

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究

研究期間：2022～2023

課題番号：22K18071

研究課題名（和文）各種電動バスの適合領域に関する研究

研究課題名（英文）Performance Superior Domain Clarification of Various Electric drive Buses

研究代表者

楊 イ翔（Yang, Weihsiang）

早稲田大学・理工学術院（環境・エネルギー研究科・環境総合研究センター）・主任研究員

研究者番号：20755938

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は各種電動バス、特にバッテリー電気バス、プラグインハイブリッドバス、燃料電池バスの適合領域を明確にした。はじめに、各電動車両に対し、車両重量、電費・燃費性能、航続距離などの車両性能について評価し、横軸航続距離、縦軸車両総重量となる各電動車両の適合領域を明確化した。つづいて、車両導入後に低炭素効果などの環境調和性を評価した。以上から得られた知見をもとに、実社会への導入を前提とした上での各電動バスの適合領域を決定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は単一の電動車両に対する研究に留まらず、各種電動車両の走行・環境性能を総合的に評価できる研究であるため、政府の技術ロードマップの策定、自動車メーカーの技術開発、自治体やバス業者に電動車両を導入する際に根拠となるものになる。さらに、構築した方法論はバス以外の車種（例えばトラック等）でも応用できると考えている。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to delineate the suitable operational domains for various types of electric drive buses, particularly battery electric buses, plug-in hybrid buses, and fuel cell buses. Initially, the study evaluates the vehicle performance metrics such as vehicle weight, energy efficiency, fuel efficiency and cruising range for each type of electric vehicle. Based on these evaluations, the study maps the suitability regions for each type of electric vehicle with the range on the horizontal axis and the gross vehicle weight on the vertical axis. Subsequently, the environmental harmony, including the low-carbon effect is assessed. Based on the insights gained from these analyses, the study aims to determine the suitable operational domains for each type of electric drive bus, considering their introduction into real-world applications.

研究分野：電動車両

キーワード：電気バス プラグインハイブリッドバス 燃料電池バス 適合領域 環境調和性 低炭素効果

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、バッテリー電気自動車(Battery Electric Vehicle, BEV)・プラグインハイブリッド自動車(Plug-in Hybrid Vehicle, PHV)・燃料電池自動車(Fuel Cell Vehicle, FCV)をはじめとする、次世代自動車技術は加速度的に進化している。しかし、次世代の自動車技術をリードする日本では、乗用車に限らず、比較的電動化しやすい公共交通の電動化でも他国に比べ極めて出遅れている。導入できる選択肢車両が多い中で、どれを投資・開発・導入するのは政府から、自動車メーカー、バス業者まで迷っている現状である。

経済産業省が2010年に発表した各次世代自動車の適合領域の概念図を図1に示すが、具体的な値や適合範囲は見られず、BEV・PHV・FCV各車両の適合領域は十分に明確化されていないと考えられる。実は乗用車のみならず、バスやトラックなどの大型車も同様の課題に直面している。

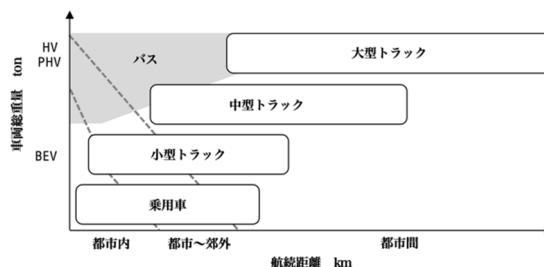


図1 各種電動車両の適合領域 (イメージ図)

2. 研究の目的

本研究は、バッテリー電気バス(以下BEバスと称す)、プラグインハイブリッドバス(以下PHバスと称す)、燃料電池バス(以下FCバスと称す)の適合領域を明確し、主に各電動バスに対し、車両重量、電費・燃費性能、航続距離、最大乗車人数などの車両性能について評価し、横軸航続距離、縦軸車両総重量をとる適合領域を明確化する; 車両導入の観点から、導入する際にバス仕業への影響、また導入後に低炭素効果などの環境調和性を評価することに着目する。

3. 研究の方法

はじめに、検討対象となる小型・中型・大型のバス(市販車両を参考)の基礎諸元を整理し、電動化する際に各種搭載機器の選定と諸元の確定を行った。特にバッテリー、FCシステム、水素ポンペを対象に、これらの将来レベル性能(2030年)を予測し、以降のシミュレーションに使用する性能値として定義した。

つづいて、電動化機器の重量と容積搭載制限を考慮し、搭載電動機器容量(主にバッテリー容量、エンジン出力、燃料電池出力)を決定する設計フローを作成した。設計車両が十分な動力性能や航続距離性能を有しているかどうかシミュレーションに基づき確認し、各種電動バスの小型・中型・大型車両を設計した。

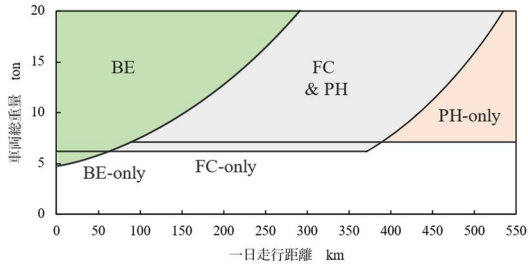
最後に、シミュレーションの際、各種電動車両は構築した設計フローに従い、車両総重量5トンから1トンずつ増やし、20トンまで設計しシミュレーションした。シミュレーション条件について、速度パターンをJE05モード、乗車人数を満員乗車、冷房をオフにした状態と設定した。また、使用バッテリーSOC範囲について、BEバスを90%-20%、PHバスを90%-10%とした。

4. 研究成果

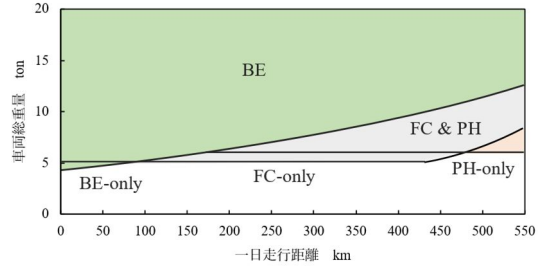
設計されたBEバス、PHバス、FCバスの適合領域を図2に示す。BEバスにおいては、現状レベルバッテリーでの成立車両航続距離限界は、航続距離290km(車両総重量20トン)と30km(5トン)を結ぶ曲線、2030年レベルバッテリーでは739km(20トン)と85km(5トン)を結ぶ曲線となった。PHバスについては、現状レベルバッテリーでの成立車両重量下限は7トン車、2030年では6トン車となった。FCバスにおいては、現状レベルでの成立車両重量下限は6トン車、2030年レベルでは5トン車となった。また、ディーゼルバスと比較した低炭素効果(CO₂削減率)を図3に表記して示す。

各種電動バスの適合領域を明確することで、以下の知見が得られました。

- 路線バスの一日常運行距離を150-200kmとする場合、現状レベル性能搭載機器ではBEバスの航続距離性能の限界に近づき、最も低炭素効果が得られることが確認した。運行の安定性を考慮すると、BEバスの営業路線を100km程度に設定することが望ましい。150km以上の営業路線では、グリーン水素を使用するFCバスかPHバスの方が適していると判断する。
- 2030年レベル性能搭載機器では、BEバスの航続距離性能が大幅に向上し、長時間充電の問題を解決できれば、低炭素効果の観点からBEバスが最適であると考えられる。
- PHバスに関して、バッテリー性能がさらなる向上すれば、同車両の適合領域は完全にBE重量車の適合領域内に取り込まれることになる。この場合、PHバスの役割が終わり、BEバス化が適当であると判断する。

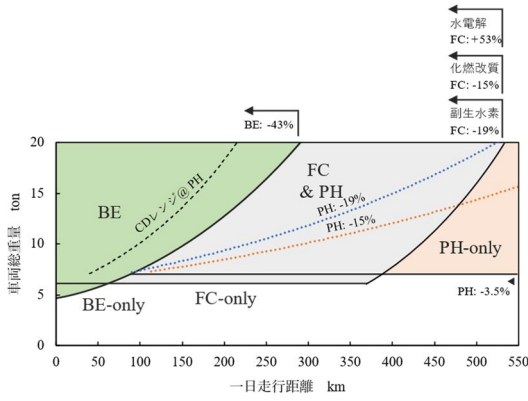


(a) 現状レベル性能搭載機器

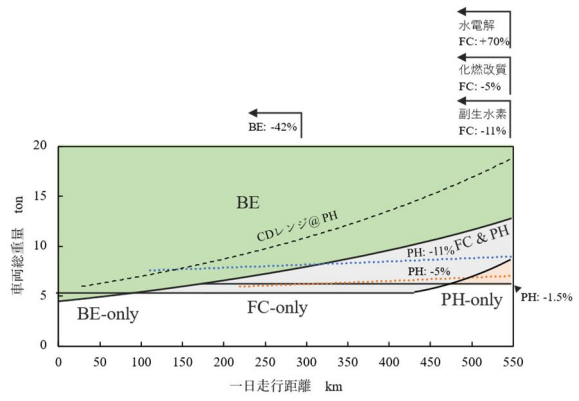


(b) 2030年レベル性能搭載機器

図 2 BEバス / PHバス / FCバスの適合領域



(a) 現状レベル性能搭載機器



(b) 2030年レベル性能搭載機器

図 3 BEバス / PHバス / FCバスの適合領域(低炭素効果表記)

(等高線:FCバスと同一CO₂削減率となるPHバスの走行距離)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------