

EV の充放電システムにおけるエネルギー管理の一検討

奈部和也[†] 福田瑛次[†] 齋藤正史[†]浜下祐輔[‡] 橋本茂男[‡] 杉本仁志[‡] 島田英俊[‡][†]金沢工業大学 工学研究科 [‡]北陸電力株式会社

1. はじめに

定期的に走行する EV バスが定時・定速で運行可能^[1]とする充放電方式^[2]を検討した。6 km×19 km の領域に 4 次メッシュコードの midpoint を通るマンハッタンモデルの道路において EV バスを走行させる。許容遅延時間と単位時間あたりの充電量を変化させ EV バスの挙動を分析したので報告する。

2. 車両走行データの作成

2.1 走行シナリオ

車両は 6:00 から 20:00 の間で走行し、1 時間に 1 回、北端から南端、南端から北端の片道を走行する。車両は時速 40 km の定速走行とした場合、片道の走行時間は約 25 分である。次の出発を 30 分とすると、停車時間が 5 分になり充放電するための時間がないため、車両は 1 時間に 1 回片道を走行する。隙間なく走行させるためには車両が 4 台必要となる。

充電はバッテリー残量が設定値未満になったときに充放電ポイントに向かい 10 分間の充電を行う。

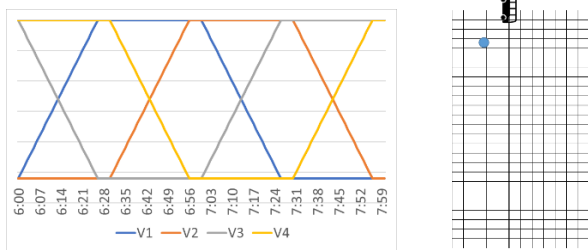


図 1 運行ダイヤと充放電ポイントの場所

2.2 設定パラメータ概要

運行ダイヤに合わせ、充電するタイミング、充放電ポイントの出力を変化させてデータを作成する。充電するタイミングはバッテリー残量が 10kWh、20kWh、30kWh 未満になったときである。充放電ポイントの出力は、市販されている充電器に合わせて 3kW、6kW、20kW、30kW、40kW、50kW^[3]と変化させて充電を行うものとする。計 18 ケースの車両走行データを用意し、充電するタイミング、充放電ポイントの出力が車両の走行にどのような影響をもたらすのかについて分析する。

3. 走行データの分析

車両は時速 40 km の定速走行であり、1 分間に 0.132kWh の電力使用と設定とする。片道の走行では約 25 分かかるため、約 3.3kWh の電力を消費

する。3kW の出力で充電を行う場合、1 分間に 0.05kWh、10 分間の充電では、0.5kWh の回復しか望めない。

3kW の出力の充放電ポイントでは、バッテリー残量が 10kWh、20kWh 未満のタイミングで充電する場合は、16 時台にバッテリー残量が 0 になる。30kWh の場合は 15 時台にバッテリー残量が 0 になる (図 2)。

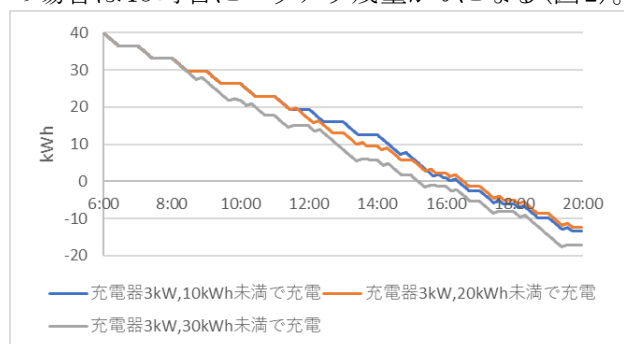


図 2 3kW 出力で充電

6kW の充放電ポイントを使用した場合も同様に、バッテリー残量は減少していくばかりであり、最終的には 0 未満になる (図 3)。

3kW、6kW の充放電ポイントを使用した場合、30kWh 未満になったときに充電しに行く回数が 1 番多くなるにも関わらず、1 番初めにバッテリー残量が 0 になる。これは充電しに行かなくてはならないという指示を出すタイミングが影響している。

今回、充放電ポイントは 1 か所のみ設定している。そのため、充電が必要になったときに充放電ポイントから遠い位置で車両が走行していた場合、充放電ポイントに向かうための余計な電力を消費している。その結果、次の出発の時間に間に合わず、運行ダイヤにも影響を与える。

20kW の出力での充電から、1 時間 1 回の充電で最後まで安定した走行が可能となることが分かる。

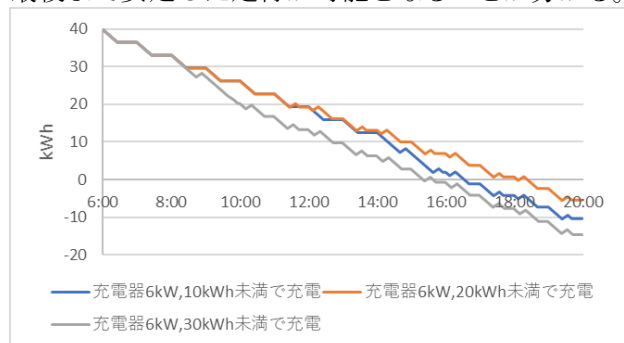


図 3 6kW 出力で充電

A study of energy management for microgrids using EV

[†]Kazunari Nabe, Eiji Fukuda, Masashi Saito,

Kanazawa Institute of Technology

[‡]Hamashita Yusuke, Hashimoto Shigeo, Sugimoto Hitoshi,

Shimada Hidetoshi,

Hokuriku Electric Power Company

20kW 出力で充電した場合、1 分間に 0.33kWh、10 分間の充電で約 3.3kWh の電力が回復するため、片道を走行するために必要な電力とほぼ同等になる。20kW から充電器の出力を上げていくと、徐々に充電回数が減少する(図 4)。

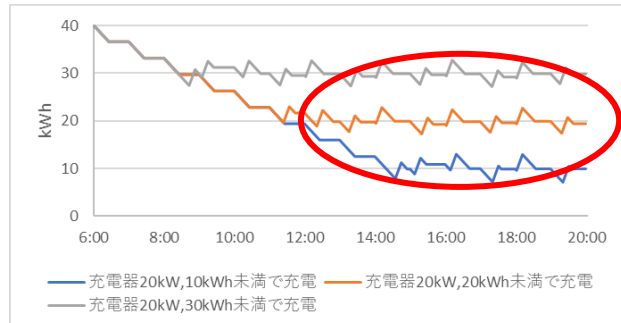


図 4 20kW 出力で充電

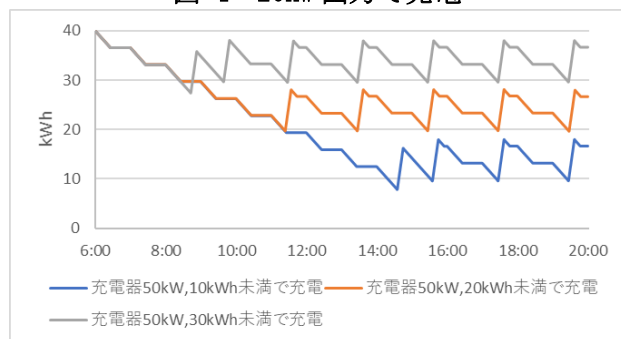


図 5 50kW 出力で充電

図 4 と図 5 を比較すると、50kW 出力充電のほうがバッテリー残量の上下する回数が少なくなっている。18 ケースの充電回数を表 1 に示す。20kW を境に充電器の出力を上げていくと、徐々に充電回数が減少する傾向が分かる。

20:00 時点での最終的な EV のバッテリー残量を表 2 に、EV のバッテリーが 0kWh となって運行サービスができなくなる時間(以下、サービス不可時間)を図 6 に示す。最終的なバッテリー残量とサービス不可時間を比較すると、最終的なバッテリー残量が低くなるほどサービス不可時間も長くなる。

表 1 充電回数

出力 残量	3kW	6kW	20kW	30kW	40kW	50kW
10kWh	6	6	5	6	5	4
20kWh	8	8	8	8	7	5
30kWh	12	12	12	11	8	7

表 2 最終的なバッテリー残量

出力 残量	3kW	6kW	20kW	30kW	40kW	50kW
10kWh	-13.50	-10.36	9.97	11.00	13.41	16.71
20kWh	-12.39	-5.38	19.44	21.64	20.73	26.62
30kWh	-17.27	-14.55	29.84	31.89	32.94	36.69

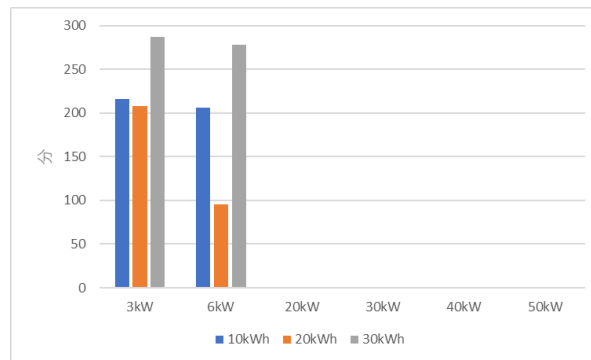


図 6 サービス不可時間

4. 考察

本稿の検討条件では、余剰電力による EV バスの運行において 20kW 以上の充放電機器が必要であるという結果になった。出力が大きいほど良いが、コストが大きくなるという問題が生じる。

充放電ポイントを 1 か所に固定したことにより充電が必要になった際に車両が充放電ポイントから遠方を走行している場合があり、走行のロスが大きくなるものが存在した。今回は 1 か所の充放電ポイントを使用してシミュレーションを行ったが、本来ならば複数箇所の充放電ポイントを用意する。しかし、一般に充放電ポイントの配置には偏りがあり、複数箇所の充放電ポイントを使用したとしても同様の問題が起こり得る。

車両走行データ作成のためのシナリオを見直し、よりスムーズに走行できるシナリオを考える必要があると同時に、充放電ポイントの数や場所が重要となると考えている。

5. まとめ

運行ダイヤに合わせ、充電するタイミング、充放電ポイントの出力を変化させてデータを作成した。そのデータを用いて、車両の充電するタイミング、充放電ポイントの出力が走行にどのような影響をもたらすのかということ进行分析した。

余剰電力による充電のためには、一定以上の出力を持つ充放電機器が必要である。多数の車両をサポートするためには、充放電のためのスケジューラも必要となるため、今後も研究開発を継続していく。

参考文献

- [1] 「EV バスの運用に対する電力供給の実用化研究」：菊池 拓仁、宮内 肇、松田 俊郎
- [2] 「EV 充電ステーションの最適運用計画および設備の最適化」：裾分裕太、千住智信
- [3] 日産自動車株式会社:NISSAN 電気自動車(EV)総合情報サイト日産自動車株式会社
<https://ev2.nissan.co.jp/>