



Title	Neutrino Oscillation Analysis of Upward Through-going and Stopping Muons in Super-Kamiokande
Author(s)	新田, 和範
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44039
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	新田和範
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第17513号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Neutrino Oscillation Analysis of Upward Through-going and Stopping Muons in Super-Kamiokande (スーパー・カミオカンデにおける上向き突き抜けミュー粒子およびストップミュー粒子事象を用いたニュートリノ振動解析)
論文審査委員	(主査) 教授 久野 良孝 (副査) 教授 下田 正 教授 高杉 英一 教授 岸本 忠史 教授 山中 卓

論文内容の要旨

The Super-Kamiokande detector is a cylindrical 50-kiloton ring imaging water Cherenkov detector, and provided this analysis with data for 1645 live days between Apr. 1996 and Jul. 2001.

Upward-going muons induced by atmospheric muon neutrinos are produced by the interaction with the rock surrounding the detector. These neutrino-induced muons propagate to the detector in the rock and come into the detector. Neutrino-induced muons can be observed as the upward-going directional event, so that they are called as upward-going muons. Upward-going muons are classified into two types: through-going muons and stopping muons. An event penetrating the detector is called as a through-going muon, and an event stopping inside the detector is called as a stopping muon.

A total of 463 upward stopping muons and 1846 upward through-going muons of minimum energy of 1.6 GeV are observed. The observed upward through-going muon flux and the upward stopping muon flux are $1.71 \pm 0.04(\text{stat.}) \pm 0.02(\text{syst.}) \times 10^{-13} \text{ cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$ and $0.42 \pm 0.02(\text{stat.}) \pm 0.02(\text{syst.}) \times 10^{-13} \text{ cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$, respectively. The ratio of upward stopping muon flux to through-going muon flux is $0.245 \pm 0.014(\text{stat.}) \pm 0.013(\text{syst.})$. The double ratio of the observed ratio to the expected ratio is 0.659 and the difference comes to 2.61σ .

The $\nu_\mu - \nu_x$ oscillation hypothesis is a particle except for μ with the parameters of $\sin^2 2\theta > 0.75$ and $1.3 \times 10^{-3} \text{ eV}^2 < \Delta m^2 < 4.5 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$ at 90% confidence level is consistent with the zenith angle distribution for the combination of upward stopping muons and through-going muons. The null oscillation is strongly disfavored.

論文審査の結果の要旨

新田和範君は、スーパー・カミオカンデ測定器で観測された上向きミュー・オン事象を使って、ニュートリノの振動

現象を研究した。スーパー・カミオカンデ測定器は、50 キロトンの水の入った円筒型容器からなり、チェレンコフ光を使って粒子を検出する。上向きミューオン事象とは、一次宇宙線が大気と衝突したときに生じる大気ニュートリノが、地球の反対から飛んできて、測定器の近くの岩盤で相互作用して生じたミューオンのことである。上向きミューオン事象には、測定器内で止まったミューオン事象と突き抜けるミューオン事象がある。前者のニュートリノのエネルギーは、10GeV 程度で、後者のエネルギーは 100 GeV 程度で、2 つの異なるエネルギー領域で振動現象を研究することができた。

1645 日分のスーパー・カミオカンデのデータから、463 個の上向き静止ミューオン事象、1846 個の上向き突き抜けミューオン事象を測定した。観測されたニュートリノ束量は、上向き静止ミューオン事象に対して、 $1.71 \pm 0.41(\text{stat.}) \pm 0.02(\text{syst.}) \times 10^{-13} \text{ cm}^2 \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$ で、上向き突き抜けミューオン事象に対して $0.42 \pm 0.02(\text{stat.}) \pm 0.02(\text{syst.}) \times 10^{-13} \text{ cm}^2 \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$ であった。これを予想される束量と比較した。観測された束量は予想されたものを下回り、ニュートリノ振動現象を裏付ける証拠となった。このデータから、ニュートリノ振動のパラメーターが決定され、 $\sin^2 \theta > 0.75$ 、 $1.3 \times 10^{-3} \text{ eV}^2 < \Delta m^2 < 4.5 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$ となった。これは、大気ニュートリノが測定器内の相互作用で生じたミューオン事象のデータから得られた結果と一致した。

この研究は、博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。