

## 平成 21 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文： 大気ニュートリノにおける 3 世代振動事象の研究  
 英文： Study of three flavor oscillation in atmospheric neutrinos

研究代表者 奥村公宏  
 (東大宇宙線研究所宇宙ニュートリノ観測情報融合センター 助教)

参加研究者 Chang Kee Jung (Univ. of Stony Brook, USA 教授)  
 Chiaki Yanagisawa (Univ. of Stony Brook, USA 助教授)  
 James Imber (Univ. of Stony Brook, USA ポスドク)  
 Joshua Hignight (Univ. of Stony Brook, USA 大学院生)

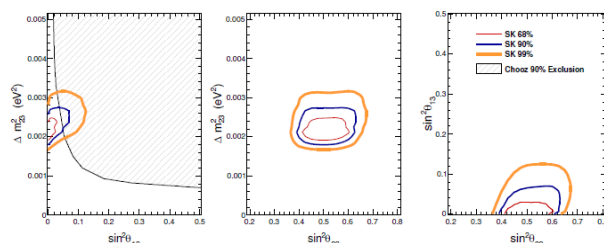
### 研究成果概要

標準的な素粒子モデルでは 3 種類のニュートリノ (電子ニュートリノ、ミューニュートリノ、タウニュートリノ) が存在し、3 通りのニュートリノ振動が考えられ得る。しかし現在はそのうちの 2 通りまで発見され、残る混合角  $\theta_{13}$  によるミューニュートリノから電子ニュートリノへの振動が未発見である。またレプトンセクターにおける CP 非対称パラメータやニュートリノ質量階層性の決定がニュートリノ物理学の大きな課題となっている。

本研究では大気ニュートリノ事象を用いてミューニュートリノから電子ニュートリノへの振動の検出を試みる。この振動が観測されると、上記の混合角  $\theta_{13}$ 、CP 非対称パラメータ、質量階層性などについて観測の手がかりが得ることが出来る。

本年度は SK-I、II、III までのデータを合わせた振動解析を行い、その結果を Physics Review D に投稿し受理された。近日掲載される予定である。その結果は以下の通りである：

- 1) 2 通りのニュートリノ質量階層性 (Normal、Inverted) のそれぞれ場合について 3 世代解析を行った。どちらの階層性においてもエネルギーが数 GeV 領域における上向き電子ニュートリノ事象から有限な混合角  $\theta_{13}$  の有意な証拠を得られることができなかった。その結果、90%の信頼度で  $\sin^2(\theta_{23}) < 0.04$  (0.09) [階層性を Normal (Inverted) に仮定した場合] という上限値を得た。これは CHOOZ 原子炉ニュートリノ実験から得られた結果と矛盾しない。
- 2) エネルギーが数 100 MeV 付近のミューおよび電子ニュートリノ事象の情報から混合角  $\theta_{23}$  の離隔  $4.5^\circ$  からのずれについての解析を行った。有意なずれは観測されなかったが、90%信頼度において  $0.407 \leq \sin^2(\theta_{23}) \leq 0.583$  の許容範囲が得られた。



左図：3 世代解析で得られた 90% 信頼度における振動パラメータ  $\Delta m_{23}^2$ ,  $\sin^2(\theta_{23})$ ,  $\sin^2(\theta_{13})$  の許容領域 (Normal 質量階層性を仮定)

FIG. 7: (color online). Normal hierarchy allowed regions at 68% (thin line), 90% (medium), and 99% (thick) C.L. for the SK-I+II+III data. The shaded region in the first panel shows the Chooz 90% exclusion region.

整理番号

