

2020 (令和二) 年度 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

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・特命助教・中野 佑樹
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・山本 祥太郎
神戸大学大学院理学研究科・院生・島田 拓弥
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
東京大学宇宙線研究所・特任研究員・伊藤 博士
東北大学ニュートリノ科学研究センター・助教・市村 晃一
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
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・佐々木 遼太
横浜国立大学大学院理工学府・院生・佐野 翔一

研究成果概要

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。2020 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 α 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。

これらの装置に関して、2020 年度の研究成果を述べる。

整理番号 B03

1. ラドン分析装置

新しく 80L ラドン検出器+中空糸膜モジュールを用いて、図1のような新型の水用ラドン検出器を構築し、低バックグラウンド化を進めるとともにバックグラウンド源の特定をおこなった。さらに中空糸膜モジュールのハウジングを改良することで、乾燥空气中で3カウント/日を下回る低バックグラウンドを実現した。これは、検出効率として既存の値を仮定すると、1 mBq/m³ を下回るバックグラウンドレベルに相当する。



2. 表面α線イメージ分析装置

2019年度までに高感度表面α線イメージ分析を安定に運用することに成功した。さらに2020年度、冷却活性炭を用いたラドン除去システムを実装したことで、1ヶ月の測定で10⁻³ alpha/cm²/hour (90%CL)の感度を達成した。また、PICOLON 実験用の反射シート、Sheffield 大学の銅メッシュサンプル、AXEL 実験用の MPPC、神戸大学のシンチレータ結晶など、研究グループの枠を超えた分析作業を行った。並行して、さらなる感度改善に向けた調査を進め、検証のための実験を実施し報告を行った。

3. シンチレータ結晶の内部不純物分析装置

2020年度も装置を用いた結晶評価作業を行った。今年度は、高純度 CaF₂ 結晶の製造方法の確立を目指した。最初の調査として、結晶成長のどの過程で放射性不純物が混入するかを調べることを目指した。CaF₂ 結晶成長の際に用いるるつぼについて、通常るつぼと高純度るつぼを準備し、それぞれのるつぼを使用した CaF₂ 熔融品を製造し、これら熔融品の放射性不純物量の測定を行った。

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。今後は再現性の確認と大型結晶の製造に取り組む。