

カラーデザインに色記憶を利用するための基礎的研究

—色カテゴリーから見る色記憶の特徴

Basic Research for Utilizing Color Memory in Color Design

—Characteristics of Color Memory from the Viewpoint of Color Category

● 三宅宏明

山口大学大学院

Miyake Hiroaki

Graduate School of
Yamaguchi University

● 長篤志

山口大学大学院

Osa Atsushi

Graduate School of
Yamaguchi University

● 木下武志

山口大学大学院

Kinoshita Takeshi

Graduate School of
Yamaguchi University

● Key words : Color Memory, Focal Color, Color Difference

要旨

色記憶を考慮したカラーデザインを可能にするためには、まず各色が色記憶においてどのように移行するのかを知る必要がある。これまでに色記憶の移行に関する平均値データが報告されているが、個人差が大きければその平均値はカラーデザインに使用できない。また色記憶のデータとしてすべての色を調べることはできないという問題点もある。本研究では、どのような色は平均値データをカラーデザインに用いることができるか、どのような色は平均値データの間を色空間中で補間してカラーデザインに用いることができるか、についての知見を得ることを目的とした。そこで、フォーカル色の再生実験と色記憶の再生実験、カテゴリーカルネーミング実験を行った。その結果、参加者が共通した色カテゴリーに認識している色は、平均値データをカラーデザインへ利用できる可能性があり、色空間中で近い位置関係にあるデータから補間できる可能性があった。一方、色カテゴリーの認識が参加者に依存する色の結果は、3種類の傾向に分かれることがわかった。

Summary

To construct color design techniques with respect to color memory, it is necessary to know the manner in which each color shifts in color memory. Previous studies report that the mean data of the color memory shift, but not all data can be utilized for color design, as there are high individual differences. In this study, we investigated what color data can be utilized in color design, and what data can be interpolated in color space. We performed a reproduction experiment of focal color and color memory as well as the categorical naming experiment. Results showed that the data of colors that can be recognized as a common color category can be used in color design. Results also showed that it might be possible to interpolate such data using data of neighborhood colors. For data of colors recognized as different color categories depending on observers, results could be categorized into three groups.

1. はじめに

近年、スマートフォンの急速な普及により、ホームページをはじめアプリケーションなど、個人でパソコンを使用してビジュアルコンテンツを制作する機会が増加している。ビジュアルコンテンツを制作するにあたって、造形要素の一つである色は、見る人に与える心理的影響が大きく重要な役割を担う。アメリカでの調査では、購買動機の85%以上が視覚からの情報によるとしている[注1]。そのため、カラーデザインを行う際には色が持つ心理的效果を考慮して色彩管理を行わなければならない。心理的效果を適切に考慮し、カラーデザインを行うことによってデザイナーが意図するビジュアルコンテンツのイメージを正確に消費者に伝えることができる。

一方で、色の記憶（以降、色記憶と記述する）は時間が経つにつれて移行することが知られている。一般的に色は記憶内で彩度が増加する方向に移行すると言われている[注2]。色記憶が移行するのであれば、上述したような色彩管理が行われるカラーデザインにおいて、色記憶の移行を考慮した色の選択を行うことには利点がある。例えば、色記憶を考慮したカラーデザインを行うことができれば、選択した色の印象の変化を防ぐだけでなく、時間経過を利用して印象が変化する新たなカラーデザインを行うことができると期待される。

色記憶に関する先行研究において、再生あるいは再認の実験方法によって色記憶の移行の特徴や、記憶の正確性が調べられるのが一般的である。これらの実験では、実験時間の都合や実験参加者への過負荷を避けるように、典型的・特徴的な色を選択し刺激として使用されるため、一度に調べられる色数は多くない。そのため、得られている情報は断片的とならざるを得ない。しかしながら、カラーデザインにおいては色空間を網羅した色記憶の移行に関するデータが必要不可欠である。そこで色記憶に深い関係があるといわれる[注3]色カテゴリーによって色空間を分割し、その分割した領域での色記憶の傾向を調べることができれば、調べられていない領域を補間できると考えられる。色記憶をカラーデザインに利用するためには、色記憶の移行データを集めると同時に、色カテゴリーの視点から色記憶の移行について知見が必要となる。

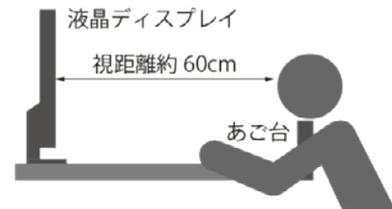


図1 実験状況

2. 先行研究と目的

現在、色記憶の移行については様々な研究が行われている。Hamwiら[注4]、Collins[注5]、Eppsら[注6]、松田ら[注7]は、記憶した色を再生あるいは再認の方法によってつくり出し、記憶した色とつくり出した色の変化を調べることによって、各刺激における再認の誤差[注4]や、再生精度[注5、6]、色記憶の移行の方向[注7]等を調べた。これらの研究においては、使用された刺激の変化にのみ着目しており、用いた刺激の色空間中の周辺にある色の変化までは調べられていない。

Bartleson[注8]、楨ら[注9]、Newhallら[注10]、Hellmig[注11]や、我々の先行研究[注12]は、上記の研究と同様に再認あるいは再生の方法によって実験を行った。これらの研究においては、色記憶は全体的に彩度が上昇すること[注8、10]や、低彩度の色は色相における個人差が大きい[注9]、暖色系の色は、寒色系の色よりも再認の精度が高い[注11]、 $L^*a^*b^*$ 色空間において、 L^* 値が60以上の色において明度の低下が見られる[注12]等、個別の色に依存するだけでなく、色空間中での位置に依存した大域的な色記憶の移行の傾向も報告された。ただし、これらの結果は数人から数十人の再生・再認実験の平均値として報告されていることが多いため、次に述べる色カテゴリーの影響を考慮すると、その平均値に意味があるかどうかという判断が必要であると考えられる。

内川[注3]、杉山ら[注13]は色記憶の移行と色カテゴリーとの関係について調べた。色カテゴリーは色空間を分割した領域のことであり、これは色空間的な視点から色記憶の移行について調べられていると言える。色は記憶内であいまいになるが、そのあいまいさが色カテゴリー内に留まることを記憶のカテゴリー性という[注14]。杉山ら[注13]は色票の色を記憶し、カスケード選択法という手法によって記憶内の色の曖昧さ範囲を調べ、次に、色票をカテゴリカルカラーネーミング実験によって11の色カテゴリーに分類した。この2つの実験結果を比較することによって、記憶による色の再認の不確かさと色のカテゴリカル領域の関係を調べた。その結果、色カテゴリーの中心に近いテスト色票に対して記憶によって選ばれた色票は、1つの色カテゴリー内に分布し、フォーカル色の方向へシフトするケースが多かった。また、色カテゴリーの境界付近のテスト色票に対して記憶によって選ばれた色票は、2つの色カテゴリーに同時にまたがって分布することは少なく、どちらかの色カテゴリーにのみ分布することが示された。フォーカル色とは、カテゴリー領域を代表する最もその色カテゴリーらしい色のことを言う。これは、色カテゴリーの境界付近において色記憶の曖昧さ範囲は、単に大きくなるわけではなく、その個人が知覚する色カテゴリーに影響を受け偏りが生じていることを表している。

色カテゴリーやフォーカル色の分布は、個人差がある[注15]

ため、内川[注3]、杉山ら[注13]の研究結果は、多人数に対して色カテゴリーの境界付近の色の記憶を調べた場合、その記憶した色が、色カテゴリー判断を異にするいくつかの集団による多峰性の分布を示す可能性を示唆している。すなわち、対象とする刺激色が大半の人にとって同一の色カテゴリーとして認識されているかが問題になる。そして、再生・再認実験による色記憶の移行の平均値データをカラーデザインに用いる場合、そのデータは大半の人の色記憶の傾向を表すデータなのか、そうでないのかを見極めようとして使用する必要がある。

本研究の目的は、各刺激の色カテゴリーと色記憶の移行の平均値データとの関係を整理し、主に次の2つの知見を得ることである。

- (1) どのような色において色記憶の移行の平均値データをカラーデザインに用いることができそうか。
- (2) どのような色において得られている平均値データの間を補間してカラーデザインに用いることができそうか。

そこで本研究では、まず液晶ディスプレイに表示したカラーパレットを使用してフォーカル色の分布を調べた。そして、色空間内の全体的な傾向を見るという事を考慮して刺激を選択し、液晶ディスプレイに表示した各刺激に対して色記憶の再生実験と色カテゴリーを分類する実験を行った。これらによって、選択した刺激がどのような色カテゴリーに認識されているのか、そして、その刺激の色記憶の移行はフォーカル色の影響があるのかどうかを調べた。そして、色記憶に関する実験データをカラーデザインへ利用する可能性について議論した。

3. フォーカル色の再生実験

3.1. フォーカル色

色記憶の再生実験を行う前に、 $L^*a^*b^*$ 色空間におけるフォーカル色の分布を調べた。フォーカル色は、Berlinら[注16]が報告した基本色彩カテゴリー11色(white, black, red, orange, yellow, green, blue, purple, brown, pink, gray)のうち、whiteとblackを除く9色のカテゴリーについて調べた。基本色彩カテゴリーの色名は他の色名と区別するため英語表記とする。

3.2. 実験環境

色刺激(以降、刺激と記述する)の呈示には液晶ディスプレイ(ColorEdge CG243W, 1920*1200pixel)をsRGBモードに設定し、キャリブレーションを行った後に使用した。実験室はsRGBの標準的な観察環境に基づき、5000Kの蛍光灯を用いて、ディスプレイ周辺の照度を約200lxにした。視距離は顎台を用いて60cmに保ち、刺激の大きさを視角 10° にした(図1)。背景色は黒($L^*=1.26$, $a^*=1.88$, $b^*=2.80$)とした。これは、刺激と背景色の境界の部分にハレーションが起こるのを防ぐためである。

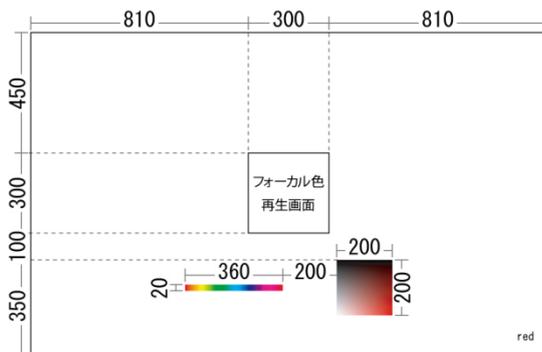


図2 フォーカル色の再生実験画面 (pixel)

3.3. 実験参加者

19~30歳(平均年齢21.9歳)の学生、計30名(男性15名、女性15名)が参加した。そのうち、色彩についての学習を受けているものは11名であった。実験前に全実験参加者に対し、標準色覚検査表[注17]を用いた検査を行い色覚が正常であることを確認した。

3.4. 実験手続き

はじめに実験参加者にフォーカル色についての説明を行った。説明は、「フォーカル色とは色カテゴリーを代表する色のことを言う。例えば、赤という色カテゴリーには色々な見えの赤、つまり黄に近い赤、暗い赤、青味が含まれている赤等がある。その中で最も赤らしい『赤』がフォーカル色 red である。」という内容であった。説明後、液晶ディスプレイ右下に基本色彩カテゴリーの色名9色をランダムに呈示した(図2)。実験参加者は呈示された色名から想像されるフォーカル色を、カラーパレットを用いて画面中央に再生した。カラーパレットは左側に色相パレット、右側に明度・彩度パレットを呈示した。

3.5. 結果と考察

フォーカル色の再生実験の結果をL*a*b*色空間にプロットしたものを、後に色記憶の再生実験の結果と共に示す(図5)。今回調べた9色のフォーカル色の分布については、a*b*平面において $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$ の領域にどのフォーカル色も分布は見られなかった。この領域は $-a^*$ 軸上の緑の領域と、 $-b^*$ 軸上の青の領域の間の領域であり、今回使用した基本色彩カテゴリーの中間にあたる青緑等の色カテゴリーが分布していたと考えられる。

4. 色記憶の再生実験

4.1. 刺激

呈示する刺激(基準刺激)は計27色とし、L*a*b*表色系の中からsRGB色空間で呈示できる色域より選択した。選択は、色空間内を網羅し、刺激間の距離が等間隔になるようにした。また、色を再生する際に基準刺激の周囲から一定の範囲で色を選択できるようにするため、色空間内において高彩度、高明度、低彩度、低明度の色は避け、以下の方法で選択した。まず a^* 軸上において、 a^* 値が0を中心に20刻みになる位置の色を選択し、その中でL*値が50を中心に20刻みになる位置の色を刺激とした。次に、 b^* 軸上においても同様に b^* 値が0を中心に20刻みになる位置の色を選択し、その中でL*値が50を中心に20刻みになる位置の色を刺激とした(図3-1、図3-2)。 a^* 軸上において a^* 値がプラスの範囲の色相をr、マイナスの範囲の色

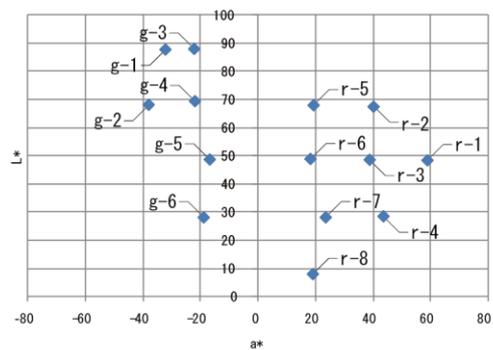


図3-1 a^* 軸上の選択した刺激の位置

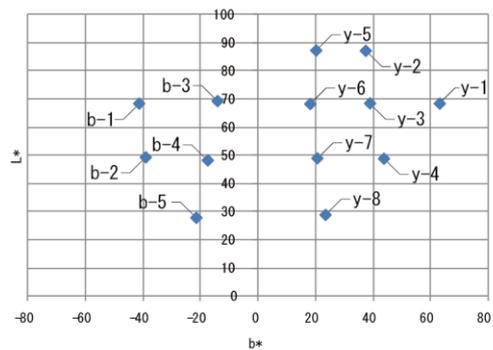


図3-2 b^* 軸上の選択した刺激の位置

表1 基準刺激の測色値

刺激名	L*	a^*	b^*	刺激名	L*	a^*	b^*
r-1	48.61	58.71	1.32	g-1	87.95	-32.42	3.97
r-2	67.65	40.00	-2.96	g-2	68.32	-38.27	-1.24
r-3	48.78	38.63	0.98	g-3	88.20	-22.44	-2.71
r-4	28.70	43.44	2.74	g-4	69.62	-22.16	1.93
r-5	68.15	19.11	-2.92	g-5	48.90	-17.02	3.36
r-6	49.09	18.01	0.04	g-6	28.31	-19.10	-0.46
r-7	28.35	23.35	1.06	b-1	68.58	-5.44	-41.59
r-8	8.19	18.86	0.02	b-2	49.48	-3.73	-39.27
y-1	68.57	5.66	63.01	b-3	69.44	1.46	-14.28
y-2	87.32	2.90	37.30	b-4	48.41	4.13	-17.69
y-3	68.66	-2.34	38.76	b-5	28.02	-0.58	-21.67
y-4	49.02	3.20	43.61				
y-5	87.44	5.12	20.01				
y-6	68.44	-1.13	17.97				
y-7	49.15	-2.39	20.43				
y-8	29.05	0.42	23.26				

相をg、 b^* 軸上において b^* 値がプラスの範囲の色相をy、マイナスの範囲の色相をbと表記する。等色相面内の色の表記の仕方については、例えばrの等色相面内において、最高彩度かつ最高明度の色をr-1とした。r-1と同彩度の刺激がある場合はその色をr-2、無い場合は次に彩度が高く最高明度の刺激をr-2とし、高彩度、高明度の色から順に番号を付けた。選択した色の測色値を表1に示す(2次元高速色彩輝度計(株)東洋テクニカICAMで計測)。

4.2. 実験環境と実験参加者

実験はフォーカル色の再生実験と同じ環境で行った。実験参加者は、フォーカル色の再生実験に参加した同じ30名であった。両実験は間に休憩をはさみ同じ日に行った。

4.3. 実験手続き

実験参加者への課題は、呈示された色を記憶し再生させるということであった。実験画面を図4に示す。液晶ディスプレイ

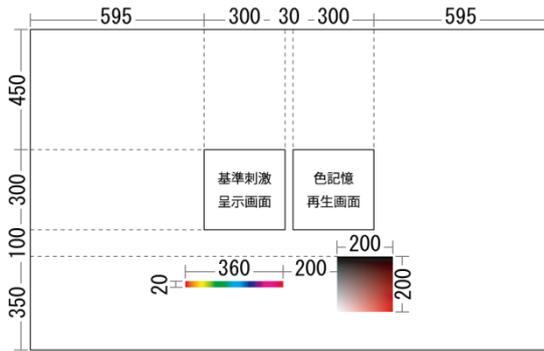


図4 色記憶の再生実験画面 (pixel)

の画面左側に基準刺激の呈示画面、右側に色記憶の再生画面、画面下方にパレットを配置した。初めにディスプレイ左側へ基準刺激を呈示し、5秒間見て記憶させた。記憶直後、基準刺激が消え、液晶ディスプレイ下方に色相のパレットを呈示した。色相のパレットから色を選択すると、色相のパレットの右側に明度・彩度のパレットを呈示した。明度・彩度のパレットから色を選択すると、色記憶再生画面に選択した色を呈示した。色記憶再生画面に選択した色が呈示されてからでも、色相、明度・彩度のパレットからの選択は随時可能とした。実験参加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取り次の刺激を呈示した。刺激を呈示する順番はランダムにした。刺激9枚を1セットとし、1セットの作業を行うごとに3分間程度の休憩を設けた。

4.4. 結果と考察

色記憶の再生実験の結果を、フォーカル色の実験結果と共に図5に示す。図5(上)は $L^*a^*b^*$ 色空間における a^*b^* 平面であり、横軸は a^* 軸、縦軸は b^* 軸を表している。図5(下)は $L^*a^*b^*$ 色空間における L^*C^* 平面であり、横軸は C^* 軸 ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$)、縦軸は L^* 軸を表している。フォーカル色については、再生された30人のフォーカル色のデータを全てプロットしている。

色記憶の再生については基準刺激と、30人の実験参加者の再生刺激の座標の平均値を示している。また、基準刺激に対して再生された再生刺激との色差 (ΔE) を矢印で示している。各刺激の明度差 (ΔL)、彩度差 (ΔC)、色相差 (ΔH) について差の有意性を調べるため、0を基準として95%信頼区間を求めた。表2において、有意差があった箇所に*マークを印している。27刺激中 r-4 と y-3 の2刺激は有意差が見られなかった。この2刺激については結果、考察を省略する。色相差に有意差が見られた刺激については、色相 r の刺激は b^* 値がマイナスの方向へ移行する傾向が見られた。色相 y の刺激は a^* 値がマイナスの方向へ移行する傾向が見られた。色相 g、色相 b の刺激は一貫した傾向が見られなかった。明度差に有意差が見られた刺激について、比較的高明度である r-2、y-1、y-2、g-1、g-3、b-1、b-3 は明度が下降する傾向が見られた。また、比較的低明度である r-8 は明度の上昇が見られた。彩度差に有意差が見られた17刺激について、y-1、b-1、b-2 を除く14刺激は彩度が上昇する傾向が見られた。

先行研究において、本研究と類似した再生の方法で実験が行われた Newhall ら [注10] の結果と比較する。Newhall ら [注10]

表2 明度差、彩度差、色相差について95%信頼区間を求めた結果 (*は有意差有)

刺激名	ΔL	ΔC	ΔH	刺激名	ΔL	ΔC	ΔH	刺激名	ΔL	ΔC	ΔH	刺激名	ΔL	ΔC	ΔH
r-1		*		y-1	*	*	*	g-1	*		*	b-1	*	*	*
r-2	*	*	*	y-2	*		*	g-2			*	b-2	*	*	*
r-3		*	*	y-3				g-3	*			b-3	*	*	*
r-4				y-4			*	g-4			*	b-4	*	*	*
r-5		*		y-5			*	g-5	*	*	*	b-5	*	*	*
r-6	*	*	*	y-6		*	*	g-6	*	*	*				
r-7		*	*	y-7		*									
r-8	*	*	*	y-8			*								

の研究では、色記憶の特徴として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。また色相は比較的忠実に記憶されるということが報告された。今回の実験結果では、彩度の移行について変化の見られた刺激において、17刺激中14刺激の彩度が上昇する傾向が見られたことから、先行研究と一致したと言える。本研究で使用した刺激は、Newhall ら [注10] が使用した刺激の分布よりも広範囲から選択した。Newhall ら [注10] の刺激と同じ領域 (L^* 値が30~70の範囲) に分布する刺激については、明度の移行はほとんど見られなかったことから、先行研究の報告と一致した。また Newhall ら [注10] の調べられていない範囲の色記憶の傾向を調べることができ、その範囲において、高明度の色は明度が低下し、低明度の色は明度が上昇する結果が得られた。色相については、Newhall ら [注10] の結果において色相の移行はほとんど見られなかったのに対し、本研究では27刺激中18刺激において色相の移行が見られた。これは、本実験の再生の手順において、色相の選択を明度・彩度の選択と分離したという色の選択方法の違いが結果の違いとして表れた可能性がある。

次に我々の先行研究 [注12] と比較する。先行研究では明度について、 L^* 値が60以上の刺激において明度の低下がみられる傾向が報告された。今回の結果においても比較的高明度の高い刺激においては明度の低下が見られ一致していた。彩度については、先行研究において8割 (29刺激中25刺激) の彩度の上昇が見られており一致していた。また比較的高彩度の色について、彩度が低下する傾向が報告された。これについて、今回彩度の低下が見られた y-1、b-1、b-2 は各等色相面において比較的高彩度の色であったことから一致したと言える。色相については、 $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$ の範囲において、色相の移行に一貫性が見られない結果が報告された。これは、今回の実験結果においても特に色相 g の分布している $-a^*$ 軸付近の刺激に同様の傾向が見られた。また、色相 r が分布する $+a^*$ 軸付近の刺激が時計回りに、色相 y が分布する $+b^*$ 軸の色が反時計回りに移行する結果が報告された。これらについても、今回の実験結果において同様の傾向が見られた。これらのことから、我々の先行研究 [注12] の結果とは概ね一致する傾向が見られたといえる。

以上のことから、先行研究も踏まえて一貫した傾向を示している色 (r-1、r-2、r-3、r-5、r-6、r-8、y-1、y-2、y-5、y-6、y-8) に関しては、その結果の再現性からカラーデザインに利用できる可能性がある。しかも、これらの色の場合、色空間上で近い位置にある色は、それらの色記憶の移行傾向が似通っており、刺激として用いた色以外の色であっても、それらの刺激の間の色であればおよそその補間ができる可能性がある。ただし、1節で述べたように色カテゴリーとの関係も考慮しなくてはならないため、引き続き6節で議論する。一方、 $-b^*$ 軸付近

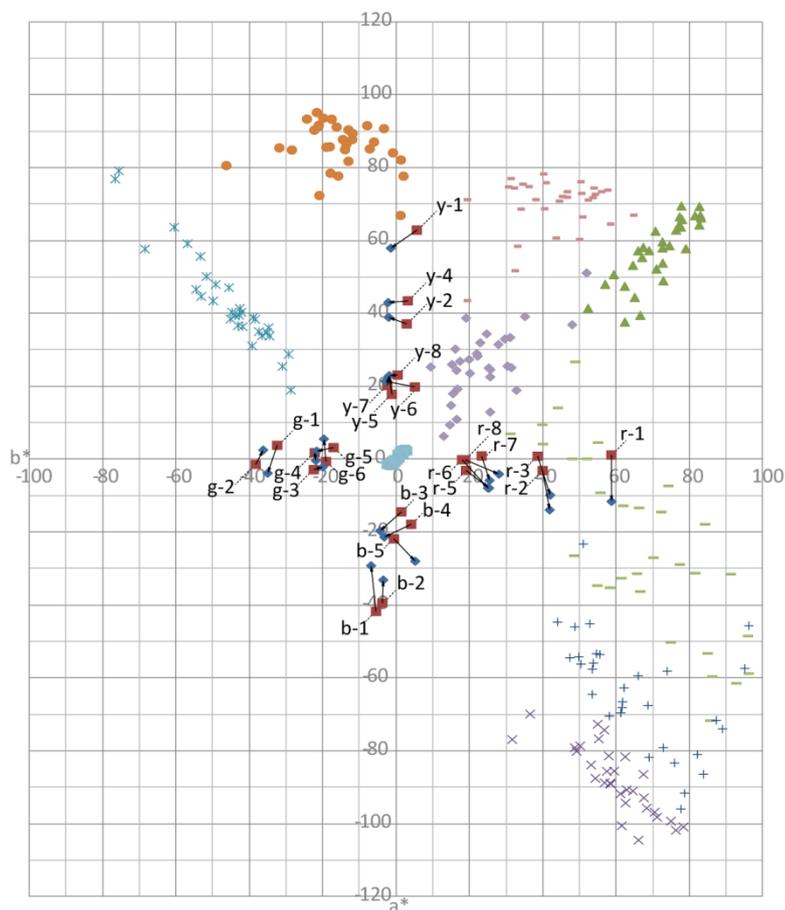
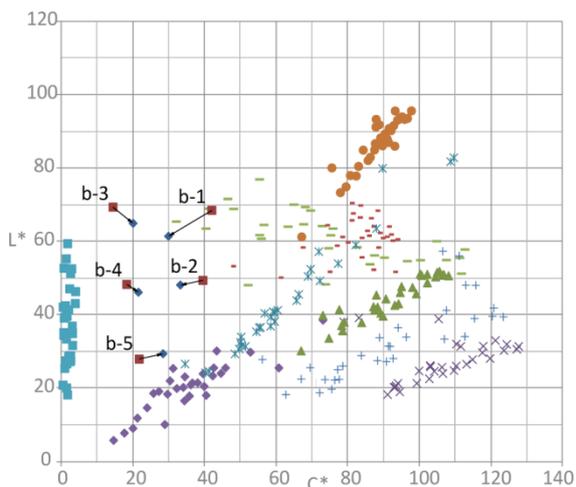
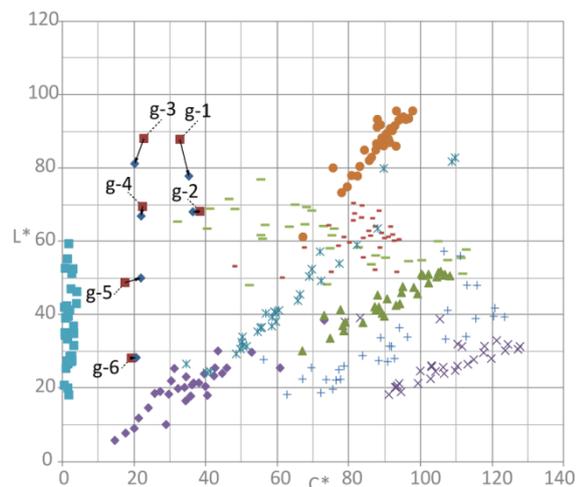
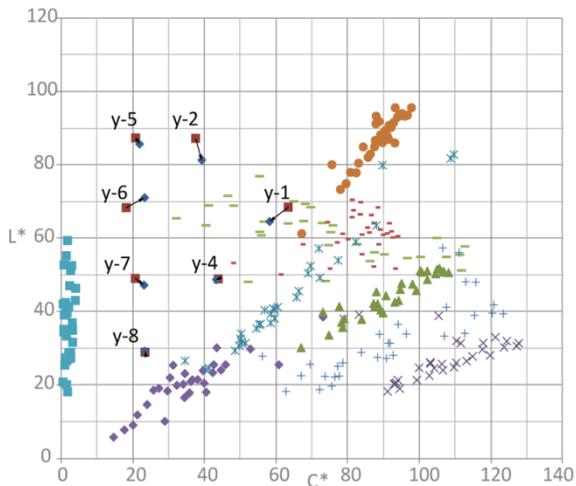
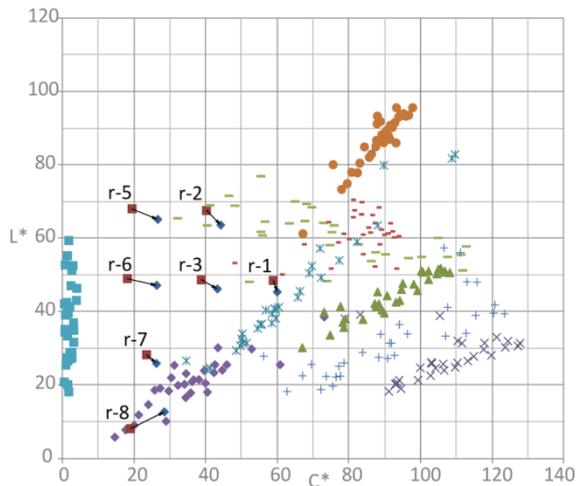


図5 L*a*b* 色空間におけるフォーカル色の分布と色記憶の移行

上：L*C* 平面におけるフォーカル色の分布と色記憶の移行
 (左上：色相 r、右上：色相 y、左下：色相 g、右下：色相 b)
 下：a*b* 平面におけるフォーカル色の分布と色記憶の移行

つの色カテゴリーに同時にまたがって分布することは少なく、どちらかの色カテゴリーにのみ分布する傾向を報告した。この色カテゴリーの認識は個人によって異なる。そのため、複数人による色カテゴリーの認識を調べることによって、各色が特定の色カテゴリーの中で移行するものか、複数の色カテゴリーにまたがり各個人で移行する方向が異なるのかを判断することは、再生実験で得られた色記憶の移行データの信頼性を確かめることにつながると考えられる。

まずは、多くの実験参加者が同一の色カテゴリーに認識した刺激の結果について述べる。(gは一部を後述する)

r-1、r-2、r-3、r-5、r-6 について、この5刺激はいずれもカテゴリカルネーミング実験の強制回答において半数以上の人が pink を回答した。また自由回答では、ピンクの他に桜や桃、ショッキングピンク等、前述したようにピンクと同様に扱うことができると考えられる色名の回答が見られた。図5の a*b*平面においては、a*値が50、b*値が25の付近から、a*値が100、b*値が60の付近まで pink が分布していることが分かる。これらのことから、pink の色カテゴリー領域は彩度・色相の幅が広く、個人による認識の違いが大きい傾向が見られるものの、r-1、r-2、r-3、r-5、r-6 の5刺激はほぼすべての参加者で pink の色カテゴリーに属していたと考えられる。一方、色記憶の移行について、a*b*平面においては、5刺激全てが時計回りに移行が見られた。L*C*平面においては、5刺激全ての彩度が上昇した。この移行は、先行研究[注3]で述べられているような pink のフォーカル色の方向ではなかった。5刺激全ての移行する方向性に一貫性が見られたことについては、我々の先行研究[注12]や他の報告[注9、11]にもあるように、各色が分布する位置の明度や彩度、色相の値に依存していると考えられる。

r-8 について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答、自由回答の両方において red が半数を占める傾向が見られた。r-8 は比較的明度の低い色であり、pink よりも明度の低い red の色カテゴリーに属していると考えられる。図5のフォーカル色の分布と色記憶の移行を見ると、r-8 は上記の5刺激と同様に、a*b*平面において時計回りの移行が見られた。また、r-8 は L*C*平面においては明度の上昇が見られた。red のフォーカル色は a* > 0、b* > 0 の領域に分布する傾向が見られており、r-8 はフォーカル色の方向へは移行しているとは言えない結果であった。これらのことから、r-8 においても、色記憶の移行は刺激の分布する位置の明度や彩度、色相の値に依存していると考えられる。red の色カテゴリーについては、r-8 以外の分布を確認できなかったため、周囲の傾向を調べるができなかった。

y-1、y-2 について、この2刺激はいずれもカテゴリカルネーミング実験の強制回答において全員が yellow を回答し、自由回答においても、半数以上の人が黄を回答する傾向が見られた。

図5におけるフォーカル色の分布を見ると、yellow のフォーカル色は高彩度・高明度の位置に分布している。そのため、この2刺激は yellow の色カテゴリーの低彩度側に属していると考えられる。色記憶の移行について、y-1、y-2 に限らず色相 y の刺激は全体的にフォーカル色の分布が少ない方向である反時計回りに色相の移行が見られた。また、この2刺激は比較的高明度の色であり、L*C*平面においては、明度の低下が見られた。このことから、yellow の色カテゴリー内において、yellow のフォーカル色の方向へは移行せず、明度、彩度に依存する移行となっているように見える。

g-6 について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答において全員 green を回答しており、自由回答においても緑系統の回答が多く見られた。図5におけるフォーカル色の分布を見ると、g-6 は green の色カテゴリーの低彩度側に分布していることが分かる。このことから g-6 は green の色カテゴリーに属していると考えられる。色記憶の移行については、a*b*平面においては時計回りに色相の移行が見られた。L*C*平面においては、彩度の上昇が見られた。このことから、先行研究[注3]と同様に g-6 はフォーカル色の方向へ移行する傾向が見られた。

b-5 について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答において7人中6人が blue を回答しており、自由回答においても紺や群青など明度の低い青系の回答が見られた。図5におけるフォーカル色の分布を見ると、blue のフォーカル色は高彩度の位置に分布している。b-5 は、カテゴリカルネーミング実験において灰の回答も見られていることから、blue の色カテゴリー領域の中でも比較的低彩度の位置に属していると考えられる。色記憶の移行については、a*b*平面においては反時計回りに色相の移行が見られた。L*C*平面においては、彩度の上昇が見られた。このことから、b-5 は g-6 と同様にフォーカル色の方向へ移行する傾向が見られた。

y-5 について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答においては、7人中4人が yellow を回答したが、一方で自由回答では7人中4人が肌を回答していた。図5のフォーカル色の分布を見ると、y-5 は周囲にフォーカル色が分布していない。a*b*平面上で見ると yellow の色カテゴリーの低彩度の領域に属していると考えられるが、y-5 は彩度が低く yellow のフォーカル色とは距離が離れている。また、色記憶の移行について y-5 は比較的高明度の色であるが、他の高明度の色と異なり、明度の低下が見られなかった。これらのことから、y-5 については、基本色彩カテゴリーの yellow ではなく、肌色系統の色カテゴリーによって認識されており、その中において色記憶の移行が起きている可能性が考えられる。

b-1、b-2 について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答においては、全員 blue を回答する傾向が見られた。自由回答

を見ると、水や空等、青よりも明度が高いと考えられる色名の回答が見られた。図5のフォーカル色の分布を見ると、blueのフォーカル色は明度が低く、これらの刺激とは距離が離れておりフォーカル色の分布は少ない。色記憶の移行について、2刺激ともL*C*平面において彩度の低下が見られ、blueのフォーカル色の方向へは移行していない。これはy-6と同様に、基本色彩カテゴリーのblueではなく水の色カテゴリーによって認識されており、その中において色記憶の移行が起きている可能性が考えられる。

上述した13刺激について色記憶の移行を確認したい。これらの刺激は、人数を増やした今回の実験においても、内川[注3]の先行研究と同様に基本色彩カテゴリーに属しその色カテゴリー内で色記憶が移行する傾向が見られた。ただし、必ずしも色記憶の移行がフォーカル色の方向ではなかった。これは色記憶の移行が、前節で述べたように刺激の分布する色空間の位置の明度、色相、彩度に依存した傾向が見られたためである。また、y-5、b-1、b-2の3刺激については、基本色彩カテゴリーではなく、それぞれ肌や水の色カテゴリーとして認識されていると考えれば、同じ色カテゴリーに属した刺激の色記憶の移行は類似した傾向が見られた。以上のことから、多くの実験参加者が同一の色カテゴリーに認識した色は、その色カテゴリー領域の中で滑らかに一貫性を持った色記憶の移行をしていると考えることができるため、それらの色と色の間の領域についても、色記憶の移行を補間して考えることができる可能性がある。また、同一の色カテゴリーの中で一貫性を持った移行の傾向が見られたデータ(r-1、r-2、r-3、r-5、r-6)は結果の信頼性が高く、カラーデザインへ利用することも可能であると考えられる。例えば、デザイナーが意図したイメージをより正確に消費者や視聴者に伝えるために、色記憶の移行を予め想定したカラーデザインや、色記憶の移行に伴う色の印象の変化をも想定したカラーデザインを行うことができるかもしれない。ただし、色カテゴリー内で1刺激のみの分布しか見られなかったものについては、上記の傾向を確かめることができなかった。

次に複数の色カテゴリーに認識がばらついた刺激についての結果を述べる。

r-7について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答においては、red、orange、pink、brownの回答が見られた。自由回答においても、赤、ピンク、朱等の複数の色名が回答され、ばらつきが見られた。図5のフォーカル色の分布を見る。r-7は複数の色カテゴリーの低彩度の領域にまたがって属していると考えられる。色記憶の移行については、他の色相rの刺激と同様にa*b*平面においては時計回りの移行が見られた。

y-4、y-8について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答においてy-4はyellow、y-8はyellowとbrownの回答が見ら

れた。自由回答においては、黄の他に黄土や茶、褐や枯葉の回答が見られた。図5におけるフォーカル色の分布を見ると、この2刺激は比較的低明度でありyellowのフォーカル色からは距離がある。そのためyellowとbrownの色カテゴリーの境界に属していると考えられる。色記憶の移行について、この2刺激は中明度の色であり、明度の移行が見られていない。また上述した色相y-1、y-2、y-5の刺激と同様にa*b*平面において反時計回りの色相の移行が見られた。

以上のr-7、y-4、y-8のように認識される色カテゴリーがばらついている場合、複数の色カテゴリーの境界部分に属していると考えられる。色記憶の移行への色カテゴリーの影響を支持するならば、それらの色記憶の移行は平均値として見たときに意味が無いように考えられる。しかしながら、これらの色記憶の移行の結果は、刺激の分布する色空間中の位置に依存した色記憶の傾向が見られた。榎ら[注9]の研究においては、彩度は中彩度側にずれて記憶される傾向があることを報告した。松田ら[注7]はPCCSのカラーカードを使用した実験では、色相ごとにおいてトーンの変化を報告した。これらの報告では、本研究の結果と同様に色空間における色の分布する位置に依存した色記憶の移行が見られた。色カテゴリーに依存する色移行よりも、色空間中の位置に依存した色移行の影響力が大きい場合があることを示しているのかもしれない。このような色の場合、たとえ個人毎に色カテゴリー判断がばらついたとしても、カラーデザインへ利用することも可能であると予想される。

y-6、y-7について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答においては、yellowが回答される傾向が見られた。しかし、自由回答を見ると黄以外に、橙、黄土、クリーム、茶、肌等が回答されており、色相、彩度、明度の異なると考えられる複数の色名が回答され、ばらつきが見られた。図5のフォーカル色の分布を見ると、これらの刺激の付近にはフォーカル色の分布が少なかった。また前述した色相y-1、y-2、y-5の刺激が属する色カテゴリー(yellow、brown、肌)の間に位置していると考えられる。色記憶の移行について、他の色相yの刺激と異なりL*C*平面において彩度の上昇が見られた。また、a*b*平面においても他の色相yの刺激と異なり、色相の移行が見られなかった。

b-3、b-4について、カテゴリカルネーミング実験の強制回答においては、b-3はblue、purple、grayが、b-4はblue、grayの回答が見られた。自由回答においては、青、紫、灰、水の回答が見られた。図5のフォーカル色の分布を見ると、b-5よりも明度が高いこれらの刺激は、周囲にフォーカル色の分布が少なかった。b-5もgrayが回答されていたことから、-b*軸上における、b*値が-20の範囲はあまり色味が感じられずgrayとの境界にあたる可能性が考えられる。さらに、前述した色相bの刺激が属する色カテゴリー(blue、水)の間に位置していると考

えられる。色記憶の移行について、他の色相 b の刺激と異なり L^*C^* 平面において彩度の上昇が見られ、かつ a^*b^* 平面において時計回りの色相の移行が見られた。このことから特定のフォーカル色の方向へは移行していない傾向が見られた。

以上の $y-6$ 、 $y-7$ と $b-3$ 、 $b-4$ の刺激は、個人によって認識する色カテゴリーにばらつきが見られ、複数の色カテゴリーの境界部分に属していると考えられる。また、これらの刺激は C^* 値が 20 付近の低彩度の色が多かったことから、色味の判断が比較的難しかったと考えられる。これらの刺激の結果では、色記憶の移行に周囲の刺激と一貫した傾向は見られなかった。これは再生実験で得られたデータの信頼性が低いことを表していると考えられる。現段階ではこれらの刺激における色記憶の移行データを、カラーデザインに用いるのは危険であると言える。より実験参加者を増やし、さらに詳細な色カテゴリーを調べることによって個人による認識の違いを明らかにすることができれば、これらの刺激の色記憶の移行データも、カラーデザインに利用することができるかもしれない。

最後に、 $g-1$ 、 $g-2$ 、 $g-3$ 、 $g-4$ 、 $g-5$ について述べる。これらの刺激に対しては、カテゴリカルネーミング実験の強制回答においては、blue もしくは green の回答が過半数となった。自由回答においても、 $g-3$ の白の回答以外はすべて青系統と、緑系統の回答に分かれる結果が見られた。つまり、多くの実験参加者が同一の色カテゴリーに認識した刺激であると言える。しかし、すでに述べた、多くの実験参加者が同一の色カテゴリーに認識した刺激の結果とは異なり、色空間中で近い位置にあるこれらの色は、色記憶の移行について一貫した傾向が見られなかった。先行研究では、先に述べたように実験刺激として典型的・特徴的な色を用いられることが多い。そのため、Hellmig [注 11] の研究で用いられた緑系統の刺激は、 $L^*a^*b^*$ 表色系において、 $a^* < 0$ 、 $b^* > 0$ の領域に分布していた。Epps ら [注 6] の研究で用いられた緑系統の刺激は、 $-b^*$ 軸付近に分布しているが、緑系統の刺激は 1 色しか調べられていないため、周囲の色と比較することはできない。また、この実験において緑の再認の精度は、調べられた 4 色の中で最も悪かったことが報告された。このように、先行研究では、色相 g の周囲における色記憶の特徴に関する報告は少なく、一方で記憶の精度が悪いことが報告されている。

基本色彩カテゴリーの同一の色カテゴリーに認識した刺激であっても、このようにばらつきが見られた理由として、色に対する馴染みの無さが関係していると考えられる。日本の自然の色を測定すると、色相においては赤～橙～黄～黄緑の範囲に収まると言われている [注 19]。色相 g の刺激の色は青緑系統の色であり、図 5 を見てもわかるように基本色彩カテゴリーにおけるフォーカル色の分布が見られない。これらの色は基本色彩カ

テゴリーとしては同一の色カテゴリーとして選択されたが、自由回答では別の色カテゴリーとして判断されることも多かった。実験対象とした日本人にとって、日常生活にあまり馴染みのない色であった可能性が考えられる。また、色空間の中には系統色名区分に関わりなく、色名が存在しないノーネーム・ランドという領域が存在する [注 20]。マンセル色立体の等色相面に JIS に採録されている慣用色名をプロットした場合、赤みの黄等では様々な色名が偏りなく分布するのに対し、青みの緑では色名が少なくノーネーム・ランドの領域が広い傾向が見られる。これは、前述したように、青緑系統の領域の色は日常生活における使用頻度が少ないため、細かな色名が創出されてこなかったためと考えられる。松田ら [注 7] の研究では、色記憶の方略について、(1)「やさしい感じの赤」などの色名を用いた方法、(2)「深い海の底のような色」などのイメージを用いた方法、(3)「自分の持っている服の色」などの具体的なモノの色を想起する方法、(4)言葉ではなく感覚などで覚えるその他の方法、の 4 種類に分類されている。この分類において、青緑系統の領域の色は記憶を行う際、(1)については、前述した色名の少なから使用が難しいと考えられる。(2)については、日常生活における馴染みの無さから使用が難しいと考えられる。(3)については、青緑に関する経験に依存するため、使用の難易度に個人差があると考えられる。つまり、これらの色相 g の刺激は、結果的に基本色彩カテゴリーとして認識する色カテゴリー判断の個人差は小さかったが、そもそも各個人において色カテゴリー及び色名の判別及び記憶が難しい領域であった可能性が考えられる。そして再生実験では、色カテゴリー認識や色名を手掛かりに色記憶を再生することが難しく、そのため、色空間中の近い色であっても色記憶の移行に一貫性が見られなかった可能性が指摘できる。 $g-1$ 、 $g-2$ 、 $g-3$ 、 $g-4$ 、 $g-5$ の色において、基本色彩カテゴリーとして同一の色カテゴリーに認識した刺激であっても色記憶の移行データの信頼性は低く、カラーデザインに用いるのは危険であると言える。ただし、色記憶における憶え易さや憶え難さに関する知見は、カラーデザインのひとつの要素として扱うことができるかもしれない。例えば、正確な判断を要するサイン等において、可読性や明視性、識別性の働きと共にこれらの色記憶に関する知見を用いることによって、より効果的な視覚コンテンツを制作できると考えられる。

7. まとめ

本研究では、(1)どのような色において色記憶の移行の平均値データをカラーデザインに用いることができそうか、(2)どのような色において得られている色記憶の移行の平均値データの間を補間してカラーデザインに用いることができそうか、についての知見を得ることを目的とした。そこで、フォーカル色

の再生実験と色記憶の再生実験、またカテゴリカルネーミング実験を行った。そして色カテゴリーと色記憶の移行との関係を調べることによって、色記憶の移行を色個別の視点と色カテゴリーの視点の両方から調べた。その結果、以下の事がわかった。各色相において、比較的フォーカル色との距離が近い色については、各基本色彩カテゴリーの中で色記憶の移行が見られた。色相 y や色相 b の高明度の色については、水や肌の日常的に用いられている色名を使用した色カテゴリーの中で色記憶の移行が起こった可能性が示唆された。また、それらの色は、高明度の色については明度が低下、中明度の色は明度の変化が少なく、彩度の変化が見られた色は全体的に彩度が上昇するという傾向を示した。これらは概ね先行研究と一致し、色記憶の移行が安定して再現されていると考えられる。このように、基本色彩カテゴリーならびに水、肌のフォーカル色との距離が近い色に対しては、再生実験で得られたデータをカラーデザインへ利用できる可能性があることがわかった。しかも、これらの色において、色空間で近い位置関係にある色記憶の移行は滑らかに連続している傾向があるため、これら付近の色記憶の移行は近辺の色記憶の移行データから補間できる可能性がある。

色相 r、色相 y、色相 b の中明度低彩度の領域の色については、実験参加者によって色カテゴリーの認識にばらつきが見られた。そのため、これらの領域における再生実験で得られた色記憶の移行データは、そのままカラーデザインに利用することはできないと考えられる。ただし、色カテゴリー認識に個人差が表れやすい色であっても、色空間における位置に依存した色の移行の影響の方が強い場合があるという結果も得られた。そのような色は、色記憶の移行データをカラーデザインに利用できる可能性もある。色カテゴリー認識に依存した色記憶の移行と、色空間における位置に依存した色の移行の関係については、今後詳細に研究を進める必要があると考える。

実験で用いた刺激の中で色相 g の領域の色については、基本色彩カテゴリーとして判断に一貫性が見られても、色記憶の移行データをそのままカラーデザインに利用することができないと考えられる。色カテゴリーの判断しやすさと、色の記憶しやすさに関する研究も、今後の課題として興味深い。

また、今回の研究における実験参加者は学生が中心であった。今後は、幅広い年齢層や、異なる地域の人に対して実験を行うことによって、より一般化することのできるデータの蓄積を行っていくことが求められる。

注および参考文献

- 1) 財団法人日本色彩研究所:色彩管理の基礎, 日本規格協会, 2, 9, 1993
- 2) 日本色彩学会: 色彩用語辞典, 東京大学出版, 46, 2003
- 3) 内川恵二: 色の再認とカテゴリー, 日本認知学会大会論文集, 12, 20-23, 1995
- 4) Hamwi, V., Landis, C.: Memory for color, Journal of Psychology, 39, 1, 183-194, 1955
- 5) Collins, M: Some observation on immediate color memory, British Journal of Psychology, 22, 4, 344-352, 1932
- 6) Epps, H. H., Kaya, N.: Color matching from memory, AIC 2004 Color and Paints, Interim Meeting of the international Color Association, Proceedings, 18-21, 2004
- 7) 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, 146-155, 2000
- 8) Bartleson, C. J.: Color in Memory in Relation to Photographic Reproduction, Photographic Science and Engineering, 5, 6, 327-331, 1971
- 9) 榎究, 増田倫子: 記憶された色の時間的変化, 日本色彩学会誌, 24, 2, 232-243, 2000
- 10) Newhall, S. M., Burnham, R. W., Clark, J. R.: Comparison of successive with simultaneous color matching, Journal of the Optical Society of America, 47, 1, 43-56, 1957
- 11) Hellmig, V. E.: Versuch ueber das Farberinnerungsvermoegen, Farbe, 17, 65, 1958
- 12) 三宅宏明, 木下武志, 長篤志: 色記憶の再生による色の三属性の移行について, 日本感性工学会論文誌, 12, 2, 343-351, 2013
- 13) 杉山徹, 内川恵二: 色の記憶とカテゴリカル色知覚の比較, vision, 5, 85-88, 1993
- 14) 日本色彩学会: 色彩用語辞典, 東京大学出版, 35, 2003
- 15) 内川恵二: 表面色のカテゴリカル知覚, 光学, 17, 12, 661-669, 1988
- 16) Berlin, B., Kay, P.: Basic Color Terms, Their Universality and Evolution, University of California Press, 1969
- 17) 深見嘉一郎, 田辺詔子, 市川一夫: 標準色覚検査表 第3部 検診表, 医学書院, 1993
- 18) Uchikawa, K., Boynton, R. M.: Categorical Color Perception of Japanese Observers: Comparison with That of Americans, Vision Research, 27, 10, 1825-1833, 1987
- 19) 近江源太郎: “よい色”の科学 なぜ、その色に決めたのか, 日本規格協会, 202, 2009
- 20) 近江源太郎: 色の名前に心を読む, 研究社出版, 68, 2008