



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	色記憶の変容とその規則性 : 色に関する既存の知識体系の影響
Author(s)	佐々木, 三公子
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(文学)
Dissertation Number	甲第12963号
Issue Date	2018-03-22
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k12963
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/80757
Type	doctoral thesis
File Information	Mikuko_Sasaki.pdf



学位論文

色記憶の変容とその規則性 －色に関する既存の知識体系の影響－

佐々木 三公子

要旨

色面および物体色について、色記憶の変化傾向と記憶に影響を与える要因を明らかにすることが本研究の主題であった。色記憶の変容に関する研究では、ほとんどの場合同じ呈示色における再認成績や変化量の平均を比較することが多く、個人が持つ色カテゴリーの範囲やどの色がカテゴリーを代表するフォーカルカラーと認識しているかといった個人差を踏まえたデータ分析はされてこなかった。よって第2章では、単色の色面において色相差が心理的等歩度になるようカラーチャートを作成し、個人のカテゴリ分類の結果を踏まえた記憶変化傾向を分析した。カテゴリ分類においては、参加者が分類に使用した基本カテゴリ名は基本色彩語と概ね一致していたが、先行研究と同様に水色が高い割合で使用され、さらに黄緑の使用率も高かった。またカテゴリに含まれる色相の範囲や、フォーカルカラーの共通性といった点でカテゴリごとに異なる特徴が見られた。これらのことから基本レベルであっても、色カテゴリにおいてより高次のレベルと下位のレベルといった序列が存在し、高次のレベルの色カテゴリは下位カテゴリに影響力を持つと考えられる。色記憶の変化量および変化方向は、個人が持つフォーカルカラーを基準として平均を算出した。その結果、カテゴリ全体における平均ではフォーカルカラーの地点から変化方向が切り替わっており、フォーカルカラーに近づくように記憶が変化する傾向が見られた。

第3章では物体を伴う色の記憶について、記憶の変化傾向を調査した。刺激となる物体と色との関連性を明らかにするため、物体の熟知度と、物体の識別性、典型色について質問紙による予備調査を実施した。それらの結果から、実験3aで用いる物体の色に関わる特性を統制した。実

験 3a ではカテゴリ境界色を使った記憶実験を実施し、その結果、物体の典型色に関する知識が色記憶の変化傾向に影響を及ぼすことが示唆された。同じ色を呈示した場合であっても、どのような典型色を持つ物体に着色されたかによって色相の変化方向に違いが見られた。物体の典型色そのものではなく類似した色であっても、色典型性の高い物体においては典型色の効果が顕著に表れた。またその物体にとって不自然な、非典型的な色で着色された場合や色典型性が低い物体については、一方の色相への変化の偏りは見られなかった。実験 3b では同じ色相のカラーチップを用いてカテゴリ分類課題を実施した。カラーチップで分類した色カテゴリと呈示した同色の物体の典型色カテゴリが異なっている場合、色記憶の変化方向は物体の典型色方向に寄る割合が多かった。実験 3 の結果から、物体色の記憶は色のみから判断された抽象的な色カテゴリ情報よりも、具体的な個々の物体と色の結びつきの情報により強く影響を受けることが明らかとなった。第 4 章では、物体と色の結びつきの強さを表す色識別性の概念を発展させ、周囲の物体が影響する色識別性の違いが再認課題の成績に差異をもたらすか検証した。その結果、色の情報が周囲物体とターゲットとの識別に役立つ場合、物体固有の色識別性が低いものでも色名の再認率が高い結果となった。色識別性は物体の観察経験の蓄積からなる物体と色との結びつきであるが、色識別性が低い物体に置いても、観察条件によっては色識別性が高い物体と同等の強さで知覚表象に色情報が残る可能性が示唆された。

本研究におけるこれらの結果をさらに詳細に検証するためには、個々の物体が持つ色範囲や典型色のイメージなど物体と色との関係構造についてより詳しいデータを集める必要がある。また、物体の特性だけではなく観察者が属する文化や物体の知覚経験の頻度などにも目を向ける必

要があるだろう。人の色認知および色記憶のシステムを明らかにする上で、個人における物体との関係性を詳細に調査していくことが今後の研究に有効であると考ええる。

目次

第 1 章 序論	1
はじめに	2
1.1 色の弁別能と弁別閾の測定研究	4
1.2 カテゴリカル色知覚のはたらきとメカニズム	4
1.3 色面の記憶変化におけるフォーカルカラーの影響	7
1.4 物体色の記憶変化要因	8
1.4.1 物体の認知過程と知覚表象	8
1.4.2 観察経験による物体の色範囲の学習と色典型性 ..	10
1.4.3 物体固有の色識別性と複数呈示における色識別性	11
1.5 色の表し方—表色系と色差の算出—	13
1.6 問題の所在と本研究の目的	14
第 2 章 単色の色面におけるカテゴリ分類と色記憶の変化傾向 ---	18
2.1 単色の色面における色記憶の変化（実験 1）	19
2.2 単色の色カテゴリ分類傾向と色記憶の変化（実験 2） ---	32
第 3 章 物体と色の関連度の調査および物体色の記憶変化傾向 ---	66
3.1 物体の熟知度に関する質問紙調査（予備調査 1）	67
3.2 物体の識別性に関する質問紙調査（予備調査 2）	79
3.3 物体の色典型性が物体色の記憶に与える影響（実験 3a）	91

3.4 物体の色典型性が物体色の記憶に与える影響（実験 3b）	100
第 4 章 周囲物体の影響を受けた色識別性と物体色名の記憶成績	115
4.1 物体固有の色識別性と周囲物体の影響を受けた色識別性	116
4.2 周囲物体の影響を受けた色識別性と物体色の記憶成績（実験 4）	117
第 5 章 総合考察	136
5.1 本研究結果の総括	137
5.2 色記憶が変容する要因と色記憶の変容モデル	140
5.3 今後の研究の展望	143
引用文献	146
謝辞	151

第 1 章

序論

はじめに

我々は色のある世界をどう捉えているのだろうか。目を開ければ視界には色相や強さの異なる様々な光が絶えず飛びこみ，脳内で情報処理されている。色を分類し，見分けることによって我々は物の状態や違いを理解したり，注意を惹きつけられたり，そこに込められたメッセージを受け取ったりする。近年は高画質の電子機器が一般にも普及し，商品のカラーバリエーションの多様化や色材の豊富さなどあらゆる色に触れる機会が増えてきている。色彩に関する日常経験が多様化することで，色の知識や色から読みとる意味合い，ひいては視覚世界との関わりについても多様化していくかもしれない。本研究では，色情報を人がどのように分類し認識しているのか，物理的な色刺激と再認時に生じる差異はどのような要因によってもたらされるのかについて，色の3属性のひとつである色相の変化に着目し心理学的実験を行う。また蓄積された物体と色の知覚経験は知識となり，経験を繰り返すことで連想関係を強めていく。そのような知識は物体の認知や表象の形成にどのように利用されるのだろうか。実験にて扱う刺激を，単色の色面，奥行き感を残したカラー物体画像，そして複数の物体画像を同時に呈示するというように発展させることで，色が意味を持つ物体に布置されている場合とそうではない場合において，それぞれの色記憶の変化傾向の違いを明らかにしたい。このように，本論文では色に関する知識という高次の認知機能のはたらしきによって視覚情報処理に色がどのように寄与しているのか包括的に検証する。序章では色の弁別能力やカテゴリカル知覚といった色覚のしくみに関する先行研究から人がどのように色を体系化し知識に組み込んでいるのかを論ずる。また色の表し方や色記憶の差の測定方法についても検討を行う。次章から，色の記憶に関する実験を記述し，色記憶におけ

る変容の傾向とその要因を明らかにする。

1.1 色の弁別能と弁別閾の測定研究

ある色が、他の色と違うと区別できることを色弁別という。人はどのくらいの色の違いまで見分けることができるのだろうか。ニュートンはプリズムを使って太陽光をスペクトルに分解し、red, orange, yellow, green, blue, indigo, violet とした。日本では虹の 7 色として赤、橙、黄、緑、青、藍、堇で表わされる(金子, 1988)。しかしスペクトルの光は連続的であり、それらの色名の中でも段階的に色が変化している。一般的にパソコンなどで使用される 256 階調の RGB ディスプレイの場合、理論上は約 1677 万色もの色数を表現できることになるが、その全ての色を見分けられる人はほとんどいないだろう。Wright & Pitt(1934)は人の色弁別閾を波長別に調査し、黄と橙の境界付近や青緑付近では 1nm の波長の違いでも弁別できるほど感度が高いこと、反対に緑やスペクトルの両端では違いに鈍感であることを示した。明度や彩度の違いと組み合わせると、人は数百万色もの色を区別できることになる。McAdam(1942)は等色実験を行い色弁別閾のばらつきを確率楕円で色度図に表した。図 1-1 に xy 色度図と uv 色度図上での McAdam の楕円を示す。楕円の中は同じ色に見える範囲を表す。しかし、色の弁別能は背景の明るさといった周囲の環境や空間的条件によって変わるとされる(矢口, 1991; 矢口, 2007)。たとえば彩度の低い色同士を彩度の高い背景の上に並べた場合には色の違いを見つけることは困難になる。これは色域効果と呼ばれる。

1.2 カテゴリカル色知覚のはたらきとメカニズム

弁別能力があるからと言って我々は全ての色の違いを見分けながら視覚情報を処理しているわけではない。例えば少し黄みがかかった赤やくすんだ赤、やや明るい赤も「赤」という大きな枠組みにまとめて捉えて

いる。このような膨大な数の色をある範囲を持ったいくつかの色カテゴリにまとめて知覚するはたらくはカテゴリカル色知覚と呼ばれる(内川, 1998)。各色カテゴリには色名があり, もっともそのカテゴリの色らしい, カテゴリを代表するような色をフォーカルカラー(焦点色)と呼ぶ。カテゴリカル色知覚の特徴として, たとえ物理的には同じ色差の 2 色であっても, カテゴリが同じ 2 色とカテゴリが異なる 2 色では, カテゴリが異なる方が色差が大きく感じられることが知られている(Harnad, 1987)。では, 人は色をどのくらいのカテゴリに分類して知覚しているのだろうか。Berlin & Kay(1969)は 98 種の異なる言語について使用されている色彩語を調べた結果, 発達した言語の場合には言語の種類, 民族などを問わず基本的な 11 の色名が共通して存在すると主張した。この 11 色を基本色彩語と呼び, その色名は red, green, yellow, blue, orange, purple, pink, white, black, gray であるとした。また文化の発達程度により色カテゴリの分類数には違いがあり, 文化の成熟度が進むにつれて色名の分化が進み基本色彩語の数が増えることも主張している。Uchikawa & Boynton(1987)は OSA 色票を用いて色命名課題を行い, これらの基本色彩語はどの言語にも安定して存在することを示した。よって色カテゴリの分類は色知覚において普遍的なものであると主張した。日本人の色カテゴリ分類においては, 内川(1988)は日本人大学生を対象に色票のカラーネーミング課題を行い, 日本人にも 11 の基本色彩語があること, それに加えて mizu(水色), hada(薄橙色を表す肌色)も使用割合が高いことを示した。また同じく日本人を対象にした Kuriki(2017)の実験では水色と肌色の他にも紺, 抹茶, えんじ, 黄土, 山吹, クリームといった色名も挙げた。日本語以外の言語では, Jameson & Alvarado(2003)がベトナム語と英語において色名や色の特

性が異なることを報告しており、言語や文化によって、基本とする色名やカテゴリが異なる可能性を挙げている。言語による色カテゴリの数や分割の違いは、色の認識にも違いをもたらすのだろうか。Rosh(1972)はパプワニューギニアのダニ語話者を対象にマンセルカラーチップを使った色再認実験を行った。ダニ語は明るい色、暗い色という2つの色名しか持たない。もしカテゴリが少ないことが色認識に影響を与えるなら、ダニ語話者の再認成績は英語話者よりも低くなるはずである。結果は、ダニ語話者も英語話者と変わりなく色を再認できた。また、Kay & Kempton(1984)はメキシコのタラフマラ語話者に青と緑の中間色を基準色として見せた後、等距離にある2つの色を呈示しどちらが基準色に似ているかを聞いた。緑と青を区別しないタラフマラ語話者の場合はどちらかの色を選ぶ割合は同じであったが、緑と青を区別する英語話者の場合は基準の中間色を見たときに判断したカテゴリと同じカテゴリに属する色の方をより似ていると選ぶ割合が多かった。これらの研究の結果から、色知覚と言語によるカテゴリ分類には普遍的な面と相対的な面があると言えるだろう。また基本色彩語よりも細かいレベルの色名になると、文化や環境などによりさらに違った色彩語彙の構造を持つかもしれない。

では、カテゴリカル色知覚は言語的なメカニズムなのだろうか。池田・苧坂(2005)は緑と青の境界色を呈示した後、構音抑制を行った場合と動的視覚ノイズにより視覚干渉を行った場合で再認課題での色の変化量を比較した。その結果構音抑制を行った群の方が色の変化が小さかった。つまり構音抑制によって緑、もしくは青という色名をリハーサルできなかったことで言語情報の影響を受けず、一方の色カテゴリに寄らなかったと池田・苧坂は説明した。一方で言語を獲得していない乳幼児で

あっても呈示された色が同じカテゴリから別のカテゴリに変わった時には素早い注視がみられること (Ozturk, 2013) や、脳活動が上昇したという報告もある (Franklin & Davies, 2004)。また横井・内川(2004)は多色呈示による探索課題において、周囲とターゲットの色が別カテゴリの場合は探索が速く、刺激の呈示が 50ms の短時間でも色カテゴリに基づく抽出ができていることから、カテゴリカル色知覚は言語メカニズムではなく色覚メカニズムから生じていると主張した。しかし知覚の段階においては言語の影響を受けずにカテゴリの同異を区別できるとしても、既に言語を獲得している場合、符号化や知覚表象を形成する際には言語による影響を受けることは避けられないと予測される。よって知覚された色をどのカテゴリに分類するかという違いは、記憶の変化傾向にも違いをもたらすと考えられる。どの色を記憶するかという点だけではなく、観察者がどの色として認識するか、という点も取り入れた記憶の測定が必要である。

1.3 色面の記憶変化におけるフォーカルカラーの影響

色記憶の変容に関する研究については、これまでに Newhall(1957)をはじめ Pérez-Carpinell(1998)など主にカラーチップを用いた再認実験が行われてきた。再認における色の変化傾向については、彩度の上昇が見られる、また記憶した色の特徴を強調するように変化するという知見はあったものの、色相の変化については一貫した傾向は見られないとされていた。しかし Uchikawa & Boynton(1987)はカテゴリカル色知覚の研究を通して、色の再認課題においてはカテゴリを代表するフォーカルカラーに近づくこと、変化量は個人の色カテゴリ範囲内にとどまることを主張した。例えば赤というカテゴリでは、心理 4 原色の Red にあた

る vivid な赤が「赤らしい」として想起されるだろう。観察した色をどの色カテゴリに分類して符号化するか，という点は色記憶に影響を与える。河村・高橋(2006)は緑－青付近の色を刺激として用い参加者に「あお」または「みどり」の文字を呈示したところ，呈示した文字の色相方向に記憶が変化することを示した。与えられたカテゴリ名で色が符号化されることにより，想起時にカテゴリのフォーカルカラーに近づいて色がイメージされ，変化方向に差が生じたといえる。このように，色面の記憶は色カテゴリやフォーカルカラーの影響を受ける。

1.4 物体色の記憶変化要因

色面の記憶においては，色カテゴリ分類やフォーカルカラーが影響を及ぼすことが示唆された。しかし，日常では物体など何らかの意味を伴ったものに布置されて色が認識されることの方が多いだろう。ここでは，物体と色との関わりから色記憶に影響を与える要因について述べる。

1.4.1 物体の認知過程と知覚表象

人の物体認知過程における情報処理段階については，まず外部からの刺激を受け取る感覚段階，次に図と地の区別，輪郭や色，肌理や奥行といった情報が処理される知覚段階，さらにそれがどんな物体であるかといった符号化が伴う認知段階を経る。物体の認知において，感覚刺激からの情報を処理するボトムアップ処理の他に，蓄積された既存の知識が認知に影響を及ぼすことが示唆されている。物体の認知段階では符号化がなされ，さらに意味記憶と関連して他の事象との連想，プロトタイプとの照合，特徴などを含めた知覚表象が生成されまとまりをもった情報として保持される。目の前にリンゴが置かれたときにそのリンゴを記憶

するまでを辿ってみよう。図 1-2 に横澤(2016)を参考に作成した単純なオブジェクト認知の情報処理過程のイメージを示す。まず物体であるリンゴから反射された光刺激が眼球に入り、LMS 錐体や桿体などの視細胞や神経回路から色情報や輝度情報が感覚される(①の段階)。次に、その感覚された情報から輪郭の検出、背景との区別、自分とリンゴとの距離から推測される大きさ、カテゴリーカルな色分類、表面の質感、陰影情報などが処理される②の知覚段階を経る。また大きさや形、色の組み合わせやシーンの文脈などから物体の知識を介して可能性の高い物体が導き出され(③トップダウンによる処理)、今までの物体特定経験と違和感が少ないものを観察対象の物体としてみなし、これはリンゴだと決定する(④物体の特定、認知)。決定した後も、既に知識としてあるリンゴという概念の記憶表象と照合し、表象内の情報を追加修正し調整する。観察したリンゴ固有の知覚表象には、リンゴという物体名、ふじといったより細かいカテゴリー分類、形と色の視覚イメージ、プロトタイプのリンゴと比較してより色が赤い、表面の模様が粗い、傷がある、右側がへこんでいるといった特徴や、あまり熟していない、おいしくなさそう、好きといった印象など様々な情報が内包されている。観察対象が視界から消失してもその表象は保持され、物体の再生、再認時に想起される。符号時と想起時の時間間隔によって想起しうる表象の情報も曖昧になっていくだろう。その際には特徴的な情報が残りより抽象的なものになるかもしれない。リンゴという物体についての視覚経験が十分にあり、典型的な物体色が赤であるという知識を持っていればリンゴという言葉だけが残っていても意味記憶からの連想によりその情報が利用され、赤かったと再認できるかもしれない。物体色の色記憶において、知覚段階における色カテゴリーの影響と、特定した物体から連想される色といった物体

に関連する意味記憶からの情報の影響を受けると予想される。

1.4.2 観察経験による物体の色範囲の学習と色典型性

物体に関する色の知識のひとつとして、色の典型性が挙げられる。特定の色範囲で物体の視覚経験を何度も繰り返す中で、物体と同時に知覚される色に結び付きが生まれる。この物体はおおよそこの色範囲に存在することが多い、最もよく見かける色やその物体として特徴的な色はこのあたり、といった物体色の情報が蓄積される。その情報はまた経験により修正・追加され知識となる。後で目にした物体が既存の知識内容とそぐわない場合でも、そのような色の幅を持つ物体であることを学習し、知識に組み込まれる。しかしシアン色のリンゴといった、今までに一度も見たことが無いような、既存の概念から極端に外れる場合にはその物体として認知されないかもしれない。もしそれがリンゴだと判明した場合には、リンゴの物体色の範囲が更新されるだろう。このように、物体と色の観察経験によって物体色についての学習がなされる。物体との結びつきが強く、連想関係にある色を物体の典型色と呼ぶ。研究によっては記憶色(memory color)と表現されている場合もあるが、経験を通して知識として蓄積された、その対象として自然な色、その対象らしい色という意味で本論文では典型色(typical color)という表現で統一する。これまでに主に自然物などの個々の物体に対する典型色が調査されている (Bartleson, 1960; Perez-Carpinell, et. al, 1998; 近江・菊池, 2001; 中平ら, 2003; 川上, 2011)。物体と色の連想関係は経験により知識として保持され、物体認知や記憶の処理に寄与すると考えられる (Davidoff & Ostergaard, 1998; Humphrey, 1994)。典型色の効果を検討した研究については、典型色を呈示した条件の方が典型的ではない色を呈示した場

合よりも画像の再認成績が良いこと，また再認時の反応時間も早いことが報告されている(Ratner & McCarthy, 1990; 川上, 2008)。また，楨(2004)は参加者に物体の模造物を 15 秒間観察させ直後，30 分後，1 週間後の 3 回に分けて記憶した色を色票から選択させる実験を行った。その結果，色は比較的安定して再生されるものの，色相は物体の典型色の影響を受けて変化する場合もあること，低彩度のものは個人差が大きいことなどを挙げている。しかし物体色の記憶については再認率や反応時間を比較した実験が多く，実際に記憶がどの色相方向にどれだけ変化したか，というデータを比較し変化傾向を検討した研究はまだ少ない。さらに色カテゴリやフォーカルカラーの影響と物体の典型色との関係についても検証を重ねる必要があるだろう。

1.4.3 物体固有の色識別性と複数呈示における色識別性

物体を識別する際に，色情報が識別に役立つものとあまり役立たないものがある。Tanaka & Presnell(2001)はこの結び付きの度合いを色識別性という言葉で表現した。Tanaka & Presnell が行った実験は 48 種の日常物体について知覚的な特徴を 10 秒以内に 3 つ答えるものであった。特徴で挙げられた最初の特徴が色である割合を調べると，レモンでは 80%，消防車は 90%であった。一方テーブルや犬で最初に色を挙げた割合は 0 であった。しかし，各物体における典型色を聞いたところ，テーブルでは 100%，犬においても 80%で共通した色名(茶)を回答した。このことから，Tanaka & Presnell は色識別性と典型的色の有無は別の概念であることを主張した。自然に見える特定の色範囲があるという典型色の知識は持っているが，物体の同定にはあまり役立たない物体もあるということである。そして識別する際に物体色が有益な物体は色識別性

の高い(High color diagnostic : HCD)物体とし、識別に色が有益ではない物体は色識別性の低い(Low color diagnostic : LCD)物体と分類した。そして HCD 物体と LCD 物体において物体色再認実験を行ったところ、HCD 物体の方が再認成績が高かった。これは、HCD 物体の意味表象の中に色名が含まれており、その知識が再認の手がかりになったと考えられる。普段見慣れてない非典型色で HCD 物体を呈示した場合には、再認成績の差は無くなるかむしろ LCD 物体よりも低くなる傾向がある(永井・横澤, 2006)ことから、HCD 物体は色情報の影響を LCD 物体よりも受けやすいと言える。

しかし、LCD 物体は識別において常に色が有益になることはないのだろうか。たとえばハサミは紙などの物が切れる形状が特徴であり、識別に色情報が重要な役割を果たさない LCD 物体に分類される物体と考えられる。ハサミの持ち手が赤だろうと青だろうと、それがハサミであると同定することに色情報はほとんど役立たないだろう。しかし、似たような道具でいっぱいツールボックスに赤いハサミが入っているとき、他の様々な物体の中から「赤い」ハサミを見つけるのに色は有益な情報と成り得るのではないか。物体を識別することは他の物体ではないと区別できることでもある。複数の物体から目的の物体を探索する場合、単体で観察するときとは異なる属性が注目されるかもしれない。ハサミという概念に色があまり重要ではないからといってどの観察状況下でも色の情報が重要視されないというわけではないかもしれない。そう考えると、LCD 物体であっても周囲の物体によっては色が重要な情報となり、物体色再認においても HCD 物体と同程度の成績が見られるかもしれない。

1.5 色の表し方ー表色系と色差の算出ー

色は波長の異なる光であり，物体の色はその光を物体が反射し人の網膜に入ることによって感覚される。ニュートンが「光に色はなく，人の視覚が色の感覚を引き起こす」というように，光刺激を受容し，脳内で処理されることにより人は色を感じることができる。よって色は主観的経験であり，他人と同じ色を感じているかどうかは，言語によるフィードバックが必要になってくる。色を表す言葉として，先述した基本色彩語のような色名がある。JIS が定める物体色の色名としては，有彩色の基本色名 10 色，無彩色の基本色名 3 色がある。また明るい，やわらかいといった明度や彩度に関する修飾語なども決められている。さらに物体などの固有の色が由来となった固有色名，固有色名のなかでも広く一般に使用されるものは慣用色名として色名とマンセル値が定められている。しかし慣用色名などは万人が全く同じ色イメージを共有できる性質のものではなく，色名から得るイメージと実際に目にした色に違和感を覚える場合もあるだろう。次に，さらに正確に色を他者と共有できるよう，色を体系づけた表色系が作成されている。代表的な表色系としては，マンセル表色系やオストワルト表色系，また日本色彩研究所によって開発された PCCS(日本色研配色体系)などがある。マンセルや PCCS では，心理的な原色をもとに知覚的等歩度になるよう色を段階的に作成し明度と彩度を変化させた色を作成している。特に赤，緑，青，黄といった他の色相の色味が感じられない原色をユニークヒューと呼ぶ。その他に，光の波長と心理的な色の見えを対応させ心理物理量を 3 刺激値で表した CIE 表色系がある。CIE 表色系は刺激値を用いて色を 2 次元の座標上で表現できる。座標上の 2 点の距離と心理的な色の距離がどの点においても等しい空間は均等色空間と呼ばれる。xy 色度図の場合，先述した図

1-1 のように MacAdam の楕円を対応させると緑領域での弁別楕円が非常に広く、青領域で小さくなってしまう。この場合、緑領域と青領域にある各 2 点は座標上では同じ距離であっても、心理的な距離は異なるように見える。2 点の座標間の距離を心理的な距離として記憶の変化や弁別閾を比較する際には、座標上のどの 2 点においても、心理的な距離が等しいと感じられる色度図が理想である。現在、均等色空間に最も近いと言われているのは $L^*u^*v^*$ 表色系と $L^*a^*b^*$ 表色系であるため、本研究においても、色相の変化量には $L^*a^*b^*$ 色度図上の 2 点間の距離および色相角差を使用する。しかし、 $L^*a^*b^*$ 表色系においても完全な均等色空間にはなっていないため、色相によっては座標上では同じ距離でも心理的な距離が異なる範囲があるかもしれない。よってマンセル表色系など既存の表色系のカラーチャートを参考に、心理的に等歩度と感じられる独自のカラーチャートを作成し、そのチャートを用いることでより心理的な変化量と対応した数値を測定することを目指す。

1.6 問題の所在と本研究の目的

これまで論述したことを総括し、本研究の目的を述べる。色の記憶の変化傾向を検証するために、まずは色以外の意味を伴わない色面において、色記憶に関わる要因を検討する。カテゴリカル色知覚のはたらきにより、色はいくつかの大まかな枠組みに分類されて符号化が生じると考えられる。よって個人の色カテゴリ分類を調査し、各観察者にとってのフォーカルカラーを軸とした色相の変化が見られるのかという点を検証する。また日本人の色カテゴリの分類数が基本色彩語の数とどの程度対応しているのかについても調査することで日本人の色認識や個人差について分析する。次に、物体色の記憶変化の傾向について検討する。しかしその

前に、まずはどのような属性を持った物体を刺激として扱うか統制するために、様々な物体について調査する必要がある。その物体が一般的にどの程度熟知され、また物体色とどの程度強い連想関係にあるのかを分析した状態で色記憶の変化を検討する必要があるだろう。また色識別性においては単体ではなく複数の物体が同時に呈示された場合でも物体固有の色識別性は強固であるかどうかを検証する。識別する条件によっては、LCD 物体においても色情報が有益となり、結果色記憶の成績に影響を与える可能性がある。よって第 2 章から、色再認の実験を通して色の変化量と変化方向についてどのような傾向が見られるか検証し、色面や物体における色の知識と記憶の関わりを明らかにしたい。

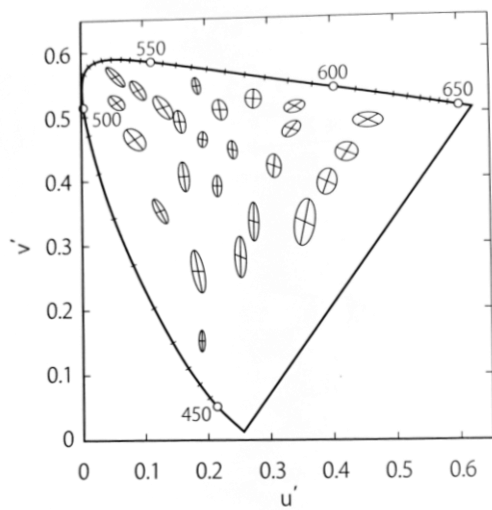
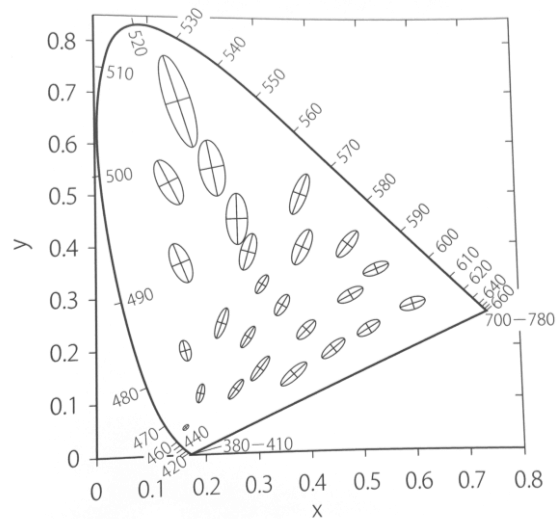


図 1-1 色度図上に表した McAdam の偏差楕円
(左) $u'v'$ 色度図での楕円 (右) xy 色度図での楕円

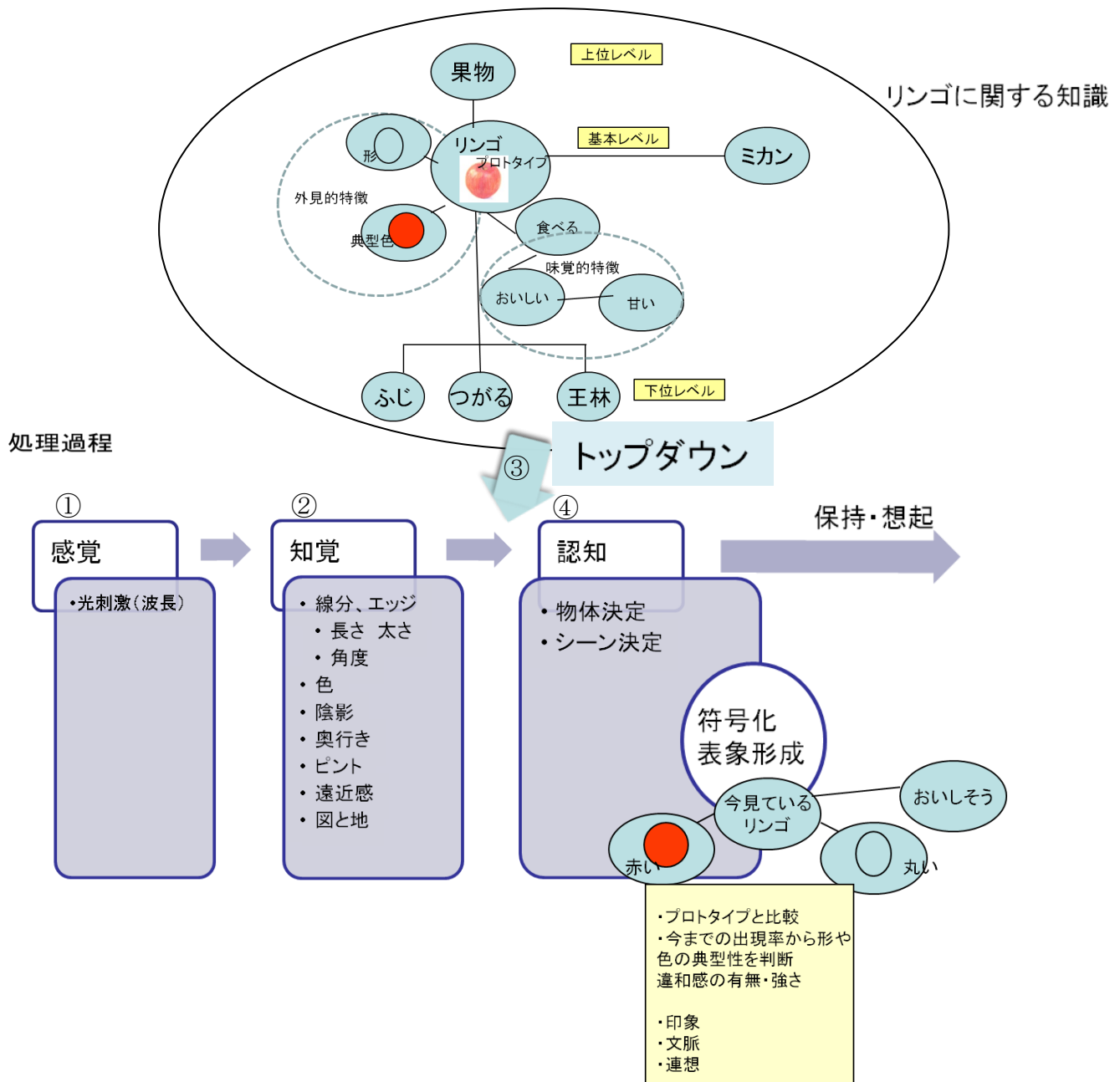


図 1-2 単純化したオブジェクト認知の情報処理過程イメージ
横澤(2016)p.6 を参考に作成した。

第 2 章

単色の色面におけるカテゴリ分類と 色記憶の変化傾向

2.1 単色の色面における色記憶の変化(実験 1)

目的

単色呈示における色面の記憶変化傾向について検討する。一般的に基本レベルの色カテゴリに属していると考えられる心理 4 原色を赤，黄，緑，青カテゴリのフォーカルカラーとし，これらの色を基準に，4 原色とそうではない色の間で記憶の精度に差があるか調査する。もしフォーカルカラーが色記憶の基準となっているのであれば，フォーカルカラーに設定した色の再認成績は他の色よりも高く，記憶の変化量が最も小さいと思われる。そしてフォーカルカラーの方向に記憶が変化するならば，同じ色カテゴリに属する場合はフォーカルカラーから離れた色ほど変化量は増すだろう。呈示した刺激色とフォーカルカラーとの距離が記憶変化量と比例するのか。また遅延条件を設けることで，色の知覚的表象が曖昧になり再認率が減少したり反応時間，変化量が増加すると予想される。さらに刺激色の作成方法として， $L^*a^*b^*$ 色度図上で刺激色間を均等な距離で設定することにより， $L^*a^*b^*$ 表色系の均等色空間の妥当性を検証する。

方法

実験参加者

視力，色覚ともに健常な 11 名の大学生および大学院生が参加した(男性 2 名，女性 9 名，平均年齢 21.6 歳)。

装置

刺激色およびカラーチャートの呈示には 24.1 インチ液晶モニター(EIZO, FlexScanSX2462W)を使用した。カラーモードは sRGB モードで表示した。実験は Microsoft Office Excel2007 のアプリケーション上に

VBA のプログラムを動作させて実施した。参加者の反応には光学マウスを使用した。

刺激

記憶刺激として 2.5cm 四方の正方形を単色で着色した JPEG 画像 26 枚を作成した。画像の作成には Adobe Photoshop7.0 を使用した。記憶刺激の色は、まず基本色彩語に含まれ、心理 4 原色にも対応する赤(R), 黄(Y), 緑(G), 青(B)を PCCS の v2, v8, v13, v18 を参考に作成した。またこの 4 原色の中間色として、隣接する色の距離が $L^*a^*b^*$ 色度図上で等距離になるよう色相を変化させた色を使用した。 $L^*a^*b^*$ 値と隣色との距離を表 2-1-1 に示す。また各色の a^*b^* 座標を図 2-1-1 に示す。赤—黄間は 6 段階、黄—緑間は 5 段階、緑—青間は 5 段階、青—赤間は 6 段階を設けた。黄から緑、緑から青は原色を直線距離で結んだ線上に中間色を設けると一部の中間色の彩度が極端に下がってしまうため、彩度を一定に保つようにやや原点から離れて膨らむ曲線になっている。刺激色 26 色は連続しているため、R-Y1 と B-R8, R-Y8 と Y-G1, Y-G7 と G-B1, G-B7 と B-R1 はそれぞれ同じ色である。26 色の色相番号と心理 4 原色との対応は、刺激色番号 R-Y1 が赤、Y-G1 が黄、G-B1 が緑、B-R1 が青と対応する。再認課題にて呈示されるカラーチャートは、記憶刺激が R-Y1 から R-Y8 のいずれかの時は選択刺激が B-R4 から B-R6 と R-Y1 から R-Y8, Y-G2 から Y-G4 というように、記憶刺激が属する色相ブロックの色と、隣接する色相ブロックから 3 段階離れた色相までを色相順に配置した。

手続き

実験はディスプレイの前に座って行われた。試行は赤から黄の 8 色相 (R-Y ブロック), 黄から緑の 7 色相 (Y-G ブロック), 緑から青の 6 色相 (G-B

ブロック), 青から赤の 8 色相(B-R ブロック)という 4 つの色相ブロックに分けて行われた。色相ブロックごとに実行する Excel ファイルが異なり, 実行順は参加者ごとにランダムであった。参加者は割り当てられた順に Excel ファイルを開き, シート上にある開始ボタンを押して実験を開始した。最初に 35cm×20cm のグレー(RGB=(192, 192, 192))画面が現れ, 画面の中央上部に注視点が 2000ms 呈示された。その後, 注視点の位置に 2.5cm×2.5cm の刺激色が 5000ms 呈示された(図 2-1-2 上参照)。刺激に対する視角は約 2° であった。一つの色相ブロックにおける刺激色の呈示順はランダムであった。直後条件では, 刺激色が消えた直後に, 画面下部に横一列のカラーチャートが現れた(図 2-1-2 下参照)。カラーチャートの大きさは 1 色相につき 3cm×1cm の長方形で示され, 色相間には 0.8cm の間隔を設けた。選択刺激を長方形にした理由は, 画面の横一列に 14 個の選択色を並べる際に刺激色と同じ幅では納まらなかったため, 各選択色の横幅を狭める必要があったが, それにより面積が刺激色と大きく変わらないよう, 縦の長さを伸ばして調整したためである。選択刺激が呈示されたら, 参加者は直前に呈示された刺激色と同じだと感じる色をカラーチャートから選び, マウスでクリックすることが求められた。反応はできるだけ速く正確にすることが教示された。クリックをすると, チャート上部にクリックした色が記憶刺激と同じ 2.5cm×2.5cm の大きさで現れた。参加者はその色を観察し, 記憶刺激と同じ色だと感じた場合は OK ボタンを押した。もしクリックして現れた色が記憶刺激と異なると判断した場合, 参加者は何度でも他の色をカラーチャートからクリックし, 確認してから OK ボタンを押すことができた。OK ボタンを押すとグレーのブランク画面になり, その後注視点が 2000ms 現れた後に新たな記憶刺激が呈示された。遅延条件では, 刺激色が画面

に 5000ms 呈示され消えた後，カラーチャートが表示されるまでの間に 10 秒の遅延を設けた。刺激色が呈示されている間とカラーチャートが呈示されるまでの間，参加者は色そのものを見て覚えることを求められた。色を命名すること，色が似ている物体に例えることはしないよう教示された。試行数は直後条件と遅延条件ともに 30 試行であり，うち RGBY に当たる 4 色相の再認は色相ブロックの両端に当たるため 2 回，他の 22 色は 1 回ずつ行われた。参加者は直後条件と遅延条件を同日に行ったが，1 つの条件を終えたあとに 1 時間ほど休憩を挟みもう一方の条件を行った。直後条件と遅延条件の実施順は参加者ごとに統制した。

結果

分析方法

参加者の反応として，チャートが呈示されてから OK ボタンが押されるまでの時間を反応時間として計算した。また，呈示された刺激色と同等の色が一致した場合を正再認，不一致の場合を誤再認として再認率を測定した。再認色が刺激色と不一致だった場合には，どちらの原色方向にどの程度の差異が生じていたか知るために，カラーチャートにおいて選択された再認色が刺激色の左右どちらに位置していたかという方向と，刺激色と再認色の $L^*a^*b^*$ 色度図上の色差 ΔE_{ab}^* を求めた。

時間条件別の結果

参加者の全試行の正誤反応および反応時間から，時間条件別の平均正再認率と平均反応時間を算出した。その結果，平均正再認率は直後条件が 82.4% ($SD=7.7$)，遅延条件が 68.2% ($SD=7.4$) であり，平均反応時間は直後条件が 2854ms ($SD=655$)，遅延条件が 4834ms ($SD=1190$) であった。また平均反応時間と平均正再認率について対応のある t 検定をそれ

ぞれ行い、直後条件と遅延条件を比較した(表 2-1-2, 表 2-1-3)。その結果、反応時間では直後条件の方が遅延条件より有意に反応が速く($t(10)=5.91, p<.001$)、また正再認率では直後条件の方が有意に高い結果となった($t(10)=4.12, p<.01$)。さらに刺激色と再認色の色差 ΔE_{ab}^* においても、 t 検定の結果直後条件より遅延条件の方が色差が有意に大きいという結果が得られた($t(10)=4.72, p<.001$) (表 2-1-4)。

色相ブロックごとの正再認率

色相ブロックごとに正再認率に差異があるか調べるため、各参加者の正再認率について時間要因と色相ブロック要因に分け 2×4 の分散分析を行った(被験者内計画)。その結果、時間の主効果のみ有意であり($F(1, 30)=20.91, p<.001$)、直後条件の方が遅延条件よりも再認率が高かった。色相ブロックの主効果および交互作用はみられなかった。

色相ごとの色差および変化方向

刺激色番号によって色差 ΔE_{ab}^* に差が見られるか調べるため、遅延条件での色相ブロックごとに 1 要因の分散分析を行った(R-Y, B-R ブロックは 8 水準, Y-G, G-B ブロックは 7 水準)。その結果、どの色相ブロック内においても有意な差は見られなかった(R-Y: $F(7, 70)=1.17, n.s$, Y-G: $F(6, 60)=0.1, n.s$, G-B: $F(6, 60)=1.13, n.s$, B-R: $F(7, 70)=1.05, n.s$)。また、刺激色に対して再認色がどちらの方向に変化したかを分析するため、各試行での ΔE_{ab}^* にプラスもしくはマイナスの符号を付与した。符号はカラーチャート上での刺激色の配置より右側の色を同定した場合はプラス、左側の色を同定した場合はマイナスとした。PCCS 色相環上では、時計回り方向に変化した場合がプラス、反時計回りに変化した場合がマイナスとなる。符号を付与した変化量において色相ブロックごとに 1 要因の分散分析を行った結果、どの条件においても有意差は見られなかつ

た。刺激色番号ごとに再認色との色差の平均値を示したものを図 2-1-3 上に、変化方向の符号を付与し平均化した値を図 2-1-3 下に示す。

心理四原色と中間色の比較

一般的に多くの人が基本レベルとして持っているとする赤，黄，緑，青に対応する色として設定した刺激色番号 R-Y1，Y-G1，G-B1，B-R1 での ΔE_{ab}^* 平均と，中間色である 22 色相の ΔE_{ab}^* 平均に差異があるか検証するため対応のある t 検定を実施した。その結果有意な差は見られなかった。

考察

再認成績における遅延の効果

全体の結果として、直後条件よりも遅延条件のほうが正再認率が低く、反応時間、色差が大きいことが明らかとなった。これは先行研究の結果とも矛盾せず、かつ 10 秒という短時間の遅延においても変化量が増加することを示している。直後条件での正再認率は全色相の平均で 80% を超えており、呈示直後ではまだ知覚表象が鮮明に残っているため正確に色を再認できたと思われる。反応時間が通常の再認実験よりも値が大きく標準偏差も大きくなっているが、これはクリックで選択した色が刺激色と同じサイズで表示され、その色を確認してから OK ボタンを押すという、単純な Yes/No 反応よりも手順が多かったためである。また参加者によっては何度もカラーチャート内の色をクリックし同定刺激を確認してから OK ボタンを押す場合もあり、分散の大きさは遅延条件でより顕著になっている。

色相による変化傾向の違い

時間条件と色相ブロック条件の 2 要因分散分析の結果は時間の主効果

のみが有意であり、色相ブロックの主効果や交互作用は見られなかった。色相ブロック間の正再認率に有意差が無かったということは、再認の難易度に差が無かったことを示している。この実験のカラーチャートは、一つの色相ブロックの中では色相間の距離はほぼ一定であるが、その距離は色相ブロックによって異なる。例えば R-Y ブロックの 8 色相の距離はそれぞれ $\Delta E_{ab}^* = 12.14$ であるが、G-B ブロックの 8 色相の距離はそれぞれ約 $\Delta E_{ab}^* = 21.31$ である。この違いはカラーチャートで隣り合う色相の心理的距離がブロック間で大きく異ならないよう調整したためである。現在均等色空間に最も近い表色系として利用されている $L^*a^*b^*$ 色空間であるが、心理的な色距離と座標上の距離の対応は色相によって間隔が異なると言えるだろう。 ΔE_{ab}^* を利用し比較、分析をする際にはこの点を踏まえた上での利用が必要である。また、遅延条件において刺激色番号ごとに色差を比較した結果どの色相間においても有意差は見られなかった。しかし図 2-1-3 の色差のグラフと符号を付与した変化量のグラフを併せて見ると色変化の方向に一定の傾向が見られる。まず、色差と符号を付与した変化量がともに比較的小さい値をとる色相は刺激色番号 R-Y1, R-Y7, G-B3, G-B7, B-R3 が挙げられる(図 2-1-3 の縦実線部分)。R-Y1 は心理 4 原色の赤、G-B7 は心理四原色の青に対応するよう作成した色であり、基本レベルにあるカテゴリのフォーカルカラーに当たる色は記憶精度が良い傾向にあることを示している。しかし心理 4 原色の黄、緑を想定した R-Y8 と Y-G7(縦破線部分)の変化量は他の色相と比較しても小さいとは言えず、R-Y7, G-B3 の方が値は小さい。これは実験者が想定した黄よりも赤に近い R-Y7 の方が参加者にとってはより黄らしい色と感じられたためではないかと考える。同様に緑においても、Y-G7 よりも G-B3 の方がより緑らしいと感じる参加者が多かったため、その色相

の変化量が小さくなったと考えられる。また、**B-R3** は青と赤の間の色であるが、中間色としてではなく紫のフォーカルカラーとして見なされたために値が小さかった可能性がある。その他に、色差の図では **R-Y3** 付近や **Y-G3** 付近に減少傾向が見られる。これは赤と黄の間にオレンジ、黄と緑の間に黄緑が参加者の基本的な色カテゴリとして存在する可能性があることを示唆している。

実験 1 の問題点

実験 1 では、色差や方向を付与した変化量について色相ごとの差に有意差は見られなかった。これは再認率が 10 秒後においても約 70% と高かったため、データ値の分散が大きくなったためと考えられる。変化量を比較するためには、より刺激色間の距離を小さくし再認の難易度を上げて測定する必要があるだろう。また、今回は基本レベルのカテゴリとして **RGBY** の 4 つを設定した。しかし結果から紫カテゴリや他の色カテゴリが基本レベルで参加者の心内に存在する可能性が見られた。このため、参加者ごとに色カテゴリがどのような範囲で存在し、各色カテゴリのフォーカルカラーがどの色かということを調べたうえで変化量を比較することがより適切であると考えられる。また、実験 1 では色差の指標に **L*a*b*** 色度図上の距離を使用した。同じ心理的距離であっても色相ブロックごとに **L*a*b*** 上の距離は異なっていた。よって異なる色カテゴリ間で心理的な色差を比較する場合には、あらかじめ心理的等歩度で作成されたカラーチャートを使用し、刺激色と再認色の差をチャートの個数で表した方がより心内での色表象を表現できると推測する。これらの点を修正し、実験 2 では個人の色カテゴリとフォーカルカラーを基準に色記憶の変化方向および変化量を測定、比較する。

表 2-1-1 実験 1 で使用した刺激色の L*a*b*値と隣接色との色差

最左列の RYGB とある色は心理四原色を想定した色である。これらは各色相ブロックの端に位置するため、刺激色番号を 2 つ持つ。

色	刺激色番号	L*	a*	b*	色差 ΔE^*
R	R-Y1	55.6	75.8	49.3	12.1
	R-Y2	59.9	65.6	54.4	12.1
	R-Y3	64.1	55.5	59.5	12.1
	R-Y4	68.4	45.3	64.6	12.1
	R-Y5	72.6	35.1	69.7	12.1
	R-Y6	76.9	25.0	74.8	12.1
	R-Y7	81.1	14.8	79.8	12.1
Y	R-Y8 Y-G1	85.3	4.6	84.9	13.0
	Y-G2	80.3	-4.7	77.4	11.8
	Y-G3	75.1	-14.2	72.6	14.0
	Y-G4	69.7	-25.9	67.1	14.6
	Y-G5	64.0	-38.2	61.5	13.9
	Y-G6	58.7	-50.0	56.3	17.2
G	Y-G7 G-B1	54.8	-51.2	39.6	18.3
	G-B2	50.7	-43.9	23.4	20.2
	G-B3	46.3	-35.4	5.6	21.4
	G-B4	42.1	-24.6	-12.4	19.9
	G-B5	39.9	-13.8	-28.9	20.9
	G-B6	36.5	-1.1	-45.1	24.2
B	G-B7 B-R1	33.5	16.3	-61.8	18.3
	B-R2	36.7	24.8	-45.9	18.3
	B-R3	39.8	33.3	-30.1	18.3
	B-R4	43.0	41.8	-14.2	18.3
	B-R5	46.1	50.3	1.7	18.3
	B-R6	49.3	58.8	17.6	18.3
	B-R7	52.5	67.3	33.4	18.3
R	B-R8 R-Y1	55.6	75.8	49.3	

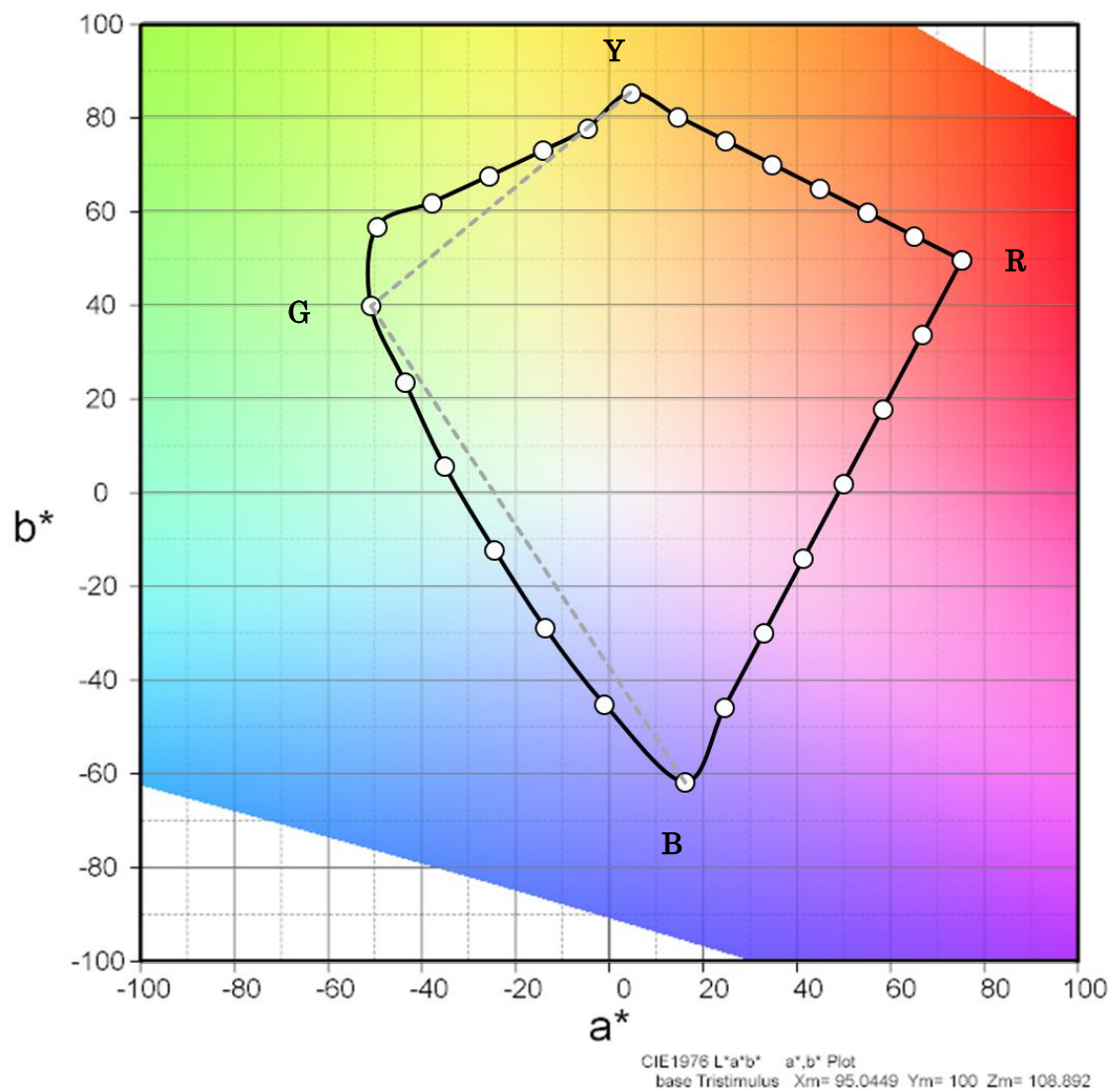


図 2-1-1 実験 1 で使用した刺激色の a^*b^* 座標

図中の点 RGBY は表 1 の RGBY の位置を表している。グレーの点線は Y-G、G-B を直線で繋げたものである。特に G-B 間では、直線を分割して中間色を作成すると彩度が落ちることが分かる。

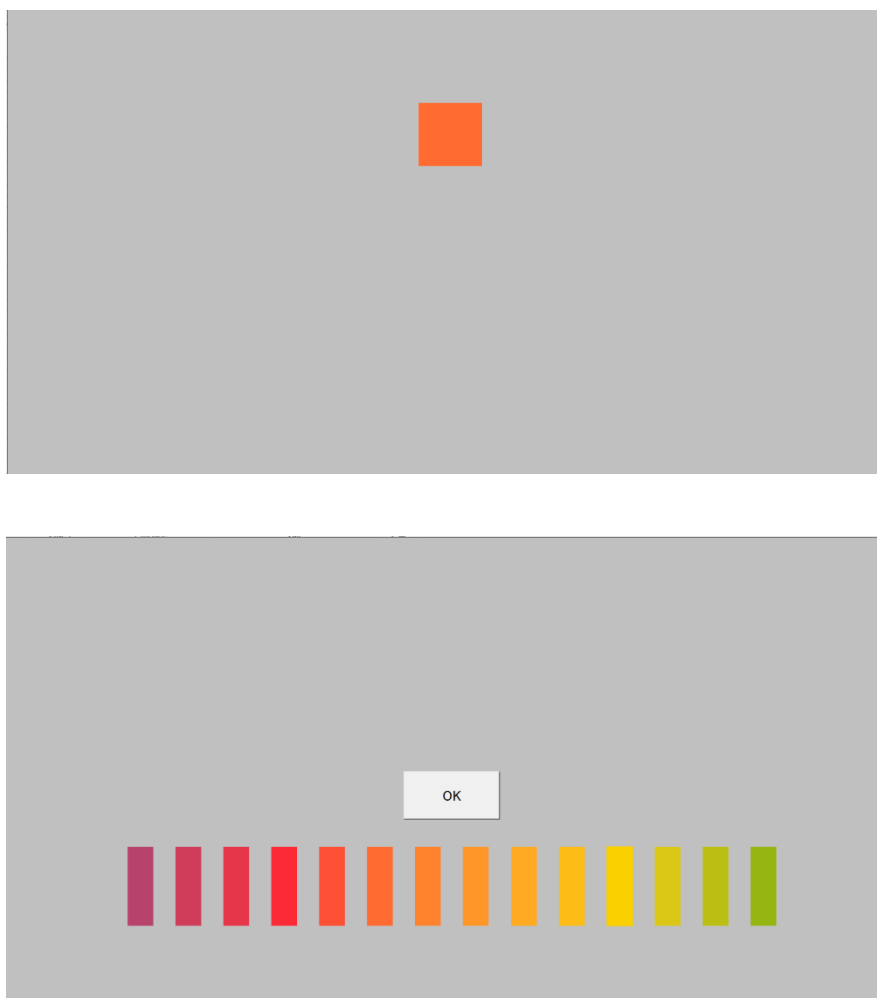


図 2 -1-2 (上)刺激色呈示画面例 (下)再認時のカラーチャート呈示画面例

表 2-1-2 条件別正再認率平均

カッコ内は *SD*

	R-Y	Y-G	G-B	B-R	全色相
直後	0.74(0.24)	0.82(0.18)	0.82(0.15)	0.92(0.10)	0.82(0.08)
10s 後	0.63(0.13)	0.68(0.14)	0.71(0.27)	0.72(0.15)	0.68(0.07)

表 2-1-3 条件別反応時間平均

カッコ内は *SD*

	R-Y	Y-G	G-B	B-R	(ms) 全色相
直後	2903(496)	2867(845)	2806(627)	2855(1015)	2854(655)
10s 後	4763(1470)	4539(1132)	4657(1164)	5386(1633)	4852(1198)

表 2-1-4 条件別色差平均

カッコ内は *SD*

	R-Y	Y-G	G-B	B-R	(ΔE^*_{ab}) 全色相
直後	3.73(3.51)	2.97(3.08)	3.61(2.98)	1.45(1.76)	2.92(1.18)
10s 後	5.17(1.91)	5.77(3.03)	4.86(3.46)	6.65(4.82)	5.63(1.75)

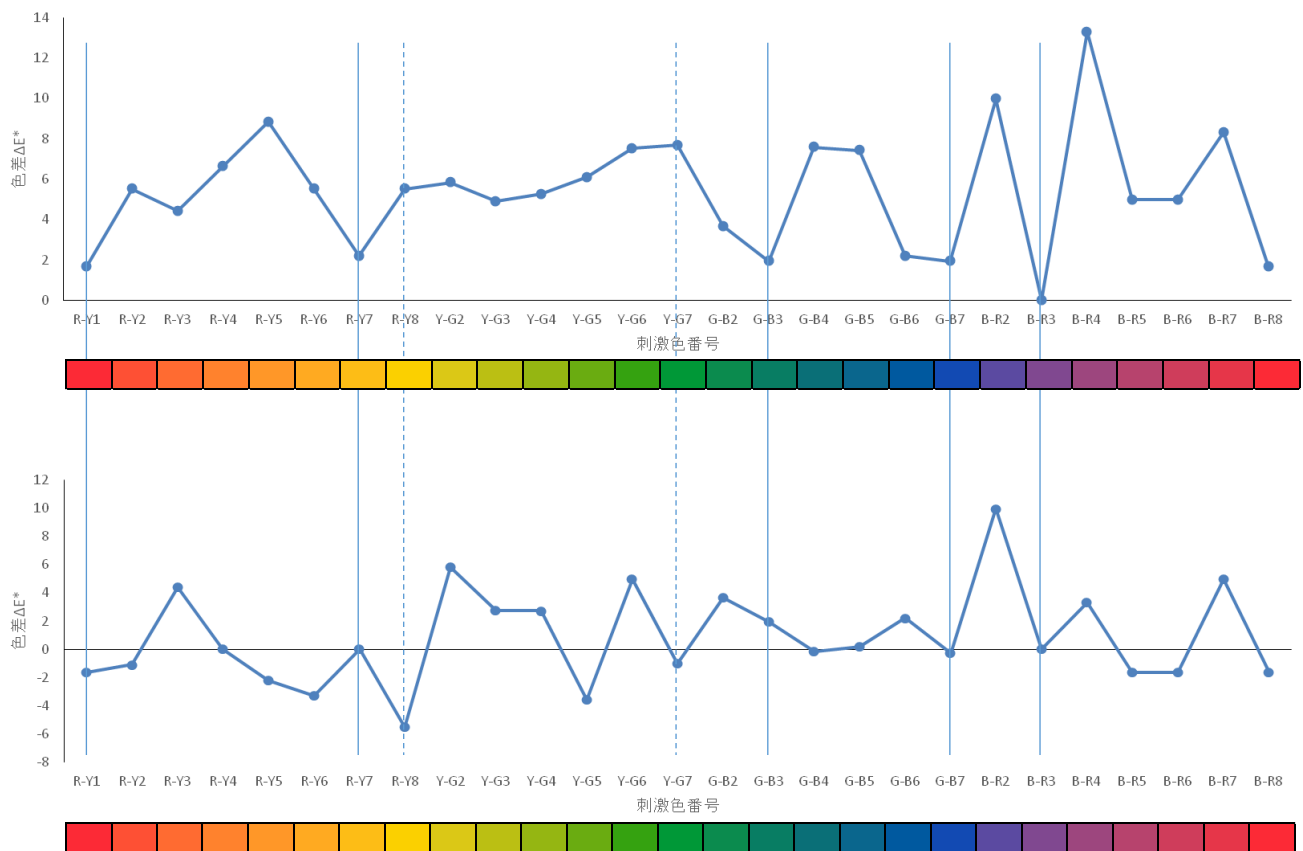


図 2-1-3 刺激色ごとの再認課題での変化量

(上)刺激色と再認色の色差平均 (下)符号を付与し平均した変化量

縦実線のある刺激色は比較的色彩差が小さく、変化方向の偏りも小さい色相である。縦破線は実験者が想定した心理 4 原色の Y、G に当たる色相である。

2.2 単色の色カテゴリ分類傾向と色記憶の変化(実験 2)

目的

実験 2 では実験 1 に引き続き単色かつ色面の刺激における色記憶の変化傾向を検証する。実験 1 の問題点を改善し、さらに色カテゴリ分類の個人差を踏まえて色記憶の変化傾向を探る。実験 1 との変更点は主に以下の 3 つである。再認課題における難易度を上げ、より詳細な変化傾向を調べるため刺激色の色相を実験 1 よりも細かい段階で作成した。2 つ目は再認課題の他に色カテゴリ分類課題を追加し、個人の色カテゴリ範囲とフォーカルカラーのデータを得た。3 つ目は色差の算出方法について、実験者がカテゴリの基準となる色を設定し同一色相における色差を平均化するのではなく、個人が選んだフォーカルカラーを基準に色差を平均化する。つまり、ある色カテゴリのフォーカルカラーが参加者によって異なっているとしてもその人にとってカテゴリの基準となる色という枠組みで捉え、色差平均を算出する。他の色はフォーカルカラーからどのくらい離れているかという視点でまとめ、色差を平均する。知覚的には同じ色であっても、参加者がどの色カテゴリに分類するかによって変化方向が異なると考えられる。これらの点から、まず色カテゴリ分類課題を通して各色相カテゴリの境界やフォーカルカラーの選ばれ方に特徴があるかを分析する。次に色記憶の変化を個人のフォーカルカラーを基準にして分析した場合、記憶の変化方向や変化量に序論で記述したような傾向が見られるか検討する。

方法

参加者

視覚, 色覚ともに健常な男女 50 名が参加した(女性 37 名, 男性 13 名, 平均年齢 24.7 ± 8.4)。実験は 2 回に分けて集団で実施された。1 回目は 30 名, 2 回目は 20 名が参加した。

刺激

色再認課題で使用した刺激: 58 色の単色カラーチップ画像を記憶刺激として使用した。画像の大きさは実験 1 と同じ $2.5\text{cm} \times 2.5\text{cm}$ の正方形であった。刺激色の $L^*a^*b^*$ 値と隣色との色差 ΔE^*ab を表 2-2-1(a),(b) に, a^*b^* 座標上の位置を図 2-2-1 に示す。刺激色は日本色彩研究所 HVC カラートレーニング内にあるマンセル表色系純色 40 色を参考に, 色相間が心理的等歩度になるよう段階を追加し, 調整した。図 2-2-1 をみると, a^*b^* 上では黄, 青付近の色差が小さく, 緑, 紫付近の色差が比較的大きいように見える。再認課題では, $1\text{cm} \times 3\text{cm}$ の長方形を 16 個スペクトル順に横に配置したカラーチャートを使用した。カラーチャートは 58 色を 10 色ごとに分割し 6 パターンを作成した。カラーチャートのパターンを図 2-2-2 に示す。直前に呈示された記憶刺激が 1 から 10 のいずれかであれば再認段階ではチャート 1 が呈示されるというように, 10 色ごとの刺激色と, その両端に 3 段階を加えたチャートが呈示されるようプログラミングを行った。

色カテゴリ分類課題で使用した刺激: 色再認課題で使用した 58 色のチップ画像と同じ形の図形を作成し, Excel シート上に円状に配置した。

手続き

色再認課題: 実験はディスプレイの前に座って実施された。再認課題を始める前に全員同時にディスプレイの表示モードや輝度を調整し同じ

表示条件になるよう揃えた。手続きにおける実験 1 との変更点は 2 つあり、1 つは正答率の高かった直後条件を無くし遅延条件のみとし、遅延時間を 8 秒にした。2 秒短縮した理由は、試行を 30 試行から 58 試行に増やしたため、参加者の負担を軽減するのに実験時間を短縮する必要があると考えたからである。もう 1 つの変更点は、各試行での再認反応をクリック 1 回に限定した。実験 1 ではクリック後に刺激色と同じ大きさの画像を再度観察し確認してから OK ボタンを押すことで反応としたが、反応時間が参加者によって差が大きいこと、手順が多いことから、1 試行につきカラーチップを 1 度クリックすることで再認反応とした。図 2-2-3 に実験時の画面例を示す。手続きはまず Excel のシート上にある開始ボタンをマウスでクリックすると、画面の中央上に注視点が 2000ms 呈示された。その後、注視点の位置に一辺が 2.5cm 四方の刺激色画像が 5000ms 呈示された。刺激は視角 2° を保つ距離で観察された。画面の背景は RGB=(192, 192, 192)のグレーであった。その後刺激が消え、8 秒間のインターバルが置かれた。インターバル後、画面下に 16 個のカラーチャートが現れた。参加者はカラーチャートの中から直前に呈示された刺激色と同じ色と感じるチップをマウスでクリックし反応した。反応はなるべく速く正確にするよう求められた。参加者がチップをクリックするとカラーチャートが消え、注視点が 2000ms 現れた後次の刺激色の呈示に移った。記憶および再認試行は 58 試行であり、刺激色の呈示順はランダムであった。同じ色が同一の参加者に 2 回以上呈示されることはなかった。再認課題にかかった時間は約 20 分であった。

色カテゴリ分類課題：色再認課題を参加者全員が終了した後、内容の説明を挟んで行われた。課題開始時の画面と課題完了時の画面例を図 2-2-4 に示す。分類課題では、Excel シート上に再認課題で使った色と

同じチップが楕円状に並んでおり，中央にある 9 つの枠に同じ色カテゴリに属すると感じるチップをマウスを使って入れていくことを求められた。分類する基準は自分が普段使用している基本レベルの色名とした。参加者の多くは以前に心理学の授業を受けており，カテゴリに関する知識を有していた。使用する枠は 9 つより少なくても多くても構わないとし，多い場合は下部に新たな枠を作成し色チップを入れるよう教示された。58 色の分類が終わると，それぞれの枠を何の色で分類したか色名を枠内にキーボードで入力した。また，自分が各カテゴリのフォーカルカラーと感じる色チップを他のチップより拡大することで示した。全ての作業が終わると実験 2 は終了した。色カテゴリ分類課題にかかった時間は約 10 分であった。

結果

色カテゴリ分類の結果

課題後の分類シートから，まず参加者が 58 色をいくつのカテゴリに分類したかを集計した(図 2-2-5 参照)。カテゴリ数の最大値は 15 であり，最小値は 6 であった。また，9 つに分類した参加者の割合が 40% と最も多く，次いで 8 つ，7 つの順に多かった。次いで，分類に使用した色カテゴリ名のうち，参加者の使用率が 30% 以上のものを図 2-2-6 に示す。黄，青，紫は参加者の 100% が色カテゴリ名に使用していた。また赤，緑，オレンジも同様に高い割合で使用されていた。赤と黄の中間にオレンジまたは橙のどちらか 1 色を使用している割合は 80% であったが，残りの 20% のうちオレンジと橙を別の色カテゴリとして両方使用した割合が 10%，オレンジか橙のどちらかと他の色名で複数に分類した割合が 10% であった。また黄緑は 78%，水色は 60% の使用率であった。使用

率が 30%未満の色名(表 2-2-2)においては,赤紫が 18%と最も高かった。色相別にみると,緑周辺の色を慣用色名などで分類するが多かった。そして刺激色 58 色について,参加者がそれぞれの色を何の色名に分類したかという表を作成した。表 2-2-3 は,列見出しを刺激色番号とし,1 行に参加者 1 名の色分類を色名で入力したものである。例えば,刺激色番号 20 は参加者全員が黄カテゴリに分類し,刺激色番号 26 では黄に分類する参加者もいれば黄緑の場合,緑の場合など参加者により色名が異なることが表からわかる。見分けやすいよう,同じ色カテゴリ名は同じ背景色で表しているが,この背景色は刺激色とは一致しない。刺激色番号ごとに使用された色名の度数を集計したものが図 2-2-7 の折れ線グラフ部分である。同図における棒グラフ部分は,フォーカルカラーに選ばれた度数を刺激番号ごとに集計したものである。例えば刺激色番号 1 は,色カテゴリ名に赤を使用した参加者のうち 39 人にフォーカルカラーとして選ばれており,全刺激番号中最も多い。しかし,図 2-2-7 の棒グラフからだけでは各参加者色が分類したカテゴリ範囲のどの位置にフォーカルカラーが存在するのかは分からない。よって参加者が分類した色カテゴリ範囲の中央を 0 とし,範囲の両端をそれぞれ 1 としたときに,同じ参加者が選択したフォーカルカラーの位置がどの値をとるか算出した。これにより,参加者が持つフォーカルカラーが色カテゴリ範囲の中央からどちらの方向にどの程度ずれて存在するかが分かる。各色カテゴリにおけるカテゴリ範囲中央からのフォーカルカラーのずれを度数分布で表したものが図 2-2-8(a)~(h)である。赤カテゴリ(a)はカテゴリ中央との距離が 0,つまりカテゴリ中央の位置にフォーカルカラーがある割合が最も高く,また大まかではあるが左右対称の形をとっていた。緑カテゴリ(e)も中央付近から離れるにつれ選ばれる割合が減少していた。オレンジ

と橙の結果を合わせたもの(b)と黄カテゴリ(c)は中央よりも赤寄りの色
をフォーカルカラーと選ぶ割合が多かった。それとは逆に、黄緑カテ
ゴリ(d)はカテゴリ中央が選ばれる割合が最も多いものの中央から黄寄
りの色が選ばれることは少なく、緑寄りの色に分布が偏っていた。水色カ
テゴリ(f)と青カテゴリ(g)はカテゴリ中央からやや青より、紫寄りにフ
ォーカルカラーが偏り、紫カテゴリ(h)では中央からやや青寄りの位置に
ある割合が高かった。

色再認課題の結果

色再認課題における反応の指標として、16色の選択色チャートから刺
激色と同じ色を選択した場合を正再認、他を誤再認として正再認率を算
出した。チャートパターンごとに正再認率に差があるか比較するため、
一要因 6 水準の分散分析を実施した(参加者内要因)。チャートパター
ンごとの正答率の平均値を図 2-2-9 に示す。その結果有意差がみられた
($F(5, 245)=8.02, p<.001$)。そのため多重比較による下位検定を実施した
ところ、チャート 6 のみ、他の 5 つのチャートよりも正答率が高いとい
う結果になった(チャート 6 とチャート 1: $t=3.49$, 6 と 2: $t=5.83$, 6 と
3: $t=4.25$, 6 と 4: $t=2.94$, 6 と 5: $t=4.73$)。また 58 色の刺激色ごとに正再
認率を求め、隣色との色差との相関係数を算出した結果、 $r = 0.43$ であ
り弱い正の相関が見られた。

次に、再認反応における刺激色と選択色の色差を求めた。色差の単位
として、チャート内の刺激色から選択色が何個離れた色であったかとい
うチャート個数を用いた。これは $L^*a^*b^*$ 表色系での距離を用いると赤や
青といった大まかな色相範囲において、色相間の距離が異なるため、心
理的等歩度で作成したチャートの個数の方がより心理的な距離を反映し
ていると判断したためである。仮説では、色記憶は個人が基準とするフ

フォーカルカラーが刺激色のときに最も変化量が小さく、同じカテゴリ内ではフォーカルカラーからの距離が増える程変化量も増加すると予想した。また色相の変化方向は刺激色が属する色カテゴリのフォーカルカラーの方向に変化すると予想した。これらの仮説を検証するためには、58色の色相ごとではなく、個人のフォーカルカラーを軸としフォーカルカラーからの距離ごとに色差の平均値を求める必要がある。データの整列の流れを図 2-2-10 に示す。図の列見出しは参加者番号、行見出しは刺激色番号を表す。同色のセルは同じカテゴリに分類された色であり、値は再認時の刺激色とのチャート個数差である。太字の値は、各参加者がフォーカルカラーに選んだ刺激色番号での再認結果である。例えば緑カテゴリの場合、参加者 1 は刺激色番号 30 を呈示されたときに、再認課題では 30 番からチャート 2 つ分離れた色を選択したことを示す。緑カテゴリのデータ整列を例にすると、まず全参加者が緑カテゴリに分類した刺激色範囲を結果から抜き出した(図上段)。次に、抜き出した範囲から緑カテゴリではない再認結果を削除した(図中段)。そして各参加者のフォーカルカラーでの再認結果(図中の太字セルの値)の高さを揃え、同じ行の平均値とデータ数を求めた。このように、各参加者が選んだフォーカルカラーを刺激色としたときの色記憶の変化量と、フォーカルカラーからの色相距離ごとに色記憶の変化量を算出した。色カテゴリ名の使用率が高かった 8 色について同様の方法で変化量の平均値を算出した。この結果を図 2-2-11(a)~(h)に示す。グラフには平均したデータ数が 20 以上のもののみ図示した。赤カテゴリ、オレンジ+橙カテゴリでフォーカルカラーにおける変化量が小さく、フォーカルカラーから離れるにつれ変化量が増加した。また、変化の方向を付与した場合の変化量の平均を同様に算出した。方向の付与の方法は実験 1 と同様に、各反応で変化方

向が色相環で時計回り(チャートで刺激色から右方向)の場合はプラス，反時計回り(チャートで刺激色から左方向)の場合はマイナスとした。結果を図 2-2-12(a)~(h)に示す。オレンジ+橙，緑，青，紫カテゴリではフォーカルカラー付近を境に変化の方向がプラスからマイナスに切り替わっていた。さらに，これらの 8 カテゴリの結果を平均した変化量と，符号付き変化量を図 2-2-13 および図 2-2-14 に示す。図 2-2-13 ではわずかなではあるがフォーカルカラー付近では値が減少しており V 字を描いていた。また図 2-2-14 ではフォーカルカラーでは変化方向の偏りが 0 に近く，フォーカルカラーを境に変化方向がプラスからマイナスに切り替わっていた。

考察

色カテゴリ分類における分布の特徴

色カテゴリ分類課題から，各カテゴリにおいていくつかの特徴が見られた。まず，参加者が分類したカテゴリ数だが，9 つ分類した場合が最も多かった。Berlin & Kay(1969)が主張した 11 の基本色彩語のうち，赤，緑，黄，青，紫，橙は今回の実験においても高い使用率で見られた。ピンクについては，刺激色番号 55~58 において 8%ほどの割合で見られた。一般的にピンクは紫から赤範囲の高明度色を指すが，今回の実験では中明度の純色を用いたためピンクに当てはまらないと感じた参加者が多かったと考えられる。同じく無彩色 3 色および赤や黄付近の低明度色を表す茶についても，今回の実験では当てはまる色を設定しておらず，分類結果にも見られなかった。また，基本色彩語には見られなかった色のうち黄緑と水色は高い割合で使用された。現代の日本人にとって，黄緑は緑と，水色は青とは別のカテゴリとして分類されていると考えられ

る。幼年期から使用するクレヨンや折り紙においても商品の多くはこれらの色を色数に含めており，それらの経験がこの分類結果をもたらしたと言えるだろう。またそれぞれの使用率は低いものの，緑付近の色において慣用色を使用した分類が見られた。JIS および ISCC-NBS に記載されている慣用色名のうち，緑系統の慣用色名は赤や黄系統に比べて数が少ないとされる(鈴木・小松原，2013)。しかし若草色のような知名度が高くイメージが容易な慣用色の場合では，その色にふさわしい色が呈示されたときには色彩語よりも慣用色名の方が分類としてふさわしく感じるのかもしれない。

色カテゴリーの色相範囲とフォーカルカラーの位置

表 2-2-3 と図 2-2-7 からは，色カテゴリーごとの分布特性が見て取れる。特徴として，赤カテゴリーの色相範囲が最も狭く，フォーカルカラーにおいても特定の色が集中的に選ばれている。一方で橙とオレンジ，黄カテゴリーの範囲には多くの色相が含まれておりフォーカルカラーも多くの色相から選ばれている。また，黄緑と緑，水色と青カテゴリーは複数の色相で範囲が重なっており，図 2-2-8(d)から黄緑のフォーカルカラーは緑寄りに，図 2-2-8(f)から水色のフォーカルカラーは青寄りに多く見られるのが分かる。以前は基本色彩語である緑や青と認識されていた色が黄緑や水色に分化したという進化過程が窺える。図 2-2-8(b)のオレンジカテゴリーにおいても同様に考えると，フォーカルカラーが赤寄りに多く見られることから赤から分化した色名である可能性が考えられる。表 2-2-3 を見ると，黄カテゴリーから黄緑もしくは緑に移行する境界がオレンジから黄，青から紫との境界よりもバラつきが少ない。同様に緑から水色もしくは青に移行する境界も多くの参加者に共通している。オレンジや橙と黄の境界は個人によって曖昧であると言える。色相全体を大局的に見

ると、オレンジを包含する赤，黄，黄緑を包含する緑，水色および紫を包含する青という 4 つに分けることができる。この 4 つのまとまりごとに 58 色中の占有率を算出すると赤，緑，青で 25% 前後，黄が約 17% となり，純色においてはやはり赤，緑，青と黄を最も基本的な色カテゴリの基準としておいていることが分かる。基本レベルのカテゴリであっても，オレンジや黄緑，水色などはより低い序列のカテゴリとしてこれら 4 つの影響を受ける可能性がある。

カラーチャートごとの再認率の差

色再認課題において，6 パターンのカラーチャートのうちチャート 6 に含まれる色相を呈示した場合に他のチャートよりも再認率が高かった。図 2-2-1 に示すように，今回の刺激色は紫から赤にかけての色差が他の色相範囲に比べ大きかった。隣色との色差と正再認率との間に弱い正の相関が見られたことから，色差が心理的等歩度になるよう考慮したが紫周辺は比較的再認が容易であったと言える。刺激色間の色差設定については再考の余地があると考えられるが，カテゴリカル色知覚においては同じ物理的距離であっても同カテゴリと判断される場合より別カテゴリと判断される場合の方がより距離が大きく感じられることが知られている (Harnad, 1987)。その点を踏まえると，心理的等歩度の尺度も個人の色カテゴリ分類によって異なる可能性があり，色記憶の変化量を示すために汎用的な心理的等歩度を用いることが適切かという検討も必要である。

フォーカルカラーを基準にした色記憶の変化量

使用率の高い 8 カテゴリにおいて，参加者のフォーカルカラーを基準に変化量を比較した。隣色との色差が小さいカテゴリでは顕著な傾向が見られないものの，赤や橙，紫カテゴリではフォーカルカラーに近い色

が刺激色の場合に、離れた色よりも変化量が小さい傾向が見られた。また 8 カテゴリーの結果をまとめた図 2-2-14 においては、フォーカルカラーを境に符号が変わっていることが分かる。横軸においてマイナスの値は、各参加者のフォーカルカラーよりもチャート上で左側にある色である。その色が刺激色として呈示されたときにプラス方向に変化、つまり刺激色より右側の色相に変化するということは、フォーカルカラーの方向に変化したということである。同様に横軸上のプラスの値においても、フォーカルカラーの方向に変化したことを示している。このことから、同一の色カテゴリ内に属する色については、フォーカルカラーに近づく方向に色記憶が変化していることが明らかとなった。

単色の色面における色記憶の変化傾向

今まで述べた点から単色の色面における、カテゴリ分類と色記憶の変化についてまとめる。実験 1 および実験 2 から、色カテゴリの分類数は基本色彩語の数と大きく離れるものではないが、数には個人差も見られ緑領域の色名は種類が他色領域よりも豊富であった。また日本人にとっては黄緑と水色も基本的な色彩語として認識されていると考えられる。色カテゴリの色相範囲やフォーカルカラーの分布は色カテゴリによって違いが見られた。特に赤は範囲が狭く、フォーカルカラーが多くの参加者において一致していた。これは赤色イメージの頑健性を示すものかもしれない。また、オレンジ、黄緑、水色、紫はカテゴリ範囲内におけるフォーカルカラーが一定の方向に偏って存在しており、赤、緑、青そして黄は色カテゴリとして他の色カテゴリよりも優位性がある可能性を示した。人は色カテゴリごとに基準となる色イメージを心内に持っており、色記憶は基準となる色に影響を受けその色相方向に変化することが示唆された。

表 2-2-1(a) 実験 2 で使用した刺激色の L*a*b*値と隣接色との色差

刺激色番号	L*	a*	b*	色差 ΔE^*_{ab}
1	46	61	29	7.35
2	49	58	35	7.35
3	52	55	41	10.63
4	54	52	51	9.43
5	57	48	59	7.48
6	59	44	65	7.07
7	62	39	69	4.58
8	64	35	70	4.12
9	66	32	72	5.10
10	69	28	73	4.12
11	71	25	75	4.90
12	73	21	77	4.36
13	76	18	78	4.90
14	78	14	80	4.58
15	80	10	81	4.90
16	82	6	83	5.10
17	85	2	84	2.45
18	86	0	85	3.32
19	87	-3	86	2.45
20	86	-4	84	2.24
21	84	-4	83	1.41
22	83	-4	82	1.41
23	82	-4	81	9.00
24	78	-11	77	4.12
25	75	-9	75	4.00
26	75	-13	75	4.00
27	75	-17	75	6.16
28	73	-22	72	5.39
29	70	-26	70	8.77
30	68	-34	67	7.87

表 2-2-1 (b) 実験 2 で使用した刺激色の L*a*b*値と隣接色との色差

刺激色番号	L*	a*	b*	色差 ΔE^*_{ab}
31	65	-41	65	9.43
32	63	-47	58	13.49
33	60	-49	45	8.49
34	58	-51	37	10.39
35	56	-49	27	6.40
36	57	-47	21	11.58
37	54	-42	11	14.35
38	53	-36	-2	14.80
39	52	-29	-15	9.85
40	52	-25	-24	8.60
41	52	-20	-31	7.55
42	48	-15	-35	6.40
43	45	-11	-39	4.69
44	43	-8	-42	5.39
45	41	-4	-45	3.74
46	39	-1	-46	4.24
47	38	3	-47	5.39
48	36	8	-47	6.08
49	36	14	-46	5.39
50	36	19	-44	7.07
51	36	26	-43	6.71
52	38	31	-39	8.83
53	40	36	-32	10.34
54	41	41	-23	10.05
55	43	45	-14	9.00
56	44	49	-6	10.49
57	46	54	3	13.00
58	46	59	15	14.14

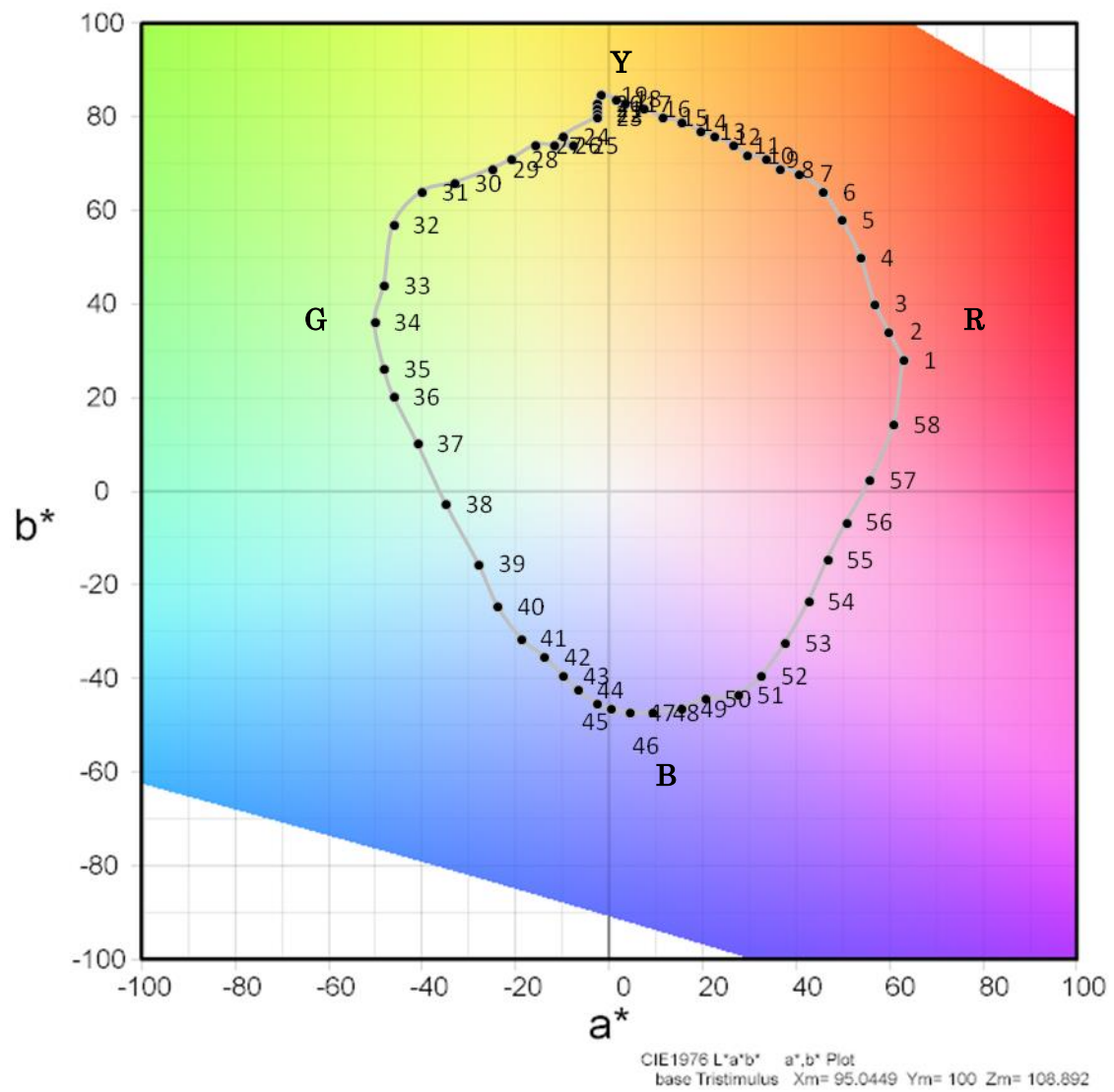


図 2-2-1 実験 2 で使用した刺激色の a^*b^* 座標

黄付近、青付近で距離が比較的小さく、緑、紫付近で大きくなっている。

チャート 1	56	57	58	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
チャート 2	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
チャート 3	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
チャート 4	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
チャート 5	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
チャート 6	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	1	2	3	4

図 2-2-2 カラーチャートの呈示パターン

両端の3色を除いた10色(チャート6は両端4色を除いた8色)のいずれかが刺激色の場合、該当するチャートが再認時に呈示される。

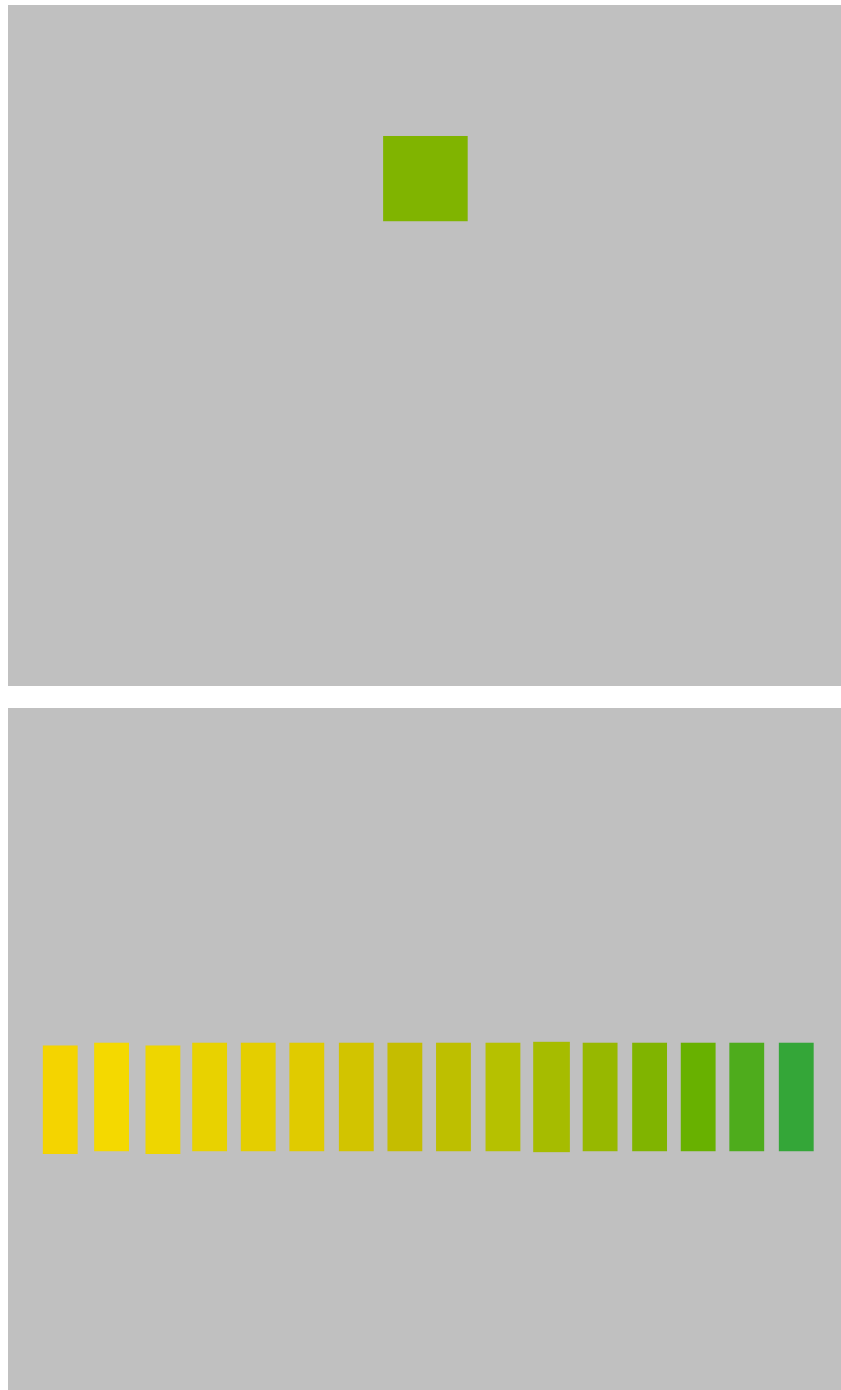


図 2・2-3 (上)刺激色呈示画面例 (下)再認時のカラーチャート呈示画面例

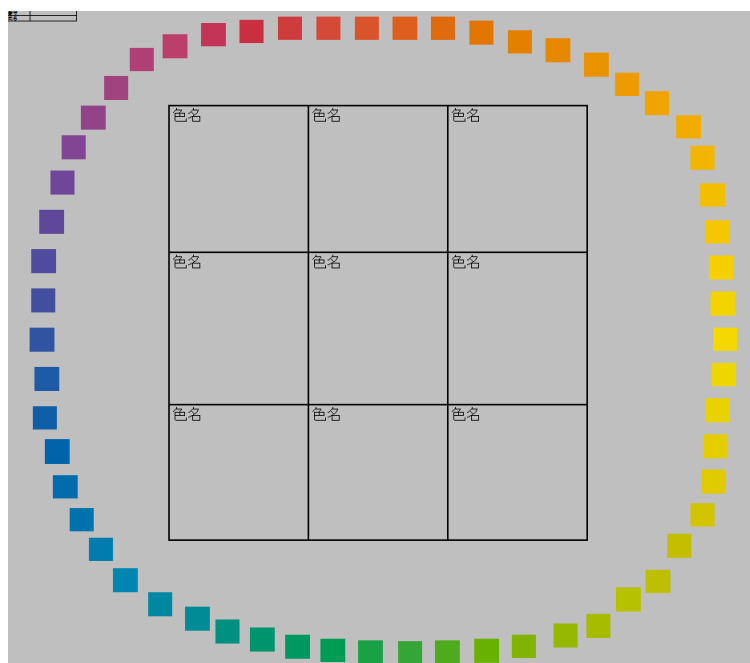


図 2-2-4 色カテゴリ分類課題の実施画面
(上)課題開始時の画面 (下)課題完了時の画面例

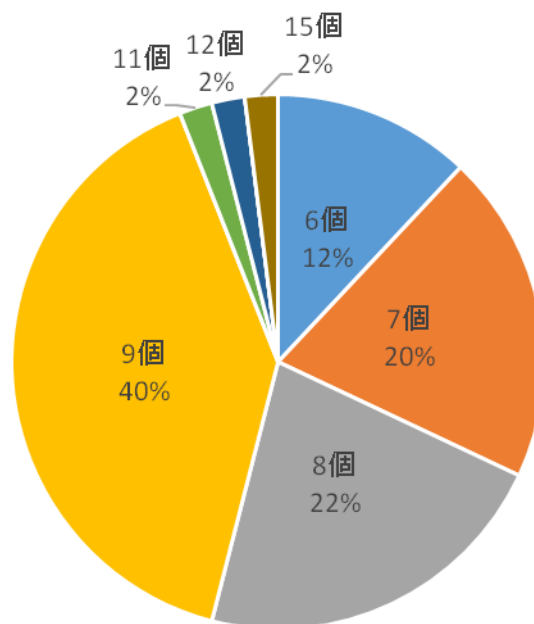


図 2-2-5 参加者が分類した色カテゴリーの個数と割合

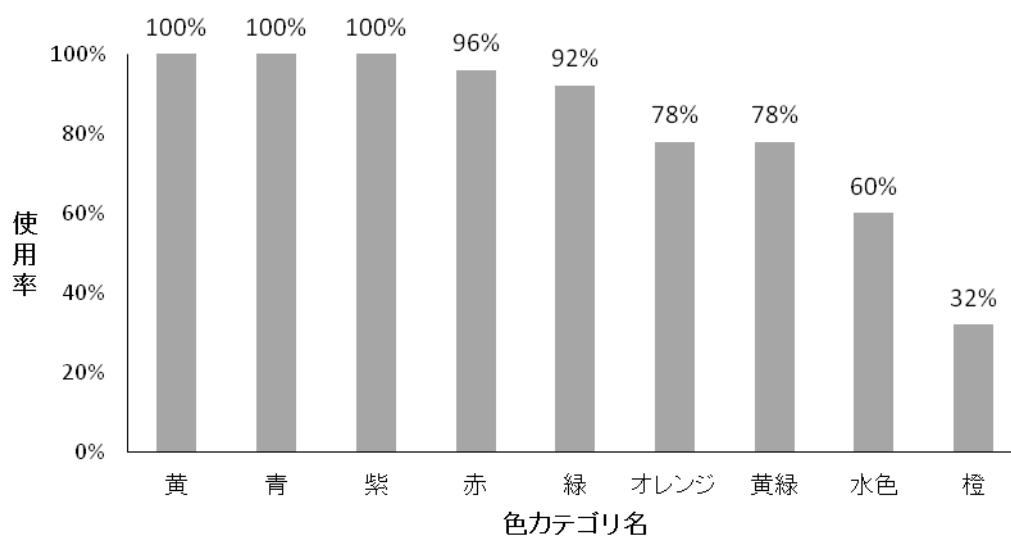


図 2-2-6 分類に使用された色名と使用率

表 2-2-2 使用率 30%未満の色名と使用率(色相順)

色カテゴリ名	度数	使用率
赤橙	1	2%
朱色	1	2%
濃黄	1	2%
山吹色	3	6%
黄土色	1	2%
若草色	2	4%
ライトグリーン	1	2%
草色	1	2%
薄緑	1	2%
ライムグリーン	1	2%
エメラルドグリーン	1	2%
濃い緑	1	2%
深緑	1	2%
青緑	3	6%
群青色	1	2%
紺	3	6%
青紫	5	10%
薄い赤紫	1	2%
赤紫	9	18%
ワインレッド	1	2%
ピンク	4	8%

[illegible]

表 2-2-3 色カテゴリ分類課題における参加者ごとの分類結果

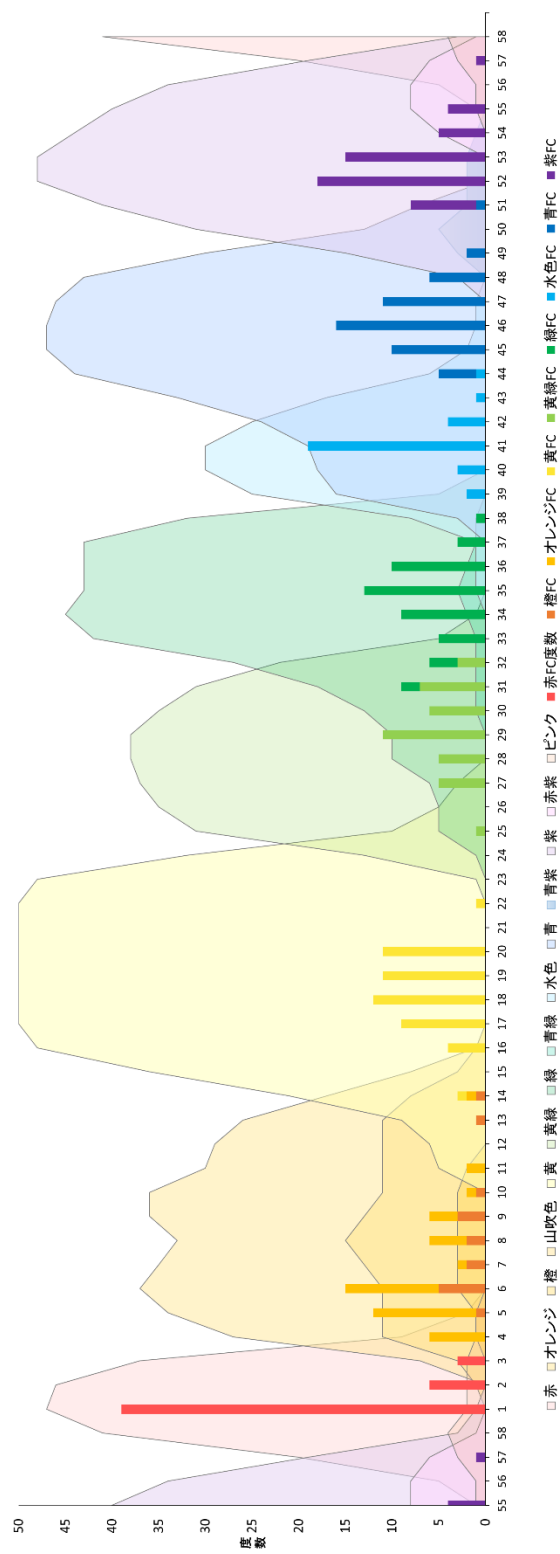
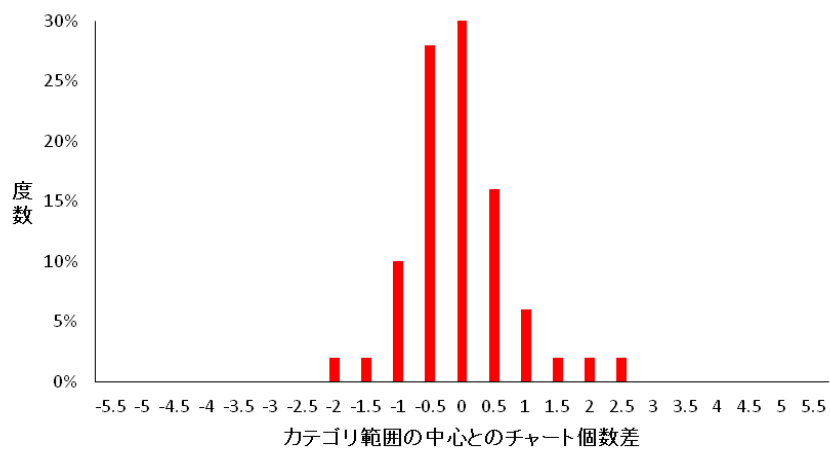
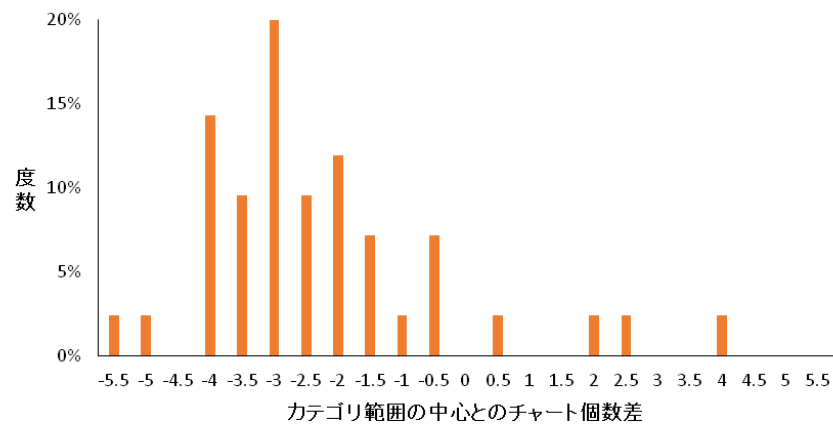


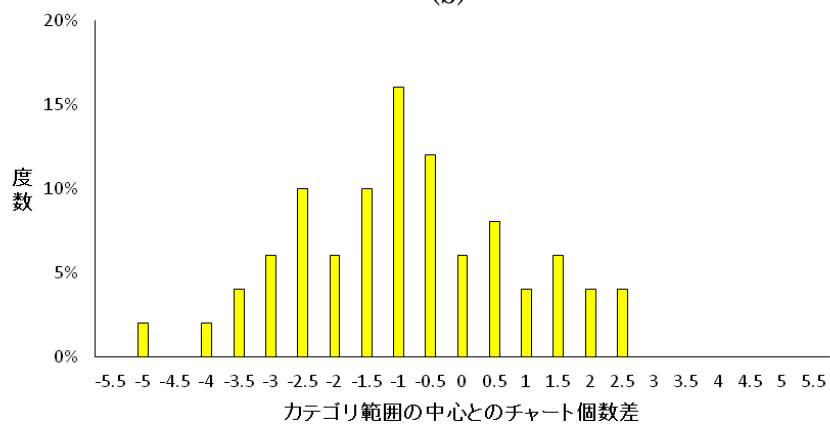
図 2-2-7 刺激色番号ごとのカテゴリ名度数分布とフォーカルカラーの度数分布



(a)



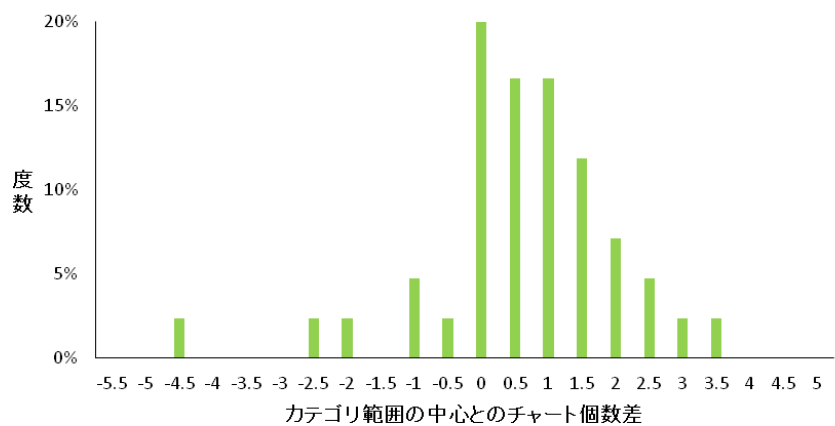
(b)



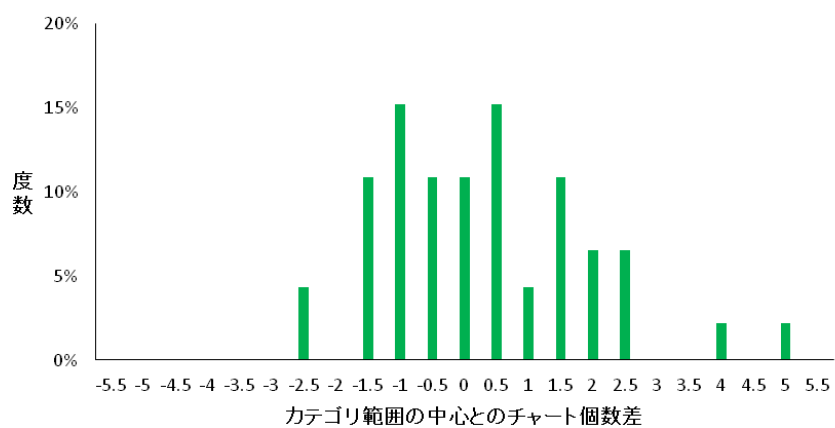
(c)

図 2-2-8 カテゴリ範囲中央とフォーカルカラーの距離

(a)赤, (b)オレンジ+橙, (c)黄

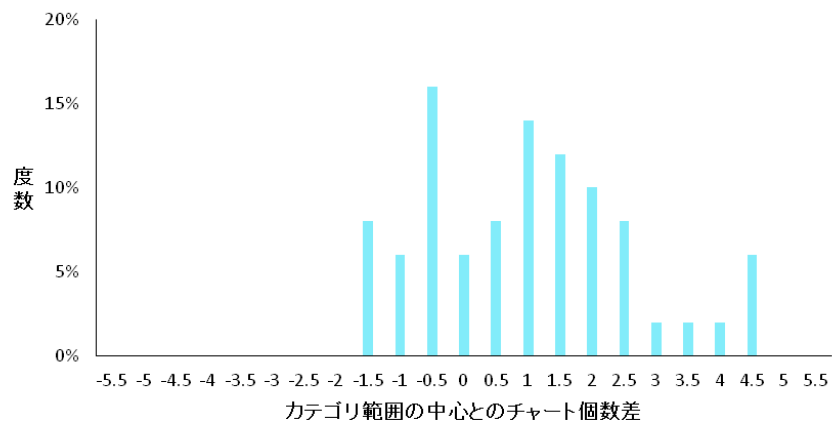


(d)

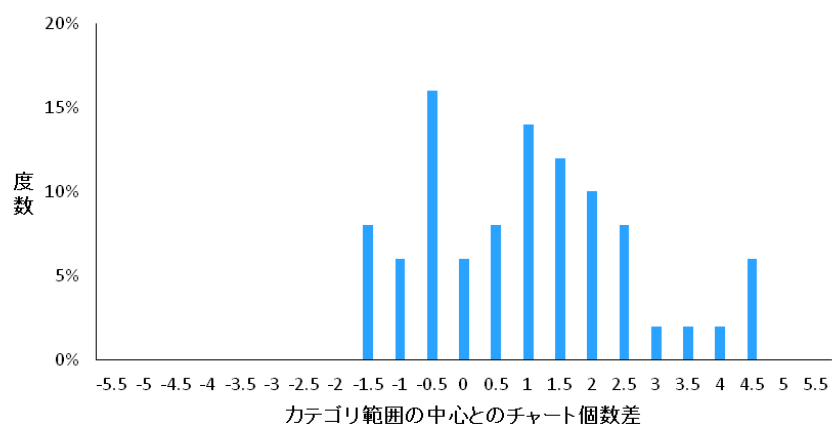


(e)

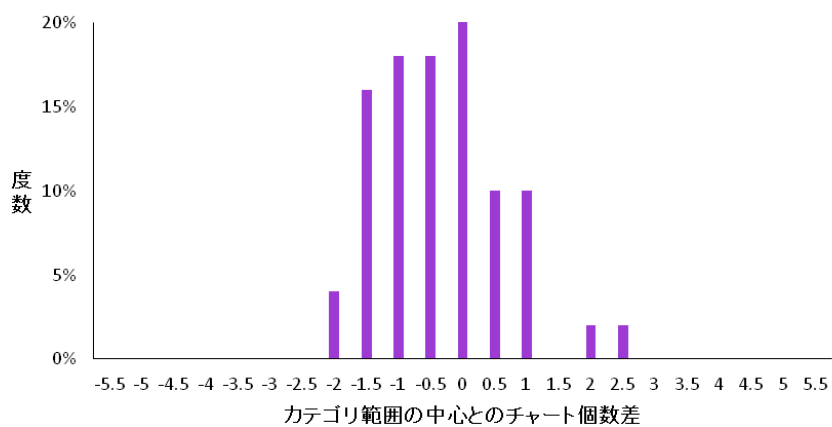
図 2-2-8 カテゴリ範囲中央とフォーカルカラーの距離
(d)黄緑, (e)緑



(f)



(g)



(h)

図 2-2-8 カテゴリ範囲中央とフォーカルカラーの距離

(f)水色, (g)青, (h)紫

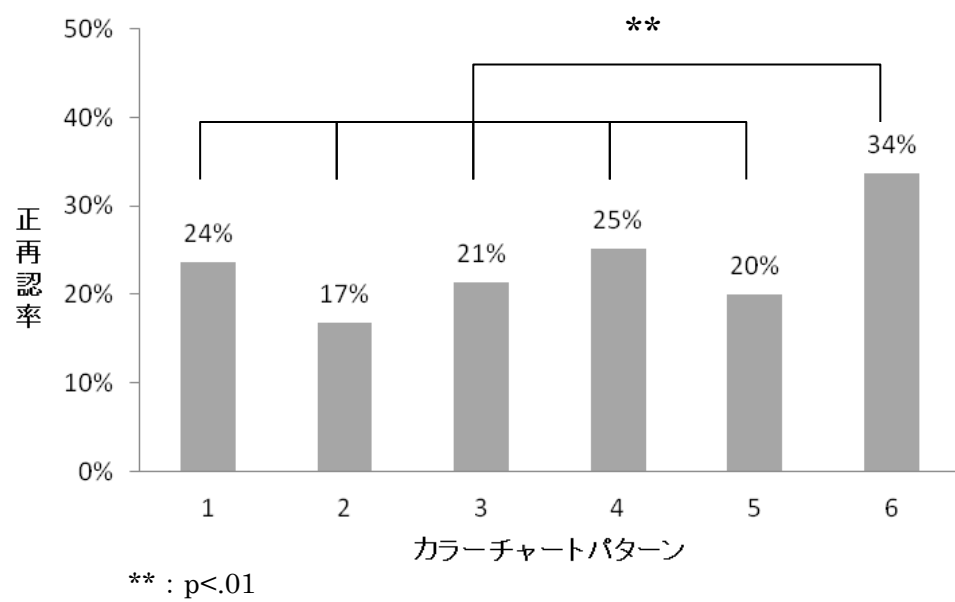


図 2-2-9 チャートパターン別正再認率

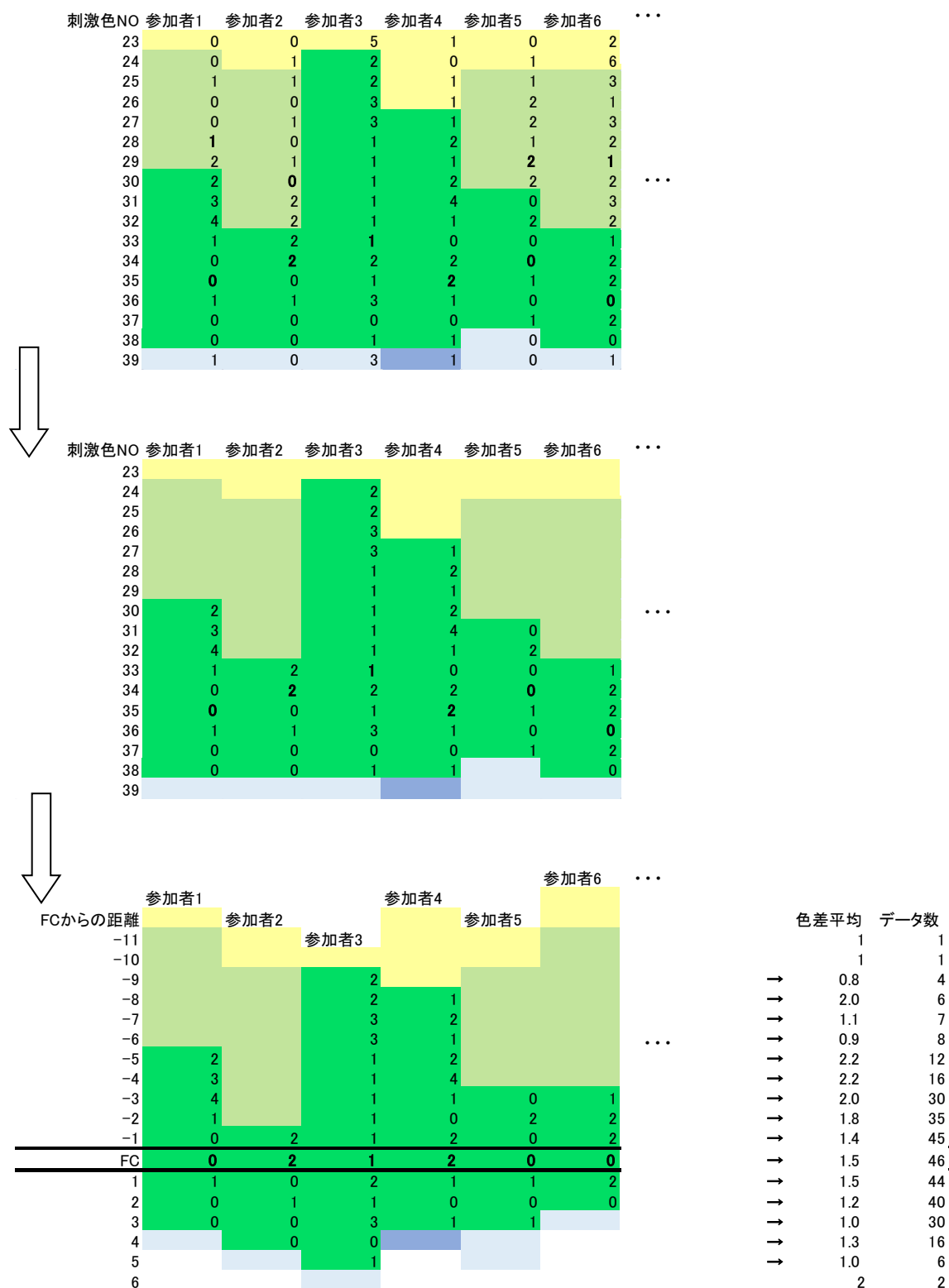
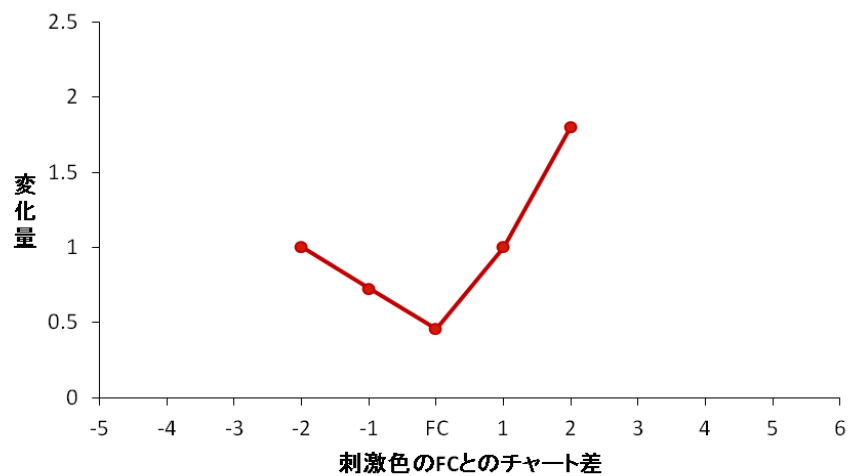
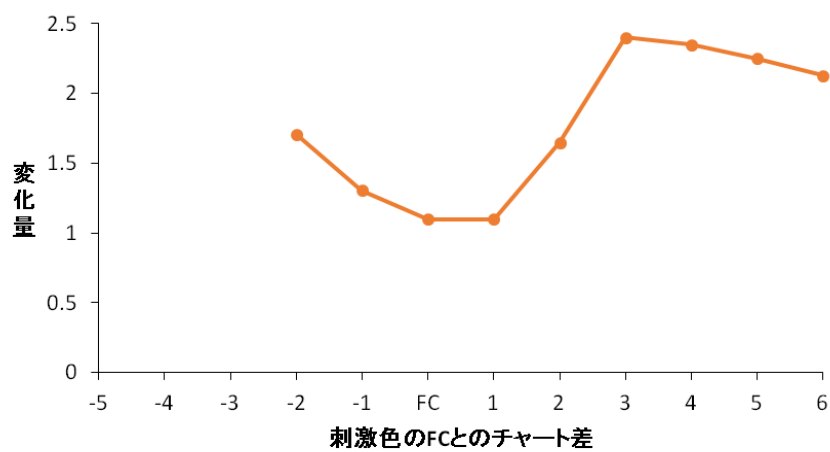


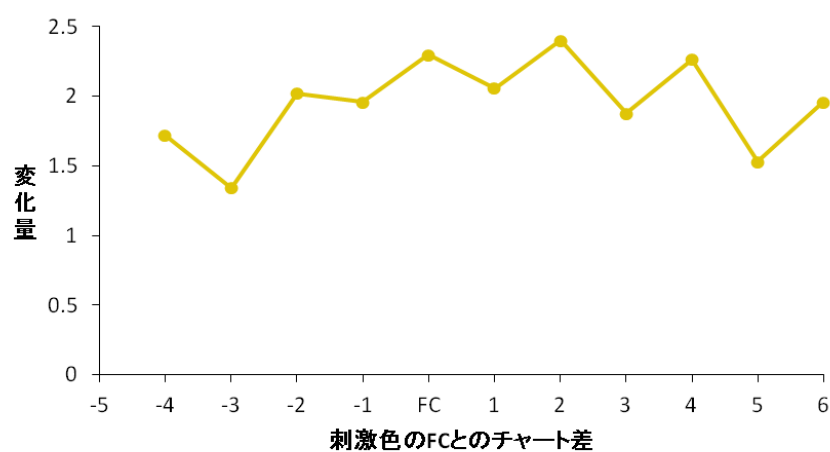
図 2-2-10 フォーカルカラーを軸としたデータ整列の流れ



(a)



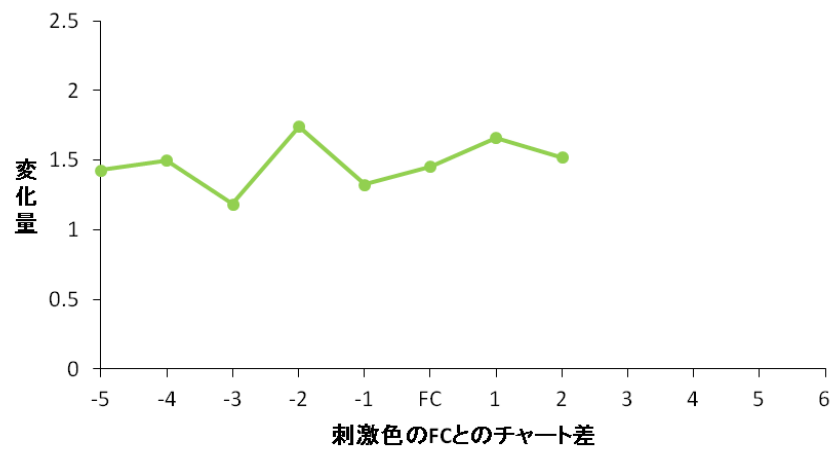
(b)



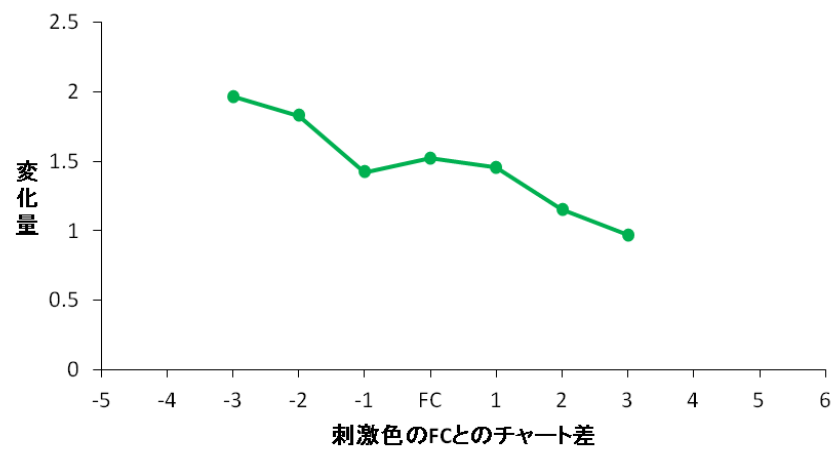
(c)

図 2-2-11 フォーカルカラーを軸にした色記憶変化量

(a)赤, (b)オレンジ+橙, (c)黄

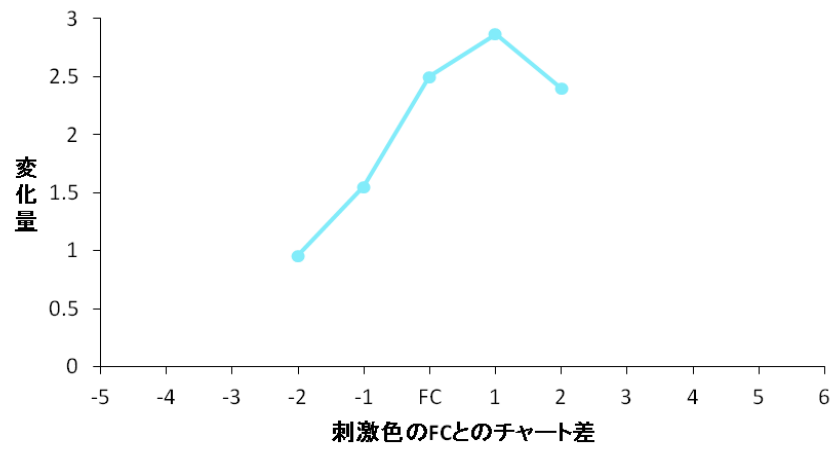


(d)

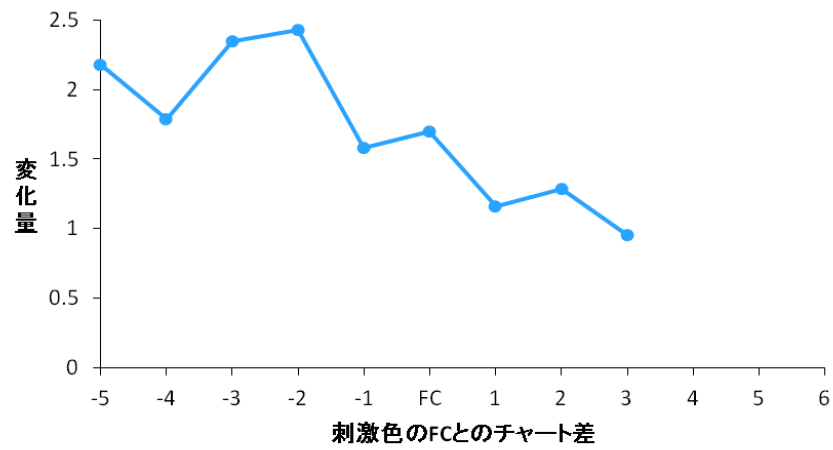


(e)

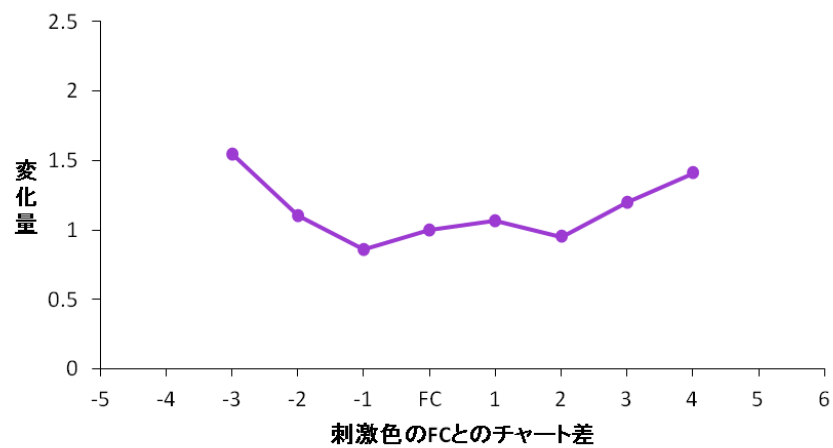
図 2-2-11 フォーカルカラーを軸にした色記憶変化量
(d)黄緑, (e)緑



(f)

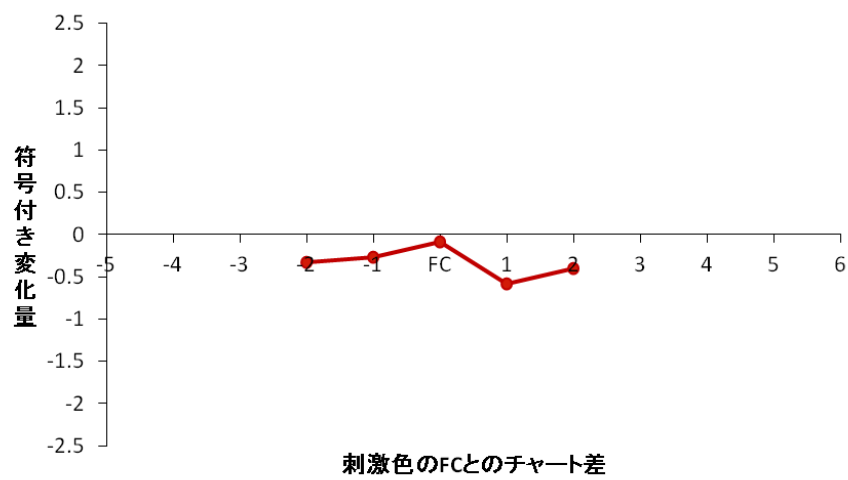


(g)

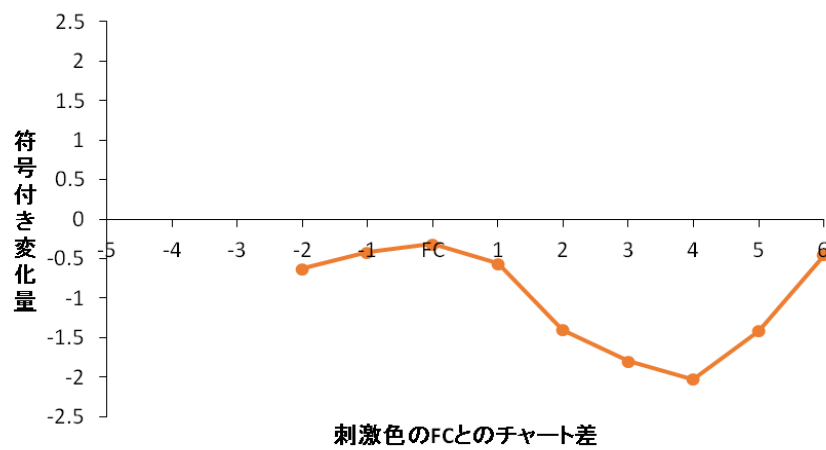


(h)

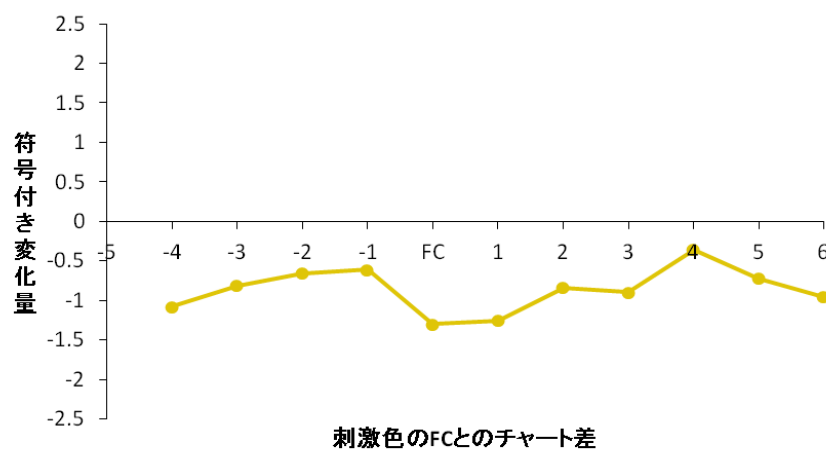
図 2-2-11 フォーカルカラーを軸にした色記憶変化量
(f)水色, (g)青, (h)紫



(a)



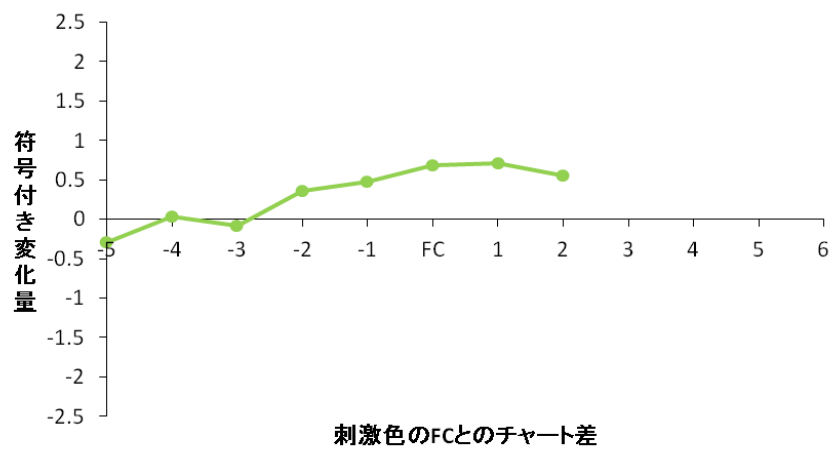
(b)



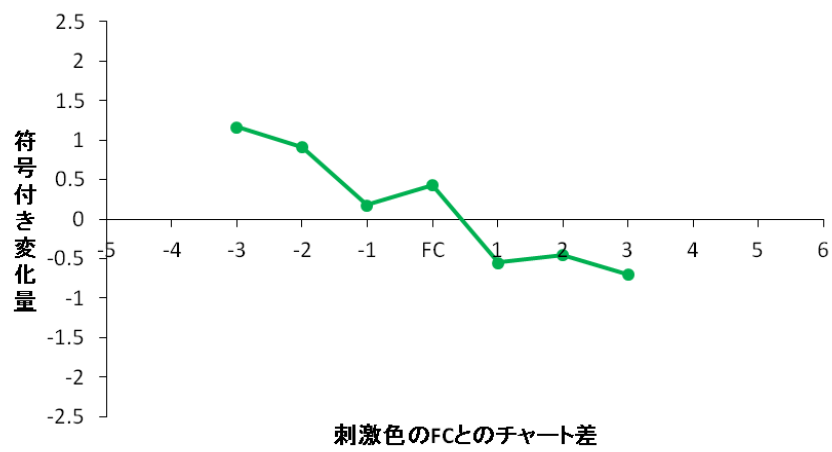
(c)

図 2-2-12 符号を付与した色記憶変化量

(a)赤, (b)オレンジ+橙, (c)黄

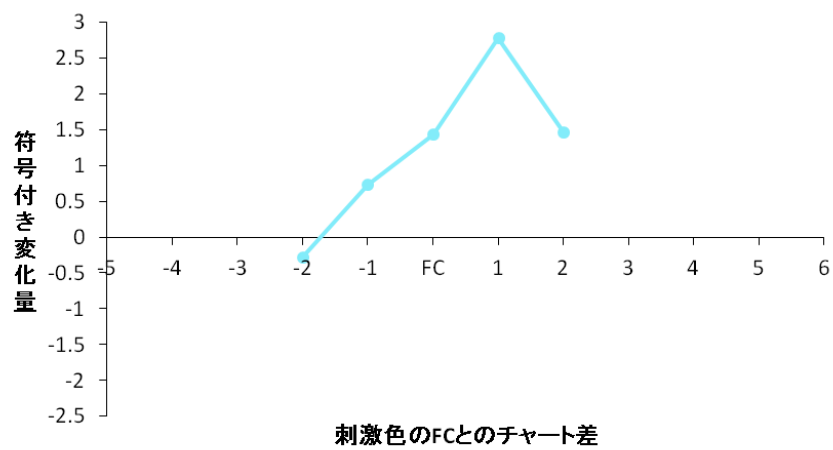


(d)

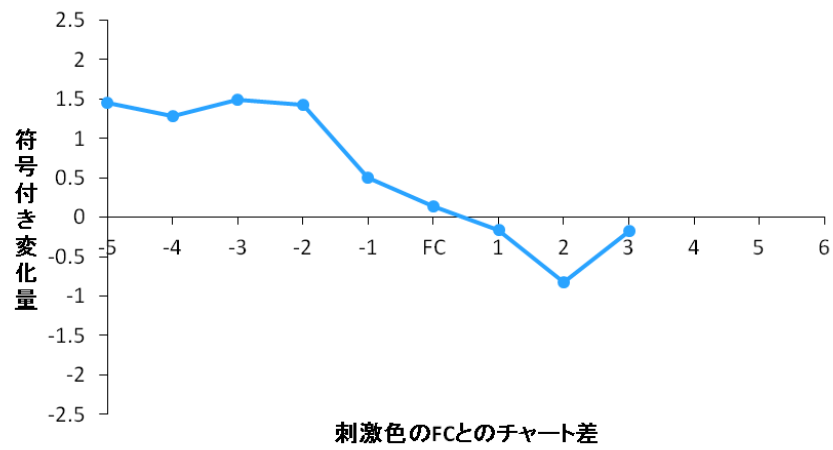


(e)

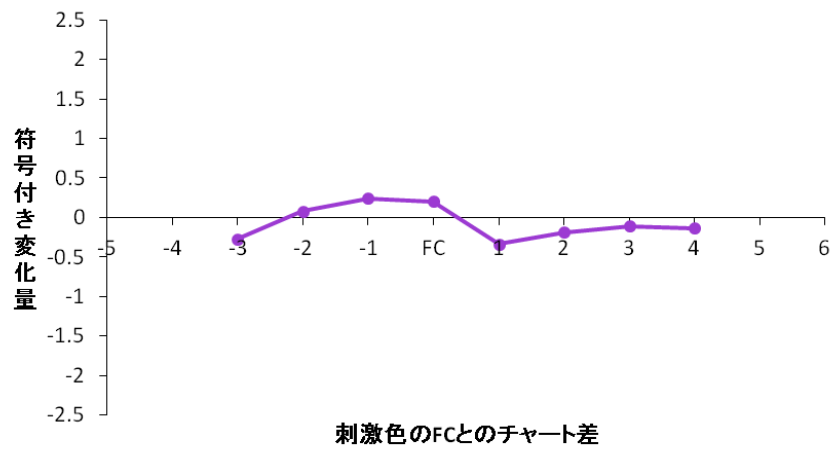
図 2-2-12 符号を付与した色記憶変化量
(d)黄緑, (e)緑



(f)



(g)



(h)

図 2-2-12 符号を付与した色記憶変化量
(f)水色, (g)青, (h)紫

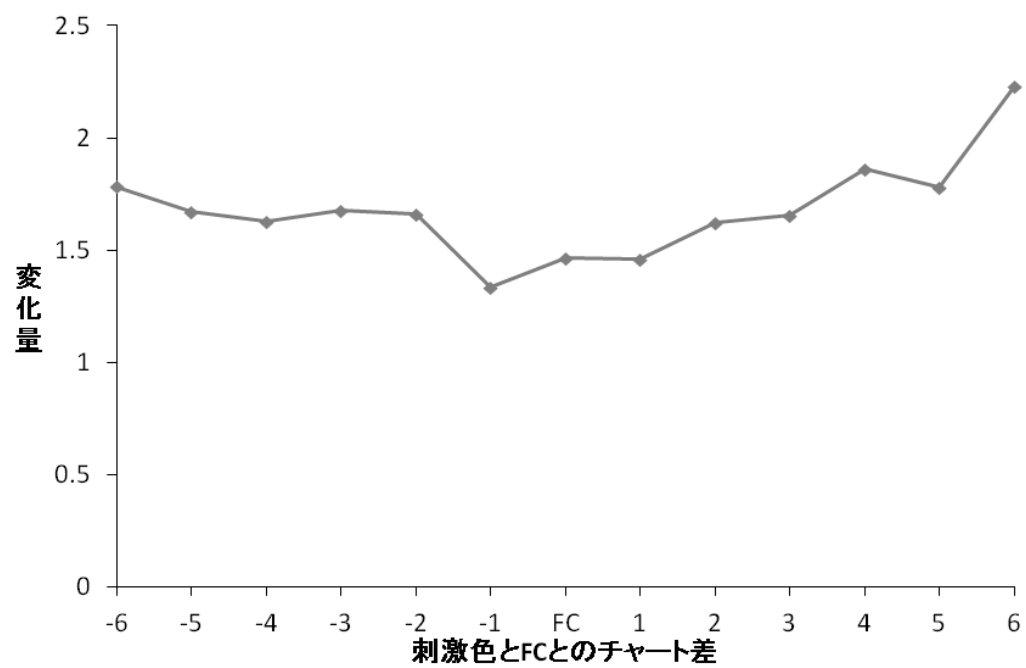


図 2-2-13 フォーカルカラーを軸にした色記憶変化量(8 カテゴリ 平均)

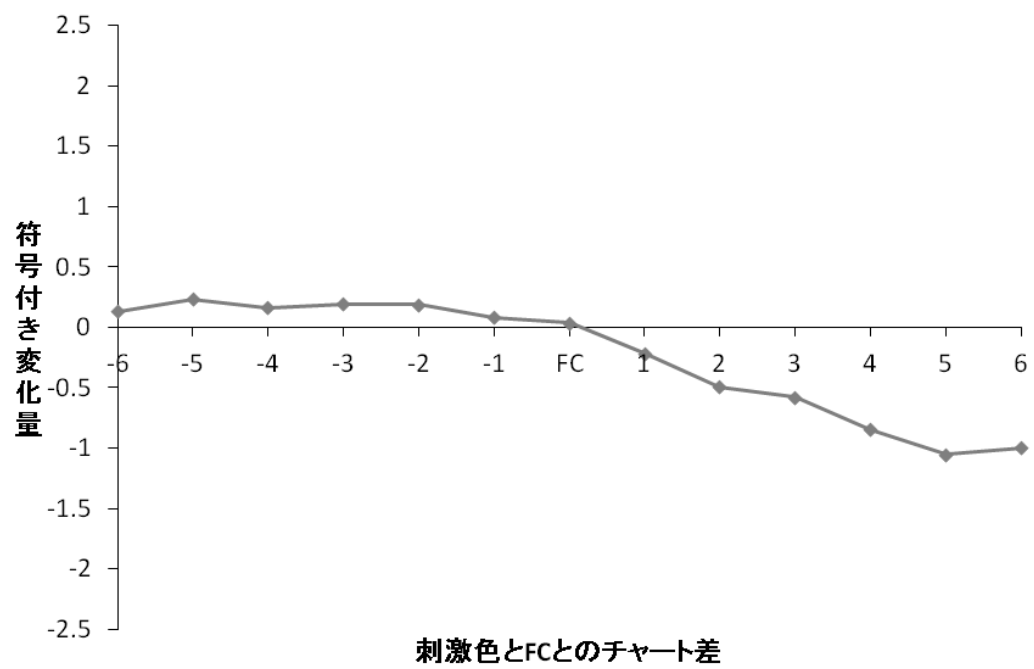


図 2-2-14 符号を付与した色記憶変化量(8 カテゴリ平均)

第 3 章

物体と色の関連度の調査および 物体色の記憶変化傾向

3.1 物体の熟知度に関する質問紙調査(予備調査 1)

目的

実験 1 および実験 2 から、色面を呈示した場合の、色記憶の変化傾向をある程度予測できることが示唆された。色は参加者が持つ基本的な色カテゴリーのフォーカルカラーの影響を受けて変化することが予測される。しかし、日常の生活における視覚環境では色の情報のみを観察する経験よりも、何らかの物体や情景などに布置された色を観察する経験の方が多いだろう。よって、人の視覚における色記憶の変化を検証するためには、その色と同時にどのような物体やそれに付随する意味が捉えられているかについても分析を広げる必要がある。特定の色範囲で存在する割合が高く、色と物体が強い連想関係にある物体や様々な色で存在し物体名と色を結び付けにくい物もあるだろう。そのような特性の違いは知覚表象や記憶に影響を及ぼす可能性がある。また、一般にあまりよく知られていない物体では、その物体の観察経験が少ない人にとっては物体認知自体が困難になり記憶成績に影響するかもしれない。よって物体色の記憶を検証する際には、まず参加者の間で観察経験に差がある物体なのか、広く知られていて認知が容易な物体であるのかを把握する必要がある。物体色の記憶実験を実施するに当たり、刺激として使用する物体を選定するために、予備調査 1 ではある物体の観察経験の頻度や親近性といった熟知度について調査し、実験 3 への参考にする。

方法

参加者

大学生 89 名が調査に参加した。調査は集団で行われた。

刺激

調査に使用した物体名は野菜 59 個，果物 46 個，人工物 39 個であった。使用した物体名を表 3-1-1(a)～(c)に示す。野菜と果物については，Web サイトの野菜ナビおよび果物ナビの図鑑ページを参考に一般的に知られていると思われる物体名を中心に選出した。人工物は永井・横澤(2006)や槇(2004)などの先行研究を参考に文房具，衣服，装飾品，食器類などから手に持てる大きさの物体を中心に選出した。調査用紙は A4 用紙に片面で印刷し，野菜，果物，人工物の順に実施した。調査用紙の一部を図 3-1-1 に示す。評価の尺度はほぼ見ない，あまり見ない，まあまあ見る，良く見る，とてもよく見る，の 5 段階とした。

手続き

調査は集団で行われた。参加者は配布された A4 用紙に書かれた物体名に対して，今までの日常生活でどの程度見たことがあるかという主観的な経験を 5 段階の中から丸をつけて評価した。参加者は全ての物体に対して評価した。

結果

分析方法として，ほぼ見ないを 1，とてもよく見るを 5 として数値に変換し，比率尺度データとみなし平均値を算出した。各物体における 89 名の熟知度平均を図 3-1-2 から図 3-1-4 に示す。各図の上段はカテゴリの平均値以上の物体，下段は平均値以下の物体である。実験 3 において刺激物体として使用した物体は赤い棒グラフで示した。各カテゴリ全体

の平均値は野菜が 3.09, 果物が 2.98, 人工物が 3.71 であった。野菜のうち、最も熟知度が高い物体はジャガイモの 4.64 であり、最も低い物体はルバーブの 1.12 であった。果物のうち最も熟知度が高い物体はバナナの 4.60 であり、最も低い物体はネクタリンの 1.29 であった。人工物のうち最も熟知度が高い物体は携帯電話の 4.80 であり、最も低い物体は製本機の 1.57 であった。また、各物体の熟知度について標準偏差を算出した。結果を図 3-1-5(a)~(c)に示す。

考 察

予備調査 1 から、野菜、果物、人工物において熟知度が比較的高い物体と低い物体を分類することができる。野菜においては、古くから日本の家庭料理などで使用されている野菜の熟知度が高く、近年になって海外からもたらされたものや旬の時期が限定されるものなどが低い値となった。果物においても同様の傾向が見られる。人工物において熟知度の高い物体は、身につけるものや日常の動作に使用する物が多かった。しかし人工物においては同じ物体名であっても様々な形で存在する物体もあり、熟知度が高かったとしても共通した視覚イメージを持っているとは限らないことを考慮しなければならない。また野菜と果物の各物体の標準偏差を示した図 3-1-5(a), (b)を見ると、熟知度が高い物体と低い物体では標準偏差が比較的小さく、熟知度が中程度の物体は標準偏差の値が大きくなっている。多くの人にとって広く知られている物体は見たことがないという場合が少なく、経験の個人差も小さいと考えられる。同様に多くの人にとって観察経験が少ない場合も個人差は小さくなる。調査に使用した野菜と果物の内、熟知度が中程度に位置する物体は人によって観察経験の差が大きい物体であることが分かる。観察経験の個人差

が大きい物体は，人によって物体と色との連想が定着していなかったり認知までに時間がかかる場合が考えられる。

一方人工物の標準偏差を示した図 3-1-5(c)では，熟知度が低くなるにつれて標準偏差が増加する傾向が見られる。これは調査に使用した人工物においては，熟知度が低いほど観察経験に差があることを示している。人工物においては，野菜や果物よりも種類がはるかに多いため調査に使用する段階で条件を絞って選定する必要があった。日常で目にする人工物は今回使用した物体よりも多くのカテゴリや種類があり，野菜や果物のように誰にとっても観察経験が低い物体は今回の調査の人工物に当てはまらなかったと考えられる。よって人工物の中では熟知度が低い物体は，野菜や果物の中程度の熟知度物体と同様に観察経験の個人差が大きい物体であると見なせるだろう。これらの結果から物体を選定し，さらに物体色の特性について予備調査 2 で調べる。

表 3-1-1(a) 予備調査 1 に使用した物体名(野菜)

赤カブ(ラディッシュ)	チンゲンサイ
あしたば	トウガラシ
アスパラ	冬瓜
アボカド	トウモロコシ
アロエ	トマト
オクラ	ながいも
カイワレ大根	なす
カボチャ	菜の花
カリフラワー	にら
キャベツ	にんじん
きゅうり	ねぎ
グリーンピース	白菜
クレソン	パクチー
くわい	パセリ
ケール	パプリカ
ゴーヤ	ビーツ
ごぼう	ピーマン
小松菜	ブロッコリー
さつまいも	ほうれん草
さやえんどう	水菜
しいたけ	三つ葉
ジャガイモ	みょうが
春菊	もやし
しょうが	モロヘイヤ
ズッキーニ	ヤーコン
セロリ	よもぎ
大根	ルバーブ
たけのこ	れんこん
玉ねぎ	ロマネスコ
チコリ	わさび

表 3-1-1(b) 予備調査 1 に使用した物体名(果物)

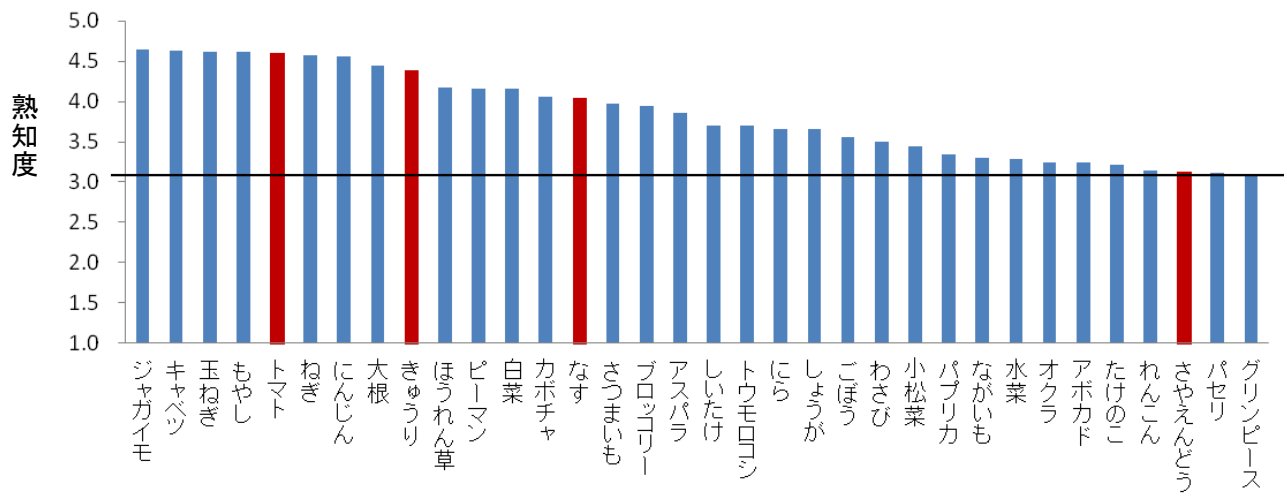
あけび	パッションフルーツ
アセロラ	バナナ
あんず	パパイヤ
イチゴ	びわ
いちじく	ぶどう
梅	ブラックベリー
オレンジ	プラム
柿	ブルーベリー
カシス	プルーン
かぼす	マスカット
カムカム	マルメロ
キウイ	マンゴー
きんかん	みかん
グアバ	メロン
グレープフルーツ	もも
サクランボ	ゆず
ザクロ	洋ナシ
すいか	ライチ
スターフルーツ	ライム
すだち	ラズベリー
デコポン	リンゴ
ドリアン	レモン
ネクタリン	
パイナップル	

表 3-1-1(c) 予備調査 1 に使用した物体名(人工物)

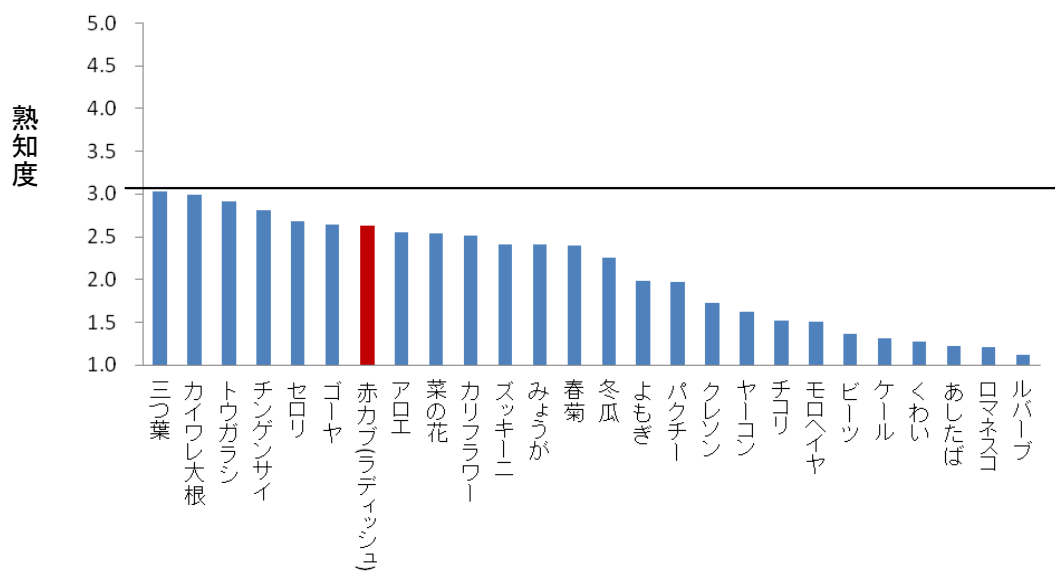
アイロン	製本機
鉛筆削り(手動)	石鹼
植木鉢	洗濯板
腕時計	扇風機
オイルヒーター	たらい
懐中電灯	トランペット
カギ	ネクタイピン
カサ	ネックレス
カバン	ハサミ
カメラ	パソコン
乾電池	封筒
ギター	ぼうし
携帯電話	ポット
消しゴム	ポロシャツ
コーヒーカップ	本
コーヒーカップ	マフラー
ごみ箱	ミシン
じょうろ	物干しざお
スニーカー	ラムネ瓶
スプーン	リボン

	ほぼ見ない	あまり見ない	たまに見る	よく見る	とてもよく見る		ほぼ見ない	あまり見ない	たまに見る	よく見る	とてもよく見る
しいたけ						菜の花					
あしたば						トウガラシ					
ピーマン						クレソン					
れんこん						ヤーコン					
アロエ						水菜					
カリフラワー						にら					
きゅうり						アスパラ					
ルパープ						ほうれん草					
ピーツ						パクチー					
ズッキーニ						たけのこ					
オクラ						くわい					
大根						ケール					
キャベツ						セロリ					
さつまいも						白菜					
グリーンピース						ジャガイモ					
三つ葉						モロヘイヤ					
ごぼう						アボカド					

図 3-1-1 使用した質問紙（野菜の一部）



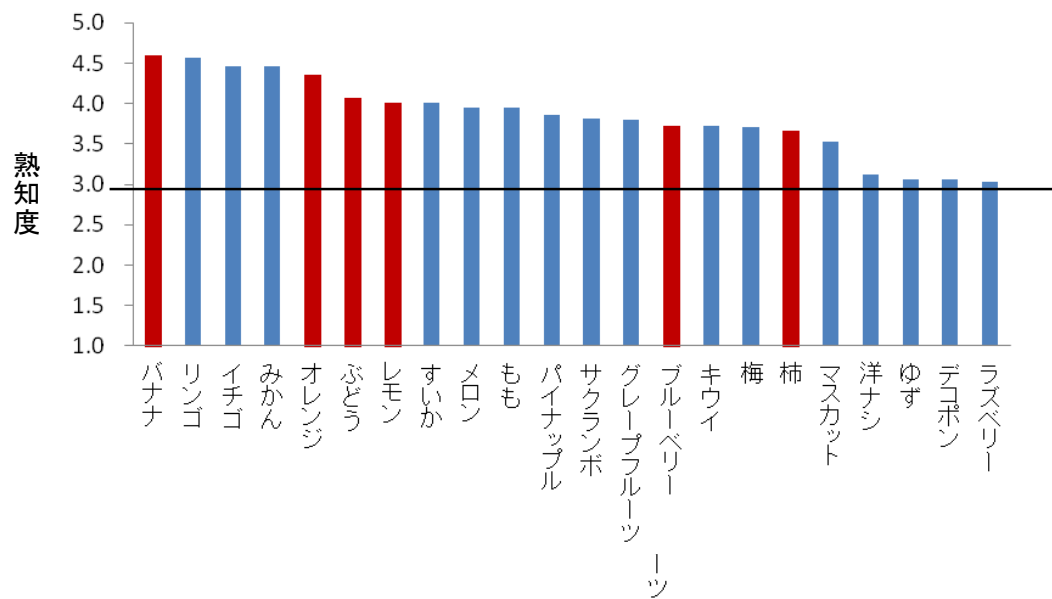
(a)



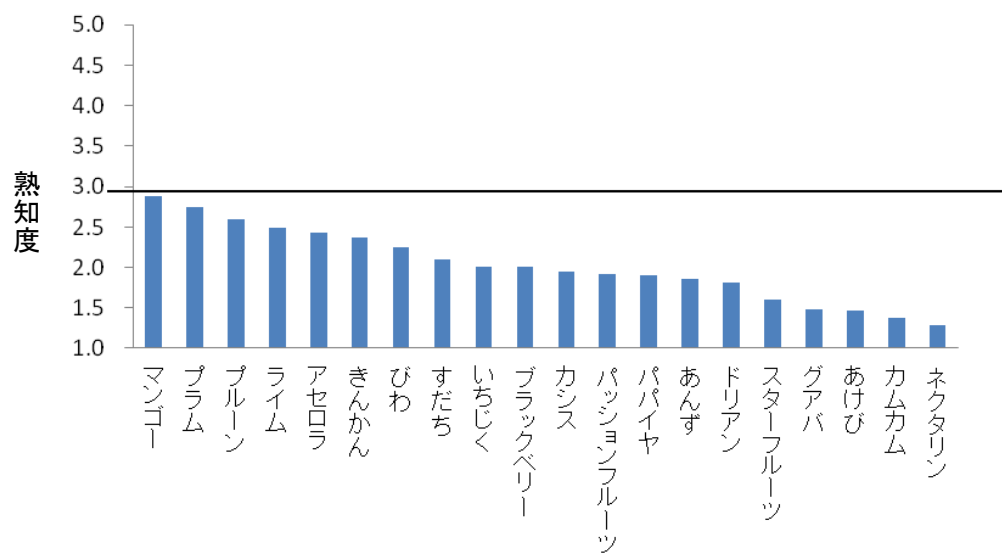
(b)

図 3-1-2(a),(b) 物体の熟知度平均(野菜)

黒い直線は野菜全体の平均値を示す。



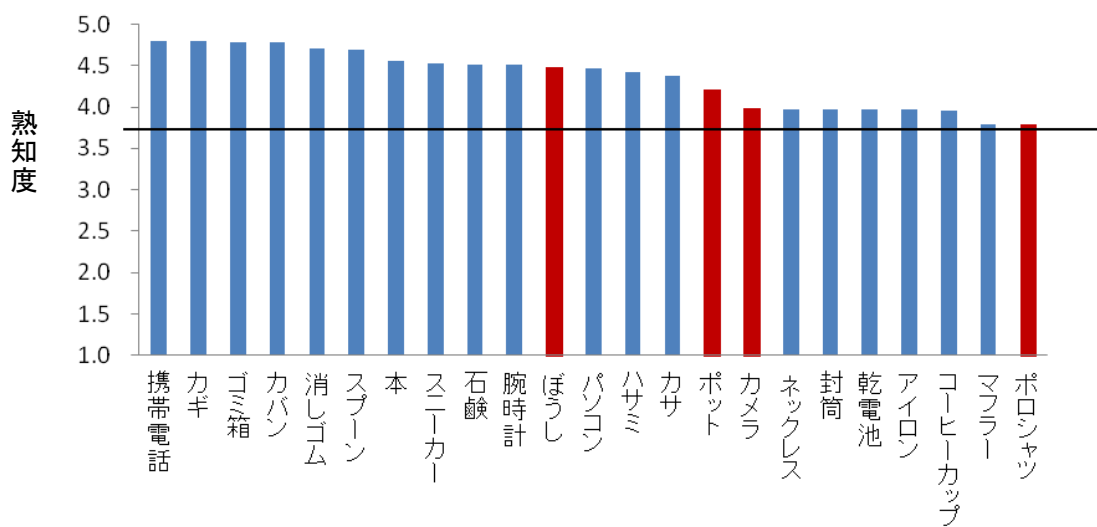
(a)



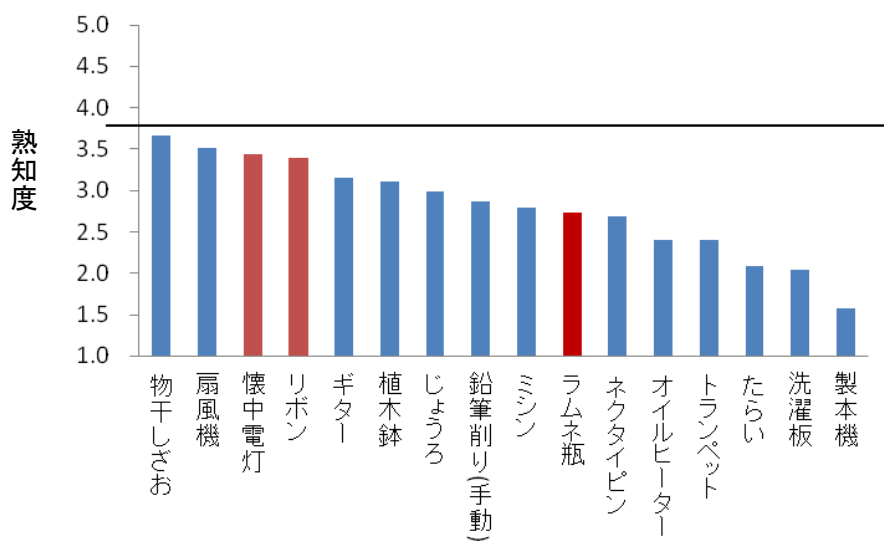
(b)

図 3-1-3(a),(b) 物体の熟知度平均(果物)

黒い直線は果物全体の平均値を示す。



(a)



(b)

図 3-1-4(a),(b) 物体の熟知度平均(人工物)

黒い直線は人工物全体の平均値を示す。

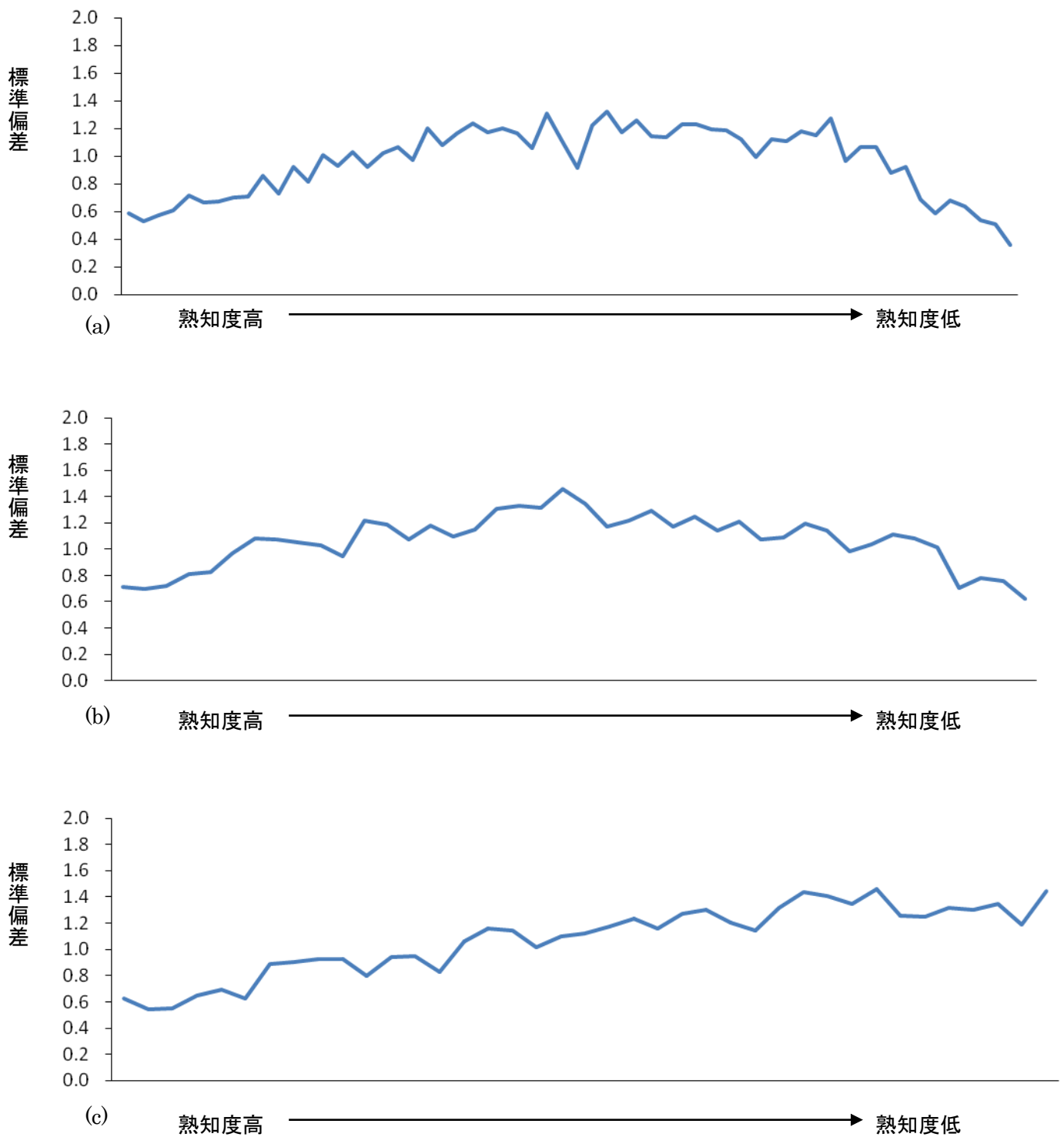


図 3-1-5 物体の熟知度標準偏差

(a)野菜, (b)果物, (c)人工物

3.2 物体の識別性に関する質問紙調査(予備調査 2)

目的

物体を認識するときに、色情報が役立つものがある。スーパーの生鮮売り場で丸くて赤い物体が視界に入ったとき、トマトかリンゴだろうと瞬時に認知することができる。物体の特徴として特定の色であることが識別の手掛かり(キュー)になる。対して本の表紙やマグカップといった様々な色が存在する物体では、表面色が物体を特定することに寄与する比率は高くないだろう。物体色の記憶を検証する際には、使用する物体と物体色がどの程度強く関連しているか、また典型的な色があるかどうかを調査しておく必要がある。よって予備実験 2 では、予備実験 1 から選定した物体について、色の識別性および形の識別性、典型色の有無を調査し物体と色の関連についての特性を把握する。

方法

参加者

大学生 50 名が調査に参加した。調査は集団で行われた。

刺激

調査に使用した物体名は野菜 12 個、果物 10 個、人工物 16 個、生物 1 個であった。使用した物体名を表 3-2-1 に示す。物体は予備実験 1 で使用した中から熟知度が平均値以上のものを中心に選定した。また広い色相範囲から刺激を作成できるよう、熟知度が比較的低いものでも物体の色範囲に偏りがあると予想されたラムネ瓶やラディッシュなどの物体も含めた。調査用紙は A4 用紙に片面で印刷し、39 個の質問順はランダムであった。調査用紙の一部を図 3-2-1 に示す。質問は 1 つの物体につ

き 3 つあり，1 つ目はその物体を識別するときの物体の色情報が関わる度合い，2 つ目は物体の形や輪郭の情報が関わる度合いであった。この 2 つの評価尺度はそれぞれ全く関わらないから強く関わるまでの 5 段階であった。3 つ目はその物体には典型色があると思うか，もしくは様々な色が存在し特定の典型色は無いと思うかを選択し，典型色があると回答した場合にはその色名を自由記述するものであった。

手続き

調査は集団で行われた。参加者は配布された A4 用紙に書かれた物体名に対して，それぞれ 3 つの質問に回答した。参加者は全ての物体に対して回答した。

結果

分析方法として，色識別性と形識別性についての 5 段階評価を比率尺度データとみなし平均値を算出した。各物体における平均値を図 3-2-2 に示す。左図が形識別性の度合い，右図が同じ物体の色識別性の度合いを表す。実験 3 において物体と色の結びつきが強い条件の物体は赤棒グラフ，弱い条件の物体を緑棒グラフとした。色識別性が最も高かった物体はオレンジの 4.84，最も低かった物体はカサの 1.42 であった。39 個の物体全体の平均値は，色識別性が 3.45($SD=1.38$)，形の識別性が 4.29($SD=0.32$)であった。次に，色識別性と形の識別性において相関係数を算出した。その際，野菜，果物，生物を自然物としてまとめ，自然物と人工物に分けて分析した。散布図を図 3-2-3 に示す。自然物における識別性の相関係数は $r=0.54$ ，人工物では $r=0.59$ であった。また人工物の中では比較的色彩識別性が高いトランペット。ラムネ瓶，カギの 3 物体を除いた場合，人工物における識別性の相関係数は $r=-0.42$ であった。

次に，典型色に関する質問について典型色が有ると回答した度数と色識別性の度合いの相関係数を算出した。散布図を図 3-2-4 に示す。全体の相関係数は $r=0.996$ であった。さらに，全参加者の 50%以上が典型色が有ると回答した物体の典型色名について集計した。結果を図 3-2-5(a)～(f)に示す。集計の際，複数の色を記入した場合は記入された色を各 1 件として集計した。また，ネギの典型色などで「緑と白」というように 2 色配色が典型的であると回答した場合は，配色ごとに 1 件とした。

考察

物体の色識別性について，図 3-2-2 を見ると野菜，果物，生き物といった自然物は値が高く，人工物は色識別性が低い物体が多いことが分かる。一方形の識別性については平均値が色識別性よりも高く，分散も小さいことから，形はどの物体においても識別に役立つ情報と見なされていることが分かった。本の表紙については一般的な本の形である長方形がノートやスマートフォン，箱など他の物体である可能性もあるため，ごみ箱については四角い形やバケツ型など大きさや形にバリエーションが多いため形の識別性が他よりも低かったと考えられる。色識別性と形識別性の相関については，全体では中程度の正の相関が見られた。しかし色識別性が比較的低い物体の場合には負の相関が見られた。自然物には色と形がどちらも役立つ場合が多く，人工物では存在する多様性の点から色・形ともに低い傾向が見える。さらに色識別性が低い場合，より形の情報が識別に重要だと捉えている参加者が多いことが分かった。色識別性と典型色の有無については，非常に高い正の相関があり識別性と色の典型度には強い関係があることが分かる。識別に色が役に立つかということと典型的な色が存在するか，という点は厳密には異なる指標では

あるが，この 2 つには物体と色の関連度という点で共通する部分があると考えられる。典型色名においては先行研究や文献で見られる典型色名と類似した結果が得られた。自然物の他に，ラムネ瓶やトランペットなど，人工物においても典型色が偏っている物体が見られた。これらの結果を参考に，物体と色の関連度，物体の典型色を分類し実験 3 の刺激を作成する。

表 3-2-1 予備調査 2 に使用した物体名

物体名	物体カテゴリ
えんどうまめ	野菜
かぼちゃ	野菜
キャベツ	野菜
キュウリ	野菜
トウガラシ	野菜
トマト	野菜
ナス	野菜
ニンジン	野菜
ピーマン	野菜
ブロッコリー	野菜
ラディッシュ	野菜
長ネギ	野菜
イチゴ	果物
オレンジ	果物
カキ	果物
さくらんぼ	果物
バナナ	果物
パパイア	果物
ブドウ	果物
ブルーベリー	果物
リンゴ	果物
レモン	果物

物体名	物体カテゴリ
カギ	人工物
カサ	人工物
カメラ	人工物
コーヒーカップ	人工物
ごみ箱	人工物
じょうろ	人工物
ティーポット	人工物
ドライヤー	人工物
トランペット	人工物
ポロシャツ	人工物
ラムネ瓶	人工物
リボン	人工物
懐中電灯	人工物
靴(スニーカー)	人工物
帽子	人工物
本の表紙	人工物
ひよこ	生物

物体の識別性についての
質問紙

	全く関わらない	色が	強く関わる	全く関わらない	形・輪郭が	強く関わる
帽子	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	
ブロッコリー	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	
ニンジン	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	
トマト	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	
カキ	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	
長ネギ	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	
ナス	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	
カメラ	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	
靴 (スニーカー)	-----		-----			
	典型色があるか		ある (	)	特にない	

図 3-2-1 使用した質問紙の一部

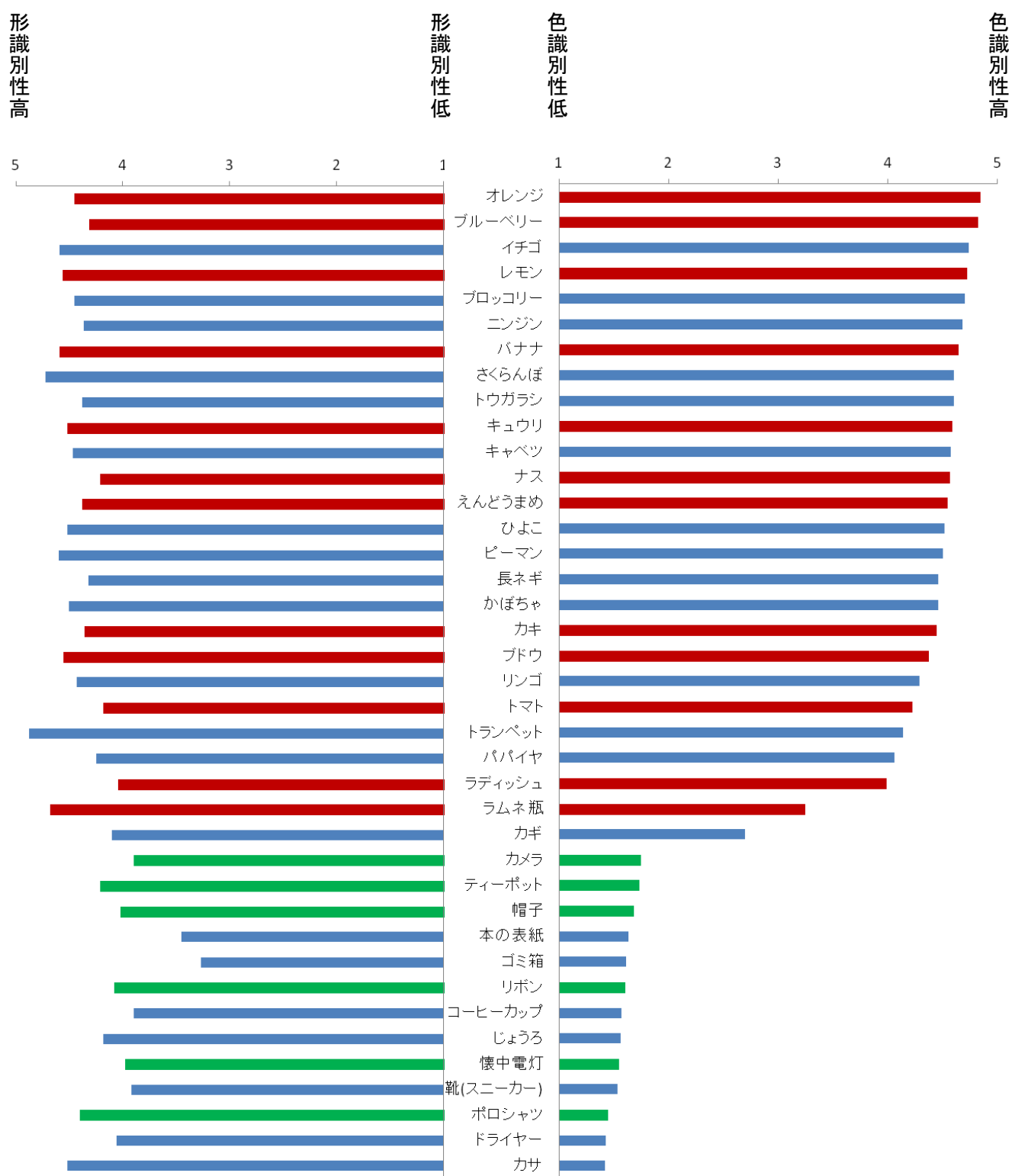


図 3-2-2 物体の識別性平均

左横棒グラフは形の識別性，右横棒グラフは色の識別性を表す。

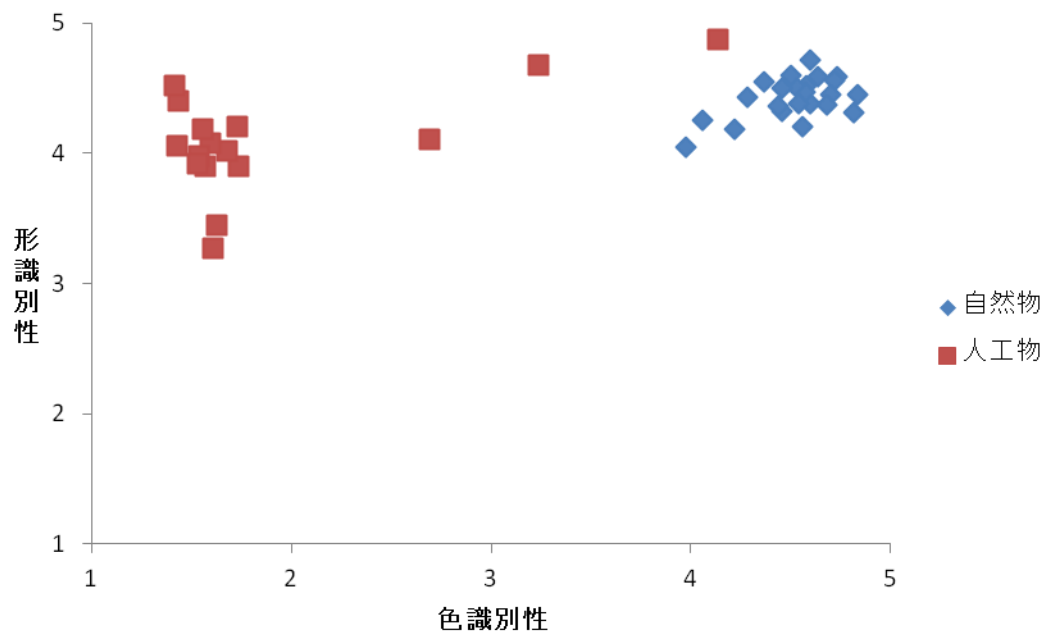


図 3-2-3 自然物と人工物の識別性散布図

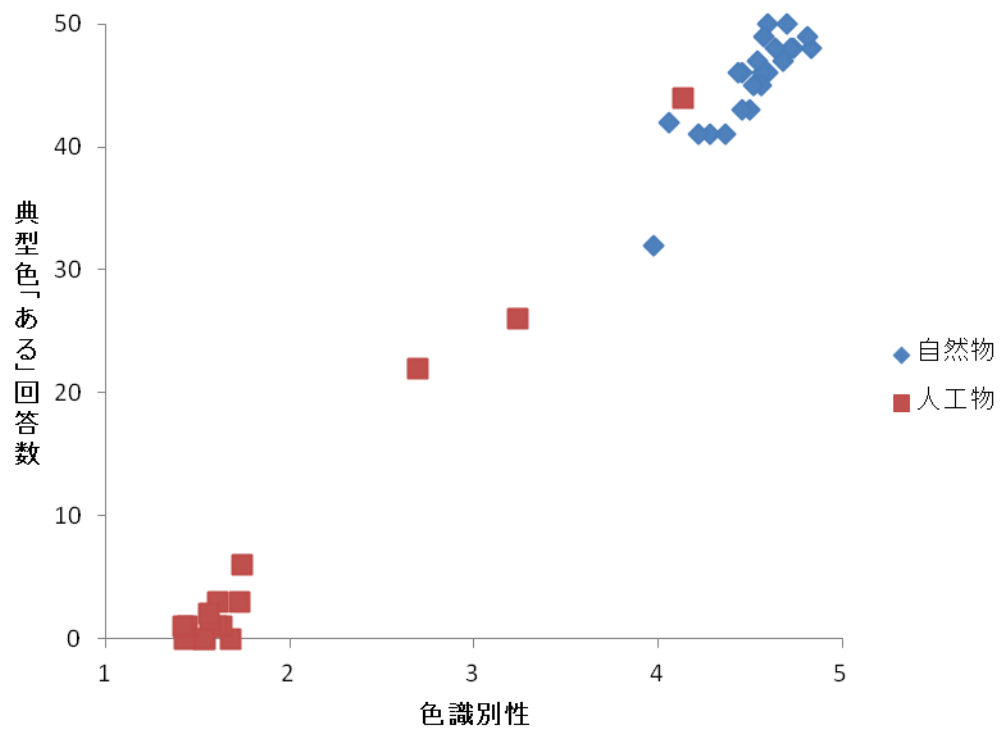
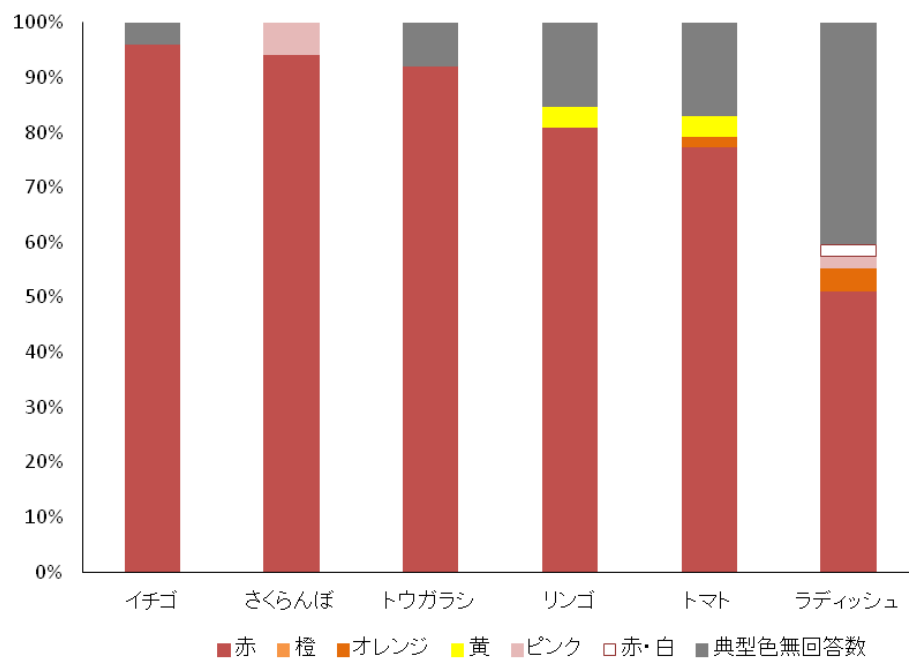
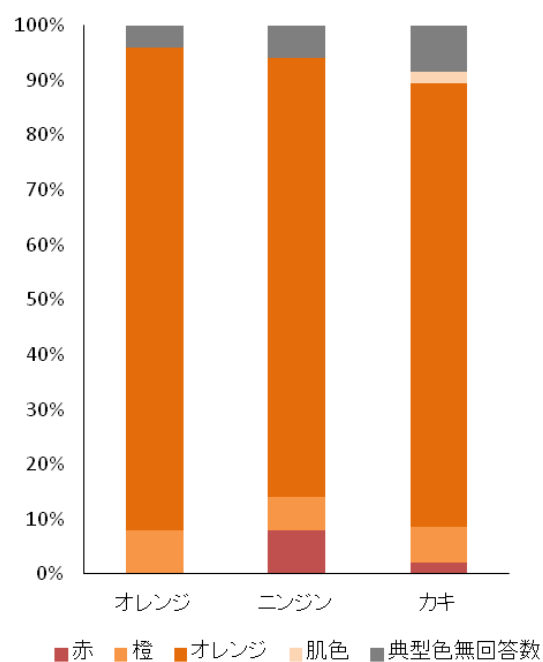


図 3-2-4 典型色が有ると回答した数と色識別性の散布図



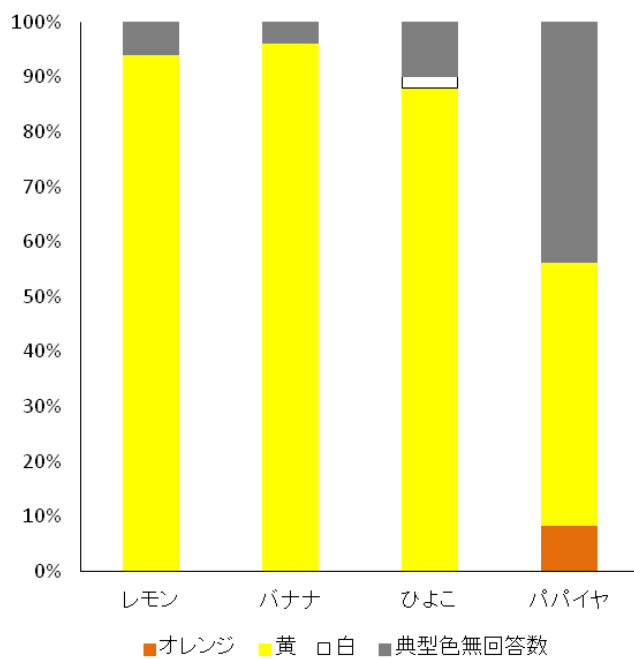
(a)



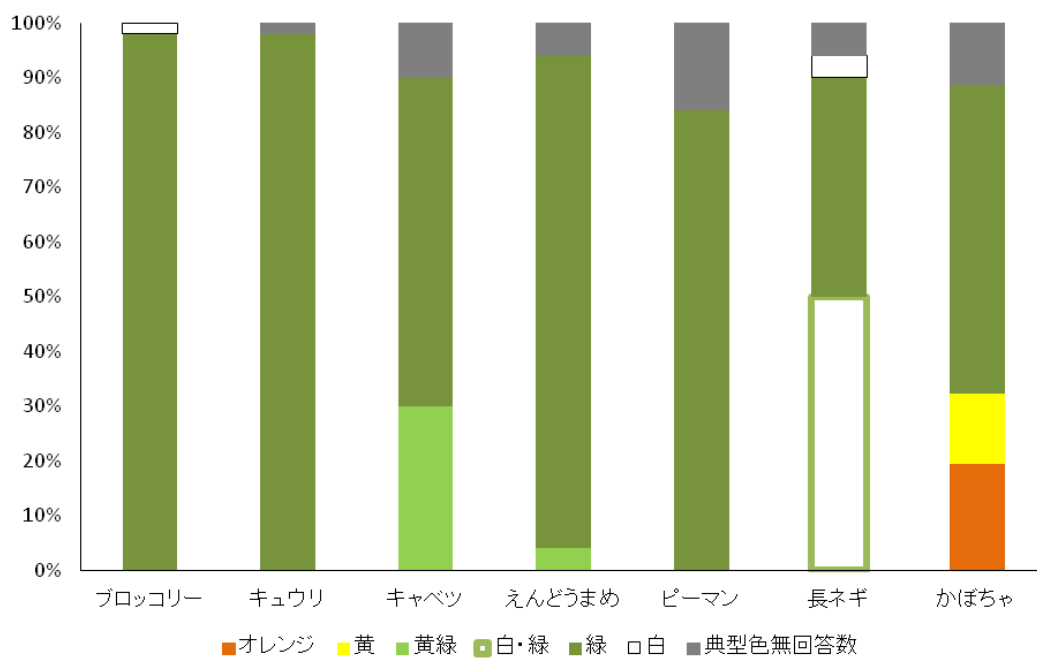
(b)

図 3-2-5 物体の典型色名

(a)赤系統, (b)橙, オレンジ系統



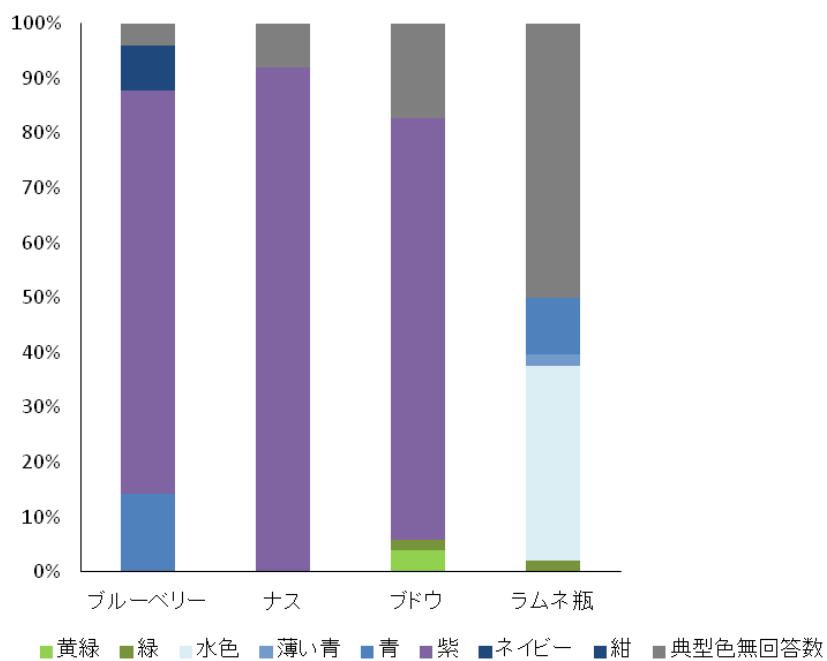
(c)



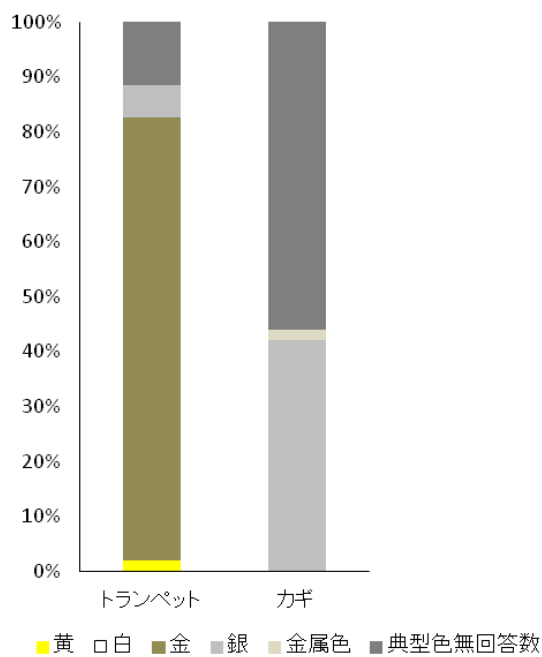
(d)

図 3-2-5 物体の典型色名

(c)黄系統, (d)黄緑, 緑系統



(e)



(f)

図 3-2-5 物体の典型色名

(e)青，紫系統，(f)金，銀系統

3.3 物体の色典型性が物体色の記憶に与える影響(実験 3a)

目的

実験 1 および実験 2 から，色面の記憶は色カテゴリーのフォーカルカラーに近づいて変化することが示唆された。実験 3 では，物体を伴う色の記憶における色相変化に着目する。物体色の記憶に影響を与える要因については，フォーカルカラーの他に熟知物の色典型性が挙げられる。序論で述べたように，物体色には，「リンゴは赤い」などその物体にとって見慣れた，自然な見えの色範囲が存在する。典型的な色の範囲は物体によって様々であり，ある特定の色相に偏っている物体もあれば，複数の色相や連続しない範囲で存在する物体もある。よって予備調査 1 では物体の熟知度を調査し，熟知度が高く，観察経験に個人差が少ない一般的によく知られている物体，多くの人にとって観察経験が少ない物体，観察経験に個人差が大きい物体に分類することができた。また予備調査 2 では，色の識別性が高い物体の多くは典型色を有しており，自然物に属する物体が多いことが分かった。人工物では色識別性が低く特定の典型色を挙げる割合は少なかったが，中には典型色が偏って挙げられる物体も見られた。また形の識別性はどの物体においても高かった。これらの結果から，物体色の記憶を検証するのに適する物体条件を組み立てる。よって本研究では，熟知物体を使用し，物体の色典型性の違いが色記憶の変化にどのような影響を与えているのかを色相の変化方向に着目し分析を行う。

方法

参加者

日本人大学生 113 名と中国人大学生 1 名の計 114 名が実験 3a に参加した。実験は集団で実施され、52 名、18 名、44 名の 3 回に分けて行われた。その内、データに不備があった 4 名と結果から色覚特性を有すると判断された 2 名は分析対象から除外した。よってデータ分析対象の参加者は男性 43 名、女性 65 名の計 108 名であり、平均年齢は 20.1 歳 ($S.D = 1.3$) であった。

装置

記憶課題における刺激画像の呈示には、Microsoft 社の PowerPoint2013 のスライドショー機能を使用した。再認課題では Excel2013 に VBA プログラムを組み実施した。画像呈示には複数の 21.5 インチ sRGB 対応ディスプレイを使用した。実験は集団で実施されたため、複数のディスプレイを使用した。色彩輝度計 (コニカミノルタ CS100-A) を用いて使用した全てのディスプレイの輝度及び色度の測定を実施した。測定の結果、ディスプレイ間で色の見えに大きな差がないことを確認した。ディスプレイの輝度及び色度の平均値と標準偏差を表 3-3-1 に示す。また参加者の再認反応には光学マウスを用いた。

刺激

刺激物体と色条件の設定：実験に用いる刺激物体を設定するにあたり、まず予備調査 1 および 2 の結果から、熟知度が高い物体のうち色典型性が高い物体と低い物体を数種類選定した。次に色典型性の高い物体の中から、隣接する 2 つの色カテゴリを典型色とする 2 物体でペアをつくった。ペアはトマト(赤)—カキ(橙)、オレンジ(橙)—レモン(黄)、バナナ(黄)—さやえんどう(黄緑)、キュウリ(緑)—ラムネ瓶(青緑から水色)、ブドウ

(青紫)—ブルーベリー(紫), ナス(紫)—赤カブ(赤紫)の 6 ペアを設定した。括弧内は各物体の典型色の色名である。各ペアのうち、左側に記述されている物体名を物体条件 1、右側に記述されている物体名を物体条件 2 とする。さらに、各ペアに色典型性の低い物体をそれぞれ 1 つ追加し、これを物体条件 3 とした。条件ごとの刺激画像を図 3・3・1 に示す。呈示する物体はこれらのターゲット物体 18 種類とフィラー物体 6 種類の計 24 種類であった。フィラー物体はターゲット物体と同程度の親近性を持つアスパラやバケツといった野菜や人工物の画像であった。次に記憶刺激に用いる色として、隣接する 2 つの色カテゴリーの境界付近の色を使用した。例えば赤と認識するか橙と認識するか人により判断が分かれるような色である。その色を、赤に近い色を典型色として持つトマトに布置した場合、再認時にはより赤に近づく方向に記憶が変化すると予測される。また、同じ色をカキに布置した場合にはより橙色方向に近づくように変化するだろう。一方、ポットのように赤でも橙でも典型度に大きな差異がない、色典型性が低い物体も存在する。その場合は典型色の効果が無いため変化の方向性が見られない、もしくは参加者が判断した色カテゴリーのフォーカル色に近づくと予想される。このことを検証するため、ペアになっている 3 物体に同一の境界色を着色した。

また色条件として、物体条件 1 と物体条件 2 の隣接する 2 つの典型色カテゴリーの境界色を呈示する条件を典型色条件、物体条件 1 および 2 のどちらにとっても非典型的な色カテゴリーの境界色を呈示する条件を非典型色条件とした。例えば、トマト—カキのペアであれば、典型色条件は赤と橙の境界色、非典型色条件では青と青緑の境界色を設定した。物体条件 3 においても同様の色条件を設定したが、これは物体条件 1 および 2 の典型色条件(または非典型色条件)と同じ色、ということであり物体

条件 3 にとっての典型色(または非典型色)ではない。典型色条件における刺激色および再認時に呈示した選択色の L^*C^*h 値を表 3-3-2 に示す。

刺激画像の作成：物体の刺激画像は画像素材サイトからその物体として代表的な角度から見た写真画像を選定し，Adobe Photoshop 7.0 を使用して加工した。トマトのヘタといった主調色以外の部分は無彩色に加工し，呈示画面の背景色は $RGB = (192, 192, 192)$ の Gray とした。物体画像の大きさは全て $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ の範囲に収まる大きさであり，物体によって彩色面積にばらつきが出ないように統一した。また彩色の際には写真画像の陰影情報を残して立体感を出し，実際の物体の見えに近い画像になるよう作成した。記憶課題で用いるターゲット物体画像は全部で典型色条件 18 枚，非典型色条件 18 枚であった。またフィラー物体画像はどちらの色条件にも使用されていない色相を用いて 12 枚作成した。

選択画像の作成：物体色の再認課題は，記憶課題と同じ画像を含む 7 つの選択画像から 1 つを選択する方法であった。そのため 1 つの刺激画像につき色相の異なる 7 枚の画像を作成した。7 枚のうち 1 つは刺激画像と同じ色相であったが，残りの 6 つは刺激画像の色相を 2 つの色カテゴリ方向にそれぞれ 3 段階ずつ色相変化させたものであった。変化量は 1 段階につき約 $5 \sim 13h^\circ$ であり，選択画像の色相範囲によって色相角差が多少異なるが段階間の差が心理的等歩度になるよう設定した。選択画像の例を図 3-3-2 に示す。

手続き

実験は窓をブラインドで遮光し照明のついた部屋で行われた。参加者には，一人につき 1 台の PC とディスプレイが割り当てられた。実験に移る前に，実験者の説明のもと参加者全員がディスプレイの表示モードと画面の明るさを同時に調整した。教示後質問を確認し記憶課題に移っ

た。まずディスプレイの中央に注視点が 1 秒間現れ、次に刺激画像が 2 秒間呈示された。観察距離は約 80cm であり、刺激に対する視角は約 5 ～7 度であった。参加者は画像を観察し記憶するよう求められた。参加者一人につき呈示された刺激画像は 16 枚であり、物体条件 1 もしくは物体条件 2 どちらかのターゲット物体画像 6 枚と物体条件 3 のターゲット物体画像 6 枚、フィラー物体画像 4 枚であった。参加者ごとの物体条件と色条件の組合せは表 3・3・3 のように 4 パターンを設定し、いずれか 1 つのパターンを参加者ごとにランダムに割り当てた。物体条件 1 または 2 が典型色条件であれば物体条件 3 は非典型色条件というように、色典型性が高い物体と低い物体で色条件が分かれるように設定した。刺激画像の呈示順は全てランダムであった。16 枚すべての画像の呈示が終わると、次に妨害課題としてプリントを使った 2 桁の引き算を約 5 分間実施した。その後、物体色の再認課題に移行した。再認課題では、まずディスプレイ上に注視点が呈示された後、記憶課題で見た刺激画像 1 枚が無彩色で 2 秒間呈示された。その直後、選択画像 7 枚が同時に呈示された。7 枚はディスプレイ内の上部に 4 枚、下部に 3 枚配置され、選択画像の配置順は毎試行ランダムであった。参加者は 7 枚の中から記憶課題で見たものと同じ色と思われる画像を選び、その画像をマウスでクリックして反応した。画像をクリックすると選択画像が全て消え、2 秒後に次の物体画像の再認試行に進んだ。試行は全部で 16 試行であり、全て記憶課題で見たものであった。再認課題の試行時間は平均 1 分 12 秒であり、実験 3a 全体にかかった時間は約 15 分程であった。

結果

条件ごとの結果

物体色の再認課題において、選択された色が刺激画像の色と比べどの色相方向に、またどの程度変化したかを調べた。刺激色と選択色の色相角差 Δh° を算出しその値にプラスとマイナスどちらかの符号を付与した。色差の符号は、 $L^*a^*b^*$ 色度図上で呈示色よりも選択色の角度の方が大きい場合はプラス、小さい場合はマイナスを付与した。色記憶の変化が物体の典型色の影響を受ける場合、変化の方向は物体条件 1 ではマイナス方向に偏り、物体条件 2 ではプラス方向に偏ると予測される。物体条件と色条件ごとに符号を付けた値の平均値を算出し、2 要因分散分析を行った。各条件の平均値を図 3-3-3 に示す。その結果、物体の主効果と交互作用が有意であった ($F(1, 104) = 23.52, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.184, F(1, 104) = 15.87, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.132$)。色の主効果に有意な差は見られなかった。交互作用が有意であったため単純主効果の比較を行った結果、典型色条件においては物体条件 1 よりも物体条件 2 の値が高く ($p < 0.001$)、非典型色条件では物体条件間に有意な差は見られなかった。また、物体条件 1 において非典型色条件の方が典型色条件よりも値が高く、物体条件 2 では反対に典型色条件の方が非典型色条件よりも高かった。

物体ペアごとの結果

典型色条件での結果についてより詳細に変化傾向を検証するため、物体条件 3 を含めた 6 組の物体ペアごとに 1 要因分散分析を実施した。各ペアの符号付き色相角差の平均を図 3-3-4(a)～(f)に、物体条件 1 および 2 の変化量と変化方向を $L^*a^*b^*$ 色空間上で表したものを図 3-3-5 に示す。分散分析の結果、オレンジーレモンー帽子、バナナーさやえんどう一懷

中電灯，キュウリーラムネ瓶—ポロシャツの 3 ペアにおいては，物体条件 1 と 2 の間に有意差が見られた ($p < 0.001$; $p < 0.05$; $p < 0.001$)。トマト—カキのペアにおいては有意傾向 ($p = 0.085$) であった。またレモン—帽子，キュウリーポロシャツ，ラムネ瓶—ポロシャツの組み合わせにおいても有意差が見られた ($p < 0.001$; $p < 0.05$; $p < 0.01$)。ブドウ—ブルーベリー，ナス—赤カブの 2 ペアにおいては，物体条件 1 と 2 の間に有意差は見られなかった。またブドウ—カメラ，ナス—リボン，赤カブ—リボンの組合せにおいて有意差が見られた。 ($p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.01$)

考察

2 要因分散分析の結果から，典型色付近の境界色で着色された場合，物体条件 1 はマイナス方向，物体条件 2 はプラス方向の色相変化が見られた。この方向は物体条件それぞれの典型色方向であり，色記憶の変化方向に物体の典型色が影響していることが示唆された。また，非典型色の境界色で着色された場合は特定の色相への偏りは見られなかった。この場合，色の判断に物体の典型色が利用されず，参加者が感じた色カテゴリーのフォーカル色方向へそれぞれ変化したため，色相の変化が一方向に偏らなかったと考えられる。同じ色を呈示した場合であっても，どのような物体に色を布置するかによって変化傾向が異なることが明らかとなった。また，物体条件 3 を含めた物体ペアごとの比較結果では，6 ペア中 4 ペアにおいて，物体条件 1 と 2 間に有意差または有意傾向が見られた。変化方向においても，物体条件 1 はマイナス方向，物体条件 2 はプラス方向の変化が見られた。変化量としては，トマトが $-1.72 \Delta h^\circ$ ，オレンジが $-3.27 \Delta h^\circ$ ，さやえんどうが $1.26 \Delta h^\circ$ と比較的偏りが小さい物体もあれば，レモンが $14.46 \Delta h^\circ$ ，ラムネ瓶が $21.03 \Delta h^\circ$ と $10 \Delta h^\circ$

以上の変化が見られた物体もあった。物体におけるこのような差は、今回設定した境界色と典型色の距離によるものと推測される。トマトやオレンジは境界色に近い橙みのある赤や黄みの橙が典型色と考えられるため、典型色に近づいても変化量は比較的小さい。一方でレモンは境界色と典型色の黄の距離がトマトやオレンジよりも離れているため、記憶した色が典型色に近づくことで変化量も大きくなったと思われる。またこれらのペアにおいて物体条件 3 の変化方向には顕著な傾向が見られない場合が多かった。色典型性の低い物体である物体条件 3 では、物体の色の知識の影響を受けないため参加者ごとに変化方向が異なったと考えられる。また、2 組の物体ペアについては物体条件 1 と 2 の間で変化に有意差が見られなかった。ブドウ—ブルーベリーのペアにおいては、どちらも変化量が小さかった。これは設定した青と青紫の境界色がブドウやブルーベリーの典型色と距離が近かったことが考えられる。ブドウとブルーベリーの色として自然に感じられる色範囲はどちらも青から紫の広い範囲で重なっており、典型色が隣接する色カテゴリである物体としてペアを組むのに適切ではなかった点が挙げられる。またカメラの方がより紫方向に記憶が変化しているが、これは参加者にとってブドウやブルーベリーの典型色よりも紫という色カテゴリのフォーカル色がより赤みを帯びていたためと考えられる。色典型性の低い物体であっても、商品として用いられやすい色調など物体ごとに特徴を持っている可能性もあり、物体色の分布や個人の色経験などより詳細な調査を行う必要がある。ナス—赤カブペアではナスの色相変化方向は予想と一致したが、赤カブの典型色は赤紫でありながら変化方向は予想と逆であった。赤カブについては予備調査から使用した物体の中で他の自然物よりも熟知度が低く、典型色についての知識が曖昧な参加者が多かったためと考えられる。そ

のため赤紫や青紫といった細かい色名ではなく紫というより大きい色範囲での色方向に変化した可能性がある。

実験 3a の結果では典型色が異なる物体条件の 4 ペアで変化方向に違いが見られた。これらの色相変化は、呈示した物体の典型色に影響を受けて方向が偏ったと考えられる。しかし物体を呈示された時に判断したカテゴリ名と、その物体の典型色の色カテゴリが一致していた場合、記憶がある方向に変化したとしても、色情報から判断したカテゴリのフォーカルカラーの影響を受けたからではないかという可能性も若干ある。

図 3-3-3 の典型色条件の結果を見ると物体条件間で変化傾向が顕著に表れているため、その可能性は低いと考えられるが、色情報のみにおける色カテゴリ分類と典型色が不一致の場合の反応傾向を確かめることは意味がある。よって実験 3b では、実験 3a で呈示した物体色を色チップにした刺激を使用して色カテゴリ分類を行う。色情報のみで判断した色カテゴリと実験 3a で呈示した物体の典型色が異なっていた場合の色相変化方向について検討する。

3.4 物体の色典型性が物体色の記憶に与える影響 (実験 3b)

目的

実験 3b では、実験 3a の結果における典型色の効果をフォーカル色の効果と区別して示すため、実験 3a の呈示色から物体を伴わないカラーチップ画像を作成し色カテゴリ分類課題を実施する。例えば、ある参加者が実験 3a でトマトを観察したあと、再認において色相が赤方向に変化したとしても、その参加者はトマトであることは関係なく、物体に着色された色の情報のみから赤カテゴリの色であると判断し、フォーカルカラーの影響を受けたため赤寄りに変化したのかもしれない。しかし、呈示色と同色のカラーチップを橙カテゴリとして分類した参加者が、実験 3a の再認反応では橙のフォーカル色ではなくトマトの典型色の赤方向に色相が変化していた場合、それは典型色の影響が強く出ていると言えるのではないか。このように、2 つの実験の結果から、熟知物における典型色の知識が物体色の記憶の変化に影響を及ぼすことを検証する。

方法

参加者

実験 3a の参加者のうち、97 名が引き続き実験 3b に参加した。参加者の多くは過去に心理学に関する講義を受けており、カテゴリの概念を理解していた。

刺激

色カテゴリを分類するためのカラーチップ画像として、一辺が 3cm の正方形画像を使用した(図 3-4-1b 参照)。チップの色はターゲット物体画像から抽出した典型色条件に対応する色 6 色と、非典型色条件に対応す

る 6 色，フィラー画像の色に対応する 4 色，またそれらの色から両色相方向に 2 段階変化した選択画像の色と対応する 32 色の計 48 色を使用した。色面の色は，Photoshop のスポイト機能を用いて 1 物体につき 3 点の Lab 値を測定しその平均値を用いた。カラーチップの数は色数と同じ 48 個であった。

装置

各参加者は実験 3a と同じ PC とディスプレイを使用した。課題は Excel2013 に VBA プログラムを組み込み作成した。

手続き

実験 3b は実験 3a を参加者全員が終了した後，内容の説明を挟んで行われた。手続きの流れを図 3-4-1 に示す。配布された Excel ファイル内のプログラムを実行すると，画面中央上部に正方形のカラーチップ画像 1 つが呈示された(図 3-4-1b)。色の呈示順はランダムであった。参加者はまず，呈示された色がどの色カテゴリに当てはまるのか心内で判断することを求められた。カテゴリのレベルは通常の生活でよく使われるような基本レベルの色名で判断するよう教示された。色カテゴリを判断し終わったら，画面内の「Categorize」ボタンをクリックした。ボタンを押すと，色カテゴリ分類画面が表示された(図 3-4-1c)。分類画面には中央に 9 つの枠が描画されており，それぞれの枠内には色名が記入されていた。参加者は心内で分類した色名が書かれているカテゴリの枠内まで色チップ画像をマウスで移動させた。枠内に書かれていた色カテゴリは基本色彩語から無彩色とピンクを省いた赤，橙，黄，緑，青，紫，茶色に，黄緑と水色を加えた 9 つであった。心内で判断した色カテゴリ名が画面に無かった場合は，別の色名の枠を新たにつくり，その枠内にチップを移動させるよう教示した。分類後，完了ボタンを押すと呈示画面へと戻

り(図 3-4-1d), 次のカラーチップ画像の呈示に移った。48 色のカラーチップを全て分類し終わると, 色カテゴリ分類課題は終了した。課題完了時の画面例を図 3-4-1g に示す。

結果

完了した分類画面から, 各参加者が実験 3a の典型色条件 6 色と対応するカラーチップをどの色カテゴリに分類したかというデータを得た。表 3-4-1 に実験 3a の反応数を分類した結果を示す。表内の合計の内, 上二つの数字は実験 3a で呈示された物体の典型色とその刺激色をカラーチップとして分類した際のカテゴリ名が一致する場合と不一致の場合の数を分類したものである。例えばカラーチップでは橙と分類した色がトマトで呈示された場合は不一致, カキで呈示された場合は一致となる。一致が 144, 不一致が 163 であり割合はほぼ拮抗した。下の 270 は, 色典型性の低い物体条件 3 における反応数である。さらにそのデータを, 実験 3a の色再認反応において, 色相の変化方向がカラーチップの色カテゴリと同じ方向か逆方向であったか, もしくは変化しなかったかという 3 つに分類した。カラーチップでの色カテゴリ名と物体の典型色が不一致の場合, 逆方向への変化は典型色方向と一致する。各セルの反応数に差があるか検証するため, カイ 2 乗検定を実施した(独立性の検定)。その結果, 5%水準で差が有意であった。残差分析の結果(表 3-4-2), 参加者がカラーチップで分類した色カテゴリ名と呈示された物体の典型色が不一致の場合, 色の記憶はカラーチップの色カテゴリとは逆方向, つまり典型色方向に変化する割合が高かった($p<0.01$)。また, カラーチップのカテゴリ名と典型色が一致する場合は, 同じ方向に記憶が変化する反応の割合が高かった($p<0.01$)。また物体条件 3 においても, カラーチ

ップのカテゴリ名と同じ方向に変化する割合が高かった($p < 0.01$)。

考察

実験 3b の結果から、色典型性の高い物体において、カラーチップで分類した色カテゴリ名と実験 3a で呈示された物体の典型色が異なる場合、典型色方向に色記憶が変化する割合が有意に高いことが分かった。色典型性の高い物体に典型色付近の色を呈示した場合は、たとえ色刺激としては別の色カテゴリとして認識する色であっても、再認時には物体と強く関わる色相の方向に記憶が変化した。一方で、色典型性の低い物体の場合はカラーチップで判断した色カテゴリと同じ方向に変化する割合が高かった。これまでの研究では、どちらの色カテゴリの効果も均等に働くような境界付近の色の場合は、観察者個人が持つ色カテゴリ範囲が反映されるため、変化傾向を明確に予測することが困難であった。しかし今回の実験のように物体の情報を付与した場合には色記憶のシフトに一定の傾向が見られた。物体色の記憶には、色カテゴリだけではなく物体と色の関係がより強く反映されることが示唆された。

表 3-3-1 使用ディスプレイの輝度および色度の平均値
括弧内は標準偏差を示す。

	Y(cd/m ²)	x	y
R (255, 0, 0)	37.8(±2.3)	0.614(±0.007)	0.340(±0.004)
G (0, 255, 0)	124.7(±9.4)	0.314(±0.002)	0.604(±0.005)
B (0, 0, 255)	9.2(±1.0)	0.147(±0.003)	0.055(±0.004)
W (255, 255, 255)	170.5(±11.3)	0.324(±0.009)	0.353(±0.014)



図 3-3-1 実験 3a で使用したターゲット物体画像

(a) 物体条件 1, 典型色条件(左からトマト, オレンジ, バナナ, キュウリ, ブドウ, ナス)

(b) 物体条件 2, 典型色条件(左からカキ, レモン, さやえんどう, ラムネ瓶,
ブルーベリー, 赤カブ)

(c) 物体条件 3, 典型色条件(左からポット, 帽子, 懐中電灯, ポロシャツ, カメラ, リボン)

(d) (e) (f) 物体条件 1, 物体条件 2, 物体条件 3 の非典型色条件

表 3-3-2 典型色条件における刺激色および選択色の L*C*h 値

各チャートの選択色番号中，○がついている 4 番が刺激色として呈示された。

選択色	L*	C*	h°
赤-橙1	54	87.7	25.7
赤-橙2	54	99.8	37.7
赤-橙3	55	100.0	40.5
赤-橙④	57	96.2	43.3
赤-橙5	60	91.4	48.1
赤-橙6	65	86.0	54.5
赤-橙7	70	81.4	63.7
橙-黄1	63	77.2	41.3
橙-黄2	69	71.2	51.8
橙-黄3	74	72.0	64.5
橙-黄④	81	71.8	77.1
橙-黄5	83	73.0	80.5
橙-黄6	88	75.1	87.7
橙-黄7	90	74.1	93.1
黄-黄緑1	70	64.5	71.0
黄-黄緑2	77	67.4	84.0
黄-黄緑3	84	73.3	95.5
黄-黄緑④	87	77.6	104.9
黄-黄緑5	85	78.4	113.3
黄-黄緑6	83	81.1	120.4
黄-黄緑7	82	84.4	126.3
緑-青緑1	54	55.5	146.0
緑-青緑2	56	49.7	155.0
緑-青緑3	56	39.3	172.7
緑-青緑④	58	36.2	186.3
緑-青緑5	58	35.4	196.4
緑-青緑6	57	34.9	207.3
緑-青緑7	54	34.7	226.2
青紫-紫1	23	75.1	296.9
青紫-紫2	23	79.8	300.1
青紫-紫3	25	75.2	303.1
青紫-紫④	28	74.2	307.3
青紫-紫5	31	73.6	312.8
青紫-紫6	34	72.2	318.4
青紫-紫7	38	72.4	324.6
紫-赤紫1	26	82.1	312.0
紫-赤紫2	29	81.3	315.5
紫-赤紫3	33	82.2	318.9
紫-赤紫④	35	70.7	331.3
紫-赤紫5	35	62.0	349.8
紫-赤紫6	35	61.7	17.0
紫-赤紫7	36	73.8	35.6



図 3-3-2 再認課題の画面例

(上)トマト(物体条件 1, 典型色条件)の選択画面

(下)カキ(物体条件 2, 非典型色条件)の選択画面

表 3-3-3 刺激物体の呈示パターン

呈示パターン	典型色条件	非典型色条件
パターン 1	物体条件 1	物体条件 3
パターン 2	物体条件 2	物体条件 3
パターン 3	物体条件 3	物体条件 1
パターン 4	物体条件 3	物体条件 2

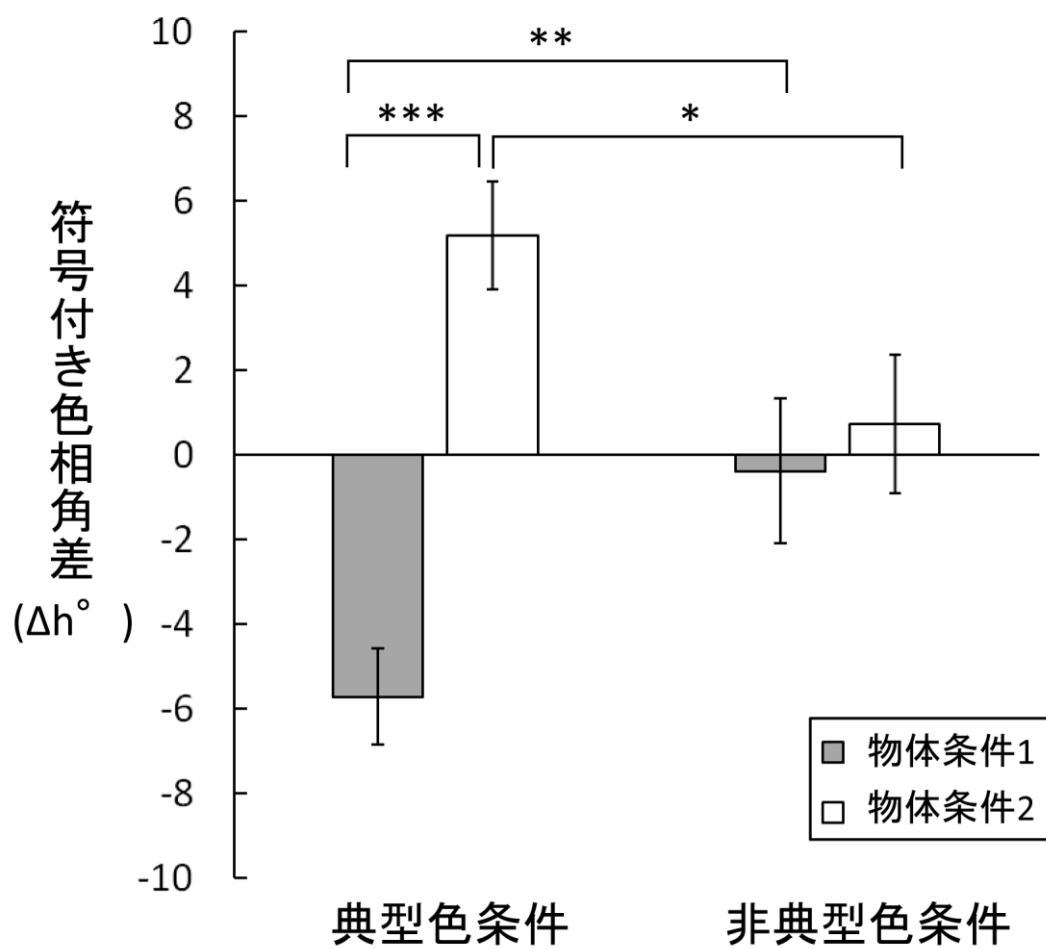


図 3-3-3 物体条件 1 および 2 の符号付き色相角差平均

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

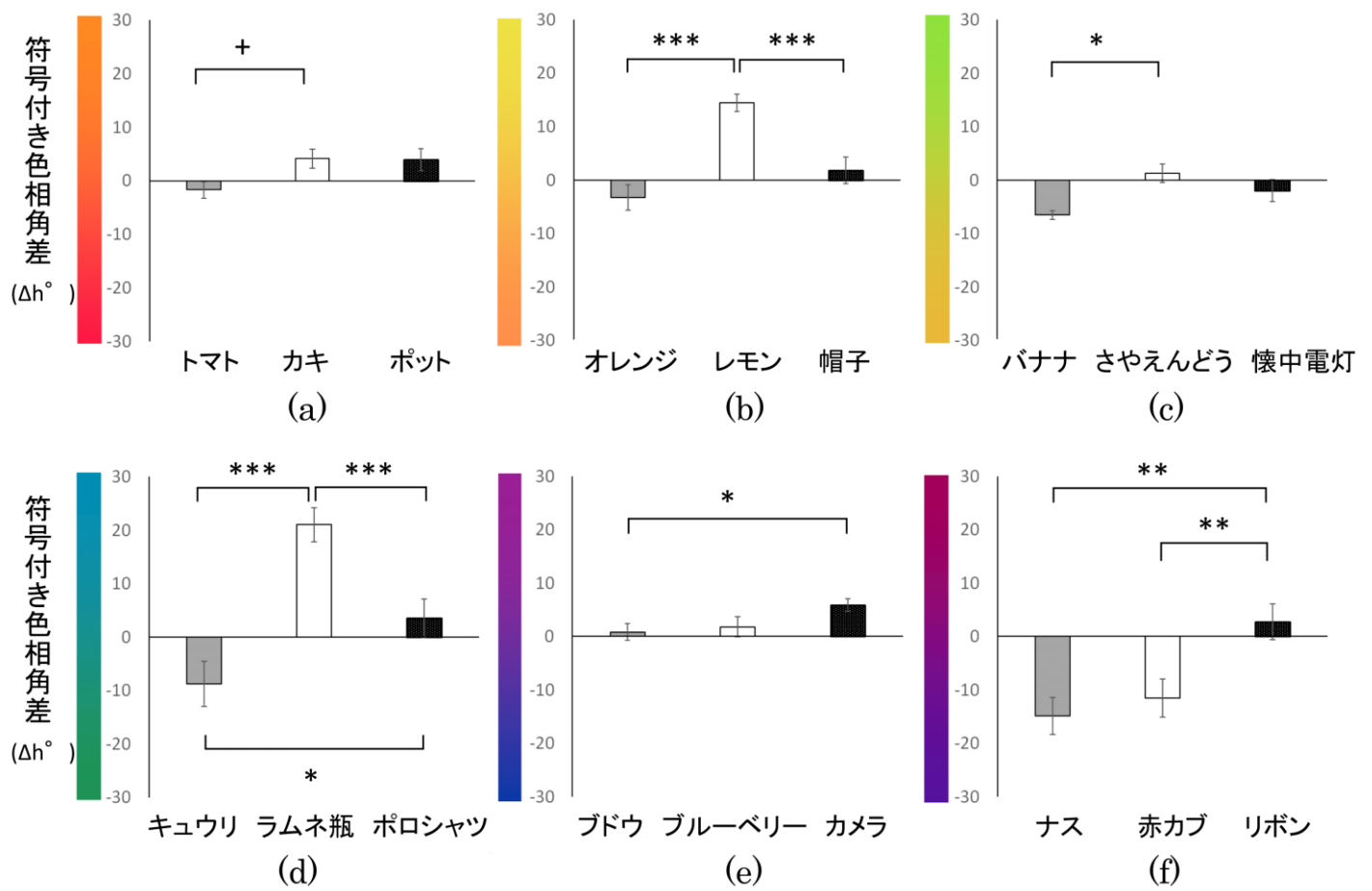


図 3-3-4(a)~(f) 典型色条件における物体ペアごとの符号付き色相角差
 + : $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

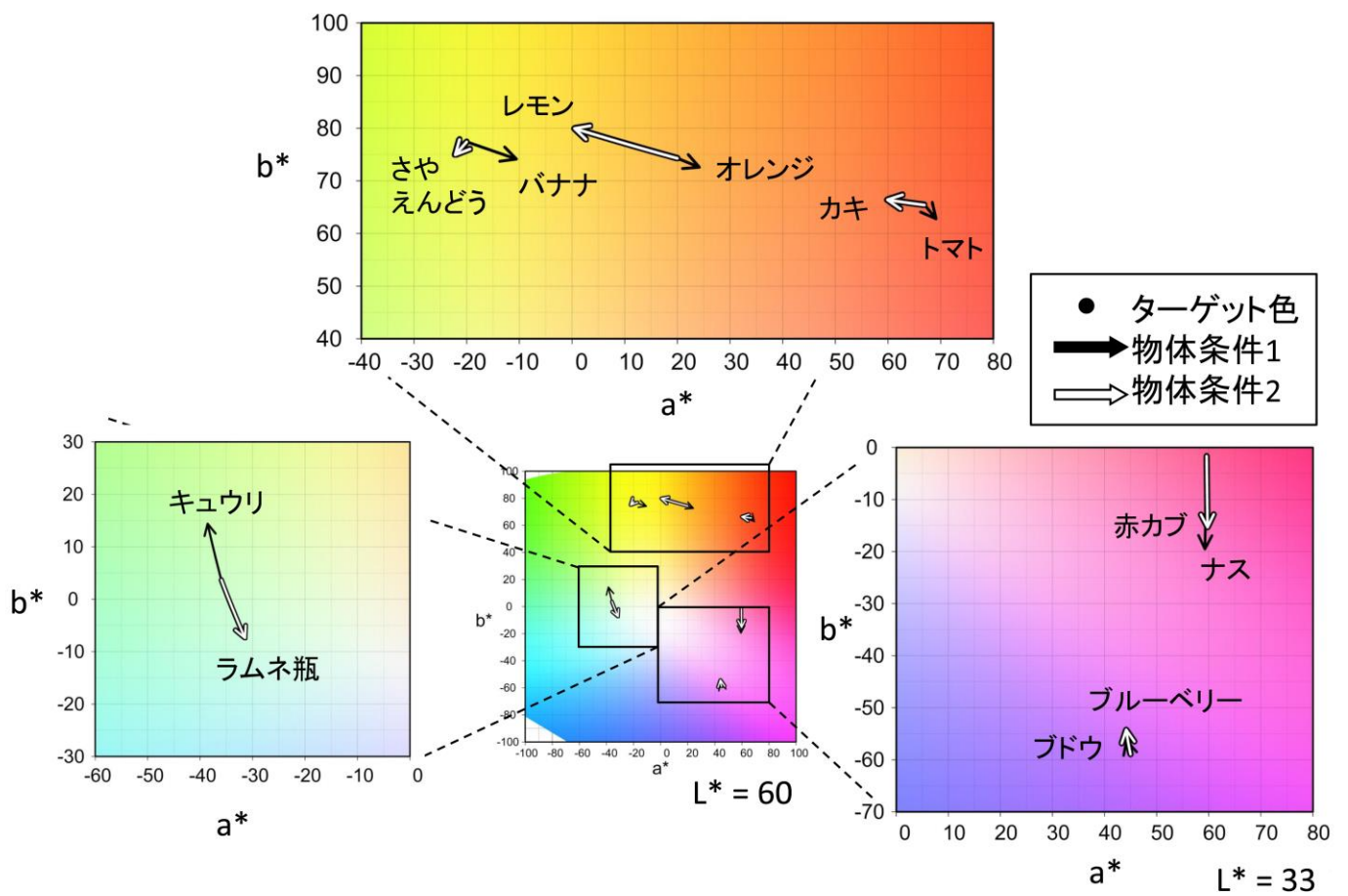


図 3-3-5 $L^*a^*b^*$ 色空間上での色相変化方向および変化量

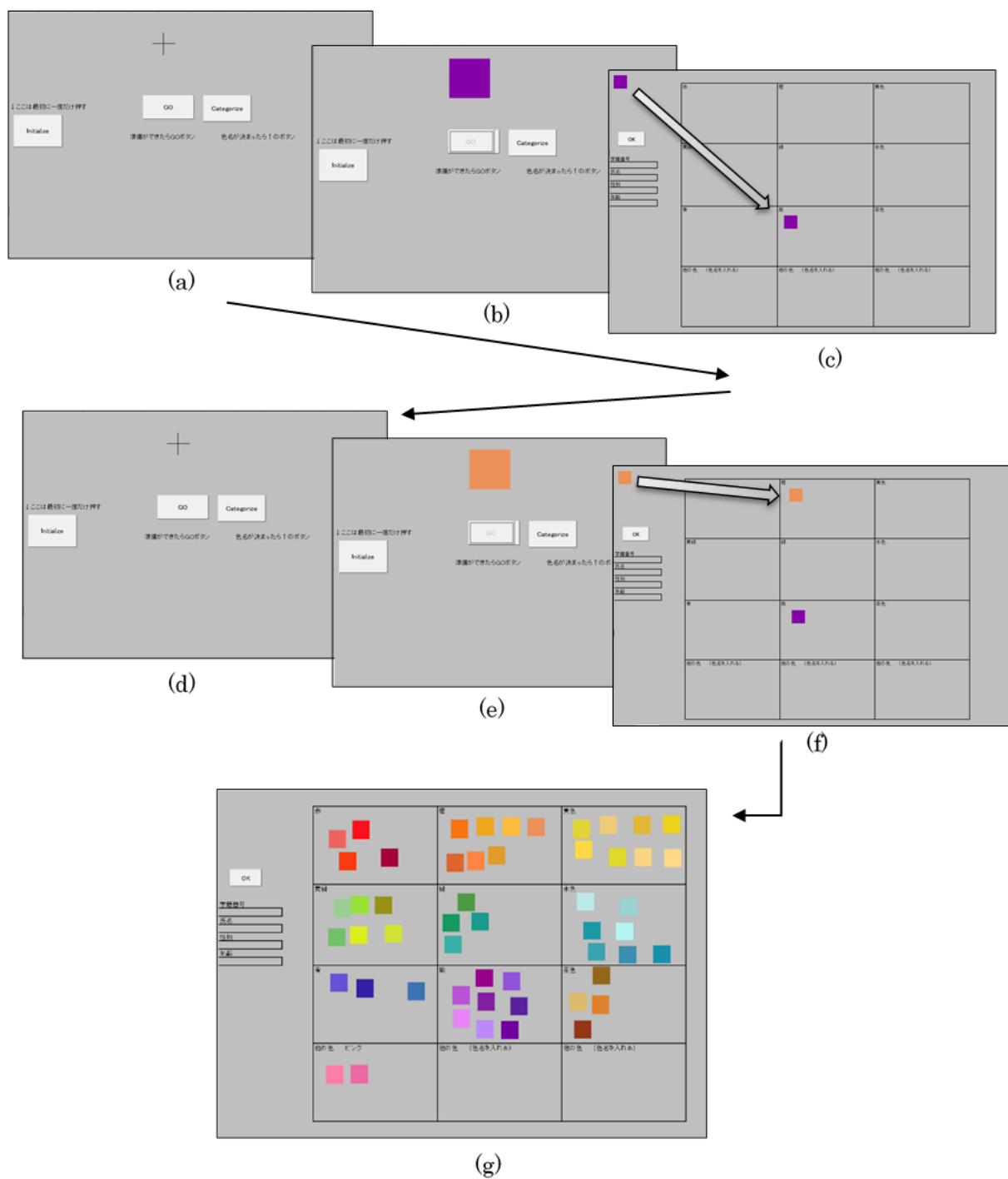


図 3-4-1 色カテゴリ分類課題の手続きの流れ

上段と中段は手続きの流れ図，下段は課題完了時の画面例を表す。

表 3-4-1 実験 3b のカテゴリ分類結果を用いた実験 3a の選択反応のクロス表

表の横行の内、上の 2 行はカラーチップで分類したカテゴリ名と実験 3a で呈示した物体条件 1 または 2 の典型色の色名が一致するか、不一致かを表している。縦列は再認課題の色相変化方向が、カラーチップで分類したカテゴリ名と同じ方向か逆方向か、または変化がなかった（正再認反応）かを表している。値は実験 3a の再認課題における反応数である。

		同じ方向	逆方向	色変化なし	合計
物体条件 1or2	一致	71	37	36	144
	不一致	38	94	31	163
物体条件 3		128	86	56	270
合計		237	217	123	577

表 3-4-2 カイ二乗検定後の調整後の残差

		同じ方向	逆方向	色変化なし
物体条件 1or2	一致	2.32*	-3.41**	1.25
	不一致	-5.44**	6.24**	-0.85
物体条件 3		2.90**	-2.67**	-0.32

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

第 4 章

周囲物体の影響を受けた色識別性と 物体色名の記憶成績

4.1 物体固有の色識別性と周囲物体の影響を受けた色識別性

実験 3 では、色典型性の高い物体に典型色に近い境界色や非典型的な色の境界色を着色し色記憶の変化を検証した。また、色典型性の低い物体に対しても同じ色条件で実験を行い、色典型性の違いにより変化傾向が異なることが示唆された。3.2 予備実験 2 においては物体の識別性について質問紙調査を行い、物体と色との結びつきの強さを調べた。識別する際に物体色が有益である物体を、Tanaka & Presnell(2001)は色識別性の高い(High color diagnostic : HCD)物体とし、物体色が識別に有益ではない物体を色識別性の低い(Low color diagnostic : LCD)物体と分類した。そして HCD 物体と LCD 物体において物体色再認実験を行ったところ、HCD 物体の方が再認成績が高かった。このように物体色の再認は物体が特定の色と強い連想関係にあり、典型的な色で呈示される方がよく覚えられると考えられる。しかしこれは物体を単体呈示した場合である。周囲に他の物体が配置されている状況においても、HCD 物体は常に LCD 物体よりも色再認率が高いと言えるだろうか。LCD 物体において、物体を識別する際に物体色の情報が有益である状況を設定した場合、HCD 物体と変わらない正確さで色が再認されるのではないだろうか。よって実験 4 では予備調査の結果を参考に HCD 物体と LCD 物体を分類し、複数の物体が現れる画面から、ターゲット物体を素早く見つけるという探索課題を実施し、その後の再認課題の結果を比較することで色識別性の影響を検証する。

4.2 周囲物体の影響を受けた色識別性と物体色の記憶成績

(実験 4)

目的

実験 4 では予備調査の結果を参考に HCD 物体と LCD 物体を分類し、複数の物体が現れる画面から、ターゲット物体を素早く見つけるという探索課題を実施する。ターゲット物体をディストラクタと識別するために物体色が役立つ条件と、物体の向きといった他の属性が役立つ条件を設けることで、課題後に物体色を再認させた場合に条件によって再認成績に違いが見られるか検証する。この結果から物体固有の色識別性だけでなく、周囲物体の影響を受けた色識別性も存在し、状況により色識別性の度合いは変化するという可能性を示す。

方法

実験参加者

視力、色覚ともに健常な男女 64 名(男性 25 名，女性 39 名)が実験に参加した。平均年齢は 19.7 歳($SD=1.12$)であった。また，女性のうち 2 名は中国人であり，他は全て日本人であった。

装置

刺激の呈示にはパソコンとディスプレイを使用し，参加者の反応には光学マウスを使用した。ディスプレイは sRGB 対応の 21.5 インチ液晶もしくは 24.1 インチ液晶を使用した。課題時の反応や再認データの取得には Excel VBA でプログラムを作成し実施した。

刺激

色識別性が高い物体(HCD 物体)として 20 個，色識別性が低い物体(LCD 物体)として 10 個の写真画像をターゲット物体とした。物体名と

ターゲット色, 呈示条件を表 4-1 に示す。物体は予備調査 2 の結果から, 色識別性の平均値付近で HCD と LCD 物体に分類した。HCD 物体は主に野菜や果物であったが, ヒヨコ(動物), ラムネ瓶(人工物, 飲み物), トランペット(人工物, 楽器)は他のカテゴリに属する物体であった。ラムネ瓶は調査において人工物の中で 2 番目に色識別性が高かったことから HCD 物体に分類した。LCD 物体はカサ, T シャツなど色識別性が低かった人工物を選択した。ターゲットの物体色は, 赤・橙・黄・緑・青・紫の 6 色相を使用した。HCD 物体の内 10 個は典型色カテゴリ, 残りの 10 個は非典型色カテゴリに当てはまる色を設定した。LCD 物体の色は同じ 6 色相から不自然に見えない色を色相に偏りが無いように選びこれを汎用色条件とした。全てのターゲット色の彩度は 40% 程度に保った。これは色相による誘目性の差が大きくならないよう, また色が他の物体属性に対し過大に目立つことが無いよう(自然の観察状況下に近づくよう)にするためである。彩度の低い色を使用することにより, 典型色条件であっても実際の物体色とは印象が異なる場合が考えられるが, 色相の特定には問題がない程度の彩度であり, 典型色の色相と同じかどうかは容易に判断できる色であった。また, HCD 物体の典型色条件, HCD の非典型色条件, LCD の汎用色条件をターゲット物体とディストラクタで色が異なる条件と向きが異なる条件に半分ずつ振り分けた。使用したターゲット物体の画像を図 4-1 および図 4-2 に示す。探索課題はターゲット物体を含む 4 つの画像から, 直前に呈示されたターゲット物体を探してクリックするというものであった。よって使用するディストラクタをターゲット画像ごとに 3 つ作成した。ディストラクタはターゲットと同じ写真画像で色のみが異なるものと向きのみが異なるもの 2 条件を作成した。色が異なる条件はターゲットと色相が異なる色を 6 色相から 3 色

選んだ。その際、非典型色条件におけるディストラクタには、物体の典型色の色相は含めなかった。また向きが異なる条件ではターゲット物体は全て正立で呈示され、ディストラクタはターゲット物体を右周りに 90 度、180 度、270 度回転させたものであった。

手続き

実験はブラインドで遮光した PC 教室で集団で実施された。参加者には 1 人ずつ PC とディスプレイが割り当てられた。最初に全参加者同時にディスプレイの設定を行い、色の見えに差がないことを確認した。手続きについての教示後、配布された Excel ファイルを開きフォームボタンをクリックして実験を開始した。参加者はまず物体画像の探索課題を行った。探索課題では、最初にディスプレイ中央にターゲット画像が 2 秒呈示された。参加者はその 2 秒間でターゲット画像を覚えること、後でターゲット画像を思い出してもらうことを教示された。ターゲット呈示直後、ディストラクタを含む 4 つの画像がディスプレイ画面の上下左右に現れた。参加者は直前に呈示されたターゲット画像とまったく同じ色、同じ向きの画像をなるべく早く正確にマウスでクリックすることを求められた。クリックすると、注視点のあと先ほどの 4 つの画像が場所を変えて現れた。4 画像の呈示場所は毎回ランダムであった。1 つのターゲット物体につき、探索試行は 5 回行われた。5 回の探索が終わると、注視点の後別のターゲット画像の呈示に移った。ターゲットと色が異なる条件が 15 画像、向きが異なる条件が 15 画像計 30 画像すべてで探索試行を行うと、探索課題は終了した。色条件と向き条件はブロックに分かれており、ブロックの試行順は参加者によってランダムであった。またブロック内でのターゲット物体の呈示順はランダムであった。参加者の課題実施時間はおおよそ 10 分程度であった。

探索課題が全員終了したあと、説明を挟んでから再認課題に移った。再認課題は、Excel ファイル内にある 60 個の物体名リストから、その物体を「見たかどうか」、「物体名再認の確信度」、「見た物体の色」、「物体色再認の確信度」をドロップダウンリストから選択する方法で回答した。使用したリストの回答画面例を図 4-4 に示す。各選択肢は「見たかどうか」が「見た」または「見ていない」、「物体名再認の確信度」と「物体色再認の確信度」は 0～10 の 11 段階、「見た物体の色」は「赤」「橙」「黄」「緑」「青」「紫」「思い出せない」の 7 択であった。リスト中の物体名は、ターゲット画像の物体名 30 個とフィラーの物体名 30 個が Excel 画面にランダムに表示されるようプログラムされていた。60 個の物体について回答し終わると、再認課題は終了した。

結果

探索課題における RT と探索成功率

まず、探索課題において条件ごとに難易度に差があったかを検証するため、5 回の探索試行での平均 RT と平均探索成功率を参加者ごとに算出した。各平均値を図 4-5(a), (b) に示す。そしてターゲットとディストラクタが色と向きどちらで違っていたかという差異条件と物体条件ごとに分散分析を用いて比較した。データ取得時に不備があった 2 名のデータを除外し、62 名のデータを分析対象とした。結果、RT と探索成功率の両方において、差異条件の主効果、物体条件の主効果、交互作用が有意であった (RT は $F(1, 122)=470.32, p<0.001$; $F(2, 122)=23.61, p<0.001$; $F(2, 122)=10.80, p<0.001$; 探索成功率は $F(1, 122)=4.97, p<0.05$; $F(2, 122)=4.00, p<0.05$; $F(2, 122)=3.20, p<0.05$)。結果をまとめると、向きが有益な情報である条件よりも色が有益な条件の方が RT

が短く、また探索成功率も高い値となった。また物体条件では HCD の 2 条件よりも LCD の方が RT が短く、成功率も高かった。

物体ごとの物体名再認率

再認課題において、物体名リストから探索課題で使用した物体を「見た」と回答した場合を正再認とし、物体ごとに再認率を算出した。結果を図 4-6 に示す。物体名の再認率が最も高かった物体はカギ(差異条件：向き，物体条件：LCD 汎用色)の 98.4%，最も低かった物体はブルーベリー(差異条件：向き，物体条件：HCD 非典型色)の 37.5%であった。また、物体名再認課題時にフィラーとして使用した物体名についてはフォールスアラーム(FA)率を算出した(図 4-7)。FA 率が最も高かった物体は、もも(HCD 物体)の 23.4%であった。

条件ごとの物体名再認率

物体条件として HCD 物体に典型色を布置したもの、HCD 物体に非典型色を布置したもの、LCD に HCD 物体に使用された色を布置したものの 3 条件を設けた。また、探索時のディストラクタの差異条件として色と向きの 2 水準を設けた。これらの条件ごとに物体名の再認率平均を求め、 2×3 の参加者内要因での分散分析を実施した。その結果、物体の主効果、差異の主効果、交互作用ともに 1% 水準で有意であった($F(1, 50) = 8.50$, $p < 0.01$; $F(2, 100) = 23.55$, $p < 0.001$; $F(2, 100) = 25.35$, $p < 0.001$)。交互作用が見られたため単純主効果による検定を行ったところ、HCD の典型色条件で差異の効果が見られなかった以外はどの組み合わせにおいても差がみられた。また多重比較の結果、色が異なる条件では HCD 非典型色条件と LCD よりも HCD 典型色条件が有意に再認率が高く、向きが異なる場合では HCD 典型色条件と LCD よりも HCD 非典型色条件が有意に低いことがわかった。結果を図 4-8 に示す。

条件ごとの物体色名再認率

再認課題において、リスト中のターゲット物体を「見た」と回答したデータのうち、探索課題時の色相と同じ色相を6色から選択した場合を正再認とした。条件ごとに再認率を算出する際、物体名の再認率が低いデータを除外した。HCD物体を非典型色で呈示した場合など、そもそも何の物体か認知ができないもしくは他の物体として認識されるケースも考えられる。物体色の再認率を比較するためには、物体名の再認率がある程度以上高いものに限定する必要がある。よって、物体名の再認率が65%以下の物体3つのデータを除外した。除外された物体は再認率の低い順にブルーベリー(差異条件：向き，物体条件：HCD 非典型色)，パイヤ(差異条件：向き，物体条件：HCD 非典型色)帽子(差異条件：色，物体条件：LCD 汎用色)であった。除外後のデータについて、条件ごとに2×3の分散分析を実施した。その結果、差異の主効果と物体の主効果が有意であった。交互作用は見られなかった。物体色名再認率は、色が異なる条件のほうが向きが異なる条件よりも有意に高かった。また、下位検定に寄る多重比較の結果、HCD 非典型色条件はHCD 典型色・LCD 汎用色条件よりも再認率が低く、またHCD 典型色条件とLCD 汎用色条件の間には有意差は見られなかった。

考察

探索課題におけるRTと探索成功率

探索課題における反応時間は、図4-5(a)を見るとターゲットとディストラクタの違いが向きよりも色が異なるときの方が反応が迅速であったが、探索成功率(図4-5(b)参照)は最も低い条件でも92.8%と全ての条件において90%を上回っており、探索課題は容易であったといえる。参加

者は探索時にターゲット画像を見失う場合はほとんど無く、ディストラクタと正しく区別できていたことが分かる。色の違いは比較的大きな基本色カテゴリの質的差を手がかりに一瞥で行えるが、向きの違いはある意味角度の量的差とも言えるもので、一瞥での判断は難しく、確認の時間が必要かもしれない。

物体名再認率

再認課題において、リストにある物体名を見たかどうかという物体名再認率については、図 4-5 を見ると概ね 70%を超える成績であった。物体条件別にみると、HCD 物体のうち典型色で呈示された場合は比較的再認率が高く、非典型色で呈示された場合は低い方に偏っていることが分かる。また LCD 物体についてはカギやカサは再認率が高いがくつや帽子は低いというように物体によって大きくバラつきがある傾向が見られた。形の特徴や個人の熟知度の差によって差が生じるのかもしれない。非典型色で呈示された場合は再認時に物体を想起する際、記憶された色の情報が残っていてもその物体を特定する直接の手掛かりになりにくいため、典型色条件よりも再認率が低かったと考えられる。また、物体名の再認において他の物体よりも特に低い物体は、見たことを忘れたのではなく別の物体に認識された可能性が考えられる。実験後の参加者からのコメントに、「ブルーベリーは黄色いトマトに見えた」との言及があった。このようにブルーベリーを非典型色の黄で呈示したときに黄色のトマトだと認識したのであれば、再認時に形や色を正確に覚えていたとしてもトマトを「見た」と回答しブルーベリーは「見なかった」と回答するだろう。参加者が「見なかった」と回答する物体については物体認知の段階で実験者が設定した条件と齟齬が生じている可能性があり、今回は物体色の再認率を求める際にデータから除外した。物体にとって非典型的な

色で着色する場合には，その物体ではあるが不自然な色である，と認識されるかどうか，誤認するような似た物体は無いかなど刺激を吟味する必要がある。

色識別性の違いによる物体色の再認成績の差

物体名を正しく再認できた反応のうち，色名においても正しく再認した割合を比較すると，探索課題においてターゲット物体とディストラクタの違いが色情報の条件のほうが向きが異なる条件よりも再認率が高い結果となった。これは課題時にターゲットを識別する際に色情報に注意が向き，記憶表象に色情報がより強く残ったためと考えられる。色との結びつきが弱いとされる LCD 物体においても，色が識別に有益な情報である場合にはその物体が何色であるかという情報が残り，再認時に物体色を正しく回答できたと言える。分散分析の結果，色が異なる条件において HCD 物体の典型色条件と LCD 物体の色再認成績に差は見られなかったことから，その物体だけを認識する場合の色識別性とは異なる，周囲の物体との関係による色識別性が存在することが示唆された。今回の実験において，向きが異なる条件ではディストラクタの物体色はターゲットと同じ色であり，一方色が異なる条件では同時に 4 種類の色が呈示された。よって視界に入る色情報としては，面積のみで言えば向きが異なる条件の方がターゲット色を多く目にしていることになる。そのような場合であっても色が識別に役に立たない場合には表象に残りにくく，色再認が難しくなると思われる。物体はそれぞれ，存在する色の範囲や人の観察経験の量などによって特定の色との連想関係の強さが知識として貯蔵される。その知識が効率的な物体認知や他の物体との識別に利用されている。色識別性の強さは物体ごとに個別の特徴を持つが，周囲に複数の物体があるなど，周囲の物体との比較によって色と物体を結び付

けることが有益な場合には，固有の色識別性に関わらず色情報はより強固に心内に残ると言えるだろう。

表 4-1 使用した物体名とターゲット色，呈示条件

物体名	ターゲット色	ディストラクタ との違い	条件
イチゴ	赤	色	HCD 典型色
柿	橙		
レモン	黄		
ブロッコリー	緑		
ラムネ瓶	青		
ヒヨコ	赤	色	HCD 非典型色
キャベツ	橙		
ブドウ	黄		
サクランボ	緑		
カボチャ	紫		
本	赤	色	LCD 汎用色
くつ	橙		
ごみ箱	緑		
ドライヤー	青		
帽子	紫		
リンゴ	赤	向き	HCD 典型色
ニンジン	橙		
バナナ	黄		
ピーマン	緑		
ナス	紫		
パパイヤ	赤	向き	HCD 非典型色
ネギ	橙		
ブルーベリー	黄		
トランペット	緑		
トウガラシ	青		
コーヒーカップ	赤	向き	LCD 汎用色
カギ	橙		
じょうろ	黄		
T シャツ	緑		
カサ	青		

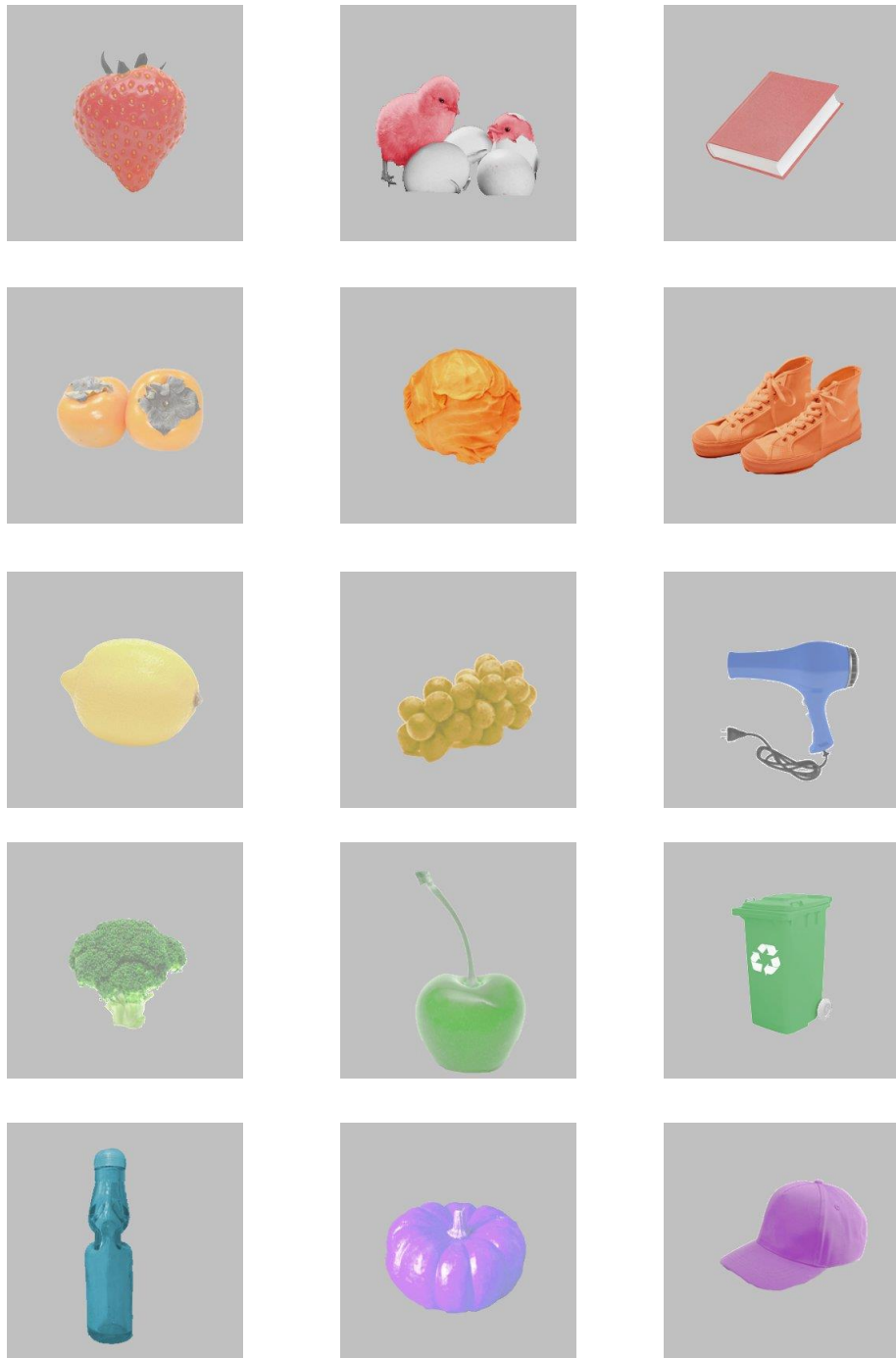


図 4-1 使用したターゲット物体(デストラクタと色が異なる条件)
 (左)HCD 物体, 典型色条件, (中央)HCD 物体, 非典型色条件, (右)LCD 物体, 汎用色条件

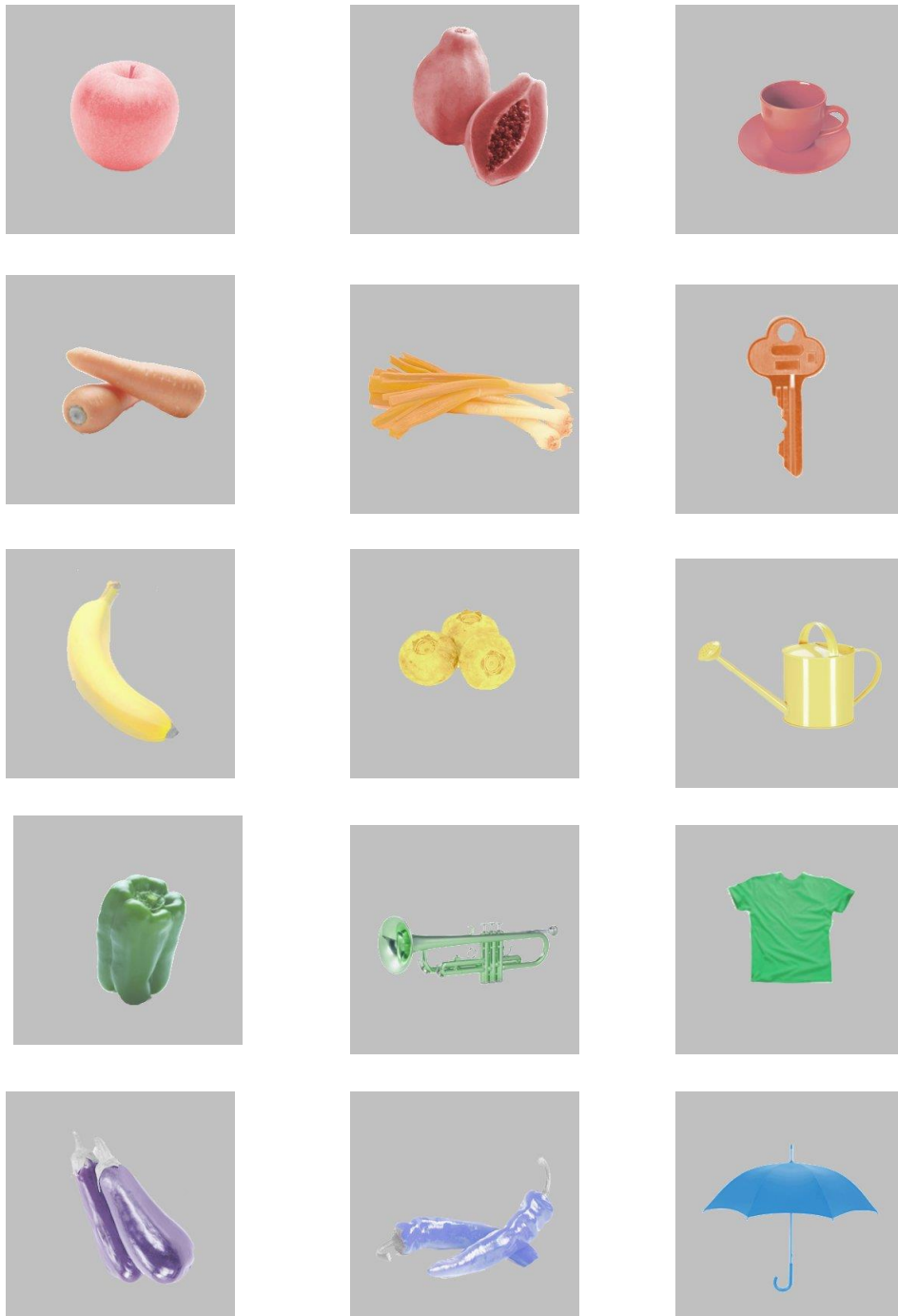


図 4-2 使用したターゲット物体(デストラクタと向きが異なる条件)
 (左)HCD 物体, 典型色条件, (中央)HCD 物体, 非典型色条件, (右)LCD 物体, 汎用色条件

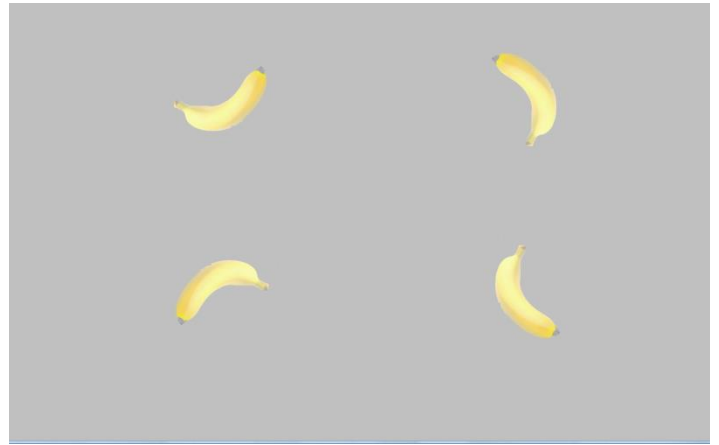
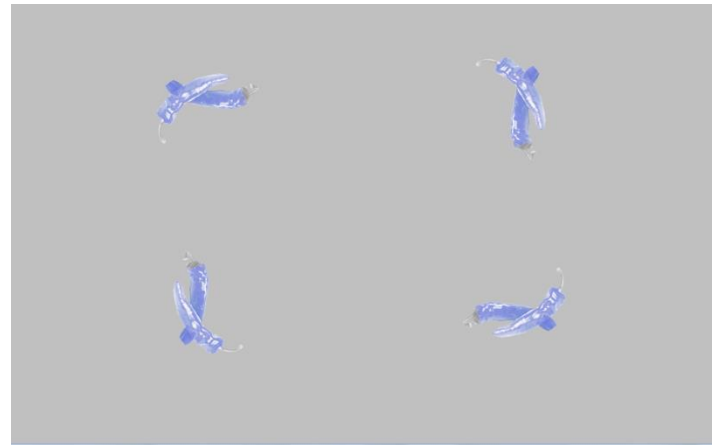
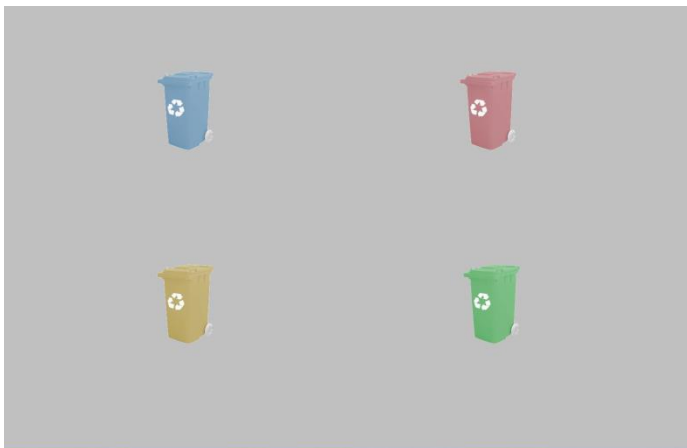
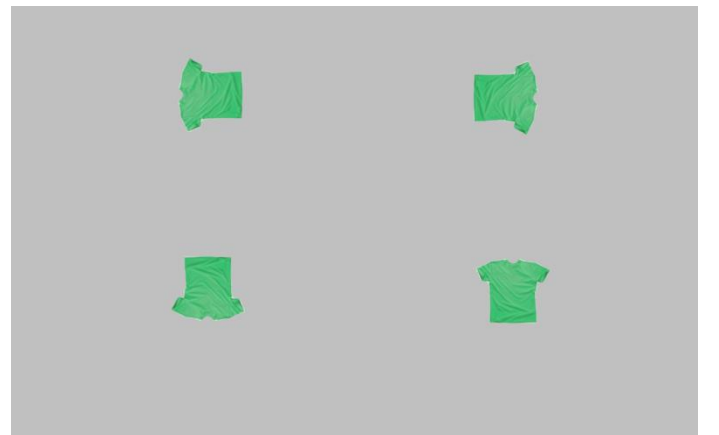


図 4-3 探索課題時の画面例

(左)ターゲットと色が異なる条件(レモン-HCD 典型, キャベツ-HCD 非典型, ごみ箱-LCD 汎用色)

(右)ターゲットと向きが異なる条件(バナナ-LCD 典型, トウガラシ-LCD 非典型, T シャツ-LCD 汎用色)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	物体名	見たかどうか	確信度	物体の色	色の確信度								
2	60個に答える	見た・見ていない	0~10	リストから選ぶ	0~10								
3			見たと確信できる度合い		見た物体が左で選んだ色だと確信できる度合い								
4													
5													
6	①物体名を確認する。	②先ほど見た画像にあったか回答	③「見た」を選んだ場合、この3つの質問にも回答する。回答は全てドロップダウンリストから選ぶ。「見ていない」を選んだ場合は空白のままでOK										
7													
8													
9													
10	物体名	見たかどうか	確信度	見た物体の色	色の確信度	番号(記入不要)							
11	Tシャツ	見た	5	緑		8							
12	イチゴ	見た	10	赤		45							
13	えんどう豆	見ていない		青		58							
14	カギ	見た	10	青		27							
15	カサ	見た	10	青	8	7							
16	カバン	見ていない				23							
17	カボチャ	見た	10	紫	10	46							
18	キウイ	見ていない				22							
19	ギター	見ていない				49							
20	キャベツ	見た	10	橙	6	50							
21	くつ	見た	10	橙	6	55							
22	コーヒーカップ	見た	10	赤	10	13							
23	ゴーヤ	見ていない				41							
24	ゴミ箱	見た	10	緑	10	34							
25	サクランボ	見た	7	緑	5	6							
26	サツマイモ	見ていない				4							

60個の物体に全て回答したら、必ず
上書き保存をしましょう！
画面上部のファイルタブ→上書き保存
保存したら、最初の課題のファイルと共に
フォルダごと、提出しましょう。
フォルダの名前は、
学籍番号_氏名_色彩心理学
を自分の番号と氏名に変更してあること

図 4-4 再認課題で使した物体名リストの回答画面例（一部）

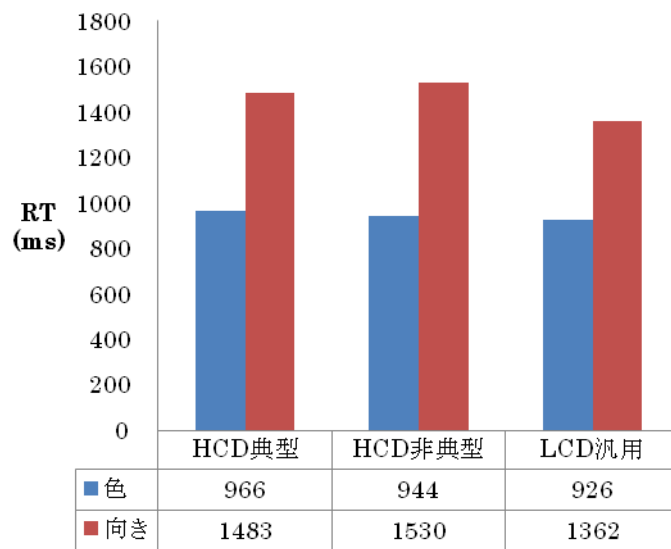


図 4-5(a) 条件ごとの探索反応時間平均

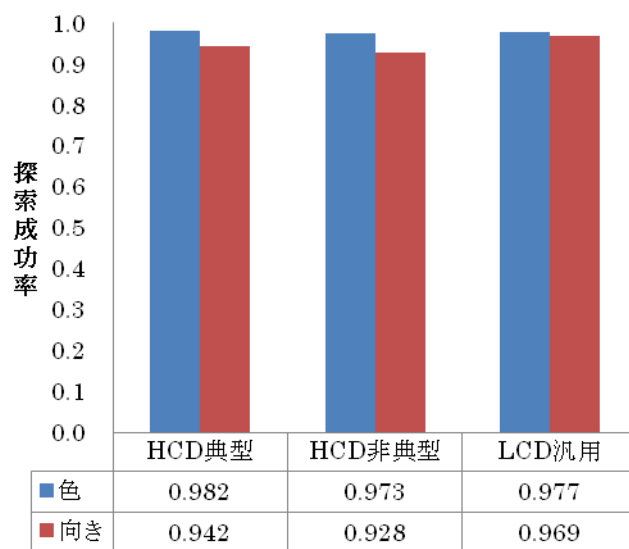


図 4-5(b) 条件ごとの探索成功率平均

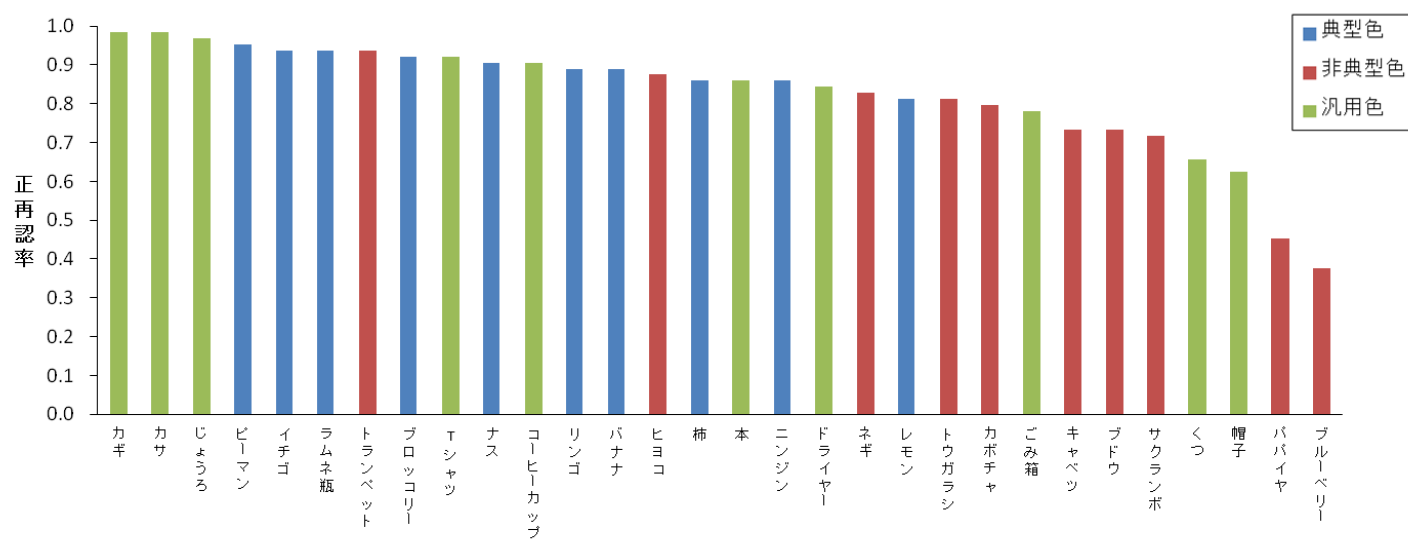


図 4-6 物体ごとの物体名再認率

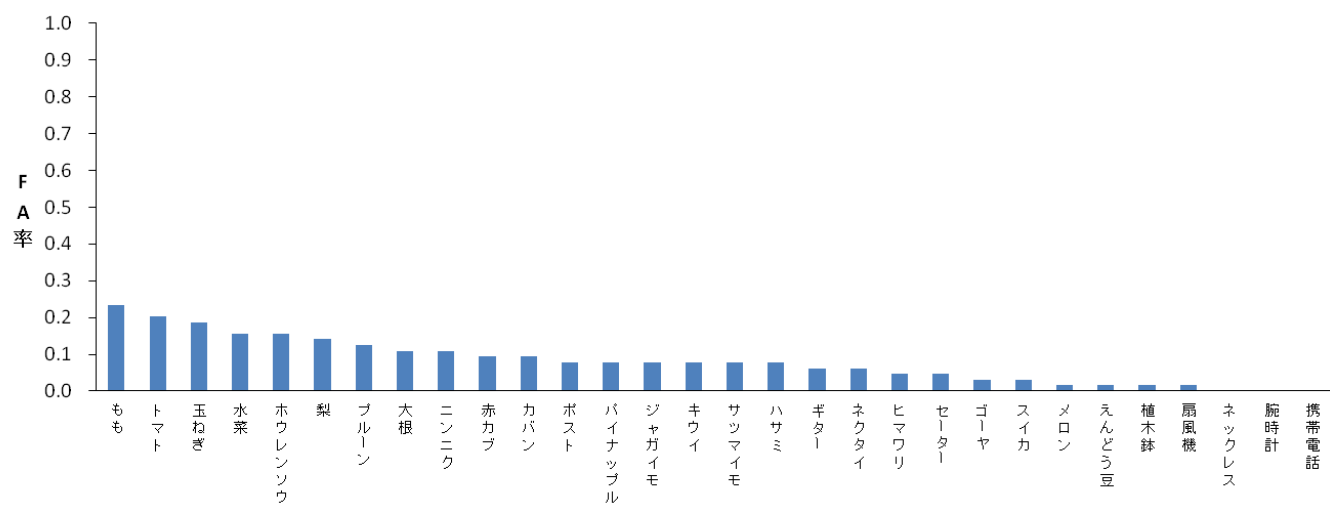


図 4-7 再認課題のフィラー物体におけるフォルスアラーム率

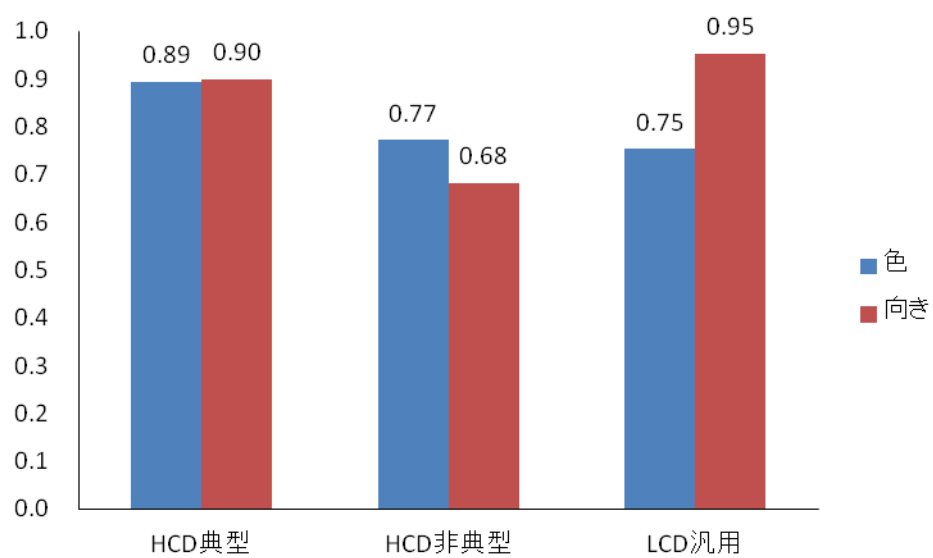


図 4-8 条件ごとの物体名再認率

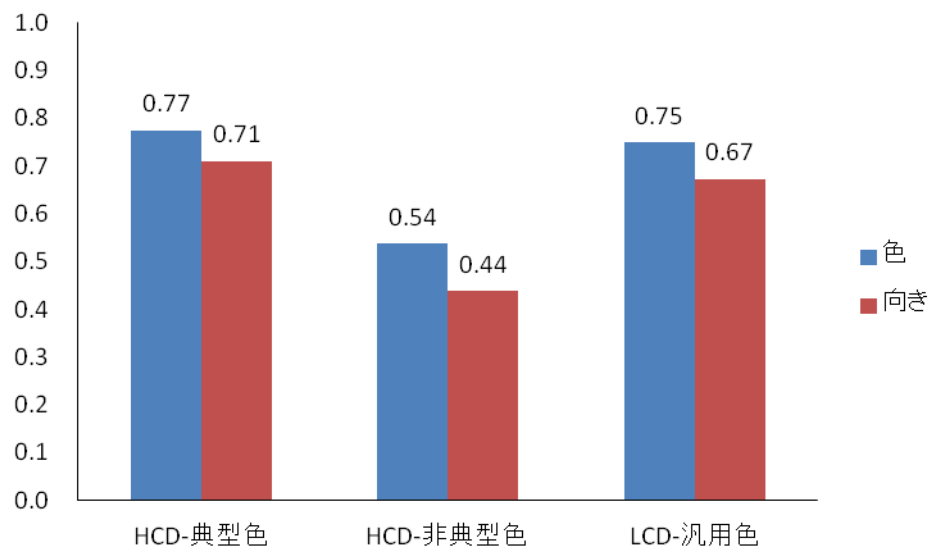


図 4-9 物体名再認率が低いデータを除外した物体色名再認率

第 5 章

総合考察

5.1 本研究結果の総括

本研究では、色の 3 属性のうち色相に焦点を当て色カテゴリーの分類および色の再認実験を行った。まず第 2 章では単色の色面を記憶刺激として、観察者個人の色カテゴリー分類の特性およびフォーカルカラーと記憶の変化との関係を検証した。色カテゴリー分類課題を通して、参加者個人の基本的な色カテゴリーの範囲やどの色をフォーカルカラーとして認識しているか調査した。その結果、カテゴリーの色相範囲や共通した色相をフォーカルカラーに選ぶ割合、色相範囲におけるフォーカルカラーの位置などの特徴が異なっていた。特に赤はフォーカルカラーが共通する割合が高く、人にとって赤の色イメージが頑健であることが示唆された。基本カテゴリーとして知覚的に分類される場合でも、ユニークヒューとそれ以外のカテゴリーなど、より高次のレベルと下位レベルといった序列が存在し色の認識に与える影響力が異なるかもしれない。従来の色記憶の変化に関する研究は、参加者に対して同じ色相を呈示した際の反応を平均化するものがほとんどであり、個人のフォーカルカラーを基準に変化を算出し一般的な傾向を捉える方法は行われていなかった。今回、呈示した刺激色が参加者にとってどの色カテゴリーに属し、そのカテゴリーのフォーカルカラーからどれだけ離れた色か、という枠組みで変化量を平均することで、個人の色認識を考慮した上で一般的な傾向を分析することができた。その結果、色記憶のへ変化方向はフォーカルカラーの位置で切り替わっていた。フォーカルカラー周辺の色が呈示された場合には、色味がどの方向寄りであってもフォーカルカラーに近づく傾向が見られた。

今回実験 2 の色カテゴリー分類課題においては、カテゴリー名の命名にルールを設けなかった。カテゴリー名の結果を見ると、橙とオレンジなど、非常に類似した範囲ではあるが異なる色名で表す場合があった。また緑

付近の色を慣用色で命名する場合も見られた。Berlin & Kay(1969)は基本色彩語を定義する際に、単一の語彙素で構成されていること、他の色彩語で代わりに意味することができないなど4つの特徴を満たすこととした。二つの色名が入っている黄緑や、緑を修飾する語を加えたエメラルドグリーンなどは基本レベルとはみなさないということである。日本語においては、オレンジやベージュ、グレーなど外来語を併用して表すことも多いため、分類課題におけるカテゴリの命名には一定の基準を設けることも検討する必要がある。しかし個人によってよく使用する色名があったり、慣用色名の知識など色名の語彙量の違いも個人の色彩経験を反映するものであり、自由に命名させることは参加者の直感的な色認識を捉えることに繋がる。先述の橙とオレンジにおいても、2つの色名に異なるチップを振り分け、別カテゴリとして分類している参加者も複数見られた。参加者が感じる基本レベルでその2つのカテゴリが異なるのであれば、実験者側が命名ルールを設けることは個人差を潰してしまう可能性もあり、注意が必要である。

第3章では、まず物体と色の結びつきの強さの度合い、またどのような色と連想関係にあるかを質問紙調査によって推定し、典型色が一般に広く知識として獲得されている物体と特定の色とは結び付きのない物体に分類した。再認実験においては、カテゴリ境界色を使った記憶実験とカテゴリ分類課題を通して、物体の典型色に関する知識が色記憶の変化傾向に及ぼす影響を検証した。同じ色を呈示した場合であっても、どのような典型色を持つ物体に着色されたかによって色相の変化方向に違いが見られた。またその物体にとって不自然な、非典型的な色で着色された場合や色典型性が低い物体については、一方の色相への変化の偏りは見られなかった。さらに、物体を伴わないカラーチップで分類した色カ

テゴリと呈示した物体の典型色が異なっているにもかかわらず、物体の典型色方向に変化する割合が多かった。物体色の記憶においては、色のみから判断された抽象的な色カテゴリー情報よりも、具体的な個々の物体と色の結びつきの情報により強く影響を受けたと考えられる。実験 3 の結果から、物体色の記憶変化要因には物体の色典型性の程度や典型色が強く関わっており、物体を伴わない色面を使用した記憶変化のメカニズムだけでは説明できない部分のあることが示唆された。物体色は基本色カテゴリーの数よりもバリエーションに富んでおり、物体によって存在する色の範囲やその比率が異なる。物体とその物体色に関する知識は個人の経験に依存し、典型色においても、より微妙で厳密な範囲が個人内に存在することが考えられる。物体色の記憶について検証する場合には、刺激物体とその色の関係について、一般的な特徴および参加者個人の認識をあらかじめ精査しておくことが重要である。

第 4 章では、物体と色の結びつきの強さを表す色識別性の概念を発展させ、周囲の物体が影響する色識別性の違いが再認課題の成績に差異をもたらすか検証した。その結果、色の情報が周囲物体とターゲットとの識別に役立つ場合、物体固有の色識別性が低いものでも色名の再認率が高い結果となった。色識別性は物体の観察経験の蓄積からなる物体と色との結びつきであるが、色識別性が低い物体においても、観察条件によっては色識別性が高い物体と同等の強さで知覚表象に色情報が残る可能性が示唆された。これは物体を観察する文脈によって知覚表象内の色情報の強さが異なることを示唆しており、物体固有の色識別性とは異なる概念で表象に付与されると考えられる。また物体を単体で呈示するような実験環境での結果と現実場面での記憶精度の差を生む要因となっている可能性があり、これらの差を埋めるのに役立つかもしれない。

また実験の手法においてもいくつかの新しい試みが有用であることが示された。実験 2 ではマンセル表色系を参考により心理的等歩度に近づくよう独自に作成したカラーチャートを刺激として使用した。紫－赤間が他の色より間隔が大きいといった改善点も見られたが、既存の表色系の標準色よりも間隔の小さい刺激を多数使用することで、より詳細な色記憶の変化を捉えることができた。また、本研究では全ての実験をディスプレイ上で実施した。Excel, PowerPoint など広く普及しているアプリケーションにプログラムを組み込み動作させることで、画像呈示用の特別なソフトが入っていない PC であっても利用でき、実験場所を限定されずに実施できた。またディスプレイの表示条件を合わせていけば同じ環境下で複数の参加者に同時に実施できるため、時間による照明環境の違いなど周囲からの影響を最小限にすることに成功した。参加者にとっても、マウスでクリックする、チップを移動させるという簡単な動作で再認や分類ができることは理解もしやすく、課題遂行に伴う負担の軽減や実施時間の短縮にも繋がったと評価できる。

5.2 色記憶が変容する要因と色記憶の変容モデル

本研究の結果を踏まえ、改めて色記憶の変容要因について整理する。まず色面の場合は、観察者個人が持つ色カテゴリーの範囲といった分類特性によって変化方向が異なること、また同じカテゴリ内ではフォーカルカラーを基準に、そこから離れるほど色記憶の変化量が増加する傾向であった。しかし基準となるフォーカルカラーは同じ色相に集中したり、選ばれる色相に個人差が見られる場合など、カテゴリによって異なる特徴が見られた。これらの知見を総合し、単色の色相変化について記憶の変容モデルを図 5 に示す。図 5 の上図は、従来の知見から考えられた色

カテゴリの範囲と変化方向を含む変化量である。横軸はスペクトルを表しており、例として左から赤、橙、黄へ心理的等歩度で異なる色相が並んでいるイメージを表している。上図では、基本レベルの色カテゴリはおおよそ同じ広さの範囲を持ち、色の付いた丸印で表したフォーカルカラーの場所もカテゴリの中央に位置すると想定された。変化量は呈示色がフォーカルカラーの時に最も小さく、左右どちらの方向にも変化が偏らない。また、2つのカテゴリの境界付近(横軸と破線部分の交点)の色を呈示した場合は、人によって変化方向がバラバラになり、変化量の絶対値は高いが平均すると方向性は相殺され一方の方向に寄らないと予測された。しかし、実験2の結果を踏まえると、変化曲線は下図のように修正する必要があると考える。赤—橙—黄の範囲を例にして述べると、まず赤カテゴリは範囲が他のカテゴリよりも狭く、またフォーカルカラーが中央付近に位置しており、特定の色に集中していた。ここから、赤カテゴリにおいてフォーカルな赤は頑健性があり、記憶の変化においてもフォーカルカラー方向に引き寄せる力、影響力が強いと予想される。次に、橙カテゴリは赤よりもカテゴリ範囲が広く、フォーカルカラーは範囲中央よりも赤方向に寄っている割合が高かった。またフォーカルカラーの色は個人差が大きく赤よりもばらついていた。このことから、フォーカルカラー方向に記憶を変化させる影響力は赤よりも弱く、その分記憶の変化方向が赤よりも顕著に表れないと予想される。変化曲線で表すと赤よりもプラスやマイナスの絶対値が小さくなる。また黄カテゴリも比較的範囲が広く、フォーカルカラーの個人差が赤よりもあったため、フォーカルカラーからの距離に対応して変化量は増えるものの、その増加率は赤ほどではないと考えられる。このように、各カテゴリに属するフォーカルカラーが持つ影響力によって、変化量や変化方向の偏りにそ

れぞれ異なった特徴が現れると推測される。物体色の記憶変化においては、実験 3a と 3b を通して色面でのカテゴリ方向ではなく物体の典型色方向に変化したことから、物体色を認識する際の基準はフォーカルカラーよりもその物体の典型色が優先されることが示唆された。よって典型色と観察した色との比較において知覚表象が形成され、変化に影響すると予想されるが、一般的な変容モデルを構築するためには、個々の物体についての典型的な色範囲や観察する頻度などを調査、分類し統制した上で考える必要があるだろう。また本研究では再認課題によって典型色の効果を検証したが、再認より前の段階においても効果が見られるのかについても条件を設けて検証する必要がある。つまり色典型性の高い物体に着色されたことにより、物体の認知時には既に参加者の色カテゴリ分類がカラーチップでの分類とは異なった可能性が考えられる。例えばカラーチップでは橙カテゴリに属すると感じる色であっても、それがトマトに着色され違和感を生じない場合は、トマトを認識する時点で赤カテゴリと分類されたために今回のような変化が見られたのかもしれない。

Mitterer & Ruiter(2008)の実験では、色典型性の高い物体に境界色付近の色を複数回呈示しカテゴリ判断を行わせることで、色カテゴリの境界が調整されることを示しており、今回も同様の働きが色記憶の過程において見られたのかもしれない。しかし、実験 3a の結果は物体認知時の色カテゴリ判断に影響を与えたか、という点とは直接結びつくものではなく、この点を明らかにするためにはカテゴリ分類を再認実験より前に行う群を設けたり、画像呈示の際に色を命名させるといった方法をとる必要がある。観察する物体によって、色カテゴリの境界が物体の認知に適する様に赤側に移動したり、橙側に移動するといったその時々で調節される可塑性をもつものであるかどうか、検討する余地があるだろう。

5.3 今後の研究の展望

最後に、本研究を踏まえ色記憶の変容に関する研究について今後の展望を述べる。今回の実験では、色面と物体色についてそれぞれ再認実験を実施した。カラーチップを使ったカテゴリ分類の結果では、色カテゴリの範囲やフォーカルカラーには個人差が見られるカテゴリもあった。よって刺激としては同じ色相であっても、観察者がその色をどのように分類し認識するかは異なる場合があり、記憶の変化を分析するには呈示色の認識について個人ごとにデータを得る必要がある。今回のように色名を付与する、または色空間上に座標で示すなど、あらゆる色の認識を包括することで個人の心内にある色空間マップのような概念を捉えることができるのではないかと考える。この概念をモデル化することで、精度の高い色の再生が必要な時、概念表象に適した記憶方略を用いることなどが可能になるかもしれない。また人によって色カテゴリの分類がバラつくような色を呈示した場合、記憶だけではなく印象の変化にも影響を与える可能性がある。例えば店頭で見かけた商品を濃いピンクとして認識するか紫として認識するかによって、その商品に対する印象、好悪判断が異なるかもしれない。

物体の色典型性に関しては、自然に感じる色の範囲や典型色の位置など物体ごとに特徴が異なる。今回の実験では純色のような比較的彩度の高い色を物体に着色して色相の変化を検証したが、物体の中にはコンクリートやチョコレート、大豆のように典型色が高彩度の色とは限らないものもある。個々の物体について、色カテゴリよりもさらに詳細な枠組みで特徴を抽出することが、今後の分析には必要となるだろう。物体の典型色が色認知や物体色の記憶に与える影響を考える上で、個々の物体が持つ色典型性や色識別性といった物体と色との関係構造についてより

詳しいデータを集める必要がある。それらのデータを用いれば、さらに多様な物体色条件を設け記憶の変化傾向を明らかにすることができるだろう。

さらに、色の記憶精度は物体の特性だけでなく観察者によっても変わってくる。物体の色典型性や色識別性の知識は経験によって後天的に獲得されるものであり、個人が属する文化や物体の知覚経験の頻度などにより知識内容に差があると考えられる。観察者が使用する言語や文化的素地が色の分類やフォーカルカラーに関係しているのであれば、日本語話者だけではなく、他言語、他文化圏に属する人を対象に同様の実験を行い、結果を比較する必要があるだろう。また観察者が特定の物体について、色による物体の状態判断や他の物体との識別を何度も経験している場合、物体色の出現頻度や範囲が学習され、より詳細な色識別能力を有するようになるかもしれない。観察者が特定の物体についてどのような色範囲を典型的としているのか、どの程度その物体の識別に熟達しているのかを個人ごとにあらかじめ調査し、記憶実験ではその個人差を考慮した分析が必要となるだろう。人の色認知および色記憶のシステムを明らかにする上で、個人における物体との関係性を詳細に調査し、人の普遍的な色認知メカニズムと個人差の両面を検討することが今後の研究に有効であると考ええる。

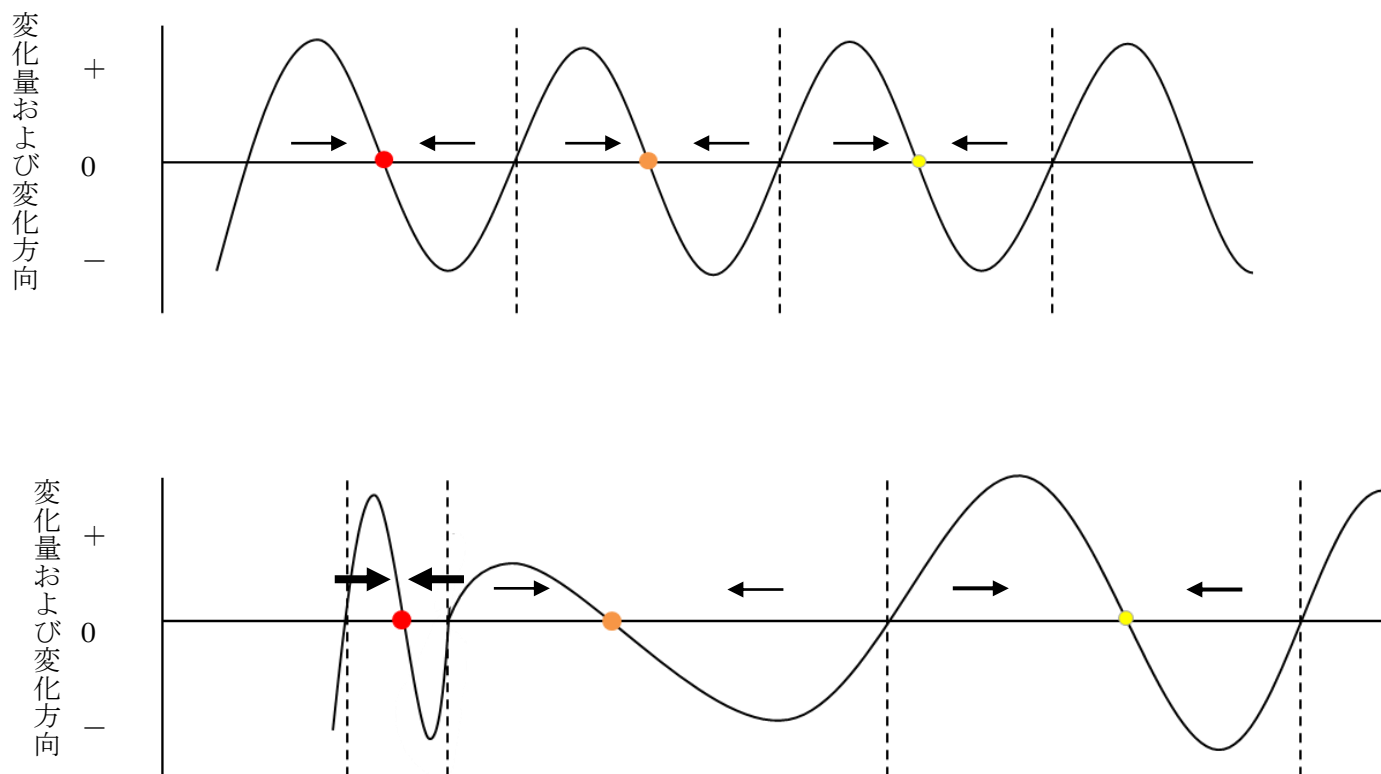


図 5 色面における色記憶の変容モデル

(上)実験 2 実施前に予想された変容モデル (下)実験 2 の結果を踏まえ修正した変容モデル

図中の色点はカテゴリーのフォーカルカラーの位置を示す。

破線は推定のカテゴリー境界を示す。また矢印の太さはの影響力の強さを表す。

縦軸においてプラスの変化はスペクトル上の短波長側(右方向)への変化を示す。

引用文献

- Bartleson, C. J. (1960). Memory colors of familiar objects. *Journal of the Optical Society of America*, 50, 73-77.
- Berlin, B., Kay, P. (1969). Basic Color Terms: Their Universality and Evolution. Berkeley: University of California Press.
- Davidoff, J. B. & Ostergaard, A. L. (1998). The role of colour in categorical judgements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 40, 533-544.
- Franklin, A., Danies, I. R. L. (2004). New evience for infant color categories. *British Journal of Developmental Psychology*, 22, (3), 349-377.
- Harnad, S. (1987). Psychophysical and cognitive aspects of categorical perception: A critica loverview. In S. Harnad (Ed.) Categorical Perception: The Groundwork of Cognition. New York: Cambridge University Press.
- Humphrey, G. K., Goodle, M. A., Jacobson, L. S. & Servos, P. (1994). The role of surface information in object recognition: Studies of vosual from agnostic and normal subjects. *Perception*, 23. 1457-1481.
- Ikeda, T., & Osaka, N. (2007). How are colors memorized in working memory? A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroreport*, 18, 111-114.
- 池田 尊司, 苧坂 直行. (2005). 記憶中の色に対する言語情報の影響. *Color Science Association of Japan*, 29, 52-53.
- 池田 尊司, 苧坂 満里子, 苧坂 直行. (2008). 色の記憶に対する熟達度の影

響．日本心理学会第 72 回大会．

Jameson, K. A. , Alvarado, N. (2003). Differences in Color Naming and Color Salience in Vietnamese and English. *Color Research and Application*, 28, (2), 113-138.

金子隆芳．(1988)．色彩の科学．岩波新書．

川上正浩．(2008)．呈示色の典型性が画像の記憶に及ぼす影響． *The Human Science Research Bulletin*, 7, 83-90.

川上正浩．(2011)．野菜・果物などの典型色に関する調査．大阪樟蔭女子大学研究紀要第 1 号．

河村翔，高橋晋也．(2006)．色の記憶に及ぼす言語的符号化の影響-異なる色名呈示の効果-．日本色彩学会誌, 30, SUPPLEMENT, 54-55.

Kay, P., Kempton, W. (1984). what is the Sapir-Whorf-hypothesis? *American Anthropologist*, 86, 65-79.

Kuriki, I., Lange, R., Muto, Y., Brown, A. M., Fukuda, K., Tokunaga, R., Lindsey, D. T., Uchikawa, K. & Shioiri, S (2017). The modern japanese color lexicon. *Journal of Vision*, 17, (3), 1-18 .

MacAdam, D. L. (1942). Visual sensitivities to color differences in daylight. *Journal of the Optical Society of America*, 32, (5), 247-274.

槇究，増田倫子．(2004)．記憶された色の時間的変化． *Color Science Association of Japan*, 24, (4), 232-243.

Mitterer, H., J.P. Ruiter. (2008). Recalibrating Color Categories Using World Knowledge. *Psychological Science*, 19, (7), 629-634.

永井淳一，横澤一彦．(2006)．視覚認知物体における色の役割：色識別性とカテゴリーの影響． *The Japanese Journal of Cognitive*

Psychology, 3, (2), 181-192.

永井淳一，横澤一彦．(2003)．物体認知における表面情報とカテゴリ情報の相互作用について．*Technical report of attention & cognition*, 19, 1-2.

永井淳一，横澤一彦．(2003)．視覚物体認知における上位概念と表面特徴の影響．*Cognitive Studies*, 10, (1), 145-159.

中平多絵子，側垣博明，近江源太郎．(2003)．熟知対象物の記憶色および色の記憶．日本色彩学会誌，27, SUPPLEMENT, 114-115.

中平多絵子，側垣博明，近江源太郎．(2003)．熟知対象物の記憶色および色の記憶．日本色彩学会誌，27, SUPPLEMENT, 114-115.

名取和幸，近江源太郎．(2000)．記憶色の特徴とその測定に関する若干の問題点．日本色彩学会誌，24, SUPPLEMENT, 94-95.

Newhall, S. M., Burnham, R. W. & Clark, J. R. (1957). Comparison of successive with simultaneous color matching. *Journal of the Optical Society of America*, 47, 43-56.

苧坂直行，池田尊司(2011)．色の心理 日本色彩学会編 新編色彩科学ハンドブック，501-502，東京大学出版会．

近江源太郎，菊池有紗．(2001)．熟知対象物の色記憶．*Color Science Association of Japan*, 25, SUPPLEMENT.

近江源太郎．(2008)．新編カラーレンジマニュアル 100 財団法人日本色彩研究所．

Ozturk, O., Shayan, S., Liszkowski, U. & Majid, A.(2013). Language is not necessari for color categories. *Developmental Science*, 6, (1), 111-115.

Pérez-Carpinell, J. et al. (1998). Color Memory Matching: Time Effect

- and Other Factors. *Color Research and Application*, 23, (4), 234-247.
- Perez-Carpinell, J., de Fez, MD., Baldovi, R. & Soriano, JC..(1998). Familiar objects and memory color. *Color Research and Application*, 23, (6), 416-427.
- Ratner, C., & J. McCarthy. (1990). Ecologically relevant stimuli and color memory. *Journal of General Psychology*, 117, (4), 369-377.
- Rosh, E. H., Olivier, D. C.(1972). The Structure of the Color Space in Naming and Memory for Two Languages. *Cognitive Psychology*, 3, 337-354.
- 杉山 徹, 内川 恵二(1993). 色の記憶とカテゴリカル色知覚の比較. *Vision*, 5, 85-88.
- 杉山 徹, 内川 恵二(1994). 複数色同時記憶法による色の再認実験. *Vision*, 6, 74-76.
- Tanaka, J. W., & Presnell, L. M. (1999). Color diagnosticity in object recognition. *Perception & Psychophysics*, 61, 1140-1153.
- Tanaka, J., Weiskopf, D., & Williams, P. (2001). The role of color in high-level vision. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 211-215.
- Uchikawa, K., & Boynton, R. M. (1987). Categorical color prception of Japanese obsetvers : Comparison with that of Americans. *Vision Research*, 27, 1825-1833.
- 内川 恵二. (1998). 色彩科学選書 色覚のメカニズム 色を見る仕組み. 朝倉書店.
- 矢口 博久. (2007). 眼・色・光 より優れた色表現を求めて 畑田 豊彦(編) 日本印刷技術協会.

矢口博久，増田功，木本光彦，羽石秀昭，三宅洋一．(1991)．等色実験における等色点の分布と色弁別閾の関係．日本色彩学会誌，*15*，(1)，77-78．

横澤一彦(2016)．オブジェクト認知 統合された表象と理解．勁草書房．

謝辞

本論文は、わたしが北海道大学大学院文学研究科博士後期課程に在学していたときの一連の研究をまとめたものです。

本論文を執筆するにあたっては、北海道大学大学院文学研究科教授川端康弘先生にご指導いただきました。先生には心理システム科学講座配属の頃から、実験の計画、論文の作成に至るまで、多くのご指導をいただきました。また長い大学院生活においても、多大なご配慮をいただきました。この場を借りて心から御礼申し上げます。

他にも、多くの先生方、先輩方にご指導、ご助言をいただきました。特に北海道大学大学院文学研究科心理システム科学講座の諸先生方には多くのご指導をいただきました。心から感謝いたします。

また本論文で行った実験に貴重な時間を割いて参加者を引き受けてくださった北海道大学の学生、札幌国際大学色彩心理学の受講生、小樽看護専門学校の受講生、研究に関する貴重なご助言をくださった川端研究室の皆さまにも、大変お世話になりました。特に高橋文代さん、金聖愛さん、長内清春さん、の諸氏には大変お世話になりました。最後に、長い大学院生活を全ての面で支えて励ましてくださった両親に、深く感謝いたします。

ありがとうございました。

2018 年 3 月

佐々木三公子