

# 極低放射能アルファ線検出器開発におけるCF<sub>4</sub>ガス発光の基礎研究

若生 宮世、伊藤博士、石塚正基（東京理科大学）

「第9回極低放射能技術」研究会 2024年2月6日～2月7日 横浜国立大学

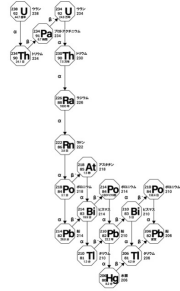
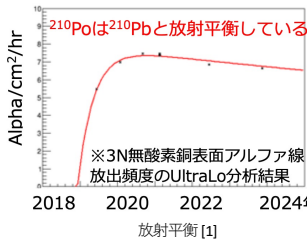


## 概要

暗黒物質の探索をはじめとする稀な現象を観測するための検出器の高感度化のためにはバックグラウンド事象を低減することが重要な研究課題のひとつとなっている。バックグラウンド事象の一つに検出器材料表面から放出されるアルファ線があり、検出器を製作する際には材料の選定にも配慮する必要がある。本研究では、材料表面から放出されるアルファ線の測定を目的とし、ガス発光を用いた極低放射能アルファ線検出装置の開発を行った。今回の発表では、アルファ線によるCF<sub>4</sub>ガス発光の測定結果、および、波形弁別法によるアルファ線事象とバックグラウンド事象の識別性能を検証した結果を報告する。

## 1. 研究背景

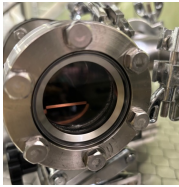
地下実験では<sup>222</sup>Rnによって表面が汚染されてしまう可能性がある



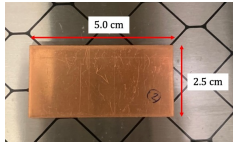
自然放射線由来のアルファ線によるバックグラウンドの低減のためには検出器の組み立て前に材料表面の放射線汚染を測定することが必要

ウラン系列の崩壊図 [2]

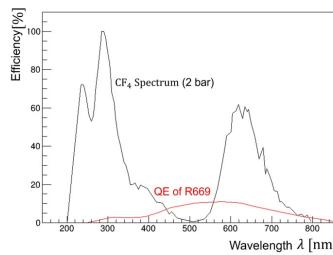
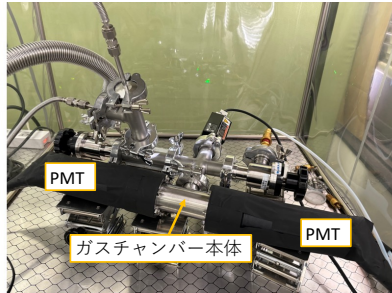
## 2. 実験装置の構成



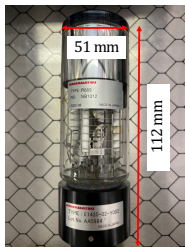
ガスチャンパーに線源を入れた様子



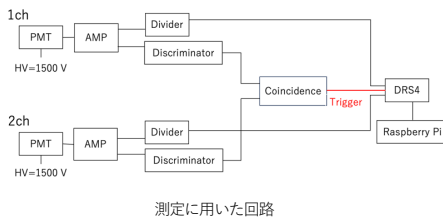
アルファ線源として使用した純銅板



CF<sub>4</sub>ガスのシンチレーション発光スペクトル（黒）と光電子増倍管 R669 の量子効率（赤） [3]



PMT(R669)



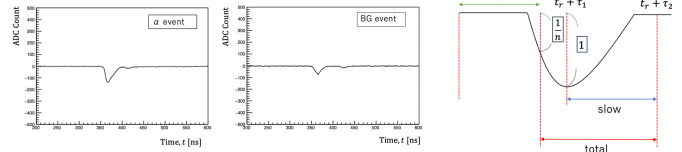
測定に用いた回路

## 3. 解析方法

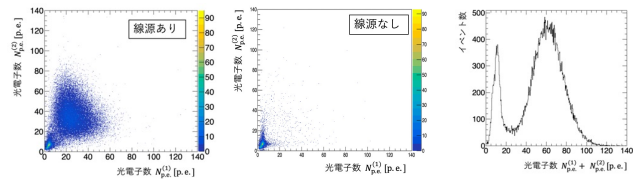
波形弁別法（Pulse Shape Discrimination）

電気信号の形状から粒子の種類を識別する

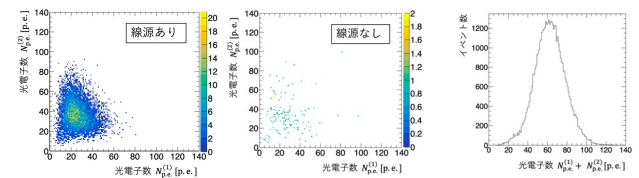
弁別比  $\rho = \frac{Q_{Slow}}{Q_{Total}}$  SlowとTotalのそれぞれの時間領域で計算した積分電荷の比



## 4. 結果



PSD 適用 ( $\rho = 0.6$ )



線源あり・線源なしの場合のSlow / Total分布の比較

検出効率

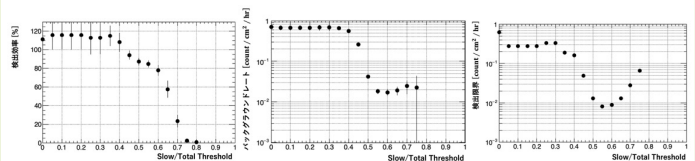
$$\eta = 82.1 \pm 4.0 \%$$

バックグラウンドレート

$$R_{BG} = (1.64 \pm 0.27) \times 10^{-2} \text{ alpha/hr/cm}^2$$

検出限界

$$R_{3\sigma} = 8.1 \times 10^{-3} \text{ alpha/hr/cm}^2$$



閾値,  $\rho(1ch)$ ,  $\rho(2ch)$ を変えたときの検出効率およびバックグラウンドレート、検出限界の変化

## 参考文献

- [1] 伊藤博士, CF<sub>4</sub>ガス発光を用いたアルファ線イメージ分析装置の感度改善に向けた研究, MPGD & Active媒質TPC2023研究会, pp.2
- [2] 岡田健, 修士論文, SK-Gdプロジェクトに向けた放射性不純物の測定と検出器校正
- [3] 秋澤涼介, 卒業論文, 極低放射能アルファ線検出器開発におけるCF<sub>4</sub>ガス発光の基礎研究, pp.10

## 5. まとめと展望

- ・可視光領域(600 ~ 700 nm)の発光を用いてCF<sub>4</sub>ガスを利用したアルファ線検出器の開発を行った
- ・波形弁別法を適用することでアルファ線事象とバックグラウンド事象を識別することが可能であると明らかにした
- ・今後はガスチャンパーを大型化し、サンプル面積を増加して測定を行う予定である