

# ステージタイプの違いがオーケストラ演奏者の演奏性に与える影響

## Effect of Different Stage-Types on the Performance of Orchestral Musicians

○土屋真美子<sup>1</sup>, 橋本修<sup>2</sup>

\*Mamiko Tsuchiya<sup>1</sup>, Osamu Hashimoto<sup>2</sup>

In this study, we conducted a subjective evaluation experiment to examine the influence of different stage-types on playing performance and the difference in directional response of reflected sounds. We found that the acoustic elements perceived by orchestral musicians differed depending on the stage-type. In a surround-type hall, the reverberation is large, and orchestral musicians were conscious of the sounds of others when performing in an ensemble. In addition, the directional responses on the stage differed depending on the stage-type and stage position, suggesting that these are related to the playing performance.

### 1. はじめに

演奏者にとって好ましい音環境を創造するために、舞台内音場評価の検討が必要である。筆者ら<sup>[1]</sup>は、音楽ホール舞台上の演奏性に関する主観評価実験から楽器種で演奏者に意識される音響要素は異なり、これに舞台形状の違いによる反射音構造の差異が関係すると考えた。これまで、実音場での測定から舞台上の反射音の方向別応答はステージタイプによって差異が生じることが報告されており<sup>[2]</sup>、また反射音の方向別分布が演奏性に関与することが指摘されている<sup>[3]</sup>。既報<sup>[1]</sup>ではシューボックス型（エンドステージ）のみの検討であったため、本報では、サラウンド型ホールについて主観評価実験を行い、既報<sup>[1]</sup>の結果と併せて考察することで、ステージタイプの違いによる演奏性及び反射音の方向別応答の差異についての基礎的な検討を行った。

### 2. 主観評価実験

Table.1 に本実験に使用したサラウンド型ホール（MK）及び既報<sup>[1]</sup>の実験に使用したエンドステージのホール（KC）の諸条件を示す。これらは、実在するホールをもとに  $ST_{early}$  の偏差が 2dB 以内となる範囲で舞台幅と天井高を±2m ずつ、天井反射板（浮雲）高さを±4m ずつ（MK のみ）変化させた条件である。舞台内音場を再現するために、Fig.1 に示すようなオーケストラ編成を想定し、音響シミュレーションソフト（CATT-Acoustic）を用いて各演奏者位置でのインパルス応答（音源は他の全演奏者）を算出した。また、ステージタイプが舞台内の反射音性状に与える影響について検討するために舞台前方（Vn1）位置及び舞台後方（Fl）位置でステージタイプごとに方向別  $ST_{early}$  を算出した（Fig.2）。これは、Fig.1 に示す被験者位置で6チャンネル（平面は等角度5ch、頭上1ch）の方向別インパルス応答から算出している。Fig.2 より、各楽器共に MK で

Table1. Architectural Data of Simulated Halls

MK (サラウンド型)						KC (エンドステージ)								
パターン	差容積	ステージ		浮雲高さ	残響時間	ST	パターン	差容積	ステージ		浮雲高さ	残響時間	ST	
[m]	[m <sup>3</sup> ]	舞台幅 [m]	高さ [m]	[m]	[s]	[dB]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	舞台幅 [m]	高さ [m]	[m]	[s]	[dB]	
±0	27300	22	22	14.4	15.2	2.08	-16.1	±0	20000	20	16.6	13	1.83	-15.7
h+2	30300		24			2.22	-15.6	h+2	22278		18.6		1.98	-15.6
h+4	32760		26	14.4	15.2	2.30	-15.5	h+4	24698	20	20.6	13	2.17	-15.5
h-2	24570		20			1.95	-15.9	h-2	17355		14.6		1.66	-14.6
h-4	21940		18			1.82	-14.8	h-4	14942		12.6		1.69	-15.6
w+2	30300	24				2.15	-15.4	w+2	21895	22			1.90	-16.1
w+4	32760	26				2.17	-15.5	w+4	23511	24			1.88	-16.9
w-2	24570	20	22	14.4	15.2	2.02	-15.3	w-2	17873	18	16.6	13	1.82	-14.7
w-4	21840	18				1.96	-15.1	w-4	15911	16			1.75	-15.6
rNo	27300					2.14	-16.5							
r+4	27300	22	22	14.4		19.2	2.08	-16.9						
r-4	27300					11.2	2.08	-16.0						

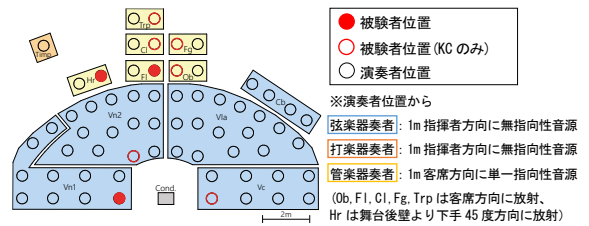


Figure1. Layout of Orchestra

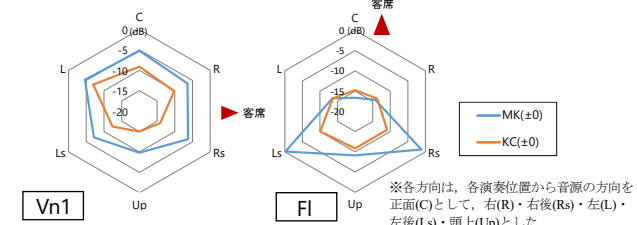


Figure2.  $ST_{early}$  Calculated for Each Direction (Stage-Type)

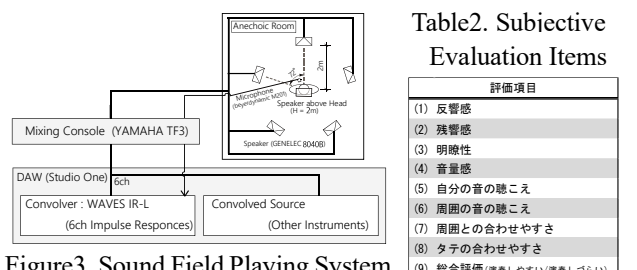


Figure3. Sound Field Playing System

Table2. Subjective Evaluation Items

評価項目
(1) 反響感
(2) 残響感
(3) 明瞭性
(4) 音量感
(5) 自分の音の聞こえ
(6) 周囲の音の聞こえ
(7) 周囲との合わせやすさ
(8) タテの合わせやすさ
(9) 総合評価(演奏しやすい/演奏しづらい)

大きい数値をとっていた。舞台位置で比較すると Vn1 位置では客席側から、Fl 位置では後方から強いフィードバックがあり、特に MK で位置による反射音分布の差が顕著に見られた。主観評価実験は無響室内で Fig.3 に示す音場再生システムを構築して行った。Fig.1 の赤丸で示した演奏者を被験者位置とし、インパルス応答

1 : 日大理工・院 (前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

にオーケストラ演奏の楽音（無響音源）を畳みこんだ再生音と、被験者位置でのインパルス応答に実際に演奏した音を実時間上で畳み込んだフィードバック音を合わせて再生した。音源はベートーヴェン作曲の「交響曲第7番第1楽章」の10小節目から42小節目までの部分を用いた。再生レベルは無響音源において楽器ごとに再生レベルが統一されているため各ホールとも同一とした。評価項目は、既報<sup>[1]</sup>と同様とした（Table.2）。評価方法は被験者5名（弦楽器1名、管楽器4名）に7段階（-3~-0~+3）で評価してもらい、評価と同時に評価理由に関するヒアリングを行うことで、被験者の意識を理解するようにした。なお既報<sup>[1]</sup>では、被験者18名（弦楽器7名、管楽器11名）に評価してもらった。

### 3. 主観評価結果と考察

Fig.4に2ホールの基本形（±0）での主観評価の平均値を示す。Fig.4より、「反響感」、「残響感」、「タテの合わせやすさ」で5%水準で有意差が認められた。Fig.2より各楽器共にMKで方向別のST<sub>early</sub>が大きい値をとっており、特に管楽器の反射音が舞台後方から強く返ってくることで反響を大きく感じたと予想される。また、評価後のヒアリングからMKでは、大きな反響や残響（特に金管楽器）が他の演奏音をマスキングして、タテが合わせづらかったとの意見が得られており、強い反射音が遅れて到達するといった時間構造が影響していることが示唆された。Fig.5に舞台形状と総合評価の平均値との関係を示す。KCでは、評価値の差は小さくほぼ全ての条件で正の評価であることから、舞台形状による演奏性への影響が少ないと考えられる。一方でMKについて、浮雲高さに関しては評価値に差が認められなかったが、舞台幅・天井高に共通して寸法が小さい方が演奏しやすい傾向にあり、-4mの条件で最も良い評価が得られている。この評価の差は室容積による空間の響きの質の違いによるものと考えられ、寸法が大きい条件では「響きがぼやけて、音程や音量バランスが取りづらい」といった意見が多く、演奏の成立に関わる音響要素が欠けてしまったことから低い評価となったと思われる。次に、ステージタイプ別に演奏性に寄与する項目を抽出するために、Table.2中の「総合評価（演奏しやすい／演奏しづらい）」を目的変数、総合評価以外の項目を説明変数として重回帰分析を行った（Table.3）。演奏性に寄与する項目として、共に「周囲との合わせやすさ」が最重要項目として抽出された。合奏性に関わる要素はステージタイプに寄らず演奏上で意識されやすいと考えられる。両者の違いとしてMKでは「周囲の音の聴こえ」、KCでは「自分の音の

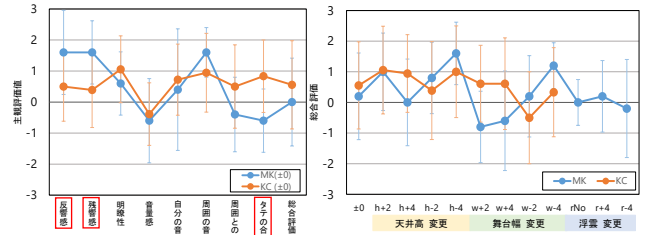


Figure 4. Result of Subjective Evaluation 1 (Stage-Type) Figure 5. Result of Subjective Evaluation 2 (Comprehensive Evaluation)

Table 3. Results of Multiple Regression Analysis

目的変数：総合評価	MK（サラウンド型）			KC（エンドステージ）			
	係数	t	P-値	係数	t	P-値	
説明変数	切片	0.338357	1.123655	0.268208	-0.286516	-2.056293	0.041431
	反響感	0.138408	0.937491	0.354427	0.264815	3.700858	<b>0.000298</b>
	明瞭性	0.08193	0.509401	0.613417	-0.113648	-1.567673	0.118997
	自分の音の聴こえ	0.045343	0.338619	0.736761	0.127919	2.080702	<b>0.039106</b>
	周囲の音の聴こえ	-0.516435	-2.363652	<b>0.023312</b>	0.022751	0.309267	0.757534
周囲との合わせやすさ	0.6119	3.437441	<b>0.001437</b>	0.440604	5.540613	<b>1.26E-07</b>	
タテの合わせやすさ	0.236877	1.223955	0.228504	0.381684	4.506926	<b>1.29E-05</b>	
自由度調整済み決定係数	0.637735931			0.570123753			
F検定	3.781E-07			3.96629E-26			

聴こえ」が抽出された。理由として、ヒアリングからMKでは反響が大きく周囲の音の粒やニュアンスが知覚しづらかったため、周囲の音の聴こえを特に意識して演奏していたと考えられる。一方でKCでは、「自分の音が響いていない」、「客席に音が届いていない感じがする」との回答が得られており、自身の音を調節するために意識していたと考えられる。以上から、ステージタイプで求められる自他の音量感は異なっており、両者の音量バランスについて好ましい条件を検討する必要があると考える。

### 4. まとめ

主観評価実験から、ステージタイプで演奏者に意識される音響要素は異なり、サラウンド型ホールでは反響感や残響感が大きく、合奏する上で周囲の音の聴こえを重視していると考えられた。また舞台上の方向別応答はステージタイプや舞台位置によって差異が認められ、これらが演奏性に関係することが示唆された。実験のヒアリングから、響きの質や反射音の遅れが演奏性に影響したとの意見も得られたため、今後は反射音の立ち上がり性状などの時間構造を加味した検討を行う予定である。

### 5. 参考文献

[1] 旗野真優 他「オーケストラ演奏時に演奏者が必要とする音響要素に関する主観的検討 その2」、日本建築学会大会講演梗概集, pp273-274, 2021  
 [2] 上野佳奈子 他「ステージ上の音響特性の測定」、日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp189-190, 1996  
 [3] 飯塚亜希子 他「演奏のしやすさからみたステージ音場に関する基礎的研究」、日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp157-158, 2005