

氏 名	谷 村 修 たに むら おさむ
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 640 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 3 月 33 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	Study of Gross Features of Scattering Cross Sections of ^{12}C on ^{12}C above the Coulomb Barrier (クーロン障壁以上の ^{12}C と ^{12}C の種々の散乱断面積の全体的な 様子の研究)

(主 査)
論文調査委員 教 授 玉 垣 良 三 教 授 小 林 晨 作 教 授 町 田 茂

論 文 内 容 の 要 旨

軽い原子核の領域の重イオン核反応において、クーロン障壁附近での準分子の共鳴の発見以来、 $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 系は一つの典型と考えられ、多くの実験的・理論的研究がなされてきた。最近数年間では、クーロン障壁をこえて重心系で約 30 MeV に至る広いエネルギー範囲において種々の実験量が測定されてきた。申請者の研究は、このような比較の高いエネルギーでの $^{12}\text{C}-^{12}\text{C}$ 散乱による現象の全体的特徴を理解することを目的とした理論的研究である。

従来の理論的研究においては、実験的諸事実の統一的説明という点で不十分であり、また用いられている相互作用の理論的根拠が明確でないという問題点があった。申請論文は、これらの問題点を解決することを主な目的としている。

^{12}C 原子核は基底状態で扁平な変形をしており、 $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 衝突過程で回転的状态、特に 4.43 MeV の 2^+ 状態 ($^{12}\text{C}(2^+)$ と略記する) への励起を起し易い。申請者はこの性質を相互作用に正しく反映させるため、実験的に確められた密度分布をとり 2 体核力より核間ポテンシャル (folding potential とよばれる) を導出する。導かれた非弾性結合ポテンシャルは、内部領域において従来の現象論的なものと大きな差異を示す。論文で考慮した三つのチャンネル (I) $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$, (II) $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}^*(2^+)$, (III) $^{12}\text{C}^*(2^+)+^{12}\text{C}^*(2^+)$ については、I—II と II—III の間で強く、I—III の間で弱いという特徴が示されている。

強い結合ポテンシャルをもつ系を扱う方法として申請者が用いたのは、新しい断熱変換の方法である。これは、最初に野上によって提出された「modified perturbed stationary method」を、申請者が今西と共に発展させて具体的な現象に適用してきた方法である。申請論文で強調されている点は、この変換によって「強く結合している系」を「弱く結合する系」に移せる点である。変換後の表示では、夫々のチャンネルで結合効果に起因する引力の増加をおこした有効ポテンシャルの対角成分のみによって相互作用を記述することが可能となり、これはチャンネル結合法による直接的な結果とよく対応する。また、増加した引力の効果は、相互作用領域で $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 系の有効慣性率を増すことに対応した角運動量依存性をもつ

ことが示されている。

こうして得た相互作用を用いて、弾性及び非弾性散乱の角分布と励起関数、融合断面積の励起関数、積分断面積の励起関数を計算し、徹底した解析を行なっている。これらの解析の結果から、 $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 系の散乱過程の本質を浮き上らせる興味ある知見として、次の諸点を主張している。

- (1) 相対角運動量及び励起 ^{12}C の内部角運動量が揃う aligned-coupling channel が非弾性散乱断面積 ($\text{I} \rightarrow \text{II}$ の過程) の形と大きさを決める。
- (2) 非弾性散乱への励起が主に表面部分波によって起っている。
- (3) 融合断面積の励起関数にみられる振動は、接触角運動量の共鳴状態に対応する。
- (4) 積分断面積 ($\text{I} \rightarrow \text{II}$ 及び $\text{I} \rightarrow \text{III}$ の過程) に現われる中間的共鳴は、基底チャンネルと aligned-coupling channel との強い結合によって生じる。

これらは、申請者が多くの実験結果の特徴を全体的によく再現した理由となっている。

参考論文 1 は、重イオン光学ポテンシャルのエネルギー依存性について、参考論文 2 は重イオン低エネルギー散乱の吸収効果について研究を行なったものである。参考論文 3 は、主論文と同様な視点で $^{12}\text{C}+^{16}\text{O}$ 系の準分子的共鳴を研究したものである。これらはいずれも主論文と直接的に関係する内容である。参考論文 4, 5 は、重イオン核反応での核子移行が繰返される多段階過程の存在を示したものである。

論文審査の結果の要旨

申請者が研究課題としたクーロン障壁をこえたエネルギー領域での $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 系の相互作用の問題についての理論的研究は、これまでのところ次のような段階にあった。重心系のエネルギーで約 30 MeV にいたる範囲の領域の種々の散乱断面積を説明する上で、 ^{12}C の第一励起状態 (回転的 2^+ 状態) が衝突過程で重要な役割を果たすことが指摘されていた。このような視点で行なわれた研究は、現象論的な相互作用を用いており、実験量をかなりの程度再現するにも、そのパラメータを現象毎に調節する必要があった。他方、基本の 2 体核力より出発しパウリ原理を完全にとり入れて原子核間相互作用を導出する微視的理論は、単一チャンネルの場合について相当進展したが、 $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 系のように内部励起を伴う多チャンネルの場合に、多くの実験量を全体として解析しうる段階には至っていない。

申請者の研究は、衝突過程で ^{12}C 核の励起をおこす相互作用について、 ^{12}C 核の変形した密度分布と 2 体核力の寄与を folding potential の形で求め、多種の実験量を統一的に扱ったものである。完全な微視的記述ではないが、このように理論的根拠をもつポテンシャルを導出して、実験の全体的様相の再現をなしたのとは、この研究が最初と言える。特に、導出されたチャンネル結合ポテンシャルが強いのが特徴であるが、このように強い結合ポテンシャルが現象の記述に有効であることを示した点は、新しく且興味ある知見といえる。

強い結合ポテンシャルをもつ多チャンネル系を、申請者が発展させた断熱変換の方法を用いて、弱く結合した系に移し、その表示でのポテンシャル記述によって現象の特徴を理解する道筋を明らかにしたことは、重要な成果である。これは内部励起をともなった重イオン核反応の記述に有効な理論的枠組を与えたもので、他の系を扱う場合にも有効性をもつものである。

相互作用の中心部分の記述には、パウリ原理の効果を予想した斥力の芯のポテンシャルを現象論的に導入し、理論的に導いた中心部で深い引力ポテンシャルと重ね合せて、近距離で斥力そのまわりでは引力のポテンシャルを構成している。周辺相互作用には理論的根拠はあるが、内側の部分には現象論的性格が残っている点が、理論として一つの限界となっている。将来この限界をこえることが出来れば、より大きな発展が期待される。

要約すれば、申請論文は、重イオン核反応で内部励起をともなったチャンネル結合の強い典型例を研究し、その散乱・反応機構を解明したものであり、得られた知見は他の系にも適用可能な一般性のあるもので、今後の研究に資する所も大きい。

参考論文は、主論文の展開にとって重要な基礎となったもの及び主論文で明らかにした諸点を他の系において敷衍したものであり、申請者のすぐれた研究能力と学識を示している。

よって、本論文は原子核反応の研究に寄与するところ大であり、理学博士の学位論文として価値あるものと認める。