

異なる種類の放射線を 同時検出かつ選別して測る

森下 祐樹

廃炉環境国際共同研究センター (CLADS)

環境モニタリンググループ

人工核種(プルトニウム等)の汚染: アルファ線を測定することにより検出

従来の測定器

ZnS(Ag) サーベイメータ

(アルファ線が当たると発光する
ZnS(Ag) シンチレータが使われる。)



ZnS(Ag) サーベイメータ

ベータ線が当たっても発光し
てしまう。

天然核種(偽計測)との弁別はで
きない。

1F現場

天然 α ・ β 核種(偽計測)が
発生すると作業がストップ



新しい検出器の開発が必要

人工のアルファ核種を測定するため

- ①アルファ核種とベータ核種を分ける。
- ②人工核種”と“天然核種”を分ける。

アルファ
核種

人工核種

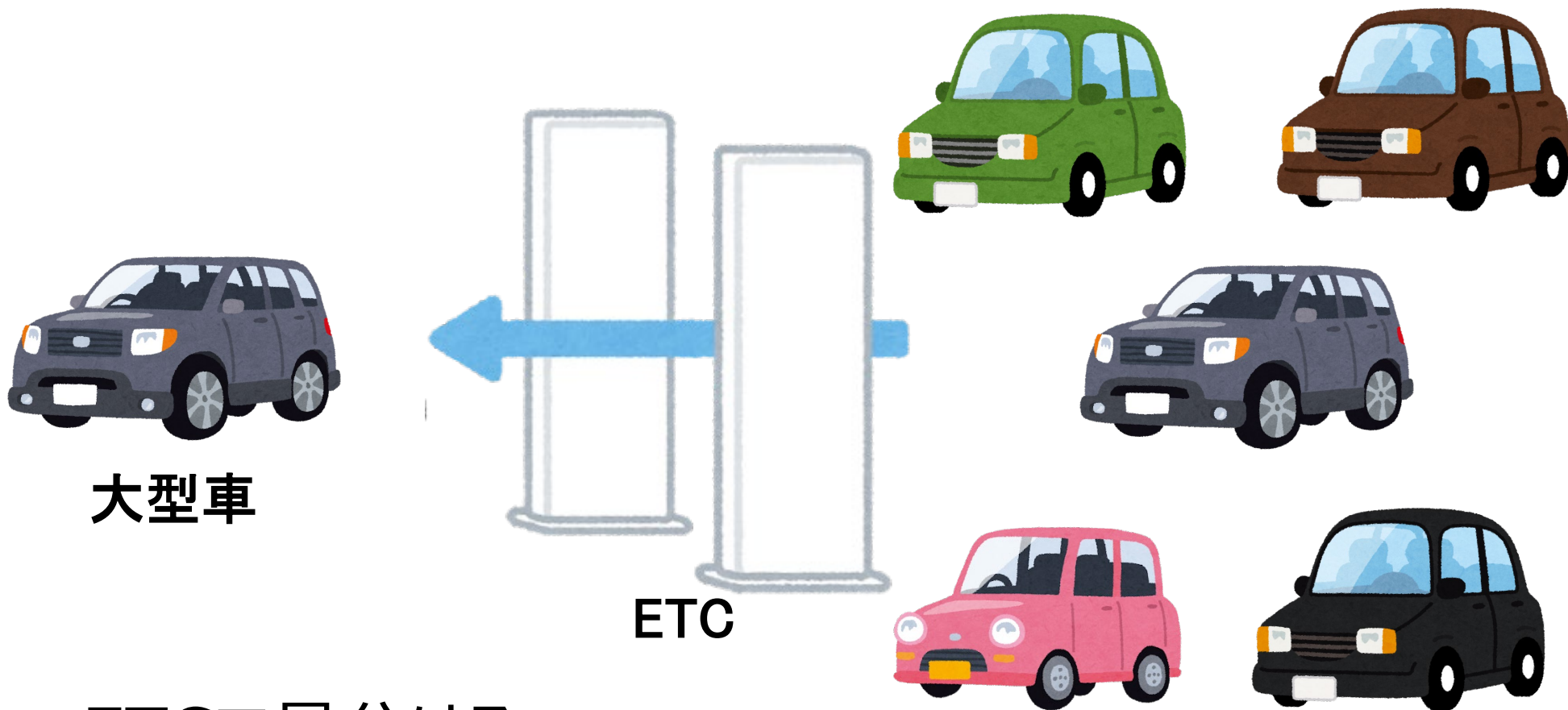
ウラン、プルトニウム、アメリシウムなど。
主に原子炉内で生成される。

ベータ
核種

天然核種

ラドン、トロン(ポロニウム)など。
自然環境中のあらゆるところに存在する。

- ・市販の測定器(ZnS(Ag)サーベイメータ)では人工核種と天然核種の弁別ができない。
 - ・ダストモニタリングの際、天然核種が妨害となる。
- ⇒“天然核種の除去“が重要

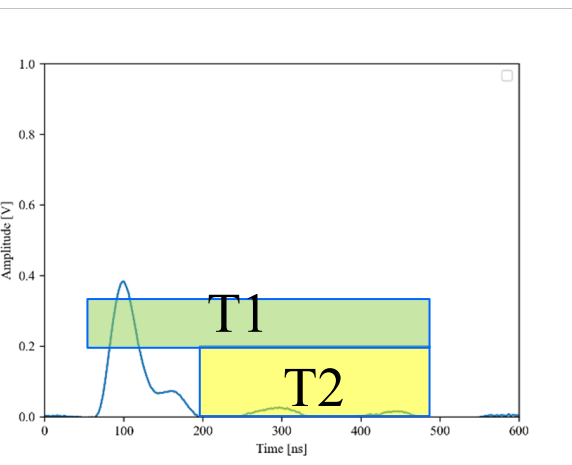


- ETCで見分ける
瞬時に色々な種類の車を見分けて
大型車だけを通すイメージ

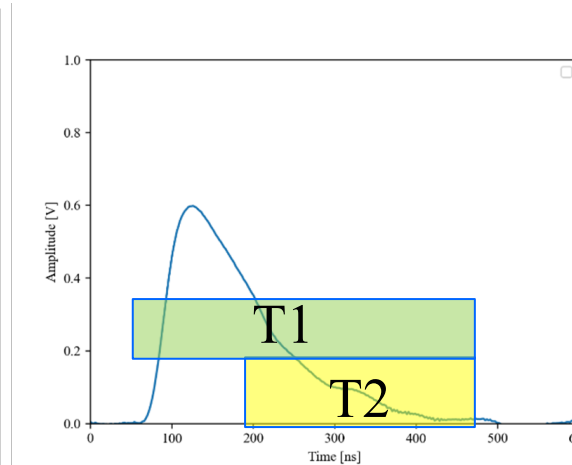


既存のアルファ線検出器
ZnS(Ag)シンチレーションサーベイメータ

課題点(従来)	解決策(提案)
アルファ線とベータ線の弁別ができない。	①アルファ線とベータ線の弁別のための技術(特開2021_162421)
人工核種のアルファ核種と天然核種とのリアルタイム弁別ができない。	②人工核種と天然核種弁別のための技術(特開2021_162421)



プラスチックシンチレータ(α線)

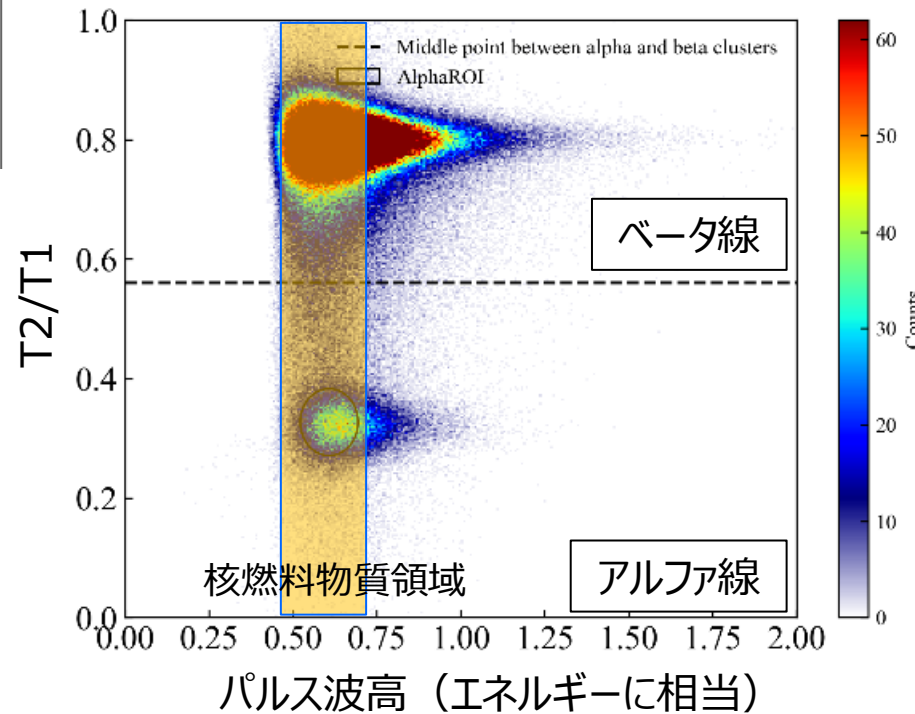


GPSシンチレータ(β線)

GPSシンチレータ(右)の方が減衰が遅い

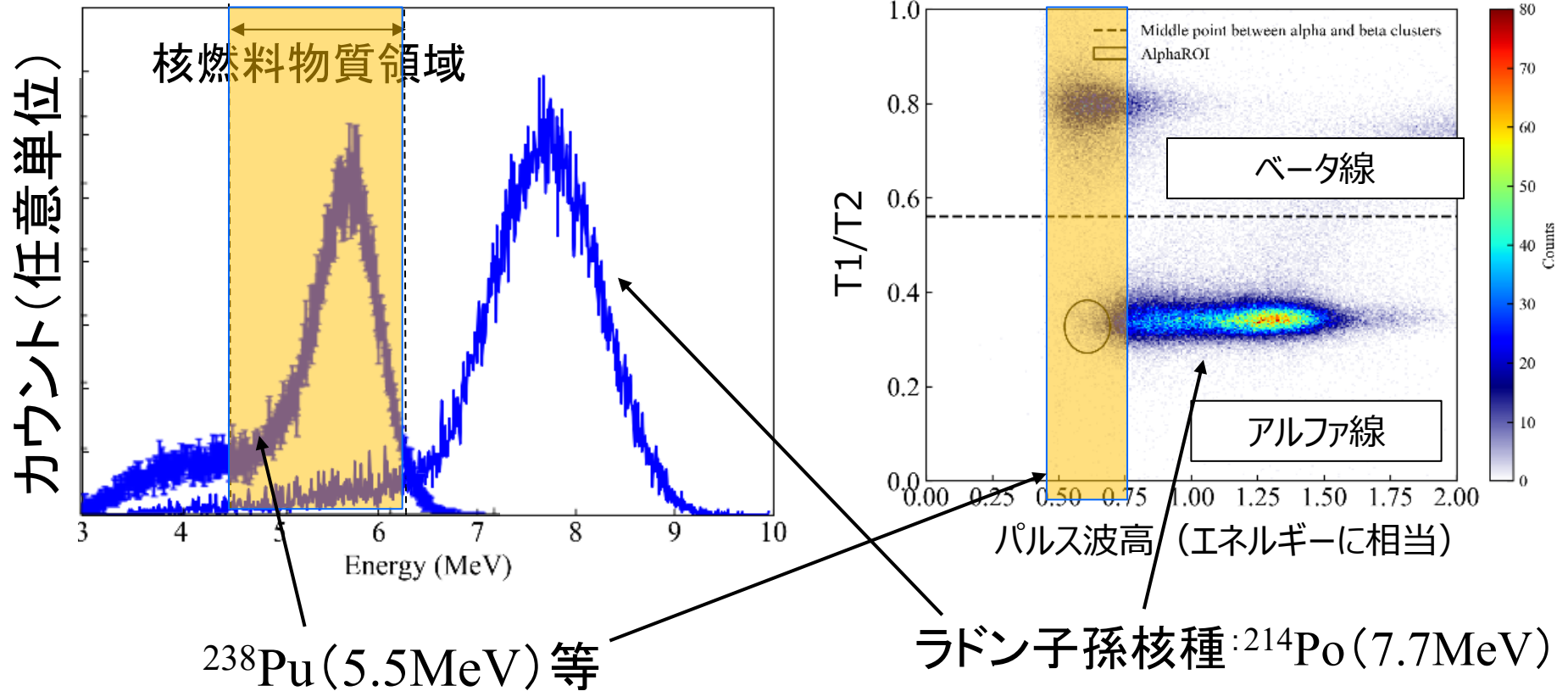
$$\frac{T2時間積分}{T1時間積分} = K$$

出力電圧波形。アルファ線とベータ線の弁別が可能なシンチレータと光検出器で構成。
T1時間積分とT2時間積分の比を取ることでアルファ線とベータ線を弁別。T2は弁別が最適になる範囲に設定



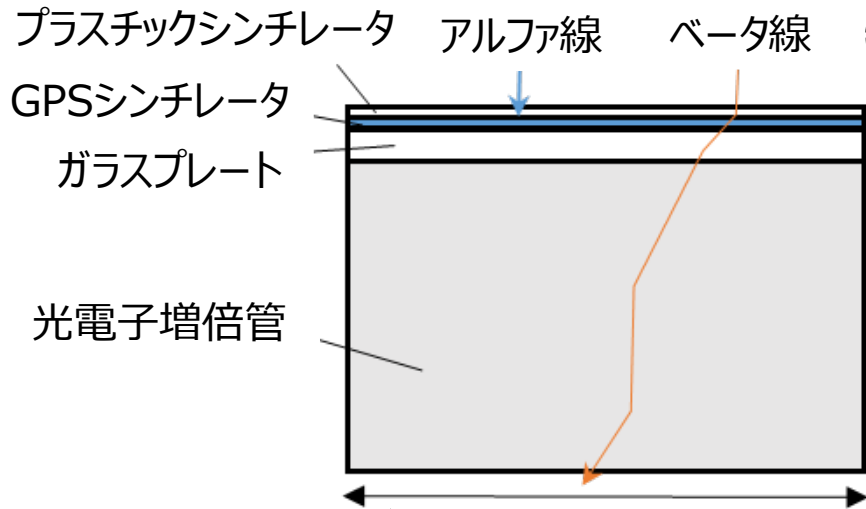
アルファ線とベータ線の計数分布(クラスター)を確認。

1つの検出器で1F内汚染試料のアルファ線とベータ線の弁別測定ができることを確認



エネルギー情報(横軸)で識別できる。

アルファ線関心領域内計数率: 0.015 cps
 ⇒天然核種の影響は無視できる。

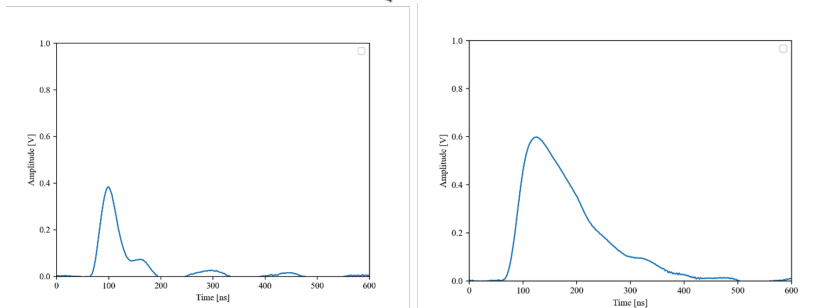
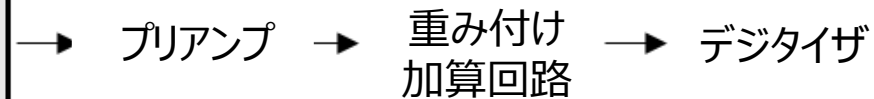


シンチレータ

1層目: プラスチックシンチレータ(アルファ線)

2層目: GPSシンチレータ(ベータ線)

※複数のシンチレータを試験し、最も良い組み合わせを選択



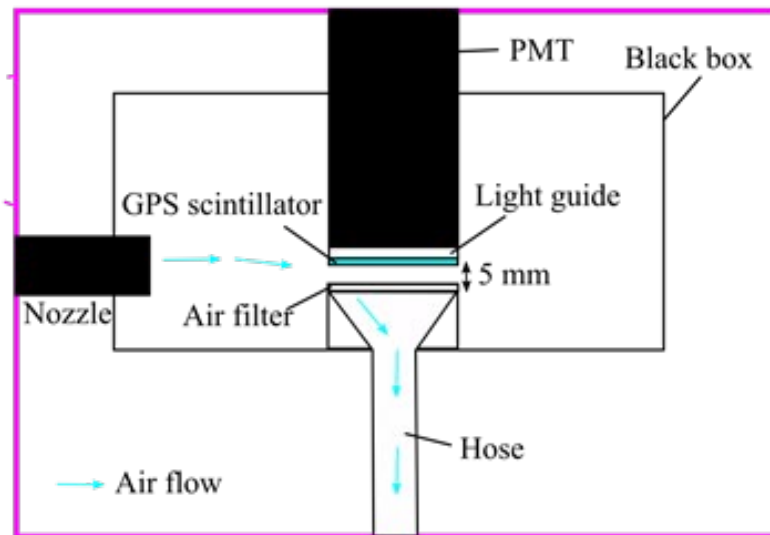
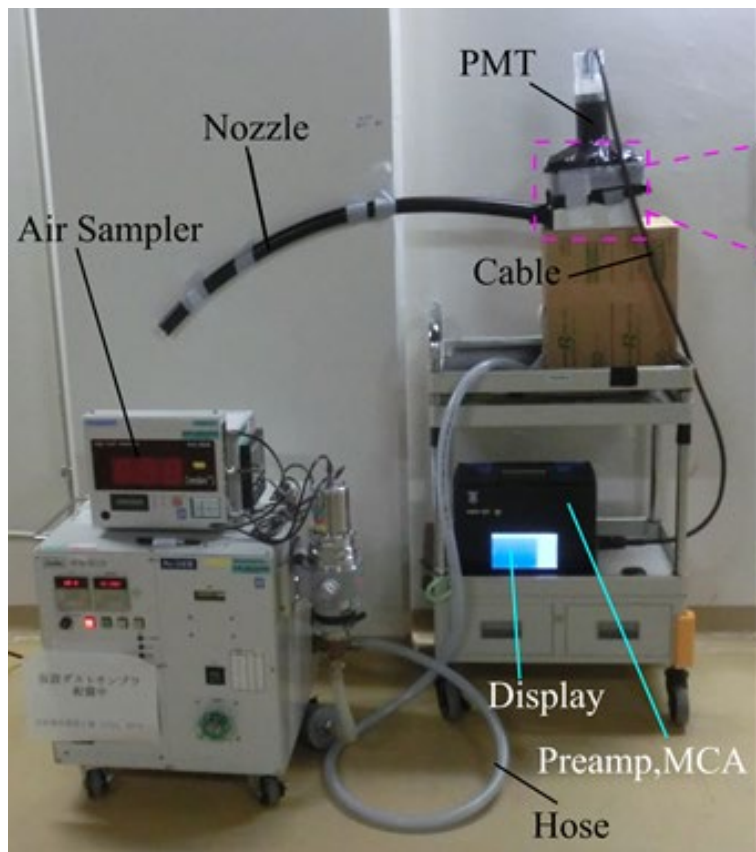
プラスチックシンチレータ(α線)

GPSシンチレータ(β線)

プラスチックシンチレータ(α線): 早い減衰、Tail to total ratio: 低

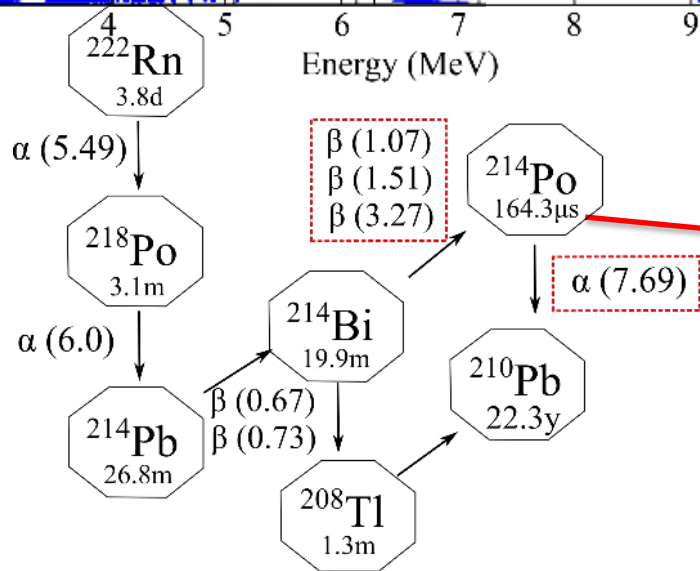
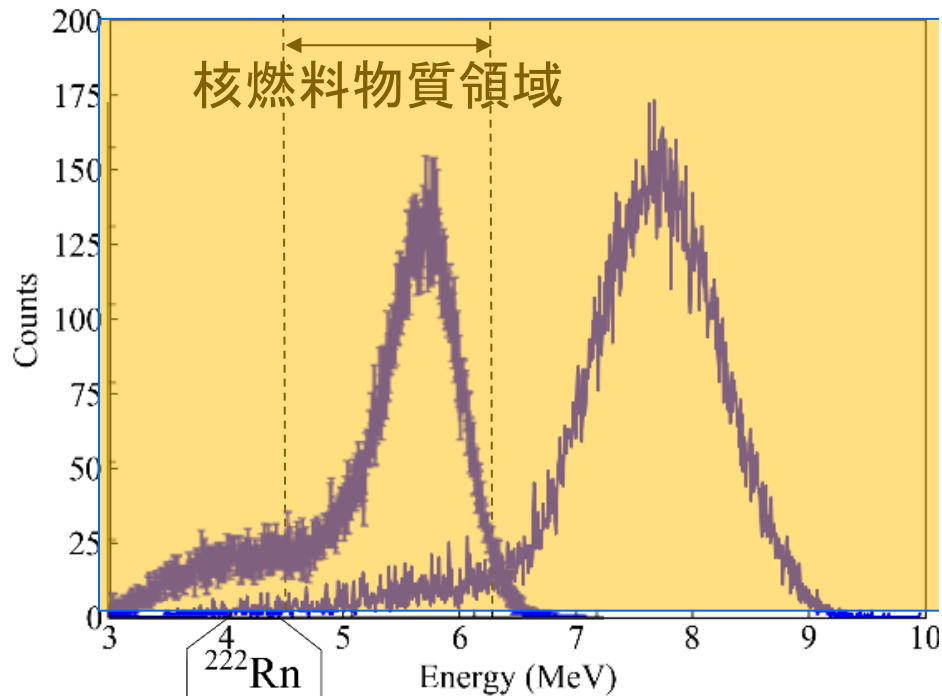
GPSシンチレータ(β線): 遅い減衰、Tail to total ratio: 高

・検出器からの出力電圧波形を解析し、アルファ線とベータ線をリアルタイムに識別。

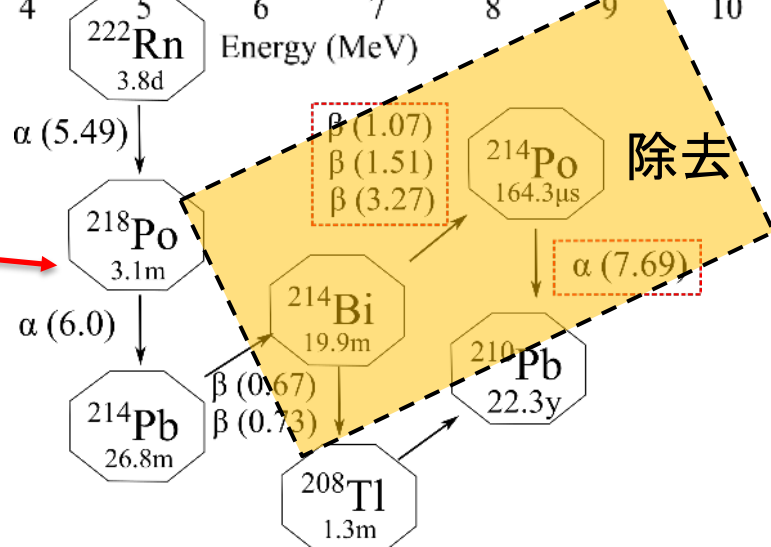
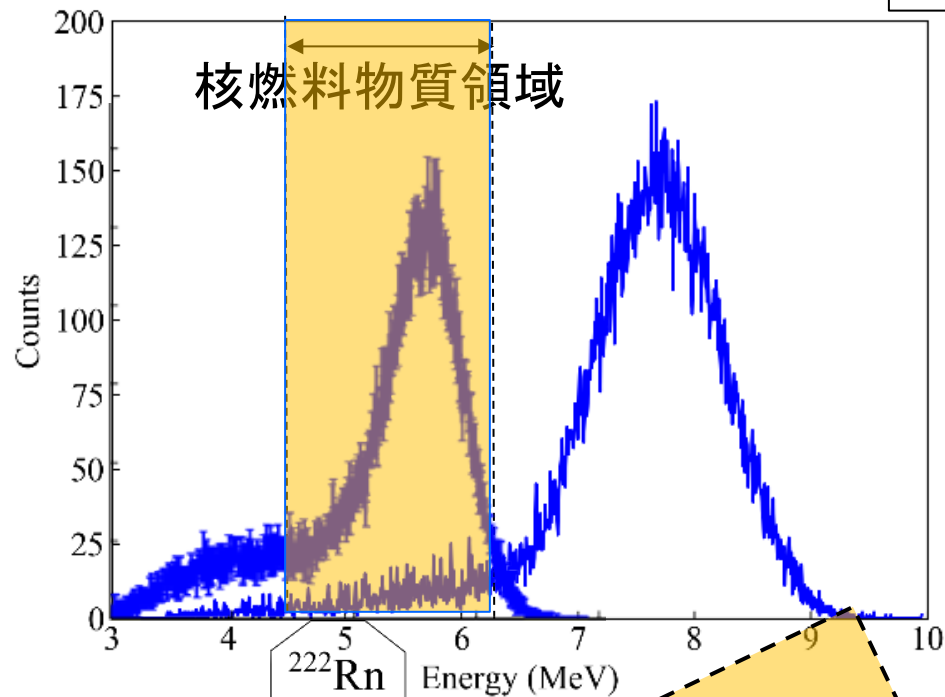


アルファ線ダストモニタプロトタイプ機

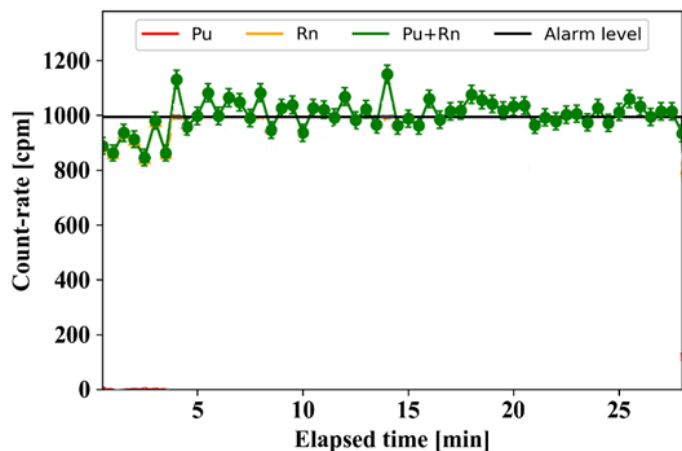
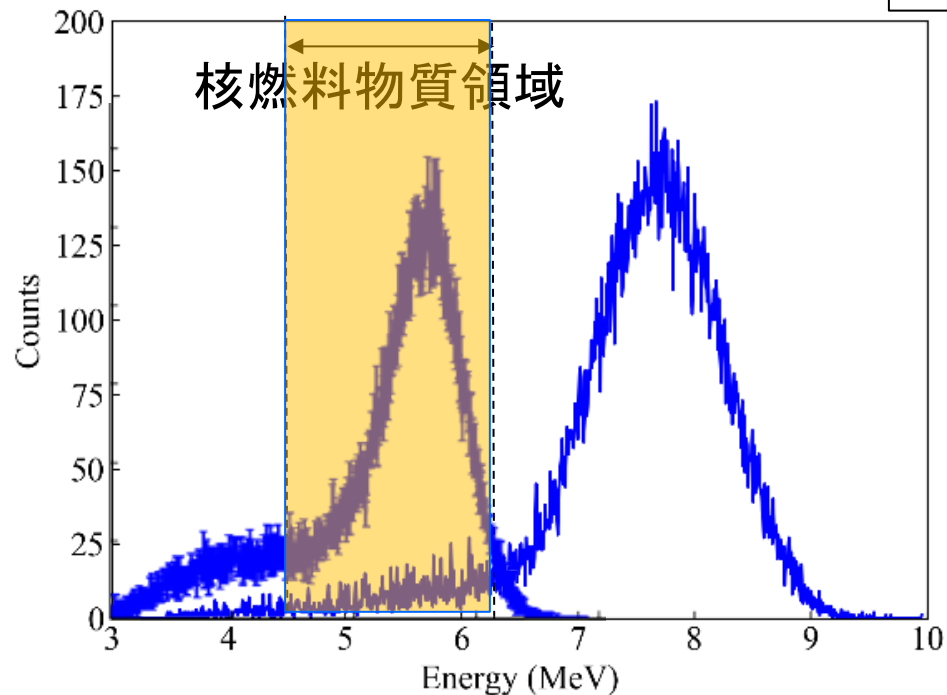
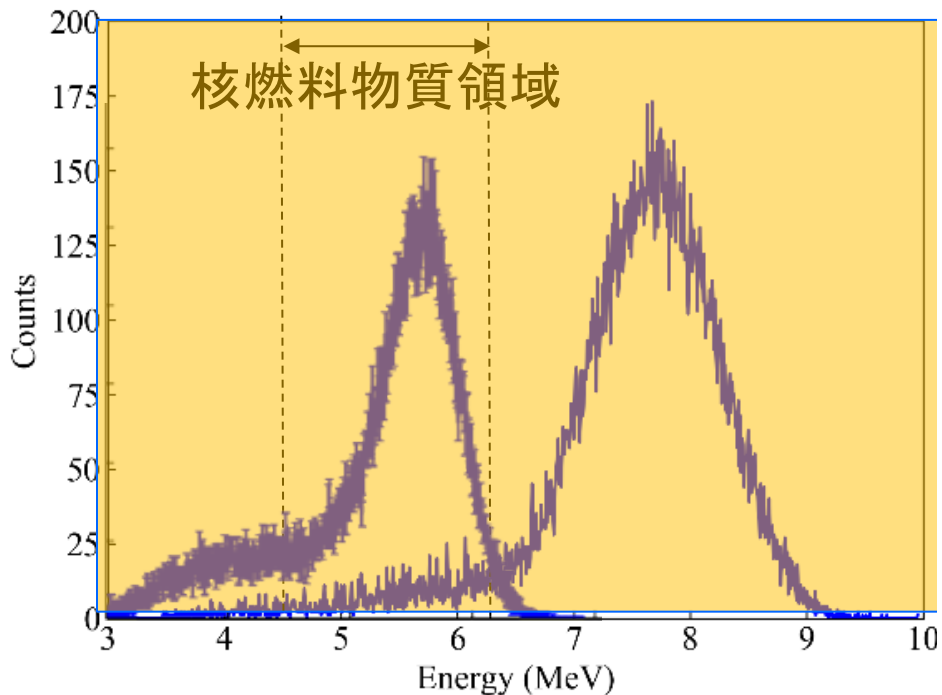
開発した検出器とダストサンプラを組み合わせることで、
核燃料物質の**連続・リアルタイム測定**が可能



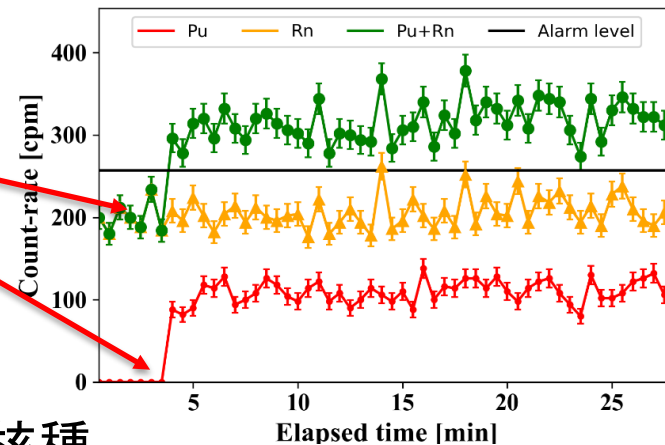
従来型(全アルファ)



開発した装置
ラドン子孫核種を除去



従来型 (全アルファ)



ラドン子孫核種
とPuを弁別

開発した装置

アルファ汚染とベータ汚染を弁別測定が可能な検出器を開発、ダストモニタとして製品化され、1F作業現場に搬入



アルファベータ弁別型検出器



ダストモニタ

- ・放射線防護の観点で作業環境のダスト中に含まれるアルファ線放出核種とベータ線放出核種を分けるため、シンチレータを積層にすることで、弁別して測定する技術を開発。
- ・開発技術を適用した検出器はダストモニタとして製品化され、1F作業現場に搬入。

アルファ線/ベータ線を同時測定可能なダストモニタの開発

論文成果:
Morishita, Yuki, et al. Radiation Protection Dosimetry 199.13 (2023): 1376-1383. 他複数

●高線量率試料でのアルファ線のみの検出によって、内部被ばくへの影響が大きい作業環境中のアルファ線ダストの濃度状況を評価し、放射線防護や線量評価に適用することで、廃止措置等の現場における作業員の被ばく線量の低減や除染計画の立案に大きく貢献することが期待される。

- ・アルファ線とベータ線を弁別し、エネルギー測定も可能なアルファ/ベータ弁別型検出器を開発した。
- ・開発した検出器が高ラドン環境下でアルファ線を測定できることを実証した。
- ・実際の1F内汚染試料を測定し、アルファ線とベータ線の弁別測定ができることを確認した。
- ・高線量率試料でのアルファ線のみを検出によって、内部被ばくへの影響が大きい作業環境中のアルファ線ダストの濃度状況を評価し、放射線防護や線量評価に適用することで、廃止措置等の現場における作業員の被ばく線量の低減や除染計画の立案に大きく貢献することが期待される。

ご清聴ありがとうございました