

ビデオゲーム, アニメーション視聴, および ストロープテスト中の瞬目とFm θ

Blinking and Fm-Theta During Video Game, Animation, and Stroop Test

山田 富美雄¹⁾・林 英昭²⁾・堀 浩¹⁾・川本 正純¹⁾
藤川 治¹⁾・錦織 綾彦¹⁾・宮田 洋³⁾

Abstract

In this experiment, we attempt to estimate how the blink rate and Fm-theta rhythm reflect the children's state of interest during different kind of visual tasks, playing a video game, watching an animation, and being tested in the Color Conflict Stroop Test.

Ten school children, 4 boys and 6 girls, aged 8-12 years participated in three different visual tasks described above in a different order. Vertical EOGs (TC=3.0s), and 12-ch EEGs, Fp1, Fp2, F7, Fz, F8, C3, C4, T5, Pz, T6, O1 and O2, were measured to assess blink rate and Fm-theta rhythm. Their behavior was also monitored by a high speed video camera, set in a doll 1.2m ahead of them.

All subjects reported that they were most interested in video games. Eight out of ten subjects said watching animation was most boring among three tasks. Blink rate decreased during tasks, and its effect was most intense during playing a video game, and poorest during an animation watching. On the contrary, Fm-theta appeared richest during playing a video game and poorest during watching an animation.

It is suggested that inhibition of blink rate and enhancement of Fm-theta would be good indices of children's interest. Long lasting blink inhibition during video games might affect children's visual disfunction.

序

興味をひきつける対象に接したとき、私たちはおもわず目をサラにしてその対象を見つめ、効き耳をたて、息を殺してその対象を分析する。このような興味 (interest) をひくという現象は、極めて主観的なものなので、客観的に測定評価するには制限が多い。

*本研究は、平成2・3年度関西鍼灸短期大学共同研究(2)の補助によりなされた。

1) 関西鍼灸短期大学, 2) 阪和泉北病院, 3) 関西学院大学

これまでに、視覚刺激に対する興味の生理的指標としては、自律神経系の反応が用いられてきた。視覚刺激が恐怖や快感を喚起することを、心拍率変化や皮膚電気抵抗反応で確認してきたわけである。しかし、これらの自律神経系の反応は、恐怖や不快感情喚起においても、快感情喚起においても同方向の変化を示すので、有効な生理指標としては定着していない。一方瞳孔運動は、快感情を喚起する興味をひく視覚刺激に対して瞳孔が散大し、逆に不快感情を喚起する視覚刺激に対して瞳孔が収縮するとしたHess & Polt (1964) 以来、いくつかの刺激選択性

ビデオゲーム, アニメーション視聴, およびストループテスト中の瞬目とFm θ

のある生体反応が興味の指標として検索された。興味をひく外的刺激に対して心拍率が減少し、逆に興味をひかない外的刺激には心拍率が増加するという、Lacey & Lacey (1959) の刺激受容-拒否仮説 (intake-rejection hypothesis) なども提出されたが、これらはいずれも刺激呈示後数秒間の短期間の状態を反映するものでしかなかった。

数分あるいは数十分にわたる、比較的長期間の感情を客観的にとらえるための生理心理学的指標の検索が現在もっとも求められている。そこで本研究では、瞬目活動とFm θ という二つの生理反応を、興味という被験者の主観的状态を反映する精神生理学的指標として採用し、その妥当性を検討するものである。

(1) 興味と瞬目

興味ある視覚対象に対して瞬目活動が抑制され、興味のない視覚対象には瞬目活動することが、最近わが国を中心とする瞬目研究ブームから明らかになりつつある (田多・山田・福田, 1991)。たとえばTada (1986) は、各種のTV番組視聴中の大学生の瞬目活動を記録し、面白かったと報告した番組中の瞬目率が面白くなかったと報告した番組よりも低かったと報告している。また津田・鈴木 (1990) は、12本のビデオ作品を大学生に予め評価させたあと、もっとも興味をひいたビデオと、もっとも興味をひかなかったビデオをそれぞれ8分間にわたって視聴させ、瞬目活動を記録した。その結果、興味をひかなかったビデオに比べて、高い興味を示したビデオでは、瞬目率が一貫して低かった。このように、興味ある視聴覚刺激は瞬目率低下を招くことが成人被験者を用いて確かめられている。

(2) 興味とFm θ

Fm θ (frontal midline theta) とは、前頭正中シータ律動とも呼ばれる脳波成分であり、クレペリン検査のような視覚-運動系協応動作中に、前頭正中線部を中心として出現する周波数

帯域6-7Hzの脳波律動である (Ishihara & Yoshii, 1972)。本脳波は、臨床脳波のルーチン検査で観察されることは稀だが、精神作業中にはしばしば高率で出現する。特に、コンピュータ作業時は、一般の健常な学生の80%においてFm θ は観察される (山田, 1989)。また、Fm θ が、課題に夢中になって他からの刺激に対する反応性が低下したときに出現しやすいこと (丹羽・山口, 1975) などから、いわゆる没我、あるいは注意集中状態のときに出現しやすいと考えられている。

(3) ビデオゲーム

ところで、ビデオゲーム実行中の子どもは、ゲームへの強い関心と注意集中を示す特徴ある行動を呈する。すなわちゲームに夢中で他の刺激に気づかず (選択的注意)、体動もせずTV画面を見つめ (課題無関連行動の抑制)、ゲーム終了と同時に体動とまばたきが多発する (同抑制の解除)。このような行動観察から推察すると、ビデオゲーム実行中の子どもはFm θ を多発し、瞬目は抑制されると予測することができる。またその程度は、主観的な興味の度合に依存すると推測される。

本実験では、児童の興味において異なると予測される3つの視覚課題下で、瞬目とFm θ を同時に測定し、上記実験仮説の検証を試みた。

方 法

(1) 被験者

8~12歳の健常小学生10名 (男4・女6名) を被験者としてもちいた。彼らの実験協力に対しては、金銭報酬が与えられた。

(2) 反応

両耳垂を基準電極として、脳波を12ch記録した。電極配置は国際10/20法に準じ、Fp1, Fp2, F7, Fz, F8, C3, C4, T5, Pz, T6, O1, ならびにO2であった。また、瞬目ならびに垂直眼球運動、そして水平眼球運動検出のため、垂直・水平EOG (electro-oculogram) を記録し

関西鍼灸短期大学年報

た。さらに、第一誘導により心電図 (ECG : electro-cardiogram) を、胸部ピックアップにより呼吸運動も併測した。

実験中の被験児の様子をモニターするために、被験児の前方約1.2mに置いた縫いぐるみにセットされた小型ビデオカメラ (山田ら, 1989) を用いて被験児の行動を撮影した。本ビデオ信号は別のビデオカメラによって撮影した脳波記録の映像と合成し、フィールドカウンタを経由した上でVTR記録をおこなった。

(3) 課題

本実験で用いた課題は、いずれも被験児が強く関心をよせると考えられる、以下の3つの視覚課題である。

①ビデオゲーム遊び：任天堂のファミリーコンピュータを用い、'スーパー・マリオブラザーズ3' を被験児に行わせた。ビデオゲーム遊びは被験児のできる範囲で最高点を採るように好きなように行わせた。時間的には、ゲームの主人公であるマリオが全て消滅し、ゲームが終了するまでとしたが、最長40分で一旦終了させた。なお、ビデオゲーム中、常に実験補助員がそばにつき、ゲームのやり方がわからない被験児には予め指導を行った。

②アニメーション視聴：学習研究社製の家庭用アニメーションビデオ、「スヌーピーのコンピュータゲーム」を視聴させた。本プログラムは標題の作品のほか、合計3つの物語からなっており、各物語の間には、なんら間隔はあいていなかった。従って、ビデオのオープニングからエンディングまでの22分間、被験児はアニメビデオを連続して視聴した。アニメ視聴後、そばについていた実験補助員が、3つのドラマの内容について、ならびにどれが一番面白かったかなどを尋ねた。

③ストループ・テスト実施：広島大学保健管理センター製、ストループテスト図版 (Stroop-Uechi Color-Word Test : 日本版5色A型, 3枚組) を用いて、カラーコンフリクトテストを実施した。

まず、i) Aカードを用いて文字呼称課題をおこなった。Aカードは黒インクで印刷された色名5種 (あか, きい, あお, ちゃ, みどり) が、無作為順に 100個, 10文字×10行にわたって印刷されたものである。子どもは、これらを最上段左から右へ、上から下へと順に目で追い、書かれた文字を発声するように求められた。できるだけ速く、まちがえないようにと教示され、実験補助員の指示に従って課題を遂行した。

次に、ii) Bカードを用いて色彩名呼称課題を行った。このカードには、直径6mmの5色 (黄, 茶, 緑, 青, 赤) の円が、無作為な順序で100個 (10個×10行) 印刷されている。被験児はこれらの円を最上段左から右へ、上から下へと目を動かしてその色を順に発声した。

さらにカラーコンフリクト効果をみるためのCカードを用いて、iii) 文字呼称課題と iv) 色呼称課題を行った。Cカードには、5色で無作為に塗り分けられた5つの色彩名が合計 100個 (10×10行) 印刷されている。文字呼称課題では、印刷された文字の色に惑わされずに読み、色呼称課題では文字に惑わされずに色名を呼称しなければならない。

被験者毎に試行順序を変えた。試行間間隔は約5分とし、全課題終了後、課題の好き嫌いを尋ねた。

(4) 手続き

実験室へ被験児が入室後、実験補助員とのラポール形成を兼ねて、小学生版矢田部・ギルフォード性格検査を行った。実験室内において電極を装着したのち、被験児ごとに、上記3つの課題を無作為な順序で実施させた。課題間には2～3分の休息期間が挿入された。本実験全体で1時間半ないし2時間を要した。

実験は、2m40cm×2m×2mの半防音 (約30 dB) の電磁シールドルーム内で行われた。本実験室内は、極力実験室らしさを児童に与えないよう、薄緑色のカーテンを四方に張り、CRTの置かれたテーブルには縫いぐるみを飾ってプレールームのように装った。また実験中常に、

ビデオゲーム、アニメーション視聴、およびストループテスト中の瞬目とFm θ

女性の実験補助員が被験児の左後ろに控え、不要な不安を抑えた。

(5) 結果の分析

視察により、Fz, Fp1, ならびにFp2のいずれかに、背景から明瞭に区別できる5.5~7.5Hzの θ 律動をFm θ と判定し、その出現率を以下の式から算出した。

$$\text{Fm}\theta \text{ 出現率} = 100 \times \frac{\text{Fm}\theta \text{ 総出現時間}}{\text{課題に要した時間}}$$

瞬目は垂直EOG記録に現れる急峻な変化とし、課題中瞬目率を算出した。EOG記録だけから瞬目の検出が困難な場合は、記録したVTRを再生し、明らかに上眼瞼の運動が認められた場合を瞬目と同定した。

結 果

(1) 各課題下の行動

3つの課題中の被験児の行動を、VTR記録から観察した結果を要約する。

①ビデオゲーム：ビデオゲーム実施中の被験児は、TV画面をみつめながら両手でゲームパッドを操作し、時に体動や発声を伴いながらゲームに集中していた（写真1参照）。ビデオゲーム課題における瞬目活動は、ゲームの進行と興味ある対応を示した。すなわち、本課題に用いたスーパーマリオブラザーズ3というゲームの構成に関係が深い。本ゲームは、複数の面の集合であり、ゲーム面の開始から終了までの間がゲームパッドを用いた熟練を要する知覚-運動協応動作発揮の場である。また必要とされる技能は、単なる反射神経型ゲームのような単純反応の集合ではなく、当該ゲーム画面固有の規則に従った効率のよい戦略の習得が不可欠である。ゲーム面開始前の瞬目活動は通常と変わらないが、ゲーム画面が開始するとすぐに瞬目は強く抑制された。

②ストループテスト：ストループテスト中は、視線がやや下方向の検査カードに向いている。課題遂行のために最上段左から右、行の終わり

で1行下の左端へと急速に戻るという規則的な水平運動が認められた（写真2参照）。瞬目活動は、課題遂行中抑制されたが、行の変わり目で発生する傾向が認められた。カラーコンフリクト発生に伴って、より熱中する被験児もいれば、大きく課題遂行時間が延長する被験児も認められた。

③アニメ視聴：アニメ視聴中の被験児のVTR映像から、先の2課題に比べると容易に退屈であったと認められる。すなわち、被験児はTV画面をみつめ続けてはいたが、不用意な体動や眼球運動、ならびに瞬目活動が他課題よりも多い印象であった（写真3参照）。

(2) Fm θ

ビデオゲーム中は全被験者でFm θ とみなしうる θ 律動が前頭部領域（Fz, Fp1, Fp2, 時にF7やF8）に出現した。図1は、Fm θ 出現時の脳波記録の1例である。本資料について12部位の脳波記録の周波数分析を行い、そのパワーヒストグラムを図示したのが図2である。また、 δ , θ , $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\beta 1$, $\beta 2$ の各周波数帯域パワーをもちいた脳波等電位分布図を図3に示した。ここで δ は1~4Hz, θ は4~8Hz, $\alpha 1$ は8~10Hz, $\alpha 2$ は10~13Hz, $\beta 1$ は13~20Hz, $\beta 2$ は20~30Hzとした。前額部や後頭部の筋電図による脳波記録の汚染が残るものの、Fzを中心として θ 帯域のパワーが優勢に出現している様子が伺える。

ストループテスト中は、やや不規則ながら全員にFm θ が出現した。アニメ視聴中は概ね低振幅徐波であり、Fm θ の出現は低頻度であった。典型的なFm θ は10名中8名で認められ、残る2名は持続時間の短い低振幅 θ 律動であった。

図4に各課題中の平均Fm θ 出現率を示す。Fm θ はアニメ視聴中にもっとも出現率が低く、ストループテストが中、ビデオゲーム中が最高値を示した。分散分析の結果、課題の主効果が有意で ($F_{(2, 18)} = 6.26$, $p < .01$), 課題条件間全てに有意差があった。

関西鍼灸短期大学年報



写真1
ビデオゲーム遊び中の被験児(左)と脳波記録(右).



写真2
ストループテスト実施中の被験児(左)と脳波記録(右).



写真3
アニメ視聴中の被験児(左)と脳波記録(右).

ビデオゲーム、アニメーション視聴、およびストループテスト中の瞬目とFmθ

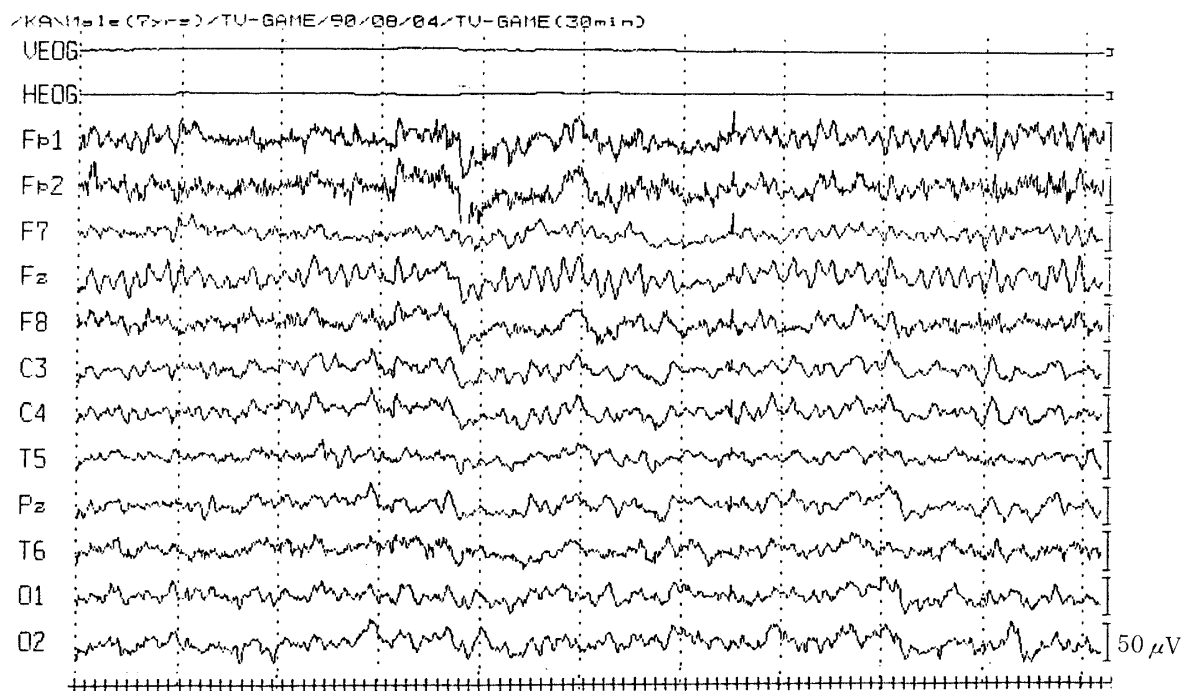


図1 7歳男児のビデオゲーム中の脳波

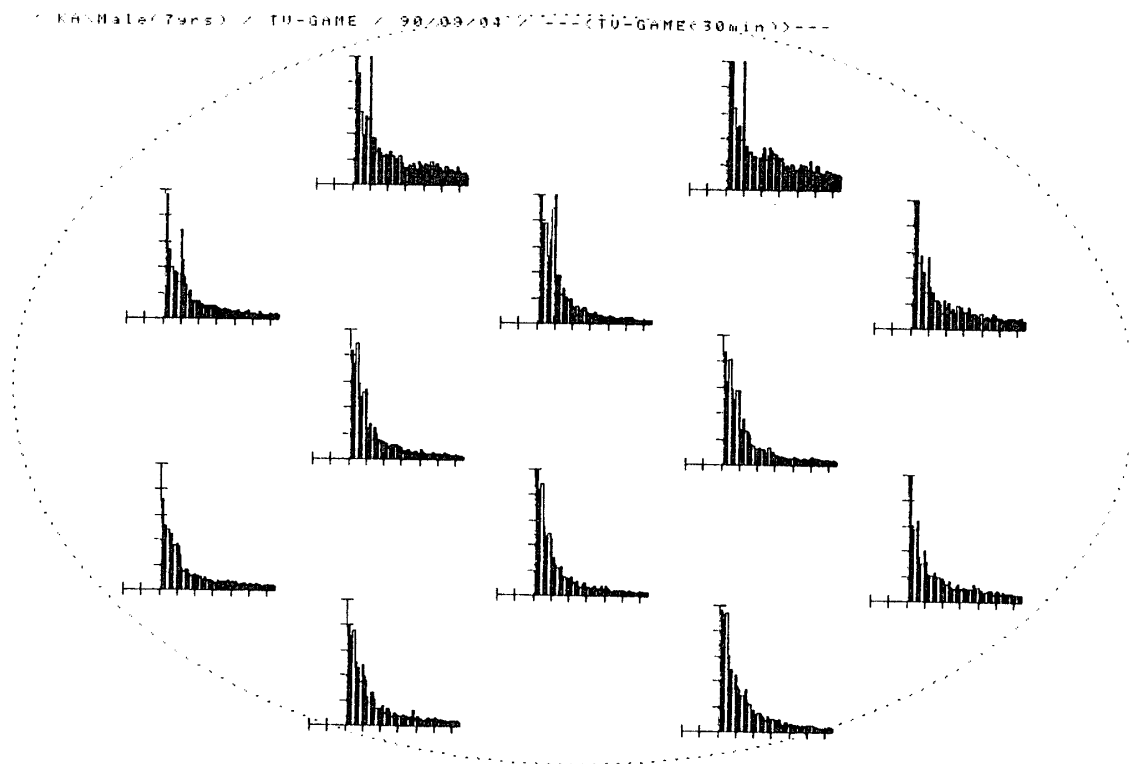


図2 7歳男児のビデオゲーム中の脳波：周波数分析（横軸の1メモリ 5Hz）

関西鍼灸短期大学年報

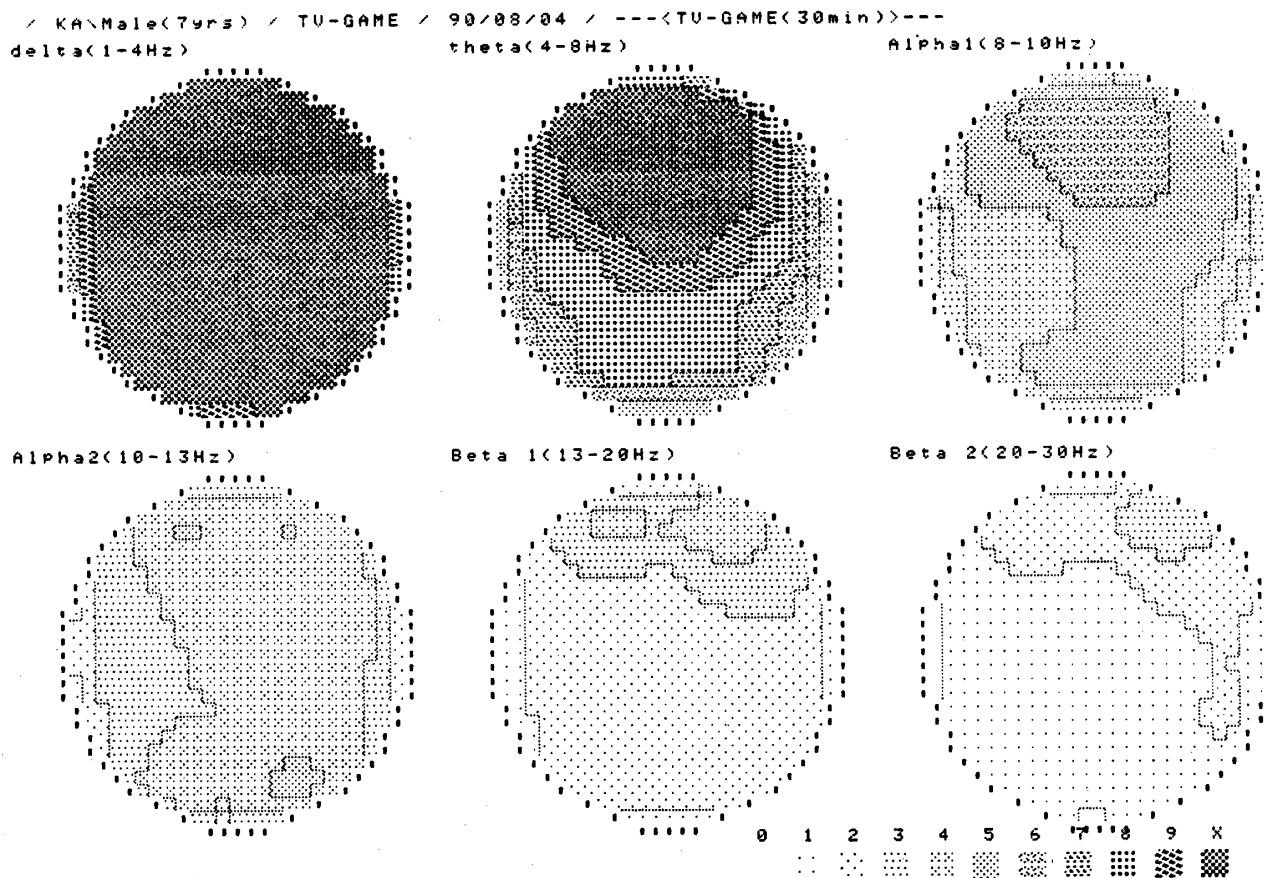


図3 7歳男児のビデオゲーム中の脳波：等電位分布図

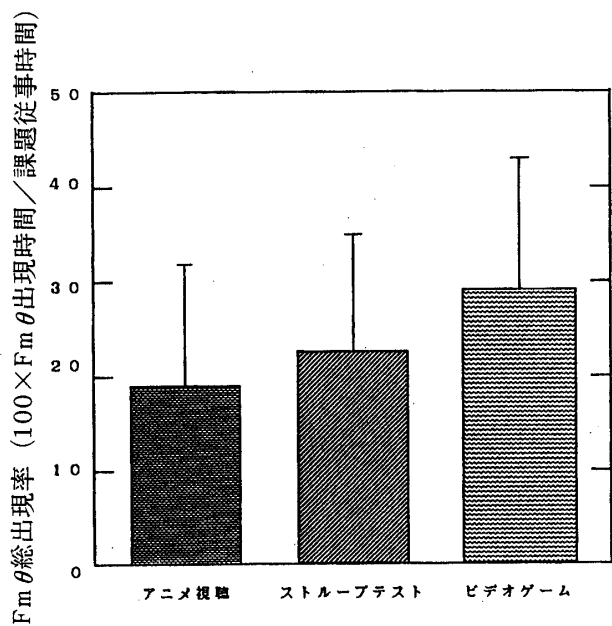


図4 課題毎の平均Fm θ 出現率と標準偏差

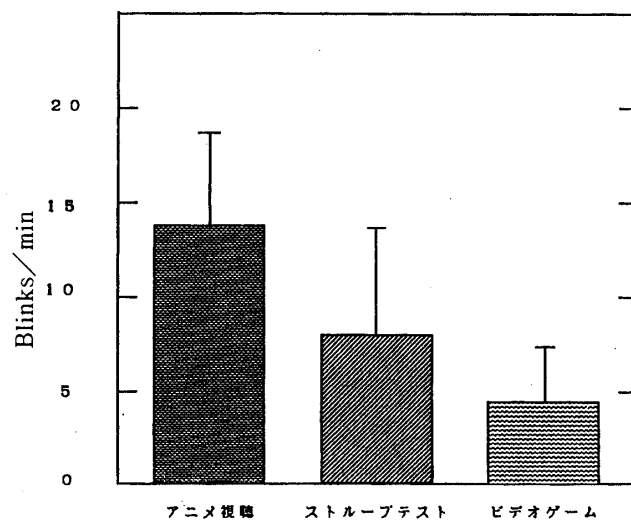


図5 課題毎の平均瞬目率と標準偏差

ビデオゲーム、アニメーション視聴、およびストループテスト中の瞬目とFm θ

(3) 瞬目率

図5に各課題における平均瞬目率の結果を示す。瞬目率はアニメ視聴中がもっとも高く、ストループテストが中、ビデオゲーム中が最低値を示した。分散分析の結果、課題の主効果が有意で ($F_{(2,18)} = 19.90, p < .001$)、課題条件間全てに有意差があった。

(4) 課題の好み

全員がビデオゲームが最もおもしろかった、8名がアニメ視聴が最もつまらなかったと答えた。被験児は総じて、ビデオゲームにもっとも興味を持ち、次いでストループテスト、アニメ視聴の順に興味低下を示唆する。

考 察

(1) 興味とFm θ ・瞬目率抑制

本実験結果は、子どもがもっとも興味をもって取り組んだビデオゲーム課題において、Fm θ が最も多く出現すると同時に、瞬目活動は最も強く抑制されることを示した。さらに、もっとも興味を示さなかったアニメーション視聴課題ではFm θ の出現が減り、瞬目率が高まった。このように、子どもの興味の度合と一致してFm θ の多発と瞬目率抑制とが認められたことから、本実験仮説は支持されると結論づけられる。

子どもの興味の指標としてFm θ の多発が有力であろうとは従来から予測されてきたものの、本研究のように子どもの興味の度合を独立変数とした実験例はなかった。本実験から、Fm θ 出現率が有効な指標であることが初めて示唆された。

一般的に興味を引く視覚課題で瞬目率が低下することは、Tada (1986) や津田・鈴木 (1990) が実験的に明らかにしてきたが、子どもにおいても適用できるかどうかはこれまで確かめられてはいなかった。本実験は瞬目率抑制が、子どもの興味の指標として有効であることを示す貴重な資料となる。

(2) 瞬目活動とFm θ

3つの課題間のFm θ と瞬目の活動性について考察を加えると、Fm θ が多発するビデオゲーム条件では瞬目活動は低下し、逆にFm θ の出現が少ないアニメ視聴条件では瞬目活動は増加した。このように、Fm θ と瞬目活動とは、お互い逆の関係を示したが、経験的にもFm θ は瞬目の生起によって出現が抑えられる傾向があることが指摘されている。山田・森下・山崎 (1987) は2週間にわたるFm θ のバイオフィードバック訓練を行った後では、瞬目率が低減したと報告している。この事実は、必ずしも瞬目によってFm θ の観察を妨げたということの意味しない。むしろ、瞬目が多発する状態がFm θ の出現を阻害する条件を多く備えていると考えるべきであろう。また逆に、瞬目活動が抑制される状態は、Fm θ 出現に格好の条件を備えていると考えられる。Fm θ 出現を促進する条件としては、これまで注意の集中や没頭といった特殊な心理過程や、不安の低減などの心理状態がとりざたされてきた。本実験からさらに、好きな課題を行っている快適な感情状態もFm θ 出現にはよい条件であることを示唆する。

(3) ビデオゲーム遊びと瞬目抑制・目の疲労

さらに、いくつかの示唆が本実験から得られる。まず、ビデオゲーム遊び中の子どもの特徴ある行動から、目の疲労の問題が改めて示唆される。ゲーム中の子どもは、まばたきもしないでテレビ画面を執拗に見つめ続ける。その姿は、他のいずれの課題にも認められなかったほど特異であった。

ビデオゲーム中に抑制されていた瞬目活動が、ゲーム終了とともに一気に解除され、時に瞬目群発 (blink bursts) や、強く持続時間の長い閉瞼 (closing) の体裁をとった。これは、成人コンピュータ作業者に多く認められる眼精疲労の行動特徴 (山田・三戸・宮田, 1989; 高橋, 1988) と一致する。また、このような瞬目は、ときとして眼瞼チック (blink tic) のようにもみなせる。ビデオゲーム中の子どもの行動

関西鍼灸短期大学年報

について、親がチック様症状に多く気づいているという我々の調査結果（山田ら，1991）とも一致する。以上の観察から、ビデオゲーム使用によって、成人VDT作業者に認められた目の疲労を中心とする健康障害が、児童においても発生する可能性が示唆される。

さらに、ビデオゲームを40分以上にわたって続けた被験児で特徴ある行動が認められたことを付加しておく。本児は、ビデオゲーム後半の面に長時間を要したときなどしばしば、瞬目をせずに、片目の上眼瞼を指で他動的に下に押しやる仕草をしたことである。幼児や児童の自発性瞬目率は、成人のそれと比べると極めて低い。思春期以降になってようやく成人並に増加することが知られている（田多・山田・福田，1991）。ビデオゲーム中、瞬目をせずに他動的に眼瞼を抑えて目の潤滑を促進させたという本児の行動は、児童期においてはよくあることなのかもしれない。まばたきしない子どもがビデオゲーム遊びによってさらにまばたきしなくなり、目の異常乾燥症状が生まれる危険性もないとはいえない。

要約及び結論

ビデオゲーム遊び、ストループテスト、およびアニメーション視聴という3つの視覚課題中の脳波Fm θ と瞬目率を、10名の小学校児童を被験者として比較した。その結果、ビデオゲーム遊び、ストループテスト、アニメ視聴の順に被験児の興味をひき、興味をひいた課題ほどFm θ は多く出現し、瞬目率抑制は強かった。本実験結果から、興味を引き付ける対象に対する数分～数十分にわたる比較的長期間の感情状態の一つの指標として、Fm θ の出現や瞬目抑制が有効であることが確かめられた。また、ビデオゲームはFm θ を大量に惹起させるほど子どもの興味を引く遊びであり、それに付随して瞬目活動が抑制ないし制限されることが本実験

からわかり、ビデオゲーム遊びが目の疲労を産む可能性を示唆した。今後、瞬目抑制とFm θ の多発を子どもの興味の指標として採用した、より実際的で実証的な研究が望まれる。

引用文献

- Hess, E. H., & Polt, J. H. (1964) Pupil size in relation to mental activity during simple problem solving. *Science*, 143, 1190-1192.
- Ishihara, T. & Yoshii, N. (1972) Multivariate analytic study of EEG and mental activity in juvenile delinquents. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 33, 71-80.
- Lacey, J. I., & Lacey, B. C. (1958) Verification and extension of the principle of autonomic response stereotypy. *American Journal of Psychology*, 71, 50-73.
- 丹羽健市・山口雄三 (1975) 精神作業時前頭シーク突発波の精神生理. *臨床脳波*, 17, 173-177.
- Tada, H. (1986) Eyeblink rates as a function of the interest value of video stimuli. *Tohoku Psychologica Folia*, 45, 107-113.
- 田多英興・山田富美雄・福田恭介 (1991) まばたきの心理学：瞬目行動の研究を総括する. 北大路書房.
- 高橋誠 (1986) 目の疲労自覚症状と瞬目頻度に関する研究. *日本心理学会第50回大会発表論文集*, p.788.
- 津田兼六・鈴木直人 (1990) 主観的興味が瞬目率と体動の生起頻度に及ぼす影響：見本評定法による主観的興味の統制. *生理心理学と精神生理学*, 8, 31-37.
- 山田富美雄・八田武志 (1989) 珠算高段者におけるFm θ の多発. 第11回Fm θ 研究会発表資料.
- 山田富美雄・川本正純・藤川治・田中衛・和田清吉・鳥井哲志・松田俊・田多英興 (1991) 子供の健康とコンピュータに関する調査(第二報)：ゲーム中・後の子供の行動に関する質問項目の分析. *関西鍼灸短期大学年報*, 7, 66-72.
- 山田富美雄・川本正純・藤川治・和田清吉・堀浩・宮田洋 (1989) 小型ビデオカメラを用いた瞬目活動モニターシステム. *関西鍼灸短期大学年報*, 5, 96-100.
- 山田富美雄・三戸秀樹・宮田洋 (1989) 視覚疲労の他覚的指標としての瞬目活動. *関西鍼灸短期大学年報*, 5, 86-95.
- 山田富美雄・森下温美・山崎正 (1987) Fm θ のバイオフィードバックによる自己制御：無処置統制群・自律訓練群との比較. *バイオフィードバック研究*, 14, 11-17.