

平成 30 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・学術研究員・伊藤 博士
神戸大学大学院理学研究科・学振特別研究員(PD)・中村 輝石
神戸大学大学院理学研究科・院生・橋本 隆
神戸大学大学院理学研究科・院生・宮辺 裕樹
神戸大学大学院理学研究科・院生・池田 智法
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・塩沢 知晃
神戸大学大学院理学研究科・院生・中村 拓馬
徳島大学大学院社会産業理工学研究部・教授・伏見 賢一
徳島大学大学院総合科学教育部・院生・平田 晶子
徳島大学大学院総合科学教育部・院生・畑 和実
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・岸本 康宏
東京大学宇宙線研究所・助教・竹田 敦
東京大学宇宙線研究所・特任助教・小林 兼好
東京大学宇宙線研究所・特任研究員・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
福井大学大学院工学研究科・院生・林 長宏

研究成果概要

平成 26 年度～平成 30 年度に行われた、新学術領域研究「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」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」においては、各実験グループの枠を超えて連携し、最先端の放射能分析装置の研究・開発・構築を進めた。本共同利用研究は、それらの装置を神岡坑内に設置・運用することを目的として、平成 27 年度より以下の分析装置の開発・設置・運用に取り組んでいる。

1. ラドン分析装置
2. 表面 α 線分析装置
3. シンチレータ結晶の内部不純物分析装置

H30 年度は、H29 年度に引き続き、これらの分析装置の開発・運用を進めた。

ラドン分析装置については、80L型ラドン検出器のさらなる高感度化を試みて、PINフォトダイオードを大型化(18mm角から30mm角)し、較正試験を行った(図1)。その結果、高湿度の環境においてラドンの検出効率に20%程度の改善が見られた。また、ハイパーカミオカンデ計画に関連するシート素材のラドン透過率分析を行った。

シンチレータ結晶の内部不純物分析装置については、H30年度も、装置を用いた結晶評価作業を行った。安定した運用を行っている。H30年度には、CaF₂について各種溶解品や結晶の測定を行い、結晶化の過程での高純度化の評価をした。また、CANDLES入れ替え用のCaF₂結晶のスクリーニング分析(約20個)も行った。本分析の合格レベルは20 μBq/kg以下(~2 mBq/kg)と設定した。

表面α線分析装置は、低放射能の半導体基盤(Low-α μ-PIC)を実装して、ガス循環システムの安定化、ソフトウェアの改善(方向決定アルゴリズムの開発と導入、等)を行った。そして、バックグラウンド測定、²¹⁰Poを用いた較正試験、及び、従来μ-PICのサンプル測定を行った。現時点までに、バックグラウンドレベルを前年比で約1/100まで低減することに成功し、 $(2.4 \pm 0.1) \times 10^{-3}$ alpha/cm²/hourの感度を達成した(図2)。

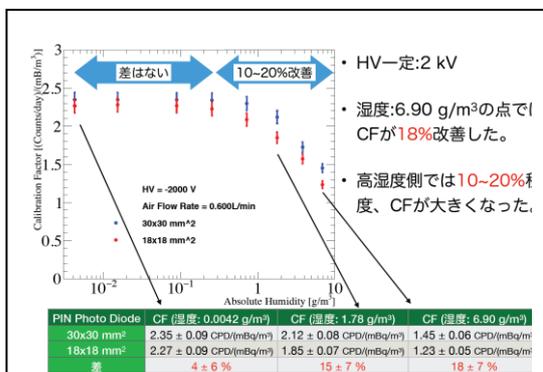


図1 80Lラドン検出器の較正定数(CF)の湿度依存性測定

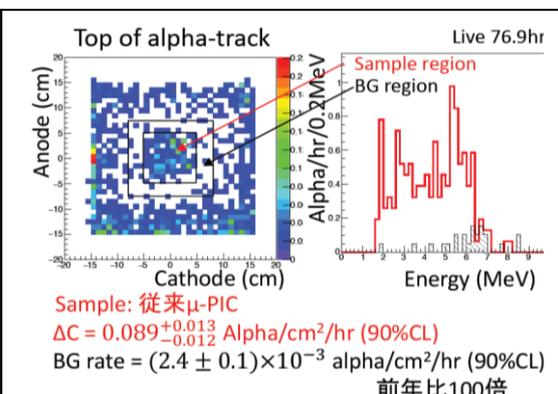


図2 表面α線分析測定装置でのサンプル測定