

氏 名	神 野 郁 夫 かん の いく お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 994 号
学位授与の日付	昭 和 63 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 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	Double-energy Double-velocity Measurement System for Fission Fragments and Its Application (核分裂片2重エネルギー2重速度測定システムとその応用)
論文調査委員	(主 査) 教 授 木 村 逸 郎 教 授 福 澤 文 雄 教 授 岡 本 朴

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、原子核分裂の過程を解明することを目的とし、熱中性子核分裂において2個の核分裂片のエネルギーと速度を同時に測定するシステムを開発し、使用した検出器の特性について詳細な検討を加えた後、これを ^{235}U の熱中性子核分裂の核分裂片の測定に応用し、得られた結果をもとに分離時のエネルギー状態について新たな見解を示したもので、6章より成っている。

第1章は序論であり、核分裂の発見から半世紀を経て、核分裂過程の前半を支配する鞍点付近の核分裂障壁の構造はかなりよく解明されたが、核分裂過程後半すなわち鞍点を経て分離に至る過程についてはなお未知のことが多く、その究明を目指した本研究の意義を示している。次に、この目的のために開発した測定システムとこれに使用した検出器について概説し、最後に本論文の構成について述べている。

第2章では、本研究の主軸をなす核分裂片2重エネルギー2重速度測定システムの構成、エネルギーと時間の較正法および時間分解能について論じている。

第3章では、核分裂片飛行時間分析の時間原点用として初めて採用した薄膜シンチレーション検出器の特性に関し、膜厚を考慮に入れた発光モデルを新たに提案し、これを ^{16}O 、 ^{40}Ar 、 ^{127}I などの重荷電粒子の実験例に適用し良好な結果を得ている。また、 ^{252}Cf の自発核分裂の核分裂片の透過実験を行い、出力波高の核分裂片入射位置依存性について観測し、この結果に対しても上記発光モデルを用いた解析を行うことにより、その妥当性を実証するとともに膜厚と出力波高分布の関係を明らかにしている。

第4章では、核分裂片の飛行時間の検知とエネルギー測定用として使用した表面障壁型シリコン検出器の出力パルス波高の欠損と時間遅れの現象について検討を加えた結果を与えている。核分裂片のような重荷電粒子がシリコン検出器に入射したさいには、高密度の電子・正孔対から成るプラズマ柱が発生し、これが波高欠損や時間遅れの原因になると考えられているが、著者はこのプラズマ柱の生成と崩壊に関するモデルを新たに提案し、これをまず時間遅れの実験例に適用してよい一致を得ている。次に、電子・正孔対密度とプラズマ柱の表面積の積をパラメータとして再結合効果を導出し、これをもとに波高欠損の実験

式として定評のある Schmitt の式の妥当性を検証している。

第 5 章は、従来測定例の乏しかった²³³U の熱中性子核分裂の核分裂片の測定に、本研究で開発した核分裂片 2 重エネルギー 2 重速度測定システムを応用した結果について述べたものである。本実験によって得られた核分裂に関する諸量の平均値は、従来の値や評価済み核データの値と誤差範囲内で一致しているが、核分裂片の質量に依存した即発中性子数 $\nu_p(m^*)$ は、質量数 100 以下の軽核分裂片領域で従来の結果より約 0.5 大きいことが注目される。これにより、分離の瞬間における軽核分裂片は、従来考えられていたよりも高いエネルギー状態にあることが示唆されるとしている。

第 6 章は総括的討論であって、本研究で得られた知見について要約するとともに今後の課題について論及している。

論文審査の結果の要旨

核分裂現象が発見されて半世紀にやり、その連鎖反応は原子炉として実用化している。しかしながら、多数の核子から成る重核が中性子などを吸収し、変形し、分離に至る核分裂過程にはなお未知のことが少なくない。なかでもその後半すなわち核分裂障壁の鞍点から分離に至る過程はほとんど分かっていない。本研究は、その解明を最終目標とし、2 個の核分裂片のエネルギーと速度を同時に測定するシステムを開発し、使用した検出器の特性について詳細な検討を加えた後、これを²³³U の熱中性子核分裂の核分裂片の測定に応用し、その結果をもとに分離時のエネルギー状態について新たな見解を示したもので、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 時間原点用として、厚さが僅か 0.2 μm の薄膜シンチレーション検出器を初めて採用することによって、従来測定が困難であった自発核分裂や熱中性子核分裂のように定常的な場合でも、核分裂片 2 重エネルギー 2 重速度測定が可能なシステムを開発した。このシステムの時間分解能は 133 ps であり、反跳電子を時間原点としたものの約 $\frac{1}{25}$ まで短縮された。

2. 膜厚を考慮に入れ、物理的意味が明確な一つのパラメータのみを用いる薄膜シンチレータの発光モデルを新たに提案し、これを¹⁶O, ⁴⁰Ar, ¹²⁷I などの重荷電粒子の実験例に適用し、エネルギーと発光量の関係がよく説明できることを示した。また、膜厚の異なる薄膜シンチレータに対し、²⁵²Cf の自発核分裂の核分裂片透過実験を行い、上記発光モデルの妥当性を実証した。

3. 核分裂片のような重荷電粒子がシリコン中に入射したさい、そこで生成する高密度の電子・正孔対のいわゆるプラズマ柱に関する新しいモデルを提唱し、従来の実験例によってその妥当性を検証した。これによって、種類とエネルギーの異なる重荷電粒子に対する表面障壁型シリコン検出器の出力パルス波高の欠損と時間遅れの予測が初めて可能になった。

4. バックグラウンドが非常に低い熱中性子源として京大研究炉 KUR のスーパーミラー中性子導管設備を選び、ラッカー法によって自作した膜厚 $7 \mu\text{g} \frac{\text{U}}{\text{cm}^2}$ の²³³U ターゲットを本研究で開発した測定システムの中央部に取付けて、²³³U の熱中性子核分裂における 2 個の核分裂片のエネルギーと速度を同時に測定した。その結果、核分裂片の質量に依存した即発中性子数 $\nu_p(m^*)$ が質量数 100 以下の軽核分裂片領域で

従来値より約0.5も大きくなることを見出した。これは、分離点における軽核分裂片のエネルギーが従来考えられていたよりも相当大きいことを示唆している。

以上要するに、本論文は原子核分裂過程を解明するため、核分裂片2重エネルギー2重速度測定システムを開発し、使用した検出器の特性について詳細な検討を加え、これを ^{233}U の熱中性子核分裂の場合に応用して新しい知見を得たものであり、学術上実際上寄与するところが少くない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和62年12月7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。