

# 高速重イオン・電子の複合的照射下における蛍石構造酸化物の微細組織変化

## Microstructural change of fluorite-type oxides

### under synergistic irradiation with swift heavy ions and electrons

\*塘中 宏樹<sup>1</sup>, 丸尾 彩夏<sup>1</sup>, 安田 和弘<sup>1</sup>, 松村 晶<sup>1</sup>, 石川 法人<sup>2</sup>, Costantini Jean-Marc<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九大, <sup>2</sup>JAEA, <sup>3</sup>CEA-Saclay

複合放射線環境下での材料中の微細組織変化を明らかにすることは次世代燃料の開発のために重要である。本研究では  $\text{UO}_2$  及び  $\text{PuO}_2$  の模擬材料である  $\text{CeO}_2$  に複数の放射線を重畳して照射し、電子励起及びはじき出し損傷照射下での微細組織発達過程を調べた。

**キーワード**：複合放射線照射、原子力材料、透過型電子顕微鏡、電子励起、はじき出し損傷

#### 1. 緒言

高効率・安全な原子力発電の実現のために、優れた耐放射線損傷性を持つ燃料・材料の開発は重要である。原子炉および廃棄物材料の使用環境に存在するエネルギーおよび線質の異なる放射線による重畳照射効果を明らかにすることは次世代燃料・材料の開発のために必要不可欠である。本研究では、二酸化セリウム( $\text{CeO}_2$ )に高速重イオンを照射した後に電子顕微鏡を用いて電子照射(200~1250 keV)を行いながら照射欠陥形成・成長過程を「その場」観察し、微細組織発達過程に及ぼす電子励起およびはじき出し損傷の重畳照射効果について考察した。

#### 2. 実験方法

$\text{CeO}_2$  焼結試料を超音波打ち抜き機で円盤状に打ち抜き、機械研磨にて鏡面仕上げを施した。試料に日本原子力開発機構のタンデム加速器を用いて 200 MeV Xe イオンを試料板面に垂直な方向から照射した。これらの試料を九州大学超顕微解析研究センターの透過型電子顕微鏡を用いて加速電圧 200~1250 kV で電子照射を行いながら、照射欠陥の形成・成長過程を「その場」観察した。

#### 3. 結果及び考察

図1は 200 MeV Xe イオンを  $3.0 \times 10^{11}$  ions/cm<sup>2</sup> 照射した試料に 800 keV 電子照射をした際に形成された転位ループの成長挙動を示す。強い歪みコントラストを伴う転位ループが形成され、約 3 nm の大きさまで成長している。1250 keV 以下の電子線照射では、O イオン副格子のみにはじき出し損傷が誘起されるため、この転位ループは{111}面を晶癖面とする O イオンのみによって構成される格子間型転位ループであると考えられる。これらの転位ループは、200 MeV Xe イオン照射によって形成されたイオントラック上に線状に形成されていた。また、形成された転位ループは、加速電圧の増加に伴って直径は小さくなり、数密度は大きくなることがわかった。

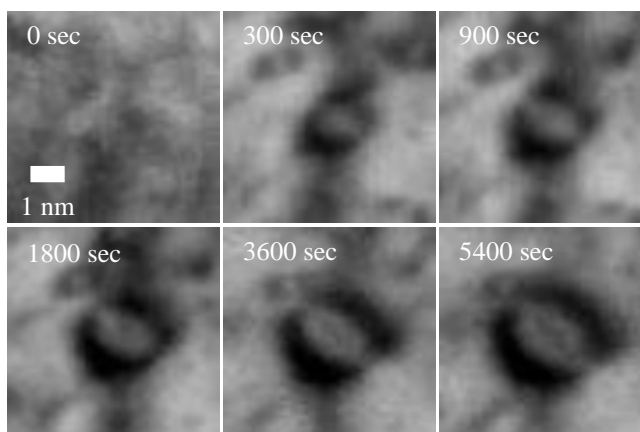


図1. 200 MeV Xe イオンを  $3.0 \times 10^{11}$  ions/cm<sup>2</sup> 照射した試料に 800 keV の電子を室温にて照射した際に形成された転位ループの成長挙動。電子線束密度は  $9.2 \times 10^{18}$  e<sup>-</sup>/cm<sup>2</sup> s。

#### 参考文献

[1] K. Yasunaga et al. : Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B 266 (2008) 2877.

\*Hiroki Tomonaka<sup>1</sup>, Ayaka Maruo<sup>1</sup>, Kazuhiro Yasuda<sup>1</sup>, Syo Matsumura<sup>1</sup>, Norito Ishikawa<sup>2</sup>, Costantini Jean-Marc<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kyushu Univ., <sup>2</sup>JAEA, <sup>3</sup>CEA-Saclay