

# 人間の感覚から見た良い音の研究

新 井 清之助\*・小 宮 聖 司\*

Study on Good Sound in View of Human Sense

Seinosuke ARAI and Seizi KOMIYA

## Abstract

Speaking from experience, it is the fact that the music causes calmness in our hearts. Evaluation for the effects of listening good sound or music has been studied here in three viewpoints; 1) pattern of human brain wave, 2) analysis on sway frequency of the sound of music itself and 3) psychological test for the listener. On the effect to brain wave, so called  $\alpha$  music is better than his or her own favorite music. As a while, to meet the object, listening  $\alpha$  music is most effective in viewpoints of three study methods on good sound.

## 1. ま え が き

今日、音楽は私達の生活にとって、切っても切れない大切な存在になっている。好きな曲を聞いていると、それだけで気分がよくなってきたり、リラックスしたい時に好きな曲を聞くことは、日常生活で私達が当たり前に行っていることである。

これは、音楽が私達の心身に影響を与えることによって、緊張がゆるめられる効果によるものと考えられる。音楽の鑑賞が人に安らぎを与え、心に休養を与える効果があることは、経験的に私達が知る事実である。

音とは、弾性波で、正常な聴力を持つ人に、聴覚的感覚を起こす周波数範囲のもの、また、この弾性波によって起こられる感覚である。

ここで、私達は、人間の感覚からみた良い音を評価するにあたり音のある程度区分し、その中でいくつかの種類について取りあげた。

その区分とは、自然の音、人間が作る音楽と呼ばれるもの、そして騒音である。さらに音楽の中では、古代のリズム楽器に始まり、現代ではクラシック、ロック、ポップス、そして演歌などがある。

評価方法は、脳波測定による評価、その音楽が持つゆらぎの  $1/f$  特性との比較における評価、そして心理判定による評価の3種類を用いた。

本研究ではこれらの評価方法を用いて、音が人間に与える効果について「良い音とは、どのような音であるのか」を調べた。

## 2. 理 論

### 2.1 脳波測定

脳波測定では、音楽を聞く人の身体(特に脳)は、どのような状態にあるかを測定することを目的にしている。

人の頭部表皮に電極を装着して、特定の周波数帯域を検出する高感度の増幅器で信号をとらえ、記録計に表示させると、複雑な電気振動波形が観察できる。これがいわゆる脳波であるが、電極を頭部表皮のどの部分に装着するかによって、振動波形はまったく異なり、意味する内容も変わってくる。よって、脳の疾患や損傷を診断する臨床脳波では、国際的に決められた頭部の16~32の位置に電極を装着して、同時記録するのがもっとも標準的になっている。

実際に測定部位によって脳波の波形はかなり異なるので、目的に応じてどの測定部位にするかをあらかじめ明確にしておかなければならない。これまでの多く

の脳波研究、とくにアルファ波の研究は主に後頭葉部位を中心に行われてきたが、これは後頭葉アルファ波と呼ばれて、単に目を閉じるだけで誰でもアルファ波が強く観察され、意識集中状態と関連づけるにはあまり参考にならないといわれている。今回、主に前頭葉の部位からの脳波に着目した。

前頭葉アルファ波は振幅強度が小さく、場合によってはほとんど観測できなかったり、眼球運動や前額筋の筋電の影響を受けやすいので注意しなければならないという点があるが、大脳の意識にかかわる活動が前頭葉の部分に局在しており、事実、意識集中しているときは前頭葉から強いアルファ波が計測される。このため、意識状態との関連づけがかなりはっきりしていて評価しやすい。

脳波は周波数により  $\beta$  波、 $\alpha$  波、 $\theta$  波、そして  $\delta$  波に大別される。Table 1 に脳波の分類と特徴を示す。

アルファ波は、被験者が落ち着いている時に発生するので、被験者が音楽を聞いて、アルファ波が多く出るほど、その音楽は評価が高い事とする。

$\alpha$  波は Table 1 に示したように、さらに質の異なる3種類に分類される。よって、今回は特に  $\alpha_2$  波に注目した。

$\alpha_2$  波が発生している時は、緊張のないリラックスした状態で、頭も冴えて意識が集中できる。得意の能力を発揮している時は、ほとんどの場合これが優勢である。(落ち着いて、あまり気張らず、それでいて集中力は抜群の状態である。)

## 2.2 ゆらぎ測定

ゆらぎ測定では、音楽そのものがどのようなゆらぎ

を持つかを測定することを目的としている。

川のせせらぎや波の音に対して、我々は心地良さを感じることができる。

例えば、海の上に小舟が浮いているとする。波が通り過ぎるごとに小舟は上下へ動かされる。海の波の周波数は、一定ではない。この小舟に乗っている人には、その波の周波数のばらつきを「ゆらぎ」として感じるのである。

同様に、川のせせらぎや波の音に、心地良さを感じるのは、その音波の強度にゆらぎが存在し、人間にとって快適刺激として受け入れられるからである。

しかしこのゆらぎにも、人間にとって快適なものとは不快なものがある。

これらの音のパワースペクトルを調べると、一般的に Fig. 1 の様になる。

音のパワースペクトルには、周波数を  $f$ 、パワーを  $P$  とおくと平均して式 (1) の特長がある。

$$P(f) = f^{\lambda} \quad \text{ただし} \quad \lambda: -2 \sim 0 \quad (1)$$

このような、パワースペクトルを持つ現象を、「 $1/f$  パワースペクトル」と呼び、またこのような特性を示すゆらぎ現象を「 $1/f$  ゆらぎ」と呼ぶ。

自然界に存在するゆらぎ現象の中で、生物にとって快適刺激として受け入れられるものに  $1/f$  パワースペクトル特性を持つリズムが存在するが、その他に、周波数の二乗に反比例する、 $1/f^2$  特性を持つもの、周波数のゼロ乗に反比例する、 $1/f^0$  特性を持つものも存在する。Fig. 2 に示す。

Table 1. Grouping of brain wave

脳 波	特 徴
$\beta$ 波 (14~26Hz)	緊張や不安、いらいらの時の大脳の活動状態を反映する脳波。
$\alpha_3$ 波 (12~14Hz)	緊張した意識集中状態で、あまりゆとりのないときの脳波。
$\alpha_2$ 波 (9~12 Hz)	緊張のないリラックスした状態で意識が集中しており頭が冴えている。
$\alpha_1$ 波 (8~9 Hz)	休息する方向に集中し、意識が低下しボーッとしている。
$\theta$ 波 (4~8 Hz)	浅い睡眠状態で、意識はかなり低下している。
$\delta$ 波 (0.4~4Hz)	深い睡眠状態で発生し、意識はまったくない。

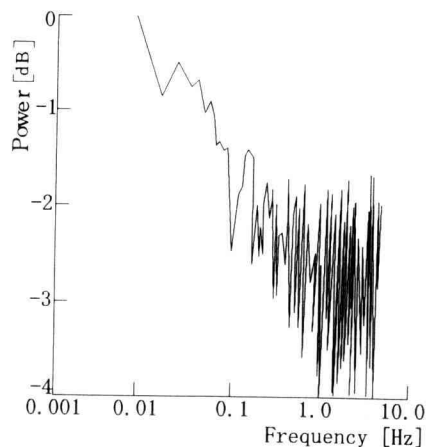


Fig. 1. Power spector of natural sounds

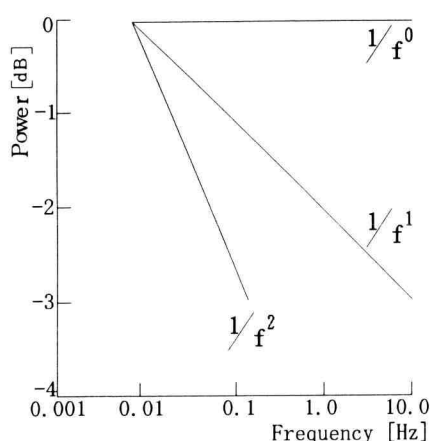


Fig. 2. Power spectral patterns

### 2.3 心理測定

人間が感じる良い音（音楽）について、心理的な方向から分析するために、心理テストを用いた。

この心理テストは、被験者の不安を測定するものであり、それによって心地良さが測定できる。

心理学の立場から不安を科学的にとりあげた最初の人、フロイトであるが、それ以後、彼が不安を神経症の心理的要因と考え、神経症の症状の形成されてくるメカニズムを不安に対する自我の防衛で説明したこともあって、不安の研究は急速な進展をみせた。

しかし、フロイト流の不安研究は、いわば精神分析の枠組みのなかにあって、主として了解方法を用いて

研究が進められたため、研究の基礎となる不安の徴候の有無やそれらの強度を知るに際しても、客観的な尺度を構成してそれを測定するのではなく、患者との面接やその行動の観察から主観的、印象的にとらえられることが多かった。そのため、不安の測定は科学性の乏しいものになり、その測定は精神医学や臨床心理学を学んだ一部の専門家の手に委ねられることになった。また、不安を測定される対象も、一部の不安傾向の強い人に限られるようになった。これらの測定上の制約をとり除き、不安の客観的測定を万人にとって可能なものにさせたのが、本人記入式の質問紙法による不安心理検査である。

現在、不安の測定に主に用いられている臨床心理検査は、大別すると質問紙法（questionnaire）によるものと、投影法（projective technique）によるものとに二分される。

前者は、「あなたは神経質ですか」などの一連のあらかじめ用意された質問項目に対して「はい」「いいえ」（どちらでもない）の二件法（三件法）によって解答を求める方法である。質問項目は、不安に関係があると思われる事項に関して、自分自身でどのように意識しているかについて記述されており、結果はそれぞれの検査のとりきめに従って得点が与えられる。この方法は検査の実施ならびに採点が容易なものと、短時間のうちに比較的多数の被験者について統計的に尺度化された形で不安の程度が測定されるので、不安の測定に際してはもっとも用いられる。しかしこの方法は、被験者が質問項目の意味を正しく理解する理解力と、自分のことを正しく判断する判断力とを有し、かつ、問われたことに対してありのまま正直に答える場合にのみ、正しい結果が得られるものであるから、検査の実施にはかなりの制約がある。また測定される不安も、被験者の意識にのぼる顕在性の不安に限られるという短所がある。

これに対し、ロールシャッハ・テストなどを用いた投影法による不安の測定は、どのような被験者に対しても実施可能であり、また、質問紙法の不安検査ではとらえられない潜在的不安をも測定することができるので、臨床場面では広く用いられている。しかし、施行時間が比較的長時間にわたると、検査の実施や反応の解釈にはかなりの専門的スキルと知識を必要とするので、その一般化にはかなりの制約がある。また結果の定量化についてもいまだ問題を残しており、比較可能性に乏しいという欠点を有している。従って、臨床

Table 2. Experimental instruments

脳波測定	
簡易脳波情報機器 FM-515	
FM-515 専用センサーベルト	
EPSON PC386LS	
出力機器（カセットデッキ）	
被験者各自持参テープ	
αミュージックテープ	
1/f ゆらぎ特性測定	
1/f 分析器信号処理装置	
専用出力アンプ	
EPSON PC386LS	
αミュージックテープ他6曲テープ	
心理測定	
自己評定質問票（STAI）X-I型	
（Spielberger 1970）	

場面で不安検査を用いるときには、臨床家による面接診断、精神生理学的検査を併用して、互いの長所・短所を相補しあうことが望ましい。

### 3. 実験装置および測定評価基準

実験に使用した装置を Table 2 に示す。

実験に際しての要点および注意点を以下に述べる。

脳波測定に関しては、筋肉の運動により発生する電位が脳波に比べて大きいので、音の誘発電位記録中にも、被験者が緊張したり身体を動かすと正常な記録ができなくなるので、被験者を落ち着かせるとともに、電極間の抵抗をできるだけ小さくした状態で測定をする。

評価は、 $\beta$  波より  $\alpha$  波が多く割合を示した場合、人間の身体（脳）においての音楽の効果が高いと判断する。

$1/f$  ゆらぎ測定に関しては、測定結果が  $1/f$  の直線に、より近ければ、その音楽そのものにおいての評価が高く、良い効果が得られると判断する。

心理測定に関しては、測定・採点が容易で、短時間に多数測定可能である「質問紙法」を用いた。

質問紙の内容に、不安を測定する質問事項を記し、得点化した時の不安得点により、被験者の緊張・リラッ

クスの状態を調べることができる。

心理テスト後に、仮説検定である  $t$  検定を用いた。有意水準  $\alpha=0.01$  を用いる。実験前後の不安得点が減少した場合、人間の心理においての音楽の効果が高いと判断する。

### 4. 実験結果

脳波測定の代表的な結果を Fig. 3~Fig. 5 に示す。これらは、被験者 No. 1 の実験データの一例で  $\alpha$  ミュージックの場合である。Fig. 3 において、黒いブロックで示されているのは、Fig. 5 の脳波グラフに対し、2 秒間毎の各種脳波の出現状態を表し、最終的にそれを脳波出現率として示している。項目の ART は眼球等の動きによるノイズを示している。Fig. 4 において EMG は筋電位を示し、主に顎を動かした場合に検出される。

被験者中 10 名の脳波測定結果を Fig. 6~Fig. 7 に示す。

自己評定質問票 (STAI) X-I 型により行った心理測定結果を、不安得点とリラックス得点にしたものを Fig. 8~Fig. 10 に示す。ただし、A, B, C, X, Y, Z を Table 3 の通りとする。

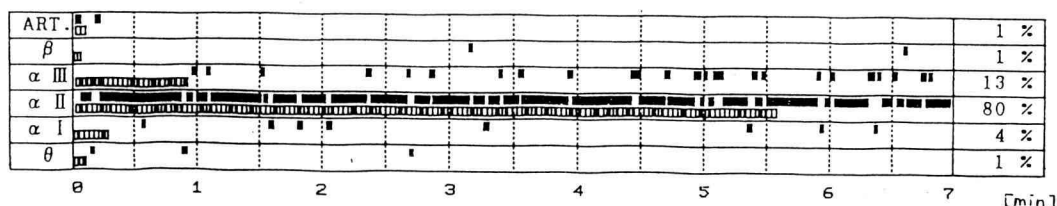


Fig. 3. Brain wave

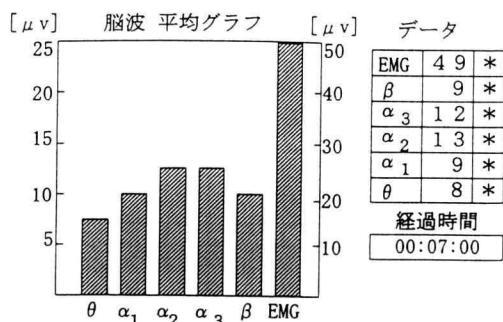


Fig. 4. Brain wave

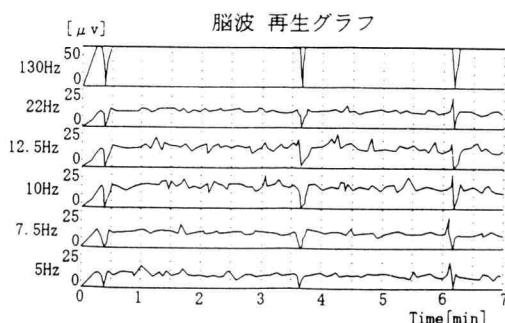


Fig. 5. Brain wave

Table 3. Conditions of evaluation

A	測定を行う前、なにも曲を聞いていない状態での検査の得点。(不安得点)
B	好きな曲を聞いた後に、行った検査の得点。(不安得点)
C	$\alpha$ ミュージックを聞いた後に、行った検査の得点。(不安得点)
X	Aの得点とBの得点の差(A-B)(好きな曲でのリラックス得点)
Y	Aの得点とCの得点の差(A-C)( $\alpha$ ミュージックでのリラックス得点)
Z	Xの得点とYの得点の差(X-Y)(2曲のリラックス得点の比較)

Table 4. Psychological points

No	年	性	A	B	C
1	22	女	43	30	26
2	23	男	32	38	36
3	21	男	35	21	22
4	20	女	55	36	58
5	30	男	26	21	20
6	19	女	39	25	31
7	19	女	52	33	29
8	25	男	51	44	36
9	23	女	39	37	35
10	27	女	52	41	39

## 5. 考 察

各測定とも、個人差と見られるバラツキがあり個別に考察すべき点もあるが、総括した考察を述べる。

脳波測定の結果から、好きな曲での測定結果と $\alpha$ ミュージックでの測定結果は共に、 $\beta$ 波より $\alpha$ 波がより多い割合で出現した。従って、自分の好きな曲は、その人にとって良い音であると同時に、 $\alpha$ ミュージックもその人にとって良い音であると考えられる。

心理測定の結果から、自分の好きな曲や $\alpha$ ミュージックを聞いた後には、全ての人が、不安(得点)が減っている。つまり、リラックスな状態に変化していることがわかった。

心理的に見て、リラックスな状態に変化している場合、その音楽が被験者(人間)に対して与える影響が良い効果を示していると考えられるので、今回の測定においては、相対的に見て、ほとんどの人が、リラックスな状態に変化した。

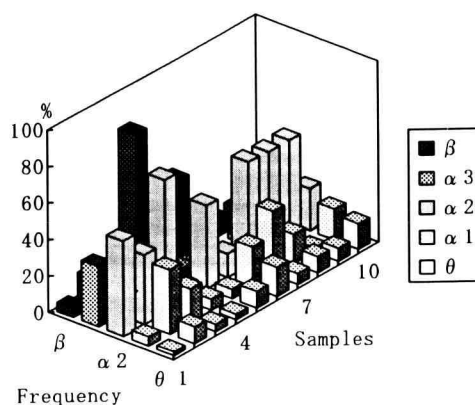


Fig. 6. Brain wave by favorite music

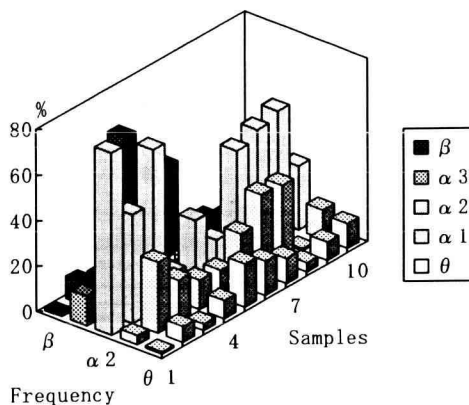
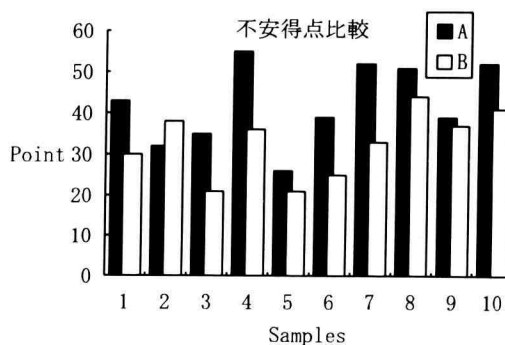
Fig. 7. Brain wave by  $\alpha$  music

Fig. 8. X(A-B)

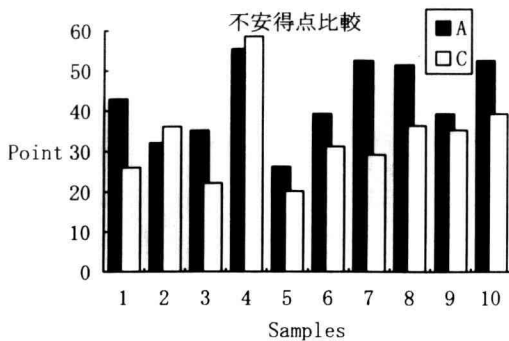
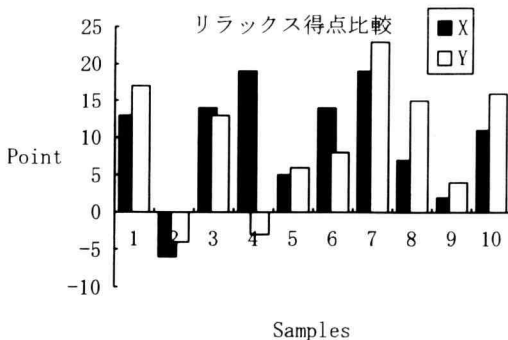
Fig. 9.  $Y(A-C)$ Fig. 10.  $Z(X-Y)$ 

Table 5. Declination factor of sway frequency

曲 名	傾き n
流れる水の水音	0.7996
月の光	0.7465
幻想の海辺で	0.6372
キングクリムゾンの宮殿	0.6267
I love you SAYONARA	0.5257
トムズ・ダイナー	0.4490
SPOT LIGHT KID	0.3964

ただし  $1/f^n$  ( $0 < n < 2$ )

好きな曲での測定と、 $\alpha$  ミュージックでの測定を比較して見ると、約7割の人が、自分の好きな曲より  $\alpha$  ミュージックの方が、リラックスしたという結果となり、残りの人は、自分の好きな曲の方が、リラックスしたという結果となった。相対的に、 $\alpha$  ミュージックでの測定の方が、心理的な効果があったといえる。

Fig. 8~Fig. 10 に対する t 検定統計量は  $t_x=3.94$ ,

$t_y=3.39$ ,  $t_z=0.11$  で、これらより  $A>B$  および  $A>C$  は正しく、 $X>Y$  は正しくないといえる。

各人のそれぞれ好きな曲はどれも  $1/f$  直線より傾きが小さくなるということは、人間はある程度規則性がない音楽の方が、心地よく感じるといえる。特に若者の好むロック等については、その不規則性が、刺激となって良いという感情が生まれている。人間には、強い刺激を受け取り、これが過ぎ去った後に、反動的に快を示す情動が生じる期待がある。

ただし、若者が、いわゆるうるさく激しいロック、つまり  $1/f$  には近づいていない音楽が好きで、毎日のように聞いている、とても落ち着くと言っている、身体は受けつけていない事も考えられる。

各個人により違った結果が出現したが、脳波測定、心理測定、ゆらぎ測定を通して、自分が好きだと思った曲(音楽)によって、リラックスを得ていることがわかった。

## 6. ま と め

本研究では、音楽についての評価を、「音楽を聞く人は心理的にどのように感じているか?」、「音楽を聞く人の身体は、どのように受けとめているか?」、そして「音楽そのものは、物理的に良いものなのか?」と、心理、脳波、 $1/f$  ゆらぎの3点の角度から測定した。

人間の感覚からみた良い音、良い音楽とは、その音になんらかの効果을期待する場合、その音(音楽)そのもののゆらいでいる特性、聞く人が心理的に心地よく感じ、また聞く人の身体(脳)が心地よく感じることなど、様々な要素があげられるが、かならずしもすべての条件が整うことが必要ではないことがわかった。

音を聞く時には、短時間じっと聞いてストレスを解消しようとする場合や、自分の心を落ち着かせて、睡眠に入ろうとする場合など、数々の目的を潜在的に持っている。

音楽を様々な効果を期待する薬と捉えた場合に、各個人による目的に応じた選択が重要である。目的に適した音楽がその人にとって良い音楽であり、音楽の最も効果的な使用方法である。

結論として、好きな音楽および  $\alpha$  ミュージックを聞くことによって、脳波  $\alpha_2$  の発生状態、心理測定結果から見て不安解消の効果があり、特に  $\alpha$  ミュージックがより優れていることが認められた。

参 考 文 献

- 1) 日本音楽心理学音楽療法懇話会：音楽心理学年報（1985～1988）。
- 2) 渡辺茂夫：応用音楽療法，学芸書林。
- 3) 渡辺茂夫：ストレス時代の音楽健康法，誠文堂新光社。
- 4) 岩田暁一，木下宗七：テキストブック 統計学，有斐閣ボックス。