

# IoT・ICT技術を応用した 電気事業向けソリューション

高橋浩一\*  
井上俊宏\*

Solutions for Electric Power Industry by Applying IoT and ICT Technologies

Koichi Takahashi, Toshihiro Inoue

## 要 旨

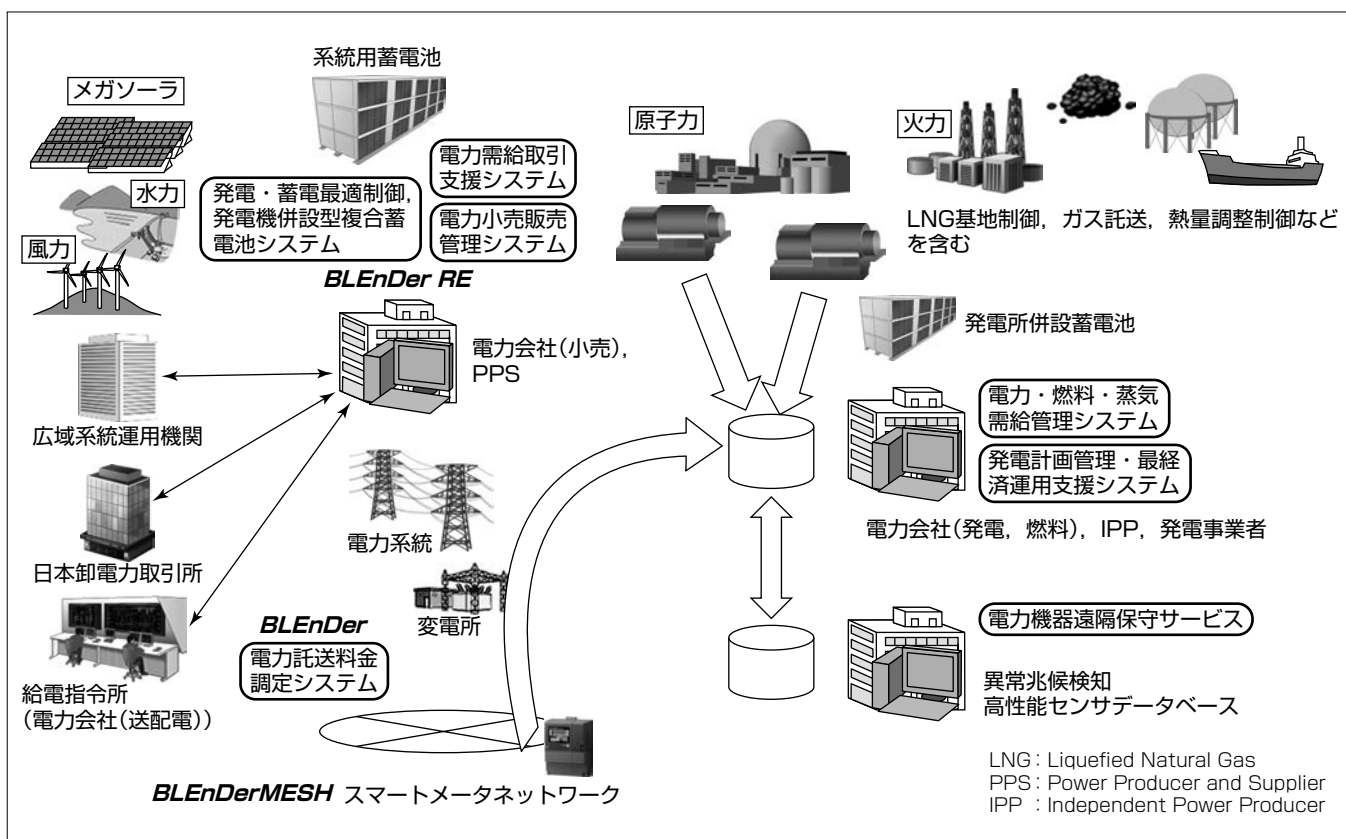
日本国内で電力小売の自由化が開始されて以来、三菱電機では、電気事業を行う上で必要な各種電力取引市場や電力会社とのインターフェースなどの業務を効率的に行えるパッケージソフトウェア“BLEnDerシリーズ”を開発して提供している。また、2016年4月にスタートした、一般の低圧需要家を対象にした電力小売自由化のスタートに必要なスマートメータシステムも開発した。

一方、インターネットやコンピュータ技術の急速な発展・普及によって、IoT(Internet of Thing)によってモノ

がインターネットにつながり、新しいサービスを開発する動きが活発となっている。

あらゆる機器をネットワークに接続し、大量の情報を収集し、工場や設備の稼働状態を最適にし、さらに、設備の保守・保全を最適に運用するための実証実験が様々な業種で行われている。

当社では、こうした技術動向や潜在的なニーズをとらえ、電力機器のアフターサービスを高度化するために、高度な予防保全サービスの開発を進めている。



## IoT・ICT技術を応用した電気事業向けソリューション

電気事業の業務を効率化するシステムや発電機を始めとする電力機器の稼働状態を最適化するシステムだけではなく、スマートメータネットワークから集められる膨大な情報と最先端のICT(Information and Communication Technology)技術によって新しい予防保全サービスを創出し、電力の安定供給、効率的な設備運用に貢献していく。

## 1. ま え が き

近年、人に対するサービスが中心であったインターネットサービスがIoTというキーワードで、モノ(センサなど)がインターネットにつながることによって新しいサービスやソリューションに対するニーズが高まってきており、それらを解決するためのデータ分析、AI(Artificial Intelligence)技術の開発が各社で進められている。

電力・産業分野でも、機器や設備(モノ)から集まってくるいわゆるビッグデータを分析して、電力の安定供給や工場の稼働率の向上に寄与するためのシステムやサービスの開発が求められている。

一方、2016年4月からの電力小売完全自由化に向けて当社ではこれまで、電力市場向けパッケージやスマートメータシステムを開発してきた。この開発の中で培ってきた、予測技術や通信技術とIoT時代に備えて開発してきたICT技術を応用して電力機器に対する新しいソリューションを開発する必要がある。

本稿では、電力市場向けパッケージソフトウェアBLEnDerシリーズとスマートメータシステム、2020年の発送電分離に向けた制度変更に伴うシステムの高度化への対応など、IoT・ICT技術を応用したソリューションの実現について述べる。

## 2. 電力市場向けパッケージ

### 2.1 BLEnDerシリーズ

電気事業を行う上で、電力会社(送電部門)とのインタフェースは必要不可欠で、HTTP(HyperText Transfer Protocol)やJX手順などが適用されている通信プロトコルも多様化してきている。当社では、これらの業務を効率的に行えるパッケージソフトウェアBLEnDerシリーズを提供している。

BLEnDerは次の7つのパッケージから構成されている。

#### (1) “BLEnDer LF”

需要予測を高精度に行うために、気象情報及び実績データの管理、予測値の計算を行う。

#### (2) “BLEnDer Trader”

日本卸電力取引所での電力取引及びその他の相対取引を行い、市場データ、取引データを管理する。

#### (3) “BLEnDer PM”

需要予測に対して、各種制約条件を満足する発電所ごとの計画値を計算し、必要な電力取引量を計算する。

#### (4) “BLEnDer BP”

システムに登録された計画値から、電気事業連合会が規定したビジネスプロトコル標準のXML(eXtensible Markup Language)形式に変換して自動的にデータ送信する。

#### (5) “BLEnDer BM”

需給バランスを保つために、発電、需要電力量の収集、発電指令の送信、需給バランスの監視を行う。

#### (6) “BLEnDer RM”

需要家、発電所、電力会社(送電部門)の料金計算を行う。

#### (7) “BLEnDer DM”

電気事業による収益拡大を図る上で最も重要な情報である計画・実績など、各種データを蓄積し、データの分析を行う。

当社では、顧客のニーズや制度改革に合わせて、各種パッケージの更なる強化、高度化を進めている。

### 2.2 再生可能エネルギー対応型EMSへの対応

近年、太陽光発電(PhotoVoltaic:PV)や風力発電(Wind Turbine:WT)など再生可能エネルギーの導入が進んでいる。これらの発電出力は気象条件に大きく左右されるため、その出力変動による電力系統への影響が出ないようにするため、既存の発電機や蓄電池と組み合わせた運用が必要となる。当社では、再生可能エネルギーを既存の発電機や蓄電池と協調をとりながら、安定的かつ経済的に運用管理・制御するエネルギーマネジメントシステム(EMS)“BLEnDer RE”を開発、提供している。BLEnDer REの特長は次の3点である。

#### (1) 再生可能エネルギーに対応

電力系統内に設置された太陽光、風力のような再生可能エネルギー、蓄電池やバイオマスといった分散電源の動特性を把握し、監視、制御することで監視対象エリアのエネルギーバランスを整え、電力、熱エネルギーを最適運用する。

#### (2) 多様な状況に対応可能な制御モード

スマートグリッド運用のための階層制御モード、再生可能エネルギー導入後の電力取引に対応したバーチャルプラントモード、離島や小規模電力系統部を対象としたマイクログリッドモードなど、最適なモードを選択できる。

#### (3) 複数の目的に対応

運用コスト最小化、CO<sub>2</sub>排出量最小化など複数の目的に対応した需給運用の最適化ができる。

当社は、尼崎地区(兵庫県尼崎市)に大規模なスマートグリッド実証実験設備を構築しており、このシステムを採用している。

#### 2.2.1 最適運用計画技術

##### (1) 計画精度向上のための予測手法

PV出力、WT出力、需要を予測するとともに、予測値に対する予測誤差範囲を補償することで、需給計画の信頼性を高めている。

##### (2) 最新実績データの活用

周期的に更新される気象予測に加え、直近の実績を用いて、常に最新の予測データを更新することで、天候等で変化するPVやWTの出力変動、電力需要の変動に追従した最適な制御を実現している。

##### (3) 不確定性を考慮した需給運用計画

PV出力、WT出力変動の不確定性を考慮した確率的手法の採用によって、PVやWTの導入が増えた場合でも、停電確率を悪化させることなく、燃料コストを削減できる。

### 2.2.2 リアルタイム監視制御技術

#### (1) 計算時間短縮のための高速最適化技術

高速最適化技術として、内点法と有効制約法を活用し、問題の答えを求める時間を大幅に短縮し、さらに、エネルギーマネジメントに特化したチューニングを実施している。

## 3. スマートメータシステム

### 3.1 スマートメータシステムの導入

スマートメータシステムはエネルギーの効率的な運用への対応や、計量データの更なる活用など、社会的要請に基づき導入が進められている。スマートメータシステム導入の目的は、次のとおりである。

- (1) 電気使用状況の見える化
- (2) 需給逼迫(ひっばく)時のデマンド側での需要抑制
- (3) 料金メニューの多様化
- (4) 新サービス提供者に対するメータデータの提供
- (5) 電気を供給する顧客への更なるサービス向上
- (6) 将来のスマートグリッド対応

スマートメータシステムを導入することによって、メータデータの幅広い分野への活用や、配電ネットワーク運用業務の更なる効率化への活用が期待できる。

以上、スマートメータシステム開発に適用した技術について述べる。

### 3.2 スマートメータ通信システム

スマートメータ通信システムは、数百万～数千万台のスマートメータとオンラインでネットワーク接続される大規模な通信システムである。スマートメータは様々な環境に設置されることから、複数の通信媒体を利用して設置環境に合わせたネットワーク構築を実現する必要がある。このシステムでは次の3つの通信技術が適用されている。

#### (1) 無線マルチホップ通信

ゲートウェイまでマルチホップ転送によって通信を行う方式であり、特定小電力無線など電波法による無線局の免許が不要である通信媒体を利用する。

#### (2) 電力線通信(Power Line Communication : PLC)

無線通信不可の場所に適用するため、既存の電力線を通信回線として利用する。

#### (3) 1:N通信(携帯電話など)

携帯電話などの通信キャリアによるデータ通信サービスを利用する。

スマートメータ通信システムに適用している規格は、IEEE802.15.4/4e/4g, IPv6(Internet Protocol version 6), IETF RFC6550 RPL(IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks)など多くの国際標準

規格に対応している。

### 3.3 無線マルチホップ通信技術の適用

無線マルチホップ通信技術は、隣接の通信端末を中継して通信を行う方式で、直接電波の届かない拠点間での通信が可能であり、特定小電力無線を使っても低コストで広範囲なネットワークを構築できる。また、通信経路を網目状(メッシュ)に構成することで、無線電波変動や電波障害に対して、迂回(うかい)路を自動的に探索して、安定的に通信が可能となる。

無線マルチホップ通信技術をスマートメータシステムへ適用する場合、大規模化マルチホップネットワークの構築と通信端末の低コスト化、低消費電力化が課題となる。

当社では、これらの課題を解決するため、スマートメータ用マルチホップ通信ミドルウェア“BLEnDerMESH”を開発した。特徴は、次のとおりである。

- (1) 通信経路の構築に必要なトラフィックを極力抑制
  - ・通信経路維持に定期的な制御トラフィックが不要
  - ・経路情報の更新はエラー発生時に絞り経路探索頻度を削減
  - ・送信タイミング制御によって、無線での衝突による再送を抑制
- (2) 上位側(センター)で無線メッシュネットワーク管理を実現
  - ・通信端末からネットワーク管理情報を効率的に収集
- (3) 無線メッシュ通信部のプログラムを最小限で実現
  - ・シンプルかつ確実な方式の採用によって、遠隔でのプログラム更新時間を短縮
- (4) 低消費電力を実現
  - ・無線送信を極力抑えることによる低消費電力化を実現

### 3.4 スマートメータデータ管理システム

#### 3.4.1 システムの概要

スマートメータデータ管理システムは、計量データやスマートメータで検知するイベント情報を一元的に管理し、収集したデータの健全性確認(精査)、スマートメータへの遠隔コマンド制御などを実現している。収集した計量データはIEC61968/61970 CIMモデルに準拠しており、託送管理システムや料金計算系システムなどの様々なシステムがメータデータなどに容易にアクセスできるオープン性を確保している(図1)。

#### 3.4.2 セキュリティ対策

スマートメータデータ管理システムは、需要家の計量データを蓄積し、他システムへのデータ提供、スマートメータの遠隔開閉ができる。このため、個人情報の漏洩(ろうえい)、サイバーテロへの対策が重要であり、システム開発では、アメリカ標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology : NIST)のセキュリティガイドラインを参考に、セキュリティ対策を実施した。

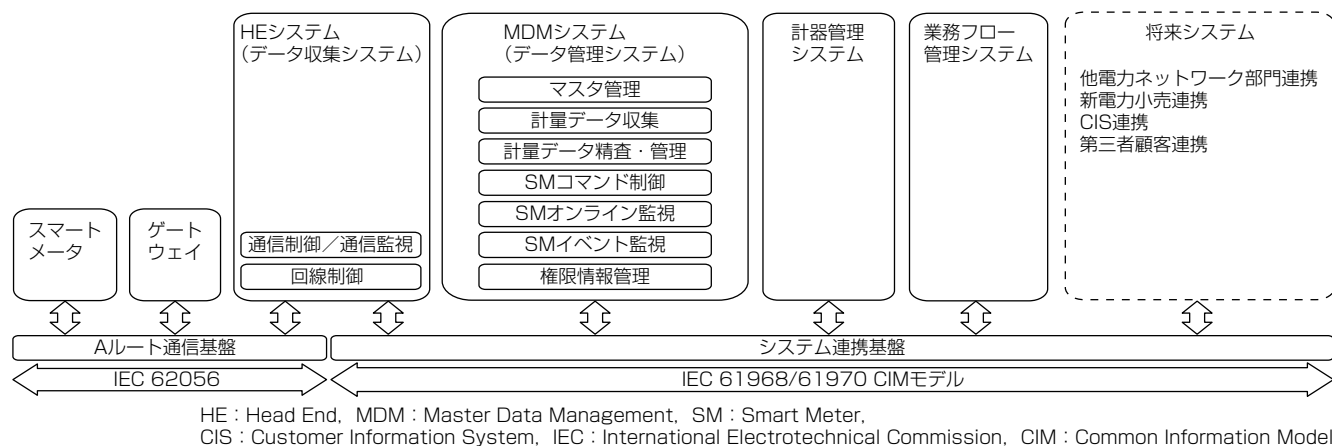


図1. スマートメータデータ管理システム

#### 4. 電力機器予防保全サービスの実現に向けて

プラントや機器を通信回線につないで、遠隔監視することは、以前から行われてきたが、通信インフラや計算機技術の向上によって、コンピュータのストレージやCPU資源がインターネット上のどこにあって同じことができるクラウドサービスが普及し、大量のセンサデータを蓄積して複雑な統計解析などのデータ分析を行う環境を構築しやすくなった。

##### 4.1 高性能センサデータベース

大量のセンサデータを分析することで、これまで検出できなかった機器故障の兆候を検出する。その結果をもとに機器や設備の保全計画を立てて稼働率を上げるといふ、IoT時代のニーズに対応するため、発電所での大量のデータを高速に蓄積・検索・集計する“高性能センサデータベース”を開発した。このシステムはセンサデータ向けに、700通り以上の圧縮パターンの組合せからサイズが最小になるものを選択して圧縮・蓄積する。また、サイズが異なる最大100万個の圧縮データをストレージブロック内に取り出しやすく並べることで、検索・集計時のストレージアクセス回数を削減可能とした。

##### 4.2 異常兆候検知技術

機器の予防保全のため、当社の異常兆候検知技術について述べる。大量のデータから有用な情報を発見するために、学習、検知、表示の機能がある(図2)。

###### (1) 学習機能

大量のデータから正常の基準となる学習データ(バンドモデル)を作成する。このときに大量のデータからデータのばらつきを考慮した正常モデルを作成する。

###### (2) 検知機能

検知対象データとバンドモデルを比較し、バンドモデルの範囲から外れたデータを異常兆候と判定する。

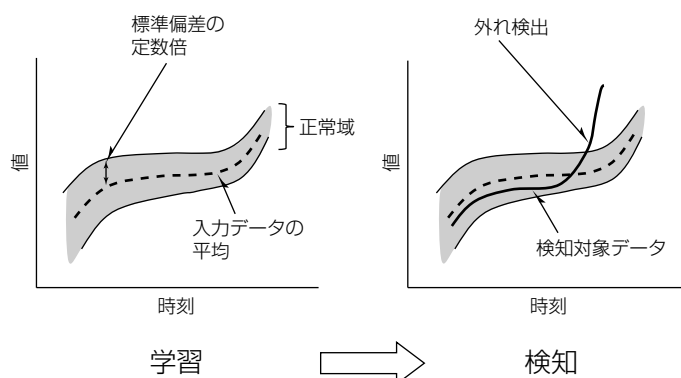


図2. データモデルの学習と異常兆候検知

###### (3) 表示機能

異常兆候の原因である可能性が高い信号をリストで表示し、検知対象データのグラフも表示する。

現在、異常兆候として“いつもとちがう”というのは検知できるが、これらの結果を機器や設備の予防保全の最適化に活用するためには“なにがどれくらいおかしいのか?”までを推測する必要がある。これを実現するため、当社の機器設計情報やこれまでの故障やトラブル調査時に収集した情報に基づく知見をデジタル化し、最新のAI技術を活用して故障予知・診断の精度を向上させていく計画である。

## 5. む す び

当社では、これまで電力流通向けパッケージ開発や、電源の多様化に対応した需給管理システム及びスマートメータシステムを開発してきた。これらのシステムに加え、IoT時代に対応した新しいデータベース技術や異常兆候検知技術、スマートメータ通信システムで構築した新しい通信インフラを活用し、2020年の発送電分離に向けた制度変更に伴うシステムの高度化へ対応や、IoT・ICT技術を応用した電力機器の最適な予防保全サービスを創出していく。