

令和 4 年度 (2022) 共同利用研究・研究成果報告書

<p>研究課題名 和文：高純度ゲルマニウム検出器を用いた SK-Gd 計画等のための放射性不純物量測定</p> <p style="text-align: center;">英文：RI measurement for SK-Gd project with HPGe detector</p>
<p>研究代表者 市村 晃一(東北大学ニュートリノ科学研究センター)</p> <p>参加研究者 岸本 康宏(東北大学ニュートリノ科学研究センター)、池田 晴雄(東北大学ニュートリノ科学研究センター)、関谷 洋之(東京大学宇宙線研究所)、竹田 敦 (東京大学宇宙線研究所)、安部 航 (東京大学宇宙線研究所)、池田 一得(東京大学宇宙線研究所)、細川 佳志(東京大学宇宙線研究所)、中島 康博(東京大学大学院理学研究科)、南野 彰宏 (横浜国立大学理工学府)、伊藤 博士(東京理科大学理工学部物理学科)、中村 輝石(東北大学理学研究科)、鈴木 芹奈(横浜国立大学理工学府)</p>
<p>研究成果概要</p> <p>本研究では極低放射能ゲルマニウム検出器(HPGe)検出器を用い、主に SK-Gd 計画で用いている硫酸ガドリニウム八水和物中に含まれるウラン系列のラジウム 226, トリウム系列のラジウム 228 などの放射性不純物量測定と、その結果を基にした低放射能化を推進している。</p> <p>2022 年度は、2016 年に運用を開始した HPGe 検出器(以降 Ge01 と略す)を用いて行った SK-Gd T1 フェーズで用いた硫酸ガドリニウム八水和物の 23 サンプルのスクリーニング結果も含まれる論文([1])を発表した。また、2021 年度に運用を開始した HPGe 検出器(以降 Ge02 と略す)でも硫酸ガドリニウムのスクリーニングを開始した。Ge02 でも Ge01 と同様に硫酸ガドリニウム八水和物 10 kg の測定が可能であり、約 10 日間の測定で要求値であるラジウム 226 で 0.5 mBq/kg の感度で測定できる。Ge02 については硫酸ガドリニウム八水和物を合計 15 サンプル測定し、2 台の HPGe 検出器の測定で、SK-Gd T1.5 フェーズで用いる硫酸ガドリニウム八水和物のほぼ全てのロットの放射性不純物量測定を導入前に行うことができた。</p> <p>SK-Gd T1.5 フェーズで用いる硫酸ガドリニウム八水和物測定の完了後、Ge02 では長期間バックグラウンドデータを取得し、運用直後に観測されていたコバルト 58 やマンガン 54 といった HPGe 検出器や遮蔽体の地上移送時の宇宙線による原子核破砕に起因する信号も核種の半減期に依存して低減していることを確認した。結果、百～数百 keV のエネルギー領域で Ge02 運用開始時よりもカウントレートは約半分に低減し、Ge01 よりも低いカウントレートを達成することができた。現在観測されているバックグラウンドスペクトラムを評価し、今後さらに低減を目指すため</p>

に検出器と遮蔽体中の放射性不純物量由来の信号のシミュレーションも行い、研究成果として物理学学会や研究会で発表した。

長期バックグラウンドデータ取得後は SK 純水装置で用いているイオン交換樹脂の使用前後での測定や、次期 KamLAND 実験で検討している発光性フィルムの原材料などの測定を行った。

2023 年度も引き続き SK-Gd 実験やハイパーカミオカンデ実験、KamLAND 実験などの検出器部材のスクリーニングを推進する。



図 1：スーパーカミオカンデ純水装置で用いるイオン交換樹脂を Ge02 検出器で測定中の写真

(投稿論文および学会・研究会発表)

[1]投稿論文 “Development of Ultra-pure Gadolinium Sulfate for the Super-Kamiokande Gadolinium Project”, K.Hosokawa et al. PTEP Volume 2023, Issue1, 013H01 <https://doi.org/10.1093/ptep/ptac170>

[2]学会発表 “神岡地下実験室の極低放射能ゲルマニウム検出器のバックグラウンドシミュレーションによる評価” 鈴木芹奈 日本物理学会 2023 春季大会 2023/03/22-25 オンライン

[3]研究会発表 “D01 班:神岡 Ge スクリーニング” 市村晃一 第 8 回極低放射能研究会 2022/11/24-26 つくば国際会議場

[4]研究会発表 “神岡地下実験室の極低放射能ゲルマニウム検出器におけるバックグラウンドの理解” 鈴木芹奈 第 3 回新学術「地下宇宙」若手研究会 2022/11/23-24 つくば国際会議場

[5]学会発表 “地下宇宙素粒子実験のための極低放射能技術” 南野彰宏 日本物理学会 2022 年秋季大会シンポジウム 2022/09/10 オンライン

[6]学会発表 “神岡地下実験室の極低放射能ゲルマニウム検出器におけるバックグラウンドの理解” 鈴木芹奈 日本物理学会 2022 年秋季大会 2022/09/06-08 岡山理科大学

整理番号 B06