

# マルチスペクトルイメージングによる文化財への活用の考察(2) — 紫外線照射の反応及び、可視光誘起赤外線蛍光反応の分析 — Consideration of utilization to cultural property by multispectral imaging (2) : Fluorescence reaction analysis

---

成 田 朱 美  
NARITA Akemi

It is possible to infer painting materials from the reactions of substances that appear in the images obtained by photographing cultural properties at various wavelengths such as ultraviolet rays and infrared rays, that is, multispectral. Among the multispectral photographed images, the fluorescence reaction when irradiated with ultraviolet rays, the reflection reaction in the ultraviolet region irradiated with ultraviolet rays, and the fluorescence reaction when irradiated with visible light and observed in the infrared region are shown.

The purpose of this paper is to visualize the reactions of the same pigments and paints described in Bulletin No. 49 of the previous paper and clarify the trends.

## 【研究の要旨】

文化財を紫外線や赤外線といった様々な波長、つまりマルチスペクトルにより撮影し、得た画像に現われた物質の反応から、絵画材料を推測することができる。そのマルチスペクトル画像のうち、紫外線を照射した際の蛍光反応や紫外線領域での反射反応、可視光を照射し赤外領域で観察した際の蛍光反応を示す。

本稿では前稿の紀要 49 号に記載したのと同じ顔料・絵具の、それぞれの反応を視覚化し傾向を明確化することを目的としている。

## 【はじめに】

文化財の保存修復を行う前、処置前の記録を残すために写真撮影が欠かせない。撮影は通常光（可視反射：Visible-reflected）での撮影や、光を文化財の片側から当てる側光線（斜光：Raking light）、赤外線（Infrared-reflected）、紫外線蛍光（Ultraviolet-induced luminescence / Ultraviolet Fluorescence）の撮影をすることが一般的である。近年技術の進歩でさらに多様な波長帯の、異なる反応の撮影方法がとられるようになってきた。これらの複数の波長帯域での反応を記録した画像を、通常光や紫外線、赤外線での画像も含めマルチスペクトルイメージングという。

British Museum は、“Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence modes: A User Manual”<sup>1)</sup>の中で、日本ではまだ普及していない紫外線反射（Ultraviolet-reflected）と可視光誘起赤外線蛍光（Visible-induced infrared luminescence images Infrared Fluorescence）の撮影方法を提示している。これらは通常の撮影機材にフィルターを増やし、光源を変えるだけで行うことができる。このような撮影法により、記録のための撮影に留まらず、材料同定の判断を助ける画像を得ることができる。

撮影手法が増えたため、多くの顔料・絵具のそれぞれの反応を把握するのは困難である。そこで、様々な顔料・絵具をマルチスペクトルイメージングにて撮影し、そこに現われた材料特有のそれぞれの反応を、視覚化し、傾向を明確化することを研究の目的とする。

前稿では赤外線画像の反応を報告した。本稿では紫外線蛍光、紫外線反射、可視光誘起赤外線について述べる。なお、紫外線蛍光に関しては、照射する紫外線の波長によって反応が異なる顔料があるため 365nm と、254nm の波長にて撮影した。

## 【紫外線蛍光撮影について】

可視光より波長の短い紫外線は、1801年にドイツの J. Ritter により発見された。この紫外線を物質に照射すると蛍光を発するという現象の研究発表を、イギリスの D. Brewster が 1833年に、W. Herschel が 1845年、G. Stokes が 1852年に行った<sup>2)</sup>。

我が国で文化財の材質の調査・研究に紫外線を積極的に応用し始めたのは 1950年代の頃から<sup>3)</sup>である。

紫外線はブラックライトを光源として使用することが多い。近年は LED による紫外線照射も行われている。通常は 365nm の長波長の紫外線を照射させ、その蛍光反応を観察する。また、254nm の短波長にのみ反応する顔料もあり、場合によっては短波の使用が有効である。

撮影時は暗室にし、ブラックライトを照射する。使用するカメラは、通常光を撮影するカメラで撮影が可能である。レンズには紫外線領域の波長をカットするフィルターを着け撮影する。ブラックライトの光源では暗いため、絞りを開け長時間露光となる。画像が荒れるのを防ぐため、ISO 感度は 100 に設定し、ノイズリダクションを有効にすることを推奨する。

紫外線蛍光は、表層のワニスの状態を観察したり、暗く見える後世の加筆部分を見分けたりするのに有効である。ただし、ワニスは経年により蛍光に強弱が生まれることがあることを留意して観

察する必要がある<sup>4)</sup>。

そして、顔料には固有の蛍光反応を示すものがあるため、顔料の推定材料となる。

紫外線は有効な観察の手段となるが、文化財を損傷させやすい波長のため倦厭される。特に短波は殺菌作用や強い光化学反応があるため、照射時間を制約するなど使用時には注意が必要である。

本研究では 2130 万画素のデジタルカメラバックの Mamiya RZ67 PRO IID を用いた。365nm の波長を照射するためにブラックライト (TOSHIBA、ネオボール 5)、254nm の波長を照射するためにはハンディー紫外線ランプ (フナコシ、Handheld UV Lamp UVGL-58) を使用した。フィルターは Kodak 2E フィルターを使用。このフィルターは 415nm 以下の紫外線を吸収し、紫外線照射時に肉眼で観察した反応と最も近い画像が得られる。

### 【紫外線反射撮影について】

紫外線反射撮影も部屋を暗しく、紫外線を照射する。紫外線は顔料を識別するための情報が最も得られると言われる 365 nm 付近の長波を使用する<sup>5)</sup>。紫外線蛍光撮影と異なり、紫外領域の画像を得るためのフィルターを付ける。

紫外線反射画像では、ワニスの有無の確認もできるが、可視光よりも短い波長である紫外線を照射しているため、表面上の小さな凹凸も散乱しやすくなり、可視光や赤外線の観察よりも表面の起伏がより顕著となる。さらに、白色顔料に特徴的な反射が現われるため、白色顔料の推定に役立つ。

得た画像は、Photoshop などの画像加工ソフトで、モノクローム (グレースケール) にした後、彩度やコントラストを調整 (レベル補正) すると観察しやすい画像となる。

カメラと光源は紫外線蛍光と同様。フィルターは IDAS UV390 を使用した。

### 【可視光誘起赤外線蛍光撮影について】

可視光誘起赤外線蛍光撮影は、赤外線を撮る仕様のカメラを用い、可視光のみを照射する。白熱光源やストロボは赤外線を含むため使用できない。波長がコントロールされている LED を用いることで可視光のみの光源を得ることができる。この場合の撮影も外光が入らないように暗室とする。ただし、LED のみの室内灯を使用している場所では外光を遮るだけで撮影は可能である。

赤外領域の画像を得るため 830nm 以下をカットするフィルターを装着する。

得た画像は紫外線反射画像同様、グレースケール加工を施し、レベル補正すると観察しやすい。

Mamiya RZ67 の通常入っている IR カットフィルターを赤外撮影用フィルターに取り換えたカメラを使用した。光源はロールフレックス\_T12 を使用。フィルターは FIJIFILM IR76 フィルターを使用した。

前稿にて通常光撮影での顔料の画像は掲載したため、本稿では省略する。

表1 紫外線蛍光画像 (365nm/254nm) と、紫外線反射画像、可視光励起赤外線蛍光画像の見え方

顔料	UV365	UV254	UVR	VIL	顔料	UV365	UV254	UVR	VIL
白色									
シルバー 塩基性炭酸鉛 (クサカベ)					ボロニーヤ石膏 (イタリヤ産)				
塩化鉛 (入手先不明提供品)					白亜 (クサカベ)				
塩化水酸化鉛 (入手先不明提供品)					花胡粉 (曹州)				
塩化酸化鉛 (入手先不明提供品)					水干 胡粉 (吉祥)				
ジンクホワイト (クサカベ)					白土 (入手先不明提供品)				
チタニウムホワイト (クサカベ)					火山灰白土 (入手先不明提供品)				
硫酸バリウム (昭和化学)					雲母 (入手先不明提供品)				
黒色									
ランブブラック (クサカベ)					水干 黒 (吉祥)				
ビーチブラック (クサカベ)					天然 岩黒 (森荘)				
アイボリーブラック (クサカベ)					墨 (入手先不明提供品)				
赤系									
バーミリオン (クサカベ)					カーマインマダー (クサカベ)				
朱黄口 (入手先不明提供品)					マダーレーキ (ナカガワ胡粉)				
朱赤口 (入手先不明提供品)					胭脂 (中国製)				
赤口 本朱 (ナカガワ胡粉)					クリムソンレーキ (クサカベ)				
鎌倉朱 (放光堂)					水干 洋紅 (吉祥)				
辰砂 (入手先不明提供品)					水干 朱 (吉祥)				
カドミウムレッド (クサカベ)					水干 岱緒 (吉祥)				
カドミウムレッド オレンジ (クサカベ)					新岩 岩橙 (ナカガワ胡粉)				
鉛丹 (入手先不明提供品)					岩橙 (美草屋)				
ハイブ状守柄 (手製)					新彩 岩朱 (森荘)				
弁柄 (放光堂)					新彩 岩紅梅 (美草屋)				
ライトレッド (クサカベ)					新岩 岩岱緒 (ナカガワ胡粉)				
テラローザ (クサカベ)									
黄系									
カドミウムイエロー (クサカベ)					水干 黄土 (吉祥)				

表中の表記：UV・紫外線蛍光画像、UVR・紫外線反射画像、VIL・可視光誘起赤外線画像



オーレオリン (ニバルトイエロー) (クサカハ)					水干 黄土黄口 (放光堂)				
オービメント (クレマー)					水干 鮮光黄 (吉祥)				
藤黄ガンボージュ (入手先不明提供品)					新岩 黄土 (ナカガワ胡粉)				
蜜印曾 (ナカガワ胡粉)					新岩 岩黄 (ナカガワ胡粉)				
イエローオーカー (クサカハ)					岩黄 (美泉屋)				
褐色系									
ローシェンナ (クサカハ)					ローアンバー (クサカハ)				
バーントシェンナ (クサカハ)					バーントアンバー (クサカハ)				
青系									
ラピスラズリ (クレマー)					エジプシャンブルー (クレマー)				
ウルトラマリン (クサカハ)					スマルト (クレマー)				
セルリアンブルー (クサカハ)					ブルシアン (ナカガワ胡粉)				
コバルトブルー ディーブ (クサカハ)					水干 群青 (吉祥)				
コバルトブルー パーブル (クサカハ)					水干 美藍 (吉祥)				
アズライト (クレマー)					水干 紫 (吉祥)				
ムールアイト (入手先不明提供品)					新岩 群青 (ナカガワ胡粉)				
天然 群緑 (放光堂)					新岩 群青 白 (ナカガワ胡粉)				
インディゴ (クサカハ)					新岩 群青 (森田)				
イント藍 (ナカガワ胡粉)					新岩 濃口黒群緑 (森田)				
藍 (入手先不明提供品)					新岩 瑠璃紺 (三吉)				
フタロシアニブルー (クサカハ)					新彩 紫紺末 (森田)				
天然 泥入白群 (三吉)					新彩 桔梗色 紫銀末 (森田)				
緑系									
マラカイト (クレマー)					天然 焼白緑 (放光堂)				
アタカマイト (手製)					水干 若葉 (吉祥)				
ハラタカマイト (入手先不明提供品)					水干 緑青 (吉祥)				
ビリジャン (クサカハ)					新岩 鶯 (ナカガワ胡粉)				
コバルトグリーン ライト (クサカハ)					新岩 美緑青 白 (ナカガワ胡粉)				
コバルトグリーン ディーブ (クサカハ)					新岩 美緑青 (ナカガワ胡粉)				

オキサイドグリーン (クサカベ)					新岩 緑青 (ナカガワ糊粉)				
テールベルト (クサカベ)					岩白緑 (森田)				
テールベルト (ホルベイン)					岩白緑 黄色 (森田)				
グリーンアース (クレマー)					新岩 緑青 (森田)				
緑土 (入手先不明提供品)					合成 岩青口鶯 (美泉屋)				
ヴェルデグリ (手製)					新彩 青口岩白緑 (森田)				
絵具	UV365	UV254	UVR	VIL	絵具	UV365	UV254	UVR	VIL
黒系									
アイボリーブラック (クサカベ・油)					アイボリーブラック (ホルベイン・油)				
ビーチブラック (クサカベ・油)					ビーチブラック (ホルベイン・油)				
ランプブラック (クサカベ・油)					ランプブラック (ホルベイン・油)				
マルスブラック (クサカベ・油)					ランプブラック (ターナー・アクリル)				
赤系									
バーミリオン (クサカベ・油)					バーミリオン (ホルベイン・油)				
バーミリオン ヒュー (クサカベ・油)					バーミリオン ヒュー (ホルベイン・油)				
カドミウムレッド (クサカベ・油)					カドミウムレッド (ホルベイン・油)				
カドミウムレッド パープル (クサカベ・油)					カドミウムレッド パープル (ホルベイン・油)				
カドミウムレッド オレンジ (クサカベ・油)					カドミウムオレンジ (ホルベイン・油)				
プライムレッド (クサカベ・油)					クリムゾンレーキ (ホルベイン・油)				
クリムゾンレーキ (クサカベ・油)					アリザンクリムゾン (ホルベイン・油)				
アリザンクリムゾン (クサカベ・油)					カーマイン (ホルベイン・油)				
ローズマダー (クサカベ・油)					ローズマダー (ホルベイン・油)				
ピンクマダー (クサカベ・油)					ピンクマダー (ホルベイン・油)				
キナクリドンローズ (クサカベ・油)					キナクリドンレッド (ホルベイン・油)				
ライトレッド (クサカベ・油)					ライトレッド (ホルベイン・油)				
テラローザ (クサカベ・油)					テラローザ (ホルベイン・油)				
ベネチアンレッド (クサカベ・油)					バーミリオンヒュー (ターナー・アクリル)				
パーマネントレッド (ターナー・アクリル)					クリムゾン (ターナー・アクリル)				



黄系							
カドミウムイエロー オレンジ (クサカベ・油)				カドミウムイエロー (ホルベイン・油)			
カドミウムイエロー (クサカベ・油)				オーレオリン (ホルベイン・油)			
オーレオリン (クサカベ・油)				ニッケルアゾイエロー (ホルベイン・油)			
プライムイエロー (クサカベ・油)				バーマネットイエロー (ホルベイン・油)			
バーマネットイエロー ディープ (クサカベ・油)				キノフタロニイエロー (ホルベイン・油)			
クロムイエロー ディープ ヒュー (クサカベ・油)				ポリアゾイエロー (ホルベイン・油)			
レモンイエロー (クサカベ・油)				イミダゾロニイエロー (ホルベイン・油)			
ネーブルスイエロー (クサカベ・油)				レモンイエロー (ホルベイン・油)			
イエローオーカー (クサカベ・油)				イエローオーカー (ホルベイン・油)			
バーマネットイエロー ディープ (ターナー・アクリル)				イエローオーカー (ターナー・アクリル)			
褐色系							
ローシエンナ (クサカベ・油)				ローシエンナ (ホルベイン・油)			
バーントシエンナ (クサカベ・油)				バーントシエンナ (ホルベイン・油)			
ローアンバー (クサカベ・油)				ローアンバー (ホルベイン・油)			
バーントアンバー (クサカベ・油)				バーントアンバー (ホルベイン・油)			
バンダイクブラウン (クサカベ・油)				バンダイクブラウン (ホルベイン・油)			
セピア (クサカベ・油)				セピア (ホルベイン・油)			
マルズブラウン (クサカベ・油)				マーズオレンジ (ホルベイン・油)			
ローシエンナ (ターナー・アクリル)				イミダゾロンブラウン (ホルベイン・油)			
バーントシエンナ (ターナー・アクリル)				トランススペアレント ブラウンオキサイド (ホルベイン・油)			
ローアンバー (ターナー・アクリル)				セピア (ターナー・アクリル)			
バーントアンバー (ターナー・アクリル)							
青系							
ウルトラマリン (クサカベ・油)				ウルトラマリン (ホルベイン・油)			
コバルトブルー (クサカベ・油)				コバルトブルー (ホルベイン・油)			
コバルトブルー ヒュー (クサカベ・油)				コバルトブルー ヒュー (ホルベイン・油)			
セルリアンブルー (クサカベ・油)				セルリアンブルー (ホルベイン・油)			
コバルトターコイズ (クサカベ・油)				セルリアンブルー ヒュー (ホルベイン・油)			

ブルジャンブルー (クサカベ・油)				インジゴ (ホルベイン・油)			
インジゴ (クサカベ・油)				ブルジャンブルー (ホルベイン・油)			
ブルジャンブルーヒュー (ターナー・アクリル)				フタロブルー (ホルベイン・油)			
ウルトラマリン (ターナー・アクリル)				フタロターコイズ (ホルベイン・油)			
コバルトブルーヒュー (ターナー・アクリル)				コバルトターコイズ (ホルベイン・油)			
緑系							
マラカイトグリーン ヒュー (クサカベ・油)				ビリジアン (ホルベイン・油)			
ビリジアン (クサカベ・油)				ビリジアンヒュー (ホルベイン・油)			
ビリジアンヒュー (クサカベ・油)				カドミウムグリーン (ホルベイン・油)			
カドミウムグリーン (クサカベ・油)				コバルトグリーン (ホルベイン・油)			
コバルトグリーン ディーブ (クサカベ・油)				オキサイドオブ クロミウム (ホルベイン・油)			
オキサイドグリーン (クサカベ・油)				ハーマネットグリーン (ホルベイン・油)			
ハーマネットグリーン (クサカベ・油)				エメラルドグリーン ノーバ (ホルベイン・油)			
エメラルドグリーン ヒュー (クサカベ・油)				フタログリーン (ホルベイン・油)			
クロムグリーンヒュー (クサカベ・油)				シナバーグリーン (ホルベイン・油)			
テールペレット (クサカベ・油)				テールペレット (ホルベイン・油)			
アースグリーン (クサカベ・油)				サップグリーン (ホルベイン・油)			
サップグリーン (クサカベ・油)				ハーマネットグリーン ディーブ (ターナー・アクリル)			
ビリジアンヒュー (ターナー・アクリル)				エメラルドグリーン (ターナー・アクリル)			
紫系							
コバルトバイオレット (クサカベ・油)				コバルトバイオレット (ホルベイン・油)			
コバルトバイオレット ヒュー (クサカベ・油)				コバルトバイオレット ライトヒュー (ホルベイン・油)			
ミネラルバイオレット (クサカベ・油)				ミネラルバイオレット (ホルベイン・油)			
ハーマネット バイオレット (クサカベ・油)				キナクリドンマゼンダ (ホルベイン・油)			
キナクリドンマゼンダ (クサカベ・油)				ジオキサジン バイオレット (ホルベイン・油)			
ローズバイオレット (クサカベ・油)				マースバイオレット (ホルベイン・油)			
マルスバイオレット (クサカベ・油)				ディーブノーブル (ターナー・アクリル)			
バイオレット (ターナー・アクリル)				マゼンタ (ターナー・アクリル)			



染料	UV365	UV254	UVR	VIL	染料	UV365	UV254	UVR	VIL
刈安 (カリヤス) 錫媒染					檳榔子(ビンロウシ) 錫媒染				
刈安 (カリヤス) アルミニウム媒染					檳榔子(ビンロウシ) アルミニウム媒染				
刈安 (カリヤス) クロム媒染					檳榔子(ビンロウシ) クロム媒染				
刈安 (カリヤス) 銅媒染					檳榔子(ビンロウシ) 銅媒染				
刈安 (カリヤス) 鉄媒染					檳榔子(ビンロウシ) 鉄媒染				
ゲレップ 錫媒染					丹波 (タンガラ) 錫媒染				
ゲレップ アルミニウム媒染					丹波 (タンガラ) アルミニウム媒染				
ゲレップ クロム媒染					丹波 (タンガラ) クロム媒染				
ゲレップ 銅媒染					丹波 (タンガラ) 銅媒染				
ゲレップ 鉄媒染					丹波 (タンガラ) 鉄媒染				
槐 (エンジュ) 錫媒染					ログウッド 錫媒染				
槐 (エンジュ) アルミニウム媒染					ログウッド アルミニウム媒染				
槐 (エンジュ) クロム媒染					ログウッド クロム媒染				
槐 (エンジュ) 銅媒染					ログウッド 銅媒染				
槐 (エンジュ) 鉄媒染					ログウッド 鉄媒染				
楊梅 (ヤマモモ) 錫媒染					蘇芳 (スオウ) 錫媒染				
楊梅 (ヤマモモ) アルミニウム媒染					蘇芳 (スオウ) アルミニウム媒染				
楊梅 (ヤマモモ) クロム媒染					蘇芳 (スオウ) クロム媒染				
楊梅 (ヤマモモ) 銅媒染					蘇芳 (スオウ) 銅媒染				
楊梅 (ヤマモモ) 鉄媒染					蘇芳 (スオウ) 鉄媒染				
玉ねぎ 錫媒染					コチニール 錫媒染				
玉ねぎ アルミニウム媒染					コチニール アルミニウム媒染				
玉ねぎ クロム媒染					コチニール クロム媒染				
玉ねぎ 銅媒染					コチニール 銅媒染				
玉ねぎ 鉄媒染					コチニール 鉄媒染				
クチナシ 錫媒染					西洋茜 錫媒染				
クチナシ アルミニウム媒染					西洋茜 アルミニウム媒染				



クチナシ クロム媒染				西洋茜 クロム媒染			
クチナシ 銅媒染				西洋茜 銅媒染			
クチナシ 鉄媒染				西洋茜 鉄媒染			
黄檗 (キハダ) 銅媒染				紫檀 (シタン) 銅媒染			
黄檗 (キハダ) アルミニウム媒染				紫檀 (シタン) アルミニウム媒染			
黄檗 (キハダ) クロム媒染				紫檀 (シタン) クロム媒染			
黄檗 (キハダ) 銅媒染				紫檀 (シタン) 銅媒染			
黄檗 (キハダ) 鉄媒染				紫檀 (シタン) 鉄媒染			
ウコン 銅媒染				クロウメモドキ 銅媒染			
ウコン アルミニウム媒染				クロウメモドキ アルミニウム媒染			
ウコン クロム媒染				クロウメモドキ クロム媒染			
ウコン 銅媒染				クロウメモドキ 銅媒染			
ウコン 鉄媒染				クロウメモドキ 鉄媒染			
カマラ 銅媒染				渋木 (シブキ) 銅媒染			
カマラ アルミニウム媒染				渋木 (シブキ) アルミニウム媒染			
カマラ クロム媒染				渋木 (シブキ) クロム媒染			
カマラ 銅媒染				渋木 (シブキ) 銅媒染			
カマラ 鉄媒染				渋木 (シブキ) 鉄媒染			
ミロバラン 銅媒染				黄金花(コガネバナ) 銅媒染			
ミロバラン アルミニウム媒染				黄金花(コガネバナ) アルミニウム媒染			
ミロバラン クロム媒染				黄金花(コガネバナ) クロム媒染			
ミロバラン 銅媒染				黄金花(コガネバナ) 銅媒染			
ミロバラン 鉄媒染				黄金花(コガネバナ) 鉄媒染			
ざくろ 銅媒染				タマリンド 銅媒染			
ざくろ アルミニウム媒染				タマリンド アルミニウム媒染			
ざくろ クロム媒染				タマリンド クロム媒染			
ざくろ 銅媒染				タマリンド 銅媒染			
ざくろ 鉄媒染				タマリンド 鉄媒染			

五倍子(ゴバイン) 錫媒染					カテキュー 錫媒染				
五倍子(ゴバイン) アルミニウム媒染					カテキュー アルミニウム媒染				
五倍子(ゴバイン) クロム媒染					カテキュー クロム媒染				
五倍子(ゴバイン) 銅媒染					カテキュー 銅媒染				
五倍子(ゴバイン) 鉄媒染					カテキュー 鉄媒染				
ゲンノショウコ 錫媒染					ケブラチヨ 錫媒染				
ゲンノショウコ アルミニウム媒染					ケブラチヨ アルミニウム媒染				
ゲンノショウコ クロム媒染					ケブラチヨ クロム媒染				
ゲンノショウコ 銅媒染					ケブラチヨ 銅媒染				
ゲンノショウコ 鉄媒染					ケブラチヨ 鉄媒染				
胡桃 錫媒染					ラックダイ 錫媒染				
胡桃 アルミニウム媒染					ラックダイ アルミニウム媒染				
胡桃 クロム媒染					ラックダイ クロム媒染				
胡桃 銅媒染					ラックダイ 銅媒染				
胡桃 鉄媒染					ラックダイ 鉄媒染				
丁子 (チョウジ) 錫媒染					赤キヤベツ 錫媒染				
丁子 (チョウジ) アルミニウム媒染					赤キヤベツ アルミニウム媒染				
丁子 (チョウジ) クロム媒染					赤キヤベツ クロム媒染				
丁子 (チョウジ) 銅媒染					赤キヤベツ 銅媒染				
丁子 (チョウジ) 鉄媒染					赤キヤベツ 鉄媒染				
矢車 (ヤシヤ) 錫媒染					紫根 (シコン)				
矢車 (ヤシヤ) アルミニウム媒染					藍				
矢車 (ヤシヤ) クロム媒染									
矢車 (ヤシヤ) 銅媒染									
矢車 (ヤシヤ) 鉄媒染									



## 【調査への応用】

願照寺本堂内陣壁貼付絵の飛天部分の調査を行った際、紫外線照射で黄色く蛍光する箇所があった（図1、2）。黄色の顔料を使用した箇所で、蛍光X線分析ではヒ素を検出した。紫外線蛍光の反応や、検出元素からオーピメントの使用が考えられた。

紫外線反射画像が活用できた例は、島田章三「青の静物」を調査撮影した際である。通常光では同じ白色に見えた絵具であったが、紫外線反射画像では白く反応を示す絵具と、黒く写る絵具があることが分かった（図3、4）。蛍光X線で両絵具を測定すると、白く反応する絵具からは硫黄とカルシウムを検出し、石膏の使用が推測され、もう一方は亜鉛が検出しジンクホワイトと推測された。この撮影では同じ色の2種の絵具があることが判明したことに加え、同じ画面上存在する異なる絵具の分布を視覚することができたといえる。

可視光誘起赤外線蛍光画像は、エジプシャンブルーやカドニウム含有顔料で反応があった。本調査では顔料が入手できなかったが、ハンブルー、ハンパープルも蛍光を見せると報告がある<sup>6)</sup>。これまで調査した中では、エジプト古王国時代の壁画からエジプシャンブルーの使用が撮影によって確認できた<sup>7)</sup>。エジプシャンブルーは強く蛍光するため、わずかであってもエジプシャンブルーが存在すれば確認できる。古王国壁画の猿部分が緑っぽい青をしていたが、撮影では強い蛍光を示した（図5、6）。デジタルマイクロスコープで確認したところ、青い粒子の存在もあった。加えて、エジプシャンブルーはカルシウム銅ケイ酸塩（CaCuSi4O10）の顔料であるが、蛍光X線分析においても銅とカルシウム、ケイ素を検出し、同箇所にはエジプシャンブルーが使用されていると結論づけた。

エジプシャンブルーの検出する国や時代は限定的ではあるが、カドニウムを含有する顔料・絵具は作品に使用されることが多く、今後の調査に活用できると考える。また、新岩絵具において強く蛍光反応するものがあり、多くの種類の新岩絵具を調査することにより、蛍光する新岩絵具の存在が明らかになることが期待される。



図1 願照寺飛天部分

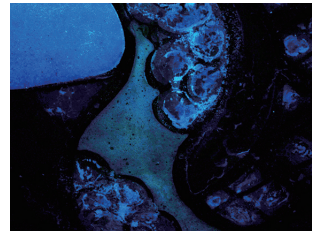


図2 図1同箇所 UV画像



図3 「青い静物」部分、通常光

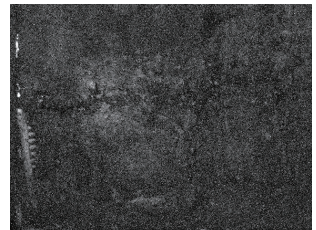


図4 図3同箇所、UVR画像



図5 古王国壁画部分 通常光



図6 図5同箇所 VIL画像



---

## 参考文献

- <sup>1</sup> Joanne Dyer et al, *Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence modes: A User Manual CHARISMA*, (2013)
- <sup>2</sup> <http://www.microscope.jp/history/06-6.html> (2020.10)
- <sup>3</sup> 神庭信幸「文化財に用いられた色材料の紫外放射による同定」照明学会誌 第87巻 第3号 (2017)
- <sup>4</sup> 中安知佳「博士論文 三次元蛍光スペクトル法を用いた油画修復に使用されるワニスの研究」(2011)
- <sup>5</sup> <https://chsopensource.org/ultraviolet-reflected-photography-uvr/> (2020.10)
- <sup>6</sup> G.Verri *The Spatially resolved Characterisation of Egyptian blue, Han blue and Han purple by Photo-induced Uminesscence Digital Imaging* Analytical and Bioanalytical Chemistry, 394, 1011-1021, (2009)
- <sup>7</sup> 成田朱美「大エジプト博物館合同保存修復プロジェクトにおける古王国マスタバ出土壁画 Ini-Sneferu-Ishtef のマルチスペクトルイメージングを用いた調査」文化財保存修復学会第41回大会 (2019)