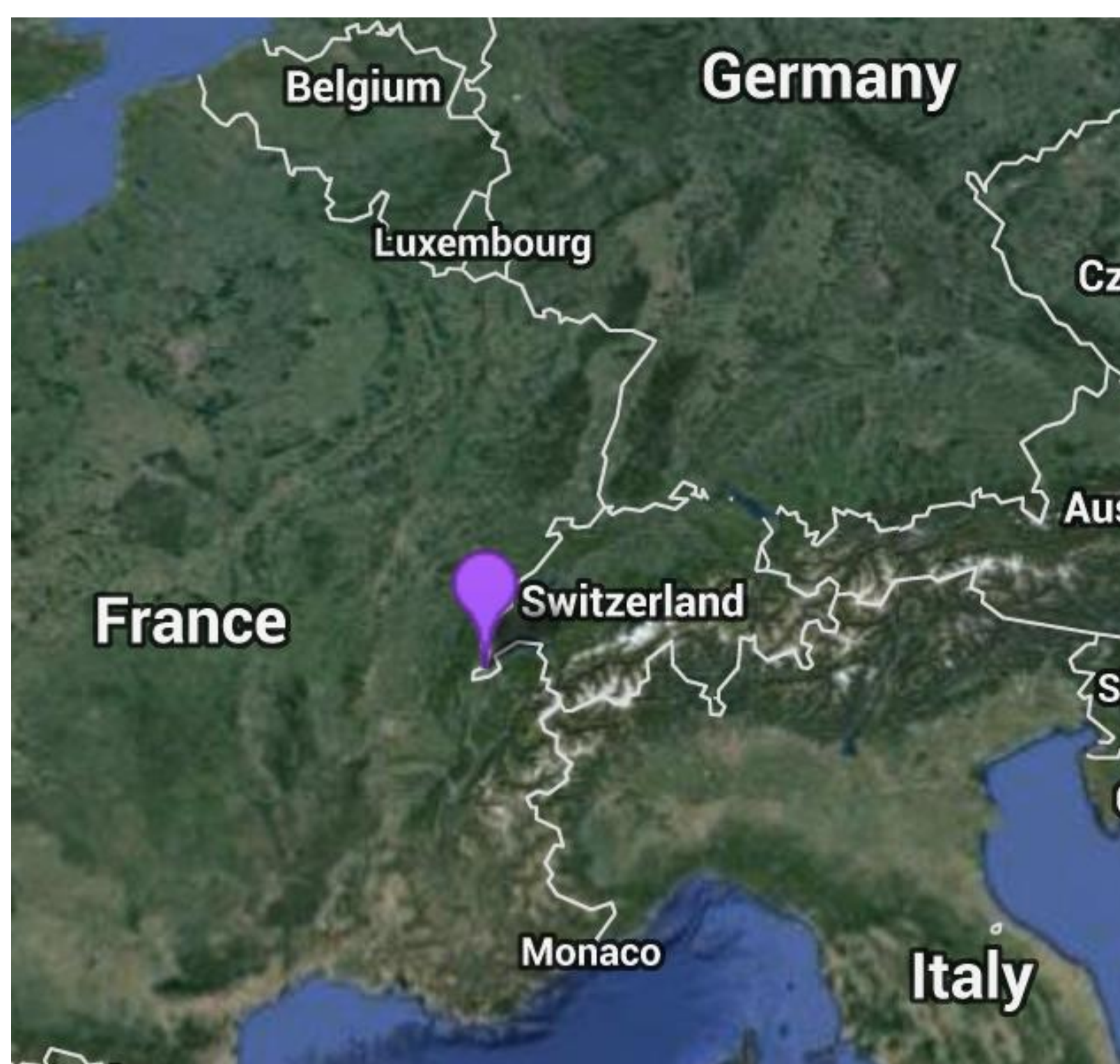


# 핵물리연구실

## CMS experiment @ LHC, CERN



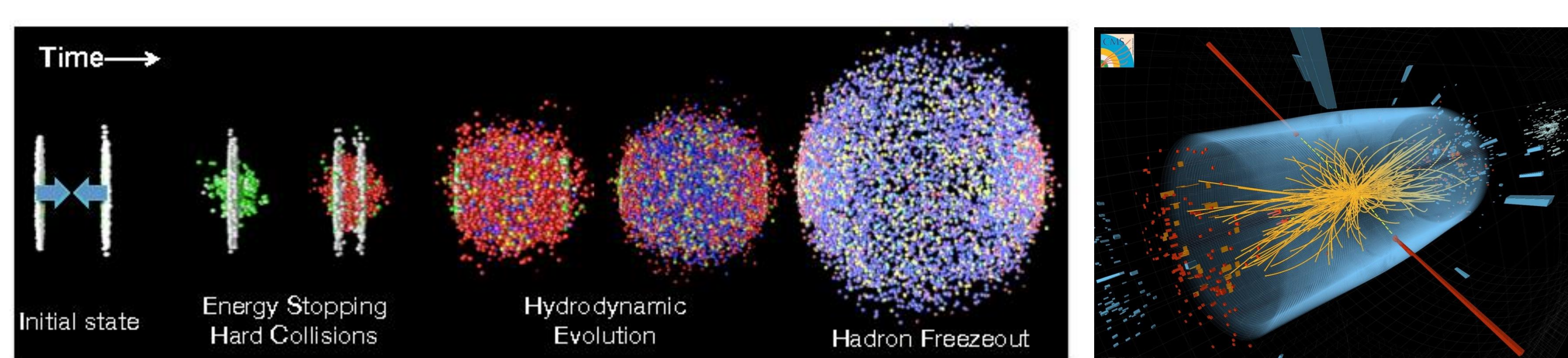
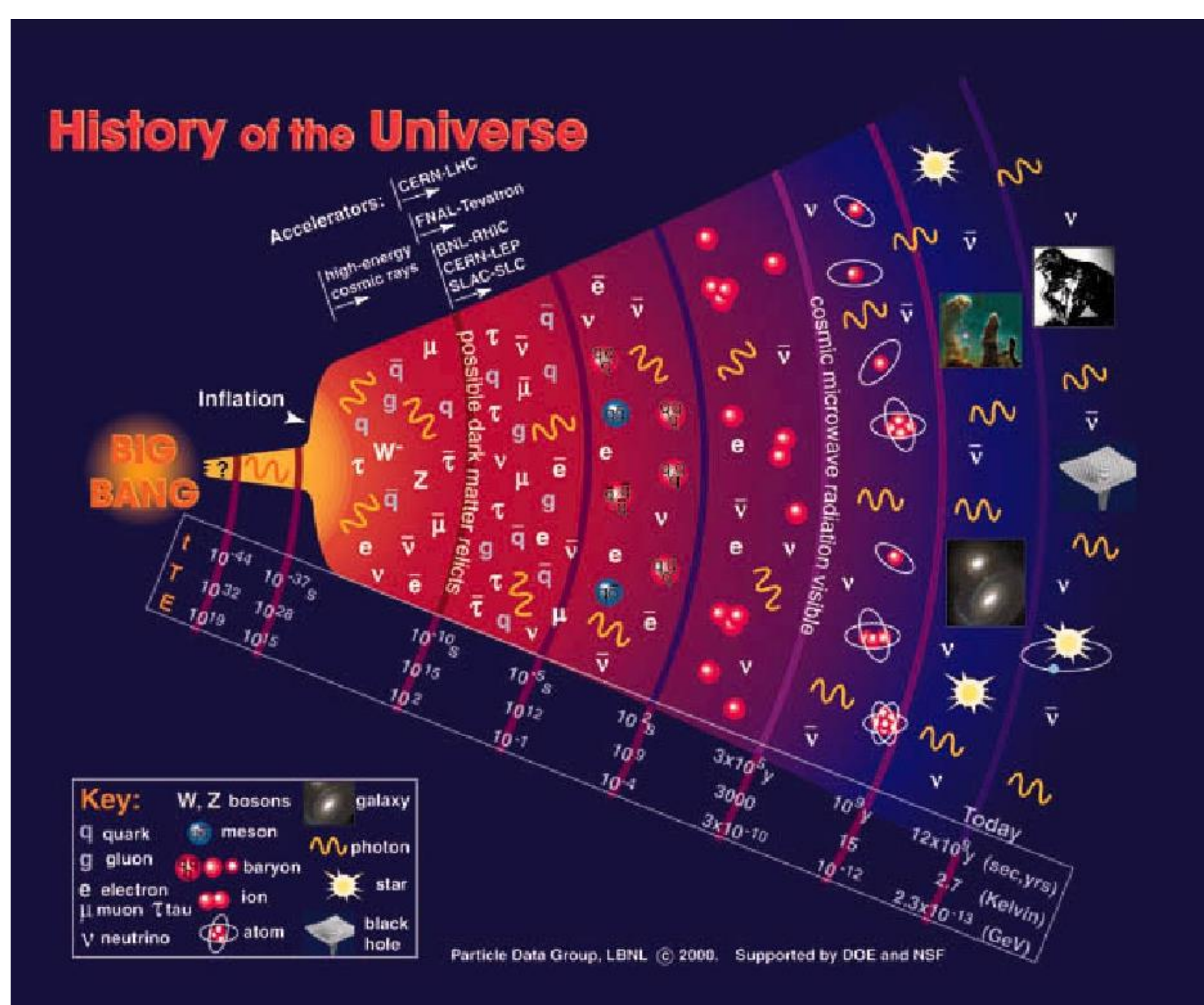
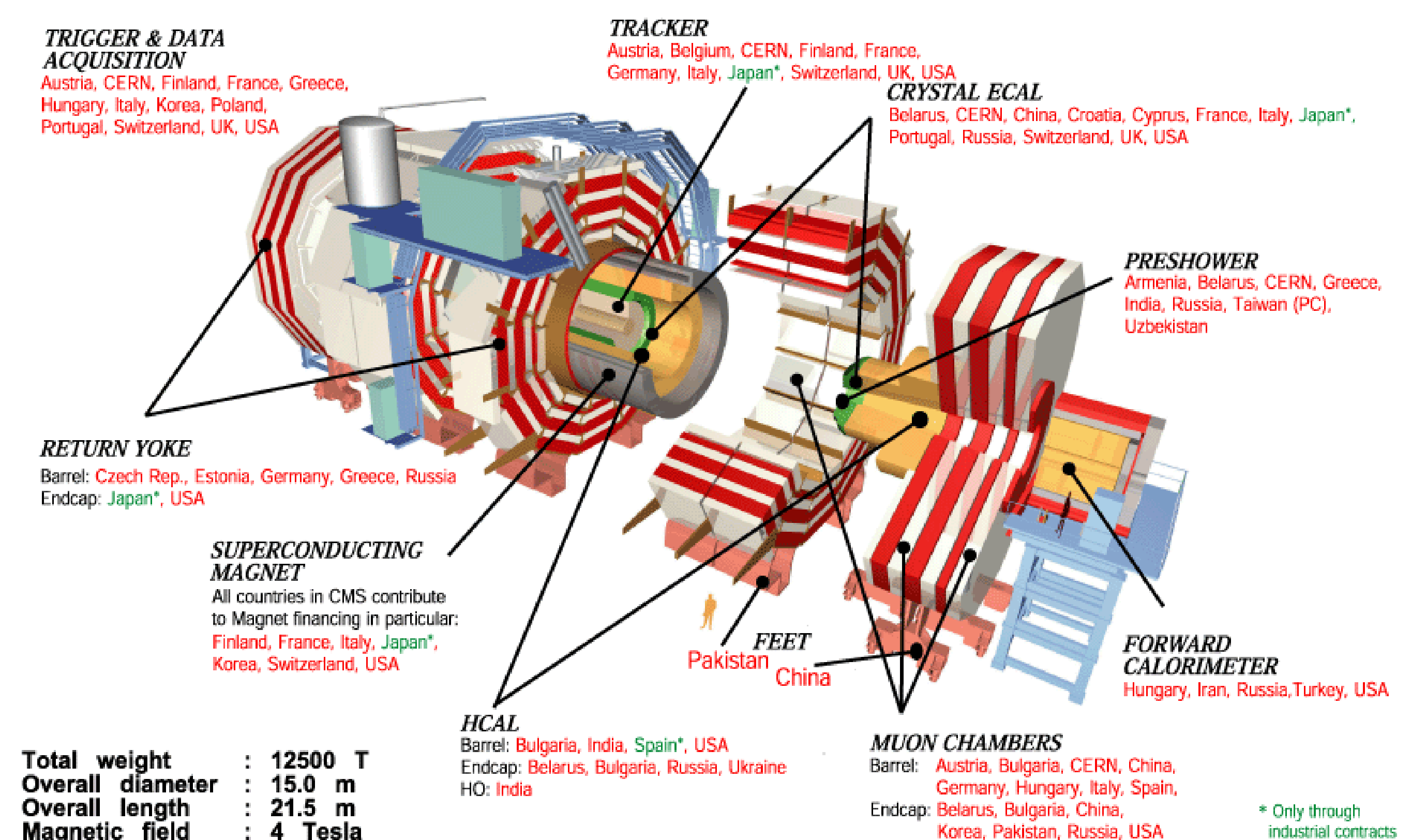
### LHC (거대 강입자 가속기)

스위스-프랑스 국경에 위치한 유럽 핵 입자 물리 연구소(CERN)에 건설된 21세기 최대의 입자 가속기이다. 지표면으로부터 100 m 지하에 건설된 가속기의 둘레는 27 km에 달하며, 전세계 100개 국가, 10,000명 이상의 과학자가 참가하고 있다.

- 최대 충돌 에너지 ( $\sqrt{s_{NN}}$ ):
  - 14 TeV (양성자-양성자 충돌 시)
  - 5.5 TeV (중이온-중이온 충돌 시)
- 순간 최대 단위 시간 · 면적 당 입자 충돌 횟수 (Luminosity):
  - $1.0 \times 10^{34} \text{ (cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ , (양성자-양성자 충돌 시)
  - $1.0 \times 10^{27} \text{ (cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ , (중이온-중이온 충돌 시)

### CMS (Compact Muon Solenoid)

LHC에 설치된 4개의 대형 검출기 중 하나로 핵물리연구실 역시 활발히 참가하고 있다. CMS에서는 엑스 입자 (2013년 노벨 물리학상 수상), 초대칭 입자, 여분 차원, 소영 블랙홀 및 초기 우주의 물질상태라 할 수 있는 쿼크-글루온 플라즈마 (Quark-Gluon Plasma) 연구와 같은 다양한 핵 및 입자물리 연구를 수행한다.

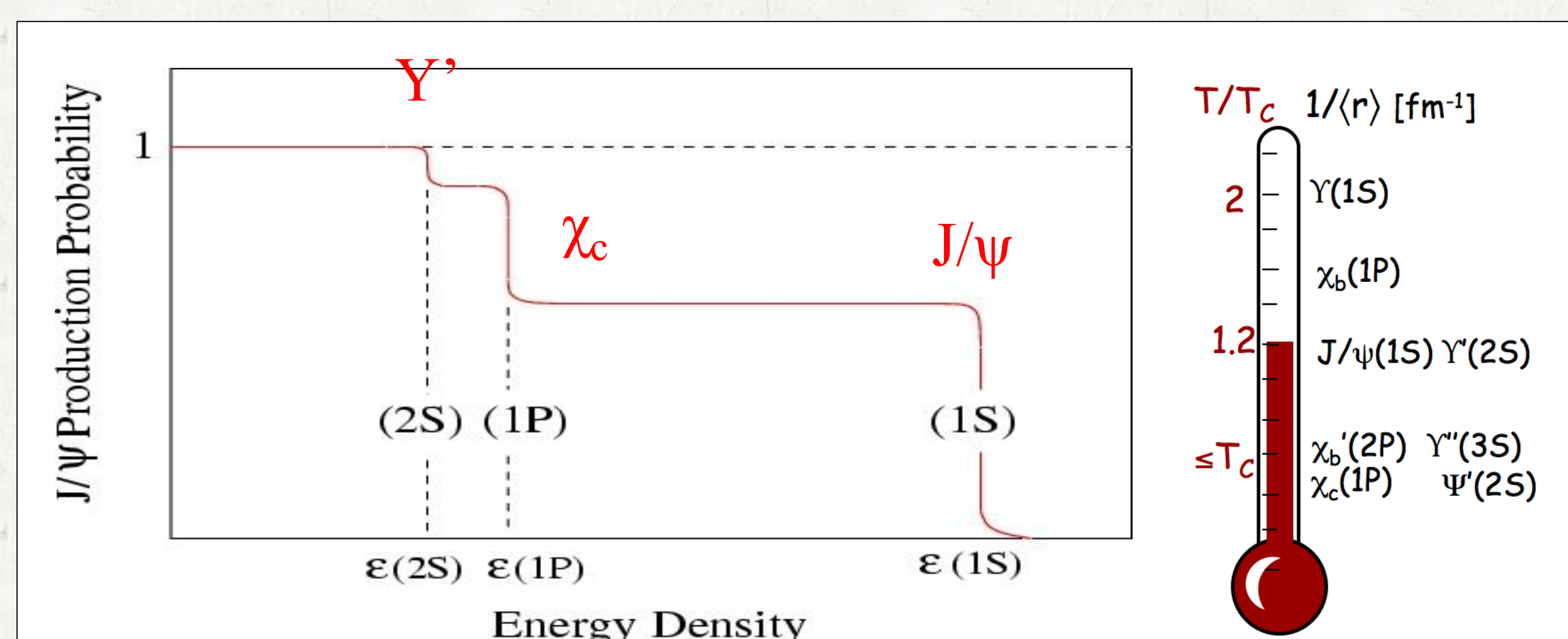


### Searching for QGP (Quark-Gluon Plasma)

고에너지/고밀도의 핵물질(Nuclear matter)은 현재의 블랙홀 또는 중성자 별 (Neutron star)의 내부 핵을 형성하고 있을 것으로 예상되며, 동시에 빅뱅 직후 수  $\mu\text{s}$  정도의 시간이 흐른 뒤의 초기 우주 물질의 상태였을 것으로 짐작된다. 현재 QGP 연구의 이론적 토대인 격자 양자 색소 역학(Lattice QCD)에 의하면 약 150 MeV (약  $10^{12} \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이상의 고에너지/고밀도 환경 하에서는 원자의 구속 상태가 사라져 쿼크와 글루온이 자유로이 움직이는 플라즈마 상태를 형성할 것으로 예측된다. 이와 같은 핵물질 혹은 그 상태를 가리켜 쿼크-글루온 플라즈마라 한다. LHC/CMS에서는 남-남 충돌과 같은 중이온 간의 충돌을 통해 이와 같은 QGP 상태를 생성할 수 있으며, 이렇게 생성된 QGP는 아래와 같은 여러 가지 방법을 사용하여 관측 및 분석할 수 있다.

### Quarkonium suppression

Charm 쿼크 이상의 무거운 쿼크와 그 반 쿼크가 결합된 상태를 가리켜 쿼코니움(Quarkonium)이라 칭한다. 이 쿼코니움은 QGP 환경 하에서 그 영향을 받아 생성률이 줄어들 것으로 예측된다. 따라서 QGP 환경이 조성되었을 경우(중이온-중이온 충돌)와 그렇지 않은 경우(양성자-양성자 충돌)를 비교함으로써 관측되는 생성률의 비율을 QGP 형성의 척도로 사용할 수 있다.



### Jet quenching

강한 상호작용의 퍼텐셜이 지닌 특수성에 의해, 고에너지 입자 간의 충돌이 일어날 때 고에너지의 입자 다발이 원뿔의 형태로 서로에 대해 180도의 각도로 분출된다. 이를 가리켜 제트(Jet)라 한다. 제트는 양성자-양성자 간 충돌 및 중이온-중이온 간 충돌 모두에서 관측할 수 있는데, 이 중 QGP가 형성된 경우(중이온-중이온 충돌) 한 방향의 제트가 에너지 및 방출되는 입자의 개수 모두 현저히 줄어드는 것이 관측된다. 이는 형성된 QGP를 통과하면서 그에 의한 영향을 받은 것으로 해석된다.

