

アパレル分野において色彩イメージを取り扱う研究のポイント

生活環境デザイン学科 石原 久代

1. はじめに

人が生活の中で感覚器官を通じて、外界から受けるすべての情報の内、視覚を通して得る情報量は、全体の83%と言われており、最近では87%とも言われている。そして、その情報を聴覚から得ようとする順序に説明しなくては伝わり難く「百聞は一見にしかず」といわれるように視覚の場合は時間的順序の制約を受けず、同時にすばやく情報を認知できる。さらに、その視覚情報のうち80%以上が色彩情報であるとも言われ、生活内の情報の65%以上を色彩がもたらしているといえる。

しかし、これほど重要な色彩であるが、その認知には多くの条件が介入しており、光の反射によって物体色は知覚されるため、窓から入る自然光の光色や強さ、室内照明の消耗度や周りにあるものの反射などから照明条件は異なり、厳密に言えば私たちは一生を通じて同じ色を知覚することはまずないといえる。また、受容器である眼球は加齢により黄変し、さらに白内障などの影響もあり年齢と共に視力は衰えていく。このように同じ人間でも視覚は変化していくが、他者が自身と同じように認知しているかどうか全くわからないという現実がある。

私たちの生活の中で、色彩は明視性や可読性を高めるためには有効に機能するが、色彩そのものを正確に表示、再現するのは非常に難しい。特に生活の中の色彩を扱う研究は、人の視覚が介入するため実験のサイズ（被験者数や試料数など）や試料の提示方法、その後の解析をどのように展開するかにより、取り上げる色彩や表示方法が異なってくる。

本報では、アパレルの分野において色彩を取り扱う場合、色彩の選択や表示をどのように設定したら合理的であるかについて解説する。

2. 色の表示方法

物体色を表す場合図1に示したように様々な表示方法があるが、それらは目的に応じて使い分ける必要がある。表示方法は大きく分けて、色名を用いて表示する方法、ヒュー&トーンで表示する方法、色の三属性による表示方法、そして測色値による表示方法がある。

2-1 色名を用いた表示

私たちは、生活の中で日常的に色を表す場合、多くは色名を用いる。この表示方法は、色を伝達する場合に最も伝わりやすいため、アパレルの分野においては、消費者に向けた表示に多く

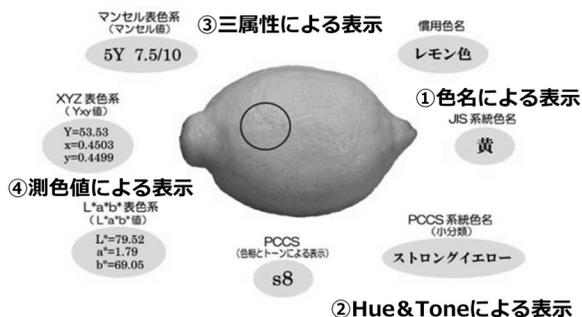


図1 色の表示方法の例¹⁾

使われる。特に高齢期においては、眼球の黄変や白内障により視力が低下し、正確な色の判断が難しいなどの点を考慮し、購入時に間違い易い「黒」と「ネイビー」、「白」と「生成（アイボリー）」などの色名は、近年品質表示とともに付加されている。なお、色彩の研究においては色票を提示しないで回答してもらう実験などに多く用いられる。

① 系統色名

赤、黄赤、黄、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫の10の基本色名に修飾語をつけて系統的に表す方法でJIS Z 8102²⁾に規定されている。色相に関する修飾語は「赤みの」、「黄みの」、「緑みの」、「青みの」、「紫みの」の5語、有彩色の明度・彩度に関する修飾語は「ごくすい」、「明るい灰みの」、「灰みの」、「暗い灰みの」、「ごく暗い」、「うすい」、「やわらかい」、「くすんだ」、「暗い」、「明るい」、「つよい」、「こい」、「あざやかな」の13語であり、有彩色は合計260色を表現できる。無彩色は「白」、「うすい灰色」「明るい灰色」、「中位の灰色」、「暗い灰色」、「黒」の6色に14種の修飾語を使った色みをおびた無彩色がある。表示は、明度・彩度に関する修飾語+色相に関する修飾語+基本色名で表す。たとえば、「明るい赤みの黄」のような表示方法で、総計350色の表示が可能である。

② 慣用色名

系統色名ではイメージが伝わりにくい場合、慣用色名を用いる。納戸色や椴皮色などのように昔から伝えられてきた古代色名や群青色、藍色、紅色、弁柄色、シアンなどのように染料や顔料からきた色名、桜色、ひまわり色、藤色、バラ色などのような植物の色からきた色名、らくだ色、ねずみ色、鳶色などのような動物の色からきた色名、クリーム色、チョコレート色などのような食べ物の色からきた色名などがある。JISでは日本語色名147色、英語色名122色の計269色が規定されている。

③ 基本色彩語

1969年アメリカの文化人類学者であるパーリンと言語学者のケイが発表した基礎色彩語の進化モデルが発端となってまとめられ、カテゴリカルカラーネーミングとして広くその理論が使われている。色名の進化モデルでは、まず白と黒を区別したのちに赤が現れ、次に黄か緑の区別が現れるといったように最終的には白、黒、赤、黄、緑、青、茶、紫、ピンク、オレンジ、グレイの11種の基本色彩語が抽出され、これらの色は、民族を超えて誰がどこで使っても安定している色名とされている。この理論をもとにアメリカではISCC-NBS色名法として表示レベルがまとめられている。

2-2 ヒュー&トーンで表示する方法

色の三属性のうち色相は単独で表記し、明度と彩度を合わせてトーンという複合概念で表す方法である。日本ではPCCSの知名度が高く、アパレルの分野ではよく使われている。しかし、海外ではこれまでほとんど使われていなかったが、三属性で表す方法より色を想像しやすい利点もあることから近年注目されている表色系である。また、カラーリサーチの現場においては平面で分布表を表すことができる利点があるため多用されている。しかし、日本色彩研究所から調査用カラーコードが出版されているものの色数も多いことから

目的に合ったカラーコードを自身で構成する必要がある。

① 日本色研配色体系 (PCCS)

日本色彩研究所が1964年に発表した表色系で、Practical Color Co-ordinate System (PCCS) の名が示すように、多目的な実用性と配色調和を考えたカラーシステムである。色彩教育、色彩計画、色彩に関する調査などの場面で広く用いられている。

図2に示したように、色相は色光の三原色と色料の三原色の6色を含む12色相を2分割した24色相で構成され、1(紫みの赤)～24(赤紫)の数字を割り当てている。トーンは、有彩色が12区分設定され、計288色、無彩色の5色と合わせて計293色が表示される。なお、表記はv2というようにトーンの記号+色相番号で示される。

② CCIC (the Chamber of Commerce & Industry Color Coordination Chart)

商工会議所カラーコーディネーションチャートの略。デザインの現場でよく使われることからPCCSに比べ、低彩度領域のトーンを重視している。図3に示したように色相はマンセルの色相環を基礎とした24色相であり、色域は大きく分けて赤(R)、橙(O)、黄(Y)、緑(G)、青(B)、紫(P)の6分類となっており、橙(O)が入っているところがマンセル色相とは異なる。トーンは有彩色が21区分、無彩色が10区分で計514色が表示できる。なお、表記はvvG3というようにトーンの記号+色相記号で表される。

2-3 色の三属性による表示

人が識別できる色の数はおよそ700万色～800万色といわれ、それらを全て色名やヒュー&トーンで表すのは不可能である。そこで色彩を体系的に表示する方法として表色系が考案されている。このシステムは色の三属性である色相(Hue:色合い)、明度(Value:相対的な明暗、明るさの度合い)、彩度(Chroma:色味の強さやあざやかさの度合い)といった色の三属性を一定の間隔で分割し、記号や数字を与えて表示するものである。ここでは、アパレル、インテリアなどの分野で多く使われるマンセル表色系とNCS表色系、パントンシステムを取り上げる。

① マンセル表色系

アメリカの美術教育者のマンセルが1905年に創案した表色系にアメリカ光学会が修正を加え、1943年発表した表色系³⁾である。このシステムは、色の等歩度性と実用性が高く評価され、日本でもJIS Z 8721に採用されている。色相、明度、彩度の三属性に基づいて物体色を系統的に整理し、感覚的に等歩度なステップに色票を配列することを目指して作られた。

図4のように色相は、主要色相としてR(赤)、Y(黄)、G(緑)、B(青)、P(紫)の5色相を円周上に等間隔に配し、その中にYR、GY、BG、PB、RPという中間色相を加える。これら計10色を基本色相とし、さらに1～10の数字をつけて分割し、最終的には100分割される。明度は、理想の黒を0、理想の白を10として、その間を知覚的に等間隔になるよう分割している。現実には理想黒や理想白の物体は存在せず、1から9.5までの範囲が色票化されている。彩度は、有彩色の色みの強さに関する属性であり、値が大きいほど

その色相の特徴が強い色であることを示す。最大の彩度値は色相によって異なり、R(赤色相)では14、BG(青緑色相)では8である。マンセル表色系は国際的にも広く知られているため、多くの研究で使用されている。

また、カラーリサーチの現場においては、三属性で細かい色表示ができ、分析もできる利点があるためよく使われるが、色体系が3次元であるため、平面で表現しにくく、全体が把握しにくい欠点がある。

② NCS 表色系

NCS (Natural Color System) は、スウェーデンの工業規格 (SIS) に採用されているカラーオーダーシステムで、1979年に「カラーアトラス」という1400色ほどの色票集が発行されているが、ヘリングの心理的な4原色説を基本色としているため、色材で実現できない色は色票化されていない。

NCSは、図5に示したように白(W)、黒(S)、赤(R)、緑(G)、黄(Y)、青(B)の6主要原色を基本色とし、その構成比で色を表す。NCSの色相は ϕ といい、円周上に「Y→R→B→G」の順に4等分に配置し、その間の色相はY、R、B、Gの4原色に対する類似度を%で10段階に分割し、合計40色相に分割している。F(色) = W(白色量) + S(黒色量) + C(純色量) = 100(%)とし、表示は、S(黒色量)とC(純色量)と ϕ で表す。例えば3050-Y60Rならば黒色量が30%、純色量が50%、すなわち白色量が20%ということになり、色相は黄色が40%、赤が60%と読み取れる。色相の配置が心理的4原色を使っているため、その数値から色を想像しやすいという長所があり、近年、NCSを使った研究も増えている。

③ パントンシステム

世界中で最も広く使用されている色見本帳のひとつで、日本では通称「パントン」または「パントーン」とも呼ばれ、アパレル、グラフィックデザイン、印刷、マルチメディア、Web、プロダクトデザインの制作・製造工程においての色指定に使用されている。

図6に示したように最初の数字が明度(11～19)、次の2桁が色相(01～64)、最後の2桁が彩度(00～64)で表される。また素材別に見本帳があり、末尾に“英字:TPX”がついている場合はペーパー版、コットン版の場合は“英字:TCX”が付く。特に製品の色指定などの現場で多く用いられている。

2-4 測色値による方法

光学的に測定した色刺激はその特性によって定量的に表すため、色を正確に管理する分野では欠かすことのできないシステムである。測色については分光測色計や光電色彩計を用い、その反射率から三刺激値を算出する。その代表的なものにXYZ表色系やL*a*b*表色系、L*u*v*表色系などがある。

① XYZ 表色系

XYZ表色系は、1931年にCIE(国際照明委員会)で標準表色系として承認され、日本においても1982年にJIS Z 8701に採用されている色の表示方法であり、加法混色の原理に基

づいて、三原色の混合量によって色を表す体系である。赤の色みだけをもち明るさをもたない X、緑の色みと明るさをもつ Y、青の色みだけをもち明るさをもたない Z を原刺激として仮定し、その測色量 XYZ で示される数値を三刺激値という。

なお、色を表示する場合には、測色量ではどのような色か判断するのが困難なため、知覚的に判断しやすい三属性の表示に対応するように色度座標 x 、 y および三刺激値の Y (視感反射率) で表すことが多い。また、図 7 に示したようにこの色度座標 x 、 y を座標軸にして図に示したものを xy 色度図と呼び、CIE が定めた色表示であるため、「CIE 色度図」とも呼ぶ。図のように xy 色度図上では外側になるほど鮮やかな色になり、一番外側がスペクトルであり、各波長が示されている。また、さらに色度座標 x 、 y から主波長 (nm: 概ね色相に相当)、刺激純度 (%: 概ね彩度に相当) を読み取り、さらに視感反射率 (%: 概ね明度に相当) と合わせて表記する場合もある。なお、この表色系は物体色だけでなく標準イルミネントも規定することができることから全ての色を表すことができ、精度の高い実験で色を詳細に表す場合に用いる。

② $L^*a^*b^*$ 表色系

XYZ 表色系は色を正確に表示するには適しているが、2 つの色の差を検討する場合には色空間が均等でないために不向きである。そこで考えられたのが均等知覚色空間 UCS (Uniform Color Space) である。この均等知覚色空間には $L^*a^*b^*$ (読み方はエルスターエスタービースター) 色空間や $L^*u^*v^*$ 色空間がある。 $L^*a^*b^*$ 色空間で表記される表色系を $L^*a^*b^*$ 表色系、 $L^*u^*v^*$ 色空間で表記される表色系を $L^*u^*v^*$ 表色系という。両者は JIS Z 8729⁴⁾ に採用されている。 $L^*a^*b^*$ 表色系は一般的に物体色に用いられることが多く、写真・印刷分野、ディスプレイの評価などには $L^*u^*v^*$ 表色系が用いられることが多い。

図 8 に $L^*a^*b^*$ 表色系を示したが、 L^* は明度指数、 a^* 、 b^* はクロマティック指数といい、色度座標で示される。 a^* のプラスには赤、マイナスには緑、 b^* のプラスには黄、マイナスには青が布置している。なお、2 色の色差 ΔE^*ab は 2 色間の距離で表される。

3. 色彩イメージの研究と表色系

アパレルやメーカー、インテリアの分野では、カラーイメージを測定し、関与する要因などを分析する研究が幅広く行われている。ここではそれらの研究で多く使われる実験手法の SD 法と一対比較法を取り上げ、実験計画において色をどのように選択したらよいか、さらにその後どのような解析を行っていくかなどについて取り上げる。

3-1 色彩イメージの実験手法

① SD 法 (semantic differential method)

SD 法は意味差判別法とも言われ、アメリカの心理学者 C.E. オスグッド (C.E. Osgood) によって考案され、複数の評定尺度 (多くは形容詞対) 間の相関関係から心理的な意味構造を探る手法である。現在は実験が簡便であることから色彩、デザイン、景観、食品、テクスチャー、企業や店舗イメージにまで幅広く使われる。

SD 法を用いた研究の多くは、イメージを測定するだけでなく、その後、イメージプロ

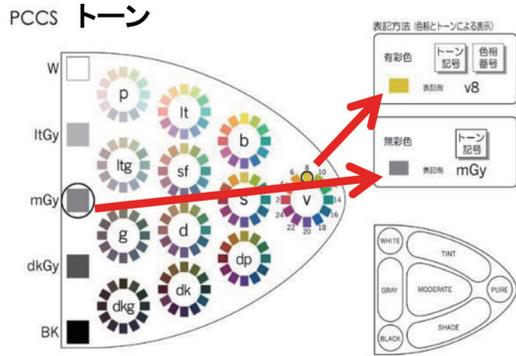
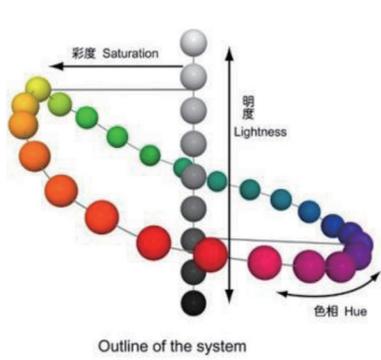


図2 PCCS 表色系

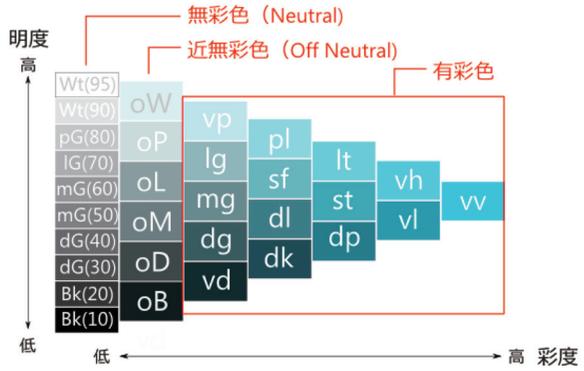
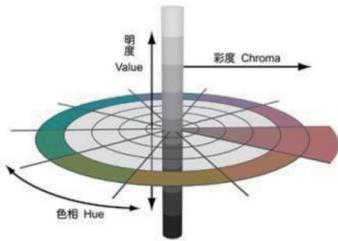


図3 CCIC 表色系

Munsell

明度
5 R 4 / 1 4
色相 彩度



Munsell

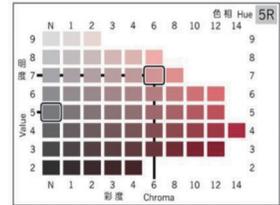


図4 マンセル表色系

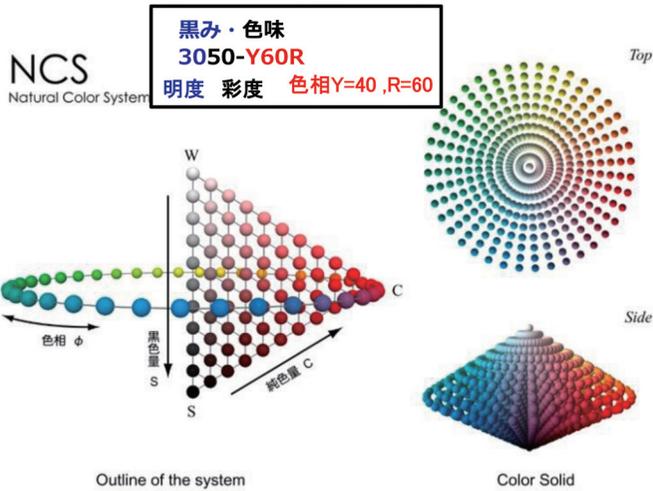


図5 NCS 表色系

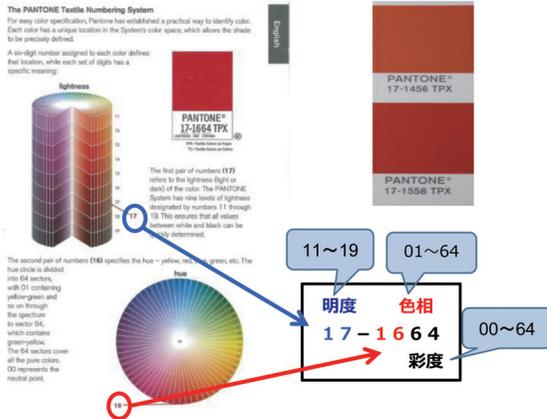


図6 パントンシステム

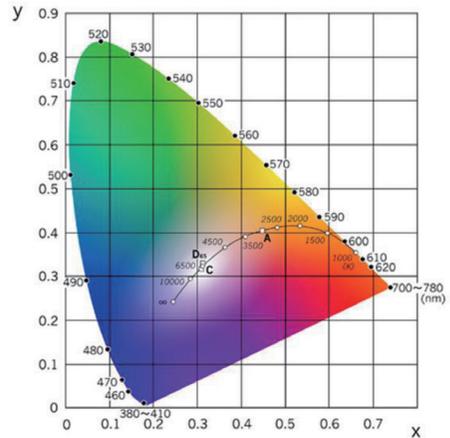
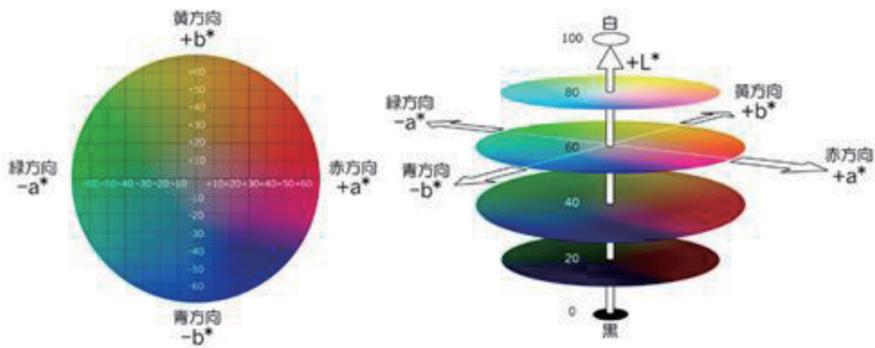


図7 XYZ 表色系 (xy 色図)



$$\text{色差 } \Delta E_{ab} = \{(\Delta L^*)^2 + L(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{\frac{1}{2}}$$

図8 L*a*b* 表色系

フィールドを作成し、さらに因子分析を行うことによって内在する因子を抽出し、因子得点を求め、関与する要因を検討する場合が多い。そのため、実験に使用する評定尺度（形容詞対、イメージ用語対）は少なすぎると因子の抽出そのものが無意味になり、多すぎると被験者に負荷がかかるだけでなく、抽出された因子の解釈が難しくなるため、およそ予測される因子数の3～4倍の数を目安に用意することが望ましい。

さらに、色彩を扱う研究においては、評定尺度の偏りをなくするために、Osgoodが因子分析により抽出した活動性、力量性、評価性の3因子を入れた構成になっていることが望ましい。また、評定段階は5段階評定を用いる場合が多い。7段階の方が多少精度が上がるが9段階以上になると逆に精度が下がる⁵⁾ことが報告されている。実験において、各段階に程度量副詞を付与する場合は、「非常に・やや・どちらともいえない（中間）・やや・非常に」が多く用いられるが、筆者らの研究⁶⁾によれば「非常に・まあまあ・どちらともいえない・まあまあ・非常に」の方が間隔は等間隔であり、さらに数字「+2・+1・0・-1・-2」の方がより正確に判断されることが判明している。

② 一対比較法

一対比較法は、ある刺激群から刺激対全ての組み合わせを取り出して、その優劣関係（順序尺度）を評価させる方法である。優劣のみを評価させる方法がサーストンの一対比較法（Thurstone's Paired Comparison）、どちらがどのくらい優れているかの程度まで評価させる方法がシェッフエの一対比較法（Scheffe's Paired Comparison）である。

この方法は、「この色に合う素材はこれらの中のどれでどの程度か」など1尺度を細かく検討するとき用いる。この手法は、試料数が多いと実験のサイズが非常に大きくなる。例えば、試料が10種の場合45通り、20種の場合190通りとなり、順序効果がある場合ならその2倍になり、被験者への負担が非常に大きくなる。

また、試料として用いる色彩については、実験の精度と色彩表示の精度を合わせることも重要であり、三属性を分離して表せる試料の方が効果的な検討ができるといえる。

3-2 実験条件と使用色数

色そのもののイメージを測定した研究はこれまでも多く報告されている。この場合は多数の試料色を使うことができるため属性を規則的に変化させて用いることができる。しかし、アパレルやインテリアの色彩を扱う場合は、対象物と色との関係も考察する必要があるため、実験に使うことができる色数が限られてくる。そこで以下のような場合を例にどのような色彩が使えるか考えてみる。例えば30試料を用いる実験の場合では

- ① 素材 × 色彩…素材5種（例：綿・毛・絹・ポリエステル・アクリル） × 色彩6色
- ② デザイン × 色彩…デザイン5種 × 色彩6色
- ③ デザイン × 素材 × 色彩…デザイン5種 × 素材2種 × 色彩3色
- ④ デザイン × 2色配色（色彩1 × 色彩2）…デザイン5種 × 色彩3色（組合せ）

などが考えられ、実験に用いることのできる色彩は非常に少なく、三属性を網羅することができるとは限らない。そのため、実験計画に合わせて十分検討して用いる必要がある。

3-3 解析方法と色の属性

アパレル分野において色彩イメージを扱う研究の場合、SD法や一対比較法などの手法で実験を行った後、多変量解析を用いて内在する因子や関与する要因などを検討する作業を行うのが一般的である。そこでデータ解析の方法を念頭に入れて表色系を決めておく必要がある。図9にこの分野で比較よく使われる3種の多変量解析について示した。

① 因子分析を用いて分析する場合

SD法による官能検査を行い、因子分析、因子得点を求めてイメージに関与する要因を解明する場合、その手順として、まず因子分析を行い、内在する因子を抽出し、因子得点の算出から因子軸の解釈を行い、各因子に関与する要因を抽出するという過程を取る場合が多い。その例として表1に筆者のこれまでの研究から因子分析結果をあげた。この研究では3因子が抽出されている。さらに図10に因子得点を示したが、軸の解釈には色彩の属性を量的データで扱うことが予測されるため、実験に用いる色彩は三属性を網羅していることが望ましい。実験内容が例えば同一色相内の色だけを検討するような特別な場合以外は色選択は万遍なく行う必要がある。

② 数量化理論を用いて分析する場合

SD法による官能検査を行い、数量化理論を用いて分析する場合を図11に示した。数量化I類を用いた分析結果⁷⁾を示したが、イメージに関与する説明変数は、数値でなくても、あらかじめ色彩の定性的データをアイテムとして設定する

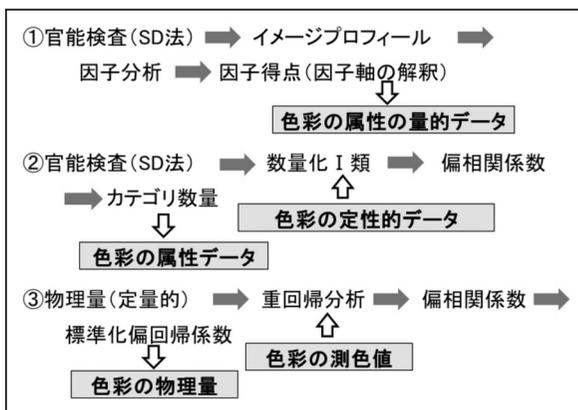


図9 解析方法と色の表示

表1 因子分析結果の例

| イメージ用語 | FAC1 | FAC2 | FAC3 | 共通性 |
|-------------|--------|--------|--------|-------|
| 派手な—地味な | 0.942 | -0.215 | 0.081 | 0.940 |
| 女性的な—男性的な | 0.938 | 0.112 | -0.106 | 0.900 |
| 個性的な—平凡な | 0.870 | -0.294 | -0.035 | 0.850 |
| 若々しい—年寄りっぽい | 0.854 | 0.277 | 0.341 | 0.920 |
| エレガント—スポーティ | 0.830 | -0.305 | 0.100 | 0.790 |
| 軽やかな—重たい | 0.008 | 0.952 | 0.094 | 0.920 |
| ソフトな—ハードな | -0.412 | 0.901 | -0.048 | 0.980 |
| 清潔な—不潔な | 0.044 | 0.882 | 0.427 | 0.960 |
| セクシーな—清楚な | 0.590 | -0.790 | 0.099 | 0.980 |
| 冷たい—暖かい | -0.177 | -0.188 | 0.914 | 0.900 |
| 好きな—嫌いな | 0.416 | 0.434 | 0.716 | 0.870 |
| 上品な—下品な | 0.199 | 0.506 | 0.704 | 0.790 |
| 寄与率 | 39.2 | 32.6 | 18.3 | |
| 累積寄与率 | 39.2 | 71.8 | 90.1 | |

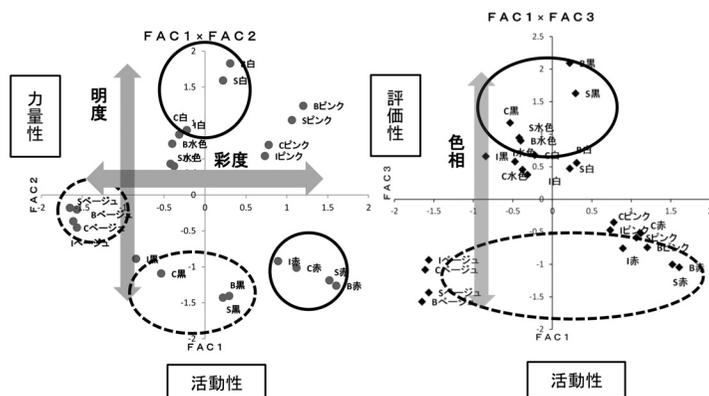
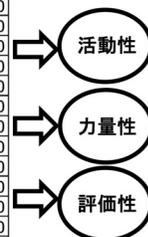


図10 因子得点プロットの例

ことができ、それぞれカテゴリ数量として決められた属性に解析結果が割り当てられるため、色の三属性は網羅していなくても問題はない。

| アイテム | 偏相関 |
|--------|-------|
| 柄 | 0.587 |
| 色彩 | 0.907 |
| 幅 | 0.645 |
| 重相関の2乗 | 0.854 |

③ 重回帰分析を用いて分析する場合

予測値を算出できる分析として重回帰分析があるが、目的変数に対してどのような要因がどの程度関与するかを解析するために説明変数、いずれも量的データを入れて解析する。しかし、明度および彩度の属性は数量で表示できるが、色相は量的データに置き換えるのが難しい。表2に例として挙げた実験⁸⁾は数値で表すことのできる色相の属性として主波長を用いており表色系はXYZ表色系を使っている。標準偏回帰係数により関与する要因を検討することができ、この研究では試料の視感反射率すなわち明度が大きく影響するという結果が得られている。なお、説明力は決定係数で示され、概ね0.6以上であることが望ましい。

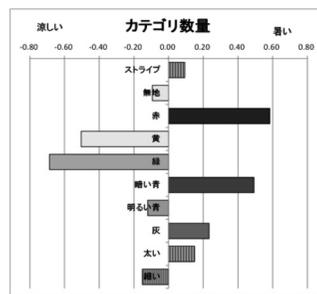


図11 数量化I類の例

表2 重回帰分析の例 **、1%

| 説明変数 | 使用前 | | 使用后 | |
|-------|--------|---------|--------|---------|
| | 偏回帰係数 | 標準偏回帰係数 | 偏回帰係数 | 標準偏回帰係数 |
| 主波長 | -0.004 | -0.047 | -0.009 | -0.093 |
| 視感反射率 | 0.145 | 0.956** | 0.160 | 0.944** |
| 刺激純度 | 0.003 | 0.019 | 0.017 | 0.087 |
| 定数 | 6.603 | | 6.603 | |
| 重相関係数 | 0.956 | | 0.947 | |
| 決定係数 | 0.913 | | 0.898 | |

4. おわりに

アパレルの視覚評価に関わる要因としては色、柄、デザイン、テクスチャーなどが挙げられるが、中でも色彩の影響が最も大きいことは先行研究でも報告されている。しかし、本報で示したように、色彩を正確に伝達することや再現することは非常に難しい。そのため、研究の目的を明確にして、どのような精度で色を表す必要があるかを考慮して試料色および表色系を選択することが、研究の重要なポイントであるといえよう。

[参考文献]

- 1) 日本色彩研究所：色彩スライド第4巻 カラーシステムと配色調和、日本色彩研究所（2000）
- 2) 日本規格協会：JISハンドブック p.207～231、日本規格協会（2010）
- 3) 加藤雪枝、石原久代ほか：新版生活の色彩学、p.38～39、朝倉書店（2001）
- 4) 日本規格協会：JISハンドブック p.355～367、日本規格協会（2010）
- 5) 日科技連：官能検査ハンドブック、p.26～29、日科技連出版社（1983）
- 6) 石原久代、横山寿子、酒井清子：「SD法による服装イメージの測定の検討（第3報）—尺度の設定方法による差異—」、日本繊維製品消費科学会 1997年年度大会発表要旨集 p.70～71（1997）
- 7) 加藤千穂、大澤香奈子、石原久代：「縞柄の諸要因が服装の視覚的評価に及ぼす影響」繊維製品消費科学会誌、Vol.49 No.10 p.73～83（2008）
- 8) 鷺津かの子、石原久代：「衣服のスポット汚れの視覚的評価に関する研究」、繊維品消費科学会誌、Vol.49 No.8 p.47～56（2008）