

12音から抜け出す挑戦を。

XENHARMONIC

VRC微分音集会

毎月第1金曜日

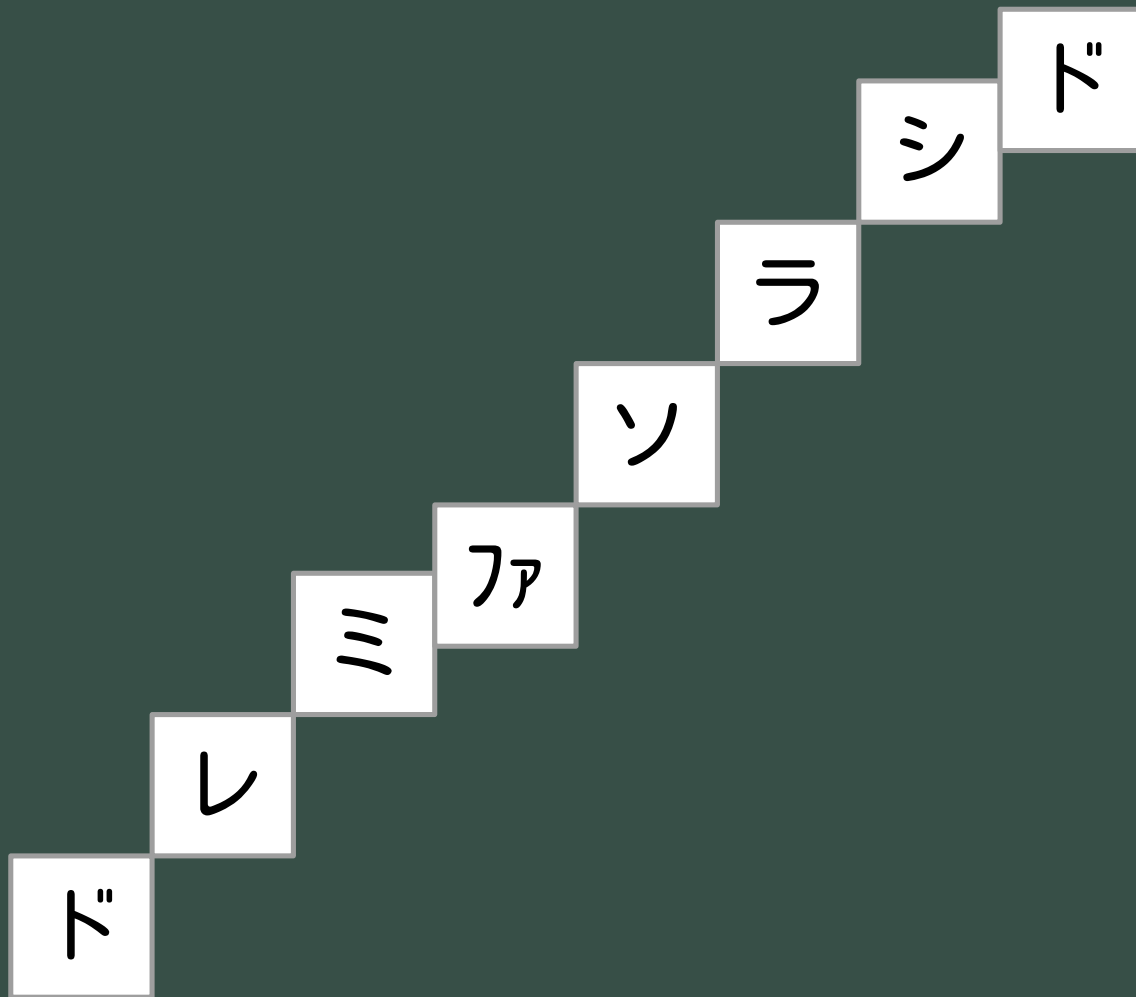
22:00 ~ 23:00

Group+

Group ID:XENMVR.9643

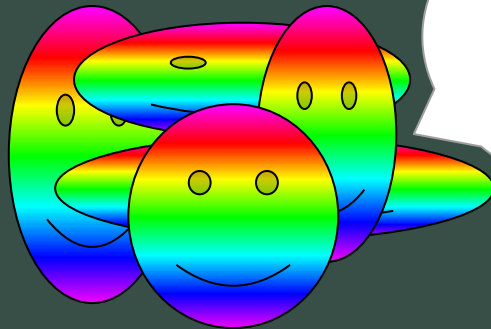
主催：中井三十一 VRC ID：MisohitoNakai

音階とは何者か



音階とは何者か

使える音全部並べると？



おとが
いっぱい
いた～

よく間違えられる音高と音程 お間違えなく！

音高 音の絶対的高さ

音程 音の幅

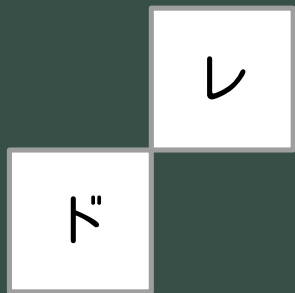
第4オクターブの ソ
約 392.0 Hz

第4オクターブの ド
約 261.6 Hz

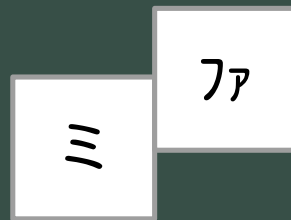
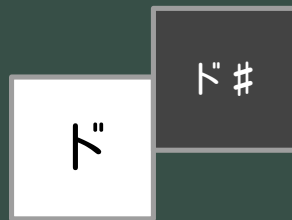
7半音

全音・半音 という音程

全音

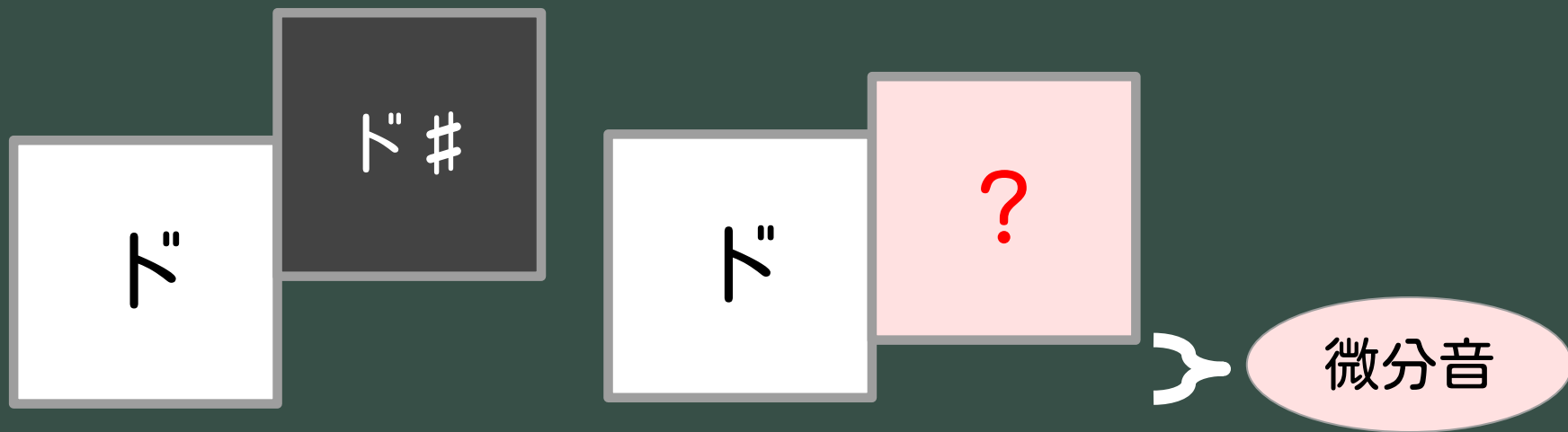


半音



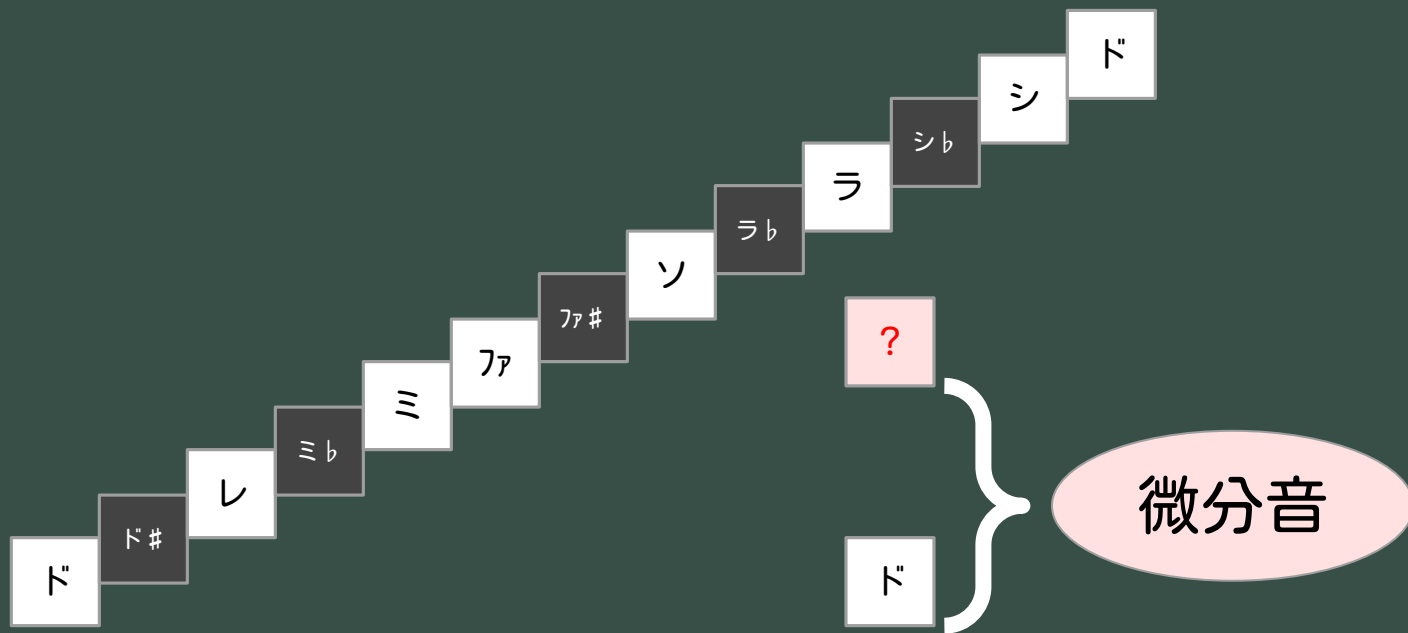
微分音

半音からできる音のグリッドに当てはまらない音程



微分音

半音からできる音のグリッドに当てはまらない 音程



微分音って何だ？

鍵盤にない音 鍵盤の隙間にある音 ※チューニングずらしと異なる

数学的な「微分」とは無関係

(由来 全音→半音→四分音→…微分音)

基本的にはフレットのない弦楽器や
トロンボーンなどが演奏可能



微分音って現代音楽？実験音楽？



「よくわからない怖い音楽のイメージがあります！」

→怖くて不気味な感じにすることもできますが、
むしろ新しい情感を得ることもできます。

「実験音楽の域を出ないのでは？」

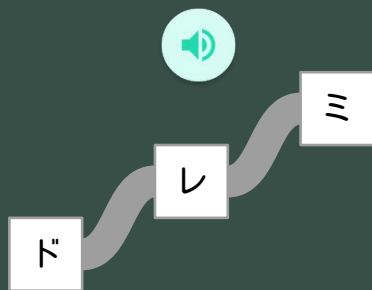
→知れば知るほどそうでもないことが分かります。
実際の音楽にも不可分に関係しています。

ブルーノートやバーバーショップ音楽などは倍音由来の音程が含まれていると指摘されています。

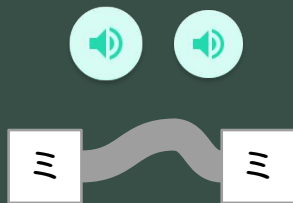
微分音ではないもの

なめらかに変化してるものや、音高が不正確なもの

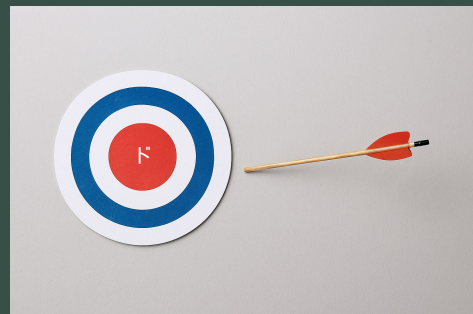
なめらかにつながる：
「ポルタメント」



音高の連続変化
「ピッチベンド」



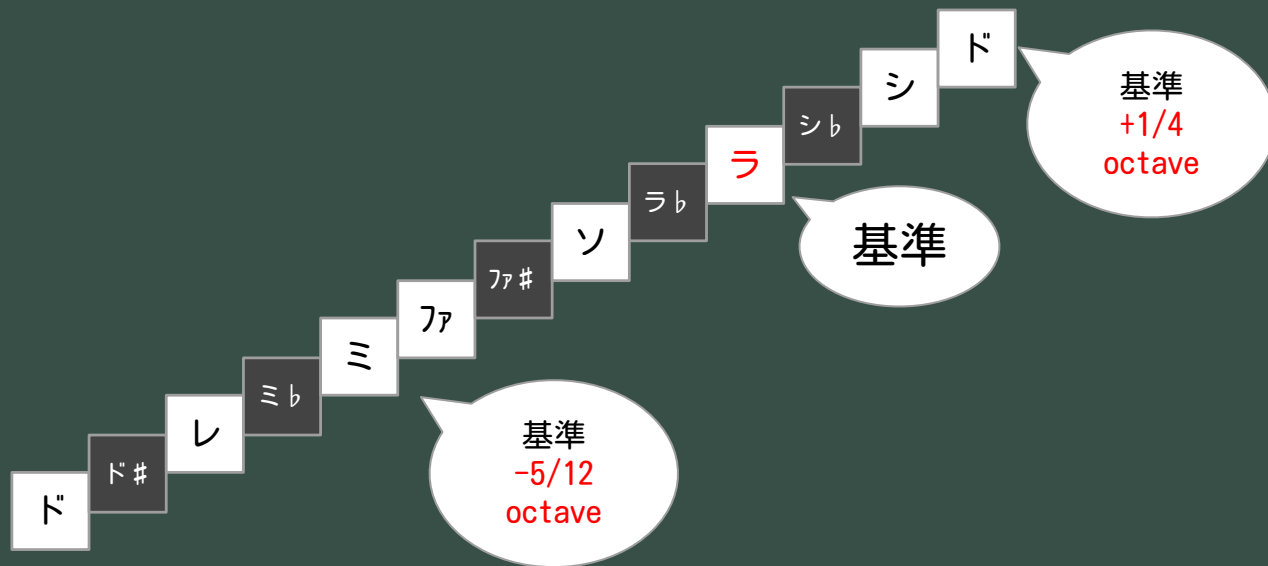
音を外している
ただの「音痴」



音律とは何者か

使える音すべての相対的規定

基準音に対して他の音がどういう幅になるか決めるやつ

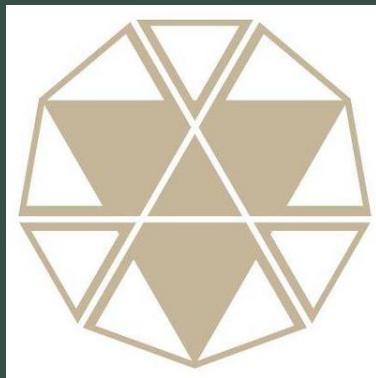


Xenharmonic音楽

-ゼンハーモニック（異質な響き）

非12平均律の音律を用いた音楽全般

Ivor Darregにより1967年頃命名
ギリシア語の「異質」を意味する
「ξένος」が由来



徹底解剖！31平均律

...

微分音音律の首府となるか？



序盤

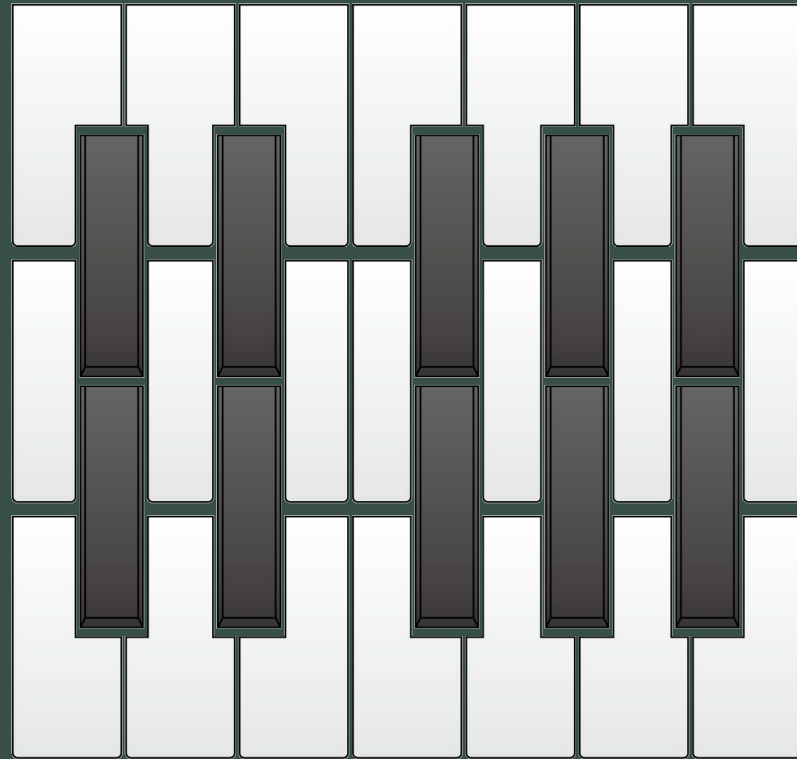
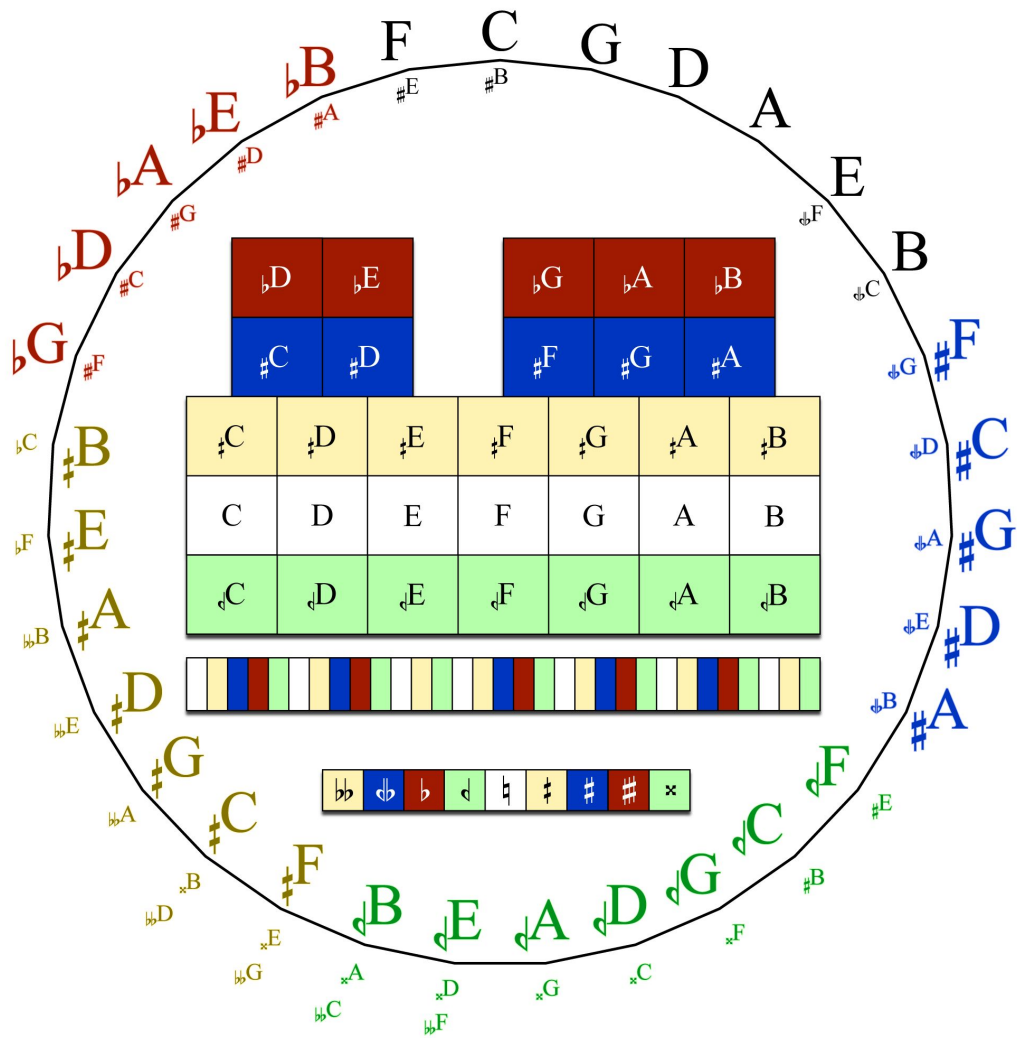
31平均律って何？
どんないいことがある？

中盤

コードや扱い方はどうなる？

終盤

31平均律を実践しよう



- 31平均律とは？
- 31平均律の旨味
- 基本的な構造
- 歴史
- モンゾとヴァル
- 特徴的なコンマの緩和
- 主要なMOSスケール

31平均律とは？

贅沢な音律だねえ・・・

その名の通り「ド」から次の「ド」までには、**31個の音**がある。



ドレミファソラシドはあるの？

あります。



そんなのでまともに曲作れるの？

作れます。

♪ ホタルイカがやってくる日

♪ Crow's Hue

♪ SOCIAL REFUGEES



31平均律の旨味

どんないいことがあるか

新たな協和の可能性の模索

既存の音楽システムの再確認

既存の西洋の調性音楽システムからの脱却

既存の西洋の調性音楽の問題点の打破

新たな協和の可能性の模索

和音の乱雑さであり、不協和度の指標
「ハーモニック・エントロピー」

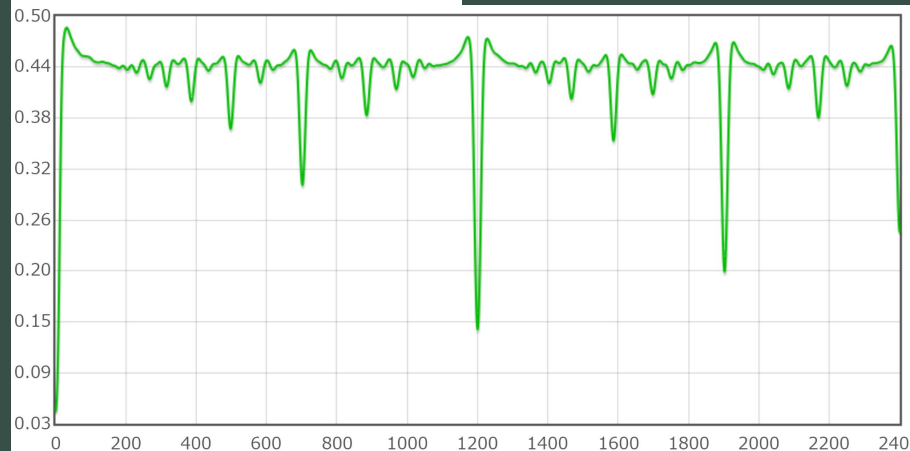
協和を認知する精度が高いと、
新たな協和音程が12平均律外に
点在するように見てとれる。

人によって様々な知覚の精度を選んで
定義が作成されているため、
様々な数式定義がなされる。

例：ハーモニック・シャノン・エントロピーの
定義に基づく不協和度の計算結果

$$H_1(J|c) = - \sum_{j \in J} P(j|c) \log P(j|c)$$

※1 ある音程を特定の純正音程として知覚する確率分布は、標準偏差8.5¢程度のカウス分布である。(σ≈8.5¢)
※2 算出に使用する純正音程Jは、Tenney調和距離において10000までのものに限る。(N=10000)



既存の音楽システムの再確認

西洋音楽・民族音楽

あらゆる音楽についてのシステムを復習し、
その仕組みを音律の側面から解剖

ソルフェージュ(音楽感覚)の向上
アナリーゼ(音楽解析)能力の向上

それらの民族音楽への適応

特に31平均律は

ルネサンス～バロック期に一般的だった中全音律に非常に近い音律でありながら
中全音律に内在する一部の和音の破綻が存在しない等分音律の為、
移調が容易である



基本的な構造

31平均律の基本的な性質

鍵盤の模式図

全音

5ステップ

全音階的半音(ミ～ファ間)

3ステップ

半音階的半音(ド～#ド間)

2ステップ

♭D		♭E		♭G		♭A	♭B
♯C		♯D		♯F		♯G	♯A
♯C	♯D	♯E	♯F	♯G	♯A	♯B	
C	D	E	F	G	A	B	
♮C	♮D	♮E	♮F	♮G	♮A	♮B	

5度「線」

5度圏は循環しない直線

Fより4度側には♭がつく

Bより5度側には♯がつく

楽典もこれに則ってできている

(例)

♯Fマイナーキーでの属七の和音(♯C7)など

→(♯C, ♯E, ♯G, B)

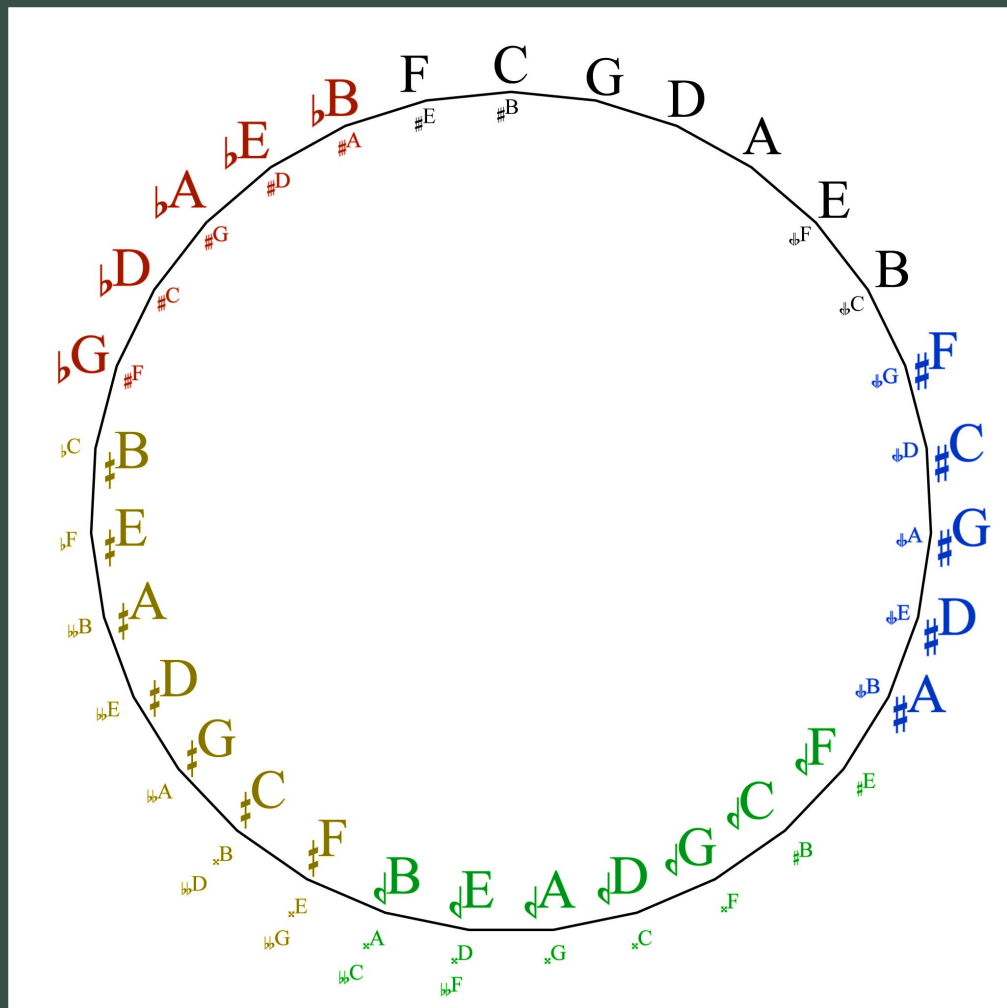
詳細度数		音名		調号	
重増	7	B	×	♯	♯
	3	E		♯	♯
	6	A		♯	♯
	2	D		♯	♯
	5	G		♯	♯
	1	C		×	×
	4	F		×	×
増	7	B	#	×	×
	3	E		×	×
	6	A		×	×
	2	D		×	×
	5	G		×	×
	1	C		♯	♯
	4	F		♯	♯
長	7	B	♮	♯	♯
	3	E		♯	♯
	6	A		♯	♯
	2	D		♯	♯
完全	5	G	♮	♯	♯
	1	C		×	×
	4	F		×	×
短	7	B	b	b	b
	3	E		b	b
	6	A		b	b
	2	D		b	b
減	5	G	b	b	b
	1	C		b	b
	4	F		b	b
	7	B		b	b
	3	E		b	b
	6	A		b	b
	2	D		b	b
重減	5	G	bb	b	b
	1	C		b	b
	4	F		b	b
	7	B		b	b
	3	E		b	b
	6	A		b	b
	2	D		b	b

31平均律の5度圏

・ 12平均律での異名同音が異なる音になる

全音階的半音：5歩戻る

半音階的半音：7歩進む



普及した記譜体系

基本的な記号は同じだが、**ダブルシャープ**などは全音に届かない

記号	読み	上げ分
#	シャープ sharp	+2 増1度上げ
b	フラット flat	-2 増1度下げ
x	ダブルシャープ double sharp	+4 重増1度上げ
bb	ダブルフラット double flat	-4 重増1度下げ

普及した記譜体系

半音階的半音を2分割する性質に基づく呼び方

※度数に合意された日本語の呼び方はまだない

記号	読み	上げ分
	ハーフシャープ half sharp	+1 長1度上げ※
	ハーフフラット half flat	-1 長1度下げ※
	セスキシャープ sesqui sharp	+3 拡1度上げ※
	セスキフラット sesqui flat	-3 拡1度下げ※

自然倍音

周波数が整数倍になっていくような音の並び
音程に対して曲線的になっている



倍音との近似

[illegible]

倍音との近似

周波数比	24平均律	31平均律
2:3 の音程（完全5度） 701.955セント	完全5度, 14番目 700.000セント	完全5度, 18番目 696.774セント
4:5 の音程（純正長3度） 386.314セント	長3度, 8番目 400.000セント	長3度, 10番目 387.097セント
4:7 の音程（自然7度） 968.826セント	縮7度, 19番目 950.000セント	増6度, 25番目 967.742セント
8:11 の音程 551.318セント	長4度, 11番目 550.000セント	長4度, 14番目 541.935セント
8:13 の音程 840.528セント	中立6度, 17番目 850.000セント	中立6度, 22番目 851.613セント

既存の西洋の調性音楽システムからの脱却

全音階的なシステムからの脱却・改造

- ・ 中東の音階(マカーム)などの使用
- ・ バリの音階(スレンドロ)の使用
- ・ その他新しい音階構築の試みが可能

既存の西洋の調性音楽の問題点の打破

完全5度については高精度での近似が可能だった(+2¢)

$$1200 \log_2 \left(\frac{3}{2} \right) = 701.9550...$$



長3度(400¢)や短3度(300¢)などなどは、13¢以上の誤差がある。

$$1200 \log_2 \left(\frac{5}{4} \right) = 386.3137... \quad 1200 \log_2 \left(\frac{6}{5} \right) = 315.6412...$$

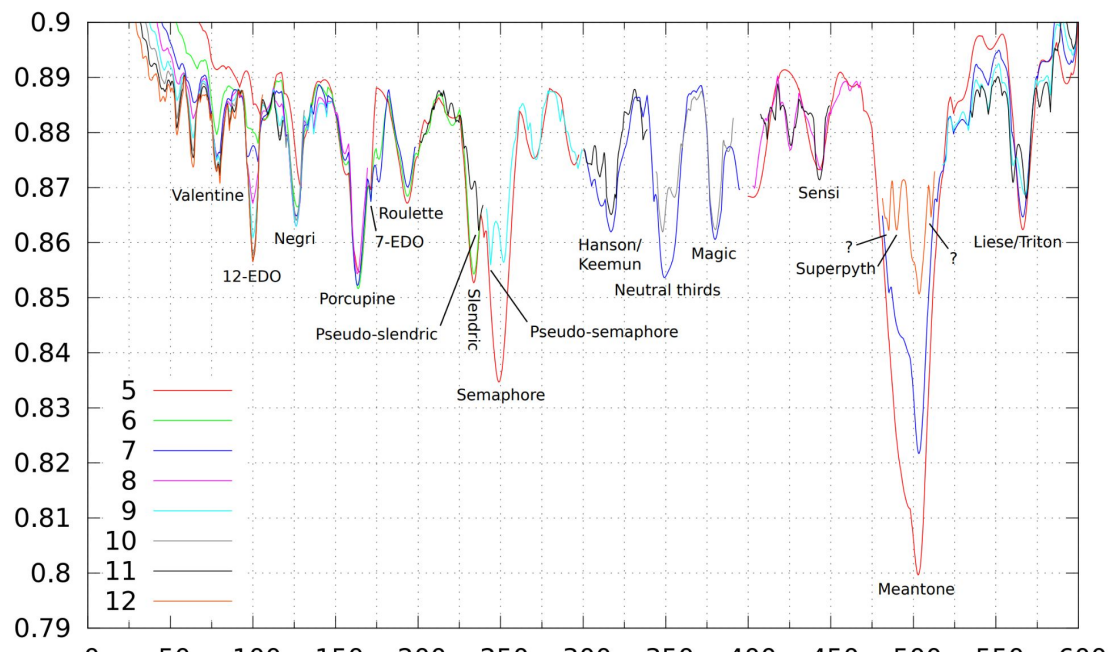
12平均律は3度が純正から大きくずれている！

31平均律は中全音律に近く、より精確な3度を持つ

各ジェネレータごとの平均HE

5音音階、7音音階ともにダイアトニックは群を抜いて協和的
おおよそ完全5度(または完全4度)の連鎖でできる音階は平均HEが局所的に低い
503~504¢の完全4度を持つ場合最も音階の平均HEが低くなる

完全5度を多く持ち、
ほかの低次の純正音程を
次々と精確にとっている為
31平均律周辺は最も協和的



歷史

完全5度は良く協和する

ピタゴラスが見つけた ドとソの間隔=完全5度

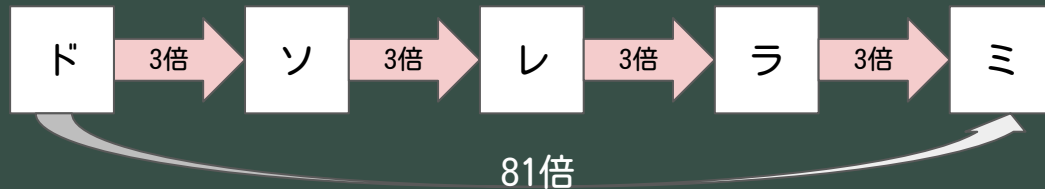


周波数比は 3/2

$$1200 \log_2 \left(\frac{3}{2} \right) = 701.9550...$$

ピタゴラス音律ではこの完全5度を積み上げて音階を作った

当時はド～ミ間はデイトノスと呼ばれ不協和として扱われた

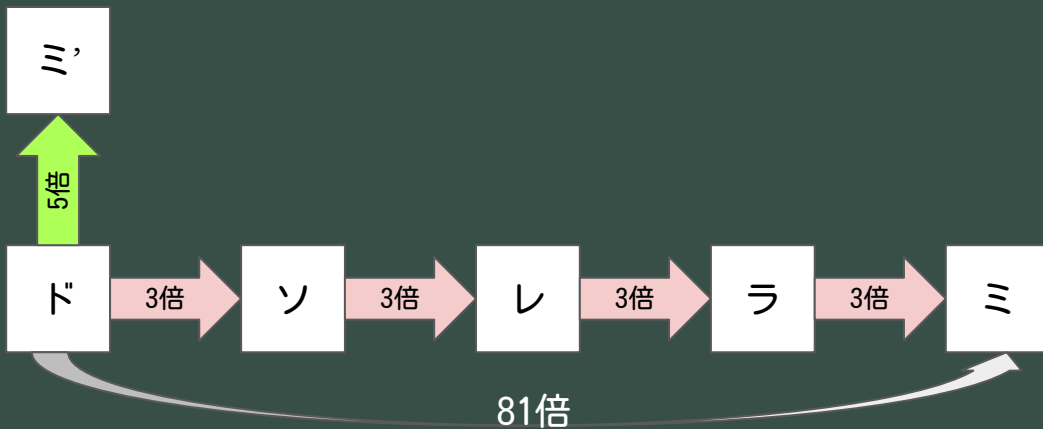


長3度の協和が発見される

周波数比は 5/4

アルキタスが発見

5倍という音程は2倍と3倍の繰り返しでは得られない音程

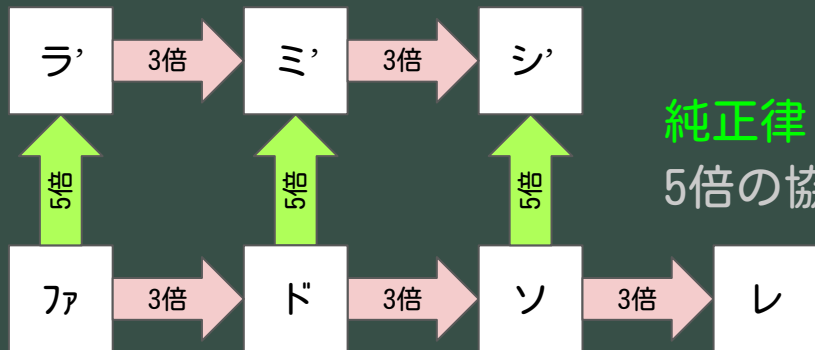


純正律の登場

ピタゴラス音律

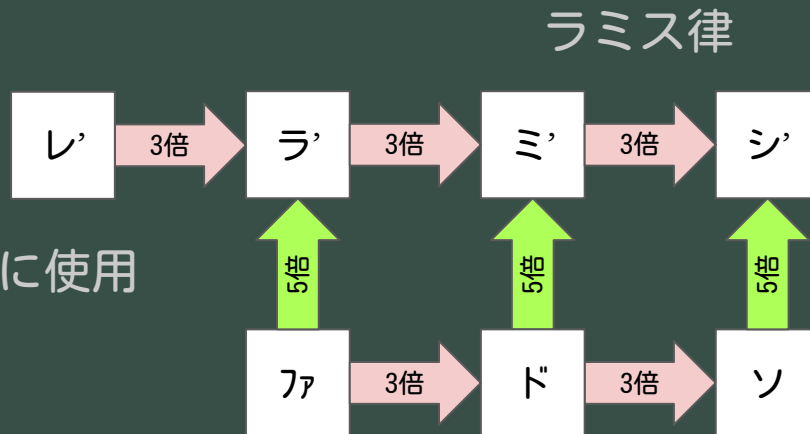


プトレマイオスの強烈なダイアトニック



純正律 (2種類)

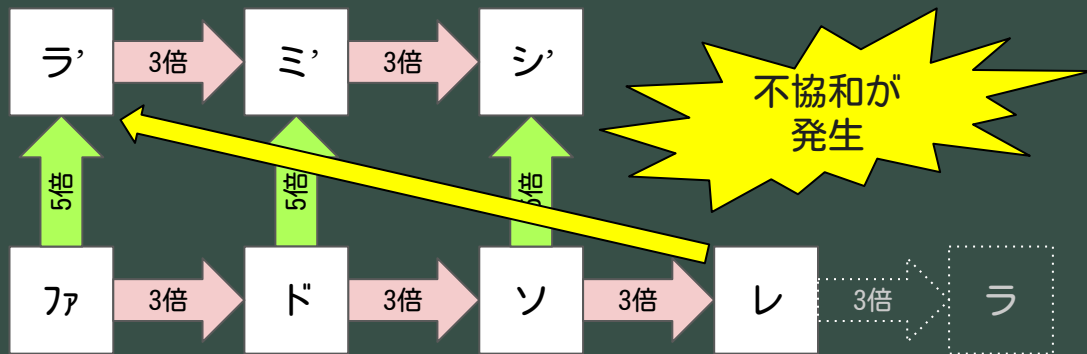
5倍の協和を3箇所を使用



純正律の問題点

レ～ラ間は3倍ではないので不協和が発生

この二つの「ラ」と「ラ'」では $81/80$ の差(シントニックコンマ)があるので、
レ～ラ'間是不協和が発生する



純正律の問題点

大全音	小全音	全音階的半音	大全音	小全音	大全音	全音階的半音
中全音	中全音	全音階的半音	中全音	中全音	中全音	全音階的半音

中全音律の誕生

5倍音の単音程転回(4オクターブ補正の為 2^4 掛けると80倍)

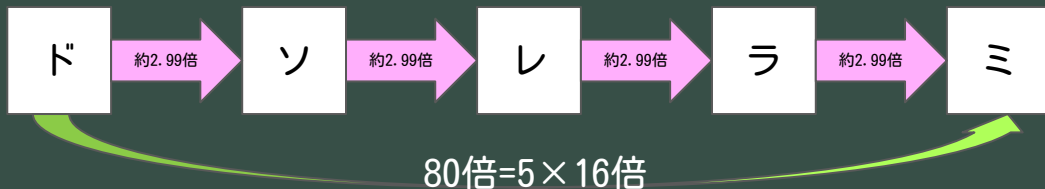
と、単音程転回3倍音の4回の積み上げ $3^4=81$ 倍

3倍の不連結や不協和を解消する

中全音律の完全5度は、5倍音を4分割する

純正完全5度:701.96¢ 5倍音:2786.31¢ $2786.31 \div 4 = 696.58$

$$1200 \log_2 \frac{3}{2} \approx 701.96 \qquad 1200 \log_2 \sqrt[4]{5} \approx 696.58 \qquad \therefore \frac{3}{2} \approx (\sqrt[4]{5})$$



ディエシスを緩和しない状態

ディエシス：純正長3度の3回の堆積とオクターブの差

12平均律上では同じ音程と見なされる
おおよそ大全音(9/8); 203.92¢を5分割する

「全音の間は5ディエシス、
半音の間は2ディエシス位じゃないかな？」
パドヴァのマルケット(Marchetto da Padova)が言及
(14世紀初頭)

「よくハモるようにするなら半音の間は3ディエシスっぽいぞ」
ニコラ・ヴィチェンティーノ(Nicola Vicentino)が言及

$$1200 \log_2 \left(\frac{125}{128} \right) \approx -41.06$$



31平均律の発想の始まり

ディエシスは全音の約5分割と全音階的半音の約3分割
このとき、全音階は5個の全音と2個の全音階的半音がある

5個の全音×5

2個の全音階的半音×3
=31

したがって31個の
ディエシスがある事に

大全音	小全音	全音階的半音	大全音	小全音	大全音	全音階的半音
中全音	中全音	全音階的半音	中全音	中全音	中全音	全音階的半音

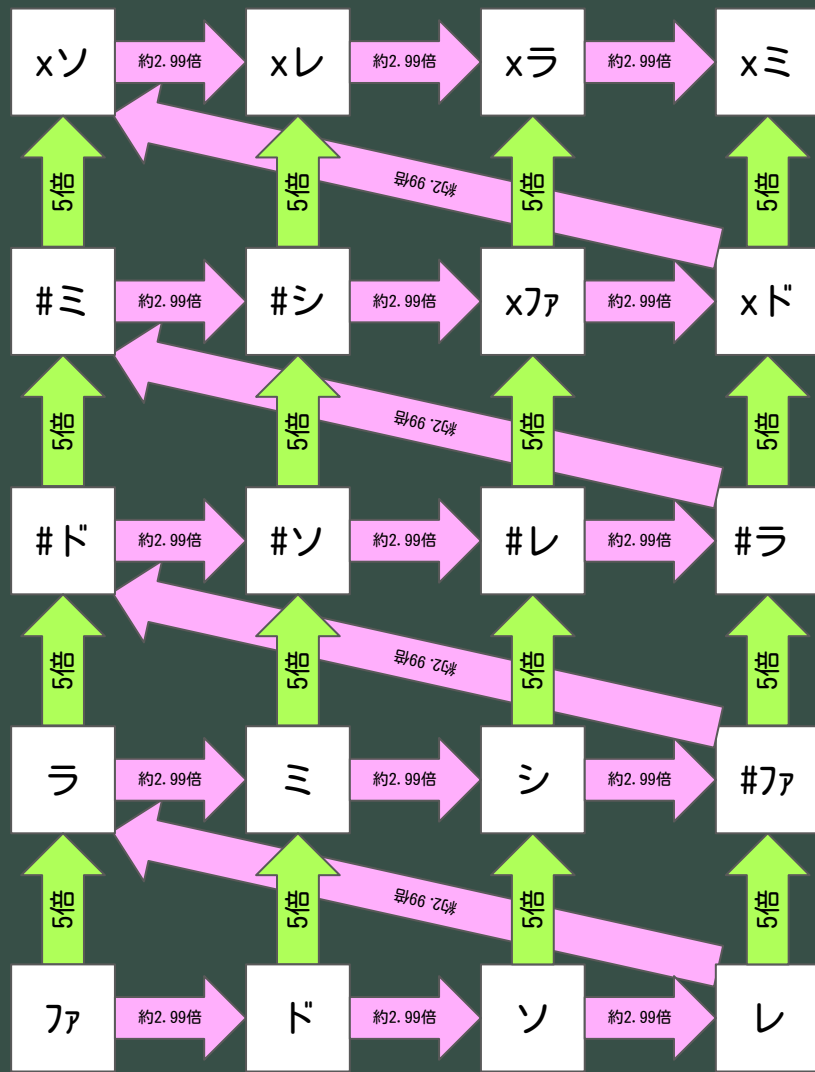
31平均律の登場

中全音律の縮んだ完全5度を繰り返し、
31回目に元の音に近い音程が出現した

この過程で全音が5分割される

パドヴァのマルケットの研究を参考にしながら
ファビオ・コロンナがニコラの楽器の調査として
中全音律の拡張について記述した
(1618年)

$$1200 \log_2 \left(\frac{\sqrt[4]{5^{31}}}{2^{18}} \right) \approx -6.07$$



31平均律と中全音律

完全5度を測定すると、ほとんど差がない

→31平均律は中全音律の卑近な近似方法である

$$1200 \log_2 \sqrt[4]{5} \approx 696.58$$

$$1200 \times \frac{18}{31} \approx 696.77$$

31平均律に関連する歴史

1555年

ニコラ・ヴィチェンティーノ

中全音律を循環させず36音まで拡張

1618年

ファビオ・コロンナ

中全音律を循環させず31音まで拡張

1666年

レメ・ロッシ

31音を循環させて31平均律を提唱

1691年

クリスティアーン・ホイヘンス

7次倍音の近似の高さを発見

1722年

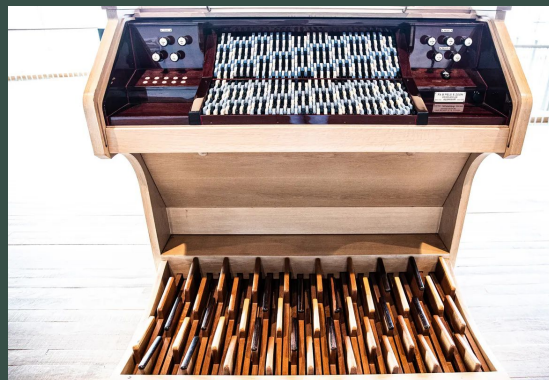
フリードリヒ・ズーピヒ

オクターブの31分割を論じ、作曲

1945年

アドリアーンフォッカー

31平均律オルガンの製作に着手



モンゾとヴァル

純正(有理)音程のベクトル モンゾ

Joseph Monzo氏にちなんでGene Ward Smith氏が命名

周波数比の構成素因数を成分にとる

ベクトルの表記にはブラ・ケット記法を転用する

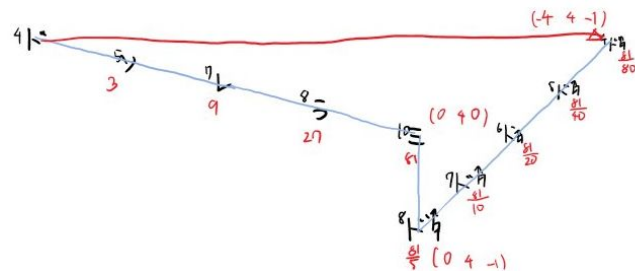
※考える素数リミットまでの成分を書けばよい

例 $\frac{3}{2} = 2^{-1} \times 3^1 \Rightarrow \langle -1 \ 1 \rangle$

$$\frac{5}{4} = 2^{-2} \times 3^0 \times 5^1 \Rightarrow \langle -2 \ 0 \ 1 \rangle$$

$$\frac{7}{6} = 2^{-1} \times 3^{-1} \times 5^0 \times 7^1 \Rightarrow \langle -1 \ -1 \ 0 \ 1 \rangle$$

$$\frac{81}{80} = 2^{-4} \times 3^4 \times 5^{-1} \Rightarrow \langle -4 \ 4 \ -1 \rangle$$



モンゾの意味と列ベクトル

モンゾは列ベクトルの扱い

2倍音の個数

3倍音の個数

5倍音の個数

音程①
とは

$$\begin{pmatrix} -4 \\ 4 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Patentヴァル

倍音に近似する数字から得たヴァル

$$\langle a \quad b \quad c \quad d \quad \dots |$$

$$\Rightarrow a, b, c, d, \dots$$

$$\approx n \log 2, n \log 3, n \log 5, n \log 7 \dots$$

Patentヴァル

各倍音がn平均律の何番目の音かを示す値。

例 12平均律

オクターブ→12半音 (ド～ド↑)

3倍音→19半音に近似 (ド～ソ↑)

5倍音→28半音に近似 (ド～ミ↑↑)

よってPatentヴァルは $\langle 12 \quad 19 \quad 28 |$

ヴァルとモンゾの内積

純正音程が近似されるステップが計算できる

微小な音程が同音に緩和される場合、内積が0になる

例 12平均律で $15/8$ (=長7度)の近似を調べたい

ヴァル $\langle 12 \ 19 \ 28 \mid$

モンゾ $15/8 \rightarrow 2^{-3} \times 3^1 \times 5^1 \rightarrow \mid -3 \ 1 \ 1 \rangle$

$\langle 12 \ 19 \ 28 \mid -3 \ 1 \ 1 \rangle$

$= 12 \times (-3) + 19 \times 1 + 28 \times 1$

$= -36 + 19 + 28 = 11 \rightarrow 11\text{ステップ}$

マッピング(写像)行列 ヴァルとモンゾの積

例: 周波数比15/8→ $|-3 \ 1 \ 1\rangle$ の写像を計算

12平均律

$$\begin{pmatrix} 12 & 19 & 28 \end{pmatrix}_{\text{ヴァル}} \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}_{\text{モンゾ}} = \begin{pmatrix} 11 \end{pmatrix}_{\text{半音}}$$

中全音律

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix}_{\text{マッピング}} \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}_{\text{モンゾ}} = \begin{pmatrix} -2 \\ 5 \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{オクターブ} \\ \text{完全5度} \end{matrix}$$

コンマの緩和

微小な純正音程を同じ音として見る

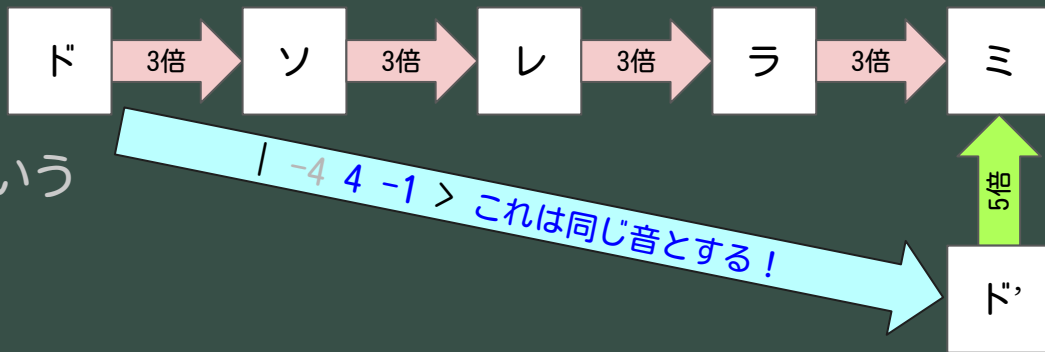
このように
音程の「見做し」をする事を
「**緩和**する」(Tempering out)という

結果として・・・

次元が下がる→**ランクが一つ下がる**

数学的には・・・

Rankを減らした「線形写像」と見てとれる



コンマの緩和(数学的説明)

マッピング行列と微小な音程(コンマ)のモンゾの積がゼロに写像されるとき
コンマが緩和されている。

12平均律

$$\begin{pmatrix} 12 & 19 & 28 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -4 \\ 4 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \end{pmatrix}$$

中全音律

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -4 \\ 4 \\ -1 \end{pmatrix}$$

マッピング

モンゾ

= $\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ オクターブ

完全5度

31平均律のヴァル

< 31 49 72 87 107 115 |

(例) シントニックコンマ $81/80 \rightarrow | -4 \ 4 \ -1 >$

$$\begin{aligned} < 31 \ 49 \ 72 \ 87 \ 107 \ 115 | -4 \ 4 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0 > \\ &= (31 \times (-4)) + (49 \times 4) + (72 \times (-1)) \\ &= -124 + 196 - 72 = 0 \end{aligned}$$

31平均律ではシントニックコンマが緩和される

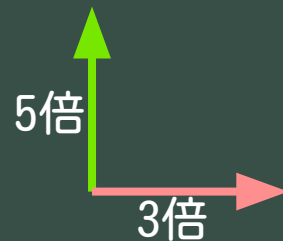
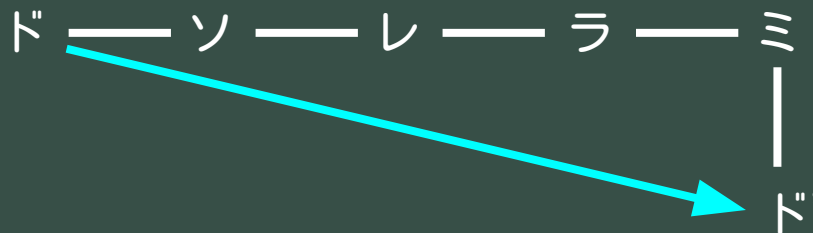
→だから「meantone」(中全音律的)!

特徴的なコマの緩和

31平均律が緩和するコンマ

Syntonic comma $81/80$

| -4 4 -1 0 0 0 >



5度圏を4個進んだ音、**長3度**が**純正長3度**に近似する性質

これを緩和する音律は「Meantone」と呼ばれ、
一般的なダイアトニックスケールによる音楽に適する

41平均律や53平均律はこのコンマを緩和できない

31平均律が緩和するコンマ

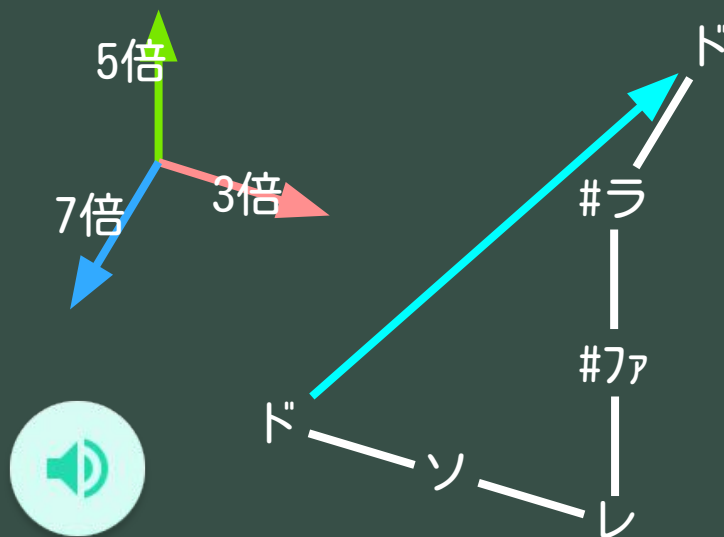
Septimal kleisma 225/224

| -5 2 2 -1 0 0 >

緩和すると純正減4度; $32/25$ が
長3度よりやや広い音程;
セプティマル長3度; $9/7$ に近似

シントニックコンマと合わせて緩和すると
完全5度の10回の堆積の単音程転回還元位置
=増6の和音が7倍音の単音程転回還元位置に近似

モーツァルト「トルコ行進曲」ではこの性質を
意図していると考えられる箇所がある(増6の和音)
(モーツァルトのピアノは中全音律だった為)



31平均律が緩和するコンマ

Rastma 243/242

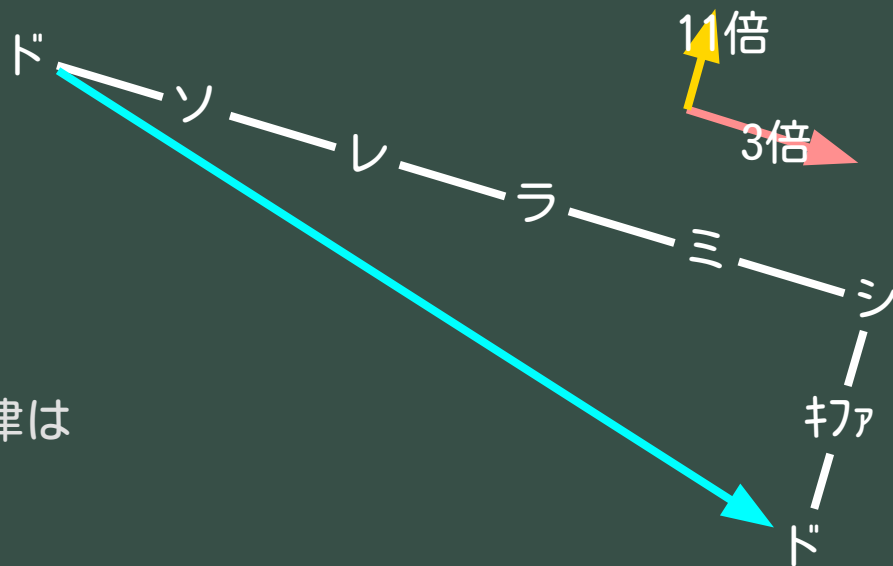
| -1 5 0 0 -2 0 >

長3度と短3度の間に位置する
中立3度が11/9に近似し、
これが完全5度を2等分する性質

中東の音階「マカーム」は潜在的にこのコンマを緩和しており、
マカームの一種「ラースト」(راست)が命名の由来になった

中東の音階との親和性大

Syntonic commaと合わせて緩和する音律は
「Mohaha」と呼ばれる



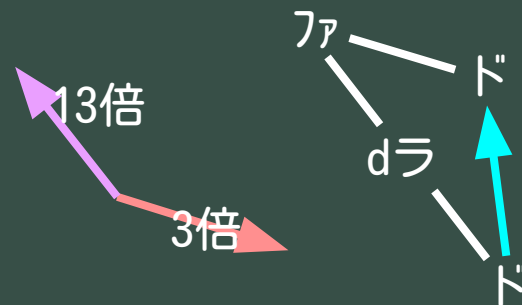
31平均律が緩和するコンマ

Tridecimal neutral thirds comma 512/507

| 9 -1 0 0 0 -2 >

単音程転回還元13倍音の2回の堆積が
完全11度(単音程転回還元完全4度)
に近似する性質

ラーストマと合わせて緩和すると、
11倍音と13倍音の差分(13/11)を
短3度として取り扱うことが出来る



複数のコンマの緩和がもたらすもの「中立3度圏」

- Syntonic Comma

- 5度圏上に5倍音を配置

- Septimal kleisma

- 5度圏上に5倍音を参照して7倍音を配置

- Rastma

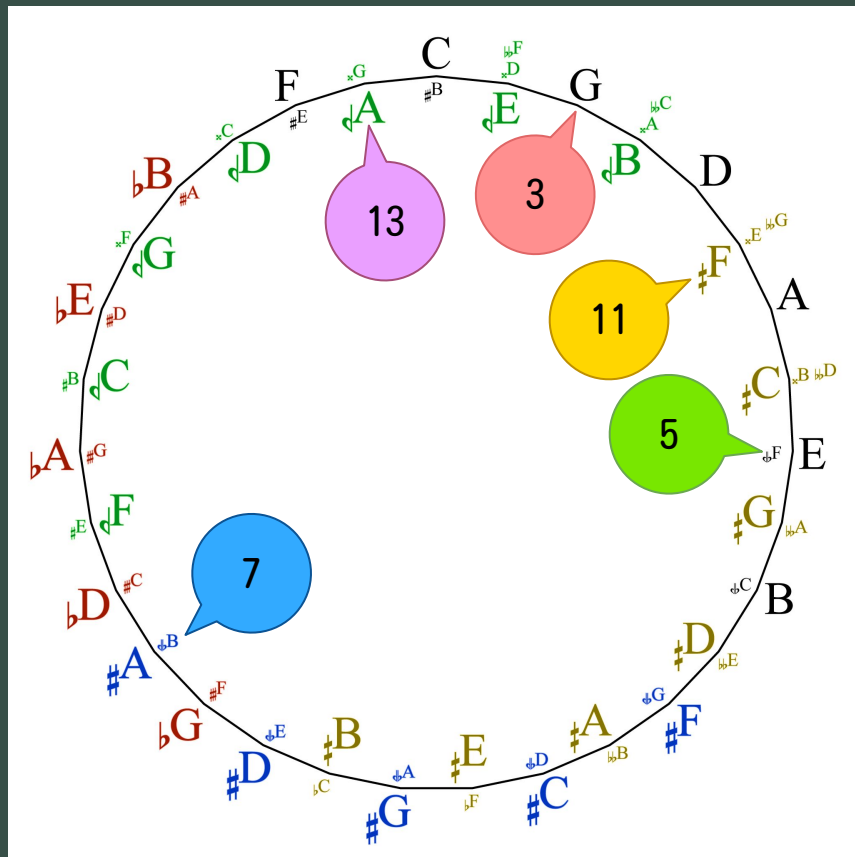
- 11倍音の位置が5度圏2.5個分となり、実質的に5度圏を2分割

- Tridecimal n3rds comma

- 13倍音が5度圏を下に2分割

これら4つが緩和されると

3, 5, 7, 11, 13倍音を一括りに
「中立3度圏」を見据えることができる



5度「線」 2本目

中立音程のほうも
入れてあげよう。

詳細度数	音名	調号
重増	7 B	♯♯♯♯♯♯
	3 E	♯♯♯♯♯
	6 A	♯♯♯♯
	2 D	♯♯♯
	5 G	♯♯
	1 C	♯
増	4 F	♯
	7 B	♯
	3 E	♯
	6 A	♯
	2 D	♯
	5 G	♯
長	1 C	♯
	4 F	♯
	7 B	♯
	3 E	♯
	6 A	♯
	2 D	♯
完全	5 G	♯
	1 C	♯
	4 F	♯
	7 B	♯
	3 E	♯
	6 A	♯
短	2 D	♯
	5 G	♯
	1 C	♯
	4 F	♯
	7 B	♯
	3 E	♯
減	6 A	♯
	2 D	♯
	5 G	♯
	1 C	♯
	4 F	♯
	7 B	♯
重減	3 E	♯
	6 A	♯
	2 D	♯
	5 G	♯
	1 C	♯
	4 F	♯
重増	7 B	♯
	3 E	♯
	6 A	♯
	2 D	♯
	5 G	♯
	1 C	♯

詳細度数	音名	調号
重増	5 G	♯♯♯♯♯♯
	1 C	♯♯♯♯♯
	4 F	♯♯♯♯
	7 B	♯♯♯
	3 E	♯♯
	6 A	♯
増	2 D	♯
	5 G	♯
	1 C	♯
	4 F	♯
	7 B	♯
	3 E	♯
長	6 A	♯
	2 D	♯
	5 G	♯
	1 C	♯
	4 F	♯
	7 B	♯
中	3 E	♯
	6 A	♯
	2 D	♯
	5 G	♯
	1 C	♯
	4 F	♯
短	7 B	♯
	3 E	♯
	6 A	♯
	2 D	♯
	5 G	♯
	1 C	♯
縮	4 F	♯
	7 B	♯
	3 E	♯
	6 A	♯
	2 D	♯
	5 G	♯
重縮	1 C	♯
	4 F	♯
	7 B	♯
	3 E	♯
	6 A	♯
	2 D	♯

主要なMOSスケール

用語の確認

- ピリオド (Period)
 - 音階の中で等価とみなす音程
 - 全音階の例では「オクターブ」
- ジェネレーター (Generator)
 - ピリオドの中で堆積させる音程
 - 全音階の例では「完全5度」
 - いわば「〇度圏」を構築するための「〇度」

MOSスケールの定義

- ① 音階に1つのピリオド、又はその等分割がある
- ② 音程①を下回る幅の1つのジェネレーターによって構築される
- ③ 音階で隣接する音程が広い音程(L)と狭い音程(s)の2種類のみ

- 全音階 7音音階
 - ①オクターブ ②完全5度 ③全音(L)・半音(s)

- ヨナ抜き 5音音階
 - ①オクターブ ②完全5度 ③短3度(L)・全音(s)

31平均律の音階 (diatonic)

5度圏の連続する7音による音階で、

Syntonic commaを緩和する

音階構成	上 下	幅	音階名	旋法名
P1 M2 M3 ^{aug} 4P5 M6 M7	6 0	LLsLLs	長音階	Lydian
P1 M2 M3 M4 P5 M6 M7	5 1	LLsLLLs		Ionian
P1 M2 M3 P4 P5 M6 m7	4 2	LLsLLsL		Mixolydian
P1 M2 m3 P4 P5 M6 m7	3 3	LsLLLsL	短音階	Dorian
P1 M2 m3 P4 P5 m6 m7	2 4	LsLLsLL		Aeolian
P1 m2 m3 P4 P5 m6 m7	1 5	sLLLsLL		Phrygian
P1 m2 m3 P4 ^{dim} 5m6 m7	0 6	sLLsLLL		Locrian

クラシック・ペントトニック

5度圏の連続する5音による音階で、
東アジアでよく見られるペントトニックスケール



音階構成	上 下	幅	音階名	旋法名
P1 M2 M3 P5 M6	4 0	ssLsL	Major Pentatonic	宮 (Gōng)
P1 M2 M4 P5 M6	3 1	sLssL		徵 (Zhǐ)
P1 M2 P4 P5 m7	2 2	sLsLs	minor Pentatonic	商 (Shāng)
P1 m3 P4 P5 m7	1 3	LssLs		羽 (Yǔ)
P1 m3 P4 m6 m7	0 4	LsLss		角 (Jué)

31平均律の音階 (mosh)

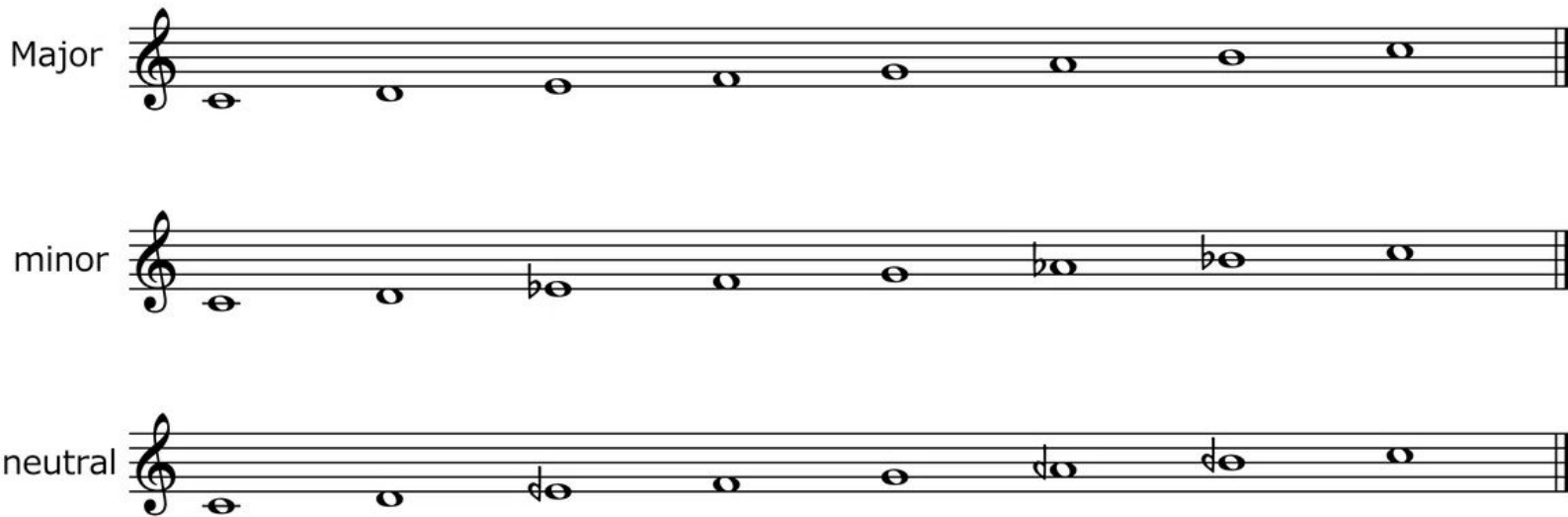
中立3度圏において連続する7音による音階

旋法名はAndrew Heathwaite氏とCellular Automaton氏が命名しており、両方記載

音階構成	上 下	幅	Andrew	Cellular
P1 M2 n3 M4 P5 M6 n7	6 0	LsLsLss	Dril	Dalmatian
P1 M2 n3 M4 P5 n6 n7	5 1	LsLssLs	Gil	Galatian
P1 M2 n3 P4 P5 n6 n7	4 2	LssLsLs	Kleeth	Cilician
P1 n2 n3 P4 P5 n6 n7	3 3	sLsLsLs	Bish	Bithynian
P1 n2 n3 P4 P5 n6 m7	2 4	sLsLssL	Fish	Pisidian
P1 n2 n3 P4 m5 n6 m7	1 5	sLssLsL	Jwl	Illyrian
P1 n2 m3 P4 m5 n6 m7	0 6	ssLsLsL	Led	Lycian

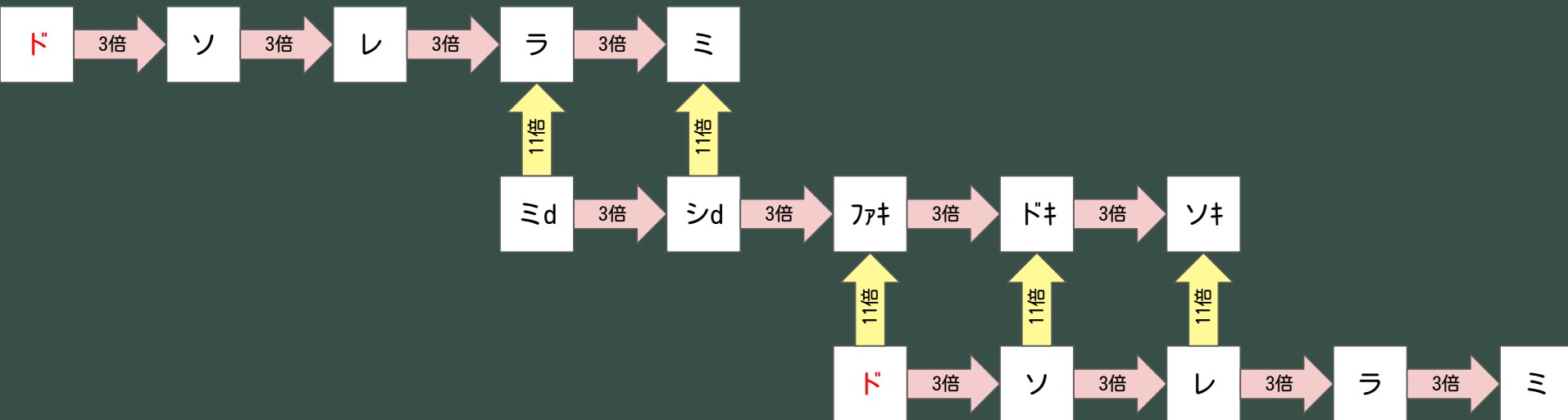
kleeth旋法・Cilicianスケール

kleeth旋法・Cilicianスケールは、3, 6, 7度が中立音程となっている為
neutral scaleとも呼ばれる(合意された邦訳は無し)



dicoidの格子

Rastmaの緩和に意味がある



31 & 41 dicoid

中立3度圏で連続する10音による音階で、
二つのペントトニックが中立3度差で重なっている

音階構成	上 下	幅	旋法名(暫定)
P1 M1 M2 n3 M3 M4 P5 M5 M6 n7	9 0	sLLsLLsLLL	陽宮 (Yáng Gōng)
P1 M1 M2 n3 M3 M4 P5 n6 M6 n7	8 1	sLLsLLLsLL	陰宮 (Yīn Gōng)
P1 M1 M2 n3 P4 M4 P5 n6 M6 n7	7 2	sLLLsLLsLL	陽徵 (Yáng Zhǐ)
P1 n2 M2 n3 P4 M4 P5 n6 M6 n7	6 3	LsLLsLLsLL	陰徵 (Yīn Zhǐ)
P1 n2 M2 n3 P4 M4 P5 n6 m7 n7	5 4	LsLLsLLLsL	陽商 (Yáng Shāng)
P1 n2 M2 n3 P4 m5 P5 n6 m7 n7	4 5	LsLLLsLLsL	陰商 (Yīn Shāng)
P1 n2 m3 n3 P4 m5 P5 n6 m7 n7	3 6	LLsLLsLLsL	陽羽 (Yáng Yǔ)
P1 n2 m3 n3 P4 m5 P5 n6 m7 m8	2 7	LLsLLsLLLs	陰羽 (Yīn Yǔ)
P1 n2 m3 n3 P4 m5 m6 n6 m7 m8	1 8	LLsLLLsLLs	陽角 (Yáng Jué)
P1 n2 m3 m3 P4 m5 m6 n6 m7 m8	0 9	LLLsLLsLLs	陰角 (Yīn Jué)

31平均律の音階 (dicoid)

二つのペントトニックが重なっているという状態とは
(例)陽宮旋法



一つ飛ばしに音を拾うと、penticの形が二つ現れる



中立3度圏10個の切り抜き→5度圏5個の切り抜き×2

序盤

31平均律って何？
どんないいことがある？

中盤

コードや扱い方はどうなる？

終盤

31平均律を実践しよう

- 音程の呼び方
- コード表記の本質
- 接辞システム
- 技法

音程の呼び方

詳細度数の確認

距離	1度		2度	
0	U	ユニゾン		
1	M1	長1度	dim2	減2度
2	aug1	増1度	sm2	縮2度
3	Saug1	拡1度	m2	短2度
4	Daug1	重増1度	n2	中立2度
5			M2	長2度
6			SM2	拡2度
7			aug2	増2度

m2						
aug1	aug2					
sm2						
M1	SM2					
dim2						
U1	M2					
	n2					

詳細度数の確認

距離	2度		3度	
5	M2	長2度		
6	SM2	拡2度	dim3	減3度
7	aug2	増2度	sm3	縮3度
8	Saug2	重拡2度	m3	短3度
9	Daug2	重増2度	n3	中立3度
10			M3	長3度
11			SM3	拡3度
12			aug3	増3度

m2	m3			
aug1	aug2			
sm2	sm3			
M1	SM2	SM3		
dim2	dim3			
U1	M2	M3		
	n2	n3	aug3	

詳細度数の確認

距離	3度		4度	
9	n3	中立3度	Ddim4	重減4度
10	M3	長3度	sdim4	縮4度
11	SM3	拡3度	dim4	減4度
12	aug3	増3度	m4	短4度
13	Saug3	重拡3度	P4	完全4度
14	Daug3	重増3度	M4	長4度
15			aug4	増4度
16			Saug4	拡4度
17			Daug4	重増4度

m2	m3				
aug1	aug2				
sm2	sm3				
M1	SM2	dim4	M4		
dim2	dim3	SM3			
U1	M2	M3	P4		
	n2	n3	aug3		
			m4		

詳細度数の確認

距離	4度		5度	
13	P4	完全4度		
14	M4	長4度	Ddim4	縮4度
15	aug4	増4度	sdim4	重減4度
16	Saug4	拡4度	dim5	減5度
17	Daug4	重増4度	m5	短5度
18			P5	完全5度
19			M5	長5度
20			aug5	増5度

m2		m3	dim5			
aug1	sm2	aug2	sm3	aug4	aug5	
M1	SM2	dim4		M4	M5	
dim2	dim3	SM3				
U1	M2	M3	P4	P5		
	n2	n3	aug3	m5		
			m4			

詳細度数の確認

距離	5度		6度	
18	P5	完全5度		
19	M5	長5度	dim6	減6度
20	aug5	増5度	sm6	縮6度
21	Saug5	拡5度	m6	短6度
22	Daug5	重増5度	n6	中立6度
23			M6	長6度
24			SM6	拡6度
25			aug6	増6度

m2	m3		dim5	m6	
aug1	aug2		aug4	aug5	aug6
sm2	sm3			sm6	
M1	SM2	dim4	M4	M5	SM6
dim2	dim3	SM3		dim6	
U1	M2	M3	P4	P5	M6
	n2	n3	aug3	m5	n6
			m4		

詳細度数の確認

距離	6度		7度	
23	M6	長6度		
24	SM6	拡6度	dim7	減7度
25	aug6	増6度	sm7	縮7度
26	Saug6	重拡6度	m7	短7度
27	Daug6	重増6度	n7	中立7度
28			M7	長7度
29			SM7	拡7度
30			aug7	増7度

m2	m3			dim5	m6	m7	
aug1	aug2			aug4	aug5	aug6	
sm2	sm3				sm6	sm7	
M1	SM2	dim4		M4	M5	dim7	SM7
dim2	dim3	SM3			dim6	SM6	
U1	M2	M3	P4	P5	M6	M7	
	n2	n3	aug3	m5	n6	n7	aug7
			m4				

詳細度数の確認

距離	7度		8度	
26	m7	短7度		
27	n7	中立7度	Ddim8	重減8度
28	M7	長7度	sdim8	縮8度
29	SM7	抃7度	dim8	減8度
30	aug7	増7度	m8	短8度
31			P8	オクターヴ

m2		m3		dim5		m6		m7	
aug1 sm2		aug2 sm3		aug4		aug5 sm6		aug6 sm7	
M1 dim2		SM2 dim3		dim4 SM3		M4		M5 dim6	
						dim7 SM6		dim8 SM7	
U1		M2		M3		P4		P5	
		n2		n3		aug3 m4		m5	
								n6	
								n7	
								P8 oct.	
								aug7 m8	

コード表記の本質

標準位置の存在

「G7」というコードがあったら？

右図の構成音になる。

F
D
B
G

標準位置の存在

「G7」というコードがあったら？

右図の構成音になる。

しかし、裏側ではその上の音まで
見据えられていて、その一部が
露出している状態。

E
C
A
F
D
B
G

標準位置の存在

E
C
A
F
D
B
G

G

E
C
A
F
D
B
G

G7

E
C
A
F
D
B
G

G9

E
C
A
F
D
B
G

G11

E
C
A
F
D
B
G

G13



接辞システム

接辞による構成音の変化

標準の位置から、接辞がつくと？

構成音が一部だけ変化！

GM7

E
C
A
#F
D
B
G

Gm7

E
C
A
F
D
bB
G

他の主要な接辞

9thには
異論有



E
C
A
#F
D
B
G

GM7

E
C
A
F
D
bB
G

Gm7

E
C
A
#F
D
bB
G

GmM7

E
C
A
F
bD
bB
G

Gø7

E
C
A
bF
bD
bB
G

Gdim7

E
C
A
F
#D
B
G

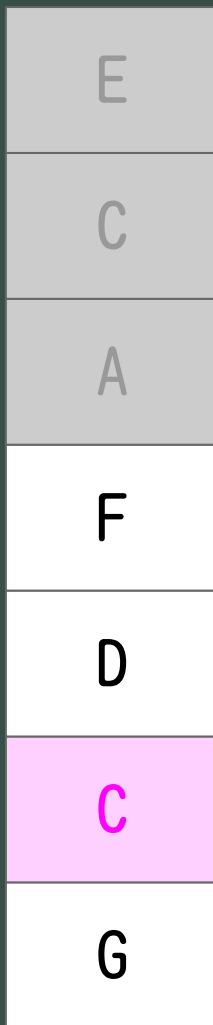
Gaug7

置換の接尾辞 sus4 sus2

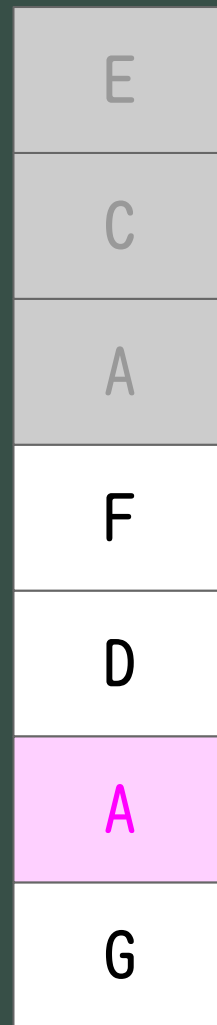
変位ではなく
音程の度数を置換！

3度の置換スペル

G7sus4



G7sus2



置換の接尾辞 6

変位ではなく
音程の度数を置換！

7度の置換スペル

G6

E
C
A
E
D
B
G

Gm6/9

E
C
A
E
D
$\flat$ B
G

(特殊)パワーコード

omit3と書いていると
長いので簡易表記「5」

「ニュートラルコード」と呼ばないように！

G5

E

C

A

F

D

B

G

3度7度の同時表記の継承

使う機会は極端に少ないが用意

	sm7=aug6	m7	n7	M7	SM7
sm3	sm	smm	sm	smM	smSM
m3	m(#6)を使用	m	mn	mM	mSM
n3	n(#6)を使用	nm7	n	nM	nSM
M3	(#6)を使用	なし	Mn	M	MSM
SM3	SM(#6)を使用	SMm	SMn	SMM	SM

サブマイナーの7thの扱いについては後述



Gn7

E

C

A

♯F

D

dB

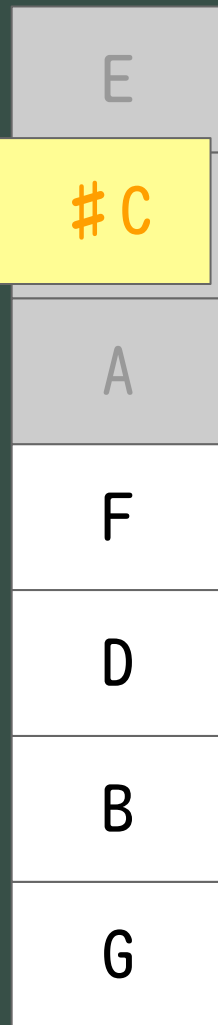
G

括弧書き

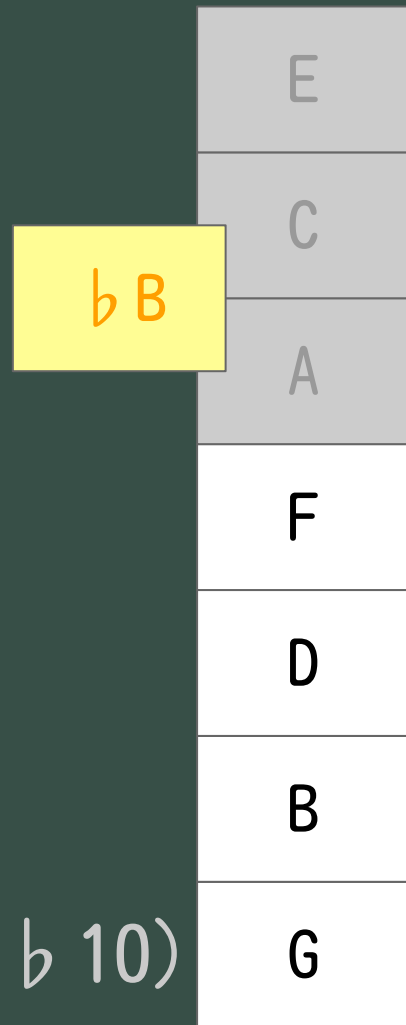
音を追加するパターン

- ・テンションの部分的追加
- ・偶数度の音の追加

G7(#11)



G7(♭10)



括弧書き

音を上書きするパターン

- ・ 既存の度数の変位的上書き

G7 (d5)

E
C
A
F
dD
B
G

特筆すべきコード

正規ジミヘンコード

異名同音が廃されたため、
#9ではなく(♭10)

G7(♭10)

♭B

E
C
A
F
D
B
G

特筆すべきコード

augだと勘違いされていたもの

異名同音が廃されたため、
短調のドミナントIII7系統のaug7は
先取音としての13thテンションに修正

G7 ($\flat$ 13)

$\flat$ E

C

A

F

D

B

G

特筆すべきコード

増六の諸和音と自然7度

音階を破壊してまで自然7度を取らない為、
自然7度はエンハーモニックの差分を利用し
増六和音として運用する

31平均律では実質的なサブマイナー7thであるので、
「sm7」を実質的には使わない

ドイツの増六
G(# 6)

E

C

A

F

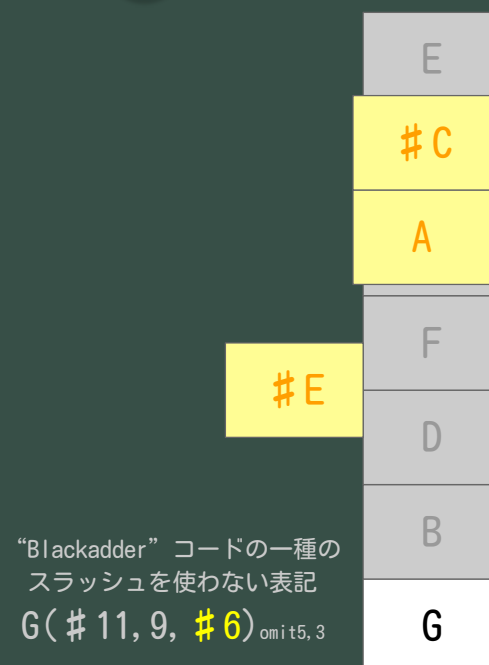
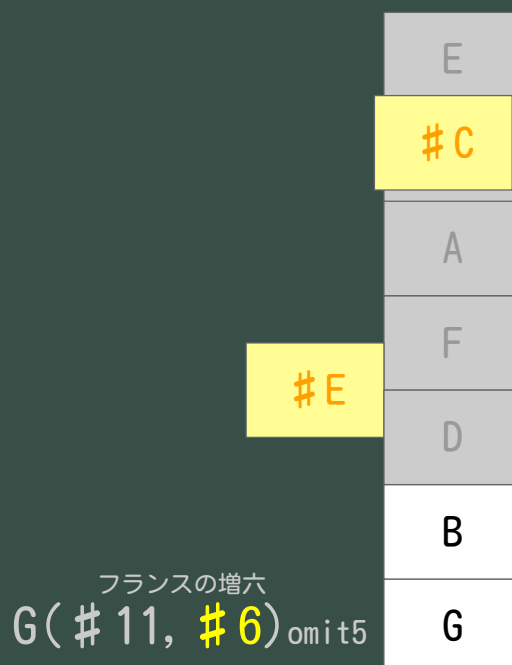
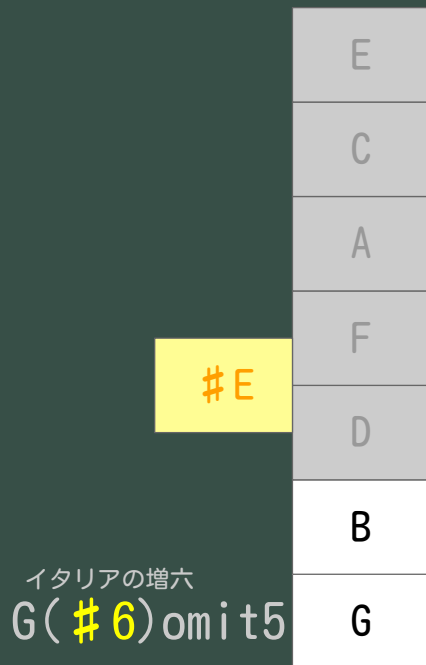
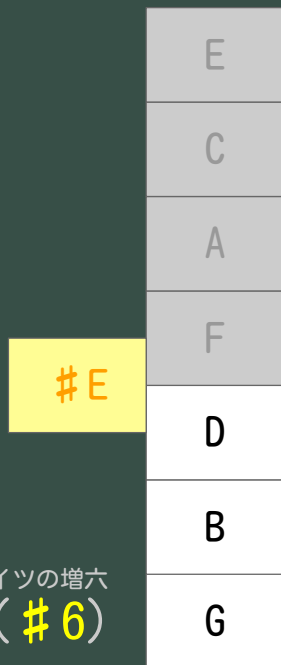
E

D

B

G

特筆すべきコード



スラッシュコード

最低音を特段指定するもの

最低音が構成音にあってもなくてもOK

G/ #F

E

C

A

F

D

B

G

#F

技法

31平均律を自然に使うテクニック

エンハーモニックの音のわずかな違いを活用する

増六の和音を活用したトライトーン代理

ブルーノートによる高limit和音

声部の反行による微分音的転調など

エンハーモニックの音の違いを活用する

ラ♭ ≠ ソ♯

31平均律では1ステップ差



♩ = 180

Violin 1

Violin 2

Viola

Cello

FM7 FmM7 E7 Am7 Dø7 E7 Am7 C7

エンハーモニック

エンハーモニック

増六の和音を活用したトライトーン代理

増6度は、7倍音の単音程転回に近似



♩ = 180

Violin 1

Violin 2

Viola

Cello

Am7 F(#6, #11) omit5 E7 Am7 Dm9 $\flat$ B(#6) Am7 C9 omit5

フランス増六 ドイツ増六

ブルーノートによる高limit和音

中立3度の周波数比は $11/9$ に近似
短5度も $13/9$ に近似



♩ = 180

Violin 1

Violin 2

Viola

Cello

Am7 CM7 FMn7(9) E7(♭9) Dm9 omit3 ♭B(#6, #11) Am7

ブルーノート

ブルーノート

増六

声部の反行による 微分音的転調など

一般的なコード同士で
微分音的に転調

♩ = 180

Violin 1
Violin 2
Viola
Cello

Dm9 G7 CM7 $\sharp$ Cm7 $\sharp$ F7 dBM7

9

Violin 1
Violin 2
Viola
Cello

B $\emptyset$ 7 $\sharp$ C7 $\sharp$ Fm7 $\sharp$ D $\emptyset$ 7 $\sharp$ DM7 $\sharp$ G (#6, $\sharp$ 11, d13) $\sharp\sharp$ Fm

エンハーモニック
ブルーノート
増六



序盤

31平均律って何？
どんないいことがある？

中盤

コードや扱い方はどうなる？

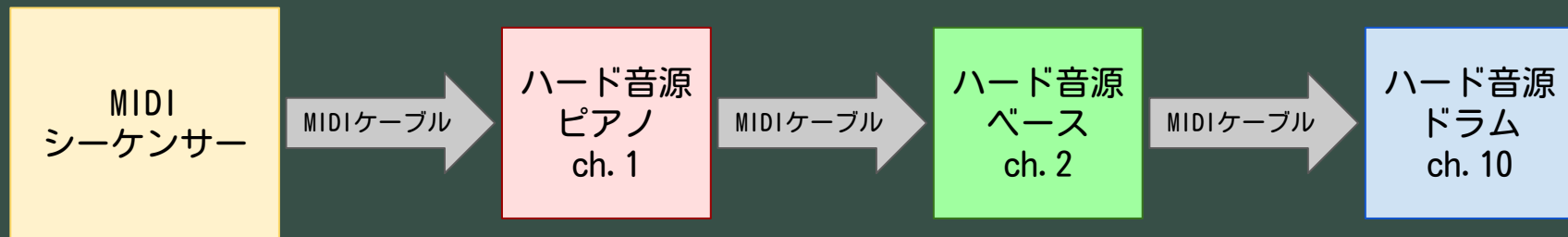
終盤

31平均律を実践しよう

DTMでの実践

MIDI 1.0規格 「チャンネル」

一つのMIDIケーブルで様々なパートの信号を伝送する為に確立されている仕様
ノートやコントロールチェンジなどのイベント毎に付随する信号



昨今ではPCの処理能力の向上により、ソフト音源に頼ることが増えた。
一つのトラックにつき一つの音源、一つのMIDIシーケンスを割り当てるケースが多く、
従って、すべてのイベントのチャンネルは1のみで事足りるため、チャンネル自体を意識する
場面は格段に減った。

しかし・・・

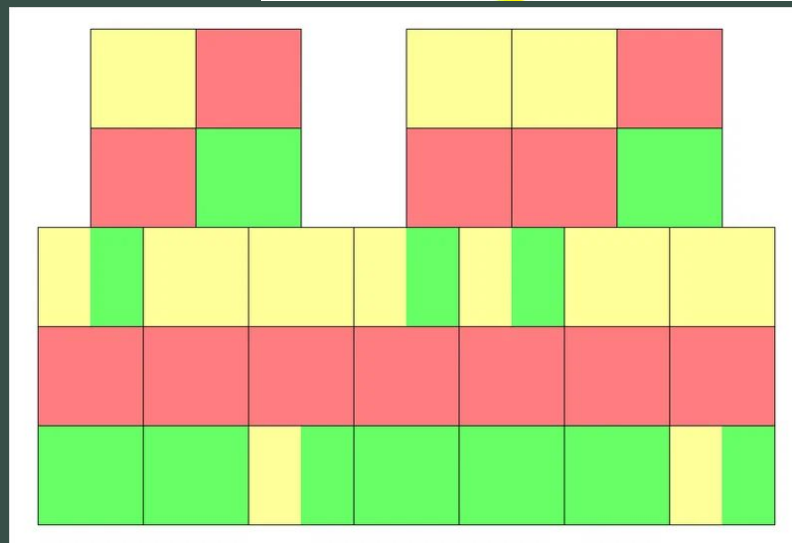
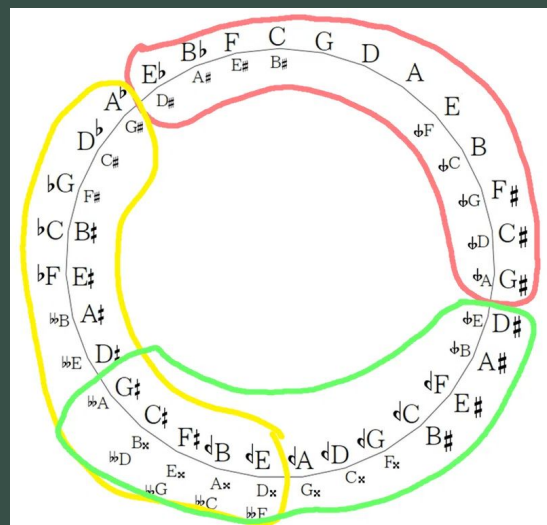
31平均律の環境構築の検討

31平均律の音から12音を抜き出して、
上下に1ステップ分ずらして同じ音色を配置すれば、
ピアノロール上で31平均律の音全てをカバーできる
(36音となり、5音の重複は気にしない)

このとき抜き出す12音は5度圏上で連続する
12個にする。(このようにすると、音の間隔が
必ず2か3ステップになるため)

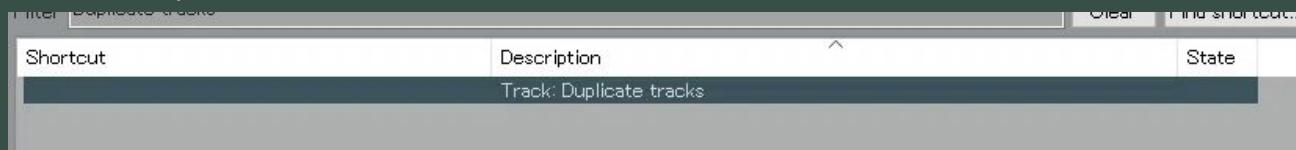
トラックを分けて打ち込むのは大変なので・・・

この3色でMIDIチャンネルを
分けると・・・？



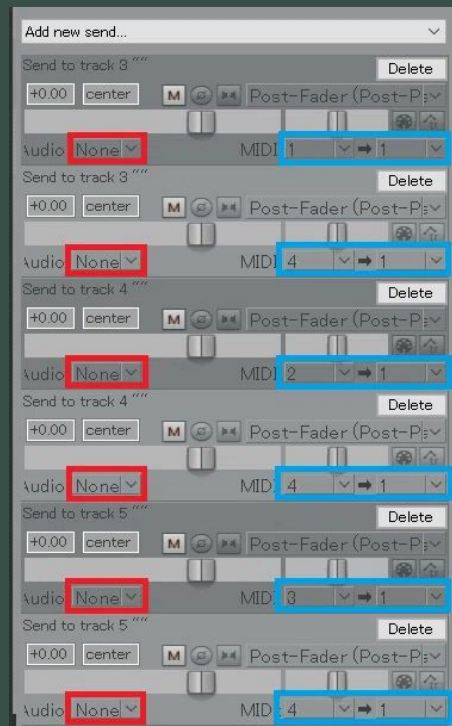
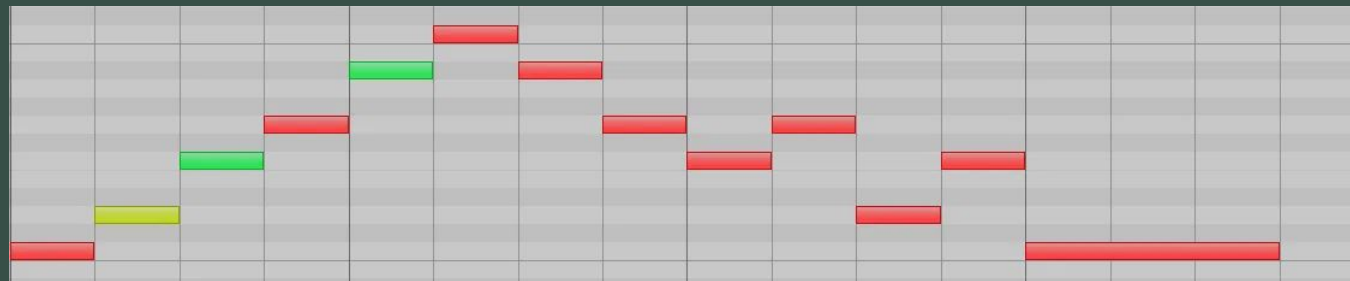
最も微分音に適したDAW 「REAPER」

↓ Reaperではイベントのチャンネル変更のショートカット設定が可能



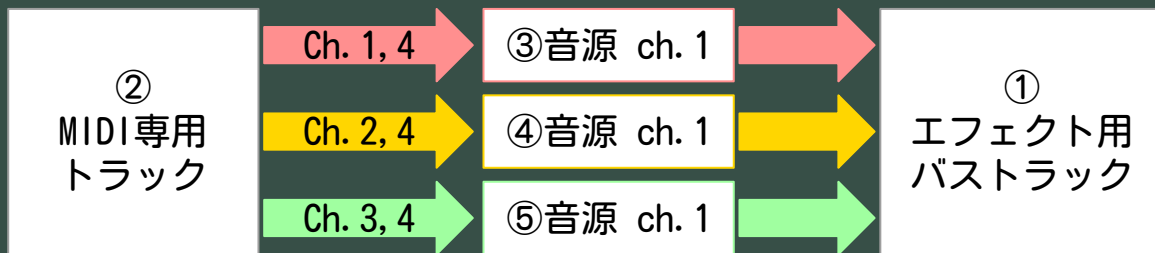
各トラックにMIDIチャンネルごと信号を分配することが可能→

↓ チャンネルごとの視認性の高さ



トラック構成

これらの機能を応用し、以下のようにトラックを構成



ルーティング

②ch. 1 → ③ch. 1

②ch. 4 → ③ch. 1

②ch. 2 → ④ch. 1

②ch. 4 → ④ch. 1

②ch. 3 → ⑤ch. 1

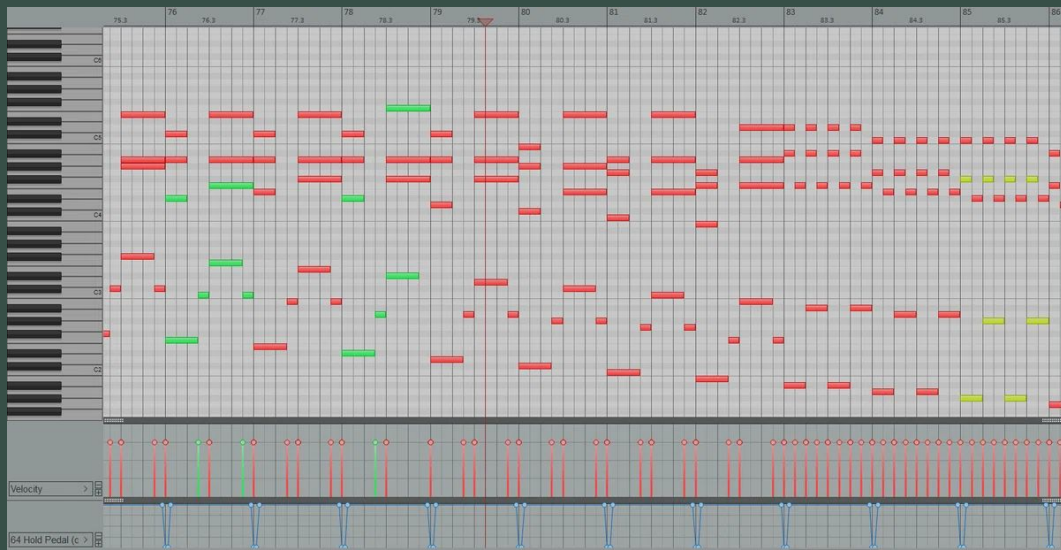
②ch. 4 → ⑤ch. 1



Ch. 4までを使用する理由

ペダル・ピッチベンド・
コントロールホイール等の
信号の同期の為

これらの信号は全てのチャンネルに
影響する必要がある為、ch. 4にて
打ち込む



②
MIDI専用
トラック

Ch. 1, 4

③音源 ch. 1

Ch. 2, 4

④音源 ch. 1

Ch. 3, 4

⑤音源 ch. 1

①
エフェクト用
バストラック

※ポルタメントのある
単音パートでは
この方法は使用不可

ポルタメントのある単音楽器

シンセサイザーをポルタメントさせるためには、
チャンネル(トラック)変更してしまうと機能しなくなる。
ピアノロールを無視して、31音全てを愚直に配置するしかない。

Ableton Liveではチャンネル変更などの環境構築という概念以前に、
微分音チューニング機能(MPE)が追加されてしまったため、
これを使用するとピアノロールを無視した愚直な配置になってしまう

プラグインの31平均律化

12平均律を38.7097 ¢ ずらしたところで31平均律にはならないので、

プラグインの音を31平均律の抜粋となる12音にチューニングする

具体的なソリューション

①チューニングファイル読み込みに対応したプラグインを使用する

「.sci」と「.kbm」、及び「.tun」に対応したプラグインを使用する

②MPEを操作するツールでチューニングを読み込み、

自動的に強引に1音単位でチューニング

※MIDI Polyphonic Expression: **ノート単位**でのMIDIコントロール情報

VSTプラグインの対応状況

.tun形式

Spectrasonics - Keyscape
Spectrasonics - Omnisphere 2
Spectrasonics - Trillian
Stone Voices - PolyGAS
u-he - Hive 2 (ほかu-he製品)
UVI - Falcon シリーズ
Vital Audio - Vital (無料)
Xfer Records - Serum / Serum 2

.sci形式 ★印はKBM対応

AAS - Chromaphone 3 (ほかAAS製品)
Dexed ★
KV331 - Synthmaster シリーズ
Modartt - Pianoteq ★
Plogue - Sforzando
(非オクターブ律でバグあり)
Reveal Sound - Spire
(キャリブレーション設定が2Hz刻みと荒い)
Surge XT ★
Vital Audio - Vital (無料)

MPEを操作するツール

Entonal Studio
79GB£ / 95US\$

ひと昔前は挙動が不安定な事があったが
最近は比較的安定して動作する。



<https://ental.studio/>

チューニングファイルの生成 - Scale Workshop

直接鳴らせる他、VSTプラグインのチューニングデータが出力可能

sci形式+kbm (.sci .kbm)

anamark tun形式(.tun)

kontaktスクリプト等(.txt)

ほか

The screenshot shows the Scale Workshop application interface. The 'Build Scale' tab is active, displaying a scale configuration for 31 equal divisions of 2/1. The interface includes a 'Scale data' section with a list of scale names (2K31, 5K31, 8K31, 10K31, 13K31, 15K31, 18K31, 20K31, 23K31, 26K31, 28K31, 31K31) and a 'Tuning' section with a 'Base frequency' of 261.6255653005986 Hz and a 'MIDI note for base frequency' of 60. The 'Key colors' section shows a list of key colors (white black white white black white black white black white black) and a 'Auto' button. On the right, a table displays the scale data for 31 equal divisions of 2/1, showing the frequency, cents, ratio, and name for each note.

#	Freq	Cents	Ratio	Name
45	109.387Hz	-1509.677	0.418	23K31
46	116.976Hz	-1393.548	0.447	26K31
47	122.328Hz	-1316.129	0.468	28K31
48	130.813Hz	-1200.000	0.500	31K31
49	136.795Hz	-1122.581	0.523	2K31
50	146.286Hz	-1006.452	0.559	5K31
51	156.436Hz	-890.323	0.598	8K31
52	163.590Hz	-812.903	0.625	10K31
53	174.940Hz	-696.774	0.669	13K31
54	182.940Hz	-619.355	0.699	15K31
55	195.633Hz	-503.226	0.748	18K31
56	204.580Hz	-425.806	0.782	20K31
57	218.774Hz	-309.677	0.836	23K31
58	233.952Hz	-193.548	0.894	26K31
59	244.652Hz	-116.129	0.935	28K31
60	261.626Hz	0.000	1.000	31K31
61	273.591Hz	77.419	1.046	2K31
62	292.572Hz	193.548	1.118	5K31
63	312.871Hz	309.677	1.196	8K31
64	327.180Hz	387.097	1.251	10K31
65	349.680Hz	503.226	1.337	13K31
66	365.881Hz	580.645	1.398	15K31
67	391.264Hz	696.774	1.496	18K31
68	409.160Hz	774.194	1.564	20K31
69	437.547Hz	890.323	1.672	23K31
70	467.904Hz	1006.452	1.788	26K31
71	489.303Hz	1083.871	1.870	28K31
72	523.251Hz	1200.000	2.000	31K31
73	547.183Hz	1277.419	2.091	2K31
74	585.145Hz	1393.548	2.237	5K31
75	625.742Hz	1509.677	2.392	8K31
76	654.360Hz	1587.097	2.501	10K31
77	699.759Hz	1703.226	2.675	13K31
78	731.762Hz	1780.645	2.797	15K31
79	782.531Hz	1896.774	2.991	18K31

音律ファイルをダウンロードして使用する

中井三十一のnoteから31平均律からの12音の
抜粋ファイルがダウンロード可能

注意

これらのファイルは全て
C=261.625Hzの31平均律で設定されているので、
A≠440Hz

誤ってプラグイン等をA基準で設定しないこと

https://note.com/harai_tama/n/ne7ca88d5275a#03fb9fe8-ab27-465f-9124-1dc08e3f44b2

\$4 音律ファイル配布

※ここで配布するのは、C4=261.6Hzでの31平均律ファイルです

tunファイル

 31edo_ch1.tun 5.37 KB ファイルダウンロードについて	 ダウンロード
 31edo_ch2.tun 5.28 KB ファイルダウンロードについて	 ダウンロード
 31edo_ch3.tun 5.27 KB ファイルダウンロードについて	 ダウンロード

.sclファイル

 31edo_subset.scl 346 Bytes ファイルダウンロードについて	 ダウンロード
--	--

.scl付属.kbmファイル

(上のsclを3チャンネル分用意したら、各チャンネルに次の.kbmを入れる。)

 31edo_ch1.kbm 719 Bytes ファイルダウンロードについて	 ダウンロード
 31edo_ch2.kbm 720 Bytes ファイルダウンロードについて	 ダウンロード
 31edo_ch3.kbm 720 Bytes ファイルダウンロードについて	 ダウンロード

Kontakt Script

 31EDO_ch1.txt 5.21 KB ファイルダウンロードについて	 ダウンロード
 31EDO_ch2.txt 5.23 KB ファイルダウンロードについて	 ダウンロード

音停止バグ・デバッグ済みch3

31EDO_ch3.txt

ボカロ等への対応

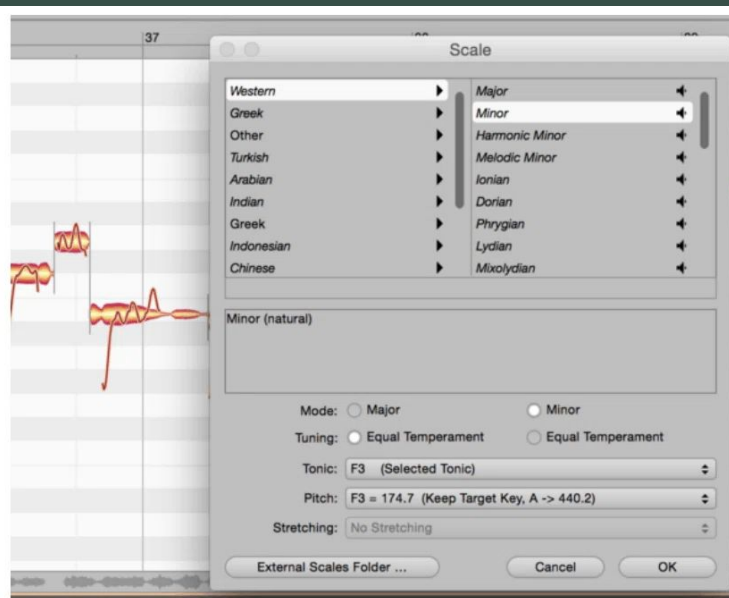
①

MelodyneのEditor版以上のグレードは
.sclの読み込みに対応している

②Vocal Shifterを用いて31平均律の
グリッドを作成し、**人力で補正**

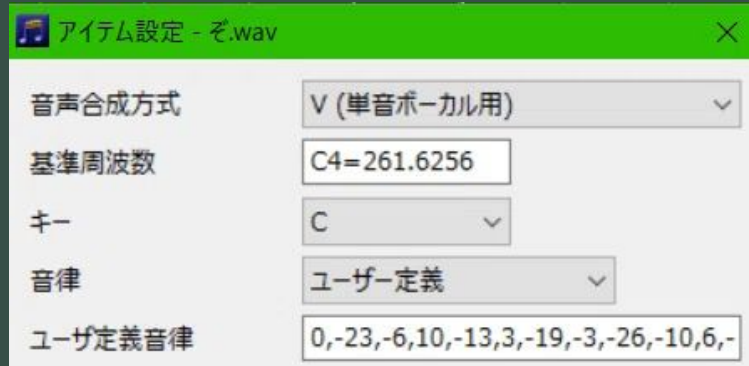
Synthesizer V 以外の場合
いずれかを使用してピッチ補正を行う

Synthesizer V の場合はスクリプトを使用
[https://drive.google.com/drive/folders/1qyvI81AuQcCbWP
MaL_iVj4G8VkCektWB?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1qyvI81AuQcCbWPMaL_iVj4G8VkCektWB?usp=sharing)



To open the Scale Window, select Open Scale from the context menu of the Scale Ruler.

Now choose a category from the left-hand pane followed by the desired scale from the pane on the right. Click the loudspeaker icon to the right of each entry to hear the scale selected.



Ableton Liveでの実践

解説 : 31Z (らいある)

A decorative graphic on the left side of the slide consisting of two overlapping parallelograms. The front one is blue and the back one is a light green color. They are positioned diagonally, with the blue one in front of the green one.

Ableton Liveでの実践



あいさつ

・こんにちは



Ableton Live について

- ・Liveは神

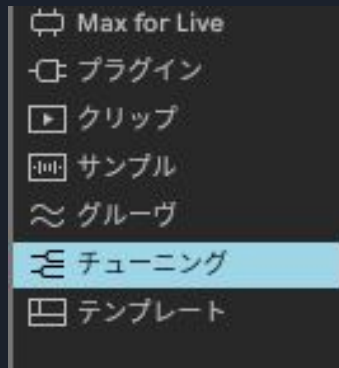


Liveでの微分音の扱い

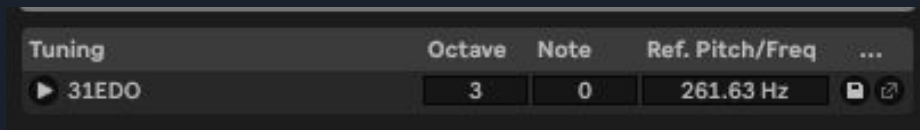
- ・実はLiveはデフォルトで微分音に対応してる←(すごい)
- ・全ての音律にLiveの音源が対応←(すごい)
- ・Live Packなどの追加音源も微分音対応

非12平均律音律の適応

- ・「チューニング」タブの中に
大量のプリセットが用意されている
- ・n平均律はもちろん、純正律(俗称)や
ピタゴラス音律など色々収録されている。
- ・A=432Hzにするなど、基準ピッチなども
左下の項目からすぐに変更可能



5-EDO.asci
7-EDO + 5-EDO.asci
7-EDO.asci
11-EDO.asci
12-TET (EDO).asci
13-EDO.asci
19-EDO.asci
22-EDO.asci
24-EDO.asci
31-EDO.asci
31EDO.asci
35-EDO.asci
36-EDO.asci
41-EDO.asci
43-EDO.asci
53-EDO.asci
55-EDO.asci
72-EDO.asci
All Maqamat 24EDO.asci
Bayati 1.asci
Bayati 2.asci
Bayati-Saba-all.asci
Bayati-Saba-Hijaz-Kurd 24EDO.asci
Bestenigar-detailed.asci
Bestenigar-Fd-detailed.asci
Bestenigar-simplified.asci
Bohlen Pierce Rational.asci
Bohlen Pierce.asci
Buselik-detailed.asci
Buselik-simplified.asci
Dastgah-e Abuata.asci
Dastgah-e Afshari.asci





Ableton Live について

- ・Liveは神
- ・Liveはクソ←New!

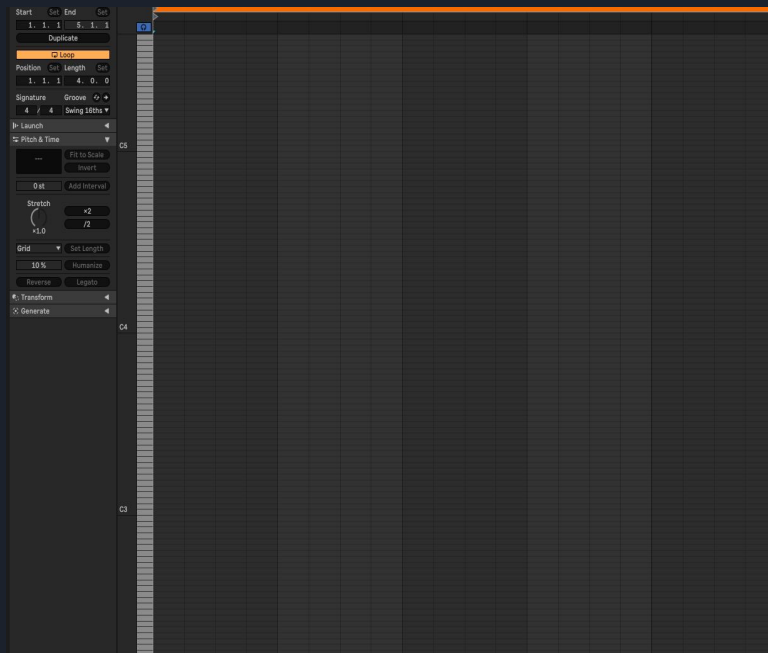
Liveはmidiチャンネル非対応

- ・Liveはmidiチャンネルという概念にそもそも対応していない
- ・Reaper で扱ったような臨時記号的な音の扱いが不可能

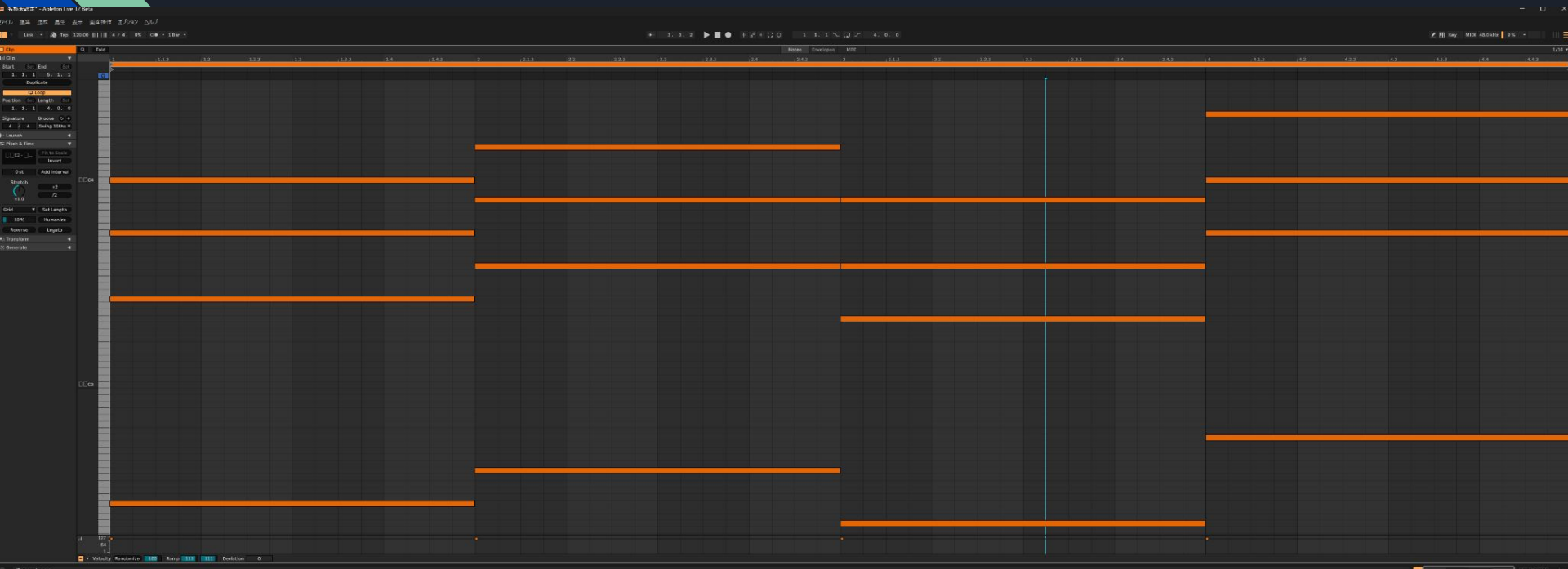


打ち込み方法

- ・midi一つ一つに順番に音をマッピングしていくような方式。
- ・従来のmidiキーボードを用いた作曲はほぼ不可能。
- ・1トラックで扱える音域が狭い(4オクターヴほど)



	♯C	bD			♯D	bE	E			F	♯F			G	♯G	dA			♯A	dB			dC	♯C	bD	
C	♯C	dD	D	♯D	dE	♯E	dF	♯F	bG	dG	♯G	bA	A	♯A	bB	B	♯B	C	♯C	dD						



ただ王道進行を打ち込んだだけでこの冗長さ笑)



vstiなどの外部音源の扱いは？

- ・あくまでもLiveが微分音対応しているだけ
- ・midi自体の仕様は変わらないので音源側で別途設定が必須。



まとめ

- ・音律による個別設定必要なし(外部音源は別途設定必須)

→いろいろな音律を気軽に試せる

- ・いくつかの音律に絞ってガッツリ作曲する場合

Reaperのほうが向いている

気軽じゃない。

購入する Rent-to-own

Live 12 Intro

16トラック、5GB以上のサウンドを収録したエントリーモデル

¥11,800

カートに追加

Live 12 Standard

38GB以上の音素材と、一部のインストゥルメントとエフェクトを搭載したLiveのスタンダードモデル

¥52,800

カートに追加

Live 12 Suite

71GB以上にも及ぶ多彩な音素材と、LiveおよびMax for Liveすべてのインストゥルメントとエフェクトを搭載した最上位モデル

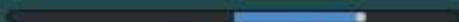
¥84,800

カートに追加

Fender Studio Proでの実践

解説：渡月 太陽

26 M S ● ◐ * xylo ch1



Falcon 2 MIDI I..ut 1

すべての入力

なし

xylo ch1 1



右側でMIDI chを変更

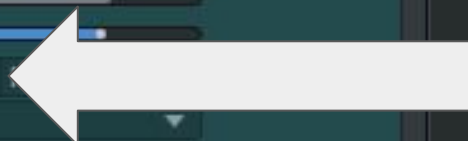
27 M S ● ◐ * xylo ch2



Falcon 2

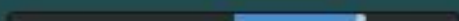
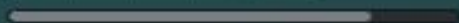
すべての入力

なし



左側でInstrumentsを変更

28 M S ● ◐ * xylo ch3



Falcon 2 MIDI I..ut 3

すべての入力

なし

Pitch nameを書き換えることによって
chごとに音名を視覚化可能

本来はDrum Track用の機能だが、
このプリセットを自由に書き
換えることで31EDO用の表記が
できる

The screenshot shows a music software interface. On the left, a piano roll displays a sequence of notes with pitch names: E#3, D#3, C3, Bb2, G#2, Ed2, and C#2. A white box highlights the piano roll, and a white arrow points from the text box on the left to it. On the right, a settings menu is open, showing a list of presets. The '31EDOch2' preset is highlighted, and a white box around it has a white arrow pointing to it from the text box on the right. The settings menu also shows various options like 'インストールメント', 'ノートを試聴', 'オーバーラップなし', 'デフォルトのペロシティ', and '長さ'.

プリセット名	音名
G#4	G 4
Gb4	F# 4
F#4	F 4
E#4	E 4
Ed4	D# 4
D#4	D 4
Db4	C# 4
C#4	C 4
B#3	B 3
Bb3	A# 3
A#3	A 3
Ab3	G# 3
G#3	G 3
Gb3	F# 3



一般



ロケーション



オーディオ設定



外部デバイス



詳細

ユーザーデータ

ファイルタイプ

サウンドセット

インストゥルメントライブラリ

VSTプラグイン

ユーザーデータの場所 (セッション、プロジェクト、ショー、プリセットなど)

C:\[]\Studio One

保存オプション

☒ 自動保存を有効化

1:00 分

☒ 保存時にキャッシュされたデータを使用

ドキュメント保存時に外部ファイルをコピー

しない

オプション

セッション設定

適用

OK

キャンセル

31ch1.pitchlist

ファイル

編集

表示

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<Music.PitchNameList title="31ch1">

```
<Music.PitchName pitch="127" name="G8" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="126" name="F#8" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="125" name="F8" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="124" name="E8" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="123" name="E b 8" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="122" name="D8" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="121" name="C#8" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="120" name="C8" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="119" name="B7" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="118" name="B b 7" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="117" name="A7" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="116" name="G#7" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="115" name="G7" scorePitch="93"/>
<Music.PitchName pitch="114" name="F#7" scorePitch="93"/>
```

MIDI番号

任意の音名

縦並びでも見やすい！！！！

The screenshot displays a music software interface with a vertical piano roll. The left sidebar contains settings for 'chordStraight', 'instrument' (M), 'scale' (D# Major), and 'sound version' (F7_sus4). The main area shows a piano roll with a vertical axis for pitch (C1 to C5) and a horizontal axis for time (14.3 to 20). Red horizontal bars represent chords, with labels such as Bb3, G13, F13, Ed3, D13, C13, Bb2, Ad2, G12, F12, Ed2, and C12. The interface is dark-themed with a grid background.

chordStraight

instrument M S

ノートを試聴

オーバーラップなし

デフォルトのベロシティ 80%

長さ 1/16 3連符

スケール D# Major

サウンドバリエーション

イベントが選択されていません

入力コード名

現在のコード F7_sus4

14.3 14.4 15 15.2 15.3 15.4 16 16.2 16.3 16.4 17 17.2 17.3 17.4 18 18.2 18.3 18.4 19 19.2 19.3 19.4 20

Bb3 G13 F13 Ed3 D13 C13 Bb2 Ad2 G12 F12 Ed2 C12

ベロシティ ノートコントローラー サウンドバリエーション 演奏記号 歌詞 Modulation Pitch Bend After Touch

微分音対応Open Utau開発と 31平均律の環境構築

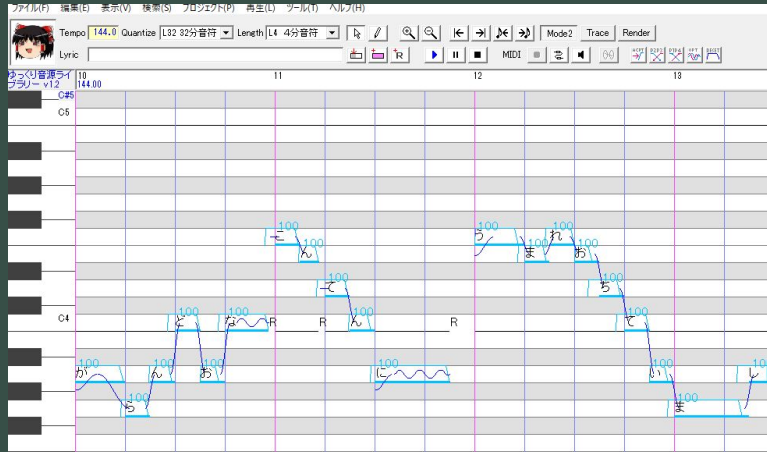
解説：たくんま

Open Utauって何?

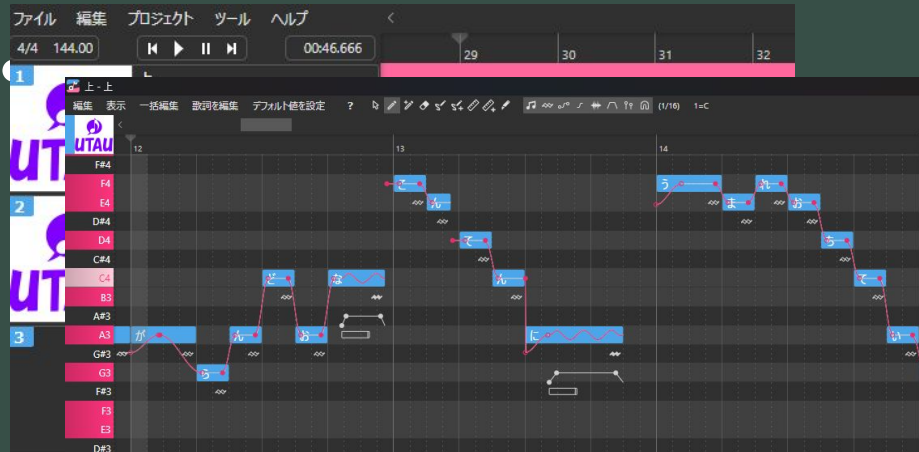
平たく言うとUTAUの進化版

複数の歌唱トラックの作成や、音声ファイルの挿入ができる

UTAU

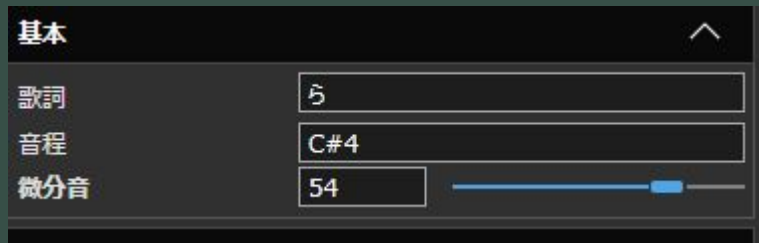


OpenUtau

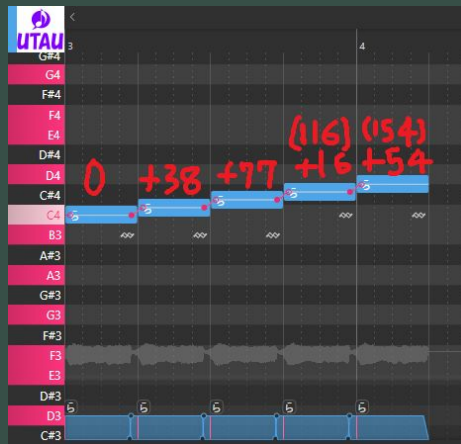


Open Utauで微分音を打ち込もう！

beta版に微分音設定があるらしい！！

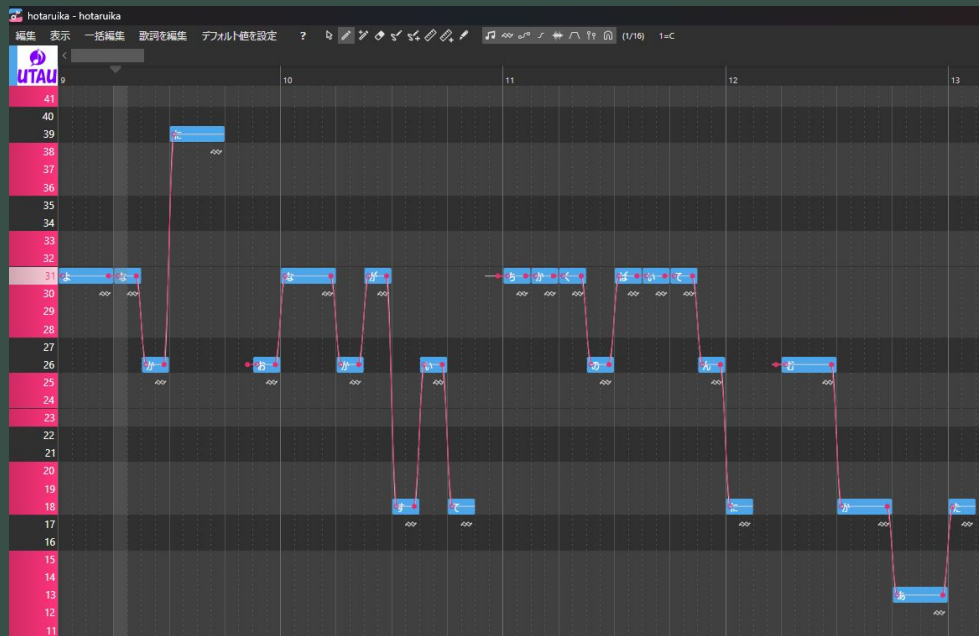


ノートごとにセント単位でのピッチ調整
セント；半音を100分割した音程の単位



ピアノロール上の同じ鍵盤(キー)に対して
複数の異なる音高が混在することになり、
さらに手動で計算した値を入れなければならない
大変なことに...

そこでOpenUtau_microtonalが登場！



1つのキーに対し

1つの音程が自由に割り当て可能

→ピッチ調整をせずに楽に

打ち込みを進めることが可能

OpenUtau_microtonalの導入方法

GitHubにてダウンロード可能

インストール方法は
通常のものと同じ

mac向け

intel mac向け

ARM Windows向けインストーラー版

↑のzip版

通常のWindows向けインストーラー版

↑のzip版

32bit Windows向けインストーラー版

↑のzip版

https://github.com/takunnma5286/OpenUtau_microtonal/releases

 [OpenUtau-linux-arm64.tar.gz](#)

 [OpenUtau-linux-x64.tar.gz](#)

 [OpenUtau-osx-arm64.dmg](#)

 [OpenUtau-osx-x64.dmg](#)

 [OpenUtau-win-arm64.exe](#)

 [OpenUtau-win-arm64.zip](#)

 [OpenUtau-win-x64.exe](#)

 [OpenUtau-win-x64.zip](#)

 [OpenUtau-win-x86.exe](#)

 [OpenUtau-win-x86.zip](#)

 [Source code \(zip\)](#)

 [Source code \(tar.gz\)](#)

リベンジ: Open Utauで微分音を打ち込もう！

① プロジェクト

② プロジェクトの設定...

③ プロジェクトの設定

平均律

平均律(オクターブあたりの分割数)

31

基準ピッチ (Hz)

261.625

基準音階番号

31

Tunファイル

Tunファイルをインポート

キャンセル 適用

鍵盤はCスタート

1オクターブ=31ステップ

を261.625Hzにしたい

31平均律の演奏

楽器

演奏は気合い

練習あるのみだが
様々な開発の試みが
なされている

(写真)
オーストリアの
音楽ユニット
「Dsilton」の使用楽器



Fokker Organ (オランダ)

アドリアーン・フォッカーが開発
31平均律のオルガン

現在はオランダの
Muziekgebouw aan't IJ

(アイ音楽堂 Piet Heinkade 1 1019 BR Amsterdam)

小ホールに現存

あまりに巨大だったためFokkerによって
後発の電子オルガン「Arcifoon」の開発に至る



Motorola Scalatron (アメリカ)

電子オルガン George Secor氏の開発

ハニカム構造のインターフェイスの生みの親
後にEMEAPP社に寄贈された



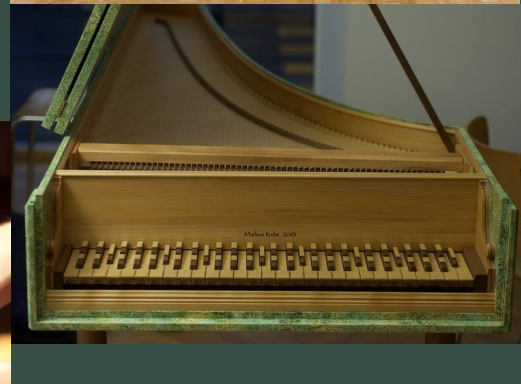
Studio 31+による楽器 (スイス)

Arciorgano

Clavemusicum omnitonum

Cimbalo cromatico

Archicembalo



Lumatone 4250USD (60万円ほど)

MIDIキーボード

一つの鍵盤に任意のノートナンバーや色、
チャンネルを割り当てることできる

©Lumatone



Icefaceさん宅で
実際に弾いてきました。



31平均律のギター

周波数は弦の長さに反比例

フレット：押さえた弦の長さを一定にするパーツ

フレットをより細かく打てば微分音を演奏可能

31平均律57フレットエレキギター

中井三十一
(製造:長野県塩尻市)

31Z (らいある)
(製造:山形県山形市)



GEN Guitar Award 2024

Red House Guitar製31平均律57フレットギター

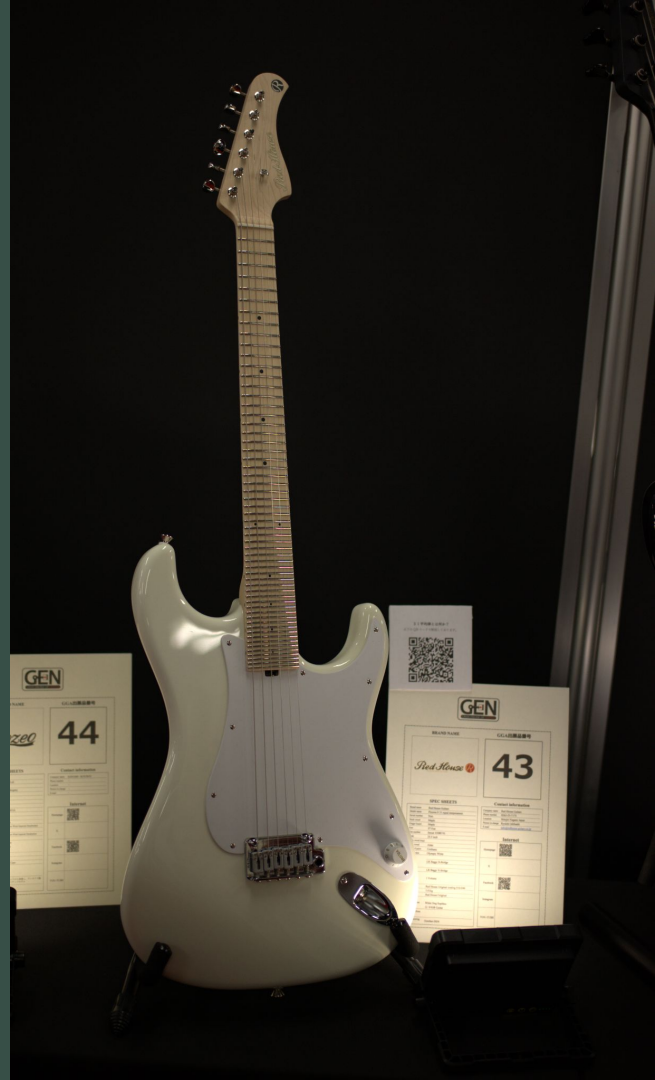
- CONCEPT & IDEA 部門で受賞



©Red House Guitars



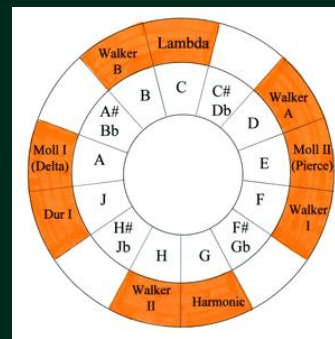
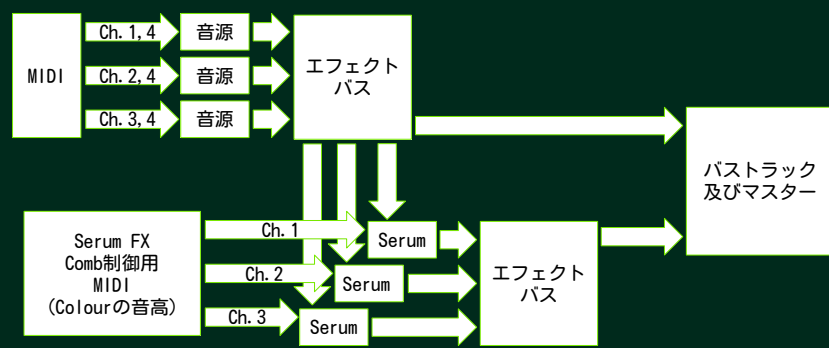
©D' s Design



ドイツの音楽ユニット「Hear Between The Lines」

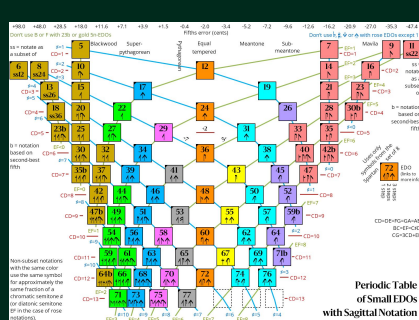


ありがとうございました。

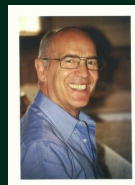
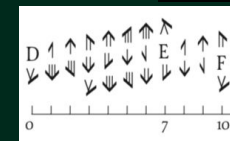


	Db	H	C	G	B	F#
Bb	F	A	E	J	D	H#
Db	H	C	G	B	F#	
Bb	F	A	E	J	D	H#

微分音のノウハウはこの限りではありません。



ぜひVRC微分音集会へ！



$$Cent(x) = 1200 \log_2 x$$

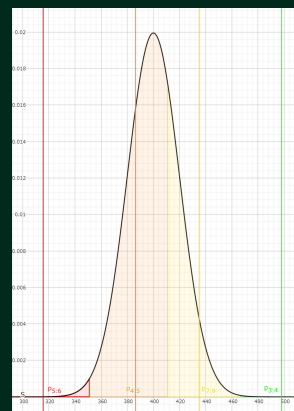
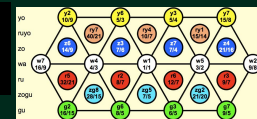
$$j_u = \text{med}(Cent(j_n), Cent(j_{n+1}))$$

$$j_l = \text{med}(Cent(j_{n-1}), Cent(j_n))$$

$$P(j|c) = \int_{j_l}^{j_u} S(x, c) dx$$

$$S(x, c) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - c)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$H(J|c) = - \sum_{j \in J} P(j|c) \log P(j|c)$$



12音から抜け出す挑戦を。

XENHARMONIC

VRC微分音集会

毎月第1金曜日

22:00 ~ 23:00

Group+

Group ID:XENMVR.9643

主催：中井三十一 VRC ID：MisohitoNakai