

## 子音や母音の時間長が歌声の印象評価に与える影響\*

☆北原玲奈, △久保田新菜, 深澤実紅, 志々目樹,  
戸田菜月, 竹本浩典 (千葉工大), 高橋純 (大阪芸大)

### 1 はじめに

歌唱力, すなわち歌のうまさに関する研究は主に母音について行われてきた。歌い手のフォルマントやヴィブラートの存在, 基本周波数 (F0) 変化中の動的成分などが歌のうまさに大きく影響することが知られている[1,2]。また, 相対音高やヴィブラートに関する音響特徴量を用いて歌唱力の評価を自動で行う研究もなされている[3]。一方, 子音が歌のうまさに及ぼす影響についての研究は少数で, 例えば特定の子音の長さが歌唱のグルーブ感に影響を与えるという研究などがある[4]。

われわれは, 特に子音に注目して歌のうまさを研究している。武島羽衣作詞・瀧廉太郎作曲の「花」をプロの声楽家 (プロ) と声楽指導を受けたことのない学生 (学生) が歌唱した音声と比較分析した。その結果, プロでは語頭の子音の音素長が有意に長い一方で, 破裂音の閉鎖区間が有意に短くなっていた。また, 小楽節の最初の音素の発声タイミングが有意に早いという差が見られた。また, 子音の音素長や発声タイミングが変化すると, それに伴って後続母音の音素長も変化する場合があった。しかし, このような子音と母音の音素長の変化が歌のうまさに与える影響については明らかになっていない。

そこで本研究では, この点に関して予備的な検討を行う。学生が歌唱した「花」の音声に操作を加え, 子音と母音の長さや発声タイミングをプロに近づけたときの印象評価を検討する。なお, 学生は必ずしも楽譜で指示された音高で歌唱できておらず, いわゆる「音程が外れている」という印象を与え, 歌の印象評価で大きなマイナス要素となる。そこで, 原音声, 原音声の音素長だけプロに近づけたもの, 音高を楽譜通りに修正したもの, その両方を操作したものの4種類の音声の印象評価を行ったので報告する。

### 2 材料と方法

#### 2.1 歌声の収録

実験参加者は, プロのオペラ歌手4名 (プロ) と一般学生22名 (学生) であった。実験参加者はMIDIで作成した「花」の伴奏をイヤホンで聴きながら1番を歌唱し, 同時に歌声を録音した。プロのオペラ歌手は静音な部屋, 一般学生は千葉工業大学の無響室で実験を行った。録音にはiPhone (サンプリング周波数: 44.1 kHz, 量子化ビット数: 16 bit) を使用した。音声波形に各音素のラベルをPraat [5]を用いて手動で付与し, 音素長を計算した。

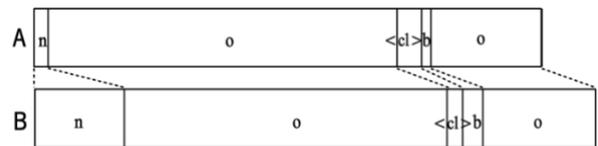


Fig. 1 音素長の変更 (A: 原音声の音素長, B: プロの平均の音素長に変更)

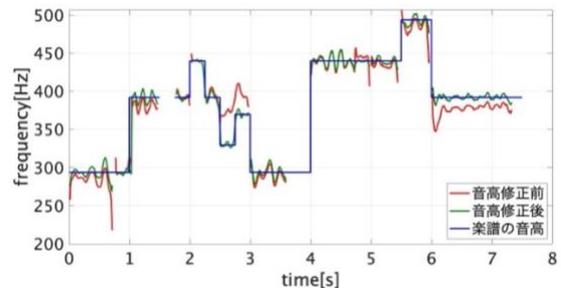


Fig. 2 F0の修正

#### 2.2 歌声の編集

22名の学生の歌声の「花」の第2小楽節「上り下りの船人が」からF0を抽出し, 楽譜で示された音高と一致している率を計算して順位を付けた。標準的な学生の歌声として, その順位の中ほどの男性1名 (M), 女性1名 (F) の歌声を選択した。この原音声それぞれM00とF00とする。Fig. 1で示すように, 原音声の音素長を4名のプロの平均にあわせた歌声をM01とF01, Fig. 2で示すように元音声の音高を楽譜の音高に合わせた歌声をM10, F10, 原音声の音高を楽譜の音高に合わ

\* Effects of duration of consonants and vowels on impression rating for singing voice, by KITAHARA, Reina, KUBOTA, Nina, FUKASAWA, Miku, SHISHIME, Itsuki, TODA, Natsuki, TAKEMOTO, Hironori (Chiba Institute of Technology), and TAKAHASHI, Jun (Osaka University of Arts).

せ、さらに音素長を4名のプロの平均にあわせた歌声をM11, F11として、4種類、合計8つの歌声を準備した。なお、音素長の変更や音高の変更には、Praat [5]を用いた。

### 2.3 評価実験

一般学生20名が評価実験に参加した。実験参加者は、男性または女性の4種類の歌声のいずれか2種類をヘッドホンまたはイヤホンで連続して試聴した後、「どちらの音声の方がどの程度上手に聞こえるのか」を5段階(+2:1つ目の方がとてもうまい, +1:どちらかといえば1つ目の方がうまい, 0:どちらとも言えない, -1:どちらかといえば2つ目の方がうまい, -2:2つ目の方がとてもうまい)で評価した。評価総数は12回であった。実験回答時間に制限はなく、各音声を一回以上聞いた後に評価した。評価値の集計後、シェフェーの対比較法による分析を行い、尺度図を算出した。

## 3 結果と考察

### 3.1 評価実験の結果

Fig. 3, Fig. 4は評価実験の結果である。男性Mでは、原音声M00, 音素長を伸縮した歌声M01, 音高を修正した歌声M10, 音高を修正して音素長を伸縮した歌声M11の順で評価が向上した。女性Fでは、原音声F00と音素長を伸縮した歌声F01は評価に差がなかったが、これらに対して音高を修正した歌声F10, 音高を修正して音素長を伸縮した歌声F11の順で評価が向上した。

原音声の音素長を伸縮した歌声より、原音声の音高を修正した歌声で評価は大きく向上した。これは、楽譜通りの音高で歌うことが歌のうまさの評価において重要な要素であることを意味する。なお、カラオケの自動採点機能[6]でも楽譜通りに歌唱しているかを評価している。

しかし、男性M, 女性Fともに音高を修正した歌声M10, F10より、音素長の伸縮も加えた歌声M11, F11で評価が大きく向上した。その一方、原音声M00, F00と、これらに音素長の伸縮を加えた歌声M01, F01は評価に差がないか、わずかに向上しただけであった。つまり、M10とM11, F10とF11の差は、M00とM01, F00とF01の差より大きい。これは、音高がある程度以上に正しくないと、音素長の伸縮が歌のうまさを向上させる効果は低いことを意味すると考えられる。

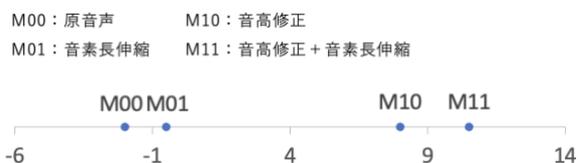


Fig. 3 男性Mの歌声の印象評価

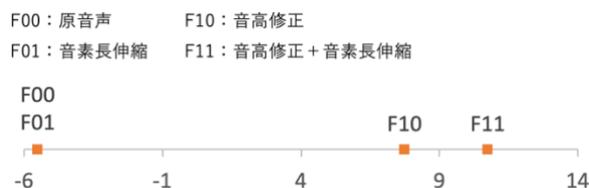


Fig. 4 女性Fの歌声の印象評価

## 4 まとめ

本研究では、歌のうまさが平均的な学生の歌声の音素長をプロの声楽家の平均的な音素長に変換することの印象評価を行った。その結果、音素長を変換するだけでは印象評価は大きく向上せず、音高を楽譜通りに修正すると印象評価が大きく向上すること、音高を修正した上で音素長を変換するとさらに印象評価が向上することが明らかになった。すなわち、音素長を編集する効果は音高が正しいときに観察された。なお、プロの声楽家の子音の音素長は、母音における歌い手のフォルマントの聴覚的な影響を踏まえて最適化されている可能性がある。これが正しいとすれば、歌い手のフォルマントがない歌声に最適な音素長のパターンが存在する可能性がある。

### 謝辞

本研究ではJSPS 科研費23K11172の支援を受けた。また実験に参加していただいた全ての方々から感謝する。

### 参考文献

- [1] 齋藤ら, 音響学会誌, 64 (5), 267-277, 2008.
- [2] 齋藤, 後藤, 音講論 (春), 583-586, 2009.
- [3] 中野ら, 情報処理学会論文誌, 48, 227-236, 2004.
- [4] 的場ら, 情報処理学会研究報告, Vol.2014-MUS-102 No.12, 2014.
- [5] Boersma Glot International 5:9/10, 341-345, 2001.
- [6] ヤマハ株式会社, 株式会社第一興商, 安間幸成, 橘聡, 歌唱音声評価装置, カラオケ採点装置及びそのプログラム, 特開2005-107088, 2008-5-28.