

氏 名	北 村 康 則
学位(専攻分野)	博 士 (エネルギー科学)
学 位 記 番 号	エ ネ 博 第 18 号
学位授与の日付	平成 12 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	エネルギー科学研究科エネルギー基礎科学専攻
学位論文題目	Study on Reactor Noise Experiment Using the Pulse-Recording Technique (パルスレコーディング技術を用いた原子炉雑音実験に関する研究)

論文調査委員	(主 査) 教 授 代 谷 誠 治	教 授 三 島 嘉 一 郎	教 授 若 谷 誠 宏
--------	----------------------	---------------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、近年の電子回路や計算機技術の進展に依拠したパルスレコーディング技術を、原子炉パラメータ測定や原子炉異常診断等に用いられ、さらに未臨界度モニターへの応用等が期待されている、原子炉雑音実験法の高度化に適用した研究の結果をまとめたもので、6章からなっている。

第1章の序論では、理論と実験の両側面から原子炉雑音解析の発展の歴史的経緯をまとめ、その応用例について概観した後、パルスレコーディング技術を応用して原子炉雑音実験法の高度化を目指す本研究の意義を述べ、本論文の構成を概括している。

第2章では、パルスレコーディング技術を応用することにより、原子炉雑音実験の基本データとなる生の時系列パルスの時間情報をそのまま正確に記録することを目指した独自の測定装置の開発について述べている。具体的には、パーソナルコンピュータにクロックレジスターやゲートコントローラーなどを付加したものを試作し、性能確認実験及びシミュレーション計算を通じて改良を重ね、2入力FIFOバッファを搭載した時系列パルス記録装置完成に至るまでの研究内容について報告している。最終的には、1 μ sの時間分解能で計数率が16 kcps以下であれば、5億パルス分が正確に記録可能な時系列パルス記録装置を製作することに成功している。

第3章では、上記の時系列パルス記録装置を京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)における原子炉雑音実験に使用して即発減衰定数 α_p の測定を行い、得られたデータを用いて、これまでは生の時系列パルスを正確に記録する装置がなかったため困難であったファインマン α 法、2種類のロッシ α 法および周波数応答法の4種類の炉雑音実験法の直接的な相互比較を行った結果について述べている。この結果、4種類の実験法の長短が明らかとなり、ファインマン α 法は遅発中性子や検出器の不感時間の影響を受けやすいこと、タイプ2と呼ばれるロッシ α 法は熱中性子体系では未臨界度が深いときしか適用できないこと、周波数応答法では α_p の測定値が他の方法による値と異なる場合があり、パルス型検出器を用いる際には注意を要することなど、貴重な知見を得ている。また、本時系列パルス記録装置の導入によって、これまでは極めて特殊な測定回路が必要とされていたために実験を行うこと自体が難しかったタイプ1と呼ばれるロッシ α 法が簡便に実施できるようになり、しかも最も精度良く α_p 値が求まることが示されている。これにより、タイプ1ロッシ α 法がファインマン α 法に代わって核燃料施設の臨界安全確保に必要なとされる未臨界度モニターの有力な候補となる可能性が強くなったことが示唆されている。

第4章では、現在、ファインマン α 法に基づく炉雑音実験で広範に使用されているマルチチャンネルスケラ(MCS)を用いた測定法に対するすべての補正を考慮した一般的な理論式を新たに導き、KUCAにおいて時系列パルス測定装置で取得した炉雑音実験データを利用して、その検証を行った結果について述べている。この結果、未臨界度が深いときには、MCSを用いた測定法で求めた α_p 値は正確な α_p 値ではないことを指摘し、これを簡便に補正する方法を提案している。この方法によれば、MCSのチャンネル送りの不感時間とドゥエルタイムを知れば、MCSを用いた測定法で正確な α_p 値が求めら

れるようになっている。

第5章では、パルスレコーディング技術を応用し、名古屋大学で開発された位置検出型 ^3He 比例計数管とラボラトリイ クイップメント社のマルチパラメータ・マルチチャンネルアナライザーを組み合わせ、パルスの検出時刻と検出位置を同時に記録する時間-空間情報同時測定記録装置を開発し、時間-空間の2次元データを解析するためのロッシ α 法を拡張した理論式を導き、KUCAにおいて時間-空間同時測定を行った結果について述べている。この結果、開発された装置の時間分解能はADCの性能が制約条件となって $10\mu\text{s}$ と長く、改良の余地が残されているものの、KUCA実験では高次モードを無視し、基本モードのみを考慮した理論式により実験結果が説明できることが示されている。また、今後の動特性実験などにも使用が可能であると結論づけている。なお、このKUCA実験では高次モードの影響は観測されなかったが、1次モードを考慮したロッシ α 法及びファインマン α 法の理論式についても提示している。

第6章の結論では、本論文で得られた成果を要約し、今後の課題について展望している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年発達が目覚ましいパルスレコーディング技術を応用することにより、原子炉パラメータ測定等に用いられている原子炉雑音実験法の高度化を目指して研究した成果をまとめたもので、得られた主な成果は次のとおりである。

1. パルスレコーディング技術を応用して、原子炉雑音実験の基本データとなる生の時系列パルスの時間情報が正確に記録できるパーソナルコンピュータベースの時系列パルス測定装置を独自に開発した。

2. 時系列パルス測定装置を使用して京都大学臨界集合体実験装置KUCAで実験を行い、これまでは困難であったファインマン α 法、2種類(タイプ1, タイプ2)のロッシ α 法、周波数応答法に基づく4種類の炉雑音実験法の直接的な相互比較を行い、これら実験法の長短に関する貴重な知見を得た。

3. 時系列パルス測定装置を用いることにより、特殊な測定回路が必要となるため、これまでは実施すること自体が困難であったタイプ1と呼ばれるロッシ α 法を簡便に利用することが可能となり、同法がファインマン α 法に代わって核燃料施設の臨界安全確保に必要な未臨界度モニターの有力な候補となり得ることを示した。

4. マルチチャンネルスケラ(MCS)を用いたファインマン α 法に対して種々の補正を包含した一般式を導出し、時系列パルス測定装置を用いたKUCA実験の解析を通じて、MCSを用いた測定法では正確な即発減衰定数 α_p 値が求まらない場合があることを指摘し、正確な α_p 値を求めるための簡便な補正法を提案した。

5. 位置検出型比例計数管をパルスレコーディング技術に併用して時間-空間情報同時測定記録装置を開発し、ロッシ α 法を拡張した時間-空間2次元情報解析を可能とした。また、基本モードのみを考慮して導いた理論式の妥当性をKUCA実験により検証し、今後の原子炉動特性実験への適用に道を拓いた。

6. KUCA実験では無視できた空間高次モードの影響について、1次モードまで考慮したロッシ α 法及びファインマン α 法の理論式を提示した。

以上、本論文は、パルスレコーディング技術を応用することにより、原子炉雑音実験法に関して貴重な知見を得るとともに、理論と実験の両面にわたって、その高度化に貢献したものであり、学術上、実際上寄与することが少なくない。

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12年2月23日実施した論文内容とそれに関連した諮問の結果、合格と認めた。