

量子の状態制御と機能化  
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

山口 敦史

理化学研究所 開拓研究本部  
研究員

「原子核時計」実現に向けた原子核量子計測技術の開発

## § 1. 研究成果の概要

本研究は、原子核遷移の共鳴周波数を基準とする周波数標準「原子核時計」の実現に向け、Th-229(トリウム 229)原子をイオントラップに捕獲し、その量子状態をレーザーにより測定する新しい技術の開発をめざす。

本研究で構築するイオントラップ装置は、Th-229 イオンの「①生成と減速」「②輸送」「③トラップ」の3つの部分から構成される。昨年度までに、動作テスト用イオン(セシウムイオン)を使い、①および②部分を動作させた。今年度は、テスト用イオンを用いた③トラップの実現と、①②によるTh-229 イオンビームの取り出しを行った。

まず、動作テスト用セシウムイオンをトラップした。イオントラップは、リニア型ポールトラップと呼ばれる、電極にラジオ波と静電場を印加する方式を用いた。②から輸送されたセシウムイオンを、③で一定時間トラップした後、トラップを開放し捕獲されていたイオンの個数を測定することで、イオンがトラップされていることを確認した。これにより、①-③すべての装置を連動して動作させ、イオンをトラップする技術を確立した。

次に、本来の目的であるTh-229 イオンをトラップするため、①のイオン源をセシウムイオン源から、Th-229 イオン源に置き換えた。Th-229 イオンは、U-233(ウラン 233)線源表面から放出される反跳イオンを利用する。本研究では、U-233 を金属薄膜に均一に電着しTh-229 イオン源とした。これを①に導入し、反跳Th-229 イオンを室温のヘリウムガスと衝突させ減速して(バッファーガス冷却)イオンビームとして取り出し、②の装置で輸送した。②の先に、イオン分析器(四重極イオン質量分析装置)を装着し、Th-229 イオンが輸送されていることを確認した。

次年度は、輸送されたTh-229 イオンをイオントラップに導入し、レーザー分光することを目指す。

### 【代表的な原著論文情報】

なし