

C会場（粉末回折、表面 科学、表面界面構造、一 般講演）

司会・とりまとめ：

岩山 洋士（分子研UVSOR）

概要

4 件の発表

- 粉末回折UG（植草 秀裕（東工大））
- 表面科学UG（中辻 寛（東工大））
- 表面界面構造UG（白澤 徹郎（産総研））
- 一般公演（岩山 洋士（分子研UVSOR））

UGからの発表は、現状および2ビーム利用の提案という形で話していただいた

議論のポイント

- なぜ同時に利用しなければいけないのか？

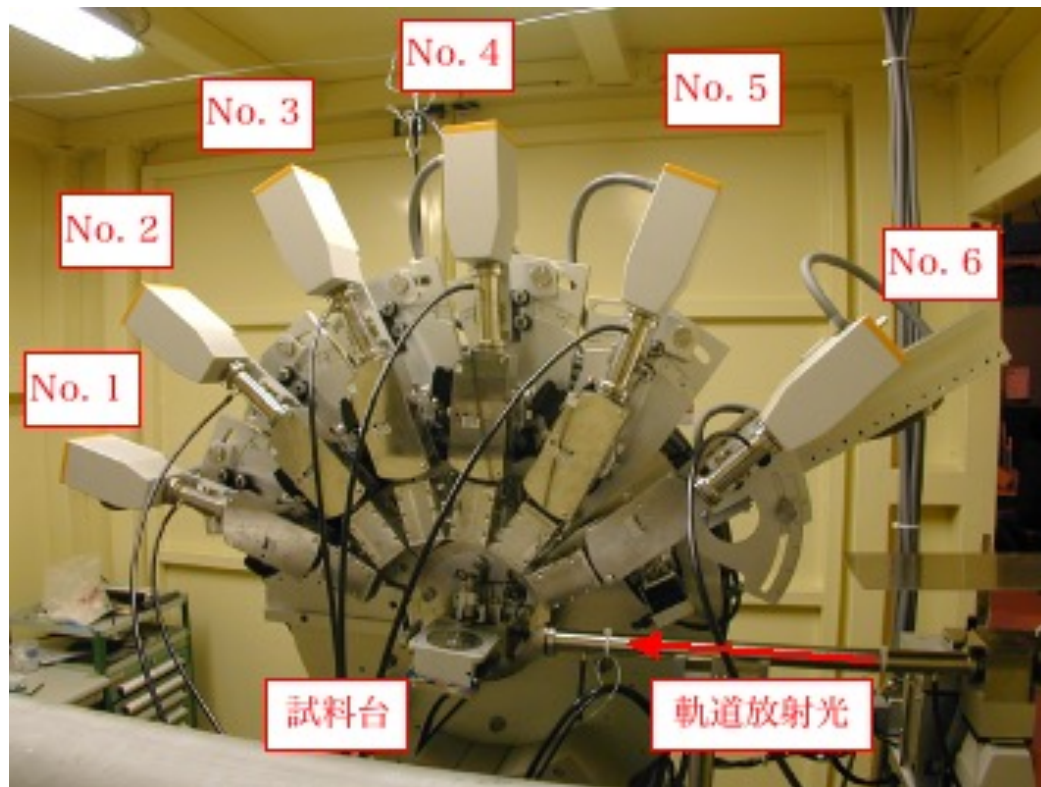
まったく同一の試料状態・環境で構造と電子状態など2測定を関連づけられる

- どのようなあたらしい科学があるのか？

加熱や雰囲気ガス暴露などによる試料環境変化後の2つの物理量（触媒と担体、ナノ構造とメゾ構造、表面とバルクなど）のダイナミクス研究（秒スケール）

粉末回折UG：現状

BL-4B₂ 検出器多連装型粉末回折計

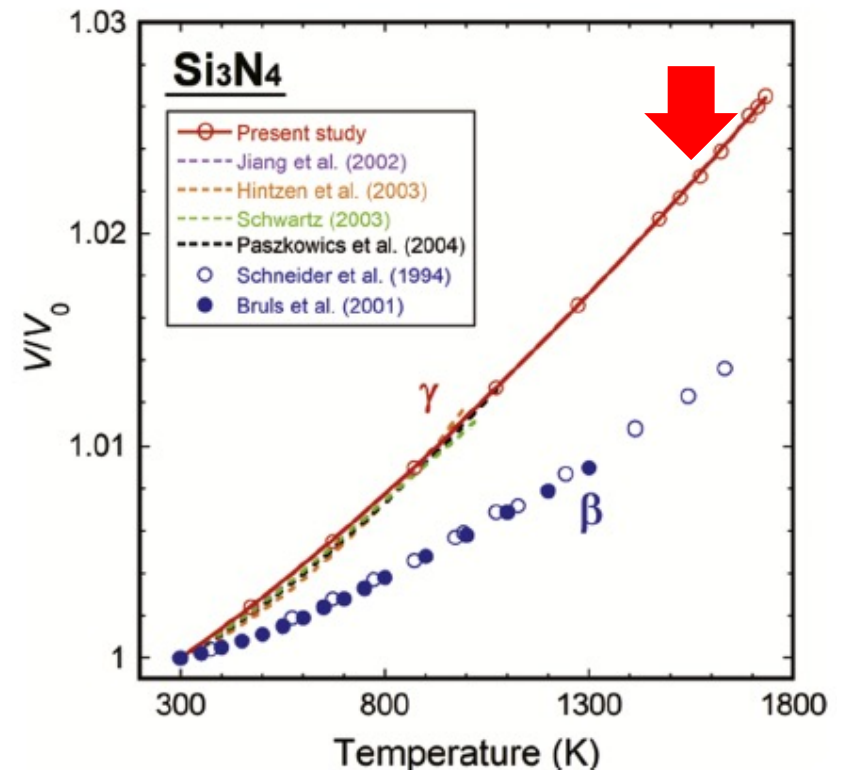
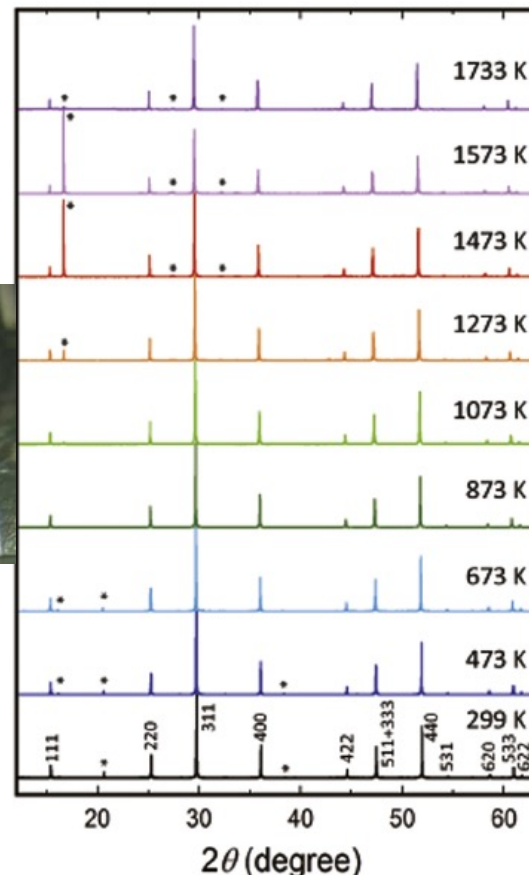
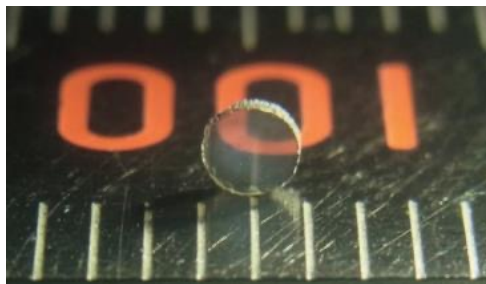
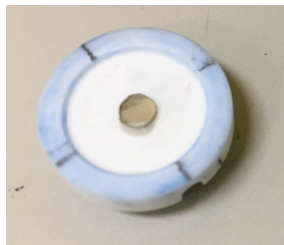


反射法，透過法で測定可能
高分解能
低バックグラウンド
開発した1500度高温装置

粉末回折UG：成果

Si₃N₄の最大1733 Kにおけるその場測定

酸化耐性のあるSi₃N₄が空気中において1733 Kまで安定であることを解明。空気中で高温における電気炉が活躍。 Nishiyama, Fujii, Yashima et al., J. Euro. Cram. Soc. 2019, 3627.



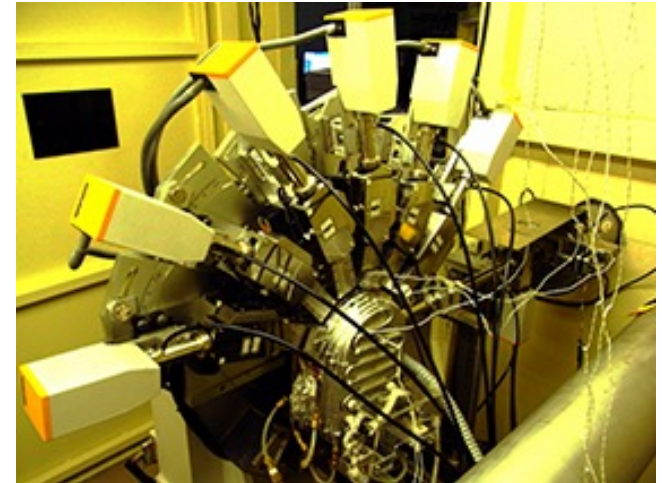
1733 Kまで熱膨張挙動解明

粉末回折UG:期待

4B2 MDSの特徴

これらの特徴を残したい

- ・ 高分解能粉末X線回折測定が可能
- ・ 空气中 1500°Cでの測定が可能
- ・ 透過法, 反射法で測定が可能



2ビームで何ができると嬉しいか？

プローブプローブによる多角的な分析

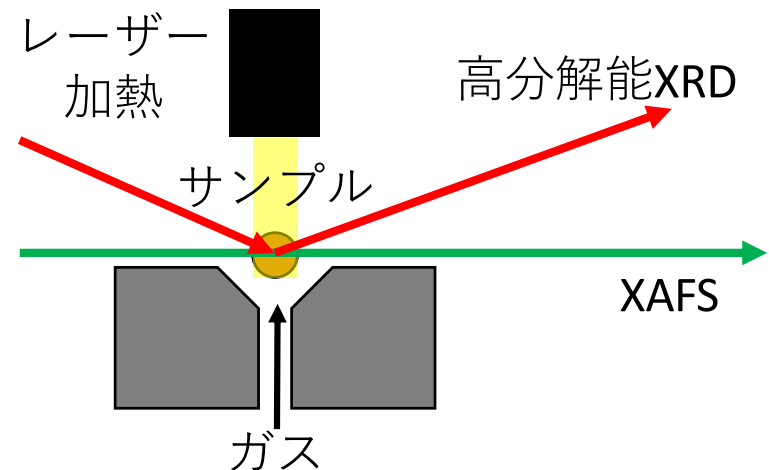
- ・ 高分解能粉末X線回折 + 分光 (XAFS等) + **極端条件 (高温等)**
- ・ 多波長X線による異常散乱の違いを利用した構造解析

物質 (化学的) 研究視点で放射光施設に求めるもの

- ・ 温度・圧力・湿度・ガス雰囲気など 試料環境を自由自在に変えて回折や分光測定をやりたい

粉末回折UG：議論

- 現状 1 測定 3, 4 時間かかるが、光源の高度化により秒スケールまで改善可能→時間発展が追跡可能
- Pump-probeよりprobe-probeによるXRD（構造）+XAFS（化学状態）の同時測定に興味がある
- 試料環境（温度など）が重要である



表面科学UG：現状

固体表面の電子状態，化学状態，ダイナミクスに関する研究

3B, 7A, 11A, 11B, 11D, 13A, 13B, 16A1, 16A2, 27A

BL-3B: ARPES, XPS (ARPES- II)

BL-13B :

ARPES, XPS, XAS, XAFS (SES200)

XPS (Phoibos)

雰囲気XPS (AP-XPS)

- 金属，半導体，酸化物などの単結晶表面の角度分解光電子分光
- NEXAFSによる吸着分子の電子状態と反応の研究
- 高分解能内殻光電子分光による固体表面および吸着分子の研究
- コインシデンス分光を用いた表面ダイナミクス
- 表面局所電子状態の研究
- 雰囲気光電子分光を用いた表面反応の研究
- 内殻分光を用いた表面スピン，表面磁性の研究
- 原子層，単分子膜，有機薄膜、酸化物薄膜の電子状態と構造に関する研究
- 放射光STMによる局所元素分析の研究

表面科学UG：2ビームへの期待

2次元原子層材料

不均一触媒

XPS + EXAFS, XAS

雰囲気中同一条件下での測定

➡ 反応追跡

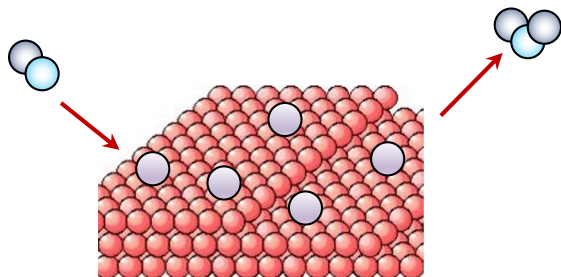
HXPES ならば常圧測定可能

電子収量XAS + 高感度蛍光XAS

単原子触媒(SAC)

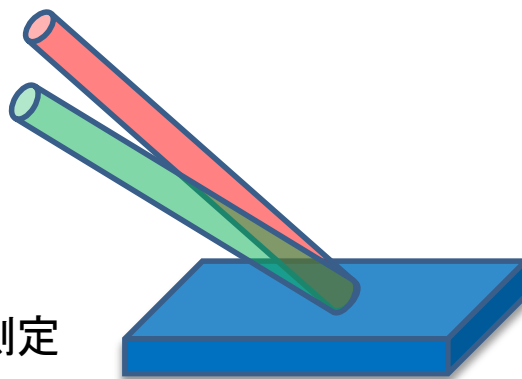
担体・表面反応種, 単原子触媒

➡ 反応場全体の化学種を一括把握



VUV/SX

HX



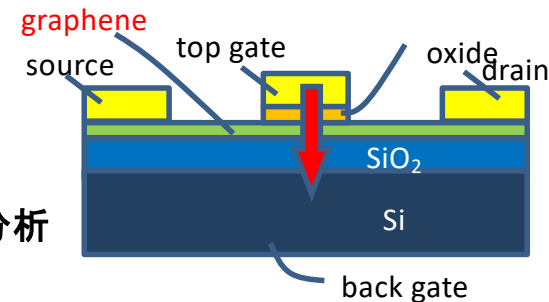
未公開データのため、削除

有機エレクトロニクス

XPS + HXPES

実デバイスの埋もれた界面

➡ sub-nm - 数10 nm
連続的な深さ分析



VL まで拡張すれば

励起状態ダイナミクス

➡ スピン多重度の時間発展

表面科学UG：2ビームの必要性

- 不均一触媒において、**雰囲気中同一条件下(不可逆過程)での触媒反応追跡（構造と電子状態）**
- 単原子触媒において、単原子触媒と担体（表面）の同時測定
- 有機エレクトロニクスにおいて深さ分解（表面とバルクの電子状態の同時計測）

表面科学UG：議論

- 表面は、構造と電子状態をそれぞれのBLを用いると、まったく同じ条件・状態を作ることが難しい。2ビームによる同時計測により、完全に同一環境で、構造と電子状態を決定できることは、重要
- 2ビームによる、2物理量として、構造と電子状態、表面とバルク、触媒原子と担体が提案された
- 触媒反応には秒スケールのものもあり、2つの物理量の時間発展・相関をおいかけることは魅力

表面界面構造UG：現状

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

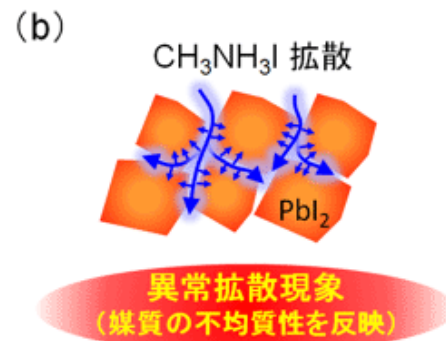
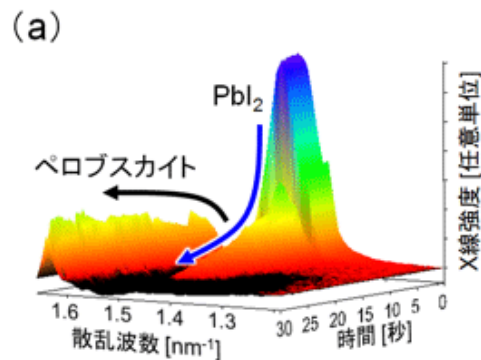
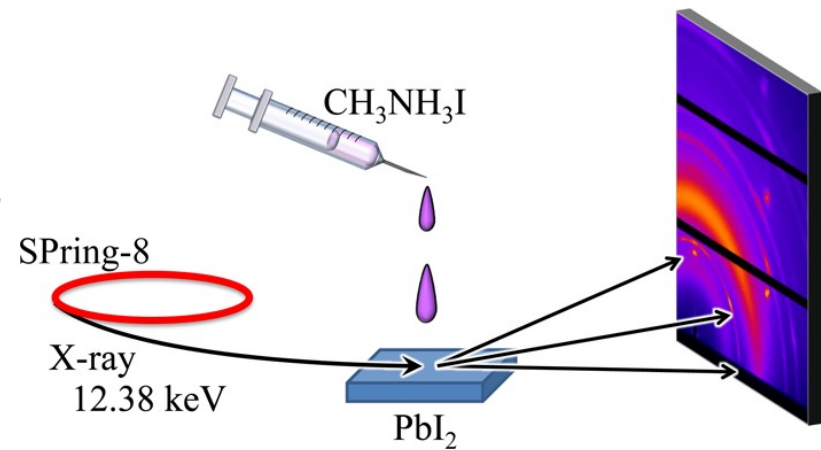
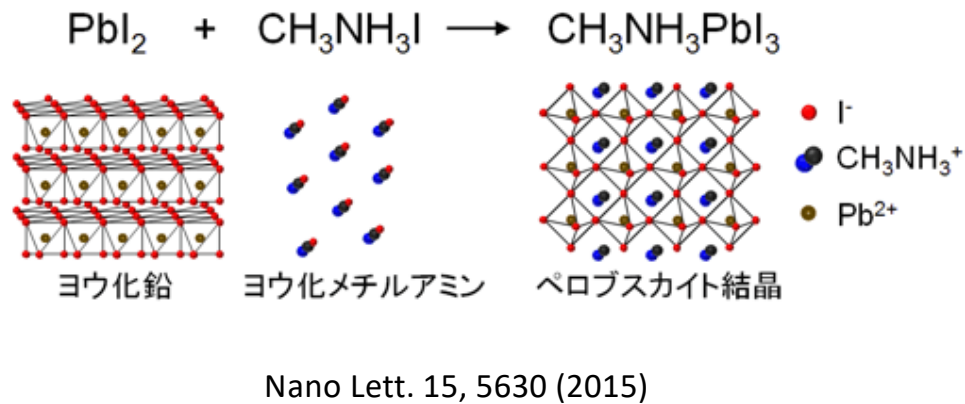
手法：SXRD, CTR, XAFS, GISAXS

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.

未公開データのため、削除

表面界面構造UG：期待 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



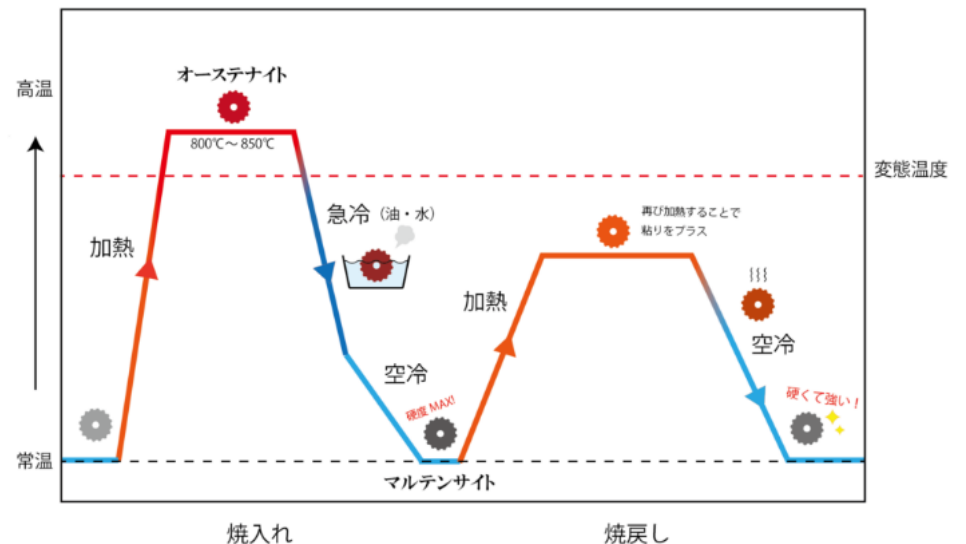
異なる場所での2ビーム同時観察による拡散過程の直接観察

表面界面構造UG：議論

- 局所/大域同時観察による反応過程、結晶成長過程の解明
- 微小領域観察による希薄、不均一試料の構造・電子状態の解
- HXとSXで異なる深さをプローブ（積層デバイスなど）

一般公演（岩山）

- 相転移におけるナノとメゾ構造ダイナミクスの時間相関測定
- 炭素鋼の焼き入れ現象の実時間観測
- 加熱冷却によるBCC-FCCの構造転移(サブナノ)と炭素分布（サブマイクロ）の同時計測
- サブナノ：HX回折
- 炭素分布：SX共鳴散乱



議論のポイント

- なぜ同時に利用しなければいけないのか？

まったく同一の試料状態・環境で構造と電子状態など2測定を関連づけられる

- どのようなあたらしい科学があるのか？

加熱や雰囲気ガス暴露などによる試料環境変化後の2つの物理量（触媒と担体、ナノ構造とメゾ構造、表面とバルクなど）のダイナミクス研究（秒スケール）

総括

- ほとんど2ビームをprobe-probeとしてつかう提案が多かった。
- まったく同一環境下での測定（質的な向上）
- 秒スケールの2物理量のダイナミクスの相関測定（新しい分野）
- 2物理量（表面・バルク、ミクロ・マクロ、元素間、構造・電子状態などなど）
- 試料環境の制御（雰囲気ガス、温度・圧力・電場）の重要性が指摘された（摂動（刺激）を与える必要があるため）

技術的課題

- 検出器の同期性や読み込み速度が重要
- 1 測定が秒スケールで終わる必要がある

Hybrid ringに対する期待

- SP-SPの2ビーム同時利用では、フェムト秒スケールの同期計測が可能となる。
- しかしながら、異なる電子バンチモード (SP+SR)を利用してこそ、hybridリングの特徴につながる
- SP-SR測定の可能性をもっと検討すべき
- 短パルス性だけでなく、SPのコヒーレンスを利用した実験を提案すべきとの意見がでた

感想

- 2ビーム利用（開発ビームライン・Hybrid ring）は、ブルーオーシャン！
- 活発な議論が行われ、想像力（妄想力？）を掻き立てられる。無謀に思えることでもまずは話し合うことが重要。
- また、UG間の交流も促進され、相互理解につながった