

金沢美術工芸大学所蔵 「架鷹図屏風」の絵画材料、絵画技術の調査研究

Reserch on Soga Nichokuan “Kayouzu-Byoubu” in Kanazawa College of Art Collection

佐藤 一郎
SATO Ichiro

はじめに

2017年1月下旬、曾我二直菴印「架鷹図屏風」を初めて見た。その「架鷹図屏風」は、蝶番がすべて破損している扇も多く、屏風絵として床面に自立できない状態であった。さらに虫損が著しく進行しているので、修復作業に労力と費用と時間が必要であろう。今後の修復業務のためにも、現状状態を、デジタル画像データとともに、できるかぎり精確に記録しなければならない。このような感想を持つとともに、作品そのものの魅力にも引きこまれた。水墨画の基盤がありながらも、部分的に彩色が施され、描き手の工夫が随所に見受けられる作品であるとの印象を受けた。

その後、同年6月27日、荒木恵信の指導のもと、正常光デジタル画像を撮影している。と同時に、正常光による部分写真を撮影している。佐藤一郎は、Sony DRC-RX1R（有効画素数：2430万画素）カールツァイス「ゾナーT*」35mm F2 搭載レンズ一体型デジタルカメラと三脚を使用して、正常光デジタル画像写真、さらに同一視角で紫外線蛍光デジタル画像写真を撮影した。これら二種類のデジタル画像データからグレースケールモードの側光線合成部分写真を作成した。

2017年度の自然科学的光学調査について

2017年秋、9月17日(日)～9月18日(月)の二日間、

金沢美術工芸大学企画情報室において、六曲一双屏風である金沢美術工芸大学所蔵 曾我二直菴印「架鷹図屏風」の自然科学的光学調査が行われた。木島隆康（東京藝術大学保存修復油画研究室・教授）、高橋香里（東京藝術大学保存修復油画研究室・博士課程学生）、佐藤一郎（金沢美術工芸大学大学院絵画・専任教授）、荒木恵信（金沢美術工芸大学絵画科日本画・準教授）が参加した。

2017年秋の自然科学的光学調査において実地された内容は、正常光および側光線による高精細写真機による撮影作業、紫外線（UV）蛍光写真撮影、赤外線（IR）反射写真撮影であり、さらに25箇所蛍光X線測定（XRF）による元素分析が実地された。実地の撮影実施者は、木島隆康、高橋香里である。光学調査の図版用画像データ作成は、正常光デジタル画像を除いて、佐藤一郎が担当している。

① 高精細正常光撮影画像

正常光および側光線による高精細デジタル画像写真撮影には、高精細デジタル・カメラ：Hasselblad H5DII-200MS（有効画素数：5000万～2億画素）、レンズ：Hasselblad HC 80mm F2.8、ストロボ光源：Broncollar scoro3200s、ランプヘッド：ユニライト／1600Wsを使用した。

本「架鷹図屏風」は六曲一双の屏風であり、六扇が紙蝶番によって繋がれて、一枚の六曲の屏風になり、それがもう一つの屏風と対になり、一双となっている。二枚の屏風とも、紙蝶番に損傷が著しい。

折りたたんで、木製櫃に挿入されて保存されており、その際、木製櫃の下部が湿気で満たされ、その下部にある紙蝶番が破損したと思われる。その結果、右隻、左隻とも、第一扇と第二扇、第三扇と第四扇、第五扇と第六扇の紙蝶番が剥がれ、分離しているため、第一扇、第二扇＋第三扇、第四扇＋第五扇、第六扇四つの部分に別れている。そのため、正常光による高精細デジタル画像写真は四つに分かれ、その四つの部分が、右隻、左隻それぞれ撮影された。計8枚が撮影された。

撮影されたローデータは、TIFデータに変換され、約600MBになっている。例えば解像度300pixel/inchとすると、約48cm×127cmのサイズのものが印刷できることになる。また、サイバースペース内においては、同一デジタルデータから、縮小も拡大も自在に操作でき、画面表面の様子が詳細に観察することができる。

図像のみならず、線描、筆触、筆勢、色調の様子など、描かれている絵画の表面が観察できる。そのほか、剥離、剥落、亀裂、擦過傷、引っ掻き傷、虫損、補修紙、破れ、裂けなどの形状の劣化、損傷が観察できる。変色、退色、汚れ、シミ（異物染色）などの色調の変化、絵具の劣化が観察できる。直接作品を裸眼、もしくは拡大鏡を使用しての観察調査を基本に、正常光、側光線、紫外線、赤外線などの写真データとも組み合わせて、画面表面の様子を調査する必要がある。

② 赤外線反射撮影画像

赤外線（IR）反射写真撮影には、デジタル・カメラ：Pentax 645DIR（有効画素数：4000万画素）、レンズ：Richo AF75mm F2.8D、フィルター：Kodak Wrattengelatin filter No.87、光源：Lowel Tota Light（300W 2灯）を使用した。

赤外線は、絵具層の深部まで侵入するので、油絵具で描かれた作品であっても、その下層にある下素描が見えるようになる。木炭、墨汁などの炭素成分に反応するからである。すなわち、それによって、画面上の輪郭線からはずれる部分、あるいは画家が

制作途中で変更した下アングードローイング素描の変遷についての情報がえられる。

今回の水墨画の場合は、ほとんど墨線は直接裸眼で観察できるが、薄墨色による刷毛目や痕跡が正常光写真よりも比較的明瞭に観察できる。

③ 高精細紫外線蛍光撮影画像

紫外線蛍光写真による高精細デジタル画像写真には、高精細デジタル・カメラ：Hasselblad H5D II -200MS（有効画素数：5000万～2億画素）、レンズ：Hasselblad HC 80mm F2.8、光源：Honle uvtechnology UVA SPOT T400（ブラックライト 紫外線波長375nm 2灯）、紫外線カットフィルター：Kodak Wratten gelatin filter No.2Eを使用した。

紫外線蛍光写真撮影には、微弱な蛍光を撮影しなければならない、外部からの光を遮断した暗室での撮影が原則である。本撮影を行なった金沢美術工芸大学情報企画室には、遮光暗幕カーテンが設置されており、問題なく撮影ができた。

紫外線は不可視光線であり、可視光線よりも短い波長域にあり、絵画表面と、その接するわずか下部にあるさまざまな物質に当たると、微弱に色調の異なる蛍光を発するようになる。油絵具を用いた作品では、ワニスが塗布されていると、青白く蛍光を発し、補彩部分は、まったく蛍光を発せず、黒色に見える。

古くは、1950年代に正倉院宝物資料27点について、上村六郎、龜田孜、木村康一、北村大通、山崎一雄が美術工芸史、化学、薬学といった視点から材料、技術の調査を行っている^{1,2}。この中で、薬学者である木村康一は、さまざまな有機物が紫外線下において異なる蛍光反応を示すという特徴から、正倉院の資料に、油の存在を確認している。動物膠は青白色の強い蛍光、荳の油（または密陀油）は黄色の蛍光、動物性樹脂であるラックは強い橙色の蛍光を発するという特徴を示すことが知られている。今回の屏風絵は、油画のように乾性油や油溶性の樹脂溶液を含んでいないと思われる。そのため、どの程度蛍光を発するか予想できなかった。

調査結果は、虫損部分で一部、青白く蛍光を発している。動物膠による青白色の強い蛍光であろう。描画部分においては、脚足部分、羽毛部分における白色部分が青白色蛍光を発し、紫外線の蛍光反応の有効性が確認された。おそらく胡粉（炭酸カルシウム CaCO_3 ）の盛り上げ部分に相当する場合が多い³。

④ 高精細側光線撮影合成画像

①で撮影した正常光デジタル画像写真の階調を反転させ、ネガデジタル画像を作成する。画像編集ソフト、例えばフォトショップを使用して、そのネガデジタル画像を、同一の位置から撮影した側光線デジタル画像に重ね合わせる。そのネガデジタル画像の透明度のパーセントを調節して、できるかぎり描かれている画像を消去するようにする。その形象部分はポジとネガが重なり、補色関係のそれぞれの色調が相殺され、画面本来の起伏だけがモノクロームの灰色調子に浮き上がるように、透明度のパーセントを調整する。そして、RGBモードをグレースケールモードに変換し、白色－灰色－黒色と移り変わる明暗調子によって、表面の起伏、凹凸が明瞭に観察できるようになる。佐藤は、このような方法により、側光線合成高精細デジタル画像写真を作成している。

その結果、虫喰いの状況が凹部となって、明瞭に観察できると同時に、撓たわみ、皺、縮み、剥離、剥落、引っ掻き傷、擦過傷などを明瞭に観察できるようになる。

また、本紙の小口同士をつなぎ合わせると二重に重なった部分でき、いわゆる棒継ぎがわずかに凸部となって線状に見える。本紙への裏打ち、すなわち肌裏の継ぎ合せもわずかに凸部になって観察される場合もあるようである。（図1、2、3、4）

⑤ 蛍光X線測定結果

蛍光X線分析法（XRF）による元素分析には、可搬型蛍光X線分析装置：Thermo Scientific社製NitonXL3t、一脚用アダプタ（小峰製作所作成）、分光分析装置：プローブ型ポータブル分光反射率計Jaz-Combo（オーシャンフォオトニクス社製）（グ

レーティング200-900ナノメートル、スリット幅100マイクロメートル、光学分解能3.8ナノメートル、光源モジュールは、可視－近赤外は内蔵のタングステンハロゲン（場合により、外付けのタングステンハロゲンMikropak Halogen light source HL-2000-FHSA）、紫外励起は内蔵のUV365ナノメートルLED。反射プローブはR400-7-UV/VIS 400マイクロメートルφ）を使用した。

蛍光X線分析法は、X線を試料に照射した時に発生する蛍光X線のエネルギーや強度を元素ごとにグラフ化した表から、物質の成分元素（定性）や構成比率（定量）を分析する手法である。絵画作品に対して行われると、主として、水銀、鉛、銅、亜鉛、砒素、鉄、燐、チタニウム、カルシウムなどを含む無機顔料の同定に使用される。

元素分析の結果から類推される顔料を列挙する。赤色は、辰砂、鉛丹。淡褐色は、黄土（オーカー）。緑色は、岩緑青（マラカイト）、緑錆。青灰色は、呉須あるいは花紺青（スマルト）。白色は、胡粉、白土。黒色は墨。

なお、本論の127頁から131頁までは、元素分析した点を含む正常光（N）写真、さらに同一部分の紫外線蛍光（UV）写真、赤外線反射（IR）写真、側光線合成（S）写真を横一列に並べ、計21個所の部分写真を掲載している。なお、図版記号のAは左隻、Bは右隻を、その後の数字は、第何扇を示している。

註

- 1 「密陀絵の研究」上村六郎・龜田孜・木村康一・北村大通・山崎一雄 pp.15-21『文化財保存修復学会誌（古文化財之科学）』第九號（一九五四年十二月）
- 2 「正倉院密陀絵、絵画、材質などの特別調査について」山崎一雄 正倉院紀要第二十一号（平成十一年三月）
- 3 「絵画の自然科学的調査における紫外線撮影の研究（1）－紫外線照射下での赤色レーキ顔料の蛍光反応の考察－」白河宗利・杉原朱美『愛知県立芸術大学紀要＝The bulletin of Aichi University of the Arts 四四号、pp71-85（二〇一四年）

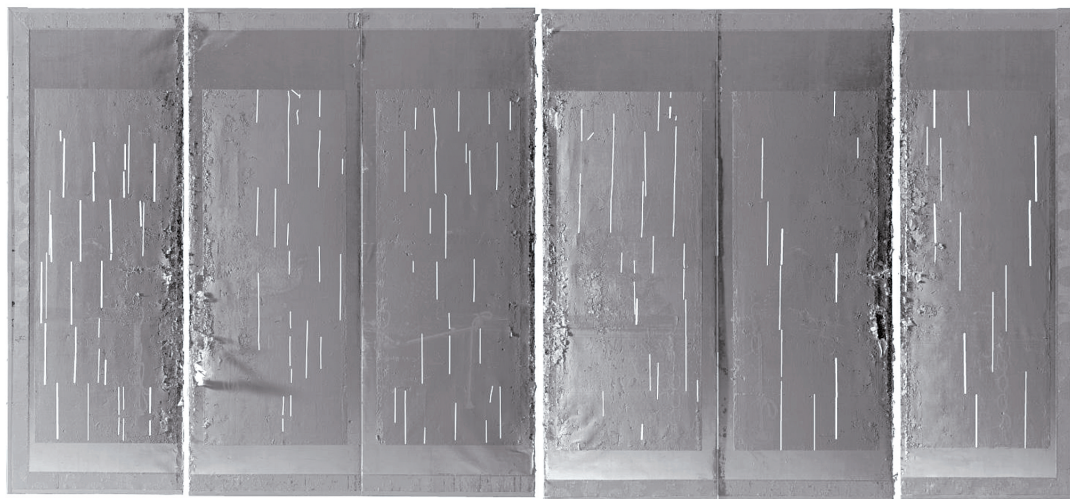


図1 「架鷹図屏風」左隻 側光線合成写真：棒継ぎ部分を白線にしている。



図2 「架鷹図屏風」左隻第三扇部分図 側光線合成写真

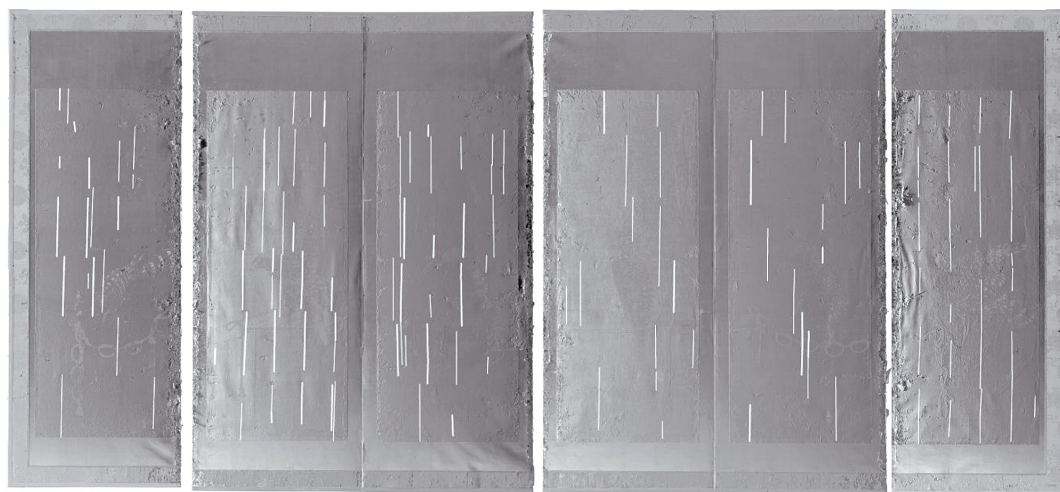


図3 「架鷹図屏風」右隻 側光線合成写真：棒継ぎ部分を白線にしている。



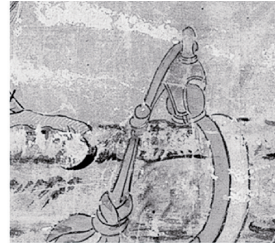
図4 「架鷹図屏風」右隻第五扇部分図 側光線合成写真



A1-N1 正常光写真：留金は、緑錆(塩基性炭酸銅 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$)、背景は、胡粉(炭酸カルシウム CaCO_3) + 酸化鉄と推定される。



A1-UV1 紫外線蛍光写真：留金の緑錆部分が滲み、はみでている。



A1-IR1 赤外線写真：留金の形態に沿った描線がしっかりとっている。



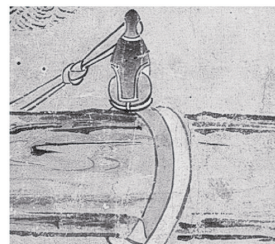
A1-S1 側光線合成写真：本紙の棒継ぎが縦に二本走っている。上部に、本紙が横に剥けている部分がある。脚足の凸部が見える。



A3-N1 正常光写真：留金下の褐色紐は、酸化鉄褐色と推定される。



A3-UV1 紫外線蛍光写真：留金下の白色紐は、胡粉と推定される。ハッチングのような筆致で細かく紐紐が描かれている。



A3-IR1 赤外線写真：留金、紐の輪郭線は鉄線描で描かれ、架木は、自在な筆触であり、流麗に流れている。



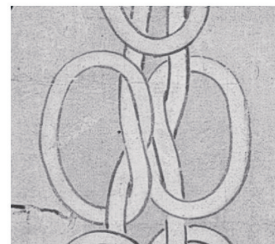
A3-S1 側光線合成写真：留金下部の白色紐の右端が破れ、浮き上がっている。褐色紐はベタ塗りである。



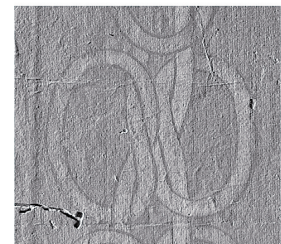
A3-N2 正常光写真：白色紐二種の描き方が異なる。左側の白色紐は、右側の白色紐と比べると、胡粉の使用量が少ない。輪郭線の墨色も淡い。



A3-UV2 紫外線蛍光写真：向かって右側の白色紐は、胡粉の使用量が多く、ハッチングによる描線が明確である。



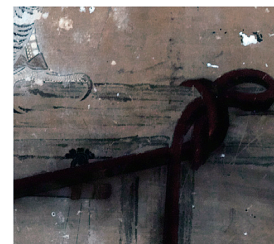
A3-IR2 赤外線写真：



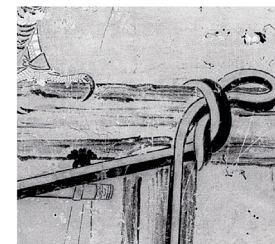
A3-S2 側光線合成写真：本紙の寄れや皺が観察されると同時に、虫喰いの凹部が明確である。



A4-N1 正常光写真：赤色紐は、辰砂(硫化水銀 II HgS)、緑色紐は、岩緑青(マラカイト、炭酸水酸化銅 $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$)と推定される。



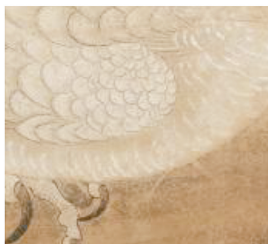
A4-UV1 紫外線蛍光写真：緑色紐がやや滲んでいるように見える。



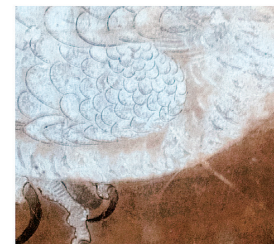
A4-IR1 赤外線写真：緑色紐が墨色のベタ塗りのように見える。架木下部の留金も同様である。



A4-S1 側光線合成写真：本紙表面の突き、寄れ、皺、虫喰い跡、さらに胡粉盛り上げによる脚鱗(きやくりん)の凸部形状が観察される。



A5-N1 正常光写真：羽毛の白色は、胡粉(炭酸カルシウム CaCO_3)と推定される。



A5-UV1 紫外線蛍光写真：羽毛の白色の胡粉の使用量に準じて、蛍光を発している。腹部において、一部の筆致が蛍光を発していない。



A5-IR1 赤外線写真：腹部の輪郭線は極めて淡い墨線である。



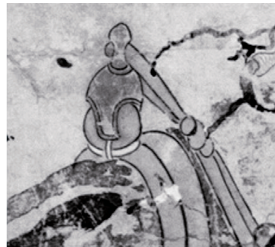
A5-S1 側光線合成写真：小雨覆、中雨覆の羽毛の筆致は、胡粉であり、垂らすような厚塗りである。胡粉盛り上げによる脚鱗も目立つ。



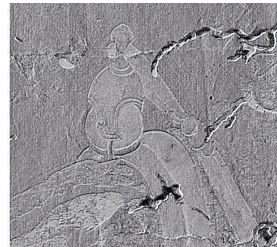
B1-N1 正常光写真：留金上部は、右扇第1扇と同じく、緑錆(塩基性炭酸銅 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$)と推定される。



B1-UV1 紫外線蛍光写真：留金上部の緑錆が滲み、はみでている。虫喰いによって袋貼り面が露出している部分は、青白く蛍光を発している。



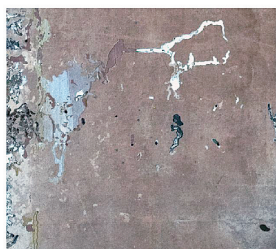
B1-IR1 赤外線写真：墨汁が全面に塗られた袋貼りの黒色が明瞭である。



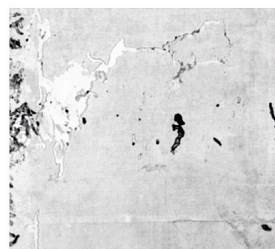
B1-S1 側光線合成写真：虫喰い跡の凹部の深度がそれぞれ明瞭である。



B1-N2 正常光写真：左方背景部分であるが、虫喰いによって、白色の下貼りの紙面が見える。虫糞による黒色も見える。



B1-UV2 紫外線蛍光写真：青白色、白色、灰色、濃褐色と、白色の下貼りの蛍光色が異なる。糊、膠などの接着剤に起因するのだろうか。



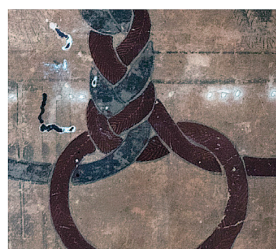
B1-IR2 赤外線写真：



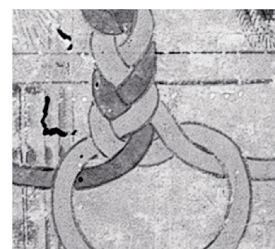
B1-S2 側光線合成写真：虫喰いの深度が明瞭である。縦に走る撓(たわ)みがある。



B2-N1 正常光写真：赤色紐は、辰砂(硫化水銀 HgS)の塗りに鉛丹(四酸化三鉛 Pb_3O_4)による線描筆致で描かれている。



B2-UV1 紫外線蛍光写真：横木の下部に点々と胡粉による垂らすような塗りが青白く蛍光を発している。



B2-IR1 赤外線写真：



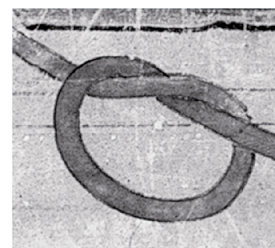
B2-S1 側光線合成写真：赤色紐の組紐一本一本に沿った筆致が明瞭に認められる。



B2-N2 正常光写真：左方の青灰色の紐は、主成分がコバルトガラスである呉須、または花紺青($\text{SiO}_2\text{K}_2\text{O} \cdot \text{CoO}$)と推定される。



B2-UV2 紫外線蛍光写真：横木の下部に、胡粉による点描が蛍光を発している。媒剤である膠も浸み出して発光しているように見える。



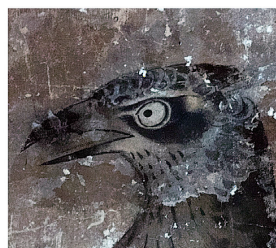
B2-IR2 赤外線写真：



B2-S2 側光線合成写真：左方青色紐の組紐一本一本に沿った筆致が明瞭に認められる。



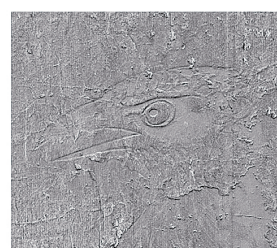
B3-N1 正常光写真：眼珠を始めその周辺部は、後代の補筆と思われる。



B3-UV1 紫外線蛍光写真：虫喰い部分から、下貼りが見え、青白く蛍光を発している。



B3-IR1 赤外線写真：



B3-S1 側光線合成写真：



B3-N2 正常光写真：右方背景部分であるが、擦れによって、本紙がなくなっている。



B3-UV2 紫外線蛍光写真：右方背景部分の剥落部分に、黒く蛍光を発していない部分がある。



B3-IR2 赤外線写真：



B3-IR2 側光線合成写真：



B3-N3 正常光写真：赤色紐は、辰砂(硫化水銀 HgS)の塗りに鉛丹(四酸化三鉛 Pb3O4)による線描筆致で描かれている。



B3-UV3 紫外線蛍光写真：虫喰い、および横木の下に、胡粉による点描が蛍光職である。媒剤である膠も浸み出して発光している。



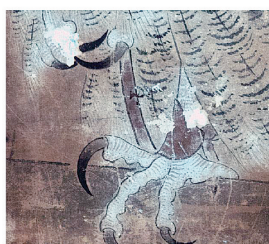
B3-IR3 赤外線写真：架木の年輪の描線が概念的な描線になっており、明らかに描き手が異なる。



B3-S3 側光線合成写真：寄れ皺が観察される。



B4-N1 正常光写真：脚足は、淡白色と濃白色の二種類の白色が使用されている。



B4-UV1 紫外線蛍光写真：脚足全体に塗られている淡白色は蛍光を発しているが、濃白色の盛り上げの脚鱗は蛍光を発していない。



B4-IR1 赤外線写真：脚爪の墨色の諧調(グラデーション)は見事である。



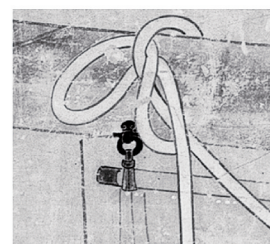
B4-IR1 側光線合成写真：虫喰いによる凹面がよく観察される。脚鱗の描写が細かく、点描も加わっている。



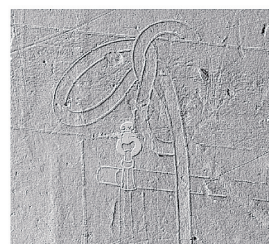
B4-N2 正常光写真：白色紐は、二種類の白色が使用されていると思われる。



B4-UV2 紫外線蛍光写真：胡粉部分が青白く蛍光を発している。横木の先端金具および吊り具の絵具は、浸み出している。



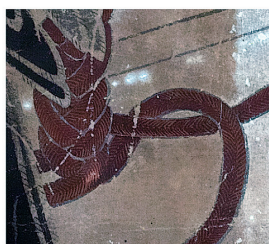
B4-IR2 赤外線写真：



B4-IR2 側光線合成写真：左下画面に、やや幅のある棒継ぎの凸部が縦線となって見える。



B5N1 正常光写真：赤色紐は、辰砂(硫化水銀 HgS)の塗りに鉛丹(四酸化三鉛 Pb3O4)による線描筆致で描かれている。



B5-UV1 紫外線蛍光写真：組紐部分、鉛丹による線描筆致が明瞭に見える。右端の帯状の青白く蛍光は、袋張りの糊の部分であろう。



B5-IR1 赤外線写真：



B5-IR1 側光線合成写真：真ん中に縦に走る、やや幅広の棒継ぎの凸部が見える。



B5-N2 正常光写真：背景の淡褐色の調子は、水酸化鉄 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) を含む黄土による。本紙に胡粉を含み、礬水引きされている。



B5-UV2 紫外線蛍光写真：留具の青白いハイライトに相当する部分は、胡粉であろう。右端の帯状の青白く蛍光は、袋張りの欄の部分であろう。



B5-IR2 赤外線写真：



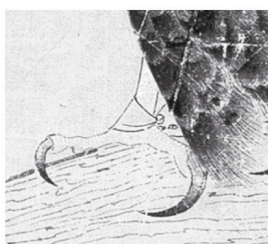
B5-S2 側光線合成写真：突き跡、引っ掻き傷が見える。幅広い棒継ぎが縦に走っている。



B5-N3 正常光写真：脚足は、淡白色と濃白色の二種類の白色が使用されている。



B5-UV3 紫外線蛍光写真：脚足の淡白色と濃白色とも蛍光を発している。右扇第4扇の脚足とは異なる蛍光現象である。



B5-IR3 赤外線写真：



B5-S3 側光線合成写真：引っ掻き傷が見える。幅細い棒継ぎが縦に走っている。その左下に、やや幅広い棒継ぎが見える。



B5-N4 正常光写真：眼球には、白色の胡粉 (CaCO_3) がたっぷりと塗ってある。



B5-UV4 紫外線蛍光写真：眼球の白色が青白く蛍光を発している。



B5-IR4 赤外線写真：



B5-S4 側光線合成写真：眼球から二本の引っ掻き傷が見える。左側にやや幅広い棒継ぎが見える。



B6-N1 正常光写真：脚足は、淡白色と濃白色の二種類の白色が使用されている。



B6-UV1 紫外線蛍光写真：脚足部分の淡白色はやや暗色になり、脚鱗の凸部の筆致は青白く蛍光を発している。



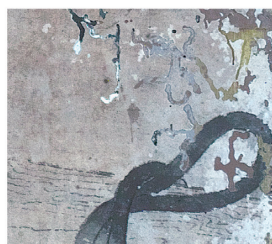
B6-IR1 赤外線写真：



B6-S1 側光線合成写真：脚鱗の凸部の点描が目立つ。



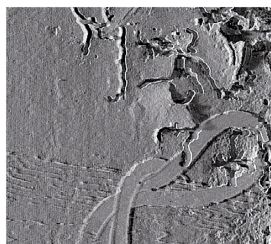
B6-N2 正常光写真：右方の青灰色の紐は、主成分がコバルトガラスである呉須、または花紺青 ($\text{SiO}_2 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{CoO}$) と推定される。



B6-UV2 紫外線蛍光写真：背景の黄色、白色、灰色、濃褐色と、白色の下貼りの蛍光の発し方が異なる。糊、膠などの接着剤に起因するのだろうか。



B6-IR2 赤外線写真：



B6-S2 側光線合成写真：虫喰いによる凹部、本紙の捲れなどが観察される。



B6-N3 正常光写真:青灰色の紐は、主成分がコバルトガラスである呉須、または花紺青($\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O-CoO}$)と推定される。



B6-UV3 紫外線蛍光写真:青灰色の紐は、紫外線が当たると暗青色に輝く。



B6-IR3 赤外線写真:



B6-S3 側光線合成写真:青灰色の紐の塗りに一定の厚みがある。中央右に付着物がある。本紙の漉き跡が縦に走っている。

(さとう・いちろう)

大学院／絵画実技、絵画材料学、絵画技術学、
絵画保存修復学)

(2018年11月7日 受理)

