

音響刺激による集中性効果と時間の過小評価について

七尾児童相談所 池 田 妙 子¹

About concentration-effect and underestimation effect of time by acoustic stimuli

Taeko Ikeda (*Child Guidance Clinic of Nanao, Nanao, Ishikawa 926*)

This experiment is to examine emotional effects induced by acoustic loading on time-estimation and degree of concentration on tasks. Subjects were ten college students, who were asked to produce five second periods (estimation of time), under acoustic loading for 15 minutes. Acoustic stimuli were (1) *koto*-music, (2) classical music, (3) sound effect, and (4) FM-noise, with different power spectra, expected to induce different emotions in the subjects. Time-estimation and EEG alpha-rhythm were used as parameters of concentration. The main results were as follows. In general, time was underestimated when the subjects' attention was concentrated on the tasks. Acoustic stimuli with $1/f$ -fluctuation and pleasant emotions induced underestimation of time. Gradient of fluctuation in time-estimation also showed the same effects. With increase in acoustically induced pleasant emotions, alpha-rhythm increased, in parallel with the underestimation of time. These results suggest that emotions induced by the physical characteristics of acoustic stimuli affect mental concentration and eventually affect time-estimation.

Key words: concentration, method of production, power spectrum, fluctuation, underestimation, electroencephalogram (EEG) alpha-rhythm.

時間意識は過去・現在・未来の3時相に分けられるのが一般的であるが、現実には知覚できるのは現在のみであり、何らかのかたちで、現在の知覚に置き換えられる。Nuttin (1985) によれば、時間意識の中で、過去と未来は事象の配列に関わる時間展望としての性質を備えており、例えば、未来展望は動機づけや欲求から生起する独創的な現象であるという。このような理由で、未来や過去の時間的位置づけは人間が時間に適応するための重要な役割を果たしているが、時間意識に主観的な歪曲が生じ、時間評価に関する様々な問題が生じてくる。

そこで、時間意識に関する問題の多くは、時間評価の問題と結びつけて論じられてきた。Cohen (1967 小野訳, 1971) は、時間の生理心理学に関する多くの研究を論評して、時間意識と時間評価が環境と主体との交互作用として多様に変動することを明らかにしている。Hoagland (1933) は、時間評価が特定の生化学的過程の速さに依存していると考えており、Fraisie (1957 原訳, 1960) は、動機づけや課題の性質によって変動する知覚

された変化の数が時間評価に影響すると述べている。Thomas & Weaver (1975) は、体内時計が刺激の時間的情報を処理するタイマー系と、非時間的情報を処理する認知的処理系との同時機能によって、時間評価が行われると仮定している。更に、大黒 (1961) によれば、一般的に受動的な課題では能動的な課題に比べて時間の過大評価傾向を示すという (Axel, 1924; Gulliksen, 1927 も参照)。或いは課題への精神集中度が高いほど時間の過小評価を示し (松田, 1988)、情動性緊張状態では時間は過小評価される傾向がみられた (池田, 1988)。また、音楽で満たされた時間は、ブザーで満たされた時間や無刺激の時間よりも過小評価される傾向があることも明らかにされている (Whitley, & Anderson, 1930)。

以上吟味してきたことから考えると、時間意識は有機体によって受容され、知覚された変化の意識であり、有機体の内環境と外環境の相互関係によって変化するものであるといえる。従って、時間評価は負荷される刺激や課題の性質、有機体の心身状態、つまり遂行の速さや集中度、情動状態の関数であると考えることができる。

一方、内外環境の変動をそれぞれのゆらぎとして捉える見方がある。武者 (1979, 1980)、及びその他の研究者 (小杉・高倉・佐野・高橋・池辺・武者, 1979; 大沢, 1979) によれば、自然界におけるゆらぎの中で $1/f$ 型の

¹ 本論文の作成にあたり御指導下さいました金沢大学山岡哲雄教授に深く感謝致します。また、コンピュータソフトの編集について多大なる御協力をいただきました聖カタリナ女子短期大学坂原 明講師にも厚く御礼を申し上げます。

パワースペクトルをもつものは変化が適度であり、生体にとって快く感じられるという。また、人においては、安静状態における心拍や脳波 α 波も $1/f$ 型ゆらぎをもつことが明らかにされている。ここでゆらぎというのは自然現象及び社会・文化現象のすべてにわたって見られる変化を時系列データとして処理したときの変動傾向のことである。その変動傾向には一見ランダムに見えるが、ある種の秩序があると考えられており、その秩序はフーリエ解析によって得られる。解析結果の周波数成分と、そのパワーを対数にとり、周波数に対するパワーの関係を図示すると、ゆらぎの状態を示す独特の曲線が得られる。この曲線の勾配が特に周波数の逆数に比例する場合を $1/f$ 型ゆらぎ、周波数の二乗の逆数に比例する場合は $1/f^2$ 型ゆらぎといて区別している。武者 (1980) はこの勾配が $1/f$ のとき快的状态が出現するが、この勾配が更に大きくなり $1/f^2$ に近づくと不快ではないが退屈感を与えると述べている。この視点から見ると、変化する環境に適応できるように有機体の機能の周波数成分もある範囲内で常にゆらいであり、有機体自身を変化、調整していることが考えられる。従って、体内時計を基調とする時間評価のゆらぎも基本的に $1/f$ 型ゆらぎをもち、外界の刺激に同調するのである。

そこで、本研究では異なったパワースペクトルをもつ音響刺激が、時間評価の過大過小傾向、及びそのゆらぎ現象にどのような影響を与えるかを分析、吟味する。一方、この時間に対する評価中の脳波 α 波を測定することによって、このときの精神集中の程度についても併せて追跡する。但し、脳波 α 波は精神集中が実現するほど集中性 α 波の出現が多くなるものと考えられる。

人に様々な音響刺激を与えると、音響のもつ物理的性質、特にその音響の周波数成分が、有機体の機能としての周波数成分と共鳴、同化、干渉を引き起こし、心身状態に異なった影響を及ぼすことが考えられる。そしてこのときに生じてくる特有の感情乃至情動状況は、恐らく快、不快、或いは不安や焦燥感等であると思われるが、この状況においては精神安定、及び精神集中度に差が生ずるので、時間評価に影響を及ぼすことが考えられる。

本実験においては、異なった情動状態を引き起こすと考えられ、かつ、パワースペクトルの異なる音響刺激として、箏曲、クラシック音楽、効果音、FM ノイズの 4 種類を負荷することにより、上述してきた仮説を検証しようとした。つまり時間の評価は音響刺激のパワースペクトルが $1/f$ 、及び $1/f^2$ に近づくにつれて——周波数成分が低いほど共鳴、同化を促し——快情動を喚起して課題遂行への集中を促進し、過小評価傾向を示し、反対にパワースペクトルの勾配が 0 に近づくにつれて——周波数成分が高いほど干渉、妨害を生じ——不快な情動を喚起して集中を妨げ、過大評価傾向を示すことが考えら

れる。一方、脳波 α 波の出現も、これに応じて変化するであろう。そして、人間の行う時間評価も基本的には $1/f$ 型ゆらぎをもつものと仮定されるが (Musha, Katsurai, & Teramachi, 1985; 武者, 1987), 音響刺激を負荷すると、やはり時間評価のゆらぎに、その周波数成分の傾向に応じた効果を及ぼすものと考えられる。このゆらぎの変動を観察することによって、外部環境の変化に対する行動的適応状況を理解することができるかもしれない。そこで、本実験においてはこの問題も併せて検討した。

方 法

被験者 被験者は大学生男女 10 名 (男子 5 名, 女子 5 名), 年齢は 19 歳—23 歳であった。いずれの被験者も聴力に異常はなく、利き手は右手であった。

実験条件 実験条件として被験者に与えられた課題は特定の音響刺激状況下で、5 秒間の課題時間を作成法 (method of production) により評価することであり、これを 1 音響条件において 15 分間ずつ行う。音響刺激条件は 4 種類あり、被験者はこの 4 種の音響条件における時間評価課題をすべて行った。

背景条件として、被験者に負荷した音響刺激は以下の 4 種である。① クラシック音楽: “四季” (Vivaldi 作曲 イ・ムジチ合奏団演奏), この曲は比較的軽快なヴァイオリン協奏曲であり、この内 Allegro を主体とした部分を 15 分間抽出した。この曲は武者により、 $1/f$ ゆらぎであることが実証されている。② 箏曲: “千鳥の曲”。この曲はゆったりとしており、被験者に安心感を与え、快的な心理状態をもたらすことが期待される。③ 混合効果音: 動物の遠吠え、機械音等を、被験者に不安感をもたせるように混合編集した。④ FM ノイズ: この種の白色ノイズは武者によれば、心身的不快感を与えるという。これらの音響刺激は、平均ほぼ 60 dB の音量で被験者に負荷された。また、実験終了後、各音響刺激に対する印象を被験者に報告させた。

実験装置 用いた装置は以下の 3 つであった。① デジタル・タイマー (竹井器機工業製, DIGTIME MODEL TW7010A): この装置は $1/1000$ 秒単位で時間間隔をデジタル表示可能である。これに被験者の反応キーを接続した。実験者がタイマーをスタートさせ、被験者が課題時間 5 秒を見積って反応キーを押すと、タイマーが止まり経過時間が表示される。② ヴィクター社製 CD ポータブルシステム RC-X90: この装置は背景音響刺激を負荷するのに用いた。③ アルファータ (エフティ技研製, BIOFEEDBACK SYSTEM FM-515): この装置はバイオフィードバック装置であるが、KR (Knowledge of Results) 信号を off にして専ら脳波測定装置として用いた。脳波は専用ケーブルによりパーソナル・コ

ンピュータ PC-9801VX に接続し、FM-515 バイオプログラム RAW DATA 用ソフトにより記録、分析した。被験者に時間評価のキー押し反応を行わせるので、身体的な動きに伴うハムの混入を防ぐため、脳波の測定部位は後頭部 (ten twenty electrode system による O_1-O_2) の双極誘導で行った。実験室は暗室で被験者の座る安楽椅子の右肘掛けに反応キーが取り付けられている。

実験手順 先ず被験者を暗室内の安楽椅子に座らせ、増幅器の電極を取り付け、引き続いて閉眼と開眼の2つの基準線期脳波を、それぞれ3分間ずつ測定した。その後、各種の音響刺激を背景音とした条件下で5秒間の時間評価課題をそれぞれ15分間ずつ行った。評価課題遂行中、被験者は閉眼状態であった。実験順位は、効果音条件、クラシック音楽条件、箏曲条件、FM ノイズ条件の順である。各条件間に15分ずつの休憩期を挟んであり、各条件はほぼ独立しているので、先行条件の音響効果が後続条件に波及することは、あまり考えられない。しかし仮に波及したとしても、この実験順位はそれぞれの音響刺激に期待された情動効果を一層引き立たせるように工夫してある。つまり、実験初期で不安定な被験者の心理に不安を引き起こすように構成された効果音を負荷して不安感を一層高め、次いで軽快なクラシック音楽で気分を軽くし、ゆったりとした箏曲の後に、FM ノイズを負荷して不快感を強めるようにした。

被験者はこの音響条件の開始ほぼ3秒後に、実験者の指示に従って時間の評価を行う。実験者がデジタル・タイマーをスタートさせると同時に合図すると、被験者はこの時点からの時間5秒間を見積って、被験者の手許にある反応キーを押す。そして、被験者が5秒間と評価した時間からほぼ3秒後に再び合図を与え、これを15分間繰り返す。尚、各5秒間の時間評価中、被験者にはカウント、及びその他の評価手掛りを用いないように教示を与えた。

測度 本実験の測度は、5秒間の課題時間として作成された評価時間(秒)と、この15分間同時測定した被験者の脳波 α 波の2つである。

時間評価は、各音響条件毎に評価時間の平均値(秒)を求め、評価率を算出した。この評価率は課題時間5秒に対する各評価時間の比率であり、100%以上のときは過小評価、100%以下のときは過大評価であることを示す。また、脳波 α 波は、そのエネルギー量の変化と分布時間の2つの下位測度に分けて分析した。前者は α 波帯域の平均エネルギー出現量(α 波出現量: μV 値)で、後者は α 波帯域優勢出現時間比(パーセントタイム α 波)である。両者とも2秒単位のデータに基づいている。この内、 α 波出現量は音響刺激による情動の変動に対して感度が高く、パーセントタイム α 波は意識水準乃至集中性に対して感度が高いことが期待される。

更に、音響刺激条件中の評価時間(秒)の時系列を基に、条件別被験者毎の時間評価のゆらぎを分析し、4種の音響条件間の比較を行った。ゆらぎの分析は、この時系列を FFT パッケージ (EST-BM-002A) を用いてパワースペクトルに解析し、その周波数とパワースペクトルの対数変換値を基にゆらぎの勾配を算出した。パワースペクトルの解析に際して、時系列の数は被験者、音響条件毎に異なるので64個に統一したが、サンプリングタイムは15分間の評価時間内に各被験者が行った評価時間数を基に算出してある。

結 果

時間評価 各被験者の評価時間は、音響刺激条件別に平均し、課題時間5秒に対する比率(評価率)に換算した。4種の音響刺激条件の評価率を、10名の被験者の平均値に基づいて比較すると、以下の通りとなった。

負荷した音響条件を評価率の大きさの順に配列すると箏曲条件 (139.70%) > クラシック音楽条件 (132.44%) > 効果音条件 (126.54%) > FM ノイズ条件 (124.82%) の順になる。この関係を図示したものが Figure 1 である。評価率はいずれも100%を越えており、4種の音響条件下での時間はすべて過小評価され、その過小評価の程度は上述した順に大きいことが分かる。

しかし、被験者の評価率を、音響刺激条件と被験者の

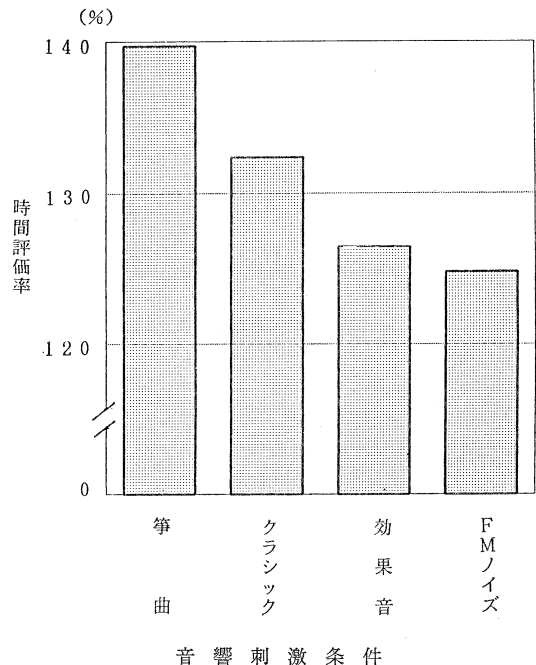


Figure 1. 音響刺激条件別の時間評価率。

要因に関して分散分析を行った結果、音響刺激条件の要因には有意差はみられず ($F(3, 27)=2.239, p>.10$)、個人差のみ有意となった ($F(9, 27)=59.785, p<.01$)。

時間評価中の脳波 α 波出現量 各被験者の脳波 α 波出現量は、3 分間ずつの閉眼、及び閉眼基準線期の平均と 4 種の音響刺激条件別の平均を求めた。10 名の被験者の 2 つの基準線期と 4 種の音響刺激負荷期の脳波 α 波平均出現量を比較すると、以下の通りとなる。

2 つの基準線期と 4 つの音響刺激条件を α 波出現量の大きさの順に配列すると、箏曲条件 ($33.9 \mu V$) > 閉眼安静条件 ($32.0 \mu V$) > クラシック音楽条件 ($31.8 \mu V$) > FM ノイズ条件 ($31.1 \mu V$) > 効果音条件 ($29.8 \mu V$) > 閉眼安静条件 ($26.5 \mu V$) の順になった。この関係を図示したものが、Figure 2 である。

4 種の音響条件における α 波出現量を、分散分析によって検定すると、音響刺激の条件間に有意な差がみられ ($F(3, 27)=3.320, p<.05$)、また、個人差も有意であった ($F(9, 27)=13.313, p<.01$)。2 つの要因の間には交互作用は検出されなかった。

任意の 2 対の条件間の差を検定すると、箏曲条件 > 効果音条件 ($t=3.693, df=9, p<.01$)、クラシック音楽条件 > 効果音条件 ($t=2.683, df=9, p<.05$) の関係が有意であった。また、効果音条件の α 波出現量は 4 種の音響刺激条件の中で最も少ないが、閉眼条件よりは有意に多

かった ($t=2.984, df=9, p<.05$)。一方、箏曲条件下の α 波の出現量は閉眼基準線レベルよりも多いが、統計的には有意差はみられなかった。

本実験で用いた 4 種の音響刺激状況下では、音響刺激の性質の違いによって、 α 波の出現量が確実に変化する。この脳波 α 波の出現量の傾向 (Figure 2) を、前述の時間評価率の傾向 (Figure 1) と比較すると、音響刺激の情動性に関して、両測定にはかなり明確な対応関係がみられる。 α 波出現量では音響条件の配列が、箏曲条件 > クラシック音楽条件 > FM ノイズ条件 > 効果音条件の順になるのに対して、時間の過小評価傾向による配列では、箏曲条件 > クラシック音楽条件 > 効果音条件 $\geq$ FM ノイズ条件の順となる。つまり、両者の配列順序は効果音条件と FM ノイズ条件が僅差で入れ換わっていることを除けば一致している。

時間評価中のパーセントタイム α 波 次に、各音響刺激条件毎に、脳波 α 波の優勢出現率をパーセントタイムで処理し、その期間における各被験者の α 波出現率とした。しかし、この測定で処理した場合、2 つの基準線期の関係に逆転が生ずる等の理由で、2 人の被験者を除外し、ここでは残り 8 人のデータの分析を行った。

平均パーセントタイム α 波の大きさの順に音響刺激条件を配列すると、箏曲条件 (86.23%) > クラシック音楽条件 (85.13%) > 閉眼安静条件 (82.79%) > 効果音条件

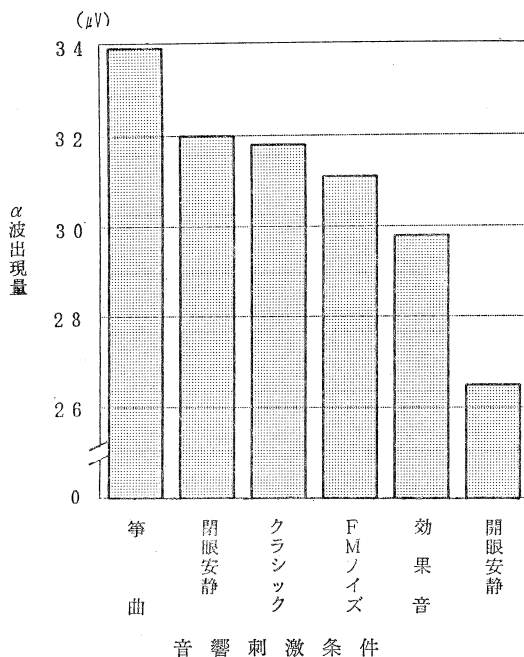


Figure 2. 音響刺激条件別の α 波出現量.

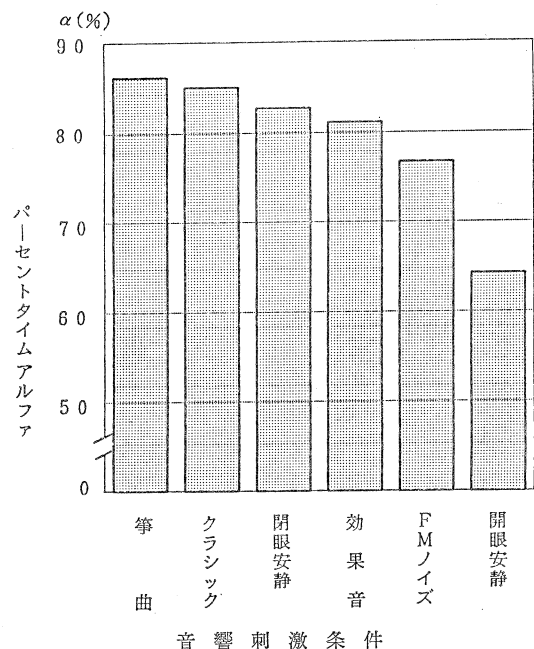


Figure 3. 音響刺激条件別のパーセントタイム α 波.

(81.18%)>FM ノイズ条件 (76.68%)>開眼安静条件 (64.31%) の順となり、これを図示すると Figure 3 の通りとなる。この測度では 4 種の音響条件間の配列順位は、前述の時間の過小評価傾向の配列と完全に一致する。

パーセントタイム α 波のデータを、音響刺激と被験者の要因に関して分散分析すると、被験者の要因では有意な差が検出されたが ($F(7, 21)=3.682, p<.01$)、音響刺激の要因については有意な差がみられなかった ($F(3, 21)=0.679, p>.10$)。

α 波出現量とパーセントタイム α 波との比較 音響刺激条件の効果を、 α 波出現量とパーセントタイム α 波の 2 つの測度によって比較すると、その傾向順位は効果音条件と FM ノイズ条件の位置が入れ換わる。但し、パーセントタイム α 波として処理したデータでは、開眼基準線期の $\alpha\%$ は 4 種の音響刺激のいずれよりも低く、 μV 処理のものと一致しているが、閉眼基準線期の $\alpha\%$ はクラシック音楽条件と効果音条件の間に位置し、 μV 処理のものと一致しない。

時間評価のゆらぎの分析 各被験者の時間評価のゆらぎの勾配を、4 つの音響刺激条件別に平均して比較すると、以下の通りとなった。

時間評価のゆらぎの勾配がマイナス方向に大きい順に音響刺激条件を配列すると、箏曲条件 (-1.0284)>FM ノイズ条件 (-0.9905)>効果音条件 (-0.9434)>クラシック音楽条件 (-0.9431) となる。これは、64 個のパワースペクトル全体を分析したときのゆらぎの勾配であるが、4 条件ともほぼ -1 ($1/f$ ゆらぎ) に近似していた。

更に、パワースペクトルの勾配が比較的安定していた低周波帯域 ($10^{-2.5}$ Hz まで) に限定してゆらぎの勾配を分析せると、上の関係は、箏曲条件 (-1.7561)>クラシック音楽条件 (-1.7480)>効果音条件 (-1.6169)>FM ノイズ条件 (-1.4890) の順となり、この順にパワースペクトルの勾配がマイナス方向に傾斜することが分かる。この順位は、時間の過小評価傾向、及び脳波パーセントタイム α 波の配列とも完全に一致するものであった。

考 察

以上の結果を総合すると、次のことがいえる。

課題遂行中の評価時間は、全体的に過小評価傾向を示した。時間評価のような課題は必然的に能動的、集中的な遂行を必要とする。この実験では、5 秒間という短かい時間評価を 15 分間連続して行わせたため、能動的、集中的な遂行が実現されたものと考えられる。ところで従来の研究によれば、課題遂行が能動的に行われ、精神集中度が高まると、時間評価が過小傾向を示すことが明らかにされている (Axel, 1924; Gulliksen, 1927; 松田,

1988)。従って、本実験において生じた時間の過小評価は最終的に、この能動性、集中性の実現の結果と考えることができよう。時間の過小評価傾向は、箏曲条件>クラシック音楽条件>効果音条件>FM ノイズ条件の順に大きかった。つまり、課題遂行中の時間評価は、音響刺激条件がノイズから快的な音楽になるにつれて過小評価傾向が進む。従って、この過小評価傾向は負荷された音響刺激の物理的性質、及びそれによって引き起こされた情動の性質によって左右されたことが分かる。従って、この音響刺激の相違による過小評価の違いは、この情動的变化による集中性の差によって生じたものと考えられる。

実験終了後の各被験者の内省報告によれば、箏曲やクラシック音楽の方が、効果音や FM ノイズよりも快的であるという評価を得ている。この内省報告の結果は、実験者が事前に想定した音楽の情動効果と一致するものであった。上述した 4 種の音響刺激の内、FM ノイズはゆらぎの勾配が 0 である。クラシック音楽“四季”は、武者の測定により $1/f$ ゆらぎであることが分っているが、箏曲と効果音のゆらぎの勾配については未確認である。武者、その他の研究者の研究によれば、ゆらぎの勾配が 0 の場合、またはこれに近いほど聞く者に不安感や不快感を与え、それに対して、 $1/f$ ゆらぎ、つまり勾配が -1 であると、意外性と期待性のある適度の変化があり、快的状況が生じ、精神的に安定感をもたらすという。また、ゆらぎの勾配がマイナス方向に更に急になると、例えば $1/f^2$ の場合には、ゆらぎの変化が緩やかであるため単調感が生ずるが、瞑想的であるという積極的な意味もあるという。

時間評価のゆらぎの勾配を分析すると、4 つの音響条件下ともほぼ $1/f$ 型ゆらぎに近似していた。また、パワースペクトルの勾配が比較的安定している低周波帯域に限定してゆらぎの勾配を分析すると、箏曲条件>クラシック音楽条件>効果音条件>FM ノイズ条件の順に、パワースペクトルの勾配がマイナス方向に傾斜するが、この順位は、時間の過小評価傾向の配列とも完全に一致するものであった。この低周波帯域におけるゆらぎの勾配が音響刺激、特に箏曲やクラシック音楽を負荷したときにマイナス方向に大きく傾斜したことは、とりわけこれらの音響を負荷すると被験者の情動を安定させ、集中力が増加し、課題遂行をスムーズにすることに効果があることを示唆するものである。

脳波の 2 つの下位測度の関係については、次のように結論し得る。エネルギー量に基づく α 波出現量は、パーセントタイム α 波に比べると情動的变化に対する測度としては感度が高い。つまり、後者では負荷された音響刺激の相違によって有意な差を検出できなかったが、前者では有意差が検出された。これは負荷された音響刺

激から予測された情動効果の変化に対して α 波出現量の方が感度が良いことを示すものといえる。一方、被験者が時間評価という課題を遂行していることを考えると、出現時間比であるパーセントタイム α 波の方がより妥当だといえる。このことは、この測度の大きさと、時間の過小評価傾向とが一致することからも裏づけられる。

脳波の2つの下位測度に関して検討したことを基に、脳波 α 波の出現傾向と時間評価率の傾向を対照させて吟味すると、両者にはかなり一致した対応関係がみられた。このことから推測して、音響刺激の違いによってもたらされた異なった情動効果は、時間評価の際の課題遂行に対する集中性に影響することが考えられる。従って、この α 波の増加は課題遂行における集中性に対応していることになり、集中性 α 波である可能性が高い。また、脳波のパーセントタイム α 波、時間の過小評価傾向、及び時間評価のゆらぎの勾配は、いずれも負荷された4種の音響刺激による効果の関係が等しく、これら3者の間に共通した要因が働いていることが窺われる。

要 約

本実験では、異なった音響刺激によって引き起こされる時間評価の傾向、そのゆらぎ、及び脳波 α 波の変動について研究した。実験は音響刺激負荷中に、5秒間の時間評価を、1課題当たり15分間ずつ行わせた。音響刺激は4種の異なったパワースペクトルをもつ筆曲、クラシック音楽、効果音、FMノイズである。被験者には大学生10名を用いた。

主な結果は次の通りとなった。

時間評価、及び脳波 α 波は負荷された音響刺激によって、時間の過小評価と α 波の出現率の変動を引き起こしたが、それは以下に示すように一致した傾向を示した。

1. 時間評価は、いずれの音響刺激下でも過小評価された。この過小評価傾向は課題遂行の集中性を示すと考えられる。そして、負荷された音響刺激のパワースペクトルが低周波帯に偏り(1/f型に近づく)、快的情動を引き起こすほど、集中を容易にし、時間の過小評価を促す。

2. 時間評価のゆらぎの分析では、比較的安定した低周波成分について観察すると、負荷された音響刺激のパワースペクトルが低周波帯域に偏るほど、その勾配も低周波帯域に偏る。これは時間評価課題がスムーズに遂行されたことを示している。

3. 脳波 α 波、特にパーセントタイム α 波も負荷された音響刺激のパワースペクトルが低周波帯域に偏るほど、その出現比率を高める。この α 波の増加は課題遂行による集中性 α 波であるものと思われる。

これらの結果から、音響刺激の情動効果はその音響のもつ周波数成分によって決まり、それが1/f型ゆらぎに

近いほど、課題遂行への集中が進んだものと考えられる。

引用文献

- Axel, R. 1924 Estimation of time. *Archives of Psychology*, **12**, 1-77. (No. 74)
- コーエン J. 小野章夫・シズエ・克蘭(訳) 1971 時間の心理 協同出版
(Cohen, J. 1967 *Psychological time in health and disease*. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas.)
- フレッヌ P. 原 吉雄(訳) 1960 時間の心理学 創元社
(Fraisie, P. 1957 *Psychologie du temps*. Paris: Universitaires de France.)
- Gulliksen, H. 1927 The influence of occupation upon the perception of time. *Journal of Experimental Psychology*, **10**, 52-59.
- Hoagland, H. 1933 The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock. *Journal of General Psychology*, **9** 260-287.
- 池田妙子 1988 予期不安・未来予知に関する生理心理学的研究 金沢大学教育学部卒業論文(未公開)
- 小杉幸夫・高倉公朋・佐野圭司・高橋孝雄・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——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, 122-140.
- 松田あさみ 1988 時間意識に関する心理的研究——精神的活動の性質と時間評価—— 金沢大学教育学部卒業論文(未公開)
- 武者利光 1979 1/f 雑音——生体へのなじみよさ——数理科学, **17**, 32-36.
- 武者利光 1980 ゆらぎの世界 講談社
- Musha, T., Katsurai, K., & Teramachi, Y. 1985 Fluctuations of human tapping intervals. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, BME-32, 578-582.
- 武者利光 1987 音楽はなぜ楽しいか——自然音と人工音——数理科学, **288**, 53-58.
- Nuttin, J. R. 1985 A theory of time perspective. In J. R. Nuttin & W. Lens (Eds.), *Future time perspective and motivation: Theory and research*. Leuven: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 11-41.
- 大黒静治 1961 時間評価研究の概要 心理学研究, **32**, 44-54.
- 大沢文夫 1979 ゆらぎとは何か 生命現象とその意味 数理科学, **17**, 5-14.
- Thomas, E. A., & Weaver, W. B. 1975 Cognitive processing and time perception. *Perception and Psychophysics*, **17**, 363-367.
- Whitley, P. L., & Anderson, J. C. 1930 The influence of two different interpolations upon time estimation. *Journal of General Psychology*, **4**, 391-401.