

注意の瞬きが触覚による即時計数時の正答率と事象関連電位に与える影響

Effects of attentional blink on instantaneous enumeration accuracy and ERP in tactile perception

キーワード: 触覚、即時計数、注意の瞬き、事象関連電位

人間生活工学研究室 13TM1134 中野 博斗

■ Abstract: To investigate the effects of attentional blink on instantaneous enumeration in tactile perception, tactile stimuli were given to finger skin during and after the attentional blink. Accuracy and Event-related potentials (ERPs) were measured while eleven subjects performed a task requiring them to judge the number of tactile stimuli presented to each finger and this task was followed by detection of either one target (single task) or two targets (dual task). ERPs elicited by the second target were analyzed. The behavioral data demonstrated that accuracies of tactile stimuli decreased significantly in cases where three or four tactile stimuli were presented during the attentional blink period. The ERPs data showed different results from enumerating in visual perception, suggesting the enumeration processes is distinct between tactile perception and visual perception.

■背景

ヒトは極短時間内に複数の情報処理を行う場合困難を伴う。注意の瞬き(attentional blink)がその一例である。注意の瞬きとは、複数の刺激をヒトに短い時間間隔で連続表示したときに、後続の刺激に対して見落としが増える現象のことである。Raymondら¹⁾は、ヒトに連続する2つの視覚刺激を与えたとき、前者刺激と後者刺激の時間間隔が400ms以内であると、後者刺激に対する検出率が低下することを報告している。また、Soto-Faracoら²⁾は視覚刺激と触覚刺激の間でも注意の瞬きが起こることを示した。

一方、ヒトに複数の刺激を同時に呈示し、その刺激の数を被験者に即座に答えさせたとき、刺激の数が一定の数までであれば、ヒトは正確且つ迅速に返答することができる。この現象は、視覚刺激の場合は刺激の数がおよそ4つ以下、触覚刺激の場合はおよそ3つ以下で発生する^{3,4)}。

Xuら⁵⁾はこれら2つの現象を組み合わせ、注意の瞬き期間内に複数の視覚刺激を最大6個同時呈示し、その数を数えさせた。その結果、注意の瞬き期間内に視覚刺激が呈示される場合、刺激の数が4個以上に増えると注意の瞬きの影響を受け、正答率は減少した。また、ヒトの注意資源の可用性を反映するとされる事象関連電位P300成分を併せて計測したところ、注意の瞬き期間に視覚刺激が呈示された場合や、視覚刺激の数が増えた場合に、P300成分の振幅は減少し、潜時は増加していたことがわかった。

しかし、注意の瞬き期間内に複数の触覚刺激を与え、その数を返答させた例はなかった。

■目的

注意の瞬き期間内に複数の触覚刺激同時呈示し、注意の瞬きが触覚による即時計数へ与える影響を正答率と事象関連電位から検討すること。

■方法

本実験は健康な男子大学生11名(24±2歳)を対象に行った。被験者は椅子に座り、肘から先を台の上に乗せ、指先はソレノイドを用いた触覚刺激呈示装置の上に静置した(図1)。

本研究では視覚刺激と触覚刺激の両方に応答するdual taskと、触

覚刺激のみ応答するsingle taskの2つのタスクを実施した(図2)。

注意の瞬きを誘発させるため、高速系列視覚呈示(RSVP)を用い、被験者前方のモニタにアルファベットを高速で連続表示した。RSVPにより黒いアルファベットが連続呈示される途中、緑色の“A”又は“U”が1つ呈示される。この緑色のアルファベットがターゲット1(T1)である。続いて、T1が呈示された後、3枚目(lag 3: 240ms後)又は7枚目(lag 7: 680ms後)の黒いアルファベットが呈示されるタイミングで、被験者の指先へ1~6個の触覚刺激(T2)がランダムに与えられた。この“lag 3”が注意の瞬きに入るタイミングであった。RSVPの終了後、dual taskでは被験者はT1がA又はUのどちらであったかに加えて、T2の数を返答した。single taskではT1を無視し、T2の数だけを答えた。

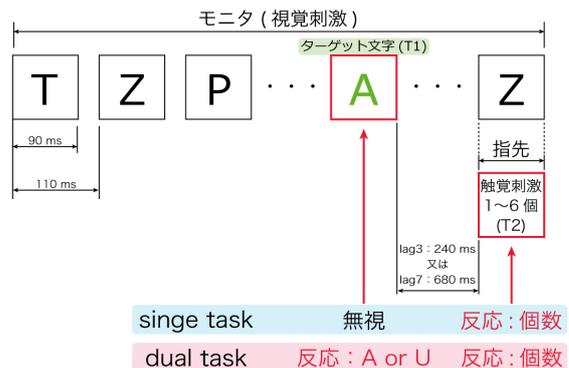
T1とT2の正答率をそれぞれ求め、T2の正答率について統計解析を行った。

脳波の測定は国際10-20法に基づきFz、Cz、Pzの3部位で行った。サンプリングレートは1kHzとし、T2呈示前100msから呈示後800msの区間を抽出・加算平均した。本研究では加算平均後、事象関連電位P300成分に加え、選択的注意によって影響を受けるN170成分の振幅と潜時について分析した。

T2正答率及び事象関連電位の統計解析は3要因の反復測定分散分析を行った。T2正答率の要因はタスク(single task, dual task)、ラグ(lag 3, lag 7)、T2の数(1~6個: 水準)の3要因とし、事象関連



図1 実験の様子



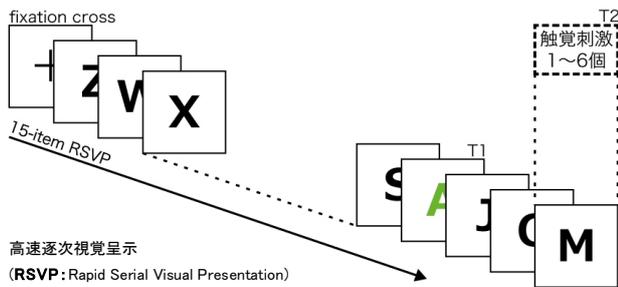


図3 高速系列視覚呈示例

電位の要因はタスク(single task、dual task)、ラグ(lag 3、lag 7)、T2 刺激数(1~3 個、4~6 個:2 水準) の3 要因とした。交互作用があった場合は、適宜下位の検定を行った。2 群間の正答率を比較する場合は、対応のある t 検定を行った。有意水準は5%とした。

dual task では T1 と T2 の両方に正答できた試行を正答率と事象関連電位の解析に用いた。

■結果

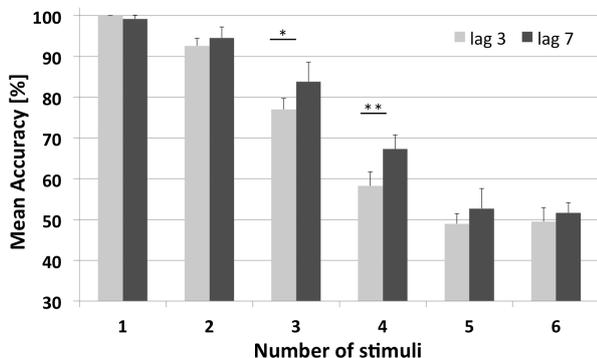


図4 dual task の T2 正答率 (mean+S.E., *: $p < .05$, **: $p < .01$)

T2 正答率の3 要因の反復測定分散分析の結果、刺激数の主効果が有意($p < .001$)であり、ラグの主効果が有意傾向($p = .055$)であった。また、タスクとラグの交互作用($p = .046$)と、ラグと刺激数の交互作用($p = .029$)、さらに、タスクとラグと刺激数による3 要因の交互作用($p = .022$)がそれぞれ見られた。

また、各タスクでラグと刺激数を要因とした2 元配置分散分析を実施した結果、single task では刺激数の主効果($p < .001$)のみ見られたが、dual task ではラグの主効果($p = .031$)と刺激数の主効果($p < .001$)、さらにラグと刺激数による交互作用($p = .019$)がそれぞれ見られた。

両タスクとも刺激数が増えるに連れて正答率が低下したが、各タスクにて刺激数毎にラグ間で正答率を比較したところ、dual task の3 個及び4 個では正答率が lag 7 の場合に lag 3 よりも有意(それぞれ $p = .040$, $p = .004$)に低くなった(図4)。しかし、single task ではそのような正答率の有意な差はなかった。

本研究で得られた事象関連電位の計測例を図5 に示す。

N170 成分の振幅は Fz と Cz において刺激数の主効果が有意(それぞれ $p = .006$, $p < .001$)であり、刺激数が増えると振幅は大きくなった。また、Fz と Cz では lag 3 よりも lag 7 で振幅が大きくなる傾向(それぞれ $p = .090$, $p = .016$)が見られた。N170 成分の潜時は Fz、Cz、Pz の全3 部位で刺激数の主効果が有意(それぞれ $p = .027$, $p = .002$, $p = .006$)で、刺激数が増えると潜時は短くなった。加えて、Pz ではラグの主効果が有意($p = .050$)で、lag 3 よりも lag 7 で潜時が短くなった。

P300 成分は Fz で出現しなかったため、解析から除外した。P300 成分の振幅は Cz 及び Pz の両部位にてラグの主効果が有意(それぞれ $p = .013$, $p = .040$)で、lag 7 よりも lag 3 で振幅が大きくなった。また、Pz ではタスクの主効果が有意($p = .043$)であり、刺激の数が増えると振幅は大きくなった。P300 成分の潜時は Cz と Pz で刺激数の主効果(それ

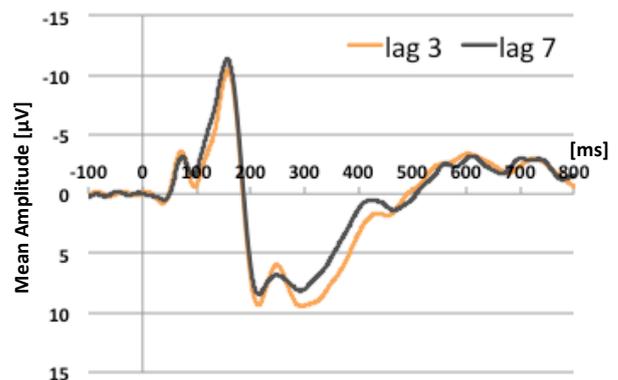


図5 事象関連電位の計測例(Cz の全平均)

ぞれ $p = .054$, $p = .015$)があり、刺激の数が増えると潜時は短くなった。また、Cz では lag 3 よりも lag 7 で潜時は有意に短くなった($p = .018$)。

■考察

被験者が T1 と T2 の両方に応答した dual task では、ラグが短い場合、T2 が3 個又は4 個であると T2 の正答率は有意に悪化した。対照的に、single task における T2 の正答率はラグの影響を受けなかった。この結果より、dual task で T2 が3 個又は4 個の場合、注意の瞬きが誘発され、T2 の即時計数能力を低下させたと考えられる。5 個以上で正答率の有意な低下が見られなかったのは、注意の瞬きの影響を受けずとも触覚の処理能力が限界を迎えたことで、両ラグにおいても被験者が憶測で数を答えていたためであると考えられる。

N170 成分はラグの影響を受けた。しかし視覚刺激の場合、ラグの影響を受けないことが先行研究により報告されている⁹⁾。この結果は視覚と触覚で即時計数のプロセスが異なることを示唆している。しかし、触覚による即時計数の解釈に N170 成分が用いられた例はないため、この結果の解釈については更なる検証が必要であると考えられる。P300 成分の結果は視覚刺激を用いた場合と異なっていた。この点は N170 成分の結果と同様、視覚と触覚で即時計数のプロセスが異なることを示唆している。即時計数プロセスの更なる理解には、認知メカニズムの観点からも研究が必要であると考えられる。

■まとめ

触覚による即時計数は、注意の瞬きの影響を受けることが示された。また、触覚と視覚では即時計数のプロセスが異なることが示唆された。

■参考文献

- 1) Raymond, J. E. et al. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink?. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 18(3), 849-860.
- 2) Soto-Faraco, S. et al. (2002). A crossmodal attentional blink between vision and touch. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 731-738.
- 3) Gallace, A. et al. (2006). Numerosity judgments for tactile stimuli distributed over the body surface. *PERCEPTION-LONDON-*, 35(2), 247-266.
- 4) Riggs, K. et al. (2006). Subitizing in tactile perception. *Psychological Science*, 17(4), 271-272.
- 5) Xu, X. et al. (2008). Can subitizing survive the attentional blink? An ERP study. *Neuroscience letters*, 440(2), 140-144.
- 6) Vogel, E. et al. (1998). Electrophysiological evidence for a postperceptual locus of suppression during the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(6), 1656-1674.