

④ 蓄電装置の車両適合性評価（1）

—バッテリーのサイクル負荷試験とその結果に基づく一充電走行距離変化予測—

環境研究領域 ※小鹿 健一郎 河合 英直 奥井 伸宜 新国 哲也

1. はじめに

電気自動車は排出ガスを放出しないことから、従来の内燃機関原動機を用いた自動車と比較して環境への負荷が少ない自動車として注目されており、また動力源となる電気に再生可能エネルギー由来の電気を使うことで CO₂ 排出量の低減にも貢献すると期待されている。

交通安全環境研究所では、電気自動車を含む電動車のバッテリー劣化とその環境性能への影響について研究を行っている。電気自動車においてバッテリーは唯一のエネルギー源であり、バッテリーの劣化が一充電あたりの走行距離の短縮を引き起こすことが予想される。しかしながら、電気自動車のバッテリー劣化とその一充電あたりの走行距離に関する情報は限定的であり、ユーザーに対し十分な情報提供がなされていない現状にある。

この要因の一つに、バッテリー劣化の情報を得るために、実際の車両を用いて、耐久走行試験を短期間で行うことが難しいという課題が挙げられる。本研究では、この課題に対し、蓄電システム（セル、モジュール、パック）を対象として、自動車の走行に相当する負荷を、自動制御可能な充放電試験装置を用いて繰り返し印加するなどして、耐久走行に関するデータを取得する手法の妥当性の検討を行っている。本報告では、電気自動車のモード試験走行から電気自動車のバッテリーセルに印加される充放電負荷データのサンプリングを行い、充放電試験装置を用いて供試リチウムイオンバッテリー（セル）にその負荷を与えるサイクル試験を行うとともに、本手法における課題の抽出を行った。

2. 試験方法

試験は電気自動車を想定し、駆動用バッテリーとして、26 Ah 級の大容量リチウムイオン電池を用意し、市販電気自動車（三菱自動車 i-MiEV）の JC08 モード走行試験からサンプリングした電池の充放電負荷パターンを充放電試験装置により繰り返し印加し、その容量変化をモニターした。

2. 1. 供試リチウムイオン電池の構成と出力特性

電気自動車を想定した供試リチウムイオン電池として、マンガン酸リチウムと三元系を主成分とする混合正極およびグラファイト負極からなる大容量リチウムイオン電池を設計した。構成材料の詳細を表 1 に示す。

表1 電池の構成材料一覧

部材名		化合物名
正極	活物質	LiMn ₂ O ₄ -LiCo _{1/3} Ni _{1/3} Mn _{1/3} O ₂
	導電付与剤	カーボンブラック
	バインダー	PVDF(ポリフッ化ビニリデン)
	集電体	アルミ
負極	活物質	グラファイト(塊状人造黒鉛)
	バインダー	SBR(スチレン-ブタジエンゴム)
	増粘剤	CMC(カルボキシメチルセルロース)
	集電体	銅
電解液	支持塩	LiPF ₆
	溶媒	EC/DMC/EMC
	添加材	VC(ビニレンカーボネート)
セパレーター	微多孔膜	ポリエチレン
セル端子	正極端子	アルミ
	負極端子	銅
	金具	SUS
セルケース	ケース・蓋	ポリプロピレン
	シール剤	ポリオレフィン系反応性ホットメルト

供試リチウムイオン電池の初期状態の出力特性を図 1 に示す。本供試リチウムイオン電池は 3.5 C の放電においても約 90% の放電容量を示した。その後 4 - 6 C の範囲では内部抵抗の上昇により放電容量は 30% まで低下した。

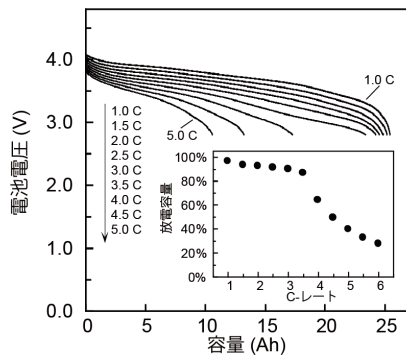


図1 供試リチウムイオン電池の出力特性

2. 2. 実車での充放電電力データの抽出

電気自動車の走行に由来する負荷を再現するために、市販電気自動車（JC08モード）を走行する際の駆動バッテリーの充放電出力データを抽出した（図2）。

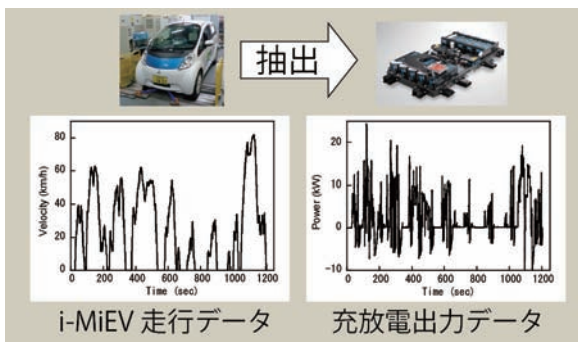


図2 電気自動車からの充放電出力データの抽出

2. 3. 使用モード設定と繰り返し充放電試験

本実験では電気自動車のひとつの使用モードとして、『まず完全放電状態から満充電状態まで駆動用バッテリーを充電し、その後走行により完全放電状態まで電力を使用する』という使い方を設定し、対応する充放電パターンを作成した。充放電パターンは前項 2.2 抽出したデータ（電池パック）を供試リチウムイオン

充放電パターンの繰り返し（全体像）

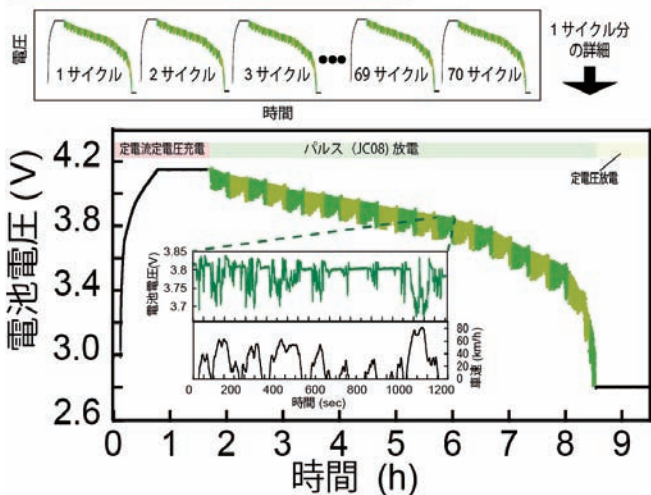


図3 繰り返し充放電試験における電圧の時間変化

電池の電圧および容量に合わせて縮小したパルス放電部分と定電流・定電圧（CC-CV）充電部分および定電圧放電部分の3パートで構成されている。これを一サイクルとして、繰り返し充放電を行った。この構成と本パターン印加によるセル電圧の時間変化を図3に示す。

3. 結果

供試リチウムイオン電池の容量変化を1Cの定電流放電測定により求めるとともに一充電走行距離（満充電状態からパルス放電により下限電圧2.8Vに到達するまでに走行した距離）と比較した。電池容量はサイクル数の増加に従い減少し、70サイクル後に初期容量に対し、約5%容量が低下した。また、この結果のサイクル数および放電容量を総走行距離と一充電走行距離にそれぞれ換算すると総走行距離1,000km（6サイクル目）で153kmであった一充電走行距離は総走行距離10,000km（61サイクル）で138kmまで低下した（約13%の走行距離減）。この容量低下率にくらべ走行距離低下率が大きいのは、1Cでの定電流放電に比べ、JC08モードをもとに作成したパルス放電の方が電池への負荷（出力）が大きいためであると考えられる。

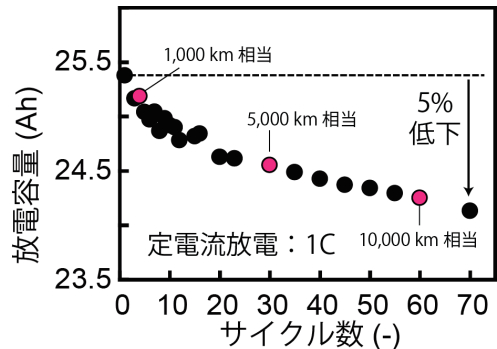


図4 繰り返し充放電によるバッテリーの容量低下

4. まとめ

今回の結果から、定電流測定による容量低下とパルス放電のデータから換算した走行距離の低下には乖離があることが明らかとなった。このため、駆動用バッテリーの劣化に関して公開されるべき情報の姿は単に容量の低下の大きさだけでは不十分であり、走行距離に換算された情報が公開されることが重要であると考えられる。また、試験の目的に応じて、試験条件であるパルスパターンの抽出方法や加工方法に加え、蓄電システムのレベル（セル、モジュール、パック）等も今後の課題として検討されなくてはならないと考えられる。