

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	バックエンドを起点とした核燃料サイクルシミュレーターの開発と21世紀後半原子力発電シナリオの研究
Title(English)	Development of the dynamic nuclear fuel cycle simulator originated on the back-end process and scenario study on the nuclear power generation for the second half of the 21st century
著者(和文)	岡村知拓
Author(English)	Tomohiro Okamura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11825号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:竹下 健二,加藤 之貴,小林 能直,塚原 剛彦,相樂 洋
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11825号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	岡村 知拓	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	竹下 健二	教授	審査員	相樂 洋	准教授
	審査員	加藤 之貴	教授			
		小林 能直	教授			
		塚原 剛彦	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「バックエンドを起点とした核燃料サイクルシミュレーターの開発と 21 世紀後半原子力発電シナリオの研究」と題して 5 章より構成されている。

第 1 章「緒言」では、原子力発電に伴って生じる様々な物質の流れ（マスバランス）を解析する核燃料サイクルシミュレーションについて解析手法（静的、動的）、用途、既存コードを説明し、将来の原子力システム開発のためのシナリオ研究にはバックエンドのマスバランスを柔軟に取り扱える動的核燃料サイクルシミュレーターの開発が必要であると述べている。さらに核燃料サイクルシミュレーター開発に必要な技術課題を整理し、本論文の目的がバックエンドプロセスのマスバランス解析を起点にしたフロントエンドからバックエンドまでをモデル化した統合的な核燃料サイクルシミュレーターの開発であり、それを用いた 21 世紀後半の原子力発電シナリオ解析であると述べている。

第 2 章「核燃料サイクルの諸条件がバックエンドプロセスのマスバランスに与える影響」では、静的手法を用いて核燃料サイクルに存在する多様なパラメーターのバックエンドプロセスのマスバランスへの影響を検討している。具体的には、ORIGEN と COMSOL Multiphysics を用いて、燃焼度、濃縮度、再処理、ガラス固化、地層処分場の設計、時間因子等のパラメーターが持つ、高レベル放射性廃棄物の物量や発熱特性、処分面積に対する感度解析を実施し、物量や処分面積を削減するために有効となるパラメーターの組合せを明らかにしている。その結果から核燃料サイクルシミュレーションを実施する際のシナリオ設定やデータの考察に必要な基盤的な情報が得られたと述べている。

第 3 章「NMB4.0：統合的な核燃料サイクルシミュレーターの開発」では、本研究で開発した核燃料サイクルシミュレーター NMB4.0 (Nuclear Material Balance analysis code version 4.0) の開発経緯とそのベンチマークテストの結果を述べている。NMB4.0 は新規に開発した燃焼計算手法 OEM (Okamura explicit method) を実装したことで、従来コードに比べてバックエンドのシナリオ解析機能が拡張され、短半減期核種を含む燃焼計算で課題であった計算コストを各核種の半減期に応じた可変タイムステップを与えることで解決できたと述べている。NMB4.0 のベンチマークテストを静的、動的の両手法で実施した結果、NMB4.0 が既存コードと同等の計算精度を有しており、国産の核燃料サイクルシミュレーションの基盤システムとして利用できると結論している。

第 4 章「21 世紀後半の原子力利用シナリオの分析」では、NMB4.0 を用いて 21 世紀後半から 22 世紀前半における多様な原子力発電シナリオを高レベル放射性廃棄物の発生量、処分場負荷を指標として解析している。六ヶ所再処理工場から生じる高レベル放射性廃棄物の性状を分析する「六ヶ所再処理工場運転シナリオ」と、21 世紀後半から 22 世紀にかけて原子力発電の継続方法を検討する「原子力継続シナリオ」を使って、将来の原子力発電の進め方、放射性廃棄物の発生量、処分場面積等を定量的に明示している。これらの解析結果は、軽水炉によるプルサーマルの実施、高速炉や ADS (加速器駆動核変換システム) の導入、再処理工場への MA 分離プロセスの導入を進めて分離核変換を備えた原子力システムを実用化することで、処分場面積を十分に抑制しつつ、原子力発電を継続できることを示唆しており、今後の原子力政策や研究開発方針を多面的に議論するための基盤的データとして活用できると結論している。

第 5 章「結言」では、各章で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べている。

これを要するに本論文は、バックエンドプロセスのマスバランス解析を起点にしたフロントエンドからバックエンドまでをモデル化した統合的な動的核燃料サイクルシミュレーター (NMB4.0) を開発して 21 世紀後半から 22 世紀前半に想定されるさまざまな原子力発電シナリオ解析をすることで、今後の原子力政策や研究開発方針を定量的に議論することを可能にしており、工学上及び工業上貢献することが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分に価値あるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。