

合唱者による室内音響条件の主観評価に関する実験的検討

音場支援システム 主観評価	アンサンブル 演奏実験	室内音響 残響音	正会員	○板垣	大稀*1
			非会員	新井	梓文*2
			同	永野	洋介*3
			正会員	松尾	綾子*4
			同	上野	佳奈子*5
			同	佐久間	哲哉*6

1. はじめに

ホールの舞台上や練習室の響きと演奏者との関わりについて多くの研究が行われている^{[1][2][3]}が、本研究では残響特性が声楽アンサンブルの練習時・本番時の印象に及ぼす影響について基礎的な検討を行う。半無響室内の残響付加装置により初期反射音と後期残響音の組合せを変化させ、声楽四重奏による主観評価実験を行い、練習・演奏しやすさの傾向把握を試みる。

2. 実験方法

(1) 実験システム

半無響室に設置した単一指向性マイク 4 個（初期反射音用）、全指向性マイク 4 個（後期残響音用）、スピーカ 20 個からなる残響付加装置（Yamaha AFC Enhance）を用い、初期反射音は In-line 方式、後期残響音は Regenerative 方式により制御する^[4]。主観評価実験では初期反射音の音量を 2 水準（E1, E2）、後期反射音の音量の 3 水準（R1, R2, R3）とし、それらの組合せとして 6 条件の音場を生成した。各音場の ST_{Early}, ST_{Late} (250~2k Hz) および残響時間 T₂₀ (500 Hz, ただし視認により減衰の傾きを評価) を表 1 に示す。

(2) 主観評価実験

合唱経験者 29 名を対象に、声楽四重奏（ソプラノ、アルト、テノール、バス各 1 名）を演奏させた。ランダム順に提示する 6 条件の音場において、テンポの異なる 2 曲各々の演奏後、表 3 の評価尺度を用いた段階評価および「この音場でしやすい演奏」「感想・気づいた点」についてインタビューを行った他、全体終了後に「最も心地よい響きを感じて演奏できた音場」「本番に向けた練習に最適な音場」について回答を得た。

3. 結果と考察

(1) 評価尺度を用いた段階評価

『曲』または『パート』を要因とする一元配置分散分析では主効果は認められず、室内音響条件への評価の影響は小さいと考えられる。要因を『音場』とすると主効果が得られ、「音楽の作りやすさ」「溶け合う感じがするか」「包まれる感じがするか」で有意差が認められた。残響が多いほど溶け合い感や包まれ感が得やすくなり、音楽が作りやすくなったと考えられる（図 1）。

表 1 各音場の ST_{Early}, ST_{Late} および T₂₀

Case	E1R1	E1R2	E1R3	E2R1	E2R2	E2R3
ST _{Early} [dB]	-17.2	-17.1	-16.7	-15.3	-15.2	-15.0
ST _{Late} [dB]	-25.0	-20.8	-17.0	-16.6	-15.3	-14.1
T ₂₀ [s]	1.3	3.1	4.5	1.4	2.0	3.4

表 2 初期反射音の開始時刻を 10 ms としたときの ST_{Early}

Case	E1R1	E1R2	E1R3	E2R1	E2R2	E2R3
ST _{Early} [dB]	-9.8	-9.8	-9.7	-9.4	-9.4	-9.4

表 3 各音場の評価に用いた項目

No.	評価項目	評価尺度 (7 段階)
1	自分の音の聴きやすさ	聴きにくい-聴きやすい
2	他の人の音の聴きやすさ	
3	練習のしやすさ	しにくい-しやすい
4	音楽の作りやすさ	作りにくい-作りやすい
5	溶け合う感じがするか	しない-する
6	包まれる感じがするか	

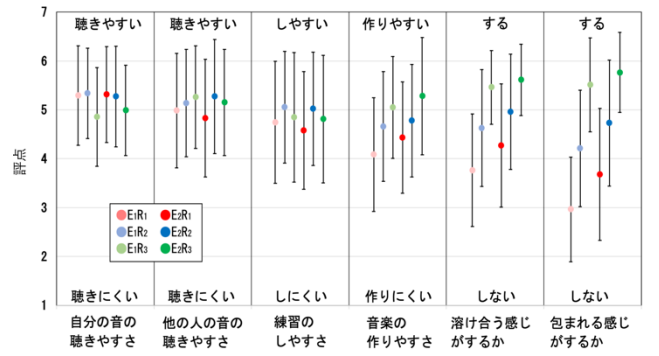


図 1 音場ごとの評価結果

一方で、「自分の音の聞きやすさ」「他の人の音の聞きやすさ」「練習のしやすさ」では有意差が認められなかった。これらの項目は初期反射音の量により違いが出ると予想されるが、本実験ではシステムによる初期反射音の供給よりも 10~20 ms に到来する壁面などからの供給が多く聴感上の差異が検出しにくかったと考えられる。初期反射音の評価区間の開始時刻を 20 ms から 10 ms に変更して ST_{Early} を改めて評価すると、表 2 に示すように -9.6 dB から ± 0.2 dB の範囲に収まっており、ST_{Early} 評価における初期反射音の開始時刻として 20 ms よりも 10 ms の方が適切である可能性が示唆された。また、これら項目の評点は総じて 4 以上と高く、実験を通して響きの違和感や不自然さは指摘されなかった。

(2) インタビュー

各音場での「しやすい練習」の回答を表4に示す。「音取り」は残響音の供給が少ないE1R1、E2R1では被験者の半数以上が挙げたが、残響の多いE1R3、E2R3では1名のみだった。これらの音場では他の音場に比べ「アンサンブル」「ハーモニー」の回答が増加し、残響の増加が奏者同士の関係を補助していると考えられる。E2R3は「最も心地よい響きを感じて演奏できた音場」としても支持され、またソプラノの半数に「本番に向けた練習に最適な音場」としても支持されたが、これは本番想定時に主旋律を担当するソプラノと他のパートで室内音響への要求が異なることを示唆すると考えられる(図2および図3)。

インタビューでは全体では有意差のない『曲』(テンポ)や自他の音の聞きやすさについても多く言及されており、個々人の着眼点の多様さへの留意を促す結果であった。

4. まとめ

音場支援システムで生成した音場で演奏実験を行った。合唱における室内音響条件の影響の検討により、残響音が演奏者同士のアンサンブルを支援することが示唆された。今後は物理指標及び個々人の着眼点と主観評価との関係に関してさらなる検討を行う予定である。

謝辞

実験に協力頂いた橋本梯氏(ヤマハ株式会社)に謝意を表する。

参考文献

- [1] A.H. Marshall and J.Meyer: The Directivity and Auditory Impressions of Singers, ACUSTICA Vol.58, 130-140, 1985
- [2] Ueno, K., et al.: Musicians' adjustment of performance to room acoustics Part I: Experimental performance and interview in simulated sound field, Proceedings 19th International Congress on Acoustics, MUS003-004, 2007. 9
- [3] 上野佳奈子, 橋本梯: ホール音場における演奏家の意識-言語構造に着目した実験的検討-, 日本音響学会誌, vol.59, no.9, pp.519-529, 2003
- [4] 渡辺他: 音場支援システムの構成と適用事例, 日本音響学会誌 76(9), 511-517, 2020

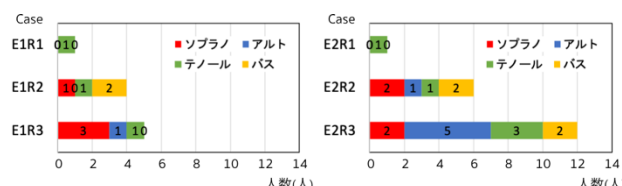


図2 最も心地よい響きを感じて演奏できた音場

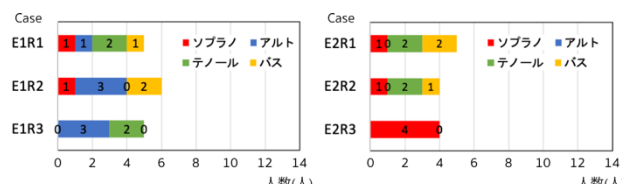


図3 本番に向けた練習に最適な音場

表4 各音場でしやすい練習に関するコメント(抜粋)

質問事項	E1R1	E1R2	E1R3	E2R1	E2R2	E2R3
この音場でしやすい練習	音取り(16名) 発声練習(7名) 表現・技巧(7名) アンサンブル(3名) ハーモニー(2名) リズム(2名)	表現・技巧(12名) 音取り(6名) 発声練習(4名) アンサンブル(4名) ハーモニー(2名) 本番前(1名)	表現・技巧(6名) アンサンブル(6名) 本番前(6名) ハーモニー(5名) 発声練習(3名) 音取り(1名)	音取り(15名) 表現・技巧(4名) アンサンブル(3名) 発声練習(3名) ハーモニー(2名) リズム(1名) 本番前(1名)	発声練習(7名) 音取り(6名) アンサンブル(4名) 表現・技巧(3名) リズム(2名) 本番前(2名) ハーモニー(1名)	表現・技巧(10名) 本番前(8名) アンサンブル(7名) ハーモニー(4名) 発声練習(3名) リズム(2名) 音取り(1名)

表5 各音場でのアンサンブル演奏に関するコメント(抜粋)

質問事項	E1R1	E1R2	E1R3
この音場の感想・気づいた点	○縦が合いやすい ○リアルな声に聴こえる ○フレーズやバランスに集中できる ×響きが薄く、合わせづらい ×表現には向いていない ×本番向けではない	○言葉が理もれにくい響き ○速い曲でも音が聴きやすい ○自分の声と周りの音量のバランスが良い	○一番いい響きの残り方だった ○本番のホールの響きに近い ○ハーモニーを感じたい時に最適 ×響き過ぎて少々やりづらい ×テンポが落ち着いた曲だと残響を聴きすぎてタイミングを合わせづらかった
本番に向けた練習をこの音場でしたい理由	・鳴りすぎはしないが、音の聴きやすさやハモリ方が良く、音のコントロールもしやすい感じがしたから	・程よくシビアに周りを聴きつつ、自分の声も聞ける感じがしたから ・割と響きがあるが、返しが少ない分、自分たちの声やハーモニーをきちんと聞くには丁度いいと思う	・響きは強いが、言葉がある程度分かりやすく聴こえるため ・ハーモニーが聴き取りやすいため
質問事項	E2R1	E2R2	E2R3
この音場の感想・気づいた点	○速い曲が合わせやすいと感じた ○ちょうど良く各々の声を引き立ててくれる感じ ○響きすぎない印象 ×強弱変化による響きの差がない ×本番前には使いたくない	○ハーモニーが綺麗に響く ○音程やリズムのズレが分かりやすい ○穏やかな表現を作りやすい ×音が残りがちで、次の音が混ざったり、テンポがずれたりする	○アンサンブルしやすい ○ホールに近い響きがする ○ハーモニーを合わせるにはやりやすい感じ ×演奏はしやすいけど、練習すべき点を見逃してしまいそう
本番に向けた練習をこの音場でしたい理由	・空間の響きが最も自然に感じられ、無理なく歌えたことで、多くの要素に意識を向けて行うことができたから	・バランスが良いのと、音の飛びが良くて歌っていて心地が良い	・表現付けがしやすい ・本番のような鳴り方を体感できたから

*1 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 修士課程

*2 元明治大学理工学部建築学科

*3 明治大学大学院理工学研究科建築学専攻 修士課程

*4 早稲田大学人間科学学術院 助教・博士(工学)

*5 明治大学理工学部建築学科 教授・博士(工学)

*6 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 教授・博士(工学)

*1 Grad. Student, Dep. of Arch., Grad. Sch. of Eng., Univ. of Tokyo

*2 Former Member of Dep. of Arch., Sch. of Sci. and Tech., Meiji Univ.

*3 Grad. Student, Dep. of Arch., Grad. Sch. of Sci. and Tech., Meiji Univ.

*4 Assist. Prof., Faculty of Human Sciences, Waseda University, Dr. Eng.

*5 Prof., Dep. of Arch., Sch. of Sci. and Tech., Meiji Univ., Dr. Eng.

*6 Prof., Dep. of Arch., Grad. Sch. of Eng., Univ. of Tokyo, Dr. Eng.