

プログラム名：核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化

PM名：藤田 玲子

プロジェクト名：プロセス概念検討

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 28 年 度

長寿命核分裂核種の再利用に伴う

放射線被ばく線量の評価とクリアランスレベルの検討

京都大学原子炉実験所

高橋千太郎

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

高レベル放射性廃棄物に含まれる白金族元素などの有用元素を回収し、これを資源利用していくことができれば、循環型社会の形成や資源の少ない我が国の産業発展に大きく貢献するものである。再利用して行く上で解決されるべき課題の一つに、回収された金属などに含まれる放射性核種によって生じる放射線被ばくの影響（放射線障害）を未然に防止する方策を確立しておくことがある。原子炉施設などから出てくる固体廃棄物については、一定の放射能レベル（クリアランスレベル）を設定し、廃棄や再利用が安全に実施されるようになっている。しかしながら、これまでクリアランスの対象として研究等が行われてきたのは、原子力施設の設備・建築資材等の廃材だけである。本研究の目的は、高レベル放射性廃棄物から回収して再使用することを想定されているパラジウム（Pd）やジルコニウム（Zr）に少量含まれてくる¹⁰⁷Pdや⁹³Zrについてクリアランスレベルの設定を試み、その過程から問題点や今後の課題について明らかにすることを目的としている。

研究は①対象とするPd及びZrに関して、どのようなライフサイクル（製造、利用、そして廃棄・再利用にいたる過程）を対象としてクリアランスの評価をすべきかを決定し、②そのライフサイクルにおける当該元素の環境動態（職業環境や自然環境の中でどのように動いているか）を明らかにするとともに、③製造する人、使用する人および一般公衆にどの程度の放射線量を与える可能性があるか推定し、最終的に④クリアランスレベルの設定を試み、その過程を通して既存データの妥当性、信頼性、変動幅などについて検証していく。

平成28年度は初年度であり、上記の研究計画のうち、①のクリアランス評価経路に関し文献調査を中心に研究を進め、製造やリサイクル状況を質的・量的に把握するとともに、利用から廃棄・再利用に至るライフサイクルを調査し、人に放射線被ばくを与える主要な経路について明らかとすることを目標に研究を開始した。また、それと並行して上記②及び③の実験的研究を行っていくために必要な設備や装置の整備、実験手法の確立を行うこととした。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

年度計画にしたがい、クリアランス評価経路を決定するため、PdならびにZrについてわが国での需要、供給、リサイクル率などについて内外の研究論文や報告書を中心に調査を進めた。また、これらの元素を用いた工業製品等について、その製造過程、利用方法、廃棄の状況といった、いわゆるライフサイクルを、クリアランスレベルを策定する上で重要な人での放射線曝露という観点から明らかにした。このような調査結果をもとに、これまで原子炉施設の建築廃材等に関して検討されてきたクリアランスレベルの策定状況を参考にして、PdやZrに関してクリアランスレベルを決定して行く上で、どのようなモデルを想定することが適当であるかを明らかにするとともに、その際に必要な情報（モデルパラメータ）を決定した。

また、研究計画上、環境動態や人での線量評価を行うために必要なパラメータは平成29年度から実験的に求めていくこととしており、計画通り、必要な設備や装置の整備を完了した。

2-2 成果

パラジウムのライフサイクルについて調査研究を進め、利用されている量や人への曝露の可能性の大きさなどの観点からクリアランスレベルの設定が必要な評価経路としては、自動車排ガス用触媒への利用及び歯科用補綴材としての使用であるとの結論を得た。また、酸化ジルコニウムについては、ジルコニウム系耐熱レンガとセラミック、金属ジルコニウムとしては原子燃料被覆管やチャンネルボックス、また一般用途としての装身具としての利用などが重要であることを明らかにした。さらに、このような用途で使用され、一般廃棄物として廃棄された場合に、クリアランスレベルを決定する上で必要な環境動態パラメータや線量評価パラメータについて検討し、廃棄後の地下水移行の程度を決定する土壌における分配係数、経口摂取による内部被ばく線量推定において重要な土壌から食用植物への移行係数、及び人での消化管吸収率や呼吸器道での溶解性がクリアランスレベルに影響してくる重要なパラメータであることを明らかにした(図1参照)。

一方、上記の調査研究と並行して、平成29年度より実験的に必要なパラメータを求めるために必要な設備や装置の整備を行った。具体的には、安定同位体測定のためのICP-MSのリースによる導入、植物実験並びに動物実験に必要なトレーサである $^{88,95}\text{Zr}$ ならびに ^{103}Pd の製造法の開発、土壌-植物移行実験装置の導入と予備実験、動物全身計測装置の作成などを計画通りに完了した。

2-3 新たな課題など

調査研究の結果、PdやZrについては、環境中での動態、人での代謝や毒性などについて、十分な研究が行われてきていないことが明らかとなった。今後、これらの元素の利用はさらに増大し、人の生活環境を含む生態系内での蓄積も増加することから、今回実施している保健物理・放射線防護学的な観点からだけでなく、公衆衛生学や環境科学の観点からの研究も重要なことが判明した。このような関連する科学分野への貢献と相互のデータの活用についても配慮しつつ研究を実施していく必要がある。

3. アウトリーチ活動報告

特になし



図1 放射性パラジウム・ジルコニウムを含む廃棄物の埋設処分時においてクリアランスレベル策定に必要な移行経路