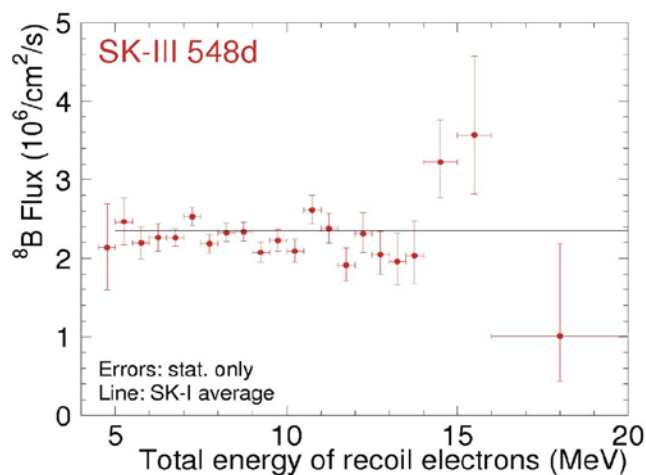


平成 21 年度共同利用研究・研究成果報告書

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	宇宙線研・准教授・竹内 康雄、 助教・小汐由介、助教・関谷洋之、D3・飯田崇史、D3・池田一得、D1・上野昴、M2・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 ${}^8\text{B}$ 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 21 年度の研究では、SK-III のデータ解析の改良を行った。SK-III は 2006 年 7 月よりデータ取得を開始したが、水の透過率が安定した 2006 年 8 月初めからのデータを解析した。2007 年 1 月からエネルギーしきい値を下げたトリガー(Super Low Energy trigger (SLE)) が導入されたが、それ以前は解析しきいエネルギーを 6.5MeV にして、SLE 導入以降は 4.5MeV しきいエネルギーで解析をおこなった。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り、PMT から湧き出したラドンは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っていたが、純水装置のメンテナンスの後などは対流が生じ、バックグラウンドが増えていた。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を選び、298 日分の質の良いデータがえられ、それにたいしては 4.5MeV しきいエネルギーで解析した。今回のデータ解析の改良においては、(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</p>

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) B 8 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、など数々の改良を施した。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。SK-III は 5 4 8 日分のデータ (質のよいデータは 2 9 8 日) しかなかったが、同程度に質の良いデータは現在 SK-IV で取られており、今後 3 - 5 年のデータによってスペクトルについて有意な議論ができるようになる。



SK-III のデータ (5 4 8 日) 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を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。実線は SK-I のデータから得られた強度の絶対値を示し、統計+系統誤差の範囲で SK-I と SK-III の結果が一致していることを示す。

整理番号