

燃料デブリの経年変化特性の推定技術の開発
(7) (U,Zr)O₂ 介在ガラス状燃料デブリの水中での長期にわたる微粒子発生量評価

Development of Estimation Technology of Aging Properties of Fuel Debris

(7) Quantity Evaluation of Micronized particles

from Glassy Fuel Debris Containing (U,Zr)O₂ Inclusions in Water

*三浦 祐典¹、鈴木 晶大¹、大内 敦¹、下田 千晶²、浦田 英浩²、川野 昌平^{2,3※1}

¹NFD、²東芝エネルギーシステムズ、³東大

福島第一原子力発電所（1F）燃料デブリのうち、(U,Zr)O₂ 介在ガラス状燃料デブリの模擬材に対し、組成、平衡気相中酸素分圧、時間等を変えた系統的な加速試験を実施した。水中での化学的経年変化による微粒子発生量予測式を推定し、1Fにおける燃料デブリからの長期にわたる微粒子発生量を評価した。

キーワード：燃料デブリ性状、化学的経年変化、放射性微粒子、水中試験

1. 緒言 燃料デブリが長期間おかれる環境下における経年変化（微粒子化）挙動を明らかにすることを目的として研究を進めている。前報^[1]までに、(U,Zr)O₂介在ガラス状燃料デブリが水中環境にて、(U,Zr)O₂介在物、ガラス質および水中溶存酸素の3因子が揃った時に微粒子を発生させることや、その微粒子発生速度が組成や平衡気相中酸素分圧に依存することを確認した。本報では、前報からデータ点を追加する加速試験により長期にわたる微粒子発生予測式を推定し、1F廃炉工程にわたる微粒子発生量を評価した。

2. 長期にわたる微粒子発生量予測式 追加データの取得により、微粒子化は、(U,Zr)O₂ 介在物とガラス相の比率（介在物比率）が約 7 %～49 % の範囲で発生し、介在物比率 25.6 % の条件で最も微粒子発生速度が大きくなることを確認した。また、平衡気相中酸素分圧に対して微粒子発生速度は放物線則で変化した。長期挙動については、介在物比率 12.4 % の模擬燃料デブリに対して、実時間に換算して 10 年に達するまでの加速試験を実施したところ、時間の経過に応じて、微粒子発生速度が低下する傾向を確認した。これは時間とともに表層の微粒子化が進むことで、介在物比率が減少したことによるもの推定された。これらを (U,Zr)O₂ 介在ガラス状燃料デブリの長期にわたる微粒子発生量予測式としてまとめた。

3. 廃炉工程に沿った微粒子発生量の予測 廃炉工程に沿った微粒子発生量の予測の一例を図 1 に示す。(U,Zr)O₂ 介在ガラス状燃料デブリは、酸素を含む水中環境のみで微粒子化が発生するため、現在の窒素脱気水中環境や、保管中の気中環境では微粒子が発生しないと推定される。取出し中に、作業中の負圧管理等によって平衡気相中酸素分圧が上昇した場合は微粒子が発生し、その発生量は、平衡気相中酸素分圧に依存する。今後、これらの結果が各廃炉工程や臨界管理等の設計・評価等に資されることを期待する。

図注釈 介在物比率 25.6 % の (U,Zr)O₂ 介在ガラス状燃料デブリを 15 年後に取出し開始、50 年後に気中保管すると設定。確認範囲 10 年までの予測式のため微粒子化開始後 10 年以降は外挿評価。

参考文献[1] 三浦ら、2E06、原子力学会 2024 年春の年会
本研究は、経済産業省「「廃炉・汚染水対策事業費補助金」として、東芝エネルギーシステムズ株式会社が 2019～2022 年度に実施した「燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発（燃料デブリの経年変化特性の推定技術の開発）」の成果の一部である。

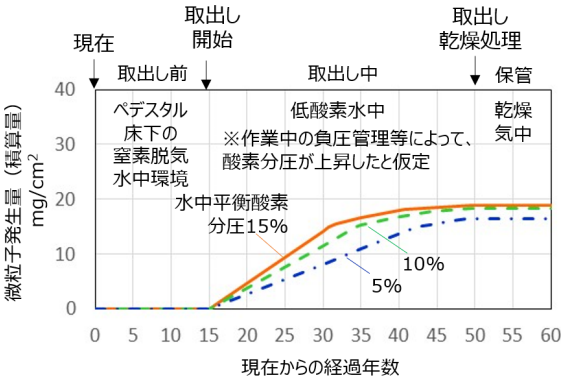


図 1 (U,Zr)O₂ 介在ガラス状燃料デブリの廃炉工程に沿った微粒子発生量の積算値※

*Yusuke Miura¹, Akihiro Suzuki¹, Atsushi Ohuchi¹, Chiaki Shimoda², Hidehiro Urata², Shohei Kawano^{2,3※1}

¹NFD, ²Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation, ³U Tokyo

※1 2023 年 8 月より東京大学大学院