

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

Basic Design of Vocal Instruction Support System based on the Visualization of Acoustic Features in Singing Voice

羽賀 翼^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 池田 京子^{*3}, 橋本 昌巳^{*2}, 大谷 真^{*2}, 伊東 一典^{*2}
Tasuku HAGA^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Kyoko IKEDA^{*3}
Masami HASHIMOTO^{*2}, Makoto OTANI^{*2}, Kazunori ITOH^{*2}

^{*1} 信州大学大学院理工学系研究科
^{*1} Graduate School of Science & Technology,
Shinshu University

^{*2} 信州大学工学部
^{*2} Shinshu University,
Faculty of Engineering

^{*3} 信州大学教育学部
^{*3} Shinshu University,
Faculty of Education

Email: 13tm536e@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、歌声の音響特徴量の変化の可視化し、歌唱指導を専門としない指導者や歌唱初学者を対象とした歌唱指導を支援するシステムの開発である。ここでは、音響特徴量として、音高、音量、周波数スペクトルに着目する。これまでに、声楽指導者からの助言を受けつつ、習熟度の異なる歌唱者の歌唱データ分析の結果をふまえ、歌唱指導支援システムの開発を進めてきた。本稿では、歌声の記録／再生／比較といった、支援システムの基本機能を解説する。

キーワード：歌唱指導支援システム、音響特徴量、可視化、歌声の記録／再生／比較

1. はじめに

歌唱とは、声によって行われる音楽的な行為である⁽¹⁾。従来より、歌唱や歌声に関する研究がすすめられてきている⁽²⁾。これらの研究では、歌声らしさを示す属性や、習熟度に関連する物理量などの解明が進んでいる。また、音高や音量といった音響特徴量と人による歌声に対する心理的印象とに関係があることが分かり始めている⁽³⁾。これらの成果は歌唱支援システムとしても具体化されてきた⁽⁴⁾。しかし、歌唱指導者が容易にかつ簡便に利用できるシステムの提案には至っていない。

本研究の目的は、歌唱指導者が求める方式での音響特徴量の視覚的フィードバックを有し、学習者の自主練習を支援できるシステムの開発である。先行研究では、習熟度に関する音響特徴量の具体化を検討している^(5,6)。本研究では、その研究成果をふまえ、歌唱指導支援システムとして具体化する。本稿では、歌声の記録／再生／比較といった、支援システムの基本機能を解説する。

2. 音響特徴量

音響特徴量とは、音声データを分析することにより、出現する特徴量のことである。提案システムでは、音の高さを表す音高や音の大きさを表す音量、音の響きに関連するといわれる周波数スペクトルといった音響特徴量を取り上げ、可視化を試みる。

3. 提案システム

3.1 システムの概要

提案システムで想定する利用者は、大学の声楽科

学生を指導する声楽発声指導者（以下、指導者）と、指導対象となる学習者である。このシステムの利用場面は、指導者と学習者が対面で行う個人レッスンと、学習者が自宅等で実施する自主練習とする。

本システムでは、入力される学習者の音声をリアルタイムに録音・分析し、分析結果をグラフ化する。さらに、録音された音声に対する再生と同時に、録音時よりも詳細な分析結果を示す。

3.2 機能

本システムの主たる機能は、歌声の録音と再生である。各機能の詳細を以下に示す。

3.2.1 録音機能

録音機能では、学習者の歌声の記録と、歌声に含まれる音響特徴量の分析をおこなう。記録される歌唱音声は WAV データとしてシステム内に保存される。また、ここで分析される特徴量は、音高と音量である。分析結果はグラフ化され、時系列変化として示される。

録音機能のインターフェース例を図1に示す。①は音高グラフ、②は音量グラフである。マイクからの入力に対しての 40Hz の解像度で値を算出した結果を示している。また、①、②共に、中央の縦線から左は既発声部分である。

①の音高グラフでは、縦軸は音高を cent 単位で示している。利用者が録音前に選択した声域に応じて、男声の場合は 55Hz、女声の場合は 110Hz を基準とした値となる。また、(a)のデータは学習者の歌唱音高を時系列に表示している。一方、(b)は楽譜情報に基づく理想音高である。ここでは、MusicXML 形式の楽譜ファイルを用いることとした。②の音量グラ

フでは縦軸の単位を dB である。

3.2.2 再生機能

再生機能では、録音された歌声データを再生しながら、そのデータに含まれる音響特徴量を分析した結果を確認できる。また、複数の歌声データを読み込むことで、それらの音響特徴量の比較と再生がおこなえる。ここで分析される特徴量は、音高と音量、そして周波数スペクトルである。音高グラフ中の一部の範囲を指定することで、指定部分の歌声再生と詳細分析が可能である。

複数の歌声データを読み込んだ場合の再生機能のインターフェース例を図 2 に示す。①は音高グラフ、②は音量グラフ、③は周波数スペクトルのグラフである。①と②に示される中央の縦線が現在の再生箇所となる。

再生機能利用時の①の音高グラフと②の音量グラフは、記録時の同種のグラフよりも高い解像度(80Hz)で分析した結果が示される。③の周波数スペクトルのグラフでは、再生箇所の歌声に含まれる倍音成分が示される。また、①の音高グラフに対してマウスドラッグで範囲選択することで、その範囲に限定した再生や周波数スペクトルの分析を行う。

複数のデータを読み込んでいる場合でも④のラジオボタンによりデータを選択することで、前述の部分再生と詳細分析を選択したデータに対して行うことができる。

①、②、③において、黒線は歌唱者 A、灰線は歌唱者 B の分析結果を示している。このように、複数歌唱者のデータは録音開始箇所を同期ポイントとして、重ねて示される。重ねて示すことで、両者の音響特徴量の差異が明確に読み取ることができる。図 2 の場合、特に②の音量グラフの右部分において、被験者 B の方がより声を伸ばしていることが確認できる。また、歌声再生と周波数スペクトル表示は 1 つの歌唱データに対してのみ可能となる。そのため、図中④部分に示すラジオボタンを用いて対象となる歌唱データを選択する。

4. おわりに

本研究では、歌唱指導者が求める方式での音響特徴量の視聴覚的フィードバックを有し、学習者の自主練習を支援できるシステムの開発を目指している。本稿では、特に、歌声の記録／再生／比較といった、支援システムの基本機能を解説した。

しかし、現行の機能では、音響特徴量をグラフ化しているのみであり、歌唱指導を支援するという目的に対応する具体的な機能の設計ができていない。また、グラフ表示されるデータの解釈には歌声における音響特徴量に対する専門的知識が必要となる。そのため、今後は利用者に理解されやすいフィードバック方法の検討が必須となる。

本システムはプログラミング言語 Java を使用して開発を行っている。また、本システムのグラフの表示にはライブラリ JFreeChart を、MusicXML の読み込みにはライブラリ JFugue を利用している。

参考文献

- (1) 山川直治: “日本音楽の流れ”, pp.38-40, 音楽之友社(1990).
- (2) 中野倫靖他: “楽譜情報を用いない歌唱力自動評価手法”, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.1, pp.227-236 (2007).
- (3) 斎藤毅他: “SingBySpeaking: 歌声知覚に重要な音響特徴を制御して話声を歌声に変換するシステム”, 情報研報音楽情報科学研究会, Vol.2008, No.12, pp.25-32 (2008).
- (4) 中野倫靖他: “Mirusinger: 歌を「歌って/聴いて/描いて」”, 情報処理学会インタラクショナル 2007 論文集, pp.195-196 (2007).
- (5) 山邊大貴他: “歌声の心理的印象と音響特徴量との対応付けによる歌唱の熟練度評価に関する基礎的検討”, 信学技報 EA, Vol.112, No.266, pp.61-66(2012).
- (6) 佐久間雄輝他: “歌声の習熟度と周波数特徴との関係に関する考察”, 信学技報, EA2013-102, pp.85-90 (2013).

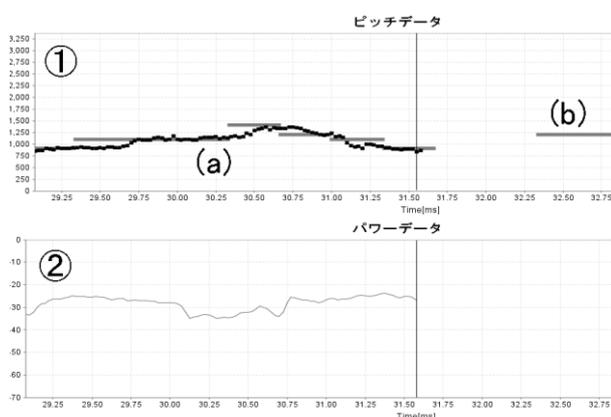


図 1 録音機能 (楽譜情報有り)

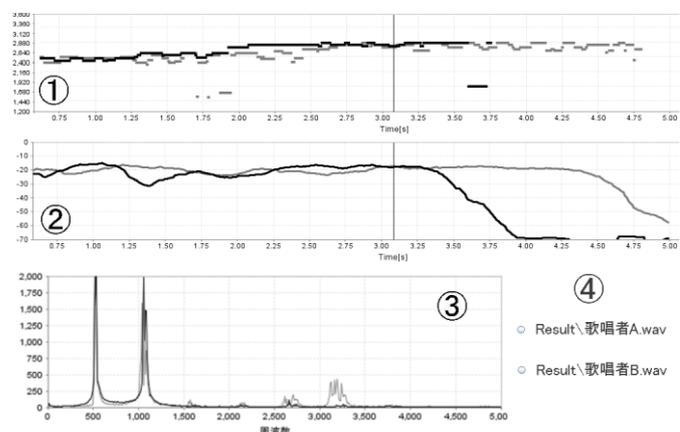


図 2 再生機能 (複数データ)