

氏 名	高 田 栄 一 たか だ えい いち
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 677 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 3 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	Study of ^{40}Ca (^{20}Ne , $^{16}\text{O}\alpha$) correlation measurement and breakup-fusion process (^{40}Ca (^{20}Ne , $^{16}\text{O}\alpha$) 相関測定と breakup-fusion 過程の研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 小 林 晨 作 教 授 柳 父 琢 治 教 授 玉 垣 良 三

論 文 内 容 の 要 旨

重イオン ^{20}Ne 入射核反応で放出される ^{16}O のみに注目して測定 (これを包含測定とよぶ) すると連続スペクトルでの山が顕著な前方ピークをもつことが見出されている。この成分は、 ^{20}Ne 自身の break-up 反応によるものであると推定されているが、本研究は更に $^{16}\text{O}-\alpha$ 相関の測定によってこの推論を実験的に確認する意図をもって行われた。breakup 反応機構は、前方ピークの成分が標的核をかえてもビーム速度附近のエネルギーで観測されること、break-up を ^{20}Ne の $^{16}\text{O}-\alpha$ 連続領域への励起として歪曲波ボロン近似を用いて計算すると、その形状、角分布が再現されることなどによって推定されている。

入射エネルギー 260 MeV の ^{20}Ne ビームを Ca 標的に照射し、 ^{40}Ca (^{20}Ne , $^{16}\text{O}\alpha$) 反応による ^{16}O 及び α 粒子の相関測定が行われた。その結果、次の諸事実が見出された。①反応後の粒子 (^{40}Ca , ^{16}O , α) が全て基底状態にある弾性的 break-up 過程が $^{16}\text{O}-\alpha$ 相関断面積の半分近くを占めること。②弾性的及び非弾性的 break-up 過程の ^{16}O スペクトルは異なった形状を示し、各々包含測定 ^{16}O スペクトル中の鋭い前方ピーク成分と α 粒子移行反応で説明されていた巾の広い成分とに対応すること。③弾性的 break-up 過程のスペクトルを $^{16}\text{O}-\alpha$ の相対運動エネルギー、重心の放出角度等の関数として考慮すると、運動学的に許容される範囲内で最も小さい相対運動エネルギー領域に集中し、又重心としての ^{20}Ne が前方角に多く検出されること。この特徴は上記の理論で得られる結果、例えば形状因子が ^{20}Ne の励起エネルギーで 8~9 MeV 付近にピークをもつことと符合している。さらに弾性的 break-up 過程については、 $^{16}\text{O}-\alpha$ 角度相関関数が求められ、 α の角度に関しても前方ピークであることが示された。上記の理論による角度相関の計算は、この形状を前方においてよく再現した。これらの相関測定の結果は、弾性的 break-up 過程が (^{20}Ne , ^{16}O) 反応の連続スペクトルに前方ピークの成分として寄与していることを示している。非弾性的 break-up 過程については解析を行っていないが、実験結果は ^{16}O の 6 MeV 付近の励起状態の寄与等興味ある事実を示している。又 ^{20}Ne の励起が特定の状態を経由するいわゆる継起的崩壊はこの実験では認められていない。相関測定の結果は、弾性的 break-up 過程だけでは、包含スペクトルの

前方ピークを理解できないことを示した。即ち、この過程の包含スペクトルへの寄与は、その角度相関関数を積分することによって与えられる筈であるが、上の理論計算を相関測定の結果によって規格化すると、積分値は包含測定における前方ピーク成分の約 1/5 程度にしかないのである。これは break-up 後に α 粒子がさらに標的核と相互作用して吸収・融合される過程が存在することを示唆している。この過程は理論家によって直ちに核反応の統一理論の手法を用いて定式化され、break-up fusion 過程として包含スペクトルの計算に導入された。この理論にもとづいての申請者の解析の結果、break-up fusion を考慮することによって、 ^{16}O の包含スペクトルのみに寄与し、 α を伴わない成分を再現出来た。又 α 粒子の包含スペクトルに対しても同様の効果が考えられ、 ^{16}O の吸収の影響が大きいことが計算された。break-up fusion 過程の寄与が他の反応の場合にも比較されている。

論文審査の結果の要旨

重イオン核反応から生成される粒子のエネルギー・スペクトルの特徴について、特に収量において主要部分を占める連続領域についてその発生機構を明らかにすることは、重イオン間の相互作用と原子核の動力学的振舞いを理解するために重要な課題である。本研究は ^{40}Ca (^{20}Ne , ^{16}O) 反応で放出される ^{16}O のエネルギー・スペクトル中で特に前方角で急激に増える成分に着目し、それらが如何なる反応機構にもとづいているのか実験的に解明しようと試みている。これらの成分は従来の研究で入射粒子 ^{20}Ne が標的核の場で ^{16}O と α に break-up するものと推論されていた。申請者等はまずこの理論のように ^{16}O が入射粒子 ^{20}Ne の break-up から生じたものとすれば、標的核に略よらないはずであるから、標的核を ^{58}Ni , ^{94}Mo にかえて同様な測定を行い、エネルギーが入射エネルギーの約 16/20 の位置にやや巾の狭いピークをもち、この成分が前方で急激にふえることを ^{40}Ca の場合と同じく確認した。

次にこの推論が正しければ ^{20}Ne の break-up の ^{16}O の相手の α 粒子が放出されているはずであるから ^{16}O - α の同時計測を行った。その結果は従来の知見を更に進めるものであった。即ち反応後の粒子 (^{40}Ca , ^{16}O , α) がいずれも基底状態にある弾性的 break-up が相関断面積の約半分を占めていることがわかった。又従来 break-up と考えられていたピークは弾性的 break-up に対応し、非弾性的 break-up は今までの α 粒子移行反応で説明されていたエネルギー的により低く且つ巾の広い成分の中にも含まれることも判った。更に分裂片 ^{16}O と α の重心としての ^{20}Ne は前方角に多く放出されることも明らかになった。このように入射粒子の break-up ピークの存在を実験的に確認した上にその性質について重要な知見を加えたといえる。本研究の成果として特筆すべき点は次の事実である。この相関関数を積分すると包含測定の break-up ピークと一致すると予想されるが予期に反して、積分値は包含測定の約 1/5 程度にしかならなかった。これは break-up 後に α 粒子が更に標的核と相互作用して吸収・融合される過程が存在することを示唆している。申請者は理論家の協力を得て、この新しい過程 break-up-fusion 過程の計算を行い実験の特徴を再現出来た。このように申請者の研究により break-up 過程のより系統的な研究（入射粒子と入射エネルギーの依存性、非弾性 break-up 過程、他の反応機構との競合等）が重イオン核反応機構の解明にとって、今後の興味ある課題として提起された。

又参考論文の研究とともにこの分野における申請者の学識は高い水準を示しているといえる。よって本論文は理学博士の学位に値すると判断される。