

平成 26 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）、森俊彰（D4）、茅野翼（M2）、徐辰原（M1）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）、池田一得（助教）、中野祐樹（D2）、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）、矢野孝臣（特命助教）、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 Madrid・Luis Labarga（教授）、Pablo Fernandez（D1）Univ・California Irvine・Michael Smy（研究員）、William Cropp（研究員）、Jeff Griskevich（研究員）、Andrew Renshaw（研究員）、Giada Carminati（研究員）、Pierce Weatherly（D3）、清華大学・S. Chen（教授）、Yang Zhang（D4）

研究成果概要

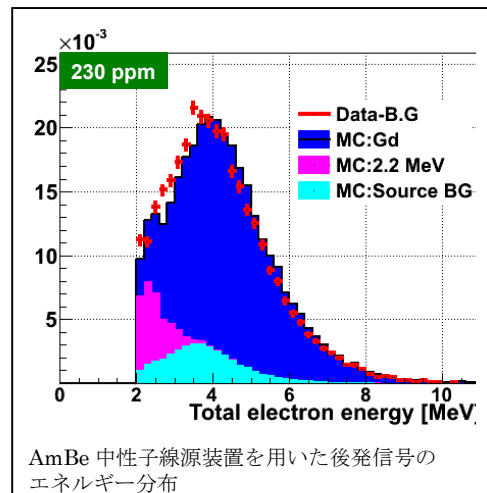
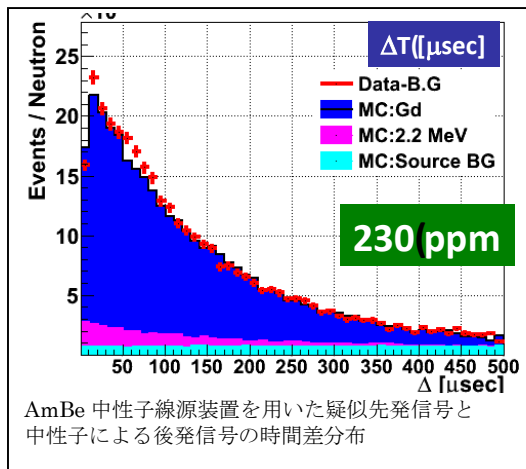
研究目的：太陽の 8 倍以上の質量を持つ恒星はその一生の最後に超新星爆発を起こす。爆発の 99% のエネルギーはニュートリノによって宇宙空間にばらまかれる。1987 年 2 月に人類史上初めてそのニュートリノが検出された。宇宙に最初の星ができて以来、超新星爆発は約 1 秒に 1 回の頻度で絶えず起きており、そのつどニュートリノや重元素物質が宇宙にまき散らされている。このことはつまり、現在の宇宙には超新星爆発背景ニュートリノ（Supernova Relic Neutrinos, SRN）が大量に存在することを示唆している。一方、ニュートリノは超新星の芯から外に直接出ることができる唯一の素粒子であるので、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。

H26 年度の研究成果：

1. SK-IV における SRN 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結果が出版された。[1]
2. 200 トン装置（EGADS）が完成した。PMT を取り付けた 200 トンタンクに最終目標の 10 分の 1 の濃度である 0.02%Gd 水溶液を導入し、ガドリニウムによる中性子捕獲信号が正しく取得されていることを実証した。（次ページ図）予期せぬ SK で使用されていないワイヤによる錆が生じたが、全て取り除き検出器を洗浄した上で、実験を再開した。26 年度末の時点で、最終目標の半分の濃度である 0.1%Gd 水溶液を導入し、水質が現在の SK と同等であることを確認している。

整理番号 A11



発表論文：

[1] H. Zhang et al. (Super-K Collab), Supernova Relic Neutrino search with neutron tagging at Super-Kamiokande-IV, *Astropart. Phys.* **60** 41-46 (2015).

国際会議発表 (H26年度) 8件

- (1) 24th Workshop on General Relativity and Gravitation (JGRG24), Kashiwa, Chiba, Japan, Nov. 10-14, 2014, M. Vagins, Zen and the Art of Gadolinium-Loaded Water Cherenkov Detectors
- (2) 15th International Workshop on Next generation Nucleon Decay and Neutrino Detectors (NNN14), Paris, France, Nov. 4-6, 2014, M. Vagins, Gd doping R&D
- (3) Advances in Neutrino Technology (ANT2014), Los Angeles, California, USA, Sep. 22-24, 2014
M. Vagins, Gd Loading in Water
- (4) Neutrino Oscillation Workshop (NOW2014), Otranto, Lecce, Italy, Sep. 7-15, 2014
T. Mori, Prospects for supernova neutrino detection
- (5) Theory Meeting Experiment 2014: Neutrinos and Cosmos, Warsaw, Poland, Sep. 3-5, 2014
M. Smy, Detecting Distant Supernova ν 's with Super-Kamiokande,
- (6) VHEPU conference, Quy Nhon, Vietnam, August 3-9 2014
M. Nakahata, Supernovae Neutrino detectors
- (7) 3rd International Conference on New Frontiers in Physics, Crete, Greece, July 28-August 6, 2014
L. M. Magro, EGADS approaching GADZOOKS!
- (8) ICHEP2014, Valencia, Spain, June 2-9, 2014
P. Fernandez, Status of GADZOOKS! : Neutron tagging in Super-Kamiokande.