

## 第7章 整数倍音、楽器の音、自然の音

### 1 自然界と非整数倍音

これまで、球体（スイカ）や平面（ポリゴノーラ）から出る非整数倍音を元に新しい音階と、新しい楽器を作ってきました。これらの音階や楽器から未来の音楽が生まれるのでしょうか？それを考える前に、自然界の音を分析しました。

自然界の音で整数倍音を発している音はほとんどなく、非整数倍音に満ち溢れています。自然の音と人間の作った音楽を聴くとき、人はそれを同じ音として脳で処理しているのでしょうか。

人は言語を左脳で聞き処理しているようですが、私たち日本人は自然の音である虫の声、鳥のさえずりや、川のせせらぎも左脳で聞いているといわれています（角田、1981）。左脳は言語以外に自意識、論理的思考をつかさどるといわれています。それに対して右脳は空間感覚やイメージを認識するといわれています。脳科学者であるジル・B・テイラー（J. B. Taylor, 2012）は自分自身が脳卒中で倒れたとき、自分の左脳の機能は出血によって失われていくと同時に、数字や文字が判読できなくなり、それと同時に右脳で幸福感と宇宙との一体感を感じたと、脳科学者ならではの表現でTED（Technology, Entertainment & Design）で証言しています。

右脳と左脳は全く同じ働きをしておらず、役割がある程度分担されているようです。日本人が虫の声を左脳で聞くという行為は、自然を意味のある言葉として聴いていると解釈できるかもしれません。それでは、西洋人は虫の声をどのように聞いているのでしょうか。ただの雑音として処理されているかもしれません。少なくとも、西洋人には日本人のように虫の声を**愛でる**という習慣はないようです。

最近の研究によると音楽を聴く場合、脳はたくさんの部分を同時に使っているようで、脳と音楽の関係は単純ではないようです（ボール、2010；レヴィティン、2010）。例えば、音そのものは耳から振動数という情報で左脳に伝えられますが、そこではま

ず音高と音量が受容されます。それから音楽として認識するには右脳が使われるらしいです (Salimpoor ら、2011)。

自然界で聞こえる音で、整数倍音を発しているものは大変少ないのです。だからこそ弦の音がこの世のものではない音として認識され、西洋で音楽の基礎として追求されたのではないのでしょうか。ほとんどの自然界の音は2次元(平面)、あるいは3次元(立体)から発生しています。例えば木の葉のそよぐ音は平らな2枚の葉が互いにこすれあって出る音です。また、虫の音も羽(平面、2次元)をこすり合わせて作る音です。風や水も、もともと形が決まっているわけではありませんが、少なくとも弦ではありません。川のせせらぎ、潮騒は水の出す音です。隙間風の音は風の出す音です。これらは弦が出す音とは根本から違っています。そこで、この章では、まず私たちを取り巻く自然界の音がどのような音かを見てみます。

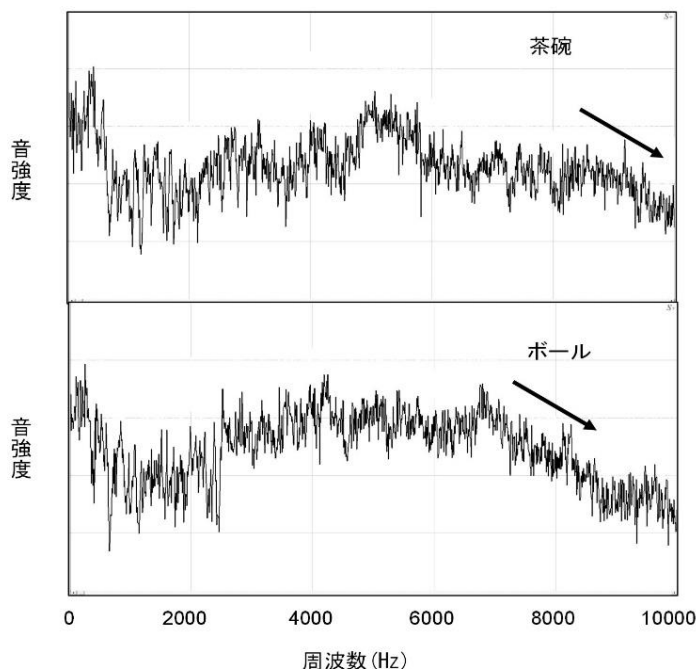


図7-1 水道の蛇口から出る水の音のスペクトル  
上図 水道水を茶碗(直径10センチ)に受けた。  
下図 水道水をボール(直径20センチ)に受けた。

最初に水の音を分析してみます。図 7-1 では、上下に二つの図があります。両方とも台所の水道の蛇口をシャワーに切り替えて水の音をとりました。上の図は水を受ける器に陶器の小さい茶碗（直径 10 cm）を置いた場合、下の図はステンレス製の大きなボール（直径 20cm）を置いた場合です。両方とも細かいピークがたくさん出ています。ピアノやギターのスเปクトルとはまったく違います。特定の強い振動数がなく、多数の振動数の音が同程度出ています。それをノイズ（雑音）といいます。なんとなく 4000~6000 Hz に山がありますがはっきりしません。

茶碗では、9000 Hz を超えると矢印で示したように右肩下がりに音が小さくなります。下図に示したボールの場合は 7000 Hz からは矢印で示すように音が右肩下がりに弱くなります。両者を比べると、全体的に茶碗のほうは高音成分が多く、ボールのほうは高音成分が少ないと考えられます。これは実際に台所で試してみればわかります。容積の小さなもので水を受けると全体的に高い音がし、容積の大きなもので受けると低い音がします。同じ水でも、受ける容器の大きさで出る音が変わります。それでは水を受ける容積が大きな滝壺のような例はどうでしょう。滝壺の音を分析したのが図 7-2 です。

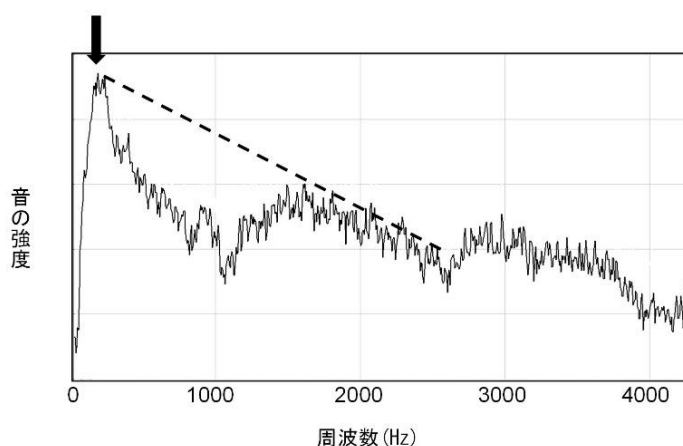


図7-2 滝の音のスเปクトル

明瞭なピークは見られないが、最大のピークは190Hz付近にします(矢印)。音が高くなるに従い段々と小野と強度が下がります。図中の破線は音の高さが2倍になれば、音の強さが $1/2$ になるという線を表します。この線に従うノイズをピンクノイズと言います。

この図を台所の水音と比べると、2つの違いに気づきます。一つめは最大のピークは190 Hz くらいにあること、二つめはそのあとグラフが右下がりになることです。

図7-1のような水道の蛇口から出る水音では、高音成分が多く、スペクトルがどちらかといえば茶碗の場合は8000 Hz まで、ボールの場合でも7000 Hz まで**水平状態**を保っています。このように振動数が高くなっても音の強さが一定という特徴を持つノイズを“**ホワイトノイズ**”といいます。ラジオでダイヤルが放送局の電波と合わないときに「シャー」という音が聞こえます。これが、ホワイトノイズです。

一方、滝の音では振動数が高くなるに従い音の強度が下がっていきます。その下がり方の平均を取ると、図中に引いた黒い直線のようになります。この直線の傾きは、振動数が2倍になると音の強度が $1/2$ になるという傾きを表しています。このように、音の高さ（振動数）が2倍になると、音の強さが $1/2$ になる雑音を“**ピンクノイズ**”といいます。

人の身体は60%以上が水でできており、水は生命を維持するのに非常に重要です。だから日本人は自然界の水の音を聴いていると安心して落ち着くのかもかもしれません。砂漠の多い国に住む人々は水の音を安心する音とは感じないといわれています。しかし、日本人でも台所の水の音を聞いて癒されるという人は少ないはずで、滝のピンクノイズが心地よいのでしょうか。

次に自然界の音の例として鳥のさえずりを分析しました（図7-3）。

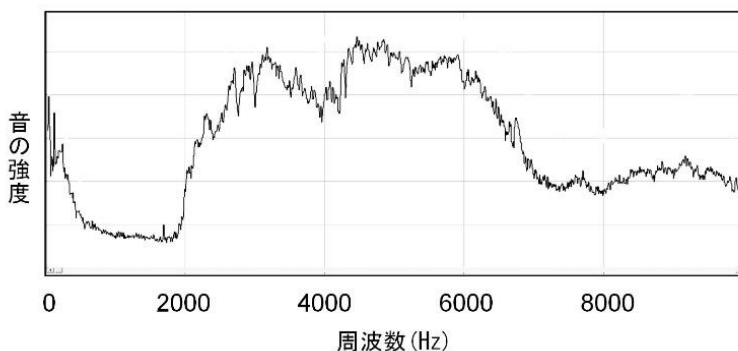


図7-3 ひばりの鳴き声のフーリエスペクトル

ヒバリは、春先自分の縄張りを示すために空高く舞い上がりさえずります。その鳴き声を分析してみるとピークが何本も出ていて、全体として山形をしており、その振動数は、2000～6000 Hz にまとまっています。ピアノのような整然としたピークの並び（整数倍）にはなっていません。

つぎに、カエルの鳴き声の分析例を示します(図7-4)。

大きく分けて、2つの山があります。1000～2000 Hz に1つ、2000～3000 Hz にもう1つの山があります。その山の中に、鋭いピークが所々に出ています。それらの間には、整数倍の関係にあるものは一つもありません。図7-3に比べて、ピークが左側にあります。つまり、カエルの鳴き声はヒバリに比べて低いです。

最後に虫の声の例を図7-5に挙げます。上段の図はエンマコオロギ、下段はスズムシです。エンマコオロギは細かなピークが寄り集まり、なだらかな連峰のようなスペクトルです。主な振動数は3000～6000 Hz にあります。スズムシはエンマコオロギとは異なり、明瞭なピークが4本見えます。図中の数字で示しました。4522、5103、5696、6282 Hz です。またエンマコオロギよりも全体的に高い音です。スズムシの鳴き声が江戸の人々に気に入られ、虫屋という商売が成立し、コオロギよりもスズムシが珍重されました。しかしスズムシでも整数倍の音は1つも出ていません。

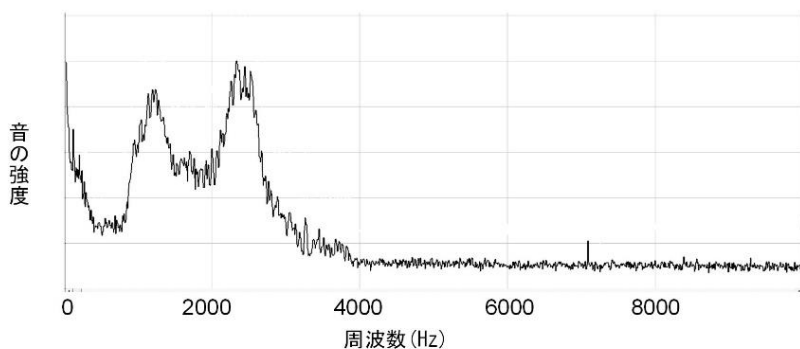


図7-4 かえるの鳴き声のフーリエスペクトル

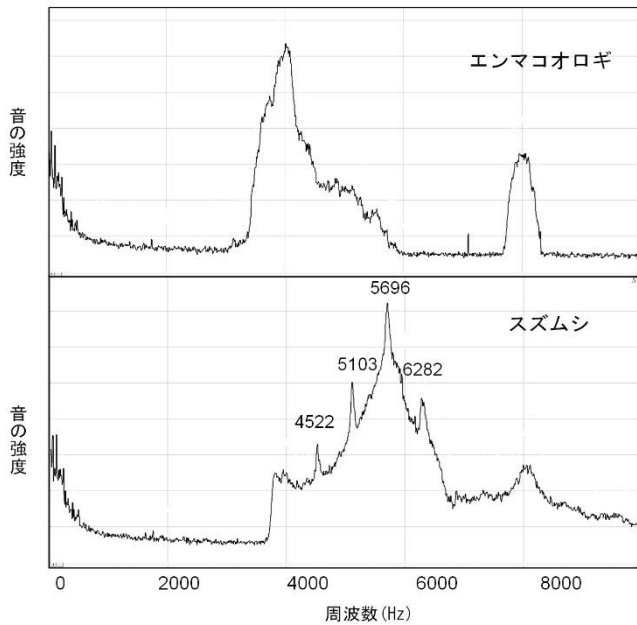


図7-5 虫の鳴き声のフーリエスペクトル  
 上図 エンマコオロギ  
 下図 スズムシ

このように、水の音、鳥のさえずり、カエルの鳴き声、虫の鳴き声には整数倍音は出ません。この原因は音を発生する本体が1次元の弦ではないからです。たとえばスズムシは羽根（2次元の平面）をこすり合わせて音を出しています。鳥の鳴き声も肺と嘴の間の三角形の鳴管が知られていて、人間とは異なる発声をするので、整数倍音は出ません。整数倍音しか発生できない弦の音で虫や鳥の声などをまねることに限界があります。逆に言うと、人の声、特にオペラ歌手などの歌声にはきれいな整数倍音が含まれます。進化と訓練にもよるのかもしれませんが、ヒトはほかの動物とは発声ではかなり異なっています。

## 2 日本の楽器（尺八と琵琶）と非整数倍音

日本に古くから伝わる尺八と琵琶は、整数倍音より非整数倍音がよく出ます。武満徹の『ノヴェンバー・ステップス』に参加したことで知られる琵琶奏者・鶴田錦史が作曲、演奏した『義経』の冒頭部の琵琶の音のスペクトルを図7-6に載せました。

この冒頭部で琵琶奏者は特殊な弾き方をしています。弦を撥で弾くのではなく、こするようにして音を出しています。この音をスペクトルで分析すると、本当に明確な周波数を示すピークは1つも出ません。しかし、弦をこする位置を変えることで音程感を変える演奏をしています。弦の中央をこすれば、基音が多く含まれる音が出ますし、弦の駒（胴体側）のほうをこすれば、倍音が多く含まれ高く感じる音が出ます。

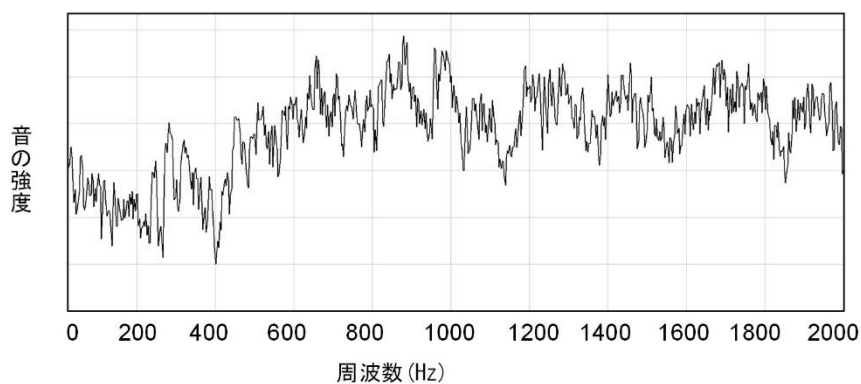


図7-6 琵琶の音のフーリエスペクトル（「義経」の冒頭より、鶴田錦史の世界）  
弦を撥でこすりながら音を出しているため、明瞭なピークが出ない。

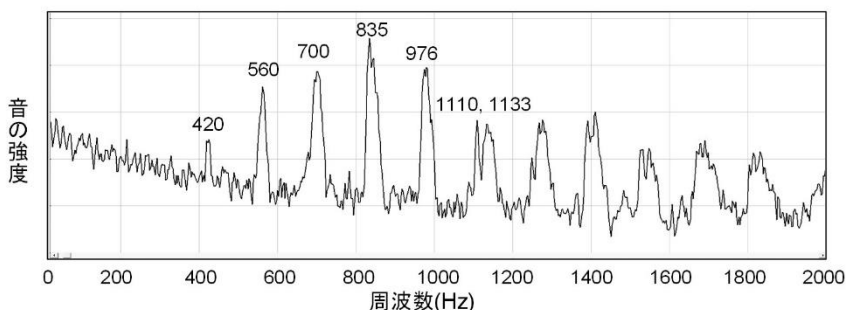


図7-7 琵琶の音(「壇ノ浦」の冒頭、鶴田錦史の世界より)

図7-7は同じ奏者の琵琶の別の曲で『壇ノ浦』の冒頭の音です。今度は図7-6とは違い、撥で弦を弾いて音を出しています。そのため前の図よりは明瞭なピークがたくさん見えています。しかし奇妙なことに気付きます。

まず、第1章 図1-5のピアノのスペクトルと比べると、琵琶のスペクトルは大変複雑です。ピアノのスペクトルではドの音(周波数261.6 Hz)を基音として明瞭な整数倍音のピークが順次高次側に出ています。また、基音の音量が最も強く、高い倍音になるにしたがってその音量は減少しています。

ところが、琵琶のスペクトルを見ると、どこに基音があるのかわかりません。ここでは基音は140 Hzと思われます。理由は420、560、700、835、976、1110 Hzのピークが等間隔に、明瞭に見えることです。これらのピークの間隔は平均すると140 Hzですから、420 Hzの下に基音として140 Hzが存在するはずですが、140 Hzのあたりにはほとんど目に見えるピークがありません。一番大きなピークは、6倍音の835 Hzです。しかしこれらが重なって同時に出ると基音の140 Hzの音が聞こえることが知られています。高次の倍音を頼りに、われわれの耳には、ほとんどスペクトルとしては出ていない基音(140 Hz)が聞こえます。あるいは、3倍音の420 Hzの音が基音として聞こえる人もいるかもしれません。

同じことがピアノでも見られます。ピアノの非常に低いド#(C2#)の鍵盤を弾いても基音(69.3 Hz)はほとんど出ていません。2倍音~7倍音の倍音は出ています。そ



れでも私たちの耳には一番低い基音である C2<sup>#</sup>の音 (69.3 Hz) が聞こえます。これはこれまで“差音”と説明されてきました。

ところが、シンセサイザーで基音 (69.3 Hz) を入れずに、2 倍音～7 倍音の音だけを合成してスピーカーで聞いても、ちゃんと基音の音 (69.3 Hz) が聞こえます。この事実から、人の耳は失われた最低音を“差音”で補って聴く力を持っている、と説明されています。この説明はおそらく間違っています。実際に 2 倍音～7 倍音の波形をコンピュータで足してグラフにすると、基音の波形 (69.3 Hz) が現れることが証明されています (Koenig, 2011)。

ピアノの弦では 69.3 Hz のような低い音を出すことはできない (あるいは基音を 2 倍音より大きく出すことが難しい) のですが、2 倍音以上の整数倍音がちゃんと出ていれば、人の耳には狙った音 (69.3 Hz) が聞こえます。ちなみにピアノの高音の音では、基音ばかりが目立ち、高次の倍音がだんだん出なくなります。高い C7 では 2093 Hz の基音だけしか出ていません。一番右端の C8 (4186 Hz) では、基音が主であることには変わりありませんが、かなり雑音が混じります。これがピアノという楽器の限界なのでしょう。また、これ以上高い音では人の音程感覚があいまいになるともいわれています。

話を元に戻しますが、琵琶とピアノが異なる点は、そのピークの明瞭さです。ピアノのピークに比べて琵琶では特に 6 倍音以上では、ピークのすそが大変乱れています。特に、8 倍音に当たる 1110 Hz 以上では、倍音となるべきところに明瞭なピークがありません。これはピーク以外の音がたくさん出ていることを示しています。この理由は、琵琶独特の構造「さわり」によるものと考えられます。

ギターやピアノでは、弦はなるべく点 (ピアノではピン) あるいは線 (ギターではフレット) で支持しています。弦の振動を妨げない工夫です。そのほうが雑音の少ない純粋な音 (整数倍音) が出るからです。

ところが、琵琶や三味線では、わざとビリつかせて雑音をだします。琵琶では 4 本あるうちの 3 本の弦が駒と接するところ、また三味線では 3 本のうち一番低い 1 の弦と駒が接するところが点や線ではなく面になっています (薦田、2003)。つまり弾く

とビリつくのです。もともと琵琶の、特に2弦は音をビリつかせるように出来ています。日本の楽器には整数倍音から外れる音（非整数倍音）を楽器が出すように工夫をしています。自然界の音に近づけているのかもしれませんが。

わざと音をビリつかせ非整数倍音を出す楽器がほかにもあります。インドには、伴奏楽器として使われるタンプラーという弦楽器があり、駒が平面で弦がビリつく構造になっています。スペインのフラメンコで歌や踊りの伴奏をするギター（フラメンコギター）は弦の高さを低くしてわざと音をビリつかせます。

次に日本独特の尺八のスペクトルを図7-8と図7-9に示します。図7-8は、『木枯らし』という曲からとったものです。ムラ息という特殊な奏法で出された音のスペクトルです。明瞭なピークがみられず、細かなピークが密集しています。

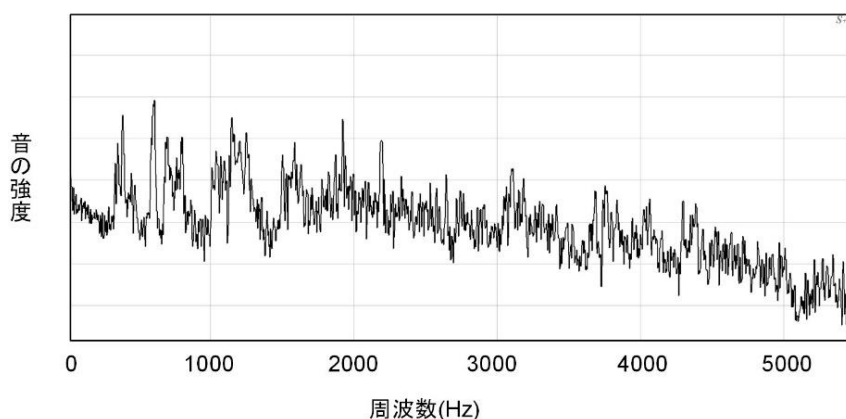


図7-8 尺八のスペクトル(「木枯らし」、演奏 都山流 森 佳久山)  
このスペクトルは、“ムラ息”という奏法で発生されたものである。ピークが明瞭でなく、倍音関係がはっきりしない。

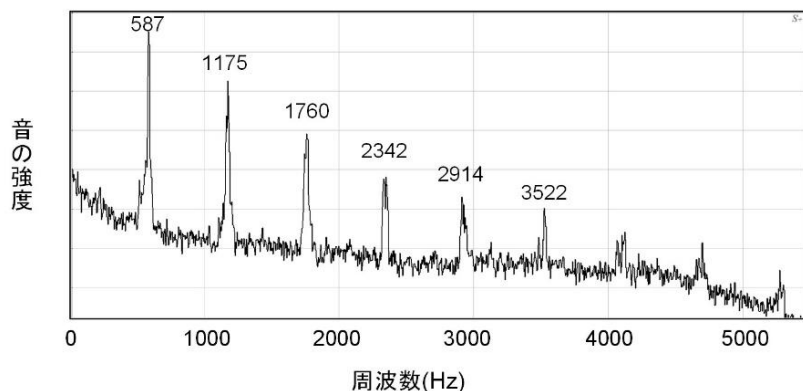


図7-9 尺八のスペクトル(「木枯らし」、演奏 都山流 森 佳久山)  
 図7-8と同じ曲があるが、澄んだ音を出している場面。基音が587Hzにあり、  
 そのあと2~6倍音まで明瞭に出ている。

一方、同じ曲の中でも明瞭な音を出すときは図 7-9 のスペクトルが取れます。このスペクトルでは、基音が 587 Hz とすると 2、3、4、5、6 倍の整数倍音が明瞭に等間隔で出ています。

図 7-8 のようにムラ息で演奏すると、尺八からは非整数倍音が多数発生します。しかし、奏法を変えれば、図 7-9 に示したように整数倍音だけからなる音も作り出せます。このように、整数倍音と非整数倍音を同じ楽器から自由に操れるのが尺八の特徴です(中村、2010)。フルートでも、少し息を強く吹き込む奏法をとれば、整数倍音以外の音も少し出ますが、基本的には極めてきれいな整数倍音の音しか出ません。非整数倍音が豊富に出る西洋の楽器はサクソフォンです。

### 3 ピアノとギター ～ 整数倍音楽器 ～

ピアノは基音から始まる整数倍音だけが出やすい楽器です。第 1 章に載せたピアノのスペクトル(図 1-5)を見ると、13 倍音くらいまできれいに出ています。倍音の間にはほとんど他のピークが出現していません。また基音のピークが最も強く、高次の倍音ほど音の強さは減少していきます。この基音のピークがはっきり出ることが音

程感のある音を出すピアノの強みでしょう。それでは他にそのような楽器があるでしょうか？ ギターもピアノに劣らず整数倍音が出やすい楽器です。しかし、それは弾く場所によります。

図7-10にギターの最も高い弦（1弦ミ、基音330Hz）のフーリエスペクトルを載せました。上段は駒の近く、つまり、弦が止められている駒の近くを弾いたものです。この場合ピアノと同様に10倍音くらいまで出ています。ギターは弦を弾く場所（右手の位置）を任意に変えられます。

下段は普段はあまり弾くことのない、弦の中央部を弾いた時のスペクトルです。基音がずば抜けて大きく、ほかの倍音がほとんど出ません。特に偶数の倍音列、2、4、6、8、10倍音がほとんど出ていません。奇数倍音は若干出ています。偶数倍音は常に弦の半分のところは節にならねばなりません。下の図では弦の中央を弾くのでそこに節ができず、結局偶数倍音が出ません。奇数倍音は中心に腹があるので、少し出ます。

ギターでは駒の近くで弦をはじくと、いろいろな倍音が同時に発生します。ちょう

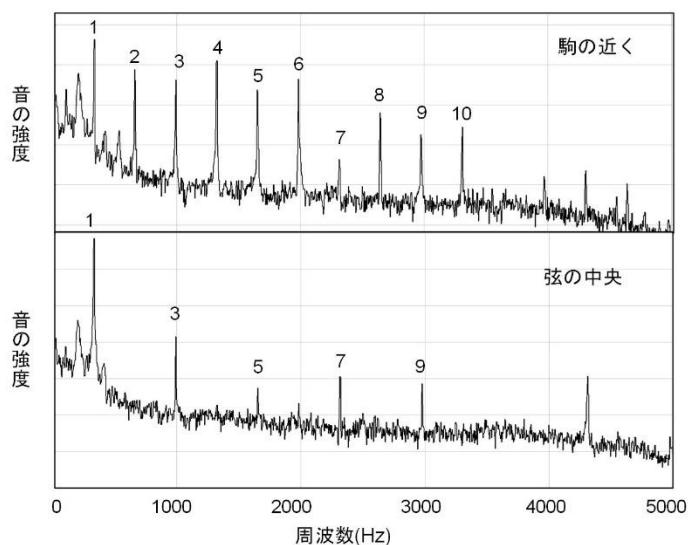


図7-10 クラシックギターの1弦のミのスペクトル(使用楽器 ハウザーII No. 962)  
基音は330Hz(ミ)である。基音に番号1を付けた。  
上図 駒の近くをはじいた。  
下図 弦の中央付近をはじいた。

ど真ん中をはじくと、そこが腹（振動が最大になる場所）になる倍音（基音）のみがでます。このように弦を弾く場所により発生する倍音列の強さバランスが異なります。これを利用してクラシックギターでは、演奏中に弦を弾く右手の位置を変えて音色を大きく変え、曲にいろいろな表情をつけることができます。これはピアノではできません。

ピアノの音は、ハンマーが弦をたたいて音を出します。このハンマーは鍵盤から同じ距離にあり、距離を変えられません。弦を止めている手前の（鍵盤に近いところ）のピンから弦長の  $1/8$  か  $1/9$  離れた場所をたたいています（安藤、1996）。異なる弦の長さに対してもピンから同じ距離の場所をたたくので、弦によりピンから異なる比の場所をたたっていることになります。したがって、ピアノの音に含まれる倍音列の音のバランスは、各音によって微妙に異なります。

以上のように、整数倍音を出す西洋楽器としてピアノとギターを取り上げましたが、西洋楽器の発生する音はきれいな整数倍音を含むように工夫されています。これが日本の楽器、琵琶や尺八と大きく異なる点です。

弦楽器だけでなく西洋楽器の管楽器も整数倍音が出るようになっていきます。それらは、フルート、クラリネット、オーボエ、トランペットなどです。すべてオーケストラでよく使われる楽器です。

これらに比べ、サキソフオンは同じ金管楽器ですが、あまりオーケストラでは使われません。その理由はその音に含まれる倍音列の乱れにあると思います。

図7-11を見てください。このサキソフオンの演奏にはピアノの伴奏がついています。サキソフオンが出している基音は626 Hzということがわかり、その倍音列は第7倍音（4365 Hz）まで出ています。伴奏のピアノのシャープなピークが低音側にあります。サキソフオンのピークはピアノのようにシャープではなく、何となくその場所に多くのピークが密集しています。このようなスペクトルは今までもありました。琵琶です。これから、サキソフオンという楽器はきれいな整数倍音を出さないようにできる楽器であり、そのため整数倍音を出す楽器の集まるオーケストラでは敬遠されるのかもしれませんが。もちろん、サキソフオンでもリードをくわえる位置や力を加減

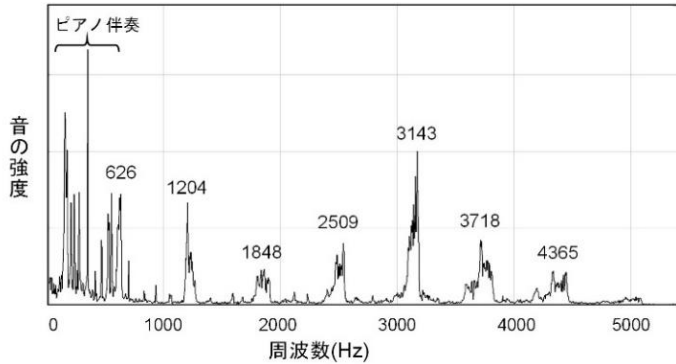


図7-11 サキソフォンのフーリエスペクトル(「ひまわり」演奏 坂田明)  
 サキソフォンの基音は626Hz(ミ♭)で、その上に第7倍音(4365Hz)まで  
 出ている。低い音は、伴奏のピアノのスペクトル。サキソフォンのピーク  
 のすそが広いのと、ピアノのすそが狭いことに注意。

すると、整数倍音の多い音を出すことは可能ですが、加える力を緩めると非整数倍音がたくさん出ます。たくさんの非整数倍音はサキソフォンの魅力である多様な音色をうみだします。ジャズのボーカルとよく合います。ジャズの歌声は、オペラとは違い、非整数倍音が含まれ感情が深くこもっています。他にジャズでつかわれる楽器に、ドラム、シンバルがあります。これら打楽器も非整数倍音しか出しません。そのためジャズで使われるようなパーカッションはオーケストラでは使われる機会が少ないです。ジャズでもピアノが良く使われますが、その演奏は整数倍音からわざと外れるような、不協和音を多用します。

ジャズは19世紀の末から20世紀にかけてアメリカ南部で生まれたとされています(悠、1998)。ちょうど、クラシックの発展が滞ってきたころです。ジャズは非整数倍音以外にクラシックにない特徴を持っていました。例えばリズムです。ジャズはそれまでの音楽と異なるリズムを使いました。これは奴隷としてアフリカからアメリカ大陸につれてこられたアフリカの人々の音楽からとってきたものと思われます。また、打楽器を多用します。アフリカの音楽では多くのパーカッションが使われます。彼らの楽器には弦を使ったものでさえいわゆる雑音とみなされる多くの音が含まれています。雑音とは、非整数倍音そのものです。西洋音楽の主体である整数倍音側から見れば雑音かもしれませんが、アフリカの人々はそれを自然あるいは人の感情とつなが

る非整数倍音をつくり出す、すばらしい楽器と感じているのではないのでしょうか。

オペラの歌とジャズのボーカルでは、その声色に大きな違いがあります。オペラで用いられるいわゆるベルカント奏法は人の発生する声にできるだけ多くの整数倍音を含ませる奏法であるといえます。逆に、ジャズで活躍したサッチモ [ルイ・アームストロング (1901~1971) の愛称] のボーカルは、音程感がギリギリ感じられる非整数倍音が多く含まれている声です (第 8 章参照)。サッチモの歌う旋律は、完璧にドレミにあっていますが、オペラの歌い方とは全く違います。

#### 4 エレキギターとドラムの非整数倍音

いわゆるエレキギターは、アコースティックギター、クラシックギターと異なる音を出します。どのようにしてあの独特の音が生まれたのでしょうか? ギターの音を大音量で流すには、プリアンプが要ります。プリアンプは、ギターの弦から発生する振動を電気信号に変えてそれを増幅するものです。この増幅した電気信号をさらにメインアンプを通してスピーカーに送り込むと、もともとは小さなエレキギターの生の音が、大音量になるのです (図 7-12)。

ところがプリアンプの信号をあまりに大きくしてメインアンプに送り込むと、メイ

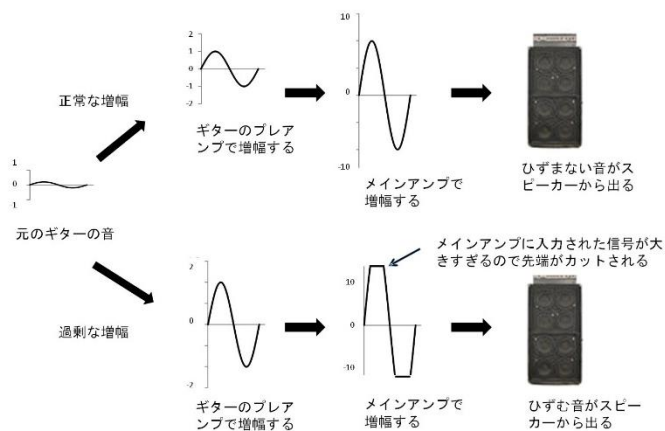


図7-12 エレキギターのひずんだ音(ディストーション)の作り方

ンアンプの受け付ける限界を超えてしまいます。つまり限界があるのに、それを超えると、波形の頭が削りとられてしまいます（図 7-12 下図）。この波の形がそのままスピーカーに送り込まれると、歪み（ディストーション）が生じます。美しい純音はサインカーブを描きます。しかし図 7-12 の下図の頭が取れた波形は純音からは程遠い、音程感のない雑音がたくさん入った音になります。これをディストーションといいます。あまりにディストーションが激しいと、音高がわからなくなります。しかし、ロックでは音が歪んでいても、なおかつ音程感が残るぎりぎりの範囲でディストーションをかけます。ディストーションのかかった音は、著しい非整数倍音を生み出します。

なぜ、こんな変わった音が若者に受け入れられたのでしょうか。若者たちは整数倍音に飽きて、非整数倍音の音が持つ新しい響きに魅せられたのかもしれませんが。

ロック勃興期、ジミ・ヘンドリックスはこのディストーションのかかったギターで、有名な『Purple Haze』という曲を作りました（図 7-13）。

ディストーションのかかった音が鳴っているフレーズを分析しました。同じギター（クラシックギター）の音のスペクトルが図 7-10 にありますが、とても同じギターとは思えません。図 7-10 ではきれいな等間隔の倍音列がいくつも出ています。とこ

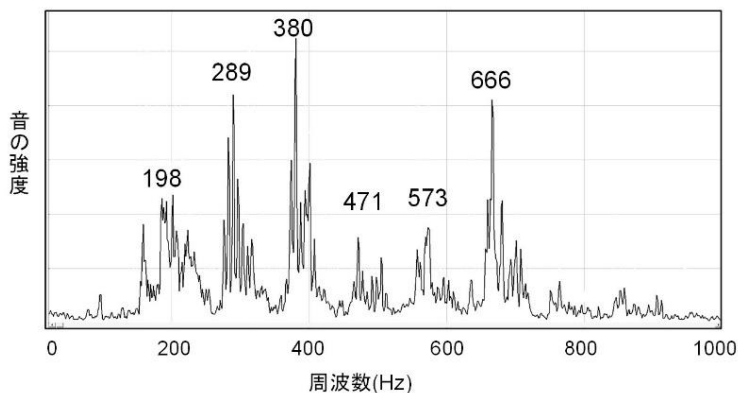


図7-13 エレキギターのスペクトル（「紫の煙」 演奏 ジミ・ヘンドリックス）  
音をひずませているので、1本の鋭いピークが現われず、整数倍音のピークのそばに多数のピークが同時に出ている。



ろが、図7-13ではどれが倍音の基音かさえ分かりません。各ピークのすそには、たくさんの小さなピークが密集しています。このスペクトルは、ピアノではなく琵琶や尺八と似ています。もちろん琵琶や尺八とエレキギターは同じ音色ではありませんが、これらのスペクトルには鋭い整数の倍音列のピークがないという共通の特徴があります。本来あるはずの鋭い整数倍音ピークの周りにある細かいピークが、整数倍音の音色を消しているのでしょうか。人工的に非整数倍音を作ったといえるかもしれません。

この音色に若者たちはしびれたのではないのでしょうか？ それまで聞いたことのない新しさがそこにはあります。ドラムはさらに非整数倍音を増長します。なぜなら、ドラムの膜は非整数倍音しか出さないからです。

このように、20世紀初頭はクラシックは新しい曲を作りにくくなり、現代音楽になり、調性を捨て、不協和音を多用しました。同時に、ジャズが世界に広まり、1960年代からロックが盛んになりました。

20世紀の音楽は整数倍音から遠ざかるうともがいていたように見えます。現代音楽で有名なジョン・ケージは『4分33秒』という有名な曲を1952年に発表しました。演奏者がピアノの前に座り、あるいはオーケストラでは演奏者全員が楽譜を開いて4分33秒の間、音を出さないのです。しかし、楽譜には「コンサートホールの扉を開けよ」という指示が出ています。これはどういうことでしょうか？ 私には、ケージが「自然界、或いはわたくしたちの身の回りに聞こえる音（整数倍音ではない非整数倍音）に耳をすませなさい」と言っているように思えます。

#### 参考文献

安藤由典（1996）楽器の音響学、音楽之友社

上田秀雄、ネイチャーサウンド、UEDA Nature Sound,

<http://uns.music.coccan.jp/3soundN.html>

薦田治子（2003）平家の音楽（第一書房）

- 角田忠信 (1981) 右脳と左脳 その機能と文化の異質性 小学館創造選書 (小学館)
- 鶴田錦史 (1995) 琵琶劇唱～鶴田錦史の世界、キングレコード
- 中村明一 (2010) 倍音 (春秋社)
- 鳴滝一滝の音、<http://www.youtube.com/watch?v=UBigWrEOuTE>
- 鳴き声図鑑、[http://www.bird-research.jp/1\\_shiryo/nakigoe.html](http://www.bird-research.jp/1_shiryo/nakigoe.html) (NPO 法人 バードリサーチ)
- 悠雅彦 (1998) ジャズ (音楽の友社)
- A. Abbott (2002) Music, maestro, please! Nature, 416: 12-14.
- Ball, P. (2010) 音楽の科学－音楽の何に魅せられるのか？－ (夏目大訳) 河出書房
- Koenig, D. (2011) The Missing Fundamental, Second Attempt, <http://www.youtube.com/watch?v=p3iWLkXAePM>.
- Levitin, D. (2010) 音楽好きな脳 (西田見美緒子訳)、白楊社
- Salimpoor, V. N. , M. Benovoy, K. Larcher, A Dagher and R. J. Zatorre (2011) Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. Nature Neuroscience 14: 257-262.
- Sethares, W. A. (2005) Tuning, Timbre, Spectrum, Scale, Springer.
- Taylor, J. B. (2012) Jill Bolte Taylor's stroke of insight, TED, [ジル・ボルト・テイラー: ジル・ボルト・テイラーのパワフルな洞察の発作 | TED Talk](#)

#### 参考資料

- 藤枝守 (2007) [増補] 響きの考古学、平凡社
- 小泉文夫 (1994) 音楽の根源にあるもの、平凡社
- 小泉文夫 (1994) 日本の音、平凡社



西洋から入ったドレミの音階はドからドまで 8 音あり、7 音階（ド・レ・ミ・ファ・ソ・ラ・シ）とよばれています。箏の音階は、上の表のように、1 オクターブに 6 音ありますので、5 音階とよばれます。コラム 1 に登場したエリスはこれをもって日本の音階は 5 音階としました。

上の表では音名がたくさんあり、しかも、 $\flat$ などもついているので大変複雑です。また、音名だけではそれぞれの音階の特徴が簡単に見えません。そこで、隣接する音の間隔（音程）を、半音を 1 として数字で表す方法を考えました。これを「音程表記法」とここではよぶことにします。この方法では、1 オクターブは 12（半音）と表せます。音程表記法を用いると表 A は次のような表 B になります。

このように各音程を数字で表すと、先ほどの表 A で音名を使っていたよりも、はるかに各音階の特徴が浮かびあがります。平調子の 1 オクターブの中には、 $2 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 4$  の音程があり、雲井では  $1 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 4$  です。平調子の  $2 \cdot 1 \cdot 4 \cdot \underline{1 \cdot 4}$  の後ろの 2 つ  $\underline{1 \cdot 4}$  を前に持ってくると雲井 ( $\underline{1 \cdot 4} \cdot 2 \cdot 1 \cdot 4$ ) になります。

表 B を見ると、箏の音階は 5 音階であること以外に、次の 2 つの特徴が見て取れます。

- (1) 上の箏の音階には音程が  $2 \cdot 1 \cdot 4$  と、 $1 \cdot 4 \cdot 2$  があります。平調子の始まりは  $2 \cdot 1 \cdot 4$ 、雲井は  $1 \cdot 4 \cdot 2$  です。
- (2) 中国から伝わった音階（律と呂）には、1 と 4 がありません。1 と 4 の音間隔（感覚）を使って箏の音階を再構築したのが、八橋検校であったと思われます。

調律名	弦番号												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	半音間隔												
平調子	5	2	1	4	1	4	2	1	4	1	4	2	
雲井	5	1	4	2	1	4	1	4	2	1	4	2	
律	2	3	2	3	2								
呂	2	2	3	2	3								

(表Aで示した音階の音程を半音間隔を1として書き直した)

さて、平調子の音階に見られた 2・1・4 の音程を、ド、レ、ミを最初の音として 3 つ書きだしました。

	半音間隔			
	2	1	4	
①	ド	レ	<u>ミ<math>\flat</math></u>	ソ
②	レ	ミ	ファ	ラ
③	ミ	ファ $\sharp$	ソ	シ

下線はジャズでよく知られた、ブルーノート（3 番目の音を半音下げる）の音階です。アメリカでドレミを習った黒人が好んで使う音階がジャズに使われ、ブルーノートとよばれるようになりました。この音階はもの悲しい感情を表せます。

スペインの作曲家エンリケ・グラナドスが作曲したスペイン舞曲第 2 番と 5 番でも、冒頭にこの音階（ド・レ・ミ $\flat$ ・ソ、あるいはミ・ファ $\sharp$ ・ソ・シ）が使われています。スペイン舞曲には、ロマ（昔はジプシーと呼ばれていた）の人々の影響が色濃く出ています。

ドレミを使っている、日本人がジャズやスペインのフラメンコにはまるのは、その音程が箏の音程間隔（感覚）と似ているからかもしれません。