

## ムーバス電動化に向けての検討

小柳 文子\*<sup>1</sup>, 川口 雄貴\*<sup>2</sup>

### An Approach for Mubus (Musashino City Commuter Bus) as an Electric Transportation

Fumiko KOYANAGI\*<sup>1</sup> and Yuki KAWAGUCHI\*<sup>2</sup>

(Received March 26, 2007)

#### 1. はじめに

近年、駅から住宅街といった小規模地域の循環に、コミュニティバスを導入する自治体の例が急速に増加している。武蔵野市は、全国に先駆けてコミュニティバス（ムーバス）を導入し、採算性でも成功した数少ない例として有名である。一方で、普通バスの乗り入れができない狭隘道路を主なルートとするため、住宅環境に配慮したムーバス電動化の必要性も認識され始めている。

本研究は武蔵野市と共同で、ムーバスを電動車両化（EV化）に向けて、電動化による様々な要件を検討すると共に、その可能性の分析を行っているので現状を踏まえた進捗状況を報告する。

#### 2. ムーバスの現状

武蔵野市のムーバス<sup>[1]</sup>は、「バス停から 200m 以上離れた交通空白地域」と「バスの便が 1 日 100 本以下の交通不便地域」を巡回する市民の足である。計画や運営は自治体が行っているものの、実際のバスの運行业務は関東バスと小田急バスの 2 事業者に委託している。収益の有無にかかわらず、バス事業者へ運行委託費を支払うため、必ずしも採算性を見合う路線ばかりではない。

しかしながら高い市民の支持に支えられ、現在は武蔵野、三鷹、小金井市を跨ぐ JR の 4 駅を主要経路として、9 系統 7 路線が運行されている。その路線図を図 1 に示した。各路線はおよそ 15~30 分間隔で巡回しており、短いもので 2.4km、長いものでは 5.2km の 1 循環走行距離を有する。また運行時間は早朝、深夜を除く時間帯とし、予備車も含め 12 台（内ノンステップバス 7 台）で、大人と子供の区別なくワンコイン（¥100）の料金による営業を行っている。

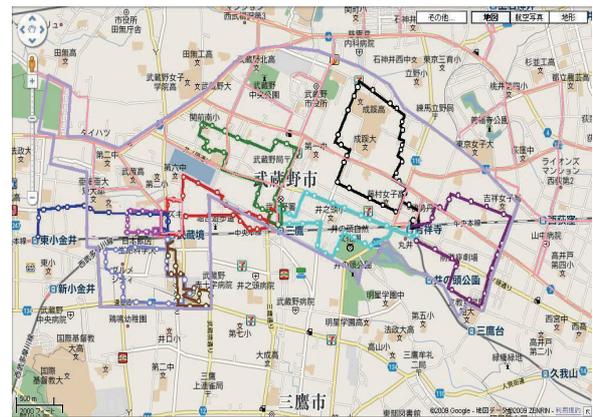


図 1. 各循環の路線図<sup>[2]</sup>

このようなことから現状の利便性、経済性を損なうことなく電動化を進めるため、充電インフラ構築を含めた地域全体としての将来像も視野に入れながら、慎重に計画・検討することが必要である。本検討ではまず運行状況の分析、車両の適性、経済性の検討を軸に、地域への影響、環境問題、今後の電動車両の増加に対応するインフラ問題などを検討、分析していく。

#### 3. 車両の選定と分析

ムーバス車両を電動化する場合、最も重要となるのが充電が走行状況と合理的に対応可能であるかどうかにある。電動化は社会の趨勢であり、その必要性は理解されても、現実問題は走行距離と充電に掛かる時間、車両コストの費用面、更には代替による諸問題が未だ明確となっていない。そこでここでは共同研究をしている早稲田大学の先進電動マイクロバス WEB1<sup>[3-5]</sup>のデータを元に、ムーバス電動化の基本仕様を以下の様に定めた。

表 1. EV 車両の仕様

車両	日野自動車製 [リッセ], 「ボンジョ」
車両重量	3200 kg (バッテリー 180 kg 含む)
最大積載人数	29 名 (乗務員 1 名含む)
バッテリー	Li-ion バッテリー 20 kWh
1 充電走行距離	60 km (電費 3 km/kWh)

\*<sup>1</sup>: 物質生命理工学科科助教(koyanagi@st.seikei.ac.jp)

\*<sup>2</sup>: 物質生命理工学科平成 21 年度卒業生

WEB1 号によれば 1 充電走行距離は 60km であり、また補充電に必要な時間は約 15 分で容量の 80%となる。WEB1 号の場合地下埋設型非接触充電を前提としているが、今回は必ずしも非接触に拘らず補充電を検討している。しかしながら 15 分は 1 巡回：可能な場合もあるので、補充電時には別車両の運行の必要性があり、車両の使い回しが重要な要件となることが考えられる。

このことから、エネルギー消費と各系統の運行状況を定式化し、運用方法を検討した。なお java を用いた各系統における走行距離シミュレータを作成し、走行時間、エネルギー消費量の関係を視覚化すると共に、系統の組み合わせ抽出とその解決法について検討した。

#### 4. 分析手法と結果

図 2 には各系統の 1 日（平日：左数値付，土日祝日：右）における走行距離と補充電走行距離との関係を示した。図中 1, 2 番は吉祥寺経由，3, 4, 6, 7 番は武蔵境経由，5, 8 番は三鷹経由，9 番は境・三鷹循環にそれぞれ対応している。これを見る限り，EV 仕様のコミュニティバスの場合

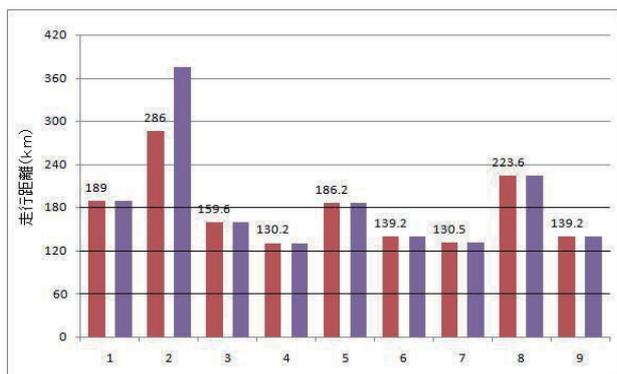


図 2. 各系統における 1 日あたりの走行距離

1 日走行距離が最大 374.4 km 最小 130.2 km の循環路のムーバスでは、少なくとも日に 3 回から 4 回の補充電が必要と考えられる。

このことから 7 路線 9 系統並びに予備車両を含めた適切な車両の使い回しを図 3 のような、運行シミュレータを作成し検討行った。図 3 は左棒が運行時間を、左棒グラフがバッテリー消費状況を、画面中央縦軸に各停留所数，横軸を所要時間を示している。画面上部には運行経路の選択を行うことで停留所数，平均速度，経過時間等を表示，視覚化する。また，日曜平日の選択の切り替えが可能であり，これらを組み合わせることで，運行状況とエネルギー消費状況の分析に加え，充電タイミングを必要に応じて調整することができるようにした。

本シミュレータにおいて各系統における停留所の巡回数と走行距離，並びに充電可能な停留所での停留時間とバッテリー消費状況の組み合わせを線形計画法によって検討

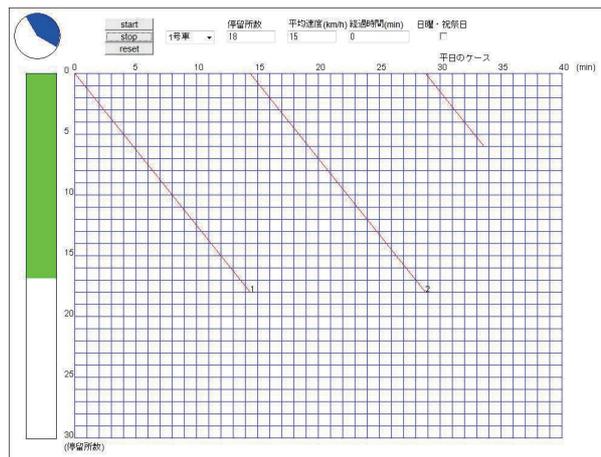


図 3. 系統別エネルギー消費分析用運行シミュレータ

した。しかしながら現状を保ちながら一気に全車両を EV に転換することは，運用スケジューリング上極めて困難と判断するに至った。このことから現在動的計画法を用いてスケジューリングすると共に，費用対効果の大きな路線からの優先順位とその実現性を検討している。

#### 5. まとめ

本報告では，ムーバスの電動車両化に向けて分析と検討をおこなった。シミュレーションの結果，既存の 12 台のムーバスを一気に電動化することは，適当ではないことが判明した。これは特定の経路にバスが複数台走行しており，また予備車両を含めた充電時間の確保が難しいことなどが主な原因である。

従って急速充電を主要な停留所で利用しながら，複数の系統間で予備車両を共有する組み合わせを工夫することが必要と考えられる。今後は動的計画法によって，段階的に EV 化することを検討したい。とりわけ充電時間を 15 分と固定せず，柔軟な運用を図ることで実現の可能性を目指すことが出来るようになる。

#### 参考文献

- [1] 武蔵野市 HP，ムーバス：<http://www.city.musashino.lg.jp/cms/guide/00/00/03/00000321.html>
- [2] 武蔵野市ホームページ，「路線図」：<http://www.city.musashino.lg.jp/cms/guide/menu/m0421.html>
- [3] 早稲田大学「ヒトと地球にやさしい電動バスの早期普及に向けて」：<http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/soukou/soukou-magazine/0906waseda-univ.pdf>
- [4] 日野自動車「日野ポンチョ主要緒元」：<http://www.hino.co.jp/poncho/syogen.pdf>
- [5] 紙屋雄史：「電気エネルギー利用による自動車の低炭素化」<http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/soukou/soukou-magazine/0906waseda-univ.pdf>