

声楽者の練習におけるホール音場シミュレータの効果 Effects of Sound Field Simulator of Concert Hall Acoustics on Solo Singers' Practice

松尾 綾子[†], 中村 日和[‡], 上野 佳奈子[‡]
Ayako Matsuo, Hiyori Nakamura, Kanako Ueno

[†] 早稲田大学人間総合研究センター, [‡] 明治大学
Waseda University (Human Sciences), Meiji University
a.matsuo@aoni.waseda.jp

概要

先行研究では、声楽者の曲仕上げ過程を3段階に分類し、段階ごとに求められる音場条件が異なることを示した。本稿では、後半の仕上げ段階の練習に着目し、演奏者がステージ音場で演奏し客席音場で聴取する手法の効果を検討した。その結果、子音や歌詞の明瞭性、響きの融合、伝達力の向上に寄与し、ホール音場シミュレータは演奏表現の最終調整に有効であることが示された。さらに、演奏表現の調整は、演奏時の認知・行動プロセスの中で、自動化または意識的に制御される要素が適宜選択・処理されることも確認された。

キーワード：音場再現, 声楽, 練習環境, 曲仕上げ過程

1. はじめに

楽器の演奏練習には適切な音響環境が必要であり、練習内容などの状況に応じて求められる室内音響条件は異なる[1,2]。これまでピアノ演奏については、曲を仕上げる過程における練習内容の変遷と、響きの適正条件との対応関係が検討されてきた[3,4]。一方で、自身の身体が楽器となる声楽では、音響環境が発声に直接影響し、身体的な負荷にも大きく関わると考えられる。こうした視点から、筆者らは声楽者の曲仕上げ過程における音響環境の在り方について研究を進めてきた。

先行研究では、三次元音場再現システム“音響樽”を用いた演奏実験により、練習過程が「Ⅰ段階(譜読み・音取り)」、「Ⅱ段階(表現の探求)」、「Ⅲ段階(アンサンブル・本番意識)」の3段階に分類されること、および各段階において好まれる音場条件が異なることを示した[5]。本稿では、上記の研究に続き、ステージ音場での演奏と客席音場での聴取を可能とするホール音場シミュレータを構築し、声楽者の曲仕上げ過程後半(Ⅲ段階)に該当する練習において、本システムの有効性を検証することを目的とする。

以上より、演奏者が求める練習環境や、客席音場で自身の演奏を聴取することの効果을明らかにすることで、音響条件が曲の最終仕上げや演奏表現の調整にどのように寄与するかを探り、演奏者の視点に基づく演奏空間創出に向けた基礎的知見を得ることを目指す。

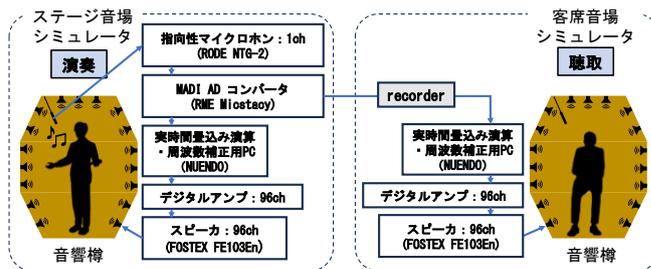


図1 ホール音場シミュレータ

2. 実験システム・音場条件

2.1. BoSC システム

これまでに伊勢らによって境界音場制御の原理[6]に基づく三次元音場再現システム (Boundary Surface Control; BoSC) を用いた没入型聴覚ディスプレイ“音響樽”が開発された。BoSC システムは、原音場を収録する BoSC マイクロホンと、96 個のスピーカが設置された再生室である“音響樽”から成る。

原音場では、BoSC マイクロホンの内部領域を人の頭部位置と設定し、その領域の境界面の音圧を記録する。再現音場では、室内の音響伝達特性を打ち消す処理(収録した信号に逆システムを重畳)をすることで、原音場を忠実に再現することが可能である。

2.2. ステージ音場シミュレータ

上記の BoSC システムを用いて、ホールのステージ音場の再現をした。音響樽内に設置した向性マイクロホンで収録した演奏音に、音響樽の逆システムと原音場のインパルス応答を畳み込んだフィルタをリアルタイムで重畳し、その信号をスピーカから出力する。これにより音響樽内での演奏音に原音場の残響が付加され、ステージ空間の音響を再現できる。

2.3. 客席音場シミュレータ

さらに、演奏者が自らの演奏が客席ではどのように聞こえているかを体験できるシステムを構築した(図1)。ステージ音場シミュレータを用いて、指向性マイクロホンで収録した演奏音を録音し、逆フィルタ及び原

音場のインパルス応答を畳み込んだ信号を音響樽内で再生することで、客席音場の体験を可能にした。

2.4. 音場条件・再現精度

ステージ音場の再現精度の評価には、上野らの既往研究[7]に基づき、エコータイムパターン、残響時間、および残響音レベルの指標を用いて原音場と再現音場の比較を行った。客席音場についても、C₈₀および残響時間を用いて、原音場との良好な対応が得られていることを確認した。以上により設定した2つの音場のステージ音場および客席音場(表1, 図2参照)を用いて次章で述べる演奏実験を実施した。

3. 実験概要

ホール音場シミュレータを用い、響きの異なる2種類の再現音場(音場1および音場2)の下で演奏実験を行った。被験者は表2に示す声楽者5名とし、曲目は響きを捉えやすいゆったりとした日本語歌曲「さびしいカシの木(作曲:木下牧子, 作詞:やなせたかし)」の1番を選定した。実験風景を図2に示す。

実験手順は以下の通りであり、手順(2)および(3)を音場1, 2それぞれで実施した。音場の提示順序は被験者ごとにランダムに割り付けた²⁾。

(1) フェースシートの記入と実験手順の説明を行い、声楽者の曲仕上げ過程[5]、演奏表現に関わる評価項目(表3参照)、および2つの音場の写真を提示した。その際、評価項目の過不足も確認した。

(2) ステージ音場で演奏・録音を行った後、客席音場で自身の演奏を聴取させた。これを2回繰り返し、その後、客席音場での2回分の録音を連続して聴取させた。聴取後には、気づいた点や演奏の変化について、紙面に記述させた。

(3) 全ての再現音場条件および曲の試行を終えた後、被験者が記述した記録を基に、本システムの有効性、演奏と聴取の繰り返しによる意識の変化について、インタビュー調査を実施した。主観評価項目およびインタビュー項目は表3に示す通りである。

なお、図3に示すように、演奏者は客席の音場で録音した演奏を聴取する際に、演奏時と聴取した演奏の評価にズレ(改善点の有無)を認識し、次の演奏の際には改善が必要である表現項目を意識的に修正するという認知・行動プロセスが想定される。本実験では、予備的な検討として、ホール音場シミュレータによる演奏・聴取の反復が演奏表現に及ぼす効果について検討した。

表1 音場条件

提示名	原音場	客席数	室容積	残響時間
音場1	中ホール	516	5400 m ³	1.5 s
音場2	大ホール	1104	12700 m ³	2.1 s



上: 音場1, 下: 音場2 実験風景

聴取位置(ステージ:中央, 客席:1階後方)

図2 実験条件に用いた原音場および実験風景

表2 被験者の情報・特徴

No.	属性	性別	年齢	声楽年	合唱年	演奏回数/年
a	声楽科卒	女	30	9年	18年	4回
b	声楽科卒, 教員	女	51	35年	35年	6回
c	声楽科卒	女	23	7年	15年	8回
d	声楽科3年	女	21	7年	-	11回
e	声楽科卒	女	29	14年	14年	2-3回

表3 主観評価項目・インタビュー項目

■主観評価
<ul style="list-style-type: none"> ・演奏・聴取の反復練習により改善がみられたか ・(本システムを) 普段の練習で使いたいか ・各表現項目*を練習するためにどれくらい使いたいか ・「演奏/聴取」を何回やりたいか
■インタビュー
<ul style="list-style-type: none"> ・演奏・聴取の反復による意識変化と気づき ・再現音場の響きの印象 ・全体の感想(良かった点や悪かった点等) ・他に望まれる音場
*表現項目 [変数名] 子音の発音 [子音] / 母音の発音 [母音] / 歌詞の発音 [歌詞] / 強弱 [強弱] / 間の取り方 [間の取り方] / フレーズ・音の繋がり [フレーズ] / 声と空間の響きの融合 [響き融合] / 声の [聴衆への] 伝達 [伝達]

4. 実験結果および考察

4.1 演奏・聴取の反復による意識の変化

手順(2)終了後に被験者から得られたコメントをもとに、意識の変化や気づきを整理し、表4に示す。

以下に、表現項目の意識変化の特徴をまとめる。

[子音]・[歌詞]: 全被験者共通として、「子音」および「歌詞の明瞭性」が課題とされた。発音の明瞭化は、演奏表現において基礎的かつ優先的に捉えられている。

【間の取り方】：意識の仕方には個人差があり、特に音場2では、間を効果的に使うためにフレーズ構成と合わせた調整の意識が高まる傾向が見られた。

【強弱】・【フレーズ】：音場1では、細かい強弱の変化が伝わりやすいが、過剰な表現の懸念が指摘された。音場2では自然な強弱・フレーズが空間に活かされる反面、十分に伝えるためにはやや誇張した表現が必要とのコメントが挙げられた。

【響き融合】・【伝達】：音場2では、「声と空間の響きとの融合」について「空間に任せる/意識する」といった相反するコメントが挙げられた。聴取と演奏の反復を通じて、「視線の使い方」や「声の飛ばし方」など、空間全体を意識した演奏へと洗練されていく様子が観察された。

4.2 ホール音場シミュレータを用いた練習の有効性

1) 演奏の改善・練習での活用意欲

表3に示した主観評価項目のうち「演奏・聴取の反復練習により改善がみられたか」と「普段の練習で使いたいか」について、音場1および音場2それぞれの被験者の回答を図4に示す。各項目について、全被験者の回答の平均値および標準偏差を示している。

図4より、「改善が見られたか」に関しては、音場1,2ともに、「そう思う」「とてもそう思う」の回答が多く、演奏の改善を実感した被験者が多かったことが分かる。特に、音場2では平均値が高い傾向となっている。「練習で使いたいか」についても、音場1,2ともに比較的高い評価を得ている。

2) 各表現項目における本システムの活用意欲

「それぞれの表現項目を練習するためにどれくらい使いたいか」について得られた全体の評価を図5に示す。音場1および音場2それぞれの被験者の回答された評価の割合を示している。

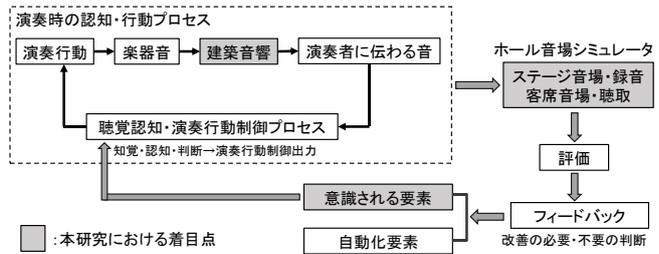


図3 ホール音場シミュレータを使用した練習における認知・行動プロセス

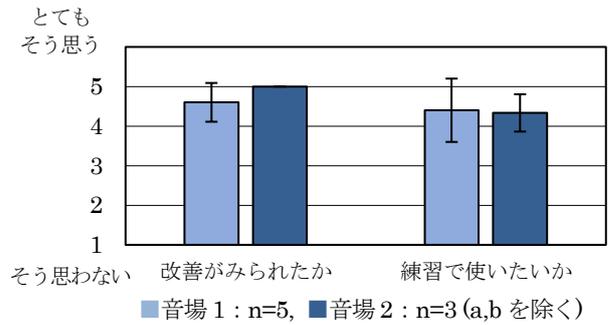


図4 主観評価結果 練習効果

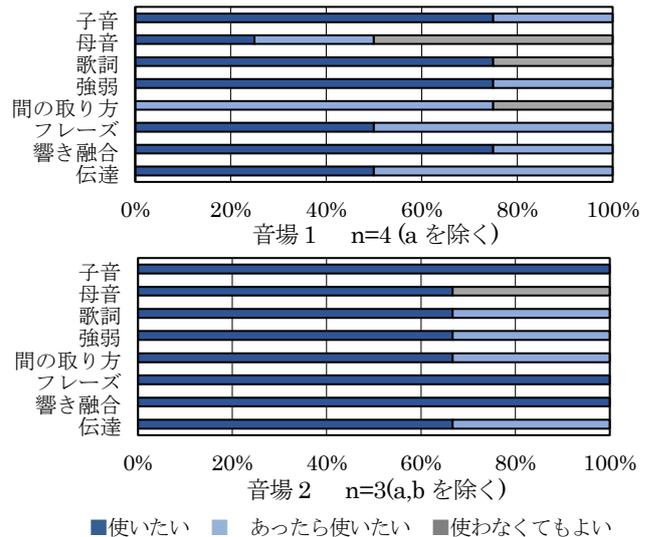


図5 音場ごとの各表現項目のシステム使用意欲

表4 演奏・聴取の反復による意識の変化 インタビュー結果

被験者	音場	演奏・聴取の反復による意識の変化 (表現項目に関連するコメントは太字表記)
a	1	歌詞の発音がやっぱり課題。息のスピード、 母音の発音 、 強弱 (響きを探るため)の意識が高まった。1回目より2回目の方が表現の解像度が上がった。普通に歌うテンポと響きを加味したテンポを意識した。
b	1	子音は常に強く意識 した。2回目は音程が不安定だったが、 強弱 は1回目よりできるようになった。自分の中で表現が改善された感覚。 間の取り方 は、その都度状況に応じて考えた。2回目の演奏では歌詞の意図や意味付けにも意識を向けた。
c	1	強弱 がついてないと思ったが結構ついてた。曲的にも強弱が付きやすい。思ったより響いていてその響きに囚われてしまった。
	2	子音の飛ぶ速さ をホールの響きに合わせて調整した。主に残響の大きさや 間の取り方 を意識した。響きが鳴りやむ前に次のフレーズに入ることを心がけた。想定していた響き感と実際の聴いてみたときの響きの乖離が少なかったため、 伝達の意識 がより強まった。響きすぎるので 表現をオーバー目 にやらないと伝わらないと思った。 声と空間の響き が混ざる時間が長いので勝手に融合していく。2階席まで声が届くよう、 空間の広がりや視線と声の飛ばし方 を意識。 母音 はホールによらず基本的に変えない。
d	1	2回目は音程は良くなかったが言葉が聞こえない(子音の重要性)。響かなくて力が入りすぎた。もっとリラックスが必要。
	2	大ホールだから 響きに任せられるため 、特に 響きの融合 は考えなかった。
e	1	響きが大きいのので、 歌詞の発音 を丁寧に意識した。 強弱 をつけすぎると歌詞が曖昧になると感じた。 フレーズは響きに任せすぎると全部同じに聞こえる から、ちょうどいいところを探った。思ったより響きが強く、力強く、良く(上手く)聴こえた。1回目はリハーサルを意識して、2回目は改善を試みた。
	2	包み込む響きのため、 発音の明瞭さ と 響きとの融合 を意識した。練習の慣れでなく、響きの効果で「できた」と思った。ホールの響きが良いので、 声の伝達 については絶対伝わると思った。響きが全体的に広がる感じが1回目より2回目の方で感じた。

図5より、音場1,2の両音場で、全ての項目において50%以上で「使いたい」「あったら使いたい」の回答が得られた。特に、音場2では、[子音][フレーズ][響き融合]の項目において、「使いたい」が100%の回答となり、響きの大きい音場においてより活用意欲が高いことが示された。これらは、4.1節に述べた「演奏・聴取の反復による意識変化」の被験者へのインタビューでのコメントとも一致している。

3) 本システムの有効性・展望

インタビュー項目のうち、「全体の感想(良かった点/悪かった点)」「他に望まれる音場」についてまとめたものを表5に示す。

良かった点としては、「コンサートホールに行かなくても手軽に練習できる」や「普段ではできないことができて楽しい/新鮮だった」など、実用性と体験の新鮮さにといった定的な意見が多数挙げられた。また、「響きの中で改善点を発見できた / 細かい点を丁寧にチェックできる」といった、演奏表現の調整に向けたコメントも得た。特に、「音場ごとの響き方の違いによる気づき」は、演奏表現や自己認識に影響を与えたことが窺える。一方で、「狭い空間のため閉塞感があった」など、現実のホールと比べた際の制約感に関する指摘も見られた。

望まれる音場としては、「実際の大ホールや憧れのホールの再現」「生音との乖離が大きいホール」のほか、「臨場感のある環境」や「日常練習用」「ピアノと合わせられる空間」などの要望があった。

5. むすび

本研究では、声楽者の声楽者の曲仕上げ過程後半(Ⅲ段階)に該当する練習におけるホール音場シミュレータの活用効果を検証するために演奏実験を行った。

その結果、演奏と客席での聴取を反復することで、「自己の予測と実際の響きとのズレ」に気づき、それに応じて表現を修正するプロセスが確認された。特に、反復した練習の中で、子音や歌詞の発音、間の取り方、強弱やフレーズの構成、声と空間の響きの融合、声の伝達といった複数の表現要素への意識が高まりそれらが合わさり調整される傾向が見られた。また、表現の調整を通じて、演奏者の中で自動化されている要素と意識的に調整する要素とが整理され、それらが認知・行動プロセスの中で随時選択・処理されている様子も確認された。本実験を通じて得られた結果から、本システムを用いた際の認知・行動プロセスは、演奏者の経験や習熟

表5 感想および望まれる音場 インタビュー結果

全体の感想(良かった点・悪かった点)
コンサートホールに行かなくても手軽に練習できるのありがたい(a) 普段はできないことができて楽しかった/良い経験ができた(b, d) 本番に近い状態で歌えるのが良かった/効果的(c, e) 中ホールと大ホールで響き方が違うことが体験できたのが良かった(e) 響きの中で見つかる改善点があった(d) / 「やっているつもり」に気づけた(a, b) 細かい点(強弱の幅など)を丁寧にチェックできる、繊細な練習ができた(a, b) 素人でもプロでも有益な練習方法だと感じた(b) 狭い空間のため閉塞感があり、顔だけで歌わないように意識した(a)
他に望まれる音場
NHKホールなどの憧れのホール(b) 響くホールと逆に響かないホール両方/生音との乖離が大きいホール(b, c, d, e) 本番ホールだけでなく、普段の練習用の空間も欲しい(d) 共演者との認識のすり合わせができる/ピアノと一緒に練習できる環境(c, d) 舞台装置や客席の入り具合も含めた再現が望ましい(c)

度、音場の音響特性(ホールの大小、響きの大小等)の影響も受ける可能性が示唆された。今後は、これらの要因を考慮に入れたさらなる検討を進めていきたい。

注

本実験は予備的な検討であり、被験者数は限られている。a, bは音場1のみ、c, d, eは音場1および音場2を体験している。被験者の属性(年齢、専門性など)は本段階では統制していないが、得られた知見は今後の検討の基礎的手がかりとなるものである。

文献

- [1] 上野佳奈子 他：演奏者のためのホール音場シミュレーションシステムー音楽大学生による評価実験ー，日本音響学会音楽音響研究会，音響教育調査研究会，2008.10
- [2] 上野佳奈子 他：音楽練習室のためのステージ音響シミュレーションの応用，建築音響研究会資料，AA2007-24，2007.06
- [3] 松尾綾子 他：曲仕上げ過程に着目したピアノ奏者の聴覚認知と演奏行動に関する研究(その1)：曲仕上げ過程段階の分類と練習・演奏行動・音場への意識に関する統計的因果分析，日本建築学会環境系論文集，No.85，Vol.774，pp.557-567，2020
- [4] 宮崎貴行 他：「ピアノ奏者の曲仕上げ過程における演奏と音場の関係について(その2)」，日本建築学会大会梗概，2020.9
- [5] 永野洋介 他：声楽者の曲仕上げ過程に求められる室内音響条件-三次元音場再現システム“音響樽”を用いた実験的検討，建築音響研究会資料，AA2023-29，2023
- [6] 伊勢史郎：キルヒホッフ-ヘルムホルツ積分方程式と逆システム理論に基づく音場制御の原理，日本音響学会誌，Vol. 53，No. 9，1997
- [7] Kanako Ueno：Experimental study on the evaluation of stage acoustics by musicians using a 6-channel sound simulation system，Acoust.Sci&Tech.24，3，pp.130-138，2003