

氏名(本籍)	ぶー 蒲	ゆえ 越	よ 虎	(中 国)
学位の種類	博 士 (理 学)			
学位記番号	博 甲 第 1083 号			
学位授与年月日	平成 5 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当			
審査研究科	物 理 学 研 究 科			
学位論文題目	A study of fission-like phenomena in medium mass nuclear systems (中重核システムに於ける核分裂類似現象の研究)			
主 査	筑波大学教授	理学博士	古 野 興 平	
副 査	筑波大学助教授	理学博士	李 相 茂	
副 査	筑波大学助教授	理学博士	田 岸 義 宏	
副 査	東京大学原子核研究所教授	理学博士	野 村 亨	

論 文 の 要 旨

原子番号 Z が約 50, 質量数 A が約 120 の原子核を中ぐらいの重さの原子核という意味で中重核という。二つの原子核が衝突して原子核反応が起こる時, 衝突に関与する二つの原子核で構成される物理系を nuclear system と呼ぶ。この物理系の原子番号と質量数は衝突する二つの原子核のそれらの和, すなわち $Z_{\text{tot}} = Z_1 + Z_2$ および $A_{\text{tot}} = A_1 + A_2$ である。 A_{tot} が 200 以上になると, 原子炉に於けるウランの核分裂で一般にも良く知られているように, 一個の原子核として安定でなく, ほぼ同じくらいの大さの原子核に分裂する。この理由の一つは質量数の増加とともに原子番号も増加し, 原子核の電気量が増えるので電気的反発力が分裂に寄与するからである。ところが最近になって, 電気的反発力がそれほど大きくない A_{tot} が 120 近辺の中重核システムでも, 核反応に於ける放出粒子の元素スペクトルの中に, 一見, ウランの核分裂と良く似たスペクトルが観測され, 「核分裂類似現象 (fission-like phenomena)」と呼ばれている。この現象に対して次のような物理的解釈が提案されている。

(1) 核融合分裂 (fusion-fission process, 以下 FF 過程と記す)

二つの原子核が衝突して融合し, 一個の複合核が形成され, その後ある時間を経てから分裂する。

(2) 深部非弾性散乱 (deep inelastic collision, 以下 DIC と略記する)

複合核はできないが, 衝突の間に二つの原子核の間で激しいエネルギーのやりとりがあり, やがて二つの原子核に分れる。このとき入射運動エネルギーが殆ど全部二つの原子核の内部エネルギーに転化する。

これに対して本論文では、核分裂類似現象の物理的起源を明らかにすることを目的として、二つの実験的研究を行なった。第一の研究は、元素スペクトルの Q -値依存性である。著者はFF過程では元素分布が Q -値に依存するのに対し、DICでは Q -値依存性が無いはずであることを考察によって見出した。そこで170MeVおよび186MeVの ^{37}Cl イオンを ^{64}Ni に衝突させて、放出粒子の角度分布、全エネルギー分布および元素分布を測定した。この実験結果を文献に報告されている ^{35}Cl と ^{62}Ni の核反応のデータと比較した。著者が実験したシステムは文献のそれよりも中性子の数が4個多く、 Q -値にして4 MeVだけ高い。分析の結果、二つのシステムの元素分布は実験誤差の範囲内で一致する事が分った。また、DICに対して有力な拡散模型理論による計算が実験値を再現することも確かめられた。

第二の研究では、176MeVに加速した ^{28}Si イオンを ^{74}Ge に衝突させて上と同様な実験と解析を行ない、この場合にもDICが優勢であることを示した。さらに進んで、著者は中重核システムの数多くの実験データを統一的に解析し、FF過程とDICとでどちらが優勢になるかの分岐を決める部分波 l_{cr} が存在することを明らかにした。この部分波は衝突する原子核同志の間の臨界距離に対応する。その距離では原子核は密度が中心部の1/2になる核半径の所で互に接しており、強い核力(引力)と電気的反発力と遠心力から成る斥力と拮抗する。ここで引力が勝ればFF過程になり、斥力が勝ればDICとなる。また、FF過程に移行する場合は、この距離に於ける原子核の接触で核物質に摩擦が無いことも導いた。以上のように本論文は、中重核システムの核反応において、元素分布の Q -値依存性や臨界部分波 l_{cr} またはそれに対応する臨界距離の評価が、これまで不明確であった核分裂類似現象の物理的起源の解明に役立つことを結論した。

審 査 の 要 旨

重イオン核反応に於けるFF過程とDICは両者とも良く知られた現象であり、それらを記述する現象論的理論も比較的確立されている。しかし、FF過程とDICは一般に共存・競争するものであり、二つの過程の分岐の定量性は極めて困難な問題として未解決であった。

著者はこの難問に正面から取組み、その解決に一つの手がかりを見出した。特に臨界部分波と核物質の摩擦がFF過程とDICの分岐を支配することを示した点は、今後の重イオン核反応メカニズムの研究への大きな貢献であり、高く評価することができる。

よって、著者は博士(理学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。