

# 子供のテレビ視聴時における背景脳波の 1/f 周波数 ゆらぎについて

筑波大学心理学系 吉田 倫幸\*<sup>1</sup>

The 1/f frequency-fluctuation of background EEG during children's TV watching

Tomoyuki Yoshida (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Ibaraki 305, Japan*)

The purpose of this paper is to examine 1/f power spectral density of frequency-fluctuations of background EEGs during children's TV watching. Animation video was presented to children on 14-inch color TV set placed at 2 m in front of subjects' eyes. EEGs of four children (their ages ranged from 6 to 13 years) were recorded from three scalp locations (Fz, Cz and Oz) under resting situation and TV watching situation. After brain waves were divided into three frequency-bands ( $\alpha$ -wave,  $\beta$ -wave and  $\theta$ -wave) by a band-pass filter and their frequency-fluctuations were transformed into voltages by a F-V converter, power spectral density of fluctuations were computed by FFT-method. It was found that frequency-fluctuations of  $\alpha$ - and  $\beta$ -waves in the resting situation were of 1/f characteristics for all subjects, but that 1/f type was destroyed at each scalp location in the TV watching situation. This tendency was prominent for young children at Cz and Fz, but not older children, suggesting that TV watching deeply affects young children's brain activity.

Key words : TV watching, children, EEG, frequency-fluctuation, 1/f.

## はじめに

ゆらぎ (fluctuation) は時間とともに変化する不規則変動をさし、日常的には信号 (signal) に対して雑音 (noise) と呼ばれるものである。通常は雑音は信号に対して好ましくないものとしてできるだけ排除されるべき対象と考えられているが、最近、このゆらぎ現象の1つである 1/f ゆらぎが精神をリラックスさせる音楽療法 (渡辺, 1982) や電気刺激による痛みの治療に利用できる (小杉ら, 1978, 1979; 鈴木ら, 1980) として注目されている。

1/f ゆらぎとは、ゆらぎのスペクトル密度が周波数の逆数 ( $f^{-1}$ ) に比例しているようなゆらぎである。すなわち、ゆらぎのスペクトル密度の対数値を縦軸に、周波数の対数値を横軸にとった場合、ゆらぎのパワースペクトル密度は周波数の増加とともに -1

の傾きで直線的に減少していく。

1/f ゆらぎは、“flicker noise” とか、“pink noise” と言われ、低周波領域にあらわれる真空管電流や炭素抵抗体の電流雑音として発見された (武者, 1977)。その後、多くの自然現象 (例えば、気温の長期変動、小川のせせらぎ、雨の音、波の音など) や、クラシック音楽などもこのようなゆらぎを示すことが報告されている (渡辺, 1982)。さらに、生体内の生理現象 (心拍周期や脳波のゆらぎ) にも 1/f 特性を持ったゆらぎが発見され (鈴木ら, 1980)、多くの人の関心が 1/f ゆらぎに向けられている。

これまでの研究で、1/f ゆらぎを有する刺激は人間に心地よさを与えることが知られているが、こうした刺激は人間の心地よさに関連した生理機構の活動に 1/f ゆらぎを積極的に誘発し、これが主観的に心地よさを感じられると推察される。

## ゆらぎ現象の解析

ゆらぎ現象の統計的性質の解析には自己相関関数

\* 1 本研究は昭和61年度筑波大学学内プロジェクト奨励研究費の補助を受けた。

やパワースペクトル密度関数を用いられているが、以下にスペクトル解析(日野, 1977)と, Voss & Clarke (1978), および渡辺 (1982) の論文を参考にゆらぎ現象の理論的背景について説明する。

自己相関関数は、時刻 (t) に関する不規則変量を x(t), 時刻 t から τ 時間隔たった変量を x(t+τ) とする時、この 2 つの変量の積の時間平均値で定義される。

$$C(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} 1/2T \int_{-T}^{+T} x(t) \cdot x(t+\tau) dt \quad \dots(1)$$

(1)は時刻 t に無関係で、τ のみの関数である。ここで、ゆらぎが完全にランダムである時、

$$C(\tau) = 0 \quad (\tau \neq 0) \quad \dots(2)$$

$$C(\tau) = C(0) \quad (\tau = 0) \quad \dots(3)$$

すなわち、ラグ τ = 0 以外で自己相関関数が 0 となる雑音を白色雑音 (white noise) という。

自己相関関数は偶関数で、τ = 0 で最大値をとる。すなわち、

$$C(0) > \pm C(\tau) \quad (\tau \neq 0) \quad \dots(4)$$

である。ゆらぎ現象の多くは微小ラグ Δt 隔たる時に以前の性質をある割合保持する。言い換えれば、任意のある時刻の値が、その時刻に近い値とは強く相関するが、速く離れた時刻になると相関が低くなるような過程をたどるゆらぎである (例えば、一次マルコフ過程)。この過程は τ が大きくなるほど指数関数的に減少していき、やがて C(τ) = 0 となる。すなわち、

$$C(\tau) \rightarrow 0 \quad (\tau \rightarrow \infty) \quad \dots(4)$$

なる性質を有する。

そこで、1 つの目安として、C(τ) = 0 となるラグ τ を τ<sub>0</sub> とすると (τ<sub>0</sub> をゆらぎの時定数とよぶことがある) 、

$$C(\tau) = \bar{V}^2 e^{-(|\tau|/\tau_0)} \quad (C(0) = \bar{V}^2 \text{ とおく}) \quad \dots(5)$$

この場合、ラグ τ<sub>0</sub> が大きいほど、C(τ) の減少は緩徐となり、すそ野の広い形となる。

一方、パワースペクトル P(f) は Wiener-Khinchine の公式に従って、次のように自己相関関数と関係づけられる。

$$P(f) = 4 \int_0^{\infty} C(\tau) \cos 2\pi f \tau d\tau \quad \dots(6)$$

$$C(\tau) = 2 \int_0^{\infty} P(f) \cos 2\pi f \tau df \quad \dots(7)$$

そこで、(5)を(6)に代入して、

$$P(f) = 4 \int_0^{\infty} \bar{V}^2 e^{-(|\tau|/\tau_0)} \cos 2\pi f \tau d\tau$$

$$= 4 \tau_0 \bar{V}^2 / \{1 + (2\pi f \tau_0)^2\} \quad \dots(8)$$

(8)式において、ラグ τ に対応する周波数 f が 1/2πτ より遙かに小さい場合、

$$1/2\pi\tau_0 \gg f \text{ つまり } 1 \gg 2\pi f \tau_0 \quad \dots(9)$$

となり、(2πfτ)<sup>2</sup> はほぼ無視できるので、P(f) は周波数に無関係となる (f<sup>0</sup>) 。

一方、f が 1/2πτ<sub>0</sub> より遙かに大きい場合、

$$1/2\pi\tau_0 \ll f \text{ つまり } 1 \ll 2\pi f \tau_0 \quad \dots(10)$$

なって、(8)式の P(f) 値は (2πfτ<sub>0</sub>)<sup>2</sup> に依存して変化する。つまり、この周波数帯域 (1/2πτ<sub>0</sub> ≪ f) では、P(f) は f<sup>-2</sup> に従って変化することになり、周波数の増加にともなって急速に減少する。

P(f) が周波数 f に対して負の傾斜を以て変化するということは、ほぼ τ<sub>0</sub> の時刻まで x(t) の影響が残っていることを意味する。従って、P(f) が f<sup>-r</sup>、すなわち、1/f<sup>r</sup> に比例する場合、負の勾配 (|r| の値) が小さいほどランダム性が高く、急な場合ほどゆっくりした変化を示すことになる。従って、1/f ゆらぎは、ある周波数領域で P(f) が f<sup>-1</sup> に近似的に比例していることを示すものであるが、ちょうどこれらの中間に位置する。

### 生体リズムのゆらぎと心地よさ

生体の中にあるリズム現象が 1/f ゆらぎを示す例が多く見つかっている。例えば、心拍は非常に規則的なリズムを有するが、ある程度のゆらぎも示す。心拍の周期のゆらぎをパワースペクトル密度で表現すると、スペクトル密度は周波数 f の逆数に比例する。すなわち、1/f ゆらぎを示す(鈴木ら, 1980; 武者, 1987)。また、脳波 (α 波) の周波数変動も 1/f ゆらぎを示すことが報告されている (小杉ら, 1978, 1979; 鈴木ら, 1980)。

先にも述べたように、小川のせせらぎ、クラシック音楽は 1/f の特徴を有し、1/f ゆらぎを持つ刺激は人間に心地よさを与えるが、逆に被験者にある刺激を与えた時に、脳波などの生体リズムが 1/f ゆらぎを示せば、被験者にとってその刺激は心地よいものであろうか。

小杉ら (1978) は、安静状態時と腕圧迫による痛み刺激を受けた場合の健康被験者の後頭部脳波の α 波帯域 (8~15Hz) の周波数ゆらぎをゼロクロス法を用いて算出し、パワースペクトルに変換して比較している。彼らの結果によれば、安静時ではゆらぎ

のパワースペクトルは1/f的特性を示したが、痛みを受けた場合は、1/f特性が顕著でなくなった。また、4 KHzの矩形波音を大量音で被験者に聞かせた時にも、安静時に比べ、パワースペクトルが1/fで近似される周波数領域が狭まることが報告されている(小杉ら, 1979)。

鈴木ら(1980)は、生体の安静度を①薄暗くて静かなシールドルーム内でベッドに横になり眼を閉じた平常時、②平常時に加えてやっとな聞こえる程度に本人の好みの音楽を聞かせた快適時、③やっとな耐えられるほどの1 KHzの方形波を聞かせた不快適時の3段階に分けて、①→③の順に各15分ずつ脳波を記録し、バンドパスフィルターにより $\alpha$ 波を抽出してその周期変動を小杉らと同様な方法で比較している。その結果、ゆらぎのパワースペクトルは、快適時②の場合に1/fゆらぎを示す周波数帯域が最も広く、安静時①、不快時③の順に1/fゆらぎを示す帯域が狭くなる傾向が認められた。

以上の結果は、不快な刺激に対しては脳波は1/fゆらぎを示さないか、あるいは示してもその帯域幅は狭くなること示唆している。

## 目 的

従来より子供とテレビとの関わりについて数多くの研究がなされ、テレビが子供の心理・行動に与える影響について議論されてきた。しかし、これらの議論は主として調査データに基づくものが多く、全体的、一般的傾向は知りうるものの、発達的に乳児から幼児そして児童がテレビに対してどのような心理・行動的反応を示すか、またテレビ視聴が脳中枢や身体に与える影響はどうかなどについては研究が少なく、日本では最近ようやく具体的観察や生理学的実験が行われ始めたばかりである(小平, 1985; 村野井ら, 1984; 吉田ら, 1984, 1985)。

特にテレビ視聴が子供の脳に与える影響についての研究は少ないが、子供の脳波活動を指標とした研究報告がアメリカにおいて紹介されている(ケイトムーディ著“テレビ症候群”, 市川孝一監訳・北濃秋子訳, 1982)。これによると、テレビ視聴開始から20分程度で子供の脳波活動は緩徐になり、 $\alpha$ 波が出現するか、視聴中ずっと $\alpha$ 波を示し続けたという。テレビを見ている時間が長くなるにつれて脳波活動は次第に緩慢になるが、この傾向は番組内容と関係なく生じるという。こうした状態では、子供はテレビを見ている間、それに反応していないし、注意も向けていないし、集中もせず、ただ、ぼんやりしているだけであると指摘している。

上記の知見では、子供のテレビ視聴中の $\alpha$ 波の出現をぼんやり状態と結びつけているが、安静時によく出現する $\alpha$ 波と子供がテレビを視聴している時に出現する $\alpha$ 波はどこが異なるのであろうか。本研究では、子供の安静時とテレビ視聴時の脳波活動を周波数のゆらぎの観点から検討し、テレビ視聴が子供の脳に与える影響について考察する。

## 実験方法

**被験者** 6歳, 10歳, 12歳, 13歳の4名の男子。

**刺激** テレビ画面から呈示されるビデオ。テレビ受像機は14インチのカラーテレビで、被験者の眼前約2 mの位置に設置された。テレビで放映されるビデオはアニメーションで、6歳と10歳の場合は『チャーリーブラウン』(TOHOKUSHINSHA, HOME VIDEO), 12歳と13歳の場合は『筋肉マン』(NTV 東映動画)とした。ビデオ内容が異なるのは、先の2名は『筋肉マン』のビデオを以前に見たことがあったためである。後の2名は初めてであった。どちらのアニメーションもビデオ用に編集され、市販されているもので、テレビ漫画として番組放映されたものとは異なる。

**脳波の測定部位** 正中線上後頭部(Oz)・中心部(Cz)・前頭部(Fz)の3部位から、両耳葉連結を基準電極として単極誘導した。その他、心電図測定電極を右腕に、眼球運動・瞬目測定電極を右眼上部と左眼下部に装着した。

**手続き** 被験者は電極装着後、実験者とともに電磁シールドされた防音室に入室し、室内の安楽椅子に腰かけ、補助椅子を用いて脚を伸ばした楽な姿勢をとってテレビに向かった。入室後は部屋を暗くした(小さい子供…5歳・10歳には防音暗室で不安が生じないように、本実験以前に3度目をかえて同様な状況を経験してもらっていたため、馴れている)。しばらく暗順応状態を保ちながら、被験者に『これからビデオを見せますから、なるべく体を動かさないようにテレビ画面を見ていて下さい。目が疲れたら瞬きしても(目をパチパチさせても)いいですよ。』と説明した後、実験者は防音室を退出した。

**脳波の測定** 第1安静閉眼(約10分)、ビデオ(約50分)、第2安静閉眼(約10分)の3区間に分けて脳波を測定した。電極抵抗のチェックの後、実験者は再び入室し、『これからビデオを見せるけど、その前に暫くの間、目を閉じててね』と教示して退出した。脳波に眼球運動や筋電図などのアーチファクトの混入がないことを確認した後、第1安静閉眼時の脳波を脳波計(日本電気三栄, 1A57)により時定数0.3s

で紙記録すると同時に、4チャンネルのデータレコーダ (Sony Magnescale NFR-3515) に磁気記録した。ビデオ放映・第2安静閉眼の各区間の初めには実験者が必ず防音室に入り、子供と言葉を交わしながら、『ビデオを見てね』、『また、目を閉じてね』と教示し、第1安静時同様に脳波を記録した。

**脳波の分析** 磁気記録された脳波はオフラインで処理された。記録された3部位の脳波は帯域フィルター (24dB/oct, NF回路設計社のフィルターチップにより自作) を通して  $\alpha$  波帯域 (8~13Hz),  $\theta$  帯域 (4~7 Hz),  $\beta$  帯域 (15~30Hz) に分けた後、各成分ごとにゼロ交差法に基づいて F-V コンバータ (坂上/小杉の設計図に基づいて作成)\*2によってゼロクロス数を電圧に変換した後 (10KHzを10Vに設定, 時定数を330msとした), シグナルプロセッサ (7T07A, 日本電気三栄) に入力して高速フーリエ変換を行い、各帯域ごとに周波数のゆらぎのパワースペクトルを得た。パワースペクトル算出のための1回の分析時間は40.96s (80msごとに512ポイントをA/D変換した) で、安静時は10回、ビデオ視聴時は32回の平均パワースペクトルを算出した (時間分解能は0.0122Hz, 最高6.25Hz)。

## 結 果

後頭部・中心部・前頭部の各部位について、 $\alpha$ ・ $\beta$ ・ $\theta$  帯域の周波数のゆらぎデータを算出してあるが、図では後頭部と前頭部の  $\alpha$ ・ $\beta$  帯域の結果を示す。

Fig. 1およびFig. 2は、後頭部 (Oz) における安静時とTV視聴時の  $\alpha$  波帯域 (8~13Hz) の周波数のゆらぎのパワースペクトルを示したものである。両軸は対数で表現されており、 $\log P(f) = \lambda \log f$  から、 $\lambda$  が-1に近いほど1/f型のパワースペクトル構造を示す。Fig. 1は被験者M.S. (10歳), Fig. 2は被験者T.H. (13歳) の例である。安静時には両被験者とも0.037Hz~0.5Hzにかけてほぼ1/f特性を示している。一方、TV視聴時には、被験者M.S.では0.071Hzまで、被験者T.H.では0.195Hzまで1/f特性を示しておらず、1/f特性を示す周波数領域が狭くなっていることがわかる。特に、被験者M.S.の方がばらつきも大きく、安定していない。

図には例示してないが、安静時には被験者N.S. (6歳)・被験者A.H. (12歳) も0.012~0.500Hzの広い周波数帯域で1/f特性を示した。一方、TV視聴時

には、被験者N.S.では0.061Hzまで、被験者A.H.では0.122Hzまで1/f特性は示さなかった。従って、4名の被験者とも後頭部の  $\alpha$  波に関しては、TV視聴時は安静時に比べ1/f特性を示す周波数領域が狭くなることわかる。また、年齢で比べると、後頭部では年齢の低い方がTV視聴中も1/f特性を示す周波数領域が若干広い傾向にある。

次に低年齢児と高年齢児に分けて後頭部および前頭部の  $\alpha$  波帯域と  $\beta$  帯域の周波数のゆらぎのパワースペクトルを安静時とTV視聴時と比較した (Fig. 3とFig. 4)。

両図とも2名の平均で示してある。●は安静時、○はTV視聴時である。後頭部  $\alpha$  帯域については、個人例で示したように、安静時では両年齢児とも広い周波数領域で1/f特性を示しているが、TV視聴時には全周波数領域で1/f特性が崩れ、パワーの減少勾配がやや0に近くなっている (Fig. 3, Fig. 4の左下図)。前頭部も安静時の  $\alpha$  波は、両年齢とも1/f特性を示しているが、低年齢児ではTV視聴時に1/f特性が全周波数領域で崩れ、減少勾配が0に近くなっているのに対し (Fig. 3の左上図)、高年齢児では低周波数領域 (0.024~約0.085Hz) では1/f特性は見られないもののそれ以上の領域ではほぼ1/f特性を保持している (Fig. 4の左上図)。一方、 $\beta$  帯域 (15~30Hz) でも両年齢とも、安静時には後頭部・前頭部で1/f特性を示しているが、TV視聴時は低・高年齢児間で違いが見られた。後頭部では、低年齢児の場合、TV視聴中は0.0244~0.158Hzまで1/f特性を示し、それ以上の周波数では勾配は0に近かった (Fig. 3の右下図)。一方、高年齢児の場合、周波数に応じたパワーの推移は1/fよりも負の勾配が若干小さい傾向は示したものの、0.647Hzまでほぼ直線的にパワーが低下している (Fig. 4の右下図)。前頭部では、低年齢児は低周波数領域 (約0.0244~0.061Hz) で1/f特性を示さない (Fig. 3の右上図) が、高年齢児ではTV視聴時も全周波数領域でほぼ1/f特性を保持している (Fig. 4の右上図)。

以上の結果は、TV視聴時の  $\alpha$  帯域・ $\beta$  帯域の脳波のゆらぎが、低年齢児と高年齢児で異なることを示唆する。また、この傾向は特に前頭部において顕著である。そこで、TV視聴時の各脳部位での両年齢児の周波数のゆらぎの差異を明らかにするために、低年齢児と高年齢児についてそれぞれ0.0244Hzから0.5Hzまでの周波数領域を低周波数領域 (0.0244~0.256Hz...①) と高周波数領域 (0.268~0.5Hz...②) に二分して、 $\lambda = \log P(f) / \log f$  の式 (渡辺, 1982) にしたがって  $\lambda$  の平均値を求めた。Table 1

\*2 心理専攻4年生の今井浩君を通じてF-Vコンバータの作成に関し貴重な御助言をいただきました東京工業大学の小杉幸夫先生に感謝致します。

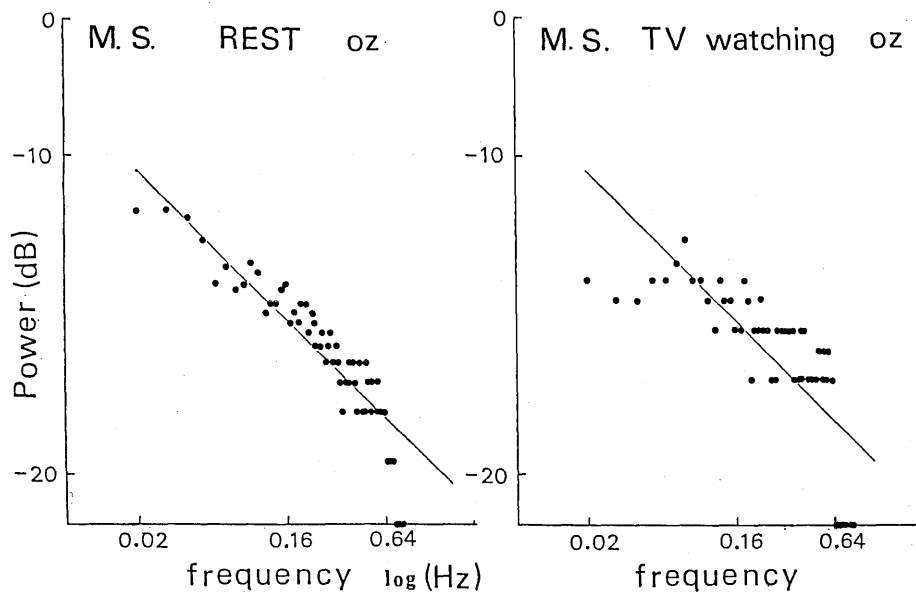


Fig. 1 被験者M.S. (10歳)の後頭部(Oz)の $\alpha$ 帯域周波数のゆらぎのパワースペクトル。左図は安静時(rest), 右図はテレビ視聴時(TV watching)。縦軸・横軸は共に対数。各点は0.244~0.988Hzまでの総パワー量に対する各周波数のパワー量の比をデシベルで表現したもの。図中の直線は $1/f$ の理論線。

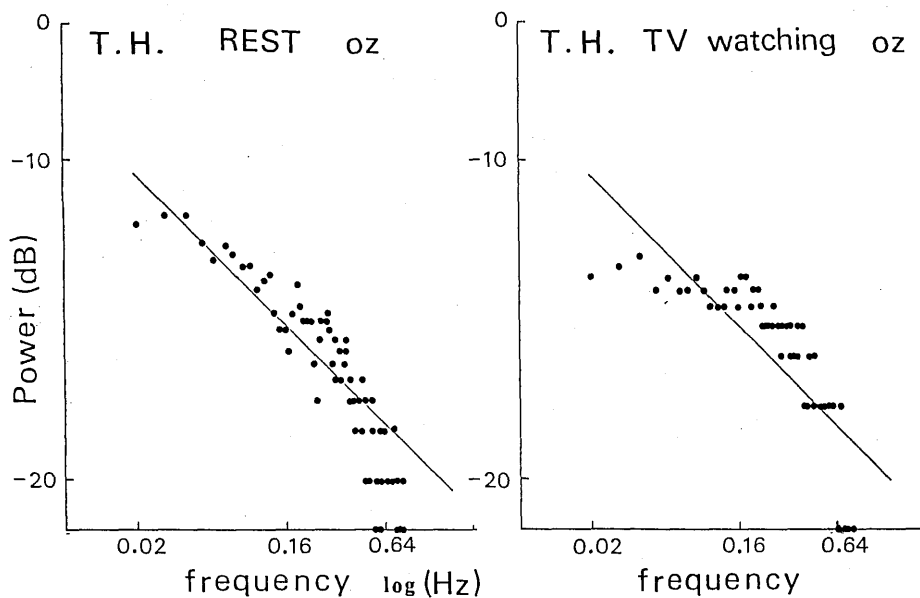


Fig. 2 被験者T.H. (13歳)の後頭部(Oz)の $\alpha$ 帯域周波数のゆらぎのパワースペクトル。左図は安静時, 右図はテレビ視聴時。他はFig. 1に従う。

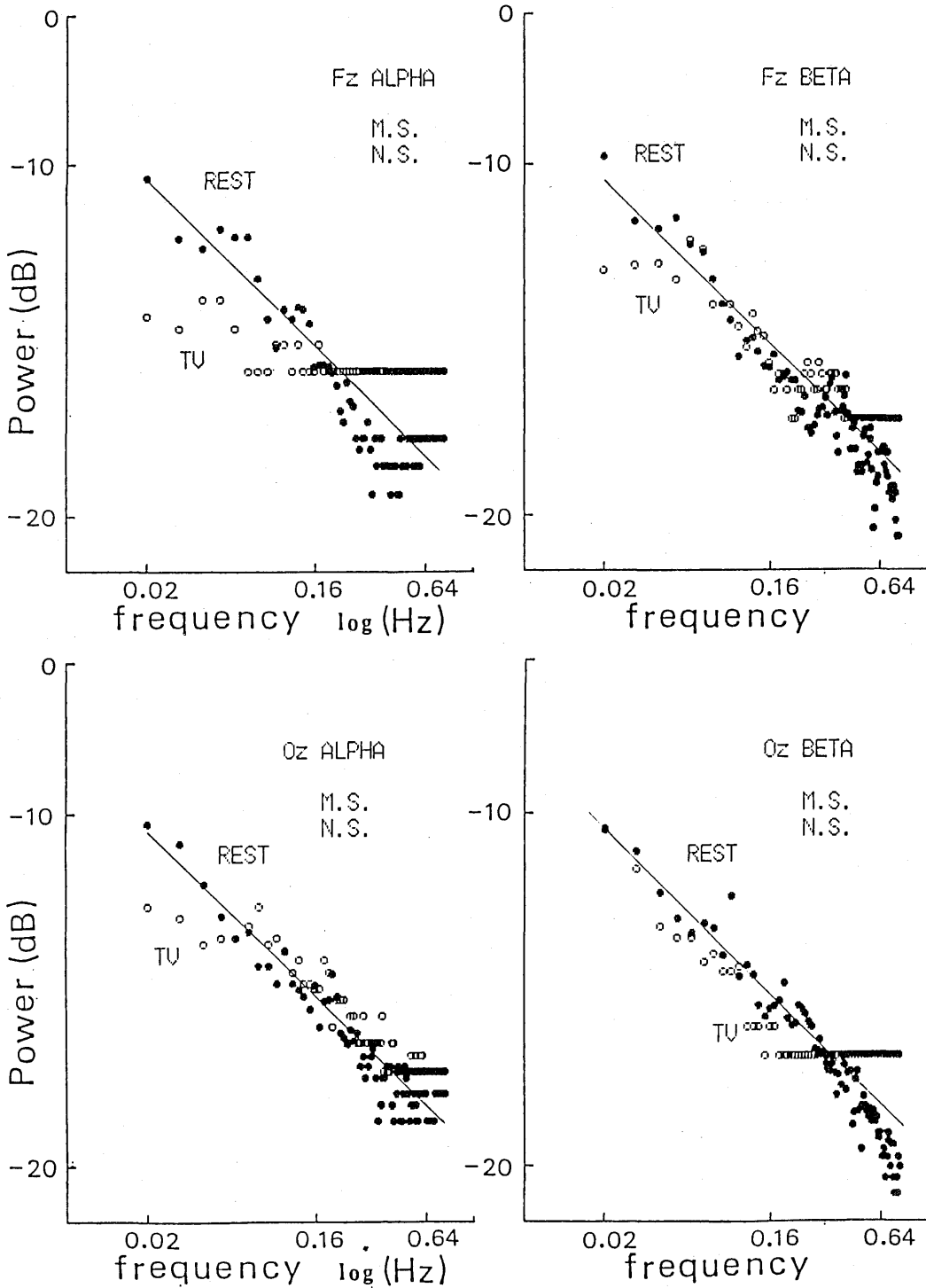


Fig. 3 低年令児 (M.S., N.S.) における前頭部 (Fz)・後頭部 (Oz) の安静時およびTV視聴時の  $\alpha$  帯域・ $\beta$  帯域周波数のゆらぎのパワースペクトル。●は安静時, ○はテレビ視聴時。各点は2名の平均値。他はFig. 1に従う。

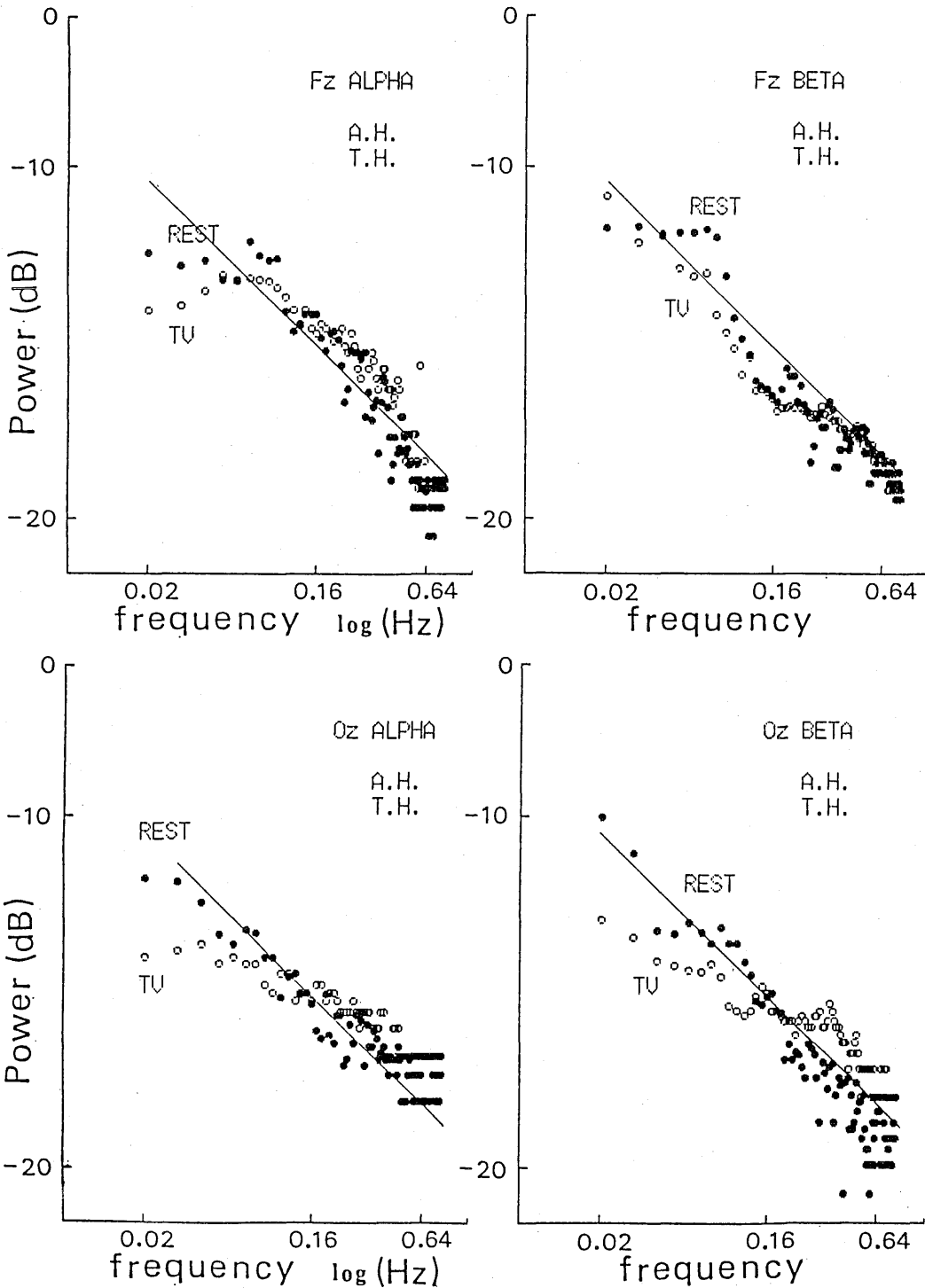


Fig. 4 低年齢児 (A.H., T.H.) における前頭部 (Fz)・後頭部 (Oz) の安静時およびTV視聴時の  $\alpha$  帯域・ $\beta$  帯域周波数のゆらぎのパワースペクトル。●は安静時, ○はテレビ視聴時。各点は2名の平均値。他はFig. 1に従う。

Table 1 低年令児の低周波数領域(a)と高周波数領域(b)における平均λ値

		α 波		β 波		θ 波	
		安静	テレビ視聴	安静	テレビ視聴	安静	テレビ視聴
		低年令児	前頭部	-0.70	-0.10 (a)	-1.18	-0.54 (a)
	中心部	-0.20	0.00 (b)	-1.49	-0.47 (b)	-0.02	0.00 (b)
	後頭部	-0.42	-0.11 (a)	-1.19	-0.46 (a)	-0.36	-0.06 (a)
		-0.21	0.00 (b)	-1.81	0.00 (b)	-0.01	0.00 (b)
		-0.77	-0.68 (a)	-1.39	-0.89 (a)	-0.66	-0.15 (a)
		-0.48	-0.39 (b)	-1.78	-1.08 (b)	-0.35	0.00 (b)

注：低周波数領域 (0.024~0.256Hz), 高周波数領域 (0.268~0.500Hz)

Table 2 高年令児の低周波数領域(a)と高周波数領域(b)における平均λ値

		α 波		β 波		θ 波	
		安静	テレビ視聴	安静	テレビ視聴	安静	テレビ視聴
		高年令児	前頭部	-1.09	-1.13 (a)	-0.95	-1.01 (a)
	中心部	-1.06	-1.62 (b)	-1.05	-1.29 (b)	-0.76	-0.95 (b)
	後頭部	-0.81	-0.97 (a)	-1.02	-0.88 (a)	-0.69	-0.79 (a)
		-0.70	-1.23 (b)	-0.77	-1.01 (b)	-0.69	-1.28 (b)
		-0.64	-0.47 (a)	-1.01	-0.41 (a)	-0.94	-0.77 (a)
		-0.45	-0.46 (b)	-0.85	-1.01 (b)	-0.81	-1.02 (b)

注：各周波数領域はTable 1に従う

とTable 2はその結果である。パワースペクトル(P(f))が1/fに従っていけば、上式の値λは-1となる。λの値が0に近ければ、ゆらぎはf<sup>0</sup>に従い、P(f)は白色雑音的であり、-2に近ければ、f<sup>-2</sup>に従い、長時間的に相関の高い緩徐な変動をしていることになる。

まず、α波のゆらぎについて見る。安静時には、低年令児 (Table 1) では後頭部・前頭部の低周波数領域のλ値は-0.77および-0.70と-1に近い値を示しているのに対し、中心部では-0.42と小さい値 (以下、λ値は絶対値で小さい、大きいと表現する)を示している。また、高年令児 (Table 2) では、後頭部は-0.64と小さい値を示しているが、中心部から前頭部にかけて-1に近い値を示している。高周波数領域では、低年令児では各部位とも低周波数領域に比べてλ値はかなり小さい値となっているが、高年令児では低周波数領域のλ値とほぼ等しい値を示している。一方、TV視聴時は、後頭部については両年令児とも安静時に比べてλ値が小さいが、低周波数領域では低年令児の方が若干大きい。中心部・前頭部では、低年令児の方はλ値は両周波数領域で0に近くなっているが、高年令児では

ほぼ-1に近い値を示している。

次にβ波について見る。安静時には両年令児とも、λ値は-1に近いが、それ以上の値を示している。低年令児では各部位とも低周波数領域に比べ高周波数領域ではλ値が大きくなる傾向にある。一方、高年令児では、両領域ともλ値は-1に近い値を示している。TV視聴時は、低年令児では後頭部の低周波数領域および高周波数領域でほぼ-1であるが、高年令児では低周波数領域でλ値が小さくなっている。中心部・前頭部では、高年令児については両周波数領域でほぼλ値が-1を示しているのに対し、低年令児ではλ値は小さい。

θ波については、低年令児では安静時の後頭部でλ値が大きいものの、その他は安静時、TV視聴時ともλ値は低く、この傾向はTV視聴時に顕著である。一方、高年令児では、安静時の中心部でλ値が若干小さいが、その他は安静時・TV視聴時とも両周波数領域でλ値はほぼ-1に近い値を示している。

全体として整理すると、高年令児では、後頭部以外は安静時もTV視聴時もα波・β波・θ波は全周波数領域に渡ってλ=-1に近く、1/fゆらぎが安定しているのに対し、低年令児ではα波・θ波は安



静時でも高年令児に比べて $\lambda$ の絶対値が小さく、1/fゆらぎを示す周波数帯域も狭い。TV視聴時は全周波数領域に渡って $f^0$ に近くなる。 $\beta$ 波は安静時には高年令児に比べ、低年令児では若干 $f^{-2}$ に近づいているが、TV視聴時には1/fに近くなる。

## 考 察

本研究は、子供のテレビ視聴時の脳波活動を周波数のゆらぎの観点から検討したものである。これまでの数多くのゆらぎの研究で、自然界には1/f特性を示すゆらぎが多く存在していることが明らかにされており、1/f特性は生物を取り巻く自然界における恒常的環境因子と考えることができる(渡辺, 1982)。一方、生体内部でも心拍数(武者, 1987)や安静時脳波の $\alpha$ 波(鈴木ら, 1980)が1/fゆらぎを示すことが報告されている。音楽を刺激として捉えた場合、1/fゆらぎを示す音楽、例えば古典音楽がロックやディスコ音楽に比べて心地よい感覚を与えること(渡辺, 1982)や、1/fゆらぎのリズムを持つ電気刺激で痛みを除くことが可能なこと(小杉ら, 1978)から、「われわれの生体時計に固有なゆらぎと同じ統計的な性質をもったゆらぎを刺激として外部から受けるときに、われわれはそれを快適な刺激と感ずる」(武者, 1987)、すなわち、刺激に対する生体の親和性が高まる(渡辺, 1982)と言える。

以上の観点からテレビ刺激は子供にとってどのようなものであるか。本研究で得られたデータをもとに考察してみたい。

まず、安静時には $\alpha$ 波の周波数のゆらぎが高年令児に比べ、低年令児の方が1/f特性を示す周波数領域が狭い傾向があるが、全体的に低年令児も高年令児もほぼ、1/f特性を示している。この結果は、成人の安静時のデータ(鈴木ら, 1980)と一致し、 $\alpha$ 波は安静時には成人も子供も1/fゆらぎをその特徴とすることがわかる。

部位的には、低年令児が後頭・前頭部で、高年令児では中心・前頭部で一層1/f特性が顕著である。

$\beta$ 波については、安静時には各部位とも1/fに近いゆらぎを示しているが、 $\lambda$ 値を絶対値で比較すると低年令児の方が高年令児に比べ若干大きいことが特徴である。

$\theta$ 波は低年令児では各部位とも安静時に1/fゆらぎが顕著でないか、ほとんど見られない。一方、高年令児では安静時にほぼ1/fゆらぎを示す。

全体的に見て、 $\theta$ 波を除いて安静時のパワースペクトルは1/f特性に従っていると言えるであろう。 $\theta$ 波については年令的な差異であろう。

これに対して、テレビ視聴時の $\alpha$ 波については、低年令児・高年令児とも安静時に比べ後頭部では共通して低周波数領域でも $\alpha$ 波の周波数のゆらぎは $f^0$ の方向、すなわち、負の勾配が0の方向に崩れている(この傾向は高年令児の方が若干大きい)。テレビ視聴は視覚・聴覚の両方が脳に刺激を与えているが、どちらかと言えば視覚への効果大きい。従って後頭部における $\alpha$ 波の $f^0$ 方向への崩れは視覚刺激による効果と言える。 $\beta$ 波については、低周波数領域で低年令児は $f^{-2}$ 方向から $f^{-1}$ 方向へ、高年令児では $f^{-1}$ 方向から $f^0$ 方向へゆらぎが変化しているが、これも視覚刺激の効果と言えるだろう。一方、中心部・前頭部においては、高年令児では $\alpha$ 波・ $\beta$ 波・ $\theta$ 波とも各部位でほぼ安定した1/fゆらぎを保持しているのに対し、低年令児では $f^0$ の方向に崩れている。

テレビ視聴中の中心部・前頭部における両年令児の差異は、部位的にみても視覚・聴覚以外のより認知的な部分での差異と考えられる。吉田ら(1984)は男子大学生を対象としてビデオ視聴中の脳波の変化を検討し、情動性の高い内容のビデオほど脳への負荷が大きいことを指摘した。しかし、情動性の面から言えば、チャーリーブラウンのビデオの方が筋肉マンのビデオに比べて情動性は低いといえる。分析方法が異なることから直接比較できないが、もし仮に、1/fゆらぎがビデオ内容と関連するとすれば、低年令児と高年令児のテレビ視聴中の中心部と前頭部の脳波のゆらぎ特性の違いは内容の情動的側面以外の差異が反映されたものであろう。

安静時は両年令児とも前頭部でほぼ1/fゆらぎを示していることから考えて、脳全体が1/fゆらぎを示す状態が脳にとってよりリラックスした状態だとすれば、テレビ視聴は脳のこうした状態を崩す方向に作用することになる。その作用は低年令児ほど大きく、大脳の前頭部の脳波のゆらぎを低年令児ほど白色雑音化すると言えるであろう。脳の前頭部は一般に意欲、想像、思考や情操に関連した部分とされている。データが少ないので即断はできないが、テレビ視聴は低年令児ほどこうした活動に大きく影響を及ぼすのかも知れない。

本報告では、周波数のゆらぎに限って子供のテレビ視聴時の活動を調べたが、通常の脳波のパワースペクトル構造の検討も現在行っており、それらも含めて別の機会に報告する予定である。

最後に、1980年代に入って、テレビ受像機は単にテレビ番組を見るための装置から、ゲームやコンピュータディスプレイに用いられるなどその役割が拡大しつつある。生まれた時から常時テレビという視聴覚刺激にさらされ、今後ともテレビと我々以上

に関わりを持つと予想される子供たちの身体および精神活動に対するテレビの影響について、今後とも健康管理の面からも具体的かつ詳細に研究される必要があろう。

### 要 約

本研究は子供のテレビ視聴中の脳波活動を周波数のゆらぎの変化の側面に焦点をあてて安静時と比較しながら検討を加えた。被験者は、6, 10, 12, 13歳の4名で、脳波はOz・Cz・Fzの部位から両耳朶連結を基準電極として単極導出した。視聴ビデオは『チャーリーブラウン』(低年令児2名)と『筋肉マン』(高年令児2名)とした。何れも約50分ほどのビデオであった。被験者は防音暗室の安楽椅子に腰掛け、眼前2mの位置にセットされた14インチのカラーテレビ画面を注視した。脳波はビデオ時前後の安静時とビデオ視聴時に記録した。測定された脳波は、帯域フィルターを通して $\alpha$ 帯域・ $\beta$ 帯域・ $\theta$ 帯域に分けられ、それぞれについて、ゼロ交差法によって周期を電圧に変換した後、FFTによって、周波数のゆらぎのパワースペクトルが算出された。その結果、周波数のゆらぎのパワースペクトルは安静時には各被験者とも $\alpha$ 波・ $\beta$ 波は各帯域でほぼ1/fに近いゆらぎを示した。一方、テレビ視聴時は高年令児では各部位で1/fゆらぎを示していたのに対し、低年令児では $f^0$ 方向へゆらぎが変化した。特に、前頭部・中心部での変化が大きく、テレビ視聴の影響が低年令児ほど強く現れていることが示唆された。

### 引 用 文 献

- 日野幹雄 1977 スペクトル解析 初版(第4刷) 朝倉書店
- 小平さち子 1985 アニメ番組は子どもたちにどう見られているか 放送研究と調査, 7, 12-21.
- 小杉幸夫・高橋孝夫・鈴木晴夫・鈴木真人・高倉公明・池辺 潤・武者利光 1978 1/f ゆらぎのリズムを持つ電気刺激による除痛について 電気通信学会技術研究報告, MBE 78-45, 1-11.
- 小杉幸夫・高倉公明・佐野圭司・高橋孝夫・池辺 潤・武者利光 1979 1/f ゆらぎのリズムを持つ電気刺激で痛みを除く一音楽や乱数から作った1/f信号で刺激パルスを制御— 日経エレクトロニクス, 5, 14, 122-140.
- ケイト・ムーディ 市川孝一(監訳), 北濃秋子(訳) 1982 テレビ症候群 家の光協会 (Kete Moody 1980 The TV syndrome. New York: Times book.)
- 村野井 均・伊藤玲子・吉田倫幸 1984 テレビからの働きかけに対する乳幼児の反応とそばにいる人間の役割 日本教育心理学会第26回総会論文集, 99-100.
- 武者利光 1977 1/f ゆらぎ 応用物理, 46, 12, 1144-1155.
- 武者利光 1987 音楽はなぜ楽しいのか—自然音と人工音— 数理科学, no. 288, 53-58.
- 鈴木真人・尾高敏則・小杉幸夫・池辺 潤・松岡賢也・安藤文紀・間中喜雄・高倉公明 1980 脳波の周波数ゆらぎとそれを用いた除痛効果の定量的判定 電気通信学会技術研究報告, MBE 80-59, 33-40.
- Voss, R.F. & Clarke, J. 1978 "1/f noise in music: Music from 1/f noise". *Journal of Acoustical Society of America*, 63, 1, 258-263.
- 渡辺茂夫 1982 音楽の治療的效果と1/f ゆらぎ現象との関係 音楽療法研究年報, 11, 1-15.
- 吉田倫幸・村野井 均・篠田伸夫 1984 乳幼児におけるテレビの近距離視聴交渉可能性の認識 日本教育心理学会第26回総会論文集, 100-101.
- 吉田倫幸・篠田伸夫・村野井 均 1985 テレビ連続視聴に伴う生理学的変化—EEG, HR, EYE BLINK, EYE MOVEMENT— 日本心理学会第49回大会発表論文集, 532.