

次世代エネルギー・社会システム実証事業成果報告

【平成 26 年度】

補助事業者： 東京大学

共同申請者： 一般財団法人日本自動車研究所

補助対象事業名： II-2 蓄電複合システム等共通基盤技術国際標準化研究開発事業

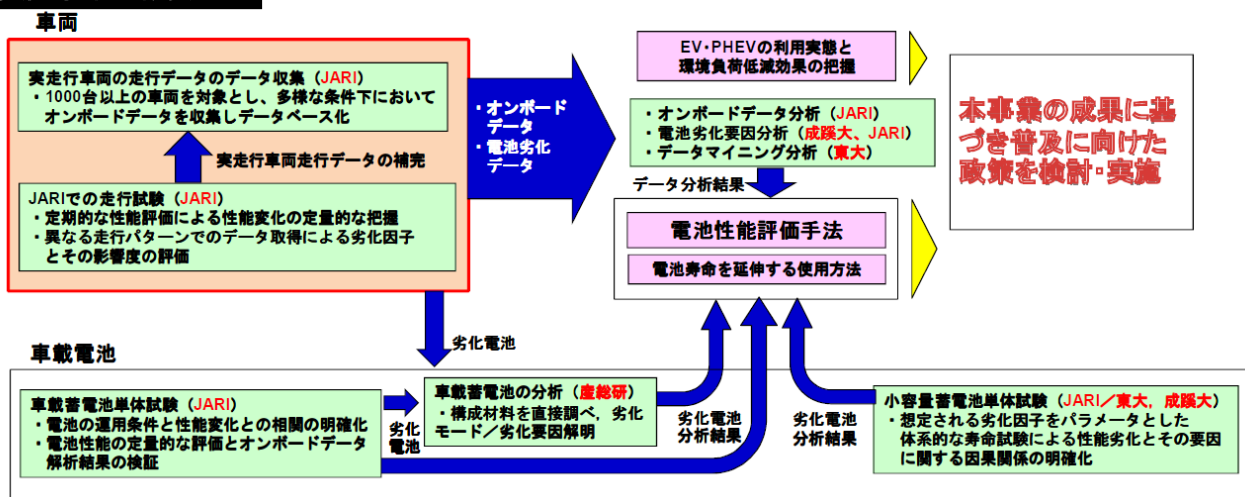
車載蓄電池の性能評価手法の技術開発

全体の事業期間：平成 23 年 6 月 ～ 平成 27 年 3 月

実証事業の目的・目標

電池の性能劣化を定量的に把握、電池単体にて加速劣化させた電池の評価と分析により、車載蓄電池の劣化モードとその原因を解明する。これらのデータ・情報を総合的に解析することにより、車載蓄電池の残存性能評価手法の技術開発を行う

実証事業の概要



① 車載蓄電池のデータ収集

実走行車両のデータおよび車載蓄電池単体の走行模擬試験データを収集する。実走行車両の走行・電池データについては、500 台規模のデータベースを構築し、車載蓄電池の残存性能評価手法の開発に資する。

② 車載蓄電池の解体試験による評価と分析

管理下走行試験および走行を模擬した電池単体の加速劣化試験によって劣化した車載蓄電池について内部分析を行い、電池構成材料を直接調べることで劣化要因を解明する。

③ 車載蓄電池残存性能評価手法の技術開発

リアルタイムデータ分析、劣化要因分析、データマイニング分析等の多角的なアプローチにより、車載蓄電池の残存性能評価手法を開発する。

④ 車載蓄電池残存性能評価手法に関連する標準化戦略検討

各社分担

①車載蓄電池のデータ収集 (JARI)

- ①-1 一般調査対象車両の走行・電池データ収集 (JARI)
- ①-2 管理下走行車両の走行・電池データ収集 (JARI)
- ①-3 車載蓄電池単体走行模擬試験によるデータ収集 (JARI)

劣化電池

走行データ、電池データ

②車載蓄電池の解体試験による評価と分析 (産総研)

③車載蓄電池残存性能評価手法の技術開発 (東京大学、成蹊大学、JARI)

- ③-1 リアルタイムデータ分析 (JARI)
- ③-2 劣化要因分析 (成蹊大学)
- ③-3 車載蓄電池残存性能評価モデル構築 (東京大学、JARI)

④車載蓄電池残存性能評価手法に関連する標準化戦略検討 (JARI)

*成蹊大学はH23のみ

実証事業のスケジュール

項目	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
充放電試験によるデータ蓄積	■			
蓄積データ解析による劣化要因の抽出	■			
電池劣化モデルと予測法の仮説構築及び検証	■	■	■	
海外動向調査・意見交換	→			

平成23年度の成果

本プロジェクトの電池性能は、燃費と駆動力、つまり、容量と内部抵抗と定義し、この時間変化とした。

民生用小容量リチウムイオン電池 (18650 型) で劣化因子毎に条件を振ったマトリクス試験を行った。この実験結果に基づき各劣化因子に対する体系的な電池性能劣化速度マトリクスを取得し、電池劣化推定の初期モデルを構築し、車載電池に先駆けて運転条件と劣化要因との関係の一部を明らかにした。ここにおいて電池劣化がサイクル劣化と保存劣化の和で構成されるとの考えに基づき、(1) 容量減少、(2) 内部抵抗増加および (3) 時間依存性劣化、を考慮した対象電池体系における電池残存性能評価モデルを開発した。

電池燃費

・走行可能距離

エネルギー密度

$$E = \int P dt = \sum (V \times \Delta Q) = V_{average} \times \underline{Q}$$

①容量

駆動力

・加速の強さ

出力密度

$$P = V \times I = (V_0 - I \times \underline{R}) \times I$$

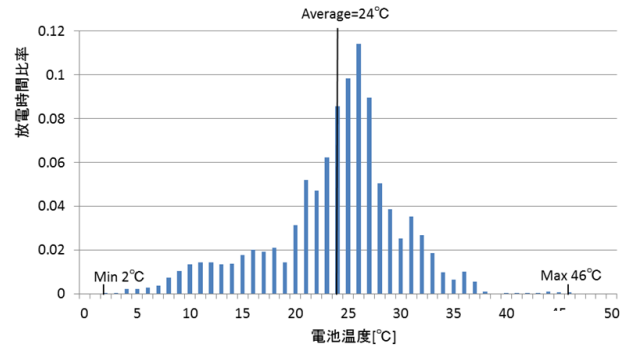
②内部抵抗

平成24年度の成果

一般ユーザの走行実験結果に基づき、車載蓄電池に影響を及ぼす電気自動車の想定使用環境シナリオを策定した。

96チャンネル小容量充放電試験を継続し、長期間の電池劣化データを体系的に取得し、劣化速度を補完する手法を改善することで電池評価モデルを改良した。

電池内の時間連動出力低下を拡散効果として再現する電池評価シミュレーションを開発した。

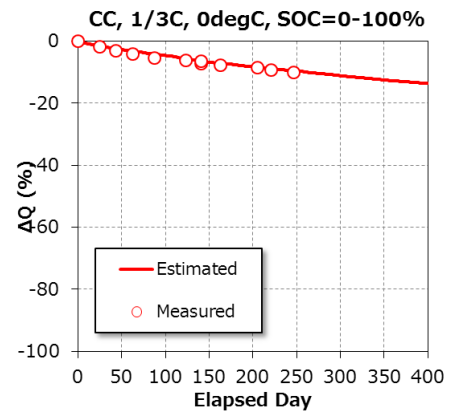


実走行に基づくEV使用温度帯（分析例）

平成25年度の成果

別体系リチウムイオン電池を対象とした小型小容量充放電試験データによって電池評価モデルを検証した結果、実測と比較して妥当な結果を得られた。

同様に、車載電池セルの16チャンネル充放電試験に基づき、開発した電池劣化データを体系的に取得することで、使用環境シナリオを策定し、電池評価モデルを改良した。

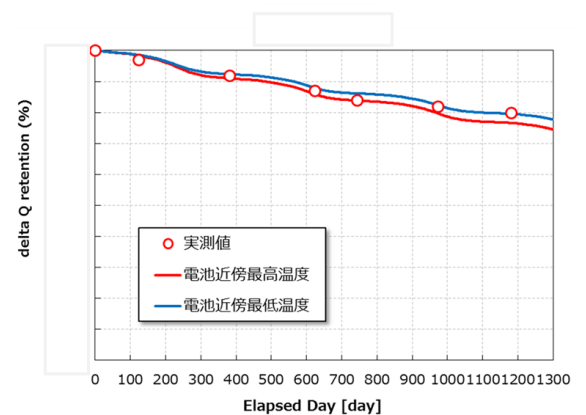


開発したモデルの検証（検証例）

平成26年度の成果

継続試験から得られた車載電池セル試験データ、小型充放電試験のデータを整理し、電池残存性能評価モデルの劣化速度補完法を改良し電池評価モデルへ反映した。

このモデルの実効性を検証するため。実際の車載蓄電池系に対して。温度、充電率、放電レート、経過時間といった任意の劣化条件下での使用履歴を入力することで、残存電池性能を予測した。それを実走行車両の電池劣化データで検証し、十分に妥当な予測が得られたことが確認できた。



実走行データによる検証（検証例）

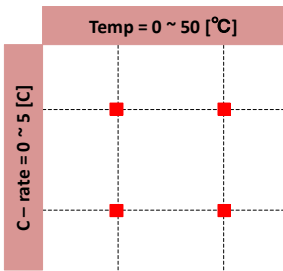
事業全体の成果

- 劣化速度補完による車載蓄電池残存性能評価モデル（電池評価モデル）を構築

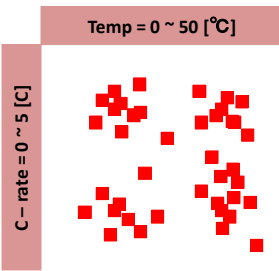
本プロジェクトでは、小容量蓄電池充放電試験に基づき、劣化因子別に任意の使用条件で電池の劣化速度を推定する補間法を開発し、それに基づき電池性能を評価する電池残存性能評価モデル手法を開発した。開発したモデルを用いて別系統の小容量蓄電池、および車載蓄電池セル、実走行車両の電池性能変化のデータにて検証を行った結果、試験の条件範囲内で推定した劣化速度は概ね予測と結果が合致することを確認できた。

本モデルの適用により、実利用を含めた想定されるあらゆる電池使用シナリオに対し、車載用蓄電池の残存性能を推定することが可能となった。ただし、超低温や高充放電レートといった想定使用領域外における非連続劣化等のモードが異なる劣化は、今後、劣化要因分析に基づき、補完法を検討しモデルに組み込んでいくことが必要と考えられる。

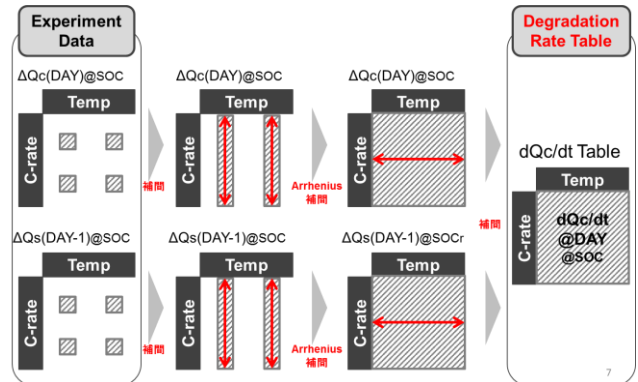
Experimental Condition



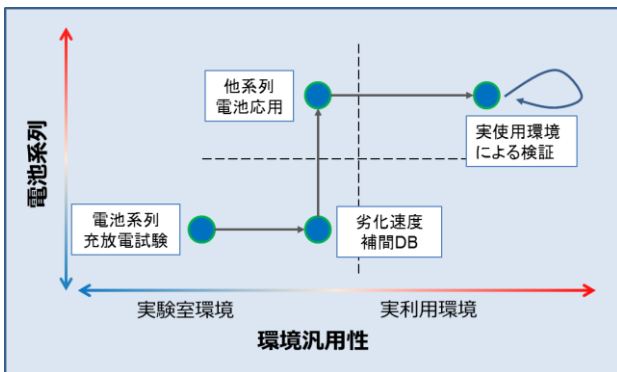
Real Data (image)



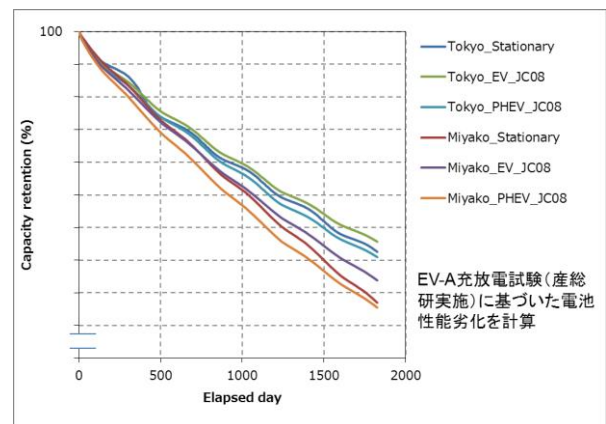
実験条件と実使用条件の相違（概念図）



試験データによる劣化速度補完（概念図）



構築したモデルの車載蓄電池への展開



実走行車両データによる検証