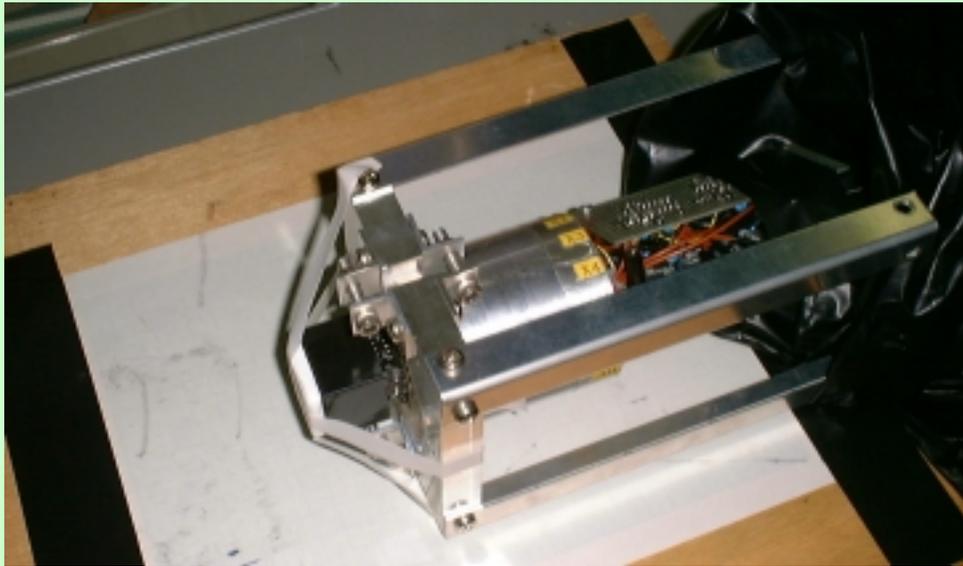


GSO、BGOを用いた宇宙 γ 線用 小型位置検出型シンチレーション 検出器の開発



川本 和弘、深沢 泰司、富永 慎弥(広大理)
久保田 あや(ISAS)

2002.9.16

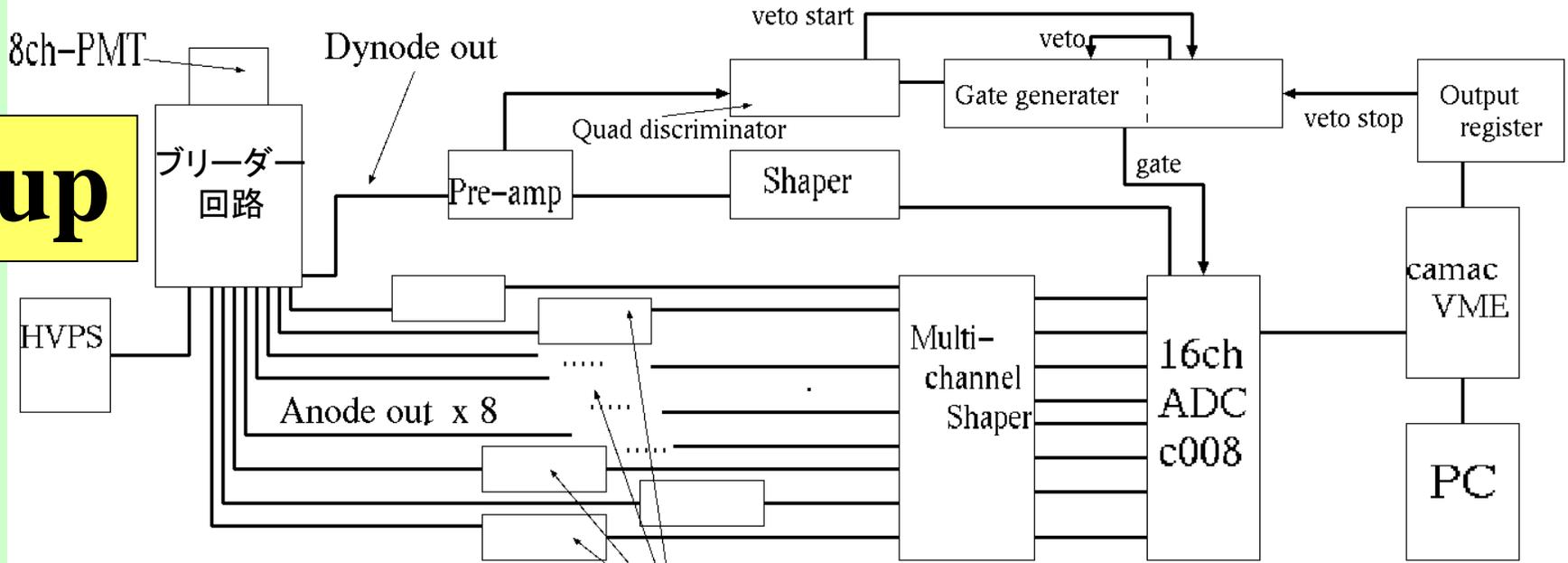
目的

次期衛星搭載用観測器やコンプトンカメラの一部として採用が期待できる
位置検出型検出器の開発

- MeV 領域に感度を持つ位置検出型検出器
位置分解能 1 mm 、Energy分解能10%以下(at 662keV)
- 位置情報を用いた spectrum の補正 や Back groundの除去
- 検出器の小型化、軽量化、単純化
- 高阻止能の結晶シンチレーターの使用

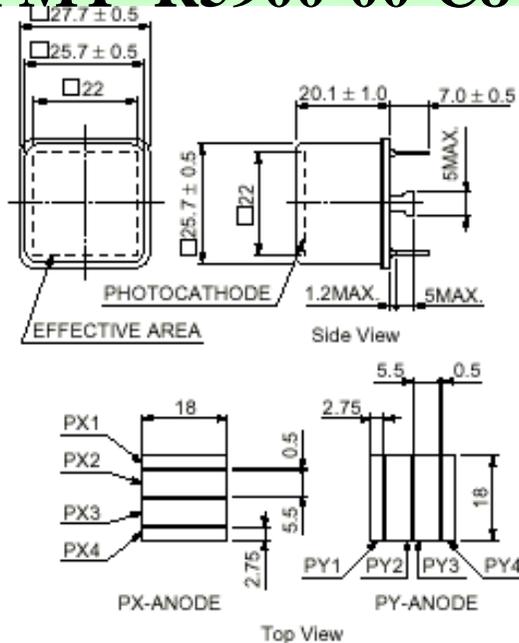
使用PMT 浜松ホトニクス社製 R5900-00-C8
28 mm x 28 mm x 20mm
Effective Area 22 mm x 22 mm
4 + 4 ch Cross Plate Anode
Scintillator GSO(24 mm x 24 mm x 5mm)

Setup



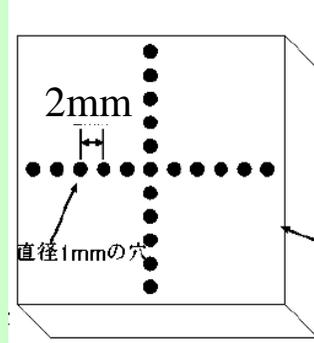
Pre Amp for Anode out x 8

PMT R5900-00-C8

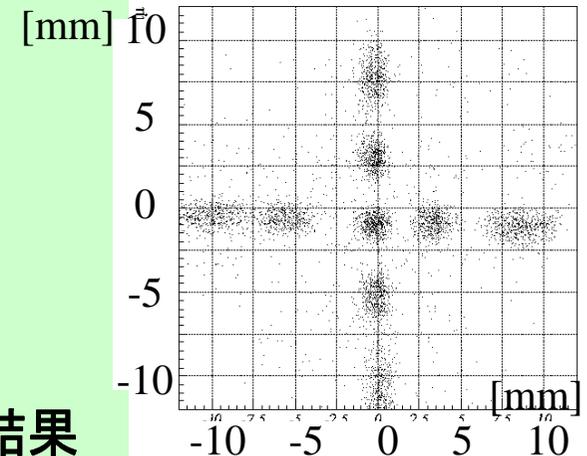


位置検出

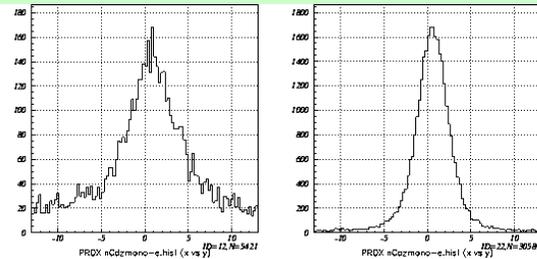
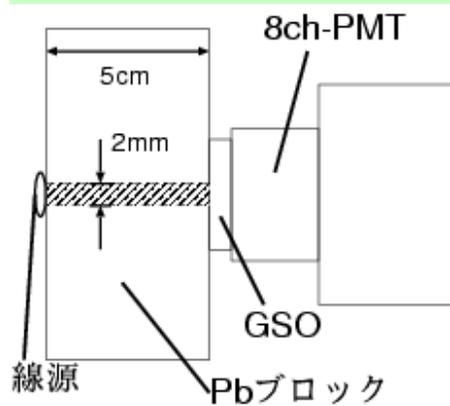
各軸方向ごとに Anode 出力を重み平均



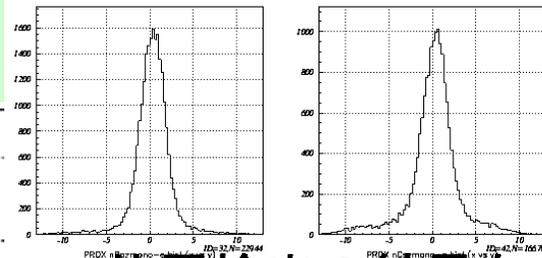
コリメーターと α 線を入射したときの位置検出結果



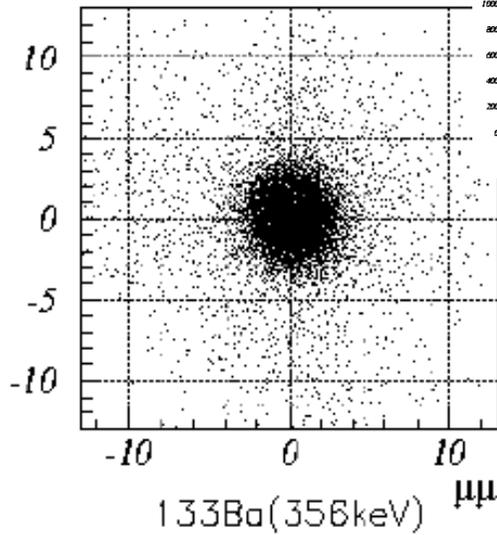
γ線を用了位置分解能の測定



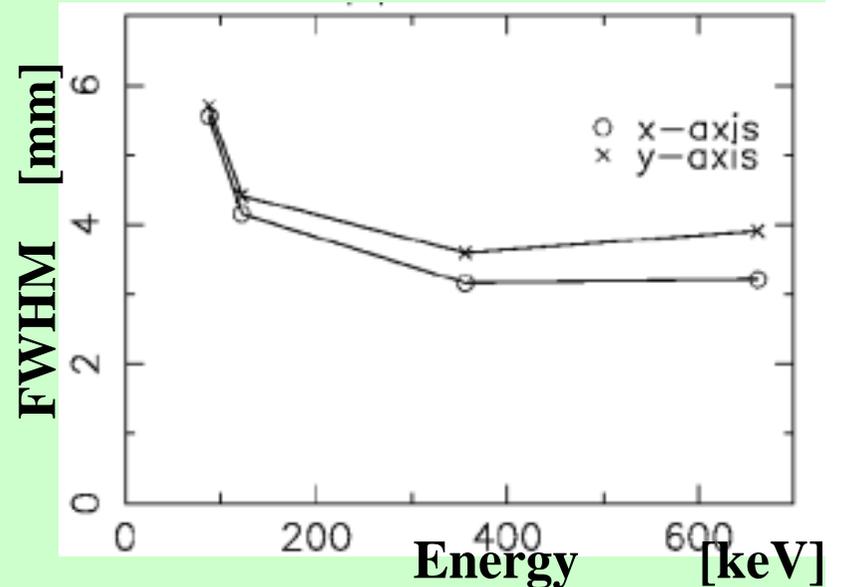
88keV
122keV
356keV
662keV



位置検出の結果を
X軸方向に射影



位置検出結果(mm)

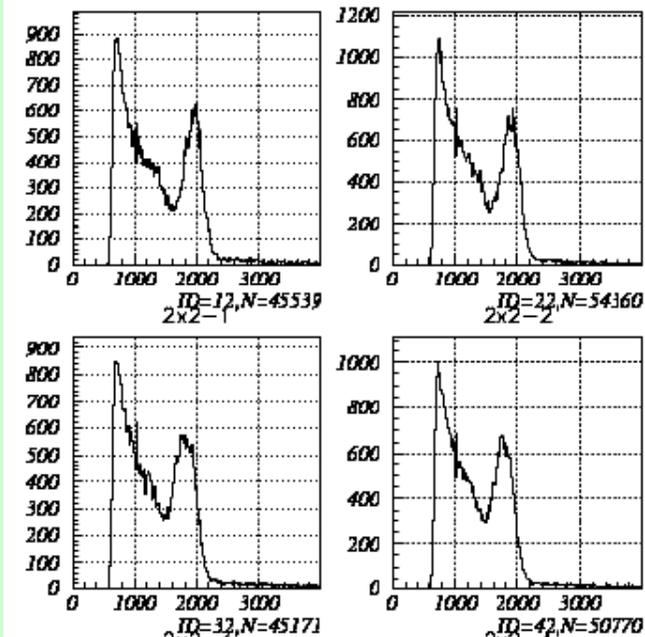


FWHM の Energy依存

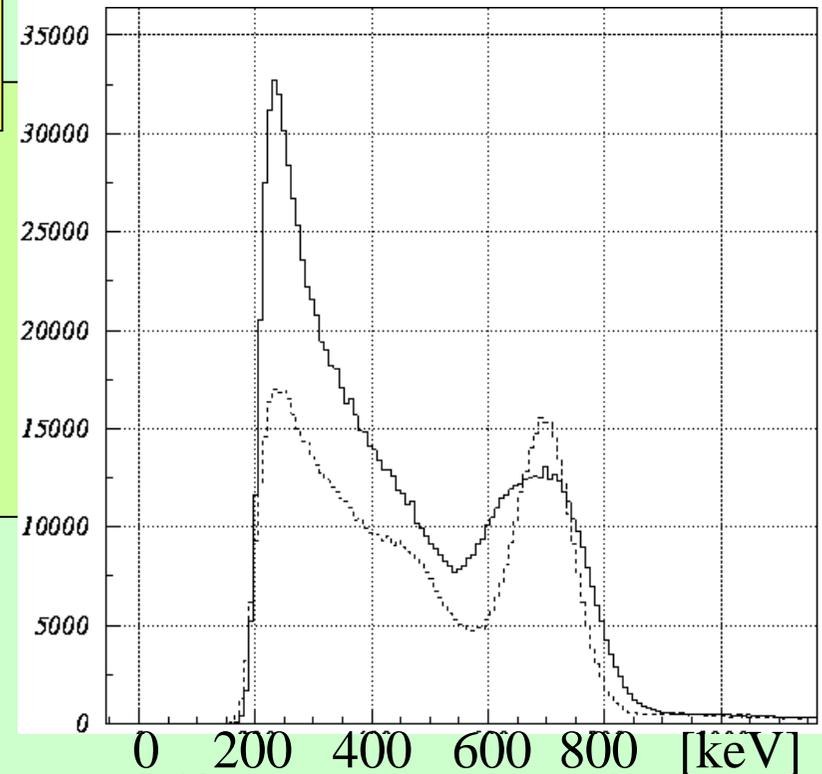
各軸方向における FWHM は
γ線が356 keV 付近で最も良くなる
位置分解能 1.5 ~ 2.0 mm (356 keV)

Energy 分解能その補正

検出場所によるDynode out の Gainのばらつき等を補正することで、Energy resolution の向上を図る



異なる領域において検出された 662 keV γ 線の spectrum



検出面全体での662 keV γ 線の spectrum(実線:補正前、点線:補正後)

662 keV γ 線での Energy resolution
24 % (補正前)
↓
14 % (補正後)

Anode 情報を用いたBack Ground の除去

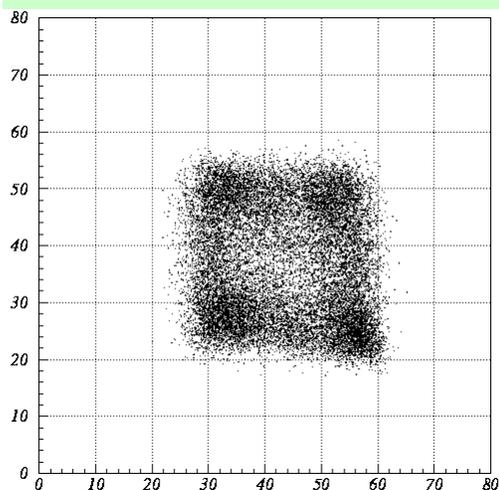
各軸方向について 1 event 毎にAnode out を重みとしてAnode の位置の分散をとる

$$V = \frac{\sum_i (x - x_0)^2 * P_i}{\sum_i P_i^2}$$

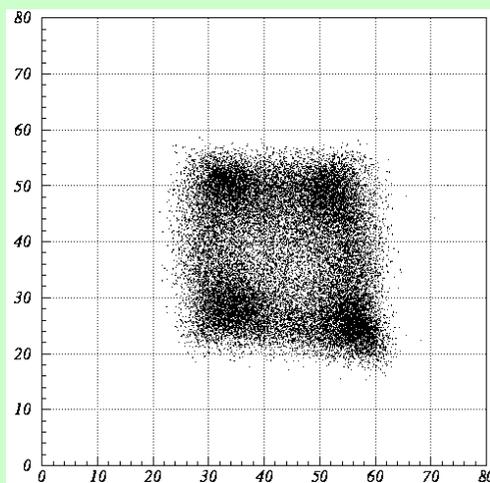
V : 分散

P_i : The value of Anode i

x_i : Position of Anode i



662 keV γ 線事象の
光電peakをなす事象の
分散



Back Ground を測定したときの
500 keV から 700 keV の範囲に
分布する事象の分散

γ 線事象とBack ground
事象での分布の違いを
利用する



今回の方法では
Back ground 事象を選別、
除去をすることが出来ない

現状

PMT R5900-00-08 と GSO(24 mm x 24 mm x 5 mm)を組み合わせてた小型位置検出型シンチレーション検出器は

- 位置分解能 1.5 ~ 2.0 mm for
356 keV gamma-ray
- Energy 分解能 24%(補正前) 14%(補正後)
for 662 keV gamma-ray

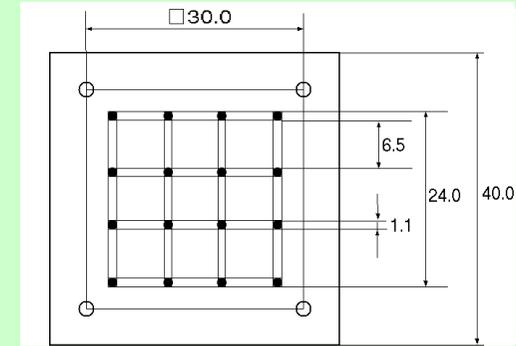
今後の課題

- 3次元での位置検出の可能性 (Anode out の波高分布等から)
- Energy resolution の向上 (使用したGSOは662 keV で7%の分解能を実現できる)
- Noiseの低減化 (低温における測定)

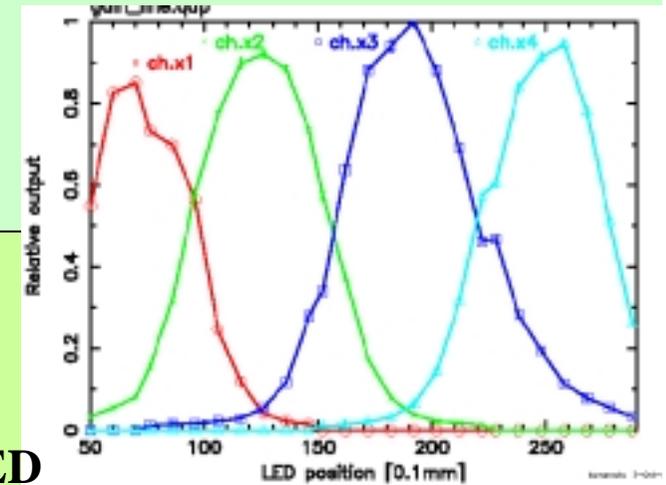
Calibration



LED,精密ステージ、ガラスファイバー、治具で Calibration Setup を構成



ガラスファイバー固定治具(unit:mm)



LED光入射位置に対する各Anode の出力

Anode position の算出

$$X^a = \frac{\sum_j (P_j^a / K) * x_j}{\sum_j (P_j^a / K)}$$

X^a : position of Anode a
 P^a : peak of anode out a
 K :: intensity ratio of LED
 x : LED position

各Anode の Gain は各Anode に一番強く入射している Data を比較して求める

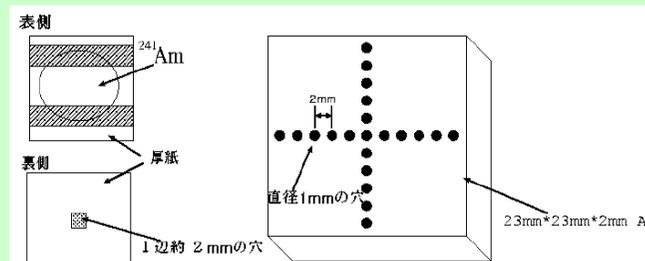
Anode-Xの相対位置と gain Anode-Yの相対位置と gain

ch	gain	position [mm]	ch	gain	position [mm]
X1	0.850	-8.39	Y1	0.699	-8.63
X2	0.921	-3.31	Y2	0.923	-3.03
X3	1.000	3.31	Y3	1.000	3.03
X4	0.944	8.55	Y4	0.761	8.42

入射位置の決定

α線コリメーター

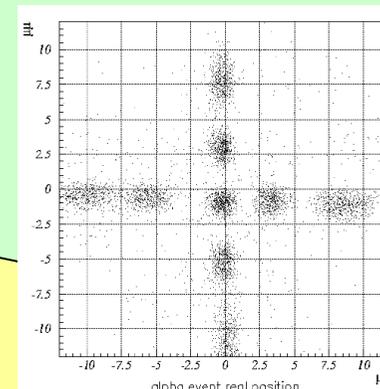
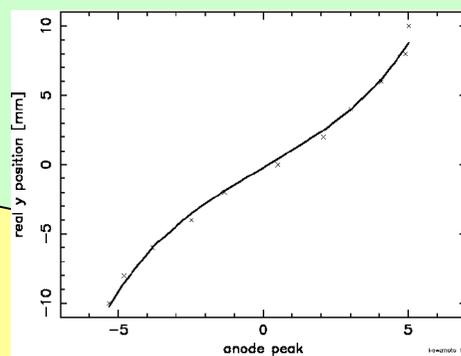
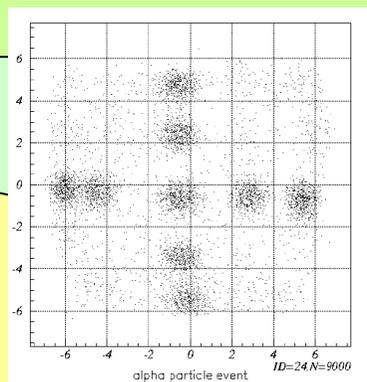
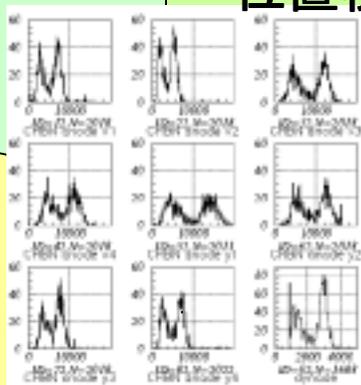
α線とコリメーターを使って、シンチレータ-を置いた場合の実際の入射位置と Anode 情報を用いて求めた検出位置の関係を調べる。



Anode Out を用いた
位置検出

$$X = \frac{\sum_i (P_i / G_i)^2 * x_i}{\sum_i (P_i / G_i)^2}$$

X : Calculated position
P_i : The value of Anode i
G_i : Gain of Anode i
x_i : Position of Anode i



(1)各Anode out 8ch

と Dynode out (右下)
から得られる spectrum

(2)上記の方法から
各事象ごとに Anode out
を用いて入射位置を算出

(3)実際の入射位置と
検出位置の関係
各軸ごとに5次関数で
Fittingする

(4)3で求めた5次
関数を用いて2の
結果を実空間上に
射影する