

氏 名	石 黒 幸 雄 いし ぐろ ゆき お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 348 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 3 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	Improvements to the Intermediate Treatment of Resonance Absorption in Nuclear Reactor Theory (原子炉理論における共鳴吸収の中間的取り扱いに関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教授 兵 藤 知 典 教授 西 原 宏 教授 岐 美 格

論 文 内 容 の 要 旨

原子炉理論における共鳴吸収は、原子炉の臨界性、新型転換炉の転換比、高速炉の増殖比等に大きな影響を及ぼし、その価を正確に評価しなければならない。共鳴吸収の温度依存性によるドプラー効果は、原子炉の安全性に大きな影響を及ぼし、特に高速増殖炉の安全性に寄与する最も重要な因子となっている。

本論文は共鳴吸収の中間的取り扱いに対する新しい方法について述べており、6章より構成されている。

第1章は本論文全体の序論であって、適去における共鳴吸収に関する研究の概要と、本研究を行なうにいたった動機と目的を述べている。

第2章では、中性子を吸収する原子核の格子運動のエネルギーが、マクスウエル分布をしていると仮定した場合に対する、ドプラー効果で広がった共鳴断面積に対する厳密な式を導き、これまで用いられている $\mathcal{V}$ 関数近似の精度を調べた結果について述べている。この結果から、第3章以降に述べる計算に $\mathcal{V}$ 関数近似を使用した場合、必要かつ充分の精度が得られることが判明した。

第3章では、共鳴吸収の中間的取り扱いに使用する中間パラメータの決定に対し、新しい方法を導入し、共鳴積分およびその温度係数を求めた結果について述べている。この計算の過程において、中間パラメータの取り得る値の範囲および温度依存性が調べられた。著者の用いた方法によれば、中間パラメータの決定に対し、極めて簡単な近似式も導入することが可能である。著者の用いた方法により、種々の近似式を均質系に適用した計算結果および既存の近似式を同じ系に対し適用した計算結果と、厳密な式による計算結果とが比較された。干渉散乱は共鳴吸収の計算には非常に重要で、しかもこれを共鳴吸収の計算において考慮すると、中間パラメータの温度依存性は決して無視出来ないことが示された。この温度依存性を考慮するための簡単な補間法が示された。

第4章の前半では、非均質系での共鳴吸収の中間的取り扱いに関する一般論について述べている。共鳴

吸収を解析的に取り扱う際に平たん中性子束分布を仮定する手法が用いられるが、その妥当性について共鳴吸収の中間的取り扱いの立場からくわしい議論がなされている。第4章の後半では、非均質系の衝突確率を計算するために、2項の有理式の和による近似式が提案され、これまで提案されている近似式より精度が高いことが示されている。また衝突確率の精度は、共鳴吸収の計算の最終結果にはあまり影響しないことが示されている。この計算の結果は、モンテカルロ計算の結果と極めて良い一致を示すことが示されている。

第5章では、第3章で述べた共鳴吸収の中間的取り扱いの新らしい方法を、非均質系に適用した結果について述べている。酸化ウランを核燃料とした炉心の正方格子に対し、 ^{238}U の代表的共鳴積分が、干渉散乱を考慮して計算された。個々の共鳴準位に対して、平たん中性子束の仮定を用いたことによる誤差について議論している。つぎに、中間的方法で得られた共鳴積分のドプラー係数が、厳密な数値計算から得られた値と比較され、中間的パラメータの温度依存性を無視することは非均質系でも大きな誤差をもたらすことが示されている。また中間的取り扱いにより計算した共鳴積分の等価関係について議論されている。この場合に共鳴積分は燃料棒の修正された質量対面積比の線型関数として表わすことが出来ると述べている。

第6章は本論文のまとめと結論である。

論文審査の結果の要旨

本論文は原子炉内の共鳴吸収を理論的に研究し、計算方法の簡単化、実用化のため種々の検討改良を試みた結果をまとめたもので、主な成果は次の通りである。

- 1) これまでドプラー効果が広がった共鳴断面積に対し ψ 関数近似が用いられていた。著者は中性子を吸収する原子核の格子運動エネルギーがマックスウエル分布をしているとの仮定の下に厳密な式を導き、 ψ 関数近似は十分な精度を有することを示した。
- 2) 著者は非均質系の衝突確率を計算するための2項の有理式の和による近似式を提案した。この近似式による計算結果を深井によりなされた厳密な計算結果と比較することにより、他の近似式より精度のよいことを明らかにした。
- 3) 著者は共鳴吸収の中間的取り扱いに使用する中間パラメータの決定に対し新らしい方法を導入した。均質系にこの方法を適用し1次近似の形の共鳴積分が厳密な値に一致するように中間パラメータを決定することが可能であることを示した。
- 4) この均質系での共鳴吸収の計算結果によれば、干渉散乱は共鳴積分の計算だけでなく、そのドプラー係数の計算にも極めて重要であることが示された。
- 5) 中間パラメータの決定に対する著者の方法によれば、精度の高い簡便な近似式をも導入することが出来、その精度は充分満足しうるものであることが示されている。
- 6) 中間パラメータは0と1の間の値をとるとは限らず、共鳴積分の値がWR近似とNR近似の両極端の近似値からどの程度離れているかを示すパラメータと解釈すべきであることが示されている。
- 7) この中間パラメータの決定に対する新らしい方法を、干渉散乱を考慮して非均質系に適用し有効で

あることを示した。特に原子炉解析における計算時間の短縮，計算精度の向上に寄与することを指摘している。

これを要するに本論文は原子炉解析および設計に欠くことの出来ない共鳴吸収の計算に対し，新しい方法を導入し，計算時間の短縮，計算精度の向上に成功したものであって，日本原子力研究所の実用原子力計算コードに採用された有用性を実証されているものであり，学術上，實際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論文として価値あるものと認める。