

# 蓄電池電車の電池劣化推定法

## A Degradation Estimation Method of Traction Battery for Battery Powered E.M.U.

### 概要

鉄道車両の主回路駆動用として、大容量リチウムイオン電池の導入が盛んに行われています。本展示では、リチウムイオン電池の保管劣化試験を通してこれまで鉄道総研が取り組んできた、①簡易的な電池劣化推定法と、②電池温度の変動に対応した保管劣化推定法を紹介します。

### 特徴

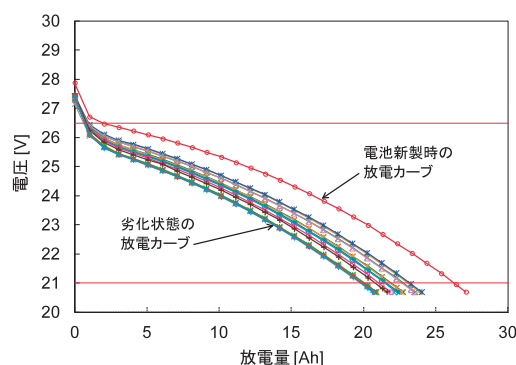
- リチウムイオン電池の自己放電特性に着目し、電圧の測定のみで簡易的に電池劣化状態を推定することができます。
- 電池の温度変動にも対応した電池劣化推定手法を開発しました。
- 4年を超える長期的な実験結果との比較により、劣化推定精度の検証を行いました。

### 用途

- 蓄電池電車の編成毎に異なる電池劣化状態を、数時間要する容量試験を行わずに劣化状態を推定できます。
- 既存センサのみで劣化状態を逐次把握することができます。

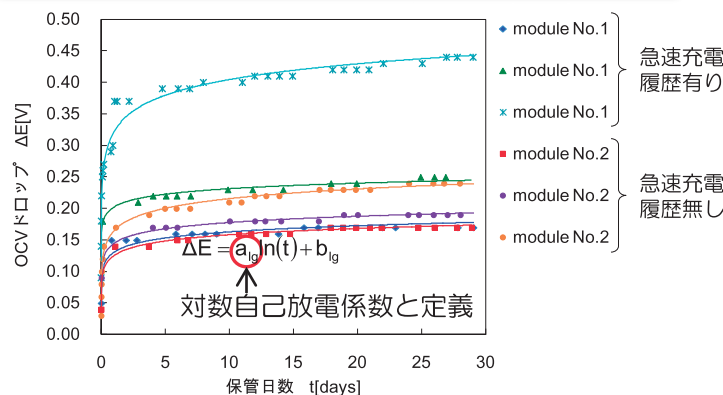
特願2013-181852

### ■ 供試電池と容量測定試験

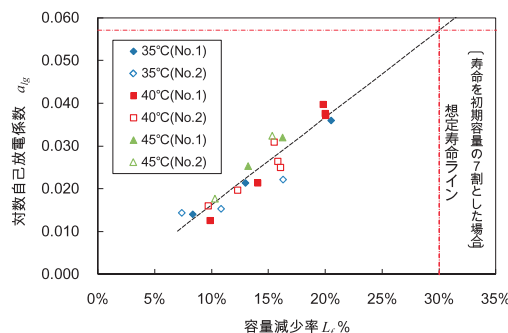


サイクル通電16000回の2モジュールを等温保管し、定期的に容量測定を実施しました。

### ① 簡易的な電池劣化推定法



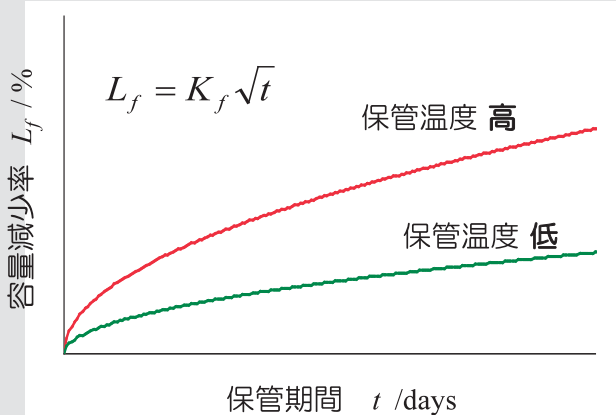
充電打切後の電圧を測定し、対数自己放電係数を取得します。



対数自己放電係数と容量減少率は1次式の関係になります。  
→対数自己放電係数を得れば、簡易に劣化推定できます。

## ② 電池温度の変動に対応した保管劣化推定法

### ■劣化傾向の前提条件



- 本推定法は、劣化傾向がルート則に適合する電池を前提とします。

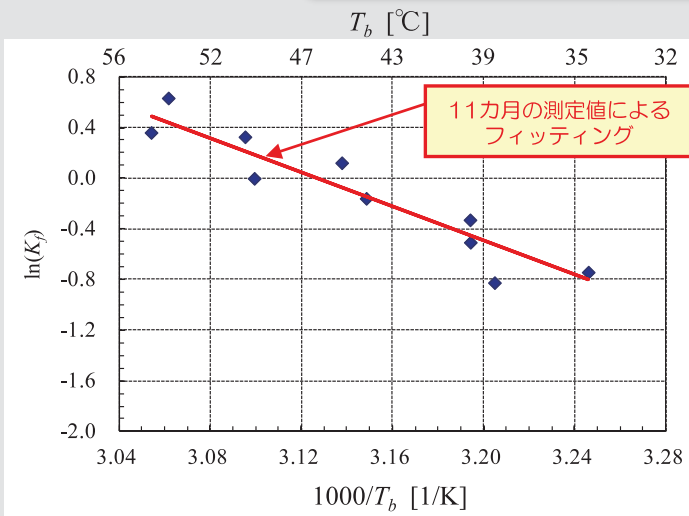
### ■カレンダー劣化係数の取得

期間 $\Delta t$ の間、一定の温度・SOC ( $K_f$ 一定) で保管した際に、容量減少率 $L_f$ が $L_f + \Delta L_f$ に変化したならば、カレンダー劣化係数 $K_f$ は次式で算定できます。

$$K_f = \sqrt{\frac{2L_f\Delta L_f + \Delta L_f^2}{\Delta t}}$$

- 短期間（1～2カ月）で1条件把握できます。
- 条件数分のセルや恒温槽は不要です。

### ■電池固有のパラメータの導出と提案式



アレニウスプロット上での近似直線より

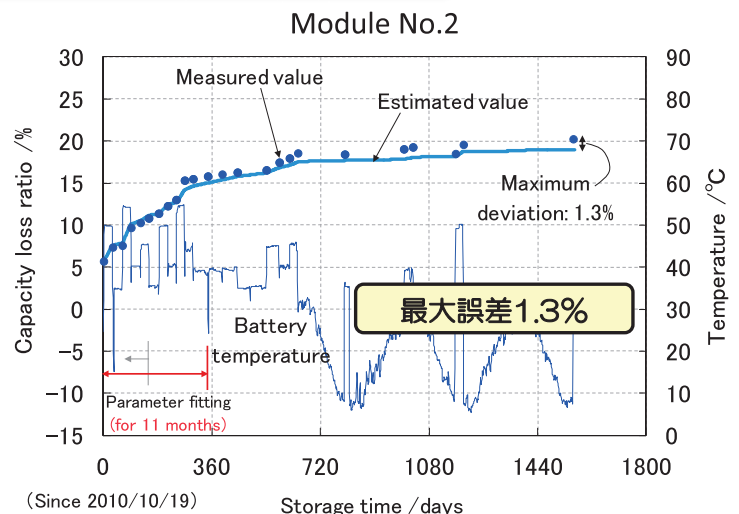
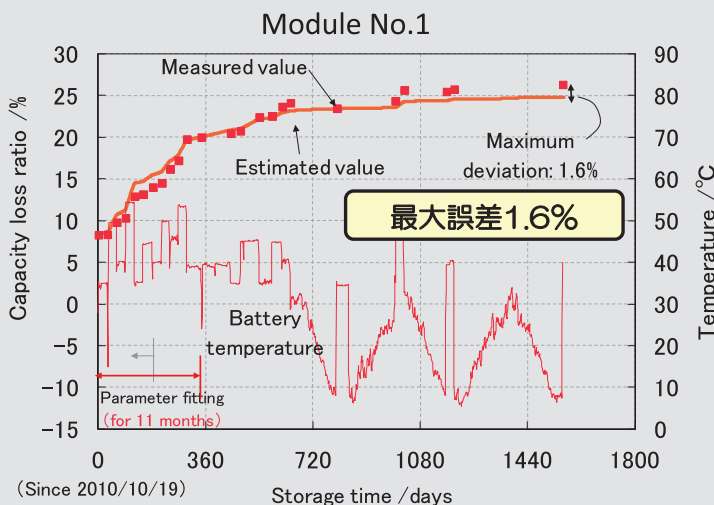
$$K_f = \exp\left(a - \frac{b}{273.15 + T_b}\right)$$

$T_b$ : 電池温度 [°C]  
 $a, b$ : 電池固有のパラメータ

$K_f$ の時間変化を扱える提案式

$$L_f^2 = \int_0^t K_f^2 dt$$

### ■電池の温度変動と劣化推定結果



- 劣化係数を11か月の測定値で算定すると、容量減少率の進展15～20%に対して推定誤差1.6%以下でした。
- 約40°C以下の電池温度域では、4年以上の長期的推定に使用可能です。