

報酬連合刺激の見えが価値駆動的な注意捕捉の生起に及ぼす影響

峯 知里
齋木 潤

京都大学大学院人間・環境学研究科／日本学術振興会
京都大学大学院人間・環境学研究科

本研究では、連続フラッシュ抑制 (continuous flash suppression) の手法を用いた 2 つの実験を通して、報酬連合刺激への意識的な見えが価値駆動的な注意捕捉の生起に及ぼす影響を検討した。実験 1 では、色と報酬の連合学習 (学習課題) 時に、報酬の大きさを予測する色刺激を抑制下で呈示した。実験 2 では、実験 1 と同じ刺激を用いて、報酬と連合された色刺激が抑制されない状態で学習を行った。価値駆動的な注意捕捉の生起は、学習後の視覚探索課題 (テスト課題) で評価された。その結果、学習課題において、報酬と連合された色の弁別成績が高い参加者群には価値駆動的な注意捕捉が示された。一方、報酬と連合された色の弁別成績が低かった参加者群には注意捕捉がみられなかった。以上の結果から、本研究の結果は、報酬連合刺激の弁別感度が価値駆動的な注意捕捉の生起に影響することを示唆する。

Keywords: attentional capture, reward, continuous flash suppression

問題・目的

過去の経験は、その後の視覚的注意の選択に影響する。例えば、報酬と対呈示された刺激は、注意を捕捉することが報告されており (価値駆動的な注意捕捉, e.g., Anderson, 2016), こうした価値駆動的な注意捕捉は古典的条件づけによって生じることが示されている (e.g., Bucker & Theeuwes, 2017)。Failing and Theeuwes (2017) は、どのような要因によって注意捕捉が生じるのかという問いについて、報酬連合刺激に対する initial prioritization が注意捕捉の生起に必要であることを示唆している。この initial prioritization は、報酬連合刺激の課題関連性、物理的顕著性、あるいは特徴と報酬の連合に関する知識によって生じると考えられているが、詳細なメカニズムは明らかにされていない。

本研究では、報酬連合刺激に対する参加者の意識的 (主観的) な見えに着目し、こうした見えが価値駆動的な注意捕捉の生起に影響するか否かを検討した。そのため、実験 1 では学習課題で連続フラッシュ抑制 (continuous flash suppression, Tsuchiya & Koch, 2005) により、報酬と連合された刺激特徴 (色) の抑制を行った。また、実験 2 では、実験 1 と同様の刺激を使用した。特徴が抑制されない状況で課題を実施した。学習課題終了後、テスト (視覚探索) 課題を行い、高報酬条件の反応時間が低報酬条件の反応時間よりも遅延するか否かを検討し、価値駆動的な注意捕捉の生起を評価した。仮説として、注意捕捉の生起に報酬連合刺激の意識的な見えが必要なら、この刺激が抑制された場合には注意捕捉がみられない。一方、見えが必要でないならば、報酬連合刺激が抑制された状況で学習を行った場合にも注意捕捉がみられると予想される。

方法

実験参加者 大学生・大学院生 74 名 (実験 1 : 34 名, 実験 2 : 40 名) が実験に参加した。

刺激・手続き 学習課題 (32 試行×5 ブロック : 計 160 試行) とテスト課題 (48 試行×4 ブロック : 計 192 試行) を実施した。

学習課題 (文字弁別課題) 各試行では、画面中央にアルファベット 1 文字が呈示され、参加者はこの文字の弁別を行った (例 : “A” または “B” の場合は Left ボタン, “C” または “D” の場合は Right ボタン, 図 1)。反応はゲームコントローラーで収集した。文字の周囲には円が呈示され、この円の色 (マゼンタ・イエロー) がフィードバック画面で示される高報酬 (+100 円) あるいは低報酬 (+10 円) とそれぞれ連合された。実験 1 では、連続フラッシュ抑制

(Tsuchiya & Koch, 2005) の手法を用いて、利き眼にモンドリアン刺激、非利き眼に報酬と連合された色円を呈示し、報酬連合刺激 (色円) の抑制を行った。実験 2 では、実験 1 と同様の刺激を用い、モンドリアン刺激と報酬連合刺激の両方を同じ眼に左右ランダムに呈示した。そのため、実験 2 では報酬連合刺激が抑制されない状態であった。各試行の終わりに、2 色の円が水平に呈示され、参加者はその試行で呈示された色を強制二肢選択法で回答し、確信度評定を行った。色と報酬の連合は参加者に教示しなかった。

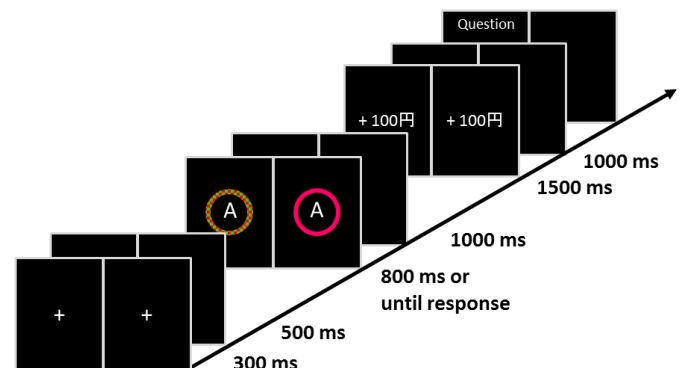


図 1. 文字弁別 (学習) 課題 1 試行の流れ (実験 1)

テスト課題（視覚探索課題） 円環状に呈示された6つの図形（円・ひし形）の中から、参加者は形のシングルトン（ターゲット）を探索し、ターゲット内に呈示された線分の方角（水平／垂直）を回答した（図2）。高報酬条件と低報酬条件では、5つのディストラクタのうち1つに、学習課題で報酬と連合された色が付加された（3分の2の試行）。その他の試行（統制条件）では、色シングルトンの図形が呈示されず、すべての刺激はグレーであった。また、不正解の試行のみ、フィードバック画面で「Incorrect」を呈示した。

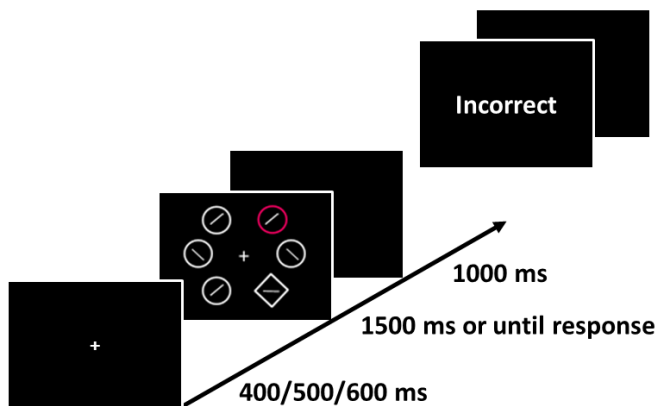


図 2. 視覚探索（テスト）課題 1 試行の流れ

結果

データ分析 少数派色覚と判断された実験1の参加者2名、実験2の参加者1名、さらに学習課題の正答率がチャンス（50%）を下回った参加者1名（実験1）のデータは分析から除外した（分析対象：実験1の31名、実験2の39名）。また、各条件の平均反応時間±3標準偏差を外れた試行も分析から除外した。

色の弁別成績 学習課題の色の見えに関する強制二肢選択の結果について、学習必要試行数（Sali et al., 2014）、学習実施試行数（160試行）を用いて累積二項確率を算出し弁別の基準値を求めた（実験1: 0.600, 実験2: 0.775）。その結果、実験1（抑制あり）で色が見えた（弁別成績が基準を上回った）参加者は6名、見えなかった（弁別成績が基準を下回った）参加者は25名であった。実験2（抑制なし）では24名が見えた、15名が見えなかったと判断された。以下では上記の分類に基づいてそれぞれ分析を行った。

学習課題（文字弁別課題） 報酬条件（高報酬・低報酬）による正答率及び反応時間の差はみられなかった。

テスト課題（視覚探索課題） はじめに、報酬連合刺激を抑制した実験1で、色が見えなかった参加者25名を対象に分析を行った。反応時間について妨害刺激の条件（高報酬・低報酬・統制）を要因とする参加者内1要因分散分析を行った結果、主効果に有意差が認められた ($F[2, 48] = 30.64, p < .001, \eta_p^2 = .561$)。しか

し、多重比較を行ったところ、高報酬と低報酬の反応時間に差がみられなかった ($t[24] = 0.24, p = .811$)。同様に、抑制を行わなかった実験2で、色が見えた参加者24名を対象に参加者内1要因分散分析を行った。その結果、実験1と同様に、主効果がみられた ($F[2, 46] = 32.10, p < .001, \eta_p^2 = .582$)。多重比較の結果、高報酬条件と低報酬条件の間に有意な差が確認された ($t[23] = 2.14, p = .043$)。さらに、実験1で報酬連合刺激が抑制されたにも関わらず、刺激が見えた参加者6名、実験2で色刺激を抑制しない事態においても、この刺激が見えなかった参加者15名に対して、同様の分析を行った。その結果、見えたと判断された参加者群（実験1）では高報酬と低報酬の間に有意な差がみられたが ($t[5] = 3.05, p = .028$)、見えなかったと判断された参加者群（実験2）では差が認められなかった ($t[14] = 0.65, p = .524$)。

考察

本研究では、連続フラッシュ抑制の手法を用いて、報酬と連合される特徴に関する意識的な気づきが価値駆動的な注意捕捉の生起に及ぼす影響を検討した。その結果、学習課題で、報酬連合刺激が抑制されるか（実験1）否か（実験2）に関わらず、色の弁別成績が高い参加者群で、高報酬条件の反応時間が低報酬条件の反応時間よりも遅延し、価値駆動的な注意捕捉がみられた。一方、弁別成績が低い参加者群では、色が抑制されない状況で学習課題を行った場合にも、テスト課題で報酬条件間の反応時間に差がみられず、注意捕捉が確認されなかった。以上の結果から、本研究では、価値駆動的な注意捕捉が生じるためには、報酬連合刺激が弁別可能な程度に処理される必要があることを示唆する。

参考文献

- Anderson, B. A. (2016). The attention habit: how reward learning shapes attentional selection. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1369(1), 24-39.
- Bucker, B. & Theeuwes, J. (2017). Pavlovian reward learning underlies value driven attentional capture. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79, 415-428.
- Failing, M., & Theeuwes, J. (2017). Don't Let It Distract You: How Information about the Availability of Reward Affects Attentional Selection. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79, 2275-2298.
- Sali, A. W., Anderson, B. A., & Yantis, S. (2014). The role of reward prediction in the control of attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40, 1654-1664.
- Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature Neuroscience*, 8, 1096 - 1101. doi:10.1038/nn1500