

## 学位申請論文公開講演会

日時 : 2013年2月1日(金) 13:00-  
申請者 : 吉田純也 (F研)  
場所 : C517  
題目 : ニュートリノ振動実験OPERAにおける反応点探索

### 要旨 :

OPERA実験は、ニュートリノのフレーバー ( $\nu_e \cdot \nu_\mu \cdot \nu_\tau$ ) が時間と共に相互転化する現象：ニュートリノ振動の有無に決着を着ける事を目的とした実験である。本実験はその直接の証拠として、CERNの加速器で生成した  $\nu_\mu$  ビームを730km離れたイタリアGran Sassoで検出し、その中から「出現」する  $\nu_\tau$  の検出をねらう。 $\nu_\tau$  の検出は、ニュートリノ標的の1mm厚鉛板56枚と、飛跡検出器の原子核乾板(乾板)57枚を交互に積層した構造を持つEmulsion Cloud Chamber(ECC)で行う。この乾板中に記録された飛跡を光学顕微鏡の視野下にとらえ、ニュートリノ反応点(反応点)に付随する短寿命の  $\tau$  粒子を識別する。検出が期待される  $\nu_\tau$  反応数は、総ニュートリノ反応約23000例に対し7個程度である。

OPERA実験で使用する乾板枚数900万枚、総ECC質量1250tは過去の乾板実験から2桁のスケールアップであり、反応点探索の手法開発と運用が本実験最大の課題であった。本実験は100mm×125mm×80mmの大きさに分割したECC(ブリック)を15万個を用意し、ニュートリノ反応の記録されたブリックを“準リアルタイム”で特定し解析する。まずはシンチレータからなる支援検出器(Target Tracker, TT)がニュートリノ反応の発生したECCを選択する。次にECC最下流の乾板(Changeable Sheet, CS)で飛跡を探索する。CSで飛跡が検出されたらこれを上流に順次接続し反応点へ向け追跡する(ScanBack, SB)。反応点が特定できたらその周りの全飛跡を読み出しニュートリノ反応を再構成する(NETSCAN)。どの工程も高検出効率・高信頼性ととも解析の速度が求められた。さらにこの流れは一筋ではなく途中の解析結果によって分岐・反復・遅延をとまなう。

筆者は2008年から本格的に開始した本実験のニュートリノ反応解析において、複雑かつ大量の反応点探索を遂行する体制を構築し4年間にわたり運用した。まず個々のニュートリノ反応に1冊ずつ用意した紙ファイルへ解析履歴・次の解析の指示を明記し、これを乾板とともに次の工程へ渡すことで反応ごとに異なる反応点探索を確実に進めるようにした。さらにこの一連の流れを滞りなく進めるため解析状況を一元管理するデータベースを構築し、流れが最適化されるよう環境の整備・解析装置の改良と運用・シフトの運用を行った。こうして各工程の総和で常時約500例の反応点探索が同時進行する体制を実現した。

また筆者は、反応点探索にとって最大の労力を要するSBの開発と運用を重点的に行った。SBでは乾板の交換・貼り付け・読み取りを高速化するために、プレートチェンジャーと呼ばれる専用の飛跡読み取り装置を開発した。まず長い粘着テープに乾板を順番に貼り映写機のようにフィルム交換を行うことで、1枚あたり従来2分半を要していた乾板交換時間を約20秒に短縮した。位置あわせ精度は顕微鏡の1視野と比べて十分小さい( $\delta x, \delta y$ ) = (20, 30)  $\mu m$  を達成した。また飛跡検出効率を評価し、CSからECCへの飛跡接続を98%以上の効率で行う手続きを確立した。これを運用しOPERA実験日本グループは2012年12月までに約6300例のSBを遂行した。

2012年12月までに、本実験は日欧併せて5229例のニュートリノ反応点をブリック中に同定し、この中に本実験のシグナルである  $\nu_\tau$  反応を2例検出した。