

# 燃料デブリ取出しに伴い発生する廃棄物のフッ化技術を用いた分別方法の研究開発

## (6) 集光加熱による酸化物模擬廃棄物調製と分析

Fluorination Method for Classification of the Waste Generated by Fuel Debris Removal

(6) Preparation and Analysis of the Simulated Oxide Waste by Light-Concentrating Heating

\*高野 公秀<sup>1</sup>, 須藤 彩子<sup>1</sup>, 渡邊 大輔<sup>2</sup>

<sup>1</sup>原子力機構, <sup>2</sup>日立GE

フッ化試験に供給するため、MCCI 生成物の酸化物主成分を想定した(U, Zr, Gd)O<sub>2</sub>-コンクリート系の模擬廃棄物を集光加熱により調製し、切断面の生成相を分析した。

**キーワード**：福島第一原子力発電所, MCCI, 模擬燃料デブリ, 集光加熱

**1. 結言** 福島第一原子力発電所事故で生じた可能性のある炉心溶融物-コンクリート相互作用 (MCCI) 生成物のうち、炉心由来の(U, Zr, Gd)O<sub>2</sub> と格納容器底部のコンクリートが混ざり合いながら完全溶融を経た部位を想定し、フッ化試験に供給するための模擬廃棄物試料を集光加熱の手法により調製した。固化した試料断面の観察・分析により生成相を調べた結果を報告する。

**2. 試験方法** 焼結法で作製し平均組成が U<sub>0.482</sub>Zr<sub>0.482</sub>Gd<sub>0.036</sub>O<sub>2</sub> で表されるペレット (U リッチの立方晶と Zr リッチの正方晶に相分離) と、自作コンクリート (普通ポルトランドセメント/川砂/川砂利を重量比 1/2/3 で固化) をそれぞれ粉末化し、両者を重量比 60/40 で乳鉢中混合した後に直径 10 mm、質量 3.5 g のペレット状に加圧成型した。これをタングステンるつぼに入れて集光加熱装置 (Xe ランプ最大出力 4.8 kW) の試料室に装荷し、ビデオカメラで状態を常に観察しながら Ar 気流中でペレット上端面に集光することで加熱し、溶融・固化した (図 1 参照)。加熱後の試料をるつぼごと鉛直に切断し、研磨後に X 線回折測定、光学顕微鏡観察、走査電子顕微鏡/エネルギー分散型 X 線元素分析 (SEM/EDX) により生成相を分析した。

**3. 観察・分析結果** 切断面の光学顕微鏡による全体像と SEM 観察像を図 2 に示す。領域 A の SEM 像のように、断面全域に渡って、コンクリート由来のケイ酸ガラス中に U と Zr を主成分とする微細な二酸化物が析出し、領域によってはデンドライト状であった。EDX の簡易定量分析による析出二酸化物の代表的元素組成は、U/Zr/Gd/Ca/(Fe,Mg,Al) = 54/41/2/2/1 (at%) である。格子定数 (立方晶単相、0.5317 nm) を UO<sub>2</sub>-(Zr, Ca)O<sub>2</sub> 系の仮想的な Vegard 則と比較した結果、U/Zr 比の分析値 57/43 と概ね一致した。一方、Si, Ca, Al を主成分とするケイ酸ガラス中にも U (最大 1 at%)、Zr (同 4 at%)、Gd (<1 at%) が溶け込んでいた。図 2 の断面全体像において、るつぼ底面と内壁付近には大小様々な気泡が見られ、溶融物の粘性のためにコンクリートからの脱ガス成分が溶融中に抜けきらなかったことがわかる。また、るつぼ直近の部位には、領域 B の SEM 像に示すように、完全溶融には至らなかった粗大な(U, Zr, Gd)O<sub>2</sub> の粒子が散見された。集光加熱中のるつぼ表面からの放熱が避けられず、内壁直近付近は溶融物内部より幾分温度が低かったと推測される。(U, Zr)O<sub>2</sub> とコンクリート系の計算状態図からの類推により、加熱中の溶融物内部の温度は少なくとも 2100°C 程度には達していたと推測される。

本報告は、日本原子力研究開発機構からの受託事業として、日立GE ニュークリア・エナジー(株)が実施した令和 2 年度「燃料デブリ取出しに伴い発生する廃棄物のフッ化技術を用いた分別方法の研究開発」において、原子力機構が連携先機関として実施した成果です。

\*Masahide Takano<sup>1</sup>, Ayako Sudo<sup>1</sup> and Daisuke Watanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>Hitachi-GE

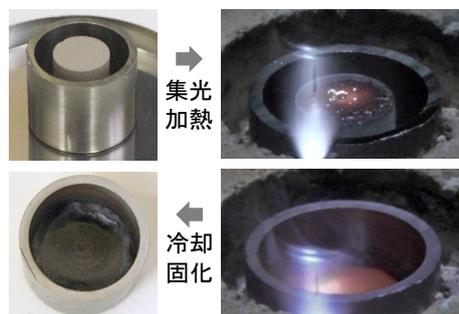


図 1 加熱前後の試料外観 (左) と加熱中の溶融の様子 (右)

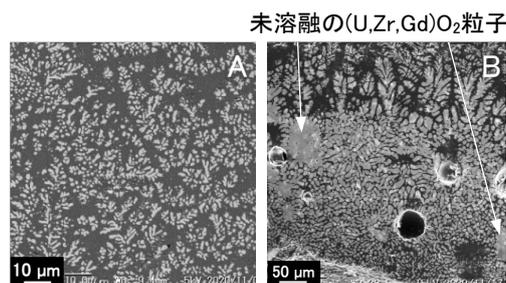
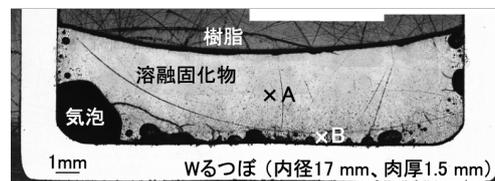


図 2 試料断面全体像 (上) と SEM による組織観察像 (下)