

Title	二重中性子捕獲の研究 ; 27Mg, 65Ni, 94Nb, 165m, gDyの熱中性子捕獲断面積
Author(s)	関根, 俊明
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/31953">https://hdl.handle.net/11094/31953</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【21】

氏名・(本籍)	関根俊明
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 4077 号
学位授与の日付	昭和 52 年 10 月 5 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	二重中性子捕獲の研究; $^{27}\text{Mg}$ , $^{65}\text{Ni}$ , $^{94}\text{Nb}$ , $^{165\text{m}}, ^{6}\text{Dy}$ の熱中性子捕獲断面積
論文審査委員	(主査) 教授 音在 清輝 (副査) 教授 池田 重良 教授 桑田 敬治

### 論文内容の要旨

安定な原子核が中性子を 1 個捕獲して不安定な原子核に変化したとき、この不安定な原子核が崩壊する前に更に 1 個の中性子を捕獲する現象は二重中性子捕獲と呼ばれている。この現象の研究に必要な放射線測定器が近年目ざましく進歩し、従来対象としえなかった核種にまで範囲を広げうる可能性が生まれて来た。そこで、4 つの核種を選んで研究し、2 個目の中性子を捕獲する断面積を決定するとともに、反応の機構について考察を行なった。

ターゲット核種は次の観点から選定した。(1)断面積のデータが 2 段階の過程による生成放射能の推定または中性子捕獲による burn out の補正に必要なものである。(2) RI (ラジオアイソトープ) の製造において有用なデータとなる。(3)二重中性子捕獲による生成核に準安定状態があって、核異性体生成比が求められる。(4)1 個目の中性子を捕獲して生じた核に準安定状態があって、準安定状態と基底状態の断面積をともに知りうる。これらの目的に応じて、それぞれ(1) $^{26}\text{Mg}$ , (2) $^{64}\text{Ni}$ , (3) $^{93}\text{Nb}$ , (4) $^{164}\text{Dy}$  をターゲット核とする実験を行なった。

実験においては高精度のデータを得るために次のような方法を用いた。(a)生成放射能は高分解能の Ge (Li) 検出器により  $\gamma$  線を測定することによって決定した。100 keV 以上の  $\gamma$  線に対しては同軸型より計数効率が正確に決められるとともに分解能が良い表面障壁型を用いた。(b)中性子照射前にターゲットを化学的に精製するか、あるいは中性子照射後に放射能測定妨害となる放射性不純物を化学的に分離することによって、放射能測定の感度を高めた。(c)中性子照射中の中性子束モニターとして放射化検出器を用いたが、このさいにカドミウム比法によって熱外中性子の割合を求めて中性子スペクトルを示し、従来の二重中性子捕獲の研究では不確であった実験の条件を明確に示した。

$^{26}\text{Mg}$  をターゲット核とする二重中性子捕獲によって $^{28}\text{Mg}$  が生成する。この場合、リチウムが不純物としてターゲットに含まれていると、 $^6\text{Li}(n, \alpha)\text{T}$ ,  $^{26}\text{Mg}(t, p)^{28}\text{Mg}$  反応によって $^{28}\text{Mg}$  を生成する。二重中性子捕獲による $^{28}\text{Mg}$  の生成量は中性子束の二乗に比例するのに対し、リチウム不純物に起因する $^{28}\text{Mg}$  の生成量は一乗に比例することを利用して2つの反応を区別した。その結果、用いた酸化マグネシウム中にはリチウムが 0.1ppm 含まれており、 $^{27}\text{Mg}$  の熱中性子捕獲断面積は  $0.07 \pm 0.02$  b と結論された。また、アルミニウムを中性子照射する実験を行なって、アルミニウムからの $^{28}\text{Mg}$  の収率を決定した。これから得られる $^{27}\text{Mg}$  の熱中性子捕獲断面積は 0.09 b 以下であったので、二重中性子捕獲からの結果と矛盾しなかった。なお、剛球捕獲（ポテンシャル捕獲）の過程による断面積の理論値と比較したところ良い一致を見た。

ニッケルを中性子照射する実験から、二重中性子捕獲によって生成した $^{66}\text{Ni}$  と $^{58}\text{Ni}(n, 2n)^{58}\text{Ni}$  ( $n, 2n$ )  $^{57}\text{Ni}$  反応によって生成した $^{57}\text{Ni}$  の収率を求めた。その結果、 $^{66}\text{Ni}$  の熱中性子捕獲断面積  $22.0 \pm 0.8\text{b}$ , 共鳴積分 $60\text{b}$ 以下と $^{58}\text{Ni}(n, 2n)^{57}\text{Ni}$  反応の断面積  $3.0 \pm 0.5 \mu\text{b}$  が得られた。なお、これまでに報告されている( $n, 2n$ ) 反応の断面積を与える経験式によると、 $^{58}\text{Ni}(n, 2n)^{57}\text{Ni}$  反応の断面積は $26 \pm 1 \mu\text{b}$  という大きな値になる。そこで、実験値を良く再現する簡単な経験式を導いた。

$^{93}\text{Nb}$  をターゲット核とする二重中性子捕獲によって $^{94}\text{Nb}(n, \gamma)^{95\text{m}}\text{Nb}$ ,  $^{94}\text{Nb}(n, \gamma)^{95\text{g}}\text{Nb}$  反応の断面積として、それぞれ  $0.50 \pm 0.03$  b,  $12.0 \pm 0.3\text{b}$  が結論された。このように核異性体生成断面積が知られたので、その比を複合核モデルによる理論値と比較した。Huizenga と Vandenbosch の理論とより厳密な Pönitz の理論によって計算し、 $^{94}\text{Nb}$  の熱中性子捕獲における複合核のスピ、 $\gamma$ カスケード過程における四重極子遷移の寄与等について推定した。

$^{164}\text{Dy}$  をターゲット核として中性子照射時間を変化させることにより $^{165\text{m}}\text{Dy}$  と $^{165\text{g}}\text{Dy}$  の熱中性子捕獲断面積、それぞれ  $2,500 \pm 500$  b,  $4,400 \pm 400$  b を得た。この場合は準安定状態と基底状態の熱中性子捕獲断面積が知られている5核種の中で、準安定状態の方の断面積が基底状態のそれより小さい唯一の例となった。これらの核種の準安定状態と基底状態の断面積の比は複合核の準位密度の比と対応していることが知られた。なお、このときの生成核 $^{166}\text{Dy}$  の $\gamma$ 線放出率は実験によって決定した。

## 論文の審査結果の要旨

安定な原子核が1個の中性子を捕獲して不安定な原子核が出来、これが崩壊する前にもう1個の中性子を捕獲する、いわゆる二重中性子捕獲の2段目の核反応の断面積は、原子戸内の生成放射能の推定や、原子戸によるRIの製造の目的のために重要なデータであるが、実験が難しいため信用できるデータは余り多くない。

関根俊明君は丁重な化学分離と分解能の高い $\gamma$ 線分光によって $^{26}\text{Mg}$ ,  $^{64}\text{Ni}$ ,  $^{93}\text{Nb}$ ,  $^{164}\text{Dy}$  をもとの標的核とし、2段目の標的核 $^{27}\text{Mg}$ ,  $^{65}\text{Ni}$ ,  $^{94}\text{Nb}$ ,  $^{165\text{m}, \text{g}}\text{Dy}$  の中性子捕獲断面積を測定して、十分信頼で

きる値をえた。

特に興味があるのは最後の Dy の場合である。 $^{165m}\text{Dy}$  と  $^{165}\text{Dy}$  の熱中性子捕獲断面積としてそれぞれ  $2,500 \pm 500$  b と  $4,400 \pm 400$  b という値をえた。従来、準安定状態の熱中性子捕獲断面積の方が基底状態のそれより大きいとされて来たが、今の場合はその逆になることが見出された。そしてそれは主として複合核の準位密度によって説明できることを示した。この種の研究は二重捕獲の実験によってはじめて行いうるもので貴重なものである。

以上、本論文は理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。