

電力・エネルギー分野における ソリューション事業の展望

池田 啓
Ikeda Hiraku

山田 竜也
Yamada Tatsuya

畔上 兼一
Azegami Kenichi

多様化する電力インフラへのニーズ

地球環境問題、都市への人口集中、再生可能エネルギーをはじめとした代替エネルギーの増加、先進国を中心としたインフラ老朽化など、電力インフラへのニーズは多様化している。これらに 대응していくためには、機器の信頼性だけでなく、IT (Information Technology) をはじめとする先端技術を組み合わせることが必要となる。今回は、電力市場の動向から多様化するニーズと求められる対応策について解説し、日立の取り組む電力・エネルギー分野におけるソリューション事業について述べる。

電力市場の動向

電力インフラを取り巻く環境は、国・地域により多様化している。ここでは、それぞれの環境について、電力需要が横ばいで推移する先進国と、電力需要が急速に伸びる新興国(図1参照)、そして、電力システム改革が進行中の日本に分けて解説する。

先進国における電力市場動向

先進国ではインフラは高度に構築済みであり、以下に挙げるような問題点が指摘されている。

(1) 地球温暖化対策

2015年11～12月に開催予定の国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)

において各国が温室効果ガス削減目標について合意することをめざしている。それに先立ち、2015年8月には、各国から野心的な削減目標案が示され、地球温暖化対策への意気込みが感じられる。一例を示すと、米国は2025年までに2005年比で温室効果ガス排出量を26～28%削減する目標を掲げ、EU (European Union) は2030年までに、1990年比で温室効果ガスを域内で少なくとも40%削減、中国は2030年ごろにCO₂排出量ピーク達成に加え、2030年までに2005年比でGDP (Gross Domestic Product) 当たりのCO₂排出量を60～65%削減する目標を掲げている。日本は、2030年までに、2010年比で温室効果ガス排出量を少なくとも32%削減することを目標としている。

(2) 系統安定化

以上のような環境意識の高まりにより、

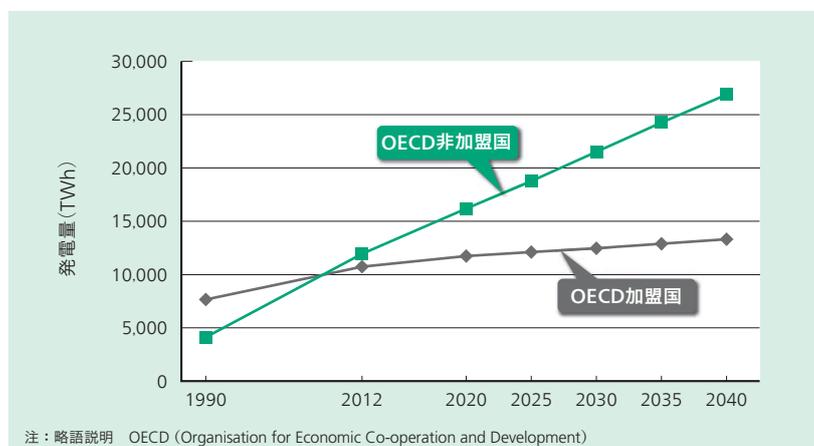


図1 | 電力需要見通し

先進国 (OECD加盟国) は横ばい、新興国 (OECD非加盟国) は急激な伸びが予想される。

(a) TSO

Transmission System Operatorの略称。地域の超高压基幹系統を所有し、運用する会社。

風力・太陽光をはじめとする再生可能エネルギーの導入拡大が進んでいるが、これらの電源は、火力などと異なり、天候などの条件により出力が変動する変動電源である。電力系統では電力の供給量と使用量(需要量)が常に等しく保たれる必要があり、変動電源比率が高まれば、その分、需要と供給のバランスを保つことが困難になる。通常、需給のバランスは制御応答性のよいディーゼルエンジンやガスタービンなどの火力発電設備を制御することで調整するが、そのような調整可能な電力設備容量は再生可能エネルギーの導入量の上限を決める要素となる場合があり、前述した地球温暖化対策の実現に立ちどころハードルとなりえる。

(3) 設備老朽化

先進国の電力・エネルギー設備をはじめとした社会インフラの大部分は、設置後長期間が経過している。そのため、老朽化設備による事故の多発が問題視されている。例えば、米国の電力系統運用機関である、NYISO (New York Independent System Operator) の資料によると、米国ニューヨーク州では送電設備の80%以上が設置後30年以上を経過しており、老朽化設備

への対策が課題となっている。

(4) 市場原理の導入

上記のように送電系統運用者(TSO^(a))の投資金額を抑えつつ、系統安定化を実現するために、一部の先進国では電力サービスの市場開放を進める動きがある。特に、米国の一部TSOや、ドイツなどでは需給バランス調整市場(アンシラリーサービス市場)を一般開放する動きがある。アンシラリーサービスとは、周波数や電圧の変動を抑える目的で需給バランス調整を行うサービスのことで、アンシラリーサービス市場はこれらのアンシラリーサービスをTSO以外に開放することで、TSOの投資を抑えつつ、系統安定化のための予備力を確保することができる。

新興国における電力市場動向

次に新興国における市場動向に関しては、図1に示したように、近年の新興国[OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development: 経済協力開発機構) 非加盟国]の電力需要の伸びは顕著である。人口増加、経済発展、農村から都市への人口流入などの要因により、この傾向はしばらく続くものと予想されている。

また、島嶼(しょ)国や国土が広大な国などでは、系統設備への投資の大きさが懸念されている。これらの国では効率が悪く燃料費がかさむ小型電源を利用している場合が多く、再生可能エネルギーによる燃料費の削減が期待されている。

日本における電力市場動向

日本における電力市場の動向を、長期的なエネルギーミックスの見通しと、電力システム改革の進展を中心に概観する。

(1) 長期エネルギー需給見通し

電力・エネルギーには、経済性のみではなく、安全保障、環境性(3E)および安全性(S)を含めた「3E+S (Energy Security, Economic Efficiency, Environment + Safety)」の視点が求められる。これを踏まえて、2015年7月に経済産業省が発表した長期エネルギー需給見通しは、2030年

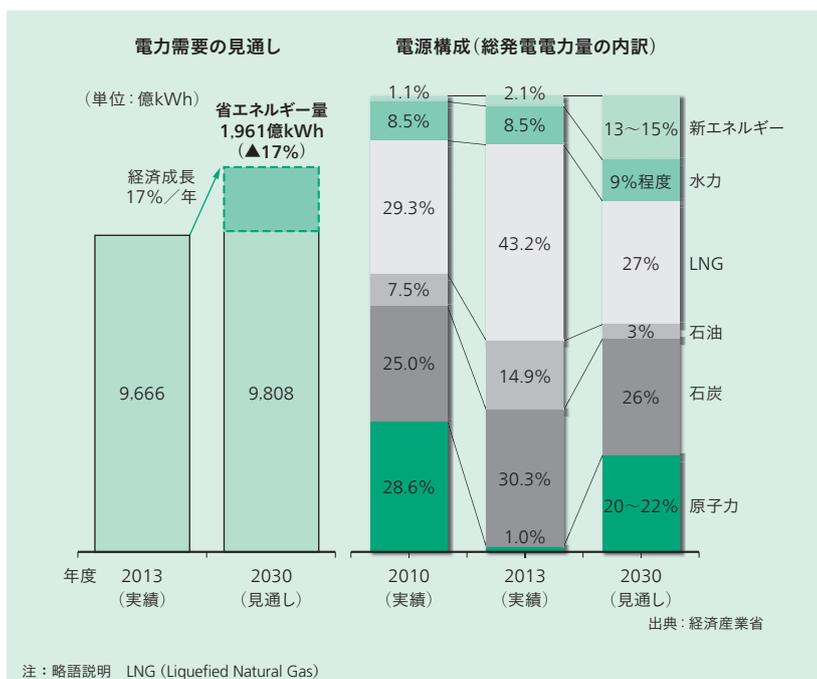


図2 | 長期エネルギー需給見通し

達成のためには、徹底的な省エネルギーと、原子力・自然エネルギーによるエネルギー需給率向上が必要である。

の日本における電源構成を図2のように考えている。この達成のためには、徹底した省エネルギー推進で、電力需要を2013年度と同レベルに抑えることに加え、エネルギー自給率を高めるために原子力はベースロードとして20%程度を維持、新エネルギーは安定電源である地熱・水力・バイオマスをより積極的に拡大するなどして13~15%に高める必要がある。

(2) 電力システム改革

戦後、日本では国民生活の発展や経済成長の観点から、安定的な電力供給が最優先された。その結果、垂直一貫体制・地域独占による電力供給体制が構築された。これらは大規模電源の安定的な投資回収を実現し、安定的な電源供給と経済発展の礎となってきた。

しかし、1990年代に入り、世界的な規制緩和の流れを受けて、日本国内においても自由化を求める機運が高まった。1990年代に、特別高圧電力の小売自由化から始まった規制撤廃の流れは現在も継続しており、2015年に広域系統運用の拡大を目的とした広域的系統運営機関の設立、2016年には小口需要家まで含めた電力小売の全面自由化、さらに2020年に送配電部門の法的分離、小売料金規制の撤廃が予定されている。これらは、安定供給の確保、電気料金の抑制、電気利用の選択肢や企業の事業機会の拡大を目的として推進されている。

今後、従来の電力会社だけでなく、異業種による電力ビジネスへの参入が加速され、一例では、ガス会社やインターネット、携帯電話などの通信会社、小売会社なども参入を検討している。競争激化とともに新たなビジネスチャンスが創出されるものと考えられる。

日立のソリューション事業の方向性

日立は、今まで述べてきたような変革が進む電力システム市場に対し、発電から電力流通、需要家向けシステムまで、ワンストップで最適なソリューションを提供する。電力会社や新電力（特定規模電気事業

者）、需要家などのさまざまなステークホルダーに対し、送変電・受変電・系統システム、再生可能エネルギー、需要家に対するマネジメントサービス、電力の小売全面自由化のためのシステムの構築・運用まで、顧客との協創を通じて、日立が培った技術と知見によりベストソリューションを提供することで、安定した電力システムの構築に貢献していく（図3参照）。

市場ニーズに対応したソリューション

今まで述べてきたように、顧客のニーズは多様化してきており、それらに対応したソリューションを柔軟に提供していく必要がある。

日立が提供するソリューションの一例を述べる。

安定的な電源の確保

前述したように、新興国を中心として電力供給を増やすニーズがある。

発電方式の中で、火力発電は主力の発電方式であり続けると考えられている。この分野では、日立製作所と三菱重工業株式会社は2014年2月に統合会社である三菱日立パワーシステムズ株式会社を設立し、

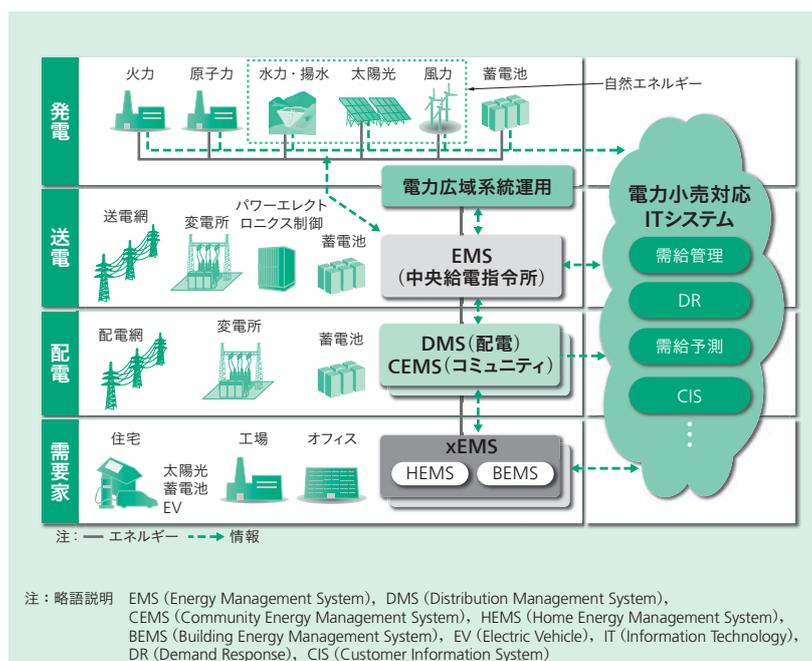


図3 | 日立の電力・エネルギーソリューション

発電から送配電、電力小売対応ITシステムまでトータルなソリューションを提供する。

例えば、ガスタービンにおいては三菱重工業が注力してきた高効率の大型機種から、日立が得意とした中小型機種まで幅広い製品レンジをカバーすることで、世界トップの火力発電メーカーをめざしている。

また、原子力に関しても2007年7月に米国ゼネラル・エレクトリック社（GE社）と経営資源を融合させ、日立GEニュークリア・エナジー株式会社が発足した。世界有数の原子力専門メーカーとして、原子力発電所の建設、ならびに保守・サービスを提供していく。

温室効果ガス排出量の削減

地球温暖化対策は国際的な枠組みの中で議論され、各国の義務となりつつある。その中で温室効果ガス排出量の多い発電分野における低炭素化は、非常に重要な社会問題である。日立は再生可能エネルギーの発電設備として風力発電設備や、太陽光発電設備を供給することができる。

大規模太陽光発電設備である、メガソーラーのプロジェクトの場合、建設工事を設計、調達から一括して請け負うEPC（Engineering, Procurement and Construction）に取り組んでいる。また、メガソーラー発電システムを構成する重要な機器である、高効率大容量PCS^(b)や待機電力の少ないアモルファス変圧器をはじめ、運転監視・計測システムまで、さまざまな機器・システムを幅広く手がけている。

また、風力発電設備は、ナセルがブレードに対して風上側に位置するダウンウィンドロータ型を採用している。ダウンウィンドロータの特長は、暴風時にフリーヨー（ナセルのヨー回転ロックをフリーにする）とすることでナセルが自然と風上を向き、風車にとって最も危険な横風を受け流せることである。また、特に山岳地帯が多い日本では、風車は山岳や丘陵などの起伏の多い地形に設置されることが多く、そこに吹く風は地形に沿って吹き上げる風（吹上風）となる。ダウンウィンドロータは、ロータ面が風上から見て下方に傾いているため、吹上風を効率的に捉えることができ、

アップウィンド型に対して発電効率を向上することが可能となる。

日立では、陸上および洋上用の最大出力が2 MWのタイプと、主に洋上用の5 MWのタイプを有している。特に、5 MWタイプは2015年3月に初号機が完成し、今後のさらなるビジネス拡大をめざしている。

また、温室効果ガスの排出量が少ない電源としては、原子力発電が挙げられる。特に英国政府は低炭素化社会の実現に向けて原子力を推進しており、ホライズン・ニュークリア・パワー社（以下、「ホライズン社」と記す。）が、新たな原子力発電所の建設を目的として、2009年に設立された。日立は2012年11月にホライズン社を買収し、5,400 MW級以上の原子力発電所をアングルシー島のウィルヴァとサウスグロスターシャー州オールドベリー・オン・セヴァーンに建設予定である。ここでは、第三世代原子炉で、世界で唯一運転実績のある改良型沸騰水型原子炉（ABWR：Advanced Boiling Water Reactor）技術を用いた原子力設備の建設をめざしている。

建設プロジェクトは現在、英国政府からの許認可を取得中であり、主要許認可の1つであるGDA（Generic Design Assessment）では、4ステップある認可プロセスのうち3ステップまで終了し、現在第4ステップ目の認可プロセス中である。最終的に、すべての許認可を取得し、原子力発電所建設プロジェクトを遂行する計画である。

電力システム改革・小売自由化への対応

電力システム改革に伴い、従来の各電力会社の供給範囲を越える広域的な系統を中立的な立場で運用する機関が必要になる。それを担うのが、電力広域的運営推進機関（以下、「広域機関」と記す。）であり、日立は広域機関の業務系システムを受注し構築中である。広域機関は、電源の広域的な活用に必要な需給状況の監視や、災害などにより需給がひっ迫した場合の地域間連携の供給指示などを担う機関である。日立はこれまでの中央給電指令所や、一般社団法人日本卸電力取引所の電力取引システム供給

(b) PCS

Power Conditioning Systemの略称。太陽光発電システムで発電された直流電流を、家庭などで一般的に利用されている交流電流に変換する装置。燃料電池や蓄電池からの直流電流の変換にも用いられる。

などで培った系統監視システム，系統安定化システムや電力取引システムの実績を生かし，広域系統の安定的運用に貢献していく。

2016年の電力小売全面自由化に先立ち，電力小売事業に参画するのに必要となる，登録小売電気事業者の事前申請が始まっている。2015年10月26日現在で40社が登録しており，電力小売事業への新規参入が多数見込まれる。新規参入には，顧客情報管理，契約管理，メーターデータ管理，需給管理など，さまざまなITシステムが必要となり，新規参入者には高いハードルとなる可能性がある。日立の関連会社である株式会社日立システムズパワーサービスは，これらの電力小売自由化に対応したITシステムを，クラウドサービスであるePower Cloudとして提供している。クラウド化することにより，事業者はより少ない投資で迅速に事業を立ち上げられるとともに，需要家数や規模に応じたフレキシブルな運営が可能となる。

系統安定化ソリューション

前述した環境意識の高まりにより，風力・太陽光をはじめとする再生可能エネルギーの導入拡大が進んでいる。これらの電源は，火力などと異なり，天候などの人為的にコントロールすることができない条件により出力が変動する変動電源である。電力系統では電力の供給量と使用量(需要量)が常に等しく保たれる必要があり，変動電源比率が高まれば，その分，需要と供給のバランスを保つことが必要になる。それらのバランスを調整するソリューションの1つが蓄電池による電力貯蔵である。

日立は，**図4**に示す，コンテナ型蓄電システム「CrystEna^{*}」を開発し，米国における周波数調整市場での実証プロジェクトに参加している。

米国最大の独立系統運用機関である**PJM^(c)**は変動電源の大量導入などによる短時間需給のバランス調整に関して，周波数調整市場を運営している。周波数調整市場では，蓄電池などの電力貯蔵設備を持つ



図4 | CrystEna

蓄電池，PCS (Power Conditioning System)，制御装置，空調設備などを実装したオールインワンパッケージで据付期間と工事費を削減可能である。

参加者が需給バランス調整に入札制で参加することで，PJM管内の周波数調整を一般に開放している。CrystEnaはリチウムイオンバッテリーやPCS，バッテリー管理システム，冷却装置，火災消火システムの一式すべてが12 mクラスのコンテナの中に収められている。日立はこのCrystEnaをPJMの周波数調整市場での実証プロジェクトに投入することで，運用データを収集し，蓄電池システムの性能と電力系統安定化に対する有効性を検証している。

また，再生可能エネルギーの大量投入や電力システム改革の進展により，広域需給調整のニーズが高まっている。特に日本においては，東西日本での周波数の違いや，再生可能エネルギーの大量導入などにより，高圧直流送電 (HVDC : High Voltage Direct Current) のニーズが高まっている。

日立は従来の国内のHVDCプロジェクトすべてに参画している実績があるが，さらに2015年10月に国際的な電力・オートメーション企業であるABB社と国内HVDCプロジェクトに関する合弁会社を設立した。これにより，日立の国内実績によるプロジェクトマネジメント力や品質保証，そしてABB社の持つ最先端のHVDC技術を融合させることで日本における電力広域連携に貢献していく。

(c) PJM

米国の大西洋中部地域と中西部地域の計13州を網羅する独立系統運用機関。PJMという名称は，ペンシルバニア州，ニュージャージー州，メリーランド州を表している。

*) CrystEnaは，日立製作所の登録商標である。

マイクログリッド・ スマートエネルギーソリューション

今まで述べてきたように、電力系統に大量の再生可能エネルギーが導入されることなどにより、系統運用が困難になる。その課題に対する先進的な取り組みとして、マイクログリッドやスマートエネルギー化が挙げられる。

マイクログリッドは電力系統に依存することなく、内部の電力需要と供給量のバランスを調整することで、電力系統にまったく接続しないか、緊急時には系統と切り離して運営できる小規模系統のことである。日立はそのようなマイクログリッドを構成する各種電源やEMS (Energy Management System) により、多種多様なマイクログリッドを提供することが可能である。

需給バランスの調整は、多くの場合は、電力供給(発電)を制御することでなされる場合が多い。系統運用者から見ると数が限られる発電機のコントロールは容易だが、電力使用量は需要者が多数であるためコントロールが難しい。そこで、通常の系統運用では、ディーゼルエンジンやガスタービンなどの制御応答性の高い火力発電設備をコントロールすることで需給バランスを調整する。

一方、ITの発展により需要側をコントロールすることで需給のバランスを調整す

ることも可能となってきた。特に需要側をコントロールするシステムをDSM (Demand Side Management) という。これらのシステムは、系統運用者が需給ひっ迫時などに、需要家に対してインセンティブを提示して需要低減に応じた需要者に対して報酬を払うインセンティブ型や、時間帯別の料金制を敷くことで需要家が自主的にピーク時の電力使用を抑えることを狙う方式などがある。

上記のようなスマートエネルギーソリューションには、電源や受変電設備などの機器と、IT制御技術両面の知識やノウハウが欠かせない。日立は長年培ったそれらの知識をつなぎまとめることで、多種多様なスマートエネルギーソリューションを構築し、顧客へ提供していく。

ソリューション型ビジネスモデルを推進

電力市場動向の変化による社会ニーズの多様化に対応するためには、顧客ニーズにフレキシブルに合わせるソリューション型のビジネスモデル構築が欠かせない。日立はこれまで培ってきた機器製造のノウハウとITを融合させることで、ソリューション型ビジネスモデルを推進し、社会と顧客が抱える課題の解決に貢献していく。

参考文献など

- 1) IEA : World Energy Outlook (2014.10)
- 2) 電力システム改革専門委員会 : 電力システム改革の基本方針—国民に開かれた電力システムを目指して— (2012.7)
- 3) 長期エネルギー需給見通し, 経済産業省, http://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004_2.pdf
- 4) 一般社団法人海外電力調査会 : 海外諸国の電気事業 第1編 2014年版 (2014.1)
- 5) 永山, 外 : 国内最大規模の太陽光発電設備, 日立評論, 96, 05, 328~331 (2014.5)

執筆者紹介



池田 啓

日立製作所 電力システム社 経営戦略統括本部 戦略企画本部 所属
現在、電力システム社の事業戦略立案、広報宣伝・渉外活動に従事
日本機械学会会員



山田 竜也

日立製作所 エネルギーソリューション社 企画本部 所属
現在、エネルギーソリューション社の経営戦略策定業務に従事



畔上 兼一

日立製作所 エネルギーソリューション社 企画本部 戦略企画部 所属
現在、エネルギーソリューション社の経営戦略策定業務に従事