

審査の結果の要旨

氏名 藤 健太郎

日本原子力研究所と高エネルギー加速器研究機構（KEK）で計画している大強度陽子加速器による一連の中性子科学実験は、構造生物学の研究から、物性物理研究、中性子ラジオグラフィや使用済み核燃料の核変換処理研究に至るまで、今後の原子力研究の1つの方向を示すものとして誠に重要な分野である。このような中性子科学研究を進めるために、研究用装置としての中性子検出器が必須であり、従来以上に中性子イメージング技術にすぐれた高い計数率が可能な測定器の開発が要請されている。

本論文は、この要請に答えるため主として、光技術を用いた中性子検出器の開発研究を行なったものであり、5章から構成されている。

第1章は序論であり、研究背景、目的等につき、その概要を述べている。

第2章は中性子イメージングについて現状の技術レベルの解説をしており、今回目的とする測定には、基本的に従来の方法では原理的に無理があることを説明している。又、今回の中性子利用は1マイクロ秒巾のパルス中性子である点に特徴があり、40mミリ秒毎に1回発生するものであるので特に高計数率の測定可能性が必要であることなどを述べている。また最終的に必要とされる中性子検出器の性能をまとめており、主仕様である位置分解能や計数率が目的によって変わること、例えば代表的な単結晶散乱実験では、1mm以下の位置分解能で 10^6 cps程度の高計数率が必要とされていると示している。

第3章は、今回開発した方法の1つである「イメージングプレートの高速読み取り法による中性子イメージング検出器」について説明している。これは、従来、画像の読み取りに数分間を要しており、時間分解能の存在しなかったイメージングプレート（IP）を高速の画像読み取り法により数ミリ秒で画像を読み取ろうとする方式に挑戦した結果をまとめている。今まで、画像読み取りに用いていた点状レーザー光を線状レーザー光に置き換え、光電子増倍管も従来方式から変えて、波長シフト光ファイバー群とストリークカメラで読み取り、その出力をCCDカメラにて画像化する方法に変更している。この方式自身は、大よそ成功しており、5cm×4cmのIP板を数ミリ秒で読み取ることに成功している。このとき、画像のピクセルサイズは、 $0.8 \times 0.5 \text{mm}^2$ であった。

また、IP板からの光読み取りの際に、従来はレーザー光を照射した面から反射してくる信号光を読んでいたが、実験上の都合から反対側から透過光を読み取る方式を「透過読み取り法」と本論文では名付け、この「透過読み取り法」を用いたときのIP板の厚さについての最適化も行っている。この厚さの最適化については、実際の中性子エネルギー分布に応じて決める必要があるとしている。

第4章は次に開発した方法として「蛍光体と波長シフトファイバーを用いた中性子イメージング検出器」の開発について述べている。この場合、蛍光体に対し、そのような蛍光

を測定するための蛍光性光ファイバーをどのように配置してイメージング検出器にするかに応じて、いろいろな方式が考えられる。実際に試みた方法は、(1) 蛍光性光ファイバーをバンドル状にして、X-Y方向に配置する方式や、(2) 蛍光体自身のX-Y方向に溝をあけて、その溝の中に蛍光性光ファイバーを走らせる方式などについて試作した結果として、検出効率と位置分解能、あるいは必要なコインシデンス回路数などについてまとめている。これらは、中性子科学実験の多くの用途に利用する際にいろいろな性能の中性子検出器が多種類必要とされるが、今回のいろいろな検出器としての性能の結果はそれぞれに対応するものでもあると考えられる。

第5章は、結論と今後の課題についてまとめている。今回、開発した多種類の測定器が実際に適用され得る実験分野についても個別的に性能に応じてまとめている。今後の課題としては、IP自身の素材の改良と検出効率の改善としている。

本論文は、この大強度陽子加速器用の中性子検出器の開発研究を通してシステム量子工学の研究に多くの貢献をしていると判断されるものである。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。