

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12019

研究課題名(和文)色の見えのモード変化と色カテゴリー共通認識についての色相構成による解析

研究課題名(英文)Effect of the color appearance mode on the color category analyzed by chromatic components

研究代表者

徳永 留美 (Tokunaga, Rumi)

千葉大学・大学院国際学術研究院・准教授

研究者番号：80573914

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はマンセル色票330枚について、3つのカラーネーミングを実施し、色カテゴリーの境界色に着目し、知覚された色において、どの色構成要素の違いが、カテゴリー名の変化に寄与するかについて検討したものである。特にエレメンタリーカラーネーミングの結果から「水色」と「黄土色」の色カテゴリーに対応する領域において被験者全員による一致率が低くなることが示された。「水色」の領域では白と青の変化が、「黄土色」では赤と黄、緑の色構成要素の変化が色カテゴリーの変化に寄与することが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

色は言語の枠組みを超え、人類共通のコミュニケーションツールである。色の知覚であるカテゴリー色は、使用する言語によらずに共通のグループ化がなされ、基本色名11色で表現することができる。本研究ではカテゴリー間の領域の色票に対して3手法のカラーネーミングを実施し、どの色構成要素の変化がカテゴリー名の変化をもたらすのかについて検討した。この手法を確立することにより、共通の認識がある色名と無い色名を区別することが可能であり、文化や情報を共有する際など、共通の認識がない色を共通の認識がある色へと変更する際の指標と成り得る。

研究成果の概要(英文)：In the experiment, three color naming methods were conducted on 330 Munsell color charts to reveal which color component could be attributed to changes in the color category. The "light blue (Mizu)" and "ochre (Oudo)" areas had a lower agreement of color names between subjects. The "light blue (Mizu)" region suggested changes in white and blue color components, while in the "ochre (Oudo)" region, changes in red, yellow, and green color components contributed to the change in color categories.

研究分野：視覚情報処理

キーワード：色カテゴリー カテゴリカルカラーネーミング エレメンタリーカラーネーミング The World Color Survey

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

色は言語の枠組みを超え、人類共通のコミュニケーションツールである。特に色名と対応した色の知覚であるカテゴリー色は、Berlin & Kay[1]の研究によると、使用する言語によらずに共通のグループ化がなされることが示された。このグループ化された色を基本色名という。基本色名は11色あり、白、黒、赤、緑、黄、青、茶、紫、ピンク、オレンジ、灰から構成される。生活で使用する色名の総数は国によって異なるが、基本11色名は基本カテゴリーから外れないため、文化や言語に依存しない色の分類として考えられている。

Lindsey ら[2]は複数の言語について、D65の照明光下にある330色のマンセル色票をテスト色票として、カテゴリカルカラーネーミング法による実験を実施してきた。これまでに、Lindsey ら[2]と同じ実験刺激、実験手法と解析方法を用いて、カテゴリー色の分類についての研究を日本語[3]、台湾における中国語[4]、タイ語について実施してきた。本研究では、これまでの日本人学生の結果における共通したカテゴリー色名の認識がある色票とない色票があることに着目した[3]。共通の認識がない色票群は、共通認識のあるカテゴリー色の間に位置する。したがって共通の認識のある色票群間のカテゴリー色の变化は、共通の認識がない色票群を跨いだ色構成要素の变化をもたらすものであると予測できる。本研究においては、色構成要素の何が変化するとカテゴリー色名が変化するのかについて検討した。

### 2. 研究の目的

330色のマンセル色票においてカラーネーミングを実施し、カテゴリー色の境界を求め、共通認識のない色票の色構成要素(赤、黄、緑、青、白、黒)の変化を心理物理学的手法により測定し、知覚された色構成要素とカテゴリー色の共通認識の有無について定量的な解析を実施する。カテゴリー色の共通認識である不一致率合いを分析に導入することで、新たな視点の比較検討を試みる事が可能となる。そしてカテゴリー色の变化が、何に因るのものかについて明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### 3.1 実験刺激

実験で使用した色票は「Munsell Book of Color Glossy Collection」からKayらの調査[5]で使われたものを参考にした有彩色が320枚、無彩色が10枚の330枚である。色票の台紙は、大きさが7×7cmでマンセル表記でN5の灰色の紙で覆われており、中央に2.2×2.0cmのマンセル色票がはめ込まれたものである。

色票は、天井に照明が設置された横70cm、奥行き50cm、高さ50cmの実験ボックスの床面の中央に置かれ、被験者に提示された。実験ボックス中央の照度は2500(lux)、色度は(x, y)=(0.36, 0.42)であった。

#### 3.2 実験手順

実験は実験1と実験2から成り、実験1では330枚の色票に対する2通りのカラーネーミングを実施した。実験2では、実験1の結果を基に、色票の色構成要素を判定するエレメンタリーカラーネーミングを実施した。

実験1で実施したカラーネーミングの一つは、フリーネーミング(FN)で、被験者は日常で使用する色名を使用して、各色票の色名を回答した。ここでは、Lindsey ら[2]の手法同様に3つの制限を設けた。一つ目は「赤」のように色名が一単語のみで構成されていること、二つ目は「薄紫」のように修飾語を使ったものや「黄緑」のように複数の色名を組み合わせたものは使わないこと、三つ目は「さくら」や「ふじ」のように日常的に色の名前として使われていることである。もう一つのカラーネーミングは、基本11色であるベーシックカラーターム(BCT)の白、黒、赤、緑、黄、青、茶、紫、ピンク、オレンジ、灰から強制的に一つの色名を回答するものである。BCTによるカラーネーミングは、フリーネーミングでの色名が基本11色以外であった色票に対して実施した。

実験2ではエレメンタリーカラーネーミングを実施した。概念図を図1に示す。ここでは、まず、被験者は色票の見えを100とし「無彩色」と「有彩色」に分けた。次に、「無彩色」を「黒み」と「白み」で100、「有彩色」を「赤か緑」と「青か黄」で100となるようにそれぞれ応答した。

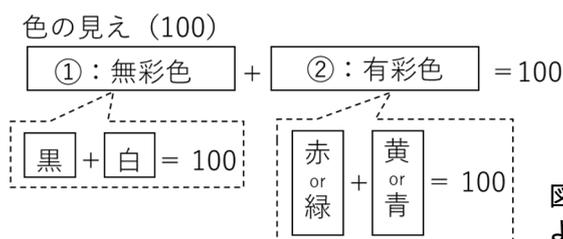


図1 エレメンタリーカラーネーミングによる色の見えの応答の割合

両実験とも被験者は同じ8人で実施し、年齢は21から24歳で、男性は1人、女性7人であった。実験1の実施前に石原式色覚検査票による色覚検査を実施し、全員が色覚正常であることを確認した。

#### 4. 研究成果

##### 4.1 実験1: カラーネーミングの結果

##### 4.1.1 フリーネーミング(FN)の結果

色票に対して自由な色名を応答した場合の結果から、8名の被験者が回答した色名数は合計103であった。使用された色名の平均数は一人当たり20色名であった。全被験者が使用した色名は「赤・オレンジ・黄・緑・青・紫・ピンク・茶・白」で、7名が使用した色名が「グレー・水」6名が使用した色名が「黄土」、5名が「黒・抹茶・肌」、4名が「ターコイズ・紺・空」であった。基本11色名に次いで「水」、「黄土」、「抹茶」、「肌」が多く使用されており、先行研究[3]と同じ傾向を示した。

330枚の色票に対する全被験者の色名の一致率を図2に示す。被験者の一致率が80%以上の色票を赤色、60%以上80%以下の色票を黄色で示している。結果からYRとYとGYの領域と、BGとBの領域において赤塗りの領域が減少しており、一致率が低いことが示された。これらの領域の色名は被験者ごとに異なっており、統一した色名がなく、色名に対する認識が一致していないことを示している。

日本人を対象とした先行研究において、Uchikawaら[6]による結果よりもKurikiら[3]による結果の方が、「草」を使用した被験者が少なかった。本実験でも「草」を使用した人は2名で、使用対象の色票数は16枚であったことから、「草」を使う人が少なくなっていることが示された。さらにKurikiら[3]は、「草」は「抹茶」に置換されつつあることを示唆していたが、本実験でも「草」より「抹茶」がより多く使用され、時代により色名が変化していることを示唆している。また、Kurikiら[3]の研究では「肌」を使用した被験者数が基本11色と「水」に次いで13番目に多く、本研究でも14番目に多い色名であった。肌色が日本人にとって使用が多い色名であることが分かる。しかしながら、多様性を配慮する世論の動向もあってか、多くの被験者が「肌」と回答する際に「肌色は使ってよいのか」と確認することがあり、「肌」という色名の使用に対する抵抗がみられた。実際に、「はだ色」という色名は色鉛筆などの商品からも取り除かれるようになり、パールオレンジやうすだいたい等のように他の色名に変えられており、今後、「肌色」の使用は減少すると考えられる。

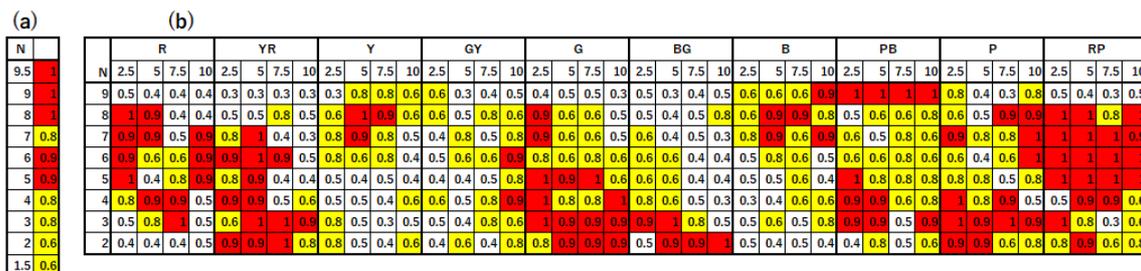


図2 330色票に対する全被験者による色名の一致率 (a)10枚の無彩色色票, (b)220枚の有彩色色票

##### 4.1.2 ベーシックカラーターム(BCT)による結果

色票に対して基本色名11色名(赤・オレンジ・黄・緑・青・紫・ピンク・茶・黒・灰・白)による結果について、8名の被験者の一致率を図3に示す。被験者の一致率が80%以上の色票を赤色、60%以上80%以下の色票を黄色で示している。フリーネーミングによる結果と比較すると、一致率が高く、基本色名を用いることにより多くの色名が共通の認識となることが分かる。また図2において、BGとBとの間の領域における一致率が低かったが、本結果においても青と緑の間に一致率が低い領域が存在する。また図2において、YRとYとGYの領域において一致率が低かったが、本結果においてもYRとYとGYにおいて一致率が低い領域がみられた。これらのことは、2領域においては、共通の認識となる色名がないことを示しており、色カテゴリーの境目の領域であることが考えられる。

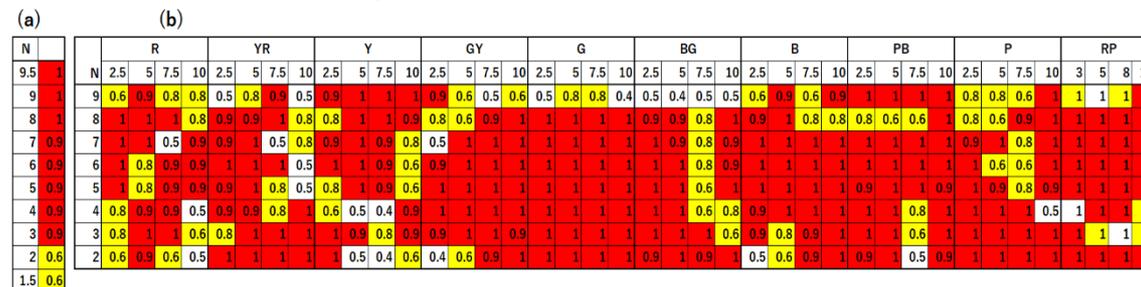


図3 330色票に対する全被験者による色名の一致率 (a)10枚の無彩色色票, (b)220枚の有彩色色票

#### 4.2 実験2：色構成要素による検討

実験1で実施したフリーネーミングとベーシックカラータームの結果から、特に一致率が低かった「BGとB」の水色領域と「YRとY」の黄土色の色カテゴリー領域に着目し、実験2では色構成要素の観点から、色カテゴリーの移行について検討した。

実験では、水色のカテゴリーの範囲とその周囲の色票52枚、黄土色のカテゴリーの範囲とその周囲の色票28枚の合計80枚の色票を選択した。これらの色票に対して「3.2 実験手順」で述べたエレメンタリーカラーネーミングを実施した。この手法により、水色と黄土色の領域における色構成要素の変化を定量的に分析することが可能となり、どの要素の変化が色カテゴリーの変化に寄与するのかについて検討した。分析は図2、3で示すように上下左右に隣り合う色票において、色相が変化した場合に加え、黒みか白みの変化量が30%以上であった場合を変化があった色票として、「変化した境界の色票数」の「境界の色票の総計」に対する割合を求め、全被験者の平均値を算出した。この値が高いほど、色の変化が大きいことを示し、変化した色要素が、色カテゴリーの変化に寄与している色要素となる。実験には4.1の実験に参加した同じ被験者が参加した。

##### 4.2.1 水色カテゴリーについて

被験者の平均値は、白が0.64、黒が0.19、赤緑が0.45、黄青が0.76であった。黄青が0.76で最も高く、次いで白が0.64となり、黄青と白には有意差が見られた( $t(7)=-5.11, p<.05$ )。黄青のうち青が使われていたことから、「水」の色カテゴリー境界では知覚的に青と白の割合が変わっていることが分かった。つまり水色は色構成要素である青と白の変化により他の色名に変化するということである。これは、被験者らによる内観報告において、水色は青色と白色が混ざっているものだという報告があり、青と白の値を変化させることで水色を表現しようとしていることが推測され、これが色カテゴリーの変化へと結びついたことが考えられる。

##### 4.2.2 黄土色カテゴリーについて

被験者の平均値は、白が0.52、黒が0.61、赤緑が0.78、黄青が0.62であった。赤緑が0.78で最も高く、次いで黄青が0.62となり、赤緑と黄青には有意差は見られなかった( $t(5)=1.54, p>.05$ )。「黄土」の色カテゴリー境界では、色相である赤緑黄青の割合が変化したことが明らかとなった。つまり「黄土」は赤緑黄青の色みが増えることで他の色名に変化することになる。この結果から、被験者は「黄土」は色相が変化することが色カテゴリーの変化へと結びついたことが考えられる。

#### 4.3 黄土色カテゴリーの色構成要素について

実験1のフリーネーミングにおいて「黄土」と回答された色票は、ベーシックカラータームにおいては複数の色名の回答が得られた。「4.2.2」で示されたように、黄土は色相の変化として表現されていることから、その色相の色のばらつき具合について検討する。

被験者2名の黄土色、茶、オレンジ、黄の色分布を極座標で示したものを図4に示す。これらはエレメンタリーカラーネーミングにより求めた結果であり、半径は色みの量の割合、円周が色相に対応している。円周付近の線は、茶色の線が茶と回答された色票の結果、同様にオレンジ色の線がオレンジと、黄土色の線が黄土と、黄色の線が黄と回答された結果を示している。(a)では茶の範囲が大きく、赤から緑に近い色相の範囲まで広がっている。黄とオレンジは重なっていないが、「黄と黄土、茶」、「オレンジと茶」が同じ色相の範囲を占めている。一方、(b)では、茶の範囲は(a)よりも狭いが、「オレンジと茶」は同じ色相の範囲を占めている。また(b)は黄土が

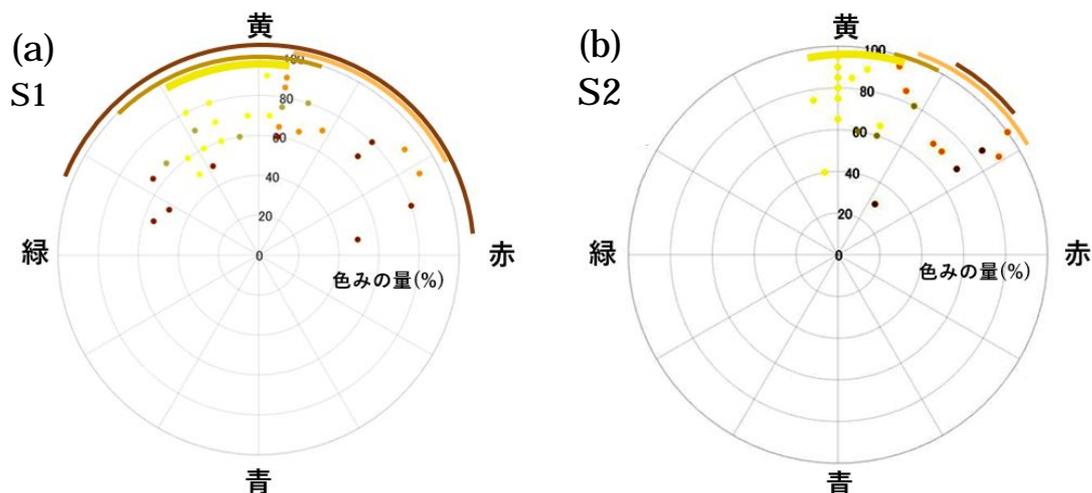


図4 黄土と茶、黄、オレンジの色相の違いについての比較 (a)、(b)は異なる被験者の結果

黄とオレンジで僅かに重なっており、色相の変化に対応した黄・黄土・オレンジという色名の移行であることを示している。8名の被験者において、(a)のように黄土と黄が同じ色相の範囲を占めていた結果が5名で、(b)のように移行の様な重なりを示していたのが2名であった。黄土色の色構成要素とカテゴリー色を検討するには、被験者数を増やした解析が必要となる。

被験者全員の傾向から、黄土と茶には色相の広がり方が違うという特徴があることが示された。茶は第一象限に多くプロットされており円の中央に寄っているものが多いことが示された。一方で、黄土は第二象限にプロットされているものが多く、円の中心にも円周近くにもプロットされていることが示された。つまり茶は赤の成分が多く彩度が低いものとして知覚し、それに対して黄土は緑の色要素に及ぶほどの幅広い色相のものとして知覚していると考えられる。(b)のように、被験者によっては、黄土は黄やオレンジ、茶などの基本色名とは色相が重ならない、異なる色カテゴリーとなることが明らかとなった。

#### 4.4 研究成果のまとめ

本研究から、現在の日本語の色名には11の基本色名に加えて「水」と「黄土」が多く使用されていることが明らかとなった。研究成果としては「水」のカテゴリー境界では、青と白の知覚的变化が起こること、「黄土」のカテゴリー境界では色みの赤緑黄青の知覚的变化が起こることが分かった。また黄土の色みの知覚は被験者によって異なり、「オレンジ」や「黄」などの基本色名に属さない色カテゴリーである場合があることが明らかとなった。本実験で使用している330色の色票を用いた研究についての調査から、ディープニューラルネットワーク(DNN)による物体の反射率推定の研究においては、黄土色領域は、他の色相領域と比較すると、明度判定のエラーが少なく、彩度のエラーが多かった。また青緑領域は、彩度のエラーは少なく、明度のエラーが多かった。DNNによる解析においても黄土色領域と青緑領域は特徴的な色相領域であることが示唆された。これまでの色カテゴリーについての研究では特に水色の領域の色名に着目した研究が多いが、青緑領域のみではなく黄土色領域についての検討も必要だと考えられる。

#### <引用文献>

- [1] Berlin, B., & Kay, P. (1969). Basic color terms: Their universality and evolution. Berkeley, CA: University of California Press.
- [2] Lindsey D. and Brown A. (2009). World Color Survey color naming reveals universal motifs and their within-language diversity. Proc Natl Acad Sci USA, 106 (47), 19785-19790
- [3] I. Kuriki, R. Lange, Y. Muto, A. M. Brown, K. Fukuda, R. Tokunaga, D. T. Lindsey, K. Uchikawa and S. Shioiri (2017). The modern Japanese color lexicon. Journal of Vision, 17(3):1,1-18.
- [4] TJT Hsieh, I. Kuriki, IP Chen, Y. Muto, R. Tokunaga, S. Shioiri (2020). Basic color categories in Mandarin Chinese revealed by cluster analysis., Journal of Vision, 20(12):6,1-17.
- [5] Kay, P., & Berlin, B., Maffi, L., Merrifield, W.R., & Cook, R. (2010). The world Color Survey. Berkeley, CA; CSLI Publication.
- [6] Uchikawa, K., & Boynton, R. M. (1987). Categorical color perception of Japanese observers: Comparison with that of Americans. Vision Research, 27(10), 1825-1833.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Tracy Hsieh, Ichiro Kuriki (corresponding author), I-Ping Chen, Yumiko Muto, Rumi Tokunaga, Satoshi Shioiri	4. 巻 20
2. 論文標題 Basic Color Categories in Mandarin Chinese Revealed by Cluster Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Vision	6. 最初と最後の頁 1 - 17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1167/jov.20.12.6.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Satoshi Shioiri, Rumi Tokunaga, Ichiro Kuriki
2. 発表標題 Cross cultural comparison of lexical partitioning of color space
3. 学会等名 The International Symposium on Issues in Japanese Psycholinguistics from Comparative Perspectives（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rumi Tokunaga, Kaoru Otsuka
2. 発表標題 The Effect of Different Quantities of Bubbles in the Glaze Layer of White Porcelain on the Impression Rating of Surface Visibility
3. 学会等名 The 44th European Conference on Visual Perception (ECVP)（国際学会）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------