

令和 2 年 6 月 29 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16139

研究課題名(和文)色を説明変数とした他の感覚の表現手法の確立およびアプリケーションシステムの構築

研究課題名(英文)The new way of expressing senses by color and the application system construction

研究代表者

若田 忠之(Tadayuki, Wakata)

早稲田大学・グローバルエデュケーションセンター・講師(任期付)

研究者番号：60758605

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文):多感覚に共通する印象次元が存在し、それらは色のトーンを用いて説明可能であり、さらにその印象次元を用いて感覚情報を整理することを本研究の仮説とし、それらを明らかにすることおよび研究結果をフィードバックできるアプリケーションシステムの構築を行うことを目的とした。本研究の成果としては、色、香り、音楽には共通した印象次元があることが示され、特に色の明るさ、あざやかさが印象を反映できることが示された。この点を踏まえて色を用いて他の香りを表現した場合に、表現が可能であることが示された。これらの結果についてはデータベース化し、汎用的に分析結果を参照できるアプリケーションを作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

心理学の分野での基礎研究は非常に有用なものが多い反面、学術分野での公開に留まっており、一般社会に研究成果を還元できていないという現状がある。そこでスマートフォン型のアプリという普段使い慣れ環境を実験に用いることによって、参加者の余計なバイアスを軽減に寄与できるものと期待される。また、タッチ操作によってより直観的な回答を求めることが期待できる。これらの手法は、従来は用いられることが少なく、今後の技術革新に伴う高度な研究手法の開発の先駆けとなることが考えられる。さらに、基礎研究をより一般化して示すことが可能となれば、今後の心理学の基礎研究の発展に寄与できるものと考えられる。

研究成果の概要(英文):Fragrance and music comprises numerous components and are thus difficult to express. If an image of fragrance/music is visually articulated, smoother communication could be achieved. This study aims to express fragrance/music through color. In this study, four factors were obtained as the levels of impression shared by color, fragrance and music. And these factors were corresponded to color elements. Furthermore, participants were asked to express fragrance by using color. The results showed that the data were 70% accurate. To conclude, this study evinced a commonality between the impressions created by fragrance, music and color. The results of the present study thus indicate the possibility of expressing fragrance and music by using color. Based on the results of the current study, the application system was constructed to visualize the results.

研究分野：心理学

キーワード：色 香り PCCS トーン 印象 分類 アプリケーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

これまでの研究(Wakata&Saito;2015 ,Wakata&Saito;2012)からは、色の印象次元を表象するための概念として、PCCS (Practical Color Co-ordinate System) におけるトーンの有用性が明らかになっている。一方で色とは異なり、香りや音楽などはその印象を言語的に表すのが難しいという現状がある。そこで本研究ではトーンに着目し、色を用いて他の感覚の表現方法を検討することを目的の1つとした。また、近年はスマートフォンのアプリケーション(以下アプリ)の発展が目覚ましく、多くの複雑な情報を容易に扱えるようになった。そこで、多くの人に扱いやすく、汎用性も高い点を考慮し、色を用いた他の感覚情報の表現手法としてアプリの形で表現することも本研究の目的とした。

PCCS は色を表す表色系の1つである。PCCS の特徴は明度と彩度を複合した概念であるトーンを持ち、全部で12トーンで構成される。トーンが印象次元を反映することはこれまでの研究でも示唆されている(Wakata&Saito;2015)。心理学分野ではSD法などの印象評価や因子分析などの手法を用いて印象空間を探索することが行われており、色彩印象と色の3属性の関係はこれまでもOyama(1965)をはじめ、多くの取り組みが行われている。また、色以外の感覚に目を向けると、心理学研究において香りの分類に取り組んだものは少なく、Yoshida(1972)などの分類がみられるが、心理学的な観点からは未だ確立された結果は得られていない。その要因として香りを言語的に表現する語彙が乏しいことがあげられる。一方で、印象レベルでの感覚的な香りの分類として類似したグループなどが存在し、ある程度まとめて捉えることができる点は経験的にも明らかである。そこで、色と香りの対応を検討した研究では、一定の傾向が示されている(若田・齋藤;2013)。音楽も香りと同様に、多様な要因の組み合わせで構成される。音楽は香りと比較すると各特性による分類などは明らかになってはいるものの、課題も多いのが現状である。しかし、音楽についても、類似した印象をもつ楽曲ごとの分類は可能であると考えられる。この点についてもトーンを用いた音楽と色の対応傾向が示された(若田・齋藤;2015)。

このように、印象を介してそれぞれの感覚を整理することは可能であると考えられる。そこで、印象を表象する”トーン”を用いることでより簡便に他の感覚情報を捉えることができないかとの着想に至った。

## 2. 研究の目的

多感覚に共通する印象次元が存在し、それらは色のトーンを用いて説明可能であり、さらにその印象次元を用いて感覚情報を整理することを本研究の仮説とし、それらを明らかにすることを目的とする。まず多感覚における印象次元の抽出を行い、次にそれらの印象次元とPCCSトーンを用いた明るさ、あざやかさとの対応を検討する。その上で、PCCSトーンを印象を表象する共通概念として他の感覚の整理を行うことを目指す。研究1では、色、香り、音楽の印象評価を行い、感覚に共通する印象次元の抽出を行う。研究2では、PCCSに着目し明度、彩度と印象次元間の対応関係を詳細に検討する。

上記の検討を踏まえて、研究3では色を説明変数とした香りや音楽などの他の感覚情報を表現することに取り組む。この過程においては、アプリを用いた評価方法とする。また、研究3においてはこれまでの研究成果の裏付け及び印象評価との対応など、多角的な視点を取り入れることを目的とする。そこでは色の明度、彩度と印象次元の関連を検討したうえで多感覚における印象空間との関連にも着目し、印象次元を介したアプローチも行う。また本研究では研究結果をフィードバックできるアプリケーションシステムの構築も目指しており、研究成果をより一般化して提示することの実証モデルとしての位置づけも踏まえている。

### 3. 研究の方法

#### 研究 1: 多感覚に共通する印象次元の抽出(SD 法を用いた色, 香り, 音楽の印象評価)

色刺激: PCCS における 12 色相×12 トーン(および 9 段階の無彩色とする。トーン系列は 12 トーンを色相環状に配置し, 色相系列は 12 色相を帯状に配置する。また, 無彩色 9 色を帯状に配置した合計 25 種類の色刺激を用いた。

香り刺激: 香り刺激は予備調査を基に選出した 30 種類の香りを用いた。香料は 20ml の褐色遮光瓶の中に入れて 2 cm 四方の脱脂綿にしみ込ませたものを使用した。香りの濃度は嗅いだ際に一定になるように,  $10 \mu\text{l} \sim 500 \mu\text{l}$  の間で調節した。ブランク刺激としてコーヒー豆を上記の褐色遮光瓶に入れたものを用いた。

音楽刺激: 音楽刺激は RWC 研究用音楽データベースにおける音楽の各ジャンルから, 中分類の 40 ジャンルの楽曲を用いた(後藤ら;2002)。各楽曲は冒頭部分を中心に 1 分~2 分程度の長さに編集した。ブランク刺激としてホワイトノイズを用いた。刺激提示にはタブレット(iPad Air 2:Apple)およびヘッドフォン(QuietComfort 35 wireless headphones:BOSE)を用いた。

評価方法: 20 形容詞対, 7 段階評定の Semantic Differential (SD) 法にて印象評価を行った。香り刺激, 音楽刺激は, 提示された刺激に最も調和する色および不調和な色をトーン・無彩色から 1 つずつ, 色相から 1 つずつの計 4 色選択した。各評価は iPad 上で動作するアプリケーションを用いて行った。実験参加者は 65 名(平均  $21.5 \pm 1.2$  歳, 男女=26:39)であった。

#### 研究 2: PCCS における色の知覚的明度, 彩度空間の再検討

手続き: 研究 1 の色刺激に対して明るい 暗い, あざやか くすんだについて Visual Analog Scale(VAS)による評価を行った。実験参加者は 65 名(平均  $21.5 \pm 1.2$  歳, 男女=26:39)であった。

#### 研究 3: 印象を表象する共通概念として色による他の感覚の整理およびデータベースの構築

##### 実験 3-1: 色彩を説明変数とした他の感覚の評価

刺激: 研究 1 と同様の香り刺激および音楽刺激を用いた。

評価用アプリケーション概要: 色を説明変数とした評価方法については専用のアプリを作成した(図 1)。アプリの動作環境は Appli 社製 iPod touch を用いた。操作概要はバブルチャートの要領で印象としてその色が当てはまる場合には大きく, 当てはまらない場合には小さくする形で評価を行う。色を選択した上でスライドを操作すると画面上の色の大きさが変化する。評価画面はトーンおよび無彩色, 色相および無彩色の 2 つの系列に分ける。内部的に刺激ごとの各色の評価値は 0~100 の間で数値化されて記録された。

手続き: 刺激は 1 つずつ提示し, アプリを用いて評価を行った。適宜休憩を設け, 必要に応じて複数日に分けて実験を実施した。音楽の実験参加者は 40 名(平均年齢  $21.9 \pm 1.6$ , 男女=14:26), 香りの実験参加者は 47 名(平均年齢  $22.2 \pm 3.6$ , 男女=26:21)であった。

##### 実験 3-2: 色による他の感覚表象の再現実験

手続き: 実験 3-1 で用いたアプリを使用し自分の求める他の感覚のイメージを入力する。この時点で内部では実験 3-1 の結果のデータベースの情報と計算による照合がなされ, 入力した色の情報に最も近い値を持つ刺激が選出される。この方法によって選ばれた香り, 音楽がどの程度イメージしたものに近いか 10 段階で評価を行った。実験参加者は 23 名(平均  $22.4 \pm 1.3$  歳, 男女=15:8)であった。

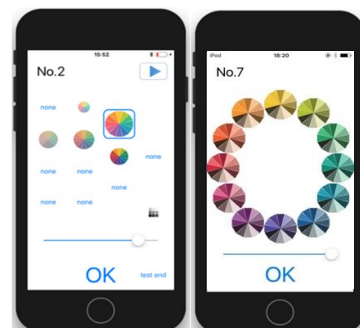


図 1. 評価用アプリケーション画面

#### 4. 研究成果

##### 多感覚に共通する印象次元の抽出

色, 香り, 音楽に共通する印象次元の抽出として, SD 法によって得られた印象評価値に対して因子分析(最尤法, プロマックス回転)による因子抽出を行った. その結果, 色, 香り, 音楽に共通する印象次元として 4 因子が得られた(表 1).

##### 色の知覚的明度, 彩度空間の再検討

色の心理的な明るさ, あざやかさの主観評価の平均値を図 2 に示す. トーンごと, 色相ごとに明るさとあざやかさの相関係数を求めたところ, それぞれ相関関係が見られたことから主成分分析を用いた両者の統合を行った. その結果トーン, 色相ごとに統合次元が得られた(図 3, 4). この統合次元を “brilliantness” と命名した.

表 1. 因子分析負荷量行列

|                  | + | - | Fac1         | Fac2         | Fac3          | Fac4         |
|------------------|---|---|--------------|--------------|---------------|--------------|
| 騒がしい - 静かな       |   |   | <b>0.855</b> | -0.310       | -0.035        | -0.069       |
| 動的な - 静的な        |   |   | <b>0.832</b> | -0.185       | 0.044         | -0.057       |
| 派手な - 地味な        |   |   | <b>0.721</b> | 0.155        | -0.018        | -0.093       |
| 陽気な - 陰気な        |   |   | <b>0.607</b> | 0.142        | 0.385         | 0.100        |
| 明るい - 暗い         |   |   | <b>0.502</b> | 0.278        | 0.336         | 0.169        |
| 美しい - 汚い         |   |   | -0.148       | <b>0.805</b> | 0.126         | -0.074       |
| 澄んだ - 濁った        |   |   | -0.068       | <b>0.712</b> | -0.056        | 0.168        |
| 好きな - 嫌いな        |   |   | -0.039       | <b>0.662</b> | 0.236         | -0.124       |
| 落ち着く - 落ち着かない    |   |   | -0.509       | <b>0.576</b> | 0.227         | -0.102       |
| すっきりした - すっきりしない |   |   | 0.024        | <b>0.572</b> | -0.177        | 0.134        |
| やわらかい - かたい      |   |   | -0.133       | 0.048        | <b>0.699</b>  | 0.063        |
| 緊張した - 緩んだ       |   |   | 0.099        | 0.162        | <b>-0.678</b> | -0.089       |
| あたたかい - つめたい     |   |   | 0.232        | 0.065        | <b>0.632</b>  | -0.186       |
| 甘い - 甘くない        |   |   | 0.116        | 0.099        | <b>0.565</b>  | -0.111       |
| 鋭い - 鈍い          |   |   | 0.327        | 0.379        | <b>-0.470</b> | 0.070        |
| はっきり - ぼんやり      |   |   | 0.421        | 0.412        | <b>-0.433</b> | -0.077       |
| 男性的な - 女性的な      |   |   | -0.003       | -0.235       | <b>-0.419</b> | -0.046       |
| 淡白な - 濃厚な        |   |   | -0.220       | 0.001        | -0.182        | <b>0.735</b> |
| 軽い - 重い          |   |   | 0.102        | 0.151        | 0.181         | <b>0.613</b> |

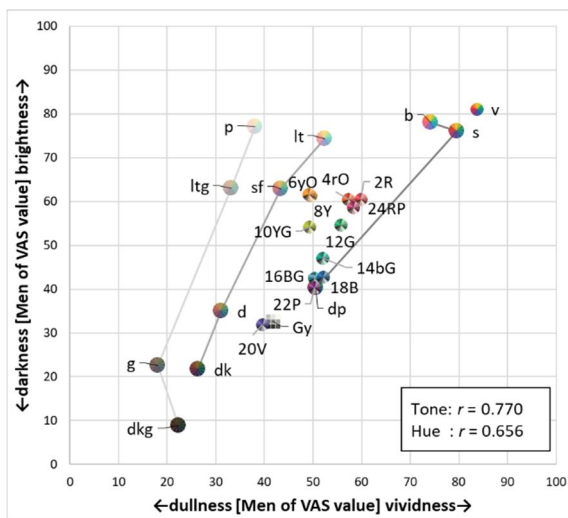


図 2. VAS 評価明るさ, あざやかさプロット

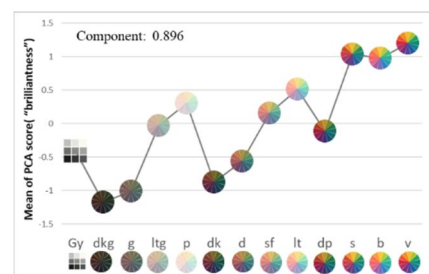


図 3. Tone : “brilliantness” 得点

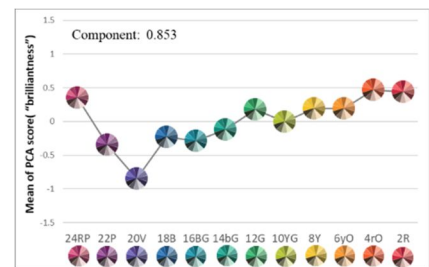


図 4. Hue : “brilliantness” 得点

##### 印象次元と色の心理的な明るさ, あざやかさおよび “brilliantness” との関係

研究 1 で得られた印象次元に対して, 研究 2 で得られた色の心理的な明るさ, あざやかさおよび “brilliantness” がどのように関連しているかについて検討を行う為, 因子得点, VAS 評価値および主成分得点間の相関係数を算出したところ, 特に印象次元 1, 2 と明るさ, あざやかさおよび “brilliantness” に相関関係が見られたことから, 色の明るさやあざやかさが印象次元を反映できることが示唆された(表 2).

表 2. 相関係数

| Tone | VAS評価値 |       | PCA           |
|------|--------|-------|---------------|
|      | 明るさ    | あざやかさ | brilliantness |
| fac1 | 0.830  | 0.974 | 0.953         |
| fac2 | 0.962  | 0.864 | 0.974         |
| fac3 | 0.799  | 0.294 | 0.600         |
| fac4 | 0.841  | 0.380 | 0.667         |

| Hue  | VAS評価値 |       | PCA           |
|------|--------|-------|---------------|
|      | 明るさ    | あざやかさ | brilliantness |
| fac1 | 0.833  | 0.576 | 0.811         |
| fac2 | 0.425  | 0.711 | 0.569         |
| fac3 | 0.826  | 0.560 | 0.800         |
| fac4 | 0.320  | 0.089 | 0.262         |

##### 印象を表象する共通概念として色による他の感覚の整理およびデータベースの構築

まず, 色による香りの評価と印象評価との関連を検討するため研究 3 のアプリケーションにおける評価で得られた色の選択率を変数として, トーンおよび無彩色と色相ごとにクラスター分析(ユークリッド距離, Ward 法)による香りの分類を行った. その結果, 両者ともに 7 クラスターの分類とした. ここでは, 特にトーンに着目すると, 図 5, 6 のように色で分類したクラスターごとに印象評価値を示すと, 印象も類似する傾向が見られた.

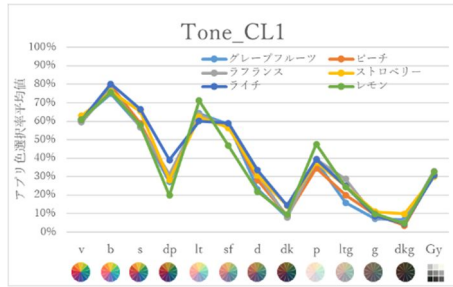


図5.色(トーン)による香り分類:  
クラスター1-色傾向プロット



図5.色(トーン)による香り分類:  
クラスター1-印象傾向プロット

次に色によって香りの印象を予測する予測式を得るために、研究1の因子分析の香りの因子得点を従属変数とし、研究3で得られたアプリケーションの評価得点を独立変数として重回帰分析を行った。独立変数については、色をクラスター分析(ユークリッド距離, Ward法)によって4クラスターの分類に分けたものの平均値を用いた。その結果、特に因子1, 因子2においてトーンの傾向から香りの印象を予測できることが示唆された。この結果については、先述した色の明るさ、あざやかさが特に因子1, 因子2に対応することと共通する結果であった(表3)。これらの結果は、音楽についても共通した結果が見られた。

表3 重回帰分析結果回帰式

|       | (定数)     | v_s_b<br>lt_sf  | p_ltg           | dp_Gy<br>d      | dk_g<br>dkg   | 調整済み<br>重決定係数 |
|-------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 因子1 = | 1.720 +  | 0.555 +         | <u>-3.967</u> + | -1.063 +        | -0.840        | ( 0.844 )     |
| 因子2 = | 4.018 +  | <u>-2.711</u> + | -1.286 +        | <u>-3.462</u> + | <u>-2.672</u> | ( 0.834 )     |
| 因子3 = | -0.636 + | 1.799 +         | -0.480 +        | -2.012 +        | 2.929         | ( -0.059 )    |
| 因子4 = | 2.420 +  | -2.593 +        | 1.529 +         | -1.171 +        | <u>-3.919</u> | ( 0.525 )     |

— :  $p < .10$ , — :  $p < .05$

さらに、実験3-2:色による他の感覚表象の再現実験として、実験参加者が求める香りのイメージを色で表現した場合に、上記のデータベースを参照して最も近い香りを提案する再認実験を行ったところ、約70%の精度で実験参加者が求めたイメージの香りをピックアップできることが示された。

これらの成果を通じて、色、香り、音楽には共通した印象次元があることが示され、特に色の明るさ、あざやかさが印象を反映できることが示された。この点を踏まえて色を用いて他の香りを表現した場合に、表現が可能であることが示された。これらの結果についてはデータベース化し、汎用的に分析結果を参照できるアプリケーションを作成した。

<引用文献>

T. Wakata and M. Saito(2015), A study of relationship between physical value and psychological value in PCCS, T. International Color Association 2015, 1087-1090.  
 T. Wakata and M. Saito(2012), The impression of tones and hue in gradation of Practical Color Co-Ordinate System (PCCS), International Color Association 2012 Taipei, 322-325.  
 T.Oyama,et,al. (1965), A FACTOR ANALYTICAL STUDY ON AFFECTIVE RESPONSES TO COLORS, ACTA CHROMATICA, 1(4), 164-173.  
 M.Yoshida(1972), STUDIES IN PSYCHOMETRIC CLASSIFICATION OF ODORS(7), Japanese Psychological Research. 14(3), 101-018.  
 若田忠之・齋藤美穂(2015),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, 39(4), 147-158.  
 若田忠之・齋藤美穂(2015),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, 39(4), 147-158.  
 後藤真孝ら(2002), RWC 研究用音楽データベース: 音楽ジャンルデータベースと楽器音データベース, 情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 2002-MUS-45-4 2002(40), 19-26.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Tadayuki Wakata  |
| 2. 発表標題<br>The Relationship Between Colors and Fragrances by Color impression |
| 3. 学会等名<br>Association Internationale de la Couleur (国際学会)                    |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Tadayuki WAKATA & Miho SAITO   |
| 2. 発表標題<br>A study of common dimensions on the impression of color, fragrance and music |
| 3. 学会等名<br>日本色彩学会   |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>若田忠之・齋藤美穂                         |
| 2. 発表標題<br>色、香り、音楽に共通する印象次元の検討               |
| 3. 学会等名<br>日本色彩学会 平成28年度コスメティクスと肌・顔研究会 研究発表会 |
| 4. 発表年<br>2017年                              |

|                                 |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名<br>若田忠之                 |
| 2. 発表標題<br>色、香り、音楽に共通する印象次元の検討2 |
| 3. 学会等名<br>日本色彩学会               |
| 4. 発表年<br>2018年                 |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Tadayuki WAKATA   |
| 2. 発表標題<br>Expression of music by colors   |
| 3. 学会等名<br>International Society of Affective Science and Engineering2019 (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|                               |
|-------------------------------|
| 1. 発表者名<br>若田忠之               |
| 2. 発表標題<br>香りに対する調和色を用いた香りの分類 |
| 3. 学会等名<br>日本色彩学会             |
| 4. 発表年<br>2019年               |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Tadayuki WAKATA  |
| 2. 発表標題<br>THE RELATIONSHIP BETWEEN PSYCHOLOGCAL BRIGHTNESS, VIVIDNESS AND IMPRESSION |
| 3. 学会等名<br>The 5th Asia Color Association Conference (ACA) (国際学会)                     |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>若田忠之                               |
| 2. 発表標題<br>大学生を対象とした香りに対する色の調和傾向を説明変数とする香りの分類 |
| 3. 学会等名<br>日本色彩学会                             |
| 4. 発表年<br>2020年                               |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|  | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|