

# 電気自動車 (EV) 用リチウムイオン電池パックシステムの開発

Development of Li-Ion Battery Pack System for EV

阿賀悦史\* 下司真也\*  
Etsushi Aga Shinya Geshi

18650サイズのリチウムイオン電池を使用した電気自動車 (EV: Electric Vehicle) 用電池パックシステムを開発した。EVとして要求される安全性・信頼性に対し、電池モジュールおよび、それらを多直列に接続し、電子制御ユニット (ECU: Electronic Control Unit) を介して構成される電池パックシステムに必要とされる機能・性能について解説する。

A battery pack system for Electric Vehicles (EV) using 18650-size Li-ion rechargeable battery modules has been developed. An outline of the Li-ion rechargeable battery module with high safety and reliability and the EV battery system consisting of multi-series-connected module batteries and Electronic Control Units (ECU) is described.

特  
集

## 1. 背景

第1図に示すように、環境エネルギー分野での電源システムは、EVなどの動力用から家庭用蓄電などに代表されるような用途まで幅広く存在し、その結果、必要な電圧および電気容量も多種多様に求められている。これらの市場は今後急成長することが期待されており、お客様のニーズに応えるためには、性能向上、開発スピードはもちろん、普及拡大に向けた低コスト化が極めて重要である。

このような幅広い環境エネルギー分野からの市場要求に対応するためには、多種多様な使われ方を想定した電源システムの開発が必要である。特にEV用途では電源システムの故障が車両の走行性に直接影響を与える可能性があるため、車両寿命 (10年以上) 同等の耐久性、

-30℃～60℃の過酷な環境での電気特性の確保、高電圧 (300V以上) システムに対する安全性、および電池異常時の車両走行性などが必要な開発・検証項目となる。

本稿ではこれらの要件を満足するために開発した電池モジュールと、EV用電源として構成される電池パックシステムについて説明する。

## 2. 電池モジュールの特徴

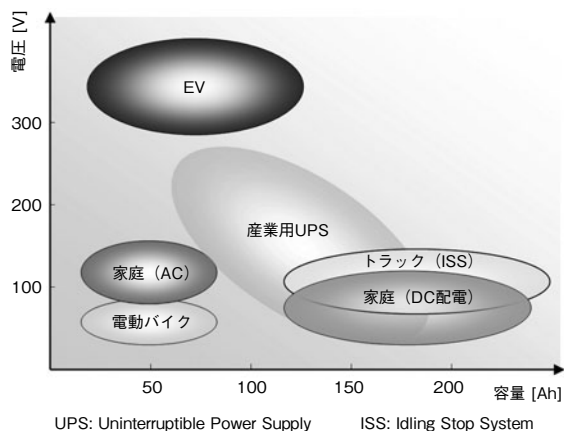
### 2.1 電池モジュールの概要

当社では環境エネルギー分野の多種多様な電源システムに対応するため、下記の特徴をもつ電池モジュールを開発してきた。

- ①ノートパソコン向けなどの民生機器分野で培った量産実績、高品質、低コストの特徴を有した18650サイズ (径: 18mm, 高さ: 65mm) のリチウムイオン電池の採用
- ②長期耐久性および高エネルギー密度を有したニッケル系正極材を採用し、さらにEV用途として約20%出力特性の向上と低温性能を改善したセルを採用
- ③長寿命化に貢献する熱マネジメント設計
- ④EVから蓄電システム、バックアップなどに至るまで、幅広い電圧や電気容量に対応可能な基本ユニットとなる標準モジュールを開発

第1表および第2図に当社の電池モジュールの概要・外観を示す。

第1図より必要とされる容量/電圧の最小単位を50Ah/25Vと設定し、電池モジュールの構成は2.9Ahの18650サイズのリチウムイオン電池を20セル並列構成 (以下、電池ブロックと記す) し、7つの電池ブロックを直列接続している。



第1図 電池容量・電圧における電源用途  
Fig. 1 Capacity/voltage in each power source systems

\* パナソニックグループ エナジー社  
Energy Company of Panasonic Group

第1表 リチウムイオン電池モジュールの概要

Table 1 Summary of Li-ion battery module

セル数	140 (20並列×7直列)
公称電圧 [ V ]	25.2 (3.6 V×7直列)
公称容量 [ Ah ]	58
外形寸法 [ mm ]	460 (L) × 208 (W) × 80.5 (H)
重量 [ kg ]	約12
エネルギー量 [ Wh ]	1462
保有機能	電池ブロック電圧計測 電池温度計測



第2図 リチウムイオン電池モジュールの外観カットモデル

Fig. 2 Appearance of Li-ion battery module

また、電池モジュール内には電池電圧や電池温度を計測するためのECUが内蔵されており、すべての電池ブロックの電圧と温度を計測することが可能である。

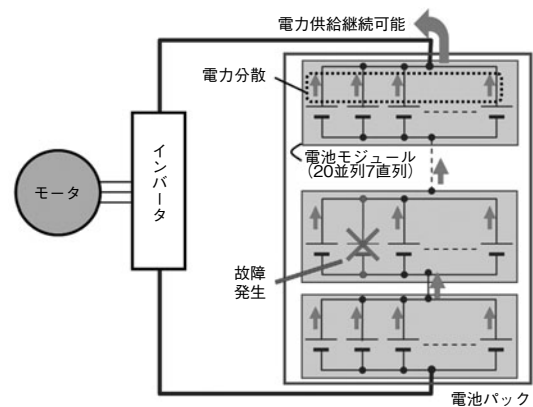
なお、EV用途では航続距離に応じて、本電池モジュールは直列および並列に接続され、電池パックシステムが構成される。

## 2.2 電池モジュールの信頼設計

民生用に比べ、EVでは電源システムの故障が車両走行性に直接影響を与える可能性があるため、開発した電池モジュールおよび電池パックシステムでは、以下の信頼設計を行った。

- 寿命向上に寄与する均熱化構造や冷却などの熱マネジメント機能
- ECUの車両ノイズ耐性の向上
- 高電圧 (300 V以上) に対する絶縁性能確保
- 電池不具合発生時の車両緊急停止の回避

特にEVでは、電池に万一不具合が発生して電力供給が停止した場合、即座に車両停止し追突などの危険性が考えられる。当社の開発した電池パックシステムでは、不具合発生時も電力供給が継続可能であり、安全エリアへの退避などを行うことができる。具体的には、前述のように本電池モジュールはリチウムイオン電池を20セル並列構成にすることで、車両への電力供給を分散させており、セル故障時にその不具合セルのみを電力供給経路から切り離す機能を有している。よって、第3図に示すように、万一のセル故障発生時も電池容量が19/20 (95%)



第3図 1セル故障時の車両への影響

Fig. 3 Vehicle impact of one cell failure

に低下するのみで電力供給が継続可能であり、車両走行時に緊急停止することを回避できる。

## 3. EV用電池パックシステム

### 3.1 電池パックシステムに必要な機能

EV用電池パックシステムは、電池モジュールを多直列に接続するとともに、電池の状態を確認し車両側ECUと通信するためのECUが必要となる。このECUに必要な機能は次の通りである。

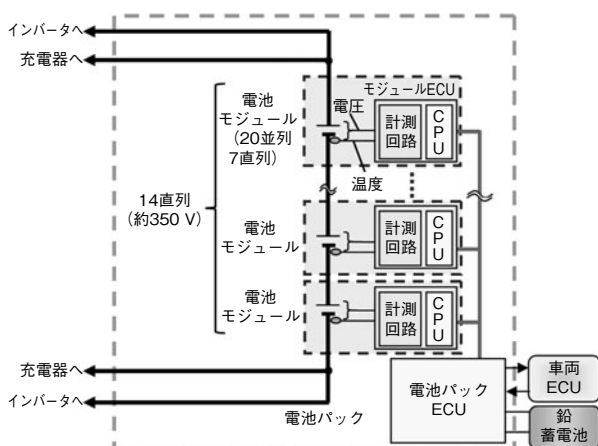
- 電池モジュールの温度、電池ブロック電圧の測定
- 電池残容量SOC (State Of Charge) の算出
- 電池劣化状態SOH (State Of Health) の算出
- 電池の許容入出力電力の算出
- 電池異常、ECU異常の検出

特にEVでは、パソコンなどの民生用と比較し、放電時の消費電力の変動が非常に大きく、また車両走行にて減速時、モータから電池への回生充電が可能である。よってこのような極端な充放電による電池劣化防止のため、電池状態に応じた許容入出力電力で電池モジュールを充放電制御することが必要であり、ECUにて許容入出力電力値を電池残容量SOCと電池温度から算出し、車両側ECUへ伝達している。

また、EVにおけるSOCは航続可能距離を示し、ドライバーが安心して運転するために高精度を要求される。そのため本電池パックシステムでは、すべての電池ブロック電圧と充放電電流および電池温度の情報をもとにSOC算出することで高精度化を実現した。

### 3.2 EV用電池パックシステムの構成

第4図に、EVにおける電池パックシステム構成を示す。EV用の電池パックシステムは、一般的に総電圧が



第4図 EVにおける電池パックシステム構成

Fig. 4 Battery pack system configuration of EV

350 V程度で構成されるため、電池モジュールは14個程度を直列に接続する。

電池モジュールには2.1項で述べたように各電池ブロックの電池電圧や電池温度を計測するモジュールECUが内蔵されており、各モジュールECUは計測したデータを集約するため電池パックECUに接続される。

電池パックECUは車両ECUと接続され、各モジュールECUで計測したデータをもとに算出したSOC、SOH、電池の許容入出力電力を車両ECUへ伝達し、その情報により車両ECUは電池モジュールからインバータへの電力供給や充電制御を行う。

これらモジュールECUと電池パックECU間および車両ECUと電池パックECU間の通信は、自動車搭載機器に要求される耐ノイズ性に優れたCAN（Controller Area Network）通信が用いられる。

#### 4. 今後の動向と展望

地球環境やエネルギー資源問題から、再充電可能なリチウムイオン電池は持続可能なエネルギーとして注目されており、特にEV用途への展開はエネルギー資源の多様化として環境エネルギー問題に大きく貢献することができる。

今後のEV普及における課題は、特に航続距離の延長であり、限られた搭載スペースでエネルギー量を確保するため、電池モジュールの高エネルギー密度化や車両への搭載性向上による省スペース化が求められる。

今後は、電池パックシステム全体のさらなるエネルギー密度の向上と電池モジュールの長寿命化に向けた電池制御技術の導入により、最適な電源システムの開発を目指す。