

科 研  研 究

II

古典作品からの岩絵具粒度分布調査と メッシュによる再現用岩絵具の作成

作品表現研究のための基礎資料作成

古典絵画における岩絵具の分級は、現在の市販岩絵具のように多くないことは知られているが今回、それら粒度分布について作品調査からはじめる方法、その粒度分布再現方法を検討し、再現模写に活かすことと、それら、3段階程度の少ない分級が制作表現にどのような影響をあたえるか考察課題の中で、①古典作品からの粒度分布調査、蛍光X線による顔料の同定、②鉱物からの粉碎とメッシュによる再現用岩絵具の制作とその色彩測定を行い基礎資料を作成した。

古典作品の粒度分布測定は、粗粒子の岩絵具の場合、ある部分からサンプルを得てもその推定は難しい。今回、対象としている藍銅鉱からなる群青の部分と孔雀石の緑青の部分についてリガク製携帯型蛍光X線成分分析計で同定するとともに、〈写真1〉のように撮影箇所を決め、比較的焦点の長いキーエンスVHX900を用い多数の顕微鏡写真〈写真2〉を撮影した。顕微鏡写真は、700倍、400倍、250倍などの倍率で撮影し、その粒子形状を見極めるため焦点深度などを考慮し、400倍の顕微鏡写真を使い調査を進めた。顕微鏡写真から〈図1〉のように粒子〈総数2692個〉の平面形状を写した。次に、篩の目開きによる枠を作り〈図2〉の様に整理した。それらを集計して孔雀石2種、藍銅鉱1種の個数粒度分布をつくり、それを、再現模写に活かすため質量基準の分布に変換し〈図3〉を得た。

一方、コンゴ産孔雀石、米国産藍銅鉱をジョークラッシャーミル、転動ボールミルで粉碎し、それを用意した、およそ10 μ m間隔でのナイロンメッシュ(1 μ m-200 μ m)〈写真3・4〉を用い湿式分級した。色彩及び粒子の写真を〈写真5-10〉全体は、〈写真11〉に示す。また、その色彩分布についてミノルタ色彩計で計測しマンセル表記で色彩変化を〈図4〉とした。



この結果をもとに岩絵具の配合を行い再現模写に用いる孔雀石〈緑青〉、藍銅鈹〈群青〉とした。「3段階程度の少ない分級が制作表現にどのような影響をあたえるか。」という表現研究には、これら資料と女子美術大学で開発・研究を行っている担体コーティングによる岩絵具の原料担体粒度から総合的に判断して、20 μm に中位径を持つ担体を中間の粒度の岩絵具とすることにし、それより細かい光学顕微鏡で粒子の判別が難しい粒子と、粗い粒子を設定して表現研究の素材とした。

今回、科研、基盤Cにより古典絵画の岩絵具の粒子について光学顕微鏡で観察可能範囲について、再現模写などに使用する粒子を粒子径という項目も検討課題のひとつとする可能性が篩による分級処理とともに出来ることが確認された。



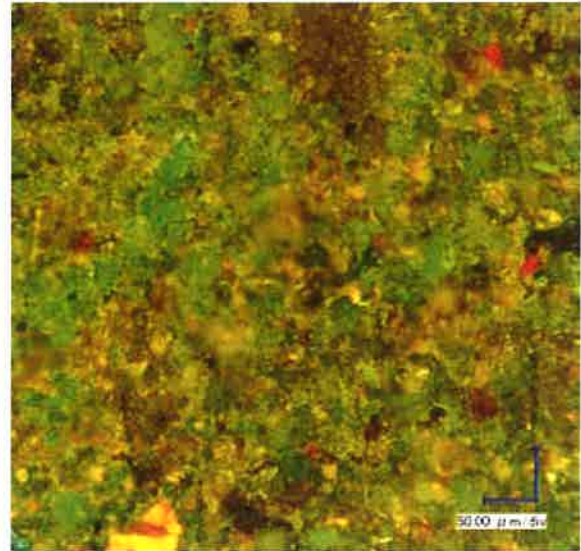
橋本弘安 [研究代表者]
女子美術大学教授 専門：日本画
日展会員、日本美術家連盟会員、粉体工学会会員



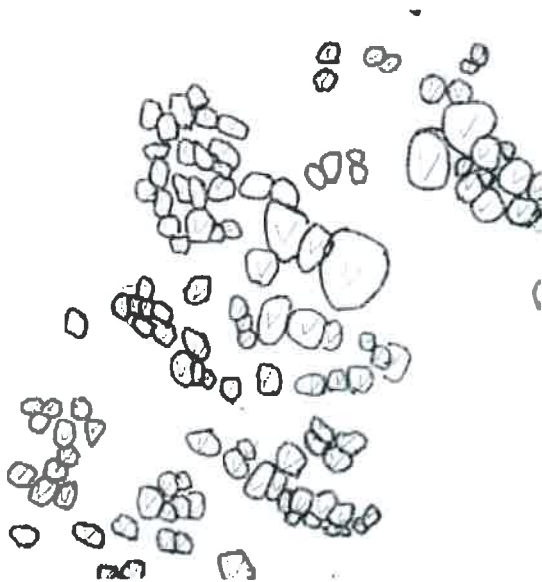
尾藤一泉 [研究協力者]
女子美術大学特別招聘教授 専門：絵具材料



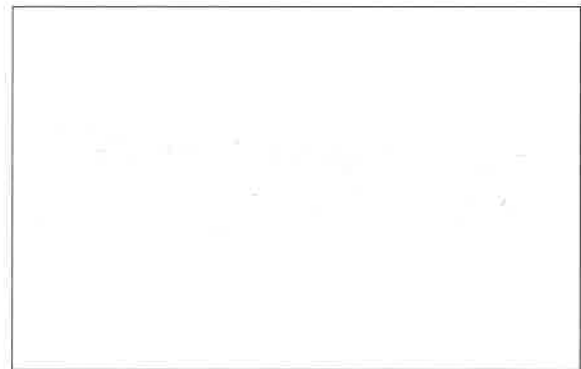
顕微鏡写真撮影箇所〈写真1〉○で囲った部分からふたつから150枚の顕微鏡写真を撮影した。



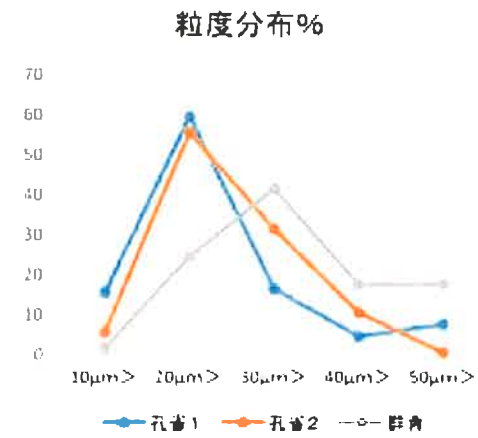
400倍の顕微鏡写真〈写真2〉



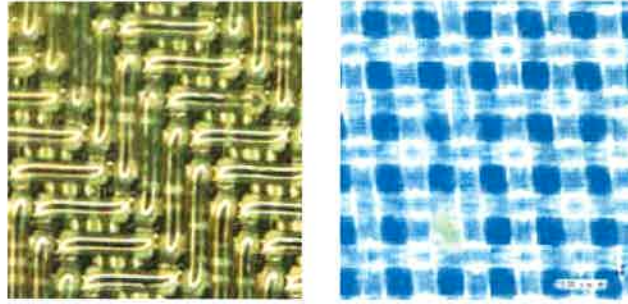
粒子の平面形状〈図1〉



篩の目開きによる整理〈図2〉

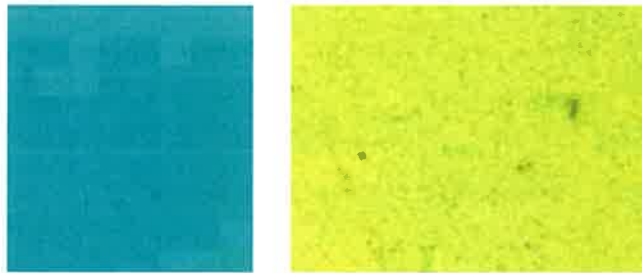


質量基準の粒度分布〈図3〉

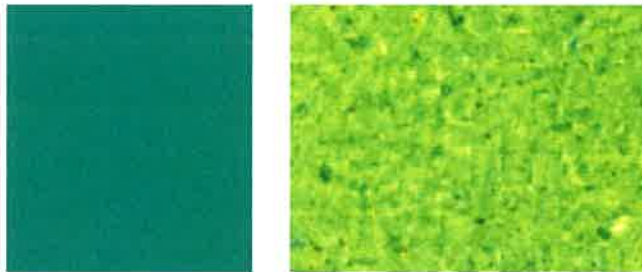


目開き $5\ \mu\text{m}$ と $40\ \mu\text{m}$ のナイロンメッシュ 〈写真 3. 4〉

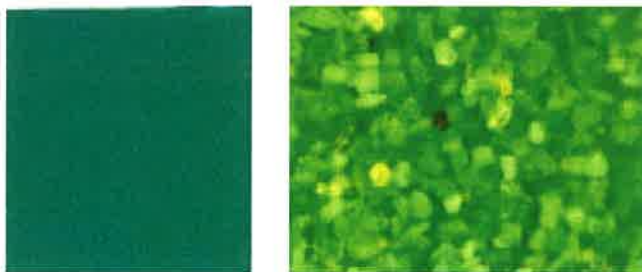
〈写真 5 - 10〉



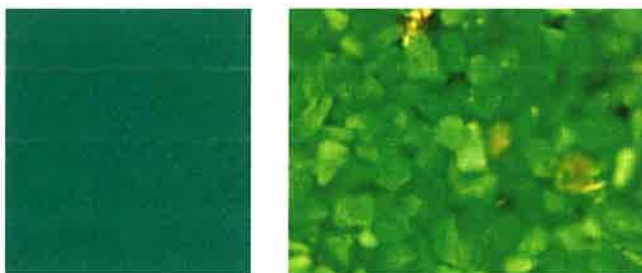
孔雀石 $1\ \mu\text{m}$ 以下の色彩と顕微鏡写真 〈右〉



孔雀石 $5 - 10\ \mu\text{m}$ の色彩と顕微鏡写真 〈右〉

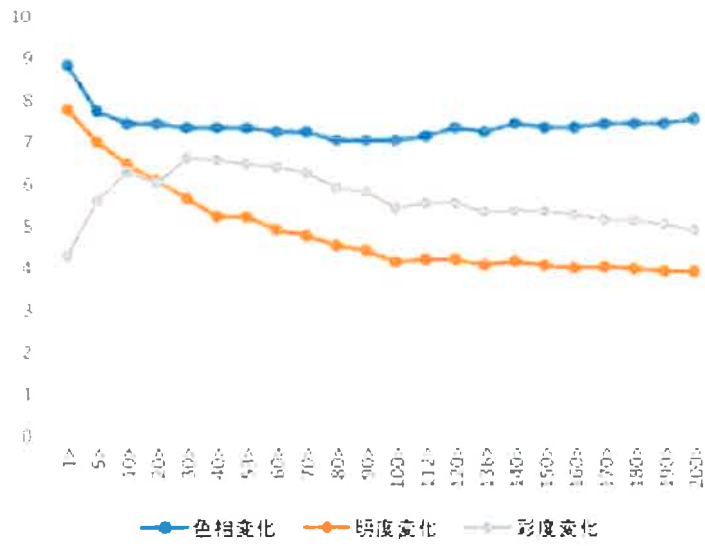


孔雀石 $30 - 40\ \mu\text{m}$ の色彩と顕微鏡写真 〈右〉



孔雀石 $60 - 70\ \mu\text{m}$ の色彩と顕微鏡写真 〈右〉

孔雀石のマンセル表記色彩変化 標軸研目開き μm



〈図4〉



〈写真11〉

古典絵画の分光測色による色材の推定

坂田 勝亮 <研究分担者>

女子美術大学芸術学部教授 専門 色彩学

●はじめに

日本画に用いられる岩絵具は粒子や分布によりその発色が異なるが、経年変化に伴い発色に変化がみられる。一般的には彩度が低下し、色みの持つ特徴が弱まる。これには様々な原因が考えられるが、一般には酸素によるものと紫外線によるものが大きいと考えられる。これらの要因は墳墓の玄室のような極めて限られた条件においては隔離されることがありうるが、多くの場合に作品の色を少しずつ変化させることになる。

経年変化により作品が褪色すると制作時の色の特徴がわかりにくくなり、用いた顔料や加工法など絵画制作の技術が判別しにくくなる。このことは作品の制作年代をわかりにくくするとともに、制作技術の歴史的経緯もわかりにくくすることになる。作品の一部を化学的に解析すれば絵具の成分は分析可能であるが、非破壊で分析を行うことが望ましい。

そこでここでは絵画の分光分布を基に人間の眼では判別しにくい色の特徴を解析し、経年変化による色の変化を通して元の絵具の推定を試みる。

●測定対象

測定対象は金剛界曼荼羅(Fig.1)であり、室町期初期に描かれたと考えられる。長年の経年変化により全体的に無彩色に見える部分が多いとともに、各所に赤い色が用いられている。全体的に赤茶けた発色で、退色が進んでいることがわかる。しかし細部を観察すると色の残っているところもみられ、当初は現在よりも多くの色がみられていたであろうことが予想される。

●測色方法

古典絵画の絵具は剥離しやすく、接触型の測色機器を密着させて測色することは難しい。このため本研究では非接触の分光輝度計 (Photo Research PR-650 SpectraScan) を用いて測色を行った。測定はマクベスジャッジⅡ比色ブース (X-rite Macbeth Judge II Color Viewing Light Box) の D₆₅ を用いた。

測定距離は 75cm を基準とし、0°入光 45°放射になるよう測定した。測定波長は 380nm から 780nm までの 4nm 間隔であった。測定時の照度は、平均で約 700lx であった。

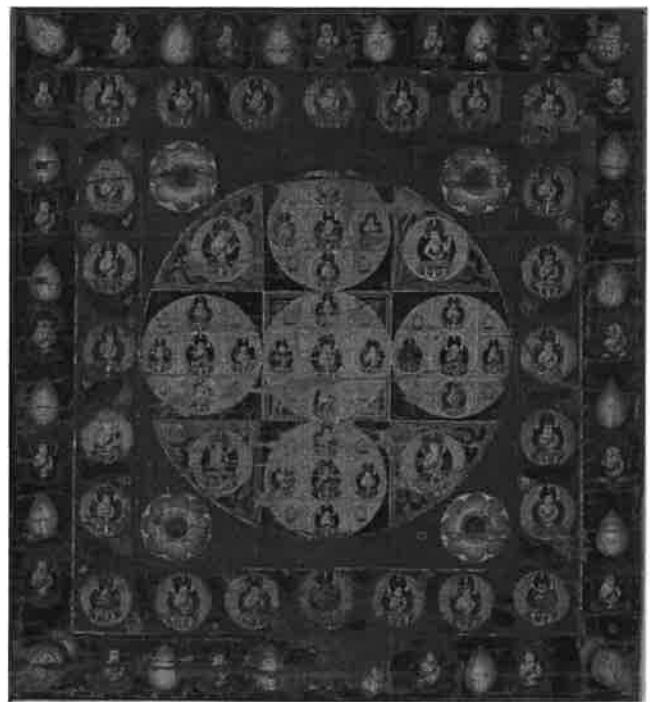


Fig.1 金剛界曼荼羅微細会

●測色部位

測色を行ったのは Fig.2 に示す金剛界曼荼羅のうちの 20 箇所であった。測色箇所はなるべく色に重複が無いよう選定するとともに、描画対象や背景などにも偏りが無いよう配慮した。同じ色材と思われる部分は、なるべく状態のよい部分を選んだ。

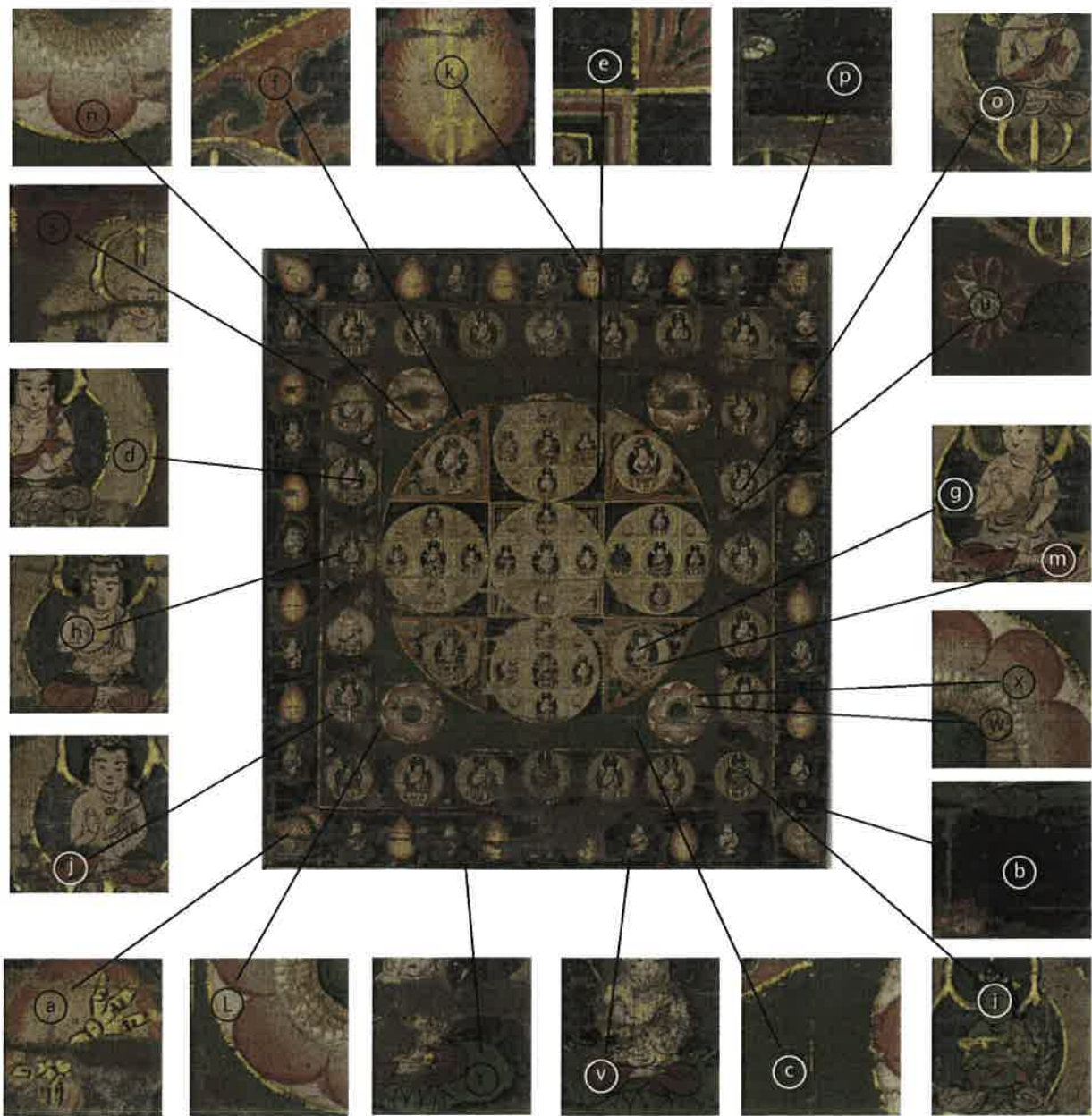


Fig.2 分光測色部位

●色度測定の結果

測色した各部位の色度を示したものが Fig.3 である。図中の各点は、各部位を2回ずつ測定した平均値を表す。図から全体的に低彩度の色が多いことがわかるが、赤だけは比較的高い彩度を持っていることがわかる。

赤以外は全体的に黄方向に偏位しており、全体的に黄ばんだ状態であることがわかる。低彩度の黄に多くの測色値が集中しているが、これはもともと無彩色であったものが、経年変化によって黄みを帯びてきたものと考えられる。また緑系の色、青系の色も低彩度ながら見られ、それぞれ異なる色材によって制作されたことがわかる。

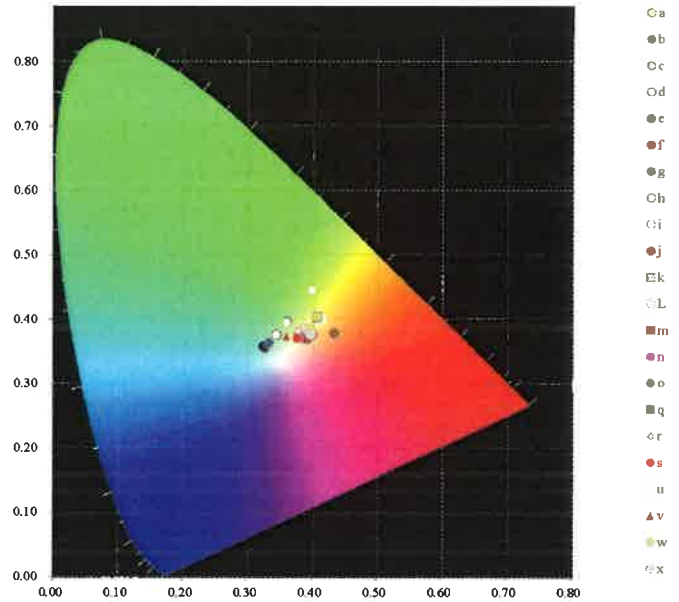


Fig.3 各部位の色度座標

●分光反射率測定の結果

各部位の分光測色の結果を示したものが Fig.4 である。縦軸は照明光である D_{65} に対する分光反射率を表し、横軸は波長を表す。分光反射率分析の結果、これらの分光分布は以下の5つのタイプに分けることができることがわかった (Fig.4-a ~ Fig4-e).

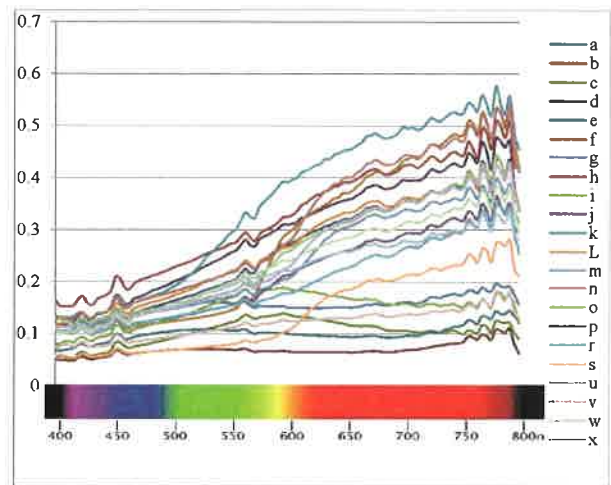


Fig.4 各部位の分光分布

Type A: 波長の増加とともに分光反射率が線形に増加するタイプで、いわゆる illuminant A と似た形の分光分布をもつ。黄ばんだ無彩色に見えることから白色もしくは灰色の彩色のものが経年変化により分光分布の変化を示したのと考えられる。

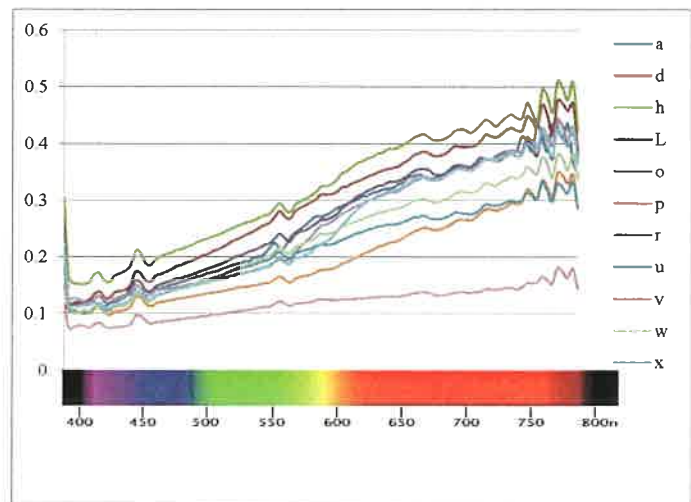


Fig.4-a Type A の分光分布

Type B: 全波長域にわたり反射率が低く、一見すると黒く見える部分である。分光分布もほぼ均一であるが、よく見ると青から緑の領域になだらかな増大が見られる。このことから制作当時は短波長と中波長を主成分とする分光分布をもつ青みの緑の絵の具によって彩色されていたと考えられる。

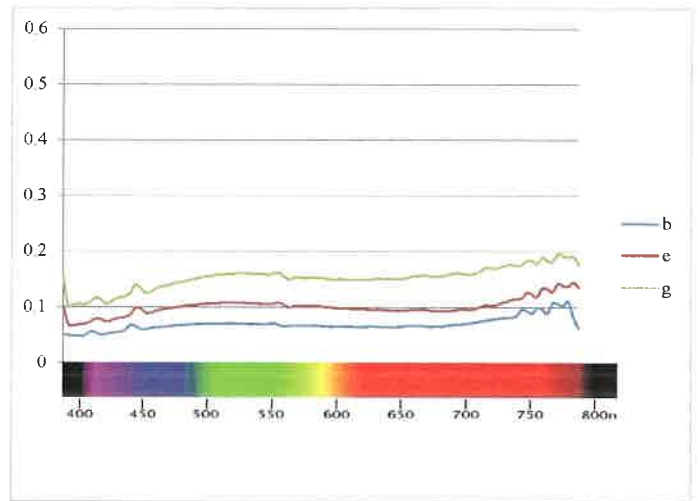


Fig.4-b Type B の分光分布

Type C: 全波長にわたり反射率が低く Type B と同様に暗く見える色であるが、分光分布は中波長域に反射率の増加がみられる。もとは黄みの緑であったと考えられ、おそらく Type B とは異なるあざやかな緑の表現がなされていたことが予想される。

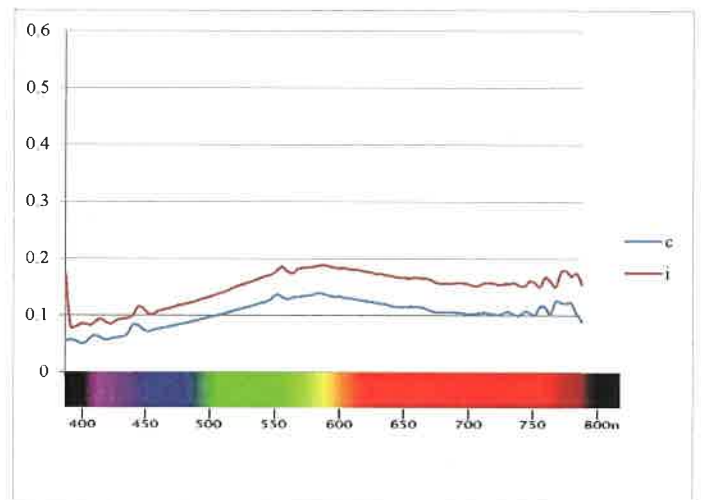


Fig.4-c Type C の分光分布

Type D: 短中波長側の反射率は低いが、長波長域から急激に反射率の増大がみられる色である。黄色成分から反射率が増大しているため、朱のような鮮やかな赤を現在でも維持している。部位により長波長域の反射率に差異がみられ、比較的暗い色からあざやかな色まであったと考えられるが、その色材は同じものが主成分であったと推測される。

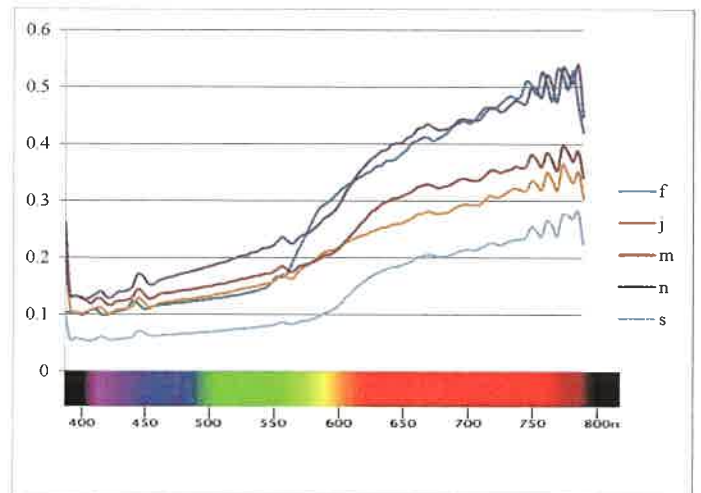


Fig.4-d Type D の分光分布

Type E: 短波長域の反射率は低いが、中波長域から反射率の増大がみられるタイプである。あざやかな黄の発色を持っていたと考えられ、反射率の高さからかなり明るくあざやかな色であったと考えられる。

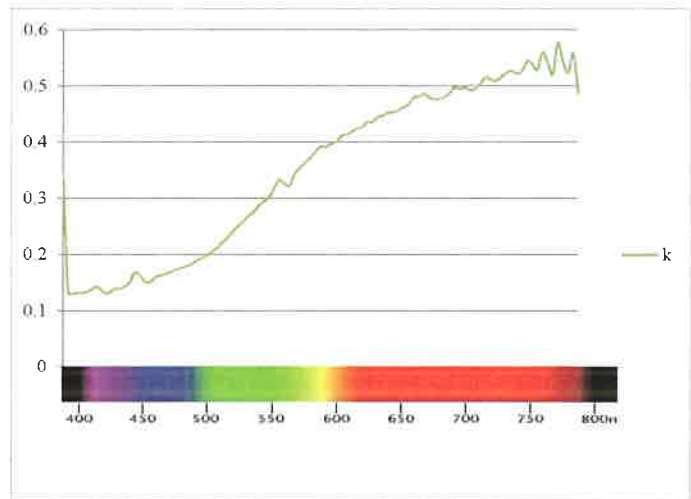


Fig.4-e Type E の分光分布

●考察

絵の具の発色は時間とともに変化するが、その基本的特性は色材物質自体が変化しない限り維持されると考えられる。このため経年変化を経た古典絵画であっても、その色彩学的特性を正確に把握することで着彩当初の状態を推測することが可能であろう。ここでは色材の分光分布特性に着目し、各彩色部位の分光反射率を測定して分析を行った。

この結果経年変化を経ても同様の分光反射率特性を有する部位があり、これらの事実は長年の経年変化を経た後もこれらの分光反射率の基本的特性は維持されることを示している。また測定結果より、研究対象となる金剛界曼荼羅は主として5つの色材から構成される彩色を有していた推測できた。

色材の分光反射率特性による着彩分析の試みは、古典絵画のみならず広い範囲に応用が可能であると考えられる。

●参考文献

- 中野玄三 (1985) 『仏画の鑑賞』、大阪書籍株式会社
- 泉武夫 (1994) 『絵は語る2 高野山 仏涅槃図—大いなる死の造形』、株式会社平凡社
- 泉武夫 (1998) 『美術館へ行こう み仏の絵に近づく』、株式会社新潮社
- 黒沢廣 (1989) 『日本の美術 第273号』、至文堂
- 水上潤 (1999) 『日本の美術 第401号 古代絵画の技術』、至文堂
- 平田寛 (1997) 『絵仏師の作品』、中央公論美術出版
- 中村修也 (2007) 『よくわかる仏統文化の歴史①花ひらく王朝文化 平安・鎌倉時代』、株式会社淡交社
- 小口八朗 (1980) 『古美術の科学—材料・技法を探る』、日本書籍株式会社
- 日本色彩学会 (2008) 『色彩科学講座3 カラーテクノロジー』、株式会社朝倉書店
- 三宅洋一 (2006) 『分光画像処理入門』、財団法人東京大学出版会
- 鈴木隆一 (2002) 『図解 日本画の伝統と継承—素材・模写・修復—』、株式会社東京美術
- 石田尚豊 (1984) 『岩波グラフィックス 20 曼荼羅のみかた—パターン認識』、岩波書店
- 小峰彌彦 (1997) 『図解・曼荼羅の見方』、有限会社大法輪閣
- 谷昌之 (2008) 『仏教美術を極める・1 密教美術—修法成就にこたえる仏たち』、株式会社東京美術

科 研  研 究