

音律と和声学に基づく「協和音」と「不協和音」の音程判断

—合唱や合奏の指導法とその基礎理論を中心に—

Judging the "Consonance" and "Dissonance" of Musical Intervals based on Temperament and Harmonics

-Centering around Chorus and Ensemble teaching methods and Basic Theory-

田 畑 八 郎*

TABATA Hachiro

要 旨

合唱や合奏を指導する際、音程の「協和」・「不協和」は、何を基準にして判断するのか、このことについては、いまだに定義としての基準が定められていない。この問題を難しくしている原因は、音程の協和度を単に静的・物理的な音程関係のみで判断し、実際の音楽における動的な協和度を考えていないところにある。そもそも、音程というのは、半音と全音から成り立っていると考えるのではなくて、基準となる基の音と、もう一つの音がどういう関係にあるのかということ判断する必要がある。そして、「1 オクターブは、12個の半音から成り立っている」という考えではなく、「1 オクターブは、音の振動数比が1:2である音程」と捉えないと、合唱や合奏指導の場面で音程判断を間違えてしまう。

そこで本論文では、まず、音律の「純正律」と「平均律」を比較して、音程の協和・不協和の定義付けをすることから始めた。そして、「チューナーの使用」や「倍音の聴取」、「ハーモニーディレクターの利用」などを通して、音程の協和・不協和を判断する手法を確認する。次に平均律と純正律の周波数比率を算出してハーモニーディレクターで音律別に視聴しながら、和声の機能も援用して実践的な指導に結びつける方法を学ぶ。このことを理解したうえで、音程の協和判断に基づいた合唱や合奏の指導方法を、楽譜を提示しながら提起した。

研究の結果、音程の協和判断をしながら合唱や合奏を指導するためには、「平均律と純正律の周波数の比較」、「協和・不協和の判断方法の開発」、「和声学の援用」の三つの手法が有益であることが明らかになった。さらに、これらの手法を生かして、どのような声で歌うと音程を正しく読み取れ、協和する声で歌えるのか、その具体例として「ボイス・ミックスマイク」を紹介した。

Abstract

When teaching the chorus and ensemble, the pitch of the "Consonance" and "Dissonance", what criteria should be used to judge it, currently there is no definition. That makes it difficult to determine the pitch of the consonance degree and the relation of simple static and physical pitch, which is unconscious in the dynamic consonance degree in actual music. To begin with, because pitch is unconscious, consisting of semitone and whole tone, and the sound serves as a reference group, it is necessary to determine whether another sound and in what relationship. "One octave, is made up of twelve semitones" rather than, "one octave, the frequency ratio of the sound is 1:2" as it relates to pitch. If you do not catch it, in actual chorus and ensemble guidance, there would be a mistake judging the pitch.

In this paper, firstly, compared the temperament of "Just Intonation" and "Equal temperament", it was started to make the definition of pitch consonance-dissonance. It was confirmed the method to determine the consonance-dissonance of the pitch "using a tuner", "hearing the overtone", and "the use of a Harmony director". Then, to calculate the frequency ratio of the average just intonation and Equal temperament, watching the temperament in the harmony director, also with the aid of harmony of function, to learn how to link to practical instruction. Understanding this, the teaching methods of the chorus, ensemble which are based on the pitch of the consonance judgment, questions were raised while presenting a musical score.

The results of the study show that, in order to teach the chorus and ensemble while teaching the interval of the consonance judgment, three approaches turned out to be beneficial: "comparison of the frequency of Just intonation and Equal temperament"; "the development of a judgment method of consonance-dissonance"; and "incorporation of theory of harmony". With the advantage of these techniques, It was introduced the "Voice mix singing method", as a specific example of what type of correct voice, how to read the pitch interval, and how to sing in consonance.

キーワード：純正律，平均律，和声学，協和音と不協和音，音楽的期待のシステム

keywords：：Just intonation, Equal temperament, Harmonics, Consonance and dissonance, System of the musical expectation

I. はじめに

2015年12月に発表された「中教審答申第184号」(注1)によると、従来の「教科に関する科目」、「教職に関する科目」、「教科又は教職に関する科目」の3区分は廃止し、これらを統合する「教科及び教科の指導法に関する科目」を新設する方向性が示された。この見直し案では、取得するどの種の教員免許も、修得する総単位数は現行のものとは変わらない。しかし、従来、「指導法」に関する項目の記述が、「教職に関する科目」の中に教育課程と並べて記述されていたが、見直し案では、「教科及び教科の指導法」として単独で、しかも最上段に記述されたことから、「指導法」の重視とみられても仕方あるまい。しかし、これをもって教職科目を軽視したとか、指導法を重視したとか偏った考え方をもつべきではなかろう。「教科及び教科の指導法に関する科目」の中に「教科に関する専門的事項」や「各教科の指導法」というように別項を立てて提示し、両者を統合させて常に教育現場の教科授業を意識した教育課程の開発とその実践を期待されたもの、と受け止めるべきだろう。つまり、中教審の答申は、「現場重視の技術論」に偏ることなく、専門的事項と教科の指導法が相互に調和し、両輪となることを指向していると捉えることが適当と思われる。

本研究は、指導法に関する論文として分類されるかも知れない。しかし、実際は、音楽科教育に関わる「専門的事項」に足を踏み込まなければ実践的な指導法に結びつけることはできなかった。例えば「音程の協和・不協和」は、専門的な機能と和声の成り立ちを、「音律」は物理的な周波数や振動数についての知識と数学的な指数関数で計算できる仕組みを、また、「溶け合う声」の発声は、生理学的側面からのボイス・ミックスの手法について、専門的な研究が求められた。

もともと、「音程の協和・不協和」に関しては、30年ぐらい前から興味をもち、学会メンバーとグループを組み、学会で発表したり著書を出したりしてきた。しかし、吹奏楽や合唱の指導をする際には、理論だけが先走って実践的な指導法の提示が十分に駆使できなかった。

そこで本研究では、純正な長・短3度を表示できる「チューナー」や純正律と平均律の協和音程を即座に聴ける「ハーモニーディレクター」、対数計算のできる「関数電卓」などを使用して、自ら編曲した教材を用い、授業や卒業ゼミ、部活動等で音程の動的な協和度を含めた実践的指導を試みることにした。

II. 研究の目的

本研究の目的は大きく分けると、「純正律と平均律の周波数の比較」、「協和・不協和の判断方法の開発」、「和声学の援用」の三つの手法を開発することである。これを受けて、より具体的な目的を箇条的に示せば次の5項

目になる。

- (1) 縦の音程のみならず横の音程の協和度についても知識を深めるために、「音律」と「和声学」を援用する方法を学ぶ。
- (2) 音律の純正律と平均律の周波数を比較することを通して、現在使用している平均律のピアノの教育上のメリットとデメリットを明らかにする。
- (3) 横に流れる旋律と共に構成される和声学的音程について、その機能を正確に理解し、純正律のどの和音を援用すれば協和度の高い音程が得られるのか、その方法を実践的に学ぶ。
- (4) 音程の正確な協和度を測定するために有用とされる「チューナー」や「ハーモニーディレクター」、「関数電卓」などの機具を教育的に使用方法と指導法を考案する。
- (5) 教育現場で合唱や合奏の指導法に生かせる「音程の協和判断を志向する2声教材」を提示し、その指導法を提示する。

III. 研究の方法と手順

本研究の方法と手順は以下のとおりである。

- (1) 「音律と和声学」の専門的内容については、文献による理論研究と著書発刊等を基にした実証的研究
- (2) 「音程の協和・不協和の定義」については、先行論文や文献研究
- (3) 「音程の協和・不協和の確認法」については、チューナーやハーモニーディレクターの活用や倍音の聴取訓練、ボイス・ミックス唱法の実践など、授業や部活動を通じた実践的研究
- (4) 「音程の協和判断を志向する2声教材」の提示については、筆者が編曲した教材による授業実践

本研究においては、これらの研究方法を学会発表や授業実践、オープンキャンパスでの模擬授業等の中で、実践と検証を繰り返しながら後述のVの結論を得た。

IV. 研究の内容

1. 協和する音程とは

二つの音の音高差を音程といい、この二つの音がよく溶け合う音程を協和音程という。現代の音楽理論で、音程を協和、不協和で分けているが、音楽的・音響学にはあまり意味がない。つまり、不協和であっても、効果的に使うことで音楽の効果を盛り上げることができる、という考え方が存在するからである。一般的には完全1, 4, 5, 8度、長・短3, 6度が協和音程とされているが、これは理論的な分類上の名称として残されているものである。

音の研究には、「物理学的」、「生理学的」、「心理学的」側面がある。うなりの程度を問う場合は「物理的問題」、

からだの機能や組織から問う場合は「生理的問題」、精神の状態を通して主観として問う場合は「心理的問題」として扱う。本論文では、静的な音程関係と動的な音程関係の双方から、主に、「物理的」と「心理的」の両面から、音程の協和・不協和を考察する。これらを踏まえて音程の協和を定義づけると次のようにまとめることができる。

- (1) 音程を構成する2音が、快く調和して響く状態を言う。
- (2) 振動数の比率がより単純な整数で表せる音程関係にある協和する音程を言う。
- (3) 倍音共鳴の見地から澄んでいる和音のことを言う。

2. 不協和な音程とは

2音がよく調和しない音程の総称を不協和な音程と言う。一般的に、長・短2度、長・短7度、全ての増・減音程を不協和音程と言う。不協和な音程を定義付けると以下のようにまとめることができる。

- (1) 音程を構成する2音が、快く調和して響かない音程を言う。
- (2) 振動数の比率が単純でなく、同時に鳴らすと濁った響きのする音程を言う。
- (3) 倍音共鳴の聴き取れない濁った音程を不協和な音程と言う。

3. 協和・不協和の確認法

(1) チューナーの使用

音程の協和判断には、個々に発音された音の高さが正確であるかどうかの確認が求められる。楽器を調律したり発声した声の高さを確認するための電子機器として「チューナー」がある。正式には「チューニング・メーター」と言われ、入力されたピッチと基準音の差を視覚化して表示し、それを元に調律を行う。「チューナー」という場合、弦楽器の糸巻きと混同する場合があるので注意が必要である。

チューナーの使い方は、専用のコンタクトマイクを使って楽器の振動数を測ったりなどするが、ごく一般的な使い方は、チューナー本体から出力した基準音を聴き、自ら発音した音が望ましい音高かどうかを判断する方法である。多くの機種は基準音を出力でき、その音を耳で聴きながら実際の楽器の音と比較して調律することができる。最近のチューナーには、メトロノームや録音機能のほか、純正な長三和音にチューニングできる機能を同時に搭載している機種もある。音程の協和・不協和を判断するためにチューナーの使い方と、これを使う目的、注意点などを述べてみたい。

①まず基本となる音程(吹奏楽ならばB♭)をチューナーでしっかりと取れるようにし、それができたらハーモ

ニーディレクターで純正律の完全5度、長3度を聴き、やがては自分の耳で協和する5度、3度を覚えて音が出せるようにトレーニングする。

②内蔵マイクやINPUT端子に接続して、外部マイクからの音声を録音することができる(注2)。また、録音した演奏などをすぐに再生して確認することができる。

③市販されているチューナーは平均律で表示される。クロマチックチューナーの中にはメーターに純正律のマークが付いているものもある。例えば、Aの音に対し、純正の長3度上にチューニングするときは、音名表示をC♯にし、メーターを左側の▼に合わせる。また、Aの音に対し、短3度上の音にチューニングするときは、音名表示をCにし、メーターを右側の▼に合わせる。

(2) 倍音の聴取

倍音とは、基音の振動数に対して整数倍の振動数をもつ上音をいう。例えば、ピアノでなるべく低い基音のドの音を弾くと、出る音はドの音一つではなく、基音のドの周波数をn倍した音も同時に響く。これらの音のことを倍音という。音が弦の振動や管楽器、低音の声などはだいたい倍音を構成する。倍音の呼び方は、基音を1として、第2倍音、第3倍音・・・と名づけられる。

(譜例1)



ではなぜ倍音が音程の協和・不協和に関係するのか。倍音は豊かな音色を形成し、基音の高さを明確に感じさせる機能をもつ。周波数と振幅の時間変化を変えれば原理上どんな音でも作れる。現実的には、どの倍音をどの強さで混ぜ、その振幅をどういう変化をさせるかを考えればいろいろな音色ができる。また、譜例1の※印によっても明らかなように第6音までの倍音(ド・ミ・ソ)は、長三和音を構成する。

トランペットやトロンボーンはこの倍音を利用して音を出す楽器である。同じ指(解放)でも違う音をだすことができるということは、例えば基音がCの音だった場合、C→C(オクターブ上)→G→C(2オクターブ上)→E→G→B♭・・・の音が出ることから理解できる。

一方、倍音が少ないと、「丸く、輪郭のぼけたような、暗い、こもったような音」になり、倍音が多いと、「鋭く、輪郭のはっきりした、明るい、よく通る音」になると言われることから、倍音は音程の協和のみならず、音色づくりににも貢献していると言える。

また、ア・カペラの合唱指導でも倍音を聴いて純正な音程感覚を身に付けることができる。そのためには、よく響き、他の人の声が聴き取れる教室で、真っ直ぐに音を伸ばして歌う（ロングトーン）練習をする。そして、他者の声の揺れない真っ直ぐな声から倍音を聴き取り、指導者は1オクターブ上や5度上の倍音を小さな声で歌ってあげて歌い手の発声のサポートをする。ここで大切なことは、倍音の基音（根音）となる音はなるべく低い音を選ぶこと、そして、声の音色は後述する「ボイス・ミックス唱法」を使い、音色を揃えて歌うことである。

(3) ハーモニーディレクターの利用

ハーモニーディレクターとは、合唱や器楽などのアンサンブル練習用に特化した電子キーボードを言う。言い換えれば、ハーモニートレーニング、テンポの確認、リズムトレーニングなどの機能を組み込んだ指導用の総合楽器である。いろいろな音色の音を出すことができる一般的な電子キーボードとの違いは、下記の点にある。

- ①通常、「A音」のピッチは442Hzのピッチであるが、この周波数を自由に変更して利用できる。
- ②色々なテンポで拍を刻んでくれるメトロノーム機能が付いている。
- ③ボタン一つで純正律と平均律を切り替えることができる。
- ④「持続ボタン」を押して和音を鳴らすと、押した鍵盤の和音が鳴り続ける。この状態で純正律のボタンと平均律のボタンを切り替えれば、どの調の和音でも協和度の違いを確認できる。
- ⑤初心者には純正律と平均律の音程の不協和度をはっきり確認させるには、上記④の方法で、純正律の長3度と平均律の長3度の音程を聴き比べさせると良い。
- ⑥移調ボタンを押すと移調表示部にカーソルが移動し、±7半音の範囲で鍵盤の調を切り替えることができる。
- ⑦ハ長調に限らず、どの長調・短調でも「自動」設定にしておくで純正律と平均律がボタン一つで切り替えることができる。合唱や合奏の原曲が何調であろうと、その調のⅠ、Ⅳ、Ⅴ度の和音は純正な音程を聴き取ることができる。

(4) ボイス・ミックス唱法の実践

この唱法は、合唱に適する「音色の溶け合う声」を生み出すために、表声と裏声を効果的に融合して、声区の喚声点を消失させ、低音と高音をスムーズに連結する手法である。この唱法は、「揺れない」、「溶け合う」、「聴き合う」声づくりと音程の協和度を高めるために、なくてはならない手法と考える。ここでいうボイス・ミックスとは、単に他者との各声を混ぜて発声する「ミックス・ボイス」とは異なり、自らの声区の変わり目に生ずる表声や裏声の声質を意識的に溶け合わせるのである。また、

ここでの「裏声」とは、内喉頭筋の一種である輪状甲状筋が強く働いて声門閉鎖がない場合の声をいい、「表声」とは、裏声以外の声で、声門閉鎖がきちんとあり、喉声やがなり声、息漏れ声等を含まない響きのある声を言う。表声という呼称は、一般化していないが、常用されている裏声に対比させる意味合いを込めてこの呼称を使っている。

ボイス・ミックスの方法は2とおりある。一つ目は、表声をベースにしなが裏声を加えてクレシェンドし、裏声の響きを増す方法。二つめは、裏声をベースにしなが表声を加えてクレシェンドし、表声の響きを増す方法である。ここでの発声は、声が響きやすい「マ行」の「マーメーミーモームー」を使って、表声・裏声の音色的な違いが分からなくなるまで歌いこなす。調性はハ長調に限定せず、発達段階に即して、上下4度ぐらゐの範囲内で移調して練習する。つまり、ボイス・ミックスは、「表声に裏声を加える方法」と「裏声に表声を加える方法」の二つの方法がある。この唱法の意義と手法の詳細を以下に述べる。(注3)

- ①合唱に適する声とは、ピュアな裏声や胸声の強い地声ではなく、表声と裏声をボイス・ミックスして声区の変換点を滑らかにし、音色の揃った、豊かに響く「表声傾向の声」である。
- ②ボイス・ミックスを可能とするには、まず裏声だけで音階を歌えるようにし、次に表声だけで音階を歌えるようにする。これができるようになったら、裏声から表声へ、逆に表声から表声へ移行する発声練習を行い、声区の転換がスムーズにできるように訓練する。
- ③表声や裏声の響き具合を見分けたり、ボイス・ミックスの状態を確かめるには、パソコンによるソフトウェアを使って波形表示させ、視覚的・聴覚的に検証を試みるとよい。これを使うと、裏声にひっくり返る声や、響きの強さを調節した声、ボイス・ミックスした声、響きのある安定した声等を目と耳で確認でき、自らの声の変容を知ることができる。
- ④声の響きを補強するには、腹式呼吸に支えられた「擬声(態)発声法」が効果的である。
- ⑤地声を押さえ高音域を強化するためには、「裏声」を効果的に使って、輪状甲状筋の働きを高めることが重要である。
- ⑥輪状甲状筋は、声帯を前後に引き伸ばす筋肉であり、低い声を出すときは声帯を縮め、高い声を出すときは声帯を伸ばす働きがある。
- ⑦「音色の溶け合う声」を保持するには、歌い手自身が自ら考え、納得して作り出した声を自在に使い分けられることができるようになることである。そのためには、輪状甲状筋の機能を高めながら表声と裏声をボイス・ミックスし、声区の変換点を滑らかにして声域の拡

大を図ることが大切である。

4. 音律と周波数

音程の協和・不協和を判断するためには音律が重要な役割を果たす。現在の学校教育では、平均律に調律されたピアノを使用しているため、頼りすぎると純正な音程の協和判断を間違えてしまう。ここでは、純正律と平均律の特質的な概要を述べたあと、両音律の周波数・セント値を比較しながら、教育の現場で実践に結びつく協和音程を探し求める方策を探求したい。

(1) 純正律

- ①オクターブ内のすべての音を和声的に最も協和度の高い純正5度と純正長3度との組み合わせから導き出す音律である。
- ②上記①により、ハからホとトの音程は得られたが、それ以外の音程は、ニは基音ハから5度上を2回足し、ヘは5度下行、イは3度上行して5度下行、ロは3度に5度を足して得られる。
- ③和音の理論によって、単純な振動比の計算で決められた音程によって調律された音律。振動数3:2を5度、5:4を長3度として各音を構成する。純正な響きをもつが、他調に転調するとき是不便である。
- ④音階の中の各音間の音程を決めるとき、簡単な整数比をとって決める方法。物理学的に和声の純正さをとって決める音律である。
- ⑤音高を少し変えることができる場合に、うならないように純正に合わせた和声的音程や、その設定から出てくる旋律的音程を一貫して用いる音律である。この場合、各全音の幅は、周波数比率で8/9と10/9の2種が存在する。この2種の値は、図表1の②欄から、ハ—ニ間は $1 \times 9/8$ 、ト—イ間は $2/3 \times 5/3$ で算出できる。
- ⑥純正調といえどもニ—イ間における5度は、上記⑤で述べた理由により、音程的に不協和である。
- ⑦純正な3度を保つために音の高さを犠牲にしなければならない。
- ⑧物理学者で音楽学者の田中正平(1862-1945)は1889年、1オクターブに46音をもつ純正調オルガンを製作した。

(2) 平均律

- ①オクターブの音程を平均して12等分に分割した調律法である。これにより、どの半音の音程幅も同一となるため、どのような転調も可能となる。
- ②平均律には、オクターブを等分割した「等分平均律」と、純正律を部分的に修正した「不当分平均律」がある。
- ③「不当分平均律」と呼ばれる例としては、平均律の長3度に生じる「うなり」が響きを濁らせていることから、調律を行う際に、うなりの回数を調整して、全体的に純正に近づけるように部分修正を行う場合などが上げら

れる。

- ④平均律は、音程関係が単純な整数比にならないので、純正なハーモニーを形成することはあり得ない。
- ⑤基音を1とした場合、半音の幅は $= \sqrt[12]{2} = 1.059463094 \dots$ 、1オクターブの $\sqrt[12]{2^{12}}$ (半音の幅)12で算出される。
- ⑥平均律に調律されたピアノを使用して合唱や合奏をする場合は、その楽曲の使用目的に応じて、ピアノの音を模倣するのではなく、自ら協和度の高い音程を創り上げるための「物差し」と考えて、ピアノに頼らない表現力を身につけることが大切である。

(3) 純正律と平均律の周波数・セント値比較

ここでは上記で説明した純正律と平均律の周波数とセント値を比較し、図表内①～⑥の算出法について説明する。

図表1の④⑤の中にある $(\sqrt[12]{2})^{12} = 1.05946309$ の意味は、「ある数」を積算するという操作を12回繰り返すと、出発点の周波数のちょうど2倍になることを意味する。そして、ここでの $(\sqrt[12]{2})$ は、半音の幅を意味する。

また、 $(\text{半音の幅})^{12} = 2$ は、半音分の比率を12回積算すると、完全八度(オクターブ)である2(周波数比率)になることを意味する。①④の小数点の欄は、割り切れない場合は近似値で表示している。

以下に図表1①～⑥欄の数値の算出方法を説明する。

①[純正律]主音からの周波数比率(小数点)

ここ①の小数点は、②で示した分数を、分子÷分母で計算し、主音からの周波数比率を小数点で示したものである。

②[純正律]主音からの周波数比率(分数)

純正律は、和音の理論によって単純な振動比の計算で決められた音程によって調律された音律である。振動数3/2を5度、5/4を長3度として各音を構成する。

- ・まずは5度関係にある3音C、F、Gをとる。
- ・この3音の周波数を3/2倍(完全5度)して、G、C、Dの3音をとる。
- ・そして、最初の3音の5/4倍(長3度)の周波数を持つ音をE、A、Bの3音をとる。
- ・得られた上記の音がオクターブを超えた場合は2で割り、重なった音を除いて並べ替え、C、D、E、F、G、A、Bとする。
- ・例えば、D(長2度)の比率が9/8になるのか試算してみると、Dの音は、ハ音から5度を2回足した音なので、 $(3/2 \times 3/2) \div 2 = 9/4 \div 2 = 9/8$ となる。(注4)

③[純正律]のセント値(¢)

<図表 1> 純正律と平均律の周波数・セント値比較

半音の数	音名	音程	純正律			平均律		
			主音からの周波数比率		セント値③[¢]	主音からの周波数比率		セント値⑥[¢]
			①小数点	②(分数X/C)		④小数点	⑤(指数関数)	
0	C	完全一度	1.00000000	1/1	0	1.00000000	$(\sqrt[12]{2})^0$	0
1	D♭	増一度	1.06666667	16/15	112	1.05946309	$(\sqrt[12]{2})^1$	100
2	D	長二度	1.12500000	9/8	204	1.12246205	$(\sqrt[12]{2})^2$	200
3	E♭	短三度	1.20000000	6/5	316	1.18920712	$(\sqrt[12]{2})^3$	300
4	E	長三度	1.25000000	5/4	386	1.25992105	$(\sqrt[12]{2})^4$	400
5	F	完全四度	1.33333333	4/3	498	1.33483985	$(\sqrt[12]{2})^5$	500
6	G♭	減五度	1.41666667	17/12	590	1.41221356	$(\sqrt[12]{2})^6$	600
7	G	完全五度	1.50000000	3/2	702	1.49830708	$(\sqrt[12]{2})^7$	700
8	G♯	増五度	1.60000000	8/5	814	1.58740105	$(\sqrt[12]{2})^8$	800
9	A	長六度	1.66666667	5/3	884	1.68179283	$(\sqrt[12]{2})^9$	900
10	B♭	短七度	1.80000000	9/5	1018	1.78179744	$(\sqrt[12]{2})^{10}$	1000
11	B	長七度	1.87500000	15/8	1088	1.88774863	$(\sqrt[12]{2})^{11}$	1100
12	C	完全八度	2.00000000	2/1	1200	2.00000000	$(\sqrt[12]{2})^{12}$	1200

純正律は、全音階中の主要な完全五度と長三度が和声的に純正に響くように、各音間の音程を単純な整数比で定めた音律である。つまり、純正律においては、純正律の完全5度は702セント、長3度は386セントであるということが定義付けられている。このことから、Cの純正短3度上のDisやGの純正短3度上のAis等の派生音等についても③欄のセント値を導き出すことができる。

<純正な5度、3度を基準として>

- ・Cの純正短3度上のDisは、完全5度ー長3度、従って702-386=316 (¢)
- ・Gの純正短3度上のAisは、完全5度+短3度、従って702+316=1018 (¢)
- ・Fの純正短3度上のGisは、完全4度+短3度、従って498+316=814 (¢)
- ・Fの純正長3度下のCisは、完全4度ー長3度、従って498-386=112 (¢)
- ・Dの純正長3度上のFisは、長2度+長3度、従って204+386=590 (¢)

<対数計算を使って>

ここのセント値は $\log x \div \log 2 \times 1200$ の対数計算で出すことができる。Xには図表1の②の分数比率を入れる。例えば完全5度のセント値③を出すには、 $\log 3/2 \div \log 2 \times 1200$ を計算する。 $\log 3/2$ は0.1760・・・、 $\log 2$ は0.3010・・・、として計算すると近似値の702セントが得られる。 \log の値は対数表から、又は \log 値の出る関

数電卓で求めるとよい。

④[平均律]主音からの周波数比率

平均律は、オクターブを12等分に分割するという調律法で、これにより、どの半音の音程幅も同一となる音律であるため、④の欄は次の計算式で導き出すことができる。つまり、オクターブを12等分に分割した場合の半音の幅は、「 $\sqrt[12]{2}$ 」で表すことができるため、周波数比率として次のとおり小数点の近似値を導き出すことができる。

・半音の幅は $\sqrt[12]{2} = 1.05946309 \dots$

$(\sqrt[12]{2})^0 = 2^{0/12} = 1.0000$ $(\sqrt[12]{2})^1 = 2^{1/12} = 1.0594$
 $(\sqrt[12]{2})^2 = 2^{2/12} = 1.1224$ $(\sqrt[12]{2})^3 = 2^{3/12} = 1.1892$
 $(\sqrt[12]{2})^4 = 2^{4/12} = 1.2599$ $(\sqrt[12]{2})^5 = 2^{5/12} = 1.3348$
 $(\sqrt[12]{2})^6 = 2^{6/12} = 1.4122$ $(\sqrt[12]{2})^7 = 2^{7/12} = 1.4983$
 $(\sqrt[12]{2})^8 = 2^{8/12} = 2^{2/3} = 1.5874$
 $(\sqrt[12]{2})^9 = 2^{9/12} = 1.6817$ $(\sqrt[12]{2})^{10} = 2^{10/12} = 1.7817$
 $(\sqrt[12]{2})^{11} = 2^{11/12} = 1.8877$ $(\sqrt[12]{2})^{12} = 2^{12/12} = 2.0000$

この計算式は、1オクターブを12等分に分割した場合の半音の幅は $\sqrt[12]{2} = 1.05946309 \dots$ 、1オクターブは、半音を12回繰り返して積算すると得られることから(半音の幅) $^{12} = 2$ であることが算定の基礎になっている。

⑤[平均律]主音からの周波数比率

平均律はオクターブを12等分に分割し、どの半音の音程幅も同一となるようにした調律法で、音程関係は単

純な整数比にならないため、純正なハーモニーを形成することはあり得ない。音程関係は単純な整数比にならないので、純正なハーモニーを形成することはあり得ない。この欄は、下記に示した指数関数で表すことができ、この関数から導き出した値が④欄の小数点である。

- ・半音の幅は $\sqrt[12]{2} = 1.05946309 \dots$
- ・(半音の幅)¹²=2 (オクターブの2)

⑥[平均律]のセント値 (¢)

平均律はオクターブを12等分に分割するという調律法で、これによってどの半音の音程幅も同一となる。この⑥の欄は半音を100とした場合の各音をセント値で表したものである。

5. 和声学

和声学とは、個々の和音の性質を明らかにし、それらの連結法を学ぶ学問をいう。ここでは縦の音程の協和度を考慮しつつ、旋律と共に構成する横に流れる和声的音程の扱い方を考える。音程の協和度が振動数だけの協和でなく和声機能によって調整を求められるものだけ取り上げる。

(1) V₇→Iの進行

音階の属音(第5音)の上に作られた七の和音を属七の和音という。この和音は属長三和音に短7度の音を加えた和音で、長短両調の属音上にある。属和音よりも調を決める働きが強く、この和音だけでも調が決めるので非常に大事な和音として曲の中にも多く使われる。和声学的には、この和音の第3音(シ)は2度上行して主音(ド)に、第4音(ファ)は2度下行して(ミ)に進行する。音楽の進行途上でこの機能を生かすと、V₇→Iの進行においては安定感と終止感が強まる。

(2) 転調手法—借用和音の使用

他調への転調と主調に復帰することの面白さを体験する手法として借用和音(変化和音)の利用がある。和声進行の途中で、主調の調的統一感を保ちながら、色彩的あるいは機能的な変化を与えるために、一時的に他の調の和音を借用して用いることがある。これを借用和音という。借用和音には、借用属七や借用減七、借用属九、借用属和音等があるが、主に使われるものは、前者の二つである。借用属七は、主調と近親関係にある調(近親調)の属七の和音が、主調の音階固有和音へと解決させるという手法を用いるときに使用する。

(3) 変化和音

その調に固有でない臨時に変化した音を含む和音を変化和音という。古典的な変化和音の代表的なものとして①「ナポリの六」や、②「I度、IV度、V度の増3和音」等がある。

①ナポリのVI: 下属音上に短6度を(半音を低められた第2音)をもつ長3和音をいう。下属和音第5音が短6

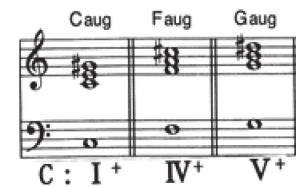
度に置き換えられたものと考えられ、S機能をもつ。この和音は、長調、短調とも音程構成は同型である。

(譜例2)



② I, IV, V度の増三和音: 三和音の完全5度をなす第5音を半音上げてできた和音をいう。この増5度はさらに半音上の音に上行して解決される。

(譜例3)



(4) 音楽的期待のシステム

和声学から音程について論じるとき、メイヤーが記した「*Emotion and Meaning in Music*」(音楽における情動と意味)の論文(注5)が注目に値する。この論文では、「先行音は後続音を期待させ、その期待が実現されたとき、先行音と後続音の間に、期待—実現のプロセスが成立し両者は関連づけられる」と述べ、音程の協和判断に重要な示唆を与えていると考えられる。この「期待—実現のプロセス」の中では、音楽の進行途上で、いくらかの逸脱や遅延がある場合に、より強い情動が喚起される」と説いている。つまり、「反応しようとする傾向が阻止されたり、制止されたりすると、情動が喚起される(注6)」という考え方に「音楽的期待のシステム論」を引用する根拠がある。これは、規則性に対する暗黙の期待を裏切る効果であり、解決を遅らせることで得られる充足感に依存する手法とも言える。

この手法を適用した場合、音楽的情動を誘発する要因につながることから、静的な二つの音程関係のみを考えるのではなく、実際の音楽における動的な協和度をも考える一助になる。

「音楽的期待のシステム論」に基づく音楽的手法については、拙著の「音楽的情動を誘発するアクティブラーニングの実際」(注7)も参照いただきたい。

なお、メイヤーの文献から抽出できる音楽的期待の主なシステムの特徴は下記のとおりである(注8)。

①情動の心理学的理論

情動あるいは感情は、反応しようとする傾向が阻止されたり抑制されたときに生じる。

②音楽経験に関連した情動理論

反応しようとする傾向が阻止されたときに情動が喚起されるという情動の法則は、あらゆる領域の経験に関して人間心理にあてはまる一般的な前提なのである。

③音楽における傾向と期待

ある種の制止が存在し、正常な反応パターンが乱されたり、その最終完成が制止されたりするときに、反応傾向が意識されるようになる。

④期待、不安、驚き

制止あるいは遅延はすべて、たとえ短いにせよ確信のない状態あるいは不安による緊張を生み出すことが分かる。

⑤意識的な期待と無意識的な期待

期待は、特定の音楽様式と関連して発達した習慣的反応の所産であり、人間の知覚、認知、反応の容態一すなわち、心的活動の心理学的法則一の所産なのである。

⑥音楽の意味

音楽的事象（一つの音でもよい）が意味をもつのは、他の音楽的事象を指し示し、期待させるからである。これが絶対主義者の見地から見た音楽の意味である。

⑦音楽と意味

続いて起こる刺激あるいはジェスチャーは、音楽的事象や結果への期待を指示したり、抱かせたりしなければ意味がない。

⑧意味の客観化

ある傾向が遅延されたり、ある習慣的行動のパターンが乱されたりするときには、熟慮が働き始める。

⑨意味と情動

音楽作品が情動的経験を引き起こすか、知的な経験を引き起こすかは、聴き手の性格と訓練によって決まる。また、訓練を受けた音楽家が属七の和音を聴いて解決を期待し、意識的に待つものに対して、訓練されていないが経験のある人は、解決の遅延を情動として感じる。

⑩音楽とコミュニケーション

コミュニケーションが成立するためにはゼスチュアをする人と反応する人にとって、そのゼスチュアの意味

が等しい場合に限る。

6. 音程の協和判断を志向する2声教材

実際に合唱や合奏をする際、音程の協和判断に特に注意を要する事例を紹介する（譜例4）。

○印のある音符：和声学的に「導音」または「変化和音（増三和音）」にあたるため2度上行する。

□印のある音符：和声学的に「第7音」にあたるため2度下行する。

△印のある音符：音律的に「不当分平均律（長3度）」にあたるため低めに音程の調整をする。

(譜例4)

愛のあいさつ

エルガー作曲
田畑八郎編曲
(注9)

○=2度上行 □=2度下行 △=低め(純正3度)

V. 結論と今後の課題

本研究では、研究の目的で述べた次の5点を研究課題として取り組み、音程協和に導く下記の指導法と基礎理論を探究・開発できた。

(1) 縦の音程のみならず横の音程の協和度についても知識を深めるために、「音律」と「和声学」を援用する方法を学ぶ。

①学び方の基本は、縦の音程の協和度は純正律に、横の音程の協和度は純正律をベースにしながら和声学に学ぶことが有益と考える。(IV-5)

②その理由は、音程の協和度を物理的な縦の関係のみで判断するのではなく、横に動く動的な関係としても捉える必要があるからである。(IV-5)

(2) 音律の純正律と平均律の周波数を比較することを通して、現在使用している平均律のピアノの教育上のメリットとデメリットを明らかにする。

①メリットは、どの半音も音程幅が同一であるため、調が変わっても和音ごとの大きな不協和感はない。つまり、転調しても大きな違和感はない。(IV-4)

②デメリットは、音程関係が単純な整数比にならないので、純正なハーモニーを形成できない。<IV-4>

(3) 横に流れる旋律と共に構成される和声学的音程について、その機能を正確に理解し、純正律のどの和音を援用すれば協和度の高い音程が得られるのか、その方法を実践学的に学ぶ。

①和声的音程の協和度を感得するためには、連結した和音の個々の音がどの方向に動くのか、その進行の方法を学ばなければならない。(IV-5)

②属七の和音(G7)の第3音は2度上行、第7音は2度下行し、変化和音の半音高められた音は2度上行、半音低められた音は2度下行するなどの機能を習得する。(IV-5)

③純正律のI、IV、V度の主要三和音は、どの調でも純正に聞こえるので、まずは、純正律のコードをハーモニーディレクターで聴きながら純正な長3和音を出せるように訓練する。(IV-3)

(4) 音程の正確な協和度を測定するために有用とされる「チューナー」や「ハーモニーディレクター」、「関数電卓」などの器具を教育的に使用方法と指導法を考案する。

①基準音を正しく発音し、発音した音が正しいピッチかを確認するためにチューナーは必需品である。(IV-3)

②他者が発した音程の協和・不協和の判断と、自ら発した音の協和判断を可能にするためにハーモニーディレクターは必需品である。(IV-3)

③音程の協和度について物理学的に理解を深めるには、関数電卓で音律の周波数比を自ら算出し、実際に音を出しながら確かめることが重要である。(IV-3)

(5) 教育現場で合唱や合奏の指導法に生かせる「音程の協和判断を志向する2声教材」を提示し、その指導法を提示する。

①純正律で学んだ純正な和音をベースにしながら、和声学的機能を加味して、動的に協和した音程を探究するための教材を、音の進行方向を明示して提示した。(IV-5)

②「V度の第3音(導音)」、「V7の第3音(導音)と第7音」、「長3度」、「増3和音」などの動的な和音の協和的な音程の作り方を提示した。(IV-6)

音程の協和度についての心理的な側面からの探究は、音楽的情動の誘発度との関係を探る研究として今後の課題としたい。

注・引用文献

(1) 中央教育審議会答申第184号「これからの学校教育を担う教員の資質能力の向上について～学び合い、高め合う教員育成コミュニティの構築に向けて～2015.12.21

(2) YAMAHA TUNER—METRONOME TDM-75R

(3) 田畑八郎「音楽的情動の喚起要因と喚起手法に関する実践学的研究」—こころの知性(EQ)を育む音楽教育を志向して—兵庫教育大学研究紀要 No.34 2009 P.162 から引用(補筆修正)

(4) 中山健太「純正律・考察」<http://isekoob.fc2web.com/material/reineStimmung.html>より引用(加筆修正)

(5) Meyer Leonardo Bunce (1918—米), *Emotion and Meaning in Music*, Chicago Press, (音楽における情動と意味) 1956

(6) 田畑八郎『音楽表現の教育学』(第3版)—音で思考する音楽科教育—ケイ・エム・ピー 2007 P.54から引用(補筆修正)

(7) 田畑八郎「音楽的情動を誘発するアクティブラーニングの実際」—「音楽的期待のシステム」に基づく音楽的手法の発掘を中心に—大和大学研究紀要第2巻 P185を参照

(8) リタ・アイエロ『音楽の認知心理学』大串健吾監訳 誠信書房 1998 P18~45から引用(補筆修正)

(9) 田畑八郎『色彩的伴奏づけの手ほどき』ケイ・エム・ピー 2010 P.157から引用(補筆修正)

参考文献

(1) 田畑八郎「機転の力として機能する<音楽的タクト>—実技指導で瞬時に役立つ技法研究—大和大学『研究紀要第1巻』2015

(2) 吉松隆『調性で読み解くクラシック』ヤマハミュージックメディア 2014

(3) 田畑八郎『コードネームと和音記号を発見するための伴奏づけ課題101曲集』ケイ・エム・ピー 2010

- (4) 小方厚『音律と音階の科学』講談社 2007
- (5) 田畑八郎『コードネームと和声法を併用した新・和音伴奏入門』(第9刷)音楽之友社 1996
- (6) *The New GROVE Dictionary of Music and musicians*, Macmillan publishers Limited 1980 Japanese Edition Kodansya Ltd 1994
- (7) 平島達司, 田畑八郎他『翔んでる音楽教育 とんでもない音楽教育』東京音楽社 1986