

## 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：太陽ニュートリノエネルギースペクトルの研究

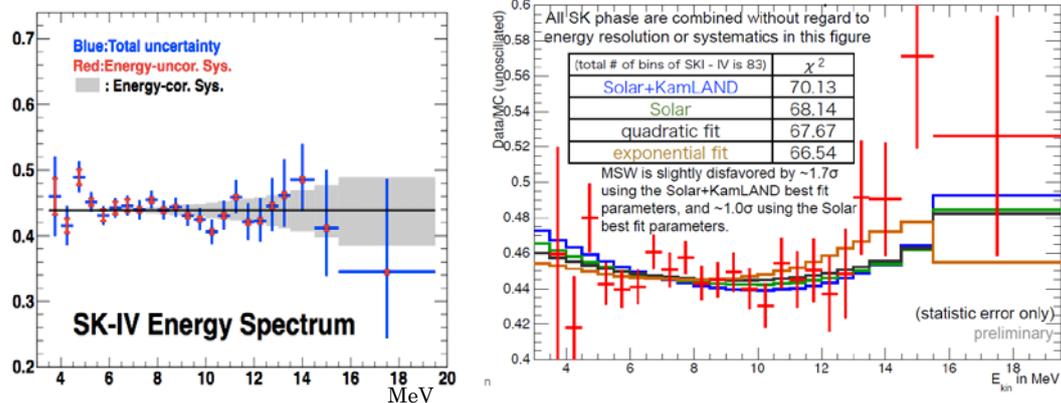
英文：Energy spectrum measurement of solar neutrinos in Super-Kamiokande

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 宇宙線研・准教授・岸本康宏、助教・関谷洋之、助教・池田一得、D 2・中野祐樹、M 2・織井安里、神戸大・教授・竹内康雄、宮城教育大・教授・福田善之、東海大学・教授・西嶋恭司、University of California, Irvine: J.Griskevich, W.R.Kropp, S.Mine, G.Carminati, A.Renshaw, P.Weatherly, V.Takhistov, M.B.Smy, HW.Sobel, V.Takhistov, 東京大学・数物連携宇宙研究機構・特任教授・M.R.Vagins、特任研究員・L.Marti

### 研究成果概要

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 $^8\text{B}$ 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に変化すること（スペクトル歪み）を確認する必要がある。もし、その歪みが期待通りでない場合には、太陽モデルの変更やニュートリノ振動の新たな発見へとつながる可能性がある。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。



(左) SK-IV の 1669 日分のデータから得られたエネルギースペクトル。縦軸はデータと強度を  $5.25 \times 10^6 / \text{cm}^2 / \text{sec}$  と仮定した振動なしモデルとの比。

(右) 全 SK データを統合したエネルギースペクトル。データ点(赤の誤差棒つき)は、統計誤差のみを考慮して統合した観測データ。ヒストグラムは、上から順番に、(青) solar global+KamLAND のベストフィットパラメータで期待されるスペクトル、(緑)solar global のパラメータで期待されるスペクトル、(黒) スペクトルを 2 次の多項式フィット、(茶)指数関数でフィットした最適なスペクトルを示す。

平成 26 年度は SK-I V のデータ解析がまとめられ、以前のデータ (SK-I, II, III のデータ) と統合することによって高統計でのエネルギースペクトルを議論した。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。SK-I Vの解析においては、3.5MeV(kinetic energy)の閾値で解析を行った。つまり、3.5MeVから4.0MeVのエネルギービンのデータが新たに加わった。このビンのtrigger効率は80%程度であるため、calibrationデータなどを使って系統誤差を特別に見積もった。以下にSK-I Vで得られたエネルギースペクトル(前頁左図)とSK-I, II, III, IVすべてを統合したスペクトル(前頁右図)を示す。

#### 最近の発表論文等

- (1) “Solar Results from Super-Kamiokande”, Y. Koshio, talk at The 26th International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2014), Boston, USA, June 2-7, 2014.
- (2) “Solar neutrino analysis of SK-IV”, Y. Nakano, poster presented at The 26th International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2014), Boston, USA, June 2-7, 2014.
- (3) “Solar neutrinos in Super-Kamiokande”, H. Sekiya, a talk at a Neutrino Physics parallel session in the 37<sup>th</sup> International Conference on High Energy Physics (ICHEP2014), Valencia, Spain, July 2-9, 2014.
- (4) “Super-K: Terrestrial matter effects in solar nu”, M. Smy, talk at Neutrino Oscillation Workshop (NOW2014), Conca Specchiulla, Italy, Sep. 7-14, 2014.
- (5) 「スーパーカミオカンデにおける太陽ニュートリノの研究」、中野佑樹, 他 Super-Kamiokande Collaboration、2014年9月18日、日本物理学会2014年秋季大会、佐賀大学。