

# 過酷環境の「その場」で $\alpha$ ダストを測定

**坪田 陽一**

廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)

燃料デブリ研究ディビジョン燃料デブリ取扱技術開発グループ

## A 燃料デブリを取出して保管するまで

- 廃炉作業を進めるうえで、作業員の(内部)被ばく評価やダストの飛散評価は不可欠。
- 内部被ばく影響の大きい $\alpha$ ダストを実測することは重要である。

発生場所近傍 = 「その場」 (過酷環境の炉内やリアルタイムの飛散・漏洩監視が必要な箇所)

### (a) 燃料デブリ取り出し環境

湿度：～100%  
高 $\beta/\gamma$ 放射線環境

原子炉内での  
燃料デブリの切断

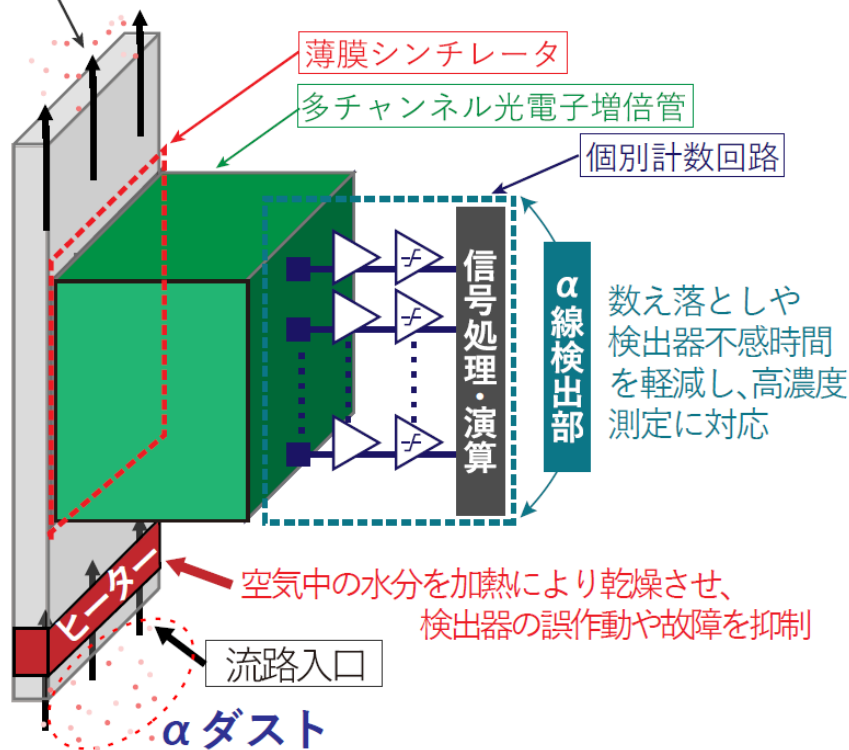
高濃度の  
 $\alpha$ ダスト  
(放射性物質)

切断工具

燃料デブリ

### (b) IAAM(in-situ Alpha Air Monitor) による「その場」での測定

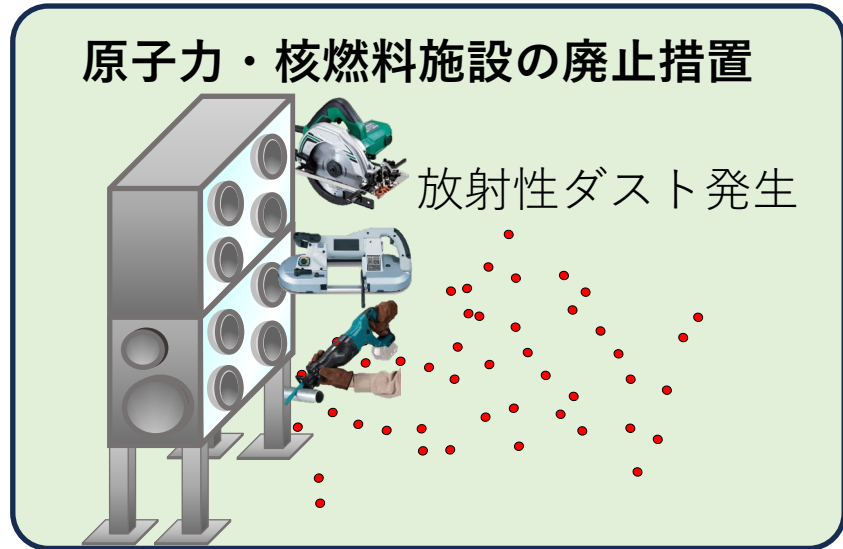
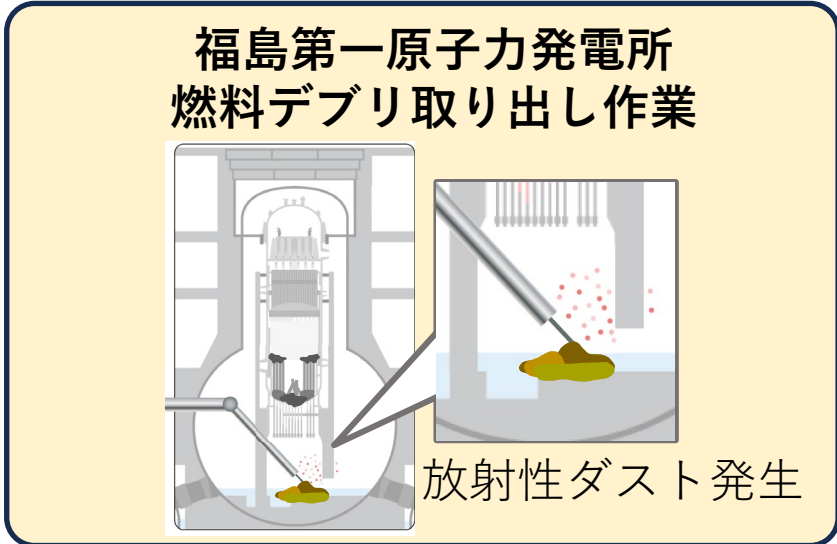
扁平型流路 検出部と垂直配置し、ろ紙を使わずに測定



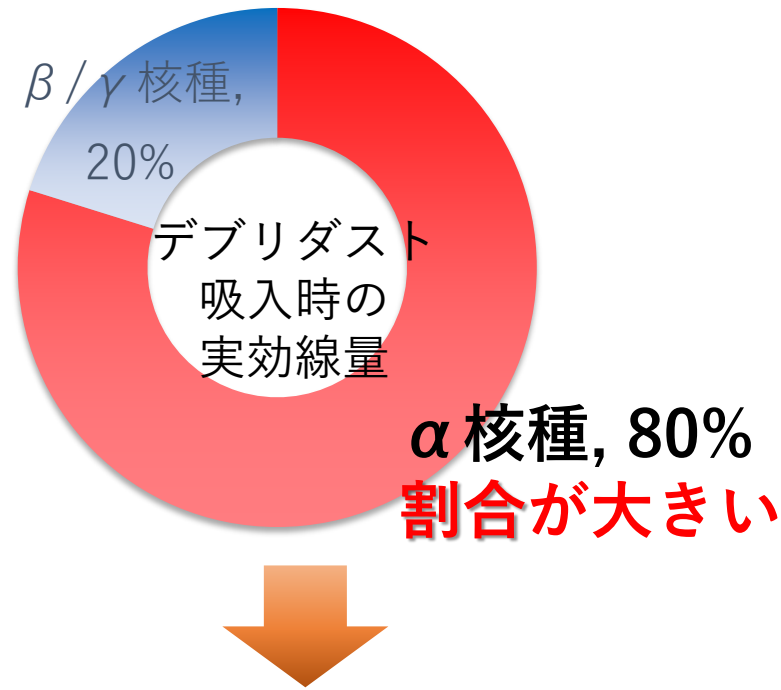
### (c) 試作した IAAM の $\alpha$ 線検出部外観



重量：約 750 g



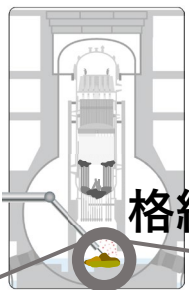
## 作業員の内部被ばく防止



### αダスト濃度の モニタリングが重要

αダスト：α線を放出する空気中の放射性微粒子

$\alpha$ ダストを発生箇所の近くでモニタリングしたい。



格納容器(PCV)内

高濃度の  
 $\alpha$ ダスト  
(放射性物質)

切断工具

燃料デブリ

## $\alpha$ ダストモニタ

- ・湿度による故障、ろ紙の目詰まり、交換困難さ
- ・リアルタイム測定が困難

$\alpha$ ダストそのものを「その場」で測るためには？

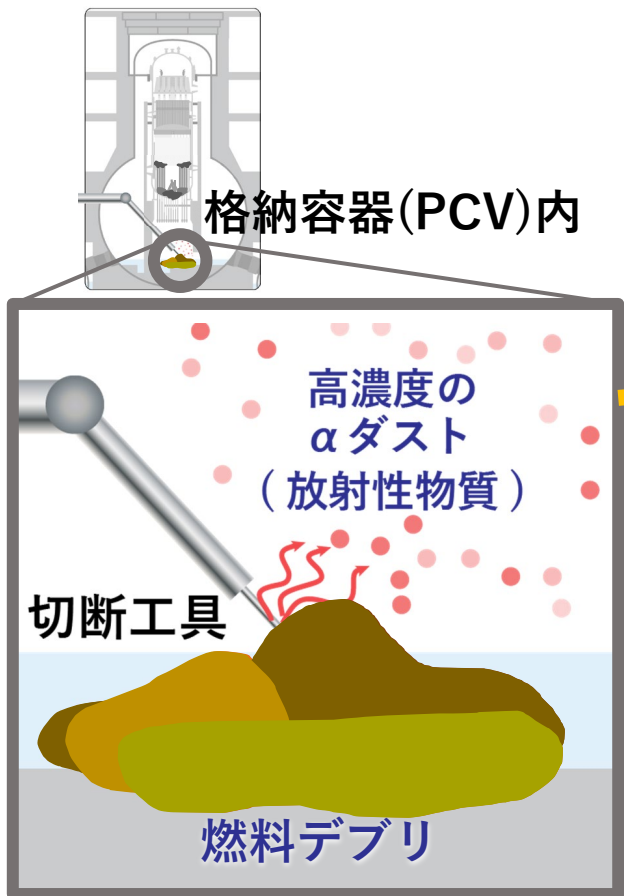
## 耐放射線性カメラ

- ・耐放射線性カメラが入手可能
- ・ $\alpha$ ダスト⇒映像が不鮮明

## 排気モニタ

- ・測定場所が遠く、リアルタイム性に課題

### 従来型の $\alpha$ ダストモニタを適用できるのか？



半導体検出器

**高湿度**による誤作動・故障  
**高濃度**(計数率)の数え落とし

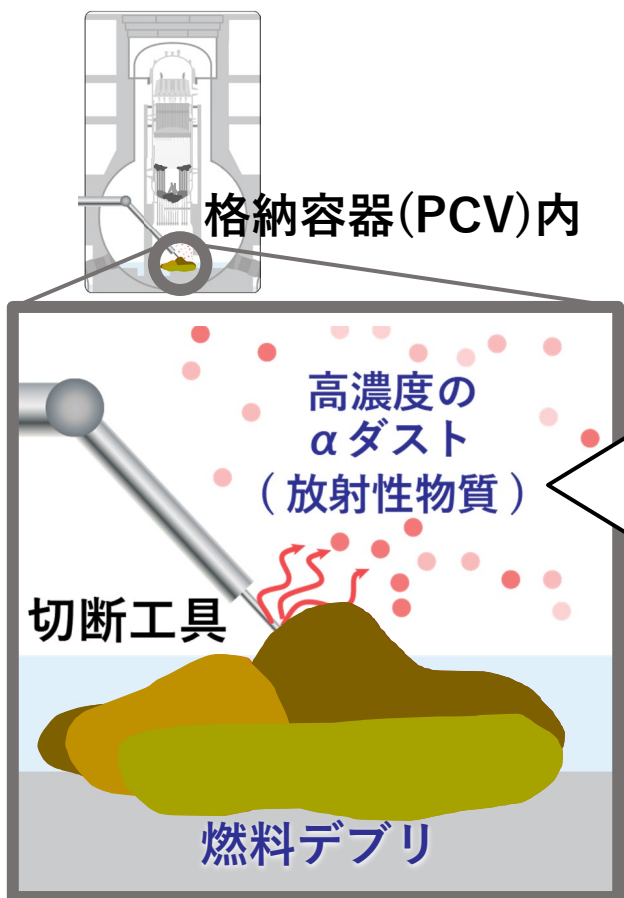
ろ紙による集塵

目詰まり(**湿度**・ダスト)  
ろ紙の交換が困難

**高線量環境**

サンプリング距離・ろ紙による集塵

測定の**リアルタイム性**が不足



## ① **高湿度**環境での確実な動作

高湿度環境→水分による $\alpha$ 線の遮へい

## ② ろ紙を使わない $\alpha$ ダスト測定

×ろ紙上に集塵した $\alpha$ ダストの総量

○ 空气中放射性物質濃度の**リアルタイム測定**

## ③ **高濃度**の $\alpha$ ダスト測定

燃料デブリ切断作業による高濃度の $\alpha$ ダストの発生

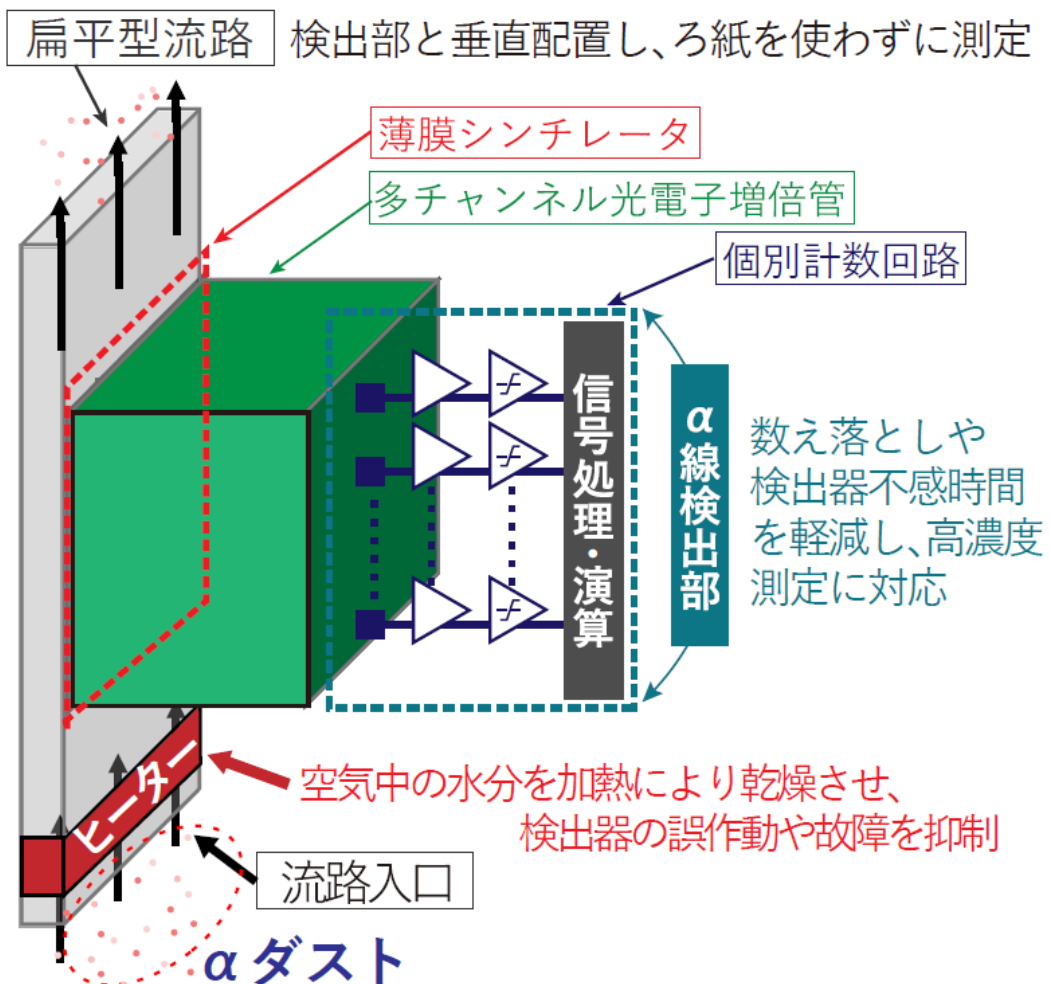
## ④ $\alpha$ ダストの選択的測定

高濃度の $\beta/\gamma$ ダストの共存

**高線量**環境下で $\alpha$ ダストのみを測定

## ⑤ 長期間の安定稼働

## IAAM(In-situ Alpha Air Monitor)を設計・開発

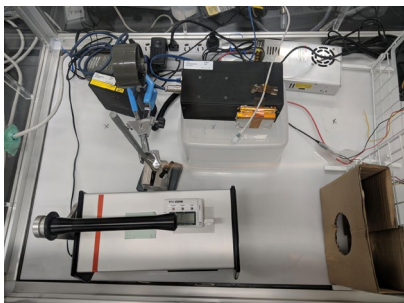


検証項目：今回は赤字部分をご説明

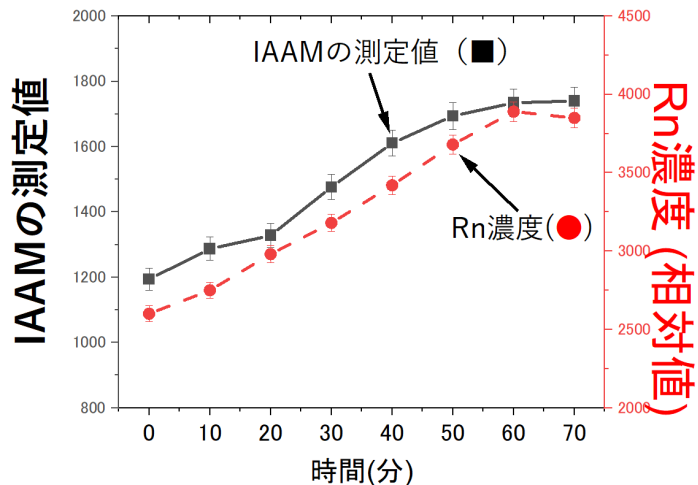
- ① 高湿度環境での確実な動作  
⇒ 導入空気をヒーター加熱
- ② ろ紙を使わないαダスト測定
- ③ 高濃度のαダスト測定
- ④ αダストの選択的測定  
⇒ 検出機構の最適設計により、1Sv/hを超える環境でもαダストだけを測定可能
- ⑤ 長期間の安定稼働



# ろ紙を使わない測定機構(扁平流路に対する検出部の垂直配置)に対し、 $\alpha$ ダストのリアルタイム測定性能を検証

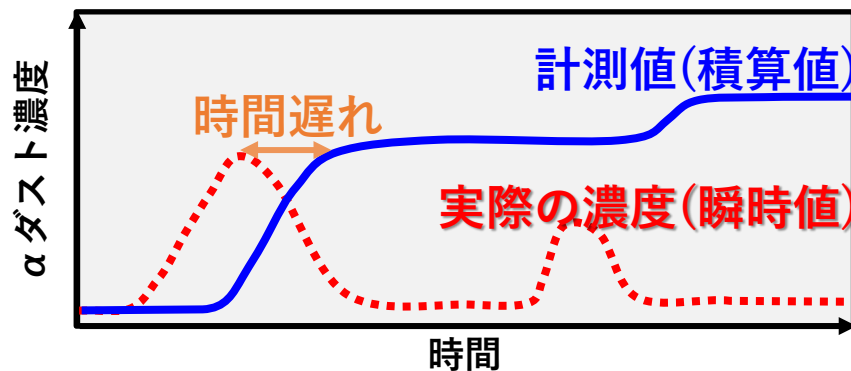


Rnを含むダストを測定

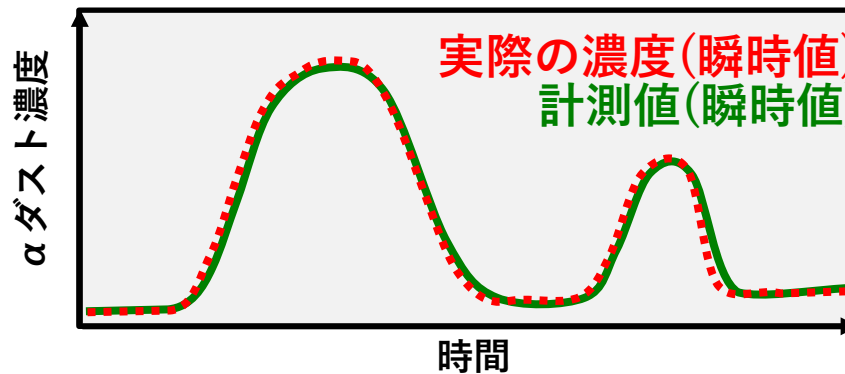


IAAMの測定値は  
Rn濃度( $\alpha$ ダスト濃度)に  
**リアルタイム**かつスムーズに追従

従来型ダストモニタによる測定(イメージ)



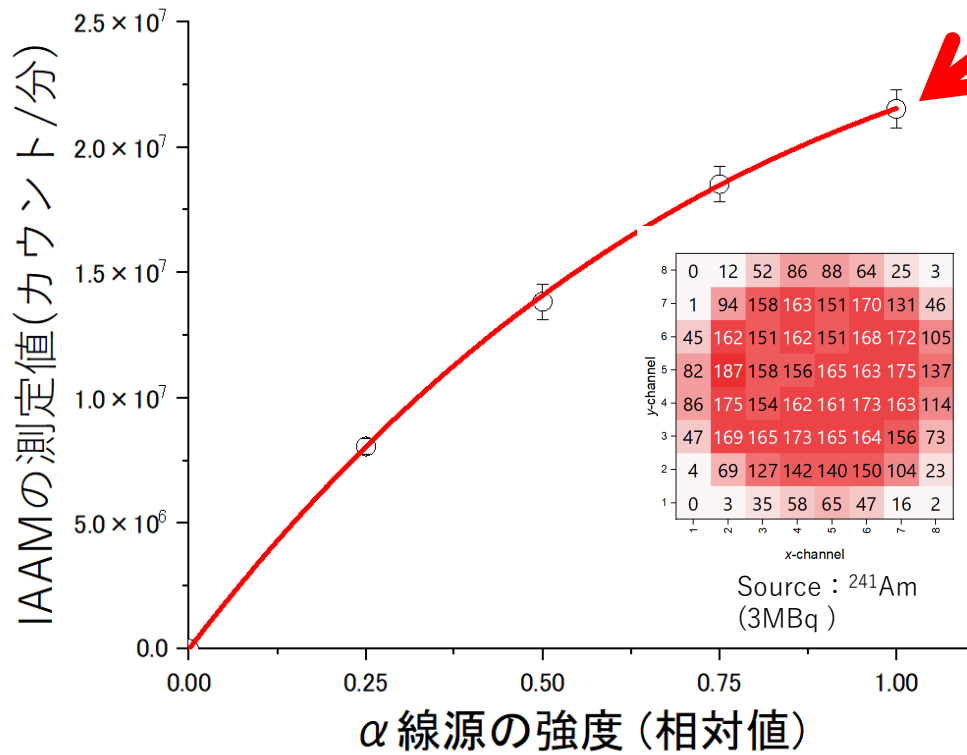
IAAMによる測定(イメージ)





高濃度ダスト用に設計した検出部(薄膜シンチレータ+多チャンネル光電子増倍管+個別計数回路)に対し、αダスト測定性能(計数率の上限)を検証

高強度のα線源を用いて、計数率応答を確認



最大  $2.1 \times 10^7$  (カウント/分)



αダスト濃度に換算

$3.2 \times 10^2$  (Bq/ cm<sup>3</sup>)



格納容器内の想定値の  
**30倍**の高濃度の  
αダストを測定可能

## グローブボックス(GB)解体現場において連続稼働性を検証

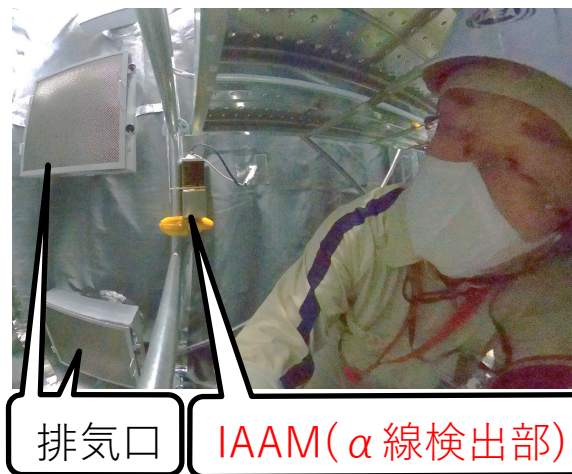
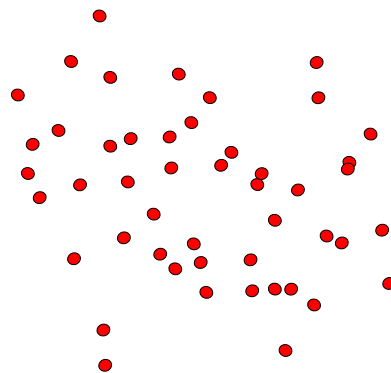
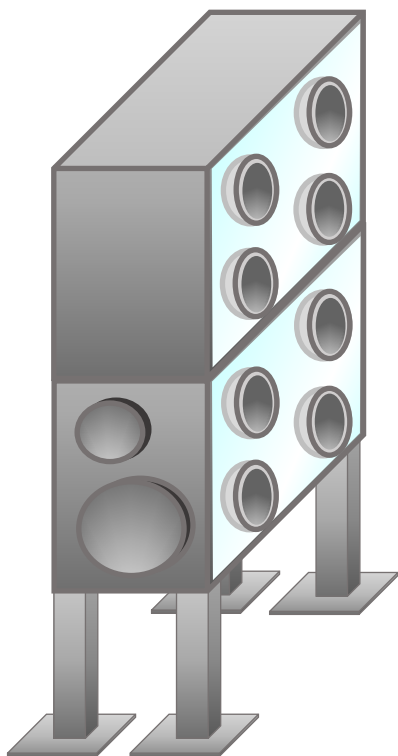
(メンテナンスフリーでの6か月連続稼働を実証)

過去にMOX燃料製造  
試験に使用したGB

電動工具等  
による切断解体

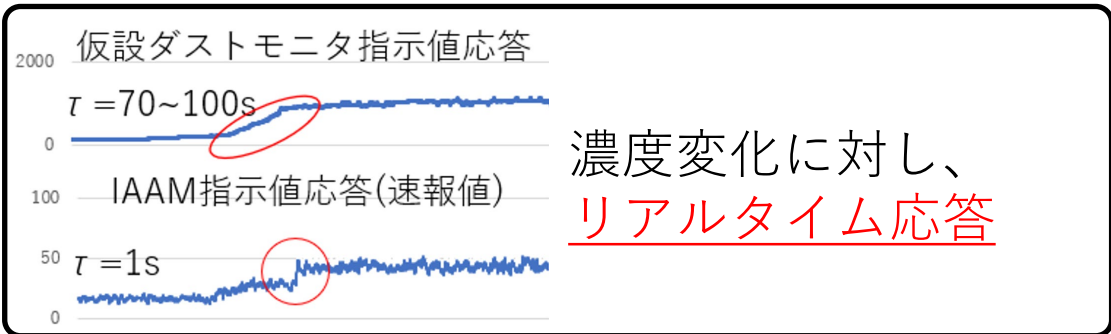
MOX系粉塵  
( $\alpha$ ダスト)

解体エリア・排気口付近における  
「その場」 $\alpha$ ダスト測定



排気口

IAAM( $\alpha$ 線検出部)



## まとめ

- 内部被ばく影響の大きい  **$\alpha$ ダストを実測する**ことは重要である。
- 高濃度の  $\alpha$ ダストを過酷環境の「その場」で測定する装置を試作・性能検証した。

## 今後の予定

- 開発機(IAAM)を改良し、**1F建屋内のダストの遠隔測定**に適用する研究開発を実施中。
- 現場適用性を実証したうえで、最終的には**炉内への適用**を目指す。



IAAMの**測定原理を応用**し、**衣服や皮膚の汚染範囲を可視化**できる  $\alpha$ 線サーベイメータも作っています。

## 研究の魅力とやりがい

- 放射線計測の知識に加え、流体や微粒子挙動などの様々な**物理現象を活用**し、**今まで測定をあきらめていたような、過酷な環境**向けの測定手法を提案することで、現場貢献できることが魅力。