

音素長と音高が歌声の印象評価に与える影響*

☆深澤実紅, 北原玲奈, △久保田新菜, 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

歌のうまさは、歌い手のフォルマント、ビブラート、基本周波数 (F0) の変化の動的成分などに影響されることが知られている[1, 2]。そのため、従来は母音に着目した研究が中心であった。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なく、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がある程度であった[3]。

そこでわれわれは、特に子音に着目して歌のうまさについて研究している。武島羽衣作詞・瀧廉太郎作曲の「花」をプロの声楽家 (プロ) 4 名と声楽指導を受けたことのない学生 (学生) 22 名が歌唱した音声の比較分析を行った[4]。プロは語頭の子音の音素長が有意に長い一方、破裂音の閉鎖区間が有意に短くなり、小楽節の最初の音素の発声タイミングが有意に早い傾向がみられた。

これらを踏まえて、音高の正確さの評価が中間的な 2 名の学生が歌唱した「花」の音声进行操作して印象を評価した[5]。その結果、音高を楽譜通りに修正し音素長と発声タイミングをプロの平均値とした歌声、音高を楽譜通りに修正した歌声、音素長と発声タイミングをプロの平均値とした歌声、原音声の順で評価が上昇した。この結果の一般性を検証するために、本研究では 22 名の学生の音声に同様の操作を加えて印象を評価したので報告する。

2 材料と方法

2.1 歌声の収録

プロのオペラ歌手 4 名 (ソプラノ 1 名, テノール 2 名, バリトン 1 名, 以下プロ) と学生 22 名 (男性 12 名: M01~M12, 女性 10 名: F01~F10, 以下学生) が武島羽衣作詞・瀧廉太郎作曲の「花」を歌唱した音声を録音した。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 番を歌唱した。録音はプロのオペラ歌手は静音な部屋、学生は千葉工業大学の無響室で実験を行った。録音に

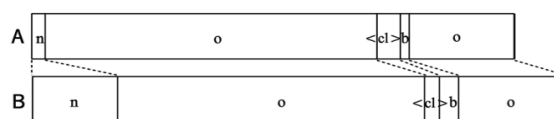


Fig. 1 音素長と発声タイミングの変更
(A: 原音声, B: 音素長伸縮)

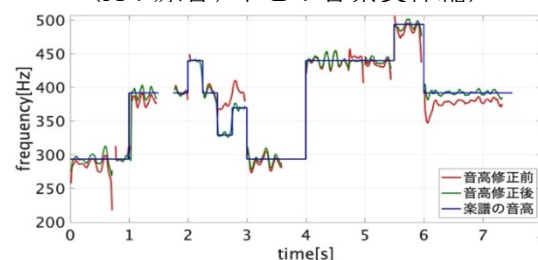


Fig. 2 音高修正

は iPhone (サンプリング周波数: 44.1 kHz, 量子化ビット数: 16 bit) を用いた。Praat [6] を用いて音声波形に各音素ラベルを手動で付与し、音素長を計算した。

2.2 歌声の編集

22 名の学生の歌声から「花」の第 2 小楽節「上り下りの船人が」の部分を選択して、(1) 原音声, (2) Fig. 1 で示すように原音声の発声タイミングと音素長をプロの平均とした歌声 (音素長伸縮), (3) Fig. 2 で示すように音高を楽譜通りに修正した歌声 (音高修正), (4) その両方进行操作した歌声 (音素長伸縮+音高修正) の 4 種類 (合計 88 種類) を準備した。なお、全ての編集操作は Praat [6] で行った。

2.3 評価実験

健常な聴力を持つ 20 名の学生が評価実験 1 と評価実験 2 に参加した。評価実験 1 の実験参加者は、同一学生の 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 132 回で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

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

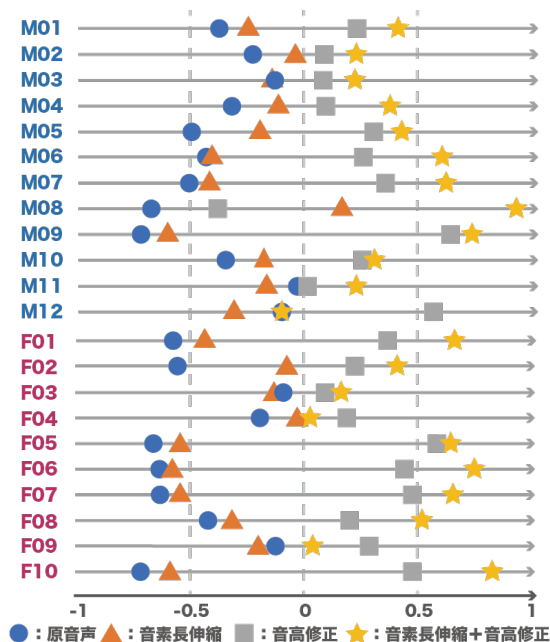


Fig 3 歌声の印象評価

評価した。評価値の集計後、シェフェの二対比較法で分析して尺度図を算出し、有意水準5%のTukeyのHSD検定で評価に差があるか検討した。

評価実験2の実験参加者は、評価実験1で使用したすべての音声の自然性を評価した。ヘッドホンまたはイヤホンで音声をひとつずつ試聴した後、「音声はどの程度自然に聞こえるか」を5段階(+2:自然である, +1:どちらかといえば自然である, 0:どちらとも言えない, -1:どちらかといえば不自然である, -2:不自然である)で評価した。評価総数は88回で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、得点の平均値を算出した。

3 結果と考察

3.1 評価実験の結果

Fig.3は評価実験1の結果である。基本的に、原音声、音素長伸縮、音高修正、音素長伸縮+音高修正の順で評価が高くなる傾向が見られた。原音声より音素長伸縮、音高修正、音素長伸縮+音高修正の評価が有意に高い学生はそれぞれ4名(M05, M08, M10, F02), 20名(M11, F03以外), 19名(M12, F04, F09以外)であった。また、音高修正より音素長伸縮+音高修正の評価が有意に高い学生は8名(M04, M06, M07, M08, F01, F06, F08, F10)であった。これらの結果は、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であること[1, 2]を裏付けるとともに、音

Table 1 自然性の評価の平均値 (一部抜粋)

実験参加者	原音声	音素長伸縮	音高修正	音素長伸縮+音高修正
M08	-0.35	0	0.05	0.15
M12	1.15	-0.55	1.25	-0.1
F09	1.7	0.4	1.45	0.5

←不自然 -2 -1 0 1 2 自然→

高がある程度以上正しければ、音素長伸縮が歌のうまさをさらに向上させる効果があることを示す。

一般に、原音声、音素長伸縮、音高修正、音素長伸縮+音高修正の順で評価が高くなったが、M03, M08, M11, M12, F03, F04, F09の7名ではこの順ではなかった。しかし、評価値間の有意差を考慮した場合にこの順序から逸脱していたのはM08, M12, F09の3名であった。M08では音素長伸縮と音高修正、M12とF09では原音声と音素長修正、音高修正と音素長修正+音高修正の間に順序が入れ替わる方向に有意差があった。M08は原音声の自然性が低かった(Table 1)。これは、楽譜の示す音程とリズムから乖離していたためと思われる。特にリズムの乖離が大きかったため、音素長伸縮によりリズムが修正されて評価が向上したと考えられる。M12とF09では音素長伸縮を行うと自然性が原音声より低下した(Table 1)。これは、プロと比べて一部の音素が極端に短く(約1/10~1/7)、音素長伸縮により不自然性が増したためと考えられる。

4 まとめ

本研究では、一般学生22名の歌声の音素長伸縮と音高修正を行って印象評価を行なった。その結果、22名中19名で音素長伸縮+音高修正の評価が原音声より有意に高くなった。また、ある程度音高が正確でなければ、音素長伸縮により評価が向上しないことが示唆された。

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に心から感謝する。

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] 的場ら, 情処学研報, Vol.2014-MUS-102 No.12, 2014.
- [4] 深澤ら, 音講論(秋), 1353-1354, 2024.
- [5] 北原ら, 音講論(秋), 1355-1356, 2024.
- [6] Boersma, Glot International 5:9/10, 341-345, 2001.