視覚刺激の呈示条件の相違が瞬目率ピークに及ぼす影響

Influence of Differences in Conditions of Presentation of Visual Stimulus Upon Blink Rate Peak

正会員 田邊 喜一[†]

Kiich Tanabe[†]

あらまし 2種類の刺激呈示条件が瞬目率ピークに及ぼす影響を分析した。一方の呈示条件は、図形刺激の出現・消失という不連続な刺激変化を提供し、他方は、図形刺激の変形という連続的な刺激変化をもたらす。実験の結果、前者の条件下で、刺激呈示後のより早い時点でかつ高い瞬目率ピークを形成する傾向が示された。

キーワード：自発性瞬目、瞬目率時間分布、瞬目率ピーク、情報処理過程

1. ま え が き

近年、分離試行課題に基づく分析を通じて、瞬目は視覚刺激が短時間呈示された直後には抑制され、その後のある特定の時点で集中して生じる傾向が報告されている¹⁾。ここでは、瞬目が生じた時点は刺激に対する情報処理の終了時点に一致すると解釈されている。このような瞬目生起の性質に着目し、VDT上に短時間呈示された視覚刺激に対する注目の有無を、瞬目生起タイミングと視線位置を併用して推定する基礎実験が行われている²⁾。この研究では、刺激呈示に対して、ある一定範囲内の反応潜時で瞬目が随伴した場合、被験者が当該刺激に注意を向け、必要な情報処理を施したと判定しており、視線位置のみでは推定できない刺激に対する注目の状況を瞬目にに基づき推定可能な実験結果を報告している。この事例に示されるように、刺激呈示に対する瞬目生起タイミングを計測することにより、人の注意や認知状態を他覚的に評価できるものと期待される。

しかし、分離試行課題を用いた従来の報告³⁾によれば、刺激呈示後の瞬目生起要因として、情報処理終了の要因だけでなく、刺激の出現や消失に伴う刺激の不連続な変化それ自体の関与も否定できない。それゆえ、上述した応用を実現するためには、刺激呈示後の瞬目生起頻度や瞬目生起時点に及ぼす両要因の関与の程度を定量的に評価する必要がある。これまで、筆者らは、カタカナ図形の識別課題に基づき、想定されるこれら2種類の瞬目生起要因の影響に

ついて分析を行ってきた⁴⁾⁵⁾。その結果、視覚刺激の不連続な物理的変化それ自体が刺激呈示後に瞬目を集中して生起させる主要因であることが示唆された。

本論文では、さらに、刺激呈示時点の直前・直後における刺激の物理的変化量の差異が瞬目生起に及ぼす影響について検討を進める。導入した課題は、前報⁴⁾⁵⁾で構成した図形呈示方式に準拠した図形識別課題である。本課題では、図形呈示時点の前後における刺激変化量が異なるような2種類の呈示条件を設定する。瞬目測度として、更新後に形成される瞬目率ピークに着目し、刺激変化量の差異が瞬目率ピークの大きさと生起時点に及ぼす影響について検討する。

2. 識 別 実 験

2.1 視覚課題

前報⁴⁾で作成したカタカナ図形を呈示用の図形として用いた。これらの図形は、精細な線図形にガウス関数を畳み込み、ぼけの異なる複数枚の線図形(平滑化図形)としてあらかじめ作成されている。なお、詳細な作成方法は前報⁴⁾に譲る。ここで、平滑化図形を静止画としてぼけの強い順番に1枚ずつ観察したとき、初めて図形名が識別可能となる平滑化図形を識別限界図形と呼ぶ⁴⁾。本実験では15種類のカタカナ図形を用い、それぞれの図形に対して、図1

図1 図形の呈示順序の事例(‘オ’)

An Example of time course of figures presentation (‘オ’).

2000年4月6日受付, 2000年7月5日再受付, 2000年7月31日採録

[†] 福山職業能力開発短期大学校

(〒720-0074 福山市北本庄4-8-48, TEL 0849-23-6391)

[†] Fukuyama Polytechnic College

(4-8-48, Kitahonjo, Fukuyama-shi, Hiroshima 720-0074, Japan)

に示すような6枚の平滑化図形を選出した。図中のF5が識別限界図形である。各図形は次の呈示条件に基づき、ぼけの強い順番に継続的に更新される。

- (1) 連続呈示条件：更新時に呈示された平滑化図形が、次の更新までそのまま持続して表示される条件
- (2) 間欠呈示条件：更新時に、平滑化図形が300 ms間呈示され、次の更新まで何も表示されない条件

2.2 実験方法

連続・間欠呈示条件共に更新間隔を3秒とし、図形F1から呈示し始め、カタカナ名がほぼ識別可能と推定される図形F4, F5, F6のいずれかを呈示した時点で1試行を終了した。これら3種類の呈示終了時点は各試行においてランダムに設定されているため、被験者はすべての試行において図形F4での消去を想定して実験に臨む必要がある。被験者は19, 20歳の男女短大生9名であった。1名の被験者を除き、各被験者の矯正視力は1.0以上であった。被験者は14インチディスプレイ(PC-KD 1521: NEC製)から50 cmの距離を置いて椅子に腰掛けた。各被験者は、全種類の識別限界図形を1回ずつ観察した後、本実験に従事した。このとき、被験者に対して、試行の途中でカタカナ名が判明しても、試行の最後まで画面から視線をはずさないように教示した。1回の試行は被験者のキー押しを合図として、その5秒後から開始した。試行終了後、画面上の回答指示に従い、カタカナ名をキーボードから入力した。試行回数は呈示条件毎に45回(カタカナの種類[15]×呈示終了図形の種類:[3])であり、ランダムな組合せで呈示した。実験中、22回の試行を終えた時点で1分間の休憩を挟んだ。瞬目はデジタルビデオカメラ(DCR-TRV 9: SONY製)により撮影し、上眼瞼が動いたフレームを瞬目開始時刻として抽出した。

3. 実験結果とデータ分析

3.1 瞬目率時間分布

呈示開始時点を含む6回の更新時点を時間原点として、瞬目率時間分布を各呈示条件毎に算出した結果を図2に示す。なお、瞬目率の算出単位区間は100 msに設定した。

図2 瞬目率時間分布
Temporal distribution of blink rate.

この図より、両呈示条件共にすべての更新時点の直後に瞬目率ピークが形成されていることがわかる。

3.2 瞬目率ピーク

まず、瞬目率ピークの大きさを図3に示す。呈示条件と更新時点(ただし、呈示開始時点を除く)を要因とする分散分析を適用した結果、両要因の主効果が示された(呈示条件: $F(1, 8)=25.79, p<0.01$, 更新時点: ($F(4, 32)=5.92, p<0.01$)。これより、間欠呈示条件において、瞬目が更新後に、より集中して生じる傾向が示された。

次に、瞬目率ピークの形成時点を図4に示す。呈示条件と更新時点(呈示開始時点を除く)を要因とする分散分析を適用した結果、呈示条件の主効果が示されたが、更新時点の主効果は示されなかった(呈示条件: $F(1, 8)=88.91, p<0.01$)。これより、間欠呈示条件において、瞬目が更新後のより早い時点で生じる傾向が示された。

3.3 瞬目率ピークの形成・変動要因

両条件において、各更新時点で瞬目率ピークが形成された要因として、刺激に対する情報処理終了の要因と刺激変化それ自体の関与による要因が想定される。

前者の解釈では、瞬目率ピークの出現時点が図形刺激に対する情報処理の終了時点に一致すると説明される。まず、間欠呈示条件では、更新時点で図形が短時間呈示されるため、当該刺激に対する情報処理の開始時点が揃ってい

図3 瞬目率ピークの大きさ
Size of blink rate peak.

図4 瞬目率ピークの出現時点
The time of blink rate peak.

ると推定される。したがって、処理の終了に伴い鋭くかつ大きな瞬目率ピークが生じたと説明される。しかし、図1に示されるように、各更新時点で提供される識別に有効な情報には著しい差異がある。図形F1は著しくぼけた図形であるため、有用な情報は殆ど提供しない。一方、図形の識別は識別限界図形F5の呈示時点でほぼ完了すると推定されるため、図形F6は冗長な情報を提供するに過ぎない。このような差異を考慮すると、各更新時点で遂行された情報処理の内容は大きく異なっており、その状況は瞬目率ピークの出現位置の差に反映されると予想される。しかし、本実験では、更新時点間での瞬目率ピークの出現位置の差異は認められなかった。それゆえ、瞬目率ピークの出現時点が情報処理の終了時点に対応するとは必ずしも結論づけられない。また、少なくとも図形F6の呈示に対する瞬目率ピークの形成要因を、図形の識別という情報処理の終了と考えることはできない。

次に、連続呈示条件では、更新時点での刺激変化量が小さいため、情報処理開始時刻の遅れやばらつきが生じ、それが間欠呈示条件よりも小さくかつ遅延した時点で瞬目率ピークを生じさせた要因であるとの解釈も可能である。しかし、この条件では、更新後3秒間は同一の情報が持続して提供されるため、被験者は持続呈示中の任意の時点で情報処理を開始することが可能である。それゆえ、情報処理終了のサインとして、刺激呈示直後に瞬目率ピークが形成される必然性は薄いと推察される。また、間欠呈示条件と同様な理由により、少なくとも図形F6の呈示に対する瞬目率ピークの形成要因を情報処理の終了と見なすことはできない。したがって、この条件においても、各更新時点で、ほぼ同様な大きさと出現位置を有した瞬目率ピークが情報処理の終了時点に対応するとは必ずしもいえない。

以上の考察から、瞬目率ピークが形成された主要因は、各更新時点に共通した刺激変化の要因である可能性が高い。間欠呈示条件では、各更新時点において、図形の出現・消失というほぼ同程度の不連続な刺激変化が生じる。一方、連続呈示条件では、ぼけた図形がより精細な図形へと成長する変形であるため、前者の条件よりも連続的で小さな刺激変化が各更新時点で生じる。このような両条件における刺激変化量の差異が瞬目率ピークの差として生じたと解釈することができる。

さらに、図3を参照すると、両呈示条件共に、図形F3の呈示時点以降において瞬目率ピークが相対的に小さいことがわかる。これは、有用な情報提供に伴い被験者の画面

に対する注意が集中した状態では瞬目が抑制されることを示唆する。また、図形F6の呈示時点で再び高くなっていることがわかる。被験者が試行中に図形の更新回数を計数していたと仮定すると、図形F6の呈示後に1回の試行が終了することを予想し得るので、試行の終了に伴う画面に対する注意の開放の意味合いで瞬目が促進されたと解釈することができる。

4. む す び

本論文では、2種類の刺激呈示条件が設定された図形識別課題を構成し、呈示時点の前後における刺激変化量の差異が瞬目率ピークの大きさと出現時刻に及ぼす影響について分析した。その結果、図形刺激の出現・消去という不連続で大きな刺激変化が、図形刺激の変形という連続的で小さな刺激変化よりも、刺激呈示後のより早い時点でかつ高い瞬目率ピークを形成する傾向が示された。

「刺激変化」の要因には、更新時点での物理的的刺激変化量、刺激の呈示時間、刺激に含まれる情報量、などのパラメータが含まれる。刺激変化の要因が瞬目生起に及ぼす影響を明確化するためには、各種パラメータを組織的に変化させた実験条件下での分析が必要とされる。

今回の実験では、刺激の提示時間として、短時間呈示と連続呈示という両極の条件下で実験を行った。今後、更新時の刺激呈示時間を数段階に操作した実験条件を設定し、刺激呈示時間に対する瞬目率ピークの大きさ・出現位置の定量的な変化について更に分析を進める予定である。

〔文 献〕

- 1) 福田, 山田, 田多: “分離試行パラダイムに基づいた自発性瞬目研究の動向”, 生理心理学と精神生理学, 8, 1, pp. 47-54 (1990)
- 2) 田邊, 杉山: “視線位置と自発性瞬目に基づく注目対象の推測に関する研究”, 映情学誌, 51, 10, pp. 1761-1767 (1997)
- 3) 福田, 松尾: “加算課題時の瞬目発生パターン”, 第60回日心大, p. 440 (1996)
- 4) 田邊, 杉山: “情報処理過程と自発性瞬目との関係を分析するための時系列成長図形を用いた図形識別課題の提案”, 映情学誌, 51, 5, pp. 725-732 (1997)
- 5) 田邊, 杉山: “時系列成長図形の識別課題に基づく瞬目生起タイミングの分析”, 映情学誌, 52, 4, pp. 577-582 (1998)

たにuchi きいち
田邊 喜一 1980年、大阪府立大学工学部電子工学科卒業。同年、倉敷紡績(株)入社。1989年、福山職業訓練短期大学校教導。1992年、同校講師となり、現在に至る。画像情報処理とそのヒューマンインタフェース応用の研究に従事。正会員。