

複数の女性オペラ歌手に共通する音響特徴量に関する考察

A Consideration on Common Acoustic Frequency Features Among Multiple Female Opera Singers

吉田 祥^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}, 池田 京子^{*3}, 山下 泰樹^{*4}, 伊東 一典^{*2}, 浅沼 和志^{*5}

Sho Yoshida^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}, Kyoko IKEDA^{*3},

Yasuki YAMASHITA^{*4}, Kazunori ITOH^{*2}, Kazushi ASANUMA^{*5}

^{*1}信州大学大学院総合理工学研究科, ^{*2}信州大学工学部, ^{*3}信州大学教育学部,

^{*4}長野県工科短期大学校, ^{*5}国立高専機構長野高専

^{*1}Graduate School of Science & Technology, Shinshu University, ^{*2}Faculty of Engineering, Shinshu University,

^{*3}Faculty of Education, Shinshu University ^{*4}Nagano Prefectural Institute of Technology,

^{*5}National Institute of Technology, Nagano College

Email: *117w2102h@shinshu-u.ac.jp

あらまし: 本研究では, 歌声の響きに関連する周波数特性の強度や割合の定量化を検討し, 歌声評価指標として提案することを目的としている. 本稿では, 複数人の女性オペラ歌手を対象に本研究における評価指標を適用し, これまでの音響特徴量の瞬間的定量化から, 時間変化をとらえる可視化を試みる. これらの結果から, 声種が同じ異なる複数の女性プロ歌手が同一区間を歌唱した場合の各音響特徴量の時系列比較から得られた成果を述べる.

キーワード: 歌声, 周波数特性, 歌唱評価指標, 音響特徴量, 女性オペラ歌手, 聴感的印象, Singer's formant

1. はじめに

歌声研究分野において, 歌唱力と音響特徴量の関係について長年に渡って検討がなされている. 物理的に良い声とされている条件に関する研究など歌唱の習熟度と音響特徴量の関係した研究が数多くある⁽¹⁾. しかし, これらの研究はプロ歌手を対象としたものが多く, 声楽初学者の歌唱指導と各音響特徴量の関係についてまだ議論が十分にされていない.

本研究では, 歌声の響きに関連する周波数特性の強度や割合の定量化を検討し, 歌声評価指標として提案することを目的としている. これまでに, この音響特徴量を評価するための声楽初学者に特化した歌唱評価指標として Singer's formant の割合である SFR (歌声の 4.0kHz までの範囲のうち 2.4~4.0 kHz の帯域内の値の合計値の割合) と Singer's formant の強度 (Q 値) の定量化を行ってきた⁽²⁾. SFR は値が大きいほど Singer's formant 領域に倍音成分が集中していることを表す. Q 値は大きいほど周波数成分が狭い範囲に集中していることを表す. SFR の定義と算出式を図 1, Q 値の定義と算出式を図 2 に示す.

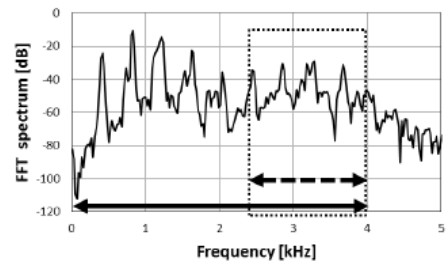
本稿では, これらの成果をふまえプロの女性オペラ歌手を対象に同一区間歌唱に対する各音響特徴量の時系列比較から得られた成果を述べる.

2. 複数女性オペラ歌手の歌声の時系列比較

本章では SFR と Q 値の 2 つの指標を用いて, 女性オペラ歌手の歌声の時系列変化を対象に分析する. これにより, 本研究で用いる評価指標の時系列での変化が女性オペラ歌手の歌声の特徴を表すことができるかを検討する.

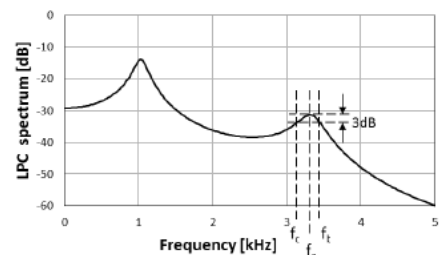
本解析における被験者は 5 名 (以下, 被験者 A,

B, C, D, E と称す) である. この 5 名の被験者は, 全員演奏キャリアが十分にある女性ソプラノ歌手である. 本分析で使用する楽曲は, オペラ「Aida」より「Ritorna vincitor」とした. 被験者の歌唱は, オペラ出演中の CD 音源を使用した. これはサンプリング周波数 44.1 kHz, 量子化ビット数 16 bit へ変換後, 分析する. また, 評価対象区間は楽曲冒頭部分の歌詞「Ritorna vincitor」区間とした.



$$SFR = \frac{2.4 \sim 4.0 \text{ kHz の RMS 値の合計}}{4.0 \text{ kHz までの RMS 値の合計}} \times 100$$

図 1 SFR の定義と算出式



$$Q = \frac{f_a}{f_b - f_c}$$

図 2 Q 値の定義と算出式

ここでは、分析結果の時系列上での指標成分の傾向を明確にするため、カルマン平滑化を適用する。また、それぞれの評価対象区間には歌唱時間に差があり、データ数が異なる。分析の結果の公平性を保つため、全てのデータ数を統一する処理を行った。

3. 分析結果

図3はSFR、図4はQ値を表す。いずれのグラフも横軸が時間軸であり、縦軸はSFRまたはQ値である。各被験者の凡例は、グラフに示す通りである。ここでは、SFRよりQ値のほうが時間的な変化が大きく見られた。

4. 考察

評価対象区間の歌声に対する聴感的印象と3章の分析結果のQ値との対応から、複数の女性オペラ歌手の音響特徴量について考察する。

聴感的印象評価では、4名の声楽指導者（以下、T1,T2,T3,T4）に評価対象区間を聴取させ、自由記述方式で印象を表現させた。印象評価の結果を表1に示す。指導者からの印象を歌声の鳴りと歌声の響き、その他の3項目に分類した。肯定評価が多い項目は網掛けで表す。

表1の結果から、歌声の鳴りは被験者Eのみが肯定的な印象であった。また、被験者C、D、Eは歌声の響きに肯定的な記述が多い。このことから、歌声の響きとQ値には関係があることが示唆される。一方、歌声の響きへの肯定的な評価がない被験者AとBはQ値が低くなる傾向にある。

また、特にQ値が低い被験者Aの周波数スペクトルとその他の被験者の周波数スペクトルを比較した。その結果、被験者Aには4kHz以上の周波数成分が多く含まれていた。この傾向は、他の被験者にはなかった。高周波数成分の存在はQ値に影響を与える。今後はこのことを考慮した意義を検討したい。

5. おわりに

本稿では、複数の女性オペラ歌手に対してSFRとQ値の時系列比較を行った。その結果、女性オペラ

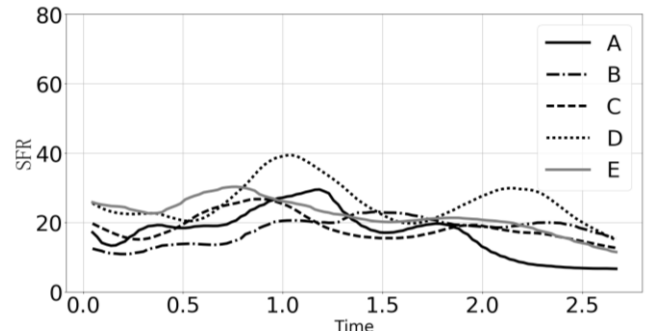


図3 SFRの結果

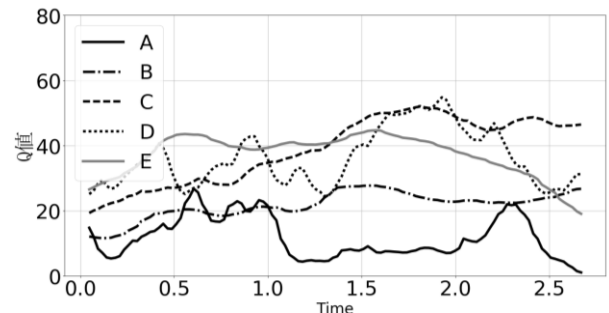


図4 Q値の結果

歌手のQ値の特徴には個人差がより強く表れた。聴感的印象評価の結果から、歌声の響きとQ値との関係が示唆された。

今後は、習熟度の異なる被験者間での比較を通して、本評価指標と歌声の鳴り・響きとの関係をさらに詳細に分析していく。また、本評価指標と声楽指導現場で用いる指導用語等との対応についても分析していく。

謝辞 本研究は科研費15K01022と18K02817の支援を受けた。

参考文献

- (1) W.T.Bartholomew. "A Physical Definition of "Good Voice- Quality" in the Male Voice", J. Acoust. Soc. Am., Vol.6, No.1, pp.25-33 (1934)
- (2) 吉田祥他, "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", SIGMUS, Vol.114, No.12, pp.1-6 (2017)

表1 印象評価の結果

被験者	歌声の鳴り	歌声の響き	その他
A	・発声が良いとは言えない、強く鳴らした声(T1) ・喉鳴りの声(T2)		・中声域や低声域では、生声(T3) ・地声、喉を詰めている声(T4) ・声帯の強さ(T2)
B	・鳴りも良い(T1) ・頭声の響きより地声が多い(T3)	・響きが少し暗い(T4)	・深みのある声(T1,T2) ・声帯に圧力(T4)
C		・豊かな響きのある声(T1) ・中声域、高声域に声の響き(T3)	・ヴィブラートが気になる声(T2) ・中声域、高声域に声の太さ(T4)
D	・声の強さが物足りない(T4)	・自然な響き(T4)	・透明感のある声(T1) ・オーソドックスで美しい声(T2) ・ヴィブラートの幅が少ない声(T3)
E	・声の鳴りと響きのバランスの良い声(T1) ・声帯の鳴りも良く、まるやかな響きのあるバランスの取れた声(T2) ・声に深みがあり、良く鳴っている声(T4)	・声の鳴りと響きのバランスの良い声(T1) ・声帯の鳴りも良く、まるやかな響きのあるバランスの取れた声(T2)	・低声域は地声、中声域は地声と頭声、高声域は頭声を使用し、歌声を作る技術が高い(T3)