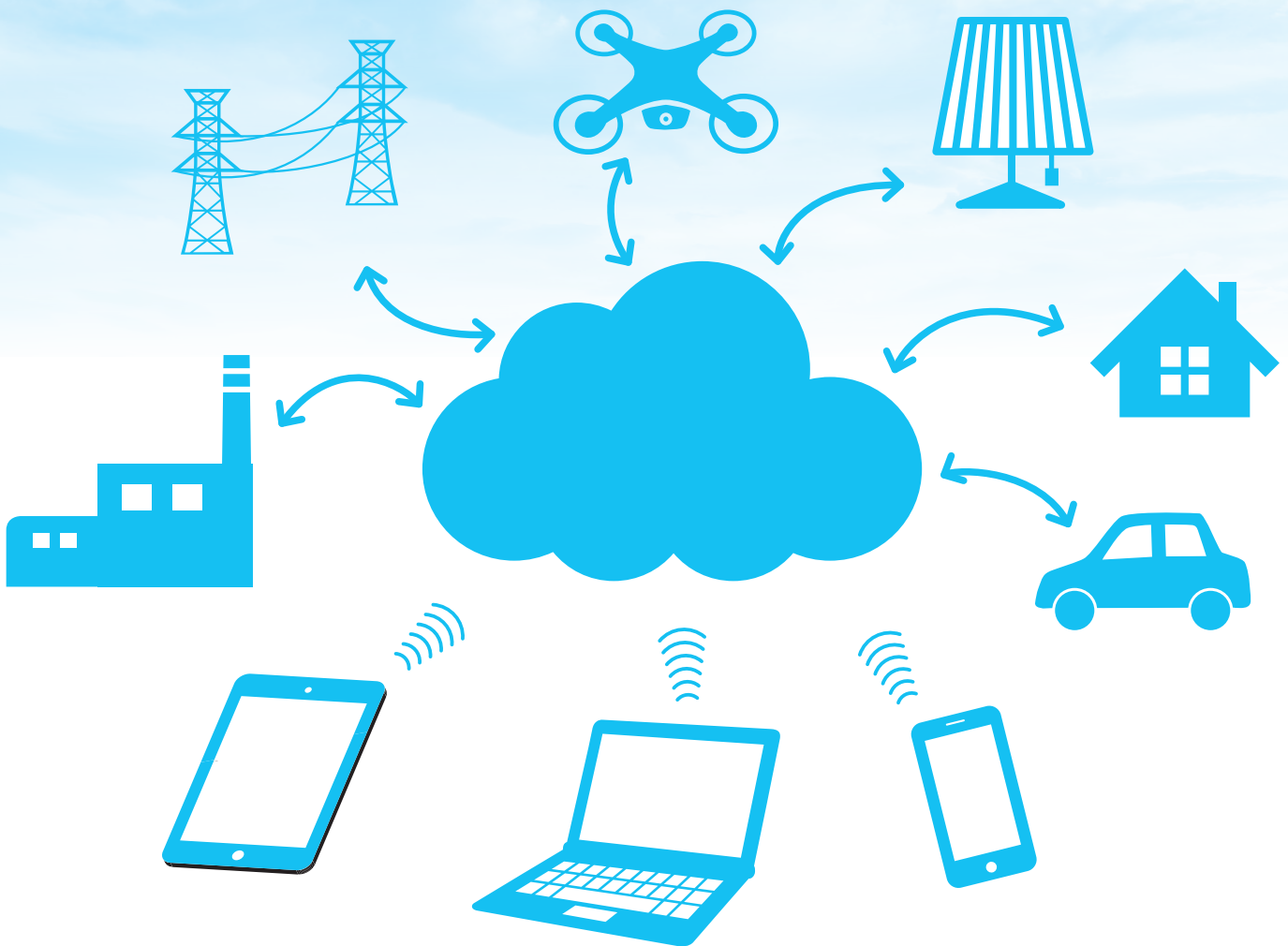


# 電気事業のビジネス変革への 貢献に向けた電中研のIoT研究



**RI** 電力中央研究所

<https://criepi.denken.or.jp/>

# Contents

---

## 電気事業におけるデジタルトランスフォーメーションの可能性と電中研の取り組み ..... 4

電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター  
堤富士雄、篠原靖志、村田博士、渡邊勇、芦澤正美

## 電力設備診断技術へのIoT適用（画像処理技術編） ..... 8

電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 中島慶人、石野隆一、伊藤憲彦  
環境科学研究所 中屋耕

## 電力流通設備と火力発電所の保全合理化のためのIoTプラットフォーム ..... 12

電力中央研究所 地球工学研究所 朱牟田善治  
材料科学研究所 西ノ入聡、福富広幸

## 電気事業へのAI技術の適用 ..... 16

電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター  
所健一、小松秀徳、服部俊一、比護貴之

■本冊子は、雑誌「月刊ビジネスアイ エネコ」で2017年12月号から2018年3月号に掲載された内容に加筆・修正をしたものです。  
■各回参考文献一覧に記載のある「電力中央研究所報告」は電力中央研究所ウェブサイト (<https://criepi.denken.or.jp/>) よりダウンロードできます

## はじめに

デジタル技術、或いはそれを活用したプラットフォーム型の新サービスが、既存のビジネスモデルを次々と破壊しています。音楽や書籍のデジタル化、eコマースを活用したネット通販やオークション、アフィリエイト収益型のゲームやSNSなど、その便利さと安さから、いつの間にか私たちの生活に浸透し、欠かせないものになってきています。これらは、いわゆるデジタルディスラプションの代表例であり、主にメディア、小売り、エンターテインメント、旅行、金融サービスなどで生じています。

一方、電力は、上記のようなサービスのレイヤーとは異なり、私たちの生活や社会活動を支える基盤的なエネルギーとして無くてはならないものです。このため、電力ネットワークは、長年にかけて全ての利用者を繋ぐプラットフォームとして整備されてきました。見方を変えれば、メーカーが顧客向けの家電機器を提供し、利用者は便益を享受するというエコシステムが形成され、地域独占が許された電力会社は、最強のプラットフォーマーであったと言えます。しかし、これからの電力需要を左右する人口動態、電力システム改革による地域独占体制の見直し、再生可能エネルギーの大量普及、顧客のプロシューマータ化、これらを束ねるアグリゲーターの出現などにより、これまでの電力プラットフォームを再構築しなければならない時代が到来しました。これからは、従来の電力供給から双方向の需給型へ、またデマンドレスポンス等、需要家との協調型へ、そして顧客エンゲージメントの強化に繋がる新サービス提供型へ、デジタル技術を活用して合理的かつ高度なプラットフォームへ進化させていく必要があります。米国シリコンバレー等では既にスタートアップ企業が需要家機器を束ねる技術をアジャイル開発しており、デジタルディスラプターの出現も想定し、私たち電気事業もデジタルトランスフォーメーション（DX）していくことが重要です。

本冊は、電力中央研究所のエネルギーイノベーション創発センター（ENIC）、環境科学研究所、地球工学研究所、材料科学研究所が連携して進めてきたDXに関する研究成果としてIoT技術を中心に、月刊「ビジネスアイ エネコ」誌に2017年12月号から2018年3月号にわたって連載してきた記事を冊子として纏めたものです。お手に取って頂いたのを機に、是非ご一読頂き、今後の研究開発や連携に向けて、アドバイスやご意見、ご指導を賜れば幸甚です。

執筆者一同

# 電気事業におけるデジタルトランスフォーメーションの可能性と電中研の取り組み

電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター  
堤 富士雄、篠原 靖志、村田 博士、渡邊 勇、芦澤 正美

情報通信技術(ICT)の発展やセンサの小型化・低価格化により、モノのインターネット(IoT)技術の基盤が整いつつあり、社会の様々な場面での活用が期待されている。電気事業においてもインフラの合理的な保守管理や新たなサービスの創出・提供に向けて、IoT 技術が活用されつつある。今回から4回にわたり、電気事業のビジネス変革への貢献に向けて電力中央研究所が取り組むIoT 研究を紹介する。

## 電気事業のターニングポイントとデジタルトランスフォーメーション

人口減に伴う長期的な販売電力量の減少、居住地域の疎密拡大に伴うインフラ維持の困難化、設備の老朽化に伴う保全費の増大、太陽光発電など分散形電源の大量普及に伴う需要家のプロシューマー化など、電気事業を取り巻く環境は大きく変化している。これらの変化は、電気事業のプラットフォームをこれまでのシンプルな「電力供給」から、相互に密接に連携しあった「電力需給協調と情報」というアーキテクチャに連続性をもって変化させ(図1)、ス

テークホルダーのエコシステム化に貢献していくことが求められている。

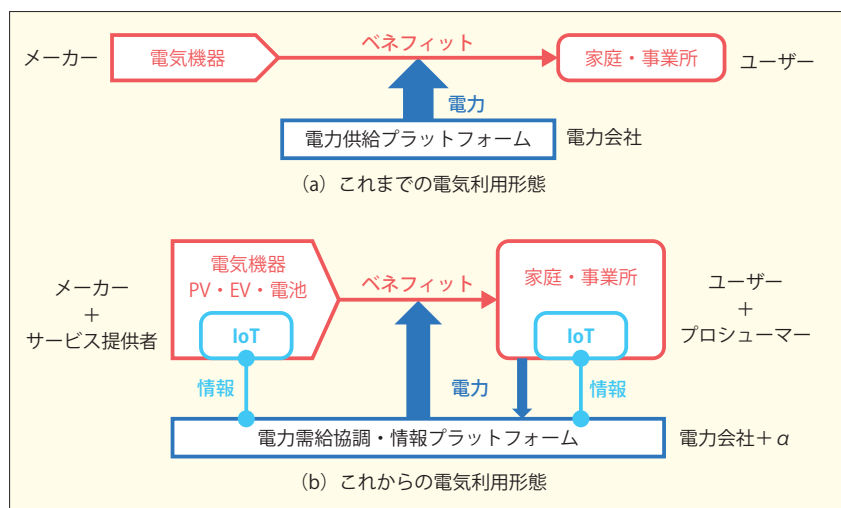
その実現のためには様々な対応が必要であるが、その中でもデジタルトランスフォーメーション(以下、DX)に関連する技術が重要な役割を果たすものと考えている。DXとは、デジタル技術によって我々の社会や生活そのものが急速に変革されていくことを意味する<sup>[1]</sup>。例えば、スマートフォンのように社会生活に深く入り込み、意識すらしない技術が、我々の行動や考え方、価値観にまで影響する。これは一種不可避の流れであり、技術者にはそれを良い方向に導

く役割が期待されている。特に、近年はビジネスの側面から、Uberやメルカリなど、デジタル技術を武器として、強力なプラットフォームを構築し、既存の事業者を端に追いやるデジタルディスラプター(デジタル破壊者)と呼ばれる新規参入者が台頭する背景として語られることが多い<sup>[2][3]</sup>。そのため、DXは全ての事業者が主体的に取り組むべき変化と捉えられている。

電気事業においてもDXは避けられない変化であり、率先してデジタル技術を活用して未来の姿を示すべく、多数の取り組みが開始されている<sup>[4][5]</sup>。特に、顧客志向でビジネスモデルを再構築することが重要とされている。

当所は、これら電力ビジネスの変革に貢献するため、エネルギーイノベーション創発センター(ENIC: ENergy Innovation Center)を2016年10月に発足した。ENICの研究対象は、①電気利用を中心とした顧客価値の創造、②電力需給マネジメントの高度化、そして③電気事業のDXである。連載の第1回である今回は、DXに対する我々の考え方を示し、DXの中心技術である人工知

図1 電力プラットフォームに関するアーキテクチャの変化



能 (AI) の設備保全への適用事例を紹介する。

## 電気事業のデジタルトランスフォーメーションにおける方策と課題

我々は、電気事業のDXを「発電・流通分野」と「価値創出分野」に分けて検討し、図2および図3に示す各種ターゲットと技術目標を抽出した。検討の詳細は割愛するが、本節では、いずれのターゲットを対象とする場合でも乗り越えるべき、重要なハードルについて述べる。

### (1) 現場適用におけるハードル

まず、DXにおけるリーンスタートアップ\*で重要な、役に立つ道具のプロトタイプ (MVP : Minimum Viable Product) の構築には二つのハードルがある (次頁図4)。一つ目は、MVPを作るには現場の問題を定義する必要があるが、一般にユーザー自身にはこの問題定義が難しいというハードルである。これは例えば、現場とユーザーが一体化しており、問題に気付かないことなどが理由である。二つ目は、問題を定義できたとしても、ドメイン知識のないITの専門家には、ICTをどう適用すれば良いのか分からないというハードルがある。例えばAIの専門家は、実はAIが適していない問題にもAIを適用して失敗する場合がある。これらのハードルを自ら解決するAIは未だ開発されていないため、人間がスキルを磨いて対応する必要がある。ENICではこれらのハードルを取り除き、現場とICTの橋渡しを行うことが重要な役割と考えている。

図2 発電・流通分野のDXに向けたターゲットと課題

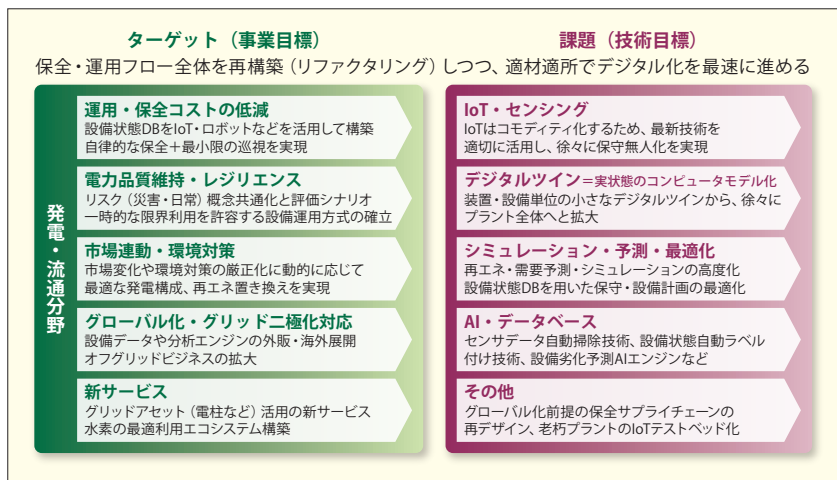
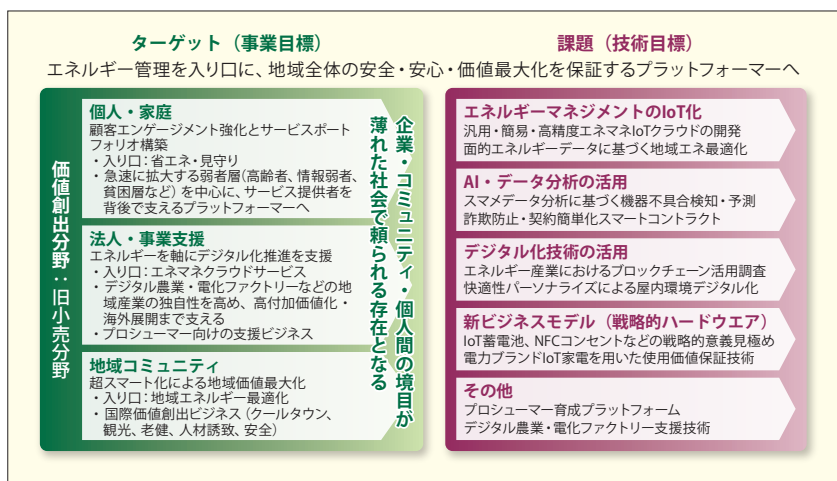


図3 価値創出分野のDXに向けたターゲットと課題



### (2) ディープデータ取得におけるハードル

次に、ディープデータ取得のハードルを述べる (次頁図5)。一般にビッグデータは、半自動的に大量に集められるデータであるため、それのみから価値ある知見を得るのは困難である。よって、ビッグデータの活用には、例えば設備保全であれば劣化状態と対応付けられたデータ、また顧客サービスであれば顧客の価値付けを反映したデータが必要となる。我々はこれらをディープデータと呼び、ビッグデータを解釈し価値

を引き出す鍵と捉えている。ただし、収集には手間・工夫・コストが必要であるため、適用上のハードルとなる。そのため、いかに効率的に質の高いディープデータを取得するかが問題解決のキーファクターとなる。次節で述べる二つの事例では、ディープデータ取得における異なるアプローチを紹介する。

## 電中研におけるAI適用事例

### (1) 油中ガス分析による不具合検出

電力会社では電力用変圧器の絶縁油を一部抜き取り、油中ガス分析に

\*※短期間に MVP を作り顧客に提供、反応を分析して、改善するサイクルを繰り返すことで、事業の成功率を高めるマネジメント手法

より内部不具合の診断を行っている。これは変圧器の劣化進展にともない、発生するガスの種類・量に変化する現象を利用した診断である。電気協同研究会は2010年に、正常な変圧器約1000台と内部不具合のある変圧器約120台の内部様相データをもとに、不具合判定基準の見直しを行った。当所では、簡潔かつ高精度の判定基準を作成できる新たなAI手法を開発し、本収集データに適用することで、精度の高い内部不具合の判定基準を作成した(次頁図6) [7][8]。

基準作成に用いたAI手法である線形サポートカーネルマシン(以下、線形SKM)は、広く使用されているサポートベクターマシン(以下、SVM)を当所で拡張したものである。SVMは他のAI手法に比べ、少ないデータでも高精度の判定が行える特徴があり、不具合データが入手しづらい電力設備への適用にアドバンテージがある。さらに線形SKMでは、自動変数選択の機能を加え、判定基準の分かりやすさの向上と、さらなる精度向上を達成した。例えば、入力データである主要ガス量など全9成分のうち、正常か否かは $C_2H_4$ 、 $C_2H_2$ の2ガスのみ、内部不具合が過熱+微小放電によるものか否かは $CH_4$ 、 $TCnHm$ 、 $CH_4$ の3ガスのみから判定可能であることを明らかにした。

作成した判定基準による、未知データに対する推定正解率は98%である。さらに本手法を、地中送電線などで使用される油入(OF)ケーブルの油中ガス分析にも適用した結果 [9][10][11]、これまで50%程度の判定精度であったものを約80%まで向上させることに成功した。いずれの判定基準も、電力の現場で活用されている。

図4 現場適用の初期段階でのハードル

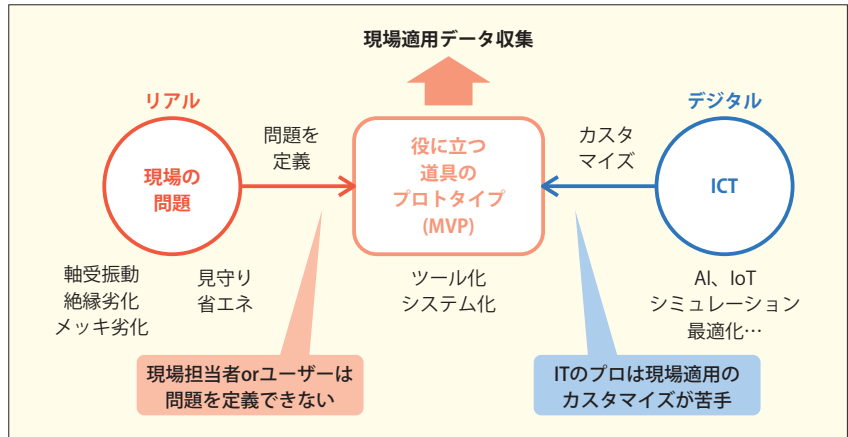
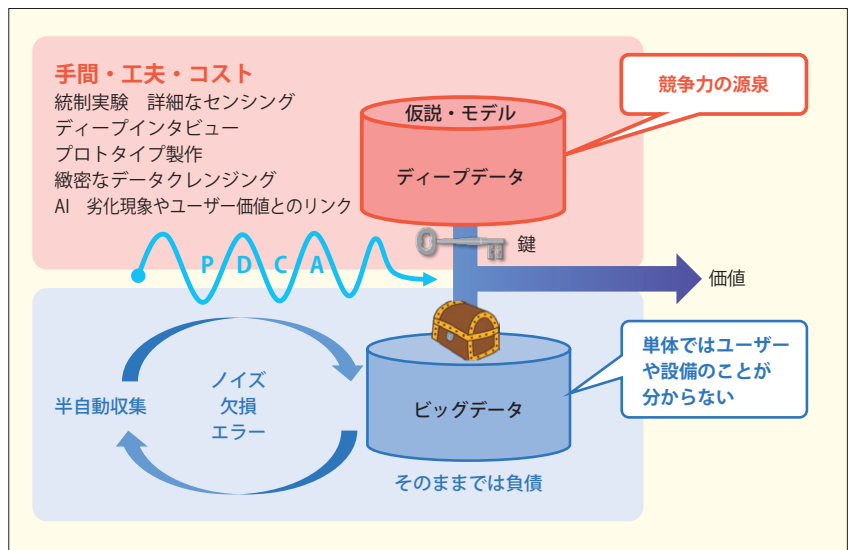


図5 ディープデータとビッグデータの連携によるPDCA



## (2) 大量の正常データからの異常予兆の検出

発電プラント異常の早期発見へのニーズは高いが、プラントの信頼性は高く、蓄積データのほとんどは正常状態のデータであるため、異常予兆を大量の正常データから見つけ出す必要がある。そこで当所では、水力発電所の発電機軸受振動を対象に、温度や圧力、振動などのセンサデータを用いて「異常予兆の発見を支援する手法」を開発した [12]。本手法では、上述したSVMの拡張の一つである1クラスSVMを用いる。1クラスSVMはデータ全体の中で特異な

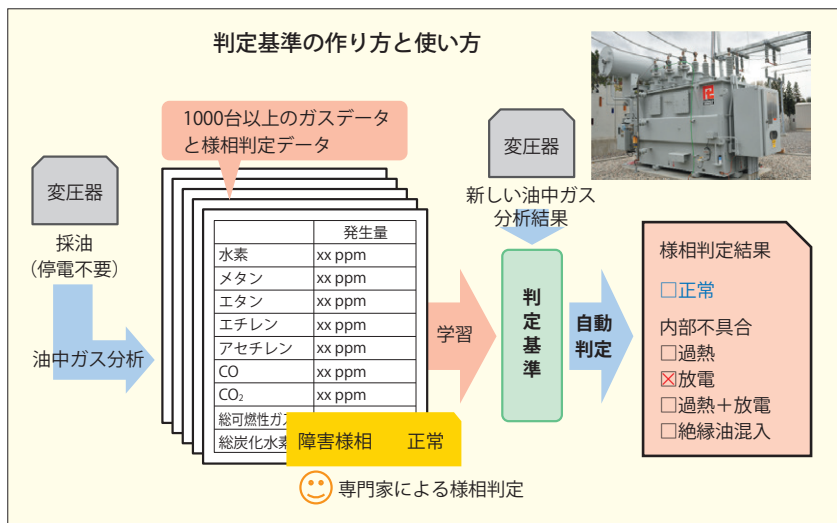
データを弾き出す例外抽出手法の一種であり、データの分布を前提とせずに適用できる利便性がある。

手法は2ステップで構成される(次頁図7)。ピンクの円内部にあるデータはすべて正常状態のデータであるが、円の中心から遠いデータほど特異なデータと捉えられる。まずステップ1として、1クラスSVMを用いて特異な方から順にn個(例えば100個)のデータを抽出する。現場技術員は抽出したデータを確認し、運転記録や点検記録などを参考に、トラブルや怪しい事例をピックアップする。次にステップ2として、ピッ

クアアップ事例と類似のデータを線形SKMで追跡し、類似データが頻発したら現場技術員にアラートを出す。何も手掛かりがない状態から、機械が手助けして、現場のプロの意見を反映しながら、徐々にディープデータを構成するというアプローチである。

本手法<sup>[12]</sup>を実際の運転データ1年分に適用した結果、油漏れが発生した時点のデータを正しく抽出できることを確認した。その後、改良手法<sup>[13]</sup>を適用することで、より少ない8種のセンサ項目のみから異常予兆を検出できることが分かった。

図6 変圧器の油中ガス分析による判定基準の作成



## おわりに

連載の第1回となる今回は、電気事業のDXに向けた当所の取り組みの方向性・考え方、設備保全へのAI適用事例を紹介した。次回以降は、以下について紹介する。

第2回は、送電設備の劣化計測や鳥獣害対策など、多方面への適用を行ってきた画像処理研究を紹介する。第3回は、屋外の遠隔地やプラント内など遮蔽の多い環境で、簡易にデータを取得し、クラウドなどに集約できるIoTプラットフォームの構築と活用を紹介する。第4回は、電力需要データへのAI適用研究を紹介する。

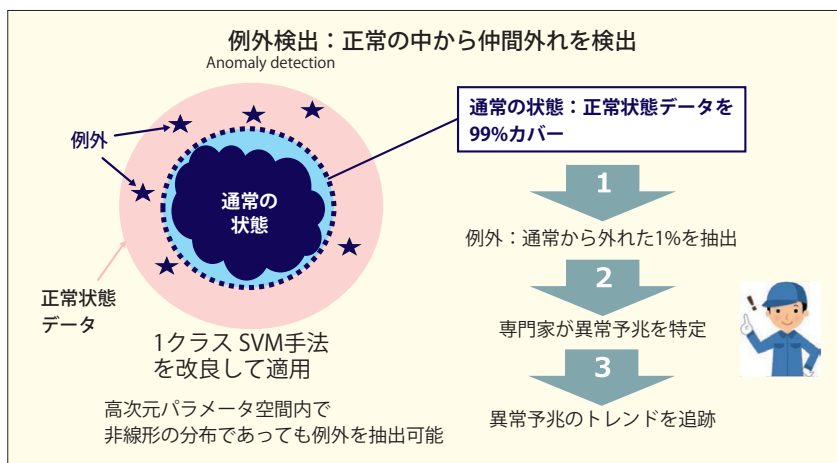
DXは電気事業の全体に影響する大きな変化である。今後も当所の専門性を生かした、多方面からのアプローチを進め、DXの先端を切り開く研究成果を創出していく。

## 参考文献

[1] Erik Stolterman, Anna Croon Fors, "Information Technology and the Good Life," *In Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice*, pp.687-692, 2004.

[2] 藤田稜, 「OSSとデジタルトランスフォーメーションの関係」, IT Leaders, 連載: OSS鳥瞰図, <<http://it.impressbm.co.jp/articles/-/14878>>, 2017年

図7 大量の正常データからの異常予兆検出



[3] 尾原和啓, 「ザ・プラットフォーム: IT企業はなぜ世界を変えるのか?」, NHK出版, 2015年

[4] 世界経済フォーラム, アクセンチュア, 「業界のデジタル・トランスフォーメーション: 電力業界(和訳)」, 世界経済フォーラム白書, 2016年

[5] 竹内純子, 伊藤剛, 岡本浩, 戸田直樹, 「エネルギー産業の2050年: Utility3.0へのゲームチェンジ」, 日本経済新聞出版社, 2017年

[6] 電気協同研究「電力用変圧器改修ガイドライン」第65巻第1号, 2010年1月

[7] 篠原靖志「油中ガス分析データによる電力用変圧器の様相判定手法」電力中央研究所報告R10030, 2011年9月

[8] 小野田崇, 村田博士, 小枝啓一, 小木曾慶治「油中ガス分析データの変量解析手法による電力用変圧器の良否判定」電力中央研究所報告R07001, 2007年8月

[9] 篠原靖志, 鶴見剛也, 嘉屋健, 松谷悠司「油中ガス分析によるOFケーブル接続部の異常判定手法ーサポートベクターマシンを活用した判定基準の提案ー」電力中央研究所報告R13002, 2013年11月

[10] 篠原靖志, 嘉屋健, 松谷悠司, 「油入ケーブル接続部の線形サポートカーネルマシンによる異常判定」電気学会電子・情報・システム部門論文誌, Vol.134, No. 8. pp.1138-1147, 2014年

[11] 電気協同研究「地中送電ケーブルの保全技術」第70巻第1号, 2014年4月

[12] 小野田崇, 伊藤憲彦, 是枝英明「水力発電所における異常予兆発見支援方法の開発」電力中央研究所報告R08030, 2009年6月

[13] 村田博士, 篠原靖志「水力発電所の異常予兆発見に影響を与えるセンサの絞り込み方法の開発」電力中央研究所報告R11019, 2012年6月

# 電力設備診断技術へのIoT適用 (画像処理技術編)

電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 中島 慶人、石野 隆一、伊藤 憲彦  
環境科学研究所 中屋 耕

デジタル化による世の中の変化に伴い、電気事業にも大きな変革期が訪れようとしている。電力設備に取り付けたセンサから取得した信号や設備を撮影した画像がモノのインターネット(IoT: Internet of Things)のデータとしてクラウド上で人工知能(AI)と結びつき、設備の点検や診断の高度化と合理化が可能になりつつある。既に先進的な企業は、様々なセンサを利用した設備の点検や診断を実現しつつ、利用者に対して新たな付加価値を提供するビジネス展開を図っている。その中で、使い勝手の良いセンシングデータのの一つとして画像が利用されている。今回、電力設備の点検や診断の高度化と合理化に向け、IoTの活用を前提に当所で開発してきた画像処理技術の一端を紹介する。

## 現在という時代のなかで

電気事業の黎明期である19世紀の終わりに、直流システムを主張するエジソンと、ニコラ・テスラが発明した交流システムを主張するウエスティングハウスとの間で競争がなされた。その結果、長距離送電に有利な交流が使われることとなり、エジソンが電気事業から撤退する契機になったと言われている<sup>[1]</sup>。長距離送電がベースとなったことで、地域の電力事業者が中心となり発電・送電・変電・配電の垂直的な流れで家庭に電力が届けられるビジネスモデルが確立した。本ビジネスモデルはUtility1.0とも呼ばれだしている<sup>[2]</sup>。

昨今、発電と小売り分野の自由化や家庭での太陽光発電の普及だけでなく、電気自動車の到来によりモバイル蓄電池が視野に入ってきたことで、従来の電気事業のビジネスモデルが大きく変わろうとしている。現在はまさに電気事業変革の黎明期であり、国内を面的に覆う既存の電力設備をデジタル化で効率的に管理し電力の安定供給を維持しつつ、新たなビジ

ネスモデルの創出を見据えることが必要な時代となっている。本記事では、IoTを活用した既存の電力設備の点検・診断の高度化と合理化に向けた当所の取り組みの一端を紹介する。

## IoTの活用と画像処理の関係

### (1) 電力設備の特徴と点検

既存の電力設備の最大の特徴は、簡単に移動できない膨大な数の固定設備が電線でつながっていることにある。そのことが、設備の点検において利点にも欠点にもなっている。

利点は、設備が固定しているため点検に向かう現場が特定でき、計画的な点検が可能なことにある。一方、欠点は、膨大な設備を巡視員が頻繁に点検できないことにある。送電線の総延長が約65万km、送電鉄塔は約24万基、電力会社が管理する電柱が約2200万本と、莫大な設備が国土を覆うように広がっている。山間部などの設備も多く、点検設備に到達するだけでも時間と体力を費やすため、巡視員による頻繁な点検は物理的にも経済的にも不可能な状況である。

電柱だけをみても、日本の総人口の約5分の1に相当する数を点検しなければならない。さらに、各設備の点検項目数が多いことから、屋外の電力設備点検は現在のところ目視による確認作業が中心となっている。この目視は、点検者の経験に依存している部分が大きいため、人による設備診断にばらつきが出てしまうなどの問題を抱えている。そのため、昨今のIoTなどを利用した人手を介さずに客観的な点検が行える技術の開発が望まれている。

### (2) 他分野の参考事例

既に他分野ではIoTという言葉が一般化する前に、センシングと通信ならびに最適化技術を利用した設備の点検・診断を実現している会社も存在する。例えば、電力設備とは全く逆の特徴を持つ、点検設備がどこにあるか特定が困難な建設重機の分野では、いち早くIoTを用いた点検・診断サービスが始まっている。コマツ建機販売は、コマツの建設重機に組み込まれているセンサを使い燃料



消費量や稼働時間などの様々なデータを遠隔で取得し、点検・診断さらには保守までを含めたサービスを展開している。2011年4月の時点で国内の約6万2000台の重機にシステムが導入され、車両の位置や稼働状況の管理、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量や省エネ運転などの記録、あるいは部品の交換時期などを推奨するサービスが提供されている<sup>[3]</sup>。

点検内容に即したセンサを電力設備に取り付けることで、類似のビジネスモデルにより点検や診断の効率化が図れると考えられる。さらに、国内を覆うように設置されている電力設備から環境情報などを取得できれば、保守点検とは別に新たな環境モニタリングなどの多彩なサービスの立ち上げも可能である。

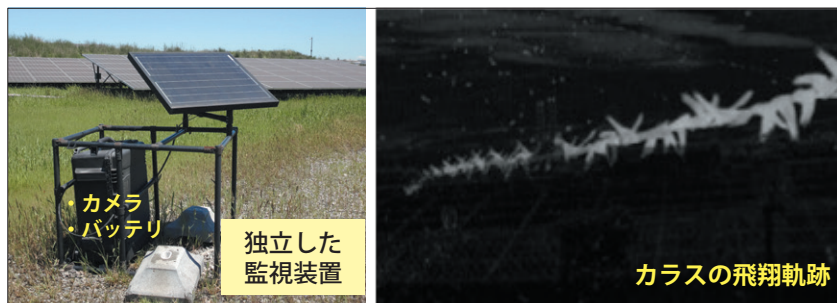
### (3) 画像処理とセンシングの関係

撮影画像は、温度、湿度、気圧、振動、音、圧力などのセンサと同様、カメラの受光素子センサでとらえた1つのセンシングデータである。ただし、人が視覚に大きく依存した生活を送っていることから、他のセンサで得られるデータよりも、人が直感的に理解しやすい性質がある。また、一般的に設備へセンサを取り付けるうえで、センサの電源確保の問題、センサの設置個所や設置方法の問題、データ収集の問題がつきまとう。それらの問題に対し、カメラであれば電源や通信を確保できる少し離れた場所から設備を監視でき、IoTを実現するセンサとして柔軟な装置構成が可能となる。そのため、当所ではカメラで撮影した画像から、設備のセンシングデータを取り出す研究成果を数多く残してきている。以下では、その数例を紹介する。

図1 異常のある太陽光パネルを赤外線サーモカメラで撮影した画像



図2 太陽光発電所に設置した監視装置と得られた鳥の飛翔軌跡例



## 画像処理によるセンシング

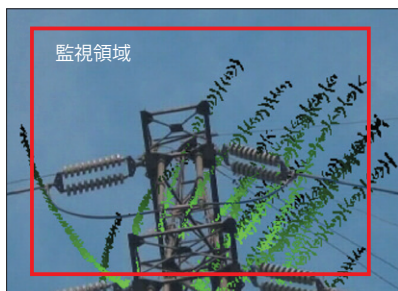
### (1) 太陽光パネルの診断

画像が電力設備のセンシングに役立つ分かりやすい例として、太陽光パネルの診断を紹介する。昨今、家庭での太陽光パネルの設置や企業による大規模太陽光発電所(メガソーラー)の新設が増えてきている。それらの太陽光パネルの表面が何らかの原因で損傷し、パネル内の気密が保たれずに水分が侵入すると、セルの接合部分が切れたり焦げたりする現象が発生する。セルの接合部分が破損すると、発電した電気の逃げ場がなくなり、電気エネルギーが熱として放出される。このような破損部分は、パネルの中で周囲よりも部分的に熱くなることから、ホットス

ポットと呼ばれている。このホットスポットは、赤外線サーモカメラを使うことで容易に検出できる。図1は、破損している太陽光パネルを赤外線サーモカメラで撮影した画像である。斑点部分が損傷部を示すホットスポットである。

新設のメガソーラーにおいても、同様のパネル破損が発生している。そこで、発電所で発生するパネル破損の直接的な原因を明らかにするため、パネルを長期間にわたり監視する研究を実施した。本研究ではパネルの監視用として、カメラに小型の太陽光パネルと蓄電池を取り付け、外部電源を使わずに長期間の監視ができる装置を設計・制作した。また、長期間撮影した映像から、画像処理によりパネル上空を飛ぶ物体の軌跡

図3 鉄塔に飛来する鳥の検知



を自動検出するプログラムを開発し、破損原因の調査にあたった(図2)。

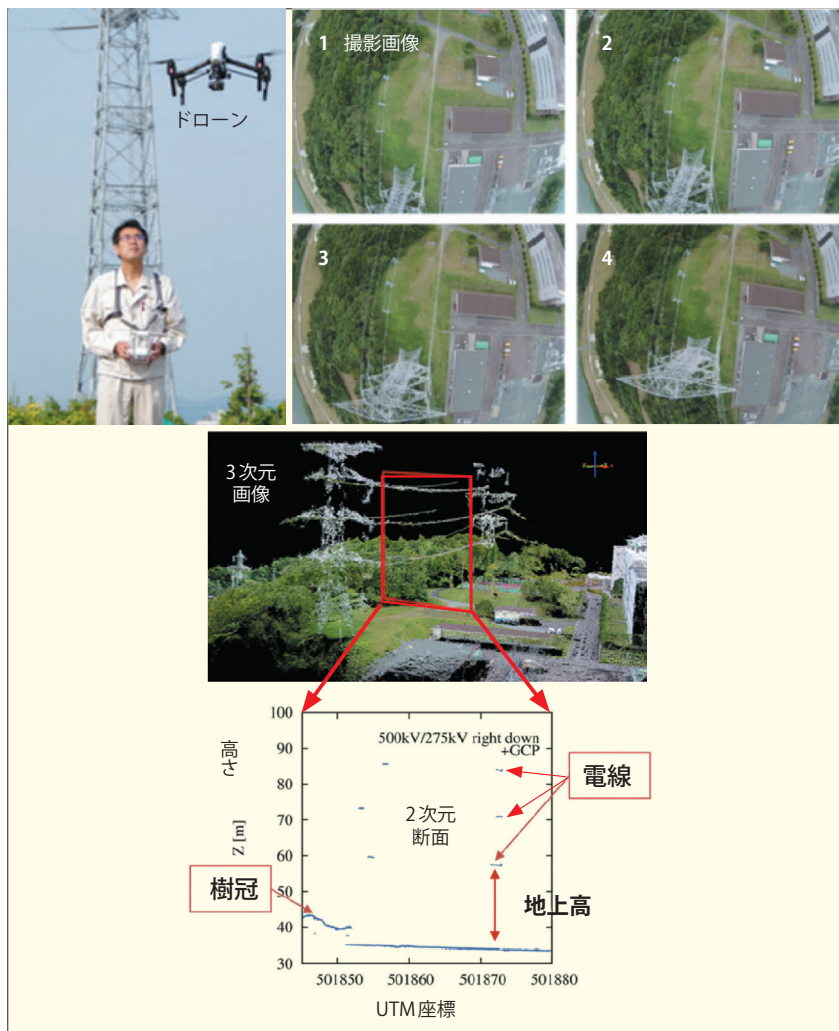
連続監視を行った約1年半の間にパネル破損は発生しなかったが、カラスが上空から石を落とす様子が記録でき、カラスの行動がパネル破損原因の一つである可能性を示した<sup>[4]</sup>。現在、本監視装置はカラスの忌避装置の効果を定量的に計測する研究に活用している<sup>[5]</sup>。

### (2) 鉄塔へ飛来する鳥を検知

高く見晴らしが良く突起を持つ鉄塔や電柱などで、鳥が巣を作りやすい。このような鳥の営巣活動は、電気事故につながる厄介な監視対象の一つである<sup>[6]</sup>。そのため、電力設備の巡視点検では鳥の営巣活動も一つの点検項目となっている。しかし、巡視点検で1カ所の設備に使える時間は短く、長期間にわたり設備を監視することができない。

そこで、鳥が飛来しやすい鉄塔を長期間撮影した画像を使い、鳥の飛来状況を検知する画像処理手法を開発した<sup>[7]</sup>。図3はこの手法を使い、ムクドリの大量飛来時のみに管理者へ警報を発するために開発した監視システムの画面出力例を示している。この監視システムでは、鳥の飛翔軌跡を解析し、飛来と飛び去りを区別して、飛来時のみに警報を出している。

図4 ドローンを活用した電線と樹木の離隔距離計測例



### (3) 電線と樹木の離隔距離計測

鳥の営巣と同様、樹木と電線が接触すると電気事故につながるため、樹木と設備の離隔距離が巡視時の点検項目となっている。しかし、山間部などで送電線と樹木の離隔距離を計測する作業は、計測可能な場所の確保だけでも多大な困難を伴う。

そこで、設備と樹木の離隔距離を簡便に計測するため、小型無人機「ドローン」で送電設備を撮影した画像を使い撮影範囲を3次元的な立体画像として再現する研究を実施している<sup>[8]</sup>。図4は地上高90mの高さを飛ぶドローンから鉄塔を撮影し、そ

の撮影画像から地表の樹木、鉄塔、送電線、建物などを画像処理で3次元的に再現した結果を示している。さらに、3次元画像から電線と樹木の一断面を切り出し、樹木と電線の高さを示している。

本研究により、ドローンで撮影した画像を使い鉄塔などの設備とその背景を3次元的に再現でき、樹木だけでなく構造物と設備の離隔距離なども机上で簡便に計測が可能となる。さらにその先には、ドローンで得られる画像をクラウドに送信し、物体と電力設備の離隔距離をAIで自動監視するサービスが生まれると予想される。

#### (4) 鉄塔の状態診断

現在、電力会社では送電鉄塔約24万基の寿命延伸に向け、鉄塔ごとに錆の進行度合いを診断し、その診断結果に基づいた優先順位に従い防錆塗装を実施している。この診断では、点検員が鉄塔に昇り撮影した鉄塔鋼材の画像と、錆見本を目視で比較しながら鉄塔の錆度合いを判定している。そのため、昇塔による撮影作業と撮影画像を用いた錆の判定作業に、多大な労力を費やしている。

そこで当所では、ドローンやヘリコプターで撮影した鉄塔画像から、鉄塔の画素だけを抽出した後、錆の色見本に応じて鉄塔画素を自動的に分類し、鉄塔の塗装順位を決定する研究に取り組んでいる。本研究の処理の流れを図5に示す。昨年までに、鉄塔を撮影した画像に鉄塔設計図(3次元モデル)を重ね合わせ、鉄塔と背景を分離する画像処理を開発した<sup>[9]</sup>。本画像処理による鉄塔検出例を図6に示す。図6の画像内での鉄塔部分は約6万5000画素であり、本研究で作成した画像処理を適用することで鉄塔画素の約90%を検出できる結果を得ている。なお、図6の検出結果に示されている白部分が検出した鉄塔部であり、○印は空撮画像と3Dモデルとを比較する際に手掛かりとした部分である。

#### おわりに

デジタル化による世の中の変化とともに、電気事業にも昔の黎明期と同じような変革が始まろうとしている。その中で、電力の安定供給を確保するために、デジタル化を前提としたIoTの活用が必須であることを述べた。特に、今回はカメラで撮影した設備画像から設備の点検・診断

図5 空撮画像を用いた鉄塔塗装の優先順位決定の流れ

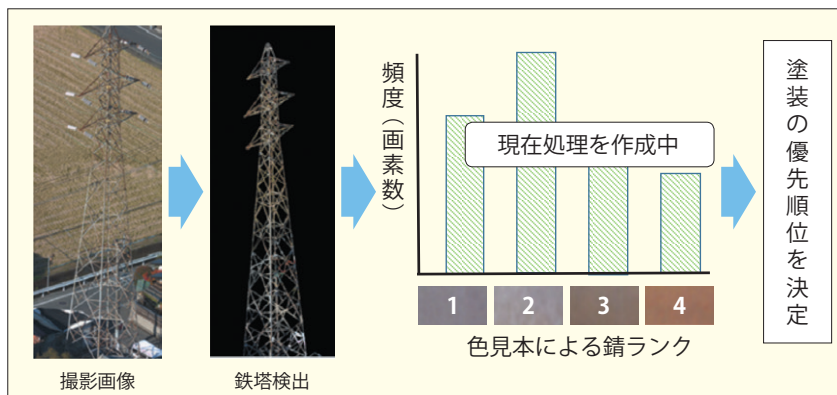
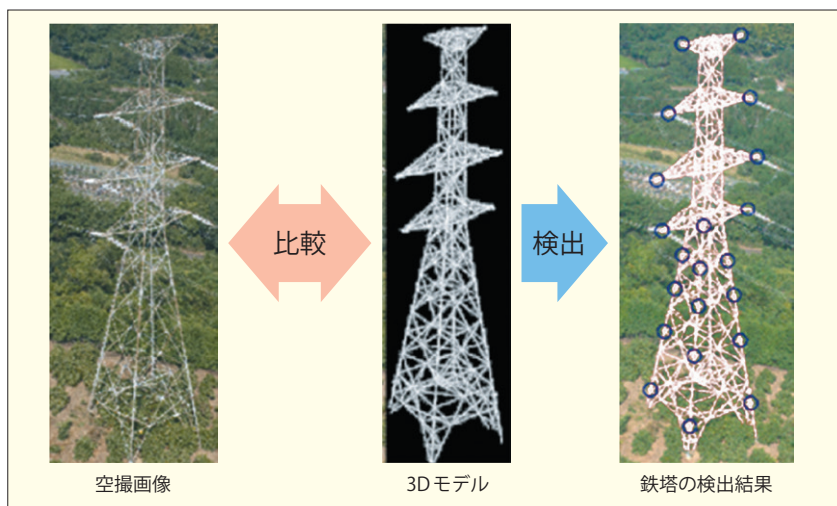


図6 鉄塔設計時の3次元モデルを用いた鉄塔の検出例



につながるデジタルデータを画像処理で検出する技術の一端を紹介した。今後、設備から得られるデジタルデータがIoTによりAIと結びつき、最適な設備点検・診断技術が確立されていくだけでなく、将来的には新たなビジネスモデルも生み出されていくと考えている。

#### 参考文献

[1] 森本雅之、「交流のしくみ」、ブルーバックス、2016  
 [2] 岡本浩氏、「『Utility3.0—電気事業はどう変わるのか(第1回)—他産業と融合する可能性」、電気新聞、2017/11/6  
 [3] 「最新のICTシステムでお客様の車両管理を強力にサポート」<http://www.komatsu-kenki.co.jp/service/product/komtrax/>  
 [4] 伊藤憲彦、竹内亨、白井正樹、中島慶人、佐藤信之、菅野純弥、「太陽光

発電所での鳥飛翔観測結果と鳥忌避装置の効果について」、電気学会全国大会、2017

[5] 太田文彦、伊藤憲彦、中島慶人、竹内亨、白井正樹、菅野純弥、高木広治、「鳥類飛翔軌跡の長期観測システムを用いた太陽光発電所におけるカラス対策装置の効果検証」、電気学会 産業応用部門大会、2017  
 [6] 竹内亨、小林聡、「送電鉄塔におけるカラスの営巣利用の実態とカラス用対策品の効果」、電力中央研究所報告V11011、2012  
 [7] 中島慶人、伊藤憲彦、西川栄一、「鉄塔に大群で飛来するムクドリを検知」電気学会研究会資料(知覚情報/次世代産業システム合同研究会)、2014  
 [8] 中屋耕、大石祐嗣、鈴木準平「送電線と樹木の離隔計測への小型無人飛行機の適用性評価」電力中央研究所報告V15004、2016  
 [9] 石野隆一、「塗装すべき経年鉄塔の選定に役立つ画像処理技術の開発—空撮画像からの鉄塔抽出手法の開発—」電力中央研究所報告C16009、2017

# 電力流通設備と火力発電所の 保全合理化のためのIoTプラットフォーム

電力中央研究所 地球工学研究所 朱牟田 善治  
材料科学研究所 西ノ入 聡、福富 広幸

近年、最先端のIoT (Internet of Things : モノのインターネット) を活用し、供給信頼性を維持しながらメンテナンスコストの低減を実現しようとする保全方式が注目されている。設備を遠隔から常時・多点で長期にわたり監視するセンサネットワークを構築し、収集したモニタリング情報から設備故障の予兆的な状態を発見・推定して、過剰な設備投資を抑制しようという考え方である。今回、電力インフラの保全方式の高度化と合理化の実現に向け、当所が取り組んでいるIoTの技術開発事例を紹介する。

## はじめに

電力設備を含むインフラ施設を対象とした保全方式は、大きく3世代に大別できる<sup>[1]</sup>。第1世代とは、「壊れたら直す」という視点の事後保全方式である。事後保全は、供給信頼度が問題となるような電力インフラでは、設備故障による供給損失が大きな問題となる。そこで故障による設備稼働率の低下を回避し、高い供給信頼性を維持するために、故障の有無に関係なく定期検査・修繕を行う時間計画保全の考え方が広く受け入れられるようになってきた。これが第2世代に位置付けられる予防保全の基本的考え方である。予防保全は、「壊れる前に取り換える」という視点であり、経営状態が安定して余裕があった高度成長時代には、大変有用な保全方式であった。

ところが、電力施設を含む社会インフラ施設の老朽化が進行し、社会環境が激変した東日本大震災以降、電気事業も厳しい経営環境にさらされるようになってきた。結果として、

保全方式のさらなる合理化が電気事業にとって、現在、重要な経営課題となっている。

これに対して、近年、最先端のIoTを活用し、供給信頼性を維持しながらメンテナンスコストの低減を実現しようとする保全方式が注目されている。これが第3世代と呼ばれる予知保全という考え方である。すなわち、設備を遠隔から常時・多点で長期にわたり監視するセンサネットワークを構築し、それらセンサ群から収集したモニタリング情報から設備故障の予兆的な状態を発見・推定して、過剰な設備投資を抑制しようという考え方である。これにより、高精度の余寿命推定などができる可能性が高くなってきており、「時間がきたら取り換える」から「壊れる予兆がでたら取り換える」という保全政策の転換を可能とする研究開発が活発になっている。

そこで、今回、当所で取り組んでいる予知保全を前提としたIoTの技術開発について、電力流通設備およ

び火力発電所を対象とした事例の一端を紹介する。

## 電力流通設備を対象としたIoTプラットフォームに関する研究開発

電力流通設備は、送電設備、変電設備、および配電設備からなる膨大な施設数が面的にネットワーク構成している設備である。これら面的に広がった設備について遠隔でモニタリングすることを目的としたIoTプラットフォームの基本的考え方を図1に示す。

図1のIoTプラットフォームは、センサネットワークとクラウドネットワークから構成される。センサネットワークとは、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 型のセンサと920MHz帯の無線規格を用いたマイコンチップを搭載したセンサノード群を意味する。MEMSセンサの利点は、コンパクト化によるその設置の容易性や、消費電力・価格の低さにある。MEMSに無線マ

イコンチップや環境発電技術（エネルギーハーベスティング、以下、EH）を組み合わせることにより、屋外の過酷な環境に設置されている電力流通設備に求められる、多点で長期に計測するセンサシステムを構築することが可能となっている。

また、無線規格に920MHz帯を用いることにより、比較的情報量の多い振動情報なども伝送することが可能となるとともに、設置環境を工夫することにより、1～数km程度の伝送距離を無線マイコンチップ間で確保できる。さらに、マルチホップ機能を組み込むことにより、複数センサノード間でセンシング情報を伝達しながら、障害物があっても安定してゲートウェイまでセンシング情報を伝達することが可能である。

図2は、センサノードの例として当所で試作した無線加速度センサを示す<sup>[2]</sup>。3軸のMEMS加速度センサとしてLIS3DSH（STMicroelectronics社製）を4台と、フラッシュRAM（FM24V10）4枚を基盤に埋め込み、最大4つの加速度データを同時に計測し、最大1600Hzのサンプリング周波数で、フラッシュメモリに直接蓄積できる。

また、無線マイコンチップにマルチホップ機能を備えたCRESSON-MD920<sup>[3]</sup>を採用し、常時は、定期

図1 IoTプラットフォームの基本的考え方

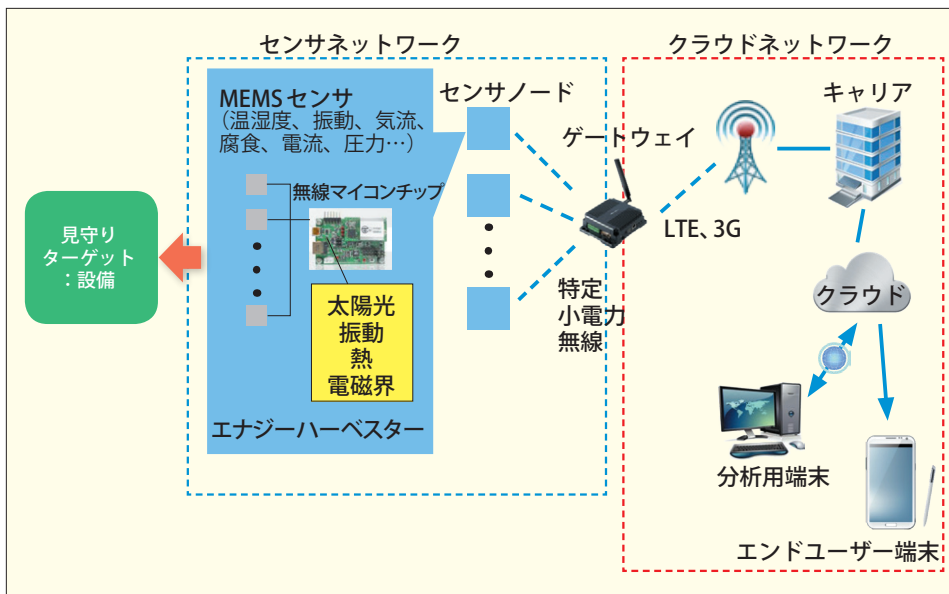
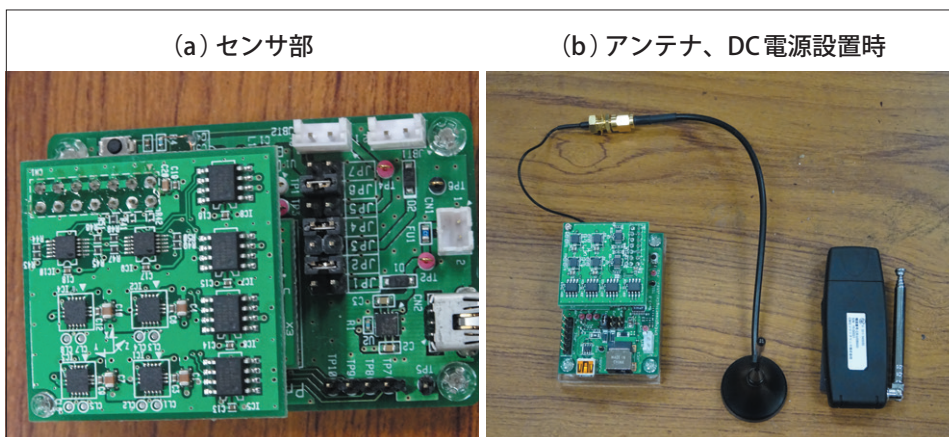


図2 920MHz帯の無線マイコンチップを搭載したMEMS型加速度センサ

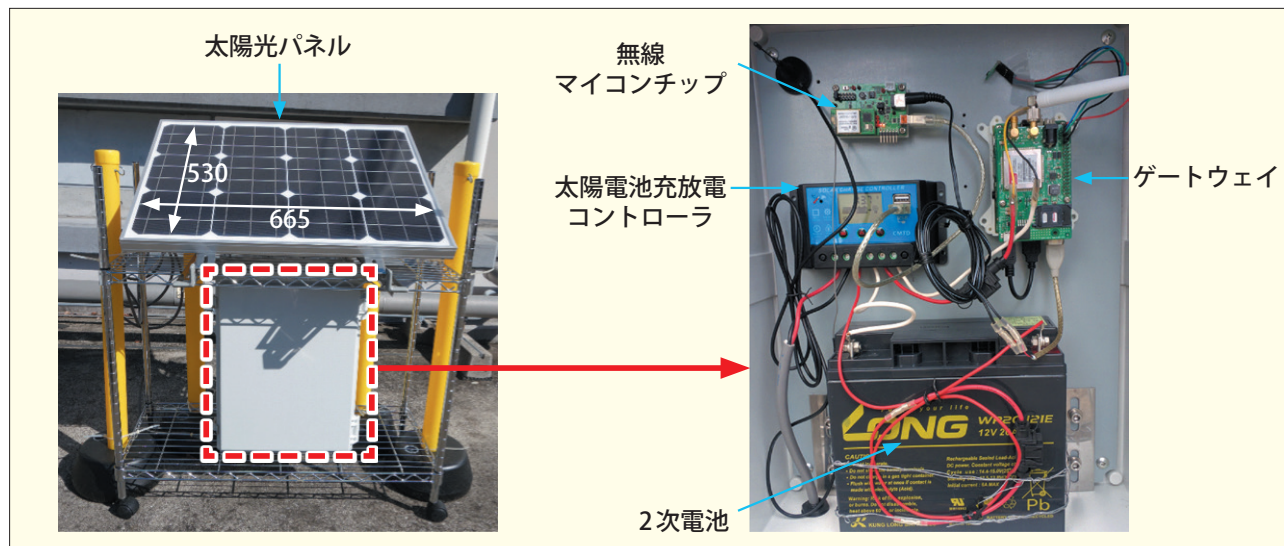


的な振動計測を行えるとともに、地震などの突発的な振動発生時には、トリガー起動により、地震波形も計測することが可能である。さらに、複数センサノードを同時に起動させる時刻同期機能や電力消費を抑えるための間欠動作が可能となる機能も有している。

これに対し、クラウドネットワークとは、ゲートウェイとクラウドシステムを3GやLTEで結び、インターネットを介して、分析エンジンと複

数のエンドユーザー端末をつなぐ情報ネットワークを意味する。クラウドネットワークはできるだけコストを抑えながら安定して、双方向通信を実現できることを目標に、現状で汎用的に使われている商用製品を使った安価な構成としている。例えば、我々の研究グループでは、小型で安価なLinuxマシンとして広く普及しているRaspberry Piをゲートウェイとして使い、データの受信とクラウドへの転送を行うことを可能

図3 太陽光のみで連続動作可能な屋外設置用自律型ゲートウェイ



としたクラウドネットワークを構築している。

クラウド環境として、外部VPSサーバを用い、オープンソースのオンラインストレージソフト (own cloud) を稼働させている。このクラウドをインターネットを介して、分析エンジンやエンドユーザーのクライアント端末と結び、センシング情報をほぼリアルタイムでモニタリングできる環境を実現した。

また、分析用端末により蓄積したデータを傾向管理することにより、電力設備を対象とした故障や劣化の兆候を把握できる分析モデルの開発を進めている。最終的には、実際の電力設備を対象として故障予兆などの傾向を分析エンジンで把握できるようにし、エンドユーザーに警報を出したり、センサノードのパラメータをチューニングし直したりする自律型センサネットワークを実用化することを目指している。現在、複数の実サイドで本システムを使った実証実験を行い、有効性の検証などを続けている。

### 火力発電所を対象としたIoTプラットフォームに関する研究開発

産業保安法令見直しにより「高度な保安力」を有する火力発電所に対する定期検査間隔 (最大6年間隔) ならびにボイラー・タービンの連続運転期間 (最大6年間) の延長が開始されたこととともない<sup>[4]</sup>、IoT技術による発電設備保守の省力化・高度化が火力発電分野における重要課題となっている。

発電用タービンなどの主要機器には多数のセンサが設置され従来から故障の予兆監視が行われているが、屋外構造物や補機類などセンサが設置されていない機器については運転員の巡視点検によって監視が行われており、IoT技術による省力化が望まれている。

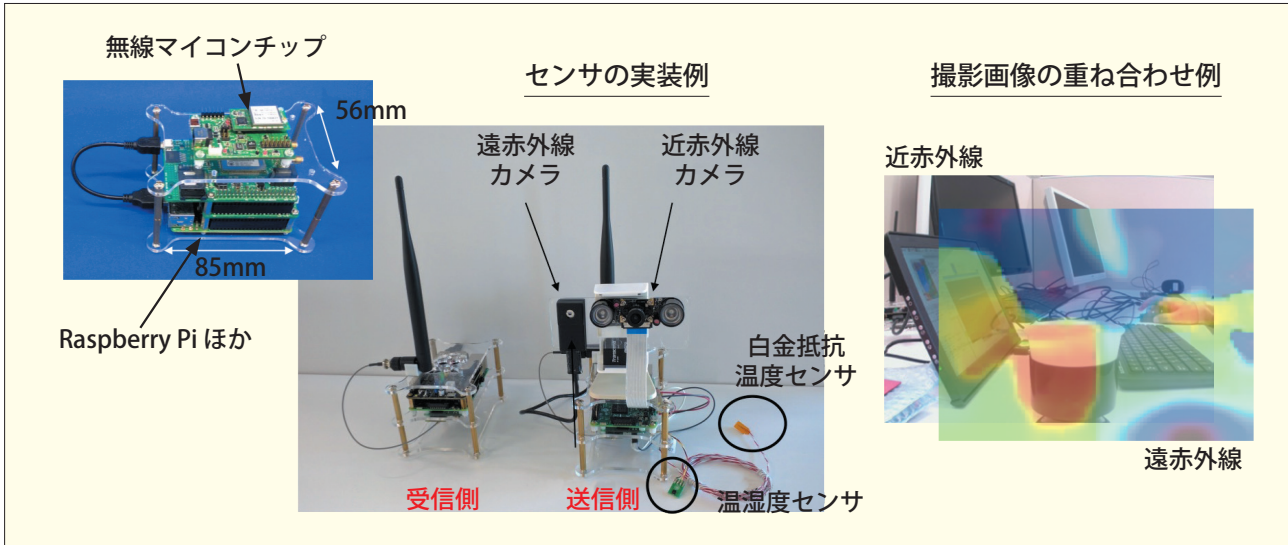
また、構内の機器で発生するトラブルは異常振動、異常発熱、腐食など多岐にわたるため、原因特定と恒久対策までの応急処置を行う上で、事象に応じて様々なセンサを実装でき、簡便に設置可能なセンサノード

へのニーズは高い。

火力発電所では発電設備、燃焼設備、補機類などが広い敷地内で複数の建屋にまたがって設置されており、各建屋内では機器類や足場、扉などの遮蔽物が多く存在する複数のフロア間でデータを中継する必要があることから、伝送距離が長く回折性が高い無線センサネットワークが求められる。そこで前述の電力流通設備を対象としたシステムと同様に、920MHz帯でのマルチホップ通信が可能なCRESSON-MD920を無線マイコンチップに採用したシステムを構築した<sup>[5]</sup>。

図3は火力発電所向けに構築した、太陽光のみで連続動作可能な屋外設置用自律型ゲートウェイを示す。間欠動作による省電力運転が可能であり、センサノードから無線で集めたデータを3G回線によりクラウドなどにアップロードできる。セキュリティ確保のため、センサノードとゲートウェイ間の通信は暗号化している。屋外での通信可能距離確認試

図4 センサノードへのセンサ実装例



験の結果、中継なしでも見通して1km程度の無線通信が可能であることが確認できており、火力発電所において実施した通信安定性確認試験の結果、センサノードとゲートウェイに太陽光のみで電源供給を行った場合でも安定動作することを確認している。

図4はセンサノードへのセンサ実装例を示す。無線マイコンチップやRaspberry Piなどから構成されるセンサノードに有線センサやカメラを実装することで、温湿度を多面的に監視可能である。

設置環境の未利用のエネルギーから自ら電力を生み出すEHとIoT技術を組み合わせることにより、低コストで様々な機器に適用可能なセンサが実現できる。火力発電所構内における未利用のエネルギーとしては、ボイラ配管などの高温機器と外気の温度差、ポンプなどの補機類の振動などがあり、これらをセンサノードの電源として利用可能とするために当所では有害元素を使用せずに高い変換効率を実現可能

な熱電材料（高温用熱電発電デバイス用）や圧電材料・磁歪材料（高効率振動発電デバイス用）の開発を進めている。

また、圧電材料・磁歪材料に基づくEHでは利用が難しいものの電力インフラに多く存在する100Hz以下の振動で発電する、新たな概念に基づくコインサイズのEHの開発に成功している<sup>[6]</sup>。これらのEHと無線センサネットワークを組み合わせることで、引き続きメンテナンスフリーの状態監視技術の実現を目指していく。

## おわりに

連載の第3回となる今回は、当所で取り組んでいる予知保全を前提としたIoTの技術開発事例について、電力流通設備および火力発電所を対象とした取り組みの一端を紹介した。第1回で紹介したように、ビッグデータを活用した設備保全には劣化状態と対応付けられたデータ（ディープデータ）が必要であり、そのためのキーテクノロジーである

無線センサネットワークの高度化に今後も取り組んでいく。

## 参考文献

- [1] 次世代メンテナンスの在り方，視点106, Roland Berger, [https://www.rolandberger.com/ja/Publications/pub\\_recommended\\_routed\\_for\\_next\\_generation\\_maintenance.html](https://www.rolandberger.com/ja/Publications/pub_recommended_routed_for_next_generation_maintenance.html), 2015年
- [2] 朱牟田善治, 「見守り支援技術の基礎検討—920MHz帯無線加速度センサの試作とその応用可能性—」, 平成27年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, O55-5, pp.708-713, 2015年
- [3] CRESSON—MD920開発キットデータシート, CMエンジニアリング株式会社, 2014年
- [4] 産業保安のスマート化の進捗状況について, 経済産業省商務流通保安グループ, 産業構造審議会保安分科会(第7回)資料2-1, [http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/hoan/pdf/007\\_02\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/hoan/pdf/007_02_01.pdf), 2017年
- [5] 福富広幸, 朱牟田善治 「火力発電設備の状態監視のための無線センサネットワークの構築—第一報 920MHz帯マルチホップ無線センサネットワークの試作—」 電力中央研究所報告 Q16003, 2016年
- [6] 小野新平, 「イオン液体を利用した電子デバイスの開発—トランジスタから振動発電素子まで—」, Electrochemistry, 85 巻 2 号, pp. 105-109, 2017年

# 電気事業へのAI技術の適用

電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター  
所 健一、小松 秀徳、服部 俊一、比護 貴之

IoT (Internet of Things : モノのインターネット) の進展により、電気事業の業務やサービスの高度化に利用可能な多種・多量のデータが容易に取得可能となった。しかし、取得したデータを実際に活用していくには、大量のデータの中から真に有用な情報を抽出する必要がある。今回、こうした課題解決のために各種AI (人工知能) 技術の適用を検討した事例のいくつかを紹介する。

## はじめに

IoTの進展により、電気事業の業務やサービスの高度化に利用可能な多種・多量のデータが容易に取得可能となった。例えば全国でスマートメータの設置が進み、膨大な数の電力需要データが収集できるようになっている。ただし、単にデータを取得するだけで業務・サービスの高度化が実現するわけではない。このためには大量のデータの中から、業務・サービスの高度化に有用な情報を抽出し、これを適切に利用する必要がある。

当所では、こうした課題を解決するための一方策として、各種AI技術の適用を検討している。本稿では、こうした当所の取り組みのいくつかを紹介する。

## スマートメータデータからの実需要推定による在・不在判定

最初に、スマートメータから得られる電力消費データを用いて、居住者が在宅しているか否かを推定する在・不在判定手法について紹介する。

### (1) Aルートデータの特徴と

#### 実需要推定

現在、日本ではスマートメータの設置が全国で進められており、一般

家庭における電力消費データの簡易な収集・活用が可能となる環境が整備されつつある。スマートメータで自動検針された電力消費データを電力会社へ送るルートはAルートと呼ばれ、Aルートを介して取得できる家庭の電力消費データ (Aルートデータ) は、メータの設置さえ完了していれば追加の機器購入を必要とせず利用できる。そのため、Aルートデータを活用することで安価かつ多くの需要家を対象としたサービスが実現可能となる。2016年4月の電力自由化以降、電力各社の販売部門では顧客満足度向上を目的とした価値創出が求められていることから、電力各社も既に「見える化」や節電などを目的としたサービスの提供を始めている。

その一方で、Aルートデータの活用にあたってはデータの計測粒度の粗さ (30分間隔・100Wh単位) が課題となっている。図1上部に示すように、Aルートデータは30分単位で100Whに満たない消費量は切り捨てられ、30分後に繰り越される仕様となっている。家庭における電力消費量を鑑みると、この計測粒度で実際の消費量を正確に反映できているとは言えない。そこで当所では、

Aルートデータから実際の電力消費量 (実需要) を推定する手法を開発した。開発した手法による実需要推定結果を図1下部に示す。需要のピークがやや抑制されているものの、それ以外の時間帯において実需要がより正確に反映されていることが分かる。

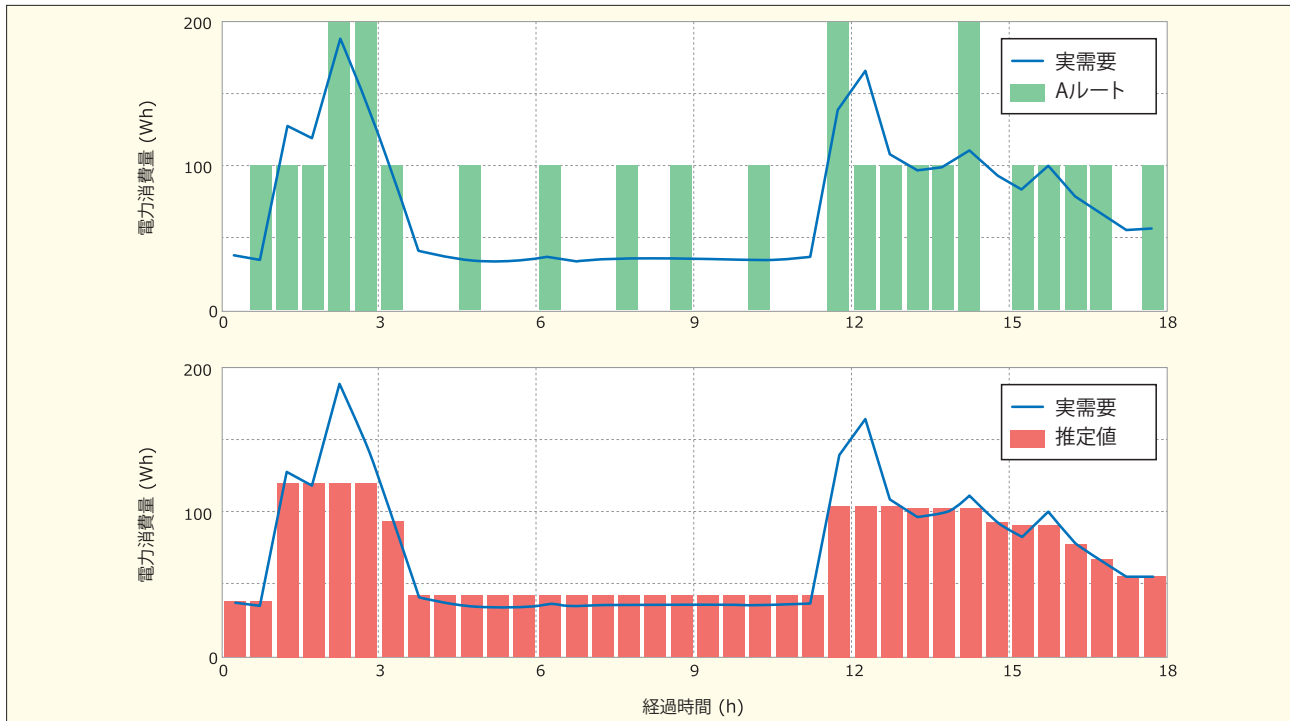
### (2) 在・不在判定

欧州や米国ではスマートメータの設置が日本に先んじて進められていることから、スマートメータから得られる電力消費データを用いて居住者が在宅しているか否かを推定する「在・不在判定」と呼ばれる手法が、省エネを目的として広く研究されている。日本においてもAルートデータから家庭の在・不在を判定することができれば、省エネだけでなく高齢者の見守りやピークシフトなど幅広い応用が期待される。しかし、計測粒度の問題からAルートデータは家庭の電力消費傾向を正確に反映できているとは言えず、そのまま利用しても在・不在を高い精度で判定することは難しい。

そこで、前節で述べた手法を用いて推定された実需要により在・不在判定を行うことで、より正確な判定が行える手法を開発した<sup>[1]</sup>。在・



図1 Aルートデータからの実需要推定結果



不在判定は単純なしきい値を用いる手法や消費量の変動を統計的に分析する手法など様々なアプローチが提案されているが、ここでは比較的高精度で推定が行える機械学習ベースの手法を採用した。評価実験を行った結果、Aルートデータをそのまま利用した場合と比較して、在宅時の判定精度が89.0%から93.3%、不在時の精度が68.5%から83.7%へと向上することが分かった。

在・不在判定は、価値創出・顧客満足度向上に繋がるサービス開発のための基盤技術として位置づけることができる。本稿で述べた手法により判定精度が向上したことで、より広範な用途への応用が期待できる。

## 電力需要予測と再エネ出力予測

### (1) 予測に有効な情報の自動抽出

電力会社では日々の需要予測を基に発電機の運転計画を立案するため、

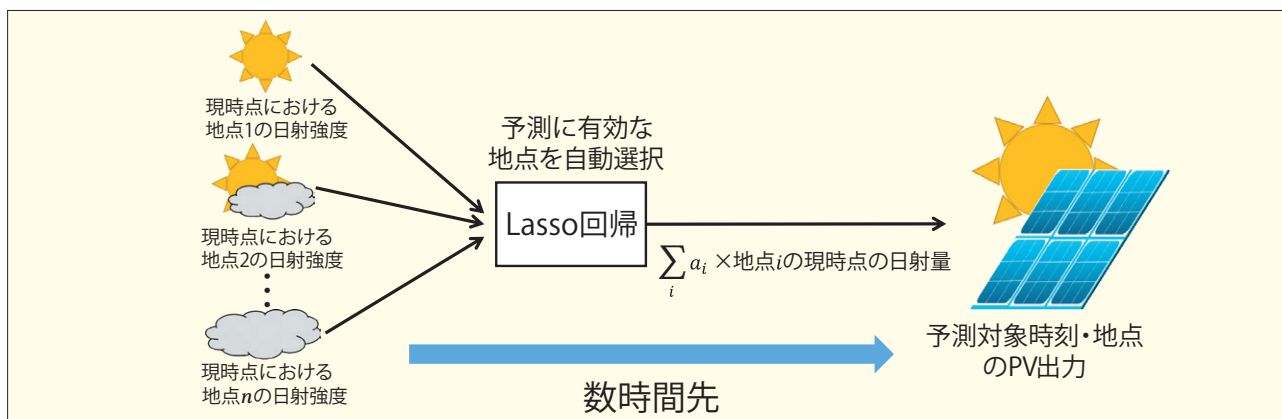
燃料コスト削減に需要予測が非常に重要な役割を果たす。また、近年では太陽光発電に代表される再エネの進展が著しく、経済的な発電機の運転計画を立案するうえで、再エネの出力予測も重要となっている。当所では、こうした電力需要や再エネ出力の予測を精度良く行うため、近年注目を集めている機械学習手法の一つであるLasso回帰の適用を進めている。

電力需要予測については気象予報値(気温、日射など)や、予測時点までの実績値(需要、気象など)、曜日などのカレンダー情報など、予測に有効と考えられる多種・多量の情報から、Lasso回帰により予測に有効な情報を自動選択する手法を開発した。その結果、3時間先程度までの需要予測であれば、予測誤差を含む気象予報値よりも予測実施時点までの気象の実績値を用いた方が精

度の高い予測が可能となることが判明した。この知見を活かし当所では、最新の気象実績値を用いて時間間隔で予測を更新することで、高精度の需要予測を行う手法を開発した。

また、太陽光発電の出力は雲の動きに従い変化するため、地理的に離れた地点の現時点の日射強度の情報は、数時間先の発電出力を予測するのに有効な情報となる。そこでLasso回帰を用いて、多数の日射量観測地点の中から、予測対象となる地点の数時間先の太陽光発電の出力を予測するのに有効な地点を自動選択する手法を開発した(次頁図2)。中部地方の58の観測地点で計測した日射強度を用いて開発手法の有効性を検証したところ、従来の回帰予測や持続モデルを用いた場合と比べて、二乗平均平方根誤差(RMSE)の評価尺度で予測精度が5%以上向上することが確認できた。

図2 Lasso回帰による日射量と太陽光発電出力予測のイメージ



## (2) 間取り情報のみに基づく 需要推定

魅力ある料金メニューの設定・提案を行うには需要家の電力需要の推定が重要となる。これまで個別の需要家の需要推定については、世帯属性や過去の実績データを基にする手法が数多く提案されている。しかし、入居者の入れ替わりが激しく、入居者の正確な世帯属性や長期間の需要実績データが得にくい賃貸の集合住宅などでは、これらの推定手法の適用が難しい。そこで、部屋タイプ（1LDKなど）と部屋数の間取り情報のみから、集合住宅全体の電力需要を簡易に推定する手法を開発した。

開発手法では、学習用に与えられた集合住宅入居者の電力需要データから、個々の需要家の需要特性（冷暖房機器の使用状況とベース需要）を抽出し、この需要特性に基づき間取りごとの代表的な需要家グループを作成する。そして、集合住宅の需要を推定する際には、推定対象の集合住宅の立地点の気象条件から、まずは各需要家グループの需要を計算し、次に間取り情報に合わせて各グループの需要を合算することで、集合住宅全体の需要推定値を計算する。

開発手法を用いて、学習用に与えられた7都道府県の需要家35軒の実績データから、気象条件の異なる集合住宅2棟の需要を推定した。35軒のデータから需要家グループを作成し、集合住宅の間取りと立地点の月間平均気温の情報から需要を推定したところ、世帯属性や過去の実績データをいっさい使用することなく、いずれの集合住宅においても平均誤差25%以下で全体の需要が推定できた。

## 業務用省エネレポート

### (1) ナッジの概念に基づく

#### 省エネ情報提供

スマートメータ導入の進展により、電力消費量などのエネルギー需要データが大量に利用可能となるため、データを自動処理して省エネアドバイスの情報提供を行う枠組みが省エネ・節電促進策として注目されはじめている。

情報提供を行う際に重要な点の一つは、人間がどのように情報を受け止め、その結果どのように振る舞うかを考慮することである。例えば、人間は意思決定を行う際、必ずしも全ての選択肢を列挙し、それらの優

劣を全て比較した上で最も合理的な選択を行うわけではない。このような人間の現実的な振る舞いを考慮したうえで、選択の自由を害することなくより良い選択を促す行動変容方策として、近年「ナッジ(nudge)」の概念が注目されている。

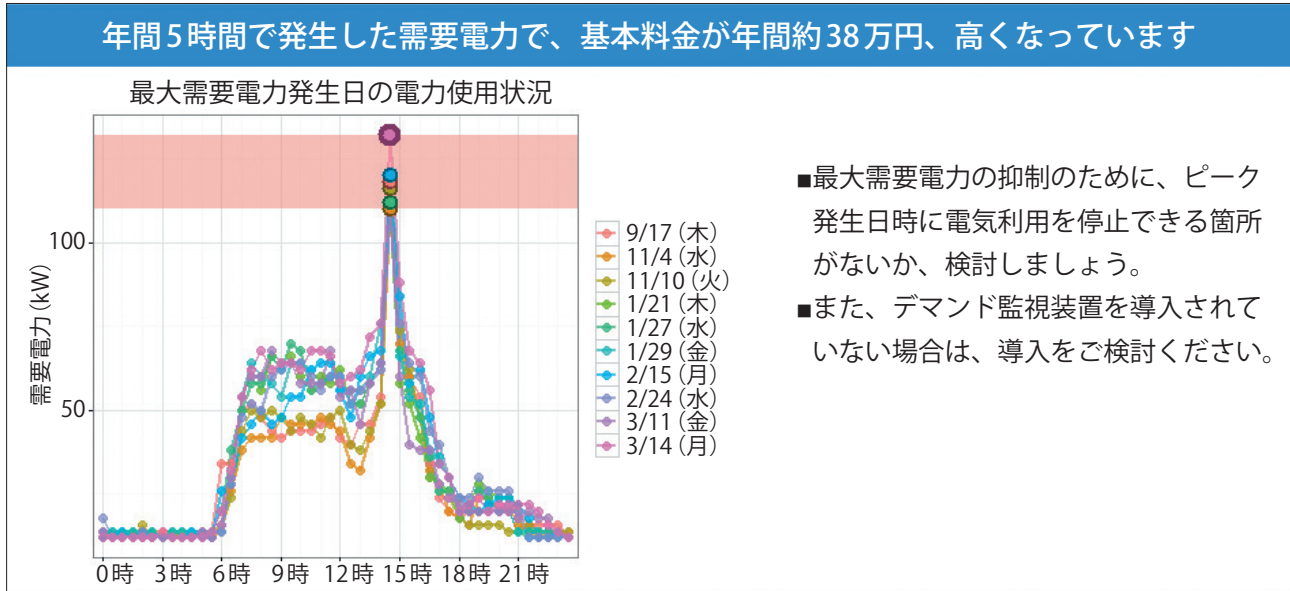
「ナッジ」の省エネ情報提供における最も著名な活用例の一つとして、省エネに経済的なメリットがあることを強調するより、他者と比べて多く電力を消費していることを伝えた方が、より効果的に省エネ行動が促進されることが挙げられる。

### (2) 事業所向け省エネアドバイス レポート自動生成ツール

当所では、事業所ごとのスマートメータデータから、省エネアドバイスを自動生成するツールの検討を進めている。同ツールでは、前述の「ナッジ」の概念に基づいて他事業所と電力消費量を比較提示する仕組みだけでなく、事業所における省エネ診断やエネルギー管理実態調査による知見も併せて取り入れた。

例えば、一般世帯にはない事業所特有の視点として、業務上の都合でやむを得ず発生したというよりも、

図3 運用フォルトを指摘するアドバイスの例



設備運用の不具合（運用フォルト）が原因となって年間最大電力がごく短時間に発生し、それが1年間の契約電力料金として課されるケースが多いことが挙げられる。このことを踏まえて、設備の運用フォルトを指摘するアドバイスなどの新たな要素も組み込んだ。

図3は、冬場の15時ごろに需要ピークが集中していることを示しつつ、これら年間5時間(30分値のデータで10点)の電力消費を抑えることができれば、基本料金を38万円抑えられることを伝える、運用フォルトを指摘するアドバイスの例である。すなわち、年間たかだか5時間程度の短い期間だけでも運用に注意すれば、契約料金も大きく節約することができることを伝えている。このほかに、事前に用意した10数種類のグラフとメッセージの組の中から、どれを選択しどういった順序で提示するかまで含めて、事業所ごとに自動決定することができるようになっている。

近年スマートメータデータだけでなく、様々な行動データが利用可能となってきているが、省エネ行動を促進する情報を効果的に提供するには、データや分析結果をやみくもに示すのではなく、人間の現実的な行動原理を踏まえた情報設計が必要となる。他者の行動へ追従する傾向など、現状、人間の基本的な行動原理が既にいくつか知られているが、今後はこういった行動原理に関する知見を、実証などを通じてさらに積み重ねていくことが重要である。

### おわりに

連載の最終回となる今回は、IoTの進展により取得が可能となった多種・多量な情報に各種AI技術を活用することで、電力会社の業務やサービスの高度化へ結びつけることを目指した当所の取り組みのいくつかを紹介した。今後、さらなる電力自由化の進展が予想される中で需要家に選択される電力会社となるには、魅力的な料金メニュー・サー

ビスを需要家へ提供することが重要となる。当所では今後も、こうした料金メニューやサービスの検討を行うために有効な、各種AI技術・最適化技術の研究、開発を進めていく計画である。

### 参考文献

- [1] 服部 俊一, 篠原 靖志:「スマートメータデータからの実需要推定による在・不在判定の精度改善手法」電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), Vol. 137, No. 9 (2017)
- [2] 比護 貴之, 鶴見 剛也, 由本 勝久:「地上気象観測データに基づく短時間先日射予測—多数地点の日射計データを用いた予測手法の検討—」電力中央研究所報告 R14019 (2014)
- [3] 所 健一, 比護 貴之:「予測実施時点の実績値のみを用いた短時間先電力需要予測手法の開発—再生可能エネルギー出力を含むネット需要予測手法—」電力中央研究所報告 R15021 (2015)
- [4] 向井登志広, 西尾健一郎, 小松秀徳, 内田鉄平, 石田恭子:「スマートメータデータを活用した情報提供と行動変容—集合住宅におけるピーク抑制—省エネ実証事例—」電力中央研究所報告 Y15002 (2015)
- [5] 小松秀徳, 木村幸, 西尾健一郎, 向井登志広:「スマートメータデータを活用した省エネルギーアドバイス自動生成ツール—中小事業所向けサービスのための基本設計—」電力中央研究所報告 Y15004 (2016)



## **RI** 電力中央研究所

発行：一般財団法人 電力中央研究所 広報グループ

〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1 (大手町ビル7階)

<https://criepi.denken.or.jp/>

2018年4月発行