

太陽光発電との組合せによる レドックスフロー電池システム と制御システムの開発

高橋ふさ子* 小栗利夫**
 Fusako Takahashi Toshio Oguri
 伊坂 久*** 杉田 武***
 Hisashi Isaka Takeshi Sugita

1. はじめに

自然環境に左右される太陽光発電（以下、PV）や風力発電の電力を有効利用し、さらなる導入を促進するには電力貯蔵機能が必要となる。当社は、長寿命・安全・大容量に向く等の利点に着目し、大型蓄電池であるレドックスフロー電池（以下、RFB）の技術開発を進めている。2018年に3 kWh 試験装置を製作し「電池スタックの各種性能試験」、「過負荷耐量試験」、「高速応答試験」および「補正 OCV（Open Circuit Voltage）値計測手法の開発」を行った¹⁾。本稿では、新たに開発した商用化規模の20 kWh 電池システムとその制御システムをPVに接続し、3 kWh 試験機等により確認した諸性能について、実運用で想定される様々な運転モードで評価する実証試験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実証試験の目的及び概要

今回の実証試験では主に下記2つを目的とした。

- (1) 今後拡大すると考えられる「分散型エネルギー」での利用を想定した余剰電力の充放電制御が可能なシステムを開発する。
- (2) PVの急峻な出力変動を蓄電残量がリアルタイムに計測できる機能を生かし、出力変動吸収制御を可能とする各種制御システムを開発する。

3. 実証試験装置の概要

試験装置の外観を写真-1、内部構成図を図-1、主回路系統図を図-2に示す。



写真-1 実証試験装置の外観

* 新規事業統括部事業創生部事業創生二課
 ** 技術研究所先端技術グループ
 *** LE システム株式会社

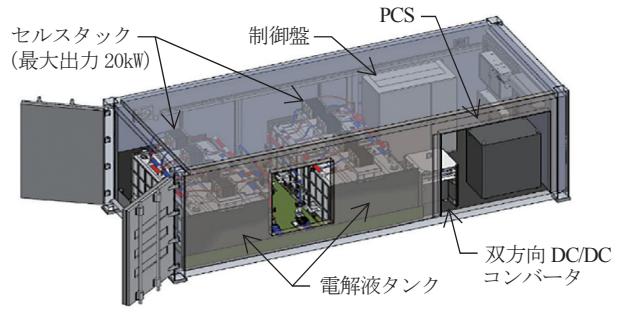


図-1 実証試験装置の内部構成図

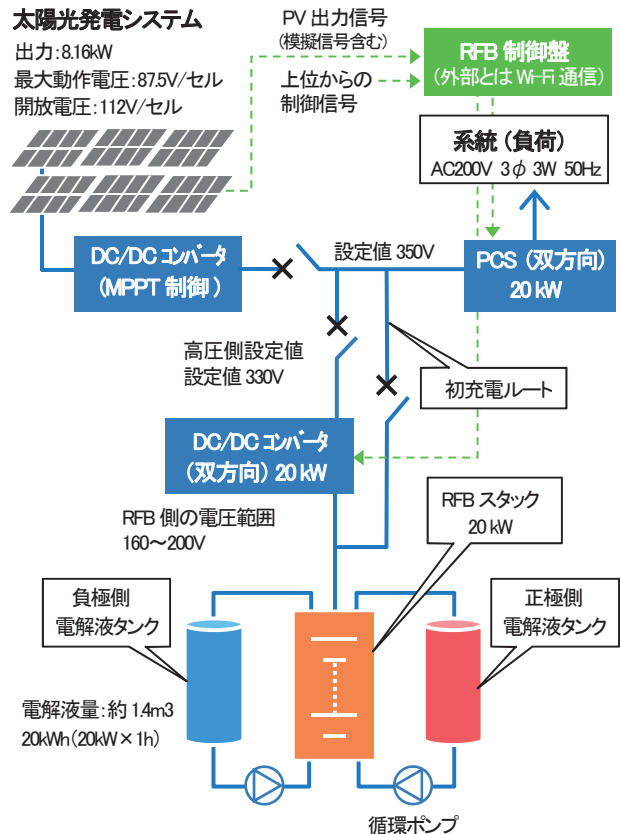


図-2 実証試験装置の主回路系統図

4. 実証試験装置の特長・機能

実証試験装置の主な特長及び機能を以下に説明する。

(1) PV電力を最大限有効利用可能なシステム

自家消費型PVでは、土日や昼休憩時などの電力需要が少ない時間帯に余剰電力が発生する。また、パワーコンディショナ（以下、PCS）出力よりPV出力が大きい

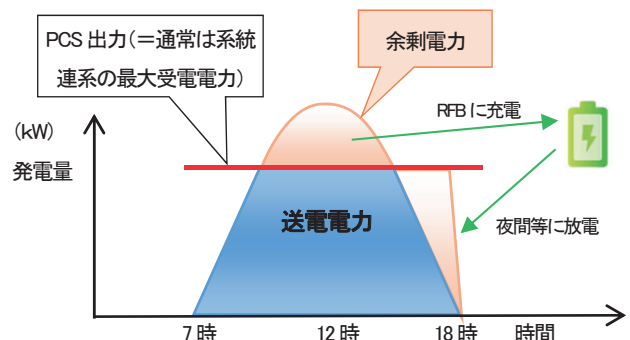


図-3 過積載時の余剰電力制御の概念図

「過積載」では、PCS 出力を超えた場合に余剰電力が発生する。これらの余剰電力を RFB に充電し、PV 発電量が少ない時間帯や夜間時に PCS 経由で系統に供給するシステムとし、PV の電力を無駄にすることなく最大限有効利用できるシステムである (図-3)。

(2) PV 電力の出力変動を吸収制御可能なシステム

PV の瞬時出力 (kW) から短周期 (数秒~数分) ~ 長周期 (数十分以上) の移動平均による補正出力容量 (kWh) を求めると、その後の PV 出力変動の傾向が予測できる。この予測を利用し、リアルタイムで計測した PV の瞬時出力に対し補正出力容量を目標に RFB を追従充放電制御すれば、PV 発電の出力変動が補正出力容量に近づいた合成出力とすることができ、長・短周期の出力変動をなだらかにすることが可能となる (図-4)。

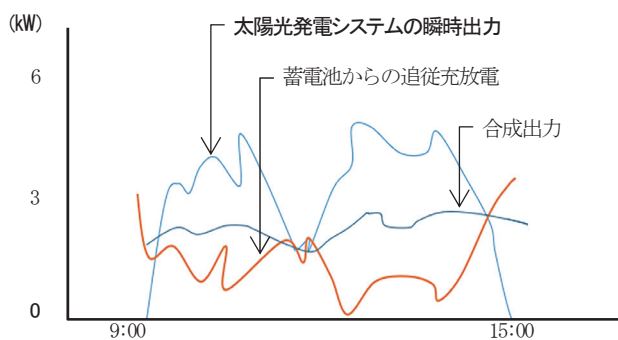


図-4 出力変動吸収制御の概念図

5. RFB 実証試験装置の評価結果

実証試験の内容と評価結果は、以下の通りである。

(1) 余剰電力の充放電制御モードの評価結果

試験では PCS 設定出力を 1kW とし、PV が 1kW 以上発電した際の余剰分を蓄電池に充電し、18時5分から5kW で夜間放電するスケジュール運転を行った。

結果を図-5に示す。PV が 1kW を超えた場合、セル電力がマイナスになり余剰分を充電しているのが分かる。また、12時頃に PV 電力が PCS 設定値より低下したため、余剰電力は発生せず充電動作は停止している。

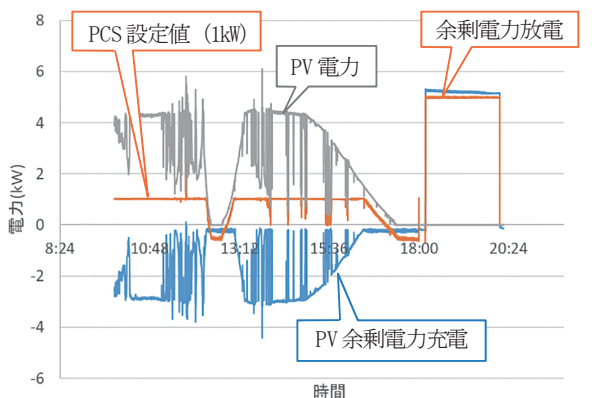


図-5 余剰電力の充放電制御の試験結果

(2) PV 出力の変動吸収モードの評価結果

試験では PCS 設定出力を 3kW 一定とし、PV 出力が 3kW を超えた場合、差分電力は充電し、PV 出力が 3kW を下回ったときは差分電力分を放電する設定とした。

結果を図-6に示す。設定通りに RFB が充放電しており、PV 出力+RFB 出力の合成出力は安定化し、PV 出力が大きく変動しているにも関わらず PCS 出力は 3kW で一定となっている。その結果、PV 発電電力は周期変動を吸収し、一定の出力に制御が可能となる。

新たに構築した補正出力容量計測手法により求められる補正出力容量を PCS 出力の設定値として制御すると、補正出力容量に近づくよう RFB を充放電制御し、PV の出力変動吸収抑制が可能となったことが確認できた。また、この制御モードは風力発電にも応用が可能である。

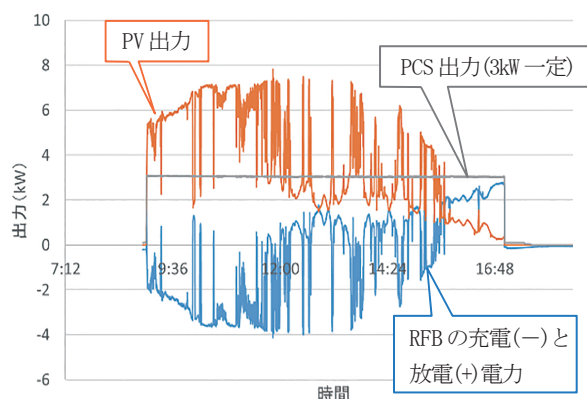


図-6 PV 出力の変動吸収モードの評価結果

6. まとめと今後の展開

今回の実証試験により、商用化を想定している規模の蓄電池で運用に即したモード運転とその制御システムが確立できた。今後は、RFB の大きな特徴である長寿命性について、電池システムとしての長期耐久性評価を行う予定である。また、並行して他の二次電池と同等以上の蓄電効率の向上、コンパクト化、低コスト化を達成する量産設計を重点課題とし取り組む予定である。

2020年12月、政府は温暖化ガス排出量を2050年に実質ゼロにする方針を発表するとともに、再エネ比率を現在の3倍の50%~60%とする数値を参考値として示した。RFBはこれらの実現に寄与するものと確信しており、早期の市場リリースをめざし開発を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 永山智之, 鶴田大毅, 小栗利夫 他: 再生可能エネルギーを導入促進するレドックスフロー電池システムの開発 西松建設技報 VOL. 42, 2019