

久野研／山中研 年末合同発表会

**ミューオン電子転換過程探索実験のための
カロリメータ開発 (2)**

2007/12/25

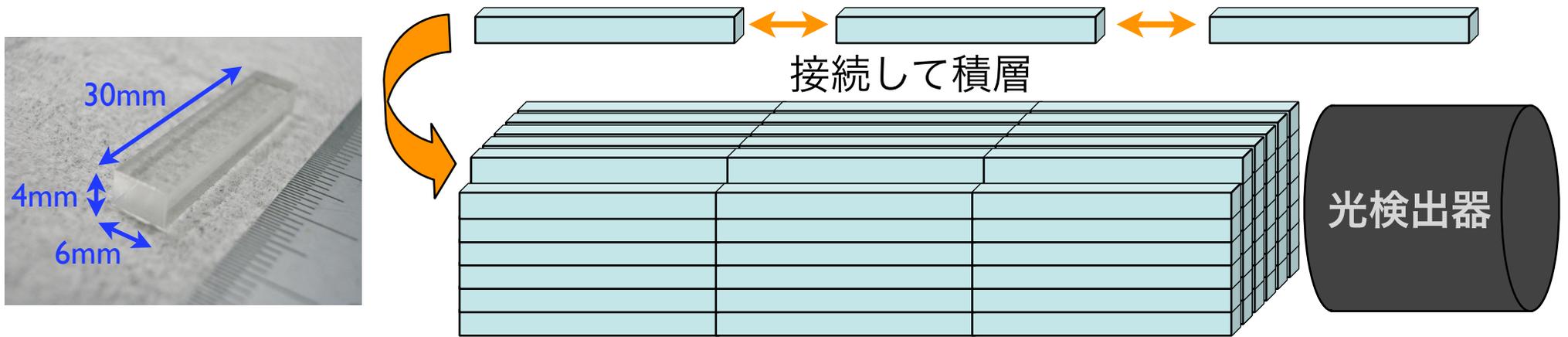
久野研 M2 宮本 紀之

もくじ

- 積層型カロリメータについて
- ^{90}Sr 線源テスト
- 150MeV電子ビームテスト
 - セットアップ
 - ロジック
 - 測定結果
- まとめ

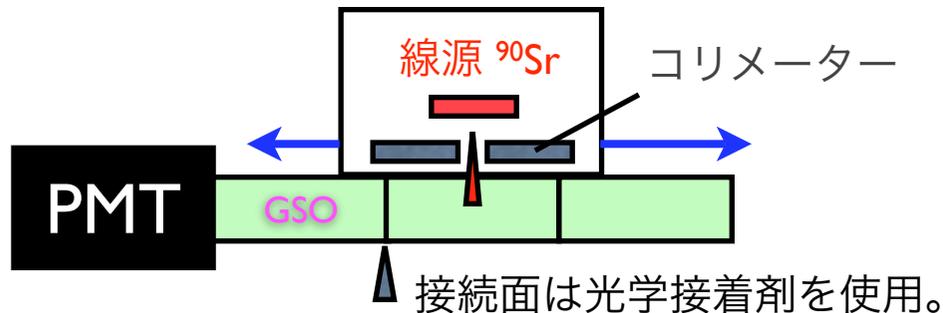
積層型カロリメータ

- 高性能をもつGSO結晶を用いて安価にカロリメータを作製するため、PET用GSO結晶を用いた積層型カロリメータの開発を検討。

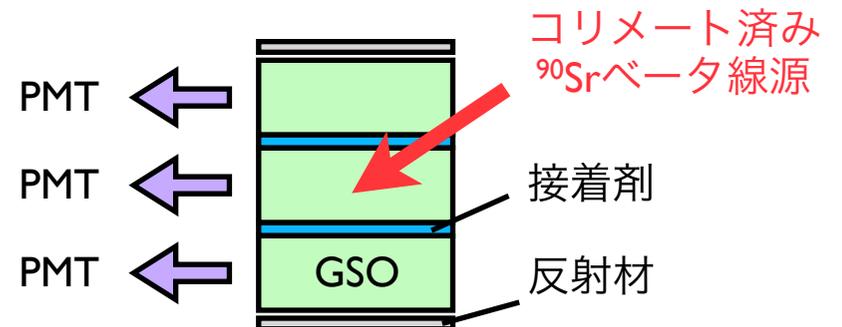


これまでのstudy

- 長さ方向の接続の効果



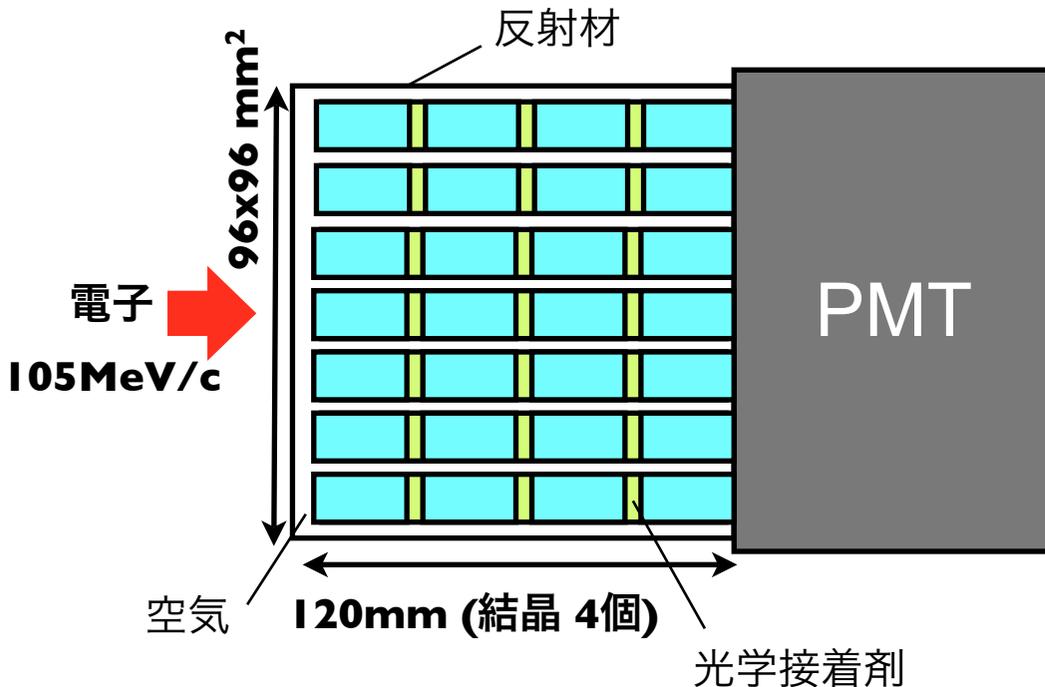
- 横方向の接続の効果



積層型カロリメータのシミュレーション

- これまでのstudyの結果、
 - 結晶長さ方向：屈折率の高い光学接着剤を用いる程性能はバルク型に漸近。
 - 結晶側面：光学接着剤を用いる必要はない。
- 長さ方向には120mm (PET結晶4本) 必要。
- GEANT4を用いて、積層型GSOカロリメータの性能評価を実施。

シミュレーションセットアップ



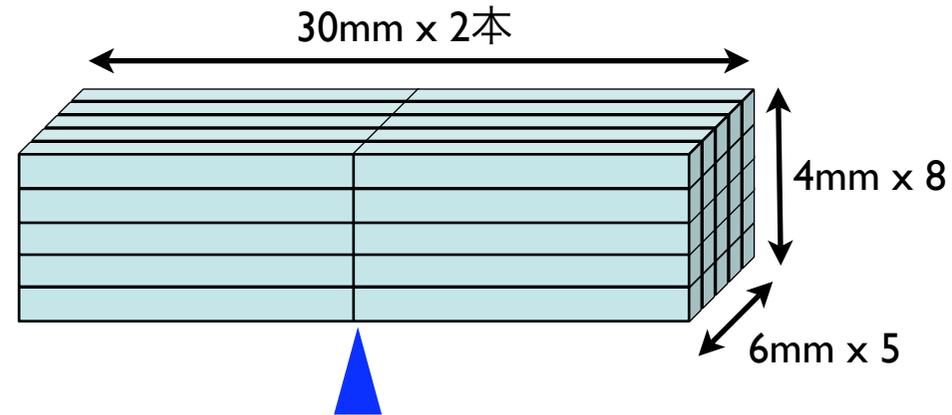
接続面の屈折率	エネルギー分解能
1.55	6.1 %
バルク型(単結晶)	4.2 %



実際に実験で、3次元的に積層させたGSOカロリメータの性能評価を行う。

測定内容

- PET用GSO結晶を3次的に接続し、 $32 \times 30 \times 60$ mm³の塊を2種類作製。
- 横方向の接続：空気接続
オプティカルセメント
- その後、全結晶をセメントで接続し、実機と同じ厚さである120mmの長さの結晶の測定を行う。



長さ方向の接続には
オプティカルセメントを使用

測定

- β 線源⁹⁰Sr照射下で光量測定を行いMCとの比較を行うことにより、接続の不具合がないかをチェック。
- COMET/PRIME実験と同等のエネルギー領域(100MeV領域)でもMCが再現するかをチェック。

セメント接続結晶

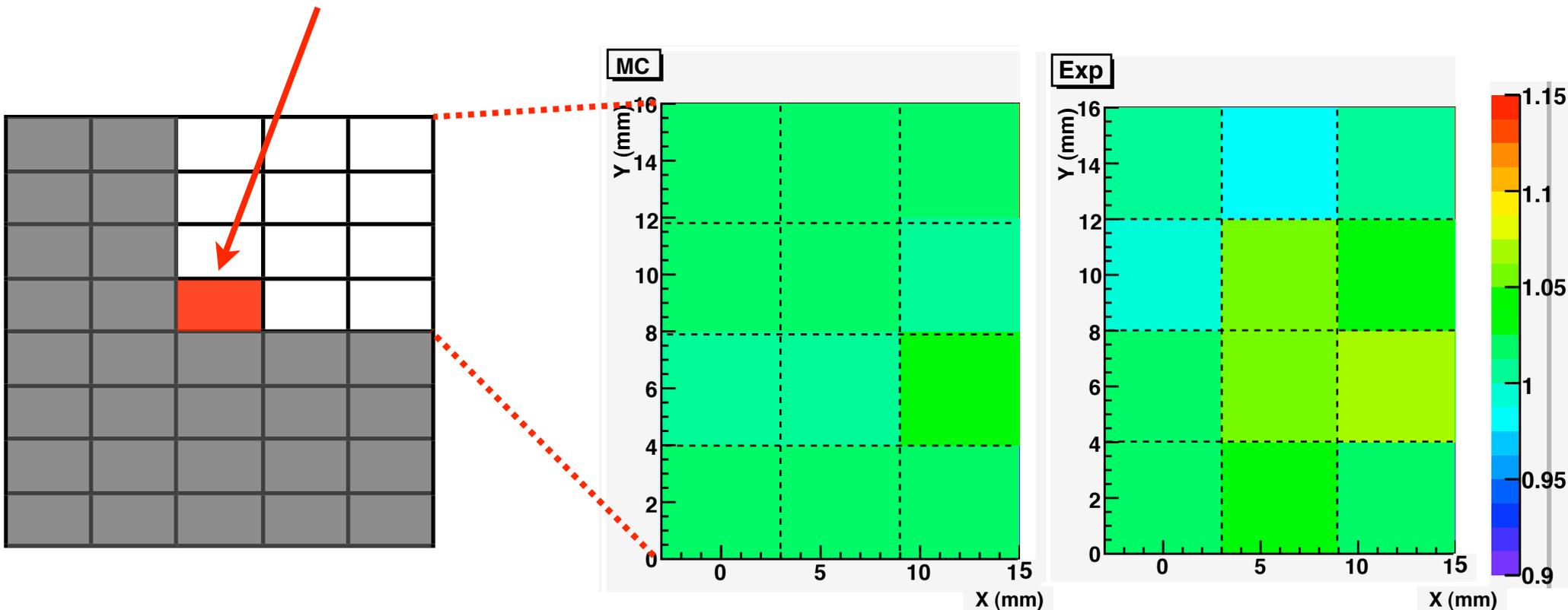
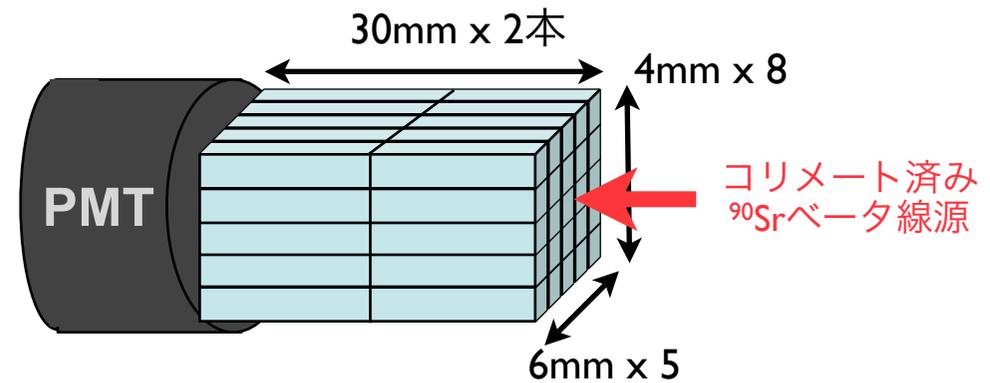


空気接続結晶



^{90}Sr 線源テスト

- 結晶中のクラックや、接続面の不具合などが無いかの確認のため、積層GSO結晶に ^{90}Sr ベータ線源を照射し、MCとの比較を行った。
- 中心結晶に照射した場合を1に規格化。

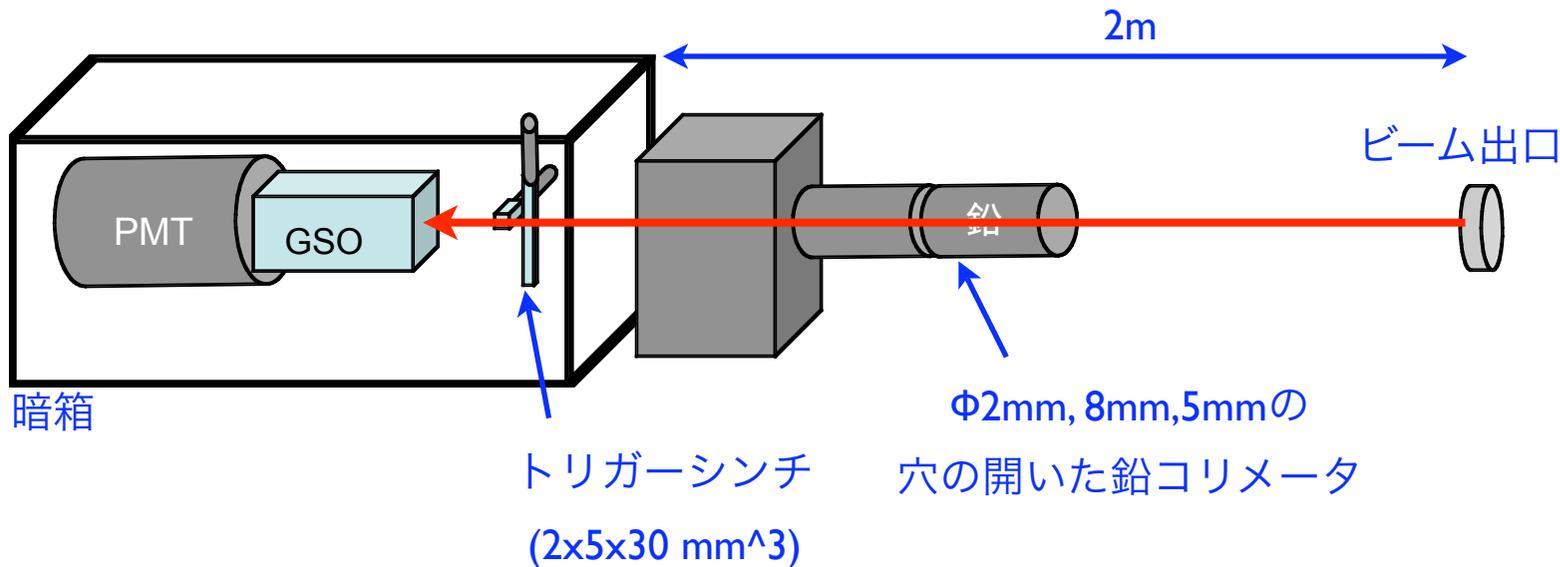
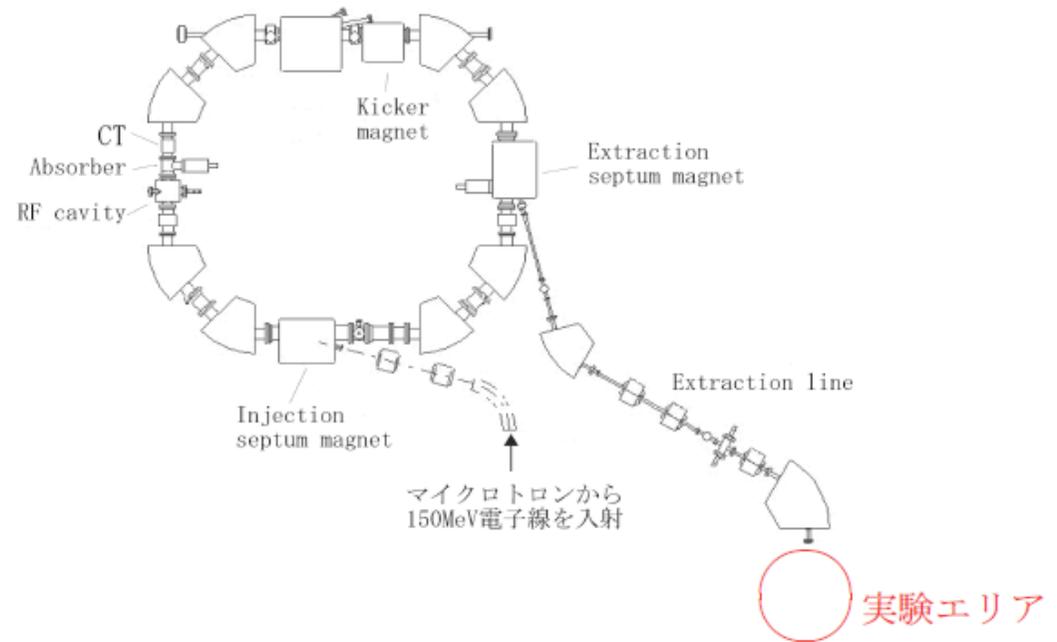


➡ 積層カロリメータは不具合なく製作できている。

150MeV電子 ビームテスト

セットアップ

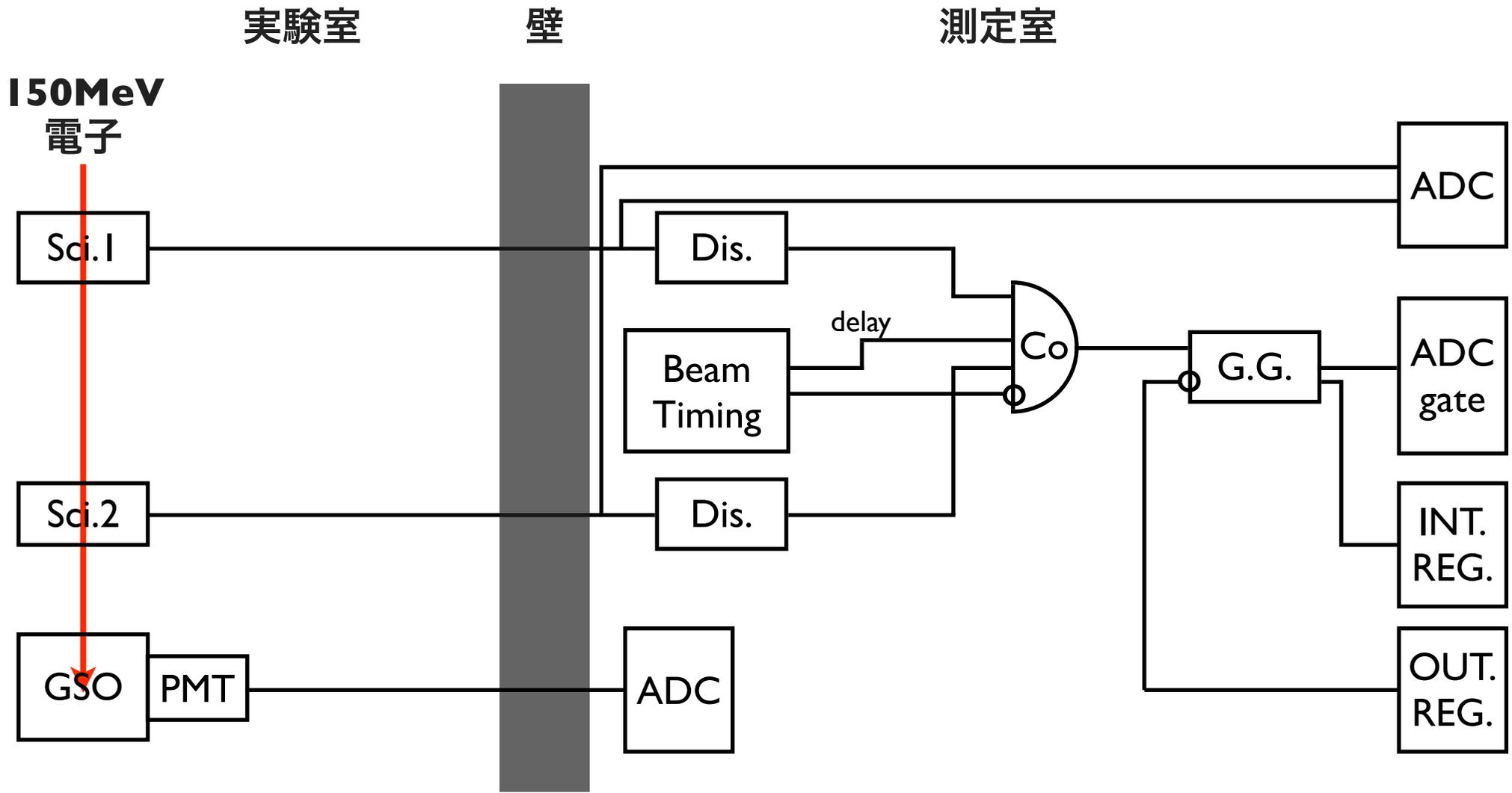
- 12/10 ~ 21
- 広島大学 電子周回装置 REFER
- 電子エネルギー：150MeV(σ ：0.1%)
- ビームバンチ幅：1 ms
- ビームレート：10 Hz
- ビームに対して $2 \times 2 \text{ mm}^2$ となる、2枚のプラスチックシンチのコインシデンスでトリガー。



実際のコリメータの様子



ロジック

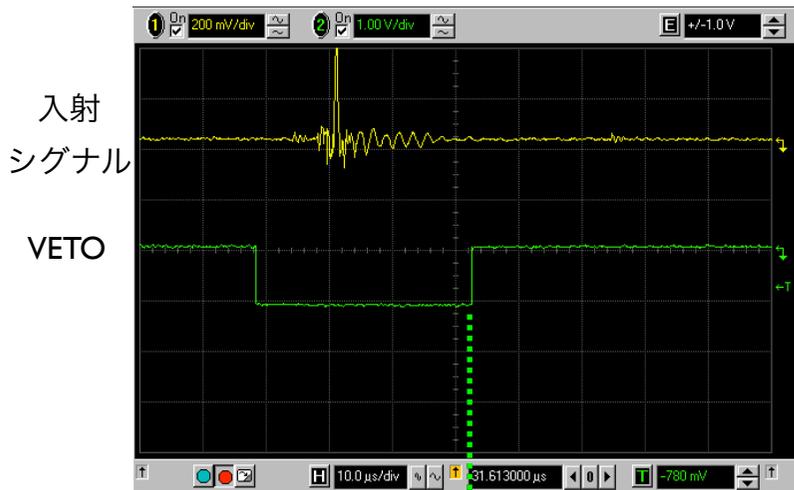


トリガー条件

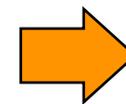
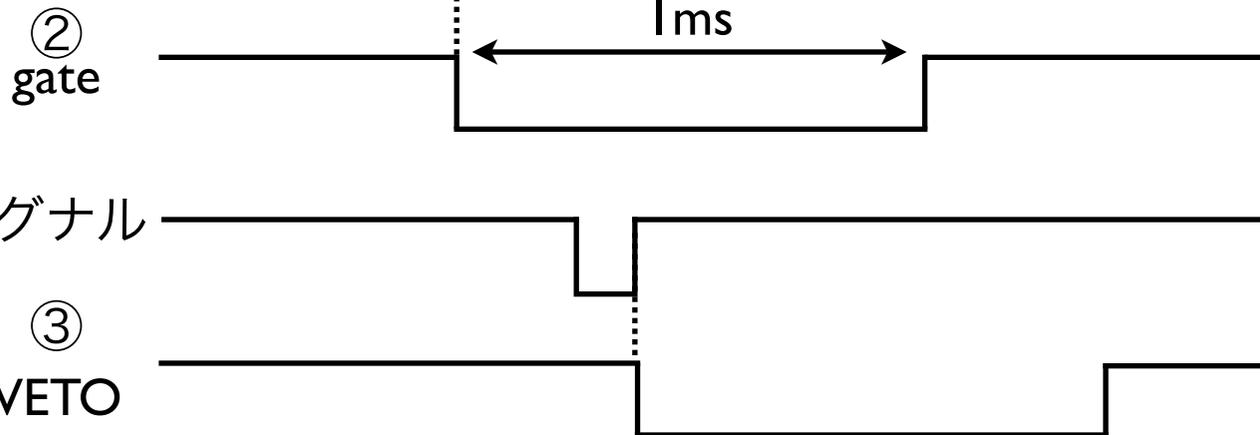
- 入射器、周回装置、引き出し線、測定器が全てひとつの部屋の中にあるので、大量のバックグラウンドがのる。

- ① ビーム入射タイミング時に入射器から大量のノイズがのる
→ 入射タイミングでVETO

- ② ビームバンチ以外にも、周回装置から大量の電子シャワー、中性子等が飛来
→ 入射タイミングVETOの後、ビームバンチ幅である1ms内のシグナルのみを取得

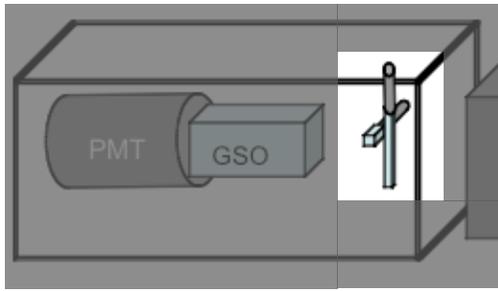


- ③ いつもバンチ内の最初の150MeV電子を取得する
→ 最初のトリガー後にバンチ内全てにVETO

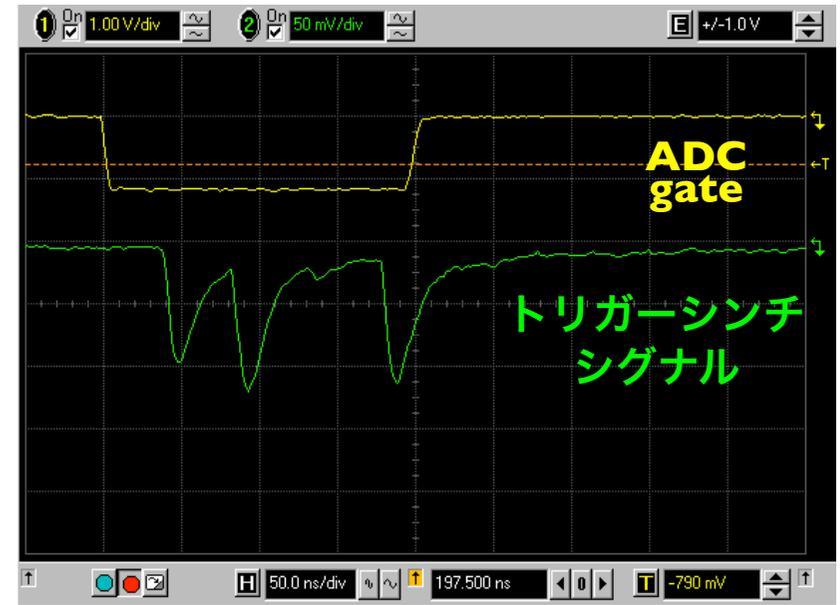


ビームレートと同じ
10 Hz で
データ取得開始！

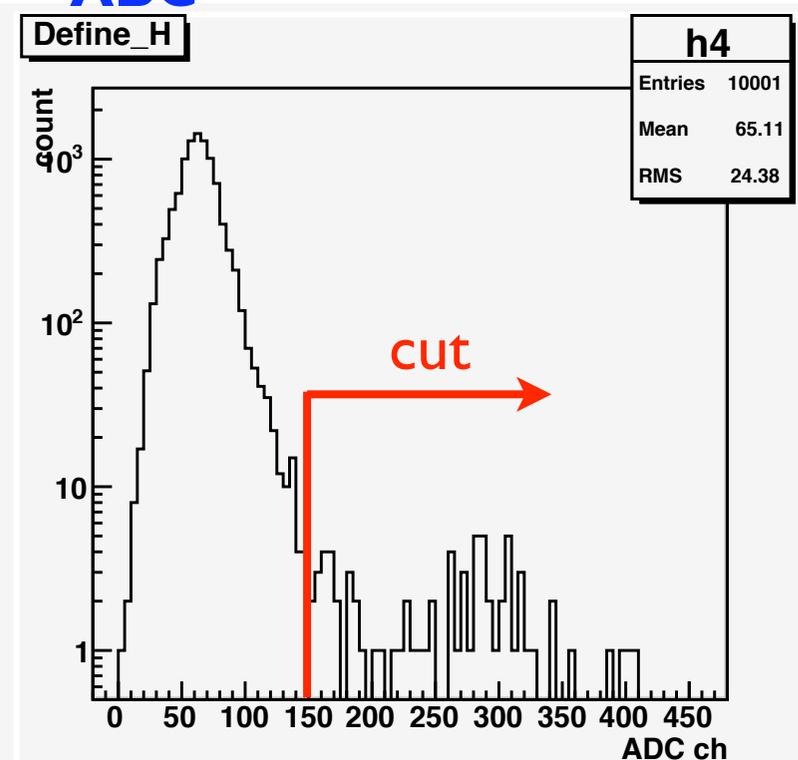
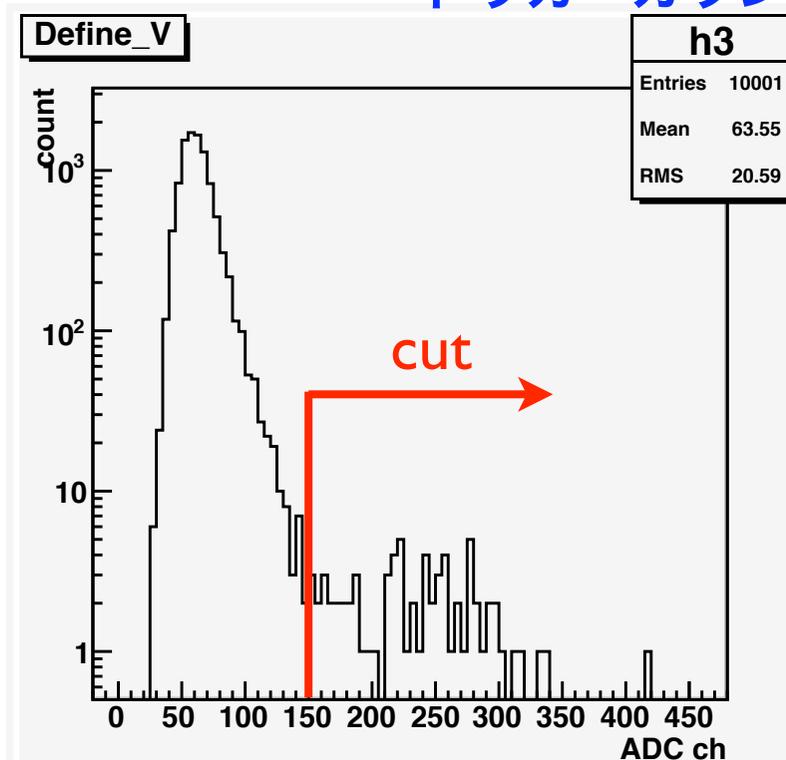
Event Selection (I)



- 一度に150MeV電子が2つかかるイベントが存在。
 - ➡ 両トリガーシンチの大ADC chにtail。
 - ➡ 両ADCの150chでカット。

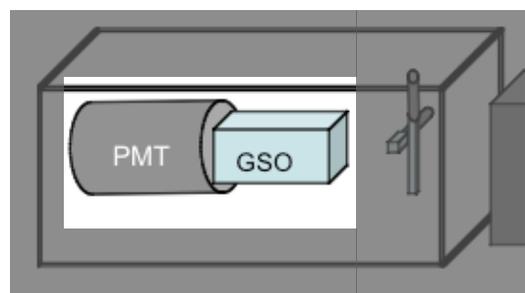


トリガーカウンターADC

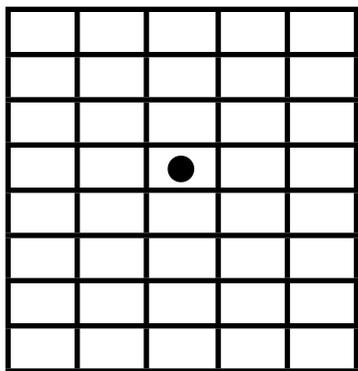


Event Selection (2)

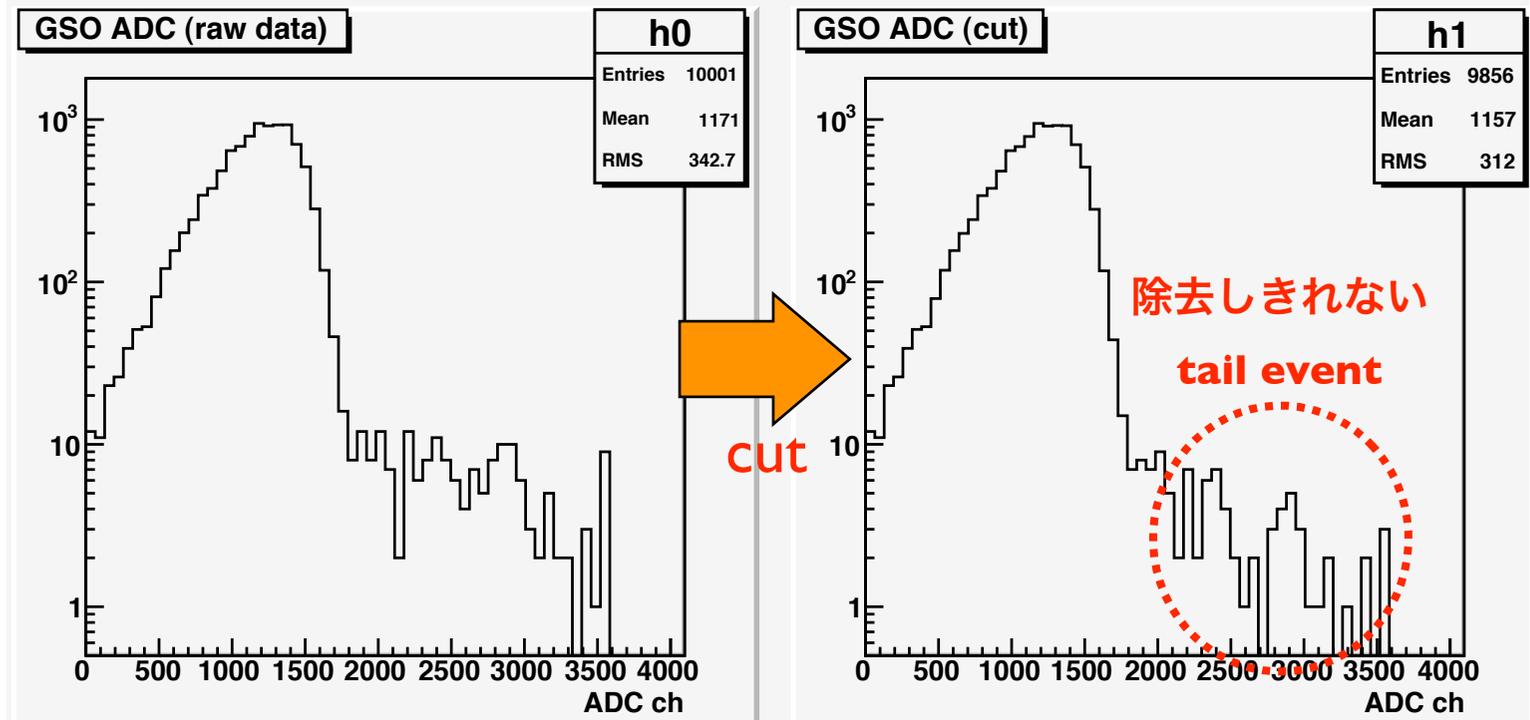
- 150MeV電子が2粒子以上同時に飛来するイベントをカット。
- カット後も除去しきれないtail eventがある。
- ➔ 150MeV電子と同じタイミングで、カロリメータが拾ってしまうB.G. (γ 線、中性子、etc..)
- ➔ 除去後のtail ratio : ~1%



ビーム照射位置

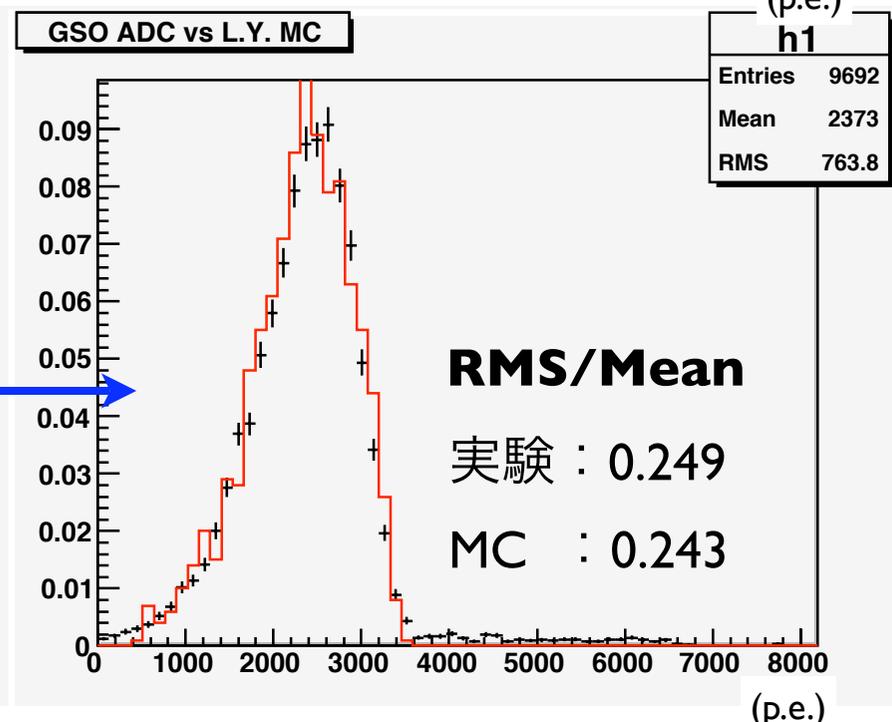
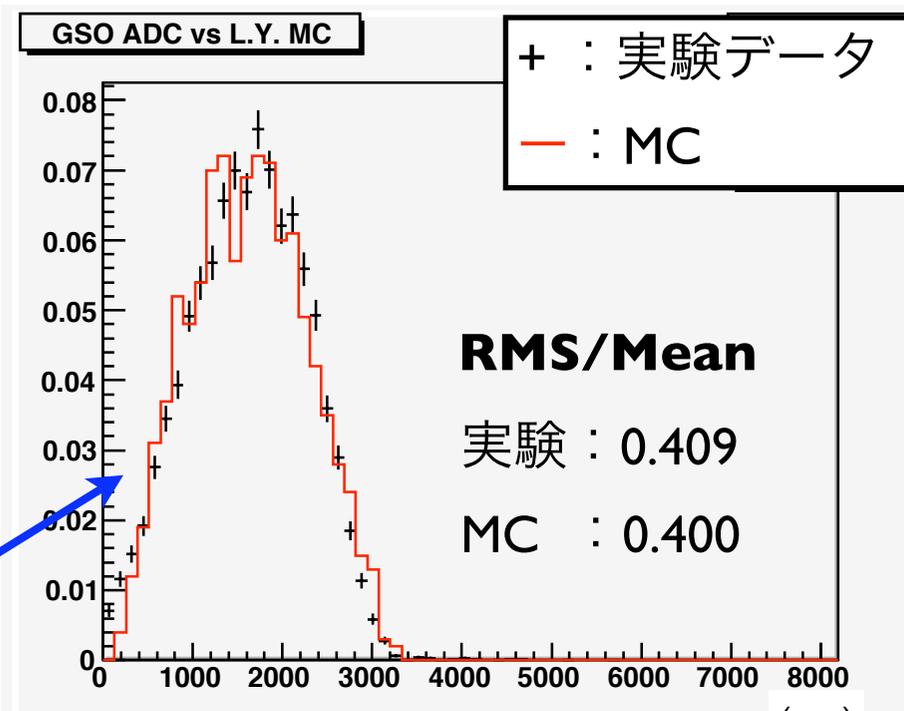
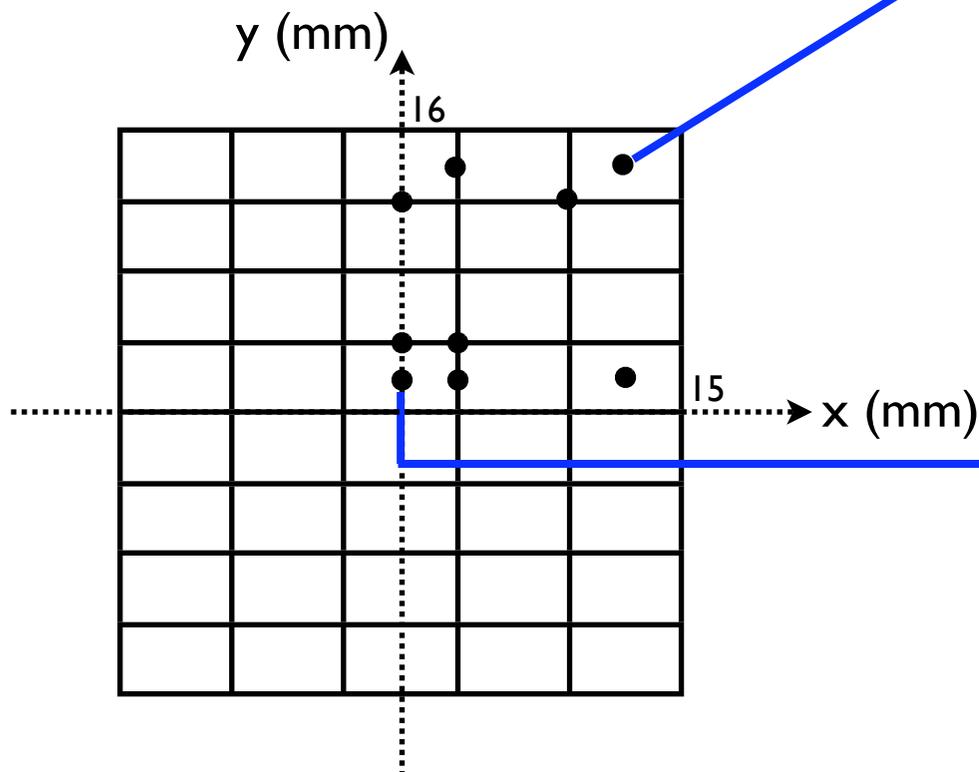


カロリメータADC



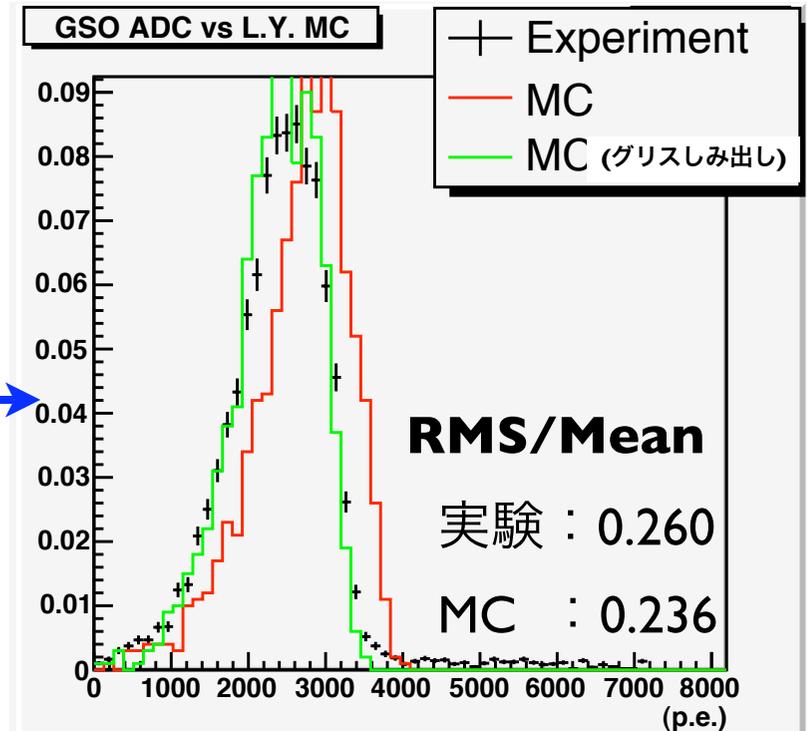
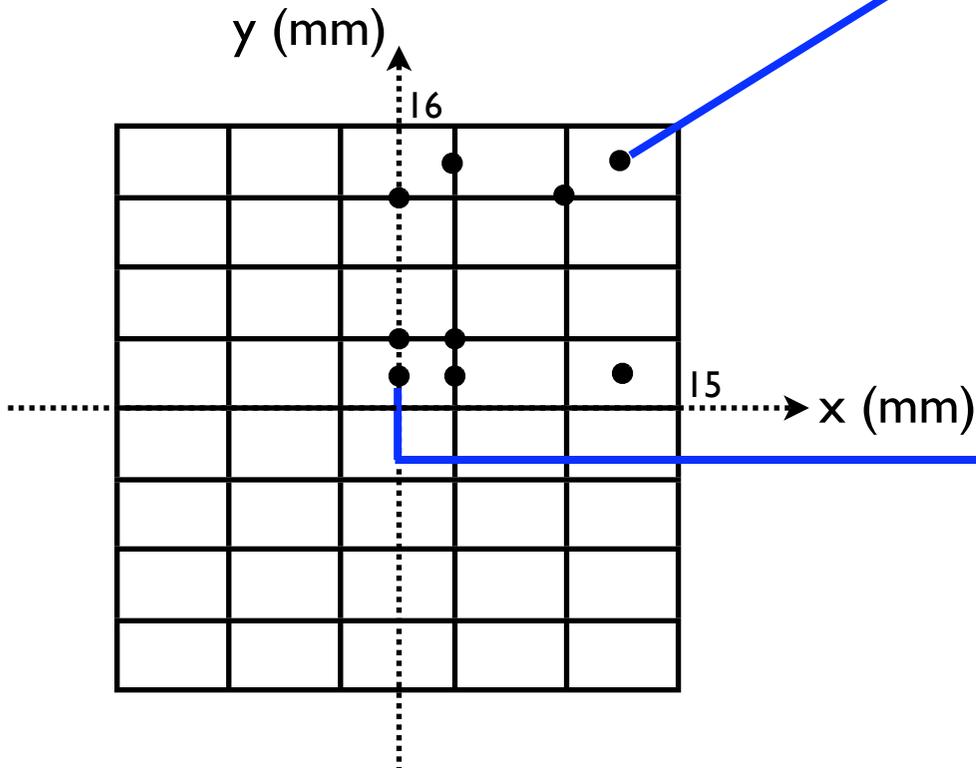
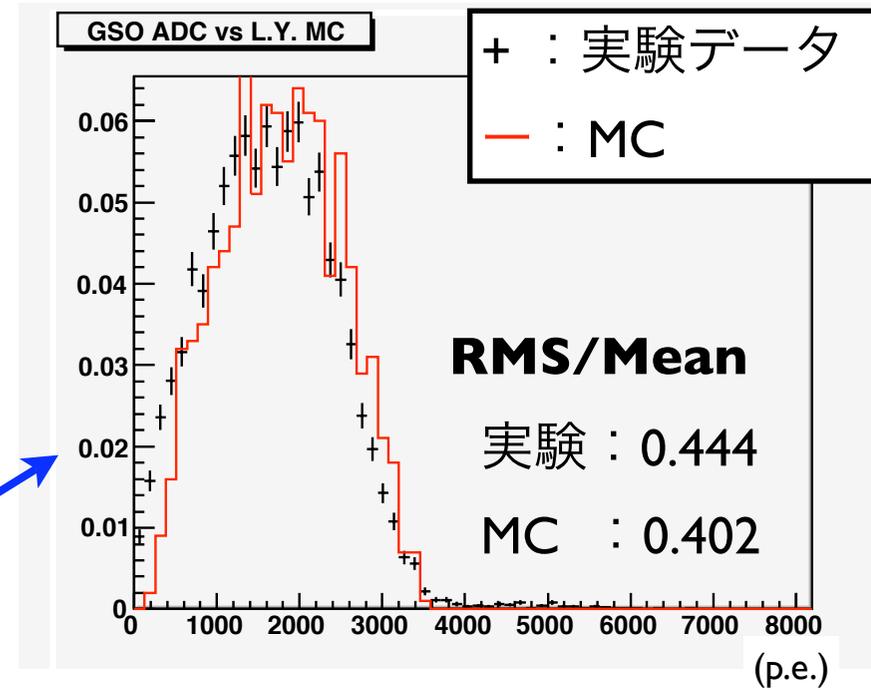
測定結果(セメント接着・2層)

- 以下の9点に150MeV電子を照射
 - カロリメータの中心
 - カロリメータの端
 - 結晶中心、結晶間すき間



測定結果(空気接続・2層)

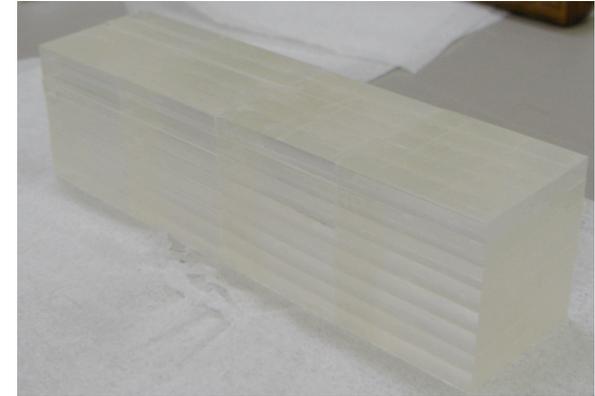
- セメント接着の場合と同様の9点に電子ビームを照射。
- 中心付近では、PMTとの接続に用いたグリスが、結晶間にしみ出す事により、光量が落ちる。



測定結果(セメント接続・4層)

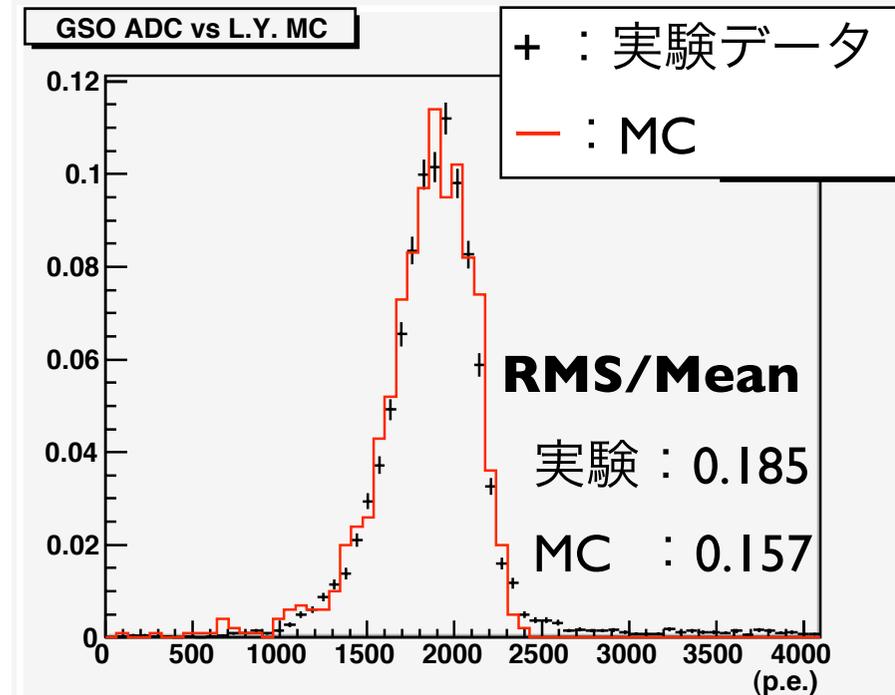
- 実機カロリメータの厚さは120mm の予定。
- 長さ30 mmの結晶を4本接続。
- 2種類の2層カロリメータを全てオプティカルセメントで接着し、4層カロリメータ(32 x 30 x 120 mm³)を作製。
- 2層の場合と同様の点に150MeV電子ビームを照射。

4層セメント接続結晶



結論

- ・セメント接続、空気接続共に、実験とMCは概ね合う。
- ・バックグラウンドによる影響等を評価し、正確な比較を進める。



まとめと今後

まとめ

- COMET/PRIME実験のための積層型GSOカロリメータの開発を進めている。
- PET用GSO結晶を3次元的に積層した場合の、線源テスト・150MeV電子によるビームテストを行った。
- 2種の2層カロリメータ(セメント接続、空気接続)でも、4層カロリメータ(セメント接続)でも、MCと実験は概ね合う。

今後

- 除去しきれていないバックグラウンドによる影響の解析などを行い、実験データとMCのより正確な定量的比較を行う。
- このMCを用いて、実機カロリメータの詳細な設計・性能評価を行う。