

平成 30 年 6 月 23 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01022

研究課題名(和文) 声の見える化技法を応用した教師支援ツールの開発とその指導法の構築

研究課題名(英文) The development of teacher support tool, which applies a visualization technique of voice, and construction of the song instruction method

研究代表者

池田 京子 (Ikeda, Kyoko)

信州大学・学術研究院教育学系・教授

研究者番号：60283222

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：通常、正しい発声法は、熟達したプロのヴォイストレーナーによる個別訓練によってのみ習得できるとされており、このことが教育現場において、歌唱指導の壁となっていた。そこでこれまで研究代表者らが開発してきた「声の見える化技法」を応用したソフトウェアを開発し、改良を重ねた。また、それを用いた指導法を構築し、附属学校園での「歌唱指導」の授業実践を重ねてきた。これにより、児童・生徒たち自身が自分の声を評価し、友だち同士の相互評価ができ、プロのヴォイストレーナーがいなくても、自分たちが目的を設定することで、主体的な学びに発展させるシステムの端緒を構築した。

研究成果の概要(英文)：It has been mention that correct vocalization can be mastered only through individual training by professional voice trainer. This has been an obstacle to the song instruction in an educational front. Thus, we have developed a software applying the visualization technique of voice, which we have so far developed, and further have improved it. Also, we constructed an instruction method using the software above, and moreover we have repeated to execute classroom practices for the teaching of singing in an attached school to Shinshu University. As a result, pupils at school can evaluate their voice by themselves and they can do to each other between their friends. Thus, by setting up the purpose they can develop self-reliant study without professional voice trainer. This means that we have constructed the start of the system mentioned.

研究分野：声楽

キーワード：声楽 歌声 歌唱指導 Singer's formant 可視化

1. 研究開始当初の背景

通常、正しい発声法は、熟達したプロのヴォイストレーナーによる個別訓練によってのみ習得できるとされており、このことが教育現場において、歌唱指導の壁となってきた。

一方、歌声の音響分析の報告は多くされている。また、カラオケなどに用いられる歌唱評価機能には、主に「音程」「リズム」「こぶし」などがあるが、これらは数値化が安易な機能に限られており、人が歌声を聴く中で、心地良いと感じる歌声の持つ音響特徴量については、十分に議論されていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、まず、これまでに用いられてきた歌声の判定ソフトには無い機能を搭載したソフトウェアを開発することにある。その手法は、習熟度の異なる歌唱者の歌声の心理的印象評価実験を行い、パワー、シンガーズフォルマントの鋭さ、ビブラートといった3種の音響特徴量との関連を明らかにし、それらを研究代表者らが開発してきた「声の見える化技法」に応用することである。義務教育の音楽科の授業現場で、効率的且つ適切な歌唱指導を行えるように支援するソフトウェアを開発した上で、それをを用いた「歌唱指導」の授業実践を重ねる。これにより、児童・生徒たち自身が自分の声を評価し、友だち同士の相互評価ができ、熟達したプロのヴォイストレーナーがいなくても、自分たちが目的を設定することで主体的な学びに発展させる指導法を構築することを目的とする。

3. 研究の方法

(1)これまでの研究において取得・分析した歌声に対して、ピッチ、FFT スペクトル、LPC スペクトルの観点から、声の出し方の違いによる音響特徴量を解析する。これらの音響特徴量は視覚的にその違いを示し易いため、本研究で開発するシステムの基礎とする(図1)。

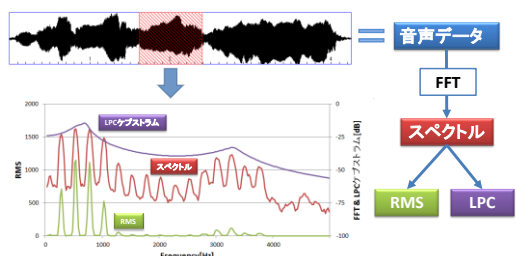


図1 分析方法 — 波形分析例—

(2)音色に関する情報として、FFT スペクトルによる倍音構造、LPC ケプストラム曲線によるシンガーズフォルマントに着目し、声楽家(図2)と教育学部音楽科の学生(図3)を対象として、5母音(/a/ /i/ /u/ /e/ /o/)についてデータを取得し、それらを解析し、母音ごとに比較することで、歌唱として歌い

やすい母音/a/や/o/と、響きを失いやすい他の母音とで、シンガーズフォルマントに違いが見られるか、また倍音含有率についても調べ、比較検討を図る。ここで得られる知見を本ツールの開発に利用する。

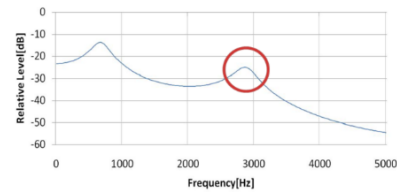


図2 分析方法—Singer's formant (声楽家) —

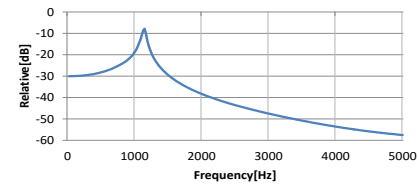


図3 分析方法— Singer's formant (初学者) —

(3)続いて、習熟度の異なる歌唱者の歌声の心理的印象評価実験を行い、音響特徴量との関連について調べ、声楽の未経験者に対して声楽発声指導者による発声指導を行う。指導前後における音響特徴量の変化について、1年目、2年目でどのように変化するかを3年間に渡りグループで追い、長期的なデータを取って分析を行う。

(4)複数のプロの声楽家(女声・男声)において、その歌声に必ずシンガーズフォルマントが現れるのか、どの周波数領域に顕著に表れるか等を検証する。

(5)歌声の印象評価語と歌唱指導に用いる指導語を抽出し、分類する。

(6)これらの知見を活かしたソフトウェアを開発し、教育学部に附属する中学校に於いて、音楽科の授業の場で、それをを用いた「歌唱指導」の授業実践を行い、システムに改良を加える。

4. 研究成果

(1)経年にわたり取得・分析した歌声に対してピッチ、FFT スペクトル、LPC スペクトルの観点から、声の出し方の違いによる音響特徴量を解析した結果、良い声、浅い声、のど詰め声といった声楽発声指導時に用いられる声の出し方では、FFT スペクトルにおける違いが最も大きいことが明らかとなり、これまで開発してきた「声の見える化技法」の有効性が裏付けられた。

(2)プロの歌声では、女声・男声ともにどの母音も SFR (倍音含有率) と Q 値が共に大きくなることが判明した。しかし初学者の場合、習熟度が上がるとシンガーズフォルマント

が出るようにはなるが、訓練の過程では SFR や Q 値が単調に増加するとは限らないという結果が得られた。すなわち初学者においては、前舌母音の /i//e/ を発声する時、SFR-Q 上で一旦値が減少する動きが見られた。

(3) プロの声楽家で、且つ音楽大学で声楽家育成の立場にある指導者の協力を得て、歌声の印象評価語を抽出した結果、3 観点+2 枠に分類することができた。観点は「音源軸」「調音軸」「響き・迫力・共鳴軸」の3つであり、それぞれの軸を「ポジティブ」「ネガティブ」の2枠に分類した。

(4) 歌声の印象評価語に続き、歌唱指導の場で用いられる指導語についても抽出し、因子ごとに分類した。同時に指導者ごとの傾向を分析した結果、表現に違いはあるものの、男女や声種による大きな差のないことも明らかとなった。

(5) これらの結果を踏まえ、歌唱学習支援ソフトのプロトコルを作成し(図4)、附属中学校で授業実践を行った。生徒の歌声でもグラフに顕著に表れるようソフトに改良を加え、試行を重ねた。

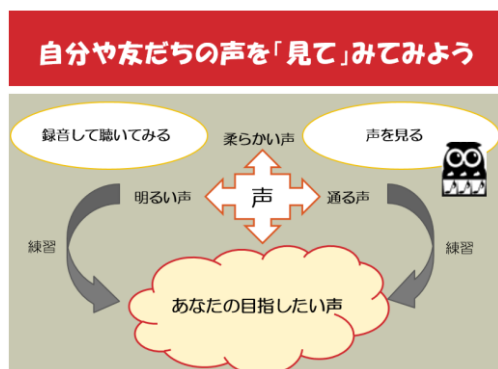


図4 “山ふくろう”を使って声を「見る」画面

以上、本研究で得られたこれらの知見を学会及び研究会等で発表した。今後はシステムに更なる改良を加えるとともに、モバイル化等を検討していく。

〔引用文献〕

J. Sundberg, “Articulatory interpretation of the ‘singing formant’ ” J. Acoust. Soc. Am., Vol. 55, No. 4, pp. 838-844, 1974.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

- ① 吉田祥, 香山瑞恵, 池田京子, 山下泰樹, 伊東一典, 浅沼和志, 歌声の習熟度に関連する周波数特性が異なる歌唱に対する印象評価, Vol. 42, 2017 年, 第 42 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, 査読無, pp. 367-368

- ② Kyoko Ikeda, Tasuku Haga, Mizue Kayama, Kazunori Itoh, Mitsunori Yatsuka, Yoshinori Higashibara, The Mastery Evaluation Using Singing Learning Support System based on the Visualization of Acoustic Features of Learners’ Singing Voice, World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 査読無 2015, Vol. 1, pp. 1981-1986, <http://conf.aace.org/elearn/2015/submission/edit/47768/>

〔学会発表〕(計 12 件)

- ① 山下泰樹, 香山瑞恵, 池田京子, 吉田祥, 平林花菜, 伊東一典, 浅沼和志, 歌声の習熟度に関連する音響特徴量の母音別分布, 情報処理学会音楽情報科学研究会, Vol. 2018-MUS-118, pp. 1-6
- ② 吉田祥, 香山瑞恵, 池田京子, 山下泰樹, 伊東一典, 浅沼和志, 音響特徴量の長期的変化から見る初学者の歌声特徴, 情報処理学会音楽情報科学研究会, Vol. 2018-MUS-118, pp. 1-6
- ③ 吉田祥, 香山瑞恵, 池田京子, 山下泰樹, 伊東一典, 浅沼和志, イタリア歌曲を対象とした歌声の習熟度に関連する周波数特性に基づく音響特徴量の変化, 情報処理学会音楽情報科学研究会, Vol. 2017-MUS-115, 2017 年, pp. 1-6
- ④ 池田京子, 香山瑞恵, 山下泰樹, 平林花菜, 伊東一典, 浅沼和志, 歌声を見える化するツール開発とそれを使用した指導法の一例-印象評価語と指導語の抽出-日本声楽発声学会長野支部会第 94 回例会, 2017 年 12 月 10 日, 三輪公民館大ホール(長野市)
- ⑤ 吉田祥, 香山瑞恵, 池田京子, 山下泰樹他 2 名, 音響特徴量の長期的変化からみ初学者の歌声特徴, 2016 年度教育システム情報学会学生研究発表会, 北信越-A04, 2017 年 3 月 4 日, 信州大学
- ⑥ 吉田祥, 香山瑞恵, 池田京子, 山下泰樹他 2 名, 歌声の習熟度に関連する周波数特性に基づく音響特徴量の特定個人の長期的変化, 情報処理学会音楽情報科学研究会, Vol. 2017-MUS-114, No. 12, pp. 1-6, 2017 年 2 月 27 日~28 日, ヤマハ株式会社 本社(静岡県浜松市)
- ⑦ 山下泰樹, 香山瑞恵, 池田京子, 野田美春, 伊東一典, 浅沼和志, 歌声の習熟度に関連する音響特徴量に基づく実時間分析ツ

ル, 日本声楽発声学会長野支部, 2016年3月5日, 信州大学

⑧ 野田美春, 香山瑞穂, 池田京子, 山下泰樹, 伊東一典, 浅沼和志, 初学者とプロ歌手の歌声の見える化, 日本声楽発声学会長野支部, 2016年3月5日, 信州大学

⑨ 野田美春, 香山瑞穂, 池田京子, 山下泰樹, 伊東一典, 浅沼和志, 歌声の習熟度に関連する周波数特性に基づく音響特徴量を用いた初学者の音響特徴量に関する考察, 教育システム情報学, 2016年2月26日 富山大学

⑩ 山下泰樹, 香山瑞穂, 池田京子, 野田美春, 伊東一典, 浅沼和志, 歌声の習熟度に関連する音響特徴量に基づく実時間分析ツールの製作, 一般社団法人 電子情報通信学会 2016年1月30日, 関西大学

⑪ 野田美春, 香山瑞穂, 池田京子, 山下泰樹, 伊東一典, 浅沼和志, 歌声の習熟度に関連する周波数特性に基づく音響特徴量を用いた初学者とプロ歌手の歌声評価 一般社団法人 電子情報通信学会, 2016年1月30日, 関西大学

⑫ Kyoko Ikeda, Tasuku Haga, Mizue Kayama, Kazunori Itoh, Mitsunori Yatsuka, Yoshinori Higashibara
The Mastery Evaluation Using Singing Learning Support System based on the Visualization of Acoustic Features of Learners' Singing Voice, Association for the Advancement of Computing in Education, 2015. Okt. 20-23, Kona, Hawaii, USA

6. 研究組織

(1) 研究代表者

池田 京子 (IKEDA, Kyoko)
信州大学・学術研究院教育学系・教授
研究者番号: 60283222

(2) 研究分担者

東原 義訓 (HIGASHIBARA, Yoshinori)
信州大学・学術研究院教育学系・教授
研究者番号: 90143172

香山 瑞穂 (KAYAMA, Mizue)
信州大学・学術研究院工学系・教授
研究者番号: 70233989

大谷 真 (OHTANI, Makoto)
京都大学・工学部・准教授
研究者番号: 40433198

山下 泰樹 (YAMASITA, Yasuki)

長野県工科短期大学校・電子技術科・教授

研究者番号: 60777316

(3) 連携研究者

谷塚 光典 (YATSUKA, Mitsunori)
信州大学・学術研究院教育学系・准教授

研究者番号: 30323231