

# 蓄熱槽を活用したデマンドレスポンスの紹介 —平成30年度実証事業を中心とした報告—

アズビル(株) BSCマーケティング本部 環境マーケティング部 小澤 浩

## ■キーワード／VPP・デマンドレスポンス・蓄熱槽

### 1. はじめに

今後の国によるデマンドレスポンスへの取り組みの方向性については各省庁からの公開資料があり、6月11日の閣議決定の際に環境省から公表された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」に関する資料によればVPP(バーチャルパワープラント)は全83ページ中の6カ所で取り上げられており、関心の高さを示している。

経済産業省が実施する「バーチャルパワープラント構築事業」(以下VPP実証事業と表記)は平成28年度からスタートし現在4年目に突入しており、実際の市場を見据えた各種検討が進められている。

本稿では、弊社が毎年参加している上記の実証事業のうち、平成30年度VPP実証事業の概要および蓄熱槽を活用したデマンドレスポンス(以下DRと表記)を紹介する。

### 2. VPP実証事業概要

#### 2-1 過去のVPP実証事業の要点

平成30年度VPP実証事業までの経緯について、過去2年のVPP実証事業の要点を報告する。

#### 【平成28年度VPP実証事業】

基礎的な検証は、平成27年度の「次世代エネルギー技術実証」事業で実施しており、VPP実証事業としては1年目ではあるが、内容は2年目に行く検討段階の位置付け。

しかしながら、まだ手探りの状態で、北米が主導するOpenADRプロトコルとその構成を採用すべきではないか、などの基本的な内容の確認が続いた。

したがって、アグリゲータや需要家に課される動作も基本的な応答にとどまったといえる。

#### 【平成29年度VPP実証事業】

平成28年度の事業を継承し、より高度な制御の検証を実施した。具体的には、予告から実行まで(=反応時間)の早い制御、リソースのリレー対応(複数の需要家の削減kWを時系列としてつなげる制御を指す)などが実施内容に盛り込まれた。

#### 2-2 平成30年度 VPP実証事業の概要

表-1に平成30年度VPP実証事業において公示された実証メニュー(DR商品ごとの仮定の要件)を示す。表の左から反応時間の短い順に、二次調整力②、三次調整力①②と並んでいる。実施の都合から三次調整力①が最

表-1 平成30年度VPP実証事業メニュー

項目	二次調整力②相当 (下げDR)	三次調整力② (上げDR)	三次調整力② (下げDR)	三次調整力①相当 (下げDR)
指令値変更の有無	なし	なし	指令値変更あり：30分単位	指令値変更あり：15分単位
応動時間	5分	45分	45分	15分
持続時間	30分	4時間	4時間	4時間
ベースライン	①High 4 of 5(当日調整あり) ②事前計測	①High 4 of 5(当日調整あり) ③Low 4 of 5(当日調整あり)	①High 4 of 5(当日調整あり) ②事前計測	①High 4 of 5(当日調整あり) ②事前計測
	※①、②は「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するガイドライン」における標準ベースライン ※③は「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスに関するガイドライン」に記載がないが、妥当性の検証用として実施する			
実証対象地域	東京電力、関西電力、九州電力管内 ※制御リソースはエリア間をまたがないこととする			
制御量計測	Bルートの1分データ(CTセンサ等による計測でも可)			
最低容量	可能な限り1,000kW以上をめざす			
実施期間	8月6日～9月28日	11月5日～11月30日	10月1日～11月2日 12月3日～12月28日	1月7日～2月1日
指令の 発出回数	週1回(合計約8回)	週1回(合計約4回)	週1回(合計約9回)	週1回(合計約4回)
	※実証参加日は、実施予定の全てのエリアにて制御を行うこと			
指令への 応答	DRASからの制御指令に対して応答する(実証に参加する)場合は、アグリゲーションコーディネーターのVENからOPT-IN信号を返すこと			
実証参加回数	6回以上	3回以上	6回以上	3回以上
制御可能量の報告	所定の期日までに、所定の方式で制御可能量を報告すること ※共通実証種別ごと、エリアごと、30分単位(1日48コマ)で報告			
制御量の報告の タイミング	制御開始5分前から、制御終了5分後まで可能な限り1分間隔でDRASへ報告すること			
成功判定基準	±10%以内 ※1分計測値(kWの平均値)の±10%以内への30分(30コマ)滞在率で計測 ※全ての1分計測値が±10%以内に入っている必要はない			
参加対象	全事業者	九州電力管内にリソースを持つ 事業者		全事業者

後となる。なお、各メニューの実施期間は重複しない。  
 2つの項目の定義について、以下のとおり補足説明する。  
 <ベースライン>

需要家がネガワット取引による負荷削減を行わなかったと仮定し、“使っていたであろう”予測計算された電力値(kW)のこと  
 <成功判定基準>

デマンドレスポンスはアグリゲータと送配電事業者の契約、またアグリゲータと需要家の契約があり、個々のDRの動作について成否の判定が必要である。

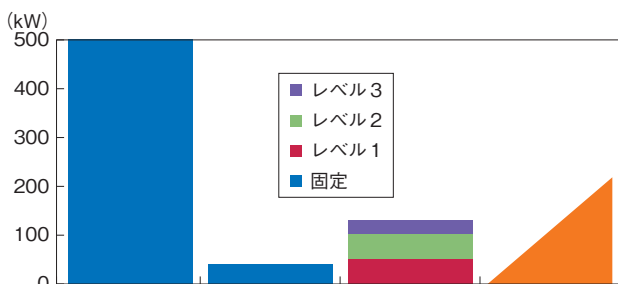
平成30年度のVPP実証事業においては、(1)1分値での電力監視を実施、(2)各1分値(kW)が契約された値(kW)の±10%に入っている／いないを30分を単位として検査、(3)その値を「滞在率」と呼び、事業を評価する、という、実証事業に限ったルールが付与された。

### 3. アズビルコンソーシアムの実施内容

#### 3-1 多彩なリソースを使ったDRの説明

さまざまな会社がVPP実証事業に参加しているが、特定のリソースを使うアグリゲータとは異なり、アズビルコンソーシアムでは蓄熱槽、蓄電池、発電機、需要抑制(中央監視装置でのON/OFF)など複数種類のリソースを使ったDRの構成を基本としている。

図-1に需要家のリソースを4つのタイプに分類した場合のグループ分けについて示す。



グループ1	グループ2	グループ3	グループ4
蓄熱槽やCGS, 発電機等, 数100kWのネガワット固定	需要抑制を行う比較的小さな需要家で, 数10kWのネガワット固定	一つの需要家の中で, 需要抑制等制度の強弱をつけることが可能で, 3レベル程度のネガワットを創出	蓄電池を用いて決められた範囲であれば, ある程度シームレスにネガワットを創出

図-1 多彩なDRリソース 分類の例示

#### 3-2 蓄熱槽DRの説明

建物内の設備を利用してネガワットへ取り組むにあたり、需要家リソースの活用を検討する場合、大きな効果(kW)を得るためには、あらかじめ設置された蓄電池や蓄熱槽が最優先候補となる。その内既設の蓄熱槽を活用したDRに弊社は注力している。

図-2・3に蓄熱槽を使った下げDRと上げDRの模式

図を示す。下げDRは、発動予告によって熱源機器を停止させ蓄熱槽からの放熱を優先することが基本的仕組みといえる。

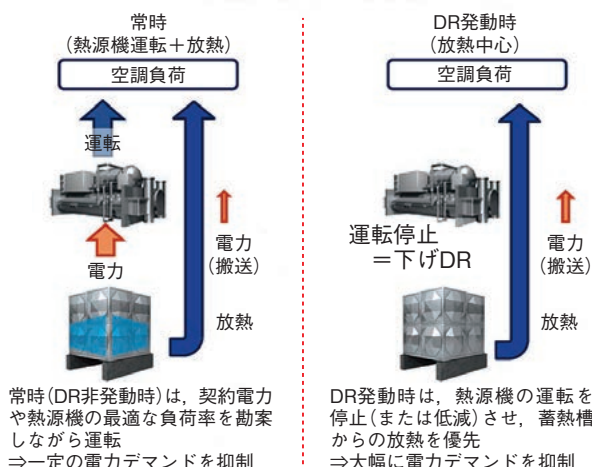


図-2 蓄熱槽を使った下げDR 模式図

また上げDRは、蓄熱槽単独で熱源機器がある場合は発動予告によって蓄熱槽に熱を蓄える動作が基本であるが、放熱中の蓄熱槽の動作を停止し、熱源から二次側に直接冷温水を送ることで電力の需要を創出することも含まれる。

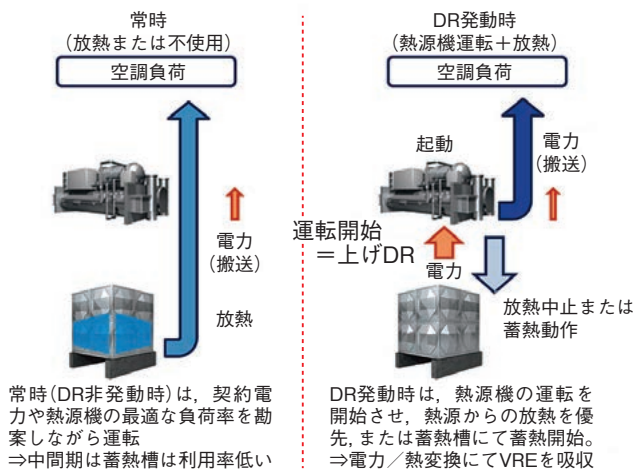


図-3 蓄熱槽を使った上げDR 模式図

### 4. 実施内容と結果

#### 4-1 DR予告と発動の仕組み

VPP実証事業においては、送配電事業者は参加していないので早稲田大学が仮想的に電力事業者の役割を担当している。

図-4に信号のフローから見た実証事業の様子を示す。早稲田大学がDRの発動と停止の指示を担当し、アグリゲータ各社はその信号を使って制御を実行しレポートを作成する。

平成30年度のトピックとしては、表-1にタイミングの項目があるが、早稲田大学に1分間隔にて送信するところに難度があるほか、前述「滞在率」という評価方法も課題が多いと思われる。

#### 4-2 平成30年度発動日の事例

誌面の都合上、表-1における三次調整力②12月についてのみ、実際に早稲田大学からDRが発動された日時を例に紹介する。(表-2参照)

なお、12月7日については、参加した一部の需要家において通信環境が整備できないなどの事象が発生したため、全数による参加とはならなかった。

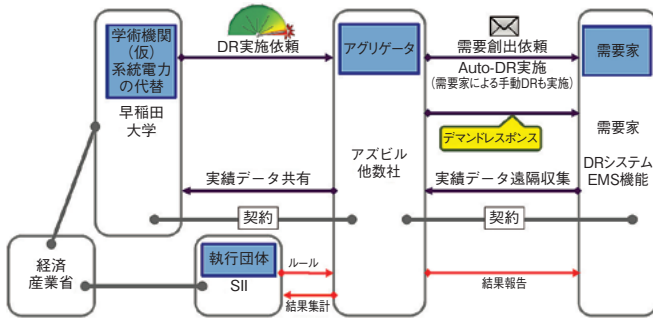


図-4 DR予告と発動他 信号フロー

表-2 平成30年度発動日 例(三次調整力②)

発動日	DR制御時間	備考
12月7日(金)	13:00-17:00	一部不参加
12月12日(水)	10:00-14:00	
12月14日(金)	10:30-14:30	
12月18日(火)	14:00-18:00	
12月20日(木)	10:30-14:30	
12月27日(木)	14:00-18:00	

#### 4-3 下げDR実施結果の事例

図-5のグラフは東京地区某オフィス(延床面積約12,000㎡)における下げDRの動作を示すグラフ例である。

このオフィスはデータセンターを保有し、当該の熱源は単独で構成されているため、今回の実証において対象とする熱源部分は延床面積に対し比較的小さい。

設備構成としては、蓄熱槽(最大蓄熱6GJ)とオープン/クローズ配管切り替えが可能な空気熱源ヒートポンプチャラー(約60kW)をVPP実証の対象として建物オーナーおよび管理会社と実施内容を確認しつつ進めた。

例示として挙げた下げDRの発動は12月27日(木)14:00-18:00であった。X軸は0-24時の時刻を示し、棒グラフ(赤)はオフィスにおける受電電力量から割り出された、30分を1コマとする平均kWを示している。また折線グラフ(緑)はベースライン<sup>(注1)</sup>を表している。

また年末の週とはいえ、オフィスの運用としては通常運用にもかかわらず、14:00-18:00における削減された電力は、最少で34kWまた最大で74kWとバラつきが表れた。受電電力をもとに計測する場合、熱源機以外の電力使用があり、ある程度の変動は避けられない。

(注1) ベースラインhigh 4 of 5の説明: ベースラインとは前述のように、デマンドレスポンスが実施されなかった場合に“消費したであろう電力”の試算値を指す。

VPP実証事業として標準採用されているベースラインがhigh 4 of 5という名称のベースラインであり、需要家ごとに、直近5日のうち需要の多い4日(high 4)の需要量の平均を、当日のDR発動前の実績値にて補正したものをベースラインとしている。

表-1 ベースライン「当日調整あり」の補正は、DR実施日のDR制御時間帯の4時間前から1時間前までの30分単位の計6コマの実績値の平均値と、high 4の同時間帯需要量の平均値の差分を加減算するものである。

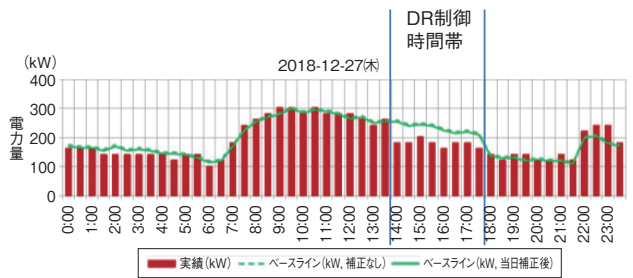


図-5 東京某オフィスにおける実証事例グラフ

#### 4-4 上げDR実施結果の事例

図-6は九州地区某宿泊施設(延床面積約43,000㎡)における上げDRの動作を示すグラフ例である。

このホテルは建物として2棟保有し、熱源は各棟単独で構成されているため、今回の実証にて対象とする部分は延床面積の約半分となる。2つのメータがあり、いずれも電力会社の契約取引メータであった。

設備構成としては、蓄熱槽(1,750㎡)と蓄熱槽に対して専用に接続されたスクリュチャー(約135kW)を実証の対象とし建物オーナーおよび管理会社と実施内容を確認しつつ進めた。

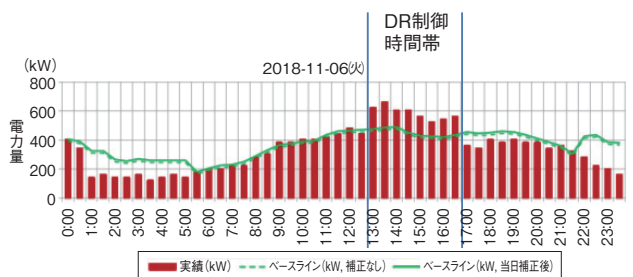


図-6 九州某ホテルにおける実証事例グラフ

例示として挙げた上げDRの発動は11月6日(火)13:00-17:00であった。グラフの見方については前述の図-5と同じである。

11月6日は平年並みの気温であり、蓄熱槽は中間期においては、ほぼ遊休設備状態であることから、スクリュチャーを運転し、蓄熱槽を活用して熱のバッファリングを行うことについては問題はなかった。また蓄えた熱は翌日にすべて放熱することができ、ほぼ熱ロスは発生しなかった。

### 4-5 全体結果

表-3に三次調整力②(下げ)の結果として、総ネガワットと総指令値の誤差、また成功コマ数と滞在率を記載した表を示す。

総指令値は早稲田大学が指示した(4時間の)指令値の総計を示しており、総ネガワットはアズビルコンソーシアムがDR制御によって創出した電力削減の総計を示している。両者の差分が「誤差」であるが、命令に対してほぼ追従した動作が実現されている。

成功コマ数とは、1分の各計測値について当該の時間の指令値を100とした場合、計測値が±10%以内であれば“成功コマ”として計上した結果を指している。

パルス信号によって1分の計測値を評価してもあまり有意な数値とはならず予想された結果となった。

表-3 平成30年度 三次調整力②(下げ)結果表

発動日	制御時間帯	総指令値 (kW/240分)	総ネガW (kW/240分)	誤差 (kW/240分)	成功コマ数 (240分/240コマ)	滞在率
12月7日(金)	13:00-17:00	7,550	7,226	323	9/240	4%
12月12日(休)	10:00-14:00	7,815	9,163	1,348	38/240	16%
12月14日(金)	10:30-14:30	10,158	12,605	2,447	14/240	20%
12月18日(火)	14:00-18:00	8,206	9,310	1,104	23/240	10%
12月20日(休)	10:30-14:30	9,378	8,677	701	38/240	16%
12月27日(休)	14:00-18:00	7,815	8,182	367	38/240	16%

## 5. 考察

### 5-1 評価の仕組みとパルス信号

計量法で検定を受けている受電メータのパルス信号が契約取引の上で基準となることは論をまたない。一方、1分ごとの需要家の受電電力量の把握という観点では受電メータのパルス信号を利用することは困難な点があった。

それは需要家向けのサービスパルスのレートが2あたり10kWh/Pulseなど、よく使われる計量の重みづけが(当然ながら)DRを意識しておらず粗いことに起因している。

対策としては、

- (a) すでにあるアナログ信号としての受電電力の瞬時値を採用する
  - (b) 現在よく使われている受電メータのパルスのレートを、1kWh/Pulseなど、細かくしていく
- などが考えられる。表-4にパルス信号とアナログ信号に対する比較を示す。

### 5-2 上げDRのビジネスモデル

上げDRと下げDRとは同一の体系に見えるが、実際は異なると考えられる。下げDRの経済的な裏付けは老朽火力

発電所の置き換えにあり、電力会社の経済性や、SDGsなど今後の社会価値とも一致するので理解されやすい。

その一方、上げDRは短い時間幅の中でkWを調整する動作を除いて、電力販売の一形態として見なされやすい。

したがって上げDRはPV(太陽光発電)や風力発電など、変動性を伴う再生可能エネルギー(Variable Renewable Energy: VRE)と組み合わせ付加価値をつけていくことが求められる。

## 6. まとめ

- ・蓄熱システム自体の性能としては精度・応答性ともに大変良好であり想定どおりの実績を示している
- ・電気式熱源機の応答性は高く蓄熱システム保有需要家であれば運用面の懸念も少ない
- ・需要家向けサービスとして提供されるパルス信号はDR用途として課題があり、計測・評価の仕組みと併せたルールの整備が期待される

## 7. おわりに

本稿では平成30年度VPP実証事業の仕組みや事例を紹介しつつ結果の一部を報告させていただいた。需要家設備を使ったDRについては、ヒートポンプ蓄熱センターの蓄熱技術活用サブワーキングの皆さまに日ごろよりお世話になり、この場を借りてお礼を申しあげたい。

VPPアグリゲータ事業を構成する候補会社としてのアズビルは電力事業そのものに関する経歴は浅く、関係する皆さまから各種ご教示をいただきつつ、分散型の電力システムに向けて少しでもお役に立てるよう努力を続ける必要がある。

表-4 パルス信号とアナログ信号の比較

	パルス信号方式	アナログ信号方式(参考)
信号イメージ		
考え方	一定の電力量を消費した際にパルス信号を送信して外部に伝達する。使用量主義	電力の場合、磁束や2次電流を利用して得られた瞬時計測値をそのまま外部に伝達する
使用先	計量課金用途 : 10kWh/Pulseの需要家が多い	現在値(瞬時値)表示用途
需要家規模	全ての事業者(取引メータ)	中～大規模事業者(BEMSを有する建物の現場のみ設置されている)
信号制約	1パルスの励起/停止の周期を仮に常用100msと仮定する、1分間で最大の受信は600パルス	なし
備考	主に使用されているが、途中から変更することは多くの場合、無理がある	追加設置が可能だが、費用が発生する