

氏 名	高橋 純				
学位の種類	博士(音楽)				
学位記番号	甲第22号				
学位授与年月日	平成30年3月23日				
論文題目	歌唱における歌い手のフォルマントの安定性 —母音の移行を含む歌唱のスペクトル分析—				
学位論文等審査委員					
	<リサイタル審査>				
	主 査	教 授	小濱	妙美	
	副 査	教 授	砂原	悟	
	副 査	教 授	津崎	実	
	副 査	准教授	北村	敏則	
	<論文審査>				
	主 査	教 授	小濱	妙美	
	副 査	教 授	砂原	悟	
	副 査	教 授	津崎	実	

論文要旨

クラシック歌唱では、ベル・カント唱法という理想的な声質を実現する歌唱法があると言われている。優れた歌手の歌声をスペクトル分析すると、共通する音響特性として「歌手のフォルマント(Singers Formant)」が存在する(Sundberg, 2007)。先行研究では、楽曲の全体の長時間スペクトルによってのみ研究が行われてきた。しかし、歌唱とは多様なピッチと多様な音色(母音)を時間的に変化させるものであることから、単に平均で大きな値を取ることに加えて、それぞれの歌唱音の「歌手のフォルマント」が安定していることも重要ではないかということに注目した。

そこで、本研究では「音高」の変化と「母音」の変化に着目し、それらを伴う歌唱課題を作成した。そして、歌唱者によって収録された歌唱録音を、音響計測実験により観察し、「歌手のフォルマント」がどのような時間的なふるまいを行なっているのかということ調べた。そして、そこから「歌手のフォルマント」に関する音響特徴量を抽出し、さらに並行して行った印象評価実験より得られた、すべての歌唱課題に対する主観評価値との関係を相関分析した。その結果、「歌手のフォルマント」の占有率が高く、そしてその変化量が少ない方が、聞き手の聴覚印象において高い評価を得るということが明らかになった。

審 査 結 果 の 要 旨

＜リサイタル審査＞

このリサイタルは、2017年12月18日（火）19時～20時15分の間、本学講堂にて下記のプログラム・内容で行われた。

プログラム

S. Donaudy 雲雀のように 私の苦しみを和らげておくれ 草の間で そしてフィッリは私に言った 私を見つめないでおくれ いつまた君に逢えるだろうか	Come l' allodoletta Date abbiento al mio dolore Se tra l' erba E Filli m' ha detto No, non mi guardate Quando ti rivedrò
F. P. Tosti Plenilunio 「満月」 1. 八月の満月に眠る 2. あなたの細く白い手を望む 3. いつも見てください、恍惚とした魂とともに anima 4. 自由な空、甘い夢 哀れな母	Nel plenilunio D' agosto dormono Vorrei la bianca mano diafana Guardarti sempre. Rapita l' All' aria libera dolce e sognar Povera mamma!
G. Donizetti オペラ「ドン・セバスティアン」より リズボンよ、ついに私はお前を見た	O Lisbona alfin ti miro
U. Giordano オペラ「アンドレア・シェニエ」より 祖国の敵	Nemico della patria
G. Puccini オペラ「エドガル」より この愛は僕の恥	Questo amor
O. Respighi 夕暮れ	Il Tramonto

〈審査方法〉

申請者により、約 1 時間 15 分（15 分休憩含む）の博士課程学位申請リサイクルが講堂にて行われた。そのあと、審査員 4 名が意見を述べ、約 15 分にわたり、審議及び合否判定を行った。

〈審査内容〉

前半にドナウディの歌曲 6 曲、トスティの歌曲集「満月」と歌曲 1 曲を取り上げた。古典様式を基としたドナウディ、そしてトスティのロマン派から近代におけるイタリア声楽曲の変遷をたどった。後半ではベルカントオペラよりドニゼッティ「ドン・セバスティアン」のアリア、ヴェリズモオペラよりジョルダノー「アンドレア・シェニエ」のアリア、伝統的オペラ様式よりプッチーニ「エドガル」のアリアを歌った後、最後にこれまで研究してきた集大成としてレスピーギの「夕暮れ」に挑戦した。

審査員全員、昨年のリサイクル以来の申請者の著しい成長ぶりをまず評価した。今回の学位申請リサイクルは、申請者の声楽家としての今後の進むべき方向性をしっかりと示すものとなっていた。プログラムに選んだ歌曲は地味めなものが多かったのだが、それは 1 年目と 2 年目の博士リサイクルにおいて、申請者が好む有名かつ派手めの曲を選曲したことへの反省からだった。シンプルに楽曲と向き合う課題、〈低音部の安定感〉〈声のボリューム感〉〈響きの統一性〉この 3 つの目標を立て、申請者は自身の「ベルカント」の研究を重ねた。2 年目の博士リサイクルを終えた時に、やはり不得手な低音部が安定しないことと、プログラムについても研究不足だと審査員から指摘があった。これらの指摘を受け、この 1 年間は長時間の歌唱の間の声質の安定性を確保することに留意した研鑽を積み、また取り上げる作品に対しても更に突き詰めた理解や解釈をすることを、学位論文執筆と両立しながら、努力目標としてきた。申請者は〈ベルカント〉〈響きの統一〉に真摯に向き合う時間を増やし、毎回レッスンの最後まで、自然体の美しい声で歌うことにチャレンジし続けたのだった。学位申請リサイクルのプログラムは玄人向きだったかもしれないが、申請者が掲げた課題にかなり近づいたものであった。低音部に関しては、良くなかったものの、これからの努力次第でまだまだ声量はついてくるし、もっと安定すると思われる。最後まで揺るぎなく、とても丁寧に、気を抜かない雰囲気で歌い通せたことは大きな成果である。更に研鑽を積みことにより、学位に恥じない音楽家としての歩みを期待し、審査員全員一致で合格と判定した。

＜論文審査＞

〈審査方法〉

口頭試験、審査に先立って公開発表会を実施し、候補者が約 55 分間に渡って自身の学位論文の研究内容についての発表を実施した。その後、聴衆との質疑応答の時間を約 35 分設けた。その後、候補者と審査員 4 名のみで口頭試問を実施した。審査員のそれぞれが論文の内容、得られた結果に対する候補者の姿勢、論文研究と実技研究の位置づけ、背景となる専門的基礎知識についての確認をする質問を行い、候補者はそれに対して自らの考え方、理解の程度を答えた。審査員 4 名により、論文の内容を軸として、公開発表会での発表の仕方、質疑に対する受け答えの仕方、口頭試験への回答の内容を含めて候補者が博士の学位に値する状態に達したか否かの判定を行った。

〈審査内容〉

《論文審査》

候補者は歌唱技術のひとつである、「歌い手のフォルマント」の出方について音響測定と心理実験を行い、発声の評価に関連してくる音響的な特徴について考察するという研究を実施している。

論文の構成は(A)序論、(B)第 1 章「発声器官」、(C)第 2 章「発生の理論」、(D)第 3 章「歌い手のフォルマントの研究と課題」、(E)第 4 章「歌声の音響計測実験」、(F)第 5 章「歌声に対する印象評価実験」、(G)第 6 章「印象評価実験結果と音響特徴量の回帰分析」、(H)第 7 章「総合考察」から構成される。

(A)では声楽を専門とする候補者がなぜこのような自然科学的なアプローチでの研究をするに至ったのか、その手法のどういう点に有効性を見出しているのかを考えているのかを述べ、音響学的音声学の専門家以外の読者にとっても本論文に対する興味を持ってもらうために効果的な導入をしている。

(B)では発声器官の解剖学・生理学的な基礎を整理して記述し、「歌い手のフォルマント」というものがどのような制御によって産出されるのかを理解するための前提知識を提供する。

(C)では解剖学・生理学的な観察から、それによって生じる声を音響信号として捉える場合にどのような分析手法が妥当であるかについて先行研究に基づいて解説される。その中で、本研究が前提としているソースフィルター理論の枠組みについても分かりやすく解説されている。

(D)では、歌声に関する先行研究において指摘されてきた「歌い手のフォルマント」というものが、オペラ的な歌唱を平均して概観した場合に観察できることについて解説するとともに、その観察方法ではひとつの歌の中での歌声の変化に伴った特徴は捉え切れていないこと、声楽の実践を通しての直観として「声質の安定」も歌唱技術の重要な評価点であることを踏まえて、「歌い手のフォルマント」についての時間的な変動要因の分析がさらに必要性であることが説明される。

(E)では(D)で要求されるような「歌い手のフォルマント」の時間的な変動を観察するために、どのような歌唱状況での音声資料を用いるべきかについての候補者の工夫を凝らした実験計画が記述される。歌唱の特徴は、母音の種類とピッチの種類が常に変動を求められるということである。(C)で解説したソースフィルター理論に基づけば、ピッチはソースである喉頭音源の基本周波数の変化であり、母音はフィルターである声道形状の変化によってもたらされる。一般的な音響楽器や、それを模擬した電子楽器でもソースの基本周波数の変化と連動したフィルター特性の変化は生じうるが、これらは連動したものが大半であるのに対して、歌うという行為において歌詞を旋律に乗せるためには、両者をほぼ独立に組み合わせる必要がある。候補者の提案した歌唱課題はたった2音の歌唱でありながら、その独立な組合せを必要最低限の数実施するものとなっており、それほど高くない実験コストで効果的なデータ収集を可能とするものである。このようにして集めた音声データに基づいて、歌声のフォルマントの時間的な変化の特徴として「安定性」をいかに数値的データとして捉えるかが研究の独創性に関与してくる。そもそもが2音間で音自体は異なるわけで、基本周波数の変化や母音の変化の要因以外の側面を捉えるための音響指標を提案することもこの研究の重要な点となる。これらについては、先行研究例もほとんどないため、候補者は考えられる複数の指標化を行い、その中で(F)で実施する主観評価実験の結果に対する予測貢献度を基準として妥当性の高い指標を選択するという方法論を採っている。実際に指標として候補を出しているものは、(i)歌い手のフォルマントの占有率、(ii)占有率の変化、(iii)歌い手のフォルマント付近のスペクトル変化である。この(iii)を求める場合に、スペクトルの極大点の調整、パワー正規化をそれぞれするかしないかについて4通りの組合せのすべてについて実施している。

(F)では、(E)で分析対象とした音声資料に対する主観評価実験を実施している。ここでは音楽を専攻する学生を聴取者として、5段階の評定尺度上で「良い発声かどうか。良い声であるか」を評価させている。実験手法としては定番的なものであるが、音声研究の多くが前半の音響測定と分析の呈示の段階で留まるのに対して、この主観実験の存在は論文の主張を強くするために重要な点を押さえたものとなっている。

(G)では、(E)で得られた評価結果を予測するための重回帰分析を実施している。その結果として、主観評価実験を有効に説明するのは、歌い手のフォルマントの占有率、占有率の変化量、極大点を合わせてパワー正規化を実施した上での歌い手のフォルマント近傍のスペクトル変化であることを見出している。

(F)では実験結果に基づいた考察を展開している。基本的には歌い手のフォルマントの占有率が高く、その一方で占有率の変化量は少なめであるほど主観的な評価が高いという結果が得られた。占有率の高さの効果は先行研究と整合的な結果である。今回は、それに加えて占有率の変化が少ないほど「良い発声」とであると評価されることを明確に見出したこととなる。それに加えて、スペクトル変化はむしろ大きくなった方が高い評価に繋がると言うことを結果は示しており、この部分については解釈が困難な部分となっているが、候補者はこれは歌い手のフォルマントをある程度出すために必要な調整をした結果として、スペクトル極大点を中心とする極大点の形状を変化させる必要性によるものとして解釈している。

論文は、歌唱者からの視点で従来の音響音声学的な研究結果を冷静に見直し、何が未だに言われていないのかを見極めて、その部分に対する有効なアプローチを実施している点が高く評価できる。歌唱とはピッチと音韻の変化を伴うにも関わらず、声質を安定させることが要求される点に注目したことが申請者の研究の新規性である。そのために、ピッチの変化と母音の変化を系統的に組合わせた統制の取れた実験的条件での歌唱音声を声楽専攻の学生、現在職業歌手として活動中の歌手の合計18名の歌唱者からの音声資料を録り、それぞれの音響分析を行うとともに、その資料音声に対する聴取評価実験を声楽専攻学生

を中心とした聴取者を用いて実施するという方法を採用した。実験資料の母体を提供する歌唱者の人数に加え、主観評価実験も音楽を専攻する大学生・大学院生 38 名と規模として大きなものであり、その結果として実験結果の信頼性を確保できている。

その結果として得られる心理的な指標を予測する物理指標を重回帰分析という統計的な手法を用いて客観的に推定している。示唆された結果は、先行研究で指摘されてきた歌い手のフォルマントの占有率の高さに加えて、この占有率の変化の少なさも歌唱音の高評価に繋がること、そしてそれとは別に歌い手のフォルマント・ピークの形状を表す指標については、むしろ変化をした方が高評価に繋がるという興味深いものとなった。この研究成果は声楽を専攻する博士課程学生の研究という域を超えて、音響音声学、音楽心理学を主たる専門とする研究としても十分に国際的に通用するものと高く評価できる。

公開発表会での発表の仕方、質疑に対する対応の仕方も分かりやすさと専門性の両立のできたしっかりしたものであった。聴衆からの質問に対しても、相手の質問の真意を確かめて的確に答えようという姿勢を保ちつつ、自分の研究の限界、現時点での自分の知識の限界をしっかりと見すえた節度のあるものであった。以上、論文の内容に関しては博士という学位に値する水準を満たしていると判定された。

《口頭試験》

先行研究が収録された音声信号に対する長時間スペクトルによる観察で終わっていることが候補者の先行研究に対する批判であり、その点を補うのが研究の主目的であった。この長時間スペクトルによる分析の限界という点については、音響の専門家であっても時としてその意味を誤解している場合が多く、その点についての誤解がないかを口頭試験では質問したが、それについては的確な答えをすることができた。

さらに、当初とは表層的には逆方向の効果として観察された歌い手のフォルマント近傍のスペクトル形状の変化の効果についての専門性の高い質問もされたが、答えをごまかすことなく、何が課題として残されているかについても真摯に認める態度は科学的手法に則った研究を実施した人間としての整合性を保つものとして評価できる。

最後に、この論文研究と実技研究の関係性ということに関する質問に対しても、表層的・短絡的な効能を述べて、難問をかわすということではなく、科学的な解明の現時点での限界を踏まえ節度のある対応ができていた。

《総合評価》

以上のように、論文の内容、口頭試験ともに学位を授与する対象としての水準を満たしているとの評価から、審査員全員一致で合格の判定とした。