

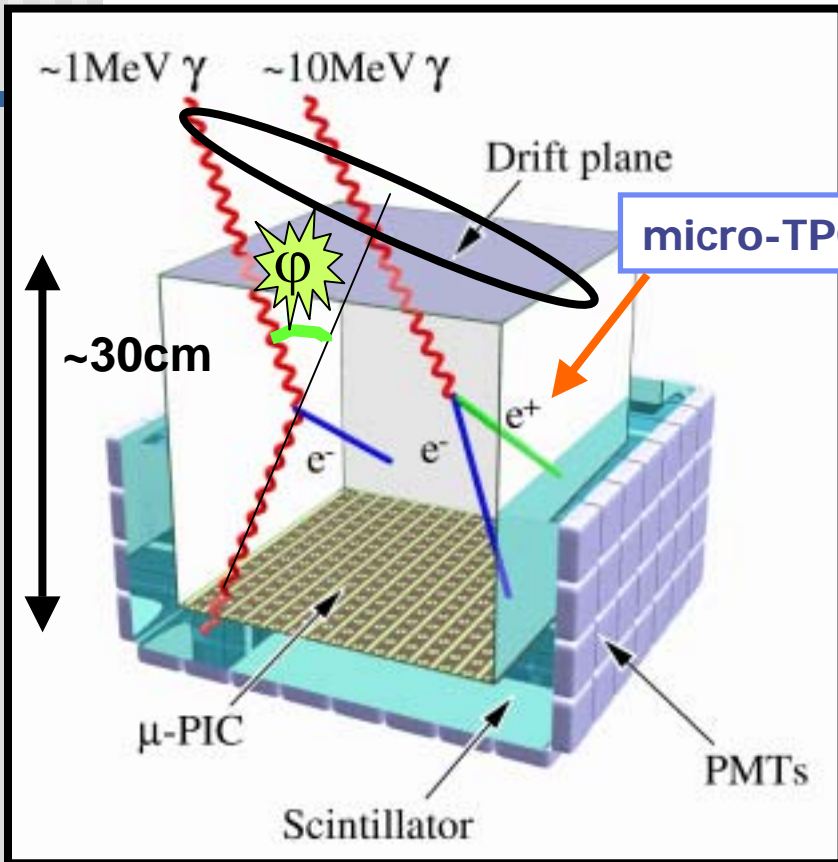
CsI(Tl)ピクセルシンチレータアレイを用いたシンチレーションカメラの開発

京大理 岡田葉子

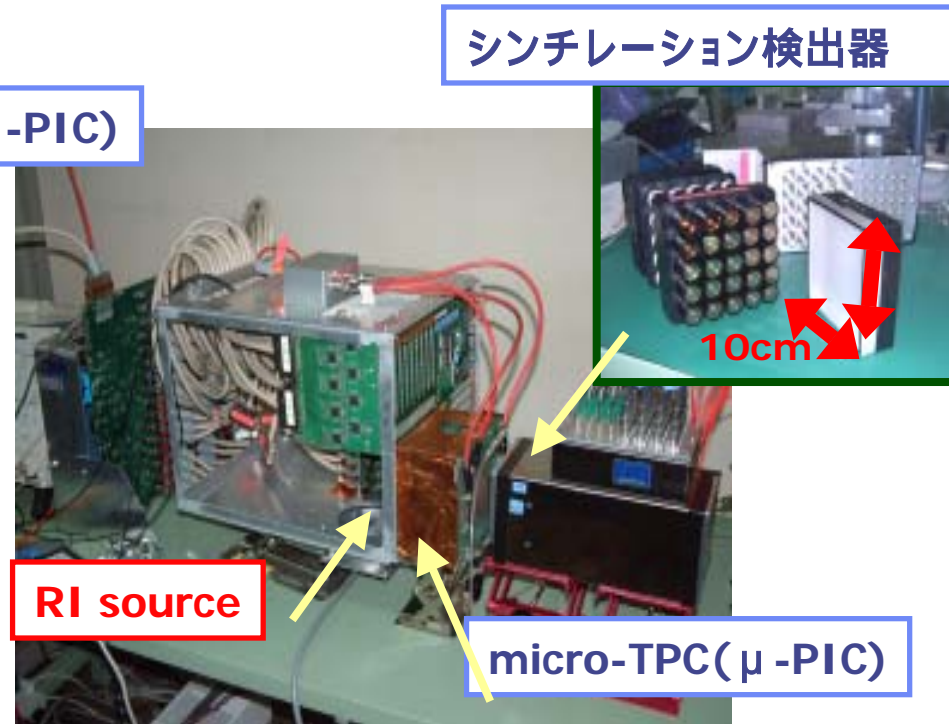
谷森達、窪秀利、身内賢太郎、竹田敦、永吉勉、関谷洋之、
折戸玲子、高田淳史、西村広展、服部香里

- 1 MeV- 線検出器
- 2 array型シンチレータの製作
- 3 array型シンチレータ + FPPMT
- 4 まとめと今後の課題

Scintillation camera for gamma-ray detector



ガンマ線カメラ 概念図



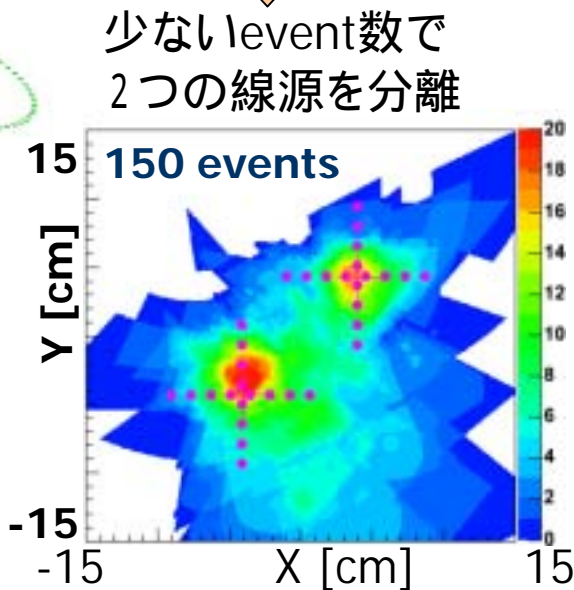
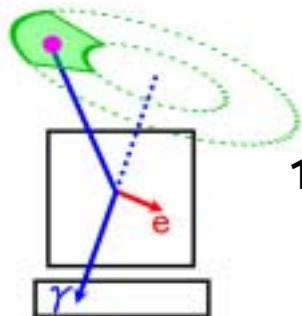
ガンマ線カメラ 原理実証機

$$\cos \varphi = 1 - m_e c^2 (1/E_{sg} - 1/E_{ig})$$

Advanced Compton Meth.

電子の反跳方向を測定

- 到来方向を一意に決定
- 誤差範囲は扇形



$^{137}\text{Cs}(1\text{MBq})\times 2$, Advanced Compton

シンチレータ+光検出器
再構成 線の ϕ 角度分解能(ARM)
及びエネルギー分解能を決定

高位置分解能、高エネルギー分解能
のガンマカメラの開発が重要

Pixel型ガンマカメラ

✓ ARM (Angular Resolution Measure) 16° @ 662keV FWHM

2007/10/2

2007年10月2日 放射線工学部 放射線工学研究室

CsI (TI) Array型シンチレータ

■ 浜ホト社 5 × 5 × 20mm

反射材:テフロン

厚さ:0.3mm

光漏れが激しい

■ 自作 6 × 6 × 20mm

反射材:GORE-TEX(2重巻き)

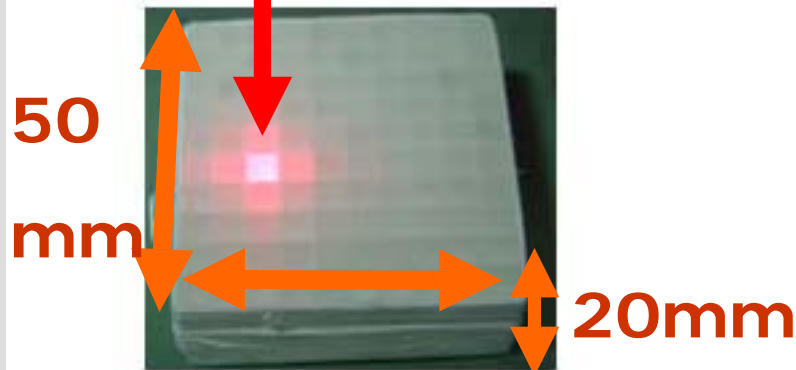
連続多孔質ポリテトラフロロエチレンの総称

厚さ:0.5mm

光漏れは少ないが組み立てにくい

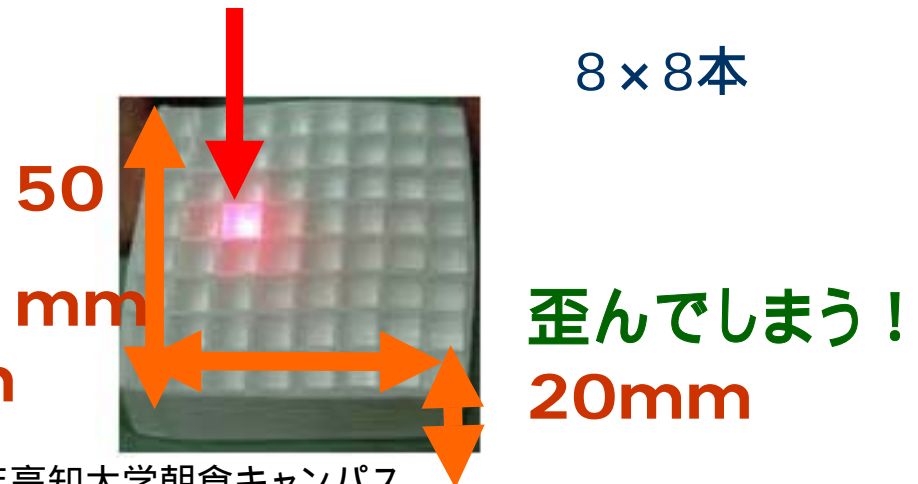
レーザーポインタを真
上から照射

10 × 10本



2004/10/2

8 × 8本



2004年高知大学朝倉キャンパス

array型シンチレータの製作

結晶の種類: CsI(Tl) 6 × 6 × 20mm厚

浜松ホトニクス社

64本(8 × 8) フラットパネルPMTのアノードピッチ

表面状態: 6面鏡面

反射材: ESR ポリエステル系樹脂を用いた多層膜構造
(65 μm厚) 3M社

レーザー加工により折り目をいれる

充填率向上

84% 98%

(Gore-Tex)(ESR)

2004/10/2

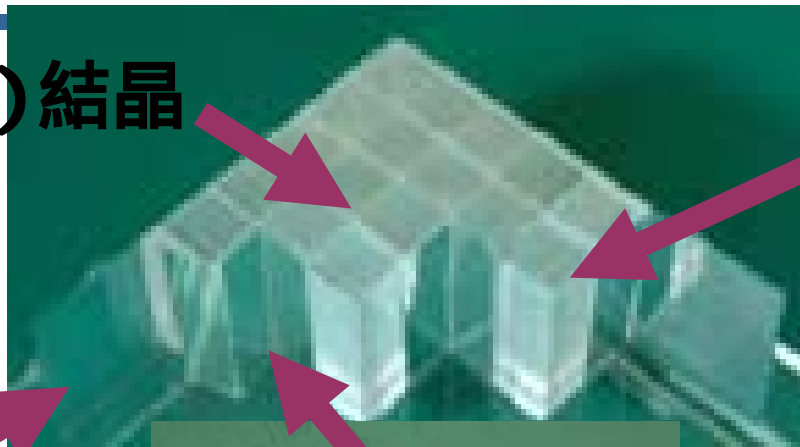


篠崎製作所

2004年高知大学朝倉キャンパス

array型シンチレータの完成

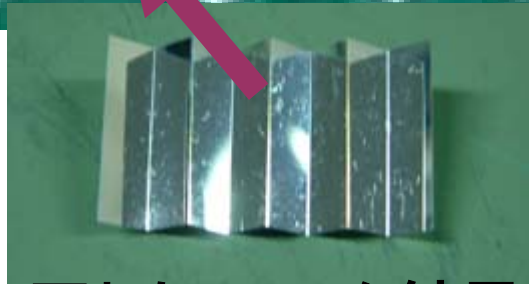
CsI (TI) 結晶



ガンマ線入射方向の反対側につける



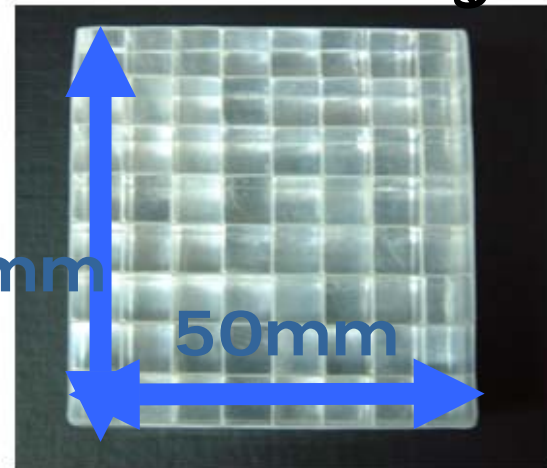
Arrayの側面を取り囲む



加工したESRを結晶と結晶の間に挟みこんでいく
Naoko Inadama et al. IEEE
NSS & MIC, M6-27, 2002

50mm

50mm



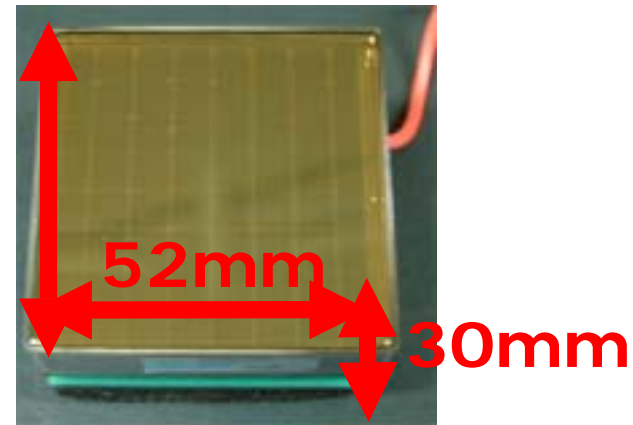
歪みもない!

接着剤なし
50 × 50 × 20mm厚
のarray完成!

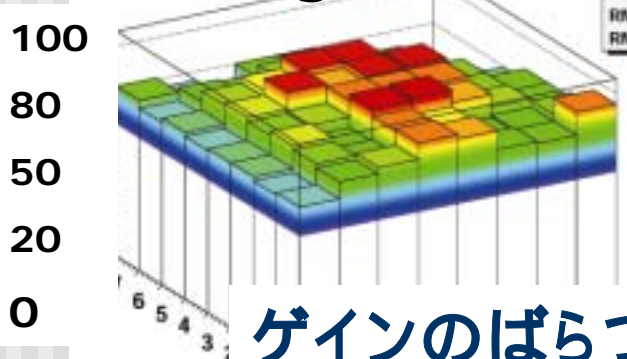
フラットパネルPMT:H8500

ダイノード:薄型メタルチャンネル
64(8×8)マルチアノード
ガラス窓の厚さ1.5mm
Cross-talk typical 3%
有効面積が大きい

Anode ピッチ6.08mm

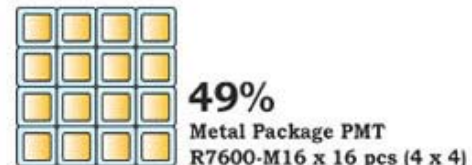
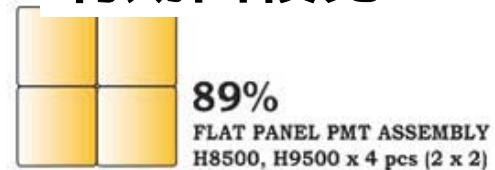


Anode gain Uniformity

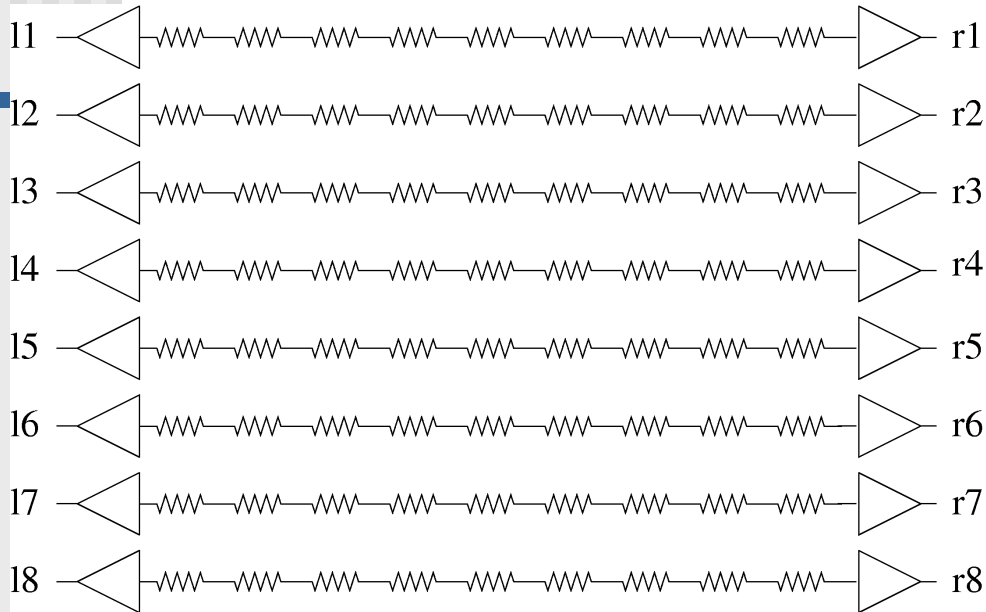


ゲインのばらつき
1:1.6

有効面積比



読み出し: 16ch抵抗chain



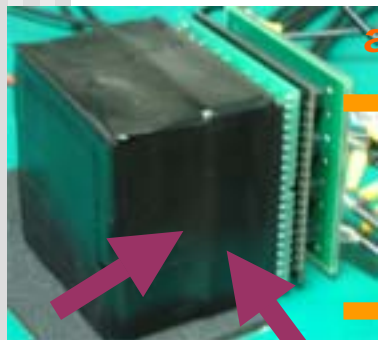
16ch両端読み出し

詳細 30pSK:関谷

$$P_i = l_i + r_i$$

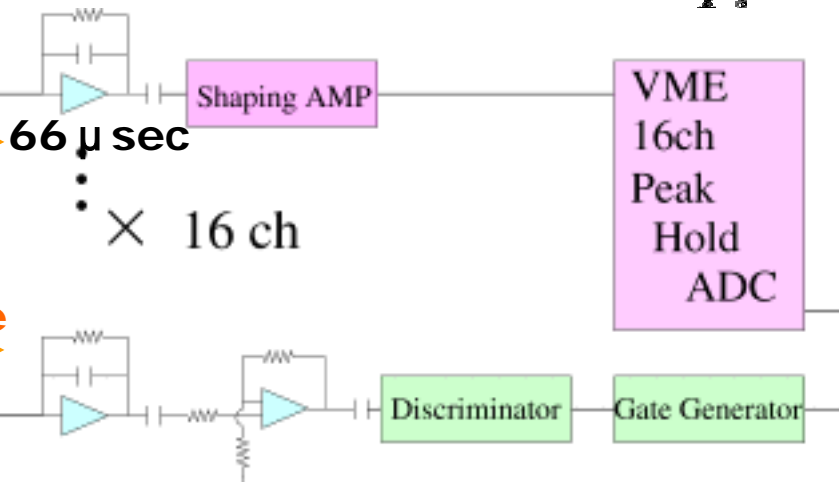
$$y = \frac{\sum_i P_i \cdot i}{\sum_i P_i}$$

$$x = \frac{l_i}{P_i}$$



anode

dynode



Array
シンチ

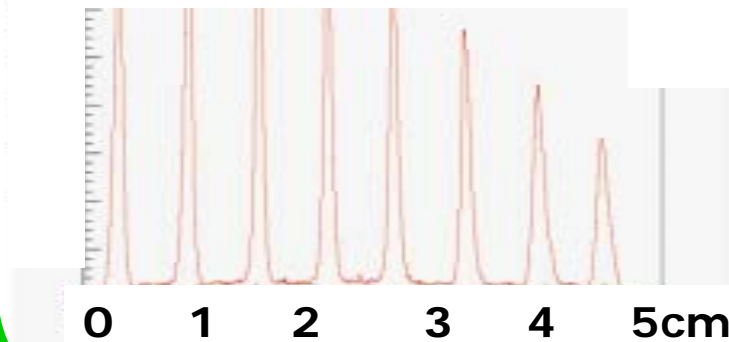
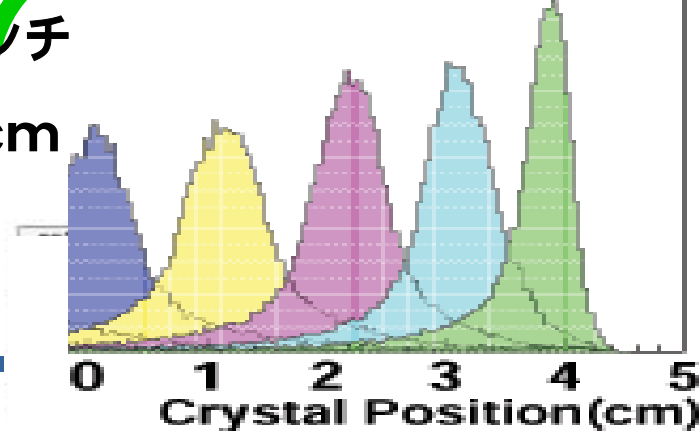
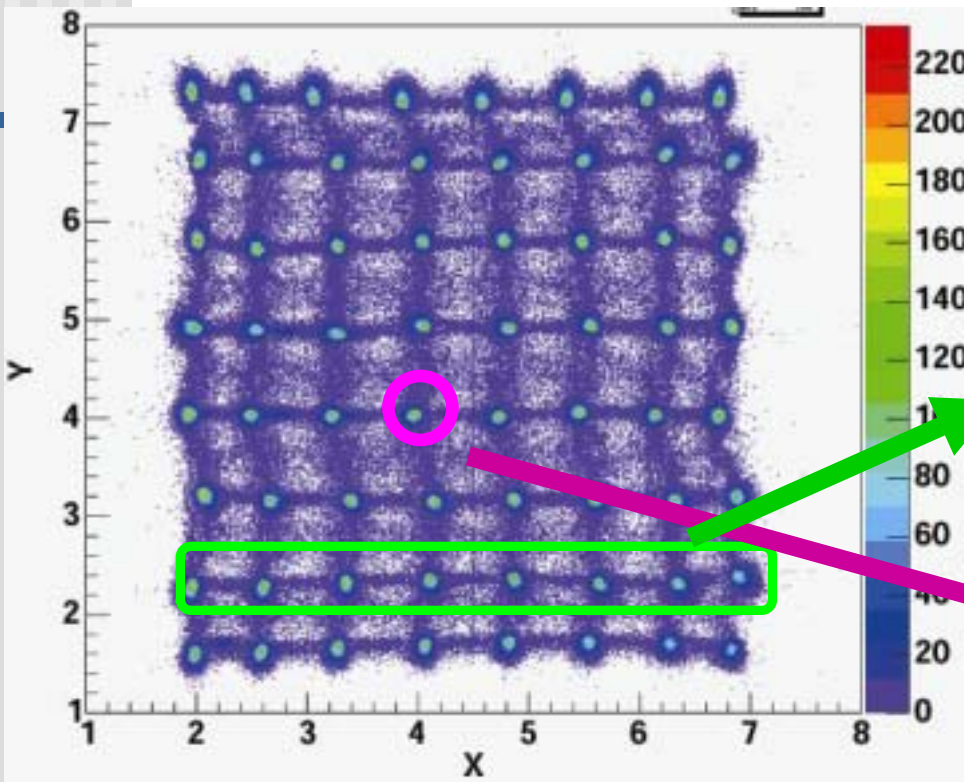
FP-PMT

2004/10/2

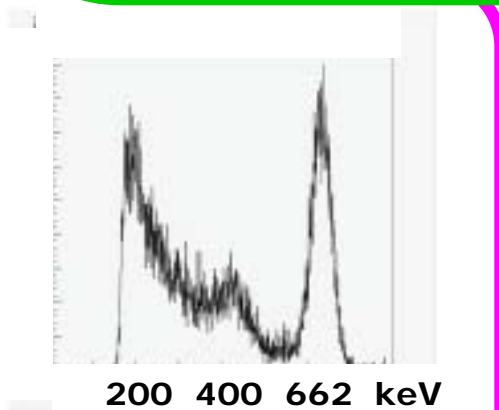
2004年高知大宇朝倉キャンパス

測定結果

一枚板シンチ
10 × 10cm



位置が分かっている



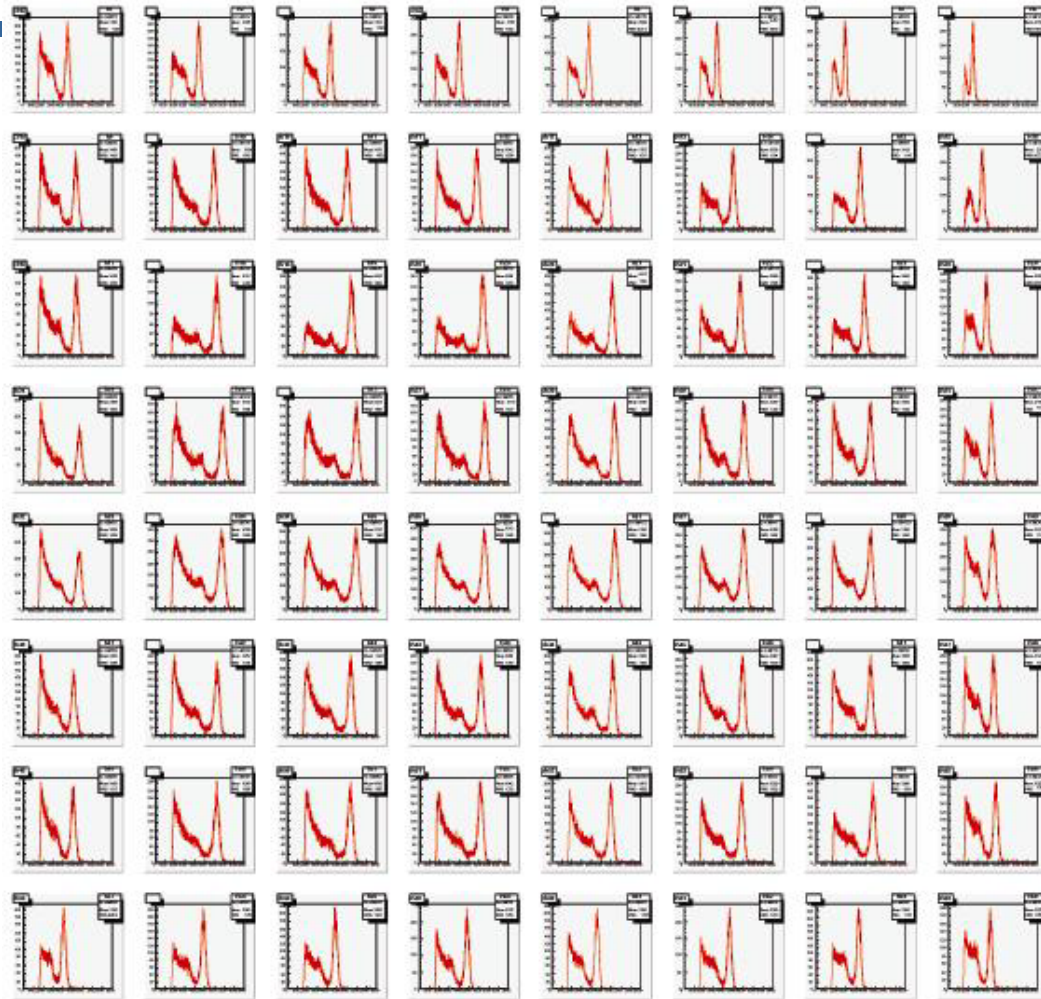
エネルギー分解能:

8.9% @ 662keV (FWHM)

^{137}Cs @ 662keV

array全面照射

測定結果 2



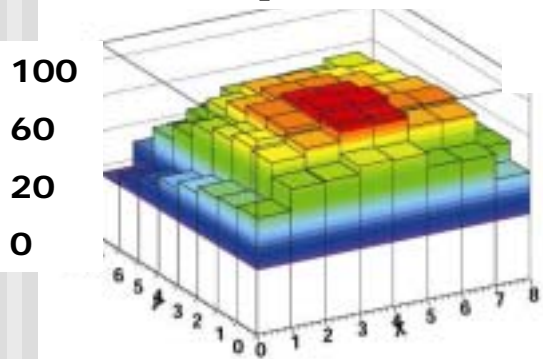
2004/10/2

2004年高知大学朝倉キャンパス

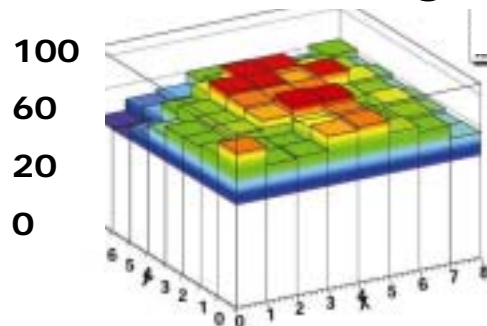
CsI(Tl) Arrayの発光量

^{137}Cs のpeak位置とFPPMTのgainのばらつきより発光量を求めた。

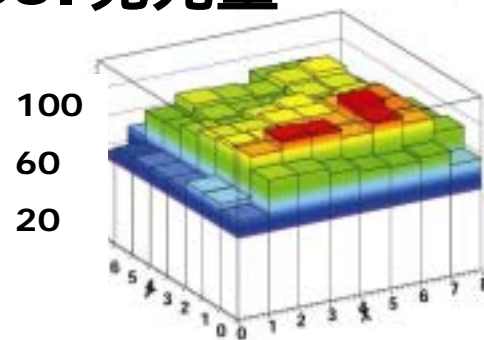
^{137}Cs peak位置



Anode gain
Uniformity



CsI 発光量



内周部:0.9 ~ 1.0

外周部:平均0.7

まとめと今後の課題

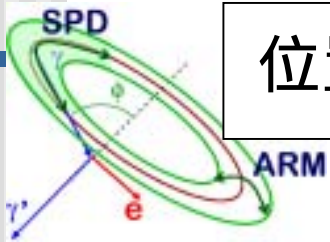
- ・ 反射材にESRを用いたCsI (TI) $6 \times 6 \times 20\text{mm}$ ピクセル 8×8 array型シンチレータの製作
- ・ array型シンチレータ+FP-PMTによる測定
- ・ 位置が分離できる
- ・ シンチレータの発光量のばらつき: 内周部: 0.9 ~ 1.0、外周部: 平均0.7
- ・ エネルギー分解能: 約9 ~ 11% @ 662keV

今後の課題

- ・ 接着剤の使用、反射材の挿入方法
- ・ CsI (TI)アレイを10cmガスTPCの周囲に置いたMeV 線検出器の製作
- ・ 厚みを薄くする Z大、阻止能が優れる
- ・ BGO 10mm厚、GSO 13mm厚arrayの製作

Back Up

Monte Carlo study with Geant4

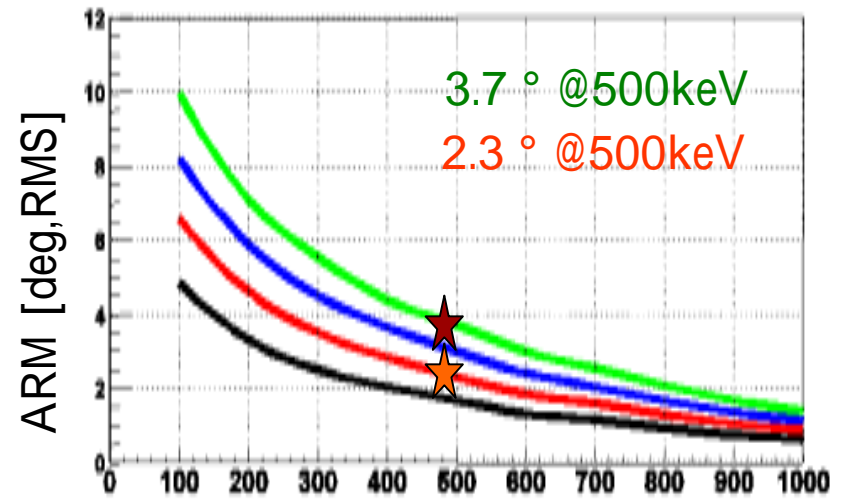
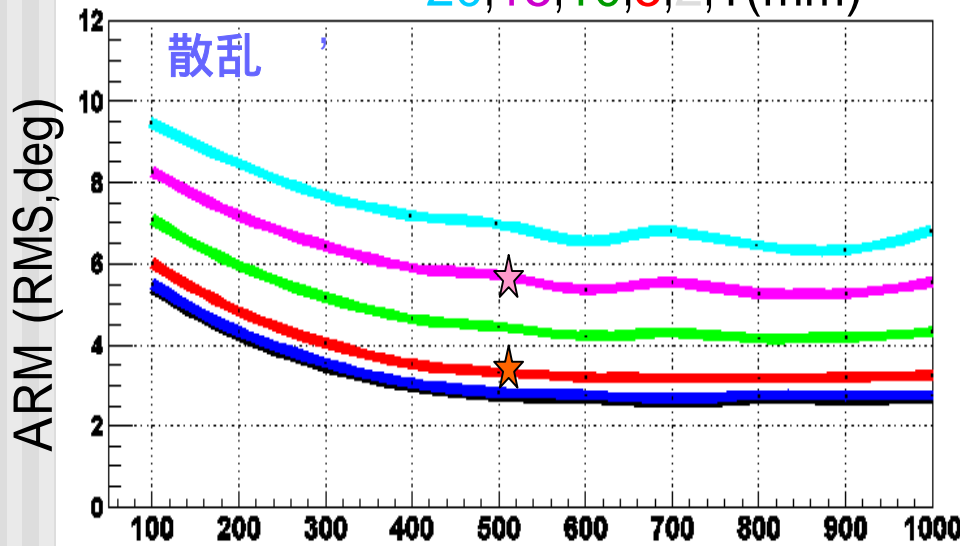


位置分解能依存性

エネルギー分解能依存性

ピクセルサイズ
20, 15, 10, 5, 2, 1 (mm)

エネルギー分解能
11%, 9%, 7%, 5% @ 662keV



5.7 ° @ 500keV
3.3 ° @ 500keV

Incident Gamma-Ray
Energy(keV)

折戸@2003年9月物理学会

ARM(角度分解能)

現在のガンマカメラ

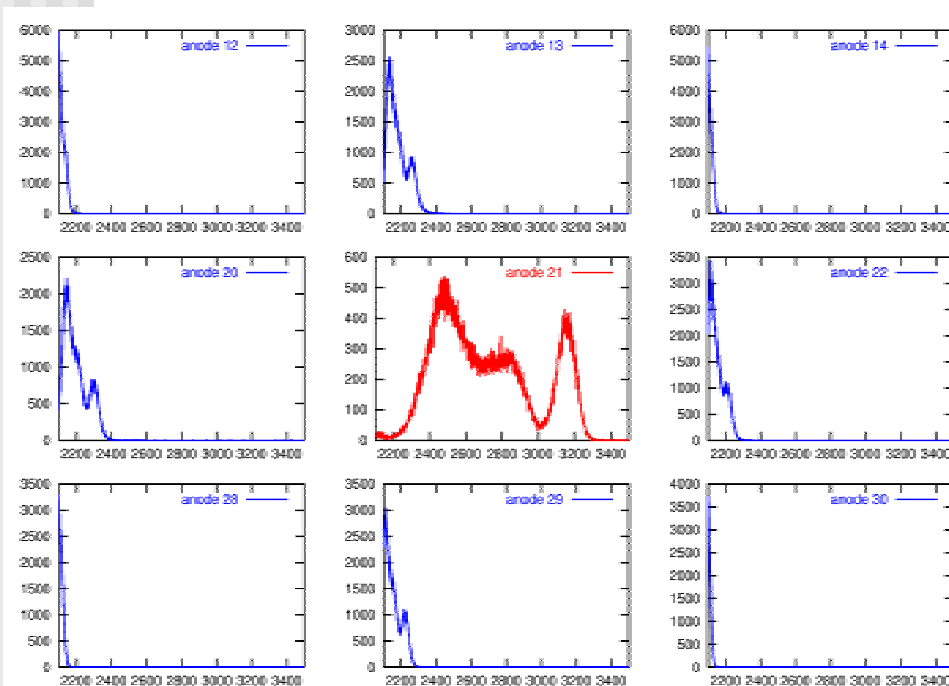
16 ° (FWHM) @ 662keV

目標値

エネルギー分解能9%で3 °

光もれ・Optical Cross Talk

- CsI(Tl)を1ピクセルのみ取り付け
- VAで周囲のアノードも読み出し



全アノードをSUM

