

色記憶における色と印象の  
変化に関する研究

平成27年9月

三宅 宏明

山口大学大学院理工学研究科

# 目次

<b>第1章</b>	<b>序論-デザインにおける色記憶の利用について</b>	<b>1</b>
1.1	本論文の背景	2
1.1.1	デザインにおける色の役割	2
1.1.2	色記憶	5
1.2	本論文の着眼点と目的	11
1.2.1	デザインから見た色記憶に関する知見の必要性	11
1.2.2	デザインにおける記憶の利用とその実例	13
1.2.3	本論文の目的	14
1.3	本論文の構成	18
<b>第2章</b>	<b>色記憶データを蓄積するためのデータ収集方法の提案</b>	<b>23</b>
2.1	はじめに	24
2.1.1	デザインするための色記憶データとは	24
2.1.2	先行研究における色記憶の実験方法	24
2.1.3	本章における目的	26
2.2	デジタルカラーパレット用いた色記憶の再生と収集方法	27
2.2.1	実験手続き	27
2.2.2	実験刺激	27
2.2.3	実験環境	29
2.2.4	実験参加者	29
2.3	色記憶の再生実験における結果と考察	31
2.3.1	色記憶における色の移行	31
2.3.2	先行研究との比較による収集方法の妥当性	39
2.4	まとめ	44

---

<b>第 3 章</b>	<b>色記憶データの検討と分類方法の提案</b>	<b>47</b>
3.1	はじめに	48
3.1.1	色記憶データの再考	48
3.1.2	先行研究における色記憶データ	49
3.1.3	本章における目的	51
3.2	フォーカル色の分布	53
3.2.1	フォーカル色	53
3.2.2	フォーカル色の再生実験	53
3.2.3	実験環境	54
3.2.4	実験参加者	54
3.2.5	フォーカル色の再生実験における結果と考察	54
3.3	色記憶における色の移行	56
3.3.1	色記憶の再生実験	56
3.3.2	実験刺激	57
3.3.3	実験環境と実験参加者	57
3.3.4	色記憶の再生実験における結果と考察	60
3.4	色カテゴリーの分布	66
3.4.1	カテゴリカルネーミング実験	66
3.4.2	実験刺激	66
3.4.3	実験環境と実験参加者	66
3.4.4	カテゴリカルネーミング実験における結果と考察	66
3.5	色記憶における色の移行と色カテゴリーから見たデータの分類	70
3.6	まとめ	82
<b>第 4 章</b>	<b>色記憶における色の移行に伴う色の印象変化に関する検討</b>	<b>88</b>
4.1	はじめに	89
4.1.1	色記憶と色の印象について	89
4.1.2	色の印象についての先行研究	89
4.1.3	本章における目的	92
4.2	色記憶における色の移行に伴う印象の変化の有無	93
4.2.1	色記憶の再認と印象評価	93

## 目次

---

4.2.2	実験刺激 . . . . .	94
4.2.3	実験環境 . . . . .	96
4.2.4	実験参加者 . . . . .	97
4.2.5	色記憶の再認と印象評価における結果と考察 . . . . .	97
4.3	記憶する色の組み合わせと色の三属性の違いによる印象の変化 . . . . .	103
4.3.1	色記憶の再認と印象評価 . . . . .	103
4.3.2	実験刺激 . . . . .	103
4.3.3	実験参加者 . . . . .	103
4.3.4	色記憶の再認と印象評価における結果と考察 . . . . .	104
4.4	まとめ . . . . .	117
<b>第 5 章</b>	<b>結論-色記憶を利用したデザインの可能性について</b>	<b>120</b>
5.1	各章の総括 . . . . .	121
5.2	本論文の成果によるデザインへの応用の可能性 . . . . .	125
5.3	今後の課題 . . . . .	127
	付録	128

# 第1章 序論-デザインにおける色記憶の利用について

本論文では、色の記憶に注目し、デザインにおいて利用される色の心理的効果を拡張することを将来的な目標としている。そこで、色の記憶に関してデザインにおいて利用できるかどうかという視点から議論するとともに、色の記憶の新たな活用の可能性を提案している。まず本章では、本論文の位置づけを明確にするための背景を述べている。特に、デザインにおける色の重要性を述べるとともに、従来調べられてきた色記憶の知見を明確にすることによって、デザインにおいて色記憶を考慮する必要性について述べる。さらに、本論文の目的と構成を示す。

## 1.1 本論文の背景

### 1.1.1 デザインにおける色の役割

今日の社会においては、価値観の多様化、複雑化から個性的な商品が要求され、感性的に高価値、高品質な商品やサービスをつくり出すことが重要視される。その中で私たちは、様々な視覚コンテンツ(商品パッケージ、チラシ、ポスター、TV番組、Webサイト等)を印刷物やディスプレイ、商品を通じて頻繁に見ている。アメリカの調査では、消費者の購買動機の85%以上が視覚からの情報によるとしている[1]。

視覚的に伝達される情報の中において、視覚コンテンツの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。その役割として、色には2つの働きが挙げられる[2]。一つは、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(図1.1)。もう一つは、色自体が直接感情的な反応を引き起こす情動の働きである(図1.2)。色彩・形態・質感といった視覚情報の中でも、色彩は老若男女を問わず誰からでも好悪や良否の評価が行われやすい重要な要素である。そのため、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。

視覚コンテンツの製造技術の発達により、品質による製品の差別化が困難となってきた今日では、差別化及び消費者ニーズにマッチした製品を提供するために、製品開発の初期段階において消費者ニーズを意匠デザイン、機能デザインに反映させることが求められる[3]。視覚コンテンツの創出はデザイナーの感性に依存した作業であるため、デザイナーが創出した視覚コンテンツに対して、消費者がどのような印象を持つかを分析し、視覚コンテンツと消費者ニーズとの適合性を定量的・客観的に評価することが求められる[4]。

日常生活の中に見られる色の重要性を表す例として、ファッションやサインが挙げられる。デパートやスーパーのファッション売り場には様々な色の商品が展示されているにも関わらず、メーカーは他社との差別化のために新色の提案を続けている[5]。また、デザインにおけるサインとは、何らかの意図を視覚的に伝達するための施設、装置、備品シンボルを意味する[6]。具体的には、看板、ネオンサイン、垂れ幕、掲示板、案内板、説明板、誘導標識、信号、交通標識、禁止標識、シンボルなどがある。これらのサインは、それぞれが自己主張をするように計画されるため、特に都市部における繁華街などにおいて、ヴィヴィッドな色彩が乱立している。このことから消費者に与える影響の大きさがわかる。

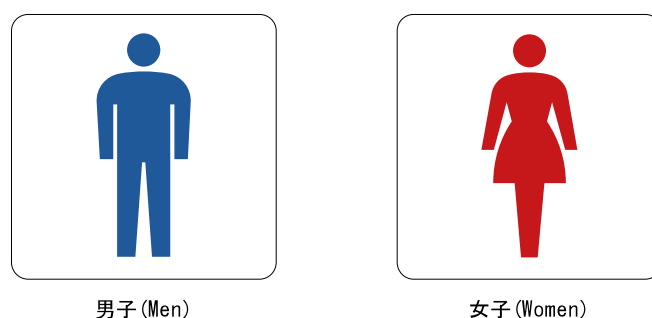


図 1.1: トイレのピクトグラムに見られる識別の働きの例

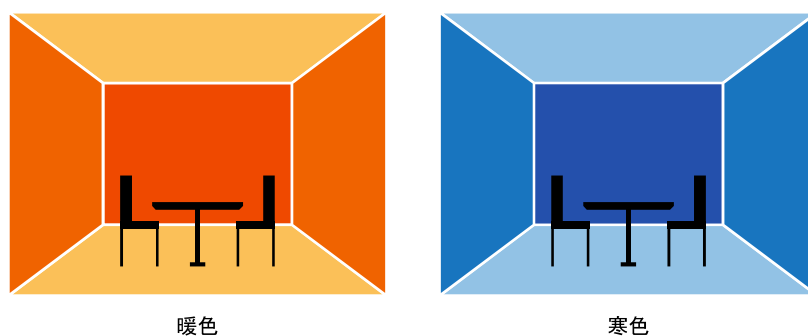


図 1.2: 部屋のカラーコーディネートに見られる情動の働きの例

視覚コンテンツを制作する場合には、消費者や視聴者などの見る側に対して感情に与える心理的効果を考慮し、厳密な色の選択や色をつくり出すことが求められる。視覚コンテンツの制作を行う際、デザイナーは赤・青や明るい・暗い、鮮やか・くすんだ等の私たちが普段使用するよりも、はるかに微細な感覚で色の選択、調整を行う。人が見える色は、見える条件が整っていれば750万色、通常の状態では187万5000色と言われており、私たちが意識していない程度の微細な色の変化においても、色から受ける心理的効果は変化する [7]。一般的に知られる色の心理的効果には以下のようなものがある。一つ目は色彩の対比や明視性、可読性、誘目性等の色の見えに関する効果である。二つ目は色彩から受ける大きさ感や軽重感、距離感、温度感等の色の判断に関する効果である。三つ目は色彩からの連想・象徴性や好み等の感情効果である [8]。これらの心理的効果を適切に考慮し、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や視聴者に伝えることが必要とされる。

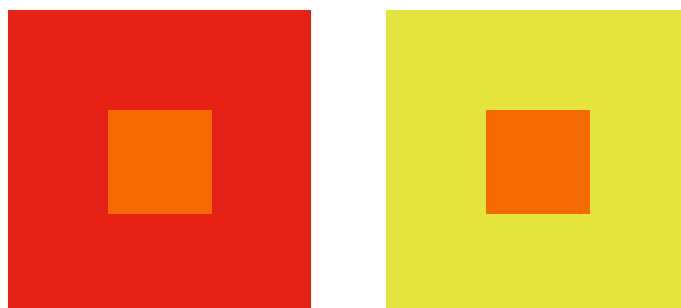


図 1.3: 色彩の対比の例 (色相の対比)



図 1.4: 色彩の大きさ感の例 (左：膨張、右：収縮)

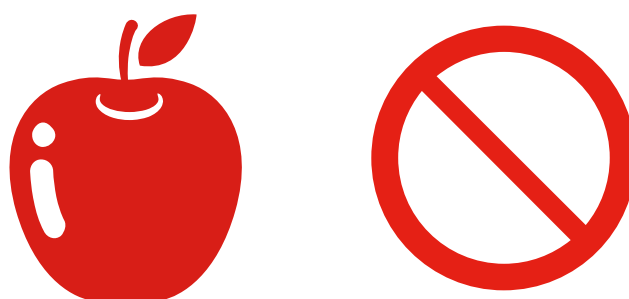


図 1.5: 色彩の連想・象徴の例 (左：連想、右：象徴)



### 1.1.2 色記憶

前述したように、視覚コンテンツにおける色の持つ役割は大きい。そのため、デザイナーは繊細な感覚を持って色を扱い、効果的な視覚コンテンツを制作している。しかし、現在そこで扱われている色は、その視覚コンテンツを観察している時の色についてである。つまり、視覚コンテンツを見た後に残る色の記憶までは扱われていない。

色の記憶(以下、色記憶と記す)は、思い出す際にあいまいになり変化することがわかっている [9]。この変化を調べるにあたっては、脳に記憶されている色を直接観測することはできないため、特定の色を記憶させ、その記憶させた色を実験参加者が報告することによって研究が行われている。その方法として一般的に、再認あるいは再生が用いられる。再認とは、ある色を示しこれが記憶したものと同一であるか否かを質問し、色票群の中から記憶した色を選び出す方法である。再生とは、記憶した色を再現させる方法であり、波長を変化させたり、3原色を調整したりして記憶した色をつくり出す方法である [10]。これらの実験方法において、実験参加者が記憶した色と、再認あるいは再生の方法によって作り出した色の変化(色差)を「色記憶における色の移行」と呼ぶ。以下に、これらの実験方法によって行われた色記憶に関する代表的な先行研究を挙げる。

Hamwi ら [11] は、カラーハーモニーマニュアルから 10 種類の記憶すべき色を選び出し、1色を 105 秒間見て記憶させ、15 分後、24 時間後、65 時間後に記憶した色を選び出させる再認実験を行った。そして、色別に色相、黒み、白みの記憶の誤差を調べた。その結果、オストワルト記号の 17pa の鮮やかな緑みの青は最も誤差が多く、その誤差は色相、黒み、白み全ての成分において起こった。10ni のくすんだ暗い紫は主に色相で誤差が起こった。また、3ge のくすんだ明るい黄身の緑は誤差が少なかった。このように、色により誤差の大きさも、誤差の起こる成分も色に依存することを報告した。その他、再認による実験報告には Epps ら [12]、Pérez-Carpinell ら [13]、Hellmig [9]、Burnham ら [14]、松田ら [15] がある。

Newhall ら [16] は、分光器を用いて 25 種類のマンセル色票を対象とした再生実験を行った。実験では、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、色票を 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を比較し、色記憶の特徴を調べた。その結果、記憶等色の特徴として等色のばらつきが大きく、等色に要する時間が短く、刺激純度(彩度)が系統的に高くなり、やや輝度が上昇す

る傾向を報告した。25色の知覚等色と記憶等色の相違を色度図で示したのが(図1.6)である。この図より、記憶等色の刺激純度の系統的上昇が起きていることが分かる。Newhallら[16]は、これらの結果より知覚等色と記憶等色の関係をみると知覚等色は色票の測色値に対応しているため、色票の測色値(マンセル値)から記憶等色の結果を予測する式を提案している。この式(1.1)では、彩度と明度は比較的精度がよいが、色相は誤差が起こる[17]。

$$\begin{aligned}
 H_M &= 1/3.6 \arctan A/B \quad (\sigma H_M = 0.98) \\
 V_M &= 1.77V_P - 0.695 \quad (\sigma V_M = 0.06) \\
 C_M &= (A^2 + B^2)^{1/2} \quad (\sigma C_M = 0.25) \\
 \text{where : } A &= 1.286C \sin(3.6H_P) + 0.304 \\
 B &= 1.324C \cos(3.6H_P) + 0.042 \\
 H &= \text{Munsell hue (0 - 100scale)} \\
 V &= \text{Munsel value} \\
 C &= \text{Munsell chroma} \\
 M &= \text{Memory match} \\
 P &= \text{Perceptual match} \\
 \sigma &= \text{Standard error of estimate.} \tag{1.1}
 \end{aligned}$$

その他、再生による実験報告にはCollins[18]がある。

内川[19]は、色の記憶がどのような特性を示すかを調べることによって、色知覚の高次メカニズムを明らかにするため、実験参加者にテスト色を記憶、再認させ色空間内に占める再認色の範囲を調べた。この実験では、実験参加者にテスト色票を5秒間記憶させ、30秒後に以下の4つのステージに従って色票を絞り込んでいくカスケード選択法が行われた。ステージ1: 424枚のOSA色票を1枚ずつみて、明らかに違う色票を排除する。ステージ2: 残った色票からおそらく違うであろうと思う色票を除く。ステージ3: さらに、残った色票から、この中のどれかがテスト色票であるが、どの1枚とは言えないという色票を複数枚選ぶ。ステージ4: 最後に、一番もっともらしいと思う色票を強制的に1枚選ぶ。その結果、以下のことを報告した。テスト色票の

色のカテゴリによって記憶内での色の見えが決まってしまう、つまり、再認色票の分布はそのテスト色票の色カテゴリ内に留まる。また、再認色票の分布はフォーカル色(そのカテゴリでの代表的な色)の方向にシフトする。

上述した Hamwi ら [11]、Newhall ら [16]、内川 [19] の研究においては、各色における色記憶の精度や、詳細な変化の方向、大きさ、また色カテゴリ内での領域的な変化について調べられている。これらは、色記憶のメカニズムの解明に焦点を当てて研究が行われており、実験によっては実験参加者の数が少ないものや、実験刺激の数が少ないもの、実験の参加にある程度訓練が必要なものなどがある。色記憶をデザインに利用するためには、まず多くの実験参加者から得たデータを得ることが必要である。また、データの平均値を求めるだけでなく、そのデータの性質や信頼性を調べる必要があると考えられる。そのため、これらの実験から得られた色記憶のデータを、そのままデザインに利用することは難しいと考えられる。

次に、実生活における実用性を考慮した色記憶に関する先行研究を挙げる。松田ら [15] は、色再認がどのように処理されているかを調べるため、PCCS の色票を用いて再認実験を行った。その結果、以下のことを報告した。(1) 色再認の誤答において色相誤答より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他の研究での結果に加えて、トーンの観点からの分析が重要であるとした。

松田ら [15] の論文は、Hamwi ら [11]、内川 [19] の研究と同様に、色記憶のメカニズムについての研究である。しかしこの研究においては、PCCS の明度と彩度の複合概念ともいえるトーンに着目している。色相が同じ同系色の色でも、明暗、強弱、濃淡、浅深の調子に違いがあり、このトーン概念はデザインにおける配色を行うときなどに利用されることが多い。このように、個々の色における色記憶の変化についてのデータだけではなく、デザインの現場において使用される概念など、別の視点からの研究によるデータの蓄積も重要であると考えられる。

Loftus [20] は、事故の目撃者が色を記憶した際の問題について調べた。実験では、車と人の事故を写した 30 枚の一連のスライドを 1 枚 3 秒で 100 人に見せた。その中の

1枚に事故現場を通過した緑色のクルマのスライドが入っており、30枚のスライドを見た後に、12項目の質問を行った。そのうちの50人には、「車の屋根にスキーラックを載せた青の自動車が事故現場を通過したのを見ましたか」との嘘の質問(誤導情報)をし、他の50人には青の部分を取った正しい質問を行った。質問終了後、20分後に、主波長が425~675nmをほぼ等間隔に分割した16色の色票を見せ、10個の品物の色をその中から選び出させた。この実験の目的は色票13番に相当する事故現場を通過した緑の車の色が間違っただけの質問と正しい質問で再認がどのように異なるかを調べることである。その結果が(図1.7)である。実線は誤導情報を受けた実験参加者の各色に対する頻度、破線は誤導情報を受けなかった実験参加者の各色に対する頻度を示している。正しい質問を行った実験参加者は正しい色を中心とした分布を示しているが、間違っただけの質問を行った実験参加者は間違っただけの情報に影響され分布が青方向に変化している。この結果は、間違っただけの情報を与えると目撃者の記憶が変容することと、一連の流れの中において3秒しか見せなかった車の色が正確に記憶されていることを示している。

Loftus[20]の研究では、これまで述べた研究とは異なり、実験刺激として写真が用いられている。日常生活における色彩情報は単色の場合よりも、複数色から成り立っていることがほとんどである。そのため、このように写真等の、より日常生活に近い状況における実験は、色記憶のメカニズムを解明することと同時にやっていく必要がある。ただし、写真には色以外の情報も多く含まれているため、色以外の情報からの影響を十分に考慮して実験を行うことが求められる。

これらの研究より、トーンにおける色記憶の変化の仕方や、写真を使用した実験による色記憶の変化の報告は、色記憶を日常生活において積極的に利用していくことの必要性を示していると捉えることができる。

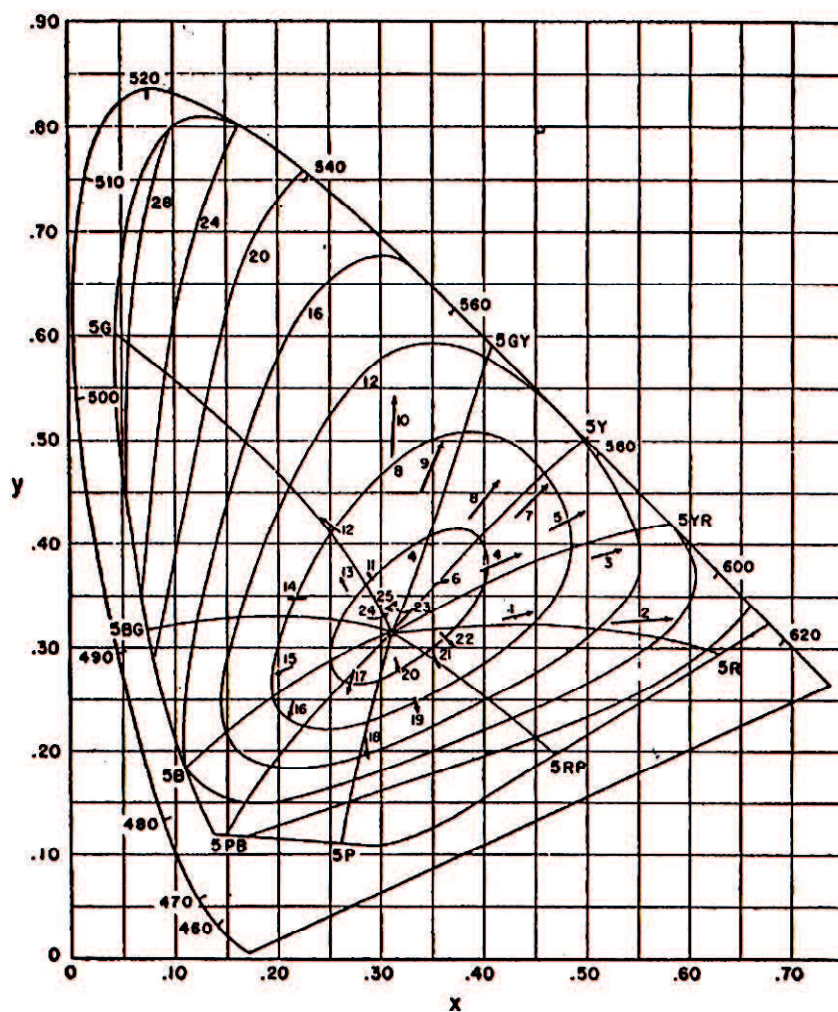


図 1.6: 断時または記憶等色 (矢印の先端) と同時または知覚的等色 (矢印の始点) の色度図での比較 [16]

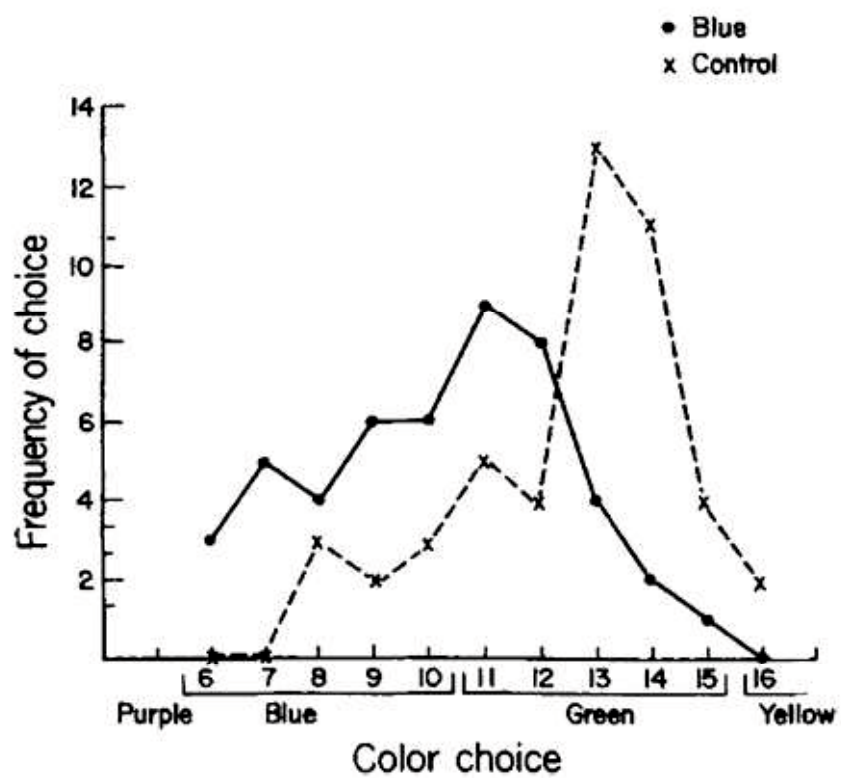


図 1.7: 誤導情報を受けた実験参加者 (実線) と受けなかった実験参加者 (破線) の色選択の頻度 [20]

## 1.2 本論文の着眼点と目的

### 1.2.1 デザインから見た色記憶に関する知見の必要性

デザイン行為における「色彩計画」では、一般的に図1.8のような流れによって作業が行われる。その中において、デザイナーが具体的に視覚コンテンツの配色案を制作する過程が「色彩設計」(以下、カラーコーディネートと記す)である。このカラーコーディネートの目的とするところは、与えられた条件にあった色彩表現を行うところにある[21]。カラーコーディネートにおいて、与えられた条件とはクライアントから出される要求、つまりコンセプトに当たる(図1.9)。そのコンセプトに対して、デザイナーが求められる色彩表現は大きく二つのケースに分けられる。それは、色彩による識別性や誘目性、視認性といった色彩の機能的側面を満たすことが求められる場合と、色彩がかもし出す雰囲気といった色彩による感情効果、イメージのような情緒的側面を満たすことが求められる場合である。この二面を満たすために、デザイナーは前述した様々な心理的効果に関する知見の中から必要に応じた効果を選択し、視覚コンテンツの制作を行う。これらの心理的効果に関する知見はデザイナーの経験則や、視覚心理学的な研究成果の蓄積から成り立っている。このように、心理的効果を微細な色の違いによって調整しながら行われるデザイン行為であるが、現在のところ、デザイナーが考慮できる色の心理的効果の中に、色記憶における色の変化は含まれていない。

前節で述べた色記憶に関する知見は、現時点ではデザインを行う際に考慮すべき色の心理的効果としては扱われておらず、デザイナーの経験則や視覚心理学的知見の蓄積の段階に留まっている。この心理的効果群に新たな心理的効果が追加されることは、つまり、クライアントがデザイナーに要求したり、デザイナーが提案したりできるコンセプトの幅が広げられることを意味する。最初に述べたように、現在の視覚コンテンツは制作技術の発達により、品質による差別化が難しくなっている。その中において、色記憶における色の変化を考慮することは、今後のデザインにおいて重要な要素になると考えられる。また、差別化を図るだけでなく、新たな視覚コンテンツを生み出すことのできる可能性があると考えられる。

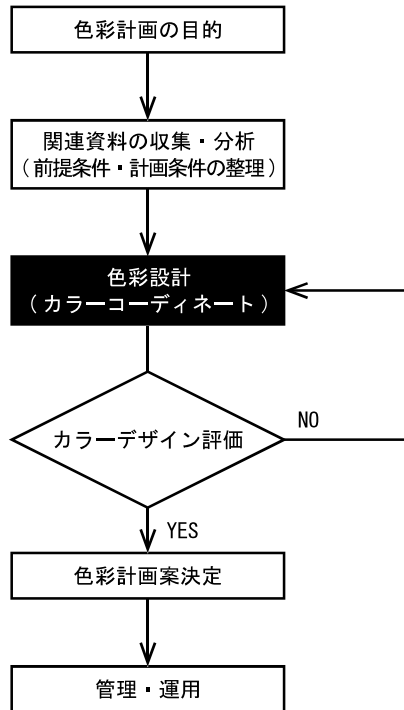


図 1.8: 色彩計画におけるフロー

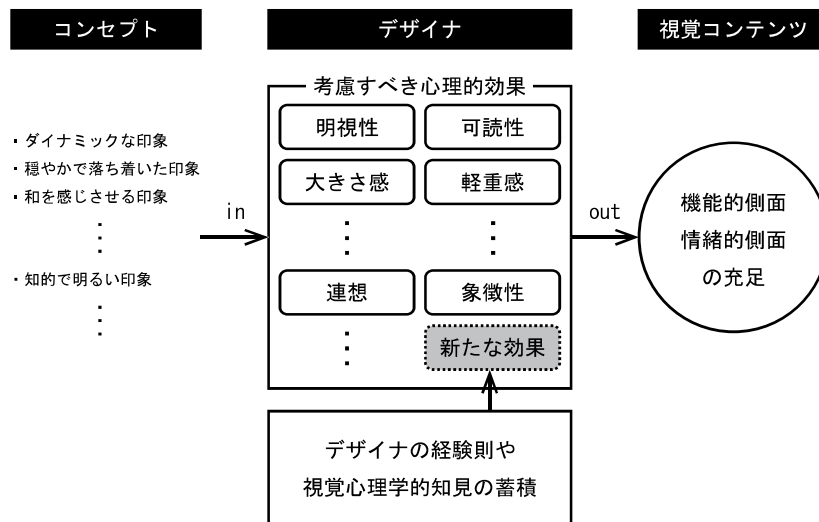


図 1.9: カラーコーディネートにおけるフロー



### 1.2.2 デザインにおける記憶の利用とその実例

デザインを行うための心理的効果における「記憶」を利用している例として、「記憶色」が挙げられる。リンゴは赤く、バナナは黄色いというように具体的事物と連合して記憶されている色は記憶色 (memory color) と呼ばれる [22]。これは、色の特徴的な部分が強調され、赤いものはより赤く、黄色いものはより黄色く記憶される現象である。

記憶色の先行研究として、Bartleson[23] は実験参加者 50 名に赤レンガ、緑の草、枯れ草、青空、肌色、日焼けした肌色、落葉樹の葉、常緑樹の葉、土、海岸の砂といった身近な物の名前 10 種を呈示し、あらかじめ用意した色票 931 枚の中から記憶色を選ばせる再認実験を行った。結果として、海岸の砂の色は場所により大きく異なることから色相方向に標準偏差が大きな結果が得られた。また、その次に標準偏差が大きかったのは肌色であった。これは、肌色の記憶色が人により異なった色相であったことを示唆している。図 1.10 に、C 光源の下でその物の平均的な測色値と記憶色として選ばれた色の平均値を示す。各物の測色値を矢印の始点で、記憶色を矢印の終点で表している。また、色みを表示するために、刺激純度 40 % での主波長を 600nm から 560nm まで示してある。赤レンガ、海岸の砂、土、枯れ草、については、白色点 (Illuminant C) から外側の方向に矢印が向いている。 $xy$  色度図においては、白色点を起点とする直線上の色は全て同じ色相を持ち、白色点から離れるほど彩度は大きくなっているため、このことより、記憶色が実物の色に比べ色相が同じであるが彩度がより高いことを示している。その一方で、肌色は緑の草や、常緑樹の葉、青空等と同様に矢印が白色点を中心に回転しているような向きで結果が得られている。これは記憶色の彩度は実物と変わらないが、色相が変化しており、矢印が  $x$  値の小さくなる方向に向いていることから、赤みが少ない色に変化していることが分かる。また Bartleson[24] は平均的な肌色近傍と肌色の記憶色近傍のカラープリントを作成し、その好ましさを心理評価した結果、好ましい肌色は記憶色に近い色であることを報告した。その後、印刷やテレビでの好ましい肌色の研究が始められた。

兎玉 [25] は日本人女性の肌色の実際と印刷物の再現色及び、若い女性の肌色の記憶色とを調べ、相互比較を行った (図 1.2)。その結果として、次の三点が注目される。(1) 若い女性の素肌の色は、再現色や記憶色に比べばらつきは少ない。(2) 再現肌色 (印刷物) と記憶肌色は素肌色より明度が高い。(3) 若い女性が化粧した状態の肌色は、

素肌色より分散が狭い。これらのことから、化粧をした状態の肌色、化粧をしない素肌色、肌色の記憶色の順に分布が広がっていることが分かる。この化粧をした状態の肌色の分布が実際の肌色の分布より狭いという点について児玉は、「若い女性は、化粧によって人と似た一定の方向に、化粧によって自分の肌の色を動かしている」と説明している。そして、再現肌色と記憶肌色とはほぼ一致していることから、印刷による肌色の再現は適切に行われていると考えることができる。ただし、再現色を記憶色に合わせたためこのような結果が得られた可能性は否定できない。若い女性の肌色の記憶が婦人雑誌などの印刷物によって影響を受けていることも十分考えられる。いずれにしろ、記憶色は化粧や画像の色再現の良否の判断に直接影響することが分かる。

この肌色については、実物あるいは再現色に関わらず、健康さや美しさ、感情などを微妙に反映するものとして重要視されている。そのため、記憶色における肌色についての研究は、人類学や医学の立場からのアプローチ [25, 26, 27, 28] や、一般的な美容に関する問題、あるいは映画、演劇、テレビドラマなどにおける役柄表現といった文芸的な立場からのアプローチ [29, 30, 31, 32]、そして印刷、写真、テレビなどの再現系の技術立場のアプローチ [33, 34, 35, 36, 37]、さらに食品やファッション、都市景観等の分野へのアプローチ [38, 39, 40, 41, 42] など多岐にわたっている。このように、記憶色についての研究における知見は、様々な視覚コンテンツを制作する際に利用されていることが分かる。そして、見る側の視覚コンテンツに対する違和感の軽減は、好ましさや、商品の購買意欲の向上に繋がる。色記憶においても同様にデザインにおいて利用するためのデータの蓄積が求められる。

### 1.2.3 本論文の目的

従来の色記憶についての研究では、各々の色における色記憶の特徴を報告してきた。しかし、それらの知見はデザインの実制作が行われる現場において利用されていないのが現状である。この色記憶に関する知見を、現在デザインに使われている他の心理的効果と同様に使用することができれば、見る側が視覚コンテンツから情報を受け取った時だけではなく、時間経過による色記憶の変化をもデザインの対象とすることができる。

そのためには先ず、デザインにおける使用を考慮した色記憶についてのデータ(以下、色記憶データと記す)が必要となる。従来の実験方法は、各々の色における色記

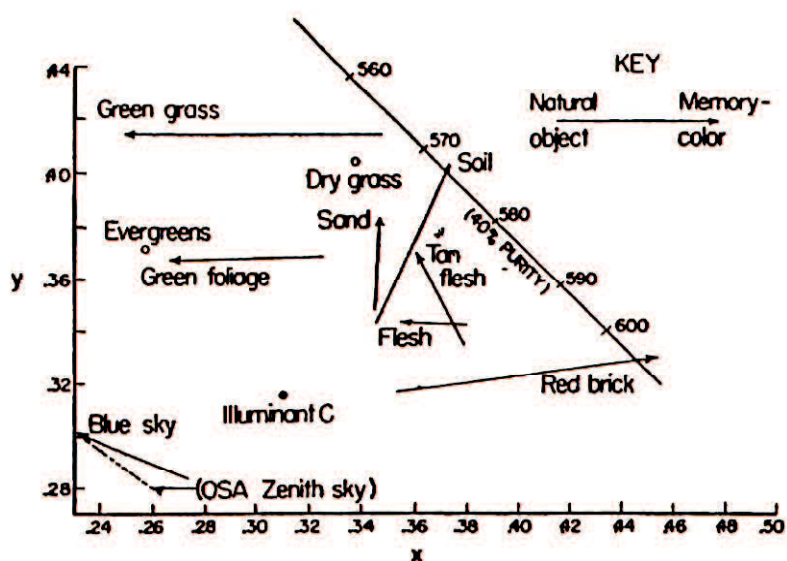


図 1.10: CIE1931 $xy$  色度図上に示された自然色と記憶色 (枯れ草と常緑樹の葉は記憶色だけを示す)[23]

憶の特徴を調べることに重点を置いて設計されていた。それ故に、調べられた色記憶データが、色空間において断片的なものになっている。また、実験を行うにあたって特殊な知識や訓練を必要とする場合が多くデータの蓄積上問題がある。デザインに利用するための色記憶データを得るためには、色空間内において広範囲かつ詳細なデータを、実験参加者から簡便に得ることのできる実験方法が必要である。

一方、その実験方法によって得ることのできるデータ及び、従来の研究で得られているデータに関して、それらがデザインにおいて使うことのできるデータかどうかを検討する必要がある。デザインによって制作される視覚コンテンツは、不特定多数の人に向けて作られ、その中の大多数の人に対して、デザイナーあるいはクライアントが想定した効果を与えることが求められる。そのため、デザインに利用するデータとしては、その平均値が意味をなすかどうかの判断を含めて、各データの特徴を明らかにする必要がある。

そして、色記憶の変化によって色を見たときと、記憶の中の色が異なるのであれば、その色の変化に伴い、色の印象も変化する可能性がある。現在、デザインに利用されている色の心理的効果は、色を見たときに生じるものを対象としている。視覚コンテ

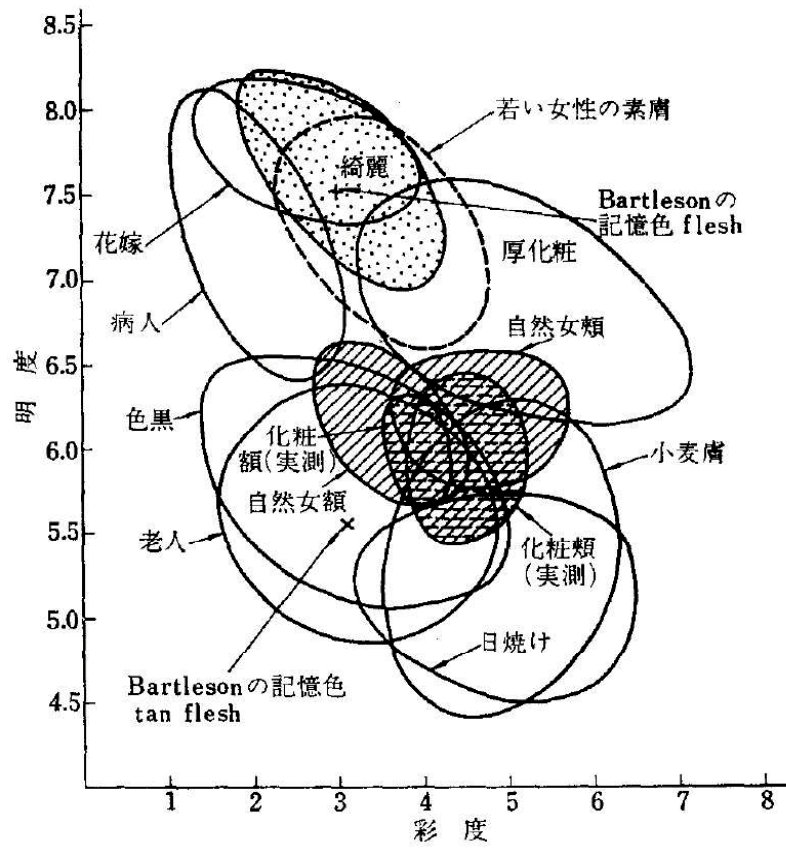


図 1.11: 肌色の記憶色の明度-彩度 [25]

ンツが見る側に与える印象は、ブランドイメージや購買意欲と直結するものである。色の印象の変化が起こるとすれば、それは色の変化と同様に厳密に管理することが求められる。そのため、色記憶の変化に伴う印象の変化の有無を調べる必要がある。

そこで本論文では、デザイナーがデザインにおいて考慮すべき色の心理的効果を、色記憶を用いることによって拡張することを将来的な目標とし、以下の内容を行う。(1) 色記憶データを蓄積するためのデータ収集方法の提案、(2) 色記憶データの検討と分類方法の提案、(3) 色記憶における色の移行に伴う色の印象変化に関する検討。そして、色記憶における色の移行の特徴と、その色の移行に伴う印象変化の特徴を明らかにすることを目的とする。

## 1.3 本論文の構成

本論文の構成は、以下の通りである。

第1章 序論-デザインにおける色記憶の利用について

第2章 色記憶データを蓄積するためのデータ収集方法の提案

第3章 色記憶データの検討と分類方法の提案

第4章 色記憶における色の移行に伴う色の印象変化に関する検討

第5章 結論-色記憶を利用したデザインの可能性について

第2章では、はじめにデザインに利用するために必要な色記憶データとはどのようなものを整理する。そしてそのデータを得るために、色の三属性を利用したデジタルカラーパレットによって実験参加者がより直感的に記憶した色を再生できるデータ収集方法を提案する。また、その収集方法によって得られたデータと、先行研究におけるデータを比較することによって、提案するデータ収集方法の妥当性を検討する。

第3章では、色記憶の先行研究において得られているデータをはじめ、第2章の実験方法によって得られたデータにおいて、デザインに利用することができるデータとはどのようなものであるべきかを整理する。そして、実験で用いる個々の刺激色の視点と、色カテゴリーの領域の視点の両面から、色記憶データを見ていくことによって、それらのデータをデザインに利用できるかどうかを検討し、色記憶データの分類方法を提案するとともに分類した色記憶データの特徴を調べる。

第4章では、デザインにおける色の印象が見る人に与える影響の大きさに注目する。色記憶によって色が移行し、記憶が変化するのであれば、それに伴い色の印象も変化する可能性がある。そのため、色記憶の再認実験と印象評価を行い、色を観察した時と、再認した時の印象の変化を調べることによって、色記憶における印象の変化の可能性について検討を行う。

最後に第5章では、第2章から第4章までに提案、検討した内容についての総括と成果を述べる。また、それらから導き出される新たな課題や、デザインにおいて色記憶を活用する可能性を述べる。そして、今後の課題を述べ結論とする。

## 参考文献

- [1] 財団法人日本色彩研究所：色彩ワンポイント 色彩管理の実際, 日本規格協会, 3, 3, 1993
- [2] 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, 124, 2006
- [3] 広川美津雄, 井上勝雄：デザイン評価用語と形態要素の関係分析, デザイン学研究. 研究発表大会概要集, 47, 134-135, 2000
- [4] 岡村直紀, 青山英樹：デザイン要素の配置・配色に基づくデザインの分析・創発システム, 2012年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, 871-872, 2012
- [5] 財団法人日本色彩研究所：色彩ワンポイント 色彩管理の基礎, 日本規格協会, 2, 9, 1993
- [6] 朝倉直巳：芸術・デザインの色彩構成, 六耀社, 171, 1995
- [7] 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, 23-24, 2009
- [8] 相馬一郎：色彩の心理効果, 色材協会誌, 58, 9, 548-557, 1985
- [9] Hellmig, E. : Versuche über das Farberinnerungsvermögen, Farbe, 17, 65-91, 1958
- [10] 日本色彩学会：カラーサイエンス, 朝倉書店, 126, 2004
- [11] Hamwi, V., Landis, C. : Memory for color, Journal of Psychology, 39, 1, 183-194, 1955

- [12] 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
- [13] Pérez-Carpinell, J., Baldovi, R., de Fez, M. D., Castro, J. : Color memory matching: Time effect and other factors, Color Research and Application, 23, 4, 234-247, 1998
- [14] Burnham, R. W., Clark, J. R. : A test of hue memory, Journal of Applied Psychology, 39, 3, 164-172, 1955
- [15] 松田豊, 加藤美奈子, 嶋崎裕志 : 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
- [16] 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, 43-54, 1957
- [17] 日本色彩学会 : カラーサイエンス, 朝倉書店, 128, 2004
- [18] Collins, M. : Some observations on immediate colour memory, British Journal of Psychology, 22, 4, 344-352, 1932
- [19] 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
- [20] Loftus, E. F. : Shifting human color memory, Memory and Cognition, 5, 6, 696-699, 1977
- [21] 財団法人日本色彩研究所 : 色彩ワンポイント 色彩管理の基礎, 日本規格協会, 6, 57-86, 1993
- [22] 日本色彩学会 : 新編 色彩科学ハンドブック, 東京大学出版, 407-408, 1994
- [23] Bartleson, C. J. : Memory color of familiar objects, Journal of the Optical Society of America, 50, 1, 73-77, 1960
- [24] Bartleson, C. J. : Some observation on the reproduction of flesh colors, Photographic Science and Engineering. , 2, 3, 114-117, 1959



- [25] 児玉晃：膚色の実際とイメージ, テレビジョン, 24, 6, 448-459, 1970
- [26] 柳瀬徹夫：皮膚の記憶色に関する研究, 色彩研究, 17, 1, 2-17, 1970
- [27] 石橋毅, 磯野春雄：高齢者に対する記憶色(肌色)の測定, 映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集, 63, 2001
- [28] 青木直和, 安立光将, 山本真理, 犬井正男, 小林裕幸：日本人の, 黄色人, 白人, 黒人の肌色に対する記憶色, 日本写真学会誌, 70, 2, 102-105, 2007
- [29] 青木直和, 鈴木正和, 小林裕幸：好ましい肌色の研究：記憶色選択法による評価, 映像情報メディア学会誌：映像情報メディア, 57, 3, 409-412, 2003
- [30] 小林裕幸：好ましい色再現とその評価-肌色を例に-, 日本印刷学科誌, 44, 2, 74-82, 2007
- [31] 邓珮, 武克寧, 青木直和, 小林裕幸：男性の好ましい肌色の日中比較, 日本写真学会誌, 76, 1, 70-76, 2013
- [32] 鈴木高広：化粧品材料設計：基礎から応用まで(27)美白肌の記憶色とメイクの理想色, 化学装置, 56, 1, 74-79, 2014
- [33] 渡辺苞：カラー写真の色再現, 日本写真学会誌, 26, 4, 189-196, 1963
- [34] 渡辺苞：カラーフィルムの色再現, テレビジョン, 20, 1, 7-16, 1966
- [35] 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, テレビジョン, 25, 3, 203-209, 1971
- [36] 伊藤安雄：カラーテレビと色再現, 照明学会雑誌, 62, 12, 643-650, 1978
- [37] 岡野幸夫：液晶ディスプレイの色再現, 日本写真学会誌, 68, 1, 21-26, 2005
- [38] 木村敦, 和田有史, 續木大介, 後藤祥一, 檀一平太：食品ブランドの認知度と記憶色, 日本色彩学会誌, 32(SUPPLEMENT), 148-149, 2008
- [39] 尾崎敬二：絹織物上の肌色表現, 日本色彩学会誌, 29(SUPPLEMENT), 18-19, 2005

- 
- [40] 小林政司：記憶色に関する研究：ファッション分野への応用を目指して，大阪樟蔭女子大学研究紀要, 1, 217-222, 2011
- [41] 飯島祥二：中四国5都市の街路景観色彩と記憶色の関係(環境工学)，日本建築学会中国支部研究報告集, 20, 325-328, 1997
- [42] 高山美幸：環境色彩計画に影響を及ぼす記憶色調査：土色編，日本色彩学会誌, 37, 3, 230-231, 2013

## 第2章 色記憶データを蓄積するためのデータ収集方法の提案

本章では、色記憶を調べる研究を行う際に、色空間内の広範囲で詳細なデータを取得できるように、色の三属性を利用したデジタルカラーパレットによって、実験参加者がより直感的に記憶した色を再生できるデータ収集方法を提案する。そして、先行研究における色記憶データと本収集方法から得られるデータを比較することによって、この方法の妥当性を確かめる。また、色空間内において従来の研究では調べられていなかった色域の色記憶を調べる。

## 2.1 はじめに

### 2.1.1 デザインするための色記憶データとは

色記憶の研究においては、1章で述べたように一般的に再認や再生の方法を用いて実験が行われてきた。これらの実験では概して色記憶のメカニズムを調べることを目的としているため、実験に使用している色数が少なかった。そのため、従来の実験方法では、色空間において得ることのできる実験結果の量は決して多くなかった。

デザインに色記憶データを利用するためには、実験から得られた結果が個人差に左右されないデータであることが求められる。そのためには、より多くの実験参加者からデータを得たうえで、その平均値として議論を行う必要がある。また、デザイナーが使用するための色記憶のデータベースを蓄積していくためには、色空間内を全体的に網羅し、詳細な色記憶についてのデータを得る必要がある。

### 2.1.2 先行研究における色記憶の実験方法

先行研究における色記憶の実験方法について整理する。先行研究の実験方法としては、比較的再認実験が多く行われている。これは、特殊な装置などを用意する必要がなく色票を使用することによって実験を行うことができるためであると考えられる。まず初めに、再認の方法によって行われた研究を挙げる。

Eppsら[1]は、4色の基準となるマンセル色票を用いて実験を行った。基準となる色と、マンセル色票から選択された9色の不正解の色をランダムに配置し、記憶した色を選択させた。

Pérez-Carpinellら[2]は、10色の基準となる色を用いて、色票を呈示したまま等色を行う知覚等色と、色を見終わってから記憶を元に等色を行う記憶等色を行い、その結果を比較する実験を行った。

Hellmig[3]は、実験参加者に彩度の近似した18色を記憶させ、24時間後にその18色を含む120色票から、記憶した色を選び出させる再認実験を行った。

Burnhamら[4]は、色相記憶に関する検査機器を開発し、色相記憶の特徴を調べる再認実験を行った。検査機器は、マンセル表色系が用いられた。マンセルクロマとバリューを一定とし、マンセル色相を約2.2間隔で選んだ43種類の色票と、その中から

選んだ20色の記憶するための色票からできている。この20色を実験参加者に記憶させ、再認した時の色相のばらつきを調べた。

Bartleson[5]は用意した青空、肌、砂、落葉樹の葉の平均的な色を表す4枚の色票を実験参加者に15秒間観察させ、931枚の色票から選び出させる再認実験を行った。

楨ら[6]は記憶された色の時間的変化を調べるため、実験参加者に用意した10個の物の色を15秒間観察させ、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の色票から選び出させる再認実験を行った。

Hamwiら[7]は、カラーハーモニーマニュアルから10種類の記憶すべき色を選び出し、1色を105秒間見て記憶させ、15分後、24時間後、65時間後に記憶した色を選び出させる再認実験を行った。

松田ら[8]は、色再認がどのように処理されているかを調べるため、PCCSの色票を用いて再認実験を行った。

上述した研究における再認実験は、あらかじめ用意された色票によって色の呈示、再認が行われている。この再認の実験方法からは、色の再認の精度の報告が多くみられる。その中でも特徴的なものとして、Hamwiら[7]や松田ら[8]の実験においては、カラーハーモニーマニュアルやPCCSなどの表色系の特徴に依存した結果の報告が見られる。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得ない。これらの研究の報告では、色記憶における色の移行に関する知見は得られているが、その情報は色空間において断片的である。そのため、デザインに用いることができるデータとなりうる詳細な色記憶における色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、再認する色票を用意する必要があるため、より詳細なデータの蓄積を行っていくことは困難であると考えられる。

次に、再生の方法によって行われた研究を挙げる、

Collins[9]は、6名の実験参加者に対し、赤(670nm)、黄(588nm)、緑(535nm)、青(460.9nm)の単色光を5秒間見て記憶させ、15秒後に分光器のダイヤル操作によって記憶した色をつくり出す再生実験を行った。

Newhallら[10]は、分光器を用いて25種類のマンセル色票を対象とした再生実験を行った。実験では、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、色票を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を比較し、色記憶の特徴を調べた。

Collins[9] と Newhall ら [10] 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によって実験が行われている。この実験方法では、前述した再認実験とは異なり、予め用意した色票の色に制限されることなく、詳細な色記憶における色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、分光器のような普段の生活において用いることのない特殊な色の再生装置を使用することは困難であると思われる。そのため、ある程度正確な色をつくり出すためには、予め色に対する知識を必要とし、分光器の操作に対する慣れが求められる。よって、記憶した色に近い色をつくり出すためには実験参加者数が制限されると考えられる。

これらのことから、デザインに求められる色記憶データを得るための収集方法として、再認の方法では色記憶の詳細な変化を調べることが困難であることが分かる。また、再生の方法では色をつくり出すシステムの難易度が高い。これらのことより従来の色記憶についての実験方法のみでは、色記憶をデザインに利用するためのデータを得ることは難しい。デザインに色記憶を利用するためには、より多くの人々が簡便かつ直感的に色記憶をつくり出すことができるデータ収集方法が求められる。

### 2.1.3 本章における目的

色記憶データをデザインに利用するためには、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、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。そこで本章では、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デジタル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データ収集方法を提案した。そして、先行研究における結果と比較を行うことによって、この方法の妥当性を確かめること、及び、色空間内において従来の研究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。

## 2.2 デジタルカラーパレット用いた色記憶の再生と収集方法

### 2.2.1 実験手続き

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 $10^\circ$ であった。刺激の呈示画面を図 2.1 に示す。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。はじめに液晶ディスプレイ左側に基準刺激を呈示し、15秒間観察させた。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2.2)。実験参加者がパレット1から色を選択すると、パレット1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色を呈示した。選択した色が呈示されてからもパレット1、2のそれぞれの操作は随時可能とした。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色相全てを入れるようにした。

先行研究においての色を記憶してから再認・再生を行うまでの時間は、刺激呈示直後から数秒のあいだ保持される短期記憶を扱った実験が多い。本章で提案する実験方法においては、実験結果を先行研究における実験結果と比較するため、刺激の呈示時間を15秒とし、刺激呈示直後から再生の手続きを開始した。

### 2.2.2 実験刺激

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ため、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 [11]。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。

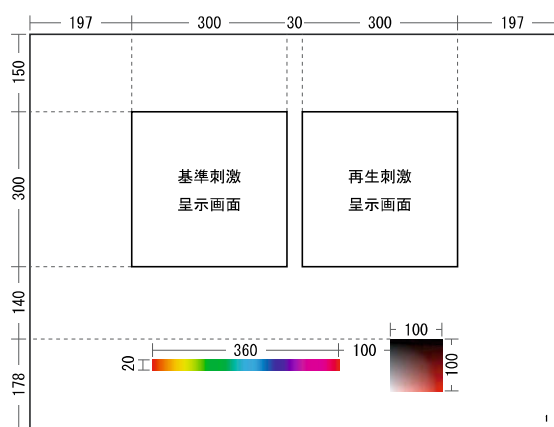


図 2.1: 画面の構成とサイズ (単位 : pixel)

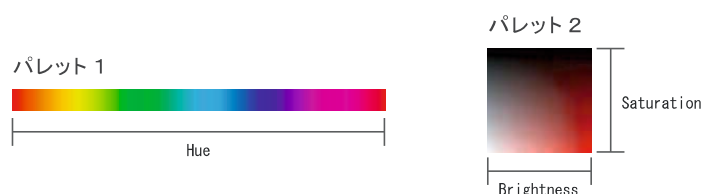


図 2.2: パレット (左 : パレット 1、右 : パレット 2)

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  $c$  とした時、 $c/2$  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を図 2.3 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。

液晶ディスプレイには17インチ液晶モニター (IBM6734-AC0、最高解像度 1280\*1023 pixel、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、株式会社東洋テクニカ) 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  $\Delta E=15.62$  であった。全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。

### 2.2.3 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て 60cm、視角は約  $10^\circ$  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 (processing1.2.1) 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グレア効果が起こるのを防ぐためである。

### 2.2.4 実験参加者

色覚および視力が正常な 19~29 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。

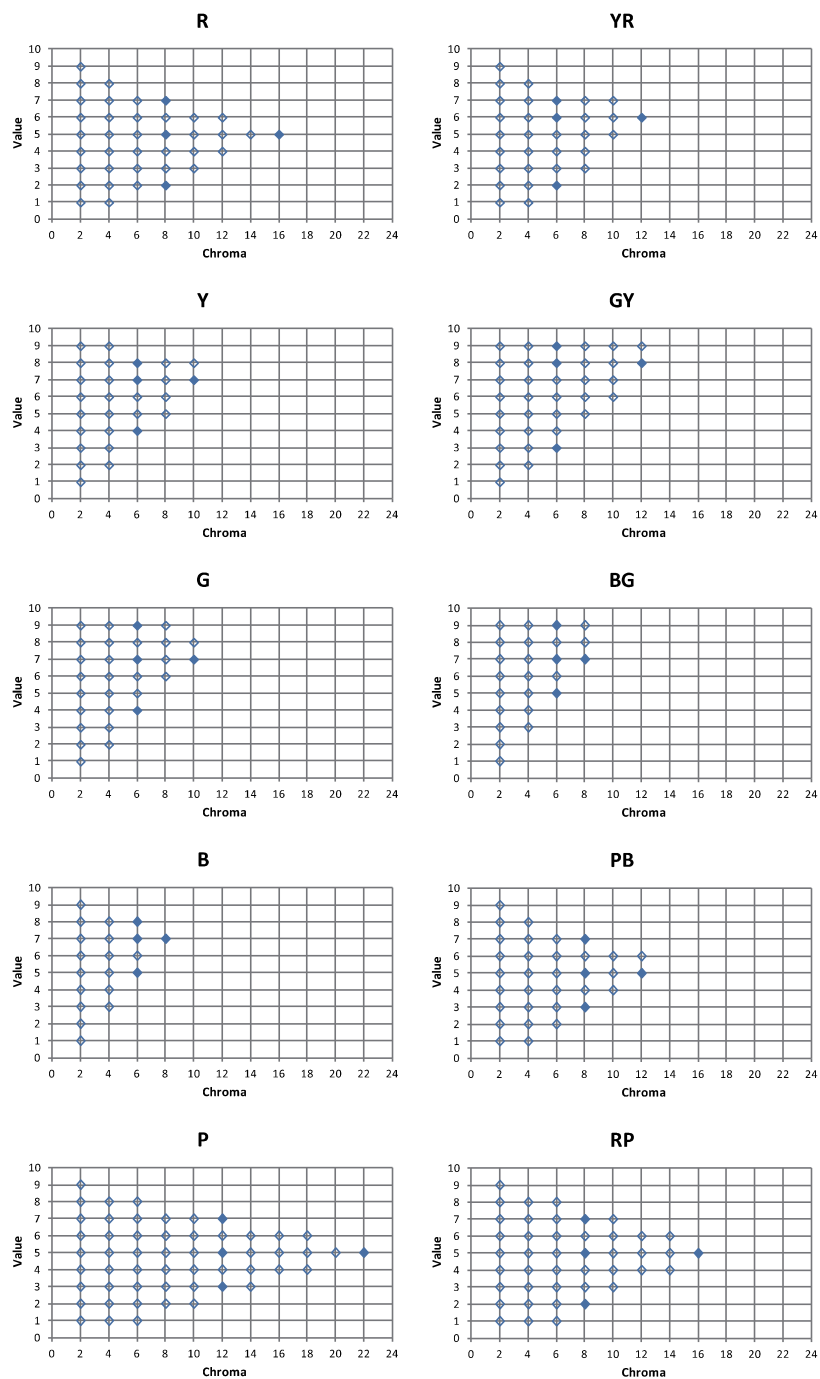


図 2.3: 使用した刺激の等色相面内の位置

## 2.3 色記憶の再生実験における結果と考察

### 2.3.1 色記憶における色の移行

実験から得られたデータを元に、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、株式会社東洋テクニカ)を用い測色した。測色値から  $L^*C^*h$  値を求め、基準刺激と再生刺激の明度差 ( $\Delta L$ )、彩度差 ( $\Delta C$ )、色相差 ( $\Delta h$ ) を算出した。差の有意性を調べるため、 $\Delta L$ 、 $\Delta C$ 、 $\Delta h$  のそれぞれにおいて0を基準とした一変量の  $t$  検定を行った。その結果を表 2.1 に示す。5%有意水準で有意差があった箇所に\*マークを示している。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 2.4 に示す。グループ1においては、10 刺激中 8 刺激 (r-1, yr-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 2.5 に示す。グループ2においては、10 刺激中 8 刺激 (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 2.6 に示す。グループ3においては、10 刺激中 4 刺激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, 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。

グループ4の刺激に対する色記憶における色の移行を図 2.7 に示す。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 2.8~2.11 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。 $a^*$  値のプラスを右方向に、 $b^*$  値

表 2.1:  $t$  検定結果 (\*は有意差有)

刺激名	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta h$
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	*	*	

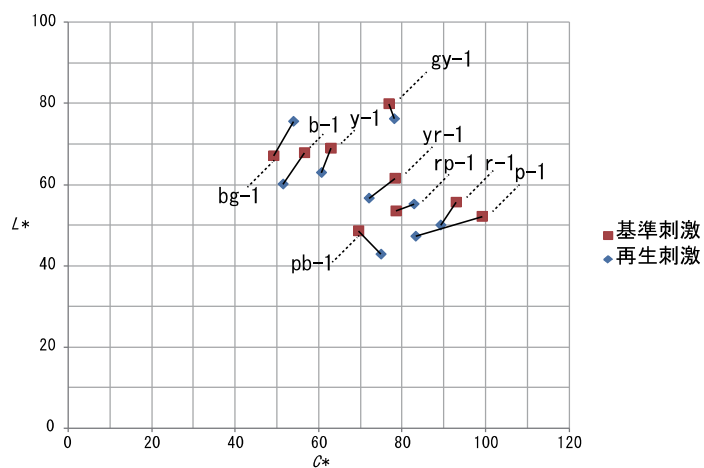


図 2.4: 色記憶における彩度  $C^*$  と明度  $L^*$  の移行 (グループ 1)

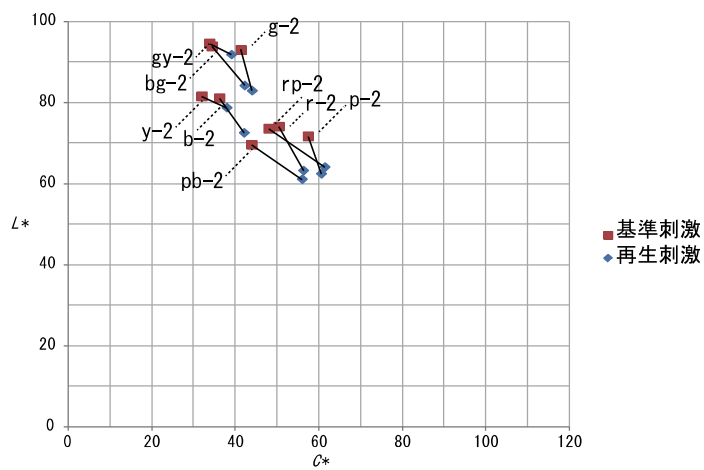


図 2.5: 色記憶における彩度  $C^*$  と明度  $L^*$  の移行 (グループ)

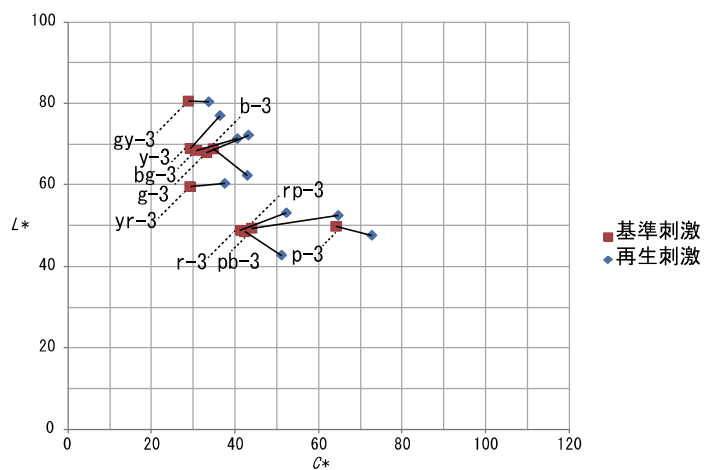


図 2.6: 色記憶における彩度  $C^*$  と明度  $L^*$  の移行 (グループ 3)

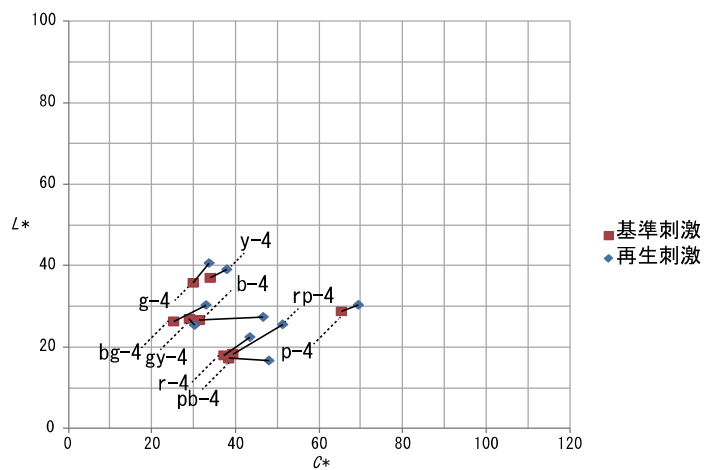


図 2.7: 色記憶における彩度  $C^*$  と明度  $L^*$  の移行 (グループ 4)

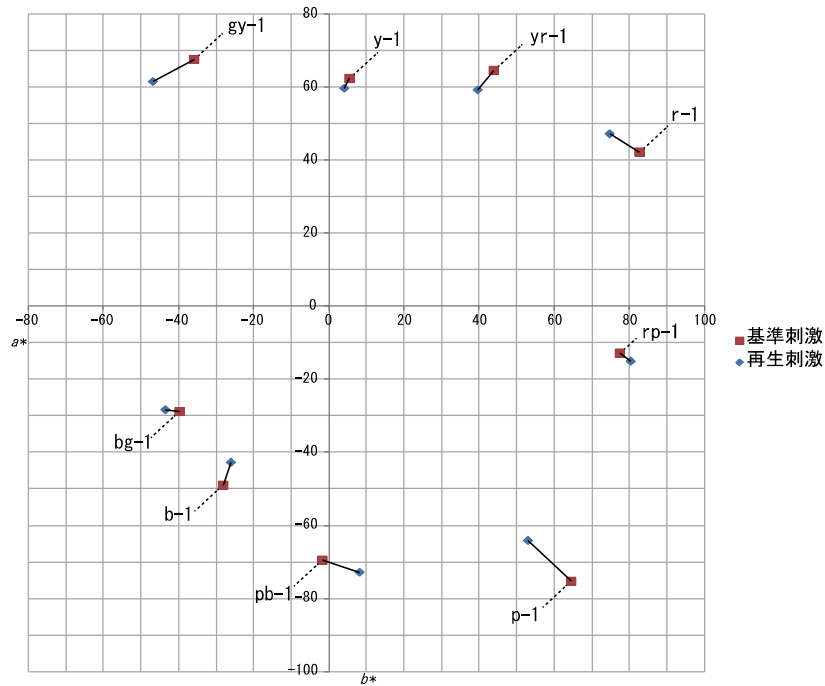


図 2.8:  $a^*b^*$ 平面における色相と彩度の移行 (グループ 1)

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 2.8)。

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 2.9)。

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 は反時計回りに色相の移行が見られた (図 2.10)。

グループ 4 においては、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 2.11)。

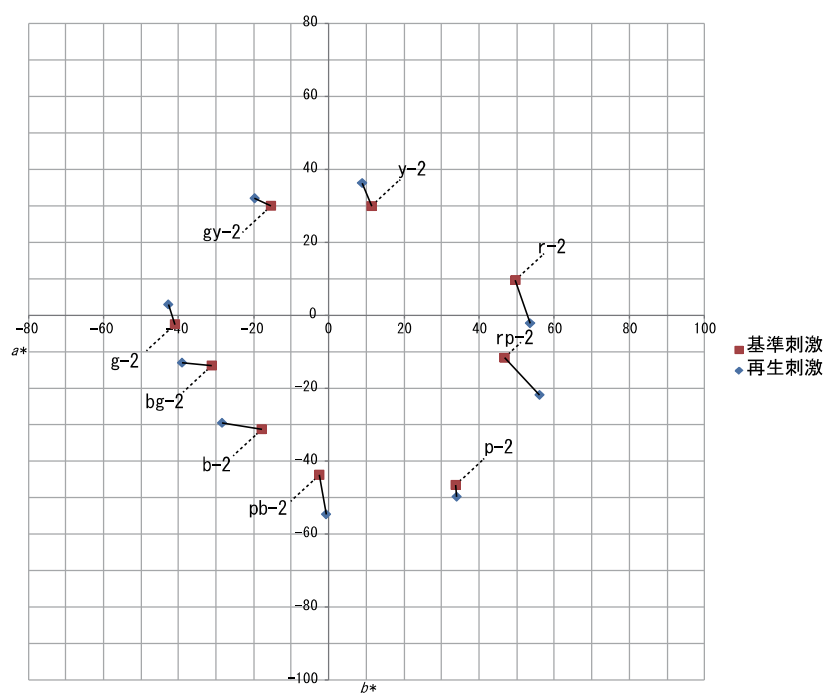


図 2.9:  $a^*b^*$ 平面における色相と彩度の移行 (グループ2)



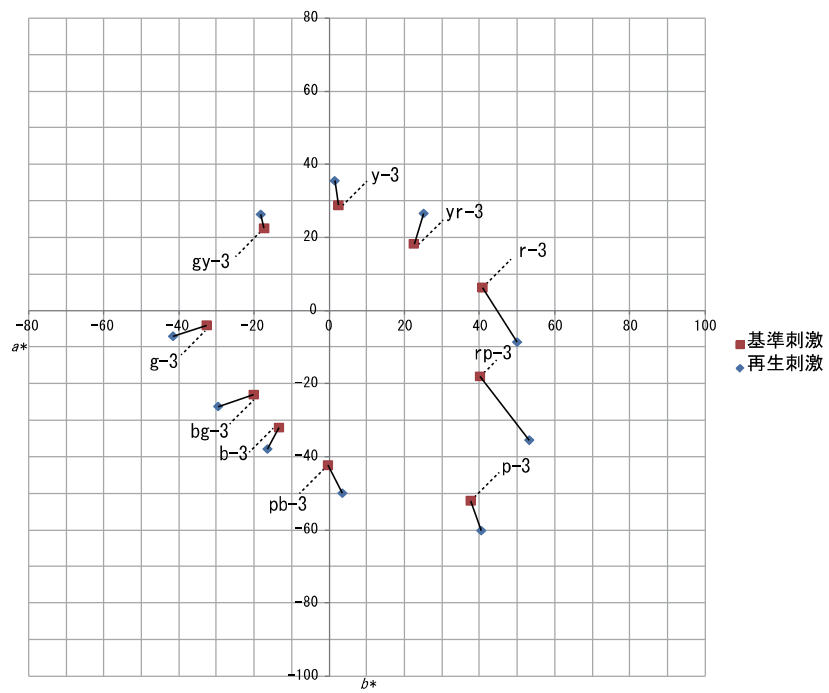


図 2.10:  $a^*b^*$ 平面における色相と彩度の移行 (グループ3)

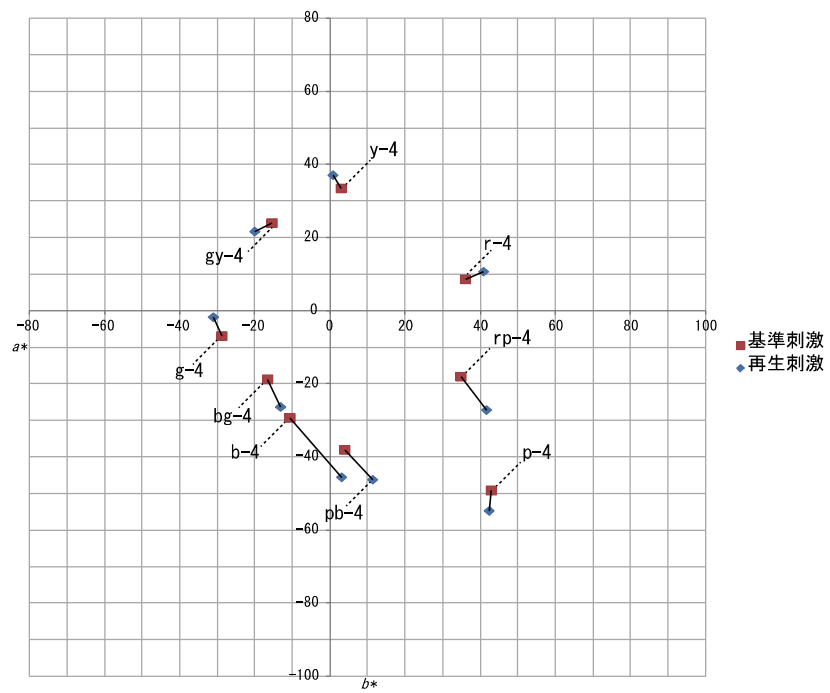


図 2.11:  $a^*b^*$ 平面における色相と彩度の移行 (グループ4)

### 2.3.2 先行研究との比較による収集方法の妥当性

はじめに、先行研究で述べられている結果と、この収集方法による実験結果を比較することにより、提案する方法の妥当性を確認したい。まずは、Newhallら [10] の実験結果との比較を行う。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 [10] の実験結果を、本研究の結果と同じ  $L^*a^*b^*(L^*C^*h)$  色空間に変換しプロットしたものを図 2.12、2.13 に示す。まず Newhallら [10] の実験刺激と本実験の刺激において  $L^*$  値、 $C^*$  値が類似している範囲 ( $L^*$  値が 40~60 程度、 $C^*$  値が 30~50 程度) で比較する (図 2.12)。Newhallら [10] 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全ての刺激において彩度が高くなることが確認できた。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。これら 4 刺激について、さらに詳細に Newhallら [10] の実験結果との類似度を確かめた。まず、本研究の各刺激との色差が最も小さい Newhallら [10] の刺激を算出した。そして、本研究の色差が  $(\Delta L, \Delta a, \Delta b)$ 、Newhallら [10] の色差が  $(\Delta L_N, \Delta a_N, \Delta b_N)$  であるとき、各実験の色記憶における色の移行の相関  $r$  を以下の式 (2.1) により求めた。

$$r = \frac{\Delta L \Delta L_N + \Delta a \Delta a_M + \Delta b \Delta b_M}{\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \sqrt{\Delta L_M^2 + \Delta a_M^2 + \Delta b_M^2}} \quad (2.1)$$

結果として、r-3 は 0.95、yr-3 は 0.91、pb-3 は 0.34、rp-3 は 0.81 と pb-3 以外の 3 刺激は比較的高い相関が得られた。Newhallら [10] の実験結果では、色記憶における色の移行は全体的に彩度が上昇する傾向が見られていた。しかし pb-3 については、最も色差が小さい Newhallら [10] の刺激の彩度が低下していたため相関が低い結果となった。次に、図 2.13 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 (y-2、y-3、y-4、yr-3) 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。これらの刺激について、各実験の色記憶における色の移行の相関  $r$  を求めた結果、y-2 は 0.74、y-3 は 0.64、y-4 は 0.92、yr-3 は 0.91 と高い

相関が得られた。また、 $a^*$ 値が35~60、 $b^*$ 値が-60~10の範囲にある刺激(r-2、p-2、rp-2、r-3、pb-3、p-3、rp-3、p-4、rp-4)は $b^*$ 値が低下する傾向が一致していた。これらの刺激について、各実験の色記憶における色の移行の相関 $r$ を求めた。r-2、p-2、rp-2については、本研究の刺激の明度が高く色記憶における色の移行においては明度の低下が見られたため、相関が低い傾向が見られた。また、pb-3については先ほど述べたように、Newhallら[10]の刺激の彩度が低下したため相関が低い傾向が見られた。その他の刺激について、r-3は0.95、p-3は0.95、rp-3は0.81、p-4は0.93、rp-4は0.71と比較的高い相関が得られた。

以上の比較を行った13刺激の色差の大きさについて、本研究の各刺激の色差を1とした場合、Newhallら[10]の色差との比率は以下ようになった。r-2は0.60、r-3は0.47、yr-3は2.20、y-2は3.65、y-3は2.56、y-4は4.24、pb-3は0.54、p-2は0.78、p-3は0.92、p-4は1.41、rp-2は0.46、rp-3は0.34、rp-4は0.61であった。この結果より、13刺激中5刺激はNewhallら[10]の色記憶における色の移行が大きく、特に黄系の色はNewhallら[10]の実験結果の方が大きく再生される傾向が見られた。これらの差は、色記憶の再生方法の違いによるものである可能性がある。本研究における色記憶の再生方法は、色相と明度・彩度を分けて操作したのに対し、Newhallら[10]の再生方法では、明度と色度を分けて操作した。この操作の違いによって実験結果に影響があるのかもしれない。

これらのことより、同じ刺激の範囲が少ないため、全てを比較することはできないが、比較することができる範囲において、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[10]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方法の妥当性を確認したい。それらの刺激はNewhallら[10]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[5]の研究ではYR、Y、GY、PBの刺激の場合、彩度は上昇する結果を報告した。また榎ら[6]の研究では、低彩度の色は高彩度側に、高彩度の色は低彩度側にずれて記憶される傾向があったとした。本研究ではグループ2~3の刺激は、全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見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[8]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を報告した。また、Bartleson[5]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を報告した。Eppsら[1]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において、先行研究と同様に比較的正確に色相が記憶されるという結果が得られていると言える。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。これらのことより、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[8]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[10]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。今回の収集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。今回の収集方法は図2.12、2.13で示したNewhallら[10]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[10]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 $L^*$ 値に有意差なし)の例外を除いて、 $L^*$ 値が60以上の刺激において明度の低下が見られ、 $L^*$ 値に有意差のあった $L^*$ 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Newhallら[10]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

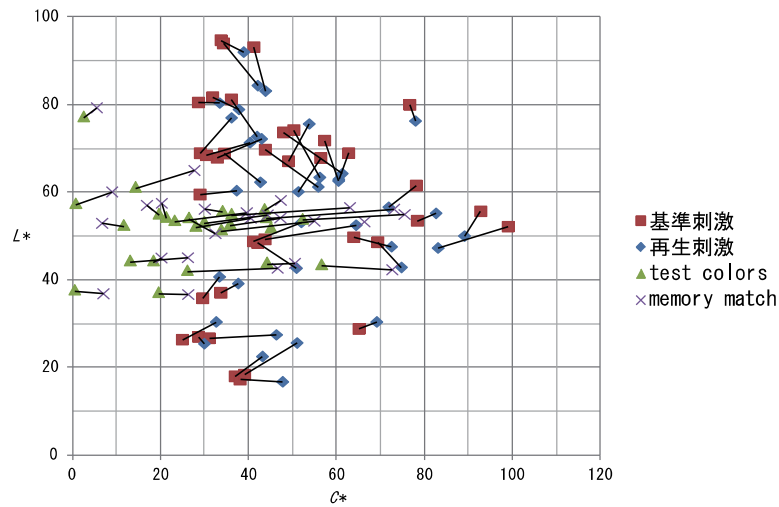


図 2.12: 本研究と Newhall ら [16] との実験結果の比較 ( $L^*, C^*$ )

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他の刺激とは異なっていた。これまでに、Hamwi ら [7] 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 [12] の研究では、呈示する色の色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 [13] 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。

本研究で用いた収集方法により実験が簡便となり、色空間内の様々な領域における色記憶に関するデータを蓄積できる可能性が示された。

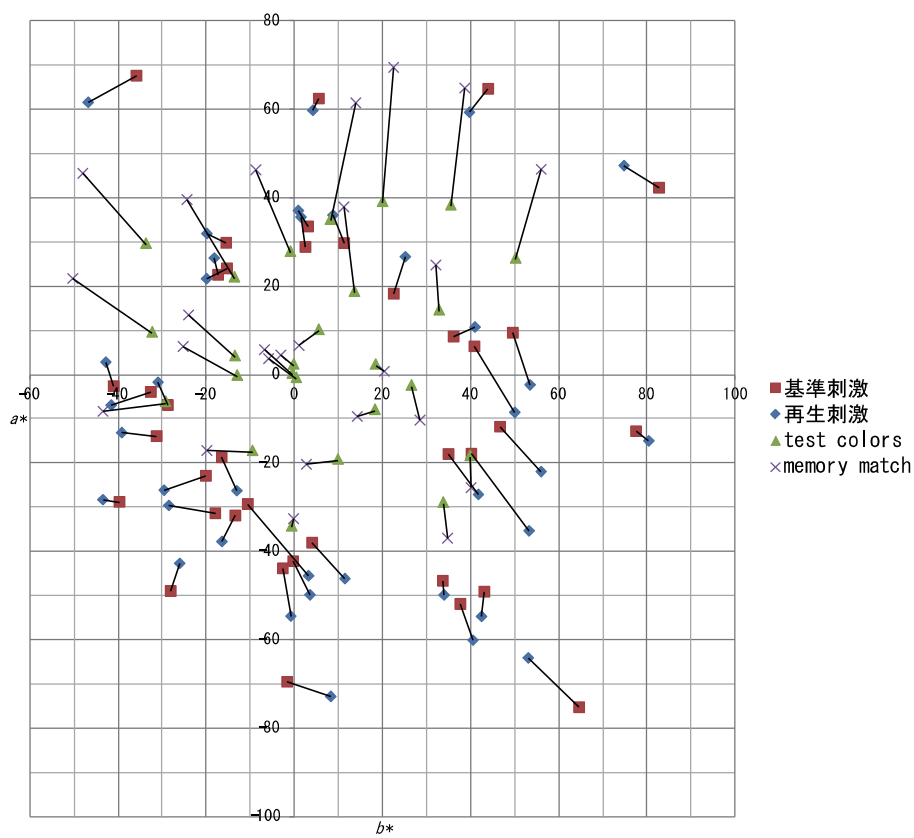


図 2.13: 本研究と Newhall ら [16] との実験結果の比較 ( $a^*, b^*$ )

## 2.4 まとめ

本章では、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デジタル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感的に再生できるデータ収集方法を提案した。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研究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概ね先行研究の結果と一致した。これらのことから、本研究でのデータ収集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領域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調べることができた。さらに、そのことにより  $L^*a^*b^*$  表色系における  $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$  の色記憶における色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。



## 参考文献

- [1] 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
- [2] Pérez-Carpinell, J., Baldovi, R., de Fez, M. D., Castro, J. : Color memory matching: Time effect and other factors, Color Research and Application, 23, 4, 234-247, 1998
- [3] Hellmig, E. : Versuche über das Farberinnerungsvermögen, Farbe, 17, 65-91, 1958
- [4] Burnham, R. W., Clark, J. R. : A test of hue memory, Journal of Applied Psychology, 39, 3, 164-172, 1955
- [5] Bartleson, C. J. : Color in memory in relation to photographic reproduction, Photographic Science and Engineering, 5, 6, 327-331, 1971
- [6] 槇究, 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
- [7] Hamwi, V., Landis, C. : Memory for color, Journal of Psychology, 39, 1, 183-194, 1955
- [8] 松田豊, 加藤美奈子, 嶋崎裕志: 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
- [9] Collins, M. : Some observations on immediate colour memory, British Journal of Psychology, 22, 4, 344-352, 1932

- 
- [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, 43-54, 1957
- [11] 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, 231-238, 2011
- [12] 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
- [13] 日本色彩学会 : 色彩用語辞典, 東京大学出版会, 135, 2003

## 第3章 色記憶データの検討と分類方法の 提案

本章では、色記憶データについて、フォーカル色の再生実験と色記憶の再生実験、及びカテゴリカルネーミング実験の3つの実験を行い、色記憶における色の移行を個々の色の視点と、色カテゴリーの領域の視点の両面から見ることによって、デザインへ利用することができるかどうかを検討し、色記憶データの分類方法を提案する。また、分類した色記憶データの特徴を述べる。

## 3.1 はじめに

### 3.1.1 色記憶データの再考

第2章ではデザインに利用するための色記憶データを蓄積していくために、従来よりも簡便に広範囲の色記憶データを得るための実験方法を提案した。この実験方法を用いて、より多くの実験参加者からのデータを蓄積し、色記憶に関するデータベースを構築していくことが必要である。

一方、第1章でも述べたように色記憶は、記憶する色のカテゴリーに深い関係があると言われている [1]。しかし、これまでに得られた色記憶データは、再生や再認の方法を使用して記憶した色を再現し、記憶した色と再現した色との変化を調べたものがほとんどである。そして、これらのデータでは色カテゴリー判断の個人差による影響は調べられていない。そのデータが持つ効果を与える対象が大衆であり、デザインに利用するためのデータは、より多くの人々に同様の効果をもたらすものでなくてはならない。色カテゴリー判断の個人差による影響のある可能性を持ったデータは、そのままデザインに利用するには危険性が大きいと考えられる。そのため、個々の色記憶の変化を調べると同時に、色カテゴリーにおける個人差の影響を調べることによって、そのデータをデザインに利用することができるかどうかを見極める必要がある。

またそれと同時に、色記憶データをデザインに利用するためには、個別の色のデータの蓄積だけではなく、色空間を網羅した色記憶における色の移行に関するデータが必要不可欠である。従来の実験において得られたデータは、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、一度に調べられている色数は多くない。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。これらのデータを有効に利用するためにも、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することができると考えられる。

これらのことから、色記憶データをデザインに利用するためには、色記憶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における色の移行について知見が必要となる。

### 3.1.2 先行研究における色記憶データ

現在、先行研究において得られている色記憶データをまとめる。各研究の実験方法については第2章において述べたため詳細は省略する。

Hamwiら [2]、Burnhamら [3]、Pérez-Carpinellら [4]、Collins[5]、Eppsら [6]、松田ら [7] は、記憶した色を再生あるいは再認の方法によって作り出す実験を行った。

Hamwiら [2] は、カラーハーモニーマニュアルを使用した再認実験を行った。その結果、鮮やかな緑みの青が最も誤差が大きく、くすんだ暗い紫は主に色相で誤差が起こった。また、くすんだ明るい黄身の緑は誤差が小さいということを報告した。

Burnhamら [14] は、色相記憶に関する検査機器を開発し、色相記憶の特徴を調べる再認実験を行った。その結果、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た。

Pérez-Carpinellら [4] は、10色の基準となる色を用いて、知覚等色と記憶等色比較する再認実験を行った。その結果として、知覚等色の平均色差は、ほとんどの場合 1 CIELAB 単位よりも低いが、記憶等色の平均色差は全体的に高かった。最も記憶されなかった色は黄、次いで明るい緑、青、ピンク、一番正確に記憶されたのは橙であったことを報告した。これらの研究では、同じ黄や、同系色である黄赤、橙の傾向にはばらつきが見られたことを報告した。

Collins[5] は、分光器のダイヤル操作によって記憶した色をつくり出す再生実験を行った。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く、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た。

Eppsら [6] は、マンセル色票を用いた再認実験を行った。その結果、黄は最も正確に記憶され、次に紫、黄赤、緑の順であったことを報告した。

松田ら [7] は、PCCS の色票を用いた再認実験を行った。その結果は第1章でも述べたように、色の再認では純度が上昇するという他の研究での結果に加えて、トーンの見方からの分析が重要であるということを報告した。

これらの研究においては、記憶した色と作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 [2] やばらつき [3, 4]、再生精度 [5, 6]、色記憶における色の移行の方向 [7] 等を調べた。しかし、そこから得られた結果とし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[8]、楨ら [9]、Newhallら [10]、Hellmig[11] 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。

Bartleson[8] は、青空、肌、砂、落葉樹の葉の平均的な色を表す4枚の色票を用いた再認実験を行った。その結果、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た。

Newhallら [10] は、第1章でも述べたように分光器を用いた色記憶の再生実験を行った結果、記憶等色の特徴は等色のばらつきが大きく、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報告した。

楨ら [9] は記憶された色の時間的変化を調べるため、10個の物の色を15秒間観察させ、色票から選び出させる再認実験を行った。その結果、色の記憶はある程度の正確さを持っているものの、色相は記憶色の影響を受けてずれることがある。また、彩度は低彩度側にずれて記憶される傾向がある。そして低彩度の色は、色相の記憶における個人差が大きいこと等を報告した。

Hellmig[11] は、実験参加者に彩度の近似した18色を記憶させ、色票から選び出させる再認実験を行った。その結果、色相により再認に差があり、全般的に暖色系は寒色系より成績が良かったことを報告した。

また本論文の第2章においては、 $L^*a^*b^*$ 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、 $L^*$ 値が30以下の色は高明度に再生されること、 $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$ の色記憶における色の移行に他の領域よりも顕著なばらつきがあることを報告した。

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 [8, 10] や、彩度の違いによって色相の記憶に個人差があること [9]、暖色系、寒色系の違いによる再認の精度の違いがあること [11]、 $L^*a^*b^*$ 色空間における領域によって色記憶における色の移行に違いが見られること等、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における色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 [1]、杉山ら [12] は色記憶における色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における色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 [13]。杉山ら [12] 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 [15, 14] ため、内川 [1]、杉山ら [12] 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における色の移行の平均値データを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たうえで使用する必要がある。

### 3.1.3 本章における目的

本章の目的は、各刺激の色カテゴリーと色記憶における色の移行の平均値データとの関係を整理し、主に次の 2 つの知見を得て、色記憶データ分類方法を提案することである。

(1) どのような色において色記憶における色の移行の平均値データを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デザインに用

いることができそうか。

そこで本章では、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、その刺激の色記憶における色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、分類したデータの各特徴をまとめ、色記憶に関する実験データをデザインへ利用する可能性について議論した。



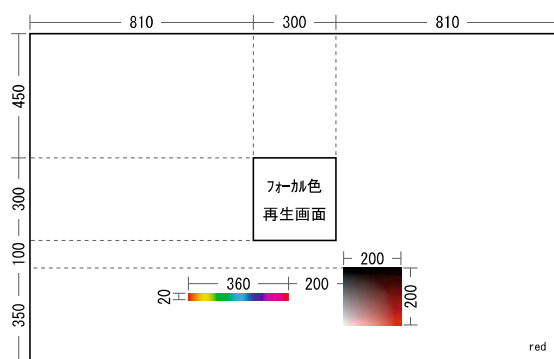


図 3.1: フォーカル色の再生実験画面 (pixel)

## 3.2 フォーカル色の分布

### 3.2.1 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 [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。

### 3.2.2 フォーカル色の再生実験

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 3.1)。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。

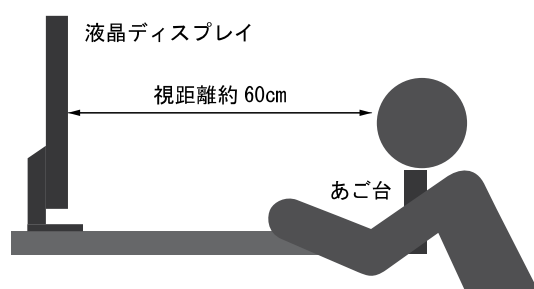


図 3.2: 実験環境

### 3.2.3 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3.2)。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グレア効果が起こるのを防ぐためである。

### 3.2.4 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[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。

### 3.2.5 フォーカル色の再生実験における結果と考察

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図3.3、3.4に示す。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。

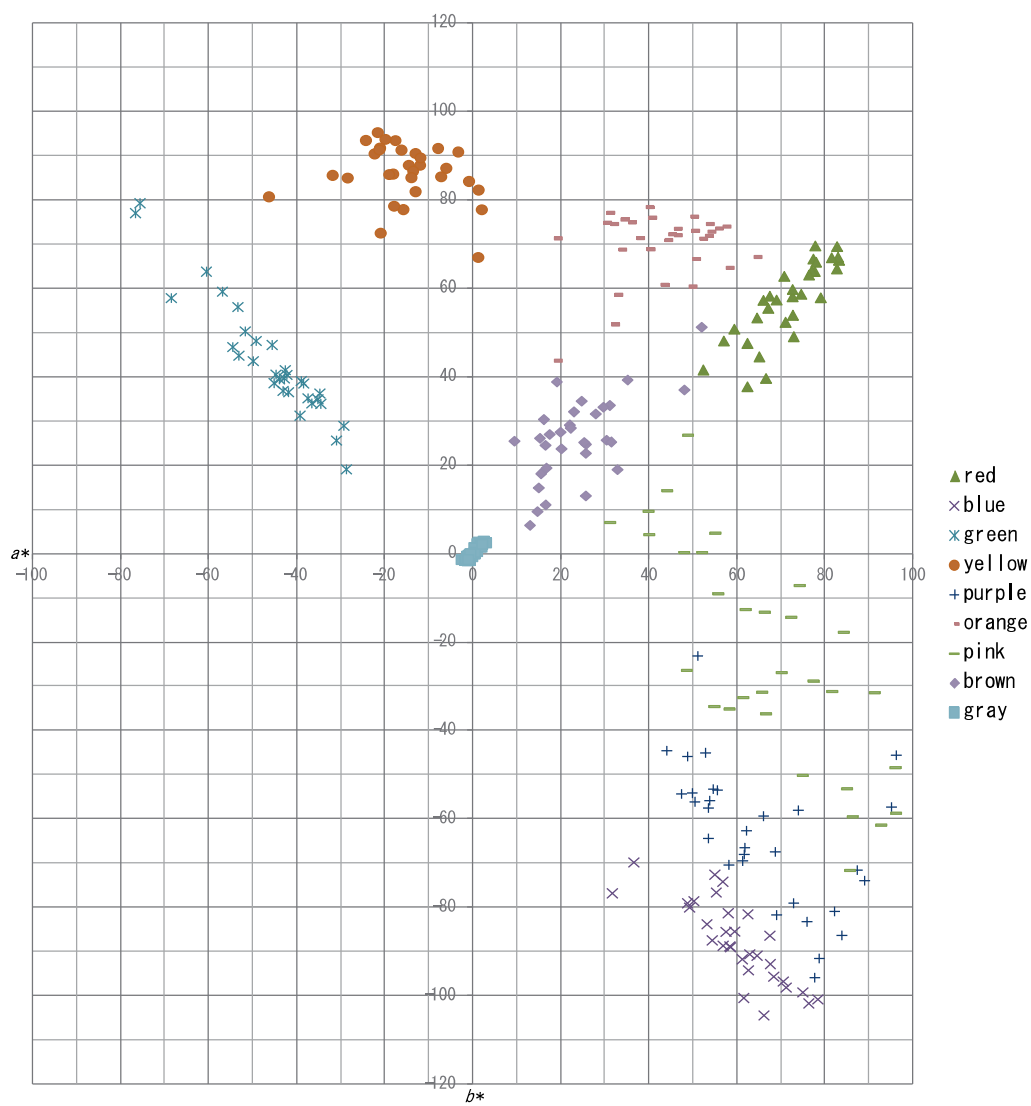
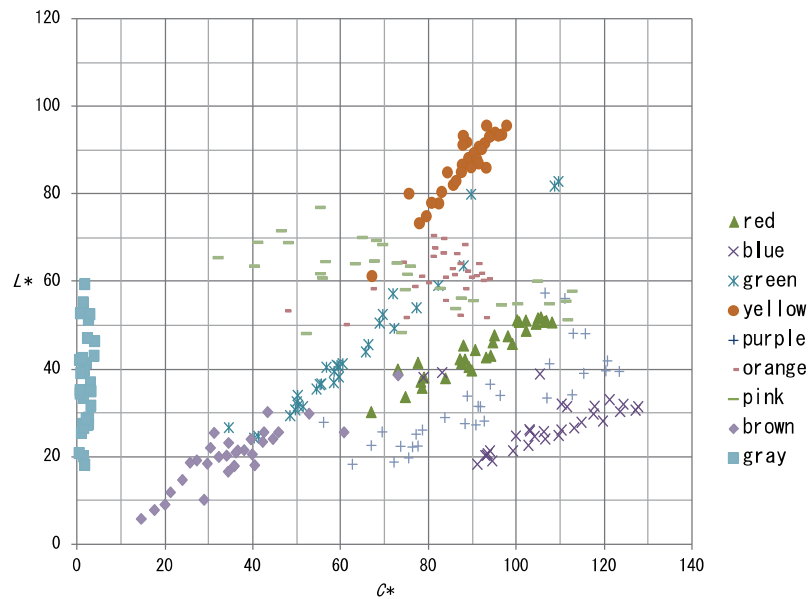


図 3.3:  $a^*b^*$ 平面におけるフォーカル色の分布

図 3.4:  $L^*C^*$ 平面におけるフォーカル色の分布

### 3.3 色記憶における色の移行

#### 3.3.1 色記憶の再生実験

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 3.5 に示す。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。

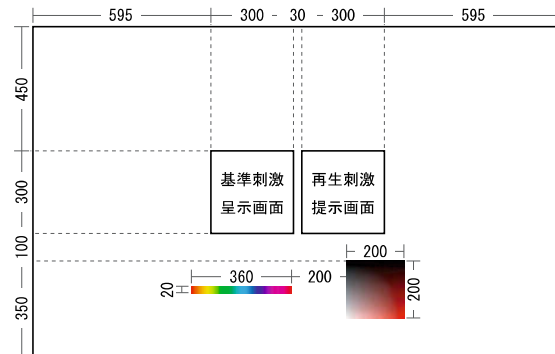


図 3.5: 色記憶の再生実験画面 (pixel)

### 3.3.2 実験刺激

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 3.6、3.7)。 $a^*$  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 3.1 に示す (2次元高速色彩輝度計 (株) 東洋テクニカ ICAM で計測)。

### 3.3.3 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。

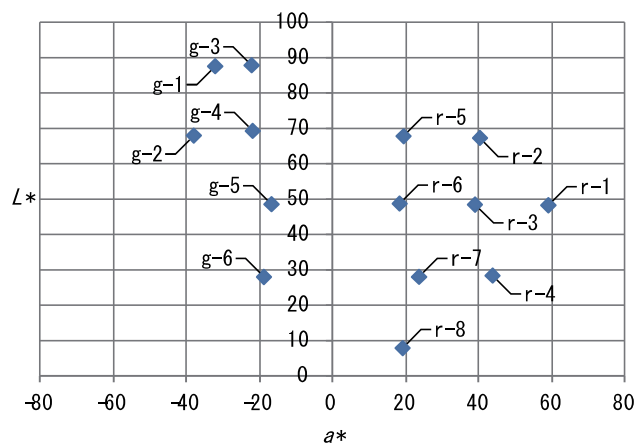


図 3.6:  $a^*$ 軸上の選択した刺激の位置

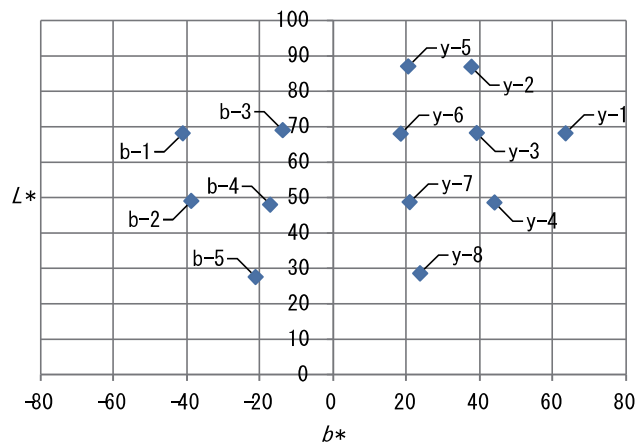


図 3.7:  $b^*$ 軸上の選択した刺激の位置

表 3.1: 基準刺激の測色値

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

### 3.3.4 色記憶の再生実験における結果と考察

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 3.8~3.10 に示す。図 3.8 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 3.9 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 ( $\Delta E$ ) を矢印で示している。各刺激の明度差 ( $\Delta L$ )、彩度差 ( $\Delta C$ )、色相差 ( $\Delta h$ ) 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 3.2 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、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 [10] の結果と比較する。Newhall ら [10] 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 [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 [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 [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 [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。

次に本論文の第2章と比較する。第2章では明度について、 $L^*$ 値が60以上の刺激において明度の低下がみられる傾向を報告した。今回の結果においても比較的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、第2章においては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を報告した。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を報告した。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を報告した。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、第2章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、それらの色記憶における色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、3.1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3.6節で議論する。一方、 $-b^*$  軸付近に分布した色は、色空間上で比較的近くにあるにも関わらず色相の移行に一貫性が見られなかった。これらの色は、色記憶データを補間できないばかりか、その実験結果をそのままデザインに利用することにも疑問が残る。これについても、色カテゴリーとの関係性も踏まえて改めて3.6節で議論する。

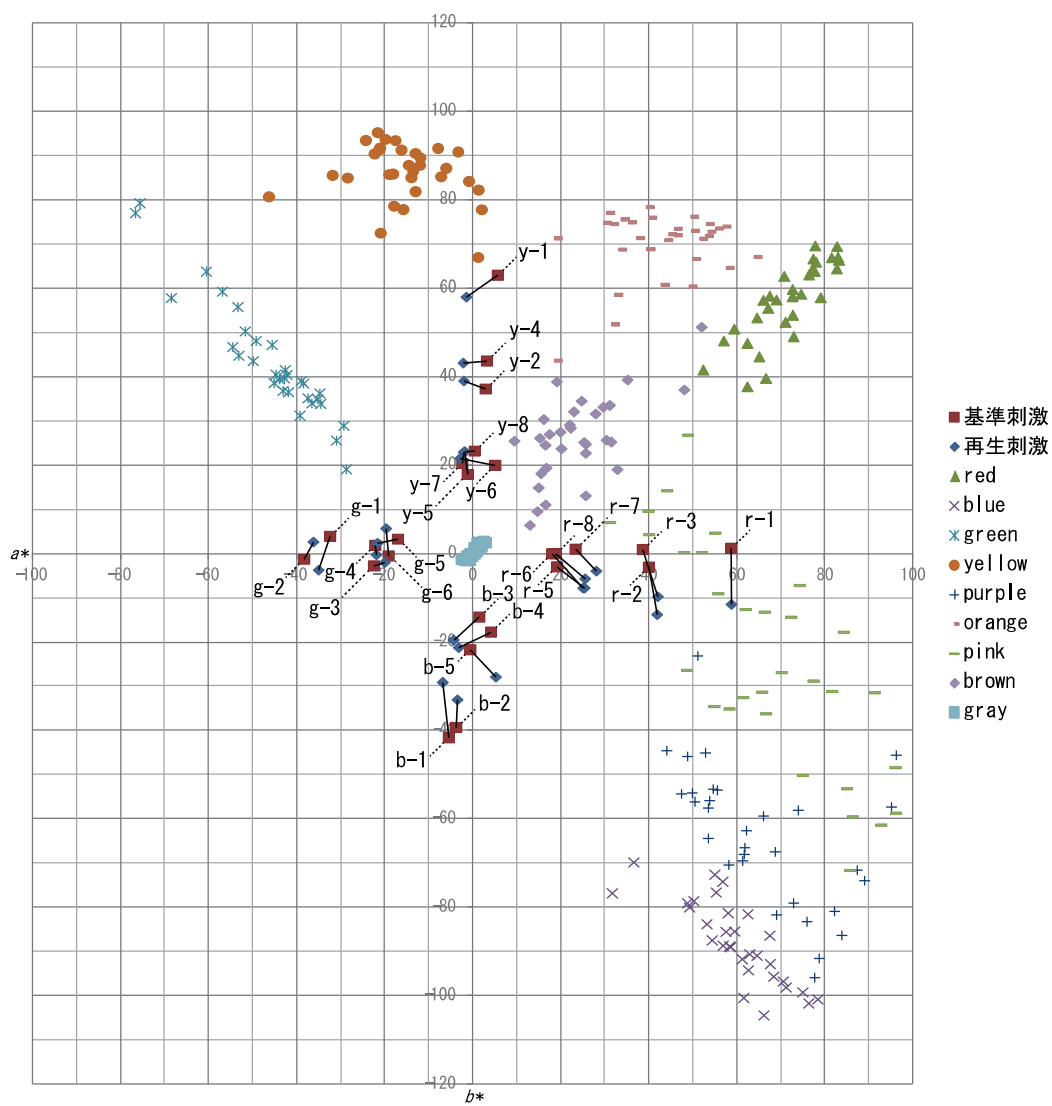


図 3.8:  $L^*C^*$ 平面におけるフォーカル色の分布と色記憶における色の移行

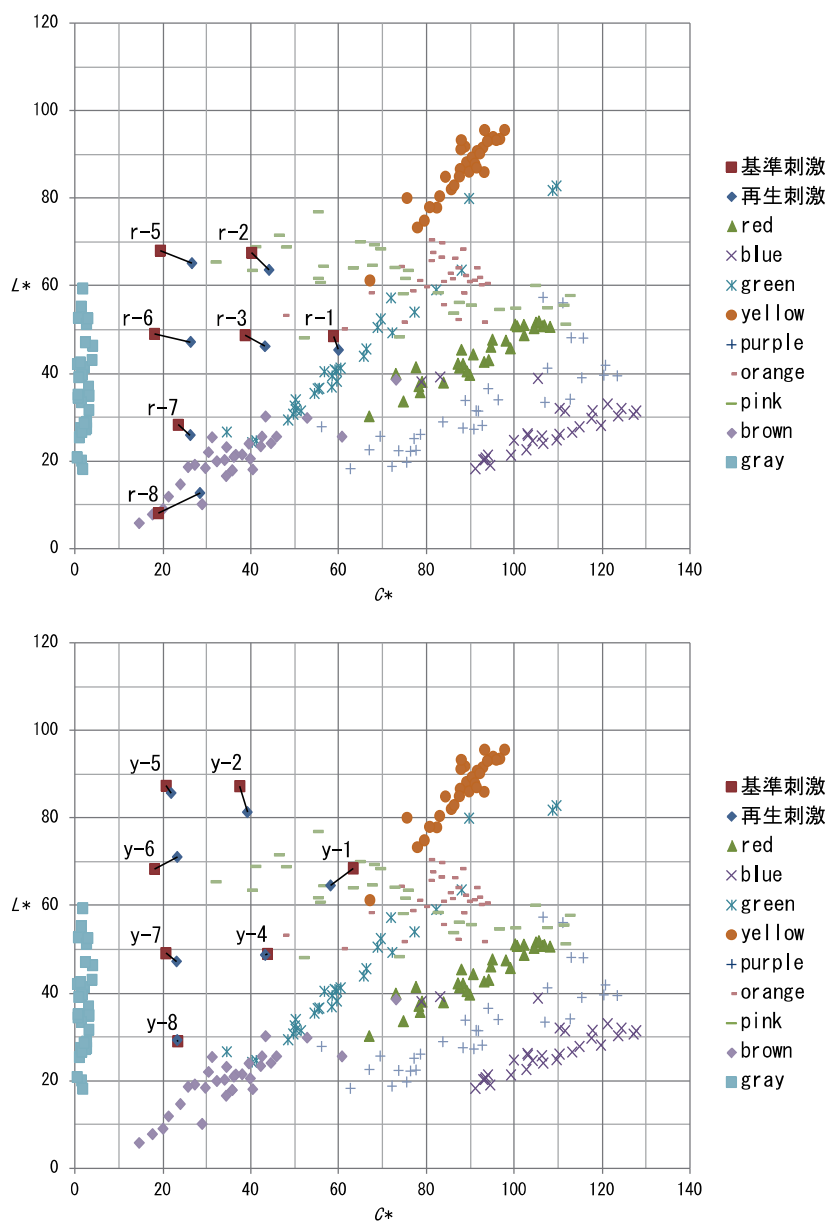


図 3.9:  $a^*b^*$ 平面におけるフォーカル色の分布と色記憶における色の移行 (上: 色相  $r$ , 下: 色相  $y$ )

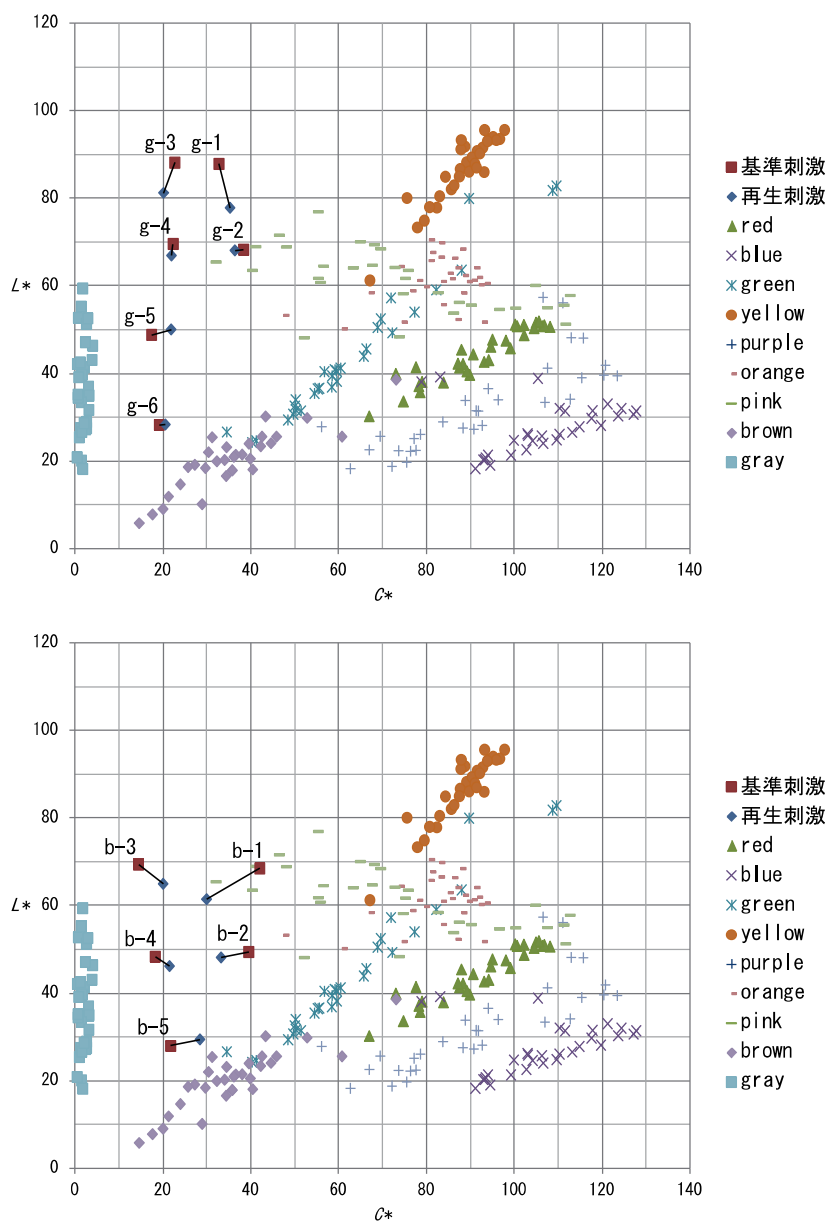


図 3.10:  $a^*b^*$ 平面におけるフォーカル色の分布と色記憶における色の移行 (上: 色相 b、下: 色相 g)

表 3.2: 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	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta h$
r-1		*	
r-2	*	*	*
r-3		*	*
r-4			
r-5		*	
r-6		*	*
r-7		*	*
r-8	*	*	
y-1	*	*	*
y-2	*		*
y-3			
y-4			*
y-5			*
y-6		*	
y-7		*	
y-8			*
g-1	*		*
g-2			*
g-3	*		
g-4			*
g-5		*	*
g-6		*	*
b-1	*	*	*
b-2		*	
b-3	*	*	*
b-4		*	*
b-5		*	*

## 3.4 色カテゴリーの分布

### 3.4.1 カテゴリカルネーミング実験

実験参加者は、液晶ディスプレイの画面中央にランダムに呈示された刺激に対し色名を回答させた。1回目の呈示では、色名として用いられる単語に制限は設けなかった(自由回答)。27刺激全ての回答後、2回目の呈示では基本色彩カテゴリー11色から強制的に選択し回答させた(強制回答)。刺激の呈示の間には10秒間のインターバルを設けた。

### 3.4.2 実験刺激

3.3節の色記憶の再生実験で使用した27色を刺激とし、色カテゴリーを調べた。

### 3.4.3 実験環境と実験参加者

実験参加者は、21~47歳(平均年齢25.7歳)の学生と職員、計7名(男性5名、女性2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いなかった。実験前に全実験参加者に対し、標準色覚検査表[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。

### 3.4.4 カテゴリカルネーミング実験における結果と考察

各刺激の色カテゴリーについて、カテゴリカルネーミング実験結果を表3.3、3.4に示す。表3.3は色名について、制限を設けず回答させた自由回答の実験結果を、表3.4は色名について、基本色彩カテゴリーから回答させた強制回答の実験結果を示している。表中には回答された色名と、その人数を表示している。自由回答と強制回答の両方において、黒の回答はなかった。また自由回答では33色名が回答された。色相rは自由回答ではピンク、桃、ピーチ等の回答が多い傾向が見られた。内川[15]、Uchikawaら[18]の先行研究では、一般に同一色を表す色名が日本語と英語の両方で使われている場合、これら二つの色名を一つにまとめて扱っている。今回の場合においても同様に扱うことができると考えられる。強制回答では主にredとpinkが回答された。色

相 y は自由回答では黄のほかに、黄土と、クリーム、山吹、茶等が多く回答される傾向が見られた。これは色相 y が彩度と明度の違いによって感じられる色味が大きく異なることを示している。強制回答では、yellow の回答が主となった。これらのことから、色相 y の色カテゴリーは基本色彩カテゴリーでは yellow にまとめられるが、彩度と明度の違いによって認識が異なる傾向が見られた。色相 g は自由回答では緑のほかに、g-1、g-2、g-3、g-4 の比較的明度の高い色において水が回答される傾向が見られた。強制回答では主に blue と green が回答された。色相 b は自由回答では青の他に灰と水が多く回答される傾向が見られた。強制回答では主に blue と gray が回答された。全体的な傾向として、強制回答による基本色彩カテゴリーからの回答の場合、1色あるいは2色の色カテゴリーにまとまる。しかし、自由回答の場合においては彩度、明度の違いによって認識が細かく異なる傾向が見られた。

表 3.3: 自由回答におけるカテゴリカルネーミング実験結果 (数字は人数)

刺激名	回答された色名と人数(自由回答)																			
r-1	赤	1			ピンク	3	桜	1	桃	1	ショウキョウピンク	1								
r-2					ピンク	5			桃	1			カーモンピンク	1						
r-3	赤	1			ピンク	4			桃	1					ピーチ	1				
r-4	赤	3			ピンク	3									芋	1				
r-5					ピンク	5	桜	1	桃	1										
r-6					ピンク	5			桃	2										
r-7	赤	1			ピンク	3							カーモンピンク	1	芋	1	朱	1		
r-8	赤	4	紫	2													朱	1		
y-1	黄	6					黄土	1												
y-2	黄	5							クリーム	1	山吹	1								
y-3	黄	4					黄土	1	クリーム	1			茶	1						
y-4	黄	3					黄土	2					茶	1	黄褐	1				
y-5	黄	2			白	1											肌	4		
y-6	黄	3	橙	1					クリーム	1			茶	1			肌	1		
y-7	黄	2					黄土	2	クリーム	1			茶	1			肌	1		
y-8	黄	2					黄土	2			山吹	1	茶	1				枯葉	1	
g-1			緑	2			水	4	ライトグリーン	1										
g-2			緑	4			水	2			コールドブルー	1								
g-3			緑	2	白	1	水	4												
g-4	青	1	緑	4			水	1	ライトグリーン	1										
g-5	青	2	緑	3					ライトグリーン	1			深緑	1						
g-6			緑	5									深緑	1	モスグリーン	1				
b-1	青	3						水	2	空	1	ライトブルー	1							
b-2	青	3						水	4											
b-3	青	2	紫	1	灰	2	白	1	水	1										
b-4	青	3			灰	2			水	1					モスグリーン	1				
b-5	青	2			灰	2			水	1							紺	1	群青	1



表 3.4: 強制回答におけるカテゴリカルネーミング実験結果 (数字は人数)

刺激名	回答された色名と人数																
r-1	red	2										pink	5				
r-2												pink	7				
r-3	red	1										pink	6				
r-4	red	4					purple	1				pink	2				
r-5									orange	1		pink	6				
r-6												pink	7				
r-7	red	2							orange	1		pink	3	brown	1		
r-8	red	4					purple	2				pink	1				
y-1					yellow	7											
y-2					yellow	7											
y-3					yellow	7											
y-4					yellow	7											
y-5					yellow	4			orange	1					white	2	
y-6					yellow	7											
y-7					yellow	6								brown	1		
y-8					yellow	5								brown	2		
g-1			blue	3	green	4											
g-2			blue	1	green	6											
g-3			blue	4	green	1										white	2
g-4			blue	2	green	5											
g-5			blue	1	green	6											
g-6					green	7											
b-1			blue	7													
b-2			blue	7													
b-3			blue	3					purple	2						gray	2
b-4			blue	4												gray	3
b-5			blue	6												gray	1

### 3.5 色記憶における色の移行と色カテゴリーから見たデータの分類

内川 [1]、杉山ら [12] の先行研究では、呈示された色の属する色カテゴリーによって、色記憶における色の移行先が決定されることが報告された。色カテゴリーの中心に近い色においては、色記憶における色の移行先はその色カテゴリー内に分布し、フォーカル色の方向へ移行することが多い。また、色カテゴリーの境界付近の色においては、色記憶における色の移行先が、ひとりの観察者において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々が 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 3.8 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、色記憶における色の移行について、 $a^*b^*$  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 [1] 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、第2章の結果や先行研究の報告 [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 3.8~3.10 のフォーカル色の分布と色記憶における色の移行を見ると、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、色記憶における色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ー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、半数以上の人々が黄を回答する傾向が見られた。図 3.8~3.10 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。色記憶における色の移行について、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、カテゴリー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 3.8~3.10 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。色記憶における色の移行については、 $a^*b^*$ 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 [1] 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、カテゴリー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 3.8~3.10 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、カテゴリー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 low 彩度の位置に属してい

ると考えられる。色記憶における色の移行については、 $a^*b^*$ 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3.8～3.10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、色記憶における色の移行について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、基本色彩カテゴリのyellowではなく、肌色系統の色カテゴリによって認識されており、その中において色記憶における色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3.8～3.10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。色記憶における色の移行について、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、基本色彩カテゴリのblueではなく水の色カテゴリによって認識されており、その中において色記憶における色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における色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[1]の先行研究と同様に基本色彩カテゴリに属しその色カテゴリ内で色記憶が移行する傾向が見られた。ただし、必ずしも色記憶における色の移行がフォーカル色の方向ではなかった。これは色記憶における色の移行が、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、基本色彩カテゴリではなく、それぞれ肌や水の色カテゴリとして認識されていると考えれば、同じ色カテゴリに属した刺激の色記憶における色の移行は類似した傾向が見られた。この色記憶における色の移行を詳細に見るため、色記憶の再生実験で作り出された再生刺激について、実験参加者全員のデータを $L^*a^*b^*$ 色空間にプロットした(付録A)。これら13刺激の中の一例として、r-6における実験参加者全員の基

準刺激に対する再生刺激のデータを図 3.11 に示す。図 3.11 の  $a^*b^*$  平面上では、全体的に  $a^*$  値が上昇し、 $b^*$  値が低下していることがわかった。また  $L^*C^*$  平面上では、全体的に  $C^*$  値が上昇していることがわかった。これらのことから、r-6 において図 3.8 ~ 3.10 で示した色記憶における色の移行の平均値データは、実験参加者全員の色記憶における色の移行の傾向を反映していると言える。r-8 以外の全ての刺激においても同様に、実験参加者全員の再生実験のデータが基準刺激に対して特定の方向へずれて分布する傾向が見られた。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における色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、色記憶における色の移行を補間して考えることができる可能性がある。補間には、Newhall ら [10] が提案した式 (1.1) のような補間式が使用できると考えられる。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、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、色記憶における色の移行を予め想定したデザインや、色記憶における色の移行に伴う色の印象の変化をも想定した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 3.8 ~ 3.10 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。色記憶における色の移行については、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 3.8 ~ 3.10 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。色記憶における色の移行について、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がばらついている場合、複数の色カテゴリの境界部分に属していると考えられる。色記憶における色の移行への色カテゴリの影響を支持するならば、それらの色記憶における色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。y-8 における実験参加者全員の基準刺激に対する再生刺激の分布を図 3.12 に示す。y-8 は  $a^*b^*$  平面と  $L^*C^*$  平面の両平面において、基準刺激を中心に再生刺激の分布がばらついていることがわかった。これは、前述した 13 刺激とは異なり、y-8 においては色空間中で極端に異なる方向への色の移行が混在しているといえ、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。ただし、これらの色記憶における色の移行の結果は、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。また y-4 においては、前述した 13 刺激と同様に基準刺激に対して再生刺激が特定の方向へずれて分布する傾向も見られた。楨ら [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 [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における色の移行が見られた。色カテゴリ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判断がばらついたとしても、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 3.8~3.10 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 (yellow、brown、肌) の間に位置していると考えられる。色記憶における色の移行について、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 3.8~3.10 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 (blue、水) の間に位置していると考えられる。色記憶における色の移行について、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にばらつきが見られ、複数の色カテゴリ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、色記憶における色の移行に周囲の刺激と一貫した傾向は見られなかった。これら 4 刺激の中の一例として、y-7 における実験参加者全員の基準刺激に対する再生刺激の分布を図 3.13 に示す。y-7 は  $a^*b^*$ 平面と  $L^*C^*$ 平面の両平面において、基準刺激を中心に再生刺激の分布がばらついていくことがわかった。これは y-8 と同様に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。

このように、複数の色カテゴリの境界部分に属していると考えられる r-7、y-4、y-8、y-6、y-7、b-3、b-4 の 7 刺激においては、全 7 刺激中 4 刺激の再生刺激が基準刺激を中心に分布をしていた。そのため、現段階ではこれらの刺激における色記憶データを、デザインに用いるのは危険であると言える。ただし、詳細な色カテゴリ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データも、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、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に認識した刺激であると言える。これら 5 刺激の中の一例として、g-1 における実験参加者全員の基準刺激に対する再生刺激のデータを図 3.14 に示す。図 3.14 の  $a^*b^*$ 平面上では、全体的に  $b^*$ 値が低下していることがわかった。また  $L^*C^*$ 平面上では、 $L^*$ 値が低

下していることがわかった。これらのことから、g-1において図3.8～3.10で示した色記憶における色の移行の平均値データは、実験参加者全員の色記憶における色の移行の傾向を反映していると言える。その他の刺激においてもg-4を除く3刺激は、実験参加者全員の再生実験のデータが基準刺激に対して特定の方向へずれて分布する傾向が見られた。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、色記憶における色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[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、 $a^* < 0$ 、 $b^* > 0$ の領域に分布しており、緑のフォーカル色に近い色が使用された。Eppsら[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。そして、本論文の第2章では、 $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$ の領域の色は、他の領域と比較して色の移行にばらつきがあることを報告した。このように、先行研究や本研究の実験において、色相gが分布する青緑系統の領域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。

多くの実験参加者が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、色を認識する際や、記憶する際の手がかりとなる色カテゴリーや色名、色に関する経験等が影響していると考えられる。以下に、これらの手がかりと色記憶との関係について整理し、色記憶のばらつきが見られた要因について考察する。

はじめに色記憶と色カテゴリーの関係について述べる。色の認識において、私たちは色空間における色を連続したものとして捉えるとともに、色カテゴリーとして分類し離散的に捉えている。このカテゴリカルな認識について横井ら[19, 20, 21]は視覚探索メカニズムの解明の視点から報告を行った。横井ら[20]は色差を統制した条件のもと、色刺激の探索実験を行うことによって多色不均一視覚探索とカテゴリカル色知覚の関係を調べた。その結果、色差を統制した条件下においてもカテゴリカル色知覚が行われていることから、多彩な刺激が混在するより日常的な環境においては色差などの比較的低次な色知覚だけではなく、より高次のカテゴリカル色知覚が大きな役割を果たしていることを報告した。また、瞬間呈示された刺激に対する多色視覚探索にお



ける色カテゴリの影響について、わずか 50ms の呈示刺激においても色カテゴリに基づいた刺激の抽出が行われており、この抽出処理が 100ms 以内に完了している可能性を示した [21]。

このカテゴリカル色知覚における色カテゴリ境界付近の色認識について、人間が二色の色カテゴリをまたぐ連続した色の変化を見たとき、色カテゴリの境界付近の色に対して明確にひとつの色カテゴリを選択できない場合には、両方の色カテゴリを同時に認識し、色のカテゴリ分けがあいまいになることが矢田ら [22] の実験から明らかになった。また、川上ら [23] による光源色の色名のカテゴリカル領域の調査では、呈示された色に用意された色名を当てはめる実験を行った。その結果、回答された色刺激において実験参加者間にばらつきが見られたことを報告した。

これらの報告から、色カテゴリの認識には個人差があり、さらに色カテゴリの境界では個人における色カテゴリの認識があいまいになることがわかる。今回着目した  $L^*a^*b^*$  表色系における  $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$  の領域は、フォーカル色の再生実験においてフォーカル色の分布がほとんど見られない領域であった。このことから、この領域は色の認識をする際に、他の領域よりも色のカテゴリ分けがあいまいとなり、記憶にばらつきが見られた可能性が考えられる。

次に色記憶と色名や色に関する経験等との関係について述べる。池田ら [24, 25, 26]、吉澤ら [27] は色記憶における色名など言語の影響との関係について報告をした。

池田ら [24] は実験参加者に 4 色 (赤、緑、青、黄) のフォーカル色を再現させた後、再現させたフォーカル色の色カテゴリから選ばれた 4 色に対して再認実験を行った。実験後、実験参加者からの内省報告から、色を記憶する際に「明るい赤」等の言語化を行っていたことが分かった。また、池田ら [25] は記憶中の色に対して、言語情報と視覚情報のどちらが色カテゴリの影響を生み出すかについて調べた結果、色カテゴリの影響は言語情報に強く依存している可能性を報告した。そして、池田ら [26] は特徴をとらえ易いフォーカル色とそうでない非フォーカル色を記憶する際に言語情報と視覚イメージ情報に対する依存度に差が見られるかどうかを検討した。その結果として、特徴を捉え易いフォーカル色の記憶は言語情報への依存度が高く、そうでない非フォーカル色の記憶では視覚イメージへの依存度が高い可能性を報告した。

吉澤ら [27] は実験参加者に色名とそれに対応する色をマッチングさせる実験を行った。その結果として、色名を知らない色ほどマッチングにおける色差が上昇し、そして、どんな色かがイメージできないほど色差が上昇することを報告した。

これらの研究では、特徴を捉えにくい非フォーカル色の記憶は言語情報よりも視覚イメージ情報に依存する傾向を報告した。本研究で行ったフォーカル色の再生実験では、 $L^*a^*b^*$ 表色系において、色相  $g$  を含む  $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$  の領域にフォーカル色の分布がほとんど見られなかったことから、記憶をする際に視覚イメージ情報に依存したと考えられる。この視覚イメージ情報は、日常的な色に関する知識や経験により蓄積されていく。しかし、私たちが普段目にする色について、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おり [28]、色相  $g$  が分布する青緑系統の色は比較的少ないことがわかる。さらに青と緑の扱いについて、文化人類学の研究では青と緑が区別されないことは珍しいと考えられているが、とりわけ日本においては今日においてもある範囲において混同して用いられており、地域的には青が黄の色名がカバーする範囲まで含んで使用される場合もある [29]。Berlin ら [30] らが行った文化人類学的調査の色名出現順においては、白・黒・赤の次に現れるのは緑か黄であり、青は遅れる。一般的には青と緑は区別され、かつ緑が先に出現するとされる。しかし、日本では、青が先に出現し、さらに緑や黄の要素を含む極めて許容度を持った色として扱われてきた。これらのことから、日本における青緑系統の色は環境的、歴史的にあいまいな色であることがわかる。今回、カテゴリカルネーミング実験において、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回答されたが、自由回答では別の色カテゴリーとして回答されることが多かった。これは、実験対象とした日本人にとって、具体的な視覚イメージ情報が少ない色であったため、より詳細な色名を回答する自由回答にばらつきが見られた可能性が考えられる。

また、言語情報に依存して色を記憶する際に使用される色名について、内川 [31]、鈴木ら [32]、近江 [33]、白石 [34, 35] らは、色空間における色名の分布にばらつきがあることを報告した。

内川 [31] は、カテゴリカルネーミング法により、日本語の基本色名がどのような特徴を持ち、どのように色空間内に分布しているかを調べた。カテゴリカルネーミング法においては呈示されたテスト色票に対して、単一の色名により回答を行わせた。その結果、OSA 均等色空間における青色と緑色の間の領域に色名の分布が少ない傾向を報告した。

鈴木ら [32] は JIS の慣用色名について、各色名に記載された色相をマンセル表色系の基本 10 色相に振り分けて、各基本色相に含まれる色名の数を数えた。その結果、色

相 R から Y での色名が多く、BG で最も少ないことを報告した。

近江 [33] は、5つの色名集に記載されている色名について、ISCC-NBS 系統色名法の 267 分類それぞれに該当する色名がいくつ収録されているかを集計した。その結果、色立体において色名が存在しないノーネーム・ランドと呼ばれる領域があることを報告した。さらに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を報告した。

そして記憶の中の色名について、白石 [34, 35] らの研究では、波長を 410nm から 700nm まで変化させた色に対して、色名を回答させる実験を行った。その結果として、出現率 50 % 以上の一般色名は赤、橙、黄、緑、青、紫であった。そして、中間色名の黄緑、青緑、青紫の出現率は 20 % 以下であり、特に青緑、青紫 5 % 以下であることを報告した。また、呈示された色に対して 100 色相環上で対応する色相を選択し、色記号で回答する実験においては、中間色名の黄緑、青緑は回答色相範囲の広がりが大きく、対応する色相に個人差の大きいことを報告した。

これらの研究では概して、青緑系統の領域は他の領域と比較して色名数が少ないことを報告した。これは前述したように、青緑系統の領域の色は日常生活で目にする機会や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。そのため記憶の精度は、色を記憶する際に言語情報に依存する場合、各個人における色名の知識量に依存するため、個人差が大きくなり青緑系統の色においてばらつきが見られた可能性が考えられる。

松田ら [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 種類に分類があることを報告した。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さ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や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

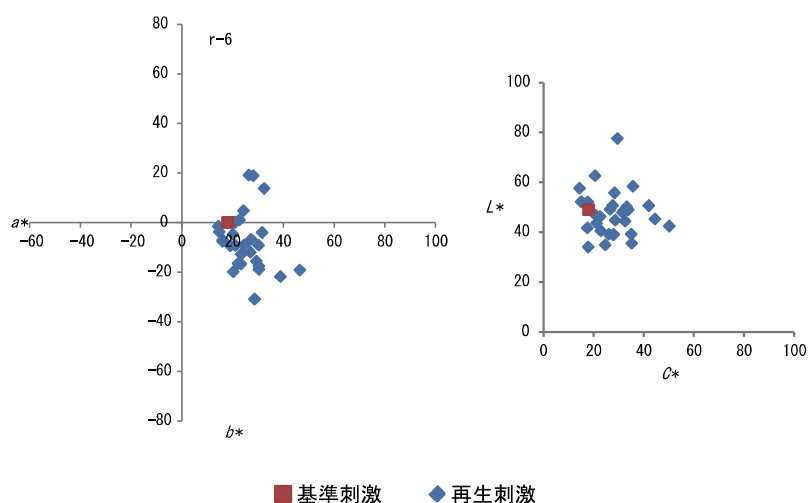


図 3.11: r-6 の基準刺激に対する再生刺激の分布

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における色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データの信頼性は低く、デザインに用いるのは危険であると言える。

ただし、色記憶における覚え易さや覚え難さに関する知見は、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、企業やブランドのCI・VI、広告、ディスプレイに使用することによって、消費者の購買意欲の向上を促すことができると考えられる。正確な判断を要するサイン等においては、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、機能性を高めることができると考えられる。また、直接人命に関わるような、道路標識や誘導のためのサイン等においては、他の色の心理的効果と合わせて使用することによって、より効果的な視覚コンテンツの制作ができると考えられる。

色の覚え易さ覚え難さについては、色カテゴリーや色名の創出における文化や慣習の違い等の影響を考慮して、より詳細に調べていくことが求められる。そして、これまでの色記憶の知見に加え、新たに色の覚え易さ覚え難さに関する視点から色記憶について調べていくことは、さらなる色の心理的効果の拡張につながると考えられる。

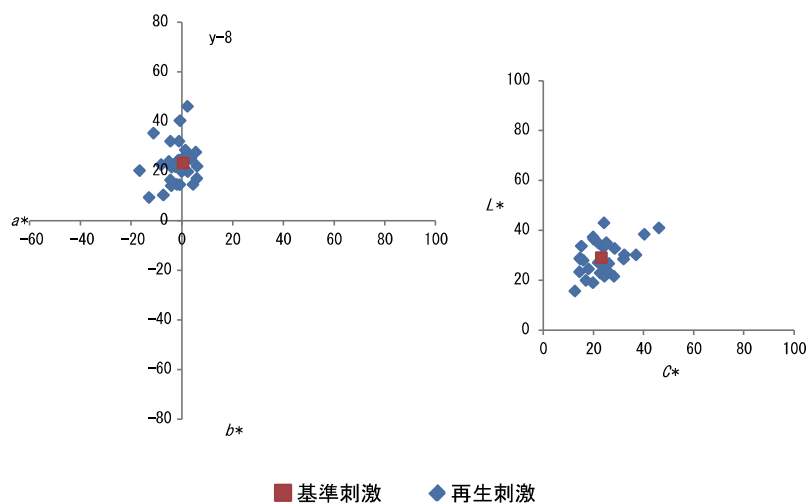


図 3.12: y-8 の基準刺激に対する再生刺激の分布

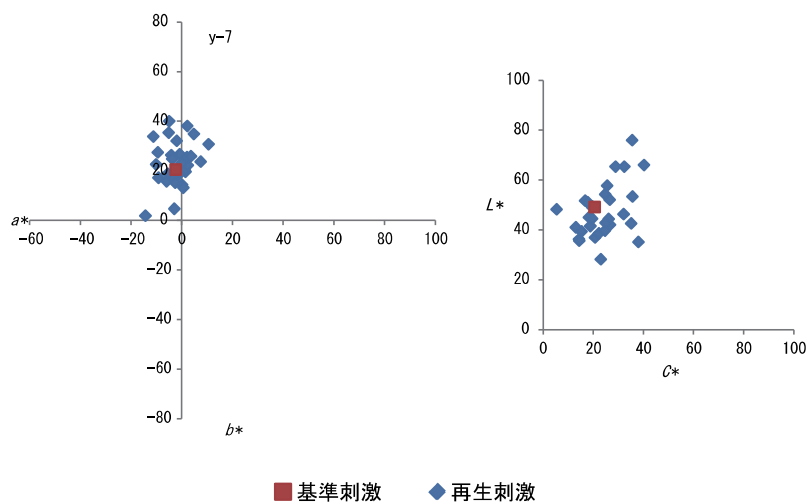


図 3.13: y-7 の基準刺激に対する再生刺激の分布

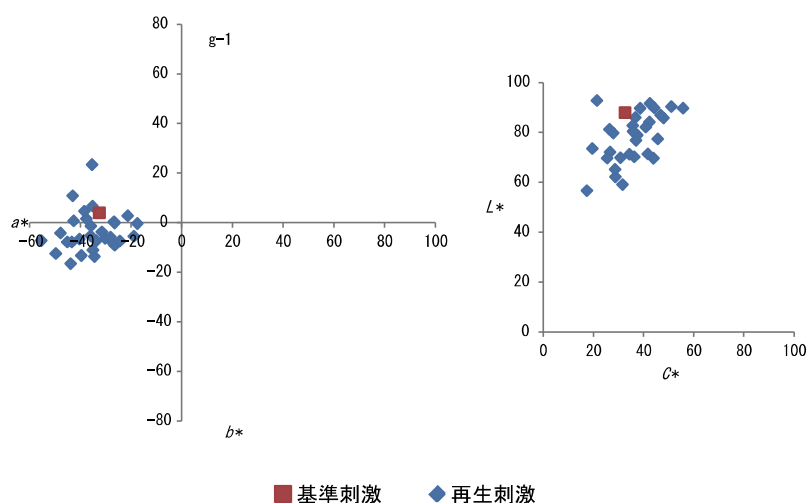


図 3.14:  $g-1$  の基準刺激に対する再生刺激の分布

### 3.6 まとめ

本章では、(1) どのような色において色記憶における色の移行の平均値データを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における色の移行の平均値データの間を補間して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て、その分類方法を提案す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、またカテゴリーカルネーミング実験を行い、色カテゴリー認識の個人差の有無と、色空間中における近傍の色記憶データとの類似性の有無によって分類した。そして、分類された各グループの色記憶データの特徴を明らかにした。

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における色の移行が見られた。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における色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、色記憶における色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は、カテゴリー認識の共通性、並びに近傍の色記憶データとの類似性の観

点から、色記憶データの信頼性が高いグループに分類できる。このグループに分類された色記憶データは、デザインへ利用できる可能性がある。しかも、これらの色において、色空間中で近い位置関係にある色記憶における色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における色の移行は近辺の色記憶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データは、信頼性の低いグループに分類される。このグループに該当する色記憶データは、そのまま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、色記憶データを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における色の移行と、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おいて実験参加者間に共通性が見られたが、色空間中で近い位置にあるにもかかわらず色記憶における色の移行については類似性が見られなかった。これは、各個人において色カテゴリーや色名の判別及び記憶が難しい領域であったため、色記憶を再生することが難しく、近傍の色記憶における色の移行に類似した傾向が見られなかった可能性が考えられた。カテゴリー認識に共通性がありつつも、近傍の色記憶データとの類似性がない色である、色相  $g$  の領域の色は、色記憶が難しいグループとして分類される。このグループの色記憶データは、基本色彩カテゴリーとして同一の色カテゴリーに認識された刺激であっても、これらの色記憶データをそのままデザインに利用することはできないと考えられる。一方で、色記憶における覚え難さに関する知見は、デザインの一つの要素として扱うことができるかもしれない。色カテゴリーや色名の判断しやすさと、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。以上のように、色カテゴリー認識の共通性、並びに近傍の色記憶データとの類似性の観点から、色記憶データの分類を行うことが、色記憶データのデザインへの利用において大変重要であることがわかった。

色記憶データの補間の可能性は、色空間内において一様ではないことがわかった。基本色彩カテゴリーの中で色記憶における色の移行が見られ、近い位置関係にある色

の色記憶における色の移行に滑らかに連続した傾向が見られた領域は、先行研究で提案された補間式を使用することが出来ると考えられる。その他の領域については色記憶における色の移行、または色カテゴリーの認識にばらつきが見られたため、従来の補間色をそのまま使用することは出来ないと考えられる。今後、詳細なデータを得ることによってこの各領域に適応した補間式を提案したり、補間が不可能な領域を規定したりすることが求められる。

また、今回の研究における実験参加者は学生が中心であり、カテゴリカルネーミング実験とその他の実験で参加者数が異なっていた。今後は、実験参加者数を統制するとともに人数を増やし、実験の精度を上げていくことが必要となる。また幅広い年齢層や、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。



## 参考文献

- [1] 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
- [2] Hamwi, V., Landis, C. :Memory for color, *Journal of Psychology*, 39, 1, 183-194, 1955
- [3] Burnham, R. W., Clark, J. R. : A test of hue memory, *Journal of Applied Psychology*, 39, 3, 164-172, 1955
- [4] Pérez-Carpinell, J., Baldovi, R., de Fez, M. D., Castro, J. : Color memory matching: Time effect and other factors, *Color Research and Application*, 23, 4, 234-247, 1998
- [5] Collins, M. : Some observations on immediate colour 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, 嶋崎裕志：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] 槇究, 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, 43-54, 1957

- [11] Hellmig, E. : Versuche über das Farberinnerungsvermögen, *Farbe*, 17, 65-91, 1958
- [12] 杉山徹, 内川恵二 : 色の記憶とカテゴリーカル色知覚の比較, *vision*, 5, 85-88, 1993
- [13] 日本色彩学会 : 色彩用語辞典, 東京大学出版, 35, 2003
- [14] 川上元郎, 河合雅仁, 李相明, 中村美喜 : 光源色の色名のカテゴリーカル領域の調査, *日本色彩学会誌*, 23, SUPPLEMENT, 20-21, 1999
- [15] 内川恵二 : 表面色のカテゴリーカル色知覚, *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] 横井健司, 内川恵二 : 多色不均一ディストラクタ上の視覚探索における色カテゴリーの役割, *Vision*, 14, 1-12, 2002
- [20] 横井健司, 内川恵二 : ターゲットの色カテゴリー内のセットサイズに依存した多色不均一視覚探索の効率, *光学*, 32, 10, 629-632, 2003
- [21] 横井健司, 内川恵二 : 瞬間呈示の多色視覚探索課題にみる色のカテゴリー性の役割, *光学*, 32, 12, 724-731, 2004
- [22] 矢田紀子, 長尾 智晴, 内川恵二 : Neural Network によるカテゴリーカル色知覚モデルを用いたシーン中の色認識, *情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用*, 49, SIG 4(TOM 20), 1-7, 2008
- [23] 川上元郎, 河合雅仁, 李相明, 中村美喜 : 高原色の色名のカテゴリーカル領域の調査, *日本色彩学会誌*, 23, SUPPLEMENT, 20-21, 1999

- [24] 池田尊司, 苧阪直行: 典型色が色の記憶に与える影響, 映像情報メディア学会技術報告, 27, 41, 13-16, 2003
- [25] 池田尊司, 苧阪直行: 記憶方略による色記憶特性の変化, 基礎心理学研究, 22, 2, 226, 2004
- [26] 池田尊司, 苧阪直行: 色の記憶に関する言語性および視覚性コンポーネントの協調, 基礎心理学研究, 24, 2, 226, 2006
- [27] 吉澤陽介, 日比野治雄, 小山慎一: 慣用色名の認識に関する基礎的研究 (第一報: 色選択法における色差・色名の知名度・イメージ可能度間の関係、および認識度評価の定量化の試み), 日本色紙学会誌, 33, 2, 218-229, 2009
- [28] 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
- [29] 小町谷朝生: 色の不思議世界, 株式会社原書房, 250-251, 2011
- [30] Berlin, B., Kay, P.: Basic Color Terms, Their Universality and Evolution, University of California Press, 1969
- [31] 内川恵二: 表面色知覚のカテゴリカル基本色, テレビジョン学会技術報告, 11, 31 25-30, 1987
- [32] 鈴木恒男, 小松原仁: 慣用色名の色相での分布に関する考察, 日本色彩学会誌, 37, 3, 270-271, 2013
- [33] 近江源太郎: 色の名前に心を読む, 研究者出版, 68, 2008
- [34] 白石みね子: 色名と記憶色: デザイン系学生(仙台市)を対象とした調査II, デザイン学研究, 55, 102, 1986
- [35] 白石みね子: 色名と記憶色: デザイン系学生(仙台市)を対象とした調査IV, デザイン学研究, 68, 76, 1988
- [36] 松田豊, 加藤美奈子, 嶋崎裕志: 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

## 第4章 色記憶における色の移行に伴う色の 印象変化に関する検討

本章では、色記憶における色の移行に伴い、呈示した色を見たときの印象と、記憶した色を想起した時の印象の変化について検討する。呈示した色において印象評定を行うとともに、色記憶の再認実験における再認した色に対しても印象評定を行い、印象の変化の有無と色の移行の大きさとの関連性についてと、印象の変化の要因について調べる。

## 4.1 はじめに

### 4.1.1 色記憶と色の印象について

色記憶の研究においては、色記憶のメカニズムの解明を目的としている研究がほとんどであり、記憶の正確性や誤差、記憶の移行の方向性やその範囲等について報告されている。本論文の第3章では、それらの研究で得られた色記憶データを分類し、デザインに利用することができるかどうか及び、調べられていない領域のデータを補間することが可能かどうかについての検討を行った。一方で、色の記憶が変化するのであれば、記憶の変化に伴って記憶した色から受ける印象も変化する可能性が考えられる。第1章で述べたように、デザインにおける色の役割は大きく、色から受ける印象が見る側に与える影響は大きい。しかし、現在調べられている色の心理的効果は、色を見たときに生じるものを対象にしており、記憶の中の色に対する印象までは調べられていない。そこで、視覚コンテンツを見ている時の色だけでなく、時間経過で変化する記憶した色に対する印象も考慮することができれば、デザインによる視覚コンテンツにおける色の心理的効果を、さらに拡張することが可能となる。

### 4.1.2 色の印象についての先行研究

初めに、色の印象や感情効果について調べられている先行研究について述べる。色の感情効果についての先行研究は、色票が入手しやすくなった1930年以降盛んに行われるようになった[1]。Osgoodら[2]は、個々の色を評価させ、因子分析を行い色の感情調(affective tone)の次元を調べた。その結果、単独色については活動性、潜在力、評価性の3因子が抽出された。Osgoodら[2]がSD法を提案して以来、色の感情について多次元解析がこの手法を用いて行われるようになった。小林[3]は、単色をSD尺度で評定させ因子分析をしたデータから、あらゆる色には「暖かい-冷たい」、「柔らかい-かたい」、「澄んだ-灰色がかった」の3つの特質があることを報告した。楨ら[4]は、好みを中心とした単色の印象実験を行った。実験では7段階SD尺度7対により、168色の色見本の印象を評定させた。因子分析より、柔らかさと暖かさ両方に関わりの深い因子が抽出されるという結果を報告した。これらの研究は概して、多次元である色彩の感情効果を記述するための次元を明らかにすることに関心が向けら

れている。それによると、各研究の結果に差異は見られるが、一般的に色彩の感情効果は3次元で表され、各次元は色の寒暖、強弱、好悪を意味するとされている。

佐藤ら [5]、山下ら [6] は、色の三属性の観点から印象との関係について調べている。佐藤ら [5] は、明度や色濃度に依存すると考えられる明暗感、濃淡感、重量感の定量化について検討を行った。色の視感評価から得られた対語得点率と基本色属性の関係を比較することにより、明暗感、濃淡感、重量感のカラーイメージが明度や色濃度などに依存していることを明らかにした。結果として明暗感の場合は、明度に色相ごとに異なる彩度寄与を与えなければ、評価との良好な対応が得られなかった。濃淡感の場合は、色濃度値との相関はきわめて高く、色濃度値によって人間の濃淡感を良く定量化できるとした。重量感の場合は、明度に大きく依存していることが認められた。山下ら [6] は、色光の種類、トーン別に分類された色における心理的・生理的影響について、ディスプレイを用いて調べた。実験では、PCCS カラーカードを参考にした色光をディスプレイに表示し、実験参加者に評価を行わせた。結果として、高明度の色光は低明度に比べて快適性やリラックス感が高まる一方で、低明度の色光は緊張感や不安感が高まる傾向を報告した。

神作 [7]、伊藤 [8] は、複数色の配色と色の印象との関係について研究を行っている。神作 [7] は、色差により選んだ39組の2色配色について、SD法による色彩感情の分析を行った。その結果、2色配色の持つ色彩感情は気持ちの良さ、明るさ、強さ、暖かさの4因子により構成されているとした。伊藤 [8] は、2色配色の配色効果について、ファッション関係で使われる10尺度について、各10色相から、同一色相配色を系統的に選び、70色についてSD法を用いて配色効果を評価させる実験を行った。その結果、配色の評価は単色の評価に大きく依存し、色相環のうち、寒色の青を中心とした色相で調和しやすく、暖色の橙を中心とした色相で調和しにくいことを報告した。

これらのように先行研究では、色を観察中の印象について調べられている。しかし、記憶した色の印象については、研究の対象になっていなかった。

日常生活において得られる色の情報は、単色のみではなく配色として同時に複数の色が呈示される場合や、連続して複数の色が呈示されることが多い。単色を連続して複数記憶した際に、記憶した色同士がお互いの印象に影響を及ぼす可能性も考えられる。神作 [7]、伊藤 [8] は2色を同時に呈示した場合について報告をしているが、連続して記憶した複数色の印象についての報告はない。

次に、色の記憶について調べられている先行研究について述べる。色の記憶につい

での先行研究としては、主に単色の再認や再生の方法を用いて実験が行われる。Eppsら [10] は、4色の基準となるマンセル色票を用いて実験を行った。基準となる色と、マンセル色票から選択された9色の不正解の色をランダムに配置し、記憶した色を選択させた。その結果、黄は最も正確に記憶され、次に紫、黄赤、緑の順であったことを報告した。Pérez-Carpinellら [11] は、10色の基準となる色を用いて、色票を呈示したまま等色を行う知覚等色と、色を見終わってから記憶を元に等色を行う記憶等色を行い、その結果を比較する実験を行った。その結果として、知覚等色の平均色差は、ほとんどの場合1CIELab単位よりも低い、記憶等色の平均色差は全体的に高かった。最も記憶されなかった色は黄、次いで明るい緑、青、ピンク、一番正確に記憶されたのは橙であったことを報告した。これらの研究では、同じ黄や、同系色である黄赤、橙の傾向にばらつきが見られた。色の記憶の研究では、実験方法によって記憶に対する負荷が異なるため結果が異なることがある [12]。そのため、これらの報告では一貫した傾向が見られなかった。

一方で、Hamwiら [13] は、10種類の選び出された色に対して、1色を105秒間見て記憶させ、15分後、24時間後、65時間後に記憶した色を選び出させる再認実験を行った。その結果、鮮やかな緑みの青が最も誤差が大きく、くすんだくらしい紫は主に色相で誤差が起こった。また、くすんだ明るい黄みの緑は誤差が小さいということを報告した。Hellmig [14] は、彩度の近似した18色を記憶し、24時間後にその18色を含む120色票から、記憶した色を選び出させる再認実験を行った。その結果、色相により再認に差があり、全般的に暖色系は寒色系より成績が良かったことを報告した。本論文の第2章では、液晶ディスプレイ上に呈示した単色の刺激を記憶させ、カラーパレットを用いて記憶した色をつくり出す再生実験を行った。その結果、 $L^*a^*b^*$ 表色系における $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$ の青から緑にかけての領域において、記憶における色の変化に他の領域よりもばらつきがあることを報告した。これらの結果は、類似した傾向が見られており、色相によって色の再生・再認についての精度に差があることを示唆している。

またNewhallら [15] は、分光器を用いて色票を呈示したまま輝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秒後に記憶を元に等色を行う記憶等色の実験を行った。その結果、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報告した。内川 [16] は色の再認の不確かさと色カテゴリーとの関係について調べるため、単色の再認実験を行った。その結果、テスト色票の属する色カテゴリーによっ

て記憶内での色の見えが決まってしまうことを報告した。杉山ら [17] は、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との関係を調べるため、色の再認実験を行った。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い。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を報告した。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。これらの結果は、記憶における色の変化が個別の色に依存するだけではなく、色空間中における位置に依存した領域的な変化があることを示唆している。

このように、色の記憶についての先行研究では記憶をしやすい色、記憶をしにくい色があることが示されている。そして、個々の色や、色カテゴリー等の領域の視点から記憶における色の変化が調べられており、色空間上において色が分布している位置の色相、彩度、明度に依存した変化の傾向が見られている。

#### 4.1.3 本章における目的

記憶において色は変化する一方で、記憶した色を想起した時の色の印象は、呈示した時の色の印象と同じなのだろうか。また、変化している場合はその印象の変化の傾向と、記憶における色の変化との間には関連性があるのだろうか。先に述べたように、先行研究では再認によって選び出した色、あるいは再生によって作り出した色を「色記憶」として調べ、色記憶の特徴や性質を報告している。そのため、本研究ではまず先行研究と同様に再認実験を行い、色記憶を調べた。ここでは、再認した色に対して印象評価を行い、そこから得られた結果を「色記憶の印象」と呼ぶ。そして、呈示した色の印象と色記憶の印象との違いを「印象の変化」と呼ぶ。この実験を通じて以下の内容を調べることを目的とした。

(1) 色記憶における色の移行が有意であった色において、印象の変化の有無と、色の移行の大きさとの関連について。

(2) 印象の変化が見られた色においての変化の要因について。



## 4.2 色記憶における色の移行に伴う印象の変化の有無

まず、色記憶における色の移行の大きさが異なる刺激を用いて印象評価を行ない、色の移行に伴う印象の変化が起こるかどうかを調べた。

### 4.2.1 色記憶の再認と印象評価

実験参加者への課題として、(1)色の記憶・印象評価、(2)色の再認、(3)再認した色の印象評価を行わせた(図4.1)。本実験においては第2章及び第3章と異なり、色記憶の変化だけではなく色の印象も同時に調べる必要がある。そのため、色記憶の再現において色をつくり出す再生実験より、色を選ぶことにより実験参加者の負担を軽減することができる再認実験を行った。初めに(1)「色の記憶・印象評価」において、実験参加者はディスプレイ中央の基準刺激を観察し、3分間印象評価をしながら色を記憶した(図4.2)。3分間の内、刺激を呈示して10秒後に、ディスプレイ中央の刺激の下方に形容詞対が呈示されるので、実験参加者はマウスによる選択によって7段階SD尺度16対の評価を行った(図4.3)。印象評価の時間は1つの形容詞対につき10秒間であった。形容詞対は日本色彩研究所が発行している「色名とそのエピソード」[9]に掲載されている以下の16対を用いた。きれいな-きたない、澄んだ-にごった、好きな-嫌いな、子どもっぽい-大人っぽい、派手な-地味な、陽気な-陰気な、明るい-暗い、やわらかい-かたい、弱い-強い、浅い-深い、女性的な-男性的な、あっさりした-くどい、情熱的な-理知的な、動的な-静的な、暖かい-冷たい。形容詞対の呈示順はランダムとした。3分間の作業が終了したのち、黒の画面を表示し1分の休憩とした。そして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。

上述の手続きによって、4つの刺激の記憶・印象評価を終了したのち、黒の画面を表示し3分間の休憩とした。その後(2)「色の再認」を行った。色の再認では、実験参加者は液晶ディスプレイ上に呈示したカラーチップの中から、記憶した4色を記憶した順番に選択させた(図4.4)。カラーチップは、 $L^*a^*b^*$ 表色系から選択した。 $L^*a^*b^*$ 表色系の中から $sRGB$ 色空間で呈示できる色域を選択し、 $L^*a^*b^*$ 値がそれぞれ10刻みとなる座標の色を呈示した。ディスプレイ上には $L^*a^*b^*$ 表色系の同明度面を呈示しており、上下キーによって明度を変化させマウスで記憶した色を選択することができた。上下キーを1回押すたびに、 $L^*$ 値は10変化した。図5には $L^*$ 値が50の時の



図 4.1: 実験の流れ

カラーチップの状況を示している。1 刺激を再認する時間は 3 分間とし、再認終了後、1 分間の休憩を取り次の刺激の再認を行った。

実験参加者は、4 色の再認が終了したのち 3 分間の休憩を挟み、再認した色の印象評価を行った。実験参加者は色の再認において選択した色を再度ディスプレイ上で観察し、印象評価を行った。印象評価の作業の流れは、最初の色の記憶・印象評価の際の作業と同様であった。

今回の色の再認において、基準刺激の呈示・記憶から、色の再認まで約 15 分の時間を設けた。色記憶の時間経過による変化についての先行研究において、Hamwi ら [13] は記憶した色を 15 分後、24 時間後、65 時間後に選び出す再認実験を行った。その結果、15 分後から 65 時間後まで経過しても記憶の劣化はある量以上は進まないことを報告した。また、楨ら [19] は記憶した色を、記憶直後、約 30 分後、約一週間後の 3 回に渡って再生させる実験を行った。その結果、一旦記憶された色は、一週間後まで安定して再生されることを報告した。前述した Pérez-Carpinell ら [11] の研究では記憶した色を記憶直後、15 秒後、15 分後、24 時間後に選び出す実験を行った。その結果、15 秒後と残りの時間の間において色差が増加することを報告した。しかし、15 分後と 24 時間後の間に有意差は確認されていない。これらのことから、色の記憶は記憶直後に移行をし、その後大きな変化はしない傾向があることが分かる。そのため、今回の実験においては実験参加者の負担と、前述した実験手続きの流れを考慮し、15 分後という時間が妥当であると判断した。

#### 4.2.2 実験刺激

呈示する刺激 (基準刺激) は、人間の視覚を近似するよう設計されている  $L^*a^*b^*$  表色系の中から選択した。第 2 章の色記憶の再生実験結果において、色記憶における色の移行における色差  $\Delta E$  が最も大きかった刺激 2 色 (以下 a-1、a-2) と、最も色差が小さかった刺激 2 色 (以下 b-1、b-2) の計 4 色を選択した。選択した色の測色値を表

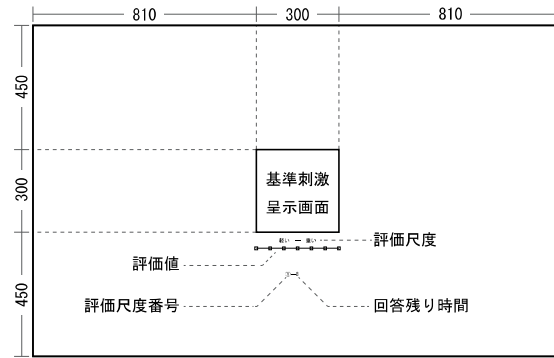


図 4.2: 色の記憶・印象評価の実験画面 (pixel)

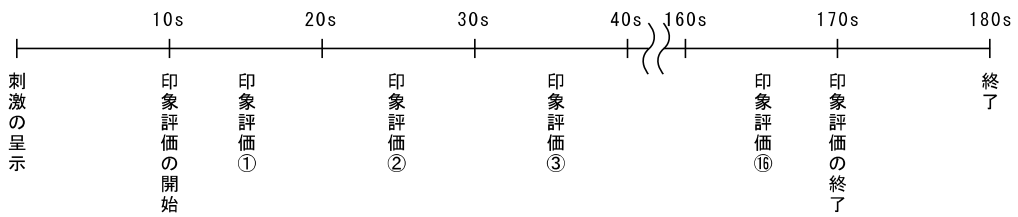


図 4.3: 色の記憶・印象評価の流れ

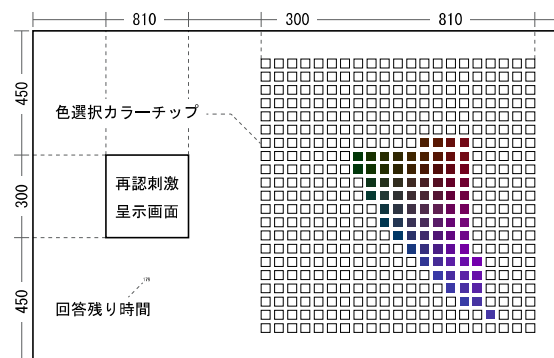


図 4.4: 色の再認の実験画面 (pixel)

表 4.1: 基準刺激の測色値

刺激名	$L^*$	$a^*$	$b^*$
a-1	29.09	0.06	21.50
a-2	49.15	-2.39	20.43
b-1	69.51	-2.33	-39.11
b-2	48.62	60.72	-0.33

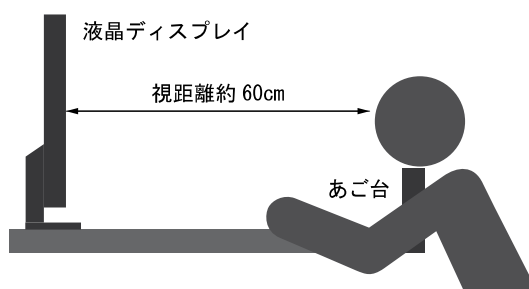


図 4.5: 実験状況

4.1 に示す。(後で述べるディスプレイに表示し、2次元高速色彩輝度計(株)東陽テクニカ ICAM で計測)

### 4.2.3 実験環境

刺激の呈示には液晶ディスプレイ (ColorEdge CG243W、1920\*1200pixel) を *sRGB* モードに設定し使用した。実験室は *sRGB* の標準的な観察環境に基づき、5000K の昼白色蛍光灯を用いて、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、後述する基準刺激や再認用の刺激の大きさを視角  $10^\circ$  にした (図 4.5)。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のハレーションが起こるのを防ぐためである。 $L^*a^*b^*$  表色系への換算にあたって完全拡散反射面の三刺激値は、*sRGB* モードに設定したディスプレイに呈示した白 ( $X=77.01$ 、 $Y=81.61$ 、 $Z=93.88$ ) の値を使用した。

#### 4.2.4 実験参加者

色覚の正常な 21~25 歳 (平均年齢 22.9 歳) の学生、計 17 名 (男性 11 名、女性 6 名) が参加した。

#### 4.2.5 色記憶の再認と印象評価における結果と考察

色記憶における色の移行 (基準刺激と再認刺激の色の違い) と、基準刺激と再認刺激それぞれにおける 16 対の評価尺度を独立変数に、印象の変化 (評価値の違い) を従属変数に設定した。

はじめに、色の再認の結果を図 4.6 に示す。図は実験参加者 17 名における、基準刺激と再認刺激の明度差 ( $\Delta L$ )、彩度差 ( $\Delta C$ )、色相差 ( $\Delta h$ ) を算出し平均したものを、横軸に各刺激を表示している。明度差についてはプラスの値は基準刺激より再認刺激の方が高明度に再認されたことを示している。彩度差について、プラスの値は基準刺激より再認刺激の方が高彩度に再認されたことを示している。色相差について、プラスの値は基準刺激より再認刺激の方が  $a^*b^*$  平面において時計回りに色相の移行が見られたことを示している。各刺激の明度差、彩度差、色相差について、0 を基準とする一変数の  $t$  検定を行った結果を表 4.2 に示す。5% 有意水準で有意差があった箇所に \* マークを記している。また、これに伴い 95% 信頼区間を図 4.6 に示した。明度差、彩度差、色相差について見た場合、a-1 は有意差が見られなかった。

第 2 章の実験結果において、a-1 と a-2 は共に、色の移行による色差が小さい色であり、b-1、b-2 はともに移行による色差が大きい色であった。そこで、4 つの色差 ( $\Delta E$ ) については、刺激の違いを要因とする分散分析を行った結果、要因の効果は有意ではなかった。つまり、今回の結果では異なる結果となった。これは実験手続きにおける色の選択方法の違いによるものと考えられる。第 2 章の実験ではカラーパレットを使用し、記憶した色をつくり出す再生実験を行っていた。その再生色と比較すると、今回の再認色の方が選択される色の明度の幅が大きい傾向が見られた。これは再認の方法では、最初に明度の選択をした後、等明度面から  $L^*a^*b^*$  値  $\pm 10$  の幅で記憶した色を選択したのに対し、再生の方法では、最初に色相のパレットから選択した後、等色相面から記憶した色を選択した色の選択手順の違いが関係していると考えられる。また、再認色は再生色と比較すると、低彩度に再認される色が少ない傾向が見られた。これは、再認の方法では再生の方法と比較すると低彩度の色の選択肢が少ないことが

関係していると考えられる。色の記憶を正確に再現する実験方法が確立されているわけではないので難しい問題であるが、本研究における実験結果において、実験方法の特徴による、選択される色への影響は否定できない。色記憶における色の移行の傾向について、彩度の移行に有意差が見られた a-2、b-2 については基準刺激よりも再認刺激の方が高彩度に再認され、 $a^*b^*$ 平面において反時計回りの移行が見られた。先行研究 [注 15] において、彩度は全体的に上昇し、 $a^*$ 軸付近の色については反時計回りの色相の移行が見られていたことから、今回の色記憶における色の移行の傾向は一致したと言える。

印象評価の結果を元に、16 尺度を基本因子に集約するため、16 尺度 × (8 刺激 × 17 名) のデータセットに因子分析 (最尤法、プロマックス回転) を行った。その結果、2 因子が抽出された (表 4.3)。SD 法による色の印象評価では一般に、評価性、活動性、潜在性の 3 因子が抽出される [20]。評価性は、嫌悪や美醜等の心理的なイメージを持つ。活動性は静動感、寒暖感等のイメージを持つ。潜在性は、強弱感や柔厚感等のイメージを持つ。今回の結果において、第 1 因子においては明るい-暗い、陽気な-陰気な、きれいな-きたない等の評価尺度が見られた。これは評価性の尺度に当たると考えられる。そのため、第 1 因子を「評価性」と命名する。第 2 因子においては情熱的な-理知的な、弱い-強い、動的な-静的な等の評価尺度が見られた。これは活動性の尺度に当たると考えられる。そのため第 2 因子を「活動性」と命名する。各因子の信頼性を調べるため、クロンバックの  $\alpha$  係数を求めた。評価性は  $\alpha = 0.939$ 、活動性は  $\alpha = 0.809$  という結果となった。

各刺激の因子得点を図 4.7 に示す。図は縦軸に因子得点を、横軸は基準刺激と再認刺激を示している。各刺激の因子得点について基準刺激と再認刺激の違いを要因とする 1 要因分散分析を行った。その結果、a-2 の評価性 (第 1 因子) において基準刺激と再認刺激の違いの要因の主効果が有意であった ( $F(1,16) = 11.492, p = .003$ )。

色記憶における色の移行の大きさと色の印象の変化の関係について考える。今回の使用した 4 刺激では a-2 においてのみ基準刺激と再認刺激の間に印象の変化が見られた。一方で、4 つの刺激の色差の間に有意差は見られなかった。このことから、色記憶における色の移行の大きさと、時間経過による印象の変化の大きさの間に関係性はないことが示唆された。

明度差、彩度差、色相差と色の印象の関係について議論する。印象の変化の見られた a-2 においては、明度差、彩度差において有意差が見られていた。明度は高明度に

表 4.2: 明度差、彩度差、色相差に対する  $t$  検定結果 (\*は5%有意水準で有意差有)

刺激名	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta h$
a-1			
a-2	*	*	
b-1	*		
b-2		*	*

再認され、彩度は高彩度に再認された。印象の変化については、評価性が上昇しており評価尺度より、明るく、鮮やかな印象に変化したことが分かる。これは色記憶における色の移行に伴った変化であると考えられる。しかし、他の刺激においては色記憶における色の移行が見られているにも関わらず、印象の変化は見られなかった。今回使用した刺激の中で a-1、a-2 は同系色であった。神作 [7] は2色配色の色彩感情について、明度差をつけた配色において、尺度値変化が最も良く表れることを報告している。今回の実験においては同時ではないが、連続して複数の色の記憶を行った。この場合においても、記憶の中で色の対比が起こり a-2 の印象の変化が見られた可能性が考えられる。これらのことから、色記憶における色の移行が起こる場合においても、必ずしも再認した色に印象の変化が起こるわけではないことが分かった。印象の変化の要因については、次節で議論する。

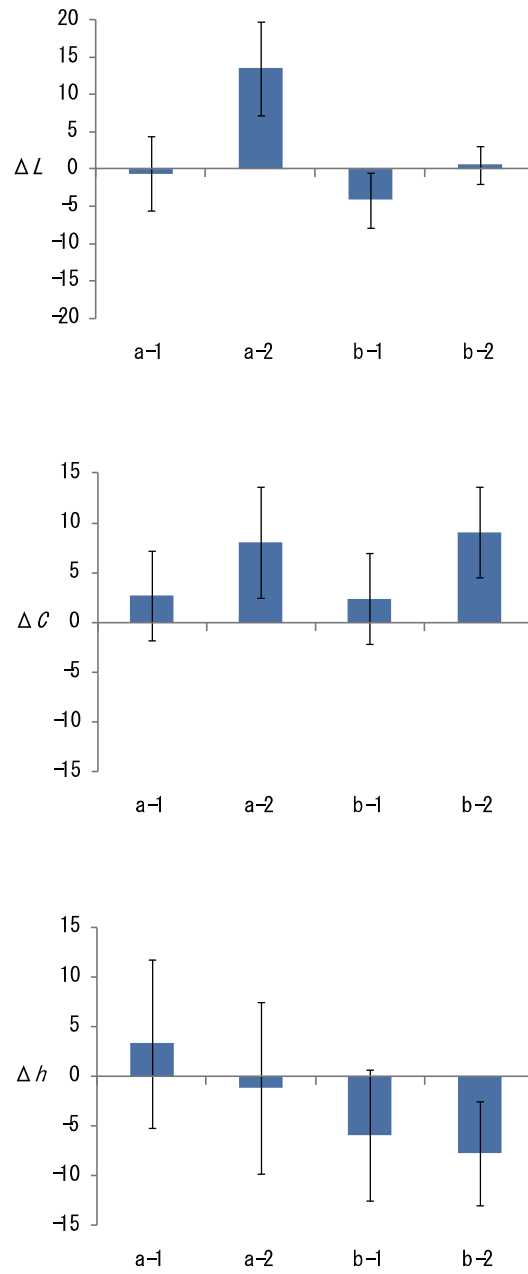


図 4.6: 基準刺激と再認刺激の明度差、彩度差、色相差 (エラーバーは 95 %信頼区間)



表 4.3: 因子分析における因子負荷表

評価尺度	評価性	活動性
明るい — 暗い	0.92	0.12
陽気な — 陰気な	0.90	-0.17
きれいな — きたない	0.89	0.22
派手な — 地味な	0.84	-0.34
澄んだ — にごった	0.84	0.31
子供っぽい — 大人っぽい	0.75	-0.07
好きな — 嫌いな	0.73	0.33
女性的な — 男性的な	0.69	-0.38
軽い — 重い	0.68	0.50
やわらかい — かたい	0.58	0.23
浅い — 深い	0.58	0.38
情熱的な — 理知的な	0.46	-0.77
あっさりした — くどい	0.41	0.75
弱い — 強い	0.06	0.70
動的な — 静的な	0.58	-0.64
暖かい — 冷たい	0.35	-0.58
因子寄与率(%)	46.30	21.24

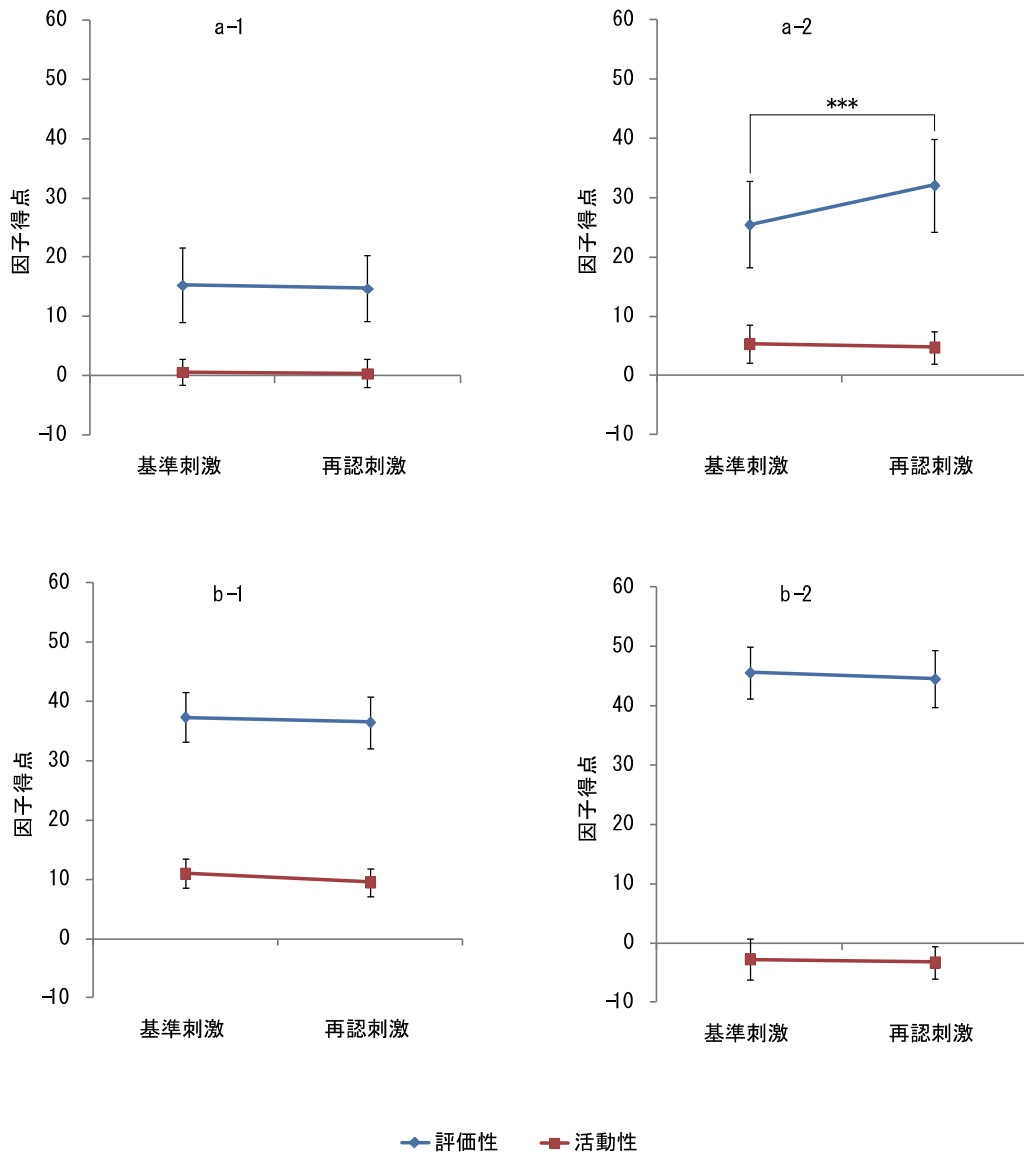


図 4.7: 基準刺激と再認刺激の因子得点 (エラーバーは標準偏差) (+  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .005$ , \*\*\*\*  $p < .001$ )

### 4.3 記憶する色の組み合わせと色の三属性の違いによる印象の変化

次に、前節の色記憶の再認と印象評価の実験結果において印象の変化が見られた刺激 (a-2) に対して異なる明度、彩度、色相からなる刺激を組み合わせで記憶する実験を行った。これによって、連続して記憶する色の組み合わせの違いによる色の印象の変化と、記憶する色の三属性の違いによる色の印象の変化を見ることにより、印象の変化が起こる要因を調べた。

#### 4.3.1 色記憶の再認と印象評価

実験手続きと実験環境は、前節の色記憶の再認と印象評価の実験と同様である。

#### 4.3.2 実験刺激

呈示する刺激 (基準刺激) は  $L^*a^*b^*$  表色系の中から選択をした。前節の色記憶の再認と印象評価の実験で最も印象の変化が見られた a-2 に対して、一緒に記憶する色刺激として以下の方法で3種類の組み合わせを制作した。(1) a-2 の色相と同じ +b 軸上の色 (以下グループ A)。(2) a-2 の色相から 90 度変化させた +a 軸上の色 (以下グループ B)。(3) a-2 の色相から 180 度変化させた -b 軸上の色 (以下グループ C)。各軸上において、a-2 と同彩度、明度  $\pm 20$  の 2 色と、同明度、彩度  $\pm 20$  の 1 色、計 4 色を 1 組の刺激とした。刺激の測色値を 4.4 に示す (A-3、B-3、C-3 は a-2 と同じ色である)。この 3 種類の組み合わせに対して、3 つの異なる実験参加者グループに実験を行わせた。

#### 4.3.3 実験参加者

グループ A は色覚の正常な 21~25 歳 (平均年齢 22.9 歳) の学生、合計 21 名が参加した (男性 12 名、女性 9 名)。グループ B は 19~25 歳 (平均年齢 21.7 歳) の学生、合計 21 名が参加した (男性 12 名、女性 9 名)。グループ C は 19~25 歳 (平均年齢 20.5 歳) の学生、合計 21 名が参加した (男性 11 名、女性 10 名)。

表 4.4: グループ A、B、C の各基準刺激の測色値

刺激名	$L^*$	$a^*$	$b^*$
A-1	49.02	3.20	43.61
A-2	68.44	-1.13	17.97
A-3	49.15	-2.39	20.43
A-4	29.05	0.42	23.26
B-1	48.78	38.63	0.98
B-2	68.15	19.11	-2.92
B-3	49.15	-2.39	20.43
B-4	28.35	23.35	1.06
C-1	49.48	-3.73	-39.27
C-2	69.44	1.46	-14.28
C-3	49.15	-2.39	20.43
C-4	28.02	-0.58	-21.67

#### 4.3.4 色記憶の再認と印象評価における結果と考察

色記憶における色の移行（基準刺激と再認刺激の色の違い）と、基準刺激と再認刺激それぞれにおける 16 対の評価尺度を独立変数に、印象の変化（評価値の違い）を従属変数に設定した。

はじめに、色の再認の結果を図 4.8~4.10 に示す。図は、縦軸に各グループの実験参加者 21 名における基準刺激と再認刺激の明度差 ( $\Delta L$ )、彩度差 ( $\Delta C$ )、色相差 ( $\Delta h$ ) を算出し平均したものを、横軸に各刺激を表示している。また各刺激の明度差、彩度差、色相差について 0 を基準とする一変量の  $t$  検定を行った結果を表 4.5 に示す。5% 有意水準で有意差があった箇所に\*マークを印している。それに伴い 95% 信頼区間を図 4.8~4.10 に示した。その結果、明度差、彩度差、色相差についてみた場合、C-1、C-3 は有意差が見られなかった。また、すべての刺激において明度差に有意差は見られなかった。彩度差については 12 刺激中 10 刺激に有意差が見られた。これは、再認の際に等明度面から色を選択したため、彩度に変化が見られた可能性が考えられる。変化の見られた彩度差について、10 刺激全てが基準刺激より高彩度に再認される傾向が見られた。Newhall[15] や本論文の第 2 章における色記憶の再生実験においても色記憶における色の移行としては彩度が高くなり、中明度の色においては明度の移行が小さい傾向が報告されていることから、先行研究と一致したと言える。

次に、印象評価の結果を元に、各グループにおいて 16 尺度を基本因子に集約するため、16 尺度 × (8 刺激 × 21 名) のデータセットに因子分析 (最尤法、プロマックス回

転)を行った。抽出された因子を表 4.6~4.8 に示す。全てのグループにおいて2因子が抽出された。各因子について、第1因子を見ると前節と同様に明るい-暗い、きれいな-にごった、陽気な-陰気な等の評価尺度が見られたことから「評価性」と命名する。第2因子についてグループAは動的な-静的な、情熱的な-理知的な、のみであったが、これらの評価尺度は活動性に分類できると考えられるため、グループBグループCも同様に第2因子を「活動性」と命名する。各因子における $\alpha$ 係数は以下ようになった。グループAの評価性 $\alpha=0.951$ 、活動性 $\alpha=0.830$ 。グループBの評価性 $\alpha=0.897$ 、活動性 $\alpha=0.727$ 。グループCの評価性 $\alpha=0.916$ 、活動性 $\alpha=0.648$ 。因子得点の結果を図 4.11~4.13 に示す。図は縦軸に因子得点を、横軸に基準刺激と再認刺激を示している。各刺激の因子得点について基準刺激と再認刺激の違いを要因とする1要因分散分析を行った。その結果、以下において因子の効果が有意であった。A-1の活動性(第2因子)( $F(1,20)=6.575, p=.019$ )、A-2の活動性(第2因子)( $F(1,20)=5.880, p=.025$ )、A-3の活動性(第2因子)( $F(1,20)=9.551, p=.006$ )、A-4の評価性(第1因子)( $F(1,20)=5.655, p=.028$ )、B-1の評価性(第1因子)( $F(1,20)=8.623, p=.008$ )、B-1の活動性(第2因子)( $F(1,20)=5.173, p=.034$ )、B-2の活動性(第2因子)( $F(1,20)=6.356, p=.020$ )、B-3の活動性(第2因子)( $F(1,20)=7.171, p=.015$ )、B-4の評価性(第1因子)( $F(1,20)=10.034, p=.005$ )。そして以下において有意傾向であった。A-4の活動性(第2因子)( $F(1,20)=3.374, p=.081$ )、B-2の評価性(第1因子)( $F(1,20)=3.917, p=.062$ )、B-4の活動性(第2因子)( $F(1,20)=4.028, p=.059$ )。

色記憶における色の移行と、色の印象の変化について述べる。今回使用した刺激の  $L^*a^*b^*$  表色系における位置関係を図 4.14 に示す。全体的な傾向として、前節の実験と同様に、多くの刺激において色差は確認されたが、色記憶の印象の変化が見られた色と見られなかった色の両方が確認される結果となった。また、前節の実験で評価性の変化が見られた a-2 と同様の色である A-3、B-3、C-3 について、A-3 は活動性が上昇し、B-3 は活動性が低下した。A-3 と B-3 について、B-3 における活動性の評価尺度である情熱的な-理知的な、動的な-静的なの因子負荷量はマイナスの値を取っている。そのため、動的、情熱的な印象が強くなる傾向は類似していると見ることが出来る。C-3 については印象の変化が見られなかった。グループCにおいてC-3以外の刺激は青系の色であり、C-3とその他の色は色相環上での距離が比較的大きかった。そのため、C-3の色を認識しやすく他のグループよりも、C-3は記憶がしやすい組み合わせであったと考えられる。

グループごとの変化の傾向を見る。グループ A では、A-3 を含むすべての刺激の活動性が上昇した。また、A-4 の評価性が上昇した。グループ B では B-3 を含むすべての刺激の活動性が低下した。また B-1、B-2 の評価性が低下し、B-4 の評価性が上昇した。活動性の変化については前述したように、グループ B における活動性の評価尺度である情熱的な-理知的な、動的な-静的な因子負荷量はマイナスの値を取っている。そのため、グループ B の活動性におけるこれら 2 つの評価尺度はグループ A と同様の変化と見ることができる。今回使用した刺激は比較的彩度が低い刺激が多く、落ち着いた、静的な印象を持っている。これらの色は色の再認において彩度が上昇する傾向が見られているため、それに伴い活動性の上昇が見られたと考えられる。

A-4、B-4 の比較的明度の低い色においては評価性が上昇し、明るく、きれいな方向へ印象が変化する傾向が見られた。色の再認において彩度の上昇が見られているが、明度の変化は見られていない。これらの刺激は暗く、地味な印象を持っている。そのため、彩度の上昇に伴って鮮やかな印象が増加するとともに、明るさの印象も増加したと考えられる。一方で、B-1、B-2 の比較的明度の高い色においては、色の再認では彩度の上昇が見られ、明度の変化に有意差が無かったにもかかわらず、評価性の低下、すなわち暗く、地味な方向へ印象が変化した。彩度の上昇により色味が濃くなることによって、にごった、地味なイメージが強調されたということになる。しかし、本実験ではその理由は分からない。

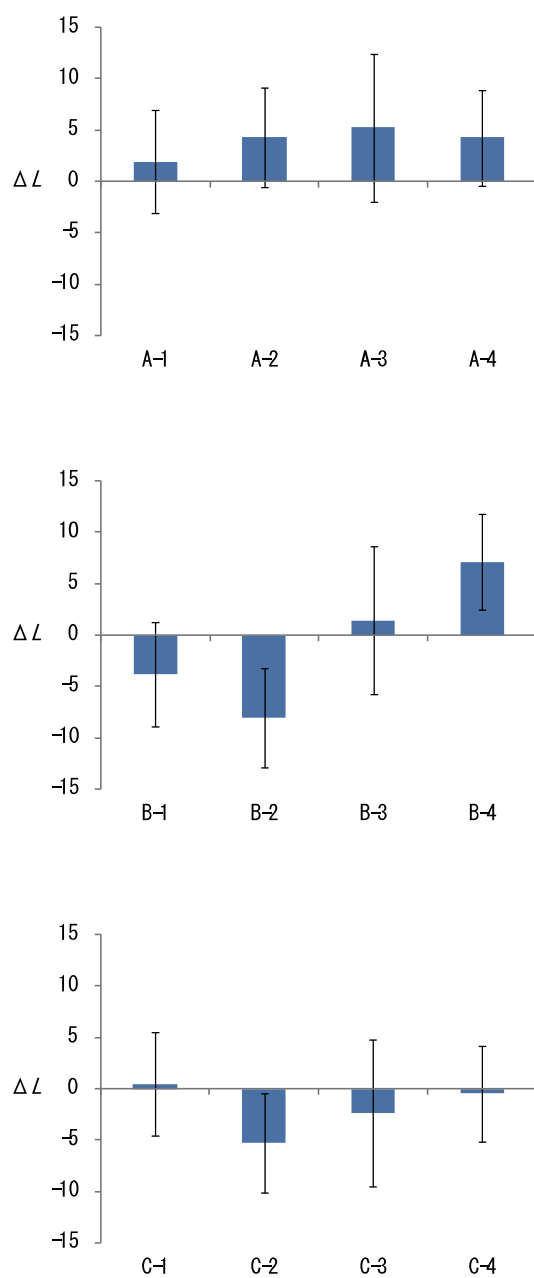
グループ C は全ての刺激において印象の変化が見られなかった。色の印象の先行研究において、正田ら [21] は、照明の照度と色温度の違いが色の見えに与える影響を調べるために、R、G、B の刺激に対して実験室に入った直後、2分30秒後、5分後、10分後、20分後、30分後に印象評価をさせる実験を行った。その結果、暖色系は時間経過による印象の違いが出やすく、寒色系、中間色系は時間経過による印象変化が出にくいことを報告している。また、伊藤 [8] は単色のカードを左右に配置したものに対して配色効果を評価させ検討を行った。その結果として、色相環の寒色の青を中心とした色相で調和しやすく、暖色の橙を中心とした色相で調和しにくい傾向を報告した。色記憶の先行研究 [14, 13] や第2章の色記憶の再生実験において、寒色系は暖色系よりも色記憶の誤差が大きいことを報告した。また、本論文の第3章におけるフォーカル色の再生実験においてグループ C の青系の色が分布する領域にはフォーカル色が存在しないことを報告した。これは色を認識する際の基準となる色カテゴリーの判断をしにくい領域であることを示唆している。これらのことから、寒色系は暖色系に比

表 4.5: 明度差、彩度差、色相差に対する  $t$  検定結果 (\*は5%有意水準で有意差有)

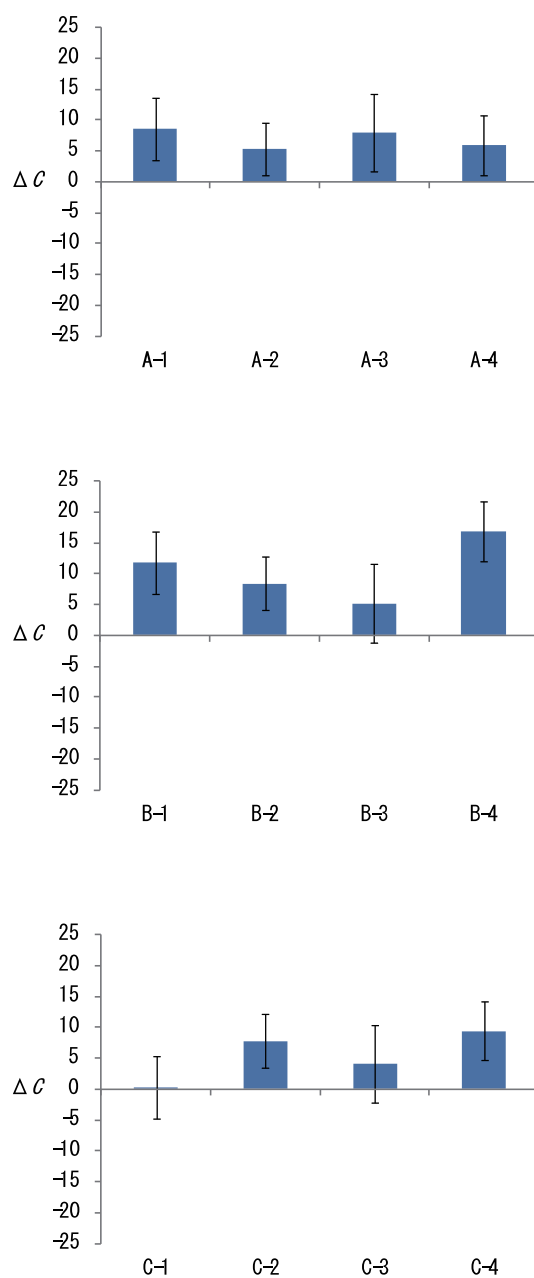
刺激名	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta h$
A-1		*	
A-2		*	
A-3		*	
A-4		*	
B-1		*	*
B-2		*	
B-3		*	*
B-4		*	
C-1			
C-2		*	*
C-3			
C-4		*	

べ色の識別が難しいために、色記憶における色の移行の範囲において、印象変化の認識ができない可能性がある。そのため、青系の色においては呈示した色と再認した色の印象に変化が見られなかったと考えられる。

上述した結果のように、色記憶における色の移行が見られた色について必ずしも印象の変化が見られるわけではなく、色記憶における色の移行の大きさと、印象の変化の有無に関連性は認められなかった。この印象の変化の有無が見られた要因としては、一つ目に、記憶する色の組み合わせが考えられる。連続して記憶した色によって印象の変化に違いが見られた。すなわち、同時性はなくても、色記憶同士の比較が行われ色の対比効果が起こった可能性を示している。二つ目に、色の識別の難易度が考えられる。色の違いを細かく識別できる領域については、色記憶における色記憶による色の移行に対して印象の変化を認識できる。しかし、識別できない領域の色については、色記憶における色の移行範囲において印象変化の認識ができないため、印象の変化の有無が生まれた可能性が考えられる。一方、印象の変化傾向については、色記憶における色の移行と整合性のとれた変化(色記憶で鮮やかさが増した色が評価性因子も上昇)と、整合性の取れない変化(色記憶で鮮やかさが増した色にもかかわらず評価性因子が下降)の両方が見られた。本実験においては、色記憶と整合性の取れない印象の変化に関して、その要因までは調べることができなかったため、この変化が見られた色についてはさらに詳細に調べていく必要がある。

図 4.8: 基準刺激と再認刺激の明度差 ( $\Delta L$ )



図 4.9: 基準刺激と再認刺激の彩度差 ( $\Delta C$ )

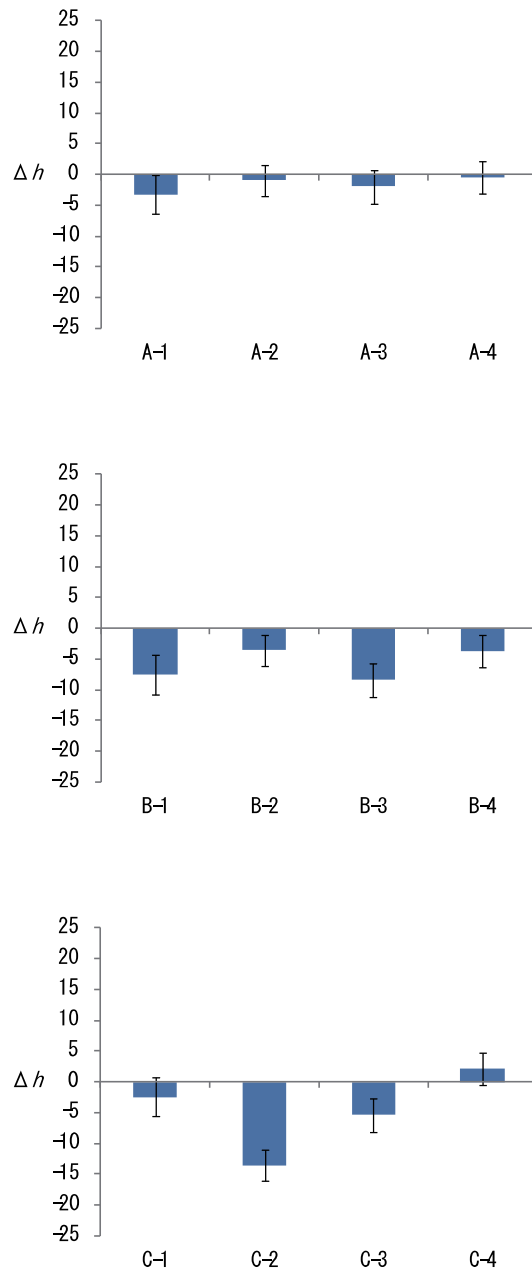


図 4.10: 基準刺激と再認刺激の色相差 ( $\Delta h$ )

表 4.6: グループ A における因子負荷量

評価尺度	評価性	活動性
明るい — 暗い	0.91	0.01
軽い — 重い	0.89	-0.27
澄んだ — にごった	0.87	-0.01
きれいな — きたない	0.85	-0.04
陽気な — 陰気な	0.84	0.23
浅い — 深い	0.83	-0.34
あっさりした — くどい	0.77	-0.44
女性的な — 男性的な	0.76	-0.01
やわらかい — かたい	0.73	0.01
派手な — 地味な	0.73	0.55
子供っぽい — 大人っぽい	0.70	0.34
弱い — 強い	0.62	-0.55
好きな — 嫌いな	0.62	-0.11
暖かい — 冷たい	0.53	0.35
動的な — 静的な	0.51	0.68
情熱的な — 理知的な	0.41	0.68
因子寄与率(%)	54.46	13.80

表 4.7: グループ B における因子負荷量

評価尺度	評価性	活動性
明るい — 暗い	0.91	0.08
陽気な — 陰気な	0.86	-0.14
きれいな — きたない	0.76	0.00
派手な — 地味な	0.69	-0.48
澄んだ — にごった	0.68	0.16
軽い — 重い	0.63	0.58
子供っぽい — 大人っぽい	0.62	0.00
やわらかい — かたい	0.60	0.31
女性的な — 男性的な	0.59	-0.18
好きな — 嫌いな	0.56	-0.05
暖かい — 冷たい	0.44	-0.26
弱い — 強い	0.08	0.71
情熱的な — 理知的な	0.41	-0.67
動的な — 静的な	0.59	-0.62
あっさりした — くどい	0.47	0.59
浅い — 深い	0.56	0.57
因子寄与率(%)	38.45	17.59

表 4.8: グループ C における因子負荷量

評価尺度	評価性	活動性
明るい — 暗い	0.90	0.18
きれいな — きたない	0.84	-0.41
澄んだ — にごった	0.81	-0.23
軽い — 重い	0.76	0.33
陽気な — 陰気な	0.76	0.18
あっさりした — くどい	0.74	-0.18
派手な — 地味な	0.73	0.06
浅い — 深い	0.67	0.30
好きな — 嫌いな	0.59	-0.47
子供っぽい — 大人っぽい	0.59	0.26
動的な — 静的な	0.35	0.32
情熱的な — 理知的な	0.03	0.60
暖かい — 冷たい	-0.14	0.59
やわらかい — かたい	0.43	0.53
女性的な — 男性的な	0.45	0.50
弱い — 強い	0.35	0.48
因子寄与率(%)	38.85	14.85

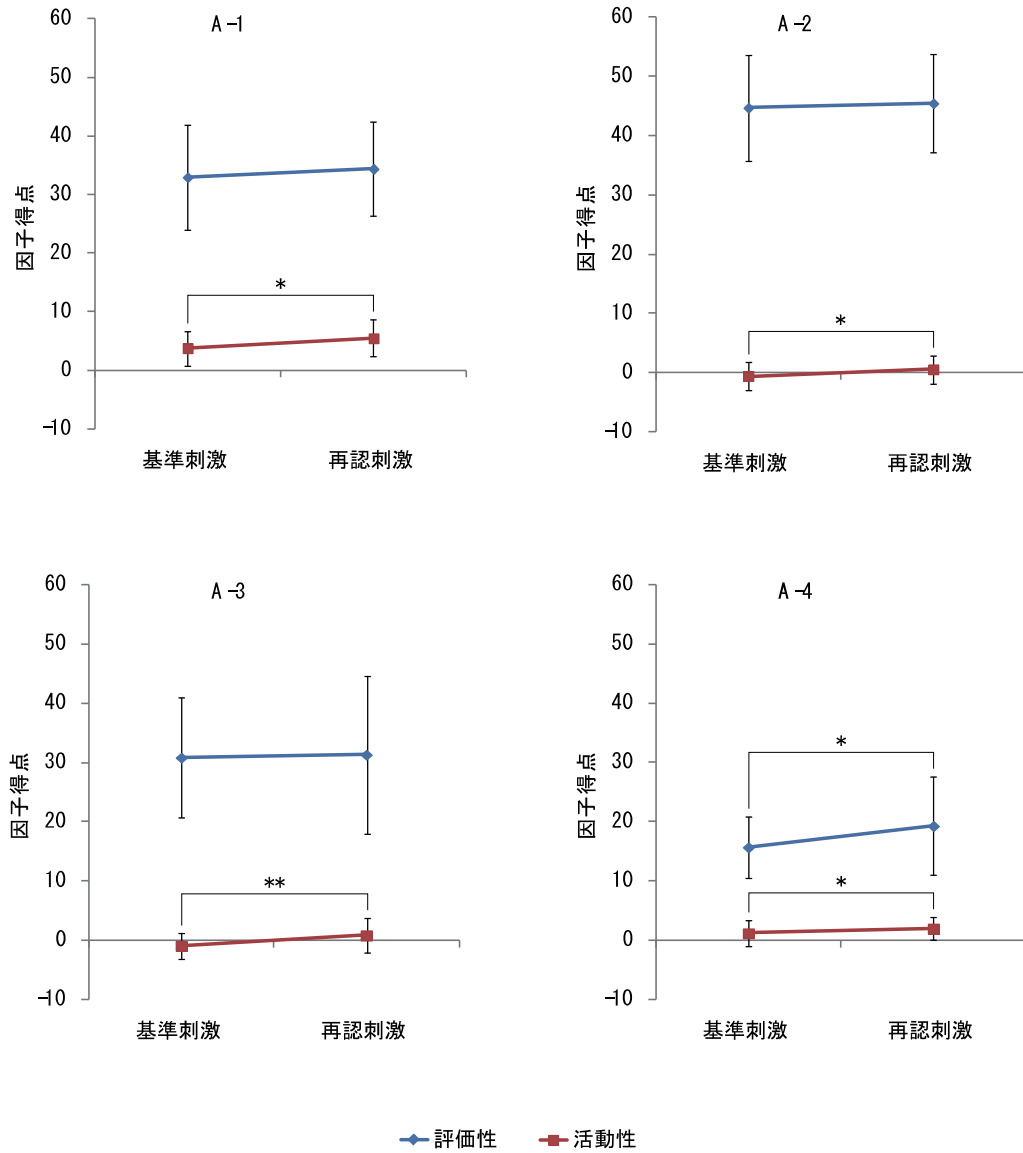


図 4.11: グループ A における基準刺激と再認刺激の因子得点 (エラーバーは標準偏差) (+  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .005$ , \*\*\*\*  $p < .001$ )

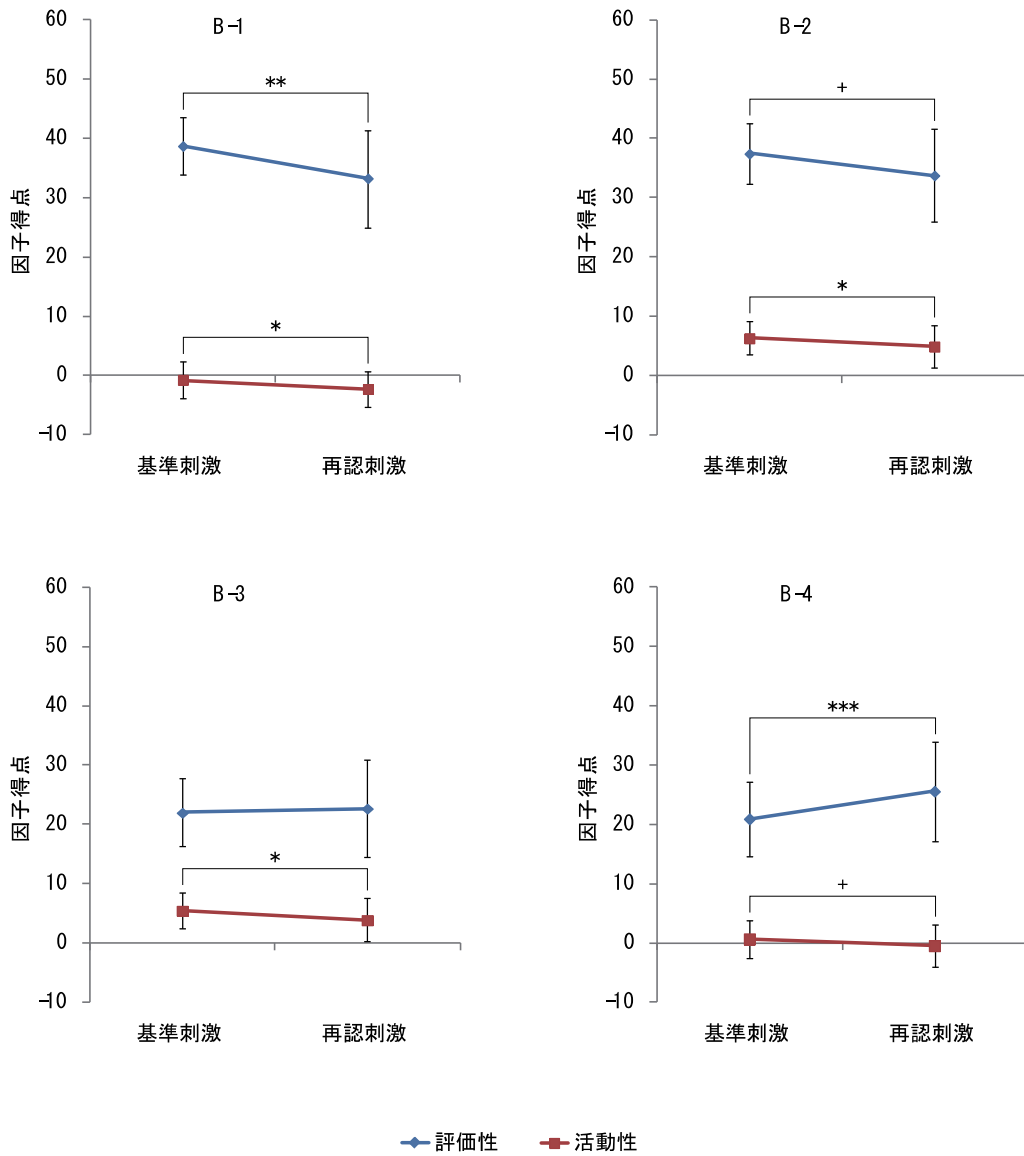


図 4.12: グループ B における基準刺激と再認刺激の因子得点 (エラーバーは標準偏差)  
 (+  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .005$ , \*\*\*\*  $p < .001$ )

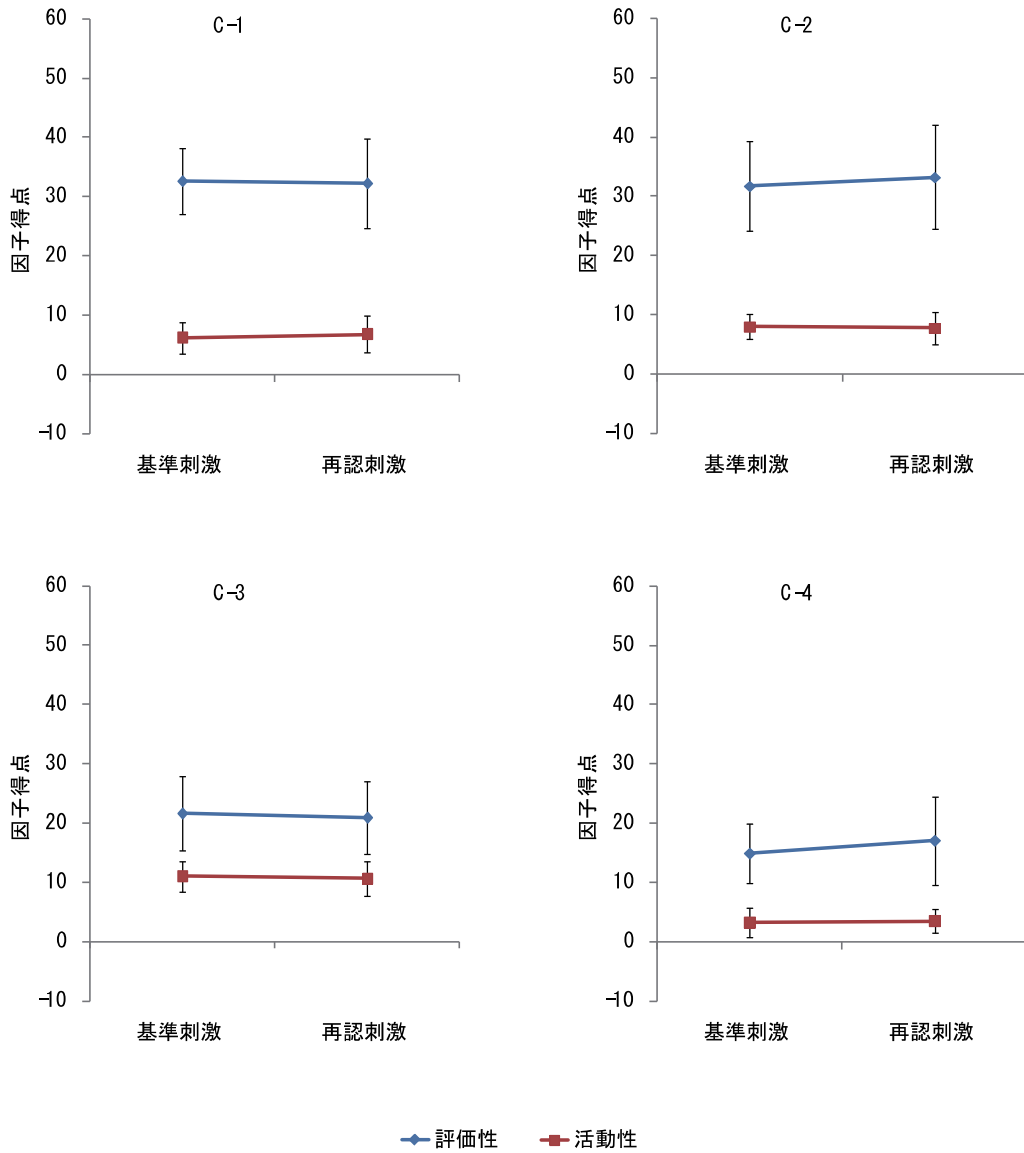
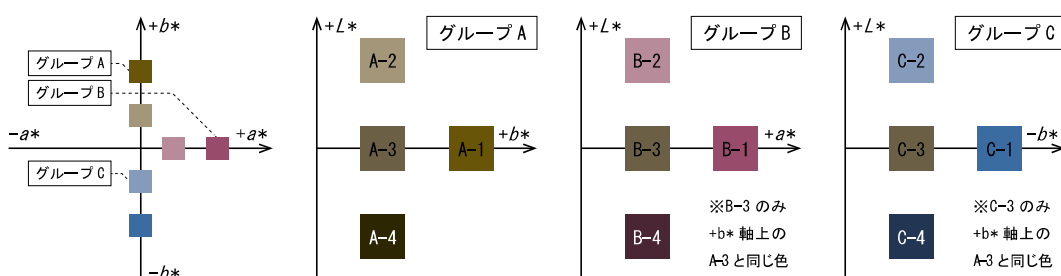


図 4.13: グループ B における基準刺激と再認刺激の因子得点 (エラーバーは標準偏差)  
 (+  $p < .10$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .005$ , \*\*\*\*  $p < .001$ )



図 4.14:  $L^*a^*b^*$ 表色系における刺激の位置

#### 4.4 まとめ

本章では、色の再認実験を行い、呈示した色と再認した色の印象を比較することによって以下のことを調べることを目的とした。(1) 色記憶における色の移行が有意であった色の印象の変化の有無と、色の移行の大きさとの関連性について。(2) 印象の変化が見られた色の変化の要因について。

その結果、再認前後の色の印象に変化が見られる色と、見られない色の両方が確認できた。印象の変化が確認できた色について、色の再認による再認前後の色の色差の大きさとの関連は見られなかった。このことより、色記憶の正確性と色の印象変化の大きさは一致していないことがわかった。

色記憶に伴う印象の変化の有無が起る要因として以下の2つを考察した。一つ目は、同時に見た色でなくても記憶の中で色対比が行われ、色の印象が強調されることが考えられる。二つ目は、色の違いを細かく識別できる領域の色は、色記憶における色の移行に対して印象の変化を認識ができるが、そうでない領域では、印象の変化を認識できないことが考えられる。

これらのことは、記憶や時間経過をも考慮したデザインを行うために、様々な色相、彩度、明度を網羅した色について色記憶における色の移行に関するデータを蓄積するだけにとどまらず、色の対比効果、色の識別精度に関する知見も同時に蓄積していく必要性を示している。今後は、より日常生活に近い状況を想定し、色を再認することなく印象評価実験を行うことが課題となる。また、色記憶とそれに伴う色の印象変化についての検討を更に行うことにより、デザイナーが意図したイメージやCI、VI等が持つ印象を記憶の中で保持されやすくしたり、消費者の購買欲求が色の印象の変化による影響で減退しにくくしたりできる、デザインへの可能性が広がると考えられる。

## 参考文献

- [1] 大山正, 今井省吾, 和氣典二 : 新編 感覚・知覚 心理学ハンドブック, 誠信書房, 528, 2007
- [2] Osgood, C. E., Suci, G. J., Tannenbaum, P. H. : The measurement of meaning, University of Illinois Press, 1957
- [3] Kobayashi, S. : The aim and method of the color image, Color Research and Application, 6, 2, 93-107, 1981
- [4] 槇究, 渡部裕子, 飯島祥二 : 単色の印象評価-背景色と個人差に着目して-, 日本色彩学会誌, 31, 1, 2-13, 2007
- [5] 佐藤哲也, 梶原莞爾, 星野裕之, 中村妙子 : 色から受ける明暗感、濃淡感、重量感を定量化する試み, 繊維学会誌, 53, 1, 45-52, 1997
- [6] 山下真裕子, 山田逸成, 安田昌司 : 色相およびトーンを変化させた色光における生理的・心理的影響, 日本感性工学会論文誌, 12, 2, 239-243, 2013
- [7] 神作順子 : 色彩感情の分析的研究-2色配色の場合-, 心理学研究, 34, 1, 1-12, 1963
- [8] 伊藤久美子 : 同一色相内の二色配色の感情効果, 日本色彩学会誌, 28, 1, 3-15, 2004
- [9] 財団法人日本色彩研究所 : 色彩ワンポイント 色彩管理の実際, 日本規格協会, 8, 1993
- [10] 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

- 
- [11] Pérez-Carpinell, J., Baldovi, R., de Fez, M. D., Castro, J. : Color memory matching: Time effect and other factors, *Color Research and Application*, 23, 4, 234-247, 1998
- [12] 日本色彩学会 : カラーサイエンス, 朝倉書店, 126, 2004
- [13] Hamwi, V., Landis, C. : Memory for color, *Journal of Psychology*, 39, 1, 183-194, 1955
- [14] Hellmig, E. : Versuche über das Farberinnerungsvermögen, *Farbe*, 17, 65-91, 1958
- [15] 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, 43-54, 1957
- [16] 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
- [17] 杉山徹, 内川恵二 : 色の記憶とカテゴリーカル色知覚の比較, *vision*, 5, 85-88, 1993
- [18] 財団法人日本色彩研究所 : 色彩イメージと配色, 日本規格協会, 1993
- [19] 槇究, 増田倫子 : 記憶された色の時間的変化, 日本色彩学会誌, 24, 4, 232-243, 2000
- [20] Oyama, T., Sooma, I., Tomie, T., Chijiwa, H. : A factor analytical study on affective responses to colors, *Acta Chromatica*, 1, 164-173, 1962
- [21] 正田麻莉, 堀越哲美, 武田紀子 : 照明の照度と色温度の違いが色の見えに与える影響, 人間-生活環境シンポジウム報告集, 34, 259-262, 2010

## 第5章 結論-色記憶を利用したデザインの可能性について

本章では、これまでに提案・検討した結果についてまとめている。そして、それらの結果から色記憶がもたらすデザインの可能性について述べる。最後に、今後の課題を述べ結論とする。

## 5.1 各章の総括

本論文では、デザイナーがデザインにおいて考慮すべき色の心理的効果を、色記憶を用いることによって拡張することを将来的な目標とし、以下の内容を述べた。

- (1) 色記憶データを蓄積するためのデータ収集方法の提案
- (2) 色記憶データの検討と分類方法の提案
- (3) 色記憶における色の移行に伴う色の印象変化に関する検討

そして、色記憶における色の移行の特徴と、その色の移行に伴う印象変化の特徴を明らかにすることを目的とした。

第2章では、デザインへの利用を考慮した色記憶データを得るための収集方法を提案した。色記憶データをデザインに利用するためには、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。そこで、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デジタルカラーパレットを用いて、記憶した色を直感的に作り出すデータ収集方法を提案した。そして、提案した方法によって得られた結果について、先行研究における結果と比較を行い、収集方法の妥当性を確かめた。また、色空間内において従来の研究では調べられていなかった色域の色記憶の変化を調べた。

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概ね先行研究の結果と一致した。このことから、提案した収集方法の妥当性が確かめられた。

そして、先行研究ではあまり調べられていない色域を調べることによって、従来は比較的安定しているとい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、 $L^*a^*b^*$ 表色系における  $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$  の色記憶における色の移行に、他の領域よりも顕著なばらつきがあることが示された。

PCが普及している今日において、液晶ディスプレイとデジタルカラーパレットを用いた本収集方法は、実験を行う側にとっては実験環境を整えやすく、実験参加者側にとっては、色彩に関する知識や学習経験のない人でも、特殊な訓練や学習を要することなく実験に参加をすることができる。本収集方法は従来の実験方法と比較するとより簡便に、デザインに利用するための色記憶データを得ることができるといえる。

第3章では、色記憶データの検討し、その分類方法を提案した。色記憶データをデザインに利用するためには、実験により得られたデータが、デザインに利用すること

ができるかどうかの信頼性を調べる必要がある。また同時に、調べられていない領域の色記憶データについて、現在得られているデータから補間していくことが求められる。そこで、フォーカル色の再生実験と色記憶の再生実験、及びカテゴリカルネーミング実験の3つの実験を行い、色記憶における色の移行を個々の色の視点と、色カテゴリーの領域の視点の両面から調べることによって、以下の2点について調べて、色記憶データを分類する方法を提案することを目的とした。(1) どのような色において色記憶における色の移行の平均値データを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デザインに用いることができそうか。

結果として、色記憶データに対して、色カテゴリー認識の共通性の有無と、色空間内の近傍の色記憶データとの類似性の有無の観点から分類をすることが、色記憶データのデザインへの利用のために重要であることが示された。

分類される一つ目のグループは、色カテゴリー認識に個人差が少なく、かつ色空間中において近傍のデータとの色の移行傾向に類似性が見られる色記憶データである。このグループには、比較的フォーカル色との距離が近い色が該当した。また、黄系や青系における比較的高明度の色については、水や肌などの日常的に用いられている色カテゴリーとしてこのグループに該当する可能性が示唆された。これらの色においては、色記憶における色の移行の傾向が、概ね先行研究と一致し、色記憶における色の移行が安定して再現された。このグループの色は、色記憶データの信頼性が高く、再生実験で得られたデータを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、色空間中で近い位置関係にある色記憶における色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における色の移行は近辺の色記憶データから補間できる可能性があることがわかった。

分類される二つ目のグループは、個人によって色カテゴリー認識にばらつきがみられる、各色カテゴリーの境界に位置する色の色記憶データである。このグループには、赤系、黄系、青系の中明度低彩度の領域の色が該当した。このグループに該当する色記憶データは信頼性が低く、そのままデザインに利用することは難しいと考えられた。ただし、色カテゴリーの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、色記憶における色の移行データをデザインに利用できる可能性もある。このグループにおいては、色記憶における色カテゴリー認識に依存した色の移行と、色空間にお

ける位置に依存した色の移行について、今後さらに研究を進めていくことによって、これらのデータの信頼性をさらに正確に調べていくことが必要である。

分類される三つ目のグループは、色カテゴリー認識に共通性はあるにも関わらず、近傍の色記憶データとの類似性が見られない色記憶データである。このグループには、青緑系の領域の色で、ノーネームランドと呼ばれる、近傍にフォーカル色が存在しない領域の色が該当した。このグループの色は、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や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た。そのため、色記憶の再生を行うことが難しく、色記憶における色の移行に一貫性が見られなかった可能性が指摘できた。このグループの色記憶データの信頼性は低く、そのままデザインに利用することは危険であると考えられる。ただし、色記憶における覚え易さ覚え難さをデザインの新たな要素の一つとして扱うことができるかもしれない。

第4章においては、デザインにおける色の印象が見る人に与える影響の大きさに注目し、色記憶における色の移行に伴う色の印象変化について検討をした。

記憶の中の色の心理的効果を扱うためには、まず、呈示された色の印象が、色記憶の変化が起こった後には、どのように変化するのかについての知見が必要となる。そこで、まず色の再認実験を行い色記憶における色の移行を調べた。そして、その際呈示した色と再認した色に対して印象評定を行い、以下の2点について調べた。(1)色の移行が有意であった色において、印象の変化の有無と、色の移行の大きさとの関連について。(2)印象の変化が見られた色においての変化の要因について。

結果として、再認前後の色の印象に変化が見られる色と、見られない色の両方が確認できた。また印象の変化が確認できた色においても、再認前後の色差の大きさとの関連は見られなかった。このことより、色記憶の正確性と色の印象変化の大きさは一致していないことがわかった。

また、色記憶に伴う色の印象変化の有無が要因として以下の2つを考察した。一つ目は、同時に見た色でなくても記憶の中で色対比が行われ、色の印象が強調されることが考えられる。二つ目は、色の違いを細かく識別できる領域の色は、色の移行に対して印象の変化も判断ができるが、そうでない領域では、印象の変化を判断できないことが考えられる。

このように、色記憶における色の移行があった場合において、印象も変化する色が見られた。これは、デザインを行う際に記憶後の色から受ける印象を考慮する必要性

や、その記憶の中の印象をもデザイナーがコントロールすることによって、より正確にイメージを消費者や視聴者へ伝えることができる可能性を表している。



## 5.2 本論文の成果によるデザインへの応用の可能性

色記憶における先行研究では、メカニズムの解明を目的としたものがほとんどであることを述べた。本論文においては、先行研究や本論文において得られた色記憶に関する知見を実際のデザインの現場において使用していくことを目標とし、色記憶における色と印象の変化に関する研究を行った。

提案したデータ収集方法では、従来の研究で行われた実験よりも簡便に、色空間において広範囲で詳細な色記憶データを得ることができた。この方法を使用し、より多くの実験参加者からデータを収集することによって、デザイナーが利用可能な色記憶のデータベースを構築していくことができると考えられる。また、15分程度のインターバルをはさんだ長期記憶に関する同様の実験を行うことによって、よりデザインに利用できる幅が広がると考えられる。ただし、色記憶データについて、色カテゴリー認識の共通性の有無と、色空間内の近傍の色記憶データとの類似性を評価することにより、従来の研究で得られているデータ及びこれから蓄積していくデータを分類し、その色が属するグループの特徴を理解することが必要である。

この色記憶データの分類の中で、基本色彩カテゴリーならびに水色などのフォーカル色に近い色は、色記憶による色の移行を予測したデザインに利用することができると考えられる。例えば、観光PRのためのポスターやパンフレットに掲載する写真を制作する際に、消費者が写真の色を記憶してから実際の観光地へ行き実物を見るまでの色記憶における色の移行を想定することが可能になるかもしれない。また、色記憶データをもとに写真の色を、実物の色へ移行する前の色へと補正することによって、実物を見たときに色記憶における色の移行による違和感を防ぎ、高い満足感を与えることができるかもしれない。そして今後、色の移行の大きさを詳細に調べていくことによって、色記憶の変化の大きさの違いをも利用したデザインを行うことができるようになると考えられる。さらには、この領域の色は色記憶における色の移行だけではなく、色カテゴリー認識も安定しているため、CI、VIのような企業の掲げる理念や特性を正しく伝達する必要があるものや、普遍性が求められるものに対して、使用するのにふさわしいと考えられる。

一方で、青緑系の領域の色は、色の覚え難さがその特徴として指摘することができた。そこで、その特徴を利用することによって飽きの来ないデザインを行うことが出来ると考えられる。例えば、日常的に永く使うものに対してこの領域の色を使用する

ことによって記憶の定着を防ぎ、新鮮さを保つことが出来るかもしれない。また、先ほど述べたフォーカル色に近い領域の色とは逆に、CI、VIや公共空間等に見られるサインのような高い情報伝達機能が求められる媒体において使用することは望ましくないと予想される。

さらには、この色記憶の移行や色の覚え難さを使い分けることにより、情報に記憶の階層性を持たせることが出来るとよくなることになるとデザインの可能性はさらに拡大される。ポスターなど複数の要素が組み合わされた物の中で、記憶に残すための情報と、記憶させない情報を区別したデザインが可能となれば、より正確にデザイナーの意図したメッセージやコンセプトを消費者に伝えることが出来ると考えられる。

これらのことから、今後さらに色記憶データを蓄積し、各分類における色記憶の特徴を詳細に調べていくことによって、色記憶データを新たな色の心理的效果として扱っていくことの重要性が指摘できる。

一方、色記憶における色の移行があった場合において、印象が変化する色と変化しない色の両方が見られた。現在、デザインにおいて扱われている色の心理的效果は、その色を見たときに生じるものを対象としている。しかし、今回見られた色の印象の変化の有無は、色を見た時だけではなく記憶の中の色の印象をも対象とし扱っていく必要性を示している。今後さらに詳細に色記憶における色の印象変化を調べることによって、現在視覚コンテンツを制作する際に扱われている様々な色の心理的效果に、時間の概念を付加することは、デザインへの応用において大変興味深い。

現代における視覚コンテンツは、デザイナーだけでなく一般の人たちによっても制作され、インターネット等のメディアを通じて瞬時に様々な場所において閲覧することができる。その中において、視覚コンテンツが持つ美しさや面白さ、心地よさ等の情緒的側面における時間経過による記憶の変化まで考慮して制作することは、消費者や視聴者にもたらす充足感の向上に繋がると考えられる。また、国際化が進み様々な情報が入り乱れる現代においては、より洗練されたサイン計画や都市計画が求められる。その際に重要視される色が持つ機能的側面において、色記憶に関する知見は有効に作用すると考えられる。このように、色記憶による色の心理的效果の拡張がもたらす色の情緒的側面と、機能的側面の充足は視覚コンテンツのみに留まらず、社会の豊かさの向上へ繋がると考えられる。

### 5.3 今後の課題

最後に色記憶に関する知見によって色の心理的効果を拡張し、デザインに利用していくにあたっての今後の課題を述べる。

本研究で行った色記憶の再生実験では、刺激呈示直後から再生の手続きを開始した。日常生活においては視覚コンテンツを目にした後、記憶を思い出すまでに長時間の間隔が開くことが多いため、今後は記憶を再生するまでの時間を長時間に設定し、長期記憶を調べるための実験も行っていく必要がある。

第3章において、色カテゴリー認識に共通性が見られず、色記憶データの信頼性が低いと判断したグループがあった。このグループに属するデータの中には、近傍の色記憶データとの類似性が高いデータも存在した。これらの、色カテゴリーに依存する色の移行と、色空間中の位置に依存した色の移行の影響力の大きさについては、データの信頼性をより正確にするため今後詳細に調べていく必要があると。

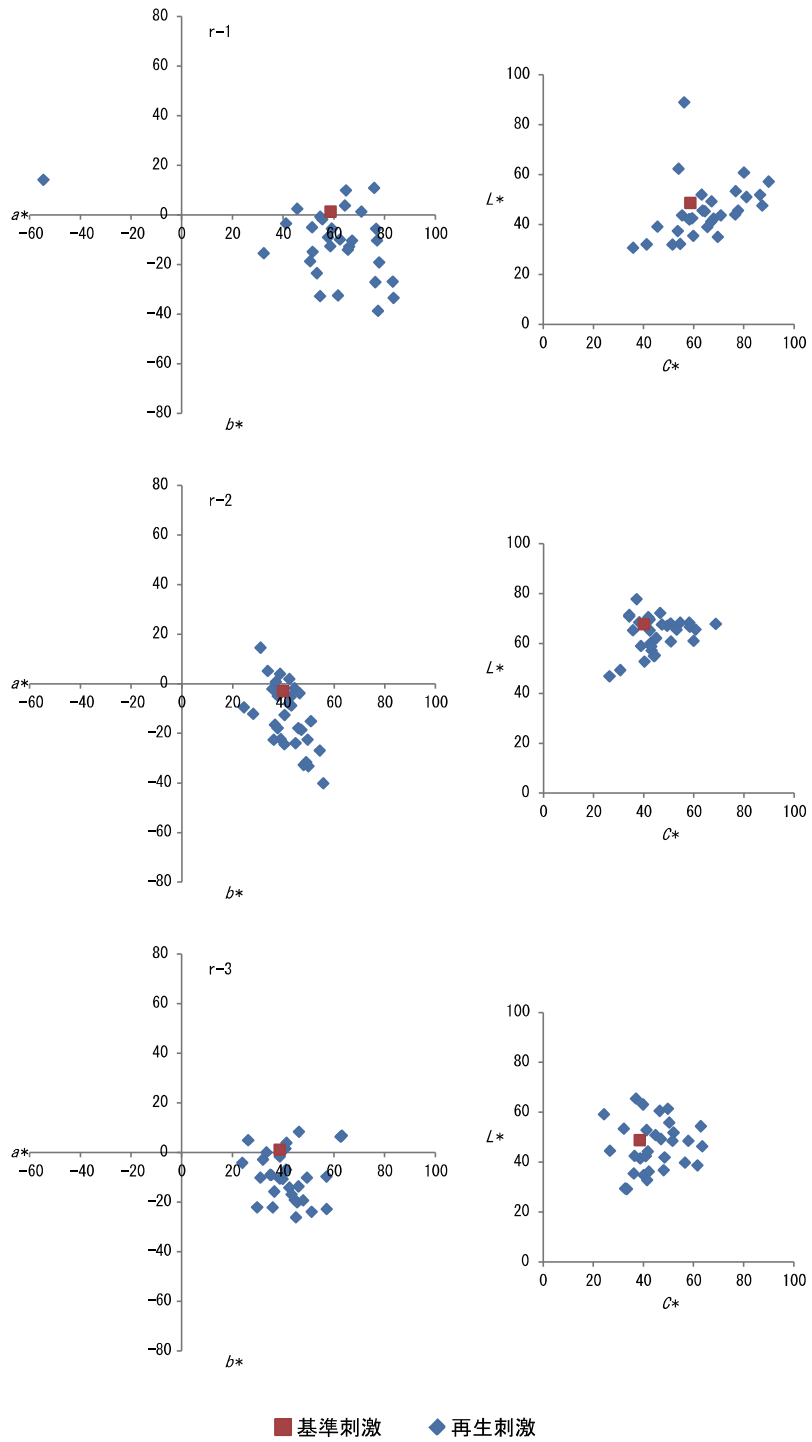
第4章においては、色記憶における色の移行と色の印象の関係を調べるために、まず、色記憶の先行研究で行われている再認実験によって色の移行を調べたうえで、呈示した色と再認した色の印象の違い調べた。今回得られた知見を元に、呈示した色を記憶した後、色を再現させることなく、記憶の中の色に対して印象評価をする実験を行うことによって、より直接的に色の印象の変化について調べる必要もあると考えられる。

本章でも述べた、 $L^*a^*b^*$ 表色系における  $a^* < 0$ 、 $b^* < 0$  の領域については、色記憶における色の移行データや、色カテゴリーに関するデータを蓄積していただくだけではなく、色記憶における色の覚え易さ覚え難さといった視点からの研究を行っていくことが必要であると考えられる。

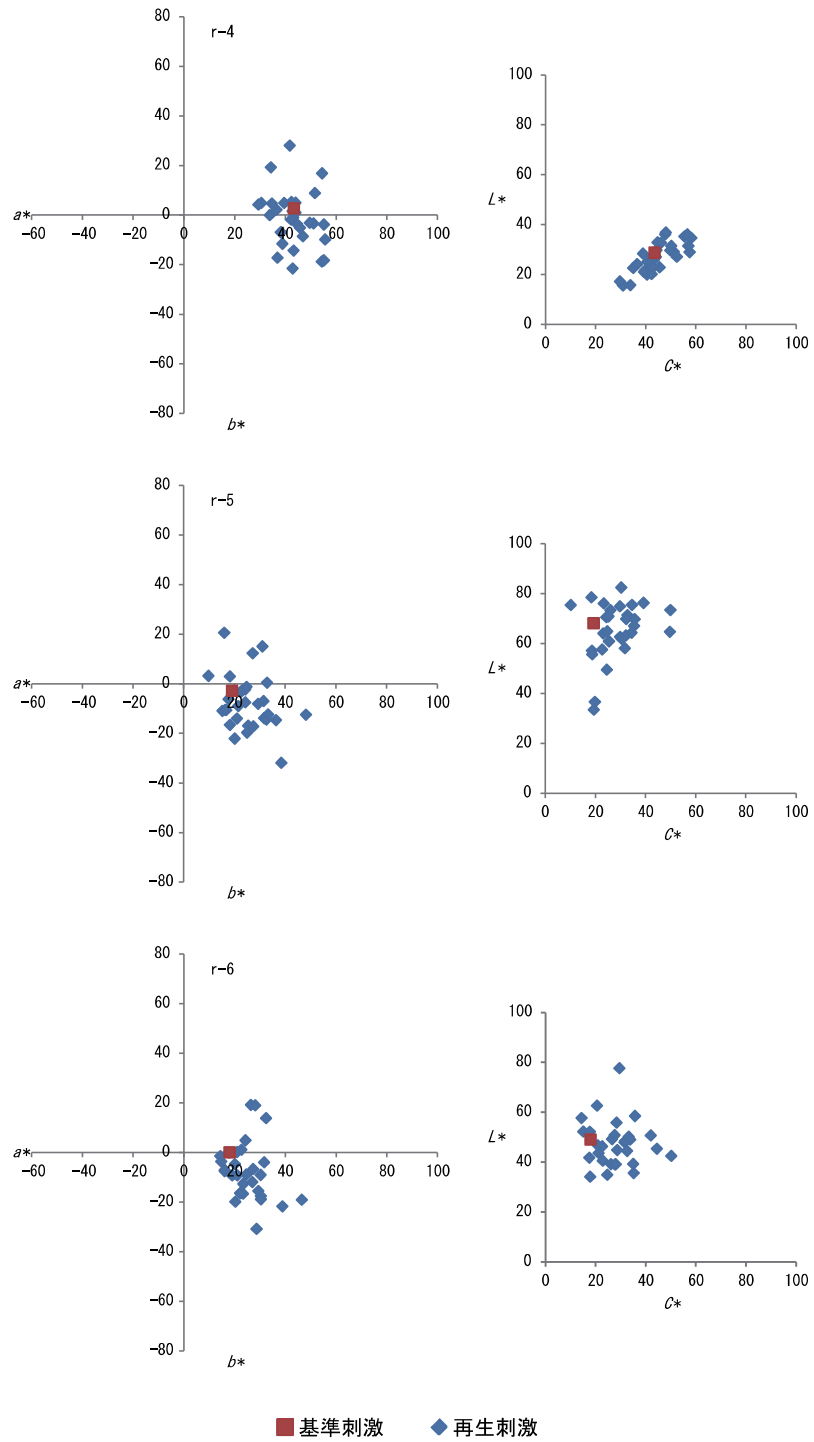
また、今回の研究における実験参加者は学生が中心であった。今後は、幅広い年齢層や、異なる地域の人に対して実験を行うことによって、より一般化することのできるデータの蓄積を行っていくことが求められる。

これらを行うことで、色記憶による色の心理的効果の拡張ができ、今後のデザイン手法に関する科学研究の深化と、色記憶に関するデータベースの構築、そしてその成果としての視覚コンテンツの発展が期待される。

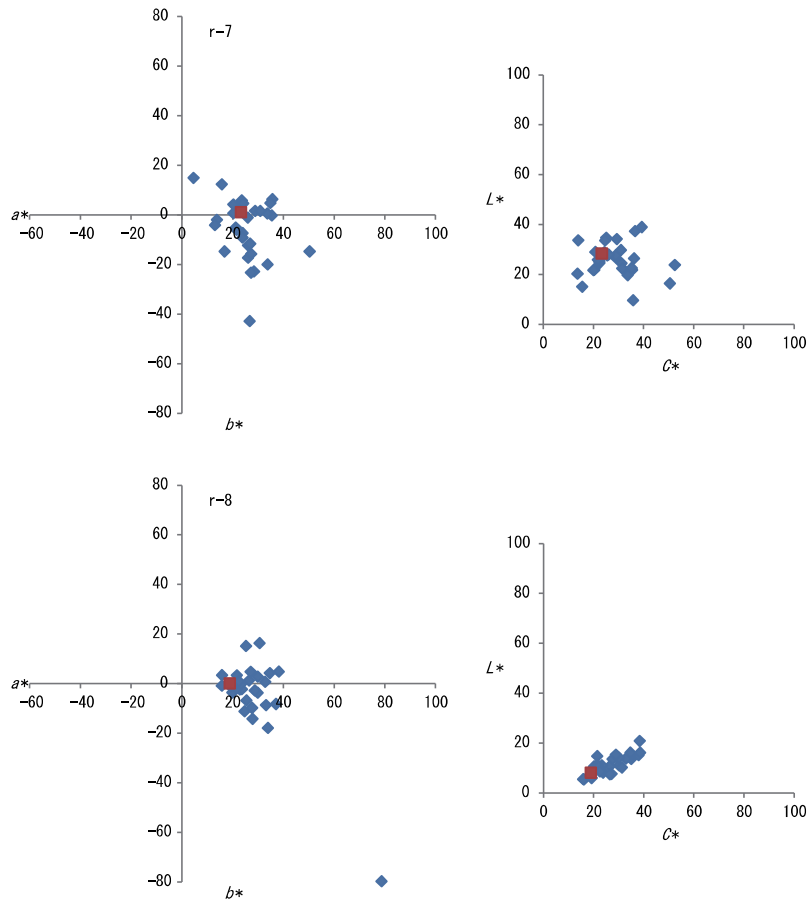
## 付録



基準刺激に対する再生刺激の分布

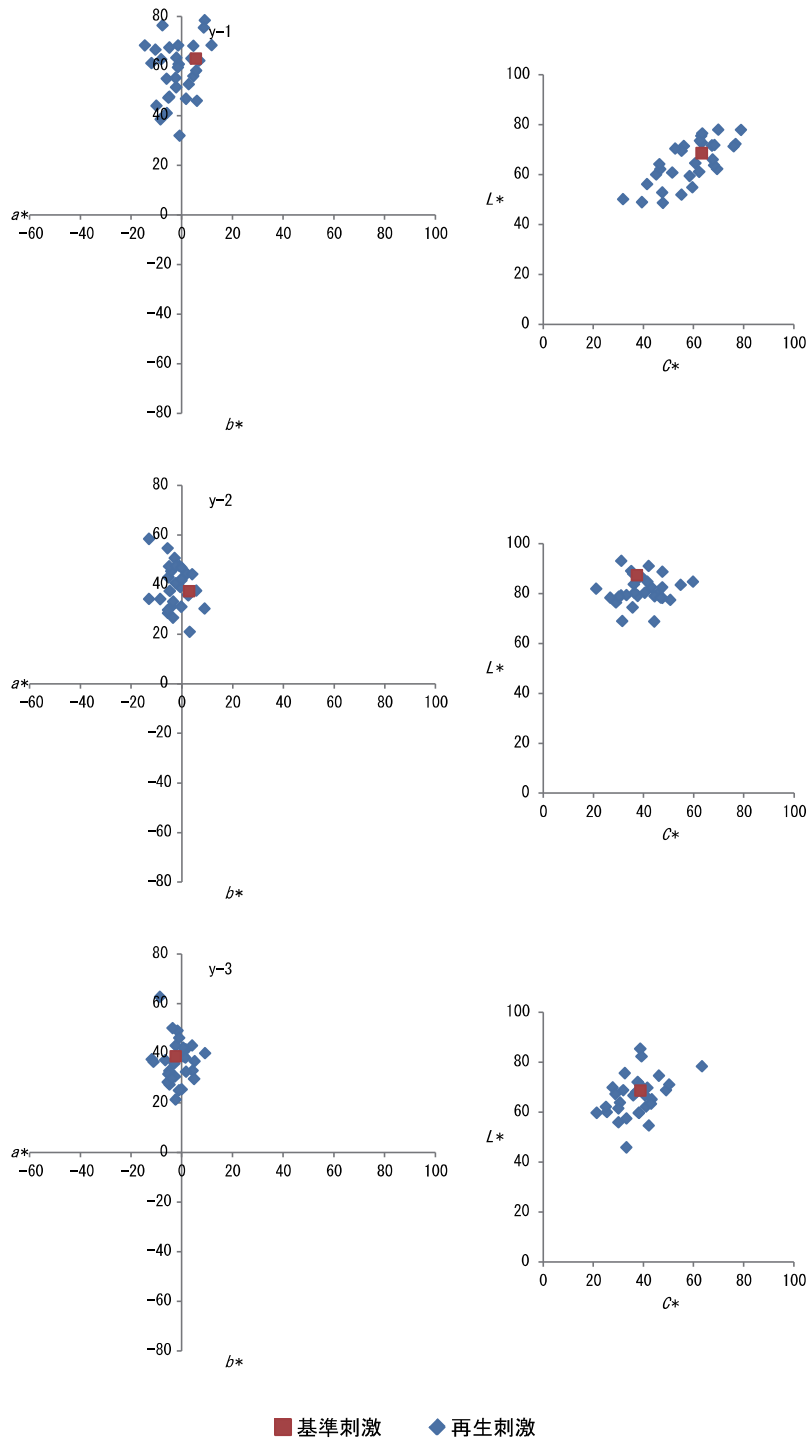


基準刺激に対する再生刺激の分布



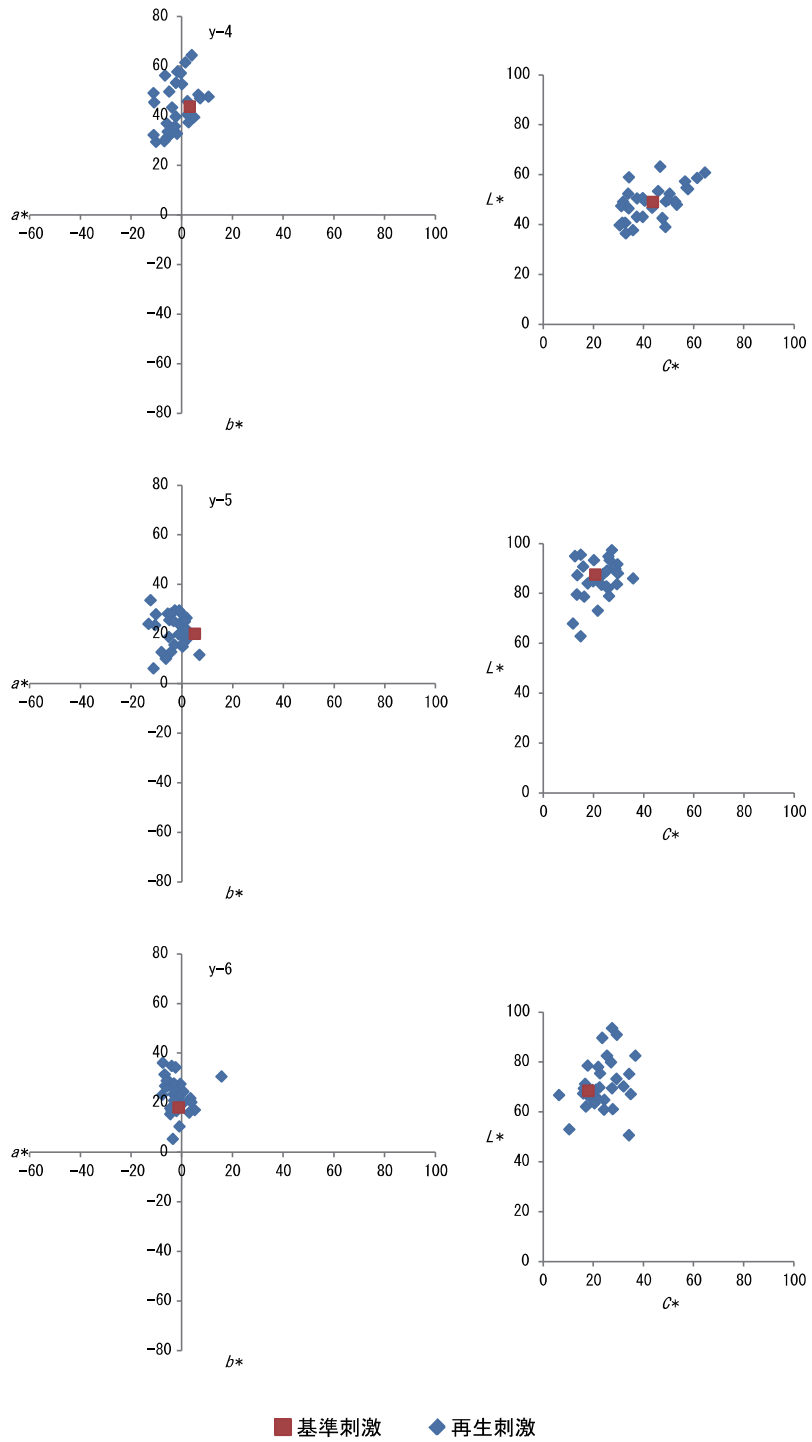
■ 基準刺激    ◆ 再生刺激

基準刺激に対する再生刺激の分布

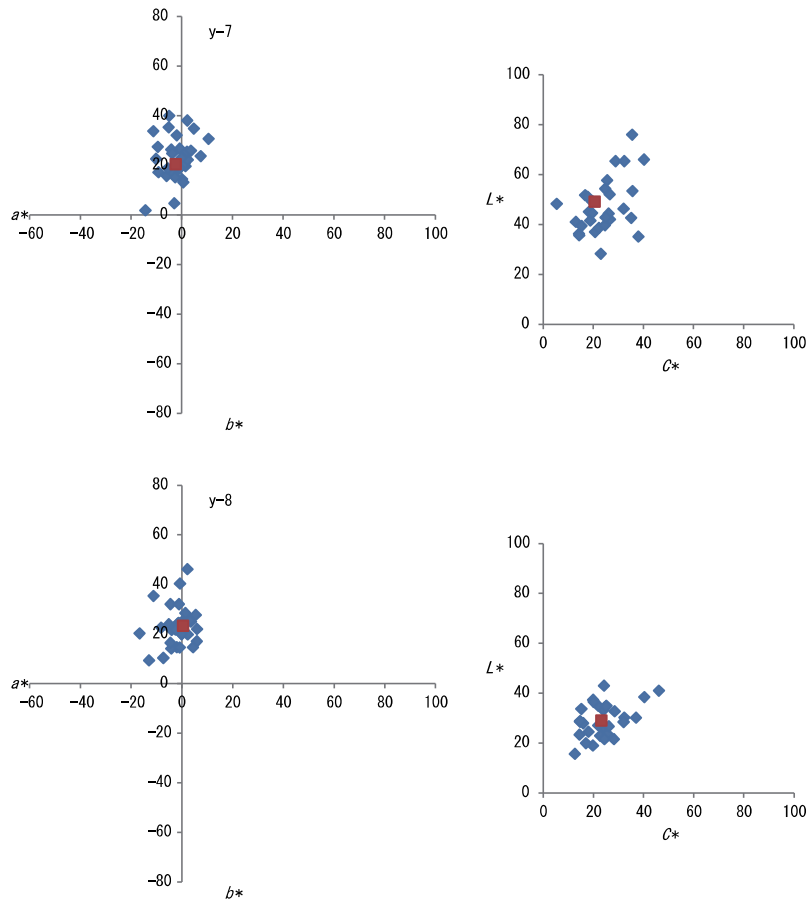


■ 基準刺激    ◆ 再生刺激  
基準刺激に対する再生刺激の分布



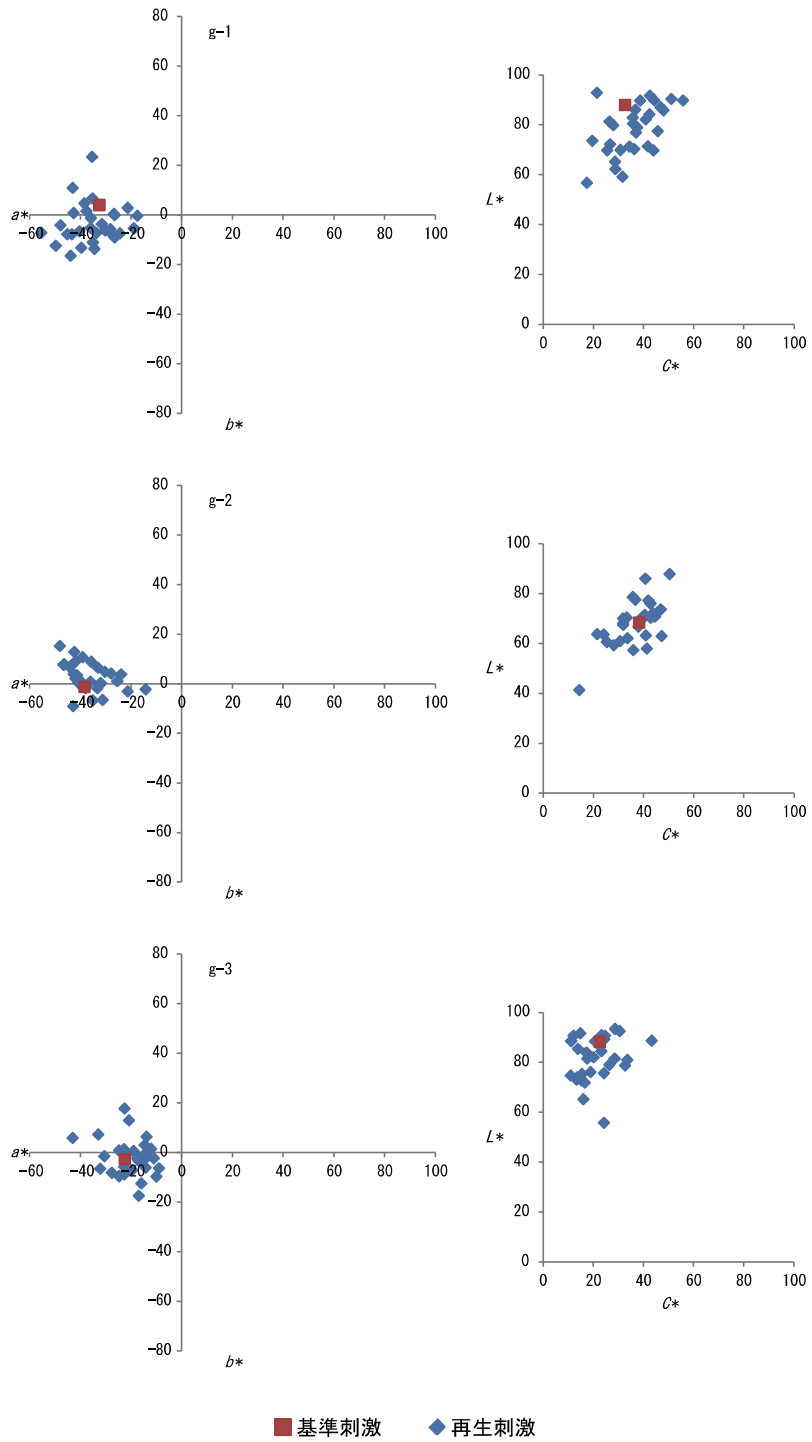


基準刺激に対する再生刺激の分布

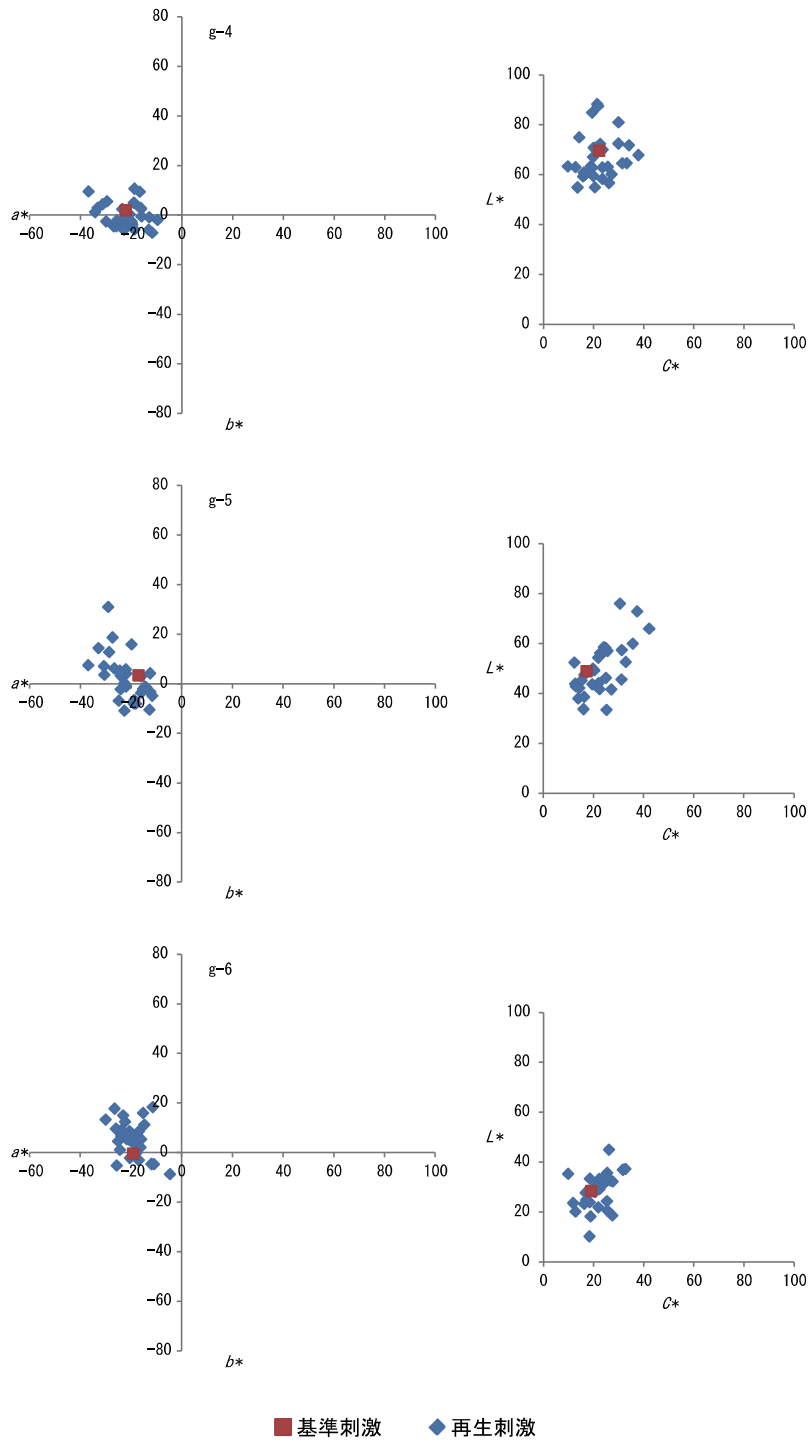


■ 基準刺激    ◆ 再生刺激

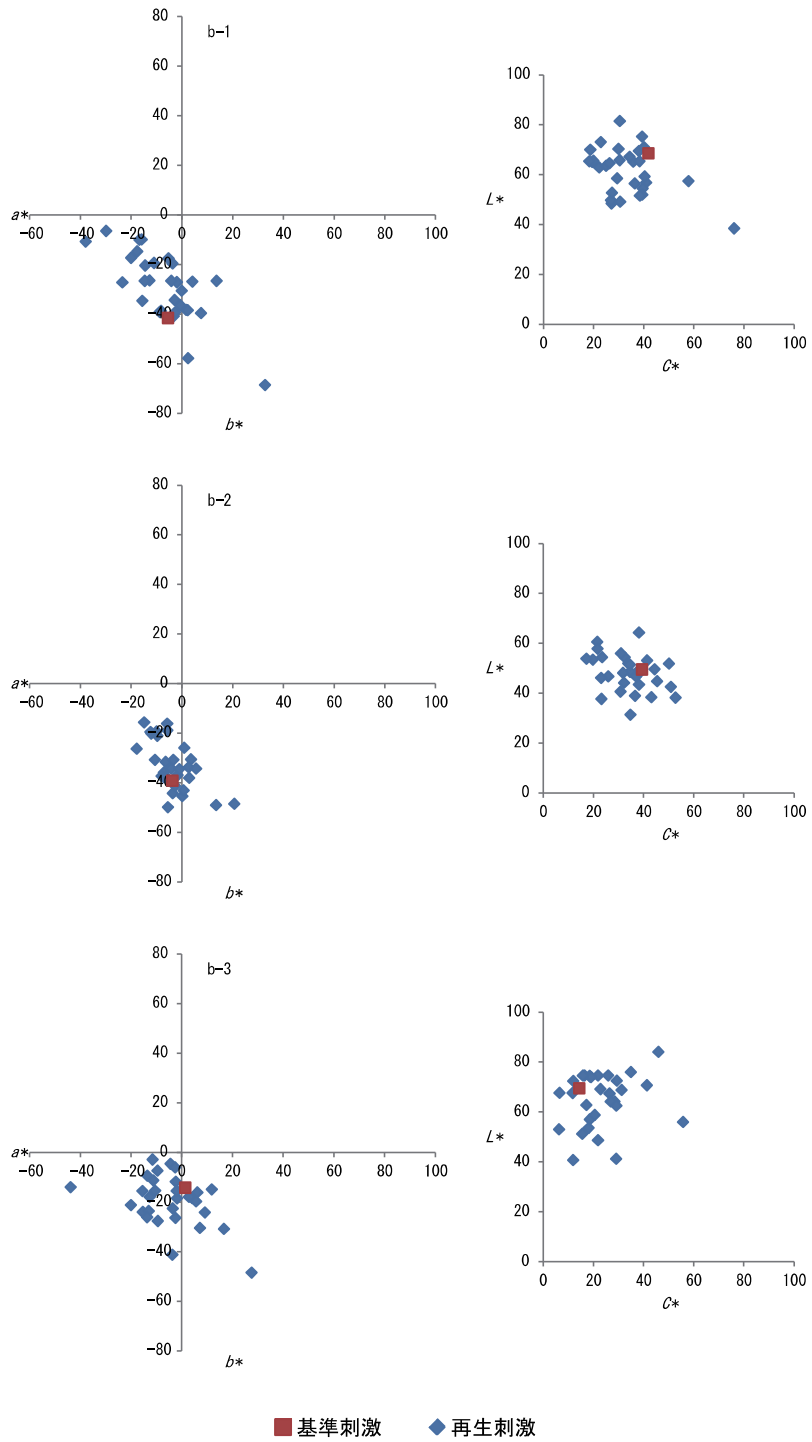
基準刺激に対する再生刺激の分布



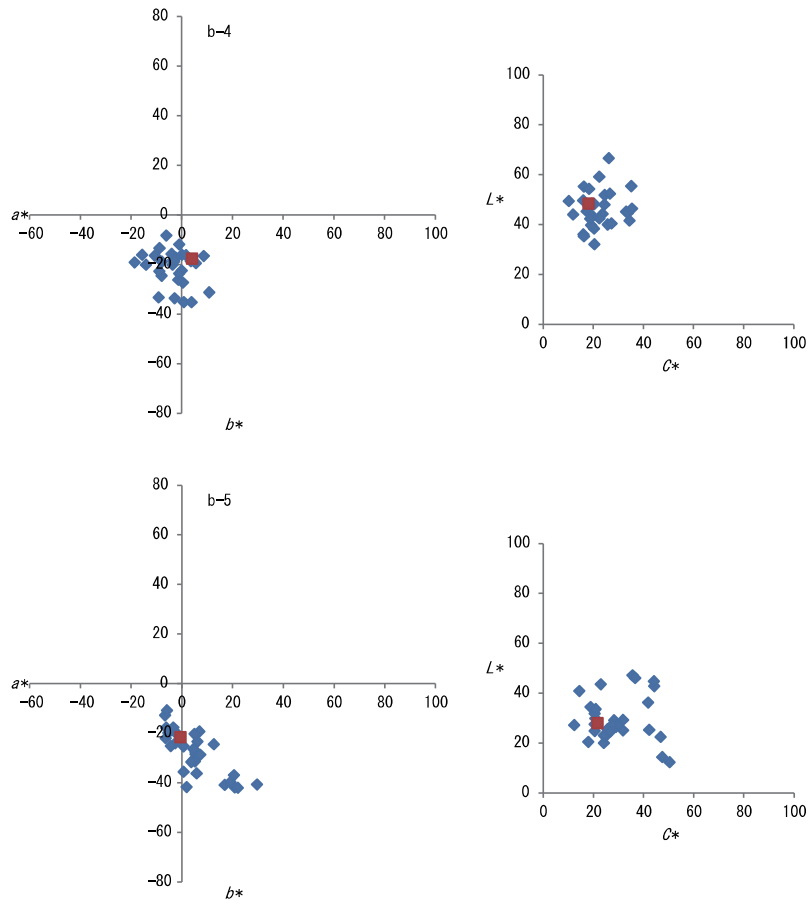
基準刺激に対する再生刺激の分布



■ 基準刺激    ◆ 再生刺激  
基準刺激に対する再生刺激の分布



■ 基準刺激    ◆ 再生刺激  
基準刺激に対する再生刺激の分布



■ 基準刺激    ◆ 再生刺激

基準刺激に対する再生刺激の分布