

位置検出型光電子増倍管を用いた宇宙ガンマ線用位置検出型シンチレーション検出器の開発



○富永慎弥、川本和弘、深沢泰司、右田雄二(広大理)
久保田あや(**ISAS**)

2002. 10. 9

目的

次期衛星搭載用観測器として、**Coded-Mask**の検出部やコンプトンカメラの一部として採用が期待できる、コンパクトな位置検出型ガンマ線検出器の開発

MeV領域に感度を持つ位置検出型検出器
位置分解能1mm、
エネルギー分解能10%以下(@662keV)

- 小型化された位置検出型光電子増倍管(**PMT**)
- 高エネルギー光子に対して高い阻止能をもつ
結晶シンチレータ**BGO**・**GSO**を使用
- 検出器の小型化、軽量化、単純化
- フォトダイオードより、ノイズに強く位置分解能がよい

シンチレータ+PMTの組合せによるガンマ線検出器

1. 細かい結晶を並べて、それぞれピクセルとみなす
アノードの大きさまで細かくすることで位置分解能を向上できる

欠点 細かい結晶を・・・作るのが難しい
並べるのが大変である
光収集率が悪くなる

2. 大きな結晶内部で位置分解

利点 結晶が大きいので・・・比較的簡単に作れる
並べる必要がない
光収集率がよい



結晶の形状の最適化を探る

☆ 8chPMTとGSO (24mm × 24mm × 5mm) 一つを

組み合わせた位置検出型検出器

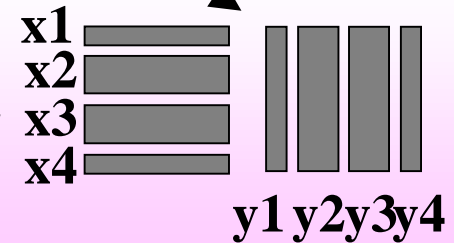
8chPMT・・・浜松ホトニクス社製R5900-00-C8

4+4chクロスプレートアノード

位置分解能・・・2. 2mm @ 662keV

エネルギー分解能・・・14% @ 662keV

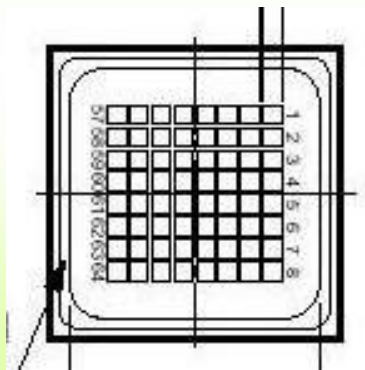
(2002年秋の物理学会で報告)



☆ 64chPMT・・・浜松ホトニクス社製H7546

#位置分解能の向上が期待される#

GSOの形状と位置分解能の関係を調べた

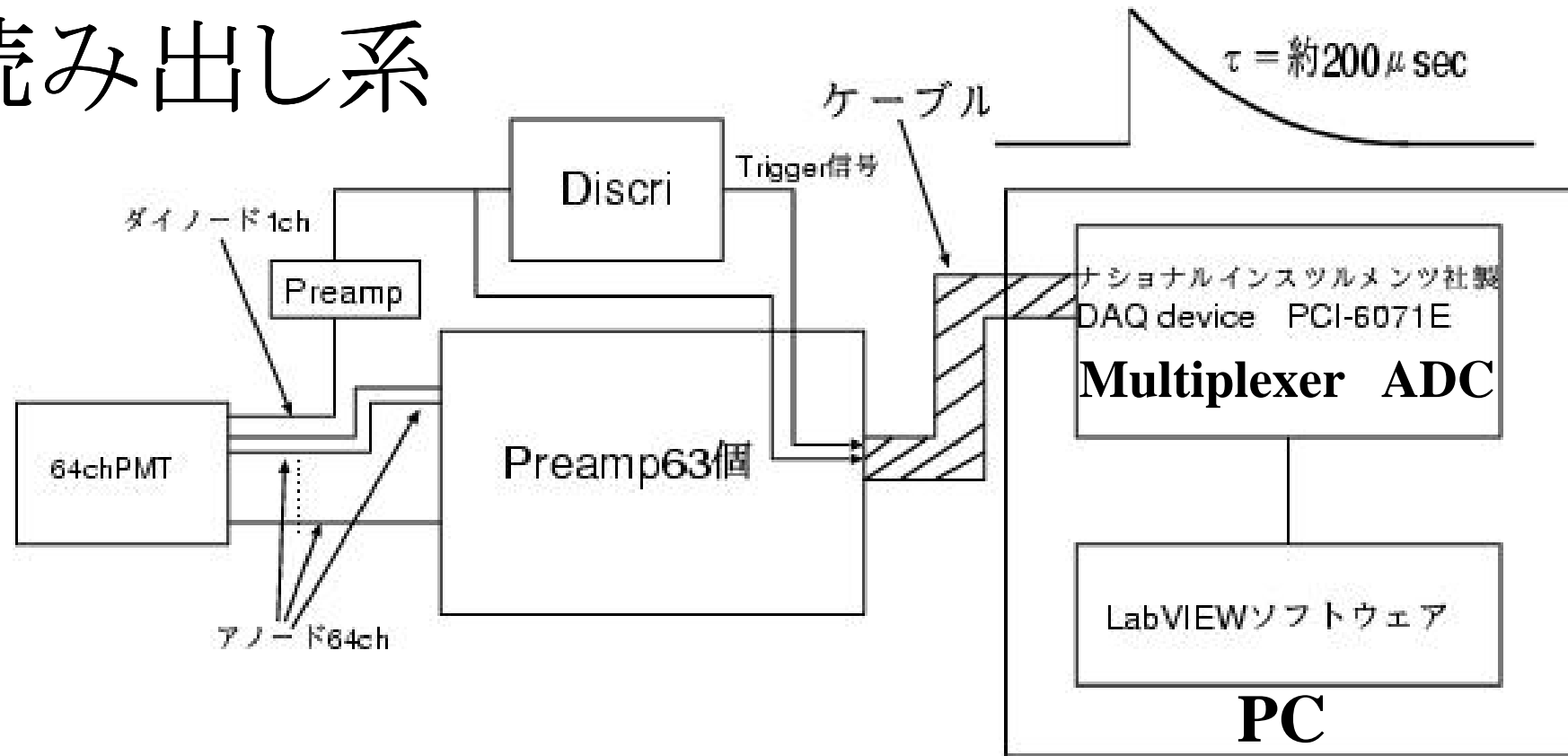


サイズ: 30mm × 30mm × 45mm

有効面積: 18.1mm × 18.1mm

8 × 8マルチアノード

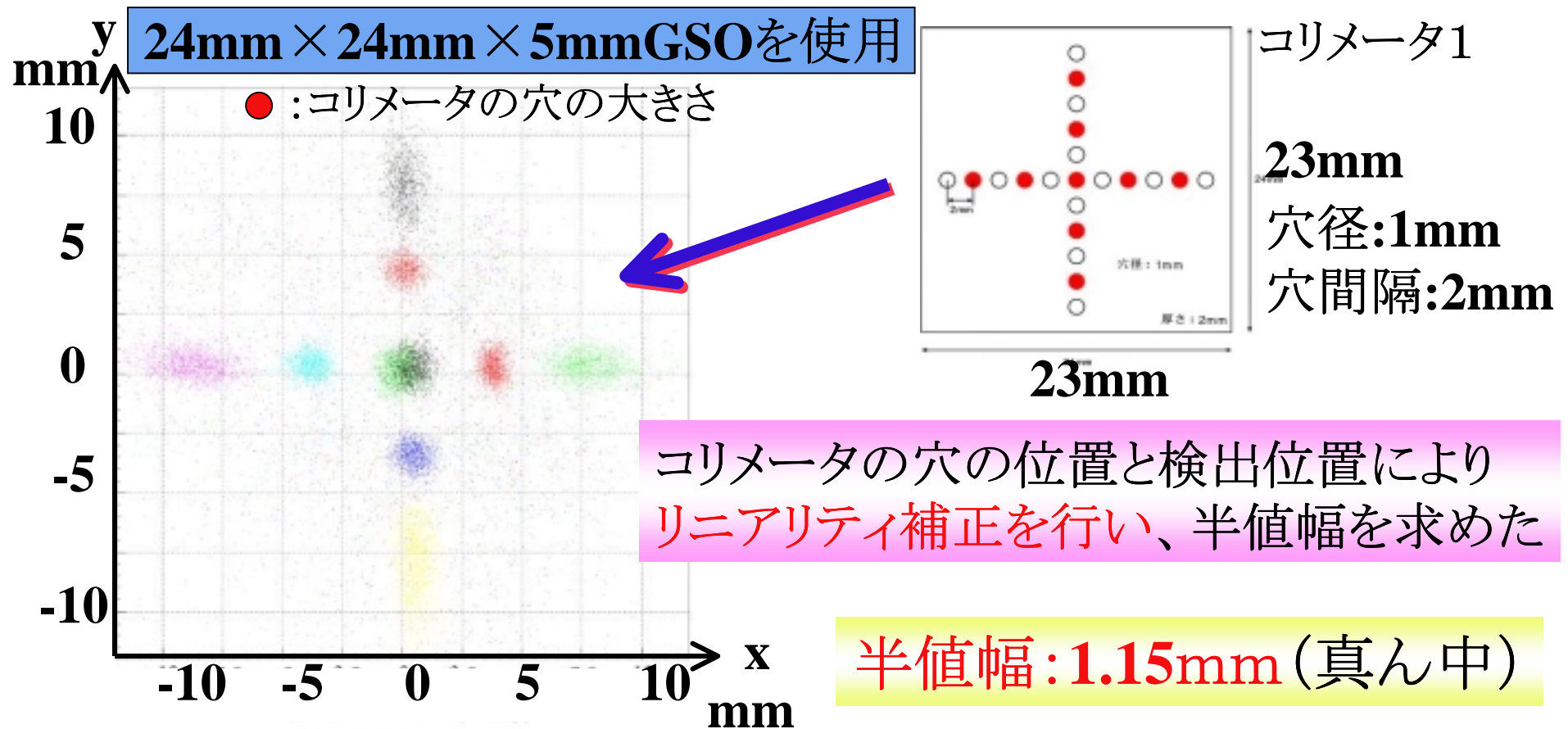
読み出し系



- 一般に多チャンネルの読み出しには**VA**チップが使われる
- 今回は64個の**Preamp**を自作し、シェーピングは行わず、時定数を長くすることによりピークホールド・サンプルホールドの代わりとした(**ASCA GIS**方式)
- **VA**チップを使用した場合と違い、**Preamp**出力を直接見れる

α 線の位置検出

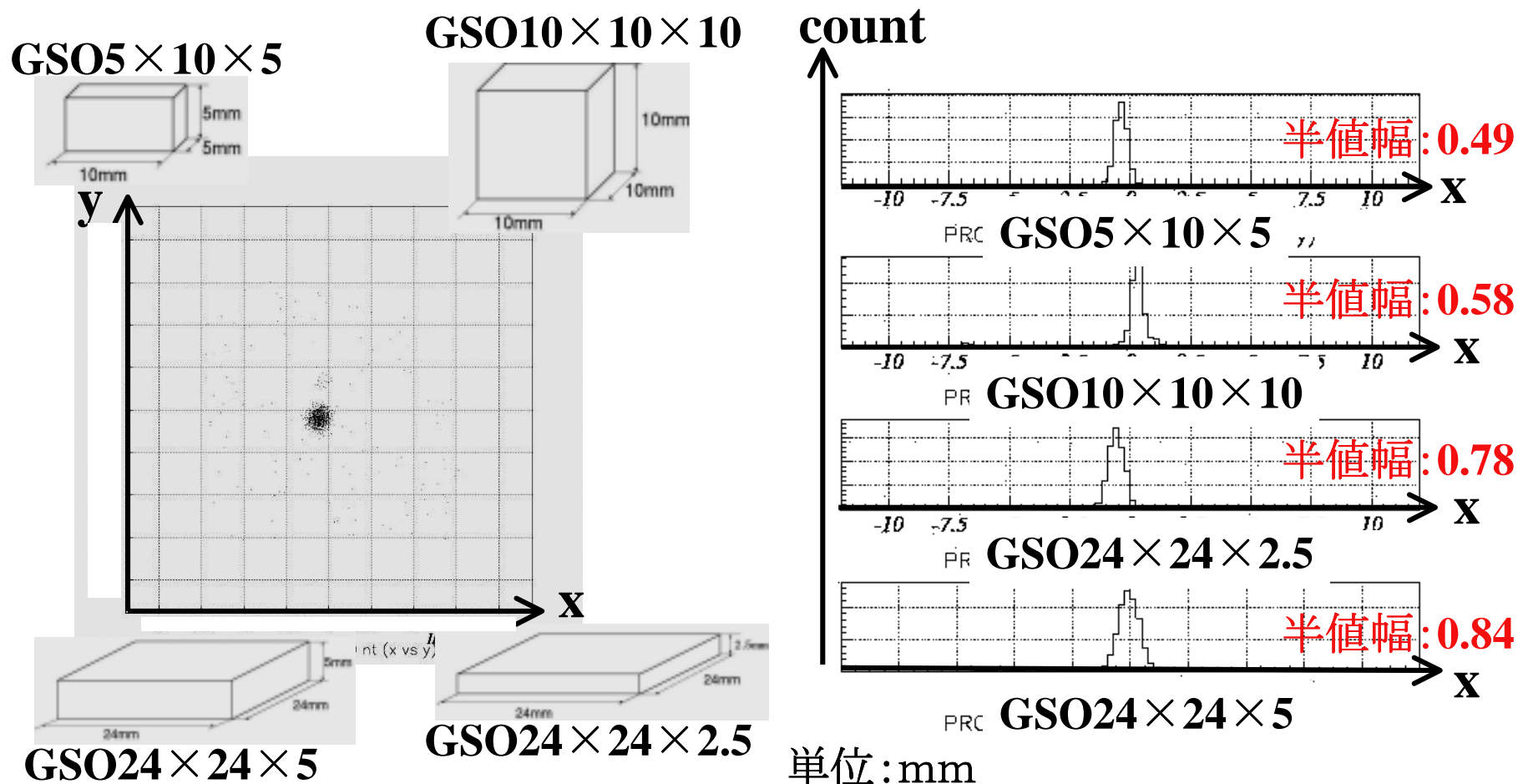
右下図のコリメータをシンチレータに取り付け
 α 線 (^{241}Am : ガンマ線1.5MeV相当) を入射させ、
アノード出力の二乗で重み平均することにより、
入射位置を求めた(リニアリティ補正前)。



GSOの形状と位置分解能の比較1

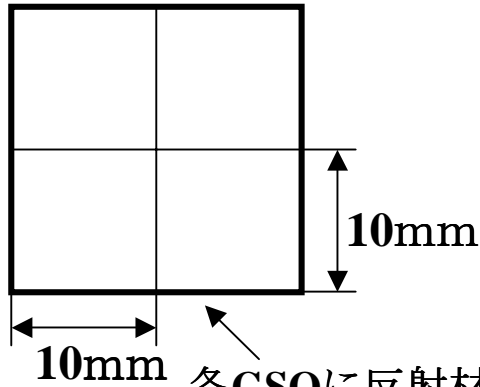
64chPMTに取り付けるGSOの形状を変化させ、 α 線の位置検出を行った。

(※注:リニアリティ補正前においてy軸方向から射影したときの半値幅を比較した)

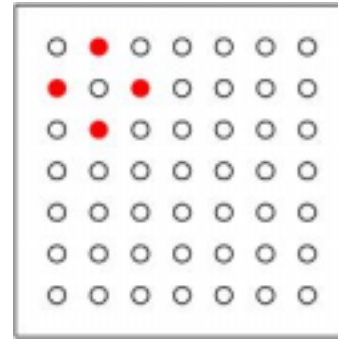


GSOの形状と位置分解能の比較2

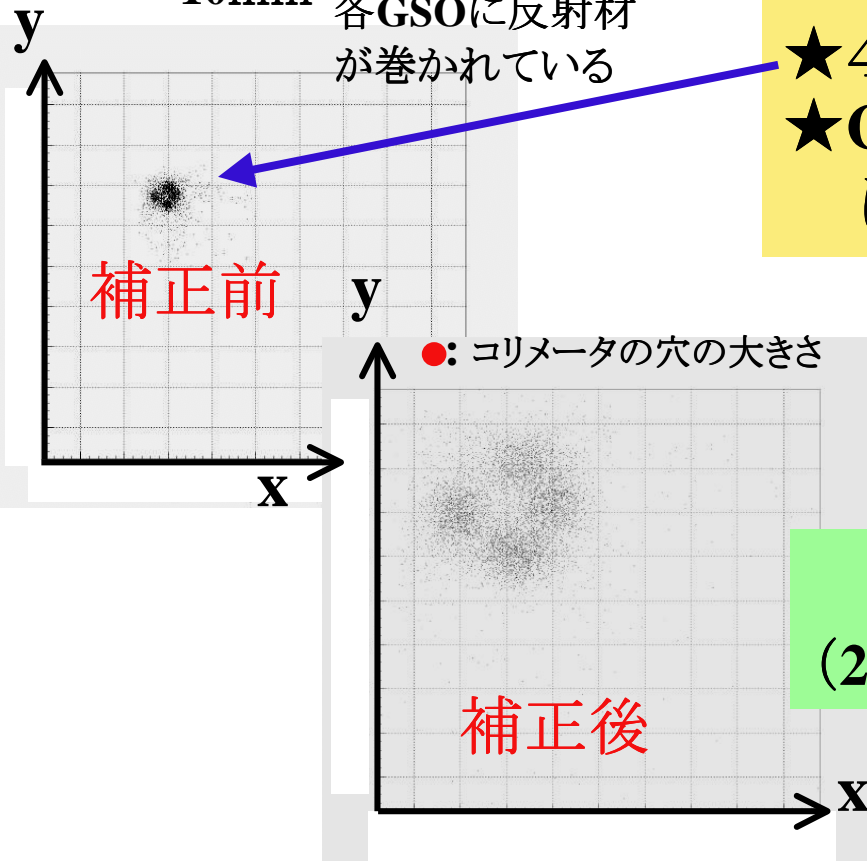
厚さ10mm



コリメータ2



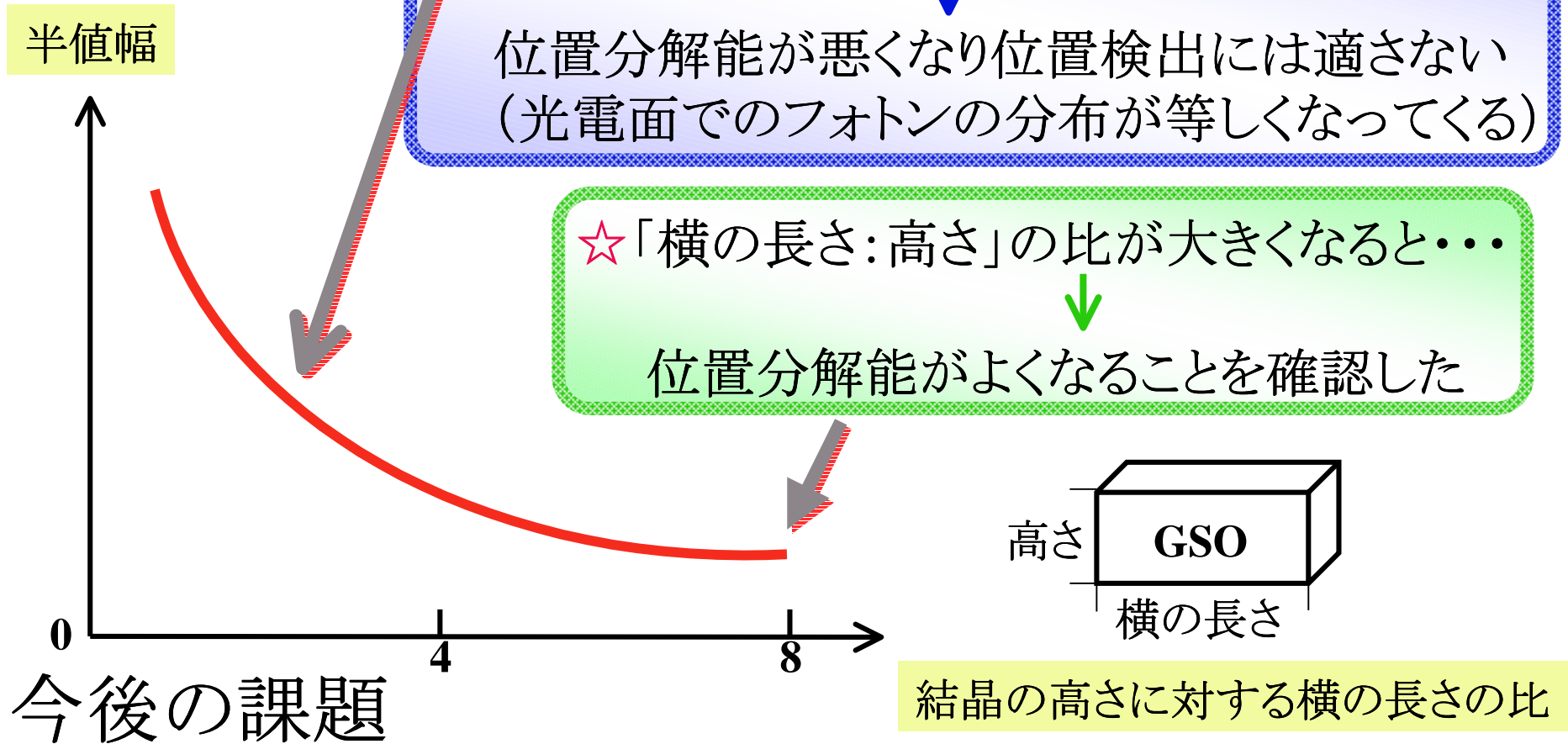
穴径:1mm
穴間隔:2.5mm



★4つとも非常に密集して検出された
★GSOの幅に対して厚みがあり、光電面に入射するフォトンが等しい

☆半値幅:3.05mm (補正後)
(24 mm × 24 mm × 5 mm のとき=1.15mm)

まとめ



- **BGO**結晶を用いた場合との比較
- 8ch**PMT**と同様、ガンマ線における位置分解能、及びエネルギー分解能の測定