

研究クラスター「環境調和型電動車両に関する包括的研究」	
題目	2024年度の研究成果
著者	早稲田大学 理工学術院（環境・エネルギー研究科） 教授 紙屋雄史

概要

本研究クラスターは、運輸部門のカーボンニュートラル化を目指した研究活動を行っている。具体的には、同部門の二酸化炭素排出量の約4割を排出する大型車(トラック／バス)を主な対象として、これらの電動化（電気自動車／プラグインハイブリッド自動車／燃料電池自動車化）、ならびに使用エネルギー(電気／水素)の低(脱)炭素化に向けた、様々な研究開発・実証研究・社会実装活動を進めている。

本年度の研究開発・成果

① 大型車の電動化メリット明確化を目的とした走行実態調査ならびにエコドライブ速度変化パターン最適化（Fig. 1）
電動車両は、低炭素（脱炭素）性能に優れている点は勿論の事、乗車環境（乗り心地）の良好性や周囲環境負荷の微小性（走行時や停車時における静音性やゼロエミッション性）の特長も有する事から、特にこれらの優位性を大きく発揮出来る路線バスやごみ収集車用途の大型車両に適した方式とされている。我々は本状況に加えて、それらユースケース特有の速度変化パターン自体についても電動車両に有利な物になっていると推測している。そのような背景のもと、本研究では、はじめに、路線バスならびにごみ収集車を対象とした速度変化パターン実態調査を実施し、得られた情報を詳細に分析する事で同推測の検証を行なった。つづいて、対象車両の更なる電費改善を目的としたエコドライブ速度変化パターン最適化計算を実施し、得られた結果の妥当性と有用性を実車データに基づき検証すると共に、両ユースケースの電動化メリットの更なる明確化を図った。

発表論文（国際会議発表論文）：“Developing a simple electricity consumption prediction formula for the pre-introduction prediction for electric buses”※，
Proceedings of the 37th international electric vehicle symposium (EVS), Session 1DS, No. 12, pp. 1- 12
（2024 年 4 月）. 他 2 件.

※ 本論文で The 37th International Electric Vehicle Symposium & Exhibition BEST DIALOGUE AWARD を受賞しました

② 理想的なバッテリー熱マネジメントシステムの構築

本年度は、熱マネの課題の一つである LiB の冷間始動時の暖機に着眼した。低温の LiB では、Li イオンの輸送速度の低下に伴い内部抵抗が増加するため放電容量と出力が低下する。また、内部短絡の要因となる Li 金属が負極に析出しやすくなり、出力制限が必要となる。以上より、低温下での電動車両の性能向上には、LiB の早期の暖機が重要であり、内燃機関のない BEV では効果的な暖機方法の検討が特に求められる。そのような背景のもと、BEV における LiB の暖機方法を検討し、モデルを用いて昇温効果を検証した。また、LiB 各部の温度を車載状態で計測して LiB の熱モデルを構築し、車両システムモデルに実装した。そして、複数の熱マネシステムを検討してモデルで再現し、冷間始動走行時における LiB の昇温性能を定量的に評価した。

発表論文（学術論文）：「1D 車両システムモデルを活用した最適なバッテリー熱マネジメントシステムの検討」，自動車技術会論文集，Vol. 55, No. 6, 20244590, pp. 1091-1096（2024 年 11 月）. 他 4 件.

③ PV システム車載型商用電気自動車の性能予測と性能評価
商用車は、その車体形状から PV 搭載が比較的容易で、かつ運行スケジュールの点からも適していると考える。本年度は、福島県内の二つのユースケース①住宅地・山間地間コミュニティバス（立子山ルート）、②温泉地連絡バス（飯坂温泉ルート）

において車両電力消費量と日射量を計測し、走行・気象条件が両値に与える影響について分析した。さらには、車両シミュレーションモデルを開発し、PV システム搭載効果とその変化の様子（平均車速、勾配、外気温、太陽高度に対する依存性）を評価した。コミュニティバスの運行・日射条件の違いがもたらす余剰電力の発生の程度についても考察した。

発表論文（学術論文）：「商用車における車載太陽光発電システムの実現可能性に関する研究（第2報）～シミュレーション計算による太陽光発電システム車載効果の見積もり～」，自動車技術会 2024 年秋季大会学術講演会講演予稿集，107, 20246107, pp. 1-6（2024 年 10 月）. 他 1 件.

これら以外にも、

- ④ 燃料電池鉄道車両を対象とした動力システム詳細モデリングと制御最適化(発表論文 7 件)
- ⑤ 燃料電池ごみ収集車の設計・性能評価・性能改善（発表論文 2 件）
- ⑥ 低炭素化とエネルギーコスト削減の両者を考慮した電気バス最適充電パターンの構築（発表論文 1 件）

の研究を実施し、有意義な成果を得た。

次年度の研究計画

- ①大型車の電動化メリット明確化を目的とした走行実態調査ならびにエコドライブ速度変化パターン最適化
- ②路線バスを対象とした最小限情報から現在時刻以降の速度変化パターンと電費を予測する手法の構築
- ③実測データに基づく電動大型車の走行モードリアルタイム把握手法の構築
- ④PV システム車載型電気自動車の性能予測と性能評価
- ⑤低炭素化とエネルギーコスト削減の両者を考慮した電気バス最適充電パターンの構築
- ⑥公道実運用試験データに基づく燃料電池ごみ収集車の性能評価
- ⑦燃料電池鉄道車両を対象とした動力システム詳細モデリングと制御最適化
- ⑧理想的なバッテリー熱マネジメントシステムの構築

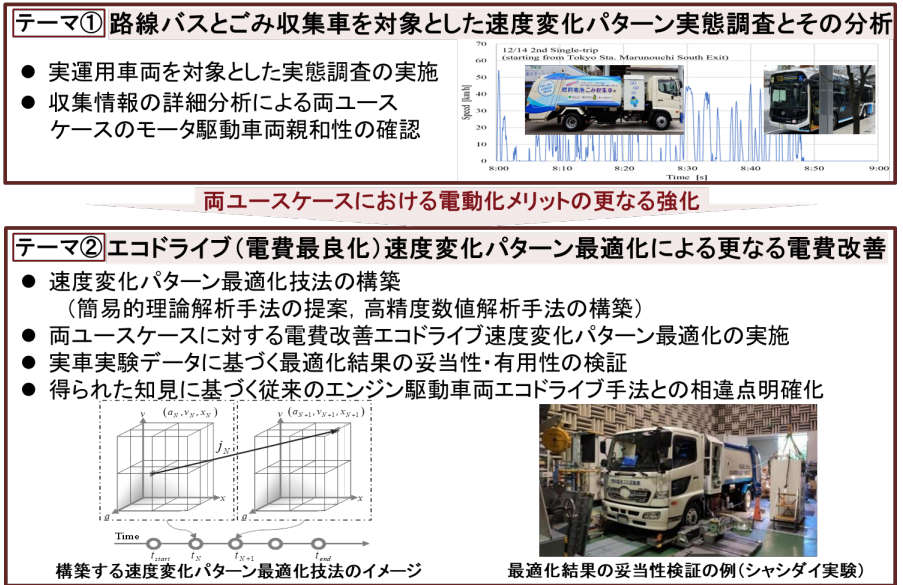


Fig. 1 大型車の電動化メリット明確化を目的とした
走行実態調査ならびに
エコドライブ速度変化パターン最適化