

오늘의 subject

Big Bang

조기현
2010. 9. 7



누구일까요?



WELCOME TO THE BIGBANG WORLD

-<http://cafe.naver.com/sycloverela>-



사람들은 오랫동안 생각했습니다

- 세상은 무엇으로 만들어졌는가?

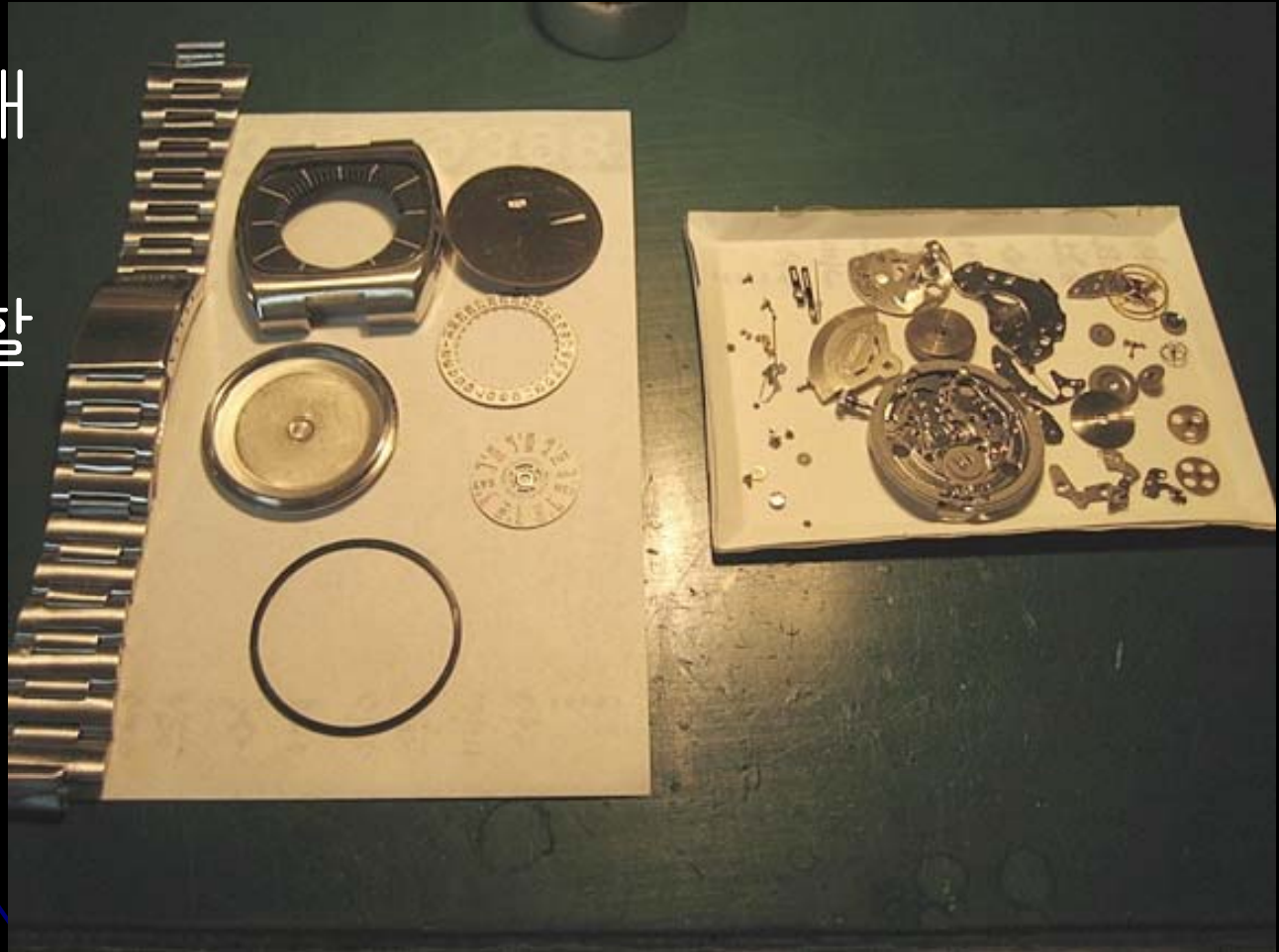
그리고



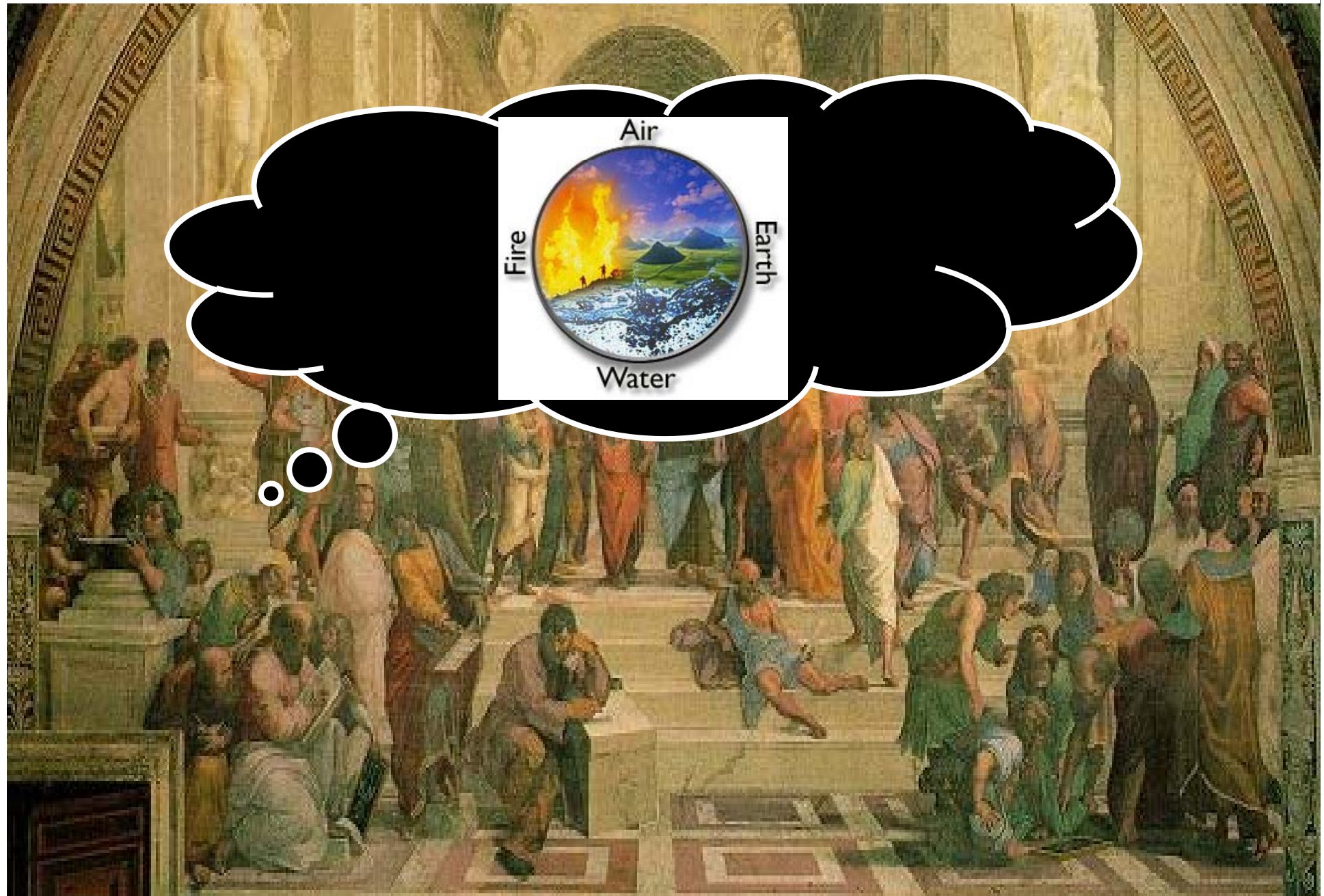
- 그리고 그 사이 상호작용은 무엇인가?

자연의 구조

- 구조 - 분해
- 부품의 역할
 - 상호작용

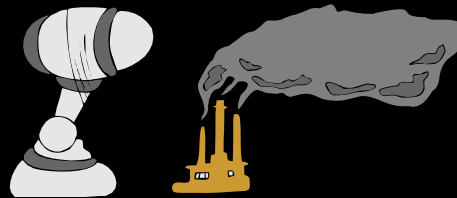
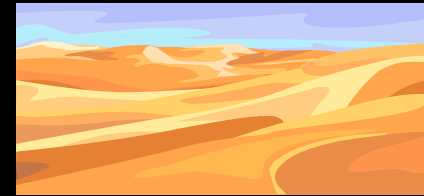
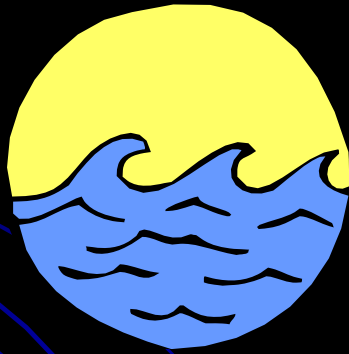


What is the world made of ? and What holds it together?



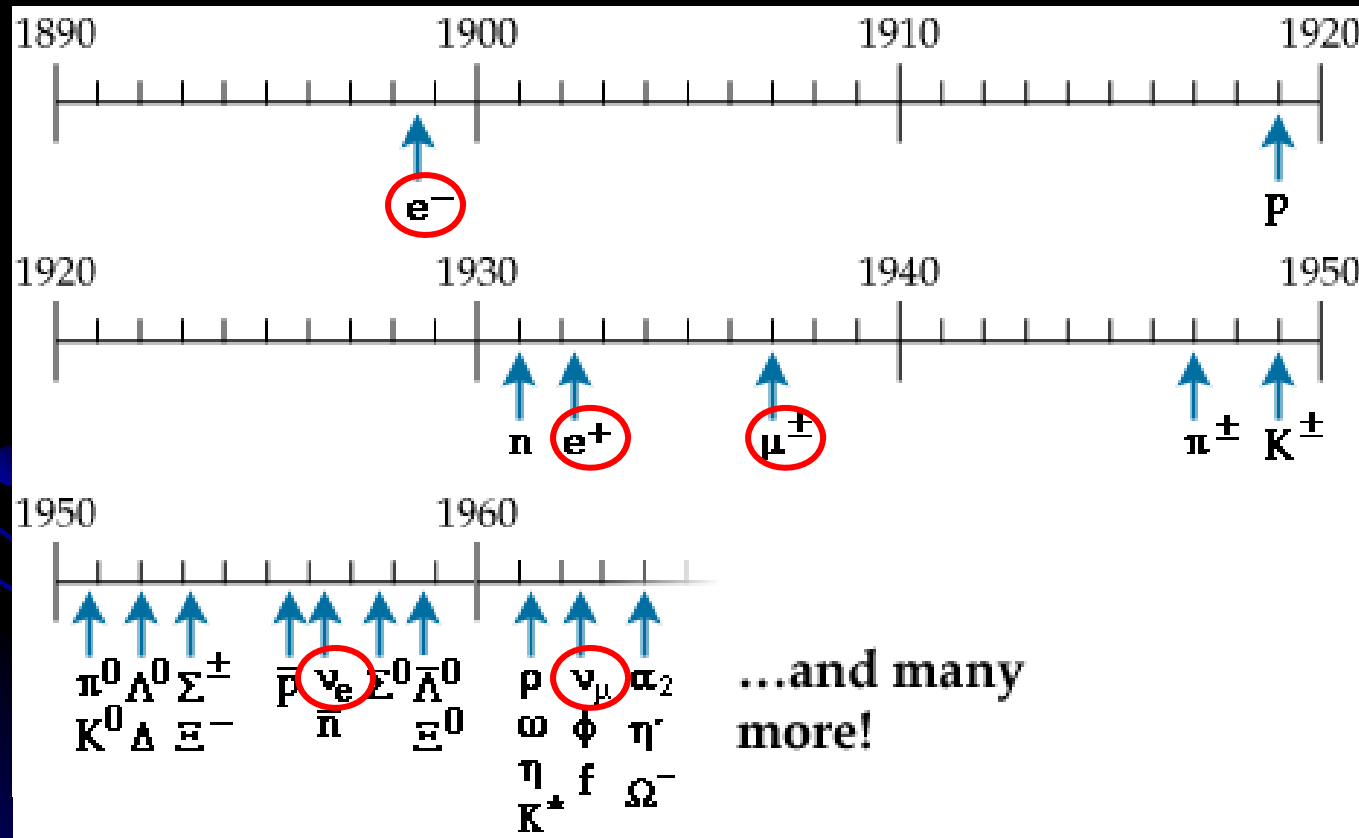
세상은 무엇으로 만들어졌는가?

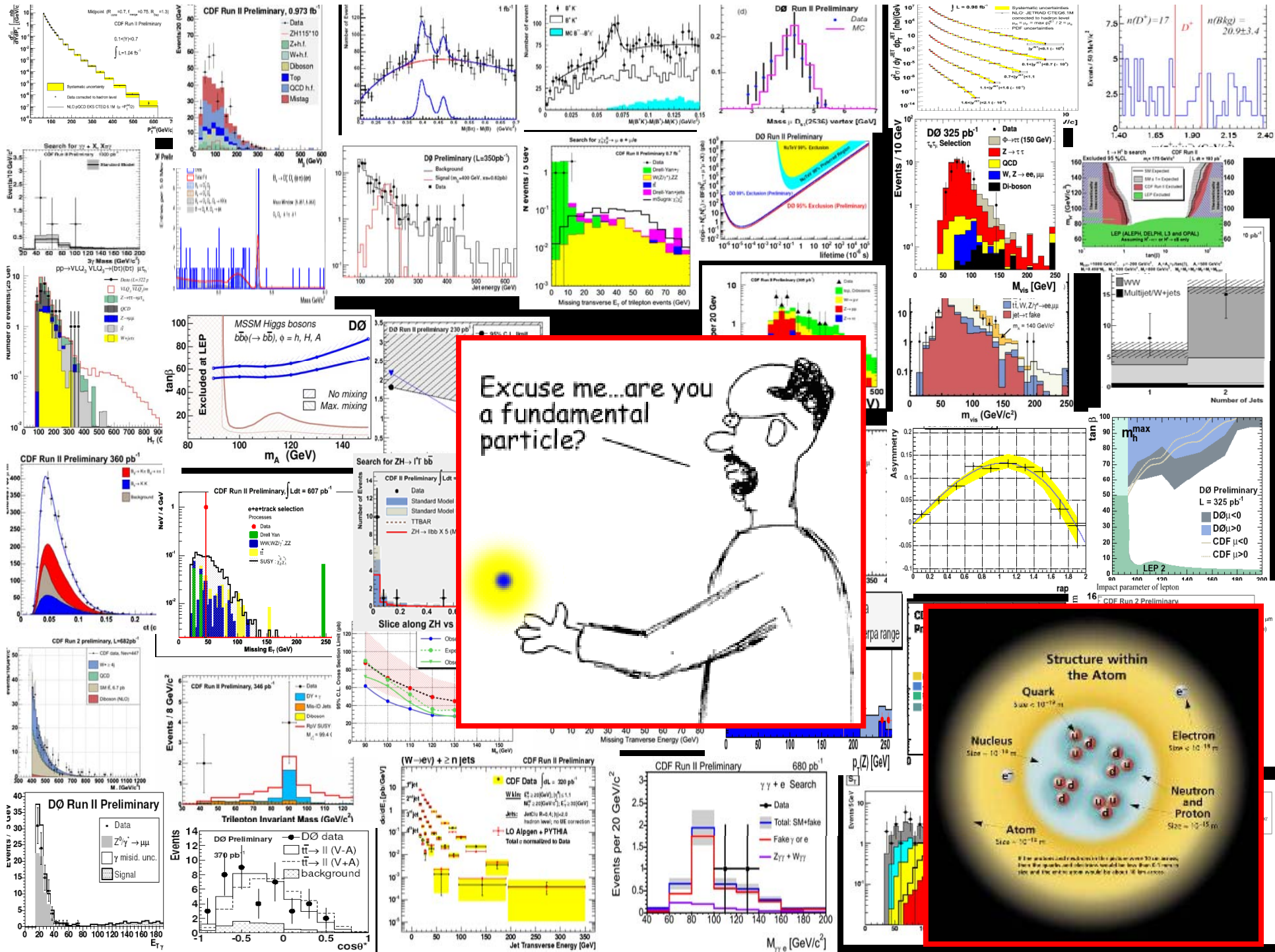
- 고대 그리스



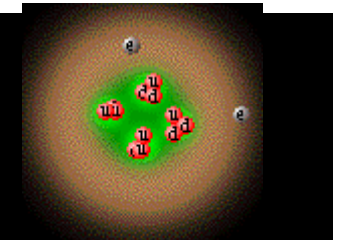
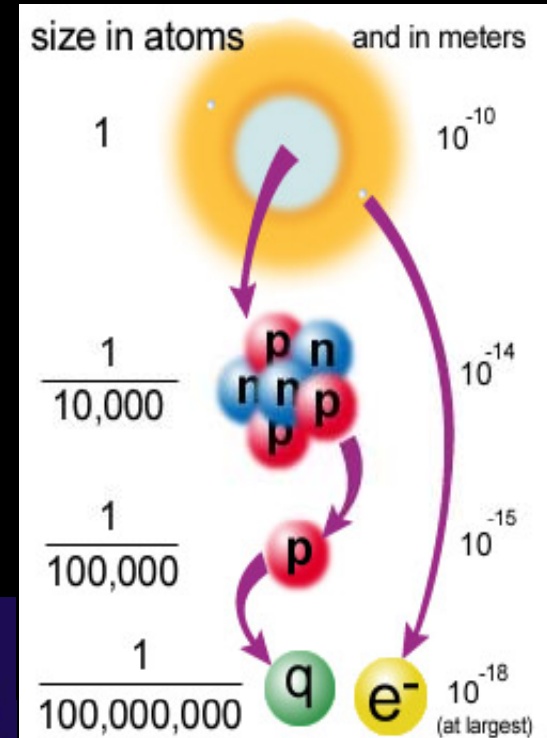
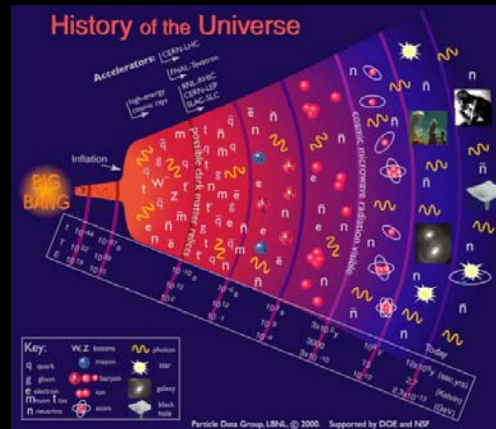
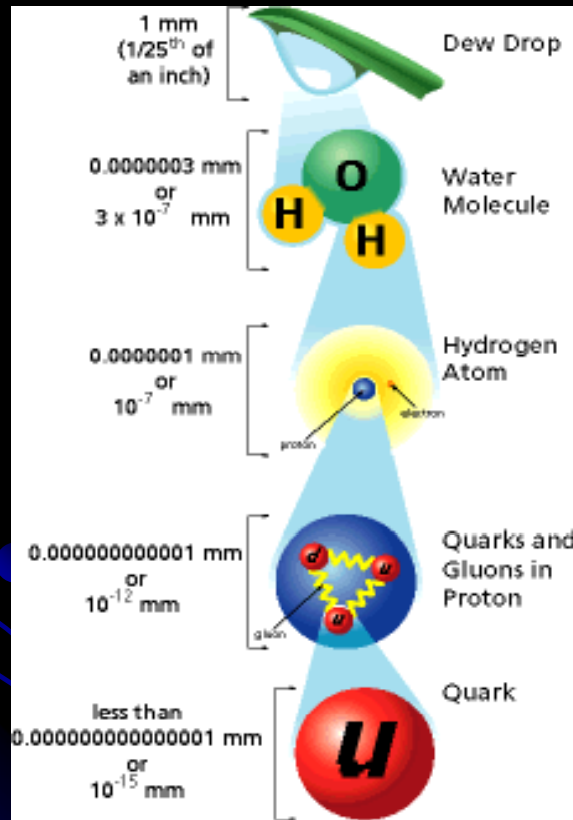
입자들의 발견

- 관측 또는 직접 실험으로 많은 입자가 발견 됐다





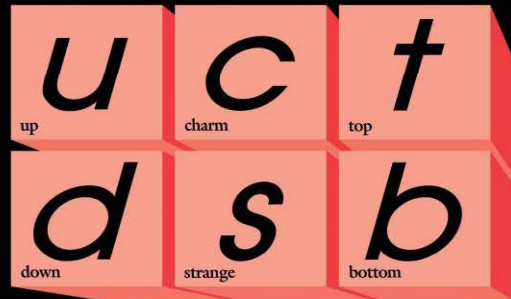
세상은 무엇으로 만들어져 있는가?



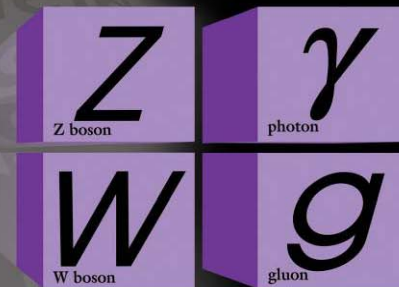
세상은 무엇으로 만들어져 있는가?

표준모형

Quarks



Forces



Leptons

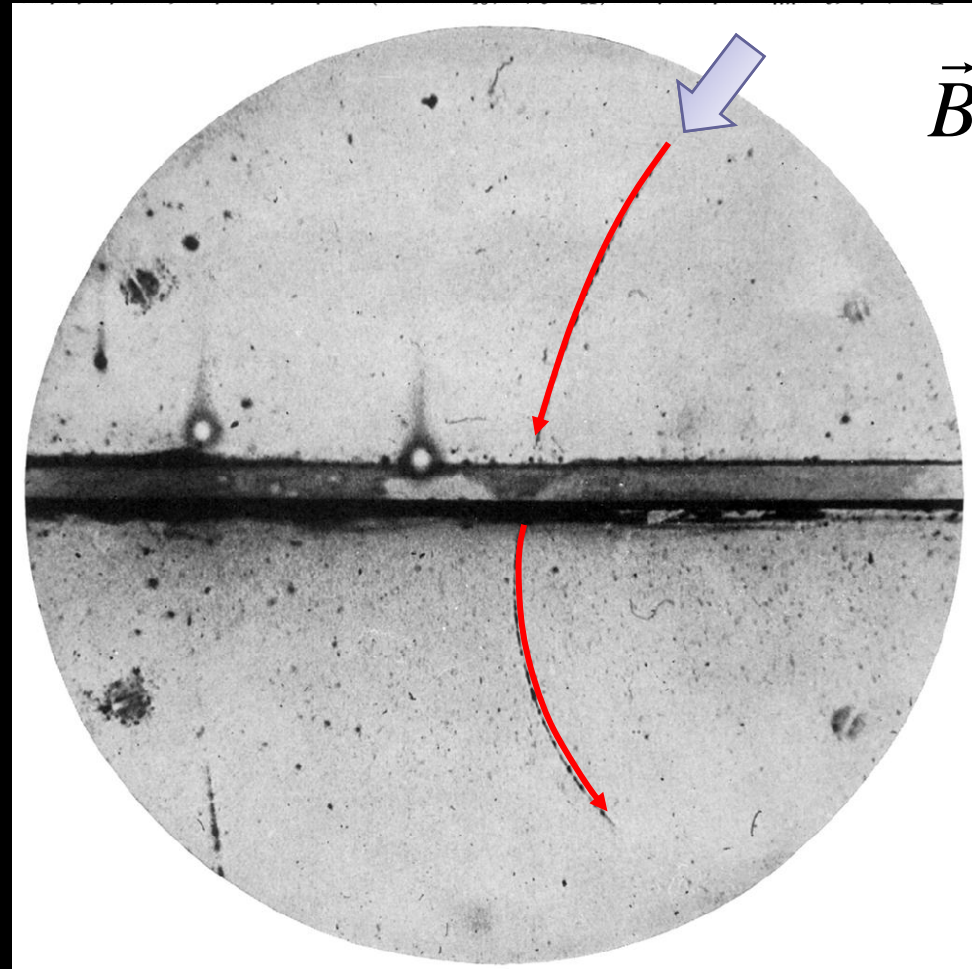


힉스 입자는
아직 발견 안됐음

반입자란?

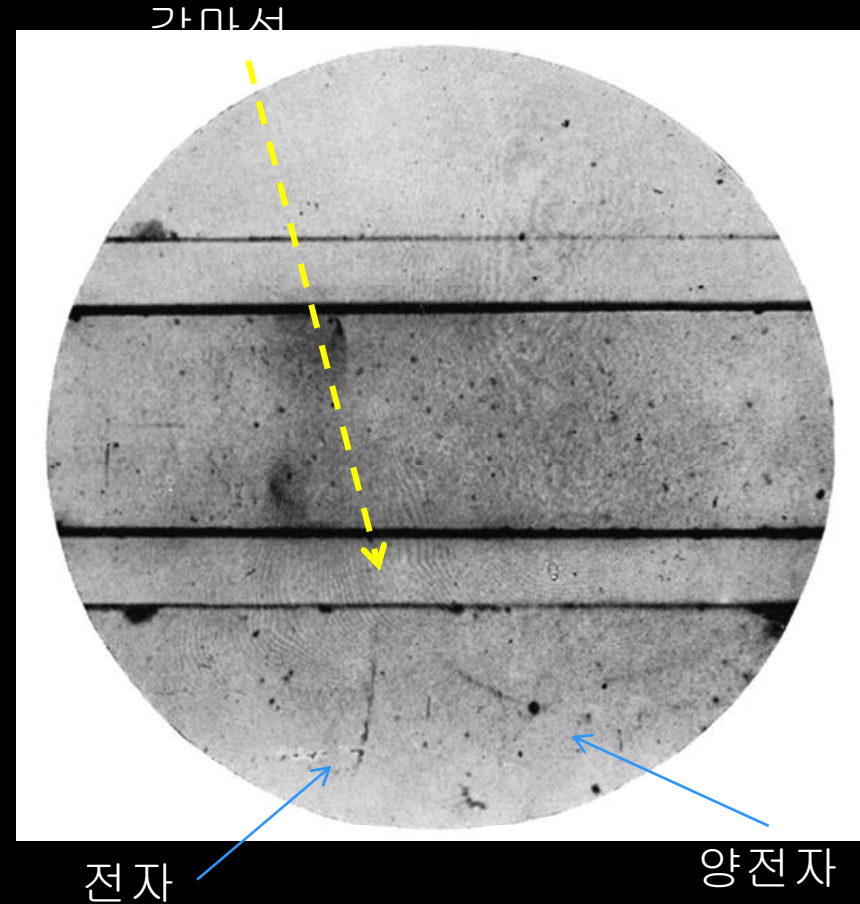
- 1932년 우주선 사건
 - 양전자가 납판 투과
 - 전하, 운동량, 질량
 - C. Anderson 1936년 노벨 물리학상

- 반입자
 - 질량은 입자와 같고
 - 전하는 반대



반입자의 생성과 소멸

- 에너지 (감마선)
→ 전자 + 양전자
- $E=mc^2$
- 입자 - 반입자 수 보존
- 같은 질량을 지닌 입자와 반입자가 만나면 소멸 → 에너지

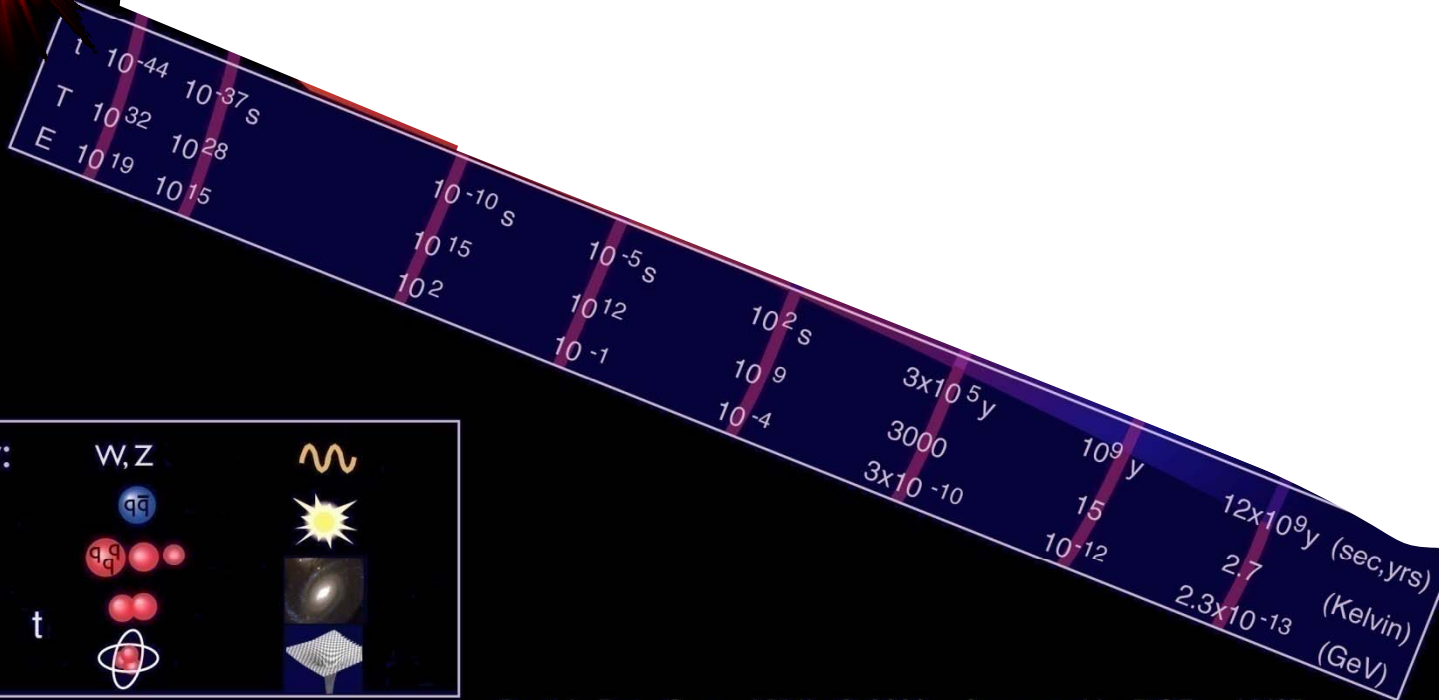


우주의 역사

별, 은하 생성

원자핵, 원자 생성

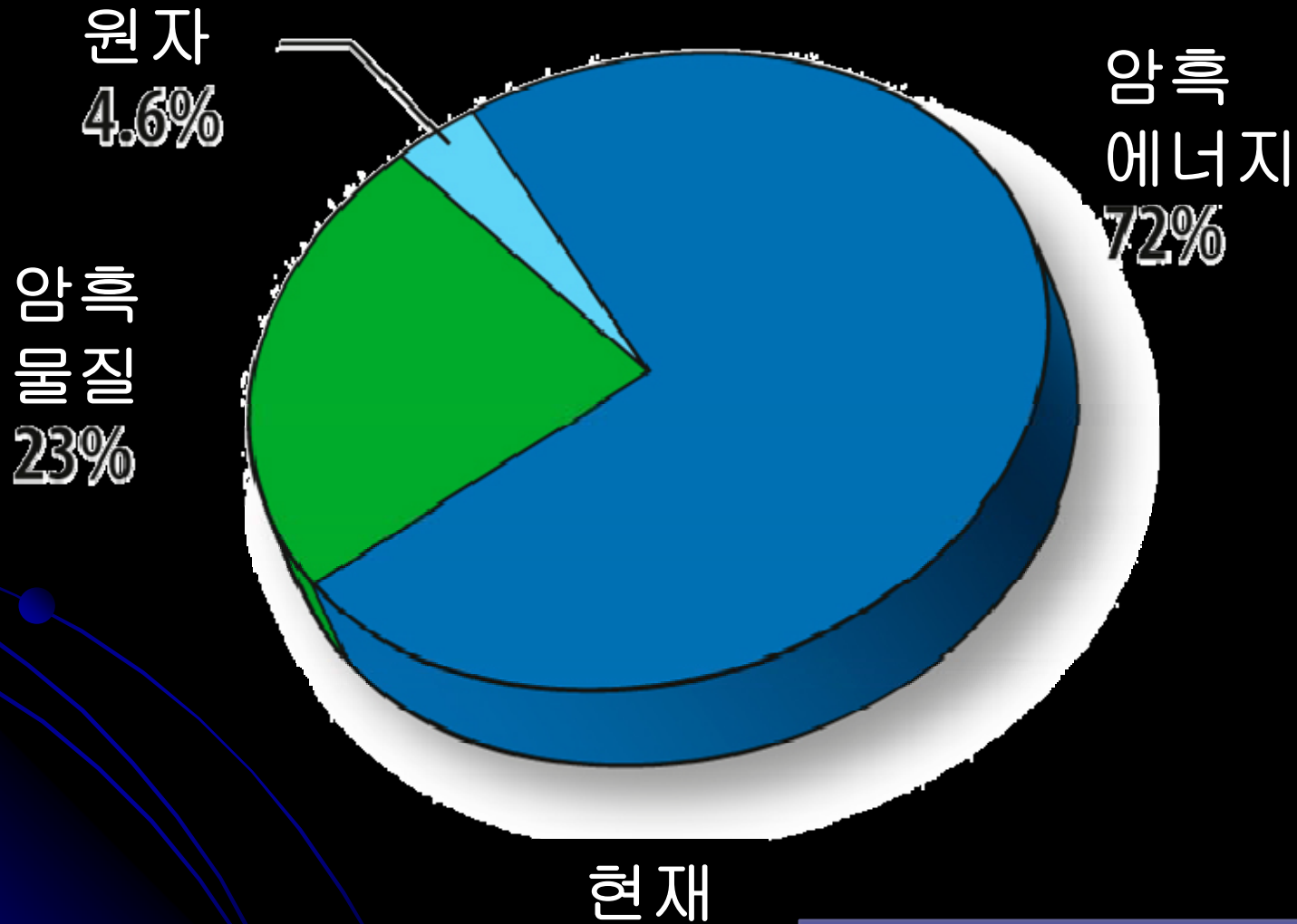
급속 팽창 후 원자 소멸, 일부 입자 남음
 입자, 환상자 양생관, 중성자, 핵자 만듦



Key:

- w, Z:
- q:
- g:
- m:
- n:
- t:

우주의 에너지 분포

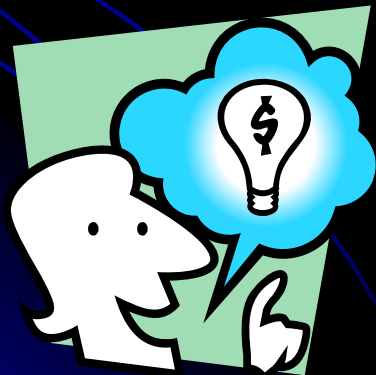
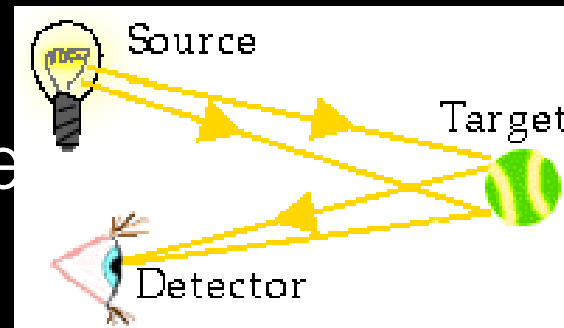


우주의 5%만 이해하고 있다
새로운 현상 있어야 한다

이러한 것들을 어떻게 아느냐? (Testing Theory)

- 예

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



어떻게 관찰하는가?

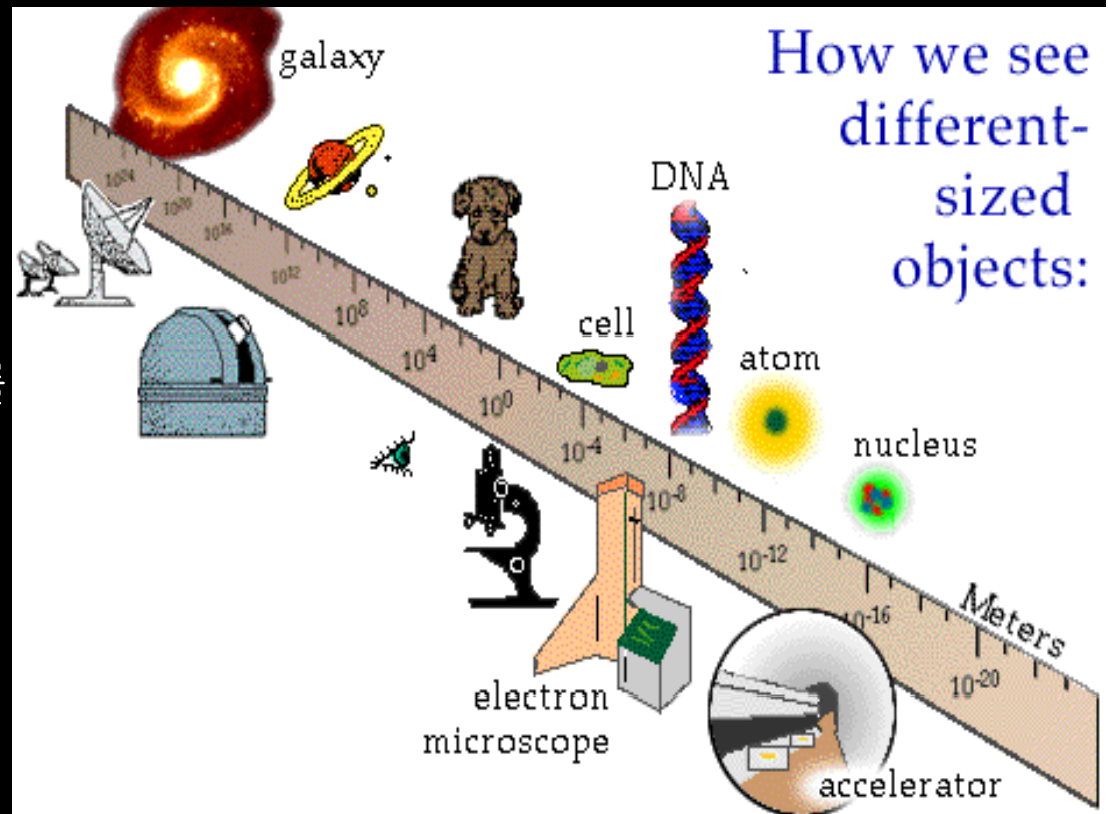
- 고에너지가속기가 필요

- 고에너지는 작은 입자를 관찰할 수 있는 작은 파장을 만들

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

- 고에너지는 무거운 입자를 만들 수 있음

$$E = mc^2$$

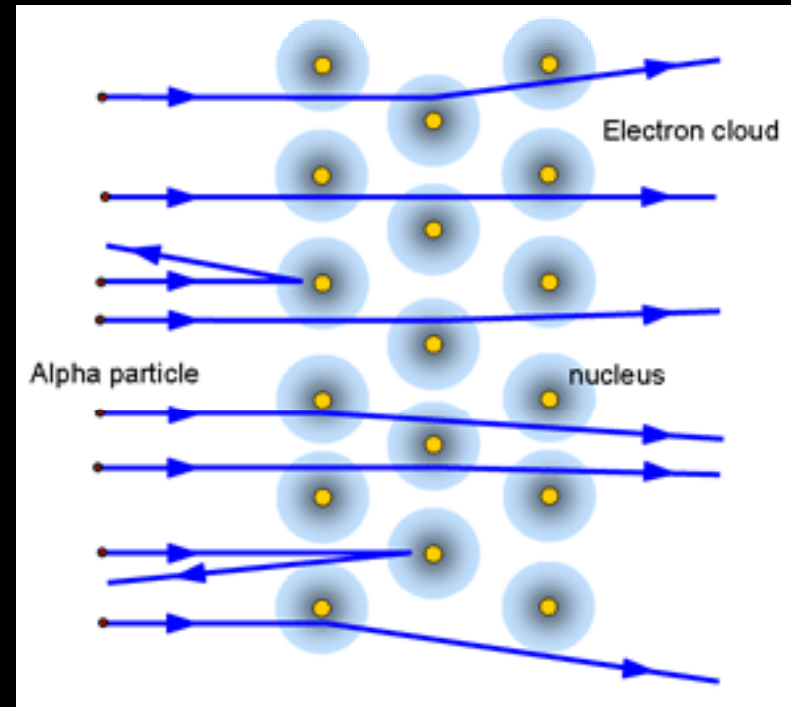


원자보다 작은 세계

- 더 짧은 파장의 빛 또는 물질파
 - 운동량 큰 입자

- 러더포드 산란 실험
 - 알파 입자 - 원자핵 충돌

- 더 큰 에너지로 충돌시키면?



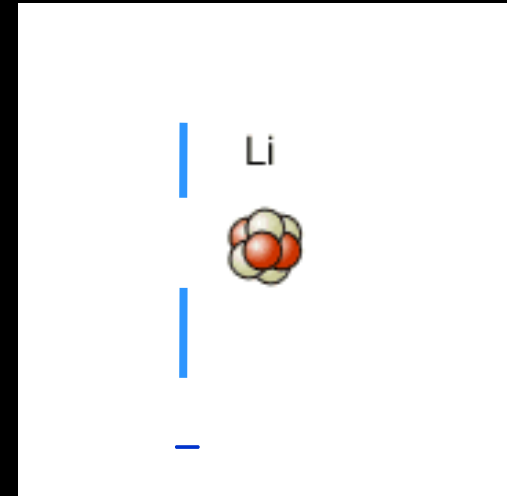
입자 가속기

- 1932년 Cockroft & Walton 최초의 가속기
 - 전하를 가진 입자에 전압을 가해서 가속



양성자(+)를 가속 리튬판을 때림

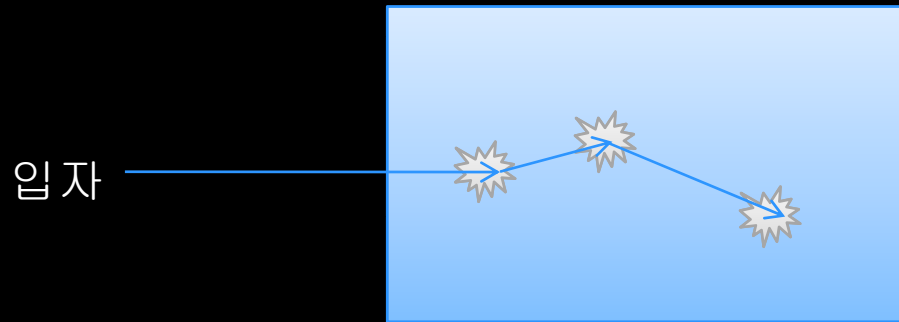
+



800,000 볼트 전압

입자 어떻게 검출하나?

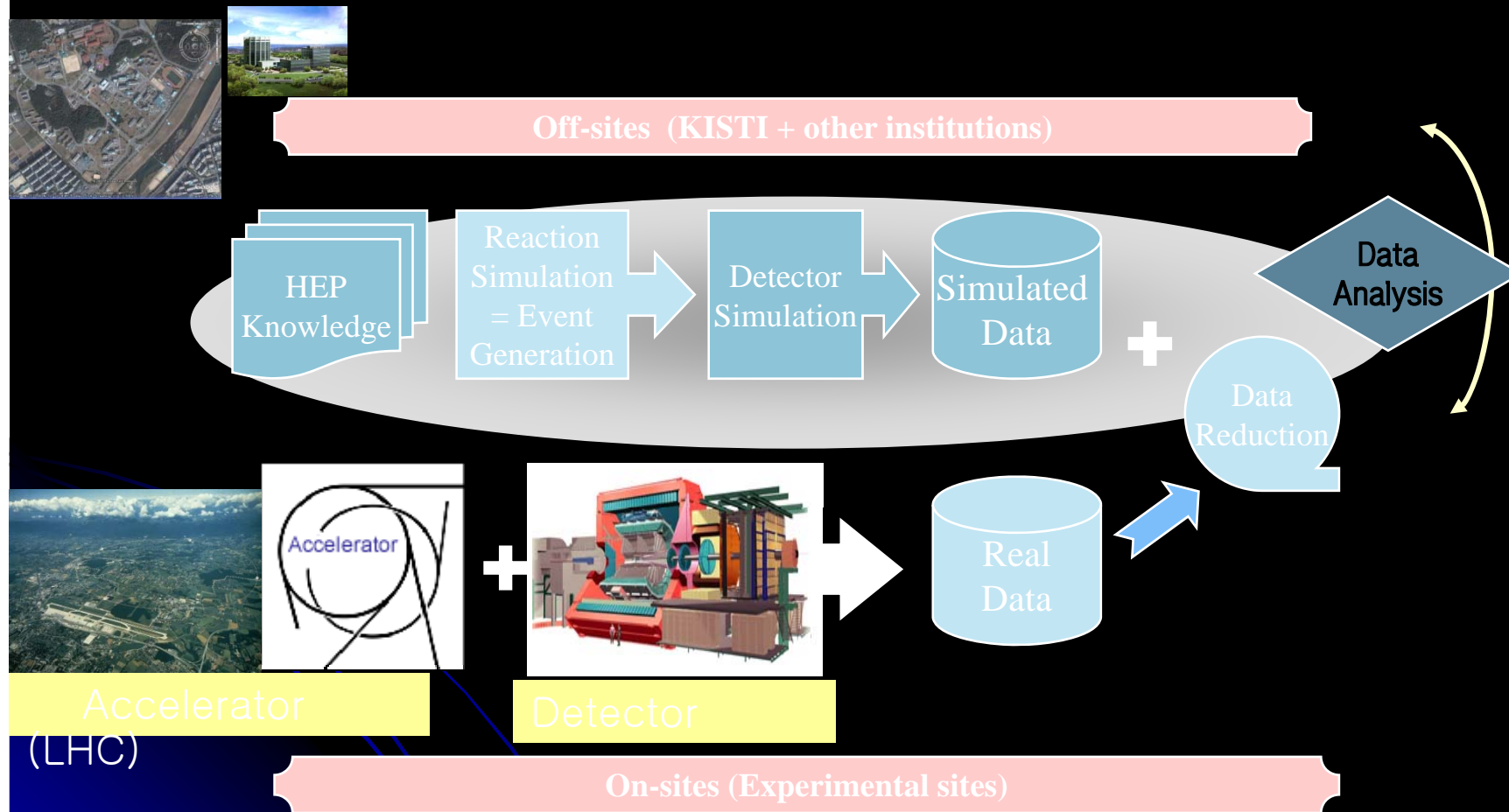
- 입자와 매질 반응



- 운동 에너지 → 이온화 → 빛 (섬광), 온도 변화, 전기 신호

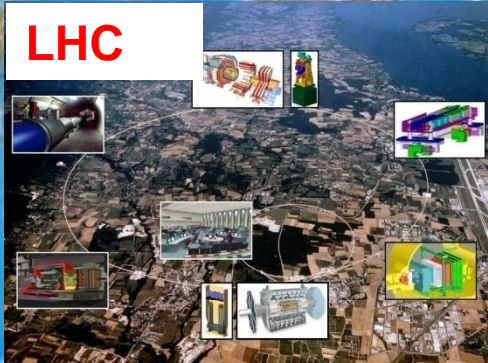
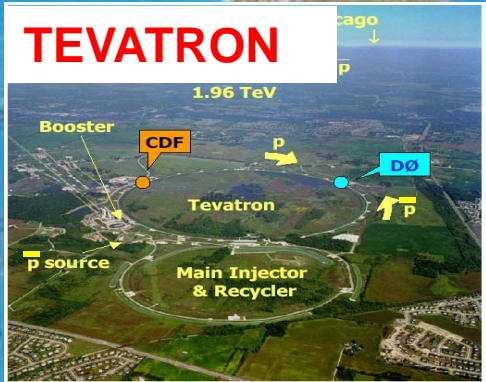
- 입자가 매질을 이온화 → 검출 가능

Typical Research Procedure



AUSTRALIA Independent state
Bermuda Dependency or area of special interest
Isle / group of islands
★ Capital
Scale 1:100,000,000
© 2003 National Geographic Society

World wide Accelerator Laboratory

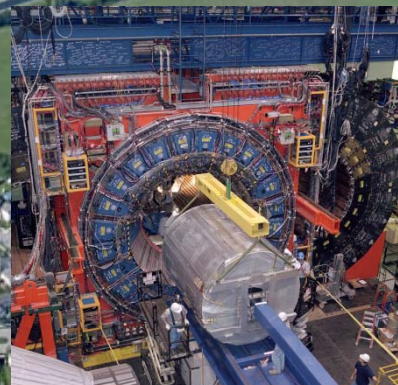


미국 페르미연구소 실험 (Tevatron 가속기) (2001~ 현재)

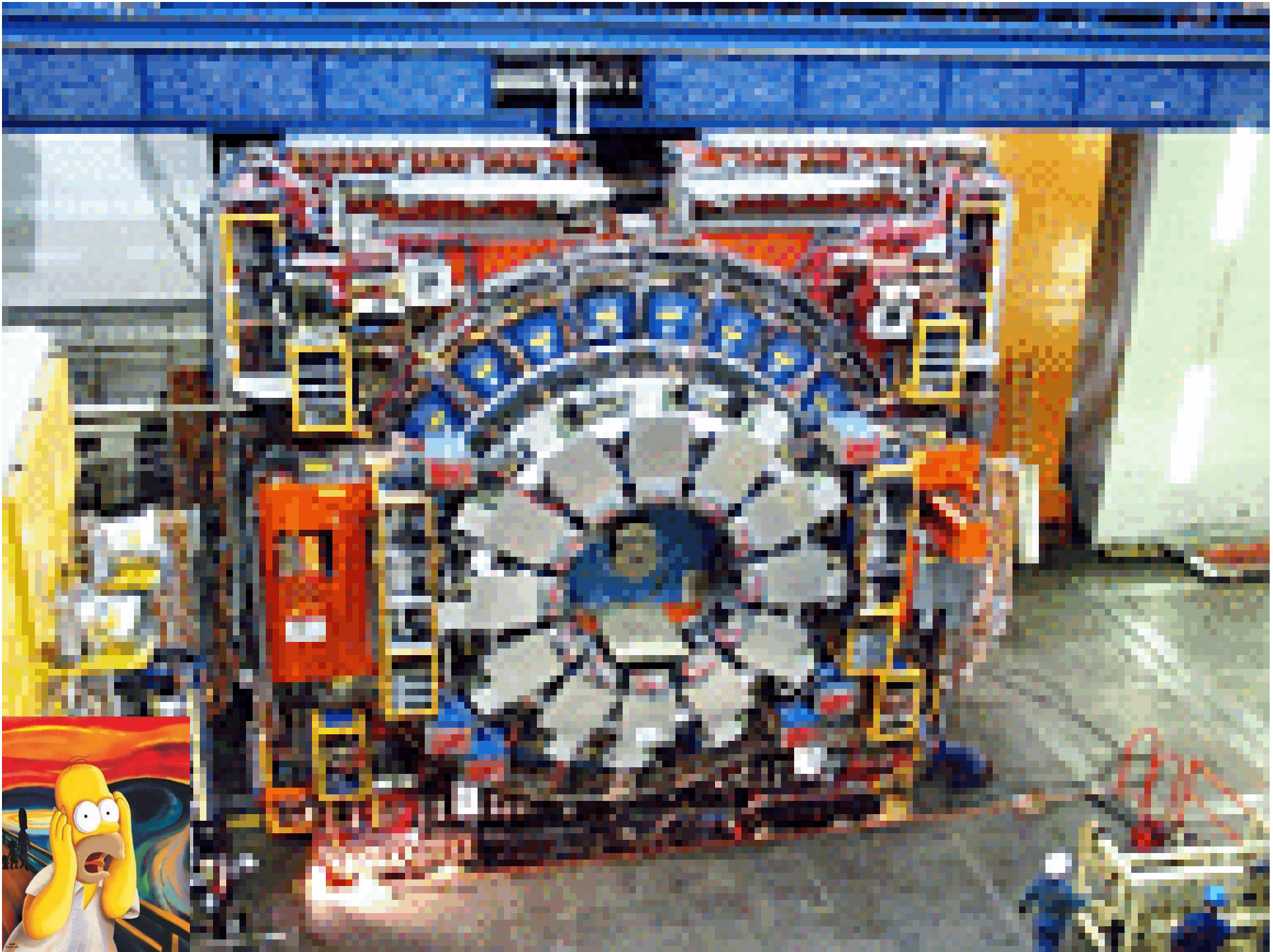
$\sigma(p\bar{p} \rightarrow b\bar{b}) \approx 150 \mu\text{b}$ at 2 TeV ($\sim 15 \text{ kHz!}$)

$\sigma(e\bar{e} \rightarrow b\bar{b}) \approx 7 \text{ nb}$ at Z^0

$\sigma(e\bar{e} \rightarrow B\bar{B}) \approx 1 \text{ nb}$ at $Y(4S)$



Heavier B => Full Service of B factory



테바트론 가속기와 CDF 검출기

입자

에너지



반입자

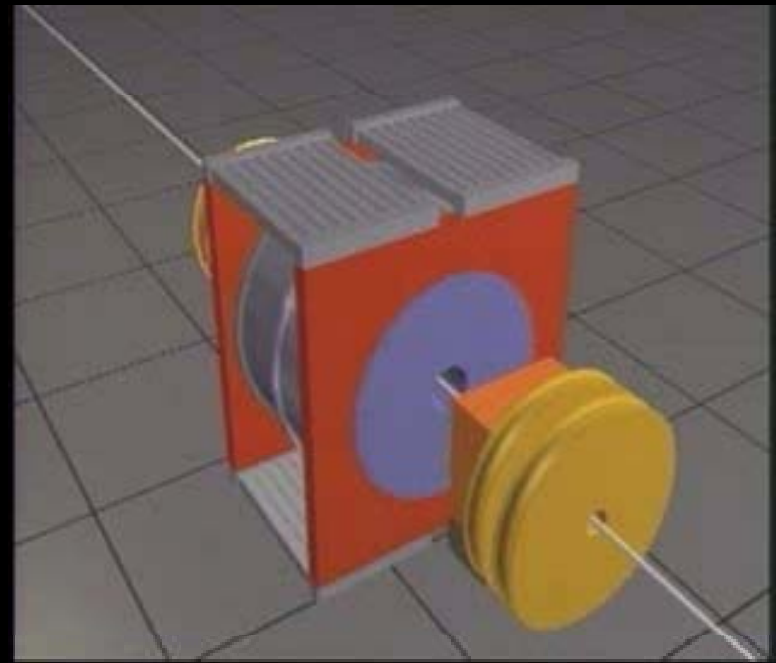
에너지



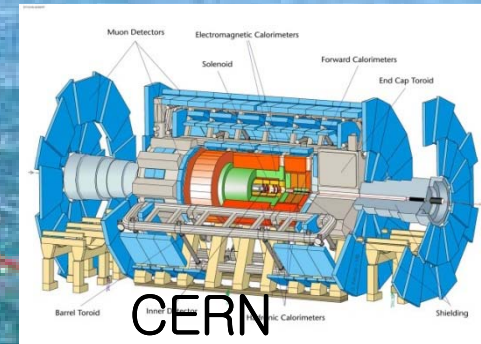
테바트론 가속기 안



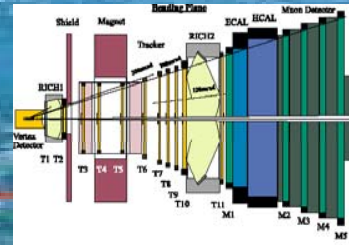
검출기 모형도



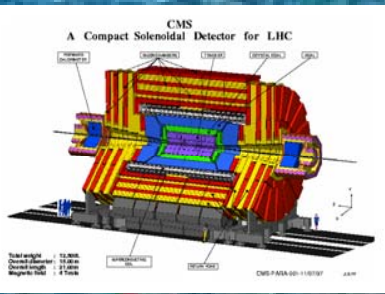
유럽 입자물리공동연구소 거대 강입자 가속기 => 빅뱅 머신



ATLAS

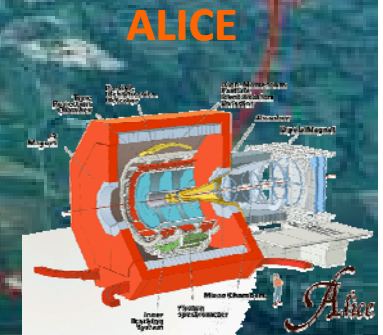


LHCb



CMS

	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}



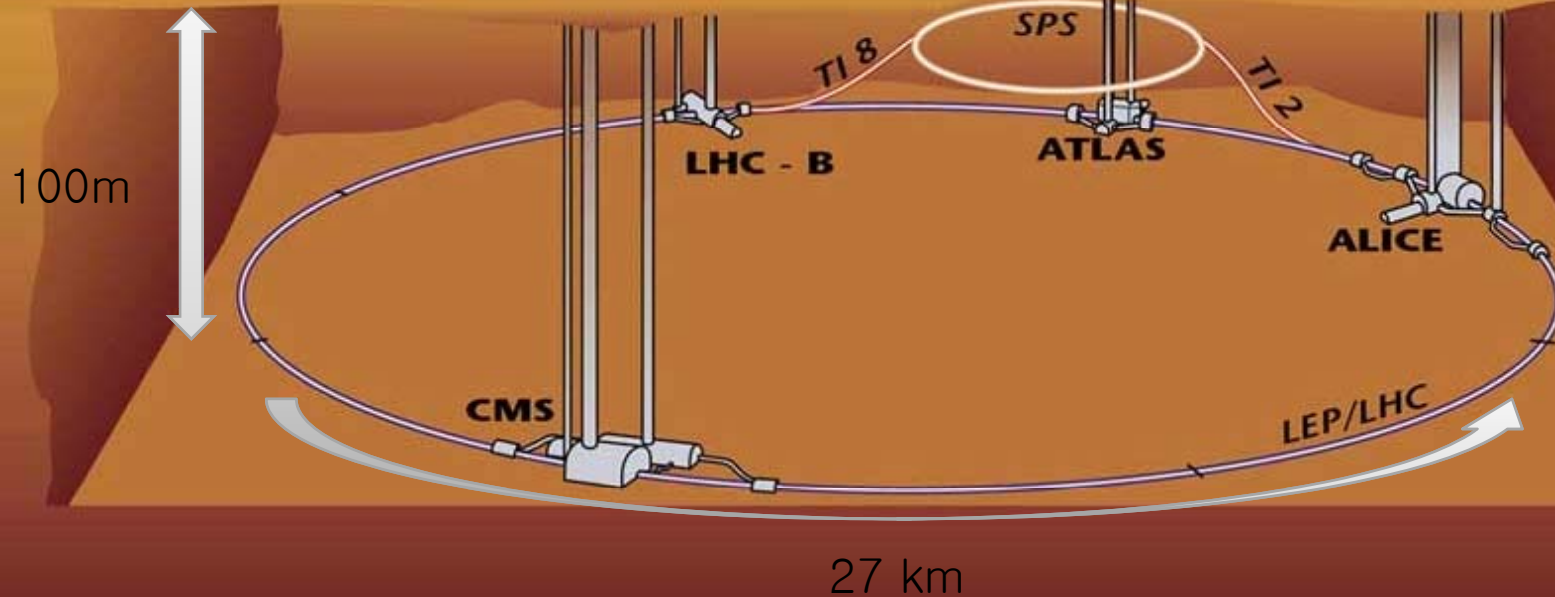
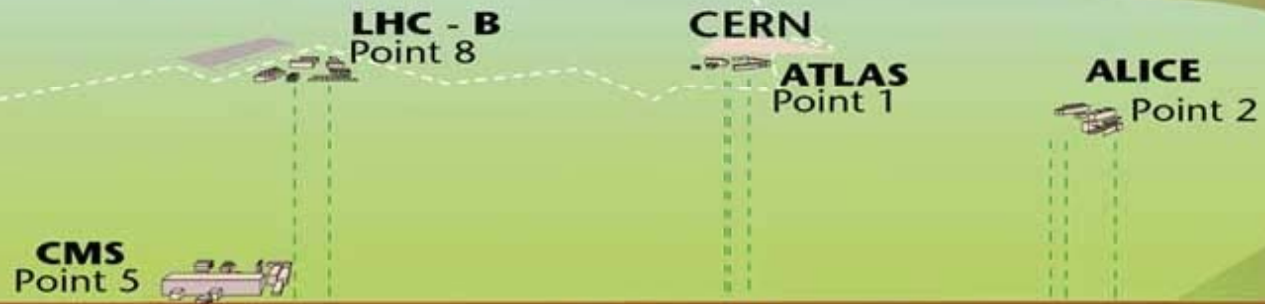
ALICE

LHC at CERN



Large Hadron Collider 거대 강입자 가속기

스위스, 제네바

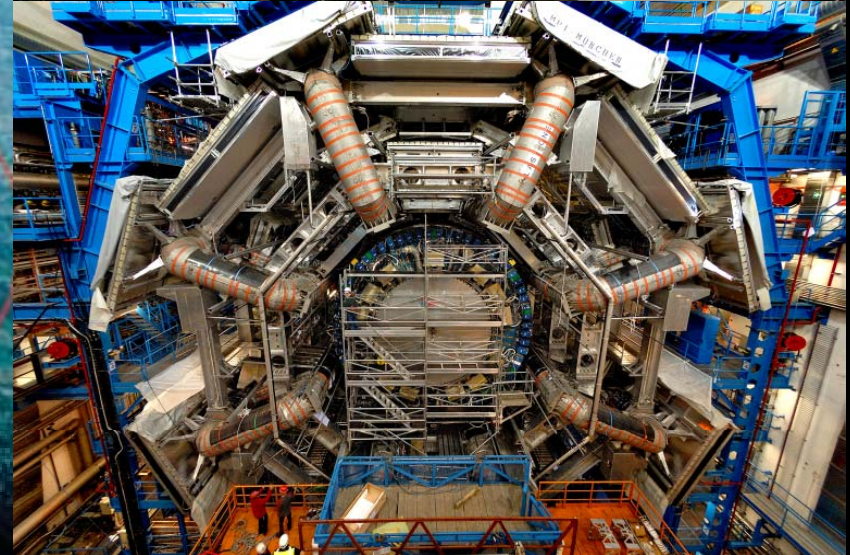


CERN : 유럽 가속기 연구소

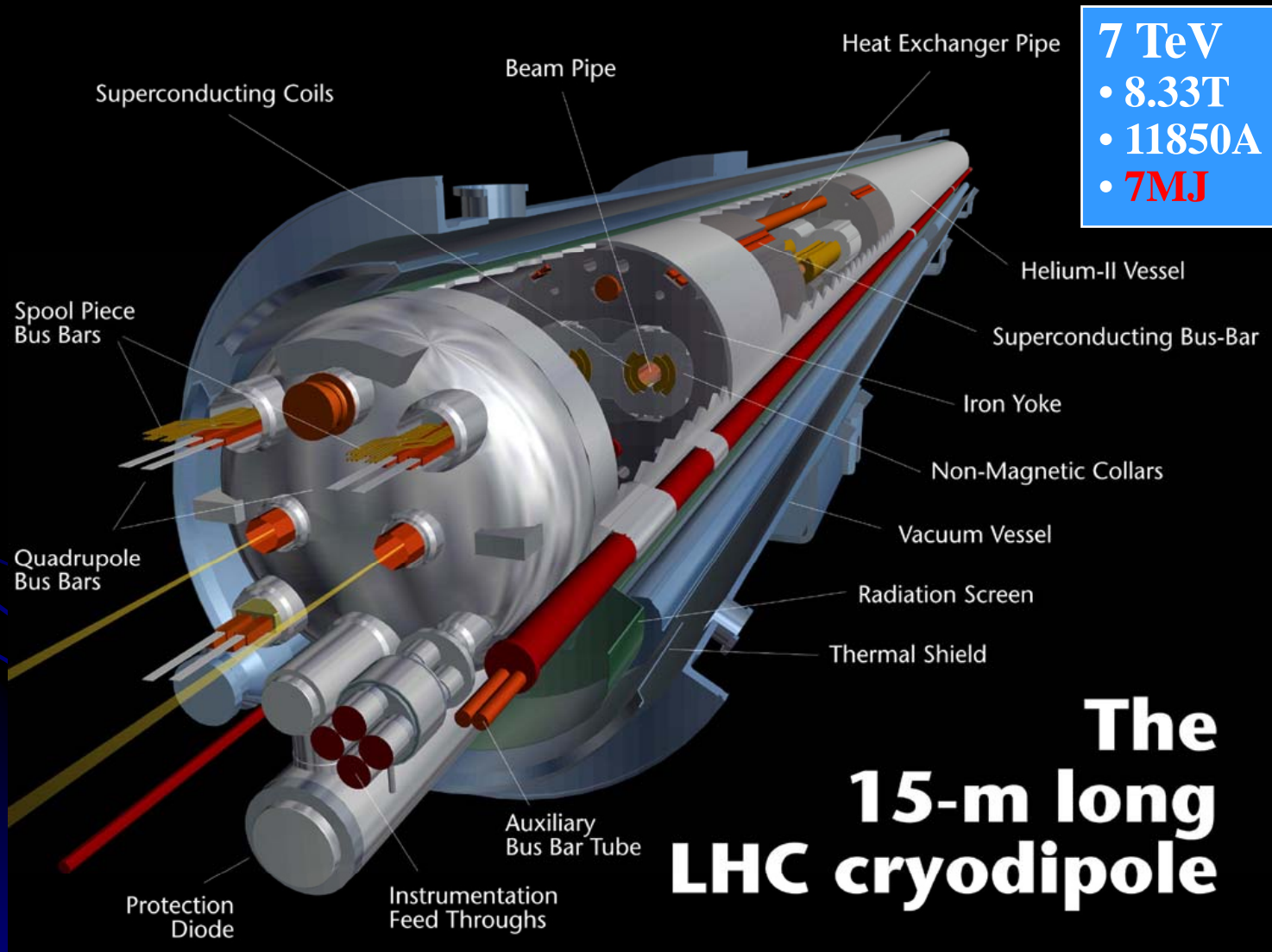
LHC : Large Hadron Collider

High-Energy Physics

Birthplace of the World Wide Web



LHC 가속기 => 빅뱅 머신



LHC is Super!

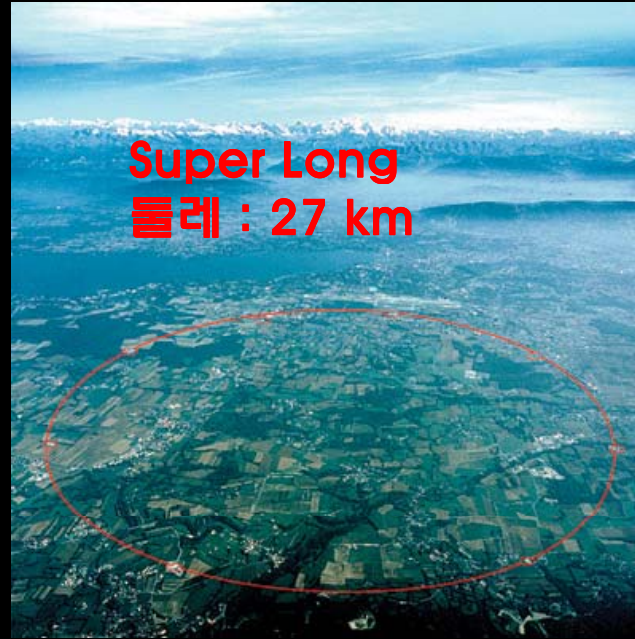
Super Fast
입자들 광속으로
초당 만천 번 회전

Super Energy
1.5 톤 자동차
시속 2만 5천 km



Super Magnetic
지구자기장 20 만 배

Super Cold
영하 섭씨 280 도



Super Long
둘레 : 27 km

Super Collaboration
7000 명 85 개 국가

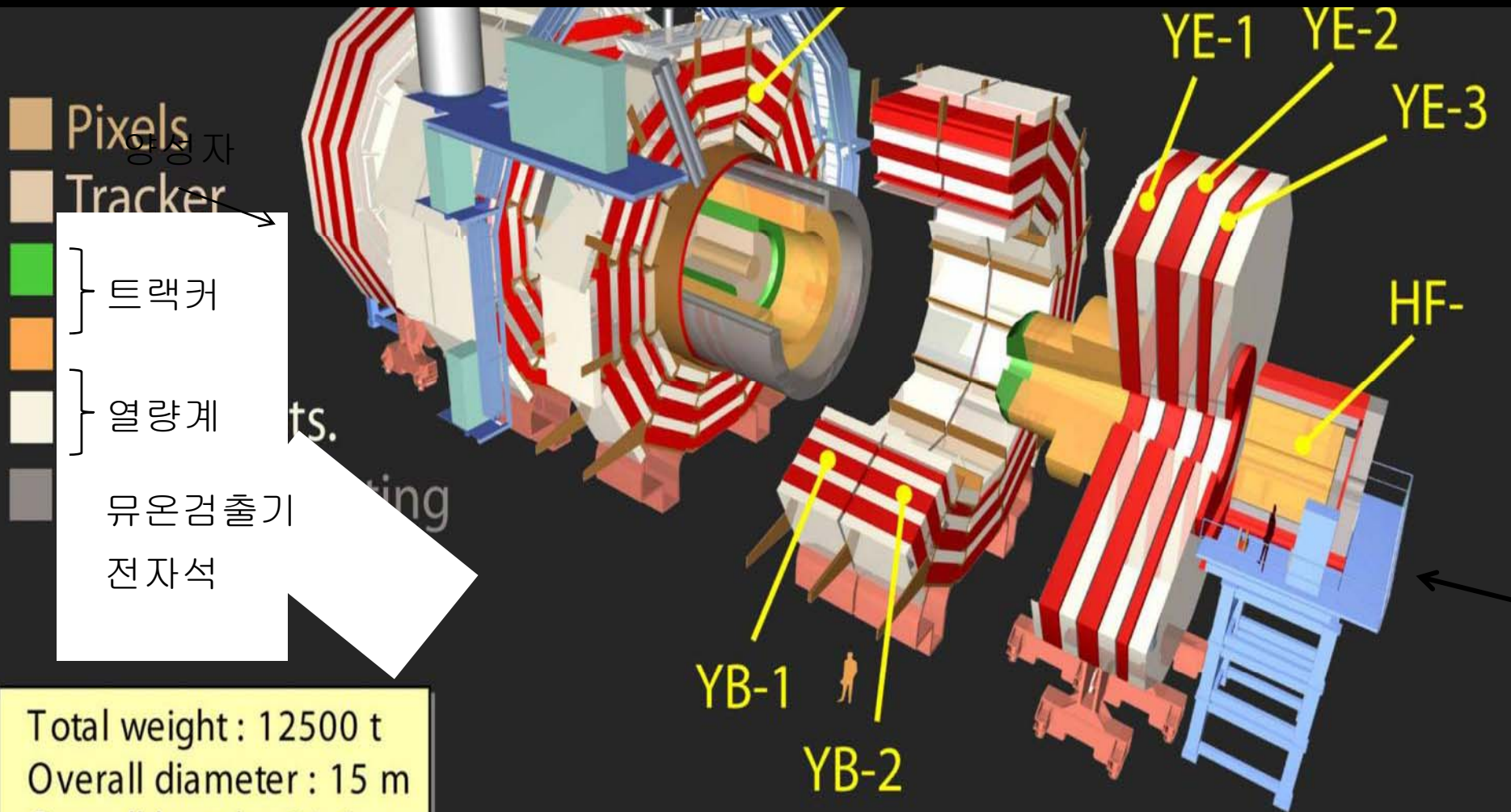


Super Large
ATLAS Detector
Notre Dame 성당 크기



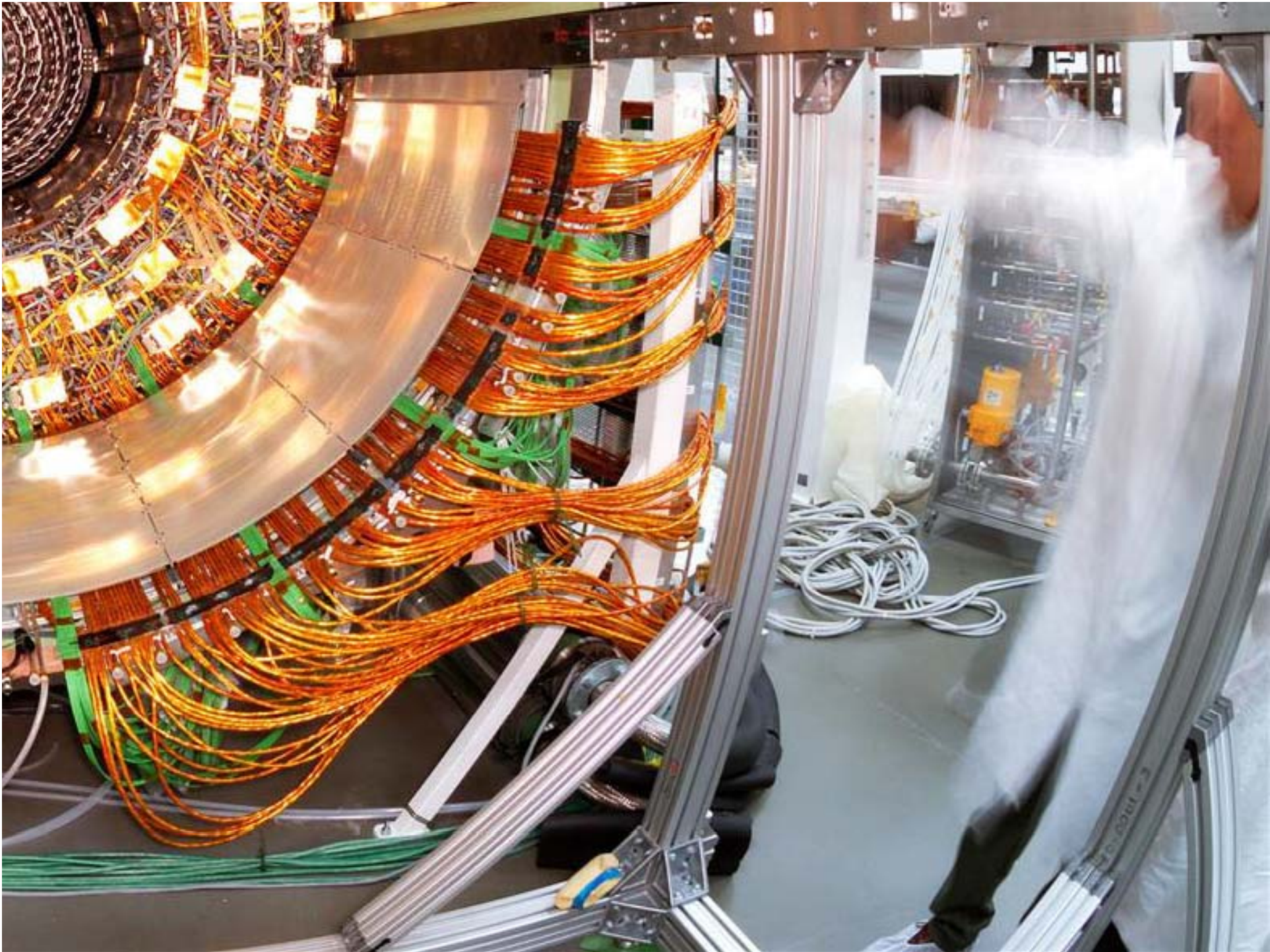
Super Heavy
CMS Detector
대형 항공기 40 대의
무게 : 12,500 톤

Compact Muon Solenoid 검출기



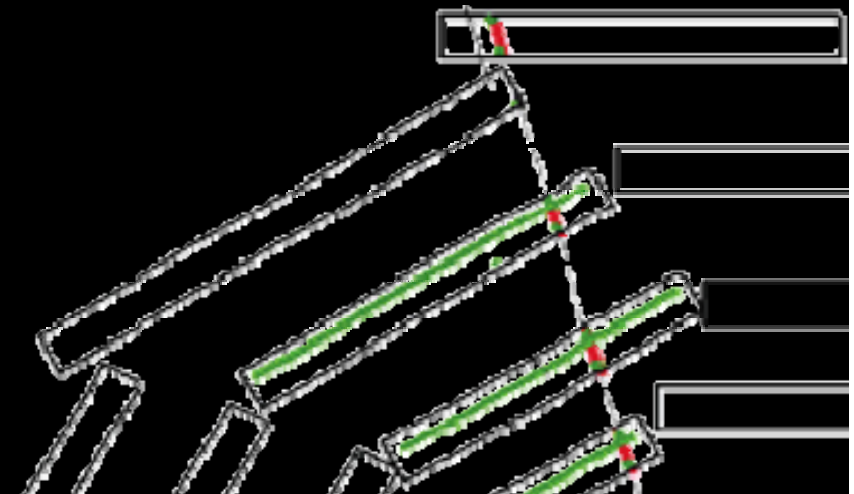
- 상징자
- Tracker
- 트랙커
- 열량계
- 뮤온검출기
- 전자석

Total weight : 12500 t
 Overall diameter : 15 m
 Overall length : 21.6 m
 Magnetic field : 4 Tesla

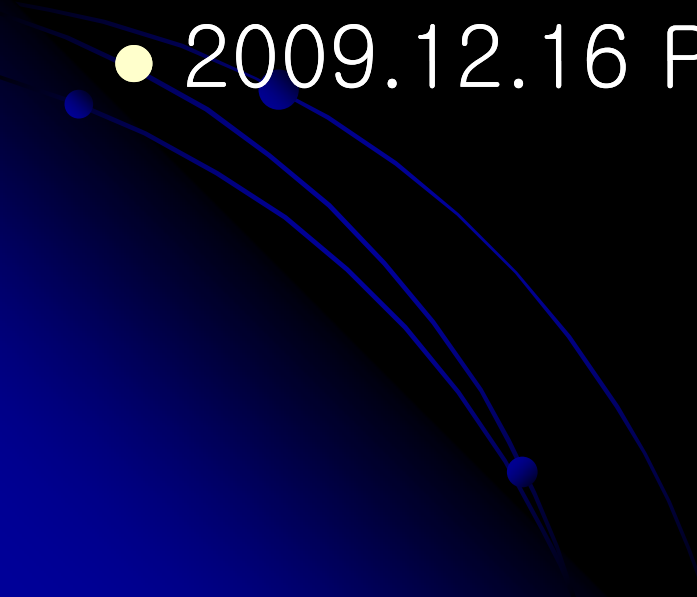


우주선 데이터

- 2008.7.21 기록
- 우주선 (Cosmic Ray)
 - 상공에서 생긴 뮤온 입자 검출기 통과
 - 빔이 없을 때 이러한 사건을 수집, 검출기 이해



History

- 2008.9.10 First circulating beams
 - 2008.9.19 Large helium leak
 - 2009.11.23 First collision at 900 GeV
 - 2009.12.6 Physics events at 900 GeV
 - 2009.12.16 Physics events at 2.36 TeV
- 

어떻게 새로운 입자를 발견하나?

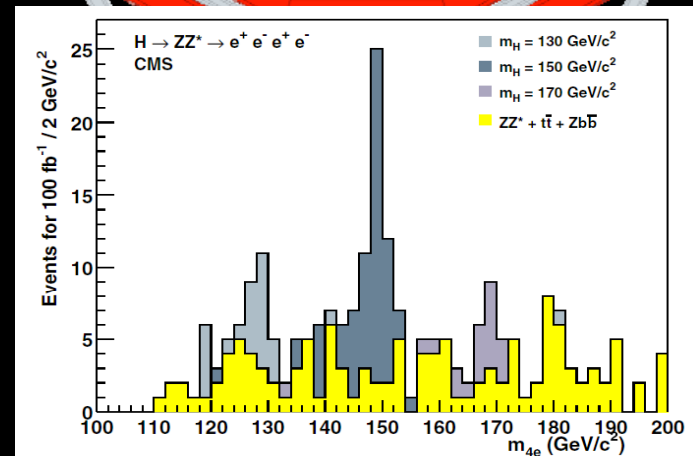
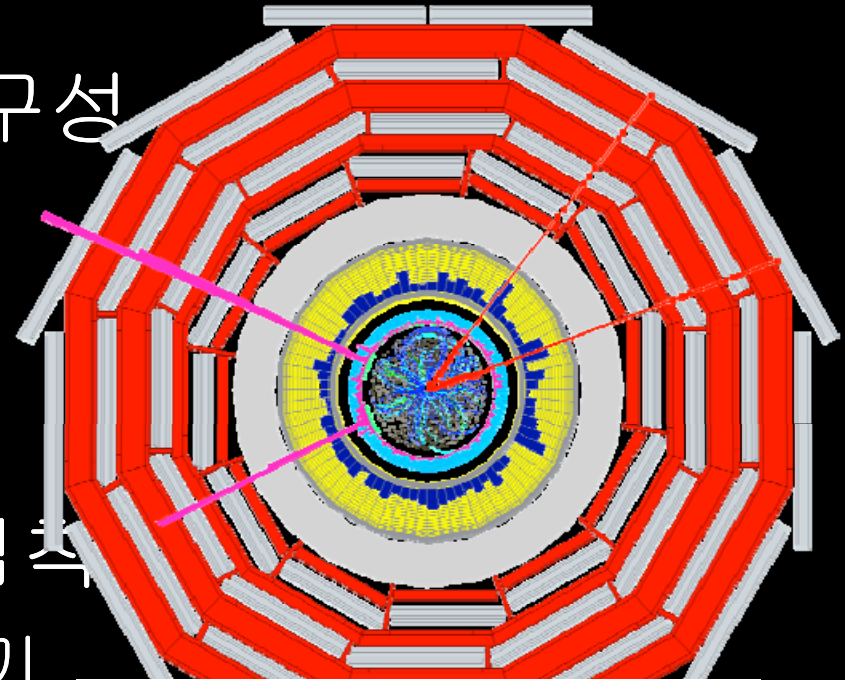
- 검출기 신호로부터 재구성

- 입자의 종류
- 입자의 에너지

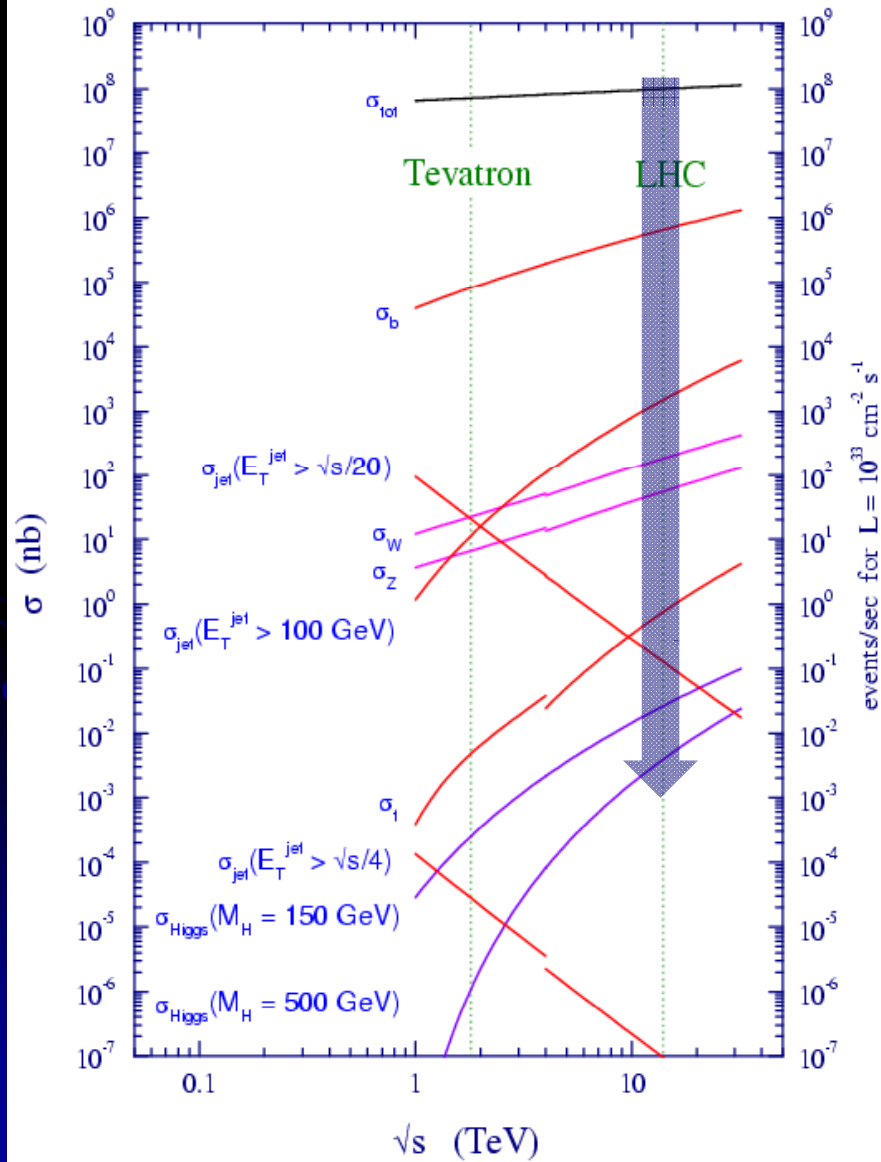
- 에너지, 운동량 보존 법칙

- 특정한 질량의 입자 찾기

- 많은 데이터 수집

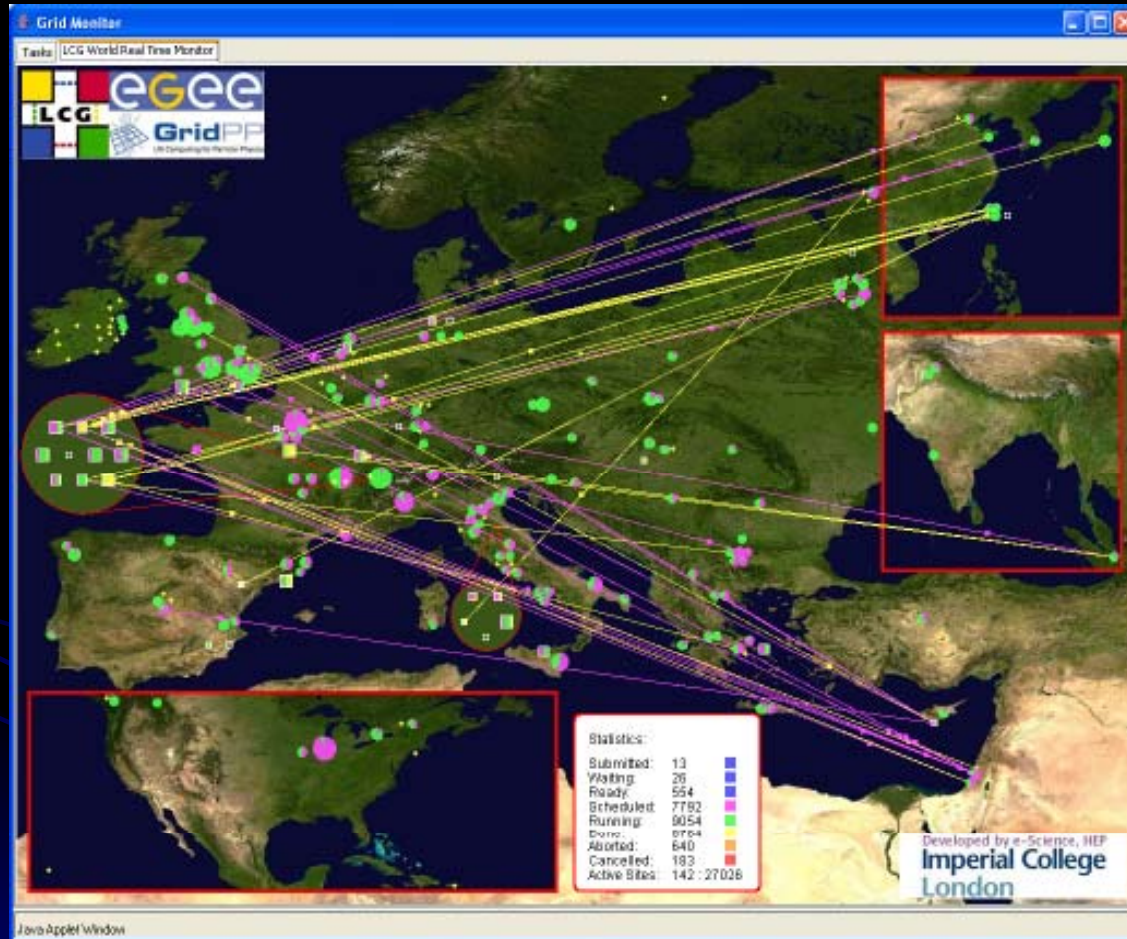


확률 게임

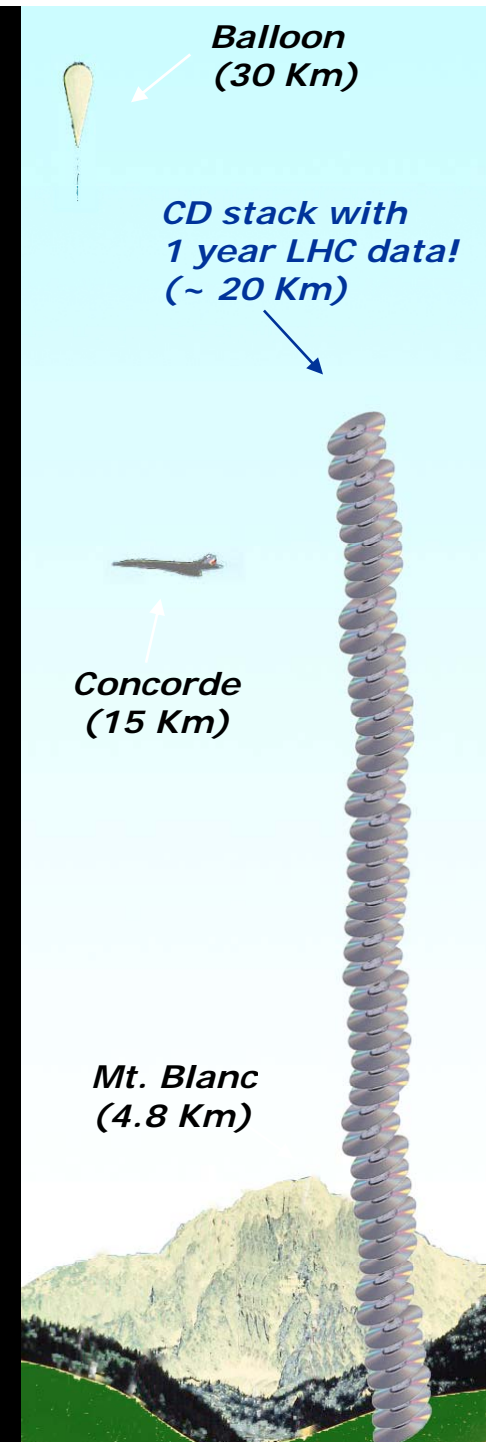


- Higgs 입자 발견 - 동전 34개 던져 모두 앞면이 나올때 까지

Super 실험데이터 from LHC

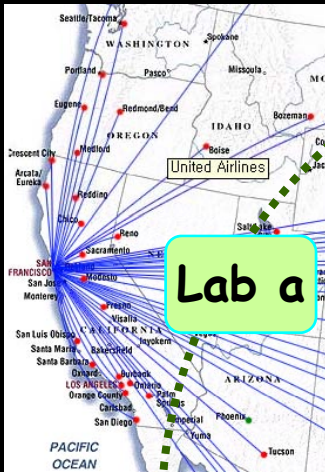


연간 10 **Peta** Byte \Rightarrow CD 1억 2천 만장
전세계 Data Center에 **분산저장**

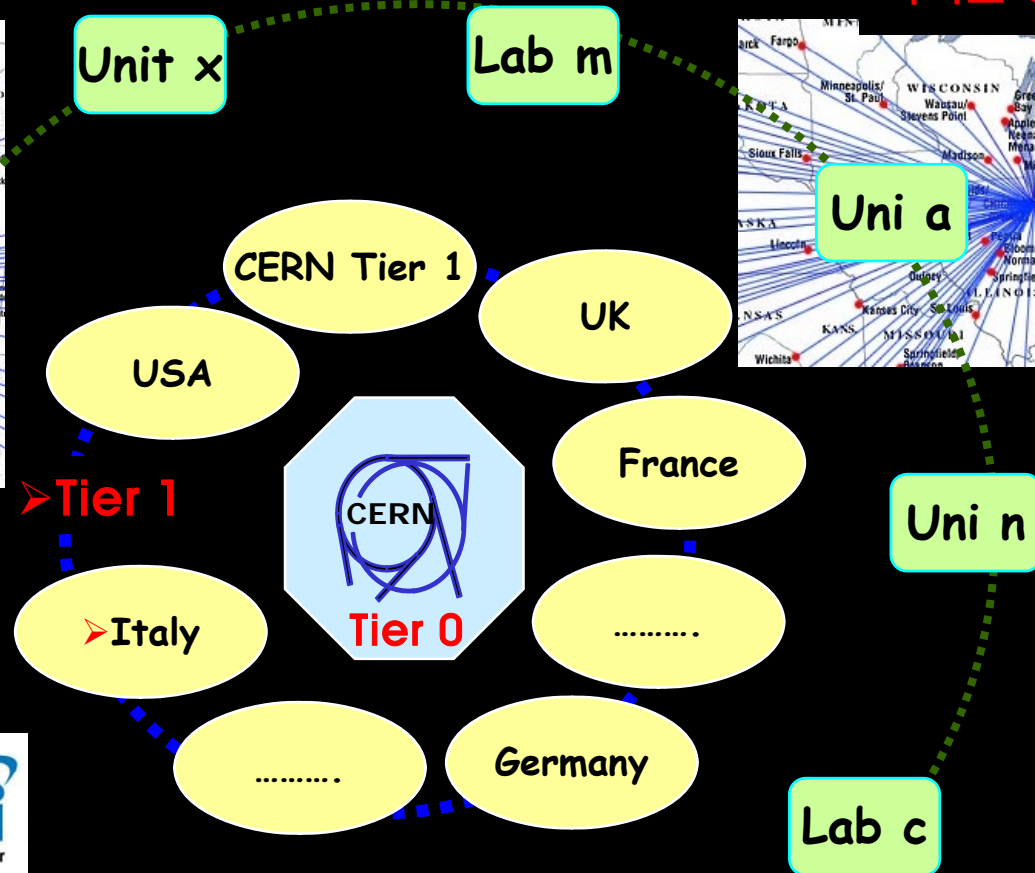
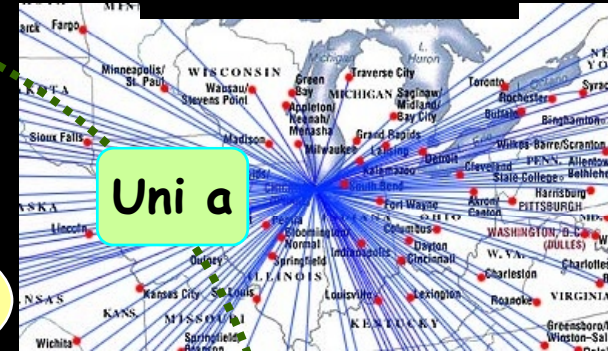


LHC Data Center의 계층적 구조

San Francisco

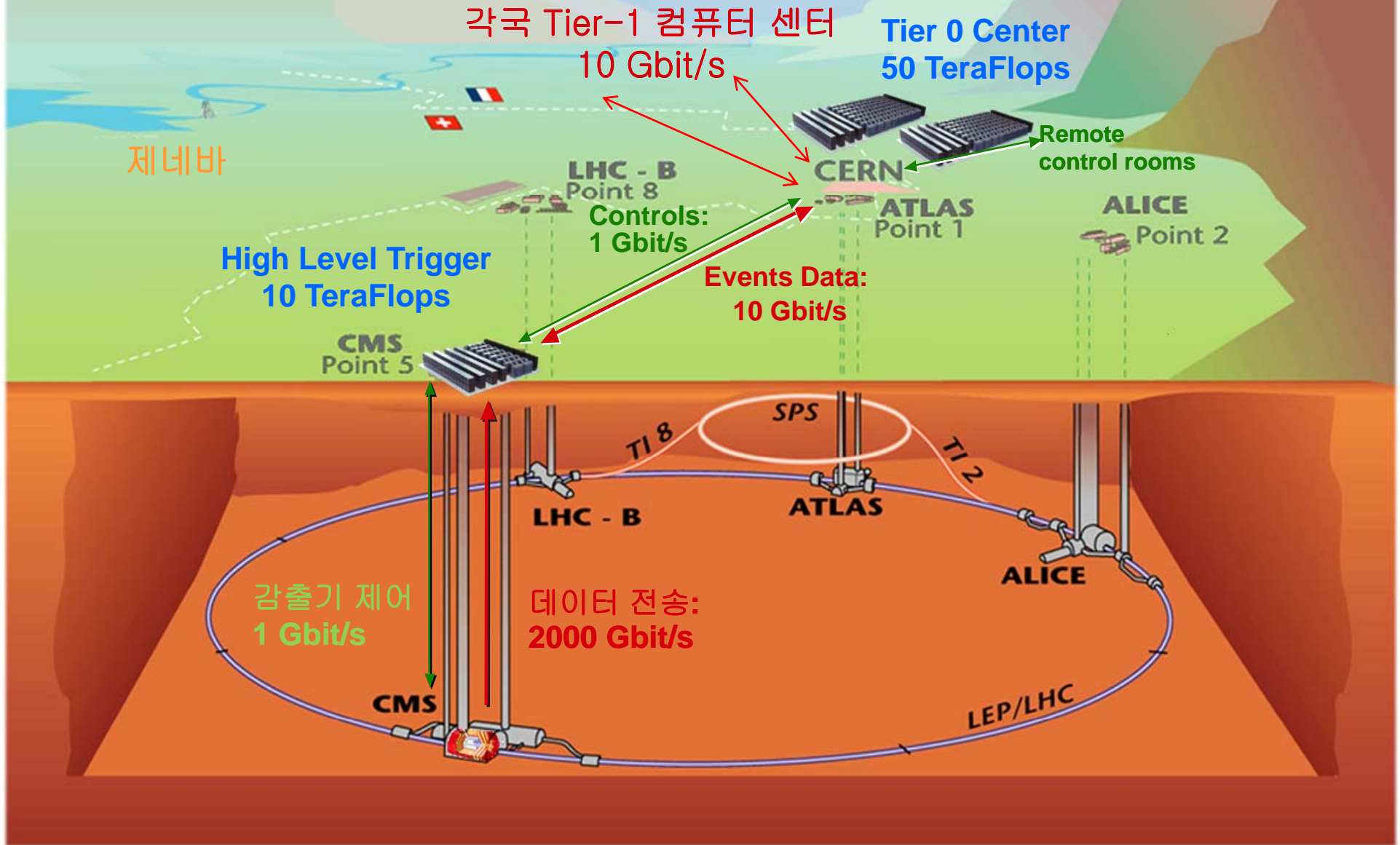


시카고 O'Hare



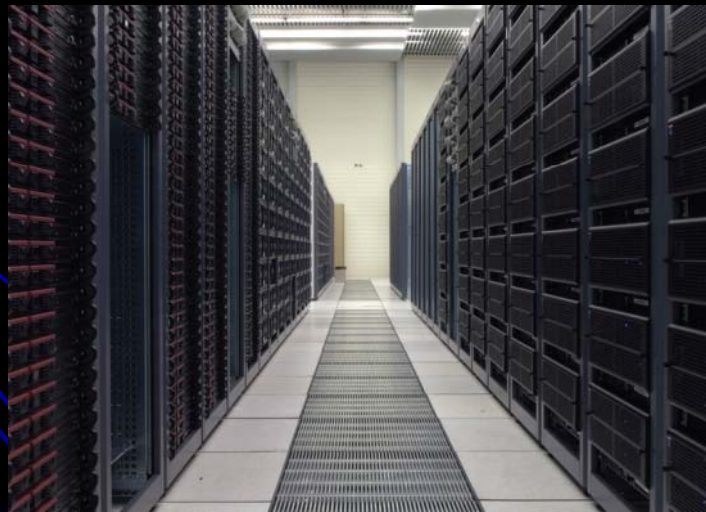
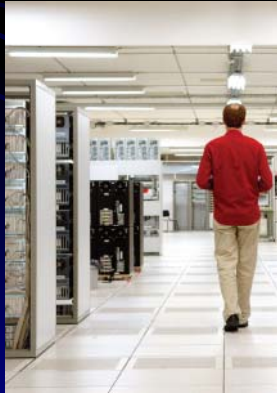
Data Center => Grid & 계층적 구조(Tier)

데이터 흐름도



Tier-0 Center @ CERN

자원	용량
CPU	30000 개
하드디스크	5,000,000 GB
대용량 테이프	16,000,000 GB



그리드(GRID)로 데이터 처리

- 전세계에 인터넷에 물려있는 PC 10만대를 연결

- 방대한 데이터를 저장, 전송, 분석문제 나눠서
사용자 처리 저장 장치

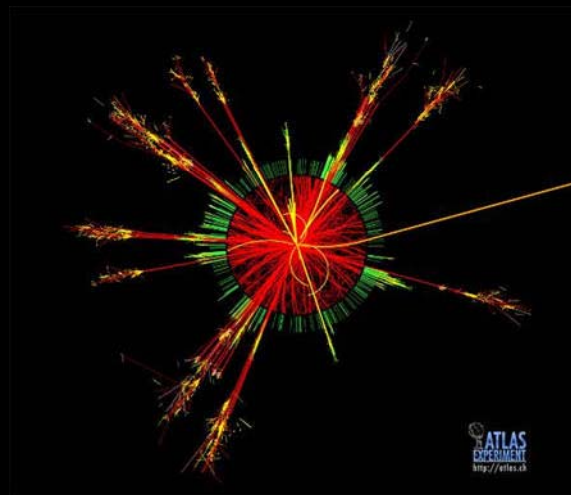


PC 클러스터

초당 $O(1)$ 개~1년에 $O(100)$ 개 정도 만들어 질 수 있다.

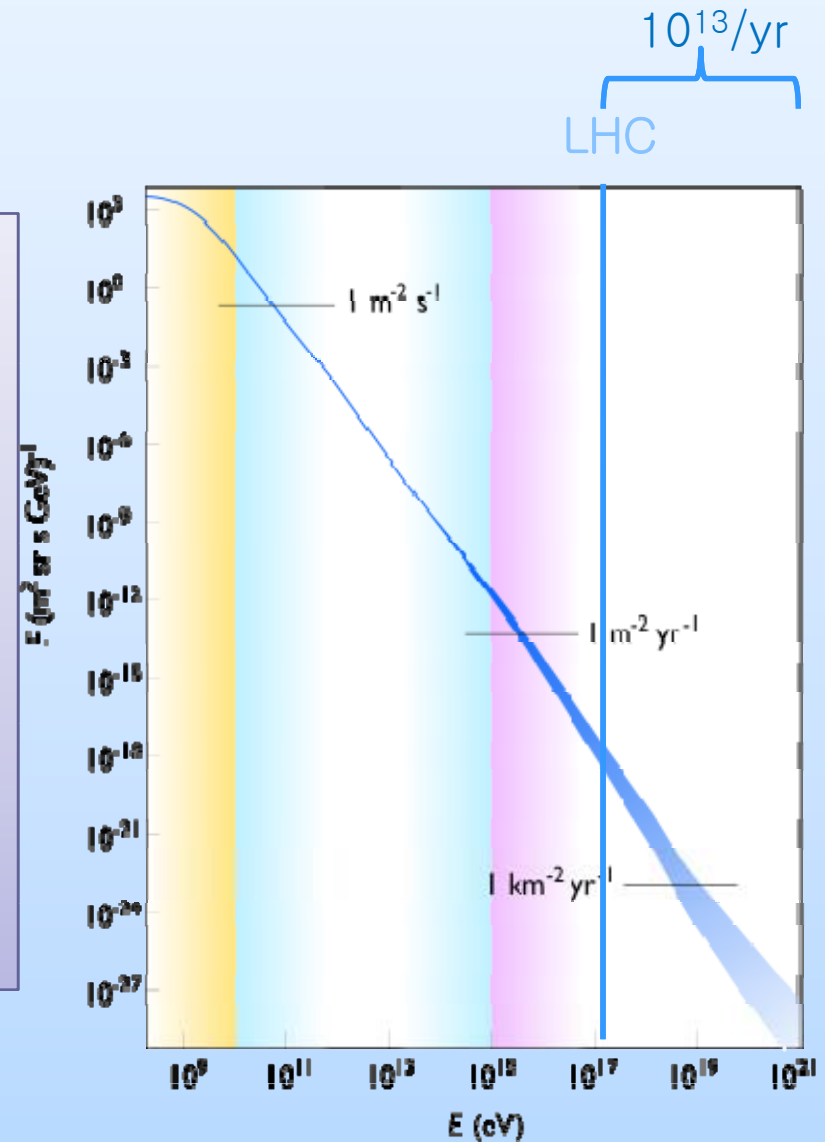
호킹 복사를 통해 순식간에 붕괴, 소멸한다.

소멸 당시 내놓은 '신호'를 통해 블랙홀에 숨겨진 물리학 탐구가 가능하다.



블랙홀 괴담

- LHC에서 블랙홀이 생성되어 지구를 삼킨다는 이야기가 널리 유행하고 있다.
- 이는 물리학적으로 전혀 가능하지 않다.
- 미니 블랙홀은 10^{-27} 초 이내에 소멸하기 때문이다.
- 실제로 우주선입자에 의한 10 TeV 이상 에너지 입자충돌은 지금도 수없이 발생하고 있다.
- 지난 45억년 지구는 안전했다. 우리가 여기 앉아 있다는 사실이 안전성을 보장한다.



꿈을 찾아서 ...


- 세상은 무엇으로 만들어졌는가?

그리고



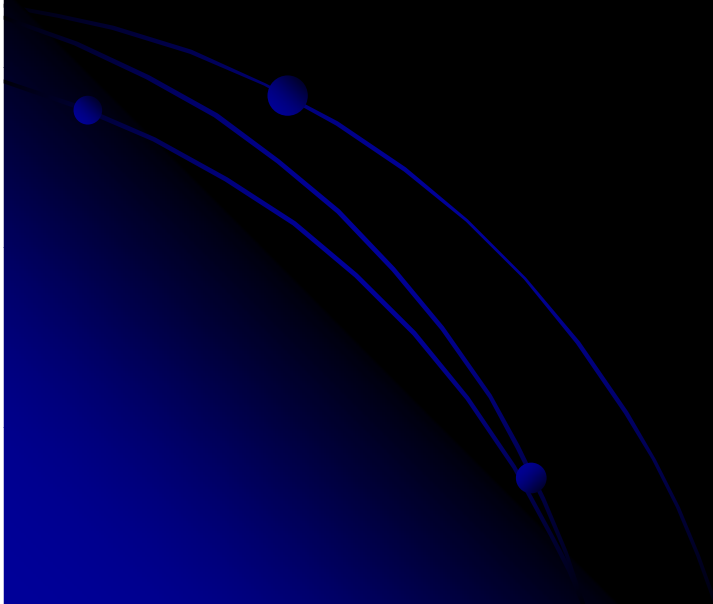
- 그리고 그 사이 상호작용은 무엇인가?

=> 오늘도 거대한 실험은 계속 진행되고 있다.



제작. 미국 페르미연구소
고물사 (고에너지물리를 사랑하는 사람들)

감사합니다.



Acknowledgement

- 한보영박사
- 최수용교수
- 박성찬박사
- 조일성박사 등 등

