

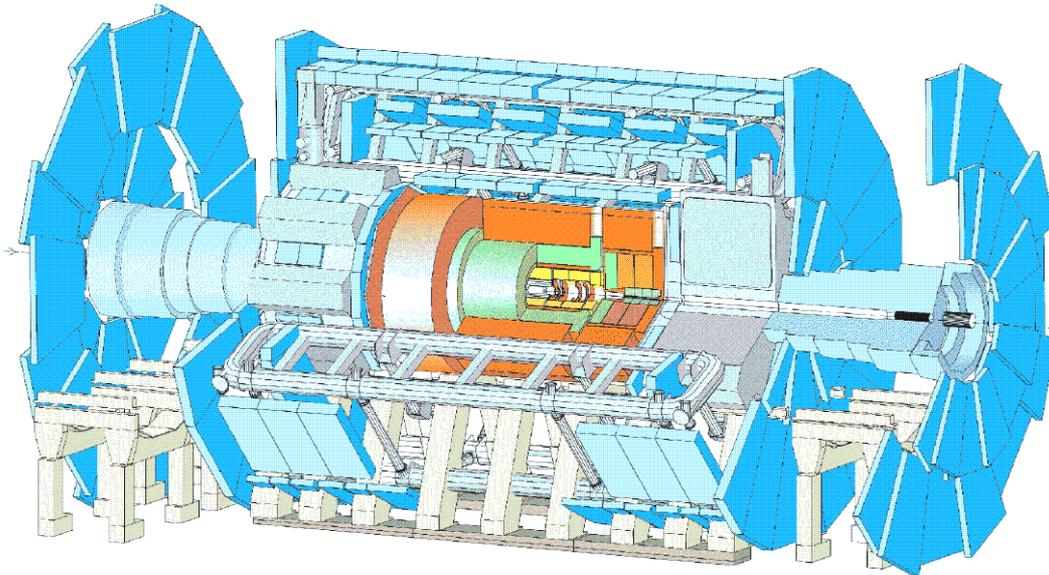
ATLAS実験におけるコミッショニングにむけた エンドキャップトリガーの最適化

大町千尋, 蔵重久弥, 金谷奈央子, 稲田昌彦,
長谷川庸司^A, 石野雅也^B, 佐々木修^C
神戸大, 信州大^A, 東大理^B, 高工研^C

Contents

現在、ATLAS検出器ではエンドキャップミュオンシステムがインストール中であり、終了後、システムを統合した宇宙線試験が予定されている
宇宙線試験に向けたLVL1エンドキャップミュオンシステムにおけるトリガーロジックの変更及びシミュレーション結果について報告する

- LVL1 endcap muon system
- trigger configuration for cosmic-ray
- cosmic-ray simulation
- summary



commissioning

ATLAS検出器は非常に巨大かつ複雑であり、commissioningには長い時間を要する

物理事象を用いたcommissioning

実験開始前

宇宙線

シングルビーム(ビームハロー、ビームガス)

実験開始後

初期(ミニマムバイアス)

本番($z \rightarrow ll$ 、 $w \rightarrow lv$ など)



検出器の動作確認

エレクトロニクスの動作確認

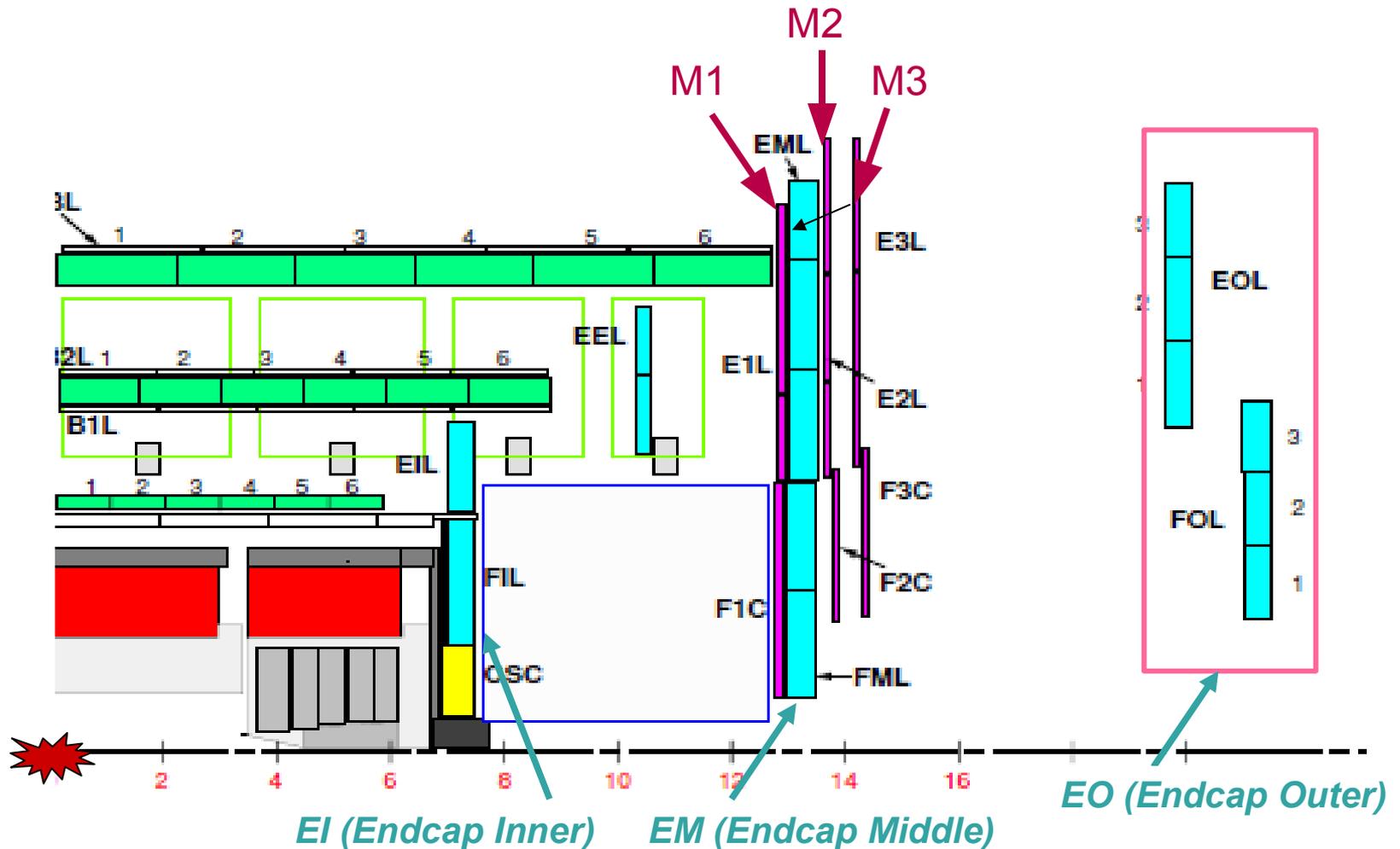
トリガーの動作検証

データ収集の検証

宇宙線試験により、ビーム開始前における
エンドキャップミュオンシステムを統合した動作検証を行う

Muon System

運動量測定 → MDT(Monitored Drift Tube) CSC(Cathode Strip Chamber)
トリガー → RPC(Resistive Plate Chamber) TGC(Thin Gap Chamber)



Endcap trigger algorithm

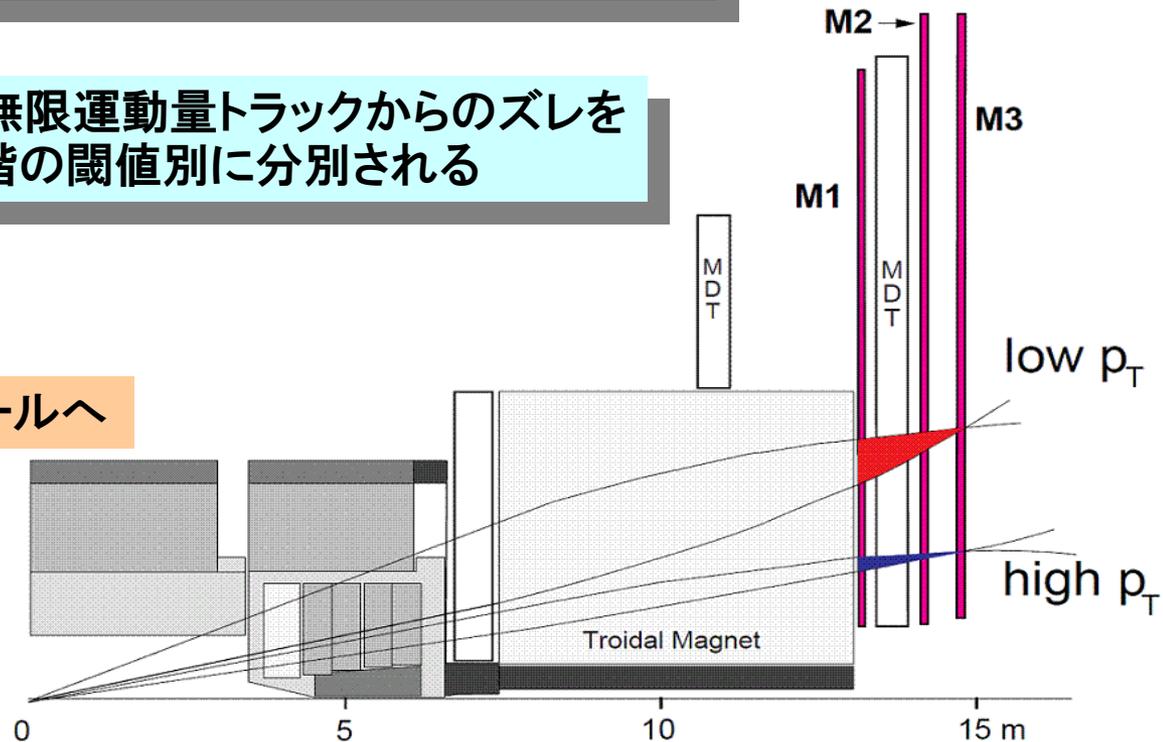
1. Interaction pointとM3stationのhitを結んだ直線を無限運動量トラックとする

2. M2stationでのhit位置と無限運動量トラックとのズレを求め、トリガー判定を行う(Low p_T)

3. Low p_T 判定を通過したものについてはM1stationでのズレを求め、トリガー判定を行う(High p_T)

4. High p_T 判定を通過したものは無限運動量トラックからのズレを数値化したものを基準にして6段階の閾値別に分別される

位置情報と p_T 情報を上位モジュールへ



Trigger configuration for cosmic-ray

- 通常のtrigger configuration

→ IPを通らない宇宙線ミュオンはトリガー不可



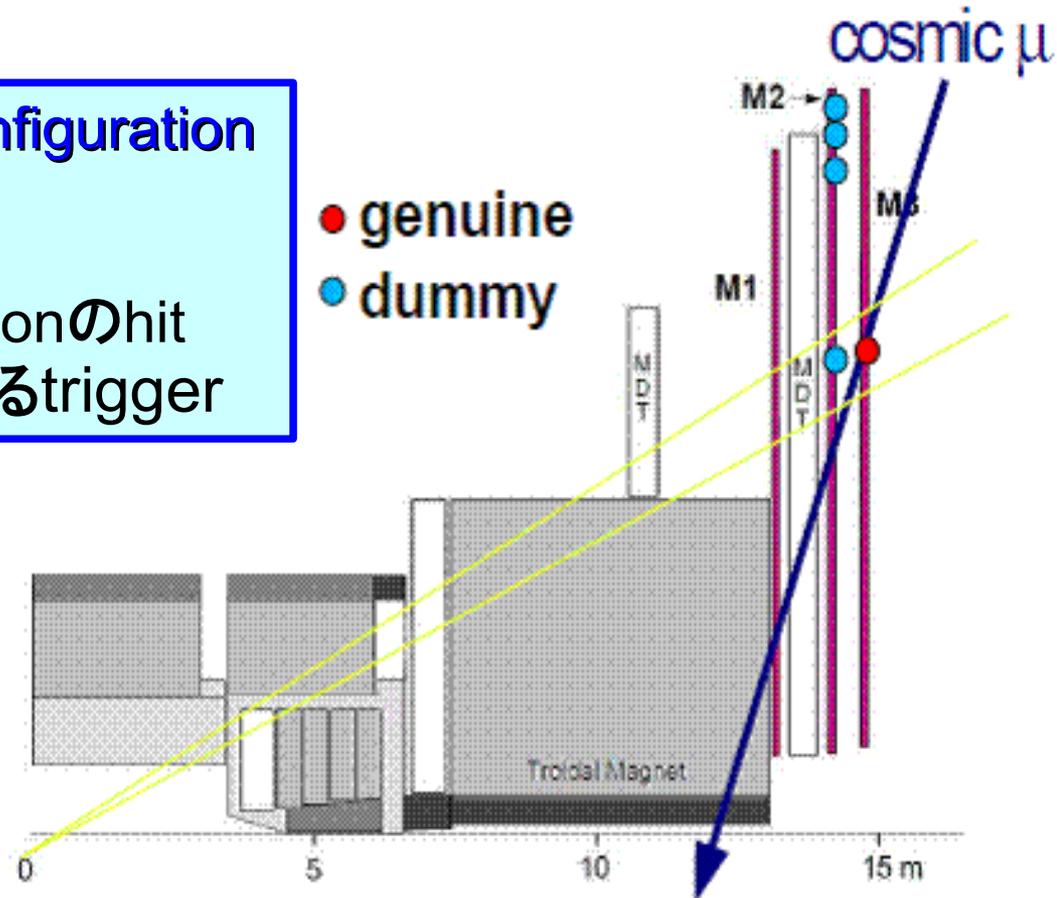
- 宇宙線ミュオン用trigger configuration (LVL1 cosmic muon trigger)

- M2station全体のdummy hit

- Cosmic muonによるM3stationのhit

→ Low p_T coincidenceによるtrigger

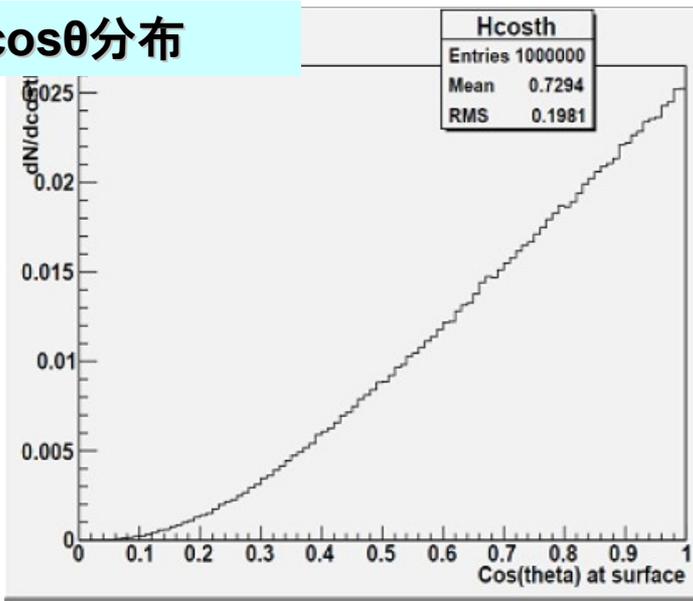
Simulationを用いて
trigger configurationの妥当性を検証



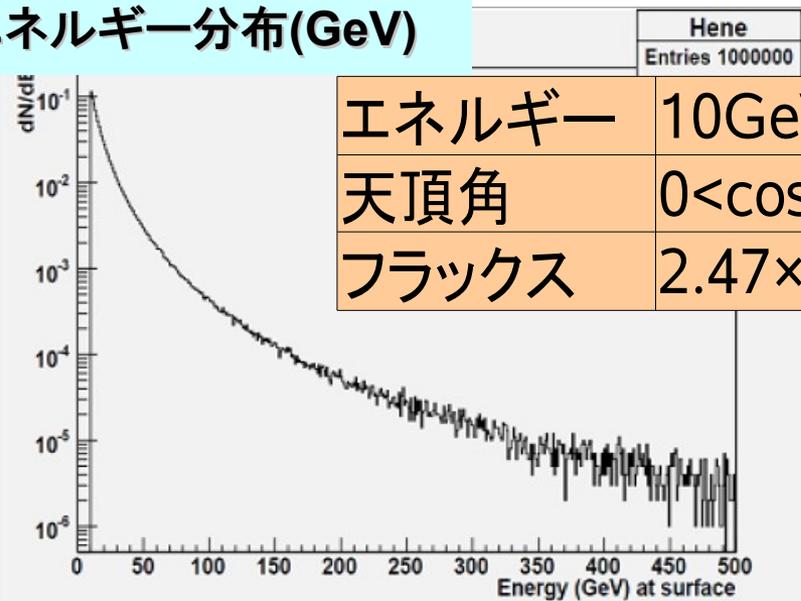
Cosmic-ray simulation

地表でのミュオンフラックス → Phys. Rev. Letters 51, 227 (1983)

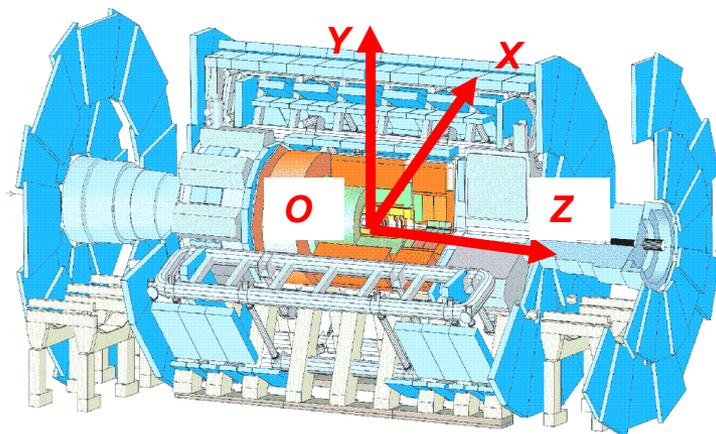
cos θ 分布



エネルギー分布(GeV)



エネルギー	10GeV~2TeV
天頂角	$0 < \cos\theta < 1$
フラックス	$2.47 \times 10^3 \mu/\text{cm}^2/\text{s}$



生成領域

$$-300\text{m} \leq X \leq 300\text{m}$$

$$Y = 98.3\text{m}$$

$$-300\text{m} \leq Z \leq 300\text{m}$$

Filtering of generated event

フィルター有感領域に向かって入射する宇宙線ミュオン事象のみ選別
→シミュレーション時間の短縮(約1/400)

有感領域

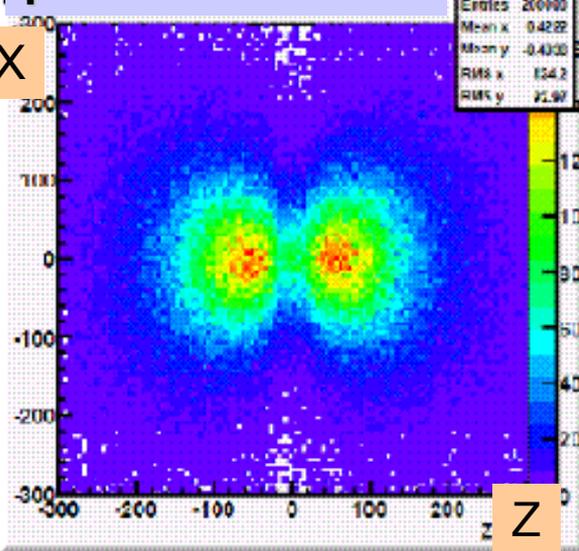
$0\text{m} \leq R \leq 12.0\text{m}$ ⇒ M3-station のホイール半径

$15.0\text{m} \leq |Z| \leq 15.3\text{m}$ ⇒ M3-station の厚み

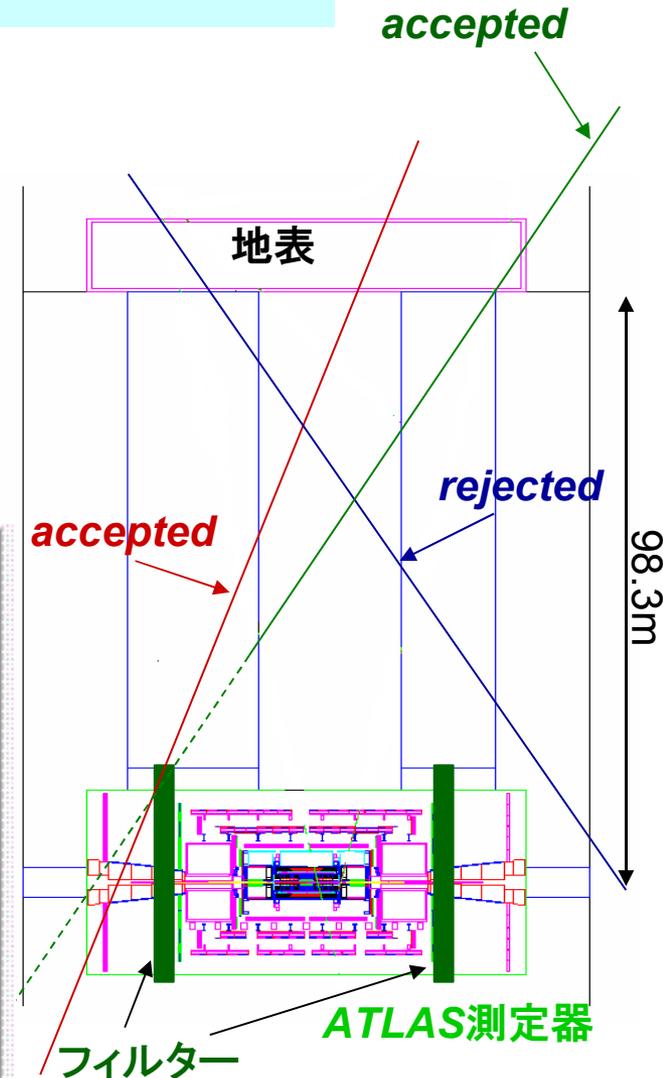
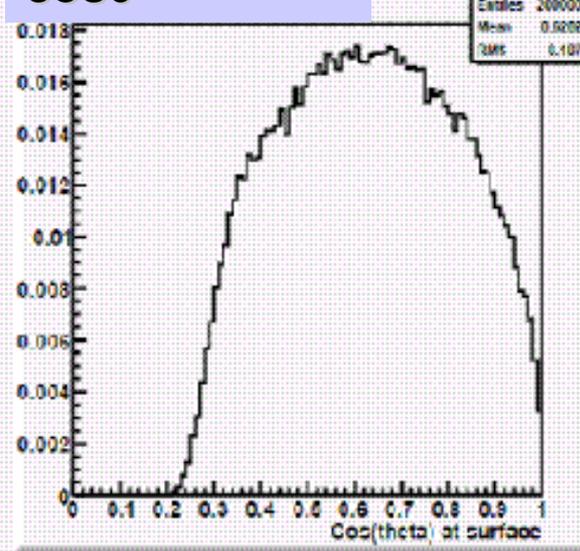
⇒LVL1 Cosmic Muon Trigger の設定変更に対応

フィルタリングされたイベント分布

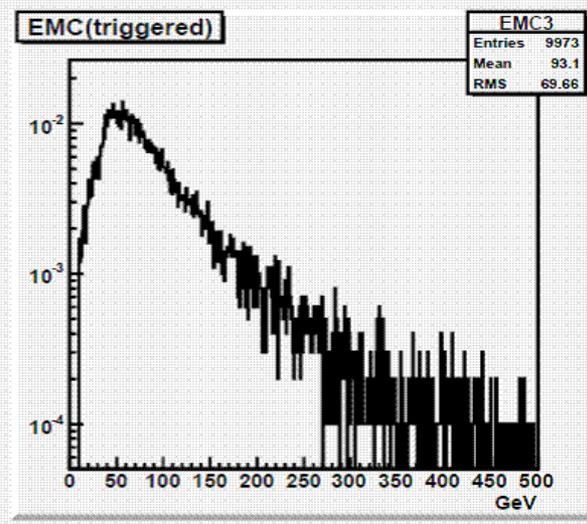
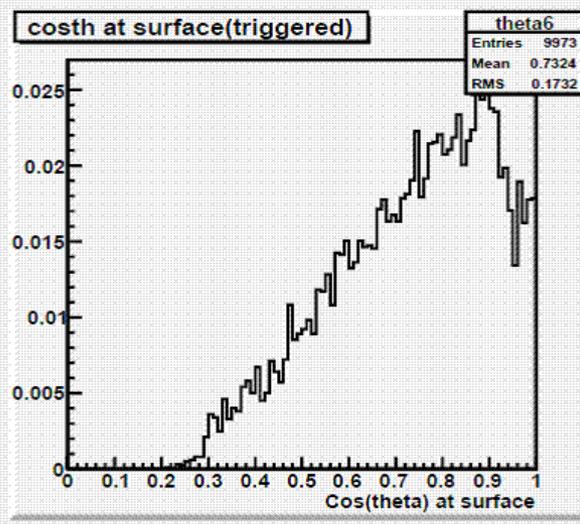
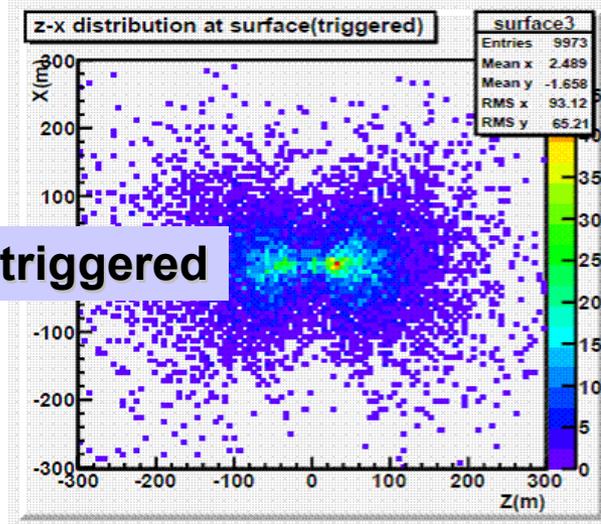
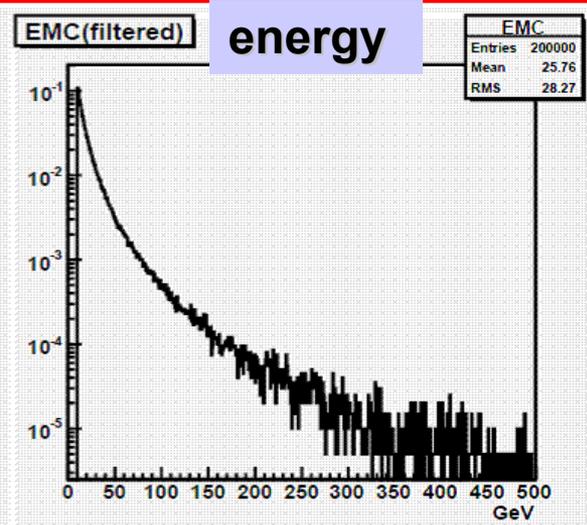
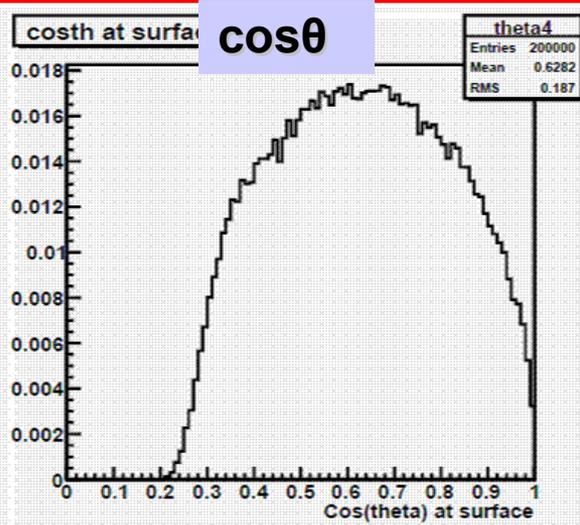
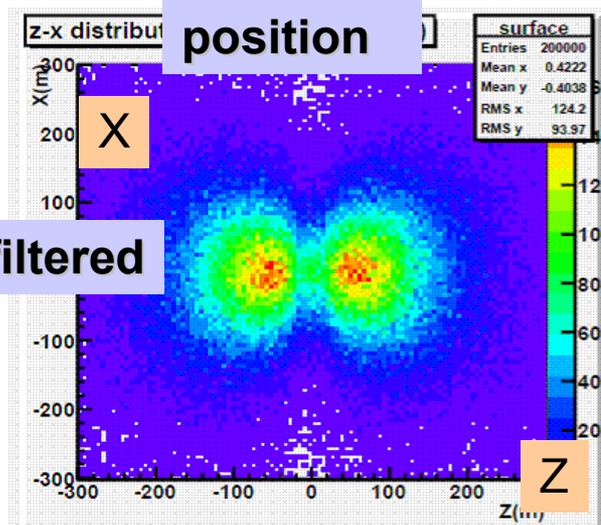
position



cosθ

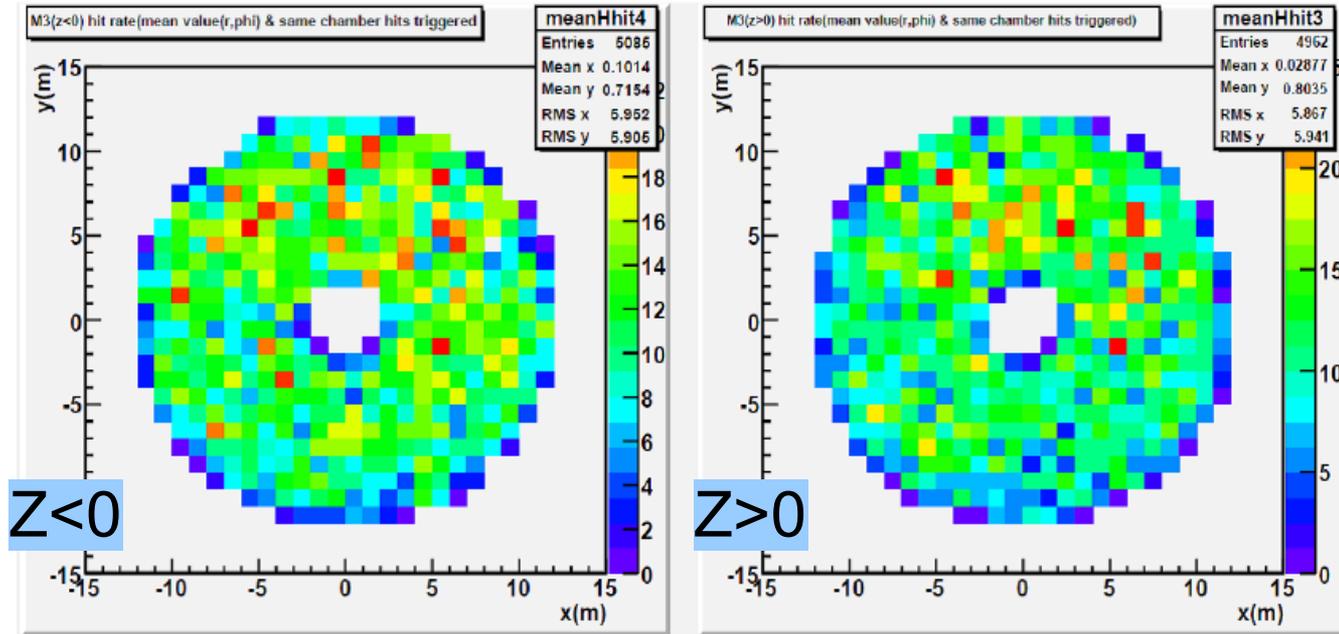


Distribution of triggered event



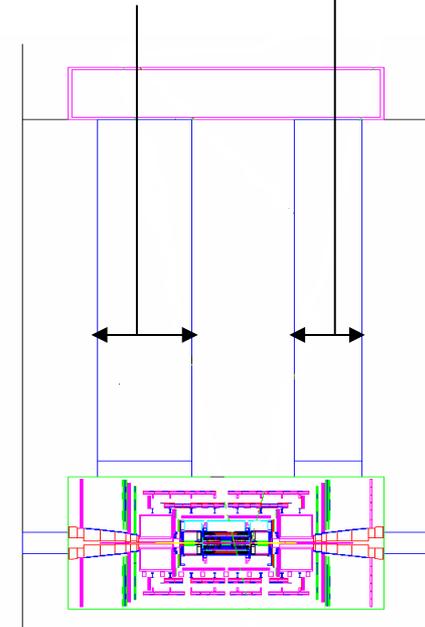
角度を持ち、高いエネルギーの粒子がトリガーされる

Hit in TGC M3 station



PX16 : 直径12.6m

PX14 : 直径18m



•M3-station全域においてヒットが存在

M3-station(Z<0) のヒット数 : 5,085

M3-station(Z>0) のヒット数 : 4,962

⇒PX14, PX16 の内径の差

Trigger rate

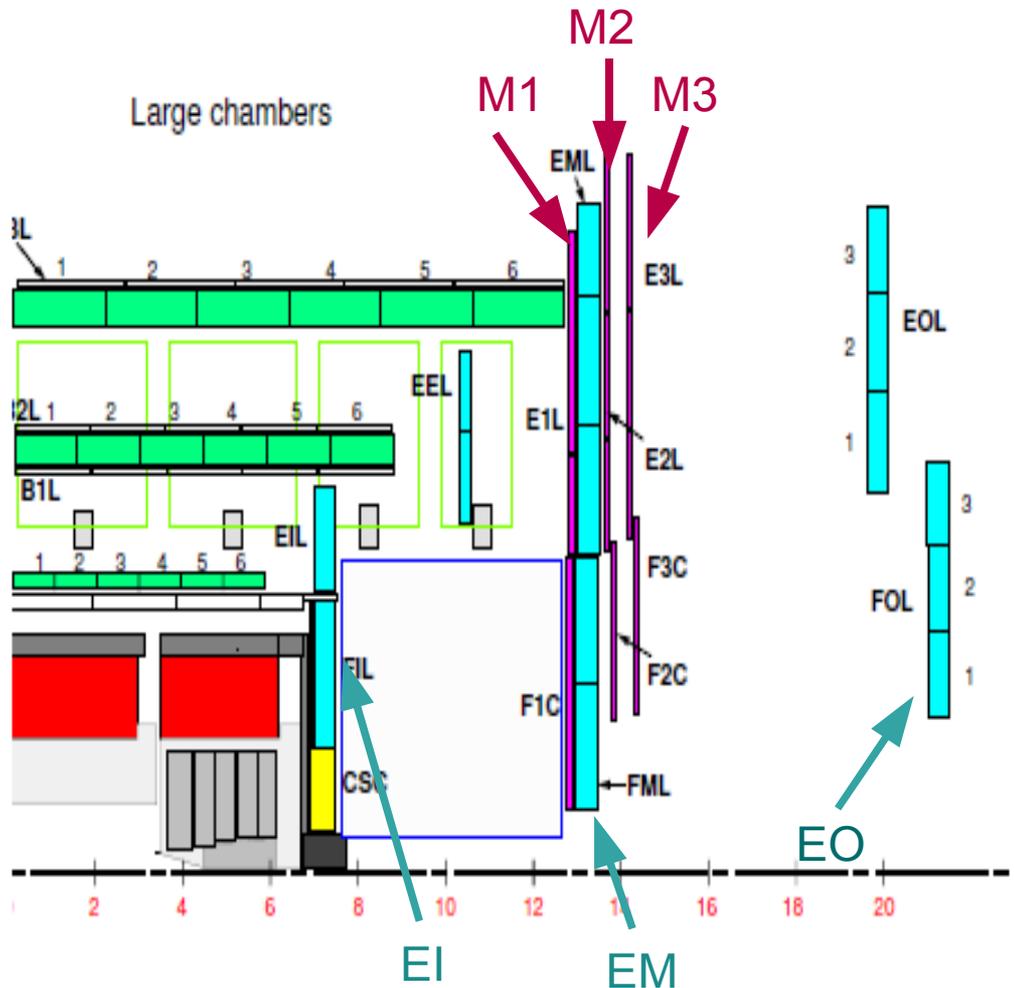
各段階における統計量とトリガーレート

	統計量	Rate(Hz)
生成事象	130M	8.88M
フィルターにかかった事象	200k	13.7k
M3にhitした事象	11075	757
トリガーした事象	9973	682

$$\begin{aligned}\text{トリガー効率 (\%)} &= \frac{\text{トリガー条件をみたした事象}}{\text{M3 - station にヒットがあった事象}} \times 100 \\ &= 90\%\end{aligned}$$

Hit rate

各stationにおけるトリガー条件をみたした事象についてのhit rate

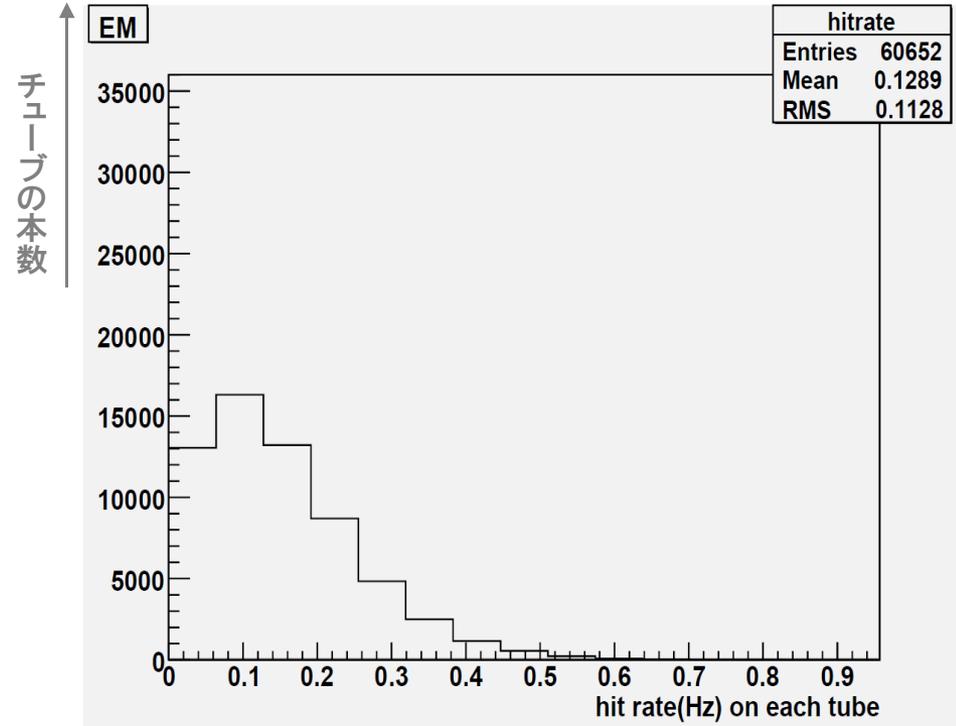
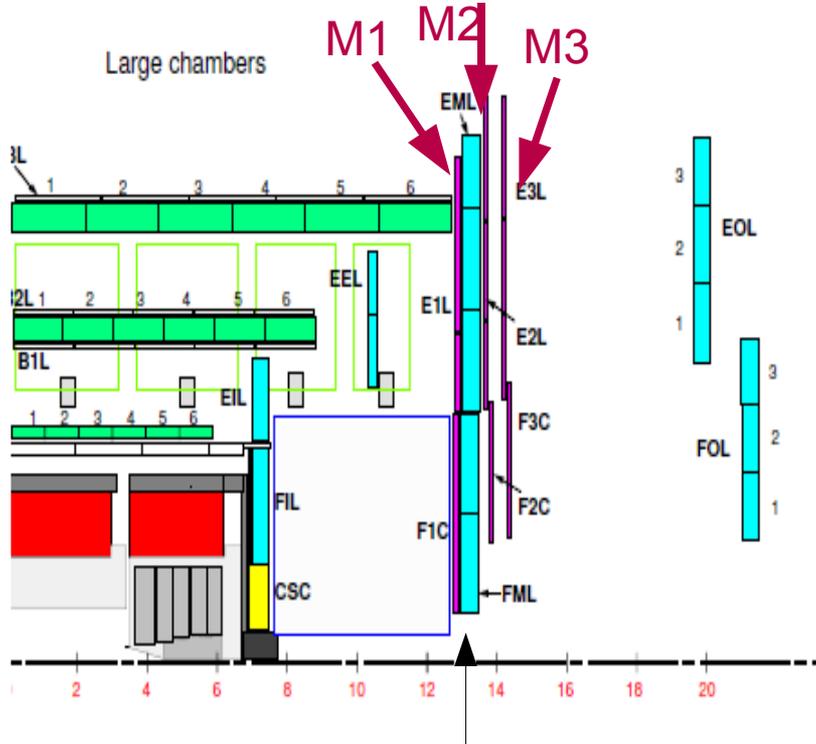


	Hit rate(Hz)
Trigger	682
(TGC)	
M1 station	447
M2 station	611
(MDT)	
EI station	24
EM station	573
EO station	166

複数stationにhitしているが、EI/EOについてはレートが低い

Hit rate(MDT EM station)

エンドキャップのMDTの中で最もヒットレートの大きいstationにおけるチューブ単位でのヒットレート



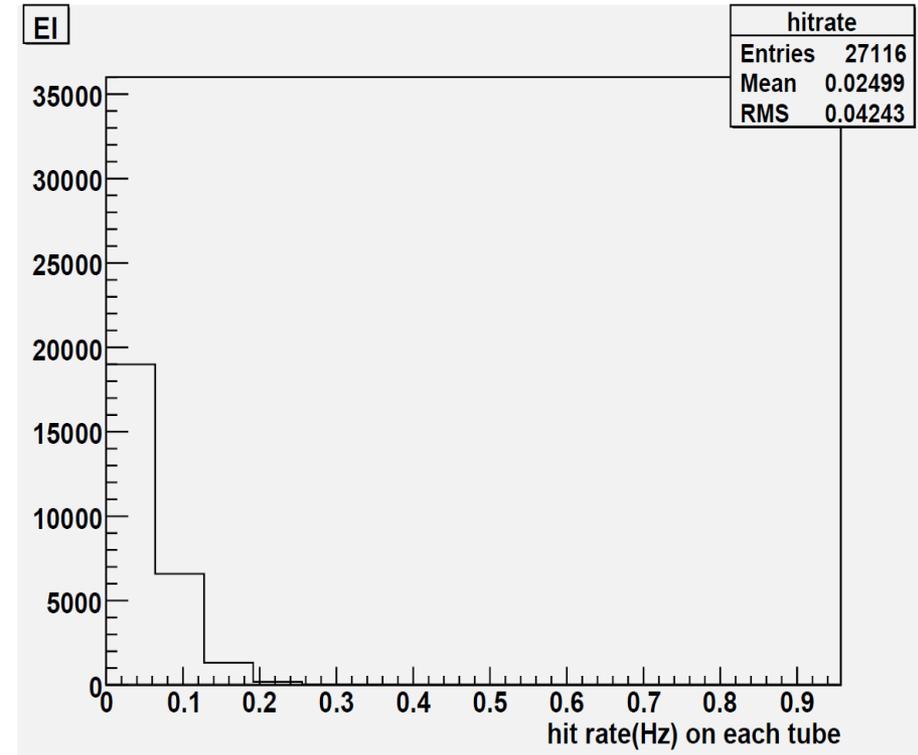
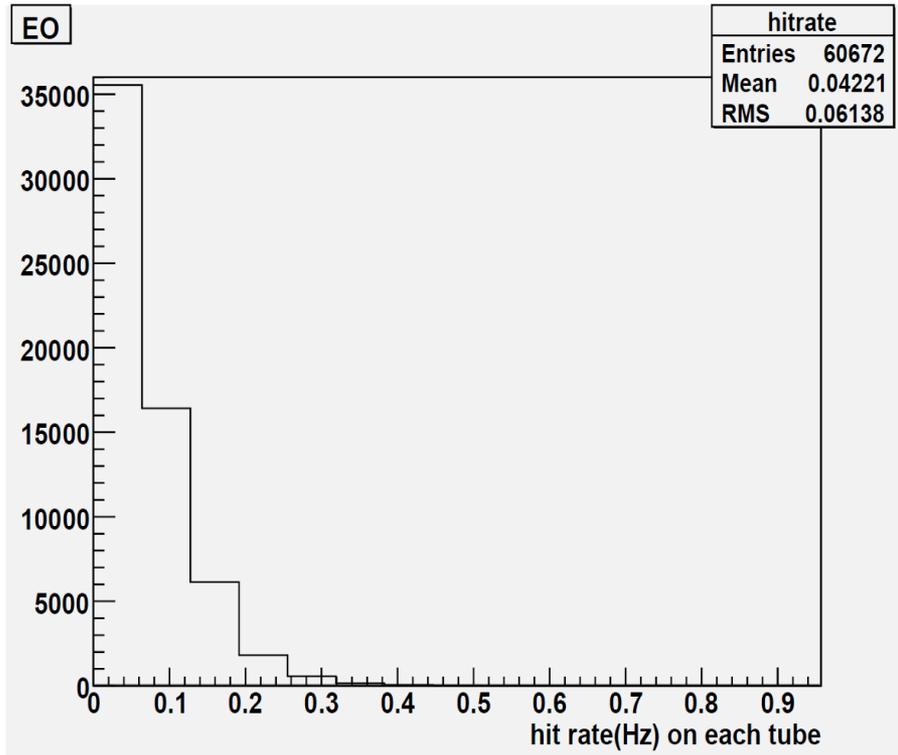
TGCM3に最も近く、M1,M2に挟まれている

チューブ 1本当たりのヒットレート

EM-station
 チューブ合計 60,672本
 チューブ単位のヒットレート 0.129Hz

Hit rate(MDT EO,EI station)

EI/EO stationでのチューブ単位のヒットレート



EO-station

チューブ合計 60,672本

チューブ単位のヒットレート 0.042Hz

EI-station

チューブ合計 27,136本

チューブ単位のヒットレート 0.025Hz

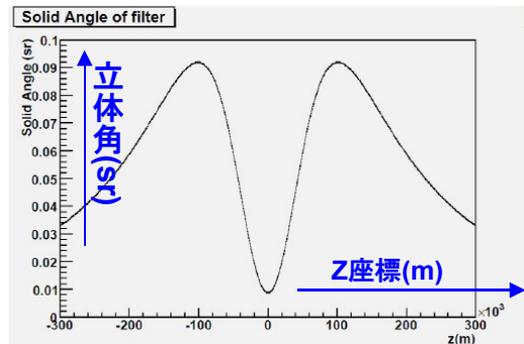
Summary

宇宙線ミュオンによるコミッショニングに向けてトリガー条件の設定及び、シミュレーションを行った

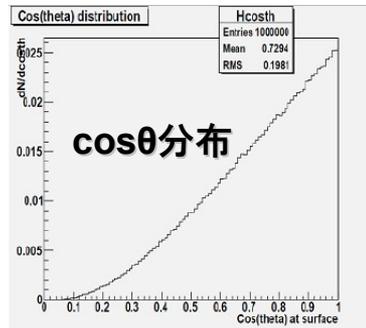
- トリガーレート ~700Hz
- TGC,MDTの各stationにおけるヒットレートを算出した
- トリガーされたイベントがstation全域に分布していることを確認
→エンドキャップミュオンシステムを統合したコミッショニングが可能

backup

Filtered event



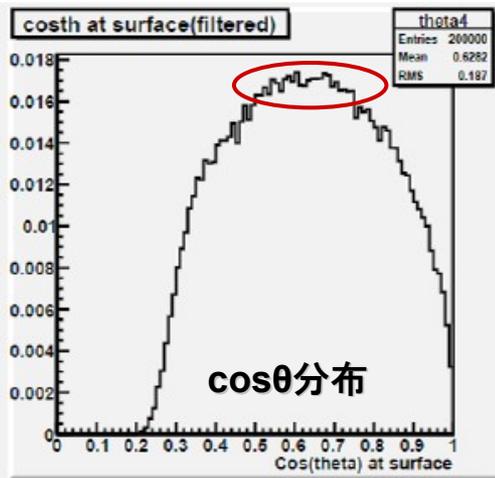
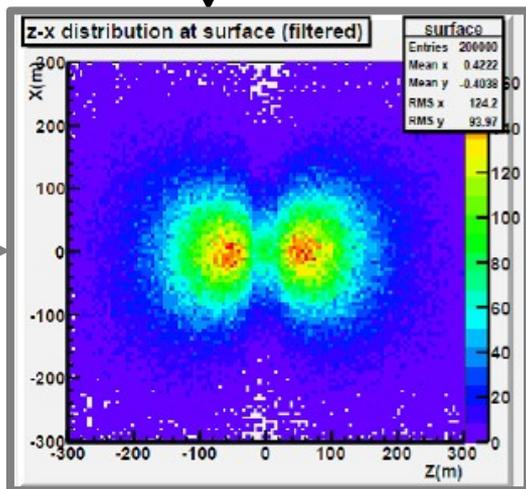
(X, Y)=(0, 98.3) からみた
M3-stationの立体角



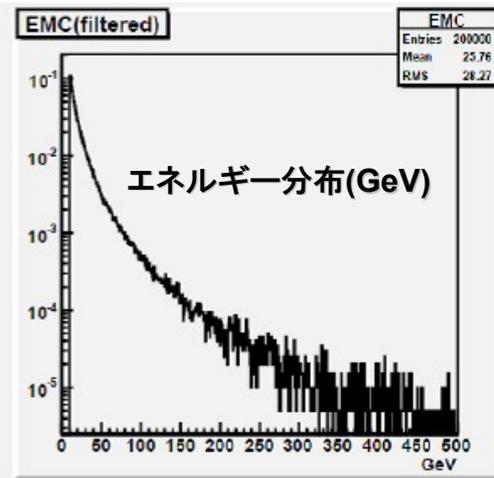
ジェネレーターで生成された
宇宙線ミュオンのcosθ分布

×

宇宙線ミュオンの地表における分布
(Z=±60m付近にピーク)



全て地上での情報



Cosmic muon

•宇宙線

一次宇宙線

陽子(79%) He原子核(15%) その他

二次宇宙線

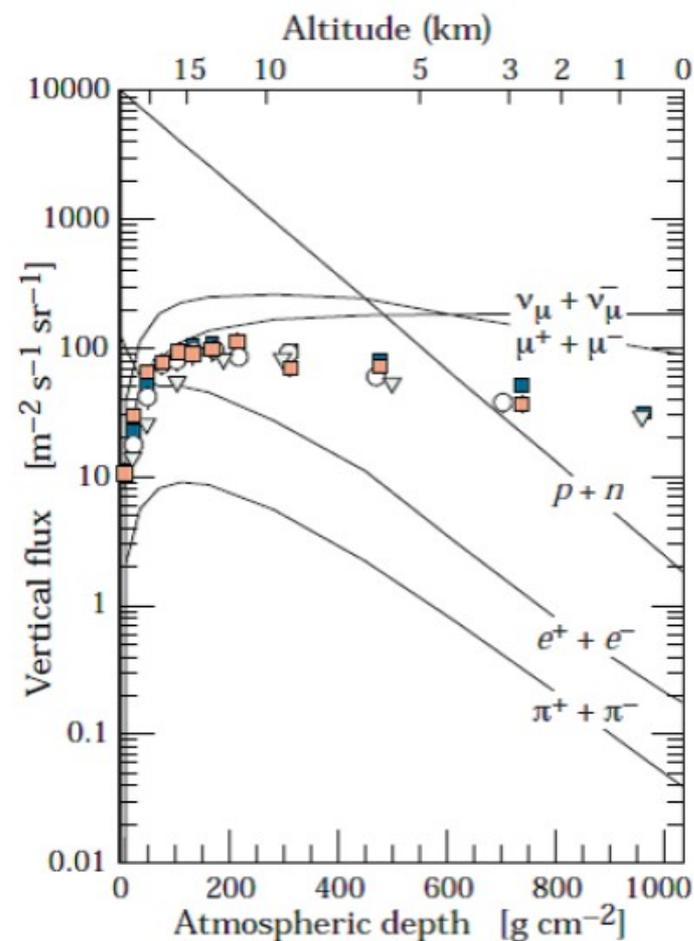
パイ粒子、**ミューオン**、電子、光子

⇒地上に降ってくる荷電粒子のほとんどが
ミューオン

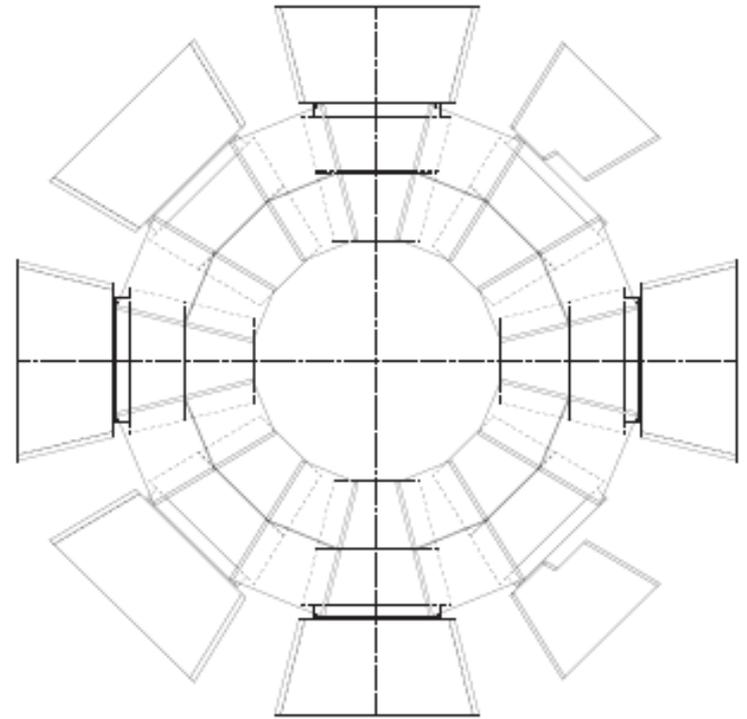
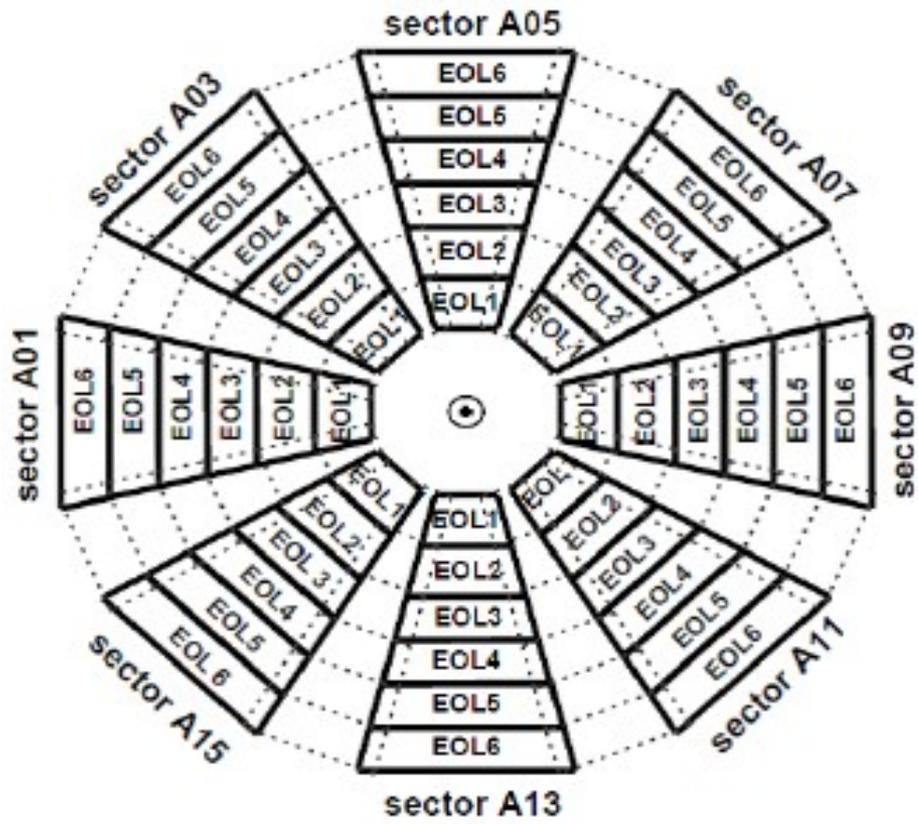
•宇宙線ミューオン

地上でのフラックス： $\propto \cos^2\theta$

(θ ：天頂角)



MDT chambers



Station 名、セクターID、チェンバーID

ストリップで

- 1) 2-station coincidenceが満される
- 2) 3-station coincidenceが満されていることが確認され、lowPt coincidenceの結果を無効にされる
- 3) $\delta\varphi$ をみると12より大きいので、HighPt coincidenceも無効となる。

M1のstripにおけるヒットを無効にしていれば、上記のstep-1,2が行われず、triggerがかかる