

エンジン音の音像変化による 覚醒度向上手法の開発

大阪産業大学 工学部 交通機械工学科
准教授 伊藤 一也

2024年2月29日

産学連携の経歴

- 2017年-2018年 完成車メーカーと共同研究実施
- 2017年-2019年 電機メーカーと共同研究実施
- 2018年 平成30年度 戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE) 中小企業枠 採択
- 2018年 岩手県 平成30年度地域イノベーション創出研究開発支援事業 採択
- 2019年-2020年 大学発ベンチャー企業と共同研究実施
- 2021年 電子部品メーカーと共同研究実施

研究背景

交通事故による死者数は
年間2500人前後

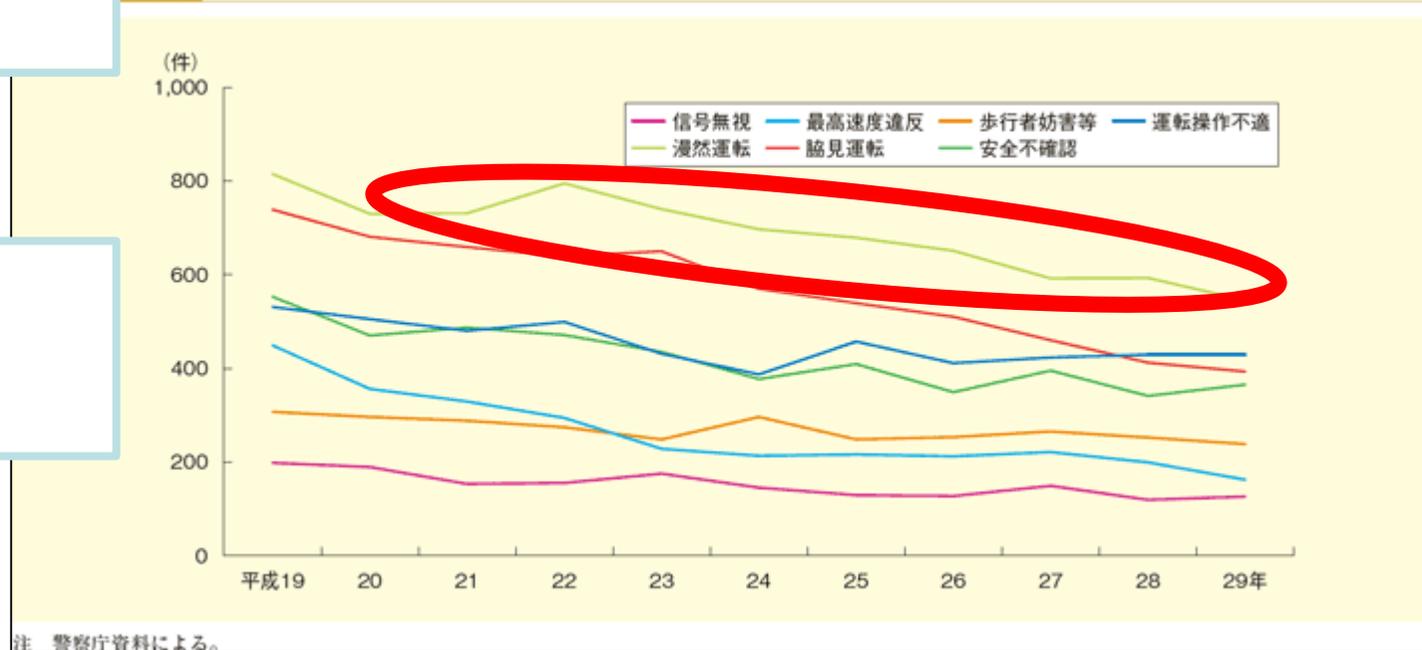


最も高い事故原因は
漫然運転



**漫然運転を防ぐことで
交通事故死者数の減少に貢献**

第5図 法令違反別の交通死亡事故件数の推移（原付以上運転者（第1当事者））



研究背景

従来手法

■ 警告音を用いて覚醒させる

➤ 煩わしい、不安、不快

本研究の
提案手法

■ 普段の刺激(エンジン音)の印象を変化させ、注意を向けて覚醒させる

➤ 煩わしさなどを軽減

研究目的

- EV,HEVの予防安全技術としての活用を前提に
 - ① ドライバーが常に耳にするエンジン音の音像が動くことで覚醒度を高める手法の効果を人間工学的に検証
 - ② 交通機械の安全装備に関わる特許化

エンジン音の印象を変化させる方法

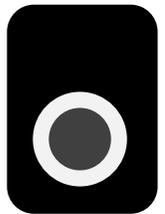
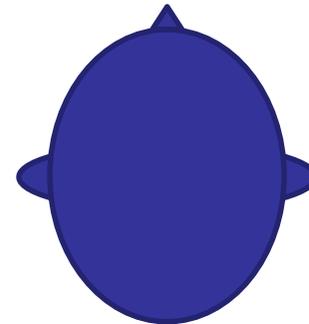
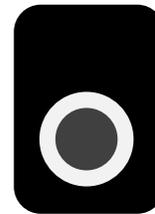
音像

左右耳の音圧が変化



音源が
移動しているように
聞こえる現象

正面



エンジン音の音像変化による 覚醒度向上の仮説

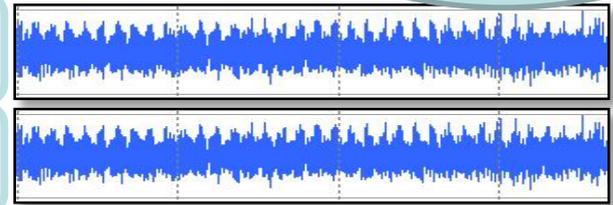
左右耳で聴くエンジン音の大きさが
それぞれ変化
→音源が移動するように聞こえる

異変を感じる

覚醒度の向上

左耳

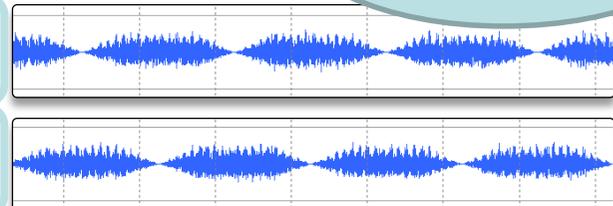
右耳



エンジン音が
正面から
聞こえる

左耳

右耳



エンジン音が
左右に動く

ドライビングシミュレータ実験

- 実験参加者：
19～21歳の男性10名
- 走行場面：
覚醒度が低下しやすい
夜間高速道路の自動運転



簡易ドライビングシミュレータ



ヘッドホン



心拍計



主観評価用紙

- 走行音：
実験1回につき、走行音5種類のうち1つをランダムで提示
(実験を5回に分けて実施)

実験の流れ

自動運転中の動画を再生
(安全監視作業を教示)



5分毎に眠気尺度を評価
(指で数値を示す)



20分経過時点でエンジン音を
提示音に差し替え



評価指標

- 生理指標

- 心拍計を装着し、RRIを測定
呈示音に驚く事による心拍数の
変動を評価

数値	意味
1	非常にはっきり目覚めている
2	(1と3の間)
3	目覚めている
4	(3と5の間)
5	どちらでもない
6	(5と7の間)
7	眠い
8	(7と9の間)
9	とても眠い(眠気と戦っている)

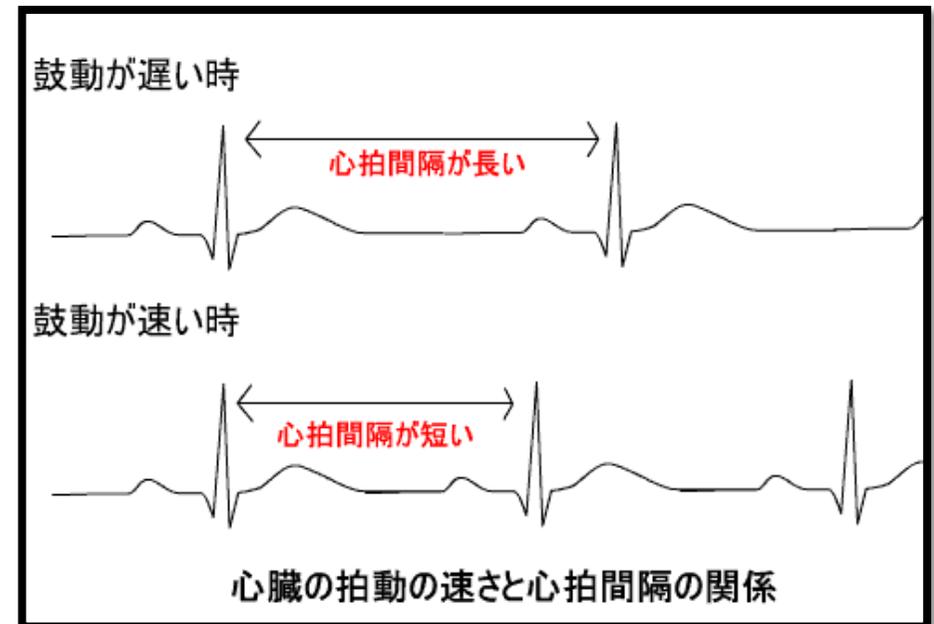
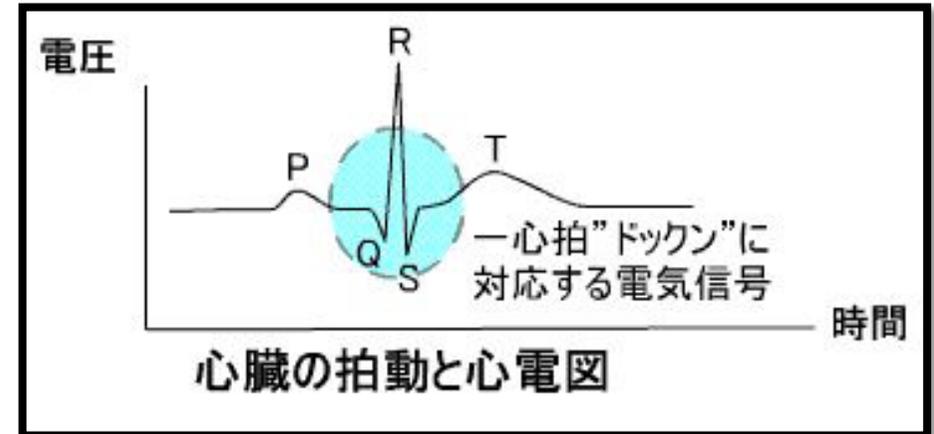
- 眠気の評価指標

KSS(Kalorinska Sleepiness Scale)
5分ごとに実験参加者へ質問

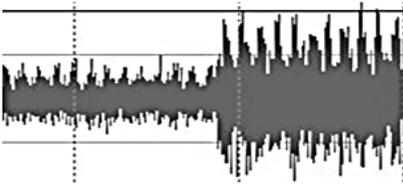
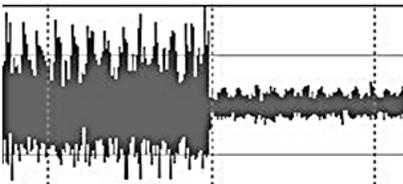
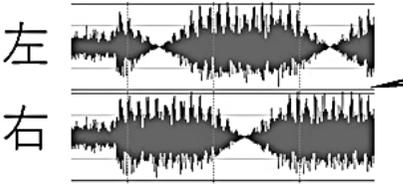
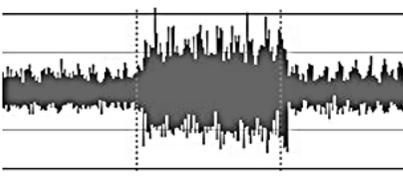
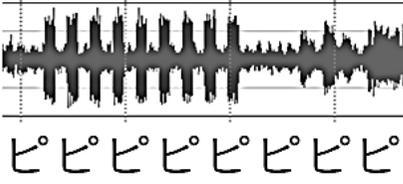
主観的覚醒度評価用語(KSS)

RRI (R-R Interval)

- 心電のR点から
次のR点までの時間間隔を計測
- リラックス : 時間間隔が長い
驚いた場合 : 時間間隔が短い

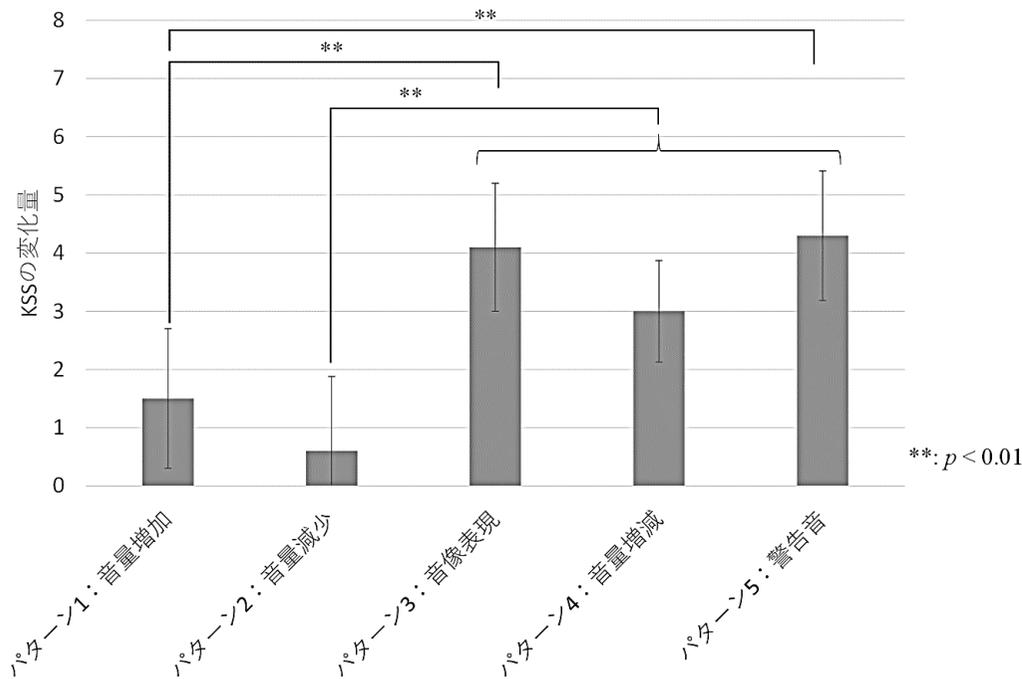


実験条件

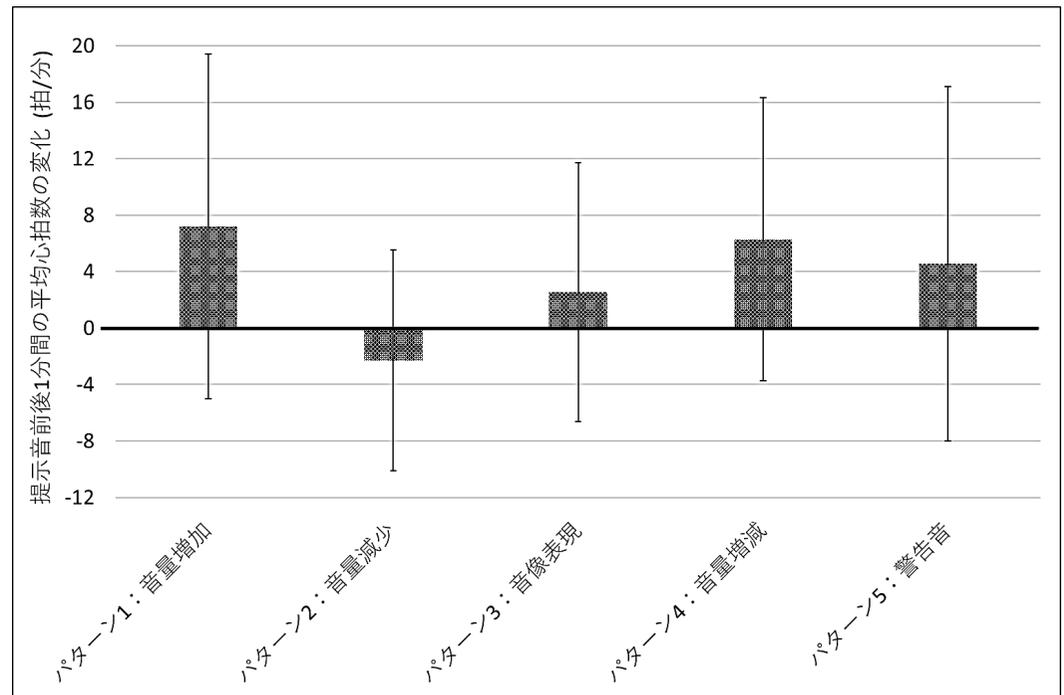
供試音パターン	供試音の波形
パターン1：音量増加	 <p>左右同時に 振幅を8dB増大</p>
パターン2：音量減少	 <p>左右同時に 振幅を8dB減少</p>
パターン3：音像表現	 <p>振幅を8dB増大させ、 左右交互に音量を変化</p>
パターン4：音量増減	 <p>左右同時に振幅を8dB増大、 1秒後に8dB減少を繰り返す</p>
パターン5：警告音	 <p>左右同時に 警告音を73dBで提示</p> <p>ピピピピピピピピ 「運転に注意して下さい」</p>

実験結果-RRI

- KSSは、エンジン音の音像表現による覚醒度向上効果は警報音と同等
- 音像表現の心拍数増加は警告音提示と比較して少ない傾向



供試音提示前後のKSSの変化量



供試音提示前後の心拍数の変化

考察

- 音像変化はドライバーが驚きにくく、覚醒度は警報音と同等な「優しい覚醒度向上」方策になり得る
- 少ない刺激量と通常時と比較した違和感の大きさが影響と推察

	音像変化	音圧の増減	警告音
KSSの変化量	4.2	3.0	4.3
RRIの変化量(拍/分)	2.8	4.9	6.3

- ストレス: **小**
- 覚醒度変化: **大**

- ストレス: **中**
- 覚醒度変化: **中**

- ストレス: **大**
- 覚醒度変化: **大**

従来技術とその問題点

既に実用化されているものには、警報音による覚醒度低下警報システム等があるが、
警報音に起因するわずらわしさが発生
わずらわしさが発生によりシステムOFF
の問題があり、広く利用されるまでには至っていない。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、警報音による煩わしさを低減することに成功した
- 電気自動車のように、車内で擬似走行音を提示して運転の楽しさを訴求する機能と併用することで、効果が得られる

想定される用途

- 電気自動車のように、車内で擬似走行音を提示して機能と併用することで、覚醒度の低下を抑制し、交通事故を未然に防ぐ効果が得られる
- 上記以外に、運転の楽しさを訴求する効果が得られることも期待される

実用化に向けた課題

- 現在、擬似エンジン音を車室内で呈示可能なバッテリー型電気自動車に適用可能なところまで開発済み
- しかし、内燃機関搭載車両への適用技術が未解決である
- 実用化に向けて、車室内に入るエンジン音の音像を変化させることが可能なノイズキャンセリング技術を確立する必要がある

企業への期待

- 未解決の内燃機関から発せられるエンジン音の音像変化については、アクティブノイズキャンセリング技術により克服できると考えている
- 車室内のアクティブノイズキャンセリング技術を持つ、企業との共同研究を希望
- また、自動車と同様に運転席が閉鎖された交通機械への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 運転支援装置
- 出願番号 : 特願2021-167894
- 出願人 : 学校法人大阪産業大学
- 発明者 : 伊藤 一也

お問い合わせ先

大阪産業大学

社会連携・研究推進センター 産業研究所事務室

〒574-8530

大阪府大東市中垣内3丁目1番1号

Tel : 072-875-3001 (代)

Fax : 072-875-6551

Email : sangaku@cnt.osaka-sandai.ac.jp

御清聴ありがとうございました