

# 古典鍵盤楽器の調律について

## —理論と実践—

松本 清

(1994年10月20日受理)

## Stimmung für klassische Tasteninstrumenten

### —Theorie und Praxis—

Kiyoshi MATSUMOTO

#### はじめに

近年、古典鍵盤楽器のヒストリカル・コピーの製作が盛んになっており、CDや演奏会でそれらの楽器を用いた演奏を聴く機会も増えている。筆者も3台の異なった時代様式の楽器を所有し、各様式に合わせた調律法を研究、実践しているが、本小論では鍵盤楽器調律法の歴史的発展を概観した上でそれらの応用法について触れ、さらに、誰にでも出来る易しい調律の方法を紹介したい。各時代の音楽がその当時にどう響いていたのかを想像する手段として、また、楽器に触れることが出来る方には、各種の調律を実践して頂く為の手引となれば幸いである。

#### 1 調律の実践にあたって

##### 1) 調律計算の基礎

図表や文中に使用する数値の意味と計算法をまず列挙しておく。

##### ・音名

全て英語式のもので表示してある。

##### ・周波数

各音高の周波数を小数点3桁まで示す。

ただし、基準音はバロック調律で用いられる  $a_1 = 415\text{Hz}$  で、図中の数値は実際に調律の割り振りを行なう位置(c-cl)に変換したものである。

##### ・音程比

比較する2音の周波数の比。ここでは煩雑さを避けるために小数点3桁までの表示とする。

##### ・ビート/毎秒、ビート/毎分

ごく近い周波数の音が同時に発音されたときに起こる音波の干渉で、音の強さが周期的に増減する数を云う。毎秒は周波数の差であり、毎分はそれの60倍。実際の調律では異なる2音の上で合致する自然倍音に起こるビートを聴き取っている。

##### ・ピュタゴラス・コンマ (PC)

第2倍音と第3倍音にある純正5度(音程比が1.5)を12回重ねて出来る見かけの7オクターヴと、純正8度(音程比が2)を7回重ねたものの差を言う。 $1.5$ の12乗( $129.7463$ ) $\div$ 2の7乗( $128$ ) $=1.01364$ が音程比となる。

##### ・シントニック・コンマ (SC)

純正5度を4回重ねて出来る見かけの2オクターヴ+長3度と、第5倍音に現われる純正長3度の差。 $1.5$ の4乗( $5.0625$ ) $\div$ 5 $=1.0125$ が音程比となる。

##### ・スキスマ

純正5度を8回重ねたものに純正長3度を加えて出来る見かけの5オクターヴと、第32倍音との差。 $(1.5$ の8乗( $25.6289$ ) $\times$ 1.25) $\div$ 2の5乗 $=1.001129$ が音程比となる。

#### 2) 調律の方法

基準となる音を音叉から移し、そこから残る11の音を完全4度や完全5度、或いは長3度や長6度を用いながら作り出す作業を割り振りと呼んでいる。この時に基になる音と作ろうとする音の共通の倍音のビートを数えながら調律ハンマーで微調整するのだが、通常のピアノで用いられている平均律の場合には1秒間に約0.4~0.8回と範囲が狭いために慣れることである程度の精度は感覚によって得ることが出来る。また、平均律の名のごとくあらゆる音程が平均であるために比較検査が容易であり、ほとんどの調律師は測定機械を用いる必要を感じていない。しかし、これから述べようとする各種の古典調律においてはビートの範囲が毎秒約0.6~3回と範囲が広く、その精度もコンマ2桁が要求されるために、それを専門にするのでなければとても感覚で対応できるものではない。筆者は3台の時代の異なったチェンバロをそれぞれ性格の違った調律法で用いていることもあって、より簡単で精確な方法を模索して様々な手法を考案実践してきた。例えば市販のチューニングメーターではマイクが内蔵されていて音高のセント値を針で示すもの、0.1セント刻みで音高をセットしてストロボの動きに合わせてチューニングするもの、8種類の調律を内蔵して発振音を出してそれに合わせるものの3種を用いたが、いずれも減衰が速く高次倍音が多いチェンバロの音色とのマッチングが悪く、なかなか満足できる調律が出来なかった。次に小数点以下の数値を含むビート

の近似としてストップウォッチを用いた方法を考案した。これはビートの数と時間を計るもので、例えば7回のビートが9秒かかれば毎秒1.28回という数値になる。この方法では発振音などの機械音やマイクといったものを使わないためにある程度の安定が得られたが、減衰のより短いヴァージナルのような楽器では必要回数以上のビートが数えられる前に音が無くなってしまふという欠点が出てきたために、ビートを毎秒ではなく毎分で表してメトロノームで計ることを思いついた。つまりメトロノームでは毎分40回（これは毎秒0.6回に当たる）から毎分220回（毎秒3.6回）までを計ることが出来るという訳である。先ず手持ちの機械式のメトロノームで試してみたところ、安定性や中間表示の少なさ（機械式では毎分60、63、66といった数しか表示されていない）に不満があり、より細かい設定ができるものを探したところ電子式メトロノームに1刻みでの設定が可能なものが見つかった。つまり60~120の部分では1/60秒の精度で設定ができる点で古典調律に合致したもので、これを用いた結果非常に成績が良かったため以来この方法で各種の調律を実践している。

## 2 ルネッサンス期以前の音律

### 1) 純正律理論

弦や管によって作り出される楽音には譜例1に示すような自然倍音が含まれており、この自然倍音系列に現れる全ての音程が純正音程と呼ばれ、

譜例1



表1

音程	完全1度	短2度	長2度	短3度	長3度	完全4度	減5度	完全5度	短6度	長6度	短7度	長7度
純正比	1 : 1			5 : 6	4 : 5	3 : 4	5 : 7	2 : 3	5 : 8	3 : 5	4 : 7	8 : 15
大全音			8 : 9		64 : 81							
小全音			9 : 10									
全音階的半音		15 : 16										
半音階的半音		24 : 25										

譜例2

譜例3

Pure major

1 2 3 4 5 6ch 7 8 9 10ch

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

11 12 13ch 14 15ch

0 0 0 0 0

譜例4

Pure minor

1 2 3 4 5 6ch 7 8 9 10ch

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

11 12 13ch 14 15ch

0 0 0 0 0

譜例5

PYTHAGORAS C

124.641 131.309 140.221 147.722 155.625 166.183 175.078 186.961 196.963 207.5 221.583 233.437

譜例6

PYTHAGORAS A

122.963 129.541 138.333 145.734 155.625 163.951 172.722 184.444 194.312 207.5 218.601 233.437

譜例7

PYTHAGORAS As

122.963 131.309 138.333 147.722 155.625 163.951 175.078 184.444 196.963 207.5 221.583 233.437

### 3) ピュタゴラス律理論

基準となる音から音程比1.5の純正5度を12回重ねて作られる音律で、PC分狭い5度を5度圏のどの部分に置くかによって音律の性格が決ってくる。幹音に限って言えば、譜例5に示すようにPCを置いた5度(D-A)から長2度下の音(C)を主音とする長音階が純正律に最も近くなる(譜例2参照)ために、常用する位置としては最も適当であると考えられる。この律ではハ長調とホ短調が最も美しく響く。

また、譜例6のPCをF#-Bに置く方法では全ての派生音が隣接する全音の二分の一よりも低めになるために、旋律的な使用においては落ち着いた響きが得られ、A、D、Eの長三和音とC#、F#、G#の短三和音が純正に近くなる。

これを譜例7のように半音低めてF-BbにPCを置いて考えると、Ab、Db、Ebの長三和音とC、F、Gの短三和音が純正に近くなり、ハ短調の調性が最も美しく響くようになる。

このように旋律的な使用から3度を中心にした複旋律の時代に入ってくると、ある楽器がどの律によって調律されているかによって、そこで演奏される音楽に用いられる中心調が変わってくると云った現象が起こっている。また、ピュタゴラスと同じ方法を用いた調律法は中国にも存在し、ある基準の弦の長さの2/3の点を押さえることによって得られる純正5度を重ねて音律を作ると三分損一と名付け、そこでも後に様々な方法が考案されている。

### 4) ピュタゴラス律の調律法

この調律法は全ての音を完全5度で作り返すために、ビート0の範囲が非常に広い完全5度を一定の音色に揃えていくことが大切である。また、譜例中に示した検査手順の4つの長3度も一定の音色を持つように聴き取らねばならない。譜例8の手順はD-AにPCを置いたもので、純正に近い6種の和音とウルフ和音も示してある。続く譜例9はF#-Hに、譜例10はF-BbにそれぞれPCを置いたもので、これら3種の調律は単旋聖歌の規範音階として教会のオルガンに施され、実際に異なった時代と場所で使用された。

## 3 ルネッサンス～バロック期の音律

### 1) 中全音律理論

ミントーンとも呼ばれ、前述の純正律やピュタゴラス律では使用に耐えなかつたいくつかの派生音を調節して、より多くの和音が使えようルネッサンスからバロック期に考案され使用された。調律の基準を完全5度ではなく純正長3度に置き、SCをいくつかの完全5度に振り分ける方法を取るために、純正律やピュタゴラス律のようなウルフが1カ所だけに現れるのではないことから、程度の差はあっても全ての音程が一応演奏可能となるという点が特徴である。この純正長3度の響きは現代の等分平均律での広めの長3度と比較するとあまりに透明過ぎて暗い、あるいは寂しいという印象を受けることがあるが、チェンバロのような高次倍音の多い華やかな音色の楽器では

譜例8

Pythagoras C tune

The diagram shows the Pythagoras C tune on a bass clef staff with a 2/4 time signature. The notes are: 1 (C), 2 (C), 3 (D), 4 (D#), 5 (E), 6 (F#), 7 (F), 8 (G), 9ch (G), 10 (A), 11ch (A), 12 (B), 13ch (B), 14 (C), 15ch (C). Below the staff are chord diagrams for various triads: C major (1-2-3), D major (2-3-4), E major (3-4-5), F# major (4-5-6), G major (5-6-7), A major (6-7-8), B major (7-8-9), and C major (1-2-3).

譜例9

Pythagoras A tune

1 2 3 4 5 6 7 8

0 0 0 0 0 0 0 0

9 10ch 11 12ch 13 14ch

0 0 0 0 0 0

譜例10

Pythagoras As tune

1 2 3 4 5 6 7

0 0 0 0 0 0 0

8 9ch 10 11 12ch 13 14ch

0 0 0 0 0 0 0

逆に澄んだ響きが落ち着きを感じさせるとともに、中世の民謡などで聴かれる独特のイントネーションが非常によくマッチするよう思う。

また、この中全音の名は大全音と小全音で出来ている純正律の長3度をちょうど2等分して中全音としたところからきている。当時から $1/3$ 、 $1/7$ 、 $1/4$ 、 $2/9$ 、 $1/5$ 、 $1/6$ に分割されたSCをいくつかの完全5度に配分する方法がアロン(1480-1550)、プレトリウ(1571-1621)、シュニットガー(1648-1719)、ラモー(1683-1764)、等の実用的なものからザルリーノ、ランフランコ、シュリック、シュネーガス、サリーナス、メルセンスといった研究家達の変形が数多く存在し、当時の音楽との関連が論ぜられている。そして実際にこれらの調律を施した楽器で当時の音楽を演奏してみると、和音の微妙な響きの変化と旋律音程

の差が合わさってフレーズの意味を非常に明確に聴き取ることが出来るのである。

2) 中全音律の調律法

純正律とピュタゴラス律の調律ではビート0の純正音程のみを扱ってきたが、この中全音律からは最初に述べた電子メトロノームを用いた調律法を扱う。先ず最も初期にこの中全音律をまとめたピエトロ・アロンのものを譜例11に挙げる。この手順では最初の3つの部分に $1/4$  SC狭い5度を割り振った後に純正3度を取っていくが、純正に取った3度が正確かどうかをメトロノームでチェックすることで不安が取り除かれるという特徴がある。また、メトロノーム表示の前に付けられたマイナス記号は純正音程よりも狭くセットするという意味であり、この律の場合全ての5度が狭くセットされるので、転回音程である完全4度では逆に

譜例11

Alon Meantone

1 2 3 4 5ch 6 7 8ch 9 10ch

-77 103 -69 93 0 116 -86 0 0 0

11 12 13 14 15ch 16ch 17ch

0 0 0 0 124 97 -72

譜例12

Alon variation

1 2ch 3ch

205 480 452 1.05627 1.05845

純正より広くセットされなければならないという点に留意されたい。下段に示した和音はこの律では使用がほとんど不可能なウルフを含んだ和音。

筆者はこのアロンのミーントーンをミュージケータータイプのヴァージナルに用いてイギリスの初期ヴァージナル作品を演奏し、多くの場合満足できる響きとなっているが、いくつかの作品に現れるB-D#の長3度が非常に幅が広く聴きづらいために、譜例12に示すような変更を加えている。手順2、3の480や452というビートはメトロノームで表示出来ないもので120や113に合わせてその中に4回のビートを聴くという形を取る。この変形によってD#-Eの半音が変更前の音程比1.0449という半音階的半音に近いものから全音階的半音に近いものとなり、他のミーントーン和音の特徴を損なうことなくホ短調の演奏が可能となったためほとんどのヴァージナル作品で用いることが出来るようになった。

イギリスの初期ヴァージナル曲集の中からバードの作品で主音がそれぞれA、D、G、Fの4曲を同時音程と継時音程の両面から分析した結果を次の表3に示すが、譜例13の完全5度と長短3度の和音的特徴と短2度の旋律的特徴を合わせて見ると、作曲者であるバードがこの調律法に合致し

た音を選んでいくことがよくわかる。この譜例中のMは純正よりSC分狭いミーントーン5度を示し、Wは純正よりかなり広いウルフ5度、+は多少広めの、++はかなり広めの長3度、-は多少狭めの、--はかなり狭めの短3度を示している。また、音階の音程比では前述の通り1.0416が純正律の半音階的半音、1.0666が全音階的半音であることを目安に比較するとその性質がわかる。

次の譜例14は筆者がグリマルディ1697年モデルというイタリアンの楽器に施している調律法でシュニットガー(1690-1733)の第2技法と呼ばれるものである。この時代にはすでに後述する不等分律という新しい調律技法が開発されていたが、中全音律の響きの追求も終わったわけではなく、純正長3度の澄んだ響きを求めて様々なものが考案されている。この律の特徴は、アロンの律で現れている極端に広いウルフ5度を2カ所に分割して軽減し、さらに4カ所の完全5度を純正にすることで主和音、属和音、属属和音に現れる長3度以外のものをある程度平均化したところにある。この結果アロンの律にあった半音階的半音4カ所が1カ所だけになり、派生音の使用がかなり自由なものとなる。また、ウルフを含んだ和音はアロンの律と同じものだが、響きの悪さはずっと軽

表3 単位% BYRD MY LADYE NEVELS BOOKE OF VIRGINAL MUSIC

完全5度	8		27		10	10		22		18	4	1
長3度	11		27	1	6	18		19		10	8	
短3度		9	15		10		16	6	7	18		19
音階音	C	C#	D	D#Eb	E	F	F#	G	G#	A	Bb	B
長2度上行	18		19		8	8	2	18		18	5	4
短2度上行		14	1		19		20		7	13		26
長2度下行	5	3	19		20	1	4	10	1	19		18
短2度下行	26		12	3		23		15		5	16	

譜例13

M M M W M M M M W M M M

0 ++ 0 ++ 0 0 ++ 0 ++ 0 0 ++

1.0449 1.0699 1.0584 1.0562 1.0699 1.0449 1.0699 1.0448 1.0699 1.0699 1.0449 1.0699

譜例14

Schnitger Meantone II

1 2 3 4 5ch 6 7 8

-77 103 -70 117 0 0 0 -86

9 10ch 11ch 12 13 14 15ch

131 0 0 0 0 -90 68

減されている。

同様にイタリアの作曲家フレスコバルディのトッカータの中からそれぞれ主音をA, D, G, Fとする作品を分析した結果が表4のようになり、表

3と比較すると音高の変化したC#, Eb, F, G#, Bbに関わる部分に変化が現れていることがわかる。

表4 単位% FRESCOBALDI TOCCATA

完全5度	11		25		12	10		15		20	5	2
長3度	18		20	4	5	22		12		8	11	
短3度	4	8	19		17		8	13	5	20		6
音階音	C	C#	D	E <sub>b</sub>	E	F	F#	G	G#	A	B <sub>b</sub>	B
長2度上行	18		20	1	4	13		21		11	10	2
短2度上行	1	10	6		28	1	10		6	19		19
長2度下行	8		20		19	2	1	17		23		10
短2度下行	21		6	7		31	1	7		6	19	2

譜例15

M 0 M + M 0 0 M + M 0 M

0 ++ 0 ++ + + ++ 0 ++ + + ++

1.0481 1.0666 1.0573 1.0573 1.0666 1.0481 1.0699 1.0514 1.0633 1.0633 1.0514 1.0514

3) 不等分律理論

変則音律ともいい、中全音律ではほとんど用いることの出来なかった調号の多い調性を、ひとつの楽曲の中で転調経過として用いたいという欲求から考案されたもの。中全音律が多声対位法音楽に必要な純正3度を基準に完全5度を調節した音律であったのに対し、不等分律は5度圏で転調する和声の音楽に重要な純正5度を基準に長3度を調節する音律といえる。実際にはPCを分割していくつかの5度に割り当て、それ以外のものを純正5度で取るのであるが、結果的に全ての長3度が純正よりも広めに調節される。現代の等分平均律での長三和音は、平均された広めの長3度

と狭めの完全5度によっておこる多少のビートの入ったにぎやかな和音として「明るい」というイメージが一般的に受け入れられ、逆に短三和音は共に狭めの短3度と完全5度によって「暗い」というイメージとなっているが、こういった和音音色の感覚はこの不等分律の使用から始まったと言う点を考えると、それ以前の中全音律の時代であるルネッサンスからバロック期の短調、あるいは旋法の音楽のイメージが随分と変わってくるはずである。この方式ではヴェルクマイスター(1645-1706)、ジルバーマン(1683-1753)、ヴェロッチィ(1690-1733)、マールプルク(1718-1795)、トマス・ヤングといった研究家が1/3、1/4、

1/5, 1/6 PCSCを用いた様々な律を、またキルンベルガー (1721-1783), は 1/4 SCを用いた音律を発表している。

#### 4) 不等分律の調律法

先ずバロック初期の典型的な不等分律とされているヴェルクマイスターの第1技法3番であるが、筆者はこの律をタスカン1769年モデルのフレンチの楽器に施して、バッハ、ヘンデル、クーブラン、ラモー、スカラッチェ等様々なスタイルの作品を演奏している。彼らの音楽には明らかに調性によっての響きの違いがあり、この律はこれらを過不足なく表現できると考えている。また、逆にいくつかの特徴ある長短3度の部分が旋律的にミーントーンとは異なるイントネーションを与え、和音的には適度な緊張感を作り出しているともいえる。この調律法は1/4 PCを3つの幹音と1つの

派生音に割り当てて、ハ長調とその近親調では純正に近い長3度が響くようにして、調性が遠くなるに従って長3度が広くなるように設定されている。譜例16の調律手順で大切なのは純正5度を正確に合わせることで、下段に示した長3度のビート/毎秒によってその性格の違いをよく吟味するという点である。

次はヴェロッティの調律法で、現在最もポピュラーな古典調律法である1/6 PC法が用いられている。等分平均律が1/12PCであることを考えると、半分の音程が多少純正に近くなり残りの半分が多少その分濁るという性質も持っていることが理解できる。つまり30ある長短調性の内半分がよく調和し、もう半分が多少緊張感が高く使いづらいものとなる訳で、このPCをどこに置かかによって最もよく響く調性を設定できるのである。この

#### 譜例16

##### Werckmeister I-3

#### 譜例17

##### Vallotti 1754

古典鍵盤楽器の調律について

ヴェロッチィのものはへ長調を中心にフラット3つからシャープ1つまでの調の響きが良い。譜例17の長3度を譜例16のものと比較してみると、E

bやAb上のもののビートが減っているかわりにB上のものが増えていることが分かる。続いて同様の方式でトマス・ヤングが1800年に

譜例18

Young 1800

1 2 3 4 5 6 7 8 9

-56 75 -50 0 0 0 0 0 0

10 11 12ch

86 -63 94

2.094 8.151 2.339 7.503 6.170 4.700 10.868 3.124 12.227 5.842 8.755 11.880

譜例19

Kirnberger III

1 2 3 4 5 6 7 8

-77 103 -69 0 0 0 0 0

9 10 11 12ch

116 0 0 37

0 8.172 4.332 6.893 8.777 2.613 9.874 2.915 12.258 8.480 6.906 13.165

譜例20

Marpurg IX

1 2 3 4 5 6 7 8

-113 0 0 0 179 0 0 0

9 10 11 12ch

0 0 0 142

4.895 5.186 5.507 5.835 6.185 6.527 6.959 7.343 7.780 8.247 8.752 9.278

提唱したものを譜例18に示す。これは1/6 PCの位置をひとつ動かすことで響きの良い調性をシャープ系にずらしたものといえる。

譜例19はキルンベルガーの第3技法と呼ばれるもので、中全音律の特徴であるSCを1/4 づつ4カ所に用いて、1カ所にスキスマを置いたもの。ハ長調の主要3和音の長3度を透明にすることでルネッサンスからバロックの作品を演奏しても違和感がなく、中全音律で現れるウルフも解消されているために近親調で転調してもさほど響きが変わらないという特徴を持つ。調律法もアーンのものと同じ部分があるので、1台の楽器で中全音律と不等分律とを調律を変えて演奏する場合には便利である。

譜例20はマールブルクの第9技法と呼ばれるもので、1/3 PCを5度圏の12角形の中に入れた正三角形の頂点に当たる部分に配置したものだ。こうすることで全ての長3度が等分平均律と同じ均一なうなりを持つようになり、和音の変化がPCを割り振られた完全5度によって作られる長短三和音だけになる。等分平均律に以降する直前のものといえるが、ハ長調やホ長調におけるII度、ハ長調におけるドッペルドミナント、イ短調におけるナポリ等の和音が、それぞれに機能的な緊張度と関連して鋭い響きになる点が、この方法の特徴といえる。

## おわりに

このように古典調律法を概観すると、非常に長く続いた単旋聖歌時代には幹音中心の純正律で充分であったこと、ゴシック期以降に旋律的な派生音を必要とした音楽家たちによってピュタゴラス律が研究され、その成果として平行オルガヌム等音楽の飛躍的な発展がなされたこと、空虚な完全5度に代わって充実した長短3度が重ねられるようになって考案された中全音律、旋法に代わるも

のとしての長短調や転調を滑らかに響かせるために考案され和声的書法を飛躍的に発展させた不等分律、そしてルネッサンス期にはすでに使われていたが19世紀まで受け入れられなかった等分平均律というように、音楽の発達に即した「響き」の歴史を明確に捉えることができる。もちろんこれらのことを理論的に理解することも重要ではあるが、本来音楽とは「音」そのものであることから実際の楽器で様々な律を確かめてみるのが的確な理解への早道であると考え、チェンバロという比較的簡単に調律ができる楽器を通して実践したものの中から、重要な律をピックアップして調律手順とともに述べてきた。今後は現在筆者の手元にある約40種類の調律法をより詳しく整理研究することと、実際の楽曲との対応を調べるために本文でも多少触れた作品中の同時的と継時的音程の頻度を分析するための手法の開発を課題としながら、演奏そのものを楽しむ姿勢を取り続けたい。

## 参考文献

- 野村満男著 チェンバロの保守と調律  
野村満男著 チェンバロの保守と調律 補遺篇  
東京コレギウム
- 平島達司著 ゼロ・ビートの再発見 技法篇  
ケルナー著 郡司すみ訳 チェンバロの調律  
東京音楽社
- 濱田光久著 ピアノ古典調律法概説とその実際  
日本ピアノ調律師協会会報
- ニューグローヴ 世界音楽大辞典 講談社
- Three centuries of Harpsichord Making by Frank Hubbard  
Harvard University Press
- The Harpsichord Owner's Guide by Edward Kottick  
The University of North Carolina Press