

物理 B レポート：周波数の違いによる音の知覚

・目的

周波数がどの程度変化するとヒトの耳は違う音として知覚するかを調べる。

・手順

<器具>

- ・ iPhone のアプリケーション Scale Tuner (Yamaha Corporation)
- ・ ヘッドフォン Beats Solo2 オンイヤードヘッドフォン

<方法>

(1), アプリケーションを起動した。

B♭ (シ♭) の音で実験を行なった。基準音は 442Hz とした。

(2), 実験を効率的に行うために Memory 機能を使った。

Memory2 を周波数をあげていく実験に、

Memory3 は周波数を次第に下げていく実験に用いた。

Memory1 は基準音として用いるため設定を変更しないようにした。

(3), まず始めに周波数を徐々に上げていく実験を行なった。

基準音を聞かせた後に基準音よりも周波数が+n 高い音を聞かせる動作を n 回繰り返した。

実験参加者には音が変わったと思ったら右手を上げてもらった。

この時点で 1 回目の実験は終了とした。

恣意性を避けるために音が次第に上がるか下がるかは伝えなかった。

周りに合わせることはないよう実験は一人ずつ行なった。

(4), 次に(3)と同じ実験を周波数を次第に下げて行なった。

これを 2 回目の実験とした。

(5), (3)と(4)の実験をもう一度ずつ繰り返しそれぞれ 3 回目、4 回目とした。

(6), この実験を人に行なった。

音楽経験による差の影響が考えられるためこの経験の有無を参加者に問うものとした。

・結果

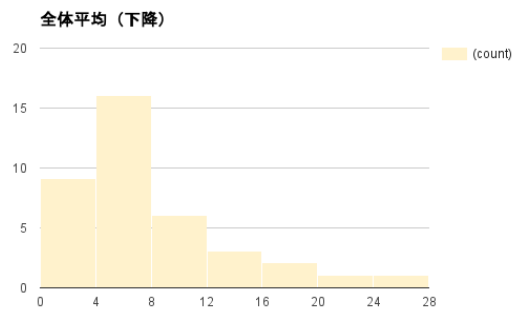
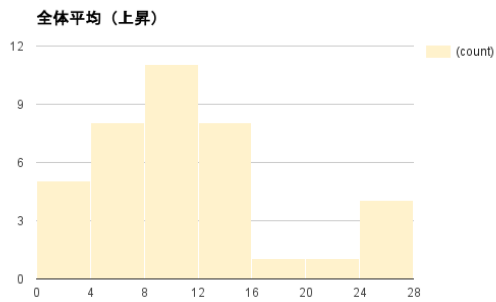
表 1 : 被験者それぞれの実験値

	性別	音楽経験の有無	1回目 (上昇) (+nHz)	2回目 (下降) (-nHz)	3回目 (上昇) (+nHz)	4回目 (下降) (-nHz)
1	女	無	8	3	5	1
2	女	無	10	5	1	4
3	女	有	24	10	13	9
4	女	無	11	2	13	2
5	女	有	8	6	5	3
6	女	有	8	7	8	9
7	女	有	3	7	4	7
8	女	無	18	7	7	6
9	女	有	2	1	1	1
10	女	有	12	7	9	7
11	女	無	6	3	2	5
12	女	無	10	14	11	9
13	男	無	15	7	7	7
14	男	有	8	9	4	3
15	男	無	5	14	8	6
16	男	無	15	13	24	13
17	男	無	15	8	13	6
18	男	無	25	18	24	20
19	男	無	12	16	22	25

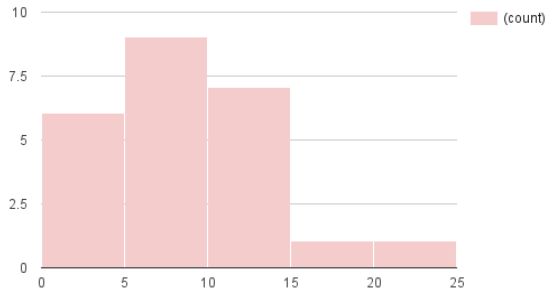
実験値から平均値、標準偏差、統計的不確かさを求めた。

	上昇	下降
全体平均	10.4	7.63
全体標準偏差	6.72	5.40
全体統計的不確かさ	1.09	0.88
女子平均	8.29	5.63
女子標準偏差	5.44	3.29
女子統計的不確かさ	1.11	0.67
男子平均	14.0	11.1
男子標準偏差	7.31	6.60
男子統計的不確かさ	1.95	1.76

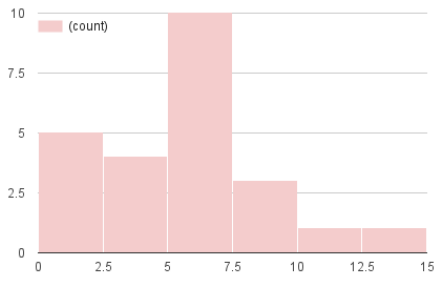
平均値についてヒストグラムを作成した。



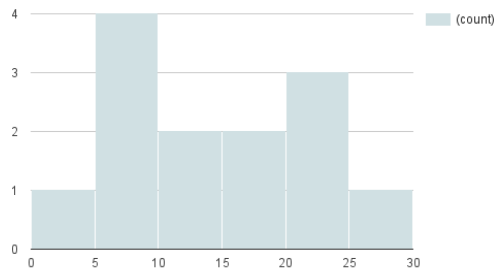
女子平均 (上昇)



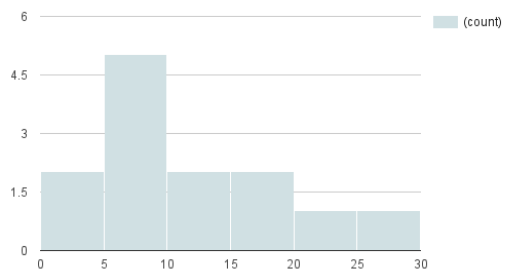
女子平均 (下降)



男子平均 (上昇)



男子平均 (下降)



・考察

今回の実験からわかったことを示す。

まず表1からわかるように音楽経験がある人がより小さな周波数の差でも音の聞き分けができるとは限らなかった。ゆえに音の変化に関する知覚と音楽経験の間に有意な影響があるとは言えない。

また今回の実験は同じ試行を4回繰り返して行なったが、同じ被験者が試行を繰り返すにつれより小さな周波数の変化でも違う音と知覚する傾向にあった。このことから繰り返しの過程で音の変化に対する知覚の感度が上がる傾向が見られるといえる。

さらに周波数を1ずつ上げていく試行と1ずつ下げていく試行を両方行ったがほとんどの被験者が周波数を下げていくときの方がより小さな周波数の差でも音を識別することができた。このことからヒトの耳は基準音とそれより高い音の聞き分けよりも基準音とそれより低い音の聞き分けでは後者の方が得意であるといえる。

次にこの実験の目的の値である「違う音として認識できる周波数の差の平均値」に関する考察である。上に示した全体の平均値のヒストグラムがおおよそ山型をとることから山型の頂点あたりに今回の実験の平均値があると考えられる。

平均値をAとすると、

全体の平均値は上昇、下降の順に

$$A=10.4\pm 1.09 \quad A=7.63\pm 0.88$$

女子の平均は上昇、下降の順に

$$A=8.29\pm 1.11 \quad A=5.63\pm 0.67$$

男子の平均も同様に上昇、下降の順に

$$A=14.0\pm 1.95 \quad A=11.1\pm 1.76$$

となる。

今回の結果では男子よりも女子の方がより小さな周波数の差でも違う音として認識することができる傾向にあった。したがって今回の実験結果を元にとると男子よりも女子の方が音の変化に対する感度が高いといえる。

また統計的な不確かさの値が非常に大きいとわかった。

これは今回集めた実験値の数が少なかったことが原因と考えられる。

より多くのデータを集めることにより統計的な不確かさが小さくなり精度の高い平均値が求められると考えられる。

実験値の数が十分でないため断定することは適当でないと考えられるが、今回行った実験から得られたヒトの耳が違う音と認識するために必要な周波数の差は上昇時は 10.49 ± 1.09 , 下降時は 7.63 ± 0.88 となる。