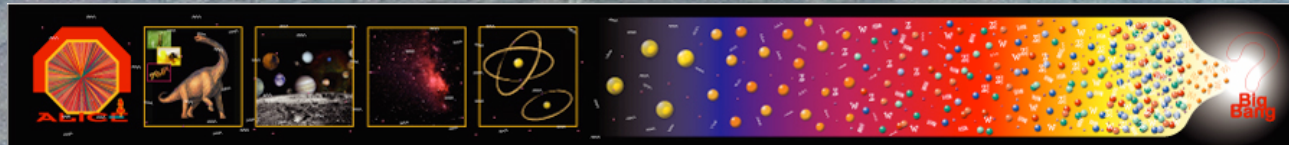


宇宙史拠点実習2 (CERN) 説明会

2007年6月21日



実習の内容

1. CERN 夏の学校 2007(講義)への参加
2. T. Nayak 氏 (CERN) によるレクチャー
 - タイトル: "High energy heavy ion physics at LHC" (仮題)
 - 詳細については追って連絡します。
3. 拠点実習
 - ALICE 実験(コーディネータ: 中條、7/16 - 8/12 CERN 滞在)
 - ATLAS 実験(コーディネータ: 原先生、6/26 - 8/4 CERN 滞在)
 - 7月16日までの実習は、ATLAS 実験のみ。ただし、佐野君は CERN 夏の学校での派遣なので、ALICE 実験 (PHOS) での実習を行う。
 - 7月16日以降は、ATLAS と ALICE に分かれて、実習を行う。

CERN 夏の学校 2007

素粒子・原子核の研究者として必要な知識をほぼ網羅！

レクチャー期間：

7月4日 - 8月10日、月曜から金曜までの毎日、午前中(9:15AM - 12:30PM)

内容：

- 素粒子物理学(理論、実験)
- 原子核物理学(理論、実験)
- 宇宙物理学
- 加速器、検出器
- エレクトロニクスの実験物理
- コンピューティング、データ収集システム、データ解析

など、盛りだくさん！

* ニュートリノ物理、反物質、標準模型、クォーク物質、CP 対称性の破れ...

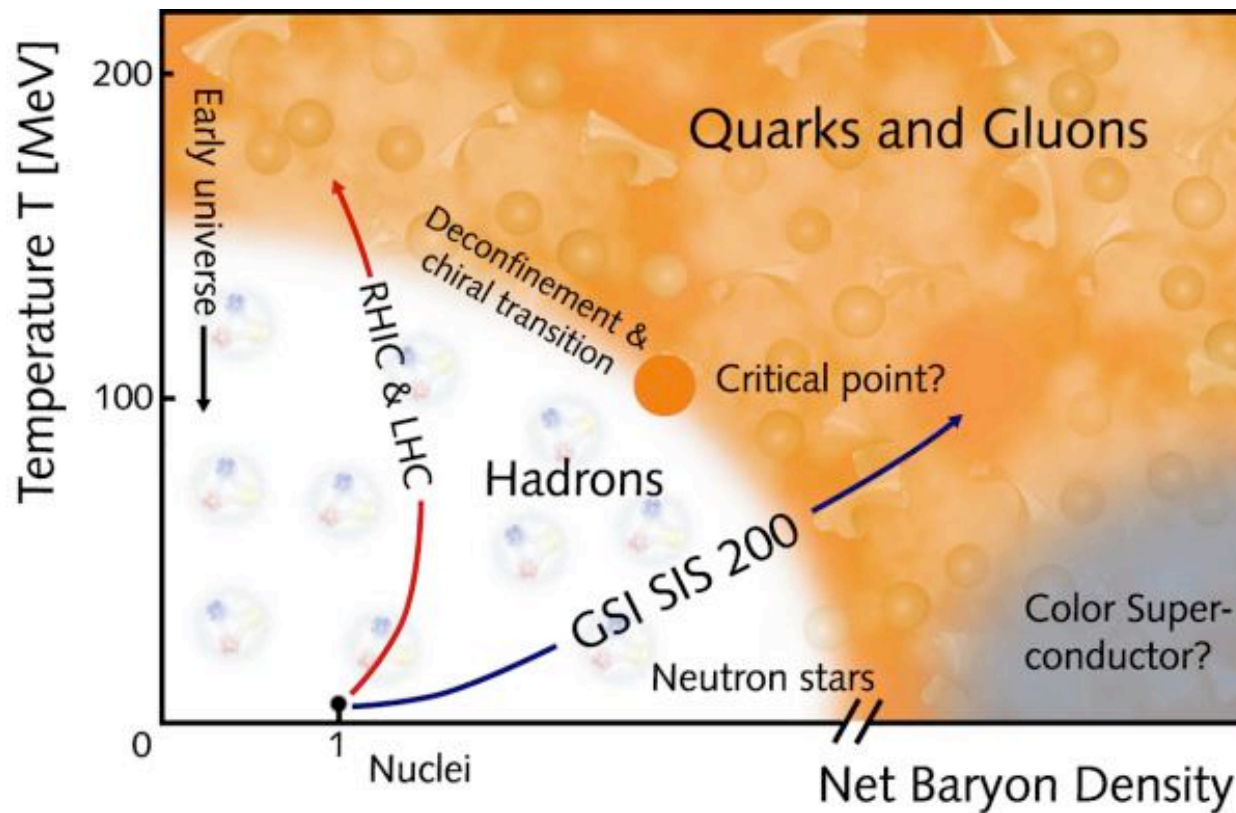
[Web site]

<http://humanresources.web.cern.ch/HumanResources/external/recruitment/Summies/default.asp>

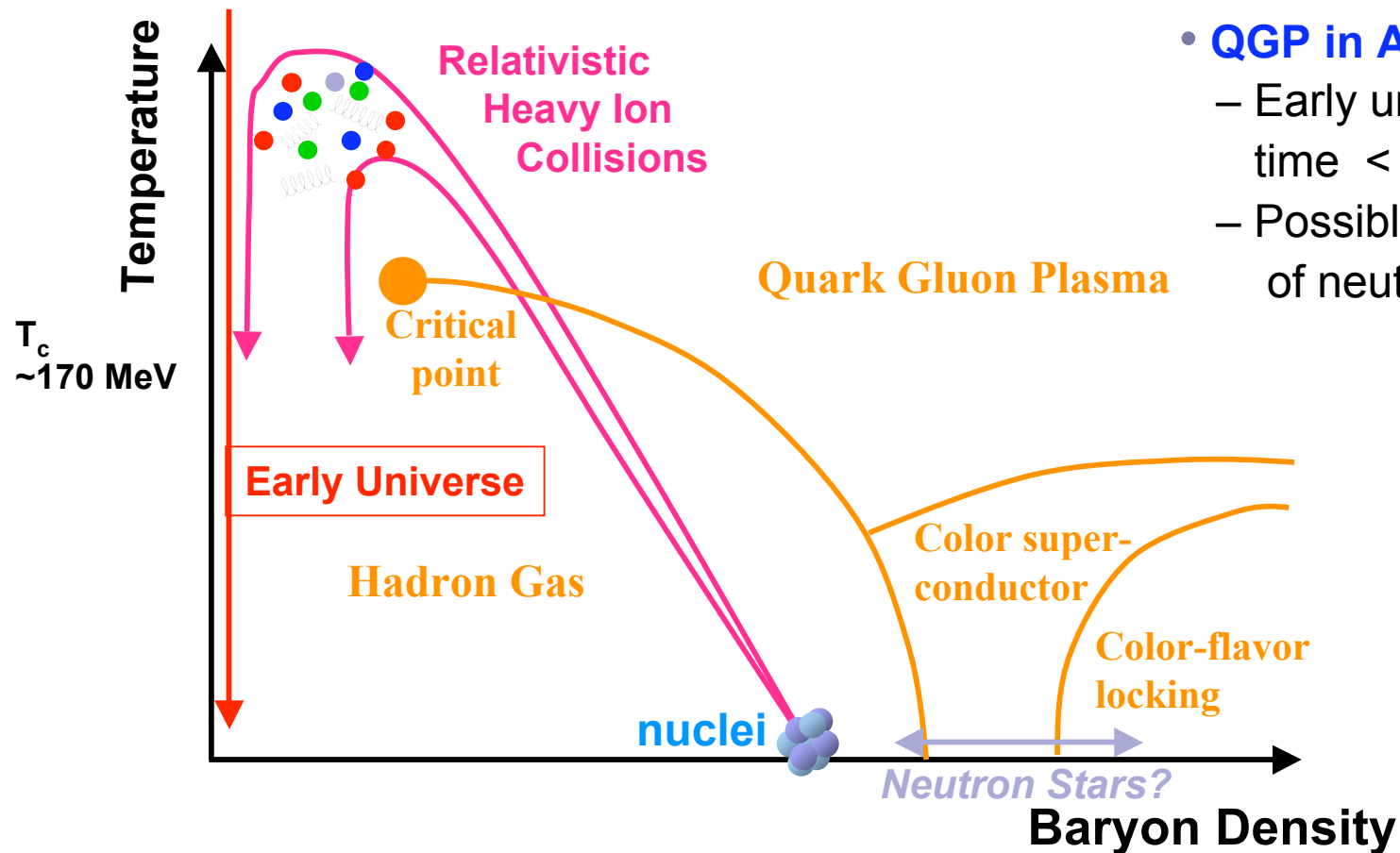
<http://indico.cern.ch/tools/SSLPdisplay.py?stddate=2007-07-02&nbweeks=7>

CERN-LHC 加速器を用いた 高エネルギー原子核物理

クォーク・グルーオンプラズマ (QGP)研究
のエネルギーフロンティア



Phase Diagram of Nuclear Matter



- **QGP in Astrophysics**
 - Early universe: time $< 10^{-6}$ seconds
 - Possibly in the interior of neutron stars

- **QGP in Nuclear Physics**
 - Create at the lab. by heavy ion collisions
 - Study the nature of QCD matter at the extreme temperature and energy density

LHC加速器を使った4つの実験



LHC のスケジュールと実験の現状

■ start up plan

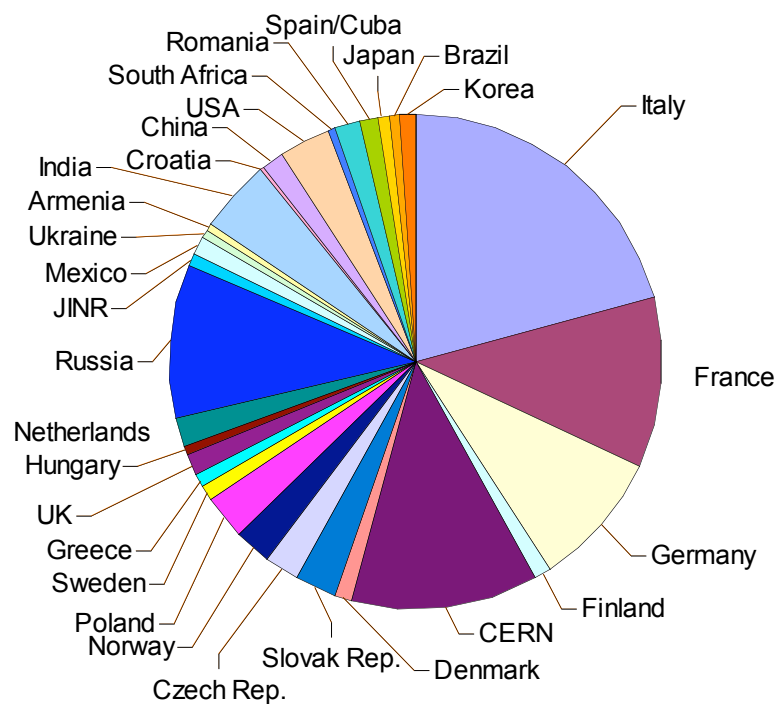
- 2007/07 experiments closed
- 2007/08-10 commissioning w/o beam
- 2007/11-12 p+p, $\sqrt{s} = 0.9$ TeV (injection energy)
- 2008 p+p, $\sqrt{s} = 14$ TeV
- 2008/end Pb+Pb, $\sqrt{s}_{NN} = 5.5$ TeV, $5 \times 10^{25} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

■ expectation in initial few years

- p+p $\sqrt{s} = 14$ TeV, $< 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ at ALICE
- Pb+Pb $\sqrt{s} = 5.5$ TeV, $10^{27} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, 2 – 3 years
- “p”+Pb $\sqrt{s} = 8.8$ TeV, $10^{29} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, 1 year
- Ar+Ar $\sqrt{s} = 6.3$ TeV, $10^{29} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, 1 year

ALICE: A Large Ion Collider Experiment

- the heavy ion experiment at LHC
- 30 countries, 90 institutions, ~1,015 members



ALICE実験ホームページ(一般向け) <http://aliceinfo.cern.ch/Public/index.html>

ALICE (L3) Magnet



Central Barrel Support



June 21, 2007

T. Chujo

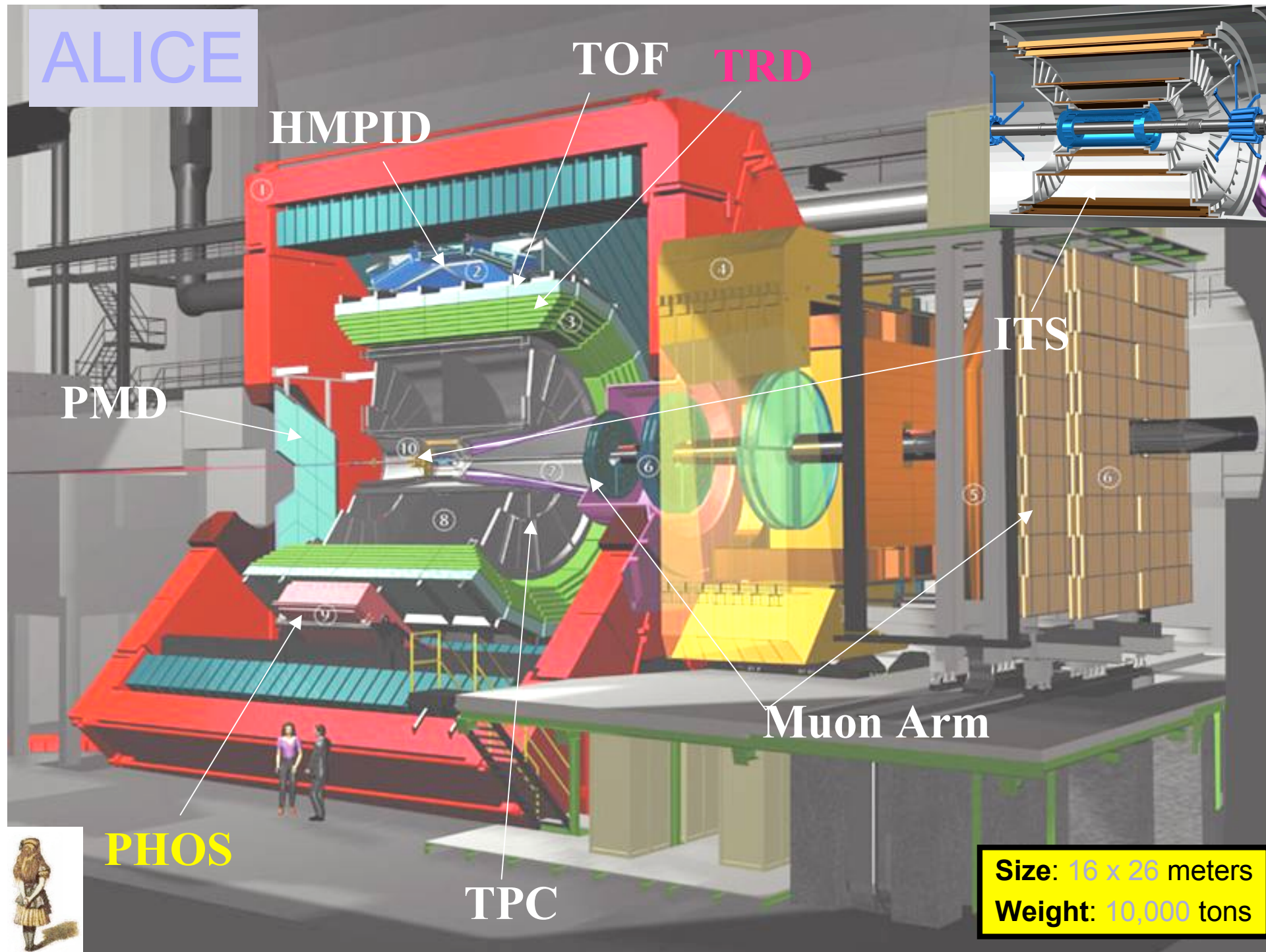
10

Time Projection Chamber (TPC)

- largest ever
 - 88 m³, 10 m long, 5.6 m diameter, 570 k channels
- under commissioning at parking position



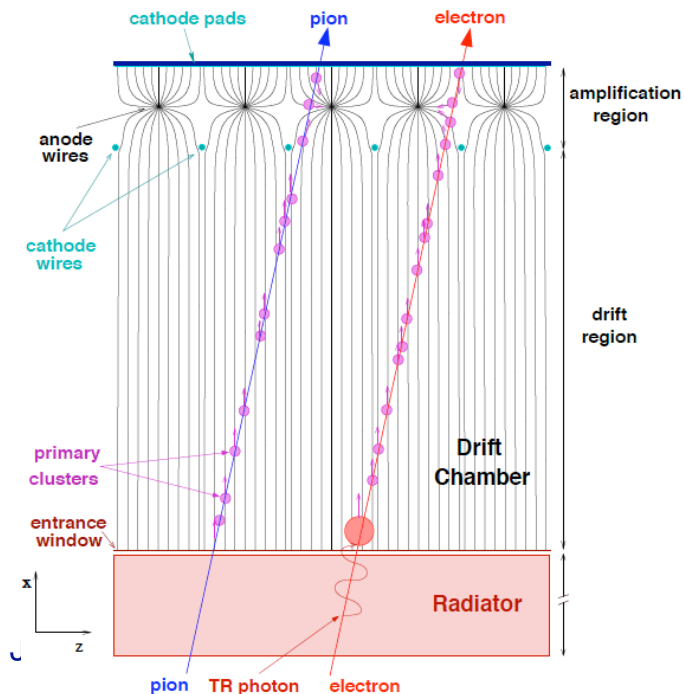
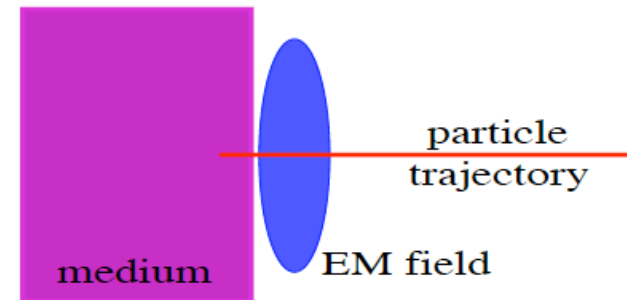
ALICE



Transition Radiation とは？

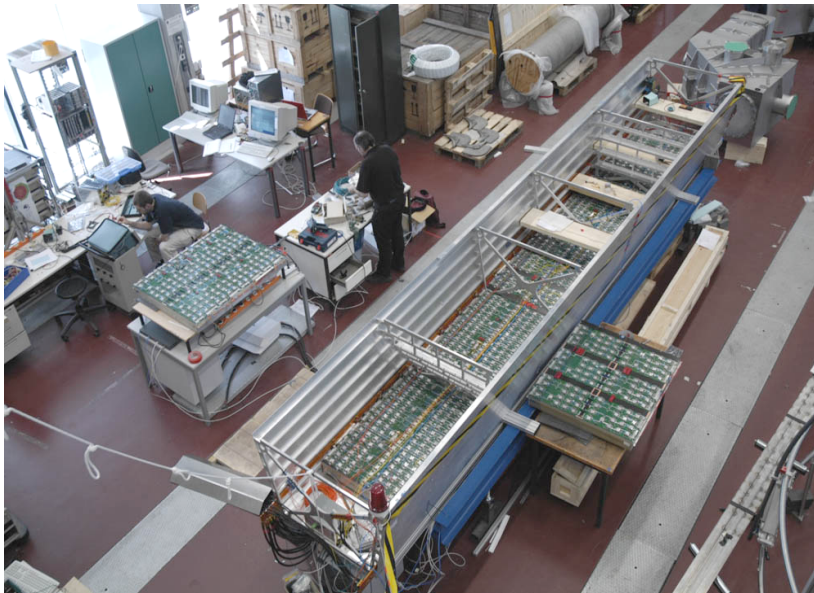
”Transition radiation is *omitted* whenever a charged particle crosses an interface between two media with different dielectric functions.” — L. Durand, Phys. Rev. D 11, 89 (1975)

- Predicted: Ginzburg & Frank, 1946
- Observed: Goldsmith & Jelley, 1959 (optical)
- It's sizeable (X-rays) for relativistic particles



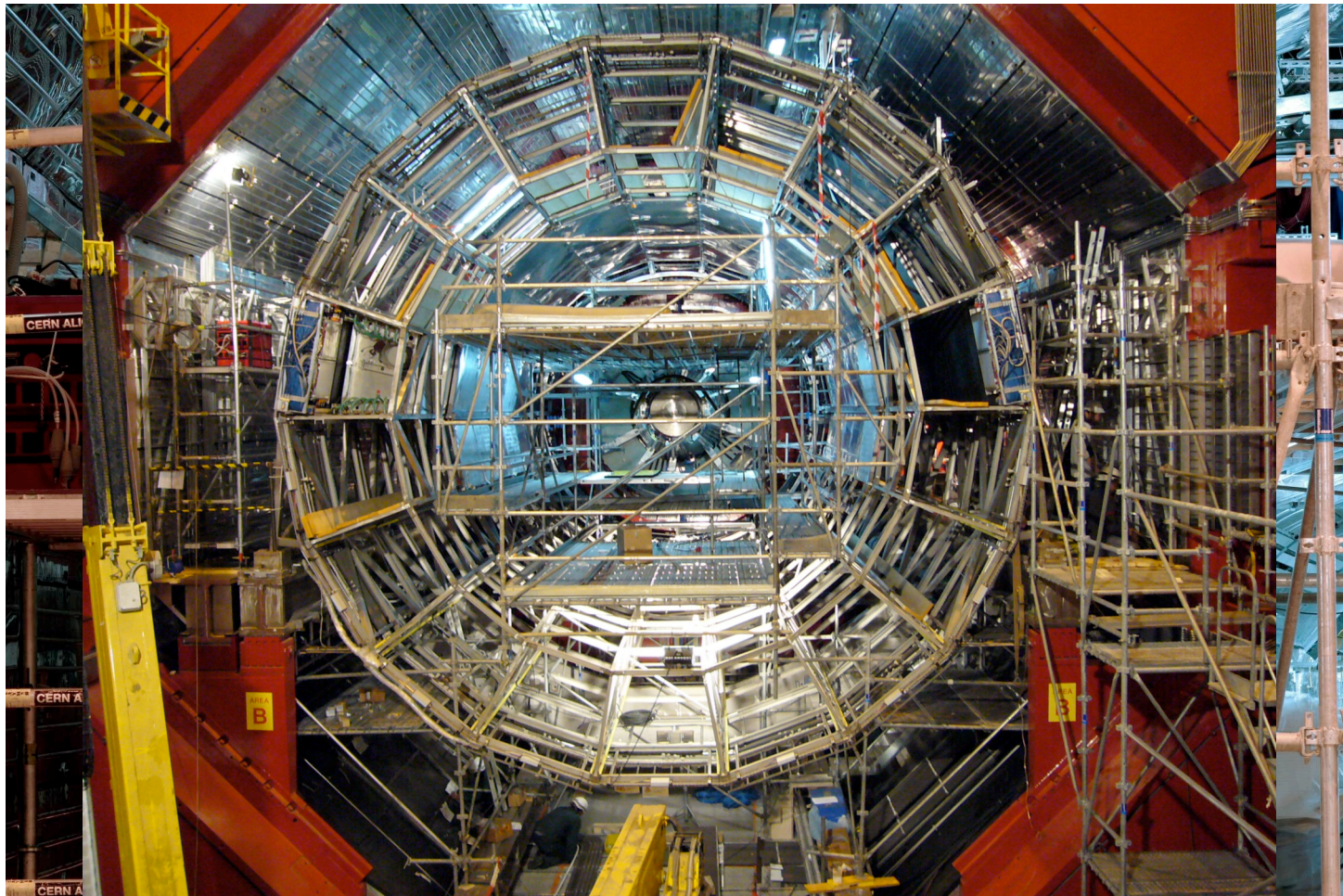
Transition Radiation Detector (TRD)

- (陽)電子識別のための検出器
- tracking and particle identification
 - 400 – 600 μm resolution in $r\phi$, 23 mm in z
 - e/π separation > 100 at $p_t > 3 \text{ GeV}/c$
- $|\eta| < 0.9$, full azimuth
 - thickness $\sim 0.14 X_0$



TRD Partially Installed

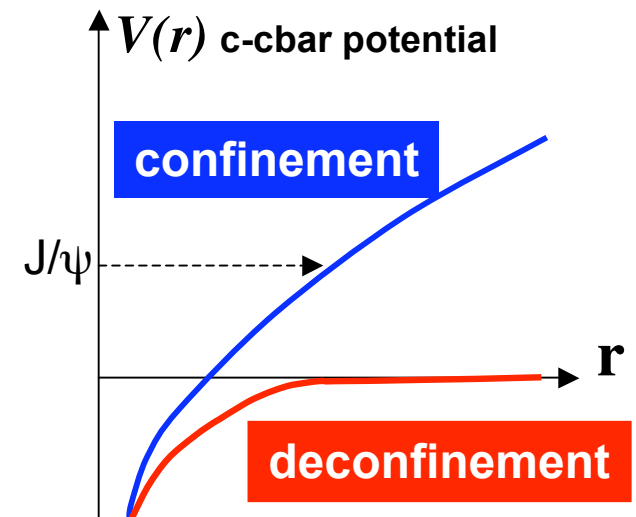
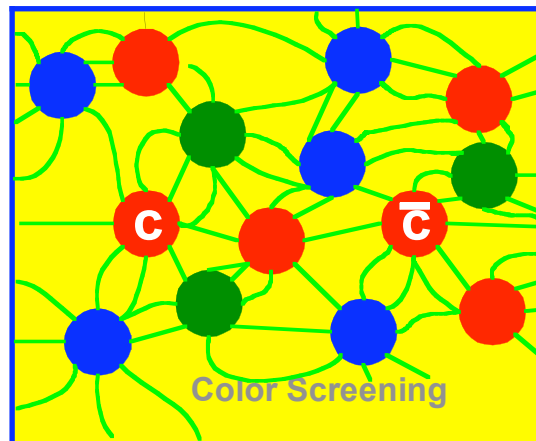
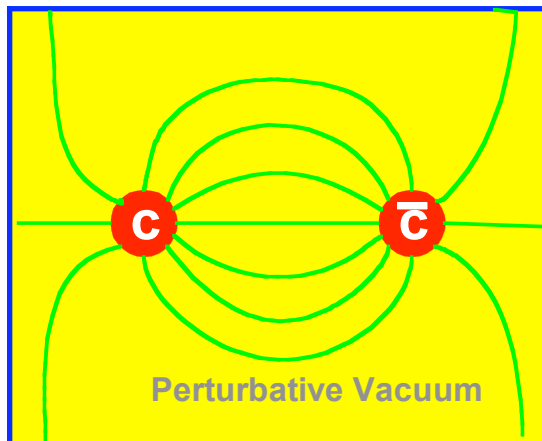
- 2-3/18 TRD for 2007



電子／陽電子の識別で何が分かるか？

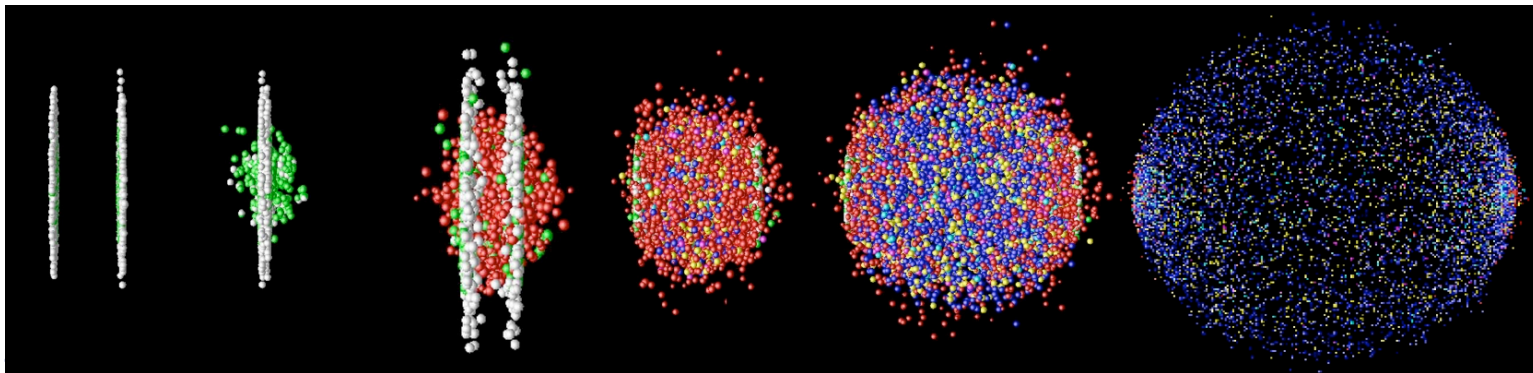
■ Heavy flavor (チャーム、ボトムクォーク)の物理

- LHC 加速器ではたくさんの c , b クォークを含んだ粒子が容易に生成され、それらは(陽)電子や μ 粒子などのレプトンに崩壊する。
- QGP 物質の性質を解明にするには、heavy flavor が重要。
 - J/ψ , Ψ' , $\chi_c(c\bar{c})$, $Y(b\bar{b})$ などの quarkonia 粒子とQGP温度
 - 熱平衡状態の研究
 - ...



この実習 (ALICE-TRD) について

- 研究協力: ドイツ・ハイベルデルグ大学、大山健さん (Ph.D)。
- CERN においては、7月15日に TRD 検出器 (supper module 2号機) が CERN に搬入される。
- 大山さんら TRD プロジェクトのスタッフと協力して、搬入された TRD 検出器のテストを行う予定。
- Enjoy!!



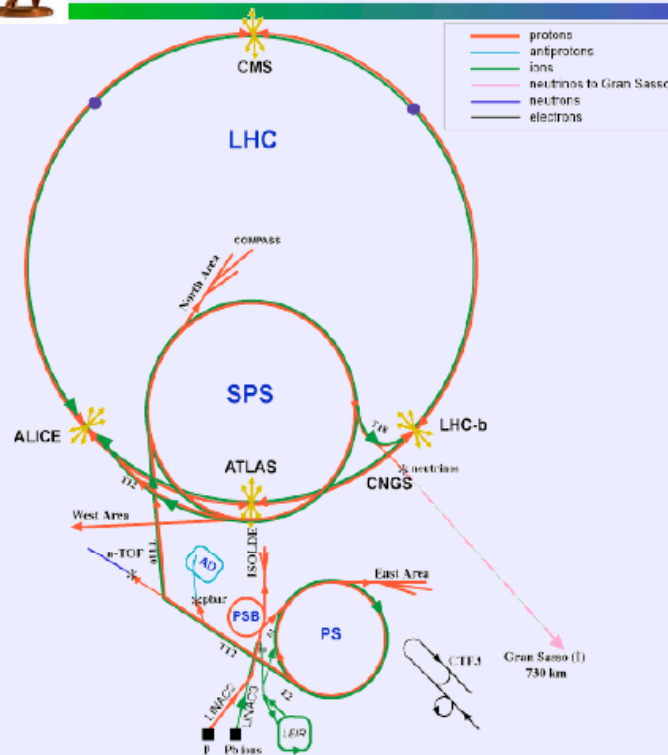
ATLAS Experiment

K. Hara

High Energy Physics Group



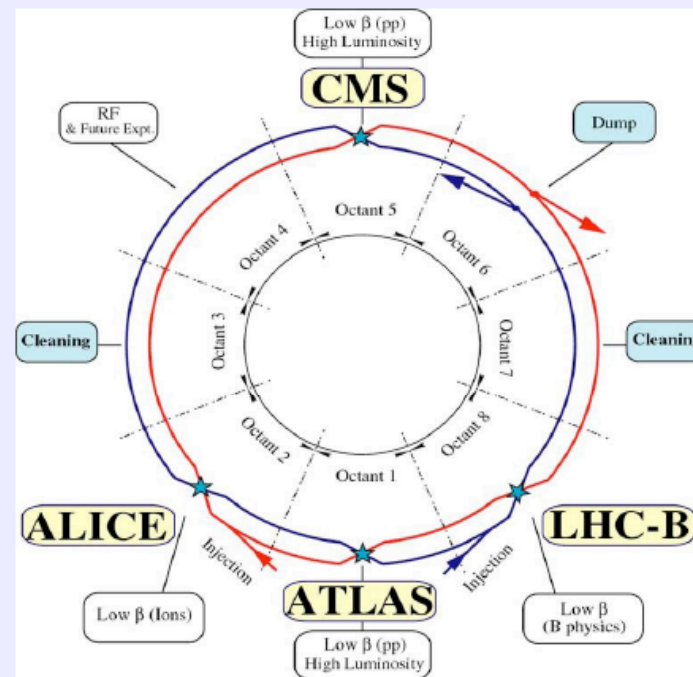
The LHC Accelerator



CERN Accelerator complex

Collider starts in July 2008

- CERN Accelerator complex feeds protons into LHC ring
- LHC ring (27 km long) will accelerate them to 7 TeV (current highest energy is 1 TeV at Fermilab, USA) and high luminosity

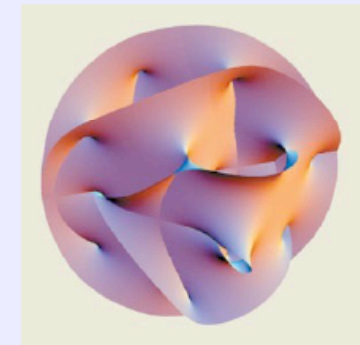


LHC accelerator



Physics Goals

- To study particle physics at the most fundamental level
- Higgs particle
 - Linked to mass of all other particles. Does it exist? Or is there some other mechanism allowing mass
- String theory
 - Can link the fundamental forces of nature, including gravity
 - Likes "Supersymmetry":
 - Each spin-half particle has a spin zero partner;
 - Each spin-1 particle has a spin half partner
 - But nobody ever saw any of these partners... maybe ATLAS will
- How many dimensions do we live in?
 - String theory likes to have a world with 10 dimensions
 - Is our world really 10D with 6 dimensions hidden?
- Events involving these processes are extremely rare
 - We need high energy, high luminosity (pp collision rate) to produce them at a reasonable rate



Three Generations of Matter

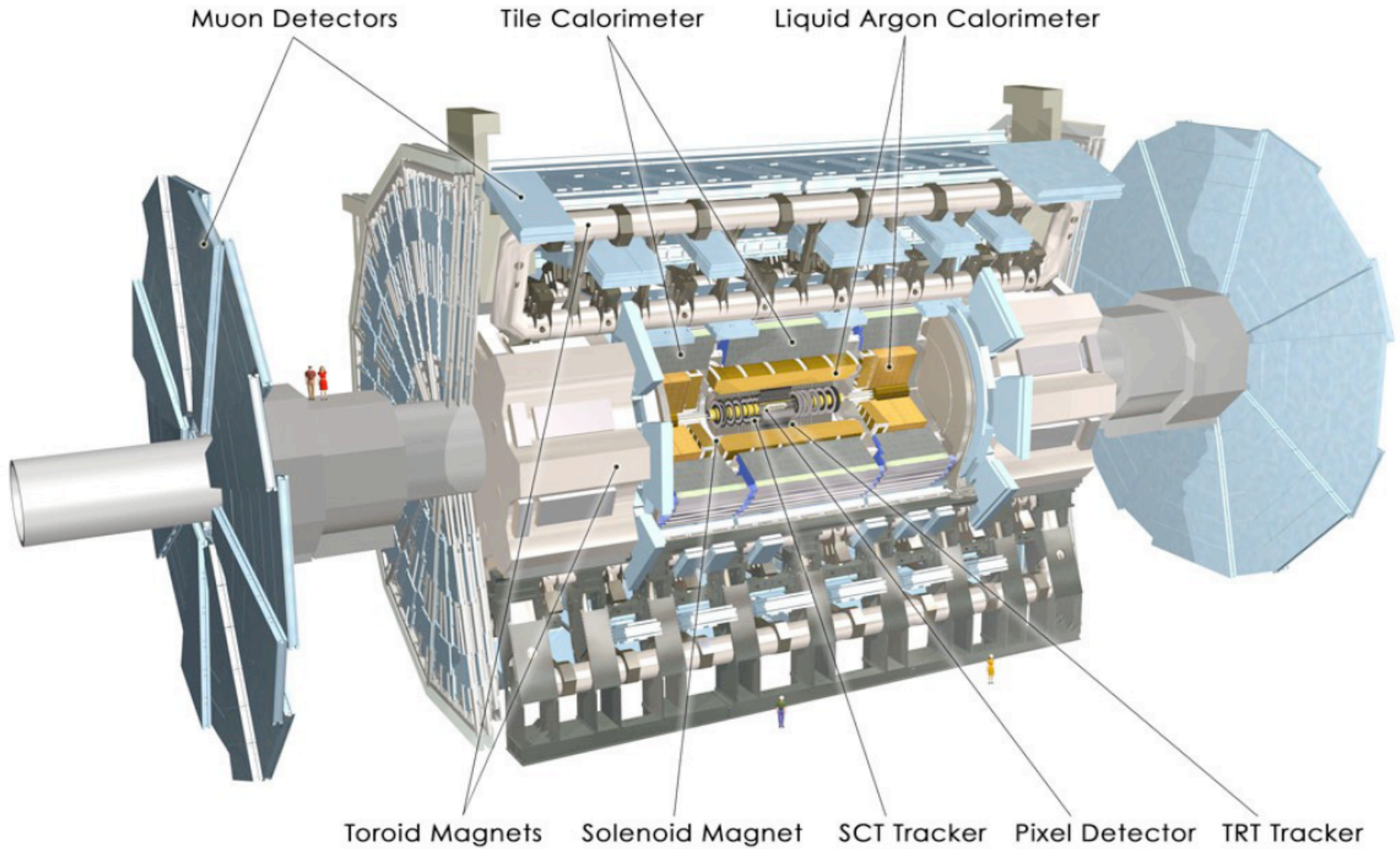
I II III

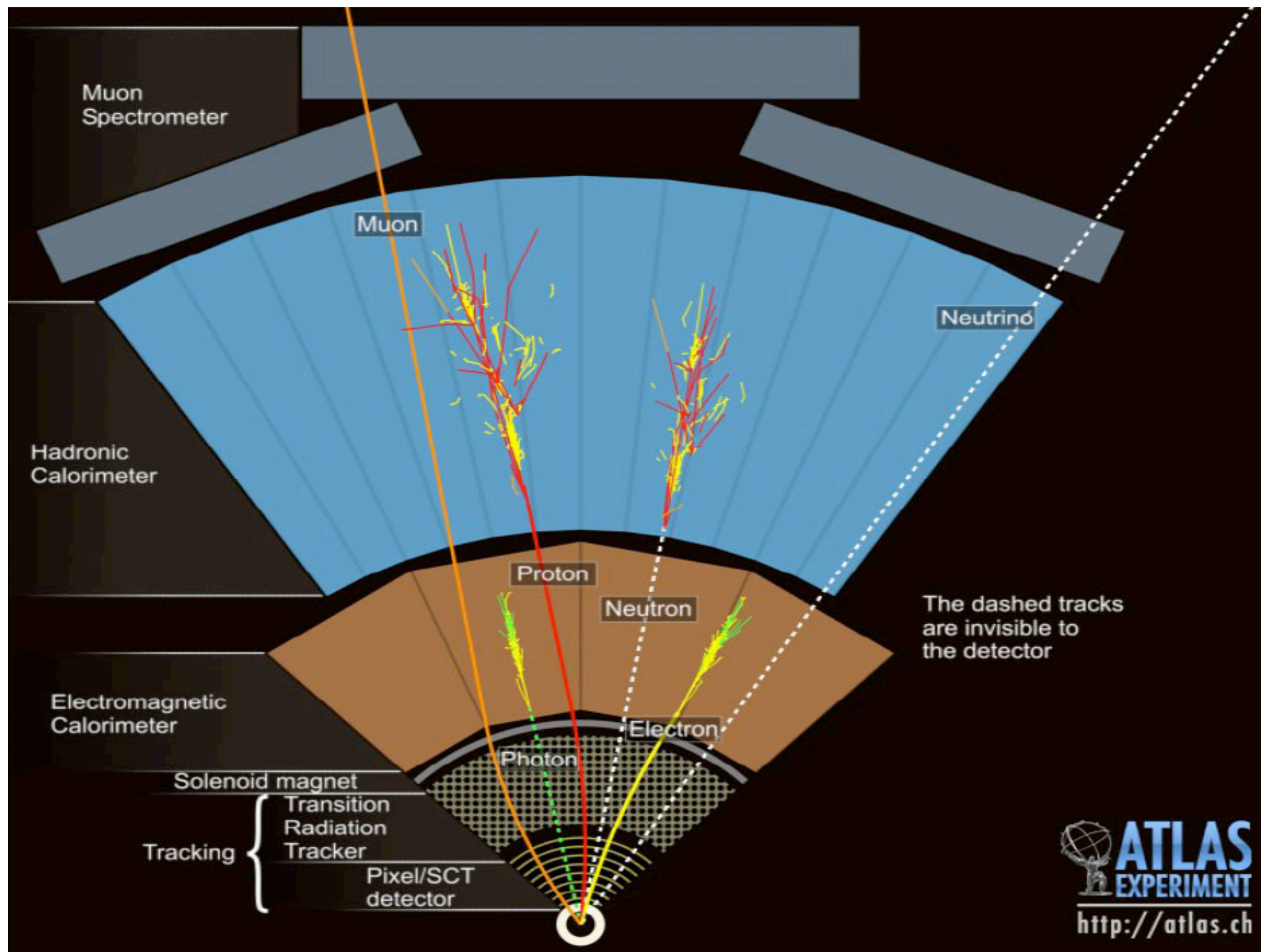
Leptons Quarks

u up	c charm	t top	γ photon
d down	s strange	b bottom	g gluon
ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z Z boson
e electron	μ muon	τ tau	W W boson

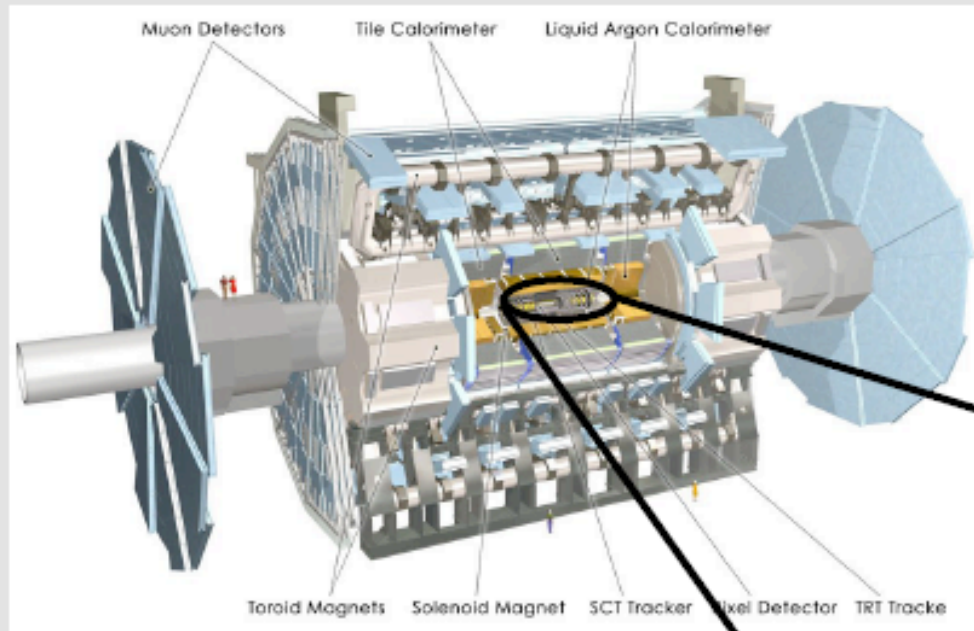
Force Carriers

The ATLAS Detector





Inner Detector – SCT Silicon Detector –



✓ Inner Detector

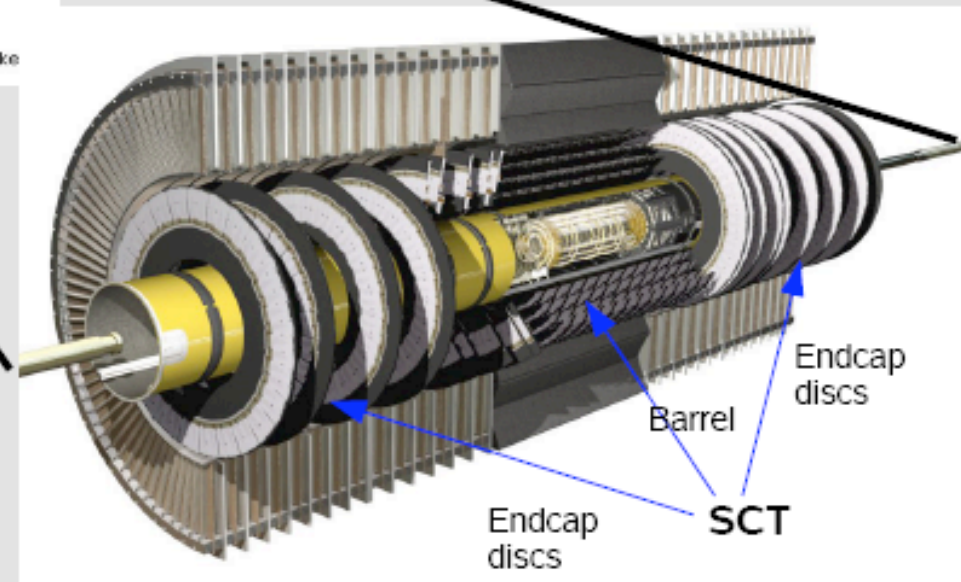
- Pixel detector
- Semiconductor Tracker (SCT)
- Transition Radiation Tracker (TRT)

✓ SCT

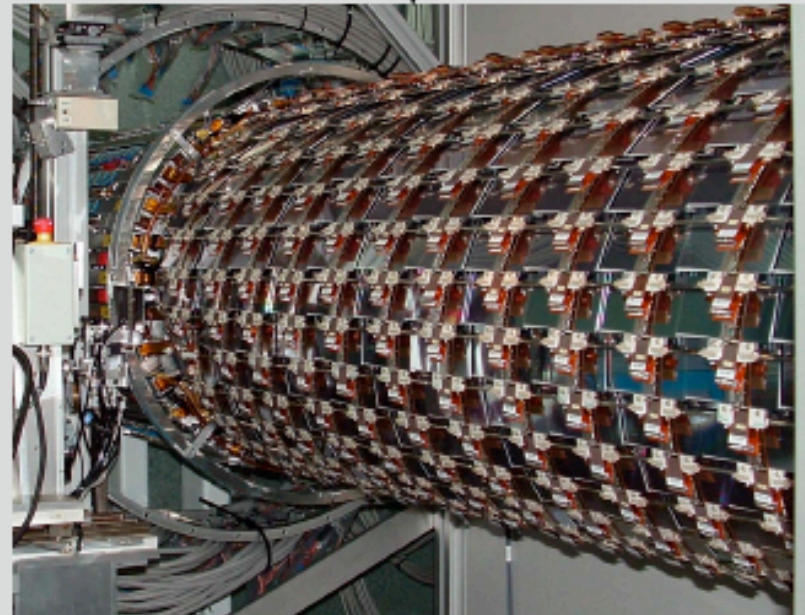
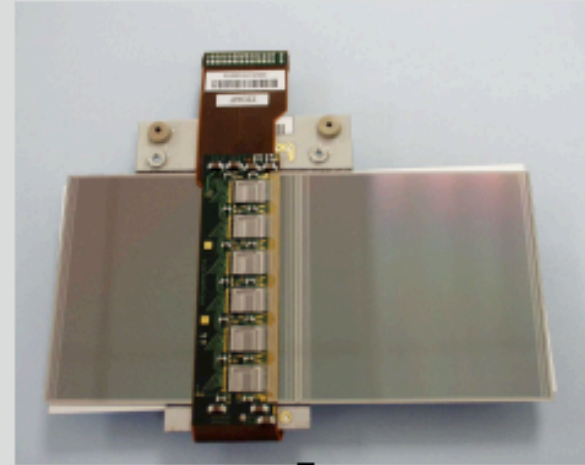
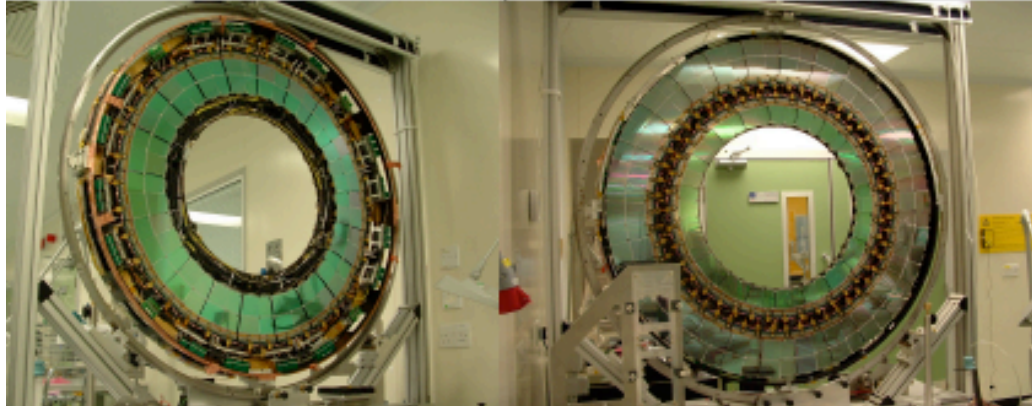
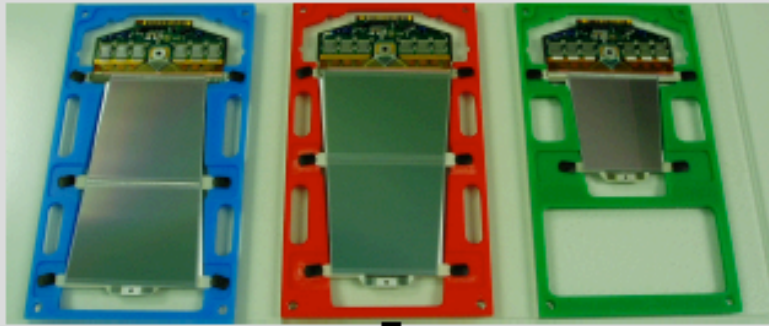
Silicon micro-strip sensors

- 4 barrels: 8448 identical sensors
- 9 discs per side: 6944 sensors (5 wedge-shaped types)

- ✓ Must withstand doses of $2 \times 10^{14} n_{eq}$ 1 MeV including a 50% safety factor



SCT Modules



Possible Life at CERN

- Registration
Register at User's Office on arrival – get your ID card
- Take Safety Training L1/2/3:10:00~/15:00~ @Registration
- Take Safety Training L4 (Web-base) necessary to access ATLAS cavern
- Participate in the CERN Summer School Lectures
<http://indico.cern.ch/tools/SSLPdisplay.py?stdate=2007-07-02&nbweeks=6>
- Contribute to cabling to EC SCT Detector (ATLAS cavern): have chance to see closely the ATLAS Detector
http://atlaseye-webpub.web.cern.ch/atlaseye-webpub/web-sites/pages/UX15_detector-inst_webcams.htm
- Look at cosmic ray data, if available, to understand the functionality of one of the ATLAS sub-detector systems

A lap-top is useful – we will find a computer, if you haven't.

KH and Meguro are away 6-14 July