

電離損失測定による粒子識別の研究

基礎物理学教室 6406014 高橋 学人

長基線ニュートリノ振動実験 OPERA は $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ への振動で出現する ν_τ を直接検出し、大気ニュートリノ欠損の問題に最終決着を付けることを目的とした実験である。スイスの欧州合同原子核研究機構の大型陽子加速器で平均エネルギー 17GeV の ν_μ ビームを作り出し、アルプス山脈を越え 730km 先のイタリア・グランサッソ地下研究所に設置された約 2000t の検出器に向けて打ち込む。その検出器の心臓部は原子核乾板と鉛のサンドイッチ構造でできた ECC brick で、ニュートリノ振動により出現した ν_τ の直接検出を目指し 2007 年よりデータ収集が始まった。

5 年間で約 3 万 event のニュートリノ反応が予想されているが、ニュートリノの型を同定するためにはニュートリノ反応からでる二次粒子を全てとらえ、粒子を識別する必要がある。本研究では ECC 中での粒子識別機能に着目した。原子核乾板は現像処理後、荷電粒子の通過跡に直径 0.6 μm の銀粒子が析出する。その時の銀粒子密度は粒子の単位質量あたりの電離損失と関係することがわかっており、最小電離粒子に対し約 33 個/100 μm である。粒子の電離損失と運動量がわかれば粒子の識別が可能であり、運動量は多重電磁散乱から求めることができる。

そこで原子核乾板中での電離損失測定の基礎研究を目的とし高エネルギー加速器研究機構にて実験を行った。原子核乾板を 29 枚重ねたスタック 4 種類に T1 ビームラインにて 0.4~2.0GeV/c の π 中間子と陽子の混ざったビームを 0~400mrad の角度で照射した。また、乾板 4 枚のスタックを 1 つ用意し水平に 0.6GeV/c で照射した。乾板に対し水平に照射した 0.6GeV/c の π/p について銀粒子密度をマニュアルで測定した結果 π (30.3 個/ μm)、p(57.3 個/ μm) と粒子を分離することができ、電離損失との関係を理解し粒子識別の原理を確認した。高速自動飛跡読取装置 (UTS) にて 1 \times 1.5cm² の範囲の飛跡情報を取得し、オフラインにて解析をする。飛跡の位置と角度で隣り合う乾板との対応をとり、三次元的に再構成し実験時の粒子の軌道を再現した。また、飛跡再構成の効率を落とす障害として UTS の飛跡読取り性能、乾板のディストーション、スキャン時のズレ、カブリ等の原因を調査し、一枚の乾板において最小電離粒子 (MIP) の認識効率は?90%? となった。銀粒子密度として読み出された Pulse Height(PH) および Pulse Height Volume(PHV) を繋がった乾板で足し合わせ、電離損失との相関を調べた。また、UTS の光学的性質による入射角度と PH、PHV の関係を調べその結果 0.4~1.14GeV/c の π/p を識別することができ、角度との相関を調べ実験時のキャリブレーションデータを取得できた。