

氏 名	道 川 太 一
	みち かわ た いち
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 763 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 3 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	標準中性子場としての黒鉛パイルにおける熱中性子の測定 と解析に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 西 原 宏 教授 岡 本 朴 教授 柴 田 俊 一

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、中性子束密度に対する度量衡標準となる標準熱中性子場を確立する目的で工業技術院電子技術総合研究所につくられた標準黒鉛パイルについて、著者の行なった実験のおよび理論的研究を記述したもので、5章からなっている。

第1章は序論である。先ず世界各国における主要な標準熱中性子場の構造と主な特性が表に示してある。そのうちには、本学の原子炉によるものも含まれている。つぎに、この研究の対象である黒鉛パイルの仕様が示されている。このパイルでは定常中性子源のほか、パルス中性子源も用いられる。本論文の主要部は、パルス中性子源によって黒鉛パイル内につくられる熱中性子場のエネルギースペクトルの測定と解析である。

第2章は、金箔によって熱中性子束密度の絶対測定を行なう際に問題となる補正項についての研究を述べたものである。主な系統誤差の要因は金箔の誘導放射能の絶対測定における補正項である。著者は、 ^{198}Au からの内部転換電子およびガンマ線に対するベータ線検出器の計数効率を詳しく解析することによって補正項の評価を改善した。その結果、熱中性子束密度の絶対測定が、 $\pm 1.2\%$ の精度でできるようになり、昭和41～43年に国際度量衡局の主催した国際比較においてわが国の標準は高い評価をうけた。

第3章は、黒鉛パイル内で、減速によって熱中性子場のつくられる過程について行なわれた研究を記述したものである。熱中性子領域において異なるエネルギーで顕著な共鳴反応を示す Gd, Sm および Cd と $1/v$ 反応断面積をもつ ^{10}B を用いてパルス中性子実験を行ない、6種の時間依存反応率比を、パイル内の5箇所測定した。一方、この測定値と対比する理論値を求めるために、時間・空間依存中性子束分布を多数組拡散方程式の数値解法によって求め、上記6種の反応率比を計算した。スペクトルの形成過程を支配する黒鉛の非弾性散乱の組定数は Young-Koppel, 吉森・北野, Page-Haywood の各モデルおよび固体に対する単純 Debye モデルによるフォノン振動数分布をそれぞれ用いて求めている。測定値と理論値との対比によって、黒鉛パイル内で熱中性子化過程が、時間的・空間的にどのように振舞うかにつ

いて、また各種のフォノン振動数分布モデルの適用性について、いくつかの新しい知見が得られた。さらに、従来の定常中性子源による熱中性子標準場のほかに、パルス中性子源による時間依存中性子場も標準場として有用であることが示された。

第4章は、第3章の実験に用いるために著者が試作した高速時間分析器について述べたものである。黒鉛による中性子熱化時間は1ms以下で、この間における反応率の時間変化を測定するためには、チャンネル幅を1~2 μ sとする必要があり、在来の磁心記憶装置による時間分析器は使用できない。そこで著者は織成型磁性線記憶装置を用いて、純マルチスケーラモードで最小チャンネル幅1.175 μ sを実用化している。さらに、複数回のトリガによって全チャンネルを一巡する方式を用いて、25nsの最小チャンネル幅を実現している。

第5章は結論で、各章に関する総括的討論と得られた成果の要約が示されている。

論文審査の結果の要旨

熱中性子測定の較正、熱中性子反応断面積の測定、あるいは熱中性子による種々の効果の定量には、中性子束密度が絶対測定され、エネルギースペクトルの明らかな標準熱中性子場が必要である。この目的のために、世界各国に数多くの標準熱中性子場がつくられており、昭和41年から43年にかけて、国際度量衡局の主催のもとに国連および10箇国が参加して国際比較が行なわれた。この論文は、標準熱中性子場をつくる目的で電子技術総合研究所に設置された黒鉛パイルについて著者の行なった研究を記述したものである。

熱中性子束密度の絶対測定は、金箔の誘導放射能の $4\pi\beta\gamma$ 同時計数法によって行なわれる。著者は、 β 線検出器の計数効率に対する金箔の厚さによる補正項の計算法を改善し、実験値とよく一致することを確かめた。その結果、熱中性子束密度の絶対測定を $\pm 1.2\%$ の精度で行なうことができるようになり、上記の国際比較において、わが国の標準は最確値からの偏りが僅か0.3%以内という優れた成績を収めた。

黒鉛パイル内の熱中性子場は、中性子源から供給される高速中性子が黒鉛によって減速され、さらに熱化される過程を経て形成される。著者はこれに注目し、パルス中性子源によってつくられる熱中性子場にGd, Sm, Cd および ^{10}B を置いて、それらの反応率の比の時間変化および空間依存性を測定した。得られた測定値を理論値と比較することによって、(1)熱化進行中は熱中性子数の時間変化もエネルギースペクトルも位置による変化を無視できないこと、(2)黒鉛のフォノン振動数分布についてはPage-Haywoodモデルおよび吉森・北野モデルが実験結果をよく説明できることなど、多くの興味ある知見が得られた。また、黒鉛パイルが、従来の定常中性子源による定常標準場として利用できるばかりでなく、パルス中性子源による時間依存熱中性子標準場としても有用であることが示され、新しい利用の途がひらかれた。

黒鉛パイル内での中性子熱化時間は1ms程度の短時間であるため、熱化過程の実験では在来の磁心記憶装置を用いた時間分析器は時間分解能が不足する。そこで著者は織成型磁性線記憶装置を用いた高速時間分析器を試作して上記の実験を可能にした。この分析器の純マルチスケーラモードの場合の最小チャンネル幅は1.175 μ sで、在来のものの約十分の一である。さらに複数回のトリガで全チャンネルを一巡する方式を併用して、チャンネル幅を25nsにまで短縮することに成功した。この分析器は時間分解能が高いのみ

ならず、数え落しの補正を必要としない点でもすぐれており、今後広く利用されるものと考えられる。

以上述べた通り、この論文は、熱中性子を利用するうえに重要な標準熱中性子を実現し、著者自身の試作した高速時間分析器を用いて時間依存標準場という新しい概念を明らかにし、熱中性子標準場に対して新しい利用の途をひらいたもので、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学位論文として価値あるものと認める。