

2ビーム利用による表面・界面の マルチスケール・マルチモーダル観察

表面界面構造UG代表
産業技術総合研究所 白澤徹郎

表面界面構造UGの主な研究内容

- バルク結晶や薄膜の表面・界面の構造物性
- 電極界面反応
- 触媒表面反応

手法：SXRD, CTR, XAFS, GISAXS

測定対象：半導体、金属、酸化物、トポロジカル物質、
2Dマテリアル、貴金属触媒、蓄電材料、etc.

2ビーム利用による表面・界面の マルチスケール・マルチモーダル観察

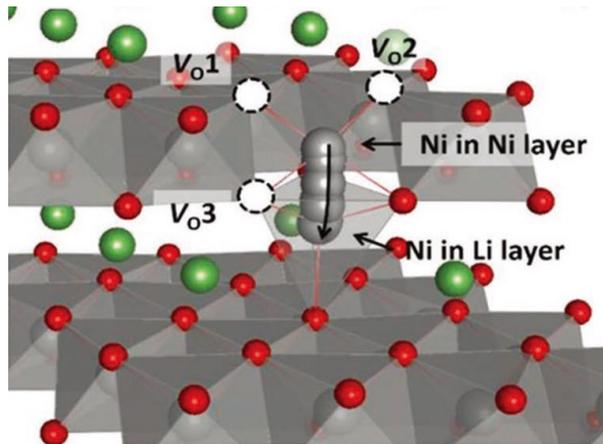
大域構造 + 局所構造 + 化学状態観察

SXRD(HX) + XAFS(SX)

GISAXS(HX) + XAFS(SX)

- 化学状態-構造相関、スケール間相互作用、活性サイトの特定による、不均一材料の機能・特性の支配因子解明

Liイオン電池正極における、
化学状態変化に伴う構造緩和



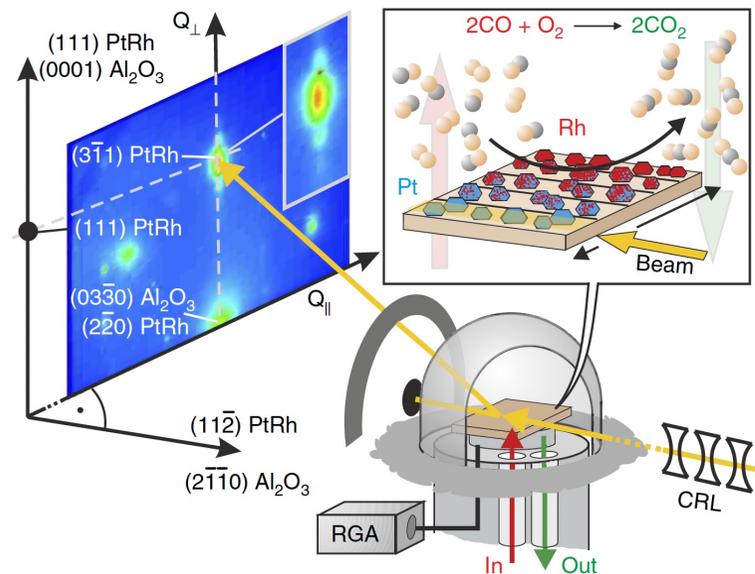
Adv. Energy Mater. 2019, 9, 1802586

異なる元素間、ドメイン間、部材間の 相関を観察

XAFS(HX) + XAFS(SX)

SXRD(HX) + XAFS(SX), GISAXS(HX) + XAFS(SX)

- 触媒表面のアンサンブル効果、担体効果の解明

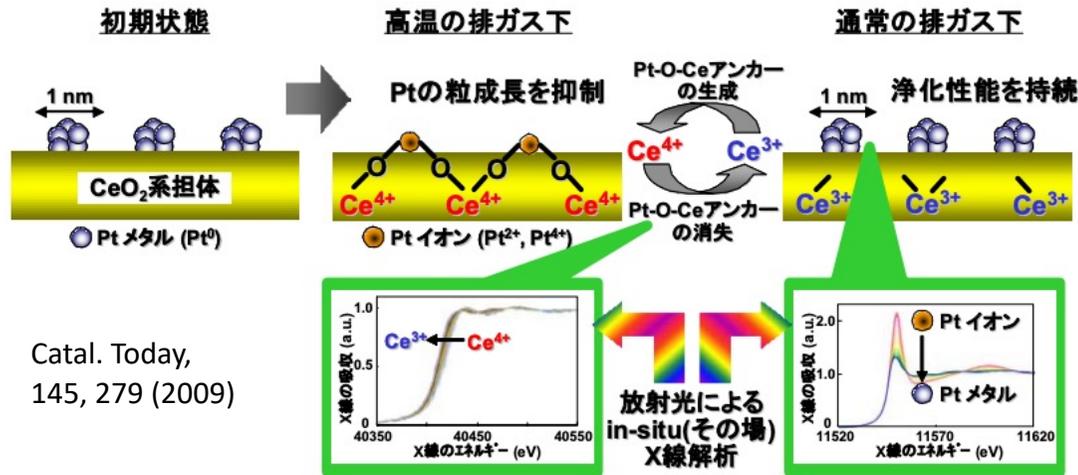


Nat. commun. nat. commun. 7, 10964 (2016)

不可逆的な現象や、複雑な試料環境下での計測に有効

触媒担体効果

触媒元素と担体元素のXAFS同時測定による担体効果の解明

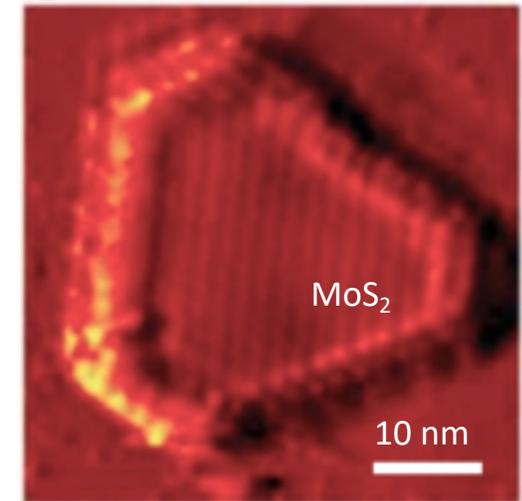


Catal. Today, 145, 279 (2009)

図 2 Pt/CeO₂ 系触媒における Pt アンカー制御機構

活性サイト

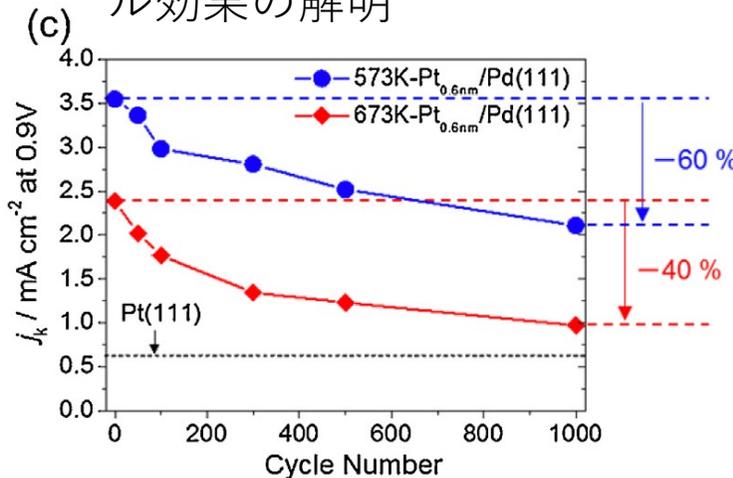
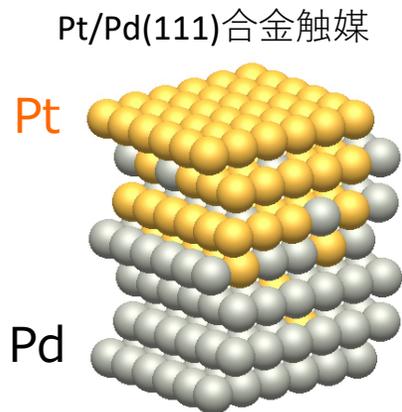
局所/大域同時観察による反応過程の観察



Science 2007, 317, 100

アンサンブル効果

合金触媒の各元素のXAFS測定と表面構造測定によるアンサンブル効果の解明

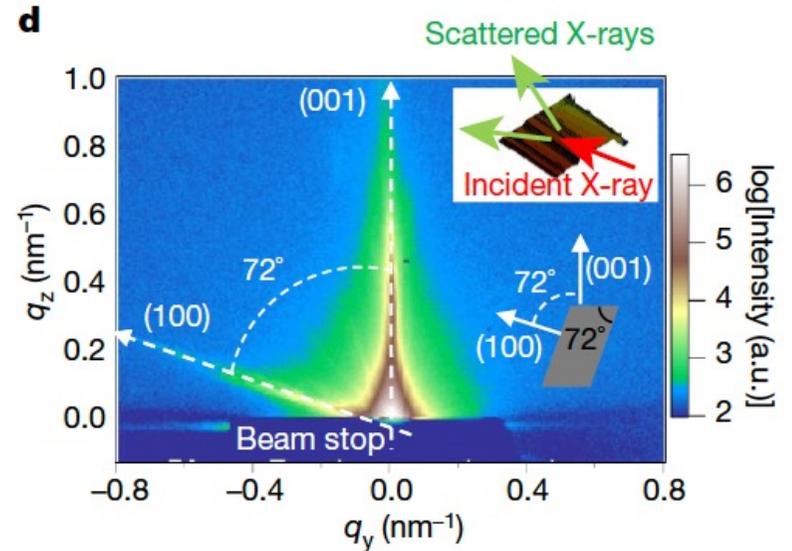
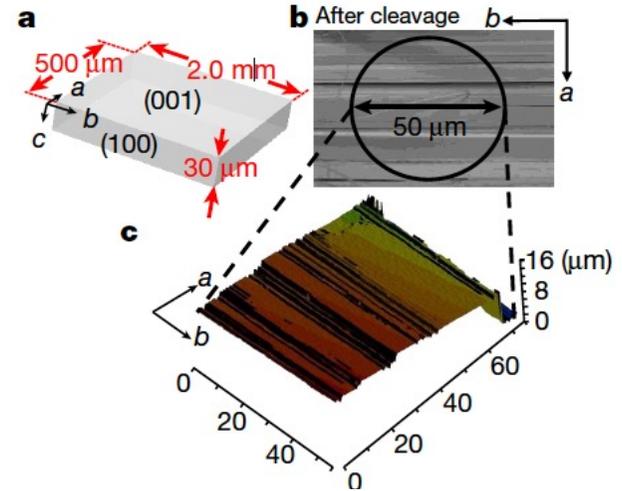
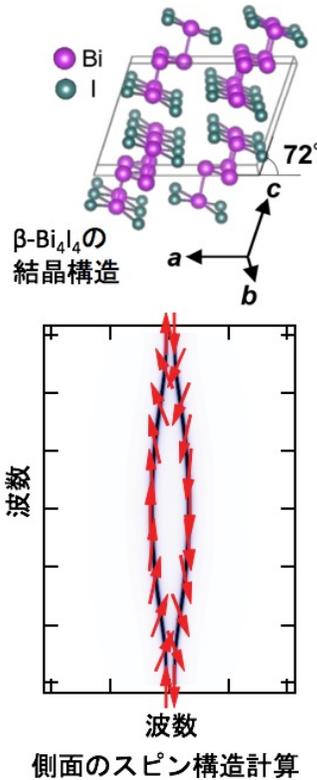
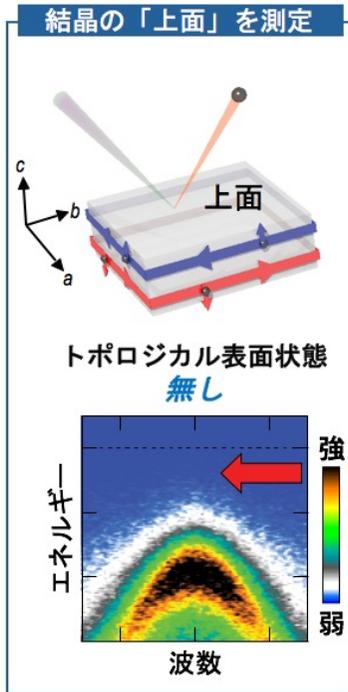
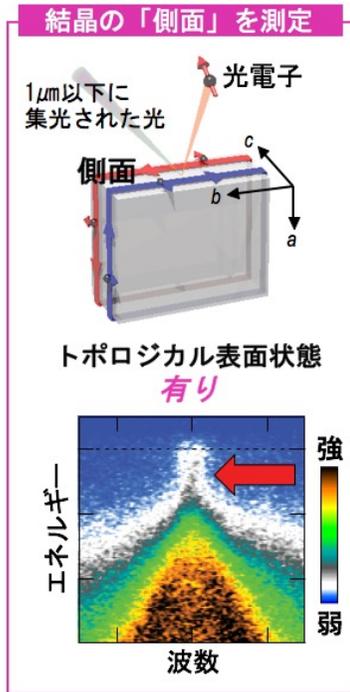


Electrochimica Acta 212 (2016) 822–827

微小領域の構造・電子状態観察

ARPES + GISAXS/SXRD

B-Bi₄I₄のトポロジカル表面状態
 同一微小領域における表面構造/電子状態観察

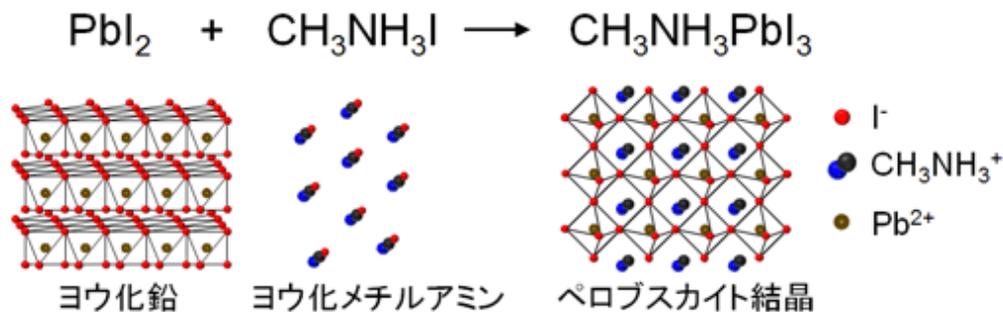


日本経済新聞 (2019.2.18朝刊11面)

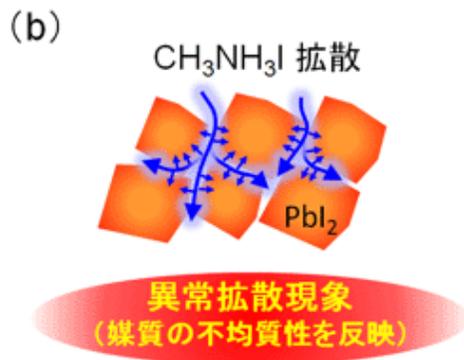
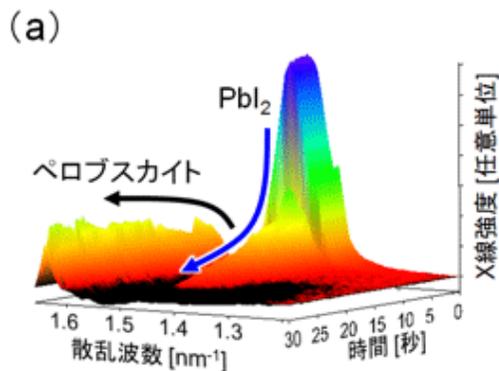
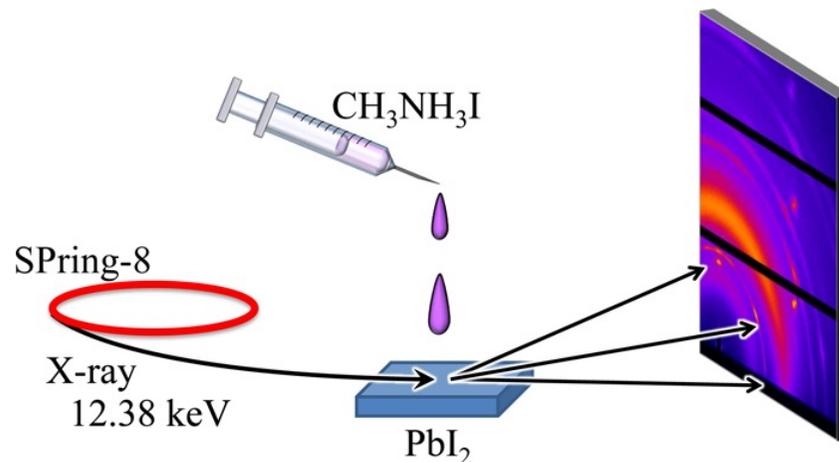
Nature 566, 518–522 (2019).

結晶成長過程の観察

有機ペロブスカイト太陽電池薄膜作製過程のリアルタイム観察



Nano Lett. 15, 5630 (2015)



異なる場所での2ビーム同時観察による
拡散過程の直接観察

まとめ

- 異なる元素や部材の同時観察
 - 触媒のアンサンブル効果や担体効果の解明
- 局所/大域同時観察
 - 反応過程、結晶成長過程の解明
- 微小領域観察
 - 希薄、不均一試料の構造・電子状態の解明
- その他
 - HXとSXで異なる深さをプローブ（積層デバイスなど）
 - 超高速現象（強誘電体ドメインダイナミクス、相変化メモリなど）