

蓄電池状態監視装置(BMU)の開発

Development of the Battery Monitoring Unit (BMU)

中村 秀人^{*}
Hideto Nakamura可知 純夫^{*}
Sumio Kachi渡部 大介^{*}
Daisuke Watanabe久保山 浩稔^{*}
Hiroto Kuboyama有馬 康弘^{*}
Yasuhiro Arima三浦 優^{*2}
Masaru Miura

概要 蓄電池の状態や警報を判定し、上位側のシステムに情報を提供する蓄電池状態監視装置(BMU)を開発し、古河電池株式会社殿が開発した次世代鉛蓄電池(ウルトラバッテリー)と組み合わせた蓄電池システムを、経済産業省補助事業「次世代エネルギー・社会システム実証事業」の1つである「北九州スマートコミュニティ創造事業」に参画して実証試験による検証を開始し、初期運用において蓄電池状態監視装置が良好に動作することを確認した。本システムは、組電池情報の他に各蓄電池セルからの情報を収集して蓄電池の状態や警報を判定するため、部分充電状態(PSOC: Partial State of Charge)での利用が可能であり、スマートグリッドなどの分野にて系統運用の効率化などに寄与することが期待される。

1. はじめに

太陽光発電などの再生可能エネルギーの普及に加え、近年の電力事情から据置型蓄電池システムの利用への関心が高まっている。再生可能エネルギーの普及・拡大を目指して平成24年7月から再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度が開始された。本制度に伴い再生可能エネルギーの導入増大が期待されるが、太陽光発電などの再生可能エネルギーは、天候によって出力が不安定となることなどから、大量導入された場合、余剰電力の発生、周波数調整力不足、配電網の電圧上昇などが課題として指摘されており、この問題を解決する手段の一つとして蓄電池システムによる出力安定化が挙げられている。一方、近年の電力事情から重要設備の稼働維持対策、ピーク電力抑制など負荷平準化対策としても蓄電池システムの利用が期待されている。

今回、蓄電池の状態や警報を判定し、エネルギーマネジメントシステム(EMS)などの上位側のシステムに情報を提供する蓄電池状態監視装置(BMU)と古河電池株式会社殿が開発した次世代鉛蓄電池(ウルトラバッテリー)を組み合わせた蓄電池システムを構築し、経済産業省補助事業「次世代エネルギー・社会システム実証事業」の1つである「北九州スマートコミュニティ創造事業」に参画し、実証試験を開始し初期運用が確認されたので報告する。

2. 蓄電池状態監視装置

蓄電池状態監視装置(以下BMU: Battery Monitoring Unit)は、鉛蓄電池に設置したセンサ類から組電池情報と各蓄電池セルの情報を収集し、SOC(充電状態: State of Charge)などの蓄電池状態や各種警報を判定し、上位側のシステムに提供するシステムである。常時蓄電池状態を監視し、必要なときの回復充電の要求信号を出力するので、以下の効果が期待できる。

①系統運用の効率化

蓄電池の状態を常時把握可能なため、系統運用の効率化が図れる。

②設計時の蓄電池容量の最適化

SOCの上下限管理が可能なため、蓄電池の過充電や過放電を抑制でき、設計時の蓄電池容量の最適化が可能である。

③充電ロスの低減、および蓄電池の長寿命化

蓄電池状態から判断し、回復充電が必要なときのみ回復充電を行うので、回復充電の回数を低減でき、充電ロスの低減、蓄電池の長寿命化が図れる。

3. 北九州スマートコミュニティ創造事業における実証試験

経済産業省の「次世代エネルギー・社会システム実証事業」の一つである「北九州スマートコミュニティ創造事業」では、市内の標準的な街区との比較でCO₂削減50%超の実現などを基本方針として、電力の特定供給が行われている北九州市八幡東区東田地区において、電力の需給に応じて電力料金を変化させるダイナミックプライシングや地域全体のエネルギー管理システムの実証・構築に関する実証事業が行われている¹⁾。本実証

^{*} 研究開発本部 パワー&システム研究所

^{*2} 古河電池株式会社 戦略企画室

事業において、地域エネルギーマネジメントシステム (CEMS) と連携し、エネルギー需給調整やグリッド電力品質に貢献する蓄電池システムとして、BMUと古河電池株式会社の次世代鉛蓄電池(以下、ウルトラバッテリー)および蓄電池診断装置(以下、BCW: Battery Condition Watcher)とで構成した蓄電池システムにて参画し、実証試験を実施している。

3.1 蓄電池システム概要

図1に北九州スマートコミュニティ創造事業向け蓄電池システムの基本構成を示す。蓄電池システムは、BMU、ウルトラバッ

テリー、組電池センサとして機能するロガー、および各蓄電池セルの情報を収集するBCWからなり、BMUは蓄電池の状態や警報を判定して上位側システムと通信を行う。上位側では、BMUから出力される蓄電池情報をもとに蓄電池システムの運用を行う。本蓄電池システムを九州ヒューマンメディア創造センターに10 kW 蓄電池システム(図2参照)、いのちのたび博物館に10 kW 蓄電池システムならびに100 kW 蓄電池システム(図3、図4参照)、前田地区に300 kW 蓄電池システム(図5参照)を設置し、実証試験を開始した。

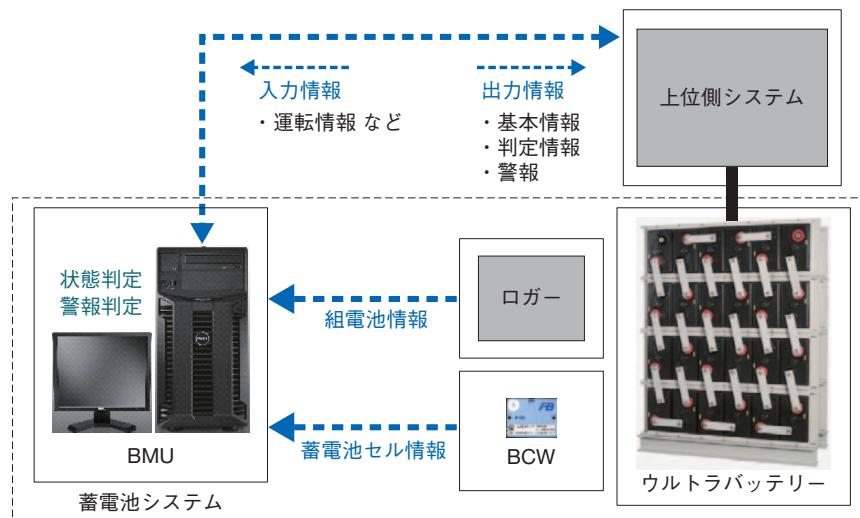


図1 蓄電池システム概要
Battery system overview.

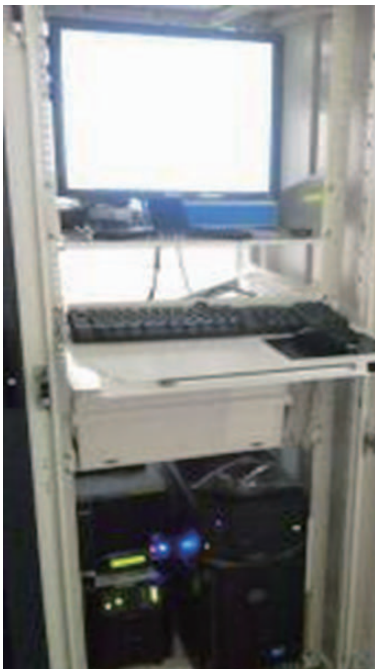


図2 九州ヒューマンメディア創造センター 10 kW 蓄電池システム用BMU
BMU for 10kW battery system in Human Media Creation Center/KYUSHU.



図3 いのちのたび博物館 10 kW 蓄電池システム用BMU
BMU for 10kW battery system in Kitakyusyu Museum of Natural History & Human History.



図4 いのちのたび博物館 100 kW 蓄電池システム用BMU
BMU for 100kW battery system in Kitakyusyu Museum of Natural History & Human History.



図5 前田地区300 kW 蓄電池システム用BMUおよび
ウルトラバッテリー（親局側）
BMU for 300kW battery system and the UltraBattery
in Maeda Area. (Master station side)

なお、前田地区300 kW 蓄電池システムでは2組の組電池の並列接続で構成されているため、各組電池毎にシステムを構成し、2つの蓄電池システムを親局と子局に振り分け、親局側BMUと上位側システム間で通信を行うシステムとしている。

3.2 BMU (蓄電池状態監視装置)

「北九州スマートコミュニティ創造事業」向け蓄電池システムで使用するBMUは主に①データ収集機能、②状態判定機能、③通信機能、④データ管理機能の4つの機能で構成されており、図6に示すようにweb画面にて現状の蓄電池システムの運用状態や運用履歴の確認が可能である。

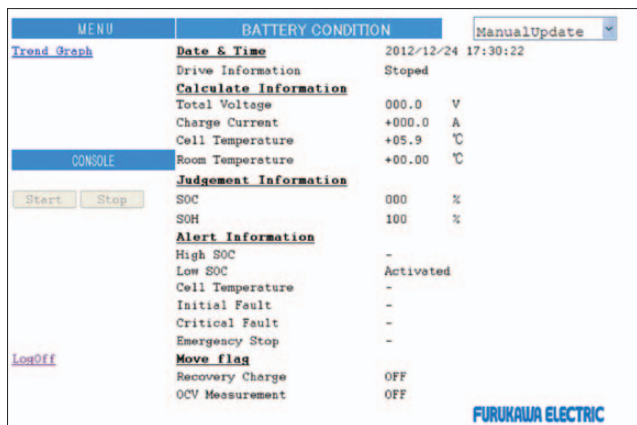


図6 BMU監視画面
BMU monitoring screen.

(1) 入出力情報

表1はBMUと上位側システム間の主な入出力情報であり、一定間隔で情報の授受を実施している。BMUの出力情報は上位側システム側で蓄電池の充放電制御に利用され、上位側システムからの情報はBMU自身の時刻同期に利用されている。

表1 BMUの入出力情報

Input and output information of BMU.

		内容	情報の利用(例)
上位側システムへの出力情報	基本情報	総電圧・充放電電流情報	直流出力値の挙動把握
		電池温度情報	電池温度の挙動把握
	判定情報	SOC	蓄電池の性能把握
		SOH (劣化状態: State of Health)	
		回復充電判定情報	均等充電間隔の延長化
上位側システムからの入力情報	警報	警報情報	電源供給のロバスト制御
	時刻情報	—	BMUの時刻同期

(2) SOC (充電状態) 判定

図7はBMU内でのSOC判定の概略図であり、蓄電池の運用状態によって充放電時と充放電停止中に大別される複数のSOC判定方法・補正方法を組み合わせて判定を実施している。

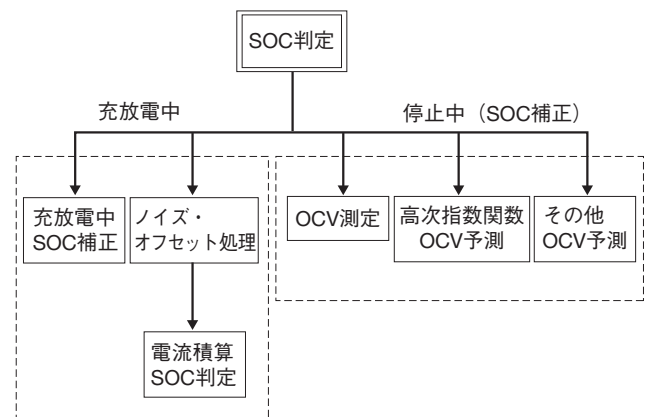


図7 SOC (充電状態) 判定概略図
Schematic diagram of SOC determination.

① 充放電時

充放電時のSOC判定は、電流積算によるSOC判定方法と充放電電流と総電圧からSOCを補正する方法からなり、電流積算によるSOC判定方法では、SOCの判定精度を確保するため測定電流にノイズ・オフセット処理を実施した後に積算処理を実施している。

② 停止中

充放電停止中のSOC補正方法としては、OCV (開回路電圧, Open Circuit Voltage) 測定によるSOC補正が一般的であるが、OCV測定では十数時間以上の停止時間が必要であり、本実証試験のような部分充電状態 (以下、PSOC: Partial

State of Charge)で使用される蓄電池では運用上大きな制約となる。そこで、OCV測定によるSOC補正とともに、高次指数関数によるOCV予測をはじめとした短時間の停止時間で、OCV予測によるSOC補正が可能な方法を採用している。高次指数関数によるOCV予測は、充放電停止からの総電圧データを高次指数関数にてフィッティングし、十数時間後のOCVを予測する方法であり、充放電停止から1時間程度でOCVを予測する事が可能である²⁾。

上記、高次指数関数によるOCV予測を始めとしたSOC補正方法について実証試験にてその効果を確認する予定である。

3.3 ウルトラバッテリー

鉛蓄電池と非対称キャパシタを同一セル内に組み込んだハイブリッドバッテリーであり、鉛蓄電池は正極が二酸化鉛、負極は海绵状鉛からなる。一方、非対称キャパシタは、正極は鉛蓄電池の正極と同じ二酸化鉛であり、負極は多孔質カーボンからなる。これらは共通の正極を持つため、鉛負極とキャパシタ負極を並列に接続して正極と共に同一のセル内に入れることができ、その結果キャパシタ電極は鉛電極の負荷の一部を負担することになる。

従って、PSOC 特性や大電流充放電など、これまでの鉛蓄電池では十分に対応できなかった用途への適用が期待できる。もちろん、ウルトラバッテリーは一つのセル内に鉛蓄電池と非対称キャパシタを組み込んだ構成であるため、特別な電子制御回路などは必要ない³⁾。

表2に実証試験で使用したウルトラバッテリーの仕様を示す。

表2 ウルトラバッテリー仕様
The UltraBattery specification.

	10 kW 鉛蓄電池	100 kW 鉛蓄電池	300 kW 鉛蓄電池
電池構成	UB100-6 × 32直列	UB500 × 192直列	UB1000 × 168直列 × 2並列
定格電圧	192 V	384 V	336 V
定格容量	100 Ah/ 10時間率	500 Ah/ 10時間率	2000 Ah/ 10時間率

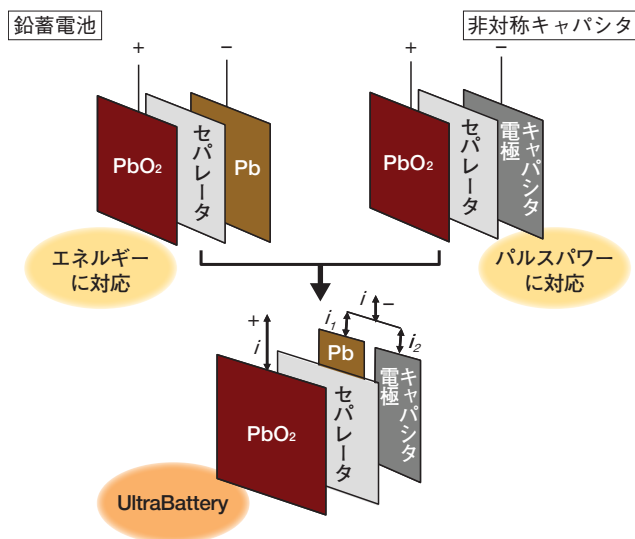


図8 ウルトラバッテリーの構成
Construction of the UltraBattery.



図9 ウルトラバッテリー外観
Appearance of the UltraBattery.

3.4 BCW (蓄電池診断装置)

図10はBCWの機器構成概要であり、BCWはシステムコントローラと蓄電池センサで構成され、蓄電池センサを蓄電池近傍に設置して蓄電池個々の電圧・内部抵抗・温度を計測する。計測データは無線通信を経由してシステムコントローラで取得され、システムコントローラに蓄積されたデータがBMUへと送信される⁴⁾。ノイズに強い、設置が容易などの特徴を持つ。

表3、表4にBCWの主要部位の仕様を示す。

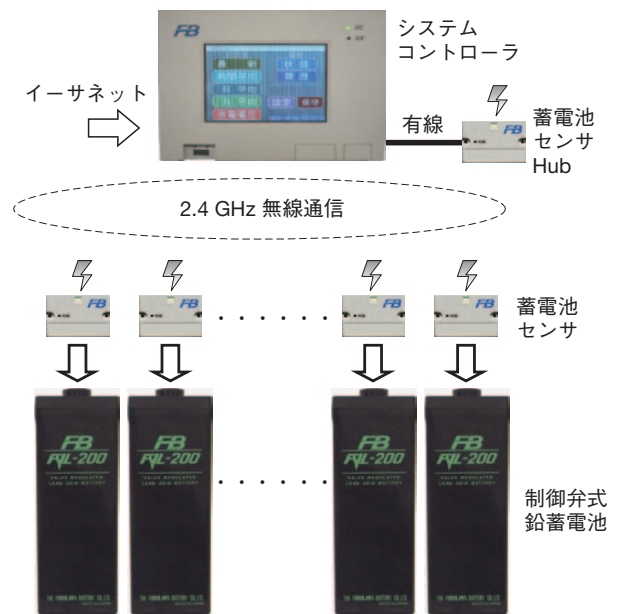


図10 BCW 機器構成概要
System configuration of BCW.

表3 BCWのシステムコントローラの仕様
BCW (system controller) specification.

項目	仕様
型式	BCWT4
Hub 接続可能数	1または2(同形式のHubを使用のこと)
計測データ	内部メモリに約19年分を記憶 (1日1データとして)
表示	320×240ドット カラータッチパネルLCD (バックライト付き)
通信	イーサネット 10BASE-T/100BASE-EX
接点	入力：無電圧a接点(2点) 出力：無電圧c接点(2点)
寸法	W:185 mm×H:145 mm×D:36 mm (取付金具を含まず)
質量	650 g (MAX)
電源	DC11.5～16 V 消費電力6 W (MAX)
動作環境	温度:0～50℃ 湿度:RH 80%以下(結露なきこと)
オプション	AC100 V電源アダプタ DCプラグ

表4 BCWの蓄電池センサの仕様
BCW (battery sensor) specification.

項目	仕様(()内はHub)	
型式	BCW2 (BCW2Hub)	BCW4 (BCW4Hub)
対象蓄電池	2 Vモノセル	4～6 Vモノブロック
電圧計測範囲	1.500～2.700 V	3.50～7.70 V
内部抵抗計測範囲	0.100～1.500 mΩ	0.20～5.00 mΩ
温度計測範囲	-10.0～60.0℃	
寸法	W:54.0 mm×H:42.0 mm×D:10.5 mm (突起部を含まず)	
質量	21 g以下(コネクタなどを含まず)	
電源	蓄電池より供給 (システムコントローラより供給)	
無線	2402～2480 MHz (1 MHz間隔79波)	
動作環境	温度:0～50℃ 湿度:RH 80%以下(結露なきこと)	
保護機能	蓄電池逆接続(逆接続解除で復帰)	

3.5 実証試験の一例

各実証サイトに設置された蓄電池システムの実証試験を平成24年5月より開始した。

図11は、いのちのたび博物館10 kW蓄電池システムの平成24年10月下旬の実証試験結果における充放電電流とSOCの関係を表したグラフである。充放電電流の増減に併せてSOCが変化しており、SOC判定が良好に行われていることが判る。現在、各種実証データからBMUにおける状態判定や警報判定の評価を実施するとともに、問題点や改善点の検討を実施している。

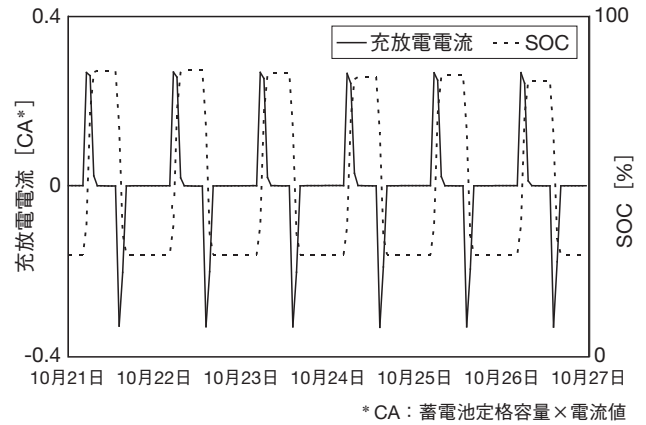


図11 実証試験中の充放電電流とSOCの関係
Relation between charge/discharge current and SOC in the field test.

4. おわりに

蓄電池の状態判定を行い判定情報や警報を上位側のシステムに提供する蓄電池状態監視装置(BMU)を開発して「北九州スマートコミュニティ創造事業」に参画し、BMUと古河電池株式会社殿のウルトラバッテリー、およびセンサ類を組み合わせた蓄電池システムの実証試験を平成24年5月から開始した。運用開始から半年程度であるが、システムが良好に動作することを確認している。今後は、実証試験を通して各種SOC判定方法を始めとした状態判定や警報判定の評価を行い、BMUの最適化を検討する。

参考文献

- 1) 経済産業省HP
- 2) 岩根典靖, 古河電工時報, 120, (2007)
- 3) 古川淳, 高田利通, 他, FBテクニカルニュース, No.62, 10, (2006)
- 4) 古河電池株式会社 蓄電池診断装置BCWパンフレット