

先進の発電・送電技術で新たなエネルギーシステムの構築へ

保泉 真一 日立製作所 電力システム社 火力事業統括本部 担当本部長
谷川 尚司 日立GEニュークリア・エナジー株式会社 福島原子力技術本部 本部長
小宮 良孝 日立製作所 電力システム社 電力流通事業部 副事業部長 兼 グローバル本部 本部長
坂本 尚史 株式会社日立総合計画研究所 研究第二部 部長
佐伯 満 日立製作所 電力システム社 日立事業所 シニアプロジェクトマネージャ
小林 啓信 日立製作所 日立研究所 エネルギー・環境研究センタ センタ長
西野 由高 日立製作所 日立研究所 機械研究センタ センタ長

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、多くの発電・送電設備が甚大な被害を受け、エネルギー供給の危機的状況がもたらされた。しかし、電力会社を中心とした早期復旧への努力と、産業分野や家庭も一体となった節電により、大きな危機は回避され、復興が進められている。エネルギーインフラ全般を支えている日立グループは、震災からの復旧・復興にも積極的に貢献してきた。今後の新たなエネルギーシステムの構築とグローバルなエネルギーニーズの拡大に、長年の経験と実績、先端技術で応えていく。

震災復興からその先へ

西野 東日本大震災の発生から約1年8か月が経過しましたが、これまで被災地の復興はもとより電力不足に対しても日本全体が丸となって取り組み、日立グループも電力インフラの復旧支援に全力を挙げてきました。最初に、その復旧支援の内容や、その先を見据えた取り組みについて聞かせてください。

保泉 震災では、茨城にある私たちの事業所も大きな被害を受けました。しかし、グループ全体が協力して短期間で生産再開にこぎつけたのち、地震や津波の被害を受けた火力発電所の復旧にあたり、これまでに合計23プラント、発電容量で1,000万kW以上の復旧に貢献してきました。

また、緊急の電源としてガスタービンの早期納入の要請に応え、東京電力大井火力発電所にF6FAを2011年8月に、H-25については、2012年1月に東北電力新潟火力発電所、2012年8月には関西電力姫路火力発電所に、いずれも据付けから運転開始まで約4か月という、これまでにない短納期で納めています。

谷川 ご存知のように、福島第一原子力発電所で地震と津

波による炉心溶融事故が起きました。日立グループは、事故発生直後から対策本部を立ち上げ、福島現地・東京電力株式会社本店・日立事業所のそれぞれに分かれて日々対応してきました。その中で、循環冷却システムの構築、使用済み燃料プールの冷却、1号機建屋カバーの設置などで放射性物質放出の抑制と冷温停止の達成に大きく貢献してきました。現在は、4号機使用済み燃料プールからの燃料取り出しに向けた準備や、炉心からのデブリ燃料取り出しに向けた技術開発を進めています。

また、そのほかのプラントについても安全性向上を最優先課題とし、電源や冷却設備の多様化、フィルタベントシステムなど、事故で明らかになった課題を踏まえた安全対策について実機適用に向けて設計を行っています。

小宮 東日本大震災では、電力流通事業の主力工場である国分事業所も被災しましたが、中でも高電圧大電力試験所の被害が甚大で完全再建に2012年5月までかかりました。その間、電力流通機器の性能検証や開発が滞っていたのですが、現在はその遅れを取り戻すべく、24時間体制で運用にあたっています。

震災を契機に、電力流通の重要性、特に広域系統連系の



保泉 真一

日立製作所 電力システム社
火力事業統括本部 担当本部長

1980年日立製作所入社、火力システム計画業務、火力技術本部本部長などを経て、現在、火力事業全般を統括。技術士（機械）。



谷川 尚司

日立GEニュークリア・エナジー株式会社
福島原子力技術本部 本部長

1981年日立製作所入社、原子力プラントの計装制御計画業務などを経て、現在、福島第一原子力発電所の廃炉業務に従事。日本原子力学会会員。

重要性が再認識されています。日本国内では、直流送電、周波数変換所、あるいは非同期連系などの直流設備が6地点9設備が稼働しています。日立グループは、そのすべてに関して機器や設備を納入しており、その実績を生かして今後の電力流通分野の成長を支えていきたいと考えています。

エネルギーのベストミックスに向けて

西野 日本のエネルギー政策は、オイルショックを契機に、多様な電源をバランスよく組み合わせるベストミックス政策がとられ、それが今回の震災後の電力危機を乗り越えた一つの要因と考えられます。一方、そのエネルギー政策のあり方は、現在、国民的な議論にもなっていますね。

坂本 エネルギーのベストミックスには、三つのEが大切だと言われます。「Economics（経済性）」、「Environment（環境）」、そして「Energy Security（エネルギー安全保障）」です。日本のエネルギー政策も、これらを同時に満たすという観点で策定されてきました。震災後も依然としてこの三つが重要であることに変わりはなく、特にエネルギー安全保障の観点から、安定的なエネルギー供給を確保するためにも、特定の燃料に偏りすぎないことが重要です。

佐伯 ベストミックスにおいて今後重要な役割を担っていくのが再生可能エネルギーです。国内では全量固定価格買取制度が始まり、市場の注目も高まっています。

日立グループは、富士重工業株式会社との連携の下で2005年から風車事業を手がけてきましたが、2012年7月に富士重工業の風車事業を取得し、取り組みを強化しています。私たちの風車は、ブレードがタワーより風下に配置されるダウンウィンド型を特徴としています。ダウンウィンド型は、日本に多い山岳地や丘陵地などにおいて高効率で安定した発電出力を得られるだけでなく、洋上風力発電にも向いています。

太陽光発電については、東京電力扇島太陽光発電所に1万3,000 kW のシステムを納入したほか、さまざまなメガソーラーの案件が進んでおり、太陽光と風力の両輪で再生可能エネルギー普及の一端を担っていく考えです。

小宮 再生可能エネルギーを含むエネルギーのベストミックスが進む中で、系統安定化システムの重要度が一層増してきます。また、需要家に高品質な電力を供給するために、さまざまな次世代配電自動化システム〔Advanced DMS (Distribution Management System)〕の実証試験をグローバルに展開しています。例えば、送電系統で電圧変動の改善に用いられている無効電力補償装置を、配電系統に適用したD-STATCOM (Static Synchronous Compensator for Distribution Network) の実証実験を進めています。また、IT (Information Technology) を駆使し、地域レベルで周波数と電圧を安定的に制御するマイクログリッド技術の開発と実証実験にも取り組んでいます。

一方、電力の負荷平準化に有効な大規模蓄電池システムの開発も進めており、需要家側と広域系統の両面からの対策に、有効な機能を付加していくことで、総合的な系統安定化につなげていく考えです。

小林 発電側でも、二つのアプローチで系統安定化に取り組んでいます。一つは小宮さんも話したように蓄電池を用い、充電・放電によって再生可能エネルギーの変動を抑制する方法です。もう一つは、ほかの電源との組み合わせで変動を吸収する方法で、石炭火力発電やガスタービンの性能を上げ、変動幅を広げたり、起動時間を短縮したりすることで、負荷変化にすばやく対応することをめざしています。

グローバルニーズに応える技術開発

西野 国内の電力需要は、機器のエネルギー効率が向上していくことなどから、今後の伸びは少ないと考えられます。一方、世界のエネルギー需要は、米国エネルギー情報局の推計によれば、2030年には2008年の約1.7倍に増加すると見られています。そうしたエネルギーに対するグローバルニーズに応えていくことも、今後重要になりますね。

坂本 エネルギー分野のグローバルニーズを考えるうえで、さきほどの三つのEが背景として重要になります。エネルギー安全保障の確立と、環境面でのCO₂排出規制への対応は、どの国にとっても不可欠な要素です。



小宮 良孝

日立製作所 電力システム社
電力流通事業部 副事業部長 兼
グローバル本部 本部長

1978年日立製作所入社、海外変電プロジェクト、国内直流送電プロジェクト取りまとめ、株式会社日本AEパワーシステムズ勤務を経て2012年より現職。
電気学会会員。



坂本 尚史

株式会社日立総合計画研究所
研究第二部 部長

1992年日立製作所入社、グループ会社室、グローバル事業本部、事業開発室などを経て、現在、エネルギー・環境・産業分野の政策・市場動向調査、事業戦略立案に従事。
経営学修士 (MBA)。

また、最近、フルーガルエンジニアリング、節約型・倏約型エンジニアリングということがよく言われますが、グローバル展開は、その地域の状況に合わせて単品だけでなくシステムレベルで経済性を考えることも必要です。適切なクオリティと適切な価格でのシステム提供が、グローバルニーズを満たすうえでは重要になります。

保泉 ガス火力発電では、高効率化へのニーズを背景に、ガスタービンやガスコンバインドサイクルが世界の主流になっており、今後もその流れは続くと思われます。日立グループはガスタービンの高効率化に向けた研究開発を続けていますが、これまで世界中で150基以上を販売してきた3万kW級のガスタービン、H-25の実績ある技術をベースに10万kW級のH-80を開発し、大容量化による高効率化のニーズに応えています。

石炭火力発電は、ニーズの高いインド、東南アジア、東欧を中心に注力していく方針で、主要機器であるボイラ、蒸気タービン、発電機、環境装置などをすべて手がけ、プラントをまとめられるという日立グループの強みを生かしていきたいと考えています。

石炭は、良質な瀝（れき）青炭から低品質な褐炭まで品質に大きな幅があるのですが、日立グループ内には多様な品質の石炭に対応できる燃焼技術があり、国によって異なる幅広いニーズに対応した発電所の形態を提供できます。また、環境規制のニーズに応えNO_x（窒素酸化物）、SO_x（硫黄酸化物）、煤塵などの排ガス中の不純物を低減するための排煙処理技術・製品にも力を入れています。

小林 日立研究所では、ガスタービンの効率向上にさまざまな角度から取り組んでいます。コンプレッサやタービンの形状によって流体の損失を低減し、ガスタービン自体の効率を向上する技術、コンバインドサイクルシステムの効率を向上させる燃焼温度の高温化技術、さらに、NO_xの生成を低減する環境性能向上にも取り組んでいます。

また、システムそのものの革新によって効率を高めることにも挑んでいます。その代表例が、日立独自の技術であるAHAT（Advanced Humid Air Turbine：高湿分空気利用ガスタービン）です。これは、従来のコンバインドサイク

ルと異なり、蒸気タービンを用いず高湿分の空気を利用することで、低コストでコンバインドサイクル発電と同等以上の効率を実現する次世代のガスタービン発電システムであり、現在、製品化に向けた実証実験を進めています。

石炭火力発電では、日立パワーヨーロッパ社が中心となって開発している、褐炭中に多く含まれる水分を除去する技術をベースに、トータルシステムとして褐炭火力発電の効率向上に取り組んでいます。

谷川 グローバルに見れば、原子力発電は低コストでCO₂の排出がなく、大容量で安定的な電源として、今後も新興国を中心に増加していくと予想されます。第三世代の沸騰水型原子炉であるABWR（Advanced Boiling Water Reactor）は、東京電力柏崎刈羽原子力発電所の6・7号機以降、安定な運転実績を積み重ねてきました。そうした実績は海外からも注目されており、ベトナムやリトアニアなどで導入が検討されています。日立グループは、福島での事故を受け、一層の安全性向上を図ったABWRの設計も進めており、海外でも信頼性の高いABWRプラントを提供していきたいと考えています。

小宮 電力流通の分野でもグローバル市場は大きく伸びると予測しています。その背景の一つに新興国での旺盛な電力投資とグリッドの巨大化が挙げられ、長距離送電・直流送電による広域連系強化の必要性が高まります。中国では、日立グループのUHV（Ultra High Voltage）開閉器が採用されている100万V級の交流グリッドが商業運転に入っています。また、先進国では1970年前後に納められた変電機器の老朽化更新需要が見込まれます。

一方で、自然エネルギー導入に伴う送電網の強化やスマートグリッド化の加速も予想されます。電力流通事業では、「ストロング&スマートグリッド」の実現により、送変電システムとITを融合したソリューションを提供することでグローバルニーズに応えていきます。

未来をひらくエネルギー新技術

西野 近い将来に向けた取り組みの一方、エネルギー分野



佐伯 満

日立製作所 電力システム社
日立事業所 シニアプロジェクトマネージャ

1982年日立製作所入社、超電導機器の設計業務、火力発電機の開発業務などを経て、現在、風力発電設備の開発業務に従事。



小林 啓信

日立製作所 日立研究所
エネルギー・環境研究センタ センタ長

1982年日立製作所入社、石炭焚き火力向け低NO_xバーナの開発などを経て、現在、火力・原子力・再生可能エネルギーの機器システム開発に従事。
工学博士。
日本機械学会会員、日本燃焼学会会員。

では長期的な視点も欠かせません。将来に向けて、日立グループはどのような貢献をしていくべきでしょうか。

坂本 経済性の面でも環境面でも、高効率化の追求は長期的に見て重要です。CO₂の排出規制は、各国の政治的な思惑が絡んで進んでいない面もありますが、例えば、シェールガスの低コスト採掘が可能になって世界のエネルギー事情が変化したように、イノベーションによる技術面からの問題解決の可能性は大いにあると考えます。

国内では、電力システム改革として送電分離などの検討も進んでいますが、技術面では電力流通の仕組みとともに、電力システム自体の省エネルギー化技術にも取り組んでいく必要があるでしょう。

保泉 高効率化技術で特に注力しているのは、A-USC（Advanced Ultra-supercritical：先進超々臨界圧火力発電技術）と、IGCC（Integrated Coal Gasification Combined Cycle：石炭ガス化複合発電）です。現在の最新型である超々臨界圧発電（USC）では蒸気温度が620℃ですが、さらに効率を高めるため、蒸気温度が700℃級のA-USCの開発を国家プロジェクトに参画する形で進めています。

IGCCは、固体である石炭をガス化してガスタービンの燃料とし、コンバインドサイクルで発電することによって、同じ量の石炭でより多くの電力を生み出す技術です。日立は多目的石炭ガス製造技術開発（EAGLE：Coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity）に参画し、その成果を基に大崎クールジェン株式会社の大型17万kW実証機の2017年運転開始をめざして、設計・製作を進めています。

環境技術では、CCS（Carbon Capture and Storage）に取り組んでいます。ボイラ排ガスから高効率にCO₂を回収する吸収液を開発し、現在、カナダのサスクパワー社と実証プラントの計画を進めています。これらさまざまな技術を通じて、環境負荷が少なく経済的な石炭火力発電を実現していきたいですね。

小林 そうしたイノベーションを支えていく要素技術として重要なものが、材料技術です。A-USCに向けては、800℃の高温に耐えられる金属材料を開発しています。よ

り耐熱性に優れた材料を使用することで、主要機器の肉厚を薄くでき、プラントのコストダウンに貢献できます。

CCSでは、化学吸収液方式よりもプラントの効率を高められる固体吸着のCO₂回収技術を開発しています。現在、実用化に向け、材料開発も大詰めとなっています。

谷川 原子力分野では、世界最高水準の安全性と経済性を持つ次世代炉の開発を進めています。さらに先を見据えた開発として、燃料溶融が起きない固有安全性を有する原子炉技術の開発にも取り組んでいく考えです。

佐伯 再生可能エネルギーは、現時点で国内の電源に占める割合が10%程度ありますが、そのほとんどが水力発電で、太陽光や風力は1%にもなりません。それを2030年時点で30%まで引き上げるという目標は、相当厳しい面があるのも事実です。太陽光で10%を賄う試算をしてみると、利用率12%として9,700万kW、つまり一般的な原子力発電所97基分に相当する設備容量が必要になります。その実現には、土地の確保、発電単価の低減とともに、システムとしてシステムへの負荷を軽減する技術が不可欠です。

また、風力で10%を賄うには、利用率25%で4,600万kWが必要になります。陸地では土地の確保が難しく、洋上風力発電が有力になるでしょう。私たちは現在、2,000kWの風車を提供していますが、一層の大型化で経済性を高めることと併せて浮体式の技術も開発し、目標の達成に貢献していかなければなりません。

小宮 電力流通の分野でこれからの鍵となるのは、やはり系統安定化技術です。日立グループが保有する自然エネルギー、蓄電池、ITを融合したグリッド強化技術を中心に、スマートな次世代電力流通システムの開発に注力していきます。

西野 東日本大震災を契機に、エネルギー分野ではさまざまな課題が見えてきました。坂本さんが話した三つのEに、震災後はSafetyのSも加わったのではないのでしょうか。日立グループの力を結集して三つのEプラスSを技術で支え、震災の経験を踏まえた新たなエネルギーシステムの構築に貢献していきましょう。



西野 由高

日立製作所 日立研究所
機械研究センター センタ長

1985年日立製作所入社、エネルギー研究所、産業プラント事業部、エネルギー環境システム研究所、技術戦略室などを経て、2012年より現職。
工学博士。
日本機械学会会員、化学工学会会員、日本原子力学会会員、計測自動制御学会会員。