

氏名	にし お かつ ひさ 西 尾 勝 久
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 1652 号
学位授与の日付	平 成 9 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 原 子 核 工 学 専 攻
学位論文題目	核分裂片と中性子の同時計測による熱中性子核分裂過程の実験的研究

論文調査委員 (主査) 教授 木村逸郎 教授 今西信嗣 教授 藤田薫顕

論 文 内 容 の 要 旨

核分裂反応が発見されてから60年近くなり、その連鎖反応は原子炉として実用化されているが、核分裂現象は十分に解明されていない。それは原子核が変形し実際に分裂してゆく過程、すなわち核分裂過程について詳細な計測が困難なためである。本論文は、 ^{239}Pu および ^{235}U の熱中性子核分裂 ($n_{\text{th}}f$) 反応を対象とし、それで発生する核分裂片と中性子を同時に計測し、その結果をもとに核分裂過程について考察した研究の成果をとりまとめたもので、7章より成っている。

第1章は緒論であり、核分裂研究の歴史的背景と本研究の着眼点、本研究の目的と方法および本論文の構成について述べている。

第2章では、実験の結果を解釈するために用いた二つの核分裂モデル、すなわち Brosa らのマルチチャンネルモデルおよび Terrell の分離点モデルについて記述するとともに、核分裂片の殻効果と集団運動を考慮したレベル密度パラメータについて示している。

第3章では $^{239}\text{Pu}(n_{\text{th}}f)$ 反応について、2個の核分裂片の速度とエネルギーを同時に計測する 2V2E 法により、核分裂片の質量数分布と運動エネルギーならびに間接的ながら中性子放出数を求めた結果を与えている。次いで、質量数分布を Brosa らのモデルにより、二つのチャンネルの成分に分離し、それぞれの分岐確率を決定し、その値と限界形状から核分裂片の質量数に依存した運動エネルギーと中性子放出数の分布を計算し、実験結果の形状がいずれもよく再現できることを示している。

第4章は、核分裂片と中性子の同時計測システムの開発とそれを用いて行った予備的な実験の結果である。このシステムは、核分裂ターゲットの近傍に置いた表面障壁型シリコン検出器により一方の核分裂片のエネルギーと時間ゼロの信号を求め、他方の核分裂片は平行平板型アバランシェ検出器 (PPAC) によって入射位置と飛行時間を計測する 1V1E 法であり、さらに有機液体シンチレーション検出器を用いた核分裂中性子の飛行時間分析系を組み合わせたものである。このために、まず小型の PPAC を製作し、封入イソブタンの圧力と印加する電圧を変化させて核分裂片検出器として最適な条件を決定し、 $^{235}\text{U}(n_{\text{th}}f)$ 反応について予備的な実験を行った結果を示している。次いで、実際の核分裂片と中性子の同時計測システムに使用した大型の PPAC の特性について述べている。とくに、1個の PPAC により核分裂片の入射位置と時間をともに精度よく求めるには無理があり、各々の電極を独立させた2重構造の PPAC を新たに開発し、使用した。

第5章では、前章で示したシステムを実際に用い、 $^{235}\text{U}(n_{\text{th}}f)$ 反応における核分裂片と中性子の同時計測を行った結果について述べている。まず、核分裂片の主要データがいずれも正確に得られることを示した上で、核分裂片の質量数と中性子の平均エネルギーの関係ならびに質量数と運動エネルギーに対する中性子放出数の関係を求め、それらの形状の特徴を核分裂片の殻効果により説明している。次いで、中性子の平均エネルギーと中性子放出数の結果から、核分裂片の励起エネルギーを導出し、その形状よりエネルギーの分割について論じている。さらに、第3章と同様にして、運動エネルギーと中性子放出数の分布が Brosa らのモデルで再現できることを示した。最後に、中性子放出数を運動エネルギーで微分した値の

形状が Terrell の分離点モデルによって説明できることを明らかにしている。

第6章では、前章で得られた核分裂片の励起エネルギーと中性子の平均エネルギーから得られる核温度を用いることにより、核分裂片のレベル密度パラメータの絶対値を求めている。次いで、ここで得られた値を Iljinov らの経験式によって計算したレベル密度パラメータの予測値と比較することにより、それらの原子核が集団運動をしていることを示している。

第7章は総括的討論であり、本研究の実験の方法、および得られた結果とその解釈について総合的に議論し、最後に今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

多数の核子から成る原子核が変形し、分裂してゆく核分裂過程は、計測が困難なため未だ十分に解明されていない。本論文は、 ^{239}Pu および ^{235}U の熱中性子核分裂 ($n_{\text{th},f}$) 反応を対象とし、核分裂片と中性子を同時に計測し、その結果をもとに核分裂過程について考察した研究をまとめたもので、得られた主な成果は次のとおりである。

(1) $^{239}\text{Pu}(n_{\text{th},f})$ 反応について、核分裂片の速度とエネルギーの同時計測を行い、得られた質量数分布、運動エネルギーおよび中性子放出数を Brosa らのモデルによって解析し、それらを通じて、二つの質量非対称チャンネルが存在することを立証した。

(2) 核分裂片と中性子の同時計測システムを設計・製作し、その特性を求めた。なかでも、核分裂片の入射位置と入射時間を精密に求めるために、2重構造の平行平板型アバランシェ検出器を新たに考案して試作し、特性を求めた上で実際の実験に使用できるようにした。

(3) 上記の計測システムを用いて、 $^{235}\text{U}(n_{\text{th},f})$ 反応の核分裂片と中性子の同時計測を初めて実施し、得られた核分裂片の質量数と運動エネルギーに対する中性子の平均エネルギーと平均放出数などをもとに、核分裂片の励起エネルギーを導出し、さらに(1)と同様の Brosa らのモデルによる解析や Terrell による分離点モデルによる解析と比較検討することにより、核分裂過程における原子核の変形とエネルギーの分割について考察した。

(4) 上記のようにして得られた核分裂片の励起エネルギーと中性子の平均エネルギーを用いて、レベル密度パラメータの絶対値を求め、Iljinov らの経験式と比較することにより、それらの原子核の集団運動の存在を示した。

以上、本論文は従来ほとんど実験の存在しなかった熱中性子核分裂における核分裂片と中性子の同時計測を行い、核分裂過程に関し多くの知見を得たものであり、その成果は学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成9年6月11日論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。