



Title	QUADRUPOLE-PAIRING FORCE AND (p, t) REACTIONS
Author(s)	Toki, Hiroshi
Citation	大阪大学, 1974, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1975">https://hdl.handle.net/11094/1975</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	と き ひろし 土 岐 博
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 3 0 4 6 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 3 月 25 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	四重極対相互作用と (p, t) 反応
論文審査委員	(主査) 教 授 森田 正人 (副査) 教 授 若槻 哲雄 教 授 内山 龍雄 教 授 杉本 健三 助教授 村岡 光男

## 論 文 内 容 の 要 旨

原子核内における相関として四重極対相関が重要である事を指摘し、従来の理論を完全なものとした事が博士論文の中心内容である。以下その内容を箇条書にすると、

1、中性子数が82領域の原子核の (p, t) 反応において次の実験事実が得られた。それは、中性子数が82以上の原子核における3 ~ 4 MeVの励起状態に非常に強く励起される $2^+$ 準位があり、一方中性子数が82以下の原子核では第一励起状態の $2^+$ 準位が強く励起される事である。従来、球形核の $2^+$ 状態は核子間相互作用として四重極相互作用がとられ無秩序位相近似 (RPA) によって記述されていたが、この立場では実験の数分の一から十分の一程度にしか再現せず、上記の実験結果は全然説明出来ない。そこで新しく四重極対相互作用を導入した。この力は二つの核子を $2^+$ に組ませる働きをし、(p, t) 反応の様な二つの中性子を同時に移行する反応の断面積を大きくする働きを持っている事が分かる。又この力は二体の核力から考えると実際に存在する。

従って取り扱いの簡単の為に四重極対相関を $P_2-P_2$ 力と仮定し、それを従来の四重極相関を表わす $Q-Q$ 力につけ加えた残留相互作用を使って、RPAでの定式化を行なった。そして (p, t) 反応の断面積を歪曲波ボルン近似 (DWBA) で計算する事により上記の実験事実を再現した。それと共に従来、球形核の $2^+$ 状態は四重極変形振動だと考えられていたが、その不完全さを指摘し、四重極対振動の自由度も含める事が必要である事を示した。

2、1において四重極対相互作用の重要性を指摘したが、さらに四重極相互作用だけの時には相互作用の強さは原子核毎に変える必要があった点が、四重極対相互作用の導入により解消され、一定で良い事を示した。その事実を使って、球形から変形へどの中性子数で相転移するか？という事を調べた。よく知られた転移点 $N=90$ を再現すると共に、 $N=70$ あたりにも転移点がある事を示した。

3、上記の議論を確かなものとする為に偶々核の第一励起状態の計算を行なっているが、(p, t) 反応

の実験は二段階過程の影響が無視できないという結果を示している。二段階過程とは $2^+$ 状態は $B(E2)$ が大きい為まず非弾性散乱で $2^+$ に核が励起され、それから二つの中性子が移行するという過程と、先に二つの中性子が移行されて次に $2^+$ 状態に非弾性散乱する過程をいう。Teの同位元素の $(p, t)$ 反応がその過程をみるのに最も適しているので、その計算を行なった。その時に巨視的な計算を非弾性散乱に対して行なうので $B(E2)$ から決められる $\beta$ という値を使って計算を行うと実験結果がうまく説明できず、 $(p, t)$ 反応の断面積の中性子依存性及び角度分布の変化の説明の為には $B(E2)$ から決められる $\beta$ の $\frac{1}{2}$ の値をとらないといけない事を示した。さらに $(p, t)$ 反応も非弾性散乱も同じ立場に立って計算しないといけないという考えに立って計算を行なう為に非弾性散乱の微視的な取り扱いの定式化も行なった。

4、 $(p, t)$ 反応の入射エネルギー依存性を調べた。その結果、 $(p, t)$ 反応の断面積は非常に大きな入射エネルギー依存性を持つ事が分かった。さらに高い角運動量状態を $(p, t)$ 反応で調べる為には高い入射エネルギーの粒子を使う必要がある事を示した。

以上、 $(p, t)$ 反応との関連のもとに四重極対相関の重要性を指摘した。

## 論文の審査結果の要旨

$(p, t)$ 反応の実験で観測された球形核の $2^+$ 状態への遷移における角分布および反応断面積の大きさを説明するのに4重極対相関の重要性を指摘し、いままで $2^+$ 状態を4重極変形振動として記述して来た理論の不完全さを指摘するとともに、4重極対振動を考慮してその拡張を行った。

最近、中性子数が82近傍の原子核における $(p, t)$ 反応の実験で第1励起準位よりも高い3～4 MeVの励起エネルギーに非常に強く励起される $2^+$ の準位があることが観測された。従来 $2^+$ 状態は球形のまわりの4重極変形振動であると考えられ、微視的調和振動近似(またはrandom phase approximation (RPA) という)で記述されて来た。この模型によると実験値の10分の1程度の断面積の大きさしか説明出来ない。この論文で重要性を指摘した4重極対相関は2核子を $2^+$ に組ませる働きをし、2核子を同時に移行させる $(p, t)$ 反応の断面積を大きくする働きをするものである。この相互作用を4重極変形振動を引き起こす4重極相互作用に附加して $2^+$ 状態をRPAで記述するように理論の定式化を行った。これによって $(p, t)$ 反応による3～4 MeVの $2^+$ 励起状態への強い遷移を説明出来たばかりでなく、励起エネルギーの実験値も正しく再現することが出来ることを示した。

さらに4重極変形振動だけでなく4重極対振動を含んだものであるとすることによって、第1励起準位のエネルギーおよびその状態から基底状態への電氣的4重極遷移も統一的に説明出来ることを明らかにした。4重極変形振動だけとしたいままでの取り扱いでは、これらの実験値を説明するのに原子核ごとに4重極相互作用の強さを変えなければならなかった。これは従来の理論の大きな難点であった。4重極対振動の導入によってこの点が解決されたことは高く評価されるべきことである。

このように彼の提唱した相互作用は、 $(p, t)$ 反応の解析を通して現象の背後にある本質を正しく射ぬいたものといえる。この研究は原子核の振動という集団運動の研究の上で大きな寄与をなすもので、

理学博士の学位論文として十分価値あると認める。