

氏 名	竹 田 練 三 たけ だ れん ぞう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1253 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	ウラン・プルトニウムの共鳴領域の実効断面積に関する実験研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 若 林 二 郎	教 授 岐 美 格	教 授 西 原 宏
--------	----------------------	-----------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、ウラン・プルトニウムの共鳴領域における実効断面積を実験的に評価検討した結果をまとめたもので、2編17章からなっている。

第1編は、20 keV から 100 eV の間を重点的に観測するために新しく考案した、共鳴領域実効断面積評価パイル TAKIT の詳細な説明と、これを用いてプルトニウム-239 の α 値、ウラン-238 の Γ_f 値および、プルトニウム-239 のドブラー効果を実験的に評価した結果をまとめたもので、8章からなっている。

第1章、第2章では、JRR-4 のサーマルコラム、20%濃縮ウラン板および、2.6w/o のボロンを含んだ黒鉛ブロックからなる、TAKIT パイルの構造および内部の中性子束分布の計算結果について述べている。

第3章では、共鳴領域における実効断面積を実験的に評価する手法として、新しく開発した Flux-Perturbation 法を説明するとともに、実験に用いる中性子検出器や測定系の安定性などを検討している。

第4章では、TAKIT パイル内部の中性子スペクトルを実測して、計算で予想した通りの中性子スペクトル場が実現されていることを確認している。

第5章では、プルトニウム試験体を TAKIT パイル内に置き、劣化ウランの核分裂反応率、劣化ウランおよびマンガンの捕獲反応率を空間的に測定し、これと従来提唱されていた α 値を用いて計算した結果を比較し、これより従来は α 値を実際より低く見積っていたことを見出している。

第6章では、0.2087 w/o のウラン-235 を含む劣化金属ウラン板を TAKIT パイル内に置き、マンガンの捕獲反応率を空間的に測定し、これと従来意見の分かれていた2種のウラン-238 の Γ_f 値、24.6 meV および 19.1 meV の値を用いた計算結果を比較し、これよりウラン-238 の Γ_f 値を 24.6 meV とするのが妥当であることを見出している。

第7章では、TAKIT パイル内にプルトニウム試験体を置き、体系の温度を変えてマンガンおよびウラン-238 の捕獲反応率と、ウラン-235 およびウラン-238 の核分裂反応率を空間的に測定し、これよりドブラー効果によるプルトニウム-239 の核分裂の変化と、吸収反応の変化を分離して測定している。

第8章は結論で、第1編の結果を要約している。

第2編は、体系内の中性子束分布やその時間的振舞を拡大して観測するために考案した新しい手法、VISTA法を説明するとともに、これを用いて従来測定が困難であった、燃料棒内のウラン-238の実効共鳴積分の空間分布を測定した結果をまとめたもので、9章からなっている。

第1章では、ウラン-238の実効共鳴積分の場所依存性に関する実測の重要性を説明するとともに、これに関する従来の研究を概括している。

第2章では、体系を空間的ならびに時間的に拡大して現象を観測する炉物理実験法、VISTA法を提案し、その妥当性を理論的に説明している。

第3章では、平均質黒鉛臨界集合体(SHE)の中心部に空間を設け、そこにJPDR-IIの燃料集合体格子系を約3倍に拡大して実験できるようなVISTA系を試作設置し、燃料および減速材内部の中性子束分布の微細構造を実測している。

第4章では、VISTA系を用いて、燃料格子系におけるウラン-238の実効共鳴積分を測定する実験手法を説明している。

第5章、第6章では、燃料棒内のウラン-238の実効共鳴積分の空間分布を測定する際に用いる規準値として、 $1/E$ スペクトル場におけるウラン-238の無限稀釈の実効共鳴積分を用いるので、まず $1/E$ スペクトル場を実現する手法を研究し、次にSHE格子内に $1/E$ スペクトル場を実現し、さらに標準サンプル中のウラン-238の濃度と自己しゃへい因子の関係を実験的に求め、これより、 $1/E$ スペクトル場におけるウラン-238の無限稀釈実効共鳴積分を実験的に求めている。

第7章では、実効共鳴積分を求める際の積分の下限に用いる、カドミウム切断エネルギーの精度は、実験精度に大きな影響を与えることを理論的に説明するとともに、これを精度よく計算する手法を理論的に導出している。

第8章では、軽水格子系における燃料棒内のウラン-238の実効共鳴積分の空間分布を精度よく測定し、特に従来実現できなかった燃料表面近傍における実効共鳴積分を実験的に求めている。

第9章は結論で、第2編の成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

ウラン・プルトニウムの共鳴領域における実効断面積および、自己しゃへい効果を考慮したときの燃料棒の実効共鳴積分は、燃料の転換率や増殖率を予測したり、ドブラー反応度効果を予測する上で非常に重要な物理量であるが、従来、これらを実験的に精度よく測定することは非常に困難な問題となっていた。本研究は、これらの困難さを軽減しうるような新しい実験手法を考案し、これによって従来達しえなかった高い精度の実験を行い、プルトニウム-239の α 値、ウラン-238の Γ_f 値など、従来経験的に用いられていた物理量に対して実験的な評価を与えるとともに、従来精密測定が困難であった、プルトニウム-239のドブラー効果や燃料棒の実効共鳴積分の空間分布を、高い精度で実測することに成功したもので、その主な成果は次のとおりである。

- 1) JRR-4のサーマルコラムと、20%濃縮ウラン板および、2.6 w/o のボロンを含んだ黒鉛ブロック

からなる、共鳴領域実効断面積評価パイル TAKIT を考案試作した。このパイル内では、ウラン-235の核分裂反応の約80%が、20 keV から 100 eV の共鳴領域でおこるため、共鳴領域における実効断面積の評価に非常に有効に利用しうるものである。

2) TAKIT パイルを用いて、プルトニウム-239 の α 値および、ウラン-238 の Γ_f 値の評価を行った。これより、プルトニウム-239 の α 値として、従来経験的に用いられていた値は、実際より低く見積っていたことを見出すとともに、ウラン-238 の Γ_f 値として従来意見が分かれていた2種の値、24.6 meV および 19.1 meV のうち、24.6 meV を用いるのが妥当であることを明らかにした。

3) 従来燃料のドブラー効果は、温度変化による核分裂反応の変化と、吸収反応の変化という、相反する二つの効果を一括して、反応度に対する効果として測定されていたが、TAKIT パイルを用いて、プルトニウム-239 のドブラー効果による上記2種の変化を、分離して測定することに成功し、燃料のドブラー効果の評価手法に新しい知見を提供した。

4) 体系内の中性子束分布やその時間的振舞を拡大して観測 できるような、新しい炉物理実験手法、VISTA 法を考案した。

5) 半均質黒鉛臨界集合体の中心部に空間を設け、そこに JPDR-II の燃料集合体格子系を約3倍に拡大して実験できるような VISTA 系を試作設置し、これを用いて、軽水格子系における燃料棒内のウラン-238 の実効共鳴積分の空間分布を、非常に高い精度で測定することに成功した。またこの実験の際に規準値として用いる、1/E スペクトル場におけるウラン-238 の無限希釈実効共鳴積分を測定するための、1/E スペクトル場の実現方法や、積分の下限として用いるカドミウム切断エネルギーの計算法にも、新しい手法を開発している。

以上要するに、本論文は共鳴領域における核燃料物質の実効断面積を、実験的に評価するための新しい実験手法を考案し、これを用いて、ウラン・プルトニウムの共鳴領域における実効断面積に新しい知見を与えたもので、学術上、工業上寄与するところが少なくない。

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。