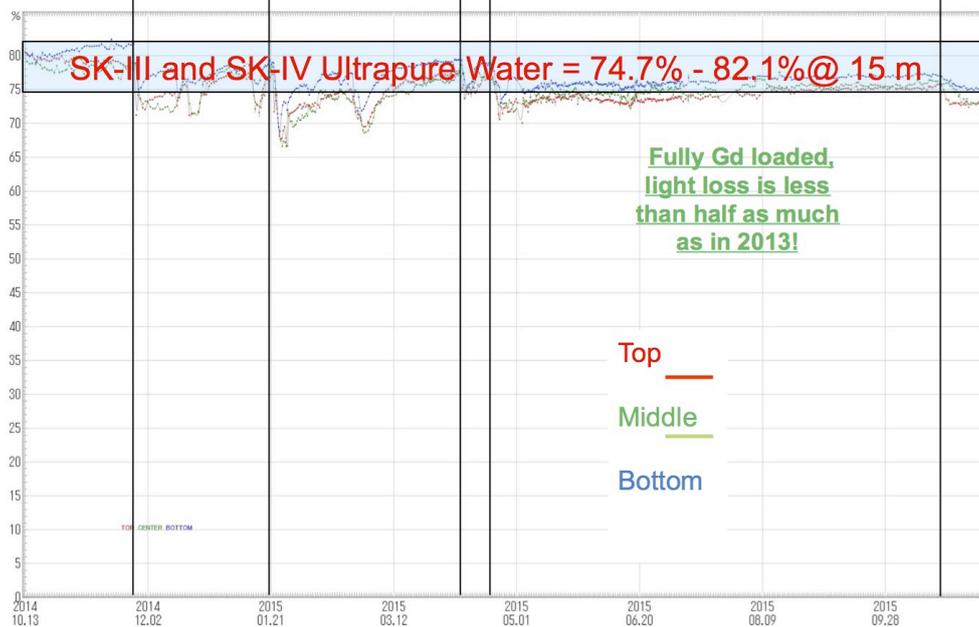


## 平成 27 年度共同利用研究・研究成果報告書

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）、徐辰原（M2）、永田寛貴（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（D3）、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）、Lluis Marti（研究員）、Univ. Autonoma Madrid・Luis Labarga（教授）、Pablo Fernandez（D2）Univ・California Irvine・Hank Sobel（教授）、Michael Smy（研究員）、William Cropp（研究員）、Jeff Griskevich（研究員）、清華大学・S. Chen（教授）、Yang Zhang（D5）、Linyan Wan（D1）
研究成果概要	<p><b>研究目的：</b>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。</p> <p><b>研究方法：</b>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る。</p> <p><b>H27 年度の研究成果：</b>前年度までに完成した 200 トンガドリニウム水チェレンコフ検出器 (EGADS) に最終目標である濃度 0.2% の硫酸ガドリニウムを溶かし、水質の長期安定性を確認した。半年以上の長期に渡り、現行スーパーカミオカンデと同様のレベルの水質を保っていることが確認できた。(図) また、AmBe 線源を用いた中性子捕獲確率を高精度で測定した。その結果、<math>84.36 \pm 1.79\%</math> と測定され、これは予測値である <math>84.51 \pm 0.33\%</math> と非常に良い一致をみた。他にもガドリニウム濃度のタンク様性の確認、レイリー散乱確率の測定など、EGADS 検出器の目的である様々な測定を行い、全て期待される結果を得た。以上の研究成果により、スーパーカミオカンデにガドリニウムを溶解し、超新星背景ニュートリノの世界初の観測を目指す将来計画がスーパーカミオカンデコラボレーションにより正式に承認され、Super-K Gd プロジェクトと名付けられた。</p>
整理番号	

Light @ 15 meters in the 200-ton tank (Gd water, PMT's)



Oct. 13,  
2014

May 1,  
2015

Oct. 21,  
2015

水質の時間変動。15m の距離での光の減衰量を表す。青バンドが現行 SK での幅

発表論文：

[1] Y. Zhang et al. (Super-K Collab), First measurement of radioactive isotope production through cosmic-ray muon spallation in Super-Kamiokande IV, Phys. Rev. D 93, 012004 (2016),

国際会議発表 (H27年度) 11件

- (1) NDM15, Jyvaskyla, Finland, June 1 - 5, 2015, M. Nakahata, Recent results from Super-Kamiokande
- (2) WIN2015, Heidelberg, Germany, June 6 - 13, 2015, M. Ikeda, GADZOOKS! project at Super-Kamiokande
- (3) PPC2015, L.Marti, Deadwood, South Dakota, US, June 29 - July 3, 2015, Super-Kamiokande
- (4) ICRC2015, P. Fernandez, Hague, Netherland, July 30 - Aug. 6, 2015, GADZOOKS!: Status and physics potential
- (5) Nu workshop, M. Ikeda, J-PARC, Japan, Aug. 4 - 6, 2015, SK-upgrade
- (6) 17th Lomonosov conference, M. Nakahata, Moscow, Russia, Aug. 21, 2015, Recent results from Super-Kamiokande
- (7) Taup2015, C. Xu, Torino, Italy, Sep. 7 - 11, 2015, Current status of SK-Gd project and EGADS
- (8) Taup2015, H. Sekiya, Torino, Italy, Sep. 7 - 11, 2015, LowE neutrino in SK
- (9) NNN15, M. Ikeda, Stony Brook University, USA, Oct. 28 - 31, 2015, SK and SK-Gd
- (10) NNN15, R. Akutsu, Stony Brook University, USA, Oct. 28 - 31, 2015, Rayleigh scattering measurement
- (11) Quarks to Universe in Computational Science, M. Nakahata, Nara, Japan, Nov. 4, 2015, Recent results from Super-Kamiokande