

分散型エネルギーリソース (DER) の見直し カーボンニュートラル実現のカギを握るDERの普及・活用



佐藤仁人



前田一樹

CONTENTS

- I 分散型エネルギーリソース (DER) とは
- II DER有効活用の重要性の高まり
- III DER関連サービスの動向とその統合化の動き
- IV 関連企業の取るべき行動・目指すべき方向

要約

- 1 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電、風力発電などの自然変動電源の導入・普及が進んできているが、それにより出力制御や電力価格変動の増加などさまざまな電力システム運用上の課題が生じ始めている。これらの課題に対して分散型エネルギーリソース (DER) を活用することで、経済的な電力システムを構築することや、再生可能エネルギーの導入拡大などが実現されうる。また、DERの普及・活用が進むと、電力事業のあり方そのものが変化していくことも想定される。
- 2 こうした中、活用するDERの種別や提供価値に応じて、さまざまなDER関連のサービスが顕在化しつつある。これらのDER関連サービスは、エネルギーサービス内および非エネルギー関連サービスとの間で連携・統合が進んできており、従来の電力関連事業者のみに限らない、さまざまな業種の事業者とかわりのあるものになってきている。
- 3 DER関連事業を意図する各企業には、DER関連サービスの稼ぎどころを明確化し、業界内外のプレーヤーとの連携を図りながら、適切に制度変更を把握しつつも、不透明性が残る中での意思決定を行うことが求められる。

I 分散型エネルギーリソース (DER) とは

分散型エネルギーリソース (DER: Distributed Energy Resources) の定義について

て、一般的な統一見解は存在しないが、本稿では、「従来のエネルギーシステムにおいて供給力・調整力の大半を占めていた大型火力・原子力・水力（含む揚水）発電などの大規模設備以外の系統接続された発電設備・蓄

図1 DERの範囲

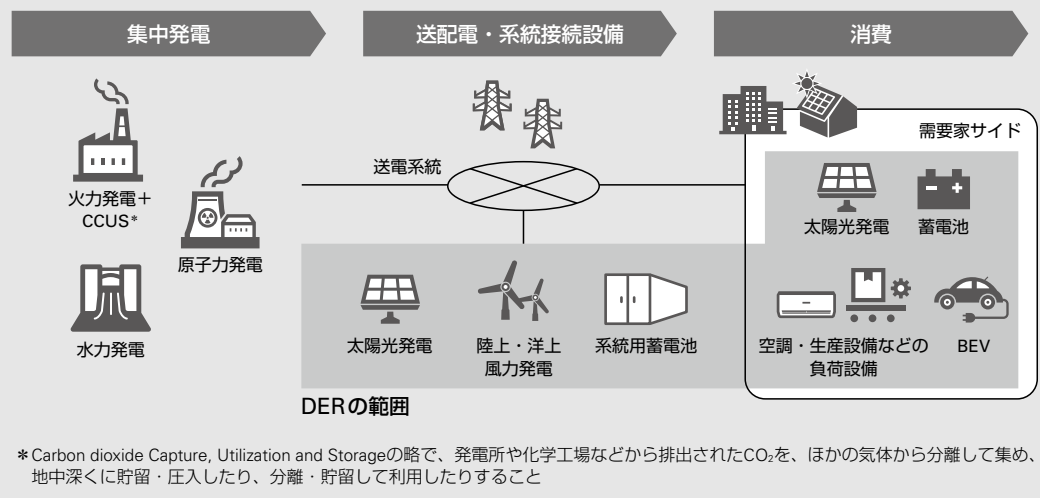
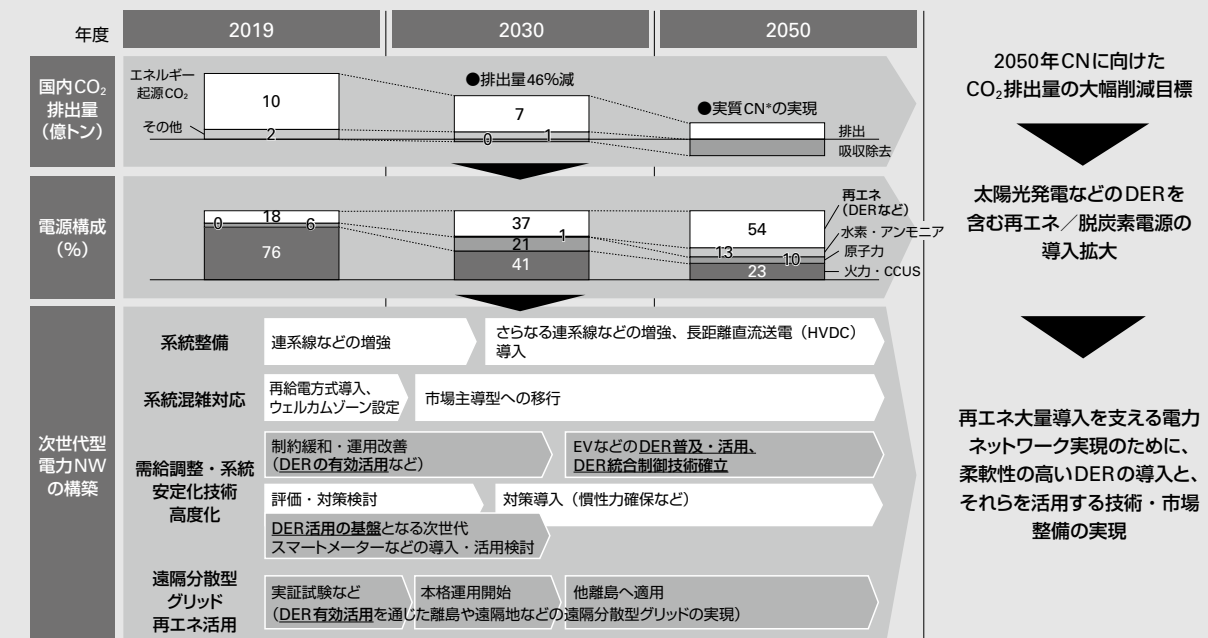


図2 2050年のカーボンニュートラルに向けた電源構成の変化



* CN (カーボンニュートラル) とは、温室効果ガスの排出量と吸収量が均衡している状態のこと
 出所) 地球温暖化対策推進本部Webサイト <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/index.html> (2022/12)、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」[2030年度におけるエネルギー需給の見通し](2021年9月)、基本政策分科会(第43回会合)資料2「2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析(中間報告)」の参考値のケース(2021年5月)、送配電網協議会「2050年カーボンニュートラルに向けて——電力ネットワークの次世代化へのロードマップ」(2021年5月)より作成

電設備と、需要家サイトにおける発電・蓄電・負荷設備」のことであるとする。具体的には、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー（再エネ）や、蓄電池および需要家サイト内の種々の需要機器などのことを指す（図1）。

わが国では、2020年10月の菅内閣総理大臣（当時）の所信表明演説において、2050年にカーボンニュートラル（CN）を目指すことが宣言された。この目標に向けて、再エネの大幅な拡大を含む、電源構成の大きな変化が求められている。また、太陽光発電や風力発電の増加によって生じるさまざまな問題に対処すべく、DERの有効活用の重要性が高まっていくと考えられる（図2）。

II DER有効活用の重要性の高まり

1 DERの普及・導入実績と今後の見通し

資源エネルギー庁の「第6次エネルギー基本計画・エネルギー需給見通し」^{注1}では2030

年度の電源構成が示されており、太陽光発電と風力発電の大幅な拡大が期待されている。具体的には、太陽光発電は20年度の791億kWhから30年度の1375億kWhまでの拡大が見込まれており、これは年平均成長率で5.7%の拡大となる。同様に風力発電も、20年度の90億kWhから30年度には510億kWhまで拡大し、年平均成長率は19.0%である。ここから、両電源とも相当なペースで普及が進んでいく様子が見て取れる。

また「第6次エネルギー基本計画」では、産業・転換部門と、業務部門、家庭部門、運輸部門における需要家側エネルギーリソース（DSR：Demand-Side Resources）の導入・普及見通しが示されている。表1は、部門別のDERに関連する主な省エネ対策の実績・見通しと進捗率をまとめたものである。

産業・転換部門においては、産業ヒートポンプや産業用照明、コジェネレーションの導入拡大とエネルギー管理のさらなる実施が掲げられている。産業ヒートポンプの導入は、食料品製造業などで行われている加温・乾燥

表1 第6次エネルギー基本計画における主な省エネ対策の導入実績と導入・普及見通し

部門	DER導入・活用に関連する主な省エネ対策	導入実績	導入・普及見通し
		2012年度	2030年度
産業・転換	産業ヒートポンプ（加温・乾燥）の導入	0.0%	9.3%
	コジェネレーションの導入	503億kWh	798億kWh
	産業部門における徹底的なエネルギー管理の実施	4.0%	24.0%
業務	業務用給湯器の導入	7.0%	44.0%
	BEMSの活用、省エネ診断などによる徹底的なエネルギー管理の実施	6.0%	47.0%
家庭	CO ₂ 冷媒HP給湯機の導入	400万台	1,590万台
	燃料電池の導入	5.5万台	300万台
	HEMS・スマートメーター・スマートホームデバイスの導入	0.2%	85.0%
運輸	EV・PHVの導入	0.0%	16.0%

出所) 資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」2021年10月、資源エネルギー庁「2020年度総合エネルギー統計 時系列表」（2022年4月）より作成

プロセスにおける熱を、高効率のヒートポンプで供給するというものであるが、12年度の導入実績は0.0%であったものが30年度の導入・普及見通しは9.3%と、今後大幅に導入・普及が加速すると見込まれる。また、コジェネレーションとエネルギー管理についても、12年度時点での導入実績は503億kWhであったものが、30年度には798億kWhになると予想されている。

業務部門においては、高効率な給湯設備（ヒートポンプ給湯器や潜熱回収型給湯器など）や照明の導入拡大とエネルギー管理が掲げられている。高効率な給湯設備については12年度導入実績7.0%が30年度には44.0%へ、エネルギー管理については6.0%が47.0%まで拡大することが見込まれる。

家庭部門においては、燃料電池の導入は12年度5.5万台が30年度300万台に、またHEMS・スマートメーター・スマートホームデバイスの普及は12年度0.2%から30年度85.0%と、今後大幅に導入・普及が加速すると見込まれる。

運輸部門ではEV・PHVの導入拡大が掲げられている。12年度時点での導入実績は0.0%であったが、30年度の導入・普及見通しは16.0%と、今後大幅に導入が加速すると見込まれる。

2 自然変動電源の拡大によって生じる電力システムへの影響

太陽光発電や風力発電などの再エネは、自然条件によって出力が大きく変動するため、一般に自然変動電源と呼ばれる。この自然変動電源の普及拡大は、今後、既存の電力システムに大きな影響を与えることが予想される。

(1) 出力制御の発生

出力制御とは、一般送配電事業者が発電事業者に対し、発電設備からの出力の停止または抑制を要請することである。発電事業者の発電量が課題になったため、電力の需給バランスが崩れ、送電設備に負荷がかかり過ぎると一般送配電事業者が判断した場合、この出力制御が実施される。出力制御が行われると、発電事業者は本来得られるはずであった発電による収入が得られなくなることから、出力制御は発電事業者の事業面に大きな影響を及ぼす。

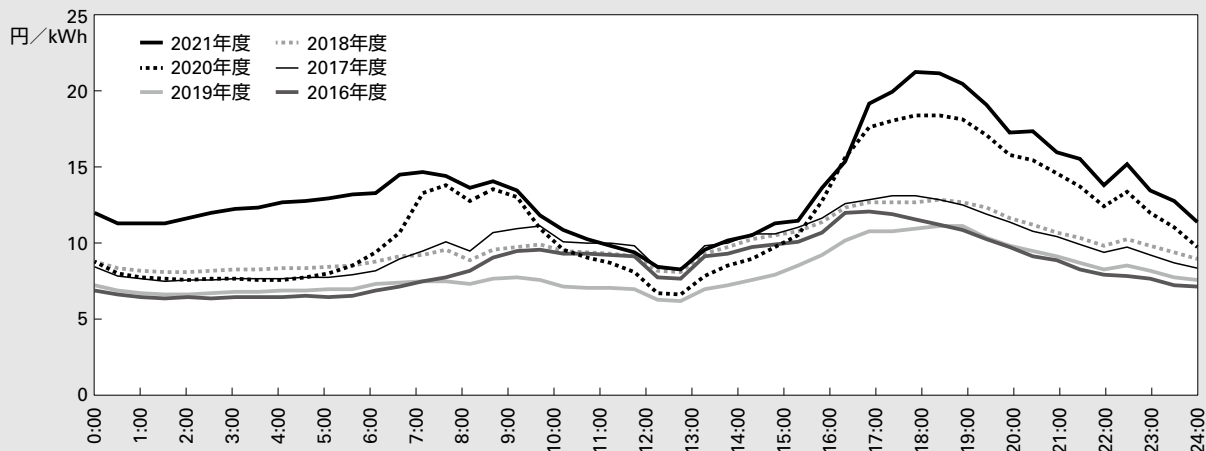
こうした出力制御の仕組みの下、太陽光を中心とした再エネの導入が拡大したことにより、2018年10月に全国で初めて九州電力エリアで再エネの出力制御が行われた。

(2) 昼間の卸電力市場価格の低下

日本卸電力取引所（JEPX：Japan Electric Power Exchange）は2003年に設立された日本で唯一電気の売買ができる市場であり、スポット市場、時間前市場、先渡市場など、さまざまな市場が開設されている。そのうち「スポット市場（一日前市場）」は、限界費用が安い電源から優先的に約定される仕組みとなっている。そのため、太陽光発電や風力発電などの限界費用がほぼゼロの再エネは、通常、ほかの電源と比べて優先的に約定されることとなる。ここで、太陽光発電の場合は日中のみ発電することから、太陽光発電の導入が拡大すると、日中の市場価格が低下することとなる。

実際に、図3が示すとおり、太陽光発電の発電量が最も多い時間帯である12:00や12:30の市場価格が、他時間帯よりも低下している

図3 日本卸電力取引所スポット市場の時間別年間平均価格の推移



*1 本論考では、調整力・慣性力などのニーズの増加、電力系統に流れない電力量の増加（後述）を紹介

*2 JEPXスポット市場価格は、太陽光発電の発電量に限らず、その他電源の供給量や需要量の多寡によっても価格が変動することから、太陽光の普及拡大は昼間の市場価格低下の主要因の一つに過ぎず、太陽光発電の発電量以外の要因もあることに留意
出所) 一般社団法人 日本卸電力取引所「取引情報」<http://www.jepx.org/market/index.html> (2022/7/28時点) より作成

ことが分かる^{注2}。

また図3からは、この昼間に市場価格が低下する傾向が、需給逼迫により価格が高騰した20年度や21年度においても同様であることも見て取れる。20年度や21年度は、発電所のトラブルによる供給力の減少や、予期せぬ気温の変化による需要の増加などにより需給が逼迫し、またLNGをはじめとする燃料価格が高騰したことから、市場価格が他年度よりも高騰した。こうした状況においても、太陽光の導入拡大により、昼間は需給逼迫が緩和され、市場価格が相対的に安くなっていると考えられる。

3 DER有効活用による 効率化・強靱化

自然変動電源の普及は、CNの目標達成という意味からは今後推進されるべき施策ではあるのだが、一方で既存の電力システムに大きな負荷をかけるという側面があることも無

視できない。

CN目標達成と電力の安定供給の両立を実現するための対策案を表2に取りまとめた。これらの施策の中でも特に、分散型・低圧リソースの活用による効率化・強靱化、系統用蓄電池などの分散型電源の活用など、DERの有効活用による効率化・強靱化が注目される。

(1) DR・VPPの活用

自然変動電源の拡大によって、電力システムには足元でもさまざまな影響が生じており、中長期的にこれらの影響はさらに大きくなると考えられる。このような背景の中で、大規模集中型電源に依存した従来型のエネルギー供給システムが見直され、DERを電力システムに活用する仕組みの構築が進められている。

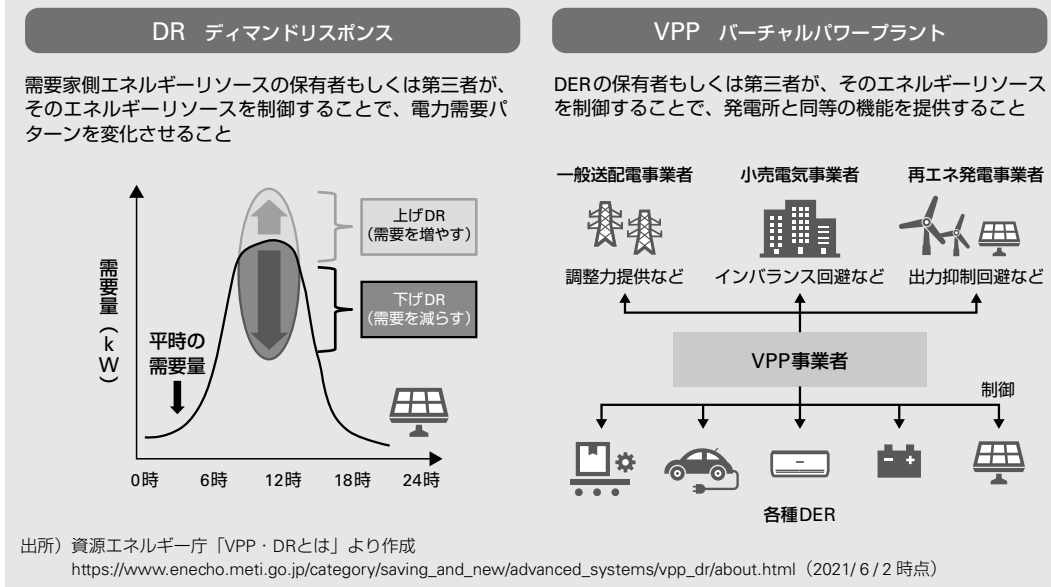
DERを電力システムで活用する仕組みの代表例としては、DRやVPPと呼ばれる仕組

表2 カーボンニュートラルの目標達成と安定供給の両立に向けた今後の対策案

対策案	概要
分散型システム導入	分散型・低圧リソース（再エネ、蓄電池、DRなど）の活用による効率化・強靱化
調整力の拡大	揚水発電の維持・強化、系統用蓄電池などの分散型電源の活用
次世代ネットワーク構築	再エネの大量導入を見据えた電力ネットワークの再構築と運用の高度化
脱炭素電源投資	長期脱炭素電源オークションの導入、原子力発電所の再稼働の加速

出所) 資源エネルギー庁「第53回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 資料4-1」(2022年9月)より作成

図4 DERの活用方法としてのDR・VPP



みが挙げられる。DR・VPPによって、経済的な電力システムの構築や、再エネの導入拡大、系統安定化コストの低減といった効果が期待されている。なお、DR (Demand Response: デマンドレスポンス) とは、需要家側エネルギーリソースの保有者もしくは第三者が、そのエネルギーリソースを制御することで、電力需要パターンを変化させることを指す。また、VPP (Virtual Power Plant) とは、DERの保有者もしくは第三者が、そのエネルギーリソースを制御することで、発

電所と同等の機能を提供することを指す (図4)。

(2) DR・VPP導入の効果

DR・VPPの導入により、経済的な電力システムの構築や、再エネの導入拡大、レジリエンスの向上といった効果が期待されている。以下に、各効果の詳細を説明する。

① 経済的な電力システムの構築

DR・VPPを通じて、電力システム全体とし

での発電コストや送配電網の整備・維持管理コストが削減されることで、より経済的な電力システムを構築することが期待されている。

まず、需要量の抑制や、電力需要の負荷の平準化を行うことで、発電コストを抑制することが期待される。電力需要のピーク時間帯は、1年間のうちわずかな時間であるものの、このピーク需要を満たすために、発電設備は維持・管理されている。そのため、DR・VPPによりピーク時間帯の電力需要を抑制できれば、ピーク電力用の発電設備の維持費や設備投資を抑えることが可能となる。また、ピーク時間帯や需給逼迫時においては、燃料費が高い（限界費用が高い）電源の焚き増しが行われることが多いが、これが原因で、需給逼迫時には卸電力市場の価格は高騰することになる。そこで、DR・VPPを活用し、ピーク需要の抑制や需給逼迫の緩和ができれば、燃料費が高い電源の焚き増しを抑え、卸電力市場の価格の高騰を抑制することが可能である。

また、発電コストの削減だけでなく、DR・VPPによって送配電網の維持管理コストを低減することも期待される。低圧系統への分散型電源の接続が進むと、上位系統の設備増強が必要となる場合や、個別のローカル系統や配電系統における分散型電源の混雑管理を日常的に行うことが必要となる場合などがある。こうした中で、配電網を運用する事業者が、他のプラットフォームとの連携などにより、配電エリアにおけるデジタル技術を活用した出力制御や、地域のDERによるフレキシビリティを活用した系統運用を行うことで、前述の設備増強を回避できる可能性がある。これは、上位系統を維持・運用して

いる一般送配電事業者のコスト削減にも寄与することから、社会コスト低減にもつながる。

このようにして、DR・VPPは経済的なエネルギー利用の促進や、送配電網の維持管理コストの低減につながり、経済的な電力システムの構築に寄与する。

②再エネの導入拡大

再エネの大量導入に向けては、さまざまな問題が想定され、制度・運用面の対応が進められている。再エネ導入量の拡大により、上げしろ・下げしろの不足や系統制約の発生が想定されるが、前者については、再エネ出力制御機能の具備や広域運用（需給調整市場の構築）といった対応が行われ、後者については、「ノンファーム型」接続の検討や「プッシュ型」の計画的系統整備が行われている。

上げしろ・下げしろの不足に対する再エネ出力制御機能の具備に関しては、現在でも既に出力制御が行われている。ここで、DR・VPPにより需要を創出できれば、出力制御を回避し、再エネで発電した電力を有効に活用することが可能となる。たとえば、蓄電池などの需要家側エネルギーリソースを制御し、当初の計画を上回る需要を創出すれば、供給量が多い時間帯においても需要と供給のバランスを保つことができる。こうした取り組みは「上げDR」と称され、より多くの再エネの導入・活用に貢献することが期待されている。

また、上げしろ・下げしろの不足に対する需給調整市場の構築の際にも、DR・VPPによる調整力を確保することで、調達コストの低減が期待されている。今後、さらに自然変動電源の導入が進んだ場合、出力制御や上げ

しろ・下げしろの不足などの問題がさらに大きくなることが想定される。DR・VPPは、こうした問題の解決手段の一つとして大いに期待されている。

③レジリエンスの向上

分散型エネルギーシステムとは、電力システムの上流からの電力供給のみに依拠するのではなく、地域に存在するDERを活用しながら、比較的下位の系統において需給バランスを保つようなエネルギーシステムのことを指す。

分散型エネルギーシステムには、平常時は主要系統と接続しつつ、災害時は配電系統などに接続している再エネ電源を利用し、独立運用を行うことができるようなシステム・事業モデルも含まれる。たとえば、分散型エネルギーシステムの一つの形態であるマイクログリッドにおいては、災害時にもエリア内の需要家に対して電力供給を継続できるような機能も期待されている。

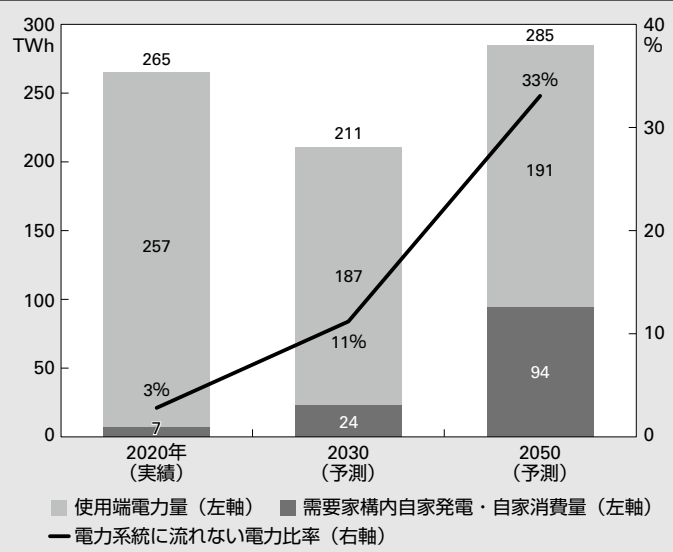
このように、地域に存在するDERを活用してDR・VPPを行うことで、地域のレジリエンス向上に貢献することが期待されている。

(4) 電力系統に流れない電力の増加

DERが普及すると、電力システムにおける電力の流れが大きく様変わりすると考えられる。すなわち、これまで大型発電設備から電力系統を介して需要家まで電気が届けられていたが、DERの拡大により需要家が自ら発電などを行うようになり、電力系統に流れない電力が増加するからである。

図5に、家庭需要家における電力需要量と電力系統に流れない電力比率の推移に関する

図5 家庭需要家における電力需要量と電力系統に流れない電力比率の推計



推計結果を示す。2020年現在、家庭需要家の電力需要量は265TWh程度である。このうち、需要家の敷地内に設置され、発電量が主に自家消費される太陽光や家庭用燃料電池と、その自家消費を促進する蓄電池によって供給されて電力系統に流れない電力量（需要家構内で発電・自家消費される電力量）は7TWh程度と推計され、その電力量比率は3%程度と考えられる。

一方、今後は、太陽光や家庭用燃料電池、蓄電池といったDERの増加によって、電力系統に流れない電力比率は上昇する見通しである。野村総合研究所（NRI）の推計によると、30年度の電力系統に流れない電力量は約24TWhと予測され、電力系統に流れない電力比率は約11%となる。さらに50年度の電力系統に流れない電力量は約94TWhと予測され、その比率は約33%となる。これはすなわち、50年には家庭需要家の電力消費量の約3分の1は、現在の主流である電力系統からの電力販売という事業モデルの対象ではなくな

っているということである。

III DER関連サービスの動向と その統合化の動き

2020年10月のCN宣言を機に、DER活用に対する関心や需要家のニーズが高まっていることも相まって、国内においてもDERを活用したサービスが数多く登場してきている。本章では、DER関連サービスの全体像を整理したうえで、それぞれのサービスの概要や国内での事例について紹介したい。

1 DER関連サービスの分類

まず、DER関連サービスの提供価値については「 Δ kW価値」「kW価値」「kWh価値」「環境価値」「その他の価値」で整理できる。

Δ kW価値とは、秒単位から数時間単位など、短時間で出力調整を行えることの価値を指し、需給調整市場に対する調整力の提供や、産業需要家などの瞬停・瞬低対応などが該当する。一般に、太陽光や風力など分単位・秒単位で出力が変動する電源が増えてくると、電力系統の需給バランスを取るために調整力が必要となり、 Δ kW価値（具体的には需給調整市場での取引価格）が高くなる傾向にあるため、今後、再エネが拡大する国内においても重要性が増していくことが想定される。

kW価値とは、電力需要がピークの時間帯などに電力を供給できることの価値を指し、容量市場に対して供給力を提供したり、需要家が電気料金を引き下げるために電力需要が大きい時間帯に自家発電を利用して契約基本料金（kW当たりにかかる電気料金）を引き

下げたりすることなどが該当する。太陽光発電や風力発電が普及し、従来型の火力発電設備が減ることで、ピーク時間に対応可能な設備容量の低下が懸念されており、今後、ピーク時間帯に供給力を提供できるkW価値が高まってくるのが想定される。

kWh価値とは、電力量を供給することの価値を指す。従来型の電力小売もkWh価値を提供するサービスとして位置づけられるが、昨今はkWh価値に再エネ証書などの形で環境価値が紐づけて需要家が調達するニーズが高まってきている。DER関連サービスでは、かつては Δ kW価値やkW価値が主な収益源だったが、昨今は、卸電力価格の高騰に加えて環境価値取引が広がりつつあることから、この「kWh価値」に加えて「環境価値」に着目したサービスなども台頭しつつある。

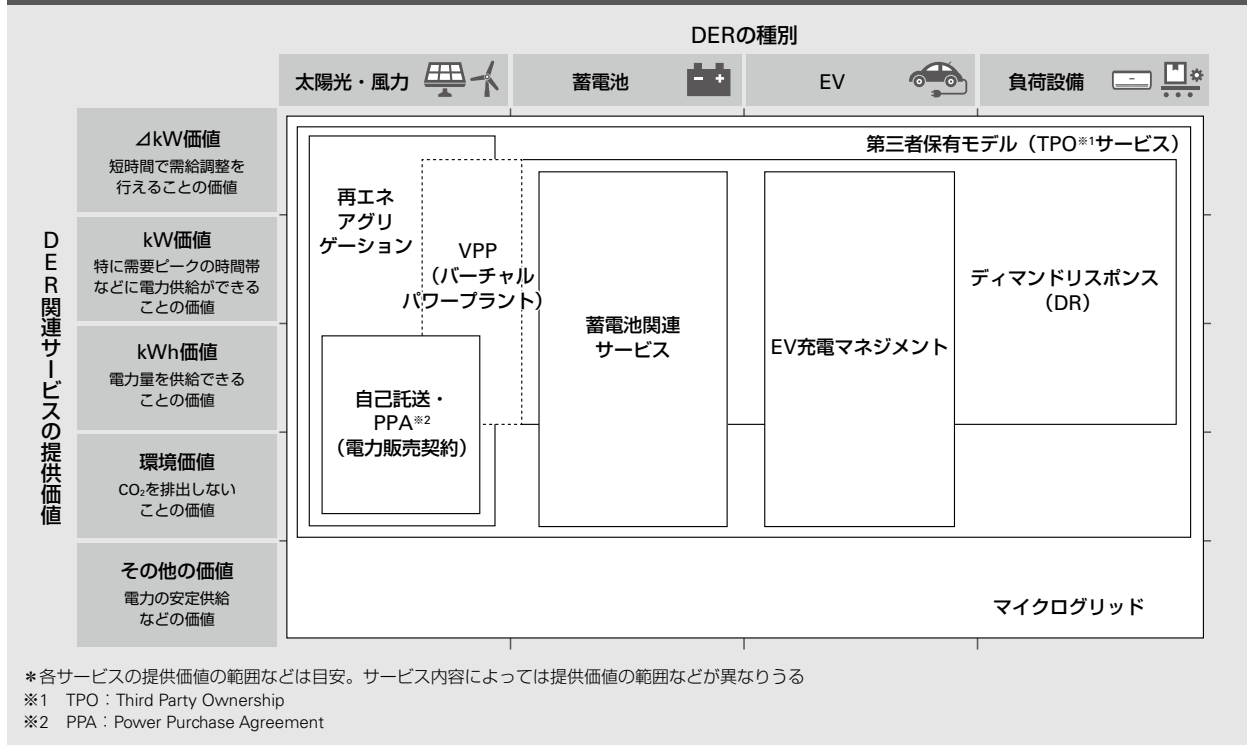
その他、DER関連サービスにはレジリエンス向上や系統混雑回避などの提供価値も期待されている。

ここまで挙げた Δ kW価値、kW価値、kWh価値などの多くは、これまで大型の発電設備を中心に提供されてきたが、DERの普及拡大に伴い、近年はDER関連サービスにおける価値提供の一翼を担うようになってきている。

そしてDER関連サービスを、当該サービスが対象とするDERの種別と、当該サービスが提供する価値の2軸で整理したものが図6である。これにより、各種DER関連サービス間で対象とするDERや提供価値に重なりが多いことが見て取れる。

これは、そもそもそれぞれのDER関連サービスの定義の中にはほかのサービスの要素が内包されていることを意味しているが、それ

図6 DER関連サービスの種別と提供価値



それぞれのDER関連サービスが互いに親和性が高いことも表している。たとえば、蓄電池関連サービスを提供する事業者が、蓄電池のTPO（Third Party Ownership：第三者保有）サービスを合わせて展開していたり、VPP事業者が、再エネも制御対象に取り入れる形で再エネアグリゲーションも展開していたりするケースなどが挙げられる。こうしたDER関連サービスのうち、ここでは、近年、再エネ調達手法として需要家の関心が高まっている「自己託送・PPA」について取り上げる。

2 自己託送・PPA

(1) サービス概要

脱炭素化の流れを受けて、企業などにおいて再エネ電力調達に対するニーズが急速に高

まっているが、ここではまず、需要家が再エネ電力を調達する際のスキームの全体像を概観したい。

企業が再エネ電力を調達する際、その方法としていくつかの選択肢が存在する。図7は、主な再エネ電力の調達スキームの選択肢を、再エネ電源の所有主体や立地に応じて分類したものである。

再エネ電源の所有主体としては、再エネ電力を調達したい主体自身が保有するケース以外に、再エネ発電事業者や小売電気事業者、リース会社といった他者が保有するケースが存在する。また、再エネ電源の立地として、再エネ電力を消費する場所で発電するオンサイトと、消費する場所とは別の場所で発電するオフサイトがある。

①自家発電・自家消費は、再エネ電力を消

費したい主体が、敷地内などに再エネ電源を設置し、自家消費するごく一般的なモデルである。再エネ電力を調達したい需要家が最初に検討する選択肢といってもよいだろう。ただし多くの場合、敷地内で設置可能な再エネ電源の容量は限定的で、特に業務・産業需要家では多くの場合、オンサイト電源だけでは電力需要のすべてを賄うことができない。加えて、オンサイトの再エネ電源は太陽光発電が一般的だが、蓄電池などの蓄エネ設備がなければ夜間の電力は他者からの供給を受けることも必要となる。また、再エネ電源を自己保有したくても、初期投資の大きさが導入の課題となることも多い。

これに対して、②オンサイトPPAは、再エネ電力の調達主体の敷地内などに再エネ電源を設置するものの、その保有主体は第三者となるモデルである。需要家としては初期投資なしで再エネ電源を導入でき、かつその再エネ電力を消費できる。需要家は、再エネ電力の利用分の電気料金を支払うことになるが、従来の電気料金の支払いと同様の形で支払いができるため、近年採用されるケースが

増加している。

③自営線^{注3}による自家発電・自家消費、および④自己託送は、再エネ電力の消費地とは別の場所で、需要家が所有する再エネ電源から電力供給を受けるモデルである。このうち、③自営線による自家発電・自家消費は、文字どおり需要家が敷地外に保有する再エネ電源から、自営線を介して電力の供給を受け、自家消費するモデルである。一方、④自己託送は、需要家または需要家と密接な関係を有する者などが保有する再エネ電源の電力について、一般系統を介して供給・使用するモデルである。③のケースのように自営線を設置せずとも他拠点から再エネ電力の供給を受けられるモデルであるが、発電側の計画値同時同量管理^{注4}が求められる。そのため需要家は、発電側の計画値同時同量管理機能などを持った事業者と連携してスキームを組成することが多い。

最後に他者保有でオフサイトの再エネ電力を調達するオプションとして、⑤オフサイトPPA、⑥再エネ電力小売メニュー、および⑦証書の単独調達が挙げられる。そのうち⑥

図7 主な再エネ電力調達のオプション

再エネ電源の所有主体 (資本関係など含む)	自己保有	自己保有 × オンサイト ①自家発電・自家消費	自己保有 × オフサイト ③自営線による自家発電・自家消費 ④自己託送
	他者保有	他者保有 × オンサイト ②オンサイトPPA*	他者保有 × オフサイト ⑤オフサイトPPA* ⑥再エネ電力小売メニュー ⑦証書の単独調達
		需要家の敷地内 (オンサイト)	需要家の敷地外 (オフサイト)
再エネ電源の立地			

* PPA : Power Purchase Agreement (電力販売契約)

は、小売電気事業者が提供する、再エネ100%などをうたう再エネ電力小売メニューを選択し、再エネ電力を調達する方式である。需要家としては、さほど手間なく手軽に再エネ電力を調達することが可能である。

以上見てきたように、需要家が再エネ電力を調達するスキームは数多く存在するが、需要家はこれらの中から、コストや再エネの追加性、導入の容易さ、同時同量管理を含めた技術的難易度などを踏まえて自身のニーズに合致したものを選択することになる。たとえば、自己託送では再エネ賦課金がかからないため、コスト面では相対的に優位になりうるが、一方で比較的小規模な発電BG²⁵の同時同量管理が求められるため、一定程度のインバランスリスクが存在する。反対にオフサイトPPAは、再エネ賦課金の支払いが必要なため相対的にコスト高になるが、比較的大きな発電BGを組成できることから、インバランスリスクを抑えられる可能性がある。これらも天秤にかけながら、需要家は自身に合ったオプションを選択することが必要となる。

なお、先に挙げた「再エネの追加性」とは、「再エネ電力や証書などの購入により、新たな再エネ設備に対する投資を促す効果が

あること」を指す。たとえば自家発電・自家消費のために需要家が新たに再エネ電力を導入する場合は追加性が認められるが、小売事業者から再エネ電力メニューで再エネ電力を調達する場合、既存の再エネ設備を多く利用するため追加性が認められない場合もある。近年は、環境価値に対する関心の高まりや外部評価機関からの要請などのため、この追加性を重視する企業も増えてきている。

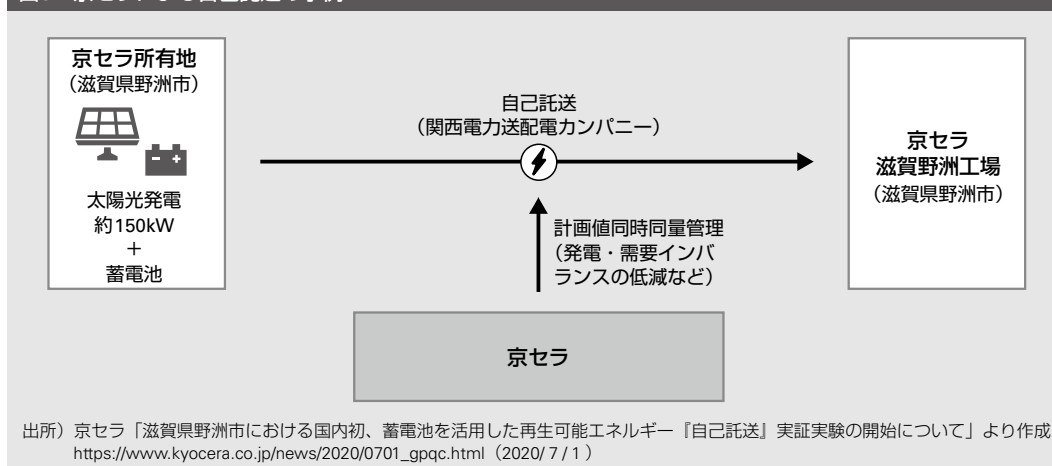
ただ、一般的な需要家にとって、数ある再エネ電力の調達オプションから、自身にとって最適なものを選択することは必ずしも容易ではない。そのため、それぞれの調達スキームの組成を支援する事業者だけではなく、需要家に対して最適な調達方法をコンサルティングするような企業も登場してきている。

(2) サービス事例

ここでは、前述した再エネ電力の調達支援サービスのうち、特に近年台頭してきている「④自己託送」の事例を取り上げる。

京セラは2020年7月、国内初となる蓄電池を活用した再エネの自己託送の実証実験を開始した。これは、図8に示すように、京セラが滋賀県野洲市に所有する約2000㎡の敷地

図8 京セラによる自己託送の事例



に、太陽光発電システム約150kWを設置し、発電された電力を関西電力の送配電網を通して約2km離れた京セラ滋賀野洲工場に自己託送により供給するものである。本実証実験では、国内で初めて蓄電池を活用して自己託送を行っており、蓄電池を活用することで発電インバランスの抑制などを狙っている。自己託送においては、特に発電BGの計画値同時同量が求められるため、京セラの事例のように再エネに蓄電池を併設する事例も今後は増えていくものと想定される。

3 DER関連サービス統合化の動き

DER関連サービスはさまざまな形で他サービスと連携し、統合化されてきている。DER関連サービスの統合化の動きは、大きく「エネルギーサービス内での統合」と「非エネルギーサービスとの連携・統合」の2つの視点で捉えることができる。さらに、エネルギーサービス内でのDER関連サービスの統合については、(1) 複数のDER関連サー

ビスの統合、(2) 各DER関連サービスの業務・提供機能上での統合、および(3) 電力事業のバリューチェーン上での統合、という3つの視点で整理できる。なお、図中のDER関連サービス名は例示であり、各視点による統合は記載のサービスに限るものではない(図9)。

(1) 複数のDER関連サービスの統合

DER関連の各サービスでは、あるサービスが他サービスを内包する場合も多く、DER関連サービス自体でも統合がなされてきているといえる。たとえば、EV充電マネジメントサービスや蓄電池関連サービスは多くの場合、需要家内のデマンドマネジメントなどを行うことに加え、小売電気料金に応じた充放電を行って電気料金の低減を実現したり、需給調整市場や容量市場などに蓄電池をリソースとして提供したりするという意味で、DRサービスそのものでもあるといえる。

具体的な事例を挙げると、電力需給管理代

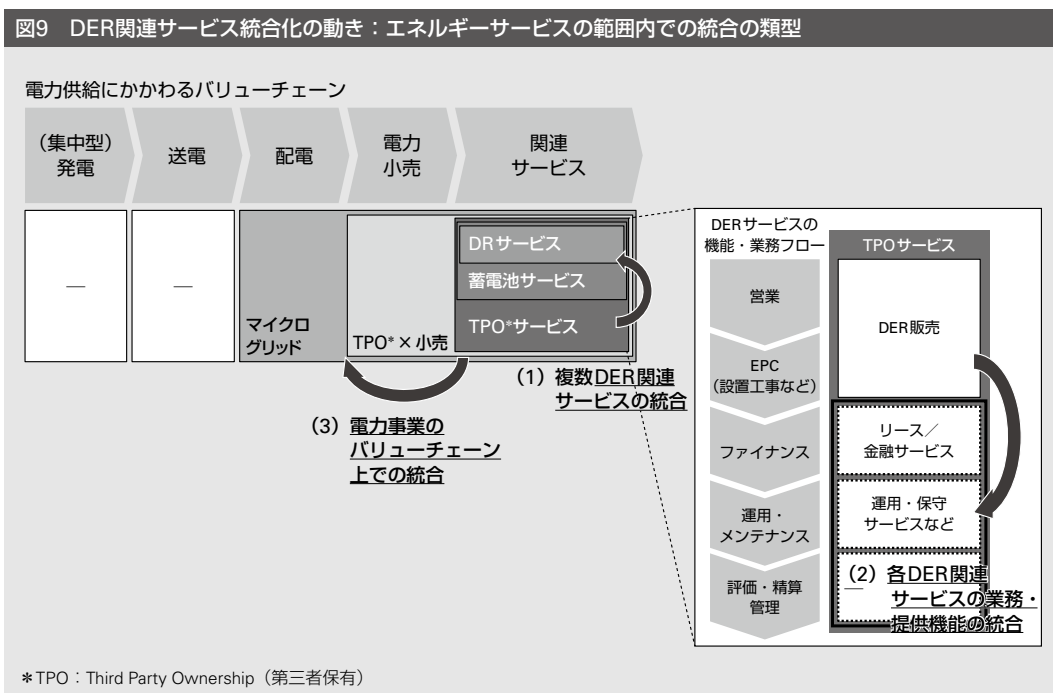
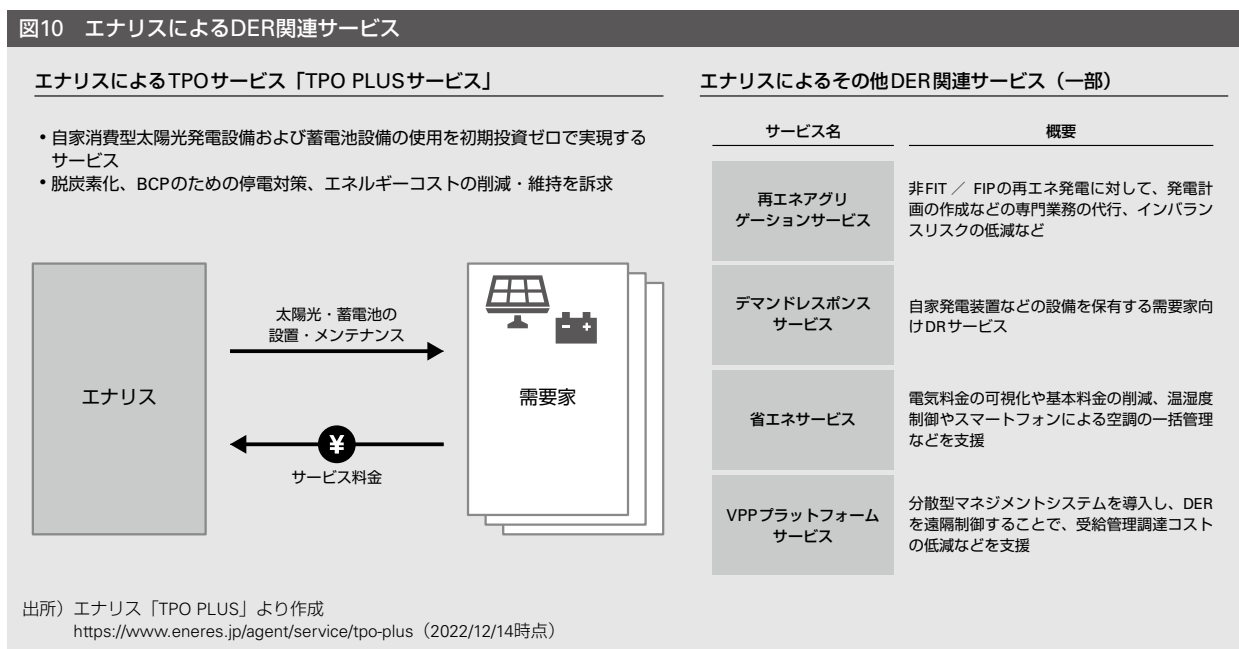


図10 エナリスによるDER関連サービス



行業のエナリスは、DERに関連してTPOサービスや再エネアグリゲーションサービス、DR、VPPなど各種サービスを統合的に提供している（図10）。

(2) 各DER関連サービスの

業務・提供機能上での統合

DER関連サービスの一部は、従来のDERの販売から運用までのプロセスにおける各業務や提供機能を統合したものであるといえる。この視点による統合の典型例としては、TPOサービスが挙げられる。ここでは、具体的に、家庭向けの蓄電池TPOサービスについて考えてみたい。

まず、従来型の家庭向け蓄電池事業は、蓄電池メーカーや販売事業者が蓄電池の営業・設置工事を行い、需要家に設備を販売する。この際、需要家は（蓄電池メーカーや販売事業者の支援の下で）リースやローンなどの金融サービスを必要に応じて活用する場合も想

定される。さらに、一部の蓄電池メーカーや販売事業者は、蓄電池の運用やメンテナンスなどの支援サービスを提供する場合もある。

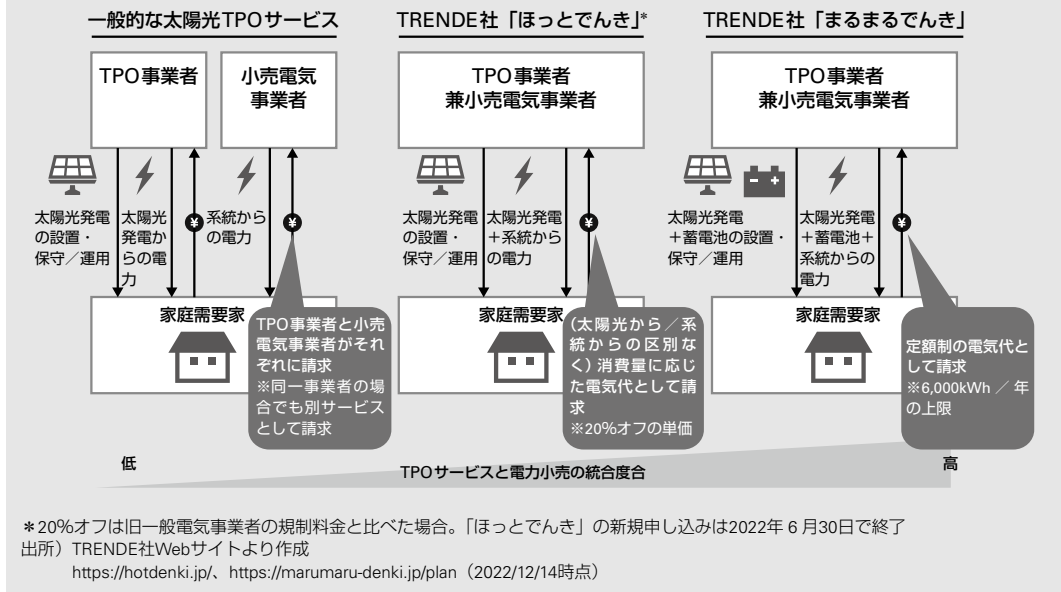
一方、蓄電池のTPOサービスにおいては、TPO事業者は、DERの営業・設置工事から、アセット保有（すなわちファイナンス機能）、運用・メンテナンス、および運用成果の評価・精算までを一体化したサービスの提供を行う。このため、TPOサービスは、DER関連サービスにかかわる各業務・提供機能を統合したサービスであるといえる。

(3) 電力事業の

バリューチェーン上での統合

DER関連サービスの一部は、電力事業のバリューチェーン上で見ると、需要家向けのエネルギー関連サービスと、小売電気事業や配電事業を統合してきたものであり、電力事業バリューチェーン上での統合が進んだサービスであるといえる。

図11 TRENDE社のTPOサービス



電力小売とTPOサービスを一体化したサービスでは、太陽光発電を事業者が設置・保有・運用した上で、この利用にかかる料金を、小売電気料金と一体で回収を行う。そのため、需要家は、系統電力とTPOによる電力の使用の違いを気にしたり、複数社からの料金請求などを受けたりすることなく、通常どおりの電力消費や小売電気事業者とのやり取りをしながら、より安価に電力を利用できる。加えて、グリーンな電気を利用できたり、一定期間後に太陽光発電の譲渡を受けられたりするメリットがある。

さらに、TPOと電力小売の統合をさらに発展させたサービスを提供する事例も見られる。具体的には、東京電力ベンチャーズらが出資するTRENDE社は、前述のような電力小売と太陽光発電のTPOを組み合わせたサービスに、蓄電池のTPOサービスも組み合わせることで、電力の定額サービスを提供している（図11）。

IV 関連企業の取るべき行動・目指すべき方向

1 DER関連事業の難しさ

CNの実現に向けて、DERのさらなる普及と有効活用が求められている中、前章で述べたようなDERを活用したさまざまなサービスも台頭してきている。しかしながら、関連企業が、DERを事業として本格的に活用するためには、以下のような課題をクリアしていく必要がある。

- ①DER関連事業の事業上の位置づけの定義
- ②事業モデルの転換の必要性
- ③「事業環境見通しの不透明性」と「顧客囲い込みの先行者利得」のジレンマ

まず①は、言い換えれば「なぜ、DER関連事業に取り組むか（Why）」であるが、これが明確になっておらず、同一社内であって

も事業上の位置づけの理解に差があるケースも多い。

次に②は、「どうやってDER関連事業を展開するか (How)」とも言い換えられる。特にDER関連サービスは、DERの運用により収益を稼ぐモデルが多く、いわゆる「コト売り」に該当するため、多くの事業者にとっては新たな機能獲得が必要となる。

さらに③は、「どのような時間軸で、DER関連事業に取り組むか (When)」と換言できるが、制度依存の側面が強いエネルギー関連サービスに特徴的な難しさといえる。制度動向を含めて事業環境が不透明な一方で、需要家を早く囲い込むことが差別化要素となりうるという点に、事業展開の時間軸の設定の難しさがある。

2 関連企業の取るべき行動・目指すべき方向

DER関連の事業展開に当たって、NRIとしてはDER関連サービスを展開する企業の取るべき行動と、前述した課題に対する目指す

べき4つの方向性を示している (図12)。

- (1) DER関連サービスの稼ぎどころの明確化
- (2) プレーヤー間の連携
- (3) 制度把握と働きかけ
- (4) 不透明性が残る中での意思決定・事業開発

(1) DER関連サービスの稼ぎどころの明確化

DER関連事業に取り組む事業者は、DER関連サービス統合化の中で、DER関連サービスおよびその周辺サービスを展開することが考えられるが、事業者としては、それぞれのサービスが収益源なのか、収益源につなげるためのサービスなのかを定義したうえで、顧客に対するサービスの展開シナリオ (すなわち、それぞれのサービスをどのようにつなげていくか) を設定することが重要となる。

DRを例に取れば、海外先進市場などでは、図13に示すようにDRを起点として各種エネルギーサービスにつなげる動きが一部の

図12 関連企業の取るべき行動・目指すべき方向

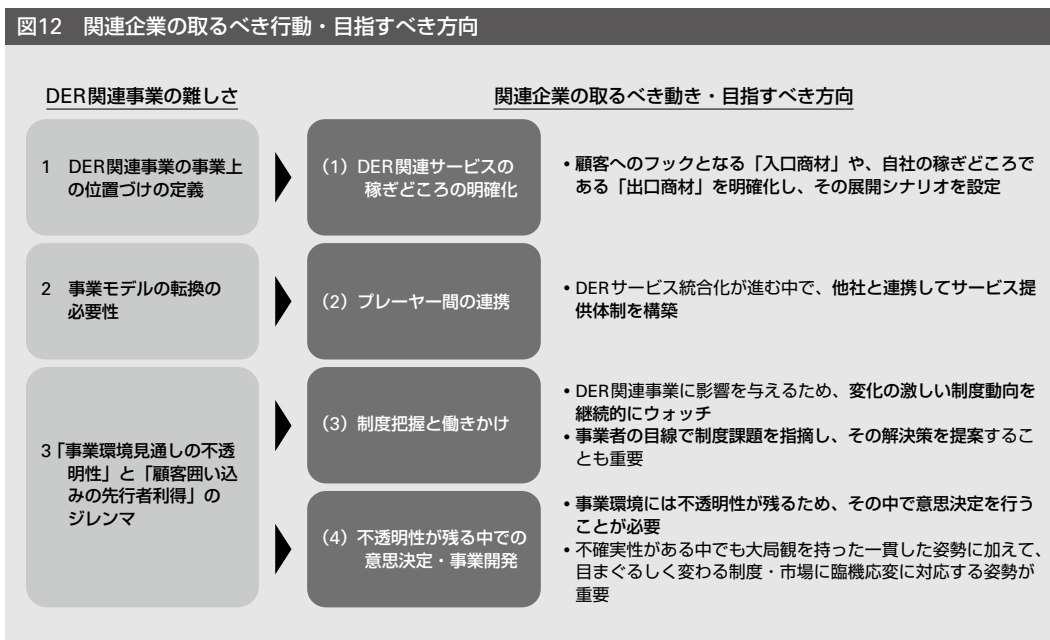
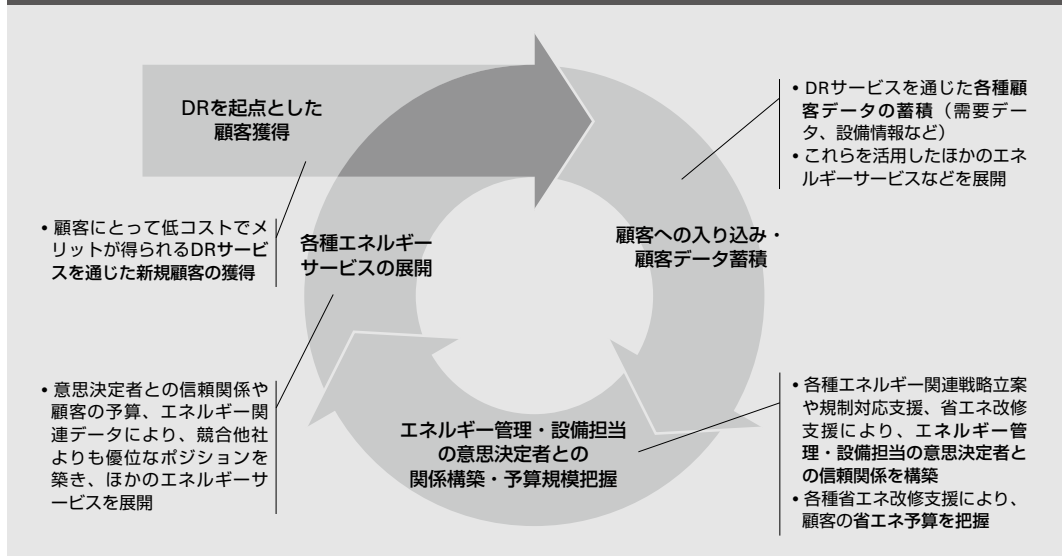


図13 DRをフック商材とした事業展開の例



事業者によって取られている。DRサービスでは、顧客が比較的低コスト・低リスクでメリットが得られることから、各事業者はDRを起点に新規顧客の獲得を行う。そして、DRサービスを通じて需要家が保有する設備や電力需要などの情報を入手することで、他サービスへの展開を狙うことができる。こうして各種エネルギー関連のサービスを展開し、顧客の意思決定者との関係構築を行うことで、他社に対して優位なポジションに立つことができる可能性がある。

事業者としては、このように、顧客へのフックとなる商材や、自社の稼ぎどころである「出口商材」を明確化し、その展開シナリオを設定することが重要である。また、事業を行う中で、定期的に展開シナリオどおりに展開できているかをモニタリングしていくことが重要である。たとえば、フック商材となっているサービスから、稼ぎどころとなっているサービスに実際につながっているかなどをKPIとして設定し、定期的にフォローするこ

とが考えられる。

(2) プレーヤー間の連携

展開シナリオを定めたとしても、事業者としては、必ずしもすべてのサービスを自社で展開できないことも想定される。特に、DER関連サービス統合化の中で各種サービスを一連のサービスとして展開することになれば、単独の企業ではサービスを提供し切れないことも多いと思われる。したがって、DER関連サービスを展開する事業者としては、他社との連携を行うことで、当該サービスを展開したり、不足機能を補ったりすることが重要となる。

他社との連携を検討する際には、図14に示すように、①必要機能の棚卸し、②必要機能の内外製方針の設定、③不足機能の調達、といったステップを踏むことが想定される。

①必要機能の棚卸しでは、想定するサービス（群）に必要となる機能の棚卸しを行う。必要機能としては、商材・サービス軸で棚卸

図14 典型的な他社連携検討のステップ

	実施内容	重要なポイント
① 必要機能の棚卸し	<ul style="list-style-type: none"> サービス展開に必要な機能の棚卸し（商材・サービス種の視点や、バリューチェーンの視点などで、必要機能を整理） 	<ul style="list-style-type: none"> サービス展開上の肝となるKFSの見定め
② 必要機能の内外製方針の設定	<ul style="list-style-type: none"> 必要機能に対して、自社の機能保有状況を確認 不足する機能について、内製（社内育成など）か外部調達（他社連携など）の方針を設定 	<ul style="list-style-type: none"> 自社の強みの見極め KFSを内部化することで優位性を築くことと、外部連携により事業展開のスピードを上げることのバランスの検討
③ 不足機能の調達（提携・買収など）	<ul style="list-style-type: none"> 外部調達機能について、連携や買収などを通じて調達を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 他社に対する提供価値の設定

しをしたり、製品製造から販売、運用、保守などのバリューチェーン軸で棚卸しをしたりすることが考えられる。

このプロセスの中では、事業展開上の肝となるKFS（Key Factors for Success）を見極めることが重要である。たとえばDER関連サービスの多くでは、DER関連の予測・制御機能や、正確に制御するためのDERのポートフォリオ、DERを需要家に展開するための顧客チャンネルなどがKFSとなりうる。KFSは、後にどの機能を自社の中に取り込む必要があるかを検討する際の一つの判断要素となる。

②必要機能の内外製方針の設定では、①で特定した必要機能について、社内育成・外部人材採用などを通じて内製するか、他社連携などを通じて外部から調達するかの方針を設定する。

先に挙げたKFSについては、基本的には自社で内部化することが望ましい。しかしながら一方で、すべての機能を内部化しては、各種DER関連サービスの統合化が進む中で、他社に対してスピードで勝てないこと

も想定される。反対に、多くの機能を外部から調達して集めても、各種サービスをコーディネートするだけで自社としての稼ぎどころがなかったり、他社に対するサービスの優位性が築けなかったりするリスクがある。そのため、自社の強みが何なのかを見極めた上で、「KFSを内部化して優位性を築き、収益性を確保すること」と「外部連携により事業展開のスピードを上げること」のバランスを取っていくことが重要である。

最後に、③不足機能の調達では、外部から調達する機能について、他プレーヤーとの連携や機能を保有する他社の買収を行う。特に事業展開上のKFSを自社で内製化することが難しい場合には、当該機能を有した企業の買収も有力な選択肢となってくるだろう。

なお、③では、連携先プレーヤーを検討する際、自社として手に入れたい機能だけではなく、相手に対する提供価値も併せて検討し、お互いに意義のある連携の形を目指すことが必要である。

(3) 制度把握と働きかけ

今後、電力システムの分散化が進み、DERのさらなる普及とその有効活用が進むという大きな方向性は、ほぼ間違いがないだろう。しかし、DER関連サービスの具体的な顕在化・拡大時期や、DER関連サービスの詳細なレベルでの提供方法・業務・収益源は、今後の制度設計に依存するところが大きい。一方で、東日本大震災以後の電力システム改革以来、エネルギー制度は大きく変わってきており、試行錯誤をしながら絶え間なく変更が重ねられている。

したがって、DER関連サービスに取り組む事業者としては、こうした制度動向を継続的に注視することが重要である。事業者としてフォローすべき項目は、需給調整市場や容量市場といった市場の立ち上がり時期、ルール設計など、ビジネスモデルの根幹に影響する大きな枠組みから、ベースライン算定方法の変更などの運用上のルールまで多岐にわたるが、これらにより事業者が受ける影響は大きいこともまた事実である。

また、市場をリードしようとするプレーヤーにとっては、こうした制度動向をウォッチするだけでなく、むしろ市場をあるべき姿に向かわせるためのロビイングをすることも重要である。たとえば、国が実施する実証事業に参加したり、関係省庁に意見陳情したりするなどして事業者の目線で制度課題を指摘し、その解決策を提案する姿勢が求められる。

各事業者にとっては、こうした制度の動きをフォローするだけでも大変な労力が必要な作業であり、一朝一夕で深い論点まで理解することは難しいものと想定される。社内で制度動向のウォッチやロビイングを行うチーム

を組成することも一手ではあるものの、専門人材の獲得・育成が必要となるため、外部専門家を活用することも有効な選択肢の一つとなるだろう。

(4) 不透明性が残る中での意思決定・事業開発

制度動向を継続的にウォッチし、制度設計に対して積極的な働きかけをいくら行ったとしても、依然として将来の事業環境に不透明性が残るのは事実である。原発新増設・再稼働などのように見通しが難しいものや、ここ数年でにわかに問題となった電力需給の逼迫のように、急激な事業環境変化も起こりうる。

したがって、事業者としては事業環境に不透明性が残る中で意思決定を行っていくことが必要になる。具体的には、DER関連事業に取り組む事業者には、「不確実性がある中でも大局観に基づいた一貫した姿勢」に加えて、「目まぐるしく変わる制度・市場に臨機応変に対応していく姿勢」、という一見矛盾する2つの姿勢を兼ね備えることが求められる。

このような不透明性がある中で、DER関連の事業開発を行うためには、組織の体制やシステム開発などをなるべく硬直的なものとし、変化に柔軟に対応できるようなものとしておくことが重要である。

以上、DER関連事業の展開上の課題に対し、4つの方向性を示した。まとめると、「DER関連事業の事業上の位置づけ・稼ごころを明らかにし、プレーヤー間の連携を図りながら事業モデルの転換を進める。これを、最大限の制度把握・働きかけをしながらも、事業環境の不透明性が残る中で意思決定

をすることで進めていく」ということである。「言うは易く行うは難し」ではあるが、DER関連事業に取り組む各社がこの難題に挑戦し、DERの普及・活用を後押しすることが、CN実現への着実な一歩になるのではないか。

注

- 1 経済産業省ニュースリリース「第6次エネルギー基本計画が閣議決定されました」(2021/10/22)
<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005.html>
- 2 JEPXスポット市場価格は、太陽光発電の発電量に限らず、その他電源の供給量や需要量の多寡によっても価格が変動することから、太陽光の普及拡大は昼間の市場価格低下の主要因の一つに過ぎず、太陽光発電の発電量以外の要因もあることには注意が必要である
- 3 再エネなどの電源から需要地までを結ぶ電力用の電線のうち、事業者が自ら敷設するものこと

- 4 発電計画（需要計画）と実際の発電量（需要量）が一致するような管理を行うこと。これらがずれるとインバランス料金といわれるペナルティが課されることとなる
- 5 発電BG（バランシンググループ）とは、（単体もしくは）複数の発電所を1つのグループとして束ねたもので、この単位で計画値同時同量の管理が行われる

著者

佐藤仁人（さとうよしひと）
野村総合研究所（NRI）サステナビリティ事業コンサルティング部 グループマネージャー
専門はGX・エネルギー領域における政策および事業戦略の立案・実行支援

前田一樹（まえだかずき）
Nomura Research Institute America, Inc. Research & Consulting Division Senior Manager
専門はエネルギー分野やDX分野の事業戦略立案・実行支援