

世界に先駆けて*1 リチウムイオンの“見える化”技術を電池開発に導入 ～高信頼・長寿命かつ軽量なりチウムイオン電池を開発～

日立マクセル株式会社(取締役社長:千歳 喜弘、以下マクセル)は、世界に先駆けて*1 電池断面のリアルタイム観察技術を電池開発に導入し、充放電最中のリチウムイオンの“見える化”技術を確立しました。この技術により、高エネルギー密度の材料を用いて、信頼性や寿命を確保することができるようになり、単位エネルギー密度あたりの重量 40%減*2、単位体積当たりのエネルギー密度 1.6 倍*2、寿命 10 年以上相当*3 の高信頼・長寿命かつ軽量なりチウムイオン電池を開発しました。

HEMS(Home Energy Management System)などに用いられるリチウムイオン電池には、高い信頼性と 10 年以上の寿命が要求されます。そこで、特に信頼性を確保するために、経験的に、正極や負極などに低エネルギー密度の材料を用いるのが一般的となっています。

マクセルでは、今回新たに確立した“見える化”技術を用いることで、リチウムイオンの反応の偏りに関する定量化を可能とし、信頼性と寿命を向上する電極構造の開発を大きく促進させました。

負極においては、リチウムイオンの動きをとらえる研究を設備メーカーと共同で進めた結果、このたび電池断面のリアルタイム観察技術を世界に先駆けて電池開発に導入しました。電極内に流入するリチウムイオンと負極の反応を直接観察できたことにより、リチウムイオンの流れに停滞が生じた場合に、リチウム金属デンドライトの発生危険度が増すことを突き止めました。

一方、正極においては、株式会社日立製作所と共同で、リチウム・ニッケル・マンガン・コバルト酸化物の反応を瞬時に停止させ、その状態を維持する独自のサンプル作製技術を開発するとともに、SPring-8 の産業用専用ビームライン(BL16B2)を活用し、X 線吸収スペクトルのイメージング技術により、正極断面におけるリチウムイオンとリチウム・ニッケル・マンガン・コバルト酸化物の反応をほぼリアルタイムに近い形で可視化し、反応分布を確認しました。

さらに、電池全体の反応分布を均一化し、リチウムイオンの流れが停滞しないようにするため、最先端の三次元モデルによるシミュレーションを駆使し、効率よく改善点を絞り込みました。

以上、三つの先端技術により、改善点の洗い出し、正負極の構造改善、電極反応の可視化・検証まで、効率的で一貫した電池開発技術を確立し、リチウムイオンの流れの停滞を解消できる電池構造を開発しました。高エネルギー材料を用いながら十分な信頼性を確保し、単位エネルギー密度あたりの重量 40% 減、単位体積当たりのエネルギー密度 1.6 倍、寿命 10 年以上相当の高信頼、長寿命かつ軽量化を可能としました。今後 HEMS(Home Energy Management System)用途等に適用を進めていきます。

*1 充放電中のリチウムイオンのリアルタイム観察技術を導入した電池開発において。マクセル調べ。

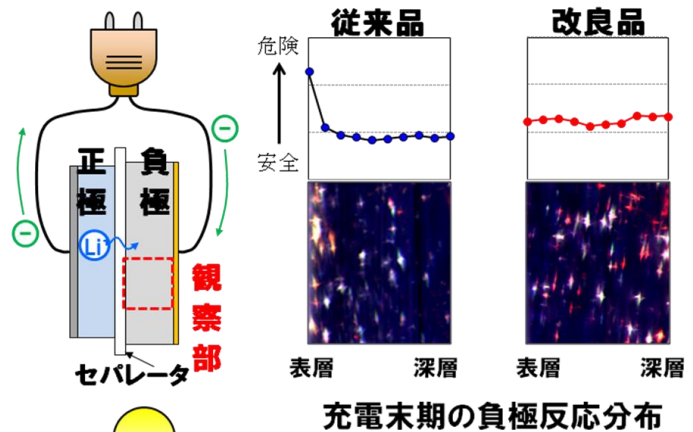
*2 マクセルの従来ラミネート型リチウムイオン電池との比較。マクセル調べ。

*3 電池一個あたり一日一回の使用電気量 37Wh と仮定した使用回数において。マクセル調べ。

■リアルタイム断面反応観察を用いた電池設計技術の特長

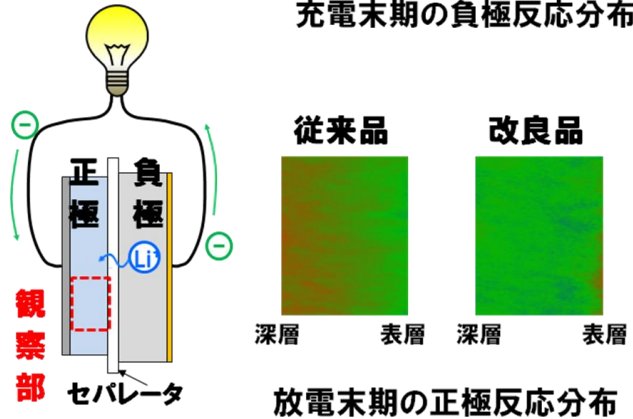
1. 電池反応の瞬間を捉えることに成功

従来の断面測定は、電極を電池の外へ取り出して測定する必要があり、充放電最中の本当の反応分布を捉えることが困難でした。今回、リアルタイム断面観察を行うことで、充放電最中にリチウムイオンと負極の反応が偏る瞬間をとらえることに成功しました。



2. デンドライト発生の危険度を早期に予測

リチウムイオン電池の負極では、一か所にリチウムイオンが集中すると、デンドライト発生の危険度が増すことを突き止めました。リチウムイオンと負極の反応の偏りを直接観察することで、危険度を一目で判断できる、スピーディな開発が可能となりました。



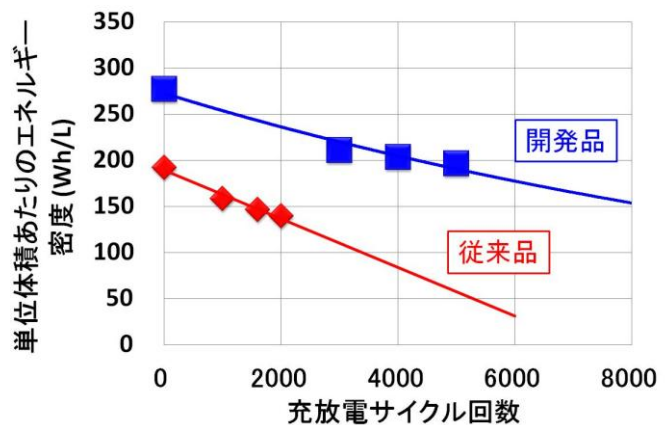
3. 電池構造の改善によりリチウムイオンの流れをスムーズに

リチウムイオンの流れが停滞すれば、それが「抵抗」となって電池容量の低下を招きます。正極も含めた電池全体のリチウムイオンの流れを可視化することで、問題となる流れの停滞箇所を特定することが可能となりました。三次元シミュレーションを駆使して改善点を絞り込むことで、集中的な対策と無駄のない電池設計を行い、電池全体のリチウムイオンの流れをスムーズに改善しました。

■高信頼・長寿命リチウムイオン電池の特長

1. 10年後でも200Wh/Lの高信頼・長寿命

リチウムイオンの流れをスムーズにする電池構造とすることで、高エネルギー材料を用いた電池の劣化を抑制し、5000回の充放電後でも、およそ200Wh/Lのエネルギー密度の確保が可能となります。



2. 40%の軽量、省スペース化

高エネルギー密度材料が使用可能となることで、同じ電力量を必要とする電池が40%軽^{*2}できます。同様に、単位体積あたり1.6倍^{*2}の電力を蓄えることができるため、電池のサイズも小さくできるようになり、40%の省スペース化^{*2}が可能となります。

*2 マクセルの従来ラミネート型リチウムイオン電池との比較。マクセル調べ。