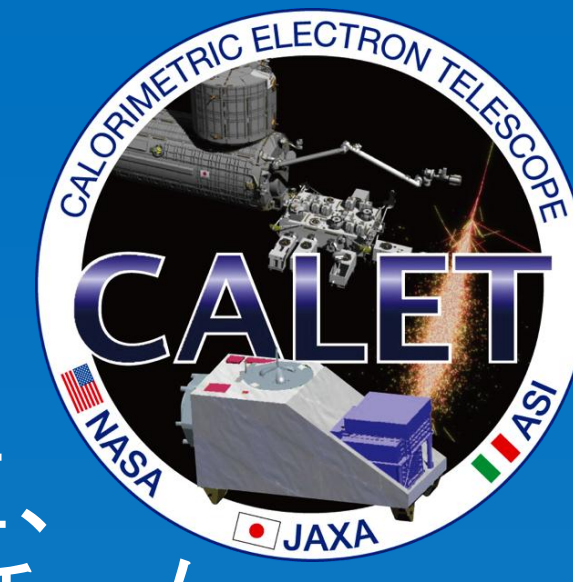




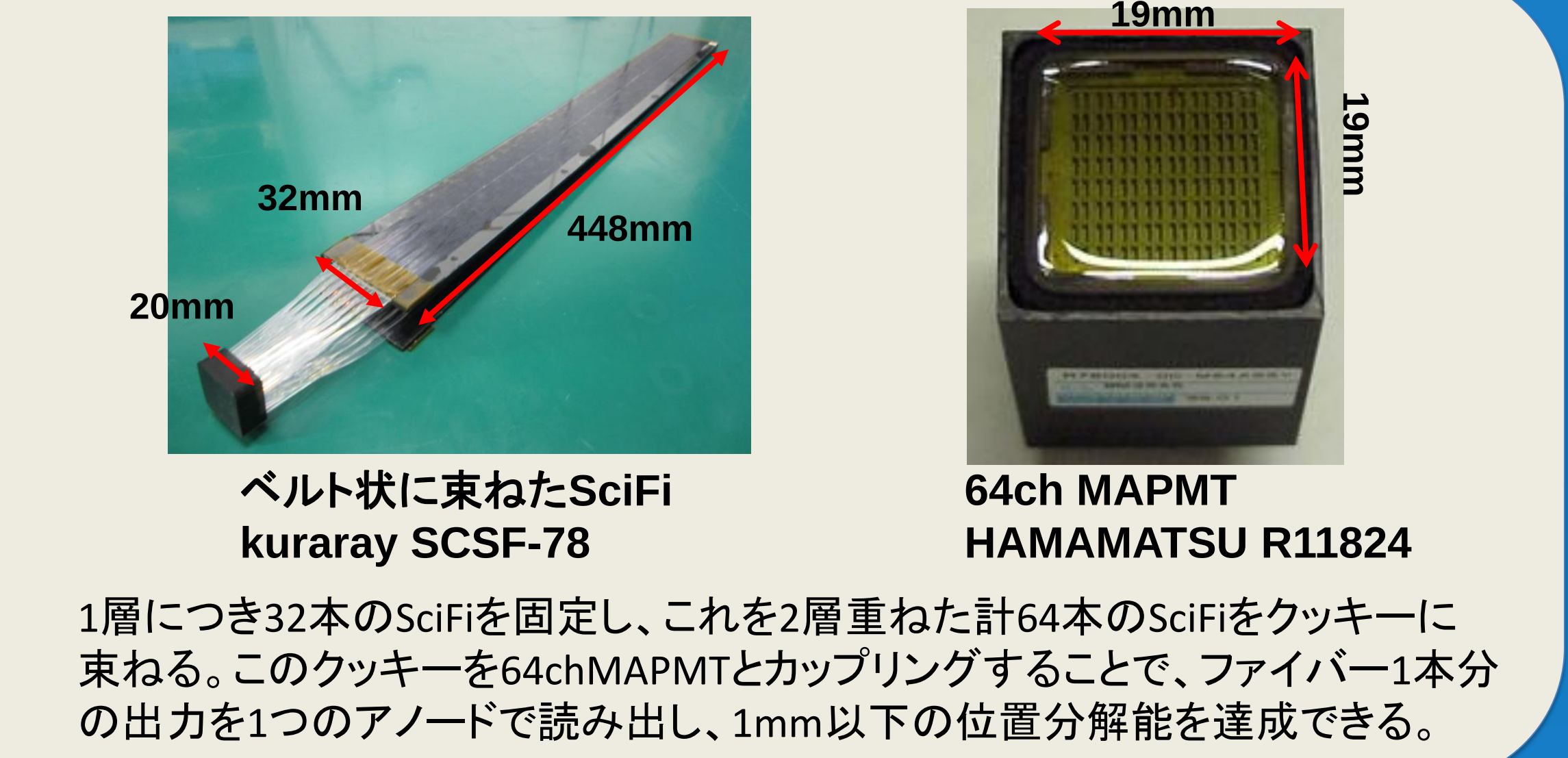
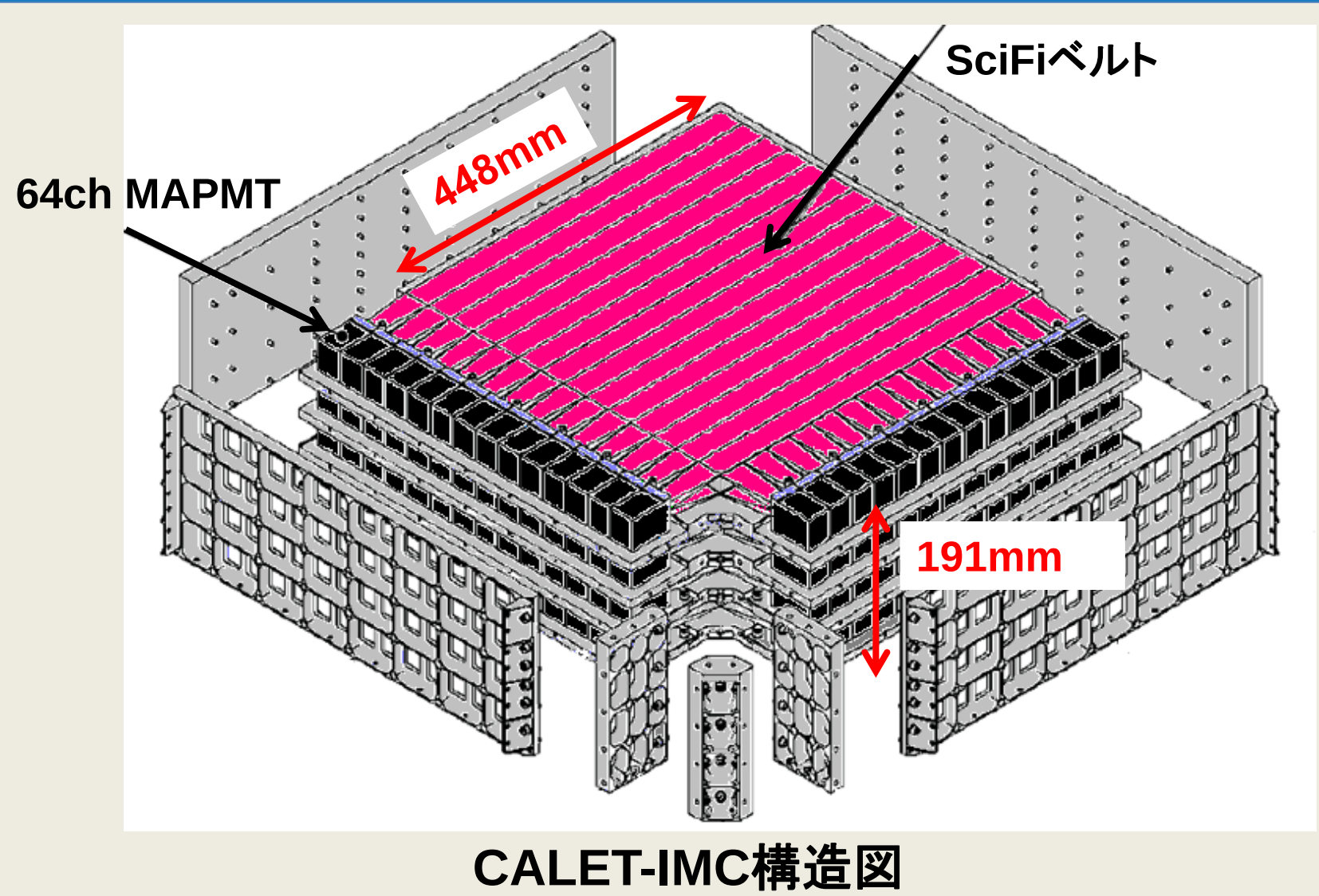
村田彬、鳥居祥二、笠原克昌、小澤俊介、小谷太郎、中川友進、植山良貴、仁井田多絵、中村政則、吉田圭佑、渡辺仁規、金子翔伍、片平亮、小林慎太郎(早大理工研)、赤池陽水(東大宇宙線研)、田村忠久(神大)、片寄祐作(横国大)、清水雄輝(JAXA/SEUC)、他CALETチーム

概要

CALETは2014年夏に、国際宇宙ステーションのきぼう船外実験棟に設置予定の高エネルギー宇宙線観測装置である。CALETのカロリメータ検出器は電荷測定検出器(CHD),イメージングカロリメータ(IMC),全吸収型カロリメータ(TASC)の三つから構成される。IMCは1mm角のシンチレーティングファイバーとタングステンの板を交互に積層した構造のサンプリングカロリメータで、主に入射粒子の飛跡決定とシャワー初期発達の違いを用いた粒子識別を行う。本発表では2011年と2012年にCERN-SPS加速器で行った実験から、CALET-IMCの粒子識別性能検証の結果を報告する。

CALET-IMC

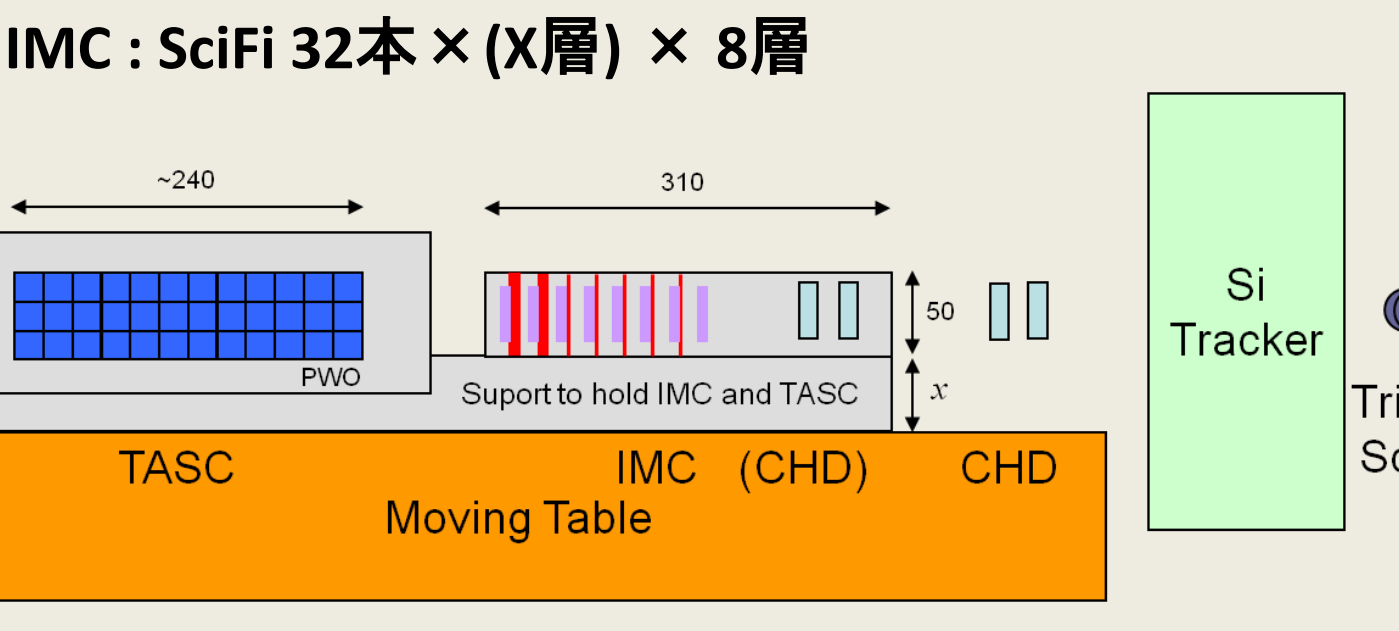
- IMC構成**
- Scintillating Fiber(SciFi) [1mm x 1mm x 448mm]
448本 x (X,Y) x 8層
 - W plate
0.2r.l. x 5枚 + 1r.l. x 2枚: 全放射長 3r.l.
 - 読み出し
64チャンネルマルチアノード光電子増倍管(64chMAPMT)
- ⇒入射粒子の三次元的飛跡決定とエネルギー測定を行う



SPS2011実験

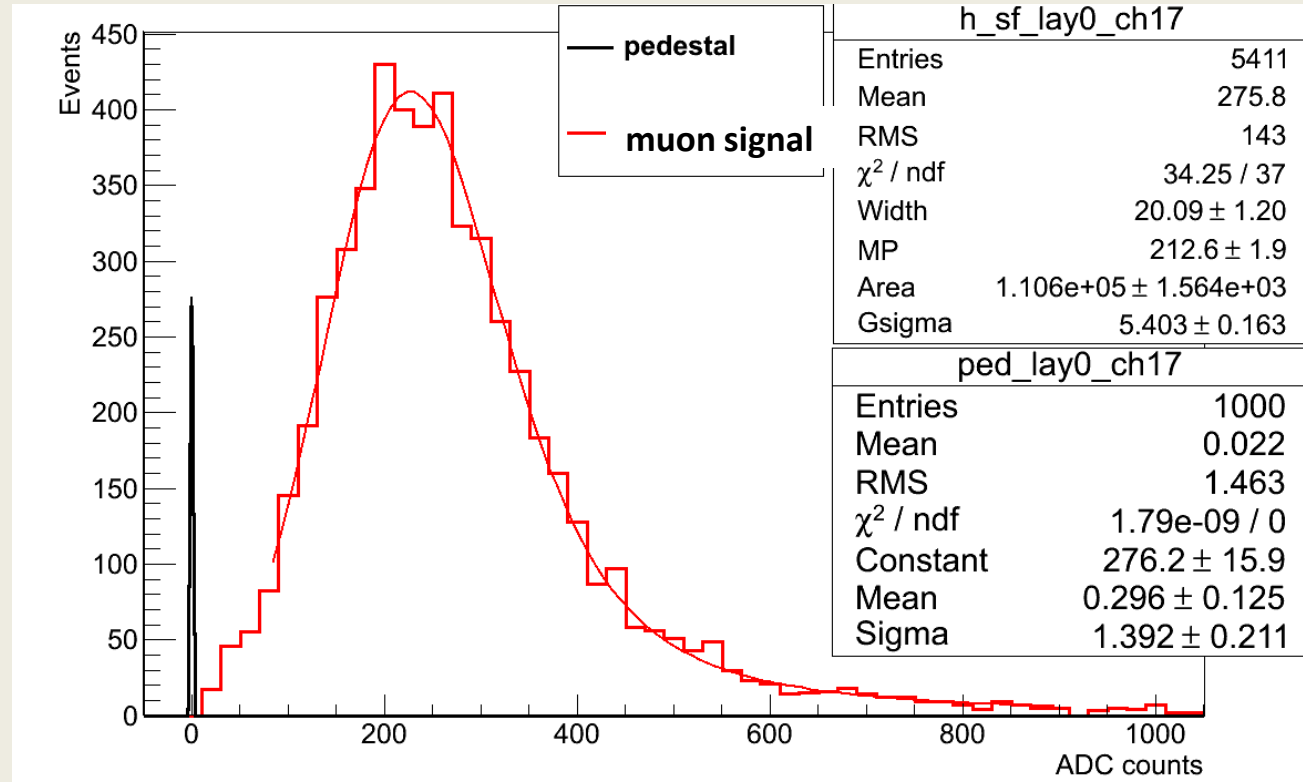
■ 実験概要

SPS2011実験のプロトタイプ検出器は、ビーム方向に対してフライトモデルを模擬している。(合計30r.l.)



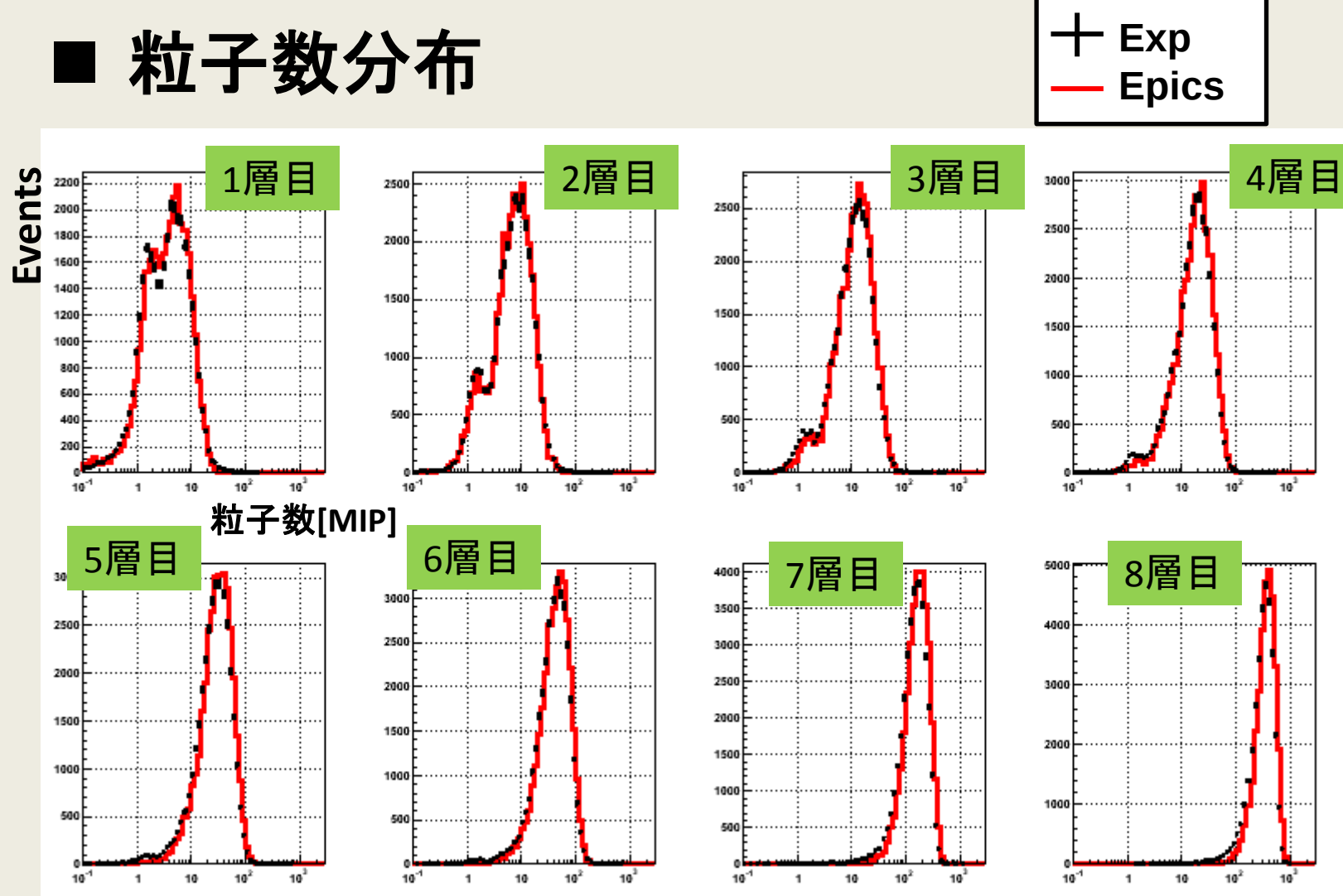
- SPS2011実験CALETプロトタイプ検出器側面図**
- ビーム種類
- μ 粒子: 150 GeV/c
 - 電子: 10, 30, 100, 150, 290 GeV/c
 - 陽子: 30, 100, 350 GeV/c

■ 1MIP校正



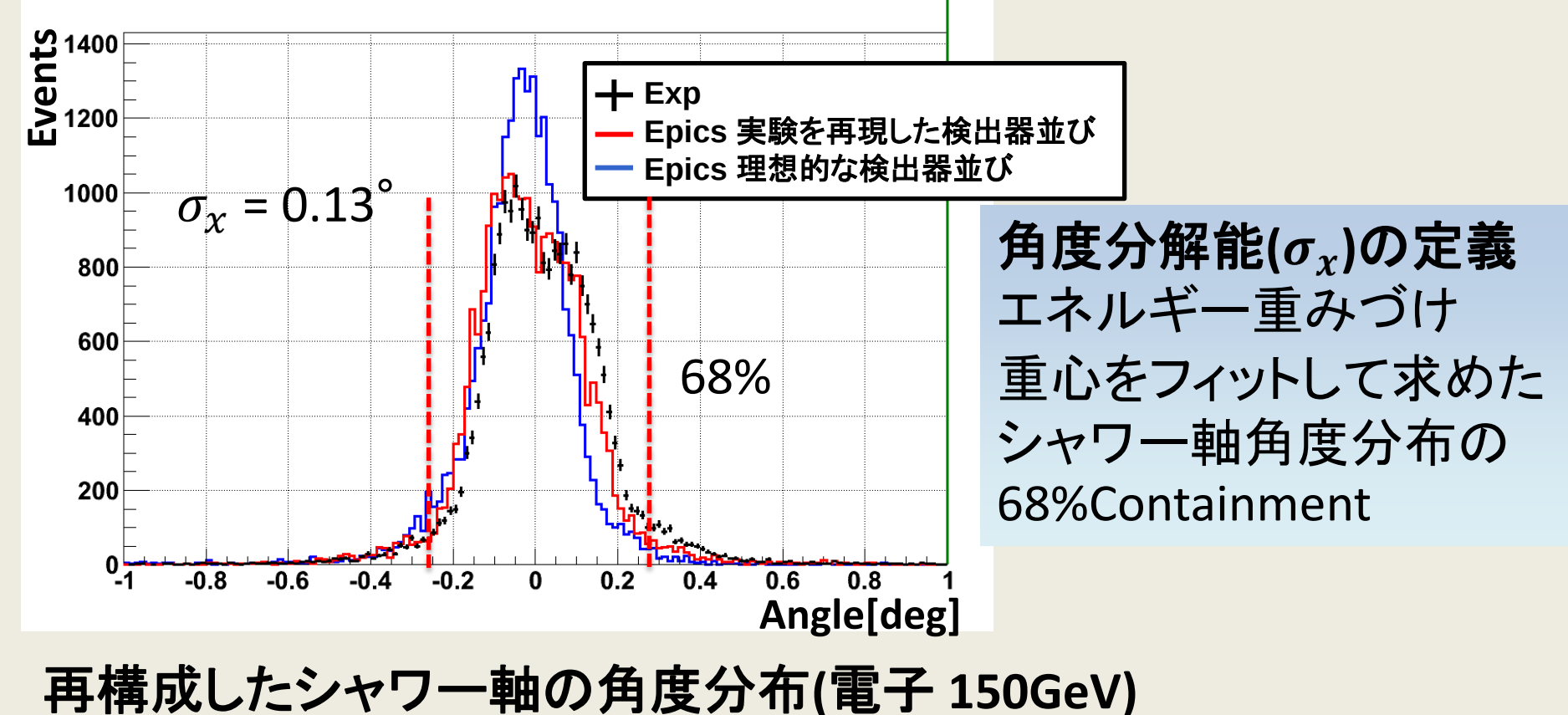
SciFiでのペDESTAL分布とミューオン信号分布例
飛跡再構成を行い、1イベントごとに粒子が通過したファイバーを特定し、ミューオンによる波高分布を求める。
この分布をLandau関数にGauss関数を畳み込んだ関数でフィットし、Landau成分のMP値を1MIPとし、シミュレーションとの粒子数比較の基準とする。

■ 粒子数分布

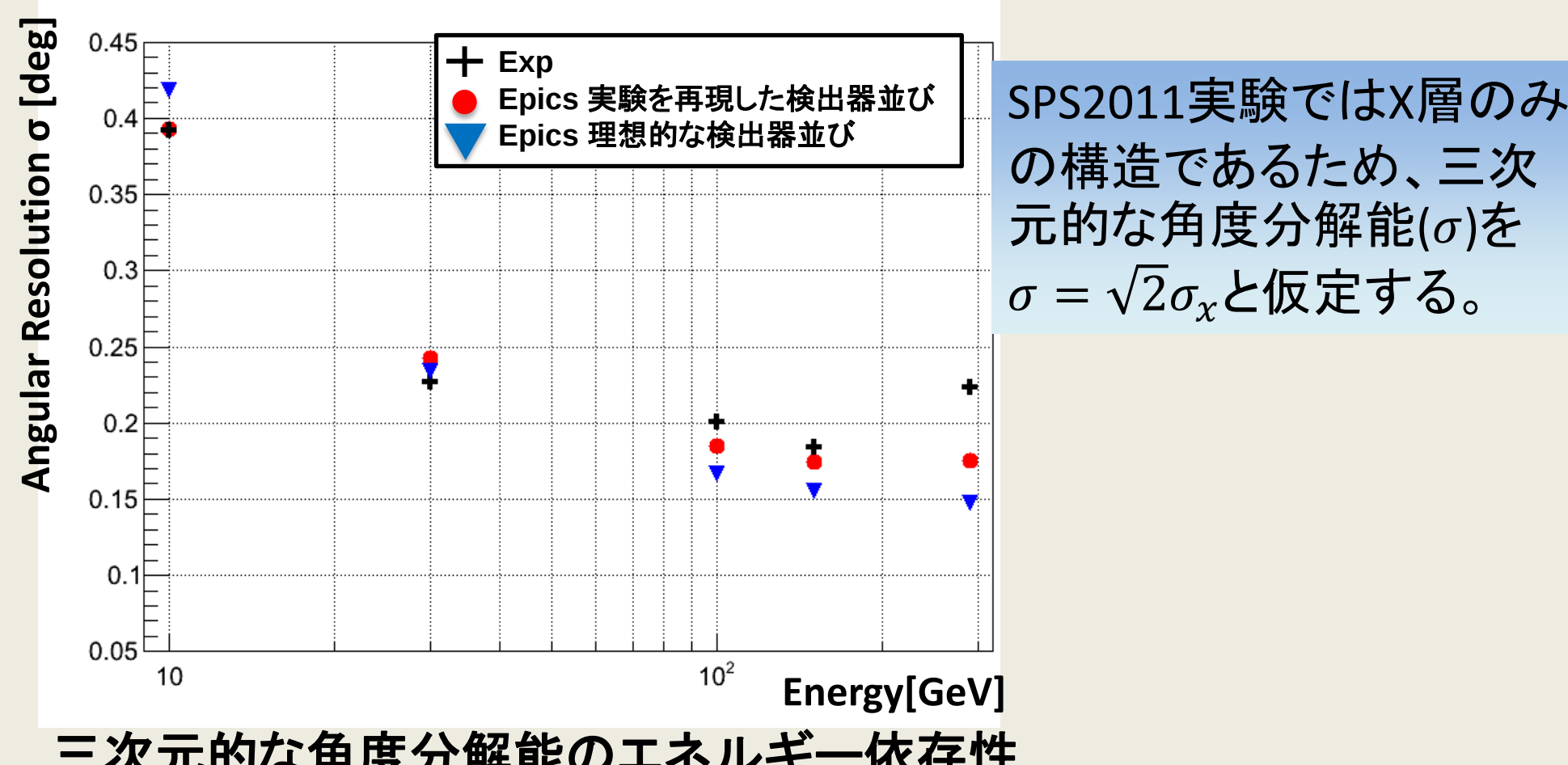


実験データとシミュレーション(Epics)について
IMC各層での粒子数分布の和を比較(電子 100GeV)

■ 角度分解能



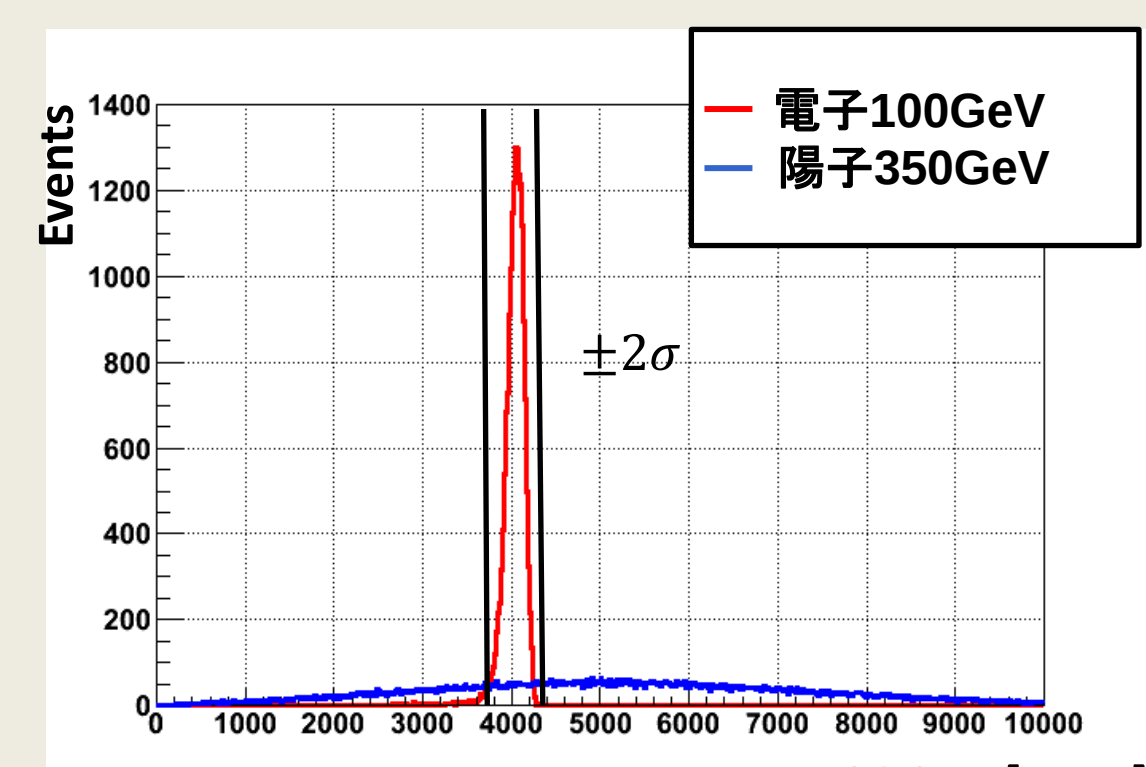
再構成したシャワー軸の角度分布(電子 150GeV)



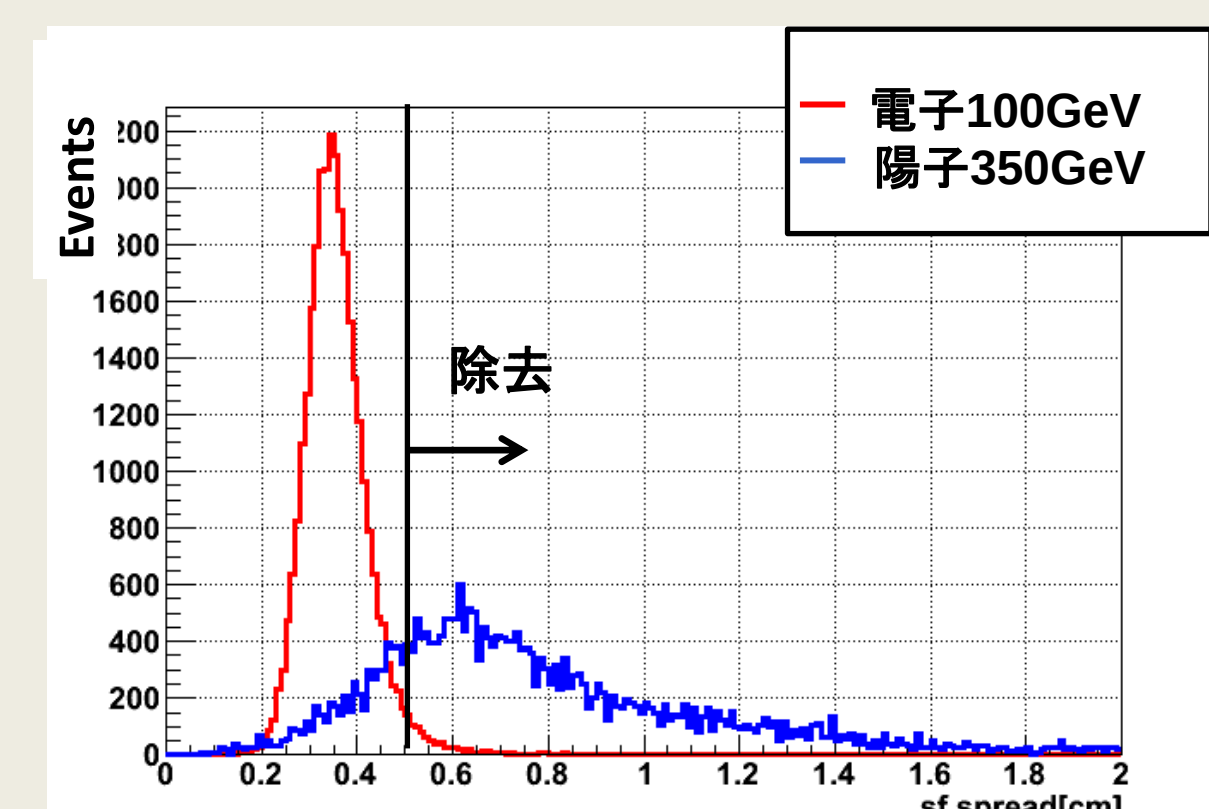
■ 粒子識別性能

電子100GeVと陽子350GeVのデータについて次の手順で選別を行った。

1. 検出器中央に入射したイベントを選別
2. TASC中でのエネルギー損失が同程度(電子の最頻値から $\pm 2\sigma$)のイベントを選別
3. シャワー軸再構成できないイベントを除去
4. シャワー横広がり大きいイベントを陽子によるハドロンシャワーと見做し除去
5. IMCのシャワー軸周りでの粒子数が最初に大きく増加した点をシャワー発達点とし、この点が2r.l.以降にあるイベントを陽子と見做し除去



TASC中でのエネルギー損失分布



IMC中でのシャワー横広がり

シャワー横広がり

$$R_i = \sqrt{\frac{\sum_j \Delta E_{each_j} \times (x_j - x_c)^2}{\sum_j \Delta E_{each_j}}}$$
$$R_E = \sqrt{\frac{\sum_i (\Delta E_{layer_i} \times R_i^2)}{\sum_i \Delta E_{layer_i}}}$$

R_E : シャワー横広がり
 R_i : i層目でのシャワー横広がり
 ΔE_{each_j} : j層目のSci Fiでの出力[MIPs]
 ΔE_{layer_i} : i層目での出力[MIPs]
 x_j : j層目のSci Fiの位置座標[cm]
 x_c : i層目でのシャワー軸座標[cm]

IMCを用いた粒子選別結果(実験、epicsともに同じしきい値を用いた)

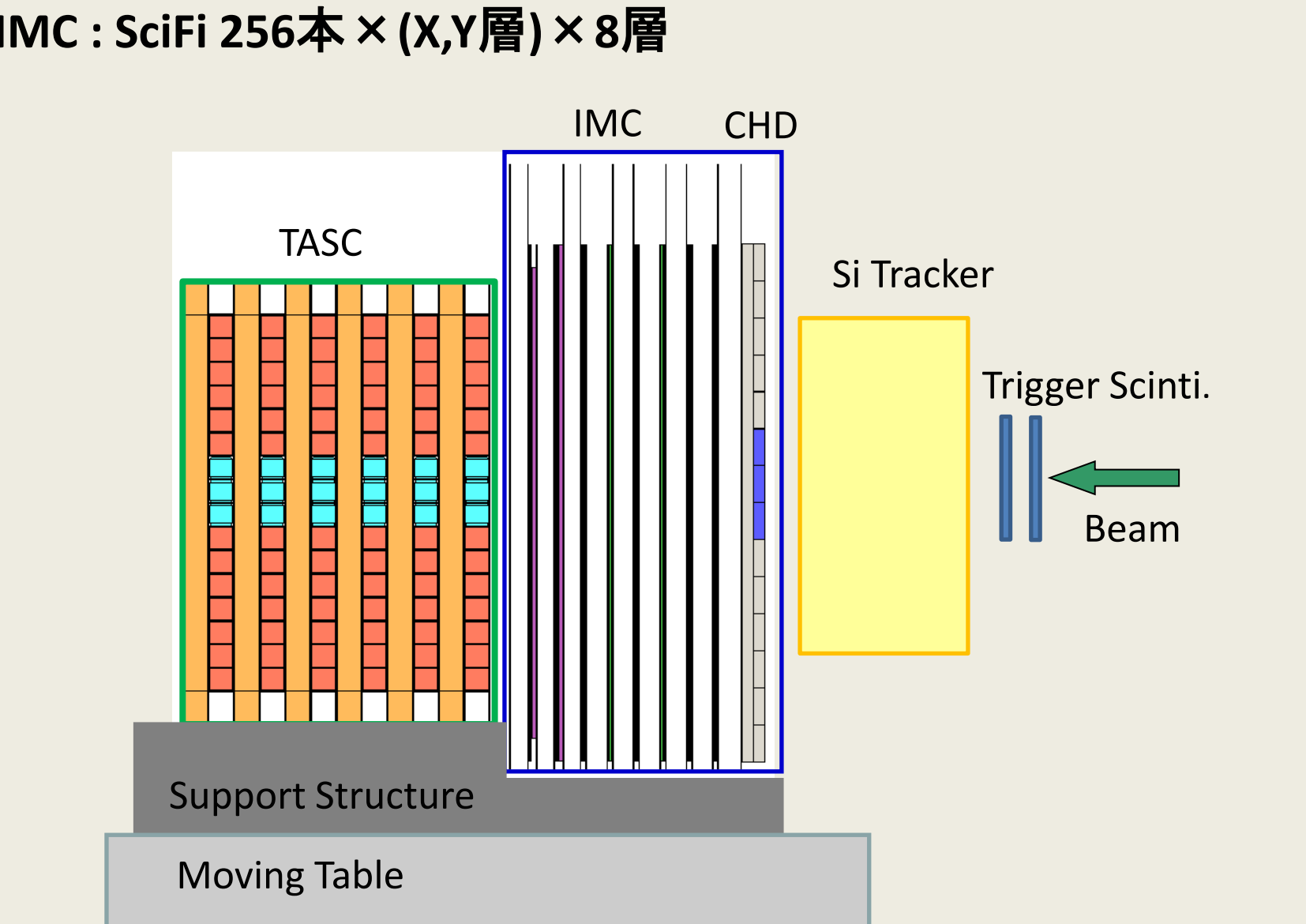
実験		Epics(dpmjet3)	
電子残存率	陽子残存率	電子残存率	陽子残存率
90.0 $\pm$ 1.1*	0.15 $\pm$ 0.013*	93.0 $\pm$ 1.9*	0.140 $\pm$ 0.012*

*エラーは $\pm 2\sigma$

SPS2012実験

■ 実験概要

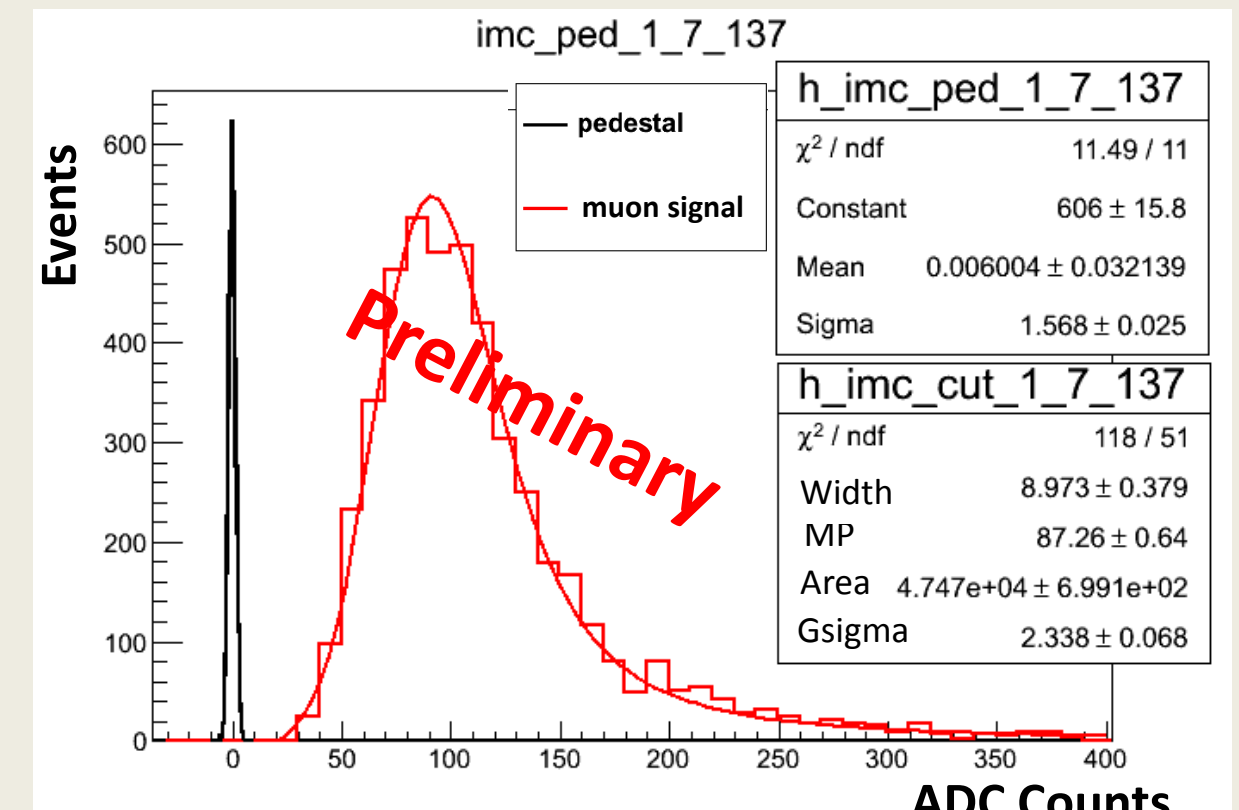
SPS2012実験のプロトタイプ検出器はフライト品と同じサポート構造を持ち、IMCはフライト品と同じ構造を持つ。読み出し回路についても、一部フライト用試作FEC(BBM)を用いている。



SPS2012実験CALETプロトタイプ検出器側面図

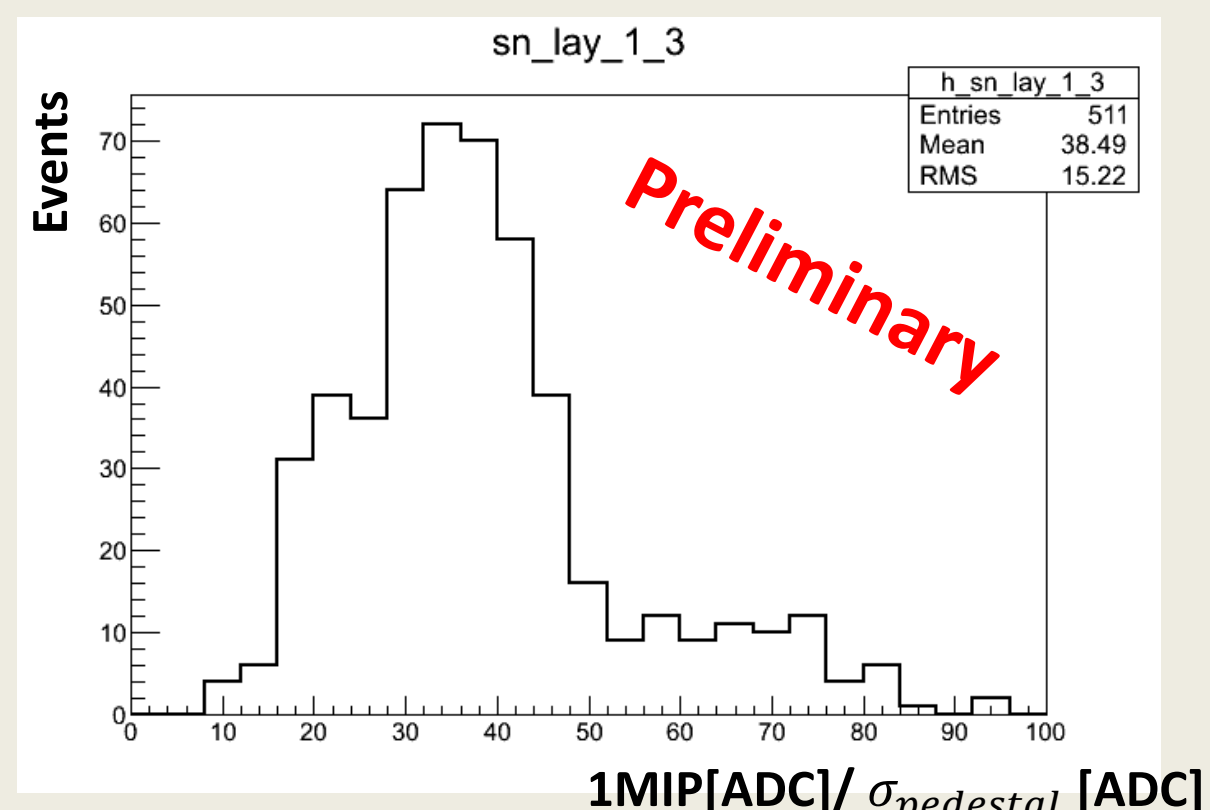
- ビーム種類(H8&H4 Beam Line)
- μ 粒子: 150 GeV/c
 - 電子: 10, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 250, 290 GeV/c
 - 陽子: 30, 100, 400 GeV/c

■ 1MIP校正



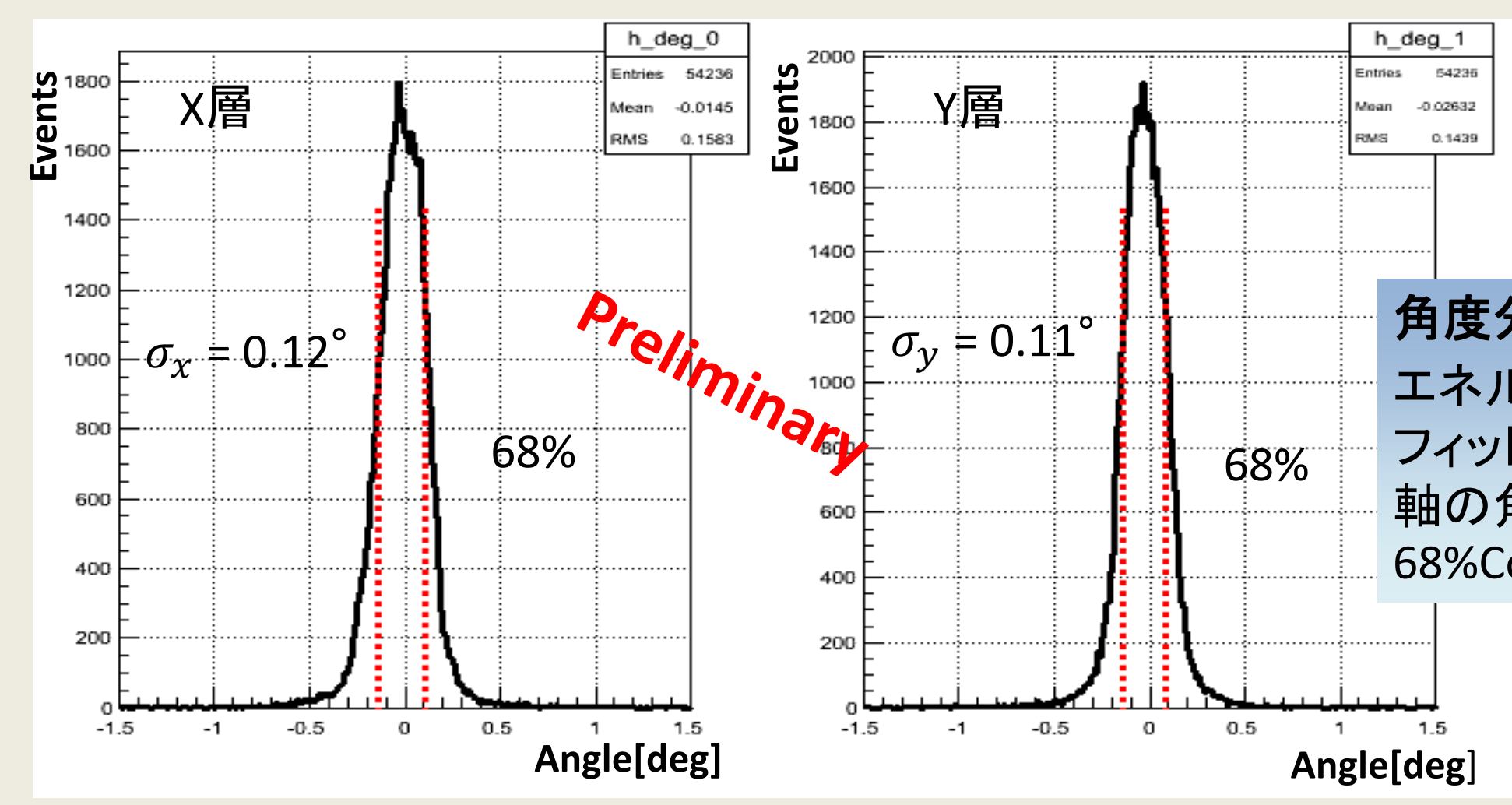
SciFiでのペDESTAL分布とミューオン信号分布例

飛跡再構成によって求めたミューオン信号をLandau関数にGauss関数を畳み込んだ関数でフィッティングし、1MIPを求めた。

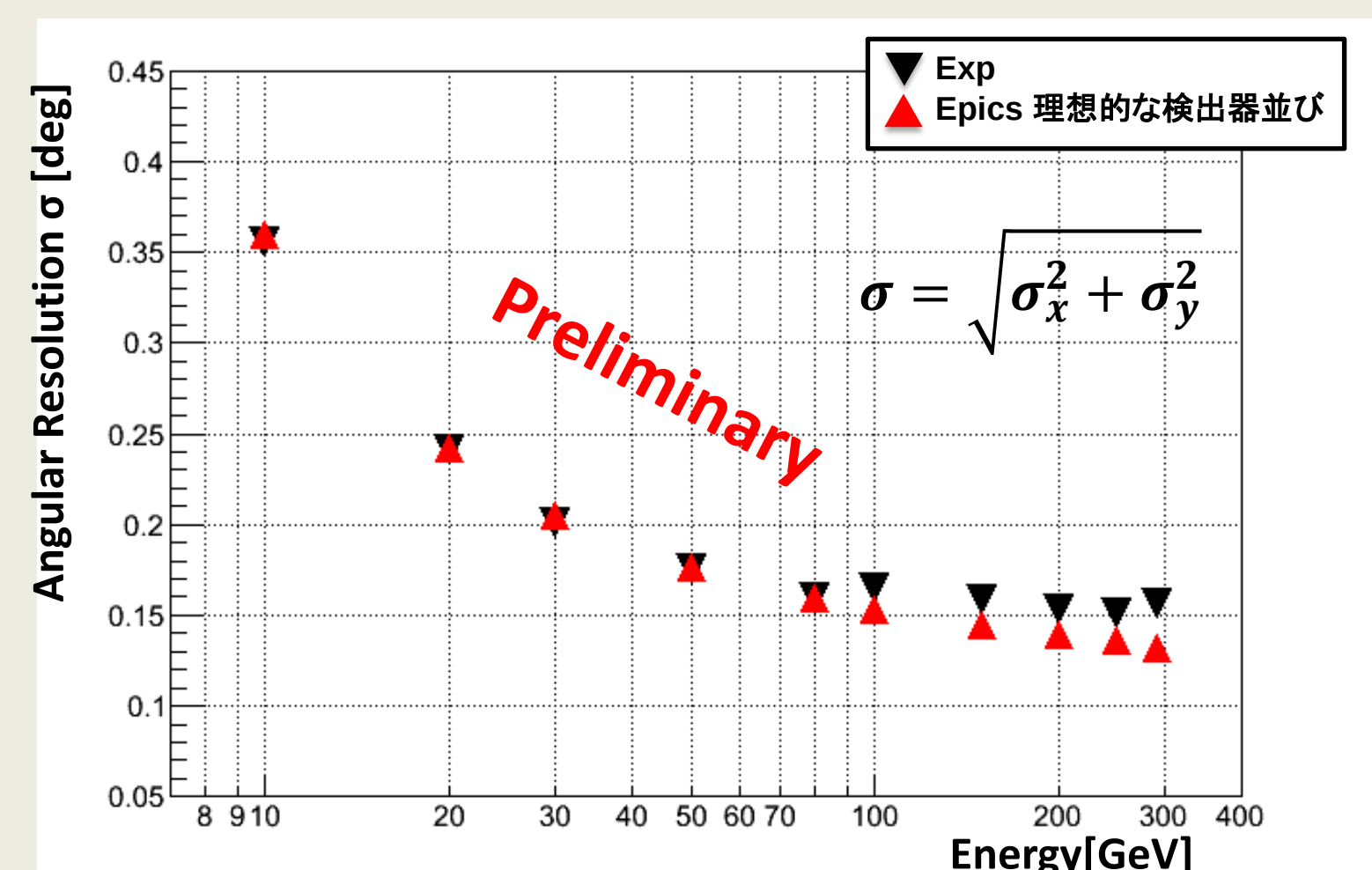


印加電圧-800VにおけるS/N比

■ 角度分解能



再構成したシャワー軸の 角度分布(電子150GeV@H4)



まとめ

ビーム方向に対してCALETの構造を模擬したプロトタイプ検出器を用いたSPS2011実験データについてIMCによる電子・陽子識別を行い、epicsによるシミュレーションと矛盾のない結果を得た。実験データで電子残存率90.0%の時、陽子残存率0.15%であった。また、CALETフライトモデルと同じサポート構造を持つプロトタイプ検出器を用いたSPS2012実験データの解析を進行中であり、1MIP校正を行い角度分解能を求めた。今後はシミュレーションとの比較から、より詳細な粒子識別性能検証を行う予定である。