

氏名(本籍)	中川恵子(東京都)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第1,045号
学位授与年月日	平成4年7月31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	The mechanisms of complex fragment emission in $^{84}\text{Kr}+^{27}\text{Al}$ at 10.6MeV/u (入射エネルギー10.6MeV/uに於ける $^{84}\text{Kr}+^{27}\text{Al}$ 系での複合粒子放出の機構)
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	筑波大学助教授 理学博士 香村俊武
副査	京都大学助教授 理学博士 阿部恭久

### 論文の要旨

本論文は重イオン原子核反応に於いて、中重粒子すなわち原子番号 $Z=3$ のリチウムから $Z=10$ のネオンまでの、質量数にして6から約20の原子核が放出される機構について述べたものである。

近年、重イオン加速器の進歩により高い入射エネルギーの原子核反応のメカニズムが盛んに研究されているが、二つの原子核が衝突して反応を起こした際に、その後の粒子蒸発や核分裂が瞬時に起きるのか、または一旦複合核が形成され、その後幾つかの短い平衡状態を多段階的に通過するのかは、入射エネルギーによって変ると考えられ、必ずしもそれらの二つのメカニズムが明確に理解されているわけではない。特に中重粒子の生成メカニズムに対して、これまではhot spotまたはphase transitionなどの仮説が提出されているが、一方、最近複合核からの直接または多段階放出も無視できないことが報告された。そこで著者は、中重粒子生成過程を詳しく調べるために著者独自の観点から注意深い研究を行なった。実験は理化学研究所のサイクロトロンによって10.6MeV/uに加速された $^{84}\text{Kr}$ ビームを $^{27}\text{Al}$ に照射して行なわれた。その反応で生成される各種の粒子はガスおよび半導体検出器によって測定され、一連のデータ解析から粒子の原子番号 $Z$ 、速度、運動エネルギー、放出の方向分布、並びに二つの核分裂片の原子番号の相関が求められた。これらの実験データから次の様な結果を得た。

(1) 粒子のエネルギー分布、放出の角度分布および速度分布から10.6MeVでの $^{84}\text{Kr}+^{27}\text{Al}$ 反応は完全核融合反応で、その崩壊過程は平衡に達した複合核 $^{111}\text{In}$ の崩壊である。

(2) 粒子のエネルギーと角度分布から各粒子の生成全断面積を求め、これらを全粒子について積

分して全反応断面積1050mbおよび蒸発過程断面積550mbを求めた。

(3) この結果から崩壊の分岐比は50%が陽子などの軽い粒子を放出する蒸発過程であり、残りの50%は核分裂と中重粒子放出であることが結論される。

(4) 上に求めた断面積から複合核の最大角運動量が求められ、その値は $83\hbar$ である。この結果から、中重粒子の放出には複合核が大きな角運動量を持っていなければならない事が結論される。

(5) 二つの核分裂片の原子番号の相関は、測定されない軽い粒子または中重粒子が原子番号で見て $Z=3\sim 4$ あることを示している。

このような実験結果に対して、著者はHauserおよびFeschbachにより提唱され、さらに信州大学の松瀬がその適用範囲を拡張した統計理論を用いて、複合核の崩壊に於ける多段階過程の幾つかの道筋に慎重な注意を払いつつ詳細な分析を行なった。

以上の実験と理論的解析を通じて、著者は1) エネルギー200MeV、角運動量 $83\hbar$ という高励起・高角運動量状態にある複合核の崩壊が一瞬にしてバラバラに壊れるのではなく、複合核形成の後多段階過程で崩壊すること、2) 中重粒子の放出には角運動量が決定的な役割を果し、軽い粒子の蒸発後、残留核から直接放出されるという機構が非常に大きく寄与すること、および3) 核分裂片同時測定による原子番号の相関実験は複合核の最大励起エネルギーと最大角運動量を決定する新しい手法となり得る事を、結論として導いた。

## 審 査 の 要 旨

原子核がどれだけ高い励起エネルギーとどれだけ大きな角運動量を持ち得るかという問題は、原子核の存在を決定する法則を探る上で重要な課題とされており、高いエネルギーに於ける粒子蒸発、核分裂、中重粒子放出に関する研究が盛んに行なわれている。

著者は大量かつ複雑な実験データを綿密に解析して、現在議論の多い中重粒子放出のメカニズムに対して、確実な実験的根拠を提出した。特に粒子の速度分布の解析から複合核の形成を示し、中重粒子放出に角運動量が決定的な役割を果す事を明瞭な実験データから推論している。さらに、原子番号の相関を統計理論によって分析すれば、複合核の最大励起エネルギーと最大角運動量が求められる事を示唆した。これらはいずれも重イオン原子核反応の複雑なメカニズムの解明に著しいインパクトを与えるものとして、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。