

周辺視野に呈示された自然画像の色判断における注意の効果の検討

大久保らな
横澤一彦
河邊隆寛

東京大学大学院人文社会系研究科

東京大学大学院人文社会系研究科

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

周辺視野では色覚が乏しいにもかかわらず、全視野的な色経験が生じる。このような周辺視野における色知覚に対する注意の効果を検討した。自然画像の色を回答する色判断課題と（周辺課題）、注視点付近に継時的に呈示された文字の中から枠で囲まれた標的文字を回答する RSVP 課題を同時に遂行させた（中心課題）。RSVP 課題の呈示時間、すなわち課題の難易度は3水準あった。色判断課題において、画面中心から 9 / 13 / 17 / 21 / 25° の範囲の外側を選択的に無色化した自然画像に対して「フルカラー」という誤った判断がなされた割合（「カラー」回答率）に対し、有色範囲と中心課題の難易度を要因とする 2 要因分散分析を行った。呈示時間と有色範囲との相互作用の分析から、特定の偏心度において、中心課題の難易度が高いほどミックス画像を「カラー」と答えてしまう割合が増加することが示され、中心課題の注意負荷によって周辺視野における色知覚が変容する可能性が示唆された。

Keywords: peripheral vision, color perception, attention, visual awareness

問題・目的

周辺視野では中心視野に比べ色感度が低い (Curcio et al., 1990)。一方、我々は視野全体にわたって色のついた外界を知覚している (Cohen et al., 2020)。これを「汎視野の色知覚」と呼ぶ。周辺視野は中心視野より注意が向けられにくいいため、このような注意の空間的特性によって汎視野の色知覚が生起している可能性がある。これまでに自然画像の局所的な輪郭を減損させると、汎視野の色知覚が減少することが知られている (Balas & Sinha, 2007) が、注意などのトップダウン要因の関与については十分に検討されていない。

そこで本研究では、中心視野における注意課題の難易度が汎視野の色知覚に影響するか、特に、中心視野での注意負荷が低いほど、汎視野の色知覚が減少するかを検討する。具体的には、自然画像の周辺部領域を選択的にグレースケール化した画像に対して、参加者が「フルカラーだ」と回答してしまう割合として汎視野の色知覚を測定し、この「カラー」回答率が中心視野での注意課題の難易度が低いほど減少するかを明らかにする。

方法

中心視野での課題難易度と周辺視野知覚の関係を調べる方法として、注視点付近に注意を要求する中心課題と、画面周辺部に注意の影響を調べたい周辺課題で構成される二重課題法がある (Joseph et al., 1997)。

本研究では、注視点およびブランクがそれぞれ 500ms 表示された後、中心課題である RSVP 試行が開始した (図1)。周辺課題である色判断課題は、ターゲット文字のオンセットと同時に開始した。1試行の最後に、参加者は RSVP 課題の標的文字と、自然画像の色判断を、時間制限なしでキー押しにより回答した。

中心課題は、継時的に呈示される複数のアルファベットの中から、1つの標的文字（四角形の枠で囲まれた文字）を検出するという RSVP 課題であった。1試行に20~25個の文字が含まれ、標的文字は最初の文字から6番目~11番目のいずれかに出現した。1文字あたりの呈示時間は、83ms / 117ms / 150msの3水準が存在した。3水準の呈示時間は各96試行ずつ出現した。

周辺課題は、48° × 32° で呈示された自然画像の色を判断する課題であった。森林や野原の画像データベース (Geisler, & Perry, 2011) から選択された360枚の画像に対し、彩度を操作しないフルカラー条件、画面全体の彩度を0にするグレースケール条件、一部の領域のみ選択的に無色化するミックス条件を設定した。ミックス条件では、画像の中心部から、視角 9 / 13 / 17 / 21 / 25度の範囲にのみ色がつき、それより外の領域は無色化されていた。フルカラー条件とミックス条件の生起確率は等しく、それぞれ120試行ずつ出現した。グレースケール条件は、48試行出現した。

参加者は44名（平均22.0歳、うち男性26名、女性18名）で、色覚スクリーニングを行った。練習10試行の後、360試行からなる本試行が開始した。うち二重課題条件は288試行であった。

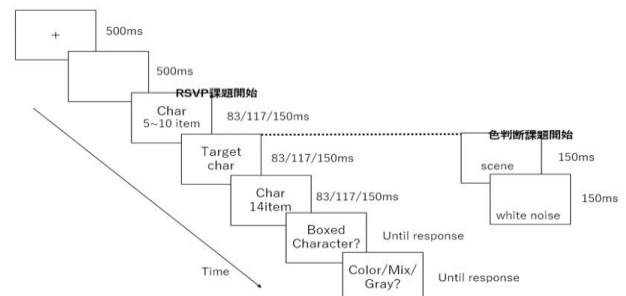


図1. 1試行の流れ

結果

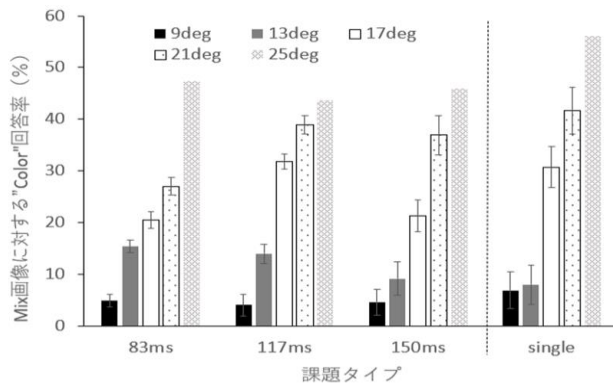


図2. ミックス画像に対する「カラー」回答率

以降の分析では、中心課題の難易度に応じた周辺課題の成績の変化について扱う。ミックス画像に対し「カラー」と誤って回答してしまう割合（「カラー」回答率）を図2に示した。なお、この分析ではRSVP課題で正答した試行のデータのみを用いている。また、図2では、色判断課題を単独で実施した72試行での「カラー」回答率を、“single”条件として、二重課題条件との比較のために記載した。二重課題時の「カラー」回答率に対して、中心課題の呈示時間（83 / 117 / 150ms）と周辺課題の有色範囲（9 / 13 / 17 / 21 / 25°）を参加者内要因とした2要因ANOVAを行った。

ANOVAの結果、呈示時間の主効果があった ($F(2, 86) = 5.15, p = .008, \eta^2 = 0.006$)。一方で、ポストホックt検定（ボンフェローニ法）を行ったところ、「カラー」回答率は、83msでは117msよりも低く ($p = .011$)、150msでは117msよりも低かった ($p = .043$)。すなわち、117msで最も「カラー」回答率が高く、汎視野の色知覚に対する線形な呈示時間の効果はみられなかった。また、有色範囲の主効果もみられた ($F(4, 172) = 118.67, p < .001, \eta^2 = 0.525$)。Balas & Sinha (2007)と同様に、有色範囲が大きいほど、ミックス画像に対する「カラー」回答率が高くなっていた。また、有色範囲と呈示時間の交互作用があった ($F(8, 344) = 5.23, p < .001, \eta^2 = 0.025$)。マスク幅の単純主効果は83ms ($F(4, 516) = 52.84, p < .001$)、117ms ($F(4, 516) = 60.01, p < .001$)、150ms ($F(4, 516) = 66.00, p < .001$) でみられた。呈示時間の単純主効果は17度 ($F(2, 430) = 10.97, p < .001$) と21度 ($F(2, 430) = 11.19, p < .001$) でみられた。13度では有意傾向だった ($F(2, 430) = 2.94, p = .054$)。Ryan法による多重比較の結果、多くの条件間で有意差があった。特に、83ms ($t(516) = 3.40, p < .001$) と117ms ($t(516) = 3.22, p < .001$) では、9度より13度の方が高かったが、150msでは9度と13度の差がなかった ($t(516) = 1.47, p = .14$)。これは、有色範囲に応じて周辺視野領域における選択的な無彩色化に気づきにくくなる傾向が、中心課題での負荷が高い時に強まることを示している。

考察

本研究では、汎視野の色知覚を、周辺視野を選択的に無彩色化した画像に対して「フルカラーだ」と誤って認識してしまう程度として測定し、先行研究で示された汎視野の色知覚に対する有色範囲の効果を再現できた。重要なことに、中心課題の難易度、すなわち注意負荷によって、汎視野の色知覚が変化した。呈示時間の増加に応じて線形に汎視野の色知覚が変化するわけではなかったが、交互作用に関する分析より、9度から13度の有色範囲において、中心課題の負荷が高いときに、汎視野の色知覚が強められた。これは仮説を部分的に支持する結果である。このとき、中心課題が難しい場合でも中心課題に正答するだけの焦点的注意は向けられていた一方で、中心課題が易しい場合に比べて周辺課題に注意を向けにくかったことが予想される。したがって、周辺視野に対する注意量が低いときに汎視野の色知覚が強まった可能性がある。一方で、より大きな偏心度ではこのような傾向が確認されなかったことから、汎視野の色知覚に対する注意の効果は偏心度依存性である可能性がある。

本研究は、汎視野の色知覚、ひいては周辺視野での色意識が、注意というトップダウンの枠組みで変調されるということ初めて示した研究であり、周辺視野での色知覚の研究文脈上で重要な意義を持つものである。一方で、偏心度依存的な注意の効果の理由、および、課題難易度と注意の焦点化のどちらが汎視野の色知覚を変化させたかは本研究では明らかにできていない。本研究では約17度の偏心度までは色判断がチャンスレベル以上に可能であり、周辺視野の限定的な色覚感度を考えると、例えば周辺視野に複数呈示された色の平均や分散を知覚するアンサンブル知覚のような形で、周辺視野の色の有無を判断していた可能性がある (Bronfman et al., 2014)。周辺視野知覚における色の圧縮的な知覚が、偏心度依存的な注意の効果を説明するかもしれない。今後、どの視覚要因に対して注意が影響したのかを明らかにする必要がある。

引用文献

- Balas, B., & Sinha, P. (2007). “Filling-in” colour in natural scenes. *Visual Cognition*, 15(7), 765-778.
- Bronfman, Z. Z., Brezis, N., Jacobson, H., & Usher, M. (2014). We See More Than We Can Report: “Cost Free” Color Phenomenality Outside Focal Attention. *Psychological science*, 25(7), 1394-1403.
- Cohen, M. A., Botch, T. L., & Robertson, C. E. (2020). The limits of color awareness during active, real-world vision. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(24), 13821-13827.
- Curcio, C. A., Sloan, K. R., Kalina, R. E., & Hendrickson, A. E. (1990). Human photoreceptor topography. *Journal of comparative neurology*, 292(4), 497-523.
- Geisler, W. S., & Perry, J. S. (2011). Statistics for optimal point prediction in natural images. *Journal of Vision*, 11(12), 14-14.
- Joseph, J. S., Chun, M. M., & Nakayama, K. (1997). Attentional requirements in a ‘preattentive’ feature search task. *Nature*, 387(6635), 805-807.