

コンサートホールの基本形状及び舞台形式の違いが客席内の聴感印象に与える影響 Influence of Hall Shape and Stage Type in Concert Hall on Acoustic Impression in Auditorium

○大山口真広¹, 橋本修²

*Mahiro Oyamaguchi¹, Osamu Hashimoto²

The basic shape of a concert hall includes rectangle, fan shape, and polygon. Along with that, the stage type also has an end stage and an open stage. In this study, subjective evaluation experiments were conducted in six halls with different shapes. We found that the auditory impression of the auditorium is similar even though the stage type is different in the shoebox. In the vineyard, it was found that the auditory impression of the auditorium is influenced not only by the basic shape but also by the stage type. In addition, the difference in auditory impression due to seat position tended to be smaller in the fan shape.

1. はじめに

コンサートホールの平面形状が、矩形だけでなく扇形や多角形に多様化していることで、舞台を取り囲む環境が変化し、近年ではエンドステージ形式だけでなく、オープンステージ形式のホールが多くみられるようになった。舞台形式の違いによって、初期反射音への影響が予想されるため、それに伴う主観的な音の印象をとらえることが重要であると考えられる。日高ら^[1]による研究では、実際の24ホールの測定結果からRECカーブ等の物理量の検討が行われ、ホールの基本形状を区別するのに低音域の初期反射音性状が重要であると示されたが、主観量との対応性に関する知見は少ない。また、木村ら^[2]による検討では、エンドステージ形式の13ホール内の音場で聴感実験が行われ、主観量に対して袖壁位置や天井反射板等の初期音減衰性状に影響がある部位との関係が考察されているが、オープンステージ形式のホールは含まれていない。本稿では、ホールの基本形状及び初期反射音に関わる舞台形式の違いに着目し、客席内の聴感印象に与える影響について考察した。

2. 主観評価実験

実験条件は、無響室内でFig.1に示すスピーカ6台とウーハー1台の6.1ch音場再生システムを用いて、Table1に示す評価項目を7段階(-3~+3)で被験者(20代の男女計8名)に評価してもらった。再生楽曲には、ベートーヴェン作曲「交響曲第7番第1楽章」の曲中約1分間の音源を使用した。インパルス応答を解析する際の評価位置は、舞台上の指揮者位置から12mと18mの2点とし、音源位置はFig.2に示す単音源(指揮者位置に配置)とオーケストラ配置を想定した多音源(音源数57)の2通りである。インパルス応答の解析にはシミュレーションソフト(CATT-Acoustic)を使用した。Fig.2

に示す演奏音の無響音源に対して、単音源の場合は無指向性音源にて解析したインパルス応答を畳み込み、多音源の場合は弦楽器及び打楽器パートに相当する位置に無指向性音源、木管及び金管楽器に相当する位置に指向性音源を配置して解析したインパルス応答を畳み込んだ。検討したホールはFig.3, Table2に示す同規模程度で建築条件の異なる6ホールである。

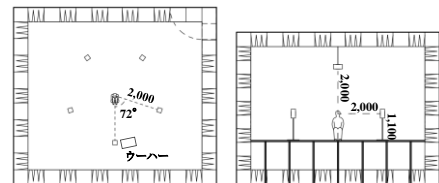


Figure 1. Measurement position

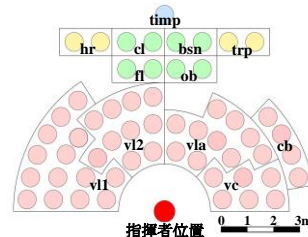


Figure 2. Layout of orchestra

Table 1. Subjective evaluation

量的要素	響きの量 高音の音量 低音の音量
質的要素	明瞭性 分離性 きらびやかさ 濃かみ
空間的要素	距離感 繊密さ アタック感 音源の幅 包まれ感
総合評価	好ましさ

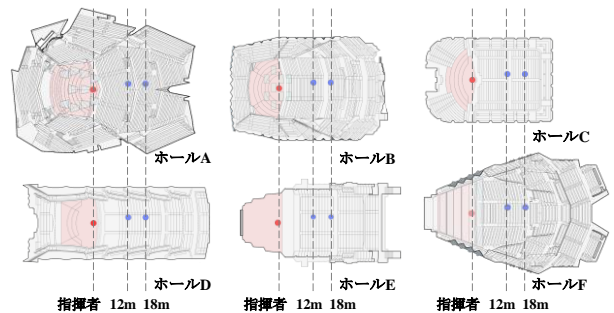


Figure 3. Hall types and points of calculation

Table 2. Architectural data of halls

ホール名	基本形状	舞台形式	舞台後壁	舞台側壁	天井反射板	容積	残響時間 (演席時500Hz)
ホールA	多角形(ワインヤード)	オープンステージ形式	5.0m	3.0m	複数分散	26,000m ³	1.78s
ホールB	矩形(ワインヤード)	オープンステージ形式	2.7m	3.3m	複数分散	21,000m ³	2.09s
ホールC	矩形	オープンステージ形式	—	—	—	18,753m ³	2.04s
ホールD	矩形	オープンステージ形式	2.6m	2.8m	—	25,461m ³	1.96s
ホールE	矩形	エンドステージ形式	—	—	—	17,888m ³	2.24s
ホールF	扇形	エンドステージ形式	—	—	一面	25,037m ³	2.09s

1 : 日大理工・院 (前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

評価項目ごとに分散分析による有意差判定を行った結果を Table3 に示す。多音源の方が 5%及び 10%水準で有意差が生じる評価項目が多く、単音源では特に質的及び空間的要素において 5%水準で有意差が生じる評価項目が得られなかった。単音源の場合、音源情報が限定されてしまうため、各楽器の反射経路が考慮される多音源での検討の方が適当であると考えられる。

次に、多音源の評価位置 12m での評価値を用いて、Table1 に示す総合評価を除いた要素別に、階層クラスター分析(ウォード法)を行った結果を Fig.4 に示す。赤点線が表すのは、クラスター数 3 が得られる切断レベルであり、各要素に共通して①ホール A ②ホール B, C, D, E ③ホール F と分類された。Table2 より、クラスター①, ②, ③には、それぞれ基本形状が多角形, 矩形, 扇形のホールが属された。ここで、クラスター②について、客席形態をふまえると、ホール C, D, E はシューボックス型であり、舞台形式が異なってもホールの横幅が狭いため、似たような聴感印象が得られたと考えられる。一方、ホール B はワインヤード型で、舞台の囲まれ方がシューボックス型とは異なる。クラスター②の構成に着目すると、量的要素ではホール B の類似度がやや低く、舞台周囲に立壁があるものの大きな反射面までの距離が遠いことが影響したと思われる。また、ホール A, B については、同じワインヤード型であるが異なるクラスターに属された。基本形状の違いに加え、舞台周囲が開放されているため、立壁や天井反射板等によって音の放射性が変化しやすく、聴感印象にも影響したと考えられる。また、クラスター③のホール F は、量的及び空間的要素ではクラスター①との類似度が比較的高い傾向であるが、質的要素ではクラスター②との類似度がやや高くなった。ホール F と同様のエンドステージ形式であるホール E がクラスター②に属しているため、舞台形式の違いが音質に関与することが推測される。以上より、基本形状によっておおよそ聴感印象が分かれることが示唆されたが、客席形態や舞台形式の影響も含まれるため、より詳細な検討が必要であると考えられる。

各ホールタイプにおける多音源での主観評価結果の平均値を Fig.5 に示す。ホール A~E と比較して、ホール F は評価位置の違いによる主観評価の差が小さいことが読み取れた。また、要素別にみると、質的要素と比較して量的及び空間的要素の差が大きいことから、同一ホール内で座席が異なる場合、音質の変化は少ないが量的及び空間的な聴感印象が変化することが示唆された。

Table 3. Significant difference

評価項目	単音源		多音源		
	12m	18m	12m	18m	
量	響きの量	0.09	0.03	0.00	0.53
	音量	0.02	0.04	0.00	0.01
	高音の音量	0.35	0.56	0.01	0.40
質	低音の音量	0.51	0.81	0.10	0.07
	明瞭性	0.14	0.28	0.18	0.67
	分離性	0.08	0.50	0.17	0.63
	きらびやかさ	0.70	0.78	0.32	0.75
空間	温かみ	0.77	0.99	0.00	0.61
	距離感	0.67	0.35	0.09	0.05
	親密さ	0.85	0.31	0.00	0.18
	アタック感	0.26	0.79	0.41	0.57
	音源の幅	0.89	0.54	0.82	0.22
	包まれ感	0.47	0.37	0.00	0.34
総合	好ましさ	0.99	0.98	0.00	0.03

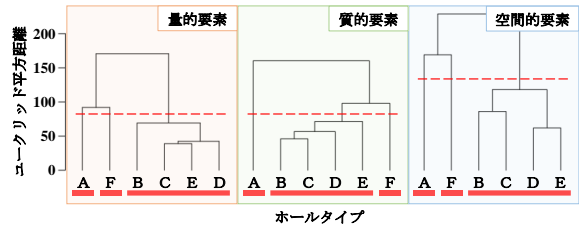


Figure 4. Clustering dendrogram

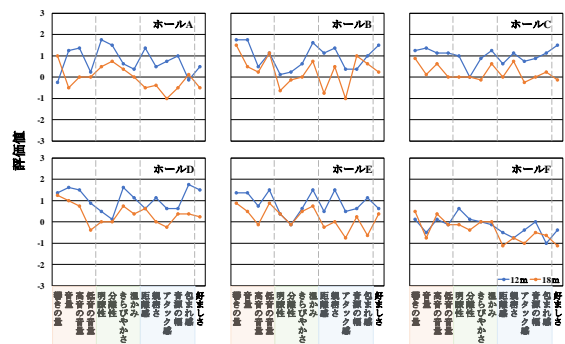


Figure 5. Result of subjective evaluation test

3. まとめ

主観評価実験を行う際の音源の再生方法に関して、単音源より楽器配置が考慮されている多音源の方が適当であることが示唆された。また、主観評価実験の結果より、シューボックス型のホールは舞台形式が異なっても類似した聴感印象が得られた。一方で、客席形態がワインヤード型のホールは、基本形状に加え、舞台周囲の建築条件の違いによっても聴感印象に影響があることが示唆された。また、扇形のホールは座席位置の違いによる聴感印象の差が小さい傾向がみられた。

今後、舞台形式の違いによる聴感印象への影響を調査するため、基本形状等の建築条件を統一し、舞台の囲まれ方に着目した検討を行う必要があると考える。

4. 参考文献

[1] Takayuki Hidaka, Noriko Nishihara : 「Acoustical Quality in Concert Halls as Related to Hall Shape : Shoebox, Surround, and Other」, Psychomusicology: Music, Mind, and Brain 2015, Vol. 25, No. 3, 240-252
 [2] 木村翔, 関口克明 : 「室内音響の主観評価による室内音響設計指標の検討」, 日本音響学会誌, 第 32 巻, 第 10 号, pp.606-614, 1976