

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	Am-243の中性子捕獲断面積に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	児玉有
Author(English)	Yu Kodama
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12457号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:片渕 竜也,小原 徹,千葉 敏,林崎 規託,相樂 洋
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12457号, Conferred date:2023/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

論文の要約

第1章「序論」では、本文での研究背景と研究目的について述べている。原子炉で生成されるマイナーアクチニド (MA: Minor Actinide) や長寿命核分裂性生物 (LLFP: Long-Lived Fission Product) を高速炉や加速器駆動システム等の核変換システムを用い、核分裂反応によって不安定核種や単寿命核種に変換する核変換処理の研究が行われている。核変換システムの研究開発を取り組むにあたり、設計や性能評価には MA 核種の高精度の核データは必要不可欠である。しかし、これらの核データは量的・質的に不十分であり、高精度化が重要である。

本研究で取り上げた ^{243}Am は、核変換システムにより処理対象の MA 核種の一つである。 ^{243}Am は放射性核種であり崩壊ガンマ線のバックグラウンドが大きいため測定が難しい。そのため、核変換システムで対象となる keV 領域における中性子捕獲断面積測定データが少なく、さらに誤差が大きく測定値間で食い違いがある状況である。また、 ^{243}Am の中性子捕獲反応は、Cm 同位体や ^{239}Pu の生成に寄与しており、keV 領域以外でも ^{243}Am の中性子捕獲断面積が重要である。熱中性子断面積に関しては、1960 年代から多くの測定が行われているが、測定値が収束せず、不確かさが大きいのが現状である。現在、大強度陽子加速器施設 (J-PARC: Japan Proton Accelerator Research Complex) の物質・生命科学実験施設 (MLF: Materials and Life Science Experimental Facility) に設けられた中性子核反応測定装置 (ANNRI: Accurate Neutron-Nucleus Reaction measurement Instrument) にて、MA および LLFP の核データ測定が行われている。しかし、keV 領域の測定では、加速器に関連した断面積の不確かさに影響する問題がある。

そこで、本研究では、 ^{243}Am について、核変換システムにおいて必要な keV 領域の中性子捕獲断面積を高精度で決定することを目的とし、J-PARC/MLF/ANNRI にて、2つの ^{243}Am の中性子捕獲実験を行った。ここで、目標精度は 5% とした。

第2章「中性子フィルターを用いた keV 領域の中性子捕獲実験」では、中性子フィルターを用いた keV 領域の ^{243}Am の中性子捕獲実験について述べている。加速器に関連した問題を解決するために中性子フィルター法を適用し、中性子フィルターを用いて得られる準単色化された中性子ビームと NaI(Tl) 検出器を用いて、中性子飛行時間法のもと、keV 領域の中性子捕獲ガンマ線を測定した。得られた波高スペクトルに波高重み法を適用し、金の断面積を基準として、5.5% の精度で 23.5 keV の ^{243}Am の中性子捕獲断面積を導出した。過去の測定値および評価済み核データライブラリ JENDL-4.0、ENDF/B-VIII.0 の評価値と今回の結果を比較し、考察した。その結果、過去の測定値との間に約 10% の差異が存在することがわかった。さらに、過去の測定値は古い評価値を用いて規格化をしていたため、過小評価していることを指摘した。そして、最新値を用いて再規格化した場合、本実験で得られた結果と二つの過去のデータのうちひとつの測定データとの差異が改善された。

第3章「熱中性子から keV 領域までの中性子捕獲実験」では、熱中性子から keV 領域までのパルス中性子ビームを用いた ^{243}Am の中性子捕獲実験について述べている。断面積の導出には、 ^{243}Am の第3共鳴を基準として JENDL-5 の評価値になるように規格化をした。その結果、熱中性子捕獲断面積は、 $80 \pm 8.41 \text{ b}$ の値が得られた。最新の測定値、および、JENDL-5、ENDF/B-VIII.0 と一致していることがわかった。非分離共鳴領域では、Mendoza ら、および、Weston らにより測定された実験データと誤差の範囲内で一致していたが、JENDL-5 と比較して、約 10% の差異が存在することがわかった。さらに、中性子フィルターで得られた結果と誤差の範囲内で一致していることがわかり、整合性のある結果を得ることができた。

第4章「共鳴解析」では、共鳴解析コード REFIT を用いた分離共鳴領域の 40 eV までの ^{243}Am の共鳴解析について述べている。その結果、平均放射幅は、 $43.2 \pm 1.3 \text{ meV}$ となった。ENDF/B-VIII.0 と約 10% の差異があったが、過去の測定値と JENDL-5 と誤差の範囲内で一致した。

第5章「結論」では、本論文で得られた結果を統括し、結論としている。

本論文では、原子炉の中で連続した中性子捕獲により生成される MA 核種の一つ ^{243}Am について、核変換システムの研究を推進する上で重要な中性子捕獲断面積を測定することができた。特に、核変換システムで重要となる keV 領域では、過去のデータに比べて精度良く測定でき、2つの異なる実験で得られたデータの比較により整合性のある結果が得られた。また、目標精度である 5% を達成することができた。そして、本研究結果により、我が国の次期評価済み核データライブラリに反映され、核変換システムの発展に貢献できる重要な核データを提供することができた。