

# 電力システム改革で変化する 広域系統運用を支えるソリューション

市野澤 昌弘  
Ichinosawa Masahiro

澤 敏之  
Sawa Toshiyuki

田中 拓  
Tanaka Hiraku

藤原 周平  
Fujiwara Shuuhei

西岡 淳  
Nishioka Atsushi

地球環境問題への対応の必要性の高まりや、東日本大震災がもたらした電力需給ひっ迫などを契機として、電力システム改革の検討が進展している。その第一段階である電力広域的運営推進機関が2015年4月に設立された。現在、日立グループでは広域機関業務を包括的に実施す

るための「広域機関システム」を、2016年4月の運用開始に向けて開発を進めており、その機能・技術的特長と開発状況について述べるとともに、広域連系強化の一手段として、直流送電システムへの取り組みについても紹介する。

## 1. はじめに

近年、国内では地球温暖化の防止を目的とした、再生可能エネルギーの導入が進められている。太陽光や風力といった、出力が不安定な電源（以下、「自然エネルギー」と記す。）の導入拡大には、送電網の増強、火力発電の運転による電力量（調整力）の確保や大型蓄電システムの導入などの系統安定化対策が必要となる。一方、東日本大震災がもたらした電力需給ひっ迫などを契機として、既存の供給区域を越えた広域での系統運用や需給調整を行うための仕組みが必要となり、電力システム改革の検討が進展している。これまで日立グループは、電力会社向けの中央給電指令所システムや、一般社団法人日本卸電力取引所に参加の電気事業者向け電力取引支援システム、変電所や大口需要家向けの各種電力流通設備など、さまざまなシステムを提供してきた。このように、これまで培ってきた高度な技術とノウハウを活用し、良質で安価なエネルギーの安定供給を支える広域系統運用ソリューションの開発を進めている。

ここでは、2016年4月に運用開始される広域機関システムの機能・技術的特長と開発状況について述べるとともに、広域連系強化の一手段として、直流送電システムへの取り組みについても紹介する。

## 2. エネルギー環境の変化と系統運用の新たな課題

東日本大震災を踏まえて策定された長期エネルギー需給

見通し<sup>1)</sup>の中では、「安定供給（エネルギー安全保障）」、「効率性の向上による低コストでのエネルギー供給（経済効率性）」、「環境への適合」および「安全性」[3E+S (Energy Security, Economic Efficiency, Environment + Safety)]が基本的視点と確認されている。これらを実現するための一つとして電力システム改革<sup>2)</sup>が必要となった。また、自然エネルギーのより一層の導入促進および電力系統の安定運用が必要となり、新たな課題が発生することとなった。

### 2.1 自然エネルギーの普及

変動型自然エネルギー（太陽光、風力発電）の導入促進は、地球温暖化対策（環境への適合）および自給率向上（エネルギー安全保障）に資するものである。このため、2012年7月にFIT（Feed-in Tariff）制度（固定価格買取制度）が導入され、太陽光発電の大量導入が図られた（図1参照）。「低炭素社会づくり行動計画」（2008年7月閣議決定）<sup>3)</sup>において、2030年の導入目標<sup>4)</sup>を2005年の40倍の53 GW<sup>\*1)</sup>とした。太陽光発電設備の「接続済み量+接続契約申し込み量」の日本全国の合計は61 GWを超過している。北海道、東北および九州では「接続済み量+接続契約申し込み量」が接続可能量を超過しており、九州では2014年9月に接続申し込みの回答保留となった（2014年12月に回答再開）。長期エネルギー需給見通し（2015年7月、経済産

※1) 1 GWは100万kW。

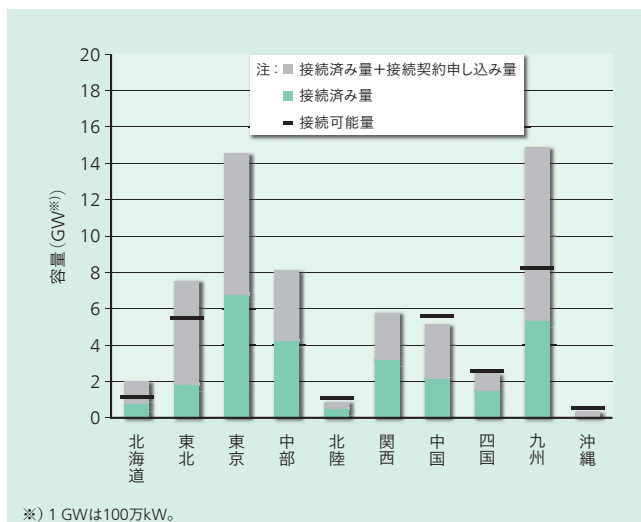


図1 太陽光発電設備の接続容量と接続可能量

2015年7月末現在の状況を示す。東京、中部および関西には接続可能量は設定されていない（経済産業省資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー分科会 新エネルギー小委員会の資料<sup>4)</sup>を基に作成）。

業省)での2030年の電源構成上の見通しでは、再生可能エネルギーによる供給電力量目標は22%～24%と2014年度の12.2%の約2倍としている。

## 2.2 電力システム改革の推進

すでに第4次までの電気事業制度改革が実施されている<sup>5)</sup>。電力システムを囲む環境の変化に対応するために、3つの目的および柱を基に、広域系統運用機関の設立、小売全面自由化および送配電部門の法的分離の3段階で電力システム改革が推進されることとなった（図2参照）。

広域機関システムの主要機能の一つは、連系線の運用制約を満たしながら、地域間をまたがる電力の送電可否を短時間で判定することである。

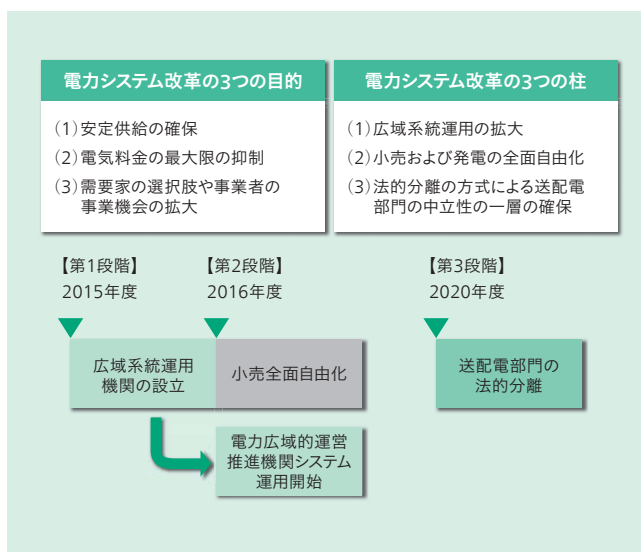


図2 電力システム改革の目的と工程

資源エネルギー庁「電力システム改革専門委員会報告書」（2013年2月）<sup>2)</sup>を基に作成した。

小売全面自由化により新たに8,500万の家庭、低圧需要家、38%の電力量、8兆円の電力市場が開放される<sup>6)</sup>。この市場をめぐって、新電力の登録事業者数は2014年9月の352社から1年間で762社と倍増している。多様な新規事業者が参入しているが、電力会社が域外供給のための新電力を設立していることにより、これまでなかった新たな競争が激化するものと思われる。これらの競争により、需要家が小売電気事業者を選択でき、また電気料金の上昇をできるだけ抑制できることが期待されている。これに伴い、日立は競争環境市場に対応した電力会社向けおよび新電力向けソリューションの開発を進めている<sup>7)</sup>。

送配電部門の法的分離により、中立性・独立性を高めて、送配電網を誰もがより一層公平に利用できることから、発電事業者および小売電気事業者が競争しやすい環境が提供されると期待されている。

これらの改革により「効率性の向上による低コストでのエネルギー供給（経済効率性）」が期待できる。

## 2.3 電力系統運用上の課題

変動型自然エネルギーのさらなる大量導入に伴って、連系線混雑の発生、系統安定化問題、余剰電力の発生、電圧問題などが想定されている。

これまで、地域ごとに需要と供給のバランスが取れるように、電源と送変電設備が建設されてきている。このため、地域間の連系線容量を大きくする必要性はなかった。全国規模でのメリットオーダーに応じた発電機による経済的な電力供給をしやすくするためには直流設備、周波数変換所を含めた連系線の増強が課題となる。また、連系線の利用可否（通告変更可否）判定には30分から1時間程度要しており<sup>8)</sup>、出力予測が難しい自然エネルギーなどの電力の通告変更可否判定を高速化する課題がある。

自然エネルギーの出力変動などで電圧や電流、周波数の乱れが発生すると、電力の品質低下や大規模停電を引き起こす可能性があるため、新たな系統安定化システム<sup>9), 10)</sup>が必要となる。

調整力を確保するためには、火力発電機や水力発電機をすべて停止することはできず、少なくとも最低出力での運転が必要である。また、原子力などは短時間で起動・停止することができない。このため、需要が少ない時刻において、自然エネルギーの出力が大きくなると、余剰電力が発生する課題が生じる<sup>11)</sup>。

配電系統では基本的に末端に負荷が接続すると想定して、電圧調整設備の設置、設定をしている。しかし、大量導入された太陽光発電出力により、末端側の電圧が上昇する課題もある<sup>12)</sup>。

### 3. 広域系統運用ソリューションへの取り組み

#### 3.1 系統安定化のための蓄電システム

地球温暖化の防止を目的とし、CO<sub>2</sub>削減に対応するため太陽光発電や風力発電などの自然エネルギーの大量導入が見込まれており、電力の調整力不足が発生し電力系統が不安定となることが懸念されている。

自然エネルギーの出力増加に伴って、火力発電所の運転台数が減少し、短期の調整力が不足する。出力が不安定な太陽光、風力などの自然エネルギーが大量に導入されると数秒から十数分の短周期電力変動が増大する。このような電力脈動は電力系統の周波数に影響を与え、系統の不安定化の要因となる。この比較的短周期の変動に対しては、発電所側に設置されているGF（Governor Free：ガバナフリー）機能、可変速揚水、および中央給電指令所の負荷周波数制御（LFC：Load Frequency Control）機能で対応している。

揚水あるいは可変速揚水の発電機増設は短期の調整力不足に有効である。今後、急速に自然エネルギーの導入拡大が進む中では、それらの建設場所の適地が少なくなっていることや工事が長期間となるため、対応が間に合わないことが考えられる。一方、蓄電システムは、分散して配置が可能であり、場所の制約も少なく短期間で設置運用できるメリットがある。

また、自然エネルギーの出力が需要に対して相対的に大きくなると、運転する火力発電機の出力は最低出力に近くなり、出力を下げる調整力が減少して、想定より自然エネルギーの出力が増加すると、余剰電力が発生する可能性がある。このとき、蓄電システムを使って充電すれば、余剰電力の発生を回避し、下げ調整力を確保することができるメリットがある。

以上に述べた調整力不足の課題を解決するため、コンテナ型蓄電システム「CrystEna<sup>※2)</sup>」を使用した電力系統安定化システムを開発した（図3参照）。これにより、電力の需要と供給のバランスを取ることで周波数の安定化、自然

※2) CrystEnaは、日立製作所の登録商標である。



図3 | 1 MWコンテナ型蓄電システムの外観

1 MWコンテナ型蓄電システムの外観を示す。

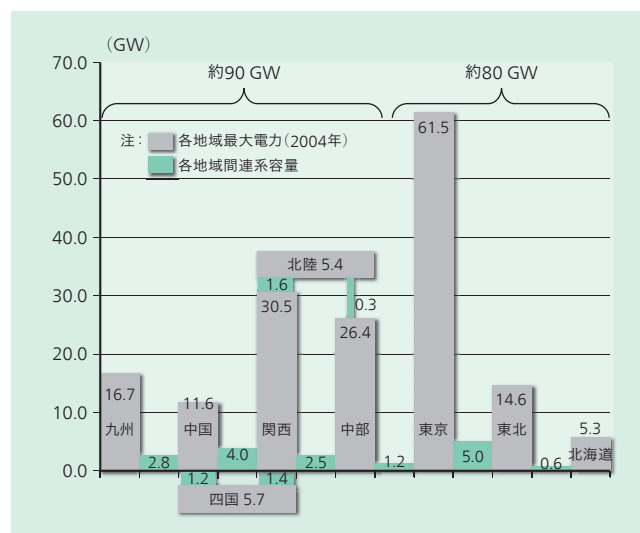


図4 | 2004年の各地域最大電力と地域間連系容量の関係

電気事業連合会「電気事業便覧」(2004年)を基に作成した。

エネルギーの有効活用を図ることができる。

#### 3.2 広域機関システム

電力システム改革の1つの柱である、広域系統運用の拡大を目的に、2015年に電力広域的運営推進機関（以下、「広域機関」と記す。）が設立された。広域機関は、需給計画・系統計画を取りまとめ、周波数変換所などの送電インフラ増強やエリアを越えた全国規模での系統運用などを行う。日立グループは2014年9月より、広域機関の業務を包括的に実施するにあたって必要となるオフラインの計画から、オンラインの監視に至る一連の業務に関するシステムの開発を進めている（2016年4月運用開始予定）。

#### 3.3 直流送電システム

広域系統運用の拡大のためには、系統安定化システムや広域機関システムに加え、実際の連系容量の増強が必要となる（図4参照）。

連系増強には交流で接続する方法が最も簡易でコストも安い。しかし交流での連系拡大には、故障電流の増大や迂（う）回潮流などの問題が発生する可能性がある。これらの課題を回避しながら系統連系を拡大する解決策として、直流連系の適用がある。

### 4. 広域機関システムを支えるソリューション

#### 4.1 高信頼・拡張性への工夫

広域機関システムは、本拠点とバックアップ拠点を地理的に数百キロメートル分離した3重系のホットスタンバイ方式を採用している。これにより、震災などの大規模災害時においても各種機能を喪失せず、システムとして高い信頼性を維持できる。また、国際標準化の1つとして、電力

系統設備を表現するモデルに IEC 61970-301 (CIM : Common Information Model) を採用している。これは複数のアプリケーションが使用する、EMS (Energy Management System) 情報のモデル (オブジェクト) の抽象モデルである。これにより、さまざまなシステムとの関係やパッケージ製品との親和性が向上し、本システムの高拡張性を実現する。

## 4.2 人間中心設計に基づく画面デザイン

系統監視盤は指令室にいる運用者に系統のマクロ状態を示し、瞬時に状況把握を可能とすることが求められる。広域機関の運用は、全国規模で実施されるため、広範に配置される電力設備の位置や所属エリアを速やかに把握できるよう、運用者の視認性の向上をめざした。そこで、速やかな状況把握をデザインコンセプトとして、運用者が利用する全国系統図の画面デザインに以下の3つの工夫を行った (図5参照)。

- (1) 簡略化した日本地図上に多数ある電力設備を可能な限り忠実に配置することで、電力設備の位置を視覚的に把握しやすくした。
- (2) 最も電力設備が密集しているエリア管内の密度を基準としてレイアウトを整理し、視認性を向上した。
- (3) 2回線送電線の片回線異常でも確実に識別可能となるよう表示シンボルを工夫した。

これらの工夫を基に、日立は広域機関の運用者が新システムによる業務を的確に遂行できる系統監視盤のデザインを創出した。画面デザインの地理的再現度を高めることにより、広域機関システムにおいて人間中心設計に基づいた新たな顧客提供価値を実現した。

## 4.3 セキュリティへの取り組み

今般、サイバー攻撃の手法は、複雑・巧妙化してきてお

り、システムダウンにつながるサイバー攻撃が脅威となっている。政府「サイバーセキュリティ戦略」(2013年6月情報セキュリティ政策会議)でも、甚大化するリスクの一つとして、電力システムへのサイバー攻撃による大規模停電が挙げられており<sup>13)</sup>、適切な対策が求められている。

こうした背景の下、広域機関システムでは、「平成25年度次世代電力システムに関する保安調査 報告書」<sup>14)</sup>をはじめ、NERC (North American Electric Reliability Corporation) CIP (Critical Infrastructure Protection)<sup>15)</sup>やNIST (National Institute of Standards and Technology) IR 7628<sup>16)</sup>などのガイドラインも参考に対策を実施している。

一例を挙げると、セグメントごとにセキュリティリスクを分析し、そのリスクごとに対策を実施している。また、各セグメント間の不正侵入を検出し、外部との通信の監視や異常な通信の検知をすることで、不正侵入を防止している。

## 4.4 広域機関システムがもたらすソリューション

電力システム改革の基本方針の中で、電力市場の活性化が挙げられている。系統利用者が電力会社のエリアをまたいで電力を取り引きするためには、各エリアの需給バランスや交流/直流の連系線設備の運用制約を満たすよう (以下、「送電可否判定」と記す。)、複数のエリアにまたがる取引を管理する必要がある。

現行システムでは、系統利用者は当該の取引について、関係する全エリアの「託送システム」に申し込みをして、それらのエリアの中央給電指令所の運用者が送電可否判定をし、その結果を収集し、申し込み結果を出力している。

広域機関システムの運用開始以後は、各託送システムに代わって送電可否判定処理を広域機関システムで実施するため、系統利用者は広域機関のみに申請すればよいこととなる。このように広域機関システムで一元的に受け付けを



図5 | 電力広域的運営推進機関システム 指令室 (完成予想図)

広域機関システムの指令室のCG図を示す。大画面 (画像中央部) にて、日本全国の系統図を表示する。

するとともに送電可否判定を自動処理できるようになる。  
この結果、可否判定結果の受領が早くなり、系統利用者の利便性向上につながるるとともに、系統利用者がより需給間近まで申し込みできるため、経済的で、精度が高い需給バランスの実現と系統安定化に貢献できる。

## 5. 広域連系を支えるソリューション

### 5.1 直流送電システムの広域連系への利点

電力システム改革の進展、自然エネルギーの導入拡大に伴い、電力系統の広域連系の必要性が広域機関を中心に議論されている（図6参照）。

異なるエリアの電力系統を連系するには、交流での接続が最も簡単である。ところが、むやみに交流での連系を増やすと、短絡電流の増加により保護リレー、遮断器や変圧器に影響を及ぼしたり、一方の系統での事故の健全系統への波及、迂回潮流や長周期動揺などの不安定現象が発生する可能性がある。

また、日本の電力系統の周波数は、東日本は50 Hz、西日本は60 Hzと分かれており、直接交流で連系することができない。直流送電システムは、こうした課題を回避しながら連系を増強する有力な解決策の一つである（表1参照）。

また、系統どうしの連系以外でも、需要地から遠方にある大規模自然エネルギーや、ケーブル送電を使う洋上風力発電ファームなどの系統連系にも、直流送電システムは有効となる。

さらに、最新技術である自励式直流送電システムを適用すれば、無効電力の供給による系統安定化の効果がある他、停電時のブラックスタートによる供給再開も可能となる。

自励式直流送電システムは、従来国内で適用されてきた他励式直流送電システムと異なり、IGBT (Insulated Gate

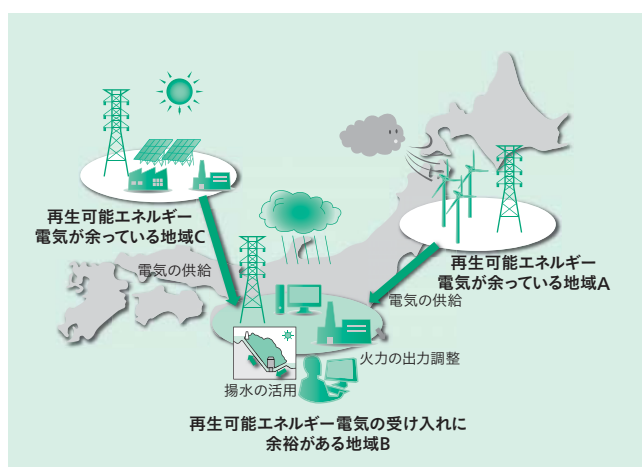


図6 | 自然エネルギーの導入拡大に向けた広域的な系統利用

2015年4月14日資源エネルギー庁「再生可能エネルギー導入拡大に向けた広域的な系統利用システム・ルールの構築について」より作成した。

表1 | 2つの連系方式（交流、直流）の得失比較

直流連系は周波数の異なる系統の連系が可能であり、連系に伴う短絡容量の増大がないなどの優位性がある<sup>17)</sup>。

| 項目        | 交流連系                                                     | 直流連系                                                                    |
|-----------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ケーブルでの連系  | 短距離（数十キロメートル以内）のみ可能                                      | 長距離も可能                                                                  |
| 連系潮流の制御   | 難しい                                                      | 容易に正確な制御が可能                                                             |
| 短絡容量      | 連系増加により故障電流が増加する可能性がある。場合によっては既設の保護リレー、遮断器、変圧器などに影響を与える。 | 短絡容量を増加させずに連系強化可能                                                       |
| 異なる周波数の連系 | 基本的に不可                                                   | 可                                                                       |
| 事故の波及     | 一方で発生した事故が他方に影響を与える可能性がある（欧州、米国などで広域停電が発生している）。          | 一方の事故が他方へ波及することはない。                                                     |
| 緊急応援      | 事故発生時、健全系統も影響を受け、緊急応援が難しい。                               | 健全系統からの緊急応援が、容易かつ高速に可能である。故障発生系統側の周波数低下の緩和や、連鎖的な電源脱落による大規模故障への進展を防止できる。 |

Bipolar Transistor：絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）などの自己消弧型素子を用いたシステムである。内部に電圧源を持つためさまざまな利点がある（表2参照）。

### 5.2 直流送電システムへの取り組み

日立は1970年代より国内の運転開始済み直流連系システムの全8プロジェクトに携わってきた実績がある。国内では10年以上新規プロジェクトが途絶えていたが、今後は系統の強靱（じん）化、広域連系強化、自然エネルギーの連系などにより、直流連系のニーズが再び増加すると予想される。

こうしたニーズに最先端技術で対応すべく、日立は世界最先端の技術を持ち、実績を有するABB社と合併会社

表2 | 2つの連系方式（他励式、自励式）の特徴と得失

運用面、経済面、系統安定化メリットなどで自励式に優位性がある<sup>17)</sup>。

| 項目               | 他励式                                             | 自励式                                                     |
|------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 点弧方式             | 交流側電圧で転流                                        | 自己転流                                                    |
| 素子               | サイリスタ                                           | IGBTなど                                                  |
| ケーブル送電の場合のケーブル仕様 | オイルペーパー（重く高価）ジョイント期間が長い。                        | XLPE（軽く安価）ジョイント期間が短い。                                   |
| 無効電力の供給          | 不可                                              | 可能                                                      |
| 有効電力と無効電力の個別制御   | 不可                                              | 可能                                                      |
| 連系交流系統の制限        | 連系点は系統が強い必要がある。                                 | 連系点の系統が弱くとも連系可能                                         |
| ブラックスタート         | 交流側停電時運転できず                                     | 交流側停電時も運転可能                                             |
| 損失（トータル）         | 2.5～4.5%（ケーブル長に依存）                              | 近年は他励式とほぼ同等                                             |
| ゼロ潮流運転           | 不可能                                             | 可能                                                      |
| フィルタ、調相設備など      | 大規模なものが必要（設置面積大）                                | 不要または小規模で可（設置面積小）                                       |
| 実績               | 100以上の実績があり信頼性も高い。<br>（最大容量／電圧：6,400 MW/800 kV） | この15年ほどで開発されすでに実績は20件ほどにのぼる。<br>（最大容量／電圧：800 MW/500 kV） |

注：略語説明 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), XLPE (Crosslinked Polyethylene: 架橋ポリエチレン)



図7 | Skagerrak4プロジェクト(ノルウェー, デンマーク間 700 MW/500 kV)<sup>19)</sup>

ABB社製自励式HVDC (High Voltage Direct Current) システム (Skagerrak 4, 700 MW, ±500 kV) の外観を示す。

「日立ABB HVDC テクノロジーズ株式会社」を設立し、2015年11月より営業を開始した<sup>18)</sup>。

本合弁会社は、日立が受注した国内HVDC (High Voltage Direct Current) プロジェクトにおいて直流・交流変換器や関連設備のシステム設計、エンジニアリング、製造、組み立て、試験、販売、アフターサービスを担当する。HVDCシステムの外観を図7に示す。この合弁会社を通じて、日立の持つ営業ネットワークや国内実績により蓄積したプロジェクトマネジメントでの知見、品質保証プロセスと、ABB社の持つ最先端のHVDC技術、システムインテグレーション能力という両社の強みを結集し、日本において高品質で安定した電力供給に貢献する。

## 6. おわりに

本稿では広域系統運用を支えるソリューションについて紹介した。電力流通市場は、電力システム改革の進展とともに、ビジネス環境の変化が進んでおり、今後は電力会社をはじめ、多種多様なステークホルダーからも、さまざまなニーズが生まれてくると思われる。これからも日立グループはマーケット起点で、さまざまな課題に対し新たなソリューションを提案し、電力システムの発展、需要家への電力安定供給に貢献していく。

### 参考文献など

- 1) 経済産業省,  
[http://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004\\_2.pdf](http://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004_2.pdf)
- 2) 資源エネルギー庁,  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku\\_system\\_kaikaku/pdf/report\\_002\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku_system_kaikaku/pdf/report_002_01.pdf)
- 3) 首相官邸,  
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/080729/honbun.pdf>
- 4) 資源エネルギー庁,  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene\\_shinene/shin\\_ene/pdf/012\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/shin_ene/pdf/012_02_00.pdf)
- 5) 資源エネルギー庁,  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/electric/electricity\\_liberalization/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/electricity_liberalization/)
- 6) 資源エネルギー庁,  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/electric/summary/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/summary/)

- 7) 後藤田, 外: 電力システム改革/小売全面自由化における競争市場で価値を創生する日立のITソリューション, 日立評論, 97, 12, 729~732 (2015.12)
- 8) 資源エネルギー庁,  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene\\_shinene/shin\\_ene/pdf/011\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/shin_ene/pdf/011_02_00.pdf)
- 9) 日立ニュースリリース,「ポーランドにおけるスマートグリッド実証事業」への参画について (2015.2),  
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2015/02/0223a.html>
- 10) 日立ニュースリリース, 米国エネルギー省ポンネビル電力局と系統安定化に関する実証プロジェクトの実施に合意 (2014.11),  
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2014/11/1111.html>
- 11) 本澤, 外: 電力系統安定化に寄与するコンテナ型蓄電システム, 日立評論, 96, 5, 355~357 (2014.5)
- 12) 渡辺, 外: 太陽光発電の大量導入に対応した次世代配電監視制御技術, 日立評論, 92, 8, 588~591 (2010.8)
- 13) 電力システムへのサイバーセキュリティ対策について,  
[http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/hoan/denryoku\\_anzen/denki\\_setsubi\\_wg/pdf/005\\_04\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/hoan/denryoku_anzen/denki_setsubi_wg/pdf/005_04_00.pdf)
- 14) 株式会社日本総合研究所: 平成25年度次世代電力システムに関する保安調査 報告書,  
[http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2014fy/E003791.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2014fy/E003791.pdf)
- 15) North American Electric Reliability Corporation (NERC),  
<http://www.nerc.com/Pages/default.aspx>
- 16) National Institute of Standards and Technology (NIST),  
<http://www.nist.gov/>
- 17) East Coast Transmission Network Technical Feasibility Study,  
[http://www.uea.ac.uk/~e680/energy/energy\\_links/transmission/east\\_coast\\_transmission\\_network\\_technical\\_feasibility\\_study.pdf](http://www.uea.ac.uk/~e680/energy/energy_links/transmission/east_coast_transmission_network_technical_feasibility_study.pdf)
- 18) 日立ニュースリリース,「日立とABBの国内向け高圧直流送電事業に関する合弁会社 日立ABB HVDCテクノロジーズが営業開始 2015年10月15日」
- 19) ABBグループ ニュースリリース,  
<http://new.abb.com/systems/hvdc/references/skagerrak>

### 執筆者紹介



#### 市野澤 昌弘

日立製作所 エネルギーソリューション社  
ソリューションシステム事業部 電力情報制御本部 所属  
現在, 国内の電力監視制御システムの事業開発に従事  
電気学会会員, CIGRE会員



#### 澤 敏之

日立製作所 エネルギーソリューション社  
ソリューションシステム事業部 電力情報制御本部 所属  
現在, 電力系統の需給運用計画システムおよび電力システム改革に対応した電力取引, 市場システムの提案および開発に従事  
博士 (工学)  
電気学会会員, IEEE会員



#### 田中 拓

日立製作所 エネルギーソリューション社  
ソリューションシステム事業部 電力情報制御本部 所属  
現在, 国内の電力監視制御システムの拡販および電力システム改革に対応した新規システムの提案に従事



#### 藤原 周平

日立製作所 研究開発グループ 東京社会イノベーション協創センター  
顧客協創プロジェクト 所属  
現在, 北米市場向け配電ソリューションの開発およびシステムの画面デザイン開発に従事



#### 西岡 淳

日立ABB HVDCテクノロジーズ株式会社 所属  
現在, HVDCシステムのエンジニアリング, 設計, 機器供給, アフターサービスに従事  
電気学会会員, CIGRE会員