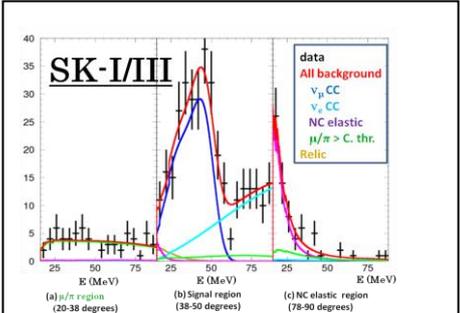


平成22年度共同利用研究・研究成果報告書

<p>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</p>
<p>研究代表者 岡山大学・教授・作田誠 参加研究者 岡山大学・石野宏和准教授, 樹林敦子研究員, 修士2年・森俊彰 東大宇宙線研・中畑雅行教授, 小汐由介助教, 関谷洋之助教, 竹田敦助教, 博士課程・上野昂, 横澤孝章 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, 同大学・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 Univ・California, Irvine 研究員Michael Smy、同大学Andrew Renshaw研究員 Univ. Autonoma Madrid・Luis Labarga教授、同大学Lluís Martí研究員 清華大学(中国)・S. Chen教授, 博士課程H. Zhang</p>
<p>研究成果概要： 本研究の目的は、超新星背景ニュートリノ (Supernova Relic Neutrino) 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 の発見を目指すことである。 SK は現在世界最大の検出器であるので、Kamland, SNO 等の他の宇宙ニュートリノ観測実験と比較して SRN に対して圧倒的に高い感度を持つ。一方、フェルミ衛星、WMAP をはじめとする数々の宇宙観測実験により、宇宙線の起源、宇宙の始まり・歴史などに対する理解が急速に増えつつある。この宇宙物理観測の世界的状況を鑑みると、SRN 流量に対する制限あるいは発見が急務である。また、この開発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影響をもたらす。 平成22年の共同利用研究の成果は以下の1), 2), 3)の通りである。 1) 従来のSK実験におけるSRN解析について SK-Iのデータを使った以前の結果は、$E_\nu > 19.3 \text{ MeV}$ に対して、SRN流量への制限は $1.2 \text{ 個/cm}^2/\text{s}$ (90%CL) であった。Ref. M.Malek et al.(SK Collab.), Phys.Rev.Lett. 90, 061101, 2003。 今度の解析の特徴は、SK-I, -II, -IIIの全データを使うことと、低エネルギー側の主なバックグラウンドの1つであるミュー粒子による原子核破碎反応 (スパレーション) によるバックグラウンドを解析方法の改良で減らすことができ、解析の閾値を、$E_\nu > 17.3 \text{ MeV}$ まで下げることができたこと、さらに中性カレントニュートリノ酸素反応によるバックグラウンド計算の定量化、である。 その結果、SK-I,-II,-III の全データを使った超新星背景ニュートリノの解析がまとまってきた。SRN流量制限の結果は間もなく出版される予定である。(図1) 2) SK-IVでの新しい回路を使った 2.2 MeV γ線による中性子検出効率は20%であり、バックグラウンド混入率は2%と評価された。これは、将来の中性子検出のための解析方法の開発である (Ref. 4 H. Zhang@NNN10)。</p>

<p>図 1.SRN 解析スペクトル(MeV)</p>

3) 200トンGd検出器開発について

2010年6月頃実験室とタンク容器が完成した後の開発は、以下のとおりである。

- a) 実験室と200tonタンクが製作された。タンクの水漏れもないことが確認され、タンク内の異物、錆取り、2-3回の入念な洗浄処理も完了した。また地磁気補償コイルに電流を流し、設計通りPMTに垂直な磁場を100mG以下にできた。
- b) 循環装置・Gd前処理システムが設置され、水循環運転が2011年2月より開始され、3月—4月は24時間の連続運転テストが行われている。In-Situの透過率モニターシステム(UDEAL)ができ、測定も行われている。前処理システムは、Uraniumを99.9%取り除く。

独立に実験室で腐食テストが行われた。

- c) 腐食性テスト：SKタンクの36種類全部の部品について、純水とGd水溶液（500ml）に入れて3カ月放置し、腐食の効果を調べた。その結果、唯一ゴムが透過度に問題を作る事がわかった。さらに、ゴムについて、透過率の温度依存性、Gd濃度依存性、表面積依存性テストを行い、SKにGdを入れても、問題はないと評価するデータを得た。それは最終的に、200トンタンクで実証される予定である。

平成23年4月の実験室の状況を写真（図2）に示した。

平成23年度には、5-6月に循環運転とGd混入・回収テスト終了後、夏頃に240本のPMTのチェックと組み立て、設置が行われる予定である。



図2. 中央：200トンタンク。左手前：Gd前処理システム。右奥：透過率モニター（UDEAL）。右手前：循環装置。

Proceedings:

1. L.Marti for SK collaboration, Status of the Gadolinium project for Super-Kamiokande, Proceedings of the NOW2010 conference, to be published.
2. T.Mori, M.Sakuda, A.Tamii, H.Toki, M.Nakahata, and K.Ueno, Study of γ -ray production from neutrino-Oxygen interaction and the detection of the neutrino from Supernova explosion, AIP Conf. Proc., 1269, 418-420, 2010.
3. M. Vagins, Detectors for Supernova Neutrinos, Proceedings of the Neutrino 2010 conference, 2011, to be published in Nucl.Phys.(Proc.Suppl).

学会講演/Poster :

1. M.Nakahata, Neutrino Observatories, Gravitational-wave Physics&Astronomy Workshop, 2011年1月28日, ミルウォーキー (アメリカ)。
2. A.Kibayashi for the SK Collaboration, Status of the Super-Kamiokande Gd. R&D Project, NNN10 Workshop, Dec. 13-16, 2010, Toyama, Japan.
3. Haibing ZHANG for the SK collaboration, Neutron tagging in SK-IV and beyond, NNN10 Workshop, Dec. 13-16, 2010, Toyama, Japan.
4. L.Marti, Status of the Gadolinium project for Super-Kamiokande, Neutrino Oscillation Workshop 2010(NOW2010), 2010年9月4日, Conca Specchiulla(イタリア)
5. 石野宏和, Super-Kamiokande Gadolinium R&D Project : Gd テスト実証施設建設の現状, 日本物理学会 秋季大会, 2010年9月11日, 九州工業大学
6. 豊田英嗣, Super-Kamiokande Gadolinium R&D Project : G 硫酸 Gd による実験装置材料に対する影響, 日本物理学会 秋季大会, 2010年9月11日, 九州工業大学
7. 三野将悟, Super-Kamiokande Gadolinium R&D Project : Gd テスト実証機における較正用放射線源のシミュレーションによる研究, 日本物理学会 秋季大会, 2010年9月11日, 九州工業大学

整理番号