

B03: 地下実験のための放射能分析装置の開発

申請時所属機関: 神戸大学, 徳島大学, 東京大学, 大阪大学, 福井大学, 横浜国立大学

メンバー(21名): 竹内 康雄 (代表)、伏見 賢一、関谷 洋之、市村 晃一、身内 賢太郎、梅原 さおり、吉田 斉、小川 泉、竹田 敦、南野 彰宏、中野 佑樹、伊藤 博士、水越 慧太、石浦 宏尚、島田 拓弥、林 長宏、佐々木 遼太、佐野 翔一、山本 祥太郎、尾崎 博紀、KOTSAR Yuri

査定金額: 21万円 (旅費: 18万円、物件費: 3万円)

用途:

旅費: 神戸-神岡間: 12.4万円

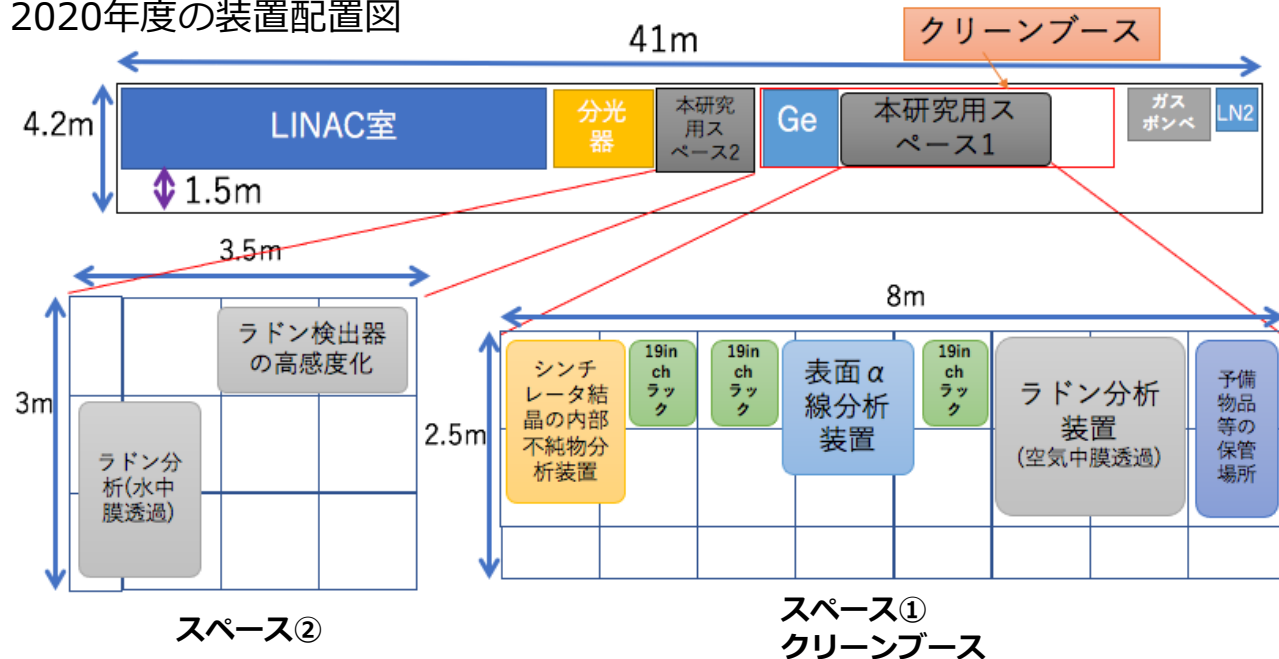
物件費: 工具、消耗品 (手袋、ワイパーなど): 8.6万円

本研究の概要

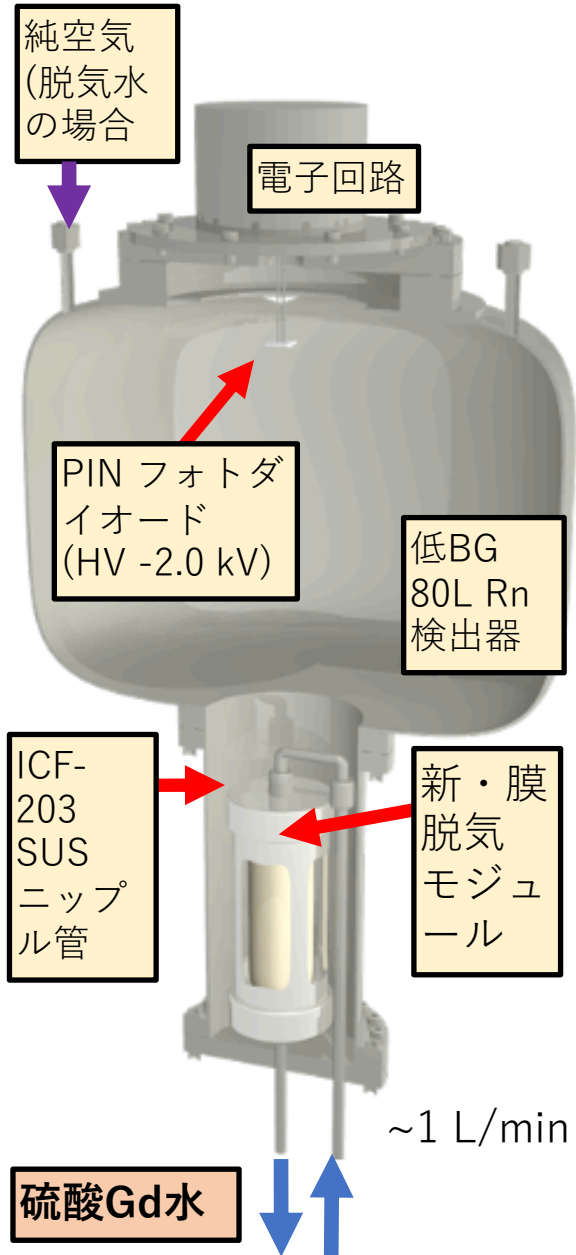
新学術「**地下素核**」(H26-H30年度)での、技術的連携を実現する取り組みとしてH27年度より開始。

- 神岡地下の坑内実験室A (LAB-A)で、最先端の放射能分析装置を、各計画研究グループの枠を超えて連携して、研究・開発・構築を進める。
- 新学術「**地下宇宙**」(2019年度～)でも、引き続き技術的連携を推進する。
- 開発した装置による分析作業、新たな技術開発、他。
- **今年度の主な活動:**
【ラドン分析装置: 装置開発】・【結晶内部の不純物測定装置: CaF₂, NaI(Tl)結晶スクリーニング】・【表面α線イメージ分析装置: 各種サンプル分析】

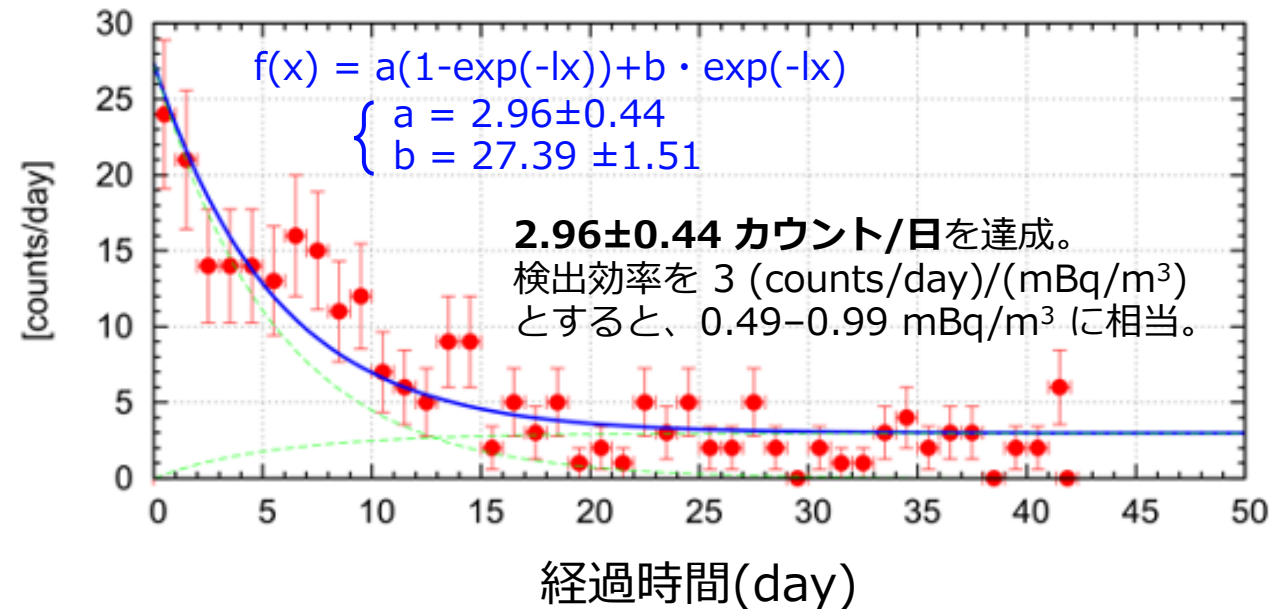
2020年度の装置配置図



新しい膜脱気モジュール結果

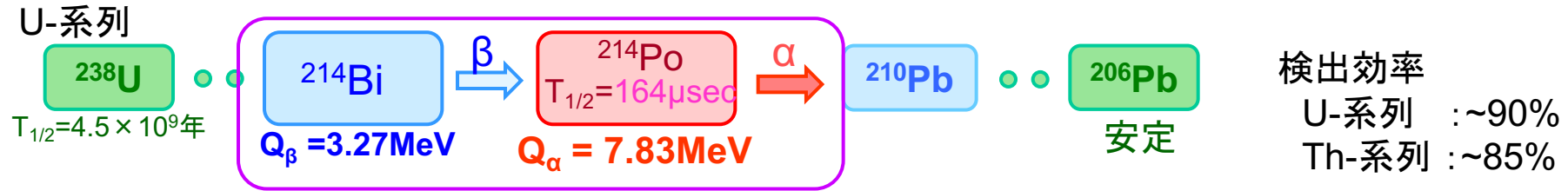


- 80Lラドン検出器と、ハウジングをステンレスに改良した新・中空糸膜モジュールを用いて新しく低バックグラウンド水用ラドン検出器を開発。
- 乾燥空気中で 2.96 ± 0.44 カウント/日の低バックグラウンドを達成した(既存検出効率値を仮定すると、 $< 1 \text{ mBq/m}^3$ に相当)。
- 主バックグラウンド源となっている膜脱気モジュールを要素ごとに分解した測定を開始し、さらなる低バックグラウンド化を目指す。



結晶内部の不純物測定装置

測定対象：遅延同時係数測定←Ge測定より高感度、ただし発光結晶限定



測定装置



測定装置(RCNP)

測定感度：~5 μ Bq/kg(pptレベル) (測定時間10日)

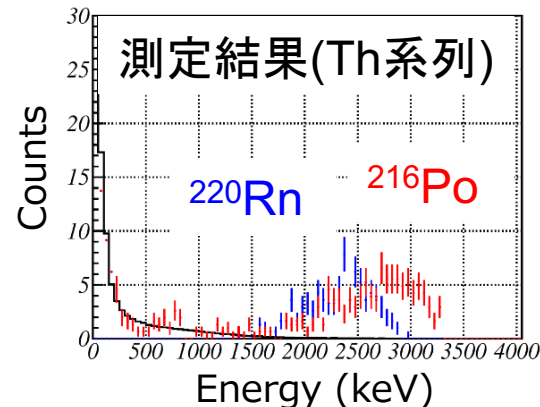
- ・感度は結晶サイズが制限
- ・現在、装置を用いた結晶評価が進行中
→安定運転モード

測定例：溶融品(CaF₂)の不純物測定

結晶成長前の溶融品を用いた不純物量評価→評価の高速化、測定感度は維持



測定サンプル

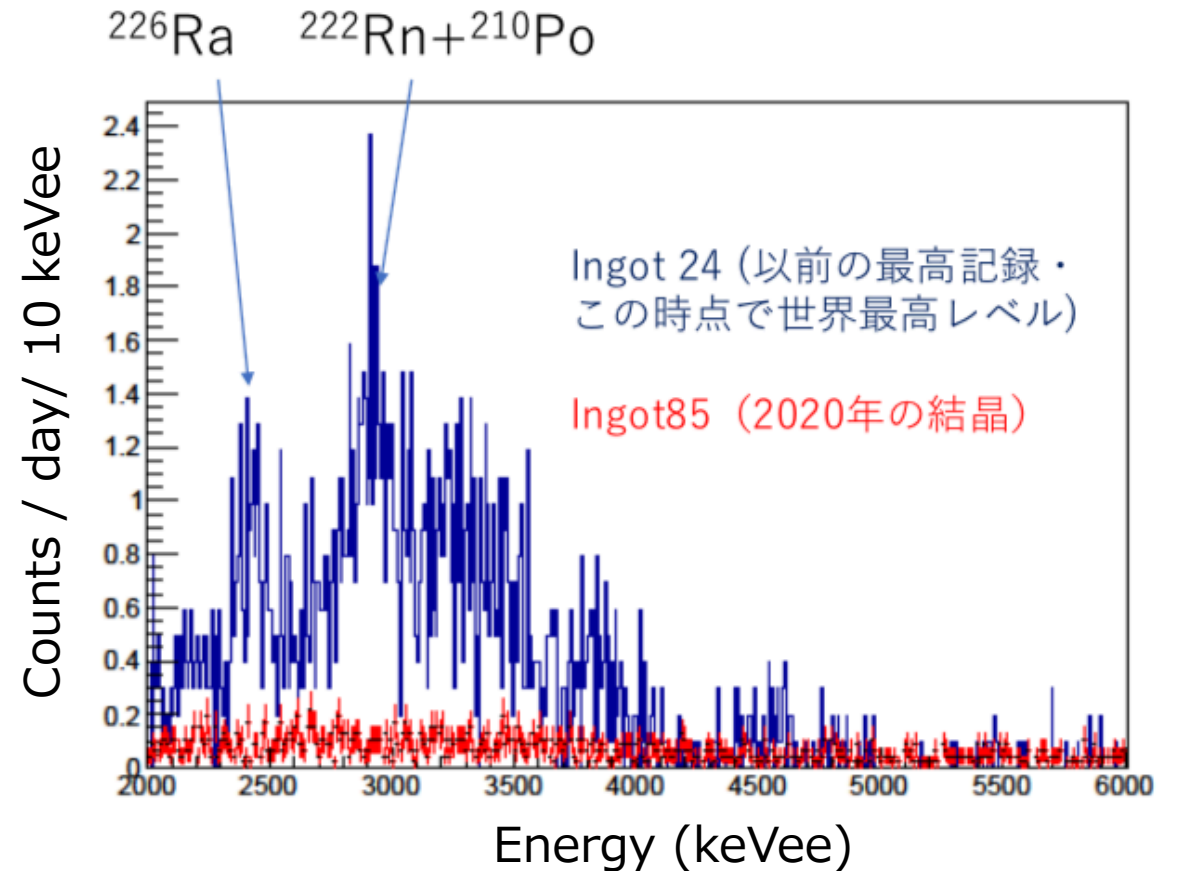


結晶作成：必要時間2-3か月
溶融品作製：必要時間30分
高純度結晶開発の高速化を実現

結晶内部の不純物測定装置

- NaI(Tl)結晶内部の不純物低減
 - 純化方法を系統的に分析した。
 - 最良の組み合わせを確認した。
- 再結晶法
 - カリウム除去：20 ppb(^{nat}K)を達成!
 - 樹脂法：鉛・ラジウム除去に成功!
 - $^{226}Pb < 5.7 \mu Bq/kg$ • $^{210}Ra \approx 13 \mu Bq/kg$
 - アルファ線の解析に「表面アルファ線分析装置」が重要な役割を果たしている。

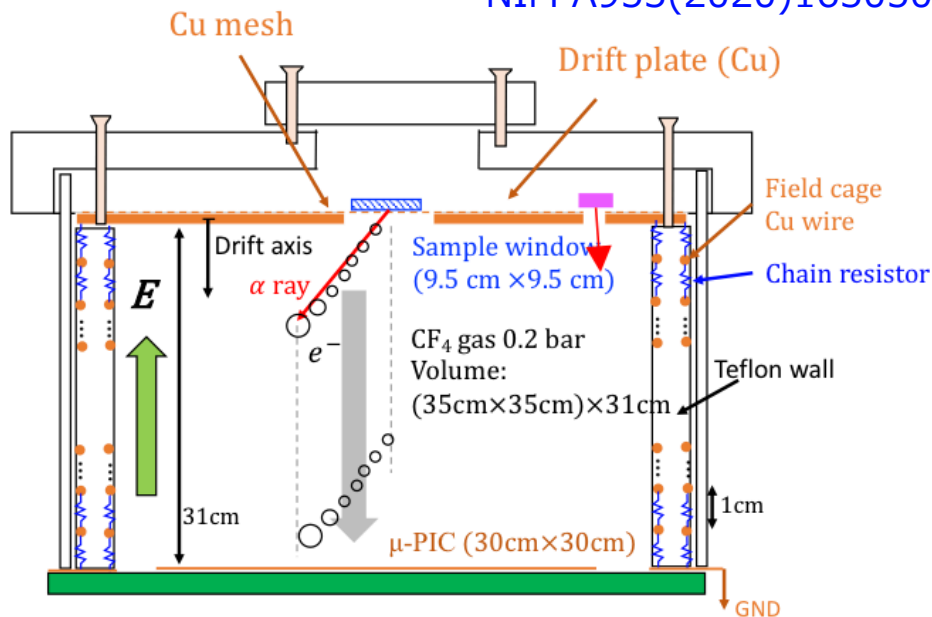
K. Fushimi et al., arXiv:2101.00759
Submitted to PTEP.



表面 α 線イメージ分析装置

Alpha-ray Imaging Chamber (AICHAM)

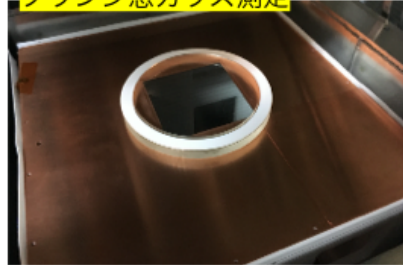
NIM A953(2020)163050.



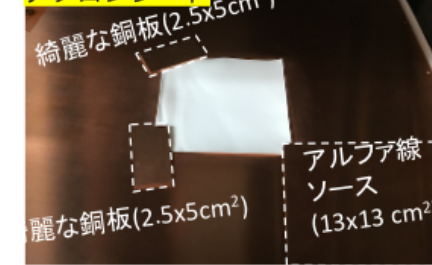
Hyper-KにおけるPMTガラス
サンプル3種類同時測定



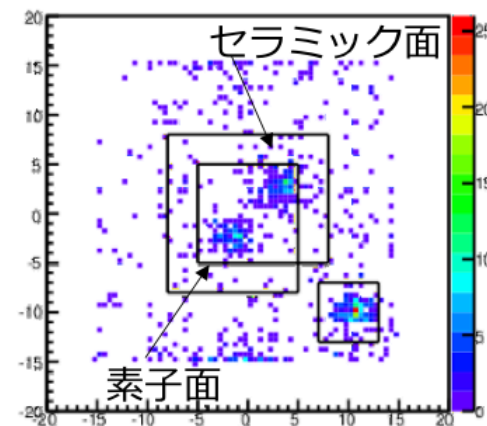
中性子コンソーシアムにおける
フランジ窓ガラス測定



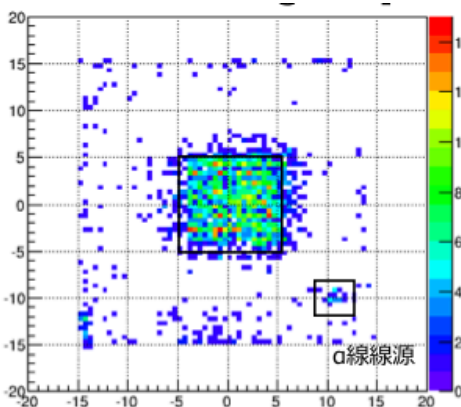
PICOLON実験における
テフロンシート



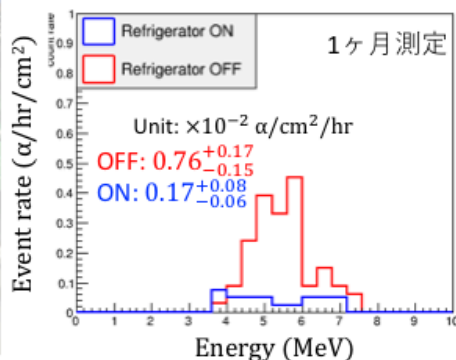
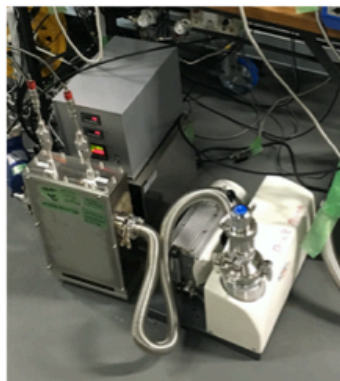
AXELグループの使用済みMPPC



Calibrationイメージ分布

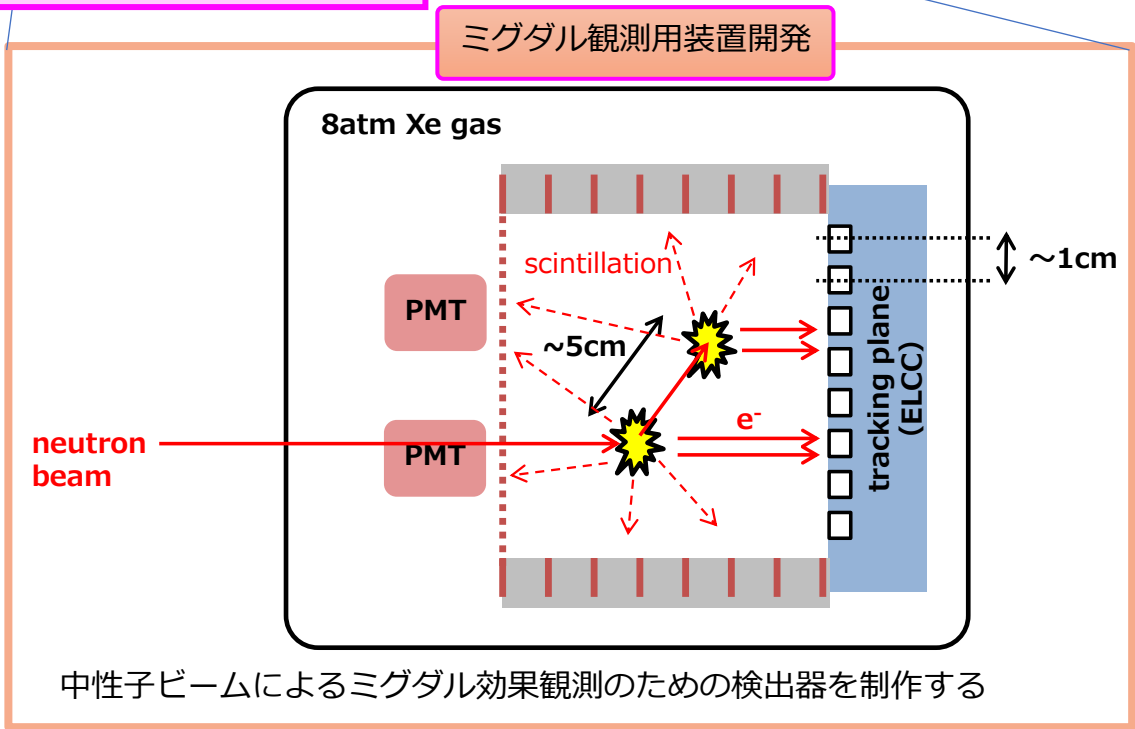
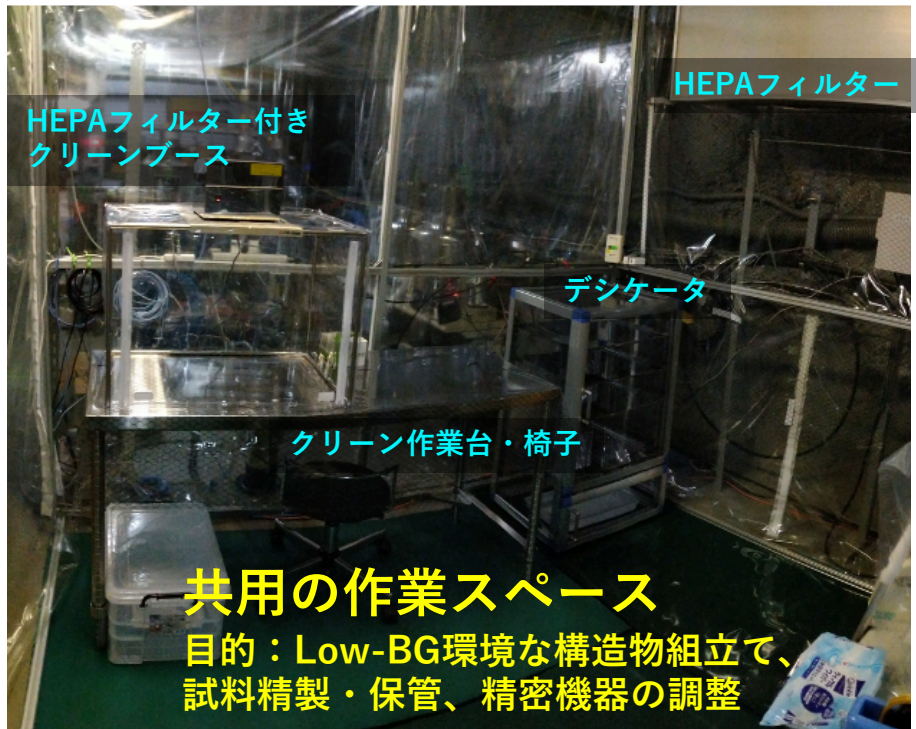
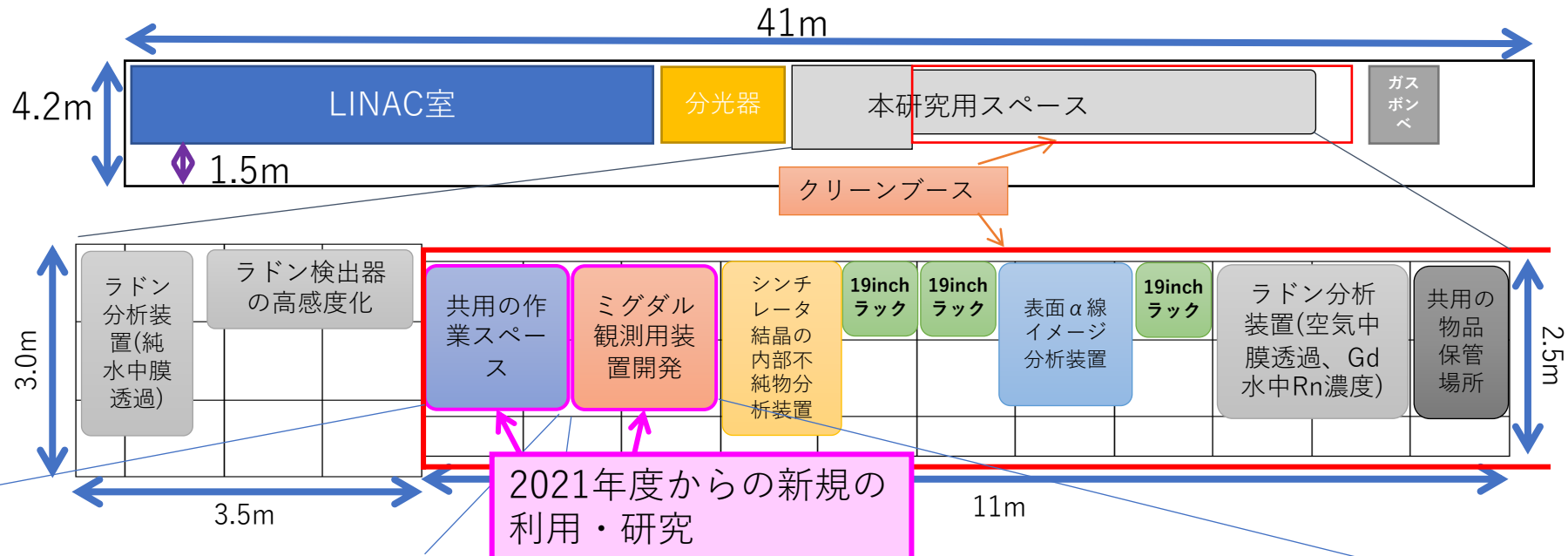


冷却活性炭を実装, Rn-a線は1/3程度減少



- 表面 α 線イメージ分析は、安定的に運用されている。
- Hyper-K, PICOLON, 中性子コンソーシアム、AXELなど、グループの枠を超えて表面 α 分析を実施している(共同利用を通じて分野へ貢献されている)
- 性能改善として、冷却活性炭を追加してラドンBGを抑制した。
- 試料分析と並行して、感度アップグレードのための検証実験を進めている。

今後の発展



まとめ

- 神岡地下の坑内実験室Aで、最先端の放射能分析装置を、研究グループの枠を超えて連携して、研究・開発・構築を進めている。
- 本年度の取り組み：
 - ラドン分析装置：装置開発
 - 結晶内部の不純物測定装置：CaF₂, NaI(Tl)結晶スクリーニング
 - 表面α線イメージ分析装置：各種サンプル分析
- 今後の発展のために、【共同作業スペース】と【ミグダル観測用装置】をLab-Aに構築を予定している。