

クロマベクトル

ってなに？

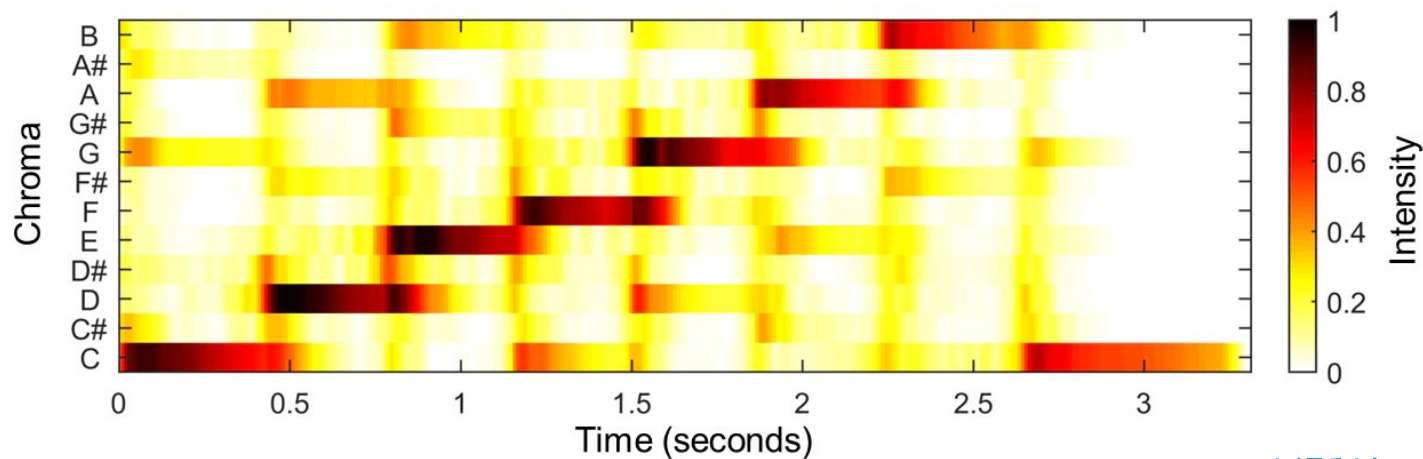
fkubota 

- 今日は音響特徴量で有名なクロマベクトルについて話します。
- あまりいい解説がないので自分で作ることにしました。(理解の助けになればいいなとおもいます。)



今日のゴール

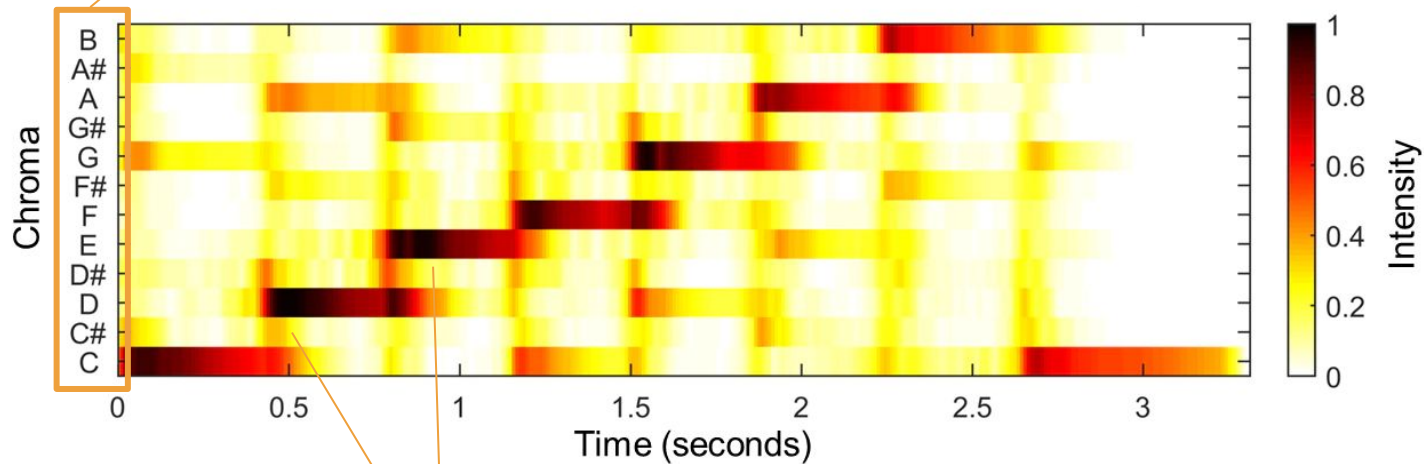
「以下の図を理解する！！」



まずは
疑問を
列挙しましょう



なんで12個？
(ドレミファソラシドは8個だよ?)



抜けてるところがあるけど、
この図は何がしたいの？



他にも

- 音階って何？
- 半音て何？
- オクターブってなに？
- ドレミファソラシドって何？



C C# D D# E F F# G G# A A# B

まずは
音階について
理解しましょう



音階の種類

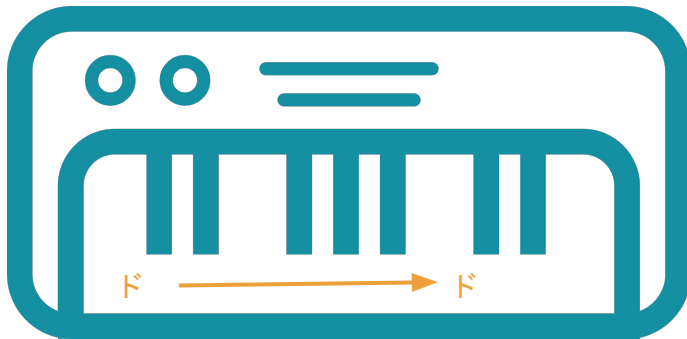
平均律 & 純正律

- 身近な楽器ではこっちが使われてる
- 音階の間隔が一定なのが特徴
- 今日はこっちだけ話します

- 和音が大事なオーケストラとかはこっち使う
- 音階の間隔が一定ではない

平均律の前にオクターブの説明

1オクターブあがると音の高さが二倍になる
(ピアノのド--->ドは高さ二倍(1オクターブあがる))

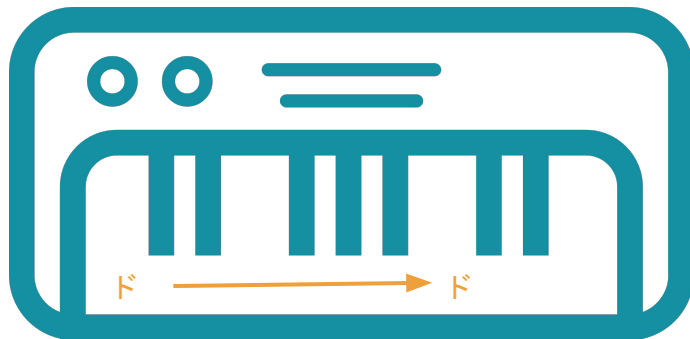


平均律とは
1オクターブを
12等分したもの!!



どうということ？

図で説明しましょう。



例えばド--->ドの1オクターブを12等分します
(レ--->レでもなんでもいいです)

12等分と言っても、単純に分割するわけではなく、
隣り合う音の周波数の周波数比が以下になるように
分けます

$$1 : 2^{\frac{1}{12}}$$

基準の周波数を1として、

$$1 \quad 2^{\frac{1}{12}} \quad 2^{\frac{2}{12}} \quad \dots \quad 2^{\frac{11}{12}} \quad 2$$

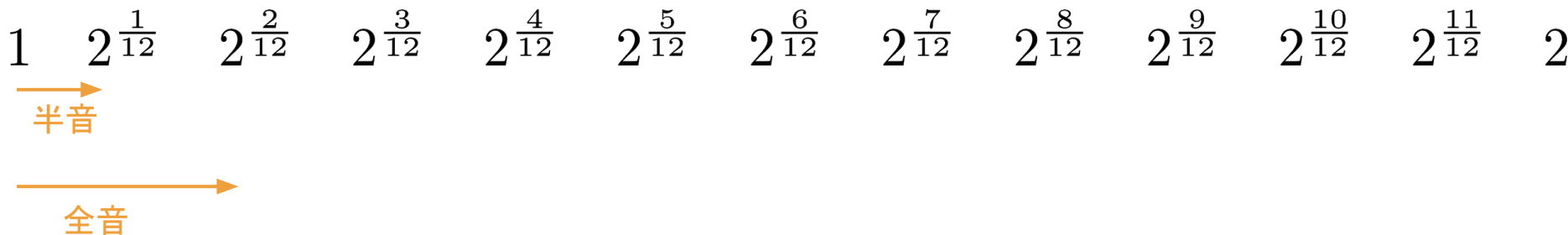
ド



ド

1オクターブ高い
(周波数2倍)

これが平均律で定義された音階！！



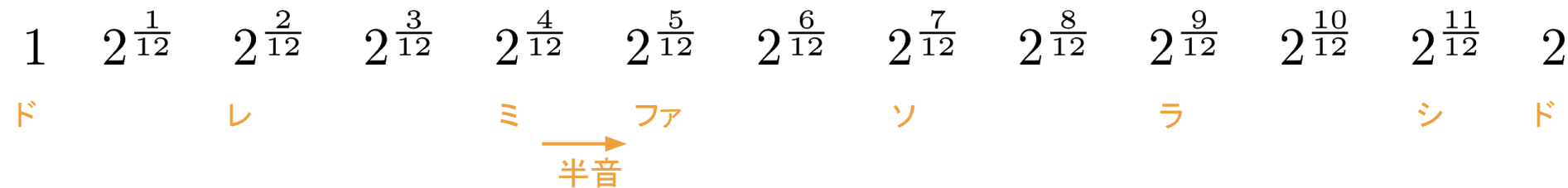
そして半音、全音の定義は図の通り！！

- 隣は半音違い
- 2つ隣は全音違い



ドレミファソラシド？

以下のように割り振られてます。



- なんと、半音違いの関係にあるのは、「ミ」と「ファ」、「シ」と「ド」だけでした。
- つまり、
 - 「ファ」は「ミ」に比べて $2^{\frac{1}{12}}$ 倍高い
 - 「レ」は「ド」に比べて $2^{\frac{2}{12}}$ 倍高い



余ったやつらは？

余ったやつらは？

ピアノで考えるとわかりやすいです。

1 $2\frac{1}{12}$ $2\frac{2}{12}$ $2\frac{3}{12}$ $2\frac{4}{12}$ $2\frac{5}{12}$ $2\frac{6}{12}$ $2\frac{7}{12}$ $2\frac{8}{12}$ $2\frac{9}{12}$ $2\frac{10}{12}$ $2\frac{11}{12}$ 2
ド レ ミ ファ ソ ラ シ ド



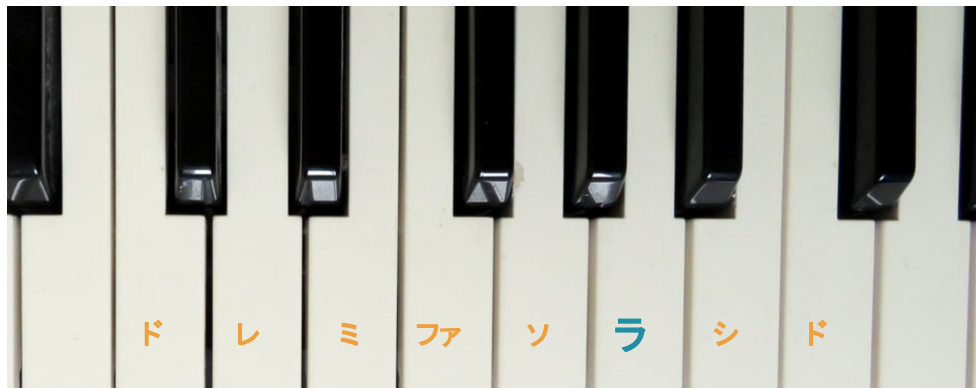
「ド」は何Hzなの？

- 当然の疑問ですね。
- 国際基準があります。
- ピアノの鍵盤の真ん中付近にある

「ラ」を440Hz

とする。

これが国際基準です。



440Hz

「ラ」が決まれば「ド」 も決まる

$$\begin{array}{ccccccccccccccc} 1 & 2^{\frac{1}{12}} & 2^{\frac{2}{12}} & 2^{\frac{3}{12}} & 2^{\frac{4}{12}} & 2^{\frac{5}{12}} & 2^{\frac{6}{12}} & 2^{\frac{7}{12}} & 2^{\frac{8}{12}} & 2^{\frac{9}{12}} & 2^{\frac{10}{12}} & 2^{\frac{11}{12}} & 2 \\ \text{ド} & & & & & & & & & \text{ラ} & & & \\ & & & & & & & & & 440\text{Hz} & & & \end{array}$$

$$x \times 2^{\frac{9}{12}} = 440$$

$$x = 440 \times 2^{-\frac{9}{12}}$$

$$\text{ド} \quad x = 261.6 \text{ Hz}$$

記号について

1 $2^{\frac{1}{12}}$ $2^{\frac{2}{12}}$ $2^{\frac{3}{12}}$ $2^{\frac{4}{12}}$ $2^{\frac{5}{12}}$ $2^{\frac{6}{12}}$ $2^{\frac{7}{12}}$ $2^{\frac{8}{12}}$ $2^{\frac{9}{12}}$ $2^{\frac{10}{12}}$ $2^{\frac{11}{12}}$ 2

イタリア

ド

レ

ミ

ファ

ソ

ラ

シ

ド

アメリカ

C

C#

D

D#

E

F

F#

G

G#

A

A#

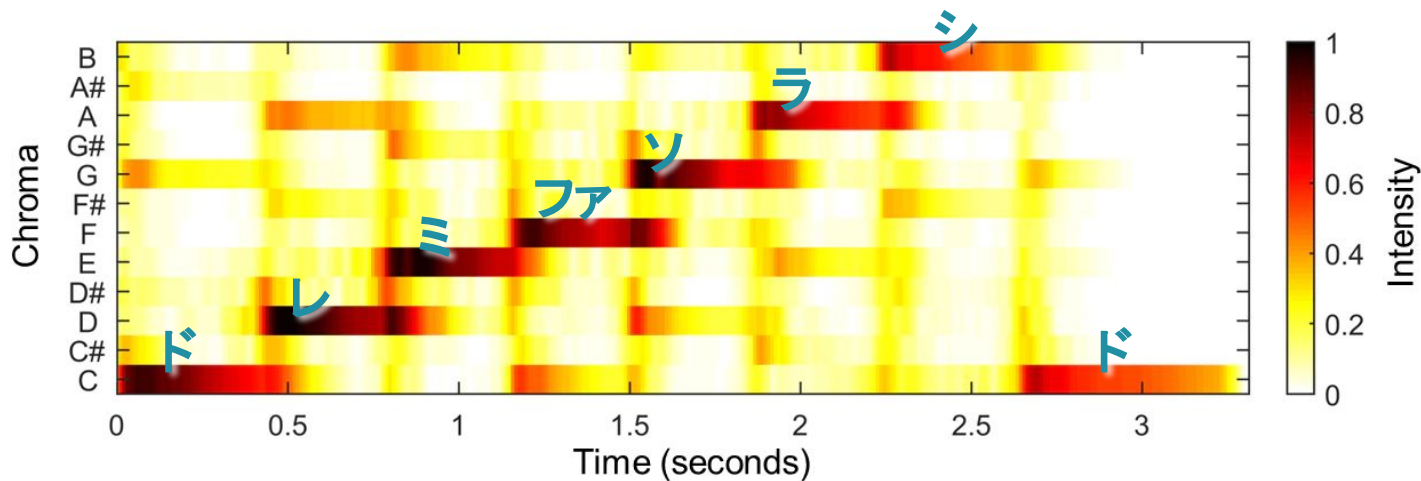
B

C

もうわかりましたね？



この図は、
「ドレミファソラシド」
を表しています



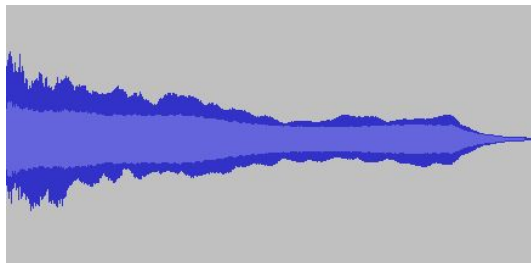
クロマベクトルとは...

ある音に

「C C# D D# E F F# G G# A A# B」

がどの割合で含まれているのか？

をあらわしています。



C C# D D# E F F# G G# A A# B

0.1 0.3 0.5 0.02 0.4 0.1 0.1 0.2 0.1 0.9 0.2 0.1

Aが一番多く含まれている!!

実装タイム!!

https://github.com/fkubota/LightningTalk/tree/master/009_chroma_vector/notebook/01_chromagram.ipynb



次は数式で理解しよう



クロマベクトルの計算方法

$$\text{Ch}(n) = \sum_{oct} \sum_f \Phi(f) B_{oct}(n, f)$$

$\Phi(f)$: パワースペクトル

$B_{oct}(n, f)$: バンドパスフィルタ

少しずつ理解する

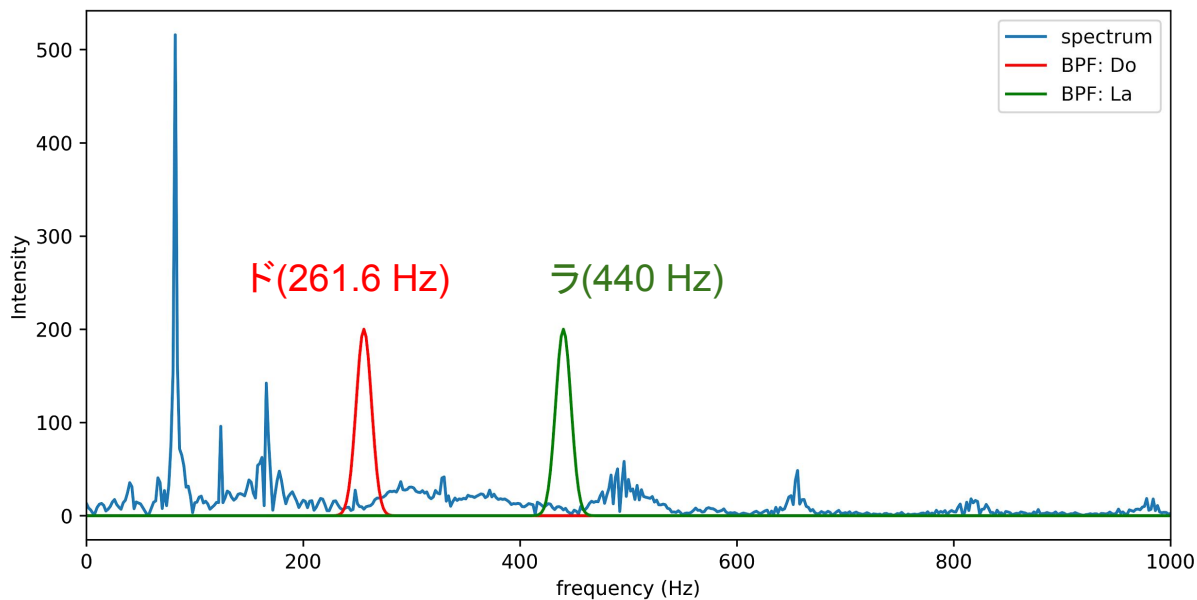
- 例えばあるスペクトルでド(261.6 Hz)と ラ(440 Hz) はどちらが多く含まれているか知りたい。
- どうする？

ほしい周波数にバンドパスフィルタをかけて積分!!

$$\text{Ch}(n) = \sum_{oct} \left(\sum_f \Phi(f) B_{oct}(n, f) \right)$$

$n = \text{ド or ラ}$

バンドパスフィルタを掛けて積分



「ラ」は1種類じゃない

オクターブ違いのラがある

ラ	ラ	ラ	ラ	ラ
110	220	440	880	1760

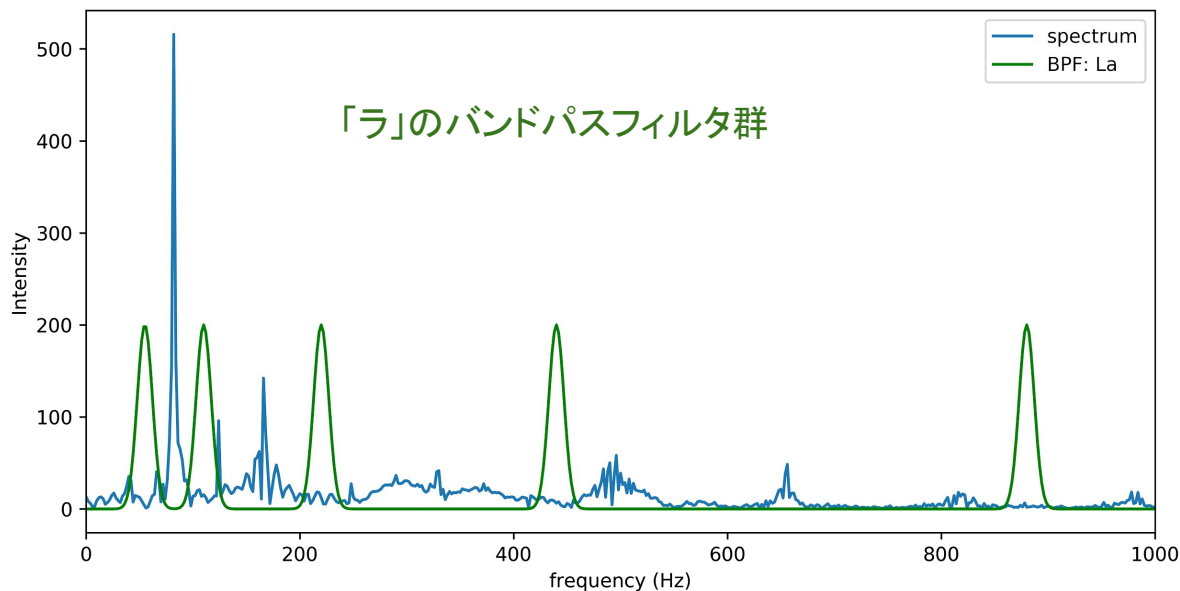


それぞれの「ラ」で
バンドパスフィルタ
を用意

$$\text{Ch}(n) = \sum_{oct} \sum_f \Phi(f) B_{oct}(n, f)$$

n = ラ

オクターブごとに
バンドパスフィルタを掛けて積分

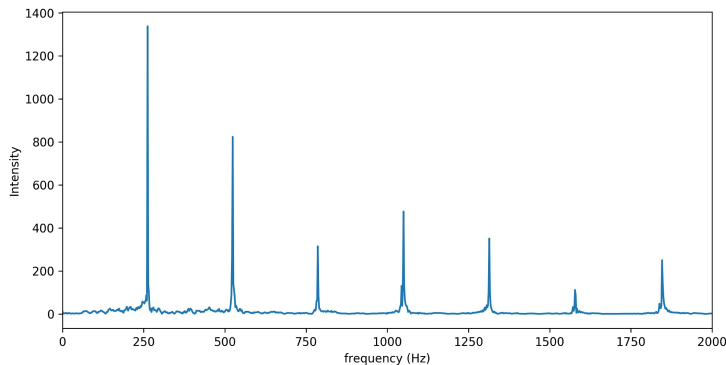


以上です！！



まだ残る疑問

- ピアノとギターの「ド」はなんで違う音に聞こえるの？
- ピアノのド(261.6 Hz)のスペクトル見ると思った感じと違うんだけど...



次回！！
音色について
LTします！！



