

D-4

## 小編成アンサンブル演奏時に演奏者がコンサートホールの音場と感ずる 音の印象と演奏性評価の関係

Sound Impressions and Playability Perceived as Concert Hall Acoustics in Small Ensemble Performances

○瀬戸蓮ノ介<sup>1</sup>, 橋本修<sup>2</sup>

\*Rennosuke Seto<sup>1</sup>, Osamu Hashimoto<sup>2</sup>

This study investigates factors influencing performers' perception of "concert hall sound." A questionnaire with 12 musicians indicated that impressions of resonance strongly affect recognition of concert hall quality. To explore this, a subjective evaluation was conducted with 16 ensemble players in 14 simulated sound fields, including concert halls and non-purpose-built spaces. Results showed that "richness," "spatial spread," and "room resonance" were the primary factors, while "naturalness" and "projection" played supplementary roles. Notably, some non-purpose-built spaces were perceived as concert hall-like, whereas one modeled concert hall was not. These findings suggest that performers' perception depends more on qualitative acoustic features, particularly the balance of early reflections and late reverberation, rather than architectural type alone.

### 1. はじめに

コンサートホールの形状は、時代の音楽様式や演奏形態の変化に応じて発展してきた。清水<sup>[1]</sup>は、室内音響の歴史の変遷を通じ、音響設計が建築形態のみならず、演奏文化や聴取環境と密接に結びついてきたと指摘している。永田<sup>[2]</sup>は、コンサートホールの規模や形状が音響効果に影響し、特にシューボックス型のコンサートホールは初期側方反射音と拡散音の適切なバランスを実現しやすいと述べている。一方、ヴィンヤード型の普及以降は、音量感や響きの質の多様性が議論され、残響時間に加え初期反射音など複数の音響要素の調和が重視されるようになった。演奏者はこれらの要因からコンサートホールの音を経験的に判断し、演奏しやすさや安心感を受けると考えられる。近年では、アトリウムや展示空間など非音楽専用空間でも演奏が行われ、山口<sup>[3]</sup>はジャズを用いた実験から、演奏者が響きを合奏のしやすさや音の印象から評価している事ことを明らかにした。しかし、コンサートホールでの演奏は主にクラシック音楽であり、ジャズとは求められる音響特性が異なる可能性がある。そこで本研究では、少人数アンサンブルによるクラシック演奏を対象とし、コンサートホールの音場を主体とした演奏を伴う実験からコンサートホールで「コンサートホールらしい音」と感じる要因、さらに非音楽専用空間においても類似した演奏感覚や音の印象を得ることができる条件を分析することを目的とする。

### 2. アンケート調査

演奏者によってコンサートホールの認識が異なる可能性を考え、コンサートホールおよび非音楽専用空間での演奏経験者 12 を対象に Google フォームを用いた

アンケート調査を行った。併せて認識された空間で得られる演奏感覚や心理的影響についても調査した。演奏が想定されるコンサートホールおよび多目的ホール、非音楽専用空間の画像を提示し、アンサンブル演奏をするうえで「(1)望ましいコンサートホール」「(2)コンサートホールではあるがクラシック演奏に最適とは言えない」「(3)コンサートホールではあるが望ましくない」「(4)コンサートホールではない」の4分類に仕分け、その理由を選択式で回答させた。本研究では(1)、(2)をコンサートホールの音の印象が得られる演奏空間と定義した。結果として、多目的ホールや特殊形状コンサートホール、小規模コンサートホールなどを(3)、(4)に分類する回答もあった。理由として内装や幅の長さ、天井高など響きに密接に関連する項目だった。(1)、(2)とされた空間では演奏感覚の評価が高く、演奏者は反響、残響に強い関心を示し、響きの印象が「コンサートホールらしい音」と結びつき、演奏しやすさや安心感などに影響していることが示唆された。さらに39名を対象にコンサートホールらしい音の印象について調査した結果、「透き通った音」「華やかな音」といった表現が多く、次いで響きに関する回答が多かった。回答者により用いる語句が異なったため、以降の実験では評価項目を提示することとする。

### 3. 主観評価実験

アンケート調査より、音や響きの印象によりコンサートホールと認知していることが示唆された。そこで本実験では、コンサートホールと非音楽専用空間でのこれらの印象を明らかにするため、主観評価実験を行った。実験音場はコンサートホールを模擬したNo.1~7、矩形モデルを基に非音楽専用空間を想定したNo.8~12、

1: 日大理工・院(前)・建築 2: 日大理工・教員・建築

コンサートホールと同じ形状から残響時間を短く調整した No.13,14 とした(Table.1). 演奏者位置はコンサートホールでは後壁から 10m, その他では後壁から 5m とした. 実験は音場再生システム(Fig.1)を構築し, 音響シミュレーションソフト(CATT-Acoustic)を用いて算出したインパルス応答にリアルタイムで演奏音を畳み込み, 自身のフィードバック音を返す形で行った. 被験者は 16 名(管楽器: 12 名, 弦楽器: 4 名)である. 楽器の指向性は管楽器を単一指向性, 弦楽器を全指向性とし, 伴奏の 3 楽器(Vn,Va,Vc)は無響音源にインパルス応答を畳み込み再生した. 演奏形態は演奏者を含む四重奏で, 上手から Vc, Va, 被験者, Vn の順に半径 1.5m の半円状に等間隔で配置し, 課題曲は“G 線上のアリア”とした. 音場を無作為に決定し, 演奏感覚について Table.2 の評価項目を 7 段階で評価してもらった.

「コンサートホールらしさ」を感じる要因を調べるため, 相関分析を行った(Table.3). 「コンサートホールらしさ」は「聴衆に届いた感覚」「音の豊かさ」「音の自然さ」「空間の鳴り」「音の広がり」と相関がみられた. 演奏者は響きの量だけでなく, 響きをもたらす印象から「コンサートホールらしさ」を感じていると示唆された. また, コンサートホールを模擬した音場(No.1)で「コンサートホールらしさ」が得られない場合があり, 逆に非音楽専用空間を模擬した音場(No.8,9,11,14)で得られる場合もあった. No.1 では「自然さ」「届いた感覚」は「コンサートホールらしさ」が得られた音場と同程度感じているが, 「豊かさ」「広がり」「鳴り」は低く評価された. 一方, No.8,9,11,14 では「自然さ」「届いた感覚」が No.1 より低く評価されたが, 「豊かさ」「広がり」「鳴り」が高く評価されたため, コンサートホールらしいと感じていると考えられる. これらの結果から, 「豊かさ」「広がり」「鳴り」が主要因であり, 「自然さ」「届いた感覚」は補助的要因であると考えられる. さらに, 「豊かさ」「広がり」「鳴り」は「反響感」「残響感」と高い相関を示したことから(Fig.2,3), 反響, 残響からこれらの感覚を得ている事が分かる. 「豊かさ」「鳴り」は「反響感」「残響感」と二次関数的な関係が見られたため, 適切な「反響感」「残響感」のバランスが「コンサートホールらしさ」に寄与していると考えられる.

4. まとめ

本研究では, 「コンサートホールらしい音」と感じる要因, さらに非音楽専用空間においても類似した演奏感覚や音の印象を得ることができる条件を分析することを目的とし, アンケート調査および主観評価実験を行った. その結果, 演奏者がコンサートホールらしい

と感じる主要因は「音の豊かさ」「音の広がり」「空間の鳴り」であり, 「音の自然さ」「聴衆に届いた感覚」は補助的な要因であることが示唆された. また, コンサートホールを模擬した音場でも「コンサートホールらしさ」が得られない場合があり, 逆に非音楽専用空間の一部条件においては得られる場合があった. このことから, 演奏者は「コンサートホールらしさ」を空間の用途や形態によるのではなく, 響きの質的特徴に依存することが示唆された. さらに, 「音の豊かさ」「音の広がり」「空間の鳴り」は「反響感」「残響感」と高い相関を示し, 一部で二次関数的関係がみられたことから, 初期反射音と後期反射音のバランスに最適値が存在する可能性が示された. 今後は残響時間や STlate などの物理量との検討や, ステージ周りの初期反射音と客席からの反射音のバランスの検討も予定している.

Table 1. Hall Conditions

| No | 演奏者数 [名] | R1500Hz [Hz] | T20 [s] | STearly [dB] | STlate [dB] | ST2early [dB] | ST2late [dB] | No | 演奏者数 [名] | R1500Hz [Hz] | T20 [s] | STearly [dB] | STlate [dB] | ST2early [dB] | ST2late [dB] |
|----|----------|--------------|---------|--------------|-------------|---------------|--------------|----|----------|--------------|---------|--------------|-------------|---------------|--------------|
| 1  | 25789    | 2.11         | 2.11    | -18.91       | -16.58      | -15.87        | -20.36       | 8  | 18967    | 5.14         | 5.07    | -17.19       | -16.01      | -16.02        | -17.17       |
| 2  | 10739    | 1.70         | 2.21    | -18.37       | -14.53      | -14.50        | -18.48       | 9  | 4501     | 2.01         | 1.99    | -13.25       | -14.36      | -11.69        | -17.93       |
| 3  | 5961     | 1.66         | 2.02    | -14.39       | -13.31      | -12.14        | -16.41       | 10 | 189.2    | 0.25         | 0.20    | -12.63       | -16.13      | -12.57        | -15.07       |
| 4  | 26073    | 1.88         | 1.49    | -8.96        | -11.47      | -7.43         | -17.39       | 11 | 1200     | 0.52         | 1.57    | -13.39       | -17.84      | -12.47        | -22.57       |
| 5  | 17485    | 1.99         | 3.87    | -18.37       | -16.32      | -16.26        | -18.41       | 12 | 38344    | 2.64         | 11.59   | -13.67       | -17.04      | -12.66        | -17.06       |
| 6  | 23011    | 2.03         | 2.36    | -16.29       | -17.14      | -15.05        | -19.30       | 13 | 25789    | 1.45         | 1.52    | -19.67       | -18.71      | -17.04        | -23.10       |
| 7  | 18598    | 2.07         | 2.85    | -18.57       | -15.15      | -15.82        | -17.17       | 14 | 23011    | 1.47         | 1.79    | -17.11       | -19.33      | -15.98        | -22.11       |

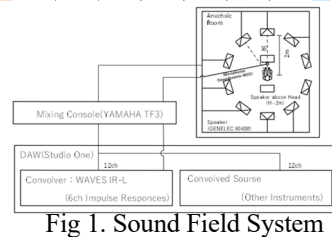


Fig 1. Sound Field System

Table 2. Subjective Evaluation Items

| 項目          | 意味                   |
|-------------|----------------------|
| 距離感         | 演奏者の遠さ               |
| 響き          | 聴衆に届いた響きの量           |
| 音の自然さ       | 演奏者の音の自然さ            |
| 明瞭性         | 音の輪郭がわかる, クリアさ       |
| 音の豊かさ       | 響き音が多量であると感じるか       |
| 音の広がり       | 響き音が空間に広がっているか       |
| 空間の鳴り       | 自分の演奏空間が広々していると感じるか  |
| 音響感         | 自分と周囲の演奏者の音の大きさ      |
| 音質/バランス     | 自分と周囲の音質/バランス        |
| 自分の音の聞こえ具合  | 自分の演奏音がどの程度聞こえるか     |
| 周囲の音の聞こえ具合  | 周囲の演奏音がどの程度聞こえるか     |
| 空気の揺らぎ      | 空気が揺らぎを感じているか        |
| 聴衆に届いた感覚    | 聴衆に音が届いていると感じるか      |
| 演奏しやすさ      | 演奏しやすいか, 演奏しづらいか     |
| コンサートホールらしさ | コンサートホールで演奏していると感じるか |

Table 3. Correlation

| 全変数 | 反響感 | 残響感    | 音の豊かさ  | 音の広がり  | 空間の鳴り  | 距離感    | 響き     | 音の自然さ  | 明瞭性    | 音質/バランス | 自分の音の聞こえ具合 | 周囲の音の聞こえ具合 | 空気の揺らぎ | 聴衆に届いた感覚 | 演奏しやすさ | コンサートホールらしさ |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------------|------------|--------|----------|--------|-------------|
| 反響感 | 1   | 0.9473 | 0.8821 | 0.9406 | 0.8906 | 0.8543 | 0.9145 | 0.8906 | 0.8543 | 0.9145  | 0.8906     | 0.8543     | 0.9145 | 0.8906   | 0.8543 | 0.9145      |

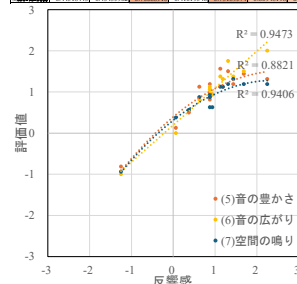


Fig 2. Reverberation vs. Evaluation value

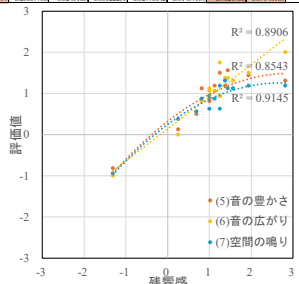


Fig 3. Reaction vs. Evaluation value

参考文献

[1] 清水寧: 室内音響の歴史と変遷, 日本音響学会誌, Vol.79, No.4, pp.224-231, 2023  
 [2] 永田穂: ホールの規模, 形状と音響効果, 日本音響学会誌, Vol.43, No.2, pp.78-82, 1987.  
 [3] 山口結衣: コンサートホール以外の演奏空間における音場の評価と空間内の響きが演奏感覚に及ぼす影響, 日本大学大学院理工学研究科修士論文要旨集, 2025.