

リチウムイオン電池の充放電曲線の変形と エネルギー効率の変化について

1. 充放電曲線とは

リチウムイオン電池の充放電曲線とは、電気量(単位はAh)基準の充電状態(単位は%)を横軸に、電池の電圧を縦軸にとり、そこに充電時と放電時における充電状態と電池電圧の関係をプロットした、図1のような曲線のことである。この曲線は、同じ状態の電池であれば同じ曲線になると考える事ができる。ここでの「同じ状態」とは、次の①～③が全て同じである事を指す。

- ①劣化状態
- ②電池の温度
- ③各充電状態における充放電電流の大きさ

2. エネルギー効率とは

リチウムイオン電池のエネルギー効率は、充電電力量に対する放電電力量の割合で表される。電力量の単位はWhであるが、これは電圧(V)×電気量(Ah)で表されることから、充放電電力量は図1の充放電曲線の積分面積である。従って、エネルギー効率は充電曲線の積分面積に対する放電曲線の積分面積の比率である。

なお、エネルギー効率の事を充放電効率と呼ぶ事があるが、リチウムイオン電池の充放電効率は電力量基準の場合と電気量基準の場合があり、混同しないよう注意が必要である。新品のリチウムイオン電池の充放電効率は、1C(1時間で完全放電から満充電に到達する電流)での定電流充放電において一般的に、電力量基準で95%程度、電気量基準で99%程度となる。

3. 充放電曲線の変形とエネルギー効率の変化

充放電曲線は、電池の劣化によって徐々に変形していく。図2に新品と電池容量(Ah)が80%まで劣化したリチウムイオン電池の充放電曲線の例を示した。なお、ここでは充放電の際の温度と電流は新品・80%劣化品ともに同じである。

新品と80%劣化品の間では充放電曲線が変形しており、これによって充放電曲線に囲まれた領域、すなわちヒステリシスの幅が大きくなっていることがわかる。この現象によってエネルギー効率が低下し、図2の例では新品で95.9%であったエネルギー効率が、80%劣化品では90.8%となってしまった。

4. まとめ

充放電曲線は、電池の温度や充放電電流が同じであっても劣化状態によって異なる。劣化した電池の充放電曲線では、ヒステリシスの幅が大きくなっており、結果として新品よりもエネルギー効率が低下してしまう。エネルギー効率の低いリチウムイオン電池は、充放電サイクルの際により大きなエネルギーを消費してしまう。そのため、ピークシフトなどを目的とした定置用蓄電池の場合には経済性の低下が懸念され、注意が必要である。

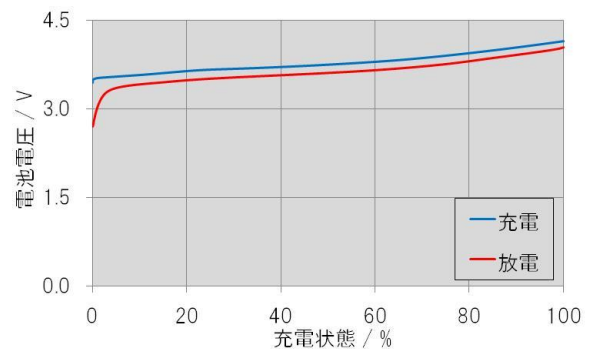


図1. リチウムイオン電池の充放電曲線

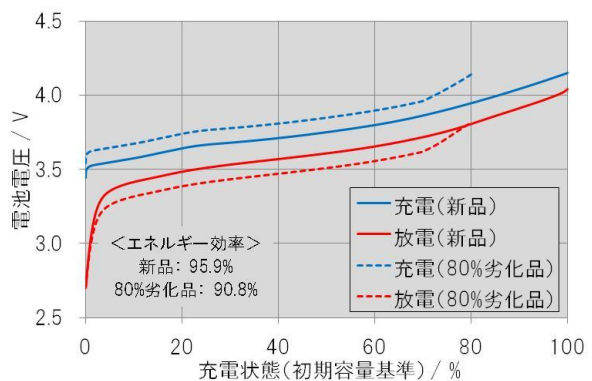


図2. 充放電曲線の変形とエネルギー効率の変化