

# 富良野市複合庁舎のホールの二重音響反射板の検討



## 01. 施設概要

所在地：北海道富良野市弥生町  
 建築主：富良野市  
 設計 / 監理：日建設計  
 施工：大成・北弘・弘共異業種特定建設工事共同企業体  
 構造：RC造、一部SRC造、S造  
 階数：地上4階  
 施工期間：2020年10月～2022年6月

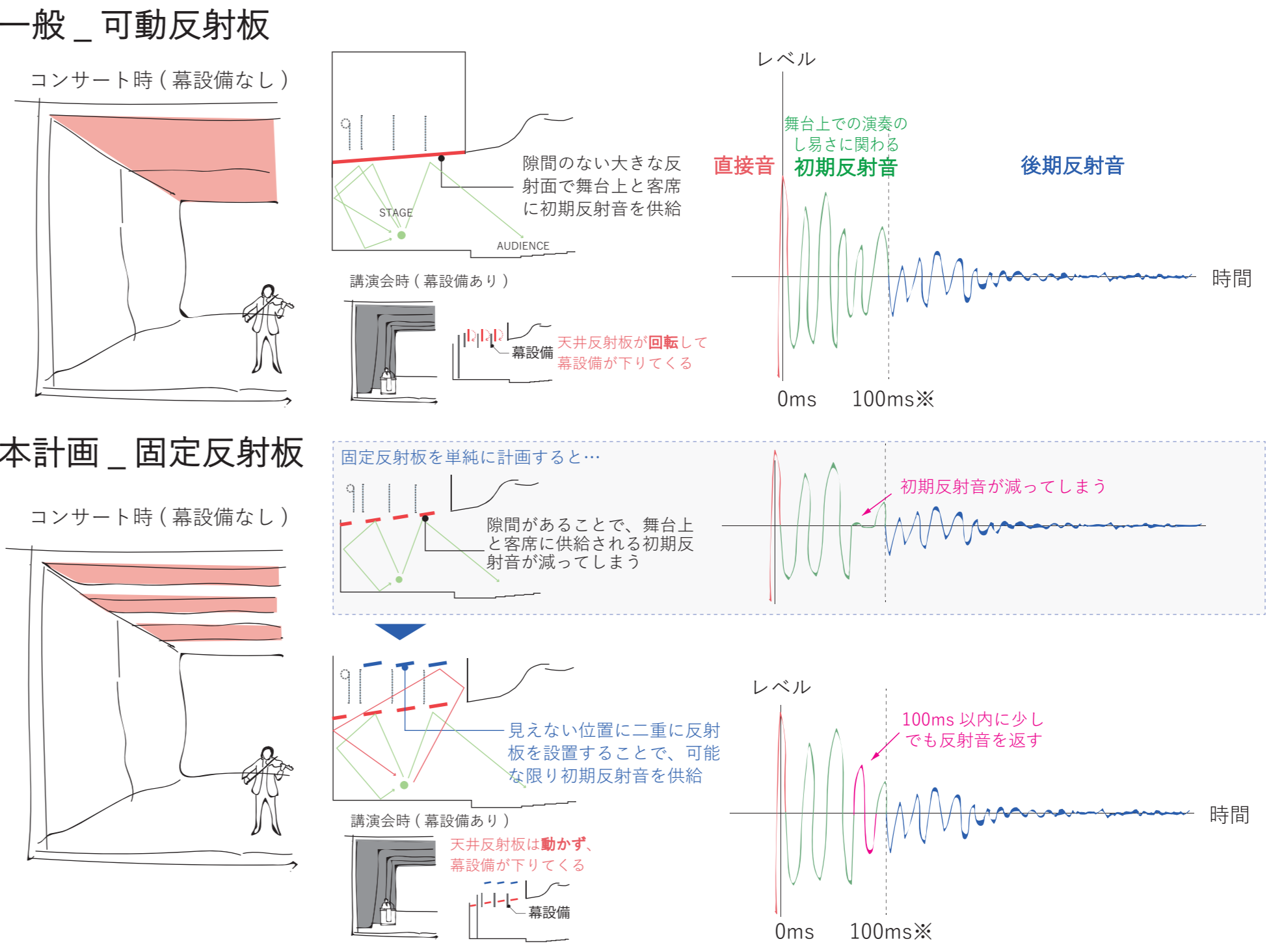
ホール  
 席数：516席  
 容積：5,400 m<sup>3</sup>  
 表面積：2,200 m<sup>2</sup>

## 02. 音響設計の考え方と検討の目的

本施設では舞台上の音響反射板が固定となることが計画初期から決まっていた。一般的な多目的ホールでは音楽演奏の際には舞台反射板が周囲に組まれ、演劇などの際には幕を下ろし舞台音響反射板が収納される仕組みとなっているが、本施設では舞台上のバトンの昇降を妨げない、限られた範囲に固定の天井反射板を設置する必要があった。しかし、隙間が開いた一重の反射板では音楽演奏時の舞台上部からの初期反射音の不足が懸念された。そこで、可能な限り舞台への初期反射音を増やすために、上部に反射板を追加し、二重に設置することを考えた。

※直接音到達後から100ms以内に到達する初期反射音を適切に供給することで、直接音が補強され、他の演奏者の音が聞きやすくなり、アンサンブルがし易くなる<sup>1)2)</sup>

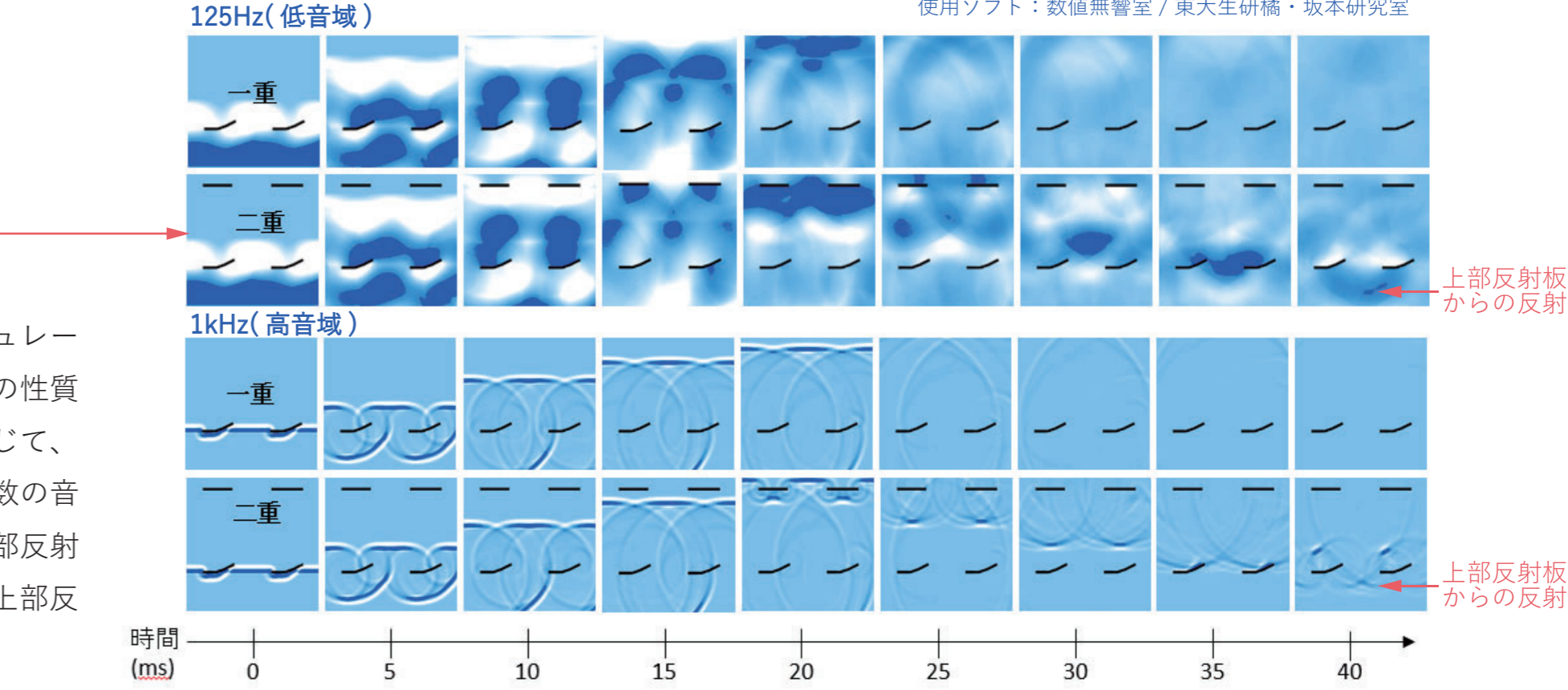
1)International Standard 3382-1 2009(E): Acoustics-Measurement of room acoustic parameters-Part1: Performance space (2009).International Organization for Standardization.  
 2)A.C.Gade: Investigation of musicians' room acoustic conditions in concert halls, Part 1: Methods and laboratory experiments, Acoustica, 69, pp.192-203(1989)



## 03. 上部反射板の効果の確認

隙間と反射板のサイズの影響を検討できる最低限の範囲を取り出して検討

反射板を二重にすることの効果は波動音響シミュレーションにより確認した。音は幾何学的性質と波の性質の両方を持ち合わせるため、反射板の寸法に応じて、周波数ごとにその効果は異なる。特に、低周波数の音への効果が懸念されたが右の図に示すように下部反射板に音が当たってから40ms後の様子を見ると上部反射板からの返りがあることが確認できた。



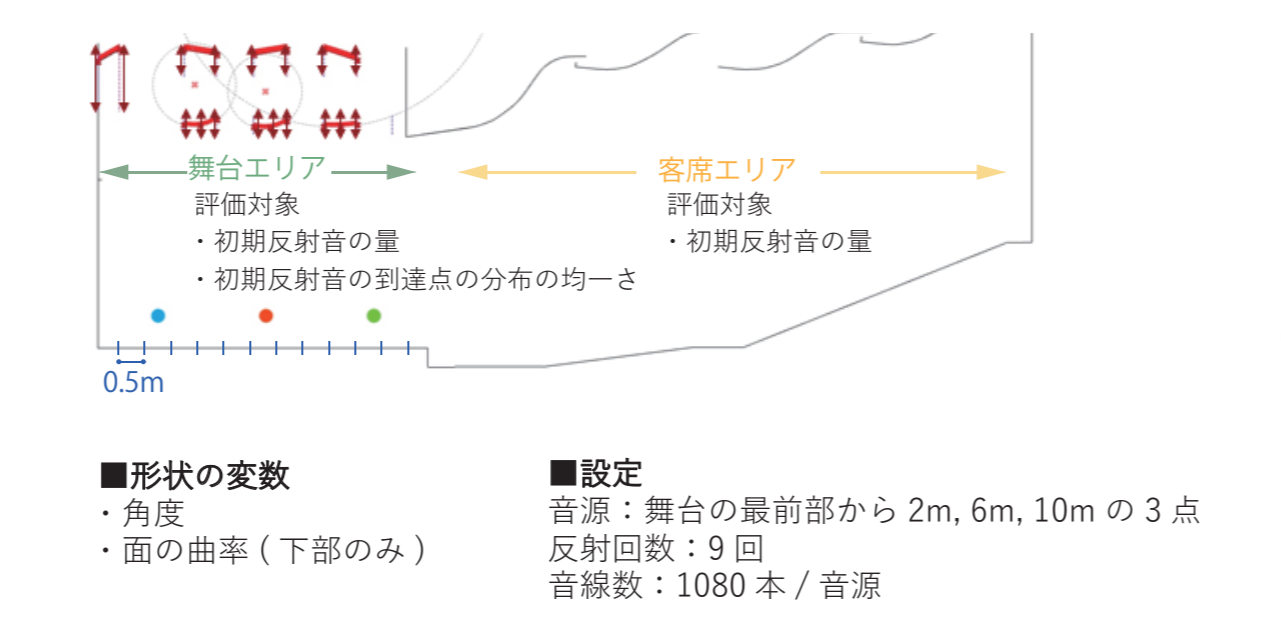
## 04-1. 反射板の角度の最適化の概要

■本プロジェクトの音響計画のポイント  
 舞台天井反射板を高低式とする代わりに二重にすることで初期反射音を舞台と客席になるべく多く供給

↓  
**二重反射板の効果を最大限発揮するための7枚の反射板の角度の組み合わせの最適化を行う**

■本プロジェクトのシミュレーション及び最適化のポイント

- ・初期反射音に特化した評価
- ・舞台エリアと客席エリアに特化した評価
- ・音源を3点想定することで舞台全体の性能を考慮
- ・舞台上での音線の集中を防ぐため標準偏差による評価を併用



■評価方法

- (1) 舞台エリアにおける初期反射音の到達割合
- (2) 客席エリアにおける初期反射音の到達割合
- (3) 舞台上に落ちる音線の均一分布

・各評価面での「到達音線(直接音は除く)/総音線数」の割合を音源ごとに数値化

・直接音到達後から100ms以内に到達するものに限定

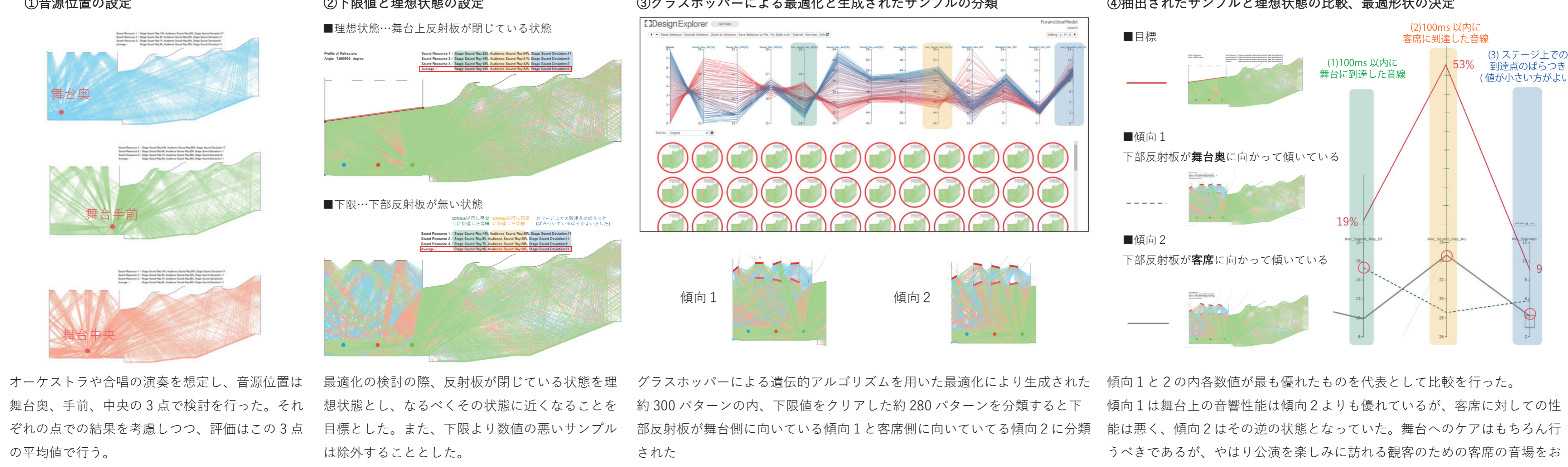
※客席エリアは側壁や他の面からの反射により補えるため、音線到達数のみの評価とし、ばらつきについては評価しなかった

舞台上を奥行0.5mごとにグリッドに分け、その範囲内に落ちる音線数をそれぞれカウントし、標準偏差を音源ごとに算出。標準偏差の小さいものほど、反射音到達点が一均で極端な集中が無いものとして評価

■最適化

(1)(2)に閾値を設け、閾値をクリアした場合に3つの音源の結果の相加平均値を各条件の値として、(1)がなるべく大きく、かつ(3)がなるべく小さくなるように最適化を行った。

## 04-2. 反射板の角度の最適化の手順



## 05. 検討結果の反映と竣工測定

