T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	原子炉を利用した核分裂生成物の核変換による元素資源の創製に関する研究
Title(English)	Study on creation of element resources by nuclear transmutation of fission products using nuclear reactors
著者(和文)	寺島敦仁
Author(English)	Atsunori Terashima
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10812号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:千葉 敏,小原 徹,竹下 健二,片渕 竜也,相樂 洋
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10812号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	原子核工学　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of　（　工学　）
学生氏名： Student's Name	寺島 敦仁	指導教員（主）： Academic Supervisor(main)	千葉 敏
		指導教員（副）： Academic Supervisor (sub)	矢野 豊彦

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

本論文は「原子炉を利用した核分裂生成物の核変換による元素資源の創製に関する研究」と題し、6 章により構成されている。

第 1 章「序論」では、使用済み核燃料中に含まれるレアメタル元素とその分離回収を目指す先進的核燃料サイクルについて説明し、その資源利用における課題について言及した上で、使用済み核燃料からレアメタル資源を生み出すための新たなアイデアとして核分裂生成物の核変換による元素資源の創製を提言し、その現状や今後に向けた課題について言及している。それらを踏まえ、核分裂生成物の核変換による元素資源の創製に関して、優先度および実現性の高い分離変換プロセスを提案し、その成立性を示すことを、本論文の目的としている。

第 2 章「核分裂生成物の核変換による元素資源の創製における重要元素の選定」では、分離変換プロセスに関する要素技術の研究開発を実施していく価値のある重要元素を選定することを目的に、ORLIBJ40 を用いた簡便な解析手法により、全核分裂生成元素(40 元素)の核変換に関する諸量を網羅的に評価している。最終的に、創製された元素の生成効率、生成量、比放射能、資源価値といった観点から、Ru、Pd、Te、Nd、並びに Dy の 5 元素を、核変換による創製研究を推進すべき重要元素として選定し、特に、Pd を最重要元素として提唱している。

第 3 章「核分裂生成物領域における燃焼計算および評価済み核データの信頼性評価」では、核分裂生成物領域における短寿命核種の取り扱いを燃焼チェーンデータに追加した MVP-BURN による燃焼計算の妥当性確認、及び核分裂生成物領域における評価済み断面積データの検証を目的として、米国カリフォルニア大学アーバイン校の TRIGA 炉において中性子放射化分析実験を実施することで、放射化生成核種の原子個数密度の実験測定値(*E*)を求め、さらに、MVP-BURN を用いてその実験を模擬した燃焼計算を実施することで、同物理量の計算値(*C*)を求め、双方の結果を比較評価している。(*C*/*E*-1)値の核種平均から、5%程度の差異で計算が実験を再現できたことを確認した上で、^{153}Sm の生成量で規格化した相対的な(*C*/*E*-1)値を用いて JENDL-4.0 における熱中性子捕獲断面積 σ_0 の評価値を補正することにより、本実験に基づく σ_0 の推定値を算出している。複数の評価済みライブラリ間の差異よりも大きな差異である 10%程度の相対的(*C*/*E*-1)値を示した核種においても、その σ_0 の推定値は近年に得られた実験測定値をサポートしていることから、本推定手法により妥当な値を導出できたと結論付けている。

第 4 章「パラジウムの創製を目的とした加圧水型軽水炉による元素変換に関する基礎研究」では、第 2 章で最重要元素として選定した Pd の創製に対象を絞った上で、具体的な核変換手法を提案すること、及び核変換に関する諸量を定量的に評価することを目的として、加圧水型軽水炉のバーナブルポイズン棒を利用した元素変換に関する炉物理計算を実施している。核変換ターゲットの組成を、核分裂生成物由来の Ru 単体、Rh 単体、並びに Ru と Rh の混合物とした 3 つのケースについて、MVP-BURN を用いた燃焼計算解析を実施し、Pd の生成量、生成率、並びに比放射能を定量的に評価することで、核分裂生成物由来の Ru 及び Rh の核変換によって、単に放射能の減衰を待つ場合と比較して、それらの資源化に要する期間を大幅に短縮することが可能となると結論付けている。

第 5 章「パラジウムの創製を目的としたクラウンエーテル樹脂による元素分離に関する基礎研究」では、核変換で生成した Pd の分離回収手法を見出すことを目的とし、Benzo-15-crown-5 ether (B15C5)樹脂の持つ元素分離性能を調べている。Ru、Rh、並びに Pd の共存系から、硝酸条件下で Pd のみを B15C5 樹脂に吸着させ、硝酸とエチレンジアミンの混合溶液を用いることで、B15C5 樹脂から Pd の溶離が可能となることを明らかにしている。

第 6 章「結論」では、以上の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、本論文では核分裂生成物の核変換による元素資源の創製に関して、Pd を最重要元素と選定し、中性子照射実験により燃焼計算コード及び評価済み断面積データの信頼性を明らかにした上で、具体的なプロセスとして、加圧水型軽水炉を用いた Ru と Rh の核変換による Pd の創製、及びクラウンエーテル樹脂を用いた Pd の分離回収を提案し、分離変換の諸量を評価することで提案プロセスの成立性を示している。これらの成果は、核分裂生成物の分離変換に関する研究開発を進展させていく上で有用な知見を与えるものである。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、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。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	原子核工学 専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of （ 工学 ）
学生氏名： Student's Name	寺島 敦仁	指導教員（主）： Academic Supervisor(main)	千葉 敏
		指導教員（副）： Academic Supervisor(sub)	矢野 豊彦

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

In this thesis, basic research and development have been carried out on creation of element resources by nuclear transmutation of fission products using nuclear reactors, which aims to propose a process of separation and transmutation with high priority and feasibility. Firstly, important elements to be created by nuclear transmutation of fission products have been selected by evaluating the creation rate, amount, specific radioactivity, and value as resources of each element created from 40 elements in fission products. Then, palladium has been proposed as one of the most important elements. Secondly, a reliability assessment of burnup calculation and evaluated nuclear data in the region of fission products has been performed by comparison of the number density of created radioactive nuclide between neutron activation analysis using TRIGA reactor of University of California, Irvine and burnup calculation using MVP-BURN code and JENDL-4.0. Thirdly, as focusing on creation of palladium by nuclear transmutation of ruthenium and rhodium in fission products, a method of nuclear transmutation using metallic target like a burnable poison rod in PWR has been proposed. Then, the creation rate, amount, and specific radioactivity of created palladium have been estimated by burnup calculation using MVP-BURN code. Finally, an ability of silica based benzo-15-crown-5 ether resin for adsorption and elution of ruthenium, rhodium, and palladium has been investigated. Then, for the before and after transmutation from ruthenium and rhodium to palladium, a method of selective separation of palladium by column chromatography using the resin has been proposed. Therefore, the feasibility of the proposed process of separation and transmutation of fission products, especially for creation of palladium, has been shown.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、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。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).