

2. 電気自動車の環境性能とその試験法の課題について

環境研究領域 ※新国 哲也 奥井 伸宜 小鹿 健一郎
審査部 小林 一樹 室岡 絢司 鈴木 延昌

1. はじめに

これまで自動車における環境対策は、主に排出ガスの浄化に重点が置かれてきた。図1にはガソリンエンジン車に対する排出ガスの規制値の推移と様々な排出ガス浄化技術の例を示したが、昭和48年度の排出ガス規制のスタート以来、燃焼の改善と後処理技術の向上が続けられてきた。一方で電気自動車は燃料を使用する内燃機関を搭載した自動車とは異なり、直接的な排出ガスを出さない自動車であり、従来の自動車が抱えてきた課題に対し根本的な対策を打ったという点で画期的である。

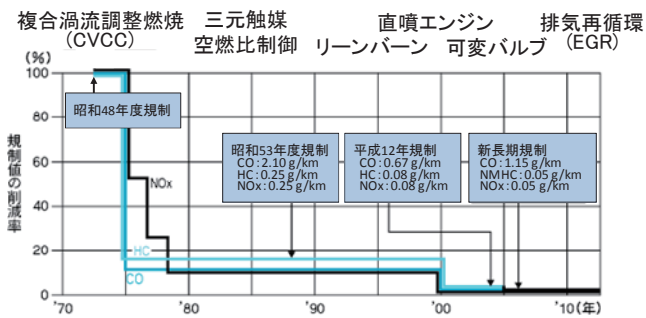


図1 ガソリンエンジンにおける排出ガス規制と対応技術⁽¹⁾

また地球温暖化対策の観点では、自動車の排出する温暖化に寄与するCO₂等のGreen House Gas (GHG)の低減に関する技術が注目されている。自動車単独の取組みとして減速時の運動エネルギーを回生電力として回収する技術など電力消費を抑制し、効率を高める方策がとられている。また電気自動車自体はCO₂を排出しないが、充電に必要な電力を供給する発電所にはCO₂を排出する火力発電所が含まれている。したがって電源構成に占める火力発電所の比率を下げることで併せて電気自動車を普及させれば、CO₂排出量削減という効果も期待できる。

このように従来の内燃機関自動車に置き換わる形

で電気自動車が普及すれば、自動車による環境負荷の低減が期待されるが、電気自動車の普及には幾つかの課題があると思われる。本稿では課題の一つと考えられる電気自動車の性能評価に関する試験法について解説し、それに関連する課題の整理と対応策の検討についてまとめる。

2. 電気自動車の性能表示

2. 1. 一充電走行距離

電気自動車の主要な性能として、一充電走行距離と電力量消費率の2つがある。

一充電走行距離は自動車に搭載される二次電池の容量に依存する。二次電池は、ガソリン等の従来燃料に比べてエネルギー密度が低いことに加え、コストなどの問題により搭載可能な容量には限りがあるため、内燃機関自動車が一回の給油で走行できる距離と比べると電気自動車の一充電走行距離は極端に短いのが現状である。ユーザーにはドライブ中に充電電力がなくなることに対する不安感があると考えられ、特に一充電走行距離に関心が集まるとと思われる。

図2には、日本における普通乗用車のユーザーアンケート⁽²⁾による一日当たりの走行距離の頻度分布を示した。ちなみに図2の統計データはプラグインハイブリッド車の複合燃料消費率を計算するためのユーティリティ・ファクターの元データである⁽³⁾。図2から平日、休日共に一日あたり100km程度までの頻度が高いことが分かる。この図に現在発売中および今後発売予定の電気自動車の一充電走行距離を重ねて示した。一充電走行距離に対しては日常のデイリートリップをカバーする程度の距離を確保する方向と、休日などにみられる長距離移動についてもある程度カバーしようとする方向の2つの方向性が見られる。ユーザーが各自の用途に合わせて電気自動車を選択する際に、一充電走行距離はより所となると考えられる。

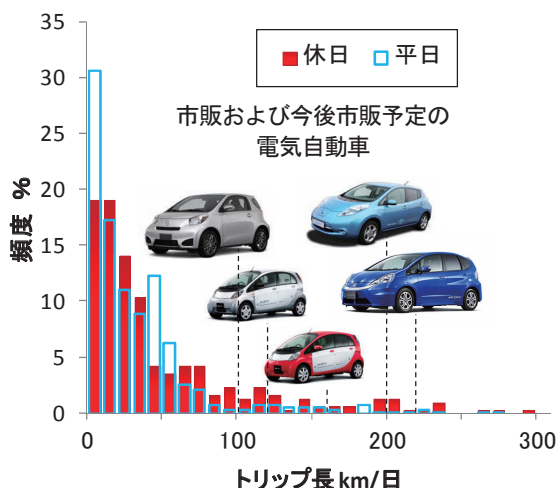


図2 日本でのトリップ長の分布と各電気自動車の一充電走行距離
(各車の一充電走行距離は、カタログやプレスリリース等の公表資料を参考とした)

2. 2. 電力量消費率 (電費)

電力量消費率は電気自動車の環境性能を評価する指標であり、内燃機関自動車の燃費に対応する指標である。内燃機関自動車においては、燃費の公表目的は「自動車の燃費性能に関する評価を実施し、その結果を公表することにより、自動車の燃費性能に対する一般消費者の関心と理解を深め、もって一般消費者の選択を通じ燃費性能の高い自動車の普及を促進すること」⁽⁴⁾にある。電気自動車における電費の公表についても同じ効果を期待できると考えられる。電費は走行コストに係わるため一般消費者(ユーザー)にとって関心の高い指標となるが、環境負荷低減の政策的観点からも重要な数値となる。

3. 試験方法の実際

3. 1. 電気自動車の試験方法

電気自動車の一充電走行距離と電費の測定における試験条件は日本の市場で平均的な走行を反映していることが前提となっており、満充電状態から完全放電状態に至るまでに走行できる距離を一充電走行距離としている。また電費は、完全放電状態から満充電状態にするのに必要な交流電源からの充電電力量を測定し、一充電走行距離で除した値としている。

日本の市場で平均的な走行は、乗用車の場合はJC08の車速パターンで代表することになっているため、これを使用して満充電状態からJC08の車速パターンで繰り返し走行を行い、電欠で走行不能になるまで走行した時のシャシーダイナモでの走行距離を一充電走

行距離とする。試験の走行は図3に示したJC08のコース条件で走行し、JC08ホットで規定されているプリコンディショニングとしての高速走行は除外して走行する。

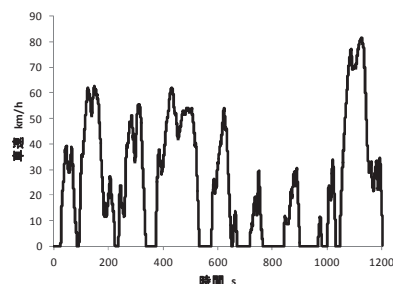


図3 JC08 コールドの車速パターン

例として交通安全環境研究所で実験車として使用している電気自動車(表1)の一充電走行距離の測定結果について示す。この実験車は現在約10,000kmの走行をしており、一充電走行距離は120km程度となっている。図4には距離に対する、二次電池からの積算放電電力量の実測結果を示す。実測ではJC08の車速パターンで14回走行し、15回目の途中で停止した。

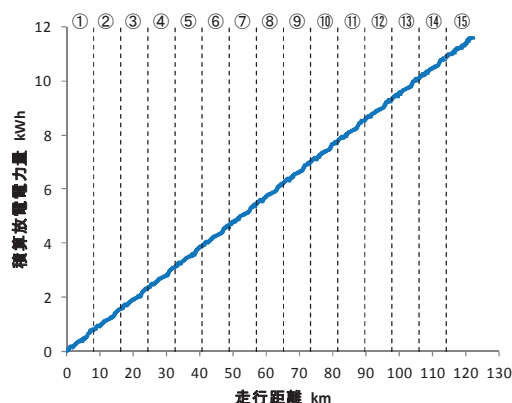


図4 走行距離に対する積算放電電力量

電費は、図4に示した走行による完全放電後に商用電源からの充電電力量を計測し、その値を一充電走行距離で除した値となる。充電はAC200Vで行い、充電電力は交流電力計(日置電気製パワーハイテスタ3332)を用いて計測を行った。実験車の3年間の使用、10,000kmの総走行距離での一充電走行距離および電費は表1に示す通りである。

表1 実験車の一充電走行距離および電費

	諸元値	測定値*
一充電走行距離 km	160 (10・15モード)	122 (JC08モード)
電費 Wh/km	125 (AC100V充電)	120.5 (AC200V充電)

*ただし、3年間使用、10,000km 走行での状態

3. 2. 審査試験上の課題

一充電走行距離を計測する際には、電気自動車を満充電にした後に JC08 の車速パターンを繰り返し、完全放電するまで走行する。JC08 の車速パターンで走行した際に使用される電力量は、電気自動車の二次電池の容量に比べて小さいため、試験で二次電池を放電するのにかかる時間は相当に長くなる。JC08 の車速パターンでは一回走行の距離は約 8.2km であり、走行の時間はおよそ 20 分である。例えば JC08 の車速パターンで計測した一充電走行距離が 160km の電気自動車の場合、繰り返し走行の回数は 20 回ほどになり、走行時間では約 7 時間となる。実際の試験では、繰り返し走行の間に計測器調整などの時間が必要となるため、実際には 7 時間以上になる。

また長時間にわたり車速パターンを正確にトレースして走行し続けることは困難である。TRIAS の規定では JC08 の車速パターンと走行速度の差は±2km/h 以内、追従時間については±1 秒以内としている。ただしこれらの許容範囲を逸脱して電気自動車を運転してしまった場合でも、1 回の JC08 モード走行の中で 4 秒以内の逸脱が 1 回以内であれば許容としている。審査においてはロボットを使用することは除外していないが、実際には使用されていない。設定の難しさなどの課題があるためと考えられる。現状では人間が数人で交代しながら走行し続ける状況となっている。7 時間に渡り、JC08 の速度パターンで 160km 走行すれば発進・停止の繰り返し回数が 220 回となり、エラー無く走行することは実行上非常に難しい。

以上のような課題は、今後電気自動車の技術開発が進み、更に一充電走行距離が延伸すると一層顕在化すると考えられる。

4. 試験時間短縮方法とその課題

試験の効率化を図るために、より試験時間を短縮する方法を検討することが重要である。試験時間の短縮化については、実車走行により計測を行う現行の方法において物理的に放電にかかる時間を短くする手法や、二次電池のみを対象にして容量から推定する手法などが考えられる。図 5 にはこれらの手法に関する時間短縮効果のイメージを表した。実車走行による方法では、計測手法は従来通りであり、現行の方法から移行しやすいメリットがある。例えば SAE では高速モードを取り入れた高負荷パターンを試験時間短縮のオ

プションとして示している⁽⁵⁾。一方二次電池のみの場合は、従来とは異なる計測手法や計測結果から一充電走行距離を推定することが必要で、現行の方法からの移行には多くの課題があると考えられる。

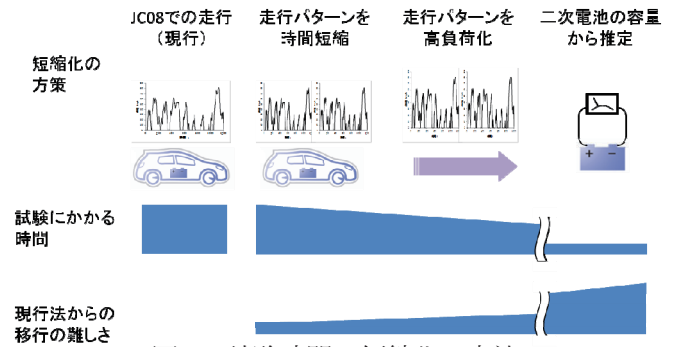


図 5 試験時間の短縮化の方法

試験時間を短くする上記の中から走行パターンを時間短縮する方法と二次電池の容量から推定する方法について内容と予想される課題について述べる。

<走行パターンを時間短縮する方法>

まず実車走行による計測として、現行法と近い少ない JC08 の車速パターンを短縮化する方法について検討する。JC08 の車速パターンでは、走行はもちろんであるが、停車についても市場のデータを基に定められている。走行と停車の両方で市場の走行条件を反映した速度パターンとなっている。内燃機関の自動車であれば停車中はエンジンのアイドリングが行われている。アイドリング時は一般に内燃機関の出力としては低い。排出ガスの浄化のための触媒装置においては、適正に触媒反応が進行する温度よりも下がり、排出ガスの浄化性能が低下して排出ガスの悪化が起こる可能性がある。停車時間を置くことは排出ガスの浄化性能を確認する上で重要な条件となる。しかし電気自動車の場合はこのような装置は存在しないことから、停車中の電力量消費が走行時に比べ小さく無視できる場合に限り停車時間を圧縮して車速パターンを短縮する方法が考えられる。図 6 には停車時間を圧縮した JC08 の車速パターンを示した。この場合は 1/4 程度の時間が短縮される。

圧縮した JC08 車速パターンによる試験の問題点は、停車中の電気自動車の補機類による電力消費が考慮されないという点であり、この影響度合いについて検討する必要がある。また停車中は二次電池の充放電電圧が低く発熱量が小さいため温度が低下することも考えられる。この影響についても検討が必要である。

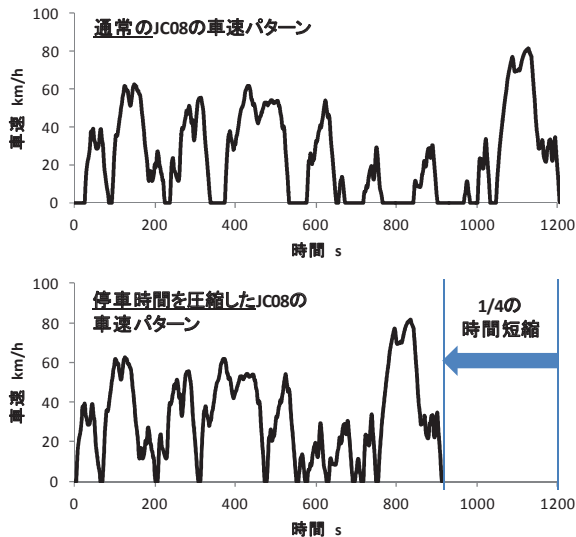


図6 圧縮した JC08 車速パターンのイメージ

<二次電池の容量から推定する方法>

2つ目は二次電池の容量から一充電走行距離を算出する方法である。

例えば電気自動車を JC08 で 1 回走行し、その際に使用した電力量を測定し、二次電池容量を JC08 の 1 回の走行で使用する電力量で除した値に JC08 一回走行での走行距離 8.2km をかけて一充電走行距離を求めることが考えられる。これは JC08 一回の走行で済むため大幅な試験時間の短縮となるが、この場合には二次電池容量の定義の仕方が課題となる。一般的に二次電池の容量は一定電流で放電した際に取り出せる電力量で表示される。二次電池の特性として、放電電流を変化させると、取り出せる電力量（容量）は変化する。したがって、二次電池の一般的な手法としての一定放電電流により計測した容量と、JC08 の走行により放電した時の容量では異なる可能性が考えられる。二次電池容量から一充電走行距離を計算する場合には、二次電池の容量の定義を検討する必要がある。

また若干ではあるが、電気自動車であってもコールドスタートの影響があり、コールドスタートで試験を行うと使用電力量の若干の増加が見られる。具体的に当研究所で所有する表 1 の電気自動車では、1 日程度のソーク後に JC08 を 1 回走行した時に二次電池から放電される電力量と、JC08 を繰り返し走行した後に JC08 を 1 回走行した時の二次電池から放電される電力量とでは、前者の方が 2% 程度高くなる傾向がある。どのような状態で JC08 走行分の使用電力量を計測するかという定義も必要である。

5. 電動大型車の試験法の課題

以上では乗用車の電気自動車を中心に説明してきたが、今後は路線バスなど比較的短い距離を走行する大型車において電動化が進むことが考えられる。しかし、電動大型車の一充電走行距離と電費の計測方法は公式には決まっておらず、今後検討していく必要がある。参考として、交通安全環境研究所でも「次世代大型低公害車の新技術を活用した車両開発」の取組みとして高電圧を使用した電気バス（外観を図 7 に示す）の開発とその試験法の検討に携わっているが、この車両については暫定的に TRIAS に規定されている JE05 モード⁽⁶⁾を用いて計測し、一充電走行距離は 30km となっている。



図7 実証試験中の電気路線バス
(三菱重工業株式会社様提供の写真)

6. まとめ

電気自動車の一充電走行距離や電費などの性能評価法について現状を解説し、課題の整理とその改善方法について述べた。今後は、電気自動車の特性を踏まえ、実車の実験を行いながら、効率的かつ合理的な試験法の提案を行う。

参考文献

- (1) 一般社団法人日本自動車工業会 HP
<http://www.jama.or.jp/lib/jamareport/092/01.html>
- (2) 財団法人石油産業活性化センター 自動車の使用実態調査報告書 PEC-1997-TA22
- (3) TRIAS 5-9-2009 軽・中量車燃料消費率試験方法 (JC08 モード燃料消費率等試験方法)
- (4) 自動車の燃費性能の評価及び公表に関する実施要領 (平成十六年国土交通省告示第六十一号)
- (5) SAE J1634: BEV Test Procedure
- (6) TRIAS 5-8-2010 重量車燃料消費率試験方法