

μ -XRF イメージングによる古代ガラスの着色技術の解明 Investigation of coloring techniques of ancient glass by using micro-XRF imaging

阿部 善也¹, 白瀧 絢子¹, 菊川 匡^{1,2}, 中井 泉¹
1 東理大理, 2 古代エジプト美術館)

【はじめに】鮮やかに彩られた古代のガラスは、着色剤として添加された鉱物など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り、遺物中の元素分布を可視化できれば、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、古代ガラスの着色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。ビーム径は32 μm である。測定試料は熊本県の国越古墳より出土した小型緑色ガラスビーズおよびエジプト新王国時代に作られたモザイク・ガラス(古代エジプト美術館所蔵)である。

【結果】古墳時代のガラスビーズについては、バルク組成分析から Cu^{2+} による青色ガラスにPb系の黄色顔料が混ぜられていることが予想された。そこで顕微鏡観察により黄色顔料の溶け残りが見られた1点について、元素分布の可視化を図った。励起エネルギーを10 keVに設定することで、Pb-L線による妨害を回避した。分析の結果、Cu(K線)は緑色のガラス部分にのみ分布していたのに対し、Pb(M線)はガラス部分と黄色顔料部分の双方から検出され、その強度は黄色顔料部分において顕著であった。モザイクガラスビーズについては、白、青、黄、赤の鮮やかな彩色がなされている。特に赤色部分は還元焼成のCuナノコロイドによる発色と考えられるが、青色部分は酸化焼成での Cu^{2+} の発色と考えられ、同一のガラス内に異なる酸化状態のCuが存在することになる。そこで今回は10 keVのX線を用いた通常のイメージングに加え、同試料についてCu K吸収端よりわずかに低いエネルギーでのイメージングを行い、価数によるCuの分布の違いを検証した。2つの異なるエネルギーで得られたイメージング結果の比較により、還元状態のCu(Cu^+ , 金属Cu)と酸化状態のCu(Cu^{2+})の分布の違いが可視化された。