

意図的に出現させた視覚刺激による注意の駆動

木原健

鹿児島大学大学院 理工学研究科

河原純一郎

産業技術総合研究所 ヒューマンライフテクノロジー研究部門

It is known that visual attention is driven by onset of a visual target. However, little is known whether the voluntary production of the target modulates attention. To clarify this issue, we examined the time required for the accurate identification of visual stimuli voluntarily produced by participants' key presses. Participants observed a stream of numerals presented at the rate of 20 items/s and identified letters embedded in the stream. Under the voluntary condition, the numerical stream switched to the letter stream from 0 to 850 ms after the participants' key presses. Under the automatic condition, the switch from the numerals to the letters occurred automatically. The results showed that the second letter was reported more frequently when the switch occurred about 125 or 625 ms after voluntary production than when the switch occurred automatically. These results suggest that voluntary production of target letters causes two phases of transient attentional modulation.

Keywords : transient attention, voluntary production, rapid serial visual presentation, norepinephrine system.

問題と目的

部屋が暗ければ灯りをつけ、ウェブサイトが見たければマウスをクリックする。私たちは普段、それまで見えなかったものを見るために、意図的な行動を頻繁に起こしている。したがって、意図的行動が視覚認知に与える影響を明らかにすることは、視覚研究の重要なテーマである。

また、私たちがものを見るためには、沢山の情報の中から対象を選択しなければならない。このような認知機構を視覚的注意と呼ぶ。視覚的注意の特徴の一つに、選択能力の時間的変調がある。例えば、同じ場所に0.1秒おきに刺激が連続して提示される高速逐次視覚提示(rapid serial visual presentation: RSVP)で、妨害刺激に混じって標的が出現すると、標的出現の100 ms後がピークとなるような一時的な選択能力の増大が生じる。このような一過性の注意変調は、標的の出現によって自動的に駆動されると考えられている(Weichselgartner & Sperling, 1987)。

しかしこれまでは、標的がいつ出現するのか分からない事態での研究しか行われてこなかった。ただし、標的が出現するタイミングが予測できる場合は注意処理が促進されることから(Nobre, 2001)、意図的な行動によって標的が出現する場合にも、標的が出現するタイミングが予測できるため、注意駆動が促進される可能性がある。本研究では、この可能性を検証するため、RSVP中に標的が出現するタイミングが、被験者がキーを押した一定時間後(実験1)とキー押しランダム時間後(実験2)の場合の標的報告率を比較する実験を行った。

実験1

方法 30人が実験に参加した。RSVPは数字系列と大文字アルファベット系列で構成された。各文字の提示時間間隔は50 msだった。始めに数字系列がランダムな順序で逐次提示された。その後、自動的に、あるいは被験者がスペースキーを押した一定時間後(約25-, 125-, 225-, 325-, 425-, 625-, 825-ms)にアルファベット系列に切り替わった。これらは40試行のブロックで提示された。アルファベットはI, O, Qを除くAからZが1回ずつランダムに20個提示された。被験者の課題は、1番目から4番目まで、4文字のアルファベットを報告することだった。

結果 報告された4つのアルファベットが実際に出現した順番を分析した。報告順序は順不同とした。実験1の結果を図1に示す。分散分析の結果、出現順番の主効果が有意だったため($F(7, 196) = 4.67, p < .05$)、アルファベットの出現によって注意が駆動さ

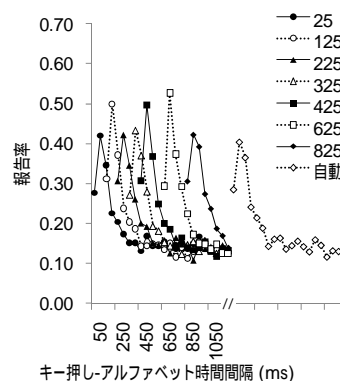


図1. 実験1の結果

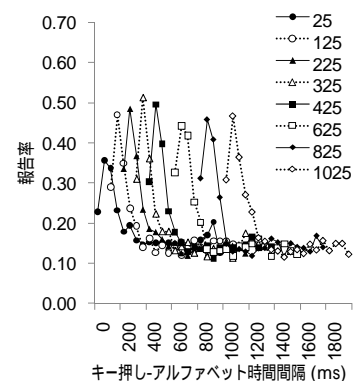


図2. 実験2の結果

れたことが示唆された。また、切り替えタイミングの主効果も有意だった($F(9, 252) = 105.43, p < .05$)。さらに交互作用も有意だった($F(63, 1764) = 2.19, p < .05$)。TukeyのHSD(5%水準)による多重比較の結果、切り替えタイミングがキー押し後125-と625-msの場合に、25-, 325-, 825-ms後に切り替わった場合や自動的に切り替わった場合より、2番目に出現したアルファベットの報告率が高いことが示唆された。

実験2

方法 28人が実験に参加した。刺激と方法は実験1と以下の点以外は同じだった。数字系列からアルファベット系列への切り替えは、被験者がキーを押した後、約25-, 125-, 225-, 325-, 425-, 625-, 825-, 1025-msのいずれかランダムだった。

結果 実験2の結果を図2に示す。分散分析の結果、出現順番の主効果が有意だった($F(19, 513) = 77.00, p < .05$)。しかし、切り替えタイミングの主効果は認められなかった($F(7, 189) = 0.86, n.s.$)。ただし、交互作用は有意だった($F(133, 3591) = 3.49, p < .05$)。TukeyのHSD(5%水準)による多重比較の結果、切り替えタイミングがキー押し後25-msの場合に、他の切り替えタイミングの場合より、2番目のアルファベットの報告率が低いことが示唆され、実験1と傾向が異なった。

学習効果を調べるため、実験2を前半と後半に分けて分析した(図3)。分散分析の結果、前半、出現順番、切り替えタイミングの3要因交互作用が認められた($F(133, 3591) = 2.46, p < .05$)。TukeyのHSD(5%水準)による多重比較の結果、前半では、切り替えタイミングがキー押し後25-msと225-msの場合に、125-, 325-, 625-, 825-, 1025-msの場合より2番目のアルファベットの報告率が低く、後半では、切り替えタイミングがキー押し後225-, 325-, 425-msの場合に、25-, 625-, 825-, 1025-msの場合より2番目のアルファベットの報告率が高いことが示唆された。したがって、前半は実験1と同様に2回のピークが生じたが、後半のピークは1回だったと言える。

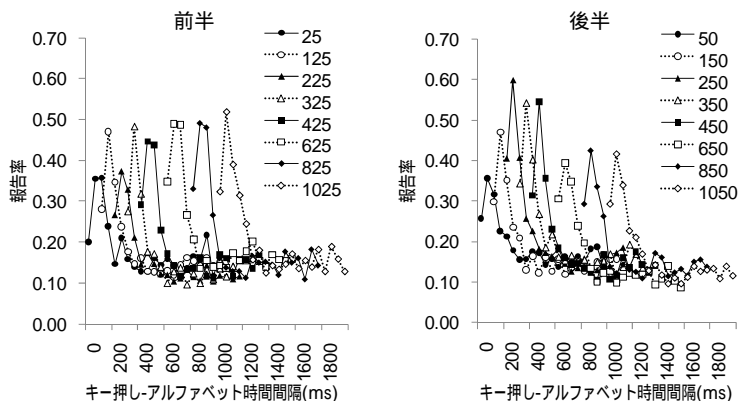


図3. 実験2の前半と後半の結果

考察

実験1より、意図的行動の50 ms以内に標的が出現した場合は、自動的に標的が出現した場合と同程度の標的報告率だった。しかし、意図的行動の約100 ms後あるいは600 ms後に標的が出現した条件では、自動的に標的が出現した条件よりも標的報告率が高かった。このことから、刺激を出現させるための行動が生じた100 ms後と600 ms後に、刺激の出現によって注意が二度駆動されることが示唆された。また実験2より、意図的行動によって注意駆動が促進される効果は、学習によって変化しうることが示唆された。実験2での平均切り替えタイミングは、キー押し後450 msだった。これは後半のピークに近い。もしかすると、学習を重ねることで注意駆動の促進効果が最適化されるのかも知れない。

標的の出現意図行動が注意駆動を促進させるメカニズムとして、興奮性の神経伝達物質であるノルエピネフリンの関与が考えられる。意図的行動によって標的が出現する場合、事象関連電位P3成分の振幅が増大する(Nittono, Hamada & Hori, 2003)。また、P3成分は、ノルエピネフリン投射系の中核である青斑核の一過性の賦活を反映する(Nieuwenhuis, Aston-Jones & Cohen, 2005)。さらに、青斑核からノルエピネフリン系の投射を受ける右下頭頂小葉は、標的出現による自動的な注意の駆動に関与する(Corbetta & Shulman, 2002)。以上のことから、標的を出現させるための意図的行動によって、青斑核 - ノルエピネフリン系が作動するため、一時的に注意駆動が促進されるのかも知れない。ただし、なぜ二回の促進効果が生じるのかについては、今後も検討が必要である。

引用文献

- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews: Neuroscience*, 3, 201-215.
- Nieuwenhuis, S., Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005). Decision making, the P3, and the locus coeruleus-norepinephrine system. *Psychological Bulletin*, 131, 510-532.
- Nittono, H., Hamada, A., & Hori, T. (2003). Brain potentials after clicking a mouse: A new psychophysiological approach to human-computer interaction. *Human Factors*, 45, 591-599.
- Nobre, A. C. (2001). Orienting attention to instants in time. *Neuropsychologia*, 39, 1317-1328.
- Weichselgartner, E., & Sperling, G. (1987). Dynamics of automatic and controlled visual attention. *Science*, 238, 778-780.