

音高が脳波に及ぼす影響

中村貴展、武田昌一（帝京平成大）、吉田友敬（成安造形大）、
武田剛、今村天道（帝京平成大）、山本佐代子（お茶の水女子大）、
武者利光（脳機能研／帝京平成大）

【要旨】本研究では、聴覚刺激に対する脳波の反応を調べている。先行して行った音高とテンポによる実験では音高が脳波に影響を与えることを示唆する結果が得られたが、十分な有意性は見られなかった。前回の実験を予備実験と位置づけ、音高が脳波に与える影響を調べる実験を行った。実験の結果、 $(\alpha$ 波のパワー値) / $(\beta$ 波のパワー値) および、(左半球の β 波のパワー値) / (右半球の β 波のパワー値) について、音高の効果が有意に認められた。

【キーワード】純音刺激、脳波、音高

1. はじめに

音楽が人に与える心理的影響に関する研究や、音楽を疾病治療に用いる試みは、音楽療法の分野を中心に多数行われている。このような音楽が人に与えるリラクゼーション効果、躍動感をもたらす効果などは、どのような種類の音楽にも共通に得られるものではない。また、各個人の嗜好に起因する効果の相違も認められると考えられる。

そこで、音楽が人に与える心理的影響を脳波を測定することで調べたい。本研究では、その基礎的検討として、音楽が脳波に与える影響を測定・解析する。将来的に、音楽提示をめざす最初の基礎研究の位置付けであるため、ここでは多岐にわたる複雑な音楽情報の中の純音を検討対象として取り上げた。

2. 先行実験と予備実験

2-1 先行実験

先行実験では音楽が脳波に与える影響を測定・解析する基礎研究として、多岐にわたる複雑な音楽情報の中の純音とテンポによる刺激実験を行った。刺激として、テンポを3パターン(45・90・

180bpm)、音高を高音(P:ピッコロ1768Hz)・中音(F:フルート442Hz)・低音(C:チェロ110.5Hz)の3パターンを用意した。ここで、指定テンポに対応する周期で間歇的に純音を発生させた。間歇音の包絡形は正弦波とした。上記3×3の組み合わせで9パターンの純音を用意し、用意した純音をランダムに並べるパターンを3パターンつくり、その逆のパターン3パターンをつくった。その結果、音高が脳波に与える影響を示唆する結果は得られたが、検定の結果有意とは認められなかった。^{1,2}

2-2 予備実験

先行実験で音高が脳波に影響を与えることを示唆する結果が出たので、刺激内容を音高のみにし、110Hz・220Hz・440Hz・880Hz・1760Hzの五段階を用意した。

これらの実験の結果を検討するに当たり、純音に対しどれだけ聞いていられるか、予備実験を行った。これは被験者にストップウォッチを持ってもらい、ヘッドホンを通して被験者に純音を聞かせて、純音に集中できなくなったときストップウォッチを止め、記入用紙にその時間を書いてもらうものである。刺激時間は1分、音圧レベルは被験者の耳元で

70 dbA、使用した純音は 110Hz から 1760Hz までの五つの音高を使用した。被験者は成人男性 4 人にお願ひした。

実験の結果、純音に集中できたのは、5 秒程度であった。

3. 実験と解析方法

実験には脳波計 ESA-16 ((株) 脳機能研究所製)、を使用した。被験者は 20 代男性一人にお願ひした。使用した電極は国際 10/20 法より、10 極 (Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, P3, P4, O1 O2) 採用した。サンプリング周波数は 200Hz、フィルターは、ハイパスフィルター: 0.53Hz、ローパスフィルター: 60Hz、ハムフィルター: 50Hz である。

先行実験と予備実験より、音刺激時間は 20 秒とし、聞き始めということに注目し、刺激開始時から 5.12 秒間 (1024 サンプル) に実験で得られた脳波形に FFT 処理を行った。

音刺激はヘッドホンで流した。音圧は、被験者の耳元で 70 (dbA) とした。

刺激提示は、純音を使い、ランダムパターンを 3 種類、その逆順を 3 種類用意した。

なおランダムパターン一種類、その逆順ランダムパターンを一種類提示で 1 セットとし、実験は 3 セット行った。

被験者には、本学の学生で 20 代成人男性 10 人にお願ひした。全員右利きで

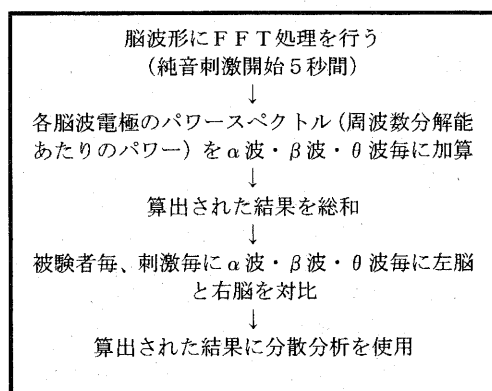


図 1 解析作業の流れ。

ある。

一連の解析作業を図 1 に記す。

4 結果と検討

4-1 各周波数帯域の対比

図 2 のグラフは、10 電極の α 波の総和と β 波の総和の比を各被験者で求め 10 人の被験者の平均と偏差を示したものである。

分散分析をかけたところ音高について $P=0.03 < 0.05$ で有意と認められた。

他の周波数帯域の比は、音高について有意とは認められなかった。

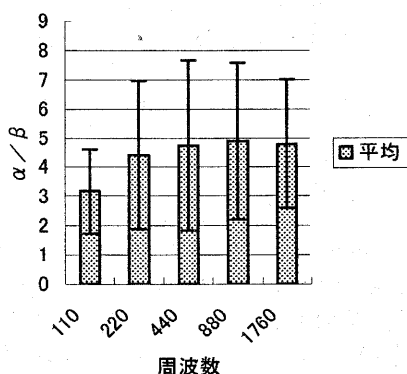


図 2 全 ch α/β 平均

4-2 各周波数帯域毎の結果

被験者 10 人中 7 人に、440Hz を中心として、 α 波・ β 波・ θ 波各帯域において、パワー値が低下する傾向が見られた。被験者によっては 440Hz ではなく 220Hz もしくは 880Hz においてパワー値が低下する傾向が見られた。人の声が 220Hz から 880Hz の周波数帯域であることを考えると、聞きなれている周波数と考えることが出来るので、パワー値が低下したと考えられる。

図 3 に α 波の音高に対するパワー値の変化を個人別に示す。

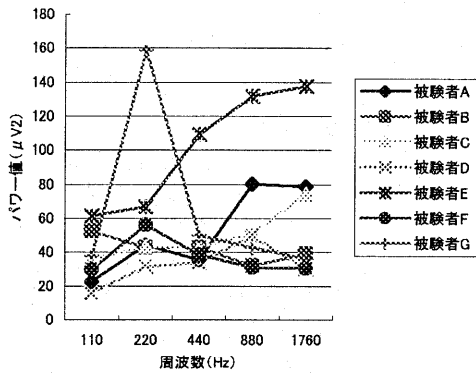


図3 α波の実験結果

4-3 帯域ごとの左右対比

図4から図6はα波・β波・θ波各帯域の左脳と右脳の対比を、被験者ごとにとり、平均と偏差を示したものである。440Hz前後でパワー値が低下する傾向が見られた被験者から、さらに、実験者として参加しているため、純音になれてしまった1人を除いた6人を対象にしている

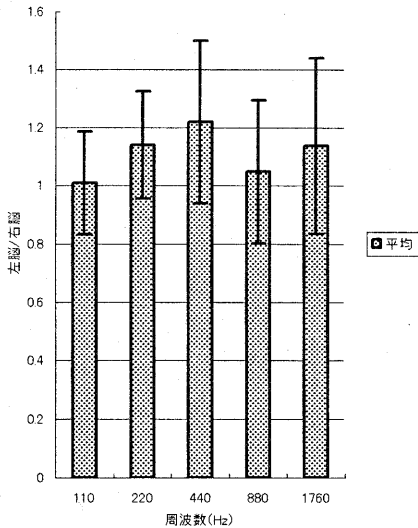


図4 α波 左脳/右脳 平均

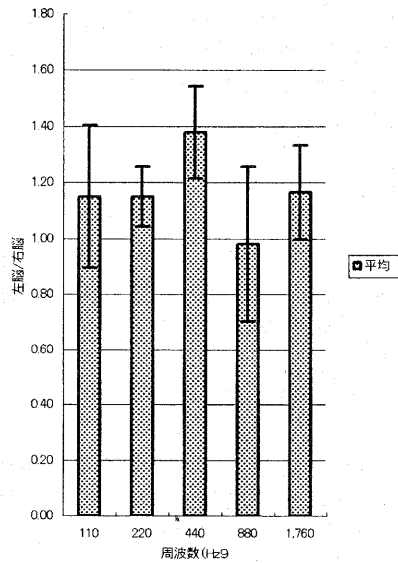


図5 β波 左脳/右脳 平均

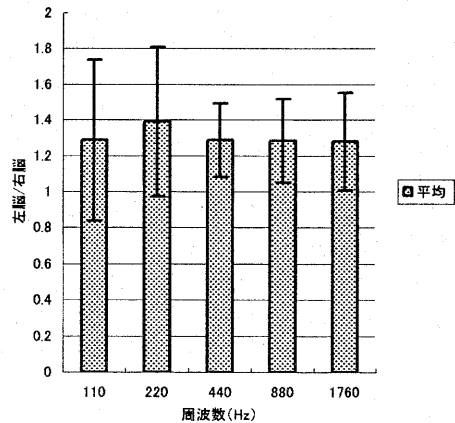


図6 θ波 左脳/右脳 平均

結果を分散分析にかけたところα波は個人差に対して $P=0.006 < 0.05$ で、個人差があることが有意に認められた

β波も同様に分散分析をかけたところ、個人差については $P=0.07 > 0.05$ 、音高に対して $P=0.02 < 0.05$ であり、個人差は大きいですが、音高に対して有意と認められた。

⊙波についても同様に分散分析をかけたところ個人差に対して $P=0.0006 < 0.05$ であり、個人差があることが有意に認められた。

5 結言

今回の実験では、純音のみで行った。本研究では、音楽が人に与える心理的影響を脳波で測定することを目的としている。

今回の検討の結果、

(1) 10 電極の α 波の総和と β 波の総和の比は、 $P=0.03 < 0.05$ で、音高について有意と認められた。

他の周波数帯域の比は、音高について有意とは認められなかった。

(2) 被験者 10 人中 7 人に、440Hz を中心として、 α 波・ β 波・ \ominus 波各帯域において、パワー値が低下する傾向が見られた。これは人の声の周波数で、パワー値が低下したと考えられる。

(3) α 波・ β 波・ \ominus 波帯域の左右比は個人差が有意に認められた。

ただし β 波帯域の左右比は、音高に対して $P=0.02 < 0.05$ であり、個人差は大きい、音高に対して有意と認められた。

今後音高による聴覚刺激の結果と比較する意味で、テンポだけを聞かせた場合、音楽を聞かせた場合、実験を行う予定である。

謝 辞

被験者になって頂いた帝京平成大学 学生諸君に深く感謝する。なお本研究は、文部科学省ハイテク・リサーチセンター補助金および帝京平成大学学内特別研究費からの助成に基づくものである。

参考文献

- [1] 中村貴展, 武田昌一, 山本佐代子, 武田 剛, 今村天道, 武者利光, “純音刺激に対する脳波の反応,” 日本音楽知覚認知学会平成 13 年度秋季研究発表会資料, pp.69-74 (2001 年 11 月)
- [2] 中村貴展, 武田昌一, 山本佐代子, 武田 剛, 今村天道, 武者利光 “脳波の反応測定に好ましい聴覚刺激に関する基礎検討” 日本音響学会 2002 年春季研究発表会講演論文集 I p499-500