

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 鈴木 陽介

論 文 題 目

Sub-GeV 領域における水-ニュートリノ荷電カレント反応の精密測定

論文審査担当者

主 査	名古屋大学 未来材料・システム研究所	教授	理学博士	中村光廣
委 員	名古屋大学 宇宙地球環境研究所	教授	博士(理学)	伊藤好孝
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	博士(理学)	原田正康
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	松尾太郎

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

ニュートリノは、最近ようやくその性質の解明が進んできた素粒子である。ニュートリノが起こす物理現象の一つにニュートリノ振動現象があり、その精密測定は、CP 対称性の破れや未知の対称性の探索に直結するものである。ニュートリノ振動の精密測定には、統計誤差ならびに系統誤差の削減が不可欠である。統計誤差の削減のために大質量の検出器による実験が計画されているが、系統誤差削減のためには、反応から放出される低運動量のハドロンや、大角度に放出される陽子の測定など、ニュートリノ反応そのものの詳細研究が必要である。

申請者は、ニュートリノ反応の詳細研究のために、93 m²の原子核乾板と重量 74 kgの水標的からなる検出器を開発・作成し実験を行った。照射に用いた検出器は 500 μm の鉄板を 2 枚の原子核乾板で挟み真空パックした飛跡検出層と、2.3 mm の水の層を交互に積層した構造を持ち、反応点から放出される陽子に対して 200 MeV/c、荷電パイオンで 50 MeV/c という従来にない低い運動量閾値を持つ。

原子核乾板は原理的に 4πの角度アクセプタンスを持つが、これまで飛跡読取装置本体の飛跡認識処理能力によって実用できる範囲に強い制限があった。申請者は、読取装置内部で行われていた飛跡認識処理を装置本体から分離し、読取装置外部の並列計算機に行わせる形式を採用することにより、先行実験の $|\tan \theta| < 1.5$ (全立体角の 45%) に対して、 $|\tan \theta| < 5.0$ (全立体角の 80%) の大角度の飛跡読取を可能としつつ、従来のやり方では全乾板の飛跡読取認識処理に数年程度かかると予測された読み取り期間を約 250 日の合理的期間で完了できるものとした。また飛跡認識のアルゴリズムを工夫することにより、測定された飛跡の角度測定精度を、従来の方法に比べ、 $|\tan \theta| > 2.0$ の領域で約 4 倍向上させることに成功した。

さらに個々の原子核乾板で検出された飛跡情報を接続して、一連の飛跡として再構成するアルゴリズムの改良を行い、従来の手法では重複組み合わせにより発散してしまっていた電磁シャワー事象などの認識を、最も可能性の高い組み合わせに解きほぐして認識する手法の開発に成功した。また反応点から出ている低エネルギーの陽子飛跡を検出し、多重電磁散乱による運動量測定と飛跡の濃さを組み合わせ、背景事象から選別するための手法開発を行った。

これら開発した手法を、実際の詳細解析に応用し、実験全体の 9 分の 1 に相当する標的中に 82 事象のニュートリノ-水反応を検出した。また大角度に放出されたニュートリノ反応由来の二次粒子を検出できることを確認し、手法の有効性を示した。

これらの申請者の開発研究は、陽子で 200 MeV/c という低運動量閾値、および $|\tan \theta| < 5.0$ という角度アクセプタンスでの、ニュートリノ反応の精密測定を可能としたものであり、今後のニュートリノ反応の精密研究、ひいてはニュートリノ振動の CP 対称性の破れの研究における系統誤差の削減に重要な役割を果たすものであり高く評価できる。また参考論文 3 編は、水-ニュートリノ反応を解析するための実験手法の開発ならびに予備的な解析結果に関するものであり、学術的価値の高いものである。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。