

B03: 地下実験のための 放射能分析装置の開発

2024年2月22日 (木)

東京大学 宇宙線研究所 共同利用研究成果発表会

本年度査定金額: 28万円 (旅費: 25万円, 物件費: 3万円)

使途: 旅費 19.4万円, 運送費 0.9万円, 坑内作業依頼 4.5万円, 消耗品 3.2万円

【神戸大学】 竹内 康雄 (代表), 身内 賢太郎, 高木優祐

【徳島大学】 伏見 賢一, 坂上陽俊 【東京大学 宇宙線研究所】 関谷 洋之, 竹田 敦, 中野 佑樹 (代理発表)

【大阪大学】 梅原 さおり, 吉田 斉 【福井大学】 小川 泉

【横浜国立大学】 南野 彰宏, 天内 昭吾, 芝山 凌 【東北大学】 市村 晃一

【東京理科大学】 伊藤 博士

E-mail: ynakano@km.icrr.u-tokyo.ac.jp

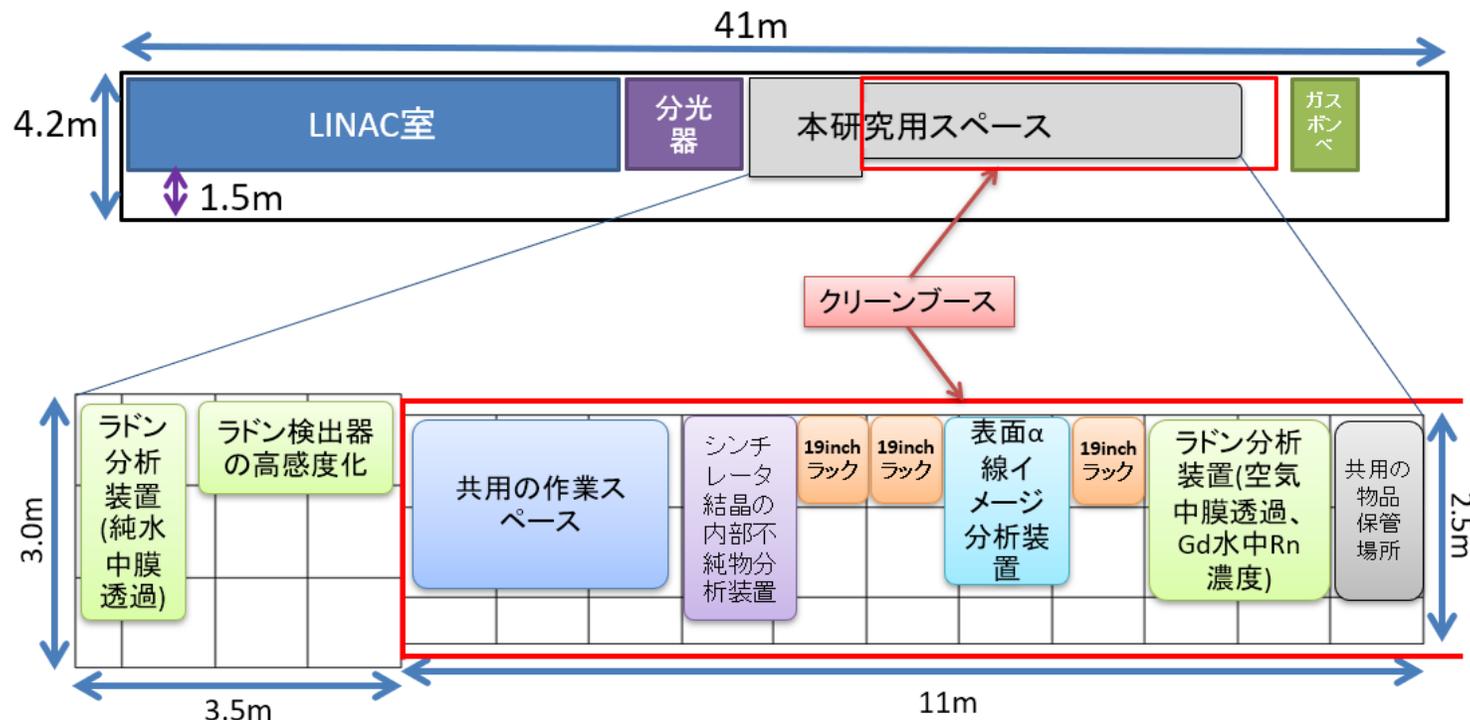
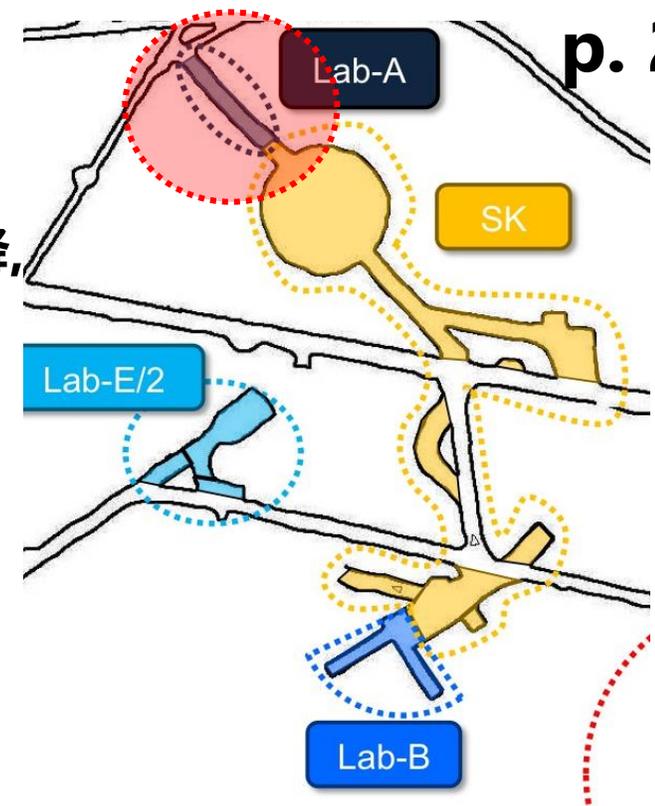
本研究の概要

新学術「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」(平成26-30年度)以降、
神岡地下の実験室A (Lab-A)で、放射能分析装置の技術的連携を実施。

→ 約 3 m × 15 m の実験エリアとクリーンブース。

新学術「地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化」(平成31年度-)では、

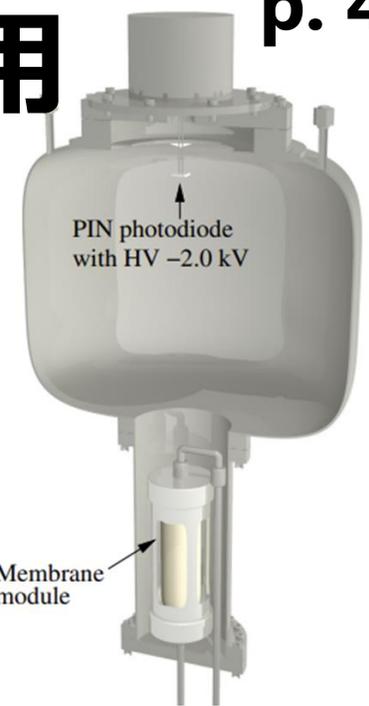
- (1) 分析装置の低バックグラウンド化, 高感度化,
- (2) クリーンブースでの試料作成, グループを超えたサンプル分析を実施。



2023年度の取り組みの概要

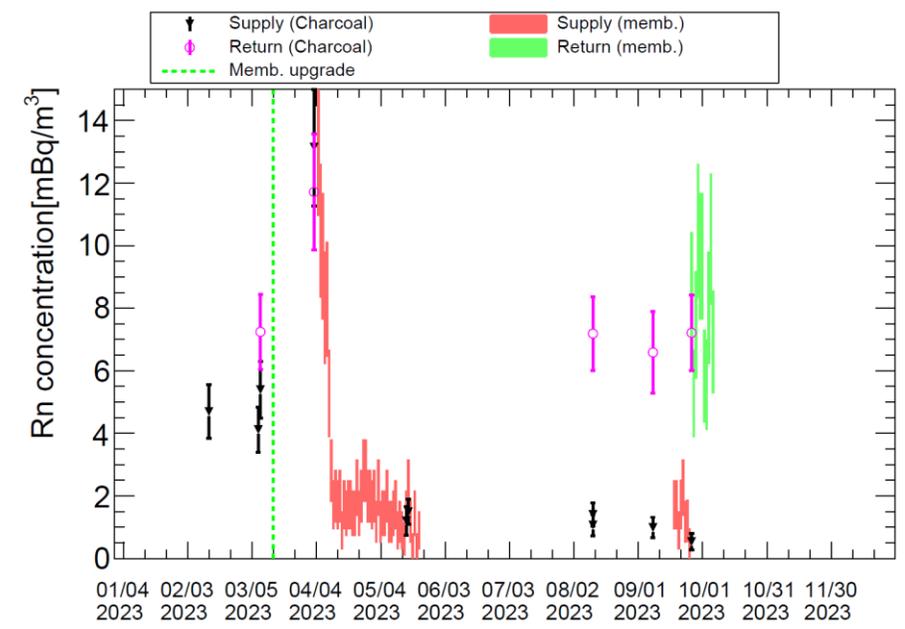
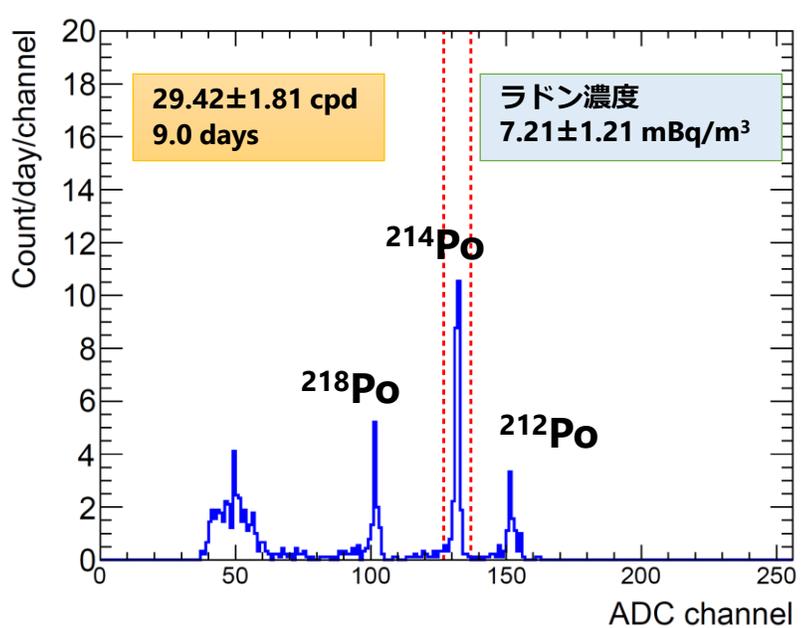
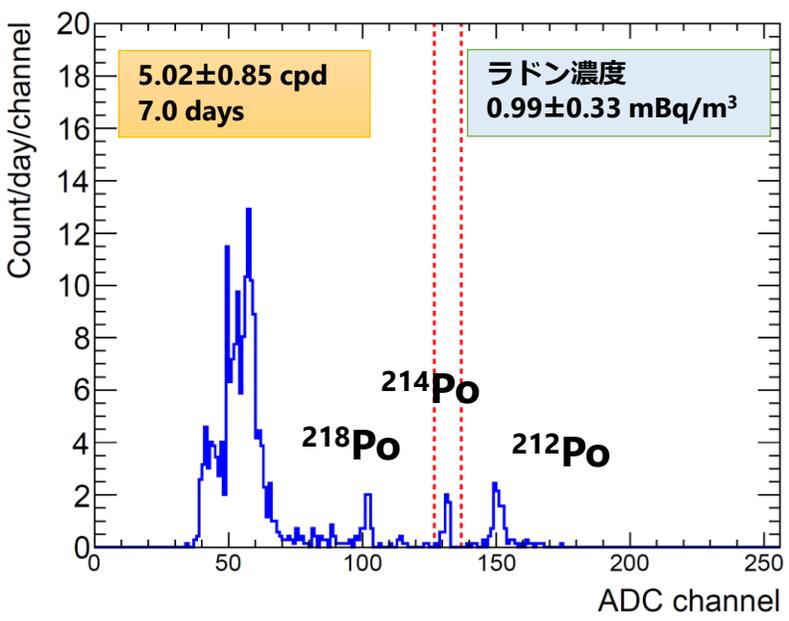
	分析装置	取り組み
1	ラドン分析装置	<p>地下実験共通のラドン由来のバックグラウンド分析.</p> <p>(1) 80 L ラドン検出器の高感度化.</p> <p>(2) Super-Kamiokande Gd溶解水中のラドン濃度測定に向けた中空糸膜を用いた分析装置の開発 → 実際のラドン濃度測定を実施.</p>
2	表面 α 線イメージ分析装置	<p>低BG表面RI分析を目的としたガスTPC 検出器.</p> <p>(1) 検出器の高感度化 (PMTを新規に設置).</p> <p>(2) 分野を超えた分析の例.</p>
3	シンチレーター結晶の内部不純物分析装置	<p>0ν2β崩壊や暗黒物質探索を目的としたシンチレーター結晶開発.</p> <p>(1) 生成した結晶の感度評価.</p> <p>(2) 偏析を用いた純化可能性の実証試験.</p>

高感度ラドン検出器開発とその応用



■ Gd水中のラドン濃度測定

- Gd水中のラドンを中空糸膜モジュールを用いて抽出する手法を応用。
- 昨年度までLab-Aで進めていたシステムをSK検出器に新しく設置。
- SK検出器に供給してるGd水, 回収しているGd水中のラドン濃度を測定。
 - 既存の手法 (脱気カラム+活性炭) とconsistent な測定結果を得た。
 - 1日の測定で 1 mBq/m^3 程度の感度で, 継続したモニターが可能となった。



表面アルファ線イメージ分析装置

■ 低BG表面RI分析を目的としたガスTPC検出器開発

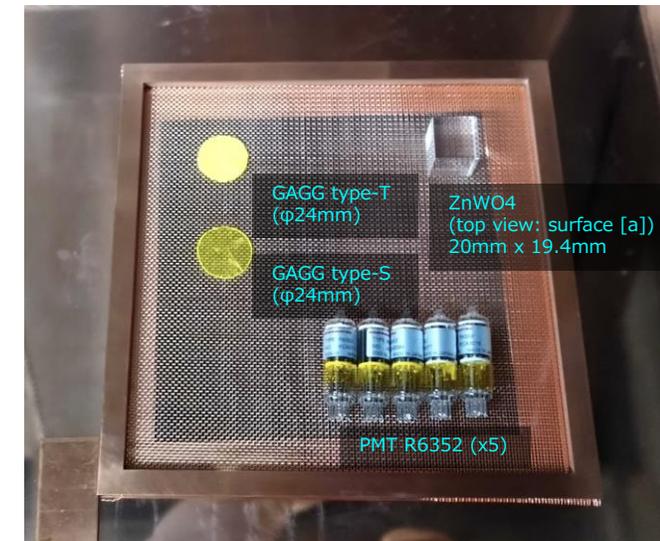
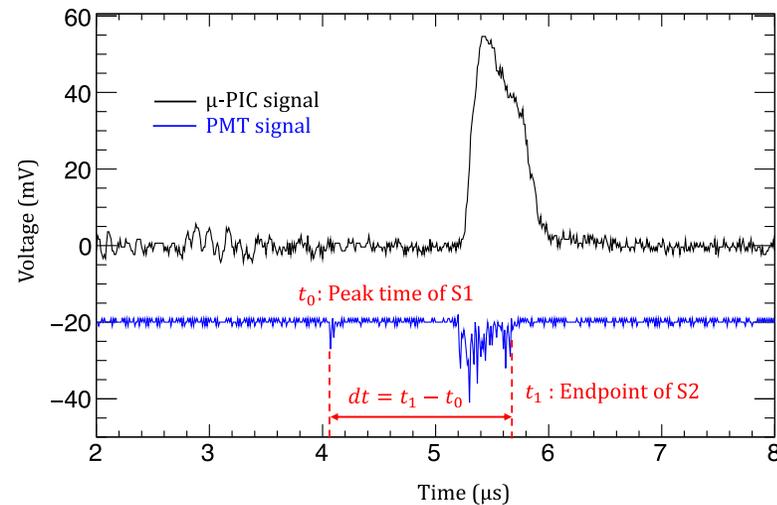
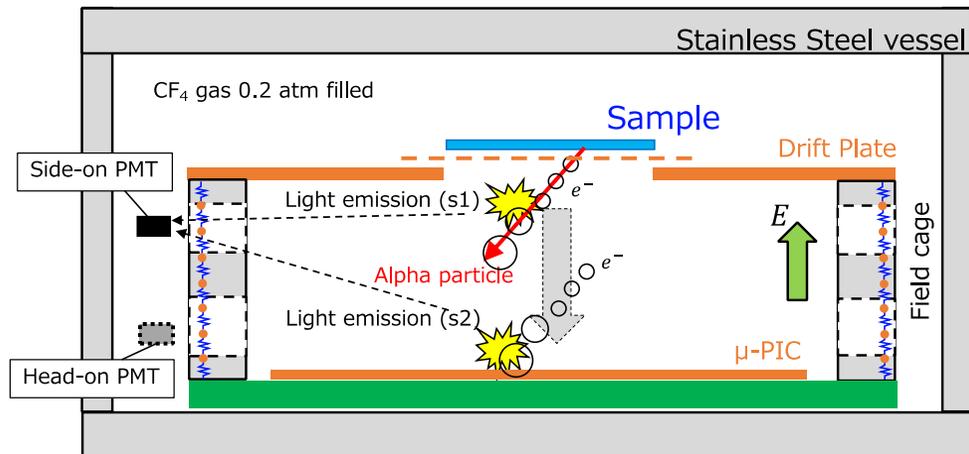
→ μ -PICを用いて、試料表面からのアルファ線の飛跡を測定.

→ 2023年度、感度改善のためPMTを実装し、 CF_4 ガスシンチレーション発光を組み合わせた動作検証を進めた.

H. Ito et al., PoS(ICRC2023)1374.

■ 実験グループの枠を超えて、サンプル分析を実施

- シンチレータ結晶(GAGG, ZnWO_4), PMTなど.
- 1ヶ月の測定: 検出限界 2.4×10^{-3} a/hour/cm² (90% C.L.).
- 低バックグラウンド化により, 10^{-4} a/hour/cm² を目標.



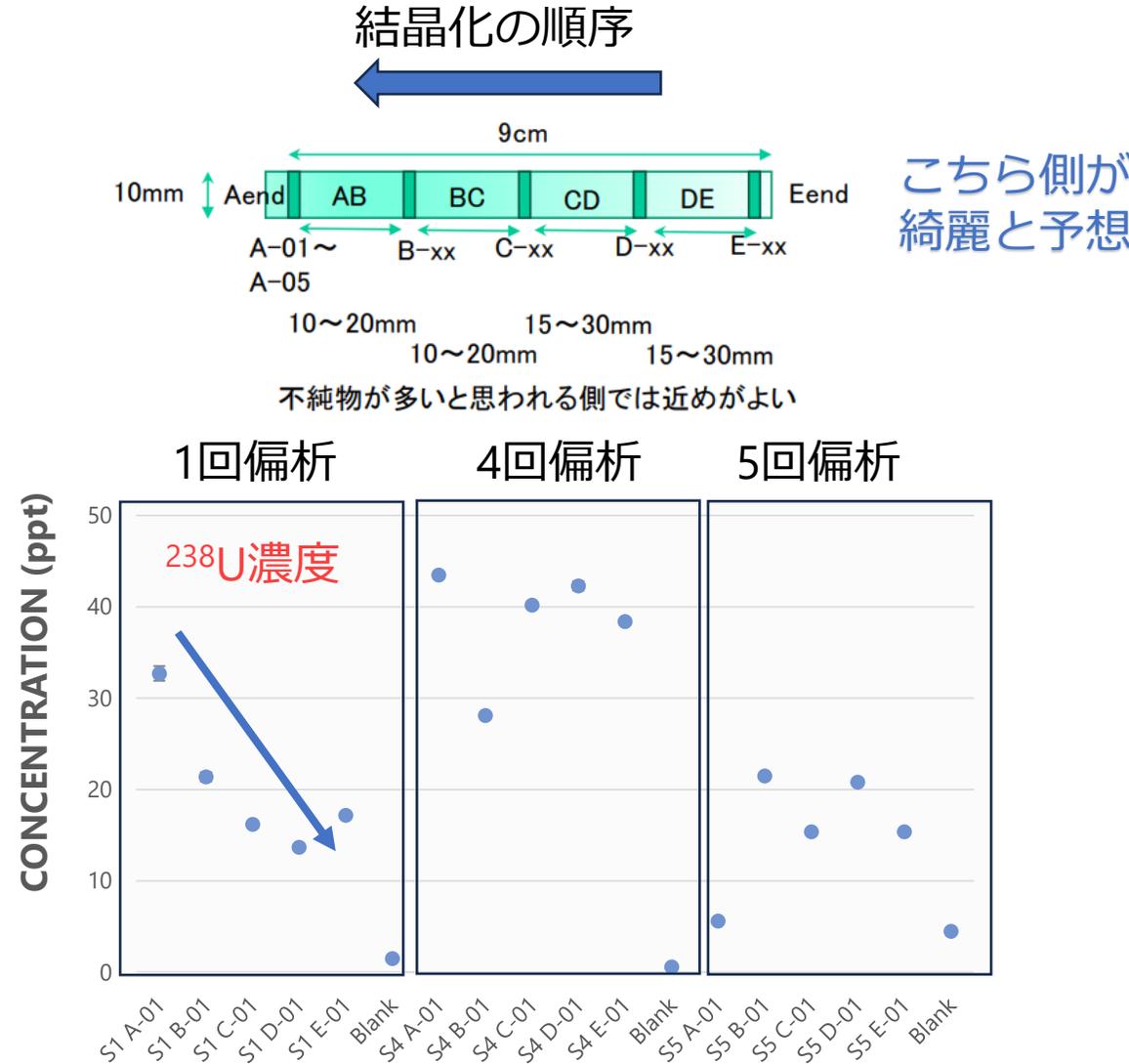
偏析によるCaF₂の純化

■ 偏析を用いた純化手法の検証

- 偏析: 粉体が流動する際に粒子径や密度, 粒子形状などの差によって, **粉体層の組成が場所によって不均一になる現象**
- 9 cmの長尺結晶を用いて試験を実施.
- CaF₂結晶を粉末化, 熱源を動かして順に結晶化.
 - **結晶化によってCaとF以外の組成が排除されていく.**
 - この過程で, AB領域にU/Thの不純物を集める.
- a) 1回の偏析で純化を確認した.
- b) 一方で, 4, 5回では有意な純化は見られなかった.
 - サンプルの汚染が考えられる.

■ 今後の展開

- 粉碎, 洗浄, 分離作業中の汚染が疑われる.
- 今後, 作業環境のクリーン化などを予定している.



まとめ

神岡地下 (Lab-A) にて、**放射能分析に関する共同スペースを運用**.
→ 地下実験のグループの枠を超えて、**分析技術の連携, 共有**.

これらの技術連携を通して、**分析技術の改良**も進めている。

本年度の取り組み

- (1) ラドン分析装置の高感度化, SK-Gdへの応用.
- (2) 部材表面からのアルファ線放出量の測定.
- (3) CaF₂結晶中の不純物測定.

次年度もこれらの活動を継続し、神岡地下で実施されている宇宙素粒子実験、ニュートリノ観測実験、暗黒物質探索実験の**感度向上を推進する**.