ヘイワード・チューニング・ヴァイン

v1.0, rev.2版マニュアル

はじめに
動作環境
インストール
- Mac
- Windows

1. インターフェイスの学習
- ヘイワード・チューニング・ヴァイン:フラワーヴュー（表示）とグレープヴュー
- 数字ボックスと移調矢印
- モノモードとポリモード
- パッチ選択とパラメータ
- オプションとマスターボリューム

2. ヘイワード・チューニング・ヴァインの作動のしかた
- 素数2:オクターブ
- 素数3:完全5度
- 素数5:長3度
- 素数7:ブルース音程
- 素数11以上:複雑な音程
- 素数、高調波音列、低調波音列
  - 高調波音列
  - 低調波音列
- 色分けについてのガイド
- 異名同音の表記とダブル臨時記号
- 1/1周波数設定ガイド

3. カスタムのボイスパッチ
- オリジナルボイスパッチをつくる
- ボイスパッチの構造化

リンクと資料
謝辞

イントロダクション
ヘイワード・チューニング・ヴァインは純正律のハーモニー空間を色でコード化したモデルで、チューバ演奏者、作曲家のロビン・ヘイワードにより2012年に考案されました。

ヘイワード・チューニング・ヴァインで、ハーモニーの空間の探求をリアルタイムで行うことが可能になります。音の生成にはコンピュータのサウンドカードを用います。

このソフトには、以下のすべての主要なデスクトップシステム対応のヴァージョンがあります:
OSX, Windows、Linux (Wine経由)
このマニュアルが目的としているのは、それらすべてのプラットフォームをカバーし、ソフトのインストール方法を説明するだけでなく (動作環境とインストール) 、ユーザー・インターフェイスに充分慣れていただくことです(インターフェイスの学習)。

おわりに、このマニュアルがヘイワード・チューニング・ヴァインの良きガイドとなることを願います。内容は少しづつより複雑になりますが、順にクリアして行って下さい　(ヘイワード・チューニング・ヴァインの作動の仕方)。

全ての章を終えると、ヘイワード・チューニング・ヴァインのもとにあるハーモニー理論を完全に理解できるはずです　(同時に純正律の機能も)。

動作環境

対応しているシステム:
- Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8
- Mac OSX 10.6 (Snow Leopard), 10.7 (Lion), 10.8 (Mountain Lion), 10.9 (Mavericks)

また、ヘイワード・チューニング・ヴァインはWine経由のLinux のプラットフォームで作動することが確認されています(Win-XP のデフォルトの互換性セッティング使用)。
Linux用別ヴァージョン開発中。

インストール

対応する各システムについてのインストール方法を順を追って説明します。

Mac

版インストール

1. www.tuningvine.com より Mac OSXインストーラーをダウンロードします。
2. そのソフトの古いヴァージョンはアンインストールされているか確認します。
3. ダウンロードしたファイル(ディスクイメージ、あるいはdmgファイル)をハードドライブに置き、それをダブルクリックしてディスクイメージをマウントします。
4. ディスクイメージはその内容をディスプレイします。ヘイワード・チューニング・ヴァインアプリケーションをインストールするため、アプリケーションフォルダーにドラッグします。
5. 5. ヘイワード・チューニング・ヴァインアプリケーションをクリックし開始します。

アンインストール

1. ヘイワード・チューニング・ヴァインのアプリをアプリケーションフォルダーからゴミ箱にドラッグしてください。

Windows

版インストール

1. www.tuningvine.comよりWindows版インストーラーをダウンロードします。
2. そのソフトの古いヴァージョンがアンインストールされているか確認します。
3. ダウンロードしたファイル(名前がSetup.exeで終わるファイル)をハードドライブに置き、それをダブルクリックしてインストーラーを立ち上げます。
4. Windowsはソフトウェアがインターネットから、あるいは未知のパブリッシャーからダウンロードされていると告げてくるかもしれません。これに同意であれば、Windowsにインストーラーを立ち上げさせてください。
5. インストーラーが起動し、インストールのプロセスに入ります。ソフトのインストール先やデスクトップにアイコンをつくるかなどを指定できます。

アンインストール

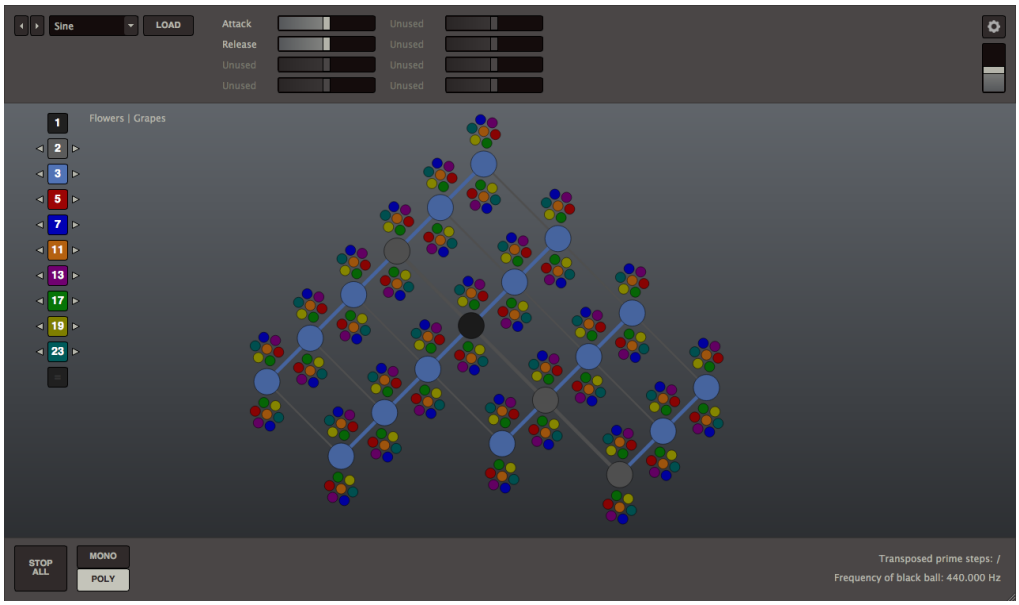
1. スタートメニューからヘイワード・チューニング・ヴァインという名前のフォルダーに行き、アンインストール・ヘイワード・チューニング・ヴァインを選択する。

2. あるいは、プログラムファイルフォルダーからヘイワード・チューニング・ヴァインという名前のフォルダーに行き、名前がuninsではじまる実行可能ファイル（例えば、unins000.exe）を起動してください。

1. インターフェイスの学習

ヘイワード・チューニング・ヴァイン:　フラワー・ヴュー（表示）とグレープ・ヴュー

ヘイワード・チューニング・ヴァインを最初に開くと、次のイメージがコンピュータ画面に現れます：



色のついたそれぞれのボールはひとつのピッチ（音高）を表します。

ボールをクリックすることにより、128個までの音高でコードをつくることができます（脚注1）[1]。
いま鳴っているどんな音も、画面の左下にある「STOP ALL」 ボタンを押し、停止させることができます。

次に、画面左上のグレープ・ヴューをクリックしてみましょう。

すると画面は次のようになります：

[1] 脚注1:何も音が聞こえないときは、画面右上のアイコンをクリックし、適切なオーディオ・インターフェイスが選択されているか、またボリュームがゼロの設定になっていないか確かめて下さい。

グレープヴューとフラワーヴューでは見かけが相当異なるものの、実際はどちらも全く同じ情報がもとになっています。フラワーヴューは小さなボールと大きなボールの結びつきが一目瞭然なので、ヘイワード・チューニング・ヴァインに慣れるにはこちらを選んだ方が良いでしょう。グレープヴューでは各ボールの位置はその音高によって決まります。音が高ければ高いほど、ヴァイン（蔓）の中での垂直位置も高くなります。したがって、グレープビューでメロディの音高関係をより正確に捉えることができます。2つのヴューを直接比較するには、小さなボールをいくつか選択したのち、グレープヴューとフラワーヴューを切り替えてみて下さい。

さて、フラワーヴューに戻して、「STOP ALL」をクリックし、次のセクションに移りましょう。

数字ボックスと移調矢印

画面左手に見える数字がついたカラーボックスは、そのそれぞれがチューニング・ヴァインで用いられるカラーボールに対応しています。数字23のついた青緑色のボックスをクリックしてみましょう。すると、すべての青緑色のボールがアクティブでなくなるのがおわかりでしょう。青緑色のボールを再度アクティブにするには、同じボックスをもう一度クリックしてください。

黒、グレー、水色以外の全ての色は非アクティブにすることが可能です。

すべてのボックスには、数字1が記された黒いボックスを除き、その左右に矢印があります。これは移調のための矢印で、ヴァイン（蔓）をあらゆる数の方向に移調できます。のちに「ヘイワード・チューニング・ヴァインの作動のしかた」のセクションでより大きな数を使うことになりますが、ここではまず中央の黒いボールをクリックし、つぎに数字2がついたグレーのボックスの左右にある矢印をクリックしてみましょう。ここで、ヴァインで音高の範囲がどのように変化するかに注意して下さい（脚注2）[2]。

すべての移調ボタンをリセットするため、数字ボックスの下の「=」をクリックします。、それから、次のセクションに移る前にすべてのピッチを消すため、「STOP ALL」をクリックします。

[2]脚注2: オクターブと他の移調矢印について、移調は中央の黒いボールが20-20000ヘルツの可聴域にあれば続けることができますが、この範囲を越えると矢印が画面から消えます。つまり移調はこれ以上不可能であるということです。

MONOモードとPOLYモード

「モノ」 と「ポリ」のモードボタンは、画面左下角の「STOP ALL」ボタンの隣にあります。ポリモードでは全ての音が停止されるまで鳴り続けるので、コードの組み立てに適しています。モノモードでは、いま鳴っている音は次の音が鳴り出すと消えてしまうので、メロディーの演奏により適しています。また、音が鳴っている間のモード切り替えも可能です。例えば、ポリモードでコードを作っておき、モノモードに切り替え、そのコードの上でソロをとることができます。

次のセクションに移る前に、ヘイワード・チューニング・ヴァインがポリモードに設定されているか確認してください。

パッチの選択とパラメータ

パッチ選択ボタンは画面左手上部角にあります。ここで、カラーボールをクリックしたとき、どんな種類の音が出るかを選びます。ドロップダウンのメニューで選択するか、あるいはその左にある矢印の切り替えで行います。ヘイワード・チューニング・ヴァインには正弦波、のこぎり波、三角波、方形波という4つの基本的な波形があらかじめ設定されています。また、フリーソフト、Pure Data（ピュア・データ）によりオリジナルなサウンドを合成し、「LOAD」ボタンを使ってアプリケーションに取り入れることも可能です。

そのパラメータ設定は「LOAD」ボタンの右側にありますが、ここでサイン波のヴォリューム、パン、アタック、リリース時間、さらに複雑な波形を用いる際のローパスフィルタを調節できます。ソフトに設定されている合成パッチについては、そのパラメータ設定は、すでに鳴っている音高ではなく、これから出そうとする音高に常に影響します。ご注意下さい。

オプションとマスターボリューム

オプションボタンとマスターボリュームのフェーダーは画面右手上部にあります。各セッションの前に、同時に使うと予想される最大数の音高を鳴らしてみて下さい。結果として出来あがったコードが音の歪みを生じる場合、歪みが消えるまでフェーダーを下げます。こうして、歪みを気にせずにセッションを開始することができます。

オプションボタンはボリュームフェーダーの上部にあり、これを押すと現れるダイアログボックスにおいて、使用する音響機器、「キャリブレーション（較正）」、「1/1 周波数」を選択します。標準的なチューナーに見るように、キャリブレーション（較正）とは調律システムの基準音高のことです。これは慣例的には、A4、つまりピアノ鍵盤では中央のCの長6度の音高に設定されます。この音高は、ソフトの最初のインストールでは440ヘルツに設定されますが、これを349から499ヘルツの間の値に変更することが可能です。「1/1 周波数」でチューニング・ヴァインの中央の黒いボールの周波数を設定します。

チューニング・ヴァインを使い始めの段階では、1/1 周波数はキャリブレーションと同じ周波数にセットした方が良いでしょう。いったんその作動のしかたがよくわかってくると、異なる値に

変えてみたくなるでしょう。キャリブレーション周波数であるA4の長3度下にあたるF4、あるいはピアノ鍵盤で中央CのC4などはその一例です。

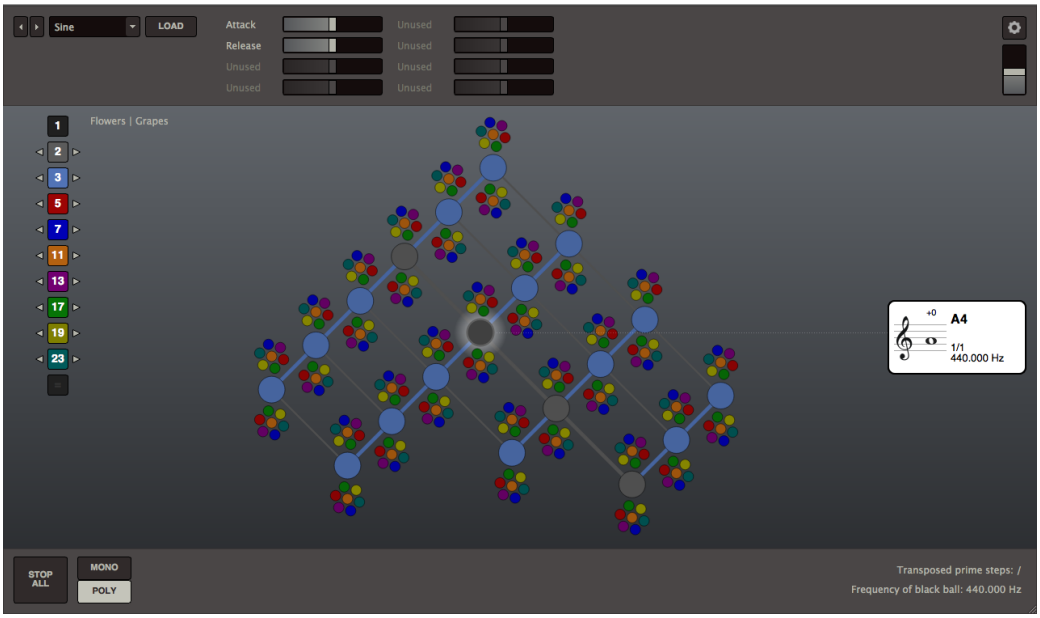
詳しい情報は次のセクションの終わりにある「1/1 周波数の設定ガイド」をご覧ください。

2. ヘイワード・チューニング・ヴァインの作動のしかた

この章では様々な色のボールが何を意味し、それが純正律として知られる音律にどう関係しているのかを詳しく見ていきます。どのようにこのソフトが作動するのかについて直観的な感覚を得るため、セクション間を往復しながらいろいろ試してみることをお勧めします。

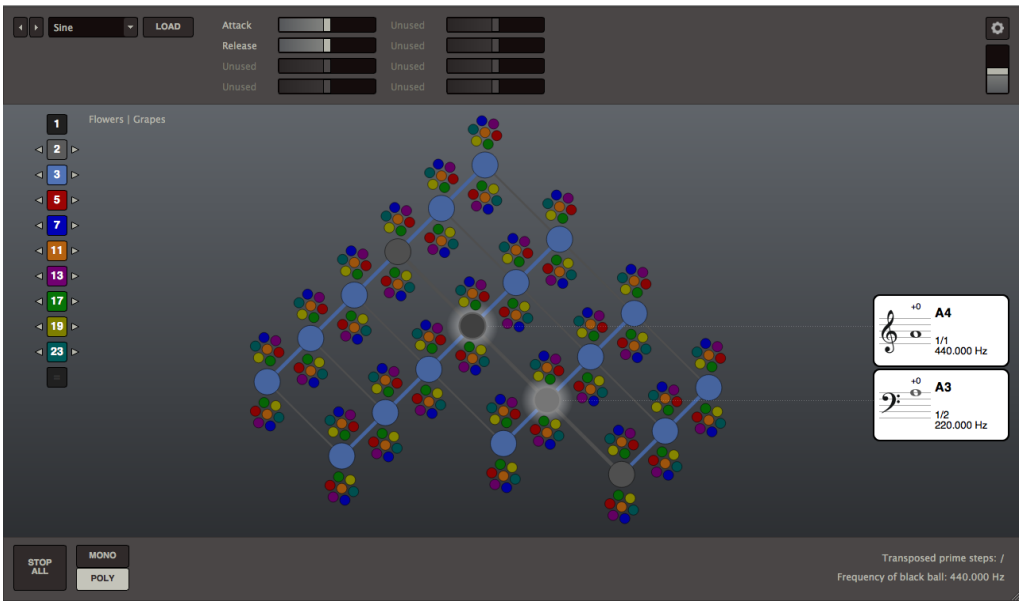
素数2:オクターブ

まず、真ん中の黒いボールをクリックして下さい。音がしてボールが光ると同時に、画面の右側にカードが現れます：



このカードには、いま音が聞こえている音高の音楽的記譜と付加的情報が見て取れます。この音高はカード上の五線譜でピアノの中音域のCの上に来るAとなっていますが、五線譜の右上に太字でA4とも示されています。右下に440.000HzとあるのはA4が440 Hz に調律されているということです（ ヘルツは一秒当たりの振動数）。 その真上に1/1という比率が表示されています。 純正律として知られる音律においては常に、他のすべての音高を生み出すもととなる音高のことをこの比率で表します。そういうわけで、これがヴァインの中央に置いてあるのです。

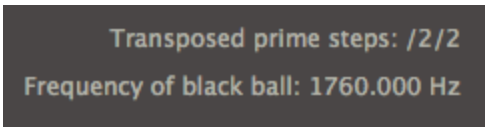
それでは中央の黒いボールの右下にあるグレーのボールをクリックしてみましょう：



このボールのカードに示されるのは中央のCより短3音下のAですが、これは黒いボールよりちょうど1オクターブ低くなります。1オクターブ低いため、A4というよりはA3として表され、その周波数は440ヘルツから 220ヘルツへと半分になりました。1/2という比率にもそれが表れています。黒いボールの音高の比率の半分です。カードの五線譜に示された音を注意して見て下さい。この音を表すボールと同じグレー色になっています。

さて、他のグレーのボールをクリックしてみましょう。音を聴き、カードの情報をチェックしましょう。

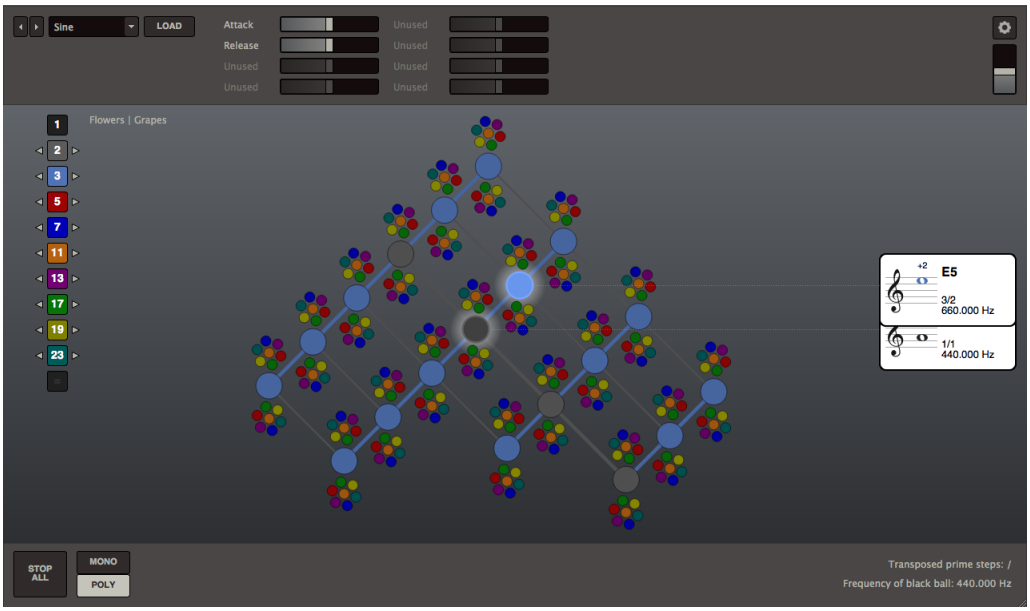
たぶんもうおわかりのように、グレーのボールは常に中央の黒いボールとオクターブの関係を示します。音響的観点からすると、常にオクターブの関係はある音高を2倍するか、あるいはこれを2で割るかによって得られます。このようなわけで、画面左にある移調ボタンのうち、グレーボタンに2という数字がマークされているのです。このボタンの左側の矢印を押すと中央の1/1の周波数が2分の1となり、右側の矢印を押すと2倍になります。このことを確認するには、オクターブの移調矢印をいろいろクリックし、画面右下角の情報をチェックしましょう。例えば、次の例では2オクターブ上に移調されました：



次のセクションに移る前に、「=」をクリックし移調をリセットしてください。それからいま鳴っている音をすべて消すため、「STOP ALL」をクリックします。

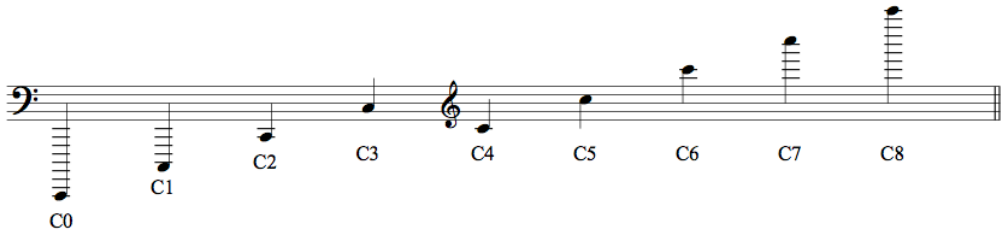
素数3：完全5度

さて、黒いボールを再度クリックし、それからその斜め右上にある水色のボールをクリックします。ひとつの音程が聞こえ、画面に次のイメージが現れます：



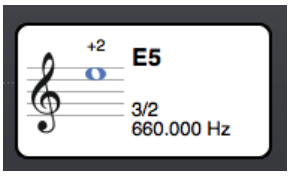
画面右のカードの五線譜で確認できるように、 これは完全5度として知られる音程です。この音程は1オクターブより小さいのでカードは重なり合います。あるカードを前面に置くには、いま光っているボールかカードにマウスを滑らせます。例えば、A4を前に置くには黒いボール上に、E5を前にするときは水色のボール上にマウスを滑らせます。

それでは、水色のボールのカード情報を細かく見ていきましょう。E4ではなくE5と表示されていますが、それはこの音がその下のA4より1つ上のオクターブに含まれていることを示します。オクターブ上の位置表記のために音高に番号をつけるこのやり方は、「科学的音高表記法」として知られ、これはある音高のCの上昇音列中での位置に基づきます：



中央の黒いボールをクリックしたときに鳴るAをA4と名づけるのは、この音がC4から始まるオクターブに含まれるからです。また、水色のボールをクリックしたときに鳴るEがA5とするのは、この音がC5から始まるオクターブに含まれるからです。ヘイワード・チューニング・ヴァインである音を鳴らしてみると、「科学的音程表記法」により瞬時にどのオクターブにそれが含まれるかがわかります。さらには、こうして、この表記が伝統的五線譜とどのような相関があるのかも把握できるようになります。

また.、水色のボールについたカードには比率3/2が表示されています。この値は水色のボールと中央の黒いボールとの周波数関係を示します。黒いボールの周波数は440ヘルツ、そしてこれを2分の3倍にすると600ヘルツとなります。
これが水色のボールの周波数で、いまそのカードに示されています：

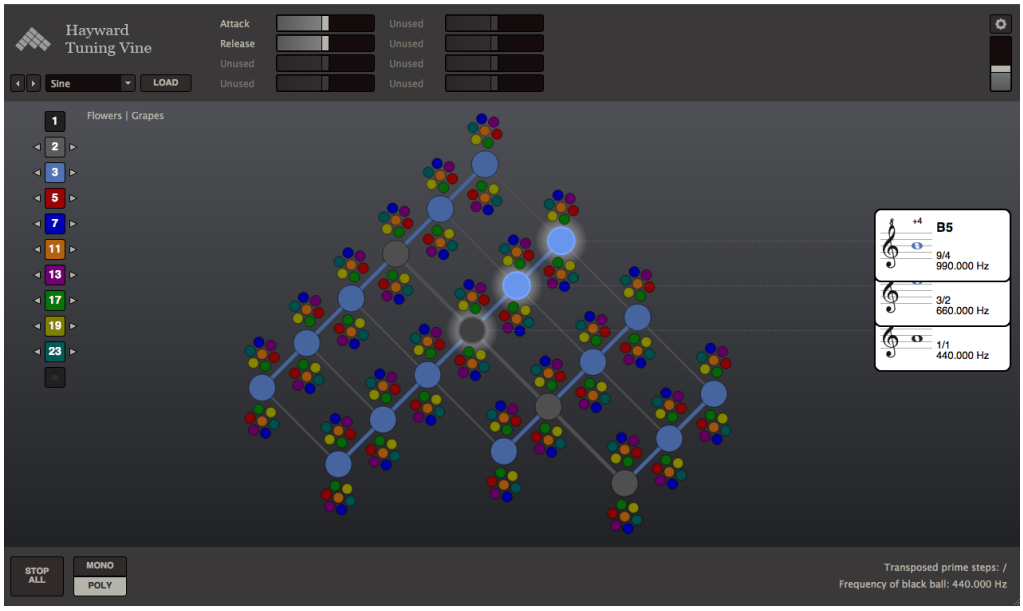


最後に扱うカード情報は、音符の真上に現れる+2という値で、これは音高のセント偏差のことです。セントとはピアノ鍵盤の半音の、たった100分の1という極小の音程です。1ドルが100セントであるように、平均律の半音は100セントとなります。

ピアノの鍵盤における半音がtempered（補正あるいは調整された）と呼ばれるのは、整数比に基づいた音程ではないからです。カードに示されたE5が黒いボールの周波数を2分の3倍にしたものであるのに、ピアノ鍵盤でのA4とE5の間の完全5度はそのような単純な比率では記述できません。というのもその完全5度は平均律として知られる調律のシステムに適合するよう、非常にわずかながら小さくなっているからです。3/2という「合理的な音程」は平均律のシステムに合うよう「補正」されたというわけです。

音符の上に表示されるセント値は、ヘイワード・チューニング・ヴァインの合理的音程がピアノ鍵盤による平均律音程からどの程度偏差があるかを示しています。表示にある通り、この偏差は完全5度の場合、平均律の半音のわずか50分の1と、極めて小さいです。しかし、完全5度が互いに重ね合わされると、偏差は蓄積され始めます。

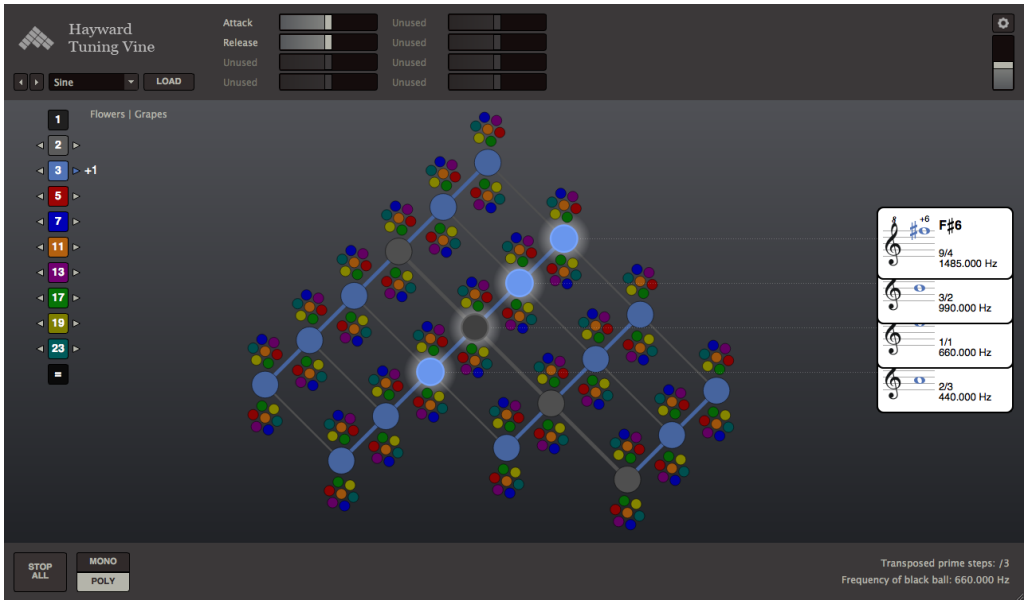
黒いボールの右上、2つ目の水色のボールをクリックしてみましょう：



カードの示す比率がいま9/4であることに注目しましょう。これはボールが黒いボールから2ストラット（ボール間の”支柱”）離れたところにあり、その各ステップが3/2という比率を表すからです。したがって、B5に関する比率は 3/2の2乗、つまり9/4となります。この比率かけ合わせの原理はヘイワード・チューニング・ヴァインのすべての音高に適用されます。ある比率がどんなに複雑に見えようとも、それは中央の黒いボールに各ステップに結びついた比率を次々にかけ合わせた結果であるので、その過程は常にたどることができます。

ここで再びセント偏差に戻るならば、B5のカードが示しているのは4セントの増加をしたということで、これはE4の場合よりも2セント大きな値です。F ♯6を完全5度動かしたとき、どのようにこのプロセスが続くのかを理解するには、まずF♯ 6を見える範囲内に持ってくる必要があります。このため、水色の数字ボックスの右側の移調矢印をクリックします：

これでヴァイン全体が完全5度入れ替わり、F♯6が見える範囲に入ってきます。そして、F♯6をクリックすると次の情報が明らかになります：



カードにあるように、F♯6 の偏差は+6です。実際、ヴァインで完全5度高くするたび偏差には2セント加わります。

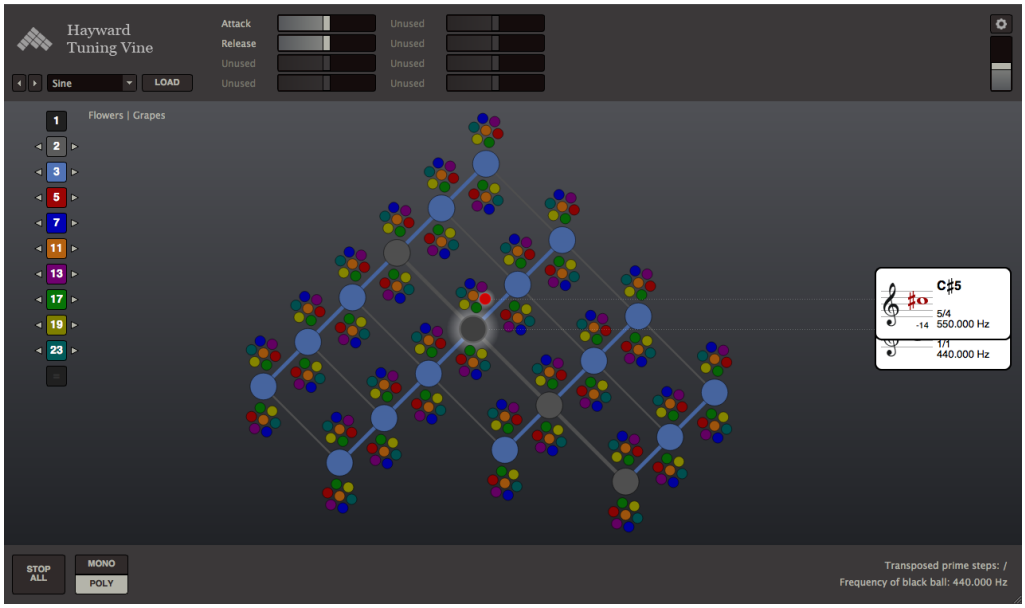
このことが比率とどのようなコントラストをなすかに注意しましょう。ヴァインでの各ステップごとに、ある決まったセント値が常に加減される一方、比率は常に掛け合わされます。このことは素数3の音程にだけでなく、ヴァインに含まれるすべての音程に当てはまります。

さて、数字ボックスの下の「=」をクリックし、移調を取り消してください。F♯6のボールはもう見えませんが、まだ音が聞こえていることに注意しましょう。それは、いまやヴァインの可視範囲の外に位置しているからです。

次のセクションに移る前に、「STOP ALL」をクリックし鳴っている音をすべて消しましょう。

素数5：長3度

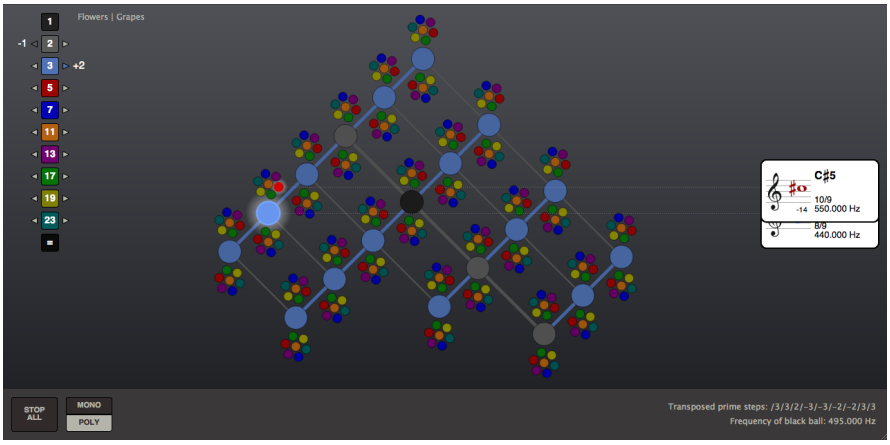
まず、中央の黒いボールとそのやや右上にある小さな赤いボールをクリックすることから始めましょう：



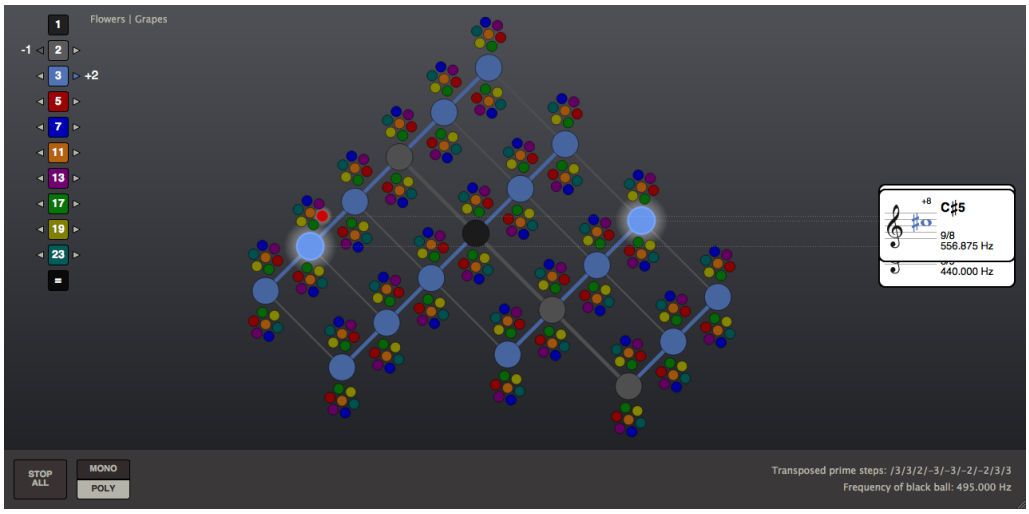
カードに表示された比率は5/4で、黒いボールの440ヘルツはこの比率倍され550ヘルツになっています。この音程は純正長3度として知られています。セント偏差は-14なので、この音程がピアノ鍵盤での長3度よりかなり低いことは明らかです。

ヘイワード・チューニング・ヴァインに含まれているすべての音程は純正音程として知られています。「純正」と言うのはこれが整数比関係に基づくからです。純正律とは周波数間の整数比に基づく調律のシステムに与えられた名称です。

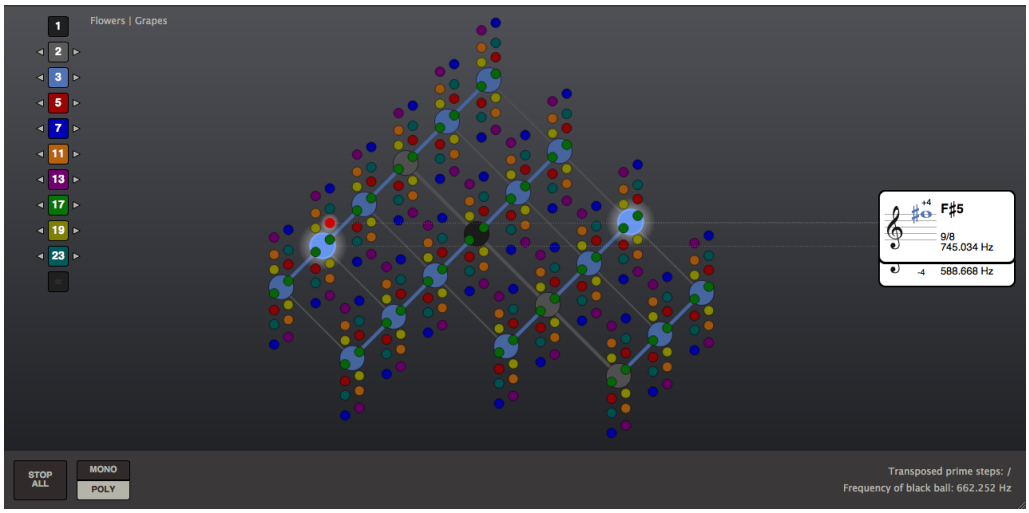
チューニング・ヴァインには現在、1つ以上の純正長3度が含まれています。比率5/4に基づくものと素数3に基づくものを比較するため、グレーの数字ボックスの左の矢印を1回、水色の数字ボックスの右の矢印を2回クリックしてください。ヴァインには下降1オクターブかつ2上昇完全5度の移調が行なわれ、AとC♯は画面左の方に移動しました：



さて、強調表示されている赤いボールから出ている点線を、画面右の大きな水色のボールまで辿ってください。このボールをクリックし、その結果を聴きましょう：



うなりが聞こえますが、これは赤と水色の2つのボールのピッチが極めて近いことが原因です。それがどの程度接近しているのかを正確に知るには、マウスをそれぞれのボールの上に置き、ヘルツ数とセント偏差を比較します。水色のボールの周波数は555.875 ヘルツでセント偏差は+8です。赤のボールはわずかに低く、周波数は550 ヘルツでセント偏差は-14です。しかし、いまフラワーヴューでは赤のボールは水色のボールよりわずかに高い位置にあります。グレープヴューに切り替えると、赤のボールは各ピッチの現在の旋律的位置を反映して水色のボールよりわずかに低い位置に来ることがわかります：



どんな移調が行われるとしても、カードに示された比率は常に中央の黒いボールの現在設定された周波数と関係しています。いまC♯5という水色のボールについたカードの比率は9/8となっていますが、これは黒のボールのピッチががB4へと移動したからです。水色のボールで表されるA4とC♯5の関係は9/8掛ける9/8、つまり81/64となります。最初の9/8 の値がA4を黒いボー

ルで表わされるB4に導き、次の9/8 の値はこの黒いボールをC♯5を表わす水色のボールに導くというわけです。

5/4 の比で調律された長3度と81/64で調律された長3度との差はコンマ差として知られており、これは純正律において異なる素数どうしの間に生じる多くのコンマ差の一例に過ぎません。コンマ差はひとつの問題としてではなく、純正律で音楽を作る際の特色となるものとしても考えられるでしょう。また、コンマ差がその結果として生むさまざまな速度のうなりが、調律をリズムに結びつける方法をも可能にします。

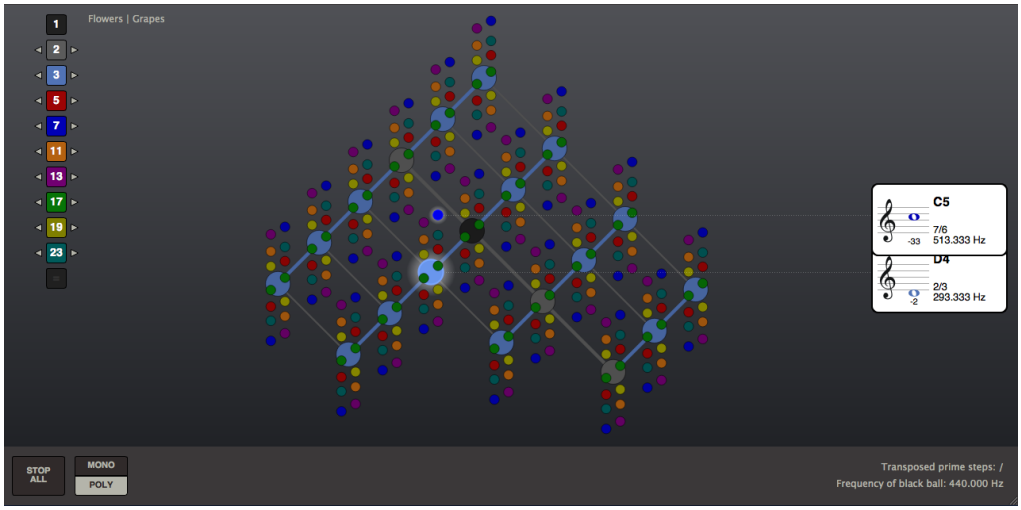
素数3に基づく音程はしばしばピタゴラス音程と、また素数5に基づく音程はプトレマイオス音程と呼ばれています。それゆえ、 5/4 の長3度はプトレマイオス長3度、81/64の長3度はピタゴラス長3度として知られています。

次のセクションに移る前に、「=」をクリックし移調をリセットします。そして、「STOP ALL」をクリックしすべての音を消してください。ただし、グレープヴューはセットしたままにしておきます。

素数7：ブルース音程

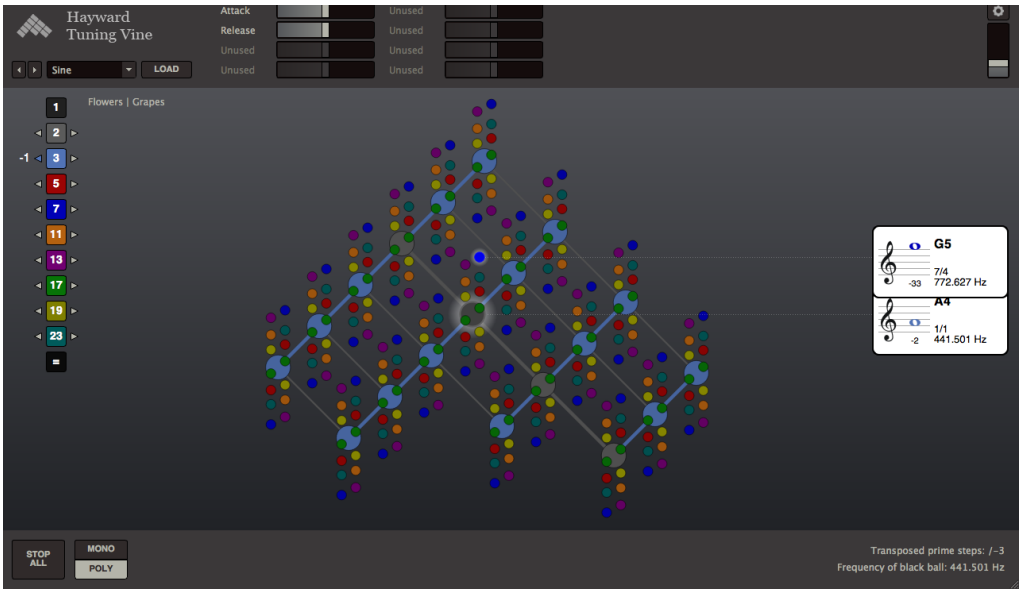
西欧クラシック音楽の伝統的なハーモニー理論は5リミット音程をベースにしています。
それは今までのセクションで扱った素数2、3、5だけに基づく音程のことです。ピアノ鍵盤で聞かれる平均律にはこれらの音程との偏差が現れる一方、素数７によって開かれる一群の音程は平均律との偏差が過度であるため一般に西欧古典音楽の理論からは除外されてきました。しかしながら、7リミット音程はブルースの音楽、さらにはインド古典音楽のような非西欧的伝統の中に頻繁にみられます。5以上の素数をもとにした音程は古代ギリシャの音楽理論にも不可欠です。

7度音程の探求を始めるため、まず中央の黒いボールの左下の水色のボールを、それからその水色のボールの右上のダークブルーのボールをクリックして下さい：



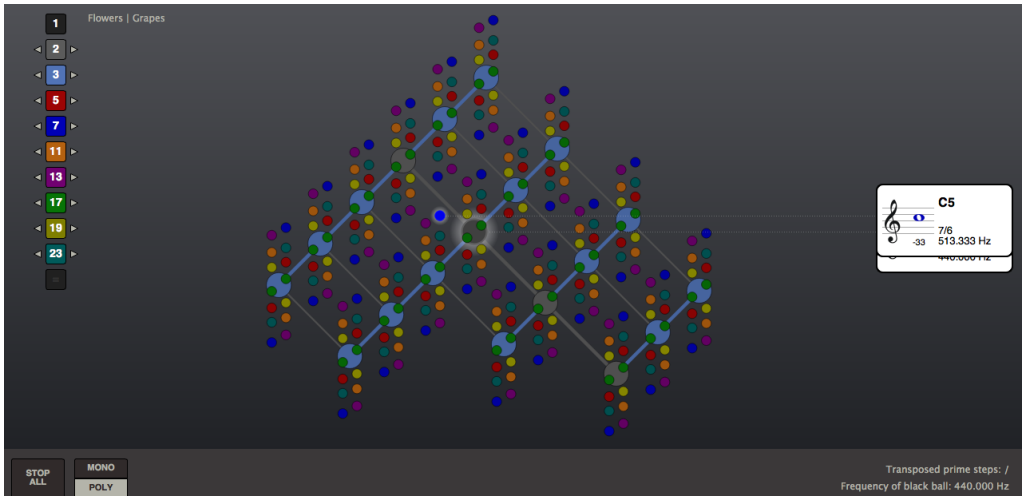
この音程は7の短7度として知られています。2つのピッチのどちらも中央の黒いボールではないので、音程の比率はヘイワード・チューニング・ヴァインの中には直接表示されていません。しかし、それは2枚のカードにある比率から容易に推測できます。D4は黒いボールの下の完全5度(2/3)で、これを3/2 倍すると中央の1/1周波数が得られます。(2/3 x 3/2 = 1/1)。3/2に7/6（強調表示されているダークボールの黒いボールに対する比率）を掛けると21/12、つまり7/4が得られ、これが7の短7度の比率となります。中央の黒いボールを直接含まぬ音程の比率をよりすばやく計算するには、これを黒いボールを含む位置に移調します。

たとえば、水色の数字ボックスの左の矢印をクリックし、ヴァインを完全5度下方に移調すると、7の短7度は中央の黒いボールとの関係において示されます。こうして、比率は強調表示されているダークブルーのボールのカードから直接読み取れます：



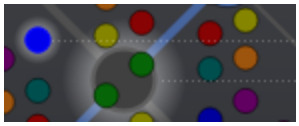
ここで「=」をクリックして移調をリセットします。

さて、今度は7の短3度を聞くために、中央の黒いボールをクリックし、それから強調表示されている水色のボールを消すためにクリックして下さい。そしてダークブルーのボールの上でマウスを動かしカードが画面前面に来るようにします：



カードに-33セントと示されているように、7の短3度はピアノ鍵盤に見られる典型的な短3度よりもほぼ正確に半音の3分の1だけ低くなります。これはしばしばブルースの音楽に結びつけられるフラットした短3度です。

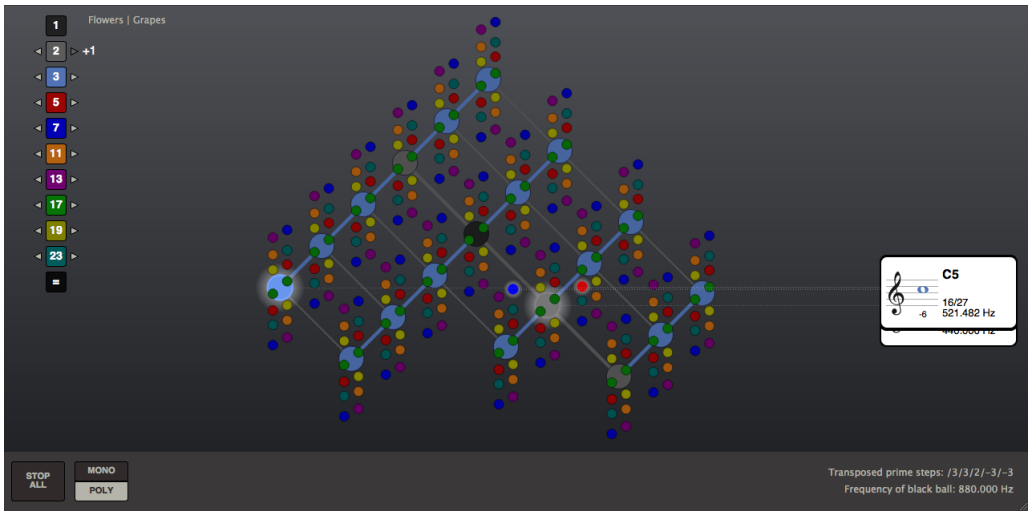
ヘイワード・チューニング・ヴァインでは、この7の短3度を6/5のプトレマイオス短3度や32/27のピタゴラス短3度と直接比較することができます。強調表示されているダークブルーのボールとカードを結ぶ点線を辿ってみると、真上にある赤いボールの下部を通り越し、水色のボールの右へと向かっていることがわかります：



この赤のボールをクリックすると、二つの音程のコンマ差によって生じるうなりが聞こえます。

32/27のピタゴラス短3度をヴァイン上に位置付けるため、まず、この比率をより小さな素数に分解して下さい。 32 = 2 x 2 x 2 x 2 x 2、かつ 27 = 3 x 3 x 3、なので32/27は2 x 2 x 2 x 2 x 2 /3 x 3 x 3と書き直せます。次に、この素数による階乗比率を個別の比率に分解すると、2/3 x 2/3 x 2/3 x 2/1 x 2/1となります。ここで、 この分解された各比率が、1/1 の中央の黒いボールを起点とし、どのような移動にうつしかえられるかを考えましょう。2/3は下降完全5度を、また2/1は1オクターブの上昇を示すので、この5つの比率は黒い中央のボールから下方へ3つの水色のストラット（ボール間の”支柱”）、かつ上方に2つのライトグレーのストラットの移動であると置き換えられます。最後のストラットはヴァインの可視範囲外にあるので、グ

レーの数字ボックスの右矢印をクリックして、1オクターブの上方移調をする必要があります。ヴァインの左端の大きな水色のボールをクリックすると、同時に3つの短3度が聞こえます：



MONOモードに切り替え、強調表示された赤と水色のボールを交互にクリックすることで、直接比較することが可能です。

水色のボールのカードに表示されている比率は、いまや32/27ではなく16/27です。というのも、比率はいつも黒のボールとの関係として得られるからで、今その周波数は1オクターブ上に移調されています。

素数11以上：複雑な音程

さて、素数11、13、 17、 19、 23に基づく音程探求の準備ができました。新しい素数のそれぞれは、ある独特の味わいを持つグループの音程を開きます。中央の黒いボールのすぐそばのカラーボールをクリックし、それらのボールについたカード上の情報を詳しくチェックすることで、周波数比率をよく理解し、純正律にはピアノ鍵盤の平均律からどの程度の偏差があるのかがわかります。すぐにお分かりになるように、素数11と13は平均律に対して極めて大きな偏差を持ち、最初は全く外れた音のようにも聞こえるかもしれません。しかし、いったん耳が慣れてくると、純正律のシステムに含まれる広大なハーモニーの世界によって、ピアノ鍵盤の平均律の方が音程を外れた、ハーモニー的に限界があるものとみえることは充分ありそうなことです。

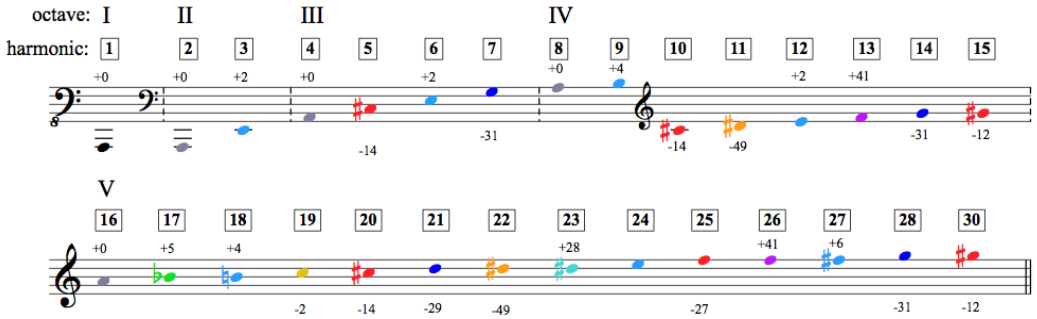
ハーモニーの下地である素数関係に基づき、ヘイワード・チューニング・ヴァインはピアノ鍵盤にとって代わるインターフェイスを提供します。これを使い、オクターブあたり12ステップにピッチ数を制限せず、ハーモニー空間を直感的に探究できます。

次のセクションに移る前に、キャリブレーションをA4、そして1/1 周波数を A440にリセットして下さい。「=」をクリックし移調をリセットし、「STOP ALL」で鳴っているピッチをすべて消してください。グレープヴューはそのままにしておきます。

素数、高調波音列、低調波音列

純正律として知られる調律のシステムでのすべての音程は、結局、高調波音列と低調波音列から派生させることができます。簡単に言うと、高調波はある周波数の整数による乗法に、低調波は整数による除法に基づいているということです。

この周波数をA0と定義するならば、高調波音列の最初の5オクターブは次のようになります（脚注3）[3]：

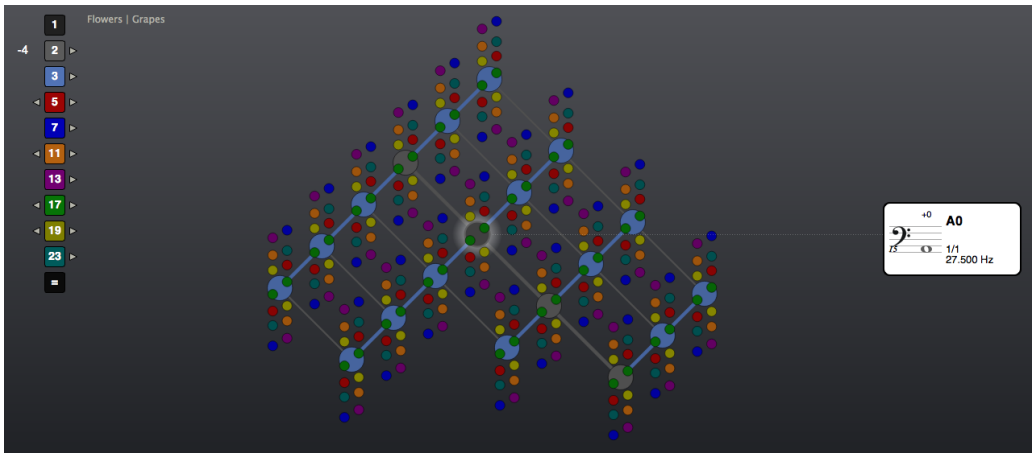


これから高調波音列をチューニング・ヴァインにマッピングし、ヴァインの機能をさらに深く理解して行きましょう。

[3] 脚注3：素数29と31はチューニング・ヴァインの現在のヴァージョンに含まれていないので、5度のオクターブから外されています。

高調波音列

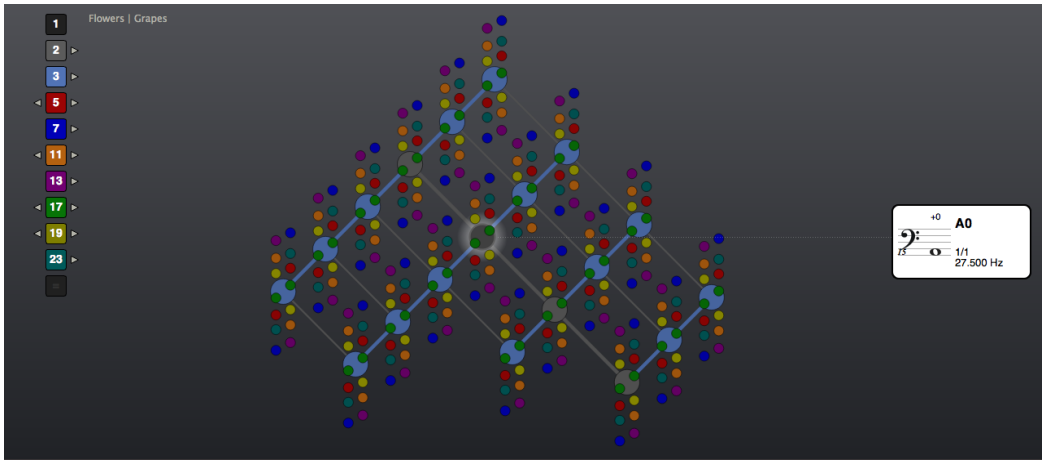
まず、グレーの数字ボックスの左の移調矢印を4回クリックし、ヴァインを4オクターブ下に移調します。そして中央の黒いボールをクリックします：



黒いボールはA0にセットされ、その周波数は27.5ヘルツです（脚注4）[4]。「オプション」でこの数値を1/1 Frequency（1/1 周波数）に入力します：

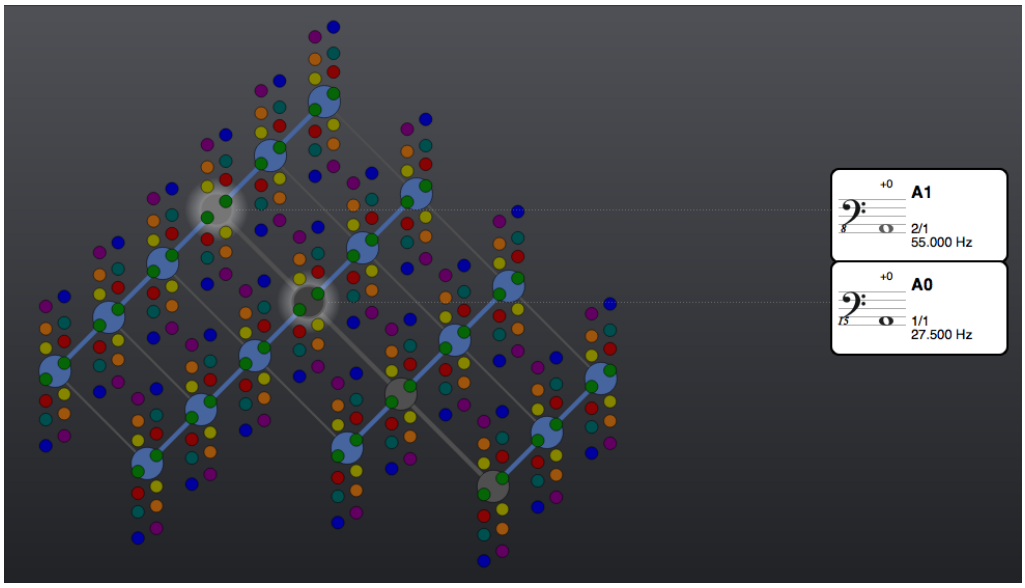
「=」ボタンを押し、移調をリセット、そして「STOP ALL」を押し、いま鳴っている音をすべて消します。
中央の黒いボールをクリックすると、それはA0にセットされています。移調の必要はなくなりました：

[4] 脚注4：デフォルトの正弦波は低周波であるため、どんなスピーカでも聞こえるとは限らないでしょう。他の波形に変える必要があるかもしれません。

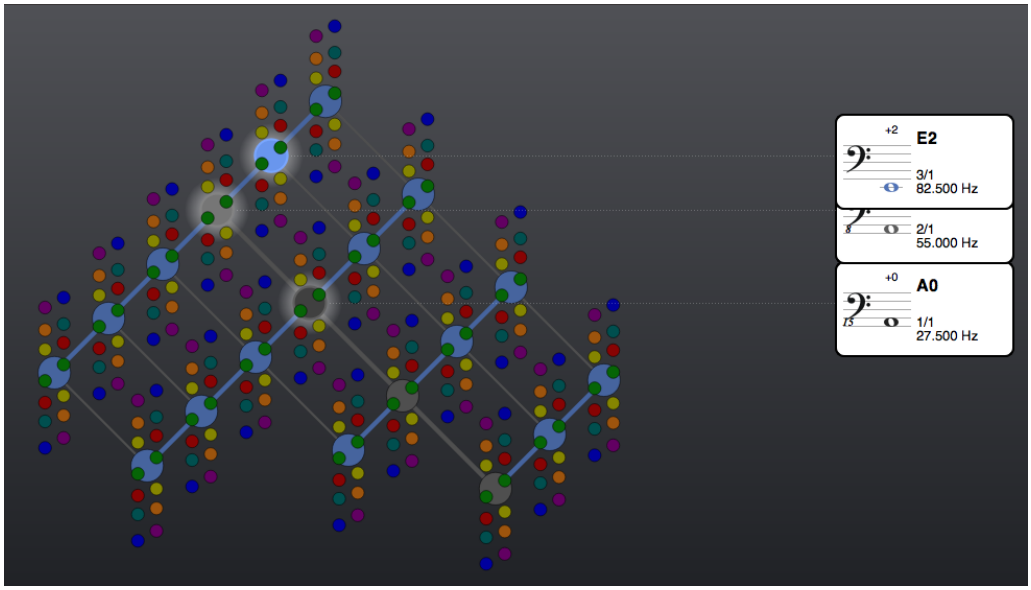


この黒いボールはA0から始まる高調波音列の第一音に設定されました。

高調波音列を上に辿って行きましょう。黒いボールの左上部にあるグレーのボールをクリックして下さい。このとき、黒いボールの音も鳴り続けているように、「POLY」モード設定になっているかを確認します：

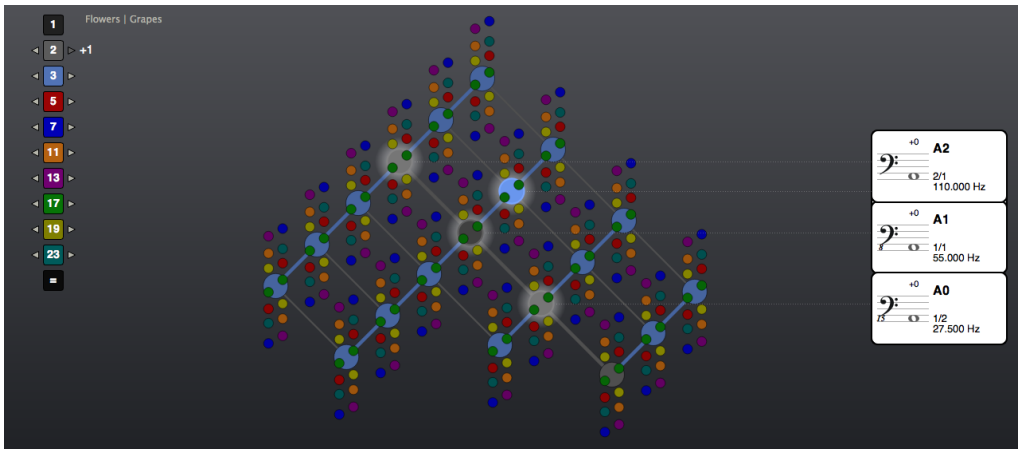


このグレーのボールが高調波音列の第2音ということです。第3音を鳴らすには、いま強調表示されているグレーのボールの右上方の水色のボールをクリックします：



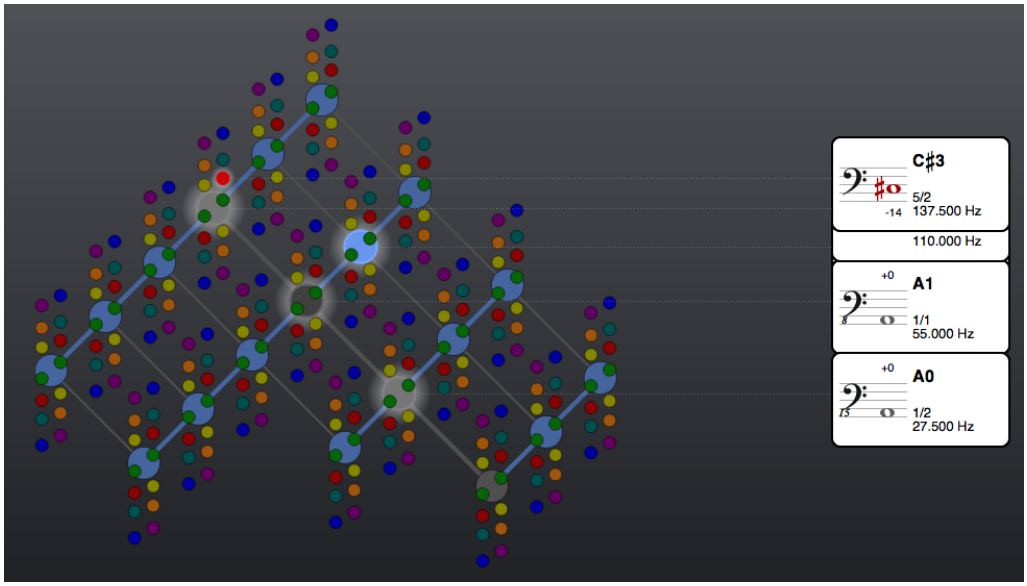
この第3音の音高は高調波音列の第1音に対し比率3/1ですが、第2音に対しては3/2であることに注意しましょう。

さらに高調波音列の上昇を続けます。第4音を鳴らすにはまずヴァインを1オクターブ移調する必要があります。そして最上部のグレーボールをクリックします：



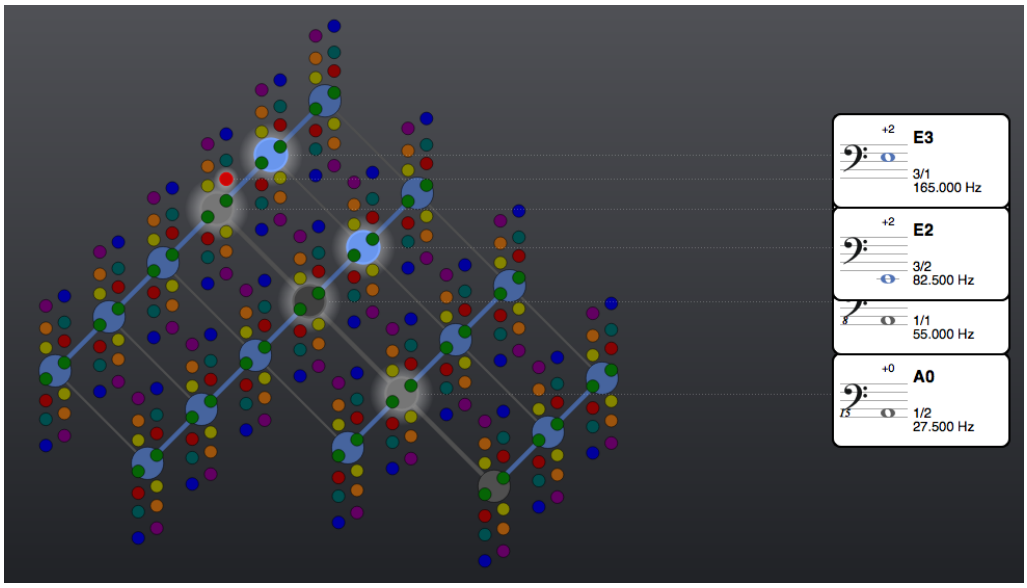
この第4音は高調波音列の第3オクターブ最初の音です。第4音の第1音に対する比率は4/1、第2音に対する比率は4/2 = 2/1、そして第3音に対する比率は4/3 です (第4音のカードに示された比率が2/1となっているのは、ヴァインが常に中央の黒いボールの現在設定されているピッチとの関係で比率を表示するためです。黒いボールは定義上常に1/1に設定されます)。

第5音を鳴らすには第4音の上の赤いボールをクリックします：



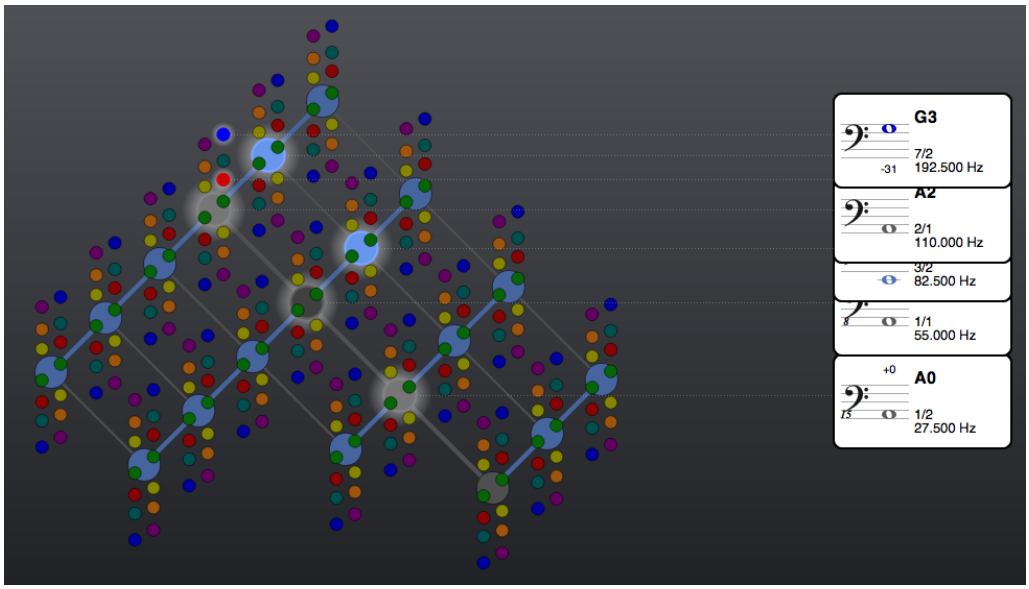
第5音は第1音との比率が5/1、第2音との比率5/2、第3音との比率5/3、第4音との比率が5/4です。

第6音を鳴らすには第4音の右上の水色のボールをクリックします。
この第6音は水色のストラットで第4音に連結されています：



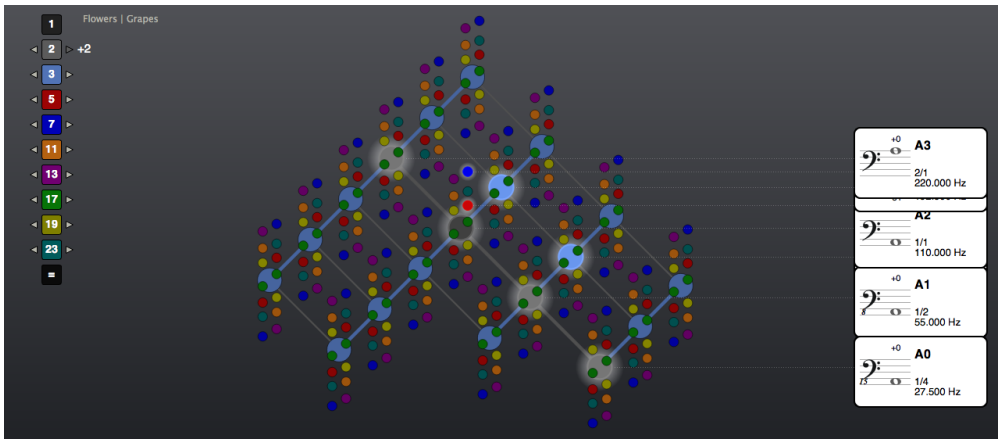
第6音は第1音との比率が6/1、第2音との比率6/2 = 3/1、第3音との比率6/3 = 2/1、第4音との比率が6/4 = 3/2、第5音との比率が6/5です。

第7音を鳴らすには第4音の右上のダークブルーのボールをクリックします。
この第4音は水色のボールです：

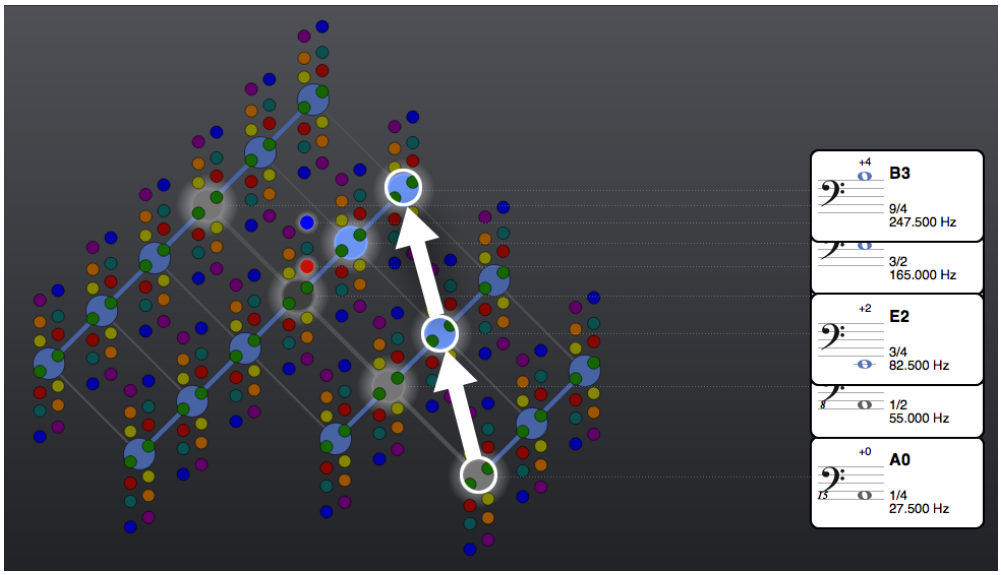


第7音は第1音との比率が7/1、第2音との比率7/2、第3音との比率7/3、第4音との比率が7/4 = 3/2、第5音との比率が7/5、第6音との比率が7/6（ブルースマイナー3）です。

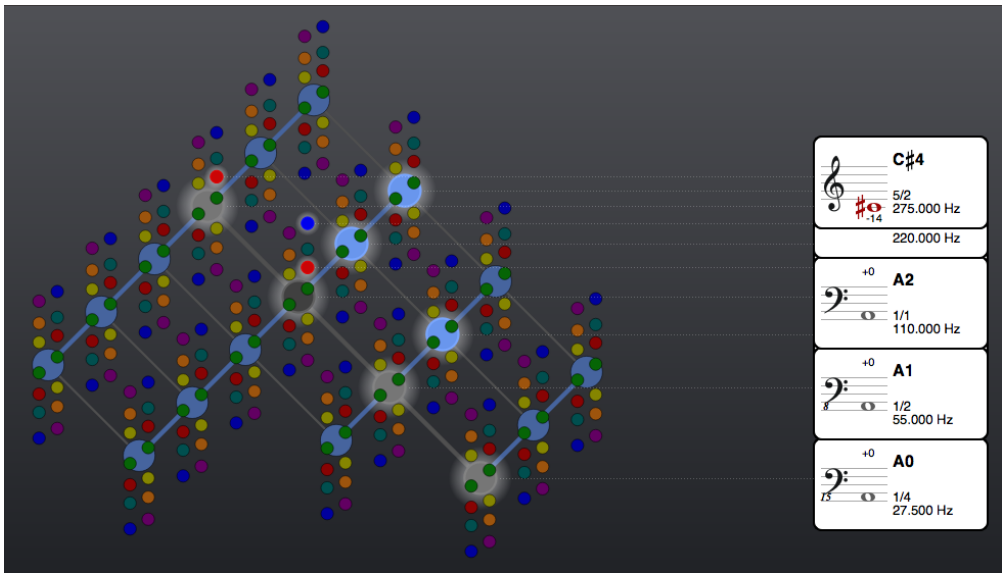
第8音を鳴らすには、ヴァインをさらに1オクターブ上に移調し、もう一つの明るいグレーのボールが見えるようにする必要があります。このボールをクリックすると第8音が得られます：



高調波の第1音から第9音への上昇を、音程比3/1の 2ステップとして辿ることができます：

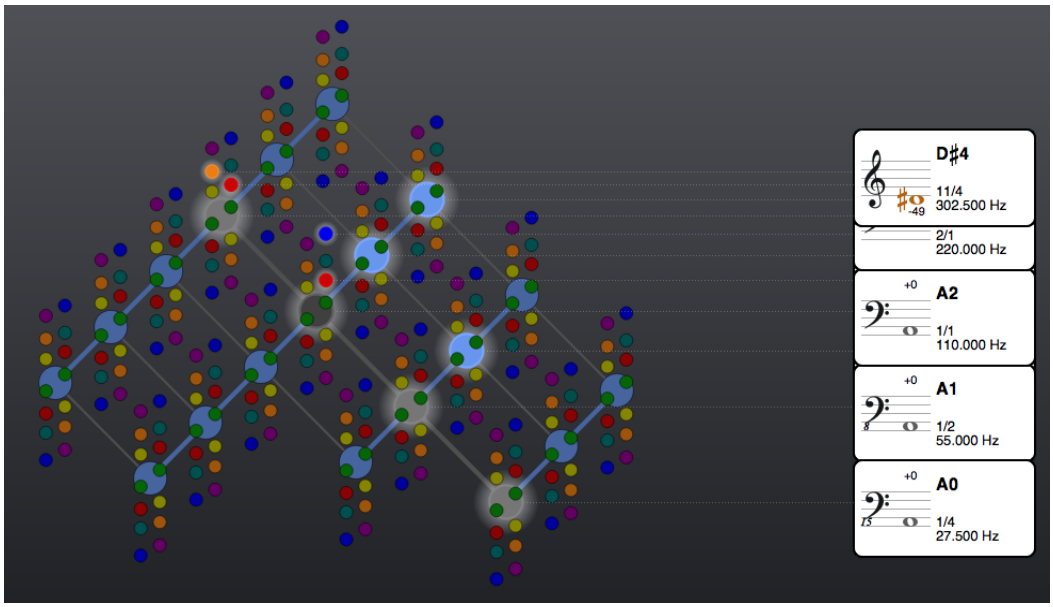


高調波第10音を得るには第8音の上の赤のボールをクリックします：



第10音の第8音との比率は10/8、つまり 5/4で、これは二つの強調表示された赤のボールの位置の中に見て取れます。すなわち、黒のボールの真上の 5/4と最も上のグレーボールの真上の10/8です。

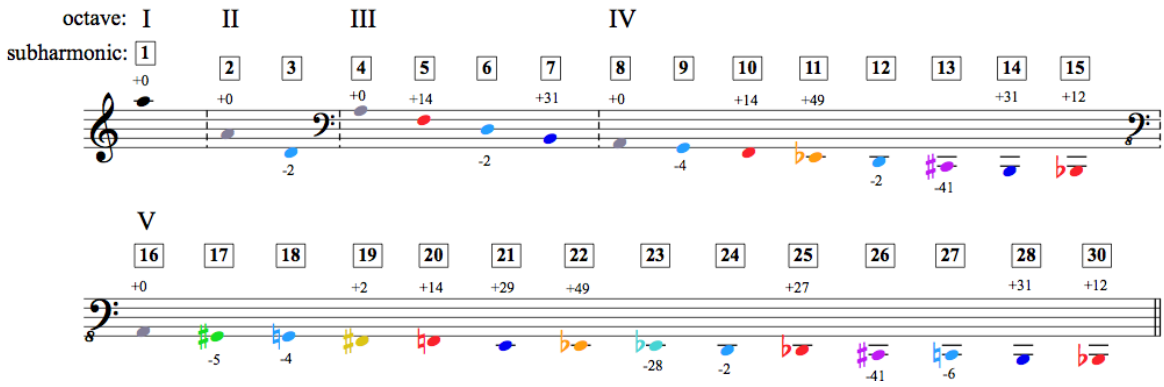
第11音を鳴らすには第8音の上の明るいオレンジのボールをクリックします：



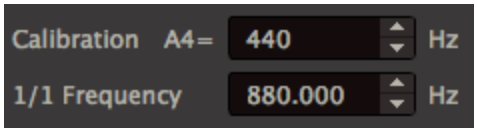
さらに高調波音列の上昇を試してみてください。特にどこに素数があるのかに注意し、高調波音列内での素数の位置を理解していきましょう。

低調波音列

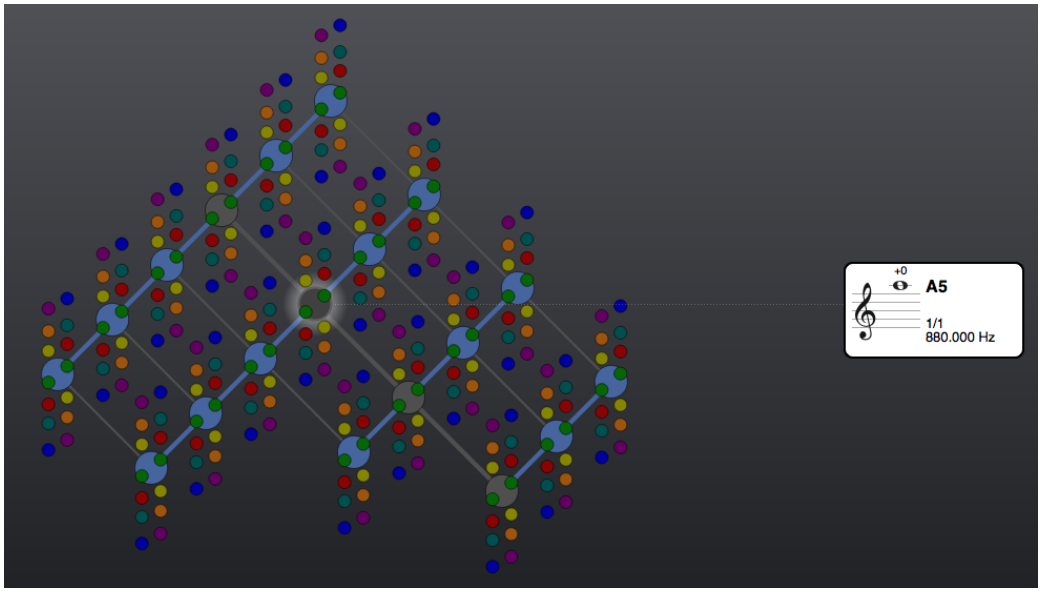
高調波音列のヴァインへのマッピングに適用したのと全く同じ原理を低調波音列のマッピングにも適用します。低調波音列は周波数の除法に基づくので、高い周波数から始めるのが理にかなっています。つまり、より低い低調波のための余地を残すのです。以下の低調波音列では、その周波数はA5に設定しました：



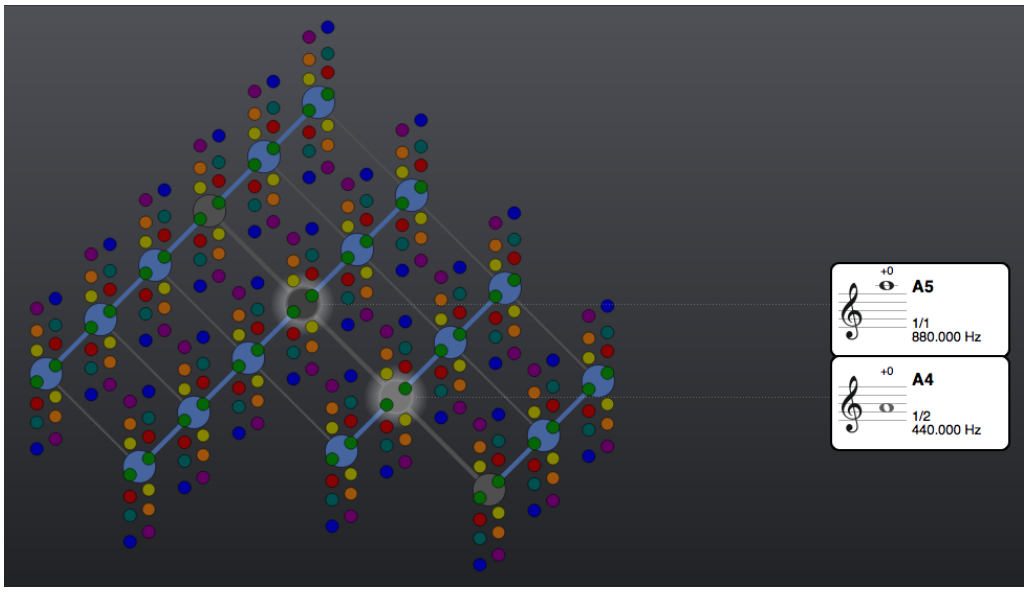
マッピングを開始するために、まずは「キャリブレーションA4」を440ヘルツに、それから「1/1 周波数」を 880ヘルツに設定します：



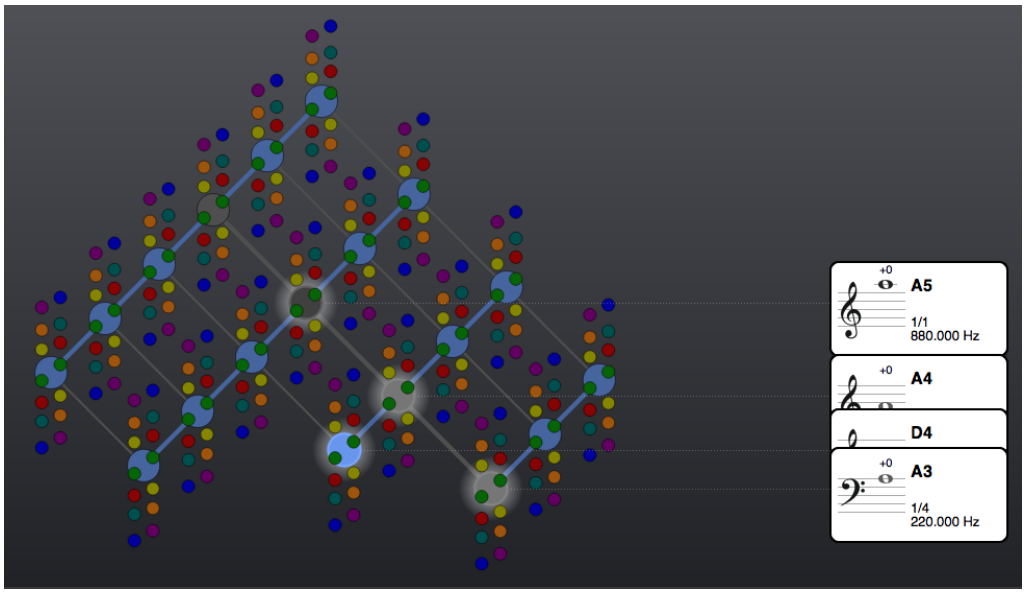
さて中央の黒のボールをクリックし、低調波の第1音を鳴らします：


+0
A5
1/1
880.000 Hz

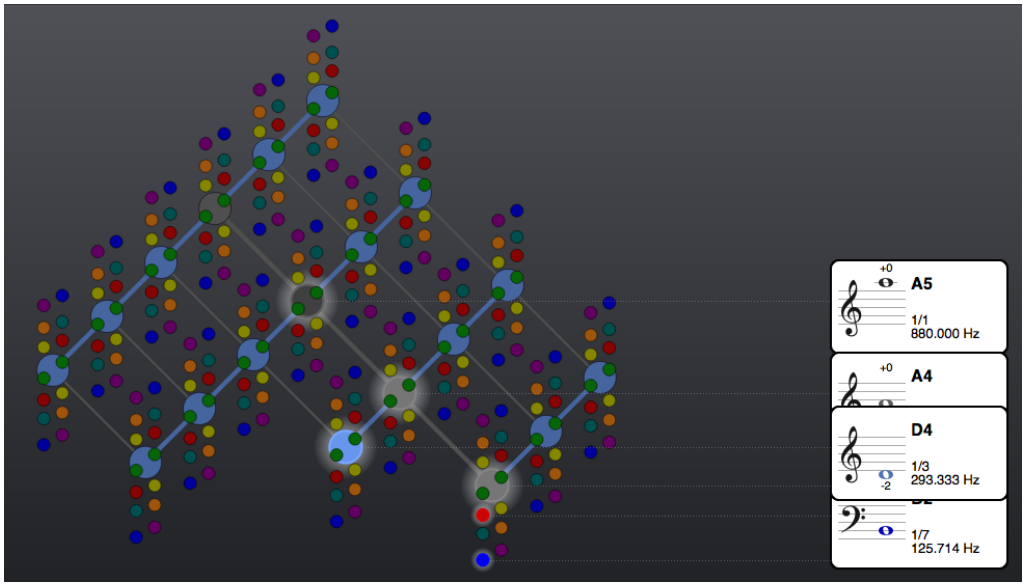
低調波第2音は1オクターブ下に位置します：



低調波音列を下降して行きましょう。第3と第4音はそれぞれ第2音の完全5度下と1オクターブ下です：



低調波第5、第7音を鳴らすには第4音の真下にある赤とダークブルーのボールをそれぞれクリックします：



おわかりのように、低調波音列のチューニング・ヴァインへのマッピングは実際、高調波音列のマッピングを逆さに行うということです。低調波音列は移調機能を使い5オクターブ下まで鳴らすことができます。

高調波並びに低調波音列は、中央の黒いボールからだけではなくヴァインのどこからでも開始できます。実際、ヘイワード・チューニング・ヴァインそれ自体を、ヴァイン内のいろいろな位置から始まる、さまざまな高調波並びに低調波音列の結果として考えることができるでしょう。

色分けについてのガイド

ヘイワード・チューニング・ヴァインで使われている素数の色分けは、厳密なシステムというよりはむしろ自由な連想によるものです。とは言え、どのような連想がなされているかを若干でも知っておくことで、ある色とそれに結びつく素数の関係を覚える時間が短縮できるでしょう。

中央の1/1のボールの色が黒であるのは、これが他のすべての音程のもと、したがって他のすべての色のベースであるという理由からです。このボールの色は白でもあり得たでしょうが、五線譜上に白の音が表示されても見えないという理由で実用的ではありませんでした。

素数2に基づくオクターブの色がグレーである理由は、中央の1/1の黒からの別のカテゴリーへの移行を暗示しないためです。つまり、異なるオクターブに移調されても基本的な特性は維持するということです。

素数３は完全5度に基づく音程のグループを開くものですが、水色になっています。
その理由は、素数３が他の音程がフィットするような合理的な枠組みを供給しているからです。

長3度と短3度を含む、素数5に基づく音程の色は赤です。それはこの音程がしばしば音楽では感情に結びつけられるからです。

素数7がダークブルーである理由はその名がすでにほのめかすところです。
この素数が開く7度の音程のグループがしばしばブルース音楽に結びついているからです。

11/8の音程は完全4度と増4度のほぼ中間にあります。これはシャープでかつ浸透していくような音で、オレンジのようなホットで明るい色がフィットします。

長6度と短6度のほぼ中間にある、ニュートラルな響きである13/8音程はダイアトニックの調性システムに慣れた耳にはなじみのない音です。ヴァイオレットの色は可視スペクトルの最後にありますが、それゆえ素数13には適切な選択であると思われます。

これと対照的に、17/16の音程はピアノ鍵盤の半音よりも5セントだけ大きくなっています。したがって、緑のような日常的な色がこの音程にはふさわしいと思われます。加えて、この音程は高調波音列の第5オクターブに含まれる最初の音程で春の芽吹きを連想させます。

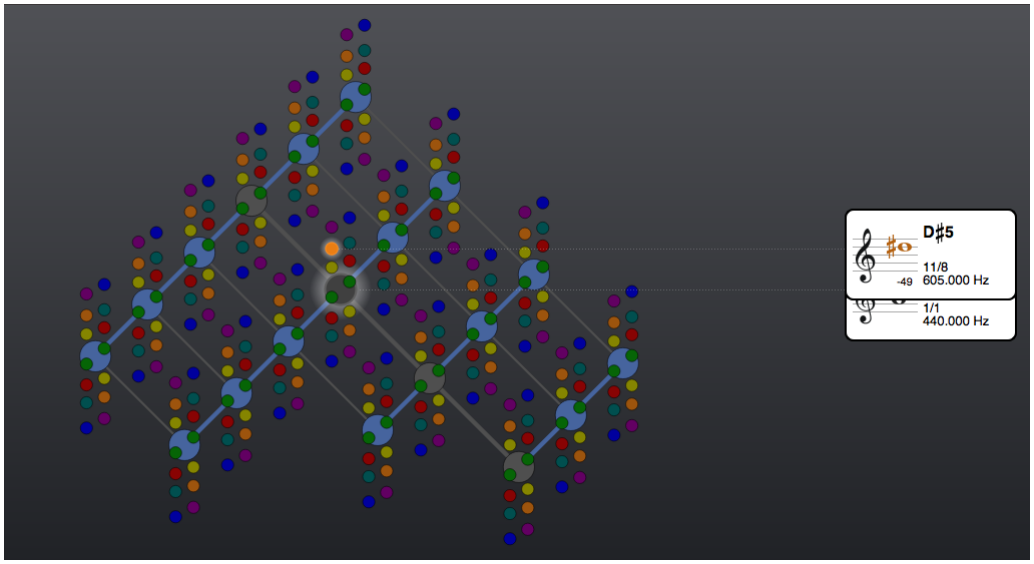
19/16は平均律短3度とはたった-2の偏差しかないので平均律短3度により近いと言えます。
素数17よりも高調波音列の第5オクターブ内で高い位置にあり、また短3度ということからして、この音程には黄の秋めいた色がよく合うと思われます。
23はチューニング・ヴァインで使用できる最も大きい素数です。青緑色はより小さな素数に使われている2つの色の混ぜ合わせたもので、このなじみのない音程には適切な選択であると思われます。

次のセクションに移る前に「=」をクリックし移調をリセット、それから「STOP ALL」で鳴っている音をすべて消してください。グレープヴューはそのままにしておきます。

異名同音の表記とダブル臨時記号

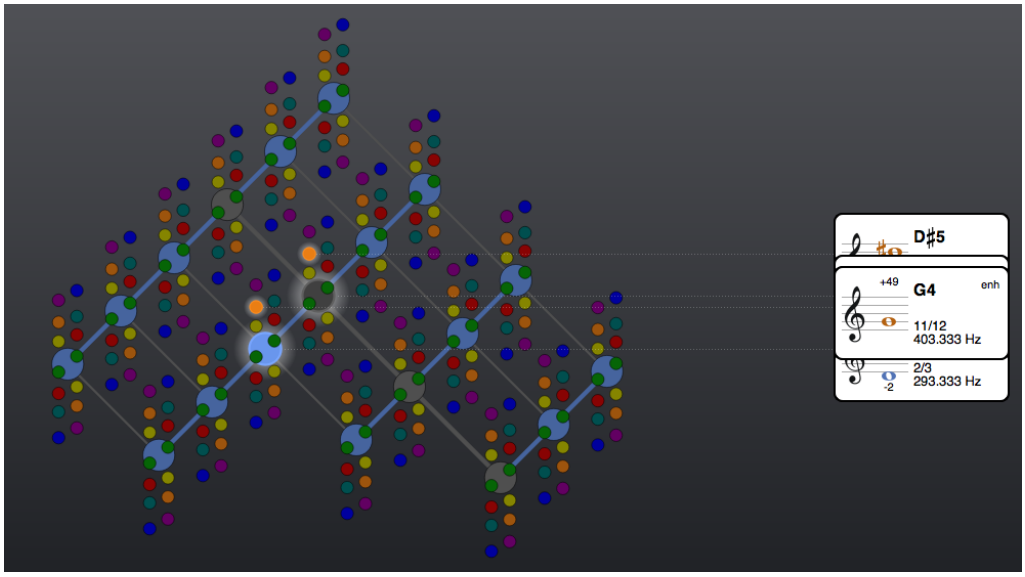
ヘイワード・チューニング・ヴァインの様々なミクロトーンの臨時記号の綴りをよく見てみると（例えば、ある音高がB♭とA♯のどちらに記譜されているか）、同じ音程がヴァイン内のその位置に応じ異なる綴りをされることがあることに気がつくでしょう。

オレンジに色分けされている素数11にその１例を見ることができます。中央の1/1の黒いボールとその上のオレンジのボールをクリックして下さい：



カードに示されているように、いま聞こえている音程は11/8で増4度と完全4度のあいだにあります。これは、実際には増4度に1セントより近いので、音符はA、D♯と表示されています。

さて次に、中央の黒いボールの完全5度下の水色のボールとその上のオレンジのボールをクリックしてみましょう：



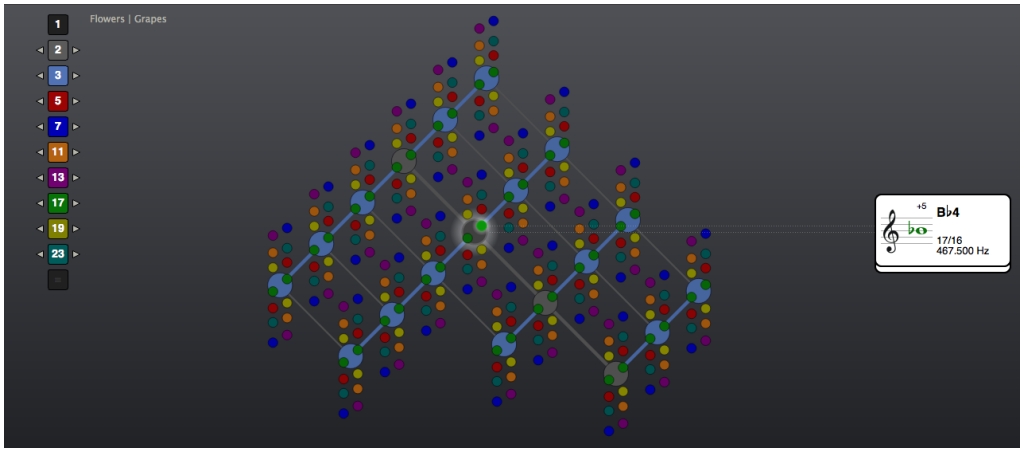
この音程の比率も明らかに11/8ですが、いまDとGと表示され、この音程は増4度ではなく完全4度です。このようになぜ綴りが異なるかというと、Dにはいま-2の偏差があるので、オレンジの音高をG♯と表示するなら、これは-51の偏差を持つことになり、ヘイワード・チューニング・ヴァインで可能な偏差限度を越えるからです。偏差を-50 から+50セントの範囲で表示するのが一般にチューニングマシーンにおける慣例で、チューニング・ヴァインもこれに従っています（脚注5）[5].。この限界を越える偏差はヴァインでは「反転」されます。このため、この例ではG♯ -51 セントという正確な記述がG +49セントと書き直されているのです。

このような書き直しは音楽理論で異名同音として知られています。G4のカードの右手上に現われている「enh」という略語は「enharmonic」（異名同音）に由来します。いまの例で、この異名同音の含意するところが最も明らかになるでしょう。それには、強調表示された2つのオレンジのボールの上でマウスを滑らせ、カードの情報を比較してみます。G +49セントとD♯ -49セント間の音程は音名からする第一印象は増5度であるにもかかわらず、純正第5度です。表示「enh」がない時には、音名により音程関係を見ていくわけですが、この表示がある時にはセント表示も注意深くチェックすることをお勧めします。

セント表示がその限度を越える際の「反転」とともに、異名同音がときにヘイワード・チューニング・ヴァインに使われる第2の理由があります。これは二重シャープと二重フラットに関係があり、これを明らかにするには、ヴァインで緑のボールである素数17を調べてみるのが最も良いでしょう。

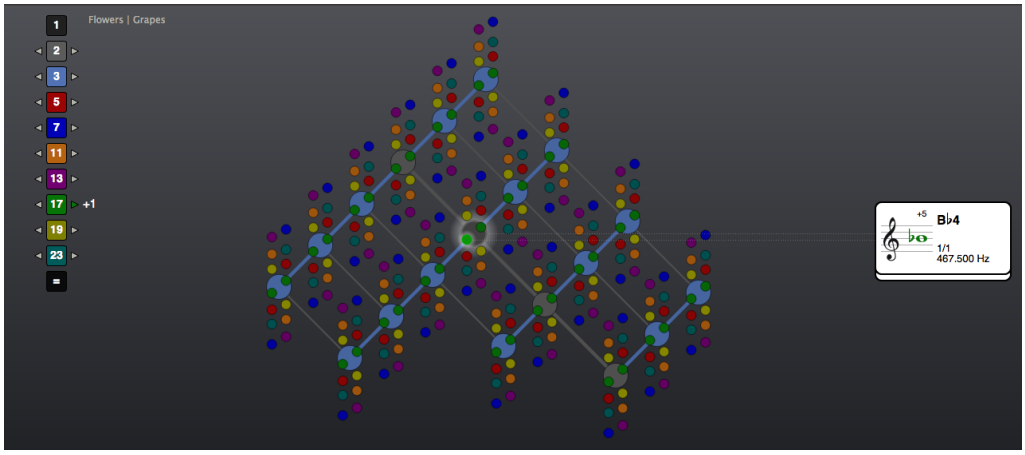
まず、「STOP ALL」をクリックし、いま鳴っているすべての音を消します。そして、中央の黒いボール、そしてその右手上端にある緑のボールをクリックします：

[5] （脚注5） ヘイワード・チューニング・ヴァインもセント値-50は自動的に+50に反転するという慣例に従っています。



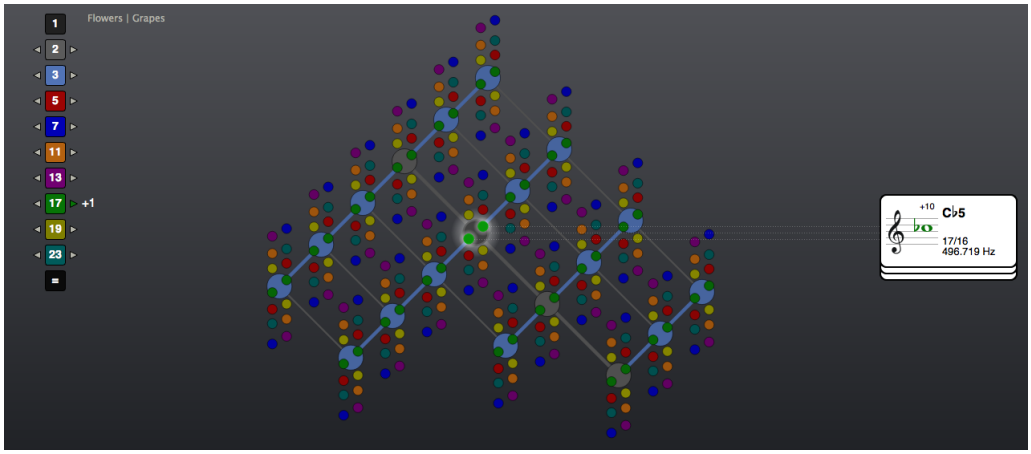
2つの音高間の音程は短2度で、セント偏差は+5なのでピアノ鍵盤の短2度より5セント大きいことがわかります。

次に緑の数字ボックス17の右の移調矢印をクリックします。ヴァイン内での音高の位置がこのように変化します：



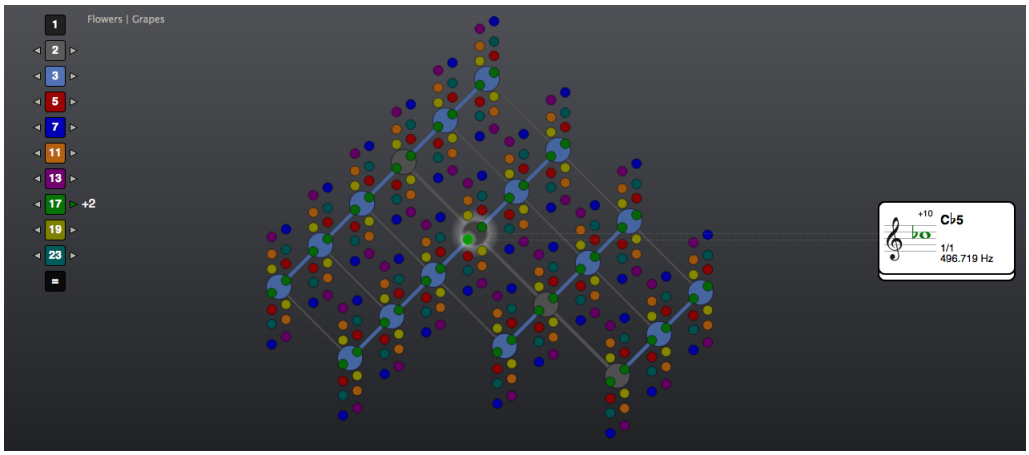
A は黒いボールの左下端の緑のボールに、B♭は黒のボールそれ自体に結びつきました。

ここで再び黒いボールの右上端の緑のボールをクリックします：

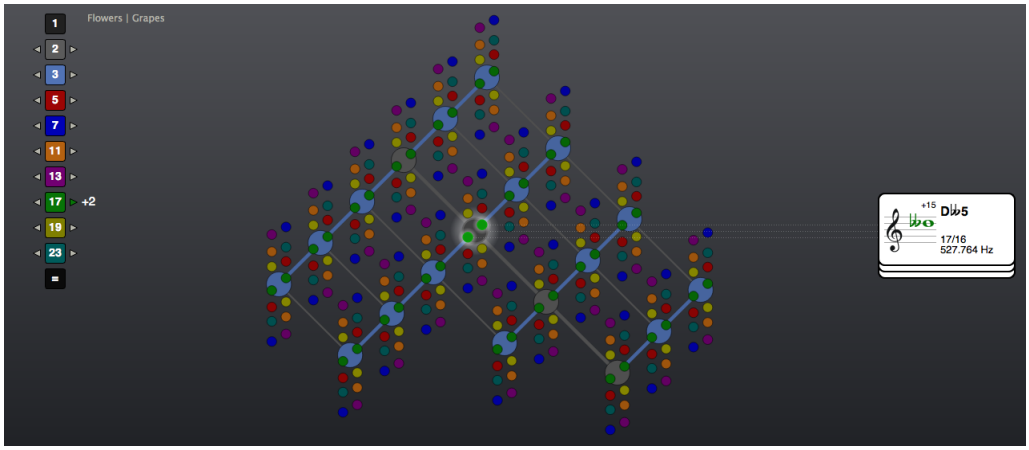


すると、この音高はBではなくC♭ と表示されます。なぜなら、黒のボールといま結びついているB♭よりも短2度高いからです。黒のボール内の上側の緑のボールをBと表示すると、黒いボールとB♭と増一度の関係が仄めかされ、和声上紛らわしくなってしまいます。

さて、ここで再び緑の数字ボックスの右の移調矢印をクリックして下さい。音高の位置はより下の緑のボールの方向に移りました。このため、黒のボールのこの前に移調前のピッチAはヴァインにはもう見えなくなっています。そしてより下の緑と中央の黒いボールはそれぞれB♭とC♭に結びついています：

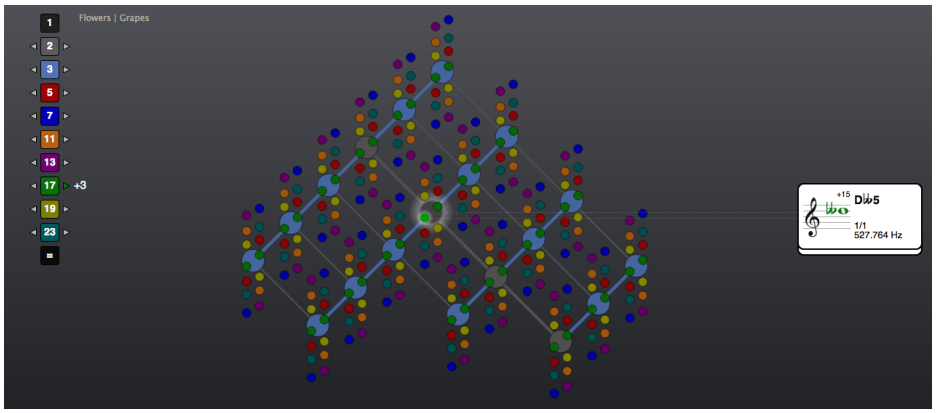


さらにもう一度黒いボールの右手上端にある緑のボールをクリックします：

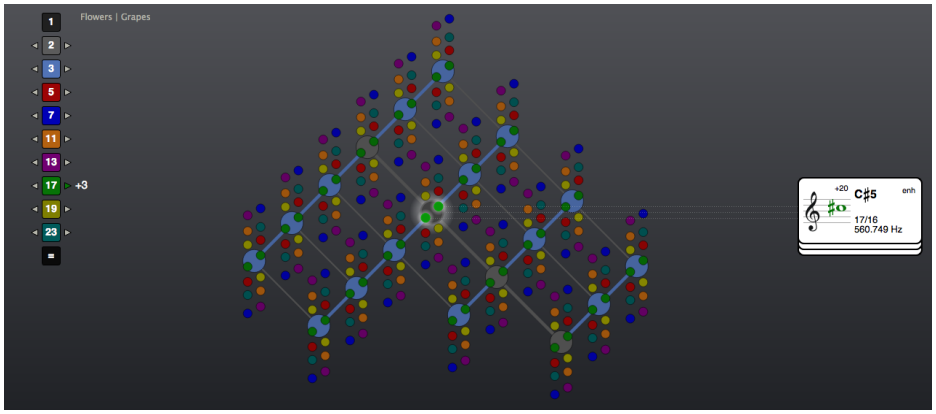


このピッチはCではなくD♭♭と表示されています。これはいま黒いボールに結びついているC♭よりも短2度低いためです。黒のボール内の上側の緑のボールをBと表示すると、黒いボールとC♭と増一度の関係が仄めかされ、和声上紛らわしくなってしまいます。

それではもう一度、緑の数字ボックスの右の移調矢印をクリックしましょう。再び音高の位置はより下の緑のボールの方向に移りました。このため黒のボールの移調前の音高Aと上部の緑のボール移調前の音高B♭はヴァインでもう見えなくなっています。そして、より下の緑と中央の黒いボールはそれぞれB♭とC♭に結びついています：



黒いボールの右上部端にある緑のボールをまたクリックして下さい：

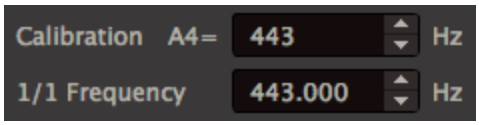


先の2つの移調の論理に従い、この音高はE♭♭♭と表記されるべきです。その理由は、いま中央の黒いボールに結びつけられたD♭♭の短2度上のハーモニー関係を示すためです。
しかし、理論的正確さと実際的便宜の間の適切なバランスをとるため、チューニング・ヴァインにはある限度が設定されており、これにより2つ以上の臨時記号(すなわち2つの二重シャープか二重フラット）が必要な音高はその異名同音に書き換えられます。このため、C♯についたカードの上部右手角に略語「enh」が再び現れるのです。

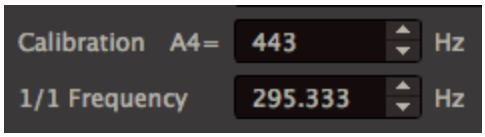
さて、「STOP ALL,」をクリックし、数字ボックス下の「=」を使い移調をリセットします。そして中央の黒いボール、それからその左下端にある緑のボールをアクティブにします。緑の数字ボックスの左矢印をクリック、上に述べたのと同じプロセスを繰り返し、下方への移調を素数17で行ってください。素数17で上方への移調を行うとき、二重シャープ（'♯♯'ではなく'x'と表記される）には、二重フラットになされたのと全く同じ論理が適用されます。

1/1周波数設定ガイド

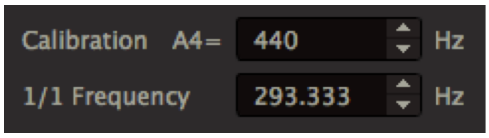
ヘイワード・チューニング・ヴァインにひとまず慣れてくると、「1/1周波数」をA440以外の数値に設定したくなるかもしれません。「1/1周波数」をA338やA443のようなA4になお設定しておきたいなら、「キャリブレーションA4」と「1/1周波数」の両方をこの数値に設定すればよいのです。例えば、中央の「1/1周波数」をA443に設定するには次のオプション設定が必要です：



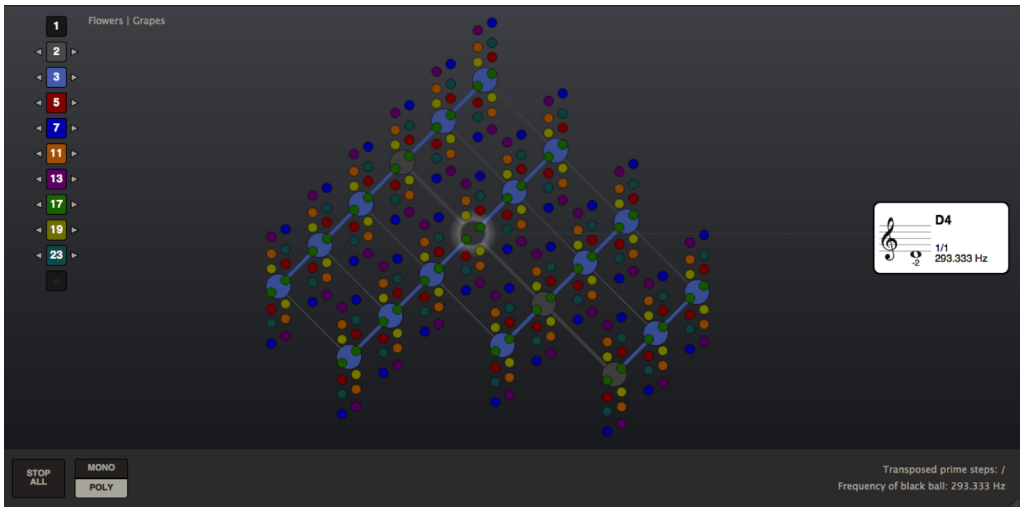
「1/1周波数」をA4以外の値に設定したい時でも、「キャリブレーションA4」は設定する必要があります。「キャリブレーションA4」は「1/1周波数」測定の際に基準となるチューニングだからです。
例えば、「1/1周波数」をD4（A443に設定された「キャリブレーションA4」の純正完全5度下）に設定したいなら、443というキャリブレーション周波数に2/3を掛けた結果の数値を「1/1周波数」に入力します：



他方、「キャリブレーションA4」の周波数を440ヘルツに設定するなら、この数値に2/3を掛けた値を「1/1周波数」に入力します。440に2/3を掛けると293.333で、オプションは次のように設定されます：



これらの設定にし、オプションを閉じ、中央の黒い'1/1'ボールをクリックします。すると「1/1周波数」としてD4が聞こえるでしょう：



1/1はD4に設定されましたが、平均律基準ピッチ（0セント偏差の音高）は未だにA440のままです。このため、D4についたカードは 平均律基準ピッチ からの偏差を-2セントと表示しています。平均律基準ピッチはいま黒い1/1ボールそれ自体にではなく、その完全5度上の水色のボールに割り当てられています。

さて、どのように「1/1周波数」を平均律D4に設定するか考えましょう。平均律音程の計算には、純正律音程の計算の場合よりもかなり複雑な数学が伴います。というのは平均律音程はロガリズム音階に基づいているからです。1/1周波数を平均律の音高に設定するのに、幸いなことに数学的詳細を全て理解する必要はありません。電卓が使える限り、1/1周波数を次のような平均律クロマティックスケールのどんな音高にも設定できます：

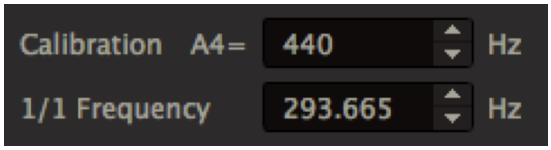
- 1/1として割り当てたい音高とAとの間の半音の個数を数えます。例えば、B♭は半音離れ、Bは２半音、Cは３半音のように。今計算している音高DはAから5半音離れています。
- 次にこの数字を12で割ります。すると、B♭は比率 1/12, Bは2/12、Cは3/12、Dは5/12となります。
- さて数字2を前のステップで得た分数で累乗しましょう。1/1周波数を平均律Dに設定することが目下の目標なので、お持ちの電卓に（脚注6）[6] 2の12分の5乗を入力すると、結果は1.3348398....となります。（この数値を電卓で最も高くできる少数位に必ず置いてください。こうすると次のステップでのヘルツ数の計算

[6] （脚注6）お持ちの電卓で踏むべきステップは:2を入力、次にyxボタンを押し、それから(ボタンを押す。そして5/12を入力し、次に)ボタンを押し、最後に「=」を押して下さい。

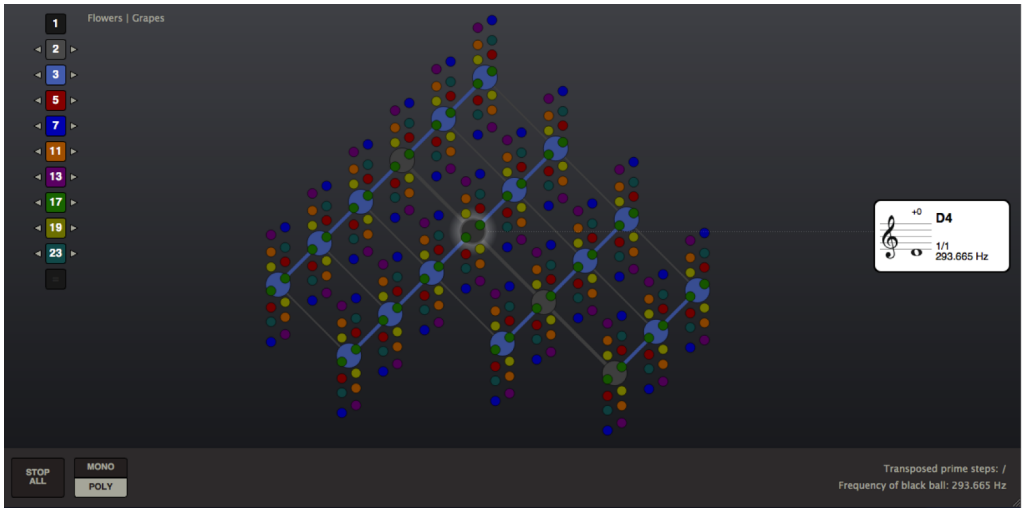
がより正確になります）。

- キャリブレーション周波数に前のステップで得られた数字を掛けます。すると、例えば、 440掛ける1.3348398は587.329512 ヘルツ、これが平均律D5の周波数で、キャリブレーションA4周波数より完全4度高くなります。
- さて数字2を前のステップで得た分数で累乗しましょう。1/1周波数を平均律Dに設定することが目下の目標なので、お持ちの電卓に2の12分の5乗を入力すると、結果は1.3348398....となります。（この数値を電卓で最も高くできる少数位に必ず置いてください。こうすると次のステップでのヘルツ数の計算がより正確になります）。

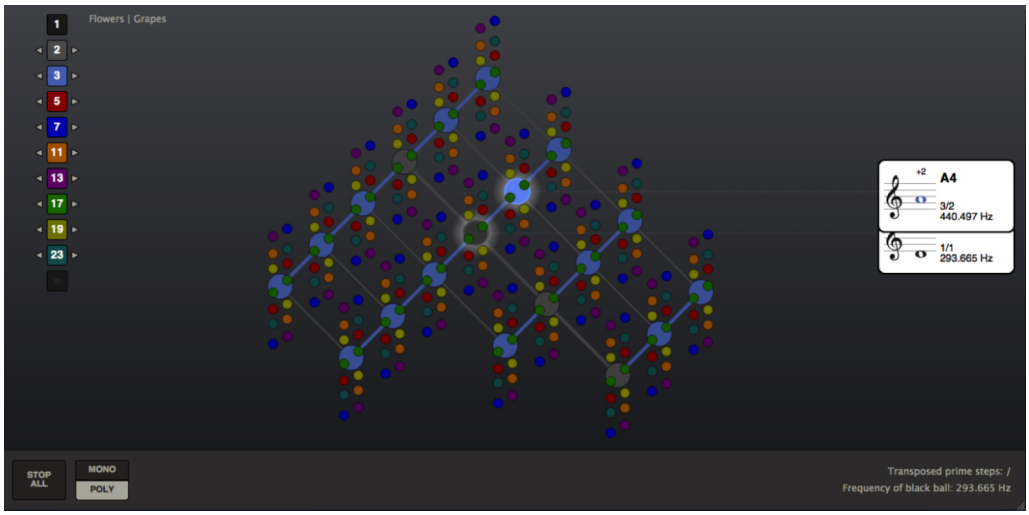
すでにそうしてしまったのでなければ、この値を1/1周波数に入力して下さい：



オプションを閉じ、中央の黒の1/1ボールをクリックして下さい：

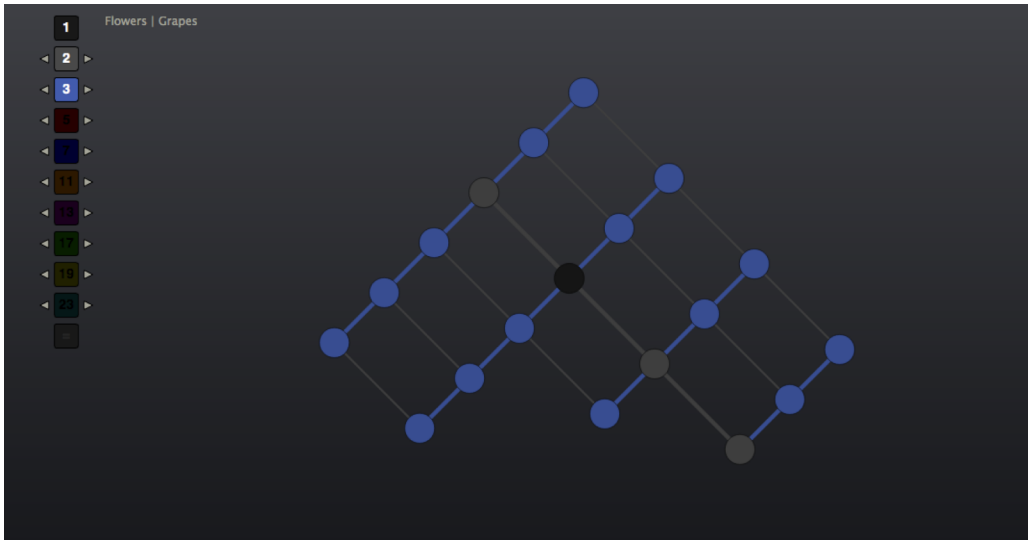


中央の黒の1/1ボールは平均律D4に設定されたので、そのピッチは偏差0セントです。黒の1/1ボールの上完全5度に位置するA4をクリックして下さい：

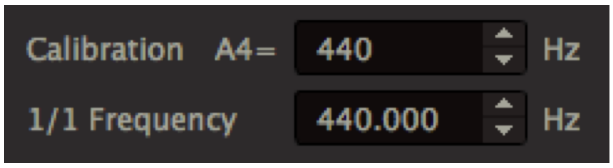


予想されるように、これはいま+2セントを割り当てられている音高です。というのはそれはD4の純正完全5度補正基準ピッチだからです。

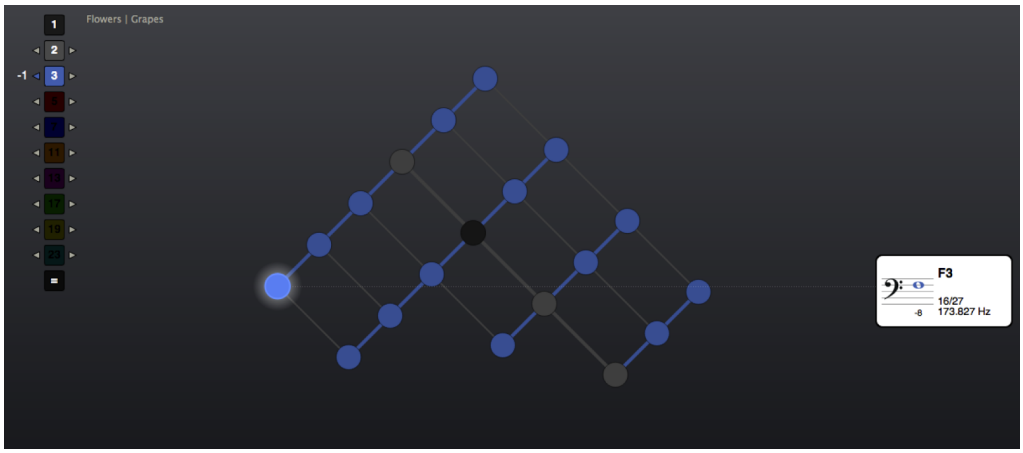
中央の黒の1/1ボールにA以外のピッチを割り当てるときは常に、A4キャリブレーション周波数との関連で、それを純正律音程と平均律音程のどちらに設定するのかをまず考える必要があります。純正律音程はほぼ常にピタゴラス音程（素数3に基づき、したがって水色のボールで表わされる）で、これより値の大きい素数がすべてオフにしてある時に最もはっきりと見えるでしょう。



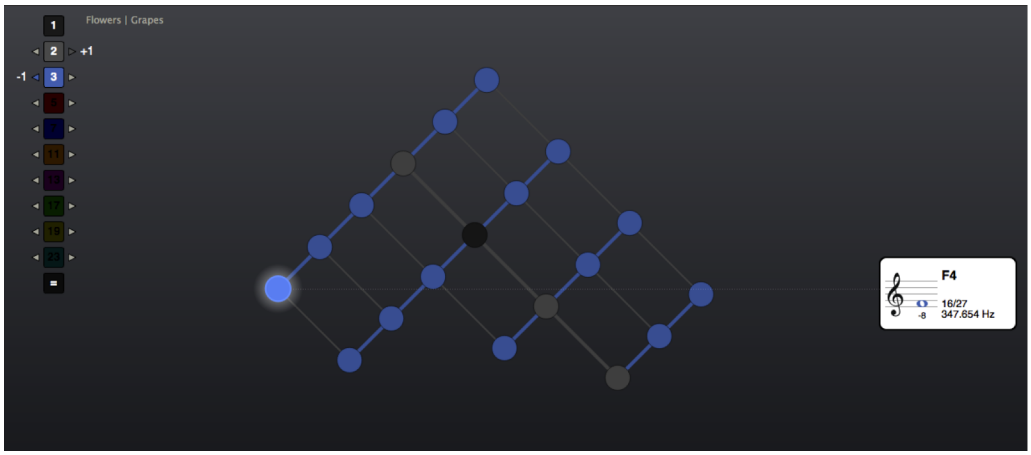
グレーと水色の数字ボックスの左右の移調矢印を使えば、クロマティックスケールの内部のどんなピタゴラス音程にも届きます。ヴァインそれ自体をオプションの1/1周波数を設定する計算機として使うのです。例えば1/1周波数をF4（中央のA440の下81/64のピタゴラス長3度） に設定したい時は、まずキャリブレーションA4と1/1周波数を440にリセットします：



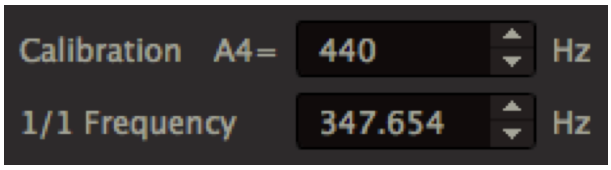
ここで、ヴァイン上にピタゴラスF4を位置づける必要があります。移調なしでは、ヴァインはピタゴラスCにしか届きません。このため、完全5度の移調をする必要があります：



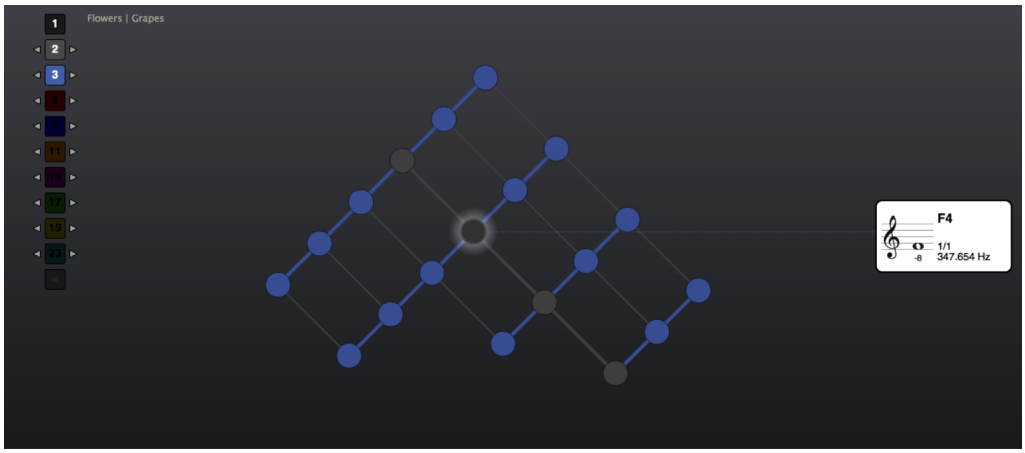
この移調で得られる最も高いFはF3です。F4を得るため、さらにもう1オクターブの移調を行ってください：



オプションのe 1/1周波数としてこのF4のヘルツ数を入力すると、中央の黒い1/1ボールはピタゴラスF4に割り当てられます：



オプションを閉じ、移調をリセット、そして中央の黒いボールをクリックしてこのことを確認して下さい：



1/1周波数をキャリブレーション周波数との関係上、純正律音程に設定する利点は、1/1周波数が設定されているピッチにかかわらず、Aのチューニングは一定であるということにあります。しかしながら、1/1周波数自体をゼロセントの偏差に設定することがより適切である場合があるかもしれません。その時は1/1周波数はキャリブレーション周波数との関係上、平均律に設定すべきです。

「キャリブレーション」設定との関連で「1/1 周波数」を平均律クロマティックの音高に設定する際、とるべきステップを次の一覧表に示します：

音高名	半音数	次の値によるキャリブレーション周波数の乗法	次の値による除法結果				次の値による乗法結果		
			2 for	4 for	8 for	16 for	2 for	4 for	8 for
A4	0	1	A3	A2	A1	A	A5	A6	A7
B♭4 A♯4	1	$2^{1/12}$	B♭3 A♯3	B♭2 A♯2	B♭1 A♯1	B♭0 A♯0	B♭5 A♯5	B♭6 A♯6	B♭7 A♯7
B4	2	$2^{2/12}$	B3	B2	B1	B0	B5	B6	B7
C5	3	$2^{3/12}$	C4	C3	C2	C1	C6	C7	C8
C♯5 D♭5	4	$2^{4/12}$	C♯4 D♭4	C♯3 D♭3	C♯2 D♭2	C♯1 D♭1	C♯6 D♭6	C♯7 D♭7	C♯8 D♭8
D5	5	$2^{5/12}$	D4	D3	D2	D1	D6	D7	D8
D♯5 E♭5	6	$2^{6/12}$	D♯4 E♭4	D♯3 E♭3	D♯2 E♭2	D♯1 E♭1	D♯6 E♭6	D♯7 E♭7	D♯8 E♭8
E5	7	$2^{7/12}$	E4	E3	E2	E1	E6	E7	E8
F5	8	$2^{8/12}$	F4	F3	F2	F1	F6	F7	F8
F♯5 G♭5	9	$2^{9/12}$	F♯4 G♭4	F♯3 G♭3	F♯2 G♭2	F♯1 G♭1	F♯6 G♭6	F♯7 G♭7	F♯8 G♭8
G5	10	$2^{10/12}$	G4	G3	G2	G1	G6	G7	G8
G♯5 A♭5	11	$2^{11/12}$	G♯4 A♭4	G♯3 A♭3	G♯2 A♭2	G♯1 A♭3	G♯6 A♭6	G♯7 A♭7	G♯8 A♭8

3. カスタムボイスパッチ

ヘイワード・チューニング・ヴァインには非常に基本的な波形（正弦波、のこぎり波、三角波、方形波）を作り出す多くのボイスパッチが備わっています。しかし、充分な実際的知識があれば、チューニング・ヴァインの音を変えたり、新たな合成音をつくることができます。チューニング・ヴァインはlibPD と呼ばれるソフトウェアを使い音（オープンソースの視覚的プログラミング言語、Pure Data（PD）に基づく）を発生させており、パッチエディターは次のリンクからダウンロードできます：http://puredata.info/（脚注7）[7]。

オリジナルボイスパッチをつくる

オリジナルボイスパッチをつくる最も簡単な方法は既存のパッチの一つを利用することです。今のところ、ヘイワード・チューニング・ヴァインには正弦波、のこぎり波、三角波、方形波という4つの基本的なオシレータが含まれています。これらのパッチは基本的に似ていますが、正弦波が他のものより少しシンプルです。アプリケーションプログラムのフォルダー（＊）から、「パッチ」と呼ばれるサブフォルダーを探すと、そこにすべての基本的なパッチがあります。このパッチのひとつをコピーし、チューニング・ヴァインをリスタートさせて下さい。新しいパッチがデフォルトのパッチの隣に現れるはずです。

（＊）Macではヘイワード・チューニング・ヴァインのアプリを右クリックし、"Show Package Contents"（パッケージ内容表示）を選択してから、サブフォルダ Contents（内容） ＞ MacOSへと進みます。Windowsではプログラムファイルの中のヘイワード・チューニング・ヴァインフォルダーへとナビゲートしてください。

shell（シェル）というサブフォルダーには追加パッチがあります。これらは128のボイスとアプリ自体のコミュニケーションをつかさどるためにデザインされた、より低レベルのパッチです。その大部分についてのマニュアルはありませんので、これらのパッチの変更はお勧めできません（少なくとも、まずバックアップをお願いします!）。

ボイスパッチの構造化

ピュアデータを使うボイスパッチのひとつを開くと、パッチ自体がインラインマニュアルを含んでいることがわかるでしょう。このマニュアルは、それぞれのパッチが細かいレベルでどのように機能するかを理解する上で役立つでしょう。しかし、それにとどめず、あるボイスパッチの一般的構造について入門的知識を得るため、このマニュアルを読むことをぜひお勧めします。

まず第一に、ひとつのボイスパッチはsingle .pd patchでアプリが開始されると、128回インスタンス化されます。各パッチは同一物のコピーで、同じように機能します。しかし、各パッチはそれ自身のオーディオシグナル（そのすべてがアウトプットの段階で合成される）を発生させます。

---

[7] （脚注7） ピュアデータをダウンロードするときは、必ず「ヴァニラ」ディストリビューションを選択してください。その理由は、libPDはPD-extendedの一部のような、コンパイルされたエクスターナルをサポートしないからです。ヴァニラヴァージョンを使うことで、サポートされないフィーチャーを使うリスクがより少なくなります

つまり、ヘイワード・チューニング・ヴァインには、いつでも音が出る、全体で128個のボイスがあるということです。

どのボイスパッチも、いわゆるインレット（挿入物）と呼ばれるものを経由してくる多くのパラメータを持っています。インレットの数は決まっており、変えることはできません。あるパッチを作動させるためには、インレットを定義する必要があります。インレット自体は二つのカテゴリーに分類されます。インターナルコマンド（パラメータと呼ばれる）と自由に定義され得る、オプショナルコマンド（マクロと呼ばれる）です。

パラメータ:内部コマンド（必要とされる）

ボイスID	いつでもプレイできる128のボイスのうちから、あるボイスを同定する内部ID。
トリガー	この値は1か0のどちらか。ボイスがプレイしているときは1。そうでないときは０。
周波数	使用中の周波数をヘルツの値（20から20000）で表示したもの。
ボリューム	使用中のボリュームレベルの値（0と1の間）

Macros: マクロ:ユーザー仕様のコマンド（オプショナル）

各ボイスパッチはチューニング・ヴァイン UI経由でコントロールする、1から8のマクロの間で定義されます。このパラメータの使い方には全く限界がありません。

マクロは常に0と1の間の値で定義されます(0はスライダーが左一杯。1は右一杯)。異なるレンジを使いたい時は、そのレンジをインプリメントしなければなりません。幸いなことに、値を0と1の間の値で決めるのは比較的簡単です（例えば、それを1から16までにするには15で乗法し、1を加えます）。

内臓のパッチの場合はその中に定義されたすべてのマクロは一般に非同期で動くようにデザインされています。ということで、各マクロの値は調整でき、その値はボイスがトリガーされる直前になって初めて適用されます。言い換えれば、ボリスのパン設定もこれを使う前なら設定できますが、すでに使われているボイスのパンは変更できません。このように変更を適用するのは技術的な限界ではなく、デザインの要請であるということを理解することが重要です。オリジナルのパッチをつくることを選択するなら、もちろん全く自由に、パラメータ変更をどのように適用するかを決めることができます。

--

ボイスから発生する音はオーディオアウトレットより出力後、マスターパッチで合成されます（最終出力の段階でコンプレッサーを通す）。音が歪んでいたり圧縮されていると感じたら、マスターボリュームを下げてください（オプションとマスターボリュームの項も参照のこと）。

リンクと資料

David B. Doty: The Just Intonation Primer 純正律入門

謝辞

ソフトウェアー開発：Bjørn Næsby Nielsen, Erik Jälevik

ヘイワード・チューニング・ヴァインは以下のオープンソース・プロジェクトのコンポーネントを利用しています：
QT, libPD (Pure Data), PortAudio

Qtは商用ならびにオープンソースとしての認可を受けています 。(GNU General Public License version 3 and GNU Lesser General Public License version 2.1).

Pure Data license: http://puredata.info/about/pdlicense
PortAudio license: http://www.portaudio.com/license.html