

Hadron rejectionのための タイミング補正

(10/07/21)

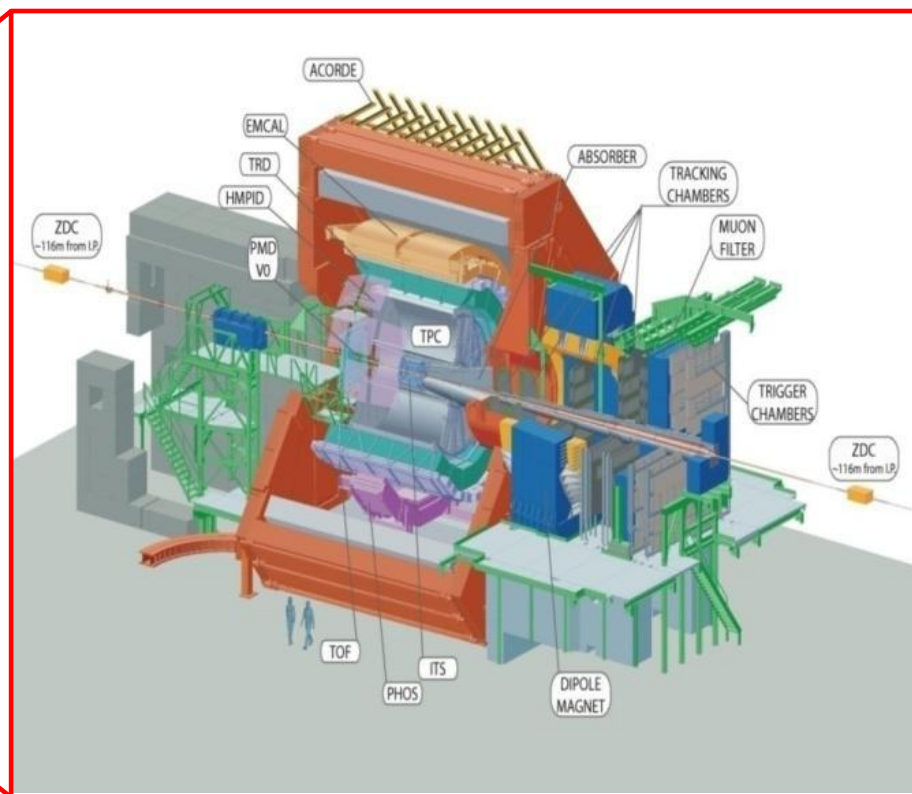
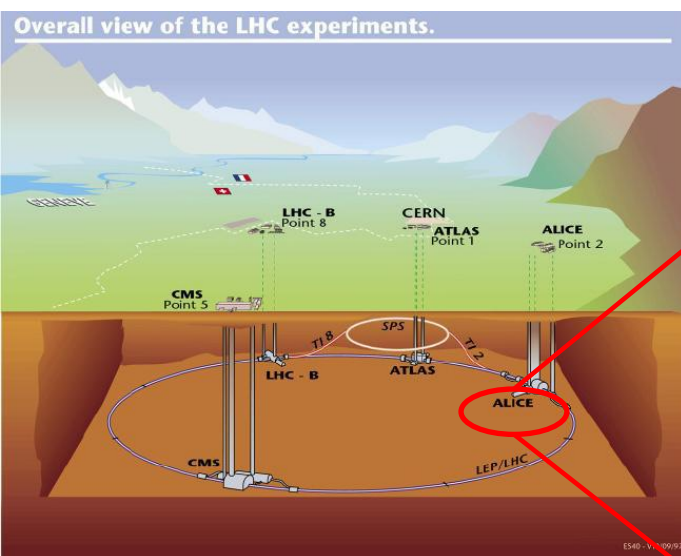
数理物質科学研究科
博士課程前期 1 年
高エネルギー原子核実験研究室

近藤祐樹@CERN

List

- LHC-ALICE実験
- EM-calについて
- タイミング補正
- 今後の予定

LHC-ALICE実験



LHC(Large Hadron Collider)

・ジュネーブ(スイス)に位置するCERN所有の大型ハドロン検出器

・円周約27km

・ $\sqrt{s_{NN}} = 5.5\text{TeV}$ 鉛+鉛

・ $\sqrt{s} = 14\text{TeV}$ 陽子+陽子

世界最高エネルギーの粒子衝突実験である

ALICE実験

・ $\sqrt{s_{NN}} = 5.5\text{TeV}$ の鉛+鉛原子核衝突実験からQGPの物性を解明するところを目的としている

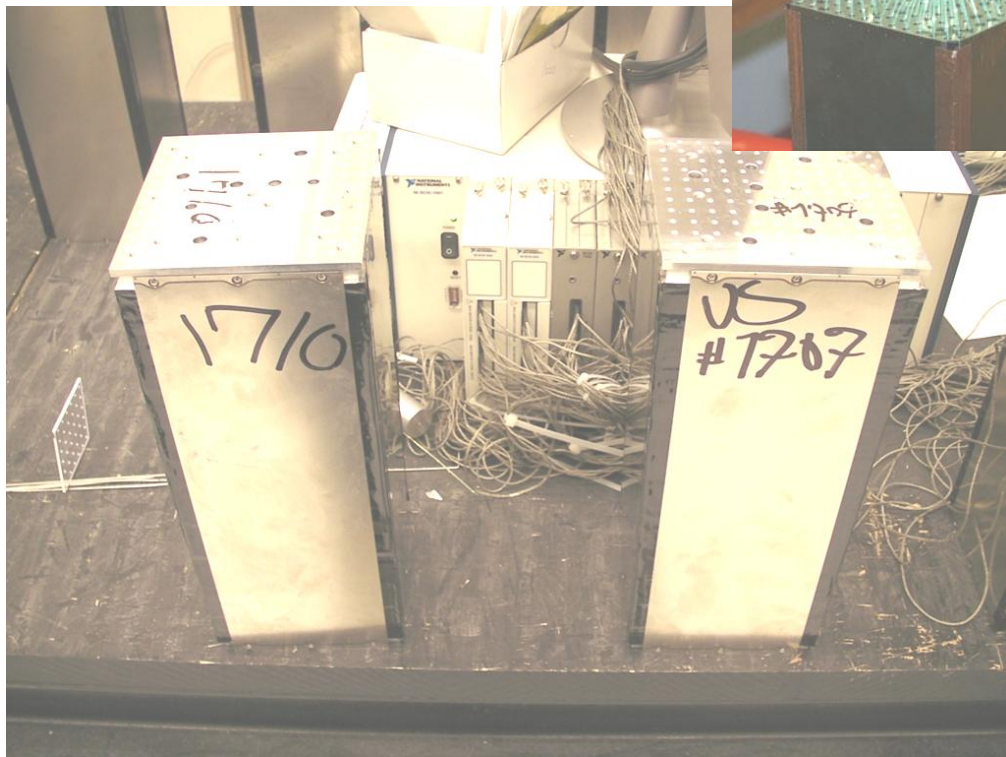
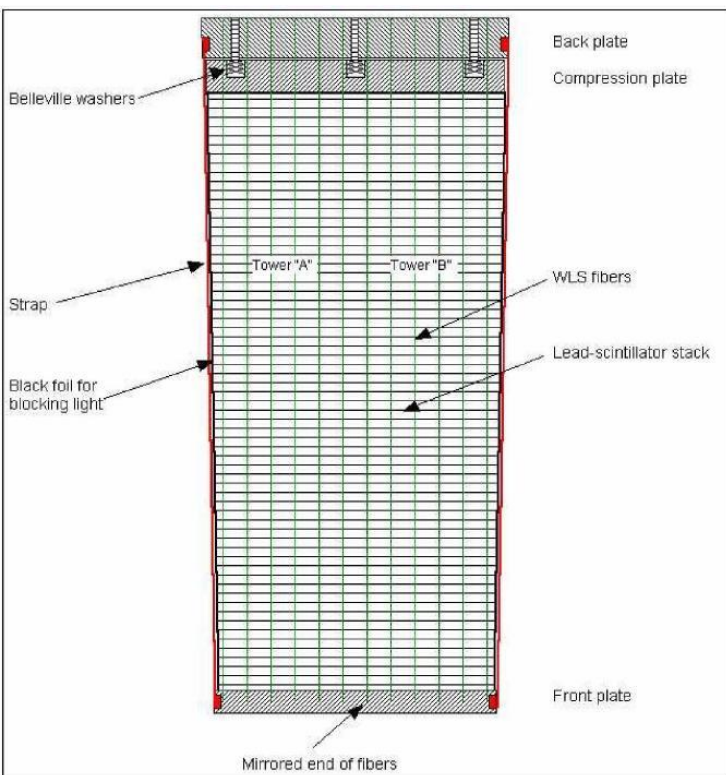
ALICE実験検出器

ITS、TPC、TRD、TOF、HMPID、

PHOS、EM-Cal等の測定様々な検出器がインストールされている。

EM-Calについて

- ・ サンプリング型の電磁カロリメータ
- ・ 本体は吸収体(鉛)とプラスチックシンチレータを交互に並べた77層の積層構造をしている
- ・ 読み出しの光検出器にはAPD(Avalanche Photo Diode)を用いている



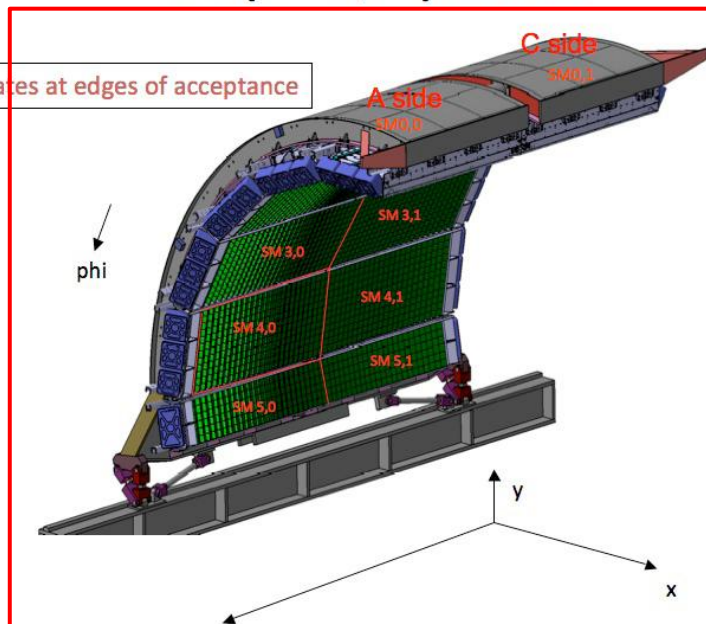
実際にカロリメータを作製している場所に行って撮影したもの

EM-Calについて

- ・モジュール(電磁カロリメータ)12個を一行に配置したものをストリップモジュールと呼び、ストリップモジュールを並べることでスーパーモジュールが出来上がる
- ・現在は4つのスーパーモジュール(SM)、#0~3がインストールされている

2 x (5+1/3) SM's

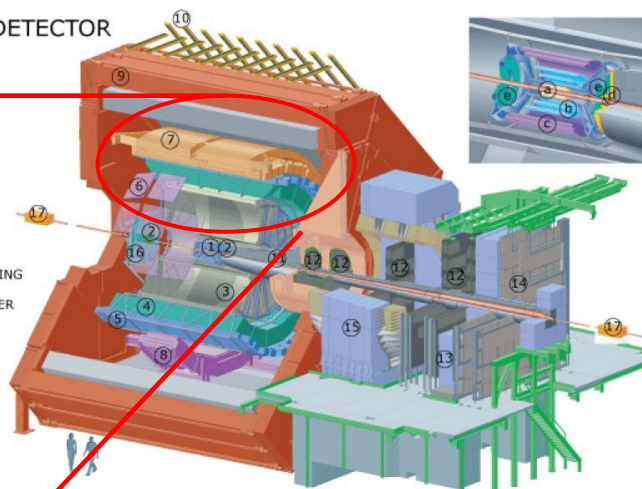
Note: FEE crates at edges of acceptance



Coordinate system according ALICE-INT-2003-038

THE ALICE DETECTOR

1. ITS
2. FMD, T0, V0
3. TPC
4. TRD
5. TOF
6. HMPID
7. EMCAL
8. PHOS CPV
9. MAGNET
10. ACORDE
11. ABSORBER
12. MUON TRACKING
13. MUON WALL
14. MUON TRIGGER
15. DIPOLE
16. PMD
17. ZDC



- a. ITS SPD Pixel
- b. ITS SDD Drift
- c. ITS SSD Strip
- d. V0 and T0
- e. FMD

| | |
|-------|-------------|
| phi | 80 - 120 |
| eta | [-0.7, 0.7] |
| R(ip) | 4.3m |

タイミング補正

4つのSMのCellそれぞれにおいて、入射した粒子が作るCellの時間に対してElectronとHadronの識別によるRadaron rejectionを行うためにタイミングの補正を行う

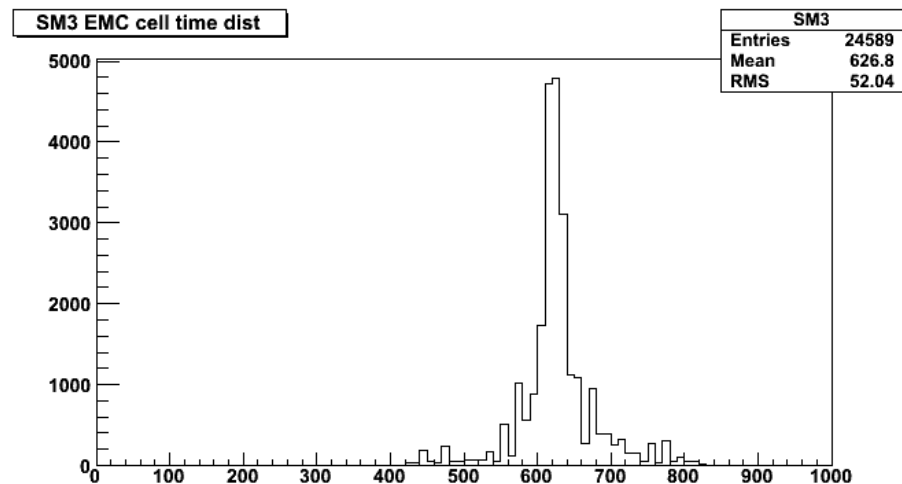
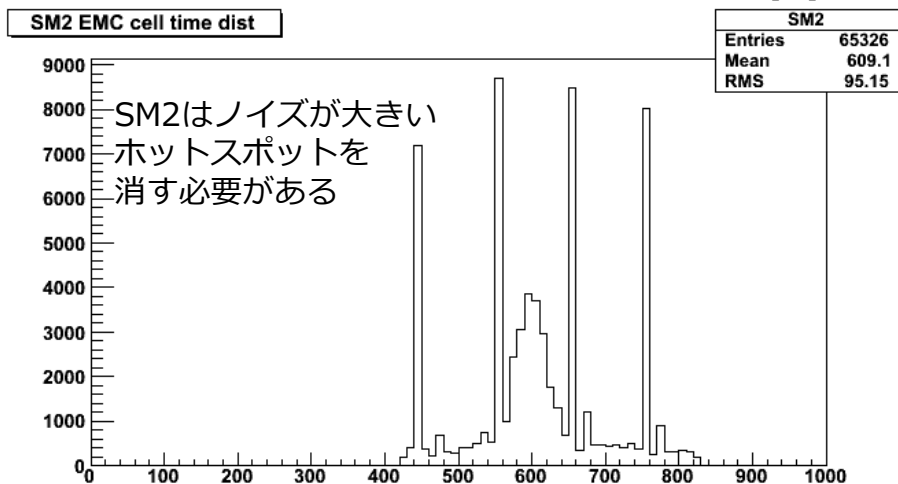
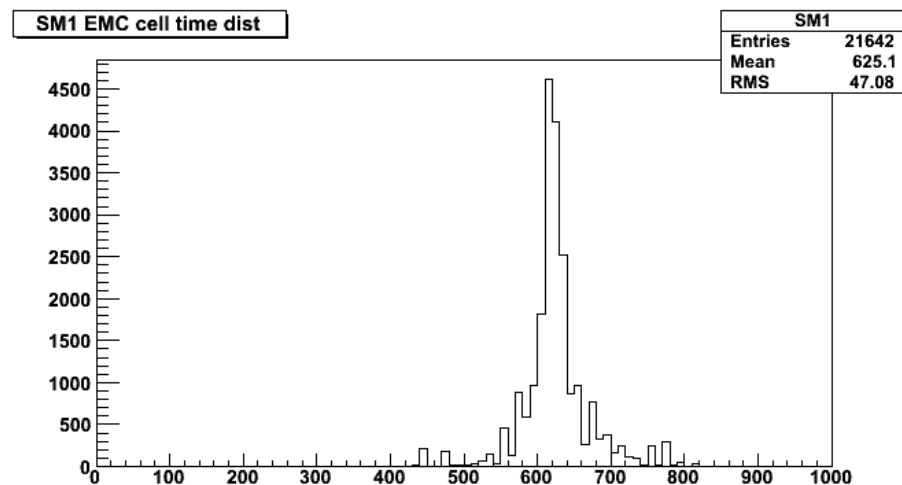
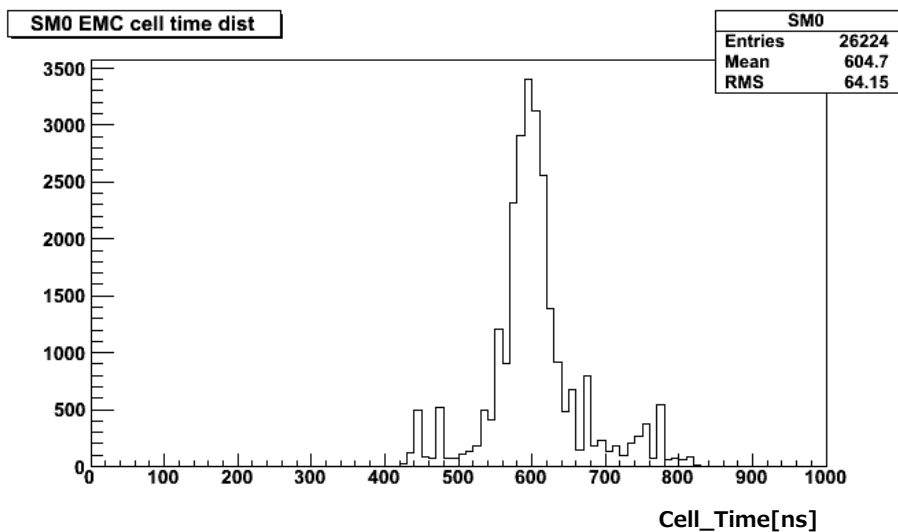
Cellの時間がそれぞれずれる原因としては

- ・それぞれのSMにつながっているケーブルの長さの違い
 - ・読み出し回路の単位(RCU, Readout Control Unit)の違い
- 等が考えられる

補正の方法として

- 1, T0検出器の信号を基準として、4つのSMのそれぞれのCellの相対的な時間を計算する
 - 2, それぞれのSMのCellの相対的な時間の平均を取り、Cellの時間を揃えることによって補正する
- という手順で行う

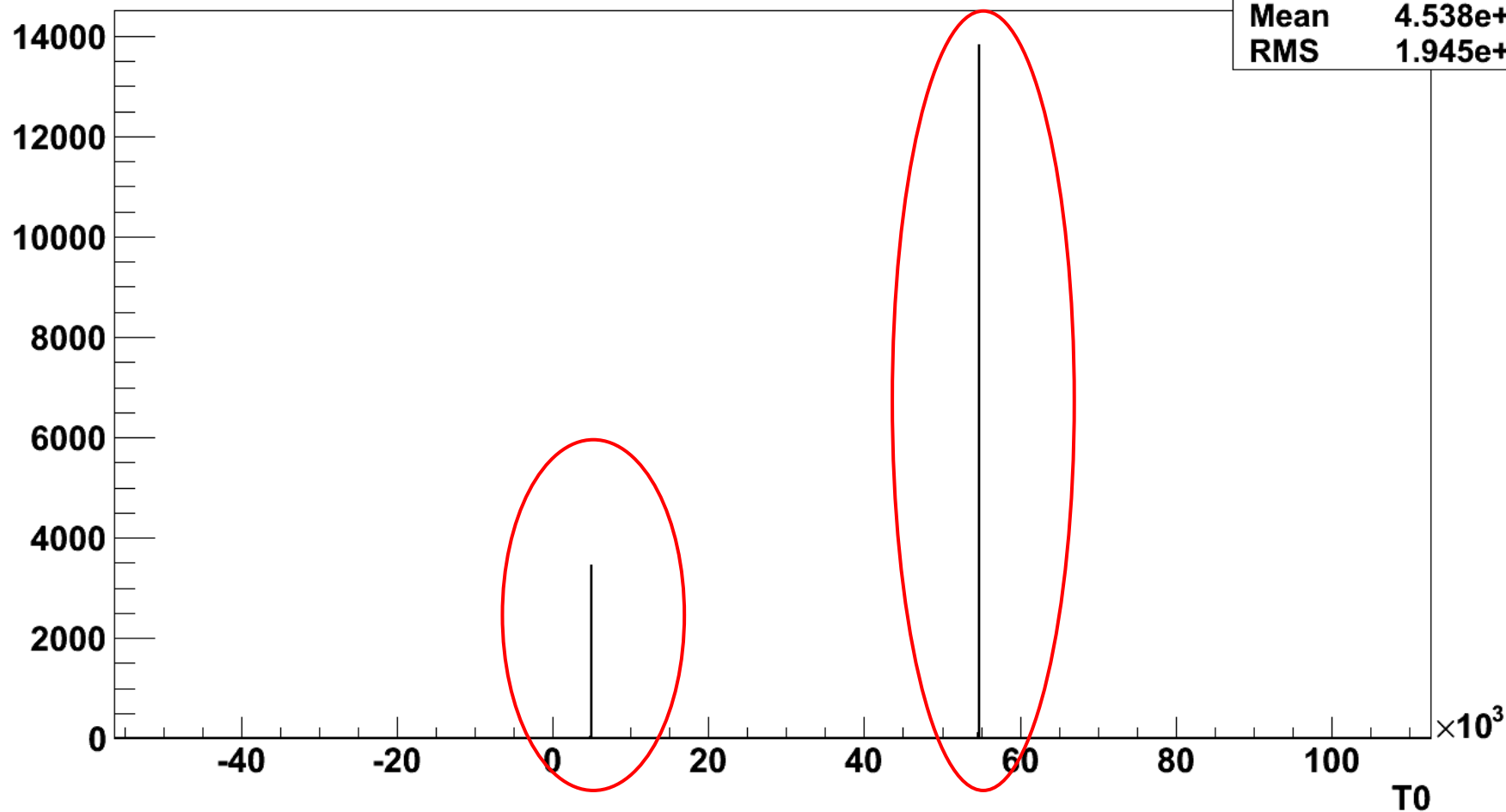
タイミング補正



それぞれのSMごとにCellの時間分布を見ると、Meanが600~620と揃っていないことが分かる

タイミング補正

T0



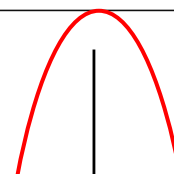
T0に何故か2つピークが存在する??

タイミング補正

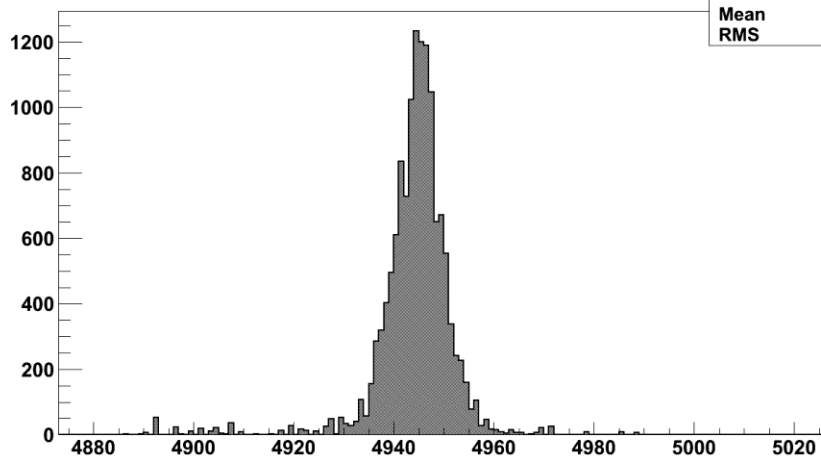
T0

14000
12000

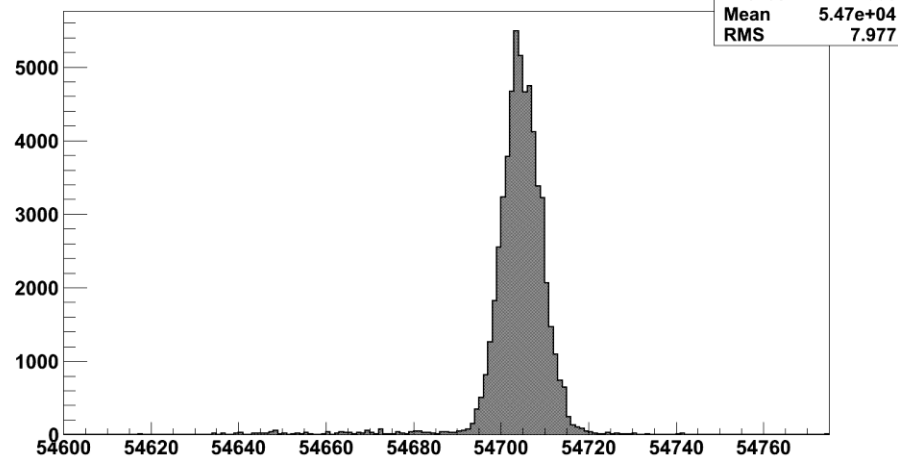
| htemp | |
|---------|-----------|
| Entries | 72005 |
| Mean | 4.538e+04 |
| RMS | 1.945e+04 |



T0



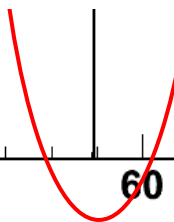
T0



2000
0

-40 -20 0 20 40 60 80 100

$\times 10^3$
T0



T0には2つピークが存在する??

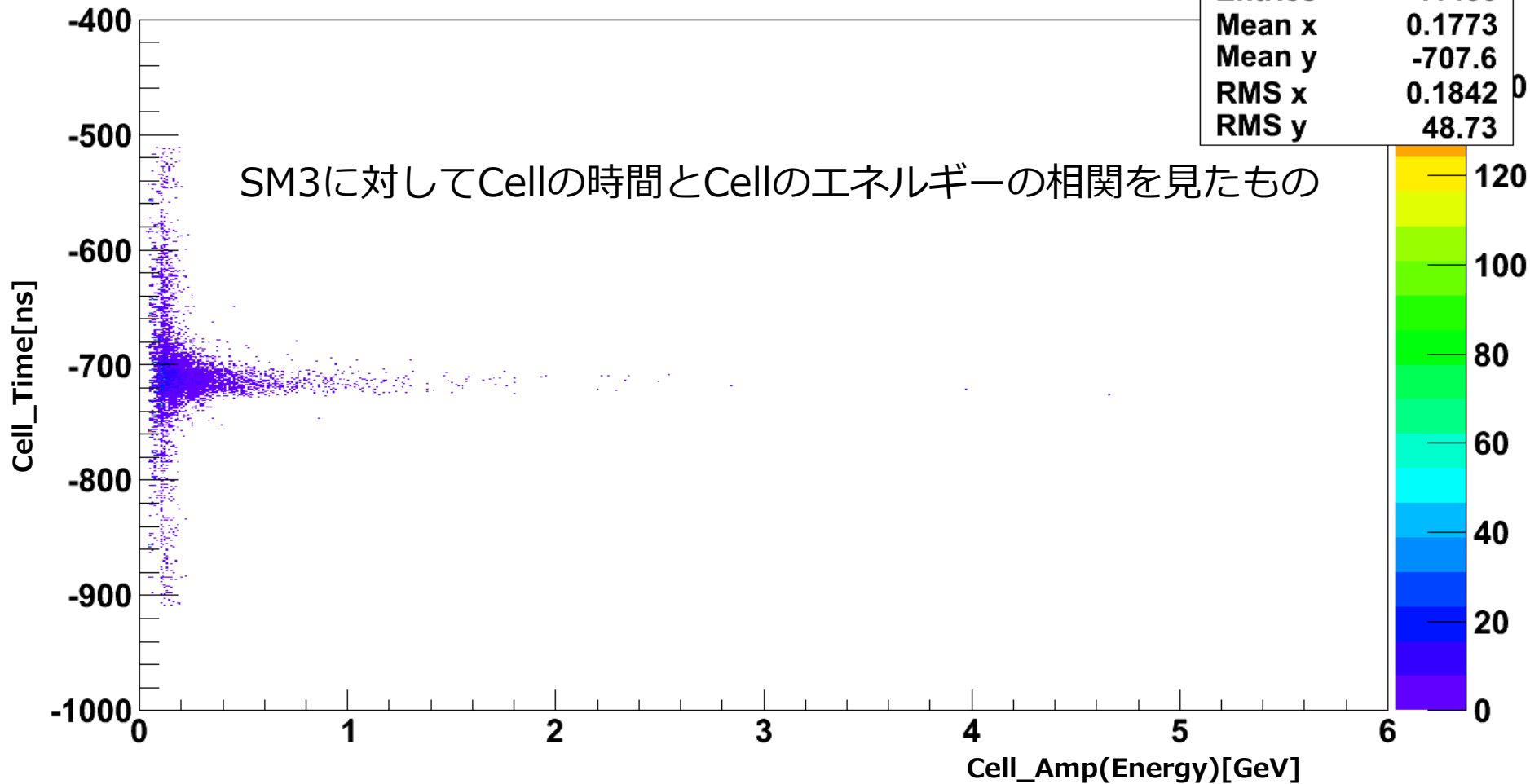
→正しいと思われる右側の方のデータを用いて以降、計算した

タイミング補正

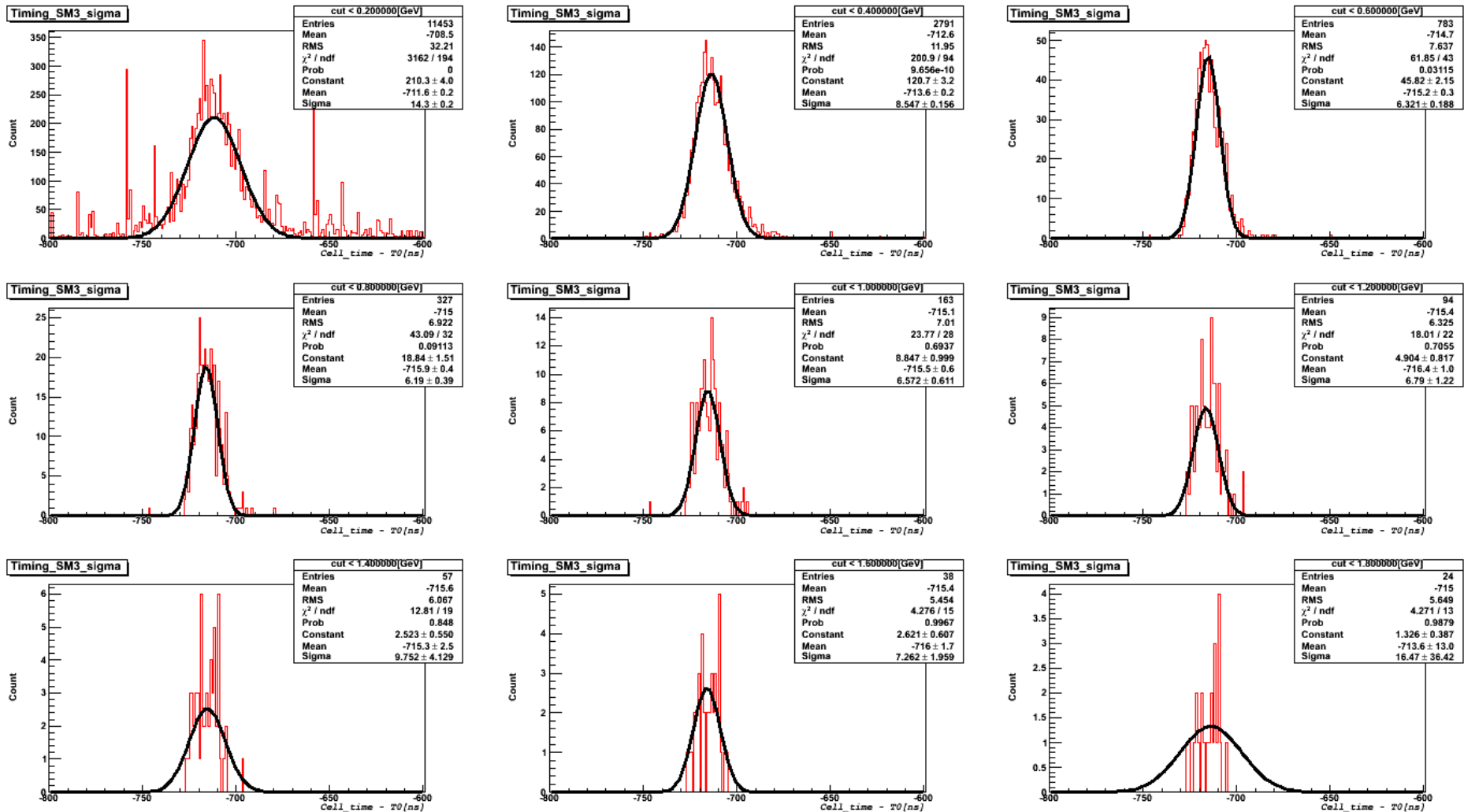
`(cell_time - (T0 * 24.4)/1000) : cell_amp {((T0 * 24.4)/1000) > 1000 && SM == 3}`

| test | |
|---------|--------|
| Entries | 11453 |
| Mean x | 0.1773 |
| Mean y | -707.6 |
| RMS x | 0.1842 |
| RMS y | 48.73 |

SM3に対してCellの時間とCellのエネルギーの相関を見たもの



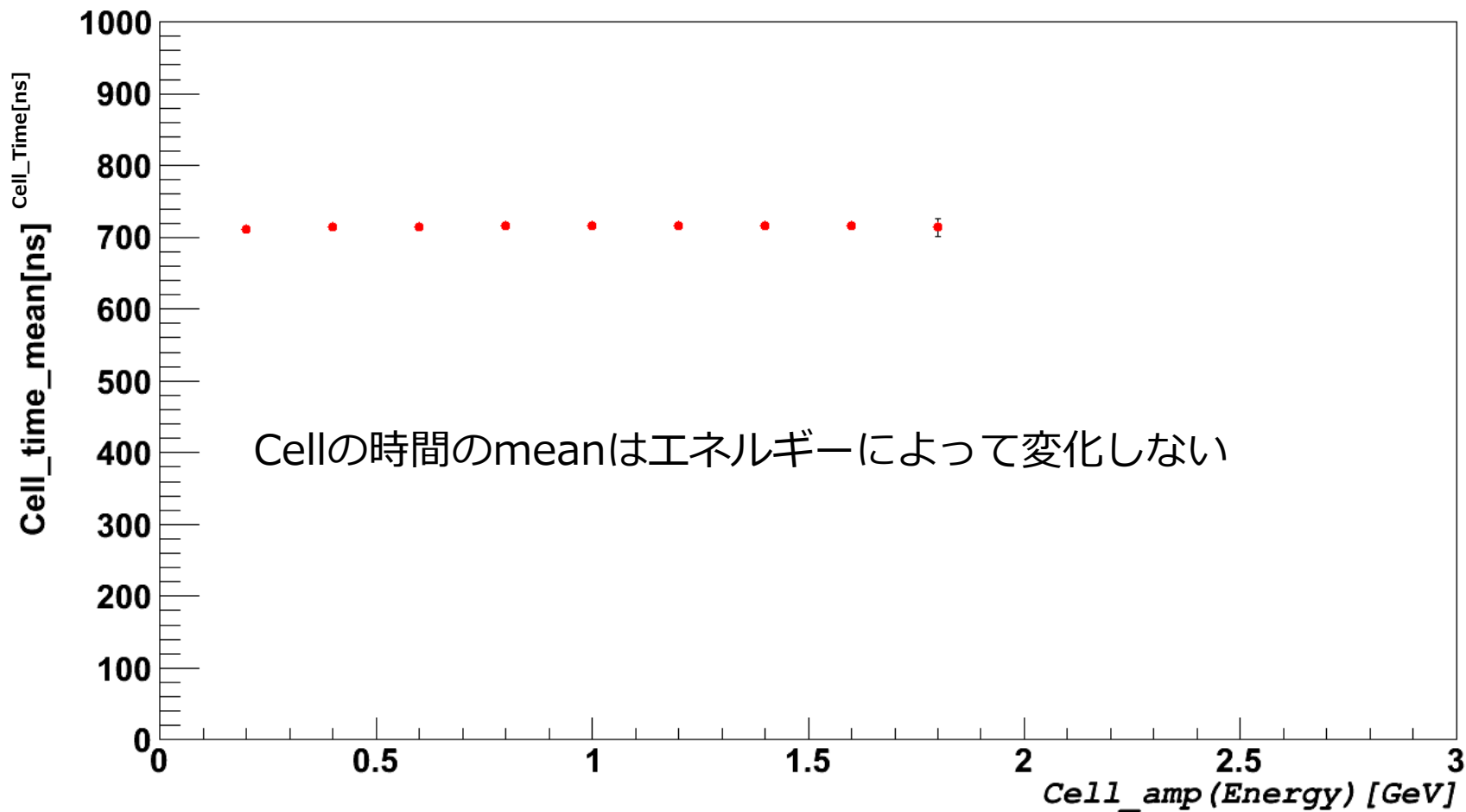
タイミング補正



先程の相関図を0.2GeV間隔で区切り、Cellの時間のmean,sigmaを計算した

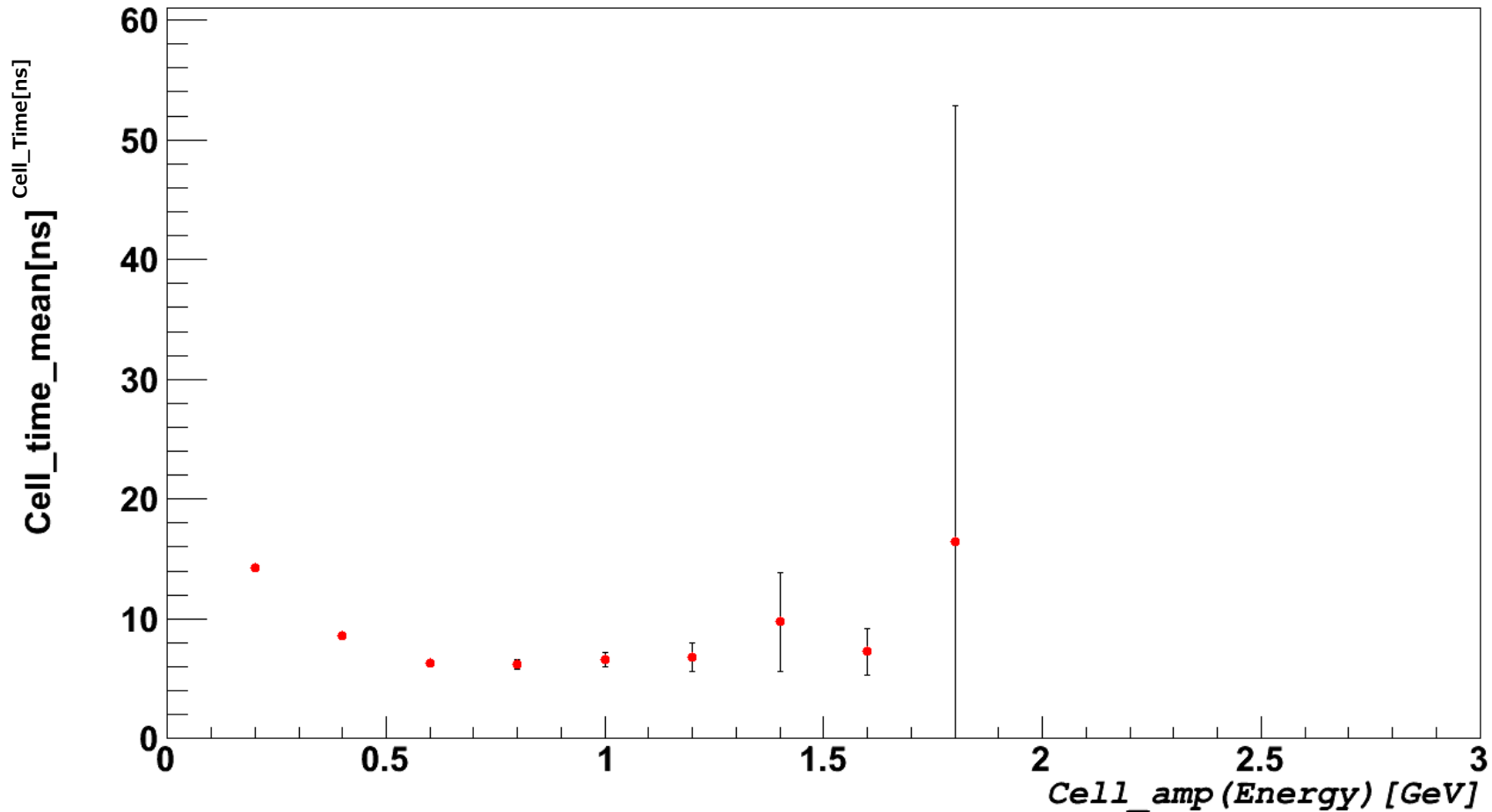
タイミング補正

Timing_SM3_mean



タイミング補正

Timing_SM3_sigma



Cellの時間のsigmaはエネルギーが大きくなるにつれ小さくなる
最後の方は統計が少ないのでエラーバーが大きくなり、あてにならない

今後の予定

引き続きタイミングの補正を行う

- すべてのSMに対して、同様の計算を行う
- SMごとのmean,sigmaを基にタイミングの補正を行う
- T0の2つのピークについてより詳しく調べる

Back up slide

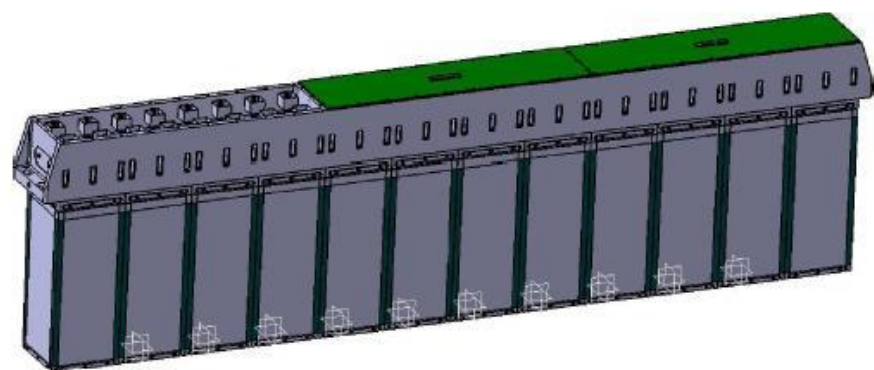


図 2.5 ストリップモジュール [2]

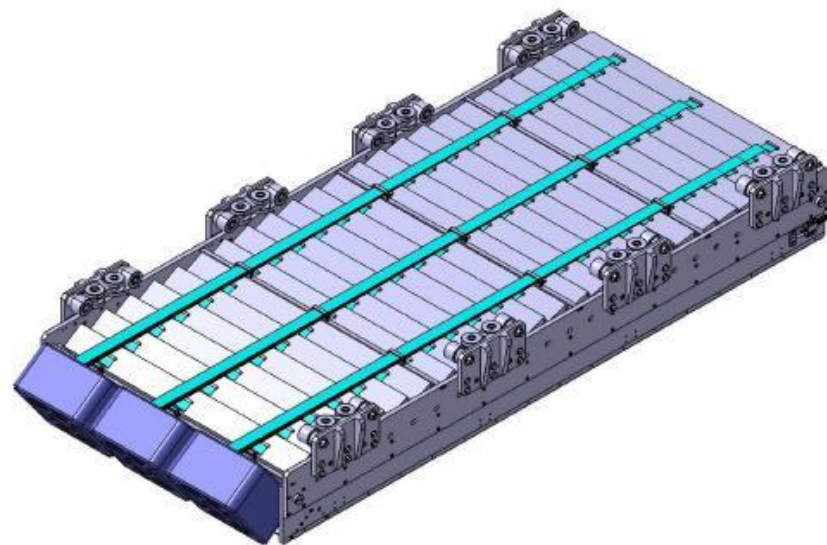


図 2.6 スーパーモジュール [2]

DE vs E_γ : : 77 layers, 1.44mm(Pb)x1.76mm(Sc)

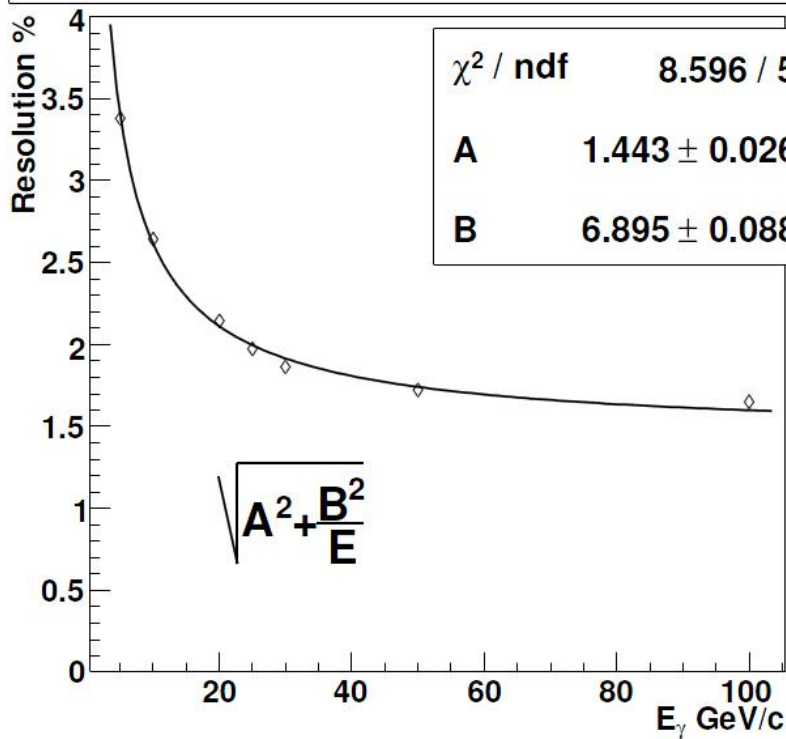


Table 2.1: The EMCal Physical Parameters.

| Quantity | Value |
|----------------------------------|--|
| Tower Size (at $\eta=0$) | $\sim 6.0 \times \sim 6.0 \times 24.6 \text{ cm}^3$ (active) |
| Tower Size | $\Delta\phi \times \Delta\eta = 0.0143 \times 0.0143$ |
| Sampling Ratio | 1.44 mm Pb / 1.76 mm Scintillator |
| Number of Layers | 77 |
| Effective Radiation Length X_0 | 12.3 mm |
| Effective Moliere Radius R_M | 3.20 cm |
| Effective Density | 5.68 g/cm^3 |
| Sampling Fraction | 10.5 |
| Number of Radiation Lengths | 20.1 |
| Number of Towers | 12,672 |
| Number of Modules | 3168 |
| Number of Super Modules | 10 full size, 2 half size |
| Weight of Super Module | ~ 7.7 metric tons (full size) |
| Total Coverage | $\Delta\phi = 110^\circ, -0.7 < \eta < 0.7$ |

タイミング補正

4つのSMそれぞれにおいて、入射した粒子が検出されるタイミングは異なる原因としては

- それぞれのSMにつながっているケーブルの長さの違い
- 読み出し回路の単位(RCU, Readout Control Unit)の違い

等が考えられる

補正の方法として

- 1, まずはそれぞれのSMのセルの時間を見してみる
- 2, T0検出器の信号を基準として、4つのSMの相対的な時間を見る
- 3, エネルギーごとに4つのSMの時間のmeanとsigmaを見してみる
- 4, それぞれのSMの時間の平均を取り、セルの時間を揃えることによって補正する
- 5, ...