

# エネルギーインフラとICTシステム

永井 克典  
Nagai Katsunori

村上 正博  
Murakami Masahiro

大和田 一義  
Oowada Kazuyoshi

福本 恭  
Fukumoto Takashi

佐藤 康生  
Sato Yasuo

松原 隆志  
Matsubara Takashi

再生可能エネルギーの導入に伴う電源ベストミックスの検討が世界各国で進み、先進国、新興国それぞれが人員・設備の面で課題を抱える中でも、電力インフラには安全を最優先にした継続的な運用が求められている。エネルギーインフラを支える取り組みとして、日立は、これまで培ってきた高信頼のプラント制御技術を基にICTを

最適活用することによる電力システムの顧客価値向上ソリューションを提供している。顧客に密着し、現場の現状把握と課題の抽出を行うことで、設備の運転効率改善や保守の最適化をはじめ、事業運営の迅速化に至るまで、電力事業のトータルなソリューションをICTで実現していく。

## 1. はじめに

Industrie 4.0やIndustrial Internetに代表されるように、ICT (Information and Communication Technology) の発展が産業の革新を加速している。これまで使えなかった情報やデータを使えることと処理能力の向上により、最適化の範囲が広がり、高度処理、よりよい事例の流用、異なる領域の産業の連携などが盛んになってきている<sup>1)</sup>。これに伴い、ある事象を運用・制御するにしても、関与するステークホルダーや機器の種類・数が飛躍的に増大している。機械、設備、事業体、産業においては、旧来の限られた範囲での情報とデータに基づく運用から、より広い範囲での情報とデータを扱うことが求められている。このとき、旧来のステークホルダーから成るエコシステムに変革が起こる可能性がある<sup>2)</sup>。

電力システムにおいては、世界的な気候変動の問題に対し、各国で再生可能エネルギーの導入など新たな電源ベストミックスが検討されている。また、先進国においては設備の老朽化や技能を持った人員の減少が、新興国では設備形成と技能の獲得がそれぞれ課題となっている。一方で、エネルギーインフラは、安全を最優先に継続的な運用が求められる最たるものである<sup>3)</sup>。

このような中、安全・安心で継続的な運用を実現し、健全な経営を持続するための鍵は産業界に変革をもたらしているICTの活用である。

ここでは、電力システムの現状を含め、ICTを活用した新たなソリューションの具体例と新たな課題、今後の展望などについて述べる。

## 2. エネルギー効率を変えるICTシステム

### 2.1 重要性を増すICT

電力事業における最適運営のためのPDCA (Plan, Do, Check, Act) サイクルは次のように考えられる(図1参照)。

Plan：全体最適となる設備の運転・停止計画、保全・設備更新計画の策定

Do：計画に基づく確実な運転、保守の実施

Check：設備効率や異常監視、設備データ分析・評価、内部監査・マネジメントレビュー

Act：保全方法改定、作業優先順位の見直し、設備異常の是正・予防措置、人材育成

発電プラントを例にとると、このようなPDCAサイクルを効果的・効率的に実行するには、数百点から数万点に及ぶプラントデータや、多数の設備・機器情報を有効活用しつつ、豊富な運転経験と知識に基づいて的確に判断することが必要である。そのためには、高いスキルを有する人材の確保や短期育成が大きな課題である。

こうした課題の解決に、人間のスキルを補完するICTを活用することはこれまで以上に重要なファクターである。そこで、われわれは制御とICTの融合により、エネ

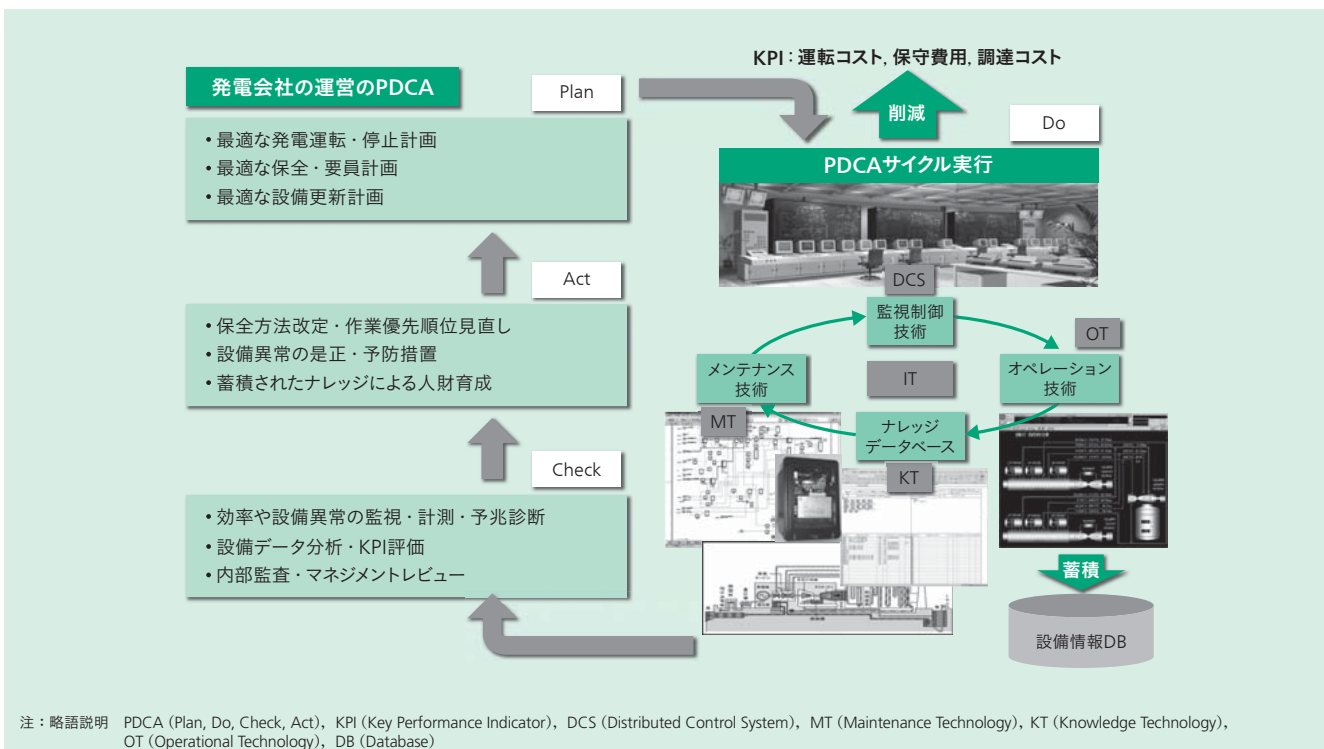


図1 | 電力事業の最適な運営のためのPDCA

PDCAサイクルを効果的・効率的に実行するためには、豊富な運転経験と知識に基づいた確かな判断が必要である。

ルギーインフラ全体の効率を改善する新たなソリューション開発に取り組んできた。代表的な例は次のとおりである。

(1) 運用効率のコストベース分析システム

発電プラントの運転効率改善の定量化を目的とし、蓄積されている膨大なセンサデータや保守情報を最大限に有効活用して、現状のコストや予測を分析するシステムを開発

した。

(2) 運転・保守最適化サポートシステム

数万点に及ぶプラントデータから運用シーンに応じた運転パターンを自動的に抽出し、設備の物理モデルでシミュレーションした結果による効果を確認することで最適運転をサポートするシステムを開発中である (図2参照)。

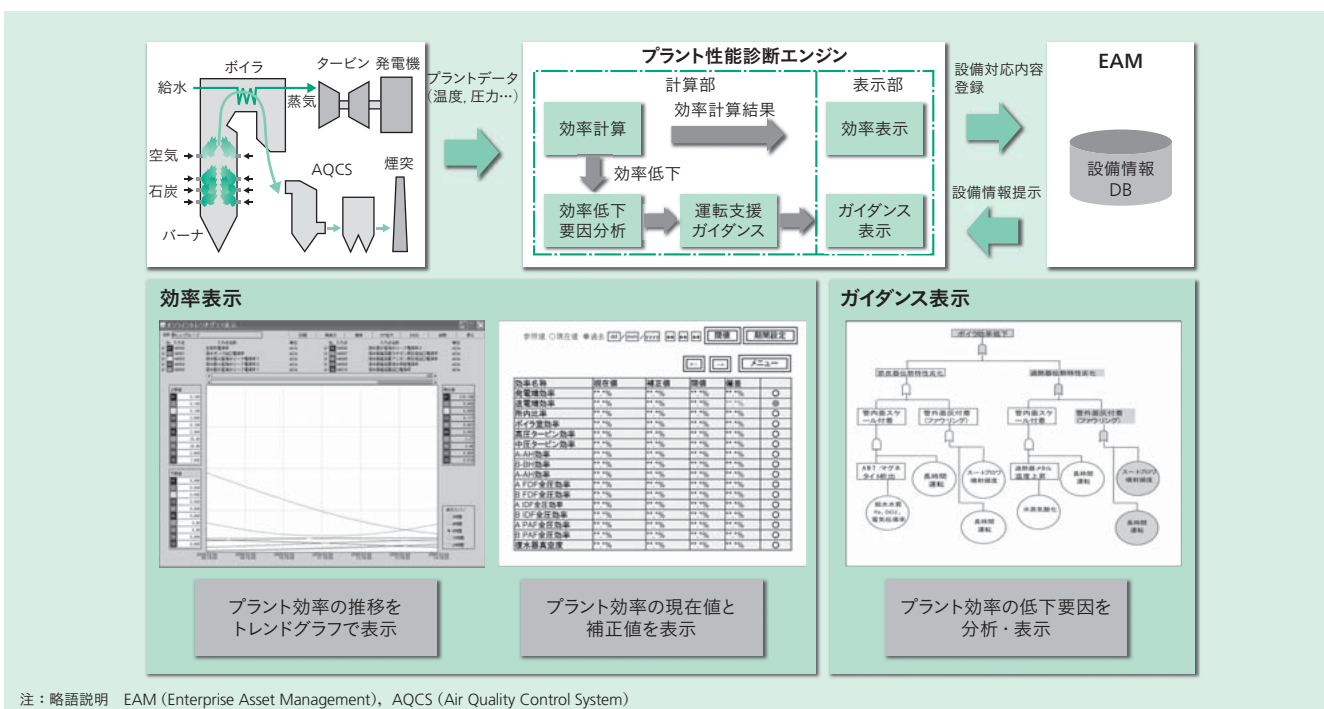


図2 | プラント性能診断ソリューション例

膨大なプラントデータから性能低下要因をリアルタイムで分析し、最適運転ガイダンスを提供するシステムを開発中である。

導入ステップ例	導入効果例
<b>1 設備情報の一元管理</b> ・既存の設備情報DBや保守部品DBを一元化し、必要な情報を必要なときに取り出せるDBを構築	・必要とする情報の見える化 ・業務の標準化による業務効率改善
<b>2 保全業務標準化</b> ・設備保全業務の標準化と保全タイミングの最適化を実現するEAMを導入	・保守費用の低減 ・適切な在庫管理や自ら業務を改善する仕組みにより、業務効率改善
<b>3 運転・運用方法の高度化</b> ・プロセスデータを分析し、経済性を追求したリアルタイム制御・演算可能な仕組みを導入	・プラントの運転・運用方法の改善によるプラント効率
<b>4 経営上のKPI見える化</b> ・事業判断に必要なKPIをリアルタイムで見る仕組みの導入	・事業判断を適切なタイミングで行うことによる機会損失低減および運用性向上

図3 顧客密着型のソリューション導入例

顧客ごとの課題をヒアリングしながら顧客との現状認識に基づき、顧客の課題や予算に応じた導入の提案を推進中である。

このシステムでは、FTA (Fault Tree Analysis) 図上に、異常予兆診断結果やプラントデータのモデル処理結果を反映することにより、FTAそのものにおける知見の蓄積とともに、保守や運転の手順と、その背景を運転員などが認識できるようにすることを特徴としている。

### (3) 経営KPI (Key Performance Indicator)・リスク見える化ツール

経営改善ソリューションとして、発電プラントの効率低下要因分析、ボイラ燃焼効率改善、環境負荷低減などの発電効率改善ツールや、独自のクラスタリング技術による設備状態診断ツールを開発し、導入のコンサルティングから展開中である。

制御技術から発展したこれらのソリューションを情報系の業務システムとともに、システム製品あるいはサービスとしてパッケージ化し、エネルギーシステムの計画から保守までのすべてのノウハウをオールインワンにすることで、人材のスキルを向上させ、高効率な発電所運営が可能となる。現在、国内外の顧客に対して、顧客ごとの課題に応じて導入を提案している (図3参照)。

## 2.2 高度ICTによる共生自律分散

従来、日立は、システム内の故障や機能拡張といった変化に迅速に対応するシステムとして、自律分散と呼ぶコンセプトを提唱してきた<sup>4)</sup>。自律分散を適用したシステムでは、故障や機能拡張が発生したとき、自律要素を段階的に追加／削除することで、互いに自律的に関係を形成することが可能である。これにより、システム全体を迅速かつ持続的に拡張可能であることを特長としている<sup>5)</sup>。

社会インフラを支えるシステムにおいて、自律分散コン

セプトを継承しつつ、ICTを活用する共生自律分散システムでは、次のICT要素を備える必要があると考えられる。

### (1) 全体をつなぐICT

情報・データの流通を行う場の役割を持つ。多数のステークホルダーの情報システムを連携させ、おのおのの情報システムからの情報・データの入手や、場からおののの情報システムへの情報・データの提供を行う。

### (2) 全体の調停・最適化を担うICT

社会インフラのシステム全体の効率性を考慮して全体の運用に関わる。陽に存在する場合は最適化センター・管理センターの位置づけになるが、おのおのの自律的判断に任せて陽に存在しない場合もありえる。後者の場合は、制度や場の規則やビジネスモデルにより、個々の判断を誘導する仕組みが必要である。

### (3) おのおのの事業者のICT

協調場と関係を行い、情報・データの協調場への提供や協調場からの取得を行う。

### (4) おのおのの事業者の運用を担うICT

事業者の自律的判断により他の事業者と関係をする機能と、自身の保有リソースを最適に運用する機能とを有する。

共生自律分散システムをエネルギーインフラに適用することは、電力事業のプラットフォームとなる一方で、電力事業の発展に大きく寄与していくコア技術にもなる。

例えば、現状の発電プラントごとの効率分析結果を単一のプラント内だけに限らず、複数の分散プラント間で共有して統括管理を可能にしたり、これまで発電サイドでは管理していなかった電力流通・需要家・燃料市場などの経営情報を有機的に統合し、サイバー空間上でビジネスシーンをシミュレーションすることを可能にしたりと、広域での自律分散を適用することで、これまでになく顧客価値の向上を実現しつつある (図4参照)。

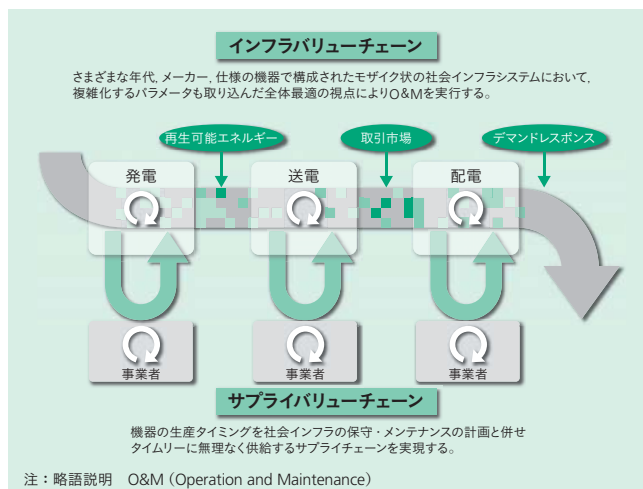


図4 共生自律分散システムのエネルギーインフラへの適用

広域での自律分散を適用することで、顧客価値の向上をめざす。

日立は、これまでシステムの高信頼性確保、取りまとめ能力、現場における問題解決能力を制御分野で培ってきた。これにICTをプラスし、これまでは不確実情報のため時間を要したり、困難であったりしたさまざまな場面での意思決定（トレードオフ選択）や、タイムリーなベストプラクティスを提供するなど、経営上の課題に対して、顧客に寄り添いながら現場の問題解決に寄与するシステムやサービスの提供をめざしていく。

### 3. OODAループによるセキュリティの強化

セキュリティ対策においては、国際標準規格・業界標準規格に対応するとともに、特に新たな電力事業者においてはその機器の重要性（安全性や被害の大きさ）に応じてレベル分けを行い、必要な対策を実施することが大切である。

電力事業においては、発電所や変電所などの機械や電気・制御設備全般に、設置することでセキュリティの脅威を与えることを防ぐフィジカル面での対策と、ICTを活用した情報・制御システムに対して脅威を与えることを防ぐサイバー面での対策の両面が必要である。さらには、サービスが高度化して拡大した結果、発電や送配電・小売りの事業や経営に影響を与えることになり、より広範囲なセキュリティの脅威の対策も必要である。ICTの仕組みにより、これらの脅威は短時間で広範囲に影響を与え、事業全体に与える影響が大きくなることが考えられる。

昨今の高度なサイバー攻撃に対抗するためには、開発フェーズで十分なセキュリティ機能を実装するだけでなく、運用フェーズにおけるセキュリティ対策・対処が重要性を増してきている。運用フェーズでは、開発フェーズで構築したセキュリティを維持し続けることを目的として、システムのさまざまなポイントからデータを収集・分析することでシステムのセキュリティ上の健康状態を把握する。その結果、発生している問題を迅速に検知し、対処していく。すなわち、計画から改善・是正までのPDCAサイクルに加え、監視（Observe）、分析（Orient）、判断（Decide）、行動（Act）というOODAループを適用することにより、迅速かつ的確な意思決定を行い、セキュリティ対策の強化と迅速化が実現できる<sup>6), 7)</sup>。

### 4. おわりに

本稿ではエネルギーインフラを例に取ったが、段階的に拡大し成長する点では、社会インフラシステムは同質のサステナビリティシステムを必要とする。作られては壊れ、また順次再生を繰り返す自然界のシステムがサステナビリティを実現する。

社会インフラの持続的な成長を可能とするため、日立の

ICTシステムは適切な運用だけでなく、投資判断を支援して適正なコスト回収を可能とすることで社会インフラへの再投資につなげるサイクルの実現をめざす。日立は社会インフラシステム全体に経済合理性を伴ったサステナビリティを提供していく。

#### 参考文献など

- 1) 経済産業省：2015年版ものづくり白書、  
[http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2015/honbun\\_html/index.html](http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2015/honbun_html/index.html)
- 2) 田中：IT企業に求められるエコシステムの形成、ZDNet Japan (2015.2)、  
<http://japan.zdnet.com/article/35060584/>
- 3) 堀井、外：電力供給安定化と広域連系を可能にする電力系統技術への取り組み、日立評論、94、11、788～793 (2012.11)
- 4) 日立製作所：自律分散システム、  
[http://www.hitachi.co.jp/products/infrastructure/product\\_solution/platform/middleware/autonomy\\_dispersion/index.html](http://www.hitachi.co.jp/products/infrastructure/product_solution/platform/middleware/autonomy_dispersion/index.html)
- 5) H. Kuwahara: Experiences Teach Us the Future of Autonomous Decentralized Systems, International Symposium on Autonomous Decentralized Systems/ Keynote Address, pp. 169-175 (1997)
- 6) 中野、外：社会インフラを支える制御システムセキュリティ、日立評論、96、3、205～209 (2014.3)
- 7) 三村、外：H-ARCコンセプトに基づく日立グループの社会インフラセキュリティ、日立評論、96、3、160～167 (2014.3)

#### 執筆者紹介



##### 永井 克典

日立製作所 インフラシステム社 大みか事業所 電力システム本部  
電力エネルギー制御システム設計部  
兼 社会イノベーション事業推進本部  
次世代インダストリー創生推進本部 情報制御イノベーション本部 所属  
現在、ICTを活用した電力インフラO&Mサービス設計業務に従事



##### 村上 正博

日立製作所 インフラシステム社 大みか事業所 電力システム本部  
電力エネルギー制御システム設計部  
兼 社会イノベーション事業推進本部  
次世代インダストリー創生推進本部 情報制御イノベーション本部 所属  
現在、ICTを活用した電力インフラO&Mサービス設計業務に従事



##### 大和田 一義

日立製作所 情報・通信システムグループ  
社会イノベーション事業開発室 次世代インダストリー創生本部  
情報制御イノベーション部 兼 社会イノベーション事業推進本部  
次世代インダストリー創生推進本部 情報制御イノベーション本部 所属  
現在、政策提案による事業開発に従事



##### 福本 恭

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 兼 社会イノベーション事業推進本部  
次世代インダストリー創生推進本部 情報制御イノベーション本部 所属  
現在、エネルギー情報システムの研究に従事  
電気学会会員（上級会員）



##### 佐藤 康生

日立製作所 研究開発グループ エネルギーイノベーションセンター  
エネルギーマネジメント研究部 兼 社会イノベーション事業推進本部  
次世代インダストリー創生推進本部 情報制御イノベーション本部 所属  
現在、電力系統における監視制御および安定化・取引支援ソリューションの研究開発に従事  
電気学会会員



##### 松原 隆志

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  
製品デザイン部 所属  
現在、エネルギー事業者向けIoTソリューション開発に従事