



大きな振動数(Hz)の差においてのうなりの発生

熊本県立宇土中学校・宇土高等学校

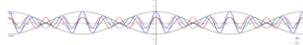
2年 うなり班

今回は
うなり

はじめに

「うなり」とは?

→振動数がわずかに異なる音源間で生じる物理現象。振幅が小刻みに変化する。
耳では、「うわあ〜ん、うわあ〜ん」と聞こえる。



$$f = \frac{1}{T_0} = |f_1 - f_2|$$

はじめに

ヴァイオリンの調弦法

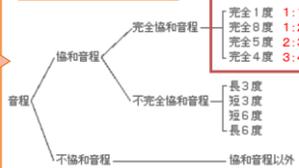
→2弦間を5度の音程で調弦する。



振動数がわずかに異なるとうり音程の際、うなりが発生!

はじめに

音楽理論とピタゴラス音律



はじめに

研究方針

1. 楽器間でのうなりを録音・測定
→うなりの可否を確認
2. スマホ間でのうなりを録音・測定
→周期を検証
3. シミュレーションでうなりを再現
→規則性を考察

研究 I

楽器間でのうなりを録音・測定

→音階の区別なく音程を変えられる楽器「トロンボーン」を基準とする

- 【金管楽器】トロンボーン(Tb)、ホルン(Hr)、トランペット(Tp)
- 【木管楽器】サクソフォーン(Sax)、クラリネット(Cl)、フルート(Fl)

研究 I

楽器間でのうなりを録音・測定 ※波形

	1度	4度	5度	8度
Tb.	○	×	○	○
Hr.	○	×	×	○
Tp.	○	×	×	×
Sax.	○	×	×	×
Cl.	○	×	×	×
Fl.	○	×	×	×

研究 I

楽器間でのうなりを録音・測定 ※聴覚

	1度	4度	5度	8度
Tb.	○	○	○	○
Hr.	○	○	○	○
Tp.	○	○	○	○
Sax.	○	○	○	○
Cl.	○	○	○	○
Fl.	○	△	△	○

研究 I

楽器間でのうなりを録音・測定

- 振動数の差に開きがあっても、完全協和音程であればうなりが聞こえる
- 振動数の差に開きがある場合、うなりが耳では聞こえるが波形に現れないというケースが見られる
- うなりは異なる楽器間、つまり音色の異なる音源間であっても発生する

研究 II

スマホ間でのうなりを録音・測定

- スマホ2台を音源に見立て、右のソフトで音を出す
- 完全協和音程外の振動数比でもうなりの有無を調べる
- 可能な限り波形をとり周期を調べる



研究 II

スマホ間でのうなりを録音・測定

O1:1			O1:2		
L	R		L	R	
200	205	○	200	400	×
400	405	◎	250	500	○
600	605	◎	300	600	◎

研究 II

スマホ間でのうなりを録音・測定

O2:3			O3:4		
L	R		L	R	
200	300	○	300	400	×
300	400	◎	450	600	○
400	600	◎	600	800	◎

研究 II

スマホ間でのうなりを録音・測定

O3:5			O1:3		
L	R		L	R	
300	500	○	200	600	×
450	750	◎	250	750	◎
600	1000	◎	300	900	○

Des Des	Es Es	Ges Ges	As As	B B
Cis Cis	Dis Dis	Fis Fis	Gis Gis	Ais Ais
C C	D D	E E	F F	G G
A A	H H	Fes Fes	Eis Eis	Ces Ces

研究 II

スマホ間でのうなりを録音・測定

- 完全協和音程外の協和する完全比でもうなりらしき現象が見られたが、波形は取ることはできない
- 完全協和音程外の振動数比でもうなりが発生する
- どの振動数比でも、うなりが聞こえやすい振動数帯がある

結論・展望

- ・振動数の差に開きがあっても、2つの振動数比が単純比であればうなりが発生する
- ・異なる音色を持つ音源間であってもうなりが発生する
- ・物理学的に研究が不十分な分野であるため各振動数比の周期を突き止めることが出来れば物理学的理論を覆す発見となるだろう

参考文献・その他

- ・ "The Persistence of the Pythagorean Tuning System." Scripta Mathematica. (Barbour, J. Murray. 著)
- ・ "Pythagorean intonation." The New Grove Dictionary of Music and Musicians. (Lindley, Mark. 著)
- ・ 使用ソフト
GeoGebra
Pro Audio Tone Generator

