

平成 30 年 5 月 11 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00685

研究課題名(和文)光源の色によって特徴付けられた色集合を利用した配色システムの開発

研究課題名(英文) Color design system using a set of colors produced by the colored light characterization method

研究代表者

石田 泰一郎 (Ishida, Taiichiro)

京都大学・工学研究科・准教授

研究者番号：90232305

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は、光源の色によって特徴付けられた色と視覚的印象の関係を体系的に調べ、人間の感性に基づいた新しい配色方法の開発を目的とした。色光特徴付けで生成される色を測色的に計算し、ディスプレイに表示するシステムを開発した。次に、色光特徴付けによる配色が与える視覚的印象(調和感、力量感、嗜好性、活動感、温冷感、人工性)を評価する実験を実施し、色光特徴付けの効果を体系的に把握した。さらに、色光特徴付けによる色集合がもつ色空間上での色分布の特徴を見出した。最後に、色光特徴付けによる色集合を色パレットとして、CGによる室内と建物外観それぞれに対して配色を作成する実験を行い、その効果を検討した。

研究成果の概要(英文)： Many theories of color harmony have suggested that colors having similar visual attributes such as hue, chroma or tone would appear harmonious. This study was motivated by an idea that colored light of illumination must give some common visual characteristics among colors, producing color harmony. We have prepared methods for producing any colors characterized by a colored light on a computer display. We systematically investigated the effects of the colored light characterization method on visual impression of color arrangements. The result indicated that color arrangements characterized by the chromatic colored light were evaluated as more harmonious than those by the white light. It was also showed that the color arrangements gave different visual impressions depending on the colored lights. The application of this method to new color design method was investigated using CGs of the interior of a room and the exterior of buildings.

研究分野：建築光環境, 色彩, 視覚認知

キーワード：色彩心理 色彩デザイン 色彩調和 配色 色光特徴付け法 視覚

## 1. 研究開始当初の背景

配色は対象の視覚的印象を決定づける重要な要素のひとつである。配色方法の基礎的な考え方として色彩調和論がある。

従来の色彩調和論を概観すると、ある秩序を内包する配色は調和するという説が多い。研究代表者の先行研究<sup>1)2)</sup>では、配色を構成する色が共有する特徴として「照明光源の色」に着目した。ある光源によって照明された表面の色を要素とする色集合を考えると、その色集合に属する色は光源の色によって与えられる何らかの視覚的な特徴を共有する。例えば、赤色の光源によって特徴づけられた色は、赤の成分が増加し、緑の成分が減少する傾向を共有することになる。このような光源の色を共有する色集合を生成する方法のことを「色光特徴づけ法」と名付ける。

代表者らの先行研究<sup>2)3)</sup>では、実際の色票とランプを用いた実験装置によって、色光特徴づけ法を用いた配色の印象評価を行った。その結果、色光特徴づけ法を用いた配色は、色光特徴づけ法を用いていない配色と比較して、有意に調和感が高いことが示された。

## 2. 研究の目的

これまでの基礎的研究から色光特徴づけ法によって調和感の高い配色がつくることが分かった。本研究課題では、色光特徴づけ法をコンピュータによる色の計算で再現する方法を整備することによって、色光特徴づけ法による配色の視覚的印象を体系的に評価する。また、色光特徴づけ法による配色によって視覚的印象が生成されるメカニズムを検討する。さらに、色光特徴づけ法の色光デザインへの応用の可能性を検討するため、実際の配色の作成を行い、その有用性を検討する。

## 3. 研究の方法

実験 1：色光特徴づけ法による配色の視覚的印象の評価

### 実験概要

実験 1 ではコンピュータによって生成された色光特徴づけ法による配色の印象評価を行い、その視覚的印象を体系的に把握する。

### 実験装置

本実験は、校正した sRGB 規格の液晶モニター (EIZO ColorEdge CS230) に実験プログラムを表示して行った。実験は室内の全ての照明を消して行われた。

### 提示刺激

4 色×4 色の 16 色配色を 20 パターン作成し、これらを 9 色の光源

(W, YR, Y, GY, G, BG, B, PB, RP) で特徴づけして計 180 通りの提示刺激を作成した。なお本研究では、白色 (W) 光源は色光特徴づけ法を用いていない条件、有彩色光源は色光特徴づけ法を用いた条件として扱う。

### 評価項目

調和感 (不調和⇔調和)、力量性 (やわらかい⇔かたい)、嗜好性 (嫌い⇔好き)、活動性 (静かな⇔にぎやかな)、温冷感 (冷たい⇔温かい)、人工性 (自然な⇔人工的な) の 6 項目について 11 段階で評価する。

### 被験者

20 代の建築系学生 8 名 (男性 6 名、女性 2 名) で、石原式色覚検査の結果、全員色覚正常であった。

### 実験 2：色光特徴づけ法による配色デザインの有用性の検討

本研究課題の実験 2 では色光特徴づけ法を色彩デザインへの応用可能性を検討する。そこで、色光特徴づけ法を配色デザインのカラーパレットに応用する。色光特徴づけ法を用いて生成した色によるカラーパレットから色を選択すれば、調和感が高い配色を容易につくることができるのではないかと考えられる。実験では、色光特徴づけ法を用いたカラーパレットと用いていないカラーパレットで比較する。

実験は、配色作成タスクと配色の印象評価タスクの 2 つを行う。配色作成タスクでは、カラーパレットを用いて、指示された印象を持つような CG 画像の配色を被験者が作成する。配色の印象評価タスクでは、作成した CG 画像の配色の印象を被験者が評価する。色光特徴づけ法の有用性の検討には、配色作成時の満足度、変更回数、所要時間、配色の調和感、作成時に指示された印象を指標として用いる。

### 配色作成タスク

#### 配色する画像

リビングルームと商店街を想定した CG 画像を作成した。実験では、被験者は各々の画像で指定されている 11 ヶ所の色を選択する。

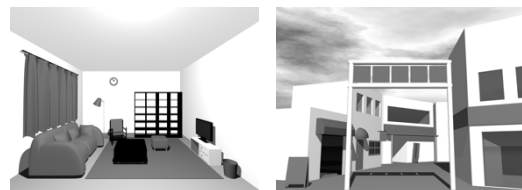


図 1 配色する CG 画像

### 3. 2. 2 カラーパレット

マンセルの主要 10 色相 (5R, 5YR, 5Y, 5GY, 5G, 5BG, 5B, 5PB, 5P, 5RP) の中から明度と彩度の偏りがないようにそれぞれ 10 色ずつ、計 100 色の有彩色を選択した。この 100 色を

実験 1 で使用した色光 9 色 (YR, Y, GY, G, BG, B, PB, RP, W) で特徴づけして 9 種類のカラーパレットを作成した。

#### 配色作成時に指示される印象

本実験では、被験者は指示された視覚的印象を感じられるように CG 画像の配色を作成する。被験者に指示する印象の条件は、実験 1 の評価項目である力量性、活動性、温冷感、人工性に関する形容詞対を設定した。したがって、「かたい」、「やわらかい」、「にぎやかな」、「静かな」、「温かい」、「冷たい」、「人工的な」、「自然な」の計 8 つの印象の条件に沿うような配色を作成することになる。これら 8 つの配色の印象の条件について、色光特徴づけ法を用いたカラーパレットから配色する場合と、用いていないカラーパレットから配色する場合で比較する。色光特徴づけ法を用いた場合は、表 1 に示すように、各印象に対応する色光のカラーパレットを提示する。この対応づけは、実験 1 の結果をもとにして、各印象を与えるような色光を選択して決定した。色光特徴づけ法を用いていない場合は、光源 W のカラーパレットを提示する。

印象	色光	印象	色光
温かい	YR	冷たい	BG
やわらかい	Y	かたい	B
自然な	GY	人工的な	PB
静かな	G	にぎやかな	RP

表 1 印象と色光の対応

実験装置と被験者は実験 1 と同様である。

#### 実験手順

被験者は指示された印象を持つように提示された画像の配色を作成する。色は提示されているカラーパレットから選択するとその色が CG 画像の該当する部分に適用される。色の変更は何度行ってもよい。ただし同じ色は一枚の画像中で一ヶ所しか使えないことにした。このように色の選択を繰り返していき、指示された印象の配色ができたとき被験者が判断した時点で、その画像の配色の作成は終了する。作成後、配色に対する満足度を 7 段階で評価してもらう。

#### 配色の印象評価タスク

##### 評価項目

実験 1 と同様に、調和感(不調和⇔調和)、力量性(やわらかい⇔かたい)、嗜好性(嫌い⇔好き)、活動性(静かな⇔にぎやかな)、温冷感(冷たい⇔温かい)、人工性(自然な⇔人工的な)の 6 項目について 11 段階で評価する。

#### 被験者

20 代の建築系学生 9 名(男性 7 名, 女性 2 名)が参加した。うち 8 名は配色作成タスクにも参加している。この 8 名については、その被験者自身が配色した CG 画像は提示せず、ほ

かの被験者が配色した CG 画像のみを提示する。したがって、配色作成タスクに参加した被験者は 116 枚, 参加していない被験者は 128 枚の画像を観察し、印象評価することになる。

#### 4. 研究成果

##### 実験 1: 結果

結果の一例として、図 2 に調和感の平均値を示す。色光特徴づけ法を用いた場合、光源 B, PB 以外の光源で、色光特徴づけ法を用いていない場合(W)よりも調和感が高くなった。

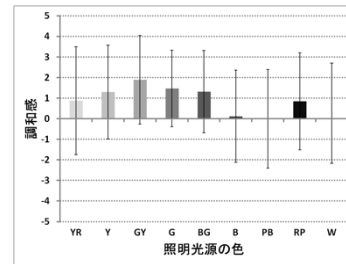


図 2 特徴付け照明光源の色と調和感評価

##### 実験 1: 分析

まず、色光特徴づけ法による色集合全体の变化を検討する。図 3 は JIS 標準色票の 1576 色の色集合を光源 YR の特徴づけありとなしの場合でそれぞれ CIELAB 色空間の各平面にプロットしたものである。(a)を見ると特徴づけに用いた色光のほうに色票の色相がシフトしていることがわかる。また(b)(c)を見ると、明度が大きい色ほど色相のシフトが大きいことがわかる。明度 L\*と色相平面での移動距離との間に強い相関が見られたため ( $R^2=0.755$ ), 「明度に依存した色相と彩度のシフト」が起こっているとと言える。

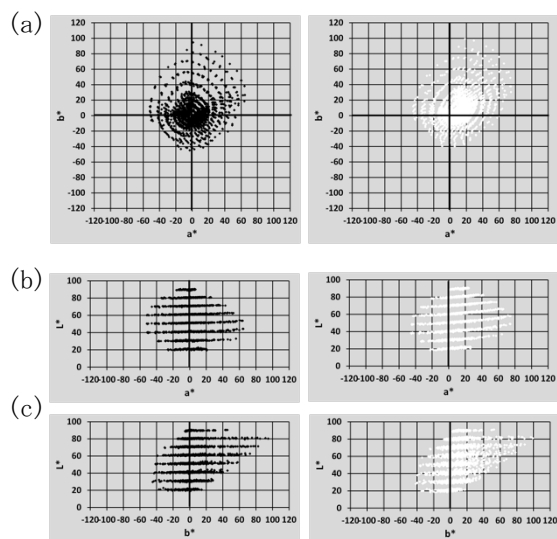


図 3 色光特徴づけ法による色相と彩度の変化 (左: 特徴づけなし, 右: 光源 YR の特徴づけあり)

図4は光源YRで特徴づけしたとき、色集合の中で明度L\*が増加したものは黒、減少したものは白のマークで表わし、a\*b\*平面にプロットしたものである。マークの大きさは変化量の大きさに相当する。図3より特徴づけに用いた光源YRの色相に近い色は明度が増加しており、光源色の色相と反対の色は明度が減少している。また彩度が高い色ほど変化量大きい。したがって「色相と彩度に依存した明度シフト」が起こっていると言える。

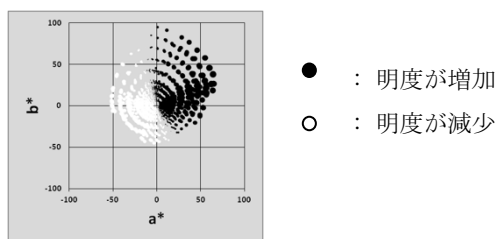


図4 光源YRの特徴づけによる色集合の明度変化

明度に依存した色相と彩度のシフト」と「色相と彩度に依存した明度のシフト」という2つの物理的な変化が起こっていることがわかったが、色相のシフトのほうが大きいことから、色相のシフトを色光特徴づけ法によって起こる主な現象として考える。そこで、色光特徴づけ法による効果が個々の配色で起こっているかということを示すために「配色の重心の彩度」を指標とする。図5は個々の配色の重心の彩度に対して、その配色の調和感をプロットしたものである。これら2つの間には正の相関が見られた( $R^2=0.268$ )。

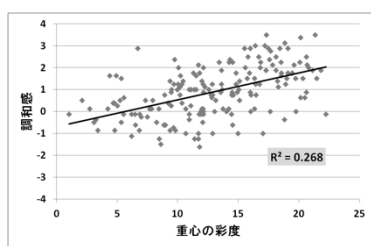


図5 配色の重心の彩度と調和感との関係

## 実験2：結果

各指標の実験結果を図6に示す。満足度には色光特徴づけ法を用いていないほうが若干高い結果となった。1試行あたりの色の変更回数は色光特徴づけ法を用いたほうが多かった。1試行あたりの配色作成時間は色光特徴づけ法を用いたほうが長かった。調和感には色光特徴づけ法を用いていないほうが高かった。作成時に指示された印象の評価は色光特徴づけ法を用いたほうが高かった。

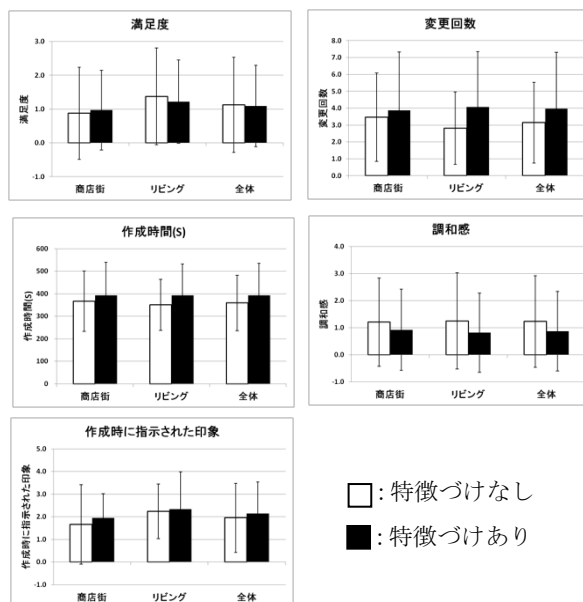


図6 各指標の実験結果

図7は特徴づけありの配色に対する調和感評価に対して、その配色の作成者が同じ印象の指示のもとで特徴づけなしの条件で作成した配色に対する調和感評価をプロットしたものである。したがって、図7にプロットしてある点は、どの被験者がどんな指示にしたがって配色をしたのかということを表す。図より、強い相関が見られたことから( $R^2=0.82$ )、今回の実験ではカラーパレットの違いよりも、配色作成者や作成時に指示した印象の違いのほうが調和感に影響していたことが示された。今後、色光特徴づけ法の特徴を活かした応用方法の検討が必要である。

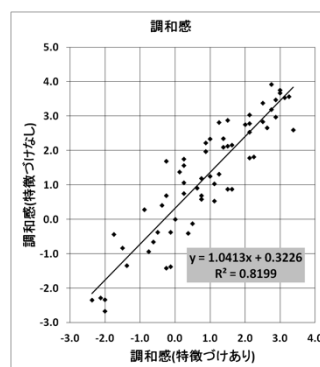


図7 特徴づけをした配色と特徴づけなしの配色の調和感評価

## <参考文献>

- [1] T. Ishida and B. Mori, "Harmonious color group characterized by a colored light source," *Proceedings of the Midterm Meeting of the International Colour Association*, pp. 213-216, 2011.
- [2] T. Ishida and B. Mori, "Visual impression of a color group characterized

by a colored light source and its applicability to color design," *Proceedings of the Interim Meeting of the International Colour Association*, pp. 160-164, 2012.

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 2 件)

[1] 杉岡宏輔, 石田泰一郎, "照明光源の色によって特徴づけられた色集合を用いた配色の視覚的印象評価," 日本色彩学会第 47 回全国大会, 発表論文集, 日本色彩学会誌, vol. 40, pp. 75-76, 2016

[2] K.Sugioka and T.Ishida, "Visual Impression of Color Arrangements on a Computer Display Produced by a Colored Light Characterization Method," *The 13th Congress of International Colour Association*, pp. PS03-20, 2017.

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者  
石田泰一郎 (ISHIDA, Taiichiro)  
京都大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号 :  
90232305

(2) 研究分担者  
( )

研究者番号 :

(3) 連携研究者  
( )

研究者番号 :

(4) 研究協力者  
( )