

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 3 月 31 日現在

機関番号：32716

研究種目：基盤研究 C

研究期間：平成 22 年度～平成 24 年度

課題番号：22520156

研究課題名（和文）「歌う声」をめぐる学際的研究

研究課題名（英文）An Interdisciplinary Research on “Singing Voice”

研究代表者

岸本 宏子 (KISHIMOTO HIROKO)

昭和音楽大学・音楽学部・教授

研究者番号：10107336

研究成果の概要（和文）：音楽学の学際的な研究の試みとしてとりあげた「ソプラノの声の特性」の研究は、音声学、音響学、物理学、医学、声楽演奏、声楽指導、音楽学、音楽療法等の関係分野それぞれに、有益な収穫をもたらした。しかしそれにも増す成果は、研究の進行と共に個々の分野内の研究成果の枠を超えて、「学際的研究」としての総合的な研究への興味が高まって来た。そして、新たな研究代表者の下、本研究の成果を礎とした新たな研究へと発展的に継承されることである（基盤研究 C 25370117 「歌唱時の身体感覚の解明：MRI による発声器官の可視化と音響分析を中心とした試み」）。

研究成果の概要（英文）：Our interdisciplinary study on the characteristics of the soprano voice contributed to a large number of the involved study areas, including phonetics, acoustics, physics, medical science, singing performance, teaching singing, musicology and music therapy. Moreover, as the study has progressed, the results have improved the comprehensive “interdisciplinary research” beyond the framework of the individual study fields. The results of the past three years have led to an expanded study currently being pursued as a new research study grant, funded by a Grant-in-Aid for Scientific Research (C) 25370117 entitled “Investigation of physical awareness during singing through visualization of vocal organs using MRI and acoustic analysis” .

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 22 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
平成 23 年度	900,000	270,000	1,170,000
平成 24 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：芸術学・芸術史・芸術一般

キーワード：音楽学 vocology

1. 研究開始当初の背景

(1) 音楽学研究は確認される事実に基づく実証を正統として来た。歴史分野の史料・文献による実証、作品研究の和声法・対位法・

形式論による分析などはその例である。研究成果が研究 per se の域をこえ、生きた演奏への補助ツールの役割を果たしてきた事は否めない。しかし音楽学が、「音」や「声」自体の

科学的研究に基づいて生きた音楽と向き合うことは、日本では事実上ほとんどなかった。

(2) 一方、欧米、特にアメリカでは科学と芸術を結ぶ学際的な研究への偏見は少なく自由な研究が可能であり、同時に研究者・演奏者・指導者である人が「声」や「音」の学際的な研究に取り組み、演奏・指導に貢献してきた。彼らの研究成果は、将来的に「正統派」音楽学研究の強力なツールのひとつとなりうる萌芽を含んでいる。日本においても、音楽学研究が音楽活動全般に貢献する可能性を広げるには学際的な研究は必須であり、本研究、「歌う声の研究」はその第一歩となることを目指した。

(3) 「歌う声」は国内のごく一部の音声学者の興味をひいてきたが、「話す声」の研究が主流である中では少数派であった。データを提供する被験者（声楽家）の不足がその主な理由である。また、数少ない「歌う声の研究」も、比較的分析しやすい倍音構成を持つ低・中音域の男声を中心であった。

(4) 音楽の実践（演奏）に求められるのは「話す声」より「歌う声」であり、クラシック歌手を志望する者の大半は、華やかな高音域、ソプラノである。ソプラノは、倍音構成の性質上分析が困難であり、被験者が不足しているために未開拓の研究分野である。したがって本研究ではソプラノに的を絞ることとした。申請時本学には、音声学研究者である専任教員とその連携研究者群、声楽家・指導者・学生という豊かな人的資源を提供できる状態にあり、未開拓の分野の開拓を可能とする希少な条件が揃っていたからである。

2. 研究の目的

(1) 音楽学の新たな次元の開拓：

学際的な研究をコーディネートする声の科学的な研究と演奏者を結びつけることで両者に有益な結果をもたらす、それを通じて、音楽学研究に「科学的視点」「演奏という視点」に新たな次元を開くことを目指す。

音楽学研究者が科学的研究と芸術家の視点とを結ぶコーディネータの役割を担うことで、専門分野内外の障害を乗り越えて日本における学際的な研究の可能性を探ることとした。音声・音響学、演奏・指導、音楽学のすべてに関わる研究領域を扱う音楽療法の研究者が、コーディネータである代表研究者をサポートすることとした。

なお、音楽療法は広義での音楽学、応用音楽学の1分野である。

(2) 科学的視点から

音声・音響系の研究者、医学・生理学系の研究者は、ソプラノの歌声の響きと発声スタイルの特徴を明らかにすることにより、ソプラノの歌唱の特性に関する新たな発見につながる研究を行い、各自の専門分野に貢献する。

(3) 演奏という視点から

人体という楽器を持つ演奏家（ソプラノ歌手・指導者）は、音声音響データ録音および生体の断層像（MRI 画像）撮像に協力する。これらのデータを用いた研究を通して、科学的な手法を知り、研究結果を得ることで、歌唱の実態を可視化された形で学ぶ。こうした知識・経験は、演奏並びに指導の強力なツールとなる。

(4) 総合化へ

「科学的視点」「演奏という視点」「コーディネータとしての音楽学」による学際的な研究のモデルとして総合的に評価し、「歌う声」をめぐる研究のさらなる展開につなげる。

3. 研究の方法

(1) 音声録音と分析

二通りの音声録音を実施した。

①MRI 撮像において、どのようなタスクを課すのが望ましいかを見極めるための試験的・予備的な性格の音声録音。昭和音楽大学の録音スタジオ等で実施。

②ATR での MRI 撮像直後に、課せられたタスクと同一のタスクを同施設内の無音室で実施する。MRI 内部では大きな機械音が生じるために、撮像との同時録音が出来ないためである。

①および②によって録音された歌声を、音声学の最新の音響分析法である、高品質音声分析合成ソフトウェア STRAIGHT 等を含む複数の新しい手法を用いて、音響学的に分析する。このことによりソプラノの歌声と演奏の特徴を明らかにし、芸術表現とその研究に「科学的実証」の視点を導入することができる。

(2) MRI 撮像と分析

声道（声帯から口腔、鼻腔を含む空間）および声帯を含む喉頭の状態を、生体の断層像を記録する最新の「磁気共鳴画像法（MRI）」を用いて視覚化する。これによりソプラノの歌声と演奏の特徴を明らかにし、芸術表現とその研究に「科学的実証」の視点を導入することができる。

(3) データ処理の分業化

音声データの高度な処理は STRAIGHT 開発者である河原が担当し、他の研究者は分析結果を研究素材として使用。

MRI 撮像データの分析・解釈は ATR 関係者（過去現在を問わず）を軸とする、本多、榊原、竹本等が担当。

(4) ディスカッションとコミュニケーション

研究者会議を適宜開き、コーディネータを中心として①採取データの内容と読み方の指導（科学計研究者担当）、②録音・撮像の被験者（声楽家）からのより良いデータを得るための実験方法の改善案の提示等、三者対等の立場でのディスカッションを行い、学際的な研究の在り方を追究するためのより良いコミュニケーションの在り方を追究する。

これにより、ソプラノの歌声と演奏の特徴の研究を出発点として、「芸術表現の科学的実証」という視点が、演奏家に受容されることにつながる。

互いにかげ離れた分野同士による学際的な研究にとって、相互の理解を深めることが重要であると言う観点から、ディスカッションとコミュニケーションを重要な要素と捉えたためである。

4. 研究成果

個々の研究者の専門分野に従い、以下の事項の研究が、専門誌掲載論文あるいは学会発表の形で結実している。

(1) 音声データを使用した研究

エリクソンをリーダーとする「異なる感情」がソプラノの発声に与える影響についての音声研究、MRI データ分析担当の本多、榊原、竹本等による音声データも活用した研究などにより、ソプラノの声の特徴についての研究が多面的に行われた。

STRAIGHT の開発者である河原は、本研究の多量な音声データの分析速度の改善を図り、数十倍の速度と高度な性能を併せ持つ新バージョンを開発。

(2) MRI データを使用した研究

延べ 10 名の被験者の MRI 撮像およびそれに伴う音声録音によるデータは、過去あるいは現在 ATR とかかわりを持ったメンバーの主導と技術指導で実施され、ソプラノ歌唱時の声道の動きを中心に採取された。

これをもとに実施された研究論文・学会発表は計 26 件（「5. 主な発表論文等」参照）の過半数を占める。

特筆すべきものとして、本多による研究がある。海外に拠点を持つため、本研究では「研究協力者」とせざるを得ない本多は、「声の高さを調節する仕組み」の全容を解明した。すなわち既知の「声を高くする仕組み」に加えて、「声を低くする仕組み」についても、証明すること成功したのである。なお、「声を高くする仕組み」の解明は、過去に筋電図を用いた本多の研究によって行われ、ソプラ

ノ歌手においても追認された。

(3) 総合的な展開

研究の進行と共に、本研究は、専門分野により、「成果の利用」が可能となる時期にズレがあるという認識の共有が進んできた。

この 3 年間の研究の中では、前述のような、音声学を主体とする「体内（声道）を可視化」することによる研究の比重が高かった。それは、最も早く研究結果を出せるのは、「データの分析による証明」（データの一次的な使用）そのものが成果となる、音声学・音響学などの科学分野であることによる。

被験者である演奏家には、「可視化」された事実を観察することにより、研究結果を演奏・指導の改善に結びつけるという可能性が生まれた。声楽演奏家・指導者にとって、本研究を有益なものとするには、科学的な成果を踏まえた応用法を、試行錯誤しつつ生み出していくという、次のステップが必要である。

音楽学の中でも正統派と考えられる「西洋音楽史」研究者の立場からみると、さらなる「体内（声道）を可視化」を軸とした音声学研究の積み重ねの上に「声区現象」の解明が進んだ時点で、「演奏」と関連つけた歴史研究が可能となると考えられる。これにはかなりの年月を必要とするであろう。

一方、応用音楽学の 1 分野である音楽療法は、医学、生理学、看護学、心理学等の理系とのかかわりが強い。したがって音声学的研究および声楽演奏家・指導者による応用法の探求を通じた歌声の研究を、直ちに、広範なおかつ深く追究しうる可能性が高い。

実際、3 年目に入ると、音楽療法領域の展開と、科学分野での展開が、それぞれの分野での「研究モデルの追究」から「協力関係に基づく総合的な学際的研究モデルの追究」へと変容してきた。

それとともに歌唱に興味を持つ研究者、研究グループからの協力・共働の依頼・申し出もあり、研究の幅が広がりとつある。

また、本研究に関わった研究の内の 2 件が、「歌唱の科学的な研究」に関わる研究者が目指す最高峰、スウェーデンで 7 月末から 8 月初頭に開かれる SMAC（Stockholm Music Acoustics Conference）2013 での研究発表に採択された。申請件数 251 件、採択件数 104 件の内の 2 件であり、本研究の意義が広く認知されたことの証明と理解している。

以上のような流れの中で、本研究の延長上に、新たな「総合的な学際的研究」である「歌唱時の身体感覚の解明：MRI による発声器官の可視化と音響分析を中心とした試み」（基盤研究 C25370117）が、本研究の研究分担者羽石英里を研究代表者として開始される。

これら2つの研究は、多分野の共働による総合的な学際的研究のさらなる可能性を追求すると同時に、総合的な学際的研究でなければならぬ研究成果をあげていくことを目指す。

なお、研究成果自体より、「多分野の協力関係に基づく総合的な学際的研究」に至る経過に重点を置いて本研究の展開を扱った、独自の研究報告書、『「歌う声」をめぐる学際的研究』を発行した。これを、常に初心（協力・共働の精神）に立ち戻ることができるための記録とする。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

- ① 羽石英里、岸本宏子、本多清志、竹本浩典、齋藤毅、細川久美子、八尋久仁代、歌うことを科学する：学際的研究が声楽教育にもたらす可能性、昭和音楽大学研究紀要 32、査読有、平成 25 年 3 月、4-13
- ② 本多清志、磁気共鳴画像法 (MRI) による発声機構の研究、昭和音楽大学音楽療法研究 2、査読無、平成 25 年 3 月、25-32
- ③ 羽石英里、齋藤毅、城本修、ドナ・エリクソン、岸本宏子、八尋久仁代、音楽療法士を対象とした発声訓練プログラム：開発に向けた予備的研究、音声言語医学、54(3)、平成 25 年 7 月 (掲載決定)
- ④ Kawahara, H., Morise, M., Technical foundations of TANDEM-STRAIGHT, a speech analysis, modification and synthesis framework, SADHANA, Academy Proceedings in Engineering Sciences, 査読有、Vol.36, Part 5, 2011, 713-722
- ⑤ 河原英紀、音声分析合成技術の動向、日本音響学会誌、査読無 (招待)、67 巻 1 号、2011、40-45

[学会発表] (計 20 件)

- ① 本多清志、ソプラノ発声の生理機構：声の高さの調節、シンポジウム：「歌う声」をめぐる学際的研究、平成 25 年 2 月 19 日、昭和音楽大学
- ② 羽石英里、岸本宏子、細川久美子、エリクソン、ドナ、八尋久仁代、齋藤毅、河原英紀、本多清志、榎原健一、歌うことを科学する：音響・音声学と音楽分野の連携による学際的研究モデルの構築、第 57 回日本音声言語医学会学術講演会、平成 24 年 10 月 19 日、大阪国際交流センター
- ③ Takemoto, H., Adachi, S., Saitou, T., Honda, K., Haneishi, E., Kishimoto, H.,

Power Control For The Second Harmonic At High Pitches In Soprano Singing: A Case Study, Sound and Music Computing Conference 2013, Jul 30-Aug 3, Stockholm, Sweden. (採択済み)

- ④ Kitamura, T., Hatano, H., Saitou T., Shimokura Y., Haneishi, E., Kishimoto, H., A Pilot Study of Vibration Pattern Measurement for Facial Surface During Singing by Using Scanning Vibrometer, Sound and Music Computing Conference 2013, Jul 30-Aug 3, Stockholm, Sweden. (採択済み)
- ⑤ 岸本宏子、長木誠司、中巻寛子、齋藤毅他、フォーラム『音楽を科学する』ことー歌う声の学際的研究ー、日本音楽学会第 62 回全国大会研究フォーラム、平成 23 年 11 月 5 日、東京大学駒場キャンパス
- ⑥ 羽石英里、河原英紀、齋藤毅、榎原健一、ドナ・エリクソン、岸本宏子、ソプラノ歌唱音声の収録と基本周波数および駆動構造の分析について日本音響学会 2011 年春季研究発表会、2011 年 3 月 10 日、早稲田大学 西早稲田キャンパス

[図書] (計 1 件)

- ① 岸本宏子他、報告書「歌う声」をめぐる学際的研究、昭和音楽大学・昭和音楽大学短期大学部、2013 年 3 月 (非売品)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岸本 宏子 (KISHIMOTO HIROKO)
昭和音楽大学音楽学部教授
研究者番号：10107336

(2) 研究分担者

羽石 英里 (HANEISHI ERI)
昭和音楽大学音楽学部教授
研究者番号：70350684

(3) 連携研究者

エリクソン ドナ (ERICKSON DONNA)
昭和音楽大学音楽学部非常勤講師
研究者番号：80331586

細川 久美子 (HOSOKAWA KUMIKO)
昭和音楽大学音楽学部客院教授
研究者番号：70209237

鈴木 とも恵 (SUZUKI TOMOE)
昭和音楽大学音楽学部准教授
研究者番号：40460266

河原 英紀 (KAWAHARA HIDEKI)
和歌山大学システム工学部教授

研究者番号：40294300

竹本 浩典 (TAKEMOTO HIRONORI)
独立行政法人情報通信研究機構専攻研究員
研究者番号：40374102

榭原 健一 (SAKAKIBARA KENICHI)
北海道医療大学心理学科准教授
研究者番号：80396168

(4)研究協力者等

藤村 靖 (FUJIMURA OSAMU)
オハイオ州立大学名誉教授 (音声学)
研究者番号：50006227

新美 成二 (NIIMI SEIJI)
国際医療福祉大学保健医学部教授
研究者番号：00010273

本多清志 (HONDA KIYOSHI)
天津大学計算科学技術研究所教授
研究者番号：90395088

中巻寛子 (NAKAMAKI HIROKO)
愛知県立芸術大学音楽学部准教授
研究者番号：20381775

長木誠司 (CHOKI SEIJI)
東京大学大学院総合文化研究科教授
研究者番号：50292842

八尋久仁代 (YAHIRO KUNIYO)
昭和音楽大学音楽学部講師
研究者番号：————