

## 宮城県登米祝祭劇場の音響 Acoustics of TOME Festival Hall, MIYAGI

山崎 芳男 (Yoshio Yamasaki)

早稲田大学理工学総合研究センター (Advanced Res. Center for Science & Engineering, Waseda Univ.)

登米祝祭劇場は、宮城県広域圏活性化プロジェクト推進事業の中核施設として、1994年9月登米郡迫町に完成した1,025人収容可能なホールである。設計は山崎泰孝氏を中心にAZ環境計画研究所とブラックステューディオの黒田克樹氏が担当した。「外が見え、光がさんさんと入ってくるようなホール」を基本コンセプトに、側壁および舞台背面がガラスという他に類を見ないホールである。図1に平面図・配置図、図2に断面図・立面図、表1にホールの諸元および内装材料を示す。

施工は安藤建設・佐々木組・渡辺土建・太田組建設共同企業体が担当した。音響設計は山崎および㈱I.A.T.の永野桃子と渡辺昇が担当した。

### 1. ガラスの実物大実験およびホールの模型実験

登米祝祭劇場の基本構想は、建築材料としては広く使われているが、従来音響を重視するホールや劇場には全くと言ってよいほど使われていなかったガラス側壁（反射面）を全面的に使用するという斬新なものであった。

このため、側面ガラスの1ブロック（2,470mm × 1,500mm）を木製サッシ、ガラスとも可能な限り乗物に近い物を作成し、ガラスの寸法、縦横比、厚さ、サッシの材質、間隔等を変えて、各種音響パラメータの測定および反射音の質の調査を実施した。

さらに劇場の全体形状の影響、舞台周辺の構造および

反射板の影響を、残響時間などの音響パラメータを確認する目的で、厚さ0.6mmのガラスを使い1/20の音響模型を作成し実験を行い、サッシの間隔、舞台回りの詳細、吸音材の配置等を決定した。また模型内でインパルスレスポンスを測定し時間軸を整合（20倍に拡大）し、実時間たみ込み装置を使って、耳による響きの確認を行った。

### 2. 音響設計

ガラスの実物大実験および模型実験の結果、反射面の材料としてガラスという材料に特に問題点はなく、むしろ質の良い反射音、残響音が得られることが確認できた。ただし、広い範囲をガラスで構成した場合、コンクリートや木質系パネルのように、反射と拡散を組み合わせたり、部分的に吸音特性を持たせるといった細かい調整は難しい。幸い音響設計の基本方針として、ガラスを採用する予定の側壁については、ほぼ全面を反射面とする計画であったので問題はなかった。

なお、遮音と断熱を考慮した側面ガラスは厚さ10mmの二重層としサウンドロックとして空気層を800mm設け、その間に開閉可能なカーテンを設けた（中間期は、自然換気とすることもできる。）（写真3）

また、音響反射板については視覚に支障をきたさない範囲で舞台上部に比較的大きな面積の重い反射板を設け

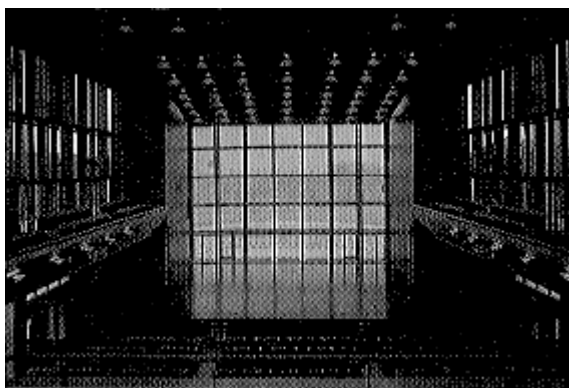


写真1 舞台後壁（ガラス面）



写真2 リハーサル風景

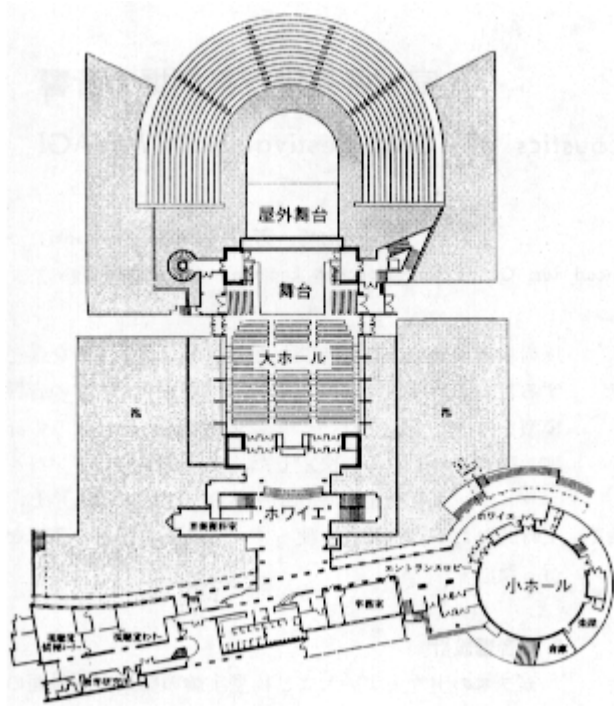


図1 1階平面図・配置図

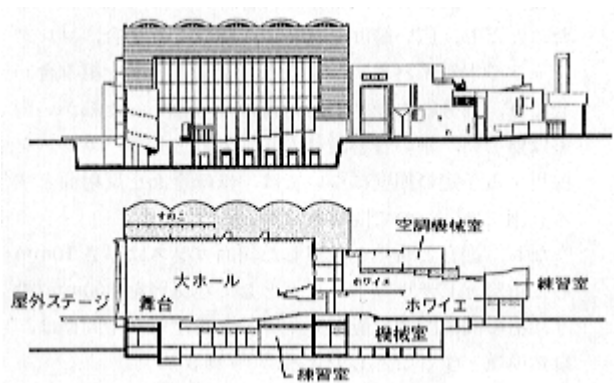


図2 断面図・立面図

ることにより、室内客席において十分な音響特性が得られることが確認できた。

### 3. 音響測定

基本的な室内音響特性と近接4点法による空間情報の測定を実施した。

#### 3.1 暗騒音

暗騒音は、図3に示すようにNC20（空調停止時）、NC25（空調動作時）であった。

#### 3.2 インパルス応答、残響

図4に、模型の20kHz（実物換算500Hz）と実物の500Hzのエコータイムパターン（1オクターブに帯域制限）を示すが、よく一致している。

表1 ホールの緒元および内装材料

室容積	V	8563.5m <sup>3</sup>
室床面積	S	866m <sup>2</sup>
収容人員	N	1,025人
舞台床		合板12mmの上集成材25mm
客席床		珪藻土下地耐水合板+パケット707
側壁		ガラス10mm
後壁		グラスウール50mm + 寒冷紗 + ノスリット
天井		石膏ボード12mm + AEF塗装 + イキパントメタル
舞台後壁		ガラス10mm（下部15mm、舞台上4.8mまで）

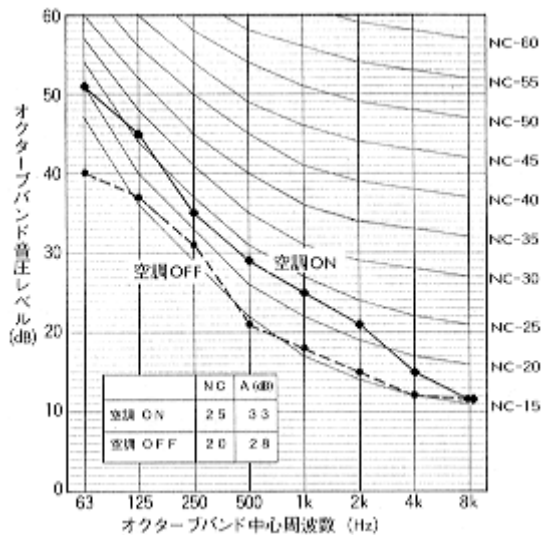


図3 暗騒音



写真3  
遮音と断熱を考慮した  
二重層ガラスと  
サウンドロック

図5に、舞台上の音源からほぼ中心軸上12m, 18m, 24mの各点におけるインパルス応答を、図6に実物の残響時間周波数特性を示す。

#### 3.3 近接4点法

早稲田大学音響研究室では、20年来近接4点法により室内の空間音響情報の把握、特にその初期反射音部分の

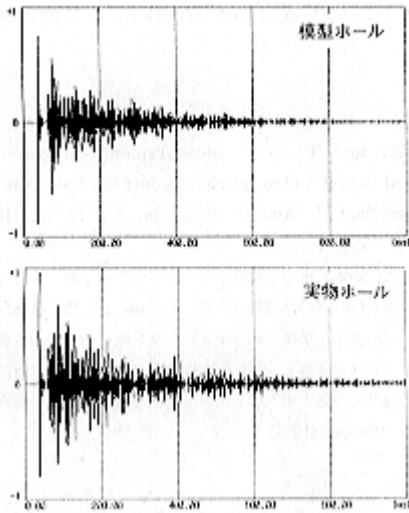


図4 エコータイムパターン (500Hz)

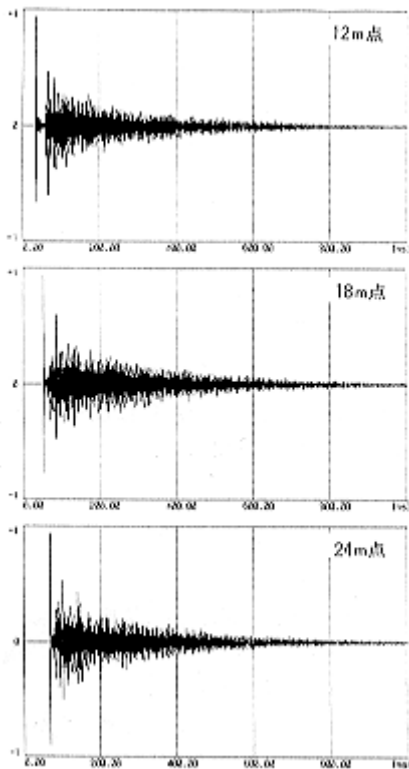


図5 各点のインパルス応答

空間情報の把握を試みてきた<sup>2)3)</sup>。近接4点法は、近接した4点(直交座標の原点と各軸上5cmの3点)で収録した室のインパルス応答の僅かな時間構造の違いに着目して、相関あるいは短時間インテンシティの手法を使って音場の空間情報を仮想音源分布として展開しようというものである。

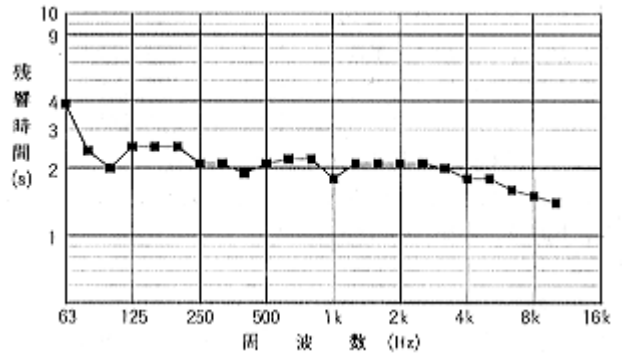


図6 残響時間周波数特性

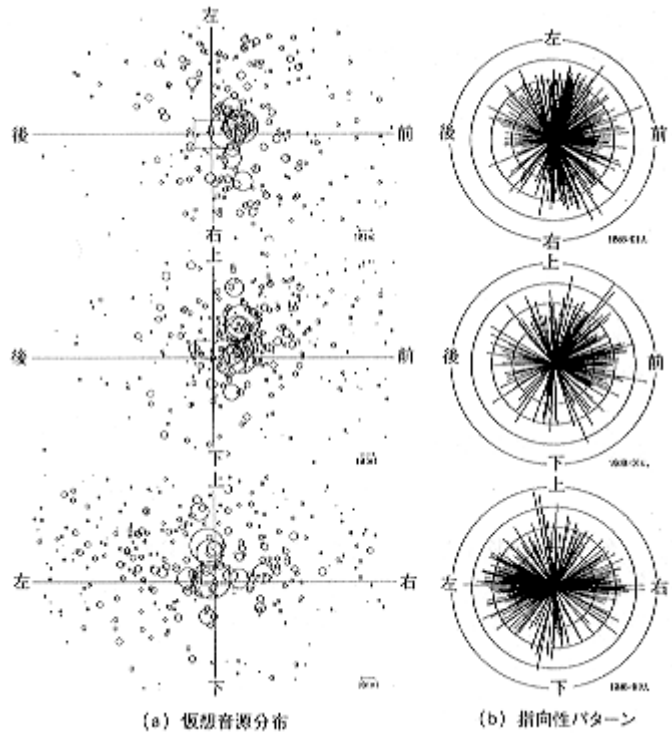


図7 近接4点法による測定結果

図7に近接4点法による測定結果を示す。仮想音源分布図は3平面に投影した仮想音源、すなわち直接音および反射音で円の中心が座標位置、円の面積がそのパワーに比例し、直交軸の交点は受音点を示す。なお、図中にホールの概形を添えてある。指向性パターンは回転方向の開き角1度、回転面に垂直方向の開き角 $\pm 45$ 度の範囲から入射する仮想音源パワーをデシベル表示したものである。1目盛りが10dBである。

本ホールは、(財)登米文化振興財団が主体となり後援組織「登米祝祭劇場友の会」などの手により運営されている。カーテンを開けると外の美しい景色が飛びこんでく

る素晴らしいホールである。

近接4点法の測定結果に見られるように反射音はよく拡散している。残響時間は空席時で2秒と高域まで平坦な値となっており、ガラスの採用による視覚的透明感と大変よく調和のとれた音響特性となっている。

観客、出演者、運営する人が一体となった活動による、地域文化の発展への貢献が大いに期待される。

#### <謝 辞>

山崎泰孝氏、大工原潤氏はじめAZ環境計画研究所の各位、ブラックステューディオの黒田克樹氏、実物および模型実験にご協力いただいた田中洪氏、宮坂広志氏はじめ日本板硝子環境アメニティ(株)の各位、測定に際しご尽力いただいた登米祝祭劇場の星勲氏はじめ関係各位、

写真を提供いただいたGA photographersの各位に感謝する。

#### [参考文献]

- 1) Y.Yamasaki and T.Itow: Measurement of spatial information of sound fields by closely located four point microphone method, J.Acoust.Soc.Jpn.(E) 10, 101-110 (1989)
- 2) 橋, 山崎, 前川, 森本, 平澤: ヨーロッパのコンサートホールの音響に関する実測調査(第1報), 音響学会誌, 43, pp.118-124 (1987)
- 3) 橋, 山崎, 前川, 森本, 平澤: ヨーロッパのコンサートホールの音響に関する実測調査(第2報), 音響学会誌, 43, pp.277-285 (1987)
- 4) 山崎泰孝: 明瞭な音の箱を生み出したガラス張り音楽ホール, GA Japan, 12, pp.196-203 (1995)