



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、重松航太、西村蒼生、安藤大生、久能俊介、箱木響、鈴木凌輔、Lin Yunli

AichiSR

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 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。今回はその一環として行っている蛍光 2 次元 XAFS 測定を実現する試みについて報告する。X 線の結像光学系を構築することは難しいため、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。透過法では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 線の測定で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。本研究室では、キャピラリプレートと呼ばれるミクロン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、試料を並行に固定した上で撮像素子を 4 軸試料ステージ上に置き、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 φ に集光された光で実験を行い試料上 0.5x5mm 程度の範囲の観察を試みた。X 線カメラには浜松ホトニクス製の X-ray sCMOS (C12849)を、キャピラリプレートには穴径 6μm 厚さ 1mm のものを使用した。このような測定系で、17 世紀に作製された顔料(呉須)による絵付けの古伊万里陶片を対象に測定を行った。陶片は樹脂埋包の上切断、研磨が行われたもので入射 X 線照射面の十分な平坦性が確保できた。

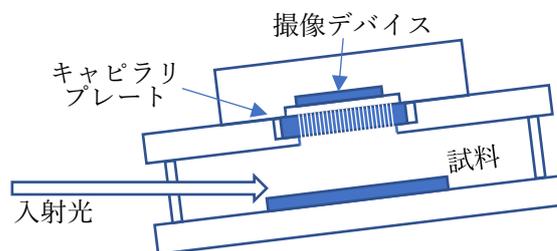


図 1. 作製した撮像系の模式図
試料に対抗する形でカメラを置き、間にキャピラリプレートを配置することで蛍光 X 線像を得る。

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。今回は、顔料や釉薬に含まれると期待される Mn, Fe, Co それぞれの K 吸収端で 2D-XAFS 測定を行い、吸収端でのエッジジャンプ量から 2 次元の各点での Mn, Fe, Co 蛍光像を得た。結果を図 2 に示す。釉薬、下地の組成から予想される通り、Fe は釉薬層と下地の両方に分布しており、Mn, Co は釉薬層にのみ分布していた。下地に見られるのはほぼ Fe のみで、釉薬部分では Mn の蛍光強度が最も強いが、これはスポットで測定した蛍光スペクトルと一致する。三元素ともに粒状の分布が観察され、今後光学的に観察した組織との対応を検討することで釉薬の組織と色の関係などが議論できると期待される。Mn, Fe, Co の分布には、現時点では顕著な相関は見られないがこの点より詳細な検討が必要だと考えられる。もっとも量の多い Fe については価数の評価が可能だが確認されており、今後 Mn, Co の価数分布と合わせて、陶磁器の組織や色の関係を議論して行きたい。

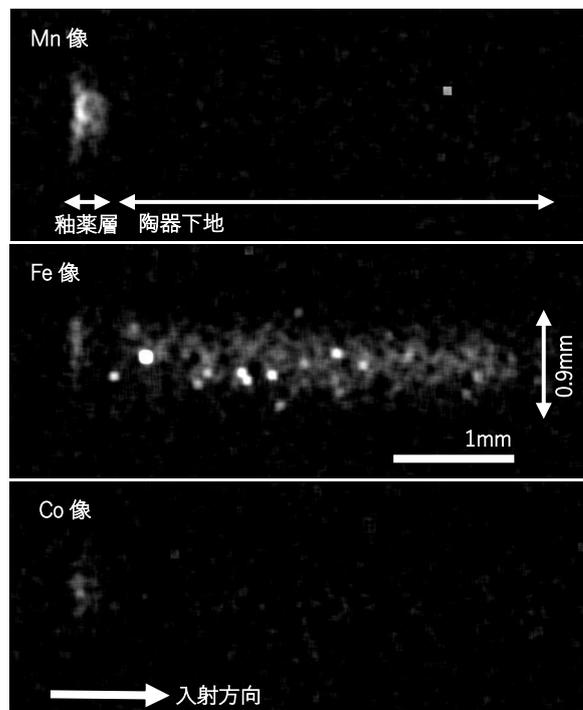


図 2. 陶片試料断面の蛍光 2D-XAFS スペクトルを解析して得た、Mn, Fe, Co の蛍光像。像の明るさのスケールは同じで検出された信号強度に比例している。