

## 論文審査の結果の要旨

氏名 片山 領

本論文は、中性子の電気双極モーメント（EDM）の探索実験に関するものであり、全8章からなる。第1章はイントロダクションであり、中性子 EDM の存在が CP 対称性の破れと等価であり、宇宙での物質優勢や素粒子標準模型を超えた超対称性粒子などの問題に解を与える可能性があるとして期待される、重要な物理現象であることが紹介されている。第2章では、本研究における基礎となる、超低温中性子の物理が定式化とともに議論される。第3章には、これまでの中性子 EDM 探索の実験的原理が述べられており、具体例として、フランスのランジュバン研究所で行われた ILL 実験の手法が解説されている。また、本論文での研究の主目的となる、J-PARC 施設における提案実験について記述されている。第4章では、超低温中性子の生成量の最適化についての検討と、シミュレーションに基づいた統計的評価がなされる。第5章では、中性子反射材の開発と、X線反射による表面解析について述べられ、その反射材に対する実際の低速中性子ビームを使った性能評価が、次の6章で説明される。第7章では、シミュレーションと実験の結果を総合し、さまざまな誤差要因を考慮した上で、実現可能な中性子 EDM の検証制度が、定量的に示されている。第8章において、結論と将来展望が簡潔に述べられている。

本研究は、自然界の基本的対称性を検証する中性子 EDM 実験が、現状での世界最高精度で実現できることを示したものであり、非常に意義深い。本論文で書かれているように、中性子 EDM 実験は、世界の幾つかの研究機関でより高精度を目指して競合している状態であるが、理論的には対称性の破れ、すなわち有限の EDM の検出が起こりうるオーダーに実験の精度が到達しつつある。本論文で記述されている J-PARC における EDM 検証実験を遂行し、予定通りの精度が実現されれば、有限の中性子 EDM が検出される見込みがあり、素粒子標準理論を超える新しい物理への重要な鍵となりうる。

J-PARC における実験は、多数の研究者が関わる非常に大きなプロジェクトであるが、論文申請者は中性子のバンチングを考慮した生成量評価を含む、完全なシミュレーションを世界で初めて実行し、また反射材に関して材料開発から加速器施設における性能評価までをほぼ独力で遂行した。実験データの解析やシミュレーションコードの開発も全て申請者が独力で進めたものである。従って、本論文の成果は、申請者のオリジナリティに基づく研究成果であると評価できる。

以上より、博士（理学）の学位を授与できると認める。