

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	2025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（kamiya@waseda.jp） 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1-51-612

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（電気自動車化／プラグインハイブリッド自動車化／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）

本研究では、筆者らの研究グループが開発した燃料電池ごみ収集車を対象に、神戸市内の実路走行試験データやシャシダイナモ試験データを用いて、加速強度の違いがエネルギー消費に及ぼす影響を評価した。実測データより、最高速度と合計走行距離が一致（仕事量一致）している状況においては、加速強度の違いによるモータシステム消費エネルギーの差は顕著とはならないことを確認できた。エンジン駆動車両と異なり、モータ駆動車両においては、加速状況の違いによるエネルギー消費量の差は顕著とはならないため、エコドライブ時の加速強度については、それほど神経質にならなくても良いと結論付けた。

発表論文（国内研究会発表論文）：「電動大型車における急加速・緩加速間のエネルギー消費量比較分析」※、自動車技術会2025年度学術研究講演会前刷集，C1，No. 1，pp. 1-4（2026年3月）。他1件。

※本論文で自動車技術会関東支部学術研究講演会ベスト・ペーパー賞を受賞しました

- ② 理想的なバッテリー熱マネジメントシステムの構築

電動車両にリチウムイオン電池を搭載する場合、車両用途に応じた電力要求を満足しつつ、劣化や熱暴走への対策が求められ、電池の状態を適切に管理するバッテリーマネジメントの技術が不可欠である。特に、これらの現象は化学反応に基づくため、主要な制御因子の1つである電池温度を効率的に管理する手段として、車両内の熱流れを協調制御する熱マネジメントが重要である。しかし、この熱マネジメントの方式は多岐にわたるため、試作して検証することは時間とコストの観点から困難である。さらに、システム内の熱移動（熱流量・熱収支）を定量的に把握することも容易ではなく、BEVの使われ方に適した熱マネジメント方式とその制御方針は十分に明らかにされていない。そこで本研究では、机上での定量評価が可能なMBDに着目し、車両全体を一次元で表現した1D車両システムモデルを活用した、電池の電圧・熱挙動・劣化予測を車両システムモデルで可能とし、量産型のBEVを対象に、既存の熱マネジメント技術の適切な組み合わせとそれに対する制御方策の検討を同モデルで行った。そして、実運用環境において有効なバッテリーマネジメント手法を提案した。

発表論文（学術論文）：“One-dimensional simulation of real-world battery degradation using battery state estimation and vehicle system models”，World Electric Vehicle Journal, Vol.16, 420, pp. 1- 22（2025年7月）。他5件。

- ③ 燃料電池ごみ収集車を対象とした運行モード適応型FC制御手法の構築（Fig.2）

本研究は、実運用データに基づきFCごみ収集車のバッテリー容量適正化を図りつつ、小容量化に対応した新たなデータ駆動型エネルギーマネジメント手法を確立する事を目的としている。本年度は、神戸市での実証実験データの分析により、現行のバ

ッテリー容量を50%削減可能であることを示した。さらに、小容量化に伴う「固定値出力制御採用時の動力不足」と「負荷完全追従制御採用時のFC劣化助長」のトレードオフを解消するため、運行モードに応じて制御状態を切り替える新たなFC制御手法のコンセプトを提案した。

発表論文（国内研究会発表論文）：「開発燃料電池ごみ収集車の搭載バッテリー容量削減のための新たな制御手法の構築（第3報）—運行モード適応型FC制御採用によるFC劣化抑制効果と水素燃費性能の定量的評価—」，自動車技術会2025年度学術研究講演会前刷集，C2，No. 3，pp. 1-4（2026年3月）。他2件。

これら以外にも、

- ④ PVシステム車載型電気自動車の性能予測と性能評価（発表論文7件）
⑤ 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（発表論文1件）
⑥ 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5件）
⑦ 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2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
④ PV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 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
⑦ 燃料電池ごみ収集車を対象とした運行モード適応型FC制御手法の構築
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 燃料電池ごみ収集車のシャシーダイナモ試験の様子

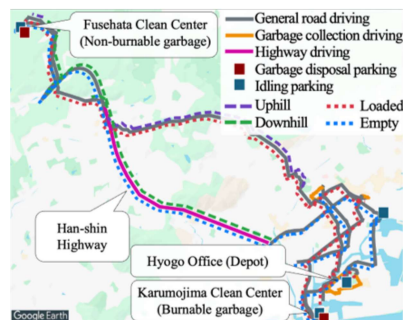


Fig. 2 燃料電池ごみ収集車の公道走行試験ルート例（神戸市）