

音響のみによる電気自動車（EV）判別方法の基礎検討

日大生産工 ○加藤 修平 日大生産工 小井戸 純司

1. まえがき

近年、複合商業施設等において電気自動車（EV）を数時間かけ充電できる駐車場が増加している。しかし、そのスペースにガソリン車が駐車しており充電できず、EVの利便性が損なわれている。今後、EVの増加に伴いこの課題は顕著になると考えられる。これらの対策としてカメラ等を用いて画像で車種や車番（ナンバープレート）を判別する方法は駐車場入口において既に実用化されているが、駐車スペース毎に設置する装置としては撮影角度が難しく、大掛かりとなる。そこでEVを音響情報のみにより判別し、EV接近時にのみ駐車可能なように誘導するシステムを提案する。提案法はEV特有の毎秒約1万回（約10 kHz）の半導体スイッチのON/OFFに起因する音響情報¹⁾を基にEVを判別する。提案法はEV駐車誘導システムに留まらず可聴域で低騒音なEVの背後接近²⁾に対する交通弱者の安全性向上補聴器等に応用可能なため、非常に大きな波及効果が期待できる。本稿ではマイクロフォンを用いたEV音響の基礎特性測定結果について報告する。

2. 提案手法

図1に提案システム構成を示す。マイクロフォン等により音響を測定し、その周波数解析結果に応じてEVか否かを判別する。判別方法は

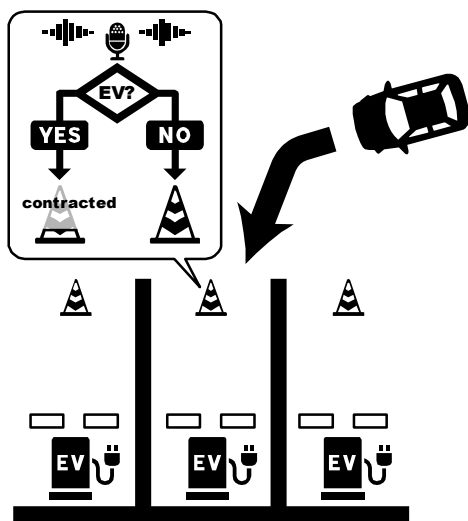


図1 音響によるEV判別システム構成

EVの10 kHz付近の周波数スペクトルの特徴量を基にニューラルネットワーク等を用いて行うことを想定している。そしてEVと判断した場合、例えば駐車スペース毎に設置されたロードコーン（パイロン）などが伸縮し駐車可能となる。このシステムはカメラ等による判別方法と比較し、左右どちらの方向からEVが接近しても広角に検出できる利点がある。

提案システムを実現するためにはEVの音響が検出できるレベルであることが必要であり、またEVの音響情報がガソリン車と明らかに異なる周波数スペクトルである必要がある。これらの基礎特性測定結果を以下に述べる。

3. 実験方法および測定方法

図2に実験方法、図3に実験時の外観を示す。また使用器具を表1、測定条件を表2に示す。駐車場での走行を模擬するため、EVが低速で走行して測定器（コンデンサマイクロフォン）に接近する際の周波数スペクトルを測定した。試験車両（EV）は日産自動車LEAFを使用し、コンデンサマイクロフォンの高さは地上約

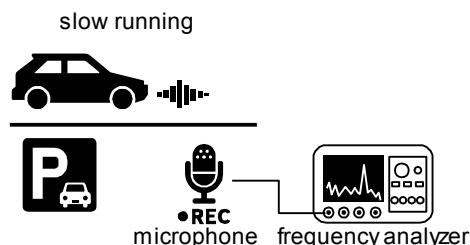


図2 EV周波数スペクトル測定実験構成



図3 EV周波数スペクトル測定時の外観

表 1 EV 周波数スペクトル測定使用器具

Capacitor microphone	MPM2000U
A/D converter	16bit/48kHz
Frequency characteristic	From 20 Hz to 18 kHz
Test car	Nissan LEAF

表 2 EV 周波数スペクトル測定条件

Sampling rate	96 kHz
FFT size	8192
Window function	Blackman-Harris

20 cmの位置に配置し測定を行った。

4. 音響測定結果と検討

図4、図5にバックグラウンド測定およびEV接近時の測定結果を示す。同図よりバックグラウンドに対してEV接近時は約10 kHzにスペクトルの鋭いピークが確認できる。これはEVモータを駆動するうえで原理的に発生するインバータ内部のパワー半導体（IGBT）をON/OFFスイッチング音をコンデンサマイクロフォンにて捉えることに成功していると考えられる。

一方、図6にガソリン車での同様の測定結果

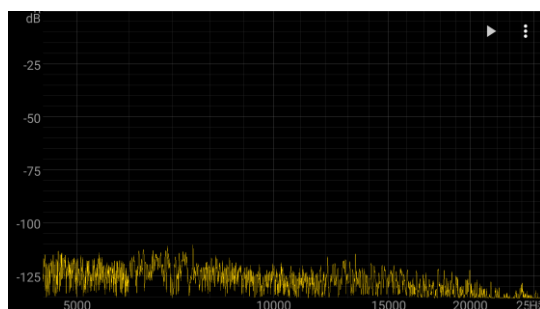


図 4 音響周波数スペクトル測定結果
(バックグラウンド測定)

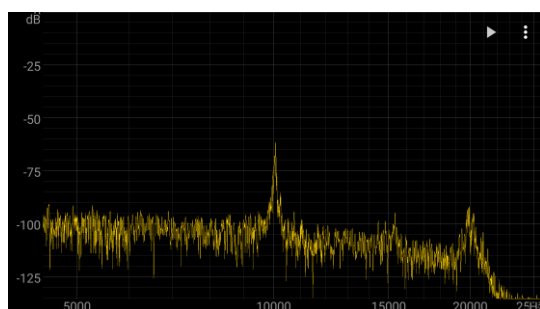


図 5 音響周波数スペクトル測定結果
(EV 接近時)

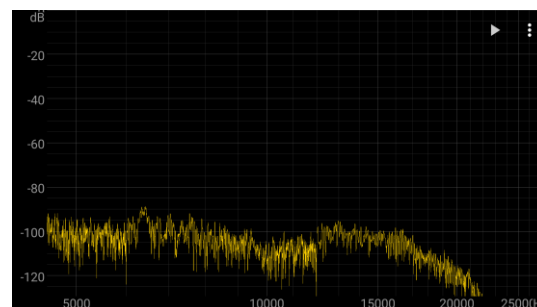


図 6 音響周波数スペクトル測定結果
(ガソリン車接近時)

を示す。同図より、ガソリン車ではkHz帯域にスペクトルの鋭いピークは現れていないことが判る。これよりEVとガソリン車を音響のみで判別できると考えられる。

5. まとめ

本稿では今後、増加が見込まれる電気自動車（EV）の駐車スペース確保に向けたEV判別方法の基礎検討を行った。ガソリン車とEVではkHzオーダの周波数スペクトルが決定的に異なることが判り、これらの判別は可能と言える。しかし、ハイブリッド車でも一部においてはピュアEV走行を行う車両もある。そのため、今後これらとEVの判別方法を検討する必要がある。

参考文献

- 1) Timothy Whitehead BASSETT, Simon TATE, Matthew MAUNDER, “Study of high frequency noise from electric machines in hybrid and electric vehicles”, Proc, Inter-noise 2014 (2014) pp578-588.
- 2) 山内勝也, 「次世代自動車における接近通報音のデザイン」, 日本音響学会誌 75 巻 2 号 (2019) , pp. 73-80.