

多チャンネルMPPCの性能評価

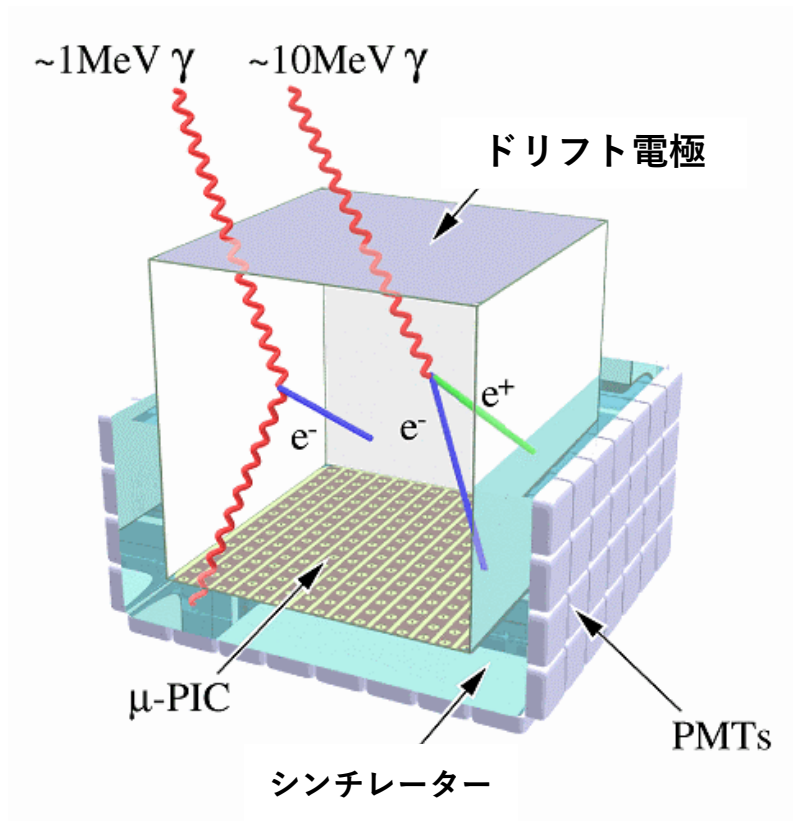
京都大学理学部課題研究P6

齋藤要

沼崎凌

実験目的

電子飛跡検出型コンプトンカメラ



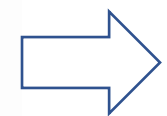
引用：京都大学宇宙線研究室HP

シンチレータ
+
光電子増倍管

シンチレーションカメラ



ガス検出器



入射 γ 線のエネルギー・位置・偏光・時刻が分かる！

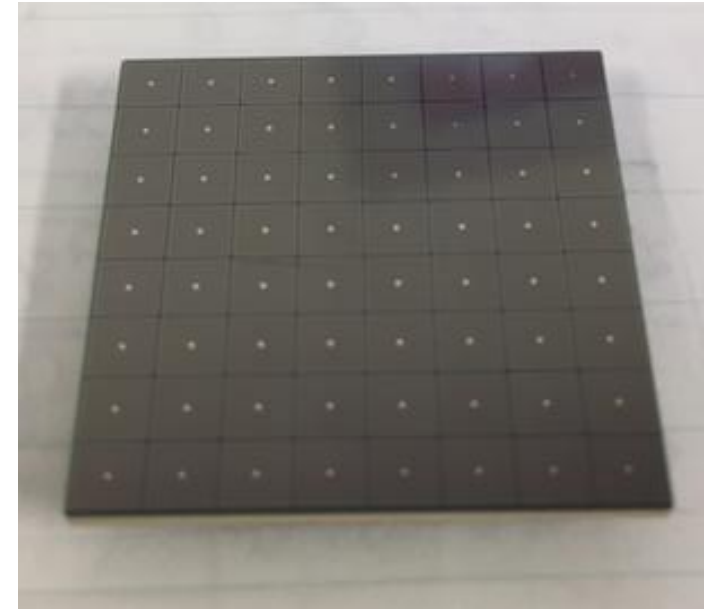
大量の光電子増倍管 (PMT) を使う代わりに多チャンネル MPPC が使えないか？
→ MPPC の性能を評価したい！

MPPC(Multi Pixel Photon Counter)とは

- ✓ **ガイガーモードAPD**をマルチピクセル化した新しいフォトンカウンティングデバイス

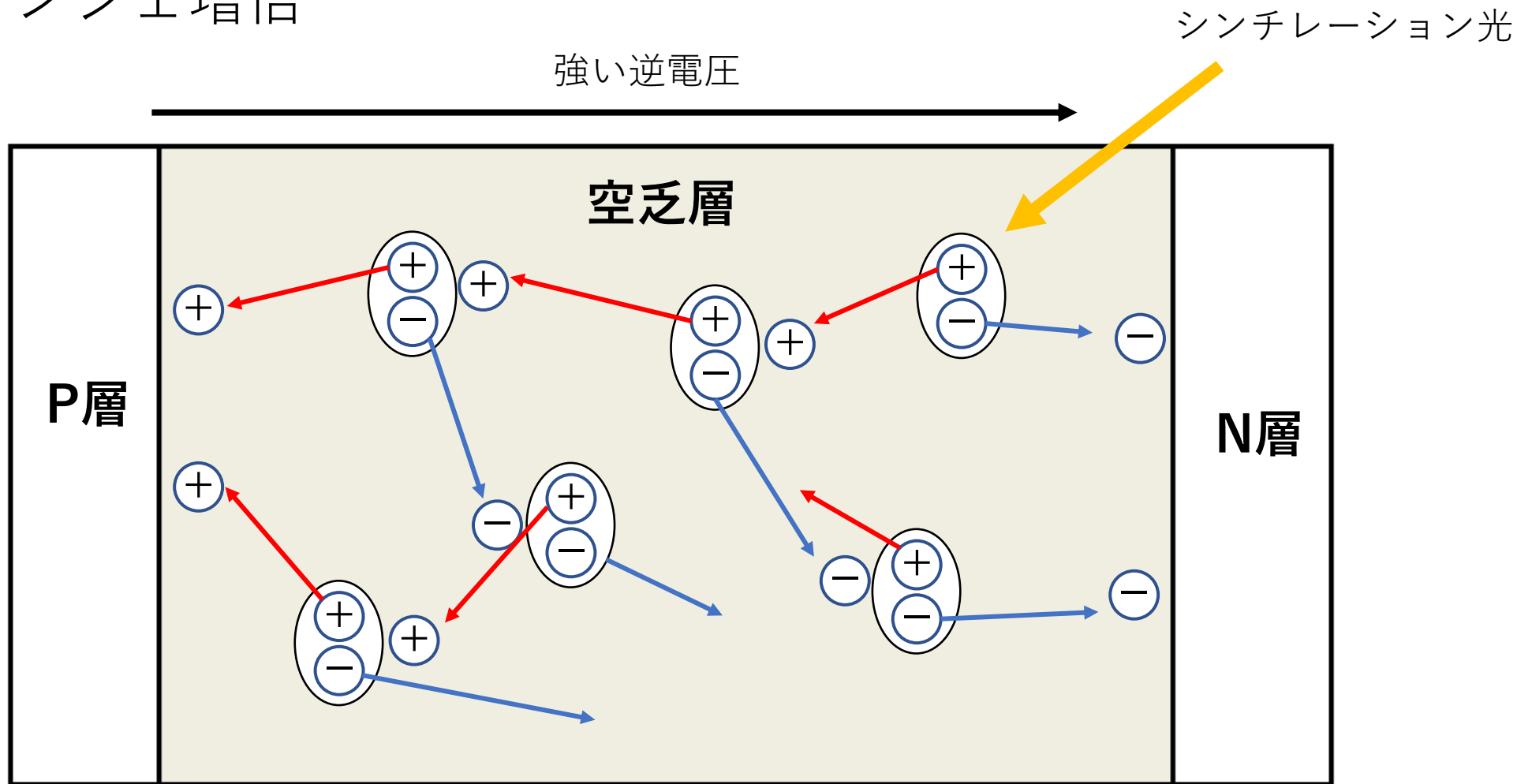
特徴

- 100V以下の低電圧で動作(PMT:1000V程度)
- 高い増倍率 ($\sim 10^6$) と検出効率
- 磁場の影響を受けない(PMTは磁場に弱い)
- 速い応答
- 比較的安価



APD(Avalanche Photo Diode)について

アバランシェ増倍



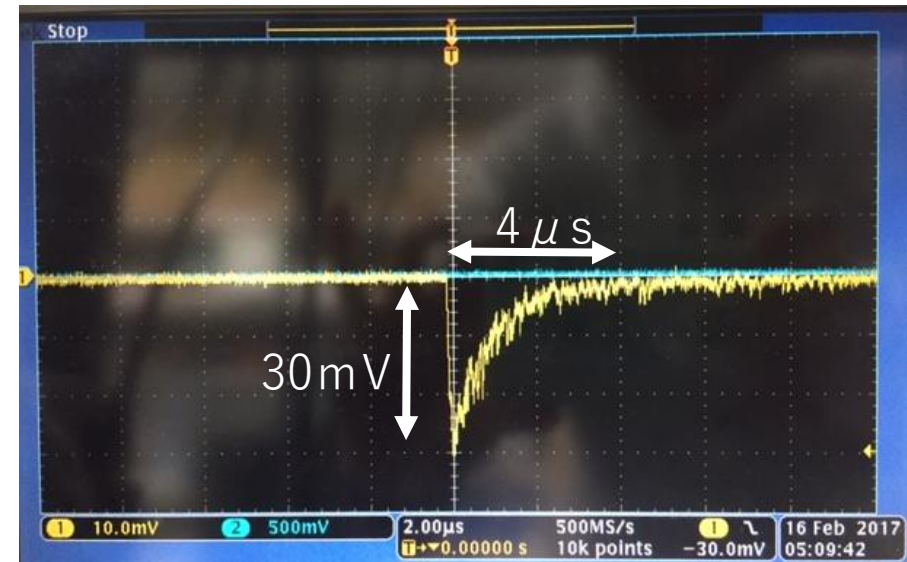
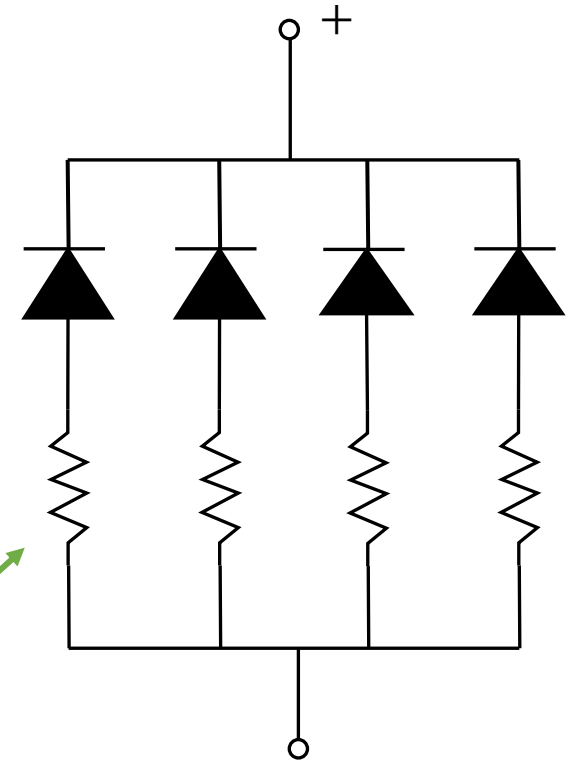
MPPPCの動作原理

ガイガーモードAPD

APDにある電圧(降伏電圧)以上の逆電圧をかけると入射した光量に関係なく素子固有の飽和出力($\sim 10^6$)が発生する。

クエンチング抵抗

APDに抵抗を直列につなぐことで、電圧降下によりガイガー放電を強制的に終わらせることができる。



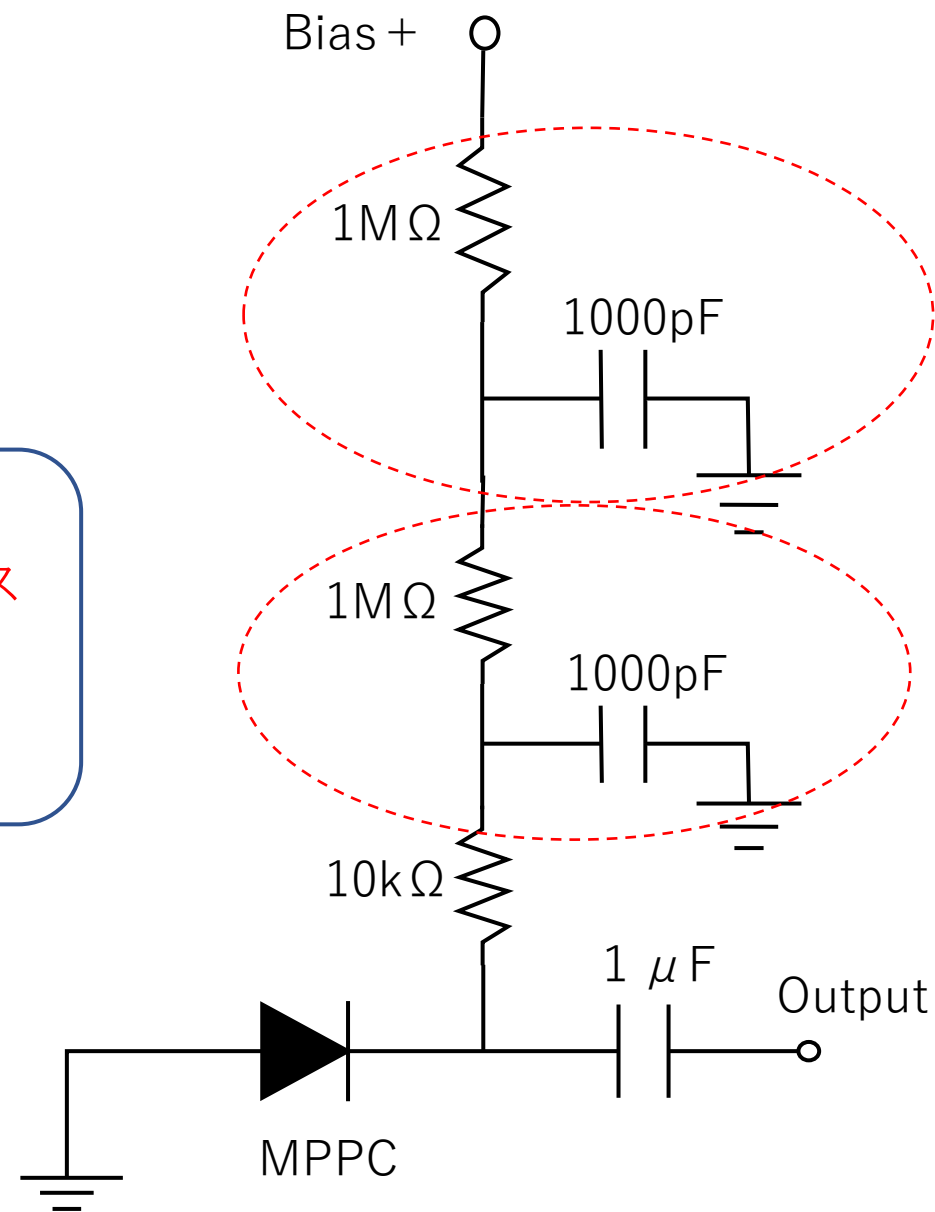
動作回路

MPPC1chを動作させる基本的な回路

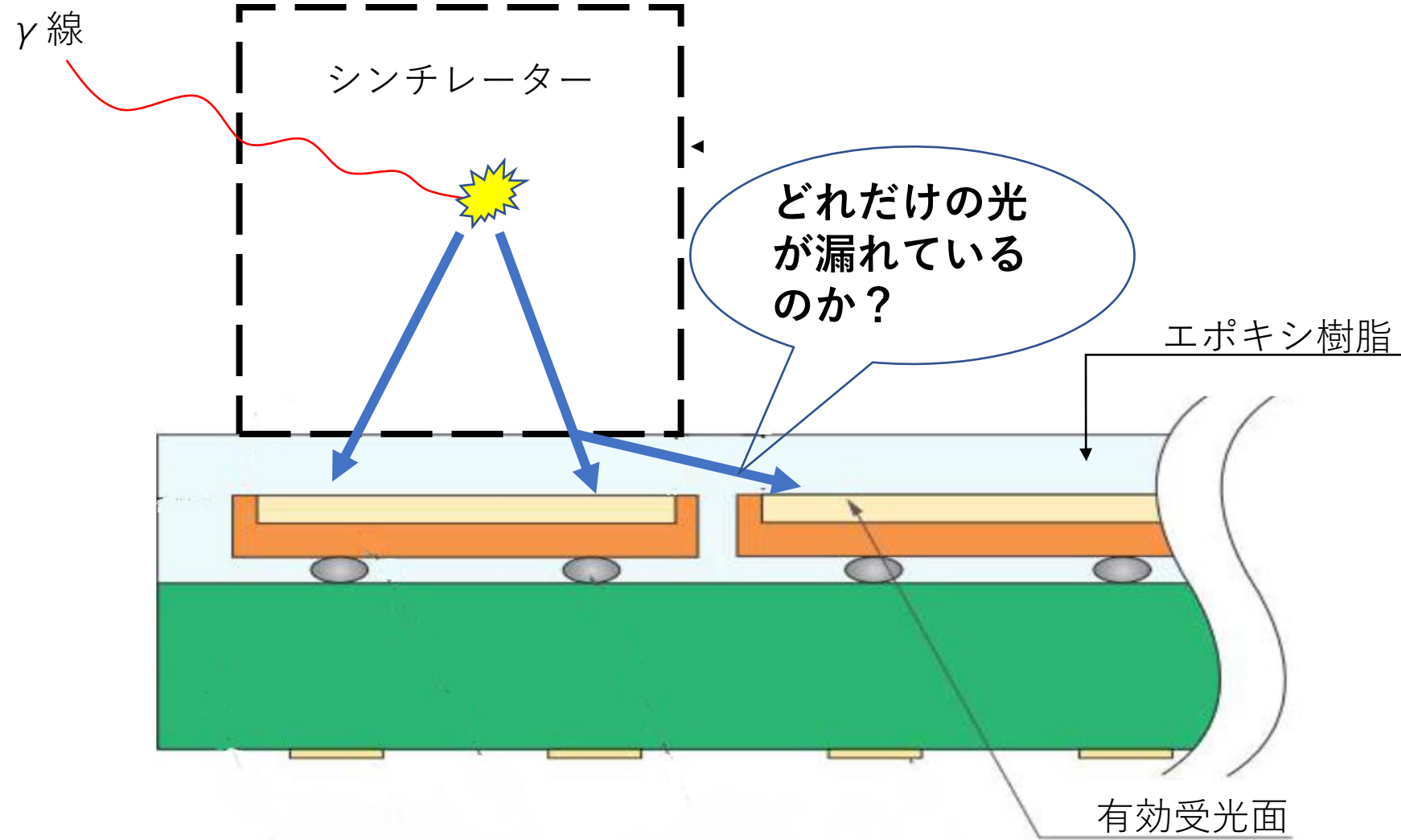
✓ 逆電圧～70V

ノイズ対策

- 電源からのノイズを軽減するためのローパスフィルター
- グラウンドを広めにとる

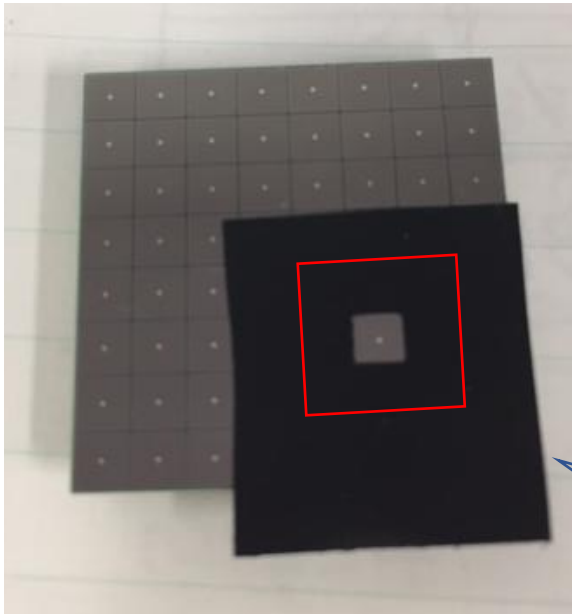


知りたいこと

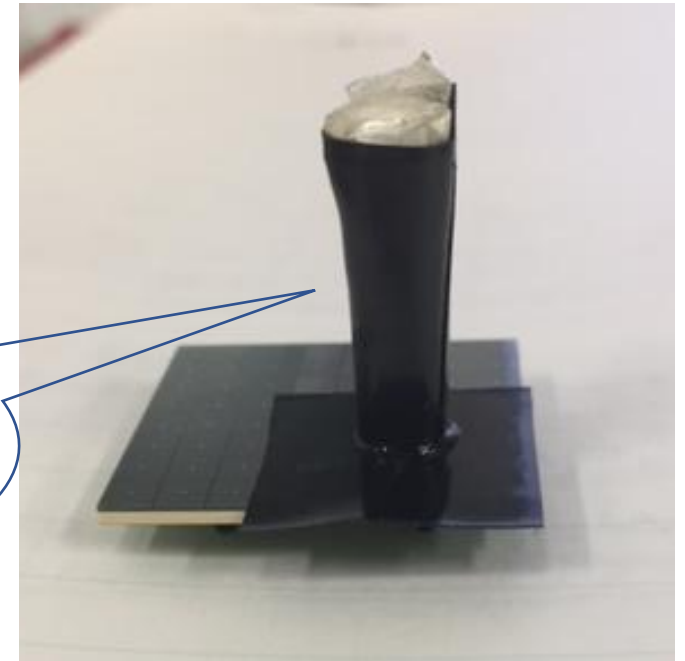


実験方法

64chのMPPCのうち、9chを使用して測定



3mm角
GSO(Ce)

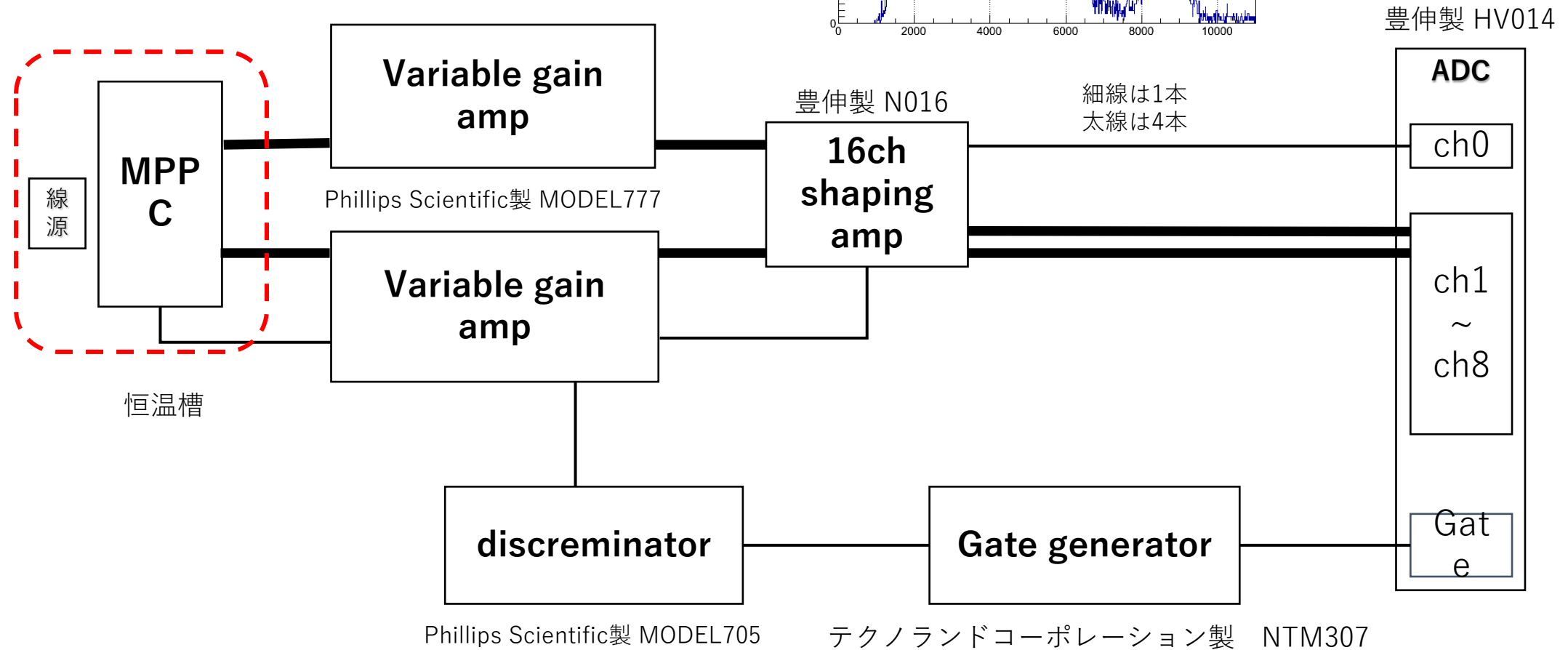
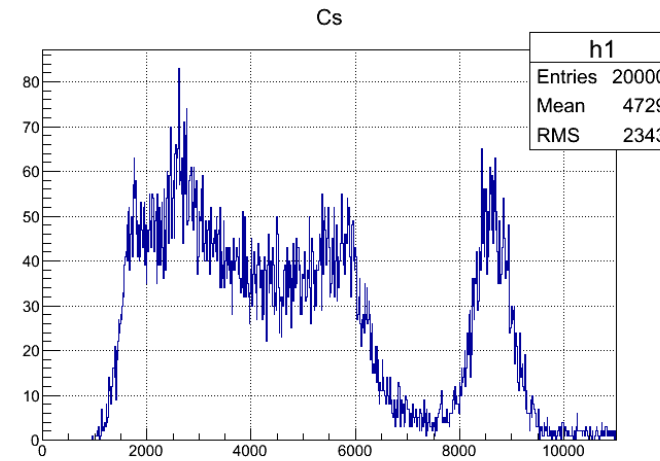


光が漏れないよう
にテープをはった

オプティカルグリス

MPPCとシンチレーターとの間の屈折率の違いによる光の散乱・反射を防ぐため、オプティカルグリスで両者を接着した。

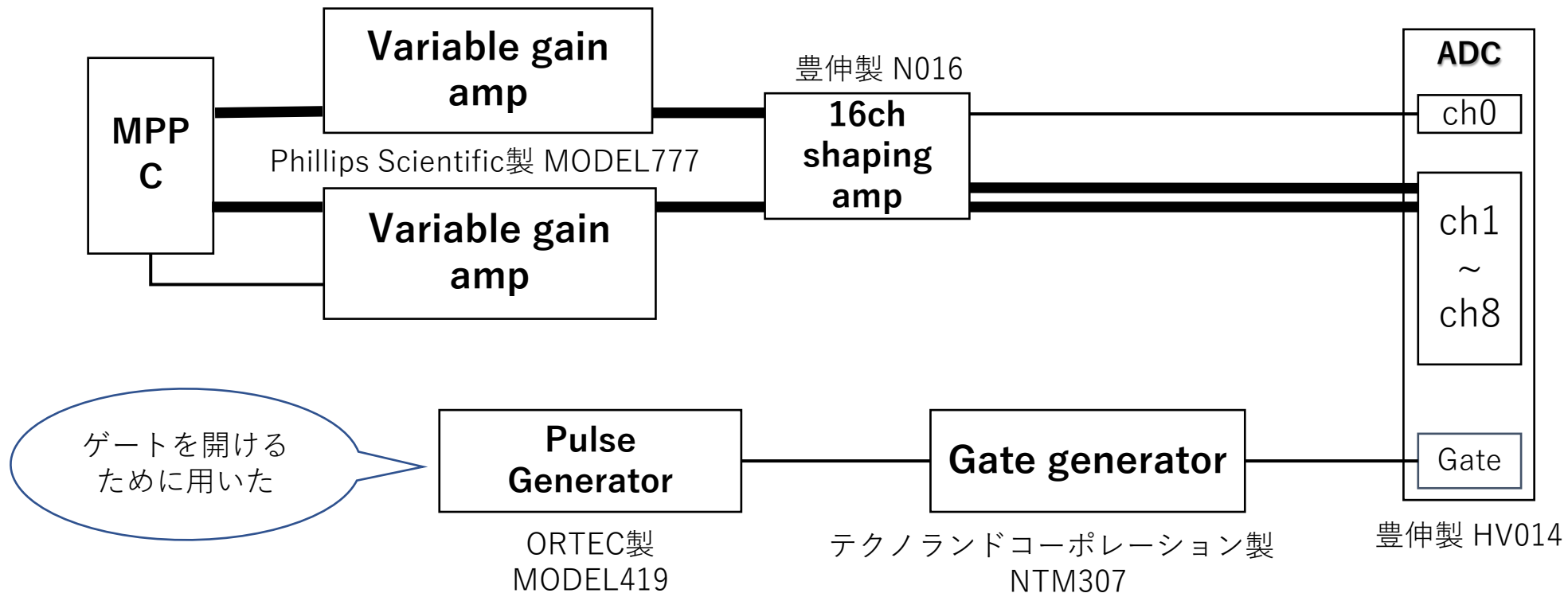
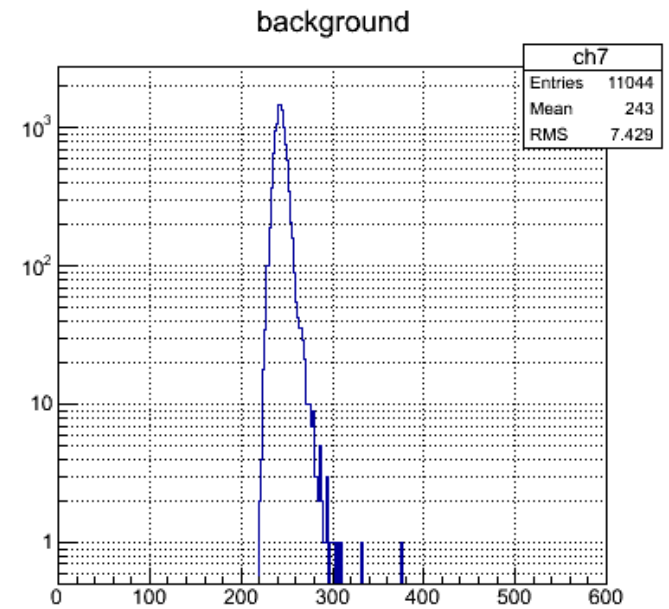
Set Up



解析

- Backgroundの除去

線源を置かずにデータを取得し、chごとの平均を差し引く



解析

- chごとの割合の算出

各イベントごとに割合を算出し、その平均をとる

$$\text{割合} = \frac{\text{あるチャンネルでの信号}}{\text{9チャンネルの信号の和}}$$

各チャンネルのデータ（イベントごと）

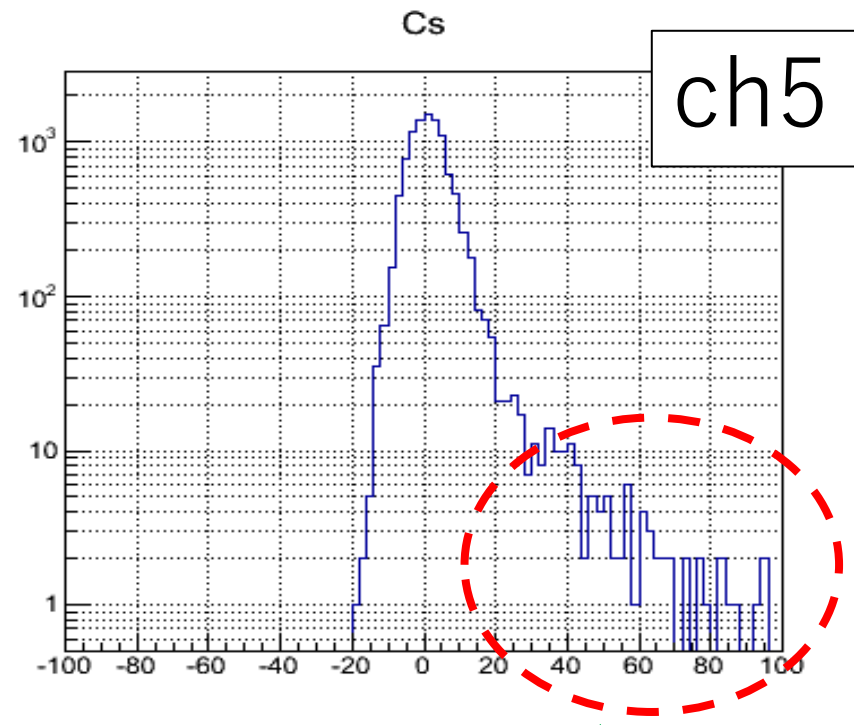
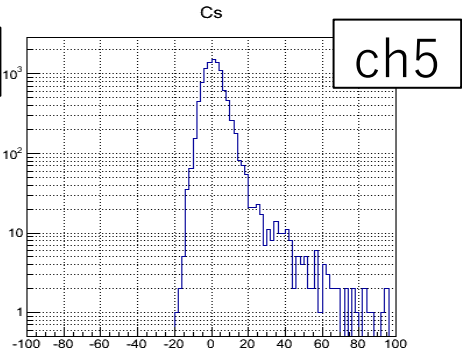
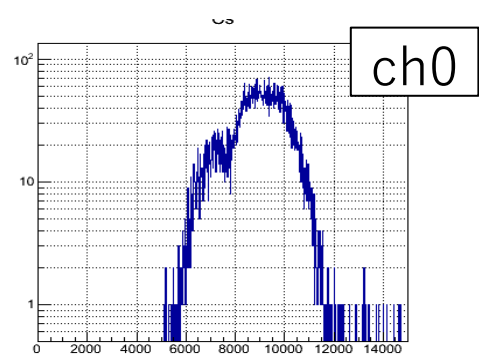
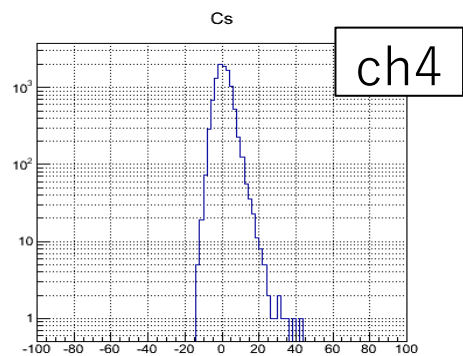
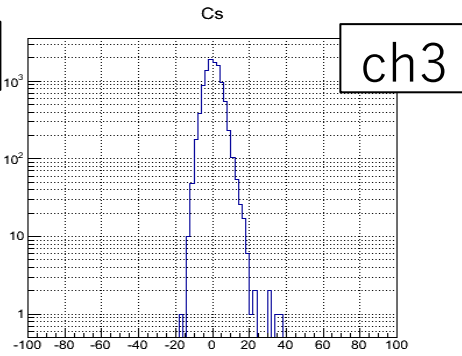
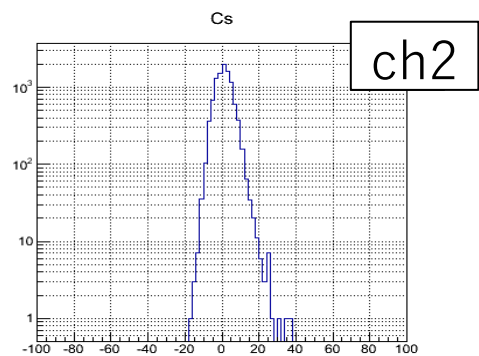
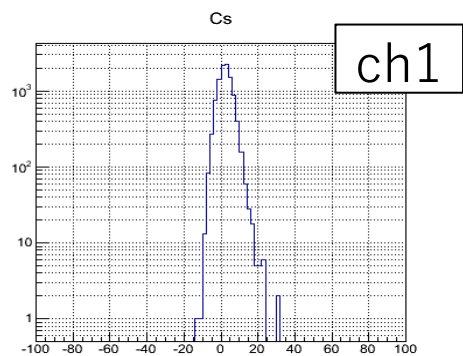
1.6894	2.1871	2.4514
6.3742	7263.72	3.8373
1.6167	6.0284	1.6167



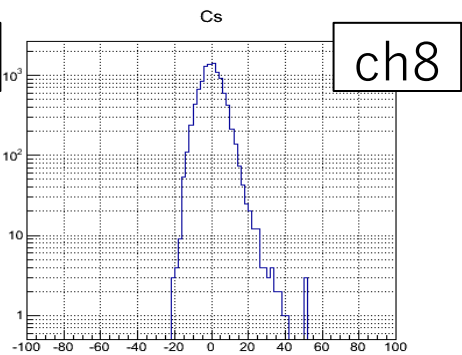
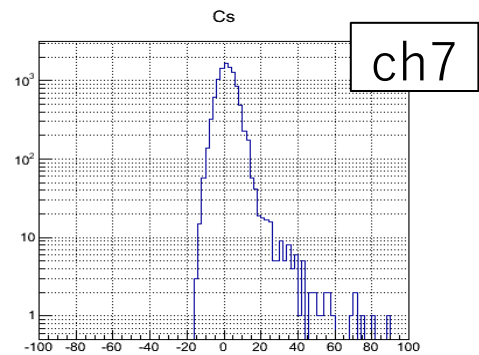
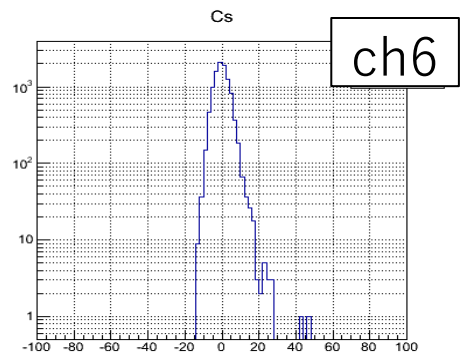
各チャンネルの割合(%)

0.02318	0.03000	0.03363
0.08744	99.6461	0.05264
0.02218	0.08270	0.02218

結果①



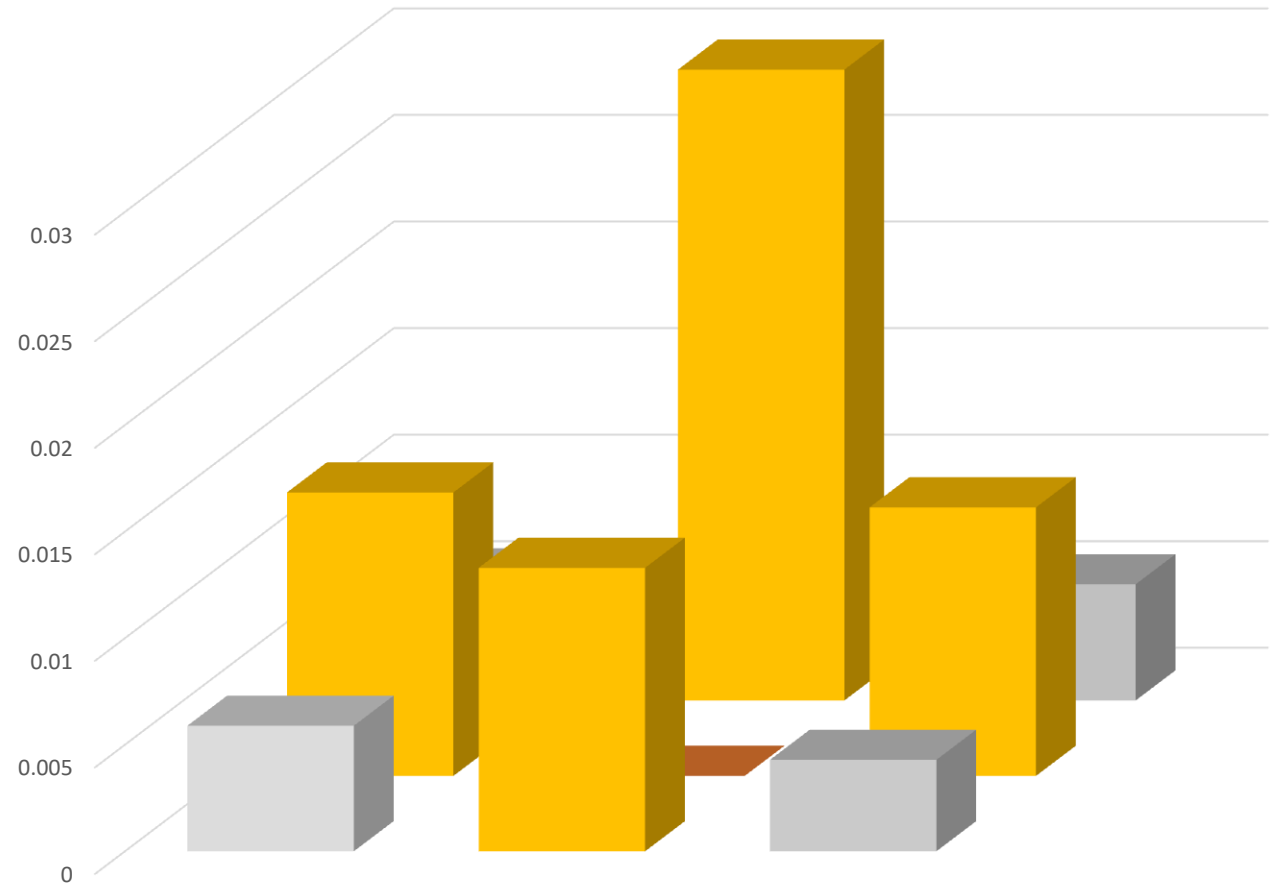
光の漏れの信号が
確認できた！！



結果②

シンチレーターの上下左右のchに
光は漏れやすいことが分かる！

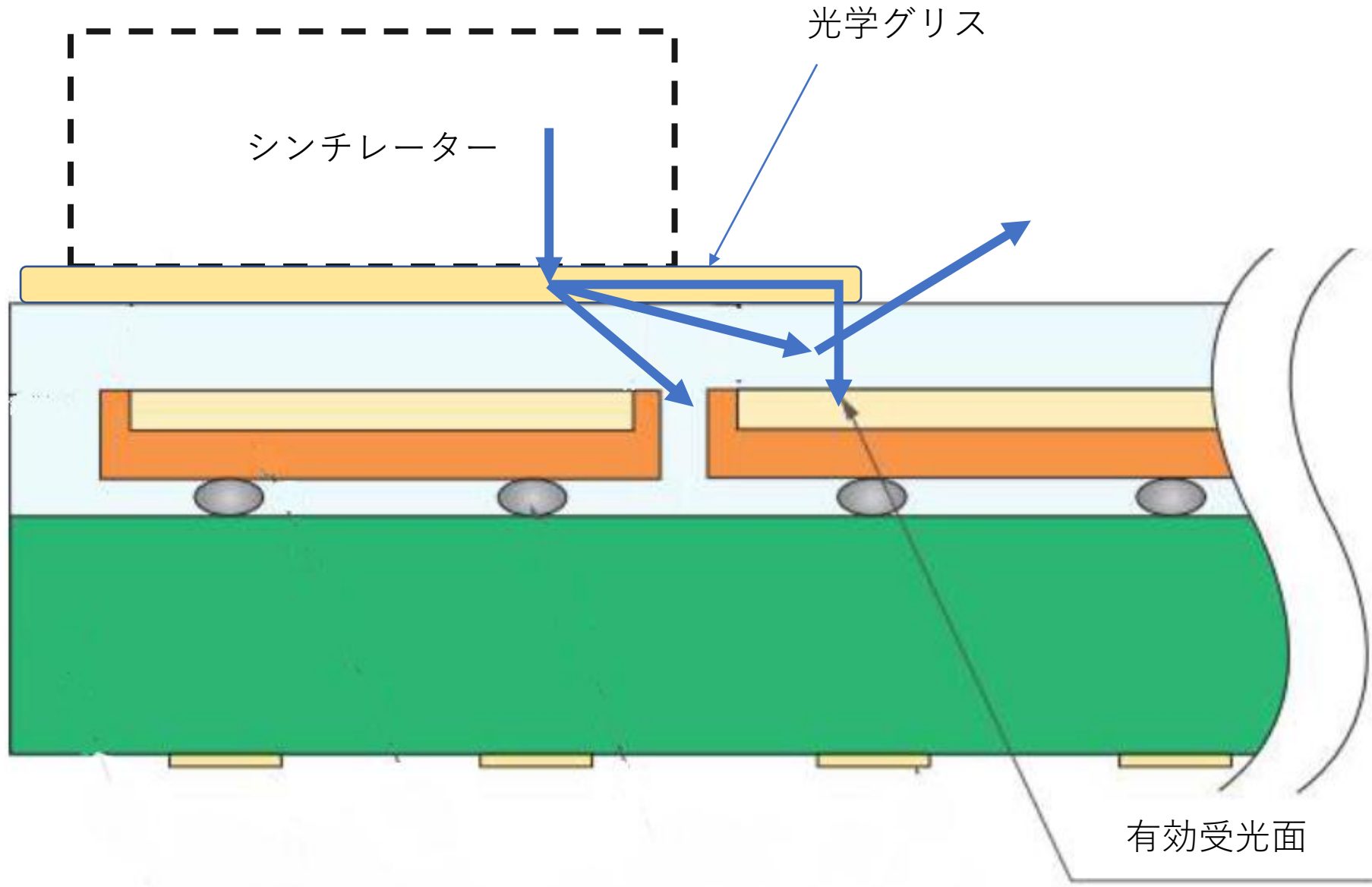
0.00573	0.0296	0.00545
0.0133	99.9098	0.0126
0.00589	0.0133	0.00429



結論

エポキシ樹脂の内部では光の漏れは0.1%程度
→シンチレーションカメラの位置分解能にはほとんど影響しない

- ただし、位置分解能を悪化させる原因はほかにもある
- 受光面以外の場所に光が吸収・散乱される
 - グリスなどを通して光が漏れる



光学グリッド

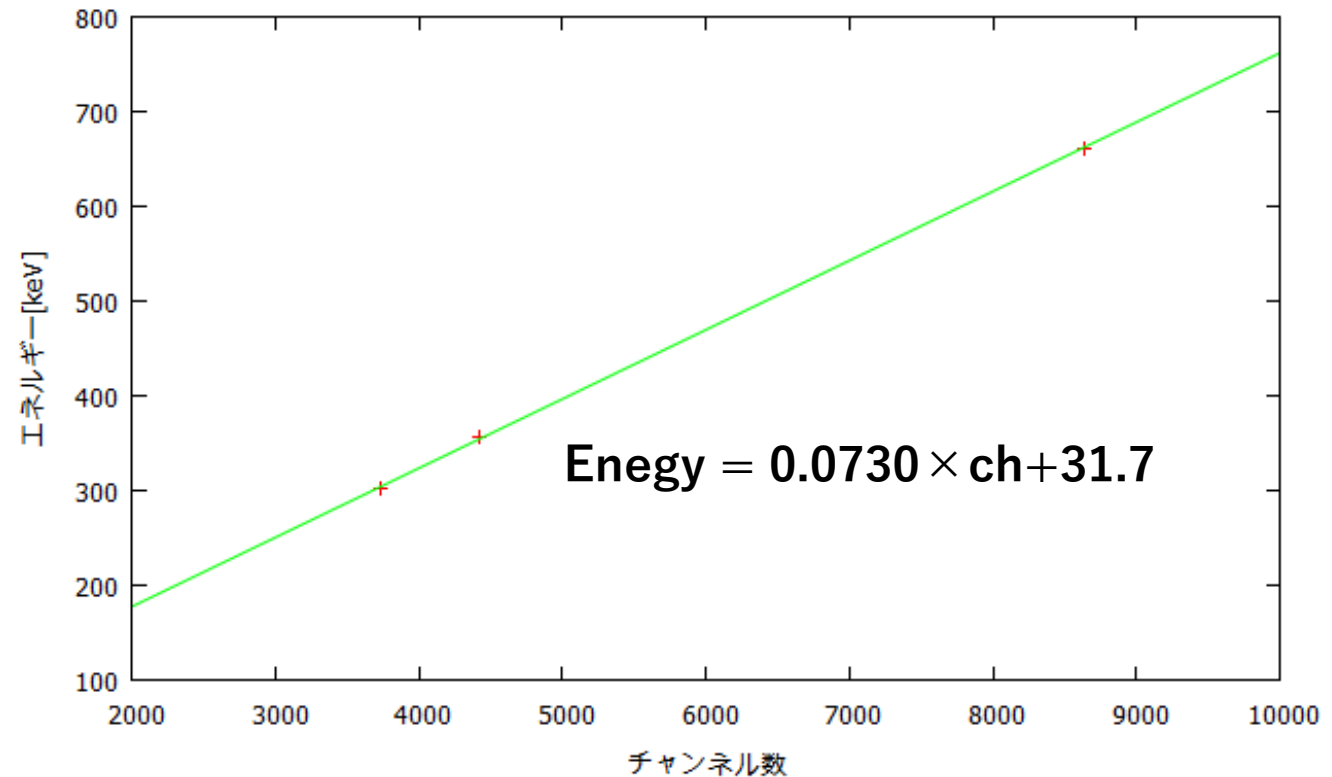
シンチレーター

有効受光面

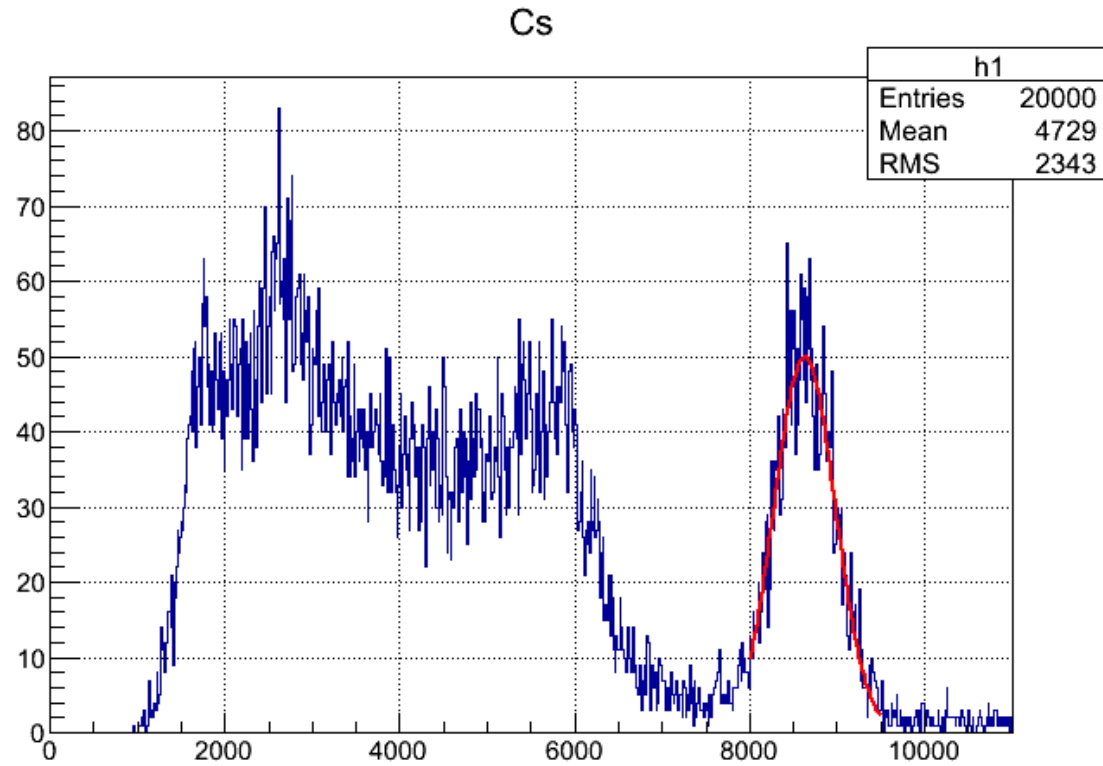
Apendix(エネルギー分解能について)

各元素のスペクトルのピークを $f(x) = a \exp[-(x - b)^2 / 2c^2]$ でフィッティングし、ピークのチャンネル数(bの値)とピークのエネルギーの対応を求める。

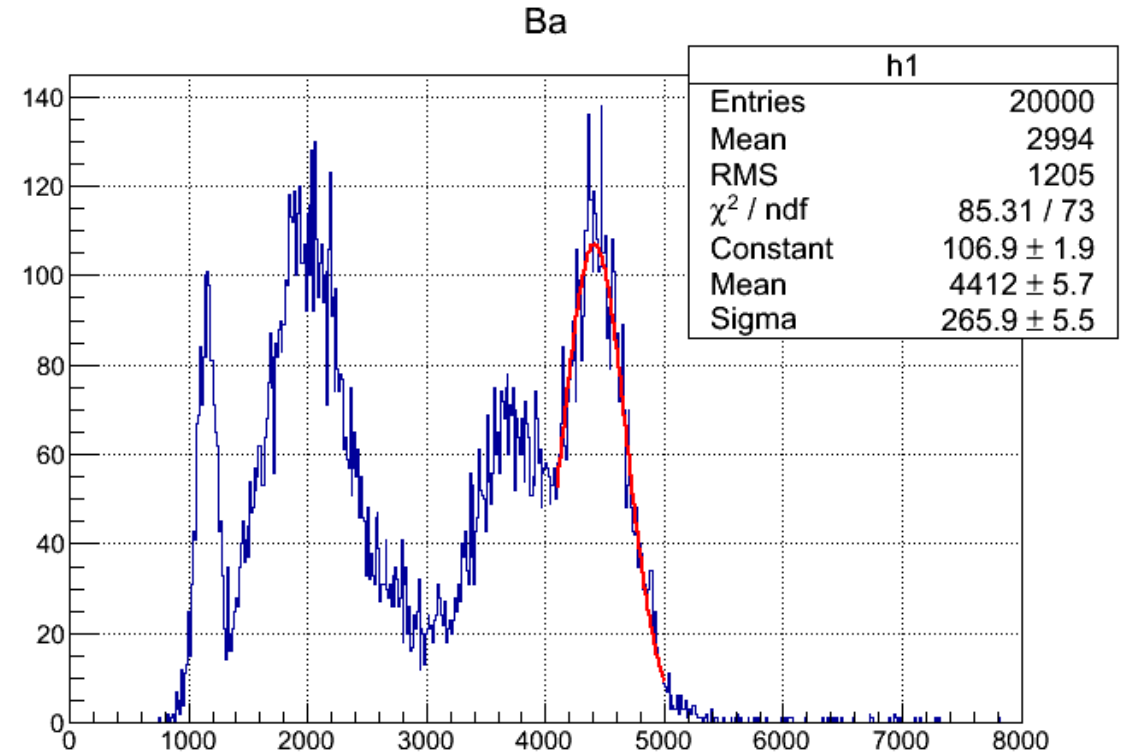
線源	チャンネル数(ch)	エネルギー (keV)
^{133}Ba	3736	302.853
	4416	356.017
^{137}Cs	8631	661.657



Apendix(エネルギー分解能について)



8.915% @662keV



11.98% @356keV

御清聴ありがとうございます。