

氏 名 豊島 政実

学位(専攻分野) 博士(学術)

学位記番号 総研大甲第 1702 号

学位授与の日付 平成26年9月29日

学位授与の要件 文化科学研究科 メディア社会文化専攻  
学位規則第6条第1項該当

学位論文題目 広帯域音響作品の創出を支援するレコーディング・スタジオの  
設計技法の研究

論文審査委員 主 査 教授 廣瀬 洋子  
教授 仁科 エミ  
教授 三輪 眞木子  
教授 橋本 毅彦 東京大学  
主席研究員 大橋 力 (公)国際科学振興財団

論文内容の要旨  
Summary of thesis contents

この研究は、これまで学術研究の対象とされることの少なかったレコーディング・スタジオについて、歴史的変遷を視野に入れつつその音響設計技法を体系化するとともに、スタジオが現在直面している広帯域音響作品を創出するために必要な新たな設計技法を開発し提案したものである。メディア芸術を創造する場であるレコーディング・スタジオは、いま大きな変化に直面している。それは、ハイパーソニック・エフェクトの発見と、高密度メディア技術の急速な普及である。ハイパーソニック・エフェクトとは、可聴域上限を超える高複雑性高周波成分と可聴音とが共存すると、美や芸術に対する感動を生むと同時に健康を司る脳の最深部（間脳、中脳など）の領域血流量が増大し、生理・心理・行動に及ぶ多様でポジティブな効果が導かれる現象をいう。この知見を応用することによって、音響メディア作品の美しさ、快さ、感動を高めるとともに、心身の状態を改善する効果が期待されている。先行研究によれば、この効果を発現させるには、音楽のように連続的に変化する情報構造をもつ可聴音と、可聴域上限を超え複雑な揺らぎを伴う高周波成分とが共存する必要があることが必須とされているため、スタジオは可聴音・高周波双方の高品位な録音編集に対応することが求められるようになった。そこで本論文では、可聴域のみの録音編集を前提とする現在のスタジオ設計の延長線上に、広帯域音響作品にも対応する新しい設計技法を実現することを構想した。そのために、これまで十分研究されていないレコーディング・スタジオの音響設計の歴史的変遷、可聴音の録音編集のための設計技法の体系化、スタジオエンジニアによるスタジオ設計に対する評価の調査を行い、それらを踏まえて広帯域音響作品の創出を実現する次世代型レコーディング・スタジオの設計技法を構築することを目的とした。

第1章では、コンサートホールや劇場、放送用スタジオの音響設計に関する理論的実践的研究は数多くなされているものの、レコーディング・スタジオに関する研究が少ないことを指摘し、スタジオ独自の設計理論を体系化する必要性を論じた。また、レコーディング・スタジオが直面している音響作品の広帯域化という潮流と、それへの対応が遅れている問題を指摘し、この研究の背景と目的を述べた。

第2章では、スタジオの音響設計上、重要な要素である「響き」（残響）に注目して、その変遷を論じた。すなわち、1925年の電気式録音の実用化によってマイク収録によるレコーディング・スタジオという機能空間が誕生した当初は、残響の長いコンサートホールを模した大空間のスタジオが設計された。複数のマイクロホンを使う録音が一般化した1960年代以降は、マイクロホン間の混線を避けるという技術的要請を優先して響きの少ないスタジオが多く建設され、音の響きは録音後に人工的に付加された。1980年代には、よく響く空間で録音された作品が商業的成功を収めたことにより、残響時間の長いスタジオが歓迎されるように転じた。音楽の多様化が著しい1990年代以降は、残響を調整するための構造物を設置するなどして多様な響きを実現するスタジオが設計されている。こうしたスタジオの響きの変化が、録音技術の革新、独創的スタジオ設計者やカリスマエンジニアの活躍などによってもたらされたことを明らかにした。

第3章では、第2章で述べたレコーディング・スタジオの響きの制御を実現する音響設計技法について、体系的に論じた。可聴音のみの録音編集のためのスタジオ設計技法は20世紀後半に技術的頂点に達し、事実上の国際標準が実現している。そこで、申請者自身の

(別紙様式 2)  
(Separate Form 2)

250 件余りのスタジオ設計の経験をもとに、外部からの音を遮る遮音設計、スタジオに求められる音場とそれを実現するための吸音・反射処理などの音響設計、空調設備など設備計画について現段階の到達点を記述し、その音響学的妥当性を理論的に検証した。また、可聴域における反射・吸音特性を制御するために申請者が応用、開発した<残響可変システム>と<可動式パネルモジュール>について詳述した。残響時間は通常はその空間固有の値をとり、レコーディング・スタジオでは一般に 0.1 秒台から 2.0 秒程度とされている。ところが上記のシステムを実装することにより、同一空間において最大 1.2 秒もの残響時間の増減が実現した。これによって、録音する音楽に合わせてスタジオの響きを調整することが可能になり、録音の自由度が画期的に向上した。申請者が確立したこの手法は、コンサートホールの再現を指向する 20 世紀前半のスタジオ設計を主導した音響学者 H.F. オルソン等の設計理論と、収録の容易さを優先して膨大な数のスタジオを設計した 20 世紀後半のスタジオ設計者 T. ヒドレイの技法が目指すものとを同一空間に相互に矛盾なく実現するもので、申請者が設計した多くのスタジオに導入されている。

第 4 章では、これらのスタジオ設計技法の妥当性を検証するために、ユーザーであるスタジオエンジニアを対象としたヒアリング調査の結果について述べた。この調査を通じて、第 3 章で述べた設計技法の多くがエンジニアに支持されていることが確認されるとともに、これまで見落とされていた改善点も見いだされた。また、広帯域音響作品の必要性がエンジニアに自覚されていることも明らかになった。

第 5 章では、広帯域音響作品を創出するために開発したスタジオ設計技法について述べた。高密度メディア技術の進展により、22 kHz を高域限界とするコンパクトディスク (CD) よりも高い周波数帯域を記録再生できるスーパーオーディオ CD や DVD オーディオ、ブルーレイディスクが商品化された。2010 年代以降はより高品質高密度な音源の配信も本格化しつつある。しかし、規格やそれに対応した機材こそ整備されつつあるものの、現時点で流通している音源には、生理的効果が期待できるほどの高周波成分を含むものは少ない。その原因の一つとして、スタジオの音響設計では可聴域のみの音響処理しか考慮されていないがゆえに、減衰しやすい高周波成分を高い忠実度で収録することができず、その効果を確認しながら行う編集作業にも限界が生じていることを指摘した。この問題を解決するために、グラスウールなどの吸音材とポリフィルムとを組み合わせることにより、可聴域において必要な吸音と高周波帯域において必要な反射とを両立させうる音響特性を有するこれまでにない性能を具えた構造体を考案し、特許を取得した。これを先に開発した可動式パネルモジュールに搭載した<広帯域対応可動式パネルモジュール>を用いることにより、現状のスタジオを大きく改変することなく広帯域音響作品の録音編集に対応可能な空間を実現することができる。

第 6 章では、本研究の今後の課題を述べ、レコード芸術という 20 世紀固有の文化を 21 世紀においてさらに飛躍させるうえで、広帯域音響作品の創出を支援するレコーディング・スタジオが果たす役割の重要性を論じて結びとした。

博士論文の審査結果の要旨  
Summary of the results of the doctoral thesis screening

メディア芸術を創出する機能空間である“レコーディング・スタジオ”は、現代における音楽文化創造の重要な一翼を担っており、日本国内ではコンサートホールに匹敵する数のスタジオが稼働している。それにも関わらず、スタジオの直接の利用者が限定され内部が公開される機会が少ないなどの理由で、スタジオの機能および構造を対象とした建築学・音響学・技術史・芸術学などの領域での研究は世界的にこれまでほとんどなされていなかった。申請者・豊島政実は、スタジオ設計者として国内外で二百五十以上のレコーディング・スタジオを設計し、現役スタジオ設計者として質量ともに世界屈指の実績を有する。本論文では、これまで学術研究の対象とされることの少なかったマイク収録によるレコーディング・スタジオについて、その誕生から現在に至る八十余年の歴史的展開とその設計理論について体系的に論述している。その上で、スタジオが現在直面している以下に述べる新しい課題に注目し、その解決に必要な設計技法とそれを実現するための建築材料の開発を行ったことが述べられている。

スタジオが直面する新課題とは次のようなものである。CDに代表されるこれまでのデジタルオーディオメディアでは、記録再生周波数帯域は人間の可聴域に限定されていた。ところが、可聴域上限(20キロヘルツ)をこえる超高周波成分が可聴音と共存すると、音楽に対する感動・快感、そしてホメオスタシスを司る脳機能とがまとまった脳深部(間脳、中脳を含む)の領域血流量を増大させ、生理・心理・行動におよぶ多様でポジティブな効果が導かれる現象(ハイパーソニック・エフェクト)がわが国で近年、発見された。この知見に加えて、情報メディア技術の発展によって、近年、可聴域上限を上回る超高周波を含む高密度のオーディオファイルをネットワーク経由でダウンロードして鑑賞すること(ハイレゾリューション・オーディオ)が音楽愛好家の中で急速に普及しつつある。しかし、スタジオの音響設計においては、いまだにこうした超高周波帯域は考慮されておらず、超高周波を適切に反射・吸収する建築材料・方法もまったく実現していない。そこで本論文では、可聴音の録音編集を前提として発達してきたこれまでのスタジオ設計技法を活用しつつ、今日的課題である広帯域音響作品に対応しうる音響特性を実現した新しいスタジオ設計技法を構築することを目的としている。

本論文は6つの章で構成されている。第1章では、コンサートホール、劇場、放送用スタジオと比べてレコーディング・スタジオの研究が立ち遅れていること、スタジオが現在、“コンテンツの広帯域化”という新たな課題への対応を迫られていることを指摘し、研究の背景と目的が述べられている。

第2章では、スタジオの音響設計上もっとも重要な要素となる演奏が行われる空間の「響き」(残響)に注目し、文献資料、設計図面などにに基づき、欧米のスタジオの歴史的変遷が論じられている。スタジオの残響時間は、一般に0.1秒台から2秒程度である。初期のスタジオの多くはコンサートホールを模して残響時間は約1秒と長く、マルチマイク録音が一般化した1960年以後は、マイク間のクロストークを避けるために残響時間は短くなった。1980年代には、響く空間で録音された音楽が人気を博し、残響時間の長いスタジオが歓迎されるようになった。音楽の多様化が進んだ1990年代以降は、スタジオの残響時間も多様化して現在に至っている。欧米のスタジオでは残響時間を計測する習慣が最近までなかったため、このような響きの変遷の描出は、三百をこえる欧米を中心とするスタジオの調査経験を有する申請者でなければなしえなかったものとして高く評価できる。

(別紙様式 3)

(Separate Form 3)

第3章では、スタジオの響きの制御を実現する音響設計技法を中心に、スタジオ設計について体系的に論じられている。レコーディング・スタジオ設計は、これまで限られた専門家の経験と芸術的感覚を頼りに発展してきたために、設計の概念さえ明瞭になっていない現状において、これは貴重な論述である。スタジオに求められる音場とそれを実現するための壁面の吸音・反射処理、遮音、空気換気設備や電気設備計画などについて現段階のスタジオ設計の到達点が記述されている。とくに、壁面の反射・吸音特性を制御して残響時間を変化させるために申請者が応用、開発した<残響可変システム>と<可動式パネルモジュール>は注目される。いずれも建築の反射・吸音処理に使われる既存の材料を使いながら、申請者の独創的な着想によって空間構成機能、音場制御機能両面で非常に大きな適応力を持った従来にない可動パネルとして再構成し、それをスタジオ設計に導入したのはきわめて注目すべき成果である。これによって、同一空間において最大1.2秒もの残響時間の増減が実現し、録音の自由度が画期的に向上したため、すでに多くのスタジオに実装されてスタジオの様子を一変させつつある。

第4章では、スタジオエンジニアを対象としたヒアリング調査によって第3章で述べた設計技法をユーザーの視点から評価し、その妥当性を確認するとともに、さらに改善すべき点を抽出している。このような調査は前例がない。

第5章では、これまでのスタジオ設計では可聴域の音響処理しか考慮されていないため、減衰しやすい超高周波成分を高い忠実度で収録することができないという限界が生じていることが指摘されている。この問題を解決するために申請者は、超高周波の反射性に優れたポリフィルム素材を見出し、これをグラスウールなどの吸音材と組み合わせることにより、可聴域における吸音と超高周波帯域における反射とを両立させたこれまでにない性能の構造体を考案し、その有効性を確認した。これを先に開発した可動式パネルモジュールに搭載することにより、現状のスタジオを大きく改変することなく広帯域音響作品の録音編集が可能な空間に移行することを可能にし、録音分野が直面している深刻な課題の解決に道を開いたことが述べられている。

第6章では、本論文の今後の課題と意義について述べている。

以上のように本論文は、今後のレコーディング・スタジオ研究の基礎となる画期的・意欲的な研究である。申請者が国内外での豊富なスタジオ設計経験を通じて確立したスタジオ設計手法は、スタジオにコンサートホールの響きを再現することを目指した20世紀前半の音響学者 H. F. オルソンの設計理論と、六百以上のスタジオ設計に関わったといわれる T. ヒドレイの現場に密着した実用性の高い技法とを同一空間内に矛盾なく両立させることを可能にするものであり、その独創性、実用性は高く評価される。ただし、第5章で述べられている広帯域対応の可動式パネルモジュールは、開発されたばかりであるためまだスタジオに実装された例は少なく、したがって本論文中にはその音響特性面での効果は記述されているものの、その実際的な効果について十分述べられていないことは惜しまれる。また、文献資料等の扱いに不十分な点があることは否めない。しかし、それらは本研究の価値を損なうものではないと判断された。

以上により、本審査委員会は全員一致で、本論文は学位を授与するに値すると判定した。