

Title	High Spin States Excited by ( $\alpha, d$ ) Reactions on 1f-2p Shell Nuclei
Author(s)	Okada, Kenji
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/27738">https://hdl.handle.net/11094/27738</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名・(本籍)	岡田憲志
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 4515 号
学位授与の日付	昭和54年3月19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	1f-2p殻核への( $\alpha, d$ )反応による高スピン状態の励起
論文審査委員	(主査) 教授 江尻 宏泰  教授 山部昌太郎 教授 杉本 健三 助教授 村岡 光男 助教授 山崎 魏

### 論文内容の要旨

二核子移行反応のうち、陽子—中性子対を移行する反応は、奇—奇核の核構造を研究するのに最も適している。この奇—奇核における励起準位の配位、スピン・パリティ及び励起エネルギーの系統的な分析は、核構造を決める上で重要な力である陽子—中性子間の残留相互作用に関する直接的な情報を与える。陽子—中性子対移行反応の一つである( $\alpha, d$ )反応においては、反応の入射及び出射チャンネルでの軌道角運動量の差が大きいため特に高いスピン値をもった残留状態が強く励起されることが知られている。比較的低い入射アルファ粒子( $\sim 24\text{MeV}$ )による質量数50近傍の偶—偶核(1f-2p殻領域)への( $\alpha, d$ )反応では、軌道角運動量移行(L)が4 $\sim$ 7 $\hbar$ の時、入出射粒子間の軌道角運動量整合の条件が満たされるので、1f $_{7/2}$ 軌道への陽子移行、2p $_{3/2}$ 軌道への中性子移行により形成される5 $^-$ 状態が基底準位附近に、又、1f $_{7/2}$ 軌道への陽子移行、1g $_{9/2}$ 軌道への中性子移行による8 $^-$ 状態が励起エネルギー4 $\sim$ 5MeV近傍に強く励起されることが期待される。

この論文での目的の一つは、1f—2p殻核で高いスピンをもった準位を発見し、( $\alpha, d$ )反応による高スピン状態への強い励起の機構を明らかにすることである。第二には、残留同中性子体での高スピン準位の励起エネルギーにみられる系統性より、陽子—中性子間残留相互作用エネルギーを導き出すこと、第三には( $\alpha, d$ )反応における直接反応過程以外の複合核反応、二段階反応過程が断面積に与える影響を調べることにある。

上記の目的を逐行する為に、大阪大学理学部サイクロトロンで加速された23.9MeVアルファ粒子による( $\alpha, d$ )反応の微分断面積の角度分布を測定する実験を行った。標的核は、 $^{50}\text{Ti}$ 、 $^{52}\text{Cr}$ 、 $^{54}\text{Fe}$ 及び $^{56}\text{Fe}$ であり、これらの標的核は、殻模型理論のよく成立する1f—2p殻核の内でも特に中性子数が

28の閉殻を構成している核を選んでるので、殻模型に基づく理論的解釈、計算が良い近似を与える。

実験の結果、予期された様に、 $^{52}\text{V}$ 核の0.02MeV、 $^{54}\text{Mn}$ 核の0.363MeV、 $^{56}\text{Co}$ 核の0.576MeV、 $^{58}\text{Co}$ 核の0.02MeV励起エネルギーに $L=4$ 、及び $^{52}\text{V}$ 核4.32MeV、 $^{54}\text{Mn}$ 核4.72MeV、 $^{56}\text{Co}$ 核4.99MeV、 $^{58}\text{Co}$ 核3.75MeV励起エネルギーに $L=7$ の強い遷移による励起準位が、全ての標的核において観測された。微分断面積の大きさと、角度分布は、Lin-Yoshidaの形状因子を用いたDWBA法により解析された。低い励起エネルギー準位は、 $[\pi f_{7/2}^- \nu p_{3/2}]$ 配位をもつ $5^+$ 状態であることが確認され、一方高い励起エネルギー準位は $[\pi f_{7/2}^- \nu g_{9/2}]$ 配位をもち、陽子-中性子の角運動量が直線的に結合した最大スピン状態 $8^-$ であることが、新らしく決定された。又、23.9MeV入射エネルギーの $(\alpha, d)$ 反応による $5^+$ 、 $8^-$ 状態への強い遷移の原因として、入射チャンネル及び移行粒子間の軌道角運動量がよく整合している事、高い励起エネルギー準位への遷移においては、大きな角運動量移行を伴う反応断面積が小さな角運動量移行の場合に比べ、相対的に大きくなる事が、DWBA解析より明らかになった。他の要因として、二核子移行反応特有の移行核子間角運動量変換係数が、直線的な結合の場合に最大値を与え反応断面積を大きくすることがわかった。

残留奇-奇核の $8^-$ 状態への $(\alpha, d)$ 反応のQ値が標的核の原子数に対して、直線的に負の値で増加する系統性が見出された。この系統性は、 $^{48}\text{Ca}$ 核を芯とし純粋配位を仮定した殻模型計算の結果、残留状態の配位を、 $[\pi f_{7/2}^- \nu g_{9/2}]$ と考えることで説明できた。この結果は微分断面積の解析から示唆された配位と同じであり、 $[\pi f_{7/2}^- \nu g_{9/2}]$ 配位の正しさを裏付けた。この解析より求められた $[\pi f_{7/2}^- \nu g_{9/2}]$  $8^-$ 配位の残留相互作用エネルギーは、 $-0.76\text{MeV}$ であり、同じ配位の平均相互作用エネルギーは、 $-0.73\text{MeV}$ となる。

複合核反応過程、二段階反応過程を経由した $(\alpha, d)$ 反応の断面積は、実験値の約1/10程度の値しか与えず、24MeV入射エネルギーの $(\alpha, d)$ 反応では、直接反応過程を経由しているとみなすことが良い近似を与え、奇-奇核構造解明の有力な手段であることがわかった。

## 論文の審査結果の要旨

1f-2p 奇奇核である $^{52}\text{V}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{56}\text{Co}$ 及び $^{58}\text{Co}$ の高スピン励起状態を23.9MeV  $\alpha$ 粒子による $(\alpha, d)$ 反応で励起し、その性質を調べた。 $(\alpha, d)$ 反応が特別な配位をもった高スピン状態を励起することを理論と実験の両面から確認し、V、Mn及びCoの原子核で0.5MeV近傍の $[\pi f_{7/2}^- \nu p_{3/2}]5^+$ 励起状態と4.5MeV近傍の $[\pi f_{7/2}^- \nu g_{9/2}]8^-$ 励起状態を調べることに成功した。特に4.5MeV近傍に $(\alpha, d)$ 反応で強く励起される準位を見出し、それらが特別な $[\pi f_{7/2}^- \nu g_{9/2}]8^-$ と云う高スピン状態であることを発見したことは1f-2p原子核の核構造の解明に重要である。また阪大理学部サイクロトロンからの24MeV  $\alpha$ 粒子の特徴を生かし $(\alpha, d)$ 反応が、この様な高スピン状態を強く励起することに適していることを、実験並びにDWBA計算の角分布、断面積、Q値等から示した。この様な実験で得られた $8^-$ 状態の励起エネルギーを残留相互作用の計算値と比較することによって、 $[\pi f_{7/2}^- \nu g_{9/2}]8^-$ の

配位に対する二体有効相互作用エネルギーが $-0.76\text{MeV}$ であることを決定した。これらの研究成果は、原子核反応及び原子核構造の両面に於いて重要な知見を与えるもので、理学博士の学位論文として十分価値があると認める。