

『孫億作・花鳥図 三幅』に用いられた色材の非破壊化学分析

京都工芸繊維大学 佐々木良子
京都嵯峨芸術大学 仲 政明
京都工芸繊維大学 佐々木 健

1 序

本資料『孫億作・花鳥図 三幅』(写真1)は、作者の活躍時期が1638年から1722年頃に活躍した¹⁾ことから、清朝初期に描かれたものと考えられる。後補の部分が含まれている可能性を考え、目視調査で出来る限り当初の状態が残存している個所を選び、無機色材の分析を蛍光X線分析法(XRF)で、有機色材の分析を反射分光分析法で非破壊的に分析を行った。

2 実験^{2,3)}

2-1 理論

XRFは顔料に含まれる元素の分析であり、同じ元素が含まれても異なる顔料の可能性を考えなければいけない。すなわち鉛を含む顔料ということで、鉛白、鉛丹、密陀僧が考えられる。目視により白色系統である事が明らかであれば、鉛白であると決定できる。顔料は、その粒径によって色の濃さを調節するが、今回の分析では、その区別はつかない。さらに、非破壊分析を行っているので、共存する色材の技法(色材の混合、重ね塗り、裏彩色)による区別も出来ない。

今回吸収スペクトルも合わせて測定した。反射可視スペクトルは、全反射(白色)と全吸収(黒色)の間でどの様な波長の光がどれ位反射されるのかを測定し、吸光度に換算された反射スペクトルを得た。一般に未知の有機化合物の構造を確定するには、単離精製後、元素分析、IRスペクトル、NMRスペクトル、質量分析等の結果を総合して行う。このような分子構造に基づく同定には最新の分析機器を使用した場合であったとしても、質量分析を除いて一定のサンプル量が必要であり、文化財を試料とする分析には相容れない。従って、非破壊分析あるいは極微量分析を志向する文化財科学的な分析は、一般的な有機化合物の同定とは異なったアプローチ、すなわち、警察の鑑識のような異同鑑別型分析とならざるを得ないため、技術史的にその時代に応じたものを標準資料(標品)として準備し、得られたスペクトルを比較検討する事を行う。近年の進歩した分析機器による測定データとこれまで積み上げてきた歴史的知見の両方を用いて初めて文化財科学的材質分析を行うことが出来るようになる。

2-2 装置

本資料に用いられた無機顔料についてはセイコーインスツルメンツ(株)SEA200 蛍光 X 線分析装置を用いて非破壊分析を行った⁴⁾。本資料の測定は、資料を壁面に吊るした状態で三幅について合計 72 ポイント測定した。

本資料に用いられた色材については Ocean Optics USB4000 ファイバー誘導可視スペクトロメーターを用い、資料を机上に平置きした状態で、試料表面に可視光を照射し、吸光度に換算された反射可視スペクトルを三幅について合計 78 ポイント、非破壊的に測定した。得られた反射スペクトルを二次微分スペクトルに変換して解析した。

3 分析結果と考察

今回測定した資料三幅は写真 1 の左より①②③とし、描かれた花鳥については、名前が不明の物も含まれる為、今回は同種の物は纏めて上から順に花 1, 鳥 1 の様に番号を付けた。すなわち資料①には鳥 1-2, 花 1-5 と岩、資料②には鳥 1-2, 花 1-3, 下草と岩、資料③には鳥 1-2, 花 1-4 と岩が描かれている。

今回の XRF 測定では、資料を壁面に吊るした状態で表具解体前に測定した為、壁の塗料と表具由来のチタン、微量のカルシウム、鉄、鉛が全てのデータに含まれる。従って、XRF の測定は、バックグラウンドとして本資料の地の部分（壁と表具の両方を含む）を測定し、彩色のある部分のデータと比較解析した。この為、本資料に微量のカルシウムや鉄、鉛が用いられている場合、その存在は明確に観察できない。

1. 赤色から紫色系統の色の表現について

赤色系統の色材として、丹（鉛）、朱（水銀）、臙脂の存在が示された。

1) 丹（図 1）

XRF で鉛を検出した場合、多くは鉛白であるが、鳥の橙色が観察されたポイントで鉛を検出し、丹および丹具（丹と鉛白）の利用を考えた。又、鳥の身体の茶色に鉛が検出され、岱赭に丹墨を混ぜて用いている可能性が考えられた。

2) 朱（図 2）

XRF により花弁、及び鳥の赤色に水銀が検出され、朱の利用を考えた。一部鉛が観察され、朱具が用いられている可能性も示された。

3) 臙脂（図 3）

可視反射スペクトルを測定しその二次微分スペクトルを解析したところ、花弁の臙脂色に臙脂或いは臙脂と藍の混色が用いられていることが明らかになった。

緑色から青色系統の色の表現について

緑色から青色系統の色材として、緑青と群青（銅）と、藍の使用が示された。

1) 緑青（図 4）

XRF で銅が検出され、目視観察で緑色である場合、緑青の使用を考えた。緑青の使用は、緑青単体として緑色の葉を表現した場合、白緑を苔の表現に用いた場合の他、草汁（ガンボージと藍の混色）と併用して緑色の葉を表現するために用いられた。さらに岩の茶色に藍と共に微量に混ぜられた場合（①）もみられた。

2) 群青（図 5）

XRF で銅が検出され、目視観察で青色である場合、群青の使用を考えた。群青は鳥の表現に青色単体として用いられ、藍の共存は認められなかった。

3) 藍（図 6）

可視反射スペクトルより、葉の緑色の部分に藍の吸収が見られ、ガンボージとの混色である草汁が用いられたと考えた。葉の表現では緑青と共に存している場合が多く見られた。また、臍脂色の花に臍脂と藍の混色が用いられている場合があることが明らかになった。更に鳥の黒色に藍が観察された部分があり、現在一様に黒く見える部分を纖細に表現した事が伺える。岩の表現において、現状茶色に見えて岱赭と墨が用いられていると考えた部分に藍の共存が示された。

黄色から茶色の表現について

黄色から茶色のポイントでの XRF での分析では、ヒ素や鉄は検出されなかった。

1) ガンボージ

今回の反射スペクトルの測定機器を用いた場合、ガンボージを可視反射スペクトルで検出することは、困難である。しかしながら、XRF でヒ素が検出されなかったこと、目視（写真 2）により、べつとりとした樹脂状の色材が塗布されていることに加えて、美術史及び日本画研究の視点から、石黄（ヒ素）は用いられず、鳥の目、花芯などの黄色を、ガンボージを用いて表現していると考えた。

2) 鉄系顔料（岱赭など）

岱赭や黄土などの鉄系顔料を用いたのであれば、酸化鉄が含まれる為、XRF で鉄が観察されてしまうべきであるが、今回の分析では検出されなかった。今回の XRF の測定では、バックグランドである壁面にチタンと共に鉄が少量含まれている。鉄系顔料である岱赭の中でも粒子の微細な岱赭棒を濃く塗布した標準試料、及び粒子の粗い岱赭を濃く塗布した

標準試料を同条件で測定すると鉄が観察できたにもかかわらず、岱赭棒を薄く塗布した標準試料では、鉄の存在が明確にならなかった。今回の資料では、茶色の部分は特に淡彩であった為、例え資料に岱赭等の酸化鉄系顔料が薄く塗布されていても、今回の実験条件ではXRFでの検出が困難であったと考えた。しかしながら、資料の目視（拡大）観察、美術史及び日本画研究の視点も合わせて、茶色にはXRFでは検出されなかったものの粒子の微細な岱赭等の酸化鉄系顔料が用いられていると考えるのが妥当であろう。

茶色を表現した部分で目視（拡大）観察により墨の使用が示された。枝や幹の茶色に共存する色材の分析結果が得られなかったが、墨を混色して濃淡を表現したと考えられる。一方、岩を表した茶色には藍（図6）や銅の共存が示された為、薄く塗布した岱赭等の酸化鉄系顔料に墨の他に藍や緑青を混色して濃淡を表現したのだろう¹⁾。更に鳥の身体の茶色に鉛が検出され、岱赭に丹墨を混ぜて用いている可能性が考えられた。

白色系統の表現について

白色系統の色材として、XRFで鉛が検出された為鉛白を想定した。

1) 鉛白（図7）①15 花2花弁 白 写真13

XRFにより鉛が検出され、鉛白による白或いは具としての利用が示された。今回測定した全てのポイントで、有意な量のカルシウムは観察されず、従って胡粉は用いられていないと考えた。

黒色系統の表現について

今回の分析では検出されないが、目視及び目視（拡大）観察により墨の利用を考えた。一部鳥の表現に藍が共存する場合が見られた。茶色を表現した部分でも目視（拡大）観察により墨の使用が示された。

泥及び箔について

蛍光X線分析でその金属の種類を特定し、目視観察でその形状を確認した。
今回の分析に置いて、金泥の使用が確認できた。

1) 金（図8）

蛍光X線分析により、花弁や葉に描かれた線から金が検出され、金の使用が認められた。
この様な金泥による線描きは、孫億の特徴とされる¹⁾。

まとめ

『孫億作・花鳥図 三幅』の非破壊色材分析をXRFと反射可視分光法で行った。丹、朱、臙脂、緑青、群青、藍、鉛白、金泥が検出され、ガンボージと岱赭等の酸化鉄系顔料の使

用が示唆された。一方、胡粉と石黄の使用は観察されなかった。

臙脂色の花弁の表現に、臙脂のみと、臙脂と藍の混色での使い分け、緑色の葉の表現に、緑青のみ、緑青と草汁（ガンボージと藍）、草汁のみの三種類の使い分けなど、細やかな表現がなされていたことが、分析により明らかになった。

参考文献

- 1) 黄立芸（植松瑞希 訳）「孫億とその花鳥画について——東アジア絵画史の視点から——」大和文華125号 2013 pp.1-14
- 2) 佐々木良子、佐々木健 「『梁必達詩唱和詩』に塗布された色材の非破壊化学分析」首里城公園管理センター 調査研究・普及啓発事業年報 No.5 平成25年度号（一財）沖縄美ら島財団首里城公園管理部 2015 pp.145-148
- 3) 大原嘉豊、佐々木良子 他 「糸迦金棺出現図 科学分析調査報告及び復元模写事業概要」学叢38号 2016 pp.59-85
- 4) 早川泰弘 他 「琉球絵画および関連作品の彩色材料調査」首里城研究12, 2010 pp.38-52

キャプション

写真1 孫億作・花鳥図 三幅

写真2 「②花3花芯 黄」（左）と 「③花2花芯 黄」（右）の拡大写真

図1 「①鳥1嘴 橙」の蛍光X線スペクトル

図2 「①花4花弁 赤」の蛍光X線スペクトル

図3 「①花3花弁 臙脂」と「①花2花弁 臙脂」の反射可視スペクトル（下図：二次微分スペクトル）

図4 「②6花3葉 緑」の蛍光X線（上図）および反射可視スペクトル（右図）
(右下図：二次微分スペクトル)

図5 「①鳥1羽 青」の蛍光X線スペクトル

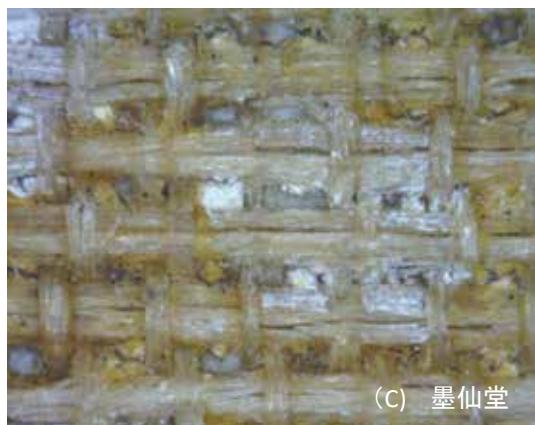
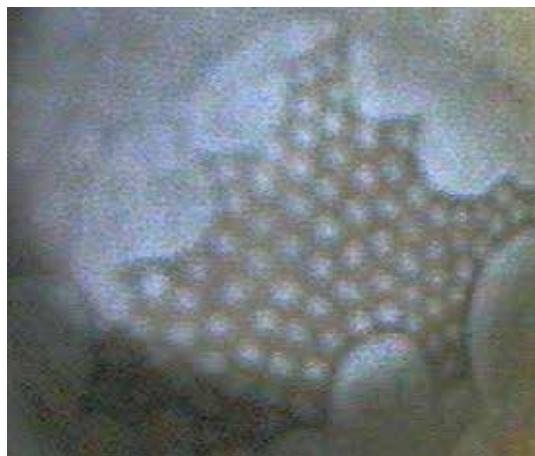
図6 「①花3葉 緑」「①花2花弁 臙脂」、「③2鳥2目内側の線 黒」と「③岩 焦げ茶」の反射可視スペクトル（下図：二次微分スペクトル）

図7 「①花2花弁 白」の蛍光X線スペクトル

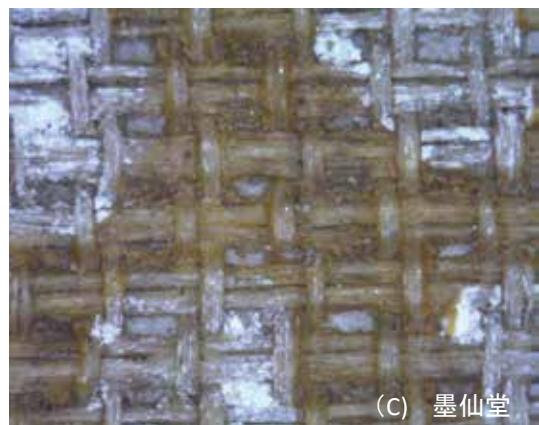
図8 「①花4花弁 赤」と「①花2葉 緑」の蛍光X線スペクトル



写真1 孫億作・花鳥図 三幅



(C) 墨仙堂



(C) 墨仙堂

写真2 「②花3花芯 黄」(左)と「③花2
花芯 黄」(右)の拡大写真

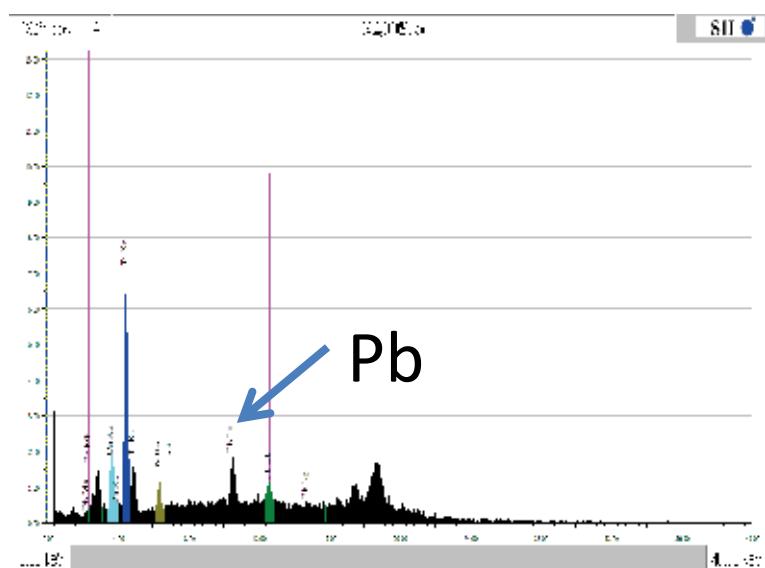


図1 「①鳥1嘴 橙」の蛍光X線スペクトル

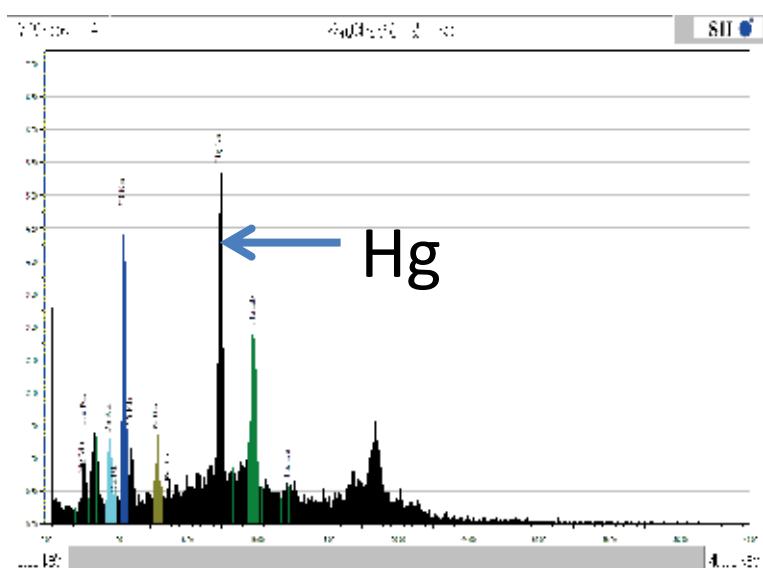


図2 「①花4花弁 赤」の蛍光X線スペクトル

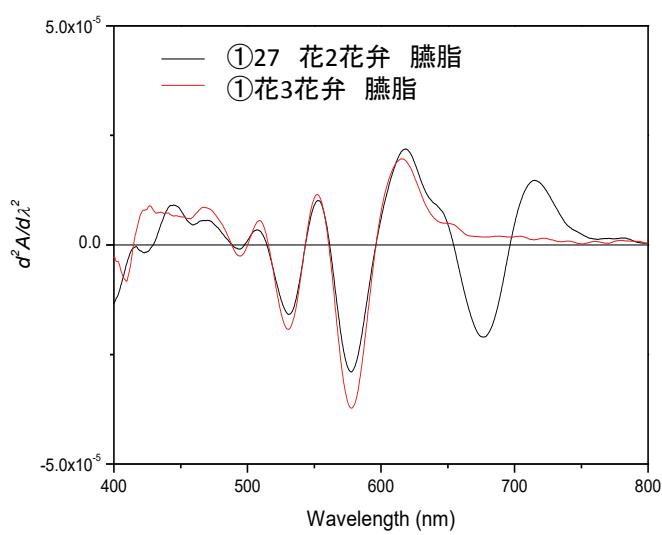
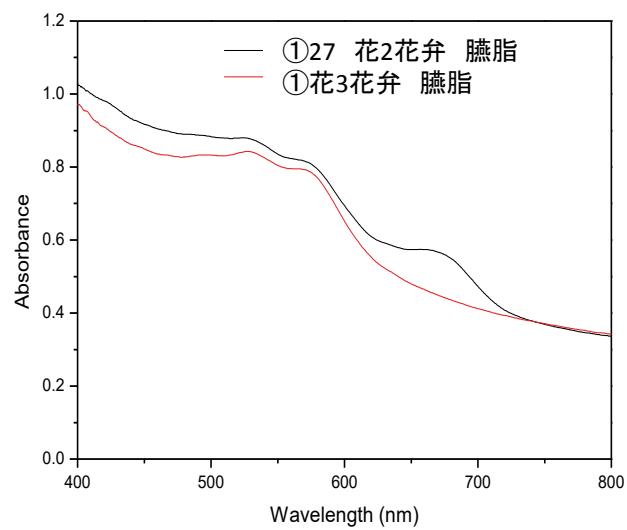
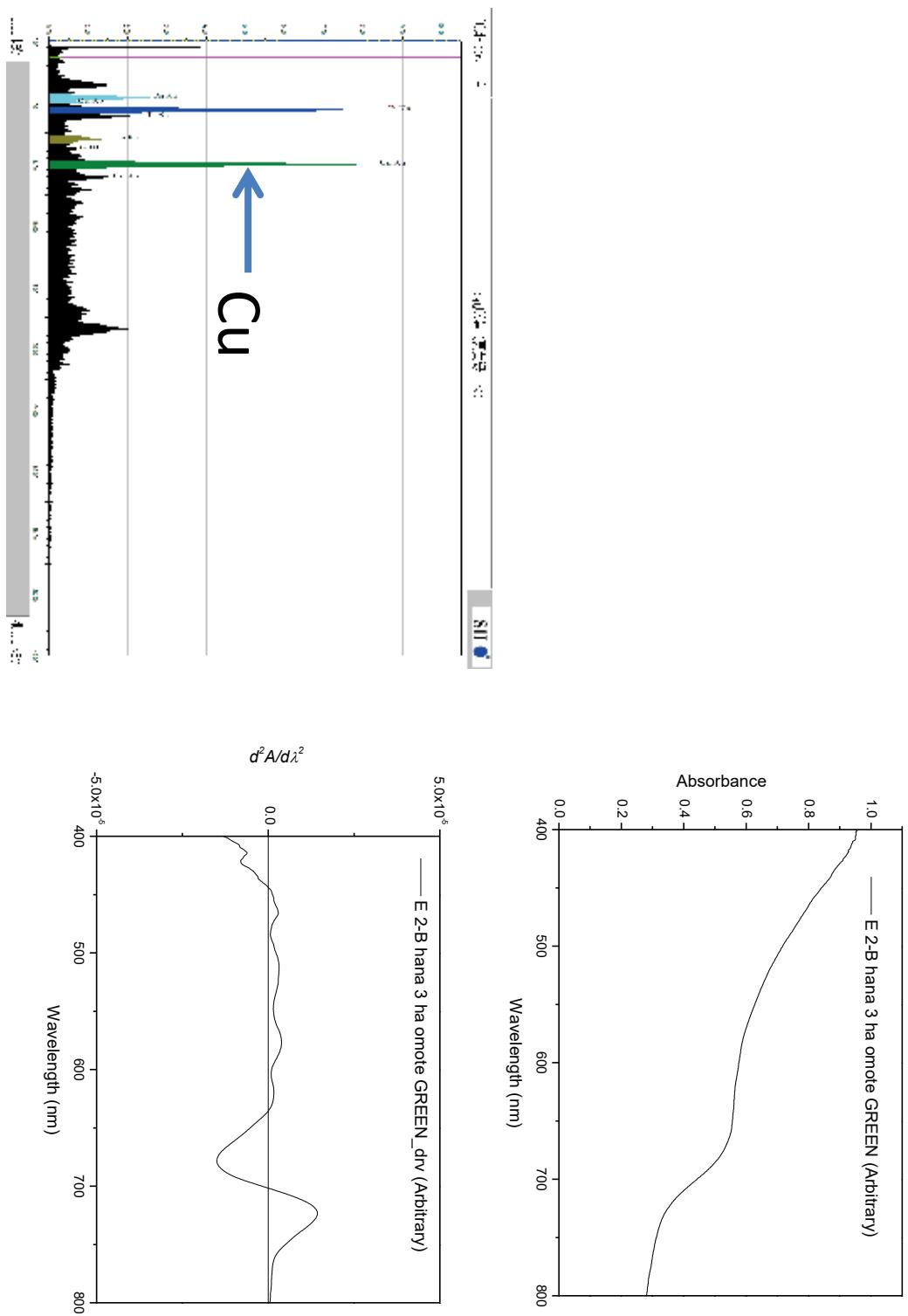


図3 「①花3花弁 膜脂」と
「①花2花弁 膜脂」の反射可視スペクトル
(下図: 二次微分スペクトル)

図4 「②6花3葉 緑」の蛍光X線(左図)および反射可視スペクトル(右図)・二次微分スペクトル(右下図)



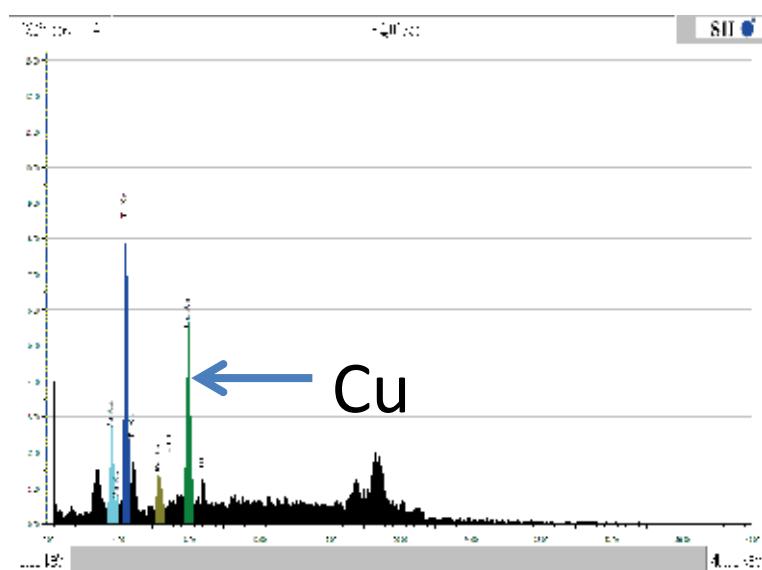


図5 「①鳥1羽 青」の蛍光X線スペクトル

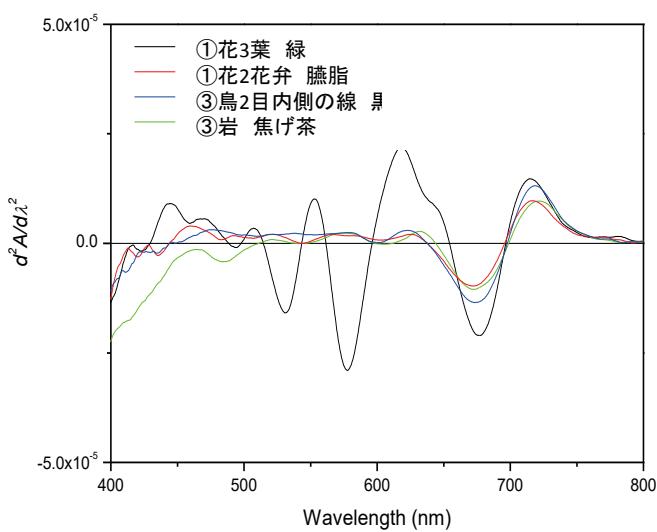
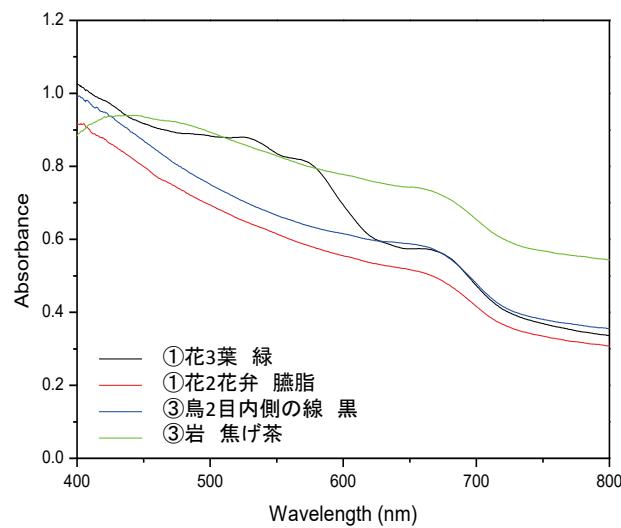


図6 「①花3葉 緑」「①花2花弁 膻脂」,「③2鳥2目内側の線 黒」と「③岩 焦げ茶」の反射可視スペクトル(下図:二次微分スペクトル)

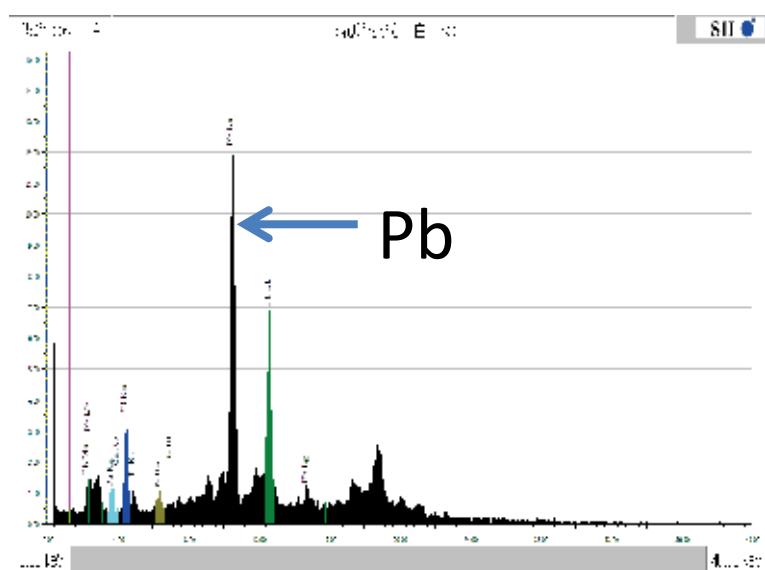
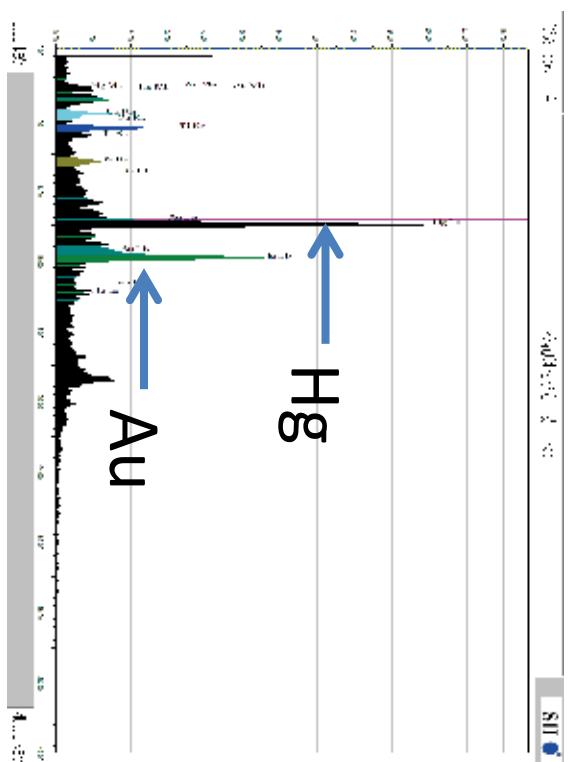


図7 「①花2花弁 白」の蛍光X線スペクトル

①花4花弁 膜脂



①花2葉 緑

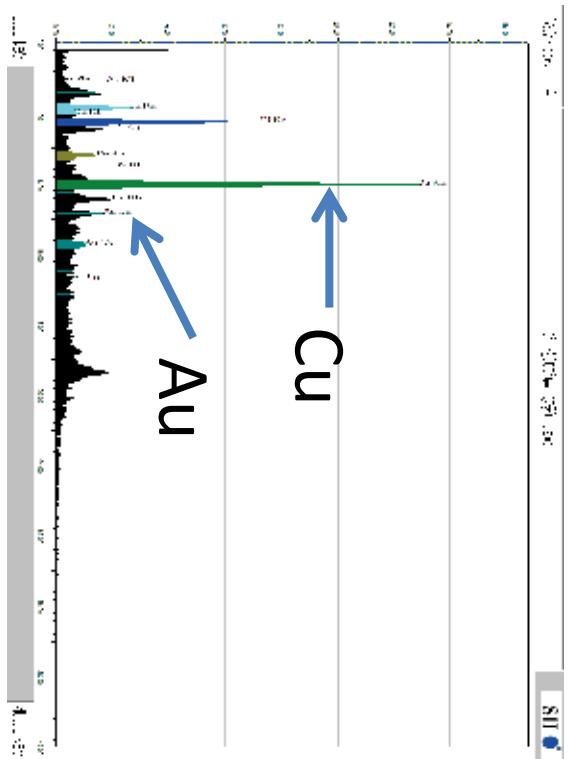


図8 「①花4花弁 赤」と「①花2葉 緑」の蛍光X線スペクトル