

## 注

- 1 遺跡出土資料には、出土遺構や相伴資料などから製作や廃棄の年代を比較的絞り込みやすい、年代を資料が破片化しているためサイズの科学的分析を実施しやすいといった利点がある。
- 2 伝世品は完形品であることが多く、その場合、形状や大きさの制約によって研究機関が所有する実験室据置型の分析機器では、非破壊材質調査が行えないことが多かった。これまで完形の古九谷大皿などが科学的分析された事例もあるが、使用できる機器が限られたり、作品の移動などが必要であったりと、調査の障壁が大きかった。しかし、近年はポータブル式小型機器が開発され、普及してきたことから、伝世品の分析が可能となっている。本調査では修理のために作品が破片化することから、据置型装置の使用を計画していたが、装置が故障し使用できなくなったため、ポータブル式装置に変更して調査を実施した。本調査では対象作品の材質的な情報の取得だけでなく、ポータブル式装置による伝世品の調査方法の確立とデータ解析方法の検討も調査の目的の一つとした。
- 3 調査当初は金属測定用の「Alloys 2」モードで分析を開始したが、途中でガラス測定用の「Glass Dual」モードに変更して分析を行った。いずれのモードでも1回の分析で15kVと40kVの管電圧で測定を行い、その2回の測定を統合して分析結果（定量値）を出す仕組みとなっている。ただし、今回は途中で測定モードを変更し、定量元素の種類などが変わったため、統一した分析値の算出ができなかった。そのため、定量分析による検討は行わず、定性分析結果のみを提示することとした。
- 4 有田における色絵磁器では線描きの後に濃みが施されるとされている。特に、盛絵具と呼ばれる黄色・緑色・紫色などの色絵具では、濃み用の色絵具が線描きの線を覆うように塗られるが、これは線を保護するためともいわれている。また、今回の作品では、色絵具は全て透明釉薬の上に施されているため、透明釉薬も色絵具の分析結果に影響を与える可能性が高いと考えられる。
- 5 No.003-03は、陶片の形状的な制約から紫色絵具はX線照射範囲の半分程度であり、残りの部分は透明釉薬であった。そのためNo.003-01を掲載した。
- 6 黄色絵具のデジタル顕微鏡観察では、赤色から褐色の粒子が認められる箇所もあった。黄色絵具には同様の粒子が全く認められない箇所もあるため、色絵具中に残存した物質ではなく、修理作業時に付着した漆などの接着剤が表面に残存したものの可能性が高い。

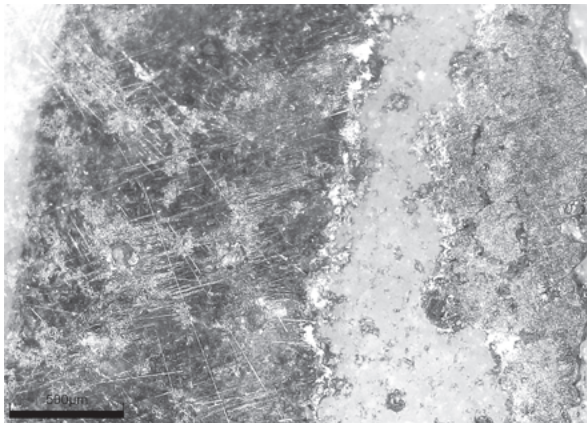
## 参考文献

- 江本義理 1993「4.にせもの・ほんもの一材質調査と鑑定―」『文化財をまもる』アグネ技術センター
- 新免歳靖・二宮修治 2013「「松ヶ谷手」に用いられた色絵具」『徳川将軍家の器―江戸城跡からの最新の発掘成果を美術品とともに―』代田区立日比谷図書文化館
- 新免歳靖・顧錦娟・水本和美 2021「東京大学医学部附属病院入院棟 A 地点から出土した 色絵磁器色絵具の分析」『東京大学構内遺跡調査研究年報』14 東京大学埋蔵文化財調査室
- 長佐古真也 1989「理学部 7 号館地点出土古九谷様式磁器片の蛍光 X 線分析」『東京大学本郷構内の遺跡理学部 7 号館地点』東京大学理学部遺跡調査会
- 二宮修治・大沢真澄 1989「理学部 7 号館地点出土古九谷様式磁器片の放射化分析」『東京大学本郷構内の遺跡理学部 7 号館地点』東京大学理学部遺跡調査会
- 二宮修治・羽生淳子・大橋康二・養科実・網干守・大沢真澄・長佐古真也 1991「放射化分析による消費地遺跡出土磁器片の生産地推定―江戸時代前期の資料を用いて―」『貿易陶磁研究』No.11
- 村上伸之 2013「初期伊万里から古九谷へ 高級磁器生産の技術基盤と生産制度の確立について」『徳川将軍家の器―江戸城跡からの最新の発掘成果を美術品とともに―』千代田区立日比谷図書文化館

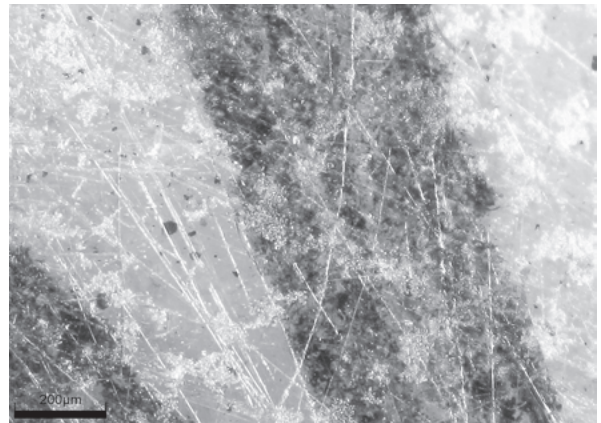
解をご教示いただいたので、その概略を示す。この作品は、これまでに漆継ぎと樹脂を使った2回の修復が入っていると見受けられるが、いずれも素人感のある修復である（古九谷が骨董市場において高級品として認識されるよりも前の時代に修復され可能性もあるか）。表面の擦過痕は、漆継ぎの際、はみ出た漆を削り取るために広範囲にやすりをかけた結果ではないか。今回の修復や樹脂の修復では擦過痕がつくこともないし、出土物でもこのような擦過痕がついている例は知らない、とのことである。

このように表面の「擦過痕」については、漆継ぎの際にはみ出た漆を削り取るためにやすりで研磨した可能性を指摘されている。漆は溶剤で溶解、除去することができない素材であるため、固化してしまうと物理的に取り除くしか方法はなくなる。今回、分析に供した資料がいずれも破片化し、接合されていた資料であるため、こういった可能性は十分に考えられる。

伝世品の陶磁器作品については、肉眼観察は一般的に行われるが、その形状や大きさなどから顕微鏡観察が行われることはまれである。そのため、今回、観察された痕跡などが報告された事例は管見の限りほとんど聞いたことがないため、今後、比較資料を増やしていく必要がある。有名な永仁の壺の真贋判定においては、釉薬の蛍光X線分析結果に加えて、壺の表面の位相差顕微鏡による観察の結果が重要な判断の決め手となったことは良く知られている（江本 1993）。表面の顕微鏡観察を行うことによって、これまで知られていなかった作品の来歴などに関する情報を得られる可能性もあるため、その有効性についても検討すべきである。



【図 8】 No.001の黄色絵具等の線状痕跡（105倍）



【図 9】 No.002の黄色絵具の線状痕跡（210倍）

## 5. おわりに

大阪市立美術館が所蔵する《色絵 牡丹文大皿》について蛍光X線分析およびデジタル顕微鏡観察を行った。分析方法の限界もあり、色絵具の定量分析などは今後の課題として残った。しかし、これまであまり自然科学的な調査が実施されてこなかった伝世品の調査から多くの成果が得られた。引き続き伝世品の調査を継続し、初期の肥前色絵磁器の製作技術やその展開を追っていきたい。

## 謝辞

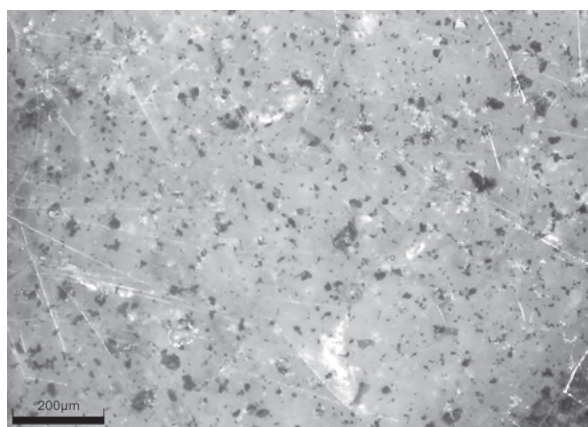
本研究は、JSPS 科研費 22H00736 基盤研究（B）「近世有田における「窯焼き」及び「赤絵屋」跡に見る肥前磁器の製作技術に関する研究」の助成を受けたものです。

## (2) 陶片資料の表面観察結果

続いて、デジタル顕微鏡による陶片の表面観察結果から特徴的な点について述べる。

### ①紫色絵具中の粒子について

図7および口絵10に陶片No.003の紫色絵具の画像（倍率210倍）を示した。紫色絵具は紫色ガラスの中に黒色の微粒子が散在している点が特徴的であった。これは、鉛ガラスに紫色を呈するために加えられた着色材中の一部が、絵具の製造時にガラス胎中に溶け込まず、残存した物質と考えられる。これまでの色絵具の顕微鏡観察はほとんど行われてこなかったため、こういった粒子の存在は報告されていない。粒子の大きさもまばらで不定形であるが、この粒子によって紫色絵具が濃く、暗めの紫色を呈しているとも考えられる。これがどういった素材の物質であるかは不明であるが、有機物系の黒色物質は800℃の焼成温度では灰化し残存しないため、黒色の鉱物性物質である可能性が高く、元素としては鉛ガラスに溶け込まなかったMn系物質の可能性もある。緑色絵具や黄色絵具では、この(6)ような黒色粒子はほぼ確認できなかった。



【図7】No.003の紫色絵具に認められた黒色粒子（210倍）

### ②線状痕跡について

図8にNo.001、図9および口絵11にNo.002の黄色絵具などの表面写真を示した。これらの写真で顕著な特徴は、色絵具の表面に極めて細かい線状の痕跡が認められる点である。この痕跡は肉眼では全く認識することができない。線状痕の傾向としては、直線的な傷が多く、湾曲したものはほとんどなく、蛇行するような傷も認められない。また、直線的に伸びる傷も複数の傷がまとまっている。図8では、写真左上から右下にかけて直線的に伸びる傷と、それらにほぼ直行するような左下から右上に伸びる傷の2種類の傷の方向性が認められる。図9では写真左上から右下にかけて直線的に伸びる傷が認められる。このような線状の痕跡は、他の資料の表面にも観察されている。

問題はこのような痕跡がどのような行為によって生じたのかという点である。肉眼観察ではまったく認識できない程度の微細な傷であり、日常的な使用によって生じた傷とは考えづらい。現時点で想定しているのは、何らかの理由で表面を研磨した際に生じた研磨痕の可能性である。こういった微細な傷は、顕微鏡観察用の断面観察試料を作製した際に認められる痕跡に非常に酷似している。微細な粒子の研磨剤を用い、方向性を持って磨いた場合にこのような痕跡が残る場合があるため、なんらかの研磨剤を使用した可能性も想定できる。この点に関連するものとして、今回の修復を行った修復師の方の見



ムが検出された。カリ鉛ガラスは近世期に日本で製造されたガラスの素材であるが、これまでに色絵具とガラスの技術的な関連性は全く検討されてこなかった。今後の課題である。

## 4.2. デジタル顕微鏡観察結果

本節では、デジタル顕微鏡による古九谷大皿陶片資料の断面と表面の観察を行った。断面が観察できた資料はNo.001とNo.003の2点である。

### (1) 陶片資料の断面観察結果

代表としてNo.001の黄色絵具（濃み）と黒色絵具（黒線）部分の断面写真を図6に示した。観察倍率は105倍である。断面観察の結果、上から色絵具層、色絵具と透明釉薬の中間層、透明釉薬層、透明釉薬と磁器素地の中間層、磁器素地層から構成されていることがわかる。

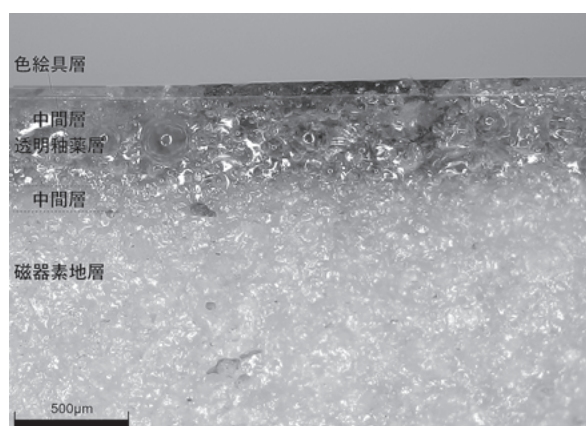
色絵具層は約40～50 $\mu\text{m}$ 程度（0.04～0.05mm）であった。部位によってはさらに薄い箇所も存在したが、おおむねこの程度の厚みであった。断面観察ができた色絵具は、黄色絵具と緑色絵具の濃みの部分であったが、いずれも透明な色ガラス層であった。また、黒色絵具による線描き部分では、濃みの透明な色絵具層中に黒色絵具が拡散し、黒線のみからなる単独の層は認められなかった。

色絵具と透明釉薬の間にきわめて薄い白色の中間層が認められた。厚さは5～8 $\mu\text{m}$ 程度（0.005～0.008mm）である。色絵具を絵付して焼成した際に、色絵具と透明釉薬が反応して生成した層である。この中間層が存在することで、色絵具が釉薬から剥がれずに固着されると考えられている。

透明釉薬層は部位によって厚さが異なり、計測した範囲では200～400 $\mu\text{m}$ 程度（0.2～0.4mm）であった。無色透明なガラス層であるが、気泡が多く認められた。

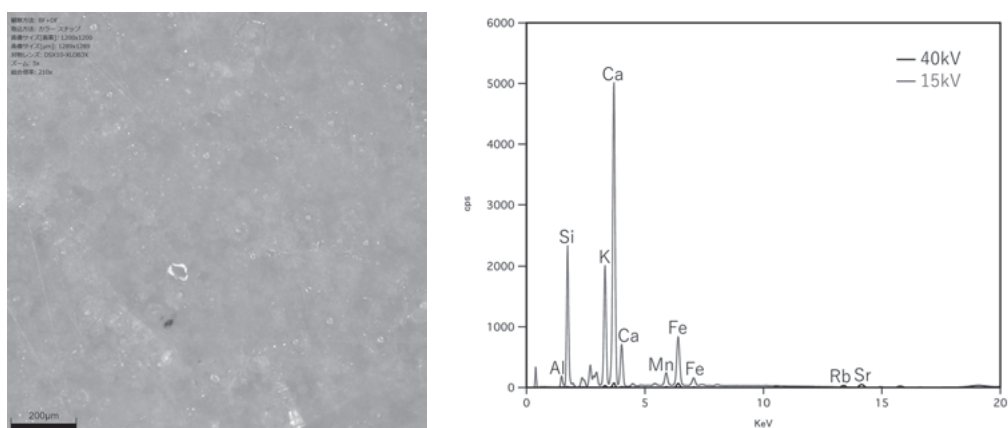
透明釉薬と磁器素地の間にも中間層が認められた。この中間層は明確にはわかり難いが、無色透明の釉薬層から漸移的に白色層になっている箇所である。本層は施釉<sup>せゆう</sup>して本焼きした際に、透明釉薬と磁器素地が反応して生成した層である。層の厚さはおよそ50～100 $\mu\text{m}$ （0.05～0.1mm）であった。

磁器素地（胎土）層は光沢がある白色層である。含有鉱物などはほとんど確認できず、ガラス化していることがわかる。写真中央からやや左側に認められる赤褐色や白色の物質は、過去の修理時に用いられた接着剤（漆？）が残存したものと考えられる。



【図6】 No.001の黄色絵具・黒色絵具部の断面画像（105倍）

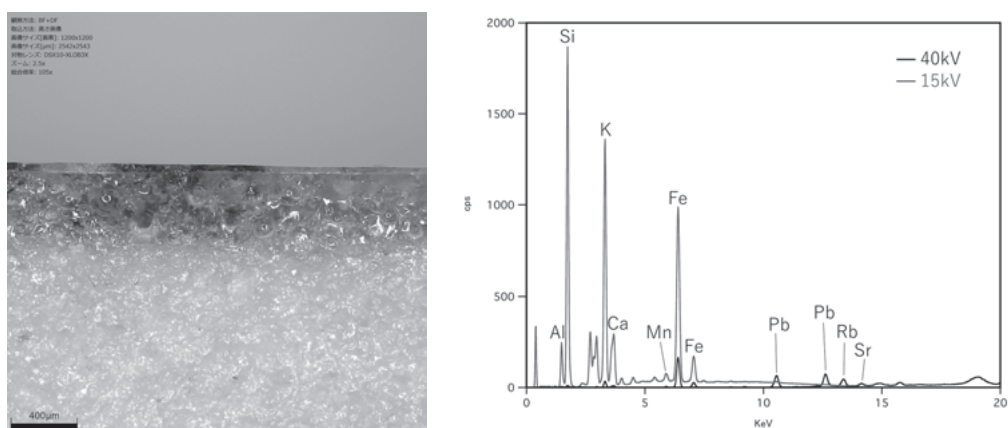
れる不純物に由来すると考えられる。



【図4】 No.002-04 透明釉薬の分析箇所写真とXRFスペクトル

## ⑥白色胎土

磁器の白色胎土はNo.001-05、No.003-04の2ヶ所を分析し、いずれのXRFスペクトルもほぼ同一だったため、代表としてNo.001-05のXRFスペクトルを示した【図5】。分析の結果、Al、Si、K、Caのピークが検出され、特にSiとKのX線強度が強い。この点から石英( $\text{SiO}_2$ )とセリサイト( $\text{KAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ )という鉱物を含む陶石を原料とした磁器と考えられる。ただし、日本国内から産出される主な陶石(泉山陶石、天草陶石、出石陶石など)は石英とセリサイトを主成分としており、比較データの無い現状では本データのような定性分析結果から使用された原料産地の推定や磁器生産地の同定は難しい。Feが比較的強く検出されているが、これは磁器胎土中の不純物と考えることができる。また、CaやPbが検出されているが、これは陶片断面を分析したため、透明釉薬や色絵具部分もX線照射範囲に入ってしまうと検出された可能性が高い。

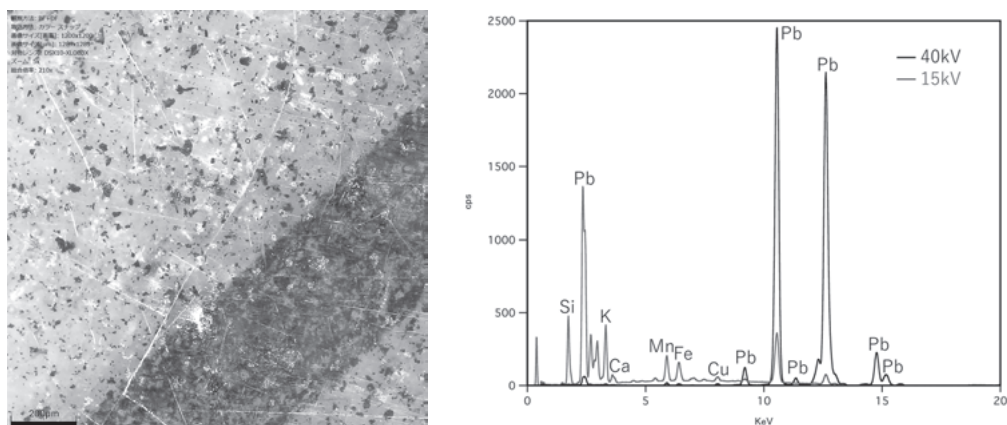


【図5】 No.001-05 白色胎土の分析箇所写真とXRFスペクトル

以上の古九谷大皿の蛍光X線分析の結果のうち、色絵具の着色元素についてはこれまでに得られた結果とほぼ整合性のある結果であった。また、濃み色絵具の基本的な材質についてはカリ鉛ガラスであり、特にカリウムが明確に含まれていることが明らかになった点は成果である。筆者らによる過去の分析では、資料間や同一資料内の色絵具間で劣化の影響からカリウムの含有濃度にばらつきが認められていた。しかし、本結果から、(定性分析結果ではあるが)濃み色絵具からは一定強度のカリウ

### ③紫色濃み色絵具

紫色濃み上絵具は No.003-01、No.003-03 の 2ヶ所を分析し、代表として No.003-01 の XRF スペクトルを示した【図3】<sup>(5)</sup>。本結果から、Pb の元素ピークがもっとも強く検出され、次いで Si、K が検出された点から、紫色絵具もカリ鉛ガラス製であると考えられる。また、紫色の着色元素としてマンガン (Mn) が検出されているため、着色剤としてマンガン鉱物の使用が考えられる。近世では紫色の着色剤として呉須 (Asbolite) が知られている。呉須はコバルト (Co) も含んでおり、染付磁器の下絵付け絵具として用いられるコバルト原料として知られ、磁器焼成 (本焼き) の還元焼成下では青色に発色する。ただし、肥前磁器に用いられたと考えられる中国産呉須は Co よりも Mn の含有量が多く、色絵磁器の上絵焼成 (酸化焼成) では Mn 発色の影響が大きく、紫色に発色すると考えられる。こういった情報を考慮すると本紫色絵具には呉須の使用が想定されるが、本分析では Co の X 線強度が低く、Co の含有は明確にならなかった。



【図3】 No.003-01 紫色絵具 (黒線) の分析箇所写真とXRFスペクトル

### ④黒線 (黒色絵具)

今回分析した全ての色絵具箇所では、黒色絵具による黒線の線描きを含んでいた。黒線 (黒色絵具) については、色絵具と重なっているため正確な成分元素は不明であったが、黒色になりうる元素として全てに共通して検出されている元素は Fe のみであった。したがって、黒色絵具として鉄系物質が使用されている可能性が高い。ただし、黄色絵具のように鉛ガラス中に Fe が溶けて黒色に発色しているのか、鉄を主成分とする微粒子の鉄絵具が用いられているかは不明である。

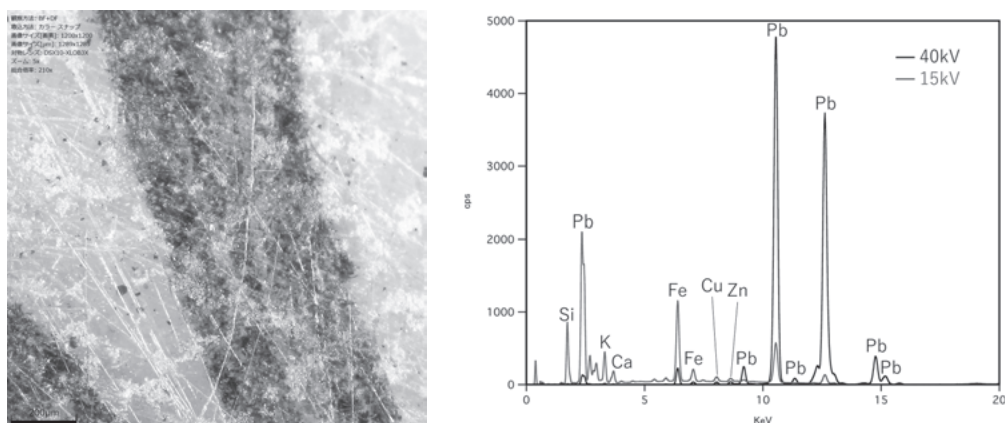
### ⑤透明釉薬

透明釉薬は No.001-04、No.002-04 の 2ヶ所を分析し、いずれの XRF スペクトルもほぼ同一だったため、代表として No.002-04 の XRF スペクトルを示した【図4】。分析の結果、Si、K、Ca のピークが検出され、特に Ca の X 線強度が強い点から、透明釉薬は石灰系釉薬であると考えられる。ここでいう石灰系釉薬とは、石灰石などに由来する石灰鉱物 (主に炭酸カルシウムなど) が用いられた釉薬という意味ではなく、釉薬の溶融成分として Ca が主成分である釉薬を指すこととする。ちなみに近世の肥前磁器では「<sup>いすばい</sup>柞灰」と呼ばれる Ca 成分に富む木灰が使用されていたことが知られている。これらの主成分元素以外に、微量成分元素としてルビジウム (Rb) とストロンチウム (Sr) の両元素が検出されており、特に Sr の X 線強度が Rb に比べて強い点が特徴的である。Fe と Mn は透明釉薬に含ま



### ①黄色濃み色絵具

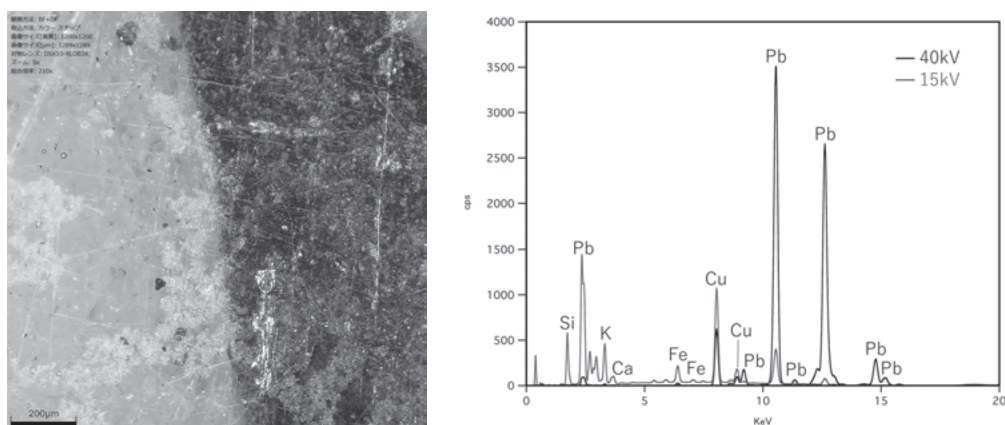
黄色濃み色絵具はNo.001-01、No.001-02、No.002-01、No.003-02の4ヶ所を分析し、いずれのXRFスペクトルもほぼ同一であったため、代表としてNo.002-1のデジタル顕微鏡画像とXRFスペクトルを示した【図1】。本結果から鉛（Pb）の元素ピークがもっとも強く検出され、次いでケイ素（Si）、カリウム（K）が検出された。これらの点から黄色絵具はカリ鉛ガラス製（ $K_2O$ - $PbO$ - $SiO_2$ -glass）の色絵具であると判断した。カルシウム（Ca）のピークも確認できるが、Caについては後述する透明釉薬に由来する元素と考えられる。さらに鉄（Fe）が強く検出されているため、黄色の着色元素はFeであり、着色剤として鉄系物質の使用が考えられる。また、微量元素として銅（Cu）と亜鉛（Zn）が検出されており、これは使用された原料中の不純物と考えられる。しかし、どの原料に由来するかは不明である。



【図1】 No.002-01 黄色絵具（黒線）の分析箇所写真とXRFスペクトル

### ②緑色濃み上絵具

緑色濃み上絵具はNo.001-03、No.002-02、No.002-03の3ヶ所を分析し、いずれのXRFスペクトルもほぼ同一だったため、代表としてNo.002-2のデジタル顕微鏡画像とXRFスペクトルを示した【図2】。本結果からPbの元素ピークがもっとも強く検出され、次いでSi、Kが検出された点から、緑色絵具もカリ鉛ガラス製であると判断した。Caのピークについては後述する透明釉薬に由来すると考えられる。さらに銅（Cu）が強く検出されているため、緑色の着色元素はCuであり、着色剤として銅系物質の使用が考えられる。



【図2】 No.002-02 緑色絵具（黒線）の分析箇所写真とXRFスペクトル

#### 4.1. 蛍光X線分析装置による定性分析結果

蛍光X線分析装置による分析結果は、蛍光X線スペクトル（以下、XRF スペクトルとする）という図で示される。本図では分析試料に含まれる元素がピークとして検出され、この元素ピークを読み取ることで含有元素の種類を明らかにすることが可能となる。今回使用した分析装置では、1回の分析において管電圧の異なる条件下で2度測定し（15kV と 45kV）、その両結果を統合する仕様となっている。本分析によって得られた陶片のXRF スペクトル図には、15kV で測定されたスペクトル（灰色線）と 40kV 条件で測定されたスペクトル（黒色線）の2種類のスペクトルを示した【図1~5】。両スペクトル図は同一箇所のものであるが、灰色線図が主に検出された軽元素を示し、黒色線図は主に検出された重元素に示している。

表1と口絵写真2に資料ごとに分析した部位と分析No.を記した。なお、今回の色絵具部分の測定では、X線照射径（コリメーター径）をφ8mmと広めの設定にしたため、濃みと線描き部分を含んだ結果であることに注意が必要である<sup>(4)</sup>。

表2に蛍光X線分析による定性分析結果を示した。以下、各箇所の分析結果を整理し、素材ごとに分析結果を述べる。

表1 蛍光X線分析を実施した部位とその分析No.

分析資料No.	色絵具	透明釉薬	白色胎土
No.001	001-01, 02（黄色濃み・黒線） 001-03（緑色濃み・黒線）	001-04	001-05
No.002	002-01（黄色濃み・黒線） 002-02, 03（緑色濃み・黒線）	002-04	
No.003	003-01, 03（紫色濃み・黒線） 003-02（黄色濃み・黒線）	003-03	003-04

表2 蛍光X線分析結果（検出元素の太字は特にX線強度が強い元素）

分析No.	部位	色など	検出元素（太字は主要な成分元素）	材質	着色元素
No.001-01	色絵具	黄色濃み、黒線	Si, K, Ca, <b>Fe</b> , (Cu), (Zn), <b>Pb</b>	色絵具：カリ鉛ガラス	黄色絵具：Fe 黒色絵具：Fe
No.001-02	色絵具	黄色濃み、黒線	Si, K, Ca, <b>Fe</b> , (Cu), (Zn), <b>Pb</b>	色絵具：カリ鉛ガラス	黄色絵具：Fe 黒色絵具：Fe
No.001-03	色絵具	緑色濃み、黒線	Si, K, Ca, Fe, <b>Cu</b> , (Zn), <b>Pb</b>	色絵具：カリ鉛ガラス	緑色絵具：Cu 黒色絵具：Fe
No.001-04	釉薬	無色透明	Al, <b>Si</b> , <b>K</b> , <b>Ca</b> , Mn, Fe, (Rb), (Sr)	釉薬：石灰系釉	—
No.001-05	胎土	白色	Al, <b>Si</b> , <b>K</b> , Ca, (Mn), <b>Fe</b> , (Pb), (Rb), (Sr)	胎土：セリサイト系磁器	—
No.002-01	色絵具	黄色濃み、黒線	Si, K, Ca, <b>Fe</b> , (Cu), (Zn), <b>Pb</b>	色絵具：カリ鉛ガラス	黄色絵具：Fe 黒色絵具：Fe
No.002-02	色絵具	緑色濃み、黒線	Si, K, Ca, Fe, <b>Cu</b> , <b>Pb</b>	色絵具：カリ鉛ガラス	緑色絵具：Cu 黒色絵具：Fe
No.002-03	色絵具	緑色濃み、黒線	Si, K, Ca, Fe, <b>Cu</b> , <b>Pb</b>	色絵具：カリ鉛ガラス	緑色絵具：Cu 黒色絵具：Fe
No.002-04	釉薬	無色透明	Al, <b>Si</b> , <b>K</b> , <b>Ca</b> , Mn, Fe, (Rb), (Sr)	釉薬：石灰系釉	—
No.003-01	色絵具	紫色濃み、黒線	Si, K, (Ca), Mn, Fe, (Cu), <b>Pb</b>	色絵具：カリ鉛ガラス	紫色絵具：Mn 黒色絵具：Fe
No.003-02	色絵具	黄色濃み、黒線	Si, K, Ca, <b>Fe</b> , (Cu), (Zn), <b>Pb</b>	色絵具：カリ鉛ガラス	黄色絵具：Fe 黒色絵具：Fe
No.003-03	釉薬、色絵具	釉薬：無色透明 色絵具：紫色濃み、黒線	Al, <b>Si</b> , <b>K</b> , <b>Ca</b> , Mn, Fe, Pb, (Rb), (Sr)	釉薬：石灰系釉 色絵具：カリ鉛ガラス	紫色絵具：Mn 黒色絵具：Fe
No.003-04	胎土	白色	Al, <b>Si</b> , <b>K</b> , <b>Ca</b> , (Mn), <b>Fe</b> , (Rb), (Sr)	胎土：セリサイト系磁器	—



## 2. 資料

調査作品は《色絵 牡丹文大皿》（登録番号：OM3415）である【口絵写真 5・6】。いわゆる古九谷様式の「青手」と呼ばれる種類であり、寸法は口径 41.6cm（修復前）、重量は未計測である。白磁の表面に緑色絵具や紫色絵具、黒色絵具（黒線）で図柄や文様が描かれ、背景が黄色絵具で塗られ、黄色絵具の内部には黒線で渦巻文が施されている。内面は、色絵具が全体に塗られているため、白磁が露出した箇所は認められない。外面は白磁を背景に全体を一周する草花文が緑色絵具と紫色絵具で描かれている。また、高台裏には緑色絵具と黒線で角福が描かれている。大きく半分に割れ、さらに口縁部の一部が小形の破片に割れていたものを金継ぎで修理しているが、修理時期については不明である。

本作品を材質構造的に見ると白色素地の上に透明釉薬が施され、その上に 4 色の色絵具（緑色、黄色、紫色、黒色）で文様などが描かれている。そのうち図や背景などを面として塗る「濃み（ダミ）」は緑色絵具、黄色絵具、紫色絵具の 3 色で、図や文様などの外形線を描く「線描き」は黒色絵具のみである。本調査では、古九谷大皿の材質的な特徴を明らかにするために、4 色の色絵具に加え、透明釉薬と白色胎土を分析対象とした。

## 3. 調査方法

古九谷大皿の材質分析を行うため、ポータブル型エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置（ブルカー社製 TRACER5g）を用いた。エネルギー分散型蛍光 X 線分析は、資料に X 線を照射し、発生する特性 X 線（蛍光 X 線）のエネルギーとその強度を測定し、資料を構成する元素の種類（定性分析）や含有量を明らかにする分析（定量分析）である。近年は小型でポータブル型の装置が開発され、場所や資料の大きさなどに捉われず、分析が可能となっている。分析にあたっては専用卓上スタンドに装置を固定し、下面照射（X 線を下から照射する）形態とし、専用アタッチメントである方形試料台（10.1 cm × 11.4 cm）と筒型の安全シールド（直径 9 cm）を用いて分析を行った。資料を X 線照射口のある箇所に置き、ノート PC 上で装置内蔵 CMOS カメラの画像を見ながら分析箇所を設定した。分析条件は、X 線ターゲット金属：ロジウム（Rh）、管電圧：15・40kV、管電流：13～24μA、測定時間：70 秒、コリメーター径：φ 8mm、測定雰囲気：大気である<sup>(3)</sup>。

陶片資料の色絵具や釉薬、胎土の状態を確認するため、デジタル顕微鏡による観察を行った。観察にはオリンパス製デジタルマイクロスコープ DSX1000 を用いた。観察倍率は 42～210 倍である。観察モードは、標準的な観察設定である「Mix モード」で行った。

## 4. 結果および考察

修理時に破片となった資料中から色絵具などの分析箇所を考慮して陶片 3 点を選択し、調査を行った。各陶片には No.001～003 の分析資料番号を付した。以下、蛍光 X 線分析結果とデジタル顕微鏡観察結果について述べる。

〈報告〉

# 大阪市立美術館所蔵古九谷大皿の 科学的調査報告

新免 歳靖・杉谷香代子・水本 和美  
三浦麻衣子・都築由理子・二宮 修治

## 1. はじめに

大阪市立美術館は2025年度の開館に向け、2023年度に古九谷大皿《色絵 牡丹文大皿》の修理を実施した。本修理では作品全体に施されている過去の修理痕跡（金継ぎなど）を除去した上で、接合箇所が目立たないようにする措置を行った。修理にあわせて作品が一時的に破片化するため、本調査では陶片資料の自然科学分析を実施し、初期の肥前色絵磁器に用いられた色絵具などの材質情報を得ることを目的とした。

古九谷様式とされた一磁器の生産地を巡ってはかつて九谷説と有田説による論争が繰り返されたが、1980代後半から多数の自然科学研究が実施され（長佐古1989、二宮ら1989・1991など）、近年は1640年代に中国景德鎮窯などから伝わった色絵磁器製作技術によって肥前有田地域で製作された初期の色絵磁器とされている（村上2013など）。ただし、実施された自然科学調査は磁器胎土（素地）に関するものが大半であった。胎土情報が磁器製作地の判別に有効であったことに起因するが、色絵具や釉薬に関する調査はほとんど実施されずに来ている。筆者らのグループでは、明暦の大火（1657年）で廃棄された江戸城跡汐見多聞木魯台石垣地点出土の初期色絵磁器の研究を契機にして（新免ら2013）、有田における色絵磁器の始まりと展開について検討するためには、初期の色絵磁器技術の起源と拡散が重要な要素だと認識し、色絵具の自然科学分析を中心とした調査研究を進めている。生産年代や生産地が明確な肥前色絵磁器資料を用い、誕生期（17世紀中頃）から17世紀後半頃までの色絵具の材質的な特徴と変遷に関する新たな知見を蓄積するために東京大学埋蔵文化財調査室との共同研究を行っている（新免ら2021）。これまでの研究では遺跡から出土した破片資料の分析を行ってきたが、<sup>(1)</sup> 当時の火事などによる被災や廃棄後の土中での劣化などの変質によって、特に色絵具の科学的調査で得られた材質データには製作時以降に生じた変化が認められ、色絵磁器の製作当初の化学組成などを検討するためには不明確な部分が残った。この状況に対してより正確な材質調査を行うためには伝世品の調査が有効である。伝世品には経年的な劣化や使用による劣化を受けている資料もあるが、非常に良い状態で保管されてきたものも多く存在する。伝世品を調査することで、正確な色絵磁器に関する材質情報を得ることができ、色絵磁器の製作技術の伝播や系譜を検討する上での基礎情報を収集可能となる。そこで、今回の古九谷大皿の修理のタイミングで材質分析を行った。<sup>(2)</sup>