

京都大学大学院 工学研究科 高等研究院 エネルギー材料科学研究部門

研究部門代表： 安部 武志（物質エネルギー化学専攻）

本研究部門の目的と主要構成員

無機・有機材料、高分子、金属材料を基軸とした最先端のエネルギー材料では、多くの選択肢の中から最適な材料を選択し、設計することが重要である。本研究部門では光電変換、蓄電池、キャパシタ、燃料電池、水素製造・貯蔵、熱電変換などに関わるエネルギー材料について、物性評価や材料設計からはじまり、様々な空間スケールでの構造、組織化、機能発現などを共同で研究することによって、エネルギー材料科学を発展させることを目的としている。

反応班

安部武志(物エネ)
室山広樹(物エネ)
大北英生(高分子化学)
邑瀬邦明(材料工学)
稲葉 稔(同志社大)
入山恭寿(名古屋大)

解析班

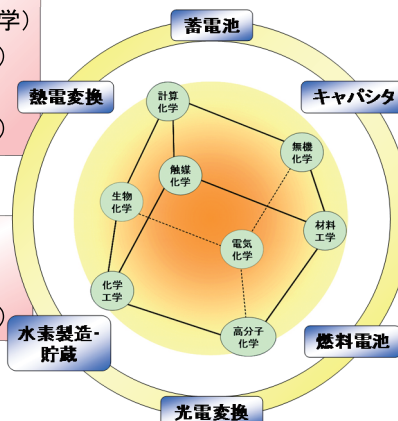
陰山 洋(物エネ)
田中勝久(材料化学)

解析班

安部武志(物エネ)
江口浩一(物エネ)
田中庸裕(分子工学)
佐藤啓文(分子工学)
河瀬元明(化学工学)
田中 功(材料工学)
乾 晴行(材料工学)

合成班

阿部 竜(物エネ)
平尾一之(材料化学)
藤田晃司(材料化学)
赤木和夫(高分子化学)
松田建児(合成・生物)
村田靖次郎(化研)

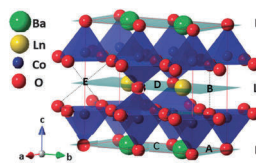


平成26年度の研究活動及び主な成果

固体酸化物形燃料電池(SOFC)空気極触媒

ダブルペロブスカイト型酸化物を用いたSOFC空気極の開発

固体酸化物形燃料電池(SOFC)の低温化が求められている。500–700°Cで使用される空気極材料の候補としてダブルペロブスカイト型構造を有する $\text{LnBaCo}_2\text{O}_{5.5}$ ($\text{Ln} = \text{La, Pr, Nd, Gd, Y, etc.}$)などのイオン-電子混合伝導性酸化物が注目されている。



$\text{Pr}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{FeO}_3$ (シングルペロブスカイト型: $\text{PBF}_{\text{single}}$)に熱処理を施し、 $\text{PBF}_{\text{double}}$ を作製し、結晶構造が導電率や電極性能に与える影響を評価した。

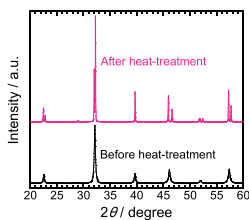


Fig. XRD patterns of $\text{Pr}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{FeO}_3$ before and after heat-treatment at 1100 °C for 10 h in 5% H_2 -95% N_2 .

還元雰囲気での熱処理により、いくつかの回折ピークが二つに分かれた。 PrO_2 と BaO 層が交互に積層し、単位格子が c 軸方向に二倍に伸長したことが要因である。 $\text{PBF}_{\text{single}}$ から $\text{PBF}_{\text{double}}$ に構造変化した。

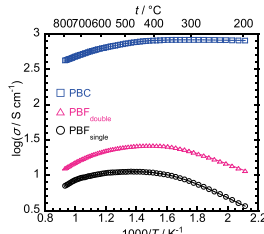


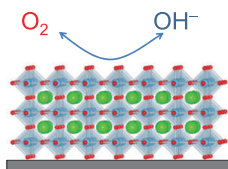
Fig. Temperature dependence of electric conductivity of $\text{PBF}_{\text{single}}$ and $\text{PBF}_{\text{double}}$ measured in air ($\text{PBC: PrBaCo}_2\text{O}_{5.5}$).

- $\text{PBF}_{\text{double}}$ の導電率は $\text{PBF}_{\text{single}}$ よりも高い。導電率は結晶構造にも依存し、酸化物イオン伝導性が大きく寄与すると考えられる。
- $\text{PBF}_{\text{single}}$ よりも $\text{PBF}_{\text{double}}$ の方が分極抵抗は小さい。 $\text{PBF}_{\text{double}}$ の酸化物イオン伝導性がより高いことに起因すると考えられる。

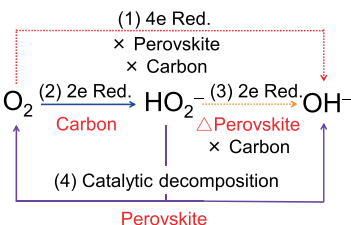
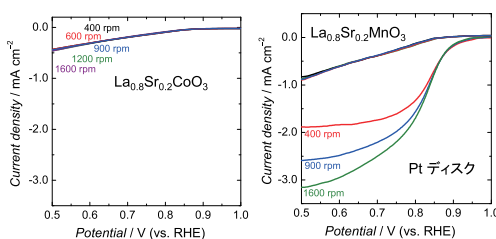
金属-空気二次電池空気極触媒

酸化物薄膜電極を用いた酸素電極反応の反応解析

金属-空気二次電池の空気極には主にペロブスカイト酸化物などの酸化物触媒と導電助剤であるカーボンからなる合剤電極が用いられている。空気極触媒活性のさらなる向上のためには、酸化物触媒の有する電極触媒活性を調べる必要がある。



電子伝導性を確保しつつ、酸化物のみからなる薄膜電極を作製し、表面積や導電助剤の影響を排除した電極触媒活性の評価を行った。

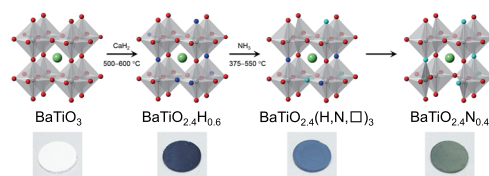


- 酸化物とカーボンからなる合剤電極内では、導電助剤であるカーボンが酸素還元反応の開始触媒として機能し、ペロブスカイト酸化物が生成した過酸化水素の分解触媒として機能していることが示唆された。

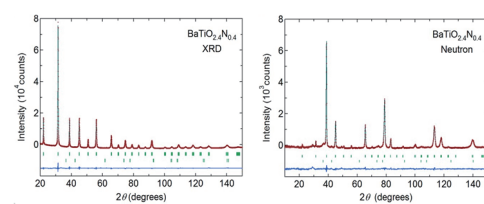
酸水素化物のAnion Labilityを基軸としたアニオン操作

ヒドリド(H⁻)の高い活性を活かした新規酸窒化物の合成

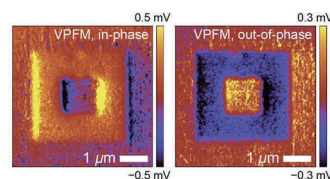
酸窒化物は光触媒・誘電体等の分野で期待を集めているが、高温 NH_3 気流を用いた従来法による物質開発は限界を迎つつある。チタン系ペロブスカイト中のヒドリドが有する高い活性は、低温でのトポケミカル反応による新規酸窒化物合成を可能とする。



放射線X線・中性子線回折データのRietveld解析による精密構造解析



圧電応答顕微鏡(PFM)により観察されたBaTiO2.4N0.4の強誘電性



- ヒドリドの高活性を利用し、高温 NH_3 気流を要しない、新たな酸窒化物合成法を確立した。
- 新規のチタン系ペロブスカイト型酸窒化物の合成に成功し、その構造をRietveld解析により明らかにした。またPFMでその強誘電性を確認し、酸窒化物の誘電体としての高い可能性を示した。