# セラミックス中のイオントラック構造と

### 微細構造発達

#### 九州大学 工学研究院 安田 和弘





# 九州大学:山口芳明(院生)、永石大誠(院生) 吉岡聰、松村晶 原子力機構:石川法人、高木聖也 CEA:Jean-Marc Costantini



(1) M. Toulemonde et al.: Nucl. Instrum. Methods., B166 (2000), 903.

### **Comprehensive TEM/STEM techniques**

This talk summarizes our investigations on structure of ion tracks in fluorite and spinel oxides, which shows non-amorphous structure. Analysis on the structure, size and accumulation of tracks will be shown through a combination of TEM technique.



# 量石構造酸化物 $CeO_2$ 中のイオントラック

#### □同一視野、明視野像



200 MeV Xe<sup>14+</sup>,  $3 \times 10^{14}$  cm<sup>-2</sup> , R.T.<sup>(2)</sup>

- イオントラックはフレネルコントラスト (位相コントラスト) として観察 (直径 2.2 nm)
- トラック中心領域は原子数密度が低下しているが、蛍石構造は保たれている

S. Takaki et al.: Prog. Nucl. Energy., 92 (2016) 306.



S. Takaki et al. NIMB 326 (2014) 140.



S. Takaki et al. NIMB 326 (2014) 140.



• Oxygen sublattice is preferentially disordered at the core region.

### ットリア添加安定化ジルコニア(YSZ)~CeO2との比較~

#### □ 電気的中性のため、酸素構造空位が存在

#### □ 熱伝導度が小さい

YSZ CeO<sub>2</sub> (300 K)
2 < 18 (W/m•K)</li>

M. Khafizov et al.: J. Am. Ceram. Soc., 97 [2] (2014), 562. M. A. Pouchon et al.: Therm. Acta., 323 (1998), 109.





#### ロイオントラック形成のしきい値が高い

$$\begin{array}{ccc} YSZ & CeO_2 \\ 20 &> 15 & (keV/nm) \end{array}$$

*T.* Sonoda et al.: Nucl. Instrum. Methods., B266 (2008), 2882. S. Moll et al.: J. Appl. Phys., 105 (2009), 023512.

YSZ中のイオントラックは電子顕微鏡による観察が十分でない





## 立方晶安定化ジルコニアYSZ中のイオントラック構造 と蓄積過程を明らかにする



電子的阻止能の異なる高速重イオンをYSZに照射後、

電子顕微鏡を用いてイオントラックサイズと構造、

照射量依存性について調べ、CeO2の結果と比較する



### 異音トラックサイズ vs 電子的阻止能



J.M. Costantini et al.: J. Appl. Phys., 122 (2017) 205901.

# 量石構造酸化物 $CeO_2$ 中のイオントラック

#### □同一視野、明視野像



200 MeV Xe<sup>14+</sup>,  $3 \times 10^{14}$  cm<sup>-2</sup> , R.T.<sup>(2)</sup>

- イオントラックはフレネルコントラスト (位相コントラスト) として観察 (直径 2.2 nm)
- トラック中心領域は原子数密度が低下しているが、蛍石構造は保たれている

S. Takaki et al.: Prog. Nucl. Energy., 92 (2016) 306.





#### ロ YSZ中のイオントラックはCeO2と同様にフレネルコントラスト

として観察される。イオントラック中心領域は<mark>蛍石構造を保持</mark> しているが、原子数密度が低下している。

■ YSZ中のイオントラックサイズ、形成効率、回復領域は電子 的阻止能値の増加に従い増大していた。しかし、これらの値 はCeO<sub>2</sub>よりも小さく、YSZの酸素空孔の寄与によって溶融状 態から効率よく回復していることが考えられる。