

背景騒音を伴う空間における音楽演奏時の音環境が演奏者の演奏感覚に及ぼす影響

The Effect of Sound Environment During Musical Performance in Spaces with Background Noise on the Performer's Sense of Performance

○朝田和希¹, 橋本修²

*Kazuki Asada¹, Osamu Hashimoto²

In this paper, we investigated the effects of background noise and reflected sound volume on performers' sense of performance. The results revealed that the perceived loudness of noise varies depending on the reflected sound volume. Furthermore, while early reflected sound volume is known to affect playability in concert halls, we found that in spaces with background noise, late reflected sound volume influences playability, while early reflected sound volume affects the perceived loudness of noise.

1. はじめに

音楽演奏を行う場はコンサートホール(以降, ホール)のような音楽専用の空間だけでなく, 商業施設などの公共施設(以降, 非音楽専用空間)も使われ多様化している. そのような場所は演奏空間として音響設計されていないことから, ホールと比較すると背景騒音に加え非線形な残響減衰などが考えられる. 山口^[1]は非音楽専用空間の建築条件がもたらす響きについて検討し, それらが聴覚的に得られる迫力やノリを生み出しているとしているが, 非音楽専用空間には背景騒音が存在するため響きとどのように影響し合っているかは明らかになっていない. また既報^[2]にて空間寸法の違いによる背景騒音についての検討を行ったが, 壁面の吸音率の変化による音響特性を考慮できていないことに加え, 背景騒音の条件が一定であったことから壁面の吸音率の変化が及ぼす影響と背景騒音の条件が及ぼす影響についての検討が必要である. そこで, 本研究では非音楽専用空間における音響特性と背景騒音の条件が演奏者の演奏感覚に及ぼす影響について検討し, 響きと背景騒音の相互関係を明らかにすることを旨とする.

2. 非音楽専用空間における演奏者の空間評価

非音楽専用空間での演奏会において背景騒音が演奏者に対してどのような影響を与えているかを調べることを目的としてアンケートを行った. 非音楽専用空間での演奏経験がある 20 人を対象に非音楽専用空間のメリット・デメリットと気になった騒音の種類について回答してもらった(複数回答あり).

非音楽専用空間のメリットとして「距離感」や「気軽さ」, 「緊張感の違い」に加え, 「自奏音の聴こえや生音を認識しやすい」など演奏に関する回答も得られた. デメリットとして響きの過少・過多が多く挙げられ,

背景騒音についても挙げられた. よって空間がもたらす音響特性に加えて騒音の検討の必要性が示された. 気になった騒音については定常的に鳴っている音に加え, 子どもの声などの突発的な音が気になるという回答があり L_{Aeq} を騒音の条件とした上で間欠でピークレベルをもつ騒音の検討が必要な可能性が示唆された.

3. 背景騒音を伴う空間の演奏性に関する分析

既報^[2]にて騒音下での空間寸法の違いのみを条件としていたことから, 壁面の吸音率を変化させるかつ騒音の種類やレベルの変化を加えた条件で実験を行い, 演奏しやすさ・しづらさ(以降, 演奏性)に及ぼす影響を検討した. 音場は空間による音響特性の比較のために選定した Table.1 のような音場を音響シミュレーションソフト(CATT-Acoustic)を用いて各空間のインパルス応答を算出した(Figure.1). その結果に音源並びに騒音にインパルス応答を畳み込んだものと, 被験者の自奏音を実時間上で畳み込んだものを同時に再生し, 無響室内で音場再現実験を行った. 楽器の指向性は管楽器のみのため, 単一指向性とした. 演奏楽曲は4人のアンサンブルで構成される「It Don't Mean A Thing」を用いた. 被験者位置は後壁から5mの位置を中心に半径2m位置でアンサンブル演奏を行う設定とした. 騒音は実音場で測定を行った結果, 演奏音に対して騒音が-10dB程度であったため, アンケートから気になった

Table1. Conditions of the experimental sound field

音場No.	寸法(WDH)(m)	吸音率変更面	RT(Eyring)[s]	STearly[dB]	STlate[dB]	平均吸音率					
						125	250	500	1k	2k	4k
1	10×10×10	-	2.03	-5.69	-5.64	0.06	0.06	0.12	0.17	0.14	0.1
2	10×10×10	天井	2.3	-6.01	-3.46	0.02	0.04	0.11	0.17	0.14	0.1
3	10×10×10	前床	2.77	-5.36	-3.44	0.06	0.05	0.09	0.13	0.1	0.07
4	25×10×10	前左	3.92	-8.15	-4.47	0.07	0.06	0.08	0.1	0.08	0.07
5	25×10×10	前左右	4.54	-7.32	-3.91	0.07	0.05	0.07	0.08	0.07	0.06
6	30×10×10	前後左右	7.44	-8.75	-3.02	0.07	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
7	10×15×10	前後左右床	10	-7.33	0.71	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
8	10×30×10	前後左右	7.44	-9.10	-3.65	0.07	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
9	10×10×15	天井床	2.5	-6.70	-4.00	0.02	0.04	0.11	0.18	0.14	0.09
10	10×10×15	後左右天井	6.3	-6.32	-0.67	0.02	0.02	0.04	0.06	0.05	0.04
11	10×10×25	前左右床	6.7	-7.10	-3.42	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06	0.05
12	10×10×30	前後左右	13.4	-6.88	-1.36	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

1: 日大理工・院(前)・建築 2: 日大理工・教員・建築

騒音を含むA(商業施設), B(機械音), C(駅)で3分間集音した騒音を, 背景騒音のレベルが演奏音に対し演奏時間40秒について L_{Aeq} で-10dB, -5dB, 0dBに設定した。Table.1はAの-10dBの条件で, さらにTable.1の1の音場について騒音の種類・音量の違いを検査した。各音場で演奏を行った後, 大滝ら^[3]が評価項目とした13項目に騒音が与えた影響を検査するための2項目を加えた15項目(Table.2)を7段階(-3~+3)で評価してもらった。なお, 演奏の成立並びに騒音の影響を検査するためTable.2の評価項目(12),(13),(15)を総合評価とする。

Table.1の全音場について「演奏しやすさ」を目的変数として重回帰分析を行い(Table.3)大滝ら^[3]の結果と比較すると, 有意な説明変数として「明瞭性」が抽出されなかった。理由として, 背景騒音が加わることで響きのバランスを認識しづらくなり「演奏しやすさ」を判断する上で「明瞭性」の影響が減ったと考えられる。また, Table.1の全音場について目的変数を「騒音の煩わしさ」とし重回帰分析を行うと, 「騒音音量の大小」が挙げられた。そのため, 建築条件がもたらす響きの変化が「騒音音量の大小」に影響を与えていることが示され, 建築条件を検査する必要性が窺えた。

既報^[2]より反射音量^[4]と騒音の関係が示唆されたことから, 反射音量を比較検討するため ST_{early} は音場3,5,8, ST_{late} は音場1,2,10について目的変数を「周囲との合わせやすさ」にしそれぞれ重回帰分析を行ったところ(Table.4), 自由度調整済み決定係数から ST_{early} と比較して ST_{late} がより関係していることが示された。また ST_{early} を検査するための重回帰分析では, 有意な説明変数とは示されなかったが, 説明変数として「騒音音量の大小」が挙げられた。そのため, 演奏者が演奏の成立を考える上で, 背景騒音の影響が寄与するのは ST_{early} である可能性が示唆された。次に, 背景騒音の違いに

Table2. Subjective evaluation items

項目	意味
(1)反響感	演奏中に返ってくる音
(2)残響感	演奏が停止した後に残る音
(3)明瞭性	音の輪郭がわかる, クリアさ
(4)響感	自分の演奏音と周囲の演奏音の響感
(5)音量バランス	自分と周囲の音量バランス
(6)自分の音の聞こえ度合い	自分の音がどの程度聞こえるか
(7)周囲の音の聞こえ度合い	周囲の音がどの程度聞こえるか
(8)タテの合わせやすさ	タテが合わせやすいかどうか
(9)聴きたい楽器の聞こえ度合い	演奏中に聴きたい楽器の聞こえ度合い
(10)演奏者同士の距離感	演奏者同士の距離感, 近い/近い
(11)聴衆に届いた感覚	聴衆にどのような音が届いているか
(12)周囲との合わせやすさ	周囲と合わせやすいかどうか
(13)演奏しやすさ	演奏しやすい/しづらいかの評価
(14)騒音音量の大小	騒音が聞こえか
(15)騒音の煩わしさ	騒音が心理的に影響をおよぼすか

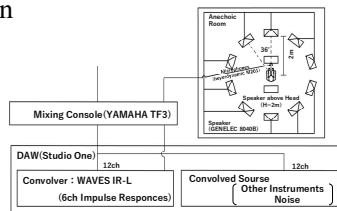


Figure1. Sound field reproduction system

Table3. Multiple regression analysis of changes in acoustic characteristics (Left:playability,Right:Noise annoyance)

目的変数: 演奏しやすさ	騒音変化なし			目的変数: 騒音の煩わしさ	騒音変化なし		
	係数	t	P-値		係数	t	P-値
切片	-0.1949	-3.0360	0.0029	切片	-0.1187	-1.3802	0.1700
反響感	0.0707	1.3598	0.1764	響感	0.1012	1.7201	0.0879
自分の音の聞こえやすさ	0.2528	2.7996	0.0059	自分の音の聞こえ度合い	0.1120	1.9088	0.0586
聴きたい楽器の聞こえ度合い	0.1236	1.7284	0.0864	周囲の音の聞こえ度合い	0.1988	3.6368	0.0004
聴衆に届いた感覚	0.1926	3.0606	0.0027	タテの合わせやすさ	0.1010	1.7204	0.0878
周囲の煩わしさ	0.1808	3.6033	0.0005	騒音音量の大小	0.5907	14.5699	0.0000
周囲との合わせやすさ	0.2962	3.6906	0.0003	自由度調整済み決定係数			0.7784
自由度調整済み決定係数			0.8185	F値			2.91E-40
F値			8.21E-45				

による演奏性を検討するため「騒音の煩わしさ」を目的変数に, 騒音の種類の違いとレベルの違いを検査したところ(Table.5), レベルの違いにおける説明変数として「騒音音量の大小」が挙げられた。しかし, 種類を変更した場合にも「騒音音量の大小」が有意な説明変数であったことから, 種類の変化でも騒音の音量感が変化し演奏性も変化することが示唆された。

Table4. Multiple regression analysis of ease of ensemble (Left: ST_{early} ,Right: ST_{late})

目的変数: 周囲との合わせやすさ	ST_{early}			目的変数: 周囲との合わせやすさ	ST_{late}		
	係数	t	P-値		係数	t	P-値
切片	-0.1456	-1.3499	0.1887	切片	-0.0437	-0.3937	0.6973
反響感	-0.1195	-1.1655	0.2544	明瞭性	0.2221	2.2559	0.0293
残響感	0.1127	1.1664	0.2541	響感	0.1024	1.4664	0.1555
音量バランス	0.3780	3.6486	0.0012	自分の音の聞こえ度合い	-0.0889	-1.0760	0.2926
聴きたい楽器の聞こえ度合い	0.6173	5.8506	0.0000	周囲の音の聞こえ度合い	0.1377	1.5354	0.1378
聴衆に届いた感覚	0.1512	1.3467	0.1897	タテの合わせやすさ	1.1756	9.9360	0.0000
騒音音量の大小	0.1725	1.4024	0.1726	聴きたい楽器の聞こえ度合い	-0.2958	-2.8965	0.0079
自由度調整済み決定係数			0.8327	演奏者同士の距離感	0.1629	1.8830	0.0719
F値			4.33E-10	聴衆に届いた感覚	-0.1917	-1.7528	0.0924
				自由度調整済み決定係数			0.9453
				F値			9.28E-15

Table5. Multiple regression analysis of noise changes (Left:type,Right:volume)

目的変数: 騒音の煩わしさ	騒音種類			目的変数: 騒音の煩わしさ	騒音音量		
	係数	t	P-値		係数	t	P-値
切片	-0.1954	-0.5888	0.5613	切片	0.0643	0.5633	0.5779
反響感	0.6009	1.9356	0.0643	明瞭性	-0.1745	-2.9208	0.0070
残響感	-0.5190	-1.9174	0.0667	自分の音の聞こえ度合い	0.0529	1.0707	0.2938
明瞭性	-0.3105	-1.8232	0.0803	周囲の音の聞こえ度合い	0.1389	1.9874	0.0571
自分の音の聞こえ度合い	0.2561	1.3393	0.1925	聴衆に届いた感覚	0.1471	1.7999	0.0831
タテの合わせやすさ	0.2241	1.4580	0.1573	騒音音量の大小	0.8153	13.9881	0.0000
演奏者同士の距離感	0.2261	1.1762	0.2506	自由度調整済み決定係数			0.9465
騒音音量の大小	0.7553	6.5781	0.0000	F値			2.75E-17
自由度調整済み決定係数			0.6814				
F値			3.37E-06				

4. まとめ

背景騒音を伴う空間において, 反射音量との関係が演奏性に与える影響について検討を行った。その結果, ホールでの演奏性を担保する ST_{early} と比較し, ST_{late} がより演奏性を左右することが分かった。また ST_{late} と比較し, ST_{early} がより背景騒音に影響を与えている可能性が示唆された。しかし, ST 値は響きの物理量であるため, 騒音と響きの両者を検討するための物理量を用いた演奏性の検討を行っていく必要がある。

5. 参考文献

[1] 山口結衣:「コンサート以外の演奏空間における音場の評価と空間内の響きが演奏感覚に及ぼす影響」, 令和6年度日本大学大学院理工学研究科修士論文要旨集, 2025

[2] 朝田和希,橋本修:「コンサートホール以外の空間における騒音が演奏者の意識にもたらす影響」, 日本大学理工学部学術講演会予稿集, 2024

[3] 大滝萌他:「コンサートホール以外の空間における生楽器演奏者による音場の評価と比較考察」, 日本大学理工学部令和6年度卒業論文梗概, 2025

[4] A.C.Gade:「Investigations of musicians' room acoustic conditions in concert halls,Part2:Field Experiments and synthesis of results」, Aco-ustica69,1998