

ターゲットの出現規則に基づく連続的予期は注意の制御にどのように作用するか？

石松 一真

産業技術総合研究所
人間福祉医工学研究部門

k.ishimatsu@aist.go.jp

熊田 孝恒

産業技術総合研究所
人間福祉医工学研究部門

t.kumada@aist.go.jp

The purpose of this study was to examine whether and to what extent the sequential expectation of more than one location facilitates processing at expected locations. Observers performed a color-discrimination task for sequentially presented targets. Targets were presented sequentially on one of eight iso-eccentric placeholders. In 80% of trials (regular trials), the target location was regularly shifted in a clockwise direction for each target presentation. In 20% of trials (irregular trials), the second target appeared at random locations, except for the clockwise next location of the first target. Reaction times to the second target were shorter when it was presented at the two expected locations next to the first target than others. This suggests that processing was facilitated not only at the expected second target location but also at the location next to it. These results showed the extent of facilitation based on sequential expectancy to target locations. Attention facilitates visual processing on locations of up to at least two future events. We discuss on attention control with the sequential expectancy, with similar results shown in other experiment.

Keywords: spatial attention, attention control, top-down control, sequential expectancy

問題・目的

ある空間位置に対する予期はその位置に提示された刺激の情報処理を促進する (e.g., Posner, Snyder, & Davidson, 1980) . では、刺激が1つずつ逐次的に複数提示される刺激系列に対して、最初に提示された刺激の空間位置が後続する複数の刺激の空間的な出現位置を予期させる場合、注意はどのように制御されるのであろうか。SRT課題 (serial reaction time task) を用いた研究では、規則性を持って連続的に提示される刺激系列について潜在的、顕在的な学習が可能であること (sequence learning, e.g., Mayr, 1996; Remillard, 2003) , 学習された刺激系列に基づいた後続事象に対する予期が可能であり、刺激系列の構造にしたがった適応的な行動が行われることが知られている (Koch & Hoffmann, 2000) . これらの知見から、空間位置を変えながら連続的に提示されていく刺激系列に対して、刺激の出現規則に基づいた注意の制御が可能であることが予測される。そこで本研究では刺激連続提示事象での標的出現位置に対する連続的な予期が注意の制御に及ぼす効果について検討した。特に、連続的な予期に基づきどの程度まで未来の事象を期待した注意の制御が可能であるのかという点に問題を焦点化した。連続的に提示される標的刺激数を操作し、直前の標的出現位置との相対位置について反応時間を指標として検討した。

方法

【被験者】裸眼または矯正で正常な視力を有する成人20名 (平均年齢22.9歳) .

【刺激および装置】刺激はAVタキストスコープ (IS-702, 岩通アイセル社) によってディスプレイ (RD21EIII, MITSUBISHI) 上に提示された。標的刺激は視角1°の

赤 (2.28cd/m²) または緑 (8.65cd/m²) の光点であった。画面上には固視点である灰色ドット (半径0.5°) の代わりに8つの灰色のプレースホルダが円環状に配置され、標的刺激はプレースホルダ上に提示された。標的刺激の提示時間は100ms, 連続する標的刺激の出現時間間隔 (SOA) は900msであった。またISCAN (EC-201) を用いて課題遂行中の被験者の眼球運動をモニターし、固視を確認した。

【課題】被験者の課題は標的色 (赤or緑) の弁別課題であり、被験者は注視点を凝視しながら円環状に配置された8つのプレースホルダ上に提示される標的に対してキー押しによる弁別反応を行った。

2事象連続提示条件：2つの標的が連続的に提示された。被験者は2つの標的に対して逐次弁別反応を行った。

4事象連続提示条件：4つの標的が連続的に提示された。被験者は4つの標的に対して逐次弁別反応を行った。

両条件ともに全試行の80%の試行では標的は時計回りで隣接するプレースホルダ上に提示された (regular trials) . 残りの20%の試行では第2標的は第1標的の出現位置に対して時計回りで隣接した位置以外のプレースホルダ上に等確率で提示された (irregular trials) . 4事象連続提示条件では第3標的および第4標的は、第2標的の出現位置に対して時計回りの位置に隣接するプレースホルダ上に次々と移動しながら規則的に提示された。被験者は両条件を行い、実験条件の遂行順序および反応キーの割り当ては被験者間でカウンタバランスされた。

【観察条件】実験は薄暗い部屋にて行い、観察距離は60cmであった。被験者には反応の速さと正確さの両方が求められた。

結果の予測

4事象連続提示条件でのregular trialsでは、各々の標的提示に対して後続する標的の提示位置は円環状に配置されたプレースホルダ上を時計回りの方向に規則的に移動していく。したがって、被験者は第2標的の空間的な出現位置に対する予期だけでなく、後続する第3標的、第4標的の出現位置への予期も促進されると考えられる。この仮説が正しければ、irregular trialsでは、第2標的が第1標的の提示から予期される第3標的、第4標的の出現位置に提示された場合にも反応が促進されることが予測される。一方、2事象連続提示条件では、第2標的の出現位置のみが予期されることから、第1標的の提示位置から予期された第2標的の出現位置においてのみ反応の促進が生じることが予測される。Figure 1に第1標的と第2標的の相対位置に関する定義および予測される結果を示す。

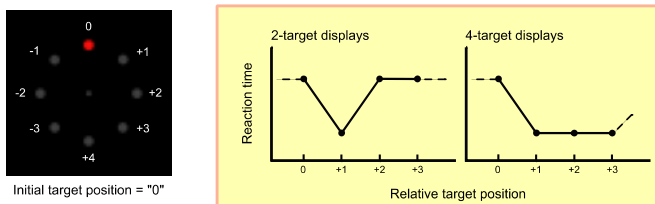


Figure 1. Definition of relative target positions (Left panel) and predicted Results of reaction time (Right panel).

結果

第2標的に対する反応時間のみを分析した。第1標的および第2標的が正反応の試行のみを分析対象とし、第2標的までの平均エラー率が20%を超えた被験者2名を除外した18名分のデータを分析対象とした。また、反応時間が150ms以下を尚早反応として除外後、被験者ごとに平均反応時間+3SD以上の反応時間を遅延反応として分析から除外した。

第2標的に対する相対標的位置別反応時間をFigure 2に示す。

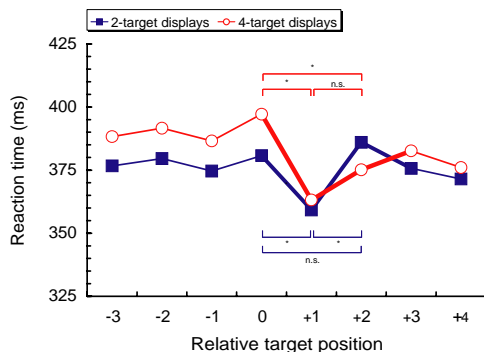


Figure 2. Reaction times to the 2nd target as a function of relative target position to the 1st target.

ここでは4事象連続提示条件のregular trialsで標的の出現が期待される相対標的位置4箇所(0, +1, +2, +3)に注目した。実験条件(2事象連続提示条件, 4事象連続

提示条件) × 相対標的位置(0, +1, +2, +3)の二要因分散分析の結果、相対標的位置の主効果[F(3, 51)=16.02, $p < .0001$]および実験条件 × 相対標的位置の交互作用[F(3, 51)=3.93, $p < .0134$]が有意であった。HSD法による下位検定の結果、4事象連続提示条件では、第2標的(+1)および第3標的(+2)の出現が期待される位置で、第1標的(0)が出現した位置に比べて有意な反応時間の短縮がみられた($p < .05$)。一方、2事象連続提示条件では第2標的(+1)の出現が期待される位置においてのみ反応時間の短縮がみられた($p < .05$)。

考察

以上の結果は、連続的な刺激提示事態では第1標的の出現位置から少なくとも第2標的、第3標的の出現位置までは情報処理が促進されていることを示している。また、2事象連続提示条件ではregular trialsで第2標的の出現が期待される位置においてのみ反応の促進が生じていた結果より、4事象連続提示条件で生じた相対標的位置“+2”における反応の促進は、標的の移動方向、すなわち第1標的の出現位置に対して時計回り方向への全体的な処理の促進を反映しているとは考えにくい。したがって、最初の事象の空間的な出現位置が後続する事象の出現位置を期待させるような刺激連続提示事態では、次の事象だけでなく、更にその次の事象の出現位置まで予期しながら注意が制御されている可能性が示唆された。これらの結果が予期に基づいて制御可能な注意の空間的範囲を反映しているのか、あるいは時間的範囲を反映しているのかについては今後更に詳細な検討が必要である。

結論

刺激連続提示事態では刺激系列の持つ連続性に内在するルールに基づいた注意の制御が可能であることが示された。注意機構では、次の事象だけでなく、少なくとも2つ先の事象の出現位置まで予期しながら注意が制御されていると考えられる。

引用文献

- Koch, I. & Hoffmann, J. 2000. The role of stimulus-based and response-based spatial information in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 863-882.
- Mayr, U. 1996. Spatial attention and implicit sequence learning: Evidence for independent learning of spatial and nonspatial sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 350-364.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. 1980. Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental psychology: General*, 109, 160-174.
- Remillard, G. 2003. Pure perceptual-based sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 581-597.