

(続紙 1)

京都大学	博士（エネルギー科学）	氏名	Hesham Ibrahim Shahbunder
論文題目	STUDY ON SUBCRITICAL MULTIPLICATION PARAMETERS FOR NEUTRONICS DESIGN OF ACCELERATOR DRIVEN SYSTEM (加速器駆動システムの核設計のための未臨界増倍パラメータに関する研究)		
(論文内容の要旨)			
本論文は、核変換処理等を目的とした安全性の高い新しい原子力システムとして期待されている未臨界状態の原子炉と加速器を組み合わせた加速器駆動システム（ADS）の核設計を精度良く行なうことを目的とし、そのために重要となる外部中性子源に対する炉心内での中性子増倍特性を評価するための未臨界増倍パラメータに着目してその理論的考察と実験的検証について論じた結果をまとめたもので、5章からなっている。			
第1章は序論で、ADSの特徴とその開発を行うことの意義、これまでの世界各国で行われてきたADSに関する研究成果、および京都大学原子炉実験所の低出力の実験用原子炉である臨界実験装置(KUCA)を用いて行われてきたADS実験内容についてまとめ、それに基づき本論文の目的と概要について述べている。			
第2章ではADSの中性子増倍特性を評価するために未臨界増倍パラメータとして外部中性子源効率、未臨界増倍係数、中性子増倍度に着目し、これまでADSの未臨界性の評価を行うために最も広く用いられてきた実効増倍率と比較しながら各パラメータの理論的な導出を行い、各パラメータの関係についての考察を行っている。その上でこれらの未臨界増倍パラメータを実験的に求める手法について検討し、測定が難しいウランの核分裂率の代わりに研究室において開発を行っている細径の光ファイバー検出器を用いて体系内でのLiの反応率分布を測定し、その測定値と中性子源強度の測定値を用いることで各パラメータを求める手法を新たに提案している。			
第3章では前章で議論した未臨界増倍パラメータを求めるための新しい手法を実験的に検証するために、最初に仮想的なADS体系の解析を行い各パラメータの特性について調べた後、KUCAと14MeV中性子を発生させるコッククロフト型DT加速器を用いたADS模擬炉心にて行った実験の結果について述べている。実験では制御棒を用いて未臨界度を様々に変化した体系でのLiの反応率分布を測定し、その結果から各パラメータを求めている。それらの結果をモンテカルロ法による詳細な解析結果と比較したところ、実効増倍率およびLiの反応率分布の実験値と計算値は未臨界状態であっても良く一致していること、前章で提案した手法によりLiの反応率分布から求めた各パラメータの値は計算結果と2～12%以内の精度で一致しており炉心内での中性子増倍特性に対する予測精度としては十分なものであること、さらに未臨界度の変化に対する各パラメータの特性を把握することができ、ADSの中性子増倍特性の評価のためにこれらのパラメータを利用できることを確認している。			
第4章では前章までの研究成果に基づき、これまで全く研究が行われていなかったADS体			

系内での中性子エネルギースペクトルと中性子源からの中性子エネルギーの変化が ADS の未臨界増倍パラメータと中性子増倍特性に及ぼす影響を実験的に評価している。中性子源としては第 3 章で用いた DT 加速器、または最大 100MeV の高エネルギー中性子を発生させることができる FFAG 陽子加速器を用いて発生する中性子を用い、KUCA のスペクトルが大きく異なる 2 種類の炉心における未臨界増倍パラメータと中性子増倍特性を第 2 章で述べた手法により測定し、モンテカルロ法による解析結果との比較を行っている。その結果、100MeV の高エネルギー中性子を用いた実験であっても各パラメータの測定精度は 14MeV 中性子を用いた場合と同程度であることを示している。また本実験を通じて各パラメータに対する中性子エネルギースペクトルと中性子源の影響を評価した結果について述べている。

第 5 章では本研究での ADS の未臨界増倍パラメータの理論的考察と KUCA で行った様々な実験と解析結果を通じて得られた結論についてまとめ、今後さらなる ADS の開発研究を行っていくための課題について述べている。

以上の通り、本論文は未臨界増倍パラメータを元に ADS の核設計を行なう上で重要となる中性子増倍特性に関する貴重な知見をまとめた内容である。

よって、本論文は博士（エネルギー科学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 22 年 10 月 20 日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、未臨界状態の原子炉と加速器を組み合わせた加速器駆動システム (ADS) の核特性のうち、外部中性子源に対する炉心の中性子増倍特性の評価方法について、理論と実験を通じて研究を行っ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。

ADS は核変換処理等を目的とした安全性の高い新しい原子力システムとして期待されており、本研究では ADS の核設計で重要となる外部中性子源に対する炉心内での中性子増倍特性を評価するために未臨界増倍パラメータと呼ばれる量に着目し、このパラメータの測定を通じて ADS の核特性を実験的に評価し今後の ADS 核設計に役立てることを目的としている。未臨界増倍パラメータとして外部中性子源効率、未臨界増倍係数、中性子増倍度に着目し、各パラメータ関係について理論的な考察を行った。その上でこれらのパラメータを実験的に求めるために、Li の反応率を測定しその分布形状から各パラメータを求める手法を新たに提案した。この手法を実験的に検証するために京都大学臨界実験装置 (KUCA) と 14MeV 中性子を発生させる DT 加速器を用いて ADS 模擬炉心にて実験を行い、モンテカルロ法による解析結果との比較を行った。その結果、これらのパラメータの測定値は炉心の中性子増倍特性に対する予測精度としては十分なものであることを確認することができた。

これらの研究成果に基づき、ADS 研究としてこれまで実施されることがなかった中性子エネルギースペクトルと中性子源の変化が ADS の未臨界増倍パラメータに及ぼす影響を調べるために、KUCA のスペクトルの異なる炉心において DT 加速器または最大 100MeV の高エネルギー中性子を発生させることができる陽子加速器を用い、各パラメータと中性子増倍特性を測定すると共に解析結果との比較を行った。その結果、未臨界増倍パラメータに対するスペクトルと中性子源の影響を詳細に評価することができ、ADS の中性子増倍特性に関する貴重な知見を得ることができた。

よって、本論文は博士 (エネルギー科学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 22 年 10 月 20 日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

論文内容の要旨及び審査の結果の要旨は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。特許申請、雑誌掲載等の関係により、学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降