



## 2D 法等の高度な手法を含めた XAFS 法の理解を深めるための測定

田淵雅夫、岩井由宇賀、鈴木啓斗、鈴木凌輔、Lin Yunli  
名古屋大学

キーワード：XAFS 測定の基礎、2D XAFS 測定

### 1. 背景

我々は XAFS 法を応用した研究のみならず、XAFS 測定そのものを研究対象として、測定法や測定原理をより深く理解することや、測定法自体の発展を目指した研究を行っている。蛍光 2 次元 XAFS 測定を実現すべく行っている試みに関する結果を報告する。

蛍光法による 2D XAFS 測定はあいち SR に限らずほぼ報告例がない。その理由は、X 線の結像光学系を構築することが難しいためである。透過法であれば放射光の平行性を利用して直接投影すれば結像光学系なしに 2D 測定が可能であるが、全天に放射される蛍光 X 線をとらえる測定は何らかの結像光学系が無ければ空間分解能を持つことはできない。そこで本研究では、キャピラリプレートと呼ばれるマイクロスケールの穴が無数に空いたプレートを試料とカメラの間に配置してソーラスリットとして用いることで蛍光 X 線での 2D-XAFS 測定の可能性を探る研究を行っている。

### 2. 実験内容

キャピラリプレートを撮像素子の前に取り付けた X 線カメラに対して、試料を並行に固定できる撮像系を準備した。撮像系全体を 4 軸試料ステージ上に置き、4 軸ステージのスイベルを( $\omega$  軸)を利用して全体を傾け、試料に対して低角で X 線を入射した(図 1)。試料位置で約 0.5mm  $\phi$  に集光された光で実験を行い試料上 0.5x5mm 程度の範囲を観察した。X 線カメラとして浜松ホトニクス製の X-ray sCMOS (C12849)を用いた。キャピラリプレートとして穴径 6 $\mu$ m 厚さ 1mm のものを使用した。このような測定系で実際に蛍光 XAFS 測定の対象になるような、試料中のターゲット元素の濃度が低い希薄試料の測定が可能かどうか検証するため、陶片の釉薬中に含まれる Cu を対象に測定を試みた。

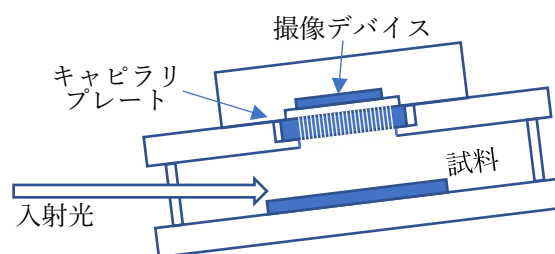


図 1. 作製した撮像系の模式図  
試料に対抗する形でカメラを置き、間にキャピラリプレートを配置することで蛍光 X 線像を得る。

### 3. 結果

2D-XAFS 測定を行うことによって、視野全域の各点において蛍光 XAFS スペクトルが得られる。得られたスペクトルを解析して様々な情報が得られるが、まず、Cu-K 吸収端のジャンプ量から各点での Cu の量を表すマップを得ることができる。さらに標準スペクトルを対比する解析を行うことで、その場所に存在する 1 価、2 価の Cu 原子の量の比を知ることができる。釉薬中の Cu の分布の仕方、各場所での量、各場所での価数等は陶器の色と密接なかかわりがあると予想され、本測定系でその解析ができることが明らかになれば、今後の応用が期待される。

実際に解析を行った結果を図 2 に示す。図では右が陶片の表面側で左が陶片の内部になる。試料の厚さはおおよそ 0.5mm 程度であった。この試料では Cu の大半は 2 価( $\text{Cu}^{2+}$ )の状態が存在していることがわかる。また、 $\text{Cu}^{2+}$ の量の多い部分少ない部分が明確に区別できるなど、このサイズの試料に対して十分な解像度を持っており今後の応用が期待される結果であった。

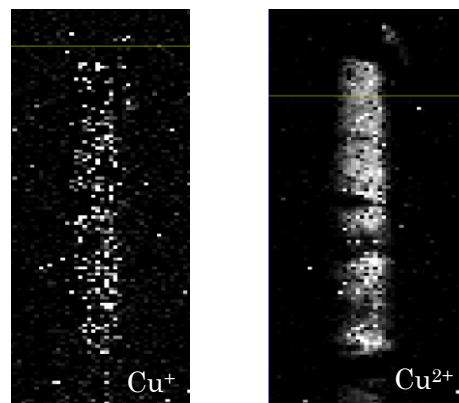


図 2. 陶片試料断面の蛍光 2D-XAFS スペクトルを解析して得た、1 価( $\text{Cu}^+$ )、2 価( $\text{Cu}^{2+}$ )の銅の分布。この試料中では大半の銅は 2 価が存在していることがわかる。