

【 40 】

氏名	黒井英雄 <small>くろいひでを</small>
学位の種類	理学博士
学位記番号	論理博第46号
学位授与の日付	昭和38年12月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	Experimental study on neutron energy spectra during moderation in the thermal reactor (減速中の中性子エネルギースペクトルに関する実験研究)

論文調査委員 (主査) 教授 四手井綱彦 教授 小林 稔 教授 安見真次郎

論 文 内 容 の 要 旨

減速中の中性子エネルギースペクトルとして、よく $1/E$ スペクトルが仮定されるが、原子炉内の中性子吸収と漏洩のため、実際は $1/E$ スペクトルより相当ずれる。この論文は、炉内において減速中の中性子エネルギースペクトルを、場所の関数として測定し、漏洩、吸収の中性子スペクトルにおよぼす効果を、実験的にもとめたものであり、エネルギースペクトルの測定方法、濃縮ウラン重水二領域系での測定結果、およびその検討よりなっている。

まず、実験測定の便宜のため、スペクトル指数 β を定義し、中性子スペクトルを $\phi(u) = \text{const.} \cdot e^{-\beta u}$ とおき、実験的にスペクトル指数 β を求める方法をとっている。ここに u はレザデである。 β を測定する方法としては、まず、種々の共鳴中性子検出箔により、各共鳴エネルギーにおける体系内の中性子束分布を測定し、仮射体で $1/E$ スペクトルの成り立つ場所を求めた。この点を基礎として各共鳴中性子検出箔のカドミウム比を系内の種々の場所で測定し、各点におけるスペクトル指数を決定している。共鳴箔として用いたのは、 In^{115} 、 Au^{197} 、 Co^{59} 、 Mn^{55} の 1.46ev, 49ev, 132ev, 327ev であり、 U^{238} 核分裂計数管・ BF_3 計数管による測定結果も、補助的に利用している。測定はすべて相対測定によるものであるが、実験的に求められた $1/E$ スペクトルを利用し、スペクトルの絶対値が求められている。このような方法が、共鳴検出箔の中性子反応断面積の不確かさ等を勘案した場合、現在行ない得る唯一の方法であると結論している。

測定は球型二領域濃縮ウラン重水系臨界実験装置で行ない、種々のパラメーターにおける資料を得るため、炉心は、800, 660, 530mm ϕ の三種を用い、反射体はその中性子吸収をかえるため、重水に硼酸を混入したものをを用いている。

これらの系において、中性子エネルギースペクトルを測定するまえに、種々の共鳴エネルギーにおける中性子束分布をはかり、その停留点を利用して、反射体の炉心に近い場所にかんがりのエネルギー範囲にわたって、 $1/E$ スペクトルが成り立つことを見出した。

さらに、この $1/E$ スペクトルを基準として、系内各部のスペクトル指数をエネルギーの関数としてもと

め、これより中性子エネルギースペクトルの形を決定している。このエネルギースペクトルの変化を通じて、以下にのべるような結果をえている。スペクトル指数 β は中性子の吸収または漏洩があれば、正の値になるが、炉心においては両者の効果を分離して、かなり定量的に決定されている。 β は炉心において正であり、反射体に入って負の値を示す。この値が零になる点で $1/E$ スペクトルが現われる。 β が負のところでは、中性子の漏洩はなく、逆に流れ込みになっている。このように反射体に向って β が減少してゆく度合は、エネルギーが高いほど急速に行なわれている。

その他、中性子漏洩の場所的变化はエネルギーが高いほど大きいこと、漏洩が最大になる場所は炉心の中央より若干はなれたところにあること、 $\ln \phi(u)$ が吸収に漏洩が加わって100ev近くで曲りを生ずること等が観測され、その理由が説明されている。

参考論文その1は、反射体を有する熱中性子炉の即発中性子寿命を、理論的に求めたものである。その2、その3は提出者等が建設した重水均質系の臨界実験装置についての実験とその解析を詳細に報告したものである。その4では、吸収断面積より散乱断面積がはるかに大きい共鳴吸収箔の一例として、 Co^{59} 箔の中性子自己遮蔽要素を、モンテカルロ法および衝突確率法をつかって求めている。

論文審査の結果の要旨

原子炉内で、減速中の中性子エネルギースペクトルとしては、普通 $1/E$ スペクトルが仮定される。しかし、炉内では中性子の吸収と漏洩があり、実際は $1/E$ より相当ずれている。このスペクトルのずれは、共鳴をのがれる確率および多数組理論の組定数に重大な影響がある。また、原子炉をつかった共鳴領域の実験を解析するとき、このスペクトルのずれをすることは重要である。このようにこの問題は、原子炉物理学の重要課題であるにもかかわらず、ほとんど研究が行なわれていない。この論文は、この問題を実験的に研究し、はじめて解答をあたえたものである。

まず、現在の測定法より生ずる困難をとりのぞくため、独特のスペクトル指数 β を定義し、中性子エネルギースペクトルを、 $\phi(u) = \text{const.} \cdot e^{-\beta u}$ とおいている。 u はレサザである。 β は、共鳴中性子箔を利用した測定から求めることができ、この指数をつかうことによって、測定器より生ずる不確定要素をのぞくことができる。

測定には、球型二領域濃縮ウラン重水系臨界実験装置を使用し、その中性子スペクトル $\ln \phi(u)$ が吸収と漏洩の組み合わせで、100ev附近で折れることを見出している。また、中性子スペクトルが空間的にどのように変化するかを調べ、炉心と反射体との境界面のすぐ外側で $1/E$ スペクトルが実現していることを明らかにし、またこの境界面の内側で、中性子の漏洩最大点があることを見出すとともに、反射系における中性子スペクトルの空間分布を明確にした。

ここで測定された量は、重水減速系に関するものであるが、定性的には他の系においても成立する。これらの結果は、従来ほとんど検討されていなかった減速中の中性子スペクトルの場所的变化の特性を、定量的に明らかにしたものである。

参考論文4編は、いずれも原子炉物理学に関する、理論的または実験的研究で、この分野における貴重な資料である。

要するに、黒井英雄は原子炉物理学の分野における重要な課題を解決して、この研究分野の発展に寄与貢献したのであって、原子炉物理学についての、豊富な知識とすぐれた研究能力とをもちていることが認められる。

よって本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。