

効率的な電力管理と環境対応を実現した家庭用蓄電システム

野口 雅行・飯田 顕・大町 聡
濱田 清隆・叶内 収

要 旨

NECは、家庭内の電力を自動制御できるリチウムイオン電池搭載の家庭用蓄電システムを商品化しました。弊社が持つ蓄電、制御、筐体技術を活用した、系統電力や太陽光発電との効率的な連携ができる戸建て向けの蓄電システムです。本稿では、蓄電システムの概要とそれぞれの技術について解説します。

キーワード

●蓄電システム ●リチウムイオン電池 ●太陽光発電 ●パワーコンディショナ ●BMS

1. まえがき

昨今、日本国内では、節電ニーズの高まりから、電気使用量の削減や、昼間のピーク時の電力使用を抑えるピークシフトの取り組み、家庭への太陽光発電の大量導入が進められています。同時に、災害や停電時にも家庭の電力を確保し、ライフラインを維持したいというニーズが高まっています。NECは、このようなニーズに応え、弊社が持つ、安全性、長寿命を実現するリチウムイオン電池技術と、ICTによる電力制御技術を融合する家庭用蓄電システム（写真）を商品化しました。

2. 家庭用蓄電システムの概要

弊社は家庭内の電力を自動制御できる、リチウムイオン電



写真 家庭用蓄電システム (ESS-H-002006A)

池搭載の家庭用蓄電システムを商品化し、住宅メーカなど企業向けに2011年夏に販売しました。

弊社の家庭用蓄電システムは、単に夜間電力を貯めるだけではなく、系統電力や太陽光発電との効率的な連携ができる戸建て向けの蓄電システムです。夜間電力を活用して電気料金を低減でき、エネルギーの使用量やCO₂の削減といった環境対応を推進します。また、停電時には非常用のバックアップ電源として活用できます。蓄電システムの特長は次のとおりです。

- ・ 特長1：夜間電力の活用により、電気料金を節約**
 電力系統網と連携することによって、夜間に貯めた電気エネルギーを昼間のピーク時間帯に使うことができます。系統全体のピークカットに貢献するとともに、昼夜の電気料金差を利用することで電気料金の削減にもつながります。
- ・ 特長2：太陽光発電との連携で、更に環境にやさしく節電も実現**
 既設の太陽光発電パネルと連携して、太陽光発電の発電量と家庭での家電製品の利用状況に合わせて、余剰電力を蓄電池に貯めることができます。効率的に蓄電システムを制御することで、節電やCO₂の削減を可能にしました。
- ・ 特長3：非常用電源として活用できて安心。サポートも充実**
 停電時には配電盤経由で放電し、家庭内での電力を自動的にバックアップします。停電時の非常用電源として活

用できます。また、通信モジュールを実装することでシステムの稼働・利用状況を管理側に送信できるので、遠隔管理によるサポートが可能です。

- ・ **特長4：さまざまな設置環境にも耐えうる筐体設計**
長期間野外に設置しても正常に稼働できるよう、耐水・防塵の対策を行っています。その他、防錆・塩害・防虫対策も行っており、さまざまな環境に対応できるシステムです。

3. 蓄電システムの構成

蓄電システムは、電力を貯める蓄電池と、蓄電池の電力を直交変換するパワーコンディショナ（PCS）、それらを制御し系統電力や太陽光発電設備などとの連動を可能とするシステムコントローラで構成されています（図1）。

3.1 蓄電池とBMS

家庭用蓄電システムでは、お客様が長期にわたり安心して使用できるように、高安全性・長寿命二次電池セル及びその二次電池セルを含む蓄電池システム全体の状態監視・制御を行う高機能バッテリーマネジメントシステム（Battery Management System：BMS）を開発しました。

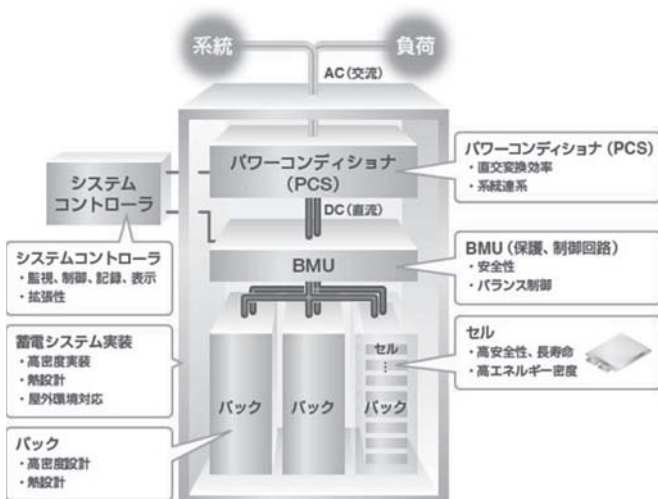


図1 蓄電システムの構成要素

(1) 高安全性・長寿命二次電池セル

弊社では1990年代初頭からリチウムイオン二次電池の開発に取り組んできました。1996年には、世界で初めて過充電状態でも不安定化になりにくいスピネル構造を有するマンガン系正極リチウムイオン二次電池セルの量産化に成功、2000年には従来のリチウムイオン二次電池技術では実現化が難しかった急速充電及び高出力放電に対応できる積層ラミネートタイプの開発、更に2010年には10年以上蓄積されたマンガン正極技術及び積層ラミネート技術を生かし、高安全性・長寿命を要求される環境車対応の二次電池セルの本格化量産を行ってきました。家庭用蓄電システムでは、高安全性かつ長寿命要求に応じた環境車対応で開発した二次電池セル技術を適用しました。

(2) バッテリーマネジメントシステム（BMS）

リチウムイオン二次電池には、安全性を担保するため、二次電池セルの充電/放電を制御する「保護回路」といわれる過充電、過放電、過電流、短絡の防止制御回路が必要です。家庭用蓄電システムでは、BMSといわれる二次電池セルの安全性保護機能をはじめとして安全性・信頼性を担保するための機能を有しています。

BMSの主な機能は次のとおりです。

- ・ **二次電池セル制御：**
二次電池セルの電圧監視などによる過充電、過放電、過電流、短絡の防止と異常停止
- ・ **最適出力制御：**
系統連系モード、自立運転モード時
- ・ **見える化：**
蓄電池残容量表示などのシステム状態表示
- ・ **通信・制御インターフェース：**
パワーコンディショナ、HEMSなどの上位システムとの情報共有と上位からの制御
- ・ **システムメンテナンス：**
遠隔操作機能や障害情報などのデータ送信

3.2 システムコントローラ

システムコントローラは、蓄電システムの全体動作をコントロールします。

(1) ソフトウェア

システムコントローラのソフトウェアは、蓄電システ

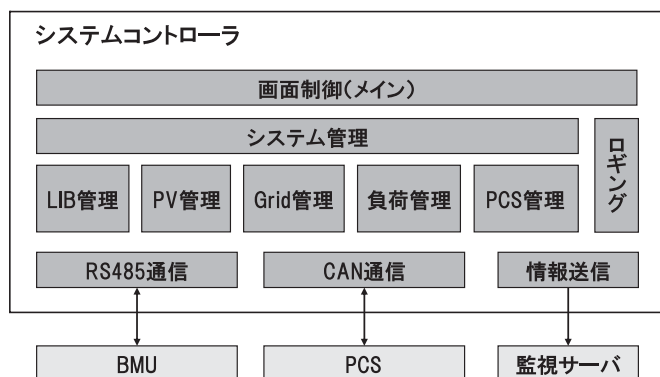


図2 システムコントローラのソフトウェア構成



図3 システムコントローラの表示画面例

ムの運転モードを管理する「システム管理部」、パワーコンディショナの状態を管理する「PCS管理」、蓄電池の状態を管理する「LIB管理」、その他の電力量を管理する「PV管理」「Grid管理」「負荷管理」と、パワーコンディショナと通信を行う「CAN通信機能」、電池部及び各種電力計と通信を行う「RS485通信機能」、外部サーバに保守情報を出力する「情報送信機能」を有しています(図2)。また、各種運転モードの状態は画面表示部に表示されます(図3)。

(2) 蓄電システムの運転モード管理

今回開発した蓄電システムは、通常時の運転モードとして、大きく分けて4つの運転モードをサポートします。システムコントローラはパワーコンディショナ、蓄電池

との各種情報の通信と、太陽光発電の出力電力量の測定結果より、以下の運転モードを管理することが主な機能となります。

1) 電力負荷追従運転モード

夜間電力を使用して、蓄電池を充電し、昼間放電することにより、昼間の電力系統からの電力使用量の低減を行うモード

2) 電力ピークカット運転モード

充電動作は、電力負荷追従運転モードと同じで、昼間の電力消費が電力系統契約電力を超える負荷となった場合に放電を行う

3) 計画運転モード

充電動作は、電力負荷追従運転モードと同じで、昼間の放電は、一定時間電力のピークカット運転を行い、一定時間経過後は、電力負荷追従運転モードに切り替えて運用するモード

4) 手動操作モード

ユーザーの操作により、任意の時間に充電/放電を行うモード

なお、すべての運転モードに、太陽光発電の余剰分を電力会社に売電する「経済モード」、余剰分を蓄電池に充電する「グリーンモード」を具備しています。

3.3 筐体

屋外に設置される家庭用蓄電システム用筐体は、その内部に搭載されるリチウムイオン電池や精密機器、ネットワーク機器などを安全に設置・運用できる堅牢性、密閉性が要求されます。そして今回は、防水性などのさまざまな環境条件を考慮し、かつ使用するお客様への配慮としての静粛性なども機能として取り込むことが重点テーマになりました。ここでは、その中でも代表的な耐環境仕様である、耐水性と騒音対策の2点について説明します。

(1) 耐水性

今回、耐環境仕様として策定したのは、弊社が国内外で長年培ってきた無線通信機や携帯電話基地局装置などのインフラ設備用筐体に採用している仕様です。

例えば、代表的な仕様である耐水性は、一般的に屋外固定機器に採用される防沫型(IPX4)ではなく、あらゆる方向からの強い噴流水による有害な浸水がないJIS

蓄電システム

効率的な電力管理と環境対応を実現した家庭用蓄電システム

C0920 IPX6を採用しました。

この仕様に対応するため、防水構造としてはサンシェード+本体の2重構造及び閉閉部の迷路構造などを筐体に入り込みました。更に製品個々のばらつきなどを含めた信頼性を担保するために、出荷する製品すべてに対して耐水検査を実施するようにしました。

このような方策により、今回開発した家庭用蓄電システム用筐体は、インフラ設備用筐体と同等の信頼性を得ることができました。

(2) 騒音対策

次に、住環境に対する環境負荷軽減を目的に、騒音仕様を環境基準法のA（専ら住居の用に供される地域：夜間45dB以下）としました。

しかし、この家庭用蓄電システムは、安価な夜間電力を効率よく利用する関係上、夜間に内部機器が動作し、その結果内部に搭載されている機器を冷却するためのファンが稼働してしまうという課題がありました。

そこで、ファンによる騒音を最小限とするために、外気導入ファンによる冷却ではなく、内気循環用ファンと自然空冷用大型ラジエータを採用することで、外気導入口から漏れるファンの動作音を無くす冷却構造としました（図4）。更に、その内気循環ファンに温度センサを設けることで、最低限必要なときにしか動作しないファン回転制御の作り込みも行っています。

以上のように、今回開発した家庭用蓄電システムの筐体

は、屋外でも安全に設置、運用するための要求機能を満たし、かつ快適に運用できるための機能を満たしているといえます。

3.4 システム監視

蓄電システムを安心・安全に運用するために、障害の監視や電池データの測定を行っています（図5）。

(1) 障害監視

蓄電システムからはアラーム情報と測定情報がFOMA回線を利用して送信され、弊社内のログサーバで受信します。また、装置が停止するような重要なアラームは、電子メールを利用して登録した保守員の携帯電話へ送信することで、障害の早期検出を行っています。

蓄電システムのアラームの種類を下記に示します。

- 電池の保護に必要な電圧電流の閾値監視
- 電力系統の異常監視（停電など）
- パワーコンディショナの故障監視
- システムコントローラの故障監視
- 蓄電池の故障監視

蓄電システムの開発は、弊社としても新しい取り組みであり、リチウムイオン電池の安全性を考慮し、装置の挙動を詳細に確認する必要があったため、上記のデータは専門の技術者により、2011年夏より監視を続けています。

(2) 電池データ測定

電池のデータは主に電圧/電流/電力量を測定しています。

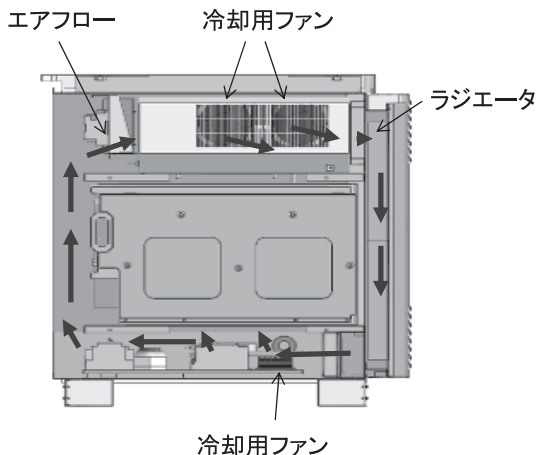


図4 冷却構造概略図

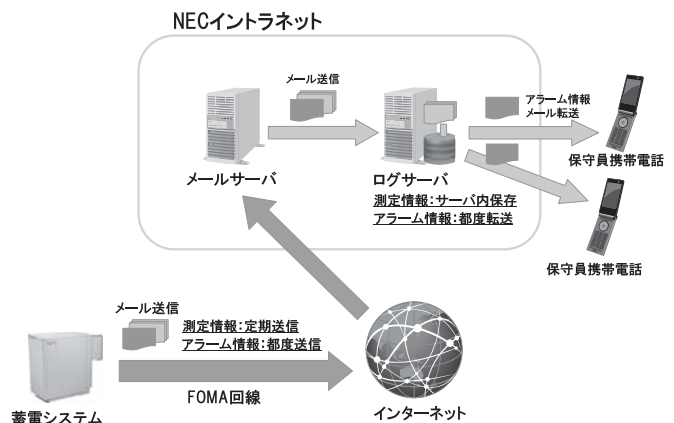


図5 蓄電システムの監視イメージ

表 電池データ

電池データ	内容
出力電力	負荷で使用している電力量(W)
重要負荷電力	蓄電システムが放電している電力量(W)
系統電力	負荷で使用している電力量(W)
BATT電圧データ	電池の電圧データ(V)(過放電の監視などで使用)
電流データ	電池の電流データ(A)(過放電の監視などで使用)
残量データ	電池の残量を示すデータ(%)
モジュール温度	電池の温度データ(°C)(電池保護で使用)

導入企業様においてはそのデータが家庭の電力使用量の予測につながり、弊社としては電池の保護監視と装置の評価結果としての履歴として保存することで、将来の蓄電システムの設計に役立てる目的があります。

今回のシステムでは1回/日間隔で電池データを蓄電装置から送信し、ログサーバで保存する機能を設けました。一定間隔で収集したデータを一括して毎夜中に送信しています。

表にその代表的情報を示します。

4. むすび

これまで述べたさまざまな技術を取り入れた6kWh蓄電システムを2011年夏から大手住宅メーカーやエネルギー関連メーカーへ納入し、共同での実証実験が始まっています。これら実証実験の結果から出てくるさまざまな課題を収集し、2012年春発売予定の次期製品に改善策を盛り込むべく、現在、NECエナジーデバイス、NECエンジニアリングとともに開発を進めています。

また、家庭用蓄電システムの本格普及に向けた最重要課題である低価格化については、電気自動車用電池技術の活用や各構成パーツのコスト最適化、SCM活用により、強力なコストダウンを推進していきます。

* FOMAは、株式会社NTTドコモの登録商標です。

執筆者プロフィール

野口 雅行

環境・エネルギー事業本部
環境・エネルギー事業開発室
エキスパート

大町 聡

環境・エネルギー事業本部
環境・エネルギー事業開発室
エキスパート

叶内 収

NECエンジニアリング
基盤テクノロジー事業部
第一構造開発部
技術マネージャー

飯田 顕

環境・エネルギー事業本部
環境・エネルギー事業開発室
エキスパート

濱田 清隆

環境・エネルギー事業本部
環境・エネルギー事業開発室
主任

関連URL

http://www.nec.co.jp/environment/energy/sl/home_aes.html

NEC 技報のご案内

NEC技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご覧ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.65 No.1 スマートエネルギー特集

スマートエネルギー特集によせて
NECのスマートエネルギー事業
特別寄稿：情報と電力の融合したデジタルグリッドとその適用

◇ 特集論文

EV充電インフラ

電気自動車向け充電インフラ整備を支える技術開発
蓄電・充電統合システム(BCIS)の開発
電気パワートレインを試験評価するEV開発試験装置
充電インフラを形成する大容量急速充電器「TQVC500M3」とCHAdeMOプロトコル
EV充電サービス用充電コントローラの開発

蓄電システム

効率的な電力管理と環境対応を実現した家庭用蓄電システム
大規模蓄電システムの開発とグローバル展開の戦略
高い安全性と長寿命を実現したリチウムイオン二次電池技術とその応用
リチウムイオン二次電池の長寿命化技術
多様なエネルギーを高効率で活用するマルチソースパワーコンディショナー

エネルギーマネジメントシステム(EMS)

HEMSソリューションへの取り組み
業務改善につなげるエネルギー見える化の推進
オフィスの省エネを支援する「エネパル Office」
エネルギー需要を最適に制御するBEMS「スマートビル」
ICTを活用したエネルギーマネジメントシステム
電力検針自動化に向けた取り組み

エネルギーデバイス

表面実装対応焦電型赤外線センサ
有機ラジカル電池の開発
待機電力ゼロの電子機器を目指す不揮発ロジック技術の開発

◇ 普通論文

省エネに貢献するLEDシーリングライト連続調光・調色照明器具
低損失金属磁性材“センティクス”を用いた大電流用チョークコイル「MPCG」

◇ NEC Information

C&Cユーザーフォーラム& iEXPO2011

人と地球にやさしい情報社会へ～みんなの想いが、未来をつくる～
NEC講演
展示会報告

NEWS

2011年C&C賞表彰式開催

NECグループ会社紹介

電気自動車から蓄電システムまで広がる用途独自技術で高い安全性と高出力を両立



Vol.65 No.1
(2012年2月)

特集TOP