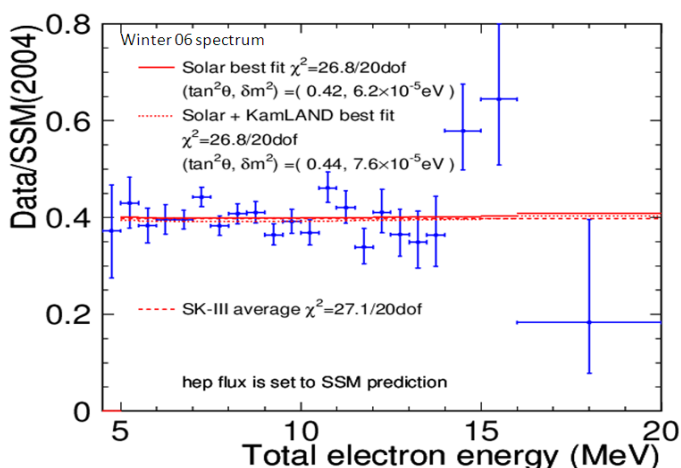


平成22年度共同利用研究・研究成果報告書

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、D2・上野昴、D1・横澤佳明、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, D. Casper, J. Griskevich, W. R. Kropp, S. Mine, C. Regis, A. Renshaw, M. B. Smy, HW. 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^8B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22年度の研究の最も大きな成果は、SK-IIIのデータ解析をまとめ、論文として発表したことである。SK-IIIは完全再建後に2006年7月から2008年8月にかけて取得された548日分のデータであるが、SK初期のデータ(1996年—2001年)と比較して数々の改良がなされた。太陽ニュートリノ観測の主要なバックグラウンドは水中のラドンであるがラドンはPMTから湧き出し対流によって有効体積内に入ってくる。SK-IIIの運転中は、なるべく対流をおこさないように水温を微調整して水の循環を行い、またデータを解析するに当たってはラドンのバックグラウンドの低い時期(298日分)については4.5MeVしきい値で解析し、それ以外の時期については6.5MeVしきい値で解析をおこなった。また、他の改良点としては、</p> <ol style="list-style-type: none">(1) タンク内の場所によって水の透過率が異なることを考慮して、エネルギースケールの絶対値の系統誤差を下げた(0.53%にした(参考:SK-Iでは0.64%だった))。(2) 時間較正を見直して発生場所再構成のずれを小さくして有効体積の誤差を0.54%にした(SK-Iでは1.3%)。(3) 方向フィットのプログラムを改良して、角度分解能を良くし、また系統誤差を見直して小さくした(SK-Iでは1.2%だったがSK-IIIでは0.67%になった)。(4) 低エネルギー領域のバックグラウンドを低減する新たなカットを導入し、低エネルギーで使える有効体積を増やした。(5) B8の崩壊スペクトルを最新の精度のよい実験結果(Winter et al.のスペクトル)を採用した。

その結果、例えばニュートリノの絶対強度については、系統誤差を 2.1%まで小さくすることができた (SK-I では+3.5/-3.2%)。このような解析の改良後に得られた SK-III のエネルギースペクトルを下図に示す。得られたエネルギースペクトルはフラットであり、有意な歪みは見えていない。

平成 22 年度のもうひとつの研究は、SK-IV のデータを解析したことである。SK-IV は新しい電子回路を導入した後のデータであるが、SK-III と同等に質のデータが取られている。既に 567 日分のデータが解析され、太陽ニュートリノ強度としては、 $2.28 \pm 0.04(\text{stat.})$ (sys.error under study) $\times 10^6/\text{cm}^2/\text{sec}$ という結果を得ている。エネルギースペクトルの解析を行うためには systematic error を見積もる必要があり、現在その作業を行っているところである。



SK-III のデータによって得られた太陽ニュートリノ現象の散乱電子スペクトル。縦軸は各エネルギービンのイベント数とその値に相当する太陽ニュートリノ強度に焼き直した強度であり、予想されるエネルギースペクトルと形が一致していれば、フラットになる。実線、点線は、solarのみ、solar+KamLAND の best fit 振動パラメータにおいて期待されるスペクトルを示し、破線は平均のフラットな分布を示す。

当該年度の発表、論文

- (1) “Solar neutrino results in Super-Kamiokande-III”, Super-Kamiokande collaboration (K. Abe et al.), Phys. Rev. D. 83, 052010 (2011), arXiv:1010.0118.
- (2) “Results from Super-Kamiokande”, Y. Takeuchi for the Super-Kamiokande collaboration, XXIV International Conference in Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2010), Athens, Greece, June 2010.
- (3) “Solar Neutrino results from Super-Kamiokande”, H. Sekiya for Super-Kamiokande collaboration, poster presentation in International Conference on High Energy Physics (ICHEP2010), Paris, France, July 2010.
- (4) “Solar Neutrino measurement in Super-Kamiokande III”, M. Ikeda for the Super-Kamiokande collaboration, Neutrino Oscillation Workshop (NOW2010), Otranto, Lecce, Italy, September 2010.

整理番号