

ドイツ歌曲における声楽経験と ドイツ語習熟度にかかわる音響特徴量の分析*

◎粕谷麻里乃（東邦音大），荒井隆行（上智大）

1 はじめに

本研究は、歌唱において美しい響きを担う母音を対象に、発声と発音の実態を明らかにする。歌声研究分野では、クラシックを中心に、発声に関わる議論がなされてきた。一方で、歌唱には歌詞があり、歌詞は発音となって現れる。その際、もし外国語歌曲を原語で歌うならば「声楽上の制約」と「発音上の制約」を考慮する必要がある。それにもかかわらず、その両側面からの検討はまだ十分ではない。現場においても、指導法は個々の指導者に委ねられており、歌唱下における理想的な発音を求めて外国語学習用の発音教材を用いている。そこで、歌唱のための発音教材開発を目標として、日本語母語話者がドイツ歌曲を原語で歌う際の発音の実態について、「弱化母音」[1]、「円唇母音」[2]、「朗読と歌声の違い」[3]の調査を開始した。本稿では、声楽やドイツ語の習熟度を考慮して、歌唱時の発声と発音について検討する。

2 先行研究と本研究の目的

2.1 歌声の響きに関わる音響特徴量

歌声の響きに関わる音響特徴量として、*Singer's formant* がある。この定義はいくつか存在しており、Sundberg [4]によると、男性オペラ歌手の母音スペクトルに現れる 2.8kHz 付近のピークであるとしている。様々な議論の中で、山辺 [5] は、*Singer's formant* のピークの鋭さを定量化することで、歌唱の習熟度の評価の可能性について示唆した。佐久間 [6] では *Singer's formant* が含まれるとされる高周波帯域 (2-4 kHz) の鋭さと含有率を定量的にとらえることで習熟度評価を確立した。音響特徴量として LPC スペクトルにおける高周波帯域の鋭さを Q 値、また *Singer's formant* 帯域の成分が不十分な声楽初心者の分析には Q 値に代わる指標として 2 凸 (3kHz 付近のピークの高さ) を提案している。そして、周波数スペクトルにおける高周波帯域の

含有率を SFR (*Second Formant ratio*) として定量化し、習熟度評価の検証と考察を行った結果、習熟度の上昇に伴いこれらの値も上昇する傾向がみられた。この際、評価用音声を収集するための楽曲は日本語やイタリア語の歌曲の 1 フレーズずつであるため、本研究では、ドイツ語歌曲における母音部分の響きについて検討する。

2.2 歌声の発音に関わる問題

外国語学習過程において顕著であるのが、日本語母語話者特有のカタカナ読みをつづり字発音である。ドイツ語には二重母音も含めると 20 種以上もの母音が存在するといわれるが、日本語は「あいうえお」の 5 種であり、カタカナ読みにより、ドイツ語母音の質に関わる微妙な違いが失われてしまう。歌唱において響きの大部分は母音が担うとされ、母音の微妙な音色差が歌の表情を変える。クラシックの声楽発声は「高低や母音の差をなるべく滑らかに結び付けて一定の響きと音色で歌う」ことにあるため [7]、一部の音に到達するために、あえて他の母音に近づけて代用することもあるという（例えば、[i] や [e] を円唇化して [y:] [ɥ] や [ø:] [œ] で代用するなど）。そのため、声楽指導者は母音の扱いには慎重である一方、外国語歌曲を原語で歌うためにカタカナによるルビをふって指導することも少なくないという。歌曲集も、英語以外の言語の多くでは当然のようにカタカナ表記されている。「カタカナはあくまで発音を想起させる記号であって、直接発音を示すことばではない」[8]ことを認識する必要がある。著者はこれまで、ドイツ語を通して各言語には歌唱のための発音があることを確認しており、本稿では実験協力者の声楽やドイツ語の習熟度を考慮して検討を進める。

これまでのところ、歌唱時の「発声」と「発音」は独立して検討されてきたが、歌唱はそれらが密接に関わっており、両側面から検討する必要性を感じている。また、高周波帯域

* An analysis of acoustic features related to singing and German-language proficiency for German songs, by KASUYA, Marino (TOHO College of Music) and ARAI, Takayuki (Sophia University).

に観察される Singer's formant やヴィブラートについてもプロ歌手を対象とした議論が多く、歌唱訓練過程の状況について定かではない。斎藤 [9]らの研究では、歌唱指導によって 3kHz 付近のフォルマントピークが高まり、ヴィブラートが変化するという結果を示したものの、Singer's formant が歌唱時の「発声」と「発音」にどのように関わっているのかについての議論は少ない。以上を踏まえ本稿では、歌唱における「発声」と「発音」について、声楽やドイツ語の習熟度がもたらす影響について検討した。

3 実験方法

3.1 実験協力者

ドイツ語を母語とする男性声楽家 1 名、加えて、日本語を母語とする男性で、ドイツ語経験と声楽経験の有無を考慮した 5 名に協力を依頼した。ドイツ語経験のある協力者は、欧州評議会が定めたヨーロッパ言語共通参照枠“CEFR”において、上級 C1 以上に該当する。声楽経験は、基本的には自己申告による経験年数で判断した。内訳は Table 1 の通りである。以降、各実験協力者の呼び名は、Table 1 の「表記」列に倣うこととする。

Table 1 実験協力者内訳 (男性)

	母語	声楽	独語	表記
1	ドイツ語	プロ	母語	NG
2	日本語	プロ	上級	SGJ
3		有 (上級)	初級	SJ
4		有 (初級)	上級	GJ
5		有 (初級)	初級	J

3.2 実験語の録音

録音は、東邦音楽大学文京キャンパス内の防音室で行われた。3.1 節の実験協力者は、Beethoven 作詞・作曲のドイツ歌唱「Ich liebe dich」の最初の 8 小節をアカペラで歌った。録音は、サンプリング周波数 48 kHz、量子化レベルは 24 bit の圧縮なしの条件下で行った。また、使用機器は、デジタルレコーダー (Marantz PMD 660) および、単一指向性マイクロフォン (SONY ECM-23F5) である。

以下はその歌詞であり、太字下線部は対象とした母音箇所である。

Ich liebe dich, so wie du mich,

Am Abend und am Morgen,

Noch war kein Tag, wo du und ich

Nicht theilten unse're Sorgen.

3.3 手順

3.3.1 対象母音

Table 2 は、3.2 節のドイツ歌曲において太字下線で記した母音の内訳である。二重母音を除く母音全 174 語 (29 語*5 名) を対象とした。

Table 2 歌唱における分析対象の母音

ドイツ語	音標文字	語数
I	[i]	5
	[i:]	2
e	[ə]	7
a	[a]	3
	[a:]	2
o	[o:]	2
	[ɔ]	3
u	[u:]	2
	[ʊ]	3

3.3.2 「発音」測定方法

音声分析ソフトウェア Praat [10] を用いて、母音部分のフォルマント周波数 (F1/F2) を測定した。各フォルマント周波数の測定は、スペクトログラムの視察により行った。主にフォルマントの出現によって母音区間を特定し、時間的にほぼ中央位置で計測した。

3.3.3 「発声」強度の評価基準

山辺 [5] の手法に準じ、歌声の響きに関わる音響特徴量を定量化するため 2 凸と SFR を求めた。この手順は以下に記述する。これにより声楽経験の整合性を評価した。分析対象区間は、評価対象区間における母音の安定区間の 500 ms とした。Singer's formant が含まれるとされる帯域のピークとそのピークの直前にある谷との差を 2 凸とする。これは、声楽経験が乏しい場合に、Singer's formant 帯域の成分が十分でないことも考慮されて検討された指標である。本研究では声楽経験の浅い対象者もいることからこれを採用する。

さらに、こちらにも先行研究 [5] に倣い、高速フーリエ変換を行うことで周波数スペクトルを算出した (高速フーリエ変換の分析条件として・窓関数: ハミング窓・フレーム周期: 10ms・窓長: 30ms)。LPC スペクトル包絡の

F2に相当する帯域と同様に、周波数スペクトルでの高周波帯域を対象としてその帯域の割合をSFRと称する。こちらは上に凸の波形が観察されない場合でも算出する。SFRの計算式を以下に示す。

$$\text{SFR} = \frac{\text{2~4 kHz の RMS 値の合計}}{\text{4 kHz までの RMS 値の合計}} \times 100$$

この指標は、値が大きいと Singer's formant の領域に倍音のエネルギーが相対的に集中していることを示すものである。

4 結果と検討

4.1 「発声」強度の母音種別比較

Fig. 2からFig. 6に各実験協力者のSFRと2凸の分析結果を示す。いずれのグラフも横軸がSFRであり、縦軸は2凸である。ここでは、分析対象区間において算出されたすべての点をプロットしている。母音別に結果を示すと、どの母音でも声楽経験の上昇がSFR, 2凸の値も高めていた。

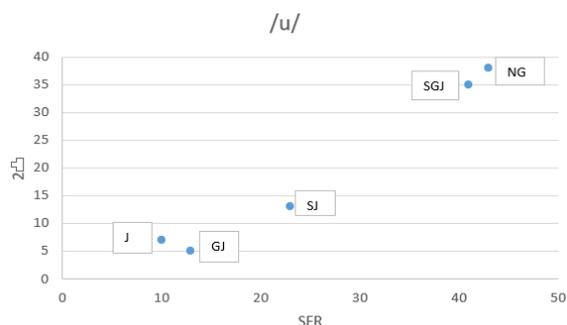


Fig. 1 各実験協力者における /u/ の「発声」

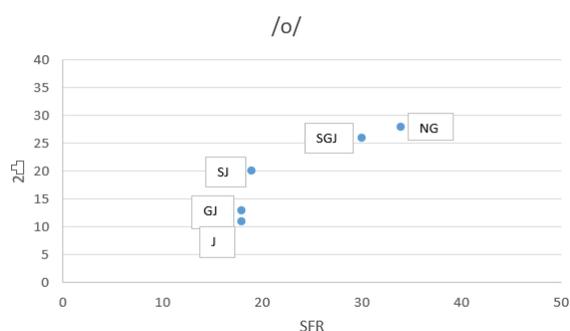


Fig. 2 各実験協力者における /o/ の「発声」

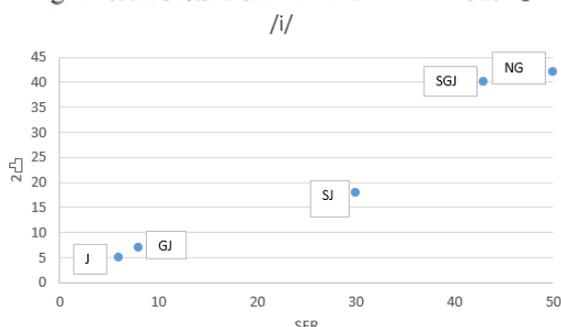


Fig. 3 各実験協力者における /i/ の「発声」

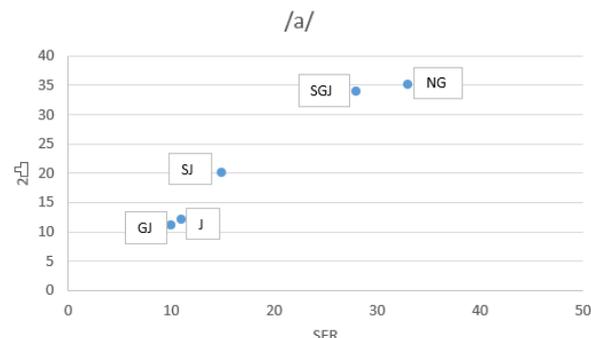


Fig. 4 各実験協力者における /a/ の「発声」

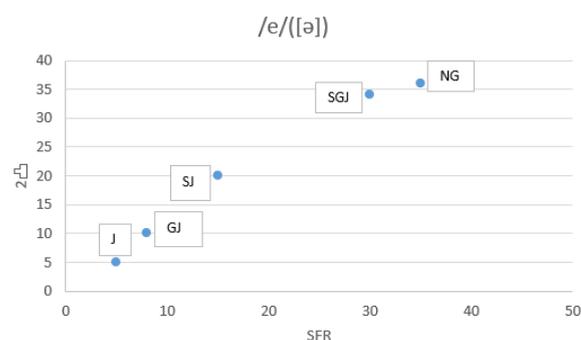


Fig. 5 各実験協力者における /e/ の「発声」

4.2 母音種別 F1-F2 の平均値比較

その上で、Fig. 6全実験協力者のF1/F2(単位: Hz)の分布を示す。いずれのグラフも縦軸がF2(調音位置)、横軸はF1(開口度)である。ここでは、分析対象区間において算出されたすべての点をプロットしている。

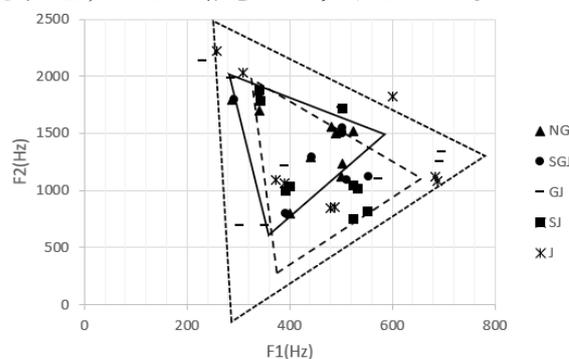


Fig. 6 各実験協力者における母音の「発音」

5 考察

これまでの結果を以下に整理する。

歌声の響きに関わるSFRとQ値(2凸)について、声楽習熟度が高くなるにつれて増加傾向を示した。母音別にみると、/a, o, u/は似た傾向を示した。これは、/a, o/の発音は顎が下がることで響きのポイントも下げてしまう可能性が挙げられる。/o, u/については、口唇の狭めが響きに限界をもたらしやすい性質もあるだろう。一方、山下 [11] において、習

熟度が低くても SFR, Q 値 (2 凸) が大きく出ることがあるため注意が必要と指摘されていた /i, e/ であるが, 本研究においては声楽経験値の上昇により増加傾向を示した。/i, e/ は前舌母音で顎の開きが狭めという共通性があり, これに類する音韻は似た傾向を持つ可能性も注意が必要である。しかし今回 /e/ として分析した箇所は, 日常発話であるならば [ə] に該当するところであり, 響きのポイントとしてどの程度機能しているのかは注意が必要であった。しかし, 予想以上に Singer's formant 周辺の周波数に強度が確認されたことから, 弱音節箇所も丁寧に発音することで, 音楽のレガート感を保っているようだ と推察する。最後に, /i/ は, 現場の指導者によると, 顎が下がらず響きのポジションを保ちやすいとして発声練習の際に最も使われる母音だという。それを反映するように, 熟達した声楽家においては SFR, Q 値 (2 凸) も増加しており, 響きの強さがうかがえる。

次に, 歌唱時の発音に関わる母音のフォルマント周波数の音響特徴量についてである。詳細に分析するため, 母音 (/i/, /e/, /a/, /o/, /u/) ・フォルマント周波数 (F1/F2) について習熟度別に分散分析を行った。その結果, 全てに有意差が確認された ($p < .001$)。この結果を受けて, 被験者間において, 母音・周波数 (F1 (開口度), F2 (調音位置) の要因のどこに違いが存在するかを確認するため Bonferroni を用いた多重比較検定を実施した。その結果, /i/ は, 全フォルマント周波数 (F1-F2) において, 日独声楽経験者 (NG, SGJ) 間に相違はみられなかった。声楽経験のある日本語母語話者 (SJ) は, F2 のみ類似傾向を示しており。声楽経験の上昇によって調音位置から母語話者へと近づく一方で, 歌声の響きにかかわる口の開き方は声楽初学者の段階から丁寧に指導する必要性を推察する。/e/ /a/ /u/ の F1 は, 日独母語の違いにより有意差が確認され, F2 は声楽経験の有無により有意差が確認された。/i/ と同様に, 日本語母語話者にとって声楽では, 響きに関わる口の開き方に困難を生じやすいことがわかる。/o/ は F1/F2 において, 声楽のプロか否かで有意差を確認した。後舌円唇母音の /o/ は, 口唇の狭めにより響きのポイントが落ちやすいことが考えられる。今回の分析では, 声楽のプロ歌手 2 名のうち日

本語母語話者は, ドイツ語習熟度はかなり高いため, 口の開きや調音位置にドイツ語母語話者と同様の傾向を示したことが声楽経験によるものかドイツ語習熟度の影響かは改めて精査する必要がある。

6 おわりに

本稿では, 声楽時の発声・発音を検討するために, 声楽経験やドイツ語習熟度を考慮し, 母音別に注意すべき点を精査した。結果, 声楽には声楽のための発音訓練が必要であることを裏付ける結果が得られた。声楽やドイツ語の習熟度をより細分化し, 被験者の母体数を増やした上で引き続き検討する。

謝辞

本研究は, 東邦音楽大学教授粕谷宏美先生および実験協力者として多数の方にご協力いただきました。感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 粕谷, 荒井, 音講論 (春), 1621-1624, 2014.
- [2] 粕谷, 荒井, 音講論 (春), 767-770, 2019.
- [3] 粕谷, 荒井, 音講論 (春), 769-772, 2020.
- [4] Sundberg, J. *Acoust. Soc. Am.*, 55 (4), 838-844, 1974.
- [5] 山辺他, 信学技報, 応用音響 EA, 112 (266), 61-66, 2012.
- [6] 佐久間他, 信学技報, 114 (441), 45-50, 2015.
- [7] 田中, 東京学芸大学附属高等学校研究紀要. 38:, 93 - 111, 2000.
- [8] 田辺とおる, “ドイツ語歌唱における, 日本人歌手の母国語発音に因む諸問題—1—,” 名古屋芸術大学研究紀要第 33 巻, 141-165, 2012.
- [9] 斎藤, 辻, 鶴木, 赤木, 日本音響学会誌, 64 (5), 405-417, 2008.
- [10] Boersma, P. and Weenink, D., “Praat, a system for doing phonetics by computer,” *Glott International* 5:9-10, pp. 341-345, 2001.
- [11] 山下他, MUS, 2018-MUS-118, 1-6, 2018.