

オーケストラ演奏時における反響感と残響感の印象が演奏者に与える影響

The Impact of Initial and lateral Reflections on Stage Performances

○市村みのり¹, 橋本修²

* Minori Ichimura¹, Osamu Hashimoto²

In this study, elucidated the perception of resonance experienced by performers during orchestral performances through interviews and subjective evaluation experiments. As a result, performers perceive resonance in the order of reflection and reverberation during their performances, and that these acoustic phenomena are related to factors such as "the ease of ensemble coordination" and "the perception of sound reaching the audience." The temporal transition of reflection and reverberation remains an issue for future investigation.

1. はじめに

コンサートホールでの演奏において、舞台上の演奏者はよりよい音楽を届けるために演奏を行う。既報¹⁾より、オーケストラ演奏時、演奏者は自分の楽器の演奏音と他者の楽器の演奏音の合わせ（以降：アンサンブル）を重要視していることを示しており、旗野²⁾はアンサンブルに重要な自他の演奏音のバランス（以降：音量バランス）について初期時間（0~100ms）の響きの量について検討した。初期時間の響きの量の変化が他者の演奏音の聞こえに影響することから、自他の音量バランスが変化するとしたが、後期時間の響きの量の影響は考慮されていない。また上野³⁾は、後期反射音の遅れ時間を変化させた条件でシミュレーション実験を行い、適度な遅れ時間をもつ後期反射音が演奏の助け、特に客席に音が届いている感覚に影響していることを示唆したが、ソロ演奏時のみの検討のため、オーケストラ演奏時においても検討が必要である。以上より本研究では、オーケストラ演奏時における演奏しやすさ・演奏しづらさ（以降：演奏性）と響きの量の関係について再検討することを目的とし、演奏者によるヒアリング調査および主観評価実験を行った。

2. ヒアリング調査

コンサートホールでの演奏時、響きの印象がもたらす効果について知ることを目的とし、オーケストラ演奏経験のある計23名（弦楽器奏者12名、管楽器奏者11名）にWeb上でアンケート調査を行った。さらに計11名（弦楽器奏者6名、管楽器奏者5名）にWeb面談形式または対面形式のヒアリング調査を行い、詳細に尋ねた。アンケート調査により得られた回答のうち反響感および残響感の量と演奏性の関係を Fig.1, Fig.2 に示す。反響感が少ないことによる演奏しやすい要素は見られなかった。ヒアリング調査より反響感および残響感の定義を尋ねたところ、反響感は自身の音をいう傾向にあった。これより、反響感は自身の音を

確認するための重要な要素であり、反響感が少ないと自身の音の判別ができない状態となるため、演奏しやすいとする回答が得られなかったと考える。残響感は音楽を豊かにする効果があることで演奏者に気持ちよさを感じさせると窺えた。一方で残響感の多さが演奏の成立を阻害する可能性が見られたことから、適値があると考えられる。またヒアリング調査より残響感の定義を、客席を含むホール全体の響きや音の余韻とする傾向にあったことから、反響感よりも後に印象を受けていることが窺えた。また、残響感を音の余韻と捉える回答者がいる一方で「タテが合わせづらい」といった演奏中に感じる要素が挙げられたことから、残響感はオーケストラ全体の音の響きの量とする場合と、音を止めた際の響きの余韻とする場合があると考えられる。

以上より演奏者は、演奏中に感じる響きを反響感、残響感、響きの余韻の順番に感じており、それぞれ影響する音響要素は量によって異なることが示唆された。

3. 主観評価実験

反射音の量と演奏性の関係について検討することを目的とし、主観評価実験を行なった。

本実験に使用したホールの諸条件を Table1 に示す。

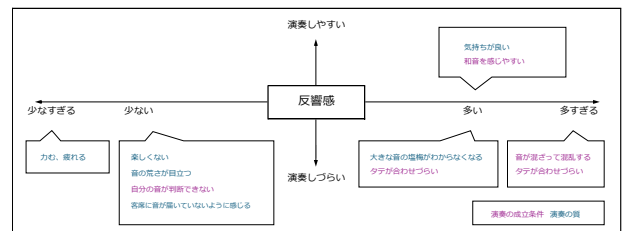


Figure1. Impressions of the Response

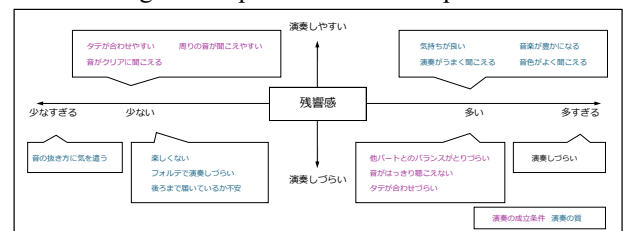


Figure2. Impressions of the Reverberation

1：日大理工・院(前)・建築 2：日大理工・教員・建築

演奏者が知覚する響きの順番より、反響感を舞台周辺の壁や天井からの返り、残響感を客席を含むホール全体からの返りとし、舞台周辺やコンサートホールの形状が異なるホールを基準ホールに用いた。これに加え、客席または舞台上の吸音率を変化させたものうち STearly と STlate の値が異なるものを選定し、音場を再現した。ここで、STとはGade^[4]が提案した舞台音響指標である。実験は既報^[1]と同様の方法で行い、無響室にて、対象とする演奏者を除く62点の無響音源を積み込んだ再生音を再生し、それに合わせて演奏してもらった。実際の演奏音は、被験者位置でのインパルス応答に実時間上で積み込んだものを再生音と同時に再生した。音源はベートーヴェン作曲「交響曲第7番第一楽章」の冒頭から22小節目までを用いた。計8名（弦楽器奏者6名、管楽器奏者2名）にTable2に示した項目について-3~+3の7段階で評価してもらった。評価項目は、既報で用いたものに加えてヒアリング調査で得られた項目を追加した計14項目であり、評価に関する詳しい理由は口頭でヒアリングした。

得られた評価から、ワード法を用いたクラスター分析により使用ホールを分類した結果をFig.3に示す。初めの分岐で舞台上の吸音率を高めたホールとそれ以外に分けられた。aホールはサラウンド型のホールであり、出した音がさまざまな方向に分散することから音の返りを知覚しづらいため、舞台上の吸音率を高めたホールと同じ分類になったと考える。これらのクラスターを第1クラスター、それ以外を第2クラスターとし、それぞれ演奏しやすさを目的変数とした重回帰分析を行なった。減少法により整理した結果をTable4に示す。第1クラスターにおいて「反響感」が、第2クラスターにおいて「残響感」が得られた。第1クラスターのホールでは本来音が反射する舞台周りの壁や天井を吸音しているため、早い時間に返ってくる反射音が極端に少ないと考えられる。第2クラスターでは基準とするホールに加え、客席側の壁や天井を吸音したパターンと客席後方の壁の反射性にしたパターンが分類されているため、客席からの反射音を含む遅い時間の残響感が影響していると考えられる。次に、反響感および残響感とその他の要素の関係を見ると、反響感、残響感ともに「周囲の音の聴こえ」「客席への音の届き」との関係が見られた(Fig.4)。ここで「周囲の音の聴こえ」は演奏の成立条件に、「客席への音の届き」は演奏の質にそれぞれ関係することから、響きの印象は演奏しやすさだけでなく、演奏の質に関わるというヒアリングと同様の結果が得られた。

Table1. Hall Conditions Table2. Subjective Evaluation Items

ホール	形状	吸音率(%)	ステージ(観客席位置)			残響時間(T60)	ST early (平均値)	ST late (平均値)	ST比 (early/late)	評価項目	
			幅(m)	奥(m)	奥行(m)					1.反響感	2.残響感
a	ワイナード	-	26000	20.5	19.3	10.4	1.83	-14.29	-17.31	0.83	3.響きのバランス
b	サラウンド	客席後反射					0.99	-12.60	-12.48	0.96	4.明確性
c	扇形	-					1.97	-13.33	-15.44	0.86	5.自分の音の聞こえ具合
d	バンドステージ	舞台後反射	10700	24.1	8.5	14.2	0.82	-22.39	-21.64	1.03	6.周囲の音の聞こえ具合
e	シューボックス	-					1.98	-12.07	-12.54	0.89	7.音響感
f	シューボックス	客席後反射	15000	19	16.3	9	0.21	-12.01	-17.71	0.68	8.音響バランス
g	バンドステージ	客席後反射					2.19	-11.72	-12.87	0.91	9.タタの合わせやすさ
h	シューボックス	-	10400	21.8	14.5	9.5	1.56	-14.58	-13.33	1.09	10.周囲との合わせやすさ
i	バンドステージ	舞台後反射					0.51	-21.35	-18.00	1.19	11.自分の音の出しやすさ
j	シューボックス	-					1.99	-14.45	-14.84	0.99	12.客席へ音が届いているか
k	シューボックス	舞台後反射	25600	20.5	17.5	12.7	0.77	-19.85	-20.67	0.96	13.気持ちよさ
l	サラウンド	客席後反射					2.20	-11.07	-14.10	0.79	14.演奏しやすさ

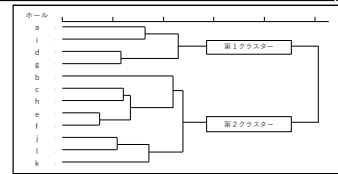


Figure3. Cluster Analysis

Table4. Results of Multiple Regression Analysis

目的変数：演奏しやすさ	第1クラスター			目的変数：演奏しやすさ	第2クラスター		
	係数	t	P-値		係数	t	P-値
切片	-0.313	-2.748	0.013	0.029	0.144	0.886	
反響感	0.267	4.258	4.25E-04	-0.197	-1.880	0.066	
明確性	-0.214	-2.287	0.034	0.258	2.446	0.018	
周囲の音の聴こえ	0.530	2.948	0.008	-0.393	-2.752	0.008	
音響感	-0.299	-1.933	0.068	0.255	2.487	0.016	
音響バランス	0.299	2.572	0.019	0.246	2.010	0.050	
タタの合わせやすさ	0.184	1.945	0.067	0.323	2.481	0.017	
自分の音の出しやすさ	0.602	5.760	1.50E-09				
客席への音の届き	-0.172	-1.791	0.089				
自由度調整済み決定係数	0.8978			0.6429			
F検定	2.85E-09			1.06E-10			

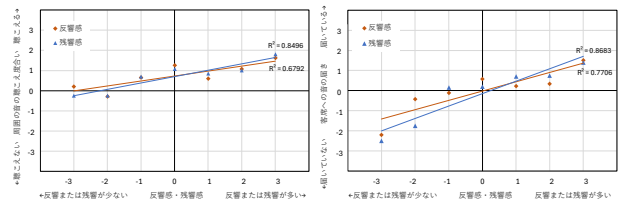


Figure4. Correlation with Reflections

4. まとめ

ヒアリング調査および主観評価実験より、演奏者は演奏中に反響感および残響感を感じており、反響感のあとに残響感を意識することが示された。ここで反響感と残響感の時間的な推移は複雑であり、ステータタイプによってこの移り変わりは異なると考えられる。今後は、初期や後期の反射音エネルギー量や、それらのバランスも併せて検討する必要がある。

5. 参考文献

[1] 市村みのり他「ステータタイプの違いによるオーケストラ演奏時の演奏性と音響要因との関係性」日本大学理工学部令和4年度卒業論文梗概, 2023
 [2] 簗野真優「響きの違いが自他の演奏音のバランスに与える影響についての検討-合奏時の演奏性に寄与する音響要因と舞台条件との関係-」令和5年度日本大学大学院理工学研究科修士論文要旨集, 2024
 [3] 上野佳奈子他「演奏者に対する後期反射音の効果」日本音響学会, 建築音響研究会資料, 1999
 [4] A.C.Gade, "Investigations of musicians' room acoustic conditions in concert halls, Part 1: Methods and laboratory experiments" Acustica69, 1989