

2. 再生可能エネルギーの活用拡大に伴うビジネスチャンス

【要約】

- ◆ 2019年6月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」において、今世紀後半に脱炭素社会の実現を目指すことが明記された。中長期的に温室効果ガス排出を削減していくため、日本において再生可能エネルギー（以下、再エネ）の活用拡大が期待される。一方、再エネの活用拡大に向けても、①支援制度からの自立化、②開発用地の確保、③調整力の確保といった制約が存在する。
- ◆ 再エネの支援制度からの自立化に対する要請が強まる中、今後新たに再エネの導入を進めていくためには、支援制度に依存しないビジネスモデルの構築が求められる。一方で需要家側の動きに目を向けると、ESG投資拡大に伴い企業による再エネ調達の実績が活発化しつつある。かかる中、需要家企業に対する再エネ供給が、支援制度に依存しない新たなビジネスチャンスとなる。需要家企業に対する再エネ供給では多様なビジネスモデルが想定されるが、他電源比で再エネのコストが高い日本の事業環境を踏まえると、モデル全体のコスト低減や、再エネが持つ価値を複合的に提供するモデルの構築が求められる。その実現にあたっては、再エネ発電事業者と、小売電気事業者や需要家企業との連携が選択肢となる。小売電気事業者や需要家企業にとっても、電力事業の競争力強化やコスト競争力のある再エネ調達の実現に繋がる可能性がある。
- ◆ また、再エネ導入拡大のためには開発用地の確保が必要となるが、系統制約から、従来の新規開発ペースの維持が困難になることが予想される。再エネの確実な主力電源化を実現するためには、既設発電所の運転長期化・リパワリングによる有効活用が不可欠となる。既設発電所は中長期的に再エネ電源としての価値が高まり、発電事業者をはじめ、様々な事業者がビジネスチャンスが拡大することが期待される。発電事業者は、FIT期間終了を見据え、これまで以上に運転段階に主眼をおいた事業運営が求められるため、オペレーション・メンテナンスの最適化や長期安定的な事業運営の確保が課題となる。それを乗り越えるためには、AI・IoTを活用するケイパビリティの拡充や部材調達安定化を企図した他社との連携、事業の予見性向上に取り組む必要がある。政府には既設発電所の活用を政策上明確に位置づけ、支援を行うことが求められる。
- ◆ 再エネの拡大に伴い、調整力の重要性が増すと予想される。しかし、温室効果ガス削減という制約を踏まえ、電力事業者が安定供給を実現するためには、これまで調整力を担ってきた火力発電に加え、クリーンな調整力の確保が求められる。かかる中、需要側を制御するデマンドレスポンスが選択肢となる。とりわけ、スマートメーターの普及やIoT技術の進展等により、家庭用需要をアグリゲートし、制御する家庭用デマンドレスポンスが新たなビジネスチャンスになると予想する。電力事業者が家庭用デマンドレスポンス事業で競争力を発揮するためには、需要を制御するデバイスへのアクセスを確保することが鍵となるため、事業者自身による家庭への機器の導入促進や、機器メーカーやハウスメーカーとのアライアンスが戦略オプションとなる。機器メーカーやハウスメーカーにとっても、顧客に対してデマンドレスポンスの効用を追加的に訴求する等の営業活動の高度化を通じて、事業機会が広がると考えられる。
- ◆ 温室効果ガスの排出削減に伴う事業環境の変化は、再エネ発電事業者および電力関連事業者と、これら事業者の取り組みを支える多様なプレーヤーにビジネスチャンスをもたらす。当該ビジネスチャンスの獲得に向けた、事業者の取り組みが進展することに期待したい。

1. はじめに

温室効果ガス排出量削減に向けた国際的な取り組みが進展

2015年12月のCOP21において、京都議定書に代わる地球温暖化対策の国際的な枠組みである「パリ協定」が採択された。同協定では、今世紀後半に世界全体の温室効果ガス的人為的な排出量と、吸収源による除去量との均衡を目指すとしており、温室効果ガス排出量削減に対する国際社会の要請は強まりつつある。

日本も温室効果ガスの長期大幅削減を目指す

日本は、パリ協定における中期目標として、温室効果ガス排出量を2030年度に2013年比26%削減する目標を提出している。また、2019年6月には「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」を閣議決定した。この長期戦略では、脱炭素社会を最終到達点として掲げ、それを今世紀後半のできるだけ早期に実現することを目指すとして、2050年までに80%の温室効果ガス削減に取り組むとしている。

再エネに対する期待は高まっているが制約条件も存在

日本が温室効果ガスの長期大幅削減を目指すにあたり、排出量全体の約9割を占めるエネルギー部門においても脱炭素化に向けた大胆な挑戦が求められる。政府はエネルギー部門の温室効果ガス排出の削減に向けて、電力供給における非化石電源比率の引き上げや、電化率の向上、化石燃料利用における低炭素燃料への転換等を推進している。非化石電源比率の向上を図る上で、2018年7月に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」において再エネの主力電源化に向けた取り組みを進めていくことが明記されたように、温室効果ガスを排出しないエネルギー源である再エネの活用拡大に対する期待が高まっている。一方、その実現に向けては以下の制約が存在する。

制約①支援制度からの自立化

第一に、政策的な支援制度からの自立化が必要な点である。2012年7月に開始された固定価格買取制度(以下、FIT)は再エネの導入拡大をけん引してきた一方、買取費用の増加に伴う国民負担の増大や、電力系統の運用に係る課題を顕在化させつつある。今後、新たに再エネの導入を進めていくためには、再エネの支援制度からの自立化が求められる。

制約②開発用地の確保

第二に、開発用地の確保が必要な点である。再エネの新規開発においては、風況・日射量等の資源量や開発費等を踏まえた経済性と、地域社会の理解等の社会的受容性が確保された開発用地が必要となる。かかる制約を踏まえた上で、再エネの活用拡大に取り組む必要がある。

制約③調整力の確保

第三に、調整力の確保が必要な点である。太陽光発電や風力発電は、天候等により出力が変動する自然変動電源であることから、その活用には電力需給を一致させるための調整力が必要となる。再エネの活用拡大に伴い、日本全体で必要となる調整力の量も増加することが見込まれるため、この調整力を温室効果ガス排出の制約を踏まえつつ効率的かつ効果的に確保することが求められる。

各制約を起点としたビジネスチャンスを考察

以下では、第2節で支援制度からの自立化、第3節で開発用地の確保、第4節で調整力の確保の観点から、電力・再エネを取り巻く事業環境の変化とかかる変化がもたらすビジネスチャンスを考察する。

2. 需要家企業に対する再エネ供給

2-1. 需要家企業による再エネ調達の活発化がもたらすビジネスチャンス

(1) 再エネの支援制度からの自立化に対する要請

再エネに対する期待の高まり	第1節で述べた通り、温室効果ガス排出量削減に対する国際的な取り組みが進展する中、日本のエネルギー部門においても中長期的に温室効果ガスの排出削減が求められる。かかる中、「第5次エネルギー基本計画」で再エネの主力電源化に向けた取り組みを進めていくことが明記されたように、温室効果ガスを排出しない再エネの活用拡大に対する期待が高まってきている。
足下はFITにより再エネの導入拡大が進展	日本では、2012年7月に開始されたFITが再エネの導入拡大をけん引してきた。FITの下では、再エネ発電事業者は再エネから生み出される電力を、一定の利潤が配慮された価格で、長期間にわたり売電することが可能である。また、再エネ発電事業者は、発電計画の作成および発電計画と発電実績との乖離(以下、インバランス)の調整責任が免除されている。かかるFITの仕組みは、再エネの事業予見性を高め、再エネに対する新規投資を促進してきた。
FITの下での再エネ導入拡大に伴い課題が顕在化	一方、FITによる買取費用の総額は2019年度に3.6兆円程度に達すると見込まれており、FITの下での再エネ導入拡大による国民負担が増加しつつある。また、再エネ発電事業者に対するインバランス調整責任の免除といったFITの仕組みは、再エネの出力変動に備えて確保する調整力の増大に繋がっており、電力システムの運用を一層難しいものにしつつある。
FITの抜本的見直しを実施される見込み	FITは初期段階における再エネの導入促進を目的に時限的な特別措置として導入されたものであり、FIT法上にも2020年度末までに抜本的な見直しを実施する旨が記載されている。政府は前述の課題を踏まえて、①更なるコストダウンと国民負担の抑制、②長期安定、③電力システムとの統合と変容する需要への適合の3点を基本方針として、再エネが自立していくための橋渡しとなる支援制度の在り方を検討している。
FITの抜本的見直しの検討状況	2019年8月に公表されたFITの抜本的見直しに関する中間整理 ¹⁾ によると、政府は再エネを競争力のある電源への成長が見込まれる「競争電源」と、地域において活用され得る「地域活用電源」に分けて支援制度を検討する方針である。競争電源に含まれる大規模事業用太陽光発電や風力発電に対する支援制度の方向性としては、再エネ発電事業者自らが相対取引や市場取引を通じて電気を販売し、インバランス調整や市場の電力価格、系統負荷等を意識した投資・発電を促す仕組みを目指すとしている。
再エネの支援制度からの自立化が求められる	電源の種類によって導入進展や技術確立の度合いが異なるものの、総じて再エネの支援制度からの自立化に対する要請は強まる方向にある。日本において今後新たに再エネの導入を進めていくためには、支援制度に依存しないビジネスモデルの構築が求められる(【図表1】) ²⁾ 。

¹⁾ 再生可能エネルギー大量導入・次世代ネットワーク小委員会「中間整理(第3次)」参照。

²⁾ 【図表1】の3段目・4段目に該当する住宅用太陽光発電設備を活用したビジネスモデルは、みずほ銀行「プロシューマーを取り込む電力ビジネスモデル①～分散型リソースを活用するビジネスモデル構築の課題～」『Mizuho Short Industry Focus 第167号』(2019年2月26日)、みずほ銀行「プロシューマーを取り込む電力ビジネスモデル②～米国住宅用太陽光発電市場で広がるTPOモデル～」『Mizuho Short Industry Focus 第168号』(2019年3月5日)、みずほ銀行「プロシューマーを取り込む電力ビジネスモデル③～ドイツの蓄電システムを活用したクラウド・コミュニティモデル～」『Mizuho Short Industry Focus 第169号』(2019年3月12日)、みずほ銀行「プロシューマーを取り込む電力ビジネスモデル④～日本での分散型リソースを活用するビジネスモデルの構築に向けて～」『Mizuho Short Industry Focus 第170号』(2019年3月19日)などを参照いただきたい。

【図表 1】再エネ発電設備の全体像および本節の検討対象

FIT開始前に導入された再エネ発電設備	<ul style="list-style-type: none"> • FIT開始前に導入された設備 – FIT前に導入された後に、FIT適用を受けた設備は除く • 水力発電および地熱発電が中心
支援制度の下にある再エネ発電設備	<ul style="list-style-type: none"> • FITおよび現在検討されている新たな支援制度の適用を受ける設備 – FIT前に導入された後に、FIT適用を受けた設備を含む • 2012年以降、事業用太陽光発電を中心に増加
FIT買取期間終了後の再エネ発電設備	<ul style="list-style-type: none"> • FIT買取期間終了を迎える設備 • 2019年以降、住宅用太陽光発電・風力発電等を中心にFIT買取期間が終了する設備が増加する見込
支援制度に依存しない再エネ発電設備 (本節の検討対象)	<ul style="list-style-type: none"> • FITおよび現在検討されている新たな支援制度の適用を受けずに導入される設備 – FIT前に導入された設備やFIT買取期間終了後の設備を除く

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

(2) 需要家側で活発化する再エネ調達への取り組み

需要家企業による再エネ調達の動きが拡大

需要家側の動きに目を向けると、温室効果ガス排出量削減に対する国際社会の要請が強まる中、近年は企業において再エネを調達しようとする取り組みが活発化しつつある。

気候変動対策が企業の評価に影響する可能性

需要家企業の再エネ調達が活発化している背景には、環境・社会・ガバナンス要素を投資判断に組み込む ESG 投資が拡大していることが挙げられる。世界の ESG 投資の市場規模は 2018 年に約 30.7 兆ドルと 2012 年比で約 17.4 兆ドル増加しており、着実に資金の流れに変化が生まれつつある。また環境分野では、企業の気候変動対策に関する情報開示・評価を行う国際的な環境イニシアティブの影響が高まりつつあり、気候変動対策への取り組み状況が企業の評価に影響を与える可能性が高まってきている。かかる中、気候変動対策を踏まえた持続的成長の観点から、需要家企業において再エネ調達ニーズが拡大しているのである。

再エネ調達 100% をコミットする需要家企業も出現

環境イニシアティブの一例として、需要家企業の再エネ調達を推進する RE100 が挙げられる。RE100 は事業運営で使用する電力を 100% 再エネで調達することを目標に掲げる環境イニシアティブで、国際環境 NGO である The Climate Group が 2014 年に RE100 プロジェクトを発足したことから始まった(【図表 2】)。RE100 に参加する企業数は年々増加しており、2019 年 7 月末時点において世界全体で 191 社、日本企業 20 社が参加している(【図表 3】)。

再エネ需要増加にとどまらない効果が期待

日本では産業・業務用の電力需要は電力需要全体の約 7 割を占めることから、環境イニシアティブに参加する企業のように野心的な再エネ調達目標掲げる需要家企業が増加すれば、再エネに対する需要も増加する。加えて、これらの需要家企業は再エネ調達の実現に向けて自ら発電所の開発に乗り出すケースや、発電所の開発を資金面等で支援する可能性もある。需要家企業による再エネ調達の活発化は、単なる再エネ需要の増加にとどまらない副次的な効果をもたらすことも期待される。

【図表 2】 RE100 の参加条件

遵守事項
<ul style="list-style-type: none"> 再エネ100%に向けた宣言 <ul style="list-style-type: none"> グローバルに全事業所が対象 毎年の報告書提出 <ul style="list-style-type: none"> 再エネ発電、消費は第三者監査を受ける
調達方法
<ol style="list-style-type: none"> 再エネ発電設備を保有 <ul style="list-style-type: none"> 電力系統接続の有無は問わない 市場で発電事業者または仲介供給者から再エネ由来の電力を購入 <ul style="list-style-type: none"> 再エネ証書の購入 再エネ発電事業者との電力購入契約締結等

(出所) RE100 公開情報より、
みずほ銀行産業調査部作成

【図表 3】 RE100 に参加する日本企業

企業名	再エネ100%達成年	中間目標
リコー	2050年	2030年に30%
積水ハウス	2040年	2030年に50%
アスクル	2030年	2025年に80%
大和ハウス	2040年	—
ワタミ	2040年	2035年に50%
イオン	2050年	—
城南信金	2050年	2030年に50%
丸井グループ	2030年	2025年に70%
富士通	2050年	2030年に40%
エンビプロ・ホールディングス	2050年	—
ソニー	2040年	2030年に30%
芙蓉総合リース	2050年	2030年に50%
コープさっぽろ	2040年	2030年に60%
戸田建設	2050年	2040年に50%
大東建託	2040年	—
ユニカミノルタ	2050年	—
野村総合研究所	2050年	2030年に36%
東急不動産	2050年	—
富士フイルムホールディングス	2050年	2030年に50%
アセットマネジメントOne	2050年	—

(注) 2019年7月末時点の情報
(出所) RE100 公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

(3) 需要家企業に対する再エネ供給がビジネスチャンスに

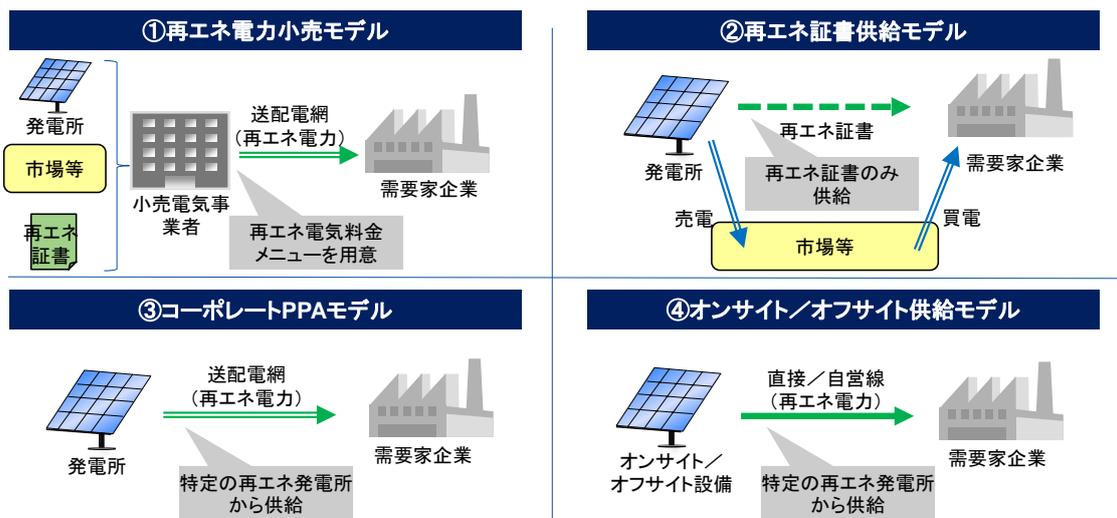
支援制度からの自立化に繋がる可能性

前述の事業環境変化を踏まえると、再エネ発電事業者にとって、支援制度に依存しないビジネスモデルを構築し、今後拡大が見込まれる需要家企業の再エネ調達ニーズを捉えていくことが新たなビジネスチャンスとなり得る。

諸外国では多様な再エネ供給モデルが出現

実際に企業による再エネ調達が活発化している諸外国では、需要家である企業に対する再エネ供給手法(以下、再エネ供給モデル)として、多様なモデルが出現している。以下では、主な再エネ供給モデルである①再エネ電力小売モデル、②再エネ証書供給モデル、③コーポレート PPA³モデル、④オンサイト/オフサイト供給モデルの概要を説明する(【図表 4】)。

【図表 4】 主な再エネ供給モデル(イメージ)



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

³ Power Purchase Agreement (電力購入契約)の略。

①再エネ電力小売モデル

再エネ電力小売モデルは、再エネ発電事業者が再エネ発電所から生まれる再エネ価値付きの電力(以下、再エネ電力)や再エネ証書を小売電気事業者に供給し、小売電気事業者が市場からの電力調達等と組み合わせて再エネ電力を供給する電気料金メニューを設計して需要家企業に提供するモデルである。電気料金メニューの契約期間は単年度であるケースが多く、契約価格は通常の電気料金に再エネ価値分のプレミアムを上乗せするケースが多い。プレミアム水準は国・地域によって異なるが、例えば米国における2016年のプレミアム平均価格は非住宅顧客向けで1.7セント/kWhであった。

②再エネ証書供給モデル

再エネ証書供給モデルは、再エネ発電事業者が再エネ発電所から生まれる再エネ電力のうち電力部分を市場等で売却した上で、証書化された再エネ価値のみを、直接もしくは第三者の仲介を通じて需要家企業に供給するモデルである。再エネ証書の価格は国・地域毎の再エネ証書の需給状況等によって異なる。例えば、米国における2017年の証書価格は0.05セント/kWh以下の水準であった⁴。

③コーポレートPPAモデル

コーポレート PPA モデルは、再エネ発電事業者が需要家企業と PPA を締結し、特定の再エネ発電所から送配電網を利用して需要家企業に再エネ電力を供給するモデルである。需要家企業への電力供給にあたり小売電気事業のライセンスが必要な場合、再エネ発電事業者あるいは需要家企業による当該ライセンスの取得や、小売電気事業者を介するスキームの構築が行われる。PPA は発電所の新設時に締結され、10年以上の長期契約であるケースが多い。供給価格は、再エネのコストに送配電網の利用に伴う託送料金が上乗せされた価格が基準となる。

バーチャル PPA と呼ばれる手法も存在

なお、このコーポレート PPA モデルにはバーチャル PPA と呼ばれる手法も存在する。これは、再エネ発電事業者が需要家企業と PPA を締結した上で、特定の再エネ発電所から生み出される再エネ電力のうち電力部分は市場等で売却し、証書化された再エネ価値のみを需要家企業に供給するモデルである。バーチャル PPA は、再エネ証書供給モデルと類似しているように見えるが、特定の再エネ発電所からの供給である点と契約期間が長期である点が異なる。

④オンサイト/オフサイト供給モデル

オンサイト/オフサイト供給モデルは、再エネ発電事業者が需要家企業の敷地内あるいは周辺に設置された再エネ発電所から、直接あるいは自営線を利用して再エネ電力を供給するモデルである。再エネ発電所の設置・所有は、需要家企業自身が行う場合もある。供給価格は、再エネおよび自営線のコストが基準となる。

再エネ供給モデルの利用状況

諸外国において、再エネ供給モデルはどのように利用されているのであろうか。2017年における RE100 参加企業全体の再エネ調達の内訳をみると、再エネ電力小売モデルと再エネ証書供給モデルによる調達が合計 81%と高い比率を占めている。また、コーポレート PPA モデルによる調達の比率が2015年の3%から2017年には16%まで増加している(【図表5】)。再エネ供給モデルは、モデル毎に供給可能な再エネの量・価格、契約期間、外部からの評価等に差があるため、これらの特徴の差が需要家企業の調達構成に影響していると考えられる。

⁴ 米国 Voluntary 市場における Renewable Energy Certificate の価格。

再エネ電力小売モデル・再エネ証書供給モデルの特徴

再エネ電力小売モデルや再エネ証書供給モデルでは、供給元になる再エネ発電所が多数存在していることから、コーポレート PPA モデルやオンサイト／オフサイト供給モデルと比較して、迅速に大量の再エネを短期間の契約で供給することができる。このことから、需要家企業にとって再エネ電力小売モデルや再エネ証書供給モデルは、必要となる再エネを短期的に大量調達でき、将来的な調達方法の変更も実施しやすい調達手法であると考えられる。

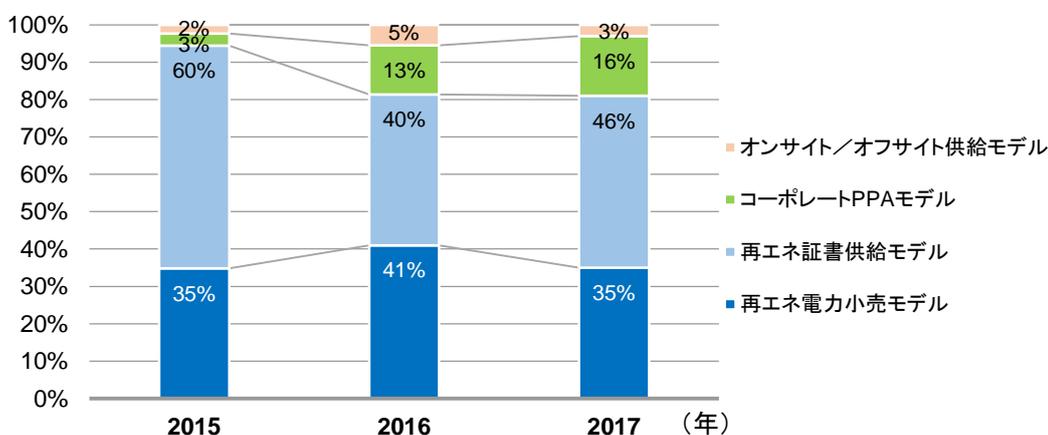
コーポレート PPA モデル・オンサイト／オフサイト供給モデルの特徴

コーポレート PPA モデルやオンサイト／オフサイト供給モデルでは、特定の再エネ発電所の新設時に契約を締結することから、1 契約当たりの再エネ供給を開始するタイミングや再エネ供給可能量は限定される。一方、再エネのコスト低下が進展している地域では、これらのモデルは電力会社が提供する通常の電気料金水準を下回る価格で再エネ電力を供給できる可能性がある。その場合、通常の電気料金水準に一定のプレミアムを上乗せする再エネ電力小売モデルや、需要家企業が別途電力を調達する必要がある再エネ証書供給モデルと比較して、コスト競争力のある再エネ供給を実現できる。

コーポレート PPA モデル等は外部評価も高い

また、コーポレート PPA モデルやオンサイト／オフサイト供給モデルによる調達は、再エネ普及拡大に資する取り組みとして、環境イニシアティブから高く評価されるという特徴もある。これらのモデルは、長期契約の締結によって再エネの事業予見性を高め、その普及拡大を支援していると捉えることができるためである。このことから、需要家企業にとってコーポレート PPA モデルやオンサイト／オフサイト供給モデルは、外部評価が高く、地域次第では経済的メリットのある再エネ調達手法である。

【図表 5】 RE100 参加企業における再エネ調達構成の推移



(出所) RE100 公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

ビジネスチャンスの取り込みには再エネの「売り方」の工夫・検討が必要

日本においても需要家企業による再エネ調達の取り組みが活発化する中、支援制度から自立した多様な再エネ供給モデルの展開が期待できる。一方、再エネ発電事業者がこのビジネスチャンスを取り込むためには、FIT を利用した再エネ発電事業とは異なる能力が求められる。FIT の下では、送配電事業者⁵に再エネの買取義務が課されており、再エネの供給価格および供給期間も FIT により定められていたことから、再エネ発電事業者は供給価格の範囲内で再エネを開発する能力が求められる環境にあった。これに対して再エネ供給

⁵ 旧 FIT 法では小売電気事業者。

モデルでは、事業者が顧客を開拓して再エネ供給に係る諸条件を交渉する必要があり、その供給方法も多様である。従って、再エネ発電事業者が再エネ供給モデルに取り組む上では、後述するように再エネの「売り方」(再エネ供給モデルの構築)まで検討していくことが重要となる。そのため、再エネ発電事業者には顧客開拓や需給調整に必要となるリソースとケイパビリティを、自社の取り組みや他社とのアライアンスを通じて獲得・強化していくことが求められる。

2-2. 需要家企業に対する再エネ供給の展開に向けて

(1) 再エネ供給モデル構築に向けた課題

日本の事業環境を踏まえたモデル構築が必要

これまで述べてきた通り、支援制度から自立したビジネスチャンスとして期待される再エネ供給モデルであるが、その実現に向けては日本の事業環境を踏まえたビジネスモデルの構築が求められる。特に、諸外国と比較して日本では再エネのコスト競争力が低いという点に留意が必要である。

日本の再エネは他電源比でコストが高い

日本では FIT の下で再エネの導入が進展したことで再エネのコストは着実に低下してきたものの、未だ他の電源と比較してコスト競争力のある水準には至っていない。例えば、最もコスト低減が進んだ太陽光発電(出力 10kW 以上)の FIT 買取価格は、2012 年度の 40 円/kWh から 2019 年度には 14 円/kWh⁶まで低下したが、2018 年度の卸電力市場平均価格 10 円/kWh⁷と比較すると、依然割高な水準にある。以上の点を踏まえると、再エネ発電事業者には需要家企業をひきつけるためには、下記 2 点の対応が求められる。

①モデル全体のコスト低減が必要

まず、モデル全体でコスト低減を図る取り組みが求められる。再エネ供給モデルにおいて需要家企業が負担するコストは、再エネのコストに加え、電力需給の調整コスト、送配電網の利用に伴う託送料金等から構成される。これらを考慮したモデル全体のコストをいかに低減できるかが、顧客獲得において重要となる。

②モデルの高付加価値化が求められる

次に、他の事業者との差別化や顧客に対する訴求力向上のため、付加価値を高める取り組みが必要となる。そのためには、顧客となる需要家企業のニーズを深く掘り下げた上で、温室効果ガス排出量の削減にとどまらない価値を提供するモデルを構築することが重要となる。

(2) 課題を踏まえた再エネ供給モデル展開の方向性

オンサイト供給モデルは早期に競争力を獲得し得る

多様な再エネ供給モデルの中で、日本においても比較的早期にコスト競争力を獲得し得るモデルとしてオンサイト供給モデルが挙げられる。2018 年度の需要家企業に対する産業用電気料金は 17.3 円/kWh であり、2019 年度の太陽光発電の FIT 買取価格を上回る水準にある。このことから、託送料金が生じないオンサイト供給モデルでは、需要家企業の立地や電力消費の状況次第では電気料金水準以下で再エネを供給できる可能性がある。まずはコスト競争力を確保できる需要家企業の施設に対して、オンサイト供給モデルを提供することが有効と考える。

⁶ 出力 10kW 以上 500kW 未満の設備の買取価格。500kW 以上の設備は入札制度の対象。

⁷ 日本卸電力取引所のシステムプライス(30 分毎)の 2018 年度単純平均値。

調整コストの低減に向けた取り組みは2点

次に、モデル全体のコスト低減を図るためには、必要となる調整コストの低減に取り組むことが重要となる。太陽光発電や風力発電等を利用する場合、天候等によって出力が変動するため、再エネ供給と顧客需要のバランスを一致させることが難しい。この出力変動によって生じる調整量を可能な限り低減することや、必要となる調整を低いコストで実施することが求められる。そのための打ち手として下記2点が挙げられる。

①出力予測精度の向上

出力変動によって生じる調整量を可能な限り低減する取り組みとして、再エネ発電所の出力データや天候予測技術を活用し、再エネの出力予測精度の向上を図ることが有効である。出力予測精度の向上を図ることで、必要となる調整量を正確に把握できることに加え、発電計画と発電実績の乖離に伴うインバランスコストを抑制することが可能となる。こうした取り組みの一案として、再エネ発電事業者がこれまで開発してきた発電所の発電量データの蓄積と、小売電気事業者の需給調整ノウハウを活かして、両者の連携により、調整コストを抑えた再エネ電力小売モデルを開発することが考えられる。この取り組みは、小売電気事業者にとっても需要家企業の再エネ調達ニーズを捉えることが可能となり、電力小売事業の競争力強化に繋がるだろう。

②調整手法の検討

また、必要となる調整を低コストで実施する取り組みとしては、再エネ発電所への調整機能の実装や、電力市場の活用、需要側による調整等を比較して、モデル全体でコスト低減できる調整方法を採用することが有効である。例えば、需要家企業に低コストで出力調整が可能な生産設備がある場合、当該設備を出力変動の調整弁とすることも検討できよう。この取り組みは、顧客企業にとっても自社リソースの有効活用により、コスト競争力のある再エネ調達を実現することに繋がる。

付加価値の向上に向けては顧客企業と共にモデルを構築

再エネ供給モデルの付加価値を高める取り組みとしては、再エネが持つ価値を複合的に提供するモデルを構築することが有効である。再エネには、温室効果ガスを排出しない点に加えて、需要地に近接して開発できる点といった価値も存在する。これらの価値を組み合わせたモデルを構築できれば、モデルの付加価値を高めることができる可能性がある。例えば、送配電網が脆弱な地域における需要家施設の建設時に、近隣に再エネ発電所を開発して自営線を通じて再エネを供給することや、大規模集中電源や送電網が災害等により機能を喪失する緊急時に備えて、施設の非常用電源として機能するモデルを構築すること等が考えられる。こうした取り組みでは、顧客企業によってニーズが異なるため、顧客企業と共にモデル構築に取り組んでいくことが重要である。

(3)再エネ供給モデルの将来展望

事業者と需要家企業の持続的成長に繋がる可能性

需要家企業による再エネ調達は活発化しつつあるが、更なる普及に向けては再エネ供給のコスト低減と付加価値向上が不可欠である。需要家企業の持続的成長に向けた取り組みを再エネ発電事業のビジネスチャンスと捉えることで、支援制度に依存しないビジネスモデルを構築できる可能性がある。この取り組みによって生まれる再エネ供給モデルは、発電から消費に至るまでの一連のプロセスを合理化するとともに、再エネが持つ価値を今まで以上に活用することにも繋がる。再エネ発電事業者と、小売電気事業者や需要家企業の連携により、事業者と需要家企業の双方の持続的成長に繋がる取り組みが活発化することに期待したい。

3. 既設風力発電の運転長期化・リパワリングによる有効活用

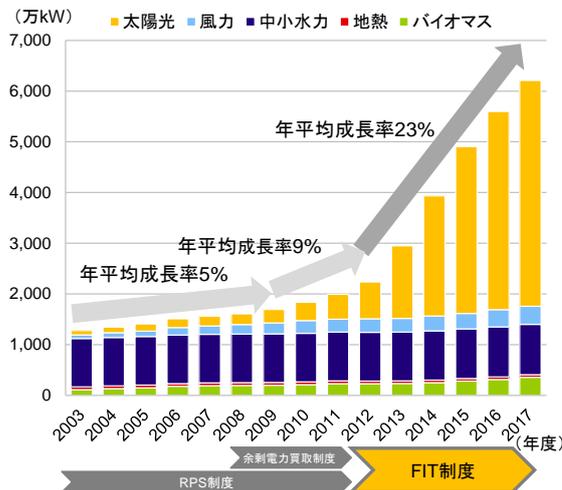
3-1. 既設の発電所を活用するビジネスチャンスの拡大

(1) 再エネ導入拡大に向けて直面する課題

再エネ比率は上昇しているものの、更なる導入が求められる

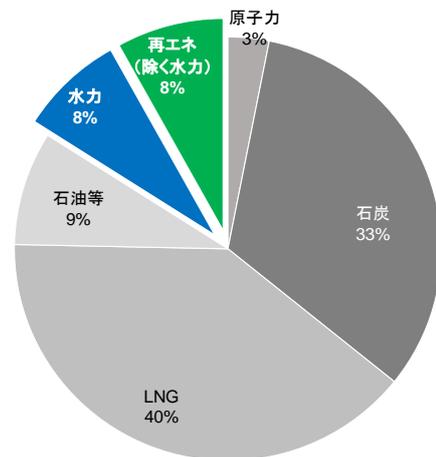
日本において、再エネは 2003 年の「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法(以下、RPS 法)⁸」、2009 年の「太陽光発電の余剰電力買取制度」により徐々に導入されはじめ、2012年にFITが導入されて以降、新規開発が本格化し、設備容量が右肩上がりに増加してきた。再エネ発電設備導入量は太陽光発電を中心に増加しており、再エネが電源構成に占める割合は、2017 年度に水力を含めて 16%となっている(【図表 6、7】)。国の政策方針である「第 5 次エネルギー基本計画」上、再エネの主力電源化に向けた取り組みを進めていくことが明記されており、一層の再エネ導入の拡大が求められている。

【図表 6】再エネ発電設備容量の推移



(出所) 経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 7】電源構成(2017 年度)



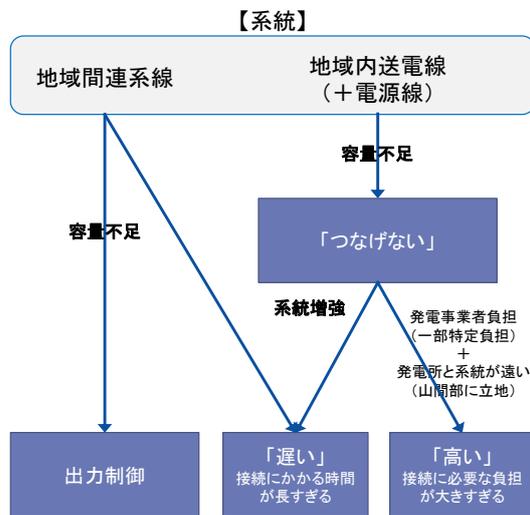
(出所) 総合エネルギー統計より、みずほ銀行産業調査部作成

再エネ拡大における系統制約が顕在化

電力の安定供給には、系統全体で電力利用量と発電量を一致させる必要があるが、日本における再エネ導入は、電力の需要地と、再エネ資源に恵まれた地域が必ずしも一致しない環境にある。このため、地域間連系線の容量不足による再エネ電源の出力制御や、電力の管轄地域内の送電線の容量不足によって系統増強が必要となり、導入にあたって多大な時間とコスト負担が生じるという、再エネ導入における系統面の制約が顕在化している(【図表 8】)。例えば、風力発電は政策上、将来的に大型電源として活用される方針であり、累積導入量の拡大が期待されているが、その立地には複数の条件を満たす必要がある(【図表 9】)。このうち、風況や土地利用等の条件を満たす適地が、地域間連系線や地域内送電線の容量が不足している北海道や東北等に偏在しているため、風力発電は特に系統制約の影響を受けやすい電源である。

⁸ 電気事業者に対して、一定量以上の新エネルギー等を利用して得られる電気の利用を義務付けることにより、新エネルギー等の利用を推進する制度。電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(FIT 法)が 2012 年 7 月から施行されたことに伴い、廃止された。

【図表 8】 系統制約のイメージ



(出所) 資源エネルギー庁資料より、
みずほ銀行産業調査部作成

従来の新規開発
ペースの維持が
困難に

かかる系統制約の克服に向けて、既存系統を最大限活用する「日本版コネクト&マネージ⁹⁾」等の新たな系統利用ルールへの導入に向けた取り組みが進められている。また、各地で系統増強の工事や計画が進められているが、系統の新増設には多大な時間と費用が伴うことから、系統制約を要因として、従来の再エネの新規開発のペースを維持することが困難となることが予想される。

(2) 既設発電所の活用に伴うビジネスチャンス

再エネ主力電源
化には既設発電
所活用が不可欠

このような状況下、国が政策目標として掲げる再エネの確実な主力電源化を実現するためには、新規設備の導入拡大に加えて、既に開発が行われ、運転を行っている既設の発電所を有効活用することが不可欠となる。

既設の発電所の
活用にあたって
様々な事業者の
ビジネスチャンス
が拡大

こうした政策的必要性を踏まえると、既設の発電所は、中長期的には再エネ電源としての価値が高まることが予想され、既存の発電事業者は所有する設備を有効活用するビジネスの展開によって、収益機会を拡大することができると考えられる。また、そのようなビジネスを展開していくにあたっては、発電事業者が直面する課題を解決するケイパビリティを持つ事業者や、再エネ発電事業に新たに参入する意欲を持つ事業者においても、ビジネスチャンスが生まれることが期待される。

本節では既設の
風力発電所の活
用に向けた取り
組みを記載

既存の再エネ発電設備のうち、住宅用太陽光発電(出力 10kW 未満)は 2019 年以降、制度適用後 10 年を迎え、FIT 期間が終了する設備が現れることから、自家消費もしくは電力会社への売電による発電の継続に向けた対応が進められているところである¹⁰⁾。また、事業用太陽光発電(出力 10kW 以上)は 2012 年の FIT 導入以降に増加したことから、20 年間の FIT 期間の終了を迎える設備は 2032 年以降に多く現れる見込みである。他方、風力発電は RPS 法の下

【図表 9】 風力発電所の立地条件

項目	内容
風況	年間平均風速が一定水準以上
土地利用	発電機設置(組立・離隔)に十分なスペース 土地利用規制(農地、森林、公園等)のクリア 賃貸借契約等
送電線	連系可能な容量を持つ送電線が近傍にある
輸送道路	重量物・長尺物の運搬が可能な道路・港湾 が利用可能
地域環境	自然環境: 鳥類等生態系への影響、 景観への影響 社会環境: 騒音問題(住宅からの距離)
地元協力	行政、住民のサポートが得られる

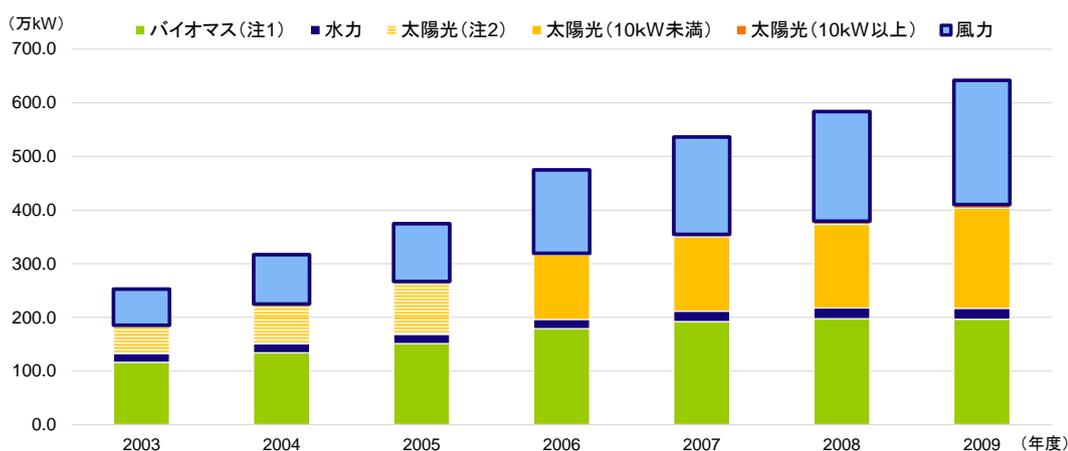
(出所) 一般社団法人風力発電協会資料より、
みずほ銀行産業調査部作成

⁹⁾ 想定潮流の合理化、N-1 電制、ノンファーム型接続の 3 つからなる、既存の系統をできるだけ有効活用しつつ再エネを大量導入していくために、一定の条件の下で系統への接続を認める取り組み。

¹⁰⁾ 脚注 2 参照。

で事業用太陽光発電に比べて早く導入が進み、同法のもとで建設されたほとんどの設備は FIT に移行していることから、2030 年頃には 200 万 kW 以上の既存設備が FIT 期間の終了を迎えるものと考えられる¹¹（【図表 10】）。本節では、今後の FIT 期間の終了を見据え、事業用の既存設備の中でも、特に早期に事業環境の変化が生じると考えられる、既設の風力発電の有効活用に焦点を当て、発電事業者をはじめとした様々な事業者のビジネスチャンスと、それを取り込むための課題と打ち手について考察する。

【図表 10】RPS 法における認定設備容量の推移



(注 1) バイオマスについては旧一般電気事業者が保有する石炭火力発電所のバイオマス混焼を含む

(注 2) 2002～2005 年の太陽光については出力を合算で算出

(出所) 資源エネルギー庁資料より、みずほ銀行産業調査部作成

既設風力発電所の 4 つの利点

既設の風力発電所は、以下の 4 つの利点を有することを背景に、中長期的に再エネ電源としての価値が高まっていくことが想定される。

① 風況が良好な立地

第一に、風況がよく、発電実績が十分な場所に立地している点である。風力発電の新規開発時においては、風況データの収集や自然条件・社会条件等の調査を行った上で、事業規模を想定し、最低でも 1 年以上に及ぶ風況観測、データ処理・解析、風況シミュレーションを行う必要がある。既に発電実績のある発電所を活用する場合、こうした手続きを合理化・簡略化することが可能であると考えられる。

② 電源線および系統接続の確保

第二に、発電所と系統を結ぶ電源線が既に確保されていることが挙げられる。発電所を新たに設置する際には、発電所から電力系統へ連系し、送電を行うために必要となる設備である電源線を、通常、発電事業者の負担により設置することが必要となる。特に風力発電は発電所の出力規模が大きく、系統から離れたところに設置されやすいことから、電源線の設置コストが高くなりやすい。既設の発電所を活用する場合には、既に設置されている電源線を活用することが可能である。加えて、同時最大受電電力量が増加しない場合には系統への接続申込を省略できる可能性がある¹²。

¹¹ FIT における各電源の買取期間は、住宅用太陽光(10kW 未満):10 年、地熱:15 年、事業用太陽光(10kW 以上)・風力・中小水力・バイオマス:20 年。運転開始からの期間が FIT による買取期間を経過していない RPS 認定設備は FIT への移行が認められているが、その買取期間は最初に電気の供給を開始した日から FIT に基づく供給開始までの期間が控除される。

¹² 接続検討については、同時最大受電電力量が増加する場合には再度接続申込が必要となるが、出力増減がない発電設備の変更の場合、要否確認の結果により、申込を省略できる場合がある。また、要否確認を行わず、申込も可能。

③コスト抑制 第三に、コストの抑制である。タワーや基礎等の償却済かつ継続利用可能な設備を使用することで、建設時の新たな設備の輸送・据付コストを軽減することができる。加えて、将来的に必要となる既存設備の撤去費用をまかなう収益を捻出するための発電期間を確保することが可能である。建て替え時には、風車の大型化や高効率化により設置基数を削減することで、建設期間を短期化し、建設費を抑えることも検討可能である。

④立地地域の受容性 第四に、立地地域の受容性が挙げられる。既設の風力発電所は立地地域に根付いているケースが多く、地域社会との信頼関係が醸成されていると考えられる。既設の発電所が廃止されれば、地域の雇用や税収が減衰する可能性があり、既設発電所の有効活用は立地地域にもメリットがあると考えられる。

既設の発電所の活用方法 こうした利点を持つ既設の風力発電所の FIT 期間終了後の具体的な活用方法として、以下の2つの選択肢が考えられる。

①運転長期化 1 つは、運転を長期化することである。基礎やタワー等の設備寿命の長い設備は使用を継続しつつ、ナセル、ロータ、ブレード等の交換が必要な部品を取り替え・メンテナンスすることにより、設備全体を長寿命化し、FIT 期間が経過した後、5～10 年程度運転を継続していくことが考えられる。この場合には、設備全体の安全性の確保や、そのための費用が増加することへの対応が必要となる。

②リパワリング もう1つがリパワリング、すなわち既存の設備と同じ出力、場合によっては出力増強を行った上で、発電所内に新たに発電設備を建設し直すことである。この場合、隣接した土地の確保が可能かといった点や、出力増強する場合に系統接続申込が必要となる点について検討が必要となるが、最新の設備を導入することによる発電効率や安全性の向上が期待できる(【図表 11】)。

【図表 11】 既設再エネ発電所の活用方法

	利点	留意点
既存設備運転継続 (部品交換等)	<ul style="list-style-type: none"> ・コスト負担が小さい ・基礎等の償却済の設備の有効活用により、コスト競争力が高い ・廃棄費用の拠出を先送り可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・交換対象となる部品の見極めが必要 ・交換部品の安定調達が必要 ・出力の増強が困難 ・安全性確保のため費用増加の可能性
リパワリング (既存設備を廃止、全面的に設備更新)	<ul style="list-style-type: none"> ・最新設備による発電効率の向上 ・新規設備による安全性確保 ・設備容量の拡大も検討可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎を含めた設備導入のコスト負担 ・既存設備の廃棄費用の拠出が必要 ・系統接続申込が必要(出力増強時)

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

欧米ではリパワリング市場が拡大 日本に比べて風力発電の導入が先行してきた欧米では、リパワリングの実績が増加している。欧米では風力発電の運転期間は 20～25 年とされており、特にデンマークやドイツ、オランダのような 1980 年代から導入されてきた国では、2015 年頃からリパワリングが活発化している(【図表 12、13】)。

リパワリングに向けた政策の議論も進められる 欧米で 1990 年代に導入された風力発電設備は出力が数百 kW、ハブ高が 60m 程度と小規模なものが大宗であることから、リパワリングによる出力増強の効果が大きいと考えられる。なお、20～30 年前と比べて、環境規制や許認可

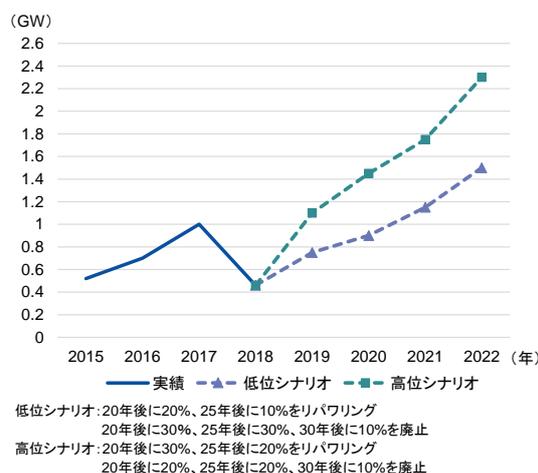
手続きが厳格化・複雑化していることから、その克服に向けた議論も行われている。

【図表 12】欧州風力発電所の経過年数 (2018/8 時点)



(出所) Wind Europe 資料より、
みずほ銀行産業調査部作成

【図表 13】欧州リパワリング容量の見通し



(出所) Wind Europe 資料より、
みずほ銀行産業調査部作成

日本でも既設発電所の活用が必要となり、発電事業の収益機会が拡大

系統制約の顕在化により、新規開発の先行きが不透明となる中、日本においても先行する欧米にならぬ、既設の発電所を有効に活用していくことが必要となり、様々な事業者においてビジネスチャンスが拡大することが期待される。既存の発電事業者においては、上述の 4 つの利点に加えて、前節で述べた再エネ需要の拡大や、投資回収の進捗による発電コストの低下によって、所有する発電所の価値が中長期的に高まっていくことから、発電事業の収益機会が拡大していくと考えられる。

FIT 期間終了を見据え運転段階に主眼を置いた事業運営が必要

発電事業者がこうした収益機会を獲得していくためには、FIT 期間の終了という事業環境変化に対応していくことが必要となる。FIT の下では、一定期間(風力発電の場合は 20 年間)、一般送配電事業者¹³が発電電力量の全量を固定価格で買い取る義務を負うこととなっている。このため、発電事業者は運転を開始するまでの開発段階に主に注力してきたと考えられる。他方、FIT 期間終了後は固定価格買取がなくなるため、発電事業者が自ら売電先や売電価格を決定することとなる。発電事業者が FIT 期間終了後も事業を継続するためには、現在のような FIT 期間中においても、設備利用率の向上やメンテナンスの効率化等を図るべく、運転段階に主眼を置いた事業運営が求められる。

既存発電事業者以外のビジネスチャンスも拡大

また、発電事業者が設備利用率の向上やメンテナンスの効率化を図るにあたっては、乗り越えるべき課題に直面することから、既存の発電事業者以外の事業者においても、ビジネスチャンスが拡大すると考えられる。加えて、今後再エネ発電事業への参入を検討する事業者においても、リパワリングのタイミングを捉えた新規参入といった形でビジネスチャンスが到来する可能性がある。

¹³ 旧 FIT 法では小売電気事業者。

3-2. ビジネスチャンスを活用するための課題と打ち手

(1) ビジネスチャンスを活用するための課題

ビジネスモデル構築への課題	発電事業者が FIT 期間の終了を見据え、既設の発電所を活用したビジネスモデルを構築していくにあたり、以下のような課題に対応していく必要がある。
O&M の最適化	第一に、オペレーション・メンテナンス(以下、O&M)の最適化である。具体的には運転実績データの蓄積・活用、および部材の安定調達が課題となる。
データ蓄積と活用	発電事業者が既存設備を活用するにあたって、適切な判断を行うためには、設備導入当初のデータを適切に保管することと、運転時における設備の損傷・摩耗状況等のデータを収集することが不可欠である。発電所の運転時に風量や圧力、振動、温度等の実績データを収集し、導入当初のデータと比較・解析することにより、設備疲労をタイムリーに把握することができ、適時適切な対象部材の交換・メンテナンスが可能となると考えられる。
日本では収集したデータをメンテナンスに活用できる事業者が少ない	日本国内では、SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)と呼ばれる、サイト全体の運用状況を監視する「遠隔監視制御システム」が、多くの風力発電所で導入されている。他方、CMS(Condition Monitoring System)と呼ばれる、振動センサ、変位センサ、温度センサ等を風力発電設備に取り付け、センサを通じて対象箇所のデータ収集を遠隔で行って、異常を早期に検出する「状態監視システム」の導入が十分に進んでいない。この背景として、収集したデータを活用して分析し、異常の早期検出や保全の向上に繋げることができる事業者が少ないことが指摘されている。
部材の安定調達	また、メンテナンスの実施時には部材の安定調達が課題となる。
日本の風車は少量多種の構造	日本では、風力発電が導入され始めた 1990 年代においては、数百 kW 規模の風車が主流となっていたが、海外同様に大型化に向けた取り組みが進められ、2000 年代からは 2MW 規模の風車が開発・実用化されてきた。風車のメーカーは発電所によって様々であり、国産メーカーである三菱重工業、日立製作所、日本製鋼所等に加え、海外メーカーの風車も多数導入されていることから、少量多種の構造となっている。
交換用部材の安定調達によりメンテナンスが迅速化	データを活用した設備点検によって、メンテナンスの対象と時期を適切に見極めた上で、交換を要すると判断する場合には、事業者が部材を安定的に調達する必要があるが、長期運転を考慮すると、部品によっては在庫切れや、メーカーが製造を終了しているケースもあり得ると考えられる。このため、メンテナンスを迅速に行い、設備利用率を向上させるためには、交換用の部材を安定的に調達できることも重要となる。
安定的事業運営	第二に、長期安定的な発電事業運営の確保が課題となる。
事業の予見可能性確保	FIT 期間の終了により、発電事業者は自ら売電先を見つけ、売電価格の交渉をしなければならなくなる等、事業環境が大きく変化することとなる。このため、発電事業者が安定的に事業運営していくには、FIT 期間後の発電事業の予見可能性を向上させることが重要となる。
	また、FIT 期間終了後の既設発電所の活用については、現状、制度的な措置も十分に行われていない。FIT 法に関連して制定されている「事業計画策定

ガイドライン」においても、「FIT 法に基づく調達期間終了後も、適宜設備を更新することで、事業を継続するように努めること」と言及されている程度である。

(2) 課題を乗り越えるための打ち手

事業者に求められる取り組み

こうした課題を乗り越えるため、発電事業者においては、①蓄積したデータを体系的に整理・分析するケイパビリティの確保、②メンテナンス体制の最適化、③需要家の巻き込みが求められる(【図表 14】)。

発電事業者がこうした打ち手を講じることで、既設の発電所の活用に取り組むことは、発電事業を取り巻く他の事業者においてもビジネスチャンスの獲得に繋がると考えられる。

①データ管理・分析に強みを持つ事業者との連携

発電事業者が最適なオペレーション環境の構築、保全の高度化を進めていくためには、収集したデータを体系的に整理し、AI や IoT 等の技術を活用して分析し、最適運用の予測や事故の予兆把握を行うことが考えられる。

このため、発電事業者がデータの管理・分析に強みのある事業者と連携し、上述の SCADA のデータを CMS のデータと統合・分析することによって、一層高精度な異常判定や故障予測を実現し、設備利用率の向上や適切な維持管理による運転長期化、リパワリングの判断が可能となると考えられる。

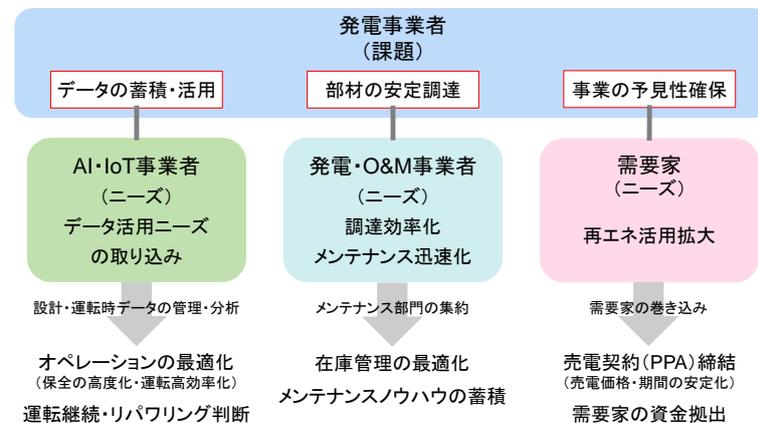
②安定調達に向けたメンテナンス部門の集約

こうした取り組みにより、発電事業者が部品交換やリパワリングの判断を行い、既存設備のメンテナンスを行うに際し、部材を安定的に調達するための打ち手として、発電事業者同士もしくは O&M 事業者がメンテナンス部門を集約することが考えられる。これにより、同じメーカー・機種 of 風車の部材の在庫管理が最適化され、スムーズな融通が可能となる。加えて、製造を終了している部品のリエンジニアリングを行う場合のコストも抑制することができると考えられる。ノウハウの蓄積により、迅速なメンテナンスを実現することも可能となる。

③事業の予見性確保のための需要家の巻き込み

また、FIT から自立化した再エネ発電事業の予見性を確保するための打ち手として、発電事業者自らが RE100 加盟企業等の再エネニーズの高い需要家と対し、価格や期間の交渉を行い、売電契約を獲得することや、リパワリング時の資金拠出等による需要家の事業参画を促す取り組みが考えられる。

【図表 14】課題を踏まえたビジネスモデルの考え方



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

政府に求められる
取り組み

こうした事業者の取り組みを支援すべく、政府においても安定的な事業環境の構築に向けた取り組みが求められる。

既設電源活用の
位置づけを明確
化

政策上、FIT 期間後の既設発電所の活用を明確に位置づけることで、発電事業者の適切なメンテナンスが促され、運転長期化・リパワリングへの取り組みが活発化すると考えられる。また、リパワリング時における環境アセスメントや土地利用の許認可等の手続きを合理化・緩和することにより、事業者においても長期的な事業運営を見据えた対応が可能となる。

産業基盤の構築
のための支援

加えて、安定的な事業環境を支える産業基盤の構築のためには、発電設備の機器性能の向上や保全技術の向上を目的として、技術開発や人材育成に対する支援が必要となる。その一環として、例えばデータ活用による長期運転やリパワリングに取り組む意欲を持つ事業者が保有する、国内導入数の多い 2MW 以上の規模の風力発電所に対して、補助金等により、既存設備への上述の CMS 等の設備の導入を支援することも一案となる。

こうした政策的な支援により、既設発電所の活用のインセンティブが増し、事業者におけるビジネスチャンスの更なる広がりが見込まれる。

(3) 今後の展開

既設の発電所の
活用により過渡
期を越え、再エネ
拡大を推進

2030 年、その先の 2050 年の再エネ主力電源化に向けて、再エネ導入拡大のボトルネックとなっている系統制約の克服や、洋上風力発電等の新たな技術確立による新規設備の導入を進めていくことが期待される。FIT 期間が終了する 2020 年代～2030 年代は、このような取り組みの実現に向けた過渡期となると考えられることから、長期運転やリパワリングによる既設の発電所の有効活用を並行して進めていく必要がある。

本節では現在発電事業を運営している事業者を主眼に、FIT 期間後を見据えた事業運営について取り上げた。一方、再エネの主力電源化の方針を踏まえると、新たに発電事業に参入する事業者の出現も予想され、リパワリングのタイミングはこうした事業者の事業参入の契機となり得る。また、発電事業者によっては、FIT 期間の終了を見据え、発電事業から撤退するケースも考えられる。本節のような取り組みにより、既設の発電所の活用をビジネスチャンスとして捉えることができる事業者が、他社の既存設備を取得し、運転長期化、リパワリングを行うことにより、設備容量を増やし、発電事業者としての地位を確立していくような展開も想定できよう。

4. 家庭用ディマンドリスポンス

4-1. 再エネ拡大に伴う調整力の重要性の高まりと環境制約に伴う調整力の脱炭素化

再エネの拡大と
調整力の重要性
の高まり

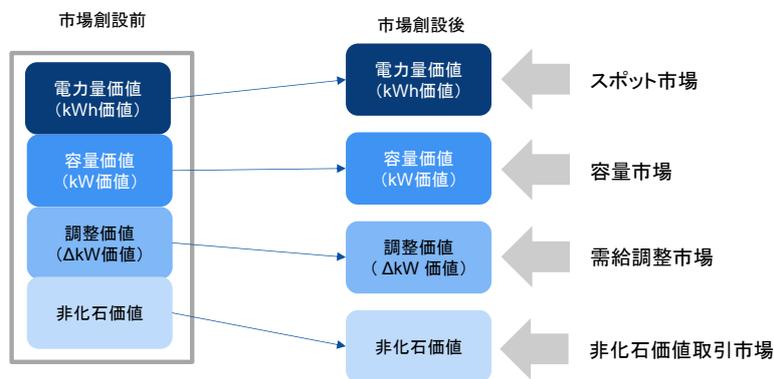
第 1 節で述べた通り、日本の長期戦略では、温室効果ガス削減という制約に対応するために、自然変動電源たる再エネの主力電源化が目指されている。このことは、自然変動電源に対する調整力の役割がこれまで以上に重要な位置づけになると予想される。これまでも、電力の需給調整では、出力を機動的に調整することが可能な火力発電や揚水発電等の調整力は電力の安定供給の観点で重要な役割を果たしてきた。今後、十分な調整力を確保することは、日本における再エネ導入可能量を底上げし、日本の温室効果ガス削減に貢

献することに繋がると考えられる。

需給調整市場の創設

「第5次エネルギー基本計画」においても、調整力の効率的かつ効果的な確保の重要性が謳われ、効率的な調整力を確保する政策的手段として需給調整市場等の整備が挙げられている。需給調整市場とは、これまで電力が有していた電力量の価値(kWh 価値)、容量(供給力)の価値(kW 価値)、調整力の価値(ΔkW 価値)、化石燃料ではない非化石電源に由来する電気であるという非化石価値等のうち、 ΔkW 価値を市場化し調整力としての価値を経済的に顕在化させるものである。今後、調整力は需給調整市場¹⁴を通じて、 ΔkW 価値に基づく収益を得ることが可能になる(【図表 15】)。

【図表 15】 電力の価値と電力関連の新市場のイメージ



新市場の創設により、電力の価値を分解して取引が可能に

(出所) 経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

調整力に対する脱炭素化の機運の高まり

調整力がますます重要になり、かつ経済的に評価されてくる中で、当面は、従来通り火力発電や揚水発電の柔軟な活用等が行われるものと考えられる。しかし、中長期的な観点では、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」の中でも、「調整力の脱炭素化」と言及されている通り、温室効果ガスを排出する火力発電以外の調整力についても、新たに確保していくことが重要と予想される。かかる中、新たな調整力として、再エネ発電設備自身の調整機能の活用や、連系線を活用した電力の広域融通や、コージェネレーション(熱電併給)、定置用蓄電池といった供給力の確保に加え、需要側を制御するデマンドレスポンス¹⁵等の多様な選択肢¹⁶の可能性が模索されている。

4-2. 調整力の脱炭素化と新しいビジネスチャンスとしての家庭用デマンドレスポンス

(1) 温室効果ガス削減と必要供給力削減に資する調整力としてのデマンドレスポンス

安定供給のために同時同量が不可欠

電力の安定供給のためには、発電量と需要量を常に一致させる「同時同量」に基づく、電力融通が重要となる。これまで日本においても、電力会社は同時同量を達成するべく、電力の最大需要に応じて必要な供給力を十分に確保することを通じて、電力の質が維持されてきていた。

¹⁴ あらかじめ予測不能な需給変動に対応するために必要な供給力(調整力)を取引する市場。需給調整市場では、主に一般送配電事業者が需給一致のために必要な調整力を発電事業者若しくは小売事業者から調達することが想定されている。

¹⁵ 需要家側の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。

¹⁶ 中長期的には水素・燃料電池といった次世代の調整力の可能性も模索されている。

現状、主な調整力として活用されるのは石油火力および揚水発電

需要に対する供給力を確保するために、電力事業者は、安価かつ昼夜を問わず継続的に運転するベースロード電源、ベースロード電源の次に安価かつ需給変動に対応できるミドルロード電源、発電コストは高いものの出力に機動的に対応できるピークロード電源の 3 種を機能的に使い分けてきた。日本における調整力としては、ピークロード電源である石油火力および揚水発電が主な役割を果たしている。

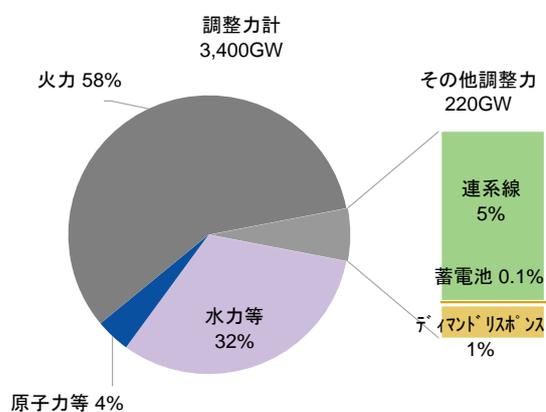
需要側の制御を通じて同時同量が可能に

このように十分な供給力を確保することは重要であるが、デマンドレスポンスは、需要家側を制御することを通じて、機動的に対応できるピークロード電源を確保することと同等の機能を果たすことが期待できる。すなわち、需給調整の断面で、需給ギャップが生じる可能性があった場合、これまでは発電コストの高いピーク電源としての石油火力の焼き増し等、供給側で調整することにより、同時同量を維持してきたが、デマンドレスポンスにより需要側を制御することで、供給側の調整を行わずとも、同時同量を実現することが可能となる。そのため、従来型の発電主体の調整力を補完するものとして、需要家側を制御するデマンドレスポンスが位置づけられると考える。

世界においてもデマンドレスポンスが拡大する見込み

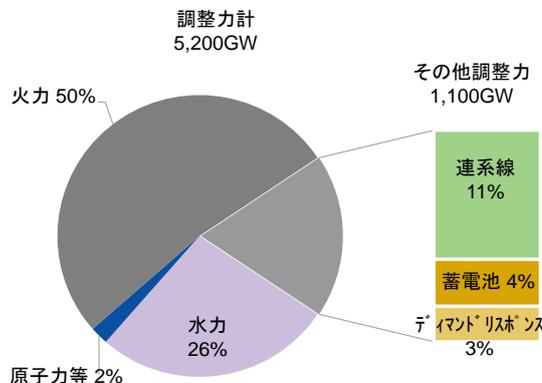
このデマンドレスポンスは、連系線活用や蓄電池と並ぶ重要な調整力となると期待されている。IEA の見通しでは、全世界の電力システムにおいて、2017 年時点で 3,400GW 存在する調整力のうち、デマンドレスポンスは 1%程度であるものの、2040 年に向けて、調整力は 5,200GW に増加し、デマンドレスポンスもその 3%を占めるようになるとされる（【図表 16、17】）。

【図表 16】 2017 年の調整力の容量構成



(出所) IEA, World Energy Outlook 2018 より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 17】 2040 年の調整力の容量構成



(出所) IEA, World Energy Outlook 2018 より、みずほ銀行産業調査部作成

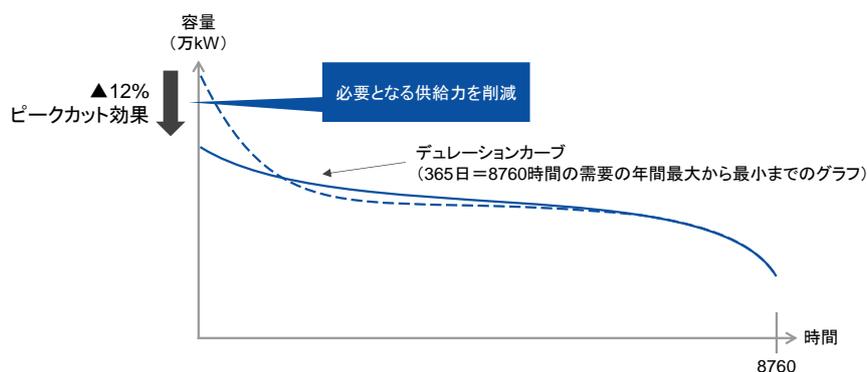
デマンドレスポンスの増加による脱炭素化

デマンドレスポンスに注目する理由として 2 点挙げたい。まず、これまでピークロード電源として活用されてきた高コストかつ化石燃料由来の火力発電が代替すれば、火力発電の発電量を抑制することを通じて化石燃料由来の温室効果ガスの排出を削減することが可能であることである。

調整力の中でも
デマンドリスポ
ンスは国民負担
の軽減に貢献

2 点目が、調整力の中でもデマンドリスポンスは、国民全体の負担軽減を期待できることである。デマンドリスポンスを活用することによって、需要管理を通じて、最大需要を抑制すれば、安定供給上必要な供給力の削減が可能となる。日本におけるデマンドリスポンスは、2015 年の「長期エネルギー需給見通し」の検討において、実証結果に基づき、2030 年時点で最大で 12% のピーク需要を抑制することが期待されている（【図表 18】）。デマンドリスポンスによって、より効率的な電力需給構造を構築することができれば、電気料金の低減が可能となる。このように、デマンドリスポンスは社会的意義のあるエネルギーリソースの一つと位置づけられる。

【図表 18】 デマンドリスポンスのピークカット効果のイメージ



(出所) 資源エネルギー庁資料より、みずほ銀行産業調査部作成

デマンドリスポ
ンスは需要家側
にもインセンテ
ィブが存在

さらに、デマンドリスポンスは、需要家にとってもメリットがある。電力事業者が提供するデマンドリスポンスプログラムに参加する需要家は、事業者の要請に基づいて、自らの需要を制御することにより、対価として報酬を得ることができるからである。事業者側から得られる報酬としては、需要家の抑制が可能な容量(kW)に基づくものや、需要家の制御量(kWh)に応じたもの等、事業者との契約により様々な類型が想定される。

(2) 今後のビジネスチャンスとしての家庭用デマンドリスポンス

デマンドリスポ
ンスは、「電気料
金型」と「インセ
ンティブ型」の 2 類
型

需要家側で需要を制御するデマンドリスポンスの中には、大別すると 2 形態が存在する。一つ目の形態は、電力事業者が電力の需給動向に応じて、時間帯別に電気料金の価格差をつけることにより、需要家側で電力の消費のパターンを変化させる「電気料金型」のデマンドリスポンスである。「電気料金型」のデマンドリスポンスは、需要家自身が、電気料金削減効果を狙い、自発的に機器を制御し消費パターンを変えることでデマンドリスポンスが実現されるというように、需要家の手動による機器のオペレーションが前提となることが多い。そして、二つ目の形態は、電力会社と需要家との間で事前にデマンドリスポンス契約を締結し、需給動向に応じて電力事業者が遠隔から需要家側の需要を制御することで需要家側に報酬を付与する「インセンティブ型」である。

産業界を中心
にすでに「電気料
金型」のデマンド
リスポンスは導入
が進む

前述の「第 5 次エネルギー基本計画」においても、デマンドリスポンスの第一歩として「電気料金型」のデマンドリスポンスが位置づけられ、次の段階として「インセンティブ型」のデマンドリスポンスに言及している。「電気料金型」のデマンドリスポンスの多くは、需要側で時間帯別の時間料金を踏まえ、手動で電力の需要を制御するものであり、既に産業界を中心に操業体制を夜間にシフトさせる等の取り組みにより、導入が進んでいる。

省エネ法上のメリットも、産業界がダイヤモンドリスponsを導入するインセンティブに

産業用需要家にとっては、ダイヤモンドリスponsに参加することで、報酬が期待できることに加え、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律（以下、省エネ法¹⁷）」におけるインセンティブがあることも背景にあると考えられる。省エネ法では、電気需要平準化時間帯と呼ばれる電力需給の平準化を推進する必要があると認められる時間帯におけるピークシフトは、省エネ法上の定期報告において合理的なエネルギー使用として勘案することが認められている。つまり、産業用需要家は、需給逼迫時に、ダイヤモンドリスponsとしてピークシフトを行うことで、省エネ法上の便益を得ることも可能となる。

「インセンティブ型」のダイヤモンドリスponsも一部導入が進む

「インセンティブ型」のダイヤモンドリスponsについても、従来より、大口需要家と電力事業者との間の需給調整契約における随時調整契約という形で存在していた。随時調整契約は、電力トラブル等により需給が逼迫する懸念が発生した際に、電力料金の割引を電力会社から受ける代わりに、電力会社からの事前通告に基づき、大口需要家が電力の使用を制御するという契約であり、2016年度夏季の電力需給検証では、486万kWの随時調整契約が需給計画見込まれていた。

家庭では、ダイヤモンドリスponsは浸透していない

一方で、一般家庭においては、そもそも、個別の需要家の時間別の需要を把握するスマートメーターの導入が完了していないことや、一個人が手動で需要を制御することの需要家負担が課題となり、ダイヤモンドリスponsが浸透していない。また、2016年の電力小売全面自由化以前は、低圧部門は規制料金であり、ダイヤモンドリスponsを促進するような柔軟な価格体系を設定することが難しく、加えて、電力会社が一般家庭のような小口のダイヤモンドリスponsのリソースをアグリゲート（集約）し、制御することも技術的に難しかった。

全世帯にスマートメーターが設置される見込み

しかし、家庭用の低圧スマートメーターについては、以前に比べて導入が進んでおり、エリア差はあるものの、2017年度末で7割を越える設置率のエリアも存在する。さらには、全国的に2020年代早期に全世帯・全事業所にスマートメーターの設置をすることが目指されており、全世帯の需要を時間別に把握することが可能となる。

新しいビジネスチャンスとして家庭用ダイヤモンドリスponsが拡大する可能性

スマートメーターが各家庭に遍く導入されれば、IoT技術の進展により、家庭用需要を時間別に把握し、需給動向に応じて家庭の需要を遠隔から制御することが技術的に容易になる。電力事業者の機器の遠隔制御は、需要家が手間をかけずにダイヤモンドリスponsに参加することを可能とするため、ダイヤモンドリスpons参加に対する需要家側の心理的障壁を低減する。また、電力小売自由化による柔軟な電力価格設定は、需要家のダイヤモンドリスpons参加を促進することも可能である。

電力事業者が、一般家庭におけるこれらの小口ダイヤモンドリスponsリソースをアグリゲートすることができれば、家庭用ダイヤモンドリスponsは、一つの調整力として活用されて、需給調整市場等から収益を得ることによって、新たなビジネスチャンスとして位置づけられるようになることが期待できる。さらに、電力事業者に加え、IoT技術を強みとするアグリゲーター等の新規参入者にとっても、事業機会が広がると考える。

¹⁷ 省エネ法上、電気需要平準化時間帯において電気使用量を削減した場合、これ以外の時間帯における削減よりも原単位への改善率への寄与が大きくなるように評価。

4-3. 家庭用デマンドリスポンス事業を展開する上での課題と打ち手

(1) 事業展開上の課題と打ち手

<p>家庭用デマンドリスポンスを統御する上で求められるアグリゲーション能力</p>	<p>家庭用デマンドリスポンスを事業展開する上で、電力事業者にとって求められるケイパビリティとして、電力の需給ギャップを踏まえ家庭用デマンドリスポンスを統御するアグリゲーション能力および家庭内の需要を制御するデバイスへのアクセスが挙げられる。</p> <p>第一に、電力事業者は家庭用デマンドリスポンスと統御するアグリゲーション能力の向上が重要となる。家庭やビルといった消費単位毎の需要実績の把握だけではなく、需要予測を行って、予測に基づき実際に機器を制御するというマイクロレベルでのケイパビリティの確立が求められる。さらに、地域レベルでも、各消費単位を群として需要を把握し、予測、制御を行うことにより、家庭用デマンドリスポンスを一体のエネルギーリソースとして活用することができるようになる。スマートメーターの普及に伴って、電力事業者は各消費単位の需要データを獲得することが可能となる。各消費単位の需要データというビッグデータを活用し、電力事業者がこれまで有していた電力需要の分析・予測ノウハウをより高度化することで、各消費単位における需要の把握、予測、制御が可能となるようなケイパビリティを身に付けていくことが求められる。</p>
<p>需要を制御するデバイスへのアクセスも重要に</p>	<p>第二に、家庭内の需要を制御するデバイスへのアクセスを確保することが求められる。電力事業者が各家庭のデバイスを遠隔から制御する前提として、まずは、家庭内の機器がネットワークに接続されている必要がある。IEA の試算では、2015 年時点ですでに世界の家庭用機器による電力需要の 13%がネットワークに接続されているが、テレビや洗濯機等の家庭内の機器におけるデジタル化が進展することにより、2040 年には全世界の家庭用機器による電力需要の 50%がネットワークに接続されると見通されている。機器がネットワークに接続されていくことにより、デマンドリスポンスに資する潜在的なエネルギーリソースとして位置づけることのできる家庭内の機器の裾野はより一層拡大する。</p>
<p>電力事業者自身による機器の導入促進も一つの戦略</p>	<p>家庭内の機器のネットワーク化の浸透を踏まえ、家庭用デマンドリスポンス事業を電力事業者が展開する上において、家庭内におけるネットワーク化された機器へアクセスすることが課題になる。これまでも、電力事業者は、エコキュートやオール電化といった家庭内の電力関連機器をオール電化料金プランや省エネメリット等のエネルギーコスト削減を需要家に訴求しつつ、提供してきている。今後は、従来電力事業者が導入してきた電力関連機器についても、IoT 技術の進展により、ネットワーク化が進展していくと考える。かかる中、デマンドリスポンスにより生まれる経済的インセンティブを追加的に訴求しつつ、電力事業者が遠隔から制御可能なスマート機器を導入するといった電力事業者自身の取り組みは引き続き有効となる(【図表 19】)。</p> <p>一方で、需要家は、家庭内のスマート機器を、エネルギーコスト削減メリットだけを求めて導入するとは限らない。むしろ、利便性の向上や生活の質やセキュリティの向上といったエネルギーコスト削減以外のメリットを求めて、スマート機器が各家庭に導入されていくことも想定される。そして、これらの他のメリットを訴求しつつ導入されるスマート機器については、機器メーカーやハウスメーカーといった他業界の事業者が各々の動機で導入促進を狙っていくものと予想される。</p>

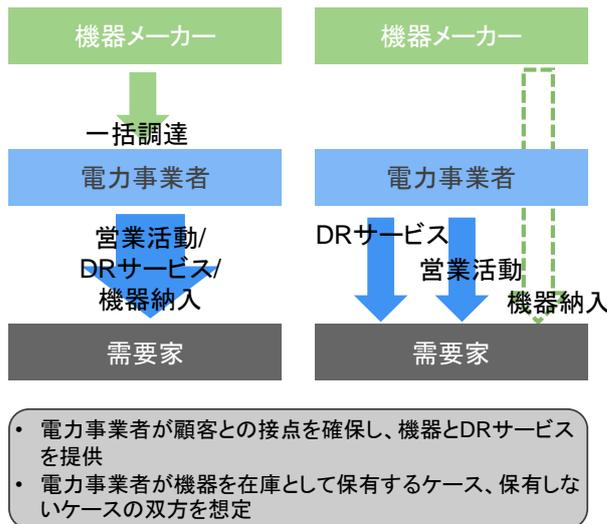
機器メーカーやハウスメーカーとの提携も機器へのアクセスのためには有効な戦略

かかる中、電力事業者単体でエネルギーコスト削減のみを訴求しつつスマート機器の導入を促す手段以外にも、スマート機器の導入を図る他の事業者と提携することにより、その事業者が導入したスマート機器へのアクセスを狙う、といった手段も有効となると想定される。その際、他の事業者がスマート機器の導入促進を行いつつ、電力事業者が追加的にデマンドリスポンスプログラムを需要家に対して提供する、といった役割分担が有効である。電力事業者がデマンドリスポンスを通じた経済的なインセンティブを需要家に追加的に与えることで、需要家にとってのスマート機器導入のメリットを更に高めることも可能である(【図表 20】)。

機器メーカーやハウスメーカーにとってもメリットが存在

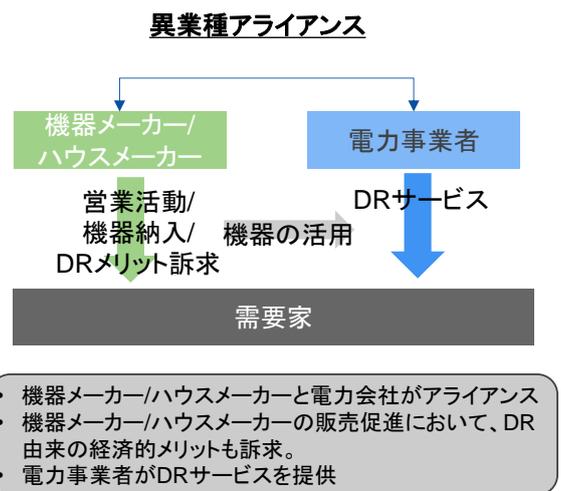
また、電力事業者とのアライアンスにより、機器メーカーやハウスメーカーは、自社でデマンドリスポンスノウハウを構築せずとも、顧客に対して電力事業者が提供するデマンドリスポンスの便益を追加的に訴求することが可能となる。例えば、機器メーカーやハウスメーカーがスマート機器やスマートハウスを顧客に対して営業をする際に、従来のスマート機器やスマートハウスの効用に加え、デマンドリスポンスの効用も併せて訴求することにより、顧客に対してより高度な営業活動を行うことが可能となる。

【図表 19】 電力事業者自身による機器導入のイメージ



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【図表 20】 異業種アライアンスのイメージ



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

(2) デマンドリスポンス導入加速に向けた政策的措置

現在検討されている電力関連の新市場において、デマンドリスポンスは、新たに容量市場および需給調整市場における入札が認められており、それぞれ kW 価値および ΔkW 価値を発現させることにより、市場から収益を得ることが可能である。

デマンドリスポンスは非化石価値収入を得られない制度設計

一方で、調整力としての機能を持つ火力発電についても、デマンドリスポンスと同様に kW 価値および ΔkW 価値を有するため、同じように両市場から収益を得ることが可能となる。ただし、その場合、従来からピークロード電源として活用されてきた火力発電とデマンドリスポンスは同等と扱われており、本来、デマンドリスポンスは温室効果ガス削減効果があるにも関わらず、非化石価値由来の収益を得ることはできない。

現行の制度設計の下では、非化石価値は、エネルギー供給構造高度化法に基づく、小売事業者の 2030 年における非化石価値電源比率目標の算出において利用可能な環境価値として位置づけられている。そして、再エネ(太陽光、風力、水力等)および原子力が非化石価値を有する電源であると整理されている。そのため、ダイヤモンドリスポンスは非化石価値に基づく収益を得ることが認められておらず、環境価値が埋没してしまっている。

ダイヤモンドリスポンス拡大のため、環境価値を評価する制度設計が重要

ダイヤモンドリスポンスの拡大を目指すためには、温室効果ガスの排出量削減ポテンシャルがあるという環境に資するエネルギーリソースとしてその環境価値を評価し価値に見合った経済性を与える制度設計が重要と考えられる。経済的に評価されたダイヤモンドリスポンスの環境価値は、プログラムに参加する需要家へのインセンティブの原資となり得るものである。需要家へのインセンティブをより厚く付与することができれば、需要家のメリットも増し、ダイヤモンドリスポンスの浸透が加速すると考えられる。

(3) 家庭用ダイヤモンドリスポンス事業の将来的可能性

需要家を基軸とするプラットフォームへと成長するための橋頭堡としての家庭用ダイヤモンドリスポンス事業

分散型太陽光等の電源分散化が進展する中で、地産地消型のエネルギーシステムを脱炭素化する上で、発電側の分散型電源への取り組みと同時に、電力需要側のダイヤモンドリスポンス等の需要家への取り組みが競争力の源泉となる。分散型電源に加え、複数の小口需要をアグリゲートすることで同時同量を果たすことができれば、需要家を基軸とした、地産地消を実現する新たな電力プラットフォームとして位置づけることが可能となる。電源分散化という非連続な事業環境の変化に備え、電力事業者が需要家に根ざした電力の新しい脱炭素プラットフォームビジネスを展開するための橋頭堡として、家庭用ダイヤモンドリスポンスへの取り組みが拡大することに期待したい。

5. おわりに

ビジネスチャンス獲得に向けた事業者の取り組みに期待

日本が温室効果ガスの長期大幅削減を目指す中、エネルギー部門は中長期的な温室効果ガス排出の制約に直面する。この温室効果ガス排出削減に伴う事業環境の変化は、再エネ発電事業者および電力関連事業者と、これら事業者の取り組みを支える多様なプレーヤーにビジネスチャンスをもたらし得る。2050年に向けてエネルギー転換・脱炭素に向けた挑戦が求められる中、当該ビジネスチャンスの獲得に向けた、事業者の取り組みが進展することに期待したい。

みずほ銀行産業調査部

資源・エネルギーチーム 野中 慎二

岡本 伊織

平野 智

shinji.nonaka@mizuho-bk.co.jp

©2019 株式会社みずほ銀行

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、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・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ては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。