

## 音程調整の正確性に関する調査結果と練習法の提案: 完全五度のチューニング課題を通して

☆常 慶旻, 荒井 隆行, △平山 結佳理 (上智大)<sup>1</sup>

### 1 はじめに

演奏者において音と音の間の音程関係や調性の中での相対的音高関係を正確に把握できることは重要である[1]。しかし、練習のときにチューナーやピアノなど平均律を基準にしている機械や楽器を使ってピッチを合わせて練習しても、実際に合奏するときには他の人の音高と合わない、音程を正確に捉える方法がわからない人は多くいる[2]。楽器を長時間練習しても音と音の相対的な音程関係の正確性を改善することは難しい。音程の正確性を根本的に改善するためには倍音とうなりの特性を利用するなど、有効な訓練法も考えられる。

そこで本研究では、(1)音楽大学の音楽経験者の音程調整の正確性と特徴について調べた。そして、(2)一般大学の音楽経験者に音程の正確性を改善できる練習法を提案し、その練習法の有効性について調べた。

## 2 実験 1

### 2.1 概要

実験参加者は音楽大学の学生 34 名であった。音の刺激は S1、S2、S3 の 3 種類の完全五度の対を用いた。S1 は D4 (294.67 Hz) と A4 (442 Hz)。S2 は 303.31 Hz と 454.96 Hz (D4 と A4 の対より 50 cent 高い)。S3 は 286.27 Hz と 429.41 Hz (D4 と A4 の対より 50 cent 低い)。各対において、低音を基準音として音の高さは固定であった。一方、高音はテスト音とし、自由に高さを変更できるものとした。そして、基準音は MATLAB によって作成された矩形波の複合音を用いた。テスト音はアナログ発振器から生成された矩形波を用いた。音の提示に関して、テスト音は右スピーカー、基準音は左スピーカーから USB オーディオ・インタフェースを介して提示した。

### 2.2 実験手順

本実験を開始する前には基準音なしで音名を答えるテストを行った。本実験の手順について、2~3 秒の基準音を聞いてから実験参加者が発振器の出力振幅用のツマミで音量を上げ、基準音とテスト音を重ねて聞こえるようにした。テスト音は各試行の初めに正しい音高より約半音低く、あるいは約半音高く設定していたため、この時点ではまだ正確な完全五度ではない。実験参加者は自らの判断で、調和する完全五度と判断されるまでチューニングを行った。実験参加者がチューニングを完了した後に実験実施者がテスト音だけソフトウェア Audacity を用いて約 3 秒間を録音した。次の試行に移る前には約 5 秒間を挟み、再び次の基準音を提示した。

### 2.3 結果と考察

実験結果は各試行において完全五度からの周波数のずれをセント値に換算した。

表 1 各完全五度の対の音程のずれの結果

	S1	S2	S3	全体
Mean(cent)	13.35	21.93	21.94	19.07
SD (cent)	29.31	44.74	44.26	40.29
Flat (%)	51.47	36.76	46.08	44.77
Sharp (%)	48.53	63.24	53.92	55.23

表 1 は S1、S2、S3 の音程のずれを絶対値に変換した平均値を示す。S1 の音程のずれは S2 と S3 より小さかった。そして、正確な音程より低めにチューニングした結果(Flat)は 44.77%、高めにチューニングした結果(Sharp)は 55.23%であった。全体的に正確な音程より高めにチューニングする傾向はあった。

表 2 各グループの音程のずれの平均値

	S1	S2	S3
Gr1 (cent)	11.13	21.20	27.02
Gr2 (cent)	17.41	23.25	12.64

表 2 は基準音なしで音名を答えられるテストで、答えられる 22 名(Gr1)と答えられない 12 名(Gr2)の平均値を示す。Gr1 の S1 の音程

<sup>1</sup>Proposal of training method and survey on the accuracy of interval adjustment: Through perfect fifth tuning. By CHANG, Qingmin, ARAI, Takayuki and HIRAYAMA, Yukari (Sophia University).

のずれは S2 と S3 より小さかった。一方、Gr2 は S3 の音程のずれが一番小さかった。S3 のみ、Gr1 と Gr2 の有意差を見られた ( $t(180)=2.41, p<0.05$ )。

西洋音楽の中で音階にある音の半音の半音 (50 cent) を演奏することは非常に少ない。鍵盤楽器などを見ると、全音と半音の関係しかない。しかし、442 Hz を基準にする音階の周波数と異なった周波数を聞いたとしても、完全五度の 2:3 の比例関係は同じである。今回の結果では、聴き慣れた S1 の完全五度の対は聴き慣れない S2 と S3 の完全五度の対より音程のずれは小さかった。特に Gr1 の結果では明らかであった。この結果になった原因の一つは、一部の人は音と音を相対的に判断する時でも、聴き慣れた音の絶対音高に大きく影響されると考えられる。

### 3 実験 2

#### 3.1 概要

実験 1 には基準音なしで音名を答えられる人と答えられない人の結果の中で差があったため、実験 2 には絶対音感を持たない楽器経験者のみで実験を行った。実験参加者は 23 名であった。実験 2 では processing を用いて周波数の高さを調整できない基準音とマウス操作で音量と音程を調整できるテスト音をチューニングするプログラムを作成した。波形はノコギリ波を用い、訓練では基準音の第 3 倍音である 1326 Hz の sin 波を追加した条件から始め徐々に追加分を減らしていった。

#### 3.2 実験手順

実験の順番はプレテスト、訓練、ポストテストの順で行った。プレテストとポストテストはフィードバック無し、訓練はフィードバック有りで行った。プレテストとポストテストは A4 (442 Hz) と E5 (663 Hz)、C5 (523 Hz) と G5 (783 Hz) 各 6 問ずつで行い、訓練は A4 と E5 のみで行った。

#### 3.2 結果と考察

表 3 を見ると、全ての結果において訓練前より訓練後の方が音程のずれは小さかった。また、A4 と E5 のみで訓練を行ったが、C5 と G5 の結果もポストテストはプレテストより

音程のずれが改善された。そして、楽器をチューニングする経験のある参加者とピアノ経験者、両方とも訓練後の結果は訓練前よりよくなったが、楽器をチューニングする経験のある参加者のほうの改善率が高かった。

表 3 訓練前後の音程のずれの平均値

単位：cent	プレテスト	本テスト
A4 と E5	74.73 cent	28.83 cent
C5 と G5	68.87 cent	23.58 cent
ピアノ以外	64.07 cent	14.71 cent
ピアノ経験者	88.58 cent	47.19 cent

今回ピアノ経験者の結果が悪かった原因の一つは、ピアノ奏者は日頃の練習で音程を調整する必要はなかったため、音程調整の正確性はチューニングする経験のある楽器演奏者より低いと考えられる。

## 4 おわりに

音楽経験者の音程調整の正確性を改善できる練習法を提案するために、実験 1 で音楽大学の音楽経験者の音程調整の正確性と特徴について調べた。その結果、同じ完全五度の音程関係の対をチューニングしても聴き慣れた完全五度の対は聴き慣れない完全五度の対より音程のずれは小さかった。そして、実験 2 で完全五度の倍音の特徴を利用して、音楽経験者に音程の正確性を改善できる練習法の有効性について調べた。全ての結果において訓練前より訓練後の方が音程のずれは小さかった。本研究では訓練で倍音を強調したが、この訓練法は有効であると考えられるため、今後は改良しながら実験を進める予定である。

### 謝辞

本実験に協力頂いた東京音楽大学と上智大学の学生に感謝します。

### 参考文献

- [1] 宮崎謙一, “絶対音感を持つ音楽専攻学生によるメロディの認知,” 日本音響学会誌, 50 (4), 780–788, 1994.
- [2] A.L. Schlege, D.G. Springer, “Effects of accurate and inaccurate visual feedback on the tuning accuracy of high school and college trombonists,” Journal of Research in Music Education, 36 (3), 394–406, 2018.