

2007년 10월 30일

연세대학교 과학기술대학 콜로퀴움, 원주



고에너지 물리학과 e-Science

KISTI 응용연구팀 / 책임연구원

(KAIST 물리학과 / 겸직교수)

조기현

See more information at <http://hep.kisti.re.kr>



Outline

- KISTI?
 - 사용자지원 프로그램
- High Energy Physics
- Grid & e-Science
- B physics
- Summary

KISTI "bird's eye view"

Yes KISTi
www.yeskisti.net



Cray-2S
1st SC System in Korea until 1993

Where is KISTi?



What is KISTI Role?

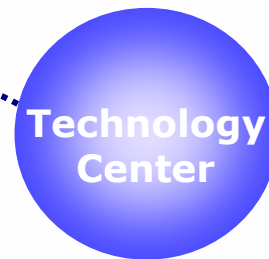
National headquarters of

1. Supercomputing resources,
2. e-Science,
3. Grid,
4. High performance research networks

**Keep
securing/providing
world-class
supercomputing
systems**



**Help Korea research
communities
to be equipped with
proper knowledge of
supercomputing**



**Validate newly
emerging concepts,
ideas, tools, and
systems**



**Make the best use of
what the center has,
to create the
new values**



사용자 지원 프로그램

- 슈퍼컴퓨팅 지원
- 네트워크 지원
 - GLORIAD
 - KREONET
- 그리드 지원
 - KISTI CA

슈퍼컴퓨팅 지원 프로그램

슈퍼컴퓨팅 지원 프로그램

교육

슈퍼컴퓨터 사용법 및 고급 기술 교육

일반 기술 지원

접속에서 실행까지

고급 기술 지원

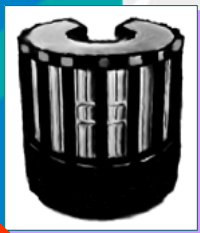
최적화, 병렬화를 통한 프로그램 계산 속도 향상

전략 지원 프로그램

국내 계산과학 분야의 국가 과학기술 경쟁력 제고

슈퍼컴퓨터 및 고성능 클러스터

Cray 2S[1호기]



Cray T3E



(1997. 6. ~ 2003. 1.)
115GFlops

NEC SX-5[3호기 1차]



(2001. 5. ~ 현재)
80GFlops

NEC SX-6[3호기 2차]



(2003. 2. ~ 현재)
160GFlops

TeraCluster



(2003. 12 ~)
2,850GFlops



Cray C90[2호기]



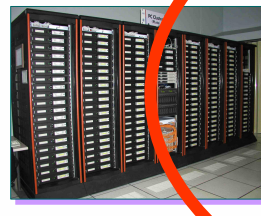
(1993. 11. ~ 2001. 5.)
16GFlops

HP GS320
HPC160/320



(2000. 5. ~ 현재)
111GFlops

PC Cluster
128nodes



(2001. 12. ~ 현재)
435.2GFlops

IBM p690[3호기 1차]



(2002. 1. ~ 현재)
665.6GFlops

IBM p690+[3호기 2차]



(2003. 7. ~ 현재)
3,699.2GFlops

슈퍼컴퓨터 4호기 도입

IBM P690/+ :
672 CPUS, 4.3Tflops

NEC sx5/6 :
24 CPUS, 0.2Tflops

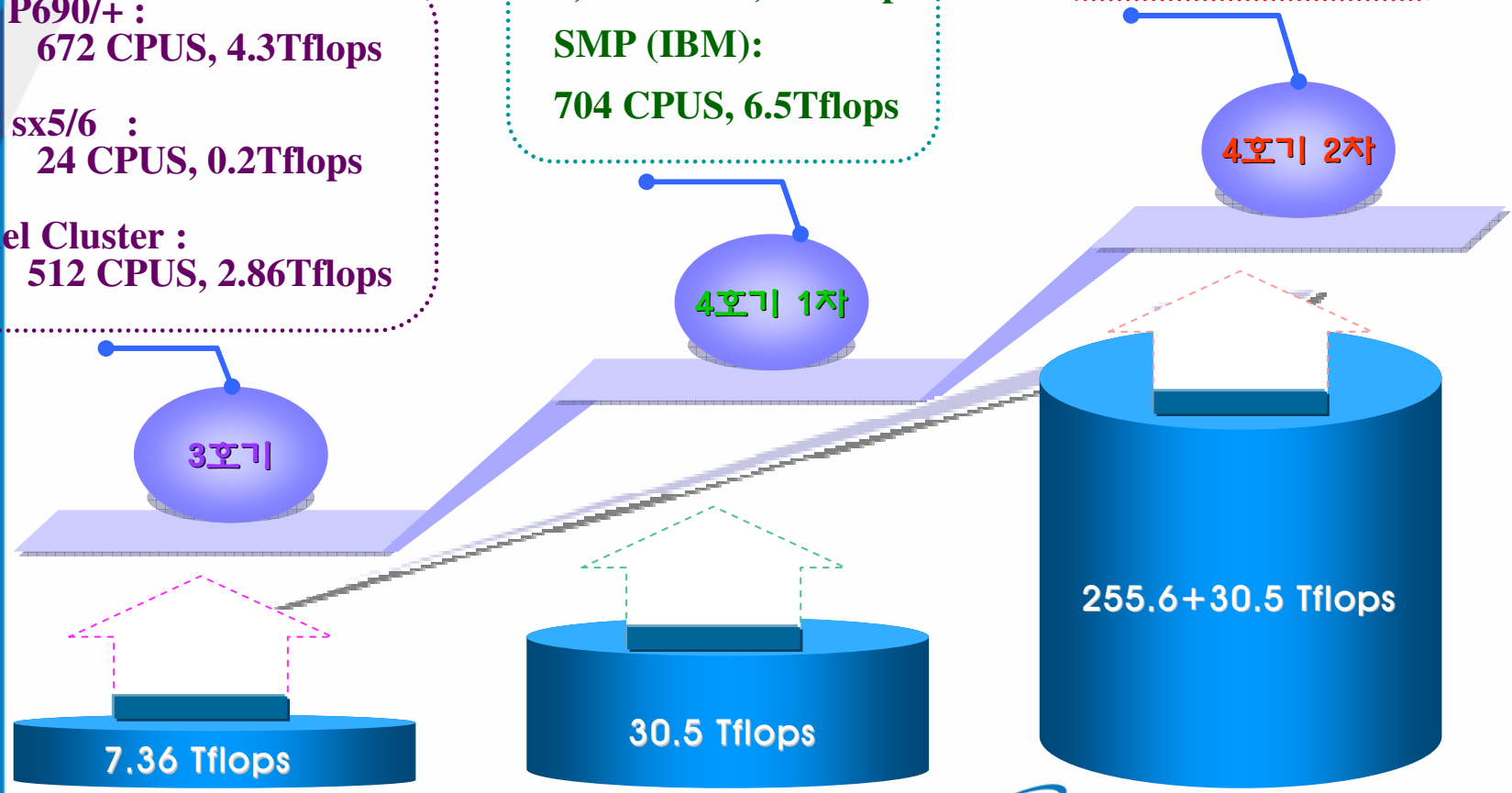
Hamel Cluster :
512 CPUS, 2.86Tflops

MPP (SUN):
3,008 CPUS, 24Tflops

SMP (IBM):
704 CPUS, 6.5Tflops

MPP (SUN):
28,256 CPUS, 226Tflops

SMP (IBM):
1,472 CPUS, 29.4Tflops



슈퍼컴퓨팅 교육 현황

슈퍼컴퓨팅 응용지원팀
이홍석박사

웹페이지: <http://webedu.ksc.re.kr>

연구역량

● 실습 위주로 진행 ●

- 정기교육 - 매월 1회 이상 실시

1회 교육 인원수 : 최대 16명 까지
교육 기간은 : 1주 혹은 2주

- 출장교육 -
겨울/여름방학 집중 교육

서울대, 고려대, 기상청

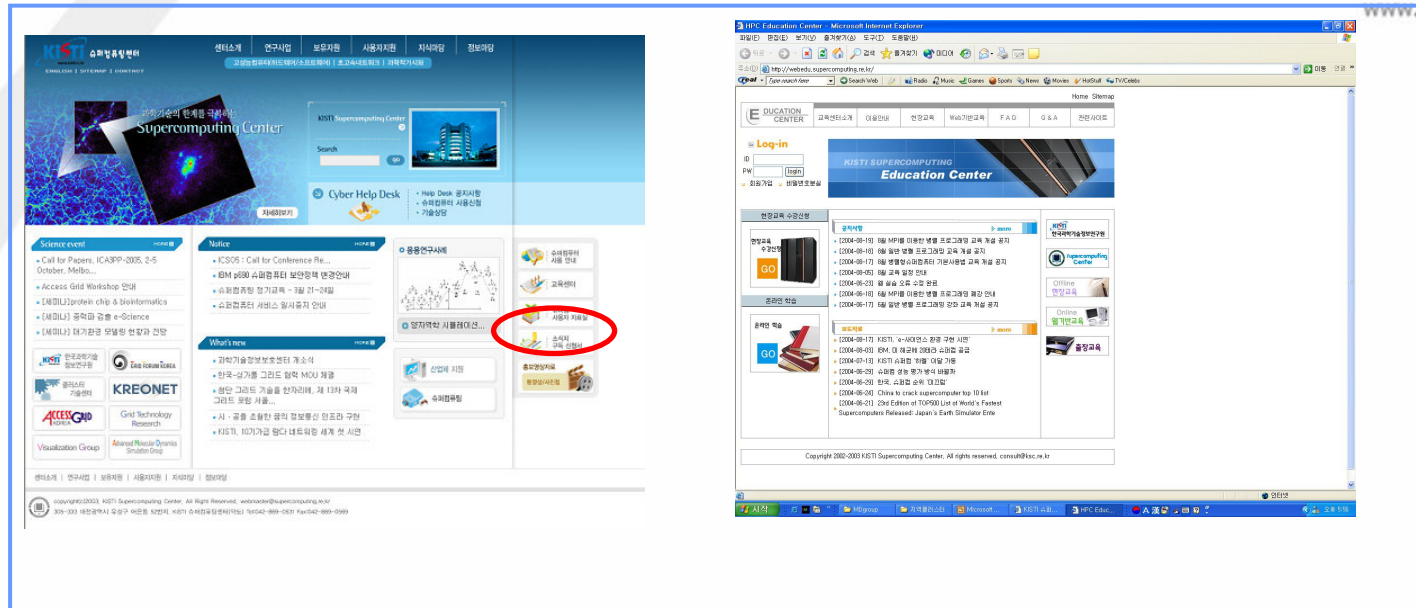
연구역량

● 교육 이수 후 사후관리 ●

- 혜택 제공 -

초보 사용자 계정 지원
수료증 발급

- 교육 웹사이트를 통한 질의응답 제공 -



웹페이지: <http://webedu.ksc.re.kr>

슈퍼컴퓨팅 응용지원팀
정영균 박사

일반 기술 지원

지원 내용

- 접속에서 프로그램 실행까지

지원 인력

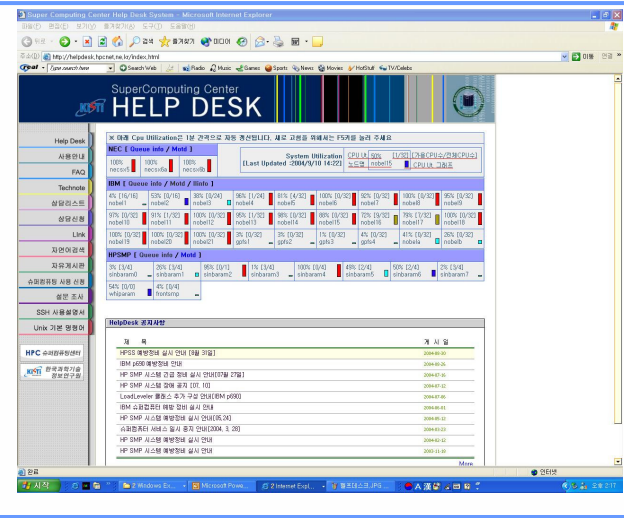
- 내부 1명(담당) + α
(슈퍼컴퓨팅응용지원팀, 슈퍼컴퓨팅사업팀, 클러스터팀)
- IBM 지원팀

지원 요청 방법

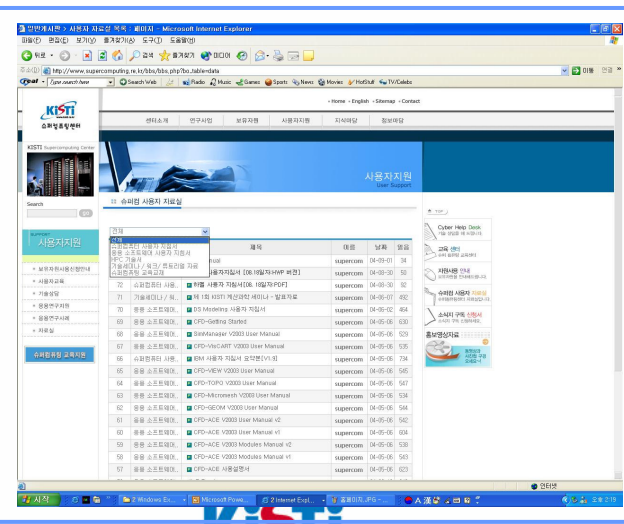
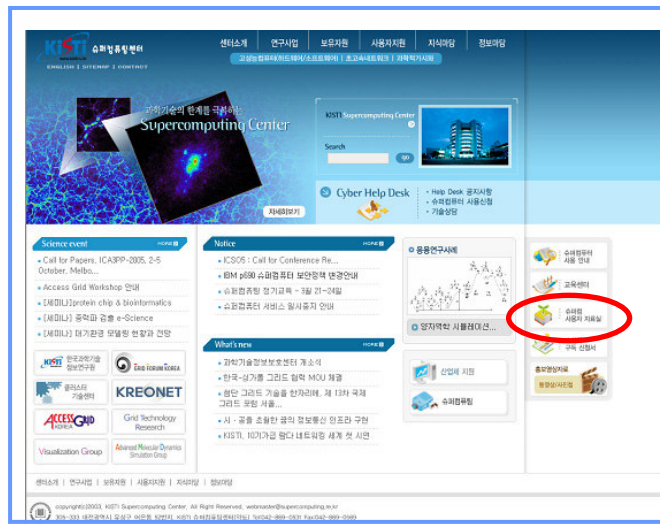
- 전화
- email
- 웹

웹페이지: <http://www.ksc.re.kr>

✓ help desk



✓ 자료실



슈퍼컴퓨팅 사업팀
장지훈 연구원

전략지원 프로그램

초보사용자지원

사용자의 진입장벽 저하 및 신규 사용자 확대 전략 차원의 제도

중점과제 연구지원

커뮤니티 중심의 연구지원 과제

전략과제

슈퍼컴퓨팅 핵심연구과제를 대상으로 지원되는 무상지원과제

슈퍼컴퓨팅응용지원팀
최영미 연구원

거대도전과제

초거대 응용연구 과제를 대상으로 지원되는 무상지원과제

국가연구개발지원기관과의
연계지원사업

한국학술진흥재단의 사업과 연계지원

산업체기술지원사업

중소기업 대상으로 슈퍼컴퓨팅응용기술 지원을 통한 산업경쟁력 제고

슈퍼컴퓨터 사용자 무상 지원 프로그램

프로그램	슈퍼컴퓨팅 응용연구지원 프로그램				산업체 기술지원 프로그램	초보사용자 지원 프로그램
과제명	전략과제	거대도전 과제	중점 지원 과제	국가 R&D 지원 기관 과의 연계	산업체 지원과제	초보 사용자 지원
대상	개인 연구자	개인 연구자 또는 학회 추천	연구회 중심	학술진흥재단 과제, 과학재단과제 (추진중)	중소기업	슈퍼컴 초보사용자
공모시기	수시 (연2회 선정평가)	연3회 (4월, 7월, 10월)	미정 (현재 시범과제 지원 중)	협약기관의 연구지원 사업시	매년 4월중	수시
지원기간	매년 6월, 11 월부터 1년간	유동적 (최소 2개월)	과제당 최소 2년	국가연구 과제기간과 동일	6~8개월	1년 이내 (제공된 자원이 소진될 때 까지)
내용	슈퍼컴퓨팅 자원 및 응용 기술 (batch 작업)	슈퍼컴퓨팅 자원 및 응용 기술 (독점사용)	슈퍼컴퓨팅 자원 및 응용 기술 (독점사용)	슈퍼컴퓨팅 자원 (batch 작업)	중소기업의 애 로를 들어주기 위한 산학연 프로그램	슈퍼컴퓨팅자원 0.1구좌 제공 (IBM 100시간)
시작년도	2000.1~	2002.1~	2005.12~	2001.6~	1998.1~	2005.9~
담당자	슈퍼컴퓨팅 응용지원팀 (최영미)	슈퍼컴퓨팅 응용지원팀 (최영미)	슈퍼컴퓨팅 응용지원팀 (이식)		슈퍼컴퓨팅센 터 SMB지원실 (이상민)	슈퍼컴퓨팅 사업팀 (장지훈)

중점연구지원과제 현황

시금과제
대상

양자나노시뮬레이션 연구회
(회원 수: 11인, 회장: 서울대 유재준 교수)

연구과제

양자나노시뮬레이션을 통한 신물질 물성 연구

지원사원

KISTI 슈퍼컴 IBM p690 1노드(32 CPUs, 200 GB)
시스템 전용 제공

지원기간

2006. 1. ~ 2008. 1. (2년간)

향후 계획

슈퍼컴퓨터의 활용도가 높고 국가의 장기적 지원을 받아 수행되는
국가 공공 공익에 필요한 연구 분야의 과제

“핵·입자물리 연구회”

배경

CPU를 다량으로 필요로 하는 핵 및 입자물리 분야
(회원 수: 5인 이상 필요)

연구분야

Lattice Gauge Theory, 현상론, 고에너지물리 실험
MC Simulation, 데이터 집중 입자물리, Linux Cluster의 슈퍼컴

지원자원

4호기 도입시 전용 시스템
(512 Core Processes 100TB 이상) 요청 중

지원기간

2008. 1. ~ 2010. 12. (3년간) 요청 중

전 략

현재는 초보사용자 지원 프로그램으로 필요 CPU 산출
슈퍼컴 4호기 도입시 전용 시스템 요구

핵·입자물리연구회

- 목적
 - 사용자 입장에서 여러 팀에 분산된 KISTi의 사이버인프라 (슈퍼컴, 네트워크, 그리드팜 등) 자원을 효율적으로 요구 및 활용
- 워크샵 개최
 - 1차: 슈퍼컴코리아 학회 (서울 KIAS, 2006.11.20)
 - 2차: KISTi (2007.2.26)
 - 3차: HPC Asia 2007 (서울 소공동 Lotte Hotel, 2007.9.12)
 - => 각 그룹 및 대학교의 사이버인프라(네트워크 및 CPU) 관련 요구 사항 접수 반영 (중)
- 슈퍼컴에 고에너지물리 관련 소프트웨어 인스톨
 - CERNLib, Geant4, root, gcc 등
- KISTi CA 제공

LCG 팜 요구사항

소속	이름	목적	최소 필요 슈퍼컴	현재 사용 슈퍼컴	필요 네트워크	필요 그리드	관련 근거
강릉대	김도원	KISTI에 ALICE Tier2 센터 구축	2,400	ALIEN 세종대	Kreonet-GLORIAD	LCG 팜	과기부 CNRS MoU LIA
KISTI	조기현	미국 CDF 실험	1,200	페르미연구소, 경북대 Cluster 활용	10Gbps KREONET-GLORIAD 운영 중	LCG 팜	과기부 CNRS MoU LIA CDF MoU 경북대공문
총 요구 량			3,600 core process				

핵·입자물리연구회 요구사항

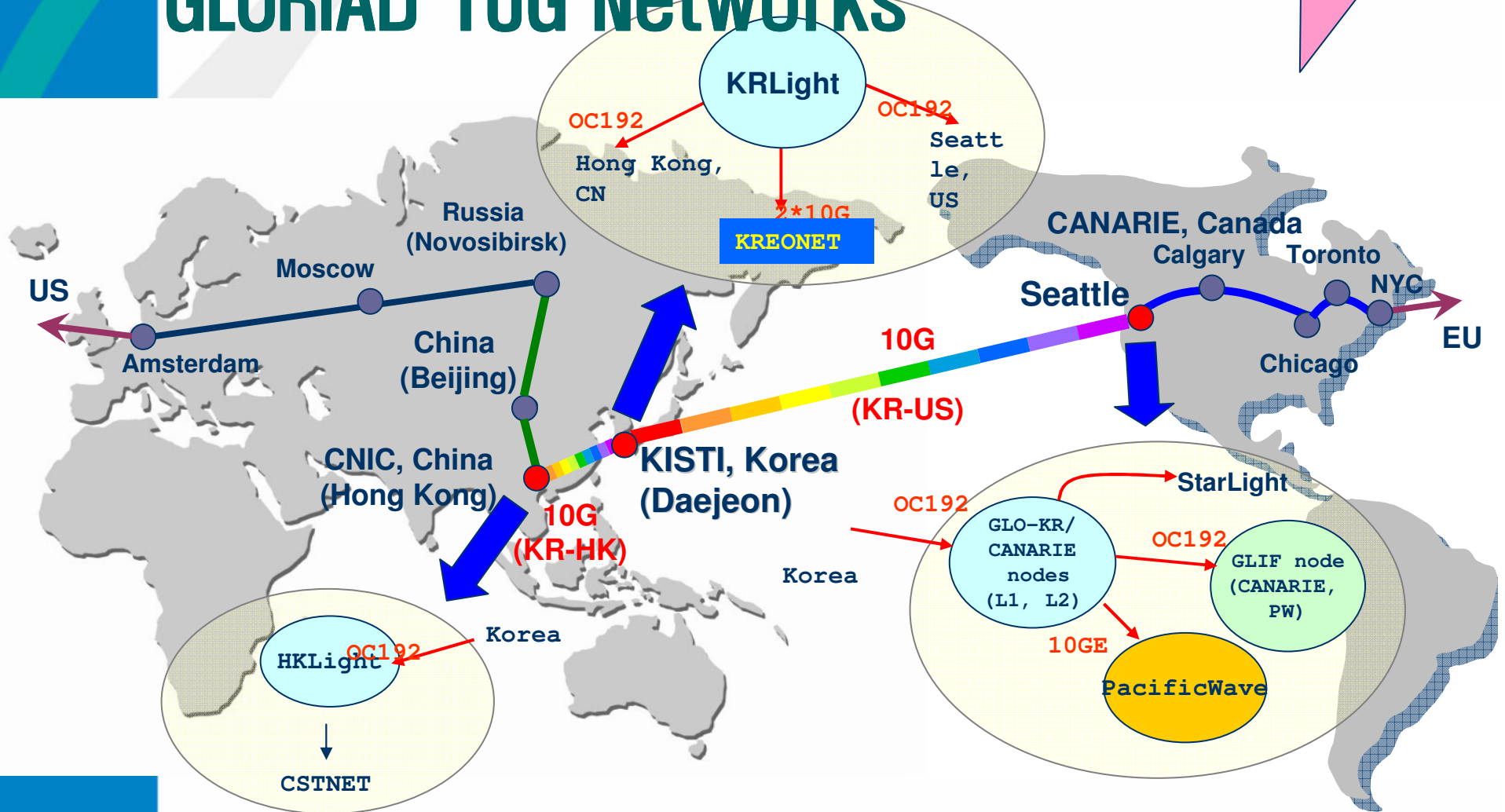
(2007.10.10)  www.yeskisti.net

소속	이름	목적	최소 필요 슈퍼컴	현재 사용 슈퍼컴	필요 네트워크	필요 그리드	관련 근거
서울대	이원종	Lattice Gauge Theory	128 node* 3GFlops 이상 *5년	일본 KEK BlueGene/L 미국페르미언 연구소 슈퍼컴	KREONET -GLORIAD 요청중	Lattice Gauge Data Grid 구축 예정 (KISTI CA 필요)	슈퍼컴 Korea
고려대	원은일	일본 Belle 실험	100 CPU 클러스터	자체 Cluster활용	KREONET -GLORIAD 필요	GLite farm도 무관 (Belle VO 사용 KISTI CA 필요)	슈퍼컴 Korea
부산대	유인권	BNL STAR	300 CPU 1 Pbyte	자체 Cluster 활용	KREONET -GLORIAD 필요	cluster	방문
		CERN NA61	100 CPU 100 Tbyte				
경북대	함승우	현상론	64CPU*365*24 시간*3년	전략과제			Korea
고려대	이정일	현상론	슈퍼컴 64CPU*365*24 시간*3년	학진 연계 사 용			전화
서울 시립대	박인규	알고리즘 개발	-	512CPU 자체 클러스터	KREONET 요청중		슈퍼컴 Korea
전북대 연세대	김은주 권영일	BNL PHENIX	100CPU 10TByte	25 CPU dual	KREONET- GLORIAD		면담
총 요구량			856 core process				

Network 지원 프로그램

GLORIAD 10G Networks

연구망개발팀
곽재승 팀장



- 글로리아드 Application Proxy Center를 구축 운영하여 첨단 응용연구 수행을 위해 필요한 자원과 기술 제공.

KREONET for HEP

Backbone Layer

- 15 regional center (14 region)
- Bandwidth: 5Gbps ~
- WDM, ONS, S/W

- HEP connection
Kyungpook National University
Sungkyunkwan University
Seoul National University
Kangneung National University
Postech
University of Seoul

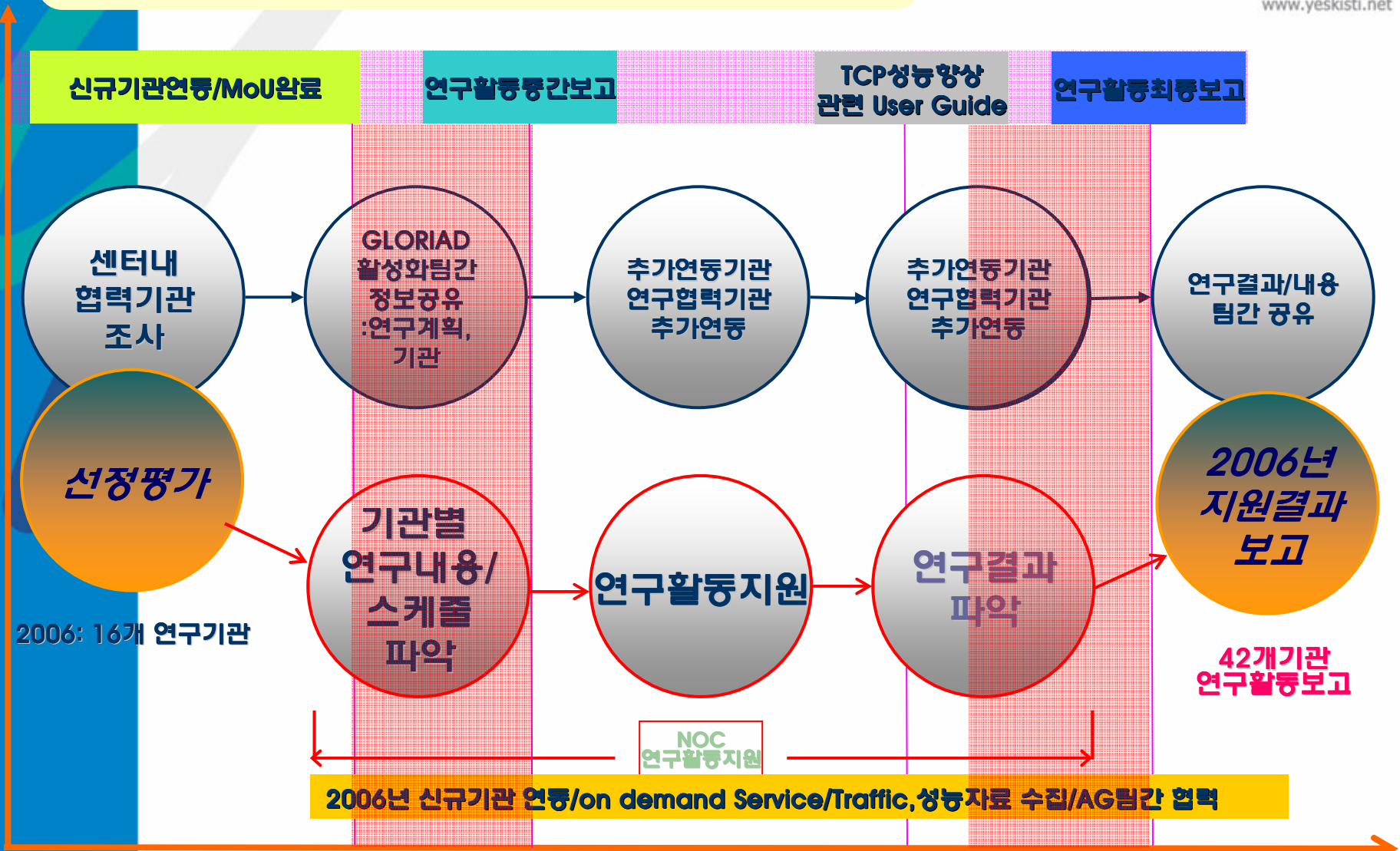
CDF Collaboration



KREONET 지원 프로그램

연구망사업팀
노민기 연구원

KiSTi
www.yeskisti.net



3.24

5.30

6.15

11.30

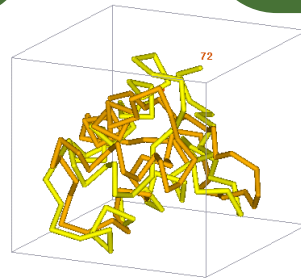
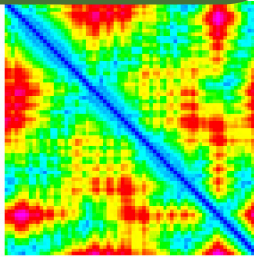
그리드 지원 프로그램

- 한국의 그리드 CA
 - CMS @ LCG at KNU
 - => DOE CA (서준석교수 RAg)
 - Others => KISTI CA
- KISTI CA
 - <http://www.gridcenter.or.kr>

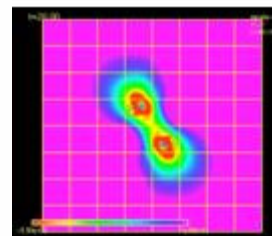
그리드연구팀
김상완 연구원

Research areas @ KISTi

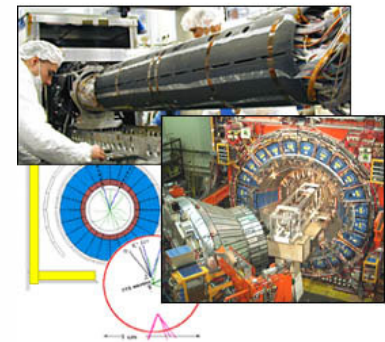
BT/NT
(2001 ~)



Numerical Relativity
(2005 ~)

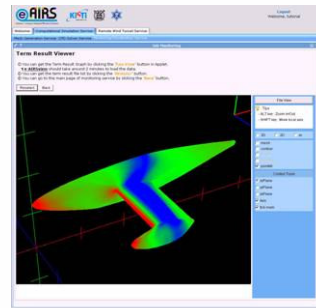
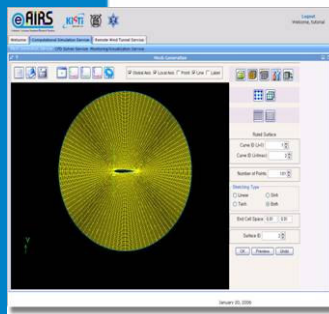


High Energy Physics
(2007 ~)



=> e-HEP

Fluid Dynamics
(2005 ~)



Man Power @ KISTI

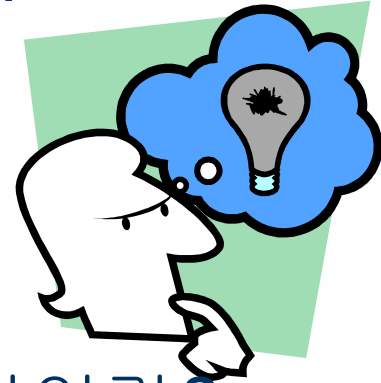
- High Energy Physics Group (8 FTE)
 - Theory: Dr. Sangdong Lee
 - ALICE: Dr. Soonwook Hwang + Dr. Jincheol Kim + 3 Computer Scientists
 - CDF: Dr. Kihyeon Cho and Dr. Hyunwoo Kim

High Energy Physics

사람들은 오랫동안 생각했습니다.

- 세상은 무엇으로 만들어졌는가?

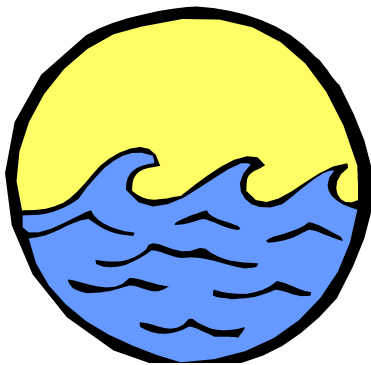
그리고



- 그리고 그 사이 상호작용은 무엇인가?

세상은 무엇으로 만들어졌는가?

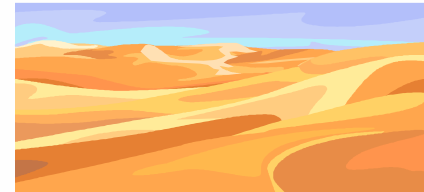
- 고대 그리스



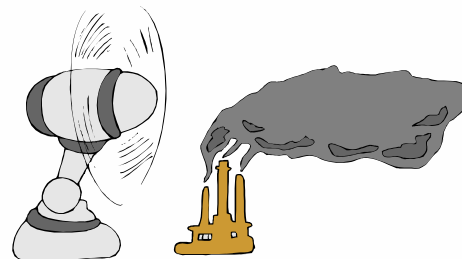
물



불

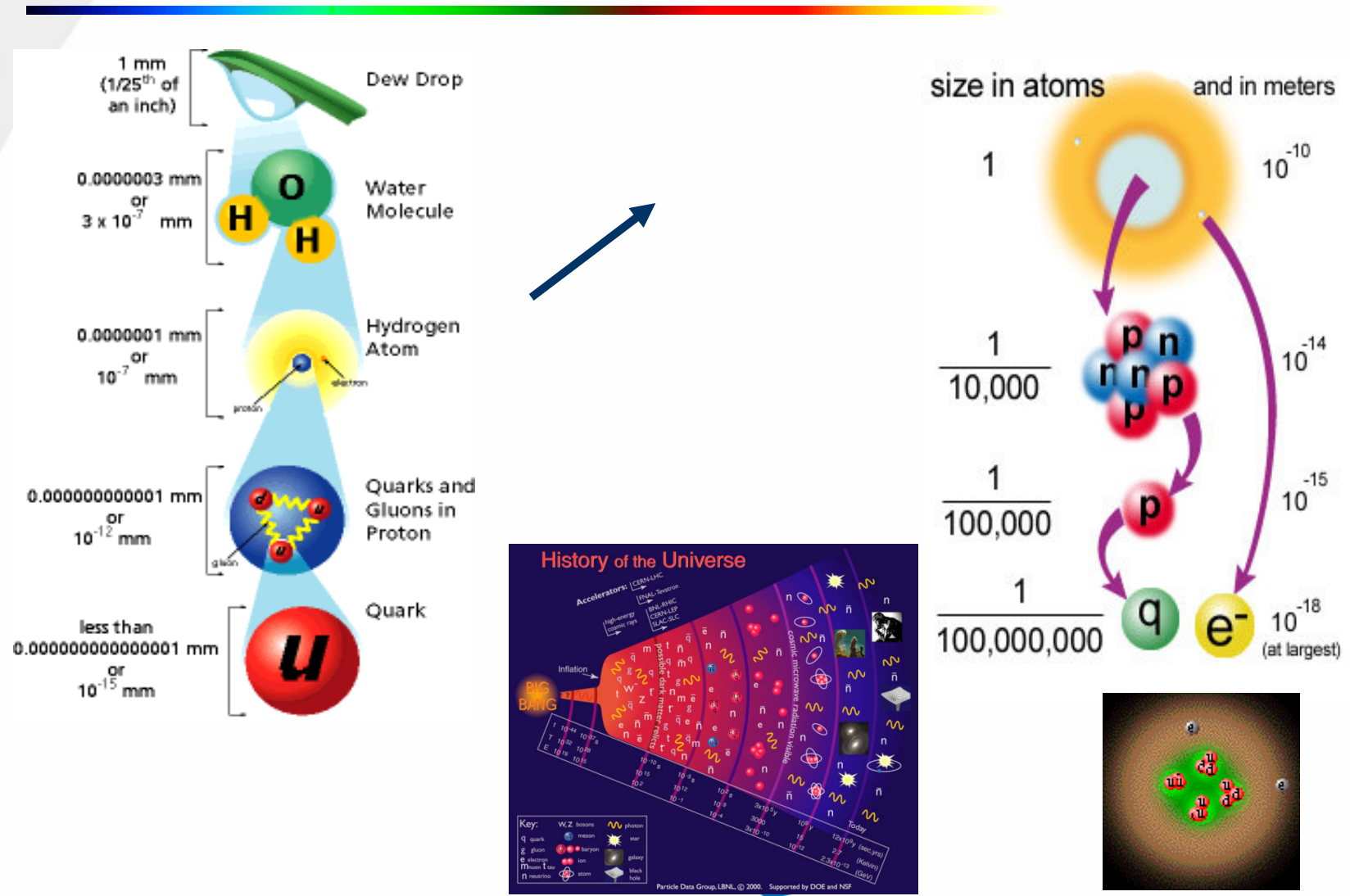


흙



공기

세상은 무엇으로 만들어져 있는가?



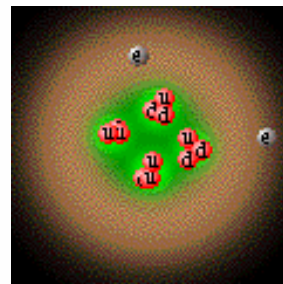
Standard Model

- What does world made of?
 - 6 quarks
 - u, d, c, s, t, b
 - Meson (q qbar)
 - Baryon (qqq)
 - 6 leptons
 - e, muon, tau
 - ν_e, ν_μ, ν_τ



Quarks	u up	c charm	t top
	d down	s strange	b bottom
Leptons	ν_e e- Neutrino	ν_μ μ - Neutrino	ν_τ τ - Neutrino
	e electron	μ muon	τ tau
	I	II	III

The Generations of Matter

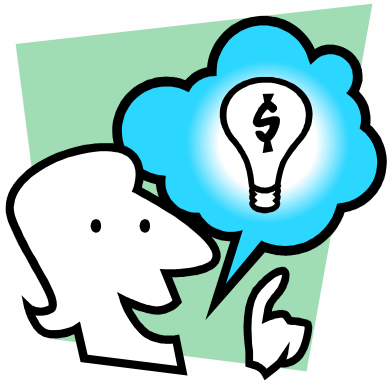
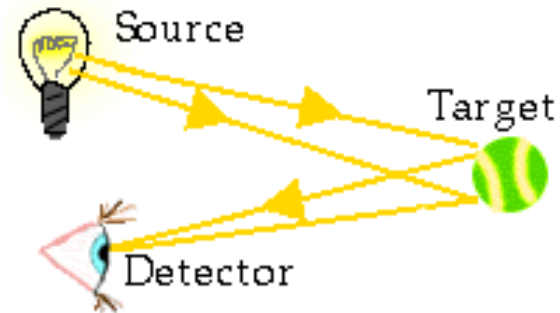


$$\begin{pmatrix} d' \\ s' \\ b' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d \\ s \\ b \end{pmatrix}$$

이러한 것들을 어떻게 아느냐? (Testing Theory)

- 예

- 전구 (Source)
- 테니스 공 (target)
- 눈 (detector)



어떻게 관찰하는가?

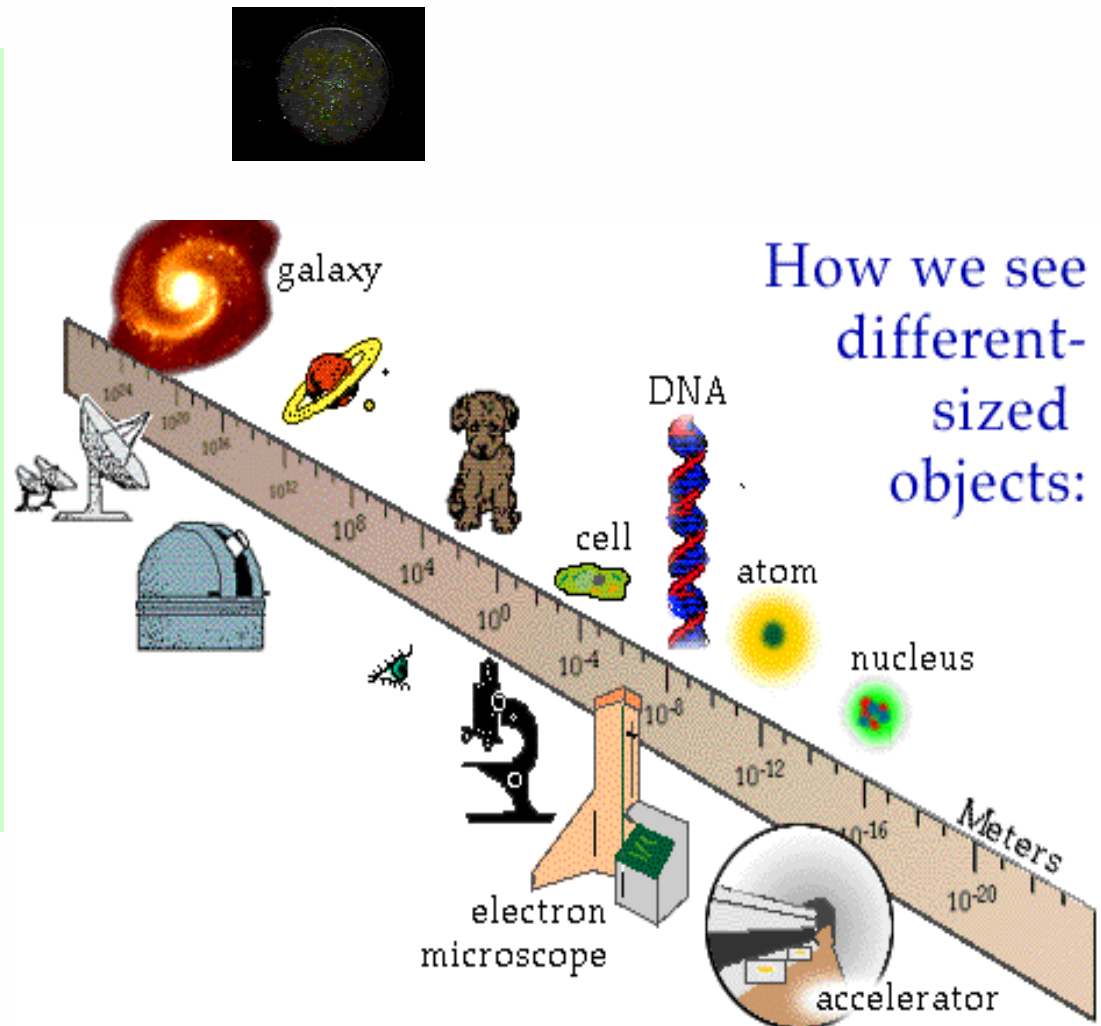
- 고에너지가속기가 필요

- 고에너지는 작은 입자를 관찰할 수 있는 작은 파장을 만듦

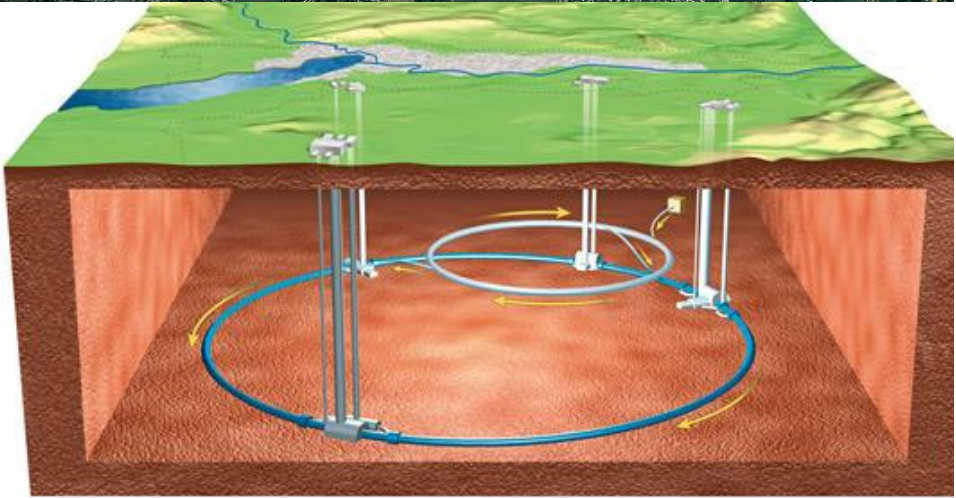
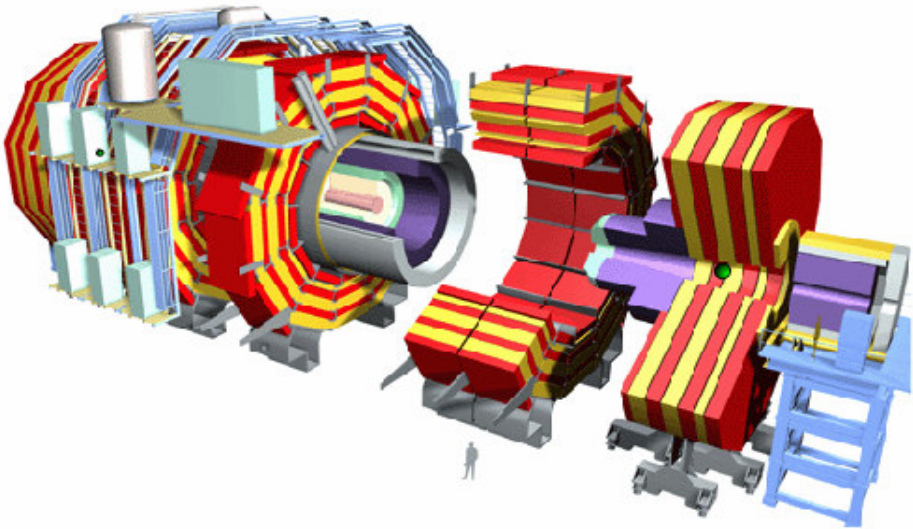
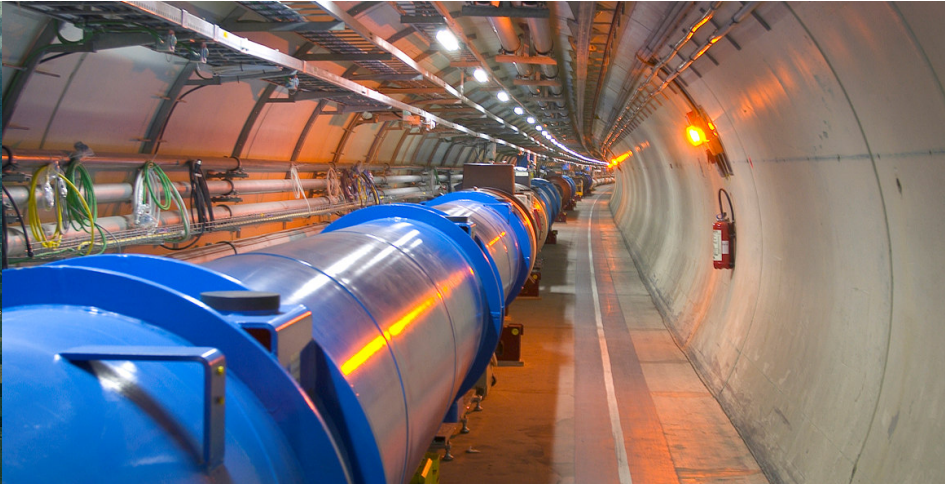
$$\Delta x \Delta p \geq \hbar$$

- 고에너지는 무거운 입자를 만들수 있음

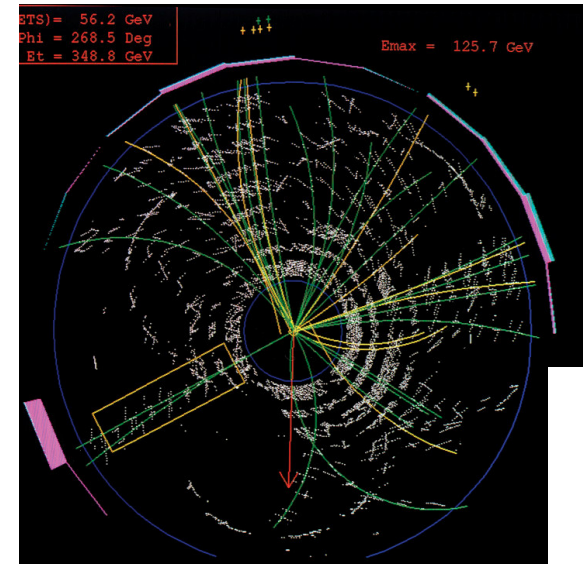
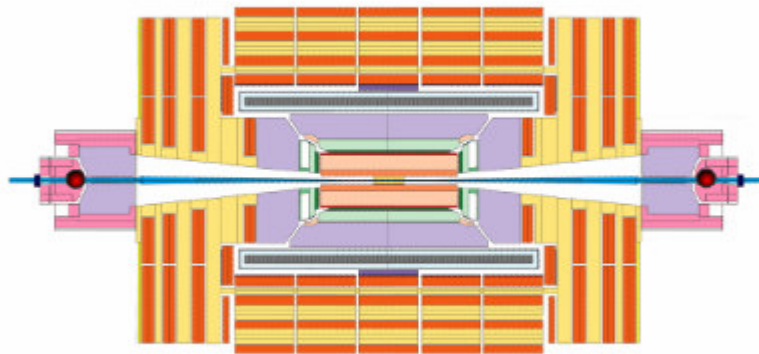
$$E = mc^2$$



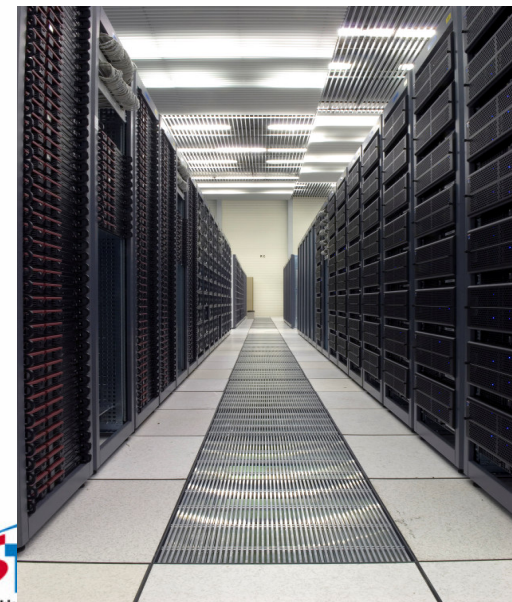
High Energy Physics



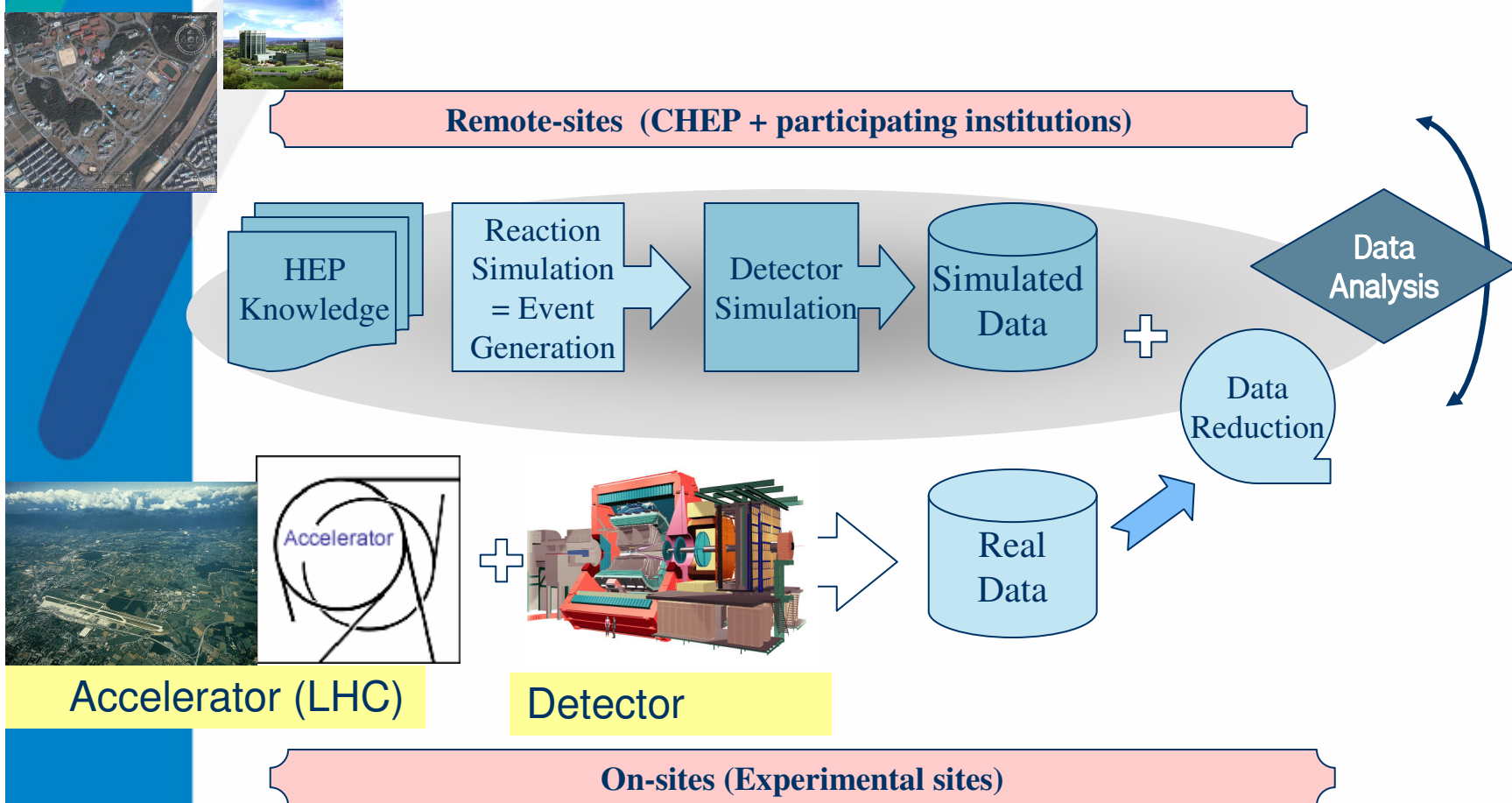
Experimental Particle Physics



- 충돌의 결과인 물리적인 현상을 완벽히 재구성
충돌지점에 충분한 크기의 검출기를 통해 검출된
전기/전자적인 신호를 디지털신호/실험데이터로 변환
실험 데이터: 물리적인 현상의 복원 \Rightarrow 연구의 시작점
초당 6억 회의 충돌 : 최첨단의 전기/전자/전산 필요



Typical Research Procedure



본인 관련 연구소

콜로라도대 박사과정 ('91-'96)
CLEO Experiment
@Cornell University



테네시대 Post-doc. ('96-'01)
FOCUS('96-) @Fermilab



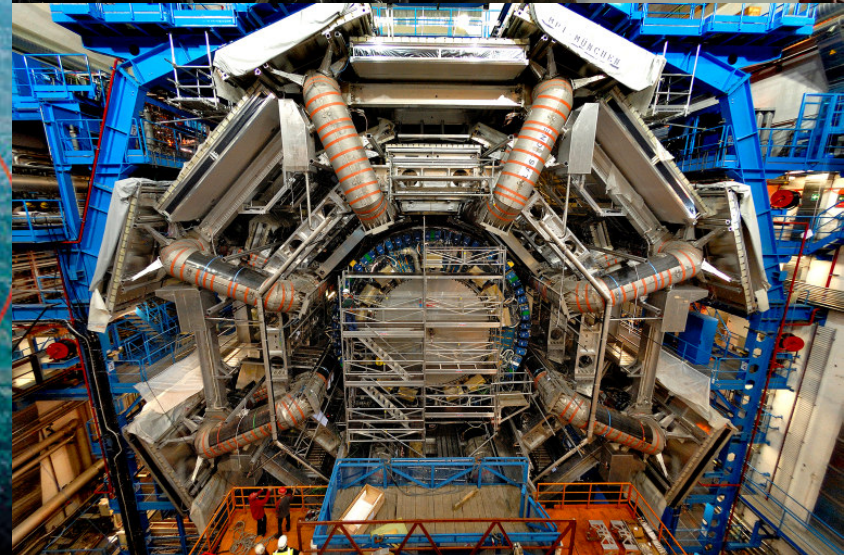
경북대 초빙교수 ('01-'06)
KISTI 책임연구원 ('06-)
CDF (2001-) @Fermilab



CERN : 유럽 가속기 연구소

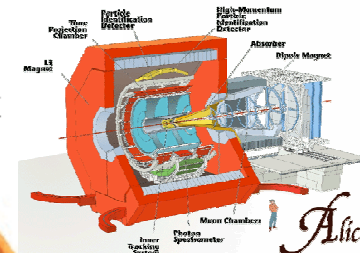
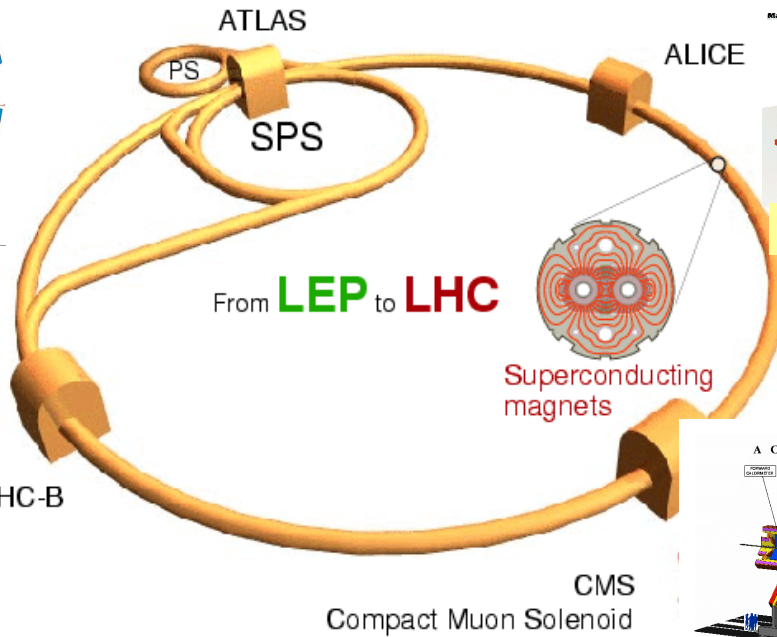
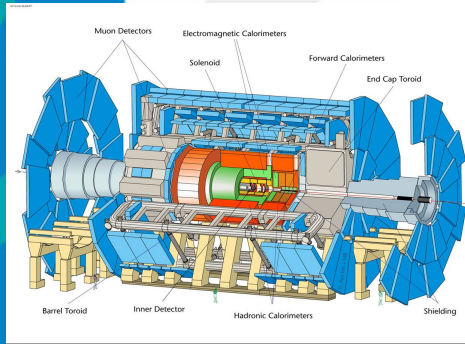
LHC : Large Hadron Collider

High-Energy Physics
Birthplace of the World Wide Web

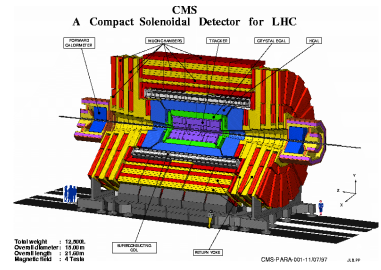
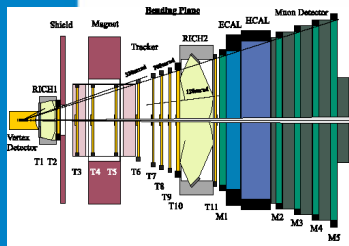


LHC Experiment @ CERN

The Large Hadron Collider (LHC)



KISTI 참여



대부분 한국인 참여

	Beams	Energy	Luminosity
LEP	e+ e-	200 GeV	$10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
LHC	p p	14 TeV	10^{34}
	Pb Pb	1312 TeV	10^{27}

Super Fast

입자들 광속으로
초당 만천 번 회전

Super Energy

1.5 톤 자동차
시속 2만 5천 km



Super Magnetic

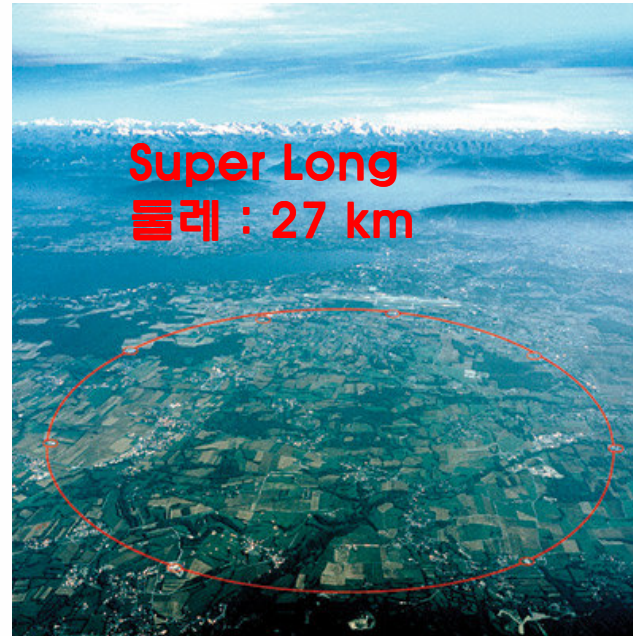
지구자기장 20 만 배

Super Cold

영하 섭씨 280 도

44

LHC is Super!



Super Collaboration

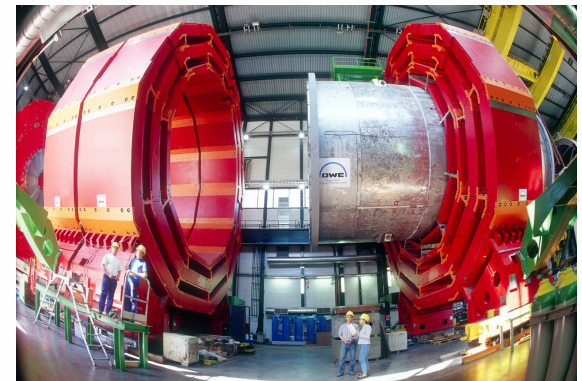
7000 명 85 개 국가



Super Large

ATLAS Detector

Notre Dame 성당 크기



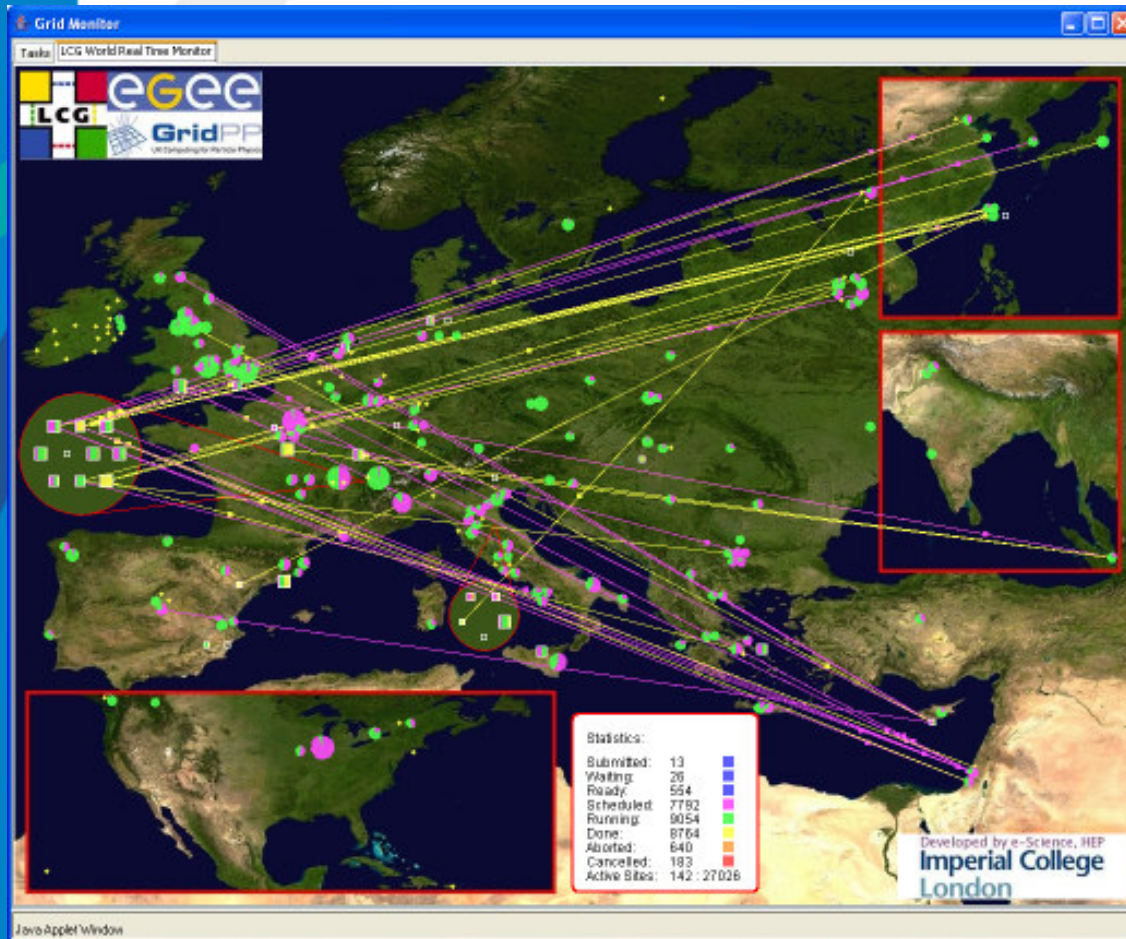
Super Heavy

CMS Detector

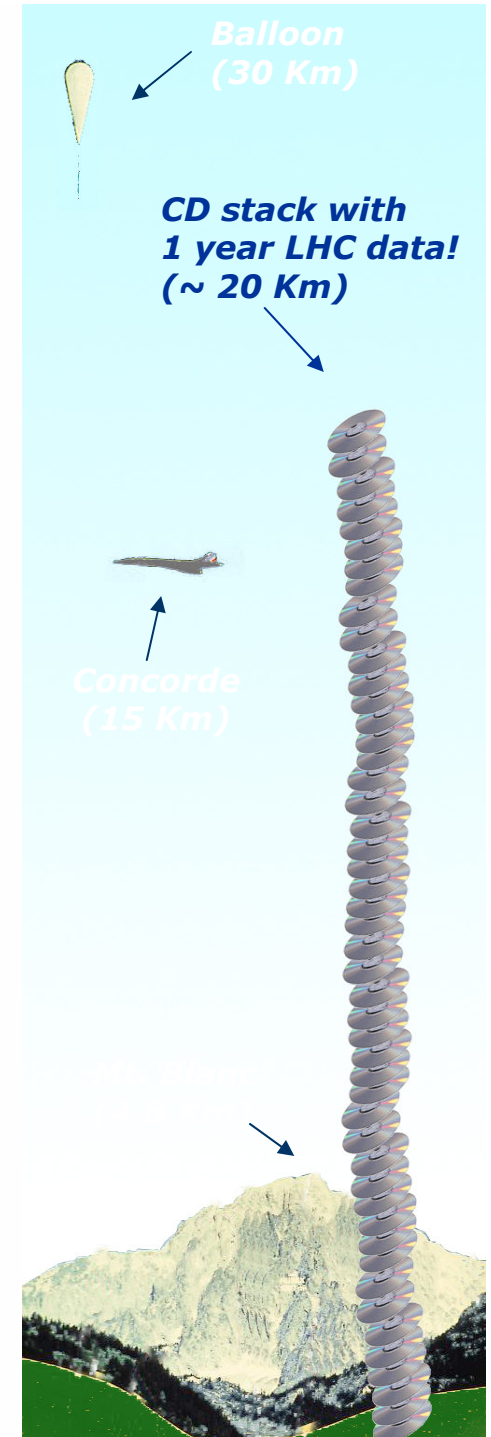
대형 항공기 40 대의

무게 : 12,500 톤

Super 실험데이터 from LHC

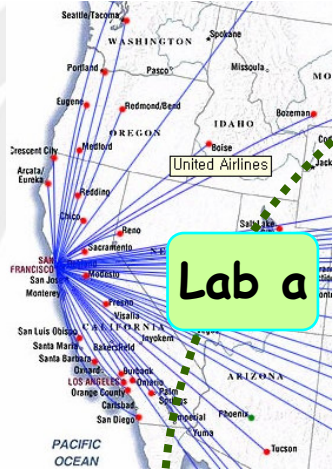


연간 10 Peta Byte ⇒ CD 1억 2천 만장
전세계 Data Center에 분산저장

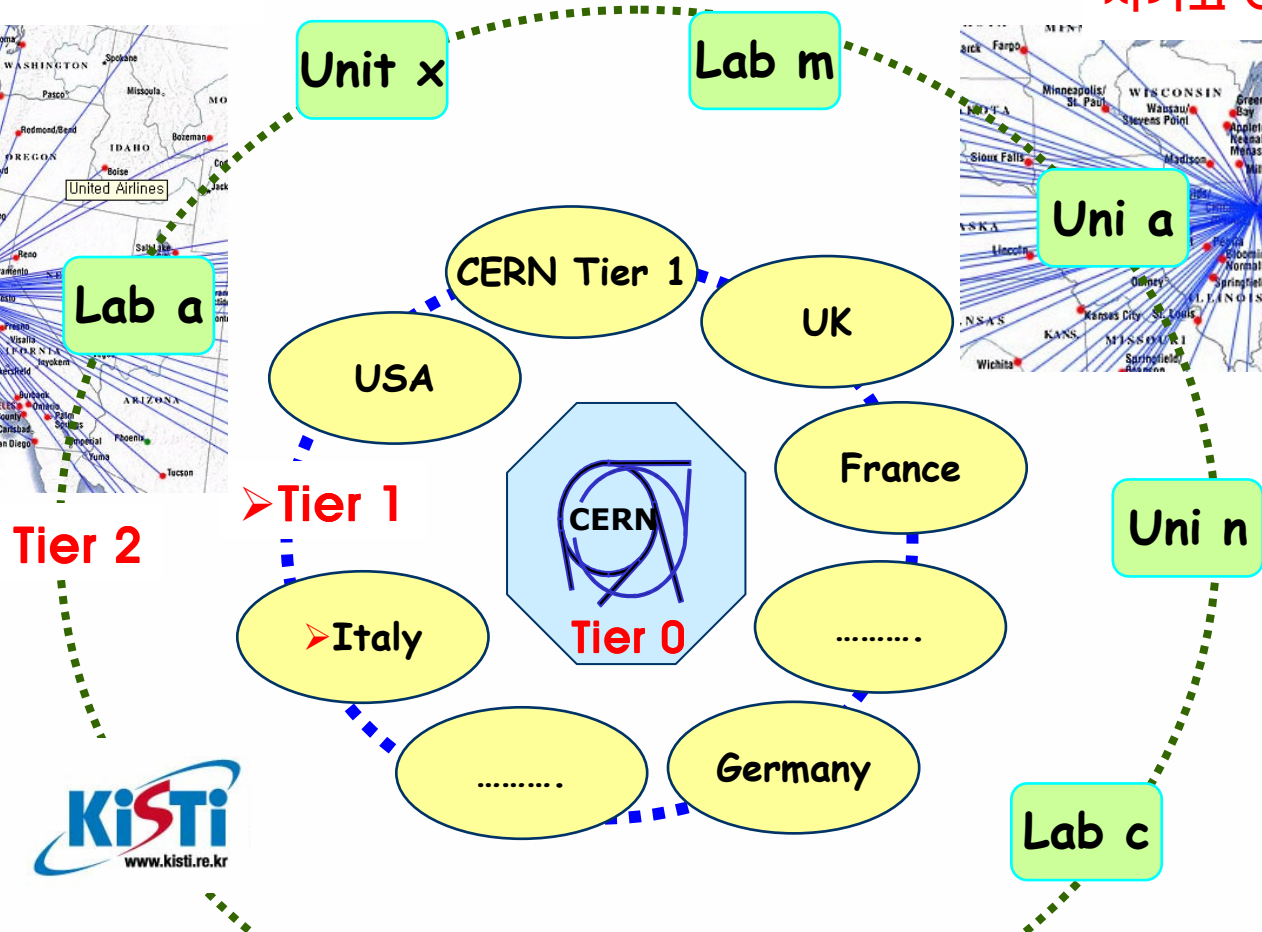
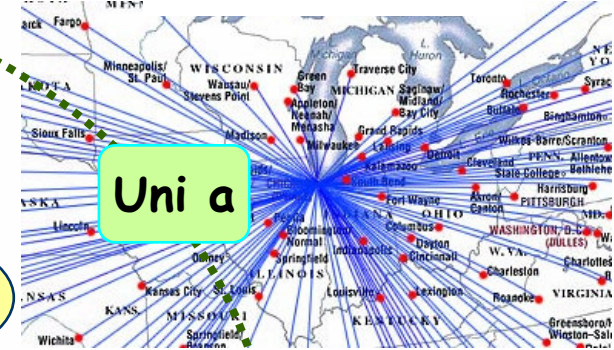


LHC Data Center의 계층적 구조

San Francisco



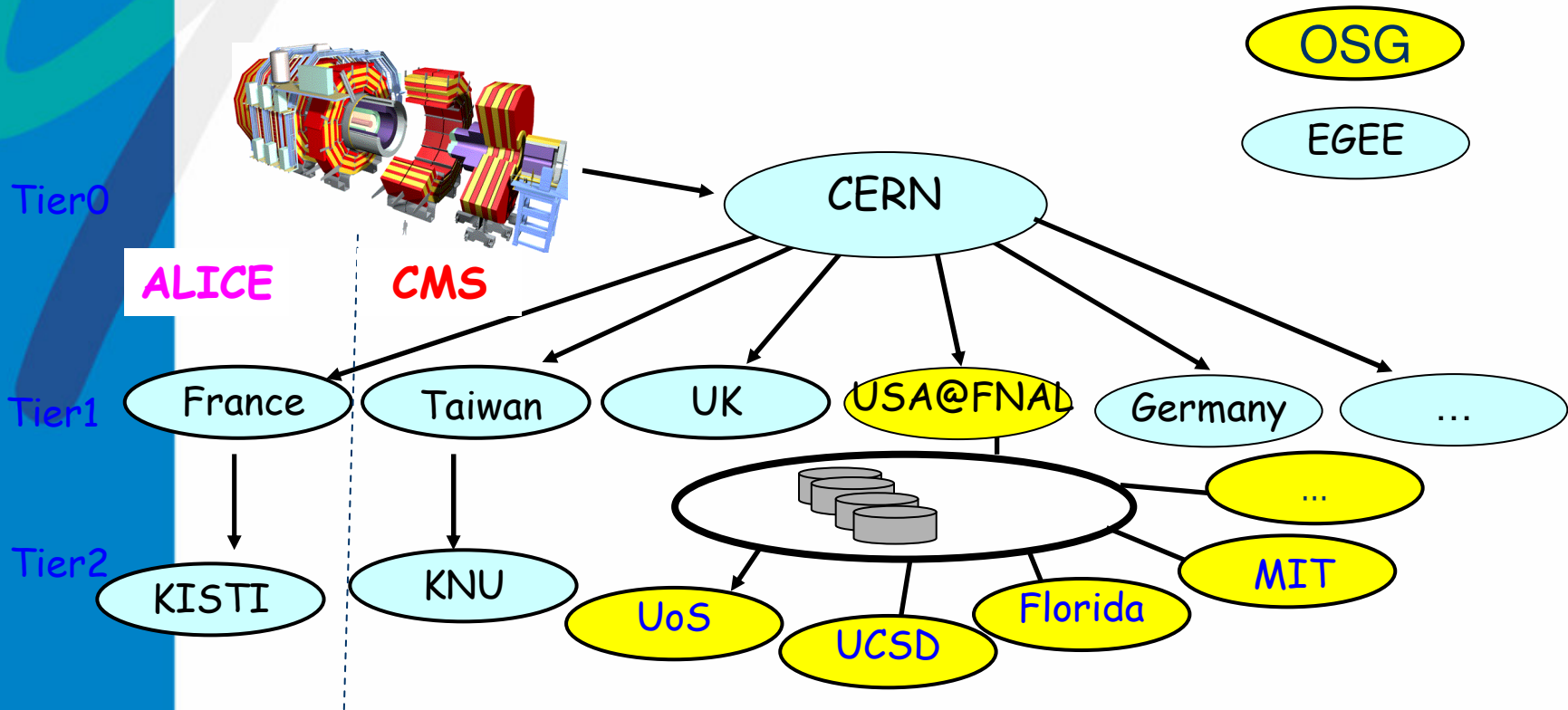
시카고 O'Hare



Data Center => Grid & 계층적 구조(Tier)

LHC Data Center의 계층적 구조 [Cont'd]

CMS / ALICE Experiment

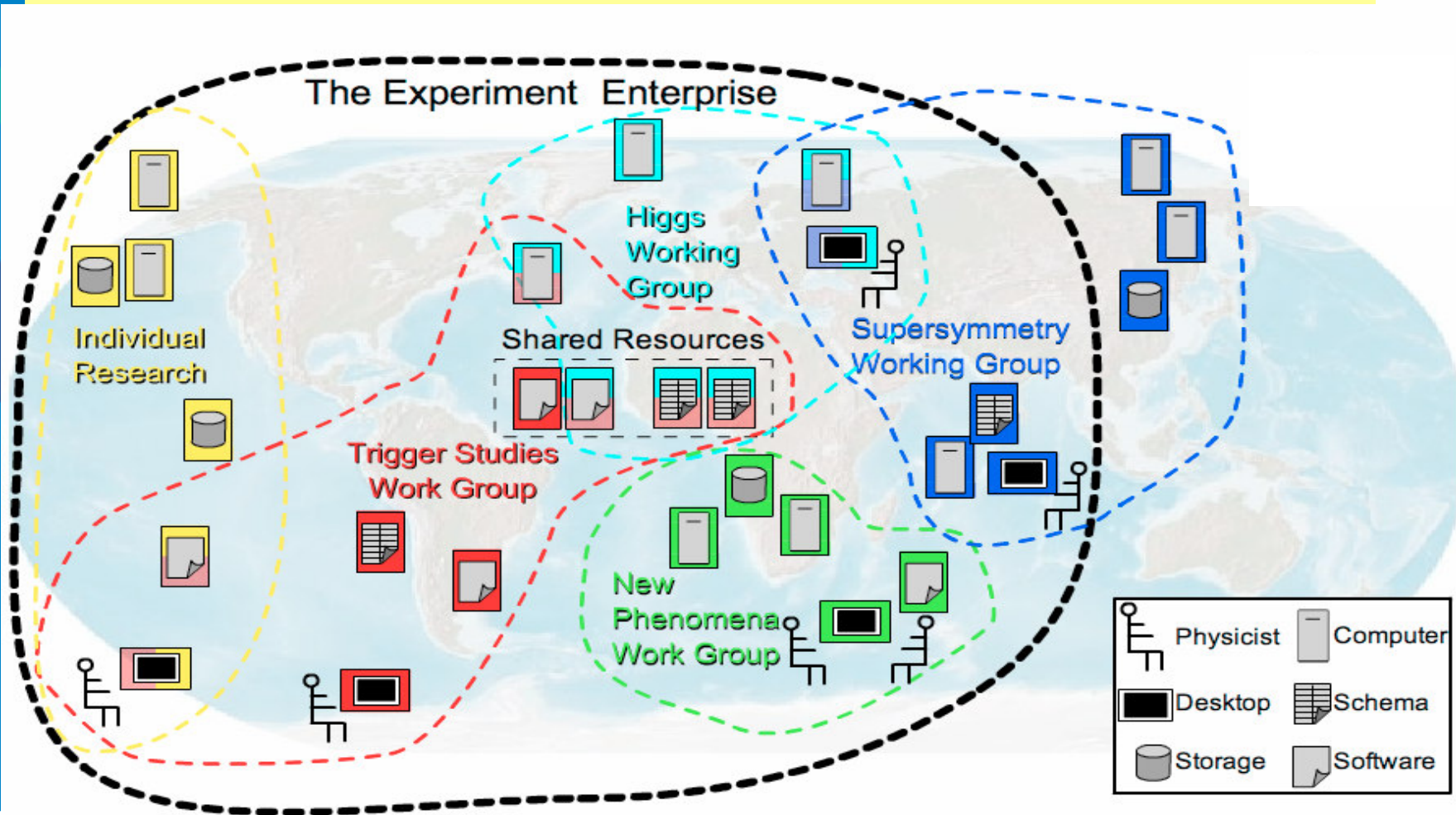


Current

Grid

What is Grid?

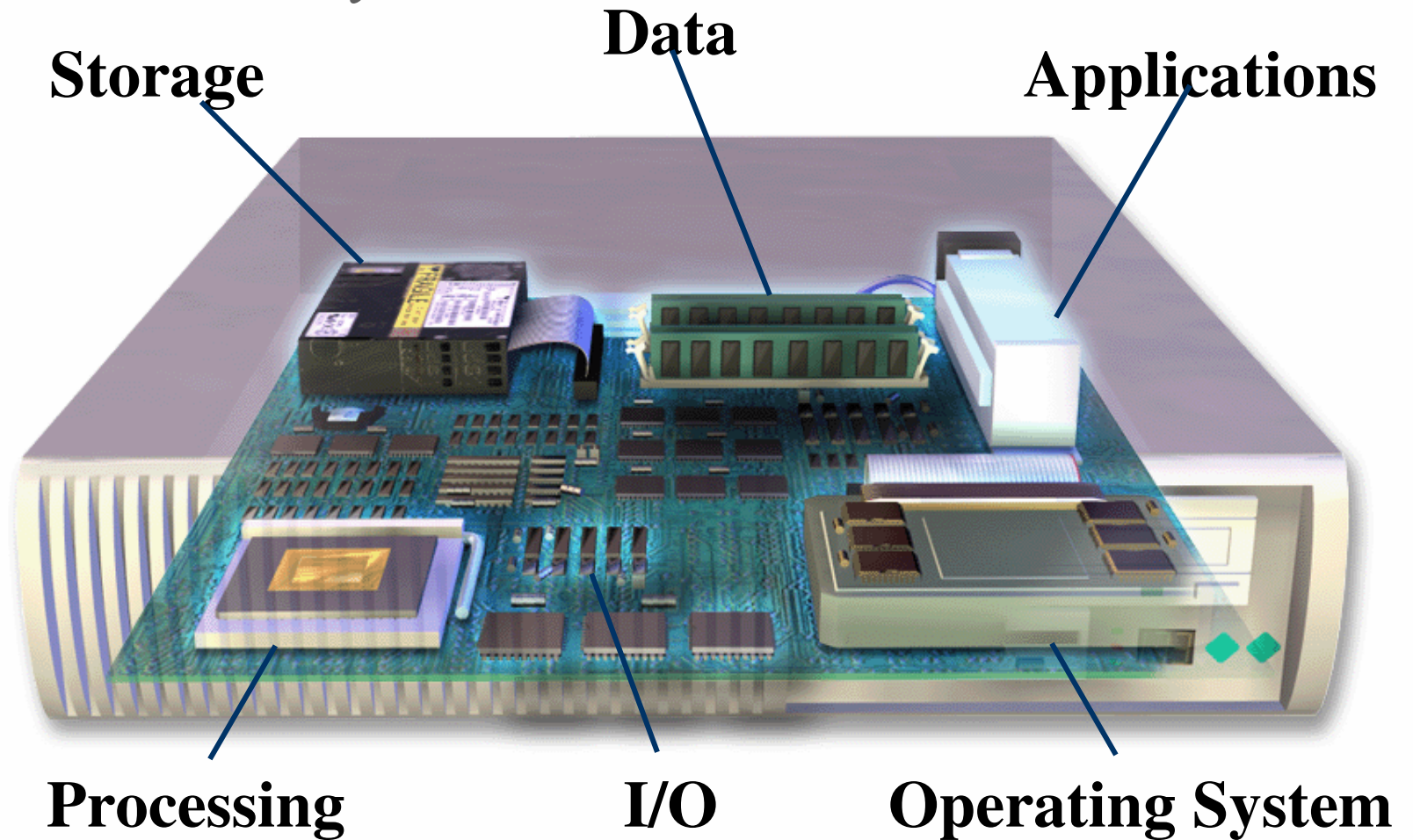
Technologies and infrastructure that support sharing and coordinated use of diverse resources in dynamic, distributed virtual organizations (VO's) – Ian Foster



Ref. Paul Avery

Pre-Internet System

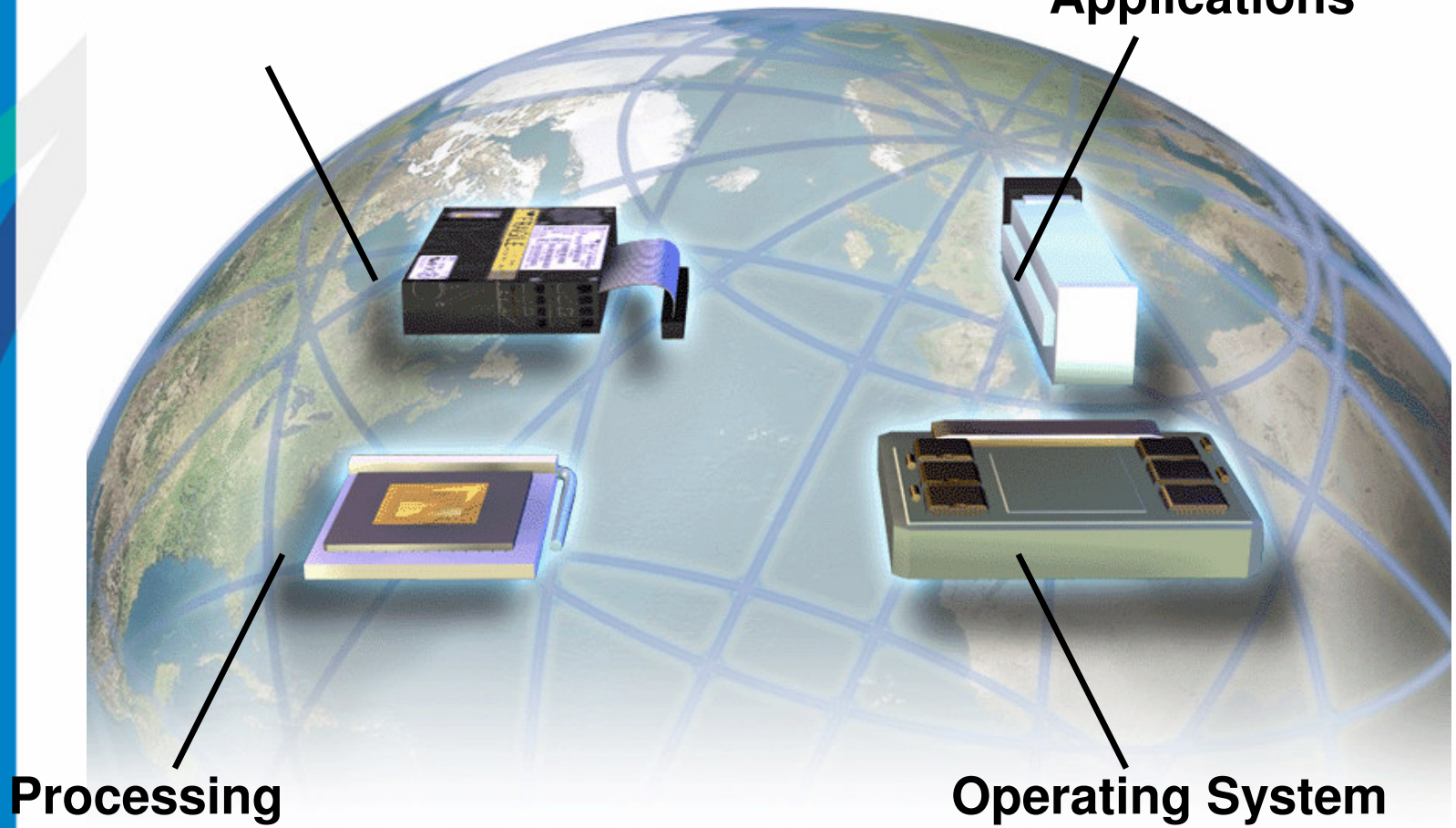
Pre-Internet "System"



GRID System

Storage

Applications

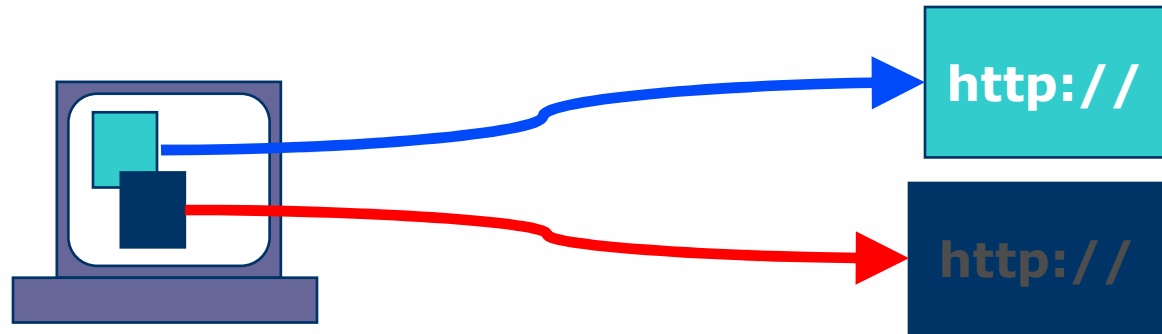


*One virtual computing platform,
'limitless' global resources*

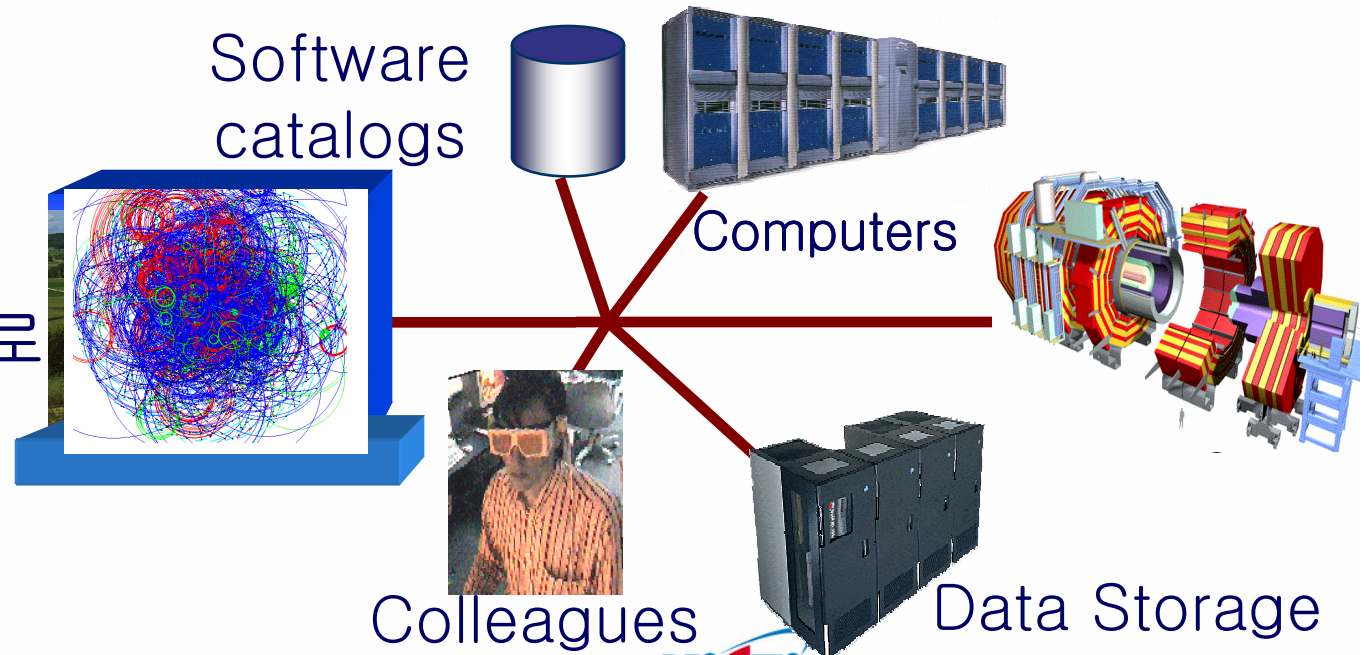
Ref. IBM

인터넷 vs. Grid

인터넷:
정보의 순차적 접근
(종적)



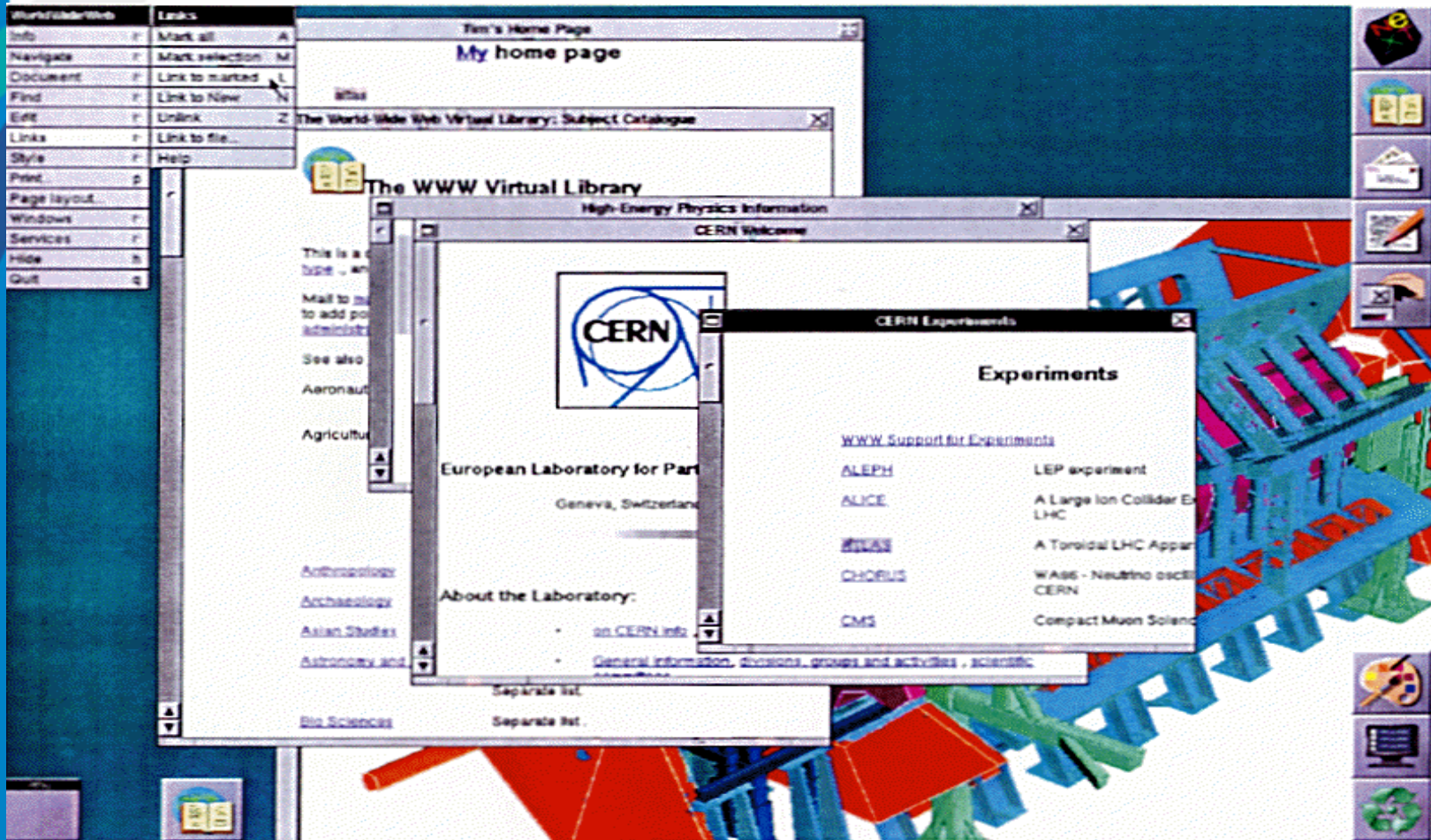
Grid:
모든 종류의 자원에
유연하게 고성능으로
연동 (횡적)



World Wide Web

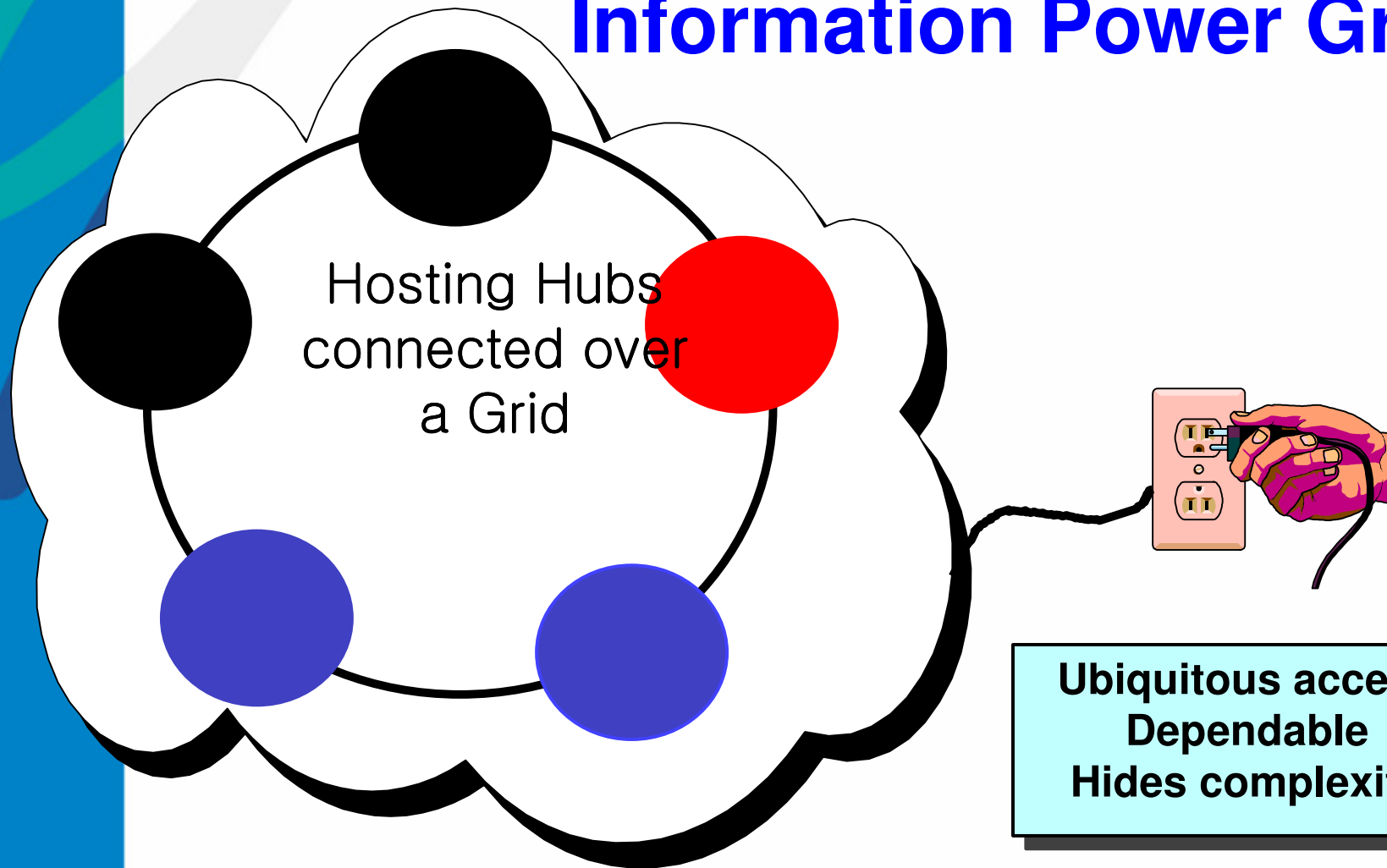


- CERN(유럽입자공동물리연구소)에서 1990년 개발



Grid – Long Term Plan

Information Power Grid



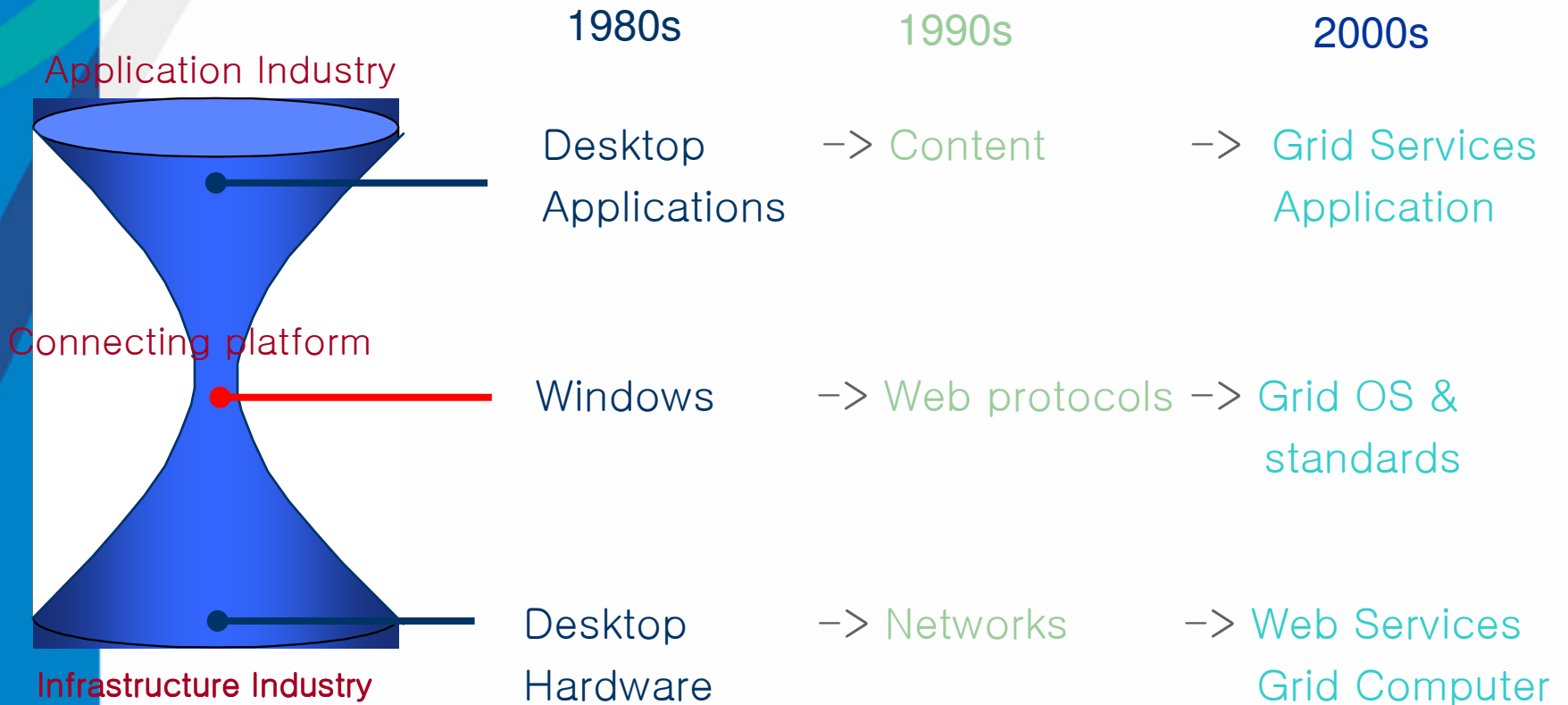
**Ubiquitous access
Dependable
Hides complexity**

Ref. IBM

그리드의 종류

- Computing Grid
 - Computing grid harnesses multiple computers from several owners to run one very large application – ex) Fluid Dynamics, Weather
- Data Grid
 - Data grid uses multiple storage systems from several owners, dividing data across the combined resources to host one very large data set – ex) HEP
- Access Grid
 - Collaboration grid ties together multiple collaborative systems from several owners to allow collaboration on a common issue

모래시계 (Glass Hour) 모델



Low-costs accelerate demand...



> 100 sites
(LHC Computing Grid)



Open Science Grid

> 40 sites

Also NorduGrid





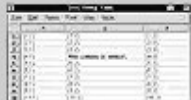
Globe



WMap



GMap



TabPan



Load



VO JOBS



ABPing RTTime

0.38 185.34

Show WAN Links

Animated

0 0 Mbps

CPU :: usr Sys Idl Err

Reset

Left mouse button behavior:

Select

Rotate

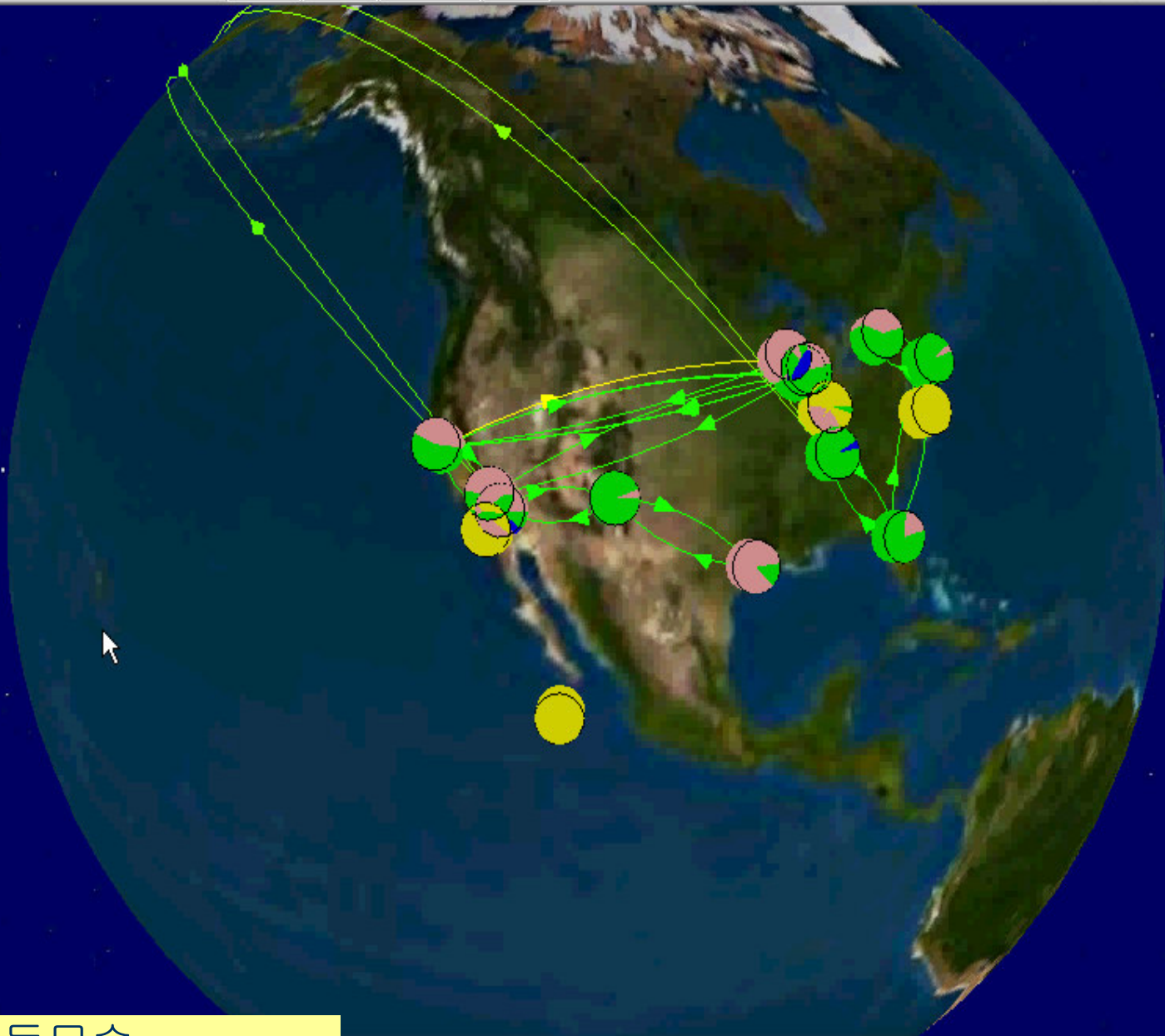
Translate

Zoom

Scale nodes




Time flow



OSG 연동모습

'그리드' 아시아포털로 육성

 과학 한국의 미래
'영 사이언티스트'

경북대 조기현 교수

“그리드(Grid) 기술은 디지털산업 분야에서 일대 혁명을 가져올 뿐 아니라 우주만물을 구성하는 기본 입자의 비밀을 밝혀내는 데 훌륭한 도구가 될 것입니다.”

경북대 고에너지물리연구소의 조기현 교수. 그는 '그리드 기술'이 가져올 변화를 이렇게 얘기한다. 그리드는 90년대 중반 시카고대의 이언 포스터 교수가 정립한 개념으로, 남아도는 데이터베이스, 중앙처리장치와 각종 소프트웨어 등을 함께 나눠쓰자는 생각에서 출발했다.

그 원리는 대규모 데이터를 잘게 쪼개 수백, 수천대의 PC에 분산시켜 계산한 뒤 그 결과를

종합하는 것. 즉, 전세계 컴퓨터들을 연결해 강력한 슈퍼컴퓨터의 역할을 할 수 있게 하는 핵심 기술이다.

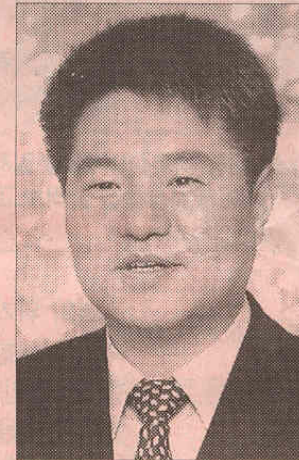
조 교수가 현재 연구 중인 'IT 기반에서의 강입자 충돌 실험'은 이 그리드 기술을 핵심 기반으로 한다.

“강입자 충돌 같은 고에너지물리 실험은 순수 학문에 속하지만 실험결과를 처리하고 분석

국가차원 컴퓨팅·장비 대규모 투자 시급

할 수 있게 해 주는 데이터 그리드 기술은 산업적 측면에서도 파급효과가 엄청날 것입니다.”

그리드 기술은 국제적 협력과 공동연구를 필수로 한다. 때문에 그의 연구팀은 26개 미국 대학과 연구소가 미 정부 지원하에 수행 중인 '그리드 2003' 프로젝트와 함께 2007년 유럽입자가속기에서 생산되는 데이터를 분산 처리하는 연구에 참여하고 있다.



“우리의 그리드 개발 기술은 일본 대만 등 경쟁국에 비해 월등합니다. 하지만 대용량 데이터를 처리하는 클러스터 기술에서도 우위를 점하려면 컴퓨팅 시설과 장비에 대한 정부의 대규모 투자가 필요합니다.”

경북대를 글로벌 그리드 체계의 아시아 지역 관문으로 만들겠다는 포부를 갖고 있는 조 교수로서는 아직 정부와 기업들의 관심이 부족한 우리 현실이 안타깝기만 하다. 하지만 포스트 인터넷 시대 그리드가 우리 삶을 완전히 바꿔놓을 것이라는 그의 확신에는 변함이 없다. 안현태 기자/popo@heraldm.com

과기부·과학문화재단 공동기획

e-Science

e-Science?

- IT 기술 기반의 통합적인 연구 자원 및 정보 공유를 통한 과학 기술 협업 연구 활동 체계임

- 효율적인 협업 연구 활동 인프라
- 전 지구적 협업 연구 활성화
- 거대 과학기술 문제의 해결

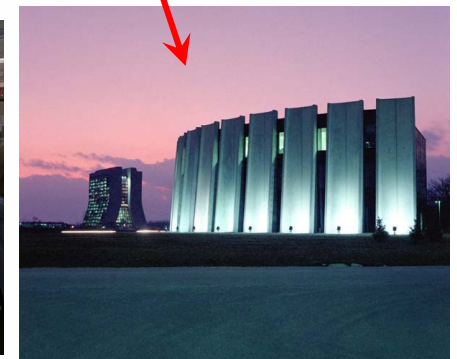
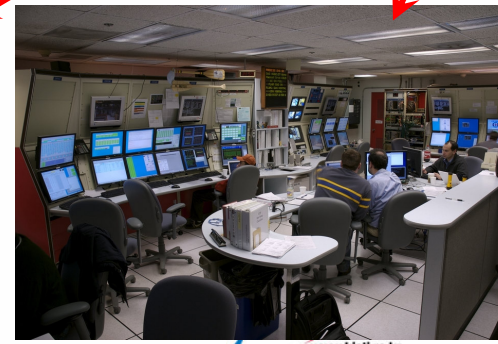
⇒ 언제 어디서나 Science 연구

Ref. e-Science 포럼 코리아

High Energy Physics에 e-Science 적용

우리나라에도 가속기 연구소가 있는가?

- e-Science 기반의 고에너지 물리
⇒ e-HEP (High Energy Physics)
“언제나, 어디서나 가속기 연구소와
같은 연구 환경” 를 목표
- 실제 가속기 연구소의 여러 시설을
우리나라에 확장 하여
가상 가속기 연구소 를 구축!

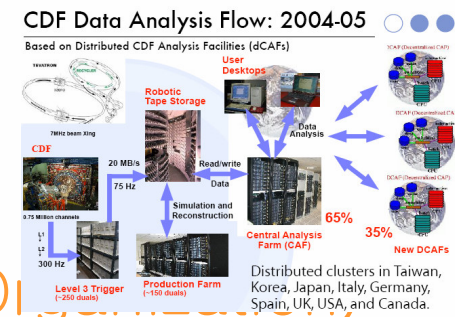


e-HEP 궁극적 연구목표 (I)

- 데이터가 생산되는 외국의 가속기연구에 가지 않더라도,
- 언제나 어디서나 실제 가속기 연구소에서 고에너지물리 연구를 수행하는 것과 같은 환경에서의 연구

e-HEP의 구성 요소

- Data Production
 - Remote Control Room
- Data Processing
 - Data Center, Grid Farm
- Data Publication
 - VRVS, EVO (Enabling Virtual Origin)

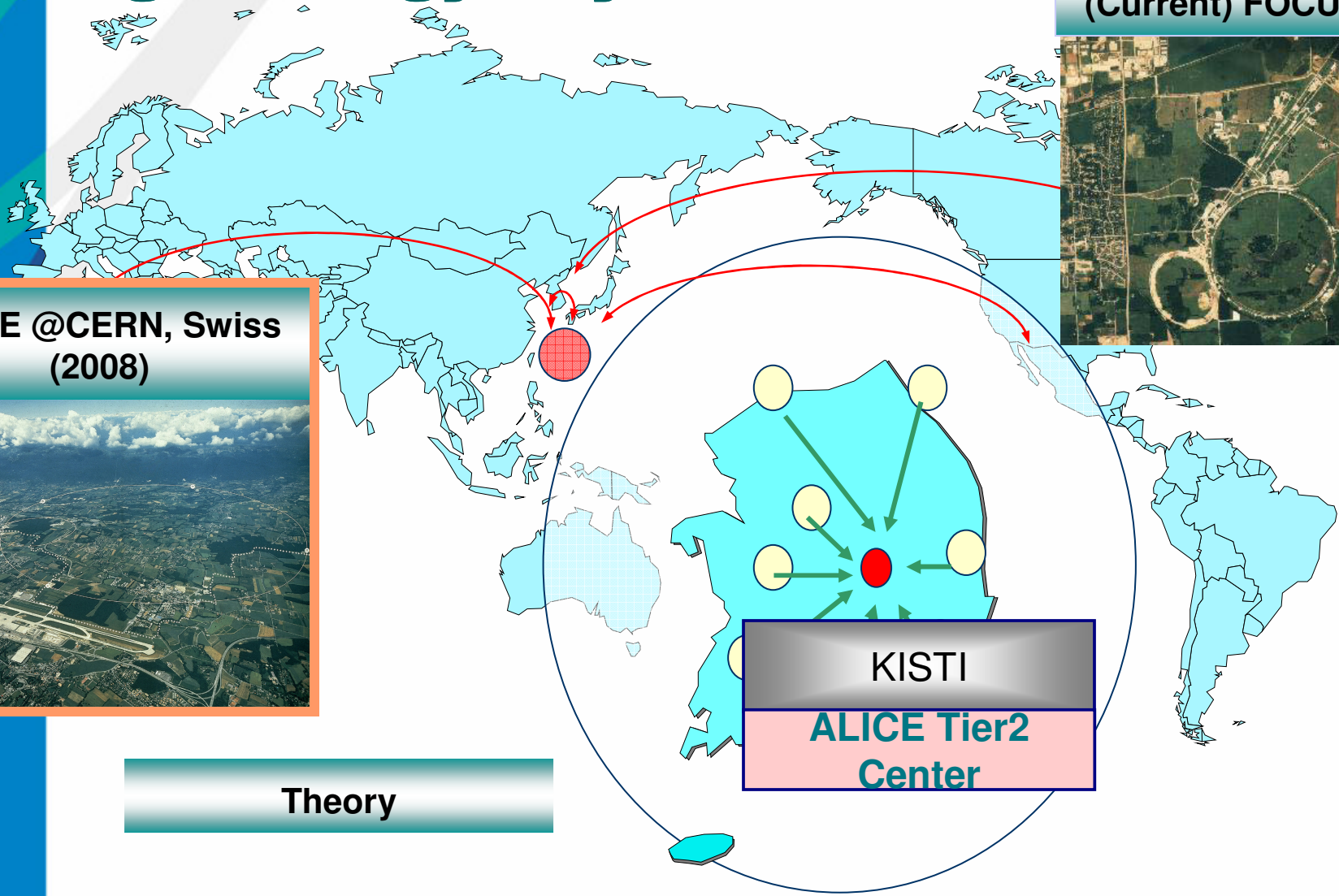


High Energy Physics @KISTI

**CDF @FNAL, USA
(Current) FOCUS**



**ALICE @CERN, Swiss
(2008)**



**KISTI
ALICE Tier2
Center**

Theory

ALICE Tier2 MoU (2007.10.23)

The components of e-HEP

Component	ALICE	CDF
Data Publication	EVO (Enabling Virtual Organization)	
Data Processing	ALICE Tier2 Center	Pacific CAF (CDF Analysis Farm)
	LCG farm	
Data Production	N/A	Remote Control Room

e-HEP Data Processing

Community

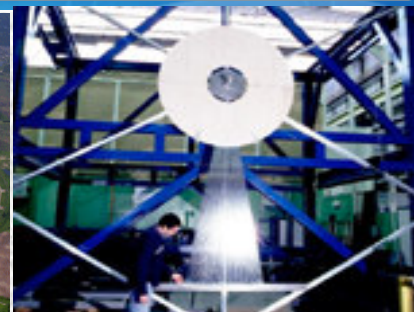
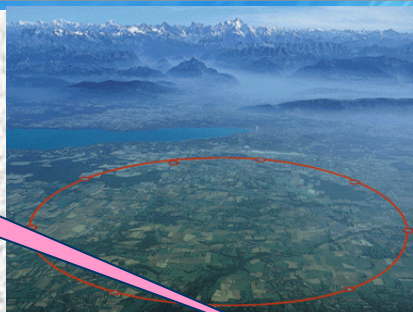
핵-입자물리연구회

한-불 입자물리공동연구소(LIA)

e-Science 응용연구팀

KISTI

e-Science 기술개발팀



e-Science Service

ALICE Tier 2 Center

CDF

Bio

ILC R&D

...

Middleware

그리드 연구팀

슈퍼컴퓨팅 응용지원팀

슈퍼컴퓨팅 응용지원팀

KISTI CA

TCG/gLite

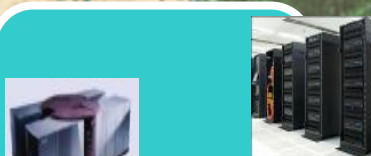
Linux OS

AIX OS(IBM)

e-Science 기술개발팀

Resource

Storage



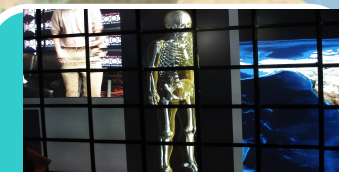
Supercomputer Cluster

슈퍼컴퓨팅사업팀

KREONET



연구망 사업팀



GLORIAD

e-Science 응용지원팀,
연구망 개발팀

Busan

Seoul

Gwangju

e-HEP 추진체계

아키텍처	구성 요소	KISTI 관련팀
사용자	국내외 연구자	응용연구팀
커뮤니티	핵·입자물리연구회 한·불 국제연합연구소	응용연구팀 응용연구팀
서비스	ALICE Tier2 데이터센터 CDF Bio	기술개발팀, 응용지원팀 응용연구팀 기술개발팀
미들웨어	Grid CA LCG Farm Linux Cluster	그리드팀 응용지원팀 슈퍼컴퓨팅응용지원팀
자원	슈퍼컴퓨터, 저장장치 KREONET GLORIAD	슈퍼컴퓨팅사업팀 연구망사업팀 응용지원팀, 연구망개발팀

KISTI 고에너지물리 연구 그룹 목표

- e-Science 데이터 센터 구축 및 응용연구
- 국내 핵·입자물리연구회를 선도하여 고에너지물리 커뮤니티 협업 환경 지원
- 미국 페르미연구소 CDF실험에 참여 국제공동연구 직접 수행

e-HEP @KISTI

High Energy Physics Applications

Outline

- ❖ Goal
 - To study High Energy Physics any time, anywhere
- ❖ Contents
 - Data Production: Remote control Room
 - Data Processing
 - ALICE Tier2 Center
 - Pacific CAF (CDF Analysis Farm)
 - Data Publications: EVO

Products

- ❖ KISTI participates in CDF (March 2007)
- ❖ KISTI (Korea)–CNRS (France) MoU (April 2007)
- ❖ ALICE Tier2 MoU (October 2007)
- ❖ France–Korea Particle physics Laboratory (Processing)

Research Area

❖ ALICE Tier2 Center

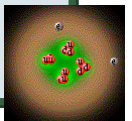


❖ Pacific CAF (CDF Analysis Farm) Construction using LCG farm

❖ France–Korea Particle Physics Laboratory (LIA) – CDF

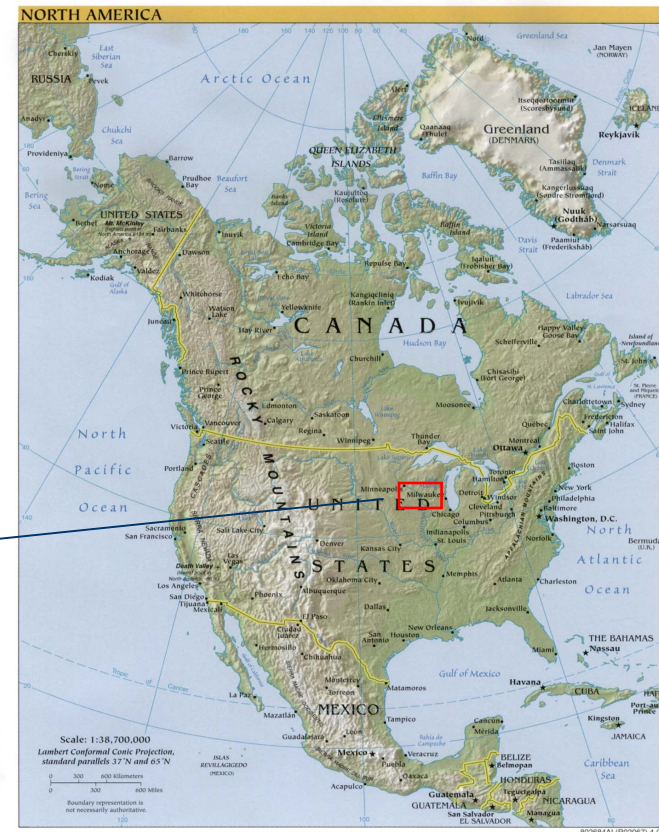


❖ Leading Particle Physics and nuclear Physics community



미국 페르미연구소 CDF 실험

Fermilab CDF



71

20 miles west of Chicago, USA

미국 페르미연구소



지금 현재(2006.3) 세계 최고 에너지
(1TeV X 1TeV)

Energy Frontier: CDF, D0

Search for New Physics (Higgs,
SUSY, quark composites,...)

Precision Frontier:

charm, kaon, neutrino physics
(FOCUS, KTeV, NUMI/MINOS, BOONE,...etc.)

Connection to Cosmology:

Sloan Digital sky survey, Pierre Auger,...

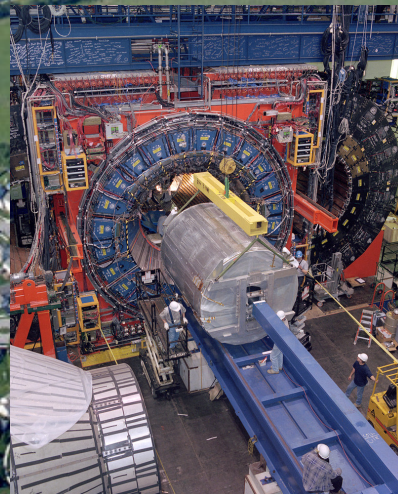
Largest HEP Laboratory in USA

2200 employees

2300 users (researchers from univ.)

Budget is >\$300 million

World's Most Powerful Accelerator: Fermilab's "Tevatron"

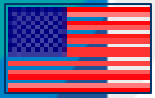


CDF Experiment



Total
13 Countries
62 Institutes
~620 Physicists

North America



3 Natl. Labs
25 Universities



2 Universities

Europe



1 Research Lab
6 Universities



1 University



4 Universities



2 Research Labs

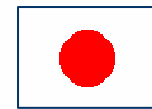


1 University



1 University

Asia



1 Research Lab
4 Universities

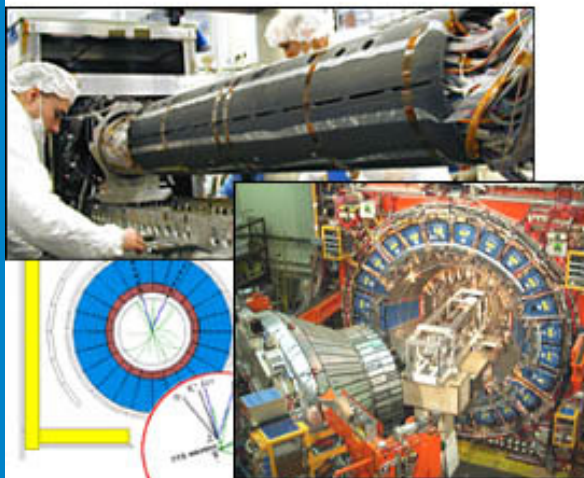


1 University

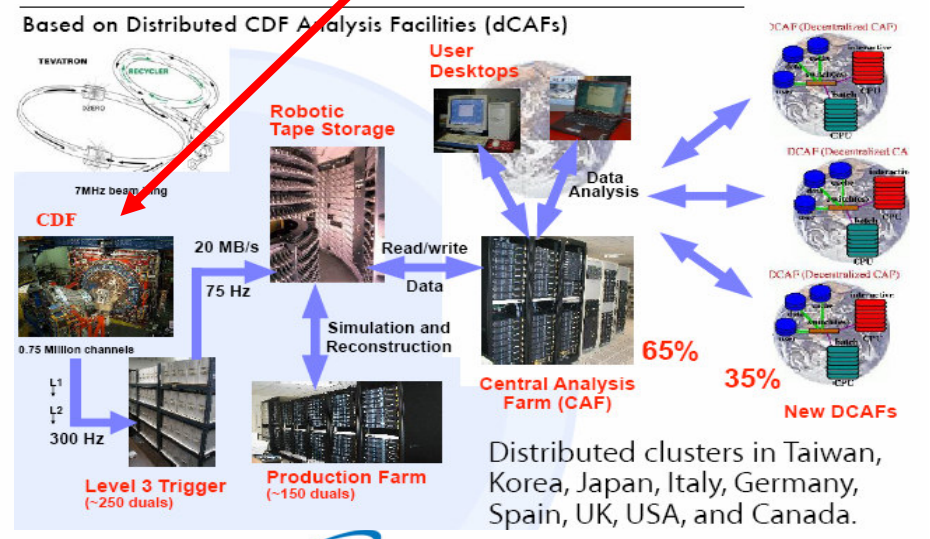
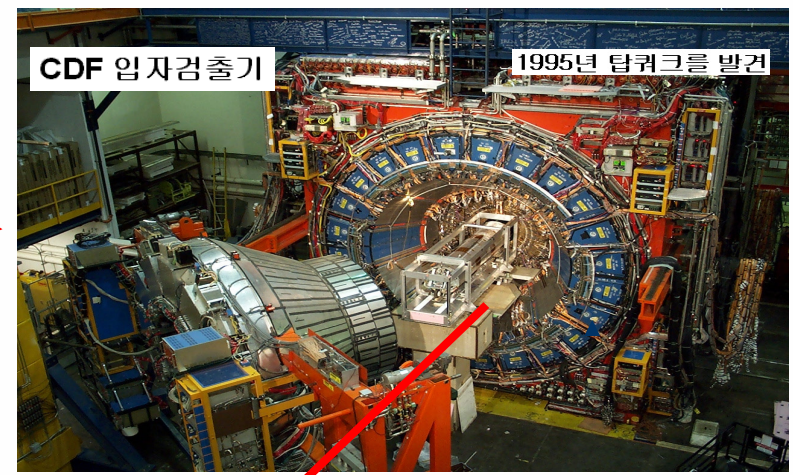
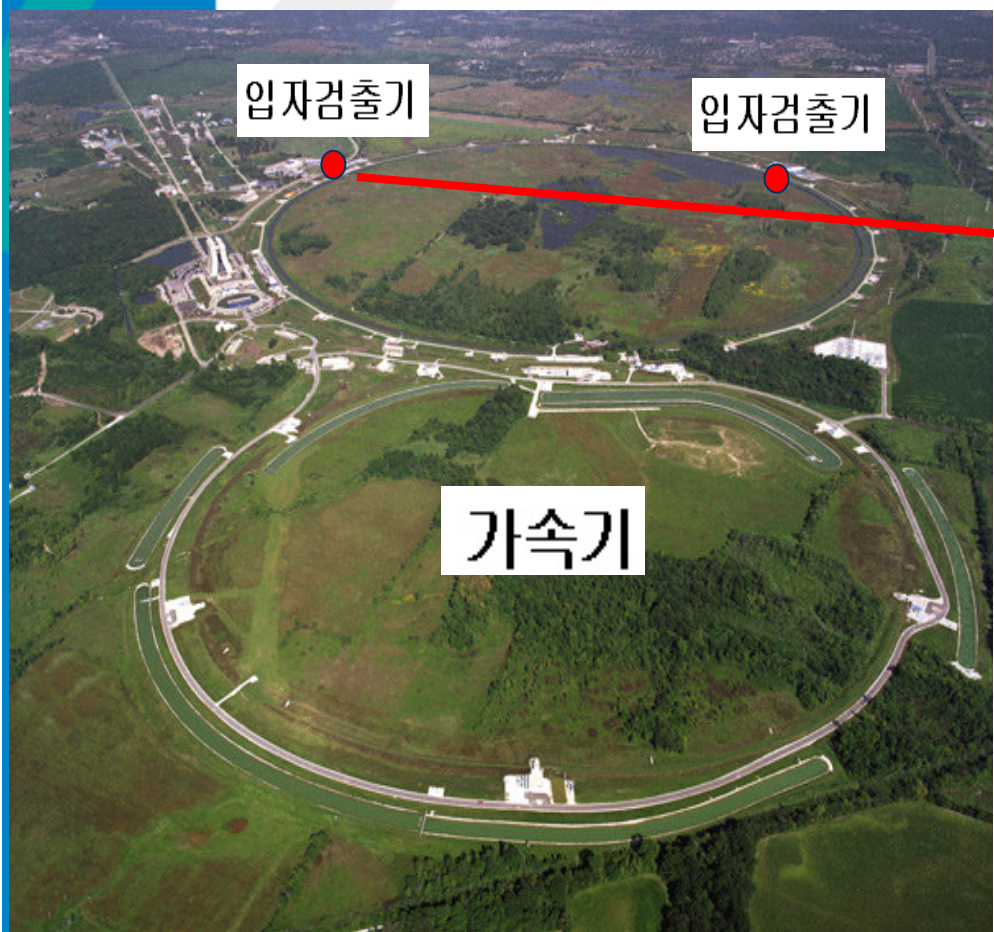


KOREA

Kyungpook National University
Seoul National University
SungKyunkwan University
KISTI
Chonnam National University



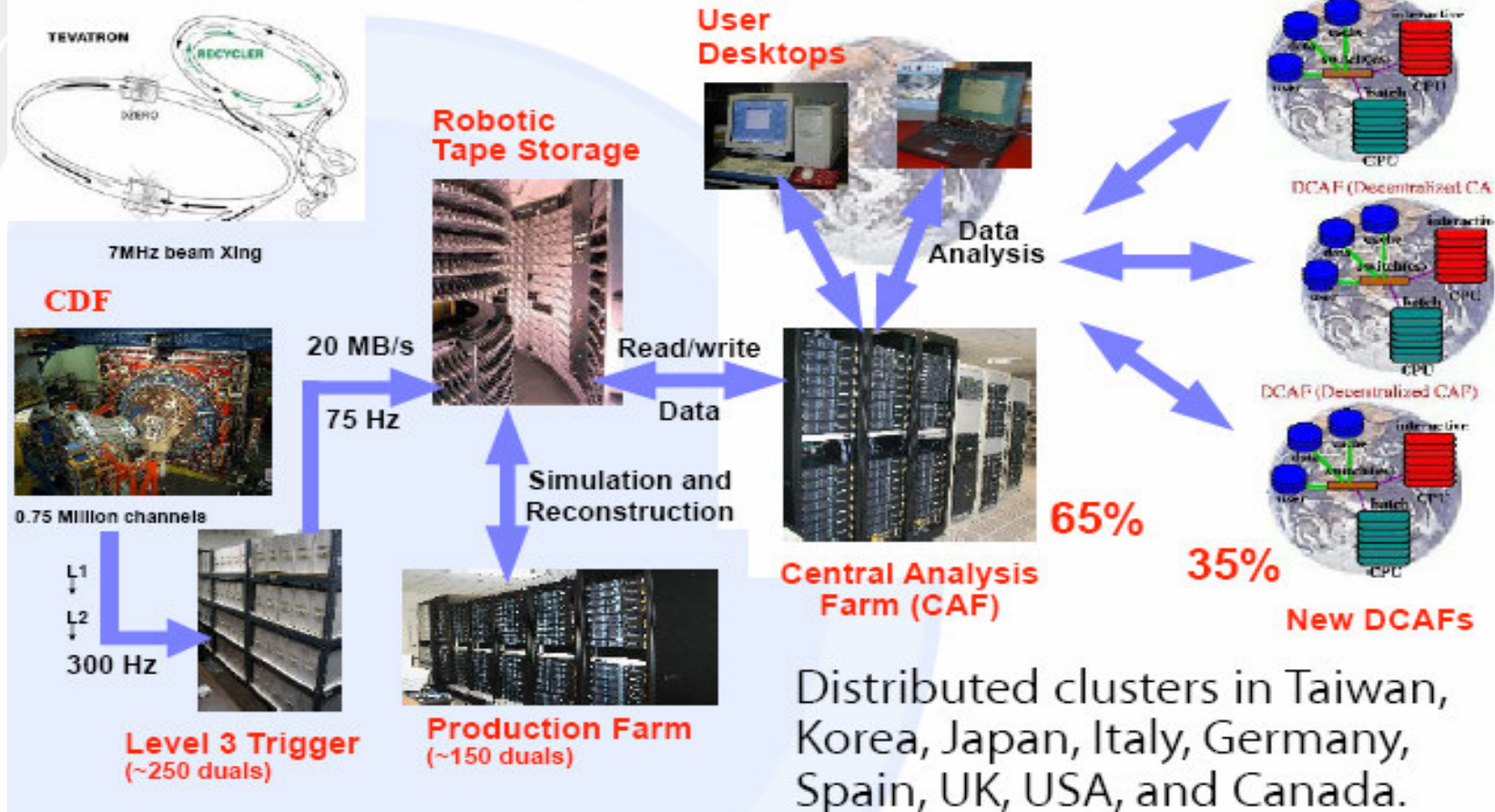
CDF 실험



미국 페르미연구소

CDF Data Analysis Flow: 2004-05

Based on Distributed CDF Analysis Facilities (dCAFs)

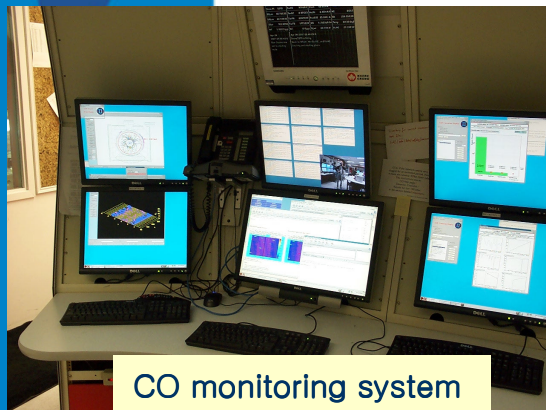
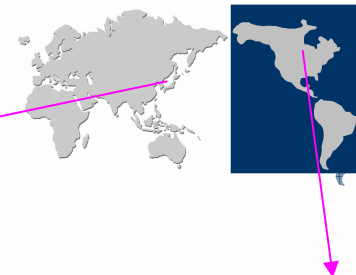


e-HEP 주요 연구 성과

1. Data Production
2. Data Processing
 - 1) ALICE Tier2 Data Center
 - 2) Pacific CAF (CDF Analysis Farm)
3. Data Publication
4. Leading community
 - 1) France Korea Particle Physics Lab.
 - 2) PPNP Research Community

1. Data Production

Remote CO shift room



- Pisa, 쁘꾸바대 Remote CO (Consumer Operator) shift room 구축 운영 중
- KISTi도 remote CO shift room 구축 중
- KISTi ordered 10 LCD monitors, 3 servers and webcam, etc.

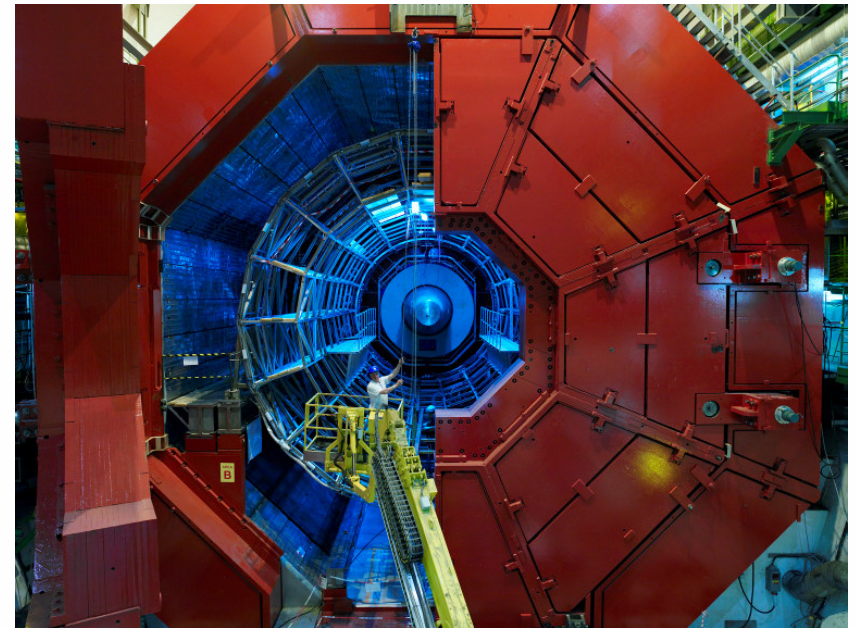
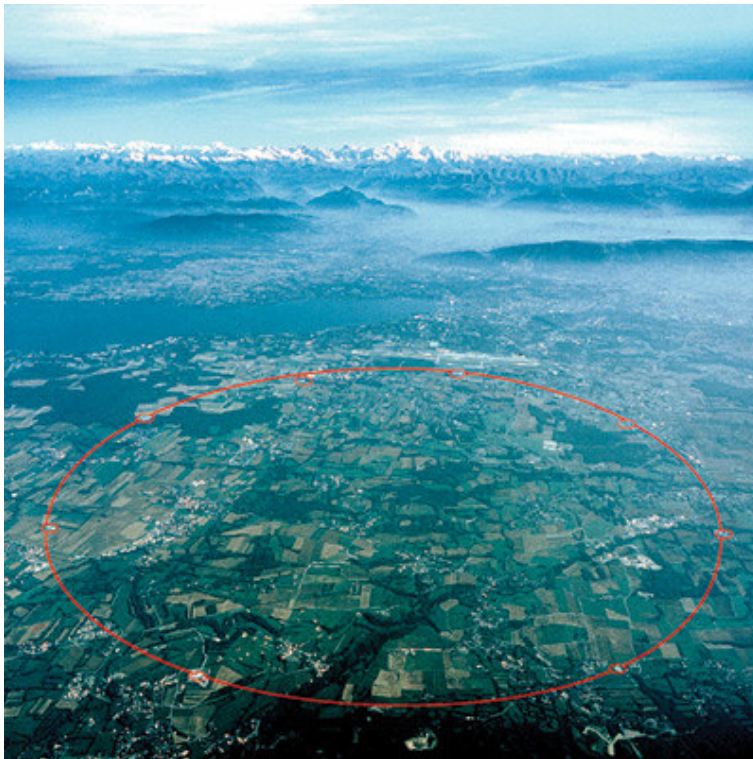


CDF Control Room at Fermilab

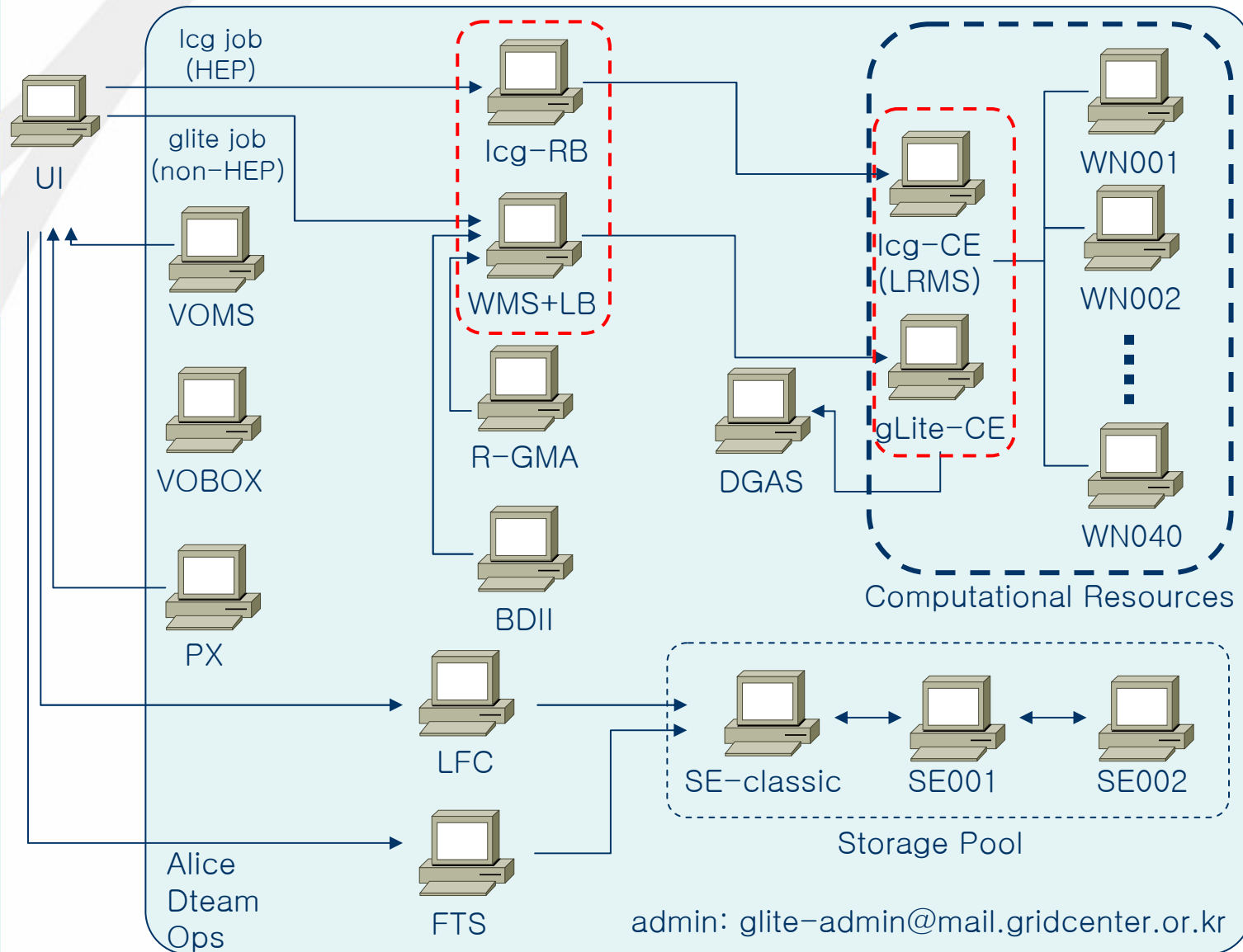
2. Data Processing

1) ALICE Tier2 Data Center

LHC ALICE 실험 지역 데이터 센터 구축
1,000 여명의 국내외 연구자가 사용



Deployment on KISTI Test-bed



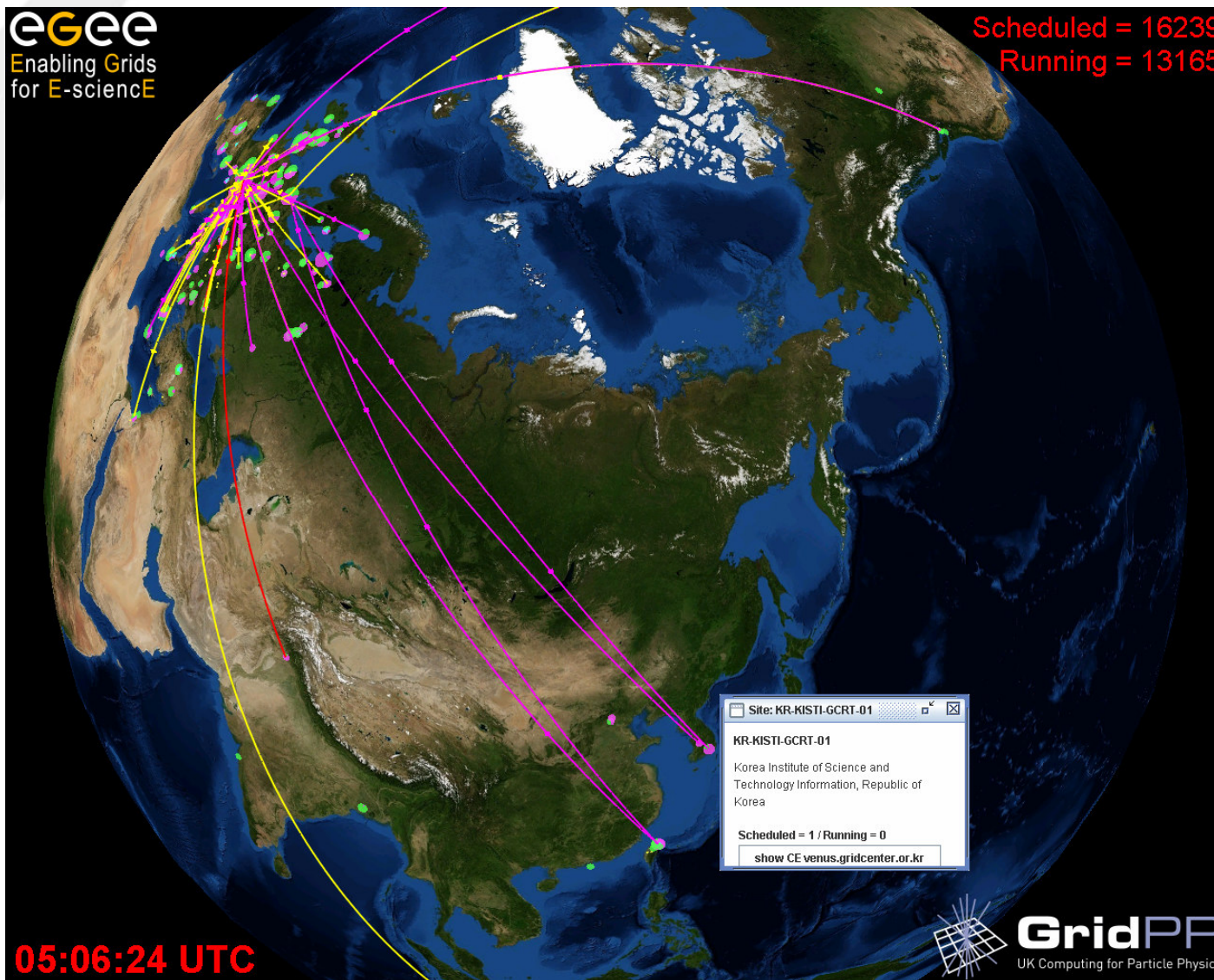
KISTI Testbed Specification

- OS: Scientific Linux 3.0.4
- CPU: Intel® Pentium-IV 2.0GHz
- Memory: 2Gbyte Upgraded
 - Swap Memory: 4GB per all nodes
- Disk: 40GB per all nodes
 - 500GB external storage are shared by CE and all WN as user home directory
- Network: 1Gbit Ethernet

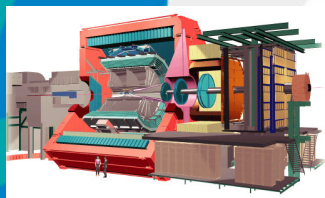
KISTI Farm in LCG Monitoring

eGee
Enabling Grids
for E-science

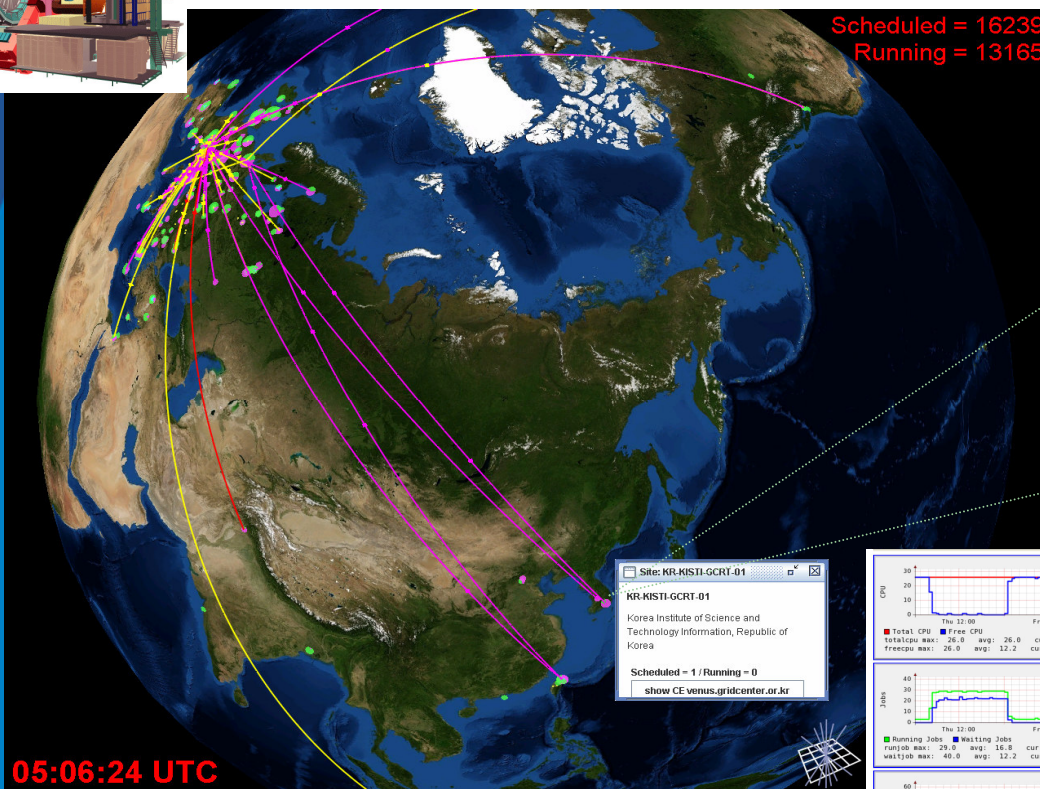
Scheduled = 16239
Running = 13165



ALICE Tier2 center @ KISTI



ALICE

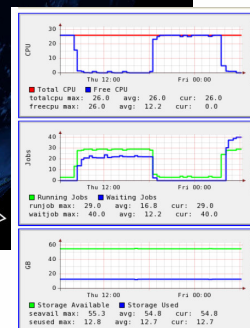


30 node
2 TByte
(current)

800 process
50 Tbyte
(2008)



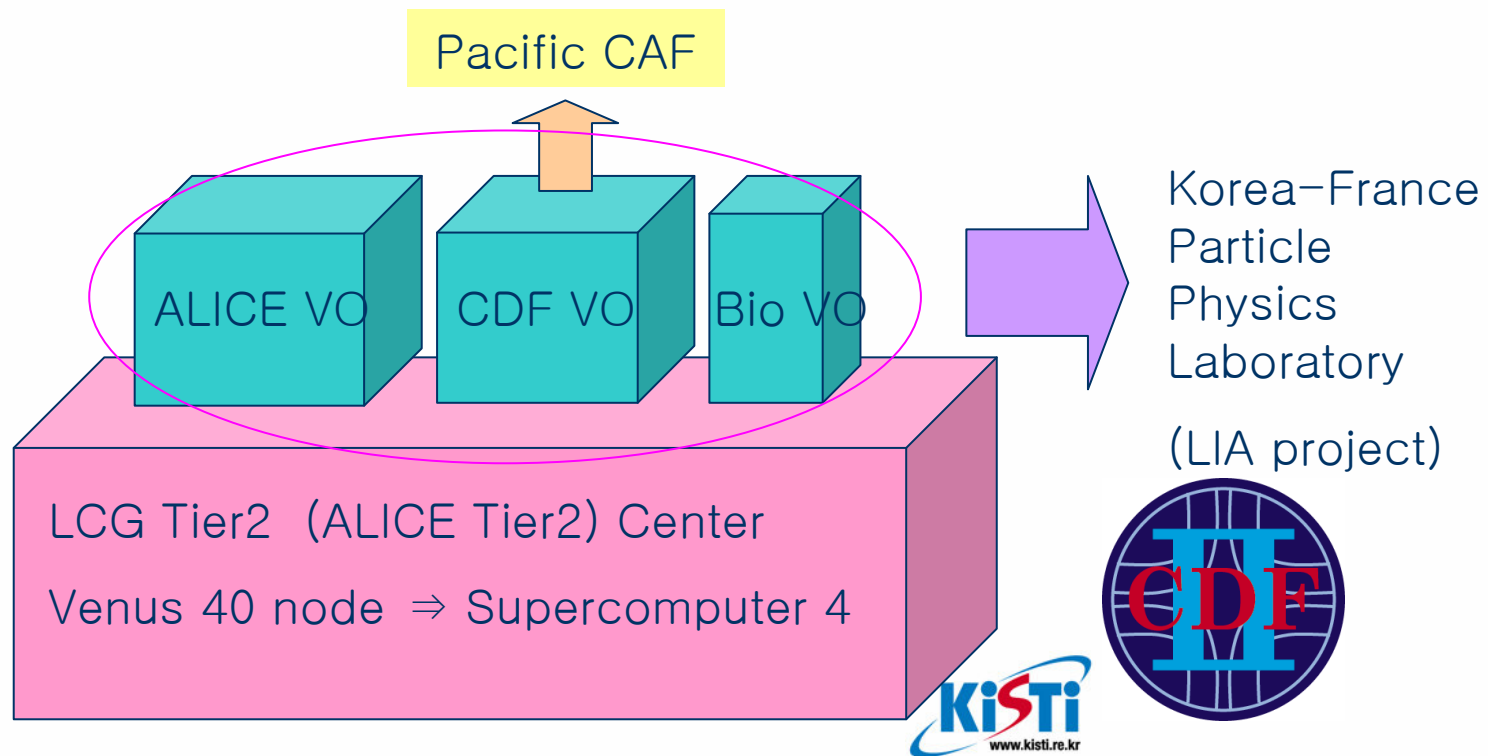
e-Science 연구자



2. Data Processing

2) CDF실험 Pacific CAF

- 미국 페르미연구소 CDF 실험 참여 (2007.3)
- Pacific CDF Analysis Farm (CAF) 구축 제공
- 대만 ASGC, 일본 쓰꾸바대, 경북대와 협업

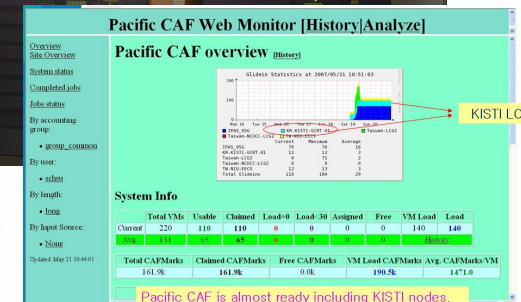
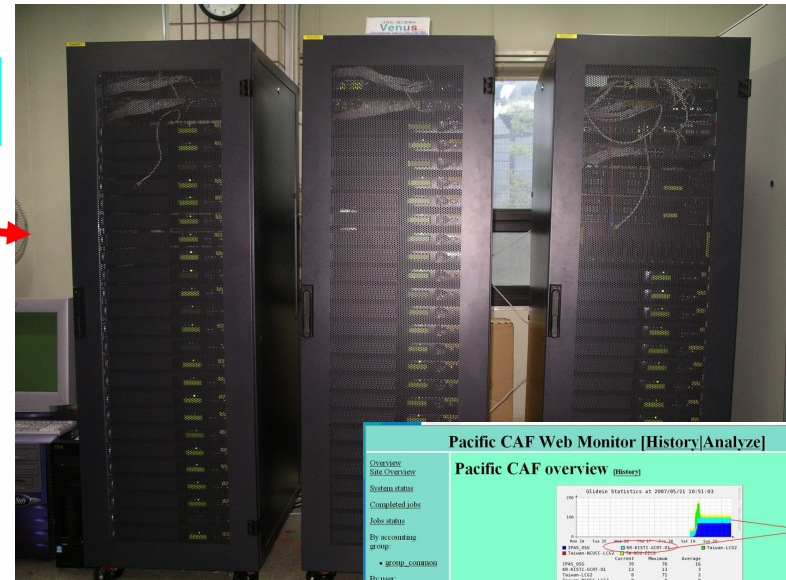


CDF 실험 Pacific CAF



- 전세계 연구자 800 여명 활용 (국내 30여명)

Pacific CAF



CDF Grid – Outline

CAF

Central Analysis Farm :
A large central computing resource based on Linux cluster farms with a simple job management scheme at Fermilab.

step1(2001~)

DCAF

Decentralized CDF Analysis Farm :
We extended the above model, including its command line interface and GUI, to manage and work with remote resources

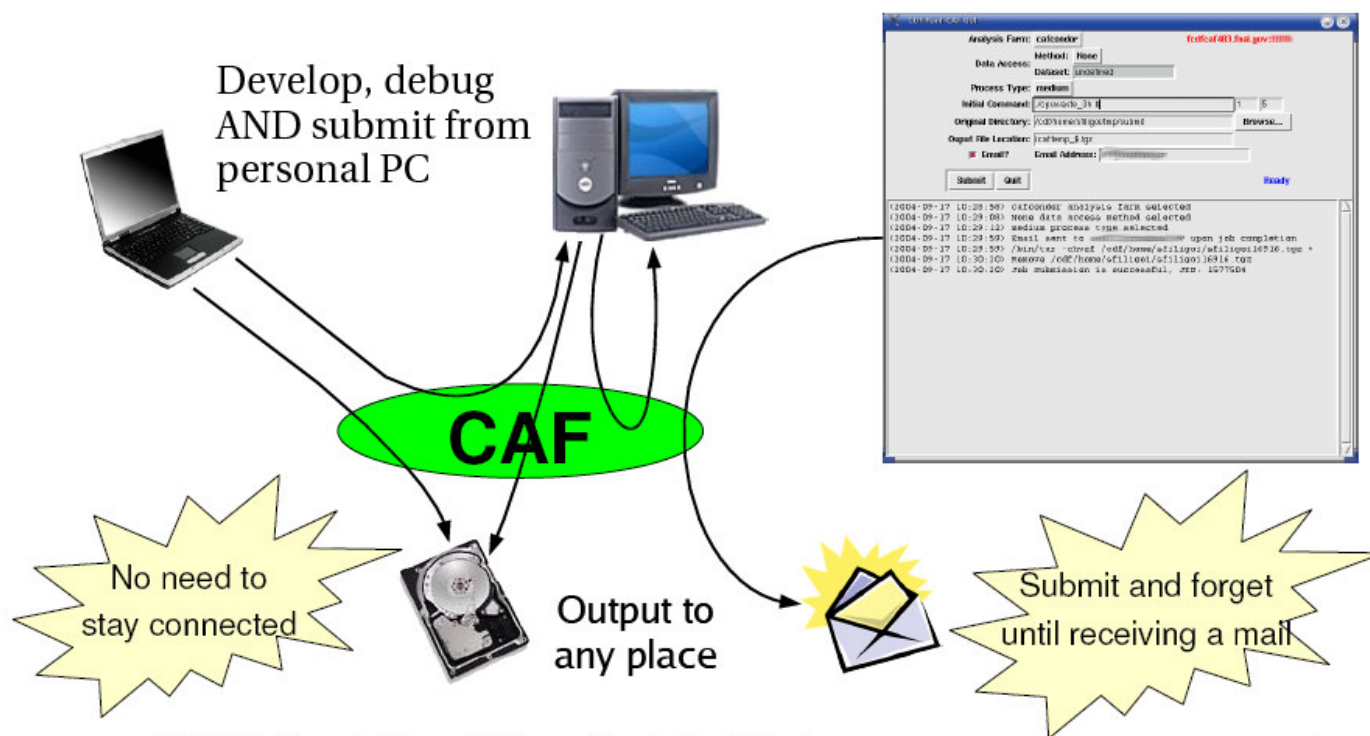
step2(2003~)

Grid

We are now in the process of adapting and converting out work flow to the Grid

step3(2006~)

CDF Analysis Farm (CAF)

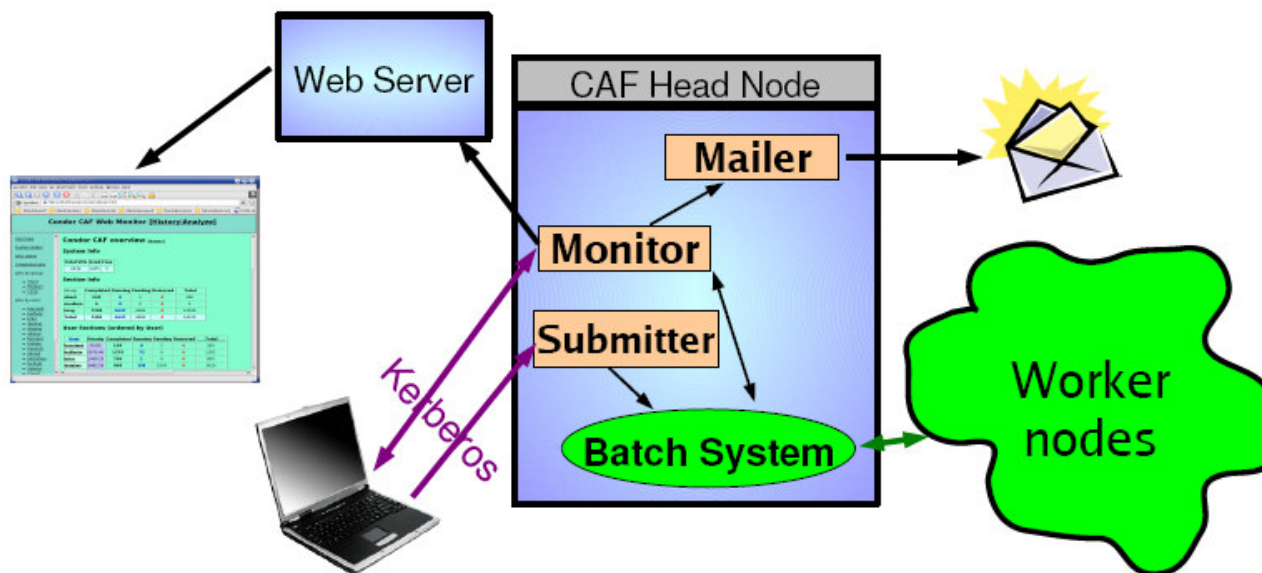


CCP 2006 - Gyeongju, Korea - CDF computing - by Igor Sfiligoi

4

The CAF head node

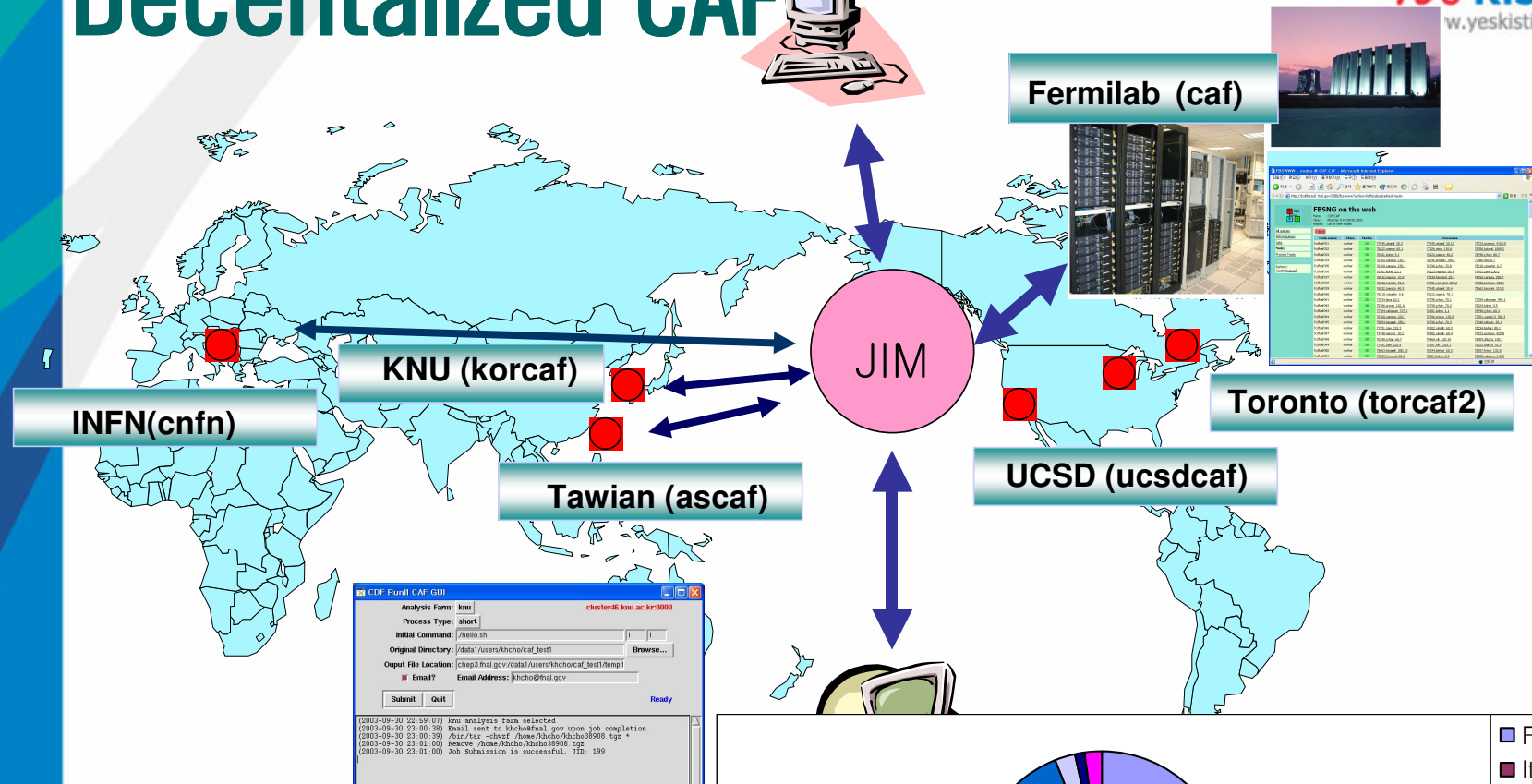
Just a portal





Yes KISTI
www.yeskisti.net

Decentralized CAF



K. Cho et al., 9th Int. Conference on Accelerator and Large Experiment Control System Gyeongju, Korea, 374 (2003)

K.Cho et al., Proceedings of Network Research Workshop, The 18th APAN Meetings, Cairns, Australia, vol.1, 233 (2004)

K.Cho, 2nd ICFA workshop on HEP networking, Grids and Digital Divide for Global e-Science (Daegu, 2005) ...

Advance to Grid

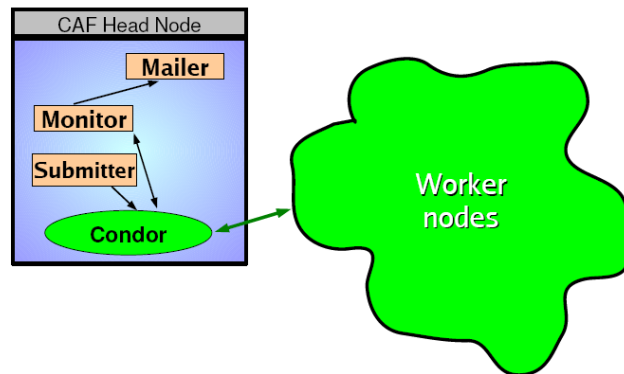
- It is the world wide trend for HEP experiment.
- Need to take advantage of global innovations and resources.
- CDF still has a lot of data to be analyzed.

Cannot continue to expand dedicate resource

USE Grid

From DCAF To Condor-based Grid CAF

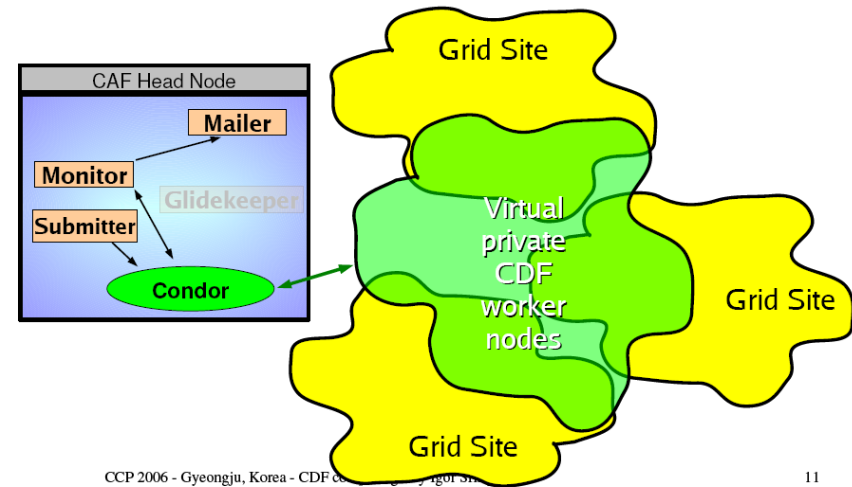
Condor based CAF



CCP 2006 - Gyeongju, Korea - CDF computing - by Igor Sfiligoi

10

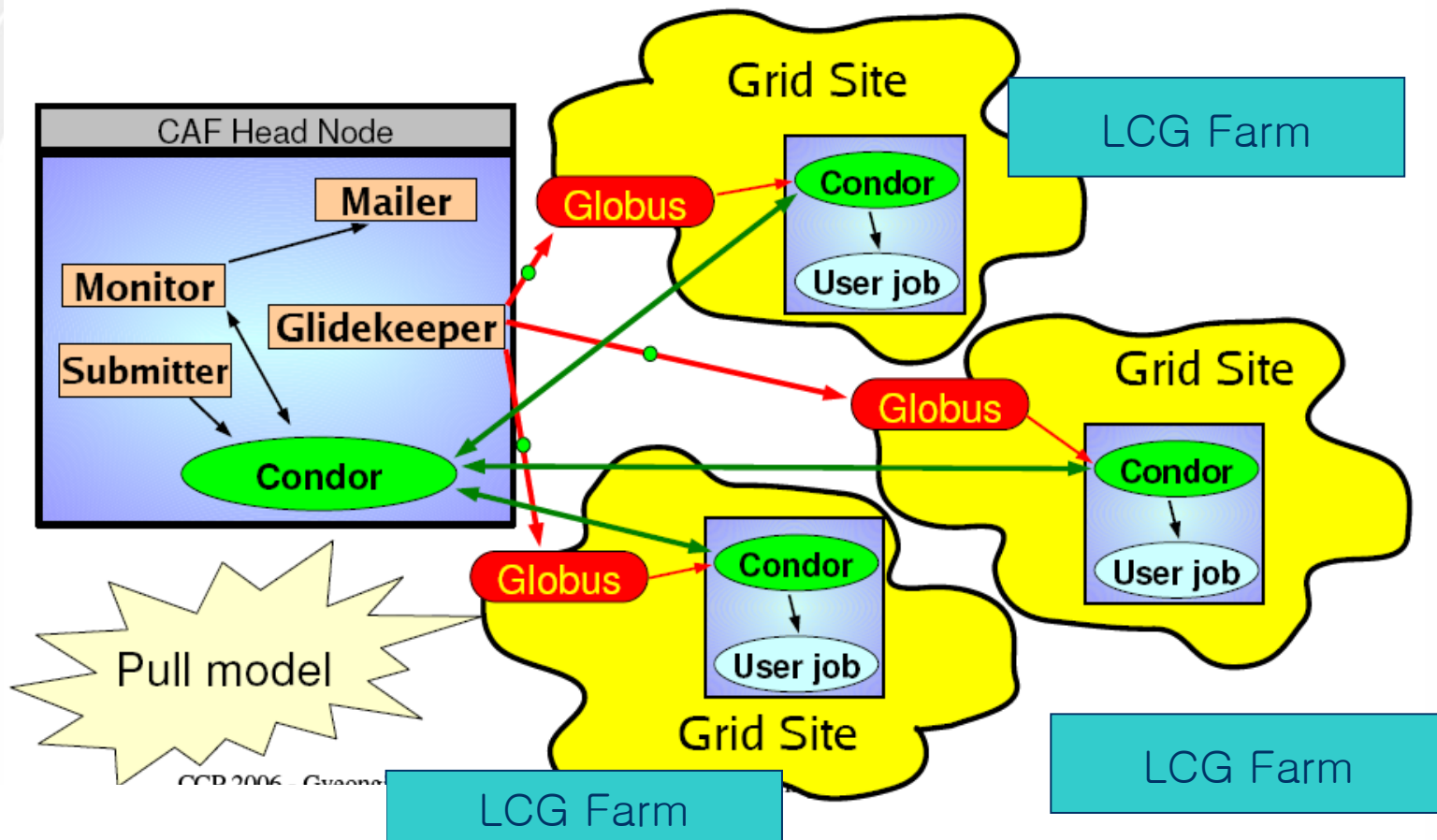
Condor based Grid CAF - Overview



CCP 2006 - Gyeongju, Korea - CDF computing - by Igor Sfiligoi

11

Condor based Grid CAF - Details



CAF (2001~)



Decentralized CAF [2003~]

Toronto CAF

UCSD CAF

Rut CAF

BCN CAF

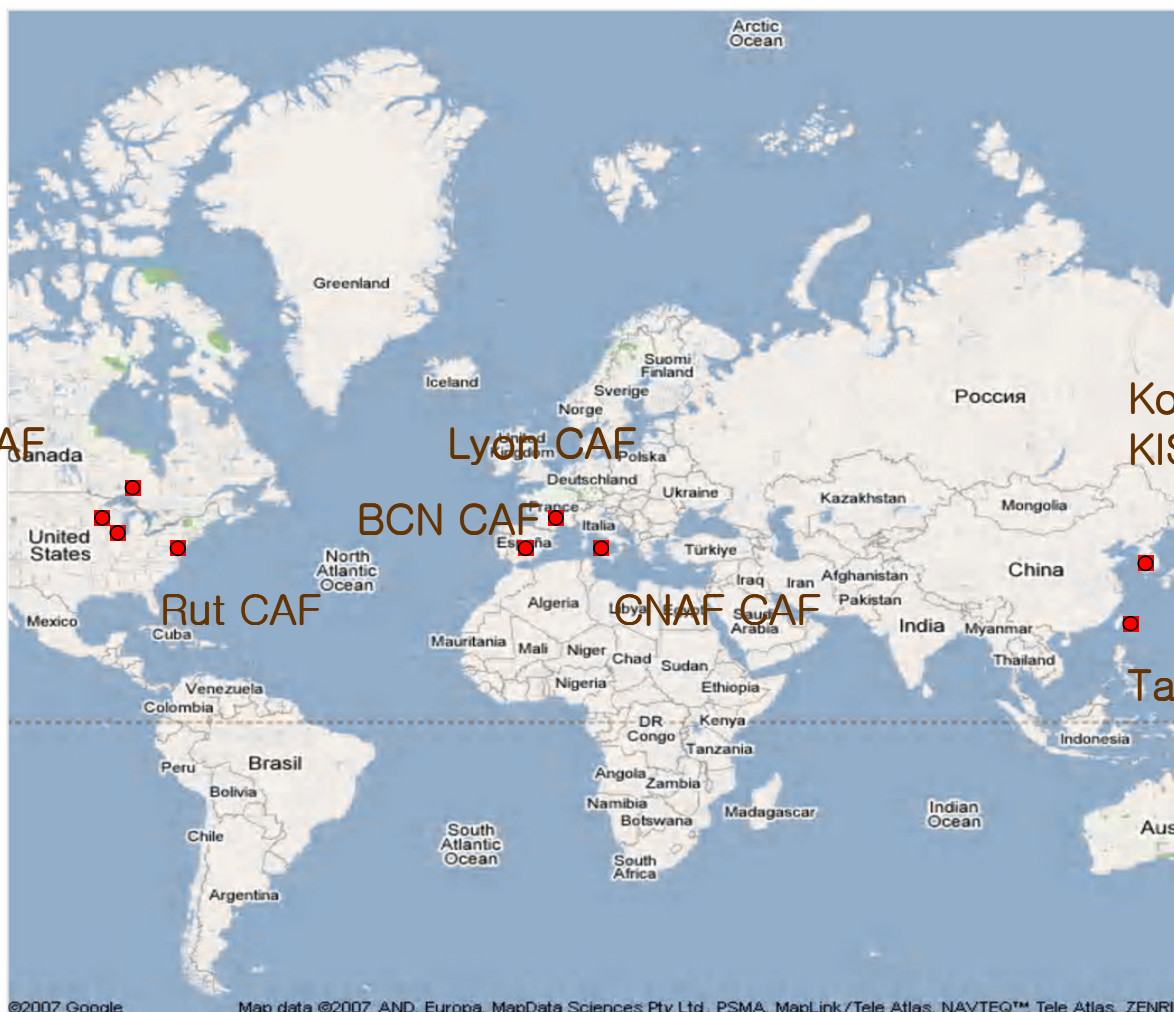
Lyon CAF

CNAF CAF

Korean CAF :
KISTI, KNU

Japan CAF

Taiwan AS



Grid CAF [2006~]

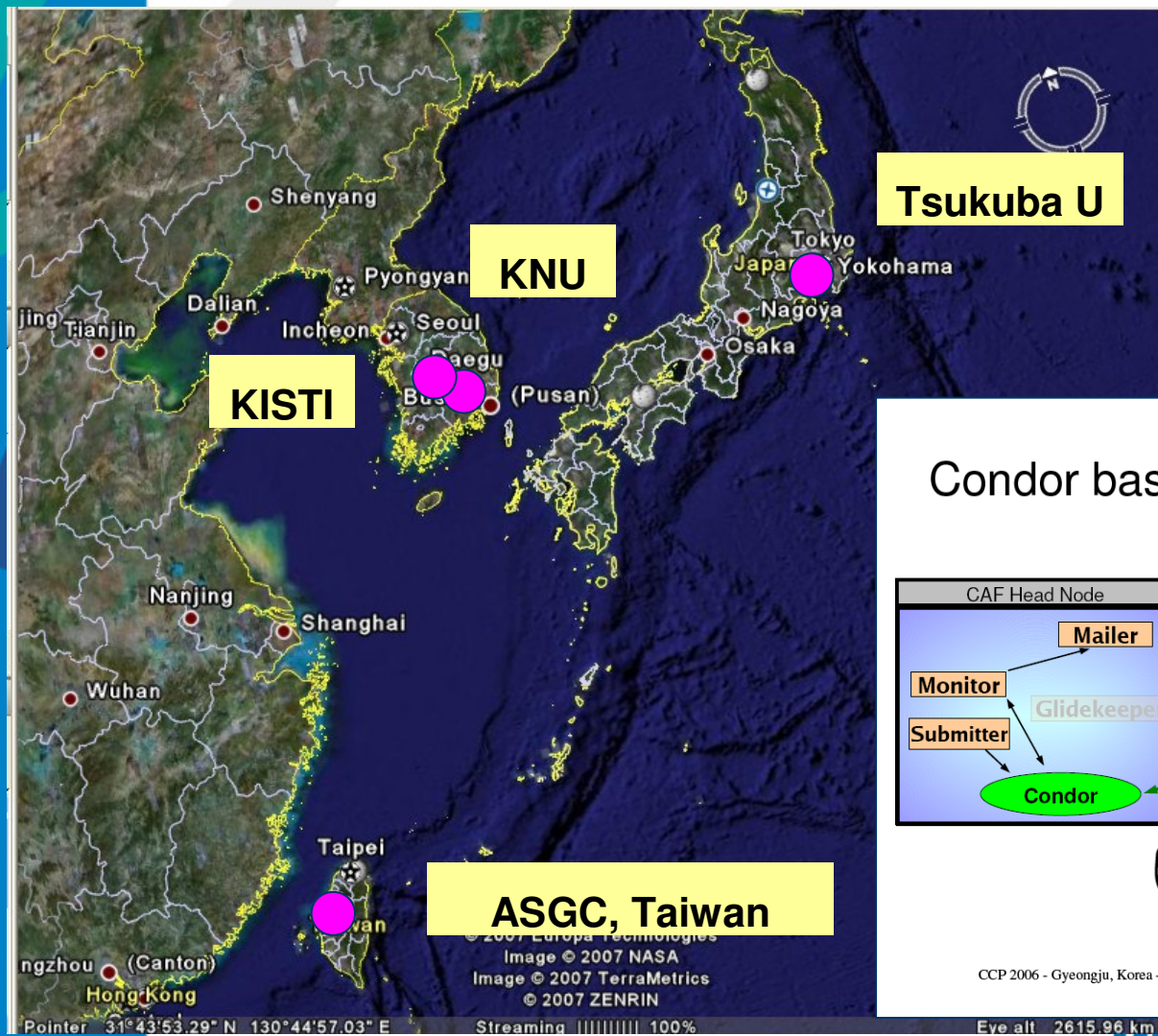
North American
CAF

European
CAF

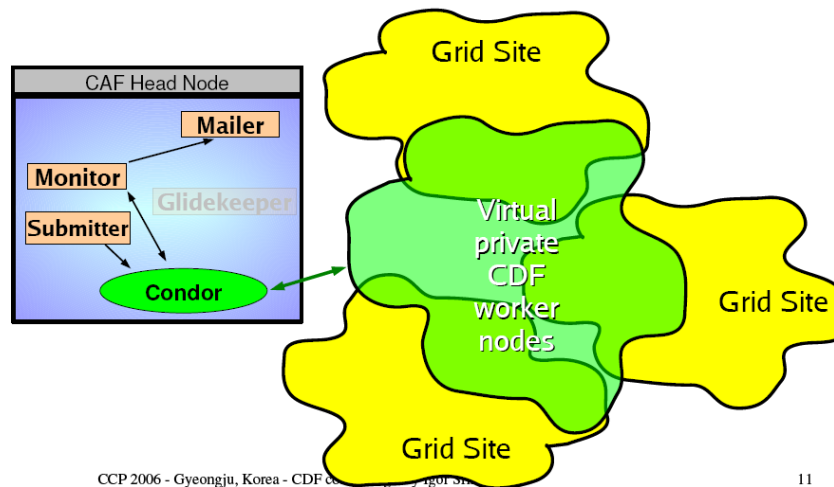
Pacific
CAF



Pacific CAF



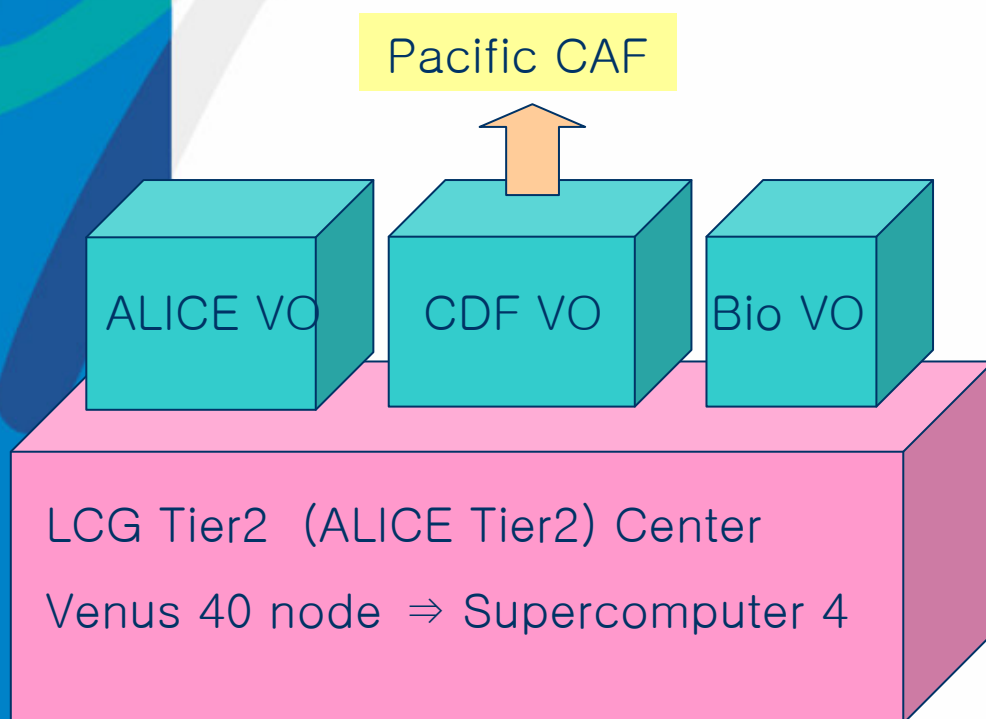
Condor based Grid CAF - Overview



CCP 2006 - Gyeongju, Korea - CDF...

11

LCG Farm at KISTI: Current



Pacific CAF : Submission GUI

The screenshot shows a window titled "CDF Run II CAF GUI" with the following fields and controls:

- Analysis Farm:** paccaf (with URL paccaf.phys.sinica.edu.tw:8100)
- Data Access:** Method: None, Dataset: undefined
- Process Type:** short
- Group:** common
- Initial Command:** /hello_long.sh (with two input boxes containing '1')
- Original Directory:** /cdf/home/khcho/caf_demo (with a "Browse..." button)
- Output File Location:** icaf.temp.tgz
- Email?** **Email Address:** khcho@fnal.gov

Buttons: Submit, Quit, Ready

Log output: (2007-05-22 19:10:07) paccaf analysis farm selected

Pacific CAF : Monitoring

Pacific CAF Web Monitor [History|Analyze]

[Overview](#)
[Site Overview](#)

[System status](#)

[Completed jobs](#)

[Jobs status](#)

By accounting group:

- [group_common](#)

By user:

- [schsu](#)

By length:

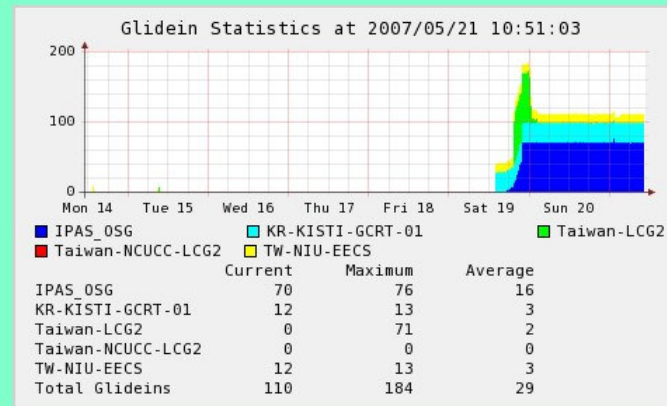
- [long](#)

By Input Source:

- [None](#)

Updated: May 21 10:44:01

Pacific CAF overview [History]



System Info

	Total VMs	Usable	Claimed	Load=0	Load<30	Assigned	Free	VM Load	Load
Current	220	110	110	0	0	0	0	140	140
Avg.	131	65	65	0	0	0	0	History	

Total CAFMarks	Claimed CAFMarks	Free CAFMarks	VM Load CAFMarks	Avg. CAFMarks/VM
161.9k	161.9k	0.0k	190.5k	1471.0

/hour	Started sections	Finished sections	Submitted jobs	Terminated jobs

3. Data Publication

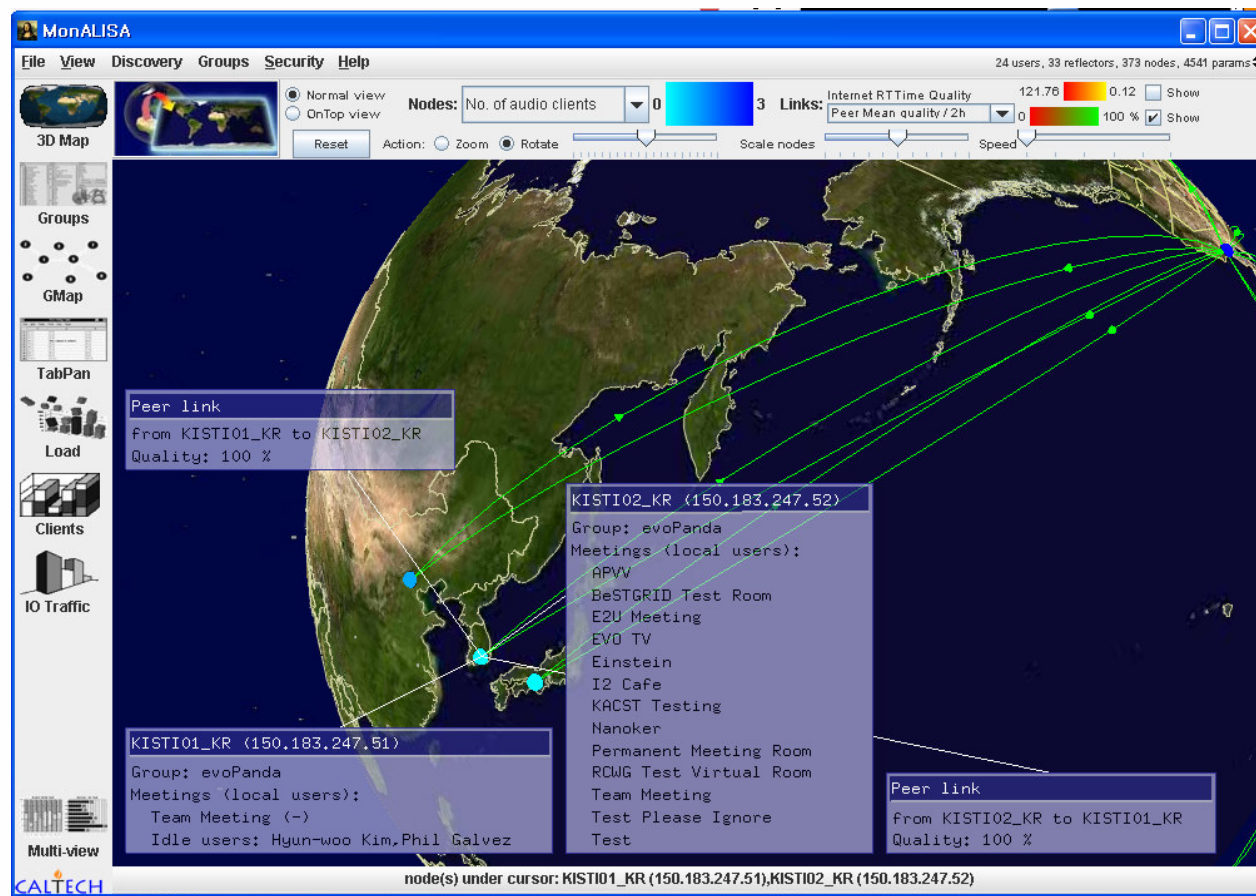
EVO (Enabling Virtual Organization) system

- Have constructed EVO system
⇒ To provide e-Science collaborative research environment



국내 핵·입자물리 연구회 선도

- EVO (Enabling VO) 화상회의 시스템 국내 최초 유치
⇒ 국내 연구자들에게 e-Science 협업 연구 환경 제공



4. Leading community

1] France Korea Particle Physics Lab. (LIA)

Contents

- CNRS-KISTI MoU (2007.4.)
- To construct LIA (Laboratory International Associate)
- Particle Physics, bio informatics, Grid Computing



Sharing Techniques



France IN2P3

Grid, e-Science

Korea KISTI

France-Korea e-Science Cooperation



www.kisti.re.kr

한·불 입자물리연구소 (LIA) 추진

CDF 실험 포함, 프랑스 CNRS/IN2P3와 협업

	Leading Group	
	France (IN2P3)	Korea (KISTI)
Co-Directors	Vincent Breton, LPC-Clermont Ferrand	Ok-Hwan Byeon, KISTI
ALICE	Pascal Dupieux, LPC-Clemento Ferrand,	Do-Won Kim, Kangnung N. Univ.
ILC Detector R&D	Jean-Claude Brient, LLR-Ecole Polytechnique,	Jongman Yang, Ewha Univ.
BioInformatics	Vincent Breton, LPC-Clermont Ferrand	Doman Kim, Chonnam Univ.
CDF	Aurore Savoy Navarro, LPNHE/IN2P3-CNRS	Kihyeon Cho, KISTI
Grid Computing	Dominique Boutigny, CC-IN2P3	Soonwook Hwang, KISTI

LIA on CDF

France



Aurore Savoy-Navarro
(LPNHE/IN2P3-CNRS)



Gian Piero



Stephane Tourneur

Thomas Kachelhofer
(CCIN2P3)

A Post-doc (To be hired)

Korea



Kihyeon Cho
(KISTI)



Hyunwoo Kim
(KISTI)

DongHee Kim
(KNU)

Intae Yu
(SKKU)

Soo-Bong Kim
(SNU)

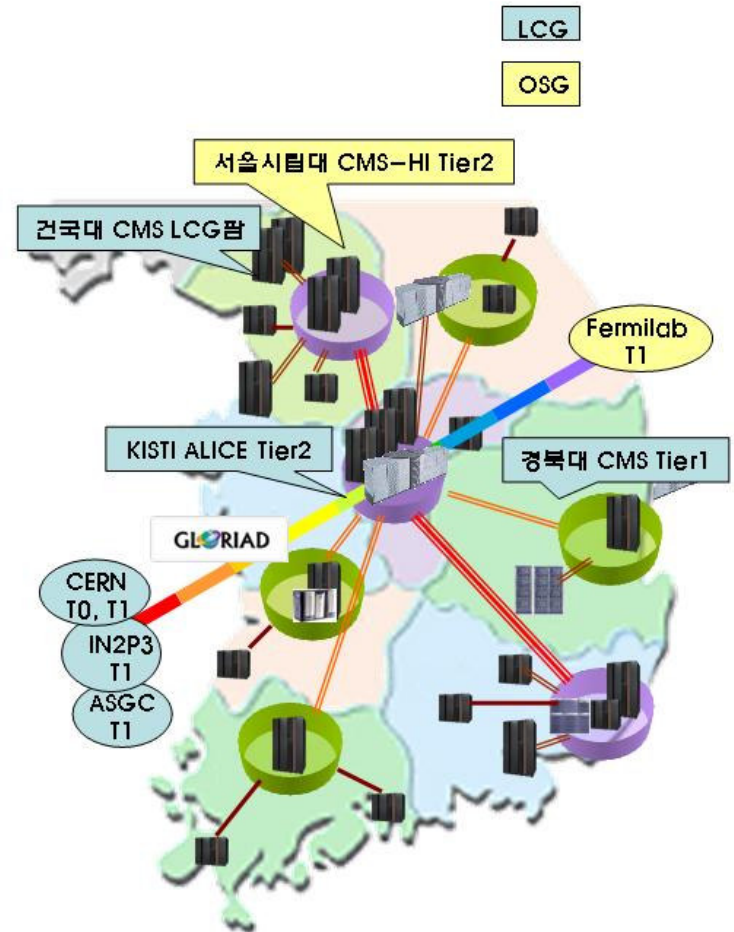
4. Leading Community

2] Leading PPNP Community

- Have installed CERN Library etc. on supercomputer
- Have supported KISTI CA
- To allocate network and supercomputer for PPNP community

국내 핵 입자물리 연구회 선도

- 핵·입자물리 워크숍 2회 개최
- 2007년 2월 26일, 9월 12일
- 국내 연구자들의 요구사항 지원 (중)
 - 경북대 박향규 교수: CMS Tier1,2 센터
 - 서울대 이원종 교수: Lattice 게이지 이론
 - 고려대 원은일 교수: 일본 Belle 실험
 - 고려대 이정일 교수: 입자물리 현상론
 - 부산대 유인권 교수: 핵물리실험
 - 경북대 함승우 교수: 입자물리 현상론
 - 서울시립대 박인규 교수: 알고리즘 개발
 - 강릉대 김도원 교수: ALICE Tier2 센터
 - ...



Summary of e-HEP

CDF 실험의 e-HEP 구축 성과

- 사용자 지원의 우수성
 - CDF실험 연구자 지원 (800 여명, 국내 30여명)
- 국제 협력의 우수성
 - KISTI, 미국 페르미연구소 CDF 실험 국제공동연구 참여 (2007.3)
 - 한(KISTI)-불(CNRS) MoU
 - 프랑스 IN2P3와 CDF 그리드 관련 공동연구
 - 대만, 일본과 Pacific CAF 관련 공동연구
- 기술개발의 우수성
 - CDF Pacific CAF 기술 개발 구축
 - EVO 시스템 국내 최초 유치 서비스 제공



B physics

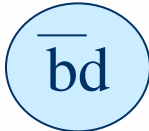


B physics – The Tevatron is a Full Service of B Factory

Lightest B Mesons

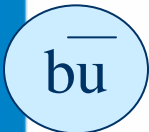


B^+

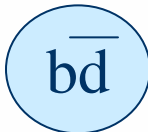


B^0

Antimesons:

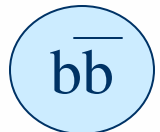


B^-

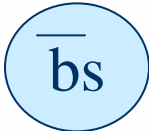


\bar{B}^0

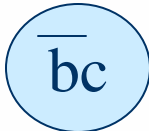
Upsilon:



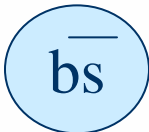
Heavier B Mesons



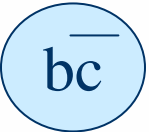
B_s



B_c

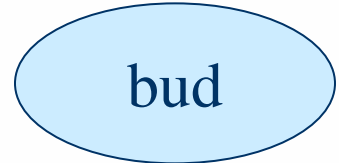


\bar{B}_s

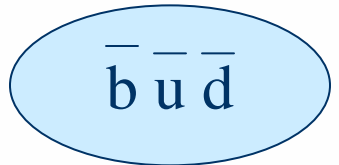


\bar{B}_c

Baryons:

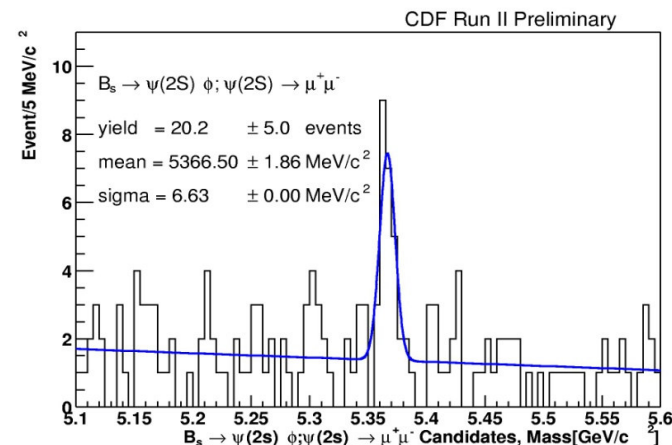
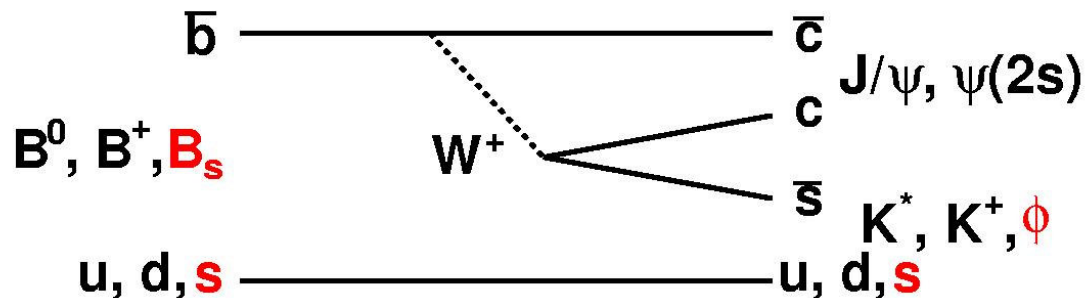


Antibaryons:



BaBar and Belle energy is too low to make these modes!

Observation of $B_s \rightarrow \psi(2S) \phi$



● In Standard Model, Feynman diagrams are same.

- $Br(B^0 \rightarrow \psi(2S)K^{*0}) / Br(B^0 \rightarrow J/\psi K^{*0}) = 0.61 \pm 0.10$
- $Br(B^+ \rightarrow \psi(2S)K^+) / Br(B^+ \rightarrow J/\psi K^+) = 0.64 \pm 0.06 \pm 0.07$
- $Br(B_s \rightarrow \psi(2S) \phi) / Br(B_s \rightarrow$

20.2 ± 5.0 events
 $Br(B_s \rightarrow \psi(2S) \phi) / Br(B_s \rightarrow J/\psi \phi)$
 $= 0.52 \pm 0.13 \pm 0.06(\text{br}) \pm 0.04(\text{sys})$

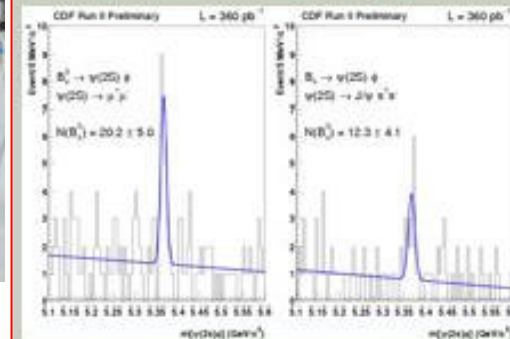
Calendar

Thursday, January 26
 2:30 p.m. Theoretical Physics Seminar - Curia II
 Speaker: E. Lunghi, Fermilab
 Title: Analysis of Large Tan beta Effects in the MSSM from the GUT Scale
 3:30 p.m. Director's Coffee Break - 2nd Flr X-Over
 4:00 p.m. Accelerator Physics and Technology Seminar - 1 West
 Speaker: L. Prost, Fermilab
 Title: Progress of Electron Cooling at the



Fermilab Result of the Week

Strange Beautiful Meson Has a New Charming Mode



Mass distributions of Psi(2S) phi observed by CDF, where the Psi(2S) decays into two muons (left) and Psi(2S) decays into J/psi pi+ pi- (right). The signal peak contains 20.2+5.0 (left) and 12.3+-4.1 (right) events for the two decay channels, respectively. (Click on images for larger version.)

The $B_s/B_d/B_u$ mesons consist of a bottom quark and a strange/down/up anti-quark. They can decay to final states involving charmonium, a charm quark and anti-quark bound together by the strong force, in a bound state similar to the hydrogen atom. Just like the hydrogen atom, charmonium has a ground state and several excited states, such as Psi(2S) and J/Psi (or Psi(1S)), the latter being the first (or lowest energy) excited state of the charm anti-

$\Gamma(\psi(2S)\phi)/\Gamma_{total}$

Γ_9/Γ


VALUE (units 10^{-4})	EVTS	DOCUMENT ID	TECN	COMMENT
$4.8 \pm 1.4 \pm 1.7$	55	ABULENCIA	06N	CDF $p\bar{p}$ at 1.96 TeV

• • • We do not use the following data for averages, fits, limits, etc. • • •

seen	1	BUSKULIC	93G	ALEP	$e^+e^- \rightarrow Z$
------	---	----------	-----	------	------------------------

⁵⁵ ABULENCIA 06N reports $[B(B_s^0 \rightarrow \psi(2S)\phi) / B(B_s^0 \rightarrow J/\psi(1S)\phi)] = 0.52 \pm 0.13 \pm 0.07$. We multiply by our best value $B(B_s^0 \rightarrow J/\psi(1S)\phi) = (9.3 \pm 3.3) \times 10^{-4}$. Our first error is their experiment's error and our second error is the systematic error from using our best value.

Weather

 Sunny 40°/31°

[Extended Forecast](#)

[Weather at Fermilab](#)



Visitors investigated physics concepts at last year's open house. (Click on image for larger version.)

This year's Education Office Family Open House will take place on Sunday, Feb. 19. The event offers free family-style

Data Analysis Procedure

Decay Channels

$J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$	$\psi(2S) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$
$\psi(2S) \rightarrow \mu^+ \mu^-$	$\psi(2S) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$
$B^\pm \rightarrow J/\psi K^\pm$	$B_s \rightarrow J/\psi \phi$
$J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$	$J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$
$B^\pm \rightarrow \psi(2S) K^\pm$	$B_s \rightarrow \psi(2S) \phi$
$\psi(2S) \rightarrow \mu^+ \mu^-$	$\psi(2S) \rightarrow \mu^+ \mu^-$
$\psi(2S) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$	$\psi(2S) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$
$B^\pm \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- K^\pm$	$B_s \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- \phi$

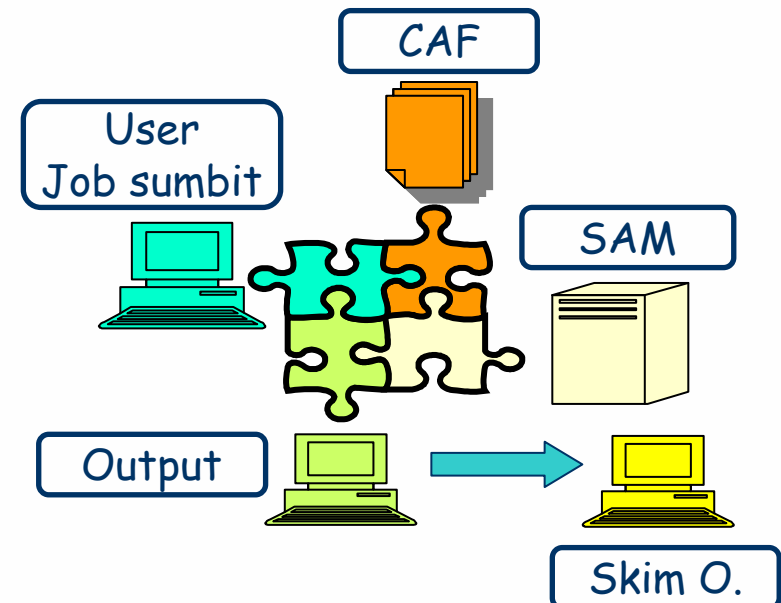
CAF : CDF Analysis Farm

- batch systems

SAM : Sequential Access via Metadata

- data handling system

Data Analysis Procedure



Total File Size ~ 4.08 TB

Total Luminosity ~ 1.6 fb⁻¹

Real time : 29,200 hours

CPU time : 23,877 hours

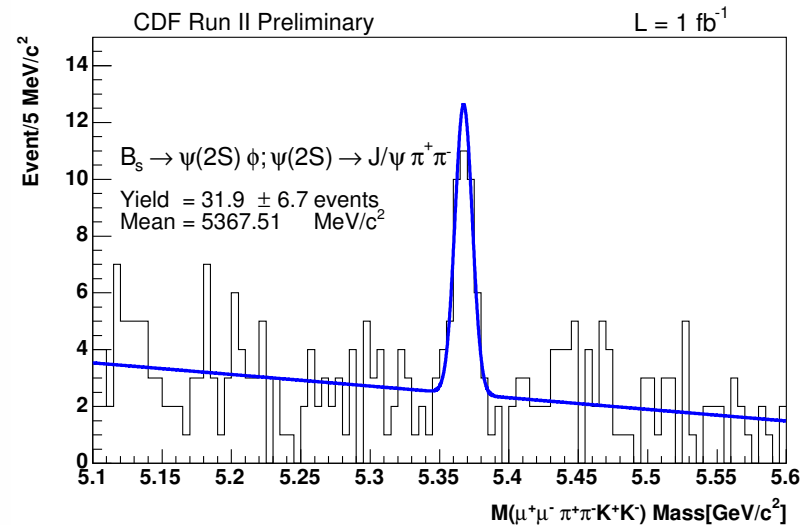
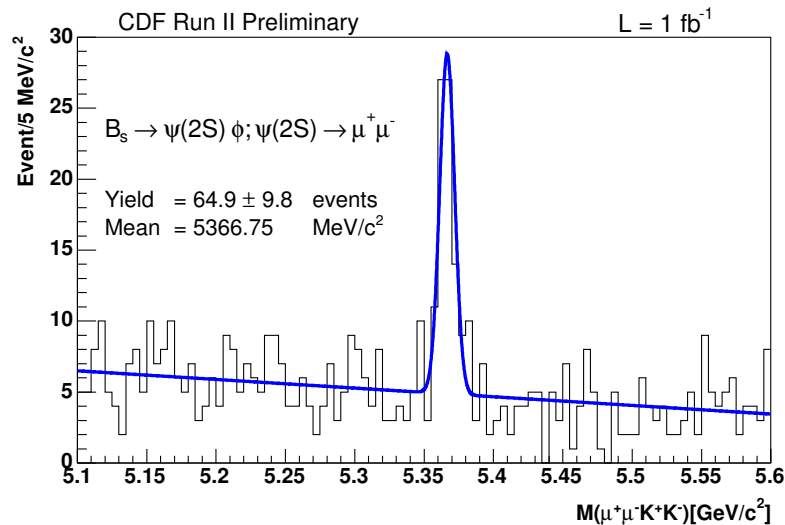
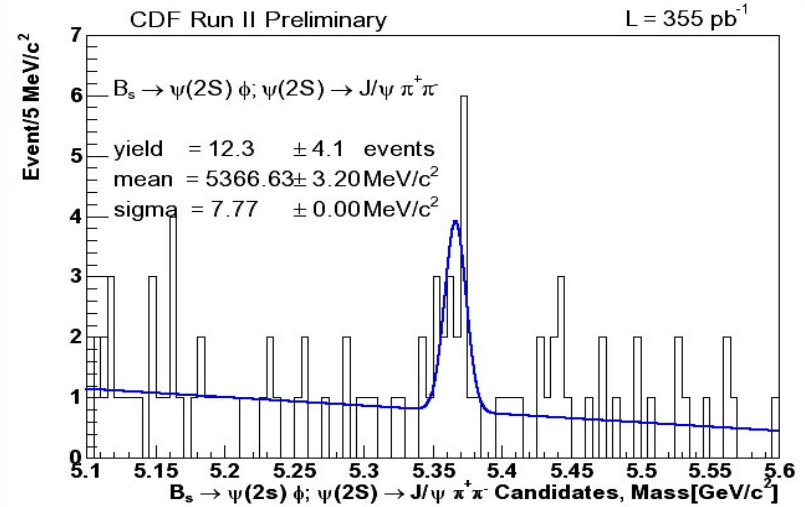
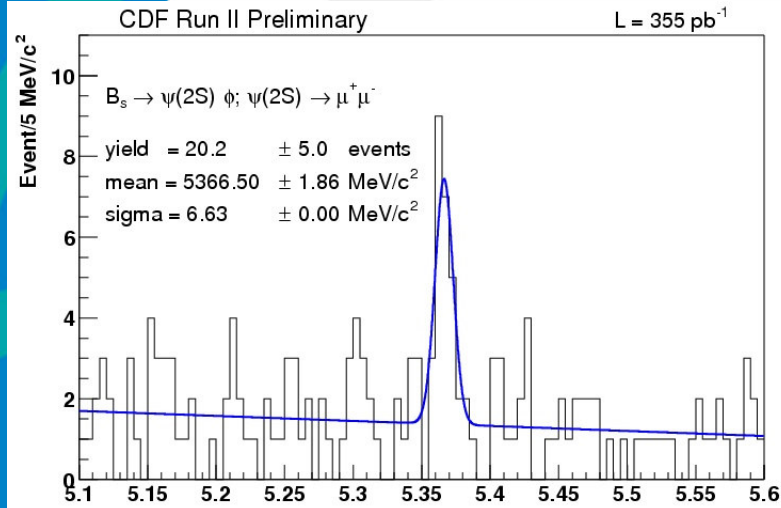
Output ntuple size = 226 GB

Skimmed output = 88 GB

Reconstruction of Bs




1,0 fb⁻¹

YesKiSTI
www.yeskisti.net



~ 3 times yield increased

B Physics Plan @ KISTI & KNU

		B=B ⁺ , K=K ⁺	B=B ⁰ , K=K ^{*0}	B=B _s , K=φ
B → J/ψ K P	P= none	(1.008±0.035)*10 ⁻³	(1.33±0.06)*10 ⁻³	(9.2±3.3)*10 ⁻⁴
	P= π ⁺ π ⁻	(1.07±0.19)*10 ⁻³	(6.6±2.2)*10 ⁻⁴	
B → ψ(2s)K P	P= none	(6.48±0.35)*10 ⁻⁴	(7.2±0.8)*10 ⁻⁴	(4.8±1.4±1.7)*10 ⁻⁴
	P= π ⁺ π ⁻	(1.9±1.2)*10 ⁻³		

**B⁺ → J/ψ π⁺ π⁻ K⁺ has larger BR than
B⁺ → J/ψ K⁺ (?)**

$B_s \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- \phi$

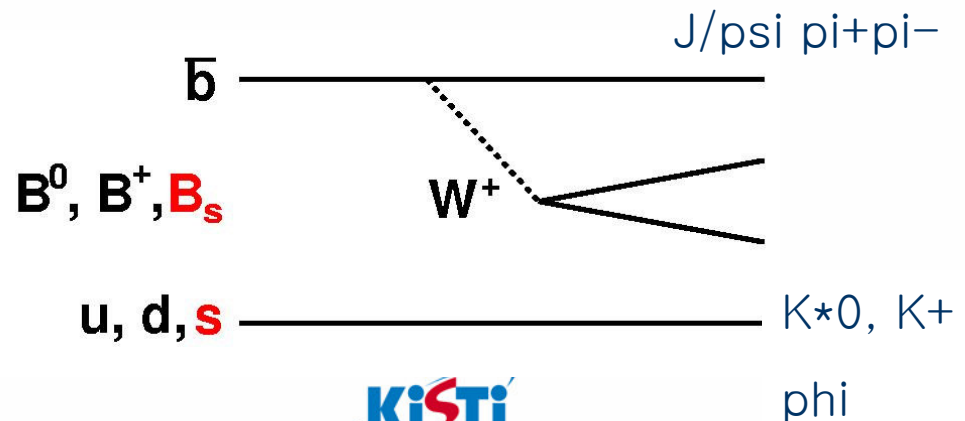
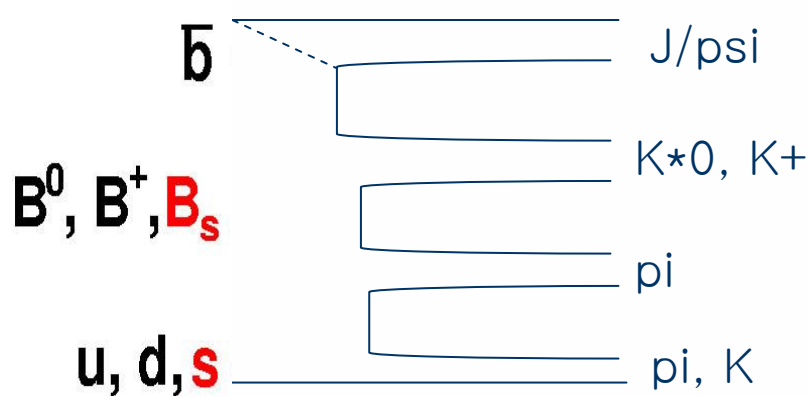
- Could be a good method to separate production mechanism?
 - Internal pop up v.s. Higher resonance state ?
 - $X(3872)$ or $\psi(2s) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$?

$$\text{Br}(B^0 \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- K^{*0}) / \text{Br}(B^0 \rightarrow \psi(2s)(\rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-) K^{*0})$$

$$\text{Br}(B^+ \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- K^+) / \text{Br}(B^+ \rightarrow \psi(2s)(\rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-) K^+)$$

$$\text{Br}(B_s \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- \phi) / \text{Br}(B_s \rightarrow \psi(2s)(\rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-) \phi)$$

charmonium →



November 7, 2007

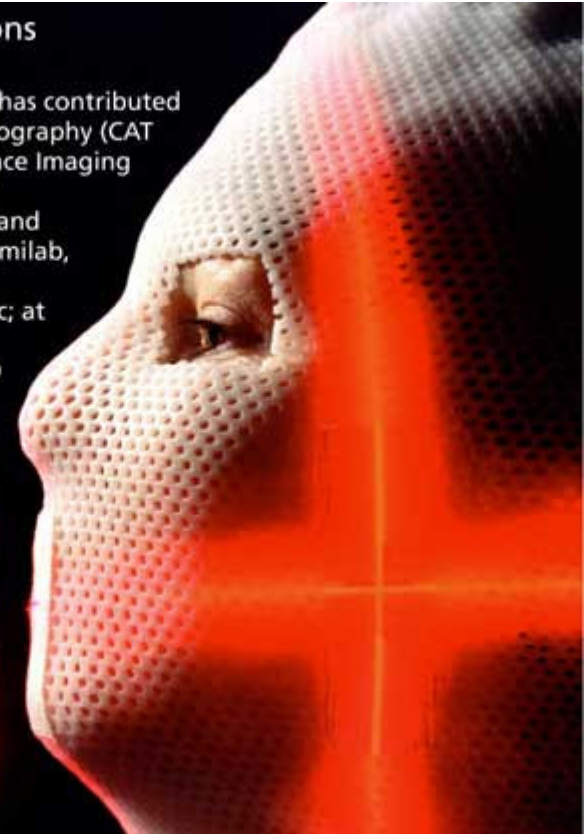
Summary

고에너지물리 파급 효과: Medical

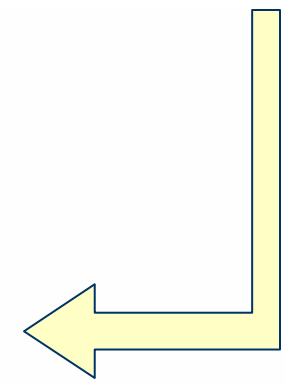
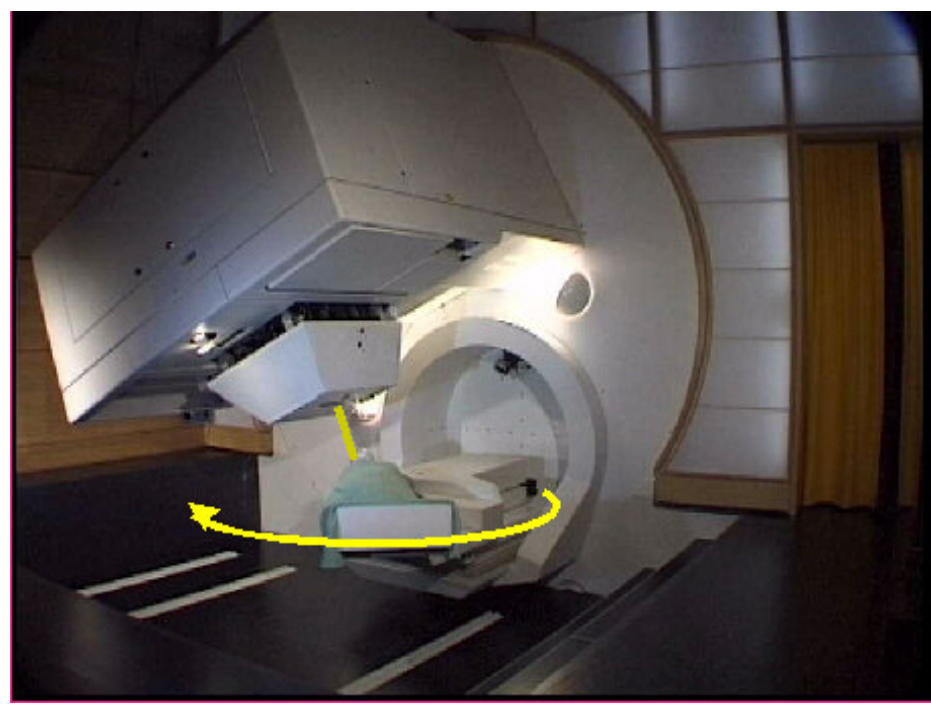
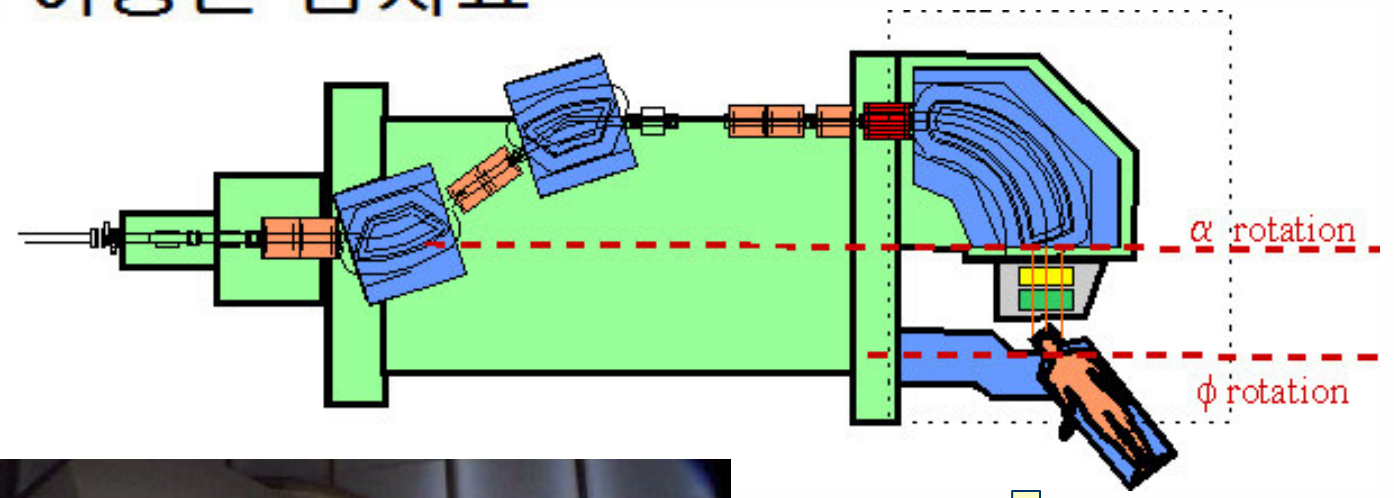
- 가속기로부터 나오는 고에너지의 빔: X-Ray, Neutron Beams, Proton Beams 등은 Cancer Treatment에 쓰임

Medical Applications

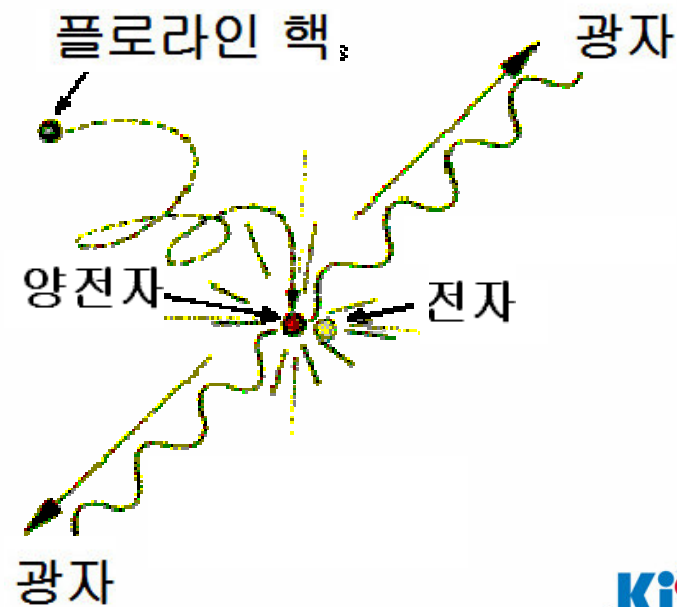
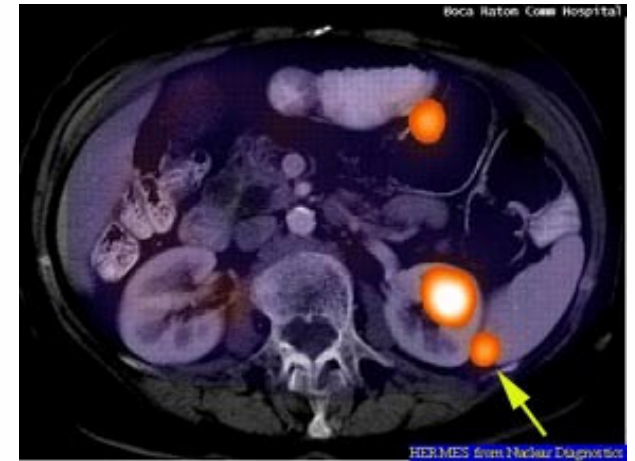
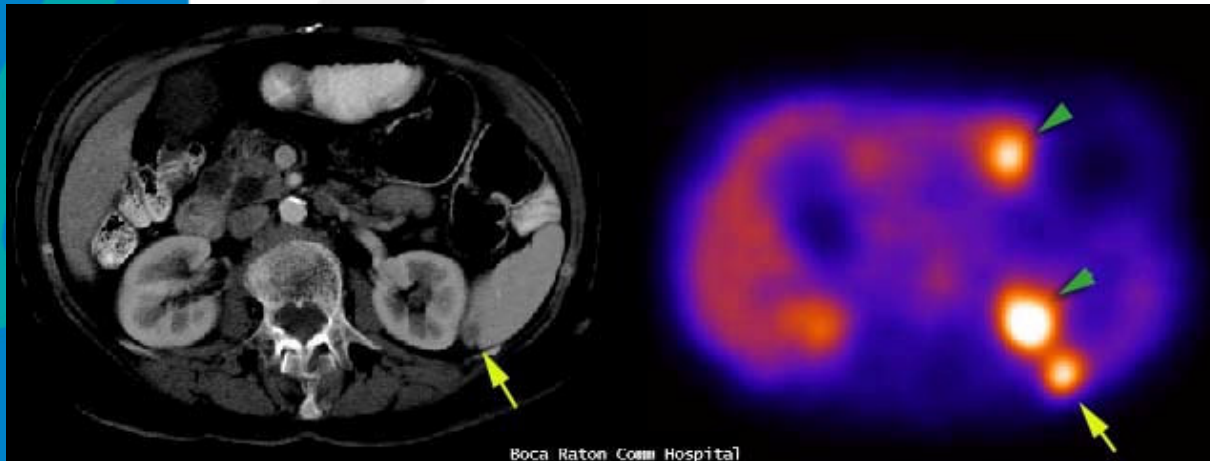
Particle physics research has contributed to Computer-Aided Tomography (CAT Scan), Magnetic Resonance Imaging (MRI), Positron Emission Tomography (PET scan), and cancer treatment. At Fermilab, patients receive cancer treatment from the Linac; at Loma Linda University Medical Center, over 100 patients each day receive treatment from a synchrotron designed and built at Fermilab.



양성자를 이용한 암치료

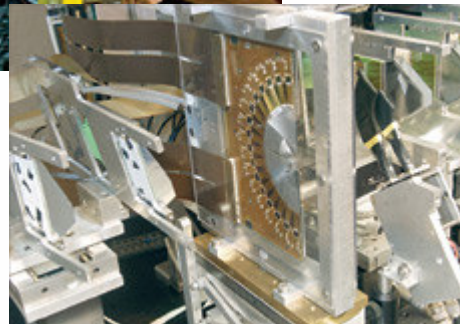


PET Scan: 양전자를 이용한 단층촬영



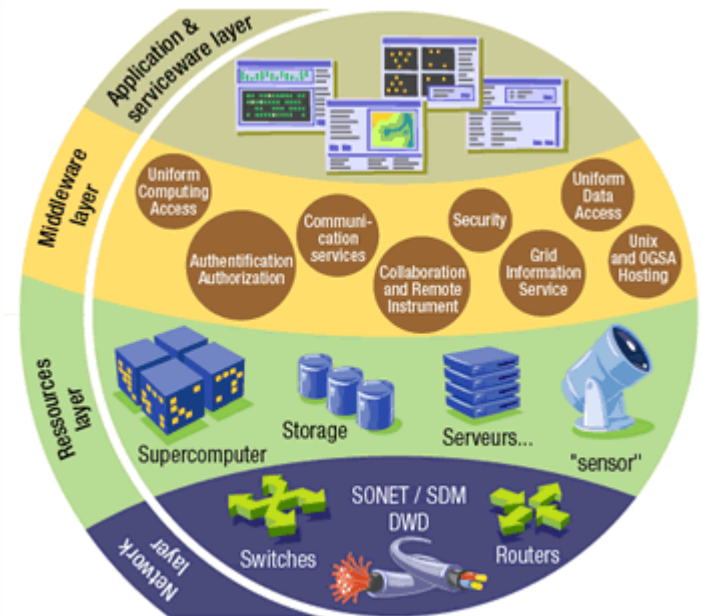
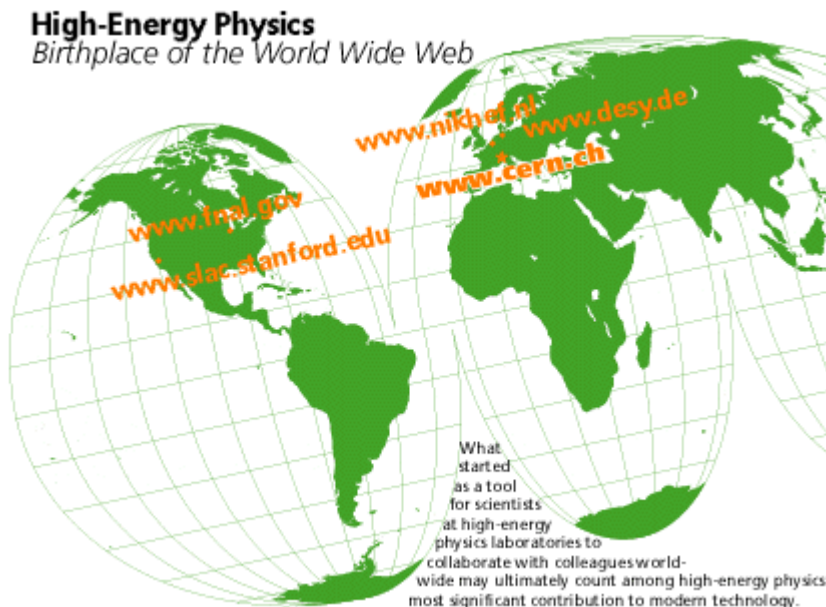
고에너지물리 파급 효과: Electronic Device

- 입자 검출기에서 쓰이는 초고속 대량 전자 신호 검출은 최첨단의 기술임
- 관련 분야의 기술을 선도



고에너지물리 파급 효과: IT

- 초고속 대용량 자료 처리 기술을 요구하는 고에너지물리 데이터를 처리하기 위해서 최첨단 IT 개념을 선도 개발
예) World Wide Web, Grid



Conclusions

- Since there is no accelerator in Korea, it is important to make e-HEP (High Energy Physics) to study high energy physics anytime and anywhere.
⇒ Therefore, the support of KISTI for HEP is important.
- The component of e-HEP (High Energy Physics) are data production, data processing and data publications.
 - Data Production will be done by remote control room.
 - Data Processing is working by Pacific CAF.
 - Data Publication is done by supporting EVO system.
- Using e-HEP, KISTI starts to work on B Physics at CDF experiments.