

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	メルトリファイニングプロセスを用いたCANDLE燃焼での燃料被覆交換に関する核的研究
Title(English)	Neutronic Study on Fuel Recladding for CANDLE Burning with Melt and Refining Procedures
著者(和文)	AbdulKarimJuliaBinti
Author(English)	Julia Abdulkarim
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10171号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小原 徹,井頭 政之,千葉 敏,高橋 実,相楽 洋
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10171号, Conferred date:2016/3/26, 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	Julia Abdul Karim	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	小原 徹	教授	相樂 洋	准教授
	審査員	井頭政之	教授		
		高橋 実	教授		
千葉 敏		教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Neutronic Study on Fuel Recladding for CANDLE Burning with Melt and Refining Procedures」と題し、6章より構成されている。

第1章「Introduction」では、CANDLE 燃焼炉は燃焼領域が炉内を連続的に移動することで再処理を用いることなく高い燃焼度を達成できる炉概念であるが、長期間燃料が炉内で照射されるため燃料被覆材の中性子フルエンスが大きくなりその健全性が維持できないという課題があることを指摘している。一方米国の金属燃料高速炉 EBR-II で開発された燃料被覆材の交換と金属燃料要素を溶かし再形成することで再生するメルトリファイニングプロセスを用いることで燃料被覆材の劣化の問題を解決すると同時に高い燃焼度の金属燃料要素を再生できることを指摘している。同時に本プロセスを CANDLE 燃焼炉に用いると燃料要素の核種の分布が均質化され CANDLE 燃焼が成立しなくなる可能性があるが、燃料要素をいくつかの領域にわけ領域ごとにメルトリファイニングを行うことで本問題が解決できる可能性があり、さらにプロセスの際に揮発性の核分裂生成物が除去されることから燃焼特性の向上が期待できることを指摘し、CANDLE 燃焼炉で運転中一定の照射量に達した燃料要素に対しいくつかの領域に分けてメルトリファイニングした場合に CANDLE 燃焼が成立するかを明らかにし、さらにメルトリファイニングプロセス導入による燃焼特性の変化を明らかにするという本研究の目的を述べている。

第2章「Melt and Refining in CANDLE Reactor」では、CANDLE 燃焼炉にメルトリファイニングプロセスを適用する燃焼解析手法について述べている。CANDLE 燃焼炉では燃焼領域の移動に応じて炉心軸方向端部の燃料要素を取り出し反対側に新燃料を追加するプロセスを取り入れる必要があり、またメルトリファイニングプロセスを本燃焼炉に取り入れるには一定運転期間ごとにメルトリファイニングをした燃料要素の核種分布を均質化する必要があることを述べ、これらを取り入れた解析を行うため SRAC-COREBN コードを用い一定運転期間ごとに燃料要素の交換と炉心の特定の領域の核種分布を均質化して燃焼解析を行うことができる新たに開発した解析システムの詳細について述べている。

第3章「Effects of Melt and Refining to CANDLE Burning」では、第2章で開発した解析システムを用いメルトリファイニングプロセスを導入した場合の CANDLE 燃焼の成立の可能性検討のための解析について述べている。解析対象とした原子炉はウランジルコニウム合金金属燃料、鉛ビスマス冷却材を用いた高さ 250cm、半径 200cm、熱出力 3000MW の炉心であり、燃料被覆材の最大中性子照射量を 200dpa とし、メルトリファイニングする領域を軸方向に 3 領域、5 領域、9 領域に分けた場合の燃焼特性について解析を行った結果として、3 領域に分けた場合は CANDLE 燃焼は成立しないが、5 領域、9 領域に分けた場合は燃焼が平衡状態に至ることを示し、メルトリファイニングする領域数を適切に取ることで CANDLE 燃焼が可能であることを明らかにしている。

第4章「Improvement Effects of CANDLE Burnup by Fission Products Release during Melt and Refining」では、第3章で解析した炉心に対しメルトリファイニングを適用した場合の揮発性の核分裂生成物の除去が燃焼特性に与える効果の解析について述べ、メルトリファイニングの際に揮発性の核分裂性物質が除去されるとして解析を行った結果平衡燃焼状態で 4% の実効増倍率の増加がみられ、これにより 65% であった燃料体積割合を 40% に減少することができ冷却がより容易となる炉心が可能となることを明らかにしている。

第5章「Cooling Time Interval Effects during Melt and Refining to the CANDLE Burning」では、メルトリファイニングを行う際の冷却期間が燃焼特性に与える効果について述べている。第3章で解析した炉心に対し、メルトリファイニングの際に 1 年から 8 年の取り出し燃料の冷却期間をおいて解析したところ、冷却期間中の Pu-241 の減少と Am-241 の蓄積により平衡燃焼時の実効増倍率を低下させる効果が生じるが、冷却期間が 4 年以下であればその効果は無視できる程度に小さく、冷却期間が短い場合は燃焼に与える効果は考える必要はないものの、8 年以上の長期間にわたる場合はその効果を補償出来る炉心設計にする必要があることを明らかにしている。

第6章「Conclusions」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 CANDLE 燃焼炉の燃料被覆材と金属燃料要素の健全性確保に有効なメルトリファイニングプロセスが CANDLE 燃焼炉に適用可能であり、同時に本プロセスの適用が CANDLE 燃焼炉の燃焼特性の向上に有効であることを明らかにしており、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、東工大リサーチリポジトリ(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。