

平成 27 年度 尚家資料色材調査報告書

下山 進^{※1} 大下 浩司^{※2} 下山 裕子^{※3}

琉球国王尚家資料 資料番号：80

りよくゆうしほうしょくだい 緑釉四方燭台

《18-19 世紀 高 19.3 口径 9.2 縦 14.3 横 14.3 cm》



図 1 蛍光 X 線 (XRF) 測定点

蛍光 X 線分析 (XRF) を行った測定点を図 1 に示し、各測定点から得られた蛍光 X 線スペクトル (XRF スペクトル) を図 3 に示した。この分析に用いた装置は低レベル放射性同位元素のアメリシウム (^{241}Am) を線源として用いたもので、各測定点に線源を近づけ (図 2) 非接触の状態測定点から発生する二次 X 線を XRF スペクトルとして計測した。

緑の釉薬が施された部分 (XRF 003) からは、銅 (Cu) と亜鉛 (Zn) の両元素が検出され、この緑釉には「真鍮 (粉)」が使用されていると推定された。

次に、底部の白色部分 (XRF 002) からは、鉄 (Fe) 元素が顕著に検出され、一部表面に塗られた緑の釉薬の部分 (XRF 003) に由来する銅 (Cu) と亜鉛 (Zn) の両元素が検出された。残念ながら、今回の分析に用いたアメリシウム (^{241}Am) を線源とする蛍光 X 線分析では、カルシウム (Ca) よりも軽い元素となる陶土 (カオリナイト) 由来のケイ素 (Si) やアルミニウム (Al) 元素等は検出できない。

そして、底部の褐色部分 (XRF 001) からは、鉄 (Fe) 元素が顕著に検出され、陶土に由来するカルシウム (Ca) 元素の存在が確認された。



図 2 低レベル RI 線源蛍光 X 線分析装置

※1 吉備国際大学 文化財保存修復学研究科 特任教授

※2 吉備国際大学 文化財保存修復学研究科 准教授

※3 デンマテリアル株式会社 色材科学研究所 代表取締役 所長

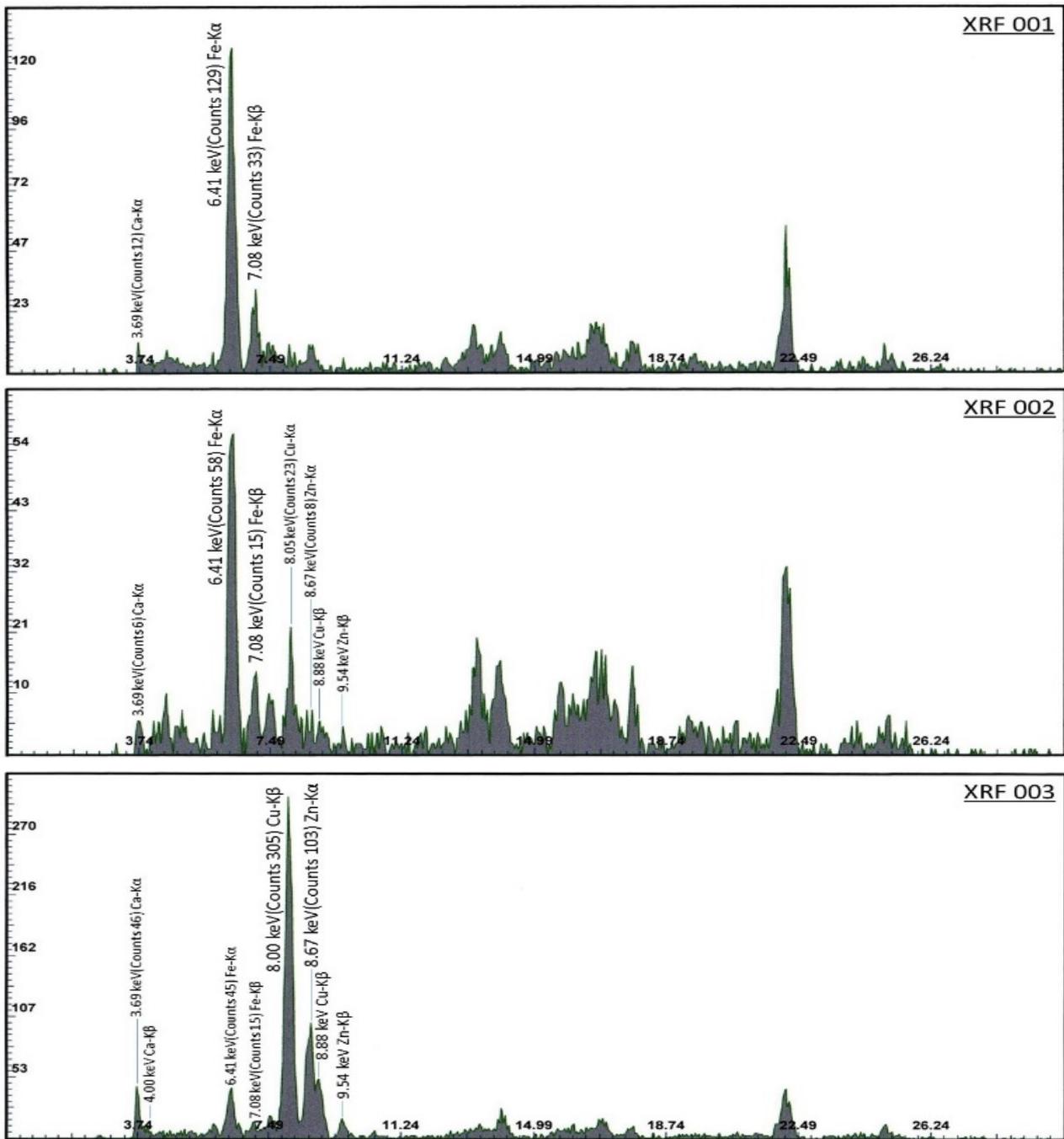


図 3 各測定点の XRF スペクトル

この燭台に「真鍮（粉）」が緑釉として使われていたとした場合、その銅と亜鉛の配合比を推定するため、現代の一般的な真鍮を分析し、この燭台の緑の釉薬部分（XRF 003）から得られた XRF スペクトルの銅と亜鉛の強度比を比較した。

現代の一般的な真鍮として、銅 65% と亜鉛 35%（重量%）が配合された厚さ 0.1mm の真鍮板を基準試料として用い、この基準試料から得られ XRF スペクトルを図 4 に示した。基準試料（Cu 65wt% Zn 35wt%）の銅（Cu）と亜鉛（Zn）の強度比は「銅：亜鉛＝1：0.581」であるのに対して、この燭台の緑の釉薬部分（XRF 003）から得ら

れた XRF スペクトルにおける銅と亜鉛の強度比は「銅：亜鉛＝1：0.337」であったことから、この燭台に緑釉として使用された「真鍮（粉）」の銅と亜鉛の配合比（重量比）は「銅 75% 亜鉛 25%」程度のもものと推定した。

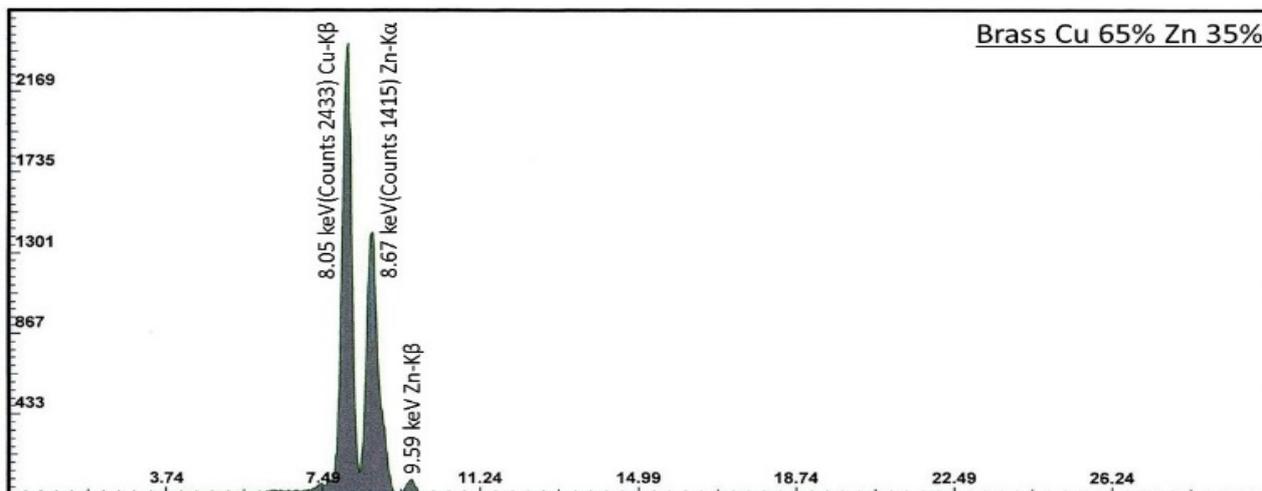


図 4 真鍮（Cu 65% Zn 35%）の XRF スペクトル

《備考》

1. 緑の釉薬として“織部釉”がある。この釉薬に含まれる酸化銅が“緑”に発色することになる。酸化銅の他に「真鍮（粉）」や「緑青」も緑釉として使われたと言われている。真鍮は、銅と亜鉛の合金で別称“黄銅”とも呼ばれ、一般的な真鍮は銅 65wt%・亜鉛 35wt%の合金であり、緑色の錆が吹く。この錆は、真鍮合金に含まれる銅元素が空気中の酸素、二酸化炭素、水分等と反応して生じたもので、緑釉として使われる「緑青（塩基性炭酸銅：融点 200°C／高温で分解し酸化銅となる）」と同じ成分である。また、酸化銅よりも炭酸銅の方が釉薬の中では銅の分散が良く色合いが美しいとも言われている。なお、真鍮合金の一方の元素である亜鉛元素は、これも湿った空气中で灰白色の塩基性炭酸亜鉛（融点：419.5°C）となる。この塩基性炭酸亜鉛は、加熱されて酸化亜鉛となり白色に発色するが、同時に共存する銅の“緑”の発色を安定均一化させているとも考えられる。
2. 1683 年（17 世紀末 江戸時代中期）以前に制作され廃棄された遺物「キセル」の材質は、ほとんどが真鍮であり、その配合比は亜鉛 10～30wt% 銅 90～70wt% の濃度範囲であった（伊藤博之、小泉好延、原祐一『日本における真鍮の歴史』1999）。