

ATLAS検出器における π^0 粒子を用いたモンテカルロ データと実験データの比較

高橋 優介

CERNの概要

研究所:

CERNの名称は、前身組織仏名(**C**onseil **E**uropéen pour la **R**echerche **N**ucléaire)の略称を継続。現英語名称はEuropean Organization for Nuclear Researchで、素粒子の基本法則や現象を加速器を用いて探究する研究所。ジュネーブ郊外のスイスとフランスの国境にまたがる。
※**WWW** は1990年にCERNで発明された。

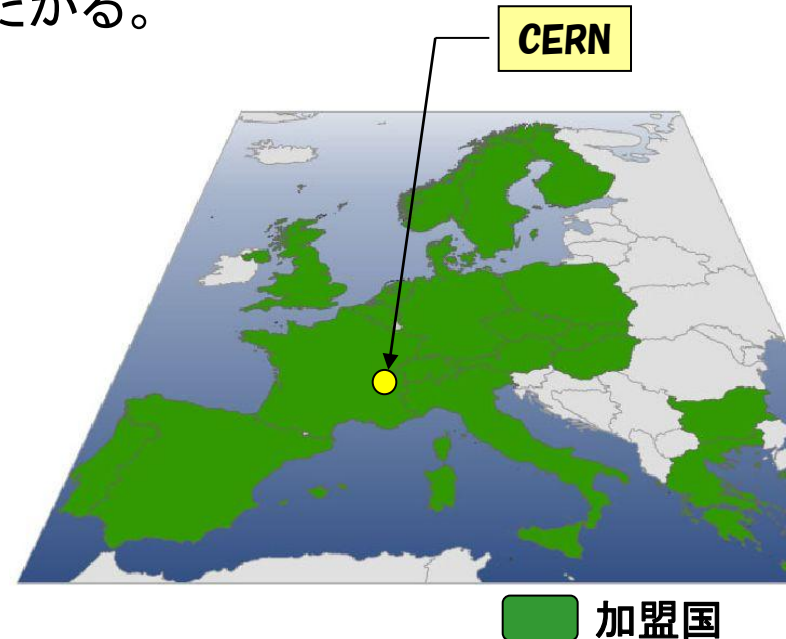
運営:

加盟国(20カ国):

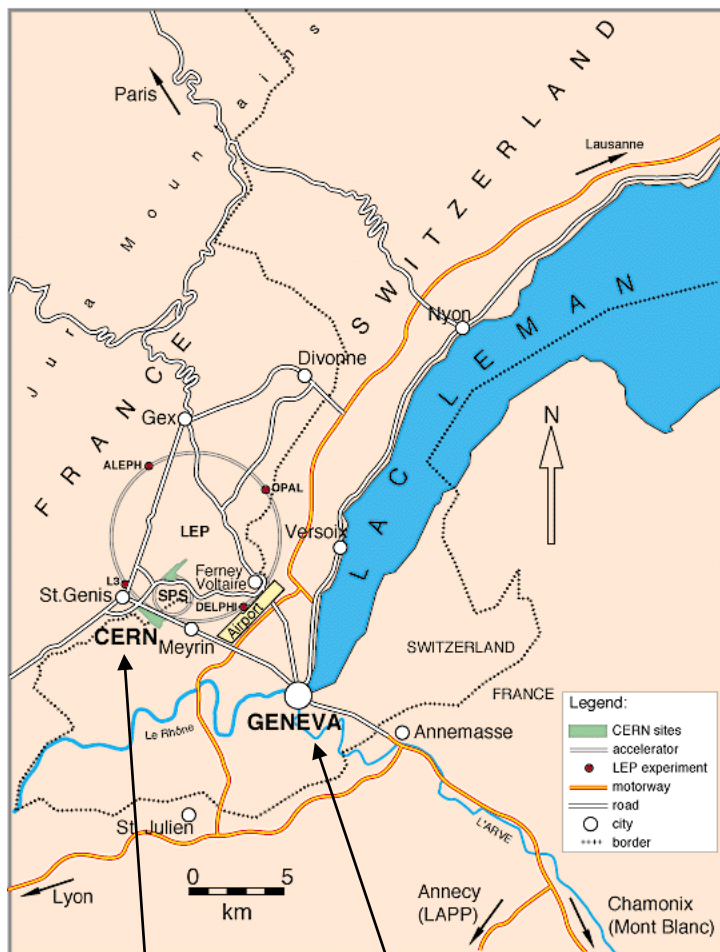
ドイツ, イギリス, フランス, イタリア, スペイン,
オランダ, スイス, ベルギー, ノルウェー,
スウェーデン, ポーランド, オーストリア,
ギリシャ, デンマーク, フィンランド, ポルトガル,
チェコ, ハンガリー, スロヴァキア, ブルガリア

オブザーバー:

日本、米国、ロシア、イスラエル、インド、トルコ、EU、UNESCO



CERNの沿革



CERN

ジュネーブ市

1954年：欧州12カ国の国際的研究機関として設立

1959年：28 GeVの陽子シンクロトロン(PS)完成

1971年：陽子・陽子コライダー(ISR)の完成

1976年：450 GeV大型陽子加速器(SPS)の完成

1983年：陽子・反陽子コライダーでWとZ粒子を発見

1989年：50+50 GeV電子・陽電子コライダー(LEP)の完成

1994年：陽子・陽子コライダー(LHC)の建設を決定

2000年：LEP2加速器の運転を終了

2008年：LHC建設が完成し450 GeVビーム周回に成功

2009年：LHCが世界最高の衝突エネルギー2.36 TeVを達成

2010年：LHC実験を開始

Large Hadron Collider (LHC) 計画

目的

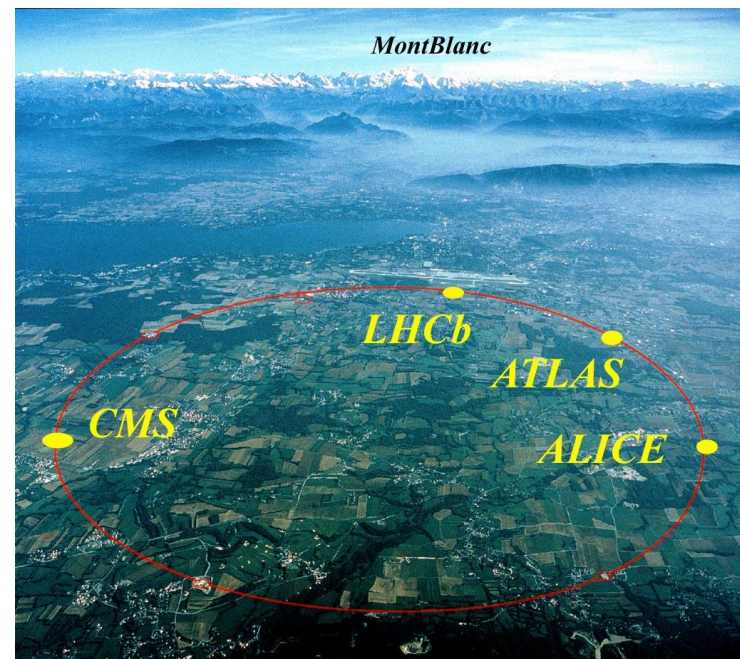
- ・ヒッグス粒子や超対称性粒子などの新粒子を発見、物質の究極の内部構造を探索。

LHC加速器

- ・7 TeVの陽子・陽子衝突。
- ・周長27 kmの地下トンネル内に設置される。
- ・8.33 Tの超伝導双極磁石1,232台などからなる。
- ・総建設費は約5000億円、建設期間は14年。

実験装置

- ・国際共同実験：
主に**ATLAS**とCMS(ヒッグス・超対称性粒子などの探索)、LHCb(B物理)、**ALICE**(重イオン衝突物理)の4つ。
小実験としてTOTEM, LHCfがある。

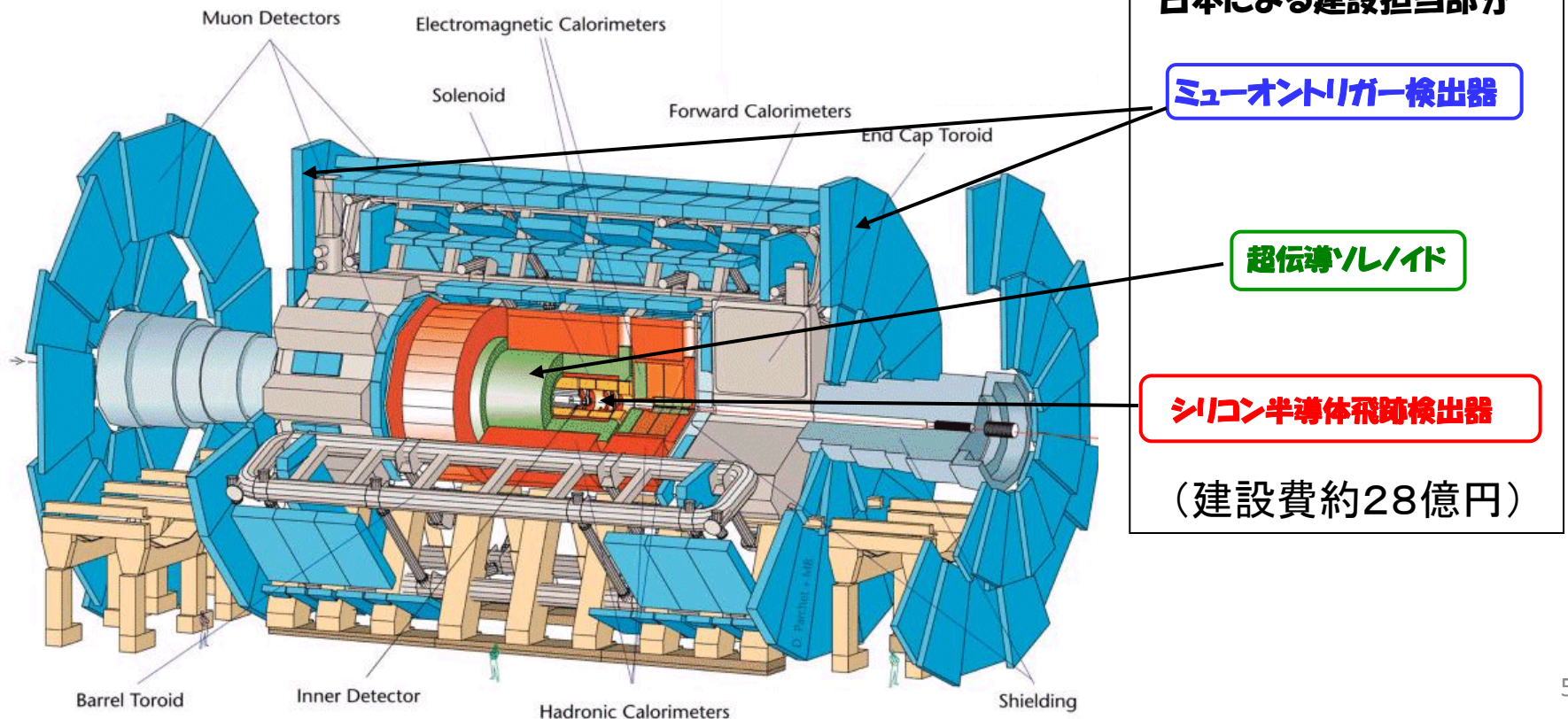


円形の赤線の地下約100メートルに周長27kmのLHC加速器トンネルがある。4つの実験装置の場所が黄色丸で示してある。



ATLAS

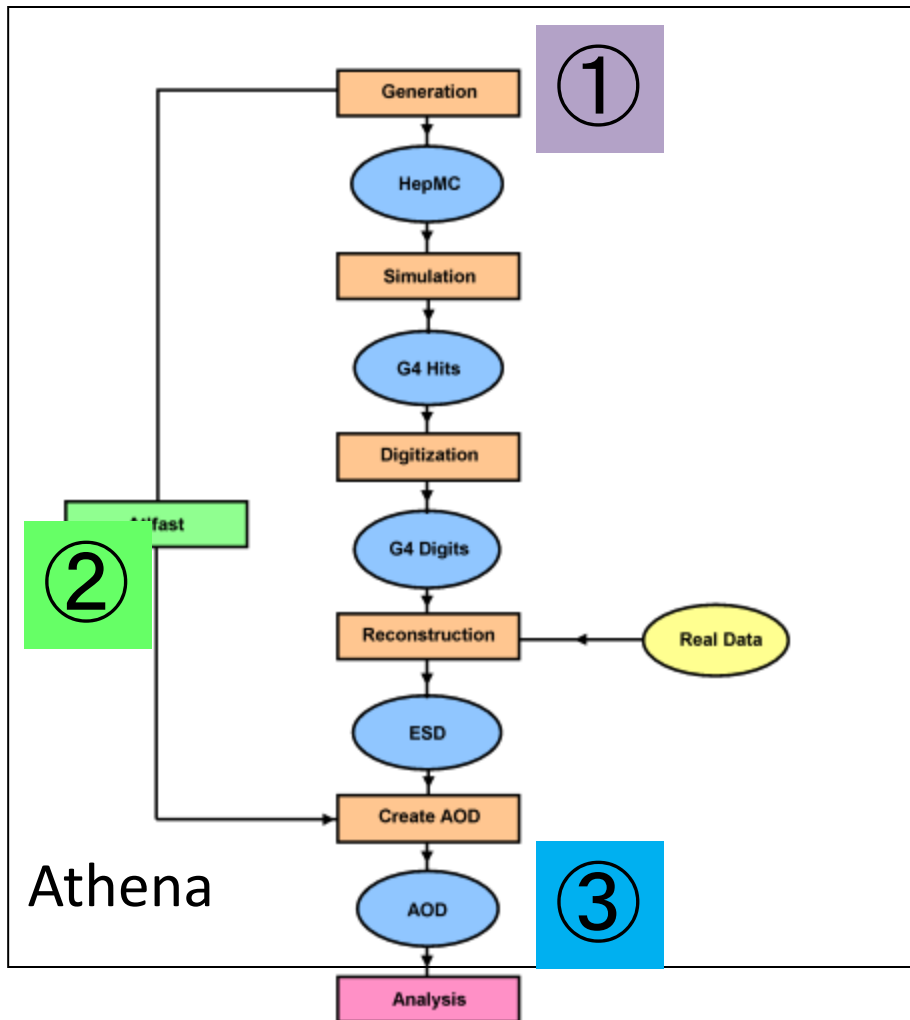
- ・ 陽子・陽子衝突現象を測定し、ヒッグス粒子などを測定する。
- ・ 高さ: 25m、全長: 44m、重量: 7000トン
- ・ 37カ国から約2900人の研究者(うち学生が約1000人)が参加している(2009年現在)。
- ・ 各国は担当する検出器を担当国で製作し、CERNへ持込み据付・組立を行い測定器として一体化した。



研究目的

- 900GeV(無加速)のビームデータとモンテ・カルロデータを比較し、モンテ・カルロデータとの整合性を確かめる。
- 評価対象
 - π^0 の質量分布
 - π^0 の P_t 分布
 - π^0 の η 分布

シミュレーションの流れ



1. Generation (pythia)

イベントを生成する。

陽子・陽子衝突実験

重心系エネルギー 900 GeV

2. Atlfast

Generationで、生成されたイベントが、ATLASの中で、どのように検出されるかの情報を与える

3. AOD -> Analysis

AODから、必要な情報のみを取り出し、Ntupleに詰めて解析を行う。

今回はAthenaを使用できなかったが、埴くんの協力により、
③のNtupleまで出来上がった状態から解析を行った。

π^0 の再構成方法

- π^0 のdecay mode

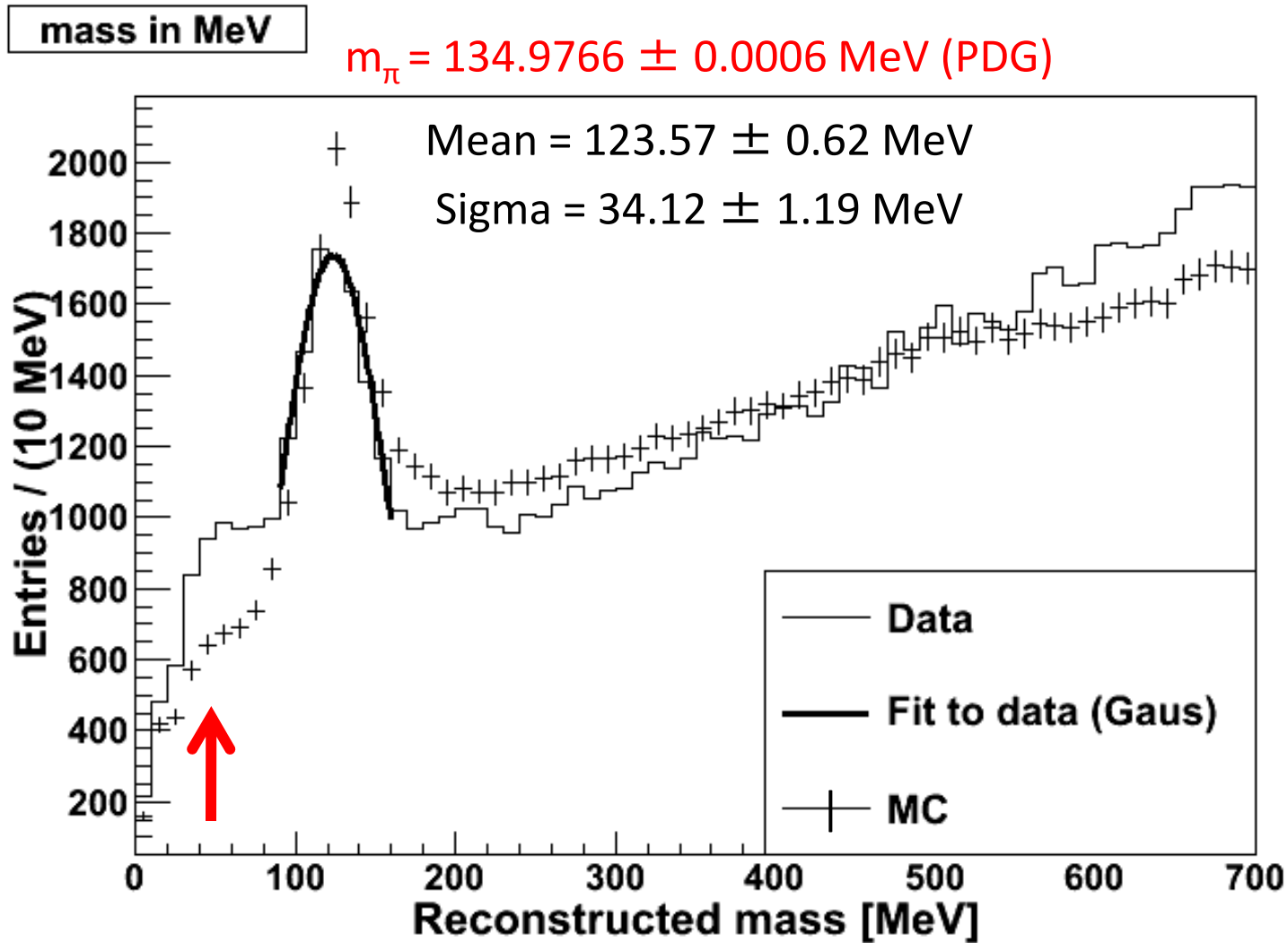
$$\pi^0 \rightarrow 2\gamma \quad (98.798 \pm 0.032\%)$$

$$\pi^0 \rightarrow e^+e^-\gamma \quad (1.198 \pm 0.032\%)$$

1. EM-Cal で二つ以上のクラスターが存在することを要求。
2. 1のクラスターがH-Cal への浸み出しがないことを要求。
(Hadronic decay のEvent を排除)
3. 1, 2のクラスターに対応するTrac が存在しないことを要求。
(荷電粒子を含むEventの排除)

今回はEM-Calに対応するH-CalとTracer の情報が無いため、
1 のみで再構成を試みた。

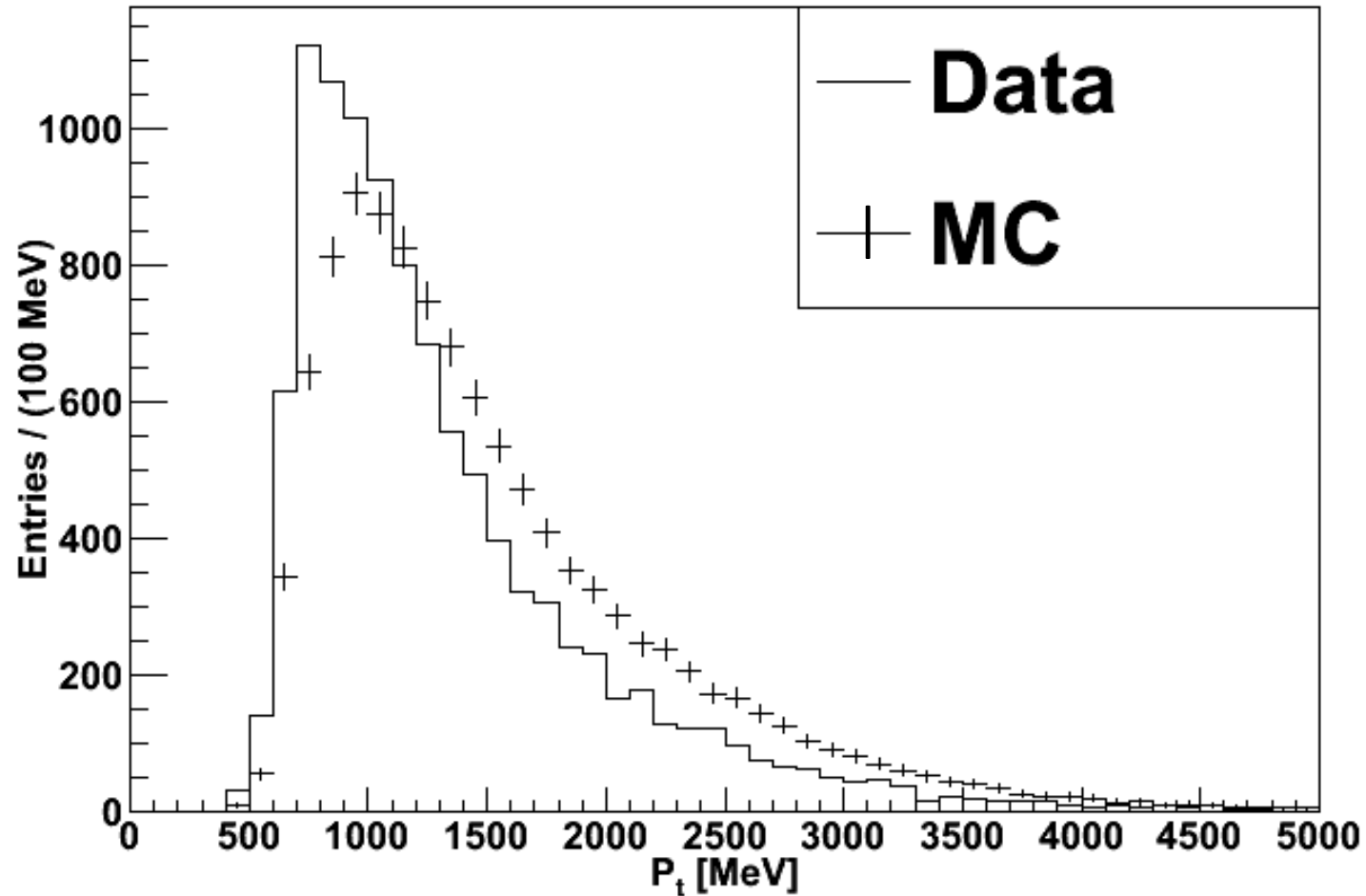
Reconstructed mass



DataとMCの双方で m_π が低い
低エネルギー領域でズレが大きい

P_t -distribution

Pt in MeV for pi0



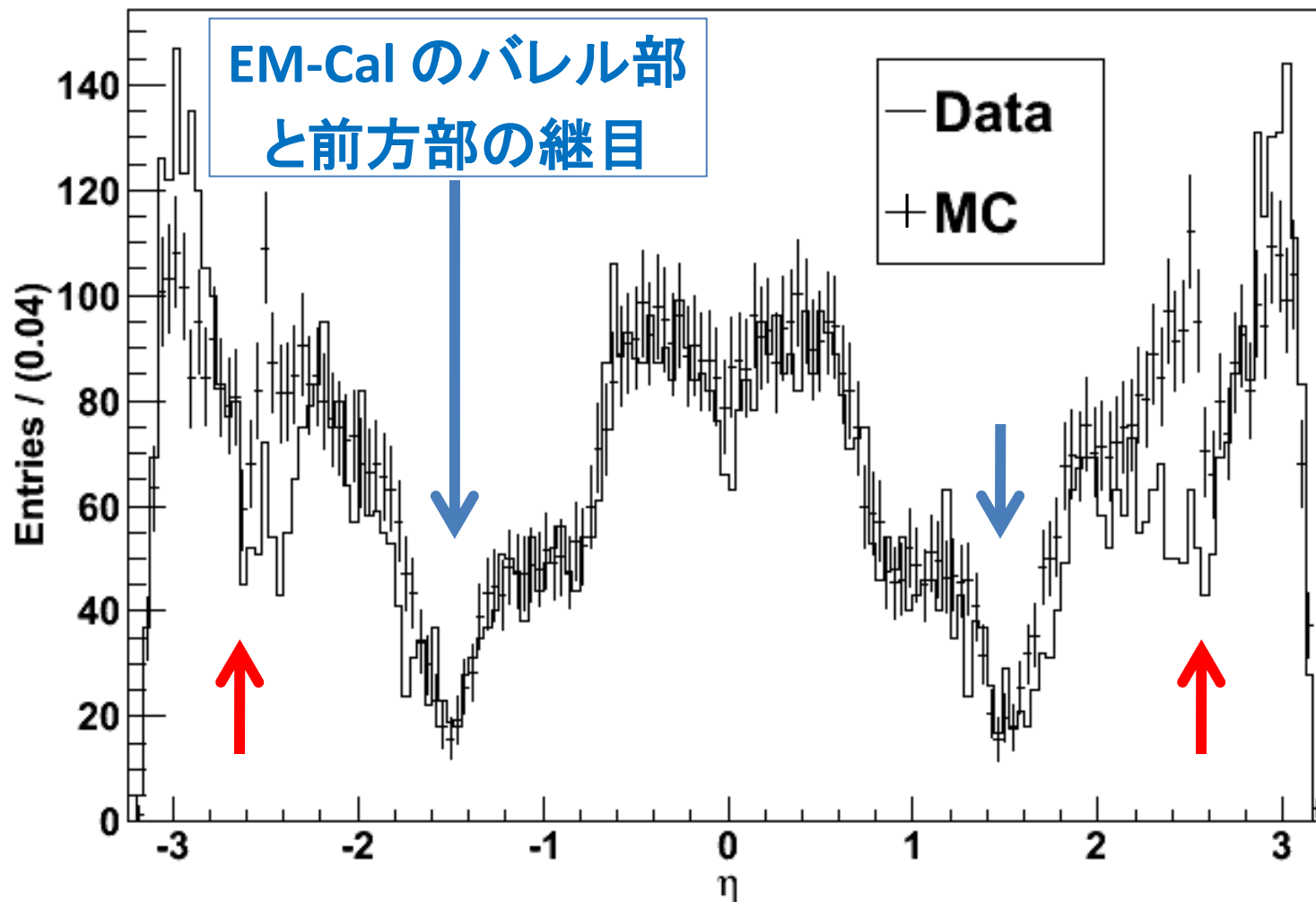
MCが全体的に高エネルギー方向にシフトしている。

η -distribution

eta for pi0

バレル部 $|\eta| < 1.475$

前方部 $1.375 < |\eta| < 3.2$



$|\eta|$ の高いところで一致しない

まとめ

- ATLAS検出器で測定された900GeVのデータを用いて π^0 粒子の再構成を行い、モンテ・カルロデータとの比較を行った
 - m_π
 π^0 の質量が低く見積もられている。
低エネルギー領域でMCとDataが一致しない。
 - P_t
MCが全体的に高エネルギー方向にシフトしている。
 - η
 $|\eta|$ の高いところで一致しない

課題

- EM-Calに対応するH-CalとTracer の情報を加えて再評価を行い、各分布のズレの原因を調査する。
- MCと比較を行い $pp \rightarrow hX$ の生成断面積を評価する。

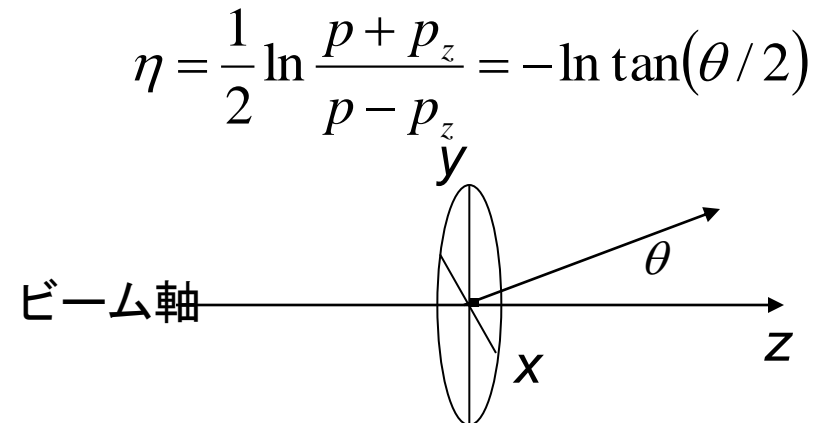
最後の晚餐



永井康一さん
本当にありがとうございました。

関連するウェブページや参考文献

- CERNの概要」 <http://atlas.kek.jp/public/IntroductionOfCERN.pdf>
- CERN <http://cern.ch>
- アトラス日本グループ(研究者用) <http://atlas.kek.jp/research>
- アトラス実験 <http://atlas.ch>
- 高エネルギーニュース 2010年1,2,3月号 「LHC実験始動」



おまけ

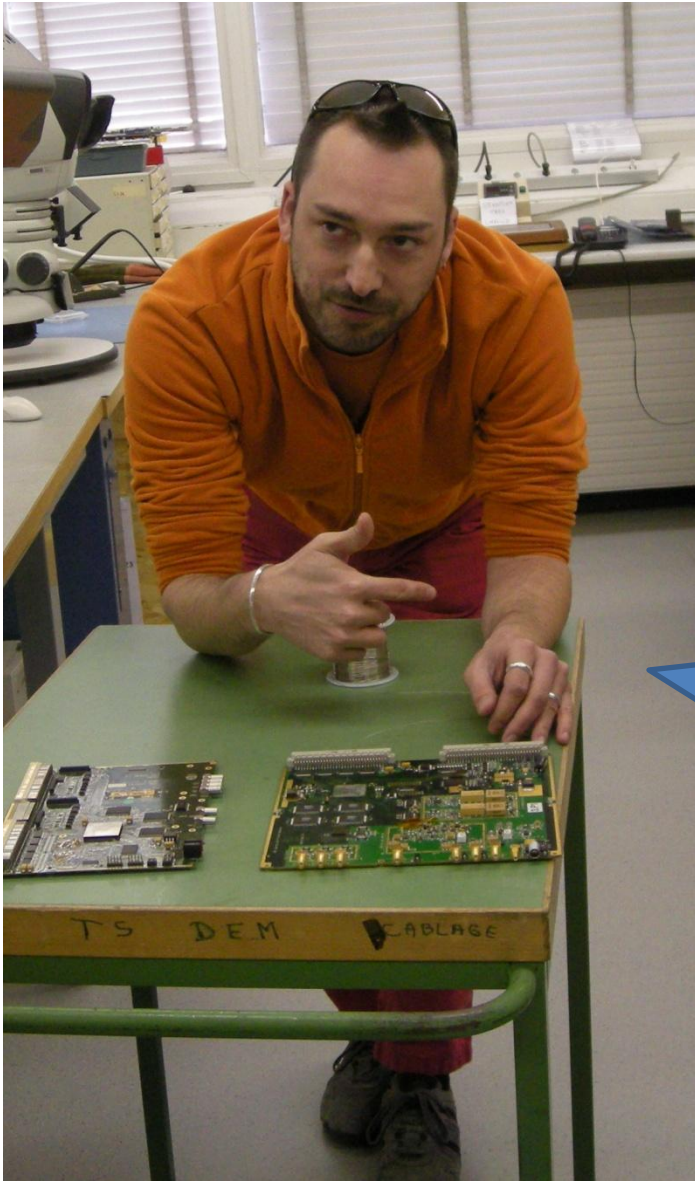
- CERN department 見学
 - Semiconductor factory
 - Assembly & Repair factory
 - Radiation Secure
 - Calibration sensor
 - CERN Control Center
- ATLAS 見学
- ALICE 見学

Semiconductor factory



Assembly & Repair factory

- 実装は主にハンダ付けで行われる。
- チップは外注して、実装が主な仕事



仕事の忙しさに波があって、
今は暇で見せるものがないよ。
HAHAHAHA!

Radiation Secure

CERN - CONSEIL EUROPÉEN POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

Created in 1954 by 12 European
states. Nowadays 20 states are
member of CERN Council

Sur le terrain du futur institut nucléaire



Membres du Conseil européen pour la
recherche nucléaire à Meyrin pour reconnaître le
terrain (voir en Dernière heure)
(Photo Freddy Bertrand, Genève)

octobre 1953

- First European organisation
founded after second world war
- Goal: keep European scientists
in Europe and reduce emigration
towards United States of America
- Expression "nucléaire" heritage
from the 50s
- Nuclear physics
↓
High energy particle physics

今までに被曝事故は起こさせていないわ！

丁寧にレクチャーをしてくれる所長と
熱心に聴く黒川さん

Calibration sensor

放射線源；

中性子線、 γ 線、 β 線が出てくる。

Dose meter

人体に見立てた
吸収体

僕の仕事は皆が使う線量計の校正さ。
ちゃんと期限までに持ってきてね。

CERN Control Center



ATLAS Control Room



美しきモンブラン(!?)

