

きもの資料の色彩情報の取得と分析の試み

小林 光夫*, 山口 岳志**, 小川 佳美**

概要

本稿では、江戸時代の17領のきものに対して、デジタルカメラ画像からニューラルネットを用いた方法で表色値を推定し、1) 主観的に代表色を選出する方法と、2) 色空間均等分割法により自動的に代表色を選出する方法で、きものを代表する有限個の色彩情報を取得した。NCS色空間において、それぞれの色分布図を作成し比較したところ、1) により選出された代表色は、おおむね2) により選出された代表色に含まれることがわかった。そこで、2) の手法を用いて得た色分布をもとに色彩分析を行なったところ、今回の17領のきものについて、典型的な配色パターンの存在することがわかった。

A Study on Acquisition and Analysis of Color Information of Kimono Using a Digital Camera

KOBAYASI Mituo*, YAMAGUCHI Takeshi**, and OGAWA Yoshimi**

Abstract

This study is one of the experiments to search appropriate methods for recording color information of historical materials and to utilize the recorded data for cultural studies. We have recorded some color information of 17 pieces of "kimono" in Edo-era by a digital camera. Based on the obtained digital images, the representative colors of each kimono were extracted by computational method using uniform quantization in a color space. The representative colors were analyzed in NCS space to reveal the color feature of each kimono. The combination of dull and dark warm color with yellowish gray was found to be a typical common color feature of 17 pieces of kimono.

1 はじめに

国立歴史民俗博物館は、“野村コレクション”という、おもに江戸時代のきもの200余領からなる貴重な資料を所蔵している。

これらの、小袖、振袖、帷子(かたびら)、被衣(かつぎ)などのきもの資料は、単に日本の伝統的な衣装としての価値のみならず、その絵画的な意匠ゆえに世界的にも芸術作品としての価値が高い[1, 2]。このような芸術的価値は、きもの意匠の精緻な模様や斬新な構図に加え、多彩な“江戸の色”を用いた配色の美が大きな要因をなしていることは否めない。

染め、織り、あるいは描画によるきもの色は、いずれは退色し、失われてしまう。野村コレクションのような、退色の進みの少ない、保存状態の良いきもの資料の色彩情報を、デジタ

ル化し記録保存をすることは、現下の急務であろう。そして、記録保存された色彩情報を分析し、活用への道を開くことは、日本の伝統的な色彩文化を広く知らしめるためにも、意義のあることであろう。

われわれは、国立歴史民俗博物館との共同研究として、野村コレクションのきもの資料を実際に測色し、得られた測色データをもとに、きもの色彩分析を試みている。

これまでに、3回にわたる測色実験を行なった。1回目と2回目の実験では、32領のきもの資料に対し、

- 1) Munsell色票集を用いた視感測色、
 - 2) 接触型の分光測色器による機械測色、
 - 3) デジタルカメラ画像からの表色値推定
- という三つの方法を試みた。そして、それぞれの測色方法における問題点を検討し、視感およ

*電気通信大学情報通信工学科 / 国立歴史民俗博物館

*The University of Electro-Communications / National Museum of Japanese History

**電気通信大学大学院情報工学専攻

**Graduate School of the University of Electro-Communications

び機械による測色値を用いてきもの色彩的特徴分析を行ない，その結果を既報 [3] に述べた。

3 回目の実験では，前 32 領のきものうち 2 領，および新たな 15 領のきもの計 17 領（表 1）に対し，デジタルカメラによる撮影を行なった。きものごとに撮影画像から主観的に代表的な色を抜きだし，表色値推定を行ない，それを用いてきもの色彩分析を試みた。そして，そ

の結果と前回の機械測色値を用いた分析結果との比較を行ない，おおまかな色彩分析においては双方似た傾向を示すことをみた [4]。

本稿では，同じく 3 回目の撮影画像をもとに，色空間均等分割法を用いてきもの代表色を客観的に抽出し，色彩分析を行なう。また，その結果と文献 [4] の結果との比較を行なう。

表 1: 分析の対象とした資料

資料番号	作品名称	地色	地質	技法	製作期
19	松琴模様小袖	浅葱	縮緬	染・縫	江戸中期
28	舳舟水草模様小袖	鬱金	紬	染・縫	江戸中期
42	若松鶴南天模様被衣	薄茶	平絹	友禅染	江戸後期
44	松皮菱花丸模様被衣	紫	紬	染	江戸後期
88	梅林模様小袖	紅	綸子	友禅染・絞・縫	江戸後期
89	流水草花模様小袖	黒	綸子	友禅染・縫	江戸中期
99	菊枝段替模様小袖	鬱金	綸子	友禅染・絞	江戸後期
110	松藤網干模様小袖	濃緑	縮緬	染	江戸中期
132	梅樹文字模様小袖	白	綸子	染・縫	江戸後期
136	鶴亀芹忍草模様小袖	白	紬	縫	江戸中期
167	浜松模様帷子	薄浅葱	麻	染・描絵	江戸後期
168	月薄模様帷子	浅葱	麻	染・縫	江戸後期
206	藤流水杜若模様振袖	水浅葱	縮緬	友禅染	江戸中期
244	牡丹扇面滝模様振袖	白	綸子	絞・縫	江戸後期
247	謡曲尽模様小袖	薄茶	綾	友禅染・縫	江戸後期
273	水辺雁模様小袖	紫	縮緬	染・縫	江戸後期
278	春草模様小袖	紫	縮緬	縫	江戸後期

2 デジタルカメラを用いた色彩情報取得

2.1 きもの撮影の実際

きもの撮影は，衣服資料の取扱いに習熟した専門家の助力を得て，行なった。照明は，北側窓からの外光，室内天井の蛍光灯，および D65 光に近い分光分布をもつキセノンランプである。撮影には，Olympus C3040ZOOM を用いた。きもの全体の撮影のほかに，刺繍など微細な模様の撮影のために接写を行なった。光源の三刺激値推定のために，それぞれの写真に反射率がほぼ一定の灰色板を一緒に写し込むことにした。不要の反射を防ぐために，またきものを背景から区別しやすいように，つやなしの黒色布を背面に置き撮影を行なった（図 1）。

2.2 ニューラルネットを用いた撮影画像からの表色値推定

デジタルカメラの出力は，機械依存のいわゆる RGB 値である。この RGB 値が何を意味するかは通常公開されておらず，RGB 値から表

色値を得るには何らかの自作の変換が必要となる。図 1 に，撮影画像の RGB 値から物体色としての CIE XYZ 三刺激値を得るまでの流れを示す。

RGB 値から機械独立の CIE XYZ 三刺激値を得る方法として，区分的な 3 次多項式を用いる方法が提案されている [5]。この方法は，実用精度で色を推定するが，少々複雑である。

デジタルカメラの RGB 値と XYZ 値との間には，一般に数学的に合理的な関係を仮定する事は出来ない。そのように構造が未知の場合の非線形変換には，人工ニューラルネットが有効であろう。

われわれは図 2 に示す，入力層および出力層を各 3 ニューロン，中間 2 層を各 6 ニューロンで構成したフィードフォワード型のニューラルネットを採用した。ニューラルネットの学習には誤差逆伝搬法を用いた。96 点の色票に対してデジタルカメラと放射輝度計を用い，それぞれ RGB 値と光源色としての XYZ 値を取得し，それを学習データとした。シグモイド関数

を使ったニューラルネットでは、0と1に近いデータの推定精度が悪くなることから、ニュー

ロンの出力値がおおよそ0.1から0.9の範囲に入るように、学習データを正規化した。

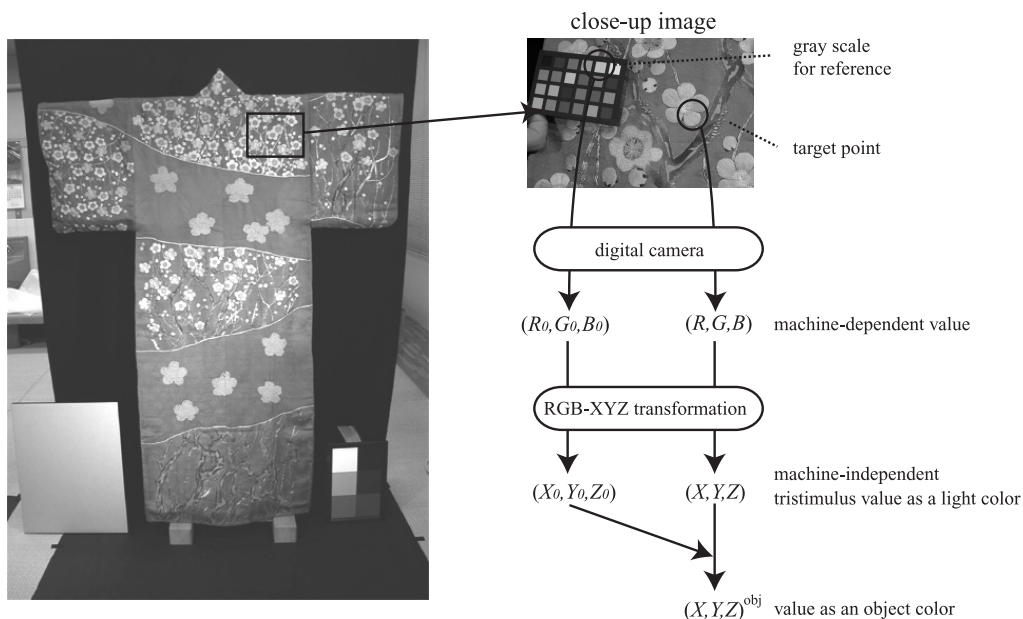


図 1: 撮影画像からの表色値推定の流れ

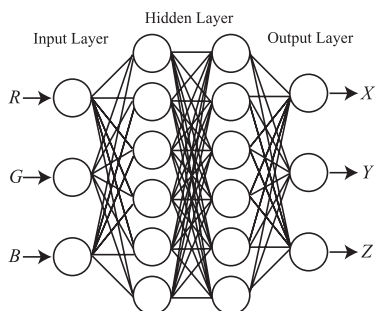


図 2: 表色値変換のためのニューラルネットの構造

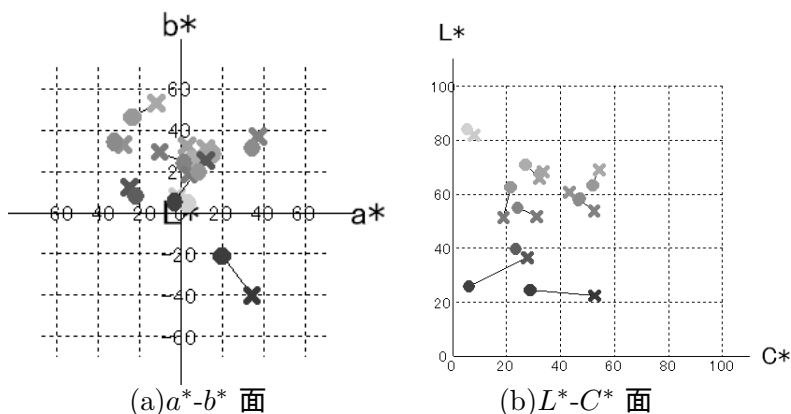


図 3: 機械測色による測色値 (x) とニューラルネットによる推定値 (o)

2.3 表色値推定の精度

ニューラルネットによる推定値と、実際の機械測色値との差は、学習用の96色票に対し、 $\Delta X, \Delta Y$, および ΔZ の平均で、0.5~0.7となった。CIELAB色空間での色差 ΔE^* の平均は4.7であった。誤差が多少あるものの、ニューラルネットが利用可能であることがわかった。

図3は、あるきもの(資料番号273)の代表色11点に対して、機械測色による測色値とデジタルカメラからの推定値との差をCIELAB色

空間上に示したものである。

暗い色である2組のデータで差が大きくなっている。とくに彩度方向の精度が悪い($\Delta C^* \approx 20$)。すべての組の色差の平均は、 $\Delta E^*, \Delta L^*, \Delta C^*, \Delta H^*$ それぞれ11.0, 4.2, 7.4, 5.7であった。

ニューラルネットの推定精度改善のためには、ニューラルネットの構造の変更、学習データの追加などのいくつかの方法が考えられるが、本稿ではこれ以上ふれない。

2.4 代表色の自動抽出と表色値の変換

文献 [4] では、きものを代表していると思われる色を主観的に選出し、表色値への変換を一色ごとに行なったが、これでは労力がかかり、多くの色情報を一度に記録できるというデジタルカメラの利点を活かしていない。そこで画像のもつすべての色情報から、計算により代表色を定め、自動的にすなわち客観的に代表色抽出を行なうことにした。

図 4 は、撮影光源下の物体色から、代表色抽出を経て分析に至るまでの、図 1 に続く流れである。

代表色の抽出アルゴリズムとして種々の方法が考えられるが、今回は単純な色空間均等分割法 (uniform quantization) を採用した。代表色の選出には色差の計算が必須であり、均等色空間を使わざるを得ない。われわれは CIELAB 色空間を使うことにし、色分布をできるだけ均等に、分割数およそ 100 となるように分割した。それぞれの区分に含まれる色の重み (面積) が全体の 0.05% 以上を占める区分を選び、その重心を代表色とした。

異なる光源下における物体色の刺激値を得るには von Kries の変換を用いた。この変換には、Esteves, Hunt, および Pointer による行列を用いている。

分析には、配色や色彩調和を論じるのに適した NCS (Natural Color System) を用いている。NCS と XYZ との対応は C 光下でのみ与えられているので、ここでも von Kries 変換を行なっている。

図 5 に、あるきもの (資料番号 88) に対して

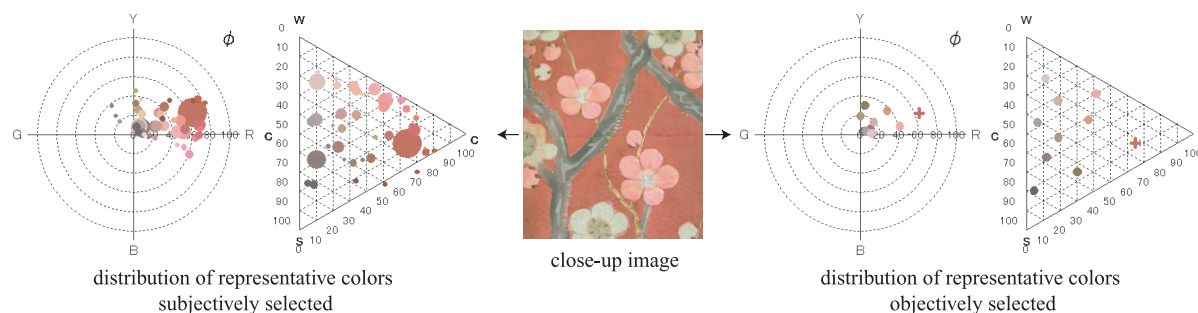


図 5: きもの (資料番号 88) の代表色抽出結果 (左:客観的抽出, 右:主観的抽出, 左図では円の大きさは面積比に相関)

主観的に選出した代表色と、色空間均等分割法により客観的に抽出した代表色を示した。人間が主観的に選んだ代表色が、客観的に自動抽出されていることがわかる。

上記のきものを含む全 17 領について、主観的な手法および客観的な手法で得た代表色の分布を、付図に挙げる。

付図から、主観的な代表色は、おおむね自動抽出による客観的な代表色に含まれていることがわかる。ただし、細かい刺繍など面積比の非

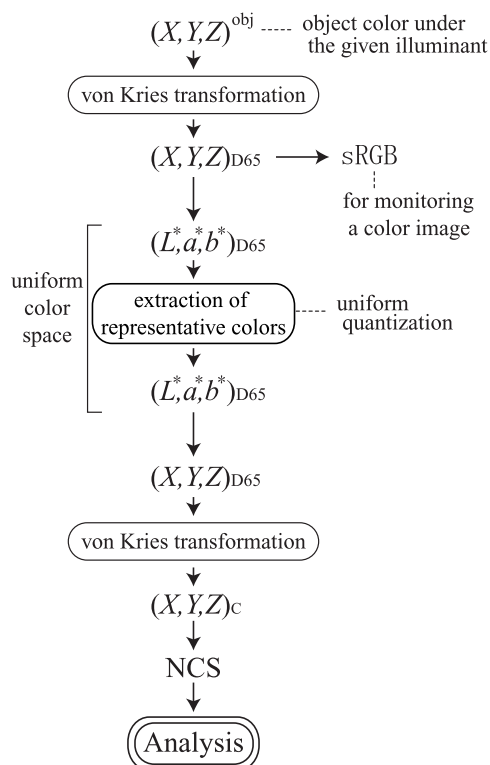


図 4: 代表色抽出から分析への流れ

常に小さい部分の色で、主観的には選出されたものが、今回の自動抽出では抽出されなかったケースが見られた(例:資料番号247の緑など)。付図で確認されたい。

面積比の小さい代表色をいかに選ぶかは、今後の課題である。

3 きものの色彩分析

3.1 17領のきもの全体の色彩的特徴

図6は、NCS色空間における17領のきもの代表色全体の分布である。この特徴を定量的に計るために、NCS色空間を図7のように小領域に分割し、各区分における頻度を調べた(表2)。

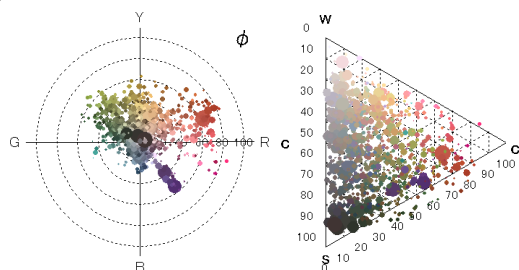


図6: 17領のきもの全代表色の分布

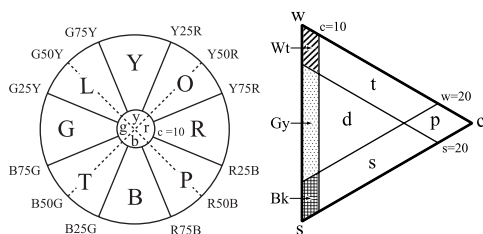


図7: NCSの領域分割

表2: 17領のきもの全代表色の分類

無彩色	y	r	b	g	合計
Wt	7	5	1	2	15
Gy	60	38	27	19	144
Bk	9	9	4	8	30
合計	76	52	32	29	189
有彩色	p	t	s	d	合計
Y	0	31	54	89	174
O	3	36	43	55	137
R	8	32	23	53	116
P	1	3	26	17	47
B	0	0	8	30	38
T	0	0	1	10	11
G	0	2	25	24	51
L	1	5	91	68	165
合計	13	109	271	346	739

色相に関しては、L(leaf), Y(yellow), O(orange), R(red)の、いわゆる暖色が多く、T(turquoise)が非常に少ないことが示された。色調に関しては、s(shade)やd(dull)が多く、p(pure)やt(tint)が少ないことが示された。これらの結果は既報[4]とほぼ同じである。

3.2 個々のきもの色彩的特徴

17領のきものそれぞれの代表色を、図7の領域区分にしたがって分類し、配色パターンとして示したものが、表3である。

有彩色の配色パターンを見ると、色相ではYLを含む組合せが多く(17領中16領)、YLにORを加えたYORLという組合せも多い(17領中13領)。色調では、すべてにsとdが含まれている。無彩色の配色パターンを見ると、すべてのきものにGy(gray)が使われている。Bk(black)もかなり多く使われている。色みでは、すべてにy(yellowish)が含まれており、r(reddish)も多い。

以上の色彩的特徴をまとめれば、鈍く暗い暖色からなる有彩色の組合せと、黄みを帯びた灰色からなる無彩色の組合せが多いことがわかった。

表3: 各きもの代表色の分類パターン

資料番号	有彩パターン	無彩パターン
19	YORGL	sd GyBk y
28	YRGL	tsd WtGyBk yrb
42	YORPL	tsd WtGyBk yrb
44	YGL	sd GyBk yrbg
88	YORL	ptsd GyBk yr
89	YORPBGL	tsd WtGyBk yrb
99	YORPBL	ptsd GyBk yrb
110	YORGL	sd GyBk yrbg
132	YORL	tsd Gy y
136	YORPBTGL	tsd WtGyBk yrbg
167	RPBT	sd WtGyBk yrbg
168	YBTL	sd Gy yrbg
206	YORTGL	tsd WtGyBk yrbg
244	YORPBTGL	ptsd GyBk ybg
247	YORGL	tsd WtGy yrbg
273	YORPBGL	ptsd WtGyBk yrg
278	YORPTGL	ptsd GyBk yr

4 おわりに

本稿では、デジタルカメラによるきもの撮影画像からきものを代表する色彩情報を抽出する方法、およびそれにもとづく色彩分析の結果を述べた。具体的には次のことがわかった、

- ニューラルネットが表色値推定に使えること,
- 色空間均等分割法によりきものを代表する色彩情報が取得できること,
- 17領のきものに共通な色彩的特徴は、鈍く暗い暖色系の有彩配色と黄みを帯びた灰色の無彩配色であること。

今後の課題としては、

- ニューラルネットの色推定精度の向上,
- 微細な部位の色の扱い,
- きものの全体画像の色と、接写画像の色との関連付け,

などがあげられる。

謝辞

国立歴史民俗博物館の澤田和人、鈴木卓治両氏には、きもの資料の選択、撮影の実施面でお世話になりました。また、電気通信大学の吉識

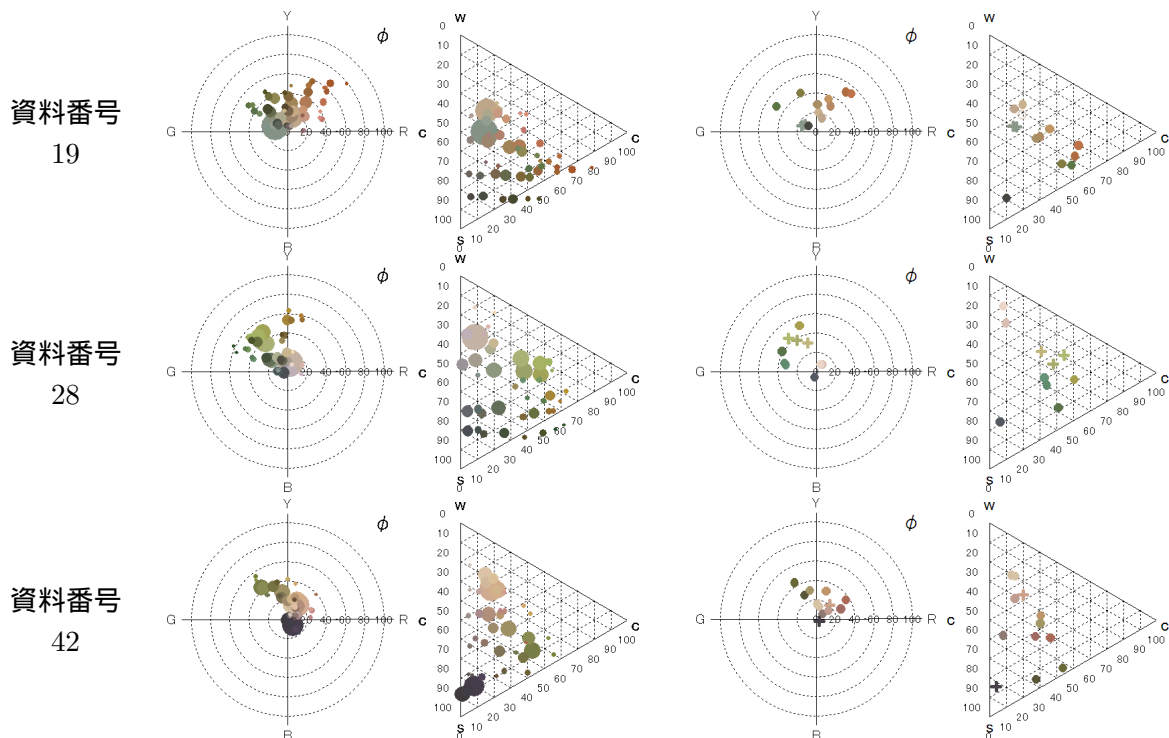
香代子、高橋みのり両氏には、データの評価や処理の面で、貴重なアドバイスをいただきました。深く感謝します。

参考文献

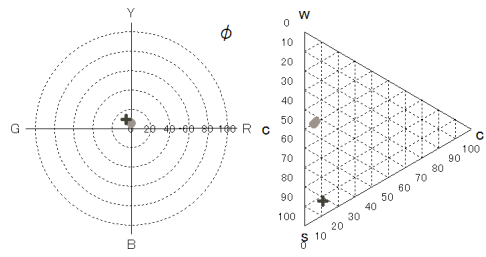
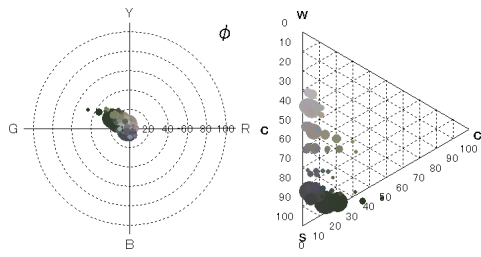
- [1] D. C. Gluckman, S. S. Takeda: When Art Became Fashion – Kosode In Edo-Period Japan, Weatherhill・Los Angeles Country Museum of Art, 1992.
- [2] 国立歴史民俗博物館：江戸モード大図鑑 — 小袖文様にみる美の系譜 —, NHK プロモーション, 1999.
- [3] 小林光夫, 小川佳美: 江戸時代の“きもの”資料に対する色彩分析の試み, カラーフォーラム JAPAN2002 論文集, pp.47-50, 2002.
- [4] KOBAYASI Mituo, YAMAGUCHI Takeshi, OGAWA Yoshimi: An Analysis of Color Features of Japanese Traditional Robes “Kimono” in Edo-era, Proceedings of AIC Color 2003.
- [5] SUZUKI Takuzi, KOBAYASI Mituo: Accurate Recording of Color Information of Museum Materials by Digital Still Cameras –In Case of “Ukiyoe” and “Kimono”–, Proceedings of AIC Color 2001 SI, Color & Textiles, pp.212-218, Maribor, Slovenia, 2002.

付図：NCS 色空間における各きものの代表色の分布

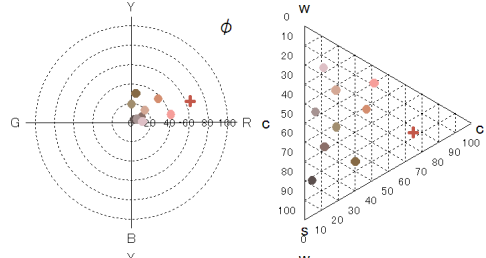
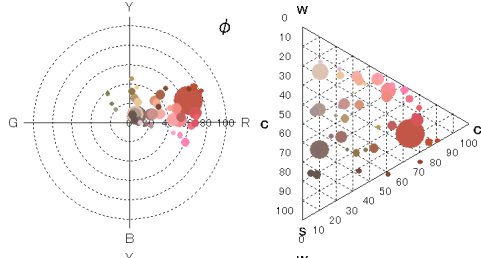
左側の色円および色三角形は、色空間均等分割法による代表色の分布。円の半径は面積比に相関。右側の色円および色三角形は、主観的な選出による代表色の分布。



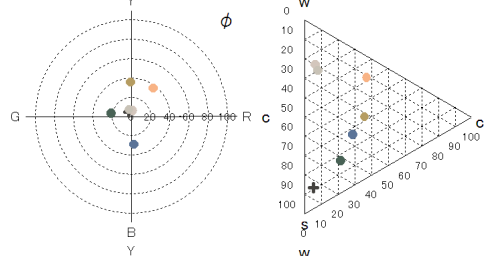
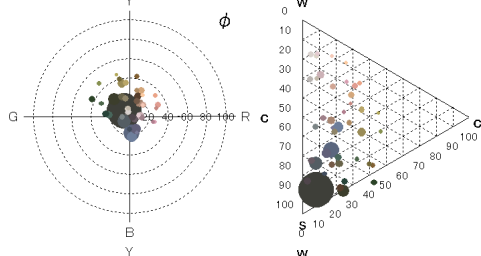
資料番号
44



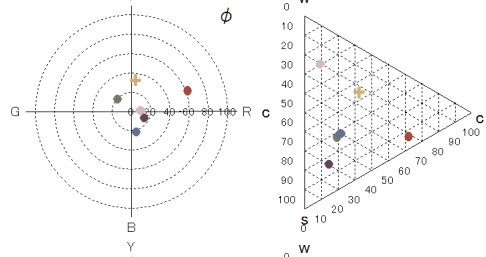
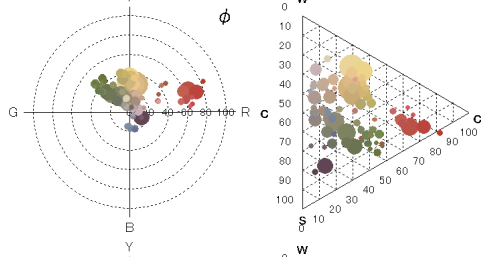
資料番号
88



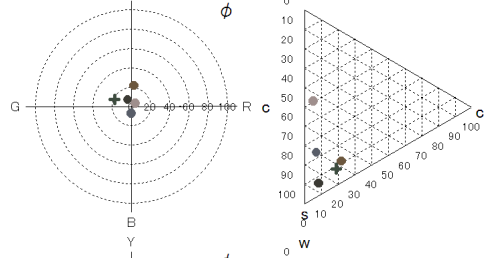
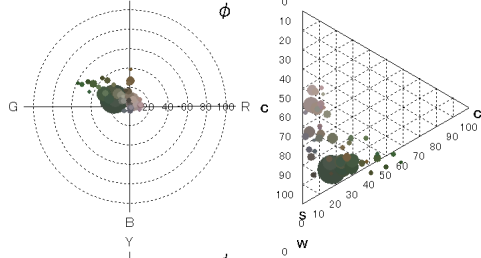
資料番号
89



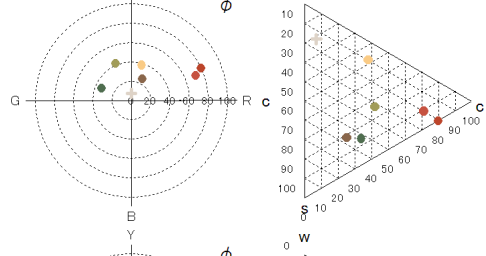
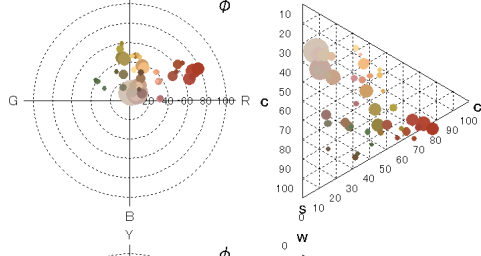
資料番号
99



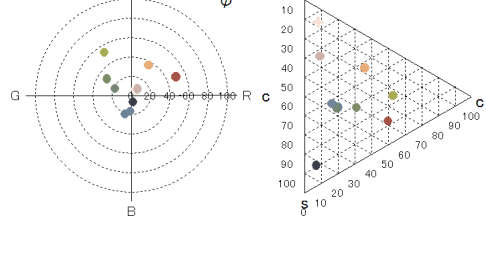
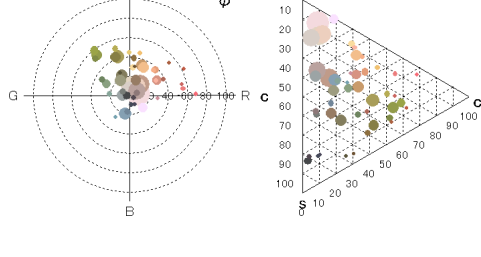
資料番号
110



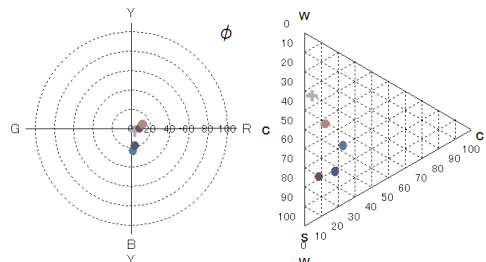
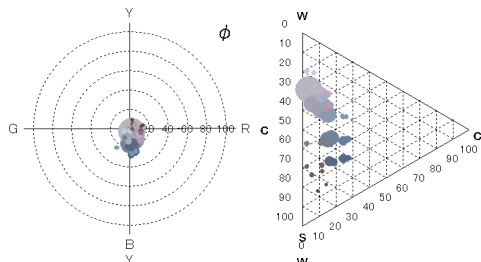
資料番号
132



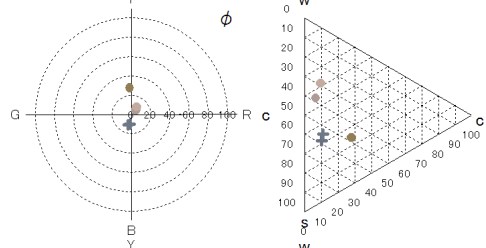
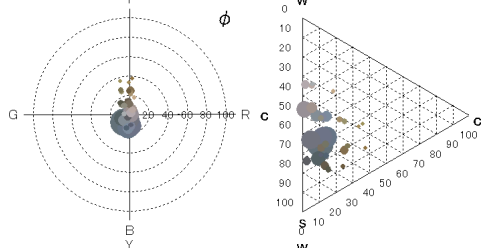
資料番号
136



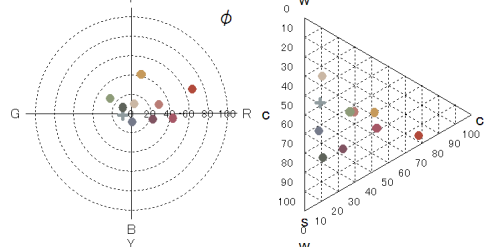
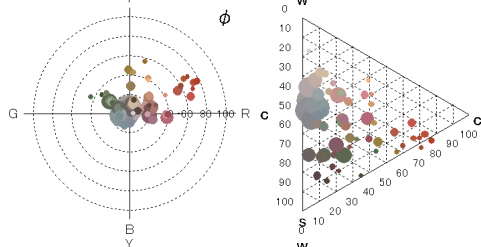
資料番号
167



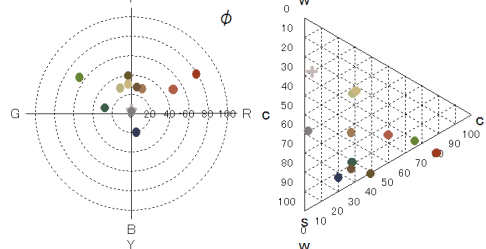
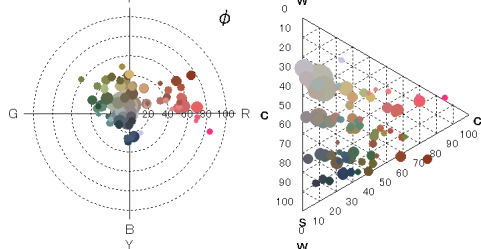
資料番号
168



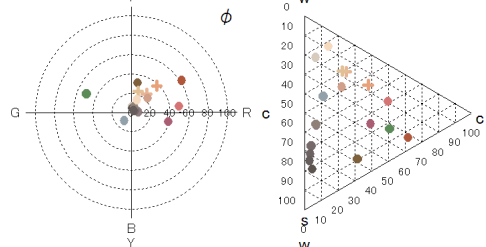
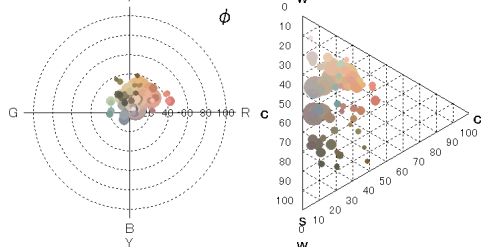
資料番号
206



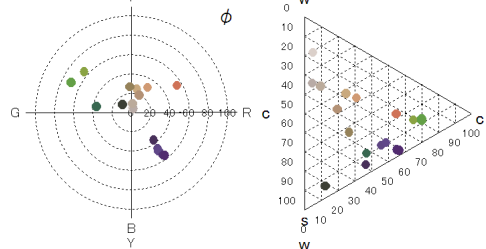
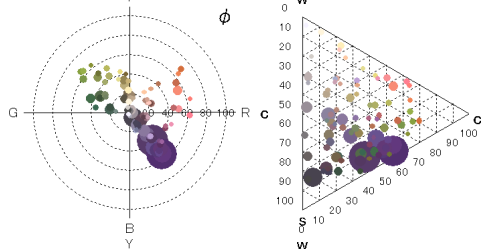
資料番号
244



資料番号
247



資料番号
273



資料番号
278

