

美術作品のデジタル画像の記録手法に関する一提案

小林光夫
鈴木卓治
室屋泰三

電気通信大学情報通信工学科
国立歴史民俗博物館
国立新美術館設立準備室／東京国立近代美術館

Methodology for Recording Digital Images of Art Works in Museums

KOBAYASI, Mituo
SUZUKI, Takuzi
MUROYA, Taizo

The University of Electro-Communications
National Museum of Japanese History
National Art Center, Tokyo /
National Museum of Modern Art, Tokyo

Abstract

In recent years, progress of information technology is remarkable. Digital color images are easily taken by a digital still camera (DSC), processed by a personal computer, and distributed via internet. It will be desirable to promote archiving and utilizing digital images of material in museums.

The main subject of this paper is to discuss an essential concept for recording digital color images of art works in museums. First, it is proposed that methods of recording color information can be classified into 3 levels according to the lighting condition of the scene. Then, computation of CIEXYZ color values from raw-mode outputs of a digital still camera is discussed. Finally, some examples of our experimental studies to record digital color images of several art works in the National Museum of Japanese History and in the National Museum of Modern Art, Tokyo. The results show that the proposed concept is practically applicable and useful for digital archives.

1 はじめに

美術館や博物館が所蔵する作品や資料は、人類共通の財産として広く利用に供するとともに、大切に保存していかなければならない。作品や資料の“活用と保存の両立”は、すべての美術館や博物館に共通の課題である。

近年のデジタル技術の発達により、デジタルカメラで撮影した画像を、パソコンで処理し、インターネットで配信することが、簡単に実行できるようになった。美術作品のデジタル画像は、たとえば、作品の現状を記録し保存修復に役立てることや、作品研究の素材としての利用、図録などの印刷物の版下データとしての利用、インターネットや館内情報端末などによる作品紹介、などさまざまな局面において有効であり、“活用と保存の両立”に大きく寄与するであろう。

従来のデジタル画像作成法は、銀塩カメラで撮影した写真をイメージスキャナで取り込みデジタル化するか、直接デジタルカメラで撮影するかによる(図1)。しかし、こうして作成された画像がもつ色彩情報は、機器に依存しており、特定の機器の組合せのもとでしか色再現が保証されない。また、色補正を行なうにしても、印象や視感という主観的な方法によらざるを得ない。このような主観的な色補正が施された画像は、短期的または限定的な利用であれば実用に足るが、客観性のある印刷データの作成や長期間の保存、また科学的な分析などの利用には向かない。

特殊な機器や環境を前提とせず、一般的な撮影機材であるデジタルカメラの撮影画像から、機械独立な色彩情報をもつ客観性のある画像を得る手法

が確立できれば、美術館や博物館が自らの手で、信頼できるデジタル画像のアーカイブを構築することが可能となる。

本稿では、美術作品のデジタル画像の記録手法について、とくに色彩情報の記録手法について検討を行なう。

はじめに、美術作品において記録すべき色彩画像情報とは何かについて論じ、撮影条件により3段階のレベルがあることを示す。つぎに、色彩画像情報の記録に市販のデジタルカメラが利用可能であることを述べる。さいごに、東京国立近代美術館および国立歴史民俗博物館の所蔵するいくつかの作品を対象に、前述のレベルに応じた撮影を試み、提案する記録手法の妥当性を示す。

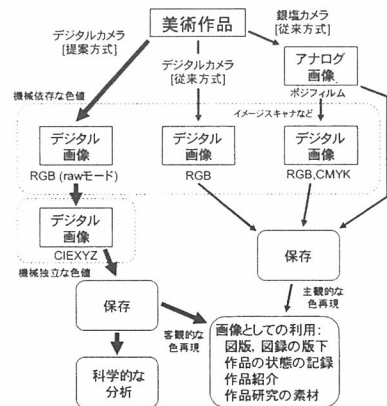


図1 美術作品のデジタル画像の作成とその利用

2 記録すべき色彩情報は何か

2.1 人間の見る色とデジタルカメラが記録する色

図2は、人間が外界の情景(scene)を知覚する様子と、同じ情景をデジタルカメラで撮影する様子を、模式化したものである。

人間は、外界の情景を構成する対象に当たった光が、反射・透過した結果生じた光、もしくは対象自ら発光した結果生じた光を、まず網膜上の視細胞によってとらえ、三種類の色信号(刺激値¹)に換える。光の刺激値で構成される画像を光源色刺激値画像(略して刺激値画像)と呼ぶことにしよう。刺激値は、色を表わすもとなる信号ではあるが、眼に見える色そのものではない。

つぎに、眼から脳にわたる視覚の神経システムが、刺激値画像に対し情報処理を行ない、知覚色の画像を構成する。この知覚色画像が眼に見える色を表わしている。

一方、デジタルカメラは、対象から発した光を撮像素子(CCD, CMOSセンサーなど)でとらえ、まずその出力値から構成される情景画像を作る。この画像は、上記の光源色刺激値画像に対応する。あるいは、そのものといってもよい。通常は、この一次画像情報から、コントラストや彩度を強調するなどして、人間にとってより好ましく見える色情報に変換した二次画像を作り、われわれに提供している。この二次情報としての画像の色は、好ましい色であるかもしれないが、知覚色との関係は不明であり、一次情報である撮像素子の出力値との関係も公開されておらず、残念ながら客観性がない。

さて、われわれが色彩画像として得たいのは、見える色の画像、すなわち知覚色画像である。しかし、刺激値と知覚色との関係は単純ではない。人間の色彩情報処理のメカニズムはまだまだ不明の部分が多く、一般の観測条件下での知覚色の推定は難しいのが現状である。ところで、与えられた光から標準観測者の刺激値を計算する方式が、国際的な規格として定められている。また、刺激値を計測する測色器も存在する。そこで、知覚色画像のかわりに、光源色刺激値画像を記録し保存しておくことが、次善の策となる。

2.2 作品が置かれた情景の撮影条件

美術作品が置かれた情景の撮影条件は、照明方法に着目して、次の3つのレベルに分けることができる(図3)：

- レベル1: ありのままの状態を撮影、
- レベル2: 標準の光源で照明して撮影、
- レベル3: 標準の光源で均一に照明して撮影。

¹刺激値(stimulus value)・・・色感覚あるいは色知覚を与える光(刺激)の特質を表わす三つの値。XYZ三刺激値をさすことが多い。

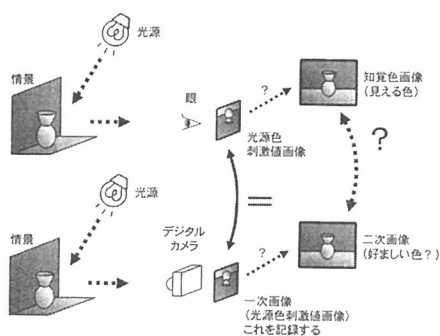


図2 情景の人間による知覚とデジタルカメラによる画像

レベル1は、建築物や野外彫刻などのように、照明のコントロールが不可能な場合や、歌劇やバレエの一場面のように、作家によって照明や鑑賞条件が注意深くコントロールされている場合である。この場合は、ありのままの照明下で撮影せざるをえないし、またそれが最適であろう。

レベル2は、彫刻、陶器、服飾などのように、3次元形状をもつもの、または光沢のある対象を撮影する場合である。この場合は、作品をどう照明するかを撮影者が決めてよい。たとえば作品がもっとも美しく見えるように照明する。キセノンランプのような演色性²の高い光源を標準の照明として用いるのがよいであろう。そうすれば、得られた刺激値画像から、任意の照明条件下における色の見えを与える画像を作ることができる。

レベル3は、絵画作品のように、平面状でかつ光沢のない対象を撮影する場合である。照明については、レベル2と同様であるが、ただし対象に均一な照明を当てる。やむをえず均一な照明が確保できない場合でも、作品に加えて同じ寸法の無光沢の灰色板を撮影し、照度³の情報を記録しておけば、均一照明下での画像を再現すること、すなわちレベル3の撮影画像を得ることが可能である。

1, 2, 3のどのレベルにおいても、作品撮影時の照明の照度や色度⁴の情報は、色の見えを求めるための情報として、記録しておく必要がある。

作品鑑賞において、照明の明るさの多少の変化が問題とならない場合も多い。また、(水彩画、テキスタイルなど)作品によっては褪色を防ぐため、鑑賞のさい照度を落とさざるを得ない場合もある。このよう

²演色性(color rendering properties)・・・照明光が物の色を自然に見せる度合い。演色性が高いと、より自然に見える。

³照度(illuminance)・・・光に照らされている面の明るさをもたらす光のエネルギー量。単位はlx(ルクス)。

⁴色度(chromatic coordinates)・・・明暗によらない色の性質を表わす量。xy色度をさすことが多い。



図3 作品が置かれた情景の撮影条件の分類

な場合、記録すべき刺激値画像は、照明の明るさに依存しないように相対化されたものがよい。画像の平均輝度⁵で相対化したり、作品と同時に、無彩の参照色票を撮影しておきその輝度で相対化したりしておけば、任意の照度下の情景画像が再現可能となるからである。

2.3 物の色を記録することについて

美術作品の色彩情報を記録する手法のひとつとして、作品表面の各点における分光立体角反射率⁶や表面の幾何学的形状を測定し記録する試みがある[1]。こうすれば、与えられた任意の照明環境における作品の色彩をコンピュータで計算し再現することが可能である。美術作品の保存や修復まで考慮した場合、物の情報としてのこれらの情報の取得は有用である。

この方法では、物体表面の各点ごとの分光反射率や形状を記録するために、マルチバンドカメラ⁷や変角分光測光器⁸のような特殊な撮影機器を必要とする。さらに、照明や装置の設置、作品の固定方法も大がかりとなる。したがって、測定の時間や手間は膨大なものとなり、たとえば美術館が所有する数千点オーダーの作品のすべてを網羅的に記録するとすると、この方法は、現状では実施不可能と言わざるをえないであろう。

上記より手軽な方法として、照明や視点を固定した上で、物の色、すなわち作品表面の各点における物体色を記録する方法も考えられる。絵画のような(ほぼ)平面(とみなせる)作品では、参照無彩色票を写しこんだレベル3の撮影画像から、物体色刺激値情報⁹の取得が可能である。(図4を参照。)

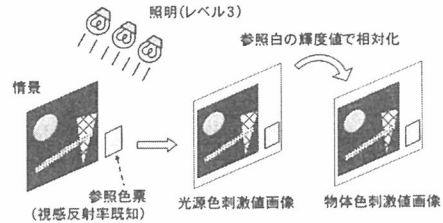


図4 光源色画像と物体色画像の関係

物体色刺激値は、照明の照度には依存しないが、色度には依存する。照明の色が変われば、その照明に順応したとしても、作品の色の見えは変わってしまう。したがって、どのような照明下で作品を撮影してもよいというわけではなく、その作品を生かす適切な照明のもとで撮影すべきであることに注意したい。そのさい、多くの写真家によって得られている経験上の知見が役立つ。演色性の高い照明の利用は、照明による物体色刺激値の変化を避ける上で効果的である。

彫刻、建築、服飾などの立体造形においては、物体色刺激値を得ることはきわめて難しく、それらの鑑賞条件下での光源色刺激値画像を記録せざるを得ない。そのような情景画像の記録は、物の色の情報そのものの記録ではないにせよ、十分に役に立つ。

3 デジタルカメラ撮影画像からの測色値の推定

3.1 測色値推定の手順と事前準備

デジタルカメラは、銀塩カメラに比して、解像度の点および入射光の強度に対するダイナミックレンジの点で劣るとされる。しかし、解像度の点では銀塩カメラに追いつくのは時間の問題であろうし、現在の解像度で十分役立つ場合は多い。またダイナミックレンジについても、撮像素子の開発改良や、自動的に露光値を変えた複数枚の画像を撮影して合成する技術などにより、状況は改善されている。デジタルカメラは、モニター画面で撮影画像をすぐその場で確認できること、色再現性のよいことから、十分銀塩カメラにかわり得る存在となりつつある。

問題は、デジタルカメラの撮影画像の色値(多くはRGB値)が機械依存であり、機械独立の色値(たとえばCIEXYZ刺激値¹⁰)への変換が公開されていないことにある。

図5に、デジタルカメラの撮影画像から、機械独立

度値)で相対化した、光源色刺激値画像とも解釈できる。参照色票としては、視感反射率が既知の拡散反射面を用いる。物体色刺激値画像が得られていれば、照明条件や視環境を与えることによって、作品を見たときの情景を再現することができる。

¹⁰ CIEXYZ 刺激値(CIEXYZ tristimulus values)・・・CIE(国際照明委員会)で1931年に定めた刺激値の表わし方。刺激値は三つの値 X,Y,Z で表わされる。

⁵ 輝度(luminance)・・・自分で光っている面、あるいは照らされて光っている面を、ある視点から見たときのその面の明るさをもたらす光のエネルギー量。単位は cd/m(カンデラ/平方メートル)。

⁶ 分光立体角反射率(spectral reflectance factor)・・・立体角内の反射光を完全拡散反射面における反射光と比べて計った分光反射率。完全拡散反射面とは、入射光を100%反射し、あらゆる角度から見て同じ明るさに見える面。

⁷ マルチバンドカメラ(multi-band camera)・・・多くの光センサを用いて画像を撮影するカメラ。

⁸ 変角分光測光器(gonio spectrophotometer)・・・角度を変えて分光立体角反射率を計測する測定器の一種。

⁹ この場合の物体色刺激値画像は、光源色の刺激値を、“参照白”の輝度値(物体表面を完全拡散反射面で置き換えたときの輝

な光源色刺激値画像を得る手順を示す。作品を撮影する前に、まず次の事前処理が必要である。(以下では、デジタルカメラの撮影画像の色値はRGB値、機械独立の色値としてはXYZ値を想定する。)

- (0) XYZ値が既知のいくつかの色光をデジタルカメラで(露光値を固定して)撮影し、RGB値とXYZ値との対応を調べ、これにより、RGB値をXYZ値に変換するための色値変換関数を作成する。

ひとたび変換関数が求まれば、あとは次のステップにより、機械独立な光源色刺激値画像を求めることができる。

- (1) 対象作品をカメラで撮影し、RGB値画像を得る。
- (2) 色値変換関数によって、画像のRGB値をXYZ値に変換する。
- (3) 必要なら、参照白の色度を推定し、色順応変換を(たとえばvon Kries変換¹¹などを用いて)施し、標準照明下の画像を得る。

上記(1),(2)のように求めたXYZ値が、光源色刺激値の絶対値として意味をもつのは、撮影時の露光値が事前処理(0)で用いた露光値と同一の場合のみであることに注意する。一般には、デジタルカメラは、光源色刺激値の相対値を記録していると考えられることができる。(その場合、刺激値の絶対値を求めるには、照度計などを用いて別途測定した照度や、作品撮影時の露光値と、次善処理時における露光値間の関係を用いて概算を行なうことにより、求めることができる。)

最近はいわゆる“rawモード”をもつデジタルカメラが入手しやすくなってきている。rawモードでは光源色刺激値のXYZ値にほぼ比例したRGB値が出力されるので、RGB-XYZ変換は1次式で(変換行列を掛けるだけで)十分な精度を得ることができる。したがって変換関数作成に要する色光のサンプル数を減らすことができ、事前処理の手間が軽減される。

3.2 色票を用いた色値変換関数の作成

色票と光源を用いて、事前処理に必要な色光を作ることができる。図6は、そのようにして、デジタルカメラのRGB値とXYZ値の対応を求める作業の様子である。まず、信頼できる色票集を用意し、その色票を適切な光源で照明する。色票は光沢のないものが望ましい。照明を固定した上で、色票をデジタルカメラで撮影する。このときカメラの露光値は固定しておく。つぎに、同じ照明条件の下で、測色器を用いて、

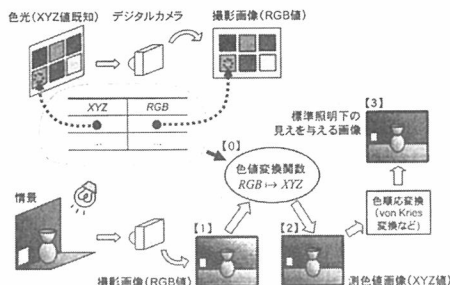


図5 デジタルカメラの撮影画像から測色値画像を得る手順と事前準備

色票のXYZ値(光源色刺激値)を測定する。色票の撮影・測定の際、色票が常に同じ条件で照明されるように、色票のほうをずらしながら、色票1枚につき1枚画像を撮影するとよい。

たとえば、rawモードをもつオリンパス製デジタルカメラC5050Zoomを用いた実験では、12色票(日本色研製写真用カラーチャート、図7a)、24色票(GretagMacbeth製ColorChecker、図7b)、および167色票(GretagMacbeth製ColorCheckerDCより抜粋、図7c)のいずれの色票を用いた場合でも、CIELABの色差 ΔE_{ab} ¹²ではほぼ3の推定精度をもつRGB-XYZ変換行列が得られた[2]。

rawモードをもたないデジタルカメラにおける色推定は、区分的な多項式による方法[3]やニューラルネットを利用する方法[4]など、不可能ではないが、どうしても事前準備が複雑になってしまう。



図6 色票を用いたRGB値-XYZ値対応の調査

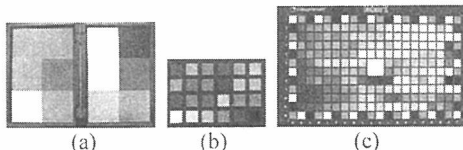


図7 変換関数作成に用いる色票集の例

¹¹ von Kries 変換(von Kries transformation)…異なる照明下で、それぞれの光に順応したとき同じ色に見える XYZ 刺激値の組を与える変換。

¹² CIELAB(CIELAB color space)…CIEが1976年に定めた均等色空間の一つ。2つの色の色差(ΔE_{ab})が定義されている。

3.3 LCDやCRTを用いた色値変換関数の作成

色票のかわりに、LCD(液晶ディスプレイ)やCRT(ブラウン管)を使って望みのXYZ値をもつ色光を出力することにすれば、事前処理の作業を省力化することができる。

EIZO製のLCDであるFlexScan L565の画面に、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、黄、灰、および白の8色を表示し、これをオリンパス製デジタルカメラC5050Zoomで撮影し、同時にそのXYZ光源色刺激値を測定した。(図8を参照。)ここからRGB-XYZ変換行列を作成し、GretagMacbeth製ColorCheckerの24色票(図7b)の色値推定を行なったところ、 ΔE_{ab} で平均4.28の推定精度をもつ変換行列が得られた。

他のLCDやCRTで同様の実験を行なったところ、以下の知見が得られた。

- 得られた変換行列を用いて色票の色を推定したところ、Z値の推定に多くばらつきがみられた。逆に、Z値の推定が正しくできれば、LCDやCRTを用いた変換行列が実用になることがわかった。
- CRTよりLCDのほうが繰り返し実験におけるバラツキが少なかった。これは、蛍光体に電子ビームを照射して色光を作るCRTの方式に対し、バックライトの光をカラーフィルターとシャッターで制御して色光を作るLCD方式のほうが、条件を一定に保ちやすいことによるのであろう。
- LCDは一般に、見る角度により輝度や色度が大きく変化する。しかし、FlexScan L565については、画面に立てた垂線から水平面上で角度がプラスマイナス10°以下の方向から見た場合であれば、同じ測色値を示した。赤、緑、青の色光の色度を調べたところ、CRTの色度は(制定の経緯を考えれば当然であるが)sRGB¹³の規定する色度に近かったが、LCDでは青光のy値に大きく食い違いが見られた。(た

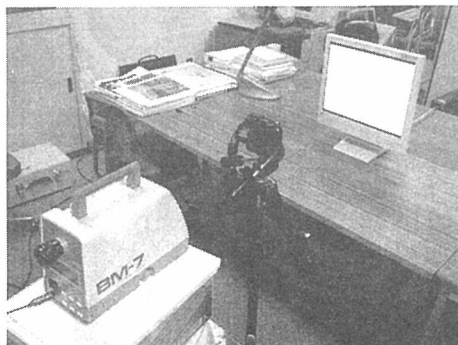


図8 LCDを用いたRGB値-XYZ値対応の調査

¹³ sRGB…コンピュータ上でRGB値により色情報を扱うときの標準の一つ。IEC(国際電気標準会議)によってIEC 61966-2-1として規格化され、XYZ値との対応が定められている。

たとえば規定値0.06に対し0.142。)ただし、sRGBへの準拠をうたうFlexScan L565は、0.08というy値を示し、技術的な改善が見込めることがわかった。

今後、より色再現性能を高めたLCDやCRTの普及が見込まれるので、LCDやCRTの利用は十分検討に値すると思われる。

4 美術作品の撮影とその評価

以下、XYZ値で表わされた刺激値画像のことを、“測色値画像”と呼ぶことにする。

4.1 絵画作品の例

2004年7月12日、東京国立近代美術館の展示室において、展示中の作品3点:

- (a) パウル・クレー，“花のテラス”，1937，40.6×55.2[cm]
- (b) 中村彝，“エロシエンコ氏の像”，1920，45.5×42.0[cm]
- (c) ロベール・ドローネー，“リズム螺旋”，1935，300×99.5[cm]

について、撮影実験を行なった。

照明は、キセノンランプによる太陽灯(色温度5500K)、ビデオライト(同3000K)、および展示室の照明(同2500K)のいずれかを適宜用いた。カメラはオリンパス製デジタルカメラC5050Zoomを用いrawモードで撮影を行い、RGB-XYZ変換を経て測色値画像を得た。

図9に測色値画像のいくつかを示す。ただし、照明光の違いを捨象するために、von Kries変換を用いてD₆₅光¹⁴下の見えを与える画像とした。

クレーの“花のテラス”については、太陽灯とビデオライトの両方の照明下で撮影を行ない、D₆₅下の測色値画像として比較したところ、太陽灯に比べてビデオライトによるほうが若干赤みの強い画像が得られた。(理由は2.3節を参照のこと。)印刷するとその差はほとんど分からないので、図9には省いてある。

中村の“エロシエンコ氏の像”については、太陽灯照明のみの撮影である。

“花のテラス”と“エロシエンコ氏の像”については、照明を注意深く調整した結果、画面のどの部分の照度(Ev値で測定)も等しくすることができた。したがって、両者の撮影はレベル3(2.2節参照)で実施しているとみなすことができる。

ドローネーの“リズム螺旋”は大きい絵(約3m×1m)である。このような絵に均一な照明を与えることは難しい。図9c1の写真は、じっさいの展示室の照明による例である。この例では、上下にかなり暗い

¹⁴ D₆₅光(standard illuminant D₆₅)…CIEが定める標準の光の一つ。色温度は6500K。物体色を評価するときによく使われる。

部分ができています。図9c2は、太陽灯4灯をほぼ水平に当てて照明した例であるが、やはり上部は若干暗い。この撮影は、レベル2で実施しているといえる。

図9c3は、図9c2の画像の周辺部(ここは一様な材質)の照度情報を手がかりに、配光のモデル(BZ分類[5,p.178])を用いて照度推定を行ない、その結果からほぼ均一な照明下の画像、すなわちレベル3の撮影画像を推定したものである。ここから、展示室の照明環境を考慮した情景画像を再現できることはいうまでもない。

同美術館では、4×5インチ銀塩カメラで撮影したポジフィルムを業務用イメージスキャナでデジタル化した画像(500DPI)を保有している。われわれはこの画像の提供を受け(図10a1,b1,c1)、測色値画像と比較した。

いずれの作品画像も、ポジフィルムから得られたデジタル画像はコントラストが非常に強く、色味が強調されていた。また、測色値画像では青色の部分が、ポジフィルムから作成したデジタル画像では紫がかって記録されているという傾向がみられた。具体的には、クレーの“花のテラス”の画面中央近くの青い部分や、ドローネーの“リズム螺旋”の画面上、右上からのびる灰みを帯びた青の弧状部分が、それである。測色値画像のほうが適正な色を表していることが、実際の作品と見比べて確認されている(図10c1,c2も参照)。

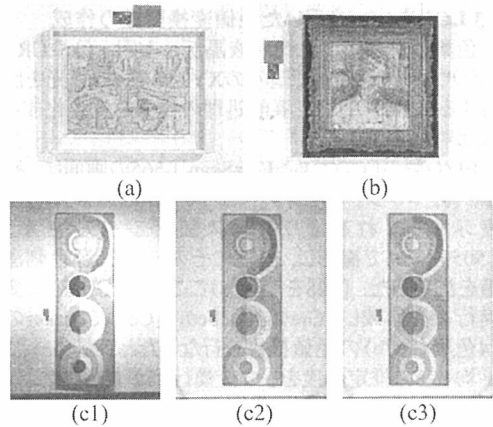
コントラストの強い画像や色みの強調された画像がいちがいに悪いということではない。図録などではそのような画像が好まれるということもあろう。測色値画像にフォトタッチソフトウェアを用いて色調整を行えば、好みの画像が得られる。図10a2,b2,c2は、三点の作品それぞれの測色値画像にコントラスト強調を施した画像である。ポジフィルムから得られたデジタル画像とほぼ同じコントラストをもつ画像が得られている。このように、適切な照明下の標準画像があれば、利用目的に応じた画像を作ることができる。

4.2 陶器作品の例

2004年10月29日、東京国立近代美術館工芸館の一室において、ガラス器および陶器作品の撮影実験を行なった。

照明は太陽灯(色温度 5500K)を用いた。カメラはオリンパス製デジタルカメラ C5050Zoom を用いた。測色値画像を得る手順は絵画作品の場合と同じである。立体物でかつ光沢のある対象であり、典型的なレベル2の撮影である。

陶器やガラス器は強い光沢をもつので、撮影の際は、適正とされる露出よりもかなり暗め(-2Ev~-3Ev)の露光値で撮影しないと、光沢部分の信号が飽和してしまい、正しいRGB値が記録されないことがあった。撮影実験の段階で、なるべく広い範囲の露光値で



(a) パウル・クレー, “花のテラス”, 1937, 40.6×55.2[cm]
 (b) 中村森, “エロシエンコ氏の像”, 1920, 45.5×42.0[cm]
 (c1,c2,c3) ロベール・ドローネー, “リズム螺旋”, 1935, 300×99.5[cm]

図9 3つの絵画作品のデジタルカメラによる測色値画像(D₆₅下の見えを与えるように変換)

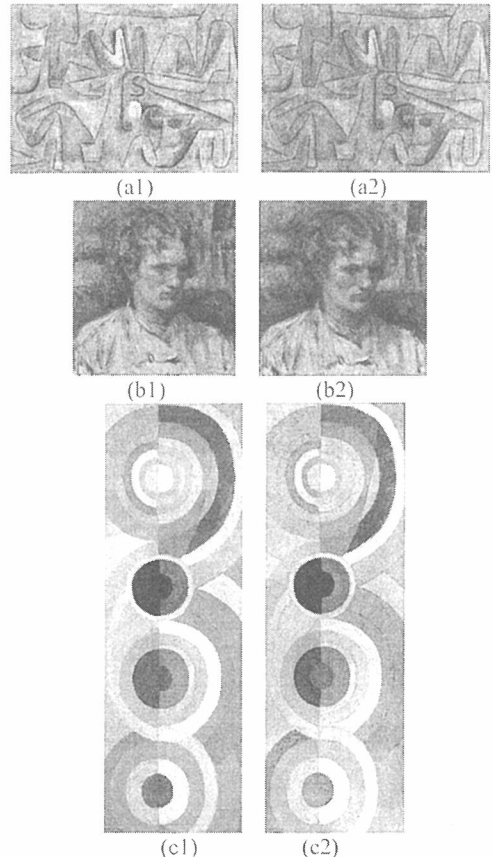


図10 ポジフィルムからスキャンして得られたデジタル画像(a1,b1,c1)と測色値画像にコントラスト強調を施した画像(a2,b2,c2)との比較

撮影を実施して、適正な露光値を割り出す必要がある。露光値を変えて撮影した複数枚の画像を合成して、ダイナミックレンジを拡大する技術を確認する必要があるであろう。

さて、図11は、撮影した作品のうちの一つで、清水真由美、“プレート(2003)”の連作¹⁵のうちの一点である。図11aは、同時に写した無彩色票部分の光源色刺激値がその物体色刺激値と同じ値になるように、画像全体の色値を相対化したときの画像である。陶器の図柄の部分の部分が白く飽和してしまっている。これは、画像の色値は正しく記録されているにもかかわらず、色再現の際に光沢のある図柄の部分の色値が色域を超えてしまうためである。図11bは、同じ画像だが、色値を相対化するとき、色刺激値が図11aの約57%になるように計算したものである。今度は繊細な図柄が美しく再現されている。(図11cに図柄を拡大したものを示す。)

このように、光沢をもつ対象では、“参照白”の輝度値で光源色刺激値を相対化することは、必ずしも妥当でない。

4.3 漆器作品の例

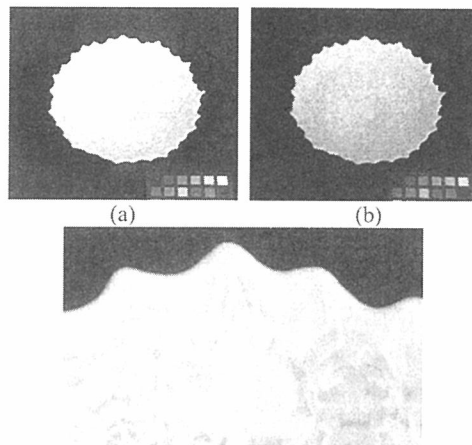
2004年11月1日、国立歴史民俗博物館の写真撮影場において、蒔絵の施された漆器作品の撮影実験を行なった。撮影対象は「シャルル VII 世肖像図蒔絵プラケット¹⁶」という、18世紀末の資料である。

照明はストロボ光(色温度 4000~5000K)を用いた。カメラは Kodak 製デジタルカメラ Kodak DCS Probackを用いた。

図12は、照明の方法を変えてとった同一資料の測色値画像と、照明方法の図を合わせて示したものである。資料の写り方はそれぞれ大きく異なる。

図12aでは、資料の側面から、ディフューザによって拡散させたストロボ光で照明し、反対側に置かれた反射板によって、資料全体が均一に照明されるようになっている。また、カメラのレンズの周囲に黒色板を置き、資料正面から光が来ないように設定されている。この画像では、漆の黒い部分の光沢は完全に抑えられているが、金蒔絵の部分が鈍い茶色になっており、金の質感が再現されているとはいえない。

図12bは、資料の上に、白い紙製の円錐状のものを被せ、その外からストロボ光で照明する(光量を確保するためディフューザはとりはずす)ことで、資料



(c) (b)の部分拡大図

図11 デジタルカメラで撮影した陶器の測色値画像

の側面からも正面からもほどよく照明されるように設定されている。円錐の上部に開いた穴からカメラが中を覗き込むようにして資料を撮影することになる。この画像では、金の質感がかなり再現されており、また、人物像の襟や目の部分が、他の部分とは違う細工になっているようすも記録されている。(図12aでは、この部分は黒く沈んでしまっている。)一方、背景の黒漆の部分をよく見ると、光沢はよく抑えられているものの、円錐の白がわずかに写りこんでいることがわかる。

図12cでは、資料の正面に近い角度から、ディフューザをつけたストロボ光で照明している。金の部分はますます光り輝くが、黒漆もまた白く光ってしまう。

金の部分を光らせて質感を出すためには、資料正面からの光が必要である。しかし同時にこの光は、黒漆の光沢を強調してしまうことになる。従来の銀塩写真では、最終的な仕上がりは現像しなければわからないため、漆と金のどちらをより美しく取るかを決めて撮影せざるを得ない。デジタル画像であれば、その場で撮影画像を確認しながら、最適の照明条件を探ることができるので、たとえば図12aと図12bとの間で、黒漆を光らせずに金の質感を強調した画像を得るための試行錯誤を効率よく行うことができる。

この資料は平面に近いので、レベル3での撮影が可能であると考えられるかもしれない。しかし、この資料のように、照明の方法によって色が大きく変化する対象の撮影は、レベル2として考えるべきである。

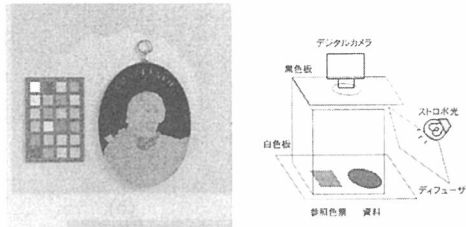
4.4 きもの作品の例

われわれは数年前から、国立歴史民俗博物館所蔵の“野村正治郎コレクション”の中から、いくつかのきもの資料をデジタルカメラで撮影し、測色値画像を作成して、配色の分析を試みている[2]。

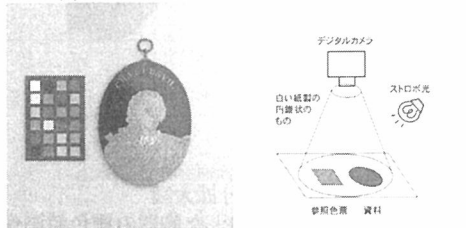
撮影はレベル2の条件で行なっている。レベル3

¹⁵これと同じコンセプトで製作された作品が、東京国立近代美術館工芸館で2004年9月18日から12月5日まで開催された企画展示「非情のオブジェ — 現代工芸の11人」に出品された。

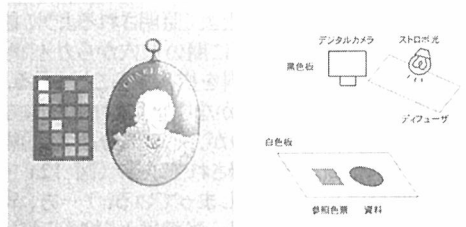
¹⁶蒔絵プラケットは、江戸時代後期に輸出された漆器で、壁にかけて用いる飾り板の一種である。より大型で長方形のものは蒔絵プラークと呼ばれる。蒔絵プラークと蒔絵プラケットは、1780年代から1800年前後にかけての比較的短期間に、ヨーロッパからの注文を受けて製作され、出島から輸出された。当時の職人の高い技術を知ることができる貴重な資料である。



(a) 資料正面からの光をカットした場合



(b) 正面方向からの照明を少し加えた場合



(c) 正面方向から照明した場合

図12 蒔絵を施した漆器作品の測色値画像

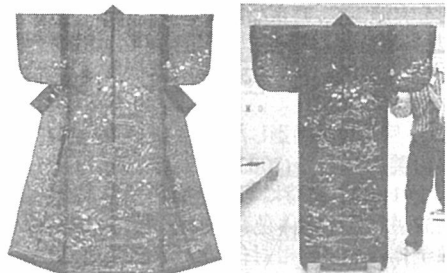
の撮影を実行しようとする、対象が大きいこと、布なので形状が安定しないこと、絹織物や刺繍の部分に強い光沢があり、照明が難しいこと、など、難しい問題がいくつかある。

図13は、「流水秋草飛雁模様小袖」という資料である。図13aは展示図録[6]に掲載の写真であり、図13bは、2002年6月27日に国立歴史民俗博物館の第2修復室において、デジタルカメラ(ミノルタ製Dimage7)により撮影した画像より得た測色値画像である。2つの写真で、きもの色が大きく違って写っている。もちろん、図13bの方の色が正しい。博物館専属の撮影技術者によれば、このきもの青紫は、銀塩フィルムでは正しく発色しない色の典型例とのことである。フィルムを特別の種類に代えたり、照明を工夫したりすることにより、実際の色に近づけることはできるが、それでも満足できるほどにはならないそうである。

この例は、4.1節における中村やドローネーの絵の撮影例と同様、資料の正しい色を画像として記録するためには、デジタルカメラの利用が必須であることを示している。

5 おわりに

美術作品の色彩画像情報のデジタル記録に際し



(a) カタログの写真 (b) 測色値画像

図13 きもの作品の画像の比較

し、作品の撮影方法を、照明の方法に着目して3つのレベルに分けて考えることができることを示した。作品の置かれている情景の刺激値画像を記録する立場(レベル1)から、作品の物としての色彩情報を記録する立場(レベル3)へ進むにつれ、作品の保存修復により役立つ情報になるが、その分記録の実施が困難になる。芸術作品のなかには、情景画像の記録こそが本質的であるものがある。このとき、照明の照度や色度を記録することは重要である。

市販のデジタルカメラを用いて、機種に依存しない色彩情報をもつデジタル画像が得られる。とくにrawモード出力をもつデジタルカメラを使えば、色値変換行列を容易に求められる。色票のかわりにCRTやLCDを用いた色値変換行列の作成法の開発が期待できる。

本稿は美術作品を対象に議論を進めたが、我々の提案する手法は、博物館における遺物情報のアーカイブなどにおいても、適用可能な場面が多い。本手法をさらにさまざまな種類の作品に適用することを行ないたい。

謝辞

東京国立近代美術館で実施した撮影実験にあたり、美術課の古田亮氏ならびに大谷省吾氏のご協力を賜りました。東京国立近代美術館工芸館で行なった撮影実験にあたり、工芸課の今井陽子氏のご協力を賜りました。国立歴史民俗博物館で実施した撮影実験にあたり、研究部の日高薫氏、澤田和人氏、ならびに博物館事業課の勝田徹氏のご協力を賜りました。みなさまに感謝いたします。

参考文献

- [1] 田中法博, 駒田隆之, 富永昌治: 油彩画のデジタルアーカイブの一技法. 日本色彩学会誌, Vol.28, Supplement, pp.156-159 (2004).
- [2] 小林光夫, 山口岳志, 澤田和人: 近世着物資料の色彩画像情報の記録・保存と活用に関する検討— 野村コレクションのデジタルアーカイブを目指して—. 人文科学とコンピュータシンポジウム, pp.187-194, 2003.
- [3] 鈴木卓治, 宮永暁生, 小林光夫: デジタルカメラ撮影画像からの測色値の推定について. カラーフォーラムJAPAN2001論文集, pp.135-138, 2001.
- [4] Kobayashi, Mituo, Yamaguchi, Takeshi, Ogawa, Yoshimi: An Analysis of Color Features of Japanese Traditional Robes "Kimono" in Edo-era. Proceedings AIC2003 Bangkok, pp.246-250, 2003.
- [5] 照明学会(編): ライティングハンドブック, オーム社, 1987.
- [6] 国立歴史民俗博物館(編): 江戸モード大図鑑—小袖文様みる美の系譜—. NHKプロモーション, 1999.