

144ch CsI beam testに向けて

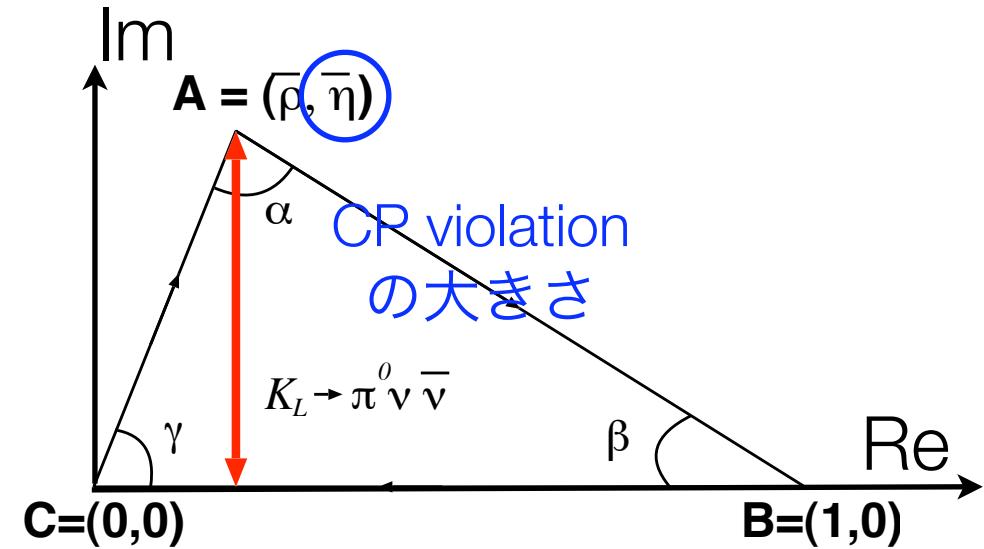
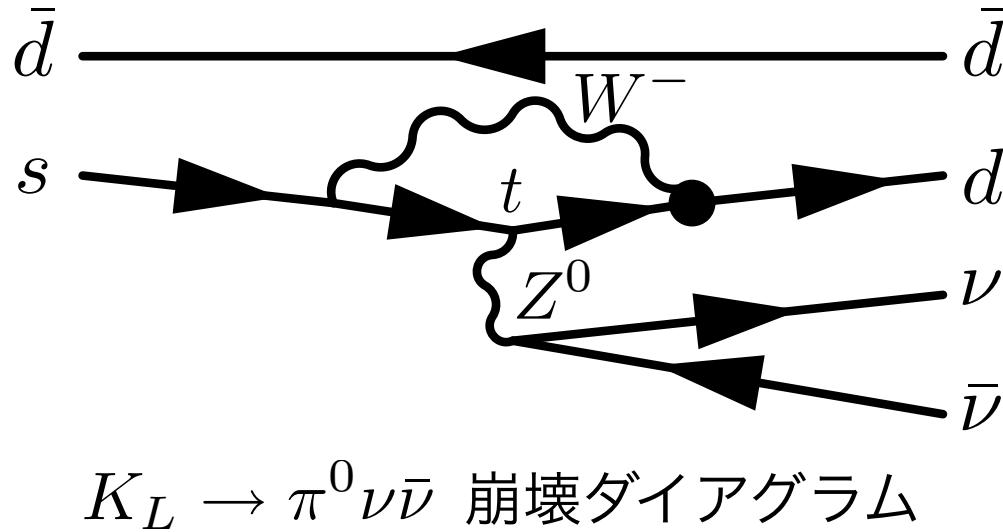
12/21/09 久野・山中研究室合同年末発表会
山中研 D3 岩井瑛人



144ch CsI beam test

- ・目的：KOTO実験用CsIカロリメータの性能評価
 - ・個別に開発研究を行ってきた測定機器の統合試験
 - ・上記統合試験の結果を元に最終調整を行った後の最終的な性能評価
 - ・位置／エネルギー／時間分解能
 - ・シャワーシェイプ測定
 - ・ビームタイム
 - ・1/18-1/22
 - ・3月下旬

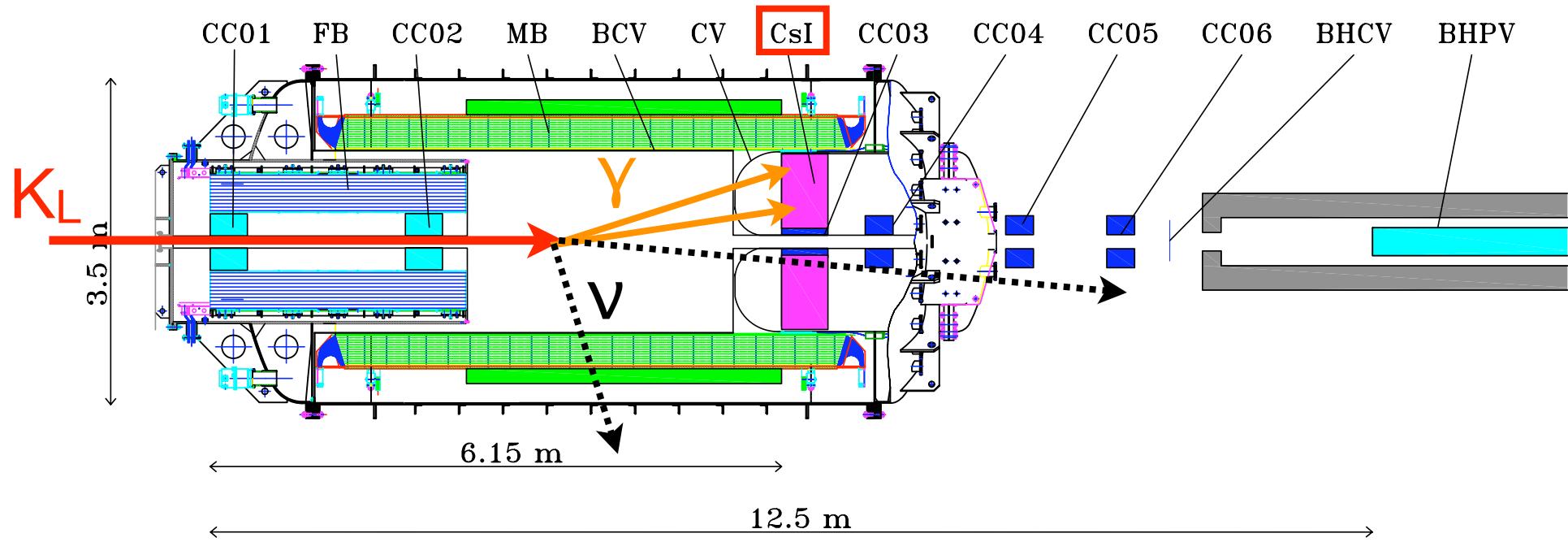
$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊とは？



- ・ループを含むダイアグラム：New Physicsに感度がある！
- ・CPの破れの大きさを決めるCKM行列の複素成分 η を1%程度の小さな理論的不定性で測定できる
- 標準理論とそれを超える物理への良いプローブ：Golden Mode
- ・非常に稀な崩壊 + 全てが中性の粒子：意欲的な実験！

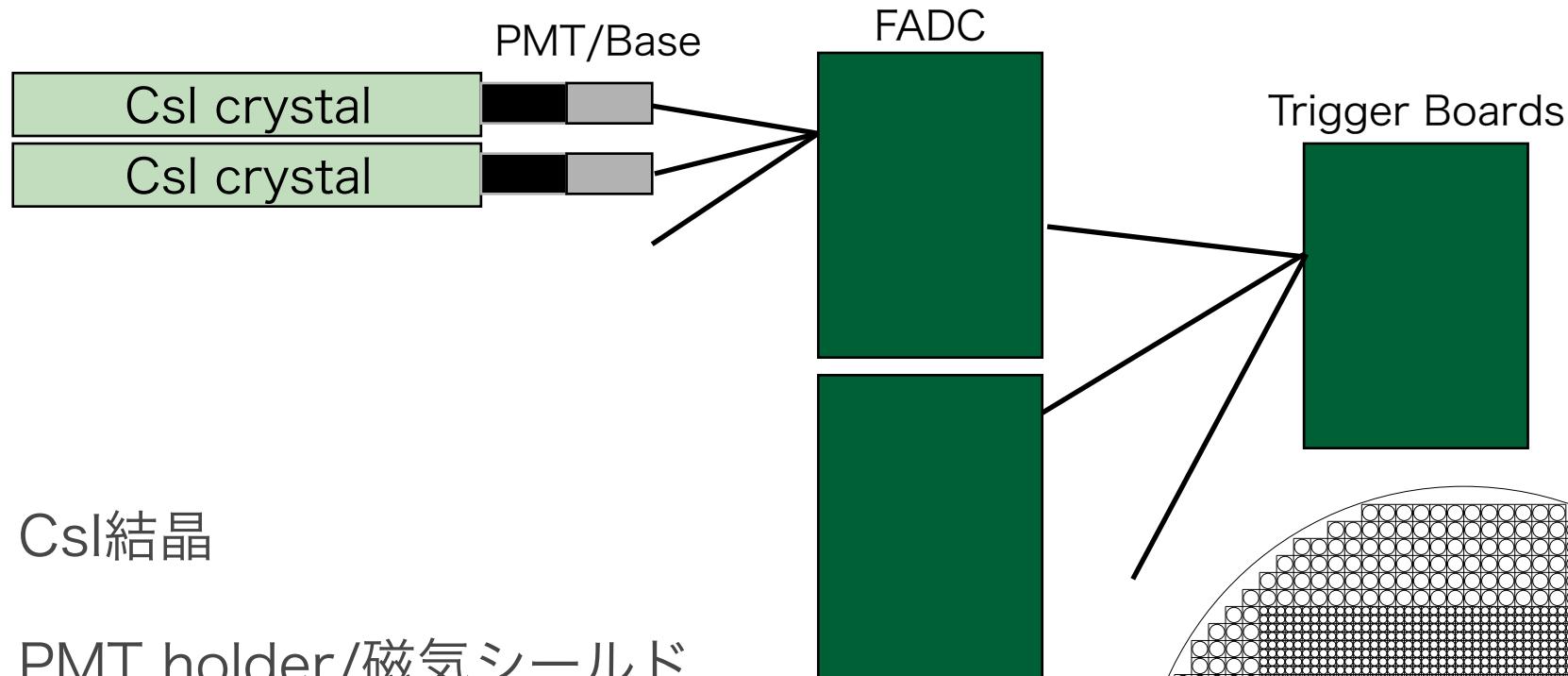
$Br \sim 3 \times 10^{-11}$

K⁰TO detector



- ・シグナル事象： π^0 からの2つの γ 線、それ以外に何も観測されない事象
- ・入射する γ 線のエネルギーと位置を測定：CsIカロリメータ

CsIカロリメータ



- CsI結晶
- PMT holder/磁気シールド
- PMT/Base
- Bessel filter + FADC
- Trigger board

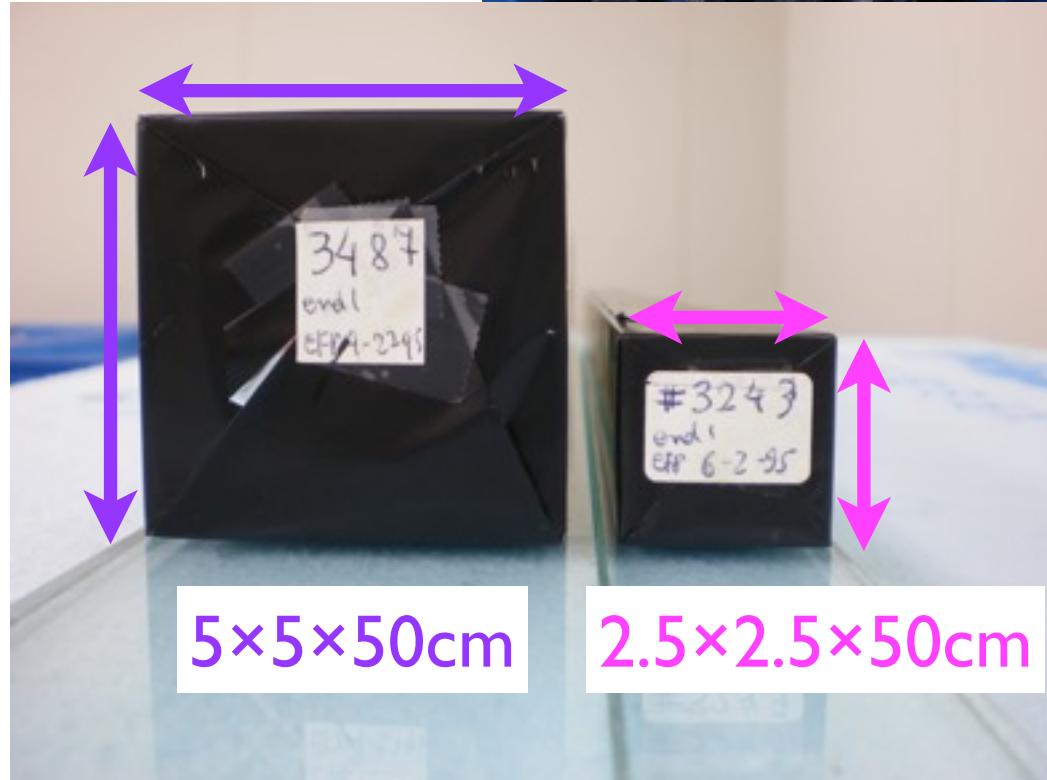
144ch CsI beam test

- ・目的：KOTO実験用CsIカロリメータの性能評価
 - ・個別に開発研究を行ってきた測定機器の統合試験
 - ・上記統合試験の結果を元に最終調整を行った後の最終的な性能評価
 - ・位置／エネルギー／時間分解能
 - ・シャワーシェイプ測定
 - ・ビームタイム
 - ・1/18-1/22
 - ・3月下旬

KOTO実験で用いる電磁力口リメータ

- KTeV実験で使用されたpure-CsI結晶を借用
- Fermi labから移送され、現在は阪大に保管

CsI結晶の保管とテストのための
ドライルーム

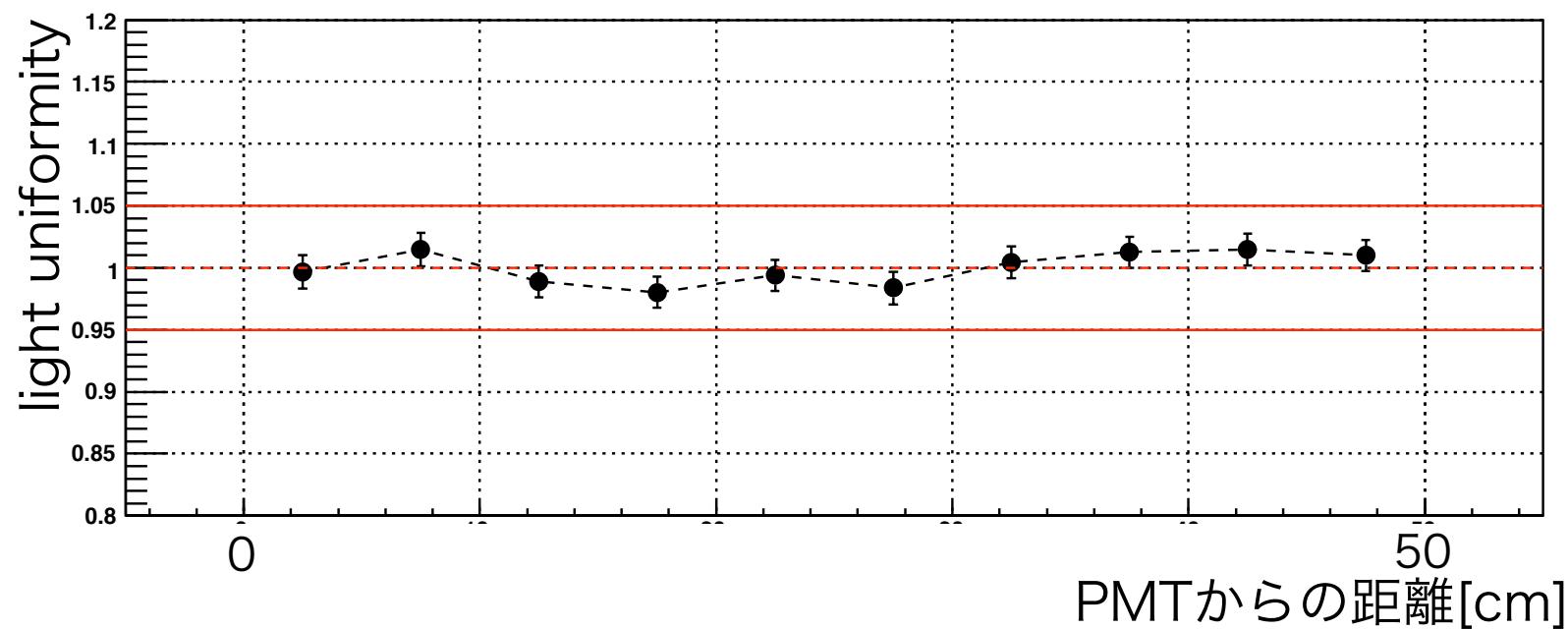


5cm角と2.5cm角の二種類

CsI結晶



- ・光量 : p.e./MeV
- ・Light uniformity : PMTに到達する光量がシャワーの発生位置に依らない事

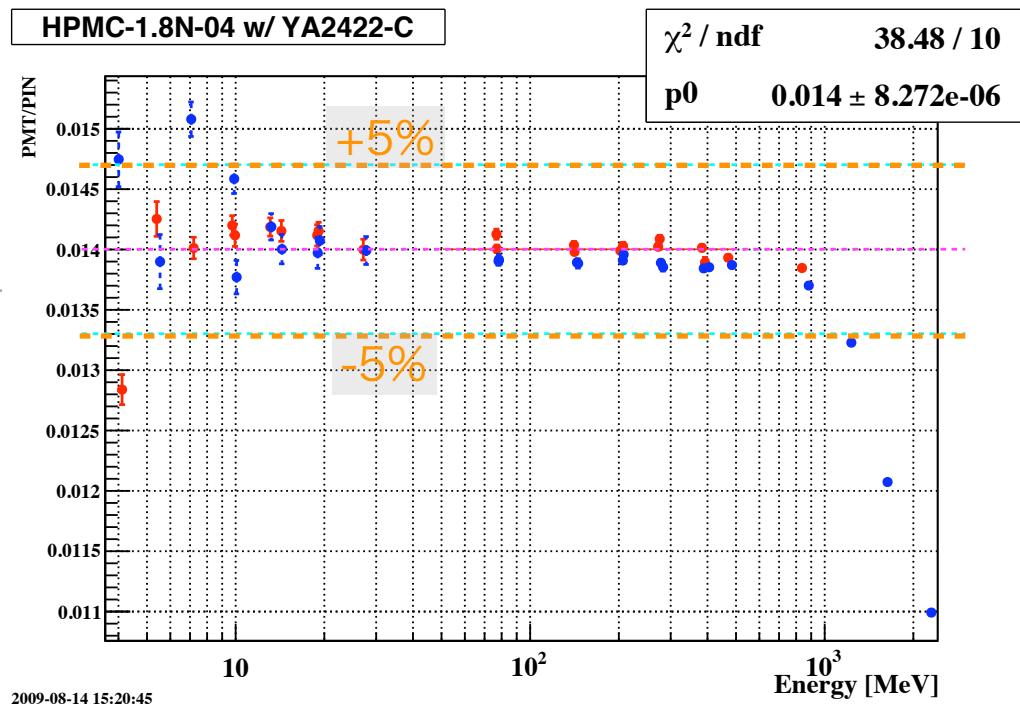


PMT holder



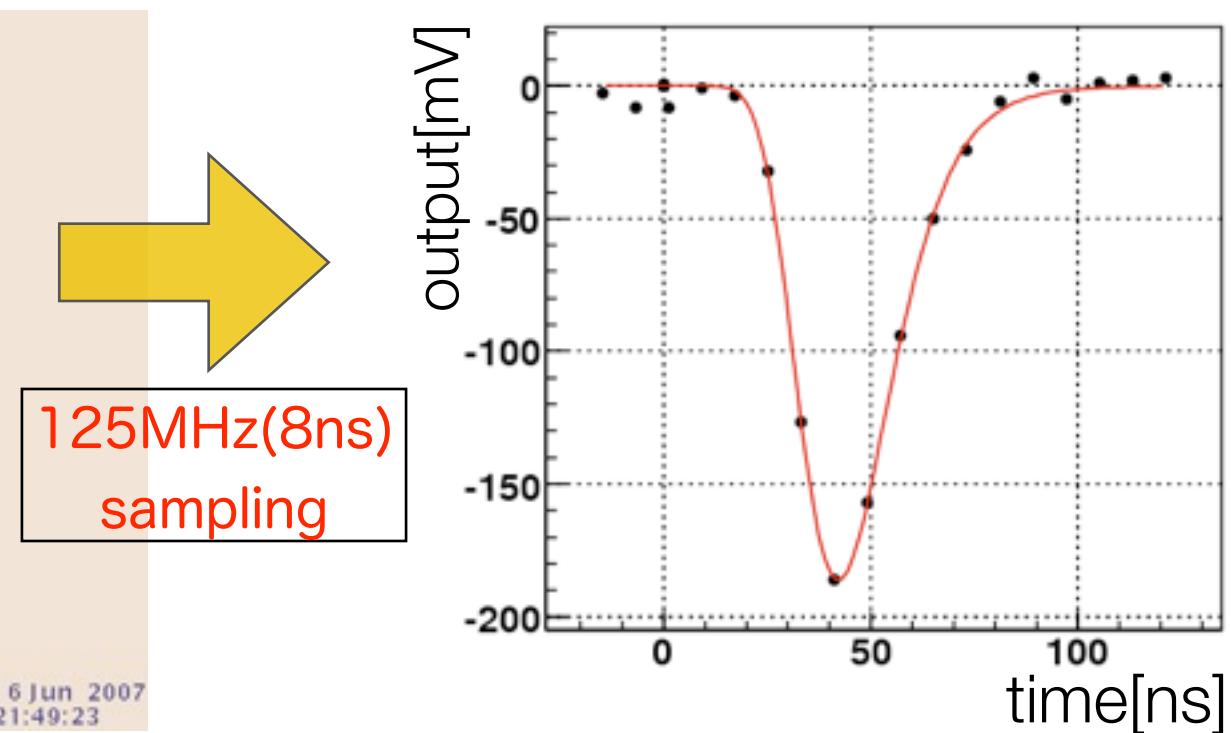
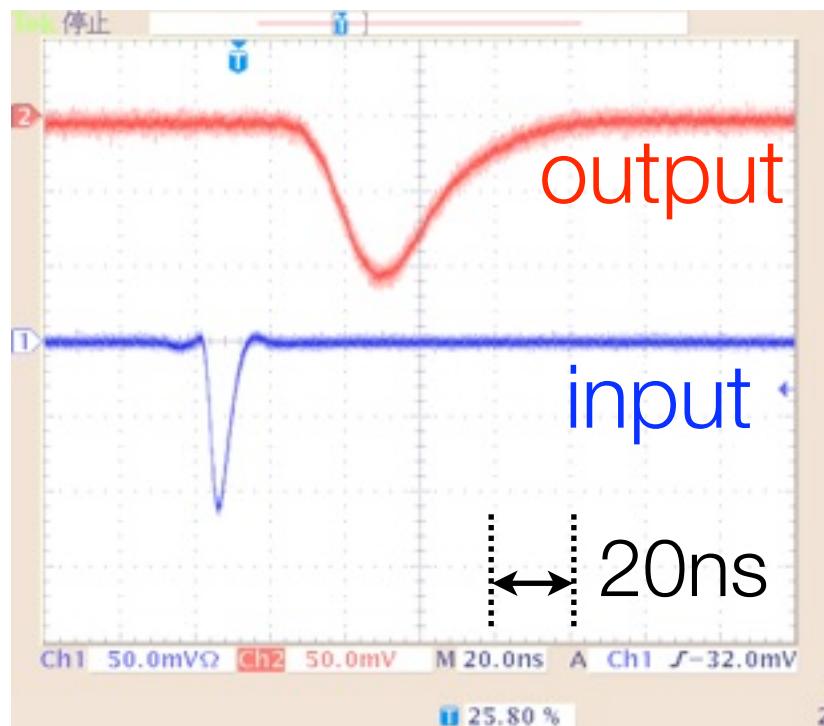
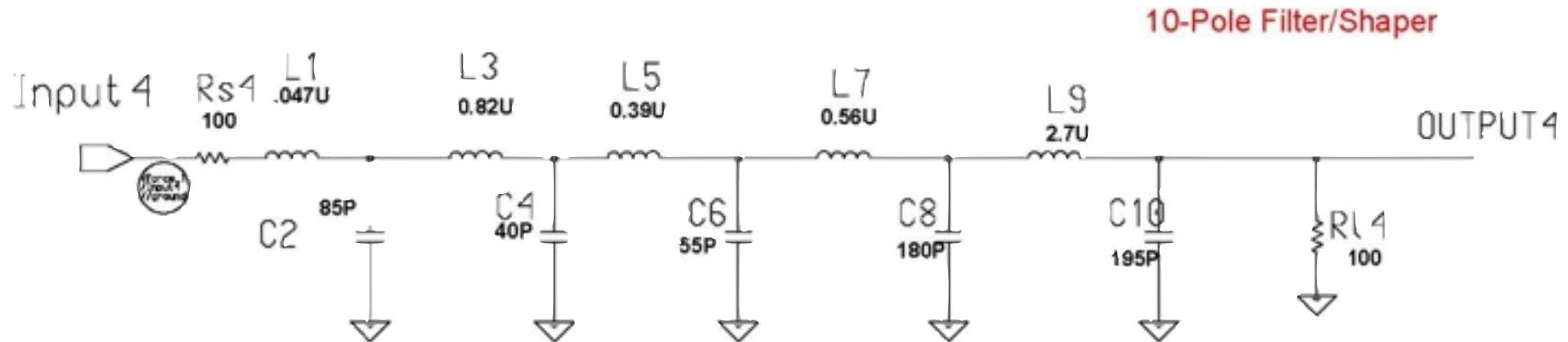
PMT/Base

- PMT
 - リニアリティ & ゲイン測定
- Base
 - Cockcroft Walton型 (非抵抗分割型)
 - 低発熱 : 150mW
 - 低ノイズ

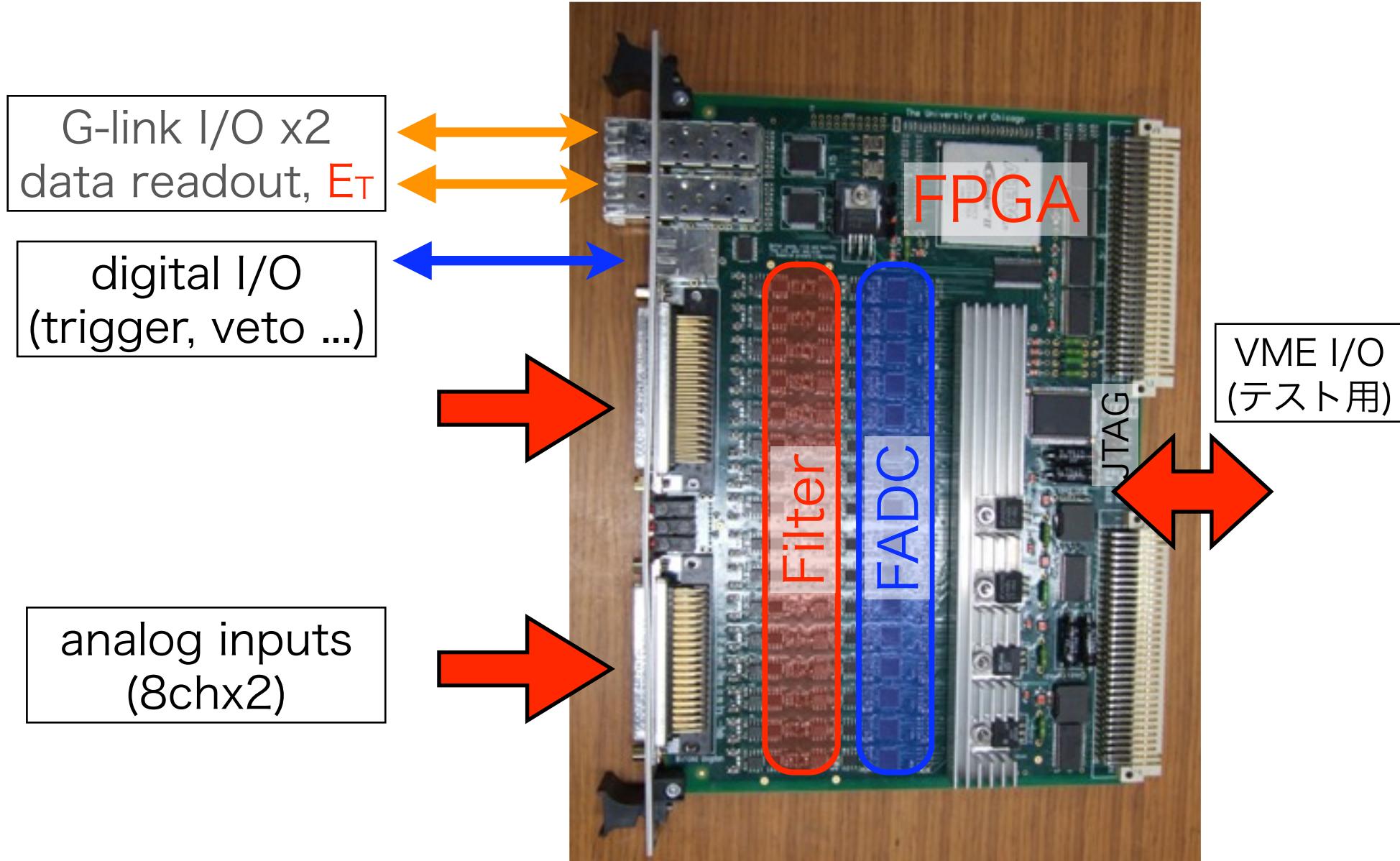


CW base type number	HPMC-1.8N-04
Divided ratio	K 3:2:2:2:2:1 A
PMT gain	8000
preamp gain	4.1
1MeV signal pulse	1.15mV _{p-p}
Noise (HV 0V)	103μV _{rms}
Noise (HV -1500V)	119μV _{rms}
Noise w/ 100μV _{rms} GND Noise	155μV _{rms}

Bessel filter



16ch 125MHz FADC

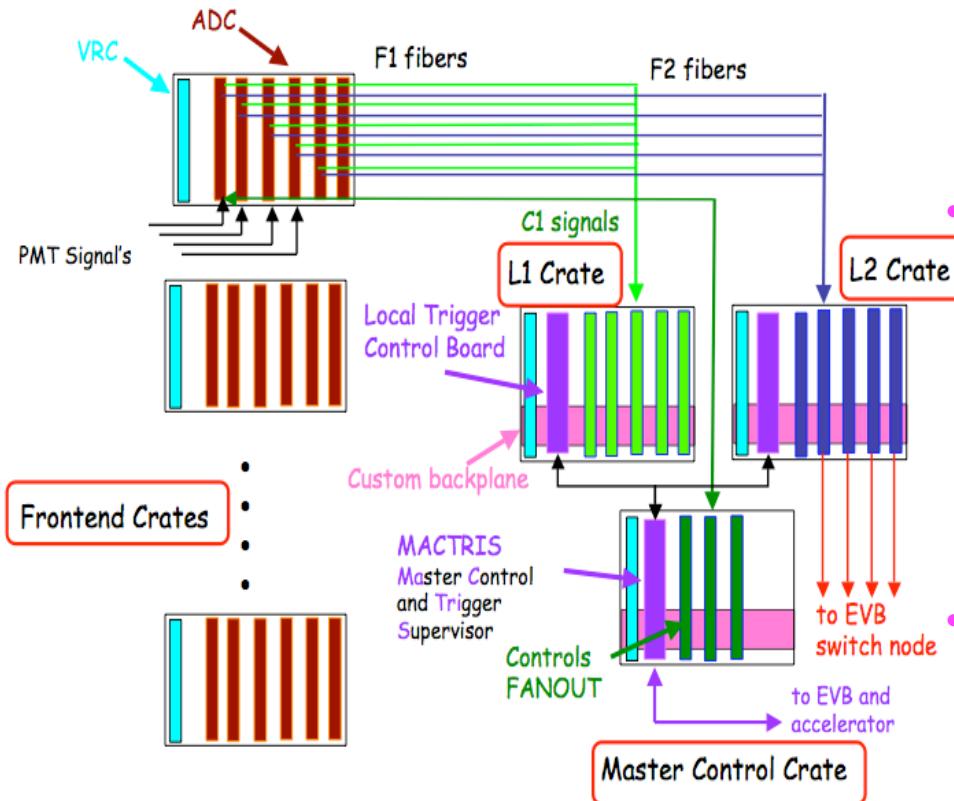




L1 & L2 Trigger Boards Overview



Schematic view of the K0TO DAQ system



- L1 Trigger Board

- Receives energy sum from 16 ADC board (= 256 CsI channels/module) at 2.5 Gb/s.
- Sums and daisy-chains through VME P3 backplane to sum up all the deposited energies at Local Trigger Control Board.
- Makes L1 trigger decision against preset threshold to MACTRIS (at Master Control Crate).
- Synchronous with 125 MHz sampling clock.

- L2 Trigger Board

- Has On-board level 2 buffers
- Retrieves data between spills.
- Makes trigger decision to further reduce rates of the incoming data by:
 - Veto signals
 - Gaussian fitting
 - Clustering algorithm
 - Other algorithms could be implemented in FPGA...

MACTRIS (Master Control and Trigger Supervisor Board)

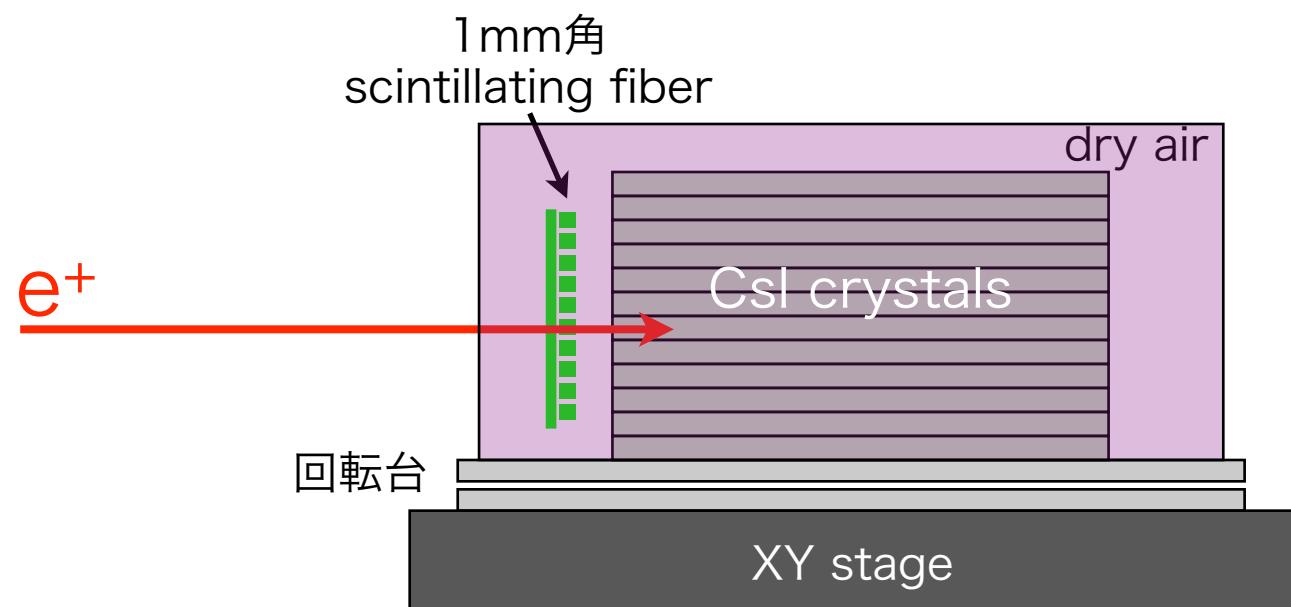
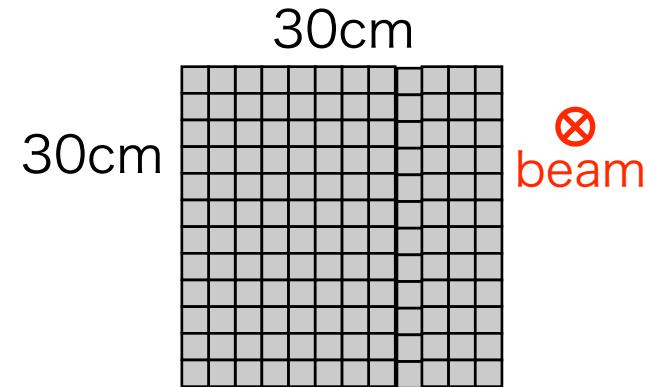
- Generates 8 ns sampling clock and t_0
- Generates L1/L2 decision
- Fan-outs control signals to ADC/Trigger Crates

144ch CsI beam test

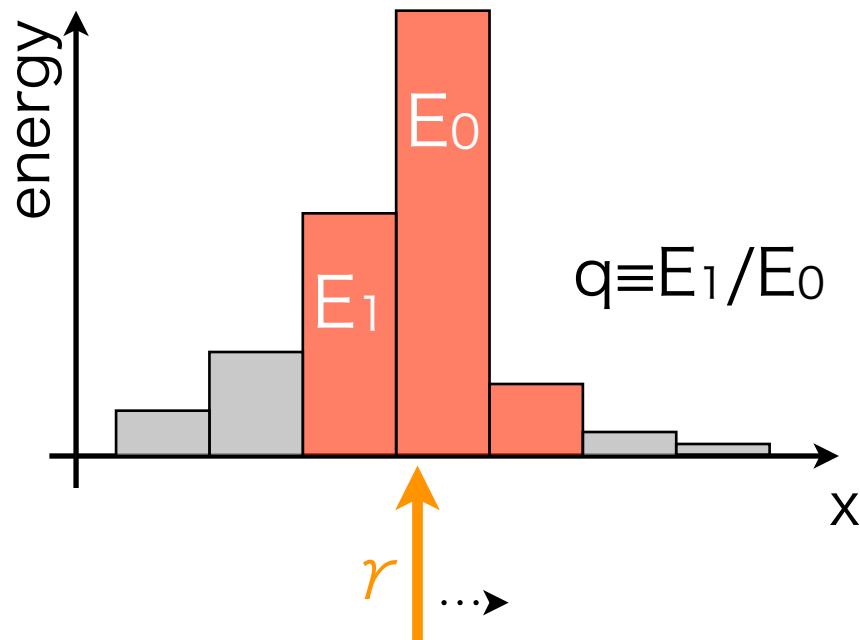
- ・目的：KOTO実験用CsIカロリメータの性能評価
 - ・個別に開発研究を行ってきた測定機器の統合試験
 - ・上記統合試験の結果を元に最終調整を行った後の最終的な性能評価
 - ・位置／エネルギー／時間分解能
 - ・シャワーシェイプ測定
 - ・ビームタイム
 - ・1/18-1/22
 - ・3月下旬

テスト実験のセットアップ

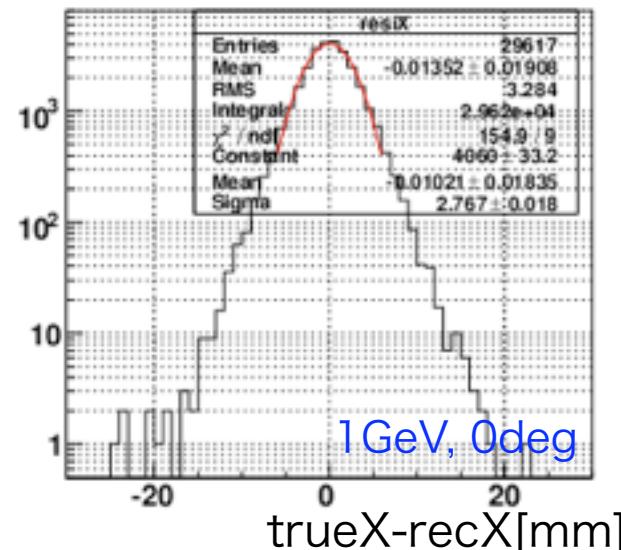
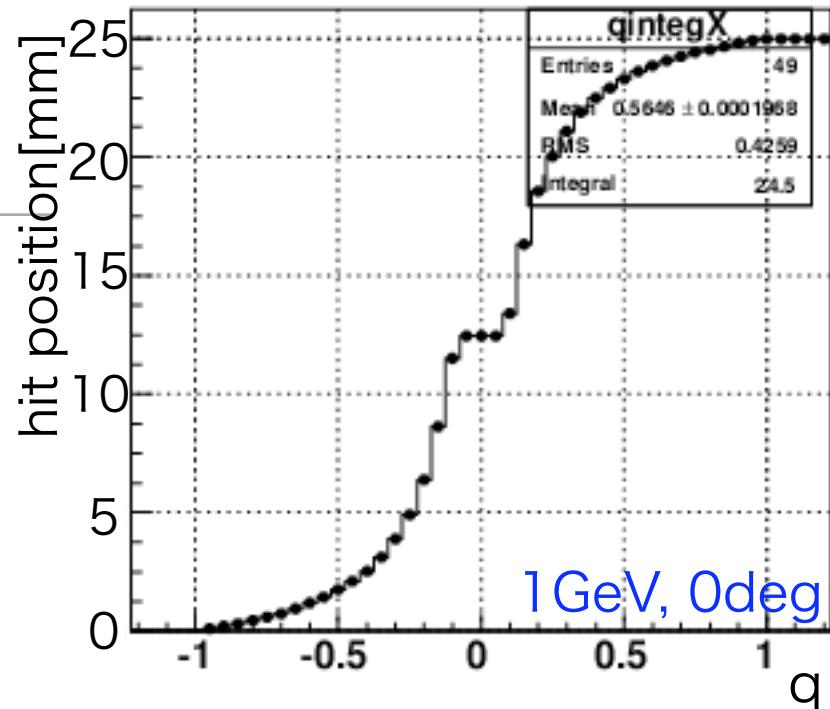
- ・暗箱
 - ・CsI結晶：2.5cm角 12x12個
 - ・1mm角 scintillating fiber 48mm x 2layers
 - ・温度／湿度モニター
- ・回転台、XYステージ
- ・トリガー
 - ・エネルギー和
 - ・宇宙線
 - ・ファイバーヒット
 - ・calibration用LED



位置分解能測定



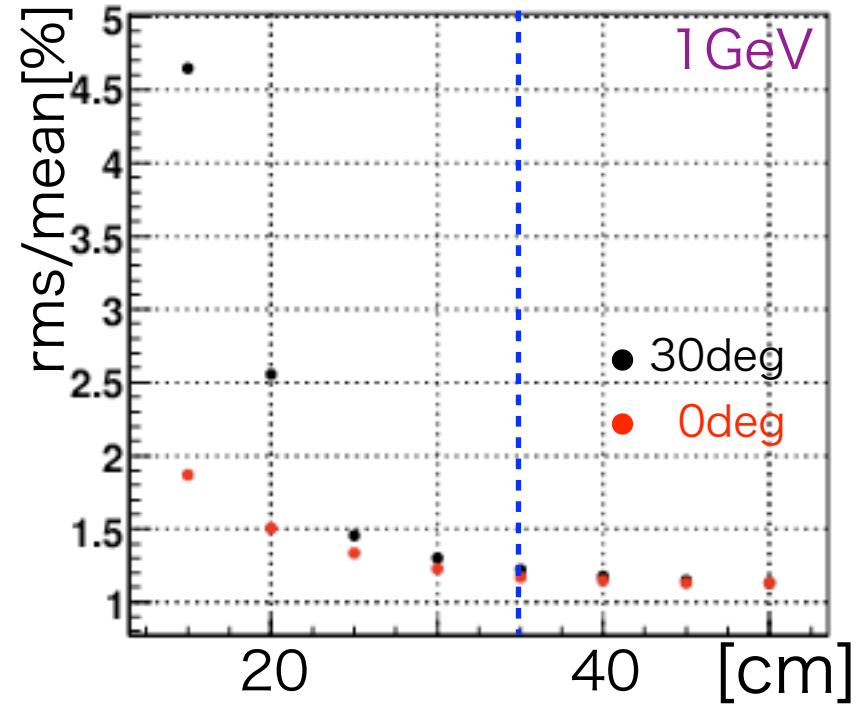
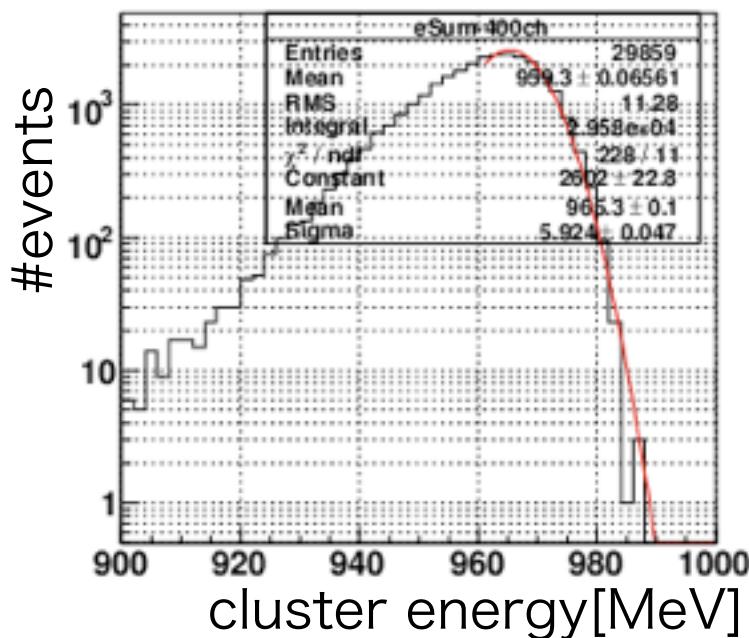
- ・列毎のエネルギー和の比で入射位置を決定
- ・エネルギー和の比は入射位置に大変敏感な領域
- 1mm単位での測定が必要



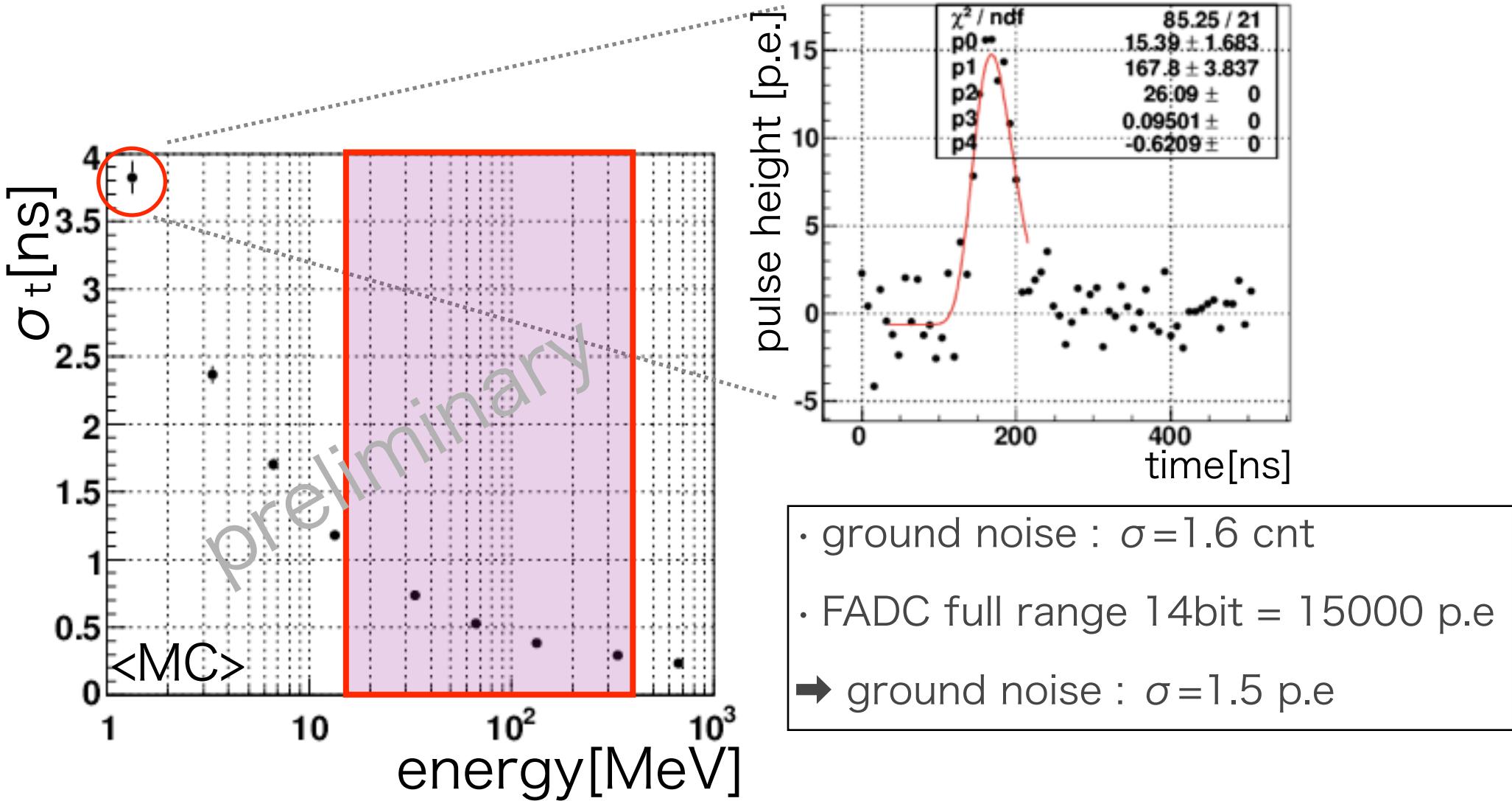
→ 0degで2.8mm, 30degで6.7mm
(1GeV e^+)

エネルギー分解能測定

- ・本実験用CsIカロリメータの大きさと期待される分解能
(ビーム径50mmを想定)
- ・ $\sigma/E \sim 1\%$ の分解能@1GeV

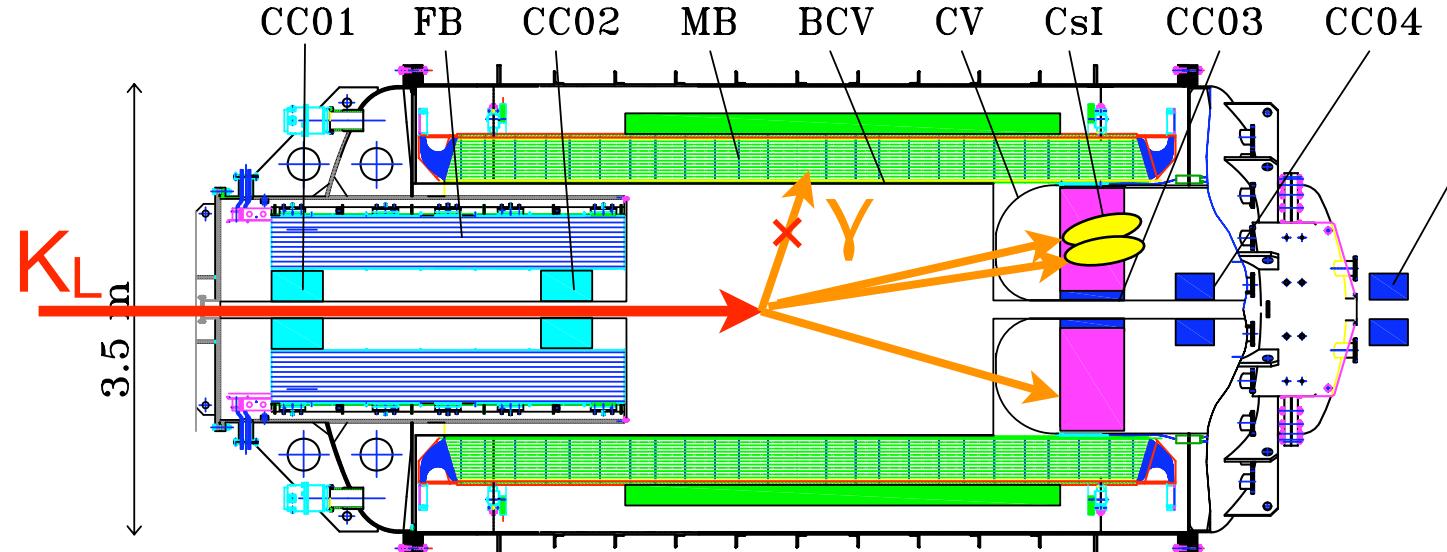


時間分解能の見積もり

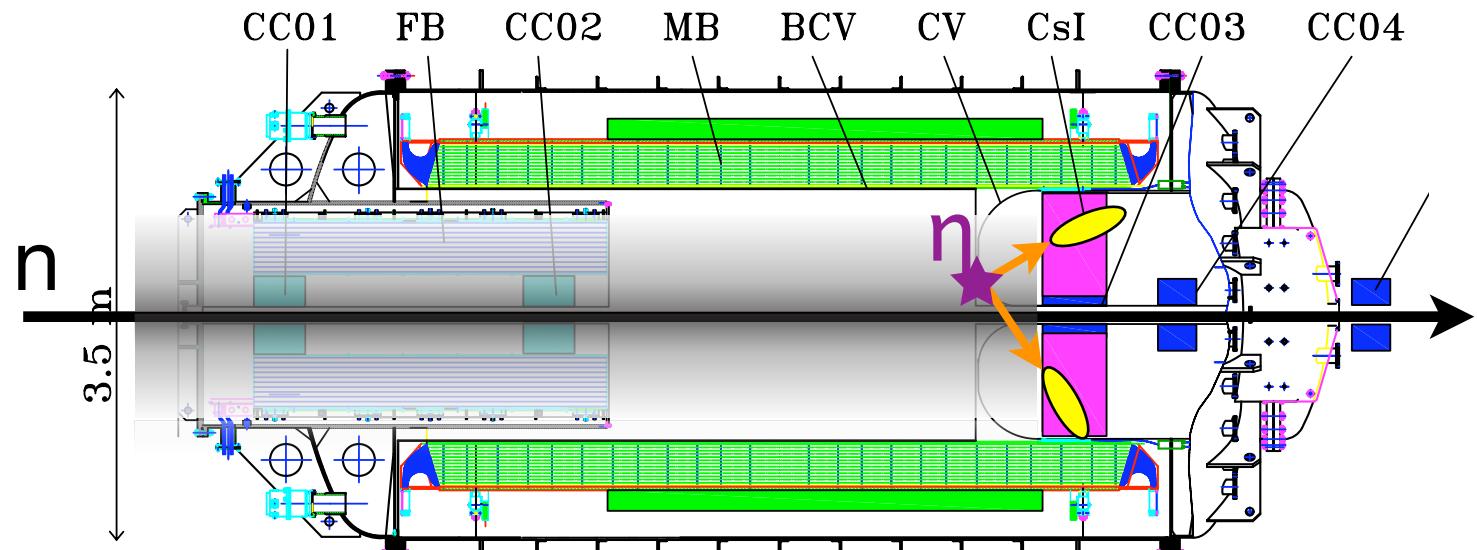


シャワーシェイプの測定 - KOTO実験の背景事象 -

- $K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0 \rightarrow 4\gamma$
(2γ missing)

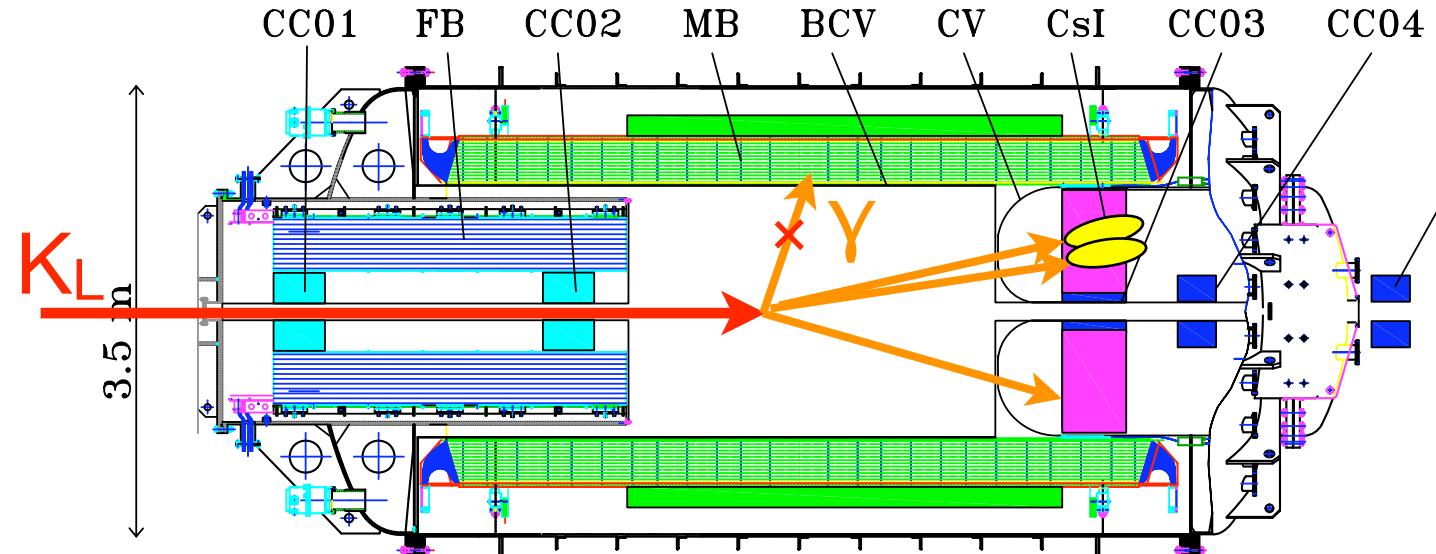


- $\eta \rightarrow 2\gamma$

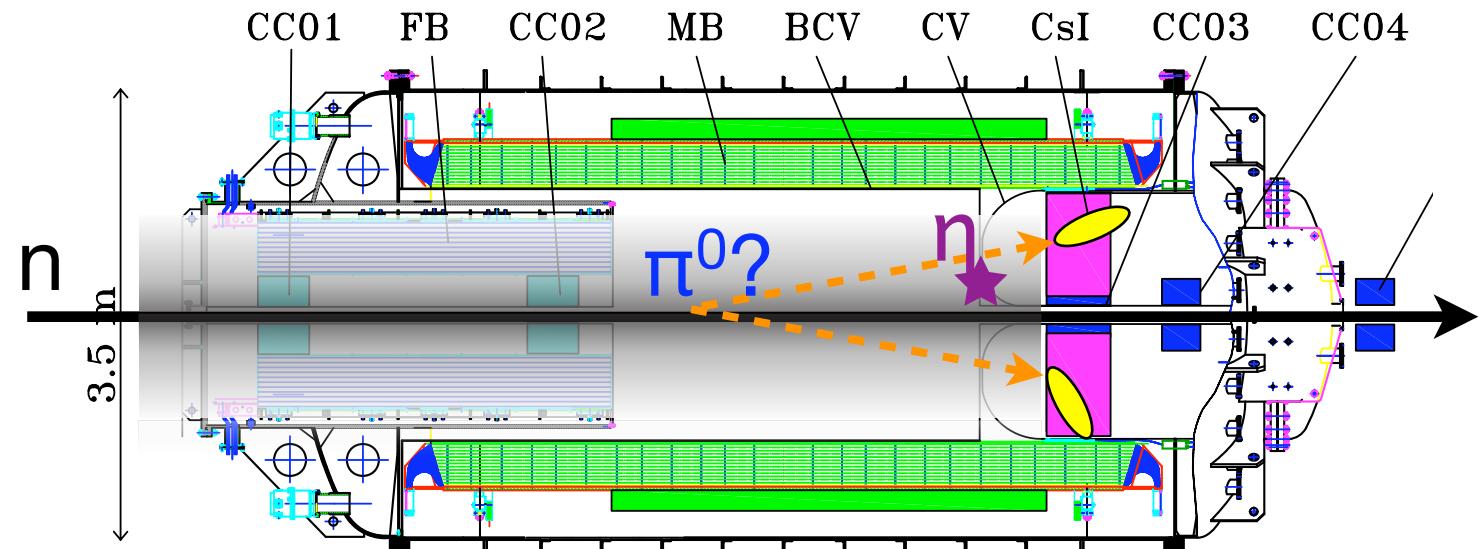


シャワーシェイプの測定 - KOTO実験の背景事象 -

- $K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0 \rightarrow 4\gamma$
(2γ missing)

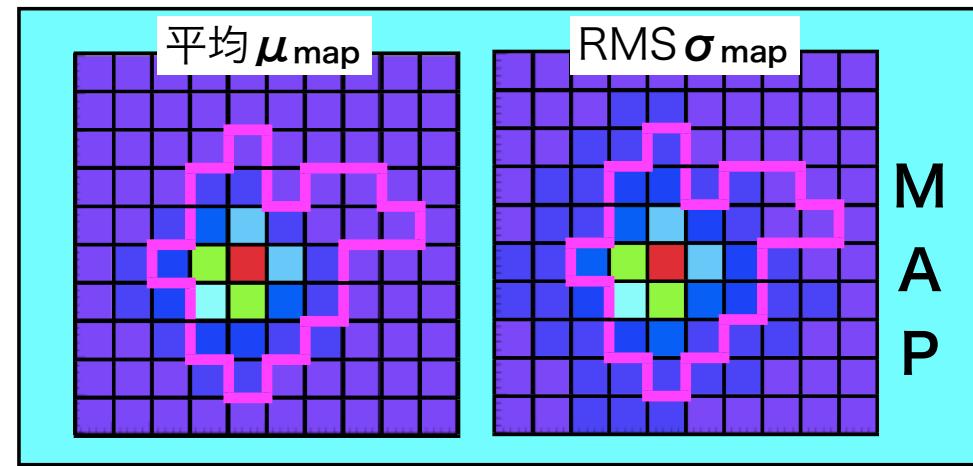
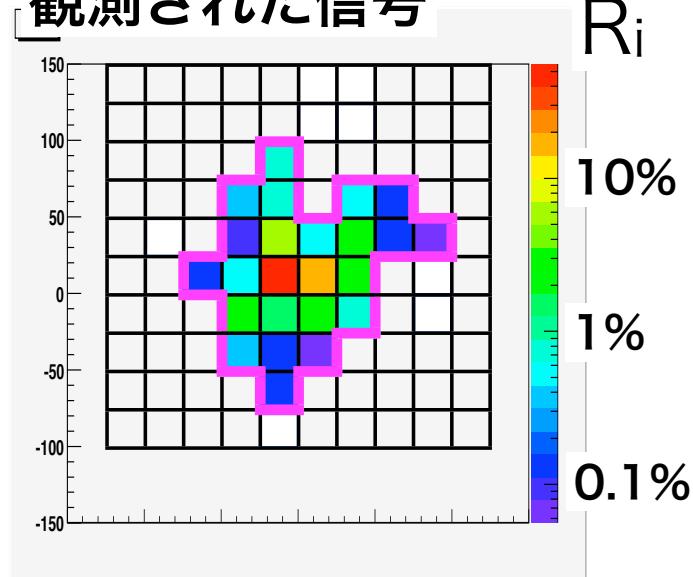


- $\eta \rightarrow 2\gamma$



Chi2 の計算

観測された信号



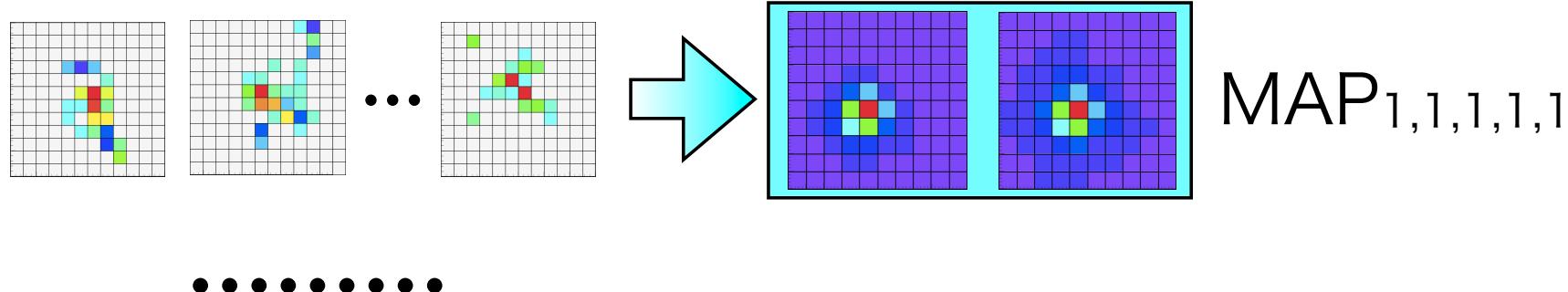
クラスターに含まれるCsI(ピンク線内)について次の量を計算

$$\chi^2 = \sum_i \left(\frac{R_i - \mu_{map_i}}{\sigma_{map_i}} \right)^2 / \text{Num}_{CsI}$$

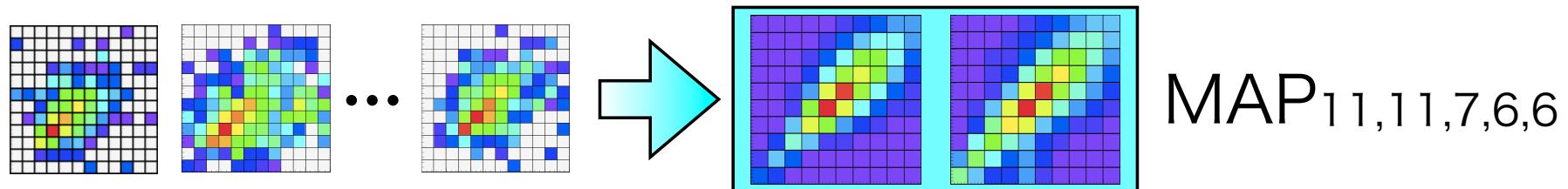
☆パラメータの値毎にmapを作る (11x11x7x6x6=計30492)

	$\log(E)$	θ	ϕ	X_{ctr}	Y_{ctr}
max	$\log(2000\text{MeV})$	42°	45°	12.5mm	12.5mm
min	$\log(100\text{MeV})$	0°	0°	-12.5mm	-12.5mm
分割数	11	11	7	6	6
	断続的				連続的

$E:1st, \theta:1st, \phi:1st, X_{ctr}:1st, Y_{ctr}:1st$

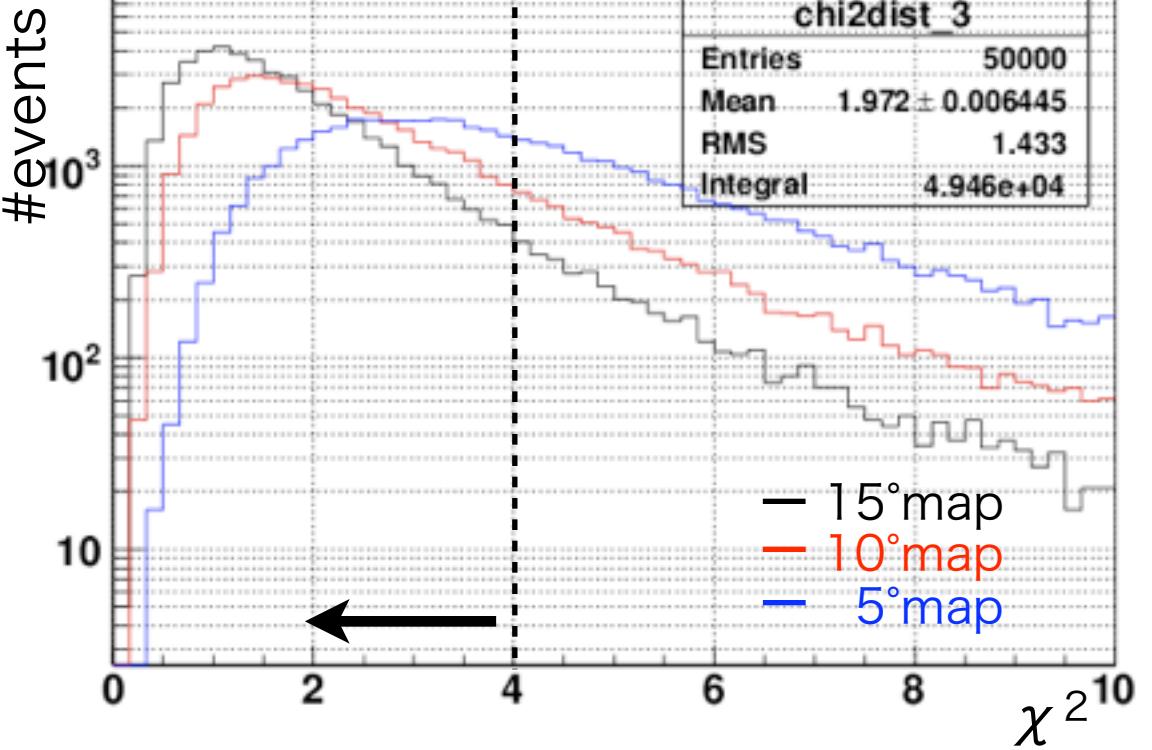


$E:11th, \theta:11th, \phi:7th, X_{ctr}: 6th, Y_{ctr}: 6th$



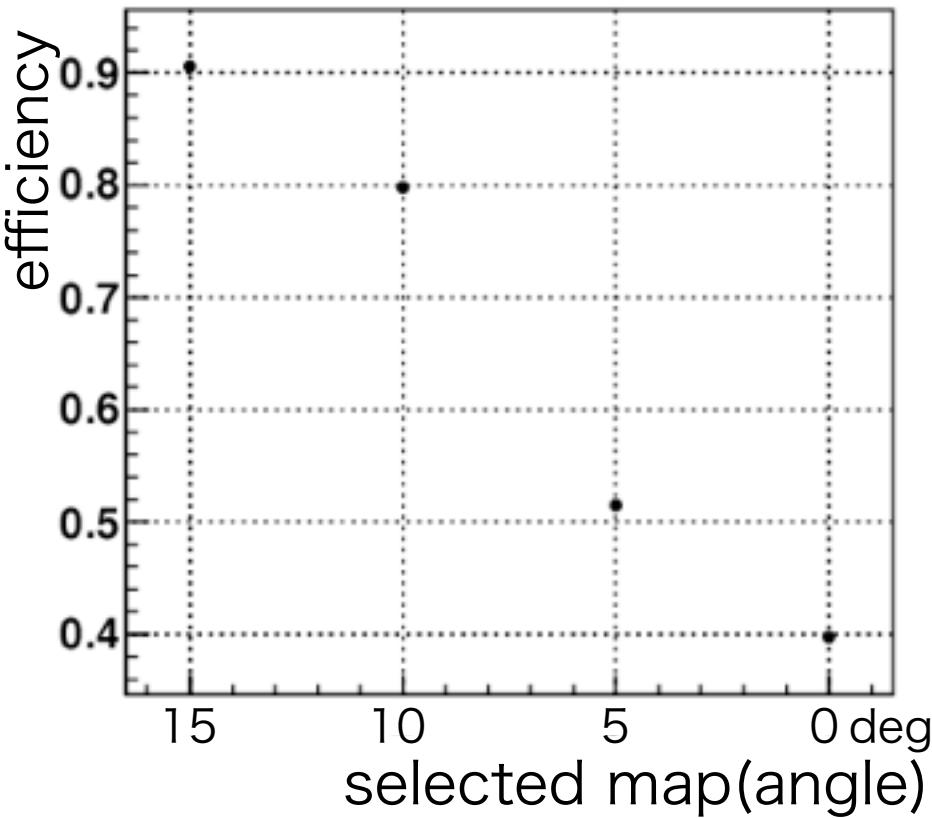
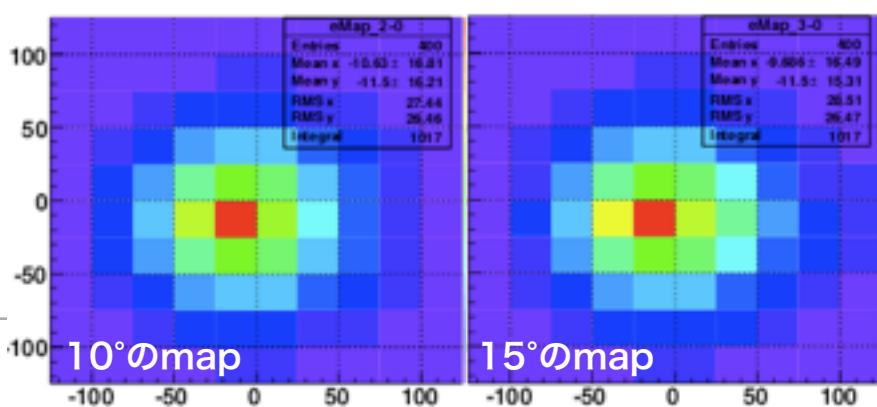
シャワーシェイプの測定

<e⁺ 1GeV 15°入射時>



- ・シャワーシェイプは入射角度にも敏感

→ 入射角度を 5°刻みで測定



測る物まとめ／期待される結果

- ・エネルギー和トリガーでデータを読み出す仕組みを確認
- ・分解能（エネルギー、時間、位置）
 - ・エネルギー：6点（100, 150, 200, 300, 500, 800 [MeV]）
 - ・入射位置：ビーム径50mm ϕ をトラッカーで1mmの精度で決める
 - ・入射角度：0~40° 9点
- ・CsIカロリメータとしての性能
(クラスタリング後の性能とは別に)
- ・シャワーシェイプ測定
- ・1度目のテストでの問題、改善点の発見 → 早期に修正→2度目で最終性能評価

144ch CsI beam test

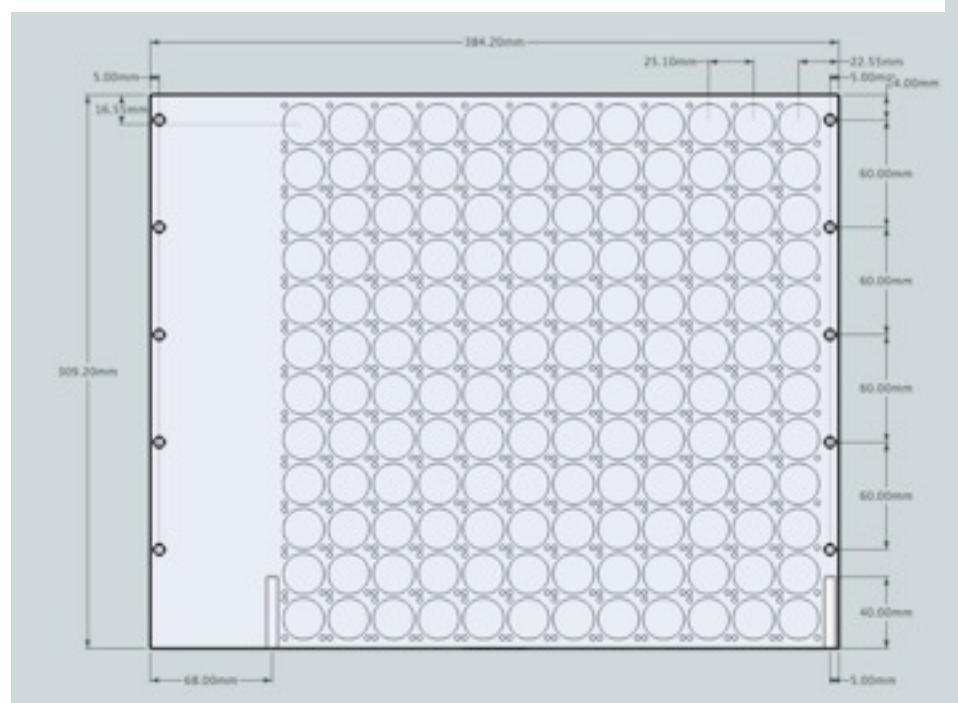
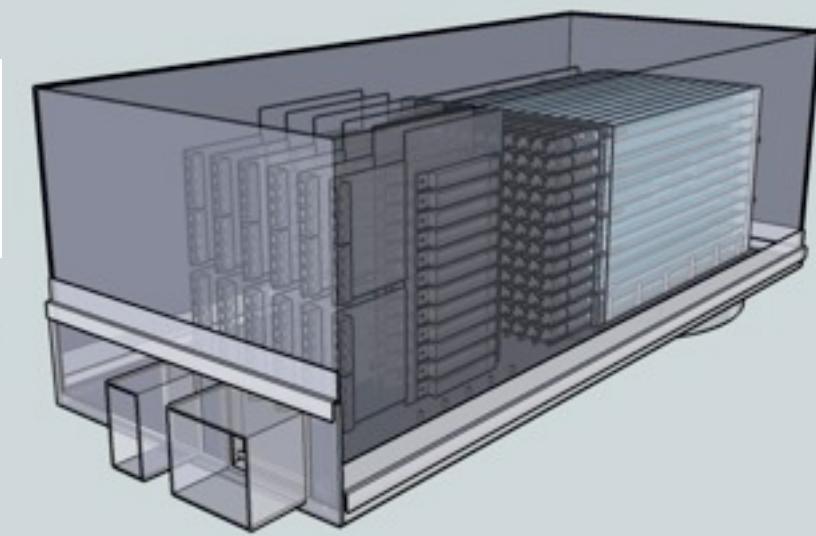
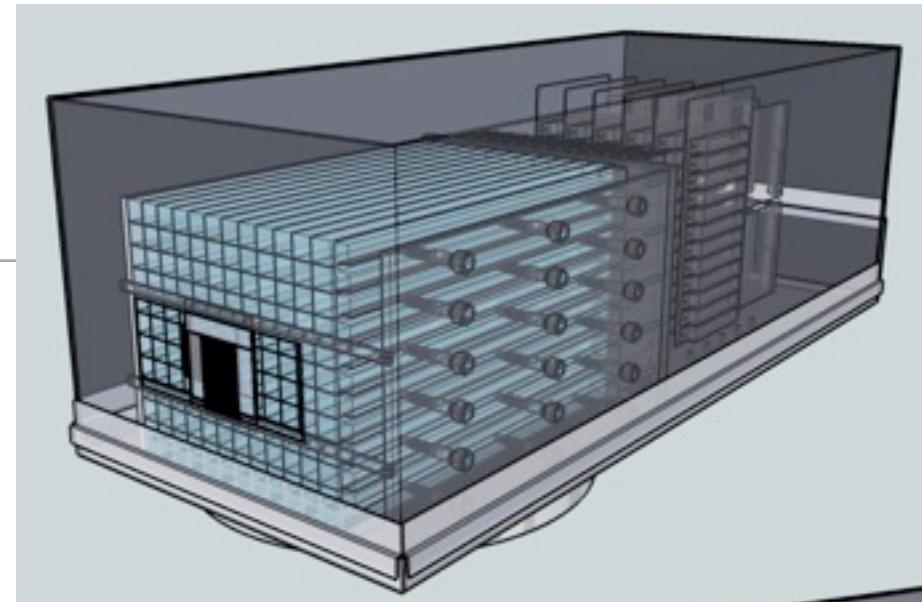
- ・目的：KOTO実験用CsIカロリメータの性能評価
 - ・個別に開発研究を行ってきた測定機器の統合試験
 - ・上記統合試験の結果を元に最終調整を行った後の最終的な性能評価
 - ・位置／エネルギー／時間分解能
 - ・シャワーシェイプ測定
 - ・ビームタイム
 - ・1/18-1/22
 - ・3月下旬

準備状況

- ・ 暗箱作成
- ・ 144ch用PMT holder作成
- ・ パーマロイ
- ・ 乾燥室／除湿器
- ・ DAQ

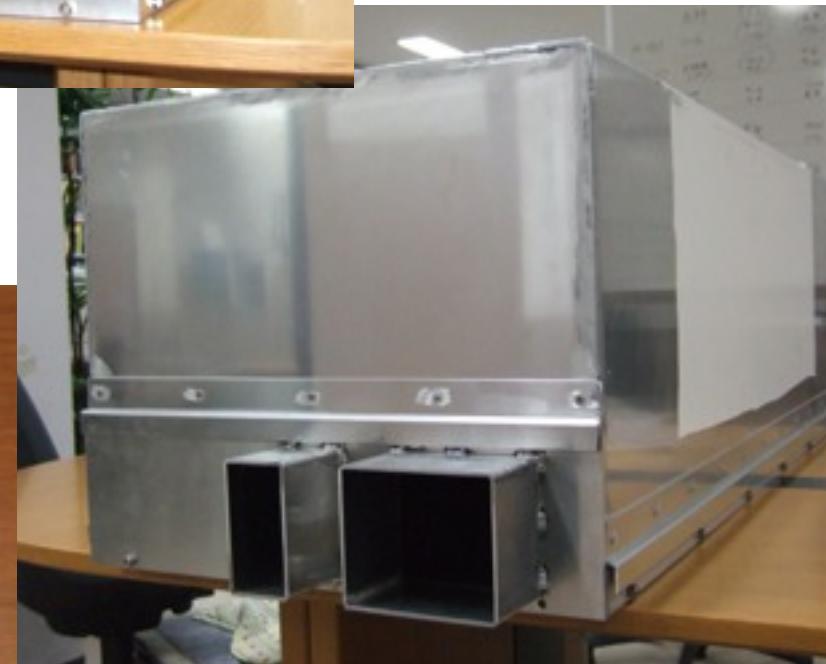
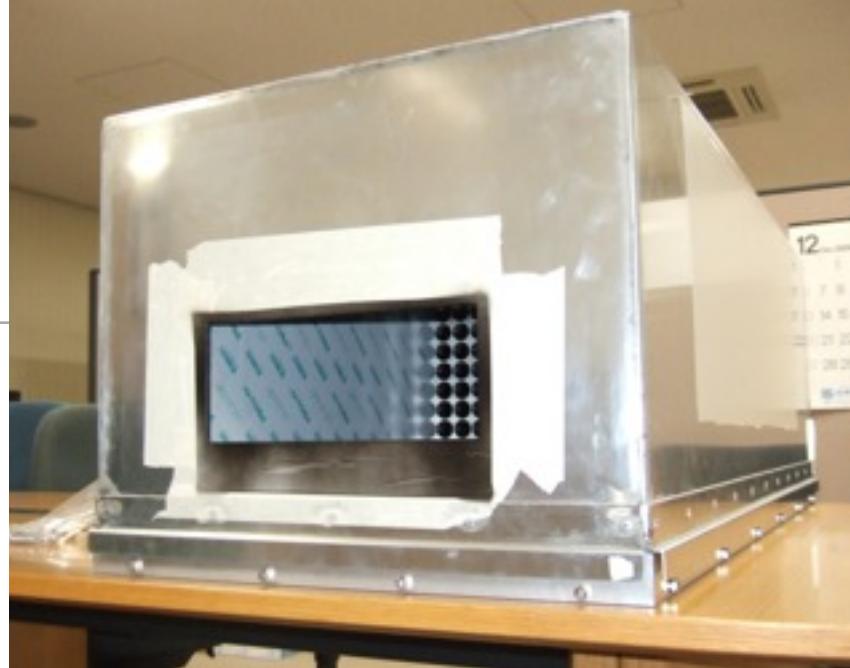
準備状況

- ・暗箱作成
- ・144ch用PMT holder作成
- ・パーマロイ
- ・乾燥室／除湿器
- ・DAQ



準備状況

- ・暗箱作成
- ・144ch用PMT holder作成
- ・パーマロイ
- ・乾燥室／除湿器
- ・DAQ



まとめ

- ・ 144ch CsI beam test : K⁰TO実験用CsIカロリメータの性能評価
 - ・ 個別に開発研究を行ってきた測定機器の統合試験
 - ・ 上記統合試験の結果を元に最終調整を行った後の最終的な性能評価
 - ・ 位置／エネルギー／時間分解能
 - ・ シャワーシェイプ測定
 - ・ ビームタイム
 - ・ 1/18-1/22
 - ・ 3月下旬