

令和5年度サイエンス・ファイト作品紹介

学 校 長 崎 県 立 大 村 高 等 学 校

学 年 3 年

氏 名 平川 樟之介、中路 日向

タイトル 不快な音と快適な音を音の三要素で解析する

概 要

教室の金属製ロッカーの「キィ～」という音など、身近ないくつかの音を集め、音の快・不快の違いを解析してみました。

不快な音と快適な音を音の三要素で分析する

長崎県立大村高等学校3年 平川樟之介・中路日向

目的

日常生活には、快・不快と捉えられる音がある。そのような音にどのような特徴があるのか気になり、音の三要素の観点から分析する。

予備調査

使用する音を「快」「不快」に分類するために2年1組に、何の音が知らせたうえでアンケートをとった N=24

使用する音

- 快音①ギター1弦目 (247.6Hz)
②トーンチャイムa5 (872.1Hz)
③ピアノ「ド」 (258.4Hz)

- 不快音④ロッカー開 ④ロッカー閉
⑤黒板と爪
⑥床と椅子

仮説

(1) 音の三要素による分析で

三要素 → (音の大きさ) (音色) (音の高さ)

	振幅	波形	周波数
快音	小・安定	なめらか	少ない
不快音	大・不安定	ギザギザ	多い

※周波数は2000~4000Hzの中に音が何個あるか調べる (参考文献②)

(2) 快音の波形「なめらか」のy-tグラフは、1つの基本音 f_1 [Hz]とその倍音 f_2, f_3, \dots [Hz]の正弦関数の和で表せる。

$$y = A_1 \sin(2\pi f_1 t) + A_2 \sin(2\pi f_2 t) + A_3 \sin(2\pi f_3 t) + \dots$$

実験

(1) 6つの音をWavespectraで録音し、波形分析や周波数分析を行う。

※ノイズ音はできるだけ無くした状態で、マイクはできるだけ音源に近づけて録音する



実験の様子



(2) 自作したExcelシミュレーションを用いる。振幅 A_1, A_2, A_3, \dots の比率を変え、Wavespectraでの①~③の波形とを比較する。

(※動作の都合で、振動数 f は近似した値を使用)

今後の展望

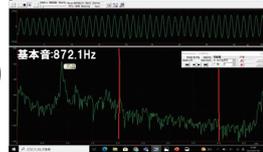
・実験する音の種類を増やし、この仮説の信憑性を高める。

結果

①



②

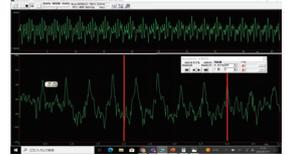


③

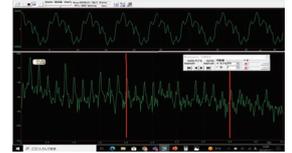


	振幅	波形	周波数
①	安定	なめらか	0
②	安定	なめらか	0
③	安定	なめらか	0

④

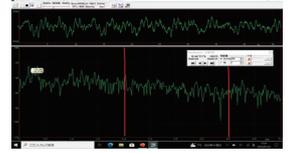


⑥

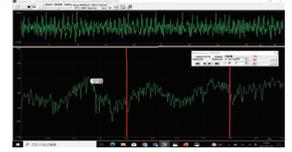


	振幅	波形	周波数
④	不安定	ギザギザ	4
⑥	不安定	ギザギザ	10

④



⑤



	振幅	波形	周波数
④	不安定	ギザギザ	9
⑤	不安定	ギザギザ	10

(2) について

① $A_1 : A_2 : A_3 = 10 : 10 : 1$ ($f_1 \doteq 300\text{Hz}$ で処理)

② $A_1 : A_2 = 100 : 1$ ($f_1 \doteq 900\text{Hz}$ で処理)

③ $A_1 : A_2 : A_3 : A_4 : A_5 = 100 : 10 : 1 : 10 : 1$ ($f_1 \doteq 300\text{Hz}$ で処理)

考察

	振幅	波形	周波数
快音	安定	なめらか	ほぼ無い
不快音	不安定	ギザギザ	多い

快適と感じる音にはそもそも基本振動数2000~4000Hzを超えるものはなかった。

新たな気づき

・④と⑥では、基本音とその倍音で構成されているようなピークが分かりやすい不快音のグラフになっている。

・④と⑤では、基本音とその倍音以外の音も合わさって構成されているような、④や⑥よりもピークが分かりにくい不快音のグラフになっている。

・不快音に二種類ある可能性がある。

参考文献

①岡山県立倉敷天城高校 研究論文 2020.1

www.amaki.Okayama-c.ed.jp/wordpress/wp-content/uploads/2020/02/1.pdf

②聞こえの総合情報サイト

https://www.healthyhearing.jp/topics/Topic-article-90

不快な音と快適な音を音の三要素で分析する

長崎県立大村高等学校 3年

研究者氏名 平川 樟之介・中路 日向

指導者氏名 緒方 則彦

要旨

校内での日常生活にあるロッカーの開閉音などの、6つの音を自分たちで録音し、クラス生徒へのアンケートにより「快音」「不快音」に分類した。それらを周波数解析ソフト Wavespectra を用いて音の三要素の観点から分析した。なお周波数分析範囲は 2000Hz～4000Hz で行った。分析したところ、「快音」の条件として、振幅は一定、波形は1つまたは、いくつかの正弦波が合わさった形、2000～4000Hz の範囲に音がほぼ無いことだと考えた。また考察の中で、不快音のロッカーの開閉音を、開ける音、閉める音で分けて分析したところ、Wavespectra の周波数グラフで、ピークが突出しているものと、突出していないものとで違いがあったので、不快音には二種類ある可能性があると考えた。

1. 背景と目的

日常生活において一般的に快・不快と捉えられる音にどのような特徴があるのか気になったため本研究ではそれぞれの音の差別化を目指し実験を行った。

2. 研究の方法

使用する音

- ①ギター1弦目 ② トーンチャイム a5 ③ ピアノ「ド」の音 ④ ロッカーを開ける音
- ④ ロッカーを閉める音 ⑤ 黒板と爪 ⑥ 机と椅子

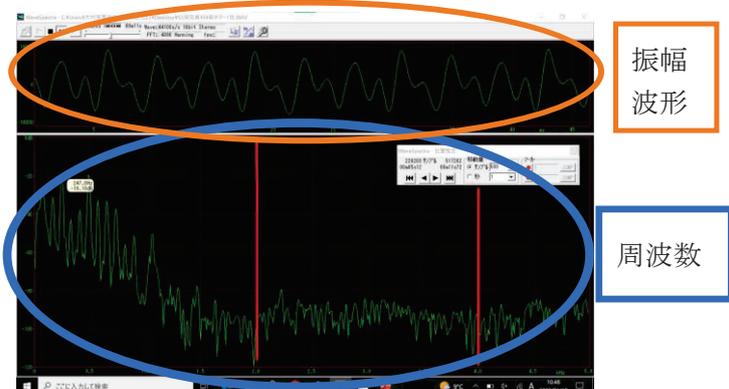
(予備調査) 上記の音を3年1組24名に聞いてもらい不快と感じたものを挙げてもらった

(実験1) 上記の音をマイクによって録音しWavespectraを用いて波形分析や周波数分析を行った。 ※マイクは音源にできるだけ近づけるようにしている

(実験2) 作成した excel シミュレーションを用いて振幅の比率を変えWavespectraの波形と比較した。

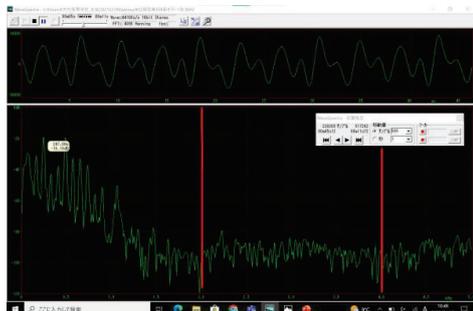
右の図のWavespectraの分析画面について

上下2つのグラフに分かれており、赤い丸のグラフは縦軸音の強さ、横軸時間で振幅・波形を表し、青い丸の部分のグラフは縦軸は音の強さ、横軸は周波数を表している。



3. 結果

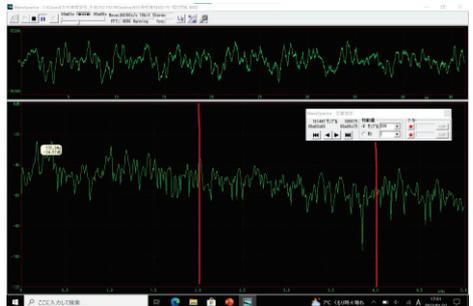
①「快音」ギター1弦目



④「不快音 A」ロッカー開けるとき



④「不快音 B」ロッカー閉めるとき



①振幅：安定

波形：いくつかの正弦波が合わさった形
周波数：0 個

④振幅：不安定

波形：複数の正弦波が合わさった形で、
規則性がある
周波数：4 個（ピークが突出している）

④振幅：不安定

波形：複数の正弦波が合わさった形で、
規則性がない

周波数：10 個（ピークが突出していない）

4. 考察 1

振幅は安定していて、波形は1つまたは、いくつかの正弦波が合わさった形、2000~4000Hz の範囲に音がほぼ無いのが「快音」で、振幅は安定、波形は複数の正弦波が合わさった形、2000~4000Hz の範囲に音が多くあるのが「不快音」だと分かった。「快音」にはそもそも基本振動数 2000~4000Hz を超えるものはなかった。

5. 考察 2

不快音 A では、一つの基本音とその倍音で構成されているような周波数グラフのピークが突出しているグラフになっているが、不快音 B では、複数の基本音とその倍音とで構成されているようなほかの不快音よりもピークが突出していない不快音のグラフになっていた。このことから不快音には二種類ある可能性がある。

6. 謝辞

研究を御指導いただいた先生方、ありがとうございました。

7. 参考文献

- (1) 岡山県立倉敷天城高校 研究論文 2021. 1
www.amaki.Okayama-c.ed.jp/wordpress/wp-content/uploads/2020/02/1.pdf
- (2) 聞こえの総合情報サイト
<https://www.healthyhearing.jp/topics/Topic-article-90>