S/W 활용



# 세기의 발견 “아인슈타인의 중력파” 검출

## 2015년도 업무협약



KISTI(한국과학기술정보연구원) 원장 천선화가 대용량 데이터 컴퓨팅 인프라와 기술을 활용해 국내 중력파 연구의 경쟁력 강화에 나선다.

KISTI는 글로벌대용량실험데이터허브센터(GSDC)와 한국중력파연구협력단(KGWG·단장 이철목)이 27일 대전 본원에서 '국내 중력파 연구 지원 및 협력'을 위한 업무협약을 체결했다고 밝혔다.

이번 협약으로 KISTI GSDC는 ▲중력파 연구 전용 데이터 공유·분석 인프라 확충 ▲국내 중력파 연구 커뮤니티 활성화 ▲연구 수행을 위한 컴퓨팅 기술 등을 KGWG 측에 지원해 국내 연구의 경쟁력 강화에 주력할 방침이다.

세계 주요 중력파 검출실험에 참여 중인 KGWG는 대용량 데이터 분석을 위한 대규모 컴퓨팅 자원을 필요로 한다. 대표적 중력파 검출실험인 미국의 라이고(LIGO)의 중력파 검출기가 오는 9월부터 재가동에 들어가 관련 연구 데이터가 폭발적으로 늘어나기 때문이다.

KISTI는 라이고 데이터의 효율적인 활용·분석을 지원하기 위해 국내 중력파 연구진에게 KISTI의 라이고 데이터그리드(LDG)를 제공해 왔다. 또 이번 협약을 통해 2017년까지 순차적으로 컴퓨팅 자원을 확대 지원할 예정이라고 밝혔다.



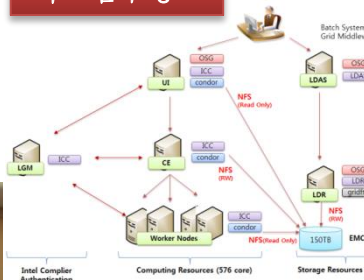
## 언론보도

“글로벌대용량실험데이터 허브센터(GSDC)에 라이고의 관측 데이터가 모두 들어와 있다.”

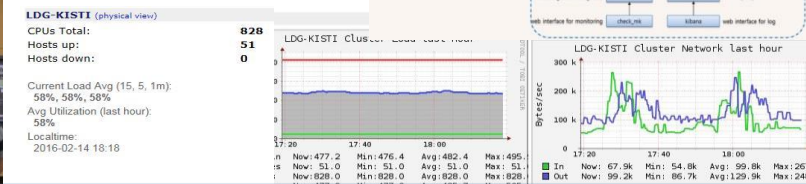
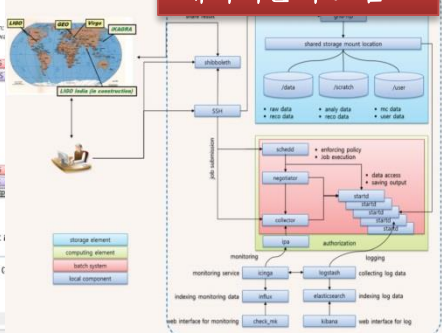
“KISTI의 글로벌대용량실험데이터허브센터는 라이고 데이터와 연동된 컴퓨팅 환경을 구축해 중력파 데이터를 저장하고 분석했다.”

## LIGO에서 모니터링 되는 GSDC 분석환경

### 시스템구성도



### 데이터분석 흐름도



## 2016년도 중력파 검출





연구자와 데이터센터 협력(적은 예산) → 세기의 발견에 기여  
 일본 KAGRA 대표(2015년 노벨상 수상) → 데이터분석 지원 요청



# 유령입자로 불리는 중성미자 질량차이 세계 최초 측정

중성미자검출기(실험장비) → GSDC 분석환경(데이터센터) →

데이터분석(기술지원·협력) → 중성미자 질량 차이 세계 최초 측정(과학적 성과)

 미래창조과학부	보도자료		 대한민국 재도약의 힘, 창조경제
http://www.msip.go.kr			
보도일시	2016. 5. 26(목) 오전(온라인 5. 25. 12:00)부터 보도해 주시기 바랍니다.		
배포일시	2016. 5. 25(수) 9:00	담당부서	미래부 기초연구진흥과
담당과장	김성규 과장(02-2110-2370)	담당자	김진현 사무관(02-2110-2373)
연락처	서울대학교 김수봉 교수(02-880-5755)		

전자 질량의 10억분의 1인 중성미자 질량 차이 측정 성공  
- 중성미자 변환 파동주기 관측으로 질량 순서 규명 가능성 열어 -

중앙일보

유령입자로 불리는 중성미자 질량 차이 국내 측정... 전자 질량의 10억분의 1에 불과

(중앙일보) 입력 2016.05.25 12:44

chosun.com 경제

국내 연구진, 중성미자 질량 차이 세계 첫 측정

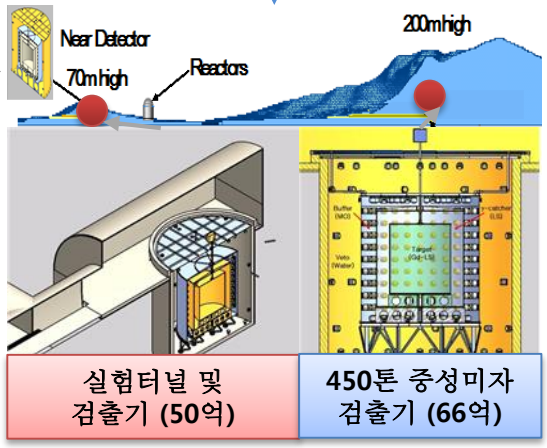
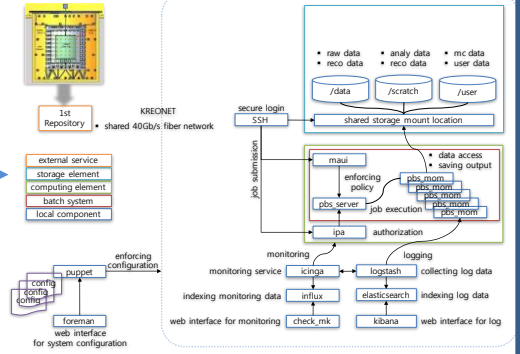
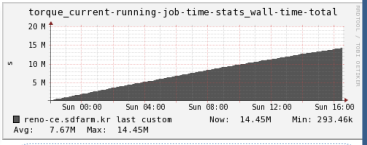
박진홍 기

물리학 최고 권위 학술지  
Physical Review Letters  
게재(2016.05)

We thank KISTI for providing computing and network resource though GSDC...



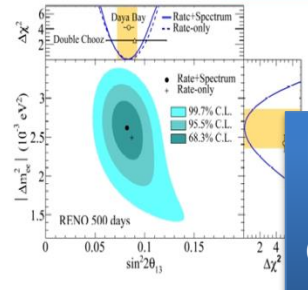
442 GB/일  
13 TB/월  
159 TB/년



Observation of Energy and Baseline Dependent Reactor Antineutrino Disappearance in the RENO Experiment

J. H. Choi,<sup>2</sup> W. Q. Choi,<sup>9</sup> Y. Choi,<sup>11</sup> H. I. Jang,<sup>10</sup> J. S. Jang,<sup>4</sup> E. J. Jeon,<sup>6,8</sup> K. K. Joo,<sup>1</sup> B. R. Kim,<sup>1</sup> H. S. Kim,<sup>8</sup> J. Y. Kim,<sup>1</sup> S. B. Kim,<sup>9</sup> S. Y. Kim,<sup>9</sup> W. Kim,<sup>7</sup> Y. D. Kim,<sup>6,8</sup> Y. Ko,<sup>2</sup> D. H. Lee,<sup>9</sup> I. T. Lim,<sup>1</sup> M. Y. Paek,<sup>5</sup> I. G. Park,<sup>5</sup> J. S. Park,<sup>9</sup> R. G. Park,<sup>1</sup> H. Seo,<sup>9</sup> S. H. Seo,<sup>9</sup> Y. G. Seon,<sup>7</sup> C. D. Shin,<sup>1</sup> K. Siyeon,<sup>2</sup> J. H. Yang,<sup>11</sup> I. S. Yeo,<sup>1</sup> and I. Yu<sup>11</sup>

(The RENO Collaboration)



fund from the BK21 of NRF. We gratefully acknowledge the cooperation of the Hanbit Nuclear Power Site and the Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd. (KHNP). We thank KISTI for providing computing and network resources through GSDC, and all the technical and administrative people who greatly helped in making this

NRF,  
한국수력원자력,  
GSDC

# 세계 최고 수준 연구성과 창출

## 반입자간 상호작용 첫 규명



양자역학의 반입자간 상호작용의 세기(강도)와 방향(각도)에 따른 특이한 상호작용이 일어났다는 사실이 밝혀졌다. 미국 브룩헤이븐 국립연구소

“12개국 57개 기관 300여명의 연구원이 참여한 ‘스타(STAR)’ 국제 공동연구진은 <..중략..> 처음 입증했다. 이번 연구에는 부산대 물리학과와 KISTI 대용량데이터허브실도 한국 대표팀으로 참여했다.”

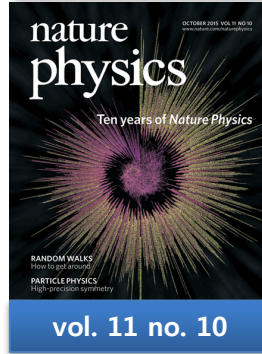
개방·공유·협력의 오픈사이언스의 표본

거대장비  
데이터센터  
연구자

개방·공유·협력

우수  
성과  
창출

## 원자핵-반원자핵 대칭성 정밀측정



우주 진화의 힌트 ‘반물질 대칭성’ 증명  
국제공동연구진, CERN ‘미니 빅뱅’ 실험... 원자핵 충돌 때 물질 물리량 측정 성공

“우주는 어떤 과정을 거쳐 지금의 모습을 가졌을까”라는 인류의 근원적 질문에 답할 수 있는 중요한 단서인 우주 연구진이 참여한 국제공동연구팀이 밝혀냈다.

미래창조과학부는 유인근 부산대 교수(물리학과·사진) 등 국내 6개 연구기관 소속 연구자 20명이 참여한 유럽핵입자물리연구소(CERN) ‘대형이온충돌실험(알리스·ALICE)’ 연구팀이 세계 최초로 원자핵의 고에너지로 충돌시켜 생성된 반물질의 물리량을 정밀 비교 측정하는 데 성공해 ‘표준모형’에서 제시된 대칭성을 확인했다고 27일 밝혔다.

표준모형은 우주의 기본입자와 구성입자에 대한 이론적인 모형으로, 3행의 쿼크, 3행의 렙톤과 전자기마, 스

2015년 08월 28일 금요일 01:05면 경제

CERN 제공 유럽핵입자물리연구소(CERN)에 설치된 대형이온충돌실험(ALICE) 장치의 실제 모습. CERN 제공

“이 실험에는 연간 10PB(페타바이트)에 달하는 천문학적 인 용량의 빅데이터 생산과 분석기술이 필요해 <..중략..> 우리나라에서는 KISTI가 이번 실험에서 약 10%에 해당하는 인프라를 제공했다.”

상위 25%이내 SCI 논문 62편 유발(2015년)

IF 순위	10%	15%	20%	25%
논문(62편)	26	2	13	21
IF 비교	국가전체	기초연구	이공계	본 사업
SCI 평균 IF	2.62	3.58	3.68	6.20

# 아시아 티어센터 포럼 구성(2015년)

## 아시아 티어센터의 공동 이슈 해결

아시아 10개 Tier 센터, ESNNet(미국), TEIN(아시아-유럽), GLORIAD(한국), CERN(유럽) 참여



### 선진국과 아시아 개도국 징검다리 역할

- ➔ 2016년 태국 유치\*(10월)
- ➔ 포럼 규정 수립
- ➔ 의장국 선출
- ➔ KISTI 사무국 운영

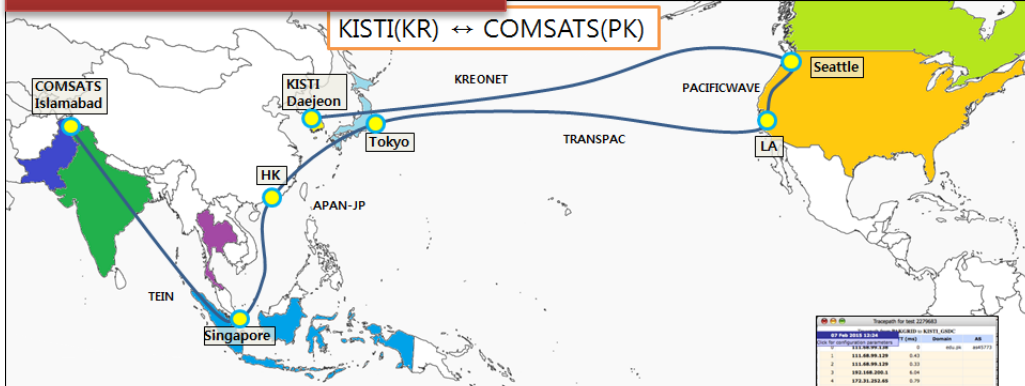
\*Maha Chakri Sirindhorn

(2015년 성과) TEIN-GLORIAD간 라우팅 정보 상호교환 합의



# 아시아지역 네트워크 연결성 강화(2016년)

## TEIN-GLORIAD 연동 전



```

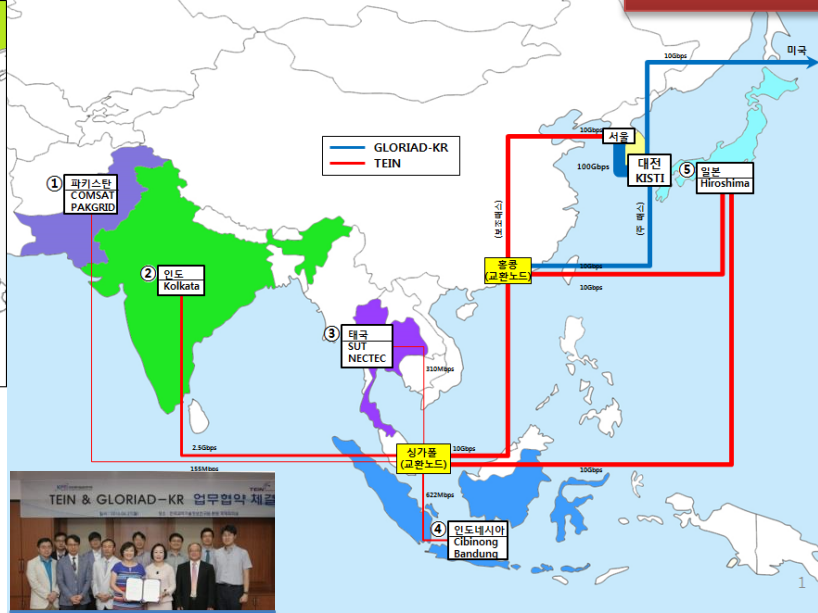
[root@vbox1 ~]# traceroute 111.68.90.138
17: [LOCALHOST] pmtu 1500
1: 134.75.125.2 (134.75.125.2) 0.017ms
11: 134.75.125.2 (134.75.125.2) 0.208ms
21: 203.258.182.3 (203.258.182.3) 0.208ms
31: rtr-seoul-krcomsats.net (134.75.185.58) 133.833ms
4: dbilene-1-lo-jnb-706-stilms-pocficomov-net (207.231.240.8) 120.118ms
5: et-18-0-114-rtr-losa.net.internet2.edu (108.71.45.20) 144.226ms
6: transpac-1-lo-jnb-706-stilms-pocficomov-net (207.231.240.8) 139.837ms asym 7
7: tokyo-loa-1p2-transpac.org (192.203.116.146) 149.931ms asym 6
8: kore-dc-poc-nc2-2-14000-jp.asym.net (203.258.182.249) 158.222ms asym 7
9: sg-se-01-v4-bb-tein.net (202.179.249.277) 541.902ms asym 13
10: 202.179.249.38 (202.179.249.38) 414.375ms asym 24
11: no reply
12: no reply
13: no reply
14: no reply
15: no reply
16: no reply
17: no reply
18: no reply
19: pncp2-hcp-Adv.pk (111.68.90.138) 442.818ms reached
Resume: pmtu 1500 hops 10 back 17
    
```

Tracepath

30 hops

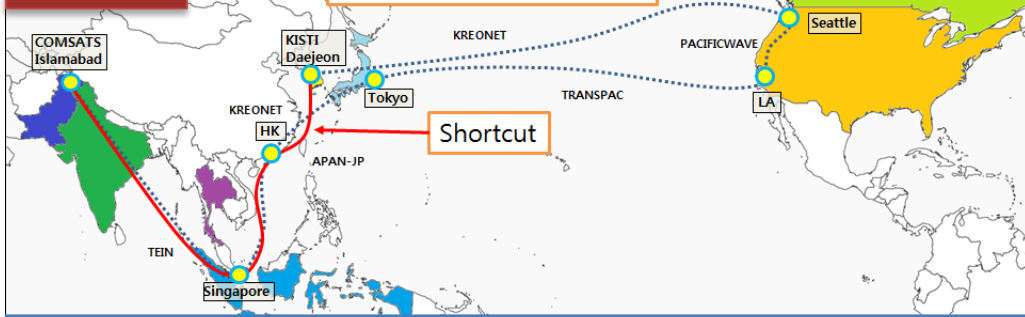
hop	ip	rtt	loss	sn	seq	win	bytes	ttl	time
1	134.75.125.2	0.017	0	1	1	1	1	64	0.017
2	134.75.125.2	0.017	0	2	1	1	1	64	0.017
3	134.75.125.2	0.017	0	3	1	1	1	64	0.017
4	134.75.125.2	0.017	0	4	1	1	1	64	0.017
5	134.75.125.2	0.017	0	5	1	1	1	64	0.017
6	134.75.125.2	0.017	0	6	1	1	1	64	0.017
7	134.75.125.2	0.017	0	7	1	1	1	64	0.017
8	134.75.125.2	0.017	0	8	1	1	1	64	0.017
9	134.75.125.2	0.017	0	9	1	1	1	64	0.017
10	134.75.125.2	0.017	0	10	1	1	1	64	0.017
11	134.75.125.2	0.017	0	11	1	1	1	64	0.017
12	134.75.125.2	0.017	0	12	1	1	1	64	0.017
13	134.75.125.2	0.017	0	13	1	1	1	64	0.017
14	134.75.125.2	0.017	0	14	1	1	1	64	0.017
15	134.75.125.2	0.017	0	15	1	1	1	64	0.017
16	134.75.125.2	0.017	0	16	1	1	1	64	0.017
17	134.75.125.2	0.017	0	17	1	1	1	64	0.017
18	134.75.125.2	0.017	0	18	1	1	1	64	0.017
19	134.75.125.2	0.017	0	19	1	1	1	64	0.017
20	134.75.125.2	0.017	0	20	1	1	1	64	0.017
21	134.75.125.2	0.017	0	21	1	1	1	64	0.017
22	134.75.125.2	0.017	0	22	1	1	1	64	0.017
23	134.75.125.2	0.017	0	23	1	1	1	64	0.017
24	134.75.125.2	0.017	0	24	1	1	1	64	0.017
25	134.75.125.2	0.017	0	25	1	1	1	64	0.017
26	134.75.125.2	0.017	0	26	1	1	1	64	0.017
27	134.75.125.2	0.017	0	27	1	1	1	64	0.017
28	134.75.125.2	0.017	0	28	1	1	1	64	0.017
29	134.75.125.2	0.017	0	29	1	1	1	64	0.017
30	134.75.125.2	0.017	0	30	1	1	1	64	0.017

## 구성계획



MOU 체결 (2016. 6.27)

## 연동 후



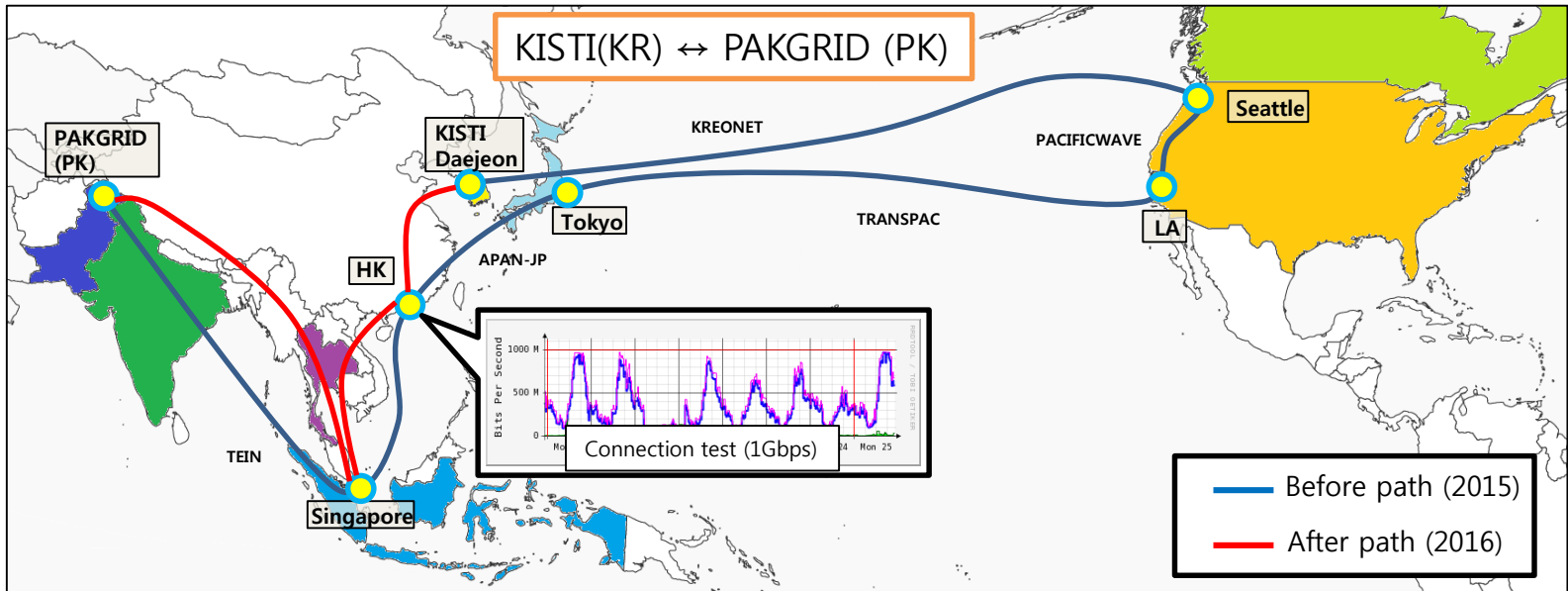
한국 보유 기초과학 콘텐츠에 대한 빠른 접근

## 국가적 의미

- ① 아시아 티어센터의 이슈해결을 위한 구심점 역할
- ② 기초과학 콘텐츠 제공자로 위상전환



# GLORIAD-TEIN 네트워크 연동



연동 전

```
[root@vobox11 ~]# traceroute
17: [LOCALHOST] pmtu 1500
1: 134.75.125.2 (134.75.125.2) 9.817ms
1: 134.75.125.2 (134.75.125.2) 0.286ms
2: 203.250.102.5 (203.250.102.5) 0.308ms
3: rtr.seat.kreonet2.net (134.75.105.50) 120.033ms
4: abillene-1-lo-jmb-706.stlwa.pacificwave.net (207.231.240.8) 120.118ms
5: et-10-0-0.114.rtr.lsa.net.internet2.edu (198.71.45.26) 144.286ms
6: transpac-1-lo-jmb-702.lsanca.pacificwave.net (207.231.240.136) 150.037ms asymm 7
7: tokyo-losa-tp2.transpac.org (192.203.116.146) 149.931ms asymm 6
8: kote-dc-gm1-ke2-2-1-4005.jp.apan.net (203.181.248.249) 150.228ms asymm 7
9: sg-xe-01-v4.bb.tein3.net (202.179.249.77) 343.952ms asymm 13
10: 202.179.249.38 (202.179.249.38) 414.595ms asymm 24
11: no reply
12: no reply
13: no reply
14: no reply
15: no reply
16: no reply
17: no reply
18: no reply
19: pcncp25.ncp.edu.pk (111.68.99.138) 442.810ms reached
Resume: pmtu 1500 hops 19 back 37
```

442.810ms

연동 후

```
[root@alice-t1-vobox ~]# traceroute
17: [LOCALHOST] pmtu 1500
1: 134.75.125.3 (134.75.125.3) 0.424ms
1: 134.75.125.3 (134.75.125.3) 5.670ms
2: 203.250.102.1 (203.250.102.1) 0.479ms
3: 134.75.105.18 (134.75.105.18) 35.183ms
4: 202.179.241.109 (202.179.241.109) 100.635ms asymm 5
5: sg-xe-03-v4.bb.tein3.net (202.179.241.102) 139.148ms asymm 6
6: pk-pr-v4.bb.tein3.net (202.179.249.46) 234.701ms
7: 172.31.254.65 (172.31.254.65) 276.455ms
8: 172.31.254.66 (172.31.254.66) 287.264ms reached
9: no reply
10: pcncp25.ncp.edu.pk (111.68.99.138)
Resume: pmtu 1500 hops 10 back 10
```

287.264ms

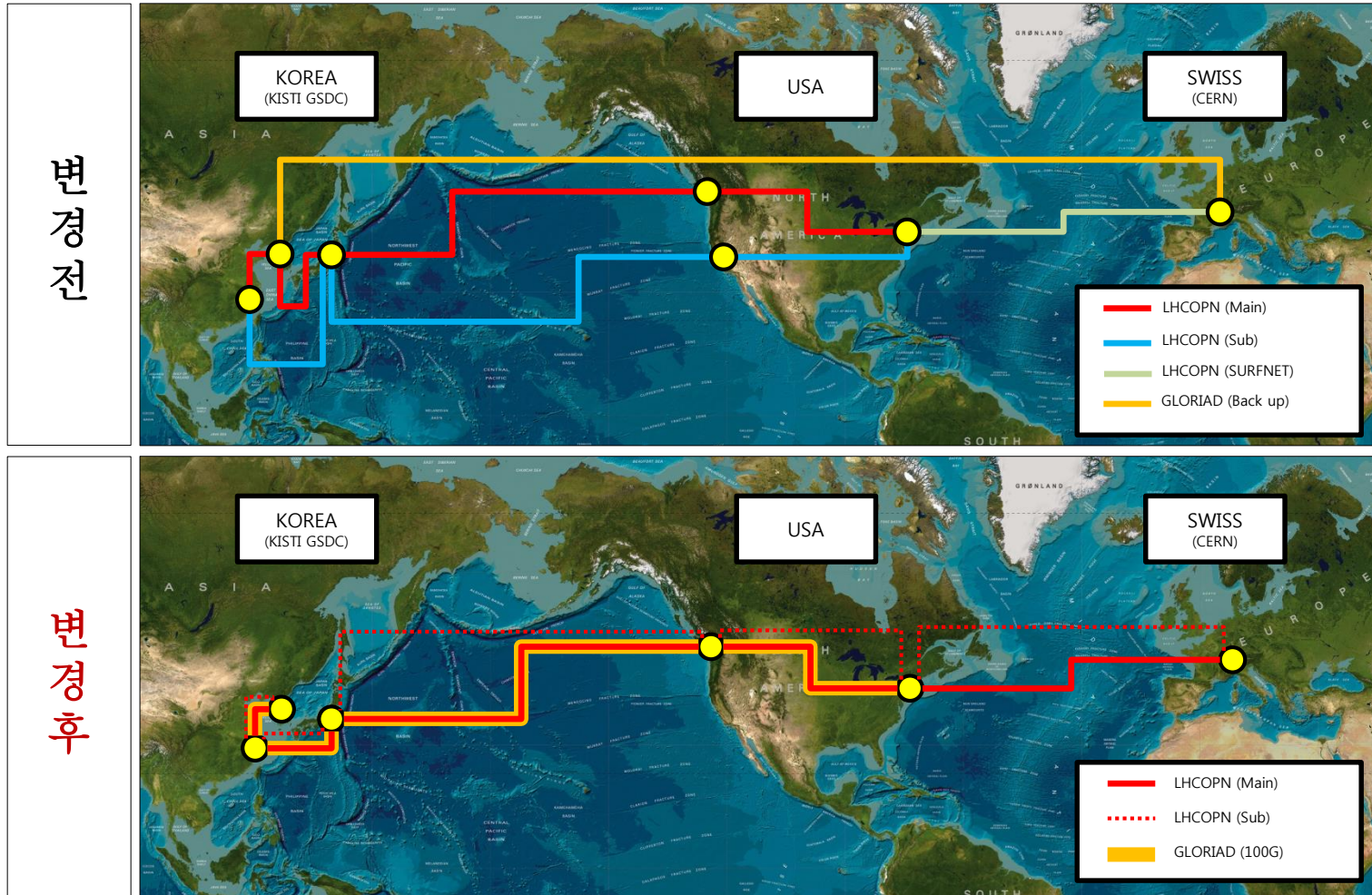
Tracepath test condition  
Source: KISTI-GSDC (134.75.125.152)  
Destination: Pakgrid (111.68.99.138)

응답속도 155.546ms ↑  
패킷 경유 10단계(hop) ↓

1TB 전송 시  
3h10m → 2h40m

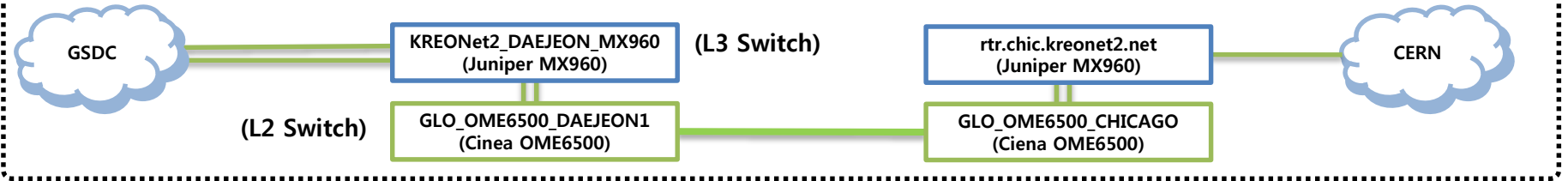
# KISTI-CERN 가속기전용망 변경 (완료)

상용망(SKB) → KISTI GLORIAD 국제 연구망 전환  
100G 대역폭 중 10G 전용할당

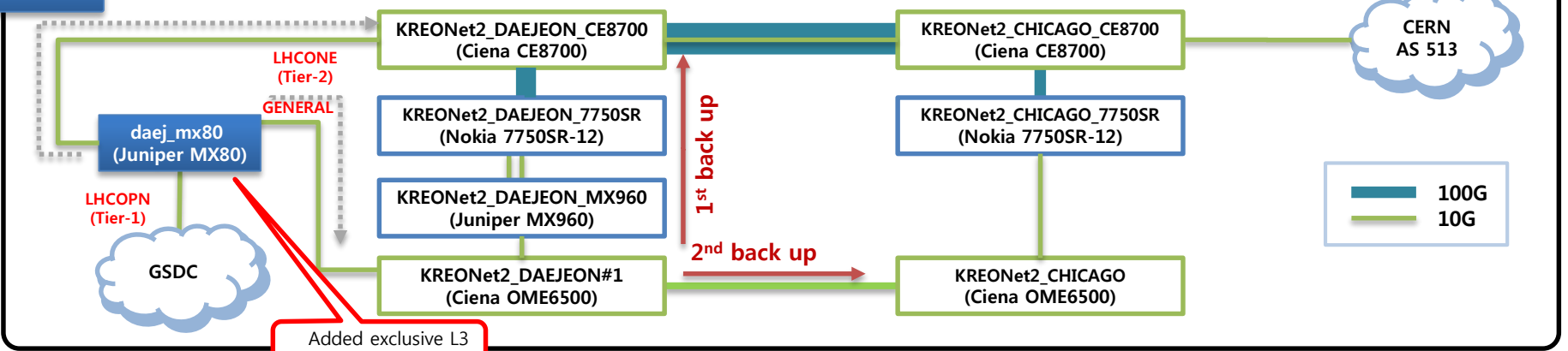


# KISTI-CERN 가속기전용망 변경 후 구성도

Before

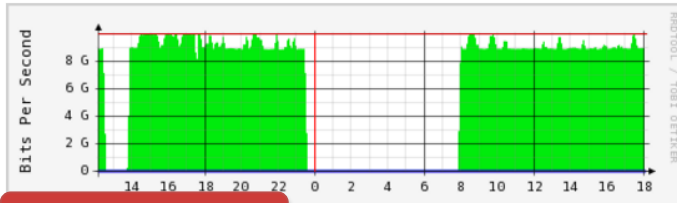


After



Added exclusive L3 switch for LHCOPN

Daily Graph (5 Minute Average)



Bandwidth Test

```

jkim@ps-gsd01~$ ping -c 10000 -i .01 134.75.253.114
Approximately 103.9 seconds until results available

--- ping statistics from [134.75.253.126]:8991 to [134.75.253.114]:9909 ---
PID: 8645d72eb6bb36319bbe924db4a0b60
First: 2016-08-27T15:36:20.811
Last: 2016-08-27T15:38:00.107
10000 sent, 0 lost (0.000%), 0 duplicates
one-way delay min/median/max = 141/141/141 ms, (err=1.61 ms)
one-way jitter = 0 ms (p95-p50)
TTL not reported
no reordering

--- ping statistics from [134.75.253.114]:8788 to [134.75.253.126]:9683 ---
PID: 864b5d72eb6bb36319bbe924db4a0b60
First: 2016-08-27T15:36:20.810
Last: 2016-08-27T15:37:59.790
10000 sent, 0 lost (0.000%), 0 duplicates
one-way delay min/median/max = 14.6/14.8/15 ms, (err=1.61 ms)
one-way jitter = 0 ms (p95-p50)
TTL not reported
no reordering
    
```

Delay & Jitter Test

	Before	After
Bandwidth	10Gbps	10Gbps
Delay	165ms	155ms (↓ 10ms)
Jitter	<0.01ms	<0.01ms

Test Result

- (MAIN) GSDC – MX80 – Ciena CE 8700 – Ciena CE 8700 – CERN
- (SUB 1) GSDC – MX960 – Nokia 7750SR-12 - Ciena CE 8700 – Ciena CE 8700 – CERN
- (SUB 2) GSDC – MX960 – Ciena OME6500 – Ciena OME6500 – Nokia 7750SR-12 – Ciena CE 8700 - CERN



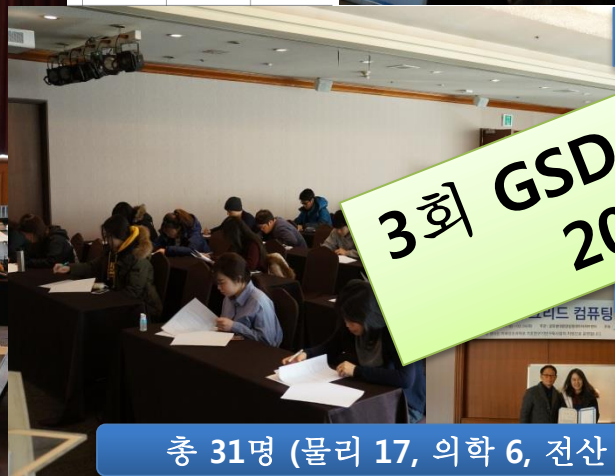
# GSDC 데이터그리드 컴퓨팅 스쿨(2월)

실험 데이터 분석 환경 이해도↑  
 데이터 분석 능력↑ → 국내연구 경쟁력↑

**Data Grid Computing School**  
**GSDC 데이터그리드 컴퓨팅 SCHOOL**  
 2016.2.1(월) ~ 2.4(목)  
 부산 그랜드 호텔

- 장소: 부산 그랜드 호텔
- 대상: 2016년 2월 1일(월) ~ 4일(목)
- 모집인원: 30명(20명)
- 모집기간: 2016년 1월 11일부터 09:00 ~ 18:00(2월 4일 17:00)
- 학과별: 물리(17명), 의학(6명), 전산(8명)
- 대상: 국내 GSDC 데이터 분석 실험 센터 소속 연구자
- 교재: GSDC 데이터 분석을 위한 실험 기술 교재 (GSDC-2016-01) (이동식, 김승민, 김민준)
- 문의: gsdc@skknu.ac.kr
- 신청방법: gsdc@skknu.ac.kr (이메일) 또는 051-510-0000 (전화)
- 신청처: GSDC (www.gsdc.skku.ac.kr)
- 기타: 교육 수료증 발급 및 교육 이수증 발급
- 주선: 글로벌대용량실험데이터허브센터
- 주최: KISTI (www.kisti.ac.kr)

1명차 (2월 1일)	2명차 (2월 2일)	3명차 (2월 3일)	4명차 (2월 4일)
07:00		기상 및 이항치사 (07:00~08:45)	
08:00	실습 환경 구축 및 시연 준비		
09:00	분할 및 줄임표 (09:00~09:00)	HTCondor 설치시작 I * 실습	시연
10:00	고성능 보인 기술 I	HTCondor 설치시작 II * 실습	분할표시 (치유시간, 도 취소)
11:00	분할표시 보인 기술 II	HTCondor 설치시작 III * 실습	채워진
12:00	휴식	중심치사	
13:00	개회식	워크숍 Administration I * 실습	Lab I * 실습
14:00	그리드 컴퓨팅 I	워크숍 Administration II * 실습	
15:00	그리드 컴퓨팅 II	워크숍 Administration III * 실습	
16:00	그리드 컴퓨팅 III	워크숍 Administration IV * 실습	Lab II * 실습
17:00	그리드 컴퓨팅 IV	워크숍 Administration V * 실습	채워진 * 수료증 수여 * 단체사진 촬영
18:00	개회식	개회식	개회식
19:00	개회식	개회식	개회식
20:00	종료	종료	종료



3회 GSDC 데이터그리드 컴퓨팅 스쿨  
 2016년 12.26~30(KIRD)

총 31명 (물리 17, 의학 6, 전산 8)

만족도 89.65점



---

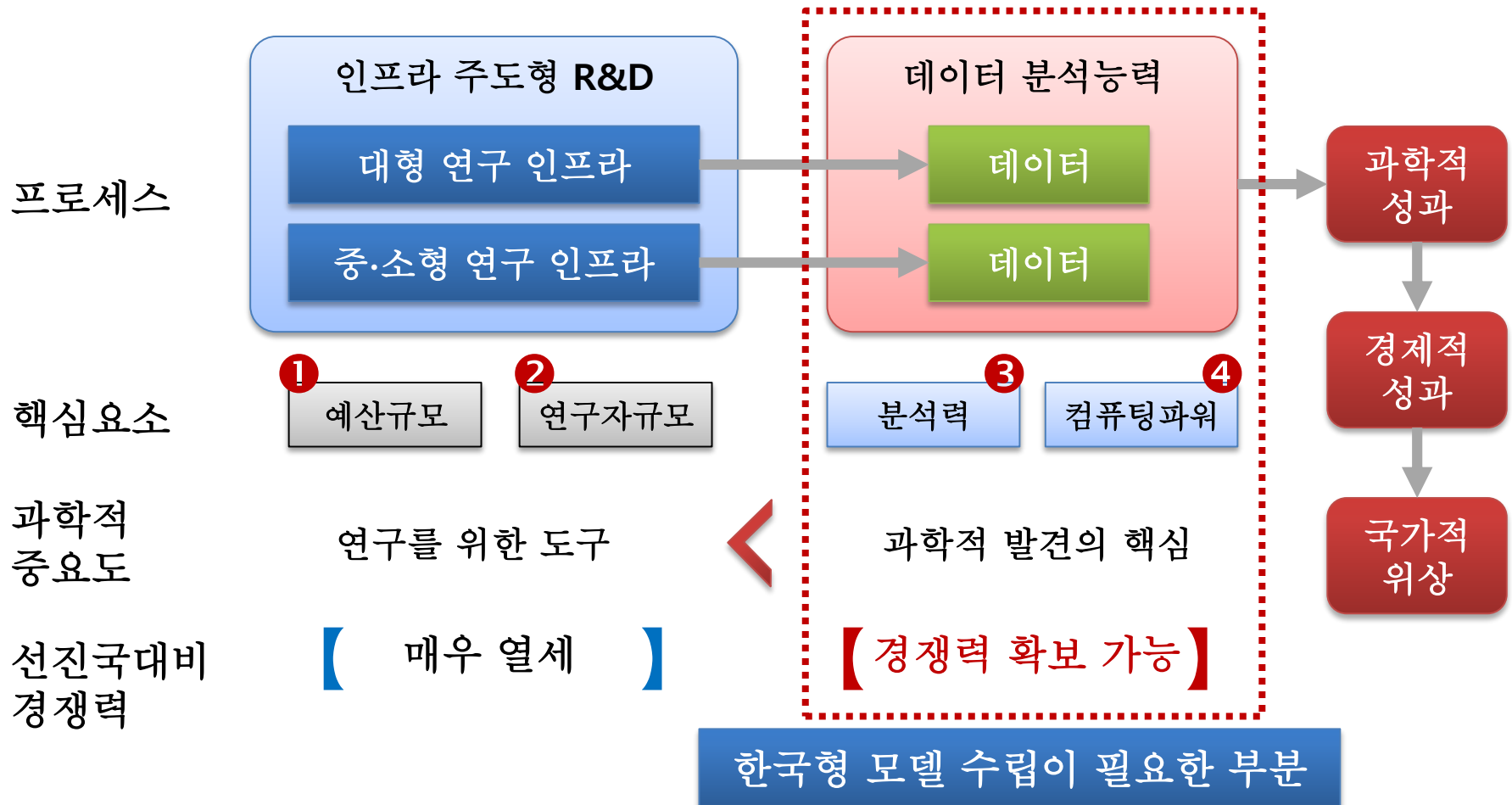
# R&D 효율화와 데이터센터



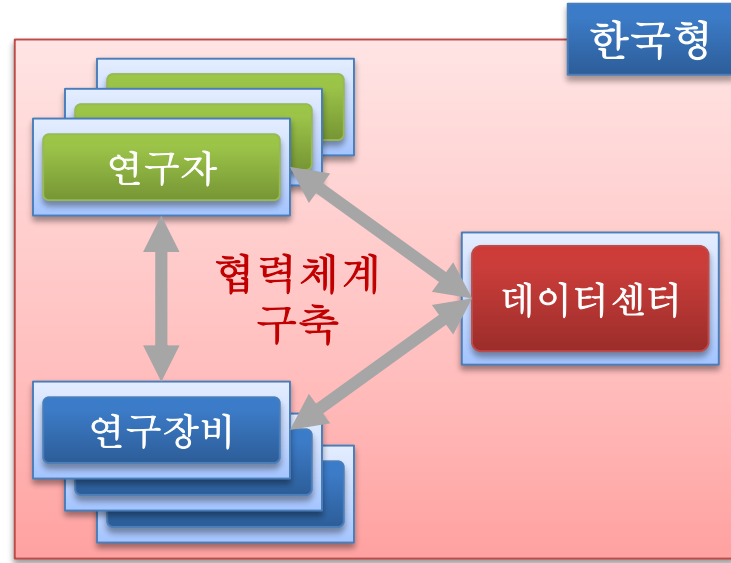
# 한국형 모델의 필요성

## 인프라 주도형(Infra Push) R&D 시대,

### 한국형 모델수립 필요



# 한국형 모델



- ➔ 특수목적 대규모 연구그룹
- ➔ 거대과학용 대형연구시설
- ➔ 전용 데이터센터

VS.

- ➔ 소규모 연구그룹
- ➔ 중·소형 연구시설
- ➔ 통합 데이터센터

접근  
방법

- ① 국제 대형 연구장비 기반 R&D → 데이터센터 연계 참여
- ② 국내 연구장비 기반 R&D → 공동 데이터센터 활용

연구자, 인프라, 데이터센터 연계체계 구축  
R&D 효율화 → 국가연구경쟁력 제고



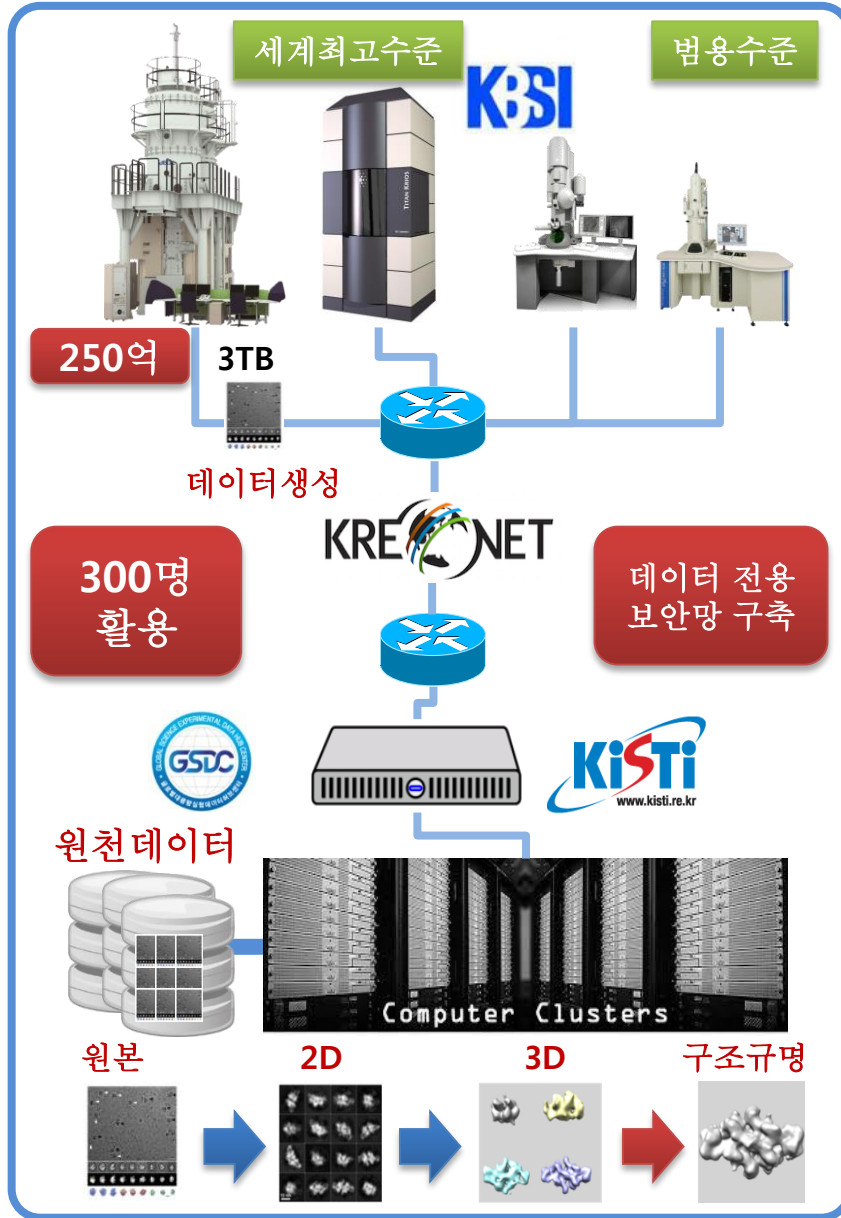
# 고부가가치 장비 연계 신규서비스 구축(2016년)

전자현미경 +  
데이터센터 연계  
서비스 구축

데이터 획득에서  
분석까지

작업시간 **50%** ↓  
(2주 → 1주)

구조생물학  
연구 커뮤니티  
활성화



대형연구시설 사업비  
(2014년 기준)



**11조  
8,083억**

**7조  
7,190억**

대형연구시설  
총 구축비

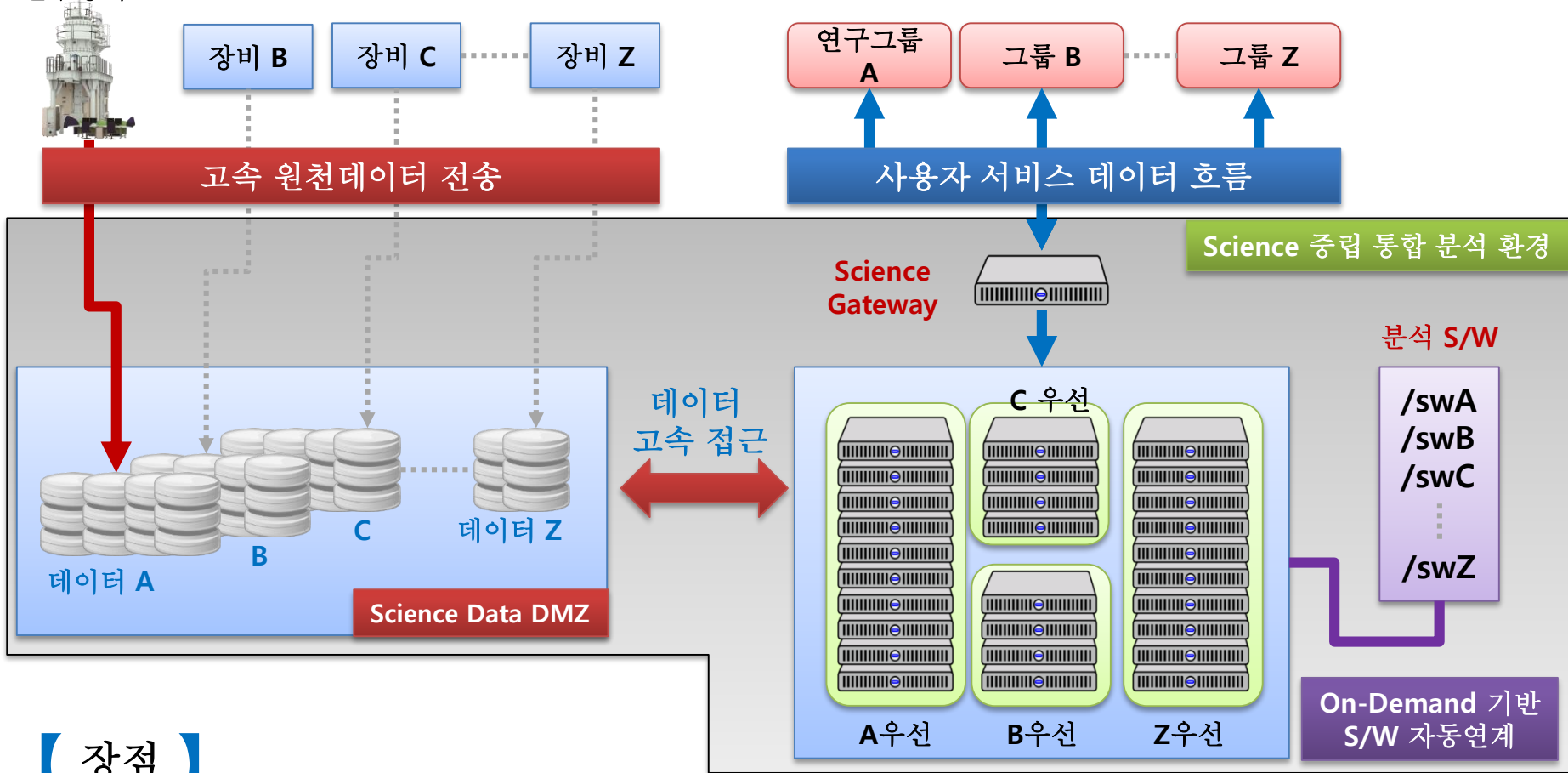
※ 국가대형연구시설의 구축현황 조사·분석(2015)

데이터센터 연계를  
통한 고부가가치  
연구 장비의 활용성  
및 R&D 효율 제고



# 데이터 분석 통합 플랫폼

연구장비 A



## 【 장점 】

1. 플러그형 구조 (Science Pluggable) → 다양한 연구시설 및 실험그룹 통합지원
2. 데이터분석 환경 공동활동 → 적은 예산투입 최대 분석환경 제공, 분석환경 재활용
3. R&D 프로세스 단순화 → 데이터획득에서 분석까지 R&D 시간 단축

# 협력 가능한 한국의 연구시설

## 예비 타당성 통과된 대형연구시설

[참고] 거대과학기술 분야별 국내 대형연구시설 구축현황

		단위 : 억 원, 년				
거대과학 기술 분야	대형연구시설명	구축비용	구축기간	착수년도	종료년도	운영비용 <sup>(*)</sup>
우주	KSLV-1 발사대시스템	1,077	5	2006	2010	9.6
천문	거대 마젤란 망원경	740	11	2009	2019	구축중
해양	대형 해양과학조사선	1,067	6	2010	2015	구축중
극지	남극 정보고과학기지	1,067	9	2006	2014	구축중
	쇄빙연구선 아라온호	1,080	7	2004	2010	133
생명	극초단광양자빔연구시설	649	10	2003	2012	0.2
원자력	냉중성자 연구시설	585	7	2003	2009	9
	수출용 소형 연구로	2,900	5	2012	2016	구축중
	하나로 연구용 원자로	934	11	1985	1995	152.3
핵융합	국제핵융합실험로	12,365	13	2007	2019	구축중
	차세대 초전도핵융합연구장치	3,090	13	1995	2007	246
가속기	4세대 방사광가속기	4,260	4	2011	2014	구축중
	100Mev. 20mA 선형 양성자가속기	3,143	11	2002	2012	구축중
	의료용 중입자가속기	1,950	7	2010	2015	구축중
	중이온가속기	4,604	7	2011	2017	구축중
	포항방사광가속기(업그레이드)	2,500	7	1988	1994	311.7
IT	슈퍼컴퓨터 4호기	600	4	2007	2010	55.1

\* 12대 거대과학기술 분야 중 생명, 기상, 기계, 건설교통 4분야는 가구축된 대형연구시설(500억 원 이상)이 없어 리스트에서 제외

## 예비 타당성 검토중인 대형연구시설

중점 대형연구시설의 구축비용

		단위 : 억 원, 년			
투자시기 <sup>(*)</sup>	대형연구시설명 <sup>(*)</sup>	구축비용	구축기간	운영비용	운영기간
단기 Near-Term	하나로 연구용 원자로 및 활용시설(업그레이드)	500	8	62	30
	국가고자기장센터	2,770	9	195	20
5년 이내 구축 착수	10MW급 풍력부품 종합시험센터	625	6	37	30
	국가분자이미징센터	2,100	8	82	20
중기 Mid-Term	대형 적외선 우주망원경	500	10	20	5
	6~10년 이내	핵융합로공학 연구시설	1,200	7	40
구축 착수	장파 표준시 방송국	500	5	20	20
	다목적 저에너지 방사광시설	800	5	50	20
	평방킬로미터배열 거대전파망원경	1,000	13	100	30
장기 Long-Term	고기능 3차원 융합 해저 석유물리탐사선	1,200	4.5	60	20
	강력 펄스 중성자원(업그레이드)	7,500	11	600	40
10년 이후	대형 심해저 해양공학 수조*	506	6	16	30
	구축 착수	지하 고에너지물리 연구시설	4,950	8	100
합계		24,151	-	1,382	-

\* 본 구축지도 수립 중 예비타당성 조사대상으로 선정, 구축 타당성을 검토 중에 있어 가구축 대형연구시설로 재분류

국가대형연구시설구축지도 (2013)

소규모 산발적 데이터센터 구축을 지양하고  
통합 데이터센터 활용을 통해 적은 예산으로 최대 R&D 효과 달성

---

맺음말



## 현실

과학분야 **노벨상 87%, 첨단 연구장비 활용**(1914부터)  
막대한 예산의 첨단대형연구시설을 모두 갖출 수 없는 현실

## 한국형 모델

실험연구자와 **ICT전문 인프라 기관의 협력모델 수립**  
**데이터집약형 기초연구분야 연구경쟁력 ↑**

## 필요한 것들

- 1 해외 첨단대형연구장비 활용에 **한국연구그룹과 GSDC 연계 참여** → 경쟁력 강화 (예: LIGO, CERN 실험)
- 2 국내 첨단실험 연구장비와 **GSDC 연계** (예: 전자현미경)
- 3 중이온가속기 데이터센터 준비 (예: CERN 완공 5년 전 부터 준비)



도전!

변화!

자신감!

감사합니다.



---

# 보충자료

# GSDC 시스템 구성도

25 Storage Racks with 6 Different Models



8000 코어 (600대)



50 Switches with 10 Different Models



디스크 8.5PB

Backbone Switch

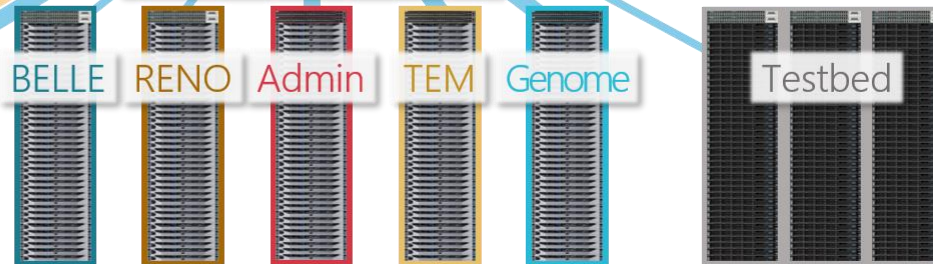
테이프 3 PB



FDF

네트워크 스위치 50

600 Server with 12 Different Models



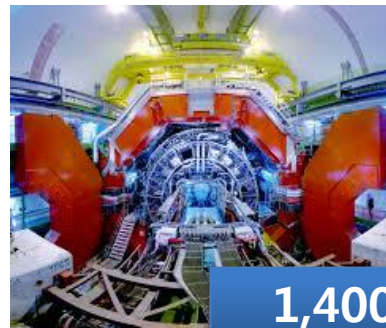
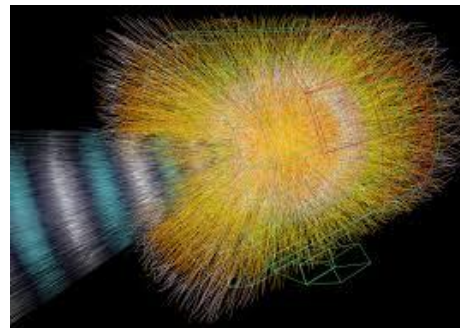
# ALICE / CERN

## ■ 실험요약

- ➔ **A Large Ion Collider Experiment** (중이온물리)
- ➔ 무거운 입자의 원자핵을 충돌시켜 **빅뱅과 유사한 상태를 재현**하여 우주 초기 빅뱅직후 생성된 물질 상태 연구
- ➔ **41개국, 159개 기관, 1,665명 참여** (국내 40여명)

## ■ 연구지원

구분		2012	2013	2014	2015	2016
WLCG Tier-1	CPU	1,500	2,000	2,700	3,000	3,000
	Disk(TB)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,500
	Tape(TB)	1,000	1,000	1,500	1,500	1,500
KiAF	CPU	108	108	108	196	196
	Disk(TB)	180	180	200	200	200
Network(Gbps)		1	2	2	10	10

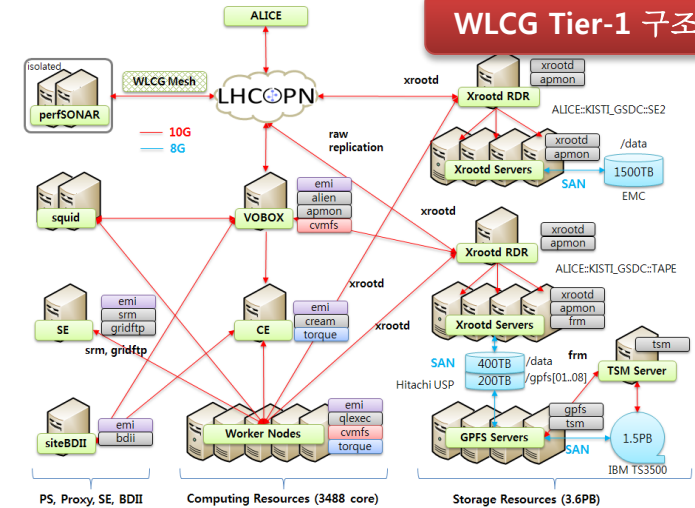


1,400억

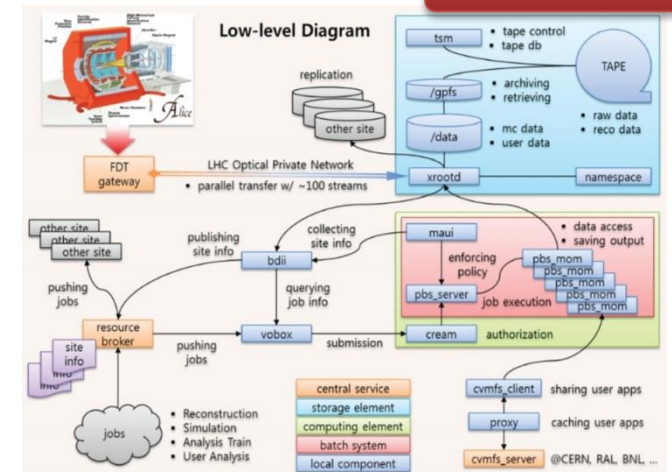


ALICE

## WLCG Tier-1 구조



## 데이터 처리 흐름도





# CMS / CERN

## ■ 실험요약

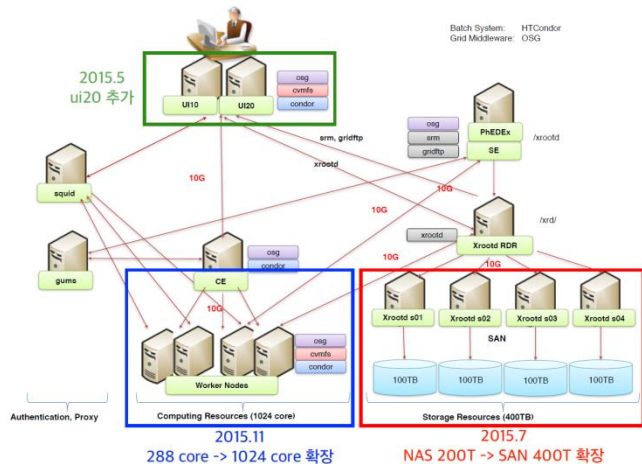
- ➔ **Compact Muon Solenoid** (입자물리)
- ➔ 새로운 물리현상 탐구 (힉스입자 입증)
- ➔ (국제) 40개국, 172개 기관, 3,000명 참여
- ➔ (국내) 8개 기관, 80여명

## ■ 연구지원

MOU 기반

구분	2014	2015	2016
CPU	100	500	500
Disk(TB)	200	400	500

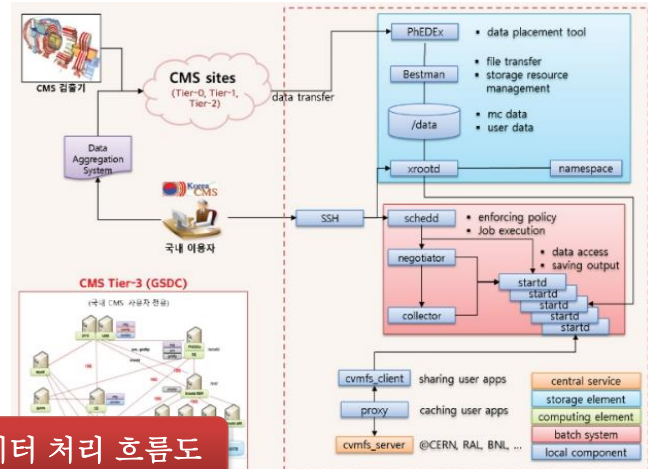
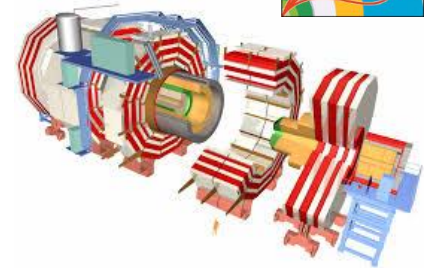
- ➔ 국내 사용자 전용 데이터공유 환경 구축



초당 400만 번 충돌

길이 25미터, 지름 15 미터, 무게 12,500톤

5,000억



데이터 처리 흐름도

# BelleII / KEK

## ■ 실험요약

- ➡ 일본 고에너지가속기연구소(KEK)에서 수행
- ➡ **B 중간자 희귀 붕괴현상**, 새로운 입자의 발견, **B 중간자, D 중간자, tau 입자** 등에 대한 연구
- ➡ (국제) 20개국, 67개 기관, 428명 참여
- ➡ (국내) 9개 기관, 40여명

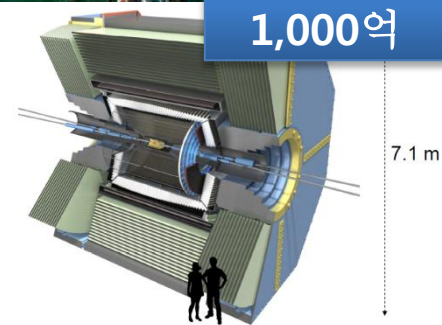
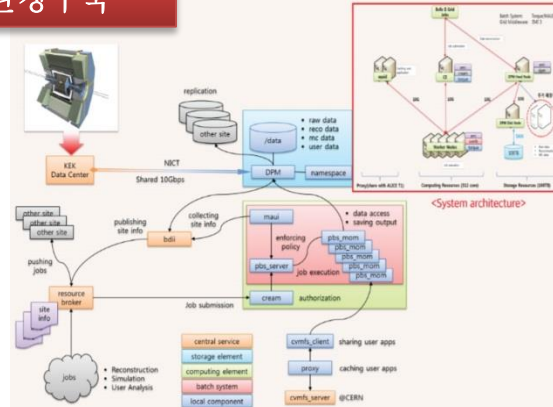
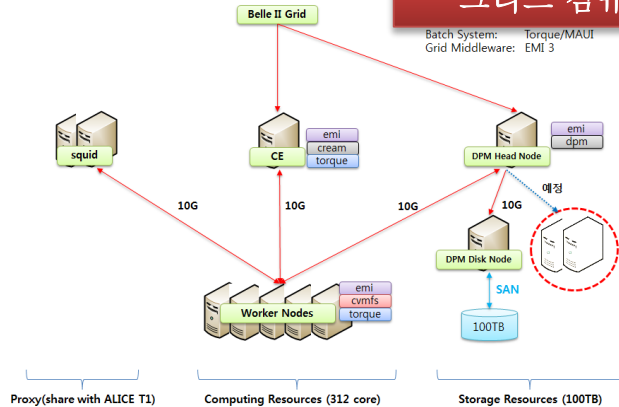
## ■ 연구지원

MOU 준비

구분	2013	2014	2014	2015	2016
CPU	300	300	300	300	300
Disk(TB)	80	80	80	80	80



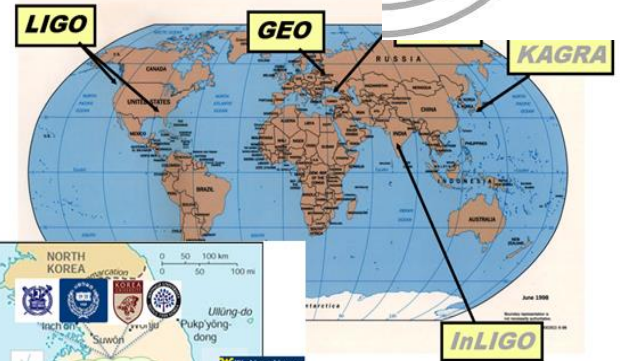
## 그리드 컴퓨팅 환경구축





## ■ 실험요약

- ➔ **L**aser **I**nterferometer **G**ravitational **W**ave **O**bservatory
- ➔ 블랙홀, 중성자별 충돌 등 천체현상에서 발생하는 **중력파를 지상에서 검출하는 실험**
- ➔ (국제) 16개국, 60개 기관, 1000여명 참여
- ➔ (국내) 10개 대학, 4개 연구소, 40여명



## ■ 연구지원

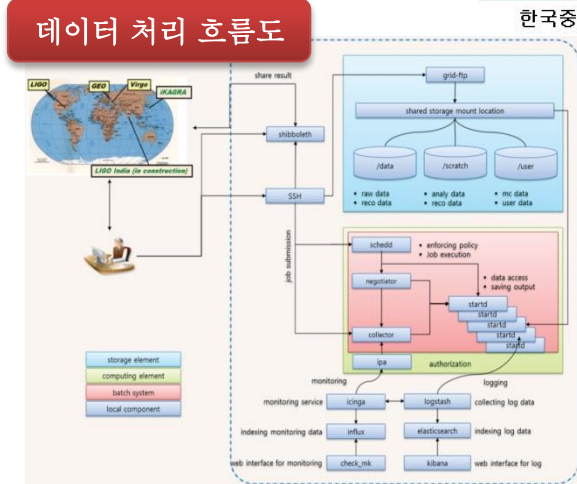
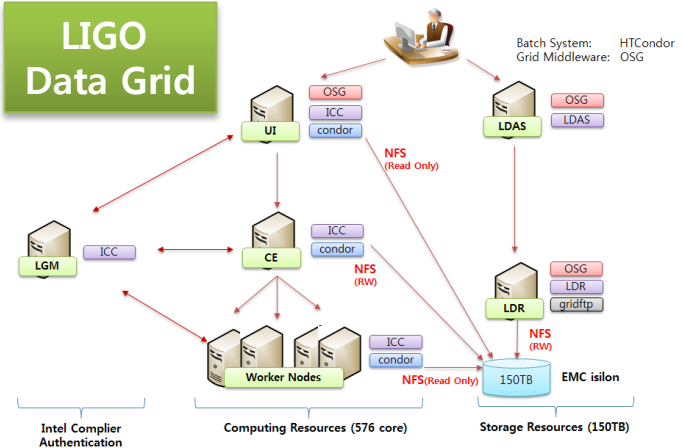
### MOU 기반

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CPU	16	16	204	420	420	576	874
Disk(TB)	5	5	47	150	150	150	340



**1조 투자**

한국중력파연구단(KGWG)



중력파 검출 → 중력파 천문  
학의 탄생

풍부한 과학적 파급력 기대



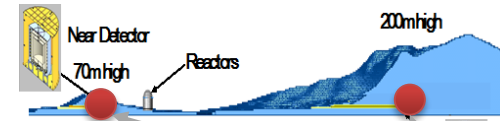
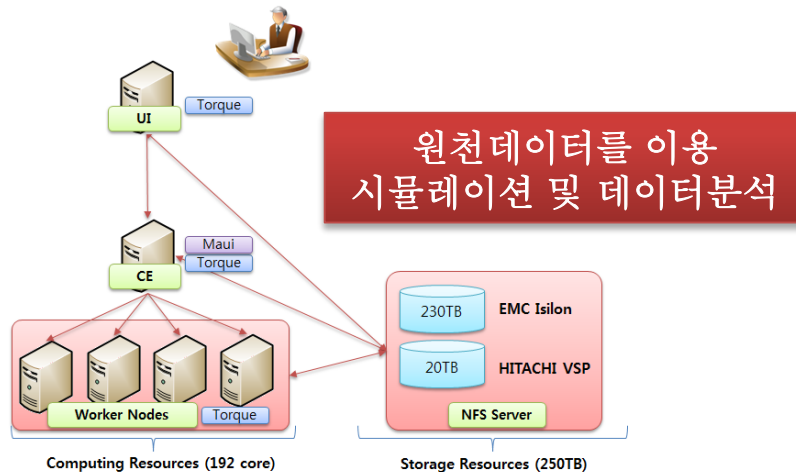
## ■ 실험요약

- ➔ **R**eactor **E**xperiment for **N**eutrino **O**scillation
- ➔ 원자로에서 방출되는 **중성미자의 검출시설**
- ➔ 미래부에서 5년간 116억 지원하여 2011년 구축 완료되어 실험데이터를 쌓아오고 있음.
- ➔ (국내) 서울대, 경북대, 부산대, 전북대, 전남대 중심 50여명

## ■ 연구지원

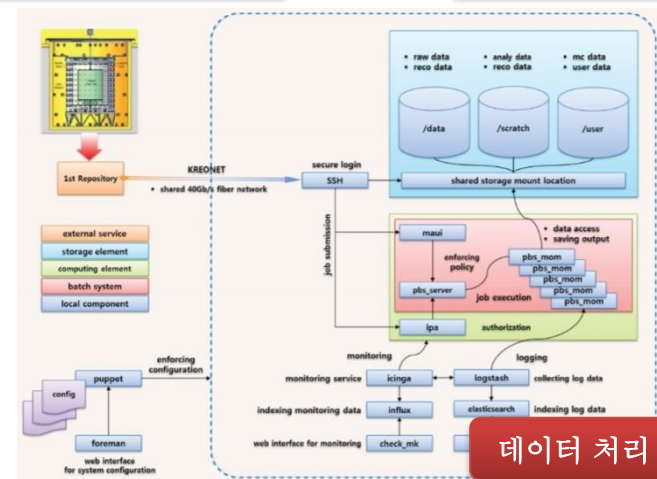
MOU 기반

구분	2012	2013	2014	2015	2016
CPU	128	192	192	192	256
Disk(TB)	150	250	250	250	500



실험터미널공간 및 중성미자검출기 (50억)

450톤 중성미자검출기 (66억)





# 유전체

## ■ 실험요약

- ➔ **Genome Open Collaboration**
- ➔ **개인별 맞춤 치료**를 위한 유전체 데이터 분석
- ➔ 의료진, 유전체/생물정보 연구진, IT 관련 연구진 그룹들이 **개방·공유·협력 연구**를 수행
- ➔ (국내) 서울대, 이화여대, 숭실대, 한림대, 국립암센터, 삼성서울병원, 신데카 등 **산학연 50여명**

## ■ 연구지원

### MOU 및 협의기반

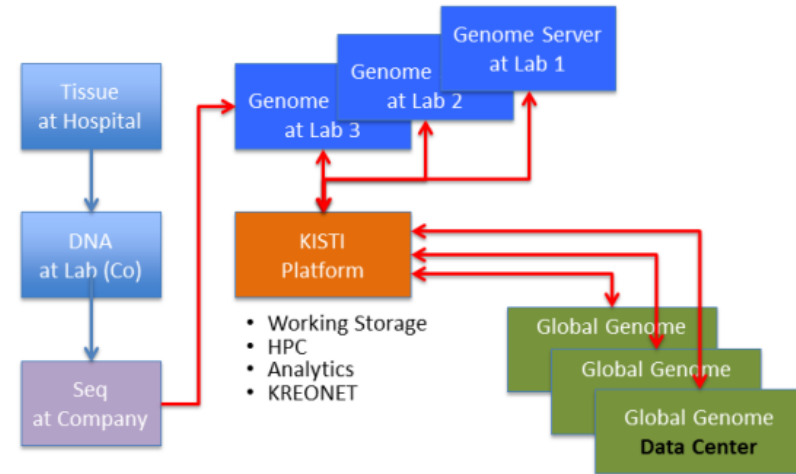
구분	2015	2016	2017
CPU	192	192	협의
Disk(TB)	250	250	협의

## ■ 지원 내용

- ➔ 유전체 데이터 분석 전용 팜 구축 및 서비스
- ➔ 전용연구망(KREONET)을 통한 원시 유전체 데이터의 고속 전송·공유 서비스

개인 연구자들은 "고가의 실험/분석 데이터에 접근 어렵고, 고성능 IT Facility 취약성" 가짐  
→ **Open Collaboration** 필요한 분야 !!

### KISTI 유전체 허브



### 데이터 처리 흐름도

