

氏名	伊藤 彰教		
ヨミガナ	イトウ アキノリ		
学位の種類	博士（学術）		
学位記番号	博音第376号		
学位授与年月日	令和5年3月27日		
学位論文等題目	（論文） 異なる残響量における空間同一性知覚の許容範囲に関する研究		
論文等審査委員			
（主査）	東京藝術大学	教授	（音楽研究科） 亀川 徹
（副査）	東京藝術大学	教授	（音楽研究科） 丸井 淳史
（副査）	東京藝術大学	准教授	（音楽研究科） 後藤 英
（副査）	東京藝術大学	准教授	（音楽研究科） 田村 文生
（副査）			中原 雅考

（論文内容の要旨）

本課題では、空間同一性知覚を「複数演奏者が同じ空間で演奏しているように聞こえる感覚」として定義し、異なる残響量が混在する音楽合奏録音を対象に、その知覚許容範囲につき、3つの実験と1つの室内音響測定を通じて実証的研究を行なった。既往研究調査により、本課題の解明に向けてロジスティック回帰分析を用いた実験手法を計画し、これまで距離感・奥行き感に関連すると考えられていた直接音・間接音エネルギー比の調査範囲を、空間同一性知覚にまで拡張する手法を立案した。

実験Iではこの手法を予備的に検証するため、ヴァイオリン二重奏、リコーダーとハーブの二重奏の2曲を素材とし、2チャンネル音声・ヘッドフォン呈示による実験を行なった。ロジスティック回帰分析の結果、Wald統計量によるp値はヴァイオリン二重奏曲ではDR比増加・減少いずれにおいても両パートで0.05以下となり、AUCは0.7以上となった。リコーダーとハーブの二重奏では、リコーダーパートにおいてDR比増加・減少いずれにおいても0.05以下となり、AUCは0.7以上となった。許容範囲として50%の被験者が空間同一性を知覚するDR比とすると、ヴァイオリン二重奏曲では、1st Vn. のDR比減少部では-11.2dB、DR比増加部では17.8dBとなり、2nd Vn. のDR減少部では-6.5dB、DR比増加部では23.8dBとなった。リコーダーとハーブの二重奏曲では、リコーダーのDR減少部で-3.1dB、DR増加部で23.8dBという結果が算出された。予備実験であるヘッドフォン聴実験の結果を踏まえ、実験IIでは、複数の実験会場により、3チャンネル・スピーカ聴の実験を行なった。得られた回答を応答変数、DR比の変動と会場の違いを説明変数としてロジスティック回帰分析を行ったところ、1st Vn. のDR比減少部、リコーダーのDR比減少部、ハーブのDR比減少・増加部双方に会場の違いとの交絡作用が確認できた。これは会場による回答の差を示し、結果はいずれも東京工科大学会場で「同じ空間での演奏」という回答が多いという点で有意差が検出された。交絡作用がみられなかった部分の統計量としては、1st Vn. のDR比増加部、2nd Vn. のDR比減少・増加部、リコーダーのDR比増加部いずれも、Wald統計量によるpはいずれも0.001以下となり、AUCも0.7以上が検出された。印象反転が起きる確率を50%として対応するDR比を算出すると、1st Vn. のDR比増加部では20.3dB、2nd Vn. のDR減少部では-8.0dB、増加部では11.8dB、リコーダーのDR比増加部では8.9dBとなった。交絡作用については、想定される主な要因として、会場の音響特性測定し、客観指標にて差分を検証することで交絡作用の要因である可能性を確認した。測定の結果、C80についてはISO3382-1に規定されるJNDである1dB以上の乖離がみられ、明瞭性について2会場には違いがあると考えられる。T30については国際規格にて数値的なJNDは規定されていないもの、東京藝術大会場が全帯域にわたりおよそ0.164から0.177秒のほぼ均一な残響時間が得られる一方で、東京工科大学会場は東京藝術大会場に比べて低域の残響時間は長く、高域は早く減衰するという値が得られた。

実験IIIでは周波数帯の影響を確認するため、オクターブバンドを用いた短い2パートのリズムパター

ン合奏を刺激として、21対のDR比変動刺激を用いた実験を行なった。125Hzから8kHzまでの全7種の帯域による単音を打楽器音に見立て、高音部と低音部の2パートを想定した打楽器合奏のフレーズとして組み合わせられたリズムパターンを作成した。Wald統計量によるp値、AUC、Nagelkerke R²によるスクリーニングにより、良好な分析結果として選出できたのは27セットであり、高域パートのDR増加部が9セット、低域パートのDR減少部が15パートであった。印象反転が起きる確率を50%として対応するDR比を算出すると、高域パートDR増加部ではmean=2.9dB, SD=1.2、低域パートDR減少部ではmean=-4.7dB, SD=1.7となった。8kHz帯が高域パートのリズムを担当したパターンでは10セットで良好な結果が得られ、8kHzのDR比増加部でmean=4.0dB, SD=0.5が得られ、8kHz帯に組み合わせられた低域パートでは、全ての帯域にてDR比減少部で統計的有意性が確認でき、mean=-4.5dB, SD=0.6という結果が得られた。

(総合審査結果の要旨)

本論文は、複数演奏者が同じ空間で演奏しているように聞こえる感覚を「空間同一性知覚」と定義し、残響量が混在する音楽の合奏録音を対象に、その知覚許容範囲について実証的研究を行なった。論文は6章で構成され、第1章では本論文の背景や研究目的を述べ、第2章では空間印象に関する先行研究や本論文で用いた実験手法を紹介している。続く第3章から第5章で実験IからIIIの詳細を述べ、第6章で全体を総括している。

論文で実施された実験は、残響の変化を直接音と間接音のエネルギー比 (DR比) としてあらわし、DR比の変化によって「同じ空間と感じられるか」について回答を求めた。そしてそれらの結果から「空間同一性」が判断されるDR比の値をロジスティック回帰分析によって求めた。実験IとIIでは、リコーダとハーブの二重奏、バイオリンの二重奏を実験刺激として用い、ヘッドホン聴取 (実験I) と3チャンネルスピーカ (実験2) によって提示した結果、それぞれの楽器のDR比の違いが一定以上の値の場合に、異なる空間で演奏していると判断されることが示された。さらに実験IIIでは、オクターブバンドノイズで作成した低域パートと高域パートのリズムパターンを用いてDR比を変化させた結果、「空間同一性知覚」は周波数帯域との関連がある可能性が示唆された。

一連の実験結果からは、空間同一性に関する明確なDR比の値は導き出せなかったが、音楽コンテンツの制作に対して有用な残響の付加量の目安を解明するための実用性を備えた論文としての価値は認められる。一方で審査会では、本論文の根拠となる「空間同一性」の指標としてDR比を用いる根拠について十分述べられていない点について指摘された。本論文の問題設定として挙げられたホールの残響や実際のコンテンツ制作で付加される残響などの実際例から、DR比を用いる明確な根拠や、それに基づく実験手法の検討を十分におこなう必要があったのではないだろうか。また「同一空間か/別空間か」という設問のみで回答を求めているが、空間同一性以外の感覚が生じている場合に適切な評価がされていない可能性も考慮するべきであった。さらに刺激の作成方法や実験手法に関しての図や式による説明が十分で無い点や、実験に用いた素材の妥当性についても改善の余地がある。

以上のような問題点がある一方で、本論で明らかになった空間同一性知覚とDR比に関する知見は、今後のコンテンツ制作における空間表現に大いに役立つ事が期待できる点を評価し、音楽音響創造の博士論文としての水準に達していると判断した。