

2015 年度 研究調査事業実績報告書

1. [研究調査テーマ名]

音質に注目した快適化設計法と、快適化評価法に関する研究

2. [目 的]

自動車音の音質改善を通じて、自動車の快適性や安全性の向上による新たな付加価値の創造と豊かな自動車社会の発展を目指す。音質の評価方法と設計への還元方法を広く共有し、関連分野における知的生産効率を向上させることを目的とする。

3. [本研究調査事業の内容]

近年、環境問題に関わる国際的な騒音規制が累次強化されており、騒音の低減だけでなく、乗員及び近隣住民にとって快適な音質に改良する事が求められている。

本委員会は3つのWGを設置しており、それぞれ独自の視点から音質関連の課題に取り組んでいる。

1. 音質評価から設計
2. 生体計測による自動車音の安全性・快適性評価手法の提案
3. ディーゼル車両の過渡的変化する燃焼音の評価手法の確立

以下に、各WGにおける2015年度までの達成状況を報告する。

WG 1 :

- ・ NV 最適化設計の指針を定量的に把握するためには、NV 事象の評価も定量的に示す必要があることから、客観的評価量の定量化手法について検討している。
- ・ 各社持ち寄りのラフロード走行中車内音に対し、各社手法による官能評価実験を実施し、統計的手法により、聴感に一致したロードノイズの良し悪しを表す客観的な評価指標が確立できた。

$$\text{客観的評価量} = 3.698 \times \sum_{Bark=1}^{24} N_{Bark} (\text{sone}) + 1.474 \times \frac{\sum_{Bark=13}^{24} N_{Bark}}{\sum_{Bark=1}^{24} N_{Bark}} \times 100(\%) - 57.531$$

- ・ 今後の取り組みとして、高速クルーズ時の主な騒音である空力騒音を対象に範囲を広げ、客観的評価量の適合性を検証すべく、官能評価実験及び統計処理の準備を開始した。

WG 2 :

- 運転中の危険事象を知らせる警報音のデザインと反応時間の評価実験
 - ・ 警報音がもたらす主観的な緊急感と客観的な生体反応を調査した。
 - ・ ラウドネス一定の警告音において、高い周波数と休止間隔（リズム）の変化が緊迫感を印象づけることを確認した。
 - ・ 警報音がある場合はない場合よりも素早い反応と大きい筋力が発生することを確認した。
- 運転中の警報音が減速反応と緊張感に与える影響調査
 - ・ 簡易型ドライビングシミュレータ（写真）を用いて、交差点通行時の黄色信号に対する注意喚起警報音の効果を調査した。
 - ・ 緊張感の高い警報音がアクセル OFF の反応時間を短縮させることを確認した。
 - ・ 瞳孔径の変化によりストレス反応計測の可能性を検証したが、ノイズが多く、十分な生体反応を把握できなかったため、計測方法の改善が必要であることを確認した



- ・次年度により高度なドライビングシミュレータを導入し、現実性と妥当性が高い実験シナリオにおける警報音の効果を検証する実験計画を立てた。

WG 3

- ・ これまでにディーゼル車の時間的な音色変化を伴う燃焼音を対象として、過渡的な音質評価手法を提案している。その有効性は、広く主観評価を行って確認したことを前年度までに報告した。
- ・ 2015 年度は、本手法の残る課題である評価形容詞の独立性、一部の評価がクラスターで分かれた要因、シャープネスの相関についての物理的意味付けについて取り組んだ。
- ・ 評価形容詞については、一般に使用されている形容詞を広くリストアップしたが、時間的な変化を表す形容詞については当てはまるものが少なかった。そこで言葉を増やして、“急に・・・が変化する”なども形容詞としての候補にすることにして、全体で 50 程度の形容詞の候補を決めた。
- ・ 主観評価結果がクラスターに分かれた要因については、ワーキングメンバー内で評価グリッド法を実施した。その結果、一部のサンプル音で聞いている周波数領域、時間範囲が被験者によって異なることがわかった。これがクラスターに分かれた原因と考えられる。今後の評価では目的にあった部分を聞いてもらえるような工夫が必要である。
- ・ シャープネスの相関については、シャープネスを変化させたサンプル音を作成し、追加主観評価を実施する方向で進めている。
- ・ 本手法を共有できるものとするため、データ解析処理プログラムの作成を進めた。

4. [本研究調査事業の成果]

2015 年度は研究活動を各 WG で推進した。各 WG の活動として以下の成果を挙げる。

WG 1 : 2014年度の取り組みでは、主にロードノイズに焦点を当てて音質評価指標を確立した。2015 年度はこれを空力騒音評価に適用すべく、その適合性の検証手法など検討を進めた。また、ロードノイズと空力騒音の効果的な対策をおこなうためには、その伝達経路を分離し寄与を知ることが有用であることから、実稼動TPAを活用し、実走行中のロードノイズと空力騒音を分離する手法についても検討した。この分離手法については概ね完成した。

WG 2 : 運転中の危険事象を知らせる警報音を評価するための簡易型ドライビングシミュレータのシナリオを開発した。様々な警報音を比較し、適度な緊急感を与えて速やかなブレーキ反応を引き出すことのできる警報音の特徴を分析した。さらに、警報音提示直後の過渡的な緊張感を評価するための生体指標を探索した。

WG 3 : 前年度までに、ディーゼルトラックの加速時に過渡的に変化する燃焼音を対象に、新たな音質評価手法を提案した。本手法を検証していくため、以下のことを実施した。

- ・ 評価形容詞ついて、時間的な変化を表す新たに作成したものを含め、50 程度を決めた。
- ・ クラスターに分かれた要因について、評価グリッド法を実施し、一部のサンプル音で、聞いている周波数領域、時間範囲が被験者によって異なることがわかった。
- ・ 以上の得られた知見は今後の追加主観評価に反映する。
- ・ 本手法のデータ解析処理プログラム作成を進めることができた。

5. 委員会活動への影響

音質評価技術部門委員会は、2008 年度から開始した WG 活動（WG1：音質評価から設計，WG2：生体計測による自動車音の安全性・快適性評価手法の提案，WG3：ディーゼル車の音質評価）を推

進した。

引き続きこれらの活動を継続し、2017年2月に開催するシンポジウムにおいて最新の調査研究成果を報告する予定である。

6. 今回の研究調査結果について、発表方法を下記より選択してください（複数回答可）。

- ☐ 会誌への記事掲載（____年____月号を予定）
☒ 春季大会オーガナイズドセッションでの発表（2016年春季大会を予定）
☐ 春季大会フォーラムでの発表（____年春季大会を予定）
☒ シンポジウムでの発表（2017年1月を予定）
☐ 出版物の発行（印刷物、CD-ROM）（2017年1月頃の発行を予定）
☐ その他（具体的にご記入ください）

--

7. 受給額と執行額

受給総額	950,000 円
執行総額	945,198 円

費 目	使用例	実際の使用内容	予算額(円)	執行額(円)
印刷製本費	資料印刷費、複写費、編集外注費、CD 製作費など			
諸謝金	原稿料			
通信運搬費	運送用レンタカー代、宅配料		48,000	
委託費	外部への委託費			
開発費	システム開発費		200,000	
資料購入費	参考資料、書籍等購入費			
物品購入費	実験に必要な部品類など	ドライビングシミュレータ ソフトウェアアップグレード、モニター用スピーカ、生体計測実験用映像出力ケーブル、S 端子ビデオケーブル	322,000	446,288
消耗品費	燃料代、実験に必要な消耗品類	心電波形計測用電極および電極用クリーム		260,000
臨時雇用費	アルバイト代	解析処理アルバイト代	380,000	238,910
その他				
合計(円)			950,000	945,198

以上