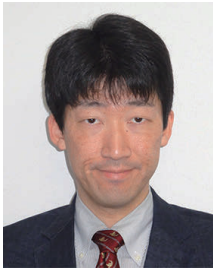


## 【基盤研究(S)】

### 大区分D



## 研究課題名 多次元X線タイコグラフィによる 次世代放射光顕微分光プラットフォームの構築

大阪大学・大学院工学研究科・准教授      たかはし ゆきお  
高橋 幸生

研究課題番号：18H05253 研究者番号：00415217

キーワード：放射光、X線タイコグラフィ、位相回復、X線吸収分光

#### 【研究の背景・目的】

実用材料の多くは、ナノメートルからサブマイクロメートルスケールでのドメイン構造を有する不均質・複雑系である。したがって、新材料を設計・開発する際、ナノ・メソスケールでの微細構造と機能の相関を解明することが極めて重要である。

我々は、これまで、放射光コヒーレントX線回折と位相回復計算に基づくナノ構造可視化技術であるX線タイコグラフィ法の高分解能化・高感度化に関する研究を推進し、世界最高水準の性能を実現してきた。更に、X線タイコグラフィ法を入射X線のエネルギー軸方向に発展させることで、ナノスケールでの試料のX線吸収微細構造(XAFS)の空間分布を取得する「タイコグラフィ-XAFS法」を実証し、不均質なバルク材料の構造-機能相関解析に応用してきた。

本研究課題では、タイコグラフィ-XAFS法を高度化することで多次元X線ナノイメージング技術とし、様々な機能性材料のマルチスケール構造-機能相関解析に応用することで、次世代の放射光顕微分光の共通基盤技術として確立することが目的である。

#### 【研究の方法】

本研究課題では、いくつかのX線光学的アプローチ、情報科学的アプローチにより、目的の空間分解能を達成するために必要なタイコグラフィ-XAFS法の計測時間を大幅に短縮する。そして、タイコグラフィ-XAFS法に計算機断層撮影法を組み合わせることで、タイコグラフィ-XAFS法を三次元空間に拡張した多次元X線タイコグラフィ法として確立する。そして、大型放射光施設SPring-8において、触媒材料、高分子材料、磁性材料などの様々な機能性材料のナノ構造と機能の相関解析に関する共同研究を推進する。

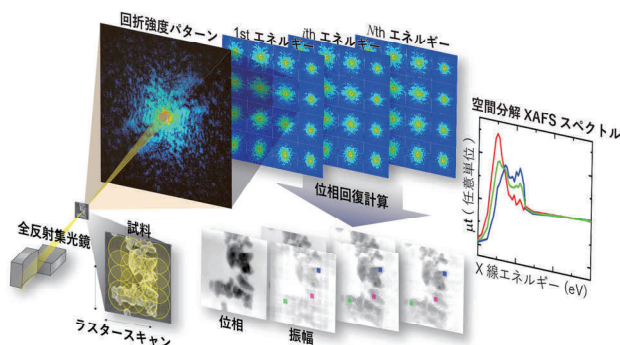


図1 タイコグラフィ-XAFS法の概念図

#### 【期待される成果と意義】

現在、顕微分光ツールとして、透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて電子線エネルギー損失分光(EELS)測定を用いて行うTEM-EELSが普及しているが、電子線の侵入深さの問題から数十nm以上の厚みを有する試料観察を苦手とする。多次元X線タイコグラフィは、マイクロメートルの厚みを有する試料を10nmの空間分解能で可視化できるため、未開拓となっているバルク試料全体に対する構造-機能相関の科学が開拓される。

また、低エミッタンス光源である次世代放射光施設では、利用可能なコヒーレントX線のフラックスが増加するため、X線タイコグラフィの空間分解能・時間分解能の向上が見込まれる。次世代放射光施設において多次元X線タイコグラフィのプラットフォームを活用することで、実試料観察に関する応用研究を加速させることができる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- A. Suzuki, K. Shimomura, M. Hirose, N. Burdet, and Y. Takahashi, "Dark-field X-ray ptychography: Towards high-resolution imaging of thick and unstained biological specimens", Scientific Reports 6, 35060 (2016).
- M. Hirose, K. Shimomura, N. Burdet, and Y. Takahashi, "Use of Kramers-Kronig relation in phase retrieval calculation in X-ray spectro-ptychography", Optics Express 25, 8593-8603 (2017).
- M. Hirose, N. Ishiguro, K. Shimomura, N. Burdet, H. Matsui, M. Tada, and Y. Takahashi, "Visualization of Heterogeneous Oxygen Storage Behavior in Platinum-Supported Cerium-Zirconium Oxide Three-Way Catalyst particles by Hard X-ray Spectro-Ptychography", Angewandte Chemie International Edition 130, 1490-1495 (2018).

#### 【研究期間と研究経費】

平成30年度-34年度  
136,400千円

#### 【ホームページ等】

<http://www-up.prec.eng.osaka-u.ac.jp/takahashi>