

感性情報の印象表現における色の役割

若田 忠之

The function of color in expressing impressions of kansai informatoion

Tadayuki WAKATA

要旨:

本稿では絵画、香り、音楽、映画、食品等の人の感性に働きかける外部情報のことを「感性情報」と定義し、人が感性情報から受け取る要素の一つとして「印象」について論じる。本稿で示す研究成果の発展としては色を用いた感性情報の印象表現を目指す。ここではその基礎となる色の「明るさ」と「あざやかさ」および色の明るさとあざやかさを組み合わせた「Brilliantness」に対応する印象次元について整理する。これまでの研究として、色と香り、色と音楽のように色と他の感性情報を組み合わせた印象評価を行ってきた。それに加えて色については明るさとあざやかさの心理評価および印象評価についても検討した結果、両者と色の印象の間には対応関係があることが示されてきた。各研究の独立した実験結果について、色の明るさ、あざやかさを介して印象次元を整理すると、各研究結果で共通する印象次元があることが示された。さらに、Brilliantnessを用いることで明るさ、あざやかさが対応する印象次元のいずれについても整理できることが示唆された。

キーワード：色、香り、音楽、印象

1. はじめに

1. 1. 序論

まず、本稿においては絵画、香り、音楽、映画、食品等の人の感性に働きかける外部情報のことを「感性情報」と定義する。そのうえで、「感性」については明確な定義がないが、「人の心の動き」であるという大枠については多くの定義に重なる点である。つまり、本稿における感性は人が「何か」を感じることをそのものを指す。

感性情報から受ける印象や感情といった心の動きは確かに存在する一方で、それを完全な形で外部に表出することは困難である。主な手段としては言語情報による表出であるが、全てのことを言語化出来るわけではない。

そこで、本稿においては色を用いた感性の表現について論じることとする。

1. 2. 印象と感情

本稿では感性の中で「印象」について焦点を当てるが、しばしば印象と感情も混同されて扱われることが多い点も指摘できる。例えば「色彩感情」という表現がなされることがあるが、ここでは「おもしろい-つまらない」といった項目も含まれる。

印象にせよ感情にせよ、「こころの動き」であることについては同じであるが、帰属対象が異なると考えることが出来る。まず、感情については感情をもつ人自身に帰属すると考える。感情の発生や変化の要因が外部にあったとしても、その帰属対象は感情をもつ人、本人である。例えば、「楽しい気分になった」という場合には、楽しい気分になる要因(友人と遊ぶ、欲しいものを入手するなど)があつたとしても、楽しいのは自分自身である。感情は時系列的に起伏を伴って変化したり、突然発生することもある。

一方で、印象については対象に帰属する。例えば、景色を見たときに「美しい」と感じた場合には、その対象である景色に帰属する。印象の感じ方は成長や経験にともなう緩やかな変化はあつたとしても、基本的に変化のブレは少ないと考えられる。変化の例をあげると、子供のころに「かわいい」と思っていたキャラクターを大人になってから見るとあまり「かわいい」と感じない場合や、物語の登場人物で初登場時はあまり魅力的でなくても、活躍を見るうちに魅力的に感じる場合などがある。

また、感情は時系列な変化を伴い、相互に強く影響を受ける。気持ちが落ち込んでいるときに面白い映画を見てもあまり笑えないなどがある。その一方で、印象についてはどのような感情状態でも美しい形式は美しいと感じ、暗い色は暗いと感じる。このように、本稿では印象と感情は切り分けて用いることとする。

1. 3. 色を用いた感性情報の整理

人は香りや音楽といった感性情報からも印象を受け取るが、その印象については詳細に言語化することが難しいことが指摘されている(神宮ら; 2006)。特に香りについては表現するための語彙も少なく、主な表現語彙は他の感覚に紐づくものが多い(甘い: 味覚, やわらかい: 触覚 など)。また、「～のような」といった比喩表現も多用される。

そのうえで、感性情報と色を対応づけた研究がいくつかみられ、色と香り、色と音楽などについて検討が行われている(Kemp & Gilbert; 1997, 坂井ら; 2006, Marks; 1975, Melara; 1989, 長田; 2010)。それらの結果から、色を仲立ちとして感覚情報を整理することが可能であることが示唆されている。これらの背景を受け、色を介して他の感覚情報の印象を表現できるのではないかと考えた。

1. 4. 色の印象次元

色の印象次元についてはこれまでも様々な研究が進められており、心理学研究において感性情報に対する印象やイメージは、Semantic Differential (SD) 法やリッカート尺度法、Visual Analog Scale (VAS) などを用いて観察することが行われており、色の印象次元は概ね3因子程度に収束することが示されている(表1)。

1. 5. 色の表現方法 1: マンセルシステム

色は光の波長で定義され連続的に変化することから、「色々な」という表現があるように特定の色を指定するための方法が必要となる。そういった色の表現方法は「表色系」と呼ばれ、様々な種類のものがある。ここでは、その

表 1. 色の印象次元

	神作 (1963)	Oyama, et. al. (1965)	中川ら (1984)	大山ら (1993)	横ら (2007)
刺激数	配色39組	119色	75色	16色	168色
表色系	PCCS	Munsell	PCCS	Munsell	PCCS
方法	SD法	SD法	SD法	SD法	SD法
項目数	20	13	12	24	7
評価段階	9段階	7段階	不明	7段階	7段階
因子数	4	3	3	4	3
回転	不明	バリマックス	バリマックス	バリマックス	バリマックス
項目	・感じが悪い	・好きな-嫌いな	・好き-きらい	・良い-悪い	・派手な-地味な
	・感じが悪い	・美しい-美しくない	・きれいな-きたない	・好きな-嫌いな	・落ち着きの有る-
	・好き-嫌い	・自然な-不自然な	・明るい-暗い	・美しい-汚い	・落ち着きのない
	・粋な-野暮な	・動的な-静的な	・派手な-地味な	・潤いのある-	・澄んだ-にごった
	・洗練された-	・あたたかい	・澄んだ-にごった	・カサカサした	・明るい-暗い
	・ひなびた	・つめたい	・濃い-うすい	・自然な-不自然な	・やわらかい-かたい
	・調和-不調和	・派手な-地味な	・軽い-重い	・広がりがある-	・暖かい-冷たい
	・きれいな-きたない	・陽気な-陰気な	・かたい-やわらか	・広がりがない	・好きな-嫌いな
	・さっぱりした-	・安定-不安定	・強い-弱い	・安全な-危ない	
	・こってりした	・明るい-暗い	・暖かい-冷たい	・安定した-不安定な	
	・融け合った-	・強い-弱い	・陽気な-陰気な	・澄んだ-濁った	
	・ぼらぼらな	・くどい-あっさり	・静かな-動的な	・暖かい-冷たい	
	・明るい-暗い	・かたい-		・騒がしい-静かな	
	・陽気な-陰気な	・やわらかい		・動的な-静的な	
	・派手な-地味な	・重い-軽い		・派手な-地味な	
	・強い-弱い			・強い-弱い	
	・柔らかい-硬い			・荒い-繊細な	
	・暖かい-寒い			・くどい-あっさりした	
	・軽い-重い			・軽い-重い	
	・若々しい-			・明るい-暗い	
	・年寄りみた			・陽気な-陰気な	
	・鋭い-鈍い			・新しい-古い	
	・はっきりした-			・ゆるんだ-緊張した	
	・ぼんやりした			・鈍い-鋭い	
	・澄んだ-濁った			・はっきりした-	
	・動的な-静的な			・ぼんやりした	
				・柔らかい-硬い	

中でも「顕色系」のシステムを取り上げる。顕色系として最も有名な表色系の1つとしてマンセルシステム(修正マンセルシステム: 以下マンセルシステム)が挙げられる。アメリカの画家・美術教育者のアルバート・マンセルによって1905年に発表され、その後1943年にアメリカ光学会によって修正が加えられた。マンセルシステムでは色を色相、明度、彩度の3属性で定義する。色相は「色み」を表し、赤系の色や青系の色といった色相の系統を表現する。明度は文字通り「明るさ」を表し、純粋な明度のみの色のスケールとしては無彩色(白～灰～黒)を用いる。最後の彩度は色のあざやかさを表し、色相と組み合わせて用いる。いわゆる純色や原色と呼ばれるようなはっきりとした色みの状態は彩度が高く、一方でほとんど色みを感じないような色は彩度が低い状態であり、彩度0の状態は無彩色と呼ばれる。

各属性は数値の割り振りが決まっており、色相については全体で100種類に分割される。まず、主要な色相である赤、黄、緑、青、紫を等間隔に円環状に配置し、次にその中間色を設定する(黄赤、黄緑、青緑、青紫、赤紫)。これで10色相となる。さらに、各色相を10段階に細分化することで、計100色相の分割となる。

明度については白～灰～黒までの間を、理想的な白(明度10)および理想的な黒(明度0)の間を等段階に切り分ける。大まかには1刻みの11段階で表現されるが、8.5や5.5のような中間の段階を用いた表現も可能である。ただし、明度10および0は理論値であり、実際に色票として用いられているのは最高明度「9.5」、最低明度「1.0」となる。

彩度についてはさらに複雑であり、色相ごとにスケール幅および最大値が異なる。いずれの色相においても最低彩度が1であることは共通するが、最大値については青緑の8から黄の14と幅がある。

マンセルシステムでは色相: Hue, 明度: Value, 彩度: Chromaの頭文字をとってHVCと呼ばれる表記方法がある。例えば「5R 3/7」と表記した場合には赤系5番目の色相(Hue), 明度(Value)3, 彩度(Chroma)7の色であることを意味する。マンセルシステムは顕色系の表色系であることから色見本が存在し、その見本においてどのような色かを確認することができる。色見本として存在しない場合にもその範囲の色であれば表現自体は可能である。マンセルシステムは「色のものさし」として実用面で優れており、長らく工業の場面やデザインの場面で使われてきた。

1. 6. 色の表現方法 2: PCCS

上記の通りマンセルシステムは「色のものさし」といった観点では非常に優れている反面、特に彩度について色相ごとに値が異なるなど、直観的な使い方にはやや難があった。そこで、本稿では日本において日本色彩研究所が開発

した Practical Color Co-ordinate System(日本色研配色体系):PCCS を取り上げる。PCCS では心理的な色の感じ方に配慮して色相, 明度, 彩度の属性が定められており, 明度と彩度を複合した「トーン」という属性をもつのが大きな特徴である。

まず, 色相については心理 4 原色と呼ばれる赤, 黄, 緑, 青の 4 つの色相を配置し, その補色(混色したら無彩色となる色の組み合わせ)を対角に置き 8 色相とする。その後抜けている中間の 4 色相を追加し, 12 色相を基本の色相とする(図 1)。さらに, 12 色相の中間を 1 色ずつ追加することで 24 色相が用いられる。ただし, 実用的な場面では 12 色相での運用が中心となる。色番号は 12 色相環における 9 時の位置にある赤を「2:R」とし, 順に時計回りに「6:r0」～「24:RP」となる。

明度はマンセルシステムと同様のものを流用しており, 黒 1.5～白 9.5 までを 0.5 刻みとして 17 段階で表わす。

彩度の設定がマンセルシステムとの大きな相違点である。PCCS の彩度は全ての色相で共通して 1s～9s までの 9 段階で表している。この「s」は「saturation」の頭文字である。彩度の設定では一対比較法などを用いた実験的な手法を用いて知覚的に等間隔となる 9 段階に定めている。色相間での彩度の段階については等質であるが, 純色の最高彩度をとる明度が色相ごとに異なるため色立体および等色相面は均等な形にならない。

PCCS では「トーン」の属性を設定しているのが大きな特徴である(図 2)。トーンとは, 明度と彩度を複合した概念であり, 色調(色の調子)とも呼ばれる。日常の中で定性的に用いられる「淡い色」や「やわらかい色」といた表現を流用し色の印象と区分を定めて体系的にまとめたものがトーンである(細野; 1972)。トーンは 12 の区分に分割されるが, その中でも v トーンは純色となり, 有彩色は v トーンが基準となる。また, トーン自体もさらに純色, 明清色, 暗清色, 中間色の 4 つに分類される。純色は v トーンのみで構成され, 純色に白を加えていったものを「明清色」と呼び b, lt, p の 3 つのトーンが該当する。また純色に黒を加えていったものを「暗清色」と呼び dp, dk, dkg の 3 つのトーンが該当する。さらに純色に灰色が加わったものが「中間色」であり, sf, d, ltg, g の 4 つのトーンが該当する。この中で明清色と暗清色は「清色」と呼ばれ, くすんだ印象がなく濁りがない色である点が共通する。その一方で中間色は「濁色」とも呼ばれる色で, 濁った印象の色となる。

PCCS での色表示には 3 属性を使って示す方法とトーンを使って示す方法の 2 種類がある。3 属性を用いた表示ではマンセルシステムと同様に「色相 - 明度 - 彩度」の順にそれぞれの間に「- (ハイフン)」を入れて示す。例えば色相 8:Y, 明度 7.5, 彩度 7 なら, 「8:Y-7.5-7s」となる。トーンを用いた色表示では色相のアルファベットはつけず「トーン略号+色相番号」で表す。例えばライトトーンの 2:R なら

「lt2」となる。無彩色は白は「W」、黒は「Bk」で表し, 灰色は Gy に明度の値をつけて「Gy-7.0」のように示す。



図 1. PCCS における色相分割イメージ

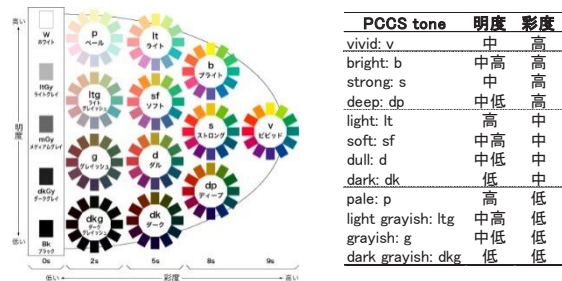


図 2. PCCS トーン, 明度・彩度対応図

<http://www.sikiken.co.jp/pccs/pccs04.html> より

1. 7. 色の印象と 3 属性の対応

上記に示した通り, 色の印象次元は概ね 3 次元程度に収束することが示されており, この数は先述した色の 3 属性の数と共通する。SD 法の考案者である Osgood は色をはじめとした多くの事象に共通する 3 因子として Evaluation, Activity, Potency の因子構造を提唱しており, 色の印象についても共通するとしている(Osgood; 1964)。

これまでにも同様の点に着目した研究はいくつか行われており, 色の印象次元と色の 3 属性の対応関係に着目すると, Oyama et al. (1965) や納谷ら (1968) をはじめとし, 色の因子と明度, 彩度, 色相との関連に言及した研究をみることが出来る。

1. 8. 明るさとあざやかさの統合次元: Brilliantness

印象次元と色の属性との対応を検討する上で, 色の明るさとあざやかさが相関し, それらに対応する印象次元が存在するのであれば, 明るさとあざやかさの統合次元を用いることによって, 色の 1 次元的な属性で印象との対応関係を示すことが出来ると考えられる。明るさとあざやかさの統合次元を用いて印象を定量的に表すことができれば, 言語的な表現が難しい対象の非言語的な表現や, 他言語間でのコミュニケーションなど, ノンバーバルなコミュニケーション方法の開発などに役立つものと考えられる。

若田 (2023) では色に対する主観的な評価である「明るさ」と「あざやかさ」の統合次元として, Brilliantness を提案した。色の 3 属性と因子分析における色の印象次元の対応関係については, 特に明るさ, あざやかさと対応する印象次元が示され, それらの印象次元は Brilliantness とも対応することが示された。

1. 9. 感性情報における印象次元と色および目的

これまでの研究では香りと色、音楽と色を対象として、色と感性情報に共通する印象次元の検討を行ってきた。その結果、いずれの結果においても安定した次元が得られており、そこで観察された印象次元には共通点が見られた。

そこで本稿では PCCS のトーンに着目し、心理的に感じる色の明るさとあざやかさを合わせた統合次元 Brilliantness を用いて、先行研究で得られている感性情報の印象次元との対応関係を検討することを目的とした。

2. 研究1. PCCS トーンにおける色の心理的な明るさとあざやかさの統合次元: Brilliantness の提案および色の印象次元との対応関係

2. 1. 概要と目的

本項ではまず、Brilliantness の定義について、若田 (2023) の内容について述べる。

本研究は以下の 2 つの実験によって構成した。

実験 1: 色の印象評価の測定

実験 2: 心理的な「明るさ」、「あざやかさ」の測定

本研究では PCCS のトーンに着目し、心理的な色の明るさとあざやかさを合わせた統合次元を設定することにより、色の属性と色の印象次元の対応関係を検討することを目的とした。

2. 2. 実験方法: 刺激 (実験 1, 実験 2 共通)

有彩色は PCCS トーンから 12 トーン (vivid: v, bright: b, strong: s, deep: dp, ltght: lt, soft: sf, dull: d, dark: dk, pale: p, light grayish: ltg, grayish: g, dark grayish: dkg) および 12 色相 (2: R, 4: r0, 6: y0, 8: Y, 10: YG, 12: G, 14: BG, 16gB, 18B, 20: V, 22: P, 24: RP) の計 144 色を用いた。また無彩色は 9 色 (Bk: 1.5, Gy: 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, W: 9.5) を用いた。カラーカー



トーンおよび無彩色



色相

図 3. 色刺激例

ドは日本色研事業株式会社製 PCCS ハーモニックカード 201 を用いた。刺激はそれぞれニュートラルグレイ (明度 7.5) の色上質紙の台紙に貼り付けた。例を図 3 に示す。

トーン刺激はトーンごとに 12 色相 (1.5 cm 四方, 台紙: 10cm×10.5cm) で構成した色相環として配置した。

色相刺激は色相ごとに各トーン (3 cm × 1.5 cm, 台紙: 5 cm × 21 cm) を横一列に配置した計 12 刺激を用いた。実験 1 では s トーンを除く 11 トーン, 実験 2 では全 12 トーンを用いた。

無彩色刺激は 9 色の無彩色 (0.75×1.5 cm, 台紙: 10cm×10.5cm) を縦に配置したものをを用いた。

2. 3. 実験 1 「色の印象評価」: 概要

実験 1—評価方法

20 の形容詞対で構成された 7 段階の SD 法を用いた。これらの評価語は先行研究を参考に選択した。形容詞対の一覧を表 2 に示す。

実験 1—手続き, 実験参加者, 実験環境

実験 1 では s トーンを除く 11 トーン, 12 色相および無彩色の計 24 の刺激を対象とした。色刺激は椅子に座った実験参加者の目の前のテーブルの上に 1 つずつ提示された。観察距離は視線の高さからテーブルまでの約 50cm 程度であった。観察時間は特に制限を設けなかった。実験参加者は、それぞれの色刺激を見ながら SD 法の質問紙に回答した。刺激の提示順序はカウンターバランスを考慮し、ランダムな順で提示し、休憩は任意とした。実験環境は大学内の一般的な蛍光灯照明下 (照度は 800lx 以上) の環境で行った。色覚健常者であると口頭で確認した成人男女 129 名 (男: 女, 70: 59, 平均年齢: 20.7±1.4) が参加した。

2. 4. 実験 2: 「色の心理的な明るさ, あざやかさの評価」

概要

実験 2—評価方法

Visual Analog Scale (VAS) によって「明るい-暗い」および「あざやかな-くすんだ」の 2 項目を評価した。

VAS 評価は Apple 社製 iPad 上で動作する評価用のアプリ

表 2. 色評価用形容詞対一覧

あたたかい	-	つめたい
甘い	-	甘くない
やわらかい	-	かたい
女性的な	-	男性的な
緩んだ	-	緊張した
陽気な	-	陰気な
明るい	-	暗い
動的な	-	静的な
軽い	-	重い
はっきり	-	ぼんやり
鈍い	-	鋭い
澄んだ	-	濁った
派手な	-	地味な
落ち着く	-	落ち着かない
安定した	-	不安定な
好きな	-	嫌いな
美しい	-	醜い
淡泊な	-	濃厚な
騒がしい	-	静かな
クラシックな	-	モダンな

リケーションを作成し、ディスプレイ上のスライドバーの操作によって行った。スライドバーの左右に評価語が提示されており、数値は提示しなかった。実験参加者は画面に直接触れて操作を行った。スライドの初期位置は試行ごとにランダムに変化させた。

実験 2—手続き、実験参加者、実験環境

実験 2 では、s トーンを含む 12 トーンおよび 12 色相の計 24 刺激とし、無彩色は用いなかった。

刺激の提示方法は実験 1 と同様であった。実験参加者は色刺激を 1 つずつ見ながら iPad 上の VAS にて回答した。刺激の提示順序はカウンターバランスを考慮してランダムな順で提示した。観察時間に制限は設けず、休憩は任意とした。実験環境は実験 1 と同様であった。色覚健常者であると口頭で確認した成人男女 41 名（男：女，13：28，平均年齢：25.1±2.1）が参加した。

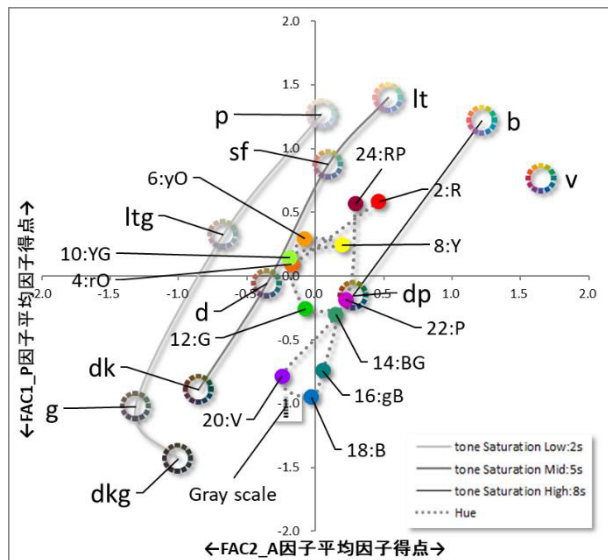


図 4. 色平均因子得点散布図 (Activity 因子×Potency 因子)

2. 5. 結果実験 1：SD 法印象評定値に対する因子分析

色の印象次元を抽出するため、実験 1 の SD 法印象評定値に対して因子分析を行った。分析は全 24 刺激を対象としてトーン、色相、無彩色を合わせて分析を行った。因子抽出法は最尤法を用い、回転は斜交回転(プロマックス回転)を用いた。本研究では負荷量の基準を「±0.400」とし、基準に従って変数の選択を行い、「モダンな-クラシックな」、「騒がしい-静かな」を除いて分析を行った。その結果、色の印象次元は 4 因子で構成することが示された。これらの結果から、第 1 因子は Potency (以下 P 因子)、第 2 因子は Activity (以下 A 因子)、第 3 因子を Evaluation (以下 E 因子) と命名した。また、第 4 因子については「淡泊な-濃厚な」がいずれの分析にも共通してみられ、「軽い-重い」も一定の負荷量を示すことから Tint (以下 T 因子) と命名した。結果は後述する表 8 に示す。

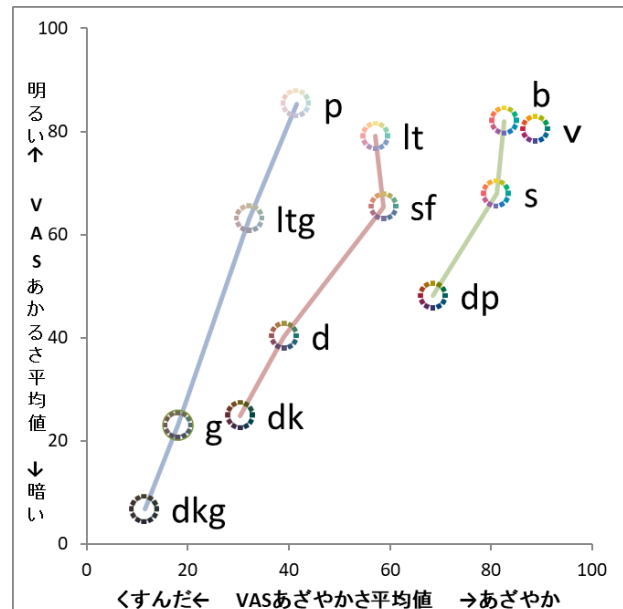


図 5. VAS 明るさ、あざやかさ平均値プロット

2. 6. 実験 1：因子得点散布図

色と印象次元の対応関係を示すため、全体の因子分析における各刺激の平均因子得点を 2 次元平面上にプロットしたものを図 4 に示す。トーンについては、彩度値が同一のトーンをそれぞれ実線で結び、色相については 2R～24RP までを順に点線で結んで表示した。全体的な傾向として、特にトーンにおいて PCCS の明度、彩度と対応する布置がみられた。

2. 7. 実験 2：VAS 評価明るさ、あざやかさのプロット

図 5 は VAS 評価による色刺激の「明るさ」、「あざやかさ」の平均値をプロットしたものである。

図中では同一彩度のトーンを線で結んで表示した。その結果、PCCS の明度および彩度の順に規則的にプロットされることが観察された。

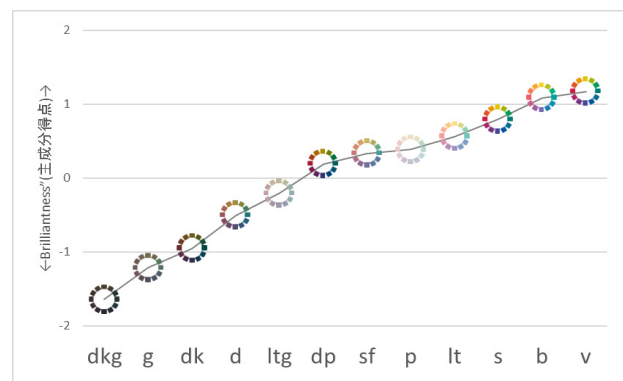


図 6. 平均主成分得点による”Brilliantness”のイメージプロフィール

2.8. 実験 2：主成分分析および主成分得点による Brilliantness の定義

明るさとあざやかさの統合次元を考えるため、実験 2 の トーン刺激における明るさ、あざやかさの VAS 評価値に対して主成分分析を行った。その結果、主成分負荷量は 0.901 であり、寄与率は 81.2%であった。ここで得られた統合次元を Brilliantness と定義した。主成分得点を算出した。各トーンの主成分得点によるイメージプロフィールを図 6 に示す。

3. 研究2. PCCS トーンを用いた色と香りにおける 調和関係の検討

3.1. 概要と目的

本項では色と香りに共通する印象次元の抽出について示す。また、実験については以下の 2 つの実験を実施した。

実験 1：香りの印象評価

実験 2：香りに対する調和・不調和色の選択および色の印象評価

3.2. 実験方法

香り刺激(実験 1, 2 共通)

香り刺激としては精油(エッセンシャル・オイル)を中心に 120 種類の香料を用いた。製造業者による差異を考慮し、大部分の精油はプラナロム(株)製のものを用い、その他の数種類精油及び 13 種の単品香料については(株)資生堂提供の香りを用いた。単品香料についてはバナナ様(よう)のイソアミルアセテート、パイナップル様のアリルカプロエートなど精油としては含まれていない香りを用いた。

また、香り进行评估する実験においては濃度が重要な観点となる。濃度が強い香りではその香りの印象よりも香りの濃度によって過剰に嗅神経を刺激してしまう可能性に配慮し、調香師によって「香りの特徴がはっきりと感じられ、

且つ主観的な香り強度が同程度である」といった基準でアルコールによる濃度調整を行った。香りの種類及びアルコール中の濃度を表 3 に示す。刺激の提示方法には、におい瓶法を用いた。茶褐色遮光性のスクリュ管(20ml)に 2cm 四方にカットした脱脂綿を入れ、アルコールで濃度調整を行った香り刺激 1 μ l をしみ込ませた。さらにアルコールを揮発させるために 30 分間放置したものを香り刺激とした。

嗅覚疲労を考慮し、香りを 7 種類～11 種類ごとに群分けをして、分割して実験を行った。それぞれの香り間には鼻のリフレッシュのためコーヒー豆の香りを中和刺激として用いた。2 群以上の実験を続けて行う場合は各群の間に最低 30 分以上の休憩を設け、一定の嗅感覚を保てるように配慮した。実験は複数日にまたがって行われた。

印象評価方法(実験 1 のみ使用)

印象評価方法としては 7 段階評定による SD 法を用いた。先行研究を参考に選出した 15 形容詞対を用いた(表 4)。

色刺激(実験 2 のみ使用)

色刺激には日本色彩研究所株式会社製「PCCS 基本掛図」を用い、図中の説明などの文字情報は隠した状態で提示した。12 色相で構成された色相環の 11 トーン(v, b, dp, lt, sf, d, dk, p, ltg, g, d:dkg)および無彩色スケール(W, Gy7.5, Gy.5.5, Gy.3.5, Bk)を用いた。刺激は正面に目線の高さ、距離 90cm, 高さ 60cm で提示した。

表 4. 香り評価用形容詞対一覧

明るい-暗い	澄んだ-濁った	男性的な-女性的な
鋭い-鈍い	派手な-地味な	やわらかい-かたい
軽い-重い	淡白な-濃厚な	あたたかい-つめたい
単純な-複雑な	平凡な-個性的な	安定した-不安定な
美しい-汚い	好きな-嫌いな	甘い-甘くない

表 3. 香り刺激一覧

アカマツ・ヨーロッパ (10%)	シダー (10%)	トゥルーバルサム (10%)	マジョラム (1%)	ローズウッド (5%)
アジョワン (1%)	シトロネラ (5%)	ナツメグ (3%)	マスティックトゥリー (5%)	ローズマリー・シネオール (5%)
アトラスシダー (10%)	シナモスマ・フラグランス (3%)	ニアウリ CT1 (3%)	マートル CT1 (5%)	ローズマリー・ベルベノン (5%)
アニス (3%)	シナモン・カシヤ (1%)	ネロリ (10%)	マンダリン果皮 (10%)	ローズマリー・カンファー (5%)
アルペンシスミント (3%)	シナモン・樹皮 (1%)	パイン (10%)	ミルラ (10%)	ロックローズ (3%)
アンゼリカ・シード (0.5%)	ジャスミン Abs. (1%)	バジル (1%)	ヤロー (1%)	ローレル (3%)
イヌラ (1%)	ジュニパー・葉枝 (3%)	パチュリー (5%)	ユーカリ・レモン (3%)	ワイルドキャロット (1%)
イランイラン (1%)	ジュニパー・モンタナ (5%)	バルサムモミ (5%)	ユーカリ・ディベス (5%)	バニラ (5%)
ウィンターグリーン (3%)	ジンジャー (3%)	パルマローザ (3%)	ユーカリ・グロブルス (5%)	ヒノキ (5%)
エレミ (1%)	スターアニス (1%)	バレリアン (1%)	ユーカリ・ラディアタ (5%)	ユズ (10%)
オレガノ (1%)	スパイクナード (1%)	ヒソップ (3%)	ラベンサラ (5%)	ガラクソライド (10%)
オレンジ・スイート (10%)	セージ (1%)	ヒマラヤスギ (5%)	ラブラドルディ (5%)	カロン (0.5%)
オレンジ・ビター (10%)	ゼラニウム・エジプト (3%)	フェンネル (1%)	ラベンダー・アングスティフォリア (3%)	バニリン (5%)
カモミール・ローマン (1%)	セロリ (1%)	ブチグレン (5%)	ラベンダー・レイドバン (3%)	ヘリオトロピン (1%)
カユプテ (5%)	タイム・マストキナ (3%)	ブラックスブルース (5%)	ラベンダー・スーパー (3%)	γ-ウンデカラクトン (0.01%)
カラミント (3%)	タイム・サツレオイデス (3%)	フランキンセンス (10%)	ラベンダー・スピカ (3%)	リリアル (0.05%)
キャラウェイ (5%)	タイム・ゲラニオール (3%)	ベッパ (3%)	ラベンダー・ストエカス (3%)	トリブラル (0.05%)
クエラ (1%)	タイム・リナロール (3%)	ペパーミント (3%)	ランタナ (1%)	エチルフェニルグリシデート (1%)
クラリセージ (1%)	タイム・ツヤノール (3%)	ヘリクリサム (1%)	リトセア (3%)	イチゴ(エチルメチルフェニルグリシデート) (10%)
グレープフルーツ (10%)	タイム・チモール (1%)	ベルガモット果皮 (10%)	レモン果皮 (10%)	フェニルエチルアルコール (1%)
クローブ (1%)	タナセタム (1%)	ベルガモットミント (3%)	レモングラス (5%)	ライム (10%)
コリアンダー (3%)	タラゴン (1%)	ベンゾイン (10%)	レモンバーベナ (5%)	ブドウ(メチルアンスラニレート) (0.5%)
サイプレス (10%)	ティートゥリー (5%)	ボンデローザバイン (3%)	レモンバーム (5%)	パイナップル(アリルカプロエート) (10%)
サンダルウッド (5%)	ディル (3%)	マジョラム・ウィンター (1%)	ローズ (0.5%)	バナナ(イソアミルアセテート) (10%)

※カッコ内はアルコールに対する香りの濃度を示す

3. 4. 実験手続き

実験 1 の手続き

香り刺激はカウンターバランスを考慮し、グループの順序及びグループ内の香りの順序を実験参加者ごとにランダムに提示した。香り名のラベルは付けず、無記名で行った。実験参加者は香りを嗅いで SD 法による印象評定を行った。香りの提示時間は実験参加者の任意とした。それぞれの香りの間には 30 秒間以上の休憩を設け、中和刺激であるコーヒーの香りを提示した。香りのグループ間には 30 分程度の休憩を設け、複数日にまたがって実験を実施した。実験は 18 歳～45 歳までの男女延べ 220 人の実験参加者に対して行った。

実験 2 の手続き

香り刺激はカウンターバランスを考慮し、グループの順序及びグループ内の香りの順序を実験参加者ごとにランダムに提示した。香り名のラベルは付けず、無記名で行った。実験参加者は香りを嗅ぎながらトーン一覧表を眺め、その香りに対する調和色・不調和色についてそれぞれトーンを 1 つずつ選択した。香りの提示時間は実験参加者の任意とした。香りごとに休憩を設け、嗅覚のリフレッシュとしてコーヒー豆の香りを提示した。香りのグループ間には 30 分程度の休憩を設け、複数日にまたがって実験を実施した。全ての香りに対する調和色、不調和色の選択が終了した後に実験 1 と同様の SD 法を用いてトーン及び無彩色スケールの印象評定を行った。実験は、18 名の大学生に対して行った。

3. 3. 結果と考察

ここでは、本研究と関連する香り と 色 に対する因子分析に関連する結果を中心に記述する。

まず、香りは 120 種類と数が多いことから、色および香りの印象による分類を行うため実験 1、実験 2 の結果を統合し、各刺激の SD 法評定値に対して平均値を算出したものを独立変数として ward 法、平方ユークリッド距離を用いたクラスター分析を行った。その結果 7 クラスターを採用した。代表的な香りの内訳を表 5 に示す。

3. 4. 因子分析結果

色と香りに共通した印象軸を得るため実験 1、実験 2 の結果を統合し、香り と 色 の印象評価の SD 法評定値に対する最尤法、プロマックス回転による因子分析を行った(「平凡な一箇性的な」は共通性が低いため除外した)。その結果、3 因子が抽出された。各因子を構成する形容詞対から、第 1 因子を CLEAR、第 2 因子を MILD、第 3 因子を FEMININE 因子と命名した (表 8)。

印象次元上での色彩と香りの関係を整理するため、第一因子である CLEAR および第 2 因子である MILD をそれぞれ軸とし、刺激ごとに因子得点の平均を求めたものを 2 次元平面上にプロットした(図 7)。それぞれのトーンごとの印

象について着目すると、light, pale トーンなどの高明度色や bright, vivid トーンなどの明清色、原色は正の方向に高い値をとった。負の方向には、dark grayish, grayish, dark トーンなどの暗清色系の色がプロットされる傾向が見られた。

4. 研究3. 音楽の調変化に伴う音の高さと PCCS トーンの対応についての検討

4. 1. 概要と目的

本項では色と音楽に共通する印象次元の抽出について示す。また、実験については以下の 2 つの実験を実施した。

実験 1：音楽の印象評価

実験 2：音楽に対する調和・不調和色の選択および色の印象評価

表 5. 香りクラスター分類代表例

	色	香りの系統	代表的な香り
cluster1	ltg	スパイス、ハーブ系	ベッパ、オレガノ、フェンネル、ディル、タイム
cluster2	無彩色	ミント系	ウィンターグリーン、カラミント、アルペンシスミント、ローズマリー
cluster3	なし	バニラ系	バニラ、バニリン、ベンゾイン、トウルーバルサム
cluster4	sf, dp	フローラル	ラベンダー、ゼラニウム、ローズ、ジャスミン
cluster5	d, dk, g, dkg	エスニック系	アニス、アジョワン、クエラ、バジル、バレリアン、ジンジャー、セロリ
cluster6	lt, p	なし	なし
cluster7	v, b	柑橘・フルーツ系	ライム、ユズ、グレープフルーツ、レモン、オレンジ・スイート

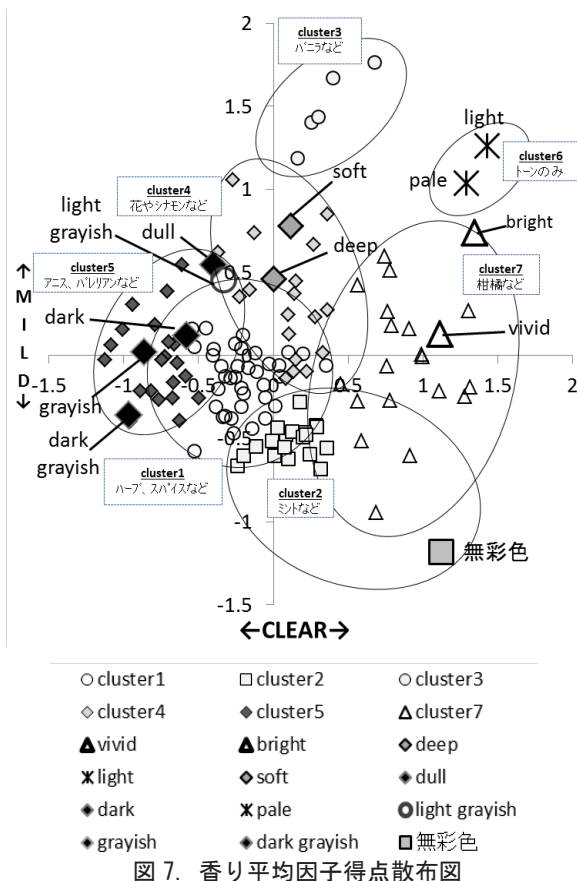


図 7. 香り平均因子得点散布図

(Clear 因子×Mild 因子)

4. 2. 実験 1

実験 1 色刺激

色刺激は PCCS 表色系における 12 色相で構成された色相環の 11 トーン(v, b, dp, lt, sf, d, dk, p, ltg, g, d:dkg)および無彩色スケール(W, Gy7.5, Gy.5.5, Gy.3.5, Bk)を用いた。カラーカードは日本色彩研究所株式会社 PCCS ハーモニックカード 201 を用いた。

トーン刺激はトーンごとに 12 色相によるの色相環を作成した。それぞれの単色は 1.5 cm 四方の正方形として、10 × 10.5cm のニュートラルグレイの台紙に貼付した。

無彩色刺激は無彩色を明度段階 0.5 ごとに明度 1.5 から 9 までの 9 色を、0.75×1.5cm の長方形として、縦 1 列に配置しトーンと同様の台紙に張り付けた。

刺激一覧は上記のトーンおよび無彩色を A3 サイズのニュートラルグレイの台紙に貼付したものをを用いた。

実験 1 音楽刺激

J. S. Bach『無伴奏チェロ組曲 第一番:プレリュード』(以下無伴奏チェロ組曲)より冒頭部分 2 小節(テンポ:四分音符=80, チェロ音源), M. P. Mussorgsky『組曲展覧会の絵:第一プロムナード』(以下組曲展覧会の絵)より冒頭部分 4 小節(テンポ:四分音符=80, ピアノ音源)を長調の 8 つの調性(C, B, B♭, A, G, F, E, D)で変化させた(図 8)。刺激作成には楽譜作成ソフト Finale2010 を用いた。調性変化は、各楽曲の元の調性(無伴奏チェロ組曲:G, 展覧会の絵:B♭)を基準に、上下に変化させ、C が最も高い音高、D が最も低い音高とした。音楽刺激は、Finale2010 上で再生し、WAV 形式に変換したオーディオファイルを携帯音楽プレーヤー (SONY: WALKMAN NW-E023F) とヘッドホン (BOSE: QuietComfort2(S)) を用いて提示した。

実験 1 印象評価方法

印象評価方法は 7 段階評定による SD 法を用いた。形容詞対は大山(2001)の先行研究を参考に選出した 12 形容詞対を用いた(表 6)。

実験 1 手続き

実験手続きは刺激の印象評価と音楽に対する調和色選択の 2 つのパートに分かれる。まず印象評価については手順 1-1 として、音楽刺激 16 刺激をランダムな順で提示し、それぞれ SD 法による印象評価を行った。その後、手順 1-2 として色刺激 12 刺激についても同様にランダムな順で 1 つずつ提示し、印象評価を行った。その後、手順 2 として、全ての刺激の印象評価を行った後に再度音楽刺激を 1 つずつ提示し、各音楽刺激に最も調和する色をトーン一覧からそれぞれ選択した。

各刺激の提示に関しては、提示順序によって直前の刺激と比較が行われてしまう点を考慮し、完全にランダムな提示順序のパターンを 3 パターン作成し、被験者を振り分け

表 6. 音楽評価用形容詞対一覧(実験 1)

軽い-重い	派手な-地味な	あつい-つめたい
鋭い-鈍い	動的な-静的な	騒がしい-静かな
明るい-暗い	陽気な-陰気な	緊張した-緩んだ
美しい-汚い	好きな-嫌いな	男性的な-女性的な



図 8. 音楽実験 1 刺激例

4. 3. 実験 2

実験 2 色刺激

色刺激は実験 1 と同様の刺激を用いた。

ることでカウンターバランスに配慮した。実験には 60 名の学生（平均年齢 20.6 (SD1.3) 歳，男女比 1:1）が参加した。実験環境は一般的な大学の教室で行った。

実験 2 音楽刺激

実験 1 で用いた M. P. Mussorgsky 『組曲展覧会の絵：第一プロムナード』と同様の楽曲の部分（長調の 6 つの調性（E+2, E+1, C, B♭, G, G-1）で変化させた（図 9）。刺激の作成方法，提示方法は実験 1 と同様のものを用いた。

実験 2 印象評価方法

印象評価方法としては 7 段階評定による SD 法を用いた。形容詞対は実験 1 で用いた評価語に色彩心理学入門より，色の評価語を加えた 20 形容詞対を用いた（表 7）。

表 7. 音楽評価用形容詞一覧 (実験 2)

軽い-重い	甘い-甘くない	あつい-つめたい
鋭い-鈍い	安定した-不安定な	騒がしい-静かな
明るい-暗い	はっきり-ぼんやり	緩んだ-緊張した
美しい-汚い	女性的な-男性的な	派手な-地味な
好きな-嫌いな	やわらかい-かたい	動的な-静的な
淡泊な-濃厚な	落ち着く-落ち着かない	陽気な-陰気な
澄んだ-濁った	モダンな-クラシックな	



図 9. 音楽実験 2 刺激例

実験 2 手続き

実験 1 と同様の手続きを用いた。評価対象は上記の音楽刺激 6 種類および実験 1 と同様の色刺激 12 種類であった。実験には 60 名の学生（平均年齢 20.6 (SD1.3) 歳，男女比 1:1）が参加した。

4. 4. 因子分析結果

実験 1 の展覧会の絵および色刺激の評価値と実験 2 の展覧会の絵 6 種類および色刺激に対する SD 法評価値を対象として，最尤法プロマックス回転による因子分析を行った。実験 1 と実験 2 で用いていた形容詞対が異なることから，各実験に共通する形容詞対として次の 11 項目を用いた（軽い-重い，あつい-つめたい，美しい-醜い，地味な-派手な，騒がしい-静かな，動的な-静的な，陽気な-陰気な，女性的な-男性的な，明るい-暗い，鋭い-鈍い，好きな-嫌いな）。その結果 2 因子が抽出された（表 8）。「好きな-嫌いな」は因子負荷量が低いため除外した。第一因子は，「軽い-重い」，「女性的な-男性的な」，「明るい-暗い」，「鋭い-鈍い」といった項目から力量性と命名した。第二因子は「動的な-静的な」，「騒がしい-静かな」，「派手な-地味な」といった項目から活動性と命名した。

4. 5. 因子得点散布図

それぞれの刺激と因子の関係を明らかにするため，活動性を x 軸，力量性を y 軸として各刺激の平均因子得点を用いた散布図を作成した（図 10）。音楽刺激は調性の変化に伴う音高の順に，および色刺激は同一彩度ごとに明度間の関係性を線で繋いだ。上記の線は実験 1 を実線，実験 2 を点線で示した。その結果，色刺激については実験 1，2 に共通してほぼ同じ位置に布置する傾向が見られた。

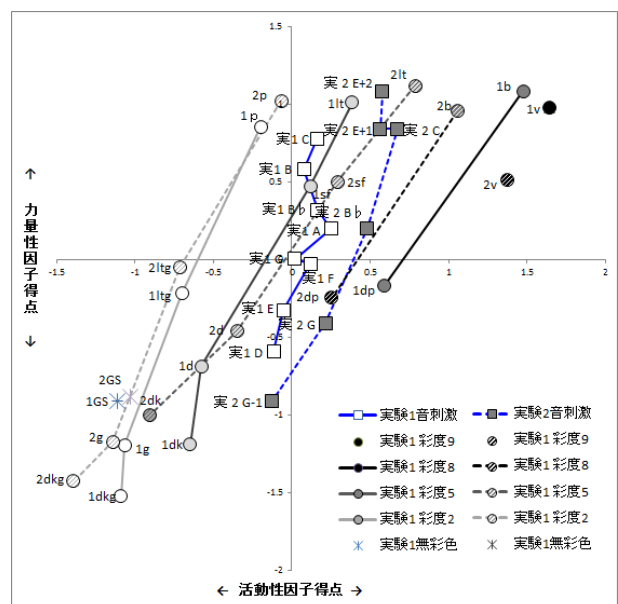


図 10. 音楽平均因子得点散布図（活動性因子×力量性因子）

表 8. 因子分析結果まとめ(色、香り、音楽)

PCCS トーンにおける色の心理的な明るさとあざやかさの統合次元"Brilliantness"の提案および色の印象次元との対応関係					PCCS トーンを用いた色と香りにおける調和関係の検討					音楽の調変化に伴う音の高さとPCCS トーンの対応についての検討				
Potency Activity Evaluation Tint					CLEAR MILD FEMININE					力量性 活動性				
あたたかい-つめたい	.861	-.148	.055	-.306	安定した-不安定な	.733	.072	-.102	軽い-重い	.936	-.180			
甘い-甘くない	.783	-.063	.061	-.002	平凡な-個性的な	.716	.084	-.406	女性的な-男性的な	.927	-.207			
やわらかい-かたい	.755	-.358	.053	.182	単純な-複雑な	.694	-.113	-.015	明るい-暗い	.702	.279			
女性的な-男性的な	.748	-.134	-.035	.046	好きな-嫌いな	.671	.249	.140	美しい-醜い	.561	.175			
緩んだ-緊張した	.686	-.448	.145	.075	美しい-汚い	.580	.097	.347	陽気な-陰気な	.525	.438			
陽気な-陰気な	.601	.373	-.025	.005	澄んだ-濁った	.573	-.323	.297	鋭い-鈍い	.408	-.156			
明るい-暗い	.600	.346	-.046	.096	淡泊な-濃厚な	.508	-.444	-.079	動的な-静的な	-.169	.859			
動的な-静的な	.506	.367	-.259	-.272	やわらかい-かたい	.049	.712	.090	騒がしい-静かな	-.258	.787			
軽い-重い	.465	.148	-.142	.457	あたたかい-つめたい	.004	.697	.035	派手な-地味な	.255	.657			
はっきり-ぼんやり	-.322	.801	.118	-.182	鋭い-鈍い	-.035	-.671	.534	あつい-つめたい	-.072	.519			
鈍い-鋭い	.272	-.758	.070	-.096	甘い-甘くない	.090	.627	.352	因子間 活動性	1.000	.661			
澄んだ-濁った	-.023	.600	.176	.315	派手な-地味な	-.366	.023	.960	相関 力量性	.661	1.000			
派手な-地味な	.398	.581	-.125	-.062	明るい-暗い	.225	.024	.573						
落ち着く-落ち着かない	-.081	-.208	.646	-.007	男性的な-女性的な	-.090	-.393	-.521						
好きな-嫌いな	.220	.229	.631	-.075	CLEAR	1.000	.028	.685						
安定した-不安定な	.007	.022	.598	-.237	MILD	.028	1.000	.075						
美しい-醜い	.203	.368	.495	.055	FEMININE	.685	.075	1.000						
淡泊な-濃厚な	-.041	-.028	-.179	.779										
Potency	1.000	.515	.200	.404										
Activity	.515	1.000	.129	.112										
相関 Evaluation	.200	.129	1.000	.451										
Tint	.404	.112	.451	1.000										

感性情報の印象表現における色の役割

表 9. 色の明るさ、あざやかさ、Brilliantness:Brt と各研究の因子得点相関(色、香り、音楽)

		研究1			研究1：色を対象とした因子				研究2：香りを対象とした因子			研究3：音楽を対象とした因子				scale
		VAS 明るさ	VAS あざやかさ	Brt	Potency	Activity	Evaluation	Tint	CLEAR	MILD	FEMININE	活動性 実験1	力量性 実験1	活動性 実験2	力量性 実験2	
研究1	VAS明るさ	1.000	0.750	0.942	0.978	0.799	0.824	0.778	0.922	0.780	0.923	0.732	0.978	0.839	0.977	1.000
	VASあざやかさ	0.750	1.000	0.929	0.706	0.962	0.392	0.191	0.758	0.429	0.887	0.983	0.818	0.966	0.724	
	Brilliantness	0.942	0.929	1.000	0.907	0.937	0.662	0.533	0.902	0.655	0.968	0.910	0.963	0.961	0.916	
研究1	Potency	0.978	0.706	0.907	1.000	0.758	0.873	0.819	0.915	0.868	0.889	0.677	0.969	0.820	0.994	0.900
	Activity	0.799	0.962	0.937	0.758	1.000	0.509	0.273	0.852	0.441	0.946	0.978	0.871	0.977	0.782	
	Evaluation	0.824	0.392	0.662	0.873	0.509	1.000	0.900	0.791	0.800	0.680	0.393	0.810	0.534	0.882	
	Tint	0.778	0.191	0.533	0.819	0.273	0.900	1.000	0.648	0.835	0.522	0.161	0.698	0.351	0.800	
研究2	CLEAR	0.922	0.758	0.902	0.915	0.852	0.791	0.648	1.000	0.736	0.962	0.788	0.958	0.870	0.945	0.600
	MILD	0.780	0.429	0.655	0.868	0.441	0.800	0.835	0.736	1.000	0.623	0.363	0.758	0.565	0.857	
	FEMININE	0.923	0.887	0.968	0.889	0.946	0.680	0.522	0.962	0.623	1.000	0.909	0.965	0.955	0.913	
研究3	活動性 実験1	0.732	0.983	0.910	0.677	0.978	0.393	0.161	0.788	0.363	0.909	1.000	0.813	0.958	0.707	0.300
	力量性 実験1	0.978	0.818	0.963	0.969	0.871	0.810	0.698	0.958	0.758	0.965	0.813	1.000	0.908	0.982	
	活動性 実験2	0.839	0.966	0.961	0.820	0.977	0.534	0.351	0.870	0.565	0.955	0.958	0.908	1.000	0.836	
	力量性 実験2	0.977	0.724	0.916	0.994	0.782	0.882	0.800	0.945	0.857	0.913	0.707	0.982	0.836	1.000	

表 10. 表 9 における相関係数より、特に色の明るさとあざやかさに関連する各因子を抜粋

		研究1			色		香り		音楽			
		VAS 明るさ	VAS あざやかさ	Brt	Activity	Potency	FEMININE	CLEAR	活動性 実験1	力量性 実験1	活動性 実験2	力量性 実験2
研究1	VAS明るさ	1	0.750	0.942	0.799	0.978	0.923	0.922	0.732	0.978	0.839	0.977
	VASあざやかさ	0.750	1	0.929	0.962	0.706	0.887	0.758	0.983	0.818	0.966	0.724
	Brt	0.942	0.929	1	0.937	0.907	0.968	0.902	0.91	0.963	0.961	0.916
色	Activity	0.799	0.962	0.937	1	0.758	0.946	0.852	0.978	0.871	0.977	0.782
	Potency	0.978	0.706	0.907	0.758	1	0.889	0.915	0.677	0.969	0.82	0.994
香り	FEMININE	0.923	0.887	0.968	0.946	0.889	1	0.962	0.909	0.965	0.955	0.913
	CLEAR	0.922	0.758	0.902	0.852	0.915	0.962	1	0.788	0.958	0.87	0.945
音楽	活動性 実験1	0.732	0.983	0.91	0.978	0.677	0.909	0.788	1	0.813	0.958	0.707
	力量性 実験1	0.978	0.818	0.963	0.871	0.969	0.965	0.958	0.813	1	0.908	0.982
	活動性 実験2	0.839	0.966	0.961	0.977	0.820	0.955	0.870	0.958	0.908	1	0.836
	力量性 実験2	0.977	0.724	0.916	0.782	0.994	0.913	0.945	0.707	0.982	0.836	1

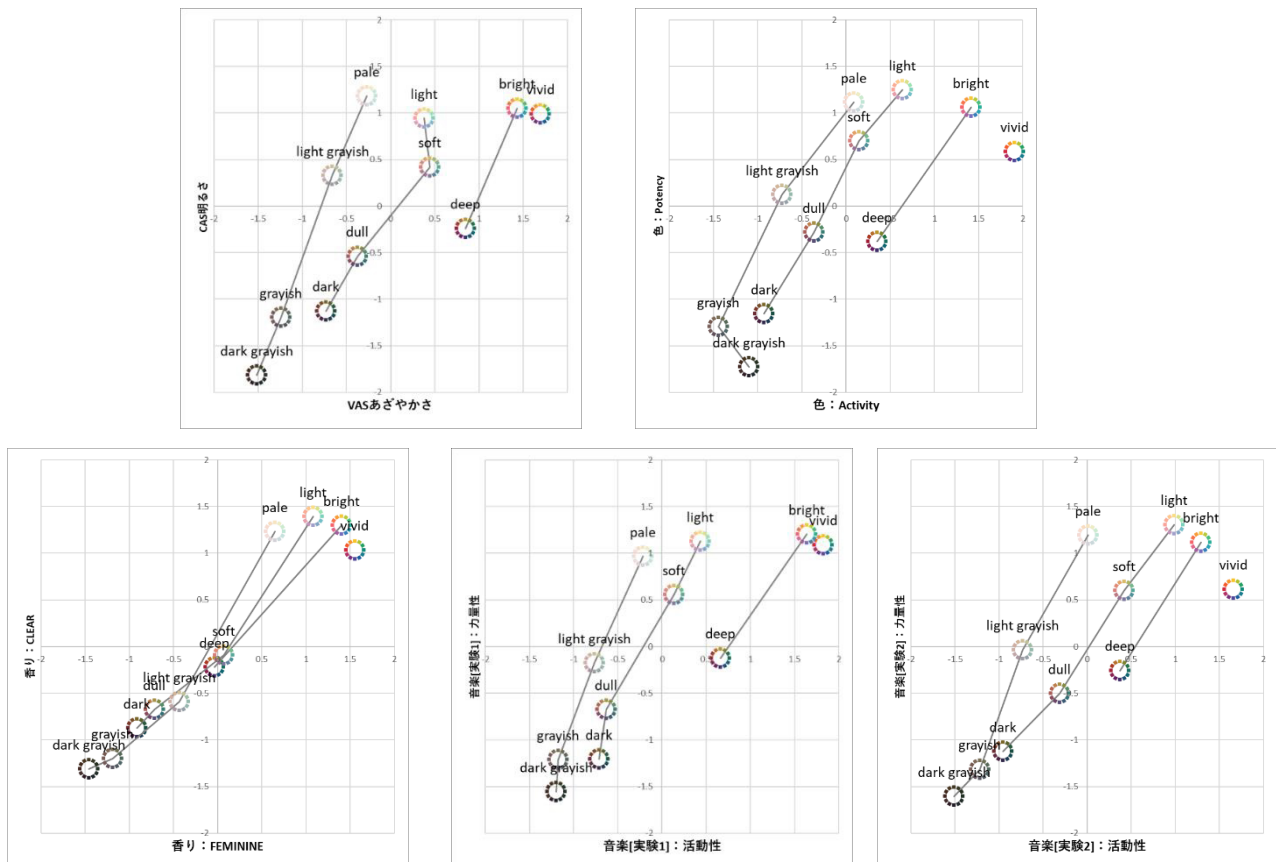


図 11. 明るさ、あざやかさに対応する各因子および色の明るさ、あざやかさの標準化後散布図まとめ

7. 参考文献

- (1) 神宮英夫, 田中吉史, 香りの共感覚的表現による品質構成の特定法の提案, 日本官能評価学会誌, Vol.10, No.2 (2006), pp.105-108.
- (2) Kemp, S. E., & Gilbert, A. N, Odor intensity and color lightness are correlated sensory dimensions, The American Journal of Psychology, Vol.110, No.1 (1997), pp.35-46.
- (3) 坂井信之, 他の感覚が嗅覚知覚に及ぼす影響, におい・かおり環境学会誌, Vol.37, No.6(2006), pp.431-436.
- (4) Marks, L. E., On colored-hearing synesthesia Cross-modal translations of sensory dimensions, Psychological Bulletin, Vol.82, No.3 (1975), pp.303-331.
- (5) Melara, R. D., Dimensional Interaction Between Color and Pitch, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol.15, No.1 (1989), pp. 69-79.
- (6) 長田典子, 音を聴くと色が見える : 共感覚のクロスモダリティ, 日本色彩学会誌, Vol.34, No.4 (2010) pp.348-353.
- (7) 細野尚志, トーン系列の設定 [P.C.C.S. 研究報告 No.9], 色彩研究, Vol.19, No.2 (1972,) pp.40-45.
- (8) Osgood, C. E., Suci, G. J., and Tannenbaum, P. H., The measurement of meaning, University of Illinois Press, 1964.
- (9) Oyama, Tadasu., Soma, Ichiro., Tomiie, Tadashi., and Chijiwa, Hideaki., A FACTOR ANALYTICAL STUDY ON AFFECTIVE RESPONSES TO COLORS, ACTA CHROMATICA, Vol.1, No.4(1965), pp.164-173.
- (10) 納谷嘉信, 辻本明江, 側垣博明, 浅野長一郎, 町原英, 池田潤平, 難波精一郎, 平田素子, 3 色配色の Semantic Differential 法による感情分析(その 3 各配色感情の因子評点と物理量との対応), 電気試験所彙報, Vol.32, No.2 (1968), pp.221-238.
- (11) 若田忠之, PCCS トーンにおける色の心理的な明るさとあざやかさの統合次元 Brilliantness の提案および色の印象次元との対応関係, 日本色彩学会論文誌, Vol.1, No. 1(2023), pp.1-14,.
- (12) 若田忠之, 齋藤美穂, PCCS トーンを用いた色と香りにおける調和関係の検討, 日本色彩学会誌, Vol.37, No. 1(2013), pp.3-14.
- (13) 若田忠之, 齋藤美穂, 音楽の調変化に伴う音の高さと PCCS トーンの対応についての検討, 日本色彩学会誌, Vol.39, No.4(2015), pp.147-158.