

氏 名	まえ さか ひ ろ かず 前 坂 比 呂 和
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2945 号
学位授与の日付	平 成 17 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 物 理 学 ・ 宇 宙 物 理 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Evidence For Muon Neutrino Oscillation In An Accelerator-based Experiment (加速器実験によるミュオンニュートリノ振動の立証)
論文調査委員	(主 査) 教 授 西 川 公 一 郎 教 授 今 井 憲 一 助教授 中 家 剛

論 文 内 容 の 要 旨

本申請論文は、加速器を使い人工的に作られたニュートリノによるニュートリノ振動の測定について述べたものである。ニュートリノ振動の存在はニュートリノの質量が零でないこと、およびレプトン数が保存しないことの証明である。素粒子の最も基本的な性質の一つは質量であるが、なかでもニュートリノ質量はクォークや荷電レプトンに比べて極端に軽く、現在までその直接測定に成功した実験は無い。近年の宇宙線と大気反応による「大気ニュートリノ」の観測結果により、ニュートリノ質量の領域が示唆された。それは約 1GeV のニュートリノの振動長が数 100km であることに対応する。本研究においては茨城県高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 12GeV 陽子シンクロトロンを用いニュートリノを生成し、250km 離れた岐阜県にあるスーパーカミオカンデにおいてニュートリノ事象を測定する。KEK 内での測定と比較することにより、この飛行の間にどのようにニュートリノが変化したかを測定する。近距離での測定に基づき 250km の距離で期待される事象数を予想する。この予想値と実際に検出された事象数を比較する。

本論文では、ニュートリノ生成直後における反応数の測定のための新しいニュートリノ測定器 (「Scibar」) の製作・設置により、パイ中間子と陽子の区別、飛跡解析、特に短い飛跡の解析が向上し、KEK 敷地内でのニュートリノビームの測定精度が向上させた。これにより、生成直後のニュートリノスペクトルを導出することを担当した。

K2K 実験の全データに関し、事象数およびニュートリノエネルギー分布の変化を調べた結果、事象数に関しては $150.9 + 11.5 - 10.1$ イベント期待されるところ 107 イベント検出された。一方ニュートリノエネルギーが計算できる 57 イベントの分布は前置検出器で測定された生成直後のニュートリノスペクトルとは異なることが確かめられた。

総合すると、ニュートリノ振動が無いとする仮定は 99.995% の確率で棄却される。また最大の混合と矛盾しない。このとき二つのニュートリノの質量の自乗差は 90% の確かさで 1.9×10^{-3} から $3.6 \times 10^{-3} \text{eV}^2$ である。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

申請者の博士論文は、加速器を使ったニュートリノビームによる $\Delta m^2 \sim 10^3 \text{eV}^2$ の領域を探索する世界で初めての実験である。

KEK の陽子加速器からのニュートリノを発生させ、250km はなれたスーパーカミオカンデでそのニュートリノの反応を測定することによってニュートリノが零でない有限の値を持つ直接的証拠であるニュートリノ振動を探索する実験である。

申請者は、新しいニュートリノ測定器 (「Scibar」) の設計・製作を中心に行ないニュートリノ反応で生成されるパイ中間子と陽子の区別、飛跡解析、特に短い飛跡の解析が向上し、KEK 敷地内でのニュートリノビームの測定精度が向上した。また、ニュートリノスペクトル解析を K2K 前置検出器全てのデータを総合的に解析し、生成直後のニュートリノスペクトルを導出することを担当し、ミュオンニュートリノの振動解析を行ない、ニュートリノ振動が 99.995% の確率で存在することを確かめた。その他、申請者は、データ収集中は実験全体の日常的なメインテナンスの中心としても K2K に多大な

貢献を果たした。

以上の業績から、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認めた。

審査では、主論文および参考論文に報告されている研究業績を中心として、これに関連した研究分野について口頭試問した結果、合格と認めた。