

# 高濃度放射性セシウム含有微粒子 (Cesium-rich microparticle, CsMP) の本質的解明に基づく炉内の情報と環境影響

## (2) 福島第一原子力発電所から環境中に放出されたデブリフラグメント

Radioactive cesium-rich microparticle (CsMP): A window into the damaged reactors and its environmental impacts

(2) Debris fragments released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant to the environment

\*落合 朝須美<sup>1</sup>, 井元 純平<sup>1</sup>, 末武 瑞樹<sup>1</sup>, 小宮 樹<sup>1</sup>, 古木 元気<sup>1</sup>, 池原 遼平<sup>1</sup>, 山崎 信哉<sup>2</sup>, 難波謙二<sup>3</sup>, 大貫 敏彦<sup>4</sup>, Bernd Grambow<sup>5</sup>, Gareth T. W. Law<sup>6</sup>, Rodney C. Ewing<sup>7</sup>, 宇都宮 聡<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>九州大学, <sup>2</sup>筑波大学, <sup>3</sup>福島大学, <sup>4</sup>東京工業大学, <sup>5</sup>ナント大学, <sup>6</sup>マンチェスター大学, <sup>7</sup>スタンフォード大学

福島第一原子力発電所(FDNPP)から放出されたデブリのナノフラグメントを~4 km 圏内で採取し、電子顕微鏡により微細分析した。炉内で起きた反応や現在の炉内の状況を知る手掛かりとなるとともに、デブリフラグメントが吸引可能な大きさの粒子となって FDNPP から環境中へ飛散したことがわかった。

**キーワード:** 福島第一原子力発電所、放射性セシウム含有微粒子、デブリフラグメント

### 1. 緒言

福島第一原子力発電所(FDNPP)の炉内に残る溶融燃料の取り出しは、廃炉計画の中で最も困難な工程である。溶融燃料は原子炉の構成物質と反応してデブリと呼ばれる混合物を形成していると考えられるが、炉内は未だ放射線量が高くデブリの直接分析は困難である。一方で我々は、FDNPP から環境中に放出されたデブリのフラグメントを FDNPP から~4 km 圏内の土壌中から初めて発見した。本発表では、透過型電子顕微鏡によるデブリフラグメントの微細分析結果を報告する。

### 2. 結果

今回同定した全てのデブリフラグメントは放射性セシウム含有微粒子(CsMP)とともに存在しており、二種類の性状が見られた。一種類目は~70 nm のウラニナイト( $\text{UO}_{2+x}$ )粒子がエピタキシャル成長した~400 nm のマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )の自形結晶に包まれて存在していた。マグネタイト表面にはウランの核分裂生成物である Tc や Mo が吸着していることもわかった。二種類目は~200 nm のジルコニア( $\text{ZrO}_2$ )とウラニナイトの等軸晶系の共融混合物で、U と Zr の混合比は 0.14-0.91 とばらつきがあった。共融混合物表面には~6 nm の空孔が見られ、揮発・気体成分を取り込む可能性があることがわかった。

### 3. 結論

本発表の成果は、炉内で起きた反応や現在の炉内の状況を知る手掛かりとなる。さらに、CsMP はこれらのデブリフラグメントを様々な内包物とともに運搬し、吸引可能な粒子として環境中へ飛散する際の媒体となることが明らかになった。

\*Asumi Ochiai<sup>1</sup>, Junpei Imoto<sup>1</sup>, Mizuki Suetake<sup>1</sup>, Tatsuki Komiya<sup>1</sup>, Genki Furuki<sup>1</sup>, Ryohei Ikeahara<sup>1</sup>, Shinya Yamasaki<sup>2</sup>, Kenji Nanba<sup>3</sup>, Toshihiko Ohnuki<sup>4</sup>, Bernd Grambow<sup>5</sup>, Gareth T. W. Law<sup>6</sup>, Rodney C. Ewing<sup>7</sup>, and Satoshi Utsunomiya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kyushu Univ., <sup>2</sup>Univ. of Tsukuba, <sup>3</sup>Fukushima Univ., <sup>4</sup>Tokyo Inst. Tech., <sup>5</sup>Univ. of Nantes, <sup>6</sup>Univ. of Manchester, <sup>7</sup>Stanford Univ.