

氏名(本籍)	ふた み やす ゆき 二見康之(三重県)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第1,356号
学位授与年月日	平成7年3月23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	Roles of Fission Delay Time in Competition between Light Particle Evaporation and Fission for $^{84}\text{Kr}+^{27}\text{Al}$ at 10.6 MeV/u (入射エネルギー10.6 MeV/uの $^{84}\text{Kr}+^{27}\text{Al}$ 反応における軽粒子蒸発と核分裂の競争過程での Fission Delay Time の役割)
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 青木保夫
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	東北大学助教授 理学博士 滝川昇

論文の要旨

本論文は高励起状態の原子核分裂の動的機構の解明を目的とした重イオン核反応に関する研究報告である。重イオン核反応で生成される複合核は主として、中性子、陽子、 α -粒子などの軽い粒子を放出する“粒子蒸発”と、二個の分裂片を生ずる“核分裂”の二つの競争過程を通じて崩壊する。分裂片もまた高励起状態の原子核であり、ここからも粒子蒸発が起こる。したがって、分裂以前の複合核から直接放射される蒸発粒子数(分裂前多重度)と、分裂片からの蒸発粒子数(分裂後多重度)とを実験で定量的に決定することによって、核分裂の動的機構に関する情報の一つとして複合核形成から核分裂に至るまでの時間の遅れを評価する事ができるであろうと期待される。

著者は上のような着想に基づき、理化学研究所に於てリングサイクロトロンで加速された $E=890$ MeVの ^{84}Kr イオン($E/u=890/84=10.6$ MeV/u)をアルミニウムに照射し、軽い荷電粒子と核分裂片との同時計測実験を行った。荷電粒子の多重度を精度良く測定するため、反応中心となるアルミニウムターゲットの周囲に全立体角の3/4を覆う120個の独立の検出器を配置した。個々の検出器は発光時間特性の異なる二種類の蛍光体を組合わせた複合型シンチレーション検出器で、陽子、 α -粒子、並びに原子番号 $Z=20$ までの軽い同位体が分離観測される。

分裂片との同時計測で得たある一定の観測角度に於ける荷電粒子スペクトルは運動エネルギーと放出角度を与え、さらに分裂片も角度とエネルギーが測定されているから、運動学を用いて力学的に特

定の粒子に対してその発生源を逆算することができる。発生源として複合核および二個の分裂片の合計三個の粒子発生源を考慮してスペクトルを解析した結果、複合核から荷電粒子と分裂片からのそれぞれが十分に分離され、分裂前多重度が全体の約80%であった。

核分裂は非平衡過程でその動力学は極めて複雑であるが、著者は実験で得られた分裂前多重度と分裂片収量の原子番号 Z の依存性について、二つの異なる立場に立つ統計モデル計算と比較した。第一のモデルでは原子核を液滴と考え、複合核が巨大な変形を起こしてそのポテンシャル・エネルギーが最大になったところで粒子蒸発と核分裂の分岐比が決まる。このモデルによる計算では、実験値の分裂前多重度80%を得るためには 2×10^{-20} 秒程度の核分裂の時間の遅れが必要である。第二のモデルでは、複合核が二つにちぎれた直後、つまり分離点で粒子蒸発と核分裂の分岐比を計算する。このモデルによる計算では、実験データを説明するために今まで考慮されなかった新しいパラメーターを導入しなければならない。これは分裂片の励起エネルギーに対する一種の閾値であり、二個の分裂片の励起エネルギーの合計がこれより大きい場合には核分裂が起こらない。このことは核分裂に時間遅れがあることと等価である。総合的には第二のモデルの方が広い範囲の実験データを良く再現する傾向にある。

しかし、上のいずれのモデルでも、核分裂の時間スケールを示す核分裂の時間の遅れは約 2×10^{-20} 秒であり、これは複合核形成の時間に比べてかなり遅い。したがって、本研究から核分裂は複合形成後、十分に時間が経ち、原子核がかなり冷えてから起こることがつきとめられたと言える。

審 査 の 要 旨

高励起状態にある原子核が核分裂に至るまでの時間は、現在、重イオン核反応の分野で最も新しい研究課題とされ、世界的に広く研究されつつある。今までに報告された研究では、質量数が $A \sim 200$ 近傍の複合核に対し、中性子の多重度を測定しているが、中性子は電荷を持たないので、大きな立体角でエネルギーや数の測定精度を上げる事が一般に困難である。

それに対して著者は測定精度の良い荷電粒子を選び、高いエネルギーの重イオン核反応に敵した新しい荷電粒子検出器の開発と、その検出器の性能試験を筑波大学加速器センターに於いて著者自身が入念に行い、理化学研究所に於ける分裂片—軽荷電粒子の同時計測システムを完成した。この高性能検出器は、実験結果の解析に於いて粒子発生源の力学的逆算による特定を可能なものとし、分裂前多重度と分裂後多重度とを実験で定量的に分離・決定することに成功した。

著者が研究対象とした複合核は質量数 $A = 111$ であるが、この様な所謂中重核に於ける核分裂崩壊時間は今までに報告されていない貴重な実験データである。それと同時に、この値は $A \sim 200$ 近傍の複合核とほぼ同じであり、統計モデルの計算とも矛盾しない。本論文は実験内容と物理的結論に於て十分な価値があり、学会への貢献度も高く、博士論文に値するものと言える。

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。