

## 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：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
研究代表者	中島 康博（東大宇宙線研 神岡宇宙素粒子研究施設・助教）
参加研究者	東京大学宇宙線研究所：中畑雅行、岸本康宏、関谷洋之、池田一得、Lluís Martí、加藤陽、矢野孝臣、Guillaume Pronost、中野祐樹、織井安里、岡本幸平 神戸大学理学研究科：竹内康雄、長谷川誠 岡山大学大学院自然科学研究科：小汐由介 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, W. R. Kropp, S. Mine, M. B. Smy, Pierce Weatherly, Volodymyr Takhistov, Scott Locke, J. Griskevich 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構：鈴木洋一郎、Mark Vagins、Matthew Murdoch、Charles Henry Simpson
研究成果概要	<p>本研究は、スーパーカミオカンデ (SK) およびそのアップグレード計画である SK-Gd 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。</p> <p>スーパーカミオカンデは、2008 年 9 月以降は第 4 フェーズ (SK-IV) としてデータ取得を行ってきた。この間 SK で用いられている光電子増倍管のゲインが 10% から 15% 程度増加し、このことによるエネルギースケールの変化が問題となっていたが、これを補正したエネルギー再構成手法を開発した。平成 30 年度は、この新たな手法を用い SK-IV の 2860 日分のデータを含めた解析を行い、太陽ニュートリノスペクトルの測定結果をアップデートし NEUTRINO2018 国際会議などで発表を行った (図 1)。今後、これらの結果を SK-IV の最終結果としてまとめ、論文として発表する予定である。現在のところ、有意な振動確率の up-turn は観測されていないが、今後 SK-Gd でも観測を継続し、さらなる高統計・高精度での太陽ニュートリノスペクトラムの測定を目指す。</p> <p>平成 30 年度には、SK-Gd への準備のために約 12 年ぶりに SK タンク内の水を抜き大規模な改修工事を行った。改修工事の主目的は水槽の止水であったが、改修工事後の調査では有意な水漏れが観測されず止水が成功したことが確認され、これにより Gd 導入に向けた準備が整った。また、同時にタンク内の配管の改良工事を行い、これにより</p>

循環水量をこれまでの 60m<sup>3</sup>/h から 120m<sup>3</sup>/h へ増加させると共に、より精密な水流の調整が可能になった。スーパーカミオカンデは、2019年1月29日より、新たなフェーズ SK-V として観測を再開している。現在、太陽ニュートリノ観測のバックグラウンドとなる水中ラドンの低減を目指し、新たな水循環システムを用いたタンク内水流の調整を行なっている。

SK にガドリニウムを導入するにあたり、これまで硫酸ガドリニウム中に含まれる放射性不純物も問題となっていたが、企業との共同開発を経て、太陽ニュートリノ観測のバックグラウンドとして問題にならないレベルの高純度硫酸ガドリニウムの生成に成功した。今後量産を進め、2019年度中に約 10 トンの硫酸ガドリニウムを SK に溶解させることを目指す。

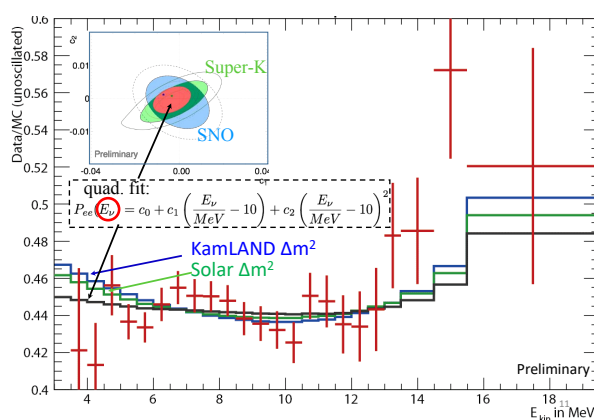


図 1 : SK での太陽ニュートリノの測定結果とモデル予測との比較

最近の発表論文(国内外での学会における発表を含む)

- [1] “Solar Neutrino Measurements in Super-Kamiokande-IV” The Super-Kamiokande Collaboration, Phys. Rev. D 94, 052010 (2016).
- [2] “First measurement of radioactive isotope production through cosmic-ray muon spallation in Super-Kamiokande IV”, The Super-Kamiokande Collaboration) Phys. Rev. D 93, 012004 (2016).
- [3] “Solar neutrino measurements with Super-Kamiokande”, Motoyasu Ikeda, oral presentation in “The XXVIII International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2018)”, June 4–9, 2017, Heidelberg, Germany.