

## The Effect of Temperaments on Listening : Based on perceptual experiments of two temperaments

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-12-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 後藤, 友香理 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00028505">https://doi.org/10.14945/00028505</a>

## 音律が聴取に与える影響：2種の音律の聴取実験に基づいて

The Effect of Temperaments on Listening : Based on perceptual experiments of two temperaments

後藤 友香理<sup>1</sup>

Yukari GOTO

（令和3年11月30日受理）

### 1. はじめに

今日、ほとんどのピアノは平均律に従って調律されており、私たちはその響きに慣れ親しんでいる。しかし、ヨーロッパで平均律の調律法が普及するのは19世紀末からであり、それまで人々は古典調律と総称される、平均律とは発想の異なる様々な音律で音楽を聴いていた。

1980年代からは我が国でも「作曲家の意図した音楽を再現する」という旗印のもと、古典調律の優位性を提唱する研究者や演奏家が現れ、音律に関する議論がヒートアップした（谷村ら1983など）。そこでは「（平均律では）和音の美しい共鳴を生み出す可能性がほとんどありません（高橋1992：16）」、「（古典調律では）前期ロマン派までの音楽を正しく」再現できる（谷村ら1983：231）など、古典調律を支持する声が挙げたが、これらは主観的な印象を述べた個人の意見に過ぎない。そのため、客観的な心理実験を行い、どのような音律が最良なのかを検討する試みも行われた（下迫・大串1995など）。しかしそれらの実験では、平均律を最も好ましいとする結果が多く出ており、古典調律が優れているという意見は退けられている。

実際の演奏の場においても、古典調律のピアノを使用することが一つのムーブメントになったこともあった<sup>1</sup>。しかし、会場のピアノを古典調律に変えることによる制約も手伝ってか<sup>2</sup> 定着するには至らず、現在古典調律のピアノを使った演奏会を聴く機会は非常に限られている<sup>3</sup>。

以上のように、ピアノの音律をめぐる議論は、結局のところ平均律が最良なのだという結論に落ち着き、現在では下火になっているように見える。しかし、筆者はこれまでの研究には二つの問題点が潜んでいると考える。

一つは、心理実験の際に使用される音源の選択である。音や音楽は文脈に大きく依存するものであり、実験とは言えそれを全く考慮しない音源では、人々が音や音楽を聴いて実際にどのように感じるかを知ることは難しいように思う。これまでの心理実験では、ピアノの音を模した電子音など音の広がり感<sup>4</sup>が感じられない音源が使用された例が多いが、実際の楽音でこそ音律の実像を感じることができるのではないだろうか。そのため、聴かせる素材には十分な吟味が必要だと考える。

二つめは、音律をめぐる議論の帰着点である。これまでは、音律の「良さ」や「美しさ」を評価させ、どの音律が最も優れているかを知ろうとするものがほとんどであった。しかし、音

---

<sup>1</sup> 音楽教育系列

律の選択が机上の空論ではなく演奏や聴取に還元されるものであるとするならば、音楽自体の「良さ」や「真正性」が時代の流れで変化するものである以上、最良の音律などというものがないことは明らかである。また、全ての音楽が必ずしも「美しさ」の表出を目的としているとも限らない。音律に関する研究において、どの音律が最も優れているかという問いには答えがないように思われる。むしろ、音律自体の「良さ」ではなく、音律の違いが聴く人にどのような感覚をもたらし得るのか、あるいは音律の選択が音楽の作り手や受け手にどのような影響力を持つのか、演奏や聴取に結び付く形でこそ音律の問題を扱う意味があると考えられる。これらの問題意識に基づき、本研究を行った。

## 2. 様々な音律の特徴と歴史的な流れ

ピタゴラス音階、純正律、ミーントーン、ウェル・テンペラメントなどの音律はまとめて古典調律と称され、平均律とは異なる音律である。ここでは、それぞれの音律が西洋音楽の演奏や聴取の歴史の中でどのように扱われてきたのか、これらの音律の特徴とともに述べていく。

音を扱う学問としての音楽は、古代ギリシャ時代の自由七科（リベラル・アーツ）の一つであり、万物が数であると主張するピタゴラス学派は音の高さや調和を自然界の数学的な構造と結び付けて論じ、数と宇宙を繋ぐ基本が音楽だと主張した。2:3の振動数比による5度音程の調和と、それを累積していくことで12個の音から成るピタゴラス音階が発見されたのは紀元前とされるが、この音階には二つの欠点があった。一つは、3度音程が調和しないこと。これは当時主流であったあったグレゴリオ聖歌に代表される単声アカペラ合唱には問題がなかったが、多声音楽が増えるにつれ、3度の不協和は次第に無視できないものとなってくる。二つめは、「ピタゴラス・コンマ」の存在である。2:3で5度音程を12回累積すると最初の音に戻るように思えても、2と3が素数であるために、実際には約23.460セント<sup>5)</sup> (1/4半音)の差が生じる(図1)。この閉じない円の差をピタゴラス・コンマと呼び、この誤差をどのように処理するかがその後の音律の大きな課題となった。

図1 5度圏サークルとピタゴラス・コンマ



まず、ピタゴラス音律の課題であった3度音程の不協和を解決しようとする音律が考案された。音階の構成音間の振動数比を全て簡単な整数にすることで5度だけでなく3度も調和する純正

律のアイデアはすでに 2 世紀頃にあったが、実際に音律の形で登場したのは 15 世紀後半とされる。しかし、純正律の持つ単純な振動数比は基準となる調性の中でのみ通用するもので、鍵盤楽器においては調が変わるごとに調律をやり直さなければならない。したがって純正律はその実用性を一切無視して、理論的な基準としての役割しか持ちえなかったと考えられる（平島 1983 : 36）。

3 度を調和させつつ、ある程度の転調にも対応できるよう考案されたのがミーントーンである。5 度音程をピタゴラス音階より  $1/4$  シントニック・コンマ<sup>6)</sup>分狭めることで、3 度を調和させながらある程度の転調も可能となった。しかしピタゴラス音階と同様に、誤差によって閉じない円の問題を処理するため、1 箇所<sup>7)</sup>にその誤差をまとめて配置している。誤差を集中させた音程は強いうなりを生じさせるため、実用に耐えない。よって、ミーントーンで演奏できる調性は限定されたものとなるが、純正の 3 度の持つ魅力は大きく、ミーントーンは 17 世紀から 19 世紀ごろまで広く使用された（小方 2007 : 74）。

続いて 18 世紀にウェル・テンペラメントと総称される音律が登場する。ウェル・テンペラメントとはミーントーンとピタゴラス音階の折衷案と言えるもので、ミーントーンでずれてしまった 5 度を、ところどころピタゴラス音階の 2:3 の振動数比に置き換えた調律法である。どこを置き換えるかによって様々な音律が生まれ、小さな亜流もカウントに入れば何百種類ものバリエーションがあると考えられる。調性によって響き方の性格が微妙に変わること、そしてどの調性でも演奏可能であることが特徴である。

表 1 古典調律で C を基準とした時の、各音の振動数比 ※ ( ) 内の数値はセントによる

	C	D	E	F	G	A	H	C
ピタゴラス音階	1 (0)	$\frac{9}{8}$ (204)	$\frac{81}{64}$ (408)	$\frac{4}{3}$ (498)	$\frac{3}{2}$ (702)	$\frac{27}{16}$ (906)	$\frac{243}{128}$ (1110)	2 (1200)
純正律	1 (0)	$\frac{9}{8}$ (204)	$\frac{5}{4}$ (386)	$\frac{4}{3}$ (498)	$\frac{3}{2}$ (702)	$\frac{5}{3}$ (884)	$\frac{15}{8}$ (1088)	2 (1200)
ミーントーン	1 (0)	$\frac{\sqrt{5}}{2}$ (193)	$\frac{5}{4}$ (386)	$\frac{2\sqrt[4]{125}}{5}$ (503)	$\sqrt[4]{5}$ (697)	$\frac{\sqrt[4]{125}}{2}$ (890)	$\frac{5\sqrt[4]{5}}{4}$ (1083)	2 (1200)
ウェル・テンペラメント <sup>7)</sup> (キルンベルガー第 2 技法)	1 (0)	$\frac{9}{8}$ (204)	$\frac{5}{4}$ (386)	$\frac{4}{3}$ (498)	$\frac{3}{2}$ (702)	$\frac{3\sqrt{5}}{4}$ (895)	$\frac{15}{8}$ (1088)	2 (1200)

ここまでの音律で使う音程は全て整数倍の倍音の組み合わせが基本となっており、振動数比を分数で表す、有理数で構成された音律である（表 1 参照）。それに対し、全く別の概念で音律を構築したのが平均律である。平均律は 1 オクターブを 12 等分するという方法によって得られる。それまで調和された数比にこだわりピタゴラス・コンマの対応に苦慮してきた音律の歴史を、平均律は対数を用いて一気に変えてしまったと言える。全ての音程が均等であるため、個々の調性の性格の特異性は生じず、全ての調で同じように演奏が可能である。反面、5 度も 3

度も、純正な響きからはわずかにずれる。平均律の理論は17世紀にはすでに確立していたものの、当時の美的概念と合わなかったことや技術的な難しさもあり、19世紀後半になり普及したと言われている（馬場2013：70）。

以上、様々な音律の特徴とそれらの音律が生まれた背景を記述した。それらを踏まえ、音律の違いにより私たちが抱く音楽作品の印象に変化があるのか、そして聴き手の協和感覚と実際の協和の精度にどのような対応関係を見いだすことができるか、を調べる実験を行った。予備調査として、2種類の音律を使った演奏を行いその場で任意のアンケート調査を行った。その結果をもとに、同じ2種の音律の音源を用いた心理実験を行った。

### 3. 予備調査

#### 3. 1. 目的および概要

音律による音程の違いというのは、どんなに大きくとも20セント程度である。これは半音の1/5に当たり、本研究で扱う音律の違いというのは実際にはごくわずかな差ということになる。様々な音の刺激に日々晒されている現代の私たちが、そもそも音律による微妙な響きの違いを認識することは可能なのだろうか。予備調査では、2種の音律の演奏を聴き比べた人が何らかの違いを感じたかを調べることを目的とする。

ピアノメーカーや製造年代、演奏者、調律者などの条件をできる限り揃え、それぞれ異なる音律に調律した2台のピアノを用意し、音楽ホールで演奏を行った。来場者にはその場で任意のアンケートに回答してもらい、回答の中で音律の違いに関する記述を抜き出し、考察の対象とする。回答の対象となった演奏の詳細は以下の通りである。

調査日：2020年1月20日

会場：静岡音楽館 AOI（静岡県静岡市）

ピアノメーカー：スタンウェイ（モデル D-274）

調律：倉田尚彦

演奏：後藤友香理（本稿筆者）

回答者：65名（来場者は251名）

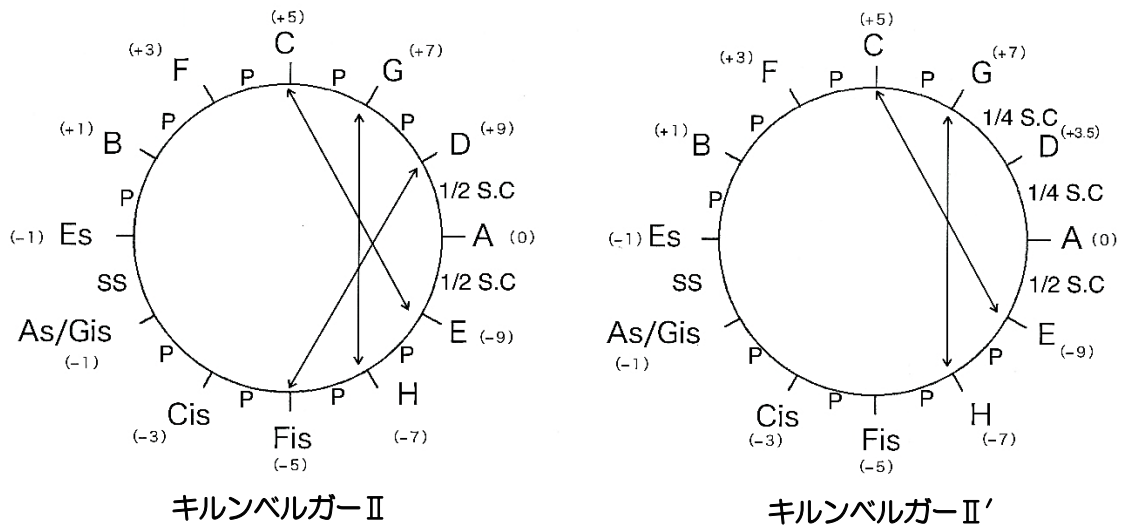
使用した音律：平均律およびキルンベルガー第2技法（変形版）

#### 3. 2. 用いた音律について

本研究では平均律およびキルンベルガー第2技法（以後キルンベルガーⅡ）の変形版（以後キルンベルガーⅡ'）を用いている。キルンベルガーⅡは先述したウェル・テンペラメントの一つであり、J.S.バッハの弟子で音楽理論家でもあったヨハン・フィリップ・キルンベルガー（Johann Philipp Kirnberger, 1721-1783）に由来する。当時の作曲家に人気があり、ベートーヴェンが好んで使用していたと言われる音律である（橋本2009：77, 120）。技術的には、Aを挟んで5度圏サークル上下隣接のA-EとA-Dの間で、シントニック・コンマ22セントのずれを2等分して配置する（図2左）。結果、上記二つの5度の響きは犠牲になるが、C-E、G-H、D-Fisというハ長調の主調、属調、さらにその属調において純正の長3度が得られるという利点があり、他のウェル・テンペラメントと比べて平均律との違いをより明確に感じられるのではないかと予想し、この音律を選択した。しかし実際に演奏してみるとD音の平均律との乖離（9セ

ント) が問題となり、A-D に寄せてあった 1/2 シントニック・コンマのさらに半分 (1/4 シントニック・コンマ) を G-D の 5 度にも分散して、キルンベルガー II' とした (図 2 右)。

図 2 キルンベルガー II および II' の 5 度圏サークル<sup>8)</sup>



- (凡例)  
 P ビタゴラス (=純正) 5 度  
 1/2 S.C 狭い 5 度 (純正よりシントニック・コンマの 1/2、約 11 セント狭い)  
 1/4 S.C やや狭い 5 度 (シントニック・コンマの 1/4、約 5.5 セント狭い)  
 SS スキスマ (ピタゴラス・コンマとシントニック・コンマの差、約 2 セント狭い 5 度)  
 (O) 平均律からの乖離セント数  
 ↔ ミーントーン (=純正) 長 3 度

多くのウェル・テンペラメントがそうであるように、キルンベルガー II' もまた、調性が変わることで音程関係が微妙に変化し、響きが変化する。音階の主音との各音程をセント値で比較したのを見ると、調号が少ないほどミーントーン的、調号が多くなるとピタゴラス的になっている (表 2-a、b 参照)。

表 2-a 音階の主音との音程 一ト長調 (#1 個) 一 (カタカナは階名)

	G (ド)	A (レ)	H (ミ)	C (ファ)	D (ソ)	E (ラ)	F# (シ)
キルンベルガー II'	0	193	386	498	696.5	884	1088
ピタゴラス音階	0	204	408	498	702	906	1110
ミーントーン	0	193	386	503	697	890	1083

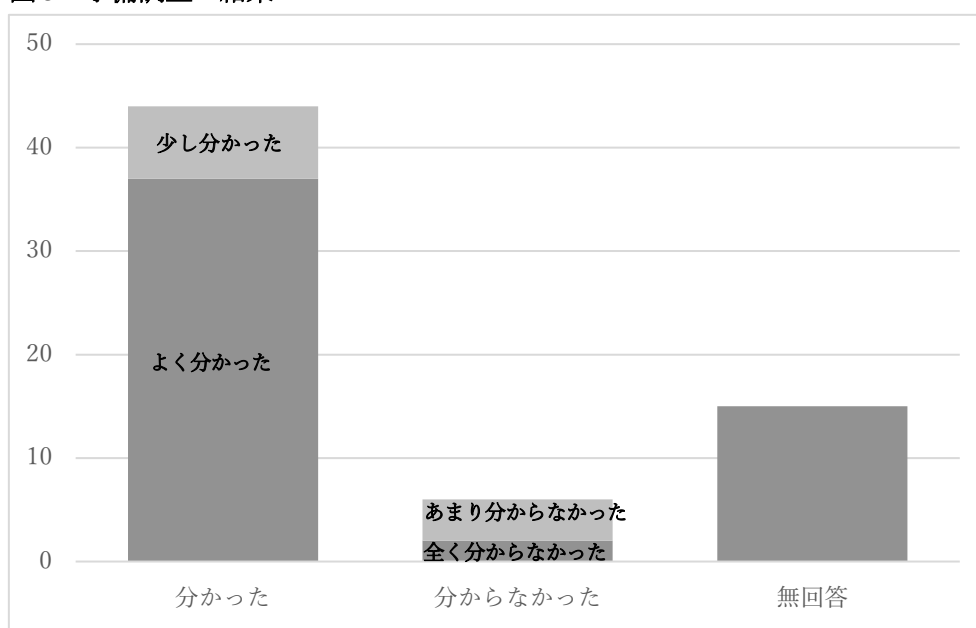
表 2-b 音階の主音との音程 一ホ長調 (#4 個) 一 (カタカナは階名)

	E (ド)	F# (レ)	G# (ミ)	A (ファ)	H (ソ)	C# (ラ)	D# (シ)
キルンベルガー II'	0	204	408	509	702	906	1108
ピタゴラス音階	0	204	408	498	702	906	1110
ミーントーン	0	193	386	503	697	890	1083

### 3. 3. 結果

来場者のアンケートを集計した結果、2種の音律の違いが分かったと回答した回答者は65名（内訳は「よく分かった」37名、「少し分かった」7名）、分からなかったと回答した回答者は6名（「あまり分からなかった」4名、「全く分からなかった」2名）であった（図3）。15名は無回答であった。

図3 予備調査の結果



回答数が少なく演奏を聴いた全ての人の回答を得られたわけでもないため、この結果は限定的ではあるが、広がり感の感じられる場で実際のピアノ音でキルンベルガーⅡ'と平均律の音律を聴き比べた場合、一定数の人が音律の「違い」を認識することは可能であると判断した。この前提のもと、その「違い」がどのようなものであるかを問う本実験を行った。

## 4. 心理実験

### 4. 1. 目的および概要

心理実験では、音律の違いが聴き手にどのような印象をもたらすのかを調べるため、響き方（協和度）の異なる2種の音律の和音を聴いた時にどの程度協和していると感じるか（協和感）、そして音楽作品を異なる音律の演奏で聴き比べた時にその作品に抱く印象が変わるのかを調べる2つの実験を行った。評定者に聴かせる素材は、様々な和音（全11種類<sup>9)</sup>）を各5秒鳴らしたものと、J.S.バッハの《平均律クラヴィーア曲集》BWV848より第1巻第1番（ハ長調）、第3番（嬰ハ長調）、第8番（変ホ短調）のプレリュードの冒頭30秒程度の抜粋である。音源は、予備調査での演奏を録音し編集したものを、スピーカーから流した。できるだけ実際の音楽ホールで聴く生の音に近づけるよう、録音は次の機材を用いて行っている。

マイク : Schoeps CMC-56 AKG C414B-XL II

マイクロフォンプリアンプリファイアー : GRACE DESIGN m801

A/D コンバータ : MYTEC DIGITAL 8X192 ADDA DSD

レコーダー : TASCAM X48

まず、音程の協和度が協和感に対応するのかどうかを調べるため、和音の 22 対のペア (11 種類の和音を 2 種の音律で聴かせるが、提示順序が判断に影響しないよう順序入れ替えで 22 対とした)を作成して一対比較実験を行い、どちらがより協和していると感じたかを判断させた。それぞれのペアは 2 回ずつ聴かせた (実験 1)。

次に、音律の違いが曲の印象を左右するのかを調べるため、バッハのプレリュードを聴かせ、どちらの音律による演奏で曲の性格がより明確に感じられたか(第 1 番のプレリュードでは「どちらがより澄んでいるように聞こえたか」、3 番では「どちらがより軽妙に聞こえたか」、8 番では「どちらがより厳粛に聞こえたか」)<sup>10)</sup>を一対比較法で判断させた (実験 2)。実験 2 では音源が約 30 秒と長いので順序入れ替えを行わず、3 対のペアを作成した。ただし、実験 1、2 とも、区別が付けられない場合には等しい(「同じ」という判断も認めた。二つの実験は連続して行い、2021 年 7 月に実施した。評定者は静岡大学の様々な学部 に在籍する大学生 123 名である。年齢は 18~24 歳、音楽経験の多寡が評定に影響するのではないかと予想し、実験に入る前に音楽経験を問う質問に回答させたが、評定結果と音楽経験には対応関係が特に見られなかったため、本稿では考察の対象としていない (123 名中、音楽経験が 10 年以上ある者は 43 名いた)。実験場所は騒音の少ない静かな教室であった。

## 4. 2. 結果

### 1) 実験 1

はじめに、前提となる協和度について述べておく。振動数比がちょうど 2:3 となる時、純正の 5 度が得られ、これをセント値であらわすと 702 となる。また、振動数比が 4:5 のときには純正の 3 度 (長 3 度) が得られ、セント値は 386 となる。平均律ではどの半音も等分に 100 セントであるため、平均律における 5 度は 700 セント、長 3 度は 400 セントとなり、5 度では 2 セント、3 度では 14 セント純正から外れていることになる。

実験結果は、より協和していると判断された音律に 1 点を与えて集計した。紙面の都合上、11 種類の和音のうち、代表的なものに絞って結果を報告する (図 4)。

C-E-G の長三和音は、キルンベルガー II' では 3 度も 5 度も純正 (3 度=386 セント、5 度=702 セント) となり協和の精度が高い (図 2 右参照)。一方、平均律では 3 度で純正よりも 14 セント広くなり大きく乖離している。結果はキルンベルガー II' が 140 点、平均律が 106 名(「同じ」は 0 点)で、実際に協和の精度の高い和音を、より協和していると感覚的に判断した評定者が多かった。

A-C-E の短三和音は、キルンベルガー II' では C-E の 3 度は純正だが、A-E の 5 度は 1/2 シントニック・コンマ分 (11 セント) 純正より狭い (691 セント)。この 5 度は「かなり緊張感のある」響きであり、「使い方が難しい」と一般に言われている (馬場 2013 : 77)。一方、平均律では C-E の 3 度は純正から 14 セント外れているものの、5 度は純正から 2 セントのわずかなずれである。結果は、キルンベルガー II' が 93 点、平均律が 150 点(「同じ」が 3 点)であった。

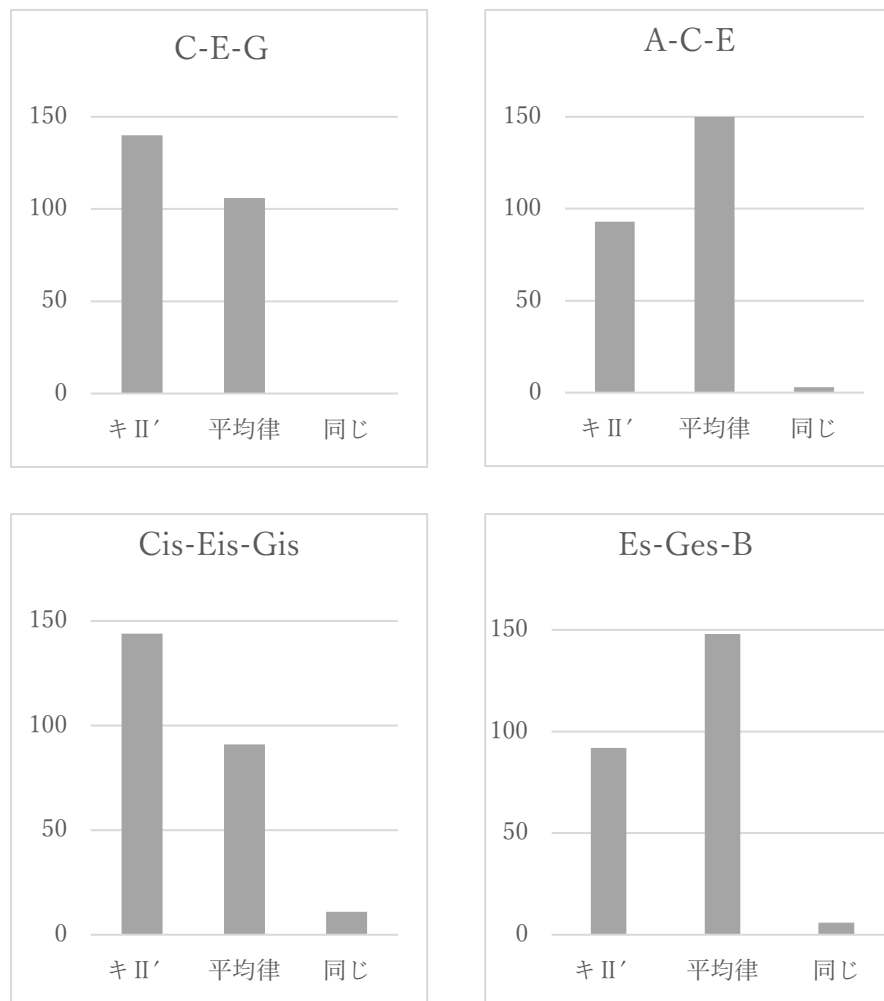


Cis-Eis-Gis の長三和音は、キルンベルガーⅡ' では Cis-Gis の5度は純正音程、一方 Cis-Eis の長3度は純正音程よりも20セント広く(406セント)、ピタゴラス音階における3度(408セント)に近い。ピタゴラスの3度は緊張感のある固い和音になると言われているが、用いる曲想によっては美しい響きを与えるとも評されている(平島 1983 : 49, 59)。平均律では5度は純正よりわずかに広く、3度はキルンベルガーⅡ' より純正に近い400セントとなり、Cis-Eis-Gis の長三和音に関しては、総合的に見てキルンベルガーⅡ' よりも協和度が高いと言える。しかし結果はキルンベルガーⅡ' が144点、平均律が91点(「同じ」が16点)でキルンベルガーⅡ' がより協和していると判断された。

Es-Ges-B の短三和音は、長三和音か短三和音かという違いはあるものの、3度や5度の音程が先述した Cis-Eis-Gis の長三和音と同じである。キルンベルガーⅡ' では Es-B の5度が純正、Ges-B の3度は406セントとなる(平均律では5度が700セント、3度が400セント)。しかし、結果はキルンベルガーⅡ' が92点、平均律が148点(「同じ」が6点)で、今度は平均律の方が協和していると判断された。

図4 C-E-G、A-C-E、Cis-Eis-Gis、Es-Ges-B の和音における実験結果

※横軸の「キⅡ'」は「キルンベルガーⅡ'」を指す(図5も同じ)



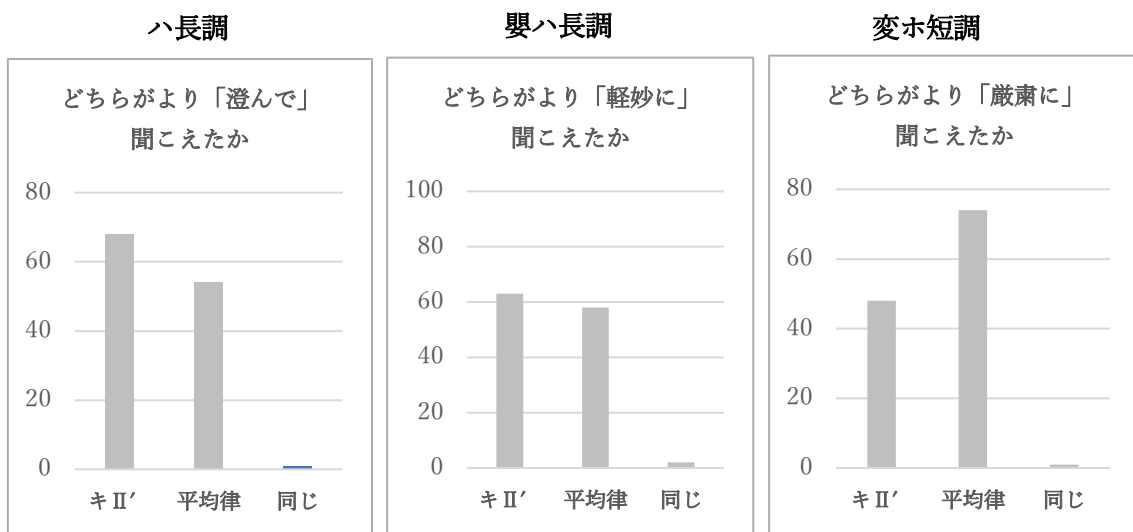
今回の実験では、① C-E-G のように協和度の高い純正の長三和音は、感覚的にも協和していると判断される、② 5 度における 1/2 シントニック・コンマ分のずれは不協和を感じさせる、③ 緊張度の高いピタゴラスの 3 度は、長三和音と短三和音とでは協和感への影響が異なる、という傾向が見られた。

①と②については、協和度と協和感に対応関係が見られる。とは言え、①の C-E-G の結果についてはその差はわずかであり、平均律の響きに慣れた私たちにとって、平均律の響きも十分に協和感の感じられるものとなっていることがうかがえる。③については、3 度の協和度が必ずしも協和感と一致しないことを示している。純正から大きく外れたピタゴラスの 3 度の響きが、場合によっては聴き手に美しさを感じさせるという平島（1983）の説を裏付けるものとなった。

## 2) 実験 2

実験 1 と同じ手順で集計した結果、ハ長調と嬰ハ長調のプレリュードではキルンベルガー II' の演奏、変ホ短調では平均律の演奏で、楽曲の性格がより明確に表出されていたと判断する評定者が多かった<sup>11)</sup> (図 5)。

図 5 ハ長調、嬰ハ長調、変ホ短調の楽曲聴取における実験結果



楽曲の調性は、実験 1 で聴き比べた C-E-G、Cis-Eis-Gis、Es-Ges-B の三和音をそれぞれ主和音としており（ハ長調の主和音：C-E-G、嬰ハ長調の主和音：Cis-Eis-Gis、変ホ短調の主和音：Es-Ges-B）、主和音がより協和していると感じた音律で、楽曲の性格もより明確に表現されていたと感じたことになる。

キルンベルガー II' の音律を用いてハ長調を演奏すると、先述したように主和音や属和音で純正の 3 度が得られ、全体的に純正な響きが多くなる。実験 2 ではその「純正な響き」を「澄んでいる」と感じた評定者が多かったことになる。一方、嬰ハ長調と変ホ短調を演奏すると、主要三和音全てで 3 度が純正よりもかなり広く（ピタゴラスの 3 度に近く）なり、緊張感のあ

る響きが増える。その「緊張感のある響き」を、嬰ハ長調の楽曲ではより多くの評定者が楽曲の性格である「軽妙さ」と結び付けて感じ、逆に変ホ短調の楽曲では「厳粛さ」を減じていると感じた。

今回の実験では、①主和音の協和感を強く感じる音律で、楽曲の性格もより明確に感じやすい、②緊張度の高いピタゴラスの3度が与える影響は、楽曲の曲調によって異なる、という傾向が見られた。

## 5. まとめ

2種類の音律による和音と楽曲の聴取実験を行ったが、平均律を最良とする従来の心理実験の結果とは異なるものとなった。差がごくわずかな結果もあり、今回得られた仮説についてはより詳細な検討が必要だが、評定者が2種の音律のどちらを「より協和している」、あるいは「より楽曲の性格を表している」と感じたとしてもその感じ方自体に正解があるわけではなく、今回の研究が決してどの音律が優れているかを知ろうとしたものではないことを再度確認しておきたい。ただ、たとえなんとなくであったとしてもほとんどの評定者が2種の音律の違いを感じ取っていたということは、「同じ」の回答の少なさが示しており（図4、5）、むしろそのことにこそ大きな意味を感じる。

それぞれの音律の持つ響きの特徴が演奏する楽曲にどのような彩りをもたらし、それが聴き手にどのような印象を与えるかを探っていくことは、演奏や聴取の可能性を広げることに繋がると考える。演奏解釈のあらゆるアプローチの中で、今後ピアノの音律の選択自体も一つの解釈になり得るのではないだろうか。

### 【注】

- 1) 代表的な例として、1982年にピアニストの内田光子がモーツァルトを古典調律のピアノで行った演奏会が挙げられる。
- 2) 調律の変更は安定に時間がかかるため、備え付けのピアノで平均律以外の調律を行うことを禁じている会場が多い。
- 3) 古楽の演奏においては平均律以外の音律もさかんに用いられている。
- 4) 広がり感とは、音源の幅や音に包まれる感覚などの、音によって得る空間的な感覚のことである（矢久保・久保・田内 2012：9）。
- 5) セントはわずかな音の差を測るための対数単位であり、1オクターブの音程が1200セント（つまり平均律では半音が100セント）となる。
- 6) シントニック・コンマとは、ピタゴラス音律に現れる3度と純正な3度との差である。
- 7) この表では、ウェル・テンペラメントの一例としてキルンベルガー第2技法における各音の振動数比を記した。
- 8) 図2は調律師の倉田尚彦氏が作成したものを許可を得て掲載した。
- 9) 11種類の和音とは、C-E、C-E-G、Cis-Eis-Gis、D-Fis-A、E-G-H、Es-G-B、Es-Ges-B、As-C-Es、A-E、A-Cis-E、A-C-Eである。評定者が比較しやすいよう、和音の音程を計算し、音律による違いの大きな和音を予め選定している。
- 10) これらの言葉の選定にあたっては、市田（1968）、矢代・小林（1982）から、それぞれの楽曲の性格を説明したキーワードで共通するものを選んだ。

- 11) ハ長調のプレリュードではキルンベルガーⅡ' が 68 点、平均律が 54 点、「同じ」が 1 点、嬰ハ長調のプレリュードではキルンベルガーⅡ' が 63 点、平均律が 58 点、「同じ」が 2 点、変ホ短調のプレリュードではキルンベルガーⅡ' が 48 点、平均律が 74 点、「同じ」が 1 点となった。

### 【参考文献】

- 市田儀一郎 (1968) 『バッハ平均律クラヴィーア I』 音楽之友社。  
小方厚 (2007) 『音律と音階の科学』 講談社。  
下迫晴加・大串健吾 (1995) 「ピアノ演奏による音律の主観的評価」、『音楽学』41 (2)、111-124。  
高橋彰彦 (1992) 『複合純正律ピアノのすすめ—ショパンこそ純正音律で』 音楽之友社。  
谷村晃 他 (1983) 「ラウンド・テーブルⅡ 音楽教育と古典調律」、『音楽学』29 (3)、229-235。  
難波精一郎・桑野園子 (1998) 『音の評価のための心理学的測定法』 コロナ社。  
橋本英二 (2005) 『バロックから初期古典派までの音楽の奏法』 音楽之友社。  
橋本絹代 (2009) 『やわらかなバッハ』 春秋社。  
馬場良始 (2013) 「音律の研究 (16 世紀以降) —小学校専門科目「数学」での実践—」、『数学教育研究』42、61-85。  
平島達司 (1983) 『ゼロ・ビートの再発見』 音楽之友社。  
矢久保空遥・久保 光徳・田内 隆利 (2012) 「音の魅力を構成する心理的音場の広がり感」、『日本デザイン学会研究発表大会概要集』59 (0)、9。  
矢代秋雄・小林仁 (1982) 『バッハ平均律の研究 1』 音楽之友社。

### 付記

本研究で用いた実験音源は、第 19 回「静岡音楽館 AOI コンサート企画募集」事業の助成を受けて一部制作している。また、本研究は第 19 回日本音楽表現学会大会 (2021 年 6 月) での研究発表 (「2 種の音律に関する検証 —演奏音源を用いた聴取実験に基づいて—」) に新たな知見を加えたものである。