

平成25年度共同利用研究・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 岡山大学自然科学研究科(理)・准教授 小汐 由介

参加研究者 岡山大学・作田誠（教授）、石野宏和（准教授）、樹林敦子（研究員）、矢野孝臣（特任助教）、森俊彰（D3）、東大宇宙線研・中畑雅行（教授）、岸本康宏（准教授）、竹田敦（助教）、関谷洋之（助教）、中野祐樹（D1）、大阪大学・久野良孝（教授）、宮城教育大学・福田善之（教授）、神戸大学・竹内康雄（教授）、鈴木州（助教）、東京大学数物連携宇宙研究機構・Mark Vagins（特任教授）、Lluís Martí（研究員）、Univ. Autònoma de Madrid・Luis Labarga（教授）、Univ. of California Irvine・Michael Smy（研究員）、Andrew Renshaw（研究員）、Giada Carminati（研究員）、清華大学・S. Chen（教授）

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。爆発の99%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、そのつど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。このことはつまり、現在の宇宙には超新星爆発背景ニュートリノ（Supernova Relic Neutrinos, SRN）が大量に存在することを示唆している。一方、ニュートリノは超新星の芯から外に直接出ることができる唯一の素粒子であるので、超新星爆発のメカニズムや中性子星・ブラックホール形成過程を「見る」唯一の手段であると期待されている。我々は何時銀河系で起きるかも知れない超新星爆発に準備すると共に、観測できる寸前になっている超新星背景ニュートリノ SRN を検出することを目指す。

研究方法：この研究を従来のスーパーカミオカンデ実験で行うと同時に、200トンタンクを使った硫酸ガドリニウム入り水チェレンコフ装置を使った実証実験開発を行い、将来において反電子ニュートリノの史上最高感度観測を目指し、SRNの発見を目指す。この計画で中性子に感度のある大型水チェレンコフ検出器が機能することが実証できれば、SRNのみならず、将来のSK実験や大型ニュートリノ実験に大きな改良をもたらす。ペテルギウスなどの超近傍の超新星が起これば200トン検出器でも十分なニュートリノ事象が得られうる。

H25年度の研究成果：

1. SK-IV データ解析では、新読み出し回路の特徴を生かした中性子の陽子捕獲ガンマ線同定による反電子ニュートリノ解析が終了し、現在、論文を投稿中である。
2. 200トン装置（EGADS）の開発を進めている。200トンタンクに0.2%Gd水溶液を導入し水質測定を行った。残存光量は、SKの超純水と比べて85%に相当する水質を得た（図1）また240本の光センサーを取り付け（図2）、検出器較正を行った。

整理番号 A09

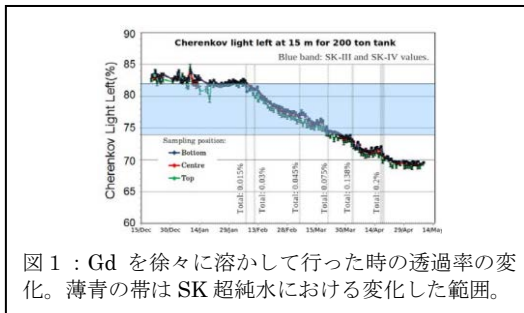


図 1 : Gd を徐々に溶かして行った時の透過率の変化。薄青の帯は SK 超純水における変化した範囲。



図 2 : EGADS タンクに取り付けた光センサー

発表論文 :

- [1] K. Bays et al. (Super-K Collab), Supernova Relic Neutrino Search at Super-Kamiokande, *Phys. Rev. D* **85** 052007–1–15 (2012).
- [2] A. Ankowski, O. Benhar, T. Mori, R. Yamaguchi and M. Sakuda, Analysis of gamma-ray production in NC neutrino-oxygen interactions above 200 MeV, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 052502 (2012).
- [3] H. Watanabe et al. (Super-K Collab.), First Study of Neutron Tagging with a Water Cherenkov Detector., *Astroparticle Physics* **31**, 320–328 (2009).

国際会議発表 (H25年度) 9件

- (1) 24th International Workshop on Weak Interactions and Neutrinos (WIN2013), Natal, Brazil, Sep. 16–21. Yano, GADZOOKS!
- (2) 13th International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP2013), A silomar, CA, USA, Sep. 8–13, M. Nakahata, Future of Super-Kamiokande and Hyper-Kamiokande
- (3) 13th International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP2013), A silomar, CA, USA, Sep. 8–13, Y. Koshio, GADZOOKS!
- (4) 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12), Makuhari, Japan, July 14–19, H. Ishino, Latest Results from Super-Kamiokande
- (5) INVISIBLES13 Workshop, Durham, UK, July 15–19, P. Fernandez Identifying electron antineutrinos with Super-Kamiokande: GADZOOKS! Status and remaining issues
- (6) The 33rd International Cosmic Ray Conference (ICRC2013), Rio de Janeiro, Brazil, July 2–9, L. Marti, EGADS Progress
- (7) The 33rd International Cosmic Ray Conference (ICRC 2013), Rio de Janeiro, Brazil, July 2–9, M. Nakahata, Neutrino Physics (Rapporteur talk)
- (8) International Workshop on RENO-50, Seoul, Korea, June 13–14, A. Kibayashi, Future SK Program for Antielectron neutrino Physics
- (9) International Meeting on Fundamental Physics (IMFP13), Santander, Spain, May 20–24, P. Fernandez, Identifying electron anti-neutrinos with Super-Kamiokande: GADZOOKS! : status and some of its current challenges