

【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 電子弾性散乱による短寿命不安定核の 電荷密度分布測定

東北大学・電子光理学研究センター・教授 **すだ としみ**
須田 利美

研究分野：原子核 (実験)

キーワード：電子弾性散乱、短寿命不安定核、電荷形状因子、SCRIT, イオントラップ

【研究の背景・目的】

本研究の目的は、私の身の回りには安定に存在できない短寿命で崩壊する原子核の大きさ及び形(電荷密度分布)を、高エネルギー電子をそれらに照射しその散乱具合を調べる(電子散乱)ことで決定することです。電子散乱は、原子核を見る電子顕微鏡に相当します。

非常に短時間しか存在できないこれらの原子核は、原子核反応の連鎖である宇宙での元素合成過程では非常に重要な役割を果たすことが知られています。その原子核反応率は、関与する原子核の構造によって大きく左右されるので、それらの構造をきちんと調べることは元素合成過程の理解に重要です。最近の加速器及び実験技術の進歩により、生成困難なこれら短寿命不安定核が実験室での研究対象となりました。いままでの研究から、安定な原子核(これはとても詳しく調べられています)では知られていなかった特異な構造をもつと考えられる短寿命不安定核が発見されてきています。

原子核の大きさや形などの構造を調べるには、上記の電子散乱という方法が最適です。約半世紀ほど前に安定な原子核の構造が電子散乱によって詳細に調べられました(1961年 R. Hofstadter、ノーベル物理学賞)。

しかしながら生成が困難でしかも短寿命で崩壊してしまう原子核に対する電子散乱実験はあまりにも難しすぎて、望まれていながらも誰もこの研究が出来ませんでした。我々は、この壁を打ち破る革新的なアイデアの着想を得、長い時間がかかりましたがその新方法により短寿命不安定核の電子散乱実験が出来ることを実証しました。

本研究ではこの実験技術により世界で初めて短寿命で崩壊する原子核の内部構造を調べます。

【研究の方法】

この方法は高エネルギー電子蓄積リングを利用します。周回する電子ビームが作り出す静電ポテンシャルで電子ビーム上に研究対象の原子核イオンを捕獲させます。この方法によるとイオンは電子ビームから逃げ出せずビーム上に滞在してくれるので非常に少数のイオン数



で実験ができます。上図のように電子ビーム上に電極を設置し捕獲イオンの分布範囲を制限します。散乱電子の測定を容易にすると同時に、電極の印

加電圧の制御でイオンの入射、捕獲及び吐き出しが自由に制御できるので、短寿命の原子核を標的とすることが出来るわけです。

研究は、世界最大強度で短寿命不安定核を生成することが出来る独立行政法人・理化学研究所のRI ビームファクトリー(RIBF)で行います。このイオンの捕獲装置を装着した高エネルギー電子蓄積リングがRIBFで稼働しています。本研究費で散乱電子測定系を建設し、 ^{132}Sn 核という寿命40秒で崩壊する原子核の荷電分布を決定します。これは陽子、中性子ともに魔法数と呼ばれるとても特別な原子核で、この短寿命不安定核の形と大きさを世界で初めて明らかにすることができるのです。

【期待される成果と意義】

電子散乱は原子核研究にとって最も信頼性の高い研究方法で、この実験方法で精密に短寿命不安定核の形と大きさを決定することができます。いままで全く不可能と思われていたこの研究を、独自のアイデアで世界に先駆けて開始することができ、原子核の研究を大きく進めることが期待できます。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. "First Demonstration of Electron Scattering Using a Novel Target Developed for Short-Lived Nuclei". T. Suda *et al.*, Phys. Rev. Lett. 102(2009) 102501.
2. "Novel Internal Target for Electron Scattering off Unstable Nuclei". M. Wakasugi *et al.*, Phys. Rev. Lett. 100(2008) 164801.

【研究期間と研究経費】

平成22年度-26年度
156,200千円

【ホームページ等】

<http://www.lns.tohoku.ac.jp/~scrit>