

演奏者によるステージ音場の評価実験と 演奏しやすい位置に関するアンケート調査

小寺 優貴

1. はじめに

コンサートホールのステージに関する研究は少なく、音場の解明が十分なされていないとは言い難い。しかし、聴衆により音楽を提供するためには、演奏者が気持ちよく演奏できる音場を創り出す必要があると考えられる。

ステージ音響に関しては、Gade¹⁾による評価指標 *ST* の提案があるが、反射音の時間情報のみに着目しており、方向情報は考慮されていない。本研究では、客席音場の空間印象 (*LEV*) が反射音の方向分布に関係することを示してきたが、ステージ音場においても反射音の方向分布が“演奏しやすさ”に関係するのではないかと考え、反射音方向分布の異なる模擬音場を用いた“演奏しやすさ”の評価実験を行い、*ST* が等しくても反射音方向分布が異なると演奏しやすさに違いが認められることを示した²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。

しかし、上記の実験では被験者間の評価にばらつきがみられた。これは実験に用いる楽曲を統一しなかったことが原因の一つであると考えられる。そこで、本研究では実験に用いる楽曲を統一し、反射音方向分布が演奏しやすさに与える影響を検討することを目的として評価実験を行った。さらに、演奏者が好ましいと感じているステージ上の位置と、音響特性の関係を明らかにすることを目的としてアンケート調査を行った。

2. 演奏者によるステージ音場の評価実験

反射音方向分布が演奏しやすさに与える影響を検討することを目的とする。実験システムはこれまでの評価実験⁵⁾と同一であるが、今回の評価実験では、演奏する楽曲を指定をし、さらに被験者は、アマチュア奏者に加えプロ奏者を追加し、両者の評価の比較を行った。音場によって演奏に違いがあるかをみるために、同

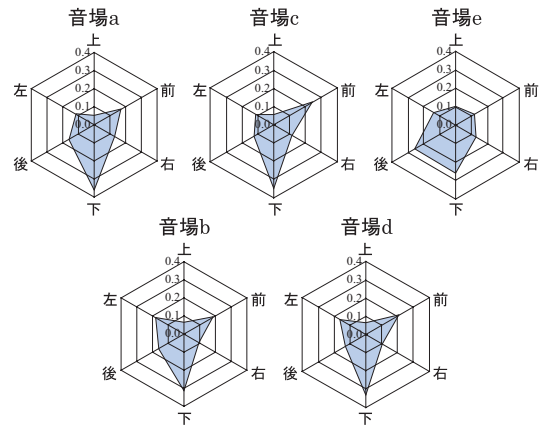


図-2 実験音場の反射音方向分布

時に演奏音を録音した。

2.1 実験方法

2.1.1 実験システム

被験者の演奏音を単一指向性マイクロホンで収音し、これにステージ音場を模したインパルス応答をリアルタイムに畳込み、無響室内の左右上下前後の6個のスピーカから反射音として発生させる(図-1)。被験者は演奏しながら演奏音と反射音を聴き、音場を評価する。

2.1.2 実験音場

反射音方向分布の異なる5つの音場(a, b, c, d, e)を構成した(図-2)。これらは、図-3に示すステージ上の位置を想定している。各音場のインパルス応答は、実ホールのステージ上のdの位置で測定したインパルス応答(6方向)であり、d以外の音場は、ステージ上のそれぞれの位置の反射音方向分布を模擬するように振幅を変化させたものである。なお、直接音成分(0-5ms)は除外し、各音場の5-100msまでの相対音圧レベルは、全音場でほぼ等しく、よって*ST*もすべて等しい。

音場 a はステージセンターライン上に位置し、左右

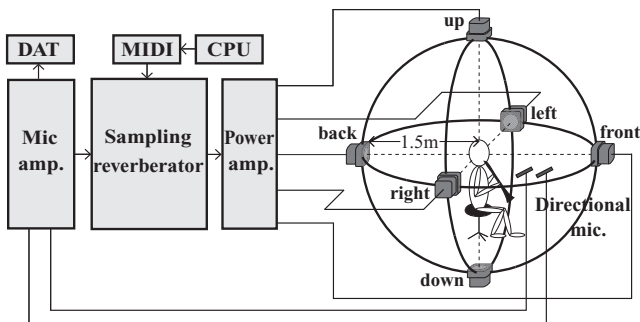


図-1 実験システム

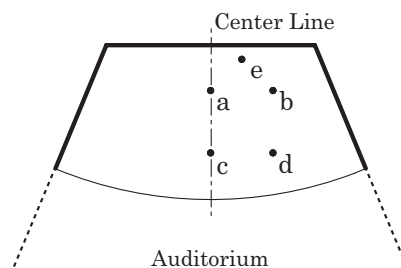


図-3 ステージ上の音場の位置

と前後のエネルギーがほぼ等しい。音場 b は音場 a より上手側に位置し、左右のエネルギーに差がある。音場 c はステージセンターライン上の客席寄りに位置し、前後のエネルギーに差がある。音場 d はステージ客席寄りの上手側に位置し、左右も前後もエネルギーが異なる。音場 e は 5 点の中で最もステージ奥に位置し、後方のエネルギーが大きく、下のエネルギーとほぼ等しい音場である。

2.1.3 評価方法

5 音場を対にした 10 対をランダムに呈示し、被験者に、演奏しながら演奏音と反射音を聴き、「響きの量」「響きの量の良悪」「響きの長さ」「響きの長さの良悪」「響きの質」「響きの質の良悪」「響きのバランスの良悪」「明瞭性の良悪」「速いテンポ曲の演奏しやすさ」「遅いテンポの曲の演奏しやすさ」「ステージの広さ」「ステージの広さの良悪」「客席の大きさ」「客席の大きさ良悪」「客席への音の到達感」「客席への音の到達感の良悪」「総合的な演奏しやすさ」の 17 項目について、一対比較法により評価してもらった。

被験者は、10 年程度の演奏経験を有するアマチュアのクラリネット奏者 3 名と 20 年程度の演奏経験を有するプロのクラリネット奏者 2 名である。実験回数は、アマチュア奏者は各人 3~4 回で合計 11 回、プロ奏者は各人 4 回で合計 8 回である。

評価に用いた楽曲は「チャールダーシュ」と「ティップス 7 番」の 2 曲とし、教示にて前者をテンポの速い曲、後者をテンポの遅い曲として指定した。

2.2 結果と考察

被験者ごとに、各対の比較評価結果より、各質問項目について、対象音場が比較音場に対し良いと評価された場合を 1 点とし得点を算出した。「総合的な演奏しやすさ」の得点、および「響きの量の良悪」「響きの長さの良悪」「響きの質の良悪」「響きのバランスの良悪」「明瞭性の良悪」「速いテンポ曲の演奏しやすさ」「遅いテンポの曲の演奏しやすさ」「ステージの広さの良悪」「客席の大きさ良悪」「客席への音の到達感の良悪」の 10 項目の得点の平均「総合得点」の 2 つを算出した。

2.2.1 アマチュア奏者の評価

アマチュア奏者による「総合的な演奏しやすさ」と「総合得点」について、11 回の実験結果の平均を図-4 に示す。

まず、「総合的な演奏しやすさ」に着目すると、音場 d の評価が特に高くなっている。また、音場 b も比較的高い評価となっている。これらの 2 音場は、ステージ上の側壁に近い位置を模擬したもので、共通する特徴として左右の反射音のエネルギーが異なる点が挙げられる。評価の低い音場は順に音場 c, e, a である。これらはすべてステージのセンターライン上もしくはそれに近い位置を模擬したものであり、左右の反射音のエネルギーが等しい。

次に「総合得点」に着目すると、「総合的な演奏しやすさ」と同様の傾向を示しており、演奏しやすい音場

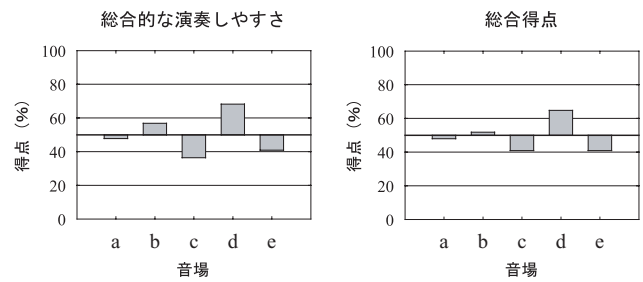


図-4 アマチュア奏者の評価

は、「響きの量」や「響きの長さ」などの演奏音の印象、「ステージの広さ」や「客席の大きさ」などの空間印象がともに評価が高いものである。

以上より、アマチュア奏者の場合、左右の反射音のエネルギーが異なる音場は評価が高く、左右の反射音のエネルギーが等しい音場は評価が低い、という結果であった。

2.2.2 プロ奏者の評価

プロ奏者による「総合的な演奏しやすさ」と「総合得点」について、8 回の実験結果の平均を図-5 に示す。

まず、「総合的な演奏しやすさ」の得点について着目すると、音場 b と音場 d 次いで音場 e の評価が高くなっている。音場 b と音場 d は、前述のように、左右の反射音のエネルギーが異なっている音場である。一方、音場 e は、唯一、後方からの反射音が大きい音場である。評価の低い音場は音場 a であり、左右および前後の反射音のエネルギーが等しい音場である。

「総合得点」は、「総合的な演奏しやすさ」に傾向が近く、アマチュア奏者と同様に、演奏しやすい音場は、演奏音の印象、空間印象ともに評価が高いものであった。

以上より、プロ奏者は、左右の反射音のエネルギーが異なる音場、後方からの反射音が強い音場を高く評価し、反射音方向分布が均一な音場を著しく低く評価する、という結果であった。

2.2.3 アマチュア奏者とプロ奏者の比較

アマチュア奏者とプロ奏者の評価を比較すると、音場 b と音場 d の評価が高い点で一致している。しかし、音場 e の評価が異なっており、特に「客席の大きさ」という空間印象に関する項目において評価に差がみられた。(図-6)。「客席の大きさ」が大きい小さいかという点については、プロ奏者、アマチュア奏者ともに「大きい」という一致した評価となっている。しかし、良悪に関しては、アマチュア奏者が低く評価するのに対し

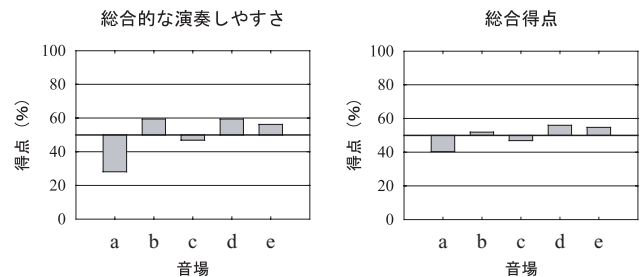


図-5 プロ奏者の評価

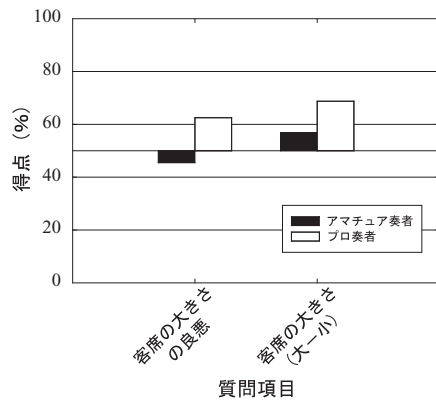


図-6 音場 e の空間印象の評価

てプロ奏者は高く評価している。このことから、後方から強い反射音が到来する音場は広く大きい空間であると判断されるが、その良否の判断は被験者によって異なる、と理解される。

2.3 まとめ

以上のように、模擬音場を用いた評価実験から、左右の反射音のエネルギーに差がある音場は評価が高く、プロ奏者は後方から強い反射音が到来する場合も高く評価することがわかった。このような、プロ奏者が多くの基準を用いて敏感に音場を判断する傾向は、演奏経験の豊かさによるものと考えられる。

3. 演奏音の分析

2. の評価実験において、音場とその評価の違いが演奏音の音響的特徴の違いとして演奏に反映されているか検討した。分析にはプロ奏者 2 人の演奏音を用いた。

3.1 分析の方法

評価実験の際のプロ奏者の演奏を、単一指向性マイクロホンを用いて DAT に録音した (サンプリング周波数は 44.1kHz)。録音した 2 つの楽曲 (ティップス (TP)、チャールダーシュ (CA)) の演奏時間 (s) と音圧レベル L_p (dB) を算出した。演奏時間は、それぞれの楽曲の始まりから終わりまでであり、 L_p は、楽曲の演奏の音圧レベルを演奏時間でエネルギー平均した値である。

3.2 結果と考察

音場一対ごとの演奏音の演奏時間差および L_p の差を算出し、平均値を求めた。結果を表-1 に示す。

演奏時間については、楽曲に関わらず、全ての音場で演奏時間差は 1 秒以内であった。このことから、音場の違いによって演奏時間に差がないと言える。 L_p の差についても、全て 0.3dB 以内であり、音場の違いに

表-1 比較対間の演奏時間差及び L_p 差

		a-b	a-c	a-d	a-e	b-c	b-d	b-e	c-d	c-e	d-e
演奏時間差 (s)	TP	-0.1	0.0	0.3	-0.3	0.2	0.0	-0.1	0.5	0.7	0.3
	CA	0.2	-0.3	0.6	0.3	0.2	0.0	-0.3	0.0	0.5	-0.2
L_p 差 (dB)	TP	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.3	0.1	0.0
	CA	-0.2	0.1	0.1	-0.3	-0.1	-0.3	0.1	0.1	-0.1	0.1

よる L_p の差は認められなかった。

3.3 まとめ

評価実験でのプロ奏者の演奏音の分析を行った結果、演奏時間、 L_p とともに音場間の差はみられなかった。このことから、音場によって演奏しやすさの評価が異なる場合であっても、演奏音は変化していないことが確認された。

4. 演奏しやすい位置に関するアンケート

2. では、反射音方向分布に着目した模擬音場の評価実験から、反射音の方向分布と演奏しやすさの関係について検討してきた。評価実験では、実験に用いた音場がステージ上のどの位置を模擬しているかを被験者は知らされていないが、実際のステージにおける演奏では、演奏者はステージの位置を認識しているわけである。ところで、演奏者が好ましいと感じているステージ上の位置はどこで、そして演奏者の好ましい位置の判断にステージの音響特性 (ST などの時間特性や反射音方向分布など) が関係しているのだろうか。

これを明らかにするための第一ステップとして、写真を用いてステージ上の位置を示し、ステージの位置の違いによる演奏しやすさを評価してもらうという簡単なアンケート調査を行った。

4.1 アンケート方法

4.1.1 評価する位置

2. の評価実験に用いた 5 つの反射音特性に近いと想定されるステージ上の 5 つの位置 a, b, c, d, e (図-3) をアンケートの評価対象として指定した。

4.1.2 評価方法

ステージ上の 5 つの位置を図示し (図-7)、それぞれの位置で演奏していると想定して、「空間の広さ」「空間の広さの良悪」「後壁との距離」「後壁との距離の良悪」「側壁との距離」「側壁との距離の良悪」「客席との距離」「客席との距離の良悪」「演奏しやすさ」の 9 項目について、5 段階評価を求めた。

回答者は、10 年以上の演奏経験を持つ 15 人である。

4.2 結果と考察

評価結果 (平均値) を図-8 に示す。良悪に関するすべての項目において位置 c の評価が高くなる結果となった。「空間の広さ」は、開放的であるとされるほど評価



図-7 評価するステージ上の位置

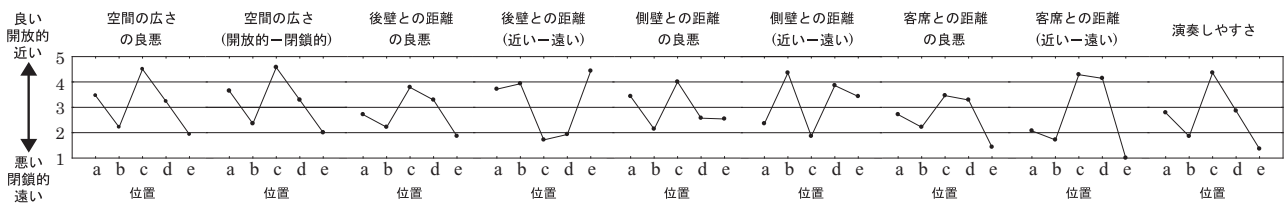


図-8 アンケートの結果

が高い。「後壁との距離」と「側壁との距離」は、壁に近いとされるほど良悪の評価が低くなるが、壁からの距離が遠いとされた場合に評価が特に高くなるわけではなく、著しく近いとされない限り評価は変わらないようである。「客席との距離」は、遠いとされるほど良悪の評価は低くなり、客席からの距離が近いとされた場合に評価が特に高くなるわけではなく、著しく遠いとされない限り評価は変わらないようである。最後に「演奏しやすさ」は、位置 c が高い評価となっており、ステージ側壁・客席との距離、空間の広さ、すべての項目において高い評価となった。

4.3 まとめ

アンケート調査から、演奏者は、ステージ上の演奏位置の違いによって演奏しやすさに差があると感じているという結果が得られた。すなわち、ステージのセンターライン上の客席寄りの位置は空間が開放的で演奏しやすく、ステージ隅部などの著しく壁に近いに関しては位置は閉鎖的で演奏しにくい、と感じられている。

5. 演奏しやすい音場と演奏しやすい位置の比較

音場評価実験によって演奏しやすいと評価された反射音方向分布を有するステージ位置と、アンケート調査で演奏しやすいとされたステージ上の位置を比較して図-9に示す。

アンケート調査で好ましく演奏しやすいとされた位置は、ステージのセンターライン上の客席寄り (c の位置) であるが、この位置は、左右から均等な反射音が到来する音場であり、音場評価実験では演奏しやすい音場とは評価されない。一方、e の位置は、アンケート調査では極端に低い評価であるが、音場評価実験ではプロ演奏者に演奏しやすい音場として高く評価された。このように、演奏者が演奏しやすいと思っているステージの位置と、模擬音場を用いた音場評価実験に

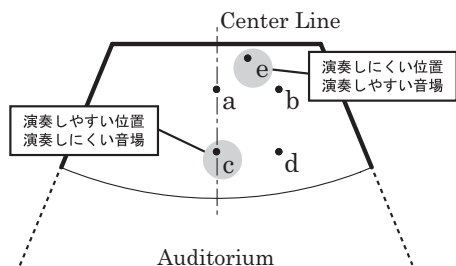


図-9 演奏しやすい音場と演奏しやすい位置の比較

よって演奏しやすいと評価される音場特性を有するステージ位置は必ずしも対応していないことが明らかになった。実際のステージで演奏する場合、「演奏しやすさ」には、反射音方向分布等の音響特性だけではなく演奏位置の違いやステージ上からの客席の見え方などの多様な要因が寄与していると考えられる。

6. むすび

本研究では、反射音方向分布が演奏しやすさに与える影響を検討することを目的として評価実験、および演奏者が好ましいと感じているステージ上の位置と、音響特性の関係を明らかにすることを目的としたアンケート調査を行った。

評価実験では、演奏に用いる楽曲を統一することで前回被験者間に見られた評価のばらつきが減少した。左右の反射音のエネルギーに差がある音場は演奏しやすいと評価される傾向があり、後方からの反射音が強い場合にもプロ演奏者は高い評価をくださった。演奏音に関しては音場の違いによる差は認められなかった。アンケート調査では、ステージのセンターライン上の客席寄りの位置が演奏しやすいとされるが、音場評価実験によって演奏しやすいと評価される音場とは異なった。

以上のことから、演奏者が気持ちよく演奏できる「演奏しやすいステージ」は、演奏者が演奏しやすいと思うステージ位置において、音響的にも演奏しやすいと感じられるような反射音方向分布を実現させるような工夫が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) A. C. Gade: Investigation of musicians' room acoustics conditions in concert halls. Part II: Field experiments and synthesis of results, *ACUSTICA*, **69**, 249-262, 1989.
- 2) 飯塚亜希子, 藤本一寿: 演奏しやすさからみたステージ音場に関する基礎的検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 157-158, 2005.
- 3) 林光一郎, 飯塚亜希子, 古屋浩, 藤本一寿: 中規模ホールステージにおける反射音方向特性の実測 その1 測定概要と ST に関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 19-20, 2006.
- 4) 飯塚亜希子, 林光一郎, 古屋浩, 藤本一寿: 中規模ホールステージにおける反射音方向特性の実測 その2 反射音方向特性に関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 21-22, 2006.
- 5) 林光一郎, 飯塚亜希子, 藤本一寿: 演奏者による反射音方向分布の異なるステージ音場の評価実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 299-300, 2007.