

氏名	柿 木 茂 かき き しげる
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 101 号
学位授与の日付	昭 和 41 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻
学位論文題目	( $\alpha, d$ ) and ( $\alpha, t$ ) Reactions on $\text{Be}^9$ , $\text{F}^{19}$ and $\text{Al}^{27}$ at 28.6 MeV (2,860万電子ボルトにおけるベリリウム9, 弗素19及びアルミニウム27の(アルファ粒子, 重陽子)及び(アルファ粒子, 三重陽子)反応)
論文調査委員	(主査) 教授 武藤二郎 教授 小林 稔 教授 安見真次郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

原子核の反応に際して入射粒子中の二つの核子が標的核に捕獲される二核子移行反応は原子核構造の知識の増大とともに最近になって特に注目をあびてきた。最近の考え方によれば、入射粒子が標的核に二核子を与えた結果できる生成核は励起されないままの原子核コアに二つの核子の加わった配位の励起状態となるが、一核子移行のストリッピング反応ではこのような二核子励起状態は実現されにくいとされている。したがって二核子移行反応による原子核の励起は選択的に生じると考えられている。

入射粒子が $\alpha$ 粒子で、中性子と陽子の二つの核子を相手核に与える反応、即ち( $\alpha, d$ )反応は主として直接反応機構によって起こり、生成原子核は殻模型でよく説明される励起状態に導かれることがハーベイ等によって質量数偶数の核について観測された。一方、吉田の理論的考察によれば、二核子ストリッピング反応は集団運動模型によって説明される励起状態に導くことが期待されている。従来、質量数偶数の原子核についての( $\alpha, d$ )反応の実験結果では集団運動励起状態への移行は観測されていないし、質量数奇数の原子核についての実験的研究は殆んどなされていなかった。従って奇数核について実験を行なうことによって集団運動励起状態の反応への関与がより明らかになると考えられる。

申請者は京都大学化学研究所のサイクロトロンで加速して得られる28.6 MeVの $\alpha$ 粒子を奇数核 $\text{Be}^9$ ,  $\text{F}^{19}$ ,  $\text{Al}^{27}$ にあて、反応の結果生じる荷電粒子をいわゆるブロードレインヂ・マグネティックアナライザーで分析し、原子核乾板上での位置および乳剤中での飛程によって、エネルギーおよび粒子の種別を確定し、反応によって重陽子(d)または三重陽子(t)を生じる場合について、生成原子核の励起エネルギー単位を定め、かつ、これら各エネルギー単位へ導く反応の相対確率を算出した。

まず、重陽子dを生じる反応 $\text{Al}^{27}(\alpha, d)\text{Si}^{29}$ ,  $\text{Be}^9(\alpha, d)\text{B}^{11}$ ,  $\text{F}^{19}(\alpha, d)\text{Ne}^{21}$ の生成核、 $\text{Si}^{29}$ ,  $\text{B}^{11}$ ,  $\text{Ne}^{21}$ のそれぞれについて、その核の励起準位間の相対強度比を求めた。そして、その結果を同じく $\text{Si}^{29}$ ,  $\text{B}^{11}$ ,  $\text{Ne}^{21}$ を生じる一核子移行ストリッピング反応(d, p)の場合の同様の強度比と比較して、核反応機構と核構造との関連性を調査した。

Si<sup>29</sup> の場合、その基底状態を含む5つの低い準位についてみれば、(d, p) 反応と ( $\alpha$ , d) 反応とは極めてよく似た相対強度比を示している。ところで、これらの準位は集団運動模型の考えから導かれる、いわゆるニールソン回転準位であることを考えると、(d, p) 反応、(d,  $\alpha$ ) 反応のいずれの場合でも、原子核コアと捕獲された核子との強い相互作用によって励起されたもので、一核子移行か二核子移行かにかかわりなく、よく似た励起の強度比を与えることが期待される。

次に生成核が Ne<sup>21</sup> の場合について、同じく Ne<sup>21</sup> を生じる他の反応、(d, p), (He<sup>3</sup>, p) の2つを比較にとって調べると、Ne<sup>21</sup> の低い3つの集団模型準位について、それぞれの反応における相対強度比が ( $\alpha$ , d) の場合と酷似しており、更に、生成核が B<sup>11</sup> である反応についても、B<sup>11</sup> の低い3つのニールソン回転準位に導く ( $\alpha$ , d), (d, p), (t, p) 反応のそれぞれの強度比が極めてよく似ていることを見出した。これらの場合も Si<sup>29</sup> の場合と同様な観点から理解される。

これを要するに、( $\alpha$ , d) 反応は、少なくとも B<sup>11</sup>, Ne<sup>21</sup>, Si<sup>29</sup> の回転準位を導く場合については、典型的な一核子ストリッピング反応 (d, p) と相似していることが結論できる。また、この実験で調べた準位はいずれもニールソンの回転運動模型によってよく説明されている準位であることから、( $\alpha$ , d) 反応で移行する2つの核子は互いの相関を保たないで移行するものと考えられる。更に、これらの回転運動準位の中でも相対強度の異なるグループは、それぞれ異なる回転バンドに属するものであると考えられるので、Si<sup>29</sup> の回転運動準位について従来不確定であったバンドの組み分けをこの実験結果によって新たに確定することができた。

以上は ( $\alpha$ , d) 反応についての結果であるが、申請者は ( $\alpha$ , t) 反応についても分析を試みている。即ち、Al<sup>27</sup>( $\alpha$ , t) Si<sup>28</sup> 反応、F<sup>19</sup>( $\alpha$ , t) Ne<sup>20</sup> 反応、Be<sup>9</sup>( $\alpha$ , t) B<sup>10</sup> 反応のそれぞれについて、同じく陽子1個を移行して同じ生成核に導く他の反応、(d, n), (He<sup>3</sup>, d) を対比にとり、生成核の低い励起状態に導く相対強度比を比較している。その結果、これら3つの反応 (d, n), (He<sup>3</sup>, d), ( $\alpha$ , t) 反応がいずれもよく似ていること、および ( $\alpha$ , t) 反応の t の角分布の形などからこれら3つの反応はいずれもストリッピング機構による反応であることを示した。

以上を要するに申請者の研究によれば、( $\alpha$ , d), ( $\alpha$ , t) 反応はいずれも ( $\alpha$ , p) 反応などと同様にストリッピング機構で説明される反応であるが、( $\alpha$ , d) 反応の場合、生成核の準位の性質から、移行二核子は相関を保ったまま移行するものではなく、また、核反応の結果生じる励起準位の相対強度比は、核反応で移行する粒子数の相違によらず、生成核の準位の核構造的な性格に依存するものである点が実験的に明らかにされた。

## 論文審査の結果の要旨

原子核の反応機構の研究は原子核の構造の知識と共に次第に明らかにされつつあるが、逆に原子核の構造もまた核反応の知識と共に明らかになりつつある。申請者の研究はこの両者の関連において、二核子移行反応の一つである ( $\alpha$ , d) 反応の機構を実験的に調べたものである。

二核子移行反応の中でも ( $\alpha$ , d) 反応は従来からよく調べられてはいない。特に質量数奇数の原子核の場合は殆んど調査されていないこと、および、奇数核を対象とすることによって反応機構と核構造との関

連性をより一層明らかにすることができることを考え、申請者は実験対象として  $\text{Al}^{27}$ ,  $\text{F}^{19}$ ,  $\text{Be}^9$  の三種の原子核について ( $\alpha$ , d) 反応の測定を行ない、それぞれの場合の生成核、 $\text{Si}^{29}$ ,  $\text{Ne}^{21}$ ,  $\text{B}^{11}$  の核構造上の知識に基づきつつ、これらの核の各励起状態を生じる反応強度比の検討を行なった。即ち、申請者は本学化学研究所のサイクロトロンを使用し、28.6 MeV に加速された  $\alpha$  粒子を前記3種の原子核に照射して、反応の結果生じる粒子をいわゆるブロードレンジ・マグネティックアナライザーで測定した。これらの測定結果から、たとえば  $\text{Al}^{27}(\alpha, d) \text{Si}^{29}$  反応についていえば、生成核  $\text{Si}^{29}$  の基底状態を含む5つの低い準位について、これら準位間の相対生成強度を求め、この値を同じく  $\text{Si}^{29}$  を生じる他の一核子移行反応 ( $d, p$ ) の場合の相対強度と比較した。その結果、この二つの異なる反応において相対強度は極めてよく似ていることが明らかとなった。同様のことは生成核が  $\text{Ne}^{21}$  となる3つの反応 ( $\alpha, d$ ), ( $d, p$ ), ( $\text{He}^3, p$ ) の比較においても、また、生成核が  $\text{B}^{11}$  となる3つの反応 ( $\alpha, d$ ), ( $d, p$ ), ( $t, d$ ) の比較においても見出された。ところで、この場合に比較の対象に供した  $\text{Si}^{29}$  の5つの準位、 $\text{Ne}^{21}$  の低い3つの準位、 $\text{B}^{11}$  の低い3つの準位はいずれも原子核の集団運動模型の考えから導かれるニールソン回転準位であることを考えると、捕獲された核子と原子核コアとの強い相互作用によって励起された準位であり、一核子移行か二核子移行かにかかわらず、よく似た励起強度比を与えることが理解される。また、集団運動模型の観点から、移行する2つの核子は互いの相関を保たないで移行するものと考えられる。更に、これら回転運動準位の中でも異なる回転バンドに属するグループは相対的に強度の異なることが見られたが、 $\text{Si}^{29}$  の回転準位については従来バンドの組み分けが不確定であったので、逆にこの実験結果によって新たに確定することに成功した。

以上のような ( $\alpha, d$ ) 反応についての研究の他に、申請者は ( $\alpha, t$ ) 反応をもあわせて測定を行ない、この一核子移行反応が同じく陽子1個の移行反応である ( $d, n$ ) 反応、( $\text{He}^3, d$ ) 反応と酷似していることを明らかにし、( $\alpha, t$ ) 反応がいわゆるストリッピング反応に属することを示した。

以上を要するに申請者は主論文において ( $\alpha, d$ ) 反応および ( $\alpha, t$ ) 反応の反応機構を生成原子核の準位に関する核構造上の知識の上に立ちつつ、他の反応と比較することによって、原子核物理学の研究に二、三の新たな知見を加えることに成功した。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。