

EVOHコーティングによる ラドン湧き出し抑制効果の検証

神戸大学 粒子物理学研究室 M1 野村脩貴

1. 背景

- 地下稀事象実験での主要BG: ^{222}Rn (ウラン系列), ^{220}Rn (トリウム系列)
- ラドン (貴ガス) → 拡散・透過しやすい
- 材料表面/内部から湧き出す

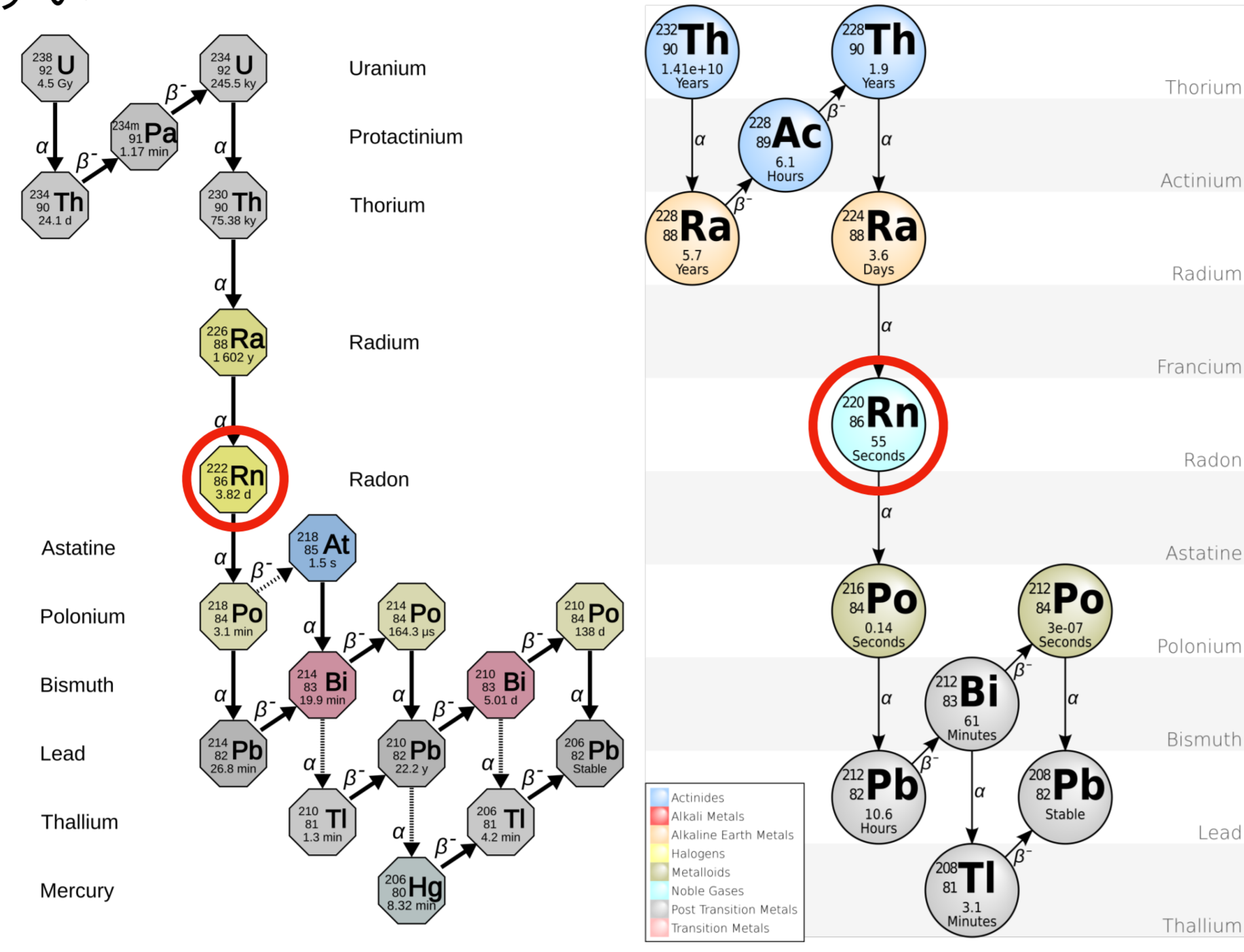
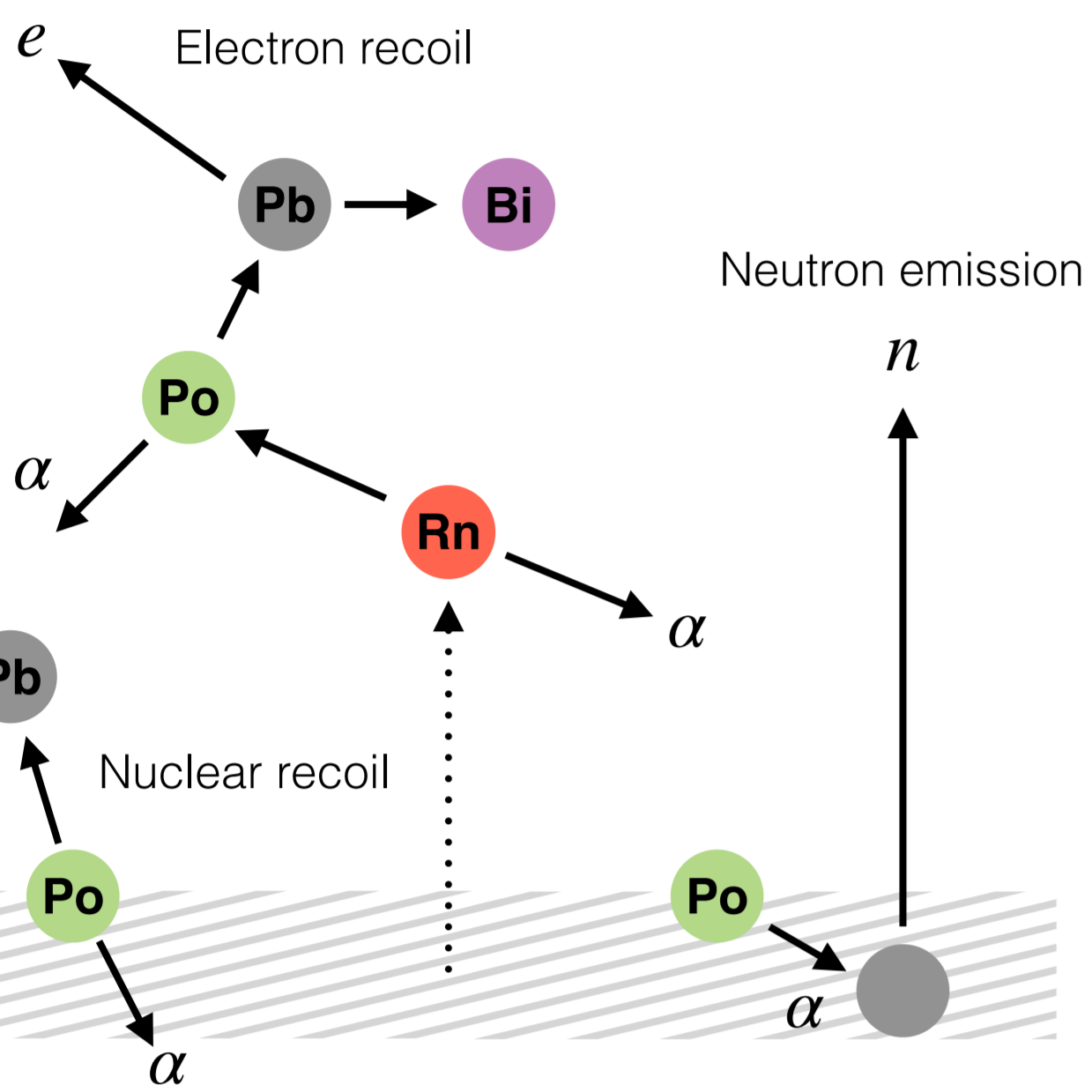


図1. 壊変図 (左: ウラン系列, 右: トリウム系列) [1]

2. EVOHフィルム

- エチレンビニルアルコール共重合樹脂
- ガスバリア性の高いフィルム
- ラドンの透過を抑制
- 実際にさまざまな実験で使用されている
- EVOHの課題
 - フィルム形状では袋のように包む必要あり
 - 継ぎ目部分が不安定
 - 曲面や段差などの複雑な形状では使用困難

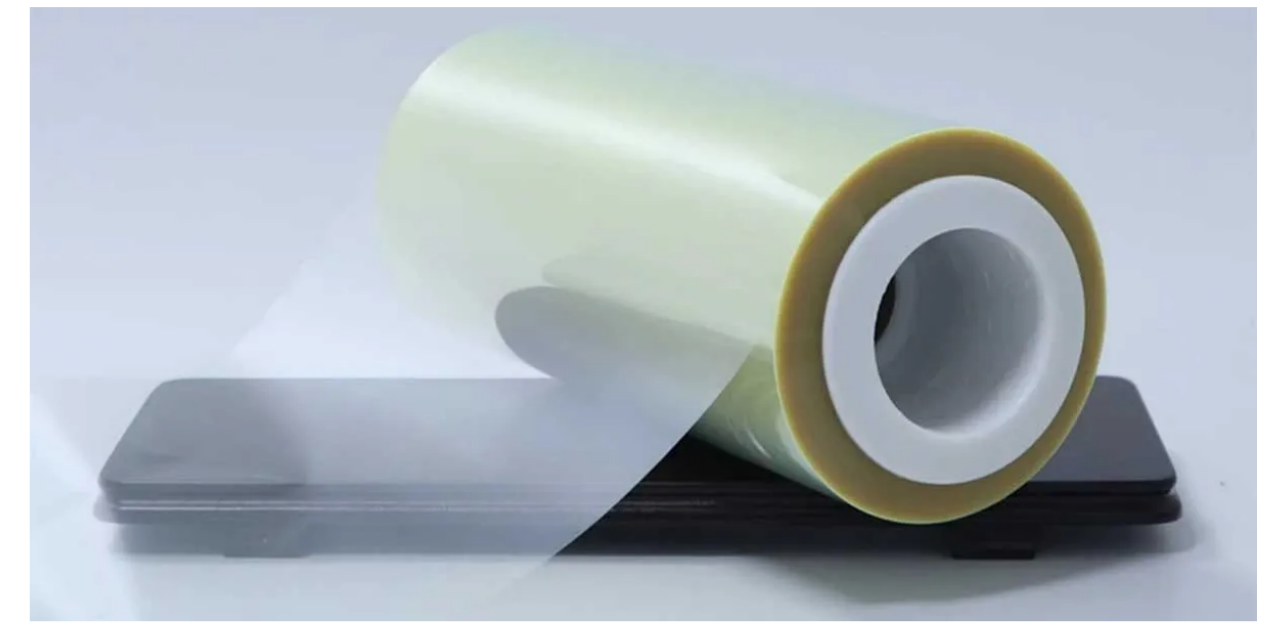


図2. EVOH [2]

液体状のEVOHを用いたコーティングで解決へ



図3. EVOH使用例 [3]

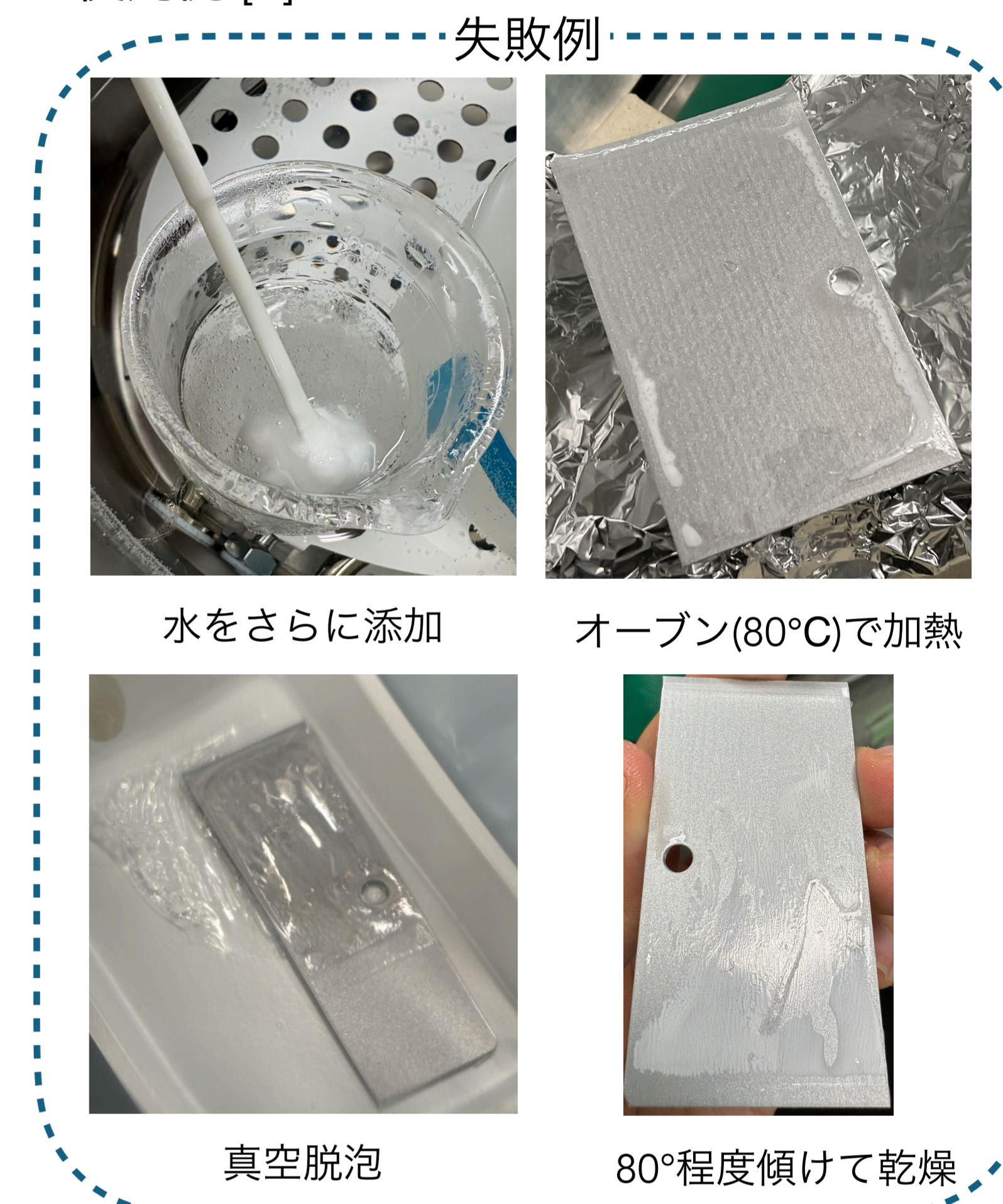
3. EVOH溶液

- EVOHを水系溶剤に溶解したもの
- 70°Cで湯煎することで塗布可能
- 塗布可能状態では透明
- 粘性はオリーブオイル程度(70°C)



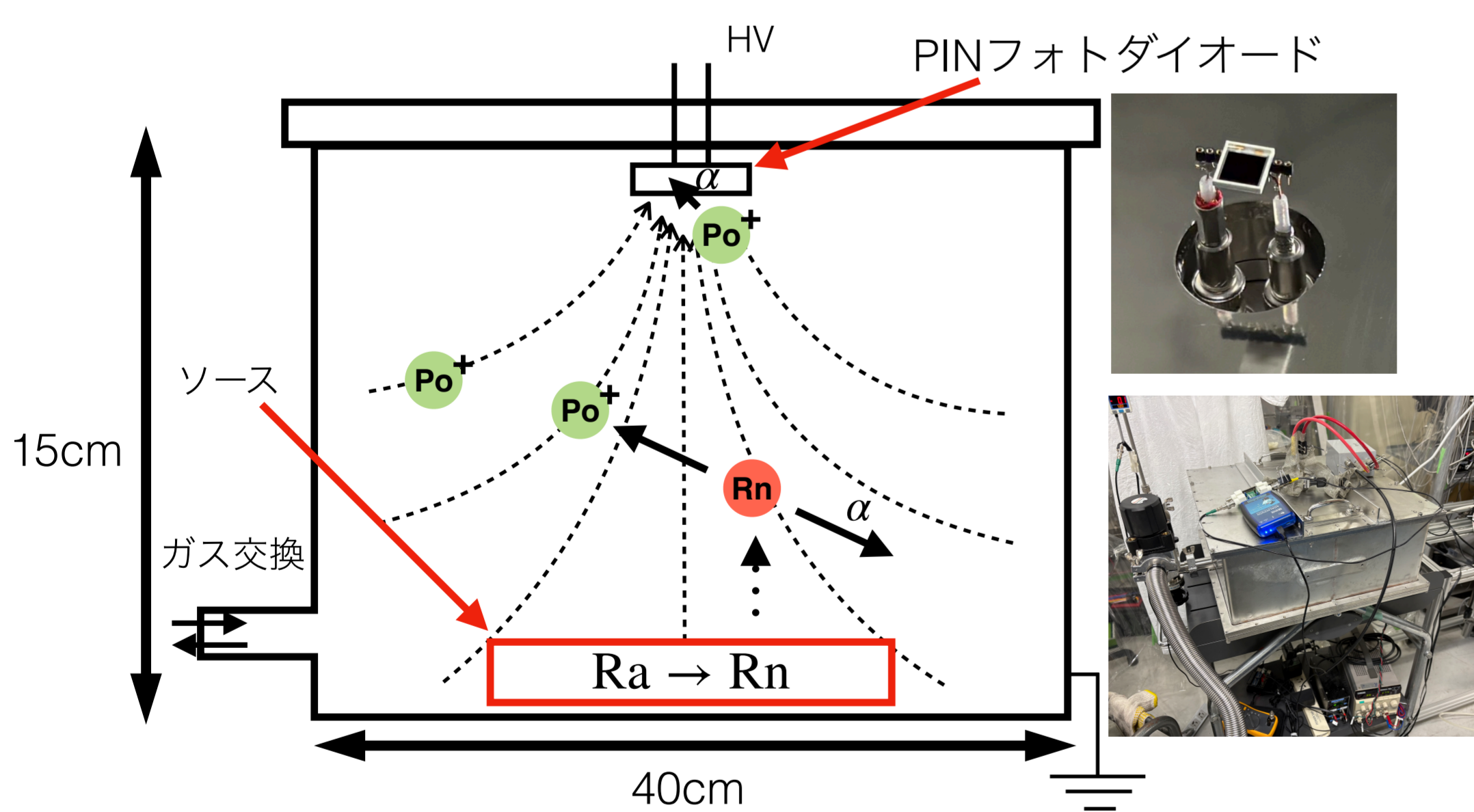
4. EVOH溶液コーティング

- 今回はラドンソースとしてトリウムタングステン棒を使用
- EVOH溶液に片側を浸す→垂直に吊り下げて室温で30分乾燥→逆向きに浸し乾燥



5. ラドン量測定

- ラドン検出器 - 検出原理
 - 静電捕集でPo, Biなどを集める
 - 崩壊時の荷電粒子をPINフォトダイオードで観測



- ラドン量の評価
 - ^{214}Po , ^{212}Po でカウント
- 飽和後の平衡レートで評価
 - ^{214}Po はフィッティングで
 - ^{212}Po は3日目以降の平均で

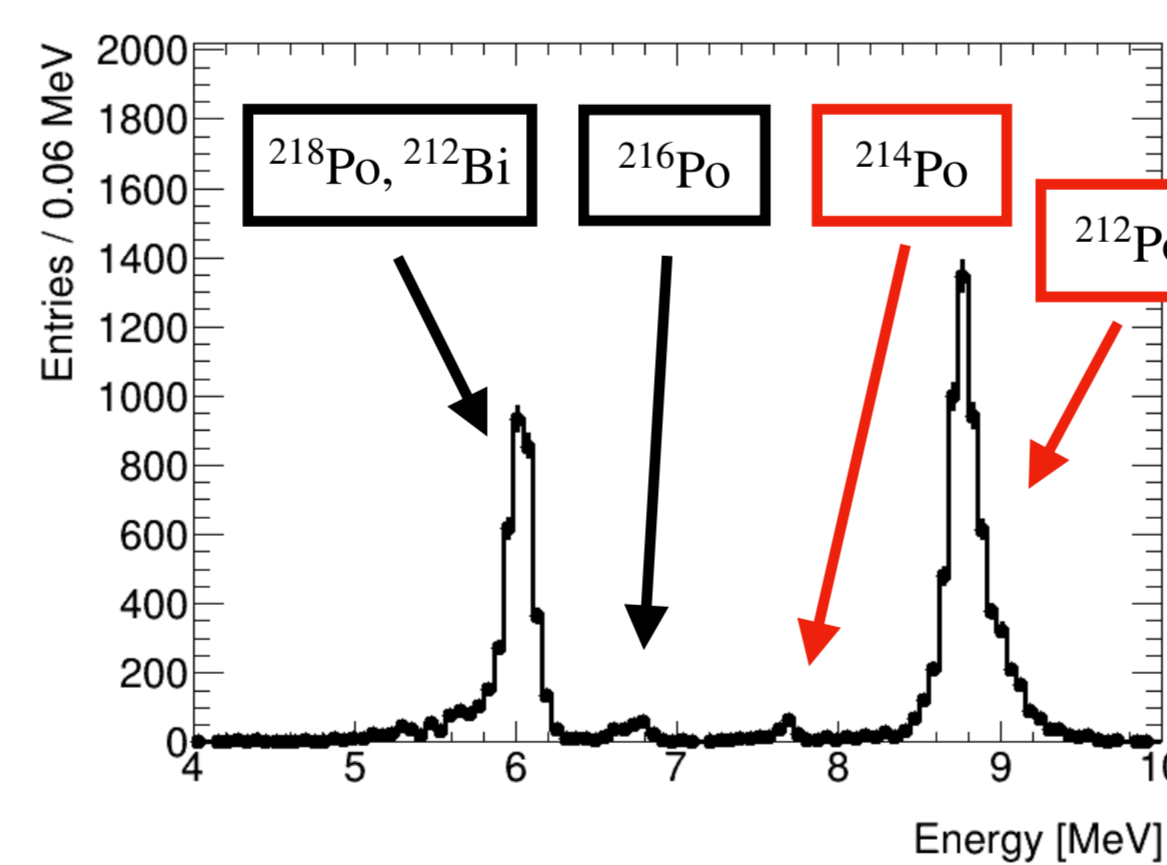


図4. エネルギースペクトル (EVOHなし)

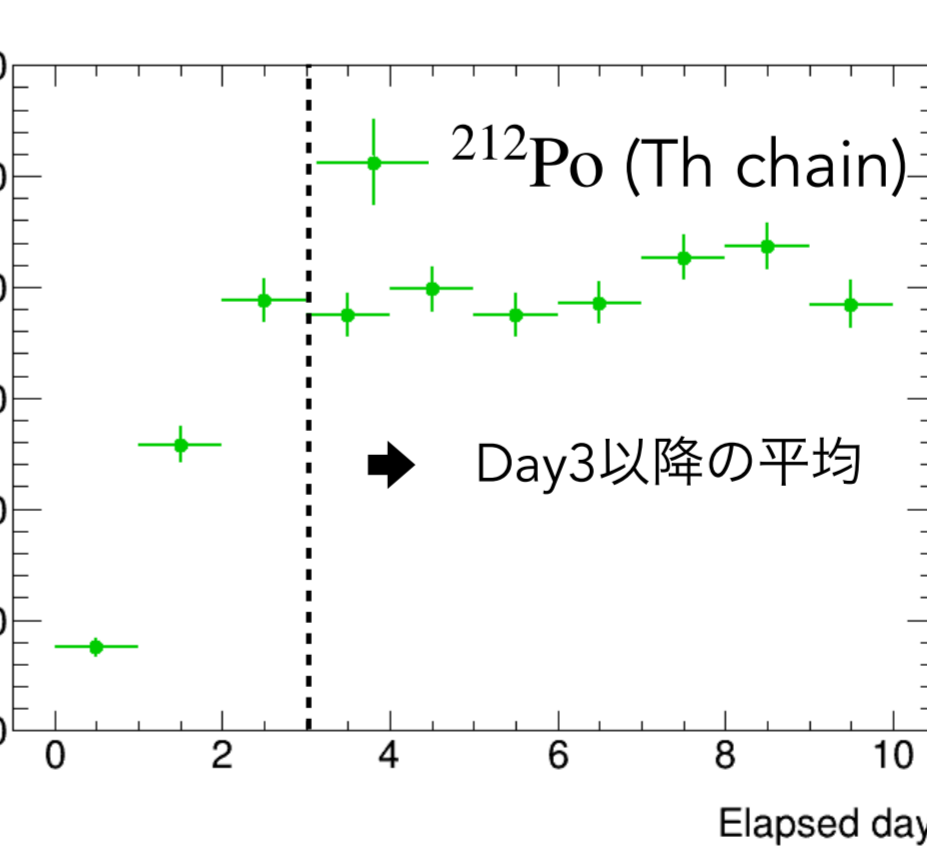
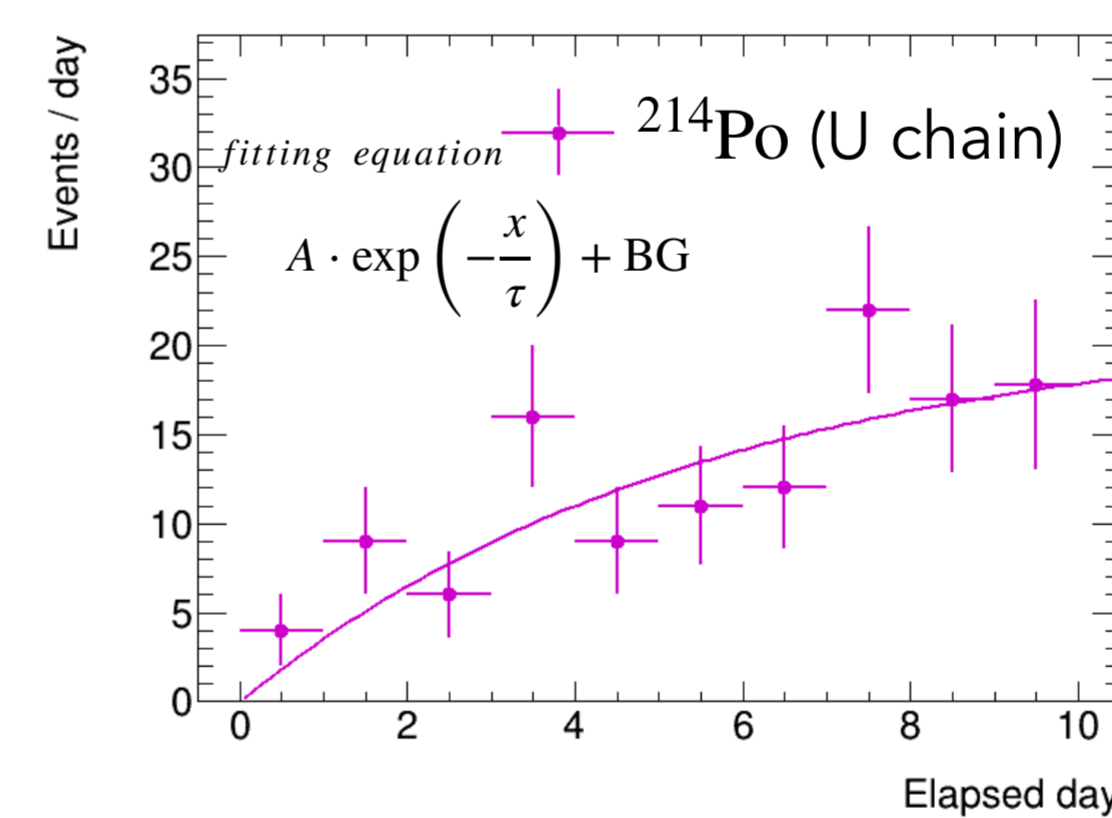


図5. ^{214}Po , ^{212}Po レート (EVOHなし)

- トリウムタングステン棒をEVOHなし・EVOHフィルム・EVOH溶液の比較
- ラドンの湧き出しは抑制

| Events/day | ^{212}Po (Th chain) | ^{214}Po (U chain) |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------|
| EVOHなし | 397.5 ± 7.5 | 21.3 ± 2.2 |
| EVOHフィルム | 2.3 ± 0.5 (0.6%) | 3.5 ± 1.8 (16.4%) |
| EVOH溶液コーティング | 10.4 ± 1.2 (2.6%) | 6.6 ± 1.4 (31.0%) |

展望

- ガスバリア性能をより担保できるコーティング手法を探索する
- より容易に塗布でき、再現性よく施工できるコーティング手法を探索する

参考文献

- [1] Wikipedia (<https://ja.wikipedia.org/wiki/ウラン系列>, <https://ja.wikipedia.org/wiki/トリウム系列>)
- [2] <https://desuplastic.com/ja/study/what-is-evoh-film/>
- [3] <https://higgstan.com/report-kamland2-01/>

まとめ

- 地下稀事象の探索実験においてバックグラウンドとなるラドン湧き出しを抑制する新手法を模索した
- EVOH溶液を用いたコーティングを検討
- EVOH溶液によるコーティングでガスバリア性能を持つこと確認
- 現状のコーティングは改善余地があり、今後はより高いバリア性能と施工性を両立する手法を探索する