

内因性瞬目の年齢差と性差

—— 単独瞬目率・左右眼瞼の動きの同期性・
瞬目群発率・時間分布の解析 ——

杉 山 敏 子

1. はじめに

本研究で扱う主題は、明白な生起因が存在しないいわゆる内因性（自発性）瞬目（Stern, et al., 1984; Pivik & Dykman, 2004）の個体発生的な発達過程を検討することである。個体発生的な発達過程を検討することは、瞬目行動の機構の理解や、よく知られている瞬目の個人差の由来の解明にも役立つと考えられる。

多くの先行研究において、瞬目は、認知的要因、情動的、覚醒水準、状態変数、年齢、性、などの多様な要因に影響を受けることを示されてきた（Ponder & Kennedy, 1927; Hall & Cusack, 1972; Stern, et al., 1984; Stern, et al., 1996; Zametkin, et al., 1979; Bentivoglio, et al., 1997; Tecce, 2007; Bacher & Smotherman, 2004b; Bacher & Allen, 2009）。本研究でこれらの要因をすべて統制することは事実上不可能である。しかし、現実的には、暫定的にでも性差を含めたそれぞれの年齢集団毎の基準となる値が必要である。特に、ある種の病理集団の瞬目の特徴を記述する研究が多数見られるが、その際比較の基礎として選ばれる健常な統制群の基準となる値は、必要不可欠の基本的な資料であろう。正確な基準値が確立していなければ、研究ごとに都合の良い恣意的な対照用の値を使うことになり、客観的で正確な比較作業自体が成立しない（田多・杉山, 2006）。

先行研究における乳幼児の瞬目研究の多くは、反射性、条件づけ、あるいは衝突（Collisions）に関する研究であり、乳幼児の内因性瞬目を扱った研究は数少ない（Bacher & Smotherman, 2004a; Bacher & Smotherman, 2004b; Bacher, 2010）。その中で、新生児から高齢者までの生涯発達を扱った研究は、検索できる限りでは2論文（Knorr, 1929; Zametkin, et al., 1979）だけであり、しかもその結果の内容は相互に異なっている。

瞬目の性差についても研究ごとに同様の混乱が見られる。ある研究では男性に比べて女性の方が高い瞬目率を示すとする（Zametkin, et al., 1979; Stern, et al., 1996; Bentivoglio, et al., 1997）のに対して、性差はないとする指摘（Norn, 1969; Yolton, et al., 1994; Doughty, 2001）もある。さらには、全く逆の結果、つまり男性の方が女性よりも瞬目が多い、とする報告（Yolton, et al., 1994; Doughty, 2001; Pivik & Dykman, 2004）さえある。

以上のように、瞬目率の年齢的变化、性差についても意見が一致していないが、さらに内因性瞬目の瞬目率以外のパラメータについての分析はほとんどなされていない。瞬目を測度として利用する場合に情報量を有効に分析するためにも、これらの群間比較による研究の基礎となる有用なパラメータについても標準となる値を確立しておく必要がある。

瞬目のパラメータの正確な検出と計算のための方法として、本研究ではビデオ視聴時のデータ収集の方法を採用した個人に固有の基準値となる。休息期中性的な条件としては少なくとも、静かで、声なし（会話は瞬目率を上昇させるといふ報告は多い、例えば Knorr, 1929; Doughty, 2001）、リラックスした（興奮していない）、開眼、頭部や身体の動きなし、そしてこの状態を少なくとも数分間は維持する、などの条件は必須である。Doughty らの研究では、彼らは被験者に対して標的を最低5分間注視することを強いている（Zaman & Doughty, 1997; Doughty, 2002; Doughty & Naase, 2006）が、5分間も注視点を凝視することは不自然で、結果として瞬目の抑制を強いることになる。その意味では注視を課す視的課題はよい課題ではない。しかし、5分間も上記の条件を維持するには、これに近い条件でないと実現できないことも現実である。特に、頭部や身体の運動を5分間も止めていることは、年少の幼児では難しい。さらに、3ヶ月児から93歳の高齢者までに同じ課題を与えることが最も困難な条件であり、最終的に、現段階ではもっとも適切な方法として、後述するような方法を採用することになった。

本稿の実験結果の中で瞬目率とその持続時間については、先に発表した2つの論文（杉山・田多, 2007; 杉山・田多, 2010）において報告した。本稿では、瞬目率以外のパラメータ（単独瞬目、左右眼瞼の同期、群発瞬目率、時間分布）について報告する。

2. 方 法

1) 実験協力者

3ヶ月児から90歳代までの1,400名以上のデータを分析した。協力者は3ヶ月児から3歳児までは保健センターで行われる乳幼児健診に訪れた乳幼児で、3ヶ月児71名（女性25名、男性36名）、1歳児68名（女性34名、男性34名）、3歳児86名（女性44名、男性42名）であった。5歳児は大学に附属する幼稚園児と市内にある児童館に通っている幼児187名（女性97名、男性90名）、9歳と13歳の小学生・中学生は地方都市の公立小学校・中学校の児童・生徒で、9歳は135名（女性65名、男性70名）、13歳121名（女性59名、男性62名）であった。16歳は大学附属の高校に在学している高校生92名（女性44名、男性48名）であった。20代から50代の協力者の職業は、看護師、病院事務、放射線技師、自動車販売会社の社員、高等学校の教員などであった。20歳代105名（女性54名、男性51名）、30歳代86名（女性39名、男性47名）、40歳代99名（女性62名、男性37名）、50歳代77名（女性40名、男性37名）。60代以上の高齢者群は退職者か主婦が中心であったが、週に数回高齢者のための活動に集まるさまざまなキャ

リアを持つ健康な人々であった。60歳代 82名（女性 53名，男性 29名），70歳代 106名（女性 60名，男性 29名），80歳以上 62名（女性 42名，男性 20名）。コンタクトレンズ装着の瞬目に対する影響については，影響がないとする研究者もいる（Yolton, et al., 1994）が，多くの研究者は装着によって瞬目率が増加する（Carney & Hill, 1984；Tada & Iwasaki, 1984；杉山・田多, 2007）としているため，コンタクトレンズは外して眼鏡を装着してもらった。

2) 倫理的配慮

実験を依頼する際に，先ずその施設の責任者に実験内容，実施方法を説明し了解を得た。さらに，3ヶ月児から3歳時までは家族に対して実験の目的と方法を説明した。特に3歳児に対しては「お顔を撮らせてね」とだけ説明を行っている。5歳以上の実験協力者には実験開始前に実験の方法を説明し，目的については「眼の動きについての調査」と説明し，承諾を得られた人だけに実験の協力を依頼し実施した。実験終了後に瞬目研究について説明を行った。

実験への参加は個人の自由意思に基づき，実験の中断，拒否も可能とした。実験で得られた情報は，全て数値化し個人が特定されないようにした。また，実験により知り得た情報は，研究以外の目的では使用せず，研究者によって厳重に管理し，研究終了後速やかに破棄する。

3) 課題

3ヶ月児から3歳児の乳幼児については，機嫌よく安静にしている場面においてデータ収集を行った。5歳児以上の実験協力者に対しては，均一の実験条件を設定する目的で同じ課題を課した。課題刺激はドイツの古い町並みを写しているビデオを3分間に編集した映像で，背景音楽はモーツアルトのアイネ・クライネ・ナハトムジークと鐘の音である。課題は3分間そのビデオを観ることである。協力者への教示は「ビデオを流しますので，画面を3分間眺めてください。できるだけ頭を動かさないようにしてください。」とだけ伝えた。瞬目率を得るために5分間記録する例も近年出てきた（Doughty, 2002）が，データ収集開始時（1999年）はまだ3分間でよいという説が一般的だった（Zaman & Doughty, 1997）ため，この研究では3分間の課題とした。5歳以上の実験では，一度に1名から6名一組で実験を行う集団実験であった。

4) 記録装置と実験室

実験協力者の瞬目を記録するために，一人につき一台のデジタルビデオカメラを使用した。カメラは民生用のデジタルカメラで，1秒間30フレームの精度である。3ヶ月児から3歳については，保健センターの1室で撮影を行った。3ヶ月児の場合は乳児が機嫌よく覚醒している状態で床に座布団を敷きその上に仰臥位に寝かせ，20度ほど斜め前方約1mのところからビデオ撮影を行った。1歳児の場合は，母親の膝に児の顔が正面に撮影できるような位置になるように抱かれる状態で，約1mの距離から撮影を行った。3歳児の場合には母親（あるいは父親）膝の上に

抱かれた状態で、保健師に幼児と母親（または父親）との問診の場を顔が正面から撮影できるような位置で、距離はおよそ1m付近から撮影を行った。いずれの場合も動きが激しい場合や、途中で機嫌が悪くなった場合には途中で中断し、機嫌がなおり安静にしている場面を撮影した。一人の実験協力者に対して安静な場面が累計総時間で3分間になるように撮影を行った。

5歳以上の実験協力者の実験場所は、所属している幼稚園、児童館、小学校、中学校、高等学校、大学、さらに職場や保健センターでそれぞれの施設で許される範囲の部屋を使用した。場所の条件によって、14-20インチのテレビに刺激を提示し、その前に距離が均等になる位置に1-6脚の椅子を配置した。また、デジタルビデオカメラを三脚に固定し、実験協力者からおよそ1.5mの位置にセットした。撮影の前に画面に顔全体が入るように調整した後、録画ボタンを押して映像が終了するまでそのまま録画を続けた。

5) ビデオ画像解析

5歳児以降の実験協力者に対しては、ビデオに収録された瞬目映像はコンピュータ（Sony VGC-RA72PS（Pentium4 CPU 3.8 GHz, メモリー 1 GB, HDD 800 GB × 2））に Sony DVGate (NTSC方式) によって画像を取り込んだ後、DITECT社製の運動解析ソフト Dipp Motion 2D（このソフトはさまざまな運動の解析を目的にして開発されたものであるが、今回はさらに特注で瞬目検出機能を加えた）によって虹彩の重心を座標化した。また同時に顔の動き（主に耳）も座標化し、その後座標化された虹彩の重心から顔の動きを座標上で減じることによって、眼瞼の運動に相当する波形を得た。この波形は眼球電図と同様の形状を示す。このソフトは基本的に全て自動検出のためのソフトである。しかし、なお種々のノイズなどによりいくつかの検出ミスもあるため、さらにそこから得られたデータはもうひとつの独自に開発したソフト（水野ソフト製 Event Marker）によって、実際のビデオ映像と Dipp Motion2D から得られた波形とを照合しながら瞬目を確認し、修正が必要な場合には、手動で検出瞬目の編集（追加、除去、波形の修正など）を行って、最終的な瞬目として同定した。その際眼瞼によって完全に瞳孔が覆われたものを1回の瞬目として確認した。瞬目と同定すると上記のソフトによって自動的に下記の瞬目測度が算出される。なお、3ヶ月児から3歳児については、動きが激しいため Dipp Motion2D での解析は難しく、コンピュータに瞬目映像を画像取り込み後、直接 Event Marker でビデオ映像を見ながら瞬目の発生ごとに閉瞼・開瞼に要したビデオのフレーム数を目視で計測した。

6) 瞬目行動の諸測度

瞬目行動のパラメータとして以下のものを分析した。

(1) 単独瞬目率：これは頭部運動と連動しないで生じた瞬目比率であり、Stern, et al. (2005) によると、眼球や頭部運動と発声条件と黙読の条件とでその運動量を比較すると、子どもでも大人でも発声条件の方が運動量は多くなり、自国語と外国語を読ませる場合とでは後者の

運動量が増すという。つまり、視覚運動系は他の運動系との連動が生じやすく、それは発達初期ほどその傾向は観察され、課題の困難度とも相関することが知られている。

(2) 左右眼瞼の同期の程度あるいは優位側性（フレーム単位での左右眼瞼の運動の生起のずれの程度、1フレーム以上（33 ms）の差があったときに非同期とした）協力者毎の傾向を知るために、協力者毎の全瞬目の両眼の開始時間の差を平均して、協力者毎の瞬目開始時間のずれ、0 ms のものは同期として取り扱った。瞬目時の左右眼瞼の開始時間や速度の違いなどを比較した研究は、顔面神経麻痺の患者（小松崎, 1987）あるいはネコ（Spildalieri, et al., 1997）を対象にした研究、健常者の随意性あるいは反射性の瞬目（Kassem & Evinger, 2006）について検討されている。個人固有の個性的行動として眼瞼運動の非対称が今後の瞬目指標の測度となる可能性もあるので、本稿では探索的な意味でこの検討を試みた。

(3) 群発瞬目率（一秒間に3回以上生じた瞬目の比率）、瞬目の群発は、Blink Burst や Flurry という名称で興味をもたれているが、詳細についてはよく知られていない。その中で、“瞬目の群発と連続した閉眼は2つの神経学的状態の特徴的徴候である（Bentivoglio, et al., 1997）”という記述の根拠を探るために今回の分析を行った。また、普通の瞬目は1回の瞬目であるが、2回、3回と0.5秒以下の間隔で連続するようなさまざまな回数の瞬目が発生することもある。

(4) 瞬目の時間分布：3分間のビデオ観察中の瞬目率の変化を時間軸に沿って解析したものである。この分析は時間分布法とでもいえる方法（Hall, 1945；Fukuda & Matsunaga, 1983；Stern, et al., 1984；Pivik & Dykman, 2004）に則っている。これらの方法は通常は秒単位の変化について論じた研究が多いが、本研究ではこれを更にもっと長い3分間という持続的な時間に拡大して当てはめた分析であり、さらにまた瞬目率は興味の関数になると言う仮説に基づいている。つまり先行研究によると、興味深いシーンでは瞬目は抑制され、単調な場面では増加する（田多, 1983）からである。

統計処理には、SPSS15.0JのBase System およびAdvanced Modelsを使用した。

3. 結 果

1) 単独瞬目率 (Figure 1)

5歳以上の年齢集団におけるビデオの観察条件では頭部運動が同期する例は見られなかったため、この解析は、3ヶ月児、1歳児、3歳児以外の年齢集団には適用できなかった。そのため、3ヶ月児、1歳児、3歳児のみ3群の結果である。この3年齢集団においてFigure 1のように、加齢に伴って瞬目率の急速な増加とともに、単独瞬目率の占める比率の急激な増加も観察できた。2要因による分散分析（頭の動きに対する同期・非同期の2条件と3年齢群）を施すと、交互作用（ $F(2,222)=6.05, p<0.01$ ）が有意であった。そこで単純主効果をみると頭の動きに対する同期（ $F(2,222)=12.81, p<0.01$ ）と非同期（ $F(2,222)=11.00, p<0.01$ ）のともに有意であり、つまり、加

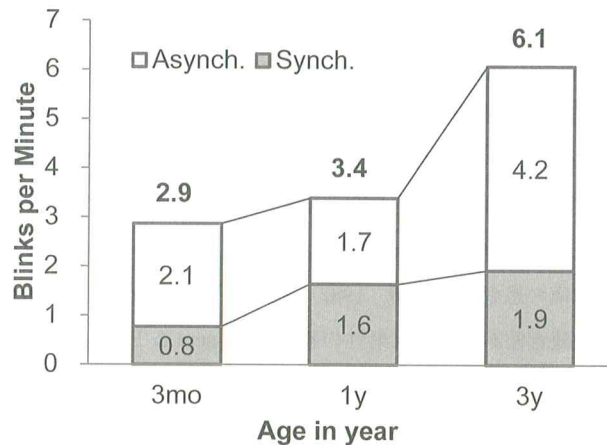


Figure 1 Increase of whole blink rates and the relative decrease of synchronization ratios (sole blink rate) with head and eye movements as a function of age groups in the youngest three age groups.

齢によって頭の動きに同期する瞬目も同期しない瞬目も増加するが、頭の動きに同期しない単独瞬目がより大きな割合で増加することを意味している。

2) 瞬目時の眼瞼の左右の同期性 (Figure 2)

従来瞬目行動での両眼瞼の同期について言及した研究は見られない。そこで、この同期がどのくらい正確に行われているかについて検討するために、左右眼瞼の速度の違いを計測した。その速度の計測はビデオの解析に基づく測定であるから、フレーム (33 ms) 単位になる。つまり、左右眼瞼の一致または遅れをフレーム単位で算出した。具体的には、個人ごとに、右の眼瞼の開始時間から左の眼瞼の開始時間を引いて、その差を算出した。したがって、プラスになれば右眼瞼が左眼瞼よりもその時間だけ早く動き出し、マイナスになれば左眼瞼の方が速い、ということになる。平均して 33 ms 以下の数値の場合は完全同期ということになる。その結果は、どの年齢集団でもほぼ完全な同期をしていることが明らかになった。実際、性と年齢の 2 要因の分散分析によると、性要因の主効果 ($F(1,1078)=0.88, ns$) も、年齢要因の主効果 ($F(10,1078)=1.49, ns$) も、そして交互作用 ($F(10,1078)=0.57, ns$) も、すべて有意な傾向は見られなかった。Figure 2 に見るように、左、右の先行した側の比率と差のない同期した比率は、それぞれ、 35.5 ± 14.9 、 33.2 ± 14.1 、それに $29.3\pm 12.7\%$ であった。つまり、いずれも極めて拮抗した値で、個々の瞬目では多少の時間の差があったとしても、全体でならずとほぼ完全な同期をしていると考えてよい。つまり、瞬目については側性の優位性は認められないといえる。

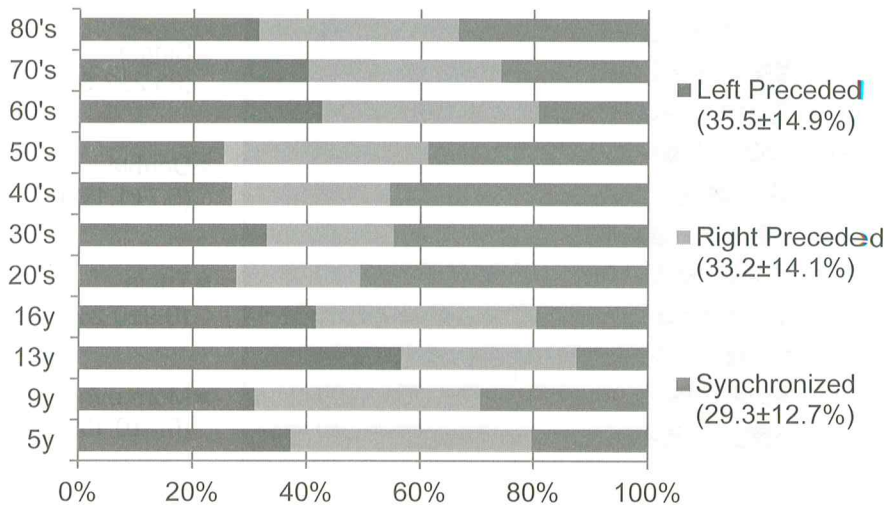


Figure 2 Synchrony percent of both eyelids as a function of age groups : Quotation are the averaged percents of each category)

3) 瞬目群発 (Figure 3)

前述したように、群発瞬目とは1秒間に3回以上生起する瞬目を指すが、Figure 3には、その密度の濃淡を検討するために、シングル瞬目（1秒間に1回以内の瞬目）、ダブル瞬目（1秒間に2回の瞬目）、トリプル瞬目（1秒間に3回の瞬目）そしてそれ以上の回数の群発瞬目群に分けてその頻度分布傾向を示した。群発瞬目の構成比は各年齢群を通じて約7%程度であるが、統計的に年齢群間の差を見ると、有意な差が認められた ($\chi^2(20)=134.96, p<0.001$)。全体の平均値は、93.2%±2.5%（シングル瞬目）、5.7%±1.1%（ダブル瞬目）、0.9%±0.2%（トリプル瞬目）、そして0.3±0.1%（トリプル以上の群発瞬目）。面白いことに、群発瞬目の最高発生率は9歳群と70歳群に見られた。

4) ビデオ観察中の瞬目の時間分布 (Figure 4・5)

Figure 4と5は、3分間のビデオ観察中の瞬目率の変化を、それぞれの群毎に時間軸に沿って加算平均した結果である。この分析は前述したように、時間分布法とでもいえる方法とさらにまた瞬目率は興味の関数になると言う仮説に基づいている（田多, 1983）。つまり先行研究によると、興味深いシーンでは瞬目は抑制され、単調な面白くない場面では増加する（田多, 1983）と言われているが、本研究でもこの事実が年齢集団の違いでも確認されたといえる。図4に見るように、第一に全体の瞬目率の水準の違いがあり、5歳児（15.3±10.2）、60歳代（20.9±14.7）、20歳代（23.0±14.2）の順になっている。次に、年齢によって同じビデオ刺激でも瞬目の減る場面と増える場面とが異なることが分かる。特に5歳児と20歳代の青年との間に差が目立ち、減る場面と増え

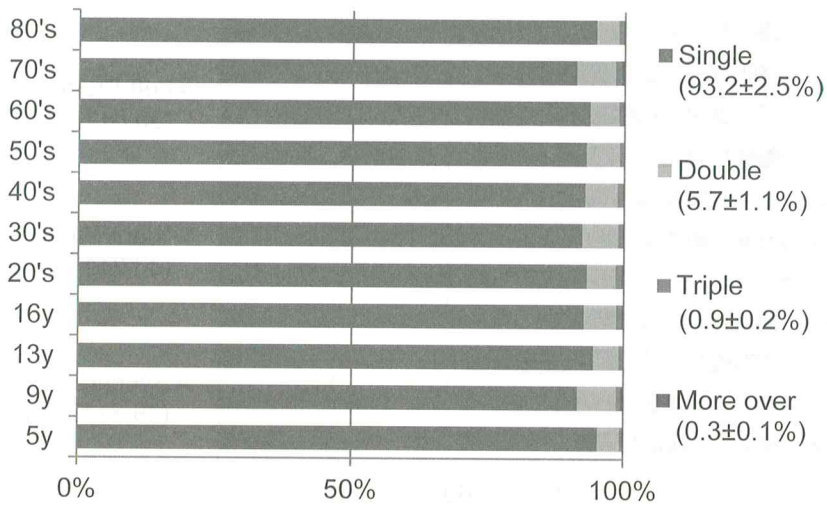


Figure 3 Flurry percent as a function of age groups : Quotations are the averaged percents of each category)

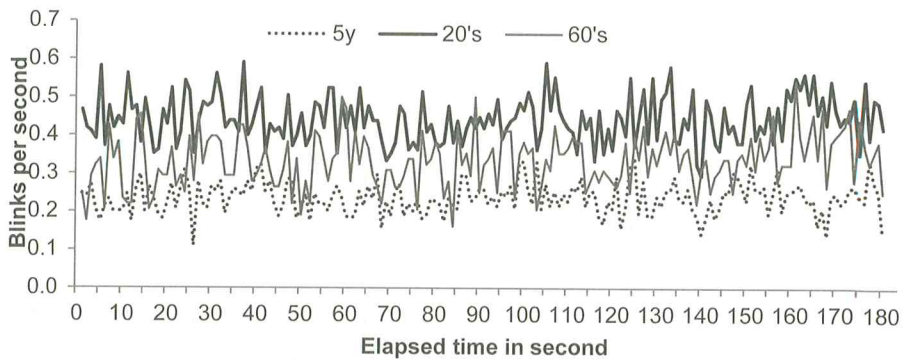


Figure 4 Temporal distributions of eyeblinks in the course of 180 sec video watching in three age groups.

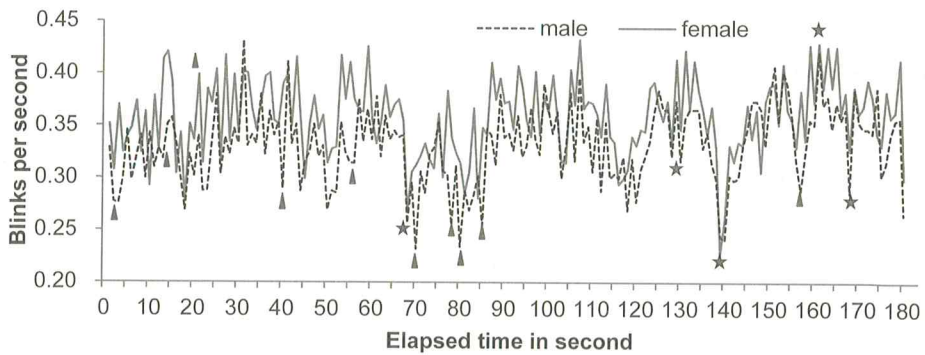


Figure 5 Temporal distributions of eyeblinks in the course of 180 sec video watching in gender groups. Star marks indicated the synchronized points between male and female and triangle indicated the points which were statistically significant different at the 0.1% level between male and female.

る場面が極端に違うことが分かる。年齢による興味の違いを反映するものであることが示唆されている。

この差は性差にも見られ、Figure 5はその性差を示す。星印は性差がなく一致して増減した場面であり、三角形は興味の有意な性差が認められた場面である。このデータの中で一般的にいえば、女性は人の顔に興味があり瞬目が抑制される傾向が見られるが、男性は無生物（例えば教会の鐘）の時に抑制される傾向が見られるといえる。

4. 考 察

本研究では、発達初期に瞬目頻度とともに単独瞬目率の急速な増加が観察された。単独瞬目率という測度はまだ先行研究の論文には登場したことがないため、この結果の解釈や意味づけは現段階では難しい。何らかの身体の動き、特に人の場合は眼球運動との連動あるいは随伴する内因性瞬目は視覚情報処理から言えば極めて合理的である。ところが、生後間もない乳児の極めて限られた頻度の瞬目であるにも関わらず、さらにこれらの連動した瞬目が高い比率を示すと言うことは、情報処理の効率を優先する傾向を示すことを意味するかも知れない。発達に伴って急速に情報処理としては効率の悪い高頻度の瞬目率に移行し、かつ頭や身体の動きに関係のない単独の瞬目になることは極めて効率の悪い情報処理を敢えて選ぶことになる。その意味は一体何であろうか。現段階では手がかりは多くないが、唯一考えられるヒントは表情としての瞬目の研究を進めている一部の社会心理学的研究にある。高頻度の瞬目の印象はあまり良くない、などの研究である（大森ら、1997）。まばたきが表情としてもある役割を果たしているとする、動きが多いと曖昧になるから、できるだけ動きの少ない状態で相手に伝えることが肝要であろう。そうすると、他の運動とは独立に機能することが望ましい。単独瞬目はそのために発達した静止あるいは正視状態の瞬目といえる。これは霊長類の瞬目においても見られ、樹上生活のサルよりは地上生活のサルたちに単独瞬目が多く見られることが観察されている（Tada, et al., 2008）。樹上生活のサルよりも地上生活のサルの方が表情としての意味が大きくなる、あるいは地上性は体格においても格段に優位になるために見張り（Vigilance）の比重が小さくなると考えられるからである。

左右眼瞼の同期の程度あるいは優位側性の研究は、過去には、ヒト（Bender, et al., 1969 ; Kennard & Smyth, 1962 ; Petrikovsky, et al., 2003）と動物（Spidalieri, et al., 1997）の反射性と随意性瞬目で検討されてきた。内因性瞬目についてのこの問題の検討はほとんどなく、例外的な研究として、てんかん患者の内因性瞬目では右の眼瞼が左の眼瞼より早くなる傾向が報告されている（Tada, et al., 2004 ; Tada & Sugiyama, 2006）。逆に、健常な成人では、ビデオデータでも眼電図のデータでも、典型的には極めて緊密に同期していることが報告されている（Tada & Sugiyama, 2006）。本研究は、これらの先行研究の報告を確認するもので、どの年齢集団でも同期の程度はほとんど差がないことを報告したことになるが、特にその同期の正確さ、あるいは優位側性

がないという現象は多くの人体の運動の中では特異的で、かつその精密さは驚異的なものであることも示唆している。

群発瞬目は疲労や眠気などの内的状態 (Stern, et al., 1994), あるいは鬱 (Schwartz & Stern, 1968), あるいはある種の神経心理学的疾病 (Tinuper, et al., 1989) の指標として検討されてきたが、従来の研究では各年齢集団内でのこの群発瞬目の出現率を検討した研究は見当たらない。本研究ではこれについての試案的な標準値を提供したことになる。Figure 3にあるように、各年齢段階とも群発瞬目の出現率は7%を超えることはないことが分かるし、この希少性はこの指標が何かの心理的状态や病態の指標として利用できる可能性を示唆しているかも知れない。

本研究は、5歳児以上のどの年齢集団においても、比較的大きな標本で、課題を課して遂行された。しかし、なお、これらのようなパラメータの結果は試案的なものである。瞬目は、使用された視的課題の制限、協力者の集団としての特性、協力者に与えられた情報、さらには現代まだ知られていない、例えば文化差のような多様な要因で影響を受けるので、追試によって確認する必要があるからである。

先行研究では、瞬目は誕生時には極めて低頻度であるが、青年期までに安定して増加し、それ以後はこの率を成人期を通して維持する (Zametkin, et al., 1979) とか、あるいは20歳以後は減少する (Knorr, 1929) と報告がある。筆者の研究 (杉山・田多, 2007; 杉山・田多, 2010) において、全体的には前者の報告と一致するが、次の2点において異なる。第1は、本稿の成人日本人による基線瞬目率は、視覚課題による結果にもかかわらず、欧米人のそれよりもやや高いということ。第2は、瞬目率の増加率の安定するプラトーに達する年齢が異なることである。Zametkinら (1979) の研究では、20歳前後が高原に達する年齢としているが、我々のデータでは約10年も早い10歳前後となった。

最近の研究では、10歳前後の前思春期における認知機能と瞬目の発達とは成人のものと近似することを報告して (Pivik & Dykman, 2004), 瞬目の機能は発達の前思春期までに既に成熟していることを示唆する証拠を提示しているのである。さらに、Sutton (1958) はウインクの機能が10歳を境にして違いがあることも指摘している。これらの報告はおおよそ10歳前後が成人の瞬目活動への発達にとって臨界期であることを示唆するものといえる。サンプル数などの方法論上からもまた上記の理論上からも、9~10歳でほぼ完成するというデータの方が20歳をピークとする説よりも説明しやすいように思える。

さらに、近年の研究では、上述した認知的発達の基礎にドパミンが機能していることを明らかにし実質的な発展が見られる。瞬目率は、特に臨床研究で、中枢性のドパミン機能の信頼性の高い指標になることが一貫して報告されてきた (Stevens, 1978; Karson, 1979; Karson, et al., 1981; Karson, 1983; Karson, 1984; Karson, 1988; Karson, et al., 1990)。Tunbridgeら (2007) の研究では、カテコール-O-メチルトランスフェラーゼ (catechol-O-methyltransferase; COMT) 酵素の活性が、新生児と成人とでは2倍にもなることが明らかにされている。COMTはドパミン分解

の責任酵素であり、この変化は認知的・神経学的発達の証拠となるであろう。

以上のように内因性瞬目の瞬目率については様々な知見が報告されているが、本研究で示したような内因性瞬目の瞬目率以外のパラメータについての報告は少ない。瞬目率だけでは説明が足りない部分にこれらのパラメータの分析を加えることによって、確実性、信頼性が強化されることが期待される。

引用文献

- Bacher, L.F. (2010) Factors regulation eye blink rate in young infants. *Optometry and Vision Science*, 87, 337-343.
- Bacher, L.F., & Allen, K. J. (2009) Sensitivity of the rate of spontaneous eye blinking to type of stimuli in young infants. *Developmental Psychobiology*, 51, 88-197.
- Bacher, L.F., & Smotherman, W.P. (2004a) Spontaneous eye blinking in human infants : A review. *Developmental Psychobiology*, 44, 95-102.
- Bacher, L.F., & Smotherman, W.P. (2004b) Systematic temporal variation in the rate of spontaneous eye blinking in human infants. *Developmental Psychobiology*, 44, 140-145.
- Bender, L.F., Maynard, F.M., & Hastings, S.V. (1969) The blink reflex as a diagnostic procedure. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 50, 27-31.
- Bentivoglio, A.R., Bressman, S.B., Cassetta, E., Carretta, D., Tonali, P., & Albanese, A. (1997) Analysis of blink rate patterns in normal subjects. *Movement Disorders*, 12, 1028-1034.
- Carney, L.G., & Hill, R.M. (1984) Variation in blinking behavior during soft lens wear. *International Contact Lens Clinic*, 11, 250-253.
- Doughty, M.J. (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 & Vision Science*, 78, 712-725.
- Doughty, M.J. (2002) Further assessment of gender- and blink pattern-related differences in the spontaneous eyeblink activity in primary gaze in young adult humans. *Optometry & Vision Science*, 79, 439-447.
- Doughty, M.J., & Naase, T. (2006) Further analysis of the human spontaneous eye blink rate by a cluster analysis-based approach to categorize individuals with 'normal' versus 'frequent' eye blink activity. *Eye & Contact Lens*, 32, 294-299.
- Fukuda, K., & Matsunaga, K. (1983) Changes in blink rate during signal discrimination tasks. *Japanese Psychological Research*, 25, 140-146.
- Hall, R.J., & Cusack, B.L. (1972) The measurement of eye behavior : Critical and selected reviews of voluntary eye movement and blinking. *U.S. Army Technical Memorandum, No. 18-72, Pp. 1-112.*
- Kassem, I.S., & Evinger, C. (2006) Asymmetry of blinking. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 47, 195-201.
- Karson, C.N. (1979) Oculomotor signs in a psychiatric population : A preliminary report. *American Journal of Psychiatry*, 136, 1057-1060.
- Karson, C.N., Freed, W.J., Kleinman, J.E., Bigelow, L.B., & Wyatt, R.J. (1981) Neuroleptics decrease blinking in schizophrenic subjects. *Biological Psychiatry*, 16, 679-682.
- Karson, C.N. (1983) Spontaneous eye-blink rates and dopaminergic systems. *Brain*, 106, 643-653.
- Karson, C.N. (1984) Blink rates and disorders of movement. *Neurology*, 34, 677-678.
- Karson, C.N. (1988) Physiology of normal and abnormal blinking. *Advances in Neurology*, 49, 25-37.

- Karson, C.N., Dykman, R.A., & Paige, S.R. (1990) Blink rates in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 16, 345-354.
- Kennard, W., & Smyth, G.L. (1962) Eyelid reflex response to stretch. *Nature*, 195, 521-522.
- Knorr, A. (1929) Beiträge zur Kenntnis des Lidschlages unter normalen und pathologischen Verhältnissen. *Würzburger Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Medizin*, 25, 197-223.
- 小松崎篤 (1987) 瞬目運動による顔面神経機能検査法. *Johns*, 3, 397-400.
- Norn, M.S. (1969) Desiccation of the precorneal film. *Acta Ophthalmologica*, 47, 865-880.
- 大森慈子・山田富美雄・宮田洋 (1997) 対人認知における瞬目の影響. *社会心理学研究*, 12, 183-189
- Petrikovsky, B.M., Kaplan, G., & Holsten, N. (2003) Eyelid movements in normal human fetuses. *Journal of Clinical Ultrasound*, 31, 299-301.
- Pivik, R.T., & Dykman, R.A. (2004) Endogenous eye blinks in preadolescents: Relationship to information processing and performance. *Biological Psychology*, 66, 191-219.
- Ponder, E., & Kennedy, W.P. (1927) On the act of blinking. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 18, 89-110.
- Schwartz, L.H., & Stern, J.A. (1968) Eyelid tremulousness: A neurophysiological index of depression. *Archives of General Psychiatry*, 19, 497-500.
- Spidalieri, G., Franchi, G., & Guandalini, P. (1997) Bilateral coupling in learned blinking: Side superiority, synchrony and temporal coordination in normal cats. *Brain Research*, 746, 34-42.
- Stern, J.A., Walrath, L.C., & Goldstein, R. (1984) The endogenous eyeblink. *Psychophysiology*, 21, 22-33.
- Stern, J.A., Boyer, D., & Schroeder, D. (1994) Blink rate: A possible measure of fatigue. *Human Factors*, 36, 285-297.
- Stern, J.A., Boyer, D., Schroeder, D., Touchstone, R.M., & Stoliarov, N. (1996) Blinks, saccades, and fixation pauses during vigilance task performance: II. Gender and time of day. Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine Report DOT/FAA/AM-96/9 (pp. 1-44). Office of Aviation Medicine Washington, D.C. 20591.
- Stern, J.A., Brown, T.B., Wang, L., & Russo, M.B. (2005) Eye and head movements in the acquisition of visual information. *Psychologia*, 48, 133-145.
- Stevens, J.R. (1978) Eye blink and schizophrenia: Psychosis or tardive dyskinesia? *American Journal of Psychiatry*, 135, 223-226.
- 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*, 25, 255-265.
- 杉山敏子・田多英興 (2010) 乳幼児から青年期までの内因性瞬目活動の年齢差と性差. *感情心理学研究*, 18, 64-72.
- Sutton, R.N. (1958) The development of independent muscular control of separate eyelids in two racial groups, European and Polynesian. *Archives of General Psychiatry*, 49, 65-69.
- 田多英興 (1983) 催眠深度の指標としての瞬目反応の利用可能性について. *催眠学研究*, 28, 22-24.
- Tada, H., & Iwasaki, S. (1984) Effects of contact lens on the eyeblink frequency during a visual search task. *Tohoku Psychologica Folia*, 43, 134-137.
- Tada, H., Takenaka, Y., Minakawa, M., & Sugiyama, T. (2004) Endogenous eyeblinks in epilepsy. *International Journal of Psychophysiology*, 541-542, 128.
- 田多英興・杉山敏子 (2006) 内因性瞬目の変異の大きさと協力者群間比較. *東北学院大学教養学部論集*, 144, 1-14.
- Tada, H., & Sugiyama, T. (2006) Asymmetry of eyelid movements with endogenous eyeblinks: Investigation by two kinds of data of electrooculograph and video-taped data. *Faculty of Liberal Arts Review Tohoku Gakuin University*, 145, 29-38. (In Japanese with abstract and tables in Eng-

lish).

- Tada, H., Sugiyama, T., Omori, Y., Hirokawa, K., Ohira, H., & Tomonaga, M. (2008) Age and species differences in endogenous eyeblinks. *International Journal of Psychophysiology*, 69, 191.
- Tecce, J., Savignano-Bowman, J., & Cole, J.O. (1978) Drug effects on contingent negative variation and eyeblinks: The distraction-arousal hypothesis. In *Psychopharmacology: A generation of progress*. Edited by Lipton D. and Killman Raven Press, New York. Pp. 745-758.
- Tinuper, P., Montagna, P., Laudadio, S., Ripamonti, L., & Lugaresi, E. (1989) Paroxysmal blinking provoked by head movements. *European Journal of Neurology*, 29, 298-300.
- Tunbridge, E.M., Weickert, C.S., Kleinman, J.E., Herman, M.M., Chen, J., Kolachana, B.S., Harrison, P.J., & Weinberger, D.R. (2007) Catechol-o-methyltransferase enzyme activity and protein expression in human prefrontal cortex across the postnatal lifespan. *Cerebral Cortex*, 17, 1206-1212.
- Yolton, D.P., Yolton, R.L., López, R., Bogner, B., Stevens, R., & Rao, D. (1994) The effects of gender and birth control pill use on spontaneous blink rates. *Journal of the American Optometric Association*, 65, 763-770.
- Zaman, M.L., & Doughty, M.J. (1997) Some methodological issues in the assessment of the spontaneous eyeblink frequency in man. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 17, 421-432.
- Zametkin, A.J., Stevens, J.R., & Pittman, R. (1979) Ontogeny of spontaneous blinking and of habituation of the blink reflex. *Annals of Neurology*, 5, 453-457.