

# ダブルショー実験による原子炉ニュートリノ振動の検出とニュートリノ混合角 $\theta_{13}$ の測定

東北大学 ニュートリノ科学研究センター 准教授

**末包文彦**



### 研究の背景

ニュートリノは、この宇宙で光子に次いで多い素粒子であると考えられています。そのため我々が住む世界を理解するためにはニュートリノの理解が不可欠です。しかし、ニュートリノは物質とほとんど反応しないため、検出することが非常に難しく、まだまだ多くの謎が残っています。

ニュートリノ振動と呼ばれる現象を測定すると、ニュートリノの重さなど非常に重要な性質を知ることができます。ニュートリノ振動には3種類あると考えられており、そのうち2種類は、主に日本の実験の活躍ですでに確認されていました。しかし、この研究を始めた時は、残りの1種類はまだ未発見でした。

本研究は、この最後に残されたニュートリノ振動を高感度で検出し、その振動の大きさを表す、 $\theta_{13}$ （シータいちさんと読みます）と呼ばれるニュートリノ混合角を測定し、ニュートリノにまつわる謎を解くことが目的です。

### 研究の成果

この研究はフランス、ドイツ、アメリカなどとの国際共同実験で、フランスのショー原子力発電所を実験の舞台にしています。発電所の原子炉から1kmの場所にニュートリノ検出器を設置し(図1)、原子炉から飛来するニュートリノの数の測定を行いました。その結果、ニュートリノ振動の特徴である、飛行中にニュートリノの数が減少する効果を94.6%の確度で検出し(図2)、ニュートリノ振動の大きさを表す角度 $\theta_{13}$ を次のように測定しました。

$$\sin^2 2\theta_{13} = 0.086 \pm 0.051$$

これにより、ニュートリノの謎が一つ解決することになります。この結果は、2011年11月に国際会議で発表され、その後、権威ある学術誌Physical Review Letter誌に掲載されました。本研究グループは、東北大、東工大、首都大、新潟大、神戸大、東北学院大、広島工大から成っており、採択いただいた科研費により、実験の企画、ニュートリノ検出器の開発や建設、調整、



図1 ダブルショー実験場。原子炉から1kmの場所にニュートリノ検出器(右)を設置し、原子炉から飛来するニュートリノを検出しました。もう一台のニュートリノ検出器(左)は現在建設中です。2台の検出器を使用するため「ダブルショー実験」と呼ばれています。

運転、取得したニュートリノデータの解析などを行い、この成果に大きく貢献しています。

### 今後の展望

今後、ダブルショー実験は、2台目のニュートリノ検出器を建設し、測定精度を飛躍的に改善する予定です。測定された $\theta_{13}$ は比較的大きかったため、将来のニュートリノ実験で様々なことが測定できる可能性が生まれてきました。特に、3種類のニュートリノの質量の関係や、宇宙になぜ反粒子がないのかという根源的な謎を解く鍵となる、粒子と反粒子の対称性の破れの測定などを推進して行きたいと思います。

### 関連する科研費

平成16-17年度 基盤研究(A)「ニュートリノ振動パラメータ $\theta_{13}$ 角の測定のための原子炉ニュートリノ検出装置の開発」

平成17年度 基盤研究(C)「原子炉ニュートリノを用いた共同研究に関する企画」(研究分担者) 研究代表者: 田村詔生(新潟大学)

平成19-21年度 基盤研究(A)「CHOOZ原子炉を用いたニュートリノ振動角 $\theta_{13}$ の精密検出」(研究分担者) 研究代表者: 田村詔生(新潟大学)

平成20-24年度 特別推進研究「原子炉ニュートリノによるニュートリノ物理の新展開」

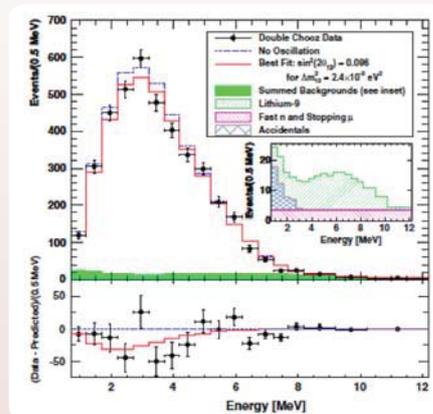


図2 原子炉ニュートリノのエネルギー分布。黒い十字の点が今回の測定データです。下の図で、データ点が水平の線より下側にあることが、ニュートリノ振動によりニュートリノが減っていることを表わしています。