

# 論文要旨

素粒子物理学教室  
6415013 水沢 萌

## 論文題目

タウ崩壊事象におけるハドロンバックグラウンドの高統計解析

## 論文要旨

素粒子標準理論においてニュートリノは、質量をもたない粒子として扱われる。しかし、1998年のスーパーカミオカンデでの大気ニュートリノ欠損の発見等、多くの実験にてニュートリノが有限の質量を持つ際に起こるニュートリノ振動の存在が発見された。これらの実験では、 $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  への振動を測定するが、振動の結果出現する  $\nu_\tau$  の反応で生成される  $\tau$  粒子は短寿命で崩壊するために検出が難しく、振動前の  $\nu_\mu$  の減少を捉えている。

そこで OPERA 実験では、振動により出現した  $\nu_\tau$  から生成される  $\tau$  粒子をサブミクロンの位置分解能を有する原子核乾板を用いた検出器で直接検出し、ニュートリノ振動を直接測定する。 $\tau$  粒子は質量が大きく、短寿命で質量の小さな他の粒子へと崩壊するため、崩壊前後で飛跡は大きな幾何学的折れ曲がりを示す。OPERA 実験ではこの折れ曲がりを用いて  $\tau$  粒子の崩壊事象を同定するため、ハドロンなどの  $\tau$  粒子ではない粒子が似た飛跡を残す場合にバックグラウンドとなり得る。OPERA 実験では主要なバックグラウンドであるハドロン衝突事象の期待値の見積もりにモンテカルロシミュレーション (MC) を用いており、先行研究によりその系統誤差が 30% であると見積もった。現在、OPERA 実験では 5 例のタウ崩壊事象候補を発見し、 $5.1\sigma$  の有意度で  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  へのニュートリノ振動を立証した。今後はニュートリノ振動パラメータの精密測定を行うため、現在より多くのタウ崩壊事象の統計が必要となる。そのためにはバックグラウンドとの分離のために厳しく課している条件を緩和する必要があるが、緩和によってより多くのバックグラウンドが混入するため、より精密なハドロンバックグラウンドの推定が課題となった。

先行研究では検出器に使用した原子核乾板の枚数が少なく、十分な統計量での MC の評価ができなかった。そこで本研究では、より多くの原子核乾板を使用した検出器に 2, 3, 4, 5, 6 GeV/c の  $\pi^-$  ビームを照射し、より高統計での解析を行った。各運動量の照射ビームを抽出し、それらのビームを追い下げて衝突反応点を特定し、平均自由行程を求める。次に各反応点から放出される二次粒子の探索を行ってその運動量と横運動量を測定し、MC と比較し、不定性の評価を行う。また、タウ崩壊では放出されない核破砕粒子の探索も行い、バックグラウンドとの分離の指標を得る。

その比較の結果、MC との系統誤差はほぼ実験データの統計誤差で説明でき、MC に計上すべき誤差を約 20% にまで低減することに成功した。