物体ベースの空間選択過程は課題に依存する

○竹谷隆司¹・河西哲子²

(¹北海道大学大学院教育学院・²北海道大学大学院教育学研究院)

キーワード: 視覚的注意 知覚的群化 事象関連電位

Object-based spatial selection processes depend on task difficulty

Ryuji TAKEYA¹ and Tetsuko KASAI²

(¹ Graduate School of Education, Hokkaido University, ² Faculty of Education, Hokkaido University)

Key words: Visual attention, Perceptual grouping, Event-related potential

目 的

これまで、空間的注意が物体あるいは知覚的群全体に強制的に拡散することが明らかにされてきた (For review, Scholl, 2011)。拡散の生じる時間帯について、Kasai & Kondo (2007) は時間分解能に優れた事象関連電位 (event-related potential, ERP) を指標として、連結性にに基づく注意拡散を N2 潜時 (刺激提示後 190-250 ms) に同定した。しかしこのとき行動反応には物体ベースの注意効果が認められなかった。一方 Kasai (2010) は類似した実験において、N1 潜時 (150-210 ms) に注意拡散効果を同定し、行動指標においても物体ベースの注意効果を観察した。前者は左右対称な刺激を用い、低頻度の幅が太い長方形への反応する変化検出の側面を持った容易な課題であったのに対し、後者は常に左右非対称な刺激系列の中で複数の幅を持つ長方形から正方形を検出する比較的難しい課題であった。

本研究は、注意拡散が生じる時間帯と、行動反応における物体ベースの注意効果の生起の有無の決定因を検討することを目的とした。Kasai (2010) とほぼ同様の刺激及び手続きにおいて、刺激は連結性と対称性を直交させて操作し、角の丸い長方形を検出する比較的容易な課題を設定した。

方 法

参加者 裸眼視力または矯正視力が正常な大学生 15 名 (女性 8 名, 18-27 歳) が実験に参加した。

刺激 ディスプレイの中央に青色の凝視点 (視角度 $0.4^\circ \times 0.4^\circ$) を常に提示した。背景は灰色で観察距離は 70 cm だった。凝視点の上側 (1.3°) の両側 4.1° に黒色の ERP 誘発刺激を提示した。標準刺激 (提示確率 75 %) は高さ 1.0° 、幅 0.5° または 1.5° の四角形であり、標的刺激 (25 %) は角の丸い四角形であった。刺激条件は左右の四角形を結ぶ線 (高さ 0.2°) の有無で定義された連結性 [連結 (C+), 非連結 (C-)] と、2 つの要素の対称性 [対称 (S+), 非対称 (S-)] を組み合わせた 4 種類 (C+S+, C+S-, C-S+, C-S-) であった。

手続き 各条件の刺激を、持続時間 100 ms、刺激間間隔 300-650 ms で、ランダム順に提示した。課題は、凝視点に目を向けたまま左右いずれかの視野に注意を持続的に向け、注意視野に標的が出現したときなるべく早く正確に利き手でボタンを押すことであった。注意を向ける視野の順序は被験者間でカウンターバランスした。

記録・分析 行動指標は標的提示後 200-1000 ms の反応をヒット、それ以外をフォールスアラーム (FA) とした。脳波は鼻尖を基準として国際 10-20 法に従う 25 箇所 (Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, O2, PO7, PO3, POz, PO4, PO8, Oz) から導出した (バンドパスフィルタ 0.1-30 Hz; サンプリング周波数 200 Hz)。アーティファクトを含む試行、誤答および行動反応直後の試行を除いて、刺激提示前 200 ms から刺激提示後 800 ms を加算平均した (ベースラインは刺激提示前 200 ms 間)。標準刺激に対する ERP を分析対象とした。

結 果

行動遂行 平均ヒット率、反応時間、及び FA 率に刺激条件間の差はなかった。

ERP 注意視野の対側半球における ERP 振幅が同側半球よりも増大する ERP 注意効果がもっとも明瞭な後頭側頭部を分析対象とした (図 1)。右注意条件の P1 (刺激提示後 85-115 ms), N1 (140-200 ms) 及び後期 N2 (310-390 ms) の注意効果は、連結条件で非連結条件よりも有意に減少した [$F(1,14)=5.7, p=0.03$; $F(1,14)=12.4, p=0.003$; $F(1,14)=5.2, p=0.04$]。一方、P1 の注意効果は非対称条件で対称条件より減少した [$F(1,14)=5.7, p=0.03$]。更に N1, 初期 N2 (210-290 ms), 及び後期 N2 の注意効果は対称条件で非対称条件より減少した [$F(1,14)=6.5, p=0.02$; $F(1,14)=16.4, p=0.001$; $F(1,14)=14.7, p=0.001$]。いずれの区間でも連結性と対称性の交互作用を含む有意な効果はなかった ($ps>0.17$)。

図 1 後頭側頭部の総加算平均差波形 (注意対側半球-同側半球)

考 察

本研究は、N1 及び後期 N2 潜時における連結性にに基づく注意拡散効果を、対称性とは独立に同定した。このことは、Kasai & Kondo (2007) における N1 および行動反応における連結性による物体ベースの注意効果の欠如が、対称性による天井効果ではなかったことを示す。

また本研究では Kasai & Kondo (2007) と同様に、行動反応における物体ベースの注意効果が観察されなかった。このことは、標的の同定が必要ない容易な課題の場合には、ERP では観察される注意拡散過程が行動反応には反映されないことを示唆する。これは、物体処理が干渉しない早い処理段階に反応選択が起こるためであると考えられる。

興味深いことに本研究は連結性にに基づく注意拡散を P1 潜時にも同定した。これは Kasai & Kondo (2007) と Kasai (2010) では報告されていないもっとも早い物体ベースの注意効果である。この理由として、本研究のように課題の難易度が低い際は焦点の注意の強度が減少したために、注意拡散が早く生じたのかもしれない。しかし容易な課題を用いた Kasai & Kondo (2007) では P1 潜時の拡散が確認されておらず、能動的注意と注意拡散の関係については今後の更なる検討が必要である。