

## 小型ビデオカメラを用いた瞬目活動モニターシステム

山田富美雄\*・川本正純\*・藤川 治\*  
和田清吉\*・堀 浩\*・宮田 洋\*\*

### はじめに

数ある生理心理学的指標の中で、瞬目活動は、心的過程を反映する生理・行動指標として特異な発展を遂げている。瞬目は、反射性、随意性、ならびに自発性の3種に分類できる。

### 3種の瞬目

反射性瞬目とは、強音、光刺激、空気の吹き付け、顔面への触刺激などの明確に同定できる外的刺激によって短い潜時で誘発し、その反射回路がある程度明確な瞬目動作を指す。心理学においては、条件づけ研究の格好の反射として多用され、最近では反射変容の実験によく用いられている (Yamada et al., 1979)。

随意性瞬目とは、意図的あるいは他者からの合図によって随意的に行われる瞬目動作を指す。心理学においては、瞬目に伴う視覚抑制 (Volkman et al., 1980) の研究で用いられた以外、余り問題とされなかったが、随意性瞬目によって調節幅調節反応が促進されたり、錯視が強調されたりすることが知られるようになり、視覚系研究の重要な指標ともなっている。

自発性瞬目とは、反射性でもなく、随意性でもなく1 min間に15-6回、自発的に、あるいは周期的に発生する瞬目活動を指す。自発性瞬目は、Ponder & Kennedy (1927) が心的緊張の増加に伴って多発することを指摘して以来、い

くつかの心的状態の指標であることが議論されてきた。たとえば、視認性 (Luckiesh & Moss, 1939), 心的負荷 (Wood & Hassett, 1983), 視覚疲労 (山田・宮田, 1984), 不安 (山田・宮田, 1986), 眠気・覚醒水準 (宮田ら, 1983), 注意などである。これらは、数分単位で計測した瞬目頻度を、被験者の心的状態の指標とするという極めて雑な生理・行動指標であったといえる。このような瞬目活動は、瞬目率 (単位は blinks/minあるいは blinks/s) あるいは瞬目間隔 (inter blink interval: IBLI) によって評価され、比較的長期間にわたる心的状態の指標とみなされている。ところが瞬目率測定は個人差が大きく、また個人内でも大きく変動する上、ある結果を追試しようと試みると、ことごとくそれに失敗するということが多いので、心的状態の生理指標としての信頼性に疑問を投げかける研究者さえいた (Hall & Cusack, 1972)。ところが最近、自発性瞬目活動に対する評価は一変しつつある。Stern, Walrath, & Goldstein (1984) が、人間の情報処理段階と対応する瞬目活動を内因性瞬目 (endogenous eyeblink) と定義し、広範な領域にわたる文献展望を行ったうえ、内因性瞬目を評価するための新たな研究パラダイムとして、分離試行課題 (discrete trial task paradigm) を提起したからである。

### 行動・生理指標としての瞬目

心的状態の指標としての瞬目活動は、皮膚電気活動や脳波・筋電図などの生理反応と、次の点で趣を異にする。すなわち、瞬目は目の付属

\*関西鍼灸短期大学

\*\*関西学院大学

## 関西鍼灸短期大学年報

器官であって、視覚系の統制下にあるという点である。このように述べると、瞬目活動は瞳孔反応や眼球運動と同じ分類に入る生理反応と言える。さらに瞬目は、心的状態を反映してその発生頻度を増減するので、特異な生理・行動指標と言われる。

我々はこのような瞬目活動の本態を詳細に検討するために、主に垂直眼球電図(electro-oculograph; EOG)によって瞬目活動を記録し、各種の心理学的実験探索を行ってきた(山田・宮田, 1984; 山田ら, 1985; Yamada, 1989)。これら一連の研究が残した課題は、行き着くところ眼球電図に現れる瞬目に伴う電位成分が、実際の視覚運動系の活動とどのように関係しているかという点であった。特に、視覚疲労の実験では、被験者に過度の視覚情報処理課題を課し、瞬目率や特異な瞬目成分の発生頻度を分析してきたが、瞬目発生時の眼球運動や顔面表情の変化、ならびに体動が予測されるポリグラフ記録をしばしば経験した。

このような問題点を解決するためには、瞼の運動を長時間にわたって精度よく記録する測定

システムの開発が必要である。福田(1989)は、ビデオカメラを用いて、1/30sの精度で眼瞼運動を記録・分析する瞬目活動測定システムによって瞬目波形の分析を行っている。ビデオ撮影法は、測定は容易だが分析は極めて煩雑であるという難点をもつ。また被験者に察知されないように撮影するために、カメラを遠方に置かなければならず、また比較的強い照明が必要であるのも欠点である。また1/30sの分解精度では瞬目波形の微妙な変化を再現するには精度の点で問題が残されている。そこで我々は、より分解精度が高く、感度も優れ、至近距離から撮影しても支障のない、しかも廉価な小型ビデオカメラを用いて、新たなビデオ撮影システムを構成した。本論文では、本システムの概要を報告し、今後に残された問題点を整理したい。

## 瞬目活動測定システムの構成

## システムの概要

本システムの概念図を図1に示す。ヘッドフォン左側に装着した小型ビデオカメラ(エルモ製EM-102:図2)は、至近距離から左目を撮

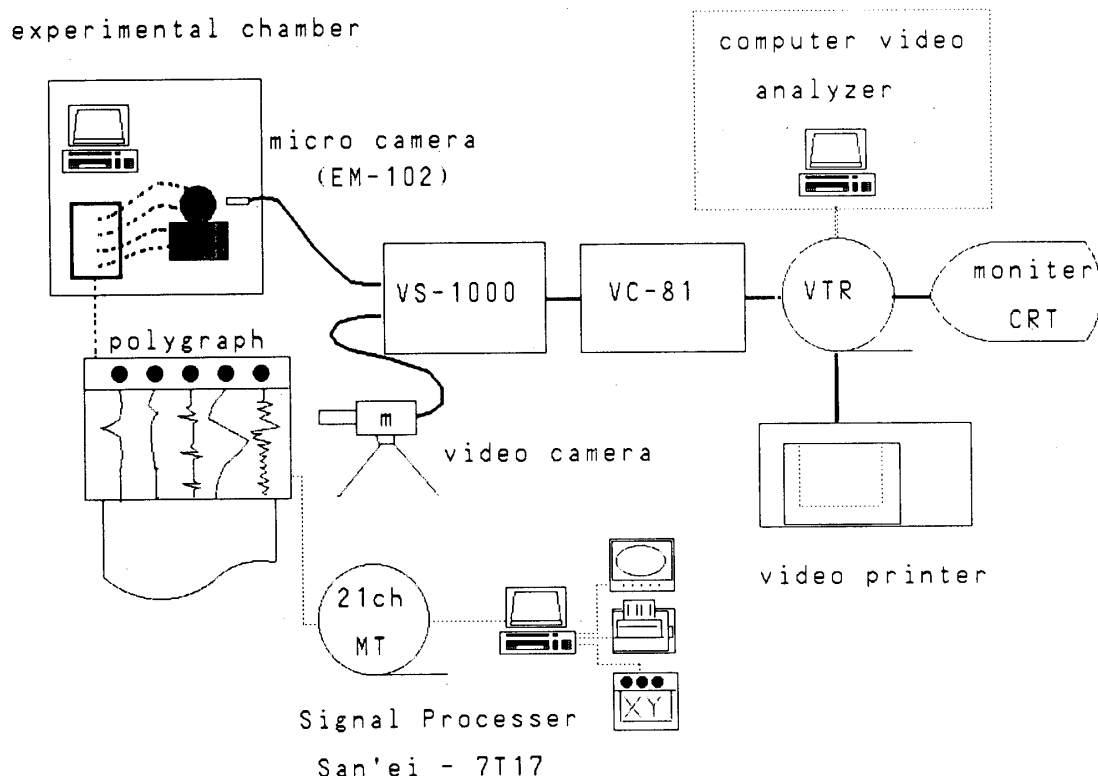


図1 小型カメラによる瞬目測定システム

## 小型ビデオカメラを用いた瞬目活動モニターシステム



図2 被験者に装着された小型カメラ

影する。このビデオ出力は、ビデオ映像合成装置（ビクター製VS-1000）を用いて、ポリグラフ記録を撮影するビデオカメラ（SONY製CCD-V900）からの入力、およびビデオカウンタ（朋栄製VC-81）と合成し、ビデオ・デッキ（松下製NV-FS70）に記録するとともにモニター画面に映し出される（図3）。画面のハードコピーは、静止画をスチールカメラで撮影するか、あるいはビデオプリンタ（SONY製CVP-G500）によってカラー印字を行う。

## 小型カメラ部

本システムにおいてもっとも重要な小型カメラは、30万画素（有効画素570H×485V）を持つ、1/2インチ・カラーCCD個体映像素子を用いており、解像度において問題はない。レンズはf7.5mm, F1.6と明るい。手動フォーカス20mmから無限大まで調節可能で、至近距離からの撮影も可能である。また1/1000秒シャッターも搭載しているので、高速な被写体の運動もとらえることができる。重量はケーブルを除けばわずか25gであり、ヘッドフォンに装着しても違和感は少ない。

## ビデオ映像合成装置

ビデオ合成装置は、これまで高価な専門家用であったが、本システムに用いたVS-1000は、僅か98,000円という廉価な製品である。合成様

式には2画像の重ね描き（ミックスモード）と、2画像の分割（ワイプモード）の2種があり、本システムでは分割モードを利用している。

## ビデオカウンタ

ビデオカウンタは60Hzでビデオフィールドに通し番号を打つための装置である。図3の画面左下の番号がそれであるが、表示位置は自由に動かせるうえ、表示方式も変更可能である。

## ビデオデッキ

本ビデオデッキは、60Hzで静止画像を再生できるので、ジョグシャトルを用いて1フレームずつ、瞬目の運動を確認すること可能となる。市販の民生用ビデオデッキの中で、1/60秒のスチール再生が可能なものは本製品だけであり、フレームメモリを持たない同価格帯のビデオデッキは1/30sでしか再生できない。

## 測定例

図3は、コンピュータ作業中の被験者が示した典型的な瞬目前後の映像を、1コマずつ連続60Hzの精度で再生したものである。各画面の右半分には、ポリグラフ記録の映像が合成されている。ポリグラフ記録はそれぞれ、垂直EOGの交流増幅記録（ch-1：時定数3s）、および直流記録（ch-2）、水平EOGの直流記録（ch-3）、Fzからの脳波（ch-4）、心電図（ch-5）、ならびに呼吸曲線（ch-6）である。図3にはこれらのうち4チャンネル分が表示されている。

1/60s間隔で撮影されたこれらの映像を詳細に見ると、上眼瞼の運動（閉瞼）と同期して垂直EOG波形が変動する様子が容易に理解できる。また、画面でみる限り、眼球の上転は認められず、垂直EOG記録に現れる瞬目に同期した波形が眼球上転によるものではないことが明らかである。

## 今後の問題

ビデオ画像だけから瞬目活動を分析評価するとすると、膨大な時間と手間を要し、決して実

## 関西鍼灸短期大学年報



図3 本システムを用いて撮影された瞬目

用的とは言えない。むしろ、EOGによる瞬目測定の補助手段として本システムの利用を位置づけるのが実際的である。

瞬目は眼球運動と密接に関連することが知られており (Fogarty & Stern, 1989; Kennard & Smyth, 1963; Watanabe et al., 1980), また頭部運動, 体動, ならびに皮膚電位活動や筋電図などは, EOG記録の上に瞬目と類似の電位変動をもたらすアーチファクトである。本システムを被験者の行動をモニタするために用いれば, 容易にこのようなアーチファクトの検出ができる。

またEOG記録から瞬目を同定する際に, 時として瞬目か, 長時間閉眼か, 眼球上転か, あるいは体動によるアーチファクトなのかが不明瞭なときがある。本システムによって眼瞼運動とポリグラフ記録を同一画面上に記録しておけば, フルーム番号を検索コードとして容易に当該画面を閲覧でき, 分析は容易におこなえる。また,

瞬目と同定するのが困難なEOG波形をビデオ映像とともにデータ・ベース化することによって, EOG記録から瞬目を同定・判別するための資料が得られよう。

このように, EOG記録から容易に瞬目が同定できる場合はEOG記録だけを用い, 判定困難なときにだけビデオ記録を用いるという折衷的な方法を用いれば, コンピュータを用いた視覚情報処理中の複雑な瞬目活動もより一層高い精度で分析できる。

今後, 図1右上に記載したようなコンピュータを用いた画像解析システムを導入することによって, ビデオ画像から眼瞼裂を自動的に認識・分析し, 瞬目活動の多角的研究に発展させたい。

## 小型ビデオカメラを用いた瞬目活動モニターシステム

## 引用文献

- Fogarty, C., & Stern, J. A. Eye movements and blinks; Their relationship to higher cognitive processes. *International Journal of Psychophysiology*, 1989, **8**, 35-42.
- 福田恭介：自発性瞬目のビデオ撮影法による研究（Ⅱ），日本心理学第53回大会発表論文集，1989，p.484.
- Hall, R. J., & Cusack, B. L. *Measurement of eye behavior: Critical selected reviews of voluntary eye movement and blinking* (Technical Memorandum 18-12), Aberdeen Proving Ground, Md.: Human Engineering Laboratory, 1972. (AMCMS Code 501B. 11. 84100)
- Kennard, D. W., & Smyth, G. L. Interaction of mechanisms causing eye and eyelid movements. *Nature*, 1963, **197**, 50-52.
- Luckiesh, M. & Moss, F. K. Frequency of blinking as a clinical criterion of ease of seeing. *American Journal of Ophthalmology*, 1939, **22**, 616-625.
- 宮田 洋・吉岡英明・大須賀美恵子：まばたき波形を利用した傾眠防止：Ⅱ 監視作業場面への適用例，人間工学，1983，**19**，184-185.
- Ponder, E., & Kennedy, W. P. On the act of blinking. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 1927, **18**, 89-110.
- Stern, J. A., Walrath, L. C., & Goldstein, R. The endogenous eyeblink. *Psychophysiology*, 1984, **21**, 22-33.
- Tada, H., & Iwasaki, S. Spontaneous eyeblinks elicited by vertical eye movements. *Perceptual and Motor Skills*, 1985, **60**, 191-200.
- Volkman, F. C., Riggs, L. A., & Moore, R. K. Eyeblinks and visual suppression. *Science*, 1980, **207**, 900-902.
- Watanabe, Y., Fujita, T., & Gyoba, J. Investigation of blinking contingent upon saccadic eye movement. *Tohoku Psychological Folia*, 1980, **39**, 121-129.
- Wood, J. G., & Hassett, J. Eyeblinking during problem solving; The effect of problem difficulty and internally vs externally directed attention. *Psychophysiology*, 1983, **20**, 18-20.
- Yamada, F. Effects of memory load upon the eyeblink rate during the continuous visual search task. Paper presented at the Society for Psychophysiological Research, Twenty-nine Annual Meeting, October 18-22, 1989. Sheraton New Orleans Hotel and Towers, New Orleans, Louisiana, USA. (abstract in *Psychophysiology*, 1989, **26**, 4 A (Supplement), 67.)
- 山田富美雄・宮田 洋：VDTを用いた視覚作業下での瞬目率変化，関西心理学会第96回大会発表論文集，1984，p.15.
- 山田富美雄・宮田 洋：自発性瞬目と瞬目群発に及ぼす性格特性の効果：神経症傾向と不安特性，日本心理学会第50回大会発表論文集，1986，p.61.
- 山田富美雄・宮田 洋：認知的判断と自発性瞬目（2）：加算回数が瞬目潜時におよぼす影響，日本心理学会第52回大会発表論文集，1988，p.420.
- 山田富美雄・田多英興・針生 享：瞬目活動と心的負荷（2）：分離試行課題中の瞬目潜時と瞬目波形，日本心理学会第53回大会発表論文集，1989，p.481.
- Yamada, F., Yamasaki, K., & Miyata, Y. Lead-stimulation effects on human startle eyeblink recorded by an electrode hookup. *Japanese Psychological Research*, 1979, **21**, 174-180.