

原著論文

色記憶の再生による色の三属性の移行について

三宅 宏明, 木下 武志, 長 篤志

山口大学大学院理工学研究科

Changes in Three Attributes of Color by Reproduction of Memorized Colors

Hiroaki MIYAKE, Takeshi KINOSHITA and Atsushi OSA

Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University, 2-16-1 Tokiwadai, Ube-shi, Yamaguchi 755-8611, Japan

Abstract : Various findings on color impression have become essential knowledge for professionals who handle colors as elements of design. Similarly, knowledge of memorized colors should be considered by design professionals. Researchers in color psychology have conducted various studies on memorized colors; however, a database on changing of colors cannot be built, because the investigated colors are limited to parts in the color space. In this paper, we propose an experimental method to reveal memorized colors. The apparatus consists of a personal computer and LCD display. The proposed method uses quantitative data on three attributes of memorized colors, and the manipulation of the apparatus is easier than the conventional method. We compare the study results with the findings of previous research papers. The results confirm the validity of the method. This study presents memorized colors of rarely investigated parts in the color space.

Keywords : Color memory, Three attributes of color, Color difference

1. 背景

1.1 はじめに

今日の私たちは日常生活の中で、様々な広告用の視覚コンテンツ（商品パッケージ、チラシ、ポスター、TV番組やWebサイト等）を印刷物やディスプレイ等を通じて頻繁に目にしている。これらの視覚コンテンツから視覚的に伝達される情報の要素の1つである色は大きな役割を担っているといわれている。色には2つの働きが挙げられる[1]。1つは、色がサインとして作用し感情が生じる識別の働きである。もう1つは、色自体が直接に感情的な反応を引き起こす情動の働きである。これらの働きにより、私たちは情報を判断する上で色に依存する割合が大きいと考えられる。視覚コンテンツをデザインする場合に、消費者や視聴者などの見る側に対してこれらの感情に与える心理効果を考慮し、厳密な色の選択や色を作り出すことがデザイナーに求められる。広告用の視覚コンテンツの場合は、実際の商品等を見る間に時間差があることが多いため、印刷物やディスプレイなどを通じて得た視覚情報の中の色の記憶について考慮する必要があると考えられる。この色の記憶については、一度見て憶えた色を再認あるいは再生するときの記憶のことを色記憶 (color memory) という。また、色記憶とよく混同されて使われる概念に記憶色 (memory color) がある。記憶色とは物体と結びついて想起される色のことをいう[2]。先行研究ではこれまでに、写真において美しい色を表現する際に記憶色が重要になるなど、コンテンツを制作する場合に記憶色が考慮されることに関する報告はある[2]。しかし、色記憶を考慮した視覚コンテンツの制作に関する報告はこれまでほとんどない。

見る側が視覚情報を受け取ったときだけでなく、時間経過による色記憶のズレ (以下、移行) をもデザイン行為の中の色の選択の要因とすることができれば、視覚コンテンツにおける色の心理効果をさらに拡張できると考えられる。そのためには、デザイナーが選択した色の色記憶における移行を、三属性の値として予測できる感性基礎データが必要不可欠である。

1.2 先行研究

色記憶の先行研究として、Bartleson [3] は用意された青空、肌、砂、落葉樹の葉の平均的な色を表す4枚の色票を15秒観察して記憶させ、931枚の色票から選び出させるという実験を行った。色相は比較的忠実に再現され、彩度は上昇するということを報告している。Bartleson [3] は、色記憶の概念は短期記憶に相当し、記憶色の概念は長期記憶に相当するとしている。

横ら [4] は、記憶された色の時間的変化についての報告をしており、被験者に用意された10個の物の色を15秒間見て記憶させ、その色を記憶直後、30分後、1週間後の3回にわたってChroma Cosmos 6000の色票の中から選択させた。これにより次のことを報告している。1) ある程度の正確さを持っているものの、記憶色の影響を受けて色相がずれることがある、2) 彩度は中彩度側にずれて記憶される傾向がある、3) 低彩度の色は記憶色における色相の個人差が大きい、4) 一旦記憶された色は1週間後まで安定して記憶される、5) 色記憶と記憶色が異なるのは色記憶が時間と共に変化するためではなく、記憶色として平均的な物体の色を記憶しているのではないことが原因である可能性が高い。

松田ら [5] は、PCCS カラーカードの再認について報告している。色再認がどのように処理されているかを調べるため、

被験者に特定のカラーカードを記録させ、その後それが混在している多数のものの中から同じと再認したカードを選び出させる実験を行った。これにより次のことを報告している。1) 色再認の誤答において色相誤答よりもトーン誤答が多かった、2) 緑系統の色の場合、dpとvの二つのトーンへほぼ等分にシフトして再認された、3) 黄系統の色の場合、圧倒的にdpトーンにシフトし、緑の場合のようにdpとvの二つのトーンへ等分にシフトすることはなかった、4) 青系統の色の場合、主にdkトーンにシフトして再認され、部分的にはsトーンにもシフトしたが、dpトーンには全くシフトしなかった。これらの結果から、色の再認では色の純度が上昇するというこれまでの結果に加えて、トーンの観点からの分析が重要であるとしている。

Eppsら[6]は、4色の基準となるマンセル色票(黄, 黄赤, 緑, 紫)を用いて実験を行った。マンセル色票の中から不正解となる9色を選択し各10色ずつのランダムに配置された色票の中から記憶した色を選択させた。その結果として、4つの基準刺激のうち、黄色は最も正確に記憶された色であり、次に紫, 黄赤, 緑であったと報告している。

内川ら[7]は、単一テスト色を記憶および再認させ、色空間内に占める再認色の範囲を求める実験を行った。方法として、OSA均等色空間の424枚の色票が使用された。被験者に呈示されたテスト刺激を5秒間記憶させ、記憶した色を424枚の色票の中から選択させた。その結果として、再認色票は全てカテゴリ領域内に分布しており、テスト色票の色のカテゴリによって記憶内で色の見えが決まる可能性を示している。

Hamwiら[8]は、カラーハーモニーマニュアルから10色のテスト色を選び出し、1色を105秒間見て記憶させ、15分、24時間、65時間後にカラーハーモニーマニュアルから記憶した色を選び出す再認実験を行った。その記憶の誤差を色別に、色相と黒みおよび白みの誤差を調べた。その結果として、1) オストワルト記号の17paの鮮やかな緑みの青が最も誤差が多く、その誤差は色相、黒み、白みのすべての成分で起こる、2) 10niのくすんだ暗い紫は主に色相で誤差が起こる、3) 3geのくすんだ明るい黄みの緑は誤差が少ない、などの結果が報告され、色によって誤差の大きさも、その変化の仕方も異なることを示唆している。

CRTディスプレイを用いた記憶色の研究として、西村ら[9]による色票とカラー受像管を使用した実験がある。この研究では、色票を白色光源で照明した場合と、カラー受像管に一様な色パターンを出した場合について、それぞれ記憶色を求める実験を行った。受像管での記憶色の再現は色票で求められたものよりも彩度が高くなるという結果を報告している。

Loftus[10]は、スライドを使用した実験を行った。刺激として、緑の自動車が事故を起こす一連の流れを30枚のスライドで呈示した。呈示後、被験者に12の質問を答えさせた。その後、無関係な物語を読んでそれについてのいくつかの質問を呈示した。最後に色の認知テストを投与した。その質問

の中で、正しい質問をした被験者は事故を起こした車の色について、正しい色を中心とした分布を示し、間違っただけの質問をした被験者は間違っただけの情報に影響され車の色の分布が青方向に変化した。この結果から、間違っただけの情報を与えると被験者の記憶が変容することと、一連の流れの中で3秒しか見せなかった車の色が相当正確に記憶されることを示している。

Burnhamら[11]は、色相記憶に関する検査機器を開発した。色相記憶の検査装置はマンセルクロマとバリューを固定し、マンセル色相を約2.2間隔で選んだ43色の再認のためのチップとその中から選んだ20色の記憶するためのチップからできていた。この20色を130人に記憶させ、色相のばらつきを調べた。結果、記憶はほぼ正規分布に近似できる誤差分布になり、記憶のばらつきは中心色相に対して左右の色相でマンセル色相差4.4に76%が入ることを報告している。

上述した報告では、色票やディスプレイ、スライドという違いがあるが、すべてあらかじめ用意された色を呈示することによって、記憶と再認の実験が行われている。このような実験方法では、呈示する色と色記憶を再認する色において、限定された色の中からの選択とならざるをえない。これらの報告では色記憶の移行に関する知見は得られてはいるが情報が断片的であるため、デザイン行為に用いることができる感性基礎データとなりうる詳細な色記憶の移行について述べられていない。また、これらの実験方法では、予め呈示色を用意する必要があるため、より詳細な色記憶を明らかにすることは困難であると考えられる。

Collins[12]は、6名の評価者が赤(670nm)、黄(588nm)、緑(535nm)、青(460.9nm)の単色光を5秒間見て、その色を記憶してから、15秒後に分光器の3つのダイヤルを操作して記憶した色を再生する実験を行った。その結果、黄と青は比較的精度よく再生されるが、赤と緑は再生精度が悪いことから、波長により記憶されやすい波長とそうでない波長があることを報告している。

Newhallら[13]もBurnham型分光器を用いて、広範囲の色で色記憶の特徴を調べている。25種類のマンセル色票を記憶対象として、色票を呈示したまま輝度と色度を調整して等色を行う知覚等色と、色を5秒間見終わってから5秒後に記憶をもとに等色を行う記憶等色のそれぞれの特徴を比較している。その結果として、記憶等色の特徴は知覚等色と比べてばらつきが大きく、等色に要する時間が短い。また、刺激純度が系統的に高くなり、やや輝度が上昇する傾向を示している。

Collins[12]とNewhallら[13]の報告では、呈示される色を実験参加者が調整することにより、記憶した色を再生する方法で実験が行われている。この実験方法では、予め用意した色票の色に制限されることなく、詳細な色記憶の移行を調べることができる。しかし、実験参加者自身が様々な色をつくり出すことを考えると、Burnham型分光器のような普段は用いない特殊な色の再生装置を用いるのは困難であると思われる。よって、記憶した色に近い色を作り出すには実験

色記憶の再生による色の三属性の移行について

参加者数が制限されると考えられる。色記憶の感性基礎データを構築するために色記憶の詳細な移行を調べるためには、より多くの人により簡便に色記憶を再生できる実験方法が求められるであろう。

1.3 本研究の目的

色記憶の移行をデザイン行為に応用するためには、色空間内において広範囲で、詳細なデータを実験参加者から得てデータベースを構築していく必要がある。しかし、前節で述べたように従来の実験方法ではこれらのデータを得ることは困難である。そこで本研究では、日常的に多く用いられている液晶ディスプレイ上に単色の刺激を呈示するとともに、色の三属性を利用したカラーパレットを用いて、記憶した色を直感的に再生できる実験方法を提案した。そして、先行研究における結果と本実験方法の結果を比較することで、この実験方法の妥当性を確かめること、および、色空間内において、従来の実験方法では調べられていなかった色域の色記憶の変化を調べることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 刺激

呈示する刺激（基準刺激）の色はマンセル表色系を参考に選択した。この表色系の色は色光に適用されるものではないのでマンセル表色系を sRGB 色空間に変換した。変換に関して、Munsell Color Science LaboratoryがWeb上で公開しているマンセル値と CIE xyY 値の対応データを用いた [14]。ただし、対応表の CIE xyY 値から sRGB 表色系へ変換した RGB 値を参照し表現できない（RGB 値が 0～255 以外の値となる）色を除いた。

以下の方法で刺激となる色を選択した。まず、マンセル表色系における基本10色相、5R, 5YR, 5Y, 5GY, 5G, 5BG, 5B, 5PB, 5P, 5RP を選択した。本稿では後述する理由によりそれぞれ r, yr, y, gy, g, bg, b, pb, p, rp と表記する。そして、sRGB 表色系で表現できる色域内において、各色相の等色相面の中から最高彩度色（グループ1）、高明度中彩度色（グループ2）、中明度中彩度色（グループ3）、低明度中彩度色（グループ4）の4色を選択し、合計40刺激とした。最高彩度色は、各色相の中で彩度の値が最も大きい色とした。同色相の中に彩度の値が最も大きい色が複数ある場合は、その中で明度の値が最も小さい色とした。中明度中彩度色は、明度を最高彩度色と同明度の色とした。彩度は最高彩度色の彩度の値を c としたとき、 $c/2$ の値が偶数の場合はその値とし、奇数の場合は $(c/2+1)$ の値の色とした。低明度中彩度色は、中明度中彩度色と同彩度の色の中で最も明度の値が小さい色とした。高明度中彩度色は、中明度中彩度色と同彩度の色の中で最も明度の値が高い色とした。等色相面内の使用した刺激の位置の例を図1に示す。以上のルールに従って選択したマンセル表色系における色を、前述した対応表により sRGB 表色系の RGB 値に変換した。

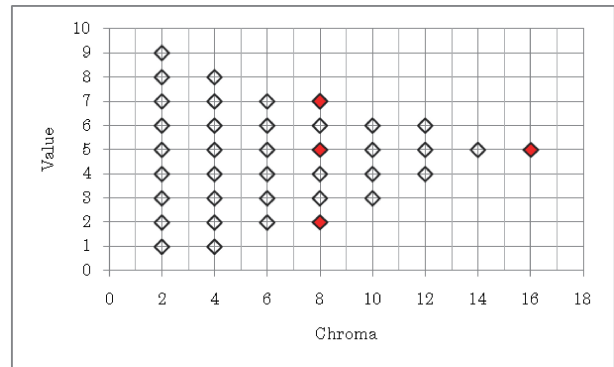


図1 使用した色刺激の等色相面内の位置の例（色相5R）

液晶ディスプレイには17インチ液晶モニター（IBM 6734-AC0, 最高解像度 1280*1023 ピクセル, リフレッシュレートは60Hz）を用いた。刺激の制作には Adobe Photoshop 7.0.1 を使用した。算出した RGB 値を適用して呈示した1辺80mmの正方形刺激とした。各刺激は測色計（2次元高速色彩輝度計 ICAM, 株式会社東陽テクニカ）を用い測色した。測色した結果、ディスプレイ上に呈示された色は、ディスプレイ自体の特性によりマンセル表色系で選択した色とは異なる色が呈示されていた。基準刺激におけるマンセル値（理想値）と測色値の色差の平均誤差は $\Delta E = 15.6245$ であった。すべての刺激色をマンセル表色系で定義された色に調節する作業は簡単ではない。そこで、マンセル値は色相、彩度、明度、それぞれにおける刺激選択の参考にするとともに、CIE の L^*C^*h 表色系において測色値の色が色記憶によってどのように変化するかを呈示することとした。刺激に使用した色はマンセル表色系の色ではないことを明示するため、以下の実験では、例えばマンセル表色系 5R のグループ1の刺激の色を r-1 と、5BG のグループ3の刺激の色を bg-3 のように、（色相アルファベット）-（グループ番号）と表記する。

2.2 実験環境

実験は無照明、準暗室状態で行った。実験中の視距離は顎台を用い60cm、視角は約10°に保ち液晶ディスプレイの中央に目の高さを合わせるようにした。刺激の呈示、色記憶の再生にはプログラミング言語（processing 1.2.1 [注1]）を使用した。背景色は黒とした。これは、刺激と背景色との境界の部分に色によってハレーションが起こるのを防ぐためである。

2.3 手続き

はじめに実験内容と操作手順の説明、色覚検査、3回の練習試行を行った後に本試行を行った。

液晶ディスプレイの画面左側に基準刺激の呈示画面、右側に色再生画面を配置した。刺激は視角約10°であった。刺激の呈示画面を図2に示す。被験者への課題は、呈示された色を記憶し再生させるということであった。はじめに液晶ディスプレイ左側に基準刺激を呈示し、15秒間観察した。その後、基準刺激が消え液晶ディスプレイ下側に色相のパレット（パレット1）を呈示した（図3）。パレット1から色を選択

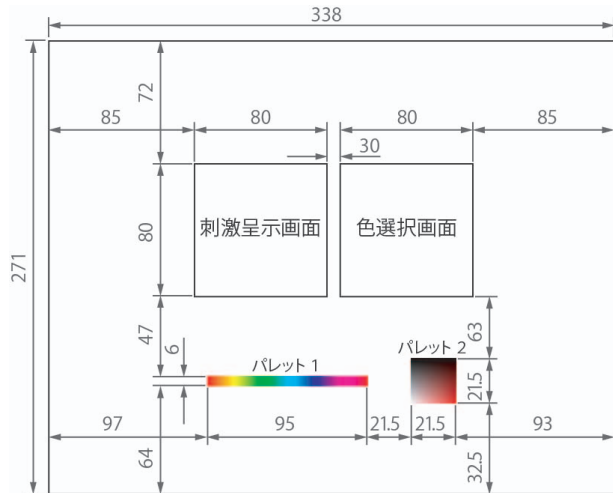


図2 画面の構成とサイズ (単位: mm)

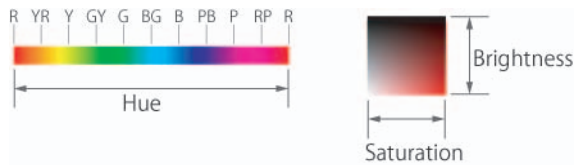


図3 パレット (左: パレット1, 右: パレット2)

すると、色相パレットの右側に明度・彩度のパレット (パレット2) を呈示した。パレット2から色を選択すると液晶ディスプレイ右側の色選択画面に選択した色を呈示した。選択した色が呈示されてもパレット1, 2のそれぞれの選択は随時可能とした。被験者には記憶した色が再生できた時点で合図させ、そこで1つの刺激に対する色記憶再生作業の終了とした。その後10秒間のインターバルを挟んで次の刺激の呈示を行った。刺激10枚を1セットとし、1セットの作業を行うごとに休憩を設けた。休憩時間は3分程度であった。また実験参加者には、実験の途中で疲れや倦怠感を感じた場合には休憩を取るよう指示をした。刺激の順番はランダムとし、1セットの中に10色相すべてを入れるようにした。

2.4 実験参加者

色覚および視力が正常な19歳~29歳の男性10名、女性10名の計20名の大学生、大学院生が参加した。いずれも色彩についての教育を受けており、色相、彩度、明度の色の三属性について理解していた。

3. 結果と考察

3.1 実験結果

実験から得たデータをもとに、再生刺激を再度ディスプレイに呈示し測色計 (2次元高速色彩輝度計ICAM, 株式会社東陽テクニカ) を用い測色した。L*C*h値を求め、色記憶における色の移行の有意性を調べるため、L*値C*値h値のそれぞれにおいてt検定を行った。その結果を表1に示す。5%有意水準で有意差があった個所に*マークをしるしてい

表1 t検定結果 (*は有意差あり)

刺激番号	有意差有		
	L*	C*	h
r-1	*		*
yr-1	*	*	
y-1	*		
gy-1	*		*
g-1			
bg-1	*	*	
b-1	*	*	
pb-1	*		
p-1	*	*	
rp-1		*	
r-2	*	*	*
yr-2			
y-2		*	*
gy-2	*	*	
g-2	*		*
bg-2	*	*	*
b-2	*	*	*
pb-2	*	*	
p-2	*		
rp-2	*	*	
r-3		*	*
yr-3		*	*
y-3	*	*	
gy-3		*	
g-3	*	*	
bg-3		*	*
b-3	*	*	
pb-3	*	*	
p-3		*	
rp-3		*	*
r-4	*	*	
yr-4			
y-4		*	*
gy-4			*
g-4	*	*	
bg-4		*	*
b-4		*	*
pb-4		*	*
p-4			*
rp-4	*	*	

る。全40刺激中38刺激の色で有意差が確認された。L*C*h値のいずれか1つでも有意差があった刺激の彩度と明度の移行をグループごとに図として示した。以下に、まず彩度と明度の移行に着目して結果を示す。

グループ1の刺激に対する色記憶における色の移行を図4 (a) に示す。グループ1においては、10刺激中8刺激 (r-1, yr-1, y-1, gy-1, bg-1, b-1, pb-1, p-1) のL*値に有意差があった。それらは、bg-1を除いて基準刺激より低明度に再生された。また、10刺激中5刺激 (yr-1, bg-1, b-1, p-1, rp-1) のC*値に有意な差が見られた。それらは、bg-1を除いて基準刺激より低彩度に再生された。

グループ2の刺激に対する色記憶における色の移行を図4 (b) に示す。グループ2においては、10刺激中8刺激

色記憶の再生による色の三属性の移行について

(r-2, gy-2, g-2, bg-2, b-2, pb-2, p-2, rp-2) のL*値に有意差があった。有意差のあった全刺激が基準刺激より低明度に再生された。また10刺激中7刺激 (r-2, y-2, gy-2, bg-2, b-2, pb-2, rp-2) のC*値に有意差があり、全刺激が基準刺激より高彩度に再生された。

グループ3の刺激に対する色記憶における色の移行を図4 (c) に示す。グループ3においては、10刺激中4刺激 (y-3, g-3, b-3, pb-3) のL*値に有意差が見られた。有意差のあった刺激のうち、pb-3を除く全刺激が基準刺激より高明度に再生された。また、全刺激 (r-3, yr-3, y-3, gy-3, g-3, bg-3, b-3, pb-3, p-3, rp-3) のC*値に有意差があり、全ての刺激が基準刺激より高彩度に再生された。

図4 (d) よりグループ4においては、10刺激中3刺激 (r-4, g-4, rp-4) のL*値に有意差があり、それらは基準刺激より高明度に再生された。また、10刺激中7刺激 (r-4, y-4, g-4, bg-4, b-4, pb-4, rp-4) のC*値に有意差があり、その全刺激が基準刺激より高彩度に再生された。

次に、色相の移行に着目して結果を示す。図5は、a*b*色度図に、有意差のあった刺激の色相と彩度の移行を表したものである。a*のプラスを右方向に、b*のプラスを上方向にプロットしている。

グループ1においては、10刺激中2刺激 (r-1, gy-1) のh値に有意差があった。r-1, gy-1は反時計回りに色相の移行が見られた (図5 (a))。

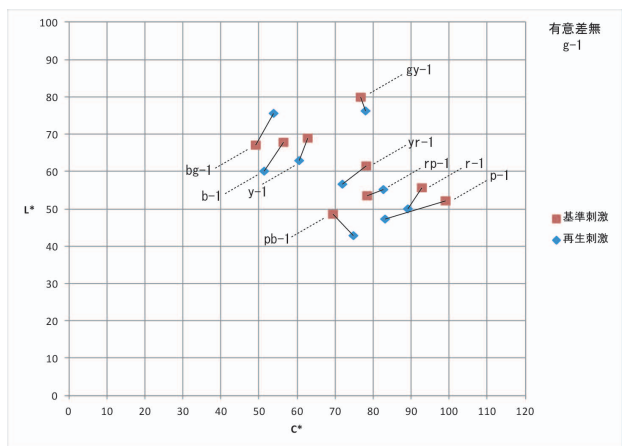
グループ2においては、10刺激中5刺激 (r-2, y-2, g-2, bg-2, b-2) のh値に有意差があった。r-2, g-2, bg-2, b-2は時計回りに、y-2は反時計回りに色相の移行が見られた (図5 (b))。

グループ3においては、10刺激中4刺激 (r-3, yr-3, bg-3, rp-3) のh値に有意差があった。r-3, yr-3, bg-3, rp-3は時計回りに色相の移行が見られた (図5 (c))。

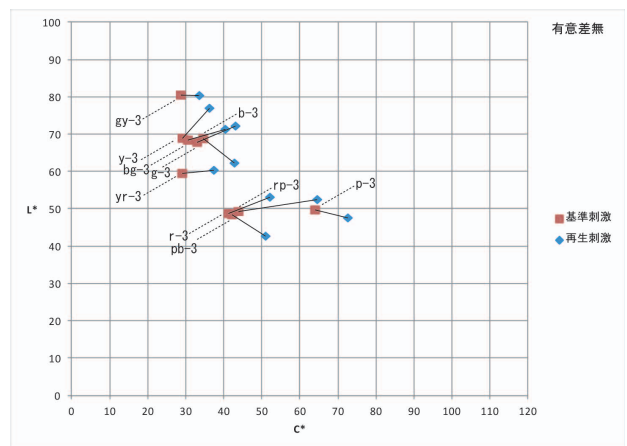
グループ4では、10刺激中6刺激 (y-4, gy-4, bg-4, b-4, pb-4, p-4) のh値に有意差があった。y-4, gy-4, bg-4, b-4, pb-4は反時計回りに、p-4は時計回りに色相の移行が見られた (図5 (d))。

3.2 考察

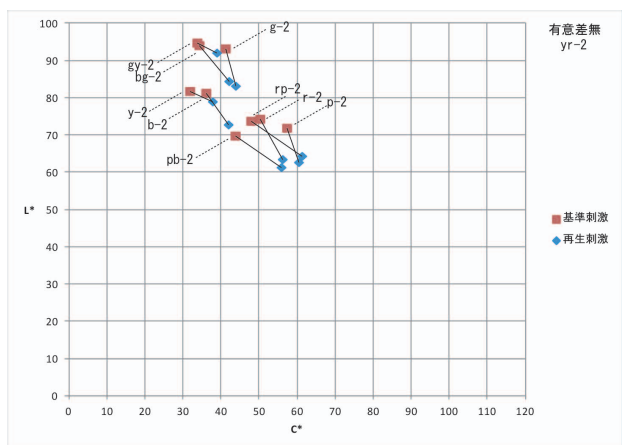
はじめに、先行研究で述べられている結果と、この実験方法による実験結果を比較することにより、提案する実験方法の妥当性を確認したい。まずはNewhallら [13] の実験結果と比較を行う。これは、再生の方法で実験が行われており、詳細な結果が記載されているため、数値的に結果が比較できるためである。Newhallら [13] の実験刺激と結果を本研



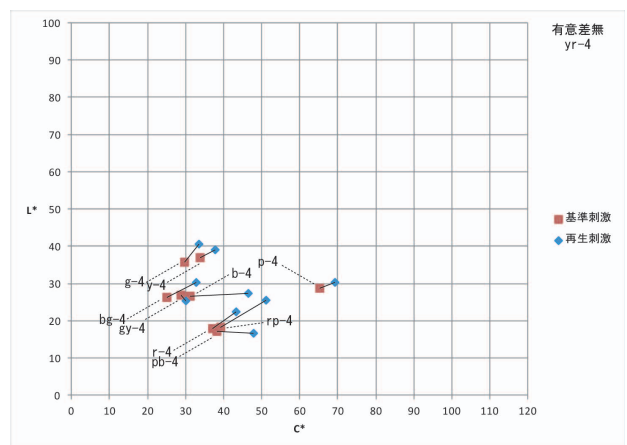
(a) グループ1



(c) グループ3

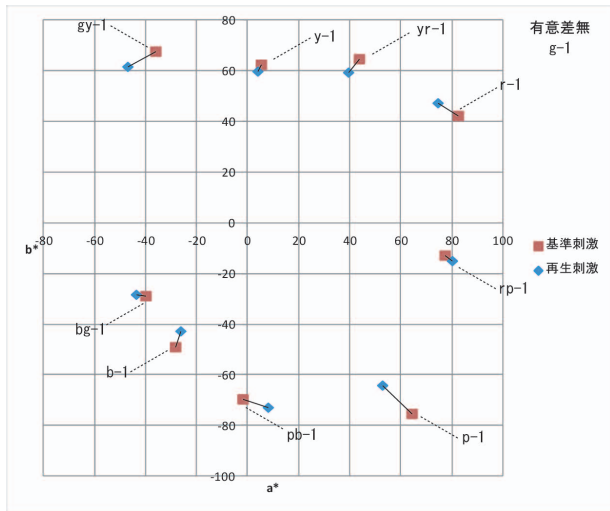


(b) グループ2

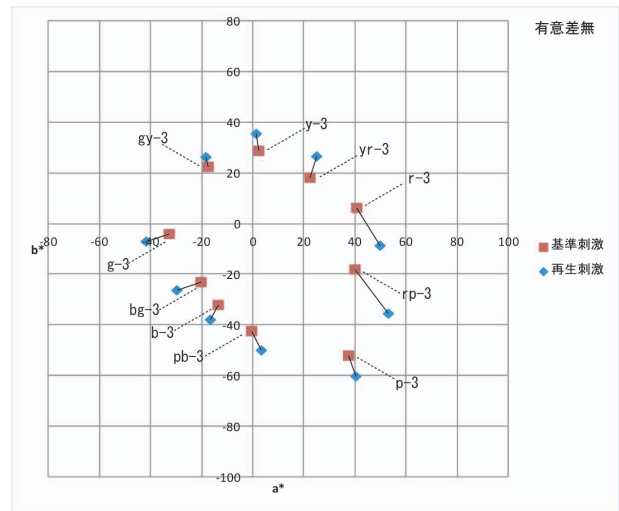


(d) グループ4

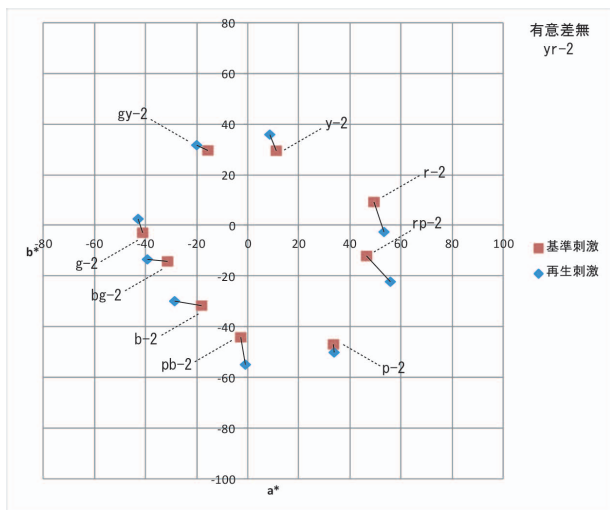
図4 色記憶における彩度C*と明度L*の移行 (L*C*hのいずれかに有意差の認められる刺激を記載)



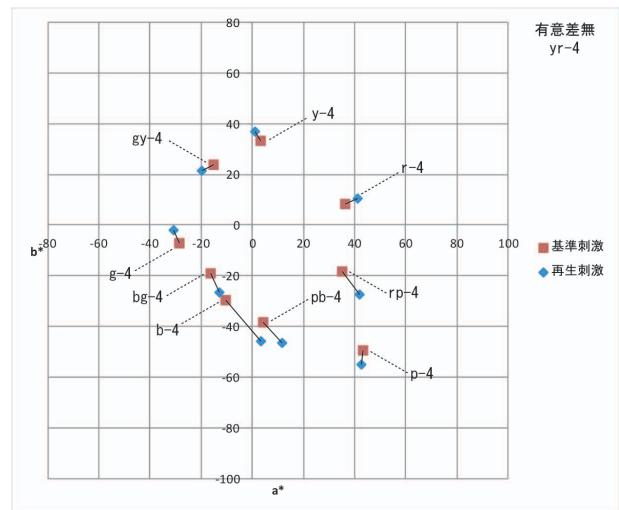
(a) グループ1



(c) グループ3



(b) グループ2



(d) グループ4

図5 a*b*平面における色相と彩度の移行 (L*C*hのいずれかに有意差の認められる刺激を記載)

究の結果と同じL*a*b* (L*C*h) 色空間に変換しプロットしたものを図6, 7に示す. まずNewhallら [13] の実験刺激と本実験の刺激において, L*値, C*が類似している範囲 (L*が40~60程度, C*が30~50程度) で比較する (図6). Newhallら [13] の実験結果では明度の変化が少なく, ほぼすべての刺激において彩度の上昇が見られた. 本研究でこの範囲に収まる刺激は, r-3, yr-3, pb-3, rp-3であったが, pb-3以外の刺激に関しては, 明度の変化が少ない傾向と, すべての刺激において彩度が高くなること確認できた. ただし, 彩度の変化の度合いは, 本実験結果の方が少なくなっているように見える. 図7に示した色相の移行について比較すると, a*値が0~35, b*値が15~40の範囲にある刺激はb*値が上昇する傾向があり, これは両実験において一致していた. また, a*値が35~60, b*値が-60~10の範囲にある色はb*値が下降する傾向が一致していた. これらのことから, 同じ刺激の範囲が少ないため明らかにいう事はできないが, ほぼ先行研究と同様な結果が得られたと考えられる.

ただし, Newhallら [13] の使用した実験装置と比較して彩度の変化が少なく再生される傾向があるかもしれない.

次に, 再認の実験方法による先行研究との比較を行い提案する実験方法の妥当性を確認したい. それらの刺激は, Newhallら [13] の実験結果と同じようには比較できないため, 本研究の刺激を選択する際に使用したグループを参考にして刺激の比較をする. すなわち, 刺激におけるグループ1の刺激は高彩度, グループ2, 3, 4は中彩度であったとして考える. また明度はL*=50を中明度として, L*値を基準に判断する. 彩度の移行について比較すると, Bartleson [3] の研究ではYR, Y, GY, PBの刺激の場合, 彩度は上昇する結果が報告されており, 榎ら [4] の研究では, 低彩度のものは高彩度側に高彩度のものは低彩度側にずれて記憶される傾向があるとした. 本研究ではグループ2~3の刺激は, すべて基準刺激と比べてC*値が高くなっていた. 一方で, 高彩度であるグループ1では, bg-1, bp-1を除き (gy-1, rp-1はC*に有意差なし) C*値が低下していた. これらのこ

色記憶の再生による色の三属性の移行について

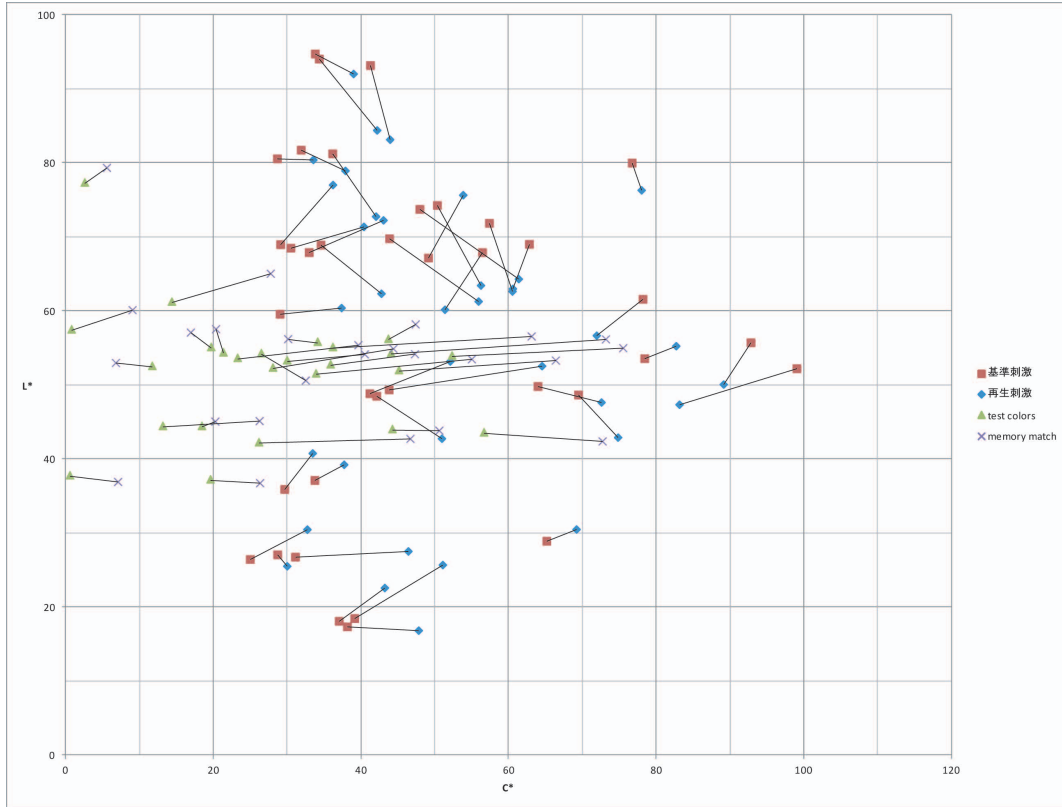


図6 本研究とNewhallら [13] との実験結果の比較 (L*, C*)

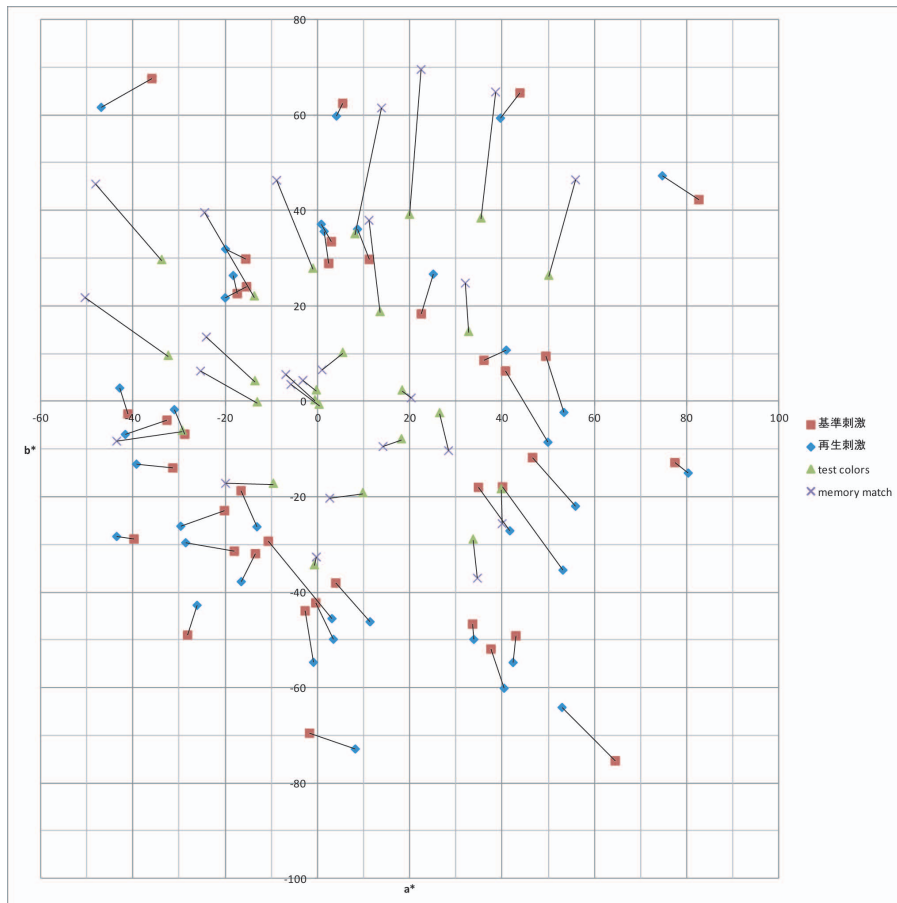


図7 本研究とNewhallら [13] との実験結果の比較 (a*, b*)

とから、本研究における彩度に関する結果はこれらの先行研究と一致した傾向が得られているといえる。色相の移行について比較すると、松田ら [5] の報告ではR, Y, G, PBの刺激の場合、色相誤答よりトーン誤答が多かったことが、Bartleson [3] の研究においてもYR, Y, GY, PBの刺激の場合、色相はある程度忠実に再現されるという結果が報告されていた。Eppsら [6] の研究では、色相による記憶の正確さの違いがあり、その中でも黄色は最も正確に記憶された色であるとの報告があった。本研究では40刺激中17刺激の色でh値に有意な差があったが、これは比較的正確に記憶される色相と、そうでない色相があることを示している。また、グループ1において有意差のある色相が少なかった。これは色票を用いた実験で用いられやすい彩度の高い刺激で先行研究と同様に比較的正確に色相が正確に記憶されるという結果が得られているといえる。また、黄色の色相において移行が少ない傾向が先行研究と一致していた。これらの事より、本研究における色相に関する結果は、先行研究の傾向を再現していると見ることができる。明度の移行について比較すると、松田ら [5] の論文では、色記憶におけるトーンの移行が報告されている。PCCSにおけるトーンの移行は、マンセル表色系における明度と彩度の移行を表す。本研究では全40刺激中、23刺激の色でL*値に有意差があったため、明度が安定している刺激と、変化する刺激があることを示している。

以上に、再生の実験方法を用いたNewhallら [13] の研究、ならびに再認の実験方法を用いた研究との比較を行ったが、今回の実験方法による結果は先行研究の傾向を再現していると見ることができる。

では、色記憶の再生の方法による先行研究において、あまり報告されてこなかった色域における結果について考察したい。今回の実験方法は図6, 7で示したNewhallら [13] の実験装置よりも広範囲の色の呈示、再生が可能であったことがわかる。L*値について、Newhallら [13] が用いた刺激よりも明るい刺激や、暗い刺激における実験結果は、bg-1, y-3, g-3 (bg-3はL*に有意差なし) の例外を除いてL*が60以上の刺激において明度の低下が見られ、L*に有意差のあったL*値が30以下の全刺激は高明度に再生されるということがわかった。次にC*値については、Newhallら [13] は、ほぼすべての刺激で高彩度になるという報告をしていたが、彼らの刺激よりもさらに高彩度の刺激(グループ1)を用いた場合、それらは低彩度に再生される傾向があることが新たにわかった。h値については、興味深い結果として、 $a^* < 0$ かつ $b^* < 0$ の範囲において、本研究の結果は色相の移行に一貫性が見られない結果が得られた。明度においてもその色域にあるbg-1, g-3の刺激は色記憶の傾向がその他の刺激とは異なっていた。これまでに、Hamwiら [8] は、鮮やかな緑みの青が最も誤差が大きいという報告をしており、本研究はこれに類似するものであると言える。これらの理由として、カテゴリカル色知覚との関連性が予想される。内川 [7] の研究では、呈示する色のカテゴリーによって、記憶内での色

の見えが決まる可能性が報告されている。色のカテゴリーとして白, 黒, 赤, 緑, 黄, 青, 茶, 橙, 紫, 桃, 灰の11個の基本色名 [2] が存在するが、今回の実験結果における、 $a^* < 0$, $b^* < 0$ の範囲は青緑系統の色のため、付近に色の基本色名 [2] が存在しない領域であると言える。その結果、再生される色にばらつきが出たと考えられる。

本研究で用いた実験方法により、多くの実験参加者による色記憶を再生できる実験が簡便となり、色空間内のさまざまな領域における色記憶に関するデータが蓄積できる可能性が示された。

4. ま と め

本研究では、液晶ディスプレイ上に単色の刺激を呈示するとともに、色の三属性を利用したカラーパレットを用いて、色についての特殊な訓練を受けていない人でも、記憶した色を直観的に再生できる実験方法を提案した。そして、先行研究と本研究の実験結果を比較することで、この実験方法の妥当性を確かめること、および、色空間内において、従来の実験方法では調べられていなかった場所の色記憶の変化を調べることを目的とした。

結果として、先行研究と比較できる範囲において、色相、彩度、明度の移行の傾向がおおむね先行研究の結果と一致した。これらのことから、本研究での実験方法の妥当性が確かめられた。

また、先行研究ではあまり調べられていない範囲の色を調べることで、従来は比較的安定していると言われた色が色記憶において移行している様子を定量的に知ることができた。さらに、そのことによりL*a*b*表色系における $a^* < 0$, $b^* < 0$ の色記憶の移行に他の領域よりも顕著なばらつきがあることが示された。

今後は、この実験方法を用いて、さまざまな色域に関する色記憶の検討や、長期記憶の再生に関する検討を行い、色記憶のデータベースを蓄積していくことが求められる。そのうえで、色記憶の移行が、物の印象や購買行動に与える影響を調べることで、色記憶を考慮したデザインが可能になることが予想される。

注

[注1] Casey Reas, Benjamin Fryによるオープンソースプロジェクト。電子アートやビジュアルデザインのためのプログラミング言語である。

参 考 文 献

- [1] 桑原美保, 宇田川千英子: 色彩検定 集中講義 3級, 早稲田教育出版, p.124, 2006.
- [2] 日本色彩学会: 色彩用語辞典, 東京大学出版会, p.46, p.99, p.131, p.135, 2003.

色記憶の再生による色の三属性の移行について

- [3] C. J. Bartleson: Color in Memory in Relation to Photographic Reproduction, *PhotoGraphic Science and Engineering*, 5 (6), pp.327-331, 1971.
- [4] 横 究, 増田倫子: 記憶された色の時間的变化, *日本色彩学会誌*, 24 (2), pp.232-243, 2000.
- [5] 松田豊, 加藤美奈子, 嶋崎祐志: 色の記憶 - PCCS カラーカードの再認, *日本色彩学会誌*, 24 (3), pp.146-155, 2000.
- [6] Helen H. Epps and Naz Kaya: AIC 2004 Color matching from memory, *Interim Meeting of the International Color Association, proceedings*, pp.18-21, 2004.
- [7] 日本色彩学会: 新編 色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, p.165, p.652, 1998.
- [8] V. Hamwi and C. Landis: Memory for color, *Journal of Psychology*, 39, pp.183-194, 1955.
- [9] 西村 武, 浅山隆男: 色票とカラー受像管による記憶色の実験, (社)映像メディア学会論文, 25 (3), pp.203-204, 1971.
- [10] E. F. Loftus: Sifting human color memory, *Memory & Cognition*, 5 (6), pp.43-56, 1957.
- [11] R. W. Burnham and J. R. Clark: A test of hue memory, *Journal of Applied Psychology*, 39 (3), pp.164-173, 1955.
- [12] M. Collins: Some observation on immediate color memory, *British Journal of Psychology*, 22, pp.344-352, 1932.
- [13] S. M. Newhall, R. W. Burnham and J.R. Clark: Comparison of successive with simultaneous color matching, *Journal of the Optical Society of America*, 47 (1), pp.43-56, 1957.
- [14] 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 印象に関する知識記述のための感情誤帰属手続きを用いた特性の抽出, *日本感性工学会論文誌*, 10 (2), pp.231-238, 2011.



三宅 宏明 (非会員)

2012年 山口大学大学院理工学研究科博士前期課程修了。修士(工学)。現在, 山口大学大学院理工学研究科博士後期課程在学中。視覚心理, 基礎デザイン教育などデザイン学に関する研究を行っている。日本デザイン学会会員。



木下 武志 (正会員)

1999年 神戸芸術工科大学大学院芸術工学研究科博士課程修了。博士(芸術工学)。現在, 山口大学大学院理工学研究科准教授。武蔵野美術大学造形学部芸術デザイン学科卒業。学士(造形)。1987~1992年(株)白組(映像制作会社)に入社, テレビコマーシャル等のディレクション, デザイン業務に従事。1992~2000年山口県立大学助手。視覚心理, 基礎デザイン教育, 広告表現, CG表現などデザイン学に関する研究を行っている。日本デザイン学会, 芸術工学会所属。



長 篤志 (非会員)

1997年 山口大学大学院理工学研究科博士前期課程修了。同年, 山口大学工学部感性デザイン工学科助手。現在, 山口大学大学院准教授。博士(工学)。動画像処理, コンピュータグラフィックス, デザイン工学, 視覚心理学に関する研究に従事。情報処理学会, 日本心理学会, 日本映像学会, 芸術科学会, IEEE各会員。