

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：太陽ニュートリノエネルギースペクトルの研究 英文：Study of solar neutrino energy spectrum</p>
<p>研究代表者 中島 康博 (東京大学大学院理学系研究科・准教授) 参加研究者 東京大学大学院理学系研究科：志摩静香 東京大学宇宙線研究所：中畑雅行、関谷洋之、池田一得、家城佳、矢野孝臣、Guillaume Pronost、中野祐樹、兼村侑希、鈴木洋一郎 神戸大学理学研究科：竹内康雄 岡山大学大学院自然科学研究科：小汐由介、原田将之、酒井聖矢 東京理科大学：石塚正基、伊藤博士、篠木正隆、重田夏希 宮城教育大学教育学部：福田善之 東海大学理学部物理教室：西嶋恭司 Univ. of California, Irvine, Dept. of Physics and Astronomy: H. W. Sobel, M. B. Smy, J. Griskevich 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構：Mark Vagins</p>
<p>研究成果概要 本研究は、スーパーカミオカンデ (SK) において、太陽ニュートリノを精密に測定することを目的としている。とりわけ、電子ニュートリノのスペクトラムを精密に測定することで、5MeV 程度以上の物質効果 (MSW 効果) が支配的な状態から、それ以下のエネルギーでの真空中のニュートリノ振動確率への遷移 (up-turn) を精密に測定することで、ニュートリノ振動モデルの精密検証を目指している。この目的のためには、安定したさらなるデータ取得と、エネルギースケールの系統誤差の削減が不可欠である。 SK は、中性子の検出効率の飛躍的な向上を実現するため、2020 年に重量濃度 0.01% に相当するガドリニウムをその水中に溶解し、SK-Gd として新たな観測を開始した[1]。さらに 2022 年度には 2020 年度の導入量の約 2 倍のガドリニウムを追加導入し、重量濃度 0.03% での観測をスタートさせた。 2022 年度の主な成果として、宇宙線由来の核破砕中性子を用いた物理測定や測定器較正を行った。SK には測定器全体で約 2Hz の頻度で宇宙線が飛来しており、それらが水中の酸素原子核を破砕することで、測定器内ではほぼ一様に中性子が生成される。ガドリニウム導入により、これらの中性子を高い検出効率で精度よく測定できるようになった。我々は、これを生かし水中での核破砕中性子の生成数を測定し、論文として発表した[2]。これは、SK-Gd としての初めての物理結果であるとともに、同様の測定がほとんど液体シンチレーターを用いた測定であるのに対し水中での測定を実現した世界的に</p>

もユニークな結果である。

さらに、この核破砕中性子を用いた測定器のエネルギー較正手法を開発した[3]。太陽ニュートリノのエネルギースペクトル観測には、エネルギーの精密な較正が重要である。核破砕中性子は、比較的多くの事象が検出器全体に渡って時間的にも連続的に得られることが特徴であり、これを用いてエネルギースケールの時間依存性および位置依存性を、それぞれ高精度で測定できることを実証した。今後、この結果を用い、エネルギー再構成手法の改善および系統誤差のさらなる削減を目指してゆく。

最近の発表論文(国内外での学会における発表を含む)

- [1] “First gadolinium loading to Super-Kamiokande”, [Super-Kamiokande], Nucl. Instrum. Meth. A 1027 (2022) 166248.
- [2] “Measurement of the cosmogenic neutron yield in Super-Kamiokande with gadolinium loaded water”, M. Shinoki et al [Super-Kamiokande], arXiv:2212.10801 [hep-ex]
- [3] “Study of Super-Kamiokande detector calibration using cosmogenic neutron capture on Gadolinium,” 志摩静香, 東京大学 修士論文, 2022年3月
- [4] “Recent results and future prospects from Super-Kamiokande”, Y. Nakajima, oral presentation in The XXIX International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (NEUTRINO2020), June 22 – July 2, 2020.

整理番号 A5