

雅楽・龍笛の合奏技術習得のための 初級者に向けた学習支援システムの構築

植野泰史^{†1} 曾我真人^{†2}

概要：日本の伝統音楽である雅楽では、オーケストラとは異なり、テンポが明確に定まっていないことや指揮者がいないことなどから、個人練習を十分に行った初級者の人でも合奏の練習でつまづいてしまうことが多い。本研究では、雅楽で用いられる楽器である龍笛の初級者の人がつまづくことなく合奏練習に参加することができるよう、個人練習だけでは身に着けることの難しい雅楽の合奏技術を習得できるような学習支援システムの提案・構築を行い、システムの有用性についての検証を行う。

1. はじめに

1.1 雅楽・龍笛とは



図 1 龍笛

雅楽とは、飛鳥時代ごろよりアジア諸国から伝来し、平安時代に現在の形態に確立された日本の伝統音楽である。日本古来の儀式音楽や舞踊などと、仏教伝来の飛鳥時代から平安時代初めにかけての400年間あまりの間に、中国大陸や朝鮮半島から伝えられた音楽や舞が融合し、平安時代に現在の形態となった。現在では、宮内庁式部職楽部が雅楽を継承しているほか、寺院や神社、民間の雅楽の演奏団体などでも雅楽の演奏が行われている。[1]

本研究で用いる楽器である龍笛（りゅうてき）は、竹で作られた横笛で、合奏においては、音域の広さを生かして、音域の狭い箏が奏でる主旋律のサポートである副旋律の役割をする(図 1)。雅楽の合奏は、管楽器である龍笛、箏（ひちりき）、笙（しょう）という楽器のほかに、絃楽器である琵琶と楽箏（がくそう）、打楽器である楽太鼓（がくだいこ）、鞆鼓（かつこ）、鉦鼓（しょうこ）を用いて行われる。

1.2 雅楽の譜面と練習方法

雅楽には、一般的な西洋音楽とは異なる多くの特徴がある。特に大きく異なるのは譜面の記法である。西洋音楽で主に用いられるのは五線譜であるが、龍笛の譜面は次のような表記で表される(図 2)。各行の中央部には、カタカナ

で唱歌（後述）の歌詞が書かれており、唱歌の左側に龍笛の運指や奏法が書かれている。このような独自の記法で書かれていることに加えて、演奏を行う上で最低限の情報しか記載されていないため、雅楽を初めて学ぶ人が譜面を理解できるようになるまでに時間がかかる。

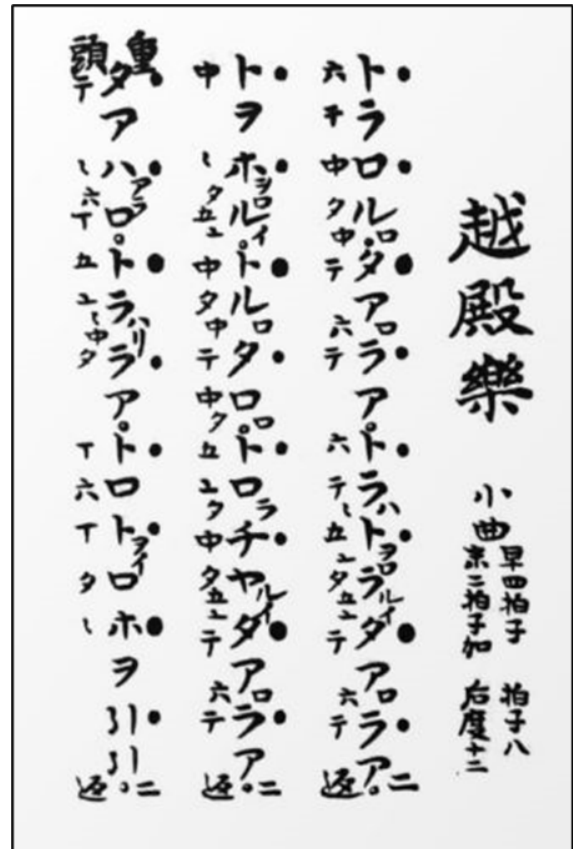


図 2 雅楽の譜面 [2]

唱歌とは、楽譜を用いずに手で拍をとって膝を叩きながら、擬音化した曲の旋律を声に出して歌う練習法であり、唱歌を歌うことで曲の流れをつかみ、演奏の仕方や息遣いなどを知ることができる。雅楽の旋律は元来口伝によって受け継がれてきたものであり、楽曲を習得するにはまず

^{†1} 和歌山大学大学院システム工学研究科

^{†2} 和歌山大学システム工学部

先生から唱歌の歌い方を教わり、一緒に歌いながら曲の流れを掴むところから始まり、唱歌が歌えるようになって初めて龍笛を用いた演奏の方法を学ぶという流れで練習を行っている [3]. また、他の楽器との合奏練習を行う際に、楽器での合奏を行う前に全員で唱歌を歌い、他の楽器の演奏の仕方や全体の流れを掴む上でも重要である。

1.3 雅楽と西洋のオーケストラとの違い

雅楽の演奏における特徴を、西洋のオーケストラとの違いを元に説明する。オーケストラでは、指揮者が楽曲全体の指揮をするが、雅楽では合奏の際に指揮者はおらず、演奏者同士で息を合わせることで演奏を行なっている。また、楽曲のテンポもメトロノームで刻むような一定のテンポではない上に、演奏者ごとにテンポ進行の感覚が異なるため、演奏を行いながら演奏者同士でその感覚を合わせながら演奏を行なっている。個人練習で一通り楽曲の練習を行った人であっても、初めて合奏練習に参加するとそのような雅楽独特のテンポの取り方や演奏者同士の息の合わせ方がわからず、演奏についていけなくなってしまうことが多い。

2. 研究目的

本研究では、雅楽の初級者の人が合奏練習につまずくことなく参加できるよう、個人練習だけでは習得することが難しい拍の感覚や楽曲の流れを掴むといった合奏を行う上で必要になるスキルを習得できるような学習支援システムの構築を行い、システムの有用性について検証を行うことを目的としている。

本システムでは、雅楽で最初に習う曲である「平調 越殿楽」という楽曲を用いて、合奏の音源を聞きながら拍の感覚をつかむ練習を行うシステムと、合奏音源に合わせて龍笛の演奏を行って練習するシステムの2種類のシステムの構築を行い、初級者が実際の合奏練習に参加する前に合奏を行う上で必要なスキルを身に付けることができるようにする。

なお、本研究で想定しているターゲットは、越殿楽の個人練習をある程度行い、一人で曲の演奏ができるようになった人であり、そのような人が合奏練習にはじめて参加するための準備として使用することを想定している。また、合奏練習に参加した後の復習として使うこともできるが、評価実験などでは前者を主な対象にしている。本論文では、これらの人を「初級者」と呼ぶこととする。

3. 先行研究

先行研究として、自身が行った初心者に向けた学習支援システムの紹介をする [4][5]. この研究では、龍笛を初めて習った初心者を対象に、越殿楽の演奏が流れ通りに行えているかどうかを判定するために、マイクで入力した音声に対してフーリエ変換を行って、音の高さが正しいかどうかを判定する学習支援システムの構築を行なっている (図

3). このシステムでは、合奏のテンポに合わせて演奏することは考えておらず、一定のテンポで拍をとって練習を行うことを想定しているため、本研究では合奏の音源に合わせて練習を行い、合奏練習を行う際に必要となる技術を習得するシステムを構築することを目標とした。

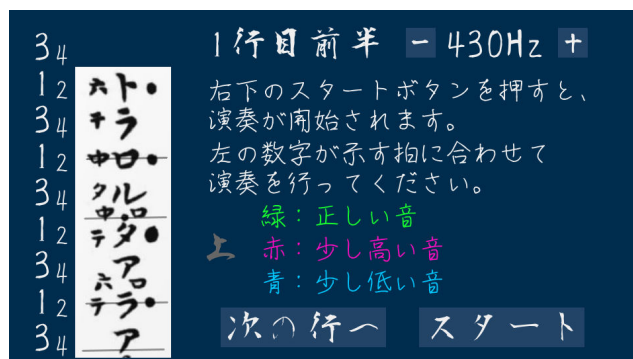


図3 [5]での学習支援システム

また、西洋音楽を対象に合奏支援を行う研究についてはこれまでに多く行われてきた。その中でも高津らの研究 [6]では、指揮者不在の環境であっても演奏の指示を出せるように、タブレット端末上に仮想指揮者を表示し、各パートに合わせてテンポや音の強弱の指示を行うことで、演奏者にとって演奏のしやすい環境を構築している。

しかし、雅楽においては合奏時に指揮者がいないことが前提の音楽であり、演奏者自身で演奏についての判断を行いながら演奏することが重要となる。最終的にはシステムによる支援なしで合奏に参加できるようになることを目的としていることから、指揮者のような演奏の指示をその場で行うものを用意するのではなく、演奏における注意点について事前に指導を行うことで、合奏練習に実際に参加した時に周りと一緒に演奏が行えるようになることを目指すシステムを構築することとする。

4. 提案手法とシステム概要

4.1 初級者が身につけるべきスキル

合奏練習に参加するまでに身につけるべきこととして、大きく2点のスキルがある。

1つ目は合奏を行った際のテンポの感覚や曲の流れを把握することである。合奏ごとに曲のスピードやテンポの感覚は毎回異なるといえど、演奏箇所に応じて間を作るところや合わせるべきポイントは決まっている (後述)。そのため、熟練者が演奏時に注意していることを覚える必要があり、本システムでその箇所についてアドバイスを行いながら練習することでその感覚を修得していくことを目指す。

2つ目は、唱歌を頭の中で行いながら笛の演奏を行うスキルである。練習で曲の流れを把握するために使用した唱歌は、合奏で他の楽器がどのように演奏をしているかを各楽器間で共有することにも役立つ。そのため、熟練者は頭の中で唱歌を流しながら演奏を行っており、その技術を身

につけることが必要である。合奏練習がはじめての初級者が最初からそれを行うことは難しいため、本システムを用いることで段階的にその技術を習得できるようになることを目指した。

4.2 合奏の注意点

雅楽の合奏で息を合わせて演奏を行うために龍笛の演奏者が注意して聞いている箇所について説明を行う。

4.2.1 笙のインジャ

笙は雅楽の合奏の中で和音を奏でて背景の響きをつくる役割を担っている。17本の細長い竹管を組み合わせて構成された楽器であり、竹管についている指孔を押さえることで音を奏でる。雅楽の合奏ではこの竹管のうち5-6つの管を同時に鳴らして和音を奏でており、4拍間同じ音を伸ばして手移りを行なって音を変えるということを繰り返している。この手移りは1拍目になった瞬間ではなく4拍目と1拍目の間に行われており、他の楽器は手移りが終わるのを待って1拍目に入るため、4拍目が終わってから1拍目に入るまでにわずかに間が生じる。

このようにして笙の手移りによって拍の間を作ることをインジャと呼び、雅楽特有の一定でない拍の感覚はこのインジャによって作られている。具体的に笙がインジャを行うのを特に注意して聞かねばならない箇所は図4の赤色の矢印で示した箇所である。

一定のテンポでのみ練習を行なってきた初級者は、インジャの間の取り方が分からず、拍がずれた状態で演奏をしてしまうことが多い。本システムにおいては合奏のアドバイスとして笙のインジャを聞くべき箇所を提示し、タイミングの取り方の練習が行えるようにした。

4.2.2 箏の押し

箏は雅楽の合奏においては主旋律を奏でて演奏をリードする役目を担っている。箏は大きな音が出る楽器であるため、全ての楽器が箏の旋律を基準に拍の流れをつかみ、息を合わせて合奏を行なっている。箏が同じ音を伸ばしているときに、特定の拍に入る直前で少し音量を下げたのちに息を強めて拍のタイミングを強調する「押し」という技法があり、図4の青色の丸で示した部分で行なっている。楽曲の序盤はテンポが不安定になりやすく、箏の押しを聞くことで徐々に拍の感覚を掴んでいく必要があるため、本システムでは楽曲中全ての箏の押し箇所をアドバイスとして提示し、拍の流れを掴む一助としている。

4.2.3 箏と音が異なる箇所

越殿楽においては、箏と龍笛はほとんどの箇所と同じ旋律を奏でているが、一部箏と龍笛が異なる旋律を奏でる箇所が存在しており、図4で黄緑色の曲線で示している部分がそれに当たる。この部分は龍笛の初級者が特に演奏を間違えやすい箇所でもあるため、本システムでアドバイスを提示することによって注意深く聞きながら演奏してもらうことを促している。

図4 合奏で気をつける箇所

4.3 システム概要

本システムは、4.1節で述べたスキルを習得することができるよう、2種類の練習を行えるシステムの構築を行なった。以下にそれぞれの練習機能についての概要を述べる。

4.3.1 リズム練習機能

拍の感覚やテンポのタイミングを掴む練習を行うシステムとして、図5のようなものを提案する。合奏音源とともに上方向に流れていく文字に合わせてタイミングよくボタンを押すことで、テンポの感覚を掴んでもらう練習である。3段階のレベルがあり、レベル1は全てのヒントを表示して、気をつけるべきポイントをしっかりと確認しながら練習を行う。レベル2ではボタンを押すタイミングを示していた赤い線を消し、目押しに頼らずに耳でテンポを取る練習を行う。レベル3では判定結果と譜面以外の全ての文字がなくなり、実際の合奏と同じ環境でテンポを取る練習を行うものである。

図5 リズム練習機能

ひと通り練習を終えると、図 6 のような画面へと遷移する。想定したタイミングで正しくボタンを押せているかの判定を行い、全ての拍の結果を「ばっちり/少し早い/少し遅い/早すぎ/遅すぎ/空振り」の 6 種類の結果として 1 拍ごとに表示する。また、全体の拍の結果を基に 100 点満点でスコアを算出している。判定は、1 拍ごとに設定した理想のタイミングとボタンが押されたタイミングとの差を計測し、その差に応じて判定を表示している。表 1 は、具体的な判定基準をまとめたものである。

結果発表			
1	ト	ちょい早	
2	リ	ばっちり	
3	ラ	ばっちり	↑
4	リ	ちょい早	↓
1	ロ	ばっちり	
2	オ	ばっちり	
3	ル	ばっちり	
		スコア	32.8125
		ばっちり	8
		ちょい早	4
		ちょい遅	1
		はやすぎ	0
		おそすぎ	0
		からぶり	19

図 6 リズム練習の結果画面

表 1 リズム練習の判定基準

理想のタイミングとの差 (秒)	判定結果
-0.7 ~ -0.25	早すぎ
-0.25 ~ -0.075	少し早い
-0.075 ~ 0.075	ばっちり
0.075 ~ 0.25	少し遅い
0.25 ~ 0.7	遅すぎ
それ以上の差	からぶり

4.3.2 演奏練習機能

唱歌を頭の中で歌いながら演奏を行う練習として、実際に龍笛を用いて合奏の音源と合わせて演奏の練習を行う図 7 のようなシステムを提案する。前節で述べたテンポの練習と同様のアドバイスに加えて、チューナーの形式で現在ならされている音の情報を画面左下部分に表示し、その音が手本とのずれを計算し、判定結果をチューナーの上部に表示している。

この練習では、頭の中で唱歌を歌えるようになるために、2 種類の音源を用いる。ひとつ目は合奏音源にあわせて唱歌を歌った音源を重ね、熟練者が頭の中で歌っている様子を擬似的に再現した音源で、二つ目は実際に合奏練習会で演奏された複数パターン音源であり、それぞれに速さやテンポのパターンが若干異なっており、毎回ランダムに音源が決定されるので、それぞれの音源で演奏されているテンポの感覚に対応しながら練習を行う。テンポの練習と同様に 3 つのレベルを用意し、段階的に実践の形へと近づけていきながら練習を進めていく。

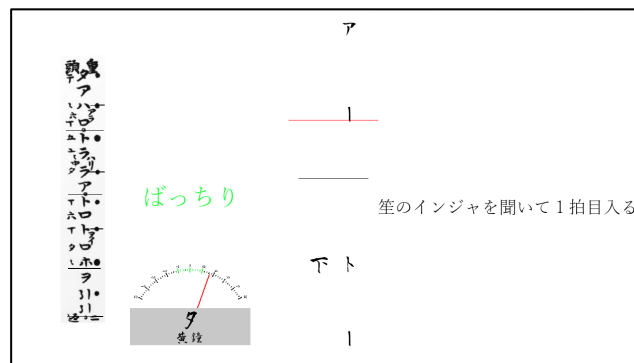


図 7 演奏練習機能

練習後のフィードバックは、各時間で正しい音が鳴らせていたかについての判定を行い、全体に対するそれぞれの評価をもとに結果を表示する。音の高さを判定する際には、マイクで入力された音声に対して YIN アルゴリズム [7] を用いて基本周波数を算出し、その値を基に音の高さの判定を行う。判定結果は、「ばっちり/少し高い/少し低い/音間違い/音が出てない/音が出ている」の 6 種類で判定を行う。それぞれの評価に応じて点数調整を行い、それを総合して 100 点満点でスコアを算出してフィードバックを行なっている。表 2 は、具体的な音の高さや音が出ているかどうかによる判定基準をまとめたものである。

表 2 演奏練習の判定基準

理想のピッチとの差 (cent)	判定結果
-50 ~ -30	少し低い
-30 ~ 30	ばっちり
30 ~ 50	少し高い
それ以上の差	音間違い
音を出さないといけないのに音が出ていない	音が出ていない
音を出してはいけないのに音が出ている	音が出ている

5. 評価実験

評価実験では、統制群法を用いて、システムを利用したことでの程度合奏の技術が向上したのかの比較を、テンポの感覚を掴む練習機能の検証と演奏練習機能の検証の 2 回に分けて行う。なお、本システムは個人練習をある程度行った人が利用することを想定しているため、事前に被験者に楽曲の指導を 2 ヶ月程度行った。

テンポの練習の評価実験では、合奏音源を使用した合奏の注意点の説明を受け、事前テストを実施する。その後、統制群は本システムを用いずに、合奏音源を聴いて唱歌を歌いながら拍を叩く練習を行い、実験群は本システムを用いて拍の感覚を掴む練習を行う。練習時間はどちらも 30 分間であり、練習の前後で行うテストでは、ヒントの無いレベル 3 の状態で、システムが表示するスコアの向上値をも

とにシステムの有無で練習効果にどの程度の違いが出るかの検証を行う。

楽器を用いた演奏練習の評価実験では、システムを使わずに越天楽の演奏の確認を行ったのちに事前テストを行う。その後、統制群はシステムを用いずに合奏音源を聞きながら演奏を行う練習を行い、実験群はシステムを用いてアドバンス提示や音の情報を確認しながら演奏の練習を行う。練習時間はどちらも 30 分間であり、練習の前後で行うテストではテンポの練習と同様に本システムのレベル 3 を用いて、スコアの向上値をもとにシステムの有無で練習効果にどの程度の違いが出るかを検証する。また、各実験でアンケートを実施するほか、龍笛を用いた演奏練習ではシステムのスコア算出による評価に加えて、雅楽の熟練者によるテストでの演奏の主観評価についても実験の評価に組み込む予定である。

6. おわりに

本研究では、龍笛の初級者を対象に、拍の感覚を習得するためのリズム練習機能と実際に演奏しながら練習をする演奏練習機能の実装を行い、合奏練習で必要となる技術を習得できるような学習支援システムとなることを目指した。

本原稿を執筆している現在は評価実験を行っている最中である。実験の結果をもとにこのシステムの有用性について考察を行っていきたいと考えている。

参考文献

- [1] “日本雅楽會 雅楽とは”。
https://www.nihongagakukai.gr.jp/about_gagaku/gagaku.html。(参照 2023-12-19).
- [2] “雅楽 龍笛譜”。天理教道友社,2018.
- [3] “文化デジタルライブラリー 雅楽 唱歌と口伝”,日本芸術文化振興会,
<https://www2.ntj.jac.go.jp/dglib/contents/learn/edc22/naritachi/butai/e3.html>。(参照 2023-12-21).
- [4] 植野泰史, 曾我真人. “音声処理技術を用いた雅楽・龍笛の初心者学習支援システムの構築”.第 36 回人工知能学会全国大会,pp.1-2,2022,https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2022.0_2F4GS905
- [5] Yasushi UENO, Masato SOGA:” Development of a Learning Support System for playing Ryuteki in Gagaku for Beginners”,ICCE2023,pp.135-140.
- [6] 高津良介, 牧宥作, 井上智雄, 岡田謙一. “演奏者別の仮想指揮者による合奏支援”, 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON) 4 (1), 19-25, (2016-02-18) .
- [7] DE CHEVEIGNÉ, ALAIN; KAWAHARA, HIDEKI (2002). "YIN, A FUNDAMENTAL FREQUENCY ESTIMATOR FOR SPEECH AND MUSIC" (PDF). THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA. ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA (ASA). 111 (4): 1917–1930. DOI:10.1121/1.1458024. ISSN 0001-4966.