

色相と温度感に関するオンライン実験

Online experiment on hue-temperature effect

大塚 聡子*¹ 静野 有華*²
OHTSUKA Satoko SHIZUNO Yuka

1. 問題

色は視覚刺激である電磁波（可視光）の波長に基づいて得られる主観的体験である。人が知覚する色は、色相と明度、彩度の3属性によって特徴づけられる。色相とは赤や青といった色みである。可視光の波長が長い方から短い方に変化すると、知覚される色相は虹の色のように赤から黄、緑、青、紫へと連続的に変化する。この色変化の帯について、両端の赤と紫とを、その中間の赤紫を挿入して円環状につなげたものを色相環という。その他、明度は色の明るさ、彩度は色の鮮やかさを表す。彩度に基づくと、色は、白・灰色・黒のような色みのない無彩色と、その他の色みのある有彩色とに分けることができる。

人は色情報を受容した際に、本来は視覚以外の感覚様相で得られる体験をすることがある。特に色相が温度感（本来は皮膚受容器に由来）に関連することはよく知られており、日常的に、赤やオレンジ、黄を暖色、青緑や青、青紫系を寒色とよぶことも多い（日本色彩学会, 2011）。長波長色をあたたかさに、短波長色を冷たさに連合させる傾向は実験的にも確認されており（木村, 1950; Lucassen et al., 2011; 寺島ら, 2020）、またその傾向が文化に関わらず確認できることも指摘されている（Hardin, 2005）。

ここで、温度感の変化が色の波長のみ依存す

るかどうかについては疑問がある。色と温度感の関係に関する研究には、赤や青といった典型的な暖色・寒色を採用して検討するものが多い。一方で近江（2010）は、検討方法は不明であるものの、色相環に基づき、赤みの橙から黄がもっともあたたかく、緑みの青から青がもっとも冷たく評価されることを示している。この変化は必ずしも波長に対応していない。

本研究では、色相環をもとに見かけの温度感がどのように変化するのか、インターネットを介してオンラインによる一対比較法実験によって確認する。一対比較法には評価対象の類似度が高くともそれに対する人の印象の順位付けをすることができるという利点がある。一方で、評価対象数が増えると回答者の試行数が増大するという特徴もある。また近年、インターネットを介した心理学研究が増加しつつある（Stewart et al., 2017）。オンラインによるデータ収集では、回答にあたり研究協力者が努力を最小限化する傾向が懸念されているが（三浦・小林, 2015）、実験室環境と同等に実験操作の効果が再現できることを報告する研究もある（中村・眞嶋, 2019）。オンライン実験によって色の評価の順位付けに関する信頼性の高いデータが得られれば、より多数の対象色に関する広範なデータが比較的容易に収集できる可能性が示唆される。

*1 埼玉工業大学人間社会学部心理学科

*2 埼玉工業大学人間社会学部心理学科2021年度卒業

2. 方法

(1) 実験参加者

埼玉工業大学の学部生・大学院生15名（男性6名、女性9名。平均年齢は19.4歳。ただし1名は年齢不明）が実験に参加した。自己申告により全員が正常色覚を有していることを確認した。

(2) 装置

実験はインターネットを介しオンラインで行った。参加者は自身が所有するスマートフォンで実験プログラムサイトにアクセスし実験を遂行した。実験刺激は縦にしたスマートフォンのカラー画面に表示され、同じく画面上に表示されたラジオボタンを選択（タップ）することで反応することができた。各参加者が使用した具体的な機器の情報は収集しなかった。

(3) 刺激

刺激色は有彩色とし、JIS規格（Z 8102: 2001）の基本色名などを参考に選んだ。実験に用いた色は、赤、黄赤、黄、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫の10色である。本実験では刺激色を参加者が個別に所有するデジタル表示機器に表示するため、各色は表1の通りRGB値で定義した。

表1. 刺激色とRGB値

刺激色名	R	G	B
赤	255	0	0
黄赤	255	165	0
黄	255	255	0
黄緑	173	255	47
緑	0	128	0
青緑	0	144	168
青	0	0	255
青紫	102	69	150
紫	126	0	126
赤紫	255	0	255

すべての刺激色について2色組合せの対を作成し、いずれも同じサイズの正方形のパッチ画像にして上下に配置した。刺激色対の上下配置はランダムに設定した1通りであったため、刺激数は ${}_{10}C_2 = 45$ だった。

本実験では刺激色選択の際に明度・彩度の統制を行わなかった。さらに表示機器が実験参加者により異なるため、刺激色や視角サイズなどの特徴も厳密には統制されていなかった。しかし、参加者が使用する多くの代表的な機器に表示される刺激色は、いずれも刺激色名に結びつくような典型的な色だった。

(4) 質問フォーム

刺激の表示と反応の取得にはwebアンケート作成・管理ソフトウェアGoogleフォーム（Google LLC）を使用した。1ページにつき1つの刺激を割りあて、計45ページとした。ページ背景は無彩色とし、それぞれの色パッチの下に反応取得のためのラジオボタンを1つずつ配置した。スマートフォンに表示する際に刺激色対とそれぞれのラジオボタンが画面内に収まるように配慮した。刺激の表示順序はランダムとした。実験遂行にあたり、スマートフォンを使用することで刺激が見にくい、あるいは反応を誤ったという報告はなかった。

(5) 手続き

大学で開講される授業において受講者に実験参加を求めた。参加候補者には、実験の内容やデータの取り扱い法、また実験に参加しないことによる不利益がないことを説明する用紙を配布し、かつ口頭で説明して協力を求めた。参加に同意した候補者は、教室において各自のスマートフォンで実験を遂行した。

参加者の課題は、45の刺激について、上下に配置された2つの色パッチのうちあたたかいと感じた方のラジオボタンをタップすることだった。参加者には、判断に悩んだとしても必ずどちらかを選ぶように、また以前の判断などに左右されず各

ページで独立して判断するように教示した。参加者はそれぞれ任意の速さで回答し、実験に要した時間は約10分間だった。

3. 結果

各参加者の回答より一巡三角形の個数 d を求め(図1)、Kendallの一意性係数 ζ を求めた。 d の最頻値は0 ($\zeta=1.00$)、中央値は2 ($\zeta=0.95$)であり、 $d=12$ ($\zeta=0.70$, 2名), 18 ($\zeta=0.55$, 1名)と多数個を示す参加者もいた。参加者全員について ζ は5%水準で有意であった。

全参加者の回答を集計したところ、赤と青(赤)、黄赤と青緑・黄赤と青・黄赤と青紫・黄赤と紫(黄赤)の5対において反応が片方に偏っていた(カッコ内の刺激色の選択割合が1.0)。選択率を補完して求めたKendallの一致性係数 $u=0.32$ だった。検定の結果、15名の回答に一意性があったとはいえなかった。

各色に対するあたたかさの心理尺度値を算出した(図2)。尺度値は最大+1.14(黄赤)、最小-0.95(青)であり、それらの間で比較的単調に変化した。

4. 考察

一意性係数の結果から、本実験で用いた刺激色に対する反応は参加者内で安定していたといえる。一方、一致性係数の結果から、参加者間の反応が一致していたとは言えない。しかしながら反応が偏る刺激対が複数存在したことから、参加者間にある程度の反応の類似性はあったと考えられる。参加者間の結果にばらつきがあった点については、色と温度感の対応づけに個人差があることに加え、各人が異なる表示機器を使っていたことの影響も考えられる。

本実験の結果は、色相環に基づき、色相の変化

に対応するかたちで温度感が漸次的に変わること示している。また同時に、色の波長と温度感には必ずしも比例関係にないことも示唆している。もっともあたたかく感じられる色は黄赤であり、可視光の最長波長に比べるとやや短い波長よりにピークが認められた。個別の刺激に対する反応をみても、黄赤については1.0の割合であたたかいと評価された対象色は青みがかかった4色である一方で、赤については1色のみだった。実験では刺激波長を厳密に統制したわけではないが、最長波長成分を多く含む赤がもっともあたたかいと評価されるわけではなかったことになる。この結果は近江(2010)と一致している可能性が高い。

実験では刺激色を色相環に基づき離散的に選択したのみであり、波長の詳細な効果や、色の明度・彩度の効果については検討していない。近江(2010)は色と温度感の関係について、明度と彩

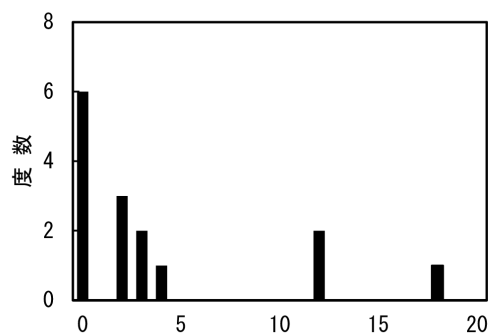


図1. 一巡三角形の個数 d の度数分布

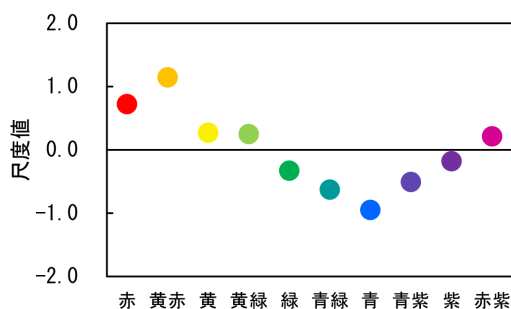


図2. あたたかさの心理尺度値

度を統制した場合の色相の効果は、統制しない場合に比べるとやや異なることを示唆している。しかし明度と彩度が温度感にどのように関わるのかは不明であり、この点の検証が求められる。

本研究では、色の温度感の順位付けを一对比較法により示すことができた。このことは、色に関する評価を調べるのにこの手法が有用であることを示唆している。大塚・西川（2021）は一对比較法により色の明度と軽重感が関連していることを明確に示した。その結果もふまえると、色と温度感やその他の評価との関係も同様の手法で検討されることが期待できる。

さらに本研究では、オンライン実験においても参加者間で比較的共通した色評価結果を導くことができた。実験室実験に比較して実験環境や装置、手続きの統制が困難であるものの、オンライン実験では多様な参加者を対象に迅速かつ低コストでデータを収集できる。色とその評価に関わる効果についても、オンラインを活用した実験により進めていくことができるだろう。

視覚様相の1要素である色が本来は皮膚受容器（体性感覚器官）に由来する温度感に寄与する現象の機序は不明である。大塚・西川（2021）は色に関する経験や学習の要因がその処理に関連する可能性を示唆した。川口（2017）は発達的な観点から、感覚間で受容した刺激情報を変換し連合させる感覚間連合プロセスの関与を示唆している。色と温度感の関係が多く文化で共通してみられるのであれば、感覚間連合の検討については、多数の自然物を対象に色彩情報と温度との相関・連関関係を調べるなど統計的な検討が必須となるかもしれない。

結論として、色と温度感の関係は必ずしも波長に比例しなかった。また、色とその評価の関係を明らかにする実験方法としてオンラインによる一对比較法が有用であることも示唆された。

5. 引用文献

- Hardin CL. Explaining basic color categories. *Cross-Cultural Research*, 39(1), 72–87, 2005.
- 川口めぐみ 幼児期の視覚と触覚の感覚間連合の発達と色の温度感の関係 日本認知心理学会発表論文集, 59, 2017.
- 木村俊夫 色の見かけ上の温さと重さに就いて 心理学研究, 20(2), 33–36, 1950.
- Lucassen MP, Gevers T, and Gijzen A Texture affects color emotion. *Color Research & Application*, 36(6), 426–436, 2011.
- 三浦麻子・小林哲郎 オンライン調査モニタの Satisfice に関する実験的研究 社会心理学研究, 31(1), 1–12, 2015.
- 中村絃子・眞嶋良全 日本人クラウドワーカーによるオンライン実験と大学生による実験室実験における認知課題成績の比較 基礎心理学研究, 38(1), 33–47, 2019.
- 日本色彩学会 新編 色彩科学ハンドブック 第3版 南江堂, 2011.
- 大塚聡子・西川廉 色の意味づけと見かけの軽重感 埼玉工業大学人間社会学部紀要, 19, 31–34, 2021.
- 近江源太郎 色彩感覚 データ&テスト 日本色彩研究所, 2010.
- Stewart N, Chandler J, and Paolacci G Crowdsourcing samples in cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(10), 736–748, 2017.
- 寺島裕貴・Ho H・若松滉太・Kwon J・坂本真樹・中内茂樹・西田眞也 ドメイン適応を用いた自然テクスチャ画像の色—温度感関係の解明 人工知能学会全国大会論文集2020, 2Q6GS1005, 2020.