

## ビジランス課題中における持続性瞬目と一過性瞬目

福田 恭介\*・早見 武人\*\*・志堂寺和則\*\*\*・松尾太加志\*\*\*\*

**要約** 持続性 (tonic) 瞬目とは、長時間のサンプリングタイムにおける瞬目発生の変動を意味し、視覚課題に従事しているときは時間経過とともに瞬目数は増加する。それに対して一過性 (phasic) 瞬目とは、短時間のサンプリングタイムにおける瞬目発生の変化を意味し、ある事象に伴って瞬目が抑制されたり発生したりするというものである。本研究では、tonic瞬目とphasic瞬目について、これまでの研究を概観し、課題の時間経過効果と情報処理に関連づけた。このような視点からtonic瞬目とphasic瞬目を取り扱っていけば、車の運転状況のように、退屈なビジランス課題でありながら複雑な情報処理を必要とする課題において有用な生理指標になることが示唆された。

**Abstract** Tonic eyeblink activities could be implemented as changes in the occurrences of blinks over long sampling times, in which eyeblinks increased with time on tasks. On the other hand, phasic eyeblink activities could be implemented as changes in blinks over short sampling times, in which eyeblinks were inhibited just before and during information processing, and were facilitated just after information processing. The purpose of this review was to describe some of the relationships between tonic and phasic eyeblink activities to the time on task effect and to information processing. It was suggested that both tonic and phasic eyeblink activities might be useful indices in boring vigilance tasks such as automobile driving situations that require complex information processing.

\* 福岡県立大学人間社会学部人間形成学科

\*\* 九州大学デジタル・メディシン・イニシアチブ

\*\*\* 九州大学大学院システム情報科学研究院知能システム学部門

\*\*\*\* 北九州市立大学文学部人間関係学科

本研究は、平成18年度科学研究費補助金基盤研究C(＃18530565研究代表者：福田恭介)、及び平成18年度福岡県立大学奨励研究補助金による補助を受けた。

## はじめに

まばたき（瞬目）とは、目を開けて覚醒しているとき瞬間的に両目の瞼を閉じることである。この瞬目は個人差も大きく個人内でも状況によって増減があるが、おおよそ1分間に20回前後発生し、瞼が瞳孔を覆っている時間は数100ms前後と言われている（福田、1991）。

これらの瞬目がなぜ生じるのか？一般的な常識としては、瞬目発生は、目の表面の湿潤を保つため、外界からの異物の侵入を防ぐためというように外的要因によるものと考えられていた。そのような瞬目は外因性瞬目（Exogenous Eyeblink）と呼ばれている。その一方で、外的要因がないにもかかわらず瞬目が発生し続けることから内的要因による内因性瞬目（Endogenous Eyeblink）があるとする証拠が積み重ねられている（Stern, Walrath, & Goldstein, 1984）。内因性瞬目は、情報に対してどのように対処しているかによってその発生が異なるので、瞬目を心理学的立場から研究することは意味のあることである。

内因性瞬目を数量的に分析するとき、どのような側面に注目すればよいのであろうか。瞬目発生の変動を見る場合、持続性（tonic）のものと同過性（phasic）のものに分けられるだろう。Tonicとは、もともと「緊張性の」と意味づけられており、筋肉の緊張が持続することを意味している。このことを瞬目発生に当てはめると、tonicな瞬目とは長時間のサンプリングタイムで見た瞬目発生の変動を意味し、瞬目発生の時間経過による増減を示すものである。たとえば1時間の視覚課題に従事しているとき、10分単位のサンプリングタイムで見ると瞬目数は時間経過とともに増加し、それが

疲労や覚醒水準と関連することが明らかにされている（Stern, Boyer, & Schroeder, 1994）。それに対して、Phasicとは「位相的な」と意味づけられており、ある局面の変化に対応して筋肉緊張が変化することを意味している。このことを瞬目発生に当てはめると、Phasicな瞬目とは短時間のサンプリングタイムで見た瞬目発生の変化を意味し、ある事象に伴って瞬目が抑制されたり促進されたりするというものである。数秒おきに呈示される刺激を処理する課題に従事しているとき、0.1秒単位のサンプリングタイムで見ると瞬目は情報処理の直前や最中は抑制され、情報処理へ終了とともに発生することが明らかにされている（Fukuda & Matsunaga, 1983; Fukuda, 1994; Fukuda, 2001; 福田, 2003; Morita, 2003; Pivik & Dykman, 2004）。

これまでの瞬目研究において、tonicな瞬目とphasicな瞬目は別々に取り扱われてきた。なぜなら、tonicな瞬目については、被験者を長時間の課題に従事させ、刺激と瞬目との時間的関連というよりは、時間経過とともに瞬目発生がどのように変動するか注目してきたのに対して、phasicな瞬目については、間欠的な刺激が呈示され、刺激の前後で瞬目発生がどのように変動するかというように刺激と瞬目の時間的関連に注目してきたからである（福田・山田・田多、1990）。このことから、tonicな瞬目とphasicな瞬目を同時に取り扱うような研究が必要となる。しかも、瞬目は非侵襲的な計測も可能な生理指標の一つなのでビデオによる自動解析も可能で（松尾・福田、1996）、さまざまな応用が可能である。

本研究の目的は、tonicな瞬目とphasicな瞬目について、これまでの瞬目研究を概観しながら

らどのような方面に応用が考えられるかを検討していくことである。

### 外因性瞬目

外因性瞬目に関しては、数多くの研究がある。その多くは条件づけ研究と驚愕性反射研究の2つに分けられるだろう。条件づけ研究においては、空気を吹き付けたり電気ショックを与えたりすることで反射的に瞬目が生じるため、空気の吹きつけや電気ショックを無条件刺激として、古典的条件づけが可能になる。たとえば、暗算課題を行っている被験者に対して0.25秒の電気ショックを無条件刺激、1秒間の音を条件刺激として条件づけをおこなったとき、課題負荷が大きくなるほど条件づけが起こりにくくなることが明らかにされている (Carter, Hofstotter, Tsuchiya, & Koch, 2003)。このような条件づけ研究では人間から動物までを幅広く研究の対象にできるという利点がある。

驚愕性反射研究においては、多くの場合、突然の大きな音を聞かせたとき、思わず身体をすくめるだけでなく瞬目が生じてしまう。このような瞬目を驚愕性瞬目反射 (Startle Eye Blink Reflex) と呼ぶ。この反射は、動物から人間まで等しく生じるので、同じ反射機能を使って驚愕を引き起こしているしくみを動物から人間まで調べることができる。この反射については、驚愕刺激のわずか数百ミリ秒前に発光ダイオードやクリック音のような微弱な刺激を与えると驚愕性反射が弱くなり、それより長い時間になるとその反射は強くなる。これらの現象を前パルス抑制 (Pre-Pulse Inhibition) と呼び、注意や感性とも関連があることが明らかにされており (山田, 2002)、驚愕性

反射を計測するための標準化もなされている (Blumenthal, Cuthbert, Filion, Hackley, Lipp, & Boxtel, 2005)。

### 内因性瞬目

われわれが通常行っている瞬目が外的要因のみで生じるのなら、1分間で1、2回発生すれば十分と言われている (Pivik & Dykman, 2004)。事実、1歳未満の乳児の瞬目は1分間に2、3回で瞬目をほとんどしないが、年齢が進むにつれ瞬目数は増え、7、8歳で1分間に20回前後になる (田多, 2006)。その後、高齢になるまで瞬目数は一定に保たれる (杉山・田多, 印刷中)。こういったことから、瞬目は目の乾燥や異物の侵入を防ぐためだけに生じるのではなく内因的な状態と関連しても生じていると考えざるを得ない。内因性瞬目の発生には疲労や情報処理が関係していると考えられるが、tonic瞬目やphasic瞬目とどのように関わっているのかについては、まだ完全に明らかにされているわけではない。

Sternら (1994) は、疲労と瞬目を関連づける際に、疲労を身体的疲労と精神的疲労に分けている。身体的疲労とは、身体的努力を積み重ねた結果、身体活動遂行能力の減少であり、それは筋肉痛や瞬発力の減少となって表れている。それに対して精神的疲労は、記憶に貯蔵された情報の想起や操作、課題遂行に必要な警戒能力の時間経過にともなう減少で信号の見落としやフォールス・アラームとなって表われる。特に精神的疲労は身体的疲労よりも回復が早いので、瞬目を測定する際、長時間の課題中に中断を入れるべきではないとしている。それまで多くの研究において課題の時間経過 (Time on

task) にもなう瞬目数に増加が見られる場合と見られない場合があったのは、課題中の中断が問題だったと Stern らは指摘している。これまで論争が見られた実験を中断なしに瞬目を記録すると、時間経過にもなう瞬目率の増加が見られたとし、論争に決着をつけている。

### 内因性瞬目における tonic 瞬目

瞬目発生が内的要因によって規定されているとするなら、内的な要因を変えることで瞬目数は異なるはずである。視覚的なビジランス課題に従事しているとき時間経過とともに瞬目は増加する (Carpenter, 1948; Stern, et al., 1994; Fukuda, Stern, Brown, & Russo, 2005)。とりわけ0.5秒以内の時間間隔で連続的に発生する瞬目 (瞬目群発) は時間経過とともに顕著に増加する (山田, 1991)。田中 (1999) は、覚醒水準と瞬目との関係についても検討し、課題従事時間が長くなり覚醒水準が低下するにつれて瞬目数は増加するが、あまりに覚醒水準が低下しすぎて睡眠間近になるとかえって瞬目数は減少することを明らかにしている。

朗読される詩に耳を傾けるなど外部に注意を向けているとき瞬目は抑制され、朗読された詩を思い出すなど内部に注意を向けているときは瞬目が多発する (Wood & Hassett, 1983)。課題の困難度については、計算課題の困難度は瞬目を増加させるが、視覚探索課題の困難度は瞬目数を変化させない (Tanaka & Yamaoka, 1993)。また Doughty (2001) は、それまでの瞬目研究を概観して、瞬目数に基準値というものはなく、課題内容によって瞬目数は上下するとしている。たとえば、読んでいるときは毎分  $7.9 \pm 3.3$  回、注視しているとき毎分  $14.5 \pm 3.3$  回、会話をしているとき毎分  $21.5 \pm 5.6$  回のように

瞬目数は変動する。このような事実の意味するところは、読書や注視課題のように外部に注意を向ける課題では瞬目は抑制され、計算処理や会話 (会話では外的注意と内的注意と言語運動反応が混在している) のように内部に注意を向ける課題では瞬目は促進されるということである。

tonic 瞬目を計測するときは、長時間課題の場合は中断を入れず、内部に注意を向けているか外部に注意を向けているかを明確に区別すべきであろう。tonic な瞬目に注目した場合、そこで発生した瞬目が情報処理過程の何と対応しているかを明確に関連づけることがむずかしい。その意味では関連づけの容易な phasic 瞬目が重要な意味をもつ。

### 内因性瞬目における phasic 瞬目

間欠的な刺激が呈示されている中で発生する瞬目について、Stern ら (1984) は、瞬目と刺激オンセットやキー押し反応との時間関係、あるいは瞬目とターゲットやミス刺激との時間関係を調べるべきだと主張している。この考えが phasic 瞬目である。Stern らの研究とほぼ同じ時期に、Fukuda & Matsunaga (1983) は、被験者に視覚あるいは音声課題に従事させ、被験者が刺激を待ちかまえているとき瞬目が徐々に抑制され始め、刺激を取り入れているときは完全に瞬目が抑制され、情報の処理直後において瞬目が発生することを明らかにしている。これらの研究がきっかけとなり、刺激と瞬目との関係を求める phasic 瞬目研究が盛んとなった。

Goldstein, Walrath, Stern, & Stroock (1985) は、200ms と 400ms の刺激の長さを弁別させ、200ms の刺激に指上げ反応を求めた。そのとき刺激の終了時から瞬目発生までの時間 (瞬目

潜時)を求めると、200ms刺激に対して瞬目潜時が有意に遅れ、これが意志決定と関連していると示唆した。Forgarty & Stern (1989)は、左右に配置された刺激への眼球運動(サッカー)を求め、目標物に向かってサッカーを起こすとき瞬目は起きにくい、目標物から元の位置に向かってサッカーを起こすとき瞬目が付随しやすいことを明らかにしている。このことは刺激の処理の重要性によって瞬目発生が異なることを意味している。また日本では、自己関連刺激(Ohira, 1995)、プライミング刺激(Ohira, 1996)、再認刺激(大平, 1998)に対する瞬目、最近では意味プライミング刺激(Ichikawa & Ohira, 2004)に対する瞬目について、刺激の持つ自己関連性や意味的重要性によって刺激直後の瞬目発生が異なることが明らかにされている。

キー押し反応と瞬目との時間的関連については、福田・松尾(1997)が、選択などの処理を必要としないキー押し反応時には瞬目が反応直後に発生するのに対して、複雑な処理過程を含めるとキー押し反応前に瞬目が発生することを報告している。このことは、phasicな瞬目が情報処理終了にともなって生じる瞬目とキー押しによる意志決定にともなって生じる瞬目に分けられるべきこと、しかもその瞬目発生が情報処理と意志決定という二つの段階に関連していることを示唆している。このようにphasic瞬目に注目すると、いろいろな認知過程と瞬目の関連が明確になる。

内因性瞬目についても一つ興味深いことは、瞬目によって目の前が暗くなったと感じないことである。瞬目による外界の視覚情報が遮断される時間は約200msである。光の点滅であれば、これよりはるかに短い50ms程度でさ

え気づくのに、瞬目による200msの暗闇には気づかないのである。このことについては、瞬目の前後で脳への光の入力が抑制されていることが明らかにされている(Volkman, Riggs, Ellicott, & Moore, 1982)。

こういったことから、情報が必要と判断されたときは瞬目が抑制され、情報が不要と判断されたときに瞬目が発生し、それが時間とともに変動すると示唆され、これらの瞬目活動は無意識のうちにコントロールされていることを意味する。

### ビジランス課題

ビジランス課題とは一種の監視課題で、たまに起こる事態に対して即座の反応が求められる課題でもある。車の運転は、前方を注視しながらハンドルとアクセル操作を継続する一方で複雑な情報処理を必要とする一種のビジランス課題である。たとえば、高速道路を運転しているとき、前の車との車間距離を調整しながら、ときどき出現する標識にも注意を向け、また必要に応じて車線を変更するためにサイドミラーを見ながらウィンカーを点滅させている。このように複雑な処理をしているにもかかわらず、長時間運転を続けていると、疲労が蓄積し眠気が襲ってくることもある。このような状況では、瞬目発生にも変動が生じるはずである。このような課題中においては、tonic瞬目とphasic瞬目の両方を取り扱う必要がある。

運転状況における瞬目を取り扱った研究において、時間経過に伴う瞬目発生のtonicな変化について検討した研究は見られるが、瞬目のtonicとphasicな変化の両者を検討した研究は数少ない。Tonicな変化に対応するものとして

は、瞬目数、瞬目持続時間の変化が考えられる。瞬目数とは、一定時間に起こる瞬目数で、通常一分間に起こる瞬目数を瞬目率 (Blink Rate) と呼んでいる。また、瞬目持続時間とは瞬目開始から瞬目終了までの時間を意味する。被験者に1時間程度のビジランス課題を行わせるとき、時間経過とともに瞬目数は増加し (Stern, et.al. 1994)、瞬目持続時間は長くなる (足立・濱田・中野・山本, 2004) ことが明らかにされている。

トラック運転シミュレーション時において事故の前後における瞬目を調べた研究 (Dukes, Boulos, Ranney, Stern, Rogers, Knipling, & Carroll, 1999) がある。インタラクティブな約2時間のトラック運転シミュレーションにおいて、トラック運転手にいろいろな運転操作 (ハンドル・ブレーキ) を求め、操作によっては事故 (車への衝突や歩行者をはねる) に56回巻きこまれてしまうようにプログラムされている。ここでは、瞬目についていくつかのことが明らかにされた。(1)平均より長い瞬目時間 (眼瞼が下降し始めてから最下端部に到達するまでの時間) が事故前において急上昇した。(2)0.7秒から2.4秒間の閉眼が事故前10秒間に生じた。このことは、運転中において閉眼時間が長くなると事故と結びつきやすいことを示唆している。

Fukudaら (2005) は、画面内の左右いずれかの周辺に2秒ごとに400ms間呈示される数字刺激の中から指定された数字に対して反応を求める約1時間のビジランス課題において、時間経過とともに増加する瞬目に対して、刺激との時間関係を調べた。その結果、周辺刺激を注視したまま瞬目をすることは時間経過とともに減っていくのに対し、周辺刺激から中心に目を戻すときの瞬目、周辺刺激に目を向けようとする

ときの瞬目は時間経過とともに増えていくことを明らかにしている。すなわち、時間経過とともに減少していった瞬目は、課題への取り組みに慣れてきたためと考えられたのに対して、時間経過とともに増加していった瞬目は疲労によるものだろうと推論された。

このような知見から推察されることは、事故と直結しやすい信号や標識の見落としと Phasicな瞬目変化が関係するというのである。瞬目に関するパラメータについてはかなりのことが明らかにされているにもかかわらず、運転状況で用いられている瞬目パラメータは、瞬目数や瞬目持続時間といった tonicな変化に過ぎない。

運転中は、それまでスムーズにこなしていた動作に異変が起きることが少なくない。そのようなとき、自動車をコントロールしている動作にはさまざまに逸脱した変化が生じると予想される。とくに周辺刺激に目を向けてどのように対処すべきかの意志決定が求められる。そのときの対処の内容によって瞬目発生にも変化が現れると予想される。それらを明らかにするためには、長時間にわたるビジランス課題中の反応パターンと瞬目パラメータの tonicおよび phasicな面がどのように関連しているかを明確にする必要がある。

### 今後の研究の方向性

これから自動車運転研究に瞬目活動はどのような応用が可能だろうか。自動車運転は、周りの状況 (速度、車間、信号、標識、車、人など) を読みとりながら、その場に合った複雑な動作を長時間にわたって行うという一種のビジランス多重課題である。これまでは tonic瞬目

に焦点を当てた研究が主であった（Sternら、1994；足立ら、2004）。これらの研究は、運転の時間経過とともに瞬目数が増加し、瞬目持続時間が長くなるというものである。しかしながら、運転中は単調な課題を連続的に遂行しているだけでなく、ときどき出現する刺激を処理する課題でもある。その意味でも、これからはtonic瞬目とphasic瞬目の両面から見ていく必要があるだろう。たとえば、周辺に呈示される標識の認知と瞬目との関連は重要な指標となる。Fukuda（2006）は、画面内の周辺部に間欠的に呈示される刺激の持続時間を操作して、指定された刺激にキー押し反応を求めたときの瞬目を調べている。その結果、刺激時間が長くなると瞬目発生も遅れること、刺激の検出率が低下しても瞬目は発生し続けることを明らかにしている。但し、検出できなかった刺激に対する瞬目は調べられていないので今後の課題である。これらのことは、たとえば交通標識の確認と瞬目発生という形で応用可能だろう。すなわち、重要な交通標識が現われたにも関わらず、その後に瞬目が発生しなければ、その標識に注意が向いていなかったと推論できる。

実験実施について、いきなりフィールド場面で行うのではなく、実験室の中で厳密に統制された実験を行い、どのような要因が瞬目活動と結びつき、瞬目活動がどのような運転場面に応用できるかを明らかにした後、フィールド実験を行う必要があるだろう。多くの研究が運転シミュレーション場面でハンドル操作を行わせたり（足立ら、2004）、ハンドル操作に加えて刺激呈示に対してキー押し操作を求めたり（清水・谷田・楠見・松永・志堂寺・松木、2004）といった課題である。足立ら（2004）は、時間経過とともにハンドルの横変位が大きくなるに

つれて瞬目持続時間が長くなることを明らかにしている。phasic瞬目はキー押し反応や情報処理にとともに発生しやすいので、あまりに多くの課題が混在してしまうと、どの刺激が瞬目と関連するかが不明確になってしまう。その意味でも、厳密に統制された実験が必要である。今後、tonic瞬目とphasic瞬目を統合した研究が期待される。

## 引用文献

- 足立和正・濱田尊裕・中野倫明・山本新（2004）「ドライバの意識低下検知のための動画像処理によるまばたき計測」*IEEJ Trans. EIS*, 124(3) 776-783.
- Blumenthal TD, Cuthbert BN, Filion DL, Hackley S, Lipp OV, & Buxton AV, (2005) Committee report: Guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology*, 42, 1-15.
- Carpenter A, (1948) The rate of blinking during prolonged visual search. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 587-591.
- Carter RM, Hofstotter C, Tsuchiya, N, & Koch, C. (2003) Working memory and fear conditioning. *Proceedings of the National Academy Sciences of the USA.*, 100(3), 1399-1404.
- Doughty MJ, (2001) Consideration of three types of spontaneous eyeblink activity in normal humans: during reading and video display terminal use, in primary gaze, and while in conversation. *Optometry and Vision Science*, 78, 712-725.
- Dukes T, Boulos Z, Ranney T, Stern JA, Rogers W, Knipling R, & Carroll R, (1999) Eye-activity measures of fatigue and napping as a fatigue countermeasure. *Final report of Federal Highway Administration* (FHWA A-MC-99-028) 1-65.

- Forgarty C & Stern JA, (1989) Eye movements and blinks: their relationship to higher cognitive process. *International Journal of Psychophysiology*, 8, 35-42.
- Fukuda K, & Matsunaga K, (1983) Changes in blink rate during signal discrimination tasks. *Japanese Psychological Research*, 25, 140-146
- 福田恭介・山田富美雄・田多英興 (1990) 「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* 6(1), 47-54.
- 福田恭介 (1991) 「まばたきの分類と役割」 田多・山田・福田 (編) *まばたきの心理学* 北大路書房 2-7.
- 福田恭介・松尾太加志 (1997) 「キー押し反応に伴う瞬目」 *福岡県立大学研究紀要* 6, 101-109.
- 福田恭介 (2003) 「選択的注意と自発性瞬目に関する心理学的研究」 平成12-14年度 学術振興会 科学研究費補助金 (基盤C) 研究成果報告書
- Fukuda K, Stern JA, Brown TR, & Russo MB, (2005) Cognition, Blinks, Eye-Movements, and Pupillary Movements During Performance of a Running Memory Task. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 76(7), Section 2, C75-C85.
- Fukuda, K (2006) Blink Activity During Peripheral Stimuli of Different Duration. *The 13th World congress of Psychophysiology* Pp.300-301.
- 福田恭介・早見武人・志堂寺和則・松尾太加志 (2006) 「刺激認知と瞬目発生」 *日本心理学会第70回大会発表論文集* p.473
- Goldstein R, Walrath LC, Stern JA, & Strock BD, (1985) Blink activity in a discrimination task as a function of stimulus modality and schedule of presentation. *Psychophysiology*, 22, 629-635.
- 早見武人・志堂寺和則・伊良皆啓治・福田恭介 (2006) 「簡易型タキストスコープの性能評価」 第2回日本生体医工学会 生体情報の可視化技術研究会
- Ichikawa N, & Ohira H, (2004) Eyeblink activity as an index of cognitive processing: temporal distribution of eyeblinks as an indicator of expectancy in semantic priming. *Perceptual & Motor Skills*, 98(1), 131-140.
- 松尾太加志・福田恭介 (1996) 「ビデオ画像記録による瞬目自動解析システムの開発」 *生理心理学と精神生理学*, 14, 17-21.
- Morita K, (2003) Development of an evaluation method for estimating information processing time based on blink latency. *Transportation of the Society of Instrument and Control Engineers*, 39(4), 315-324.
- Ohira H, (1995) Analysis of eyeblink activity during self-referent information processing in mild depression. *Perceptual and Motor Skills*, 81, 1219-1229.
- Ohira H, (1996) Eyeblink activity in a word-naming task as a function of semantic priming and cognitive load. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 835-842.
- 大平英樹 (1998) 「再認における過程分離手続きの処理メカニズム—反応潜時および瞬目による検討と3過程モデル—」 *心理学研究*, 69, 449-458.
- Pivik PT, & Dykman RA, (2004) Endogenous eye blinks in preadolescents: relationship to information processing and performance. *Biological Psychology*, 66(3), 191-219.
- 清水春美・谷田公二・楠見昌司・松永勝也・志堂寺和則・松木裕二 (2004) 「瞬目に関わる指標による認知・反応時間遅延発生状況の推定の試み」 (社)自動車技術会学術講演会前刷集 No.51-04, 7-10.
- Stern J, Walrath LC, & Goldstein R. (1984) The endogenous eyeblink. *Psychophysiology*, 21, 22-33.

Stern JA, Boyer D, & Schroeder D, (1994) Blink rate: a possible measure of fatigue. *Human Factors* 36, 285-297.

杉山敏子・田多英興（2007）「成人における内因性瞬目の年齢差と性差」生理心理学と精神生理学（印刷中）

田多英興（2006）「内因性瞬目の個体・系統発生に関する研究」平成12～14年度科学研究費補助金基盤研究（C）報告書

Tanaka Y, Yamaoka K, (1993) Blink activity and task difficulty. *Perceptual & Motor Skills*, 77, 55-66.

田中裕（1999）「覚醒水準と瞬目活動」心理学研究 70(1), 1-8.

Volkman FC, Riggs LA, Ellicott AG, & Moore RK, (1982) Measurements of visual suppression during opening, closing and blinking of the eyes. *Vision Research*, 22, 991-996.

Wood J, & Hassett J (1983) Eye blinking during problem solving: The effect of problem difficulty and internally vs. externally directed attention. *Psychophysiology*, 20, 18-20.

山田富美雄（1991）「意識・活動水準の低下とまばたき」田多・山田・福田（編）まばたきの心理学 北大路書房 158-195。

山田富美雄（2002）「瞬目による感性の評価－驚愕性瞬目反射と自発性瞬目による感情評価－」心理学評論. 45, 20-32.