

■リチウムイオン電池安全性試験シミュレーション 内部短絡による熱暴走

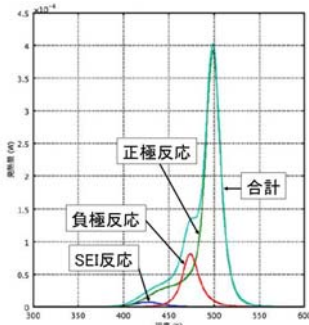
リチウムイオン電池の安全性シミュレーション技術により、現象の把握、設計・評価の効率化への寄与を目指しています。

特に、内部短絡では外部安全回路や物理的な保護によるコントロールが難しいため、シミュレーションによる各種熱暴走要因の解明が重要と考えています。

内部短絡シミュレーションの手順は、次のとおりです。

電極材料の反応熱測定 ⇒ 化学反応速度式のモデリング ⇒ 加熱オープン試験のシミュレーション
⇒ 加熱オープン実証試験 ⇒ 内部短絡シミュレーション

ここでは、正極 LiCoO_2 、負極 グラファイト、電解液 EC/DEC の円筒型電池(18650)の解析例を示します。

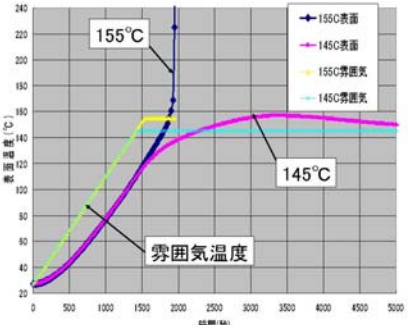


電極材料のDSCによる反応熱測定

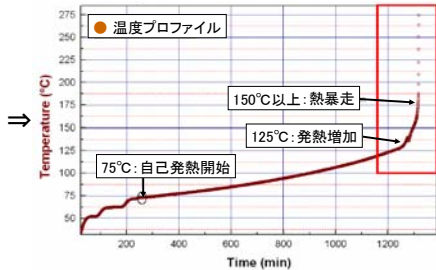
化学反応速度式: Alenius & Dahnモデル

$$\Rightarrow k = \gamma \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) x^n (1-x)^m (-\ln x)^p \Rightarrow$$

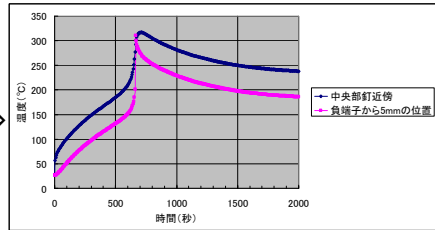
x: 反応度 γ : 周波数因子
E: 活性化エネルギー n,m,p: 反応指数



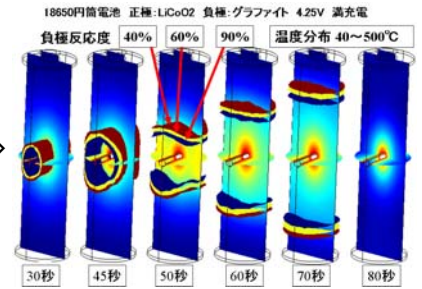
加熱オープン試験
シミュレーション結果



加熱オープン実証試験
断熱型加速熱量計試験結果



内部短絡シミュレーション
釘刺し試験での温度変化



釘刺し試験
シミュレーション結果

加熱オープン試験シミュレーションでは、目標温度145°Cでは自己発熱による暴走には至らない。

目標温度155度では、熱暴走が達し、表面温度が急激に上昇することになります。

実証実験でも、150°Cを超え熱暴走しており、シミュレーションによる予測温度が妥当であることが判ります。

釘刺し試験シミュレーションでは、太さ2.5mmの釘を電池中央部に貫通した状態で解析しました。

図は発熱100Wの解析例ですが、温度分布と負極の反応率を示しています。釘近傍から端子部に向かい、反応領域が移動し、高温となってゆくことが可視化されています。

リチウムイオン電池の熱シミュレーションでは、部材の熱物性、軸方向/周方向の熱伝導性の差、ケース材料やケース外側のラベルやシールの影響をはじめ、放電発熱、放電による電圧降下、セパレータのシャットダウン、ガス発生と圧力解析、有機溶媒の分解・酸化挙動、等を考慮した解析も実施しております。

材料や構造を変更する際、安全サイドへの変更か不安全サイドへの変更か、予め知ることが可能となります。