

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高速炉サイクルシナリオにおける Pu量及び質管理による核不拡散性向上に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	藤岡里英
Author(English)	Rie Fujioka
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11195号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:相樂 洋,小原 徹,千葉 敏,林崎 規託,片淵 竜也
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11195号, Conferred date:2019/3/26, 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

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	藤岡 里英		
		氏名	職名			
論文審査 審査員	審査員	主査	相楽 洋	審査員	片瀨 竜也	
			小原 徹			
			千葉 敏			
			林崎 規託			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「高速炉サイクルシナリオにおける Pu 量及び質管理による核不拡散性向上に関する研究」と題し 7 章より構成されている。

第 1 章「緒論」では、Pu 燃料サイクルを進める上で不可欠な核不拡散性において、適切な Pu 量管理に加え核兵器転用リスクの低減 (Pu 質管理) の 2 点の重要性を指摘し、社会需要に応じ Pu 装荷量・転換量・核変換量を制御可能な高速炉の工学的及び社会的重要性を述べ、関連する既往研究を概観して課題を摘出し、設計により柔軟な Pu 量及び質管理を可能にする高速炉炉心概念を提案し、核不拡散性向上に与える影響を明らかにすることを本研究の目的としていることとその意義を述べている。

第 2 章「Pu 燃料管理シナリオと高速炉炉心特性評価」では、Pu 燃料サイクルに対する核不拡散上の社会的要請として、(1) 分離 Pu の迅速な処理・低減、(2) サイクル中 Pu 絶対量の低減、(3) 核不拡散性の高い高速炉多重サイクルによる Pu 平衡利用の 3 項目を、Pu 管理目標として (a) Pu 質管理 (分離 Pu の照射済 Pu への改質)、(b) Pu 質管理 (Pu 同位体改質)、(c) Pu 量管理 (Pu 量低減) の 3 項目を設定し、核不拡散上特に重要な 7 つの燃料管理シナリオを策定した。また、ナトリウム冷却大型 MOX 燃料高内部転換型炉心 JSFR (熱出力 3570 MW_{th}) を参照炉とし、Pu 及び偶数 Pu 同位体の核変換元であるマイナーアクチニド (MA) の装荷配置並びに量を変更することで、各燃料管理シナリオに応じた基本的な高速炉炉心特性と Pu 量低減、Pu 改質特性を明らかにしている。

第 3 章「分離 Pu を迅速に照射済改質する高速炉炉心設計」では、分離 Pu の照射済 Pu への改質を可能にする炉心概念検討をしている。炉心に高 Pu 富化度 MOX を装荷、径方向ブランケットを遮蔽体に置換、軸方向ブランケットをガスプレナムに置換した炉心に対し、経年 Pu の使用並びに Pu 幾何配置の最適化により参照炉心の運転性能と核的安全性を担保しつつ、Pu 装荷量を最大化し分離 Pu を迅速に照射済改質する高速炉概念を導出している。

第 4 章「柔軟な核燃料サイクルのための Pu 量低減と Pu 同位体改質を同時達成する高速炉炉心設計」では、炉心部で核分裂を通じた Pu 絶対量を低減し、ブランケット部で Pu 同位体改質した Pu の生成する、Pu 量及び質管理を同時に行う炉心概念検討をしている。Pu 同位体改質目標として、核爆発装置製造を困難にする Pu 崩壊熱による技術基準を国家及び非国家主体脅威に共通に採用し、ブランケット U-MA 燃料の燃焼解析の結果から MA を 3at.% 以上添加しかつ非均質減速材 (ZrH_{1.65}) 棒を導入したブランケット燃料集合体の有効性を明らかにしている。炉心部では、経年 Pu MOX 富化度を炉心内 6 領域に細分化して装荷することにより Pu 低減率を 8.4% から 28% まで増加させ有効性を明らかにしている。以上より参照炉心の運転性能と核的安全性を担保しつつ Pu 量及び質管理を同時に行う炉心概念を導出している。

第 5 章「Pu 量を最小化する軽水炉炉心設計」では、Pu 量低減に適した軽水炉の炉心設計のために、軽水炉燃料パラメータが Pu 収支に与える感度を明らかにし、炉心性能を考慮した上で Pu 低減率最大化に最適な中小型軽水炉炉心概念 (500 MW_{th}) を多目的最適化手法を用いて導出している。

第 6 章「物質収支及び核不拡散性評価」では第 2 章から第 5 章の結果を受け、これらの炉心が燃料サイクル中の物質収支と核不拡散性に与える影響を検討している。まず分離 Pu の迅速な処理・低減の社会的要請に対し、第 3 章の提案高速炉 1 基を用いることにより 19.5 年で分離 Pu 47.8 t を迅速に照射改質できることを明らかにしている。次に Pu 量低減と Pu 同位体改質により核不拡散性の高い高速炉多重サイクル構築への社会的要請に対し、日本の核燃料サイクルに第 4 章の提案高速炉を導入した 200 年間の評価を行った結果、提案高速炉 4 基を 2045 年より順次導入することで Pu を低減しながらブランケットにおける同位体改質 Pu を生成し、約 70 年後には同位体改質 Pu のみで新たに 4 基程度の大型高速増殖炉を立ち上げ可能であることを明らかにしている。

第 7 章「結論」では、以上の各章で得られた成果を総括し、結論を述べている。

これを要するに本論文は、高 Pu 富化度 MOX の炉心内幾何装荷配置及びブランケット設計により、核不拡散上の社会的要請に応える柔軟な Pu 量及び質管理を可能にする高速炉炉心概念を提示しており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値の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。