

特定地域別の電気自動車の航続距離推定法の開発

“A Study on Electric Vehicles Performance and Their Introduction into Specific Regions”

田中謙司, 手島 哲, 鈴木慎太郎

Kenji Tanaka, Toru Teshima, Shintaro Suzuki

東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻

Department of Systems Innovation, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

Abstract: 環境対応車の普及が進む中、電気自動車が初のゼロエミッションビークルとして市場投入され注目を浴びている。ただし、電気自動車は走行地域での走り方によって航続距離が大きく異なる。本研究では、特定地域でのナレッジに基づき航続距離計算に用いる走行モードを特定し、航続距離を推定する手法を提案する。例題として沖縄本島における電費推定を行った。

Keywords: electrical vehicle, battery, driving range, driving mode

1. はじめに

資源エネルギー枯渇問題に加え、二酸化炭素排出による地球温暖化問題といった世界的な環境意識の高まりとともに電気自動車 (EV) が有望な次世代環境対応車として注目を集めている。EV は、ハイブリット車、燃料電池車やプラグインハイブリット車と比較しても走行距離当たりの二酸化炭素排出量は最も低く、また現時点において唯一、走行時のゼロエミッションを達成できる方式である。2010 年には複数の既存自動車メーカーから一般向け量産型 EV が発売される予定となっており、EV 普及元年になるといわれている。しかしながら、実社会での導入実績がない EV は充電インフラ整備など EV の普及にあたって解かなければならない課題が山積している。EV には走行中の CO2 排出がないという利点を持つ一方、エネルギー源の二次電池に性能が左右され、現状では一充電走行距離が短い課題がある。特に航続距離は、車両の電池性能とともに、走行地域での走り方によって大きく異なり利用の制限やインフラ整備の方法へ影響する。

そこで、本研究では、EV 社会構築のための第一歩として、導入地域の特性を織り込んだ EV の車両性能、走行モードに基づいた航続距離を推定する手法を提案し、沖縄における試験走行をもとにした沖縄走行モードを作成し、渋滞時、一般走行時、高速走行時における推定走行距離を算定する。

2. EV 消費電力量推定法

2.1 EV の要因別消費電力量評価

EV の最大の特徴は、ガソリン車のエンジンと変速機にあたるキーコンポーネントが、モータと電池に置き換わる点である。モータによる動力はエンジンのそれと比較して効率が低い。エンジンは回転数がゼロの時にトルクがかからないのに対し、モータは大きなトルクを出すことができるためである。さらに回生ブレーキにより運動エネルギーを回収することで効率を上げている。図1に示す通り自動車の消費エネルギーは、機会損失、走行抵抗による損失、ブレーキ損失の3つにエアコンなどの動力以外の消費エネルギーを加えたものとなる。なかでも走行に必要な出力 P (W) は、転がり摩擦抵抗、空気抵抗、勾配抵抗、加速抵抗の4つで式(1)に示す。第1項は転がり摩擦抵抗、第2項は空気抵抗、第3項は購買抵抗、第4項は加速抵抗を表す。EV の性能および道路状況によって異なる。

この出力 P を時間積分したものがガソリン車の燃費である。EV においても同様に求められるが、1点異なるのは $p < 0$ の時に回生ブレーキから充電する点である (図1)。この式を用いて2010年に発売が予定されているEVのうち、最も量産数を多く予定されていたCセグメント車を想定し米国カルフォルニア州の燃費計算モードであるLA4モード走行時の電費を計算したものを図2に示す。

$$P = \left(\frac{1}{\eta \cdot \varepsilon} \right) \cdot u \cdot F = \left(\frac{1}{\eta \cdot \varepsilon} \right) \cdot u \cdot \left\{ g \cdot r_{Roll} \cdot M + \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot S \cdot u^2 + g \cdot M \cdot \sin \theta + a(1 + k_{Rotat}) \cdot M \right\} \quad (1)$$

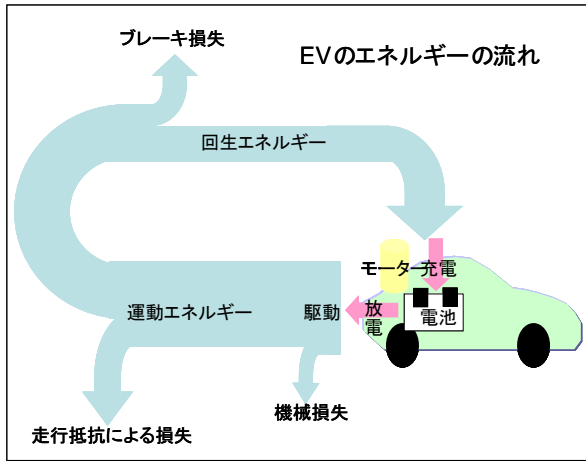


図1 EVのエネルギーの流れ(走行時)

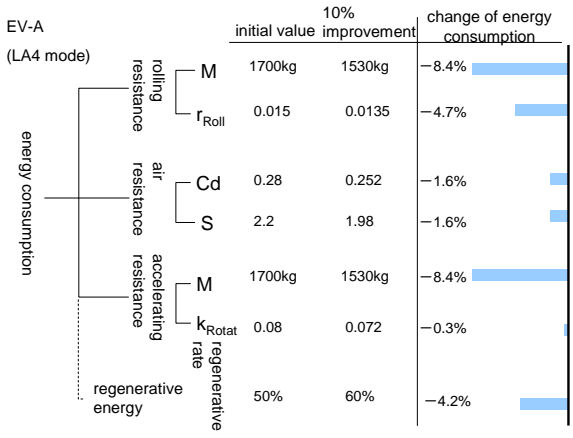


図2 EVの走行電費の感度分析(Cセグメント車)

LA4モードは、都市走行を想定した運転モードである。抵抗要因別に10%改善した場合に電力消費量へ与える影響の大きさの感度分析を行った結果、図2に示されるように、重量M、転がり摩擦抵抗 r_{roll} 、回生効率 ϕ の準備電費が改善する。特に重量Mは8.4%の改善がみられ、軽量化がEVの消費電力量低減に大きく寄与することが分かる。

2.2 知識活用した走行モード推定法

応用先での実航続距離の推定には試験用走行モードではなく実際の走行モードによる分析が必要となる。対象地域利用者の走行知識をモデル化し、その代表的な走行モードを実験結果により定義する。まず対象地域利用者への運転状況ヒアリングを実施し、特定地域の交通状況、目的地、時間帯を分析する。その結果に基づいて、地域特有の走行モードを選定し、その対象道路、時間帯を決定する。典型例として、渋滞モード、一般道モード、高速道モードなど

が考えられる。これらは地域の交通状況によって千差万別である。走行実験によって地域特有の走行モードを定義する。図3にその走行モード例を示す。走行中設定時間毎に速度を計測したデータから時系列速度変化を示す。本研究の提案する手法のフローを図4に示す。車両性能を再現したシミュレーションを、地域ナレッジに基づいた走行実験による代表的な運転モードで計算を行い、航続距離を推定する。その結果は、車両設計やインフラ設計へ還元される。

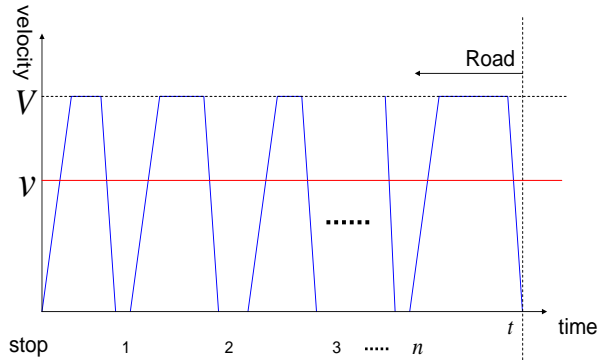


図3 走行実験による走行モードモデル例

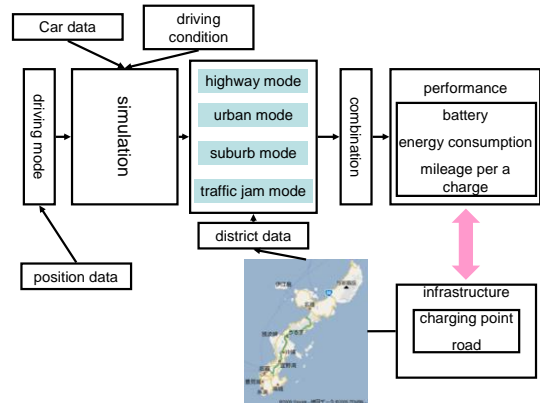


図4 本研究手法の全体フロー

3.本手法の沖縄地域への応用

3.1 沖縄での実走行調査

本研究では、EVの導入地域として沖縄を想定し、現地での走行調査を行った。沖縄を選んだ理由としては、島嶼圏であり航続距離の短いEV導入に有利であること、地域交通の大半を自動車によって担っていること、観光が主力産業であるためレンタカーが多くEV導入が進みやすいこと、などが挙げられる。調査では、7つのルートを選択し5分毎の走行距離と停止回数を記録した。

3.2 走行ルートとモード別の走行電力量

走行のモデル化と走行調査結果を用いて、7つの走行ルートで消費電力量を計算した。平日市街地渋滞、休日市街地渋滞、一般郊外道路、高速道路などを走行実験した。7ルートは地元のレンタカー関係者はじめ複数人からヒアリングを行い、那覇市への通勤渋滞と道路事情による市街地渋滞などの渋滞ルート、主要な幹線を通る国道ルート、高速道路移動ルート、主要観光ルートの代表的なルートと時間帯を設定した。図4は走行実験のルート例を示している。このルートは市街地から渋滞を抜け主要幹線道路で北上するルートであった。このルートの実験結果に基づいた走行距離ごとの消費電力量推定を図5に示す。エアコンありとなしの場合の2ケース示している。7つの走行実験の結果では走行ルートによって電力消費率は10~15%程度の差があった。



図4 実走行試験のルート例

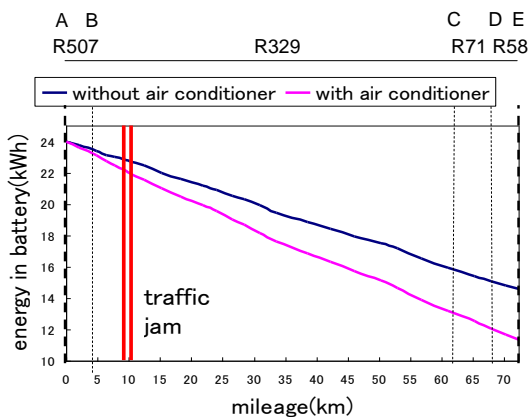


図5 走行実験に基づく電力消費量推移

3.2 沖縄でのEV性能評価

走行調査結果を基に走行モードを市街地、郊外、高

速道路、渋滞の各モードに分類し、モード別の航行距離を評価した。表1に結果を示す。Cセグメント車の一充電走行距離がLA4モードで159kmであったのに対し、最も航続距離が短かったのはエアコン使用時の渋滞モードで108kmとなった。渋滞時は、平均速度が低く走行時間が相対的に長くなるのでエアコンの消費電力がEVの性能に大きく影響することが分かる。逆に市街地モード・エアコンなしでは222kmと大きく上振れしていることが分かる。

表1. 走行モード別エアコン別航続距離

①渋滞モード(エアコンあり)
②市街地モード(エアコンあり)
③高速道路(80km/h)モード(エアコンあり)
④郊外モード(エアコンあり)
⑤高速道路(80km/h)モード(エアコンなし)

4. 結論

本研究の結論を以下にまとめる。

- (1) EV性能と地域特有の走行モード別に基づいて特定地域のEVの航続距離を推定する手法を示した。そのために以下の2要素も提案する。
 - 車両スペックを反映して消費電力量を推定する式およびシミュレーションモデルの開発
 - 地域のナレッジを活用し、走行実験を行うことで地域特有の交通事情を反映した走行モードモデルの開発
- (2) 提案する手法を用いて沖縄において走行実験を行い、沖縄地域におけるEVの実走行距離を推定した。

今後の課題として、実際にEVを走行させての検証をする必要がある。また、今回の性能評価法を応用することで、充電インフラの配置決定や他地域でのEV走行シミュレーションに利用可能となる。

参考文献

- [1] 石谷久、深川正一 他:「市街地走行における乗用車の燃料消費推定モデル」、シミュレーション、第4巻第3号, pp.16-25,1985
- [2] 清水浩、内藤正明 他:「電気自動車の基本設計のための性能評価用シミュレーションプログラムの開発」、シミュレーション、第10巻第3号, pp.63-72, 1991