

氏 名 小 山 勝 二
こ やま かつ じ
 学位の種類 理 学 博 士
 学位記番号 論 理 博 第 552 号
 学位授与の日付 昭 和 51 年 11 月 24 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 $^{12}\text{C}(\tau, d)^{13}\text{N}$ Reaction at 81.4 MeV
 (81.4 MeV における $^{12}\text{C}(\tau, d)^{13}\text{N}$ 反応)

(主 査)
 論文調査委員 教 授 小 林 晨 作 教 授 武 藤 二 郎 教 授 玉 垣 良 三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文の目的は、原子核反応を用いて原子核の構造を調べるに際して、($^3\text{He}, d$) 反応の核分光的手段としての有用性を確立することにある。 $(^3\text{He}, d)$ 反応の特徴は、標的核に一つの陽子を移行する核反応であるから反応で生成される核の状態の標的核コアに対する陽子の単一粒子振巾について知見を得ることが出来ると期待されること又それと同型の (d, n) 反応に比し、放出粒子が荷電しているため検出が容易で精度のよい情報が得ることが出来ることにある。しかしながら核反応が中間状態として複雑な過程(所謂複合核反応)を経由する場合には、有用な情報を実験データから、取出すことは難しいし、又核反応が簡単な直接的過程で進行する場合にも解析に用いられる理論の近似が問題になる。申請者は核反応メカニズムにおいて直接過程が支配的になると考えられる充分高いエネルギー($\sim 80\text{MeV}$)の ^3He ビームを用い、(このエネルギー領域は従来実験が行われていない。)又核構造が既によく研究されている核をえらび実験を行い、その結果を DWBA (distorted wave Born approximation) の種々の計算法を用いて現象論的に解析し、どのような条件の下で有用な核分光学的情報が得られるかを追求した。測定は原子核研究所のシンクロ・サイクロトロンよりの 81.4MeV の ^3He ビームを用い重陽子の検出には磁気スペクトロメーターが使用された。残留核 ^{13}N について約 12MeV までの励起状態にみちびく散乱重陽子の角分布が散乱角 6° から 60° まで 2° 乃至 2.5° おきに測られた。基底状態をのぞき他のすべての励起状態は陽子について非束縛状態である。

実際に詳細な DWBA 解析の対象となったのは、基底状態、第一励起状態 $(2.37\text{MeV}; \frac{1}{2}^+)$ 、第三励起状態 $(3.55\text{MeV}; 5/2^+)$ の三つである。DWBA としてはまず計算の容易なゼロ・レンジ近似、(入射粒子が消滅した点から放出粒子が発生するという近似) から始め、有限レンジの完全な計算を行い、ゼロ・レンジ近似が使えないことを確認し、有限レンジの効果を巧妙に取入れるといわれる局所エネルギー近似が大変有効に働くことを確めた。

一方前述した如く、励起状態は陽子非束縛状態であるので、これらの状態に対しては、陽子入射の共鳴

散乱の波動関数を用いた。これらは、京大タンデム・バンデグラーフの陽子を ^{12}C 核で散乱させ、調べられた。このような解析の結果、結論として角分布の形を合わせるにはこの入射エネルギーでは DWBA を用いる際に、有限レンジ効果が重要であること、しかしながら、そのために有限レンジの完全計算を行う必要はなく、局所エネルギー近似が充分有効であることを確めた。一方絶対値との比較から得られる分光学的情報については、基底状態と第三励起状態の場合には得られる分光学的因子は、従来得られている値及び殻模型にもとづく核構造理論から期待される値と合理的に一致している。しかるに第一励起状態については既知のものに比してあまりに小さい値が得られる。このようにして現段階では、 $(^3\text{He}, d)$ 反応を用いて確定的に正しい分光学的因子が求まるとはいいきれず、尚より広いエネルギー領域と、種々の標的核に対して研究を拡げる必要性を指摘している。

論文審査の結果の要旨

申請者は本論文では 81.4 MeV の ^3He ビームという特殊なエネルギーを用いているがこのエネルギーは核反応過程に対する所謂複合核過程の寄与を小さくするために選ばれたものであり、この論文の結果はかなり広いエネルギー領域にわたって、適用出来る一般性をもつものと考えられる。又、標的核として ^{12}C がえらばれたが、この論文の目的が、この研究に関連する核の構造の情報を得ることに重点があるのではなく、むしろこれらの核に関する既存の情報を用いて $(^3\text{He}, d)$ 反応のメカニズムを解明し、核分光学的手段として確立することに狙いがある点を考えれば合理的である。 $(^3\text{He}, d)$ 反応のメカニズムは勿論 ^3He の入射エネルギーに依存するわけであるが単純な一段過程の直接反応機構が支配的であることが明らかになれば、一陽子移行反応であり、且つ放出粒子が荷電しているという特徴により、核分光学的手段として極めて重要な反応である。申請者の実験結果は、現在最も信頼度の高いと考えられる磁気分析によるもので得られたデータの精度は充分信頼出来るものと考えられる。データの解析に関しては DWBA を用いたものとしては、現在利用出来る計算コードを駆使した丁寧なものといえる。特に非束縛状態に関する解析は、京大タンデム・バンデグラーフで、申請者自身が行った陽子の共鳴散乱のデータと、最近 Vincent と Fortune によって開発された収束性のよい DWBA コードを組み合わせたもので、新しい解析法といってよい。さて申請者が本研究で明らかにした点は以下のように要約される。

1) 複合核過程がきかない ^3He エネルギー領域では $(^3\text{He}, d)$ 反応の角分布は、ゼロ・レンジ近似で合わせることは出来ない。即ち有限レンジ効果が重要である。 2) しかし有限レンジ効果を取りいれるために有限レンジ DWBA の完全計算を行う必要はなく局所エネルギー近似を有効に用い、計算時間を短縮出来る解析の見通しをよく出来る。 3) 以上のことを考慮した DWBA 解析から得られる分光学的因子は、多くの場合信頼出来る。例えば本研究での ^{13}N の基底状態、第三励起状態についてしかりである。 4) しかしながらこの方法がすべての場合に信頼出来るとは限らない。例えば本研究における ^{13}N の第一励起状態に対して得られる分光学的因子は、既存のものとは合わないことが見出された。申請者はこの点に関し丁寧な解析を行いその原因を追求しているが尚明らかではない。 $(^3\text{He}, d)$ 反応が核分光学的手段として確立するためには、より広範囲の標的核と ^3He のエネルギーでの研究が必要とされることを申請者が強調しているのは適切な指摘といえる。以上のべた如く、申請者は、核反応による核構造の研究にとつ

て重要な (^3He , d) 反応について精度の高い実験結果を得ると共に, それらの詳細な解析によって, 核分光学的手段としての (^3He , d) 反応について多くの知見を得, その適用性と限界を明らかにした。又参考論文においても核反応による核分光学の分野での申請者の幅広い学識と能力が示されている。

よって, 本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。