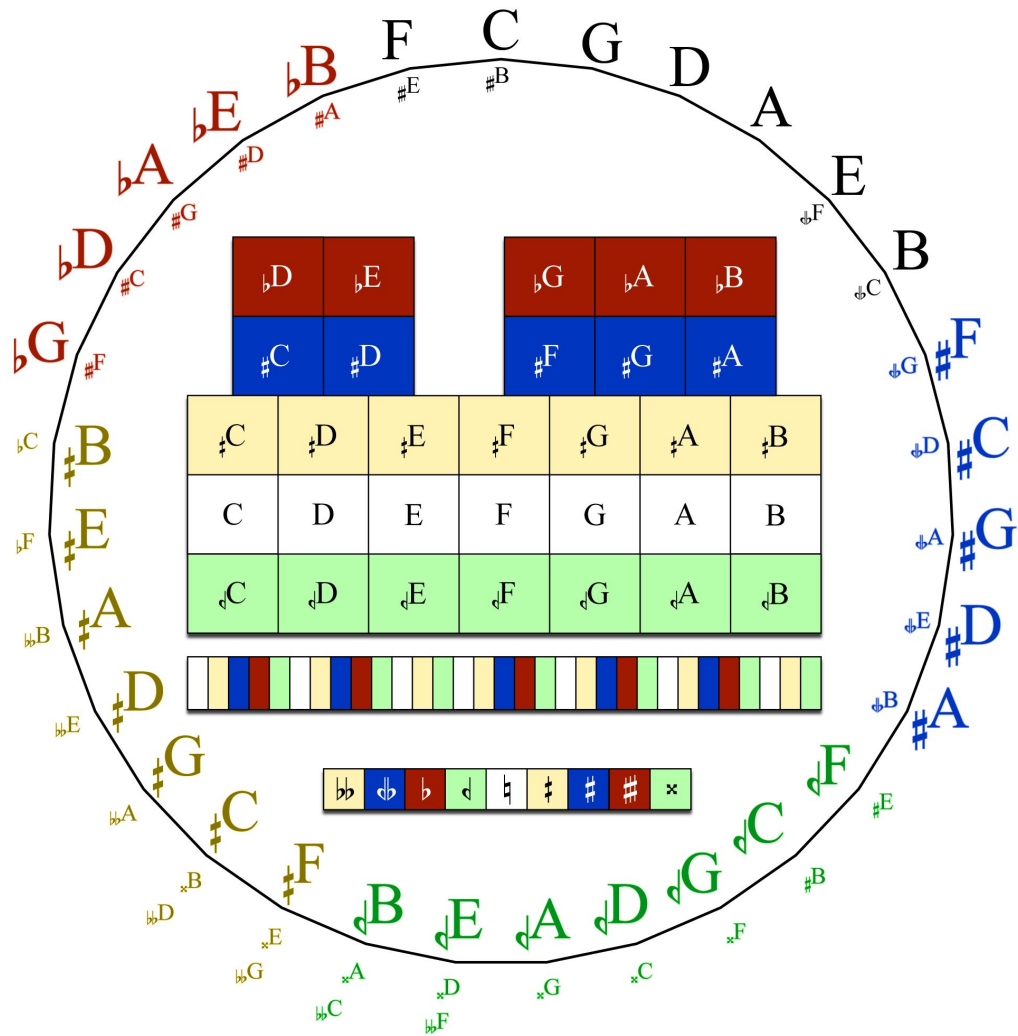


31平均律の基礎

...

ルネサンス・バロックから現代に至るまで



- 31平均律の旨味
- 歴史
- 基本的な構造
- モンゾとヴァル
- 緩和されるコンマ
- 主要なMOSスケール
- DTMでの実践
- 31平均律の演奏

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」

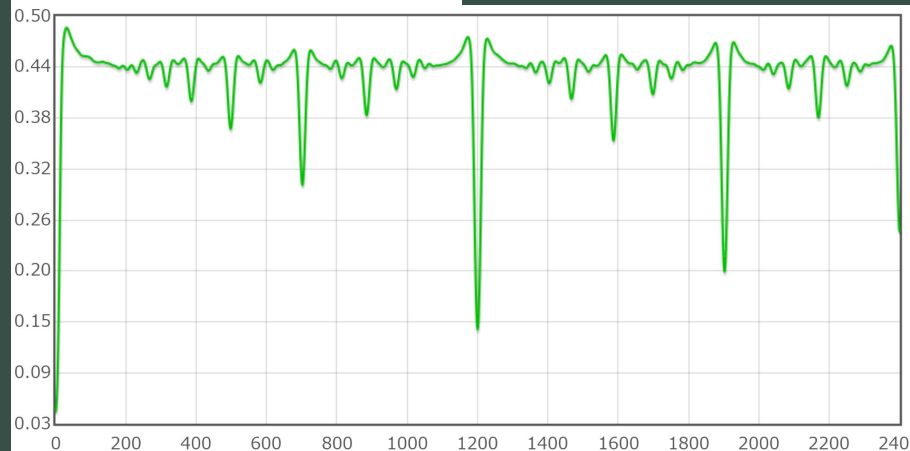
協和を認知する精度が高いと、
新たな協和音程が12平均律外に
点在するように見てとれる。

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)



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」

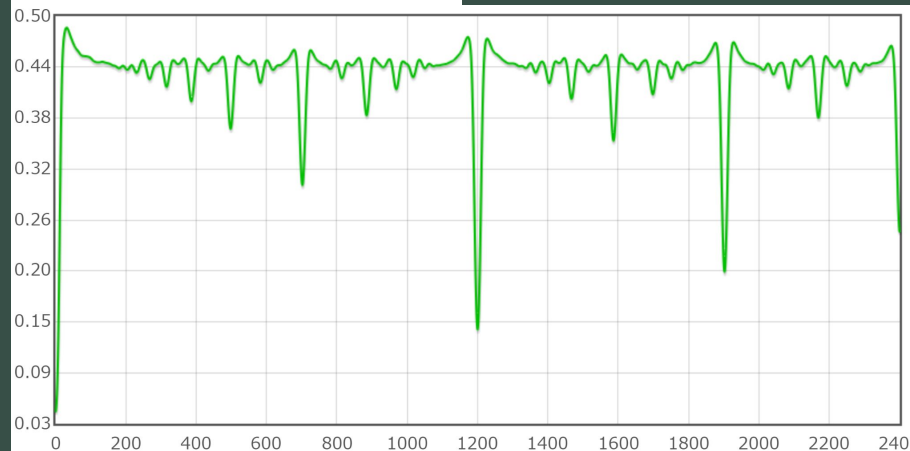
協和を認知する精度が高いと、
新たな協和音程が12平均律外に
点在するように見てとれる。

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



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。

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

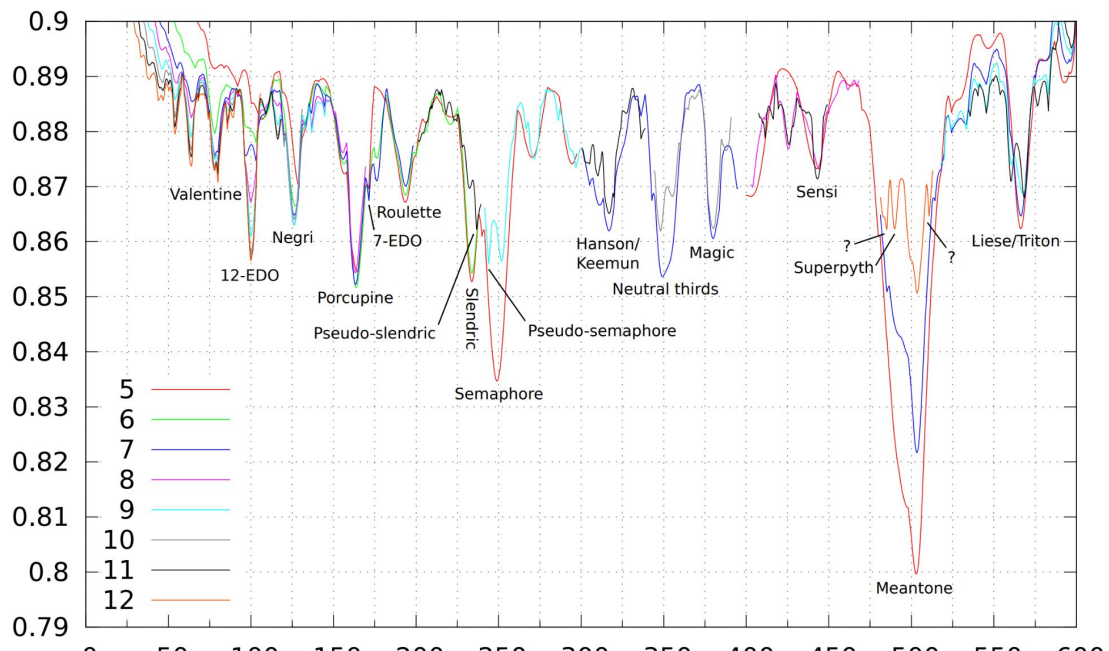
12平均律は3度が純正から大きくずれている！

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

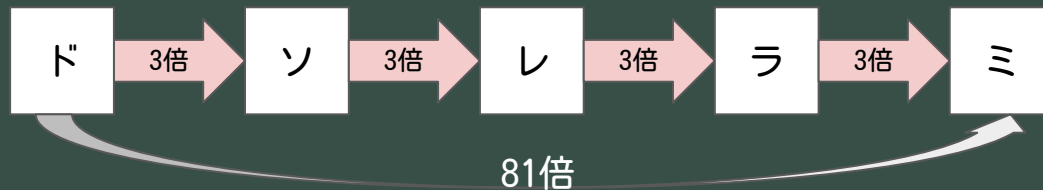


周波数比は 3/2

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

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



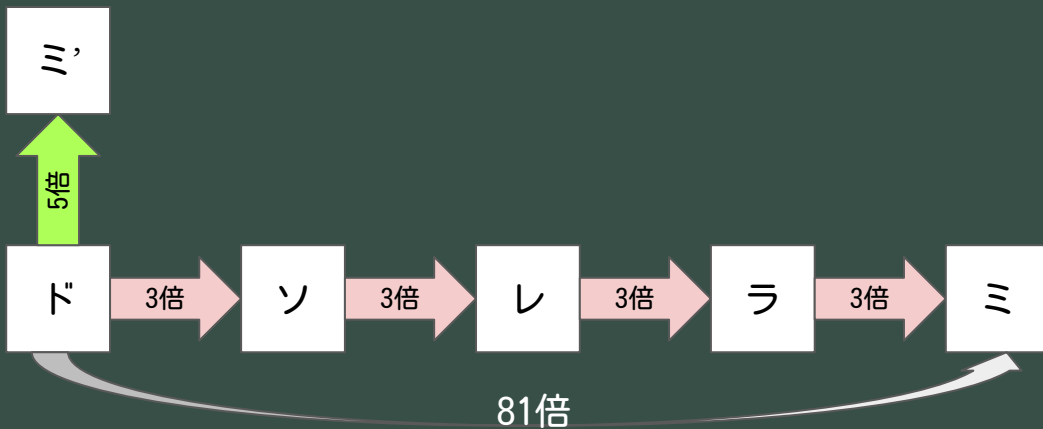
長3度の協和が発見される

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

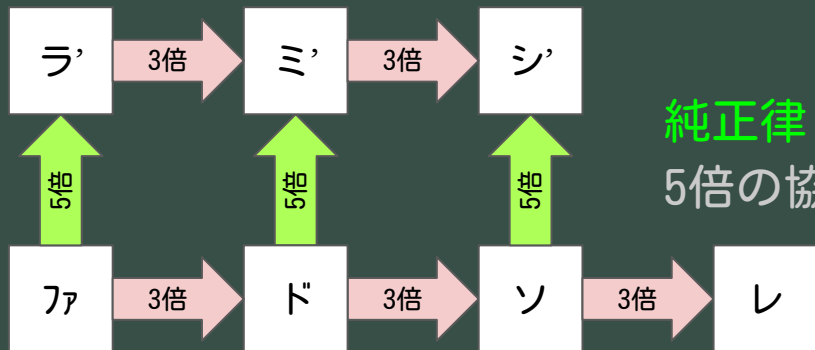


純正律の登場

ピタゴラス音律



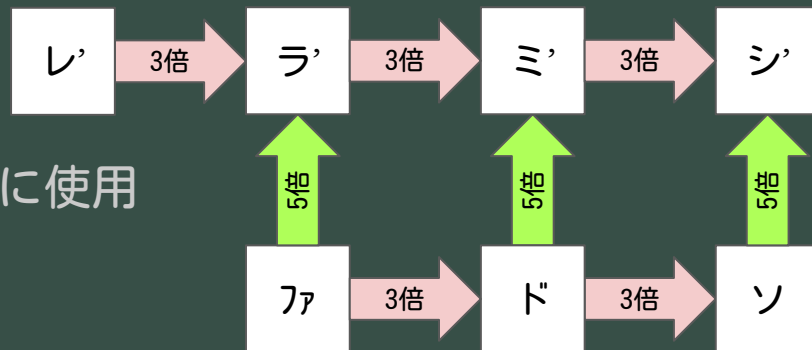
プトレマイオスの強烈なダイアトニック



純正律 (2種類)

5倍の協和を3箇所を使用

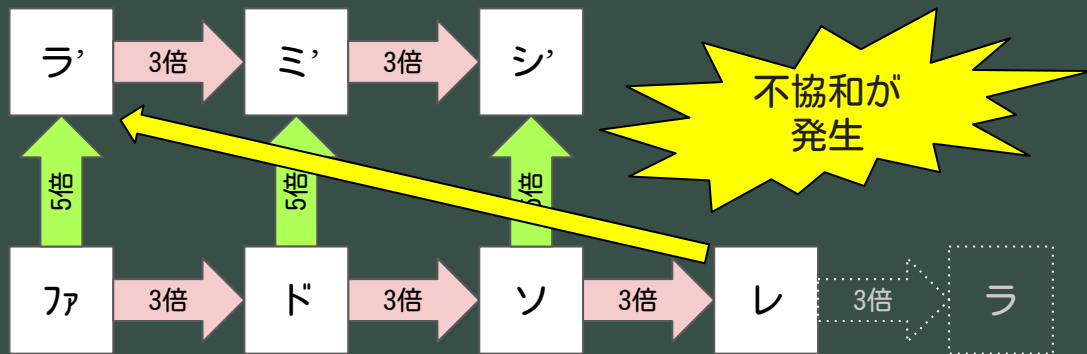
ラミス律



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



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)

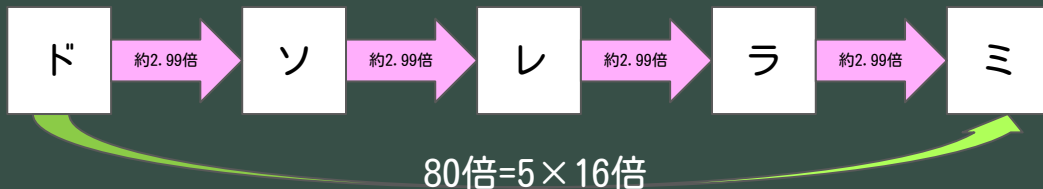
と、単音程転回3倍音の4回の積み上げ $3^4=81$ 倍

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

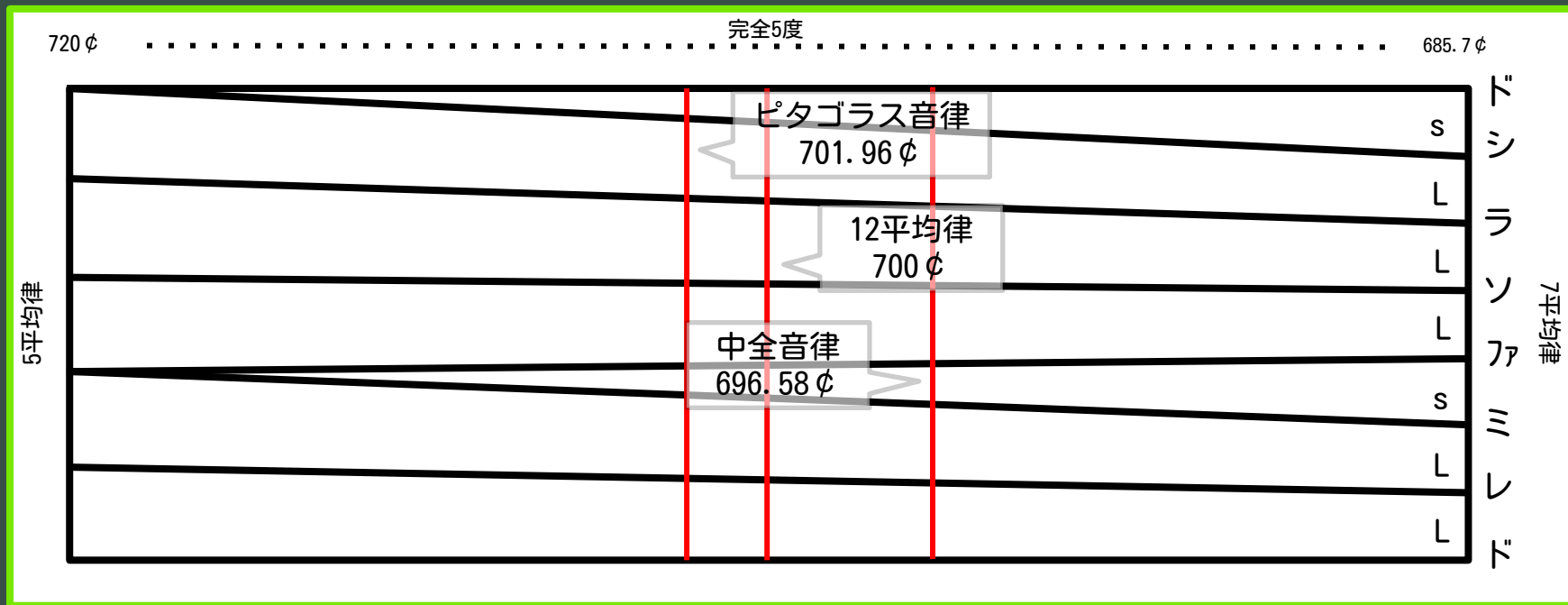
純正完全5度:701.96¢ 5倍音:2786.31¢ $2786.31 \div 4 = 696.58$

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



ピタゴラス音律と中全音律の比較

ピタゴラス音律と中全音律のMOS上での位置づけ



ディエシスを緩和しない状態

ディエシス：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

ディエシスは全音をほぼ5分割、

全音階的半音(ミとファの間)を3分割することを

パドヴァのマルケット(Marchetto da Padova)が言及

(14世紀初頭)

作曲家マルケット・カーラがこれに対し五分音記号を提唱

(15世紀後半ごろ)

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



31平均律の発想の始まり

ディエシスは全音の5分割と全音階的半音の3分割がある
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

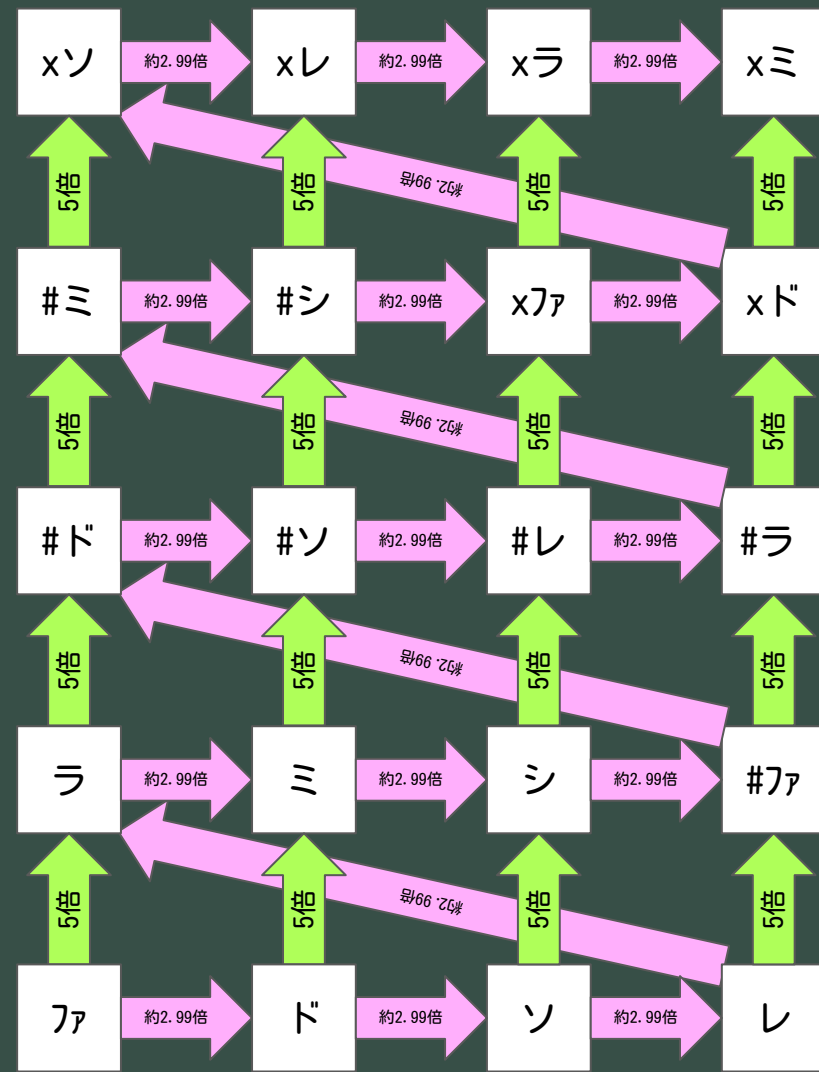
31平均律の登場

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

マルケット・カーラの研究を参考にしながら
ファビオ・コロンナが独自に
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

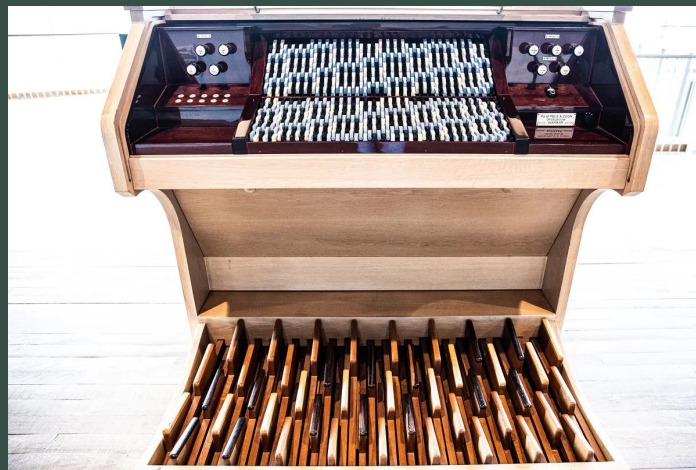
クリスティアーン・ホイヘンス

7次倍音の近似の高さを発見

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



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)

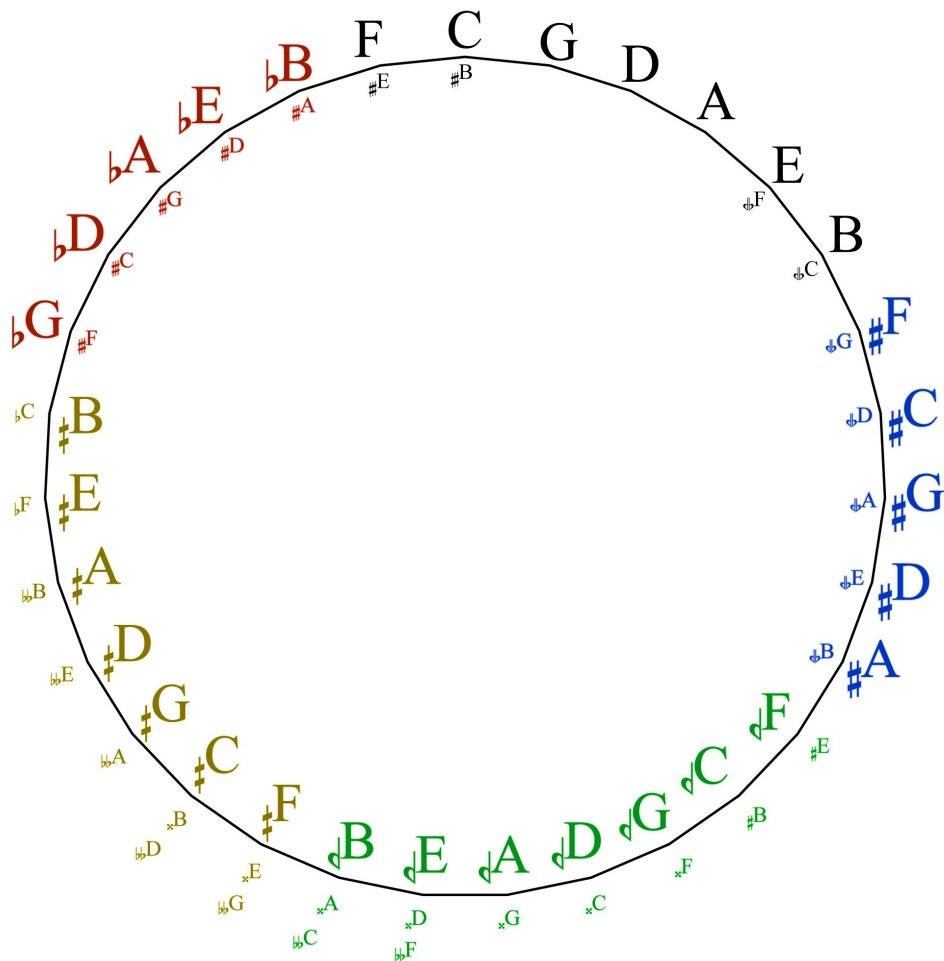
詳細度数		音名	調号
重増	7	B	×
	3	E	
	6	A	
	2	D	
	5	G	
	1	C	
	4	F	
増	7	B	♯
	3	E	
	6	A	
	2	D	
	5	G	
	1	C	
	4	F	
長	7	B	♮
	3	E	
	6	A	
	2	D	
完全	5	G	♮
	1	C	
	4	F	
短	7	B	♮
	3	E	
	6	A	
	2	D	
減	5	G	♮
	1	C	
	4	F	
	7	B	
	3	E	
	6	A	
	2	D	
重減	5	G	♮
	1	C	
	4	F	
	7	B	
	3	E	
	6	A	
	2	D	

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步戻る

半音階的半音：7步進む



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
	フラット flat	-2 増1度下げ
	ダブルシャープ double sharp	+4 重増1度上げ
	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

モンゾとヴァル

純正音程のベクトル モンゾ

純正音程を座標軸上で表す位置ベクトル

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

※考える素数リミットまでの成分を書けばよい

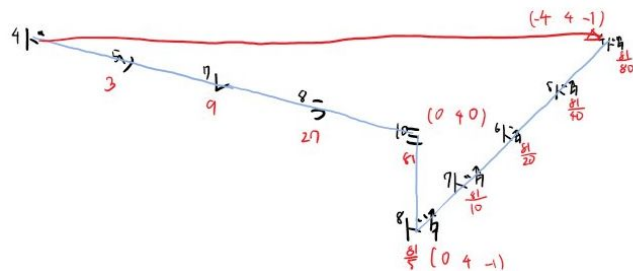
例

$$3/2 \rightarrow 2^{-1} \times 3^1 \rightarrow | -1 \ 1 >$$

$$5/4 \rightarrow 2^{-2} \times 3^0 \times 5^1 \rightarrow | -2 \ 0 \ 1 >$$

$$7/6 \rightarrow 2^{-1} \times 3^{-1} \times 5^0 \times 7^1 \rightarrow | -1 \ -1 \ 0 \ 1 >$$

$$81/80 \rightarrow 2^{-4} \times 3^4 \times 5^{-1} \rightarrow | -4 \ 4 \ -1 >$$



近似音程のベクトル ヴァル

各倍音がn平均律の何番目の音かを示す

例 12平均律

オクターブ→12ステップ

3倍音→19ステップ

5倍音→28ステップ

よってヴァルは < 12 19 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 $15/8 \rightarrow 2^{-3} \times 3^1 \times 5^1 \rightarrow \mid -3 \ 1 \ 1 \rangle$

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

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

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

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 >

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

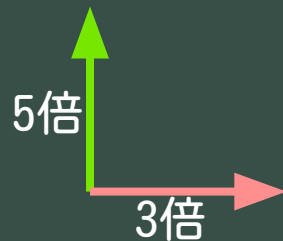
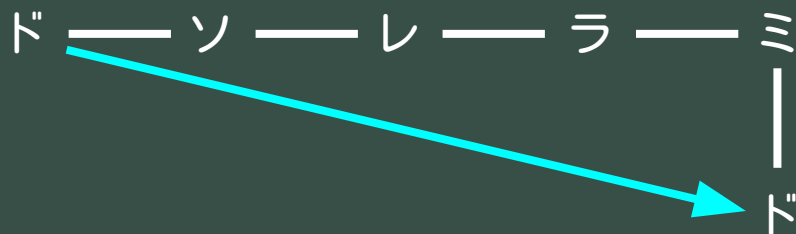
31平均律ではシントニックコンマが緩和される

緩和されるコマ

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

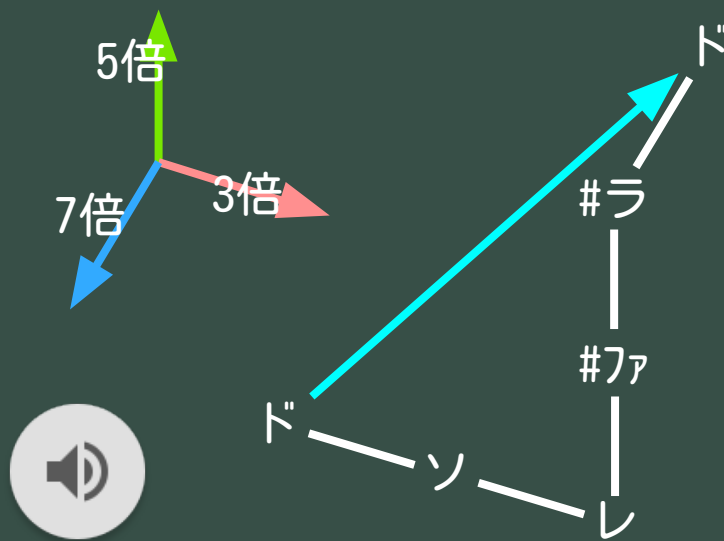
Septimal kleisma 225/224

| -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)

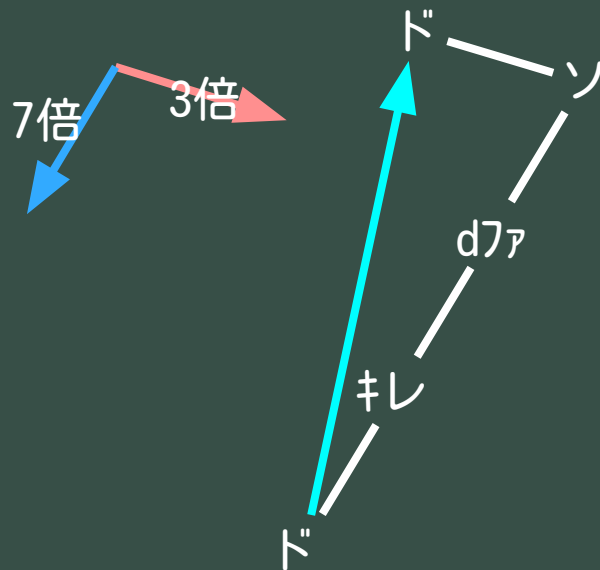


31平均律が緩和するコンマ

	Gamelisma	225/224					
	-10	1	0	3	0	0	>

下方7倍音の単音程転回還元位置8/7が
完全5度を3分割する性質

これを緩和する音律は「Slendric」と呼ばれ、
バリのガムランのような音階を再現できる



31平均律が緩和するコンマ

Rastma 243/242

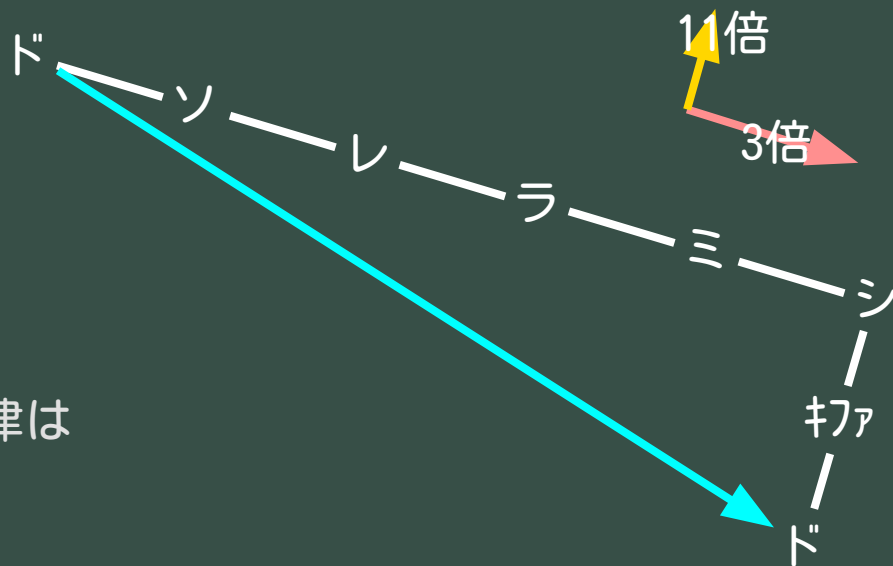
| -1 5 0 0 -2 0 >

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

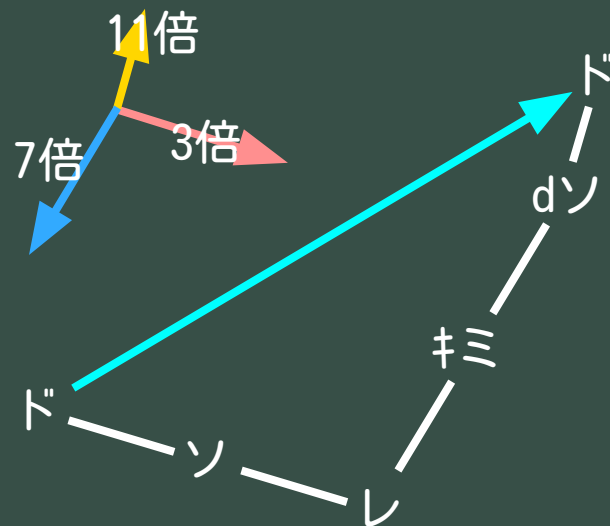
Mothwellisma 99/98

| -1 2 0 -2 1 0 >

セプティマル短3度(7/6)2個分が
単音程転回還元11倍音(11/8)に近似

Orwellという9音階を組むことが
出来るようになる(下図)

C	Dd	D#	E♯	F♯	G	Ab	A#	B



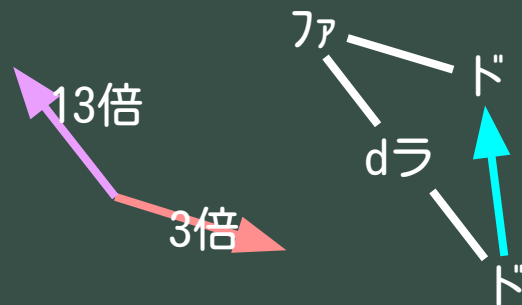
31平均律が緩和するコンマ

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



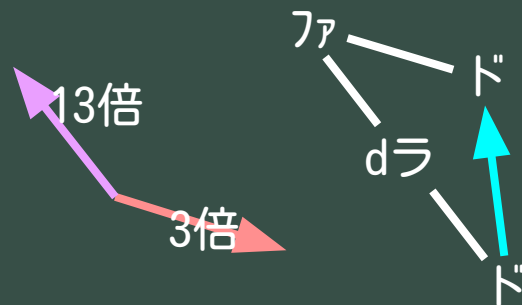
31平均律が緩和するコンマ

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

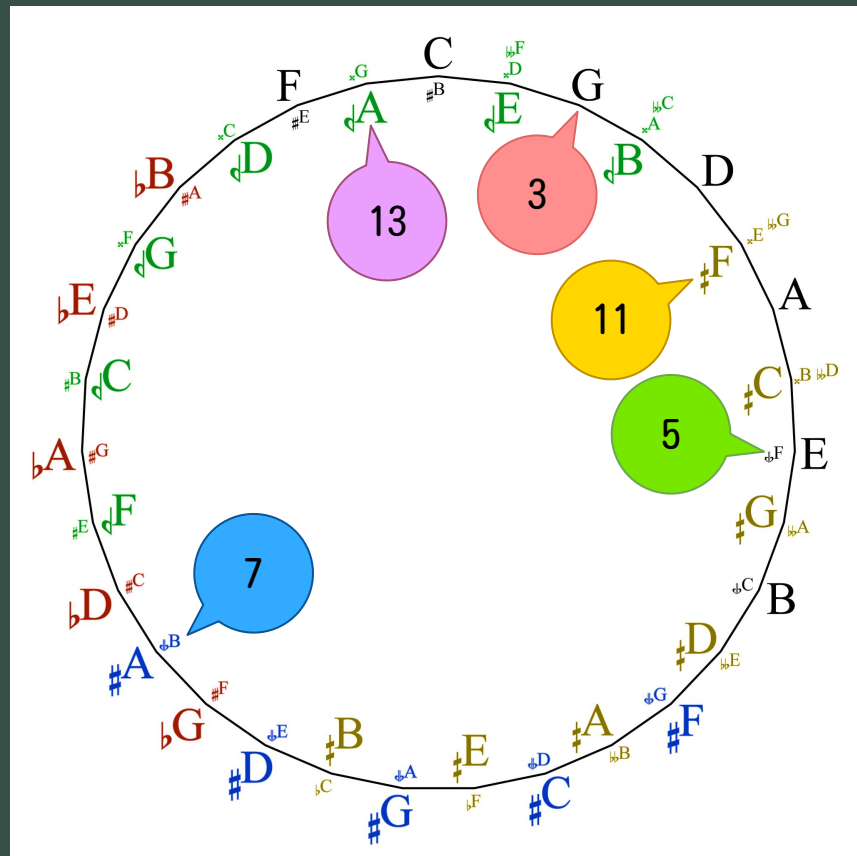
- 11倍音の位置が5度圏2.5個分となり、実質的に5度圏を2分割

- 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



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を緩和すると3度の協和を形成する

音階構成	上 下	幅	音階名	旋法名
P1 M2 M3 a4 P5 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 d5 m6 m7	0 6	sLLsLLL		Locrian

31平均律の音階 (pentic)

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)

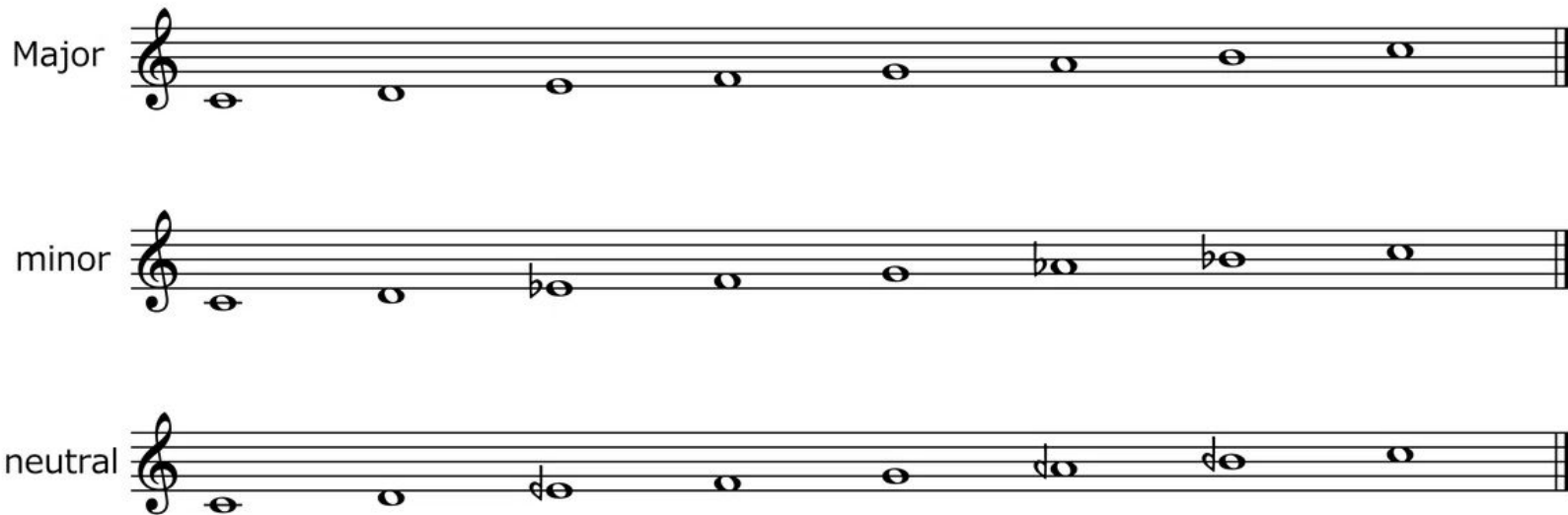
中立3度圏において連続する7音による音階

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)



31平均律の音階 (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

※旋法名は未提唱の為、penticに由来する名前です。暫定的に命名したため、合意されたものではない

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



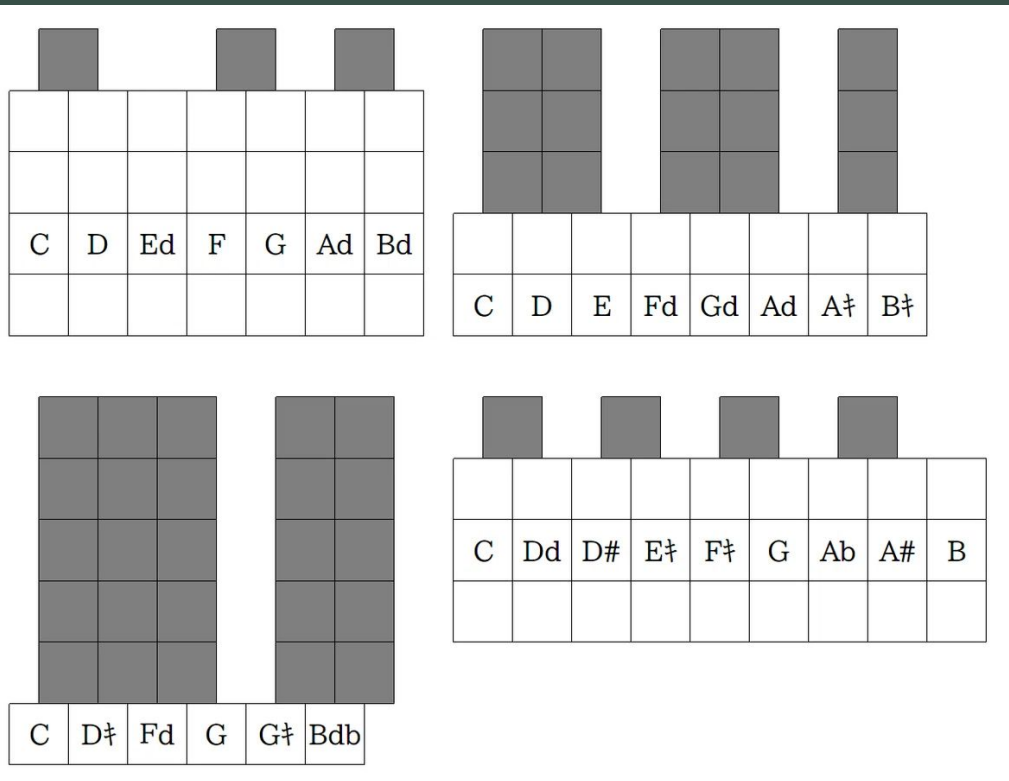
一つ飛ばしに音を拾うと、penticの形が二つ現れる



中立3度圏10個の切り抜き→5度圏5個の切り抜き×2

31平均律の音階 その他

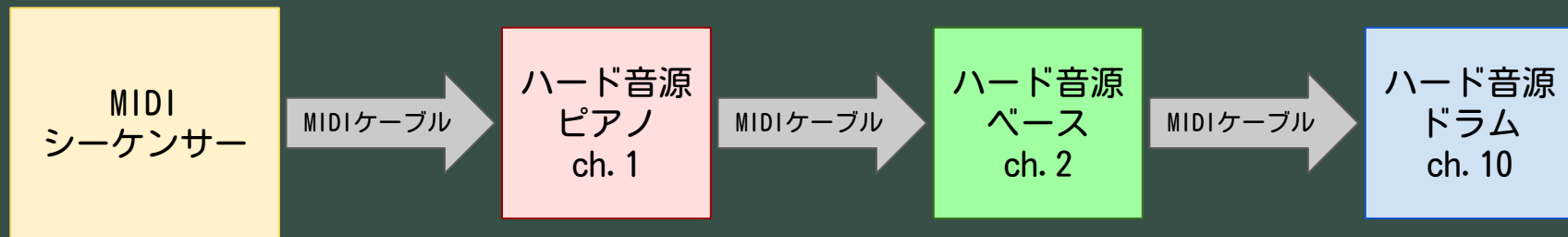
紹介したもの以外にも様々な
MOSスケールが存在する。



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・・・

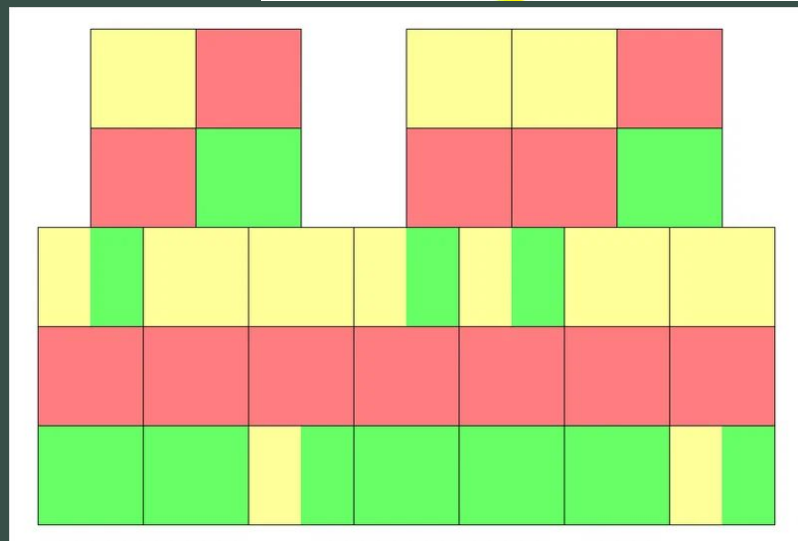
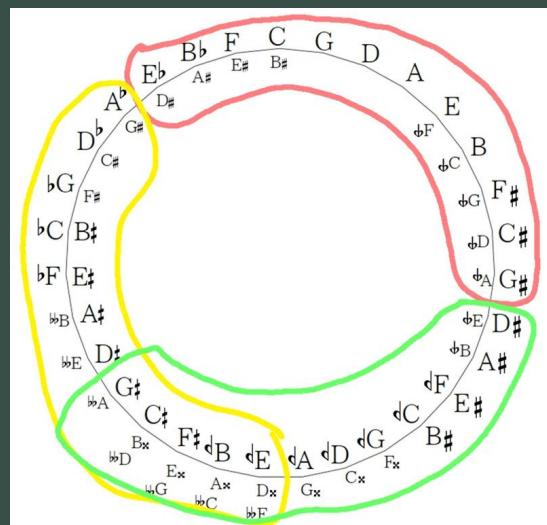
31平均律の環境構築の検討

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)

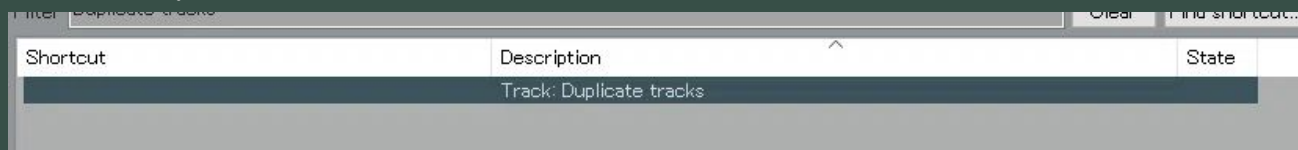
トラックを分けて打ち込むのは大変なので・・・

この3色でMIDIチャンネルを
分けると・・・？



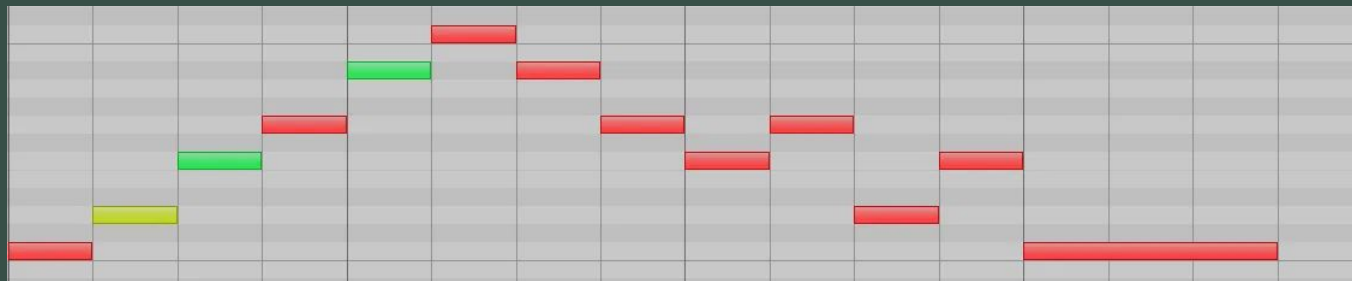
最も微分音に適したDAW 「REAPER」

↓ 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



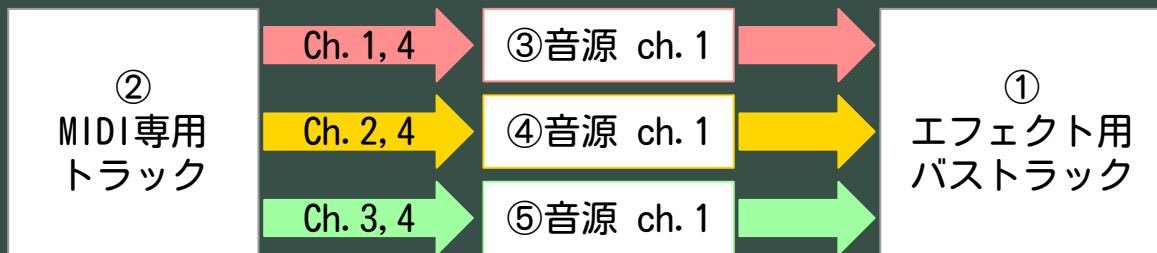
各トラックにMIDIチャンネルごと信号を分配することが可能→

↓ 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

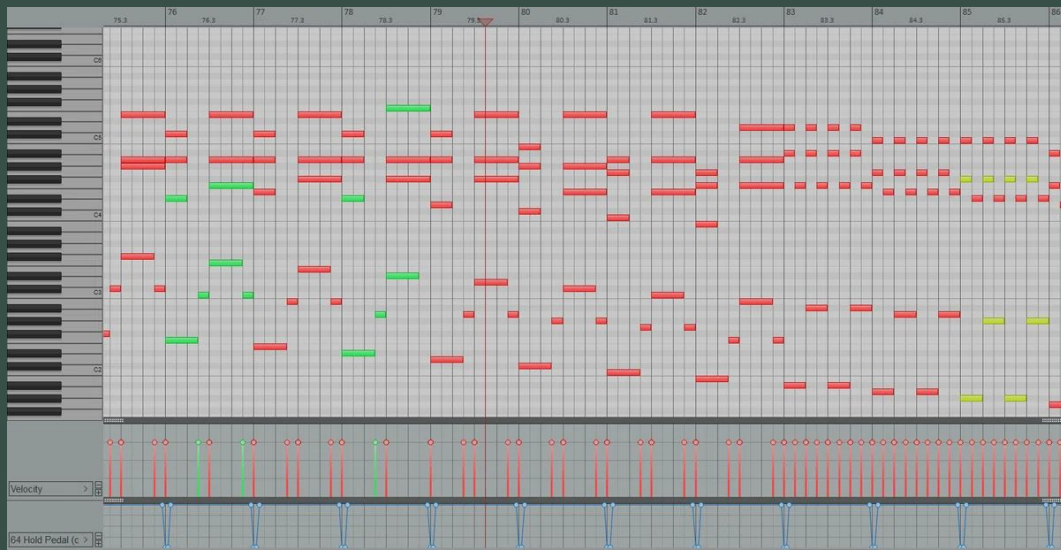
②ch. 4 → ⑤ch. 1



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

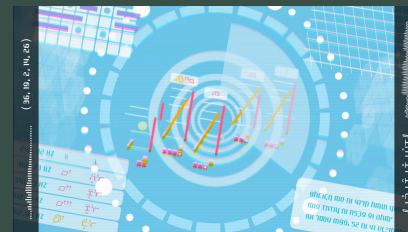
Entonal Studio
79GB£ / 95US\$

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/>

LAMPLIGHT氏の「Caftaphata」はこれを用いて
プラグインのチューニングを行っている(41平均律)



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	391.266Hz	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

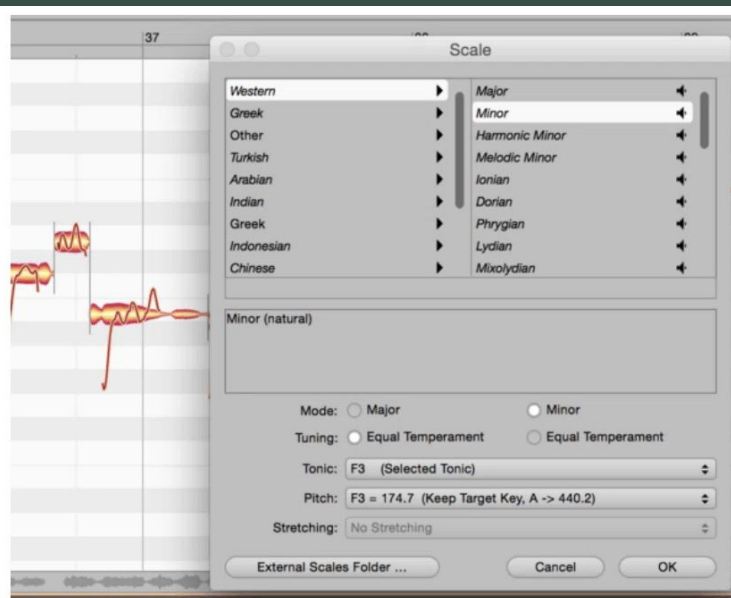
①

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**

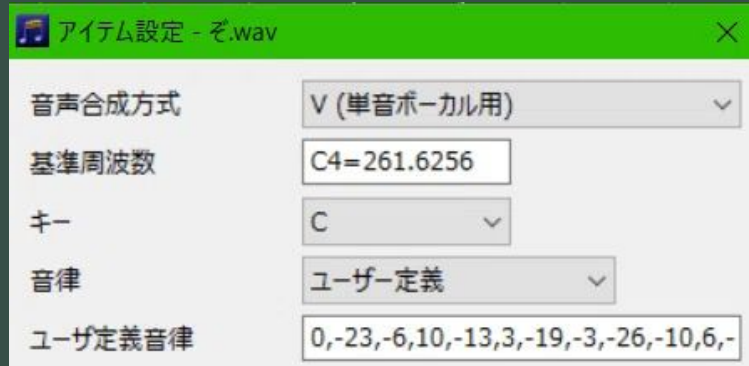
Synthesizer V 以外の場合
いずれかを使用してピッチ補正を行う

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.



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



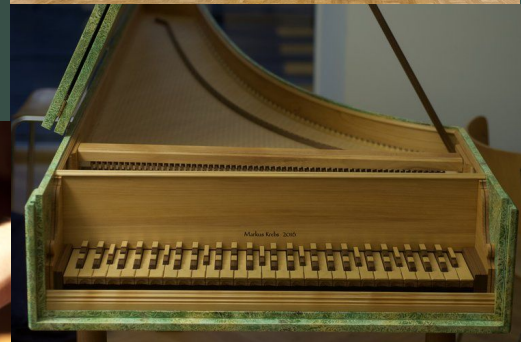
Studio 31+による楽器 (スイス)

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ができる

©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
(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

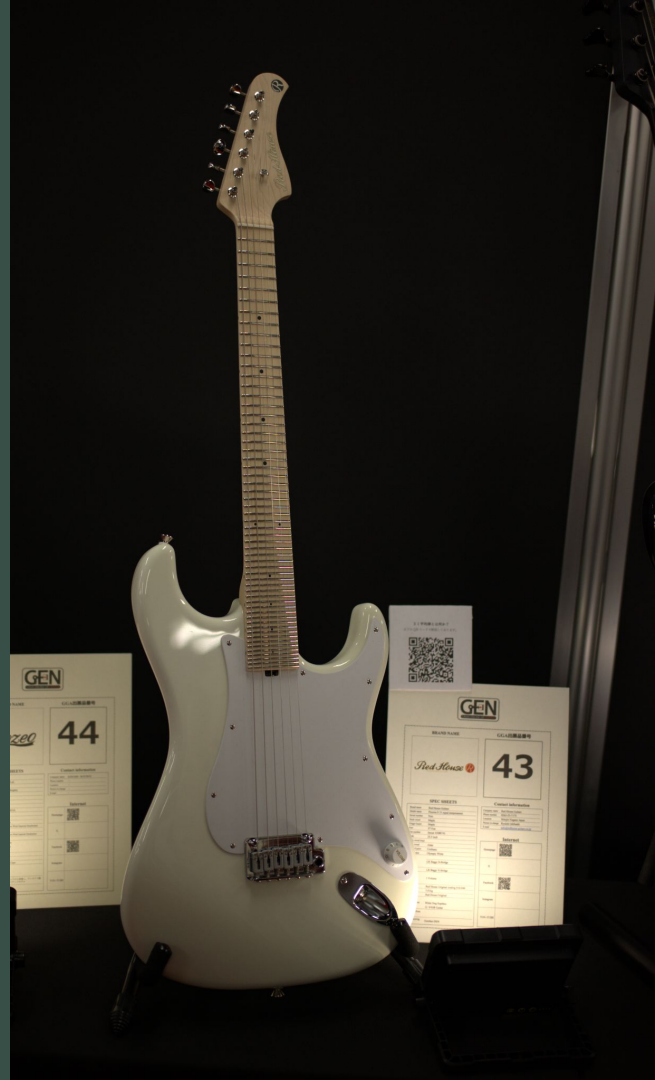
- CONCEPT & IDEA 部門で受賞



©Red House Guitars

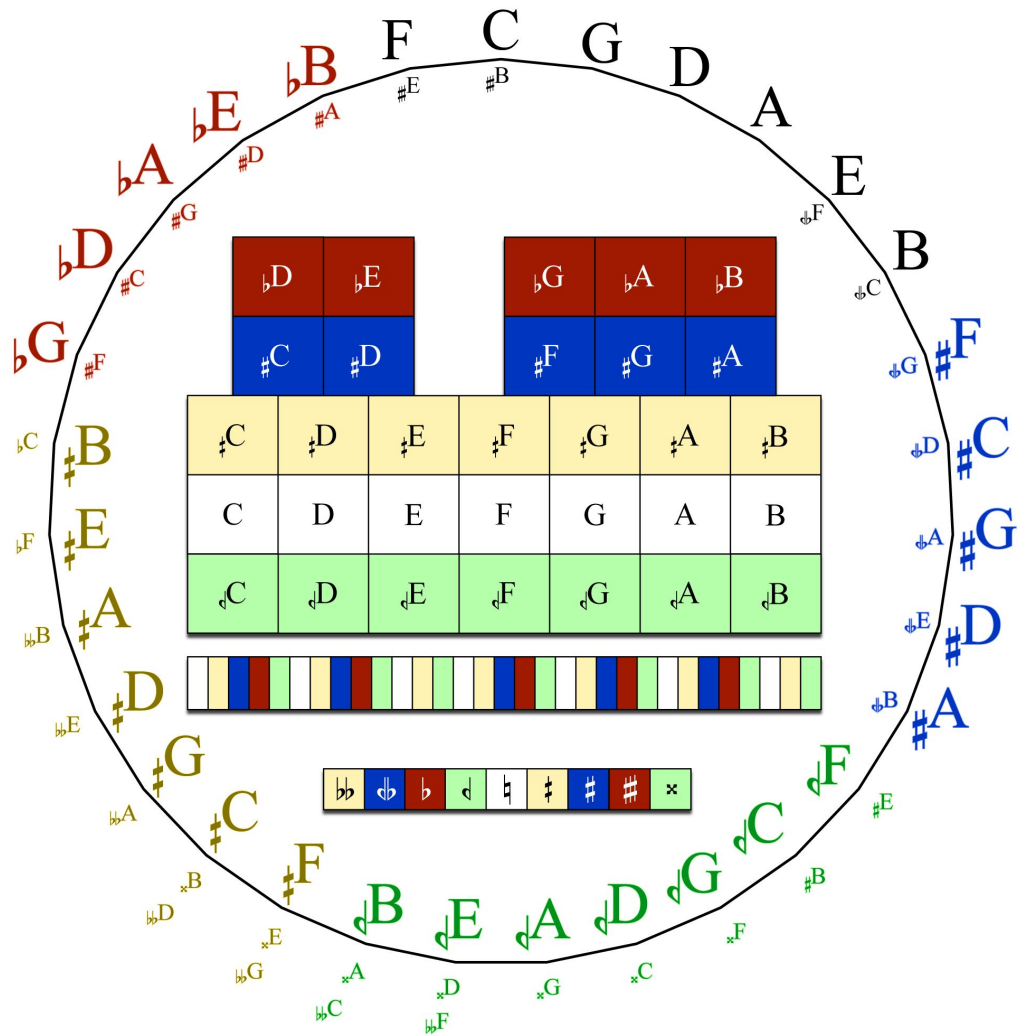


©D' s Design



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。

画像引用一覧

<https://www.mikebattagliamusic.com/HE-JS/HE.html>

<https://en.xen.wiki>

<https://entonal.studio/>

<https://sevish.com/scaleworkshop>

<https://www.dsilton.net/>

<https://www.muziekgebouw.nl/en/pQYVpSG/fokker-organ>

https://www.youtube.com/watch?v=Jlu3KXjJb_g

<https://www.projektstudio31.com/>

<https://www.lumatone.io/>

<https://tokyogakkiexpo.com/>

<http://www.genippon.com/>

https://www.youtube.com/watch?v=kvX7gN_fQXQ

おまけ

VRC無料ワールドアセット (3Dモデル)

<https://waterfish.booth.pm/>

