

## 令和 4 年度 (2022) 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・高木 優祐          徳島大学大学院社会産業理工学研究部・教授・伏見 賢一          徳島大学大学院創成科学研究科・院生・岸田 有美子          徳島大学大学院創成科学研究科・院生・坂上 陽俊          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          福井大学学術研究院工学系部門・准教授・小川 泉          横浜国立大学大学院工学研究院・教授・南野 彰宏          横浜国立大学大学院理工学府・院生・鈴木 芹奈          横浜国立大学大学院理工学府・院生・天内 昭吾          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>2022 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んだ。1. ラドン分析装置、2. 表面 <math>\alpha</math> 線イメージ分析装置、3. シンチレータ結晶の内部不純物分析装置。</p> <p>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。</p>
整理番号	B03

## 1. ラドン分析装置

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試験運用を実施した。この試験では、実際に Super-Kamiokande 実験の Gd 水を継続的に採水し、測定バックグラウンド、物理感度、継続的な測定の可能性を評価した。

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。2021 年度までに空気を封入した場合の研究を推進しており、その研究成果をプレプリントとして公表し、学術雑誌に投稿中である。2022 年度はアルゴンガス、CF<sub>4</sub> ガス、SF<sub>6</sub> ガスを封入した場合の較正実験を実施し、異なるガス間での系統的な性能評価を実施した。現在、これらの内容の論文を準備中である。

## 2. 表面 $\alpha$ 線イメージ分析装置

2022 年度は、前年度に新しいフィールドケースを入れ替えた新システム(感度レベル  $10^{-3}$   $\alpha/cm^2/hr$ 、分析面積は  $10 \times 10$   $cm^2$  から  $15 \times 15$   $cm^2$  に拡張、位置分解能 7 mm から 5 mm へ改善)にて分析

運用を実施した。KamLAND 実験の PEN フィルム、NEWAGE 実験の無酸素銅リボン、次世代実験のための無機シンチレータ結晶 7 個(図 1) など含めて、地下実験研究グループの枠を超えた分析を行った[1,2,3]。

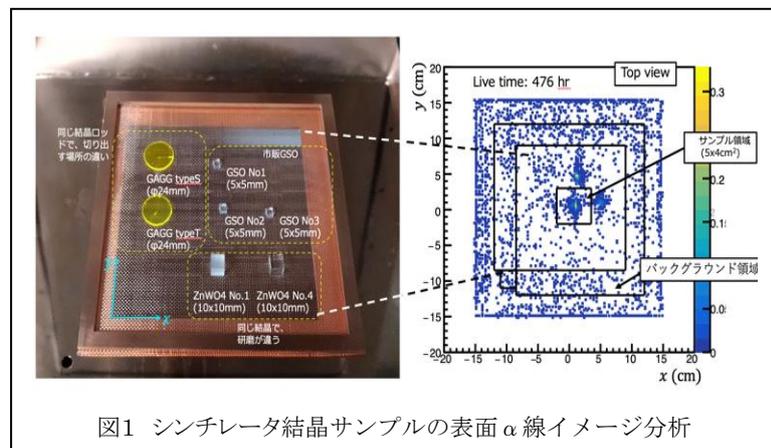


図1 シンチレータ結晶サンプルの表面 $\alpha$ 線イメージ分析

- [1] “極低放射能アルファ線分析の最近の動向”, 伊藤博士, MPGD & Active 媒質 TPC2022 研究会 2022 年 12 月 9~10 日.
- [2] “極低放射能アルファ線分析の最近の動向とガス・シンチレーション光の応用”, 第 8 回 極低放射能技術研究会 2022 年 11 月 24-26 日.
- [3] “Alpha particle imaging chamber (AICHAM) for screening LowBG surface RI contamination”, H. Ito, UGAP2022, 2022 年 6 月 13-15 日.

## 3. シンチレータ結晶の内部不純物分析装置

2022 年度も装置を用いた結晶および溶融品の不純物量評価を行った。高純度 CaF<sub>2</sub> 結晶の製造方法の確立のため、インゴット内の放射性不純物量の偏り調査を行った。実際には、製造した CaF<sub>2</sub> インゴット(質量 80g)を円筒上部、円筒下部、円錐部に切断し、それぞれの CaF<sub>2</sub> 溶融品の放射性不純物量の測定を行った。結果として、溶融品の不純物は、ウラン系列・トリウム系列ともに、インゴット内の円錐下部に集まることが確認された。その偏りは、ウラン系列不純物量は 4.5 倍、トリウム系列は 2.1 倍、であった。