

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の研究

生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター 鹿園研究室

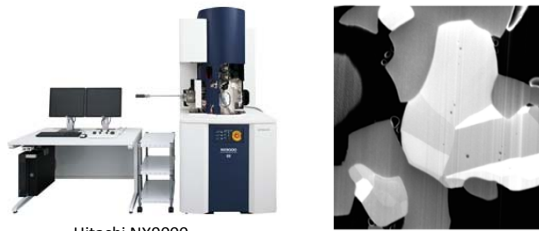
<http://www.feslab.iis.u-tokyo.ac.jp/>

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の電極では、電極反応の場である三相界面 (Triple Phase Boundary) 密度や、比表面積、ネットワークの屈曲度等が過電圧特性に大きな影響を与える。本研究室では、電極3次元微細構造をFIB-SEMにより再構築し、電極過電圧特性と微細構造の関係を明らかにするとともに、格子ボルツマン法、離散要素法、モンテカルロ法、フェーズフィールド法等の数値シミュレーションを検証し、製造プロセスから劣化特性までの定量的予測手法を開発している。

電極微細構造の3次元計測と分極特性の定量化

◆ Dual Beam FIB-SEMによる電極構造計測

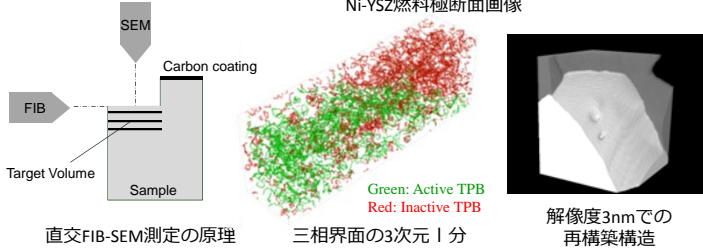
収束イオンビーム(FIB)による試料研磨と低加速電圧SEMによる撮像をnmオーダーピッチで繰り返し、得られた数百枚の断面画像から電極3次元構造を再構築



Hitachi NX9000

Ni-YSZ燃料極断面画像

Light gray: Ni
Dark gray: YSZ
Black: Pore



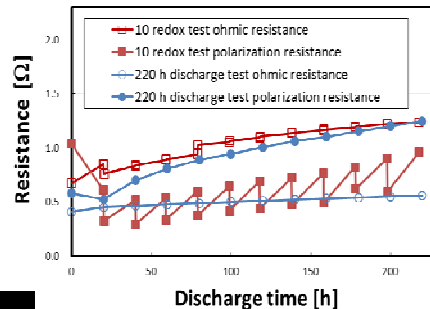
直交FIB-SEM測定の原理

三相界面の3次元分布

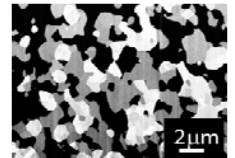
解像度3nmでの再構築構造

◆ Ni-YSZ燃料極の酸化還元特性

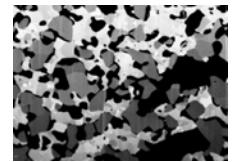
収束イオンビーム(FIB)による試料研磨と低加速電圧SEMによる撮像をnmオーダーピッチで繰り返し、得られた数百枚の断面画像から電極3次元構造を再構築



Ni-YSZ燃料極の酸化還元サイクルの影響

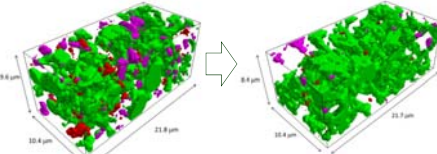


初期構造



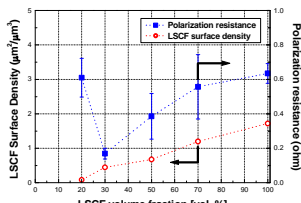
10サイクル後

Redoxサイクルによる燃料極中のNiの連結性向上

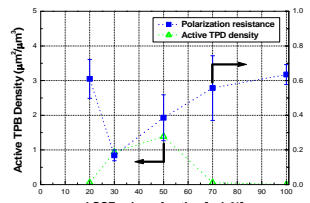


緑 (連結Ni)
赤 (孤立Ni)
紫 (Unknown相)

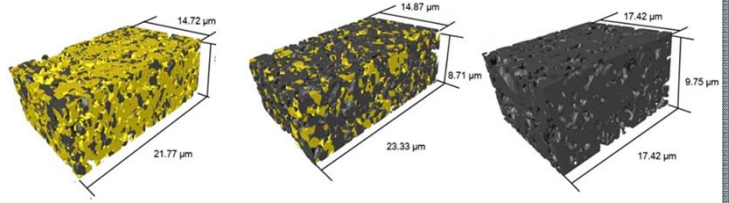
◆ コンポジット空気極：混合導電性酸化物(LSCF,LSC)と高イオン伝導性酸化物GDCのコンポジット空気極の性能向上メカニズム解明



LSCF表面積と分極抵抗の比較



三相界面密度と分極抵抗の比較



LSCF:GDC = 30:70 vol.%

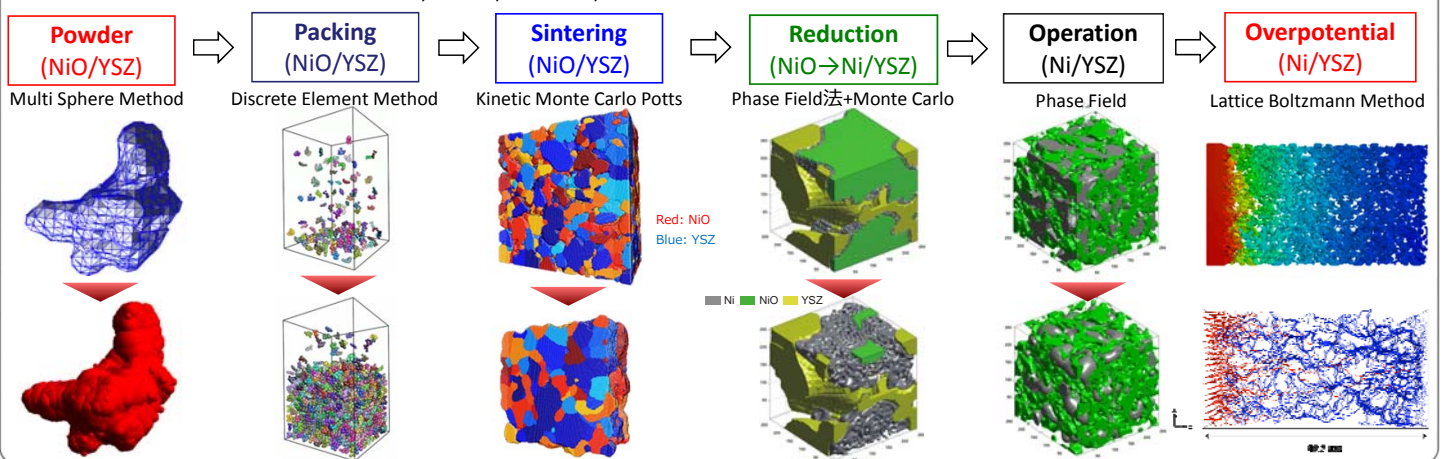
70:30 vol.%

100:0 vol.%

LSCF-GDCコンポジット空気極3次元構造

粉体から長期運転までのLifetime数値予測

◆ 粉体の製造プロセス (パッキング, 焼成, 還元), および劣化挙動までの予測



Validation & Verification by Experiment

