

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との反応による「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。