

OPERA 実験、スイス〜イタリア間 730km を飛行したニュートリノの原子核乾板による“撮影”に成功。

日本時間 10 月 3 日午前 0 時 04 分、OPERA 実験の研究者が注目する中、OPERA 実験最初のニュートリノ反応が確認されました。その後数日の間に 9 例のニュートリノ反応が確認され、反応を記録したとみられる原子核乾板標的 (ECC) の取り出し、現像処理が行われました。その後、日本・欧州の研究室で解析を行い、ニュートリノ反応点を特定することに成功しました。これにより、OPERA 実験は今後数年にわたる本格的な実験・原子核乾板解析のスタートを切りました。名古屋大学基本粒子研究室は第一週目に起こった 9 例の反応のうち 4 例の解析が割り当てられ、それらすべての反応点の特定に成功しています。名古屋大学が世界に先駆けて開発してきた原子核乾板自動飛跡読み取り装置をはじめとする解析技術の成果です。

ニュートリノはスイスジュネーブ郊外にある CERN 研究所のニュートリノ発生装置 (CNGS) で作られ、730km 離れたイタリア中央部のグランサッソー地下研究所に向けて発射されます。このニュートリノが起こす反応を検出するのが、グランサッソー地下研究所に設置された巨大実験装置、OPERA 検出器です。この装置の要は名古屋大学が富士フィルム社と共同で開発した新型の原子核乾板 (OPERA フィルム) です。原子核乾板とは素粒子の飛跡を記録する特殊な写真フィルムであり、OPERA 検出器はまさにニュートリノ反応を写す巨大な“カメラ”といえます。OPERA フィルムは鉛板と交互に挟んでブロック状 (ECC) にし、これを約 15 万個壁のように並べます。どの ECC がニュートリノ反応を“撮影”したかは電気的な検出装置と組み合わせられて判定されます。今年のニュートリノ照射では約 6 万個の ECC で実験を行っています。現在はまだ ECC を生産・充填中であり、来年春の本番に向けて準備中です。

図 1 は OPERA 検出器の電気計測器系がとらえた最初のニュートリノ反応です。ニュートリノは図の左から入射し、ECC を並べた標的中 (図中左の水色の部分。大きさは幅約 6m、高さ約 7m、厚さ約 4m であり、この部分に現在約 6 万個の ECC が並べられている。) で反応を起こしています。反応点から右のほうへ伸びる長い飛跡は、ニュートリノ反応で発生した μ 粒子です。この情報から、ニュートリノ反応を“撮影”した ECC を割り出し、ほぼ即日の内に取り出して、現像、解析を行います。

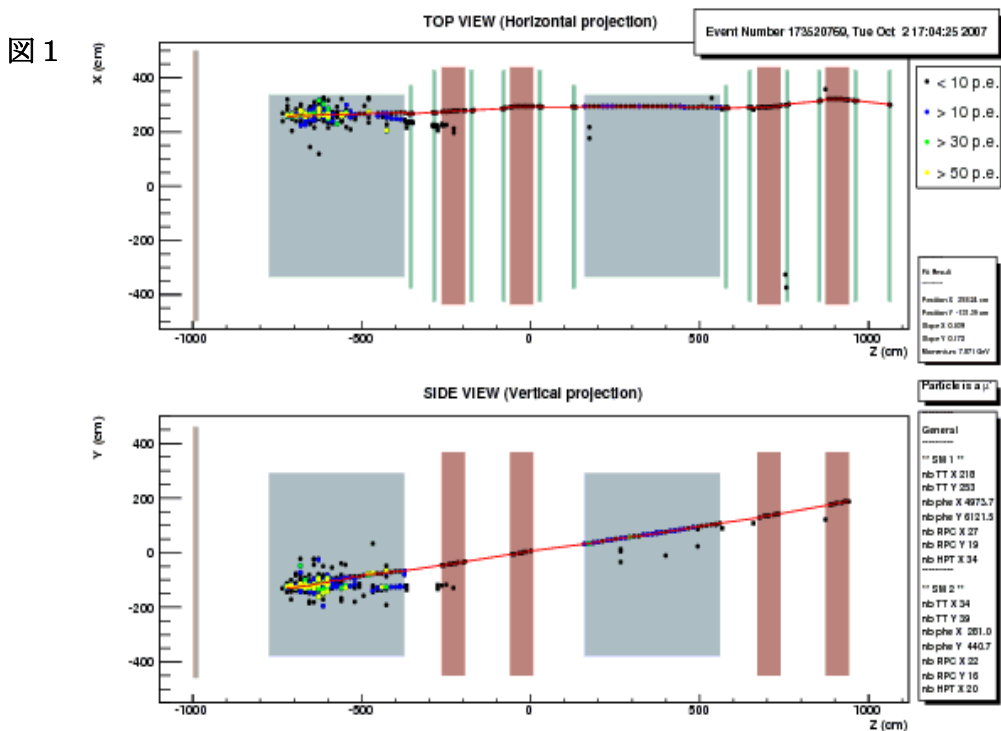


図2は、今回選び出された ECC を自動飛跡読み出し装置などを用いて解析した結果です。ECC は鉛板と OPERA フィルムをサンドイッチした構造になっています。左から入射した CERN からのニュートリノが、鉛板の中で反応を起こしている様子が明快にとらえられています。図中右下へ出てゆく粒子は μ 粒子です。

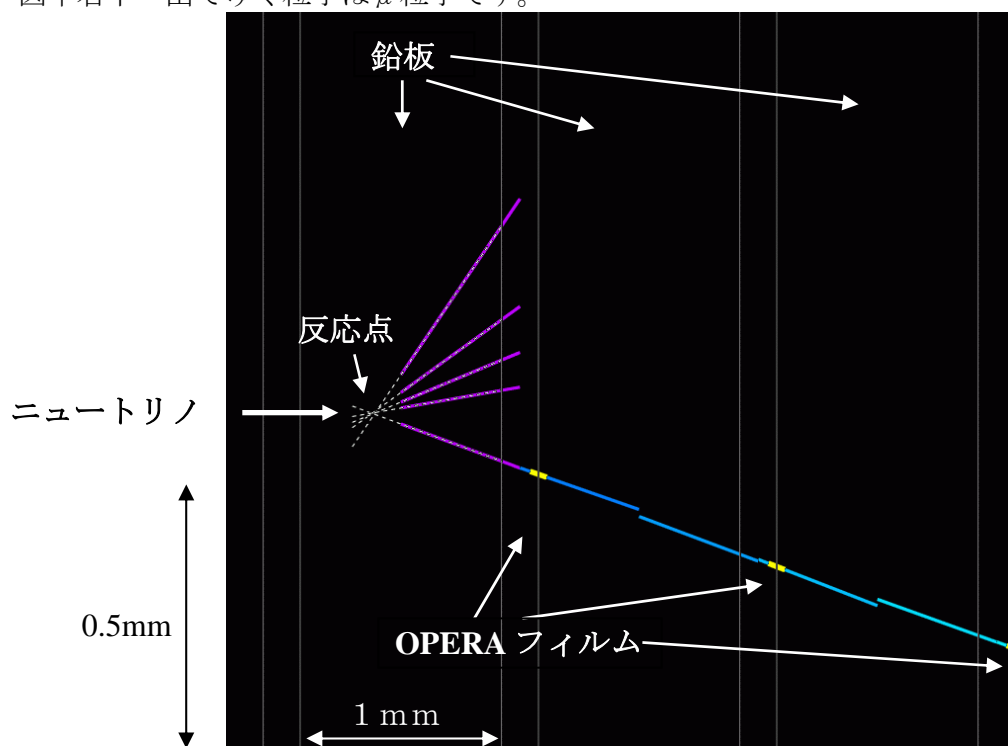


図2

OPERA 実験は、2006 年 9 月に CERN からのニュートリノの検出を、主に電気的な検出器だけで行いましたが、その時には ECC がほとんど充填されておらず、ECC 中でニュートリノ反応をとらえるという重要な機能のチェックが出来ていませんでした。今回の照射で、この実験の要の機能を確認できたこととなります。

OPERA 実験の最終目標は、ECC でとらえるニュートリノの中に、スイスを出るときには含まれていなかったタウ型のニュートリノ（タウニュートリノ）が含まれていることを示すことです。このタウニュートリノは、730km を飛来する間にニュートリノ振動という現象で現れると期待されているものです。ニュートリノ振動現象は、名古屋大学の牧・中川・坂田の三博士（いずれも故人）により、その存在が理論的に予測され、東京大学の宇宙線研究所のグループが、KAMIOKANDE 実験で、宇宙線と大気の衝突により発生したミュー型のニュートリノが“減少”しているとして世界ではじめてその兆候をとらえたものです。OPERA 実験は、振動によるタウニュートリノの“出現”という明快な形で、このニュートリノ振動の有無に最終決着をつけることを目的としています。期待される明快なタウニュートリノ反応の数は数千ニュートリノ反応に1つ程度と希ですが、OPERA 実験では5年間で数万反応を解析し確実な証拠をつかむ予定です。

OPERA 実験は日本と欧州を中心とした国際共同研究で、日本、ベルギー、クロアチア、フランス、ドイツ、イスラエル、イタリア、ロシア、スイス、トルコ、韓国の研究者が参加しています。日本からは名古屋大学基本粒子研究室（丹羽公雄教授、中村光廣准教授）を中心に、愛知教育大学、宇都宮大学、東邦大学、神戸大学が参加しています。

名古屋大学基本粒子研究室 丹羽公雄教授・中村光廣准教授

OPERA 実験グループプレスリリース 2007 年 10 月 日本語版 担当中村光廣(名大)。

本リリースの内容は、10月18日にグランサッソー研究所で開かれた実験評価委員会（LNGSSC）での発表を元に作成しています。