【30】

氏名	細野和彦（ほそのかずひこ）
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第144号
学位授与の日付	昭和43年7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	**j-Forbidden (d, p) Stripping Reactions on C^{12}, O^{16} and Mg^{24}** （炭素12，酸素16，マグネシウム24における j-禁止の重陽子ストリッピング反応）
論文調査委員	（主査）教授 柳父琢治　教授 小林稔　教授 安見真次郎

論文内容の要旨

主論文は，C^{12}，O^{16}，Mg^{24} の3種の原子核に 14 MeV 付近のエネルギーの重陽子を当て，重陽子中の中性子が移行して C^{13}，O^{17}，Mg^{25} となる反応を観測し，この反応の機構，生成核の励起準位の構造等に考察を加えたものである。

申請者が本研究において目的としたところは，基底状態および励起状態が判然としている軽い偶一偶核を出発点として，(d, p) 反応により偶奇核が出来る際に，反応時に移行する角運動量が大きいにもかかわらず生成核の励起エネルギーが意外と低いような反応形式即ち j —禁止ストリッピング反応の機構，生成核の構造を知るにあった。

炭素の薄膜を標的とする実験においては，C^{13} の基底状態を始めとして，約 10MeV 励起エネルギーを持つ準位に至るまでの間の12種の励起準位に対応する陽子群を分離測定した。これらの励起準位のうち，基底状態より 3.85 MeV の励起エネルギーを有する準位までの4種の励起準位に関しては，入射重陽子ビームのエネルギーを，14.7 MeV より12.3 MeV まで変化させて生成陽子を検出した。検出の範囲は，重心系で90°付近から，前方15°付近までである。

酸素ガスをターゲットとする実験においては，広域マグネットスペクトログラフを用いて，O^{17} の基底状態より約 8 MeV の励起エネルギーの状態に至るまで16種の励起準位に対応する陽子群を分離測定し，重心系で90°より15°までの範囲での微分断面積を測定した。

マグネシウム薄膜を標的とする実験では，エネルギー 12.3 MeV の重陽子ビームを用いて，Mg^{25} の基底状態から，約 2 MeV の励起状態に至る間の5種の励起状態に対応する陽子群を，半導体検出器を用いて分離測定した。

実験結果の解析は，平面波近似および歪波近似の両手法を併用して行なったが，得られた結論は次の通りである。

第1に，測定範囲の角度内で積分した反応断面積に，大きくわけて，20ミリバーン以上の場合と，10ミ

リバーン以下の場合との二通りがあること，第2に，反応断面積の大きい（d, p）反応では，生成核の励起状態の構造は，ターゲット核の外側の軌道に中性子が捕獲されたもので，反応は単純なストリッピング過程であること，第3には，反応断面積の小さい（d, p）反応においては，陽子の角分布は概して単調で，回折状の起伏を示さず，単純ストリッピングとは考えられないこと，しかし，入射重陽子のエネルギーに依存しない点から，複合核過程ではなく，短い時間内に反応が終結する直接過程の一種である。第4の結論は，この断面積の小さい（d, p）反応の陽子の角分布を理論解析して得られたもので，始めのターゲット原子核が励起状態となって，更に中性子で捕獲されたとする，2段階の反応過程であろうと推定している。更に，第5の結論として，ターゲット核が，重陽子または陽子によって励起状態に遷移する非弾性散乱の断面積と，上記の2段階（d, p）反応と解せられる断面積の小さい反応との間に平行性が認められることを論じて，一つの傍証としている。以上を綜合して，断面積の少ない方の反応は，j一禁止の重陽子ストリッピング反応と名付けるべき反応過程のもので，ターゲット核の励起と，中性子の捕獲という2種の過程が生じた結果であるというのが全体の結論である。更に，この考察の応用として，今まで中性子の捕獲された軌道に任意性のあった準位について，唯一の解を与える可能性を論じている。

参考論文1は，28 MeV のアルファ粒子の物質通過時のエネルギー損失の精密測定（0.2%）研究である。論文2，3，5および7は，協同研究で軽い核のアルファークラスター構造に関する研究である。参考論文4は，重陽子の分解に関する研究である。参考論文6は，炭素13原子核の励起状態のうちで，芯をなす炭素12の励起状態に中性子が結合して生じていると見られるものを実証した研究であり，主論文で行なった研究の先駆をなしている。

論文審査の結果の要旨

原子核の励起状態の量子数の決定には，放出されるベータ線，ガンマ線のスペクトロスコピーが古くから利用されて精密な実験値を与えて来た。ところが高い励起状態の研究には，原子核反応に頼るのが便利であり，特に（d, p）反応を利用して中性子数がひとつ多い原子核をつくり，陽子の角分布より捕獲された中性子の軌道運動を推定するという方法が，約10年前に開始され，一時は流行を極めたのである。しかしこの反応が決定的であり得ない場合が段々判明して，現在では下火となっている。

申請者の研究は，（d, p）反応の機構を更に詳しく研究することにより，核構造の解明に役立てようとする目的で開始され，今迄断面積が小さいために，実験が困難であった（d, p）反応を測定して，見逃がされて来た一側面に光を当てようと試みたものである。

元来（d, p）反応は，始めにターゲット核と，重陽子を構成する陽子および中性子の合計3個の粒子があって，終りの状態は生成核と陽子という2粒子系である。従って本質的には，3体核反応と考えるべきであって，普通の2体反応よりも大きい自由度を持っている。単に中性子がターゲット核によって捕獲される現象と考えるべきではないのである。

申請者は C^{12}，O^{16}，Mg^{24} の3種類の原子核を選んで，（d, p）反応によって C^{13}，O^{17}，Mg^{25} の原子核が出来る過程を追求したのであるが，これ等のターゲット核は，中性子数も陽子数も偶数で量子状態は単純である。また励起状態についても今迄によく研究されていて，核子数が少ないので，微視的な考察が可

能であるという特徴を有する。ところが生成核については，今迄に意外と研究が少なく，励起状態のスピンパリティについても任意性が残っている。軽い核では，核子数1個の増減によって，性質が大きく変化するので，生成核の性質をターゲット核から類推することは困難で，実証に待つところが大きい。この点が本研究の一つの意義をなしている。次に申請者は，前方小角度より，重心系で90°までの範囲で積分した反応断面積の大きさに，20ミリバーン以上のものと，10ミリバーン以下のものとの2種類に分類される事を見出した。従来核構造の研究に利用されたのは，この2種類のうちの断面積の大きい方の（d, p）反応であるが，申請者の解析によれば，この種の反応は，ターゲット核の外側の軌道に中性子が捕獲されたもので，従来の研究と一致した結論である。他方の断面積の小さい（d, p）反応については，従来ほとんど系統的な研究がなされておらず申請者の努力はこの反応の解明にそそがれた。放出された陽子の角分布は3種類のタイプに大別されるが，いずれも移行した角運動量が大きいにもかかわらず角分布は起伏に乏しく，この形状は，励起状態に遷移したターゲット核に中性子が捕獲されて，励起状態の残留核が生成されたと考えるべきであることを，平面波近似を用いた2段階反応の理論解析を行なって，結論している。これを生成核の構造について見れば，2段階反応によって2粒子—1空孔状態が出現したということになる。以上の成果は，従来現象がまれであるために見逃がされて来た事実を，克明な実験と多大の労力とによって明らかにしたもので，（d, p）反応の機構の理解を一歩前進せしめ，3体反応として考察する道を開いたものであり，他方（d, p）反応を利用した原子核構造の決定に，新しい手段を提供したものである。

以上により，申請者の研究は，（d, p）反応の一側面を明らかにしたものであり，参考論文に示された研究能力を併せ考慮して，本論文は理学博士の学位論文としての価値を有するものと認める。