



「不安定核ハンマーで鳴らして聴くスピンの音色」

平成 17～21 年度 特別推進研究（課題番号：17002003）

「発熱型荷電交換反応による時間的領域でのスピン・アイソスピン応答」

所属（当時）・氏名：東京大学・大学院理学系研究科・教授・酒井 英行
（現所属：国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器研究センター・部長）

1. 研究期間中の研究成果

・背景

理化学研究所仁科センターの RI ビームファクトリー（RIBF）は世界最強度の不安定核ビームを供給している。この不安定核ビームを利用すると、従来の安定核ビームでは不可能だった実験条件、即ち標的原子核を止めたままで標的核にスピンとエネルギーを与えることが実現される。これが発熱反応である。この特質を活かし未開拓だった研究領域を拓くのが目的である。

・研究内容及び成果の概要

①不安定核ビーム実験で高いエネルギー分解能測定を実現するために、電磁分析器（SHARAQ）を設計・建設し RIBF 実験室に設置した。ビーム分析系と組み合わせ約 1/10,000 の分解能を実現した。②スピン振動モードの中で圧縮型巨大共鳴である荷電ベクトル・スピン単極共鳴を発見した。中性子星の深部の状態方程式を決める際に利用される情報となる。③ニュートリノ質量を定量的に求める際に必要となる核構造情報に関連する二重ベータ崩壊の中間核のスピン核行列要素を ^{48}Sc と ^{116}In 核について得た。④発熱型荷電交換反応により原子核のスピン振動研究の新展開の幕を開くことができた。



高分解能磁気分析器 SHARAQ。総重量約 500 トン。

2. 研究期間終了後の効果・効用

・研究期間終了後の取組及び現状

期間中の研究は不安定核をビームとして安定核のスピン振動を調べるものであったが、終了後は不安定核のスピン振動を調べる目的で逆運動学による測定手法を新たに開発している。これにより研究領域が核図表全体に一気に広げられる。例えば、発熱型二重スピン移行反応を使い、4つの中性子を静止した状態で作ることができ、テトラ中性子（4重中性子核 4n ）状態を発見することができた。

・波及効果

本研究を契機として、米国ミシガン州立大学国立超伝導サイクロトロン研究所や大阪大学核物理研究センター（RCNP）に於いて異なった観点からのスピン振動研究が開始されている。また SHARAQ の設計・建設で培ったノウハウや高分解能測定技術も様々な形で利用されている。



4重中性子の密度分布。