研究ノート

再生可能エネルギー(太陽光・風力) 発電事業のサービス・ビジネスモデル

株式会社日立製作所　藤井　享

1. はじめに

わが国の再生可能エネルギー（太陽光発電，水力発電，風力発電，地熱発電，バイオマス発電）の発電事業は，近年のグリーンイノベーション政策の高まりと，2011年3月の東日本大震災以降の電力供給方式の分散化の要請を受けて，ここ数年で伸張している。

その一番大きな理由は，経済産業省が再生可能エネルギーの普及に向けた施策として，FIT（Feed in Tariff)「固定価格買い取り制度」を施行したことである。わが国におけるFIT制度では，太陽光発電の買い取り価格が，世界で最も高い水準に設定されたため，同分野に新規参入事業者が集中しており，FIT認定容量全体の約9割以上を太陽光発電が占めるという結果になった。その一方で，買い取り価格が低い上に，風車の設備運営ノウハウを必要とする風力発電事業への新規参入は少なく，FIT認定容量は全体の2%に留まっている。

この様な現状を鑑みて，経済産業省では，建設費用の低減傾向に基づき，太陽光発電の買い取り価格を毎年継続的に引き下げ，2014年には，非住宅用（10kW以上）を約10%，住宅用（10kW未満）を約2%引き下げる他，風力発電については，新たに洋上風力の区分を新設し，非住宅用太陽光発電よりも高い価格（1kWhあたり36円）に設定した。そのため風力発電事業の普及・拡大が，今後さらに加速するものと見込まれている。

一方，わが国における製造業の，サービス事業の受注比率は増加傾向にあり，利益の多くをサービス事業が創出している他，わが国の製造業を取り巻く外部環境は，IoTやインダストリアル4.0を要素技術に「顧客協創型ビジネス」への転換点を迎えている。「顧客協創型ビジネス」とは，顧客と共に新ビジネス創生による売上拡大や，コスト削減による競争力強化などを実現するもので，顧客の顧客を開拓する新規ビジネスをいう。

本論では，以上のことを鑑みて，わが国の総合電機メーカー（発電機器メーカー）が取り組む再生可能エネルギー（太陽光・風力発電）事業のビジネスモデルを紹介して，同分野での導入促進に向けた政策的提言を行う。

2. 本論（事例研究）

2.1. 太陽光（メガソーラー）発電のサービス事業

わが国の太陽光（メガソーラー）発電事業は，2003年度に導入されたRPS制度や助成金・補助金が後押しとなり急速に普及･促進されている。メガソーラーとは，1MW以上の出力を持つ太陽光発電システムのことであり，主に自治体，及び民間企業が主導となり，遊休地・堤防・埋立地・建物屋根などに設置される大型の太陽光発電設備である。

近年，エネルギーを取り巻く情勢の変化により，再生可能エネルギーへの関心が高まっているが，2011年3月の東日本大震災に伴う原発事故による電力不足，さらには，2012年7月に開始された再生可能エネルギーのFITの導入により，採算性が確保されたことにより，国内でのメガソーラー建設

が一気に加速した。この制度では，FIT買取り価格（2012年度42円，2013年度37.8円，2014年度34.56円/1kWh）という事業者側において魅力的な買取り価格設定が大きな要因となり全国各地では，メガソーラーの導入計画が進められている。

こうした中，わが国で，最も早く計画されたのが，2012年6月，株式会社東芝（以下，「東芝」）の福島県南相馬市内のメガソーラー事業である。本プロジェクトの概要は，出力10万kW，年間1億5千万kWhで，一般家庭3万世帯分の電気を賄える国内最大規模のメガソーラー発電設備である。

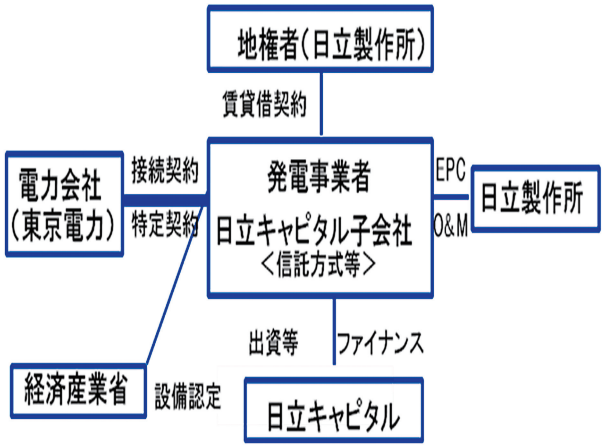
本案件については，複数の太陽光発電機器メーカーが受注に向けて名乗りを上げる中で，東芝が本プロジェクトを受注した。その主な理由は，現地の発電事業を行うSPC（特別目的会社）を自らが建設し，電力サービス事業も含めた提案を行ったためである。この東芝がとった電力供給事業も含めたサービス運営戦略は，本プロジェクトの建設コストである300億円を顧客側に負担させるのではなく，現地の発電事業を行うSPCを自らが建設・運営することで運営から創出される利益で建設コストを賄っていくという金融事業のスキームを構築していることである。

このケースにおける東芝の競争優位要因は，太陽光発電設備（メガソーラー）のハードそのものの価値の高低ではなく，金融事業のスキームの構築から提案という太陽光発電事業全体のバリューチェーンの前工程と，実際に電力供給事業で地道に利益を出していく事業運営や設備の保守メンテナンス等の後工程における価値の優越が決定要因となっている。

また，東芝に先を越されたライバル企業である株式会社日立製作所（以下，「日立」）では，その後，茨城県日立市で建設される八反原太陽光発電所（土地面積2.15ha，日立所有地）に1.8MWのメガソーラー事業を同様のスキームで展開している。

この事業スキームは，図表1の通りである。このモデルは，日立グループ企業である日立キャピタル株式会社（以下，「HCC」）の子会社が発電事業者となり，経済産業省から設備認定を受け，電力会社（東京電力株式会社，以下，「東電」）との特定・接続契約を締結し，地権者である日立とは土地の賃貸契約を結ぶ他，機器製造と工事施工にあたるEPCとO&Mを行う事業契約となっている。

図表1．八反原太陽光発電事業スキーム



（出所）：筆者作成

本プロジェクトの特徴は，地元有力企業がコミュニティ全体の主導権を持っている企業城下町型の建設モデルであり，日立グループ企業であるHCCの子会社が発電事業者となり，いわゆるSPCの役割を担っているケースである。

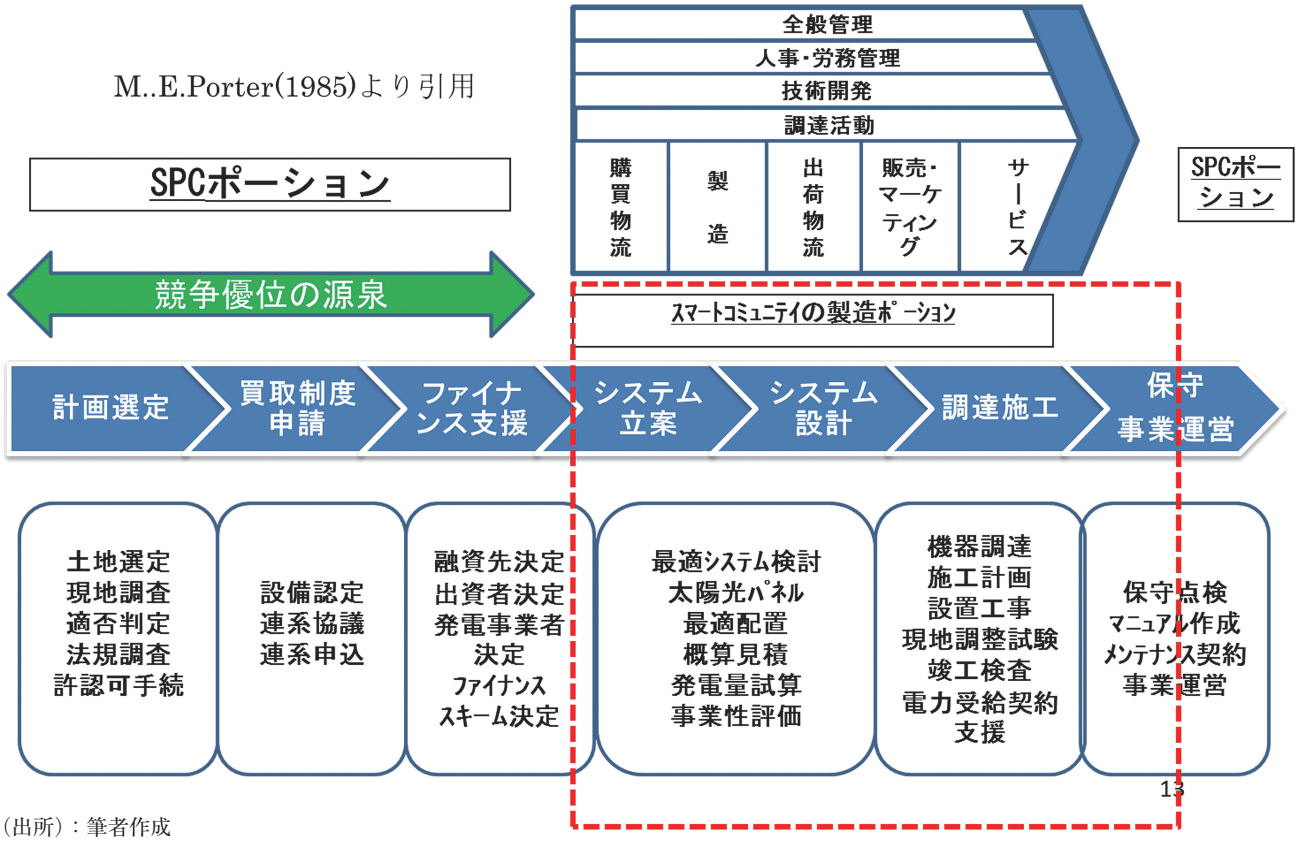
この事業のプロジェクトマネージャーによると，太陽光パネルや設備関連の生産者側のバリューチェーンは，図表2の通りである。これは，従来M.E.Porter(1985)[1]が提唱する製造業の競争優位の源泉とされていた「機器システム（購買物流→製造→出荷物流→販売マーケティング→サービス）」といった，製造ポーションでの価値追求だけではなく，むしろ，この上流部となる「計画選定→買取制度申請→ファイナンス支援」と，下流部の「事業運営」といった顧客の先にあたる顧客に価値を提供するといった事業全体のバリューチェーンを見据えた提案の有無が受注の決め手となっており，図表2の様なバリューチェーンモデルを提示することができる。

2.2．風力発電事業のサービス事業

本章では，日立グループが取り組む風力発電事業をサービスイノベーションの観点から考察する。

日立ウィンドパワー株式会社（以下，「HTW」）は，日立グループが風力発電事業に参入するため，

図表2.　八反原太陽光発電事業のバリューチェーンモデル



（出所）：筆者作成

HCCと日立の共同出資により設立した風力発電事業会社である。

HTWは，自らが有する風力発電設備で発電した電気を，従来の電力会社に加え，2000年より進む電力小売市場の自由化に伴う新規参入業者に販売するとしている。このような状況下において，日立が下したのは，自らが風力発電事業者となり，顧客（風力発電事業者）と同じ視点に立つ戦略である。この事業モデルは，太陽光（メガソーラー）発電事業と同様に，風力発電事業者の立場で，「顧客が真に必要としているO&Mのノウハウを蓄積すること」，「顧客のサービスニーズを把握し，新たなアウトソーシングビジネスを創造すること」を最大の目的としている。

中小発電事業者は，風車とそのO&Mをワンストップでアウトソーシングしたいというニーズを持っている。この顧客ニーズに対して，日立は，発電機器の開発製造を担う事業部と，HTWで培った事業運営のノウハウを転用し，従来の保守サービスから運営までを含めた風力発電事業運営のワンストップサービスの展開を検討している。

また，HTWから得た事業者としての知見をベースに，日立グループの他事業部門との連携による新たなサービス事業を創出する取組みも行われている。

具体的には，予兆診断技術によるCBM（Condition Based Maintenance）とロボットによる保守自動化技術がある。通常，風車の保守は，メンテナンスを行う機器が高所にあるため，手間と労力が掛かり，人件費がかさむという問題が指摘できる。特に洋上では，人件費に加えて，現地への作業員の移動だけでも高額な費用が発生する。さらに，危険を伴う高所での作業は，作業員の安全面での課題を抱えており，現在，日立では，これらの課題を解決するため，予兆診断を用いたCBMとロボットを用いた保守自動化の開発を検討している。

CBMとは，設備状態に合わせて，必要な時だけメンテナンスを行う保守手法である。これにより，

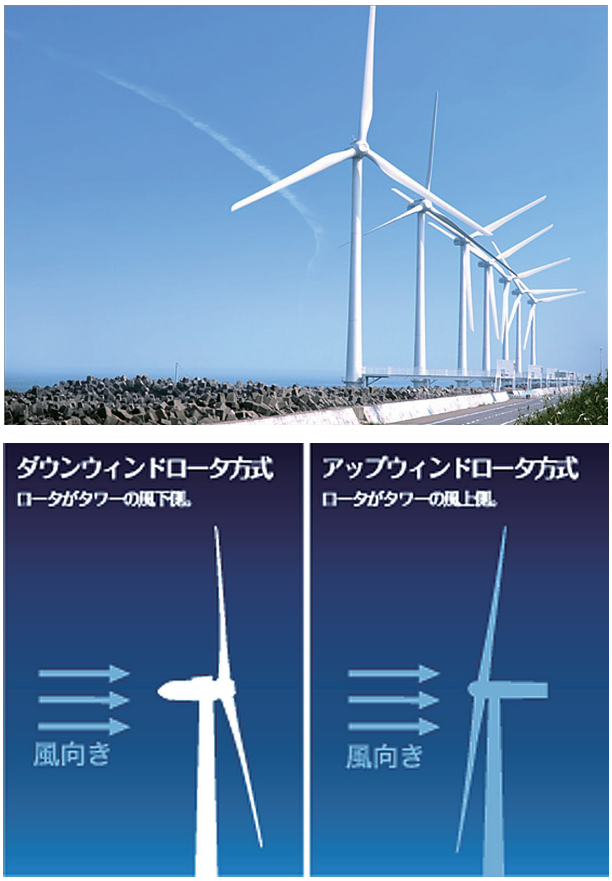
メンテナンス頻度の削減・最適化が可能となる。CBMを行うためには，いつ機械が故障しそうか，その予兆を正確につかむ必要がある。これを可能にするのが，ビックデータ解析技術である。日立では，膨大なデータを解析することにより，故障の予兆を検知する。この予兆診断技術の開発には，対象機器の長期間に及ぶ各種稼動データが必要だが，今までは，メンテナンスに必要なデータの収集にも制約があったが，HTWが風力発電事業者となることで，風車の稼動データ全てを取得することが可能となり，予兆診断技術開発の可能性が見えてきている。

さらに，保守の自動化を目的とするロボットの開発は，2014年度中に市場ニーズと日立グループ内の既存技術の調査を終えて，2015年度より検討されている。まだ構想段階であるが，日立の既存技術を用いて開発費を抑えつつ，作業員の代わりに風車のメンテナンスを行うロボットの開発を想定している。ロボットによる保守自動化により，メンテナンス費用の削減と安全性の向上が期待される。

また，HCCはファイナンス・サービスとして風力発電事業者への事業融資を行ってきた。事業融資は，設定した金利に基づき安定した収入を得られるローリスク・ローリターンなファイナンス・サービスであるが，投資（出資）に比べると利回りは低い。一方，投資（出資）は，レバレッジがかかる分，事業融資よりも利回りが良いが，事業停止による未回収金の発生などの事業リスクを負担するハイリスク・ハイリターンなファイナンス・ビジネスである。そのため，発電事業者への投資（出資）を行うには，風力発電事業者の事業リスクを把握する必要がある。HCCは，HTWの風力発電事業を通じて，立地選定や事業運営のノウハウを蓄積することで，有望案件を見極める能力を強化しつつある。HTWから得た有望案件選定ノウハウを武器に，HCCは積極的に風力発電事業者への出資件数を拡大させていく構想を描いている。

HTWは，日立が開発した新型風車3機種を導入している。この施策では，製品開発に顧客視点のニーズを取り込むために，3機種3基の実機データを収集し，風車を運営する上で洗い出される製品課題を開発にフィードバックし，製品の顧客訴求力向上を図る計画である。

図表3　大型ダウンウィンド型風力発電システム



（出所）日立ホームページ
《http://www.hitachi.co.jp/products/power/wind-turbine/feature/rotor/》より引用[2]

これらの風車3機種は，日立が独自に開発を進める大型ダウンウィンド型風力発電システムである。ダウンウィンド型とは，ロータ（回転体）をナセル（発電機などの収納筒）の風下側に配置する風車構造のことを言う。ダウンウィンド型風車は角度の付いた回転面の下側から風を受けるため，起伏のある場所や海面と平行に強風の吹く洋上で高い発電効率を発揮する。風況の良い立地が少ない日本では，このような高効率風車へのニーズが高まると見込んでいる。

HTWには，これら3製品を顧客（ユーザー）として使用しながら市場や顧客ニーズの変化を捉え，周波数や電圧制御への対応など，風車の実用性を高めていく役割が求められている。

一方，日立は様々なタイプのコンバータ技術など日立の持てるパワーエレクトロニクスのノウハウを結集し，HTWによる運転データから洗い出された課題を解決するための新たな制御構成・方式の開発を進めている。

風力発電事業への新規参入が少ない理由は，風力発電事業の立ち上げ時とその後の事業運営において，特有の事業リスクが存在するからである。風力発電所を建設する際には，長期の事業継続に適した立地確保やシステム設計に伴うリスク，事業運営においては，風車稼働率を左右する風況に合わせた設備運用に伴うリスクが存在する。風力発電事業に参入するためには，これらのリスクを最小限に軽減するための取り組みが必要不可欠となる。

以下では，HTWがいかにして事業リスクを軽減させているのか，その取り組みについて，具体的に紹介する。

HTWでは，事業開始前に，事業を20年間継続した時の事業収支（キャッシュ・フロー）の見通しを立て，事業実施の可否を検討している。事業開始後の資金繰り悪化のリスクを最小限にするため，この見通しは精確でなくてはならない。

売上は，風況と風車の性能および稼動率により決まる。この中で，風況は，大気質変動などの外乱が多く最も不確定性が高い。HTWでは，風況シミュレーションや専門調査会社の第三者レポートを利用して，風況の変動が採算の取れる範囲内に収まることを事前に確認し，売上の見通しからの下振れを極力抑えている。

一方，一般的な固定資産税，償却費，保険費，金利などのコスト積算に関しては，HCCのノウハウに基づいて検討し，風車特有の保守･運用費用はマーケティング部門の協力による市場調査を実施しながら見積を行っている。

風力発電事業では，資金ショートを防ぐため，発電量予測に基づいて，BS（貸借対照表），PL（損益計算書），CF（キャッシュ・フロー計算書）を予測し，保全のタイミング・頻度を含む運転計画を財務面から判断する必要がある。そのため，風速，稼動率，発電量などの風車の稼動情報だけではなく，財務情報のモニタリングも必要となる。また，売上（発電量）を高く保つため，落雷などの自然災害による事故や風況の変動による発電量の減少に対し，迅速に事業運営上の判断を下し，対処しなければならない。

HCCは，従来のリース事業で培ってきたプロジェクト管理の経験から，財務情報のモニタリングシステムを既に構築していた。このシステムをベースに，日々の稼働状況を管理し，それに基づく運営状況をモニタリングできるシステムを新たに構築した。

また，1日1回複数の人員でモニタリングを行い，1日ごとに運営方針を検討できる体制も整えた。

風力発電事業が環境に与える影響としては，騒音，電波障害，生態系，景観への影響がある。

事業開始前に，これらの影響について調査を行い，市町村と議論を重ねた上で事業を開始する。

しかし，運転後に発覚する問題もあり，継続的な環境アセスメントが必要となる。この風力発電事業では，少なからず景観や騒音問題などで地元住民に影響を与える。事前に，市町村の合意を得ているとはいえ，地元住民との関係を良好に保つことは，事業リスクを軽減させる上で重要である。地元住民との関係が険悪なものとなると，事業を中断せざるを得ない状況にもなるからである。HTWでは，地元の環境イベントやお祭りに積極的に参加し，地元住民との関係を強めている。また，風車に関する地元住民の問合せ等にも自己責任で対応を図るべく，受け付け窓口を明確にし，素早く対応できるようにしている。このように，風力発電事業では，事業開始前もさることながら，事業開始後の継続的な環境アセスメントによって事業リスクを軽減している。

HTWは，風力発電協会（JWPA: Japan Wind Power Association）に参加することで風力発電事業に必要なノウハウを取得している。風力発電協会では，風力発電事業者および風力発電に携わるメーカが活発な意見交換を行っている。HTWは，そこで専門的な事業運営のノウハウや地元住民や市町村との付き合い方など，事業立ち上げ後も運営を継続していくためのノウハウの吸収を行っている。

3. まとめ

本論では，わが国の総合電機メーカーが取り組む再生可能エネルギー（太陽光・風力）発電事業における事業モデルに関しての紹介を行った。

この2つのモデルから言えることは，従来の製造業のケイパビリティとされたものづくりに関する価値の提供から，その前後にあるサービス関連事業における価値の提供へとケイパビリティの位置付けが変容している。

そのため，再生可能エネルギー（太陽光・風力）発電事業の導入展開においては，顧客（ユーザー）視点での利益創出を前提としたサービス・ビジネスモデルの構築が大変重要である。そのために，今後同分野の推進に際しては，サービス・ビジネスクリエーターの育成が必須であると考える。

＜参考文献＞

[1] M.E.Porter（1985）COMPETITIVE ADVANTAGE The Free Press.
土岐伸，中辻萬治・小野寺武夫訳（1986）
競争優位の戦略-いかに高業績を持続させるか-ダイヤモンド社
[2] 日立ホームページ
《http://www.hitachi.co.jp/products/power/
wind-turbine/feature/rotor/》