

氏 名	松 本 高 明
	まつもと たか あき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1247 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	過渡領域に注目した中性子熱化実験に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 兵藤知典 教授 岡本 朴 教授 西原 宏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、中性子熱化研究で関心のある3種の中性子熱化実験、1) パルス中性子実験、2) 指数実験、3) 中性子波実験、の実験結果のうち、中性子熱化の過渡状態にある領域を対象として行なった研究をまとめたもので、本文6章より構成されている。

第1章は序論である。この章において著者は、中性子熱化の概説と本論文の概要について述べている。著者は中性子熱化実験において過渡領域に注目することの意義、2つの過渡領域、すなわち、1) 黒鉛及びベリリウムの結晶性減速材に関する擬似モード、2) 増倍体系における過渡領域の概要を述べ、それぞれの過渡領域の解析に有効な展開法を提唱している。

第2章では、本研究に特に関連の深い中性子熱化の従来の研究を概説している。中性子熱化実験の種類とその相互の比較を示し、結晶性減速材における固有値問題、ことに擬似モードに関する従来の研究と増倍体系における中性子伝播実験に関する従来の研究を述べている。

第3章では、黒鉛における指数実験及び中性子パルス伝播実験の過渡領域特性について述べている。この問題に適用するために、著者は新しく非弾性散乱展開法を導入した。この方法は、熱中性子がある種の非弾性散乱過程を経験した回数に応じた部分中性子束で展開するため、その散乱過程の中性子熱化に対する寄与を直接検討することが出来て有効であることを述べている。次に他の研究者によって行なわれた指数実験を2群の非弾性散乱展開法により解析し、指数実験における擬似モードに見通しをつけた。また横方向の空間分布について、エネルギー依存のバックリング近似を導入して、外挿距離の空間依存性を明らかにした。

著者は45 MeV ライナック（電子線型加速器）を使用し、中性子パルス波伝播実験を行ない、高周波領域に至るまで擬似モードを得ている。その測定結果について固有関数展開法を用いて解析を行なった。その結果、中性子波伝播実験における擬似モードを明らかにしている。この章の終では、擬似モードの解釈に関して、非弾性散乱展開法と固有関数展開法における関連を調べ、統一的な理解を得たことを述べている。

第4章では、天然ウランと黒鉛の平板格子体系の中性子正弦波伝播実験を行い、その過渡領域について詳細に調べている。原子炉中性子を外部変調中性子源として使用して、格子のピッチ及び伝播方向などを変えて中性子波の伝播を観察している。その結果、過渡領域において増倍体系に特有の複雑な伝播特性が得られている。著者は新しく核分裂展開法を導入して測定結果を解析した。その結果、増倍体系において伝播特性の著しく異なった2種類の中性子基本波、即ち減速波と熱散乱波が存在し、相互に干渉し合うことが明らかとなった。また変調中性子源を異にする実験を行なうことにより、中性子波の位相が体系内の中性子波の挙動に関して極めて高感度に応答することが実験的に示されていることについて述べている。

第5章では、ベリリウム体系におけるパルス中性子実験の過渡領域について述べている。著者は一般的な非弾性散乱展開法により中性子の時間依存スペクトルを計算し、他の研究者の実験と比較して計算モデルの検討を行なった。ベリリウム体系中の空間依存スペクトルを種々のバックリングを用いて計算したところ、積分中性子束はほとんどバックリングに影響されなかった。この積分中性子束を $1/v$ 検出効率を有する検出器による熱中性子計数率に変換し、減衰曲線を得て、これを実験データと比較した。ブラッグカットオフエネルギーを飛び越す非弾性散乱過程に注目した非弾性散乱展開法を用いることによって、擬似モードの解析がなされている。この結果、擬似モードに関して第3章の黒鉛体系における指数実験及び中性子パルス波実験と同様の結論を得た。最後に擬似モードを与える熱領域方程式の基本固有値を計算することによって、実験における待ち時間の重要性が指摘され、熱エネルギー領域における中性子挙動の積分的な物理量に関する考察がなされている。

第6章は結論であり、本論文の総括を述べるとともに、中性子熱化研究における過渡領域に関する研究の重要性を述べている。

論文審査の結果の要旨

中性子の熱化とは、中性子が媒質の原子核と相互作用して熱平衡状態に到達することを云う。この場合2種類の過程に分類出来る。1つは、中子と原子核の核的な弾性散乱および非弾性散乱による減速過程、他の一つは原子核の熱運動が関与した非弾性散乱による熱平衡状態への到達過程である。一般に、中性子熱化の研究はこの2種類の複合過程を調べる研究であるが、中性子熱化実験は、主に後者の熱平衡到達過程を対象としている。本論文で取上げた中性子熱化実験も主として熱平衡到達過程を対象としている。

著者は、本論文において大別して2種類の異なる過渡領域を取扱っている。1つは、結晶性減速材において特に問題となる擬似モードであり、他は非均質増倍体系において中子の減速も含めた中性子熱化である。著者は前者に対し非弾性散乱展開法を、後者に対し核分裂展開法を適用して現象の解明を行なった。得られた成果の主なものを列挙すれば次の通りである。

(1) パルス中性子実験における時間依存中性子スペクトルのような過渡的な中性子スペクトルの従来の計算方法では、中性子スペクトルの形成にどのような種類の非弾性散乱がどの程度寄与しているかを知ることが困難であった。著者の提唱する非弾性散乱展開法は、その散乱過程の中性子熱化に対する寄与を直接検討することが出来て有効である。

(2) 他の研究者により行なわれた種々の大きさの黒鉛体系に対する指数実験の結果に対し、熱中性子及

び冷中性子の2群の非弾性散乱展開法により解析し、指数実験における擬似モードを明らかにした。また空間分布についてエネルギー依存のバックリングを導入し、外挿距離の空間依存性を明確に説明した。

(3) 45 MeV 電子ライナックをパルス中性子源とし、黒鉛の小体系において、高周波数領域に到るまで擬似モードを観測した。

(4) ベリリウムのパルス中性子実験の過渡領域に関し、非弾性散乱法を用いて中性子の時間依存スペクトルを得た。これを他の研究者の実験結果と比較し、良好な結果が得られていることがわかった。この中性子束を $1/v$ 検出効率を有する検出器による計数率に変換し、減衰曲線として実験値と比較し、中性子実験において擬似モードは熱領域方程式で表わしうることを明らかとした。

(5) 非均質増倍体系における過渡特性の研究のため、黒鉛及び天然ウランの平板格子体系における中性子正弦波伝播実験を行なった。過渡領域において増倍体系に特有の複雑な伝播特性を観測した。これを著者が提唱した核分裂展開法により解析した結果、熱エネルギー領域の散乱過程により作られる熱散乱波と核分裂、減速、熱化の過程を経て作られる減速波の干渉を確認した。

以上を要するに、本研究は熱中性子炉で主要な役割を果す熱中性子の生成過程である中性子熱化の現象を、中性子熱化実験とその解析によりなるべく正確に理解し、熱中性子炉の核設計の精度向上に寄与しようとするものである。得られた成果はこの過程における擬似モードについて、実験と解析から存在と解釈を示すものであり、学術上實際上寄与するところが少ない。

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。