

氏 名 中 島 豊
なか じま ゆたか
 学位の種類 理 学 博 士
 学位記番号 論 理 博 第 674 号
 学位授与の日付 昭 和 55 年 1 月 23 日
 学位授与の要件 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
 学位論文題目 Neutron Resonance Parameters of ^{238}U
 (^{238}U の中性子共鳴パラメータ)

(主 査)
 論文調査委員 教 授 竹 腰 秀 邦 教 授 柳 父 琢 治 教 授 玉 垣 良 三

論 文 内 容 の 要 旨

中性子結合エネルギー付近での中性子反応は、鋭い共鳴を示し、複合核の形成による反応として良く知られている。これらの共鳴準位が良く分離しているエネルギー領域では、中性子断面積のエネルギー依存性は Breit-Wigner の一準位公式によって表わされ、この公式のパラメーター(中性子共鳴パラメーター)により共鳴準位の性質を調べることが可能である。そのためにはスピン・パリティの同じ共鳴準位について出来るだけ多くの精密な共鳴パラメーターが必要である。 ^{238}U は共鳴準位の分離もよく、そのスピン・パリティも比較的良く分かっており、共鳴パラメーターの統計的性質を調べるのに適している。

申請者は、 ^{238}U の共鳴パラメーターを精密に測定し、共鳴パラメーターの統計的性質について研究を行った。実験は日本原子力研究所の 120 MeV リニアックよりのパルス中性子を 190m 飛行させ、飛行時間法によりウランの中性子透過率を中性子エネルギーの関数として高分解能で測定した。申請者の実験の特徴は、特に精密な共鳴パラメーターを得るために、測定中の試料を液体窒素で冷却してドップラー効果による共鳴準位の広がりを抑えて共鳴を良く分離して測定したことと、バックグラウンドを正確に見積る新しい手法を用いたことである。これらの実験より中性子透過率を求め共鳴準位ごとに面積法により中性子エネルギー 20 eV 乃至 4.7 keV の 180 の共鳴準位のパラメーターを決定した。

また共鳴準位のスピン・パリティが良く分かっており、ほとんどすべての S 波による共鳴準位が測定されると考えられる 1.3 keV 以下の共鳴準位についてその共鳴パラメーターの統計的性質について検討し、中性子換算巾の分布と隣合った共鳴準位の間隔の分布はそれぞれ従来から主張されている Porter-Thomas 分布と Wigner 分布とで表わされることを確認した。更に共鳴準位の現われ方を検討し、中性子エネルギーが 0 から E までの共鳴準位の数を $N(E)$ 、これに最も良く合う直線を $AE+B$ とし、 $N(E)$ と $AE+B$ の mean square deviation である統計量 Δ_s は実験値が 0.31、Dyson と Mehta により提案された long range correlation を示す orthogonal ensemble から推定される値は 0.42 ± 0.11 となり、これらは誤差の範囲で一致することを見出した。またこの一致が偶然に起こる確率をモンテカルロ法で見積り 0.3 %に過ぎないことを確認している。共鳴準位の現われ方が Dyson-Mehta 理論に合うことは他の若干の原

子核の共鳴準位について確かめられているか ^{238}U についてはこれが始めてである。

論文審査の結果の要旨

中性子による重い核の共鳴準位は複合状態を通過する典型的な原子核反応として古くから数多くの研究が行なわれている。複合核状態である共鳴準位に関する研究では、個々の共鳴準位の性質は問題とされず共鳴パラメーターの統計的性質やその平均値について検討されてきた。共鳴準位の統計的性質を統計力学によって導き出す Dyson-Mehta の理論はすでに1962年に発表されていたが、一つの原子核で求められる共鳴パラメーターの数が少なかったことや共鳴パラメーターの精度が低かったことから否定的な結果を与えていたが、最近になってこの理論を支持する実験結果が現われ始めた。本研究もこの一環をなすものであり、 ^{238}U の中性子共鳴パラメーターを精密に測定し Dyson-Mehta の理論の検証を目的とするものである。

申請者は ^{238}U の共鳴パラメーターの実験値間に20%にも及ぶ食い違いがあることに注目して、誤差の生ずる原因をできるだけ取除いて実験を行った。即ち精密な共鳴パラメーターを得ることを目的として、試料を液体窒素で冷却して測定したこと、バックグラウンドを正しく見積る新しい手法を適用したことがこの実験の特徴となっている。申請者はこれらの措置により中性子エネルギー 20 eV 乃至 4.7 keV で信頼性の高い180の共鳴準位のパラメーターを得ている。以前に得られた他の実験値と比較しても信頼性は高く、この措置は非常に有効な方法であることが証明された。

申請者はこの実験で得た共鳴パラメーターのうち特に信頼度の高い中性子エネルギー 1.3 keV 以下の共鳴準位の分布を Dyson と Mehta が提案した long range correlation を示す orthogonal ensemble で予測される分布と比較してこの理論を支持する結果を得た。中性子エネルギーが0からEまでの共鳴準位の数を $N(E)$ とし、これに最も良く合う直線からの mean square deviation である統計量 Δ_3 は、実験値が0.31であり、Dyson-Mehta の理論によれば 0.42 ± 0.11 となり誤差の範囲で一致し、Dyson-Mehta の理論を支持する結果を ^{238}U で始めて見出した。Wigner 分布から任意に抽出した共鳴準位の間隔の分布は、お互の間に相関はないから Δ_3 は Dyson-Mehta の理論よりは一般には大きくなり、モンテカルロ法により実験値よりも相関のない Wigner 分布による値が小さくなる確率は0.3%に過ぎないことを確認している。

Dyson-Mehta の理論を支持する結論を得たことは、この理論の前提となっている重い核の共鳴準位はスピン・パリティ以外には保存する量はないことを示している。また Δ_3 は異なるスピン・パリティの混入や共鳴準位の見落しに敏感な量であり、Dyson-Mehta の理論が ^{238}U の共鳴準位で検証されたことは、共鳴準位のスピン・パリティの決定や、見落した共鳴準位のエネルギーを決定する一つの有力な方法を提供するものである。本論文は、中性子共鳴パラメーターを高い精度で測定する方法を考案し、共鳴準位の統計的性質の解明に重要な知見を加えたもので、この分野の研究の発展に寄与するところが大きい。又参考論文のいずれもこの分野に関連するものであり申請者の優れた研究能力と学識を示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。