

	かめやま ゆうき
氏名（本籍）	亀山 勇希（日本）
学位の種類	博士（情報工学）
学位記番号	甲第162号
学位授与年月日	2025年9月25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	電気自動車の走行音に対する注意機能の神経生理学的評価
論文審査委員	主査 教授 石光 俊介 副査 准教授 中山 仁史 副査 准教授 福田 浩士 副査 教授 中川 誠司（千葉大学）

## 論文内容の要旨

近年、自動車の電動化及び自動化の発展によって走行音の特性やドライバの注意の向き方が大きく変化している。これらの変化によって外部騒音への意識が相対的に増加することにつながり、車内の快適感が低下する可能性が懸念されている。本研究では、電気自動車の走行音に対する選択的注意及び順応といった認知機能を評価することにより、快適感を低下させる不要な音を抑制し、注意を向けるべき音に対して適切に応答できる車内環境の実現を目的とした。そこで、様々な走行音に対する運転中の脳活動を測定し、刺激の物理特性及び選択的注意などの認知過程との関連が示唆されている事象関連電位について調査した。まず、走行音の音圧レベルの増減、変動量及び周波数帯域の違いに着目して注意の向きやすい音を評価する検証実験を実施した。その結果、2 dB程度の音圧レベル変動を認識することができ、刺激強度がある閾値以上である場合、音圧レベルが増加する方が減少するよりも情報処理過程にかかる時間が有意に短いことが分かった。また、刺激系列の文脈や順応に関連する認知過程及び走行音に対する注意状態が事象関連電位に影響を及ぼすことが示唆された。さらに、低周波数帯域よりも1 kHz付近の高周波数帯域により注意が引きやすいことを確認した。次に、周波数特性の異なる走行音に対する注意資源を推定するプローブ刺激法を用いた実験を実施した。それより、運転による認知負荷が事象関連電位に大きく影響し、走行音への注意資源が大きいほど心理的好ましさが減少することが確認された。本研究により、走行音への注意は刺激特性、順応現象及び認知負荷の影響を受けることが示唆された。さらに、注意の向きやすい走行音の特性と不快な音成分の関係から、注意機能と感情価の関連が示唆された。本研究は、電気自動車車室内の快適性の向上のための認知的サウンドデザインに貢献する知見を提供する。

第1章では、研究の背景及び目的を紹介する。第2章では、ヒトの感覚機能を評価する心理的手法と神経生理学的手法についての解説及び特徴を述べる。第3章では、ヒトの注

意機能・順応の役割及び特性について述べる。第4章では、脳波解析手法について述べ、脳波と注意機能の関連について言及する。第5章では、電気自動車の走行音の特性及びその収録・解析した結果について記す。第6章では、走行音の変動に対するヒトの注意機能の検討について述べる。第7章では、プローブ刺激法を用いた走行音に対する注意容量を推定した検討について述べる。第8章では、本研究を総括し、まとめと今後の課題点を示す。

## 論文審査の結果の要旨

令和7年7月28日午後1時から2時40分まで313Loungeにて博士学位論文本審査を行った。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。

本論文では、走行音に対する選択的注意および順応の認知機能に着目し、快適感を低下させる不必要的音を抑制し、注意を向けるべき音に適切に応答できる車室内環境を討している。走行音に対する選択的注意および順応を評価するために、事象関連電位を用いて走行音の変動に対するトップダウン型注意の認知変化およびプローブ刺激法を用いた走行音への注意容量の推定を行い、音圧レベル変動認知や情報処理過程の時間との関係を明らかにしている。刺激系列の文脈や順応に関連する認知過程、および走行音への注意状態が事象関連電位に影響を与えることも示唆した。また、プローブ刺激法では、運転タスクの有無により事象関連電位が認知負荷の影響を大きく受け、走行音への注意資源が大きいほど心理的快適感が低下することが確認されていた。以上より、走行音への注意の程度が刺激特性、順応現象、認知負荷の影響を受けることが示唆し、注意の向きやすい周波数帯域と不快な音成分の一致、注意資源と心理的快適感の指標との関係から、注意機能と感情価の関連が示され、将来の車室内音環境設計に貢献する知見が得られたことを示している。

本論文の主な成果は、Acoustical Science and Technology に論文発表したほか、ICIC Express Letters にレター論文を発表し、査読付き国際会議5件などにも公表済みであり、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。