

氏 名	中 野 正 文 なか の まさ ふみ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 467 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 11 月 24 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	高速炉系の組成特性量に関する実験的研究

論文調査委員	(主査) 教 授 西 原 宏	教 授 岐 美 格	教 授 柴 田 俊 一
--------	-------------------	-----------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、高速中性子炉の炉心組成の特性を表わす最も基本的な積分量である中性子増倍係数を、実験的に決定する方法についての研究をまとめたもので、5章から成っている。

第1章は序論であって、高速炉の核設計に必要な炉物理定数を求める目的で従来から行なわれている材料バックリングあるいは無限増倍係数を測定する方法には、実験上の避けられない困難があることを指摘し、組成固有の基本モードスペクトル中性子場におけるインポートランスの生成率と消滅率の比 k_{∞}^+ を用いることを提案している。

第2章は組成特性量 k_{∞}^+ を測定する方法の原理を述べたもので、その要旨はつぎの通りである。基本モードスペクトルは、はだかの臨界体系で実現される中性子エネルギースペクトルで、組成に固有のものである。中性子インポートランスはその随伴関数である。基本モードスペクトルは、はだかの臨界系でなくても、炉心が十分大きければ、その中心付近で、実験上十分の近似度をもって達成される。特性量 k_{∞}^+ は、実験に用いる臨界集合体の炉心中心部において組成物質のもつ反応度価値（いわゆる中心セルの反応度価値）を媒介して測定される。この反応度価値は、炉心中心の小部分を取り除いてボイドとしたときに減少する反応度で、直接的に測定できる量である。中心セルの反応度価値と特性量 k_{∞}^+ の関係式は摂動法によって導かれる。この式に含まれる2個の定数は、実験的に決定することが困難で、計算による推定値を用いなければならない。そこで、炉心中心のボイド中に、標準サンプルを入れたときの反応度増加、すなわち標準サンプルの反応度価値、に対する中心セルの反応度価値の比を用いて k_{∞}^+ の式を変形する。この式にもやはり計算によって推定しなければならない2個の定数が現れるが、変形前のものに比較して、よい推定値を得ることができる。ここで、推定値の不確かさが特性量 k_{∞}^+ の値におよぼす影響を詳細に考察し、標準サンプルの選び方についても詳しく検討している。

第3章では、高速炉臨界実験装置 FCA を用いて行なわれた組成特性量 k_{∞}^+ の測定について詳しい記述がなされている。測定が行なわれた組成は、肉厚 0.25 mm の不銹鋼で被覆された金属プルトニウムと、

核分裂中性子源としてこれにほぼ等量の20%濃縮ウラン、酸化アルミニウムおよびナトリウムから成っている。反応度値は制御棒の位置によって測定される。この測定法の精度および適用性を検討する目的で、標準サンプルにプルトニウム、ウランをそれぞれ単独に用いたもの、および両者を核分裂に関してほぼ等量含むものの3種類を用い、前記の2個の定数の計算に JAERI-FAST, RCBN および ABBN の3種の断面積セットを用い、系統的な比較検討が行なわれている。標準サンプルは、特性量 k_{∞}^* の値が定数の計算に用いる断面積セットに依存しないものほどよく、本例の組成に対してはプルトニウムと濃縮ウランの両方を含むサンプルが最も優れている。一方、特性量 k_{∞}^* の値は、その定義に従って計算によって求めることができるので、 k_{∞}^* の計算値と実験値を比較することによって、断面積セットの優劣を評価し得る。本例によれば、JAERI-FAST は k_{∞}^* を過小に評価する。この方法において、2個の定数の推定に含まれる誤差は、一般に縮小されて k_{∞}^* に伝ばんすることが確かめられている。

第4章は、上述の特性量 k_{∞}^* の測定法を利用して無限増倍係数 k_{∞} を測定する方法について述べたものである。中心セルの反応度値と標準サンプルの反応度値の比を無限増倍係数 k_{∞} に関係づける式は、 k_{∞} が1に近いという条件のもとに、 k_{∞}^* のそれと同じ形で与えられ、2個の定数のうち、中性子スペクトルに関するもののみが異なる。従って、測定の方法は k_{∞}^* の場合と同様である。測定はやはり臨界実験装置 FCA を用い、ウラン、ナトリウムおよび不銹鋼から成る媒質について行なわれ、得られた結果について、詳しい検討がなされた。

第5章は結論で、この研究の結果が要約して示されている。

論文審査の結果の要旨

高速中性子炉における中性子のエネルギー分布は、核分裂スペクトルを源とし、弾性および非弾性散乱、共鳴吸収などの、かなり複雑な過程を経て形成される。高速炉の特性は、このようにして形成される中性子のエネルギー基本モードのスペクトルに依存する。高速炉のいわゆる核設計に用いる炉物理量を求め、あるいは、それらのより確かな値を知るためには、基本モードスペクトルの中性子場のなかで、炉心組成の示す特性量を測定し、その値を、中性子に対する断面積から理論的に計算した値と比較研究することが必要である。

この論文の著者は、組成特性量として材料バックリング B_{∞}^2 あるいは無限増倍係数 k_{∞} を測定する従来の方法には、いずれも実験上避けられない難点があることを指摘し、それらに代る特性量として k_{∞}^* を導入した。 k_{∞}^* は基本モードスペクトルの中性子場における中性子インポートランスの生成率の消滅率に対する比で定義され、中性子断面積が与えられれば計算できる量である。

直接的に測定する量は、炉心中心の小部分を取り除いてボイドにしたときに失われる反応度と、このボイドに標準サンプルを投入したときに得られる反応度の比であり、 k_{∞}^* は2個の定数を含む式に、この反応度比を代入して求める。2個の定数には計算による推定値を用いるので、その誤差が k_{∞}^* に伝ばんする。その際、誤差の縮小されることがこの方法の長所のひとつである。また、無限増倍係数 k_{∞} が1に近い場合には、 k_{∞}^* と同様の方法で k_{∞} をも測定できる。

著者はこの方法で、高速臨界集合体 FCA を用い、ウラン、プルトニウム混合燃料組成の k_{∞}^* を測定

し、適当な標準サンプルを選べば、誤差は $\pm 1.0\%$ 程度で、中性子断面積の妥当性を評価するのに十分な確かさをもったデータの得られることを立証した。またウラン燃料を用いた無限増倍係数 k_{∞} の 1 に近いテストゾーンによる測定の結果、テストゾーンの寸法を十分大きくとれば、 $\pm 1\%$ 以内の誤差で k_{∞} あるいは K_{∞}^+ のデータの得られることが明らかにされた。これらの測定において、非均質効果など、結果に影響する種々の要因について詳しい検討がなされ、補正の方法が示されている。

以上述べたように、この論文は、高速中性子炉の炉心組成の特性量として従来用いられて来た材料バックリングあるいは無限増倍係数に比べて、実験上有利な特性量 k_{∞}^+ を定義し、その測定法を示し、その有用性を立証したものであって、学術上、實際上寄与するところがすくなくない。

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。