

[調査報告] 蛍光X線分析による黒川古文化研究所所蔵の 中国絵画の白色顔料について

杉本 欣久 (測定、作表)

竹浪 遠 (記録、執筆)

1 調査の経緯

昨年(2012)、当研究所では、泉屋博古館の廣川守氏の協力のもと蛍光X線分析装置による江戸時代絵画の色材調査を行い、杉本がその種類や使用状況について報告した⁽¹⁾。このうち白色顔料については、ほとんどの場合カルシウムを主成分とする胡粉が用いられていたが、来舶画人・沈南蘋の影響を受けた画家の作品の中には、鉛白の使用を示す鉛が検出されたものもあった。一方、中国絵画についても試みに数点を測定してみたところ、それらにも鉛白が用いられていることが判明した。近世における日中絵画の影響関係や技法の伝播を考察する上で、白色顔料が重要な視点となることが浮かび上がってきたのである。

このような蛍光X線分析装置の有益性を受けて、本年度、当研究所では最新の分析装置を導入した。所蔵品を中心に調査を行っていく方針であり、中国絵画についても調査を進行中である。所蔵の中国絵画のうち着色の作品は、明清の花鳥・花卉画が最も多く、使用される顔料の種類や、用いられ方も多岐にわたっているため一度に結果を提示するよりも、作品や画派等のまとまりごとに報告していくほうがよいと判断し、本年は紀鎮「春苑遊狗図」を取り上げた⁽²⁾。ただ、上述の白色顔料の使用の問題については、日中絵画の影響関係からも特に重要であるため、杉本の提案でまずこれに焦点を当てて優先的に報告してはどうかとの提案がなされた。竹浪も後述のように、董源画の降雪表現についての分析が兼ねてよりの課題となっていたことから、今回、共同で調査を実施した次第である。

2 調査方法

蛍光X線分析は、ある物質に含まれている元素を、X線を用いて調査する技術である。一定以上のX線を物質に照射すると、原子核の軌道をめぐる電子が弾き飛ばされ、その外側の軌道から別の電子が遷移する。外側の軌道をめぐる電子ほど高いエネルギーをもつため、移動の際、余分なエネルギーが放出される。これが蛍光X線であり、そのエネルギーは元素ごとに異なっていることから、その大きさを調べれば物質に含まれている元素を特定できる⁽³⁾。顔料の分析に関係する主な元素の固有エネルギー(単位はkeV)は表1のとおりである。原子をめぐる電子が三つ以上の殻(軌道)を持つ場合、一種類の元素であっても、遷移する殻の違いによって異なる蛍光X線が放出される⁽⁴⁾。分析では、これらの蛍光X線の検出数を一秒間あたりの平均値で示す(単位はcps。count per secondの略)。エネルギーの大きさを横軸、得られた検出数を縦軸にしてスペクトルを表すと、含有する元素の部分にピークが現れる。本調査の主眼である白色顔料には、鉛(Pb)を主成分とする鉛白⁽⁵⁾と、貝殻から作られカルシウム(Ca)を主成分とする胡粉がある。

このうち、胡粉ならばカルシウムの $K\alpha$ 線 (3.691keV) と $K\beta$ 線 (4.012keV)、鉛ならば $L\alpha$ 線 (10.549keV)、 $L\beta$ 線 (12.611keV) にピークがくることになる。

今回使用した測定機は、米国オリンパスイノベックス社製のハンドヘルド蛍光X線分析計・DELTA Premium DP-6000である⁶⁾。マグネシウム (Mg 原子番号12) ～ビスマス (Bi 原子番号83) までの計36元素を同時に検出できるエネルギー分散型の携帯用測定機で、前回使用した機種の後継機に当たる。前はエネルギーの低い軽元素は、専用のモードで別に測定し、結果を一つの表に合成していたが、今回の機種ではX線検出器がシリコン半導体検出器からシリコンドリフト検出器に換わり、能力が向上したことから一括して、しかもより短時間で明瞭な結果が得られるようになった。

調査は2013年の1月から2月にかけて計5回行った (図1)。作品の選定は竹浪が担当し、真筆と考えられるものおよび、模本・流派作などで研究に資すると考えられる作品を選んだ。前回と同様、保存状態の良好なものについては、アクリル製の直径13cm、厚さ1mm弱の円板の中心に1.5cm四方の開口部を設けた保護板 (図2) を磁石で画面に固定し、三脚に取り付けた測定機のX線照射口が触れるところまで接近させ、管電圧40kvで60秒間、照射X線径3mmに設定して測定した。顔料の剥離等表面状態の関係から装着しなかったものも、測定距離は極力同じ程度になるように配慮した。測定作業とスペクトルの作表は杉本が、調査個所の記録は竹浪が担当し、測定結果に基づいて二人で顔料を判定した上で、竹浪が肉眼や双眼実体顕微鏡による観察もまじえて成稿した。

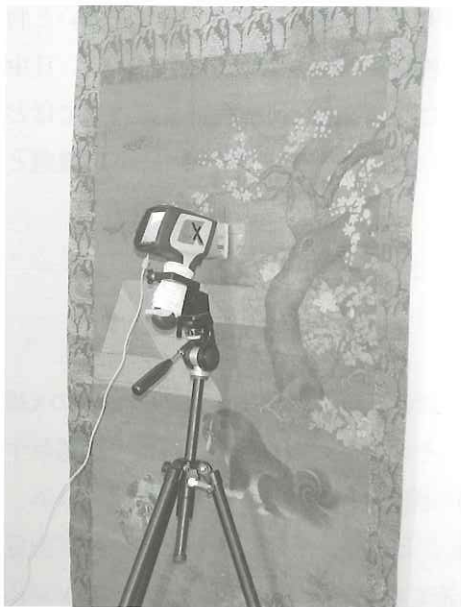


図1 測定の様子

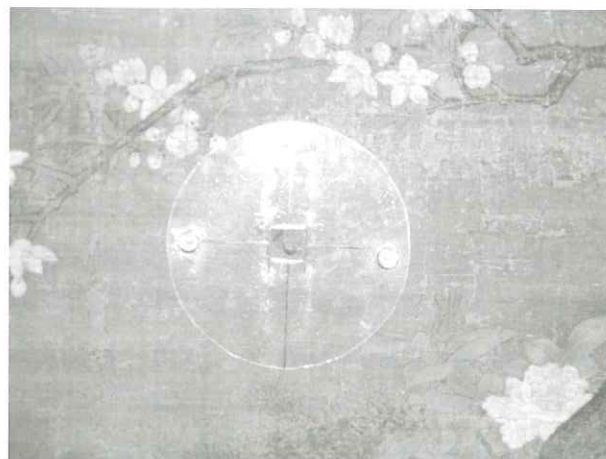


図2 アクリル製保護板

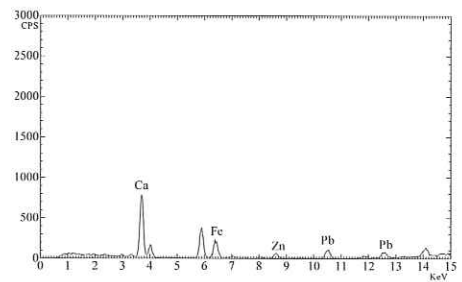
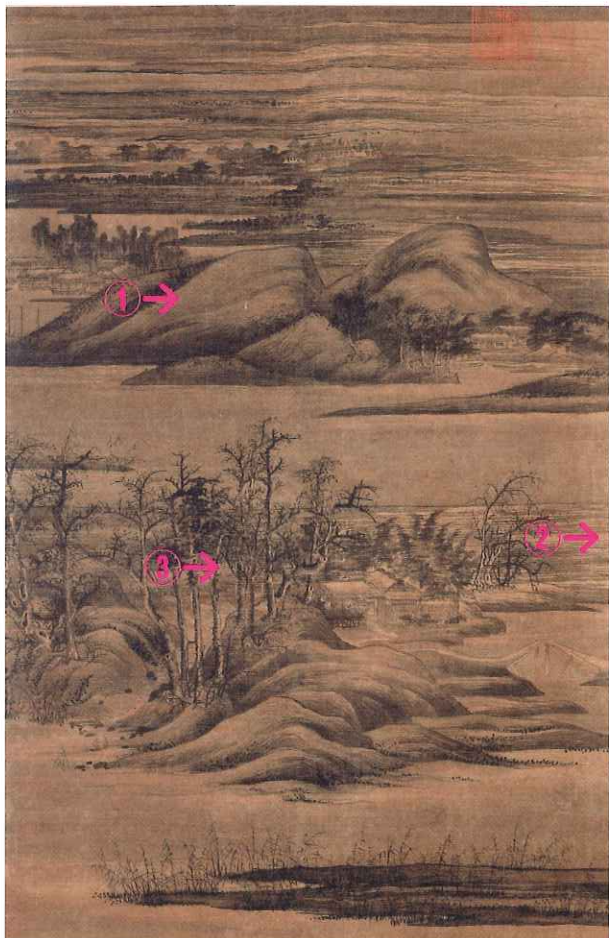
表1 各元素における蛍光X線のエネルギー (横軸)

目盛	keV	元 素		蛍光X線
2.0~	2.308	S	硫黄	K α
	2.464	S	硫黄	K β
3.0~	3.313	K	カリウム	K α
3.5~	3.589	K	カリウム	K β
	3.691	Ca	カルシウム	K α
4.0~	4.012	Ca	カルシウム	K β
6.0~	6.403	Fe	鉄	K α
7.0~	7.057	Fe	鉄	K β
8.0~	8.047	Cu	銅	K α
8.5~	8.638	Zn	亜鉛	K α
	8.904	Cu	銅	K β
9.5~	9.571	Zn	亜鉛	K β
	9.711	Au	金	L α
	9.987	Hg	水銀	L α
10.5~	10.543	As	ヒ素	K α
	10.549	Pb	鉛	L α
11.0~	11.439	Au	金	L β
11.5~	11.725	As	ヒ素	K β
	11.823	Hg	水銀	L β
12.5~	12.611	Pb	鉛	L β
13.0~	13.379	Au	金	L γ
13.5~	13.828	Hg	水銀	L γ
14.5~	14.762	Pb	鉛	L γ

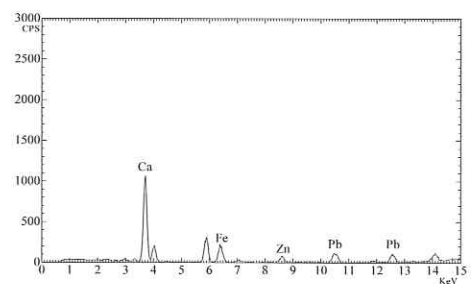
3 蛍光X線による分析結果

1. (伝)董源「寒林重汀図」

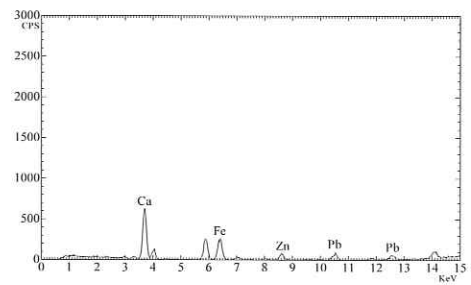
原本五代(模写年代南宋?) 絹本墨画淡彩 180.0×115.6cm 重要文化財 絵43



① 丘陵(中景)



② 汀(近景)



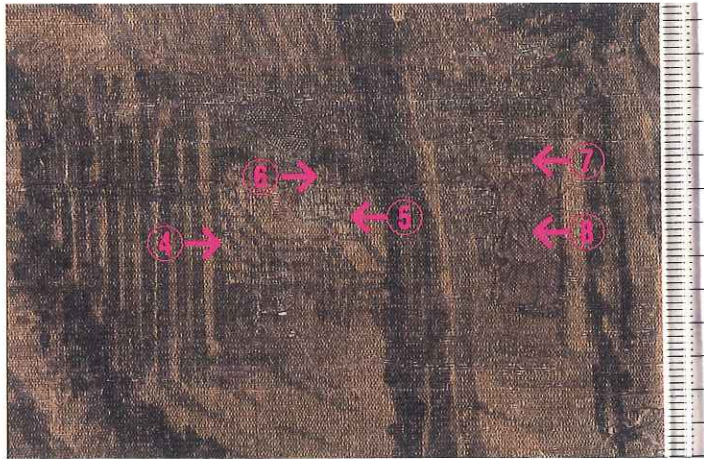
③ 屋根(近景)



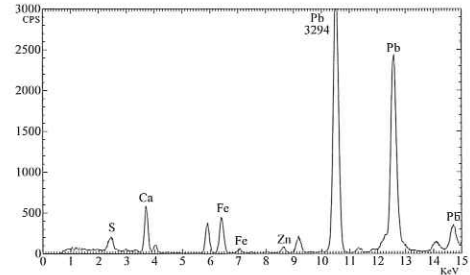
左側
経20本
緯13越



右側
経20本
緯13越



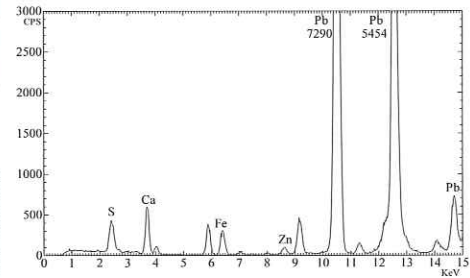
人物(近景左の屋舎のうち左側)



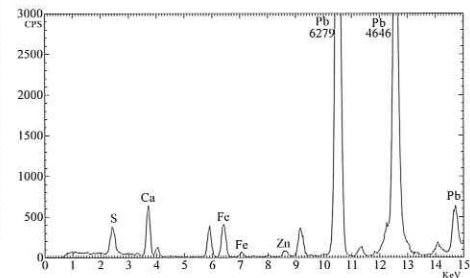
④ 黄褐色・人物(左)の服→鉛白(Pb)+黄土(Fe)



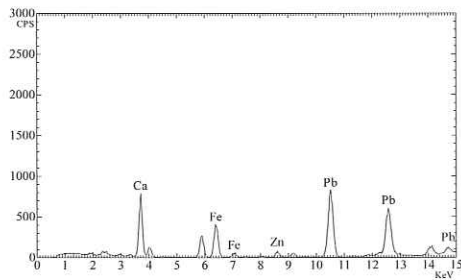
人物(近景左の屋舎のうち右側)



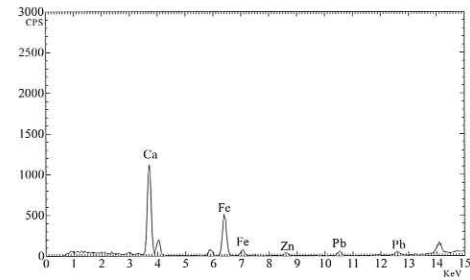
⑤ 青白色・人物(中)の服→鉛白(Pb)+染料(藍)



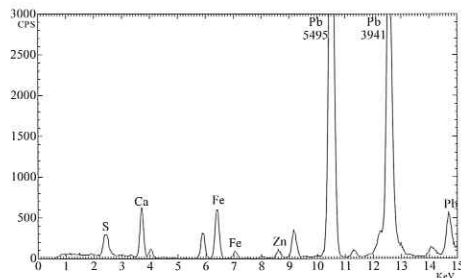
⑥ 肌色・人物(中)の顔→鉛白(Pb)+代赭(Fe)



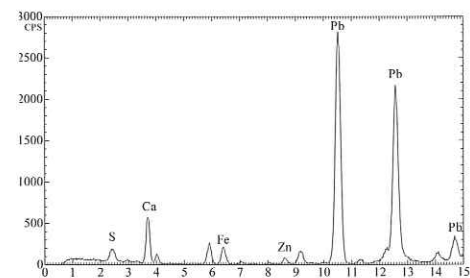
⑦ 肌色・人物(右)の顔→鉛白(Pb)+代赭(Fe)



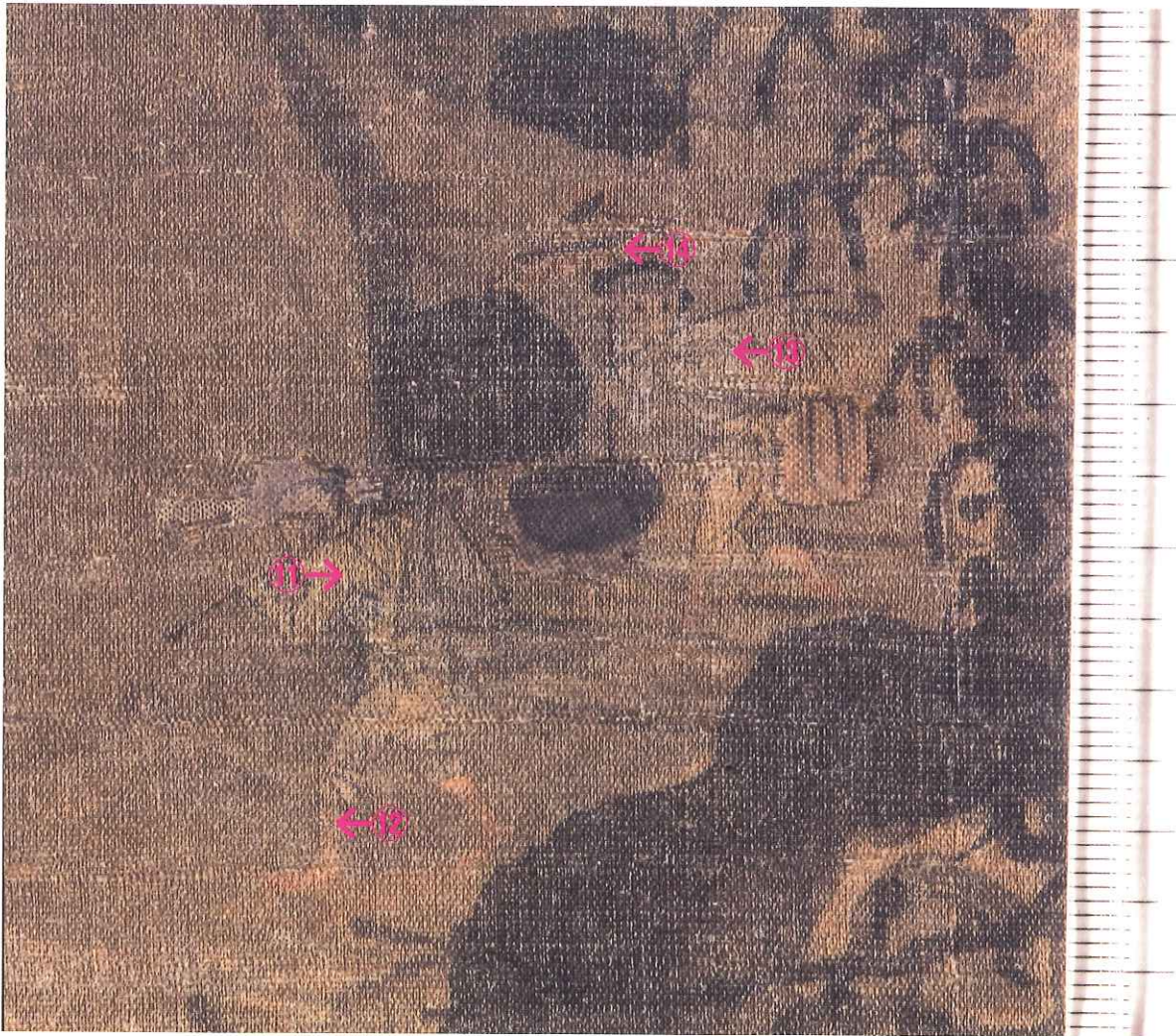
⑧ 赤褐色・人物(右)の服→代赭(Fe)



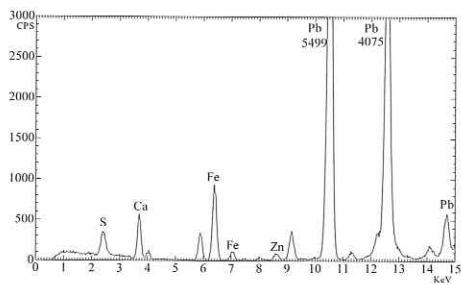
⑨ 黄褐色・人物の服→鉛白(Pb)+黄土(Fe)



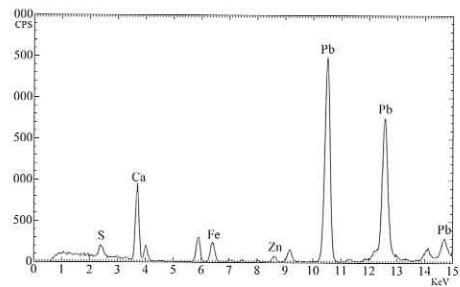
⑩ 肌色・人物の脚→鉛白(Pb)+代赭(Fe)



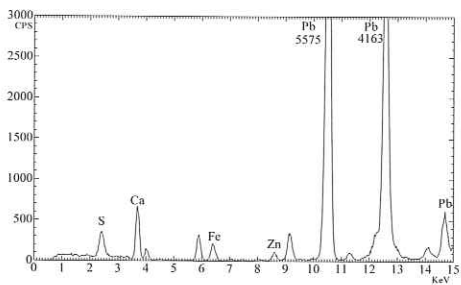
人物(近景左の土坡の間)



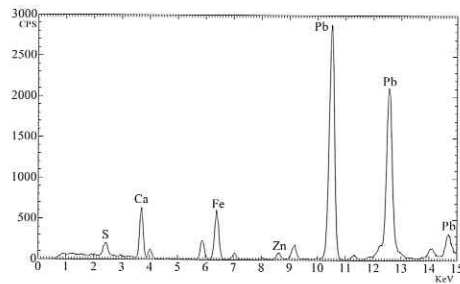
⑪ 黄褐色・人物(左)の服
→鉛白(Pb)+黄土(Fe)



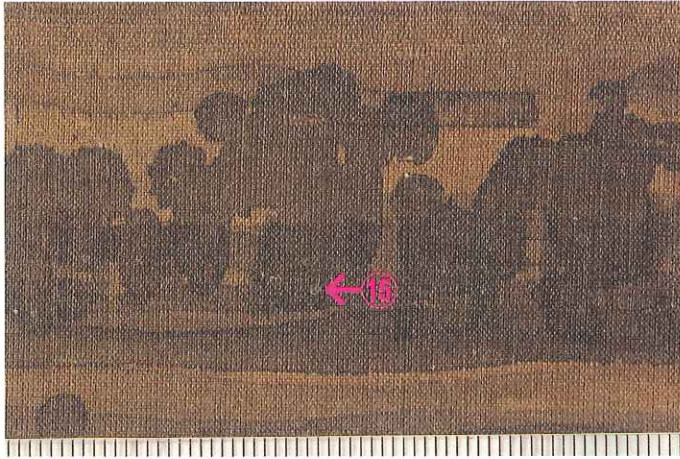
⑫ 肌色・人物(左)の脚
→鉛白(Pb)+代赭(Fe)



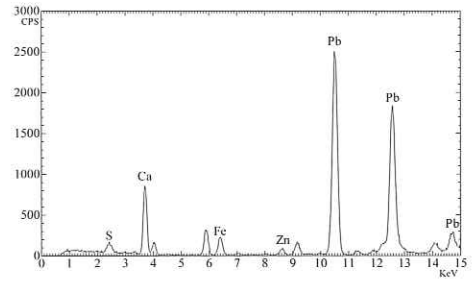
⑬ 青白色・人物(右)の服
→鉛白(Pb)+染料(藍)



⑭ 赤褐色・傘→鉛白(Pb)+代赭(Fe)



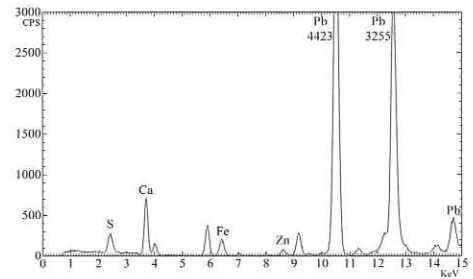
遠景左の樹叢



⑮ 白・雪(遠景左)→鉛白(Pb)



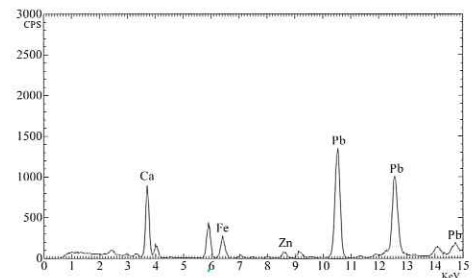
中景右の水村



⑯ 白・雪(中景右)→鉛白(Pb)



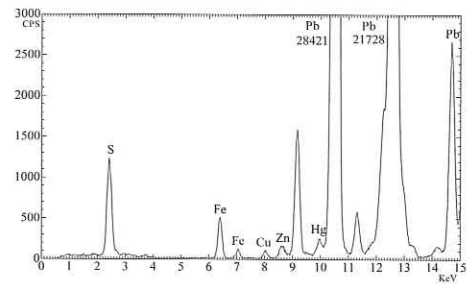
近景右の竹林



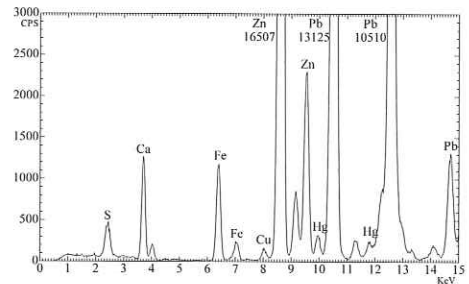
⑰ 白・雪(近景右)→鉛白(Pb)

2. 欠名「地藏菩薩像」

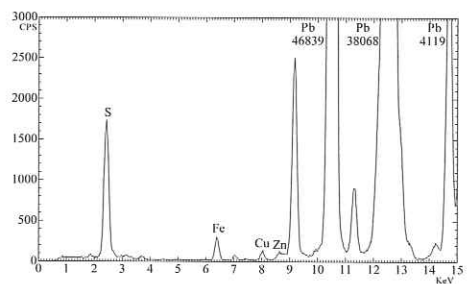
南宋末～元 絹本着色 55.0×38.2cm 絵346



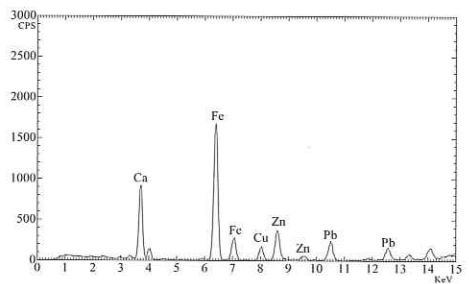
① 肌色・地藏の胸
→鉛白(Pb)+朱(Hg)+代赭(Fe)



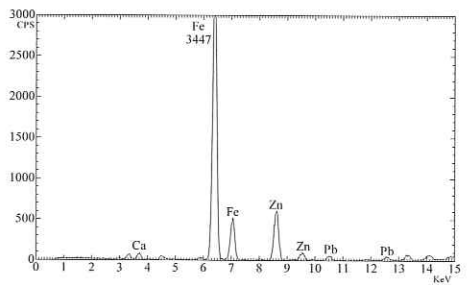
② 肌色・地藏の顔(後補部分)
→亜鉛(Zn)+朱(Hg)+代赭(Fe)



③ 白・地藏の台座下の白雲→鉛白(Pb)



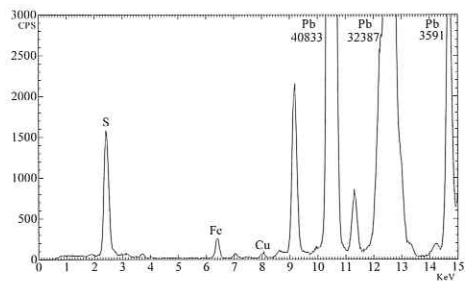
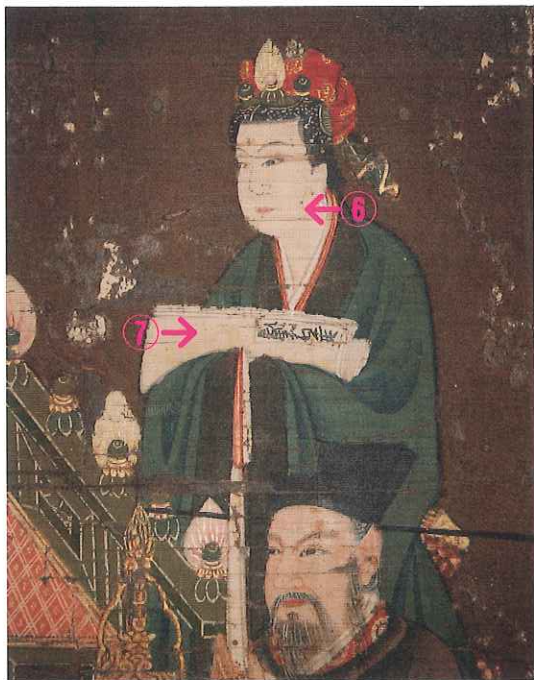
④ 絹地



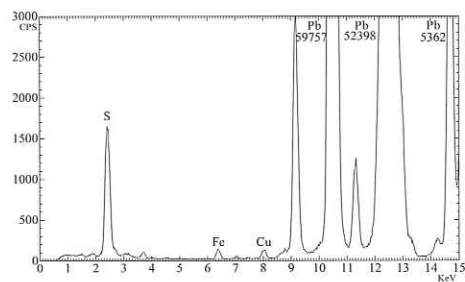
⑤ 表装の総裏(茶褐色の紙)



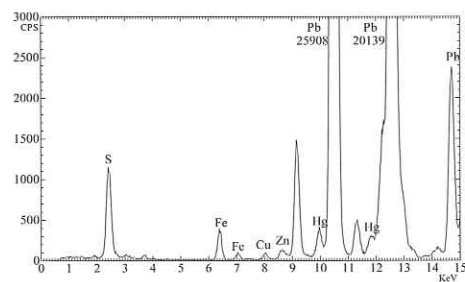
横使い
経20本
緯20越



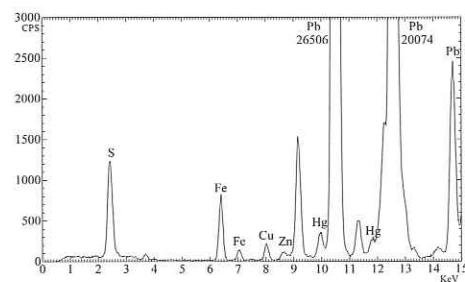
⑥ 白・侍女の顔→鉛白(Pb)



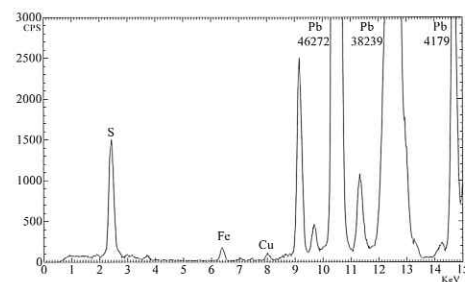
⑦ 白・侍女の記録帳→鉛白(Pb)



⑧ 肌色・冥官の顔
→鉛白(Pb)+朱(Hg)+代赭(Fe)



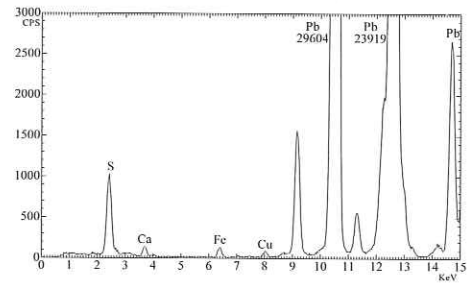
⑨ 濃い肌色・武将形の顔
→鉛白(Pb)+朱(Hg)+代赭(Fe)



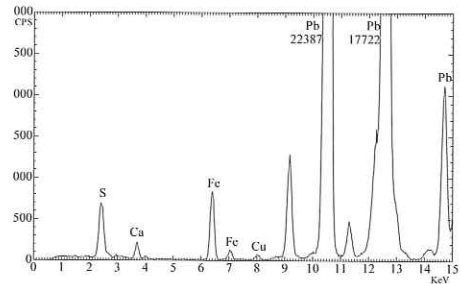
⑩ 白・武将形の上衣→鉛白(Pb)

3. 紀鎮「春苑遊狗図」

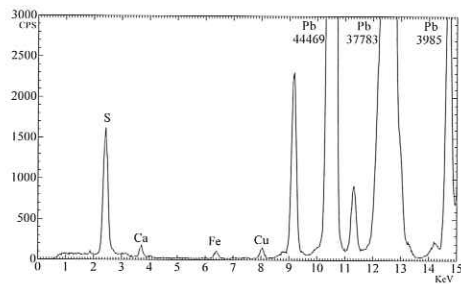
明 絹本着色 145.0×83.0cm 重要美術品 絵48



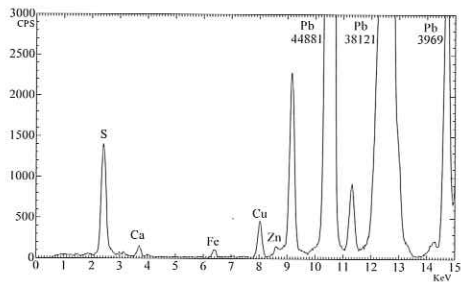
① 白・後脚の毛→鉛白(Pb)



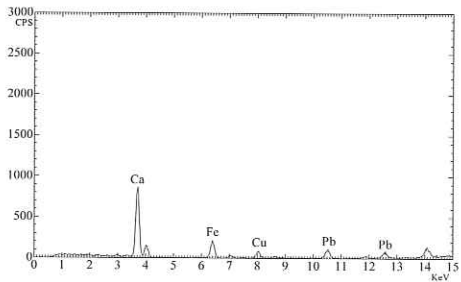
② 茶褐色・子犬(下)の毛
→鉛白(Pb)\代赭(Fe)



③ 白・桃の花弁→鉛白(Pb)



④ 薄紅・薔薇の花
→鉛白(Pb)\染料(臙脂)



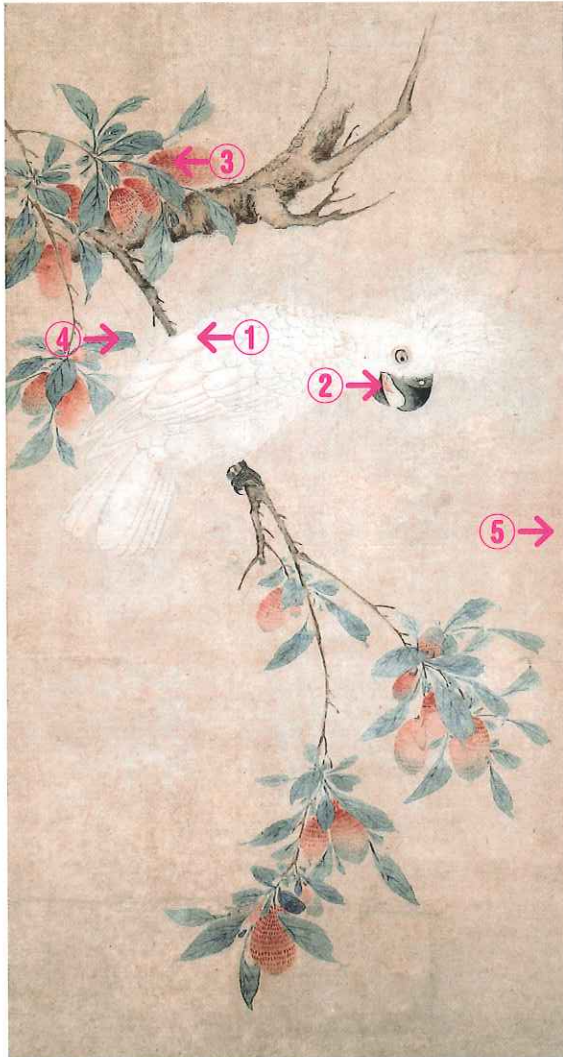
⑤ 絹地



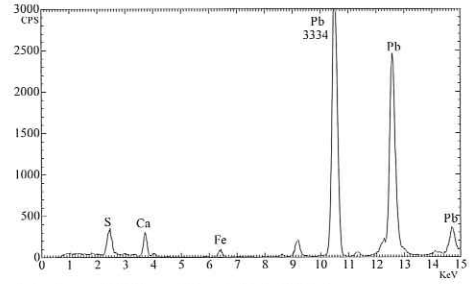
経20本
緯15越

4. 張子・陳栝「白鸚鵡図」

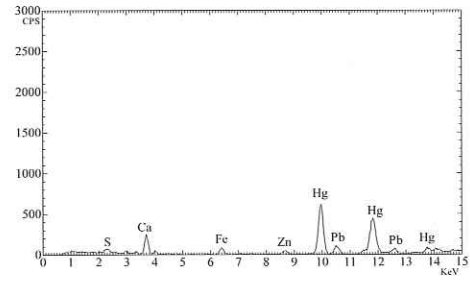
明 紙本着色 129.0×31.5cm 絵1



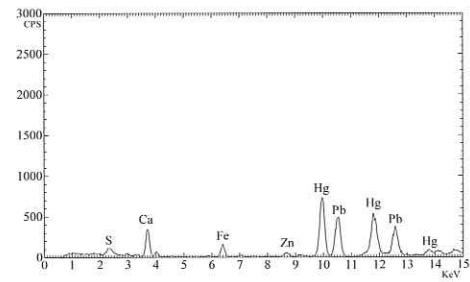
全図



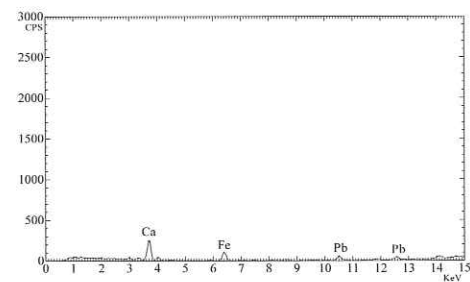
① 白・鸚鵡の背→鉛白(Pb)



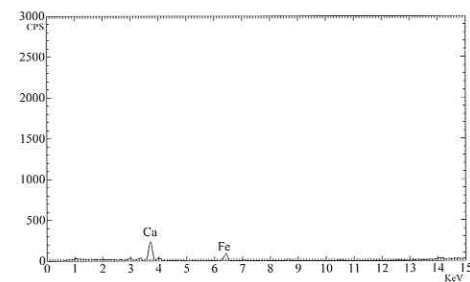
② 赤・鸚鵡の舌→朱(Hg)



③ 赤・荔枝の実
→鉛白(Pb)+朱(Hg)+染料(臙脂)



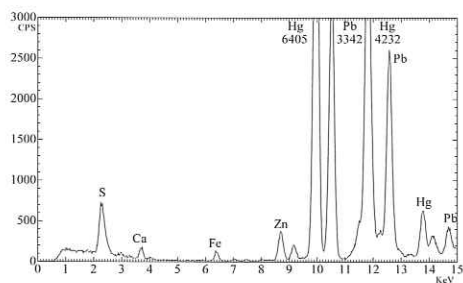
④ 薄青・葉→染料(藍)



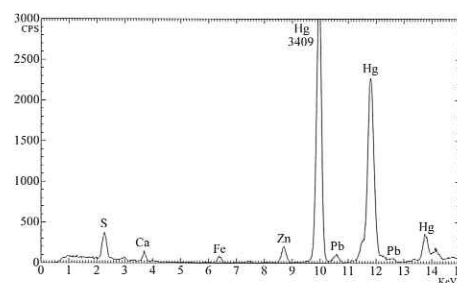
⑤ 紙地

5. 惲寿平「木瓜図」(「倣古山水花卉図冊」より)

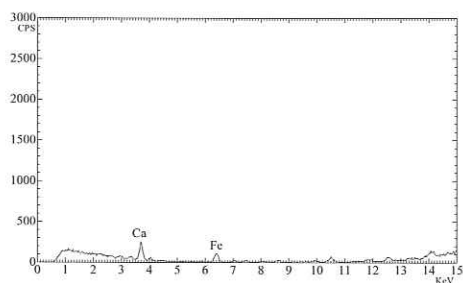
清 紙本着色 28.7×45.3cm 絵77



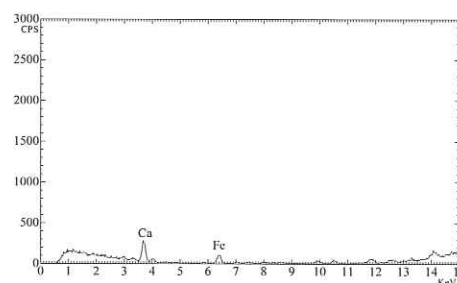
① 白・木瓜の蕊→鉛白(Pb)



② 赤・木瓜の花弁→水銀(Hg)



③ 淡紅+淡緑・木瓜の花の側面
→染料(臙脂)・染料(藍+藤黄)



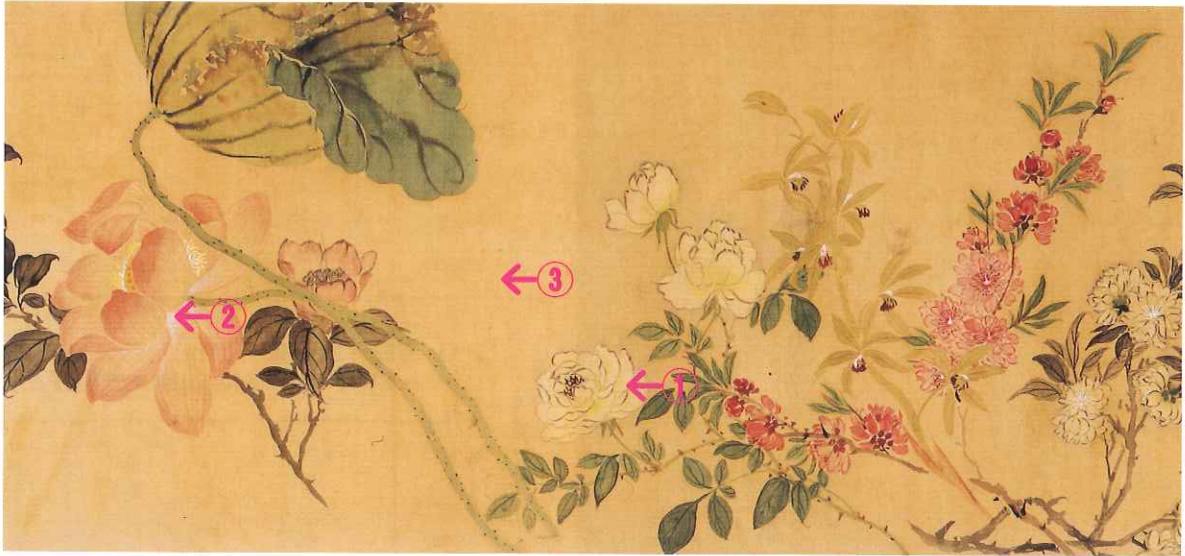
④ 紙地

6. 馬元馭「花卉図巻」

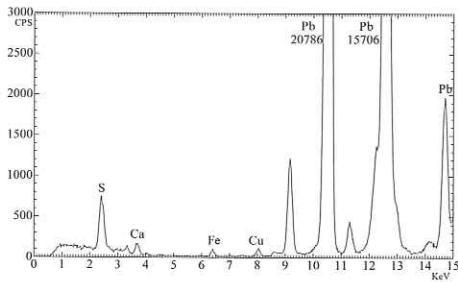
清・康熙44年(1705) 絹本着色 32.0×162.8cm 絵25



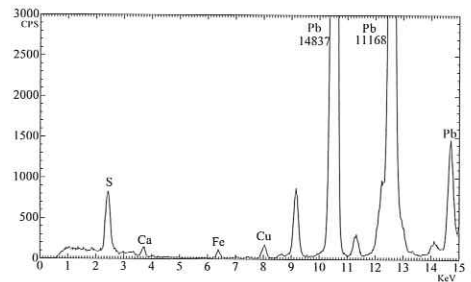
(全図)



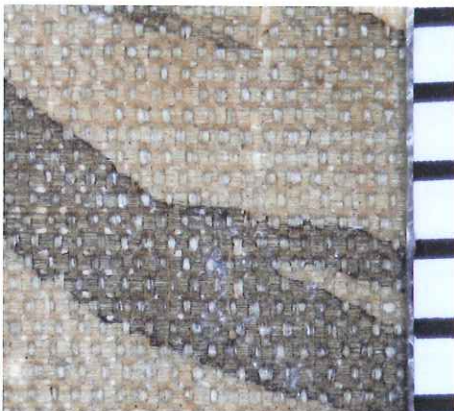
(部分)



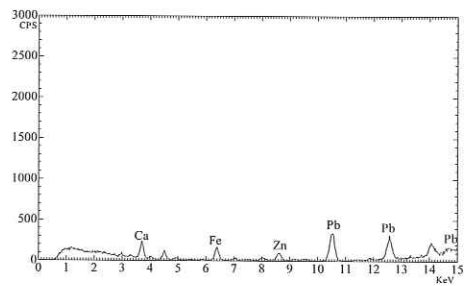
① 乳白色・薔薇
→鉛白(Pb)\染料(藤黄)



② 白・蓮の花弁の付け根→鉛白(Pb)



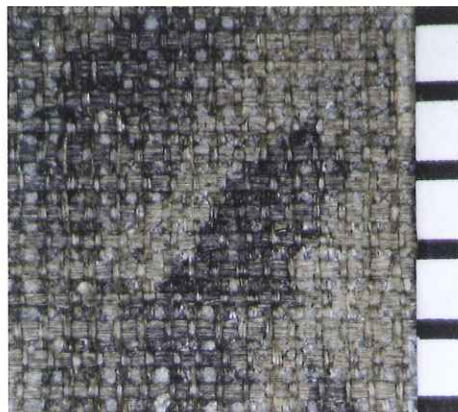
横使い
経34本
緯18越



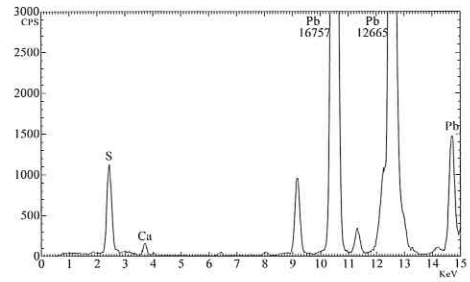
③ 絹地

7. 沈銓「燕掠飛花圖」

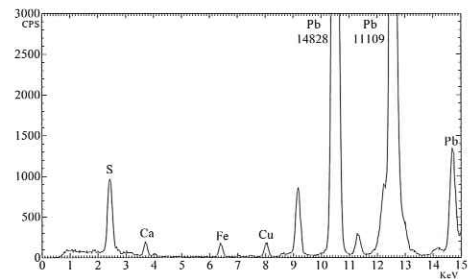
清 絹本着色 96.8×47.0cm 絵98



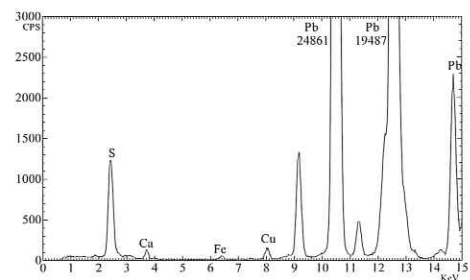
経30本
緯13越



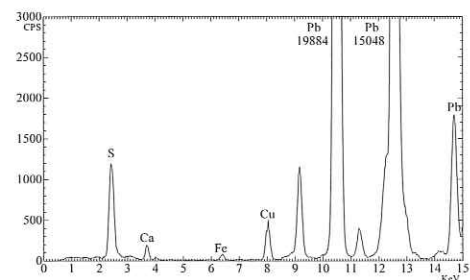
① 白・猫の体毛→鉛白(Pb)



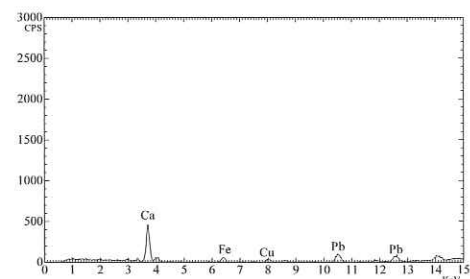
② 橙色・燕の喉
→鉛白(Pb)\鉛丹(Pb)+代赭(Fe)



③ 薄紅・海棠の花弁
→鉛白(Pb)\染料(臙脂)



④ 紅・海棠の蕾
→鉛白(Pb)\染料(臙脂)



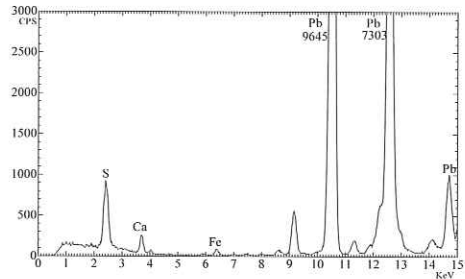
⑤ 絹地

8. 李鱣「花卉圖冊」

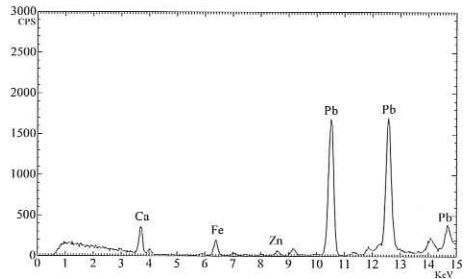
清·乾隆5年(1740) 紙本着色 各26.7×36.2cm 繪27



「白木蓮圖」



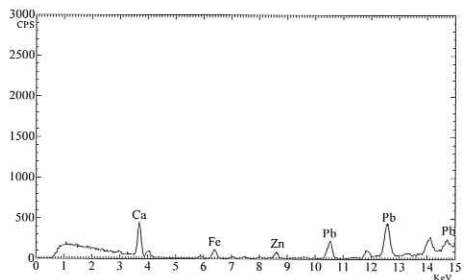
① 白・花卉→鉛白(Pb)



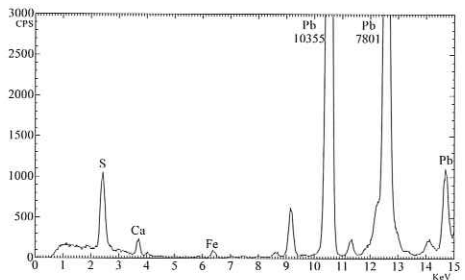
② 橙色・号→鉛白(Pb)+代赭(Fe)



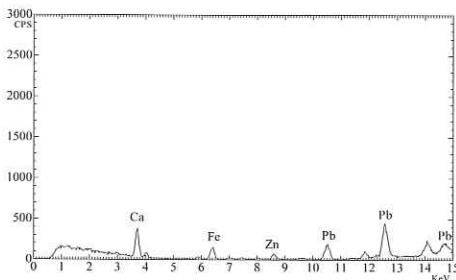
「燕菁圖」



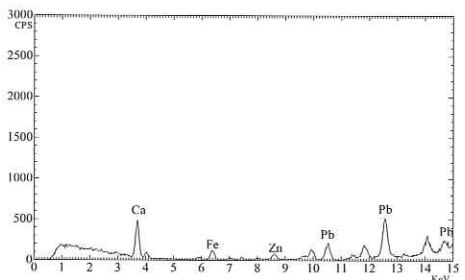
③ 紙地



④ 薄紅・燕→鉛白(Pb)\染料(藤脂)



⑤ 綠褐色・葉→染料(藍+藤黃)・代赭



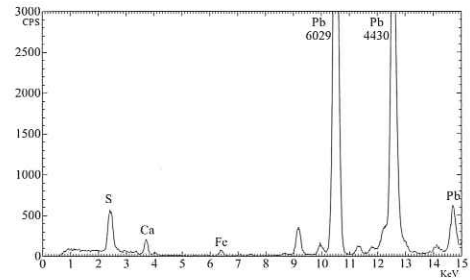
⑥ 紙地

9. 陳撰「花卉図冊」

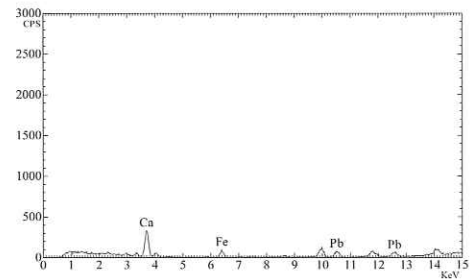
清 紙本墨画着色 絵26



「子犬図」 21.1×24.7cm



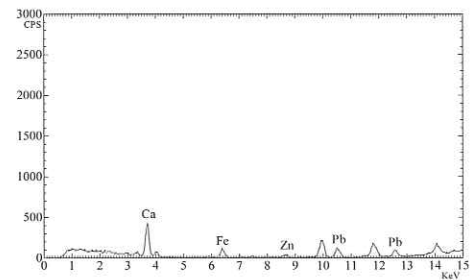
① 白・子犬の毛→鉛白(Pb)



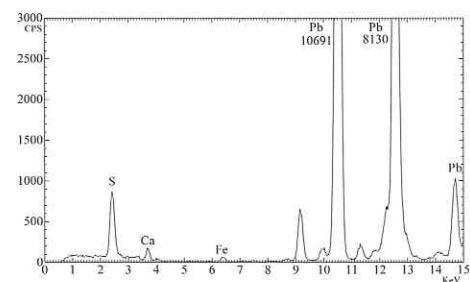
② 薄青・下草→染料(藍)



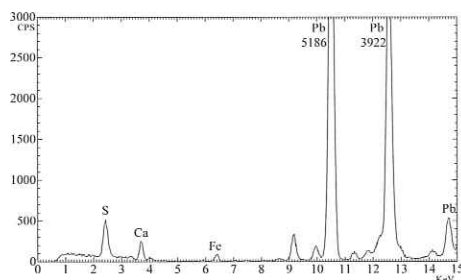
「梔子図」 25.3×36.6cm



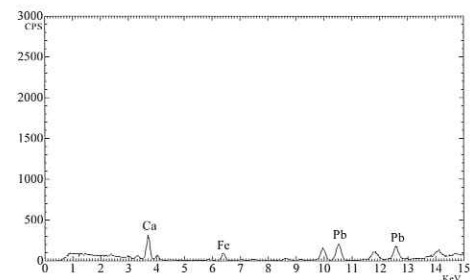
③ 紙地



④ 白・花卉→鉛白(Pb)



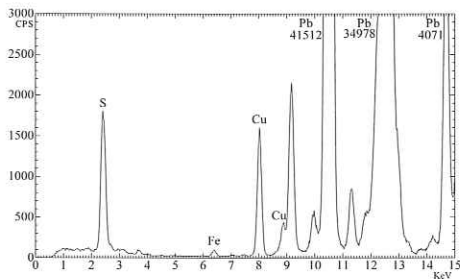
⑤ 黄・花蕊→鉛白(Pb)\染料(藤黄)



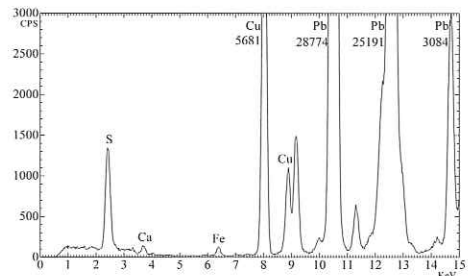
⑥ 緑・葉→染料(藍+藤黄)

10. 欠名「古器図」(「古器図冊」より)

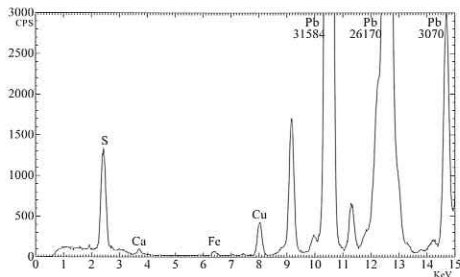
清 絹本着色 各29.7×25.3cm 絵106



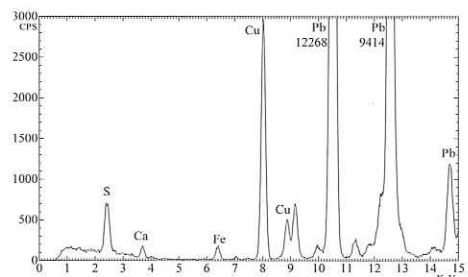
① 白\茶・玉の器→鉛白(Pb)\鉛丹(Pb)



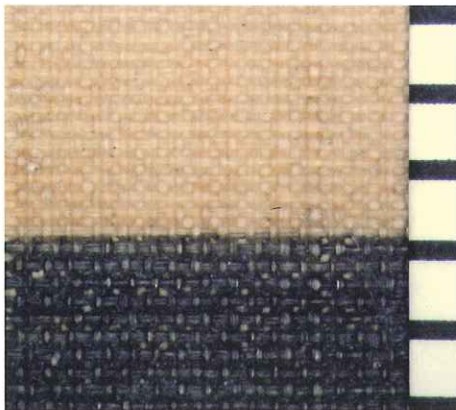
② 水色・青磁の花瓶→鉛白(Pb)+群青(Cu)



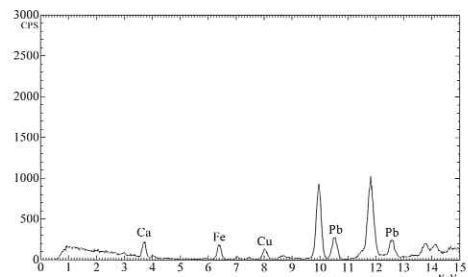
③ 淡紅・梅の花弁→鉛白(Pb)+染料(臙脂)



④ 白緑・梅の枝→鉛白(Pb)+緑青(Cu)



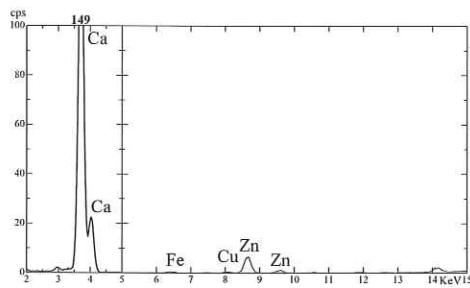
経30本
緯22越



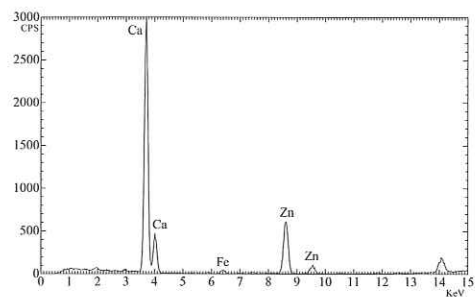
⑤ 絹地

結果の表記法は基本的に前回と共通である。各作品図版に測定ポイントを番号つきの矢印で示し、それに対応するスペクトルを順に掲載している。検出された元素には、その元素記号を横に記した⁽⁷⁾。表の下には、色名・その色の塗られたモチーフ名称を挙げ、測定結果と作品観察に基づいて判定した色材名をその主要元素とともに記した。「+」は複数の色材を混ぜ合わせた意、「\」は左の色材を先に塗り、その後右の色材を塗り重ねたという意味である。なお、臙脂、藍などの染料（有機顔料）の判定は、炭素などの特に軽い元素が測定範囲外のため、測定結果と肉眼・顕微鏡での観察を踏まえた上での現時点での仮説であることをお断りしておく。作品の資料性に関わる参考情報として画絹調査の際の拡大写真を再掲した⁽⁸⁾。経糸と緯糸の数字は、5mm四方の本数である。

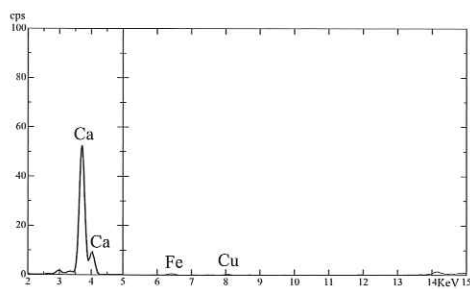
絵画の測定の場合、本紙や表装に用いられた絹・紙に含まれている元素も検出されることから、それら素地の測定結果を参照した上で、顔料由来の元素を見ていく必要がある。一般に本紙や表装にはカルシウム、鉄などが含まれており、中国に比べ日本の近代の裏打ち紙ではカルシウムが多い傾向にある。なお今回、分析装置の性能が向上したことから、前回掲載の日本絵画の表に比べ縦軸の目盛りの数値が高くなっている。そこで、中国絵画と比較する上での参考に、白井直賢「立美人図」（絵247）の女性の額部分（胡粉を使用）と絹地の前回調査時および、今回の機材による再測定の結果を掲載しておく。



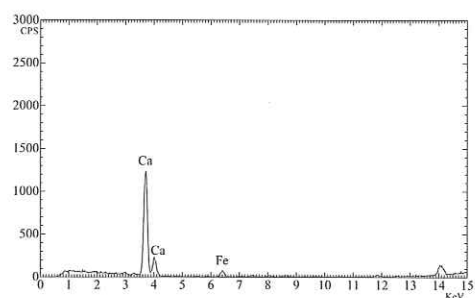
(前回) 白・額 → 胡粉(Ca)+亜鉛(Zn)



(今回) 白・額 → 胡粉(Ca)+亜鉛(Zn)



(前回) 絹地



(今回) 絹地

4 考 察

1. (伝) 董源「寒林重汀図」

原本五代（模写年代南宋？） 絹本墨画淡彩 180.0×115.6cm 重要文化財 絵43

五代（907～60）の南唐に仕え、江南山水画の祖として後世に大きな影響を与えた董源の山水画風を最もよく伝える現存作品として知られる。模写年代は、表現と収蔵来歴などから南宋後期頃と考えられる⁽⁹⁾。水墨を主体としているが、画中の人物には、彩色が施されている。まず、絹地の特徴を把握することも兼ねて中景の丘陵（①）、近景の汀（②）、近景の屋舎の屋根（③）を測定した。このうち①の丘陵には淡墨が掃かれており、③の屋根も淡い褐色を呈しているが、測定の結果は、素地に最も近い②と大きな差は認められなかった。

次に近景の人物計6人を測定したところ、その全てから鉛白の使用を示す鉛(Pb)が検出された。衣服では、ほとんどが3000cps⁽¹⁰⁾以上の高値を示している。このうち黄褐色（④、⑨、⑪）では、3箇所とも鉄(Fe)のピークが素地よりも上昇しており、これを主要元素とする黄土を混用していると考えられる。青白色（⑤、⑬）では、群青の主要元素である銅(Cu)は検出されなかったため、鉛白と共に藍を塗っていると判断される。肌色の顔（⑥、⑦）と脚（⑩、⑫）からも鉛の反応を得た。塗布量が衣服より少ないこともあってか数値はやや低めだが、最も低い⑦でも約900cpsと明瞭なピークを示している。一般に肌色には白色と朱や代赭の混色が用いられるが⁽¹¹⁾、朱(HgS)の主要元素である水銀(Hg)は検出されなかった。⑥と⑦では鉄(Fe)が絹地に比べてやや高い数値を示したことから、代赭との混色と考えられる⁽¹²⁾。なお、左側の屋舎内の右端の人物の体部分（⑧）は、後世の補絹で、赤褐色を呈しているが、ここからは鉄が検出された一方で、鉛はほとんど反応せず、代赭による補彩と分かった。補絹の状態から修理年代は清以前と考えられ、その手法を知る上でも興味深い。道上の右側の人物は傘を差しており（⑭）、赤褐色が塗られている。鉛とともに鉄分も絹地に比べて伸びており、鉛白と代赭の混色である。

2004年に筆者が存在を指摘した、白色顔料による降雪表現⁽¹³⁾についても測定した。遠景左側（⑮）、中景右側（⑯）、近景右側（⑰）を測定し、いずれからも鉛を検出した。一つ一つは直径1ミリ前後の微細な白点ながら、明瞭なピークを示しており、鉛白の飛沫を散布していることが明らかとなった。五代の江南山水画では、雪景図が流行していたことが知られており、降雪表現は本図の画題や伝統性を考える上からも重要である。カルシウムを主成分とする胡粉では、表装由来の成分との見極めが必要になるが、鉛白の場合には明瞭に測定できるため、中国絵画に鉛白が多用されていることを考えれば、今後も降雪表現の調査に効果を発揮すると思われる。

2. 欠名「地藏菩薩像」

南宋末～元 絹本着色 55.0×38.2cm 絵346

本図は、滋賀・永源寺所蔵の陸信忠「地藏十王図」（11幅対、重要文化財）の「地藏菩薩像」⁽¹⁴⁾と図様がほぼ一致することから、南宋に寧波（浙江省）で活躍した仏画師の陸信忠の系統に属することが分かる。

細部描写、文様、彩色がより単純で平面化していることから、制作年代は元時代まで下がる可能性も考えられる。画絹の拡大写真は今回新たに撮影したもので、横使いだったため画像を90度右に反転させた状態で掲載している。経糸、緯糸ともに細く、隙間の大きさが目立つ質の下がる絹である。江戸時代以前に舶載されたとみられ日本の表装となっているが、近代にさらに額装に仕立てられている。絹地(④)を測定した際、鉄(Fe)が強く反応したが、表装部分を測定した結果、額に改められた際の総裏(⑤)に、茶色に染められた紙が使われており、その代赭の鉄分が絵画表面の測定にも影響を及ぼしていることが分かった。

本尊の地蔵の肌色(①)からは、鉛(Pb)に加えて、水銀(Hg)と鉄(Fe)も検出された。このうち鉄は表装由来かどうかが問題となるが、地蔵の脇に立つ侍女の顔(⑥)の白色では、鉛が検出される一方で、鉄は絹地(④)に比べ大幅にピークが低下しており、表装由来の鉄分は顔料層によって減少していることが分かる。さらに、侍女の手前に立つ冥官の顔(⑧)は、地蔵と同じ色彩を呈しており、スペクトルもほぼ同様であったのに対し、その手前の武将形(⑨)は、より濃い肌色であり、鉄が2倍近く上昇している。これらを考え合わせれば、本図の肌色は、鉛白、朱(HgS)とともに、代赭(主要元素 Fe)が混色されると解釈でき、その多寡で色調を変化させていることも分かる。地蔵の肉身には経年による断裂があり補彩されているが(②)、ここからは、鉛、水銀、鉄に加え、亜鉛(Zn)が極端な伸びを示し、カルシウム(Ca)も素地以上の反応をみせた。白色顔料の一種に亜鉛を主成分とする亜鉛華(酸化亜鉛、ZnO)がある。鉛白と異なり毒性がないことから現在の塗料やインクに使用されているが、古画への使用例は寡聞にして知らず、胡粉との併用や近代の補修の可能性も含めて今後の課題としたい。このほか画中の白色として、地蔵の台座の下に湧く雲(③)、侍女のもつ記録帳(⑦)、武将形の上衣(⑩)を測定したが、いずれも鉛白が用いられていた。

3. 紀鎮「春苑遊狗図」

明 絹本着色 145.0×83.0cm 重要美術品 絵48

紀鎮は明の画院画家で、錦衣千戸の官を与えられ、文華殿に直した畜獸画家である。絵画史文献には表れない逸伝の画家で、本図はその貴重な現存作品である。その位置づけと、詳しい顔料分析の結果については本号掲載の別稿に記した。ここでは、白色顔料が用いられている代表的な箇所(①)の測定結果を掲載する。親犬の白い毛(①)は鉛白。子犬の黄褐色の毛(②)は、鉛白の裏彩色に表から代赭。桃(③)と薔薇の花弁(④)も鉛白であり、④では赤みを出すために染料系の臘脂を併用している。

4. 張子・陳栝「白鸚鵡図」

明 紙本着色 129.0×31.5cm 絵1

図上に書かれた明中期呉派(蘇州派)の文人・陳淳(1483~1544)の識語によれば、張子が鸚鵡を描き、次に陳淳の息子の陳栝が荔枝(ライチ)を加え、最後に陳淳が王維の「白鸚鵡賦」を書いた合作という。

張子は陳淳の甥（或は孫）の花鳥画家・張元挙のものと推定される。

鸚鵡の背 (①) から、鉛(Pb)が3000cpsを超える高値で検出された。素地が経年で灰褐色を呈しているのに対し、羽の部分が白く見えるため、かねてより白色顔料を使用していると推察していたが、測定によって鉛白であることが明らかとなった。実体顕微鏡で観察すると、顔料層を形成するほどの厚塗りではなく、大きめの粒子の塊は所々に見える程度である。羽の輪郭の淡墨線の上にも、粒子が点在することから、線描の後でその線も活かしつつ薄く彩色したと分かる。一方、舌 (②) からは朱(HgS)の使用を示す水銀(Hg)の反応を得た。500cps程度だが、淡彩ぎみに塗られた状態に対応する結果である。

荔枝の実 (③) は、水銀とともに鉛も若干のピークを示した。顕微鏡で観察したところ鉛白の下塗りは見られないため、朱と鉛白を混ぜていると考えられる。鸚鵡の舌に比べ荔枝の實の赤色はやや暗く、水気の多い点描を繰り返す描写と考え合わせて、臙脂も併用していると思われる。青みの強い没骨の色面による葉 (④) には、顔料由来の金属反応は認められず、藍と判断される。

5. 惲寿平「木瓜図」(「倣古山水花卉図冊」より)

清 紙本着色 28.7×45.3cm 絵77

惲寿平(1633~90)は、武進(江蘇省)の人。没骨画法によって清代の文人花卉画隆盛を導き、清初の正統派・四王呉惲の一人に挙げられる。この画冊は、本来別冊であった倣古山水図(6図)と花卉図(2図)から成る。山水は全て墨画で、筆墨の階調が単調に過ぎ、紙の状態が新しいことから清後半の作と判断される。花卉図は木瓜と桂花を描いており、類作と比較すると意匠性が強まっているが、惲寿平画の様式を考察する上では意義があると考え選択した。

白色顔料は「木瓜図」の蕊(①)に使われている。鉛(Pb)が高い数値を示すとともに、水銀(Hg)がそれを超えているが、これは蕊の線描の間にある花卉の朱(HgS)を拾ったものである。花卉自体(②)は、朱の単色と考えてよいスペクトルである。興味深いことに、同じ花卉でもやや後方に位置する花の側面(③)は、淡紅と淡緑によっており、素地(④)と比較しても目立った顔料の検出が見られなかった。淡紅は臙脂、淡緑は藍と藤黄(東南アジア産の海藤樹・ガンボージの樹脂を原料とする染料。日本の近世では雌黄とも称する)の混合による緑色と判断される。同一モチーフに、顔料と染料が併用されている訳で、今後、類品との比較の際にも注目されるデータである。

6. 馬元馭「花卉図巻」

清・康熙44年(1705) 絹本着色 32.0×162.8cm 絵25

馬元馭(1669~1722)は、常熟(江蘇省)の人。惲寿平の弟子となり、同門の蔣廷錫とともに当時の代表的な花鳥画家とされる。父の馬眉、娘の馬荃も能画で知られる画家の一族である。本巻は桜桃、李、桃、蘭、薔薇、蓮、椿など8種類の花果を、大らかな筆致で描いている。

桃、蘭、薔薇、蓮華に白色が使用されており、いずれからも鉛(Pb)が検出された。薔薇(①)では、

顕微鏡で観察すると絹の間に鉛白がくい込むように固着する一方で、糸自体の表面には粒子が載っており裏彩色と考えられる。表面からは黄色が塗られている。黄色にはヒ素(As)を主成分とする石黄(As_2S_3)と、染料系の藤黄があり、ヒ素が検出されなかったことから、後者と判断できる。蓮(②)では蕊や花卉の付け根に白色を用いており、スペクトルに①との大きな違いは見られなかった。蕊の線には黄白色も使用されているが、薔薇と異なり一筆で描かれていることから、鉛白と藤黄を混色していると考えられる。自題には「養痾杜門、無以為遣。偶于適意、作樹枝花果八種」とある。療養の閑暇に描いた適意の作で、没骨を多用し洒脱な印象を与えるが、白色顔料の用法には花卉画家としての専門的な技術の習得が表れている。

7. 沈銓「燕掠飛花図」

清 絹本着色 96.8×47.0cm 絵98

沈銓(1682~?)は、呉興(浙江省)の人。号の南蘋で知られる。享保16年(1731)に長崎に来航し、2年間画を講じて帰国した。我が国での需要は多く、帰国後もその作品が舶載され、江戸中期以降の花鳥画に多大な影響を与えている。本作は、猫の体軀をはじめモチーフと空間の描写密度が低く、真筆とは見なすがたいが、同図様が長崎で唐絵目利を務めた石崎元章の「倣沈南蘋花鳥図屏風」(長崎歴史文化博物館)の一図として伝わっており⁽¹⁵⁾、沈南蘋画風を考察する上での一例として取り上げた。

本図の絹地(⑤)は黄褐色を呈しているが、測定結果に顔料の使用を示す顕著なピークは認められなかったため、藍や藤黄など染料系の色材によるとみられる。白色顔料については、まず猫の体毛(①)から強い鉛(Pb)の反応が得られた。表側から鉛白によって一筆一筆、毛描きしている。ただ、毛と毛の間の隙間が余白状になっているため、これが猫の体の塊量を減じさせる結果となっている。橙(オレンジ)色が目立つ燕の喉(②)からも鉛が検出された。まず鉛白で毛描きを行ったあと、上から橙色を面的にかけている。橙色の顔料としては、鉛を主成分にする鉛丹(Pb_3O_4)が代表的である。本部分では鉄(Fe)も若干の反応を示していることから、鉛丹に代赭も混用している可能性が高い。樹上に咲く海棠の花弁(③)と蕾(④)も鉛白であった。蕾にはさらに赤色系の色材が塗られるが、それに結び付く元素の反応は得られなかったため臙脂と判断される。なお、海棠の葉からは緑青(主要元素Cu)の反応が顕著だったが、下草の緑色からは検出されず、こちらは染料系のみで彩色と考えられる。

8. 李鱣「花卉図冊」

清・乾隆5年(1740) 紙本着色 各26.7×36.2cm 絵27

李鱣(1686~1761)は、興化(江蘇省)の人で、康熙50年(1711)に挙人となり、内廷供奉、滕県(山東省滕州)の知県などを務めた。晩年は揚州に住み、奔放な筆致の花鳥画を描いて揚州八怪の一人に挙げられる。本画冊は、揚州に移る直前、滕県在住の時期に描かれたもので、白梅、蘭、紫陽花など四季の花木を題材とする12図から成る。このうち第4図の白木蓮、第5図の蕪菁、第10図の秋海棠、第11図の紫陽

花に白色顔料を用いており、いずれも鉛白であった。

「白木蓮図」では、白い花卉(①)の表現として多用しており、スペクトルも高値を示している。萼(②)に塗られた橙色は、鉄(Fe)が素地の倍ほど伸びている一方で、鉛の数値は下がり、水銀も認められないことから代赭と鉛白の混色とみられる。

「蕪菁図」では、赤みを帯びた根の部分(④)に、白色とともに赤色も用いているが、鉛が検出される一方で赤系の顔料を示す反応は得られず、臙脂と判断される。臙脂線で輪郭したのち、鉛白あるいは、鉛白と臙脂の混色を、水彩的に変化をつけて塗っており、瑞々しい印象を与える。葉には明暗二種類の緑色と茶褐色を用い、短時間で筆を運んでいる。色の混じりあった個所を測定したところ(⑤)、それらの色料を示す元素の反応はほとんど見られなかったため、緑は藍と藤黄の混色、茶褐色はごく微量の代赭と考えられる。なお、本画冊では「蕪菁図」のみが経年による紙の変色がやや強いことから、「白木蓮図」の素地と比較してみたが(③、⑥)差異は見受けられなかった。

9. 陳撰「花卉図冊」

清 紙本墨画着色 21.1×24.7cm (「子犬図」) など 絵26

陳撰は、鄞県(浙江省)の人で、銭塘(浙江省杭州)に住み、のち揚州に流寓した。清初の学者・毛奇齡の弟子で、詩書画いずれも善くし、画は花卉と画梅にすぐれ、揚州八怪の一人に数えられることもある。

この画冊は13図から成り、このうち第2図の小犬、第3図の梔子、第8図の白蓮に鉛白が使用される。「小犬図」では白い毛並(①)に、水気の多い状態で濃淡の変化をつけて注ぐように着彩しており、李鱣画の用法とも近い。注意してみると、輪郭や毛を示す墨線は、先に入れられて上からの鉛白によって擦れて見えるものと、鉛白の上から加えられた線があり、微妙な強弱が付けられていることが分かる。犬の下に生える草は淡い青色で、白濁しているようにも見えるため藍と鉛白を併用しているのかと思い計測したが(②)、ここからは鉛白を用いていると判断できるほどの鉛(Pb)のピークは得られなかった。

「梔子図」では、花卉(④)から鉛の顕著な反応を得た。紙の白さにまぎれて目立たず、仮に塗らなくとも画としては成立する部分であるが、光量の多い場所で見ると控え目ながらもその白さが目に映る。洒脱な筆致の一方で、彩色の手間を惜しまない作画態度が垣間見える描写である。花の中心部の黄色(⑤)のスペクトルは、花卉に比べて鉛白のピークが低くなっているものの傾向は同様であることから、鉛白層の上に染料系の藤黄を塗っていると分かる。葉の緑(⑥)も緑青が検出されず染料系である。

10. 欠名「古器図」(「古器図冊」より)

清 絹本着色 各29.7×25.3cm 絵106

西洋画の陰影法を取り入れた清代宮廷画風によって、玉、陶磁、青銅器などの古器を8図にわたって描いた画冊。清中期の収蔵家・畢沅(1730~97)の鑑蔵印があり、印の真偽には検討を要するが、図自体の形式化の一方で顔料の剥落が進み相応の経年を示しているため、制作年代は18世紀後半を想定しておく。

測定には、白色の使用が顕著な第7図、第8図を選んだ。

第7図の白い器(①)は、玉製の水盂(水入れ)で、所々に茶色が混じる。鉛(Pb)が高いピークを示している一方で、鉄(Fe)は伸びていない。拡大観察すると、茶色の部分には橙色の粒子が散在することから、鉛丹が使用されているとみられる。また、銅(Cu)も顕著なピークを見せているが、顕微鏡で見ると画面の随所に剥落した緑青や群青の粒子が散在しており、これを拾ったものと判断される。青磁の花瓶(②)では、鉛と銅が高い数値で検出された。拡大して見ると、鉛白と群青が非常に細かく均質に混色されている。群青のなかでも粒子のより小さく青白色を呈する白群と考えられ、これによって青磁釉の半透明の質感がよく表されている。

第8図の梅の花弁(③)にも鉛白が使用されていた。上から塗られる赤色は、朱の反応がなく臘脂である。また、枝(④)からも鉛とともに銅が検出され、鉛白と緑青の混色と分かった。本図の着色は、全体に厚塗りで、梅の枝にまでその濃彩が及んでいる。画面の劣化が早く進んでいる要因でもあり、洋風画法の彩色技法を考えていく上での視点の一つとなると思われる。

5 総括

以上、今回調査した中国絵画10点の白色顔料は、後補部分を除き全て鉛白であった。所蔵品という限られた範囲内ではあるが、宋代山水画、寧波仏画、明代院体花鳥画、呉派文人画、清代の正統派、来舶画家、揚州八怪の花鳥・花卉画、洋風画という属性の異なる作品に鉛白が使用されているという結果は、中国絵画における鉛白の使用が長期にわたって広く行われていたことを示唆している⁽¹⁶⁾。

西晋・張華『博物志』物類に、「焼鉛錫成胡粉」とあるように、古くは鉛白を「胡粉」と称していた。『新唐書』卷三十九、地理志には、相州、衛州、澶州(いずれも河南省)が胡粉の貢納地として挙げられている。唐代の鉛白は、奈良時代の我が国にも齎された。正倉院文書には「唐胡粉」、「倭胡粉」の記載があることから、国産もされたこと、及び両者の成分組成に違いがあることが、成瀬正和氏によって指摘されている⁽¹⁷⁾。北宋末の李誠『营造法式』には、「鉛粉」の使用法が説かれ、彩色の下地とするほか、混色の方法も見える⁽¹⁸⁾。

製造方法については、南宋の范成大(1126~93)が広西地方に赴任した際の風物を記録した『桂海虞衡志』志金石の中に、「鉛粉、桂林所作最有名、謂之桂粉、以黑鉛著糟瓮罨化之」と記されている。より詳細なのは明末の宋応星『天工開物』卷十四、製錬で、鉛片を木の甌の中に酢の瓶とともに入れて密封し、七日間炭火で暖めて鉛白を得るという⁽¹⁹⁾。

鉛白は質の悪いものを用いると黒変するため、近世の画論には、その使用方法を説くものが散見される。王概等『芥子園画伝三集』「翎毛花卉譜」の「設色諸法」には、使用する鉛白の吟味や、描く前の準備方法が説かれている⁽²⁰⁾。現存する古画においても、花弁の一部などが黒化した例を目したことはあるが、遭遇する頻度はさほど多くない。各時代にわたって広く用いられながらも、それらが変色せずに伝世していることは、精製技術や使用方法の熟達を示すものであろう。

今回もしばしば言及したように、鉛白は他の色と混合して使用されることが多く、また裏彩色としても利用される用途の広い色材であり、更なる用例を探っていくことが必要である。また、胡粉を主とする日本近世絵画との違いが明らかとなったことで、今後、古渡画の制作地や補修の行われた地域・時期などの

問題にも光が当てられると期待される。白色以外の顔料についても調査を拡大していくことはもちろんであり、特定の時代や画派などの系統立った調査を行うことで、画家の制作意図や技法伝播などのより具体的な解明を目指していきたい。

註

- (1) 杉本欣久、廣川守「蛍光X線分析による日本近世絵画の色材調査—黒川古文化研究所の収蔵品を中心に—」(『古文化研究』11号、2012年)。
- (2) 竹浪遠「紀録「春苑遊狗図」続論」(『古文化研究』12号、2013年)。
- (3) 蛍光X線分析の原理については、前掲の廣川氏の論述が大要を尽くしておられるので、ここでは要点を記すにとどめる。
- (4) 原子核の回りをめぐる電子は、原子番号が大きくなるほど多くなり、その分、複数の軌道をもつようになる。原子核に近い方からK殻、L殻、M殻、N殻…とアルファベットを付して呼ばれており、各軌道に収まる電子の数は、2、8、18、32…と決まっている。K殻に移ってきた電子がL殻からの場合の蛍光X線を $K\alpha$ 線、M殻からの場合を $K\beta$ 線、L殻に移ってきた電子がM殻からならば $L\alpha$ 線、N殻からならば $L\beta$ 線と呼ぶ。
- (5) 鉛白の化学組成は、塩基性炭酸鉛($2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$)であるが、他にも正倉院宝物からは数種類の塩化物系鉛化合物が発見されており、我が国で製造されたと考えられている。成瀬正和「奈良時代の鉛系白色顔料」(『正倉院年報』14号、1992年)。同氏『日本の美術439号 正倉院宝物の素材』(至文堂、2002年)。これらの成分差から、塩基性炭酸塩のみを鉛白と称することもできるが、一方でともに鉛を主成分とする色料ととらえれば、狭義には塩基性炭酸塩を鉛白と呼び、広義には鉛を主成分とする白色顔料を「鉛白」と総称することもできると考える。本稿では広義の意味でこれを用いる。
なお、鉛白をはじめとする色材に関しては、ほかに次の文献を参照した。渡辺明義「古代の彩画材料と技術—奈良時代を中心として—」(『鈴木敬先生還暦記念 中国絵画史論集』吉川弘文館、1981年)。于非閣『中国顔色学的研究』(朝花美術出版社、1955年)。蒋玄伯『中国絵画材料史』(上海書画出版社、1986年)。王定理『中国顔色学的運用与製作』(芸術家出版社、1993年)。
- (6) 機材の概要は、本号掲載の川見典久氏の論考「蛍光X線分析からみた鐔の鉄味」第1章に紹介されているので参照されたい。
- (7) 蛍光X線と検出器を構成する物質(シリコン)との作用によって、該当する元素のない部分にピークが現れることがある。これをエスケープピークと呼ぶ。今回の場合、鉛が高濃度で検出された個所で、一様に9.2keVと11.3keV付近にピークが現れているが、元素名を表記していないのはこのためである。
また、今回の調査は、物質中に存在する元素の種類を調べる「定性分析」であり、一つのスペクトル表に現れた複数の元素の検出数の割合を、単純に含有比率に置き換えることはできない点も留意されたい。機器の特性により、感度の良いエネルギー帯とそうでないエネルギー帯があるためである。成分の比率を調べる場合は、同じ蛍光X線分析でも様々な補正值を用いた「定量分析」を行う必要がある。
- (8) 杉本欣久、竹浪遠「[調査報告] 黒川古文化研究所所蔵の日本・中国絵画の画絹について」(『古文化研究』8号、2008年)。
- (9) 「寒林重汀図」については、次の拙稿を参照されたい。竹浪遠「[館蔵品研究] (伝) 董源「寒林重汀図」の観察と基礎的考察(上)(下)」(『古文化研究』3、4号、2004、2005年)。竹浪遠「伝董源筆 寒林重汀図」(『国華』1329号、2006年)。竹浪遠「収蔵来歴からみた(伝)董源「寒林重汀図」の史的意義」(『関西中国書画コレクションの過去と未来』関西中国書画コレクション研究会、2012年)。
- (10) 以下カウント数は高い方の数値で示す。ここでは $L\alpha$ 線。
- (11) 元時代の肖像画家である王繹『写像秘訣』(『輟耕録』卷十一所収)には、様々な肌の色合いを出すための色材の混合方法が記され参考になる。
- (12) ⑩と⑫では、鉄のピークは絹地とあまり変わらなかったが、色目から判断して、顔と同様に鉛白と代赭の混色とみられる。

- (13) 註9前掲、拙稿「[館藏品研究] (伝) 董源「寒林重汀図」の観察と基礎的考察(上)」、78~80頁。
- (14) 『解説版 新指定重要文化財1 絵画I』(毎日新聞社、1980年)、146~147頁。『聖地寧波 日本仏教1300年の源流』(奈良国立博物館、2009年)、作品番号82。
- (15) 『唐絵目利と同門』(長崎県立美術博物館、1998年)、作品番号42。『江戸の異国趣味—南蘋風大流行—』(千葉市美術館、2001年)、作品番号23。
- (16) なお、報告した作品以外に、明・仇英「漆園図」、蔣嵩「倣董源山水図」、清・上叟「倣李成山水図」、葉洮「米法山水図」、張洽「双松図」といった山水・樹石画も調査したが、白色顔料は認められなかった。清・湯貽汾『画筌析覽』論設色第八では、山水画家の用いるべき色材は、「赭」と「靛」(藍)、「藤黄」の三色であり、それらと墨の配合で様々な変化が得られるとする。

自古画多設色、然山水家恒用惟赭靛藤黄。赭靛為君、黄為使。赭深淺得二、入墨入黄又得二。靛深淺得二、入墨為深淺墨青、入黄為深淺綠、又各得二。是色雖三、而君使相因、亦已用之無尽、餘非必需、可無論矣。
(画論叢刊本)

今回、董源以外の山水画において鉛白の使用が見られなかったこととも対応する記述と言え、山水画における鉛白の使用の有無が、制作時期や画人の系統とも結びつくように感じられる。

- (17) 註5前掲、成瀬氏「奈良時代の鉛系白色顔料」、50~56頁、同氏『日本の美術439号 正倉院宝物の素材』、36~38頁。
- (18) 『营造法式』卷十四、彩画作制度、襯地之法
凡料栱梁柱及画壁、皆先以膠水徧刷。貼真金地、候膠水乾、刷白鉛粉、候乾又刷凡五遍、次又刷土朱鉛粉亦五遍。
五彩地、候膠水乾、先以白土徧刷、候乾又以鉛粉刷之。
同卷、調色之法
鉛粉先研令極細、用稍濃水和成劑、再以熱湯浸少時、候稍温傾去、再用湯研化令稀稠得所用之。
同卷、襯色之法
青以螺青合鉛粉為地。
緑以槐華汁合螺青鉛粉為地。
(民国十四年刊本)

- (19) 『天工開物』卷十四、製鍊、鉛、附胡粉
凡造胡粉、每鉛百斤鎔化削成薄片、卷作筒。安木甌内、甌下甌中各安醋一瓶、外以塩泥固濟紙糊甌縫安。火四兩養之七日、期足啓開、鉛片皆生霜粉、掃入水缸内。未生霜者、入甌依旧再養七日再掃、以質尽為度。其不尽者、留作黄丹料。每掃下霜一斤、入豆粉二兩、蛤粉四兩、缸内攪勻、澄去清水。用細灰按成溝、紙隔數層、置粉于上、將乾截成瓦定形、或如磊塊、待乾取貨 [後略]。(明崇禎十年刊本)
日本語訳に、藝内清訳注『天工開物』(平凡社、1969年)がある。

- (20) 『芥子園画伝三集』「翎毛花卉譜」、設色諸法、傅粉
用杭州回鉛定粉搗細、再入膠細研、以水洗入碟内、少定片時另過一碟。將下面沈重者不用。置微火上、俟而上浮起黑皮、此乃鉛性未尽、以紙拖去、再起再拖、黑尽乃止。加輕膠水和研、微火熾乾、画時滾水洗用。或着白花、或合衆色。凡絹上正面用粉、後面必襯。又蒸粉去鉛法、將老豆腐一塊、中挖空、安成塊鉛粉、入鍋内蒸之、蒸後取粉研用、則鉛之黑氣、豆腐内收尽矣。(光緒年間巢勳臨模本)
他にも、鉛白の使用法については、王概等『芥子園画伝初集』設色、傅粉、清・沈宗騫『芥舟学画編』卷四、設色瑣論、清・鄒一桂『小山画譜』卷上、取用顔色に、まとまった記述がある。また明・周嘉胄『装潢志』「治画粉變黑」にも、黒変した鉛白を白くする方法が説かれている。