

## 放射光蛍光 X 線分析によるエジプト出土考古ガラス・陶器の製造技術に関する研究

マイクロビーム X 線分析応用グループ  
阿部善也, 菊川 匡\*, 権代紘志, ○中井 泉(東理大理, \*古代エジプト美術館)

【背景】我々の研究グループは 1987 年に放射光を考古学に初めて応用して以来, 考古化学の研究を続けているが, 放射光応用では貴重な文化財をいかに放射光施設に持ち込むことができるか, という点が最大の障害となる。そのため近年の当グループの考古化学研究は, ポータブル X 線分析装置の開発とその場分析への応用が中心になっていた。このたび古代エジプト美術館(渋谷)の積極的協力を得ることができ, その貴重な所蔵品を分析する機会を得て, 考古遺物の放射光研究を再開した。鮮やかに彩られた古代のガラスや陶器は, 着色剤として添加された鉱物や金属によりその色を呈している。中には複数の着色元素のわずかな組成比の違いから, 異なる色を生み出しているケースもある。そこでマイクロビームを用いる蛍光 X 線イメージングによって遺物中の元素分布を可視化し, 蛍光 XAFS 測定により状態分析ができれば, 用いられた着色剤の種類や着色技法に関する考察が可能となる。そこで, 古代エジプトのガラスや陶器の製造技術の解明を目的として本研究を進めた。

【実験内容】放射光マイクロビーム蛍光 X 線イメージングは PF BL-4A にて行った。Si(111)二結晶モノクロメータで単色化した X 線をポリキャピラリで集光し, 測定試料に照射した。励起エネルギーは 20.0 keV, ビーム径は 20  $\mu\text{m}$  である。測定試料は, 古代エジプトのモザイク・ガラスを用いた。モザイク・ガラスは金太郎飴のように作成され, 引伸冷却後に切断されるため, その文様は非常に細密である。こうした細かな文様に対応した元素情報を得る上で, 放射光マイクロビームの利用はきわめて有効となる。なお, 測定に用いた遺物はいずれも古代エジプト美術館(渋谷)の所蔵品である。

【結果】女性の顔が描かれたモザイク・ガラス(B.C. 1–A.D. 1 C.)の蛍光 X 線イメージング結果の一部を図 1 に示す。額の赤色部分からは Pb および Cu が検出された。髪飾りと耳飾りの黄色部分については Pb の存在が認められた。イメージング領域左下の背景の青色からは Cu が検出されている。Mn-K $\alpha$ 線のイメージング結果から黒色ガラス部分に着目すると, 輪郭の黒線には Mn を含む化合物が用いられていることがわかる。しかしその強度分布を詳細に見てみると, 目・髪部分と耳・鼻部分では Mn の濃度が異なっていることが確認でき, 製造の過程で少なくとも 2 種類の黒色ガラスを用いていたことがわかった。さらに領域右上の眉部分は他の黒色部分と異なり, Mn ではなく Fe を主成分とすることが明らかになった。このように, 放射光マイクロビームを用いた蛍光 X 線分析イメージングによって, モザイク・ガラスの複雑な文様と元素組成の対応が明瞭に可視化されただけでなく, その製法に関わる知見までもが得られ, 本分析法の有用性が示された。なお当日の発表では, 放射光 XAFS 解析による考古遺物中の着色元素の化学状態分析ならびに考古遺物の放射光高エネルギー蛍光 X 線分析で得られた成果も合わせて報告する。

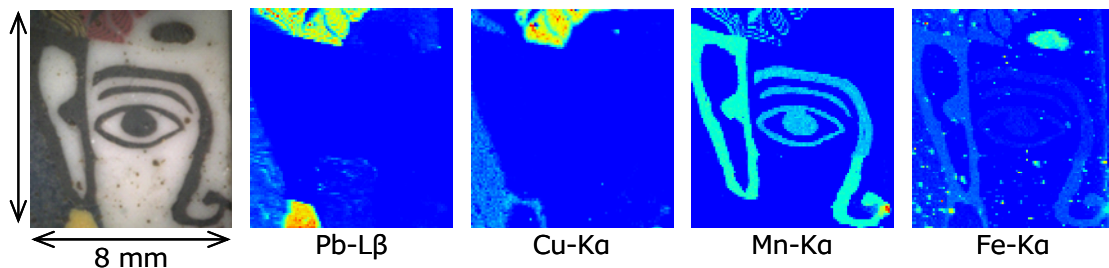


図 1 モザイク・ガラスの放射光マイクロビーム蛍光 X 線イメージング  
(ステップサイズ 80  $\mu\text{m}$   $\times$  80  $\mu\text{m}$ , 測定点 100  $\times$  100 steps, 測定時間 2 sec./step)