

氏名（本籍）	むらい けんた 村井 研太（岐阜県）
学位の種類	博士（情報科学）
学位記番号	甲第149号
学位授与年月日	2023年3月23日
学位授与の要件	広島市立大学大学院学則第36条第2項及び広島市立大学学位規程第3条第2項の規定による
学位論文題目	自動車エンジン音における音質制御に関する研究 Study of Sound Quality Control in Automobile Engine Sound
論文審査委員	主査 教授 石光 俊介 副査 教授 藤坂 尚登 副査 教授 岩城 敏 副査 教授 雉本 信哉（九州大学）

論文内容の要旨

エンジン音の騒音対策はサウンドデザインへと推移しており、低騒音化から快音化へと変化している。そのため、本研究では

- ・ 吸音制御が聴感印象に与える影響と意図した印象の付加に関する検討
- ・ 適応音質制御を用いた個々の好みに適応した音質制御システムの基礎検討

以上について検討を行った。具体的には、吸音制御については人間の感性と吸音材による音質制御に着目し、「上質なスポーティ感」を感じる車室内空間の実現に向けた検討を行った。そのために、吸音材の有無における車室内エンジン音に対する「上質なスポーティ感」との対応を視点に主観的評価指標（形容詞対）を決定した。そして、その評価指標により吸音材特性が主観評価に与える影響を調査した。さらに、吸音特性制御による意図した印象の付加について検討した。適応音質制御については、走行データから各被験者の好みの音質へ制御するアルゴリズムについて検討を行った。以上により以下の知見が得られた。

- エンジンルーム及びインストルメントパネルの吸音材の有無により 400Hz 付近から最大 12dB 音圧が変化する特性が確認され、吸音による特性制御の帯域が明確にできた
- 因子分析により、車室内エンジン音が柔和因子、スポーティ因子、迫力・高さ因子の 3 因子で構成することが明らかになった
- 吸音材の主観的印象は、「スポーティな」や「静かな」などの形容詞で表現することが可能であり、吸音制御によって低減帯域を変化させることで「上質なスポーティ感」という限定した印象を付加できる可能性が示唆された
- 運転パターンから好みの傾向を自動識別することが可能であり、スパース性の解析により走行開始付近により識別できる可能性が示唆された

以上により 吸音制御により特定の印象をエンジン音に付加する可能性が示唆された。また、実環境において制御アルゴリズムを用いることで、好みに適応する音質制御の可能性についても示唆された。

論文審査の結果の要旨

令和5年2月3日(金)午後4時25分から午後5時55分までサテライトキャンパスセミナールーム2にて対面とオンラインとのハイブリッドで博士学論文審査を行った。日本機械学会振動音響(VS)研究会に接続する形で公聴会を行ったため、本学および九大(副査)以外に広島大、岡山県大、徳島大、徳島文理大、高知工科大、広島商船高専、岡山工業技術センタのほか、マツダ、倉敷化工、三井E&Sマシナリー、デンソーテンなど7社の参加もあり、対面19名、オンライン11名の合計30名の参加があり、活発な意見交換も行うことができた。最初に申請者が論文内容について説明を行い、その後、論文内容に関する質疑応答を行った。すべての質疑に対して申請者は的確に回答した。

論文では、自動車のエンジン音を対象とした能動音響制御(ASC, Active Sound Control)と受動音響制御(PSC, Passive Sound Control)によるサウンドデザインについて、ASCでは低周波数域、PSCでは高周波域を対象にそれぞれ行っている。ASCを用いた低周波域の音質制御では運転パターンと好みの音の共通点からユーザの好みのサウンドへと制御する手法と評価について提案し、高周波域に関するPSCでは吸音材による制御が聴感印象に与える影響について明確化した。特にPSCでは2つのイメージを兼ね備えた複雑な印象である「上質なスポーティ感」というイメージに着目し、音響特性と聴感印象を関連させ実現することで、自動車の商品的価値の向上につながることを示唆した。以上の検討結果により、自動車のサウンドデザインが新たな付加価値として提供されることが期待でき、他のイメージや製品においても感性を指標化し新たな商品価値の提供に貢献できると提案し、発表を終了した。本論文の主な成果は、日本感性工学会論文誌、International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciencesに2件論文発表したほか、査読付き国際会議12件公表済みであり、博士論文として十分な内容であり、審査委員会は論文審査を合格とした。試験(試問)においては、審査委員の試問に先立ち、非常に多くの質問が企業をはじめとする参加者からなされ、本論文が振動音響分野における必要性の証左となった。その後、論文内容に関する試問も審査委員からそれぞれ行い、すべての質問や試問に対し、申請者は例を挙げつつ的確に回答した。以上により審査委員会は試験(試問)を合格とした。