

氏 名 藤 田 薫 顕
ふじ た よし あき
 学位の種類 工 学 博 士
 学位記番号 論 工 博 第 1740 号
 学位授与の日付 昭 和 59 年 9 月 25 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 Application of Filtered Neutrons to Precise Measurements
 of Neutron Cross Sections
 (フィルター中性子の高精度中性子断面積測定への応用)

論文調査委員 (主 査)
 教授 木村逸郎 教授 西原 宏 教授 岡本 朴

論 文 内 容 の 要 旨

ある狭いエネルギー幅の中で中性子全断面積の値が極小値をとる物質が存在する。本論文は、このようなフィルター物質の厚い層を用いて得られる単色の中性子すなわちフィルター中性子を高精度の中性子断面積測定に応用した研究の結果をまとめたもので、11章より成っている。

第1章は序論で、高精度の中性子断面積測定の必要性から本論文の目的を示し、フィルター中性子とりわけパルス状中性子源と組合せたフィルター中性子は、バックグラウンドが極めて低いことにより、精度の高い中性子断面積測定を可能にするものとして本論文の着眼点を示している。

第2章では、フィルター中性子の一般論とこれを中性子断面積測定に応用した場合の特徴について述べ、フィルター物質の具備すべき条件と具体的な材料について論じている。

第3章では、本研究を通じて用いられた2種類の実験配置について述べている。まず電子線型加速器による中性子飛行時間分析法にフィルターを組合せてバックグラウンドを著しく低減した結果を示し、次に研究用原子炉の実験孔にフィルターを設置した場合、補助フィルターにより線質が改善されることを示している。

第4章と第5章では、それぞれフィルター物質として有望視されながら、それ自身の断面積データが不十分であったスカンジウムとシリコンについて、極小値近傍における全断面積測定の結果を示している。2 keV 近傍におけるスカンジウムの全断面積は最近の Liou らの値の約 1/3 であり、またシリコンについては 146 keV 近傍の値を与えるとともに、新たに 53.5 keV にも全断面積の極小値が存在することを明らかにしている。

第6章と第7章では、24 keV の鉄フィルター中性子を用いて、それぞれベリリウム、炭素、酸素および水素の全断面積を精度約 0.1% で測定し、得られた値を評価値などと比較した結果を与えている。なかでも水素の全断面積は (n, p) 全断面積ともいわれる重要な物理量であり、この結果から n-p 相互作用における Lomon と Wilson のパラメータの妥当性を示している。

第8章では、24 keV の鉄フィルター中性子を原子炉材料等の6種類の元素の捕獲断面積測定に応用し

た結果について述べている。測定には C_6F_6 シンチレータを用い、パルス波高を重率としたデータ処理法を採用することによって容易に捕獲断面積の値が得られることを示した後、 ^{98}Nb , ^{115}In , ^{127}I , ^{165}Ho , ^{181}Ta および ^{238}U の捕獲断面積を精度約 5% で測定し、得られた結果を評価値や従来の実験値と比較している。

第9章では、144 keV のシリコンフィルター中性子を用いてトリウムの非弾性散乱断面積を測定した結果を示している。陽子反跳比例計数管を中性子スペクトロメータとして使用し、鉛と比較してトリウムの非弾性散乱による寄与を求める方法を案出することによって、従来データが欠如していた 250 keV 以下のエネルギーにおける非弾性散乱断面積を初めて求めた結果を与えるとともに、それを用いて非弾性散乱過程における変形核の回転運動の直接励起の寄与について論じている。

第10章では、24 keV の鉄フィルター中性子を用いて、金属トリウムと酸化トリウムの有効全断面積にあらわれる Doppler 効果と自己遮蔽効果の関係を測定し、その結果が Bee の示した理論的予測式を充たすことを明らかにしている。

第11章は結論であって、本研究で明らかになった知見をとりまとめるとともに、フィルター中性子法について総括し、併せて今後の研究の方向についても論及している。

論文審査の結果の要旨

現在入手できる中性子断面積の実験データの中には、不確かさがかなり大きなものが数多く見うけられる。これは従来の実験における誤差の見積りに問題があったためであり、実験誤差の入りにくい中性子断面積測定法の開発が望まれている。このことは、中速領域すなわち keV 領域のエネルギーの中性子についてとくに著しい。本論文は、keV 領域の単色中性子源として中性子フィルター法に着目して、その性能改善を行い、それによって得られたフィルター中性子を中性子断面積の測定に応用した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. フィルター物質として有望であるとされながらも、それ自身の断面積データが不十分であったスカンジウムおよびシリコンについて、極小値近傍における全断面積を測定した結果、前者として従来値の約 1/3 の値 0.21 ± 0.03 バーンを得た。また、後者については、53.5 keV にも極小値が存在することを見出した。

2. 電子線型加速器による中性子飛行時間分析にフィルターを組合せる方法を新たに採用することによって、バックグラウンドを主信号の約 1/700 まで低減できた。これにより、誤差 0.1% という高精度の中性子全断面積測定が可能となった。また、研究用原子炉を用いた中性子フィルターについても研究し、主フィルターの他にいくつかの補助フィルターを用いることによって線質が改善され、それにより断面積測定の誤差が低減できることを示した。

3. 24 keV の鉄フィルター中性子を用いて、ベリリウム、炭素、酸素および水素の全断面積を誤差約 0.1% で測定した。これらの結果は、この定点エネルギーにおける誤差が最小のデータであり、今後エネルギー依存断面積の規格値となりうることを示した。

4. 24 keV の鉄フィルター中性子を用い、 C_6F_6 シンチレータとパルス波高重率法によって、原子炉に

関連した6種類の元素の中性子捕獲断面積を誤差約5%で測定した。従来、このエネルギー領域における捕獲断面積データには大きな誤差が存在していたため、ここで求められた値も一つの基準的な値となることを示した。

5. 144 keV のシリコンフィルター中性子を用いて、トリウム232の非弾性散乱断面積を測定した。これは250 keV 以下における最初のデータであり、その結果を理論値と比較することにより、非弾性散乱における変形核の回転運動の直接励起過程の寄与を示した。

6. 24 keV の鉄フィルター中性子を用いて、金属トリウムと酸化トリウムの有効平均断面積にあらわれる Doppler 効果と自己遮蔽効果間の関係に注目した測定を行い、Bee の示した予測式の正当性を実験的に立証した。

以上要するに、本論文はいくつかの新しい方法によって中性子フィルターの性能を向上し、得られたフィルター中性子が高精度の中性子断面積測定に応用できることを示し、実際にいくつかの基準的な値を求めたものであって、学術上、実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。

また、昭和59年8月6日、論文とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。