

管楽器中級者を対象とした色彩表示による音程可視化・モチベーション維持システムの提案

関根 美幸^{†1,a)} 伊藤 正彦^{†1,b)}

概要: 広く普及しているチューナーを使用して練習を行うと、楽譜とチューナーを視線が行き来するため、これが合奏中にタイムロスとなる可能性がある。また、チューナーの目盛りで自身の音程を把握することはできるが、自身が苦手とする音を把握することは困難である。加えて、過去から現在までに自身の音程がどの程度改善されてきたかも把握できない。そこで本稿では、音程のずれの大きさを色相に変換して楽譜上に表示し、過去から現在までの音程のずれの大きさの平均値の推移を可視化するシステムを提案する。本研究では、このシステムの妥当性及び評価実験の手法を確立するために予備実験を行った。その結果、提案手法を用いた場合に音程のずれが改善された傾向は見られなかったが、従来手法と比較して音程がずれた箇所を重点的に練習する傾向が見られた。今後は予備実験の結果を踏まえて、評価実験を行う予定である。

1. はじめに

多くの管楽器練習者は楽曲の練習中、譜面台にチューナーを置きながら演奏を行う。このチューナーは灰色のディスプレイにメーターの黒い針が左右に振れることで音程を示すものである。この問題点は、メーターの針から自身の音程のずれを認識するまでに僅かな時間を要する点である。よって合奏練習中は、この時間がタイムロスとなる可能性がある。

また、メーターの針の印象が小さい点にも注目したい。メーターの針が左右に振れるだけでは、練習者が自身の不得意とする箇所を記憶できず、得意な箇所ばかり練習してしまう傾向をもつ可能性があるためだ。

更に、従来のチューナーでは過去から現在までの自身の音程がどの程度改善されたかが把握できない。そのため、自身の到達を可視化できれば、練習者のモチベーションを維持・向上させることができる。

これらの知見に基づき本研究では、二つの機能を備えたデスクトップ上で動作するチューナーを設計・実装した。一つ目は、音程のずれの大きさを色相で示す機能である。この機能によって、従来のチューナーの目盛りを読むよりも早く、印象強く自身の音程のずれを認識できると仮説を立てた。二点目は、自身の音程のずれの大きさの推移を可視化する機能である。この機能によって、過去の練習と比

べて音程の安定性がどの程度改善しているかを認識し、モチベーションを維持・向上できると仮説を立てた。

2. 関連研究

管楽器の学習支援の研究においては、特定の楽器に特化した先行研究 [1], [2], [3] は多い。これらの研究では従来の練習に補助の情報提供を行うものが多いが、その本来の目的は補助によって改善された演奏を、補助を完全に取っても続けられるようになることである。つまり、補助からの離脱を考慮しなければならない。例えば [4], [5] の学習支援システムは、補助からの離脱を考慮している。従って、本研究の提案システムでは、補助の強さを3段階から選択する機能および補助を完全に行わない機能を実装した。

また、管楽器中級者が習得を目的とするのは、正しい音を安定した正しい音程で演奏できることであるが、先行研究においては過去から現在までの音程の安定性がどのように改善されてきたかについての情報を提供していない。そのため、本研究の提案システムでは過去から現在までの自身の音の音程のずれの大きさの平均値の推移を確認できる機能を実装した。この情報を指導者や演奏仲間といった第三者に提供することで、彼らから [6] のように客観的なフィードバックを得ることが可能となる。また、肯定的なフィードバックを与えることや自身の成長が可視化されることで練習者のモチベーションを維持または向上させることも可能となる。

^{†1} 現在、北海道情報大学

a) s1921258@s.do-johodai.ac.jp

b) imash@do-johodai.ac.jp

3. 設計と実装

3.1 方針

本研究の提案システムは、よく使用される音域の音を演奏できるが音程が5セント*1以上ずれてしまうことが多い、あるいは正確な音感を持たず自身の音が正しい音程で演奏されているかを判別できない管楽器練習者(ここでは管楽器中級者と定義する)を対象としている。また、本システムの到達目標は、これらの練習者が自身が苦手とする音域を認識することで練習の効率を向上させること、また、モチベーションを高く維持して練習を行いやすくすることである。そのために、提案システムの要件を以下3.2節および3.3節に示す。また、提案システムの画面を図1に示す。

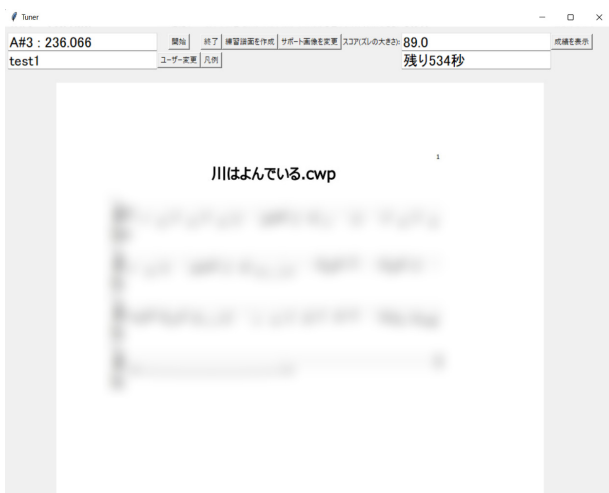


図1 提案システムの画面

3.2 音程の色相表示

提案システムでは、マイクから入力された音声をフーリエ解析によって周波数を推定し、正しい音とのずれの大きさを色相で表示している。これによって、一般的なチューナーの目盛りを読むよりも早く音程のずれを認識することができるため、合奏練習中に自身の音程を把握するための時間が短縮されると仮説を立てた。表示される色相はずれの大きさに対して、7種類が割り当てられている。音のずれ大きさと色相の対応を、図2に示す。

なお、音程のずれと色相の対応関係を示す画像は、楽譜上部において表示・非表示することを設定可能である。

また、[7]からも明らかのように、管楽器の学習支援においては補助からの離脱を考慮することが重要な要素の一つとなっている。そのため本研究においても、音程のずれの大きさを示す色相の大きさや位置を変更できる機能を実装することによって、補助からの離脱を考慮した。補助は

-40 セント未満	■
-40 セント以上-20 セント未満	■
-20 セント以上-5 セント未満	■
-5 セント以上 5 セント未満	■
5 セント以上 20 セント未満	■
20 セント以上 40 セント未満	■
40 セント以上	■

図2 音程のずれと色相の対応関係

4種類に分かれており、うち1種類は全く補助を行わない。補助の強さと内容を、図3から図6に示す。図3は五線譜に最も近い位置で補助の画像を提供する。図4は楽譜の画像を補助の画像で囲うため、図3よりも五線譜と補助の画像の間の距離が長くなる。図5では楽譜の四隅に補助の画像を表示し、5よりも補助の画像が小さい。6では補助の画像を表示しない。



図3 補助レベル強の場合

図4 補助レベル中の場合

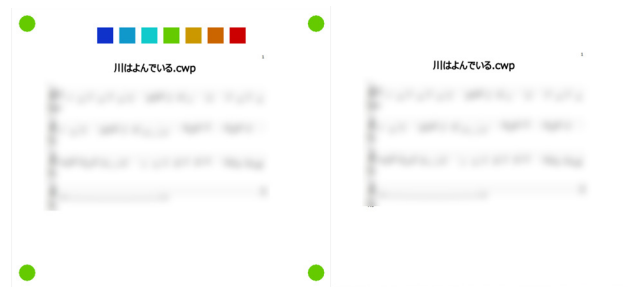


図5 補助レベル弱の場合

図6 補助なしの場合

3.3 モチベーション維持・向上機能

提案システムでは、練習者のモチベーションの維持と向上を図るため、あらかじめ秒単位で設定された区画ごとの音程のずれの大きさの平均値を得点に換算し、区画の順番を横軸に、得点を縦軸にとった折れ線グラフを確認することができる。折れ線グラフの例を示すグラフの例を、図7に示す。得点は100点満点で評価しており、得点が2点増加するごとに正しい音程に1セント近づく。一般にアマ

*1 1 オクターブを 1200 で割った数値。C と C# といった半音間は 100 セントである。

チューアの吹奏楽においては音程のずれを5セント以内に収めることが求められるため、90点以上を維持することが初めの目標となると考えられる。なお、練習者固有であり自由に設定できるIDを所定欄に入力した後に練習を開始することで、複数の練習者の得点の推移を保持することが可能である。

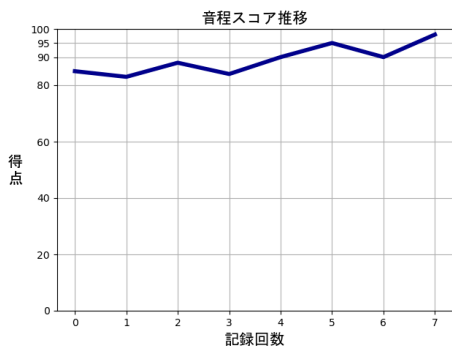


図7 音程の得点推移の例

4. 評価実験

本稿では、評価実験の手法を確立するために予備実験を行った。予備実験の様子を図8に示す。

ここで、被験者の上達速度は人によって異なることに注目したい。そのため、従来手法のみまたは提案手法のみで練習を行った二群の間で比較を行うと、従来手法と提案手法の効果の違いを厳密に比較することができない[8]。そのため、今回の予備実験では、音程のずれの得点を取得し続けながら、管楽器中級者が一般的なチューナーを使用する従来手法と提案手法を交互に行い、従来手法と提案手法の間の得点の差に着目した。

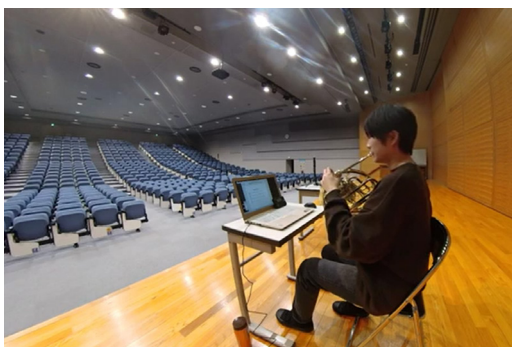


図8 予備実験の様子

4.1 実験内容

被験者： 被験者は著者1名で、使用楽器はホルンであった。著者は13年前から3年間ホルンを演奏しており、10年間のブランクがあり、最後に練習したのは約2か月前であった。そのため、実験で使用される楽曲中には、継続

して演奏できない中高音があった。

従来手法： 従来手法では、色相による補助を表示しない代わりに、以下に示すチューナーをノートパソコンに立てかけて使用した。楽譜はノートパソコン上に表示した。



図9 従来手法で用いたチューナー

提案手法： 提案手法では、色相による補助を図3の状態に設定し、変更は行わなかった。楽譜はノートパソコン上に表示した。

練習楽曲： 練習楽曲として、Guy Beartの河は呼んでいるを使用した。使用される音は中音域がほとんどであり、管楽器中級者であれば、10分程度の練習で一通り演奏できる程度の難易度である。なお、筆者は実験が開始されるまでにこの楽曲を暗記していた。

実験の流れ： 練習者には実験前にマウスピースを鳴らしたり、楽器を吹いたりする時間が5分程度与えられていた。

実験は1タームあたり10分間の演奏を5回繰り返し、1ターム目と3ターム目と5ターム目は従来手法で演奏を行い、2ターム目と4ターム目は提案手法で演奏を行った。このとき、練習の残り時間を表示するタイマーがチューナー上に実装されていたが、タイマーの数値が減るのはノイズ以外の音声を拾っている間だけであった。そのため、各タームの実際の長さは異なったが、理論上各タームの演奏時間は等しかった。

練習者は指定された楽曲の演奏の質を上げる練習のみを行い、音階練習や極端な高音、低音の練習など、楽曲と全く関係のない練習を行うことは禁止されていた。そのため、苦手な個所や得意な個所だけ演奏することが可能であり、従来手法と提案手法の間で練習方法を変更することも自由に行うことができる状況であった。

4.2 実験結果

実験を通して取得したタームごとの音程の得点を10分割して理論上1分ごとの音程の得点の平均値を計算し、その1次回帰線を重ねて描いた結果を、図10に示す。また、実験全体および各タームごとの音程の得点の1次回帰線の傾きを表1に示す。

また、各タームにおける音ごとの得点分布の割合を図11に示す。なお、F4、G4、A4は本実験の練習楽曲の中で最

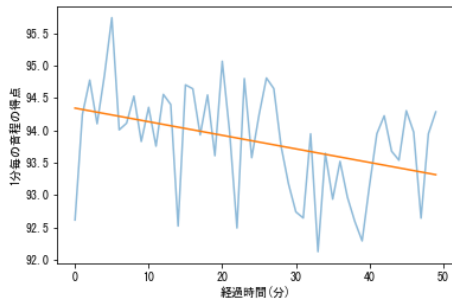


図 10 1 分毎の音程の得点の平均値の推移

表 1 音程の得点の 1 次回帰線の傾き

	傾き
全体	-0.021
1 ターム目	0.062
2 ターム目	-0.009
3 ターム目	-0.043
4 ターム目	-0.035
5 ターム目	0.024

も演奏頻度の高い音である。

4.3 考察

図 10 より、実験全体での音程の得点は下降していることが分かる。これは著者が長らくホルンを演奏していなかったため、合計 50 分間の練習は負荷が大きく演奏がままならなくなってしまったからであると推察される。実際、実験が進むごとに中高音の音を正しく演奏できなくなっている様子が散見された。また、表 1 より、各タームごとの 1 次回帰線からは、提案手法を用いた 2 ターム目と 4 ターム目で音程の得点が向上する傾向は見られなかった。

また、練習楽曲には黒鍵の音は存在しないが、図 11 では黒鍵の音が散見される。これは実験全体を通して演奏した音が本来の音から半音以上ずれてしまった結果であると推察する。ここで、4 ターム目では 3 ターム目、5 ターム目に比べて A4 の音が半音上にずれる割合が減少していることが読み取れる。だが、他の音が半音上下にずれる割合が 2 ターム目および 4 ターム目で減少していることが確認できないため、この点に加え、著者の楽器演奏のスタミナが不足していたことや、被験者数が極めて少ないこと、著者が既に楽譜を暗記していたことを考慮すると、実験結果から提案手法が音程のずれの大きさを改善するために有効ではないと結論付けることはできない。

しかし、従来手法と提案手法の間では練習方法に大きな違いがみられた。従来手法では 5 セント以上の音程のずれを認識しても、そこを被験者がそこを苦手箇所として認識しないまま曲の練習を進めていた。一方提案手法では自身の音程のずれが色相で示されるためチューナーの目盛りと比べて印象が強く、音程が 5 セント以上ずれた場合は曲の練習を止め、音程がずれた箇所を繰り返し練習する様子が

散見された。これは 2 ターム目と 4 ターム目において音程の得点の向上が見られない要因の一つであると考えられる。しかし、本実験では被験者が 1 名であったため、提案手法が従来手法と比べて苦手箇所を重点的に練習させる効果があると結論付けることはできない。

5. まとめ

本研究では、音程のずれの色彩表示とモチベーション維持システムの設計及び実装を行った。実験からは提案手法が従来手法と比べて、練習方法には違いがみられたものの、音程のずれを改善させた結果を得ることはできなかった。そのため、今後の展望としては被験者数を増やし、モチベーション維持機能の実験と併せて実験を行うことが挙げられる。

また、被験者が事前あるいは実験中に楽譜を暗記していると、演奏中にチューナーの目盛りあるいは音程のずれの色彩表示のみに視線を向けてしまうため、チューナーの目盛りを読む時間を削減できたことによる効果ことを検証できない。本研究の目的の一つが従来のチューナーのリードタイムを削減することであるため、今後の実験では実験中の練習では暗記できない長さの練習曲を用意し、一定のテンポに合わせて練習曲を演奏させることで合奏している状況を作り出すことが有効であると考えられる。

また、今回の被験者が長いブランクを抱えていたことを考慮しながらも、10 分間の演奏時間を 5 回繰り返すことは管楽器中級者にとって負荷が大きすぎる練習内容である可能性があるため、実験前に適切な演奏時間とターム数を精査するべきである。

参考文献

- [1] 玉淵誠人, 蔡 敏雅, 阿部 亨, 菅沼拓夫: AR を用いた初学者向けトロンボーン演奏学習支援システムの提案, 第 82 回全国大会講演論文集, Vol. 2020, No. 1, pp. 717-718 (2020).
- [2] 泰えりか, 青柳龍也: トランペットのロングトーン練習に対する即時フィードバック自動生成の研究, 研究報告音楽情報科学, Vol. 2017-MUS-115, No. 31 (2017).
- [3] 齊藤 壘, 竹川佳成, 平田圭二: バイオリン初心者のためのマルチモーダル情報提示によるポジショニング学習支援システムの設計と実装, Vol. 2018-HCI-176, No. 1 (2018).
- [4] 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: システム補助からの離脱を考慮したピアノ演奏学習システムの設計と実装, コンピュータソフトウェア, Vol. 30, No. 4, pp. 51-60 (2013).
- [5] 淳里野波, 佳成竹川: 臨書初級者のための文字バランス学習支援システムの提案, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 114, No. 73 (2014).
- [6] M. Watanabe, Y. Onoue, A. U. and Kitahara, T.: Sui-view: A Web-based Application that Enables Users to Practice Wind Instrument Performance, *the 15th International Symposium on CMMR*, pp. 5-10 (2021).
- [7] 池田絵里, 竹川佳成, 平田圭二: 管楽器初心者を対象とした音高正誤判定能力向上のための学習支援システム, 情報処理北海道シンポジウム 2014 (2014).
- [8] 宮下芳明: インタラクション研究でのシングルケース実験

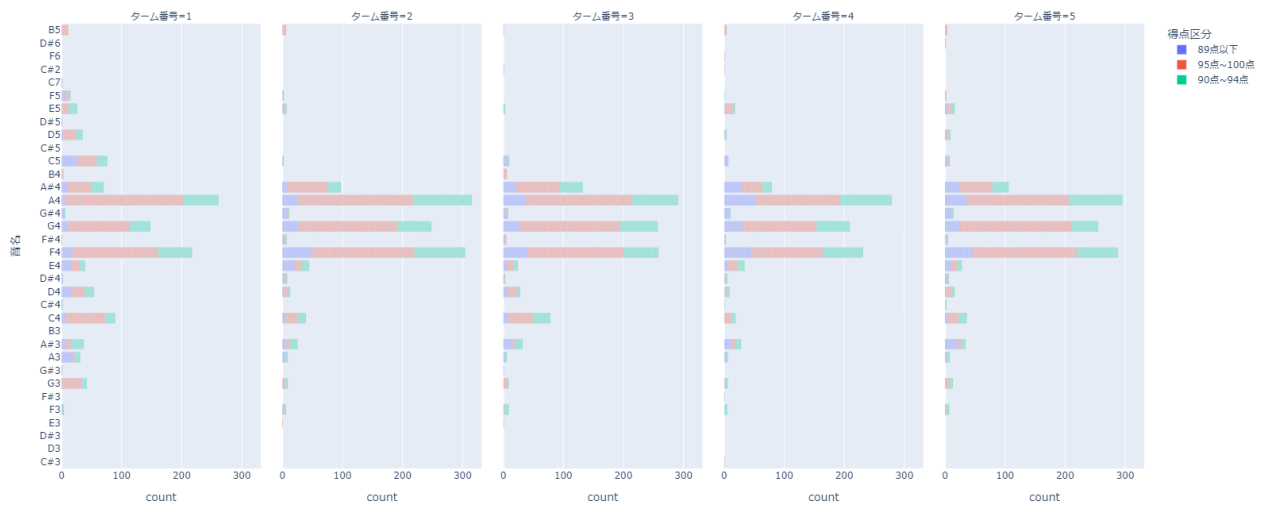


図 11 音ごとの得点比率

についての考察, エンタテインメントコンピューティング
シンポジウム 2019, pp. 248-254 (2019).