

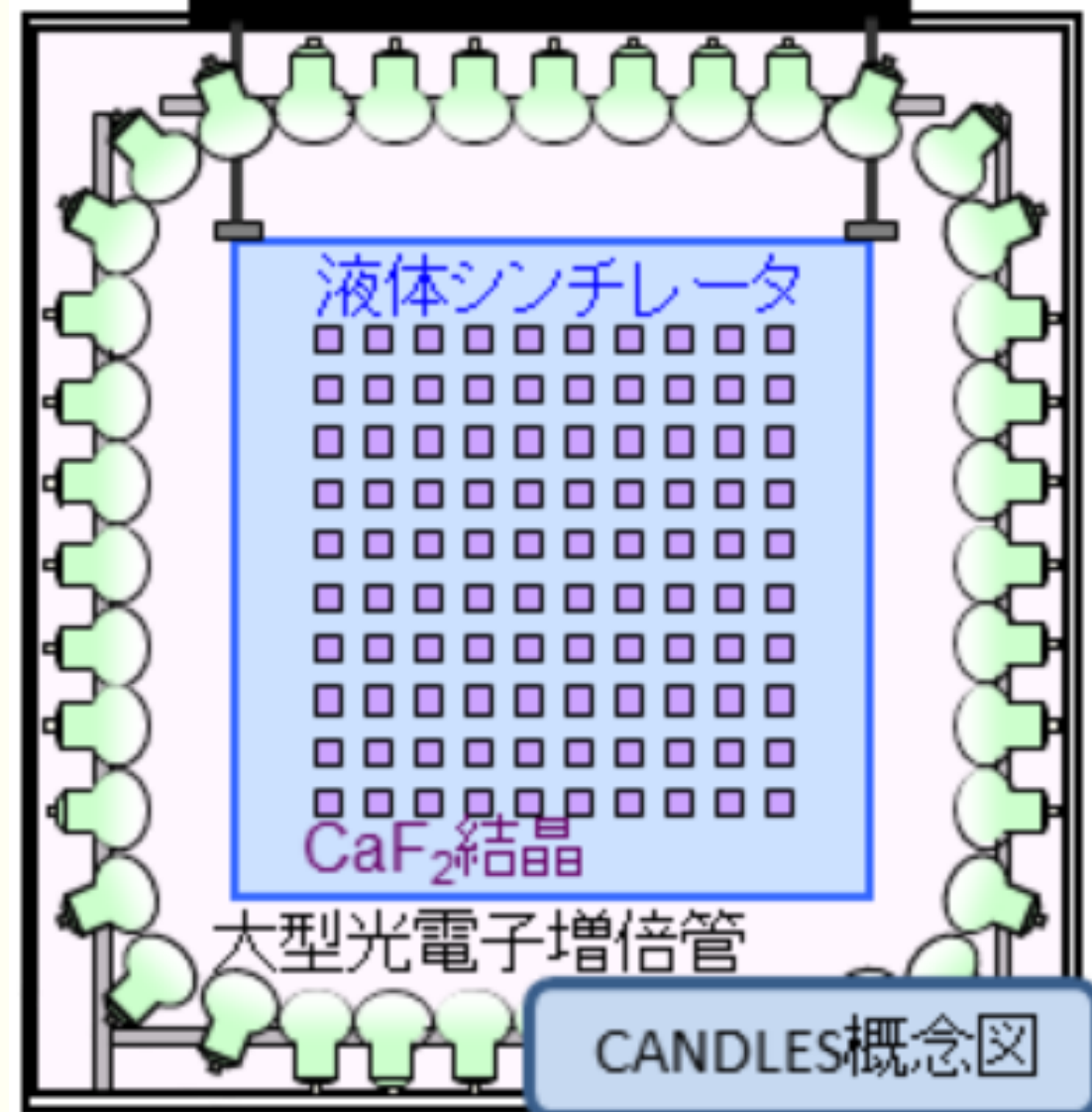
U, Th精密測定のためのクリーンブース作成と添加回収実験

*西島渉悟^(A), 伏見賢一^(A), 裕隆太^(B), 今川恭四郎^(C), 小寺健太^(A), 黒澤俊介^(D), 坂口綾^(E), 高久雄一^(E), 梅原さおり^(F), 浦野雄介^(G), 山本祐平^(A), 保田賢輔^(C), 山本祐平^(A), 山路晃広^(D)
徳島大学^(A), 大阪産業大学^(B), I.S.C.Lab^(C), 東北大学IMR^(D), 筑波大学^(E), 大阪大学RCNP^(F), 東北大学^(G)

研究背景

CANDLES実験

...ニュートリノレス二重ベータ崩壊探索実験



二重ベータ崩壊核： ^{48}Ca
 $^{48}\text{Ca} \rightarrow ^{48}\text{Ti} + 2e^- + 2\bar{\nu}_e$ ($2\nu\beta\beta$)
 $^{48}\text{Ca} \rightarrow ^{48}\text{Ti} + 2e^-$ ($0\nu\beta\beta$)

長所

- ・Q値が大きい(4.27 MeV) → BGに埋もれにくい
- ・手に入りやすい

→ 線源兼シンチレーターとしてCaF₂結晶

研究課題：CaF₂の純化(U, Thの除去)

クリーンブース作成の動機

前回の偏析調査実験

<実験場所>

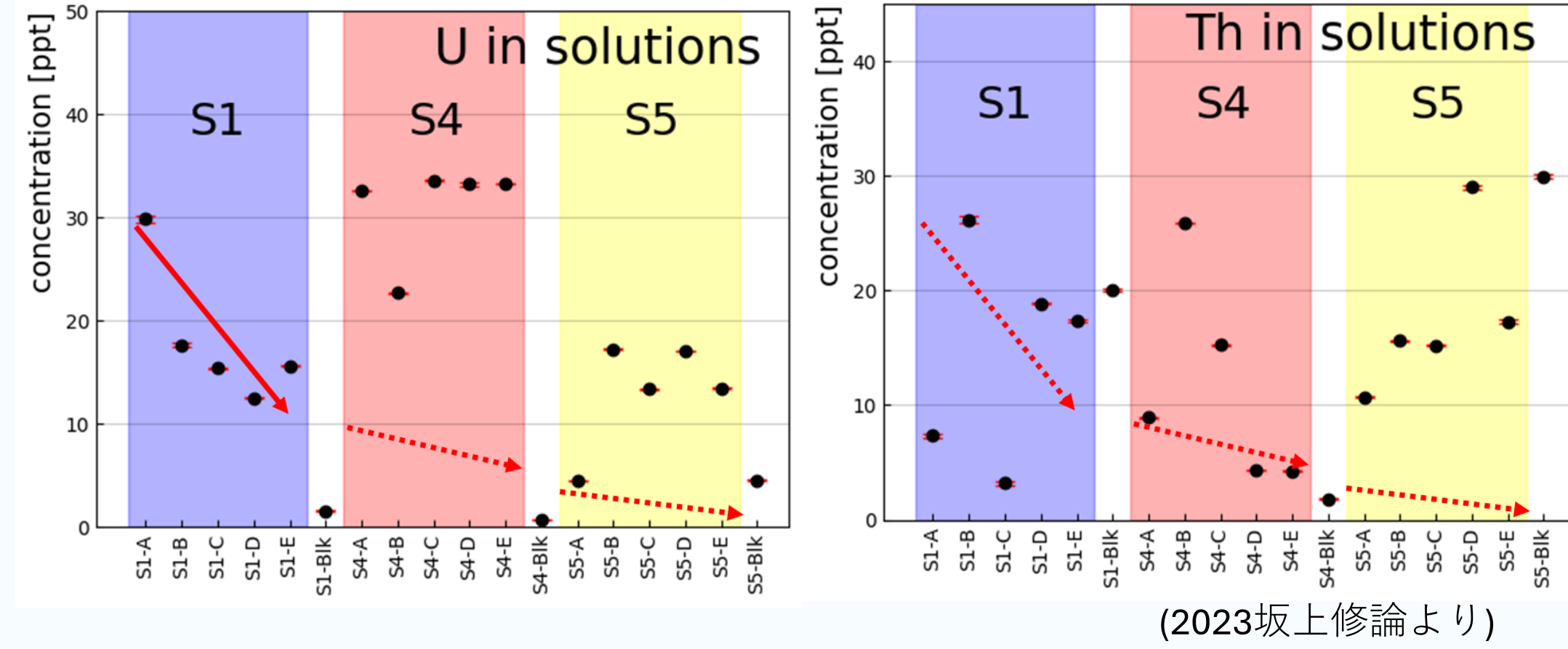
東北大学(金研)	徳島大学	筑波大学
結晶成長	粉碎	分解, 分離, 分析

→ 操作Blankはここから

偏析...結晶成長において
不純物濃度に偏りが生じること

筑波大学に送られた粉末CaF₂サンプル
に埃を確認
→ 徳島大学での作業で大きな汚染あり

1回, 4回, 5回偏析サンプルについての溶液中のU, Th濃度



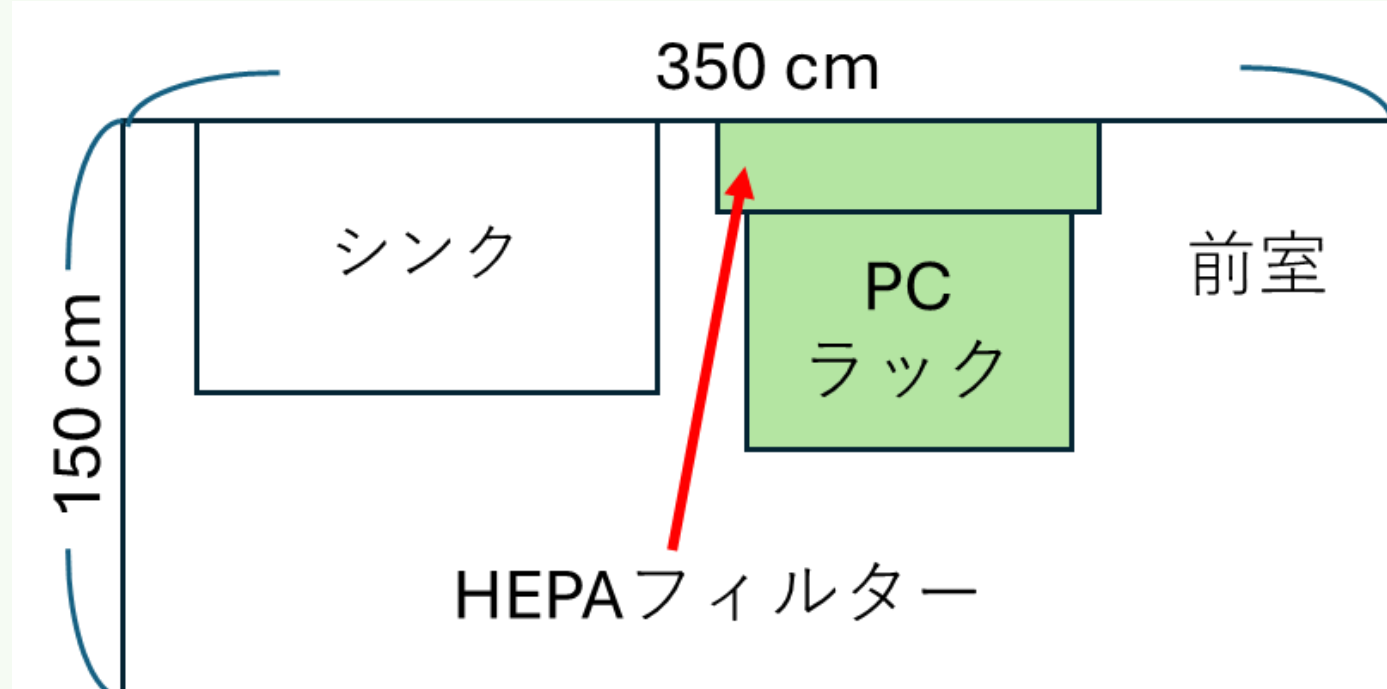
→ 汚染が大きく偏析の効果を確認できなかった

目的

徳島大学での作業環境の改善
↓
クリーンブースを作成

作成したクリーンブースの性能

クリーンブースのレイアウト



クリーンブース本体：PCラックとHEPAフィルターの部分
(左図中薄緑色)

前室：本体以外の部分(左図中白色)

風量測定と換気回数

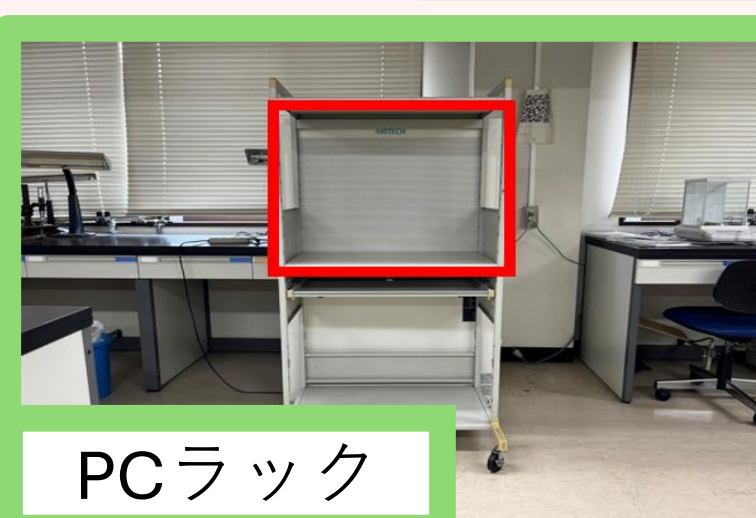


$W = \frac{\text{ビニル袋の容積}}{\text{ビニル袋が膨らむまでの時間}t} \times \frac{\text{HEPAフィルターの面積}}{\text{ビニル袋の口の面積}}$

	フィルター交換前	フィルター交換後
t	3.63 ± 0.09 s	3.26 ± 0.06 s
W	168.5 ± 5.1 m³/h	188 ± 15 m³/h

換気回数n...1時間当りにクリーンブース
から空気が全量入れ替わる回数

$$n = \frac{W}{V} \quad \left\{ \begin{array}{l} W: \text{風量} \\ V: \text{クリーンブース容積} \end{array} \right.$$



PCラックのうち、作業する空間(赤枠)

についての換気回数n

$$n = 886 \pm 68 \text{ h}^{-1}$$

クラス5以上を目指すなら
200 h⁻¹は必要

→ 十分な換気回数を確保

清浄度測定

$$V_{min} = \left(\frac{20}{C_n} \right) \cdot 1000 \text{ [L]}$$

C_n：設定した清浄度クラスの対象粒径(0.3 μm)の上限濃度
クラス4とクラス5を設定したときの最小吸引空気量

$$V_{min,4} = 19.6 \text{ L}, \quad V_{min,5} = 1.96 \text{ L}$$

1回の測定に使用する空気量
V₄ = 19.70 L, V₅ = 2.00 L



MET ONE HHPC6+で測定

$$V_{sample} = 19.7 \text{ L}$$

① HEPAフィルターが稼働している状態で測定

施工完了時...無人で実験器具などが入っていない状態

実験器具設置時...無人で実験器具のみ入っている状態

回数	粒子数濃度(1000個/m³)							
	0.3 μm	0.5 μm	1.0 μm	2.0 μm	5.0 μm	10.0 μm		
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	



施工完了時

回数	粒子数濃度(1000個/m³)							
	0.3 μm	0.5 μm	1.0 μm	2.0 μm	5.0 μm	10.0 μm		
1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	



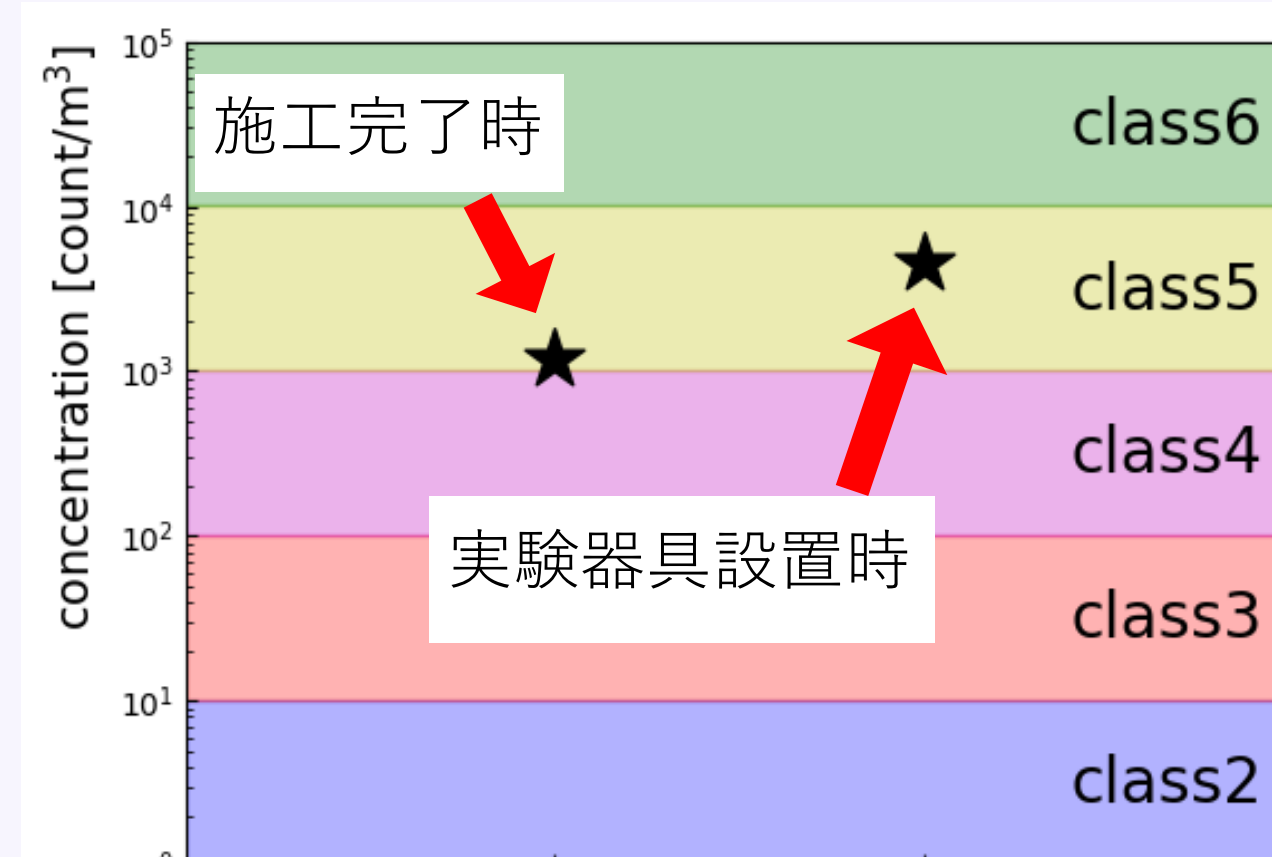
実験器具設置時

- ・おそらく測定限界
- ・風が強すぎてパーティクルカウンターに入っていないかも

② 測定と同時にHEPAフィルターをOFFにして測定

風がない場合では？

粒子がカウントされ、
右図の粒子数濃度のデータ
を得ることができた



$$V_{sample} = 2.00 \text{ L}$$

クラス5を達成できた
(FED.std：クラス100)

添加回収実験計画

動機

偏析調査実験の結果より
特に、Thの操作Blankサンプルが不安定
→ 筑波での作業についても汚染があった

目的

安定した操作Blankを得る

安定したU, Thの回収率を得る

実験内容(予定)

操作Blankを安定させるために

- ・作業を分離のみに絞ることで操作を単純化
- ・通流する溶液ごとに流速を変化させない
→ バルブに触れない
- ・吸引マニホールドの導入



(ジーエルサイエンス株式会社)

正常にU, Thを回収できているか
確認するために

- ① 通過前の溶液サンプル
- ② 通過後の溶液サンプル
- ③ 薄い硝酸で溶離した溶液サンプル
- ④ さらに薄い硝酸で溶離した溶液サンプル



ICP-MSで分析

→ 期待したいこと

- ① U, Th添加サンプルについて
- ② ①より低いU, Th濃度
- ③ ①-②に近いU, Th濃度
- ④ ③+④が①-②により近いU, Th濃度

Blankサンプルについて
0 pptに近いU, Th濃度

まとめ

- ・徳島大学でクリーンブース作成した
→ 換気回数は、886 ± 68 h⁻¹
→ クラス5 (FED.std: クラス100)

- ・安定した操作Blank, 回収率を得ることを目的として
U, Thの添加回収実験を行う
→ 分離作業に絞って実験

今後の展望

- ・CaF₂結晶を用いて分析
→ 特に分解作業における操作Blankの確認
- ・CaF₂偏析結晶の分析
→ 偏析の効果の確認