

劣化を考慮したバッテリーモデルの構築

E09054 五月女謙二

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに

現代社会において、二次電池による電力貯蔵技術は、電気容量の大小はあるものの、必要不可欠な技術である。さらに、2011年3月11日東日本大震災を受け、非常用電力貯蔵システムへの関心が高まった。自動車業界においてもハイブリッド車や電気自動車を蓄電池として代替利用する技術の研究が進められている。また、ハイブリッド自動車、燃料電池自動車、電気自動車などいずれも、二次電池を使用しており、搭載する電池の性能が自動車のエネルギー効率や走行性能を決めるため二次電池の性能改善・予測評価が重要な課題となっている。

本研究では、電気自動車を想定した電力貯蔵用バッテリーの状態を走行方法、使用状況に応じた充電状態(SOC)、劣化状態(SOL)予測評価することを目的とする。

2. 電池の選定

主に電気自動車の蓄電池としてニッケル水素電池、リチウムイオン電池が使われている。また、リチウムイオン電池は電解液に非水系溶媒を用いるため、単電池の起電力がニッケル水素電池のような水溶液系電池の1Vに比べ、3V以上高く重量エネルギー密度が高い特徴を持っている。リチウムイオン電池とニッケル水素電池の性能比較を図1^[1]に示す。

これより、本研究ではリチウムイオン電池を電気自動車用バッテリーとしてモデルの構築を行う。

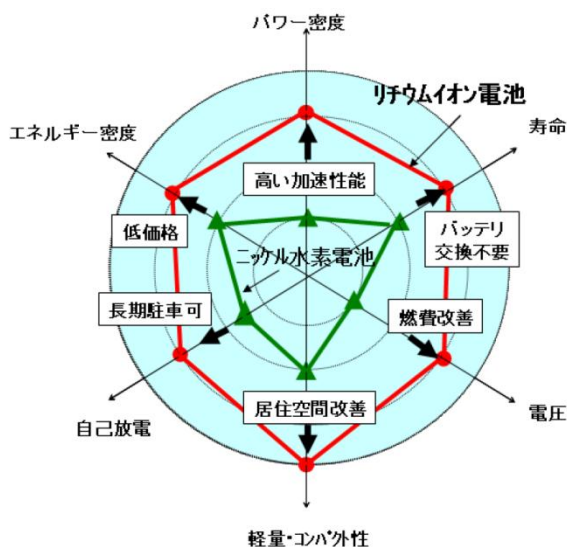


図1 リチウムイオン電池とニッケル水素電池の比較

3. バッテリーシミュレーションモデル

3.1 バッテリー状態の評価

電気自動車の走行状態、使用状況によりバッテリーの状態は変化する。そこで、シミュレーション上でバッテリー状態を表すために、充電状態(SOC)と劣化状態(SOL)を用いる。SOCは(1)式^[2]で表される。

$$\Delta SOC = -\frac{1}{3600CA} \int i(t) dt \quad (1)$$

$i(t)$: バッテリーから流れる電流 [A]

CA : バッテリーの定格容量 [Ah] (=55[Ah])

3.2 モデル

本研究のモデル概念図を図2に示す。バッテリーの充放電を繰り返し行い、その充放電のサイクル数に応じた劣化補正用寿命特性図を使用し、バッテリーへとフィードバックする。バッテリーはMATLAB/Sim Power Systems内のバッテリーブロックモデルを使用し、充放電回路には定電流源負荷を用いる。また、充放電回路ではスイッチングにより充電、放電を切り替える。充放電回路から電流を検出し、電荷量の計算を行い、サイクル数を算出する。算出したサイクル数を劣化補正用寿命特性図に照らし合わせることで倍率を算出する。倍率を充放電回路で検出した電流に掛け合わせバッテリーにフィードバックし、電池の劣化を模擬する。MATLAB/Sim Power Systemsモデルを図3に示す。

このシミュレーションモデルを制作することにより、バッテリーの使用状況、使用状況に応じたバッテリー内部の挙動を推測することができ予測評価に有効性がある。しかし、本研究のモデル内には温度特性が含まれていないため、改善の余地がある。

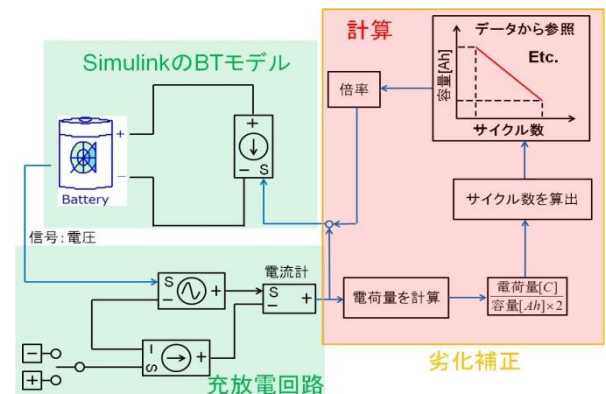


図2 バッテリー劣化補正概念図

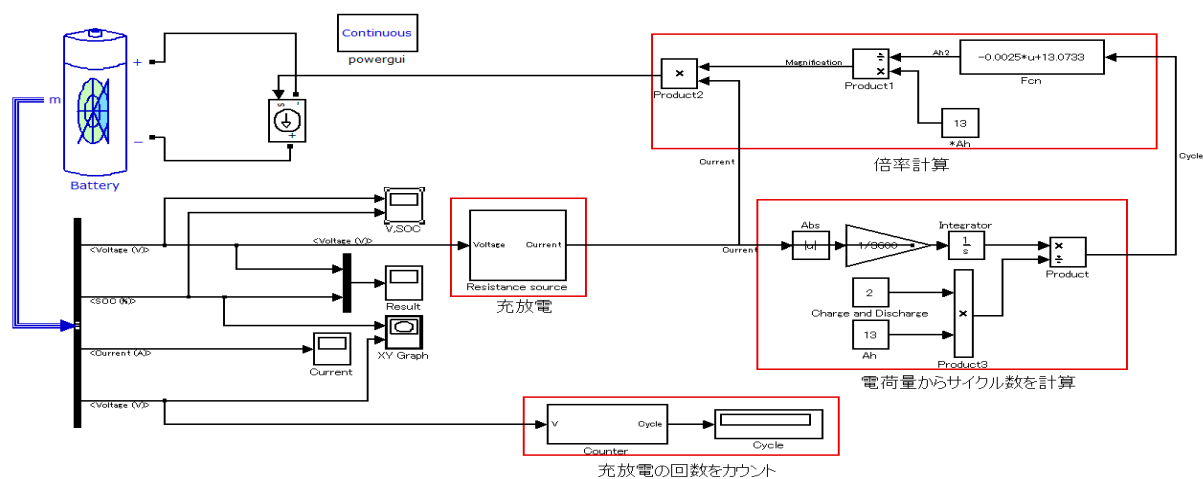


図3 MATLAB/Sim Power Systemsモデル

4. バッテリーモデルに関する検討

4.1 検討結果

電動バイクのリチウムイオン電池を想定し、各パラメーターをバッテリーの定格電圧 3.7[V]、電池容量 13[Ah]、最大電圧 4.3[V]、初期SOC 100[%]、充電電流・放電電流 26[A]と設定する。また、試験条件としてバッテリー電圧値 2.5[V]で充電、バッテリー電圧値 4.2[V]で放電とする。上記条件にて、800回の充放電を行う。

4.2 検討結果

検討結果は図4に示す。縦軸に電圧[V]、横軸にSOC[%]をとり、各線が右から2cycle、100cycle、200cycle、800cycleとなっている。1cycleあたりのサンプリング時間を2[s]としている。

サイクル数が増加するごとにSOCに対する電圧降下が早くなっていることが分かる。また、電圧値が4.2[V]に達してもSOCが100%に達していないことが分かる。

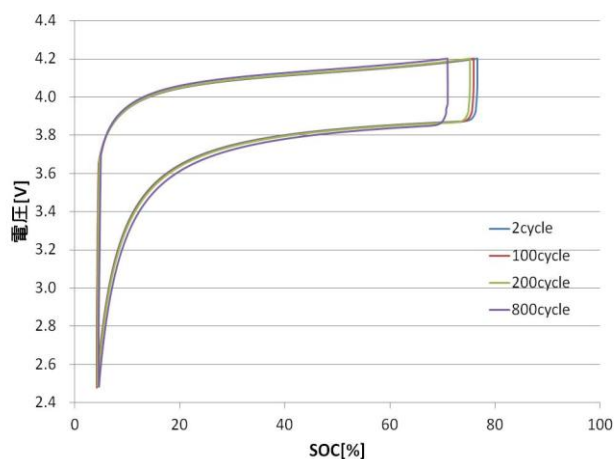


図4 検討結果

4.3 考察

検討結果より、サイクル数の増加に伴い放電時間が短くなっていることから劣化を表現出来ていると考えられる。しかし、本モデルには温度特性を考慮していないため、温度による劣化を表現出来ていない。

SOCが100[%]に達していない理由として、充電方法が挙げられる。本モデルでは充電方法を、CC充電(Constant Current充電)で行っているが、これをCCCV充電(Constant Current Constant Voltage充電)に切り替えることによりSOCを100[%]に出来るのではないかと考えられる。

5. 今後の展望

現段階では、電圧、電流値などの各パラメータを限定した状態でのシミュレーションを行っているが、各パラメータを自由に操作できるようにすることを目標としている。また、温度特性を考慮した本研究の目的である電気自動車のバッテリー劣化モデルを検討している。

参考文献

- [1] 内海和明, 「次世代自動車用リチウムイオン電池」, 平成22年自動車技術会, No.96
- [2] 藤橋達郎, 丹治純一, 藤田吾郎, 深田隆文, 西村怜馬, 竹本泰敏, 「自動車電源系統のモデル化」, 平成23年電気学会産業応用部門大会, No.2-78 (2011-9)
- [3] 日本電池株式会社, 「最新実用二次電池—第2版—」, 平成11年日刊工業新聞社,