

歌声の比較による音響特徴量の変化に関する考察

Comparison of singer's formant related acoustic features
of professional singing voice

佐久間 雄輝^{*1} 香山 瑞恵^{*2} 池田 京子^{*3} 大谷 真^{*2} 橋本 昌巳^{*2} 伊東 一典^{*2}
 Yuki SAKUMA^{*1} Mizue KAYAMA^{*2} Kyoko IKEDA^{*3} Makoto OTANI^{*2}
 Masami HASHIMOTO^{*2} Kazunori ITOH^{*2}

^{*1} 信州大学大学院理工学系研究科

^{*1} Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

^{*2} 信州大学工学部

^{*3} 信州大学教育学部

^{*2} Faculty of Engineering, Shinshu University

^{*3} Faculty of Education, Shinshu University

Email: 13tm519e@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、歌声の音響分析に基づく声楽初学者に対する発声指導法の探究である。ここでは、独唱での歌声を対象に Singer's formant やビブラートに関する特徴から音響特徴量を考察する。熟練者の歌唱におけるビブラートの有無や音高の変化による音響特徴量の差について考察する。特に、Singer's formant の鋭さ(Q 値)、Singer's formant 帯域に含まれる成分の割合等に注目した。

キーワード：歌声、音響特徴量、ビブラート、Singer's formant

1. はじめに

近年、歌声特有の音響特徴量に着目した研究として邦楽歌唱や民謡歌唱、ポップス系歌唱における音響分析等が行われている⁽¹⁻⁴⁾。ここで、典型的な良い声の条件としてビブラートや Singer's formant の存在が挙げられており、それらが「歌声らしい」という聴感的印象に影響を与えているという知見がある⁽⁵⁾。

音響分析の結果は歌声合成・歌声検索へと応用されることが多いが、歌唱の習熟度評価へと応用される事例は少ない。我々は、ビブラートや Singer's formant を定量的にとらえることによる習熟度評価方法の確立を目指している。先行研究では Singer's formant のピークの鋭さ(Q 値)を定量化することで、習熟度の評価が出来る可能性を示唆した⁽⁶⁾。さらに本研究では、Q 値に加え、歌声の FFT の結果における 0-4 kHz 成分の実数値の合計に対する 2-4 kHz 成分の割合を SFR と定義し、習熟度との関係を検討してきた⁽⁶⁾。本稿では、熟練者の異なる歌唱法による歌声を分析し、音響特徴量を抽出することでそれぞれの歌唱法で生じる特徴量の差を考察する。

2. 歌唱法の違いによる音響特徴量の比較

歌唱法の違いから音響特徴量の比較を行うため、2種の実験を行った。実験 1 は、良い声の為の条件の 1 つとされるビブラートに含まれる音響に関する成分を抽出する為の実験である。実験 2 は、「鳴る」とされている良い声と歌声として使われない声の 2 種の発声法について、複数の音高の歌唱に含まれる音響に関する成分を抽出する実験である。これらの比較分析から、歌唱法の違いによる音響特徴量の差について考察する。

2.1 実験条件

被験者は、男性の声楽発声指導者(PM)、女性の声

楽発声指導者(PF)と、教育学部音楽科所属の女学生(Y)の計 3 名である。被験者 Y については、「ビブラートとは異なる揺れ方の声である」という評価を被験者 PF から受けており、熟練者のビブラートとの比較対象として被験者に加えた。

収録は静かな教室で行われ、レコーダ(SANYO : ICR-PS605 RM)から 2m 離れた正面で立位にて歌唱させた。音声は、サンプリング周波数 44.1 kHz、量子化ビット数 16 bit で録音した。

分析対象は、ビブラート、Q 値、SFR である。ビブラートについては、揺れの周波数と振幅を抽出し、平均化した。また、Q 値は歌声の LPC スペクトル包絡線の 2-4 kHz の範囲から抽出した。

2.2 実験結果

2.2.1 実験 1 について

3 名の被験者におけるビブラートの周波数と振幅の関係を図 1 に示す。凡例は「歌唱者_音高」を示しており、例えば、PM_B3 は被験者 PM の音高 B3 の歌唱時のデータである。熟練者である被験者 PM お

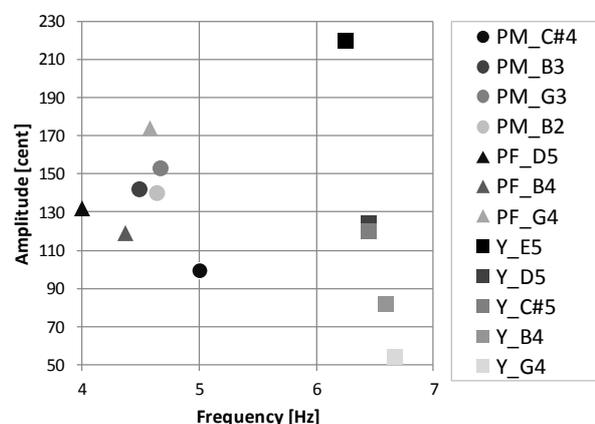


図 1 ビブラートの周波数と振幅の関係

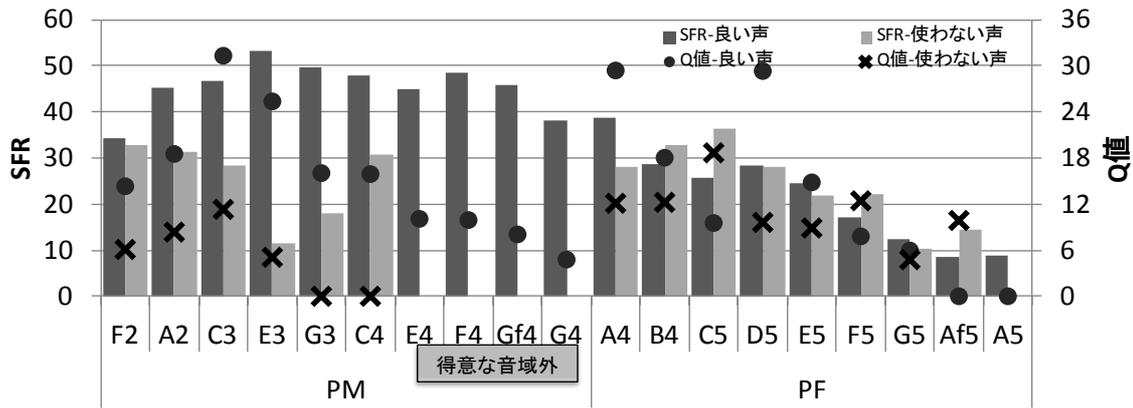


図2 被験者 PM, PF の音高別の Q 値と SFR

(注): 図2の被験者 PM の E4 から G4, 被験者 PF の A5 の使わない声は收音をしていないため, 良い声のみを対象としている。

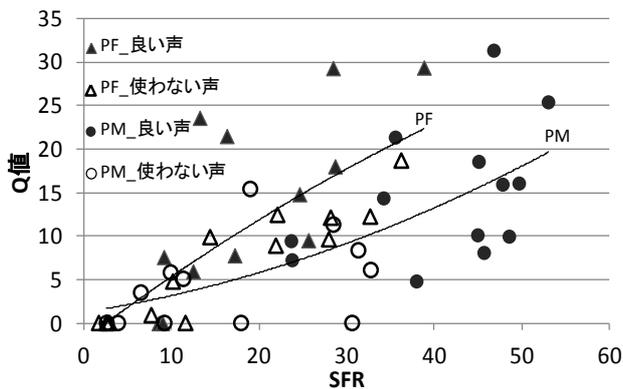


図3 SFR - Q 値の散布図

よび PF と, 非熟練者の被験者 Y の間で, ビブラートの周波数, 振幅ともに顕著な差が確認できる. 熟練者に比べ被験者 Y は, 平均の周波数で約 2Hz 高く, 発声した音高の高さに応じて振幅が変化する傾向がみられた.

2.2.2 実験 2 について

図2は, 熟練者である被験者 PM と被験者 PF における音高別の Q 値と SFR である. 被験者 PM の良い声(图中, 濃棒)では, 音高が被験者の得意な音域 (F2~C4) よりも高音になるにつれ, Q 値, SFR 共に低くなる傾向がみられる. また, 良い声と使わない声(图中, 淡棒)を比べると, 良い声の方が Q 値, SFR 共に高まる結果が得られた. 一方, 被験者 PF では, 被験者の得意な音域(A4~A5)においても, 音高が上がるほど Q 値と SFR が下がる結果が得られた. また, 良い声と使わない声の差については, 実験結果に共通する傾向はみられなかった.

図3には, 熟練者2名の, 良い声および使わない声における Q 値と SFR の関係を示した. 良い声には, 実験1で得られた歌声データも加えている. 図中の近似多項式は, 被験者の良い声と使わない声の双方を対象に算出し, 次数は2とした. 被験者 PM の良い声は, 使わない声に比べて Q 値, SFR 共に高くなる結果が得られた. 一方, 被験者 PF の良い声は, 使わない声に比べて Q 値のみが高くなるような結果が得られた.

2.3 考察

2.3.1 実験 1 について

熟練者によるビブラートを意識した歌唱法では, 音高変化とは関係なく, 周波数と振幅共に特定範囲内に収まることが推測される. 一方, 声の揺れのように, 意識せずに生じる発声上の特徴を有する歌唱では, 振幅に音高変化が影響することが推測される.

2.3.2 実験 2 について

図3から, SFR が約 40 以上か, Q 値が約 15 以上である領域には, 使わない声はほとんど分布していない. さらに, 図2の結果を考慮した場合, 男性熟練者は SFR が顕著に高い傾向があり, 女性熟練者では Q 値が高い傾向があるのではないかと推測される.

3. おわりに

本稿では, 熟練者の歌唱におけるビブラートの有無や音高の変化による音響特徴量の差について考察した. その結果, 熟練者のビブラートは, 周波数, 振幅共に音高に関らず一定の範囲に収まると推測され, Q 値と SFR は, 男声の良い声で高くなり, 女声では Q 値が高くなる傾向がみられる事がわかった.

今後は初学者の成長過程での音響特徴量の変化に着目し, 習熟度と音響特徴量の関係を調査していく.

参考文献

- (1) 後藤真孝他, “歌声情報処理の最近の研究,” 日本音響学会誌, Vol.64, No.10, pp.616-623, 2008.
- (2) I. Nakayama, “Comparative studies on vocal expression in Japanese traditional and Western classical-style singing, using a common verse,” Proc. ICA, pp.1295-1296, 2004.
- (3) 齋藤毅他, “歌声らしさの知覚モデルに基づいた歌声特有の音響特徴量の分析,” 日本音響学会誌, Vol.64, No.5, pp.405-417, 2008.
- (4) 吉田有里他, “ポップス系歌唱音声の STRAIGHT による分析とスペクトル変動の統計的性質について,” 信学技報, 音声, SP, Vol.107, No.282, pp.31-36, 2007.
- (5) 山辺大貴他, “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習熟度評価に関する基礎的検討,” 信学技報, 応用音響, 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性に関する考察,” 信学技報, 応用音響, EA2013-102, pp.85-90