

リチウムイオン二次電池を用いた電動アシスト自転車用組電池の 繰り返し充放電によるサイクル劣化の評価

1. 緒言

昨今電動アシスト自転車の多くで用いられているリチウムイオン二次電池は、充放電サイクルを繰り返すことにより、容量が低下するサイクル劣化現象が起きることが知られている。実際に電動アシスト自転車の取扱説明書などにも、充放電の繰り返しによる能力低下が記載されており、「○○○サイクルの充放電で走行距離やバッテリー容量が半分になる」などの表記がされているものもあり、おおむね 500～900 サイクルの充放電での交換を推奨している。

平成 29 年度第 6 報となる本報告では、簡易的な測定ではあるが、リチウムイオン二次電池を用いた組電池を用いて充放電を 100 サイクル繰り返し、実際にどの程度のサイクル劣化が生じるのかを検証した。

2. 供試品、測定機材及び測定方法

2.1 供試品

リチウムイオン二次電池を用いた電動アシスト自転車用組電池の、任意の 4 種類を用いた。それぞれ組電池①～④と呼ぶことにする。使用されている電動アシスト自転車や組電池に記載されている定格容量、専用充電器などに記載されている仕様については表 1 にまとめた。これらの電池は平成 28 年 5 月頃に新品状態で購入後、電動アシスト自転車の走行などに数回使い、本測定に使用するまでの充電回数は 5 回未満であった。

表 1 組電池と専用充電器の仕様

		組電池①	組電池②	組電池③	組電池④
電動 アシスト 自転車	販売 価格帯	¥100,001～ ¥120,000	¥60,001～ ¥80,000	¥80,001～ ¥100,000	¥60,001～ ¥80,000
	車輪径 (インチ)	26	26	26	26
	完成車重量 (kg)	25.3	25.2	27	25
	駆動補助方式	センター モータ	ハブモータ 前輪駆動	ハブモータ 前輪駆動	ハブモータ 前輪駆動
組電池	定格電圧 (V)	25.2	24	24	24
	定格容量 (Ah)	8.4	5	8	5.2
専用充電器	定格出力 (V)	29.2	29.4	29.4	29.4
	定格出力 (A)	4	2	2	2

2.2 測定機材

技術研究所所有のバッテリー放電装置（写真 1）を用いて組電池の放電を行った。組電池の充電は各組電池の専用充電器を用いた。



写真 1 バッテリー放電装置

2.3 測定方法及び手順

表 2 に示す方法及び手順で測定を行った。充放電中の室温はおおむね 20 °C ~25 °Cの間であった。なお、放電時の電流値は $1I_t$ (A) (I_t は電池の放電電流の大きさを表す数値であり、組電池の定格容量を C_5 (Ah) としたとき、 $I_t A = C_5 \text{ Ah/1h}$ の式で表される数値) とした。これは JIS C 8711 : 2013 (ポータブル機器用リチウム二次電池) の 7.3.3 20 °Cにおける高率放電容量 に規定されている放電電流である。電池容量の測定やサイクル寿命の測定についても JIS C 8711 に規定されているが、当方設備などの都合上、JIS C 8711 に完全に準拠した試験は行うことができなかったため、本測定では簡易的な方法でサイクル劣化を調べた。

表 2 測定方法及び手順

手順	内容
1	専用充電器で充電し満充電状態にする
2	1 時間以上放置する
3	電子負荷装置に組電池を取り付け、組電池側の制御により放電が終止となるまで $1I_t$ (A) で放電する。その間の消費電池容量を測定する
4	手順 1~手順 3 を 100 サイクル繰り返す

3. 測定結果及び考察

まず、組電池に表記の定格容量と実際の消費電池容量（ここでは充放電 100 サイクルを行った中での消費電池容量の最大値とした）について、表 3 にまとめた。組電池①、③については表示されている定格容量相当の容量を持った組電池であったが、組電池②については定格容量の約 124 %の容量であり、組電池④については約 83 %の容量であった。参考ではあるが、JIS C 8711 では 20 ± 5 °Cにおける高率放電容量の要求事項は $60 \% C_5 \text{ Ah}$ である。

表 3 定格容量と実際の消費電池容量の最大値

	組電池①	組電池②	組電池③	組電池④
定格容量 (Ah)	8.4	5	8	5.2
実際の消費電池容量(Ah)	8.49	6.21	8.00	4.35

次にサイクル劣化であるが、充放電サイクル数と消費電池容量の関係を図 1 にまとめた。

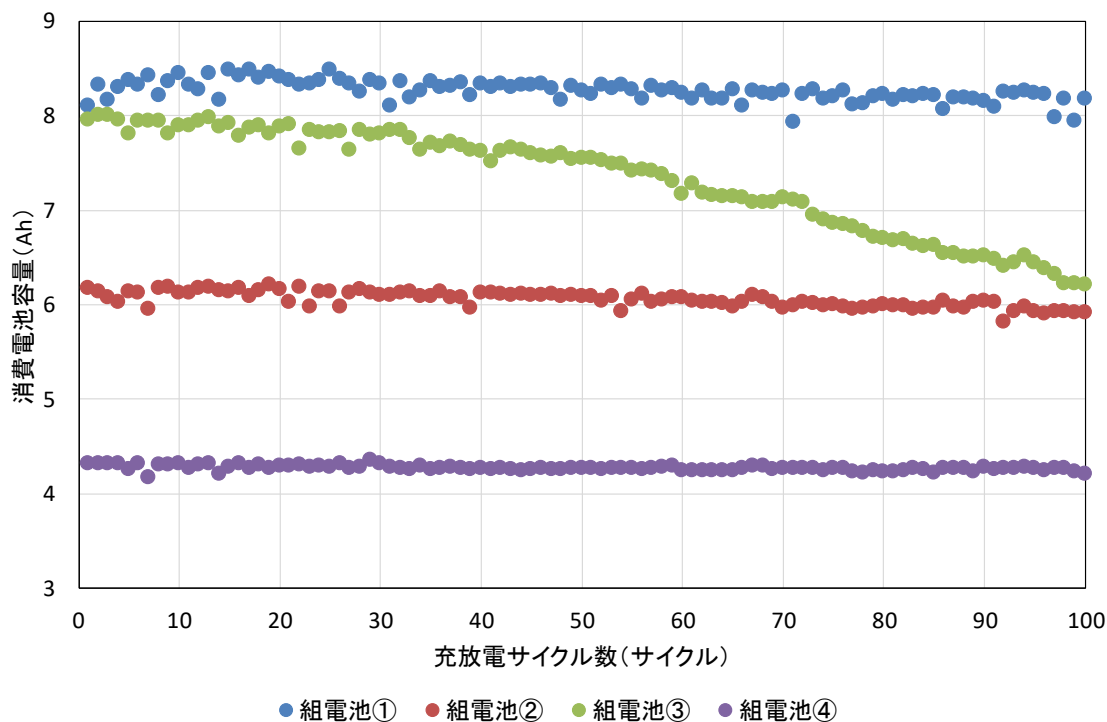


図1 充放電サイクル数と消費電池容量

図1より100サイクルの充放電で、組電池①、②、④については電池容量が微減であったが、組電池③については大きく減少した。充放電サイクル数と比例して電池容量が減少すると仮定して、充放電1サイクル当たりの消費電池容量の減少割合（図1のプロットを線形近似した時の傾きを切片で割ったもの）を表4にまとめた。

表4より充放電1サイクル当たりの消費電池容量の減少割合は組電池①、②、④では-0.011%~-0.035%であったが、組電池②では-0.219%であり、組電池①、②、④と比較し10倍程早くサイクル劣化が進む製品であった。

表4 充放電1サイクル当たりの消費電池容量の減少割合

	組電池①	組電池②	組電池③	組電池④
充放電1サイクルあたりの消費電池容量の減少割合	-0.027%	-0.035%	-0.219%	-0.011%

次に、電池容量が定格容量の60%になる充放電サイクル数の推定値を、表4の減少割合を用いて計算し表5にまとめた。組電池①、②、④については1400サイクル以上であり、取扱説明書などに記載されている推奨交換時期以上のサイクル数であったが、組電池③については191サイクルであった。この差については充放電時の電流の大きさによりサイクル劣化の進み具合が変わる可能性もあるが、充放電時の電流が最も大きいのは組電池①（組

電池①は充電器の定格出力4A、放電時の電流値は8.4Aであるが、組電池③はそれぞれ2A、8.0A)であるため、そもそもの製品格差であると考えられる。参考ではあるが、JIS C 8711では放電容量が定格容量の60%未満になるまでの要求サイクル数は300サイクルである。

表4 電池容量が定格容量の60%になる充放電サイクル数の推定値

	組電池①	組電池②	組電池③	組電池④
電池容量が定格容量の60%になる充放電サイクル数の推定値	1464	1475	191	2449

4. 結言

今回、リチウムイオン二次電池を用いた組電池4種類を用いて100サイクルの充放電を行い、サイクル劣化がどの程度であるかを調べた。結果としては、組電池①、②、④では電池容量が定格容量の60%になる充放電サイクル数の推定値は1400サイクル以上であったが、組電池③については、サイクル劣化が約10倍速く進み、電池容量60%になる充放電サイクル数の推定値が191サイクルであった。この結果から、リチウムイオン二次電池を用いた組電池であっても、製品格差があることが分かった。