



窮理の部屋108

音階と和音

音というのは空気のふるえで、そのふるえるテンポが速いと高い音、テンポが遅いと低い音になります。ふるえるテンポといっても非常に速くて、例えばピアノの鍵盤のまん中あたりの「ラ」の高さの音だと、1秒間に440回空気がふるえていて、周波数(または振動数)が440Hz(ヘルツ)という言い方をします。

でも、実際にピアノのこの「ラ」の音を調べると、440Hzの音だけでなく、880Hzや1320Hz、1760Hz、2200Hz...、と440Hzの2倍、3倍、4倍、5倍...の音が混ざっているのです。こんな風に、いろんな音が混ざり合っているのを見えるようにする方法のひとつに声紋というものがあります。時には犯罪捜査にも使われることもあるようで、テレビなどで見たことがあるかもしれません。

図1は、私が「あ・い・う・え・お」としゃべったときの声紋です。下の方が低い周波数、上の方が高い周波数で、色(明るさ)でその周波数の音が強いかわ弱いかを表わした模様になります。しゃべっていると、どんどん模様が右へ流れていきます。これを見ると、だいたい100Hz、200Hz、300Hz、400Hz...の音が混ざり合っているのがわかります。ピアノの音などと同じように、一番低い音(「基音」といいます)の2倍、3倍、4倍...の周波数の音が混ざり合っています。

さらに詳しく見ていくと、例えば一番右の「あ」の音の時には、1300Hzくらいまで、100Hzごとの音が混ざり合っていて、特に1000Hzや1100Hzの音が大きいのがわかります。ところが、右から2番目の「い」の音では、100Hz、200Hz、300Hz、400Hzくらいの音が主で、それ以上の周波数の音はほとんどありません。このように、基音の整数倍の周波数の音(倍音列といいますが)がどのように混ざり合っているかで、「あ」に聞こえたり「い」に聞こえたり、人による声の違いになります。また、楽器の場合には音色の違いとなります。

このように、楽器や人の声にはいろいろな高さの音が混ざり合っているのですが、その混ざっている音はいったいどのような高さの音なのでしょう。そこで、例えば「ド」の音を基準にし

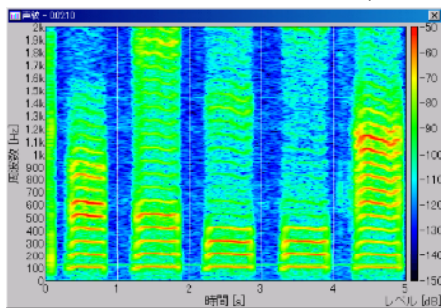


図1. 声紋(右から、長谷川の「あ」「い」「う」「え」「お」)

て、この「ド」の2倍の周波数の音の高さを調べると、ちょうど1オクターブ上の「ド」の音の高さになっています。また、3倍の周波数の音は1オクターブ半ほど上の「ソ」の音に、4倍だと2オクターブ上の「ド」、5倍だと2オクターブちょっと上の「ミ」に、6倍だと2オクターブ半ほど上の「ソ」の音になっています。

この関係で興味深いのは、ひとつは周波数が2倍になるごとに、ちょうど1オクターブ高い音になることです。もうひとつは、楽器や人の声などの「ド」の音の中には、「ソ」や「ミ」の音が含まれているということです。ですから、「ド」と「ソ」と「ミ」は、相性のいい組み合わせと言えます。同じように、「ソ」の音を基準にすると3倍の周波数の音は「レ」、5倍の周波数の音は「シ」になります。また逆に、「ド」の周波数の1/3の音を探すと「ファ」に、その「ファ」の3倍の周波数の音はもちろん「ド」ですが、5倍の周波数の音は「ラ」となります。小学校の音楽で習った「ド・ミ・ソ」「ド・ファ・ラ」「シ・レ・ソ」という和音は、こういう相性のいい音の組み合わせだったんですね。

さらに周波数が1/2になると1オクターブ下がるという関係を使って、各音の周波数の関係を調べると、図2のように、「ド」を基準にして「レ」の周波数は9/8倍、「ミ」は5/4倍、「ファ」は4/3倍、「ソ」は3/2倍、「ラ」は5/3倍、「シ」は15/8倍、高い「ド」は2倍の関係があることがわかります。

ただ、このような分数で表わされる音階は「純正律」と呼ばれていて、現在は通常、純正律から少しずらした「調和律」と呼ばれる音階が使われています。

(長谷川 能三: 大阪市立科学館 学芸員)

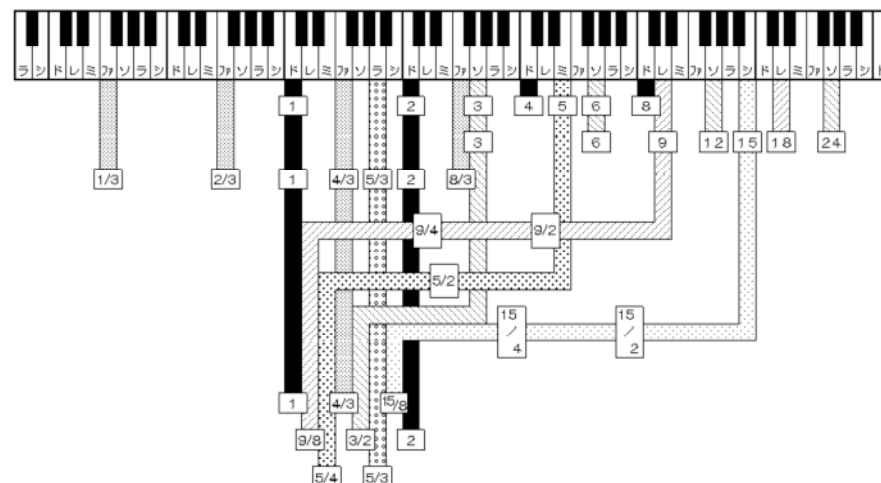


図2. 各音の周波数の関係(四角内は基準にした「ド」に対する周波数の比)