

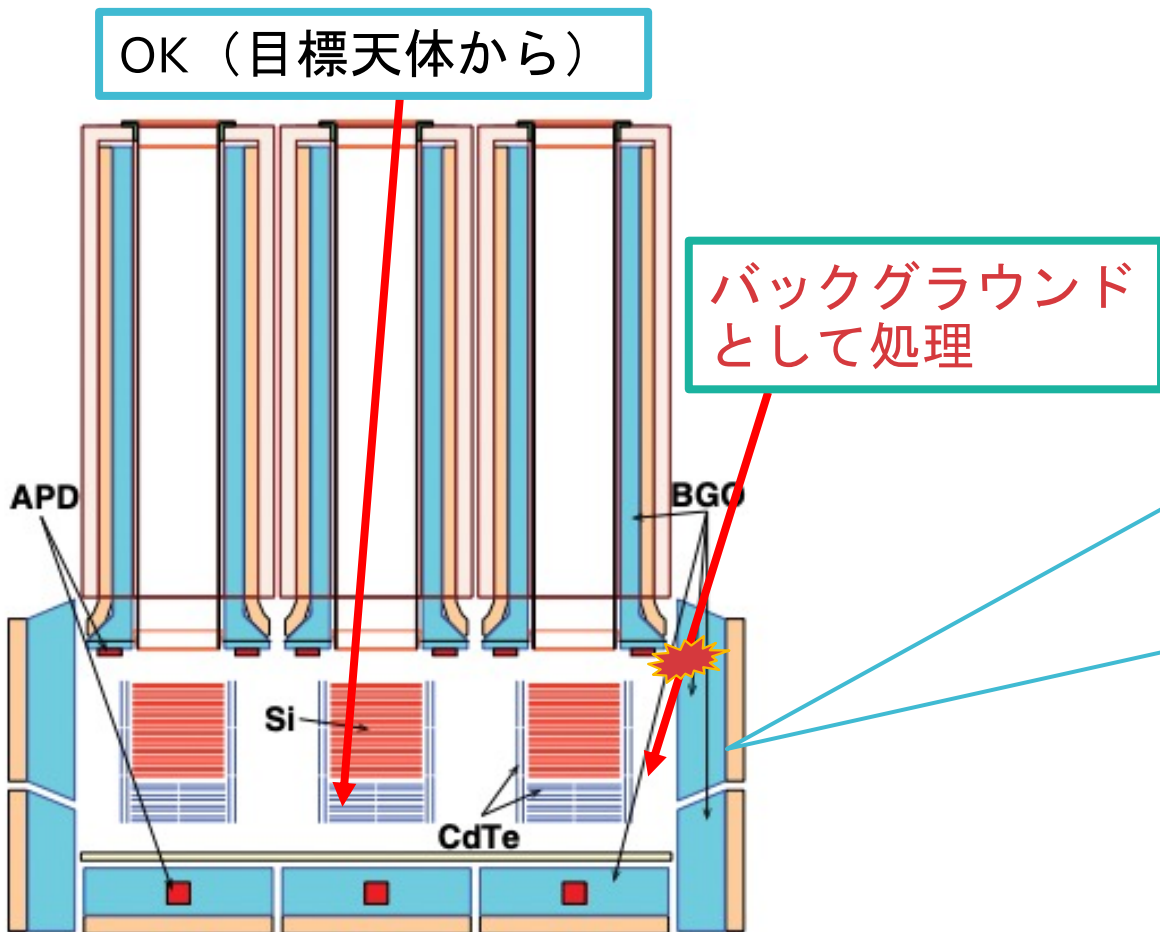
2022 秋季天文学会

MPPCを用いた プラスチックシンチレータの アクティビティシールドとしての 性能評価

森下皓暁, 深沢泰司, 高橋弘充 (広島大学)

軟ガンマ線観測

この帯域では、目標天体の光子以外からくるバックグラウンドが多い。



アクティブシールド

- シンチレーション光の読み出し
→ シールド自身が信号を生成
- 宇宙線、シールドでコンプトン散乱したガンマ線を除去（反同時計数処理）
- 感度の向上のために不可欠
- 低いThresholdであることが求められる

研究の背景・目的

プラスチックシンチレータ + MPPC を用いて、
反同時検出器として使うことができるかを調べる。

なぜプラスチックシンチレータなのか・・・

○ 小型衛星での打ち上げの場合、BGOだと衛星重量オーバー

○ 無機シンチレータに比べて減衰時間が100倍程度速い

→ ・ ガンマ線の高速計数、高計数率測定に使用

・ 信号細くて高く、ノイズに対して信号を拾いやすい可能性

実験について

-Point-

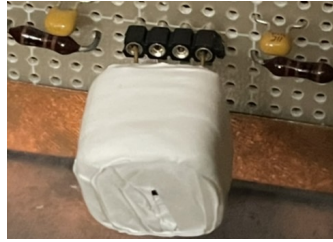
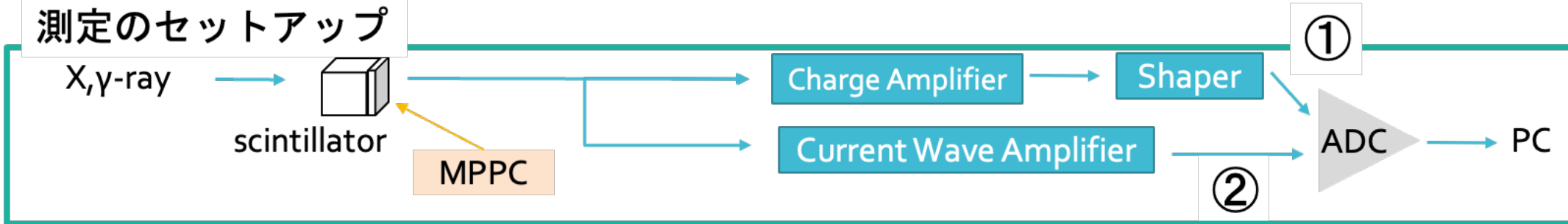
- 大きいシンチレータでも十分な光量が得られるか。
- 上空でMPPCが放射劣化した際、どのようにノイズを減らすのか。



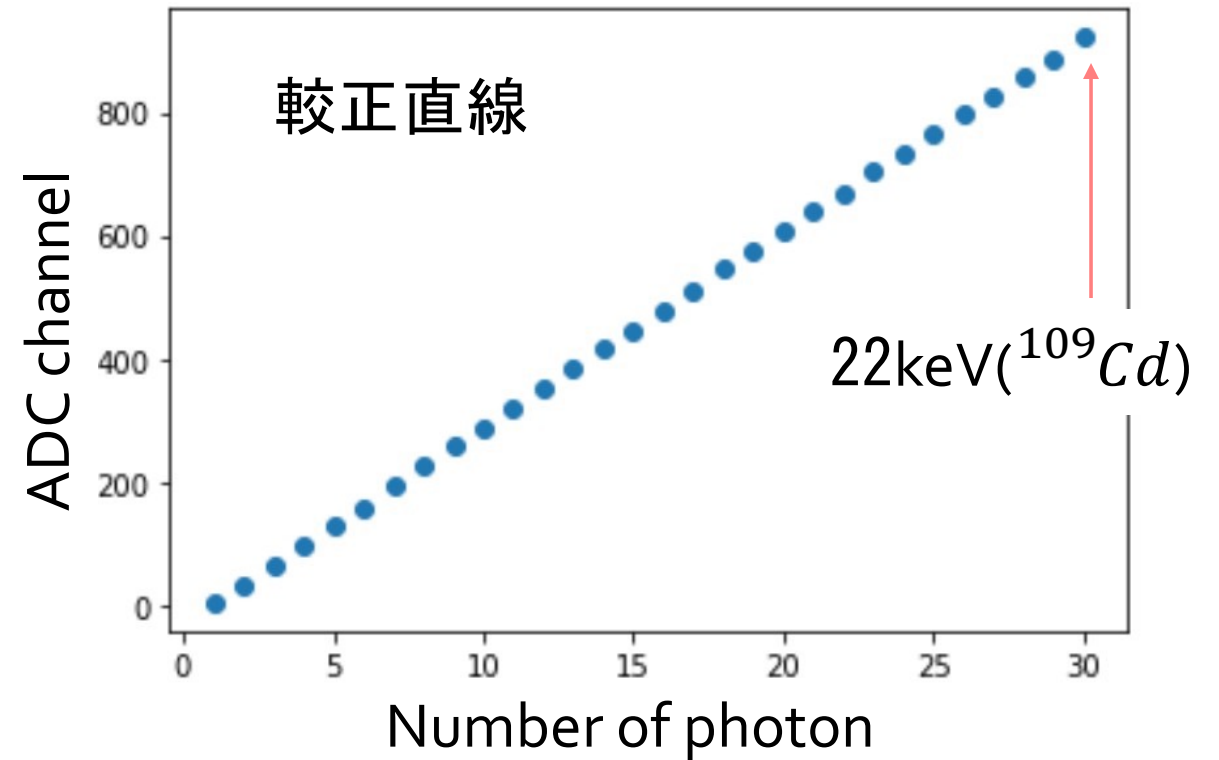
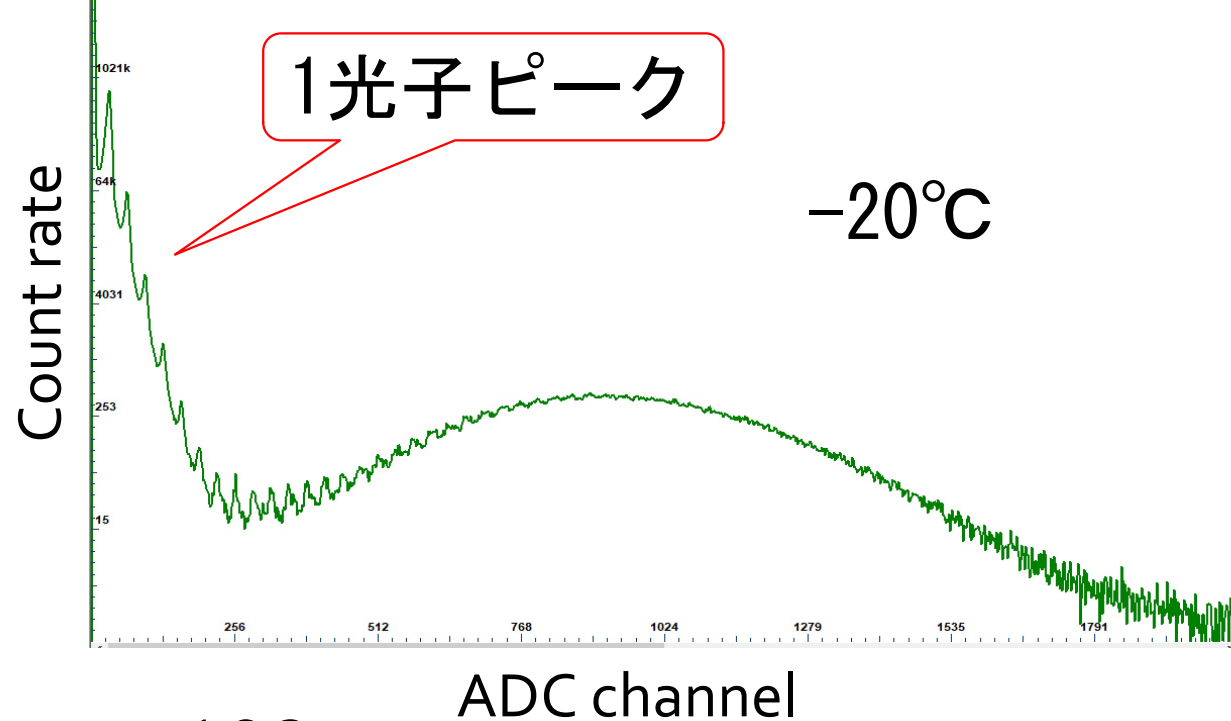
-行なったこと-

- 大きいシンチレータ（1cm×5cm×30cm）の光量を調べる。
- MPPCの放射劣化によるノイズを減らす方法を調べる。
 - 波形増幅アンプ（Current Wave Amp）の使用
 - 低温（-20°C）での測定
 - 複数MPPCでの同期測定

実験結果



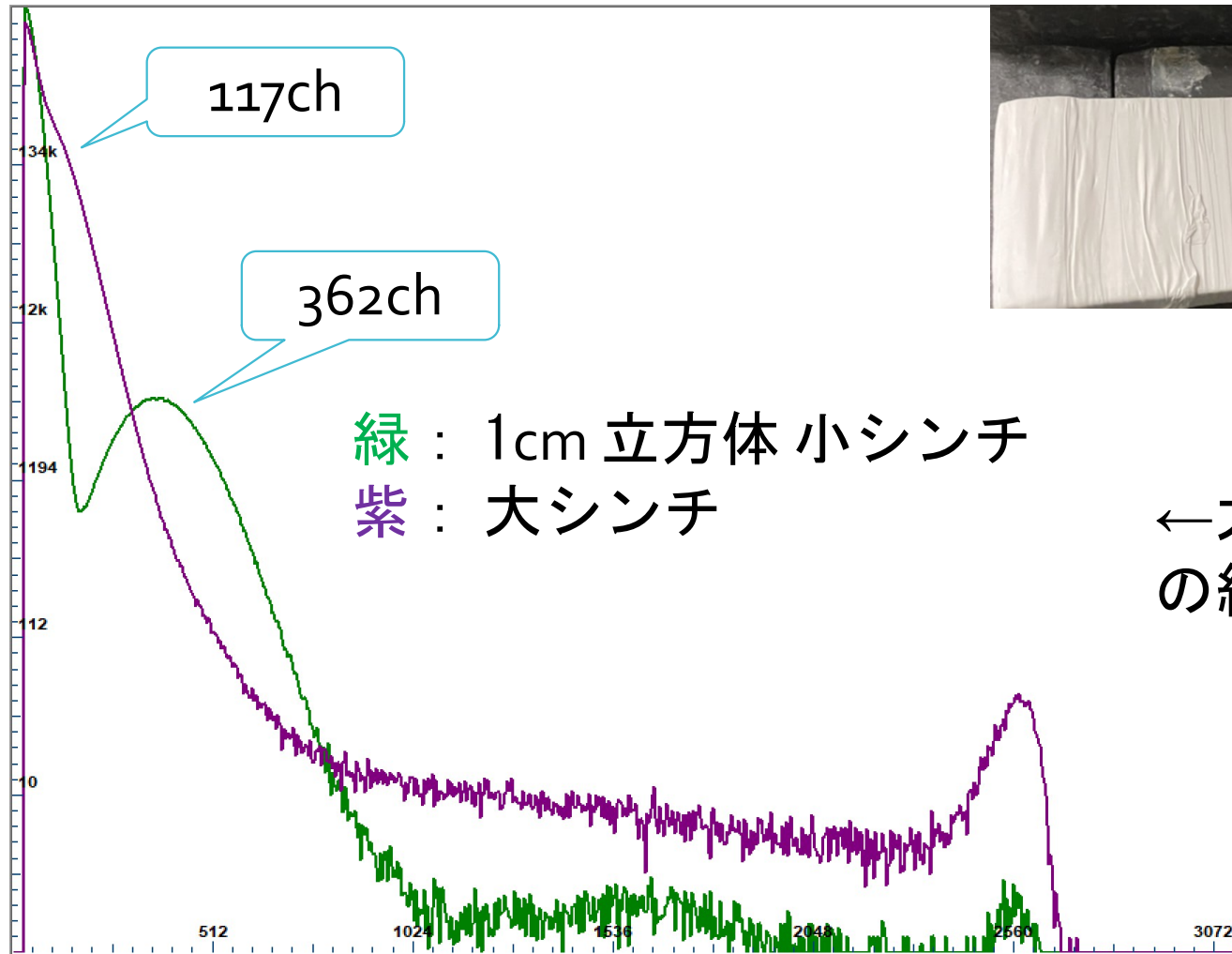
① Charge Amplifier + shaper (^{109}Cd)



^{109}Cd peak (22 keV)は約 30 光子に対応

実験結果

大きいシンチレータ (1cm × 5cm × 30cm) での光量

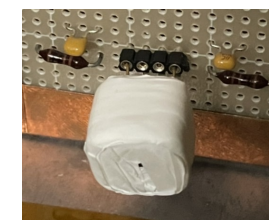


←大シンチの ^{109}Cd ピークは、小シンチの約 $1/3$ のところに確認できた。

光量 → 22keV : 10 光子

実験結果 放射劣化 (1 krad) の影響

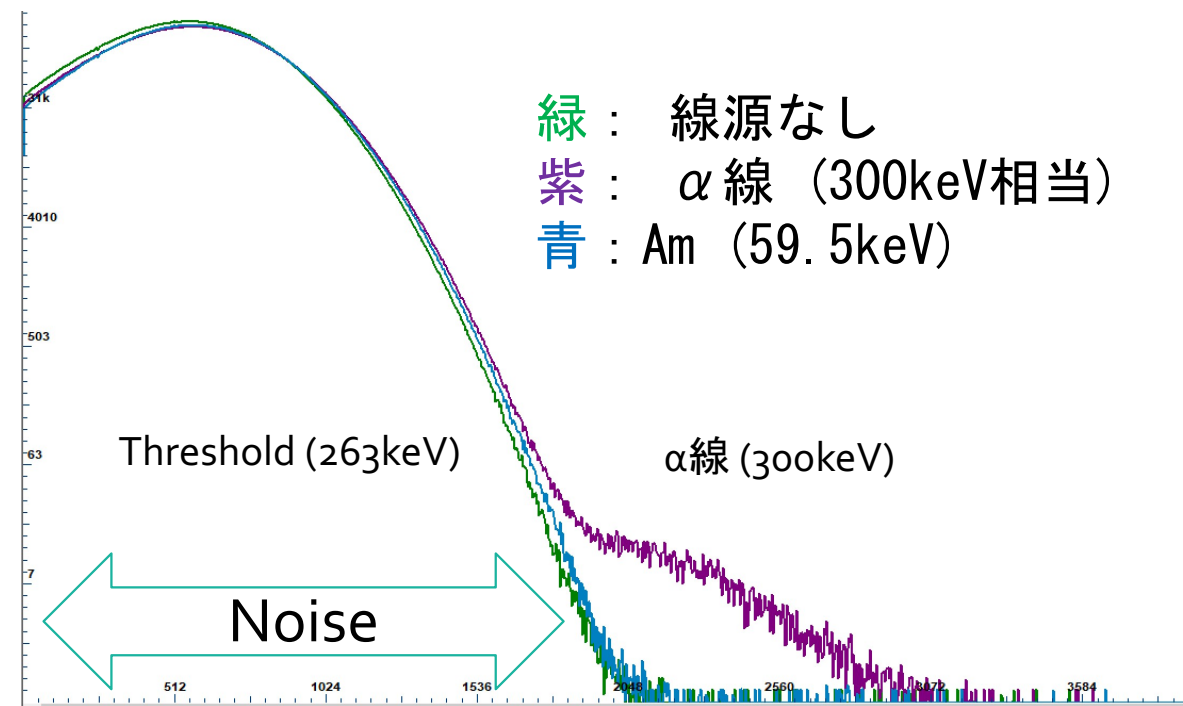
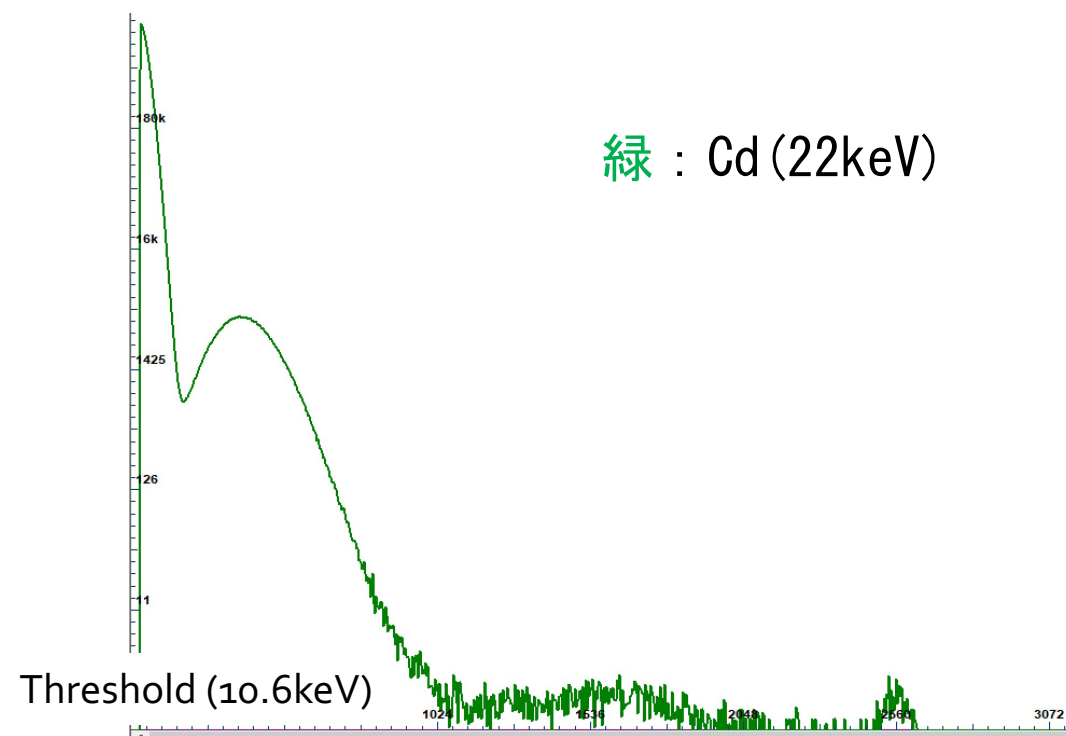
1cm × 1cm × 1cm
シンチレータ



① Charge Amplifier + shaper

通常MPPC

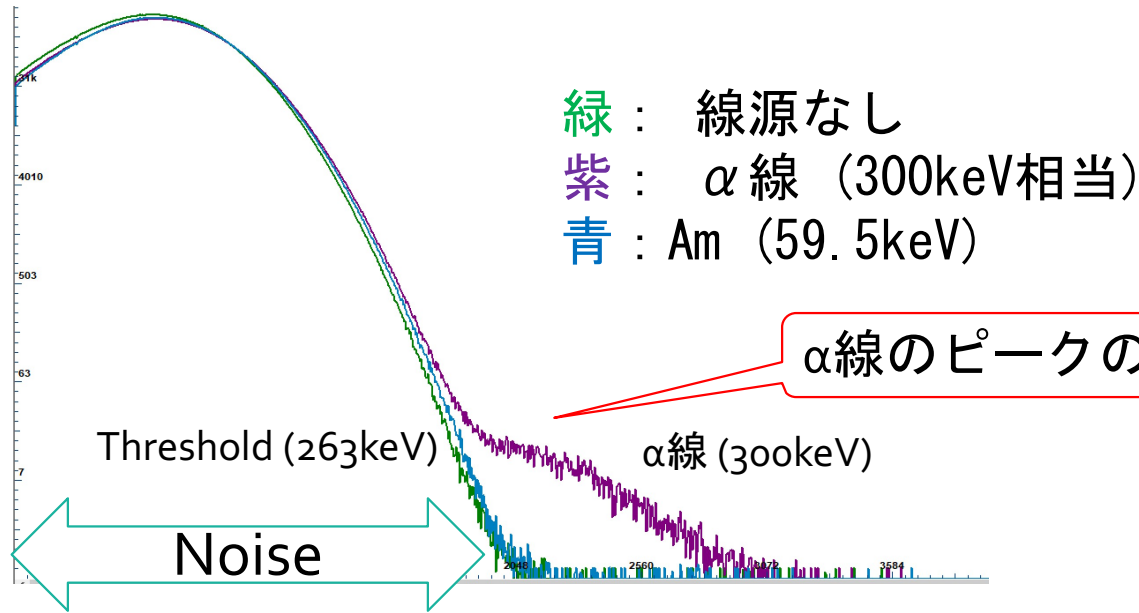
放射劣化MPPC



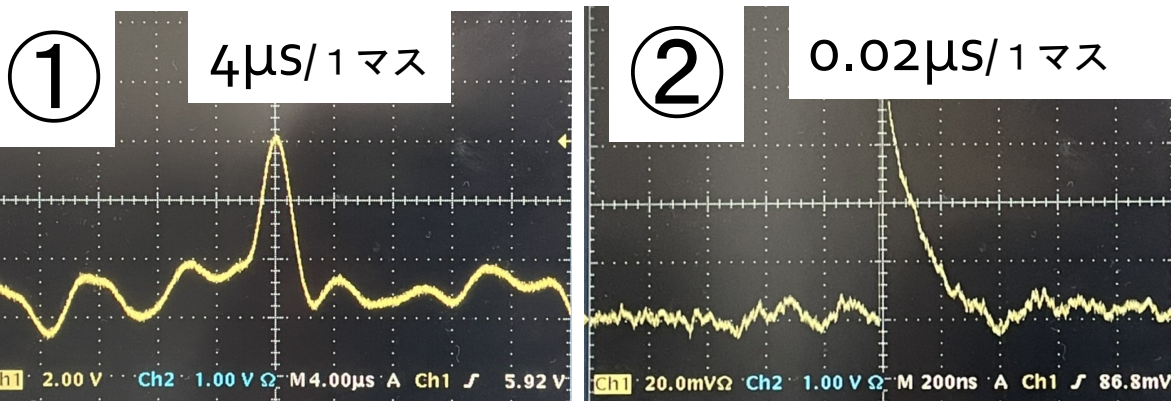
Thresholdの増加で低エネルギーが見えなくなる。

実験結果 ノイズを減らすには (Current Wave Amplifier)

① Charge Amplifier + shaper



② Current Wave Amplifier (波形増幅)

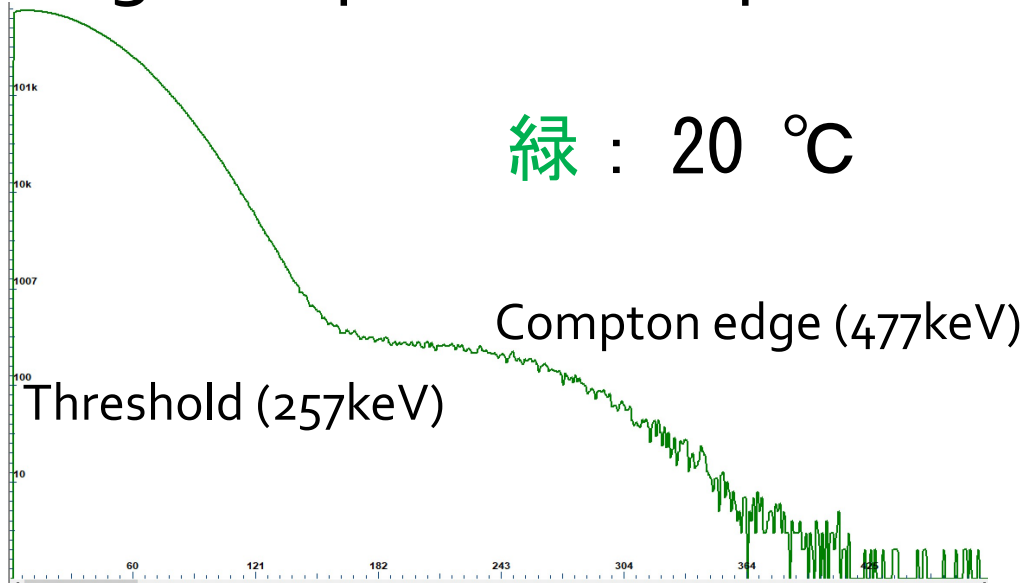


ノイズの減衰時間は様々
→ 長いものは積分されると信号が大きくなってしまう

波形増幅アンプのみを通すとThresholdが下がる

実験結果 ノイズを減らすには (放射劣化、低温で測定)

Charge Amplifier + shaper (^{137}Cs)

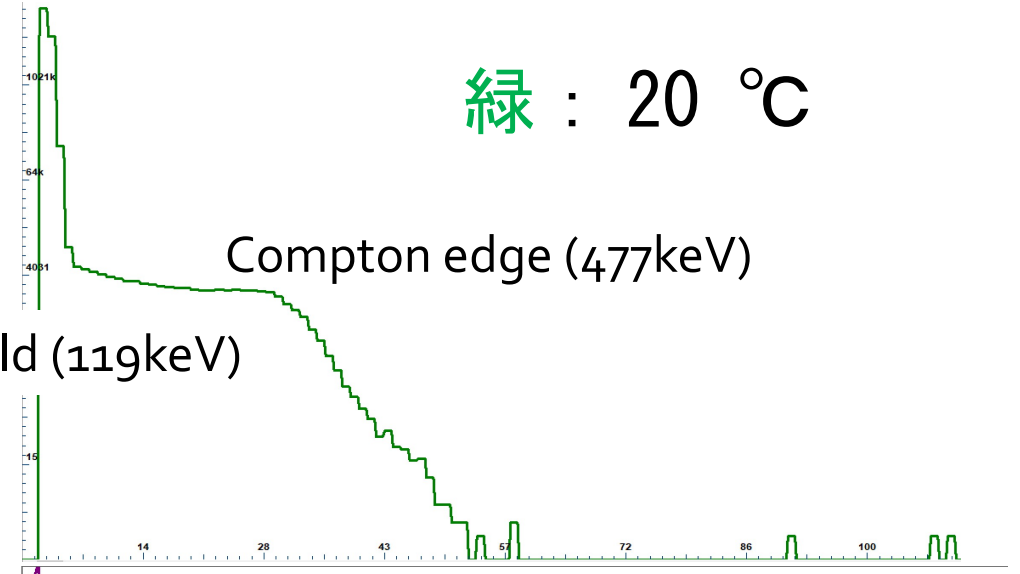


緑 : 20 °C

Compton edge (477keV)

Threshold (257keV)

Current Wave Amplifier (^{137}Cs)



緑 : 20 °C

Compton edge (477keV)

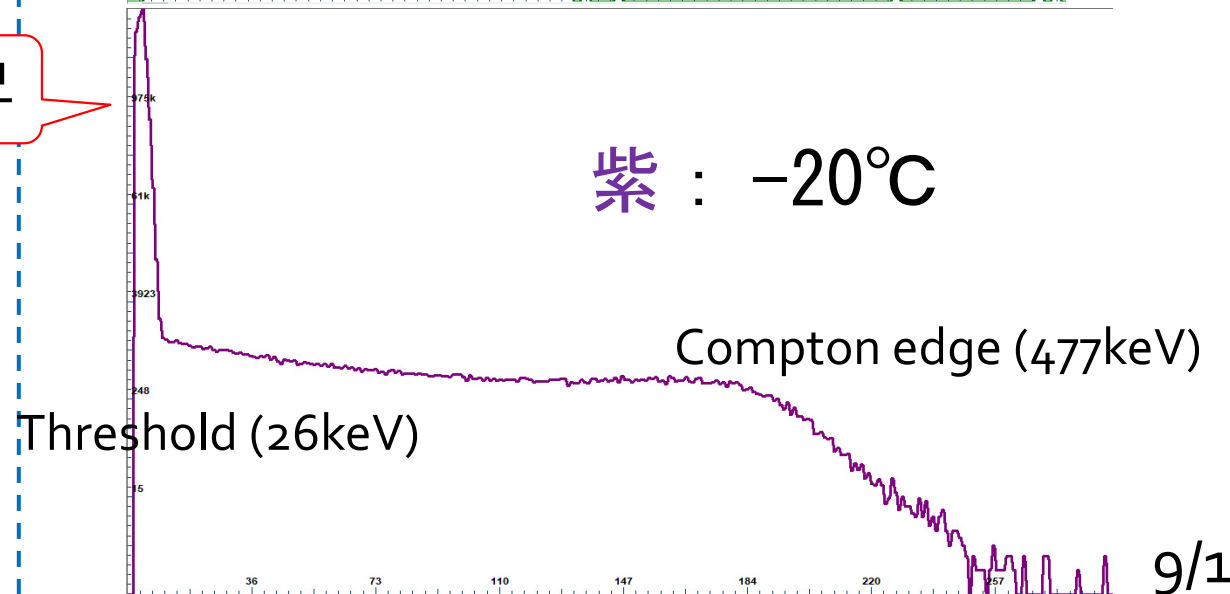
Threshold (119keV)

S/N比上昇

紫 : -20°C

Compton edge (477keV)

Threshold (124keV)



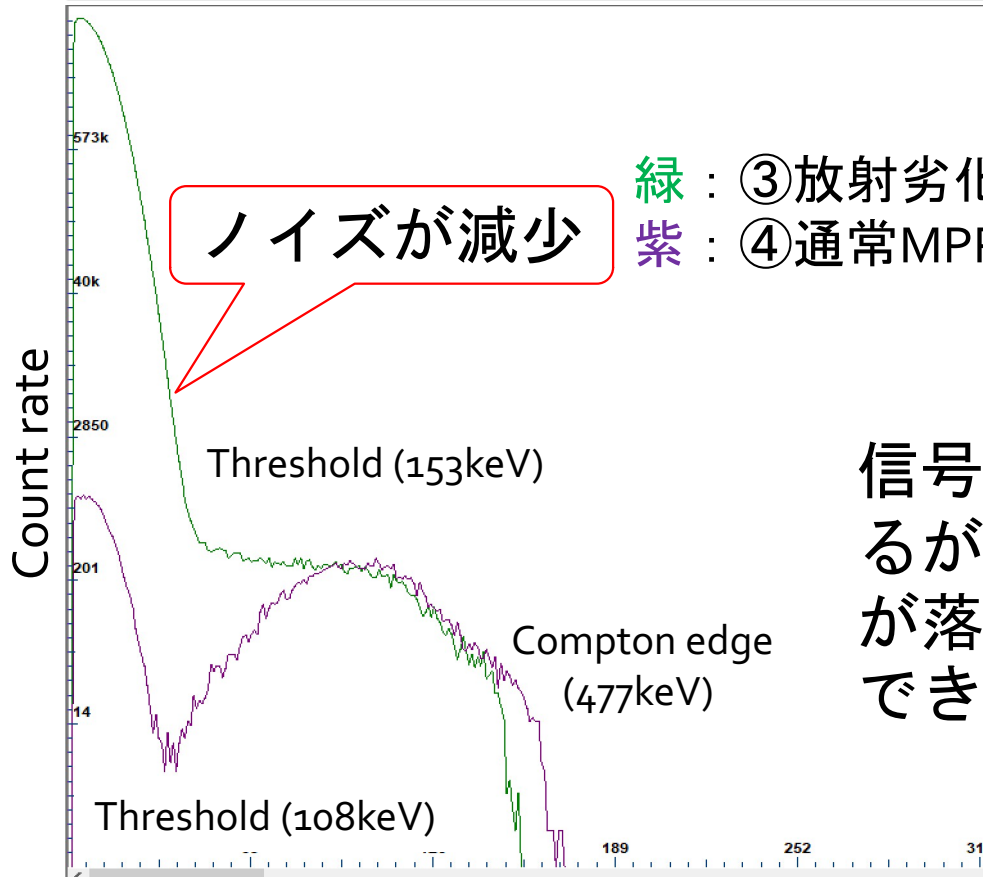
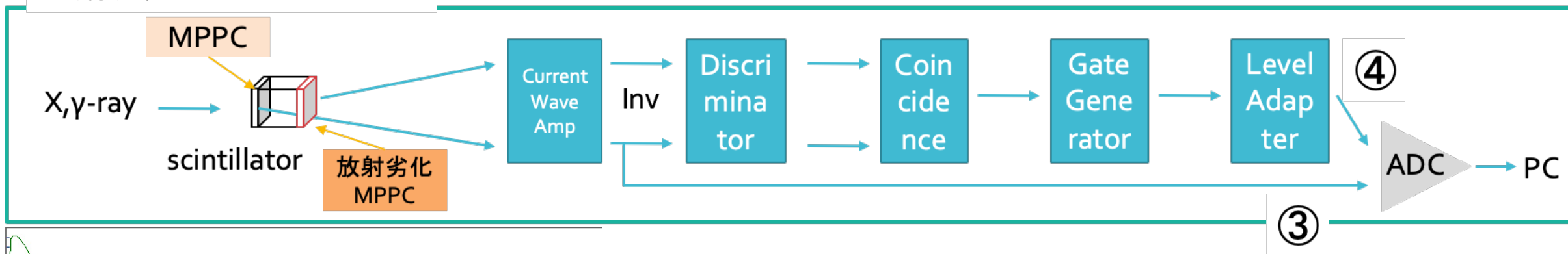
紫 : -20°C

Compton edge (477keV)

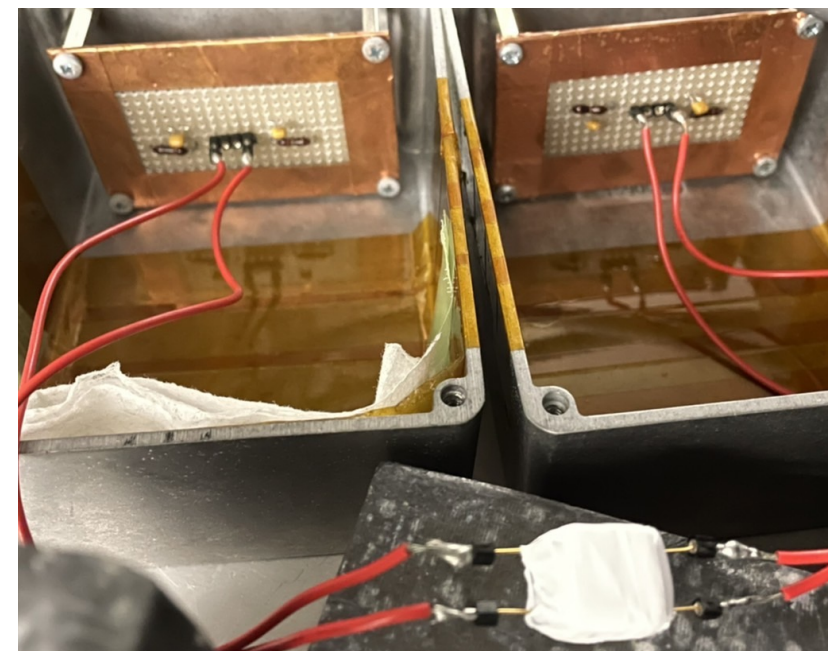
Threshold (26keV)

実験結果 ノイズを減らすには（同期測定）

同期測定のセットアップ



信号も落ちてしまっているが、それ以上にノイズが落ちていることが確認できる。



まとめ・今後

まとめ

○シンチレータの光量→ 22keV: 10光子程度

○放射劣化によるMPPCのノイズについて、

①Current Wave Amp → 約1/2

②低温 → 約1/2-1/4

→ **大シンチ**では、これらの条件より、**75keV程度のThreshold**を実現できる可能性

③複数MPPCでの同期の信号をとる → さらなる低Thresholdを見込める。

今後

○多チャンネルの読みだしができるボードを使い、ノイズを減らすことを検討する。

○複数の放射劣化MPPCによる同期測定で、ノイズを減らすことを検討する。

○今回用いた波形増幅アンプ（Current Wave Amp、10倍）よりも増幅率が高く、低電力のアンプを作成する。