

【 35 】

氏名	的場 優
	ま と ば ま さ ら
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第149号
学位授与の日付	昭和44年1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	理学研究科物理学第二専攻
学位論文題目	(α, t) Reaction on Medium-Weight Odd-Mass Nuclei (中重奇核の(α, t)反応)
論文調査委員	(主査) 教授 武藤二郎 教授 小林 稔 教授 柳父琢治

論 文 内 容 の 要 旨

学位論文は二部からなっている。第一部においては ^{51}V および ^{55}Mn の (α, t) 反応で生じる ^{52}Cr , ^{56}Fe 核の陽子状態を取扱い、第二部においては ^{59}Co , ^{63}Cu , ^{65}Cu の同じ反応でできる ^{60}Ni , ^{64}Zn , ^{66}Zn の 3^- 状態を取扱っているが、申請者がこれらを通じて問題とした所は (α, t) 反応の反応機構を明らかにし、その結果生じる単粒子状態の核構造に関する情報を得ることである。

一般に原子核の陽子または中性子の単粒子状態の研究には剥ぎとり反応 (ストリッピング反応) の測定が有効である。陽子単粒子状態を明らかにするには入射粒子として重陽子を用い、反応後に生じる中性子の計測を行なう方法があるが、中性子の計測は一般に精度が高くないので得策ではない。そこで ^3He を入射粒子とした反応による三重水素 (d) を測定する ($^3\text{He}, d$) 反応が最近行なわれるに至った。申請者は更に一步をすすめて、 $^4\text{He}(\alpha)$ を入射粒子とし、反応によって生じる三重水素 (t) を測定することによって生成後の陽子単粒子状態の研究を計画した。この (α, t) 反応によれば変換される軌道運動量が大きいため ($^3\text{He}, d$) 反応によるよりも角運動量値の大きな準位を相対的に強く励起することも可能である。

申請者は京都大学化学研究所のサイクロトロンで得られる 29.0 MeV の α 粒子を用い、 ^{51}V , ^{55}Mn , ^{59}Co , ^{63}Cu , ^{65}Cu を衝極として生じる (α, t) 反応の t の測定を、固体検出器で構成したカウンター望遠鏡の方法で行ない、波高分析器の二次元表示を活用してエネルギー分解能を下げることなく三重水素の識別を確実に行なうことに成功した。その実験の結果得られたスペクトルによれば、この反応で励起される準位は ($^3\text{He}, d$) 反応による場合と同じであり、また t の角分布は前方に高く、移行角運動量に対応した特有の波形分布を示しており、この反応がストリッピング反応であることを予想させている。申請者は (α, t) 反応に関する歪曲波ボルン近似の計算を実施し、実験によって得られた多くの角分布が計算値によってよく再現されることを確かめて、これらの反応の機構が α 粒子から陽子が1個移行するストリッピング反応であることを確立した。

ところで、被照射核 ^{51}V , ^{55}Mn , ^{59}Co の構造は、原子核の殻構造論の立場からすれば、閉殻からはみ

出した陽子が角運動量3, スピン7/2の軌道 ($f7/2$) にそれぞれ3個, 5個, 7個配位されたものである。この立場に立った殻構造理論と, 先程確立された反応機構とを仮定すれば, いわゆるスペクトロスコピック因子を算出し得る。申請者はこのような理論的計算を種々の慎重な考慮を加えつつ遂行し, 実験結果と照合することによって, 生成核の低い励起状態への遷移の殆んどが殻模型の立場で解釈しうることを示した。

特に主論文第二部においては ^{59}Co , ^{63}Cu , ^{65}Cu を衝極とした場合に生じる ^{60}Ni , ^{64}Zn , ^{66}Zn の 3^- 状態を同様な立場で取扱っている。

これらの結果は, 従来から原子核の集団運動模型の立場で4極振動状態 (2^+) または8極振動状態 (3^-) とされていた多くの準位について, その単粒子状態を明らかにしたものである。

また ^{56}Fe の 3.388 MeV 準位については, スピンが不確定であり, その性格も不明とされていたが, 申請者の解析によれば, 殻模型の立場で ($f7/2$)⁻² 陽子配位から生じる 6^+ 準位である事が確立した。

論文審査の結果の要旨

原子核構造の理解において殻模型と集団運動模型とは異なる性格をもった二つの有力な方法であり, それぞれに成果を収めてきており, 最近はこの両者の関連性が問題となってきた。

申請者が行なった研究はいわゆる中重核領域に属する ^{51}V , ^{55}Mn , ^{59}Co , ^{63}Cu , ^{65}Cu の5の原子核に対する (α, t) 反応の実験で, その結果生じる ^{52}Cr , ^{56}Fe , ^{60}Ni , ^{64}Zn , ^{66}Zn の5の原子核について, 従来から集団運動励起準位とされていたものの単粒子構造を明らかにし, 殻模型と集団運動模型との間の関連を実験事実の側から明らかにしようとしたものである。

申請者が対象に選んだ核種はいずれも奇数陽子核で, その基底状態は核模型の立場で, 閉殻からはみ出す陽子が角運動量3, スピン7/2の軌道 ($f7/2$) に3個 (V), 5個 (Mn), 7個 (Co), と順次に配位されているものである。一般に原子核に陽子1個を加えた陽子状態を研究するにはストリッピング反応の測定を行なうことが有効であり, (d, n) および ($^3\text{He}, d$) ストリッピング反応の研究が行なわれるが, 申請者は, 更に一步すすめて (α, t) 反応を試み, 生成原子核の角運動量値の大きい励起状態が相対的に強く励起されることを期待した。

この方法によって陽子状態の研究を行なうことの妥当性を保証するためには, まず (α, t) 反応の機構がストリッピング反応であるか否かを確立する必要がある。幸いにして対象に選ばれた核種はいずれも中重核領域に属する核であって, このあたりの原子核に対する反応の解析には従来から歪曲波ボルン近似の方法が適用されてよい成果を収めているので, 申請者は (α, t) 反応がストリッピング反応であるという仮定の下に歪曲波ボルン近似の計算を行ない, 実験で得られた三重水素 (t) の角分布がその計算値でよく再現されることを確かめた。

このようにして, まず反応の機構が明らかになったので, 申請者は原子核の殻模型の立場から, 衝極原子核の基底状態と生成核の種々の励起状態の波動関数のオーバラップ・インテグラル (スペクトロスコピック因子) を理論的に算出し, 実験によって得られた生成核の対応する励起状態への遷移確率との対照を行なった。その結果, 申請者が測定した励起状態のうち, 低い励起状態への遷移のほとんどはこの殻模型

の立場で充分解釈しうることが明らかになった。

これらの励起状態は従来から原子核の集団運動模型の立場で4極振動状態(2^+), 8極振動状態(3^-)などと解釈されているものであって, 申請者の研究はこのような集団運動状態の単粒子状態を明らかにしたことになる。最近の研究で, 集団運動 2^+ 状態の粒子状態を実験的に明らかにすることが行なわれたが, 3^- の集団運動状態については, 大阪大学の吉田教授によって単粒子状態の測定が可能であろうという理論的指摘が行なわれていたのみで, 実験的確認は全く成功していなかった。

更に申請者はスピンおよびパリティが判明せずその性格が不明とされていた ^{56}Fe の3.388MeV準位について, これが $(f7/2)^{-2}$ 陽子配位から現われる 6^+ 準位であることを確定することにも成功している。

以上のべたように, 申請者の研究は今まで殆んど行なわれていなかった (α, t) 反応を組織的に研究することによって, その反応の機構を明らかにすると共に, その反応で導かれる中重核の励起状態の単粒子的陽子状態を明らかにし, 原子核の殻模型と集団運動模型との関連を明らかにする上で実験の側から確実な寄与を加えたものであって, 原子核物理学の発展の上に貢献する所が少なくない。

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。