

テレビゲーム (アニメ) 映像に内在するフリッカー 視覚刺激の神経心理学的影響 (I)

菅原正和*・武田真弓**

(2003年10月31日受理)

I 問 題

テレビゲーム (アニメーション) の内容や長時間視聴が、子どもの心の発達にどのような影響を及ぼしているかについては諸説がある (例えば、森昭雄, 2001 等)。「嘔み付きブラッシー」に始まる残虐な暴力シーンや過激な性描写はモデル化される (学習理論におけるモデル理論) ことを危惧する研究者もいれば、現代日本の子どもの自我構造における、現実と仮想世界との境界線の危弱化 (ファイナルファンタジーIIのストーリーをそのまま演じて親を殺害した子ども) を憂慮する立場の人々も存在する。

ところで1997年12月16日 (火) に発生した所謂「ポケモン騒動」は、従来型の子どものテレビゲーム (アニメーション) に関する内容的諸問題とは全く質を異にしていた。多くの被害児を出してしまった問題のアニメーション番組「ポケットモンスター」は、テレビ東京系列で毎週火曜日、午後6時半から放送されていた。「ポケモン騒動」が起きたその日の第38話の視聴率は16.5% (関東地区、ビデオリサーチ調べ) で、約460万世帯に及ぶ家庭の子ども達が視聴していたと推計されている。

「ポケモン騒動」は、映像表現手法の高度化 (所謂「透過光撮影法」で画像の背景を高輝度透過光を明滅させてストーリーを強調する手法) がある条件下では、予期せぬ程の人体に対する悪影響を及ぼすことがあり得ることを示した大規模な症例であった。筆者らが所属する日本臨床神経生理学会は、事態を重視した厚生省 (現: 厚生労働省) からの依頼で、厚生科学特別研究「光感受性発作に関する臨床研究班」を設け、1997年12月から原因の究明を進めてきた。

問題となったその画面は、異次元世界と現実空間との差異を強調するため、背景が強い光で明滅する「透過光撮影」の映像技術が多く使用されており、その光刺激は「赤・赤・赤・青・青」と持続する12Hzの周波数から成っていることが解った。この番組を見ていた多くの子ども達 (年長児では被害が少なく、年少児ほど症状が重かったことに注意) が、気分が悪くなり次々と倒れ、救急車で搬送された者は全国で685人に上った。被害報告でもっとも多かったのは眼が痛い、気持ちが悪い、頭がボーとする、吐き気がするなどという視覚系、不快気分、頭部・胃腸症状であったが、軽度の痙攣発作を含めれば何らかの異常を訴えた子どもは全国で1万人以上に上るとみられている。過去にもテレビゲームが原因で痙攣発作を起こすという報告があったので、子どもたちの症状は当初PPE (Photoparoxymal Epilepsy) とみられ、多く

のマスコミも被害者はPPEとみて報道した。しかし、発作症状を呈した者のうちで、てんかんの診断を受けたり現在抗てんかん薬を服用中のものは約3割に満たず、残りはこれまでに一度も発作症状を経験したことがない子ども達であった。脳波を主とする臨床神経生理学的検討の結果から、今回のポケモン映像による健康被害を受けた子ども達には次のような異なるグループが存在したものと考えることができる。

-
- 第1型：病態としては、てんかんあるいはてんかんに近い発作発現病態を有すると考えられるもので、その意味では従来から、光感受性発作を有するてんかんとして知られていた、いわゆる光感受性てんかんに相当する。
- 第2型：一般脳波では異常波を認めず、光刺激で初めて光突発反応(PPR)が認められたもの。いわゆる光感受性発作の純粋型。小児期、思春期の若年期にみられることが多く、その意味では年齢依存性であり女性に多くみられる。発作症状は全般性の痙攣発作を示すもの。
- 第3型：光刺激を提示し脳波を調べると、光感受性の反応はあるが発作自体は起こさないもの。
- 第4型：一般脳波でも光刺激時にも何ら脳波に異常が認められないもので、この群では吐き気、頭痛、不定愁訴などが多かった。どのような機序によってこれらの症状が出現したかは不明であるが、可能性として考えられるのは、視覚刺激による視覚・小脳・迷路系を介する自律神経系の過剰興奮など、いわゆる動揺病(胃腸の不調、睡眠不足、過労等があると起こりやすいめまいの一種)と類似の機序や心理的要因の関与が想定される。
-

第1型、第2型はPPEで、点滅する光刺激のコントラストに対応する脳の調整力不足が原因とされ第3型は光突発反応PPR(Photosensitivity Responses)が出現するのみで病気ではない。Epilepsyはふつう誘因なしに発作が発生する大脳疾患をさすが、一方で確実な誘因によって発作が起こる特殊型光感受性てんかんPSE(photosensitive epilepsy)がある。PSEは、光(視覚)刺激によって発作が誘発され、視覚刺激特性として閃光点滅刺激以外に特定空間周波数刺激、特定時間周波数刺激と色彩が要注意である。時間周波数では10~30Hzが賦活効果が大きいと考えられていたが、今回の「ポケモン騒動」では12Hzの点滅刺激が使われていた。最近の研究では15Hzや18Hzの点滅刺激が最も賦活効果が大きいとの指摘がある(Binnie et al 1992, 高橋 1999)。また小児では10Hz以下で賦活されやすく、思春期以降では10Hz以上で賦活されやすいという研究結果も報告されている。点滅刺激の色は白色より赤色閃光が、賦活効果が大きいとする報告が多く、一方青色は賦活効果が小さいという説もある(高橋, 1976; Harding et al., 1994)。空間周波数における点滅刺激の図形によっても賦活効果が大きく異なり、密で単純な図形(縞模様、水玉模様、格子模様、渦巻き模様等)が賦活効果が大きく、中でも格子模様が要注意で、そのほかコントラストが強いほど賦活効果が高く画面中央に視覚刺激を置く方が大きい(Wilkins et al., 1979)。PPEは、小児期後期から思春期前期にかけて頻度が高く、12~14歳がピークとなっている(Binnie et al., 1992)。

II 方 法

1) 実験目的：光点滅刺激の EEG Topography 解析

問題となったフリッカー光を実際に視覚刺激として用い、その光を見ているときの脳過程とその後の記憶再生率並びに睡眠特性を 14ch Topograph Map で分析する。

2) 被験者：万一の事故を考慮し、被験者はすべて健康な成人とし男女 19 名 (男性 11 名, 女性 8 名), 平均年齢は 22.4 歳で、全被験者において色覚や視力その他健康状態に異常は認められなかった。

3) 刺激：被験者は暗室内で赤色と青色が交互に点滅するフリッカー刺激を 80cm 離れた場所から見る。フリッカーの周波数は 18Hz (赤色 9Hz, 青色 9Hz) で、提示時間は各 30 秒間である。

4) 手続き：被験者には暗室に入った後に 30 秒間リラックスしてもらい、この間の脳波を記録した。刺激提示中はなるべく光に集中するように教示した。また提示する光刺激の性質について十分説明し、体調を崩したら遠慮せずに申し出るように伝えた。フリッカー実験の後、被験者に入眠してもらい、一周期目の REM 睡眠を記録した。電極はコロジオン用銀製皿電極を用い、脳波は国際脳波学会連合基準電極配置法 (ten-twenty electrode system) に従い、F3, Fz, F4, T3, C3, Cz, C4, T4, P3, Pz, P4, OL, Oz, OR の 14 部位から両耳朶 (A1, A2) を基準として導出し、筋電の反応が脳波に影響を与えないように、頤筋にアース電極を装着した。また、OL, OR は Oz より左右 5cm とし同時に、水平方向 (EM1, EM2) の眼球運動の記録も行った。

III 結 果

Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 が、リラックス時、刺激提示時、REM 期における δ 波、 θ 波、 α 波、 β 波含有率マップである。Fig. 1 は、リラックス時での後頭葉において α power が高いことを示している。REM 期には δ 波の含有率が覚醒時と比較すると相対的には高くなる。リラックス時と刺激提示時を、それぞれ 29.70sec で区切り抽出し (FFT ポイント=552, time=29) すべてのデータを加算平均し、リラックス時、刺激提示時、REM 期別に含有率 topograph map を出力した。また出力したデータは ATAMAP II にて解析し頭皮上電極の部位ごとに各周波数帯域別に分散分析を行った (有意水準は $p < .05$)。Fig. 4 は β 波の各 14ch における含有率、Fig. 5 は θ 波の含有率を示している。各部位の含有率を分散分析した結果を Table 1, Table 2 に示した。

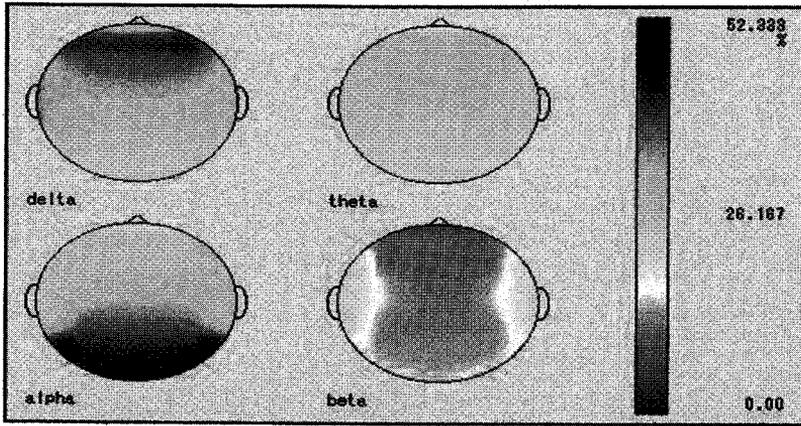


Fig. 1 Relaxation Condition

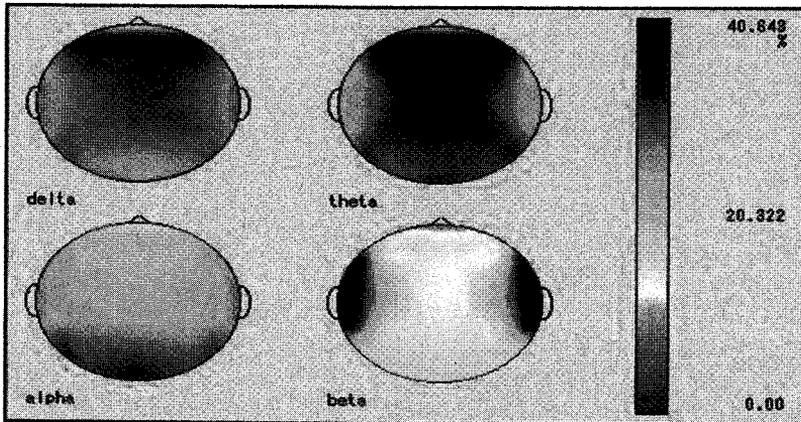


Fig. 2 Provocation Condition

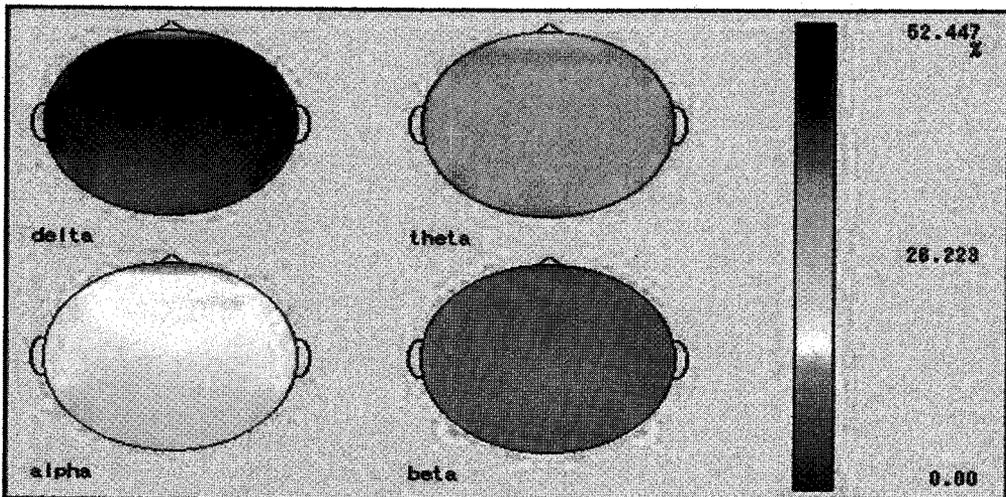


Fig. 3 REM Sleep Topography Map

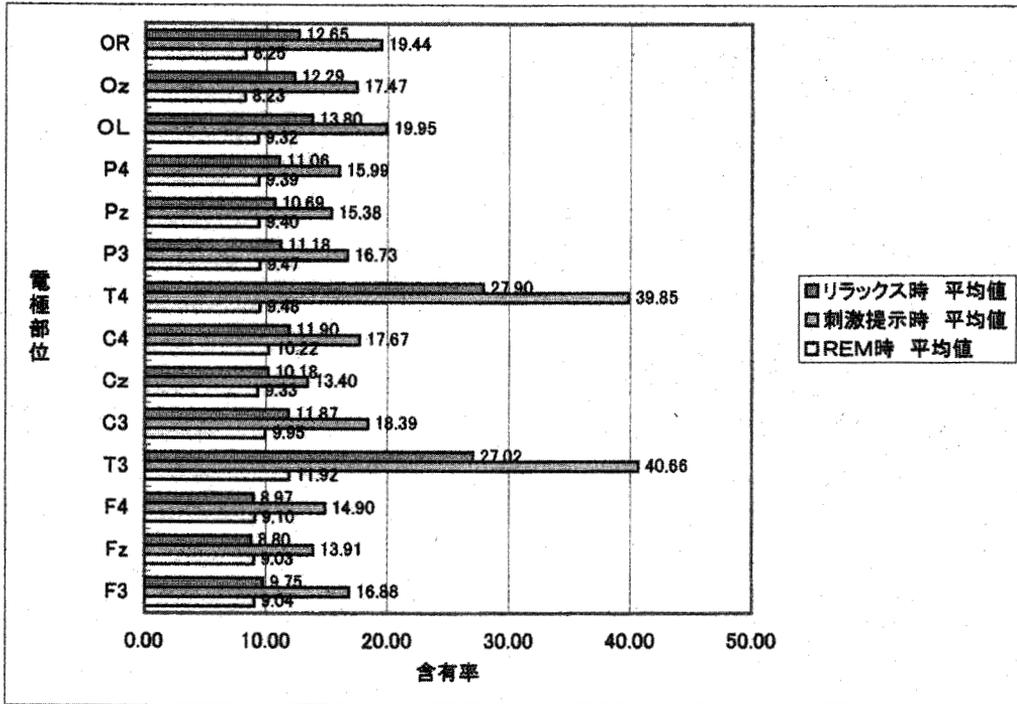


Fig. 4 β Power Spectrum

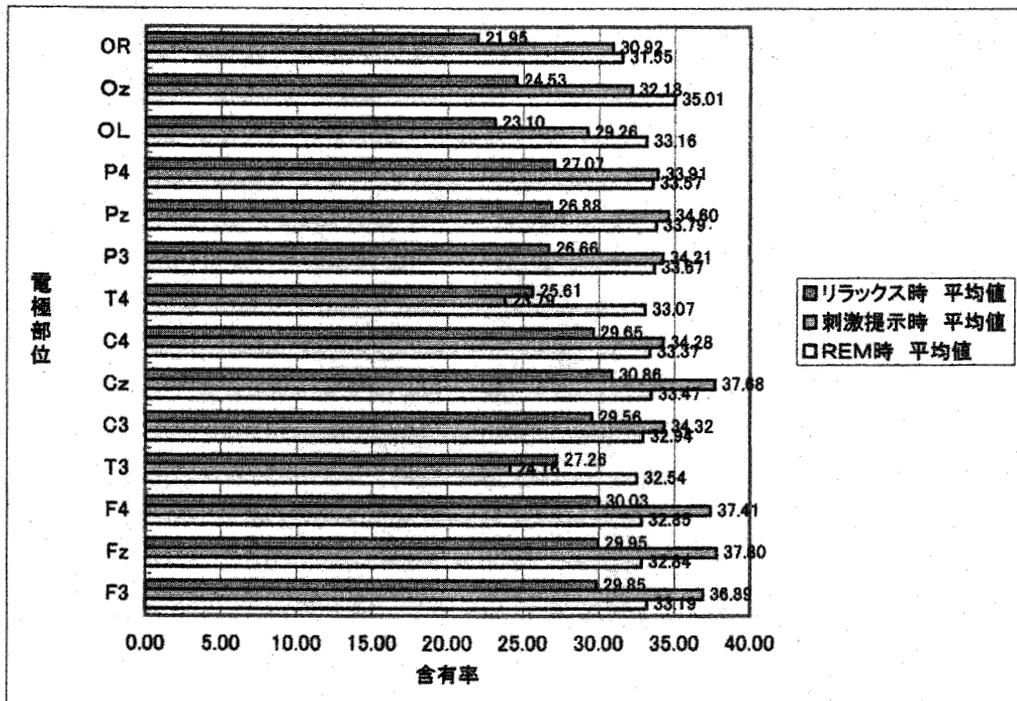


Fig. 5 θ Power Spectrum

Table.1 β 波含有率

	リラックス時 (SD)	刺激提示時 (SD)	REM時 (SD)
F3	16.88 (7.22)	9.75 (3.13)	9.04 (5.23)
Fz	13.91 (3.79)	8.80 (3.03)	9.03 (5.59)
F4	14.90 (4.46)	8.97 (3.20)	9.10 (5.91)
T3	40.66 (22.13)	27.02 (16.00)	11.92 (5.82)
C3	18.39 (8.07)	11.87 (4.25)	9.95 (5.36)
Cz	13.40 (3.83)	10.18 (3.28)	9.33 (4.36)
C4	17.67 (7.89)	11.90 (4.50)	10.22 (5.31)
T4	39.85 (21.42)	27.90 (22.07)	9.48 (3.32)
P3	16.73 (7.23)	11.18 (4.03)	9.47 (4.40)
Pz	15.38 (4.17)	10.69 (3.93)	9.40 (4.34)
P4	15.99 (6.17)	11.06 (4.10)	9.39 (4.25)
OL	19.95 (12.17)	13.80 (10.05)	9.32 (3.98)
Oz	17.47 (4.85)	12.29 (5.15)	8.23 (3.30)
OR	19.44 (8.81)	12.65 (3.13)	8.25 (3.69)

*** p<.001 ** p<.01 * p<.05 † .05<p<.1

Table.2 θ 波含有率

	リラックス時 (SD)	刺激提示時 (SD)	REM時 (SD)
F3	29.85 (7.87)	36.89 (6.98)	33.19 (5.85)
Fz	29.95 (8.26)	37.80 (6.17)	32.84 (5.75)
F4	30.03 (8.24)	37.41 (5.95)	32.85 (6.69)
T3	27.26 (6.50)	24.16 (8.78)	32.54 (8.66)
C3	29.56 (6.96)	34.32 (5.76)	32.94 (5.86)
Cz	30.86 (7.82)	37.68 (5.27)	33.47 (6.78)
C4	29.65 (8.27)	34.28 (5.69)	33.37 (6.10)
T4	25.61 (8.68)	23.79 (8.73)	33.07 (4.42)
P3	26.66 (7.28)	34.21 (5.56)	33.67 (7.57)
Pz	26.88 (8.04)	34.60 (5.35)	33.79 (7.45)
P4	27.07 (8.57)	33.91 (5.18)	33.57 (5.43)
OL	23.01 (6.94)	29.26 (7.56)	33.16 (9.28)
Oz	24.53 (7.71)	32.18 (7.17)	35.01 (9.79)
OR	21.95 (7.72)	30.92 (6.39)	31.53 (8.28)

*** p<.001 ** p<.01 * p<.05 † .05<p<.1

IV 考 察

PPEの存在が始めて報告されたのは、1946年 Grey Walterらによる EEG 検査が初めてで、彼らはストロボライトによって EEG 発作波が容易に誘発されることを見出した。当時は PPE の主誘因は太陽光線によるものと考えられていたので、そのためストロボライトも数千 cd/m² の高輝度を使用していた。しかし近年では PPE は 20cd/m² 程度の低輝度でも誘発されることが明らかになってきている。視聴覚機能を含めた人体への影響については、脳の成熟度の違いにより、子どものほうが大人より影響を受けやすく、このため PPE も低年齢層に出現し易い。

β 波の各部位の含有率を分散分析した結果 (Table 1), 全域においてリラックス時, REM 期に比べ刺激提示時に β 波が増加している。また含有率マップ (Fig. 1~3) より刺激提示時の θ power が高いことをうけ, θ 波の各部位の含有率にも有意差があるか調べるため分散分析を行った。その結果 Table 2 に示すように, リラックス時に比べ刺激提示時にはほぼ全域において θ 波が増加している。

それではなぜ刺激提示中に徐波成分の θ 波が増加するのであろうか。 θ 波は 4~8Hz の低い周波数の徐波 (Slow wave) であり, 成人では主に軽睡眠中に出現する波で覚醒中にはみられ

ない。また θ 波は催眠中にみられるのが特徴で、通常の視覚刺激提示条件時の脳波に θ 波が多発することは殆どない。それ故フリッカー刺激のような高輝度条件で θ 波が多発することは驚きであった。被験者はときに高い被暗示性亢進状態にあることが推測される。(II)では対連合学習課題を用いた記憶への影響の有無について検証する。

References

- 1) Badinand-Hubert, N., Bureau, M., Hirsch, H., Masnou, P., Nahum, L., Parain, D., and Naquet, R. (1998) Epilepsies and video games: results of a multicentric study. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 107, 422-427.
- 2) Binnie, C. D., and Jeavons, P. M. (1992) Photosensitive epilepsies. In J. Roger et al. (Eds.): *Epileptic Syndromes in Infancy, Childhood and Adolescence*. John Libbey, London, pp. 299-305.
- 3) Leijten, F. S. S., Dekker, E., Spekreijse, H., Kasteleijn-Nolst Trenite, D. G., A., and Van Emde Boas, W. (1997) Light diffusion in photosensitive epilepsy. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 106, 387-391.
- 4) 森昭雄：ゲーム脳の恐怖。NHK 出版，2002。
- 5) Takahashi, T., and Tsukahara (1998) Photoparoxysmal response elicited by flickering dot pattern stimulation and its optimal spatial frequency of provocation. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 106, 40-43.
- 6) 高橋剛夫 (1999) 第 14 回視覚と脳波研究会報告。脳波と筋電図，27，74-76。
- 7) 高橋剛夫 (2000) 光感受性発作の脳波診断と防止作。臨床神経生理学，28，236-245。
- 8) Wilkins, A. J., Darby, C. E., and Binnie, C. D. (1979) Television epilepsy. The role of pattern. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 47, 163-171.