

Title	Search for $\nu\mu \rightarrow \nu e$, oscillation using 250km long baseline neutrino beam
Author(s)	吉田, 誠
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42511
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	よし だ まこと 吉 田 誠
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 1 5 9 5 6 号
学位授与年月日	平成 13 年 3 月 23 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	Search for $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ oscillation using 250km long baseline neutrino beam (250km 長基線ニュートリノビームを用いた $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ 振動の探索)
論文審査委員	(主査) 教授 長島 順清 (副査) 教授 高杉 英一 教授 久野 良孝 教授 岸本 忠史 助教授 山中 卓

論 文 内 容 の 要 旨

標準模型ではニュートリノは質量を持たないとされている。しかし、質量の異なる固有状態が二つ以上存在し、香りの固有状態ではそれらが混合していると仮定すると、ニュートリノ振動という現象が起こることが期待される。ニュートリノ振動の存在は素粒子の標準理論を超えるものであり、振動パラメータを測定することは大変意義深いと考えられる。1998年にスーパーカミオカンデ実験によって大気ニュートリノの振動が確認され、ミューオンニュートリノからタウニュートリノへの振動が強く示唆されたが、クォークにおける小林-益川行列と同様に3世代の混合行列を導入すれば、大気ニュートリノの示唆するのと同じ領域にある振動パラメータ Δm^2 で、ミューオンニュートリノと電子ニュートリノ間の振動も起こっていると期待される。CHOOZ 実験によって反電子ニュートリノがその他の香りへ振動する確率は0.1以下であることがわかったが、その一方で、このようなパラメータ領域の電子ニュートリノへの振動を検証する実験はこれまで行なわれていない。

1999年に稼働した KEK-神岡間長基線ニュートリノ振動実験 (K2K) は、加速器によって人工的に作られたニュートリノを250km離れたスーパーカミオカンデ検出器で観測することでニュートリノ振動を検証することを目的とする。特に、加速器からのニュートリノは99%がミューオンニュートリノで平均エネルギーが1.3GeVであることから、振動の結果出現する電子ニュートリノを確認することで大気ニュートリノの示唆するパラメータ Δm^2 での振動を調べることができる初めての実験となる。

本論文では、1999年6月から2000年6月までにとられたデータを用い、スーパーカミオカンデにおける電子ニュートリノ事象を探索することで、ミューオンニュートリノから電子ニュートリノへの振動を検証することを目的とする。

本論文では、まず KEK 所内の前置検出器のひとつである Fine-Grained Detector を用いて、生成されたビーム中の電子ニュートリノの割合を測定した。その結果、ニュートリノビーム起源のミュー粒子1575事象、電子13.7事象を観測し、ミューオンニュートリノに対する電子ニュートリノの割合は 1.78 ± 0.62 (stat.) $^{+0.78}_{-0.98}$ (sys.) (%) と計算され、シミュレーション通り小さいことが確認された。

さらに、KEK 内の 1 kton 水チェレンコフ検出器において観測されたニュートリノ事象数から予想される、スーパーカミオカンデでの電子ニュートリノ事象数は、ミューオンニュートリノからのバックグラウンドが 1.71 ± 0.81 (sys.) 事象、ビームにもとから含まれていた電子ニュートリノによるものが $0.21^{+0.09}_{-0.08}$ (sys.) 事象と求められた。実際にスーパーカミオカンデ検出器で観測されたビーム起源の電子ニュートリノ事象は1事象で、予想されたバックグラウンド事象と

矛盾しない結果を得た。これらから、 $\Delta m^2 \geq 3 \times 10^{-3} eV^2$ かつ $\sin^2(2\theta_{13}) \geq 0.7$ のパラメータ領域における振動を棄却することができた。

論文審査の結果の要旨

本実験はつくば市高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の陽子加速器で作られたニュートリノビームを、250km離れた岐阜神岡鉱山地下のスーパーカミオカンデ検出器で観測することによって、ニュートリノ振動の有無を検証することを目的としている。

本論文では、1999年6月から2000年6月までにとられたデータ (2.29×10^{19} POT) を解析した。KEK内の1000トン水チェレンコフ検出器において観測されたニュートリノ事象数から予想される、スーパーカミオカンデでの電子ニュートリノ事象数は、ミューオンニュートリノからの雑音事象が 1.71 ± 0.81 (sys.) 例、ビームにもとから含まれていた電子ニュートリノによるものが $0.21^{+0.08}_{-0.06}$ (sys.) 例と推察された。実際にスーパーカミオカンデで観測されたビーム起源の電子ニュートリノ事象は1例で、予想されたバックグラウンドと矛盾しない結果であった。これらから、ニュートリノの質量自乗差 $\Delta m^2 = 6 \times 10^{-3} eV^2$ では $\sin^2(2\theta_{\mu e}) > 0.10$ 、 $\Delta m^2 = 1.2 \times 10^{-3} eV^2$ では $\sin^2(2\theta_{\mu e}) > 0.13$ のパラメータ領域において、ミューオンニュートリノから電子ニュートリノへの振動を否定することができた。

本実験は、標準理論を超える新現象ニュートリノ振動事象に新しいデータを与えることにより、素粒子論の発展に重要な貢献をした。よって博士 (理学) の学位論文として十分価値のあるものと認める。