

ステージ形態の違いが客席空間内の音響印象に及ぼす影響: その2 Influence of Different Stage Form on Acoustic Impression in Auditorium: Part 2

○宮澤亘¹, 橋本修²

*Wataru Miyazawa¹, Osamu Hashimoto²

In the previous paper, we reported that difference in stage form influenced acoustic impression of “separability”, “warmth”, “brilliance”, “loudness”, and “envelopment” by subjective evaluation test using simulation model of actual concert hall. However, the problem seems to lie in the fact that simulation model’s stage location and shape of auditorium were not same condition. In this paper, subjective evaluation test was conducted by changing simulation model’s stage location under conditions with same auditorium shape and volume etc. The result from this paper indicates that, difference in stage location and shape of auditorium influenced acoustic impression of “loudness of low frequency”, “spaciousness”, and “separativity”.

1. はじめに

コンサートホールのステージ形態にはエンド及びサラウンドステージ型などが存在する。既報¹⁾より、ステージ周辺環境が異なることで、「分離性」「温かみ」「輝かしさ」「音量感」「包まれ感」などの音響印象評価に違いが見られた。しかし、検討に使用したホールモデルは、ステージ位置のみならず、客席形状が異なっていたため、ステージ周辺環境が異なることの影響を詳細に検討できていないことが考えられる。本稿では、客席形状、容積などを統一し、ステージ位置を変化させることで初期反射音構造を変化させ、ステージ周辺環境の違いが聴衆者の評価に対して与える影響について調査することを目的とする。

2. 主観評価実験

検討方法として、無響室内で Figure.1 に示す 6ch 音場再生システムを用いて、スピーカから音源を再生し、Table.1 に示す評価項目を 7 段階(-3~+3)で被験者 (9 名) に評価をしてもらった。実験を始める前に各評価項目の定義を教示し、被験者ごとに評価語に対する定義の差異がないようにした。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(0m)から 12m の 1 点とし、音源にはオーケストラ配置を想定した多音源 (音源数 57) を使用した。Figure.2 にオーケストラ配置及び、物理量算出の際の各楽器における代表点を示す。インパルス応答を解析するにはシミュレーションソフト(Catt-Acoustic)を使用した。Figure.2 に示す楽器ごとの演奏音のドライソースに対して、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を、金管楽器及び木管楽器パートに相当する位置に指向性音源を配置し解析したインパルス応答を畳み込んだ。インパルス応答を解析する際には、Figure.3 に示す 6 パターンのモ

デルを使用した。モデルの基本形状は奥行の最大値(D)と幅の最大値(W)との比 D/W がおよそ 2.2 の type.A と 1.5 の type.B の 2 パターンであり、ステージの位置は後壁から①0m,②3.6m,③7.2m の 3 パターンとした。また全てのパターンで受聴点における天井高は一定(17m)にし、容積及び残響時間も差異が無いようにした。主観評価実験にはベートーヴェン作曲「交響曲 7 番第 1 楽章」の冒頭約 1 分間の音源を使用した。

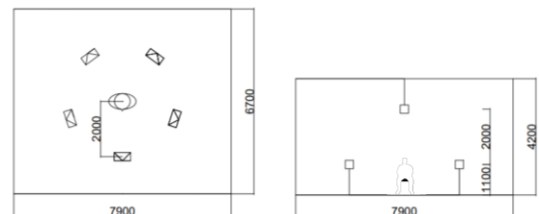


Figure.1 Measurement position

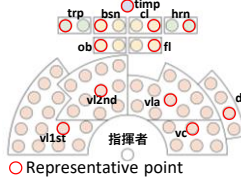


Figure.2 Layout of orchestra

Table.1 Subjective evaluation

評価項目	
明瞭性	分離性
輝かしさ	温かみ
響きの量	高域の音量感
低域の音量感	低高域のバランス
音量感	包まれ感
音源の幅	音の距離感

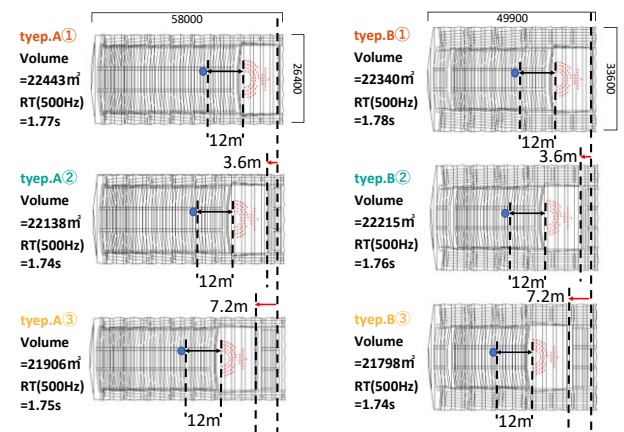


Figure.3 Hall types and points of calculation

1 : 日大理工・院 (前期)・建築, 2 : 日大理工・教員・建築

主観評価実験より得られた評価項目ごとの平均値をFigure.4に示す.type.A, type.Bに共通して「低域の音量感」においてステージ位置の変化に伴って評価値の変化が見られる.分散分析による有意差検定を行ったところ,10%水準で有意差が認められた評価語はtype.Aにおける「明瞭性」「響きの量」「包まれ感」のみで,type.Bにおいては有意差が認められた評価語はなかった.type.Bの場合は,ホール側壁の幅が広いいため,ステージ位置が変化により音響印象に大きく変化を及ぼさないことが考えられた.「低域の音量感」「音源の幅」に関して,type.Aのホール形状ではどのステージ位置の場合でもtype.Bよりも評価値が高く,「分離性」に関しては,type.Aよりもtype.Bの方が評価値が高いことが分かった.「低域の音量感」「音源の幅」「分離性」に関しては,ステージ位置違い,ホールの基本形状によって影響されやすい評価語であると示唆された.次に相関分析を行った結果の一部をTable.2に示す.「分離性」に対して,「低域の音量感」および「音源の幅」の評価語に対して,高い負の相関が得られた.以上より,「分離性」に関しては音源の幅が広がる一方で,側方からの反射音によって個々の楽器音を聞き分けられなくなった可能性が考えられた.また,「低域の音量感」と負の相関が得られたことから,低音域の音量が他の楽器音をマスキングすることで,分離感が低下したと考えられた.

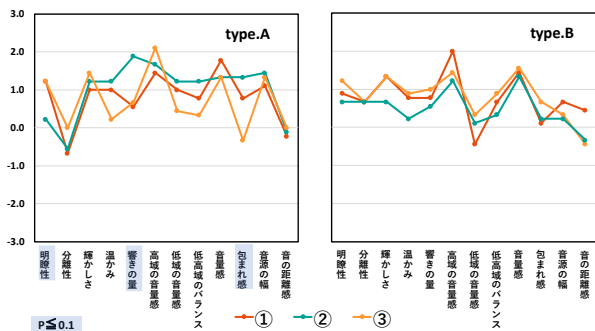


Figure.4 Result of subjective evaluation test

Table.2 Correlation coefficient

	低域の音量	分離性	音源の幅
低域の音量			
分離性	-0.81		
音源の幅	0.71	-0.92	

3. 物理量による検討

相関分析により,「分離性」に関して「低域の音量感」「音源の幅」と負の相関が得られたため,音量感を示すStrength Gより125Hz,250Hz帯域のGの平均値より算出したG_{Low}および「音源の幅」と負の相関を持つとするIACC_{E3}^[2]を用いて,「分離性」との相関関係を検討した.物理量の算出には,Figure.2に示す代表点(計12点)のインパルス応答より求めた値の平均値を使用してい

る.Figure.5より,「分離性」に関してG_{Low}に対して全く相関性が見られなかった.IACC_{E3}に対しては正に相関する傾向が見られるが,ほとんど相関性が得られなかったことから,「分離性」を感じる要因として初期の側方反射のみでは評価できないことが示唆された.また「低域の音量感」に関してG_{Low}に対しては相関性が見られなかった.一方でIACC_{E3}に関して弱い負の相関が見られたことから,側方の反射音によって低域の音量感を阻害していることが考えられた.

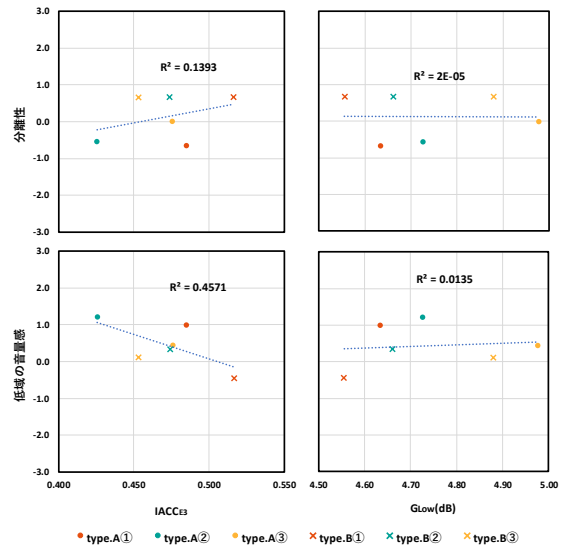


Figure.5 Relation of IACC_{E3} and G_{Low} to separativity and loudness of low-frequency

4. まとめ

主観評価実験の結果より,ステージ位置及び客席の形状の違いより「分離性」「音源の幅」「低域の音量感」に違いが見られた.「分離性」は「音源の幅」「低域の音量感」と負の相関性が得られたことから,側方からの反射音や,低音によるマスキング効果によって,楽器の個々の音の聞こえやすさに影響を与えることが考えられた.物理量による検討では,「分離性」とIACC_{E3}やG_{Low}との間に相関性が得られなかったことから,今後は個々の楽器の物理量に着目し,詳細に検討する必要性があると考えられた.また,G_{Low}に関しては各モデルにおいて測定した値に変化があまり見られなかったため,他の帯域との比較検討を行う必要性が考えられる.

5. 参考文献

[1] 宮澤 亘 他 : 「ステージ形態の違いが客席空間内の音響印象に及ぼす影響」,令和2年度 日本大学理工学部 学術講演会予稿集
 [2] T. Hidaka, L.L. Beranek and T. Okano: Interaural cross correlation, lateral fraction, and low- and high-frequency sound levels as measures of acoustical quality in concert halls. J. Acoust. Soc. Am., 98, pt. 1, 998-1006(1995)