

# 需要家側の電力資源をピークカットとBCPに活用する「システムUPS」

“System UPS” That Uses Consumer Power Resources for Peak Shaving and Business Continuity Planning

宇田 怜史\*  
Satoshi Uda

河崎 吉則  
Yoshinori Kawasaki

「システムUPS」とは、需要家の電力震源である非常用発電機に蓄電池システムを組み合わせ、ピークカットとBCP（瞬低・停電対策）の両方を実現するエネルギーソリューションシステムである。SPSS（Smart Power Supply Systems）事業の一つとして新たな顧客価値を提供するソリューションシステムを目指し、日新電機㈱の前橋製作所にて実証検証中である。本稿にて開発・実証状況について報告する。

The “System UPS” is an energy solution system that achieves both peak shaving and business continuity plan (as a countermeasure for instantaneous voltage drop and blackout). It combines battery energy storage systems with emergency generators on the consumer side. Aiming to present a solution that offers new customer value as part of our SPSS (Smart Power Supply System) business, we are conducting verification at Maebashi Factory of Nissin Electric Co., Ltd. We report on the development progress and demonstration results of the System UPS.

キーワード：非常用発電機、蓄電池システム、ピークカット、BCP、VPP

## 1. 緒言

東日本大震災及びその後の電力供給のひっ迫を経験した我が国は、太陽光発電などの再生可能エネルギー導入加速、電力の小売り自由化に伴う新電力の増加など電力パラダイムシフトの時代を迎えており、再エネ導入に対する調整力として需要家側の電力資源を活用するVPP<sup>\*1</sup>という電力需給調整サービスなども導入されつつある。当社ではこの変化に対して、SPSS（Smart Power Supply Systems：スマート電力供給システム）と呼ぶソリューションの実証と提案活動を行っている。

本稿では、非常用発電機と蓄電池システム<sup>\*2</sup>を組み合わせることによりピークカットとBCP<sup>\*3</sup>の両方を実現した「システムUPS」について、開発コンセプトと開発状況を報告する。

## 2. システムUPSとは

### 2-1 開発コンセプト

システムUPSの開発コンセプトは、需要家側の電力資源で、かつ、未活用の非常用発電機を蓄電池システムと組み合わせ、ピークカットと瞬低・停電対策に活用するシステムの実現である。未活用の発電機とは、震災後の原発停止を受けて、電力の需給ひっ迫の対策として実施された輪番停電に対する予備電源として導入された非常用発電機のことを指す。その推定台数は図1から、4年間（2011～2014年）で1万台程度と推定される<sup>(1)</sup>。

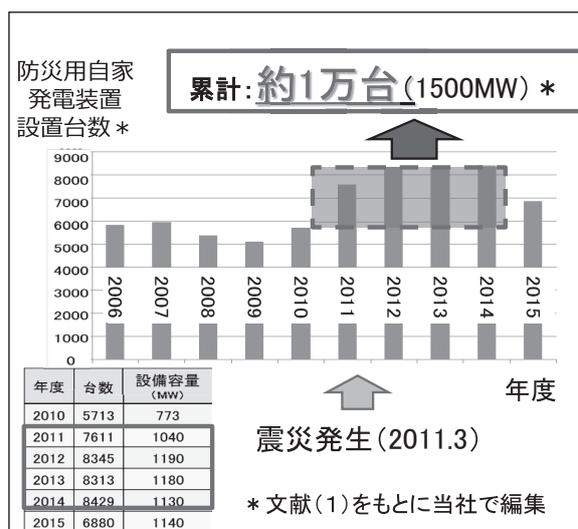


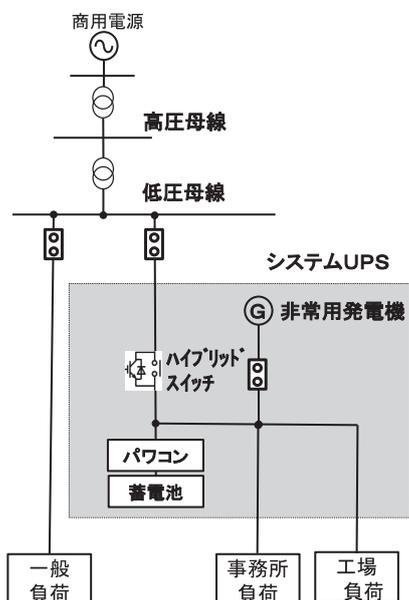
図1 未活用発電機の推定台数

### 2-2 システムUPSの構成と動作<sup>(2)~(4)</sup>

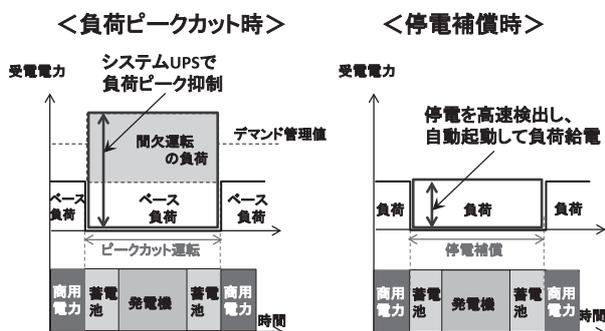
システムUPSの構成例と動作を図2に示す。パワコン<sup>\*4</sup>と蓄電池で構成された蓄電池システム・非常用発電機・ハイブリッドスイッチを用いて、常時商用給電型UPSの構成とする。常時は商用電力で負荷に給電するが、瞬低・停電やデマンド警報が発生すると、ハイブリッドスイッチで商用系統から切り離し、蓄電池システム・非常用発電機で負荷への給電を継続する。非常用発電機は起動に時間がかか

る（10～40秒程度）ため、その間を蓄電池システムで給電することで、シームレスに給電を継続できる。そこで、本システムの導入で下記メリットが期待できる。

- (1) ピークカットによる契約電力削減
- (2) BCP（瞬低・停電対策）の実現



(a) システム構成例



(b) 動作例

図2 システムUPSの構成と動作

### 2-3 従来方式に対するシステムUPSの特徴

#### (1) 低損失・高速開放動作

一般の機械スイッチは、通電損失はほぼ0%だが開放速度が数10ミリ秒と遅い。一方、半導体スイッチは、開放速度が2ミリ秒以下だが通電損失が大きい。システムUPSでは、機械スイッチと半導体スイッチを組み合わせたハイブリッドスイッチを採用することにより、両者の長所を合わせた形で下記効果と特徴を実現した。

(a) 低損失：通電損失≒0%（常時運用時）

制御／補機電源による待機損失1%以下を実現することで、従来の常時インバータ給電方式のUPS（損失5%）や、半導体スイッチを用いた常時商用給電型UPS（損失2%）と比較して省エネ効果が期待できる。

(b) 高速開放：2ミリ秒以内の開放速度

瞬低・停電やデマンド警報の発生に対して、負荷へのシームレスな給電切替に貢献できる。

#### (2) 設備のコンパクト化とランニングコスト低減

UPS<sup>\*5</sup>は主に蓄電池の経年劣化により、長期運用における安定性や信頼性の低下が懸念される。日本電機工業会による指針では、蓄電池の耐用年数が5～6年と定義され、定期的な蓄電池交換が必要であった。システムUPSに必要な蓄電池の放電動作時間は、発電機起動と商用電源への再連系に要する時間を合わせて1分未満であることから、1分容量の短時間高速出力可能なリチウムイオン電池を採用し、下記特徴を実現した。

(a) コンパクト化：設置面積1/2以下

同容量の鉛蓄電池を搭載したUPSと比較し、省スペース化が期待できる。

(b) ランニングコスト低減：15年電池交換不要

周囲温度25℃の設置環境において、1日1回のピークカット用途で使用する場合に蓄電池の期待寿命は15年となるように設計されており、電池交換不要になるため大幅な保守費の削減（ランニングコスト削減）に貢献できる。

### 2-4 ハイブリッドスイッチの動作原理

ハイブリッドスイッチの開放シーケンスは図3のように、①～④の状態で開催動作することで、低損失と高速開放の両立が可能となる。

状態①：常時は機械スイッチを通して負荷に給電する。

半導体スイッチはOFF状態である。

状態②：ピークカット運転指令や瞬低・停電検出信号を受信すると、機械スイッチを開放すると同時に半導体スイッチをON状態にする。

状態③：機械スイッチが開放時の負荷電流を半導体スイッチに転流する。

状態④：半導体スイッチをOFF状態にしてハイブリッドスイッチによる開放動作が完了する。

更に、状態④の時点で蓄電池システムから負荷への給電を開始することで、シームレスな負荷給電の切替を実現する。

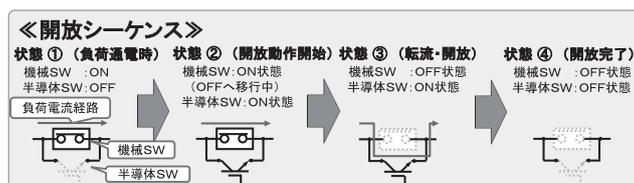
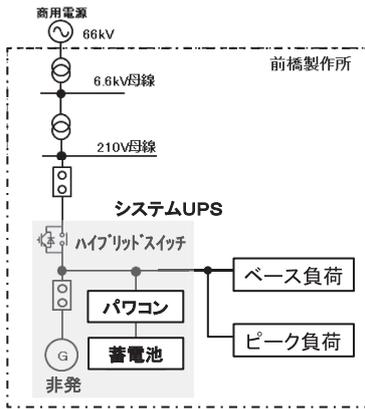


図3 ハイブリッドスイッチの開放シーケンス

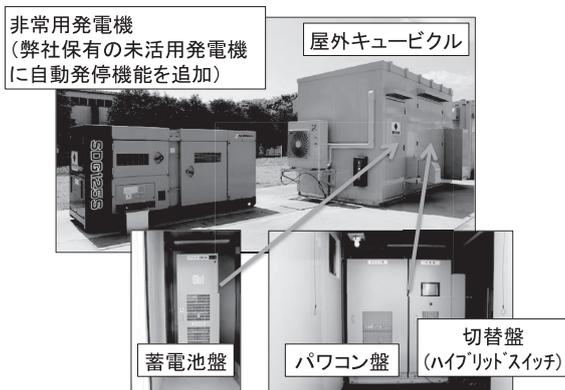
### 3. システムUPS実証設備を用いた検証

#### 3-1 実証設備の構築

当社の前橋製作所に構築したシステムUPS実証設備の設置状況を図4に示す。リチウムイオン電池を搭載した蓄電池盤、パワコン盤、ハイブリッドスイッチを搭載した切替盤を屋外キュービクルに収容する構成とした。発電機は弊社で保有している未活用の非常用発電機に自動発停機能を追加して構成した。



(a) 設備の構成



(b) 設備の設置状況

図4 システムUPS実証設備の構成と設置状況

#### 3-2 試験結果

動作確認試験として、停電補償試験とピークカット動作試験を実施した。

##### (1) 停電補償動作試験

図4におけるシステムUPS設備の上位側遮断器を開放することで停電事故を模擬した場合の停電補償動作結果を図5に示す。系統電圧・電流はシステムUPSの上位系統の電圧・電流波形を示し、蓄電池システム出力の電流波形と、補償対象とする負荷の電圧・電流波形を合わせて示してい

る。また、瞬時実効値は下式より、三相一括の定格電圧実効値を100%とした場合の演算結果を示している。

$$\text{瞬時実効値} = \sqrt{(V_{uv}^2 + V_{vw}^2 + V_{wu}^2)} / 3$$

図5より、停電発生後、負荷電圧が定格電圧の80%以下になっている時間が1.5ミリ秒であり、開発目標2ミリ秒以内での給電切替(停電補償)を確認した<sup>(5)</sup>。

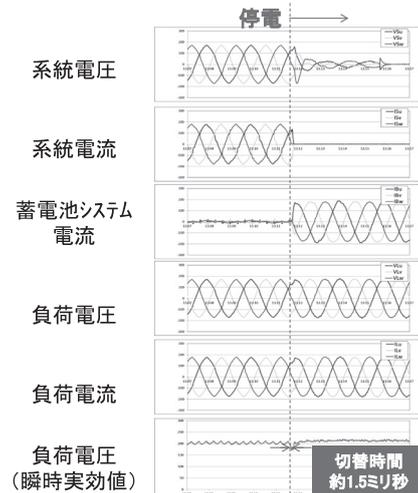


図5 停電補償動作結果

##### (2) ピークカット動作試験

デマンド監視システムからのデマンド警報発報時、第一段階(注意警報)では、業務に支障なく取り組める電気機器の使用を抑制し、第二段階(限界警報)では、必要としない電気機器について給電を停止することによるデマンド抑制(ピークカット)が一般的な対処方法である。また、電気機器を停止せずにピークカットするために、常用発電機(モノジェネレーション・コジェネレーション等)や長時間容量の蓄電池システムを活用する方法もある。しかし、ピークカット専用の常用発電機は、燃料代が高騰するとトータルエネルギーコストとして採算に合わなくなっていること、瞬低・停電発生時には発電機が停止、または系統/負荷設備と切り離して運転継続するため、負荷への給電が一旦停止することを回避できない。一方、長時間容量の蓄電池システムは、蓄電池のイニシャル・ランニングコストの負担が大きく、費用対効果において採用できる需要家が限られている状況であった。

これに対しシステムUPSは、デマンド警報が発生した時に電気機器の給電を停止せずにピークカットが可能であり、かつ、瞬低・停電対策にも活用できるという特徴を有する。更に、ピークカット機能には下記2種類の運転モードを搭載し、用途に応じた選択を可能としている。

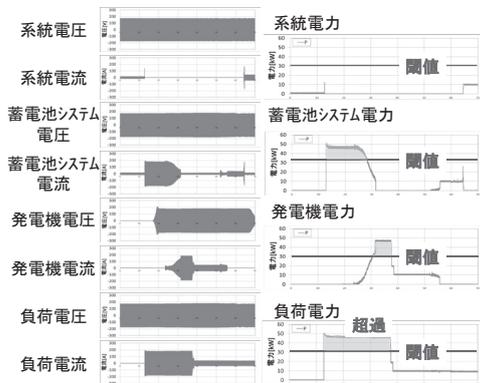
(a) リモートモード：遠方からの運転操作

デマンド監視システムからのデマンド警報発報時などに、外部からの運転指令によりピークカット動作を実行するモードであり、一般的なデマンド抑制時（30分デマンド等）に使用する。

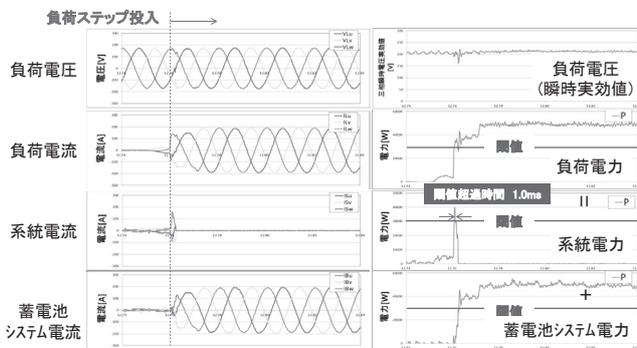
(b) ローカルモード：瞬時電力カット

ピークカット対象負荷設備の電力及び電流が設定値を超過した場合に、瞬時にピークカット動作を行うモードであり、瞬時電力をカットしたい場合に使用する。

本稿では (b) ローカルモードの実証結果について報告する。図6にローカルモードのピーク設定値を30kwにし、模擬負荷（抵抗器）を0→45kw→10kwの大きさに切り替えた場合の試験結果を示す。ステップ切替によって急増する負荷電流が設定値を超過すると、2ミリ秒以内で所要電源側から蓄電池システムに電源供給源が移行することで、瞬時電力カットを検証できた。続いて発電機起動後に蓄電池システムから発電機にスムーズに負荷分担を移行していることを確認できた。一方、負荷電力を設定値以下に切替えると、発電機から蓄電池システムに負荷分担をスムーズに移行し、更に蓄電池から商用電源に負荷分担をスムーズに移行していることを確認することができた。このスムーズな移行動作により、負荷電圧・電流の振幅・位相が変動することなく安定した給電が継続できることも確認済みである。



(a) 電圧・電流・電力



(b) 時間軸拡大（切替時）

図6 ピークカット動作結果

本モードを搭載することにより、ベース負荷よりも大きなピーク負荷の増設・新設によって伴う受電設備の増強工事（定格電流アップや高圧／特高受電への切替など）や、契約電力（最大デマンド）更新による電気代の負担増加を回避することが期待できる。

## 4. 結 言

震災時に導入されその後未使用となっている、需要家の電力資源の一つである非常用発電機をピークカットと瞬低・停電対策の両方を実現するエネルギーソリューションシステムとして「システムUPS」を開発し、顧客に提案しているところである。本稿では、当社前橋製作所にシステムUPSの実証設備を構築し、試験中であることを報告した。今後は製品化に向けて、各種負荷（空調機器、EV用急速充電器等）を用いた運転検証と共に、顧客の新たなニーズ（VPPにおける電力需給調整サービスへの適用等）を取り込んだ用途拡大を実施していく予定である。

### 用語集

※1 VPP

Virtual Power Plantの略。様々な電力資源を組み合わせた仮想発電所のことを指す。

※2 蓄電池システム

蓄電池とパソコンを組み合わせたものを指す。

※3 BCP

Business Continuity Planの略。災害時の事業継続計画のことを指す。

※4 パワコン（パワーコンディショナー）

直流を交流に電力変換する装置を指す。

※5 UPS

Uninterruptible Power Systemsの略。無停電電源装置のことを指す。

・SPSS、システムUPSは日新電機(株)の登録商標です。

参 考 文 献

- (1) 日本内燃力発電設備協会、「防災用・常用防災兼用自家発電装置」平成18年度（～27年度）の設置状況、内発協ニュース、2007年7月別冊（2016年7月別冊）
- (2) 宇田 他、「システムUPS」実証設備の開発、日新電機技報Vol.63 No.2、p37-43（2018）
- (3) 河崎、「システムUPS」の開発、電気評論誌2019年3月号
- (4) 河崎 他、「電力品質を改善する製品」、日新電機技報Vol.59 No.2、p51-55（2014）
- (5) 「JEC2433-2016 無停電電源システム」電気学会電気規格調査会標準規格（2016）

執 筆 者

宇田 怜史\*：日新電機(株) 主任



河崎 吉則：日新電機(株) 主幹



\*主執筆者