

研究ノート

平面作品分析のための デジタル画像における色情報の利用について

井上 智史

【要旨】 デジタル画像（ビットマップグラフィックス）から、色の数値を取得することは、比較的容易に行える。色相、明度、彩度などの数値を可視化する事は、既存の作品の色彩構成を分析するだけでなく、従来、絵具やカラーチップで行ってきたような色彩に関する実習を、コンピュータで行うための基盤にもなる。平面作品の色の数値を可視化するプログラムを作成し考察を行った。

【キーワード】 色彩 色彩構成 色彩調和 色情報 デザイン教育

1. はじめに

デザインの分野において、初学者が色の基本や色彩調和などについて学ぶ際には、ポスターカラーやカラーチップを用いた実習を行うのが一般的である。ポスターカラーであれば、均一の色面による色彩構成を行う作業、カラーチップであれば、単色のチップを台紙に貼る作業などを通じ、色相、明度、彩度や色彩調和に関して学習する。デザインを学んだ者であれば、誰しも一度は経験する実習であり、教材なども市販されている¹⁾。

その際に、色を取り扱う場合のモデル（ものさし）として併せて学ぶのが表色系である。「マンセル表色系」「オストワルト表色系」、加えて日本では「PCCS表色系」が一般的であり、これらは、色相、明度、彩度の色の三属性を、心理的、物理的側面から、記号や数値として表記するシステムである。また、三属性は、三次元の空間上に、色立体として表現される。この、数値、記号による色の表記や、色立体としての色の把握もまた、デザインを学んだ者には一般的である。

他方、今日、コンピュータのアプリケーションを利用し、デザインワークや、画像処理を行う場

合、RGB、CMYK、HSBなど複数のカラーモードを、用途に応じて使い分ける。当然、その場合、色は数値で表現され、色の指定も数値で行う。

今回の調査と考察は、デジタル画像の色情報の可視化が容易であることに加え、マンセルなどの表色系にもとづいて考えられていた、従来の色彩調和を、コンピュータのカラーモードに添って考えることはできないか、それができれば、カラーモードにもとづいた初学者向けの色彩教材の開発や、実習の基盤として利用できるのではないかと考えたことが発端となっている。

2. デジタル画像の色情報の可視化と調査

2.1 既往のソフトウェア

デジタル画像から色情報を取得し、可視化するという試みは、目新しいことではない。『カラー・アズ・ア・コンセプト—デジタル時代の色彩論』²⁾という1997年発行の書籍は、「デジタル時代の色彩論」というサブタイトルからも伺えるように、その代表的かつ先駆的な事例の一つである。付属のCD-ROMに、Adobe Photoshopのプラグインが収められており、絵画などのデジタル画像から

色情報を取得し、RGBとCYMKの補色同士が対角にくる立方体の色空間、RGB(CMYK)カラーキューブに色をマッピングするというプログラムを使用することができた。

現在では、Webアプリケーションとして、デジタル画像から部分的に色を抽出し、RGB、XYZ、L*a*b、HSVなど、複数の表色系による数値を取得したり³⁾、色情報と面積比を取得したりするプログラムもある⁴⁾。また、『カラー・アズ・ア・コンセプト』に収められていたプログラムのよう、デジタル画像から抽出した色を、色立体上に各種の表色系にもとづきマッピングする製品も研究開発、市販されている⁵⁾。

デジタル画像が色を数値で取り扱う以上、色の数値をもとに絵画などの作品の分析や、考察を行うことの可能性が、今後、増していくのではないかと考えられる。

2.2 分析用プログラムの試作

色彩の分析といっても、作品平面上の色彩分布の特調が多岐にわたる以上、その作品や作家に応じた分析が必要となる。今回、まずは、冒頭に述べたように、ポスターカラーやカラーチップで行うような、塗りにグラデーションを用いない(塗りむらを利用しない)、均一な色面による構成に、将来的には活用できるような色情報の分析を行うことを念頭においた。そのためには、前述したような、既往のソフトウェアを利用することも可能だが、それらには、色の数値や面積をファイルに出力し、色情報を色立体にマッピングするプログラムがなかったため、単純ではあるが、数値と面積比のみを取得し、色立体上にマッピングするプログラムを試作した。

プログラムの機能は以下の二つである。

- ・スキャニングした平面作品から、色情報をRGB、HSBで取得し、数値をテキストファイル(csv)として保存する。

- ・同じ数値の色をカウントし、作品全体における面積比を取得、それに応じた半径の円(球)を、

HSBの色立体(円柱状)に配置する。

以上のプログラムによって取得した色、面積情報を考察の対象とした。

2.3 分析対象の作品の選定

均一な色面からなる複数色による構成の分析対象として、ジョセフ・アルバースによる「正方形讃歌」シリーズを選択した。

「正方形讃歌」シリーズは、複数の正方形によるシンプルな構成と色彩実験の一つの極致であり、色彩を主とした抽象表現の代表であること、またアルバースには、*Interaction of Color*という色彩実習の作例をまとめた著作⁶⁾があり、色彩論の分野でも参照される作家であること、いずれは、その*Interaction of Color*の理論、実習例も分析の対象としたいと考えていることが、その選択理由である。今回は掲載していないが、作品を選択する過程で、アルバースのその他の抽象作品の数値情報を取得することも試みている。

また、調査をすすめる中で、作品内の図形の面積比の比較も、作品の構成を分析するのに有効ではないかと考え、カジミール・マレーヴィチの作品も、補足的に調査を行った。

2.4 調査手順とプログラムの概要

調査対象とする「正方形讃歌」は、異なる色面の、四つないしは三つの正方形が重ねられた作品シリーズである(図1)。今回は、比較的シリーズがまとまって掲載されている書籍、*Formulation: Articulation*⁷⁾から、30点を対象とした。厳密な色彩再現は印刷された書籍からは困難であるため、今回は、相対的な色の関係を調査することを目的としている。

四色ないしは三色のそれぞれ均一な色面からなる作品であるため、そのままスキャニングをして数値を測ると、印刷やスキャニングの状態による色むらを拾ってしまう。数値を読み取るプログラムで平均化を行うことも考えたが、今回の作業手順としては、あらかじめ、スキャニングした画像

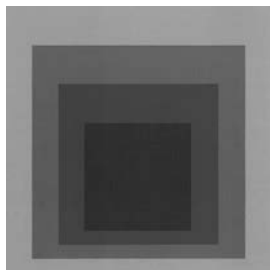


図1 「正方形讃歌」シリーズの一つ

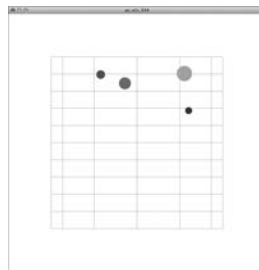


図4 プログラムの出力（正面）

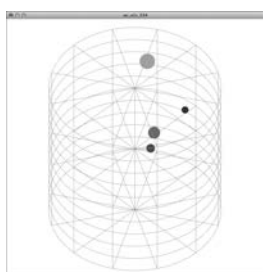


図2 プログラムによる色情報の配置

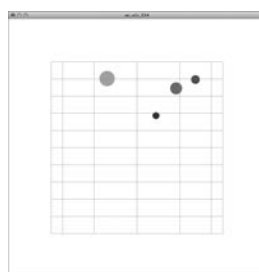


図5 プログラムの出力（左側面）

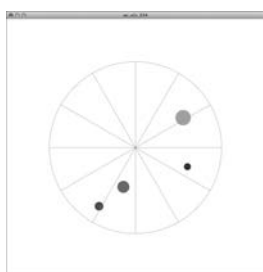


図3 プログラムの出力（上面）

```
h:110.16393 s:64.210526 b:37.2549 r:1254520/7767368.0=16.15116%  
h:197.14285 s:47.727272 b:69.01961 r:2172868/7767368.0=27.974316%  
h:57.761192 s:65.36585 b:80.39216 r:2774222/7767368.0=35.716373%  
h:211.85185 s:80.19802 b:79.21569 r:1565758/7767368.0=20.158154%
```

図6 HSB値と面積比の取得

のカラーモードを、Adobe Photoshop を用いて、三色ないしは四色に限定したインデックスカラーに変更することにした。

プログラムは、画像ファイルを読み込むと、使用されている色と同色の球体を、面積比を半径として、HSV 色空間を想定した円柱内に配置する（図2）。図1の作品画像を読み込み色情報を配置した円柱の、上面を出力した結果が図3である。HSBのH（色相）の0°（赤）を12時の方向とし、時計回りにHの0～360°の値に添い色が配置されている。円周上はHSBカラーモードの色相環となる。円の半径方向がHSBのS（彩度）であり、円周が最も高彩度、中心が最も低彩度であ

る。円柱の正面を出力した結果が図4、左側面を出力した結果が図5である。これらの図の上下方向がHSBのB（明度）であり、上方が高明度、下方が低明度となる。プログラムは、取得したRGB、HSBの各値と、作品全体のピクセル数における一つの色のピクセル数の割合（出力結果では球体の半径に相当）を、テキストファイル（csvファイル）として保存をする。

このプログラムにより、上面より各色間のHとSの関係性が、正面と側面図からBの関係性が、また各色の大体の面積比が確認できる。併せて数値を確認することで、詳細な分析が行えるのではないかと考えた。

3. 色情報の調査、分析

3.1 「正方形讃歌」の基本構造とパターン

「正方形讃歌」の基本グリッドは、作品全体の正方形が10×10に分割されたグリッドである。二つ目の正方形が、8×8の64グリッド、三つ目の正方形が、6×6の36グリッド、四つ目の正方形が、4×4の16グリッドの大きさであり、内部の正方形は大きさ順に、上辺から1.5グリッドの倍数の位置に配置されている(図7)。その中から四つの正方形が使われる場合と、三つの正方形が使われる場合がある。

その正方形の塗り分け方で、この作品のシリーズは4グループに分類できる。それぞれの外側の正方形から内側の正方形への色面の面積比(グリッド数)は、以下ようになる。

グループ A. 36 : 28 : 20 : 16

グループ B. 36 : 48 : 16

グループ C. 36 : 28 : 36

グループ D. 64 : 20 : 16

それぞれのグループごとに、色相、彩度、明度などの関係に特徴があるのではないかと考え、プログラムにより計測した色の数値、および出力結果をもとに分析を行った。

3.2 明度(B値)と色相・彩度の分析

行った分析の一つは、各作品の外側から内側の正方形への、明度(B値)の変化を、グラフにすることである。図8の作品の明度(B値)を、折れ線グラフとしたのが図9である、継続的(連続的)な変化量ではないため、本来であれば折れ線グラフとするのは不適切だが、複数の作品を比較することも考えると、折れ線グラフが一番分かりやすいと考えた。この分析に関しては、明度(B値)のみではなく、RGBから算出した輝度に関するものも行っている。図4、図5のような出力結果と併せて参照すると、使用されている色の段階的変化が分かりやすくなるという点では、このように色を出力したりやグラフにするというのは、特に、

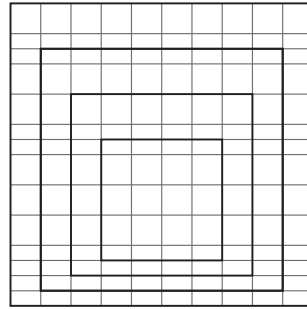


図7 「正方形讃歌」の基本グリッド

色相、明度、彩度に詳しくない初学者にはメリットがあるように思う。しかしながら、明度(B値)にしろ、輝度にしろ、色彩構成の理論として参照される、マンセル表色系などにおける明度の感覚と、ずれを感じるのも事実である。もしこのような分析を行うのであれば、HSBのS値とB値の変化と、マンセル表色系における明度(あるいは彩度)などの変化を対応づけながら分析を行えるような、従来の色彩理論とコンピュータのカラーモードを関連づけられる分析手法を考える必要があると思われた。

次に色相と彩度の分析として、出力結果の上面図を、グループごとに全て重ねて表示させたのが図10である。使用されている色に関して、一定の傾向を見て取ることは可能である。この際、選ばれた色相と、明度、彩度の関連性を見ていけば、このシリーズにおける作者の意図を、比較的論理的(数値的)に説明できるようにも思う。しかしながら、こちらも、従来の色彩理論とコンピュータのカラーモードを関連づけられるかどうかによって、分析の確からしさや、色彩理論に利用できるような分析となるかが、変わってくるように思われた。

図9で行ったような作品ごとの明度(B値)の変化のグラフを、グループごとに一つのグラフとしてまとめたのが図11である。こちらも一定の傾向を見て取ることは可能である。サンプル数が少ないので、確からしさに疑問はあるが、黄色など高彩度の色が選択されている場合(図11の

o2s_062～065)は、外側から内側への正方形の順に、緩やかに一定に(直線的に)明度(B値)を上げ、最後、中央の無彩色の正方形に至って少し下げているのではないかと推察される。他方、緑や青などが用いられている場合(図11のo2s_108、118、119)は、中央の正方形を同程度(10%～12%)の低明度(B値)とし、最も外側の40%程度、もしくは60%から70%程度の明度から、段階的に下げていっているのではないかと推察される。もちろん同内容のことは、作品を並べて眼で見ても分析することは可能であるが、数値としてみると、当初の予想よりも、一定の明度(B値)の変化が明瞭ではないかと思われた。作品の傾向や、初学者の構成の偏りなどを、眼で見分けるように説明する手法としては、可能性が感じられる。こちら、従来の色彩理論とコンピュータのカラーモードを関連づけと併せて、引き続き、分析手法を検討し、対象作品数を増やし分析を行いたいと考えている。

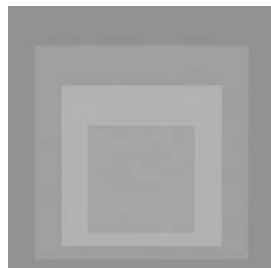


図8 パターンAの作品の一つ

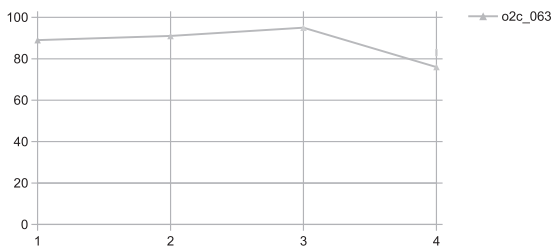


図9 図8の作品の明度(B値)の変化

3.3 分析手法の今後の課題

前述した、HSB値(やRGB値など)と従来の色彩理論との関連づけに関しては、マンセル値との計算による変換は容易ではないが、例えば、印刷用の(DICやTOYOの)特色カラーチップなどを用いれば、作品の印刷面からRGB値やマンセル値をある程度、推察することができる。そのような調査を行えば、それらを関連付けて分析できるように思われた。今後は、今回対象とした作品のマンセル値による分析と、今回の調査結果などを併せて調査、分析したいと考えている。

分析用のプログラムで面積比を出すと、通常で0.2～0.4%、最大で1.2%程度の誤差が生まれる。これは印刷やスキャンの状態、インデックスカラーに変換する時の誤差などの理由が考えられるが、もともとの作品の状態にも、多少の面積比の揺らぎがあるものと思われる。配色の全体像を捉えるには問題ない誤差といえるが、手順の検討で精度を上げる工夫が必要かもしれない。

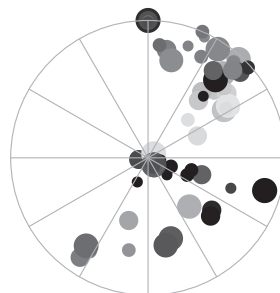


図10 作品グループAの色相と彩度(H値とS値)

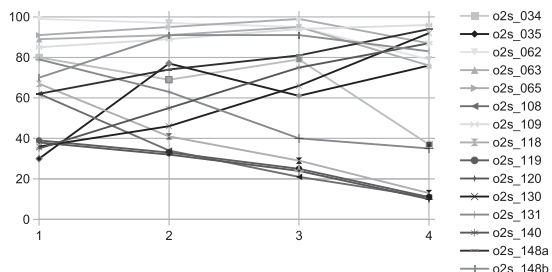


図11 作品グループAの明度(B値)の変化

4. 面積比の調査、分析

今回、試作したプログラムは、画面全体に対する、同色面の割合も取得、出力するようにしている。これは、均一の色面による構成においては、その比率も大切ではないかと考えたからである。

そこで、複数の色面からなる作品の面積比の調査を、補足的に行った。図12は、カジミール・マレーヴィチによる作品である。画面右に四角形が二つ上下に並んで描かれており、上が赤、下が黒である。その他に、菱形や細い線が赤で描かれ、円と四角形が数色で描かれている。背景色を含む、各色面の面積比が図13である。黒の割合が約19.9%、赤の割合が18.9%である。続いて、黄、青、赤（少し紫が強い赤）、緑の順に、4.5%、1.6%、1.3%、1.2%となっている。黒と赤で1%の違いがあるが、ほぼ同じ比率で画面内に描かれたと捉えることは可能だろう。また、面積が小さい方からの三色は、形状が異なるものの、ほぼ等しい面積として描かれたと捉えることも可能である。

図14は、同じくマレーヴィチによる単色の作品である。背景を除き、色面の合計面積に対する各四角形の面積が、34.2%、27.1%、18.6%、9.1%、5.9%、2.9%、1.5%、0.7%となっている。小さい方から四つの四角形は、概ね二倍の面積で小さく（大きく）なっており、大きい方から四つの四角形は（一番大きい四角形だけ、少しずれるが）、9%の倍数になっているようにも思われる。

このような面積比の分析は、捉え方が難しいところである。比率を基準に構成を行っても、微妙に比率をずらした方が、バランスが良くなる場合があることは、デザイナーの経験則としてある。従って、単純に、面積比に規則性が見つかったからといって、それが構成のルールになると結論づけることはできそうにない（むしろ比率からのずれに注目した方が、構成のバランスを考察するには有効かもしれない）。しかしながら、図14の調査において、大きい方から四つの四角形が、9%の倍数に近いと思って改めて作品を見ると、四番

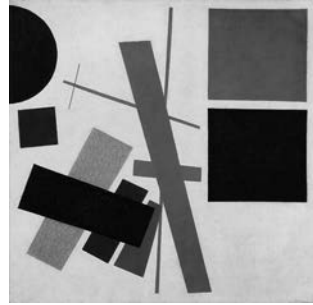


図12 カジミール・マレーヴィチの作品⁸⁾

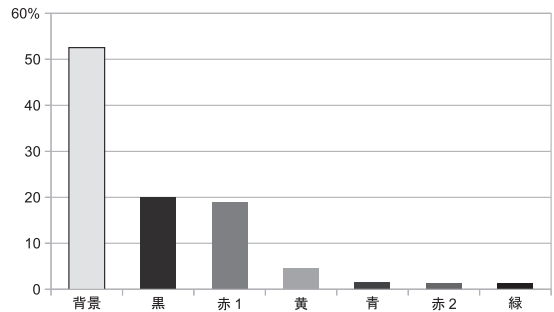


図13 図12の作品における色面の面積比

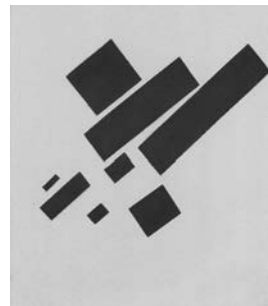


図14 カジミール・マレーヴィチの作品⁹⁾

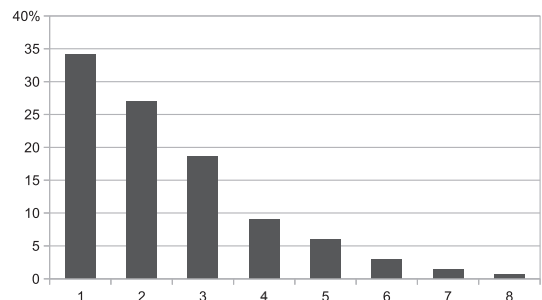


図15 図14の作品における四角形の面積比

目に大きい四角形の一边を基準に、各図形の大きさを定めたようにも見えてくる。単純は述べられないが、このような面積比から構成を説明することにも、有用性があるのではないかと感じられた。

5. 教育、教材への展望

本稿の冒頭に述べたように、従来の色彩教育の入門的実習では、ポスターカラーやカラーチップを使用することが多かった。コンピュータのアプリケーションを用いてデザインをすることが、ほぼ前提となっている今日、その教育の本質や効果を損なわずに、単純な手作業の労力を軽減し、かつ、アプリケーションの利用を前提とした場合に有効な、色彩教育の手法や教材については、今後、検討の必要があるだろう。

先に述べた、アルパースによる *Interaction of Color* は、近年、その iPad アプリ版が配布され、コンテンツが販売されている¹⁰⁾。これは、書籍に掲載された実習をタブレット PC 上でシミュレートできるアプリである。従来の色彩実習¹¹⁾を Adobe Illustrator のようなアプリケーションを用いて行う、といった実習にも意味は大きいと考えるが、色彩実習専用のアプリケーションは、これからの教育を考える場合、重要な検討事項だろう。

今回の分析・調査を行うに伴い、従来の色彩実習をシミュレートするアプリケーション以外の可能性にも思い至った。

- ・既存の（名作と呼ばれる）作品から抽出した色を用いて色彩構成が行える。
- ・色面の形態を短時間で構築できる。
- ・色立体から色を抽出、選択できる。
- ・色面の状況を、リアルタイムでモニタリングしながら色彩構成が行える。

以上のようなアプリケーションも考えられるだろう。デジタル環境におけるデザイン教育の課題として、今後、検討したい。

注および参考文献

- 1) 日本色研からは『デザインの色彩』や『色の学習 中学校用美術科演習セット』などのワークブックが販売されている。
- 2) 『カラー・アズ・ア・コンセプト—デジタル時代の色彩論』（藤幡正樹 美術出版社 1997）
- 3) 「TOCOL PhoTocolor Tool」
http://www.tocol.net/e_photocolortool.php
- 4) 「カラー成分測定 色とりどり」
<http://ironodata.info/extraction/irotoridori.php>
- 5) 「FeelimageAnalyzer」
<http://www.feelimage.jp/analyzer/index.htm>
- 6) *Interaction of Color: New Complete Edition*, Josef Albers, Nicholas Fox Weber, Yale University Press, 2009
上記のペーパーバック版が以下。
Interaction of Color: 50th Anniversary Edition, Josef Albers, Nicholas Fox Weber, Yale University Press, 2013
- 7) *Formulation: Articulation*, Josef Albers, Thames & Hudson, 2006
- 8) *Suprematism: Nonobjective Composition*, 1915, Kazimir Malevich
- 9) *Suprematist Composition (with eight red rectangles)*, 1915
8、9の出典はいずれも、*Kazimir Malevich and the Russian Avant-Garde: Featuring Selections from the Khardziev and Costakis Collections*, Walther König, 2014 より。
- 10) *Interaction of Color App for iPad*
<http://yupnet.org/interactionofcolor/>
- 11) 従来の色彩実習の例としては、以下がよくまとまっている。
『色彩の学校—色彩論とデザイン原理を探り、表現するための50の実験』（リチャード・メー ル 平谷早苗編 株式会社Bスプラウト訳 2014）

Regarding the Utilization of Color Information in Bit-Mapped Graphics for Analysis on Two-Dimensional Art Works
by Satoshi Inoue

[Abstract] It is relatively easily to acquire digital information such as a hue, value, and chroma from a digital image (bit-mapped graphics) these days. By analyzing and visualize the numerical value, the color constitution of the existing art work is able to be analyze also. In addition, the former practice on color analysis performed by paints and color chip will also be the foundation when practicing it on a computer. A program that acquires and visualizes the numerical value of the color on two-dimensional art works has been created, and the findings has been considered.

[KeyWords] color, color composition, color harmony, color information, design education

[カラー図版]

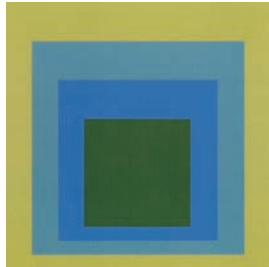


図1 「正方形讃歌」シリーズの一つ

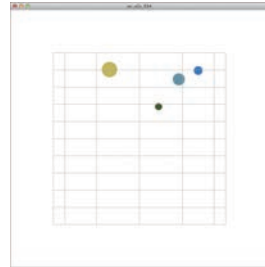


図5 プログラムの出力（左側面）

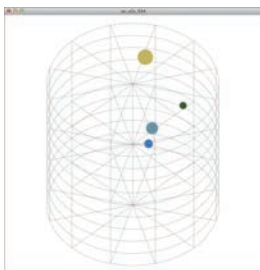


図2 プログラムによる色情報の配置

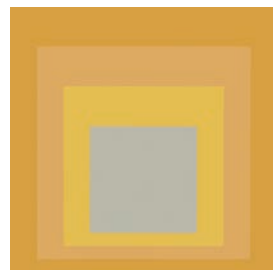


図8 パターンAの作品の一つ

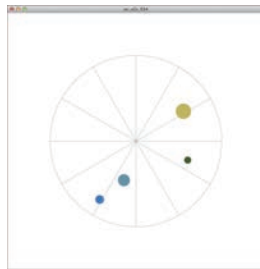


図3 プログラムの出力（上面）

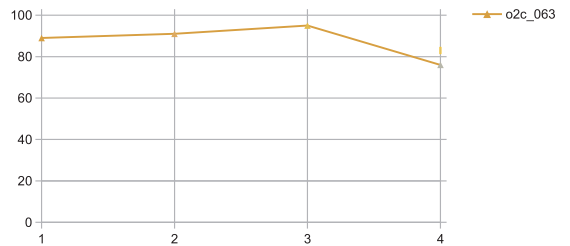


図9 図8の作品の明度（B値）の変化

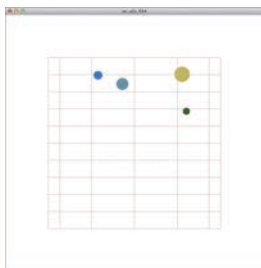
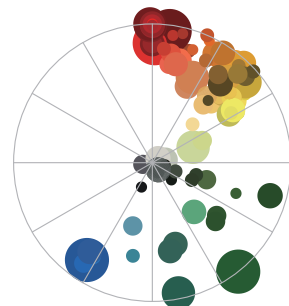


図4 プログラムの出力（正面）



参考 全ての作品の色相と彩度（H値とS値）

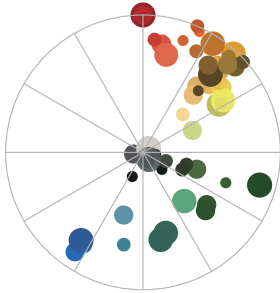
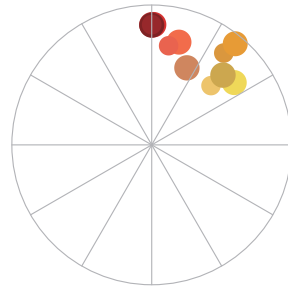


図10 作品グループAの色相と彩度(H値とS値)



参考 作品グループCの色相と彩度(H値とS値)

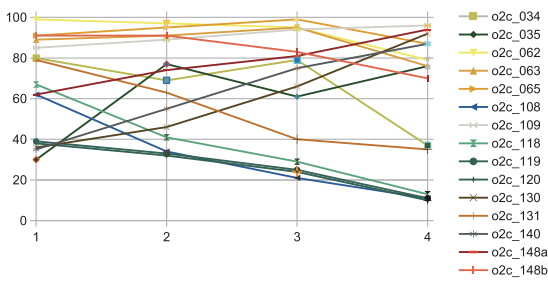
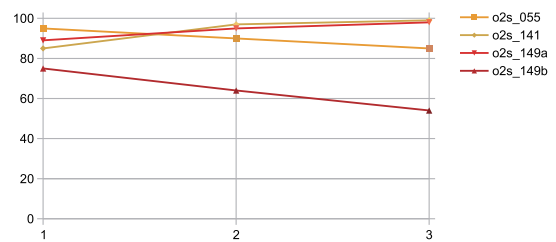
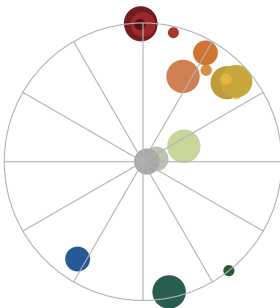


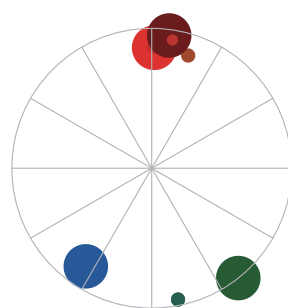
図11 作品グループAの明度(B値)の変化



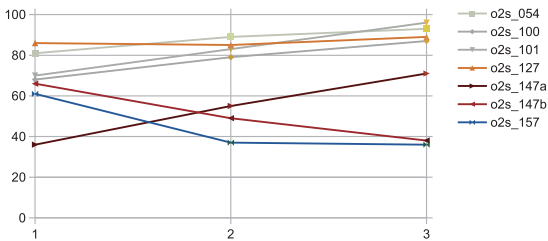
参考 作品グループCの明度(B値)の変化



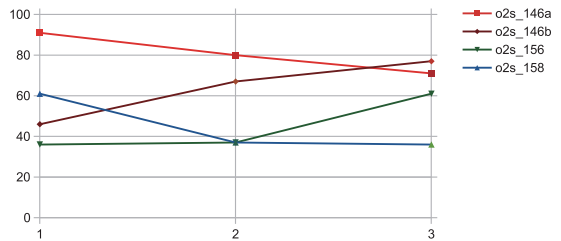
参考 作品グループBの色相と彩度(H値とS値)



参考 作品グループDの色相と彩度(H値とS値)



参考 作品グループBの明度(B値)の変化



参考 作品グループDの明度(B値)の変化