

学位申請者： 飯村 俊

論文題目： Development of RF carpet type He gas cell and high-precision mass measurement of neutron-rich nuclei at around  $A = 50-60$  with MRTOF  
(RF カーペット型ヘリウムガスセル開発と MRTOF による  $A = 50-60$  領域中  
性子過剰核の高精度質量測定)

論文要旨：

原子核の質量は、その独立な陽子と中性子の合計質量よりも僅かに軽い。それは結合エネルギーとして知られ、原子核の安定性に関わる量であるため、核の魔法性などの重要な核構造情報を含んでいる。近年の加速器施設の性能向上とともに、安定核よりも中性子や陽子の数が極端にアンバランスな不安定核の研究が盛んに行われ、安定核領域で見られていた魔法数の消失や新魔法数の出現が明らかになってきた。理化学研究所 RIBF/BigRIPS では現在世界最大強度の高エネルギー中性子過剰核ビームを生成でき、これらの短寿命核においては多重反射型飛行時間測定式質量測定装置 (MRTOF) による効率的な高精度質量測定が望ましい。しかし BigRIPS から供給されるビームは核子当たり数百 MeV の高エネルギーであるが、MRTOF で質量測定するには数 keV 以下の低エネルギービームを入射しなければならない。そこで、我々は高エネルギービームを低エネルギービームに変換する高周波カーペット型ヘリウムガスセル (RFGC) を開発し、そのコミッション実験により BigRIPS からの高エネルギー短寿命核ビームを低エネルギービームとして引き出し、MRTOF による高精度質量測定に成功した。

RFGC の開発では、新設計の電極構造を導入し、オフライン試験で輸送効率を測定した。また、電場やガスなどの様々な条件を検討し、最適化を図った。オンライン実験に向けて RFGC を MRTOF と接続し、BigRIPS ビームラインの下流に設置、インビーム $\gamma$ 線核分光実験 (HiCARI) と並行したパラサイト実験を行った。HiCARI では、異なる核種の高速度 RI ビームを使用したため、質量数  $A = 40$  から  $A = 140$  までの短寿命核ビームを RFGC に入射させ、RFGC の性能を評価した。

本実験では、MRTOF により 70 核種以上の中性子過剰核の質量測定を行った。特に、 $A = 50-60$  領域では、新しい解析手法も導入し、15 核種の質量を同定、その内  $^{55}\text{Sc}$ ,  $^{56}\text{Ti}$ ,  $^{58}\text{Ti}$ ,  $^{56}\text{V}$ ,  $^{57}\text{V}$ ,  $^{58}\text{V}$ ,  $^{59}\text{V}$  の質量精度は文献値より大幅に向上した。この結果を、過去の測定値や、異なる解析手法との比較検討により評価した。質量精度の向上によって、この領域の質量から直接得られる中性子分離エネルギーなどの系統的な議論が可能となった。

本公聴会では RFGC の開発とその性能評価を紹介すると共に、 $A = 50-60$  領域の質量測定から明らかになった新魔法数  $N = 32, 34$  周辺の Sc, Ti, V 同位体の核構造を議論する。