

研究題目	1/10 模型実験によるホールステージ廻りの吸音処理に関する検討	報告書作成者	佐藤 史明
研究従事者	佐藤 史明		
研究目的	<p>例えばピアノ演奏と声楽演奏とで要求されるホールの音響特性が異なる場合がある。声楽演奏に好まれるホールの場合、ピアノ演奏に対しては“響きが多すぎる”といったクレームがでることも多い。その対策として、大掛かりな残響可変装置ではなく、ピアノ独奏時にはステージ廻りを吸音仕様に変える、或いは吸音衝立をピアノの廻りに配置する、といった音源廻りの吸音処理による方法が考えられ実際に採用されているホールもある。音源近傍の処理がそれに伴う残響時間の変化以上に効果があると経験的に考えられ、使用されてきている。このような課題（吸音処理のみならず、ステージ廻りの音響処理に起因する初期反射音の効果）について詳細な検討を行う一つの手段として、1/10 模型実験技術を使用した方法が考えられ、これによれば、物理的・主観的両側面からの系統的な検討を行える可能性がある。</p> <p>一方上記に先立ち、ホールステージ上の音響特性を把握すること、そのための高精度な測定方法を考えること、既往のステージ音場評価指標について吟味すること、既往あるいは新たなステージ音響指標と演奏のしやすさとの関係を検討すること、等も重要な課題である。</p> <p>そこで、1/10 模型実験手法による検討を大目的とし、まずはこれに先立つ上述の検討課題を明らかにすることを目的とした種々の実測および実験を行った。</p>		

## 研究内容

## ■ステージ上の音響特性の測定

ステージ音場における音響特性の測定については、音源点における応答（音源点と受音点が同一）を測定する必要があるが、これは厳密には不可能である。そこで、できる限り音源点に近い位置における測定が望まれるが、音源点近傍においては、その応答波形（反射音）は直接音に比べて極めて微弱なものとなる。そこで、受音系として指向性マイクの使用を試み、音源点近傍における応答波形の測定可能性について検討を行った。すなわち、ステージ上の4点（後に評価実験を行う演奏者がステージ上の場所を変えて演奏し、印象が異なる点を抽出した。）において応答計測を行い、各測定点ごとの反射音構造の違いが精度よく測定できるかについて調べた。

## ■既往のステージ音場評価指標(ST)の検討

既往のステージ音場の評価指標の代表としてST(by Gade)があげられる。そこで、ホールにおける測定データをもとに、STを求める上での問題点等について検討を行った。具体的には、信号処理手順の違いがSTの評価値にどのような影響を及ぼすかについて調べた。

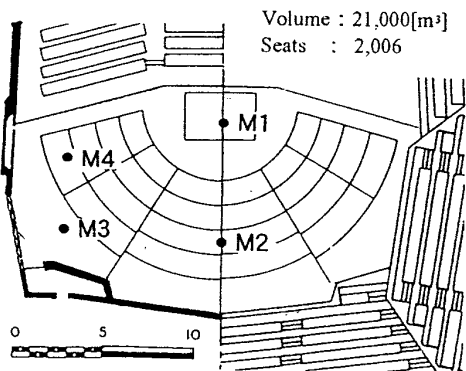
## ■実音場（ホールステージ上）での演奏者の印象の聴取実験

上述の物理計測を行ったステージ上の測定位置において、プロのバイオリニストに演奏を依頼し、その時の印象についての聴取試験を行った。また、その聴取結果と物理計測結果との対応について調べた。

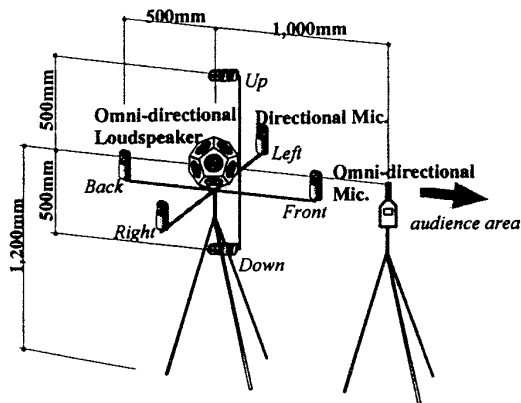
## ■シミュレーション音場における演奏のしやすさに関する評価実験

指向性マイクを用いた実音場での測定データをもとに、無響室内において実時間畳み込み装置および残響付加装置を用いたステージ音場の音場シミュレーションを行い、演奏のしやすさに関する評価実験を行った。

<p>研究のポイント</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可能な限り音源点に近い位置でのインパルス応答を得るために指向性マイクの使用を試みたこと。</li> <li>・指向性マイクの使用により、方向別の音響特性の詳細な検討が可能となり、またこれをもとに無響室内でのステージ音場のシミュレーションの可能性を見いだしたこと。</li> <li>・実音場およびシミュレーション音場における評価実験においては、なによりも演奏経験豊富なプロ（著名）な演奏家の評価が得られていること。</li> </ul>
<p>研究結果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ステージ上の音響特性の測定および実音場における評価実験 音源点近傍では、周囲からの反射音は直接音に対してきわめて微弱であるが、今回の測定結果から測定点ごとの反射音構造の違いを物理的に測定できることが確認できた。また、反射音の方向別エネルギーレベルと演奏のしやすさに一部対応がみられたことから、指向性マイクロホンを用いて反射音の方向情報を測定することの意義が見いだされた。</li> <li>・既往のステージ音場評価指標 (ST) の検討 ST を求める場合、客観的な量を得るためには時間窓の取り方、処理手法について配慮する必要がある。</li> </ul>
<p>今後の課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ステージ音場の評価指標については未だ完全なものはなく、今後大いに検討を重ねる必要がある。現在ステージ上におけるバイノーラル応答の測定について思案中である。</li> <li>・シミュレーション音場における評価実験では、初期反射音構造の変化に対し、演奏者がなんらかの判断を下すことが非常に難しいようであった。これについては、実音場における評価の際には視覚情報が判断に影響を与えていた可能性、およびシミュレーションの精度の問題等が考えられ、今後課題を残した。</li> </ul>



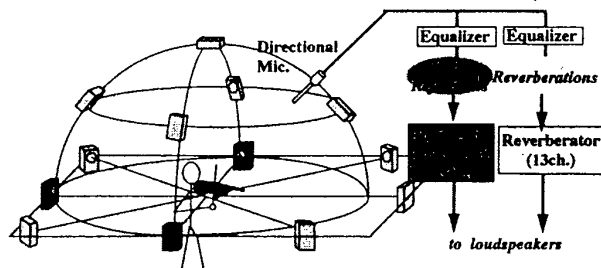
実音場における測定点



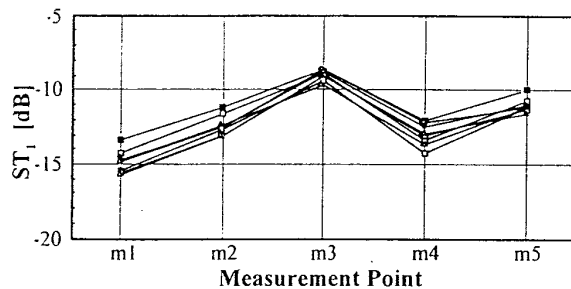
指向性マイクを用いた計測システム

各測定点における印象

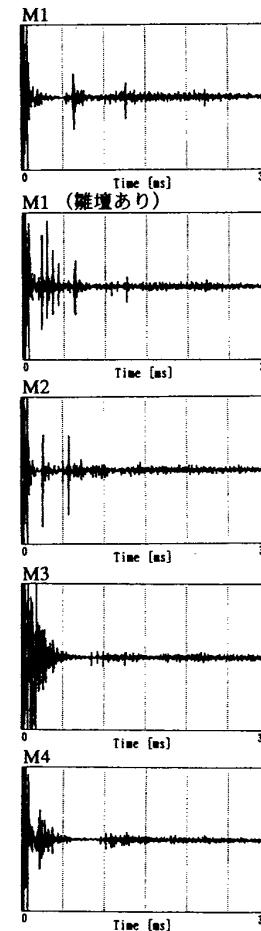
測定点	弾きやすさ	コメント
M 1	△	音がのびる感じもするが残る感じが強い。散らばる、広がる感じ。
M 1 (雑壇あり)	◎	雑壇無しの時とは全く違う。音が残らない。自分の音がちゃんと聞こえる感じ。
M 2	○	音がのびる。遠くのほうで音が残っていて、安心して弾ける。
M 3	×	こもった感じと音が残った感じ。遠くの音と近くの音が分離した感じ。
M 4	◎	中心を向いて弾くと音がとてもまとまっている。音がバランス良く散らばる感じ。



音場シミュレーションブロック図



処理手法による ST のばらつき



エコータイムパターン  
(5倍表示 0.A.)

(注:フローチャート図,ブロック図,構成図,写真,データ表,グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい。)