

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 山 本 知 樹

論 文 題 目 Experimental study of discrete symmetry
in a compound nucleus using polarized neutrons

(複合核における離散的対称性の破れの偏極中性子を用いた実験的研究)

論文審査担当者

主査 名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士(理学) 清水裕彦

委員 名古屋大学大学院理学研究科 教授 博士(理学) 原田正康

委員 名古屋大学素粒子宇宙起源研究所 教授 博士(理学) 久野純治

委員 名古屋大学素粒子宇宙起源研究所 教授 博士(理学) 飯嶋 徹

委員 名古屋大学素粒子宇宙起源研究所 准教授 博士(理学) 北口雅暁

論文審査の結果の要旨

今日の物質優勢宇宙の存在は素粒子標準模型による CP 対称性の破れのみでは十分に説明することが困難であり、未知の CP 対称性の破れの存在を強く示唆している。高エネルギー加速器実験による直接探索や、CPT 定理を通じた低エネルギー領域における時間反転対称性の破れ探索が進められている。複合核反応では時間反転対称性の破れが増幅される可能性が指摘されており、これを利用した新たな時間反転対称性の破れの探索計画が進行中である。

複合核反応では、空間反転対称性の破れが核子核子散乱のものと比較して、最大で 10^6 倍も増幅されていることが確認されている。これは複合核反応に異なるパリティを持つ s 波振幅および p 波振幅が寄与する場合に、両者が干渉した結果生じるものであると理解されている。さらに、この部分波干渉による対称性の破れの増幅機構を拡張すると、時間反転対称性の破れも同様に増幅しうることが指摘されている。この機構においては、時間反転対称性の破れの増幅度は複合核反応の入口チャンネルの境界条件によって記述できる。p 波振幅の境界条件のうち $p_{1/2}$ 波振幅と $p_{3/2}$ 波振幅の比は断面積測定のみから決定できないため、 $^{139}\text{La}(n, \gamma)^{140}\text{La}$ 反応における放出 γ 線の角度分布によって値の決定が試みられたが、当該部分振幅比は二つの数値域に制限されるに留まっていた。

申請者は、当該部分振幅比の数値域を一つに絞りこむために、入射中性子を偏極させ、 $^{139}\text{La}(n, \gamma)^{140}\text{La}$ 反応における放出 γ 線強度の左右非対称度を測定した。スピン交換光ポンピング法により偏極させた ^3He ガスセルを透過させることで中性子を偏極させ、原子核標的まで偏極を輸送した。標的周辺部における磁場の空間的非一様性に起因する偏極緩和を避けるために、周辺磁場環境を考慮した有限要素法解析により設計した偏極輸送装置群の導入によって、上記の偏極輸送を実現した。偏極中性子による $^{139}\text{La}(n, \gamma)^{140}\text{La}$ 反応における放出 γ 線強度の左右非対称度測定の結果、p 波共鳴から ^{140}La の基底状態への遷移において、有意な左右非対称度 0.73 ± 0.14 を初めて得ることに成功した。これを用いて $p_{1/2}$ 波と $p_{3/2}$ 波の部分振幅比の数値を一つの領域に絞り込み、複合核における時間反転対称性の破れの増幅度の最尤値を得た。この結果は、複合核状態における空間および時間反転対称性の破れの増幅効果の理解を進めるものであり、学術的に高い意義が認められる。

以上の理由により、申請者は博士（理学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。