

# 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

池田絵里\* 竹川佳成† 平田圭二‡

(公立はこだて未来大学)§

## 概要

管楽器演奏において、正しい音高での演奏は重要な能力であるが、予め調律されているピアノ等の楽器とは異なり、自らの音感やチューナーを用いて音高を調整しなければならないことや、正しい音高を判断するための耳の良さを鍛えるのに時間を要するといった理由から、演奏時に高精度な音高認識能力が求められる。そこで、本研究では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の構築を目的とする。

## 1 はじめに

管楽器演奏において、正しい音高で演奏する事は重要であるが、自らの音感やチューナーを用いて音高を調整しなければならないことや、正しい音高を判断するための耳の良さを鍛えるのに時間を要するといった理由から、その能力の獲得は難しい。特に、吹奏楽やオーケストラにおいては純正律という和音の響きを重視した音高の取り方が用いられる事が多いため、シビアな音高正誤判定能力が求められている。例えば、和音は基本的には低音の方から根音・第3音・第5音といった3つの音で構成されるが、純正律を用いてより綺麗な響きを得ようとした場合には、第3音の音高を低めに取った方が良いとされる場合がある。一般的な練習方法としては、合奏時の基礎練習として和音練習を行う事が挙げられる。しかし、合奏の大人数の場では自分の出している音程が適切かどうかを判別しにくいといった問題点が挙げられる。また、1人で和音を演奏する事は難しく、和音の練習を行うためには最低でも3名で練習を行わなければならない。さらに、カラオケ等歌唱学習においては、ガイドメロディによる聴覚的な提示や、発音中の音高の視覚的な提示を利用する事で、学習者は正しい音高で演奏できているかどうかリアルタイムに確認し、補正できる。しかし、これらの学習支援システムは、ガイドを提供するだけで、ガイドからの離脱には考慮していない。したがって、ガイドに依存しがちになったり、自分はどこが間違えやすく、それを回避するためにどこに気を付ければ良いかというメタな認知能力が養われない。ガイドだけでなく、ガイドからの離脱を考慮する事で、目の前にある課題曲をガイド無しで正しい音高で演奏出来るようになるだけでなく、新たな楽曲にも対応できる応用力が養われる。

そこで、本研究では管楽器における音高正誤判定能力の向上を考慮した学習支援システムの設計と実装を目的とする。

提案システムは視覚的及び聴覚的な演奏補助情報を提示することで、学習者は正しい音高で演奏できているか確認できる。また、管楽器の学習における特性を活用した演奏補助情報からの離脱方法を提案する。さらに、音高正誤判定能力を高めるために、自身の過去の演奏を聴取した時の正誤判定テストを行い、このテストの結果を補助度合いにフィードバックする機能を提供する。

## 2 関連研究

近年、歌唱力を向上させるために、自分の歌声の音高を軌跡として可視化し、歌唱への理解を支援する「MiruSinger[1]」というシステムが提案されている。マイクからリアルタイムで歌唱したものを取得し、歌い方に誤りがあった場合に瞬時にその部分を判定する事ができることや、手本の楽曲と自分の歌声との差異等を明確にする事ができるため、練習に反映させやすいとされる。さらに、MiruSingerの他にもいくつかの歌唱力学習支援システム [2,3,4] が提案されている。これらの研究においても、学習者の歌声を可視化及び録音・再生する事で自分の歌声と手本の歌声を比較し、学習者の上達につなげていくという目的がある。しかし、これらのシステムでは手本からの離脱は考慮されておらず、システムを外した場合に急に自信が無くなり、上手く歌う事が出来なくなってしまう事が懸念される。一方で、補助からの離脱を考慮した学習支援システム [5,6] が提案されている。これらの研究では既存の学習システムを分析し、離脱方法やタイミングに関して検討し、その有用性を検証している。具体的には、補助にどれだけ頼ったかを明確にして離脱を促すアプローチや、視覚的情報を段階的に減らして行くアプローチが挙げられたが、本研究では視覚的なものに加え、聴覚的アプローチを段階的に減らして行く事によるシステムからの離脱について考慮していきたいと考えている。加えて、歌唱の際、提示音の違いのよってピッチ知覚に差異が生じる場合があるという研究 [7] がある。これらの研究から、手本として提示する音の種類によっても学習の効率に影響する可能性があることが示唆される。このため、手本として提示する音の種類を考慮する必要がある。

## 3 設計

本研究では、音高正誤判定能力向上のための学習支援システムを構築する。管楽器初心者を対象とし、学習者

\* b1011234@fun.ac.jp

† yoshi@fun.ac.jp

‡ hirata@fun.ac.jp

§ 北海道函館市亀田中野町 116 番地 2

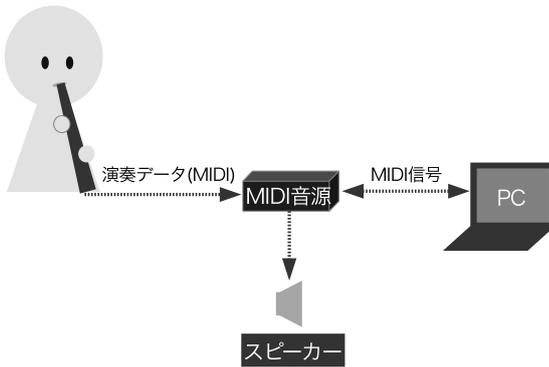


Fig. 1 システム構成

自身が自身の耳で正誤を判定し、適切な音高で演奏できることを目指す。この目的を満たすために、本システムの設計方針として下記の3点を挙げる。

- (1) 実際の楽器演奏に出来るだけ近い形態を取る。
- (2) 補助からの離脱を考慮する。
- (3) 正誤判定能力を育成する。

(1) については、ウインドシンセサイザで練習を行った後に、実際の楽器で練習の成果を活かせる事が望ましいため、ウインドシンセサイザの設定を可能な限り実際の楽器の吹奏感に近づけておく必要がある。

(2) については、最終的に、視覚・聴覚的補助を使わずとも適切な音高の音を演奏できるようになる事が望ましいため、学習者の習熟度によって段階的に補助を減らしていき、自然と補助からの離脱を行う事ができるような工夫が必要である。

(3) については、管楽器の音高の微妙な差異を判断する事は、ピアノ演奏における打鍵ミスのようなものに比べて分かりにくいいため、音高の正誤を自ら判定出来る能力を身につける事が重要である。

### 3.1 システム構成

提案するシステムは図1に示すように、ウインドシンセサイザ・MIDI音源・PCを接続して音高を取得をする。取得した音高をPCのウインドウ上で可視化することで、吹き込んだ音の音高が認識可能になる。また、管楽器は、一般的に、マウスピースの噛み具合や息の吹き込み量によって、ピッチバンドや音量を制御する。ウインドシンセサイザもこれらの制御が可能で、実際の管楽器と同じ感度に設定する。加えて、MIDI音源を用いて音を出している事から、様々な種類の音色にて演奏する事が可能である。

### 3.2 演奏音の制御

一般的に管楽器では、楽器に息を吹き込む量によって演奏音の音量を制御する。また、管楽器上のキーを押すことにより音高が変化する。さらに、マウスピースの噛み具合によって、50~100セント程度のピッチ変更が可能である。設計方針(1)で述べたように、提案システムを利用して学習者が演奏音を制御する場合においても、既存の管楽器と同じような制御方法を再現すべきである。したがって、提案システムは音高・ピッチバンド・音量の制御機能を持つ。

#### 音高制御

実際の楽器演奏において、管楽器上のキーを押したり離したりする事により、音高を変化させる事が可能である。本研究で用いているウインドシンセサイザにおいても、キーの押し離しの動作により、音高を変化させる事が可能となっている。なお、本研究で用いるウインドシンセサイザは、実際の楽器よりも2オクターブ程度広域の音域を演奏する事が可能である。

#### ピッチバンド制御

実際の楽器演奏において、マウスピースの噛み具合によって50~100セント程度のピッチ変更を行う事が可能である。そこで、本実験で用いるウインドシンセサイザにおいても、マウスピースの噛み具合によって実際の楽器と同程度のピッチ変更が可能となるよう設定を行った。このため、ウインドシンセサイザにおいても微妙な音高調節が可能となる。加えて、後述する音の可視化部分とも連動しており、息を吹き込んでから噛み具合を変更して音高を変化させた場合、ピッチバンド部分の音高も可視化される。

#### 音量制御

実際の楽器演奏において、吹き込む息の量によって音量を調節する事が可能である。息の量が少なければ小さな音、多ければ大きな音となる。本実験で用いるウインドシンセサイザにおいても、ある程度同様の音量調節が可能となっている。

#### 3.2.1 補助機能

学習者が正しい音高で吹奏できるよう、視覚的及び聴覚的補助機能を提案する。視覚的補助として、学習者が演奏した音の音高を提示する。音を可視化する事により、学習者自身が正しい音高で演奏出来たのか、もしくはどの程度ずれた音高で演奏したのかを判断する基準となる。聴覚的補助としては、ガイド音提示を行う。演奏すべき音高の音を提示し、それに合わせるように演奏する事で学習者がより正しい音高で演奏できるようにする。

#### 3.2.2 離脱機能

学習者が補助を利用せず、正しい音高で吹奏でき、かつ、正確に正誤を判定できるように、補助からの離脱機能を提案する。離脱手順のイメージを図3に示す。例え

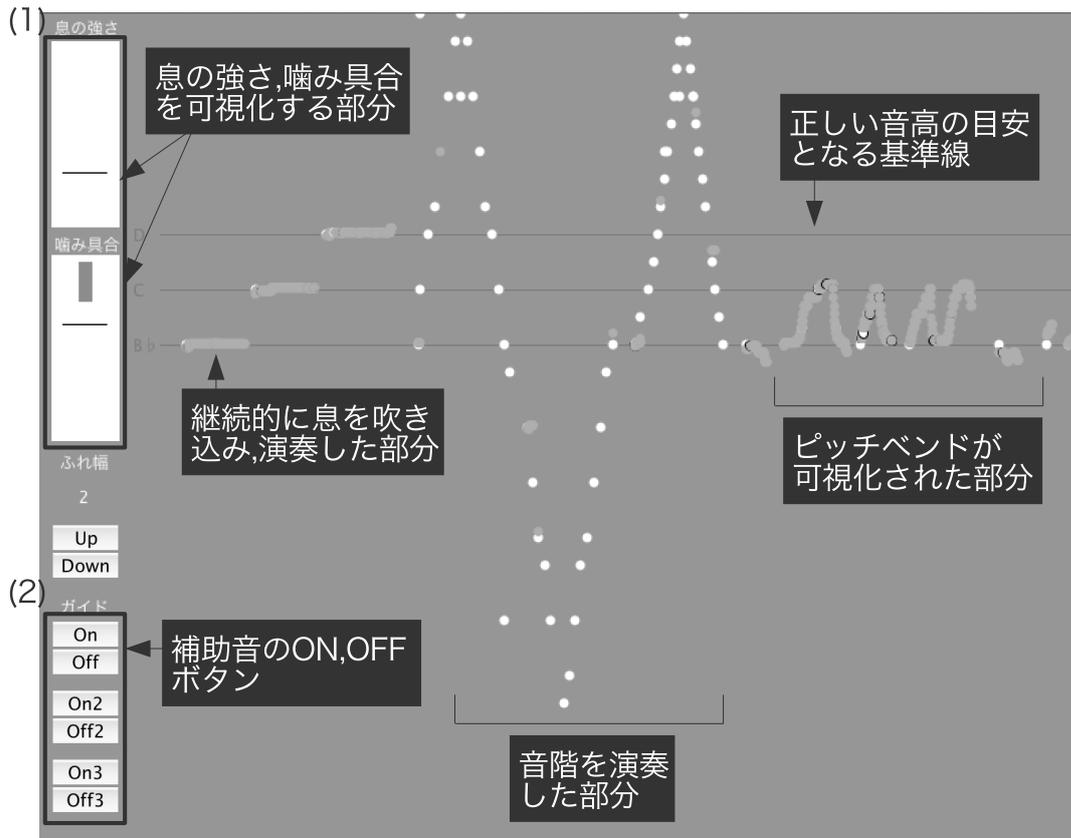


Fig. 2 プロトタイプシステムのスナップショット

ば、学習者の練習履歴をシステム上で記録し、正しく演奏されるようになった部分に関しては、音量を小さくしていく、提示音のオクターブ違いの音を出す等、段階的に補助を減らして行く。

### 3.2.3 確認テストの導入

練習後に確認テストを行う事で習熟度の確認を行う。方法としては、学習者が練習中に演奏した音を記録し、練習後に手本の音と聴き比べを行う事を想定している。これにより、演奏していない状態における音高正誤判定能力を確認できる。この結果をもとに、次の日以降の補助度合いを変化させる。

## 4 実装

4章で述べた学習支援システムのプロトタイプを実装した。PC上での動作を想定とし、Processingを用いてシステムを実装した。また、ウインドシンセサイザはYAMAHA-WX5を使用し、MIDI音源にはRoland SD-50を用いた。提案するプロトタイプシステムのスクリーンショットを図2に示す。図2では、学習者は和音(B5, D6, F6)の

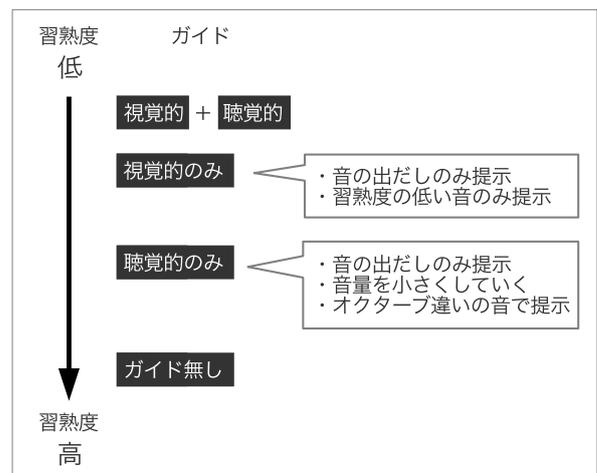


Fig. 3 離脱手順

上から2つ目の音(D6)を練習している。図2の中の(1)に示すように、息の強さやマウスピースの噛み具合をレベルメータを使って視覚的に提示する。また、(2)に示

すように、補助音の有無をアプリケーション上のボタンを押す事で選択できる。三和音であるため、各和音を構成する音の補助音を選択できる。

## 5 まとめ

本研究では、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を構築した。提案システムは、ウインドシンセサイザという電子楽器と PC 上のシステムを用いて、視覚的及び聴覚的補助を用いて正しい音高での演奏を練習するシステムである。また、習熟度が上がった部分から随時段階的に補助の量を減らし、最終的には補助からの離脱も考慮する手法を提案した。

今後の課題としては、システムのプロトタイプを完成させ、評価実験を行いシステムの有用性を検証する事や、機能の検討を図っていききたい。

## 参考文献

- [1] 中野倫靖, 後藤真孝, 平賀譲, “Mirusinger:歌を「歌って/聴いて/描いて」見る歌唱力向上支援インターフェース”, 情報処理学会 インタラクシオン 2007 論文集 (インタラクティブ発表), pp195-196, 2007.
- [2] 中野倫靖, 後藤真孝, 平賀譲, “楽譜情報を用いない歌唱力自動評価手法”, 情報処理学会 インタラクシオン 2007 論文集 (インタラクティブ発表), pp227-237, 2007.
- [3] 羽賀翼, 香山瑞恵, 伊藤一典, 池田京子, 橋本昌巳, 大谷真, 山下泰樹, 浅沼和志 “「声の見える化」による歌唱学習支援システムの開発—録音・再生機能の概要—”, 教育システム情報学会第 38 回全国大会, pp143-144, 2013.
- [4] 羽賀翼, 香山瑞恵, 伊藤一典, 池田京子, 橋本昌巳, 大谷真, 山下泰樹, 浅沼和志 “歌声に含まれる音響特徴量の可視化に基づく歌唱指導支援システムの設計”, 教育システム情報学会第 38 回全国大会, pp21-22, 2013.
- [5] 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 (日本ソフトウェア科学会論文誌), Vol.30, No.4, pp51-60, 2013.
- [6] 野波淳里, 竹川佳成, “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”, 情報処理学会研究報告, Vol.2014-EC-32, No.16, pp1-8, 2014.
- [7] 新山王政和, “異なる提示音の間で出現するピッチ知覚の相違に関する実験的研究—フラットシンギングとの関係に着目して—”, 音楽教育学. 2008, 38(1), pp1-9, 2008.