



Title	(d, α) 反応によるイットリウム同位元素の核構造の研究
Author(s)	鈴木, 一道
Citation	大阪大学, 1973, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30717
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	鈴木 一 道
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 2732 号
学位授与の日付	昭和48年3月24日
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	(d, α) 反応によるイットリウム同位元素の核構造の研究
論文審査委員	(主査) 教授 若槻 哲雄 (副査) 教授 杉本 健三 助教授 村岡 光男 助教授 八木 浩輔 助教授 高橋 憲明

論文内容の要旨

この十年間に二核子移行反応は一核子移行反応と共に、原子核構造の研究の有力な手段となった。本研究は、標的核 ^{90}Zr 、 ^{91}Zr 、 ^{92}Zr 、 ^{94}Zr 、 ^{96}Zr に二核子移行反応の一つである。(d, α) 反応を行うことにより、残留核であるイットリウム同位元素 ^{88}Y 、 ^{89}Y 、 ^{90}Y 、 ^{92}Y 、 ^{94}Y の核構造に関する知識を得ようとするものである。本研究の目的はつぎの二点にまとめることができる。

1. $2d\frac{1}{2}$ 殻の中性子数が増加するときのシステムティックスの有無を調べること。
2. ^{92}Y 、 ^{94}Y の励起準位に関する情報を得ること。

実験は大阪大学サイクロトロンからの11.5MeV重陽子ビームを使って行われた。核反応の結果放出される α 粒子の角度分布を測定し、その結果と理論による解析結果とを比較することにより、残留核に関する情報を得た。検出された α 粒子のエネルギー分解能は約150keV(半値巾)であった。 α 粒子の角度分布は、 $20^\circ \sim 100^\circ$ (実験室系)間で 5° ごとに残留核からの α 粒子を測定することにより求めた。残留核の励起準位のエネルギーは、すでに他の人達による実験で求められているイットリウム核の励起準位、および $^{14}\text{N}(d, \alpha)^{12}\text{C}$ 反応から得られる ^{12}C 励起準位エネルギーを基準にして各角度で求め、得られた値を平均した。励起準位エネルギーの誤差は、低い励起準位では約30keV、高い励起エネルギー準位では60~100keV、であった。反応断面積の誤差は、よく分離された準位の場合約25%であった。

得られた実験結果の解析にはゼロレンジ歪曲波近似(DWBA)を使用した。この近似の妥当性を確かめるため、すでにスピン、パリティの知られている ^{88}Y 、 ^{89}Y 、 ^{90}Y の励起準位からの α 粒子の角度分布を計算し、実験値と比較した。その結果、 $L=0, 1, 2, 3, 4$ に対する角度分布は実験から得られた角度分布の形を比較的よく再現することがわかった。しかし、 $L=5, 6$ に対する理論の角度分布は実験値を再現できなかった。また理論から得られた反応断面積の絶対値は、 L の値によって異なり、実験値にくらべ3.6倍ないし70倍小さく、実験値を正しく再現することはできなかった。

つぎに本研究の結果得られた事柄についてのべる。

図1は55°(実験室系)での反応断面積を、放出された α 粒子のエネルギー $E\alpha$ に対して描いた図である。図中、黒丸は角度分布が得られた励起準位を示し、白丸は励起準位のエネルギーのみが得られた準位を示している。 ^{88}Y の基底準位、第一、二、三励起準位にそれぞれA、B、C、Dと符号をつける。 ^{88}Y のこれらの準位に対応して $E\alpha$ の等しい場所に ^{89}Y 、 ^{90}Y 、 ^{92}Y 、 ^{94}Y の励起準位が存在していることが図からわかる。また図2～図5に示すように、A、B、C、Dの各準位からの α 粒子の角度分布は、これら五つの原子核において非常によく似ている。さらにこれらの準位の反応断面積は、五つの原子核間で、実験誤差の範囲で一致している。 ^{88}Y の順位A、B、C、Dの配位はそれぞれ

$$[\pi(2p\frac{1}{2})^1\nu(1g\frac{1}{2})^{-1}]_{J=4-}, [\pi(2p\frac{1}{2})^1\nu(1g\frac{7}{2})^{-1}]_{J=5-},$$

$$[\pi(2p\frac{1}{2})^1\nu(2p\frac{1}{2})^{-1}]_{J=1+}, [\pi(2p\frac{1}{2})^1\nu(2p\frac{3}{2})^{-1}]_{J=(1,2)+}$$

とわかっているので、上記の実験事実より、 ^{89}Y 、 ^{90}Y 、 ^{92}Y 、 ^{94}Y の準位A、B、C、Dは ^{88}Y と同様の配位をもつと結論できる。

図6は本研究の結果得られた各イットリウム同位元素の励起準位を示したものである。太線は今回の実験により新しい情報が得られたことを示している。また括弧付きの数字は得られた情報が確定的ではないことを示している。図6に示したように、 ^{92}Y 、 ^{94}Y の新しい励起準位を見つけることができた。またその一部の準位に対してはスピンおよびパリティを推定した。

二核子移行反応の理論によれば、反応断面積は移行される核子の存在する殻の核子数に比例するということがわかっている。本実験での標的核Zrは、 ^{91}Zr で $2d\frac{5}{2}$ 殻に1個の中性子があり、 ^{96}Zr で $2d\frac{5}{2}$ 殻は中性子によって完全に占められる。従ってこれらの核から $2d\frac{5}{2}$ 殻の中性子を移行する反応の断面積は、 $2d\frac{5}{2}$ 殻の中性子数に比例するはずである。 ^{89}Y の基底準位、 ^{90}Y 、 ^{92}Y 、 ^{94}Y の基底準位および第一励起準位は、(d, α) 反応によって $\pi(2p\frac{1}{2})\nu(2d\frac{5}{2})$ の陽子・中性子対のピックアップによって励起される。図7はこれらの反応断面積(ただし、 $\pi(2p\frac{1}{2})$ 殻への $\pi(1g\frac{1}{2})$ 陽子の配位混合の大きさは補正してある。)を標的核の $2d\frac{5}{2}$ 殻の中性子数に対して描いた図であり、 $2d\frac{5}{2}$ 殻の中性子数と反応断面積とが比例関係にあることを示している。

以上のべたように、(d, α) 反応の実験をすることにより、イットリウム同位元素の核構造に関する新しい情報を得ることができ、所期の目的をほぼ達成することができた。

図の標題

図1 55°(実験室系)での反応断面積

図2 準位Aからの α 粒子の角度分布

図3 準位Bからの α 粒子の角度分布

図4 準位Cからの α 粒子の角度分布

図5 準位Dからの α 粒子の角度分布

図6 今回の実験で得られたイットリウム同位元素の励起準位。太線は新しい情報が得られたことを示す。

図7 $\pi(2p\frac{1}{2})\nu(2d\frac{5}{2})$ 陽子-中性子対ピックアップの断面積と $2d\frac{5}{2}$ 殻の中性子数との関係

論文の審査結果の要旨

(d, α) 反応は、それを2核子移行反応とみた場合、原子核の陽子-中性子孔状態を解明するための有効な手段である。

鈴木君は、(d, α) 反応の実験をZr同位核種を標的としておこない、Y同位核種の構造を調べた。断面積の小さい反応であるので、連続長時間の測定が必要であった。

まずYの重い同位核種 ^{92}Y 、 ^{94}Y について新しいエネルギー準位を見だし、そのあるものについてはパリティおよびスピン値（あるいはその範囲）を指定できた。いわゆる奇奇核の ^{92}Y 、 ^{94}Y は、他の方法によりほとんど調べられていなかった核種である。

次に ^{88}Y の基底状態近傍の準位構造が、重い同位核種 ^{89}Y 、 ^{90}Y 、 ^{92}Y 、 ^{94}Y の高い励起状態においてきわめて類似した形で現われることを見いだした。これらの状態は、ピックアップされる重陽子の各核における結合エネルギーがほぼ等しい状態に現われるものである。この興味深い結果は、中性子数 $N=50$ の閉殻の外に詰まって行く中性子群は閉殻内の構造にあまり影響を与えないものとして説明できる。

以上のように鈴木君の研究は、イットリウム同位核種の構造に対する有用なデータを提供するものであり、したがって理学博士の学位論文として十分価値のあるものと認められる。

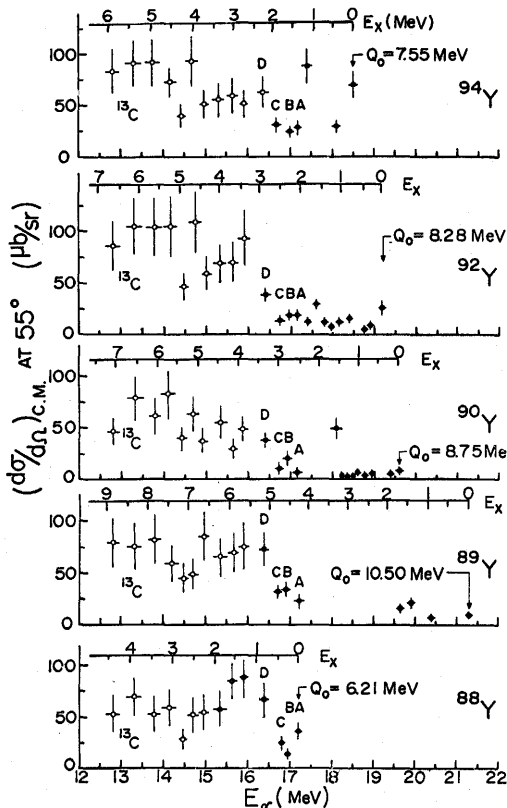


図 1

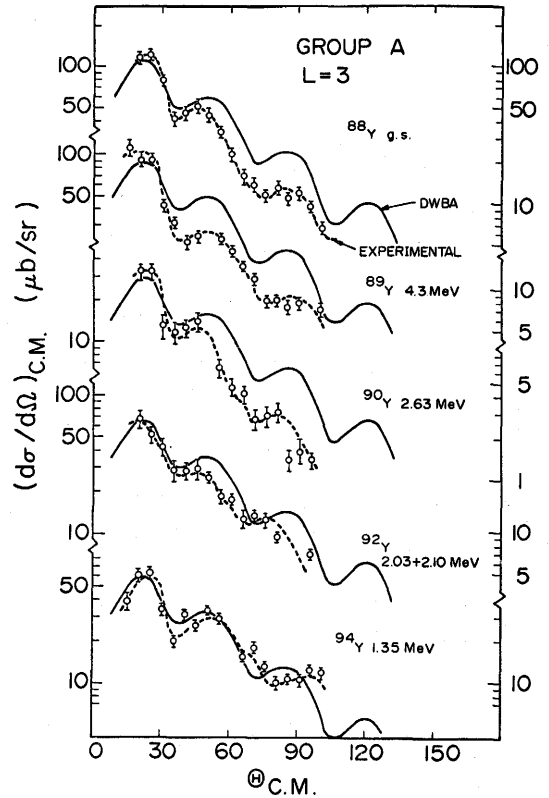


図 2

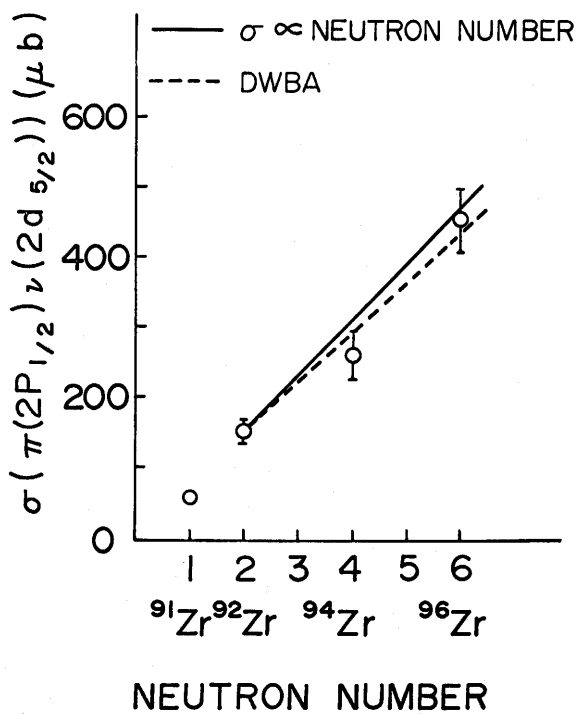
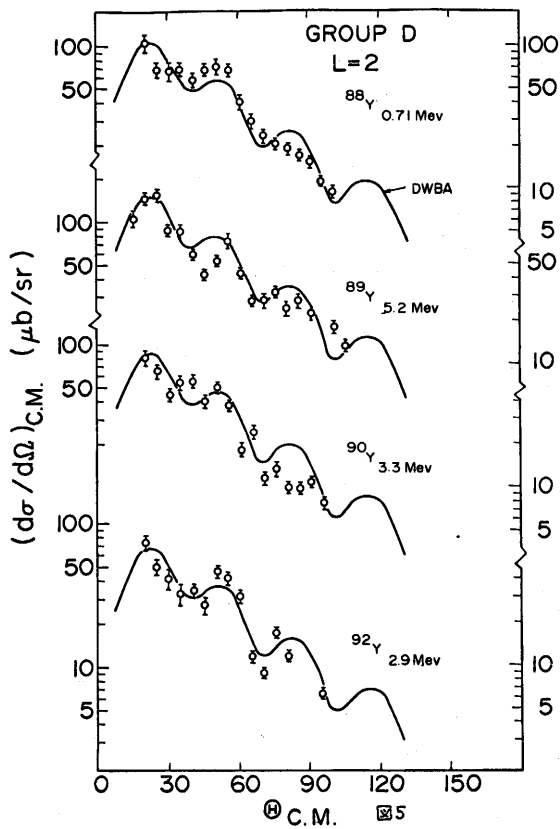
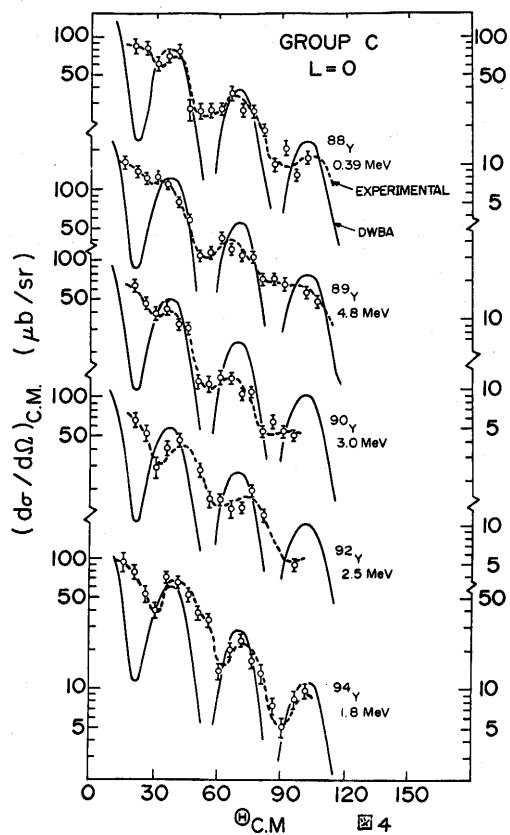
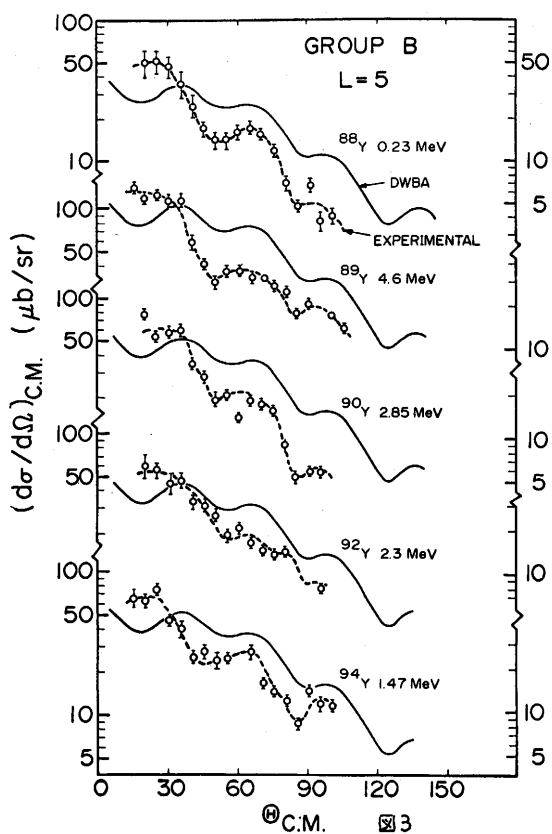
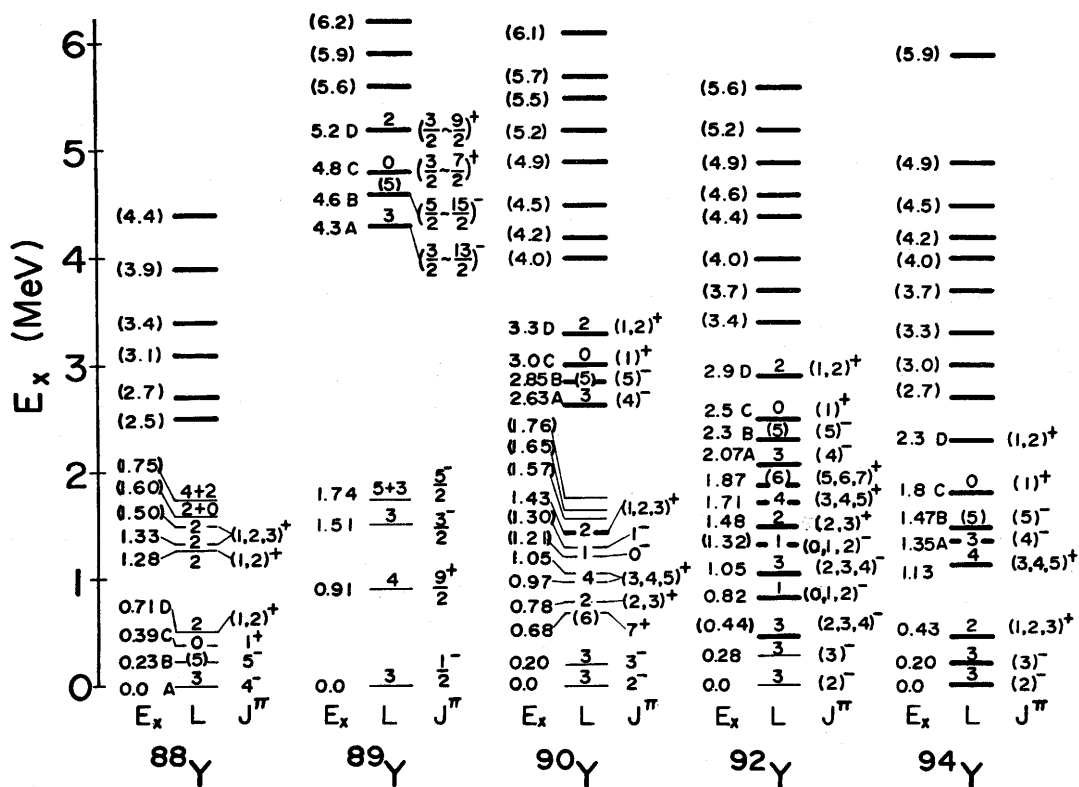


图7



6