

# 17音平均律を用いた音楽について

杉山 正治

## 1 はじめに

現在、1オクターブの間を12等分ではなく17等分して音楽を作るとどのような音になるのかを研究している。生楽器であればこのような特異な音を作り出す事自体に高いハードルがあるが、コンピュータとMIDI音源（打鍵情報を元に様々な楽器音を合成できる装置）を用いると簡単に制作でき、実際に音を出して確かめることができる。本稿では、音律の歴史や17音平均律に関する研究を述べ、実際に作曲を行った際に得られたことを紹介する。

## 2 音律の歴史

現代の音楽は、12音平均律という調律方法によって作られる音程を用いて作曲、編曲、演奏されているものが殆どである。音楽と美術を比較すると、絵画などではどのような色でも自由に使うことが出来るのに対し、音楽（現代の殆どの音楽）では使える音が12個の音程に限られている。もし、この音程を少しでも逸脱するような音を出すと、途端に「調律の出来ない演奏」または「音痴（tone-deaf）である」と言われてしまう。ところが、この12音平均律自体はそれほど完全な音程ではない。以下では、「響きの考古学」<sup>[1]</sup>を参考に要約し、その理由を述べる。

### 2.1 純正音程について

人間が2つの音を同時に聞いて心地よいと感じるのは、2つの音の周波数が「整数比」を持つときである。すなわち、ある音ともう一つの音の周波数比が単純な場合である。単純な比率にならないような2つの音にはうなりが発生したり、高次の倍音が綺麗に響かないことが多く、濁ったような音になる。したがって、古来より音律は整数比を持つことが出来るように計算され

## 2 (杉山)

てきた。このような整数比をもつ音律は純正音程と呼ばれている。そして、数値が小さいほど協和性が強く、大きくなるにしたがって協和性は弱くなる。

最も協和性が強い周波数比は $2/1$ 倍（分数で低い音からの倍率を示す）である。これは低い音の周波数の2倍の周波数の音を同時に鳴らす場合であるが、この時、2つの音はオクターブの関係となり、完全に溶け合ってひとつの音のようにきこえる。2オクターブの関係を作るときは $2/1 \times 2/1 = 4/1$ 倍であり、3オクターブならば $2/1 \times 2/1 \times 2/1 = 8/1$ 倍となる。反対に、オクターブ下げるには $1/2$ 倍、2オクターブ下げるには $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 倍、3オクターブ下げるには $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$ 倍となり、逆数をかけることによって計算出来る。2のみの操作で導き出される音程は、このようにオクターブ関係のみである。

次に協和性の強い純正音程は $3/2$ 倍である。これは純正五度とよばれ、うなりのない、完全五度となる。また、純正五度音程と1オクターブ音程との差は $4/3$ 倍となる。これは純正四度とよばれ、完全四度となる。純正五度と純正四度のかけ算によって $3/2 \times 4/3 = 2/1$ 倍という1オクターブの関係が得られる。（図1 a）このように、純正音程は、その比率を表す分数を用いて容易に計算することが出来る。純正五度を2回加算すると $3/2 \times 3/2 = 9/4$ 倍となる。これは1オクターブを超えているので長九度音程となるが、これを1オクターブ以内の音程とするため、 $1/2$ 倍すると $9/8$ 倍という長二度音程が得られる。（図1 b）以下、順番に純正五度（ $3/2$ 倍）を積み重ねていくとC-G-D-A-E-B-F#-C#-G#-D#-A#-F-Cというように12個の異なる音高をめくり、再びCに戻る。このような音列は「五度圏」とよばれ、音律操作の重要な基礎となっている。特に五度圏の最初の5つを取り出して音高順に並べたC-D-E-G-Aは古代から様々な民族楽器の基本的な音律である。

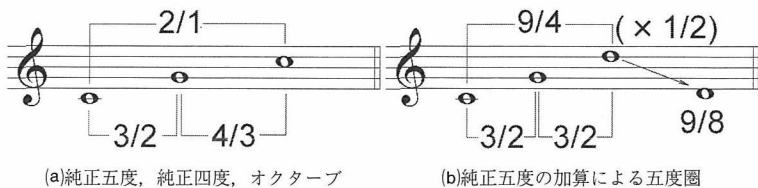


図1：純正音程の比率

## 2.2 セントについて

純正音程をはじめ、現在の12音平均律やその他多岐にわたる音律を比較する際に、セントという単位が用いられる。これにより、分数による単純な整数比で計算された音律と、平均律のように比率が無理数となる音律の比較も容易に行える。1セントは1オクターブを対数で均等に1200等分した単位である。12音平均律の半音は100セントであり、完全五度は700セントである。これに対し、純正五度 ( $3/2$ ) は702セントであり、12音平均律の完全五度より2セント高い周波数となる。

## 2.3 ピタゴラス音律について

古代ギリシャの哲学者ピタゴラスは、純正音程の五度圏の7番目までを音階順に並べ、F#をCの純正四度Fに置き換えたピタゴラス音律(図2)を作った。この構成音の比率はかなり高い数値であるが、あいだの音程を計算すると全音 ( $9/8$ 倍)、半音 ( $256/243$ 倍) の2種類である。ピタゴラス音律の全音は「トノス」とよばれ、12音平均律の全音より4セント高い。また、半音は「リンマ」とよばれ、12音平均律の半音より10セント低い。

ピタゴラス音律には様々な問題点がある。その一つとして、純正音程の五度圏を12音で一巡すれば元の音程に戻るわけであるが、実際のセント値を計算してみると、7オクターブ ( $1200\text{セント} \times 7 = 8400\text{セント}$ ) にはならず、8424セント ( $702\text{セント} \times 12$ ) となり、24セントのずれが生じる。このずれはピタゴラス・コンマと呼ばれ、さまざまな領域の中で大きな議論となった。このずれを消滅させたいという欲求が音律の歴史だといえる。

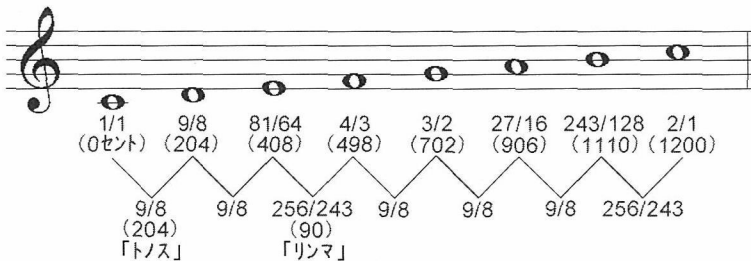


図2：ピタゴラス音律による全音階

#### 4 (杉山)

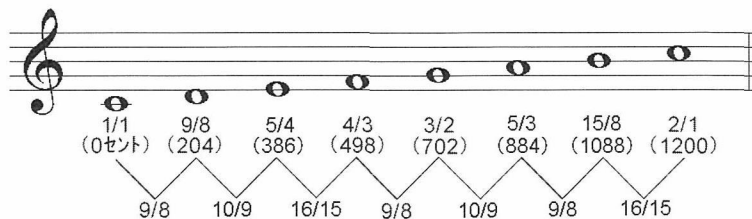


図3：純正調による全音階

### 2.4 純正調について

ピタゴラス音律の三度 (81/64) は「デイトノス」とよばれ、純正三度 (5/4) より22セント高いという問題もある。この22セントのずれはシントニック・コンマとよばれる。また、ピタゴラス音律では絡み合った声部が分離して聞こえるが、純正三度を導入するとそれぞれの声部が音響的に溶け合ってくる。何世紀にもわたってピタゴラス音律が使われていたが、15世紀頃になると、ピタゴラス音律の厳肅さよりも響きに快楽性を求めた耳の欲求として純正三度の音律が受け入れられるようになってくる。スペインのバルイトロメー・ラモスはピタゴラス音律に純正三度 (5/4) が含まれるような音律 (図3) を考案した。これが16世紀になって支持され、純正調とよばれるようになった。

純正調はピタゴラス音律よりも比率の数値が低いので協和性が高い。そして、純正三度を用いた和声的なスタイルが進展し、近代和声理論の基礎が築かれることになった。しかしながら、純正調には大全音 (9/8) と小全音 (10/9) の2種類の全音が存在する。この影響で、移調や転調といった操作を行うと音階上の配列が変化してしまうという問題がある。声楽曲から鍵盤楽器を中心とした器楽曲に移っていく状況になるとこの問題が顕著に表れ、移調や転調、さらには和音の扱いに対して純正調では適応できなくなってしまった。

### 2.5 ミーントーンについて

純正調以降、1オクターブ12個の鍵盤にどのような音高を振り分けるかが重要な問題となった。ピタゴラス・コンマとシントニック・コンマの2つの問題をいかにして解消するかである。特に、純正調による和声的スタイルに

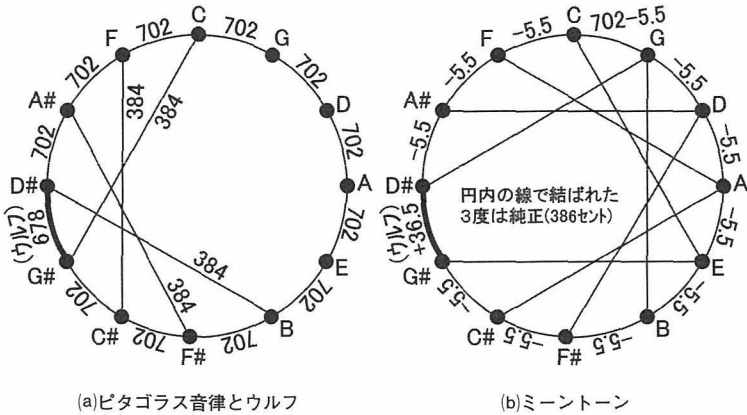


図4：各種テンペラメント1

対応するため、純正三度を保つことが優先されるが、移調や転調も可能な音律を作るにはどうすればよいかが議論された。

ピタゴラス・コンマを解消するために純正五度の五度圏の適当な1カ所にウルフと呼ばれる不協和な五度(678セント)を置くと、ウルフを挟む4つの三度音程が純正三度と2セントの差しかない384セントであることが発見された。(図4 a) さらにイタリアのピエトロ・アーロンは純正三度を保つために純正五度音程を少しだけ狭くするミーントーンという音律を作った。(図4 b) このような純正音程をずらす操作はテンペラメントとよばれる。

ミーントーンではシントニック・コンマをC-G-D-A-Eにおいて4等分され、5.5セントだけ狭めることによってC-Eが純正三度となる。この手続きを残りの三度音程全てに適用するとミーントーンの音律となる。これにより、純正三度をもつ三和音が8種類できるので、純正五度が犠牲になるが純正調よりも適用できる調の範囲が拡大し、移調や転調も容易になった。

## 2.6 ウェル・テンペラメントについて

ミーントーンのようなテンペラメントをさらに巧妙に行う手続きをウェル・テンペラメントという。18世紀のバッハの頃になると、どのようなウェル・テンペラメントを考案するかが大きなテーマとなった。この中で特に有名なヴェルクマイスター調では、ピタゴラス・コンマが4分割され、6セン

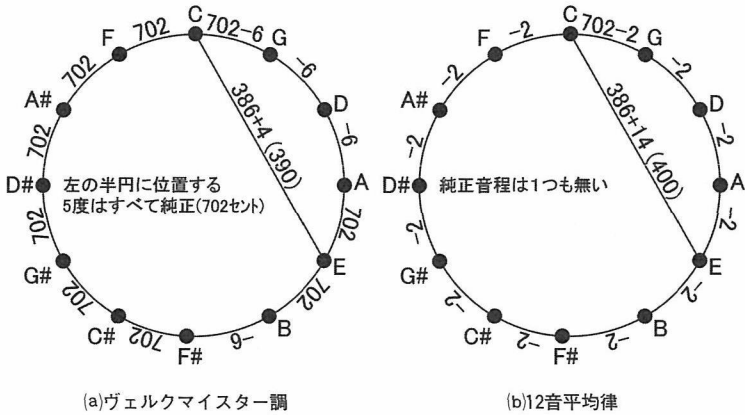


図5：各種テンペラメント2

トずつ、CからAまでの3つの五度とBからF#までの五度が狭められている。(図5 a) その結果、長三度が純正より4セントだけ高くなっているが、残りの五度圏はすべて純正に保たれている。つまり、五度圏の中にピタゴラス音律とミーントーンに近い2つの音律の領域が作られたことになる。

この音律はピタゴラス音律とミーントーンの領域化によって生み出される、それぞれの調の微妙な音調の違いを使い分けることが出来る。また、すべての調への適用や異名同音的な変換などの機能上の特性は、和声の進行や転調に自由さを与えながら、19世紀の和声音楽の表現を飛躍的に向上させる基盤となった。

## 2.7 12音平均律の登場

ピタゴラス音律から純正調、ミーントーン、そしてウエル・テンペラメントなど、さまざまな異なる音律の共存は、作曲家や演奏家に音律を自由に選択できる可能性を与えたが、音律選びを煩雑にしていた。特に19世紀後半になるとピアノの大量生産が開始され、大量の同質なピアノに対して、一律に適用できる音律が必要となり、12音平均律が登場することになった。

12音平均律は1オクターブを12個の均等な音程で分割されるが、五度圏の中で考えてみると、ピタゴラス・コンマを五度圏の中で平均化して、すべての間隔を2セントだけ純正五度を狭めて700セントとしたものと考えること

が出来る。(図5b)したがって、12音平均律はピタゴラス音律ときわめて近い関係にあり、似たような性格を持つ。12音平均律最大の利点は、すべての半音のサイズが100セントとなり、ウルフが解消され、移調や転調が完全に行えるということである。このように微妙な音程の差を完全に消滅させた平均律は、ピアノの生産過程にとどまらず、作曲のスタイルや演奏法、さらには音楽教育など、近代以降のあらゆる領域に影響を与えた。

だが、12音平均律も良いことばかりではない。最大の問題点は純正音程が全く存在しないことである。12音平均律の完全五度と純正五度はたかだか2セントの違いであるが長三度は純正三度より14セントも高く、協和していないのでかなり濁った和音の響きになっている。また、異名同音の複雑な転調をはじめ、十二音技法と呼ばれる調性を無視するような音楽も誕生した。いかなる調からも解放され、12個の均等な音高が様々に折り合わされた無調というスタイルから20世紀の音楽が展開されることになった。

## 2.8 考察

ここまでで紹介した音律の歴史を振り返ると、純正五度と純正三度の両方を完全に満たし、なおかつ、音程サイズも均質で、移調や転調に支障がないような音律は今のところ存在しないことがわかる。すべての音律がどこかで妥協しているといえる。それどころか、心地よく聞こえるとされる純正音程が無い状態でも、現代人の多くが12音平均律に違和感を持たないようである。かなり大きな比率のずれがないと純正音程でなくても良いようである。

ジャズはテンションと称して積極的に不協和音を取り入れているし、多くの現代音楽も不協和音を指向している。また、民族音楽(非西洋音楽)についても特に協和音にこだわらないものも多い。

このように考えてくると、どの程度の比率のずれまで許容出来るのかという疑問がわいてくる。また、1オクターブの分割個数が12音でなければならぬ理由が見つからない。新たな音律の模索として、12音平均律を脱却し、1オクターブを12音ではない数で分割したらどうなるだろうか。これらの間に対し、次章では非12音平均律の可能性について議論を進める。

## 3 非12音平均律

前章までに説明したように平均律は全ての音程が同一サイズであるという

8 (杉山)

利点がある。問題は平均律がどの程度、協和音程に近似出来るかということである。そこで最も優れた分割数は何音であるかを検討しなければならない。平均律では理論上、何十音でも分割数を増やすことが出来るが、楽器制作や演奏の都合を考えると実用上なるべく少ない方がよい。

武田は10～18分割された平均律を検討し、12音の次に協和する平均律は17音であることを示している。表1に武田の計算した12音と17音の違いを示す。ここでは純正調の比率ではなく、各音程毎に最も近くて小さな整数比を求めて、そこからの誤差を計算している。整数比の大きさに若干の幅があるが、12音も17音も最大誤差の絶対値が12セントである。協和しているかの判定を見ても17音平均律自体は12音平均律とほぼ同等な協和性を有していることが分かる。また、17音の周波数比を見れば、12音平均律に近似出来るような音程が多数存在することも分かる。17音平均律には純正三度に近似出来るような音程は含まれていないが、純正四度と純正五度との差が4セントであり、五度圏による移調なども容易であると考えられる。これらの議論より、以下では17音平均律について詳しく見ていくことにする。

### 3.1 17音平均律について

17音平均律ではC#とD♭が異なる音程になっている。12音平均律の黒鍵に相当する部分が全て2つずつ音程を持ち、黒鍵の数が倍になる。したがって17音平均律のための鍵盤を作るとすれば図6のようになるだろうと考えられている。他の形も検討されているが、17音平均律の基本的な音程を理解するには図6の形状が最適である。その理由は、図6の白鍵部分は12音平均律

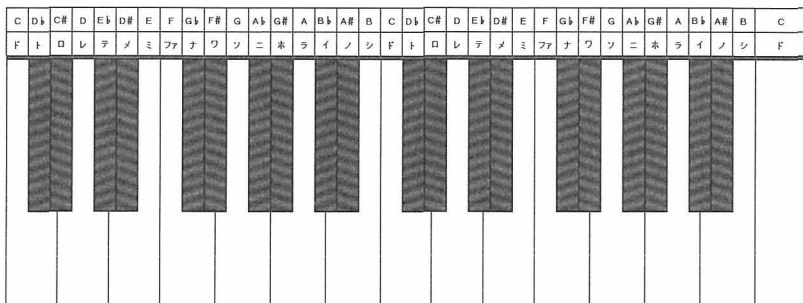


図6：17音平均律の鍵盤配置案



表 1 : 12音と17音の違い

## (a) 12音平均律

音順	音名	音高		対応整数比 (リミット5)				判定
		比率	cent	分数	cent	整数比分解例	誤差	
0/12	C	1.00000	0.0					
1/12	C#/D♭	1.05946	100.0	16/15	111.7	4/5×4/3	-12	×
2/12	D	1.12246	200.0	9/8	203.9	3/2×3/2×1/2	-4	○
3/12	D#/E♭	1.18921	300.0	32/27	294.1	4/3×4/3×4/3×1/2	+6	○
4/12	E	1.25992	400.0	81/64	407.8	3/2×3/2×3/2×3/2×1/4	-8	○
5/12	F	1.33484	500.0	4/3	498.0		+2	○
6/12	F#/G♭	1.41421	600.0	45/32	590.2	3/2×3/2×5/4×1/2	+10	×
7/12	G	1.49831	700.0	3/2	701.9		-2	○
8/12	G#/A♭	1.58740	800.0	128/81	792.2	4/3×4/3×4/3×4/3×1/2	+8	○
9/12	A	1.68179	900.0	27/16	905.8	3/2×3/2×3/2×1/2	-6	○
10/12	A#/B♭	1.78180	1000.0	16/9	996.1	4/3×4/3	+4	○
11/12	B	1.88775	1100.0	15/8	1088.3	5/4×3/2	+12	×
12/12	C	2.00000	1200.0					

## (b) 17音平均律

音順	音名	音高		対応整数比 (リミット5)				判定
		比率	cent	分数	cent	整数比分解例	誤差	
0/17	C ド	1.00000	0.0					
1/17	D♭ ト	1.04162	70.6	25/24	70.7	5/4×5/3×1/2	0	○
2/17	C# ロ	1.08496	141.2	27/25	133.2	3/5×3/5×3/2×2	+8	○
3/17	D レ	1.13012	211.8	9/8	203.9	3/2×3/2×1/2	+8	○
4/17	E♭ テ	1.17715	282.4	32/27	294.1	4/3×4/3×4/3×1/2	-12	×
5/17	D# メ	1.22613	352.9	100/81	364.8	5/3×5/3×2/3×2/3	-12	×
6/17	E ミ	1.27716	423.5	32/25	427.4	4/5×4/5×2	-4	○
7/17	F ファ	1.33031	494.1	4/3	498.0		-4	○
8/17	G♭ ナ	1.38567	564.7	25/18	568.7	5/3×5/3×1/2	-4	○
9/17	F# ワ	1.44334	635.3	36/25	631.3	3/5×3/5×4	+4	○
10/17	G ソ	1.50341	705.9	3/2	701.9		+4	○
11/17	A♭ ニ	1.56597	776.5	25/16	772.6	5/4×5/4	+4	○
12/17	G# ホ	1.63114	847.1	81/50	835.2	3/5×3/5×3/2×3/2×2	+12	×
13/17	A ラ	1.69902	917.6	27/16	905.9	3/2×3/2×3/2×1/2	+12	×
14/17	B♭ イ	1.76973	988.2	16/9	996.1	4/3×4/3	+8	○
15/17	A# ノ	1.84338	1058.8	50/27	1066.8	5/3×5/3×2/3	+8	○
16/17	B シ	1.92009	1129.4	48/25	1129.3	3/5×4/5×4	0	○
17/17	C ド	2.00000	1200.0					

※判定の×は根音と協和していないものを表す。

の「ドレミファソラシ」とかなり似た音程になっているからである。また、黒鍵部分についても、#の音程については黒鍵の右側を、bの音程については黒鍵の左側を弾けばよく、直感的である。

17音平均律の音名について考えてみよう。白鍵部分は基本的に12音平均律と同じにした方が良好だろう。黒鍵部分についても、#とbをそれぞれ白鍵の音名につければ完全に対応が取れる。楽譜の記述についても、譜面先頭の#/bを書かず、ナチュラルも使わず、必要とされる音符毎に#/bをつければ、12音平均律と同一の五線譜を利用できる。

ところで、12音平均律に慣れきっている場合、黒鍵について#とbが異なる音程だと言われてもなかなか頭の中を整理出来ない。そこで、かなり適当ではあるが、17音の黒鍵に新たな音名をつけて「ドトロレテメミファナワソニホライノシド」(図6)と命名してみた。この音名が妥当かどうかは議論の余地があるが、少なくとも筆者は黒鍵の音高差を把握しやすくなり、音を聞かず頭の中だけで音程を思い描けるようになった。

### 3.2 17音平均律による作曲

武田<sup>[4]</sup>は17音平均律の可能性を示したが、実際の作曲は行っていない。8世紀のアラブ音楽に十七律<sup>[1]</sup>という17音階があるが、これは平均律ではなく、ピタゴラス音律のリンマ(90セント)とコンマ(24セント)の2つの音程を単位とした不等分な音律である。まだまだ17音平均律を用いた作曲は行われていないといえる。そこで、17音平均律による旋律やコードはどのようなものになるかを、コンピュータを用いて作曲してみることにした。

#### 3.2.1 17音平均律の和音

17音平均律を用いた和音には基本的に12音平均律を近似したものが使えるようである。すなわち、ハ長調のドレミファソラシ(17音鍵盤の白鍵、図6を参照)を根音としたI, II, III, IV, V, VI, VIIの和音はそのまま使えるようである。ただし、長三度が12音平均律より24セントほど高いのでI, IV, Vは若干濁ったような音になりやすい。反対に短三度は12音平均律より18セントほど低いので純正音程に近くなり、II, III, VI, VIIの濁りは少ないようである。長三度の濁りさえ許容出来れば、17音平均律のハ長調のコード進行には12音平均律をそっくりそのまま利用出来そうである。

平均律では移調が完全に行えるので、ハ長調の特徴さえつかめれば、他の

調については鍵盤をシフトするだけで対応可能である。また、短調については短三度が12音平均律よりも良好であるから、長調よりもさらに対応しやすい。ちなみに、17音の長三度は6半音、短三度は4半音、完全五度は10半音である。半音の勘定を間違えると、極端な不協和音になるので移調の時には注意されたい。

この半音の勘定でもう一つ議論しておかなければならない。図6に示した黒鍵の左右を、分割ではなくペダルによって切り替える方法が考えられるが、これは無理である。その理由は、調と和音の選び方によっては黒鍵の右側と左側を両方同時に押さなければならない組み合わせが存在するからである。ハ長調で良好だった和音の関係を移調する際に必要となるので、ペダルによる鍵盤配置の入れ替えは避けた方が無難である。

### 3.2.2 17音平均律の旋律

ハ長調の白鍵（ドレミファソラシ）については和音と同様に12音平均律と全く同じ旋律を作ることが出来そうである。12音平均律の伴奏に17音の白鍵の単旋律を重ね合わせると17音の旋律は濁ったように聞こえることがあるが、17音の単旋律のみであれば一般的に12音と区別するのは難しいと思われる。したがって、白鍵のみで旋律を作る場合、特別17音を意識する必要もなく、そのまま従来の12音の作曲スタイルを使うことができる。

黒鍵については白鍵とは全く異なる点に注意しなければならない。12音平均律のC#（またはD♭）は100セントであるが、17音平均律のD♭は71セントであり、これは黒鍵の左側である。さらに、17音平均律ではC#がD♭とは音程が異なり、141セントであり、これは黒鍵の右側である。17音平均律ではハ長調で黒鍵を利用すると概ね不協和音となるので、白鍵と黒鍵を上手く組み合わせる必要がある。C#とD♭をハ長調の和音で利用するには次の連結においてのみ上手く和音と馴染ませることが出来るようである。

1. C → D♭ → C# → D (ド → ト → ロ → レ)
2. C → C# → D (ド → ロ → レ)
3. D → C# → C (レ → ロ → ド)
4. D → C# → D♭ → C (レ → ロ → ト → ド)

C → D♭ → D (ド → ト → レ) が含まれていないが、12音のC → D♭ → Dを

模倣するのであれば使わない方がよいようである。もっとも12音平均律のD $\flat$ は17音のC $\sharp$ とD $\flat$ の平均値的音程であるから、黒鍵の左右どちらも一致するわけではない。しかし、あえてなぞるのであれば聴感上C $\sharp$ の方が安定して聞こえるようである。

なお、調や和音が変わるとC $\sharp$ よりD $\flat$ の方が安定する場合もある。12音平均律の楽譜が $\sharp$ 系なら黒鍵の右側を、 $\flat$ 系なら黒鍵の左側を鳴らすと良好となるようである。ただし、半音の駆け上がり駆け下がり滑らかにするにはあくまでも黒鍵2つを連続して鳴らすのが良いようである。これは半音の幅が一定で、かつ2つあるということに由来する。これら以外の残り8個の黒鍵についても利用方法は同じである。17音平均律独特の旋律となるのは、概ね隣り合った黒鍵2つを連続して鳴らす場合であると考えている。そこで筆者は17音平均律を用いた音楽を「ドトロレミュージック」と呼ぶことにした。

黒鍵の使い方として、12音平均律的な枠組みから脱却したり、上記以外の組み合わせを利用することも考えられる。その時には概ね、その調や和音からかなり逸脱したような音程になることが容易に想像出来る。実際、無茶苦茶な旋律の流れを作ると、非常に奇妙で不思議な音楽が出来ることがある。12音流の綺麗な旋律を17音でも実現したいという目的が無ければ、言い換えると、17音でしか作れないような怪しい音楽を作るならば、前述の黒鍵の使い方を無視しても良いということを書いておく。

### 3.2.3 17音平均律の作曲例

17音平均律の作曲例として小方<sup>[3]</sup>と共同でCD(図7)を制作した。筆者が作曲した17音平均律18曲、小方が作曲した16音平均律5曲/17音平均律4曲



**16/17音平均律「とんでふ!? (tone-deaf)」**  
Do-To-Ro-Re Music Entertainment ACLI1617定価税込1,500円

本報で紹介した17音平均律の作曲例をお聴きになりたい方はこのCDをご購入下さい。筆者に直接会うことが出来ない方は、下記ネット通販をご利用下さい。

サウンドマーケットCUE  
[http://pme.jp/shop/cgi/cue/m\\_shop.cgi?keyword=ssugiyama](http://pme.jp/shop/cgi/cue/m_shop.cgi?keyword=ssugiyama)

DESAFINADOS  
小方 正・監督 杉山 正治  
杉山 正治

図7：とんでふ!?

の全27曲が収録されている。なお、本報では16音平均律についての議論を行っていないが、構成音をどう組み合わせても不協和音になる音律であり、是非17音平均律との違いを比較されたい。

#### 3.2.4 17音平均律のデータ制作方法

筆者は制作環境として、カモンミュージックのレコンポーザ98/2.5FというMIDIシーケンサと、RolandのSC-88ProというMIDI音源を利用した。レコンポーザは音符情報を表計算ソフトのように数値で入力できるソフトウェアであり、調律情報を含めた全てのMIDI音源コントロールも数値として埋め込むことが出来る。これらの数値情報をSC-88ProというMIDI音源に送信して音を鳴らして録音している。筆者の曲はコンピュータを使った数値のみの完全な自動演奏である。(小方の曲では数値を生成する所が生演奏のMIDI記録となっている)

MIDI関連のソフトウェア、ハードウェアには通常12音平均律を前提にしているので、1つのチャンネルに12音程しか入らない。そこで1つの楽器につき、2つのチャンネルを用いて1組の17音平均律の楽器を作ることにし、演奏途中で調律情報を変更しなくても良いように工夫した。今回の制作環境のみでも最大16トラック(16楽器)を利用できる。

ハ長調を例に調律用パラメータの設定方法を説明する。17音平均律を作るのに12音程使える2チャンネルを利用すれば7音余る。そこで、白鍵7音程を重複とし、黒鍵のみ2つのチャンネルで異なる音程に設定することにした。SC-88Proの調律パラメータは12音平均律からの差分をセント単位で指定することにより設定される。12音平均律の各構成音は全て40H(Hは16進数を表す)に設定されているので、この値からセント単位での増減を計算すればよい。表2に2つのチャンネルに設定すべき調律パラメータを示す。

2つのチャンネルを使っているが音符情報は1つのトラックで制作された。通常は片方のチャンネルで音を鳴らす、もう片方のチャンネルの音が必要になった時点でチャンネル切り替えコマンドを使って切り替えるようにした。

表2：17音平均律の調律パラメータ(16進数)

音名	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
1 ch	40	23	4C	2E	58	3A	1D	46	28	52	34	5D
2 ch	40	69	4C	75	58	3A	63	46	6F	52	7B	5D

例えば、ド→トをチャンネル1，ロ→レをチャンネル2でそれぞれ鳴らせばド→ト→ロ→レとなる。これを1つのトラックで制作する場合、音符情報は「1 ch に設定→ド発音→ト発音→2 ch に設定→ロ発音→レ発音」となる。楽器数が増えた場合にはそれぞれ奇数チャンネルと偶数チャンネルを1組として同様の処理を行えばよい。

### 3.2.5 考察

本報を執筆する前にCDを聴いて頂いた方からの感想と、それに対する筆者の考察(括弧内)を以下にまとめる。

1. 初めてCDを聴いた時には違和感を持ったが、2回目以降には慣れてきたのか普通に聴けるようになった。(これはかなり多くの人から頂いた感想である。慣れてしまえば聴けるというのは17音が12音と大きな差が無いからではないかと考えている)
2. 前衛音楽には無調が多いが、このCDの音楽には調性が感じられるので非常に面白かった。(無調ではなく、調性のある新しい音律の方が一般的に受け入れられやすいのかも知れない)
3. ピアノでは極端に不協和音が耳につくが、調律不要な楽器の場合、違和感が無いかもしれない。(これも多くの人から頂いた感想である。元々12音平均律はピアノのために作られたようなものであるからとも考えられる。反対に、演奏者が演奏中に音程を作らなければならない楽器は、元々音程を外しやすいので、調律不要楽器については比率のずれの許容範囲がかなり大きいと言える)
4. 12音平均律との違いが分からない。(これは特に音楽演奏を行わない人に多かったようである。元々の12音平均律の音感が無いと、17音との違いを識別出来ないのであろうか。不協和音が鳴っていると感じないのであれば、17音平均律は実用的だということになる)
5. 新時代のなごみ系音楽になるだろう。宣伝の仕方によっては売れるのではないのでしょうか。(これは後半の10~18番の曲についての感

想である。なにか変だけどなごんでしまうということで、17音平均律も使い方によっては新しい音楽スタイルになりうるかもしれない)

6. 初めてサティの曲を聴いた時のような違和感を覚えた。(旋律としてはかなり奇抜で不思議な感覚になるというのは黒鍵が2つあるとすることだろうと考えている)
7. 17音だと教えられなければ多分12音だと思ってしまっただろう(今回のCDは12音との互換性を意識した作りになっているので、17音独特の曲調を作り出すのは今後の課題である)
8. 17音平均律の音程を出す楽器があれば耳コピも出来るかもしれない(基本的には音程の幅が一定であるから、慣れれば多くの人が耳コピ出来るだろうと考えている。ただし、感想にもあるように、17音平均律専用の楽器が必要であろう)
9. 平均律ではなく純正音程を盛り込んでみたらどうなるか?(平均律であれば移調や転調も容易であるしウルフも発生しないので意見の分かれる所である。17音平均律を元にした純正音程を作って比較する必要があるかもしれない)
10. こんなのは音楽ではない。(これは音大の学生の意見である。12音平均律しか受け入れられないのだろうか?)

これらの感想から17音平均律は概ね肯定的に受け入れられたのではないかと考えている。肯定的な人は音楽家以外が多く、否定的な人は現代の12音平均律に固執する演奏者などであった。今回のCD制作では、まず17音平均律の音を作り出すという所が難しく、「芸術的」というよりは「実験的」であったかもしれない。データ制作について改善すべき点があるとすれば、芸術的な表現力をもっとつけることだろうと考えている。

## 4 おわりに

本研究では、17音平均律を用いた音楽を制作し、その可能性を議論した。17音平均律には一部の和音に若干の濁りがあるものの、概ね12音平均律と同等のコード進行などが使えることが示された。また、17音独特の旋律はどのようなものであるかが示された。

現在17音平均律の音楽を奏でられる楽器は殆どない。今回のデータ制作についてもコンピュータで小細工を施して実現している。次の研究課題として、17音平均律専用の楽器（MIDI 鍵盤など）を制作する予定である。

### 謝辞

今回の CD 制作にあたっては、広島大学大学院先端物質科学研究科の小方厚氏に大変お世話になった。ここに記して感謝する。

### 参考文献

- [1] 藤枝守, 「響きの考古学——音律の世界史」音楽之友社出版, 1999
- [2] 小方厚, 「非12音平均律音楽のこころみ」, 情処研報2004-MUS-54 (11), pp 47-50, 2004.
- [3] 小方厚, 久留智之, 「音程に自由を——非12音平均律音楽——」日本物理学会誌第59巻第8号, 2004.
- [4] 武田芳治, 「17音平均律の提案」, <http://nagasm.suac.net/ASL/temper2/>, 1999.

(本学専任講師 音楽情報科学)

〈キーワード〉音律, 音程, MIDI 鍵盤