

論文の内容の要旨

論文題目「色の知覚および認知メカニズムに関する研究」

学位申請者 川島 淨子

キーワード：色、知覚・認知、ポップアウト、視覚的注意、高次視覚

ヒトや動物は、環境に対して適応的に行動し、周りのものごとを認識する必要がある。そのために欠かせない機能が知覚および認知である。知覚は、感覚器官を通して外界の状況を知る働きとして、身体内外で刺激を受け取ると感覚器官内の感覚細胞に興奮を起し、その後、知覚神経、中枢神経に伝達される。モノの形、色、動き等の視覚情報は、知覚にもとづいて意識に現れる表象（認知においては記憶される刺激物）として網膜に映し出されたあと、網膜細胞から大脳皮質の後頭葉を経て、側頭葉、頭頂葉に至る経路で処理される。

哺乳動物の中でもヒトやサルといった霊長類には多くの色を瞬時に認知し脳内で処理をする色覚の能力は具えられており、食用の果物と毒性の植物を判別するのに不可欠な霊長類の進化を特徴づける重要な機能とされている。色の知覚・認知の研究は認知科学分野における実験心理学の重要なテーマの1つであり、これまで視覚刺激の要素、情報処理のメカニズム、脳の関連部位に関する研究が行われてきたが、まだ明らかになっていない部分も多い。色情報は、低次視覚情報として、明るさ、運動、奥行き、方向等と同様に独立した特徴(属性)の1つとして抽出される。しかし、その後のシーンの再認などの高次視覚の情報処理の過程においては、伝統的には色はなく、無彩色で処理されることが強調されてきた。それに対し、川端ら(2011)は、色情報は高次視覚処理される事例を示し、色は初期の低次から高次視覚に渡る全ての課程で、根幹的な役割を担っている可能性があることを報告した。また、視覚の知覚・認知モデルとしては、特徴統合理論 (Treisman ら (1980))、改良された誘導探索モデル GS 6.0 (Wolfe (2021)) が広く知られているが、これらは視覚探索、オブジェクト認知での報告であり、色に関するその他の課題では報告例がなく、明らかになっていない。

本研究は、色の特徴(属性)、視野などの空間的特徴に関する刺激、課題を変化させ、認識・記憶されやすい色刺激の特徴の確認と色の知覚および認知に関するメカニズムの検証を行った。本論文は8章で構成されている。第1章序論では、研究背景、知覚、認知メカニズムの概観、これまで

の研究の動向と課題、本研究の目的、構成を述べる。第2章(第I実験)～第4章(第III実験)の3つの実験は、本研究のメインの実験である。続く第5章(第IV実験)～第6章(第V実験)は、それまでの実験で明らかになった色刺激の情報処理が高次視覚として情報処理される点について、追実験を行い検証した。

第2章(第I実験)は、色の視覚刺激の特徴(属性)の研究として、視覚遅延見本合わせ(vDMTS)において、色の配置のマッチ条件、ミスマッチ条件が再認に及ぼす影響について検証した。先に呈示した5色の色刺激の配置と後に呈示した色の配置が一致している条件(マッチ条件)と不一致の条件(ミスマッチ条件)での再認の反応時間と正答率を比較した結果、ミスマッチ条件において、再認の反応速度が有意に向上することを初めて見出した。要因は、色刺激がポップアウトのような顕著性の高い刺激であり、視覚的注意が向けられた可能性を示唆した。第3章(第II実験)は、色刺激の呈示視野に関する研究として、色刺激を4つの視野(上、下、左、右)に呈示し、視覚遅延見本合わせを用いてマッチ条件、ミスマッチ条件の再認に及ぼす影響を比較した。その結果、ミスマッチ条件において、下視野、上視野と比べて右視野で正答率が有意に向上し、視野の影響があることがわかった。要因として大脳の左半球の機能特性(ラテラリティ)と視覚的注意が影響した可能性があるかと推測される。色刺激に用いた4色(赤、緑、シアン、紫)は各々色カテゴリーが異なる色であることから、ヒトの脳の機能的左右非対称性において言語的刺激として脳の左半球で情報処理されたことにより、右視野が優位となったと推測される。続く、第4章(第III実験)は、色刺激をライン形状刺激とし、妨害因子としてライン状の色刺激の角度(方位)を変えた刺激を用い、先の実験と同様に右視野優位が確認されるかどうかを検証した。その結果、視野の影響はなく、第2章(第I実験)と同様に、ミスマッチ条件の反応速度はマッチ条件より有意に向上した。要因としては、ライン状の色刺激の角度(方位)が妨害因子となり、視覚情報は高次視覚として処理されたことにより、低次情報処理でみられる視野の影響がみられなかった可能性があるかと推測する。ここで中間のまとめを行う。第I～第III実験の3つの実験をおこなった結果、新たな事象として、色の配置はミスマッチ条件における再認の反応速度の向上は、ポップアウトする顕著性の高い刺激であったことと視覚的注意が関連したこと、また色の情報処理は高次視覚として処理されたことを示唆した。研究の後半は、前半で明らかとなった色の情報処理は高次視覚として処理された点について、さらに2つの追実験で検証した。

後半1つめ、第5章(第IV実験)は、第4章(第III実験)と同様の妨害因子の中で代表的な課題の1つとされるストループ課題を用いて、同様に呈示視野の影響があるかどうかについて検証した。日本語の色の3原色(赤、青、緑)および黄を表す4つの色名漢字を、4つの視野(右上、右下、

左上、左下) に1つずつ呈示し、そのうち1つは色名漢字の色情報と色名漢字そのものの意味から認識される色情報を一致させたものを配置し、残りの3つの視野には一致しないものを配置した。課題は、両者が一致する色名漢字が呈示されていた視野を回答するものとした。その結果、呈示視野による有意な差はなく、赤の再認の反応速度と回答の正確さが、青、緑、黄より有意に向上した。要因としては、赤という画数の少ないシンプルな漢字が文字としてのポップアウト刺激となったこと、また赤色という色が顕著性の高い刺激となって視覚的注意が向けられて、高次視覚として情報処理された可能性があると推測した。第6章(第V実験)は、色ではなく、イラスト状の顔パーツの刺激を用い、同様に呈示視野の影響があるかどうかについて検証した。イラスト状の顔パーツ(目、耳、口、鼻)を、4つの呈示視野(右上、右下、左上、左下)に1つずつ呈示し、記憶後、次に呈示した顔パーツが、先の4つの視野のどこに呈示されていたかを回答させた。その結果、呈示視野による有意な差はなく、目の再認の反応速度と回答の正確さが、鼻、口、耳よりも有意に向上した。要因としては、目は顕著性の高い刺激として視覚的注意が向けられ高次視覚として情報処理された可能性があると推測した。この最後の第V実験は、色以外の視覚刺激(顔パーツ)を用いて検証したが、顕著性の高い視覚刺激(目)は、視覚的注意が向けられることで、高次視覚として情報処理された可能性が検証された。

第7章総合考察の前半は、第I～V実験の5つの実験から得られた知見と、要因として特筆すべき4つの因子(ポップアウト、視覚的注意、顕著性、高次視覚情報処理)の関連性を表にまとめ、各因子の視点から総合的考察を展開し、色の知覚・短期記憶のメカニズムの詳細を明らかにした。続く総合考察の後半では、知覚・認知モデルのうち、特徴統合理論の展開として視覚的注意、トップダウン、ボトムアップの関連性を明確化した誘導探索モデルを用い、本研究の中の第III実験の結果を解説し、色の知覚・認知モデルとしてまとめた。最後に第8章で総括を行った。

本研究は、色の特徴(属性)、視野などの空間的特徴に関する刺激、課題を変化させ、認識・記憶されやすい色刺激の特徴の確認と色の知覚および認知に関するメカニズムの検証を行った。その結果、新しい実験事実として、色の知覚・認知における認知されやすい色の配置は、シンプルな色刺激で、かつ色のみを変化させた場合にポップアウト現象を引き起こして、再認の反応速度を速めることを初めて見出した。また、色は高次視覚として情報処理されることと視覚的注意が深く関与している可能性があることも明らかになった。これらのことは、今後、印象に残りやすい動画像制作、注意が向けられやすい広告看板の配色、位置等の視覚的刺激の特徴(属性)に関する知見として、産業応用や医療応用、ヒューマンインターフェイス技術などの広い分野へ応用され、私たちの描く未来の発展において、複雑化し続ける科学技術をよりシンプル、かつスマートにすることに繋がる。