

# 空調・照明・蓄電池を活用した デマンドレスポンスシステムの開発

Demand response using air conditioning, lighting, and storage batteries

## お客様負荷設備を用いた調整力ポテンシャルを検証

当社は、空調EMSとPV・蓄電池を連系させたシステムを用いて、商業施設におけるエネルギーマネジメント実証を行った。本システムでは、ビルや工場に必ずある空調機と小容量の蓄電池を組み合わせることで、多くの供出量を継続して確保することが可能であり、快適性を損なわず運用できることを検証した。



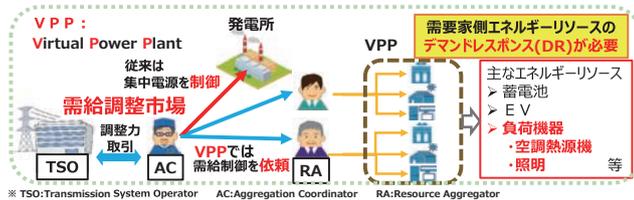
執筆者

先端技術応用研究所  
EaaSグループ  
村川 敬祥

### 1 開発の背景と目的

再生可能エネルギーの増加に伴い、天候による発電量の増加が増え、安定した需給調整を行うことが難しくなっている。従来は発電所側で需給調整を行っていたが、再生可能エネルギーの導入量が多くなるにつれ発電所稼働率の低下を招き、発電コストが高くなるという課題がある。そこで、需要家側の負荷設備を束ね遠隔・統合制御し、需給調整に活用するバーチャルパワープラント（VPP）が構築されつつある。VPPの概要を第1図に示す。

リソースアグリゲータ（RA）によって、遠隔・統合制御された負荷設備は、エネルギーリソースとして調整力を供出し電力の需給調整に活用でき、需給調整市場によって取引される。



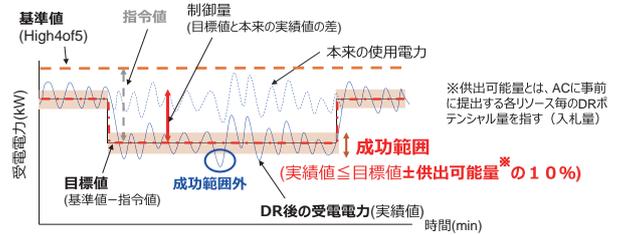
第1図 VPPシステムの概要

エネルギーリソースは大型蓄電池が主だが、導入コストが高く需要家が需給調整市場への参画する障害となっている。この課題を解決するために、多くの建物に設置されている空調機器や照明を使って、デマンドレスポンス（DR）を行うシステムを開発した。既設負荷設備を上手く制御し、蓄電池の充放電と同じように負荷を増減させることで調整力を得ることができ、蓄電池よりも導入コストを低く抑えることが可能である。

### 2 DRの課題

DR調整力供出のイメージを第2図に示す。DRは予め申請した調整力を供出する必要があり、受電電力は成功範囲内になるように制御しなければならない。空調・照明機器は制御に時間遅れがあるなど精度よく供出できないことや、快適性を担保しなければいけないといった課題がある。

需給調整市場の商品区分を第1表に示す。DRで対応可能な範囲は二次調整力②までとなっており、早い応答が求められるにつれて、高いインセンティブが設定されている。負荷設備のDR制御は前述した課題があり工夫が必要となる。



第2図 DR調整力供出イメージ

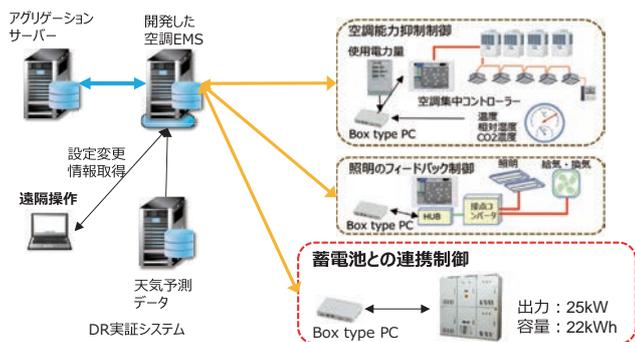
第1表 需給調整市場の概要・商品要件

	一次調整力	二次調整力①	DRで対応可能		今回の実証範囲	
			二次調整力②	三次調整力①	二次調整力②	三次調整力②
	火力・水力、系統蓄電池	高速 (インセンティブ高)	低速 (インセンティブ安)			
応動時間	10秒以内	5分以内	5分以内	15分以内	45分以内	
継続時間	5分	30分	30分	3時間	3時間	
指令間隔	-(自端制御)	0.5~数十秒	専用線: 数秒~数分 簡易指令システム: 5分	専用線: 数秒~数分 簡易指令システム: 5分	30分	
監視間隔	1~数秒	1~5秒程度	専用線: 1~5秒程度 簡易指令システム: 1分	専用線: 1~5秒程度 簡易指令システム: 1分	1~30分程度 30分 (実証は5分で検証)	
市場開設時期		2024年度から			2022年度	2021年度

そこで、DR制御の精度を向上させるために、細かな負荷制御が可能な①空調メーカー独自の通信プロトコルを活用した空調能力抑制制御、②照明負荷のフィードバック制御、高速調整力に対応するために③小容量の蓄電池と負荷制御を組み合わせた制御ロジックを開発した。実証試験については株式会社トーエネックと共同で実施した。

### 3 実証システム概要

空調EMSをベースとしてシステムを改良・構築し、実証では第3図に示すように、各制御リソースの運転データをクラウド上にリアルタイムに蓄積し、上位のアグリゲーションサーバと連携した供出量に基づいて制御を行った。



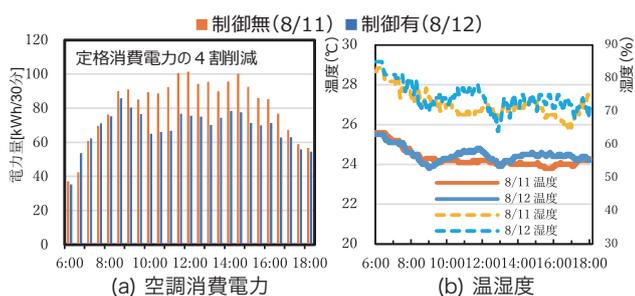
第3図 実証システム概要

## 4 制御手法と効果

### (1) 空調能力抑制制御

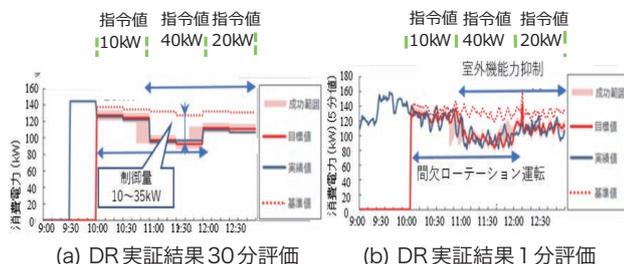
従来の機器を起動・停止する空調制御では、快適性を著しく損なうことが多く、また、細かな負荷調整ができないため、調整力を供出することが難しかった。そこで、各空調メーカー独自の通信プロトコルと連携して、細かに室外機能力抑制制御を行う空調EMSを活用してDRを実施した。このEMSでは、10%刻みで室外機能力を制御できるため、空調を稼働させたままDRを行うことができ、快適性を維持したまま空調による調整力供出（消費電力削減）が可能となった。

結果を第4図に示す。夏期の空調制御（外気処理空調機停止と室外機能力抑制とローテーション運転）の結果、抑制有の快適温度は制御無時の快適温度と同様に26℃以下を保ちつつ、40kW（定格消費電力の4割削減）、の抑制が受電点で確認できた。



第4図 空調能力抑制制御の比較

また、空調能力抑制制御にて、DR実証した結果を第5図に示す。三次調整力②を想定した30分評価の場合、実績値の成功範囲内滞在率は100%となった。



第5図 空調DR実証結果

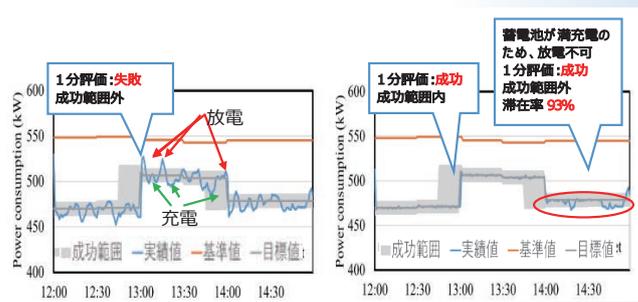
しかし、1分評価の場合、空調能力抑制制御単独では達成が難しいことがわかった。

### (2) 照明のフィードバック制御

照明におけるDR制御は目標値に追従できるようなフィードバック制御を考案した。三次調整力②の場合、監視間隔が5分であるため、目標に合わせられるよう、1分粒度にてリソースを制御した。フィードバック制御を使ってDR実証を行った結果、30分評価の場合、実績値を100%成功範囲内に収めることができたが、1分評価の場合、成功範囲滞在率は86%程度となった。負荷制御単体では、三次調整力②は達成できるが、三次調整力①以上の応動精度は確保できないことがわかった。

### (3) 蓄電池との連携制御

早い調整力ほど高いインセンティブが期待できるため、負荷制御に加えて、出力25kW、蓄電容量22kWhの蓄電池と組み合わせて連系制御させることで目標値に対する1分値整合を試みた。通常のDRのための照明フィードバック制御を行いながら、目標値との差を埋めるように、制御間隔を10秒にて蓄電池充放電を行った。蓄電池無の結果と蓄電池有の結果を第6図に示す。蓄電池有の1分評価の成功範囲滞在率は93%となった。100%を達成しなかった原因は、蓄電池の充電が飽和したことにより連携制御が出来なくなったためである。そこで、蓄電池の充電率を監視し、他リソースを用いて目標値に対する指令値を意図的にずらすことで、充電率を中央に維持する制御を考案した。本手法を用いれば、蓄電池の充電率を上下限範囲内に収めつつ、3時間の三次調整力①の成功範囲滞在率100%を達成することができる。



第6図 照明DRと蓄電池の組み合わせ実証の結果

## 5 まとめ

DR実証の結果、空調や照明設備をエネルギーリソースとし、快適性を維持したまま、三次調整力②を供出することができた。さらに、小容量の蓄電池制御を組み合わせることで、高いインセンティブが期待できる三次調整力①を供出できる見込みを得た。

今後はお客さま向けのエネルギーマネジメントシステム開発において本成果を適用・実装していく。