

デマンドレスポンスによる経済合理的な電力系統の実現 ～低圧リソース活用に向けた標準化と自動化を目指して～

産業調査部 村松 周平

要旨

- 電力系統が抱える課題をS+3E(安全性と安定供給、経済効率性、環境適合)の原則のもとに解決するには、発電側における供給力確保だけでなく、電力消費量を柔軟に調整するデマンドレスポンス(DR)の活用がきわめて重要である。
- デジタル分野での技術進展や変動型再生可能エネルギーの導入拡大などによって、DRの実施機会は今後拡大すると考えられる。ただし、活用が進む特高・高圧リソースだけでなく、低圧リソースのDR活用に向けては、信頼性の向上や、効率的な運用によるコスト・手間の抑制が求められる。
- 低圧リソースを活用したDRの普及拡大に向けて、関連する機器やシステムに関する標準化と、一連のプロセスの自動化による低圧リソースの群管理が重要であり、経済産業省が進めるDRready要件を満たした低圧リソースの普及と、DRの自動化(ADR)に関するシステム構築が鍵となる。

現在の電力系統は、増加する電力需要に対応する供給力の確保と、電力に由来する温室効果ガス(GHG)削減の両立という困難な課題に直面しており、さまざまな革新技術の導入による解決が期待される。特に、GHG削減に向けて太陽光・風力発電といった時間帯や季節によって発電量の異なる変動型再生可能エネルギー(VRE)の導入拡大が見込まれる一方で、これに伴う電源構成の変化は時間的および地理的な需給のミスマッチを生むため、需給調整技術導入や送配電網増強の必要性が高まる(『DBJ Research No.420 革新技術が描く電力系統の新たな可能性』(2024年6月28日))。

こうした課題の解決を、S+3E(安全性と安定供給、経済効率性、環境適合)の原則のもとに実現するには、これまで電力消費者という受動的な立場にあった需要側の主体にも積極的・能動的な対応が求められる。中でも、従前より取り組まれてきた省エネ・節電のみならず、電力供給量に応じて電力消費量を柔軟に調整するデマンドレスポンス(DR)は、経済効率の高い手段として活用拡大が期待される。

DRは世界各国で電力市場が自由化された1990年代に注目され始め、2000年代初頭にインターネットや計量器が大きく進化し、リアルタイムで電力需要の監視・制御が可能になったことで社会実装が進んだ技術である。国際エネルギー機関(IEA)は、50年ネットゼロ実現に向けて、30年までに世界全体で500GWのDR導入が必要と試算する一方、20年時点のDR導入量はまだ約50GWにとどまっており、今後のさらなる導入拡大が期待される。

国内において、旧一般電気事業者中心に総括原価方式を軸として電力系統が運用されていた従前の環境下では、信頼性・安定性などの観点から電力系統の課題に対しては供給側で対処することに主眼が置かれていた。しかし足元では、電力自由化を経てさまざまな事業者が電力業界に参入する中で、関連主体にとって新たな収益機会ともなり得るDRへの注目が高まっている上、今後は各種制度の変更や電源構成の変化もDRの普及拡大に向けた追い風となる。本稿では、電力系統におけるS+3Eの実現に向けたDRの役割を整理した上で、特に低圧リソースの活用に向けた方策として、機器などの標準化とプロセスの自動化について取り上げる。

1. 電力システムの課題と需要側における対応の必要性

DRとは、電力供給量の変動に合わせて事業者や個人の電力使用量を制御する手法である。使用量の抑制を「下げDR」、使用量の増加を「上げDR」と呼び、その方法としては、①シフト・②節電・③代替の3種類が存在する。①シフトは、工場などの稼働タイミングを調整し、下げDR・上げDRを行うものである。②節電は、業務や生活に重大な影響を及ぼさない照明や空調設備などの消費電力を下げることで、下げDRを実施するものである。③代替は、系統および自社の自家発電設備などからの電力調達比率を調整することで下げDR・上げDRを行うものであり、例えば、電力需要が一定の状態における自家発の焚き増しは、相対的に系統電力の使用量が減少するため下げDRの手段となる。DRはこうしたシフト・節電・代替を通して、調整力(ΔkW)や実質的な供給力(kW)の創出および系統混雑・電圧上昇の回避を実現し、電力系統の安定性や経済効率性、環境適合性の向上に貢献する(図表1-1)。

図表1-1 DRの役割

	調整力(ΔkW)の提供		最大電力需要(kW)の抑制	系統混雑・電圧変動などの回避
	下げDR	上げDR		
安定性	同時同量原則の遵守による電力安定供給への貢献		需給ひっ迫の回避	-
経済効率性	大規模な設備投資が不要		稼働率の低い安定電源の必要量が減少	-
	【需給ひっ迫時】 電力価格の低減	-		送配電網の増強などを抑制
環境適合性	【需給ひっ迫時】 燃料使用量の削減	【再エネ余剰時】 余剰再エネの有効活用	-	-

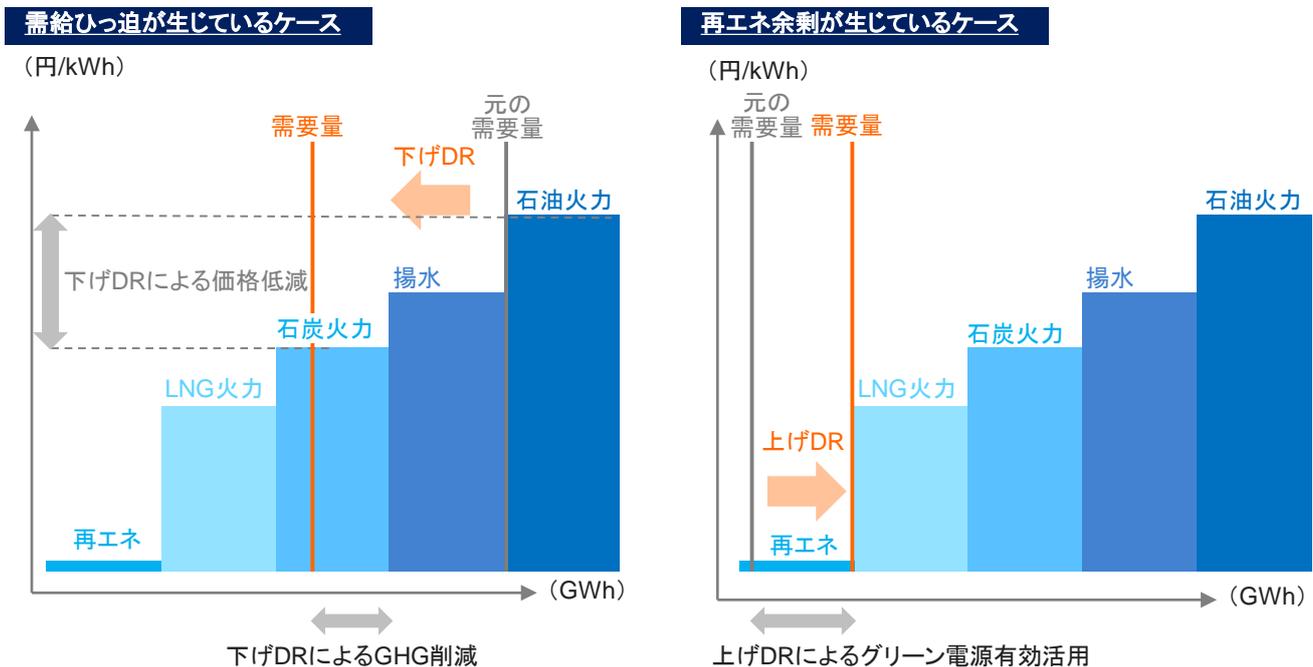
(備考)各種資料により日本政策投資銀行作成

このうち、調整力(ΔkW)については、今後VREの導入拡大とともにこれまで調整力を担ってきた火力発電の休廃止が増えると想定される中で重要性が増す。調整力の提供手段としては、火力発電の稼働調整に加えて、電力の充放電を行う蓄電池・長期エネルギー貯蔵技術(LDES)も期待され、こうしたさまざまな技術とDRを組み合わせる必要がある。この中でDRは、蓄電池・LDESなどと異なり新たな設備の導入を必要としないことから、巧みに活用すれば経済率的な調整力の提供が可能となる。

実際、足元ではVREの大量導入に伴い電力供給量が需要を上回る時間帯が増加傾向にあり、九州や北海道エリアを中心として気象条件の良い日中などに出力抑制が発生している。こうした状況下において上げDRを実施すれば、出力抑制される予定だった余剰再エネを有効活用できる。また、継続的な再エネ導入に伴って火力発電のスポット市場での位置づけが相対的に低下し、稼働率が常に低く抑えられることで、結果的に火力発電の発電量を下げる余力の不足(下げ代不足)が懸念されるため、再エネ余剰時などにおける上げDRの重要性が高まる。電力余剰時の上げDRだけでなく、夕方などの予備率が低下するタイミングに下げDRを実施することで、電力需給ひっ迫の回避にも貢献できる。

さらに、こうしたDRの実施は、結果的にスポット市場における価格の低下をもたらす。日本のスポット市場では、売り手側(発電側)の入札が限界費用ベースで行われ、需要曲線と供給曲線が交わる点が全電源一律の約定価格となるシングルプライス・オークションが採用されている。そのため、需給ひっ迫時には、限界費用の高い揚水発電や石油火力発電などが稼働し、全約定電源の価格が上昇する。このようなケースにおいて、下げDRが需要曲線を左にシフトさせれば、全電源の約定価格は低下する。また、下げDRによって必要な発電量が減少し、発電効率が低く限界費用の高い火力発電所の稼働率が下がることで、燃料費や電力由来GHGが削減される。(図表1-2)。

図表1-2 DRによるスポット市場価格の低減とGHG削減



- (備考) 1.各種資料により日本政策投資銀行作成
 2.発電側の入札価格については一例であり、本来は発電設備の効率性や燃料価格などによって異なる
 3.買い手側(需要側)の入札価格もスポット市場における価格決定要因だが、捨象して記載している

最大電力需要(kW)の抑制もDR活用のメリットの一つである。全国の発電設備は年数回発生する厳気象H1需要¹⁾に対応できるよう、十分な容量が確保されている必要があるが、ピーク時間帯は1年の中できわめて短い時間であり、活用機会の少ない発電所が維持・管理されている状態にある。そのため、ピーク時間帯に下げDRを実施し、年間の最大電力需要を抑制すれば、こうした発電所の維持・管理費や新たな設備投資を低減できる。ただし、温暖化による異常気象や急速な社会のデジタル化などにより、将来の電力需要は不確実性を有するため、DRを適切に評価しつつも、長期脱炭素電源オークションを活用した新規電源開発や予備電源制度による休止電源の維持によって一定規模の供給力は確保する必要がある。

太陽光発電やEV充電器などの導入に伴って配電網において発生する空き容量不足や電圧上昇といった課題に対しても、DRの活用が期待される。電力需要の増加や配電系統への分散型電源の導入によって配電網の空き容量が不足すると、新たな需要や電源の系統接続が制約されるため、配電網の増強が必要となる。また、配電網に太陽光発電や蓄電池が大量に導入され系統側への電気の流入(逆潮流)が増加した場合には電圧が上昇し電力品質が低下するため、抑制のために電圧調整装置の設置や柱上変圧器の増設などが必要となる。こうした課題に対しても、DRを用いたローカルフレキシビリティ²⁾の確保によって配電網の需給や潮流を調整することで、大規模な設備投資を必要としない経済効率的な解決が図れる。

(参考)

- 1.厳気象H1需要:過去10年間で最も厳気象(猛暑・極寒)であった年度並みの気象条件における最大電力需要のこと。なお、H1需要とはある月における1時間平均の最大電力需要を示す
- 2.ローカルフレキシビリティ:地域への電力供給を主体的に行うローカル系統および配電系統における混雑緩和や電圧上昇回避を目的に発電量・需要量を柔軟に調整する能力

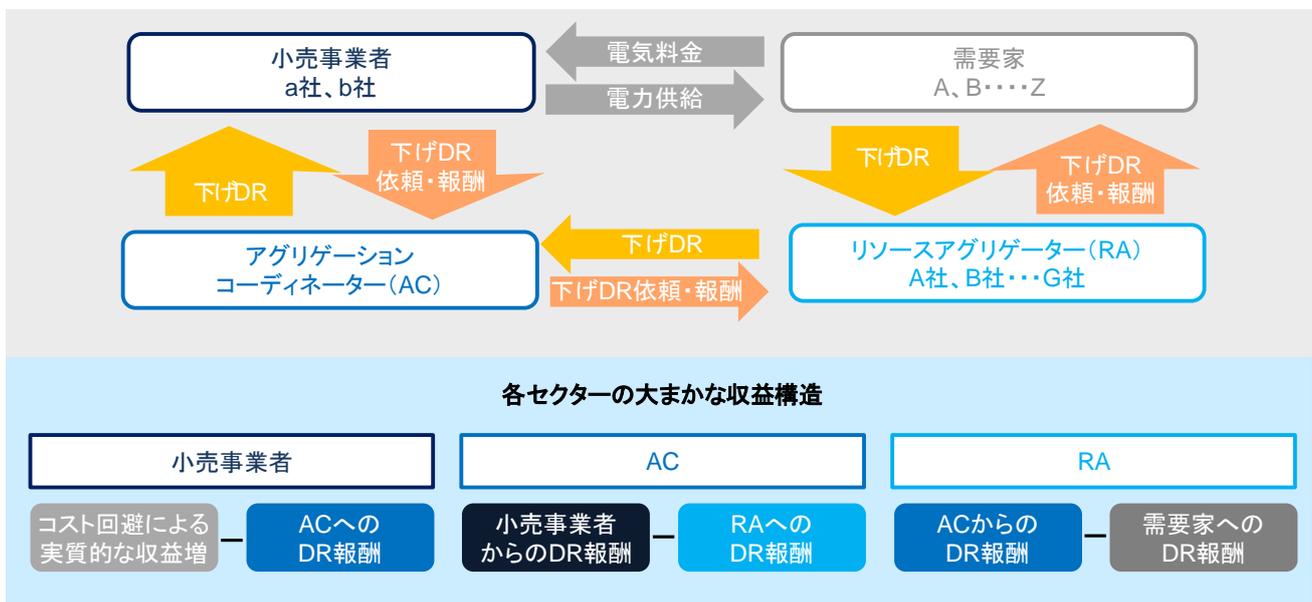
2.DRのビジネスモデル

2.1.DRのビジネスモデルの全体像

DRは、企業や個人などの電力需要家の保有する機器や蓄電池の電力消費をシフト・節電・代替することによって実行される。ただし、個別の需要家が市場価格の動向などを分析して効率的・効果的にDRを検討・実行することは容易ではないため、複数の需要家を束ねた一体的な運用が行われている。なお、DRのほか、系統に接続された自家発電設備や蓄電池を併せて運用し、仮想的な発電所のように機能させる枠組みは、バーチャルパワープラント(VPP)と呼ばれる。

複数の需要家を束ねて運用し、一般送配電事業者、小売電気事業者、需要家、再エネ事業者といった取引先に対して調整力提供・インバランス回避・電力料金削減などの各種サービスを提供する事業をエネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス(ERAB)といい、その担い手として、需要家や機器メーカーと直接契約を結びDRを実施するリソースアグリゲーター(RA)と、ERAB全体を取りまとめるアグリゲーションコーディネーター(AC)が存在する(図表2-1)。22年4月には、改正電気事業法に基づく「特定卸供給事業者」制度が開始され、一定の秩序やセキュリティを確保するためアグリゲーターは経済産業省への届出制となった。24年10月時点で新電力などの小売電気事業者やエネルギーサービスプロバイダー(ESP)などの多様なプレイヤーが届出しており、今後も意欲的な事業者の参入や事業者間の健全な競争の進展により、いっそうの市場活性化が期待される(図表2-2)。

図表2-1 下げDRに対するERABの実施例



(備考)各種資料により日本政策投資銀行作成

図表2-2 アグリゲーターの分類

旧一般電気事業者	発電事業者	小売電気事業者	エネルギーサービスプロバイダー	ガス事業者	商社・エネルギー関連事業者	合計
7社	8社	39社	22社	3社	4社	83社

(備考)経済産業省「特定卸供給事業者一覧」(24年10月17日時点)により日本政策投資銀行作成

アグリゲーターがDRを通じて便益を得る手段は、市場取引と経済DRに大別される(図表2-3)。

図表2-3 DRによる主な便益獲得手段

	需給調整市場 (ΔkW)	容量市場 (kW)	追加供給力公募 (kW)	経済DR
概要	求められる調整力が比較的 低速の三次調整力①と 三次調整力②に入札	発動指令電源として入札	夏季や冬季の高需要期に おいて一般送配電事業者 が実施する追加供給力公 募に対して入札	市場価格変動などに応じ て、収益確保や損失回避 を行う
収益 獲得方法	マルチプライスオークショ ンにて、ΔkW・h当たり単 価に基づき収益を獲得	シングルプライスオーク ションにてkW当たり単価 に基づき収益を獲得	マルチプライスオークショ ンでkW当たり単価に基づ き収益を獲得	図表2-4参照
期待される 役割	安価な調整力の提供	一般送配電事業者の起動指令に基づいて電力供給を 行うことで、電力の安定供給に貢献		系統全体の経済効率性向 上や余剰再エネの有効活 用など
現状の動向	一定の割合でDRが落札。 26年度の参入要件緩和で、 さらなるDRの活用が期待 される	26年度のオークションでは 590万kW(全体の3.3%)、 27年度のオークションでは 600万kW(全体の3.5%) が落札された	直近の23年度夏季追加供 給力公募では、1.6万kW のDRが応札されたが、落 札されたDRはなし	22年のスポット価格高騰 などにより活発化

(備考)1.各種資料により日本政策投資銀行作成

2.発動指令電源は、年間発動回数最大12回、発動までの応動時間3時間未満、発動後の継続時間3時間の三つがリクワイアメントとして定められる電源等区分

2.2.市場取引におけるDRの活用

市場取引の場合、アグリゲーターや小売電気事業者は、DRによって生み出される調整力や供給力を需給調整市場や容量市場・追加供給力公募に応札し対価を得る。そして、従前は各市場におけるDRの収益化余地は限定的だったが、各種制度変更に伴い、引き続きその機会は拡大するとみられる。

需給調整市場は、一般送配電事業者が調整力の調達を行う市場であり、応動速度や継続時間などによって複数の商品区分が存在する。現在のところ、DRによって生み出される調整力は、比較的応答速度の遅い三次調整力①や三次調整力②への入札が中心だが、中長期的には、一次調整力や二次調整力といったより高速な応動が求められる商品区分での活躍が期待される。また、現行制度では、市場の参加要件が、特別高圧・高圧のリソースのみに限定されており、家庭用蓄電池や電気自動車(EV)などの低圧リソースは参加が認められていない。しかし、「次世代の分散型電力システムに関する検討会」において、低圧リソースの需給調整市場参画が十分な便益を發揮し得ることが示され、26年度からは低圧リソースの参加も認める方針で整理がなされており、需給調整市場におけるDRの役割拡大に期待が集まる。

容量市場は、4年後の供給力確保を目的とした市場であり、現時点でDRは、期待容量1,000kW以上の供給力を提供できる場合に限り、発動指令電源として入札が可能である。発動指令電源の調達量は全体の中でみれば限定的ながら、その調達上限は初回の24年度オークションにおける年間H3需要の3%から26年度の5%へと徐々に拡大している。24年夏の猛暑による高い電力需要に対しても、供給力確保策として実際にDRを中心とした発動指令電源が活用されており、DRによる最大電力需要の抑制はすでに一定の実績を積みつつある。

また、H1需要における予備率が3%を下回るような厳しい電力需給が見込まれる場合に開催される追加供給力公募においても、DRは各種電源と並び対象設備に該当する。直近の23年度夏季における追加供給力公募ではDRの落札はなかったが、今後本公募においてもDRが落札する可能性は十分にある。

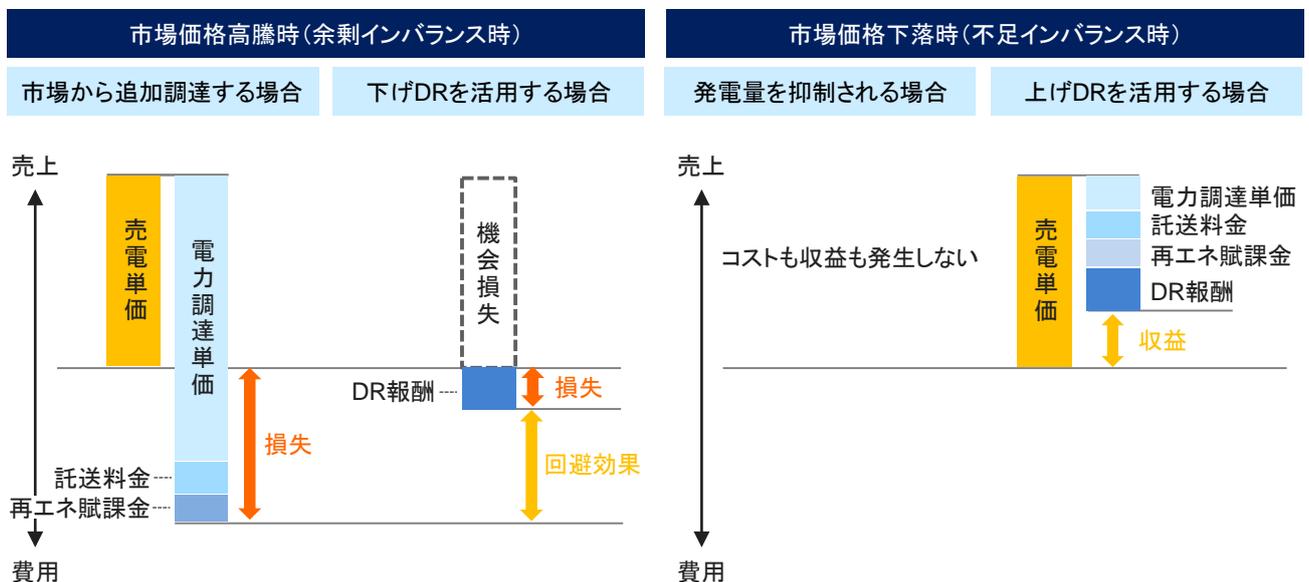
2.3.経済DRの実施

DRは、市場取引で調整力や供給力の対価を得るほかにも、電力需給・市場価格変動に応じて収益確保や損失回避を行う手段としても用いられる。こうした取り組みは経済DRと呼ばれ、50年に向けたVRE導入率の上昇に伴って実施機会はいつそう拡大すると考えられる。

新電力などの小売電気事業者は、販売する電力の調達において、ベースロード市場や発電事業者との相対契約などを用いて電力調達価格の安定化を図る一方で、価格のボラティリティが大きいスポット市場からも一定程度調達している。その一方で、多くの小売電気事業者は需要家に対して価格固定型の料金体系を採用しているため、市場価格が高騰した際に損失が発生する可能性がある。また、小売電気事業者には30分単位の計画値同時同量が義務付けられており、実需給断面において計画値よりも電力需要が上振れた場合の不足インバランス、需要が下振れした場合には余剰インバランスについて、需給調整の実施主体である送配電事業者との間でインバランス料金を精算する必要がある。

経済DRは、こうした逆ザヤやインバランスに関わるリスクの回避手段、さらには追加収益の獲得のための有効な手段である。例えば、スポット価格が高騰し、売電価格よりも電力調達価格が大きい場合には、販売先に対価(DR報酬)を払って下げDRを要請することで、DR報酬分が費用として発生するものの、市場から調達していた際に生じる損失を一部回避できる。また、市場価格が下落した場合には逆に上げDRを実施することで、安価に調達した電力を一定の契約価格で売電できるため、DR報酬分を差し引いても収益を獲得できる(図表2-4)。

図表2-4 経済DRの収益獲得手段



(備考)各種資料により日本政策投資銀行作成

経済DRは、スポット市場価格やインバランス料金の変動幅が大きいほど、小売事業者にとっての実施インセンティブが働く。現在はいずれの価格も安定的に推移しているが、VREの導入率に比例して変動幅も大きくなり、経済DRの実施機会が拡大するとみられる。経済DRの普及を促すための制度的措置として、送配電網の利用に関わる託送料金制度に時間帯別料金制を導入することや、スポット市場のフロア価格を負の価格に引き下げるネガティブプライスの導入が考えられる。ただし、ネガティブプライスは、DRや蓄電池などの導入を促す一方で、電源の事業採算性や電源開発投資に関わる予見性への影響、インバランス制度・FIP制度などの各種政策との整合性の観点などから慎重な検討が求められる。

なお、これまで述べた市場取引や経済DRのほかに、時間帯別料金や、需要家への売電価格を市場価格に連動させる市場連動型料金(ダイナミックプライシング)の導入によるDRの促進も考えられる。これらの取り組みは、需要家の自発的な行動変容を促す電気料金型DRと呼ばれるものであり、ロシアのウクライナ侵攻などによる燃料価格とスポット市場価格の高騰が生じた22年以降活発化している。電気料金型DRは、比較的導入が容易である一方で、強制力がないためDRの規模や信頼性において課題がある。

3.DRの具体事例

前述の通り、DRの手法は①シフト、②節電、③代替の三つに分類され、主に産業需要家が利用する特別高圧・高圧(6,600V以上)と、一般家庭中心の低圧(100V・200V)のいずれの電圧区分においても、さまざまなリソースの活用が期待される(図表3)。

図表3 DRの主要な実施機器と調整方法

リソースの主な所在	機器名		実施可否		実施方法		
			上げDR	下げDR	シフト	節電	代替
特高・高圧	生産ライン		○	○	○	-	-
	工場設備	自家発電	○	○	-	-	○
		産業用蓄電池	○	○	-	-	○
	水電解装置		○	△	-	-	○
低圧	家庭用蓄電池		○	○	-	-	○
	EV充電器		△	○	-	-	○
	HP	給湯器	○	△	○	-	-
		冷暖房	△	△	△	○	-
	家庭用燃料電池(エネファーム)		○	△	-	-	○

(備考)各種資料により日本政策投資銀行作成

3.1.特高・高圧リソースにおける取り組み

現在実施されているDRは、製造業などの大口需要家が、保有する工場設備の稼働時間をシフトするなどで、まとまった調整力や供給力を提供するケースが主流である。例えば、電炉鉄鋼メーカーである東京製鐵は、前々日に九州電力からの再エネ余剰想定などを踏まえた上げDRの依頼を受けて追加操業することで需要創出を行い、余剰再エネの有効活用に貢献している。一方で、工場の生産ラインをDRリソースとする場合、操業スケジュールの調整や、それに伴う従業員の勤務シフト変更などは決して容易ではなく、実施頻度や規模には限界もあることから、比較的実施しやすい工場内の自家発電や蓄電池のような工場設備を活用したDRも重要な手段である。なお、脱炭素に向けた潮流の中で、製造業においては従来活用していた石炭火力の自家発電を休止する動きがある一方で、BCPやオンサイト電源を有効活用する観点から蓄電池を導入する事業者は増えていることから、今後はDRの実施においても自家発電よりも蓄電池の活用が主流になると考えられる。

また、デジタルトランスフォーメーション(DX)の進展に伴う電力需要の増加が見込まれる中で、大量の電力を消費するデータセンター(DC)などをDRに活用することも期待される。例えば、東京電力パワーグリッドと日立製作所は、複数エリアのDC間における需給状況を踏まえた計算負荷の分散制御(DC間空間シフト)や、VREの出力状況を踏まえた計算負荷の調整(DC間時間シフト)の実施により、上げDR・下げDRの提供を行っている。デジタル処理のほかにも、余剰再エネの活用方法として、水を電気分解して水素を製造する水電解装置、海洋淡水化施設、上下水道施設、ソーダ電解装置などさまざまな施設を用いた上げDRの実施が考えられる。

3.2. 低圧リソースの活用

一般家庭中心の低圧帯においても、さまざまなDRリソースが存在し、今後の活用拡大が期待される。IEAも、EVやヒートポンプ(HP)、燃料電池などのCN実現に向けた主要なクリーンエネルギー技術がDRにおいて重要な役割を果たすと分析する。

まず、オンサイト太陽光発電の余剰電力有効活用などに向けて急速に導入が進む家庭用・業務用蓄電池や、EVに搭載される車載用蓄電池は③代替を行うリソースとして期待される。特にEVについては、ユーザーの充電が朝夕など一部時間帯に集中すると、系統全体において電力需給がひっ迫する上、配電網の系統混雑や電圧上昇などの課題が生じるため、社会全体としては充電タイミングを分散・制御できると望ましい。そのため的手段としては、EVへの充電量・タイミングのみを調整するV1Gと、充電に加えてEVから電力系統への放電も活用するV2Gに分類される。現状導入の進むV1Gは導入・運用コストが安価な一方、需給調整への影響力は限定的であり、系統安定化に大きく貢献し得るV2Gに期待が集まる。なお、10年にトヨタ自動車、日産自動車、三菱自動車工業、SUBARUおよび東京電力の5社を幹事企業として設立されたCHAdeMO協議会は、14年に世界に先駆けて双方向充電仕様を有するCHAdeMO規格を発行し、現在市場に存在するV2G対応量産モデルで広く活用されている。CHAdeMO規格のグローバルな普及を通じて、日本企業が重要性の高まるV2Gに関する知見やデータを獲得し、V2Gを活用したDRビジネスに関与することが期待される。

また、電気を用いて大気熱を膨張・圧縮することで温度変化を生み出すHPの技術も、ウクライナ侵攻に伴うガス価格の高騰やCN実現に向けた潮流を背景に欧州を中心として急速に普及が進む。HPは冷暖房や給湯機で利用される技術であるが、DRの観点では、電力余剰発生時にHP給湯機を稼働する①シフト(上げDR)は、ユーザーの生活に与える負担・影響も小さく、比較的導入が容易である。国内において、経済産業省が開催する「次世代の分散型電力システムに関する検討会」においても、足元普及が進むHP給湯機をDR対応可能な状況(DR Ready)にすべく議論が進む。

日本において一般家庭向けに広く普及するエネファームのような家庭用燃料電池についても、③代替によってDRリソースとして活用できる。エネファームはガスから取り出した水素と空気中の酸素を化学反応させて発電を行うため、それにより系統電力需要を削減できる。

4. DRビジネスの展望と求められる取り組み

これまで述べた通り、特高・高圧帯中心にDRの実施が進む中、デジタル分野での技術進展やVREの導入拡大、電力システム改革の進展などによってDRの実施機会は拡大すると考えられる。ただし、低圧帯も含めてDRのいっそうの普及を図るには、効率的な運用によってDRを実施する際のコストや手間を抑制する必要がある。

低圧帯には多様なDRリソースが存在するものの、各リソースは2,000万件程の需要家のもとに分散しており、個々の規模は小さい。その一方で、DRリソースの規模に関わらずデータ通信や処理には一定のコストが生じることから、低圧リソースを活用したDRはコストベネフィットが見合わないケースが多い。また、低圧帯の一般家庭の場合、特高・高圧帯の産業需要家と比べると、計画したDRの確実な遂行に対する信頼性が低い点や、ベースラインの想定が難しい点も課題として挙げられる。

こうした状況を克服するには、関連する設備やシステムに関する標準化と、一連のプロセスの自動化により、複数の低圧リソースを大きなかたまりとして管理(群管理)することが有効である。

4.1.機器などの標準化(DRready)

低圧リソースを群管理するには、各家庭に存在する多様なリソースが何らかのシステムに接続され、データの送受信やリソース制御が可能な状態でなくてはならない。この際、各リソースの通信機能・規格などがそろっていないと、設備やシステムの開発・導入にあたって毎回新たなコストが発生するため、DRの普及に向けてはこれらの標準化を行うことが重要である。

経済産業省も、将来を見据えた対応を検討すべく、2024年度に「DRready勉強会」を立ち上げた。当勉強会では、アグリゲーターが低圧リソースを容易に識別・制御できるよう、通信接続機能・外部接続機能に関する「DRready要件」の策定を進めている。また、セキュリティ面に関しては、機器メーカーのクラウドなど物理的なゲートウェイ³を介さないDRサービスの普及や、IoT機器の脆弱性を狙ったサイバー攻撃の増加などの近年の変化を踏まえて、17年に策定された「ERABに関するサイバーセキュリティガイドライン」の改定も行われる見通しである。

政府は、「DRready勉強会」などでの議論をもとに、該当する機器の製造会社や輸入事業者に対して、DRready要件を満たす機器の販売割合を示し、DRreadyの低圧リソース普及を促す方針である。メーカーによる開発期間や制度的枠組の構築期間を踏まえると、DRready要件を満たした機器の普及は30年以降になると見通される。

4.2.プロセスの自動化(ADR)

中長期的に、低圧のDRポテンシャルを最大限活用するためには、DRプロセスの自動化(ADR: Automated DR)によるDRシステムの効率化が鍵となる。ADR実現に向けて必要な技術自体はおおむね開発済みであり、今後はDRreadyの進展状況をにらみつつ、①計量、②需給・価格予測、③DR指令、④リソース制御、⑤精算における各技術を一つのシステムに統合していく必要がある(図表4)。

①計量に関しては、スマートメーターやセンサーなどを活用し、電力需要のベースラインやDRポテンシャル、リソース設置箇所の把握を行う必要がある。なお、22年に施行された特定計量制度において、従来の計量法に基づいた検定付きメーターだけでなく、パワーコンディショナー(PCS)やEV充電器などの特例計量器を用いた電力取引が可能になっている。さらに、25年度から全国で導入予定の次世代スマートメーターは、IoTを用いて特例計量器からのデータ収集も可能であり、特例計量器と次世代スマートメーターの組み合わせによって、リアルタイムでのデータ収集が容易になるだろう。ただし、EVに関しては、系統接続先が一つの需要地点にとどまらないため、次世代スマートメーターだけでは管理が難しく、車体に搭載されたテレマティクスシステムも活用して情報を収集・管理する必要があると考えられる。

(参考)

3.ゲートウェイ(GW):異なるプロトコルやデータ形式を使用するネットワーク同士を接続し、相互通信を可能とする装置やソフトウェアのこと

図表4 ADRに求められるデジタル技術

事前準備 1 計量	事前準備 2 需給・価格予想	実需給直前 3 DR指令	実需給 4 リソース制御	事後対応 5 精算
<ul style="list-style-type: none"> 電力需要などの各種データ収集 	<ul style="list-style-type: none"> データ蓄積と電力需給・価格などの予想 	<ul style="list-style-type: none"> 制御指令の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 対応リソースの制御 	<ul style="list-style-type: none"> 各需要家に対する、貢献度などに応じた報酬の支払
IoTデバイス管理 <ul style="list-style-type: none"> スマートメーターやセンサーなどのIoTデバイスの状態監視や、リアルタイムでのデータ収集 	予想モデル <ul style="list-style-type: none"> 収集したデータをもとにした予測モデルによって電力需給や市場価格を予想 	自動指令 <ul style="list-style-type: none"> 需給予測モデルに基づいて自動的に制御指令を生成し、適切なタイミング・宛先に送信 	IoTデバイス制御 <ul style="list-style-type: none"> 機器メーカーもしくはHEMSメーカーのサーバーを通して、需要家側のインターネット接続機器が自動で応答 EVIは、充放電器にてユニット接続を特定、もしくは自動車OEMによって応答 	データ解析 <ul style="list-style-type: none"> 経産省ERABガイドラインに準拠した効果計算 DR報酬額の決定
テレマティクス <ul style="list-style-type: none"> EVIに通信システムを搭し、データを双方向受信 	大規模クラウドストレージ <ul style="list-style-type: none"> 大量の電力データを安全に保存 	データ通信 <ul style="list-style-type: none"> 異なるシステム・デバイスに対するプロトコルの定義によるデータの効率的な共有 (OpenADR 2.0) 		レポート管理・経費管理 <ul style="list-style-type: none"> ブロックチェーン技術などを活用したスマートコントラクトによる精算
DR統括システム				
<ul style="list-style-type: none"> 上記各技術(ソフトウェア)間のデータ連携や、ダッシュボード画面での一元管理体制の構築 				

(備考)1.各種資料により日本政策投資銀行作成

2.HEMSとは、Home Energy Management Systemの略で、家庭内のエネルギー使用状況を可視化し、エネルギー需要を管理するシステムのこと

②需給・価格予測とは、予想モデルなどを活用し、スポット市場入札・時間前市場取引・インバランス支払などの各種選択肢とDRのいずれが最も経済合理的か判断を行う。23年からは一般送配電事業者および送配電システムズが運用する電力データ集約システムにおいて各種データの有償提供が行われており、電力データの活用による予測モデル作成などのビジネス展開も期待される領域である。

このような事前準備の後、適切なタイミングで需要家に対して自動的に③DR指令が送信され、これに基づいて④リソース制御がなされる。なお、上流の通信指令システムは日本初の世界的なプロトコルであるOpenADR 2.0という通信国際規格で統一されている一方、下流に位置する機器やゲートウェイ接続に関しては各社で異なる通信プロトコルや通信指令システムが用いられている状況であり、DRreadyの議論と並行して、OpenADR 2.0による今後の規格統一が期待される。

⑤精算においては、DR実施後に、アグリゲーターが計量器から受領したデータをもとに、経済産業省のERABガイドラインに準拠した効果計算によって各需要家のDR実施量を算定し、DR報酬額を決定する。需要家やRA、ACなどさまざまな対象に対してレポート管理と経費精算を行う必要があるため、ブロックチェーン技術などを活用したスマートコントラクトによる精算効率化が求められると思われる。

これらがADR実現に向けた主要なソフトウェア・機器であり、これらソフトウェア・機器間のデータ連携や、アグリゲーターによるダッシュボード画面での情報一元管理体制に向けたシステム構築も必要となる。

今後、ADRを活性化させていくためには、デジタル技術の高度化に向けた企業間の競争も重要な一方で、通信技術などのADRの基盤部分については、DRreadyで議論される機器と同様に、規格化・共通化させていく必要がある。経済産業省が環境共創イニシアチブ(SII)を通して公募する実証事業では、アグリゲーターだけでなく、ソフトウェア・計量器・自動車・通信・家電メーカーや大型需要家などによる業種を跨いだ連携がすでに実現しているが、30年以降日本国内で早急にADRを導入、ひいてはグローバルに日本のADRシステムを展開するためには、さらにこうした連携が深まることが重要と考えられる。

終わりに

これまで述べた通り、電力系統が抱える課題をS+3Eの原則のもとに解決するには、発電側の供給力確保や技術技術だけでなく、需要側におけるDRの活用拡大がきわめて重要である。VREの導入拡大やデジタル技術の急速な進歩、改正省エネ法におけるDR実績報告の義務化など、DR実施を後押しする環境が整いつつある中で、社会全体でDRの価値に関する適切な理解が広がるとともに、本稿で述べた標準化や自動化などの取り組みを通じて、低圧帯を含むDRリソースの活用拡大に期待したい。

©Development Bank of Japan Inc.2024

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引などを勧誘するものではありません。本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所: 日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部

Tel: 03-3244-1840

e-mail(産業調査部): report@dbj.jp