

論文要旨

基礎物理学教室

6413010 松本 拓也

論文題目

ECC 構造での低エネルギー電子の反応解析

論文要旨

スーパーカミオカンデによって発見された大気ミューニュートリノ欠損は、世代間混合ニュートリノ振動理論によって説明できる。この概念ではニュートリノは質量を持つ粒子とされる為、世界中で様々なニュートリノ振動実験が行われ、3種類のニュートリノが異なる質量を持つこと、3つの混合角が明らかになった。次は CP 対称性の破れの検証に向けた実験準備が進められており、J-PARK で行われている 1 GeV/c 前後の低エネルギーニュートリノを用いた実験もその一つである。その一方で、LSND 実験のように標準理論を越えた第四世代のステライルニュートリノの存在を示唆する実験結果も報告されている。これらの問題を解決する実験を遂行する為には、すべての放射粒子を精密測定できる検出器が必要となる。

原子核乾板は、他の検出器に比べ高い空間分解能を持つ 3 次元飛跡検出器であり、 τ 等の短寿命粒子の観測に適している。OPERA 実験で使用されている検出器は ECC (Emulsion Cloud Chamber) と呼ばれ、原子核乾板と物質量の大きい鉛がサンドイッチ状に積層されている検出器である。ECC は荷電レプトンの種類によって反応の振る舞いが異なる為、それらを観測することで識別が可能となるが、荷電レプトンの電荷符号を識別することはできない。ECC の後置検出器として磁場を印加したエマルジョンスペクトロメーターを設置することで、全てのレプトンを精密に測定することができる。しかし、電荷を測定するためにはスペクトロメーターに電子が到達しなければならない為、ECC 中の電子の振る舞いを解析し、特徴を調べることは重要である。

筆者は、ECC 構造での低エネルギー電子の振る舞いの研究を行った。放射光利用研究推進機構 Spring-8 のレーザー電子光ビームライン(BL33LEP)において、2.0, 1.0, 0.5, 0.25 GeV/c の電子ビームを照射した原子核乾板を使用した。乾燥により膜厚が十分でなかった為、再膨潤処理を行った後に名古屋大学に持って行き、S-UTS で全面スキャンを行った。電子の密度分布から照射密度の低い領域を 2.0 cm × 2.0 cm の範囲に分けて飛跡の再構成を行った。再構成された飛跡の中から宇宙線を選び出し飛跡の検出効率を求めたところ、98.4 %と高い検出効率があることがわかった。次に電子の飛跡を選び出しマニュアルチェックで下流に負い下げていき、カスケードシャワーを再構成した。GEANT でシミュレーションを行い、結果の比較を行った。また、ECC に挟む物質を鉛から鉄など違う物質に変えた時にどのような変化があるかを見積もった。本研究によって得られた電子の振る舞いは、エマルジョンスペクトロメーターを用いた実験を行う際の指標とする事ができ、低エネルギーの電子ニュートリノから生成される電子の反応解析にも役立てることができる。