

【 23 】

氏名	大 隈 靖 彦 おお くま やす ひこ
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 137 号
学位授与の日付	昭 和 43 年 5 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 原 子 核 理 学 専 攻
学位論文題目	Elastic Scattering and Nucleon Transfer Reactions between ^{16}O and $^{10,11}\text{B}$ (^{16}O と $^{10,11}\text{B}$ との弾性散乱および核子移行反応)
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

重いイオンの原子核による弾性散乱および原子核との間の核子移行反応の研究は、原子核の表面に関する知識を得る手段として注目されている。

加速された ^{16}O イオンの ^9Be と ^{12}C による弾性散乱はこれらの間のクーロン障壁近辺のエネルギーにおいてその励起関数および角分布がすでに測定されており、 ^9Be についてはいずれもなめらかな曲線を与え、 ^{12}C については単調でない曲線が得られている。この二種の原子核の間に入り、これらをつなぐものとして ^{10}B と ^{11}B の場合これらの様相がどのように変化移行するであろうか、またこれらの違いが原子核間の反応とどのような関連性をもつかを調べるために ^{16}O イオンの ^{10}B 、 ^{11}B による弾性散乱と核子移行反応とを実験的に研究した。

申請者の論文は第一部において弾性散乱を、第二部において核子移行反応を取扱っている。

京都大学のタンデム型バンデグラーフによって ^{16}O イオンの加速を行ない、実験室系エネルギーで14.5～28.5 MeV の間の ^{16}O イオンを得、この加速された ^{16}O イオンの ^{10}B および ^{11}B のターゲットによる弾性散乱の測定をまず行なった。粒子検出には Au-Si 表面障壁型半導体検出器が用いられた。重イオン反応を計測する場合、入射粒子数の計測を通常ファラデーカップ方式によって電流値で測定することはできないので、申請者はターゲット上に附着させた重い原子核タングステンによる ^{16}O イオンのラザフォード散乱の収量を計数することによって測定値の標準化を行なっている。得られた弾性散乱の角分布は重心系に換算して角度 30° から 130° の間、エネルギーは同じく重心系で6から11 MeV の間にわたっており、 ^{10}B については単調な形を、 ^{11}B については回折的な様相の角分布を示した。また励起関数についてはいずれもなめらかな下降を示すが、 ^{11}B の場合には11 MeV の付近に多少の異常が認められた。

申請者はこの実験的に得られた角分布を原子核反応の光学模型による計算で再現する解析を行ない、原子核を近似するポテンシャルとしていわゆる Woods-Saxon 型を用いてかなり良好な実験との一致を得た。この際、ポテンシャルの虚数部分の値を反応エネルギーの1 MeV の増加につき1 MeV 増加するこ

とによって各エネルギーで良好な一致が得られること、 ^{10}B の場合は ^{11}B の場合に比して虚数ポテンシャルの深さを全般的に約 2 MeV 深くする必要があることを指摘している。このことは ^{10}B の場合の角分布が ^{11}B に比べて回折的構造をもたないという事実と合理的に照応している。またこれらの結果は、従来の実験だけから McIntyre らによって角分布に現われる回折の様相は核同士の近接度を示す Sommerfeld 数の値が 5 以下のときに強く現われるとされていた経験的目安が真実でないことも示した。

次いで第二部において申請者は ^{16}O と B 原子核との間の核子移行反応を取扱っている。従来、重イオン間の反応については、結果として生成した原子核を放射化学的分析によって同定して、各種反応の断面積を測定する方法が多く行なわれていたが、申請者は反応時における各種放出粒子を直接分別して計数することによって、同じ実験条件下での各種の反応、即ち、中性子、陽子、重陽子、 α 粒子などのピックアップ反応とストリッピング反応を一挙に測定することに成功した。即ち、 ^{10}B については入射粒子 ^{16}O の側からみて中性子ストリッピング、陽子ストリッピング、重陽子または α 粒子のストリッピング（この両者は同じ最終核の組合せを与える）、中性子ピックアップ、陽子ピックアップ、 α 粒子ピックアップの 6 種の反応を、 ^{11}B については同じく陽子または α 粒子のストリッピング、重陽子または ^3He のストリッピング、中性子ピックアップ、重陽子ピックアップ、 α 粒子ピックアップの 5 種の反応についてそれぞれの反応の重心系で 90° 方向の微分断面積が各種のエネルギーで求められた。

これらの測定された各種の核子移行反応の励起関数の結果によれば、一核子移行反応はエネルギーと共に単調な増大を示し、核子集団の移行反応はあらい共鳴的な様相を示すこと、また、 ^{10}B と ^{11}B との比較において、ストリッピング反応については殆んど同じ断面積を示すがピックアップ反応については ^{10}B の場合の方が約 2.3 倍大きな断面積を与えることを示している。更に各種移行反応間の相互比較においては中性子、陽子、重陽子、 α 粒子について特にどの反応が強く起こるといふことはない事を示した。申請者はさらにこれらの反応の励起関数の立ち上がり部分について Breit と Ebel のトンネル理論の計算がよい一致を与えることや、断面積がその反応の Q- 値に強く依存している事実などを解析によって示している。

最後に申請者は第一部で取扱った弾性散乱の光学模型による解析の結果がピックアップ移行反応における ^{10}B 、 ^{11}B の励起関数の相異と合理的によく相応していることを指摘している。

論文審査の結果の要旨

原子核の実験的研究には従来主として陽子、重陽子から α 粒子までの比較的軽い原子核を加速して入射粒子とし、それによる反応を調べるといふ手段が多く用いられて来た。炭素、窒素、酸素などのいわゆる重イオンを加速してこれらによる核反応を調べる研究は比較的最近になって始まったものである。

申請者は京都大学理学部に完成をみたタンデム型バンデグラフ加速器を使用して酸素の 5 価のイオンを約 30 MeV に近いエネルギーにまで加速することに成功し、これと硼素原子核との反応を実験的に研究した。 ^{16}O と ^9Be および ^{12}C との反応は比較的良好に調べられているが質量がその間に位する硼素核との反応はドイツでの研究例を除いて未だ行なわれていなかった。申請者は ^{16}O の ^{10}B と ^{11}B による弾性散乱および種々の形の核子移行反応を系統的に実験し、その結果について既存の理論による解析を加え

種々の事実を明らかにした。

まず、弾性散乱については、核反応の理論としてよく確立されている光学模型を用いて角分布の実験値をよく再現しうるパラメーターの導出を試みた。いわゆる Woods-Saxon 型ポテンシャルを用いた計算値において、ポテンシャルの虚数部分の値を入射エネルギーの増加分に等しいだけ増大させることによって実験した全エネルギー範囲で良好な一致が得られること、および ^{10}B は ^{11}B にくらべて虚数ポテンシャルの深さを約 2 MeV だけ深くとる必要のあることなどを指摘している。また、従来の実験結果をもとにして McIntyre らが角分布に現われる回折的様相は原子核間の近接度を示す Sommerfeld 数の値が 5 以下のときに強く現われるという経験的目安を与えていたが、申請者の実験結果を加えることによってこれは必ずしも正当な目安とはいえないことが示された。

次に申請者は ^{16}O と ^{10}B , ^{11}B 核との間の種々のタイプの核子移行反応の測定と解析を行なった。重イオン間の核反応の断面積については、その生成核子の同定を放射化学的方法で行なうことが従来よく行なわれていたが、この方法では異種反応間の断面積の相対的比較について信頼性の欠けるおそれが多い。申請者は反応時における各種の生成粒子を直接に分別同定して計数する方法をとることによって同一条件下での各種の反応断面積を一挙に測定することに成功した。即ち、 ^{16}O 核と ^{10}B または ^{11}B 核との間において中性子、陽子、重陽子、 ^3He 粒子、 α 粒子などが交換される 11 種の反応について、その 90° 方向での微分断面積を種々のエネルギー値において同一条件下で測定した。これらの反応の断面積のエネルギーによる変化、いわゆる励起関数について得られた結果によれば、一核子移行反応はエネルギーと共に単調に増大するが、核子集団の移行反応ではあらゆる共鳴的な様相を示すこと、 ^{10}B と ^{11}B との比較についていえば、いずれもストリッピング反応では殆んど同じ断面積を示すが、ピックアップ反応では ^{10}B の方が約 2 倍大きな値を示すこと、また異種の核子移行反応の比較では、中性子、陽子、重陽子、 α 粒子の移行反応について特にどれかが強くおこるといふ事実は認められないことなどが示された。更に申請者はこれらの核子移行反応の励起関数をいわゆるトンネル理論による計算値と比較して、その立ち上り部分でよい一致の得られることを示し、また反応断面積がそれぞれの反応の Q 値に強く依存する事実なども解析によって示した。更に申請者は弾性散乱の解析で得られた ^{10}B と ^{11}B における虚数ポテンシャルの値の相異がこれら二つの核における励起関数の相異に関連性をもつことを指摘している。

以上のべたように申請者の研究は従来殆んど行なわれていなかった組合せにおける重イオン核反応の実験的研究を行ない、特に核子移行反応について多くの新たな知見を加え、原子核物理学研究分野の進展に寄与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。