

平成24年度共同利用研究・研究成果報告書

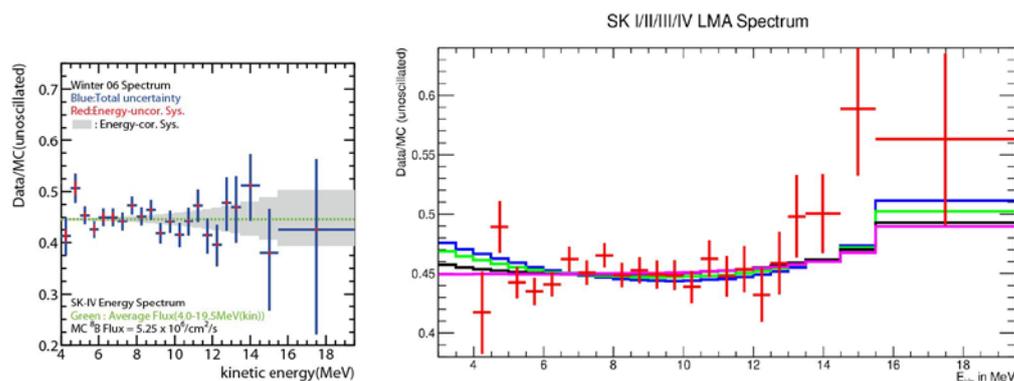
研究課題名 太陽ニュートリノエネルギースペクトルの研究
(Energy spectrum measurement of solar neutrinos in Super-Kamiokande)

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・岸本康宏、助教・小汐由介、助教・関谷洋之、研究員・上野昂、D3・横澤孝章、M2・中野祐樹、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、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. Grisevich, W. R. Kropp, S. Mine, G. Carminati, A. Renshaw, M. B. Smy, H. W. Sobel

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 ^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きた。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。

平成24年度はSK-IVフェーズで今までに取得した1069日分のデータを解析するとともに、これまでのすべてのSKデータを統合しての解析もおこなった。SK-IVでは、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らないようにする



SK-IVの1069日分のデータから得られたエネルギースペクトル

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)スペクトルを多項式フィットしたベストなスペクトル、(紫)平らとしたスペクトル、を示す。

こと、モンテカルロシミュレーションにタンク内部での場所による透過率の違いをいれることなどをおこない、より精度の良いスペクトルが得られるようになった。例えば、太陽ニュートリノ強度に対する系統誤差は、SK-I では+3.5/-3.2%であったのに対して、SK-IV では±1.7%まで下げることができた。前頁下にSK-I, II, III, IVで得られたエネルギースペクトル（左図）とSK-I, II, III, IVすべてを統合したスペクトル（右図）を示した。ニュートリノ振動の解（具体的には大角度解）から期待されるスペクトルの歪みは（まだ）見えておらず、むしろ平らである。つまり、「歪みなし」から予想されるスペクトルの形の方がむしろ好まれる。この統計的な有意性はまだ1.1から1.9 σ レベルではあるが、今後の更なる精度向上により、何らかの有意な結果が期待できる。

最近の発表論文等

- (1) “Results from Super-Kamiokande”, M. Smy, talk at The XXV International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino2012), June 2012, Kyoto, Japan.
- (2) “Solar neutrino analysis of SK-IV”, T. Yokozawa, Poster presentation at The XXV International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino2012), June 2012, Kyoto, Japan.
- (3) “Solar neutrino results from Super-Kamiokande”, Y. Koshio, talk at International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2012), July, 2012, Melbourne, Australia.
- (4) “Recent results of Super-Kamiokande”, Y. Takeuchi, talk at the workshop “The Physics of the Sun and the Solar Neutrinos: 3rd (PHYSUN 2012)”, October 2012, Assergi, Italy.
- (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9月11日、日本物理学会2012年秋季大会、京都産業大学。
- (6) 「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、2013年3月27日、日本物理学会2013年年次大会、広島大学。
- (7) 「スーパーカミオカンデ検出器中のラドン濃度測定」、中野佑樹, 他、2013年3月27日、日本物理学会2013年年次大会、広島大学。

整理番号