

## 第 8 章 聖歌、モーツァルト、ノイズミュージック、尺八、 そしてポリゴノーラ

### 1 初期の聖歌音楽の構造

現在使われているドレミの音階は弦の振動を基にしています。ピタゴラスは弦の振動から数学的に音階を作り、その後、分数から純正律ができ、さらに  $2^{(1/12)} = 1.05946$  という数から平均律が生まれました。これを基本にしてはじめて協和する音階、ドレミができ、和音ができたと考えられます。

こうして生まれた音楽は自然を超越した（自然界にはない）音として宗教的な感動と結びついたのではないのでしょうか。たとえばキリスト教（カトリック）でミサなどで歌われる聖歌がそうです。実際、聖アウグスティヌス（354～430）は「人々は神の言葉ではなく、音楽に心を奪われているのかもしれない」と疑ったことが伝えられています。

現代はグレゴリオ聖歌が生まれて約 1000 年、平均律が生まれて約 400 年です。聖歌ではひとつのメロディー（1 声）だけを歌うものもありますが、歴史を経るに従い単純な旋律から多様化し 2 声、3 声と異なる音程を同時に出す聖歌に発展してきました。2 声の聖歌を最新の分析技術で分析すると図 8-1 が得られます。

このグラフは横軸が時間で縦軸が音の高さです。これまでの図とは異なります。これまででは横軸が振動数で、ある音の一瞬の時間像を描いたものです。図 8-1 では音楽を分析しますので、時間を横軸にとりました。音がでるとその音は左から右へと伸びる横線として表されます。横線は濃いと音は強く、薄いと音が弱いことを示しています。音が出ている間は横線は消えることなく描かれますが、音が小さくなり、聞こえなくなると、横線も消えます。縦軸は音の高さを振動数で示したものです。下は低い音 60 Hz から上は高い音 10000 Hz までをとっています

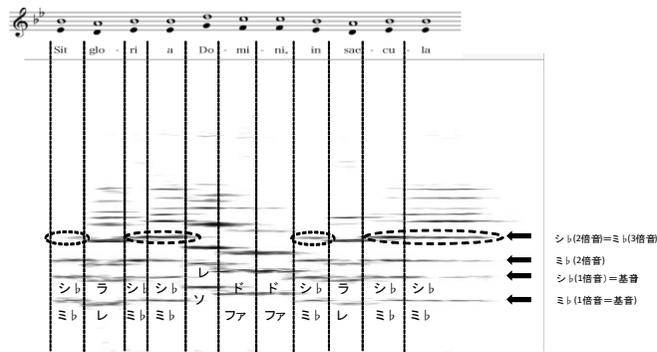


図8-1 2声の成果の分析例

縦軸は音高、横軸は時間を表します。グラフは上の楽譜と対応しています。左の青矢印で示した黒い横線は、下から、ミ♭、シ♭、それぞれのオクターブ上のミ♭、シ♭を表す。楕円の破線で囲んだ部分は、ミ♭の3倍音とシ♭の2倍音が重なるところ。つまり協和しているところです。上の楽譜にあるように、全ての旋律は5度(振動数で1.5倍)離れているので、2声(2音)がどこでも協和しています。

縦軸の取り方は少し変わっています。100~200の間隔と、200~400の間隔が同じ間隔に、また200~400の間隔も400~800の間隔と同じです。これを対数軸といいます。この目盛りを採用する理由は、倍音の並びが等間隔に現れて見やすいからです。1オクターブ離れた音は倍々と増えていきますので最初を1とすると次は2ですが、その次は4、その次は8となりだんだん間隔があいていきます。このまま1、2、4、8と描くと低い音が窮屈で高い音は間延びした横線として表されます。そこで、対数軸であらわすと、低い音は拡大され、高い音は縮小されて、等間隔に表示されます。倍音が並んでいれば、等間隔の横線として表されます。これが対数軸を使う理由です。

さて、このようにして聖歌を分析してみたのが、図8-1です。この聖歌では5度(ドとソの関係(この聖歌の出だしの場合、ミ♭とシ♭が5度)離れた2音を同時に歌い、旋律に従い音高は変化するのですが、どこまでも平行に5度はなれて2音が進んでいく旋律です。ここで注意すべきは、2声なのに、グラフでは同時に4本線が出ていることです。人の声でも倍音が出ています。この曲の楽譜とグラフを照らし合わせると、楽譜上では2つの音しか記されていません(図8-1の上の挿入楽譜)。最初はミ♭とシ♭です。この2つの音の間隔は5度(ドとソの間隔)です。一番左には4つの横線があります。ミ♭(約156 Hz)の横線が一番下です。次の2番目の横線はシ♭(233 Hz)です。次の3番目はミ♭の2倍音(312 Hz)です。さて次の4番目は、

ミ♭の3倍音は468 Hzとシ♭の2倍音(466 Hz)がほとんど同じなので、横線が重なります。ミ♭とシ♭の重なった線は、破線で囲みました。

この図を良く見ると、歌詞により倍音がたくさん出るときと、出ないときがあります。例えば上に示した歌詞でSit-gloのSitは倍音が少なくgloは多いです。これは母音の違いによります。楽譜の下にラテン語の歌詞をつけておきました。イ(i)、エ(e)は少ししか倍音が出ず、ア(a)とオ(o)は多く倍音が出ます。ウ(u)は中間です。これが母音の音響学的な違いです。このように楽譜上は2声であって、実際に出ている音はミ♭も、シ♭もそれらの2、3倍音、及びその重なりが出ています。

ほかの場所(例えばファとド)でも、下の音の3倍音と上の音の2倍音が重なる濃い線が見られます。この聖歌の歌声のグラフとこれから先の楽器によるグラフの大きな違いは、音を表す横線と横線の間にすきまがあることです。2声から倍音が4つずつ出ていたとしても、合計で8本の線だけです。線と線の間は、空白です。この空白があるから、純粋な響きが生まれるのです。後世の人々はこの空白を埋めたくなくなったようです。

## 2 オーケストラの音色 ～ モーツァルトとブリテン ～

古代ギリシャでは楽器は歌の伴奏だけに使われていたようですが、弦楽器や管楽器の性能が発展してくると、楽器だけでもっと複雑な音楽を奏でる合奏曲、オーケストラなどが出てきました。実際、ヴァイオリンの早いパッセージを声でまねしようとしてもできません。つまり、速い曲を人の声で演奏することはできないのに、楽器なら簡単にできる。そこで新しいジャンル、楽器だけによる演奏(合奏曲、オーケストラ)が生まれたようです。

楽器演奏の発展に大きく貢献した作曲家の一人にモーツァルトがいます。彼は、ラモーが確立した和声学に則りすばらしい曲をたくさん書いています。モーツァルトが作曲した交響曲第40番の第1楽章の冒頭を分析すると図8-2のようになります。先ほどの聖歌の2声のグラフに比べてはるかに複雑な線がたくさん出ています。縦軸の取り方は先ほどの図8-1と同じで、音高は60 Hzから10000 Hzです。

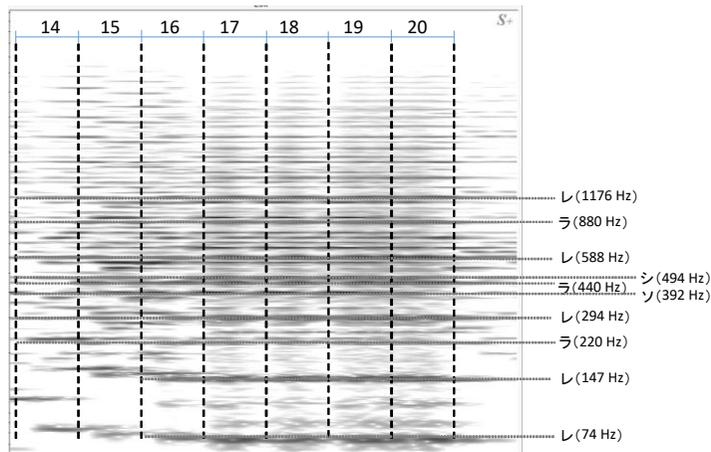


図8-2 モーツァルトの交響曲第40番の分析例  
図上の数字(14~20)は第1楽章の小節数です。

この図でも横軸は時間です。時間軸は左が過去で右端が現在です。1 楽章のどの小節かは上に番号で記しました。14、15 小節はクラリネット、フルート、オーボエ、ファゴットが上昇と下降の音を演奏しているところです。14~15 小節に掛けて階段のように見えるところがそうです。17~20 小節は多くの楽器が一斉に鳴っているところです。しかし、これらの楽器は整数倍音を出していますので、聖歌ほどきれいではありませんが、横の線が明瞭で、間に空白が目立ちます。特にレとラ (5 度の関係) の倍音がたくさん現れています。協和する音 (和音) からこの部分が構成されていることを示しています。これらがオーケストラの音色を決めます。

一方、ブリテン (1913~1976) はイギリスの現代作曲家です。図 8-3 は彼の作曲した『青少年のための管弦学入門』の変奏曲 D の冒頭からとったものです。同じように横線が多数並び縞のような模様が見えますが、よく見るとブリテンのグラフには横線の間にも明瞭な隙間、つまり空白部分がほとんどありません。ブリテンの場合は線と線の間にもたくさんの細かい横線が入っておりモーツァルトの図 8-2 ほど明瞭な隙間がありません。これはブリテンが、不協和音を多く使っていることと関係しています。実際この数小節では、シ、レ、ミ、ファという不協和音が同時に鳴っています。また、

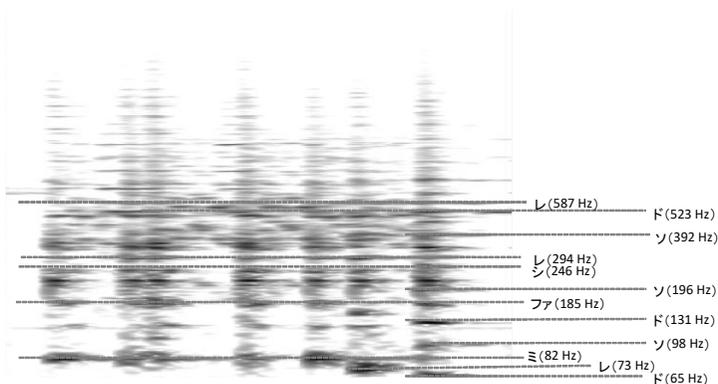


図8-3 ベンジャミン・ブリテンの「青少年のための管弦楽入門」より、第1楽章変奏Dの冒頭の分析例  
この部分は弦楽器の不協和音の塊（し、レ、ミ、ファ）が見られる。

打楽器も多用すると、さらに倍音を示す横線の中に細かい横線がたくさん含まれます。実際、この小節では小太鼓が使われています。西洋の音楽は、簡単な協和する和音を多用した音楽から複雑な不協和な和音を使い、調性そのものを否定しながら現代音楽に到達しました (Ross, 2010)。

現代では、ノイズミュージックが存在します。いわゆるノイズを楽曲に取り入れたものです。ノイズにはホワイトノイズや、歪んだ音が使われます。これらには非整数倍音がランダムに含まれます。ノイズミュージックには協和音の概念がほとんどありません。ノイズミュージックも整数倍音から離れる方向性を持っています。

### 3 日本の音楽の音色

さて、図8-4を見てください。尺八の音の分析です。

よく見るとブリテンの楽曲の分析例（図8-3）とよく似ています。横線が多数並んだ縦の縞がいくつかあります。尺八を4回吹いた音の分析です。低音あたりには明瞭な太い横線が一本見えますが、高音領域では横の線が明瞭ではありません。この模様は音色を表します。ブリテンのオーケストラが出す音の模様（音色）と驚くほどよく似ています。一本の尺八から多人数のオーケストラと同じように豊かな倍音が出ているのです。これはいったいどういうことでしょうか。

尺八には1音成仏という言葉があります。この意味については確定しているわけではありません。しかし尺八の音色には1音の中に多くの音が含まれていて、それらの関係性は、整数倍ではない、というのが尺八の特徴といえるでしょう。ひとつの音にたくさんの音が混じっている、つまり音色が複雑である、という意味です。図8-4では、整数倍音としてラ♭の線が多数見えますが、その間に多くの細かい線が見えます。その一部を破線の楕円で示しました。この部分が非整数倍音です。

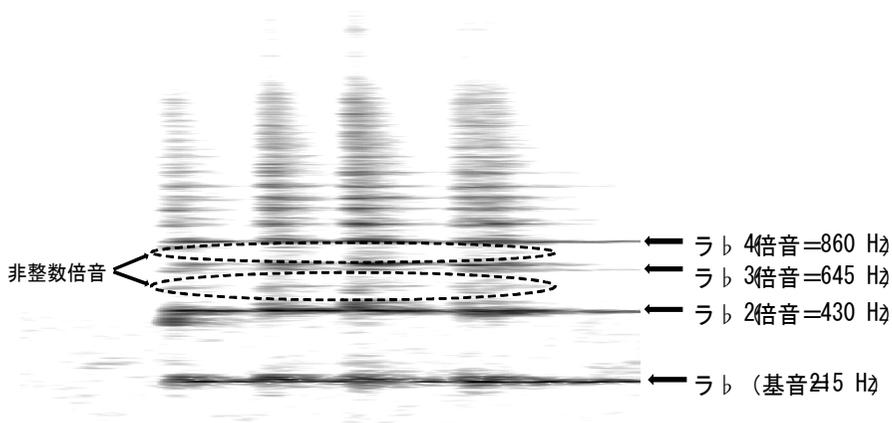


図8-4 尺八による演奏(演奏者 志村哲)

いわゆる音程感のないムラ息で4回尺八を吹いた時の分析図です。基音は215Hz(ラ♭くらい)にあります。ラ♭の整数倍音の位置は右の矢印で示しました。破線の楕円で囲んだところが、整数倍音の間に存在する、非整数倍音です。

聖歌、モーツアルト、ブリテンと見てくると、西洋音楽の方向性のようなものが見えてきます。つまり、最初は弦から生まれた整数倍音をもとに純粋で単純な響きを重視したのですが、だんだんリズムと音色が複雑、多様化し、現代音楽につながります。日本で発達した尺八はそれを先取りしていたのかもしれませんが。

次に日本特有のだみ声を使った歌声を分析しました。図の8-5では同じ人が『なみだの操』（千家和也作詞、彩木雅夫作曲）を西洋風に歌った例と、だみ声で歌った例を比較して示しました。声色の違いです。

西洋風に歌うとは、声帯を伸ばし、整数倍音が出やすくする声色です。西洋風の歌い方をした分析例を見ますと、横線の上に明白な空白があり、整数倍音がきれいに出ています。しかし、聴いていて演歌らしくありません。だみ声のほうは演歌らしい歌に聞こえますが、そのグラフでは、ほとんど整数倍音が出ず、整数倍音の間にたくさんの横線が見て取れます。これらはすべて非整数倍音です。だみ声を出すためには、喉をつめる必要があります。声道をまっすぐな円筒ではなく、ヒョウタンのように中間を狭めると、だみ声が出ます

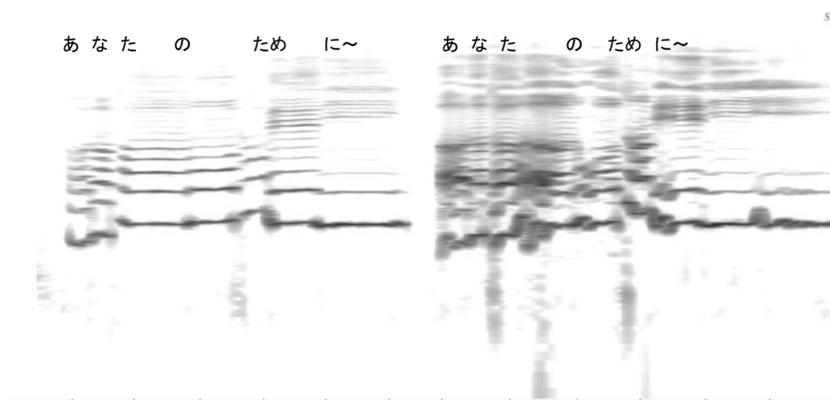


図8-5 同一人による「なみだの操(千家和也作詞、彩木雅夫作曲)」の歌声分析

左半分は声帯を伸ばした西洋風の歌い方、右半分はのどを詰めただみ声を用いた演歌調の歌い方の分析例です。歌詞はグラフの上に示しました。左半分では線と線の上に空白があり、横線が明瞭に見て取れ、整数倍音で歌声が構成されていることがわかります。右の演歌調の歌声では、同じメロディーの場所ですが横線の上に複雑な線がたくさん挟み込まれており、非整数倍音が多く含まれていることが、わかります。

浄瑠璃で謡われる義太夫の謡い方も、独特です。一人の太夫が老若男女の声色で歌います。特に感情がこもるとき、その声には非整数倍音が多く含まれます。その声色で私たちは感情を揺さぶられるのではないのでしょうか。

感情が高ぶったとき、驚いたとき、悲しいときに、人はきれいな整数倍音の含まれる声をあげるのでしょうか。そうではなく、搾り出すような、あるいは、なんと言っているかわからないような声を出すのではないのでしょうか。「あゝ〜」のように記されることもあります。この声にこそ感情がこめられているといえます。逆に、きれいな澄んだ声は人間の感情を超えた、天上の音のようではないのでしょうか。そのため西洋音楽はもともと、人の感情を越えた音として発達してきたものかもしれません。西洋音楽に人間臭さを添加しようとする場合に、無意識のうちに非整数倍音を混ぜているのかもしれません。演歌がジャズと並び人の感情をよく表現する音楽のジャンルであるとするれば、その原因はその歌声から出てくる非整数倍音にあるのではないのでしょうか。日本人は古くから非整数倍音を含む声を発する音楽、文化を発展させてきたといえます。

## 4 非整数倍音の出る音楽と音色

欧米でも非整数倍音の歌声はたくさんあります。前章で紹介したルイ・アームストロング（1901～1971）の歌声は、決して澄んだきれいな声ではありません。いわゆる悪声です。しかし音程感はあり、味わいのあるものでした。CMにもよく使われる『What a Wonderful World』を分析すると図8-6のようになります。

彼の歌声は非整数倍音を豊かに含む声色です。彼がジャズ出身であることに関連していると感じます。ジャズ音楽は西洋音楽とアフリカ音楽の融合であるという見方もできます。アフリカで演奏される音楽は、整数倍音だけの音楽ではありません。体が動き、リズムを刻む彼らの音楽は、非整数倍音を豊かに含んでいます。

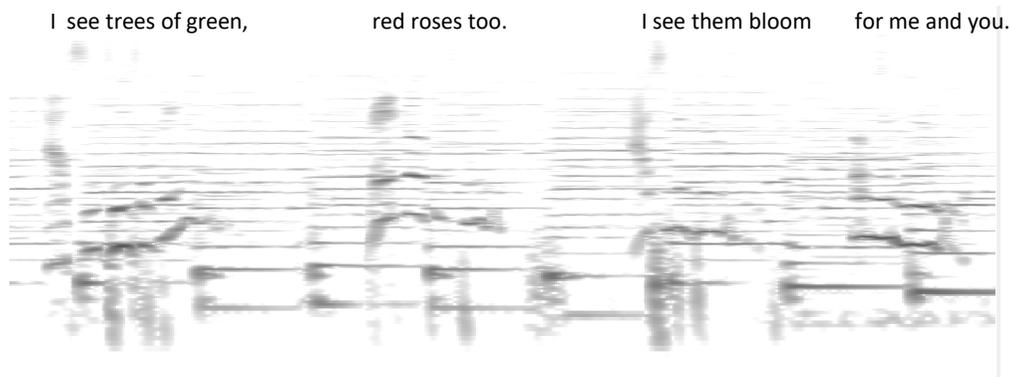


図8-6 ルイ・アームストロングの「What a wonderful world」の冒頭部分の分析例  
歌詞は、グラフの上に示しました。横に細く薄く長く見える線は、歌の伴奏の音です。アームストロングの歌声は、太くて濃く示されています。彼の声が、非常に非整数倍音の豊かな歌声であることがわかります。

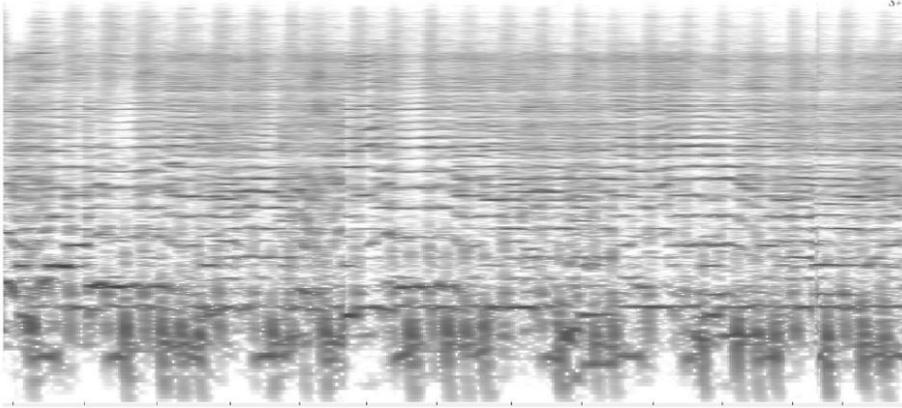


図8-7 ジミ・ヘンドリックスの「Purple Haze」の冒頭部分の分析例

ディストーション（歪）のかかった音をエレキギターで出しているので、整数倍音よりも多くの非整数倍音が出ていることを示している。横線と横線の間ほとんど空白がありません。

エレキギターは1950年代後半から世の中に出回り始め、その演奏技術が爛熟したころ、ジミ・ヘンドリックスが現れたことは前章で紹介しました。彼は大量で生まれる歪んだ音を演奏に多用しています。その代表例ともいえるのが、『Purple Haze』（邦題「紫のけむり」）です。図8-7では、この曲の冒頭部分を横軸に時間をとって分析したものを示しました。

わずかにメロディーラインが上下する横線で見えますが、ほとんどは多数の横線で埋め尽くされています。歪ませた音には多数の非整数倍音が含まれますので、このようなグラフになります。また、ブリテンのときと同じようにバックのドラムの音もそれを増幅させます。若者はこの音にしばれました。今まで耳になじんでいた整数倍音を多く含む音とはまったく異なる音その耳は聞いていたのでしょうか。

大晦日に鳴るお寺の鐘は、日本らしさを感じる音です。このお寺の鐘で、もっとも音が良い鐘のひとつとされるのが、三井寺（滋賀県大津市円城寺）の鐘といわれています（第5章参照）。梵鐘はポリゴノーラのような平面の円盤を曲げて筒状にしたと考えることもできます。

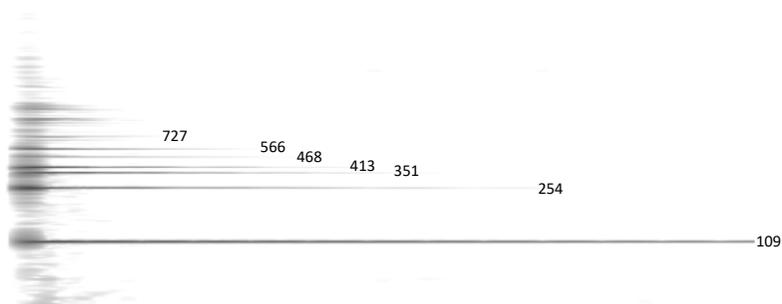


図8-8 三井寺（円城寺、滋賀県大津市）の梵鐘の分析麗（「梵鐘」（ふじたあさや）より）  
109Hzの音は長い余韻として残っています。グラフの端から端まではおよそ12秒です。そのほかの音で、109Hzの音と整数倍の関係のものはありません。それ以外の音は、非整数倍音です。

三井寺の梵鐘を撞いて出る音を同じように分析すると、図8-8になります。たくさんの線が出ています。基音は109 Hzの音で、ほとんどドラに近い音です。この上に、254、320、351、413、468、566、727 Hzの音が出ています。いずれの音も、基音（109 Hz）とは整数の関係ではありません。鐘の音には豊かな非整数倍音が含まれていることがわかります。

最後にポリゴノラを見ます（図8-9）。円盤型ポリゴノラの中心から1/4のところを4回たたいたグラフです。たくさんのピークが出ていて線の並びも複雑で、グレゴリオ聖歌や、モーツァルトよりも、ブリテンや尺八、梵鐘と似ているといえるかもしれません。基音は240 Hzに出っていますが、その上には整数倍ではなく、非整数倍の倍音が出ています。実際に出ている非整数倍音はグラフの右に数字で書きまし

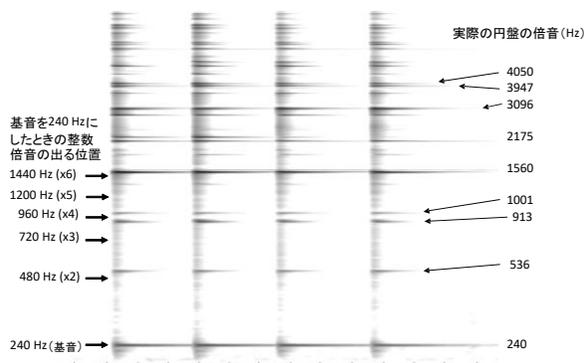


図8-9 円盤型ポリゴノラの分析例

基音は240Hzです。4回たたきました。横線は音高を表しますが、基音に対して整数倍のもの一つもありません。左に基音を240Hzにした時の2～6倍音までの振動数を矢印で示しましたが、実際に出てくる振動数は非整数倍音なので、これらとは一致しません。

た。左には、もし 240 Hz が基音の場合、整数倍音が出るとしたらどこにでるかを示しました。実際の線とは一致しません。

梵鐘とポリゴノーラは両者とも非整数倍音を出します。その倍音と倍音の間には音はありません。つまり線がはっきり見えます。しかしその線同士の関係は聖歌のような整数倍音（等間隔）の関係ではありません。モーツアルトでは、どの線も整数倍音の関係が主です。しかし、ブリテンではその関係が、整数倍音から外れてきました。尺八やサクソは吹き方により外れます。人の歌声でも、オペラで歌われる歌では独唱でも多くの整数倍音だけが出ますが、演歌や義太夫では、非整数倍音が混ざります。

ポリゴノーラはこれまでの弦や管を使った楽器が出す整数倍音ではなく、非整数倍音を出す楽器です。非整数倍音は自然界に満ち溢れています。自然界の音を出すには尺八やポリゴノーラが適しているのではないのでしょうか。

第 1 章で紹介しましたが、スイカ名人の技は若い人になかなか伝わりません。この原因は、老人は昔から邦楽に親しんでおり、非整数倍音になじんでいるので、もしかしたらスイカの音が分かるのかもしれませんが。逆に若い人は生まれたときから周りに整数倍音の音楽しかないので、スイカの出す「非整数倍音」が分からないのかもしれませんが。邦楽に現在も親しんでいる人は、スイカの音がわかるのかもしれませんが。

ポリゴノーラの響きは、豊かでユニークな倍音を含んでいます。スイカの響きは、澄んだ弦の響きというよりも、自然に豊かに含まれる非整数倍音を多く含んだ音でした。ポリゴノーラの残響は、梵鐘の余韻のようでもあります。それは、日本人が古くから楽器に求めていた音に通じる響きだと感じます。新たに作ろうとしたポリゴノーラは、いにしえの人々にはもともと心地よい響きだったのかもしれませんが。

#### 参考文献

- 梵鐘 (1984) CBS SONY (構成・写真 藤田あさや、ディレクター 亀谷太一、エンジニア 半田健一、高本秀一、デザイン 土屋好博)
- 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
- Ross, A. (2010) 20 世紀を語る音楽、(柿沼敏江訳、みすず書房)

## コラム 8 人の声 ～なぜ声から人がわかるのか～

~~~~~

非整数倍音に興味を持ったので、人の声を調べました。昔の浪曲でよく聞かれたダミ声、ルイ・アームストロングの声、そして一部の落語家や講談師の声は特徴的で、非常に多くの非整数倍音が含まれていることがわかりました。

そこで録音した人の声をソフトにかけて、何%が非整数倍音かを測定するプログラムを作りました。これを使って声に特徴のある落語家 S 師匠の声を分析しました。その結果、66%が非整数倍音で、整数倍音（33%）よりも 2 倍多いことがわかりました。次に普通の声のきれいな人の声を分析しました。すると、非整数倍音は 0%にはならず 33%でした。声がきれいな人には非整数倍音はほとんど含まれないと最初は考えていたので、この結果にはすぐに納得できませんでした。

声に特徴のある落語家 S 師匠にお話をお聞きすると、子供のころ家にかかってきた電話に対応すると、先方から「お父さんの声とそっくりやな」といわれたそうです。声質は、遺伝するようです。これとよく似たことは、皆さんも経験したことがあるかもしれません。電話にでたお母さんの声が、彼女とそっくりで間違えて、失敗したとか。

人はなぜ、その声で個人を特定できるのでしょうか？ 普通の人が出す非整数倍音が 33% あることに原因があるのではと思いました。すべてとは言わないまでも、この 33%の非整数倍音の中に、個人の声の特徴が含まれているのではないかと思います。人の耳は、非常に鋭敏にできています。ごく短時間しか発生しない複雑な子音を聞き分けます。それで話し声に含まれる非整数倍音の個性を区別できるのでしょうか。この能力を使って、声の持ち主が特定できるのではないのでしょうか。