

# 大阪ガスの目指すバーチャルパワープラントについて

大阪ガス株式会社  
ガス製造・発電・エンジニアリング事業部  
エンジニアリング部 電力ソリューションチーム  
福井 浩二

## 1. はじめに

### (1) 再生可能エネルギーの普及拡大と課題

太陽光発電(以下、「PV」)や風力発電等の再生可能エネルギー(以下、「再エネ」)は発電時にCO<sub>2</sub>を出さないという特長を持つ。経済産業省が定める長期エネルギー需給見通しにおいても、2030年の電源構成で22~24%の割合を確保するという方針を掲げられている(図1)。しかしながら、再エネの普及拡大時には、その発電が気象条件に左右されることから、「電力システムの需給バランスの調整」という課題が生じる。大阪ガスでは、複数の需要家に設置したガスコージェネレーションシステム(以下、「コージェネ」)や蓄電池等の分散型電源によるデマンドリスポンス(以下、「DR」)をまとめて制御してバーチャルパワープラント(以下、「VPP」)化する取り組みを進めている。本取組は前述の電力システムの需給バランスの調整にも寄与するものである。本稿では当社のVPPの取り組みの内、「業務用・産業用分野におけるコージェネDR」と「家庭用分野におけるPV自家消費」の2つを紹介する。



図1. 長期エネルギー需給見通し

※出典: 経済産業省「2030年エネルギーミックス実現へ向けた対応について~全体整理~」

### (2) 電力需給バランス

発電と需要の電力需給バランスが崩れると電気の周波数変動が起こる(図2)。一定範囲を超えた周波数変動が起こると、工場など電力を消費する法人・個人である「需要家」設備の制御に影響を与え、最悪の場合、大規模な停電の発生につながる。現在は一般送配電事業者が発電所の出力を需要に応じて制御することで周波数を一定範囲内に維持している。電力需要に合わせた発電ができない再生可能エネルギーの増加に伴い、追加的な調整力の確保が近年の課題となっている。

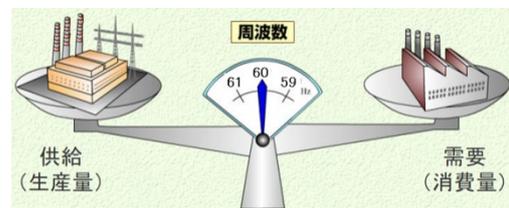


図2. 電力需給バランスのイメージ

※出典: 電力中央研究所「電力システムの安定運用のために」

## 2. 業務用・産業用分野におけるコージェネDR

### (1) DRの活用

#### ① DRによる調整力の創出

1章1節で触れたようにこれまでは電気の需要量に応じて発電所を制御して周波数調整を行ってきた。欧米では需要を制御することで需給バランスを保つ活用が見られ、この需要の制御はDR(コージェネ等の発電設備で発電量を増加する、または機器を制御し消費電力を下げることで、需要側の電力消費を抑制する)と呼ばれる。特に需要のピークが発生するタイミングで需要を抑制すれば、ピーク需要のために必要な発電機を削減することができる(図3)。近年、欧米ではDRを再生可

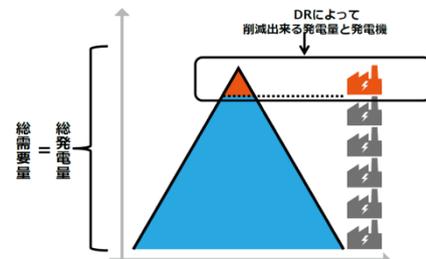


図3. DRによる発電機削減のイメージ

※出典: 経済産業省「ネガワットハンドブック」

能エネルギーの増加に対応した調整力として活用する事例も見られる。

## ② DRの群制御

需要家の自家発電機や蓄電池等のエネルギー設備、工場の生産設備などのさまざまなエネルギー源(以下、エネルギーリソース)を統合的に制御しDRを創出することで、発電所のように電力を創出し、調整することを仮想的に実現する仕組みをVPPという。

図4に、DRの群制御によるVPPのビジネススキームを示す。需要家のエネルギーリソースによって生み出されたDRを束ねるアグリゲーターは、一般送配電事業者に調整力を提供する窓口の役割を果たす。

一般送配電事業者の指令を受けたアグリゲーターは需要家へDRの指令を出し、この指令を受けた需要家が自らのエネルギーリソースでDRを創出する。アグリゲーターはそのDRを一括で管理し、一般送配電事業者へ提供する。その効果に見合った報酬を、アグリゲーターを通じて需要家へ配賦させる仕組みがVPPの基本的なビジネススキームである。

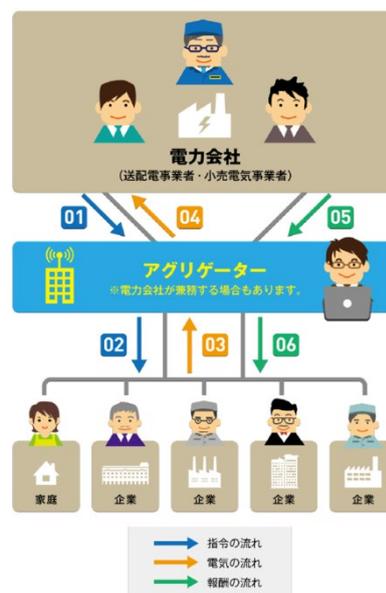


図4. VPPのビジネススキーム

※出典：経済産業省「ネガワットハンドブック」

## (2) コージェネの導入促進

低炭素社会の実現に向けて、家庭用、業務用、産業用の各部門における省エネが重要である。エネルギー需要の半分程度以上は熱エネルギーであり、電気だけでなく熱を有効利用することが特に重要である。したがって今後の低炭素社会実現においては、電気エネルギーだけではなく、熱エネルギーも含めたトータルでの省エネが不可欠であり、コージェネの普及は一つの解決策である。

また東日本大震災以降の電力不足から、エネルギーセキュリティの確保が課題となっている。

コージェネは大型発電所より構築が容易で、エネルギーセキュリティの確保にも貢献することが可能である。これらの観点から大阪ガスでは、コージェネの普及を推進している。

コージェネはDRやVPPにも活用できる。以降、大阪ガスのコージェネを中心としたDRやVPPの活用を紹介する。

## (3) 大阪ガスの取り組み

### ① 2015年度のDR実証

#### (a) 目的

2015年度には一般社団法人新エネルギー導入促進協議会より「ネガワット取引にかかわるエネルギーマネジメント構築実証」と呼ばれるDR実証が開始された。本実証は、DRの定着の環境整備、そしてDRの迅速性や確実性などの評価を行い、DR価値を分析する実証であった。大阪ガスは2章で紹介したコージェネを用いたDRのノウハウを生かし、本実証に参加した。

#### (b) 概要

本実証の概要は図5のようになる。

まず、一般送配電事業者がアグリゲーターへDRを指令する。指令を受けたアグリゲーターは需要家にDRを要請し、需要家は要請に応じて節電等を実施する。後日DR実績に基づき、需要家はアグリゲーターを経由して需要抑制費を

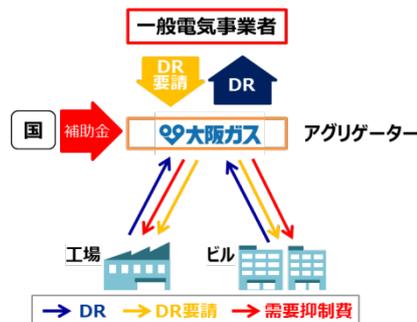


図5. 2015年度DR実証の概要

受け取る。

本実証は、「10分前予告」「1時間前予告」「前日予告」という3タイプのDRメニューに分かれており、大阪ガスは前者2つのメニューに参加した(表1)。「10分前予告」は、DR発動の10分前に予告通知を受信し、その予告を基にDRを発動するものであり、早い応答速度を要するものである。一方、「1時間前予告」は、実発動の1時間前に予告を受信し、手動操作での対応可能とするメニューであった。

「10分前予告」には2件、「1時間前予告」には22件の計24件の需要家の参加で、総量3万8,710kWのDR容量を確保した。

本実証におけるDR発動の流れを図6に示す。

一般電気事業者からのDR指令はOpen-ADR 2.0bと呼ばれる国際標準プロトコルに基づいて発信し、大阪ガスはDR指令をメールに変換し、各需要家に発信し、送信する。本処理はDRシステムにて自動化した。

「10分前予告」では、遠隔制御システムを用いて、コージェネの出力を上げ、「1時間前予告」では、子アグリゲーター(図6参照)を介して、各需要家へメールまたは電話で連絡を行い、需要家が自身で需要負荷削減を行った。

### (c) 結果

「10分前予告」および「1時間前予告」の結果を図7に示す。「10分前DR」は全10回の発動のうち、5回の成功、「1時間前予告」は全20回の発動のうち、11回の成功となった。「1時間前予告」においては、10月において2万3,000kWのDRを達成しており、数万kW規模の調整力を生み出すことができることを示した。

「10分前予告」ではコージェネが停止中で対応不可能なケースがあり達成率は50%、「1時間前予告」では、需要家のオペレーション体制上の問題によるDR指令の認識漏れ、あるいは構内負荷変動により、達成率は55%という値であった。今後のDRの活用においては、成功率の考慮が必要となるだろう。

## ② 2016年度のバーチャルパワープラント(VPP)実証

### (a) 目的と概要

2016年度には一般財団法人エネルギー総合研究所が「バーチャルパワープラント構築実証事業」を募集し、大阪ガスは「B. 高度制御型ダイヤモンドリスpons実証事業」の1時間前予告DRに参加した。2015年度と比較すると、表2にあるように2016年度は成功判定基準が厳しくなった。2015年度の場合、アグリゲーターは契約容量の90%以上を達成していれば成功であったのに対し、2016年度は契約容量の90~110%に収めることが求められ、大阪ガスでは本実証で、新しい取り

表1. 2015年度DR実証のメニュー

要件\メニュー	10分前予告	1時間前予告	前日予告	
指令時期	10分前	1時間前	前日	
持続時間	1時間	2時間	4時間	
ベースラインの判定	事前事後計測 (DR予告30分前~ DR発動予告時の平均値)	High 4 of 5 [当日補正あり]	High 4 of 5 [当日補正あり]	
需要家の協力金	基本協力金	6,500円/(kW・年)	5,000円/(kW・年)	なし
	従量協力金	20円/kWh	20円/kWh	30円/kWh
成功判定	①アグリゲーター	契約容量の90%以上	契約容量の90%以上	実績による ← 当社は2種類のメニューに参加
	②需要家側	契約容量の70%以上	契約容量の70%以上	

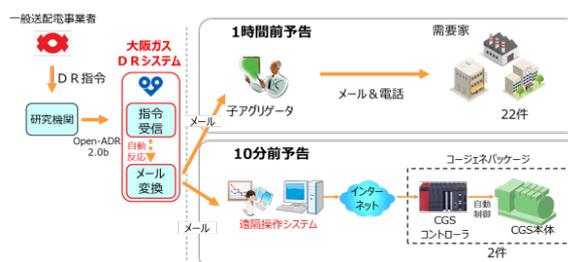


図6. 2015年度DR実証の発動の流れ

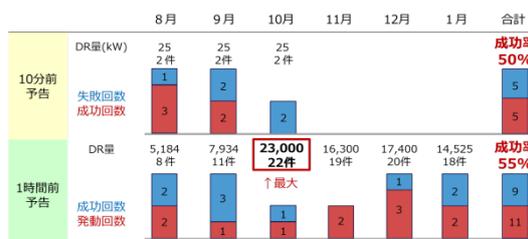


図7. 2015年度DR実証結果

表2. 成功判定基準: 2015年度と2016年度の違い

成功判定基準	2015年度	2016年度
アグリゲーター	契約容量の90%以上	契約容量の90~110%
需要家	各契約容量の70%以上	アグリゲーターの判定に伴う(判定はアグリゲーターの成否と紐づく)

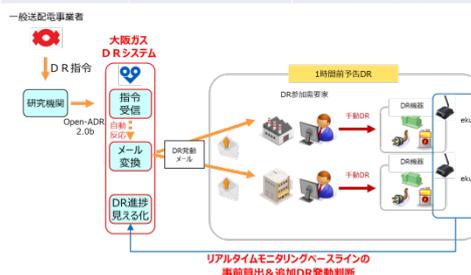


図8. 2016年度VPP実証の発動の流れ

組みとして、各需要家の DR 達成状況を監視できるよう計測端末を設置し、

- (1) DR 状況リアルタイムモニタリング
- (2) ベースライン事前通知(一部顧客が対象)
- (3) DR 追加発動・キャンセル

の 3 つを可能とした(図8)。

これらにより、各需要家の DR 達成状況に応じて DR の追加発動やキャンセルを行い、DR の成功率の向上を目指した。関西圏の合計 9 件の需要家をアグリゲートし、VPP 実証に臨んだ。

## (b) 結果

結果を図9に示す。(a)昨年度結果との比較に示すとおり、昨年度より成功率は向上した。成功率が向上した理由として、DR 状況をリアルタイムにモニタリングし、状況に応じて DR の追加発動・キャンセルを実施したことが挙げられる。また(b)成功基準別の成功率より、成功基準が 70~130%の実質成功率は 100%に達することがわかる。

以上より、2016 年度から始めた取り組みによって、DR の成功率向上に成功し、コージェネが調整力として電力システムの維持に貢献できる可能性を立証できたといえる。

本実証に参加した需要家の一部は、本実証終了後に 2017 年度の調整力公募の「電源 I' 厳気象対応調整力」へ参加し、一般送配電事業者の調整力としての活用を開始している。

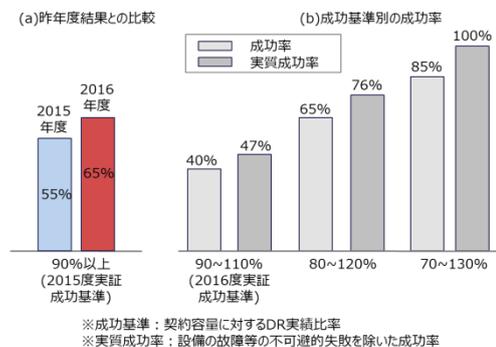


図9. 2016 年度 V P P 実証結果

## (4) 考察

### ① システムの機能向上

大阪ガスでは今後の DR 市場がさらに拡大していく可能性を踏まえ、市場が拡大した際に需要家へさらなるメリットを提供できるように DR のノウハウを蓄積し、機能を向上させていく必要があると考えている。

システムにおいては、下記 2 点の機能向上を検討している。

- ・自動化による応答性の向上

現状のシステムではあらかじめ定められた需要家に対して DR 発動メールを送ることにより DR 指令を送信していたが、通信回線を利用した自動制御機能を追加することで DR 指令に対する応答性の向上を図る。

- ・配分ロジック構築による確実性の向上

エネルギーリソースは各需要家の状況や使用方法等の影響を受けるため、どのタイミングにおいても DR 指令に応答できるとは限らない。よって、DR の確実性をさらに上げていくためには、需要家の営業時間、エネルギーリソースの DR 容量等、あらかじめ需要家ごとに定まる特性だけでなく、そのときの運転状況や稼働状況など常時計測監視する環境を構築する必要がある。

### ② エネルギーリソースの多様化

システムの機能向上により DR の単位当たりの価値を高めるだけでなく、DR 対応が可能なエネルギーリソースの充実も併せて図っていく。

現在、大阪ガスの DR の中心となっているのはコージェネであるが、DR に対応可能なエネルギーリソースは他にも空調システムや蓄電池システム等が考えられる。たとえば空調システムでは、DR が要請される時間帯において電気式空調からガス式空調にシフトすることでネガワットを創出することができる。蓄電池システムにおいては、比較的 DR 発動の少ない夜間に蓄電し DR 発動の多い日中に備

えるという運用等で DR 要請に応答できると考えている。このようにエネルギーリソースの多様化を図ることで DR の拡大につながると考える。

### 3. 家庭用分野におけるPV自家消費

#### (1) 固定価格買取制度期間の終了

再エネの普及拡大を目的とし、再エネで発電した余剰電力を電力会社が一定価格・一定料金で買い取ることを約束する「固定価格買取制度(以下、「FIT」)」という制度がある。

FITは 2009 年より導入された制度で、家庭用PVにおいては買い取り期間が10年と定められている。そのため、一部の PV では 2019 年以降にFIT期間が終了することになる(図10)。期間終了後のPVでは固定価格で余剰電力が買い取られないため、系統へ電気を送るのではなく、各家庭において余剰電力を使用するニーズが高まると考えられる。この様な背景から、家庭用の蓄電池の利用が拡大すると考えられる。

【特例太陽光とFIT対象の太陽光の買取期間終了時期と出力/件数】

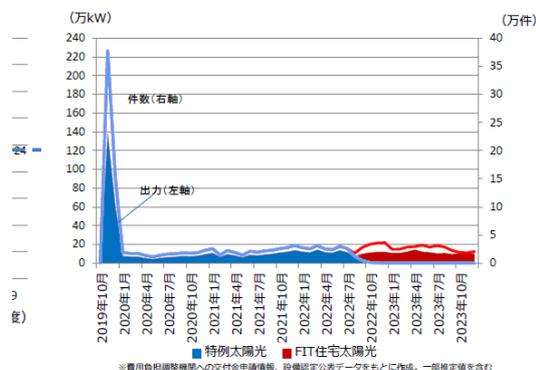


図 10. FIT 対象 PV の期間別出現数

#### (2) 米国スタートアップ企業Geliとの共同実証

大阪ガスでは当ニーズに対応するため、米国スタートアップ企業である Growing Energy Labs, Inc. (以下、「Geli」と)、蓄電池の最適運用に関する実証を日本において共同で行うことについて合意した。

Geli は、分散電源等の制御用ソフトウェア開発企業で、特に蓄電池の制御に強みを持っている。また、米国・豪州において、これまで大型の電源で行われてきた電力系統の需給バランス調整を、多数の蓄電池で構成した VPP で実現するプラットフォームを提供しており、当分野において先行する企業である。

#### (3) NEXT21 での検証内容

この蓄電池を利用した新サービスの実現に向けた実証試験を 2018 年 8 月より当社保有の実験集合住宅「NEXT21」にて行っている。

実証では、太陽光発電の余剰分を蓄電池へ充電し、太陽光発電のない夜間に放電する自家消費運用を行う。放電するタイミングは、太陽光の発電、需要家の電力消費の予測を参考しつつ、電力市場(JEPX)価格が高い時間帯で優先的に放電(自家消費)を行うことで PV と蓄電池のバランスのみならず、経済性を最適化することを目指している。さらに、蓄電池の余力のある時間帯で蓄電池の充放電をきめ細かく制御することで、電力系統の需給バランス調整に寄与する運転を行うことを考えている。

この様な蓄電池による電力系統への需給バランス調整に対する制度は日本ではまだ整備されておらず、実証では自由化が進む海外のルールを参照しながら技術的な検証をすすめる予定である。尚、現在、日本においても需給調整市場の設立が検討されており、近い将来、蓄電池の電力系統に対する貢献も適正に評価されるものと考えている。

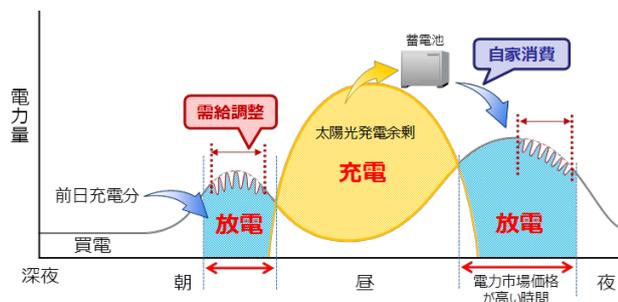


図 11. 蓄電池充放電制御のイメージ

#### 4. おわりに

本稿では、コージェネを用いたDR、蓄電池を活用したPV自家消費という分散型電源の統合制御しVPPとして活用する2つの取り組みを紹介した。当VPPの取り組みは需要家に新たな価値をもたらすだけでなく、再エネの普及拡大にも貢献する。

今後のさらなる分散型電源の普及を目指し、VPPの取り組みを進めていきたい。

#### 【参考文献】

- 1) 経済産業省「2030年エネルギーミックス実現へ向けた対応について～全体整理～」(2018年)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/025/pdf/025\\_008.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/025/pdf/025_008.pdf)
- 2) 経済産業省「電力系統の基本的要件と我が国の電力系統の特徴について」(2002年)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/electric\\_power\\_industry\\_subcommittee/001\\_005/pdf/005\\_008.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/electric_power_industry_subcommittee/001_005/pdf/005_008.pdf)
- 3) 経済産業省「デマンドレスポンス(ネガワット取引)ハンドブック」(2016年)  
<http://www.meti.go.jp/press/2016/12/20161228004/20161228004-1.pdf>
- 4) 経済産業省「再生可能エネルギーの大量導入時代における政策課題と次世代ネットワークの在り方」(2017年)  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku\\_gas/saiseikanou\\_jisedai/pdf/001\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/saiseikanou_jisedai/pdf/001_03_00.pdf)