

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	2023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(バス／トラック)を主な対象として、これらの電動（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 燃料電池ゴミ収集車の設計・性能評価・性能改善 (Fig. 1)
電動ゴミ収集車は、低(脱)炭素効果に優れる事は勿論の事、ゴミ収集運用時における静音性や周囲環境負荷微小性等の特長も有している。我々は本状況に加え、ゴミ収集車特有の速度変化パターン自体についても、ディーゼル車両より電動車両に適していると考えている。そのような背景のもと、本研究では、ゴミ収集車電動化メリットのさらなる明確化を目的として、実運用中のゴミ収集車の速度変化パターンの実態について調査した。具体的には、「燃料電池ゴミ収集車」を電動車両の例として採用し、ゴミ収集走行として最も特徴的な「戸別ゴミ収集走行」を主対象とした詳細分析を実施し、有益な知見を得た。

発表論文（講演）：「電動化メリットの明確化を目的としたゴミ収集車速度変化パターンの実態調査」, 自動車技術会 2023 年度学術研究講演会前刷集, C2, No. 3, pp. 1-4, 2024. 3.

※※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 電動車両における理想的なバッテリーマネジメントならびに理想的な LiB 特性についての探究
本年度は、電動車両の長期間の市場での使われ方における LiB の劣化の解析とこの解析に適した劣化モデルの構成について検討し、リン酸鉄リチウムイオン電池の劣化試験結果を基に車両システムモデルに適した劣化モデルを構築した。また、モデルに実装する劣化要因を選定し、長期保存劣化と充放電サイクル劣化の電気化学挙動を物理モデルで再現した。さらには、電動車両ユーザーの運用を想定した充放電における LiB の劣化を解析し、市場での複合する劣化現象の各々の寄与度を定量的に検証した。

発表論文（学術論文）：「リン酸鉄リチウムイオン電池を用いた 1D 車両システム解析用バッテリー劣化予測モデルの構築」, 自動車技術会論文集, Vol. 55, No. 2, 20244085, pp. 335-341, 2024. 3. 他 1 件.

③ 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
FC 試験電車の燃料電池出力制御検討を行うため、走行エネルギーシミュレータを開発した。目標速度や停車駅までの距離からノッチ操作を決定することで、車両のトルクパターンを演算し、エネルギー収支を計算するフォワード式とした。FC 試験電車はバッテリーの SOC と燃料電池の出力により力行・回生の性能に違いが出るため、これを再現できるシミュレータとした。開発したシミュレータによる計算結果と所内試験線の走行試験の結果の比較をおこないシミュレータの妥当性を確認した。

発表論文（講演）：「燃料電池ハイブリッド試験電車用の走行エネルギーシミュレータの開発」, 自動車技術会 2023 年秋季大会学術講演会講演予稿集, 049, 2023549, pp. 1-6, 2023. 10.

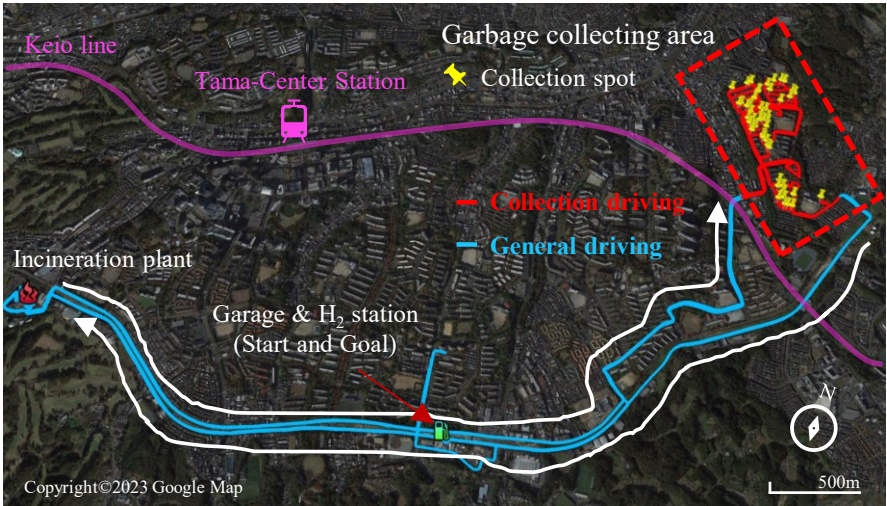
④ PV システム車載型電動車両に係る研究
本年度は、PV システム搭載小型配送車の実証試験評価を行い、同方式採用による消費エネルギー削減効果を詳細に評価した。

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」, ～EV コミュニティバス実証試験による PV システム搭載のエネルギー消費削減効果～, 自動車技術会論文集, Vol. 55, No. 1, 20244034, pp. 20-25, 2024. 1. 他 1 件.

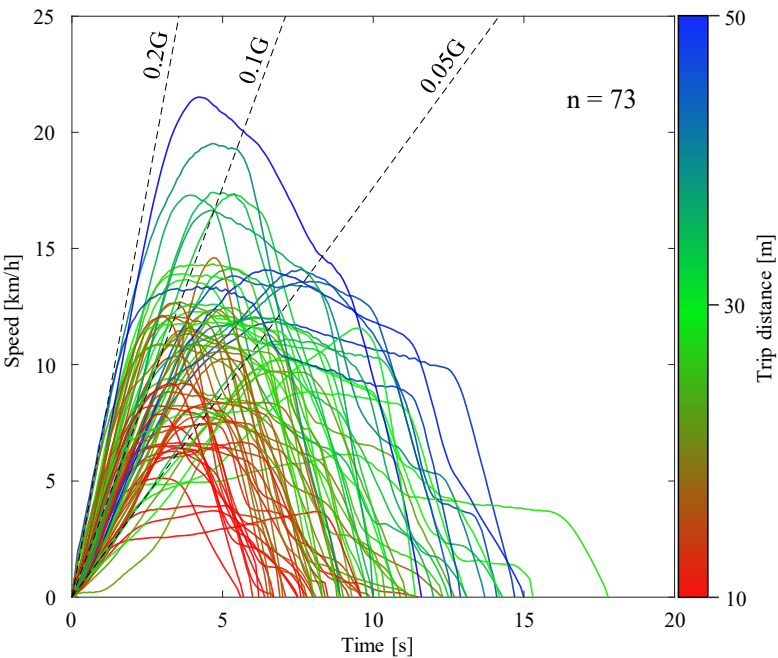
これら以外にも、⑤電動大型車のエコドライブを実現するための速度変化パターン最適化、⑥低炭素化とエネルギーコスト削減の両者を考慮した電動バスの公共交通への最適導入パターンに関する検討、を実施し、有意義な成果を得た。

次年度の研究計画

- ① 電動車両における理想的なバッテリーマネジメントならびに理想的な LiB 特性についての探究
- ② 電動大型車のエコドライブを実現するための速度変化パターン最適化
- ③ PV システム車載型電気自動車の性能予測・評価に関する研究
- ④ 低炭素化とエネルギーコスト削減の両者を考慮した電動バスの公共交通への最適導入パターンに関する検討
- ⑤ 燃料電池ゴミ収集車の設計・性能評価・性能改善
- 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



(a) 調査対象ルート概要(東京都多摩市)



(b) 戸別ゴミ収集時の速度変化パターン分析例

Fig. 1 燃料電池ゴミ収集車の設計・性能評価・性能改善