

令和 3 年度 (2021) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：地下実験のための放射能分析装置の開発 英文：Development of a radioactivity assay system for underground experiments
研究代表者	竹内康雄
参加研究者	<p>神戸大学大学院理学研究科・教授・竹内 康雄 神戸大学大学院理学研究科・准教授・身内 賢太郎 神戸大学大学院理学研究科・院生・石浦 宏尚 神戸大学大学院理学研究科・院生・水越 慧太 神戸大学大学院理学研究科・院生・尾崎 博紀 神戸大学大学院理学研究科・院生・KOTSAR, Yurii 徳島大学大学院社会産業理工学研究部・教授・伏見 賢一 東京大学宇宙線研究所・准教授・関谷 洋之 東京大学宇宙線研究所・准教授・竹田 敦 神戸大学大学院理学研究科・特命助教・中野 佑樹 大阪大学大学院理学研究科・准教授・吉田 斉 大阪大学核物理研究センター・准教授・梅原 さおり 大阪大学核物理研究センター・院生・吉田 朋美 福井大学学術研究院工学系部門・准教授・小川 泉 福井大学大学院工学研究科・院生・林 長宏 横浜国立大学大学院工学研究院・准教授・南野 彰宏 横浜国立大学大学院理工学府・院生・和田 航平 横浜国立大学大学院理工学府・院生・佐野 翔一 横浜国立大学大学院理工学府・院生・鈴木 芹奈 東北大学ニュートリノ科学研究センター・助教・市村 晃一 東北大学大学院理学研究科・助教・中村 輝石 東京理科大学理工学部・助教・伊藤 博士</p>
研究成果概要	<p>本研究では、2014～2018 年度の新学術「地下素核」の計画研究 D01「極低放射能技術による宇宙素粒子研究の高感度化」開発された放射能分析装置、及び、2019 年度から始まった新学術「地下宇宙」の計画研究 D01「極低放射能技術の最先端宇宙素粒子研究への応用」及びその公募研究で開発する分析装置・実験装置を、神岡坑内の実験サイト内で研究グループの枠を超えて連携・運用・応用すること、及び、さらなる改良を行うことを目的としている。</p> <p>2021年度は地下実験室 A (LAB-A)において、以下の分析装置の改善や運用に取り組む計画であった。 1. ラドン分析装置、 2. 表面 α 線イメージ分析装置、</p>
整理番号	B03

3. シンチレータ結晶の内部不純物分析装置、4. ミグダル観測用装置。

以下、これらの装置に関して、2021年度の進捗と成果を述べる。

1. ラドン分析装置

2021度は、新しく開発した80Lラドン検出器+中空糸膜モジュールからなる水用ラドン検出器のさらなる低バックグラウンド化のため、中空糸膜モジュールを構成する各材料からのラドン放出量の測定を行った。その中でステンレスハウジングから有意なラドン放出が確認されたため、ハウジング部材を電解研磨する改良を施し、この部材からのラドン放出を無視できる量まで低減した。

また、ラドン検出器の高感度化を目的として、既存の2.5倍の大きさのPIN-photodiodeを装着して、性能評価を実施した。前年度までに空気を封入した場合の研究を推進しており、その研究成果を学術雑誌に投稿中である。本年度はアルゴンガスを封入した場合の性能評価を実施した。

2. 表面 α 線イメージ分析装置

2021年度は、新しいフィールドケージを入れ替えたことで装置システムを大きく変更した。共用の作業スペースにて、読み出し基盤の取り外し等をクリーン環境中で実施した(図1)。その後、性能評価を実施し、飛跡再構成の位置分解能が7mmから5mmへ向上し、画質がクリアになったことを確認した。装置改良後の分析運用も開始

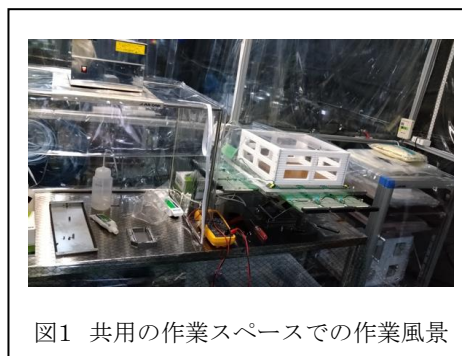


図1 共用の作業スペースでの作業風景

し、KEKが主導する「宇宙飛行士のための線量計:PS-TEPC」の部材分析などを含めて、地下実験研究グループの枠を超えて研究分野を超えた分析を行った。

3. シンチレータ結晶の内部不純物分析装置

2021年度も装置を用いた結晶および熔融品の不純物量評価を行った。高純度CaF₂結晶の製造方法の確立の最初の調査として、CaF₂結晶成長の際に用いるるつぼの放射性不純物量がCaF₂に与える影響を調べた。結果として、熔融品の不純物量(mBq/kg)では、るつぼの放射性不純物量が影響しないことを突き止めた。

また、宇宙暗黒物質探索用NaI(Tl)シンチレータの純化によって²¹⁰PbおよびU系列、Th系列について6~10 μ Bq/kg以下(上限値)を達成することに成功した。カリウムの不純物濃度についても20 ppb以下の上限値を達成した。2021年の7月に同じ純化方法で再現性を確認し、大量生産の道筋を確立した。

4. ミグダル観測用装置

申請時点では本装置の研究開発をLAB-Aで行う予定であったが、2021年4月に担当の共同研究員の異動があった。その結果、本研究は異動先の研究機関で行うこととなったため、本共同利用研究では本トピックの研究は行わなかった。

整理番号