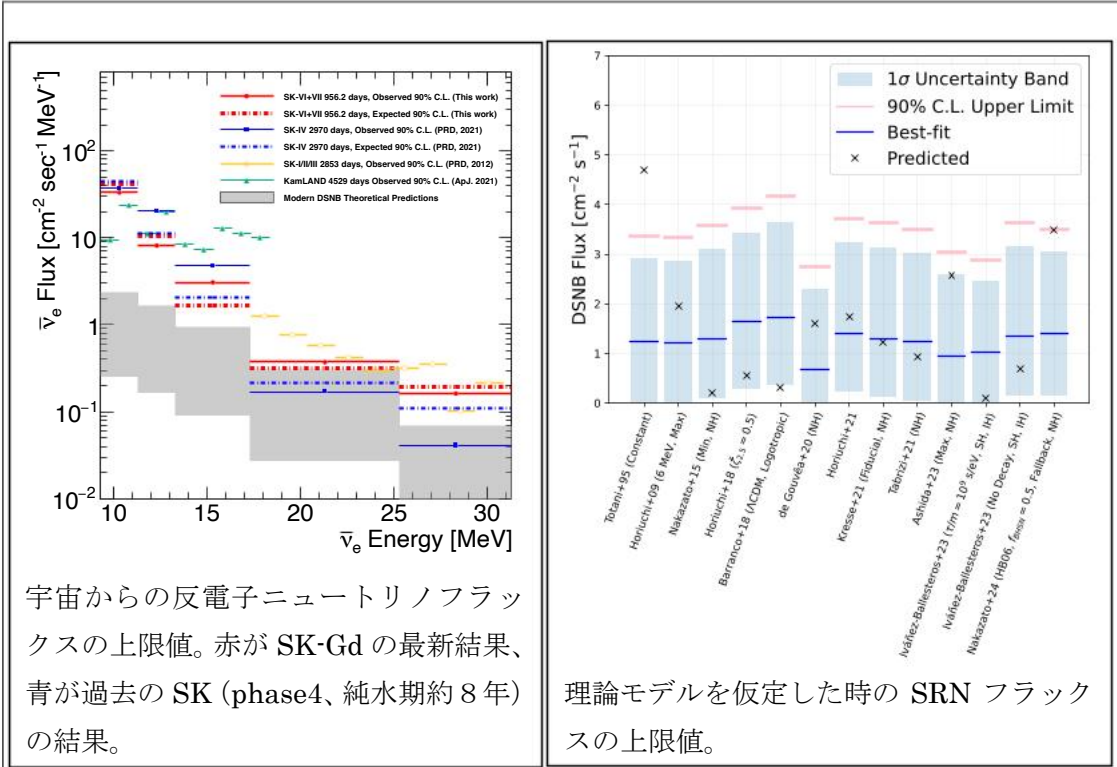


令和 7 年度（2025） 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：超新星背景ニュートリノの研究 英文：Study of Supernova Relic Neutrinos
研究代表者	岡山大学環境生命自然科学学域 小汐由介
参加研究者	岡山大学・日野陽太、原田将之、中西史美、多田智昭、濱口紘希、東大宇宙線研・中畑雅行、関谷洋之、竹田敦、池田一得、矢野孝臣、東大理学部・中島康博、宮城教育大学・福田善之、神戸大学・竹内康雄、鈴木州、東京大学数物連携宇宙研究機構・Mark Vagins、横浜国立大学・南野彰宏、Lluis Marti Magro、Univ. Autonoma Madrid・Luis Labarga、Nataly Ospina、Univ. California Irvine・Hank Sobel、Michael Smy、Jeff Griskevich 清華大学・Shaomin Chen、Benda Xu、Bin Zhang、Yiyung Wu
研究成果概要	研究目的：太陽の 8 倍以上の質量を持つ恒星はその一生の最後に超新星爆発を起こす。その際、爆発の 99% 以上のエネルギーはニュートリノによって宇宙空間にばらまかれる。1987 年 2 月に人類史上初めてそのニュートリノが検出された。宇宙に最初の星ができて以来、超新星爆発は約 1 秒に 1 回の頻度で絶えず起きており、その都度ニュートリノや重元素物質が宇宙にまき散らされている。このことは現在の宇宙には超新星背景ニュートリノ（Supernova Relic Neutrinos, SRN）が大量に存在することを示唆している。本研究はこの超新星背景ニュートリノの観測を目的とする。 研究方法：本研究は、SK に硫酸ガドリニウムを溶かした SK-Gd 実験で行う。同時に、200 トンタンクを使った検出器 (EGADS) での検証実験を継続する。ガドリニウムは反電子ニュートリノと水中の陽子との反応により発生する中性子の検出感度が高く、ガドリニウムの SK への導入により SRN 信号と雑音事象との識別能力が飛躍的に高まる。本研究では、SK-Gd 実験で世界初の SRN の観測を目指す。 2025 年度の研究成果：2020 年夏に硫酸ガドリニウムを 13 トン（ガドリニウムの質量濃度で 0.01% に相当）SK に導入し、SK-Gd 実験が始まった。さらに 2022 年の夏には硫酸ガドリニウム 26 トンを追加で SK に導入した（ガドリニウムの質量濃度でトータル 0.03%）。2024 年度に、両フェーズ合計 956 日分のデータを用いた超新星背景ニュートリノの探索の結果を報告した。その結果、世界初の発見には至らなかったが、過去の SK での結果と合わせると背景事象に対し 2 シグマ程度の超過が見られた。今年度は、この成果を論文として公表した。特に SK-Gd だけで得られた結果から、SRN のモデルによらない宇宙からの反電子ニュートリノフラックスの上限値を示し（次ページ左図）SK-Gd 約 3 年のデータで、過去の SK 8 年分と同等の感度を持つこと、また 16MeV では SK-Gd が世界最高の上限値を持つことを示した。また様々な SRN 理論モデルに対して制限を与えることにも成功した。（次ページ右図）以上の成果は、国内外での研究会や、日本物理学会などでも報告された。
整理番号	2025d-A-08



発表論文 (2025 年度)

[1] Super-Kamiokande collaboration (K.Abe et. al)., Search for Diffuse Supernova Neutrino Background with 956.2 days of Super-Kamiokande Gadolinium Dataset, arXiv 2511.02222 (2025), (Astrophysical Journal 誌に掲載決定)

国際会議発表 (2025 年度)

- (1) ICRC 2025, Geneve, Switzerland, June 16-22, 2025, M. Harada, Search for Diffuse Supernova Neutrino Background in Super-Kamiokande.
- (2) International school of subnuclear physics, Sicily, Italy, June 15 - 22, 2025, M.Nakahata, Highlights from Super-Kamiokande and Hyper-Kamiokande.
- (3) 4th IBS Conference on Dark World, Daejeon, Korea, October 27-30, 2025, Y.Takeuchi, Latest results and recent progress of the SK experiment.

国内会議発表 (2025 年度)

- (4) 日本物理学会・年次大会・2026 年 3 月・オンライン・一般講演 4 件
- (5) 日本物理学会・秋季大会・2025 年 9 月・北海道大学・一般講演 5 件