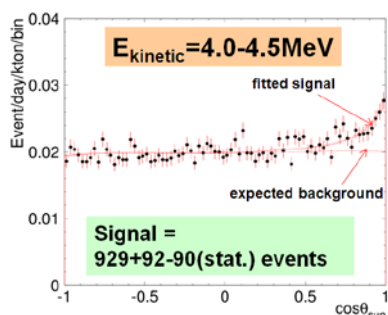
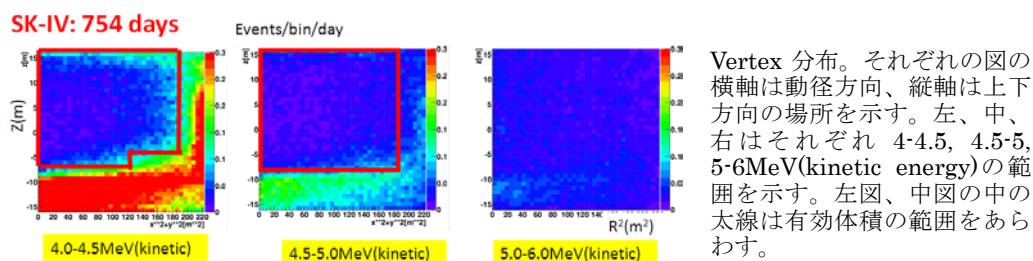


## 平成23年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	太陽ニュートリノエネルギースペクトルの研究 (Energy spectrum measurement of solar neutrinos in Super-Kamiokande)
研究代表者	東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設・教授・中畑雅行
参加研究者	神戸大・教授・竹内康雄、宇宙線研・助教・小汐由介、助教・関谷洋之、D3・上野昴、D2・横澤孝章、宮城教育大・教授・福田善之、東海大学・教授・西嶋恭司、東京大学・数物連携宇宙研究機構・特任教授・M. R. Vagins University of California, Irvine: K. Bays, J. Griskevich, W. R. Kropp, S. Mine, C. Regis, A. Renshaw, M. B. Smy, H. W. Sobel
研究成果概要	<p>本研究ではスーパーカミオカンデを用いて太陽ニュートリノの精密測定を行っている。スーパーカミオカンデでは<math>{}^8\text{B}</math>の崩壊に伴うエネルギーの高い太陽ニュートリノを捉えている。スーパーカミオカンデが捉えたニュートリノの強度は標準的な太陽モデルから予想される強度の約40%しかなく、その原因はニュートリノが太陽から地球に飛んでくる間に元々の電子ニュートリノから他のニュートリノ(ミューニュートリノやタウニュートリノ)に変わってしまうからだということがわかっている。この「ニュートリノ振動」とよばれる現象を詳しく調べるためには太陽ニュートリノのエネルギースペクトルを詳しく調べ、エネルギーと共に振動の確率が変化すること(スペクトル歪み)を捉える必要がある。そのため本研究では精密なエネルギースペクトル観測を行っている。</p> <p>平成23年度はSK-I Vのデータ解析が行われた。太陽ニュートリノのエネルギースペクトル測定において、エネルギーしきい値を下げることは重要である。低エネルギー領域のバックグラウンドの主たる原因はPMTから湧き出すラドンであるが、ラドンは半減期が3.8日であるため、湧き出したラドンをなるべく拡散させないようにして水を循環させる必要がある。SK-III以降、純水装置からSKタンクに戻る水の温度を微調整し、タンク内で対流が起こらないようにした。特に2009年11月以降は温度制御を自動化し常に安定した水の循環ができるようにした。また、タンクの中央部(つまり有効体積として使われる部分)におけるラドンの源は不純物等に含まれるラジウムだと考えられるが、それを低減するためにSK-III以降はROシステム(逆浸透膜)を増強し60トン/時で循環している水をすべてROで処理するようにした。次ページ上図はSK-I Vのデータの低エネルギー領域におけるvertex分布を示す。有効体積(左、中においては太線の中、右においては全体)の内部ではバックグラウンドレベルが低く抑えられていることが分かる。</p> <p>また、SK-I Vでは電子回路、オンラインシステムが更新され、ソフトウェアによるトリガーシステムが導入された。そのため、4.0MeV(kinetic energy)においても100%のトリガー効率でデータを収集できるようになった。4.0-4.5MeV(kinetic energy)領域における</p>

太陽方向分布を下の図に示すが有意な太陽ニュートリノ信号が見えており、以前の解析と比較して解析できるエネルギーしきい値を  $0.5\text{MeV}$  下げることができた。今は系統誤差の見積もりを行っており、数か月後には、SK-IVのエネルギースペクトルを得る予定である。



SK-IVの754日のデータについて、 $4.0-4.5\text{MeV}$ (kinetic energy)範囲の太陽との方向分布。有効体積は上図に示した範囲の  $12.5\text{kton}$ 。バックグラウンド成分と太陽ニュートリノ成分とでフィットした結果、太陽ニュートリノ信号の数は  $929 \pm 92 - 90$  個であり、統計的には  $10$  シグマレベルの信号が得られた。

#### 最近の発表論文等

- (1) “Solar neutrino results from Super-Kamiokande”, M. Nakahata, talk at 6th International Workshop on Low energy neutrino physics, November, 2011, Seoul National University, Korea.
- (2) “Recent results from Super-Kamiokande”, Y. Takeuchi, talk at 13th ICATPP Conference on Astroparticle, Particle, Space Physics and Detectors for Physics Applications, October 2011, Villa Olmo, Como, Italy.
- (3) “Low Energy Neutrino Astronomy in Super-Kamiokande”, M. Smy, talk at Meeting of the Division of Particles and Fields of the American Physical Society, August, 2011, Brown Univ., U.S.A.
- (4) 「Super-Kamiokande IV における太陽ニュートリノの研究」、横澤孝章, 他 Super-Kamiokande Collaboration、2011年9月16日、日本物理学会2011年秋季大会(弘前大学)。
- (5) 「Super-Kamiokande における太陽ニュートリノの研究」、横澤孝章, 他 Super-Kamiokande Collaboration、2012年3月24日、日本物理学会第67回年次大会(関西学院大学)。

整理番号