

## 論文の内容の要旨

論文題目 演奏者の意識に着目した音楽練習室の評価に関する研究

氏名 中島 章博

音楽練習室は、使用者である演奏者の視点が大切であり、「練習しやすさ」が求められる室である。しかし現状、十分な研究がなされていない。そのため、設計は設計者の経験や独自の判断に委ねられている。そのため、使用者の視点から練習のしやすい環境性能を明らかにし、設計に有効な知見を示すことが必要である。そこで、本論文では使用者である演奏者の意識に着目し、インタビュー調査や統計分析、演奏評価実験を行うことにより、音楽練習室の設計に関する工学的知見を得ることを目的とした。

第2章では、音楽練習室において、どのような環境性能の項目が必要とされているのか、また、必要とされる環境性能の各項目は相対的にどのくらいの重要性があるのか、インタビュー調査およびコンジョイント分析調査を行った。インタビュー調査では、音に限らず練習室の設計に重要な事項を抽出する目的から、音響性能以外に関する質問も行った。その結果、音楽練習室を設計する際に考慮すべきと思われる評価項目を抽出できた。「響き」「遮音」といった音に関する項目のみならず、「天井高」「床面積」などの室形状に関する項目、「窓」の有無など建築計画に関わる項目も挙げられた。

これらの項目から、どの項目がどのくらいの重要度を持っているのかを調べるため、コンジョイント分析を用いた調査を行った。本分析では、先ほど挙げた5評価項目に加え、練習室を借りるとどのくらいの時間練習することができるのかという運用面での項目である「連続使用時間」、廊下から室内の様子が分かる「廊下からの視線」の2評価項目を入れた。全体調査対象者の結果より、重要度は「響き」が最も高く、ついで「遮音」、「連続使用時間」の順となった。逆に、「廊下からの視線」や「窓の有無」の重要度は低かった。すなわち、練習室の使用者である演奏家は、今回分析を行った7評価項目のうち、「響き」をもっとも重要な評価項目としてとらえていることが分かり、音響設計の重要性を確認できた。また、対象者の楽器グループ別に分析を行うことで、グループごとに音楽練習室に求める環境性能が違うことが示唆された。声楽家は「響き」の重要度が非常に高く、ついで「天井高」が重要という結果であった。また、木管楽器奏者は声楽家同様「響き」の重要度が一番であったが、「使用時間」の重要度が他のグ

ループより相対的に高かった。一方、弦楽器奏者は、「響き」の重要度が「遮音」や「使用時間」より低い値となり、「響き」の重要性が他の楽器グループより相対的に低いという結果が得られた。このことは、画一的なプランで設計されがちな音楽練習室であるが、楽器の特徴により求める条件が異なることを意味する。

第3章では、第2章で得られた結果から「響き」に着目し、基礎検討として「残響時間」にフォーカスし、そもそも練習室に最適な残響時間の範囲は存在するのか、また、楽器グループにより傾向に差があるのかという点について、プロ演奏家または音楽大学生による演奏評価実験を行った。実験にあたり、ひとつの共通するある室を基とし、残響時間の異なる個人練習室を実測結果からシミュレートし、実験音場を構築した。

このシステムを用いて演奏評価実験を行った結果、多重比較 (Tukey-Kramer's test) により条件間の比較を行ったところ、残響時間が0.20秒の音場と0.35秒、0.46秒、0.61秒の3音場、0.26秒の音場と0.35秒、0.46秒、0.61秒の3音場、0.80秒の音場と0.35秒、0.46秒、0.61秒の3音場に、それぞれ有意差が示され、0.35秒、0.46秒、0.61秒の3音場の方が「練習しやすい」という結果を得た。すなわち、ある室を対象としたとき、「練習のしやすい」音場である「残響時間」の範囲が存在することが確かめられた。また、本実験では室形状が同じ室での検討を行ったため、この結果を平均吸音率で表すことができる。

その結果、平均吸音率に換算すると、 $\alpha = 0.17 \sim 0.28$ 程度となった。よって、音楽練習室の音響設計をする際には、室の平均吸音率がこの範囲となるよう材を選択すればよいという可能性が示唆された。この値の平均吸音率の範囲は、かなり自由度が高く設計できる。例えば、壁や天井の一部に吸音性の材（有孔板空気層ありや岩綿吸音板）を使えばよい。さらに、楽器グループ間での結果を比較すると、声楽家は木管楽器や弦楽器奏者より、より長い「残響時間」を好むことが分かった。そのため、新たに音楽練習室を設計する際、もしその室に声楽家と器楽奏者の双方が練習を行う可能性がある場合は、音場調整用のカーテンを設置するなど、音響的工夫が必要であることがいえる。あるいは、残響時間が適切な範囲の中で、平均吸音率を多少変化させて複数のパターンの室を設けることも有効であると考えられる。

第4章は、引き続き「響き」に着目した演奏評価実験を行った。本章では「響き」に関する応用的な検討として、第2章のコンジョイント分析でも挙げられた「天井高」と「床面積」の違いに着目した。第3章にてある大きさの練習室に適する「残響時間」、つまり「平均吸音率」の範囲が得られたため、本検討では「平均吸音率」を固定して室形状が異なる音場を作成し、「練習のしやすさ」について実験を行った。この実験音場構築のため、数値解析により「天井高」や「床面積」が異なる複数の音場を作成し、得られた解析結果を基にして3次元シミュレーションを行う手法を構築した。

実験結果は、全実験協力者に対しては、個人の好みが分かれたため、どの室形状がよいか結論はでなかった。しかし、楽器グループ別にみると、共通する傾向が見られた。本実験は、無響室内に音場を再現しているため、視覚情報として室の様子を知ることはできない。それにもかかわらず、声楽家は「天井の高い」室形状を好むことが示唆された。また、木管楽器奏者は、平均吸音率が0.175という響きが多い条件において、室容積が大きい部屋を好まなかった。木管楽器奏者にとって、どうやらこのような室は「響きすぎ」あるいは「響きの質が悪い」という認識になるということが伺えた。また、弦楽器奏者は個人の好みの差が非常に大きく、第3章においても同様の結果であったが、まとまった結果を導くことはできなかった。第2章のコンジョイント分析において、弦楽器奏者は、他の楽器グループよりも「響き」の重要度が低い結果となっているが、その結果と適合する。この理由としては、楽器の音源点が奏者の耳の位置に近いヴァイオリン、ヴィオラは、弓を弦から離れた後も楽器本体から音の放射がある程度の時間持続することから、残響の長さによる影響が相対的に少ないことが影響していると推測する。

第5章は、「遮音」という評価項目に着目した。音楽練習室の遮音設計について、遮音性能が高ければ高い方がよいのは明らかである。しかし実際には、費用の問題や、練習室が不足している現状でのスペースの問題などから、スタジオ相当の遮音性能を確保することは困難である。そこで、音楽練習室の実測結果を基とし、隣室からの練習音が透過している音場を作成し、演奏評価実験を行った。その結果、その実験結果から、Dr-45を確保できれば、50%以上の奏者が「遮音性能として練習しにくい」環境であると判断できた。ただし、付録Aにおける実際の練習室の測定結果からは、Dr-45相当の室間遮音レベル差であれば、「遮音はよい」というヒアリング結果となっており、本検討は実験室実験だったために、危険側に判断されている可能性がある。この点に関しては、今後の検討課題としたい。また、隣室音の「気になる」程度と「やかましき」の程度を調べたところ、隣室透過音が「気になる」が、「やかましい」と感じない環境があることが示唆された。その時の遮音性能はDr-40程度であり、本実験における透過音の $L_{Aeq, 1min}$ は45.6 dBである。

つぎに、「遮音」に関するアンケート調査結果からは、周りの音が気になっていて練習に集中できない経験を多数の奏者がしていたことが確かめられた。また、集中できない環境をたずねたところ、音量の多い楽器の透過音が気になるという回答が多く得られたが、そのみならず、透過音の曲の種類などにも影響を受けることが分かった。楽器音以外で聞こえていると気になる音はありますか？という質問では、15名中12名が、「話し声」を挙げた。このうち「廊下からの話し声」と答えた回答者も複数おり、「話し声」が楽器音以外で主な気になる要因となっている結果のみならず、廊下からの音の遮音を考慮する重要性が示唆された。

さらに、自分の演奏する楽器と同じ楽器音が聞こえていると気になりますか？という

質問では、15名中14名が「気になる」と回答した。この回答結果を裏付けるため、演奏実験結果から同じ楽器音とそれ以外の組み合わせで、要求する遮音性能が変化するかどうか、分析を行った。その結果、同族楽器の透過音が聞こえる状態では、「気になる程度」「練習のしにくさ」共に評価が悪くなることが確かめられ、「気になる」と「練習しにくい」と感じるレベルは異なることが分かった。

以上、各章で得られた内容を、音楽練習室設計の知見としてまとめた。本論文では、これらの結果はすべて使用者である演奏者の意識に着目して評価を行うことにより導いた。各評価実験において、音楽家は非常に繊細な感覚で実験音場に反応している。その反応をいかに工学的な立場で音楽練習室設計の知見を得るのか。その基礎研究として、実測結果や数値解析を用いて音場を作成し、様々なアプローチを試みた結果をまとめた。