

研究種目：基盤研究（A）  
 研究期間：2007～2010  
 課題番号：19204023  
 研究課題名（和文）多価イオン状態核の電子捕獲／束縛状態 $\beta$ 崩壊半減期と価電子スピンの研究  
 研究課題名（英文）Study of the EC and bound state  $\beta$  decay and its half-life on the highly charged ions.  
 研究代表者  
 鈴木 健 (SUZUKI TAKESHI)  
 埼玉大学・大学院理工学研究科・教授  
 研究者番号：10196842

研究代表者の専門分野：実験原子核物理学

科研費の分科・細目：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：多価イオン状態核・EC崩壊・束縛状態 $\beta$ 崩壊・束縛状態 $\alpha$ 崩壊

### 1. 研究計画の概要

ドイツ重イオン科学(GSI)研究所・シンクロトロンにおいて入射核破砕反応で  $^{64}\text{Cu}$  や  $^{140}\text{Pr}$  イオンを生成分離した後、蓄積リング(SIS/ESR)において、電子を全て剥ぎ取った(1～2個だけ残した)  $^{64}\text{Cu}$  や  $^{140}\text{Pr}$  について蓄積リングを周回させる。その周回周波数スペクトルからイオンの半減期を求める。この測定のためには高分解能 TOF 検出器の開発と性能と FFT 法の改良が必須である。

### 2. 研究の進捗状況

(1) 1年目：上記検出器等の R&D を行った。  
 (2) 2年目：束縛状態 $\alpha$ 崩壊と電子を1個つけた水素原子様ヨウ素同位体  $^{122}_{53}\text{I}^{52+}$  EC 崩壊半減期実験を次いで行った。実験は重イオン加速器からの核子あたりエネルギー592MeV の  $^{134}\text{Xe}$  ビームを  $2513\text{mg}/\text{cm}^2$  厚みの  $^9\text{Be}$  標的に照射し入射核破砕反応で EC 崩壊核  $^{122}_{53}\text{I}^{52+}$  を  $400(\text{A MeV})$  を生成分離し、蓄積リングに磁気剛性率  $8.0\text{Tm}$  で入射させた。入射された核破砕片は確率冷却によって予備的に冷却され更に電子冷却を用いて運動量広がりを  $10^{-6}$  程度にまで冷やしてこれをショットキー法で検出した。  
 (3) 3年目：分担した水素原子様 EC 崩壊半減期実験の解析を行った。以下結果を簡単に記述する。親核の崩壊曲線と娘核の増加から陽電子崩壊確率、EC 崩壊確率、及びリング中でのイオンの損失率を独立に決定した。その結果①  $^{122}\text{I}^{52+}$  の陽電子崩壊定数  $\lambda_{\beta^+}$  を  $2.345(93)\times 10^{-3}[\text{sec}^{-1}]$ 、② EC 崩壊定数  $\lambda_{\text{EC}}$  を  $0.680(5)\times 10^{-3}[\text{sec}^{-1}]$  と決定した。陽電子崩壊定数は中性状態 ( $^{122}\text{I}^{0+}$ ,  $2.451\times 10^{-3}[\text{sec}^{-1}]$ ) のときよりも 4%ほど小さくなっている。軌

道電子のスクリーニング効果と荷電状態に依る Q 値の変化によって理解できる。EC 崩壊定数  $\lambda_{\text{EC}}$  については中性状態 ( $0.605\times 10^{-3}[\text{sec}^{-1}]$ ) のときよりの 12%ほど寿命が短くなっている。このことは EC 崩壊においてその崩壊定数は周囲の電子数だけでは決まらず全角運動量保存に関する量子力学的スピン選択則が関わっていることを示唆している。

### 3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

(理由)当初計画では実験は2年目と3年目を予定していたが、加速器を使うビームタイムが3年目にアサインされなかった為。

### 4. 今後の研究の推進方策

(1) 水素原子様ヨウ素同位体  $^{122}_{53}\text{I}^{52+}$  EC 崩壊半減期についての研究成果を投稿論文としたい。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

① M. Takechi, T. Ohtsubo ⑬番目, T. Izumikawa ⑭番目, T. Suzuki ⑯番目, T. Yamaguchi ⑰番目, 総員 25 名・査読有;  
 Reaction cross sections at intermediate energies and Fermi motion effect, Physical Review C 79, 061601(R)/1-5 (2009)  
<http://prc.aps.org/abstract/PRC/v79/i6/e061601>

② K. Tanaka, T. Yamaguchi ②番目, T. Suzuki ③番目, T. Ohtsubo ④番目, T.

Izumikawa ⑩番目, 総員 36 名・査読有 ;  
Observation of a large Reaction  
Cross-Section in the Drip-Line Nucleus  $^{22}\text{C}$ ,  
Physical Review Letters 104, 062701/1-4  
(2010)

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v104/i6/e062701>

〔学会発表〕 (計 2 件)

① T. Ohtsubo,

Measurements of nuclear radii for neutron  
rich Ne isotopes  $^{28-32}\text{Ne}$

International Conference on Radioactive  
Nuclear Beam8 2009.6.18. 米国・ミシガン州

② D. Nishimura, T. Izumikawa ③番目, T.  
Ohtsubo ⑩番目, T. Suzuki ⑪番目, T.  
Yamaguchi ⑫番目, 総員12名

Decay curve study in a standard electron  
capture decay

Japan-China Joint Symposium on Nuclear  
Physics 2009.11.11 日本・つくば市

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ

<http://www.ne.phy.saitama-u.ac.jp/~suzuki/index.html>