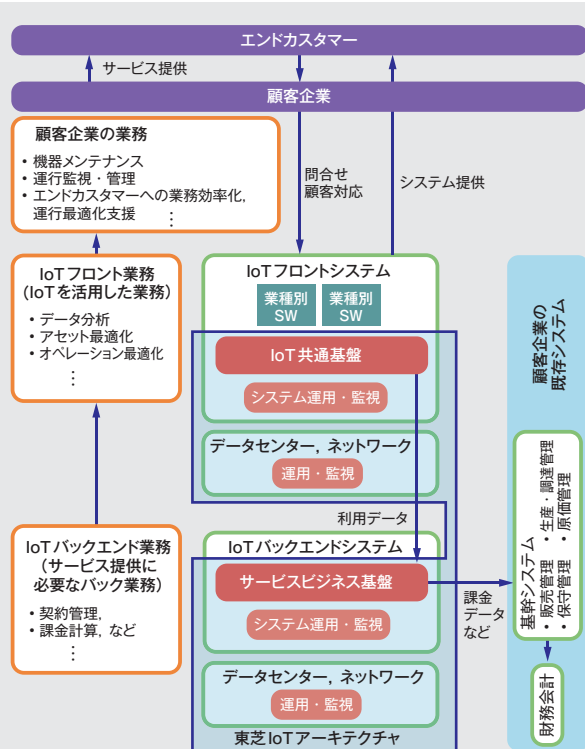


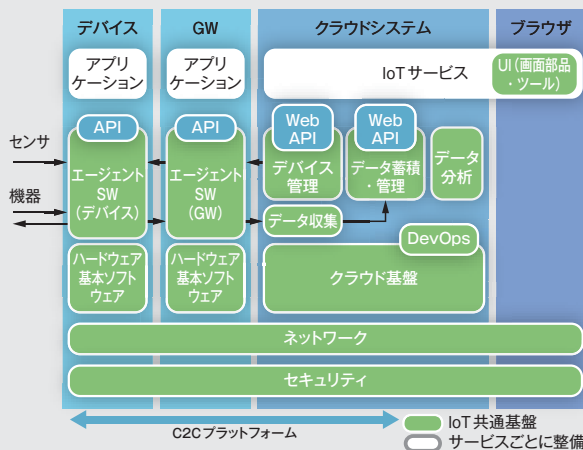
# HIGHLIGHTS 2015

## 電力・社会インフラ Energy and Infrastructure Systems

電力・社会インフラ分野では、世界のエネルギー需要に応じてエネルギーのトータルソリューションを推進しています。社会インフラを支える担い手として、様々なシステムを提供し、安心、安全、快適な社会の実現に貢献するとともに、今後あらゆるモノがインターネットにつながるIoTがもたらす新たなイノベーションを支える基盤となるアーキテクチャの提供や、ソリューションやクラウドサービスの拡大を加速しています。



▲ IoTビジネス実現のためのシステム構成と東芝 IoT アーキテクチャ Services, systems and the Toshiba Internet of Things (IoT) architecture for IoT business creation



- エージェント SW : デバイスでは、センサや機器からのデータをGWに送信し、GWからの要求により機器への制御指示を実施。GWでは、デバイスからのデータを用いてルールに従った事象検知処理を行い、その結果のクラウドシステムへの通知や機器への制御指示を実施
- デバイス管理 : デバイスとGWの構成や、SW、設定などの管理、及びデバイスとGWに対するクラウドシステムからの指示を送信
- データ収集 : デバイスとGWから受信したデータの蓄積や他機能への通知
- データ蓄積・管理 : インメモリデータベースやリレーショナルデータベースに時系列のセンサ値やイベント(故障や状態変化)情報を蓄積
- データ分析 : 蓄積したデータの可視化や分析を実施
- DevOps : クラウド基盤やアプリケーションの動作状態・リソース監視や、構築、更新を実施
- UI : 画面などのUIを構成する部品とツールの提供

▲ IoT 共通基盤の機能構成 Functional framework of the IoT common infrastructure

## ■ モノを“スマートにし”、“価値を高める” 東芝独自のIoTアーキテクチャ

モノのインターネットと呼ばれるIoT (Internet of Things) を活用したサービスビジネスで事業者が得られる価値には、アセット最適化や、オペレーション最適化、コスト削減、製品の価値向上などがある。

このビジネスを加速するための全体の枠組みとして、“東芝IoTアーキテクチャ”を提供している。これは、“IoT 共通基盤”、“サービスビジネス基盤”、及びデータ分析や、ユーザーインターフェース (UI)、システムの運用と継続的な改善のためのツールから構成されている。

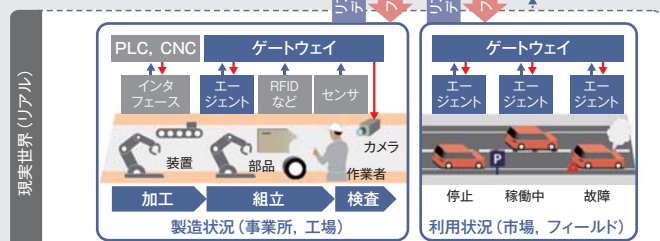
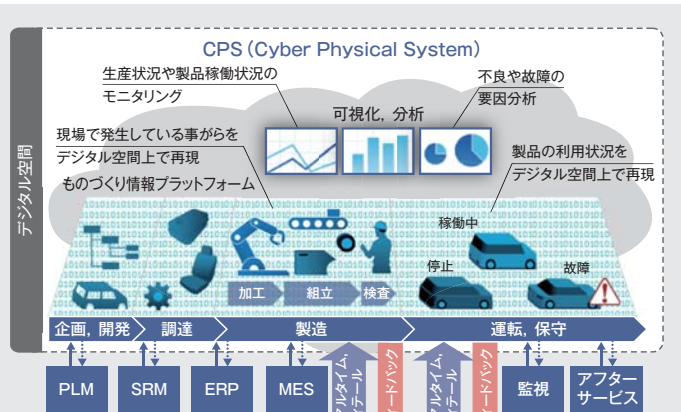
IoT 共通基盤の“C2C (Chip to Cloud) プラットフォーム”は、機器を簡単にネットワークに接続でき、センサや機器からのデータをクラウドシステムに収集して蓄積し、管理することができる。接続の際の機器の認証やクラウドシステムへの登録が自動的に行え、セキュリティも確保されている。またデバイスやゲートウェイ (GW) 上では、API (Application Programming Interface) を介してエージェント SW (ソフトウェア) が動作し、クラウド接続していない状態でも、しきい値比較やパターン検知などの事象検知処理や機器に対する制御処理などを実行できる。

“サービスビジネス基盤”は、主にバックエンド業務を行う。サービスの事業化を進める際に必要となる、従量課金や結果課金といった新しい料金体系による決済などを共通サービスとしてSaaS (Software as a Service) 型で提供するので、初期投資や運用コストを低減できる。また基幹システムとの連携や課金業務の代行なども提供できる。

これらの基盤の機能を利用することで、モノの状態の可視化や分析が迅速に実現できる。更に現在、UXD (ユーザーエクスペリエンスデザイン) を活用したサービス事業の立上げ手法を整備している。これにより、利用者が使いやすく、かつ事業に貢献するIoTサービスを、ビジネス検証 (PoC : Proof of Concept) を行いながら早期に立ち上げられるようになる。

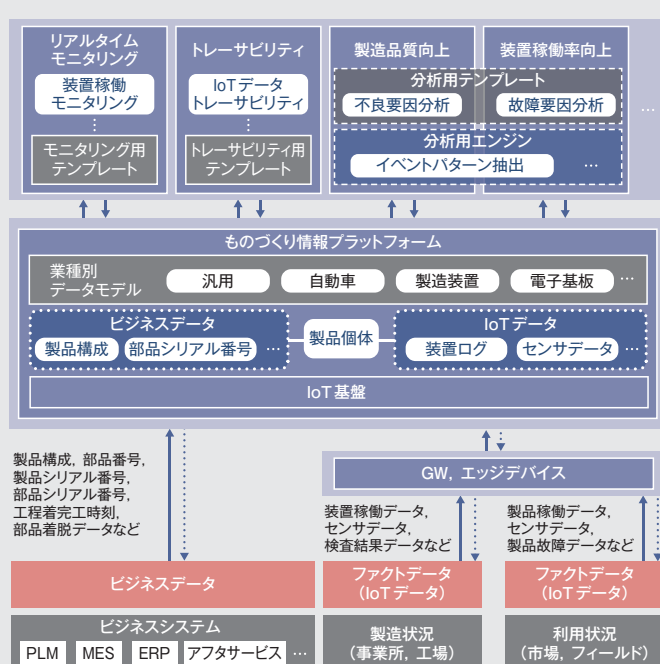
今後は、当社が保有するSoC (System on a Chip) 技術や組込み技術を強みとし、機器や現場側(エッジ)でのデータ解析や画像・音声認識などの高度処理の実現(エッジリッチ)に注力していく。

(インダストリアルICTソリューション社)



PLM : Product Lifecycle Management  
 SRM : Supplier Relationship Management  
 ERP : Enterprise Resource Planning  
 MES : Manufacturing Execution System  
 PLC : Programmable Logic Controller  
 CNC : Computer Numerical Control  
 RFID : Radio Frequency Identification

▲ 次世代ものづくりソリューションの全体像  
 Overview of Toshiba next-generation manufacturing solution



イベントパターン抽出：装置ログやセンサーデータから、製造不良や製品故障などの特定の結果に至る可能性の高い特徴量（イベント）のパターンを抽出する技術

▲ 次世代ものづくりソリューションのアーキテクチャ  
 Architecture of Toshiba next-generation manufacturing solution

## ■ 製造業でのIoT活用やIndustrie 4.0対応をリードする“次世代ものづくりソリューション”

ドイツのIndustrie 4.0やアメリカのIndustrial Internetなど、製造業のバリューチェーン全体でIoT技術やICT（情報通信技術）を高度に活用し、ものづくりの次世代化や産業構造の転換を目指す取組みが加速している。

当社は、この新たなものづくり形態の実現に向けた“次世代ものづくりソリューション”として、製造現場におけるIoT活用による精緻なリアルタイムモニタリングとフィードバックや、アフターマーケットにおけるIoT活用を通じた製品利用状況の把握と製造状況のトレーサビリティ確保、製品ライフサイクルにおける各ビジネスプロセスのデジタルデータ連携など、製造業バリューチェーン全体の最適化や高度ICT化に向けたソリューションの商品化を進めている。

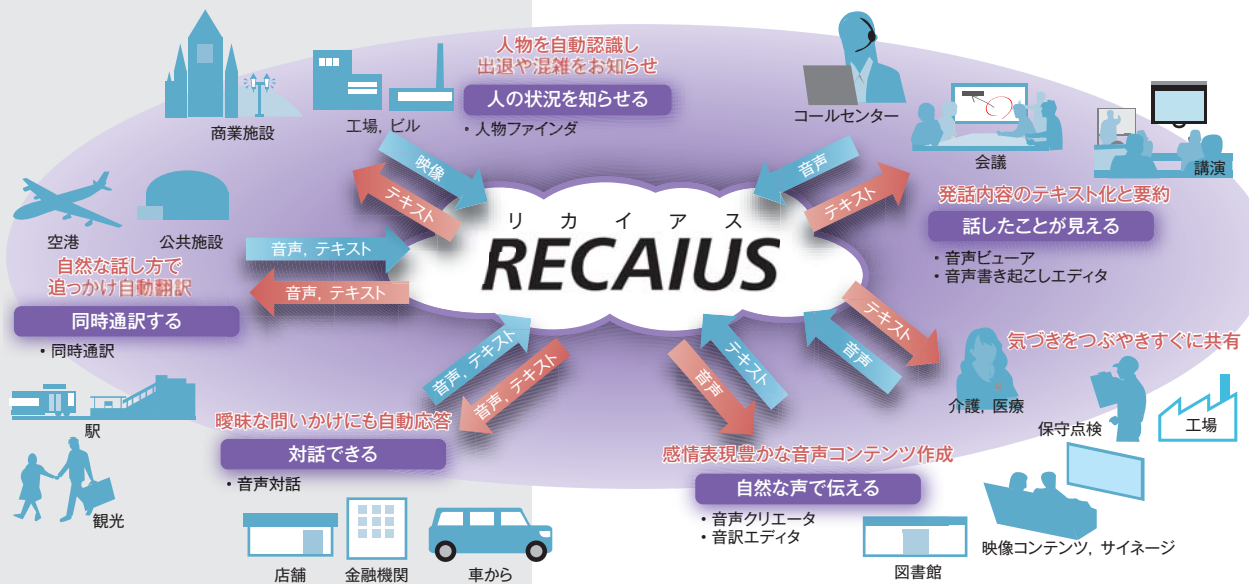
この中でも、製造業としての知見を生かし、製造段階から利用段階までのビジネスデータとIoTデータをひも付けてCPS（Cyber Physical System）を構築する“ものづくり情報プラットフォーム”を中核とし、製造現場で発生している事からの製品個別かつリアルタイムな可視化や、製造・利用段階をスルーしたIoTデータのトレーサビリティの実現、当社独自技術による製造不良や市場不良になりやすい未知パターン抽出などに取り組んでいる。

当社は、次世代ものづくりの実現に向け、140年続く製造業としての“ものづくりDNA”，要素技術、ICT、IoT技術、生産技術、そしてグローバルなオープンパートナーシップにより、新たな価値を提供していく。

（インダストリアルICTソリューション社）

# HIGHLIGHTS 2015

電力・社会インフラ Energy and Infrastructure Systems



▲ RECAIUSの全体像と活用イメージ  
Overview of RECAIUS cloud computing service and potential applications

## ■ 音声や映像から人の意図と状況を理解して人に伝えるクラウドサービス“RECAIUS”

当社は、音声・映像活用クラウドサービス“RECAIUS (リカイクラス)”を2015年7月に発表し、順次、関連サービスの提供を開始している。

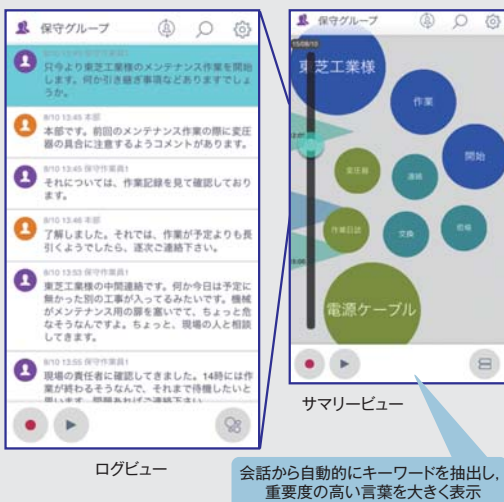
9月に提供を開始した“音声ビューア”は、独自の音声認識技術を活用して音声をテキスト化するスマートフォン向けのアプリケーションである。テキスト化された内容からキーワードを自動的に抽出してビジュアル表示する機能も備えており、フィールド業務での情報入力やコミュニケーションなどに適用できる。同時に、音声認識機能をPaaS (Platform as a Service) として提供する音声認識サービスの提供も開始した。

11月には、独自の音声合成技術により、自然で表現力豊かにテキストを音声化する“音声クリエータ”の提供を開始した。日、米、中、韓、仏、独など11言語に対応し、喜びや怒りなど最大5種類の感情表現も可能である。

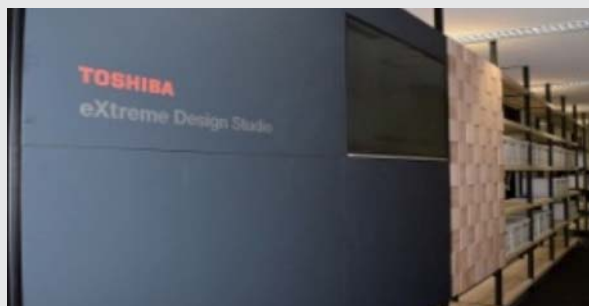
これらの他に、入力された音声を認識して翻訳する“同時通訳”、発言者の意図を捉えて応える“音声対話”、文字を読むことが困難な人のための音訳コンテンツを簡単に作成できる“音訳エディタ”、そして会議や講演などの録音データの書き起こし作業を支援する“音声書き起こしエディタ”の提供も開始した。

今後、フィールド作業支援や、自治体・図書館用音訳支援サービス、金融業向け対話サービスなど様々なサービスにRECAIUSを展開していく。

(インダストリアルICTソリューション社)



▲ 音声ビューアの画面イメージ  
Examples of RECAIUS speech viewer displays



▲ XDSの施設デザイン  
Facilities of eXtreme Design Studio (XDS)

## ■ ビジネス創出を支援するMVP開発の場 “eXtreme Design Studio”

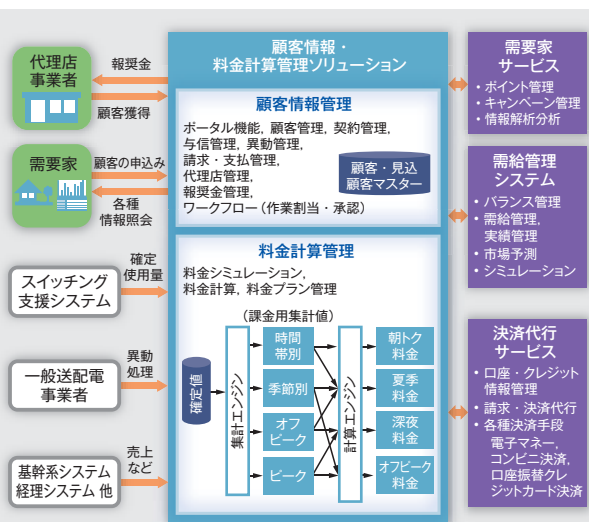
当社は、“お客様と新たなビジネス価値を共創する場” eXtreme Design Studio (XDS) を2015年3月に開設した。

XDSでは、米国のPivotal Software社との協業で培ったアジャイル開発アプローチを用いて、サービスオーナーのビジネスアイデアを具体的に“見える化”する合意型PoCの実現をサポートする。オープンソースベースの開発・実行環境を活用し、利用者ニーズの仮説を検証するための実用最小限の製品 (MVP: Minimum Viable Product) をすばやく創り上げる。

これまで、東芝グループ内の新規事業創出に向けた合意型PoCやデータ利活用をサポートするとともに、アジャイル開発を体感できるコースの実施や、サービスオーナーとの共創の実践を行ってきた。今後も、XDSを活用して利用者の新たな体験を促し、イノベーションの実現を推進していく。

関係論文：東芝レビュー. 70, 10, 2015, p.48-51, p.52-55

(インダストリアルICTソリューション社)



▲ 顧客情報・料金計算管理ソリューションの全体像  
Overview of customer information and billing management solution

## ■ 電力小売全面自由化を支える “顧客情報・料金計算管理ソリューション”

電力小売自由化の対象は順次拡大され、今までの高圧電力 (標準電圧6 kV) 以上だったのに加え、2016年4月には低圧電力 (100 Vや200 V) も対象範囲となり、電力小売全面自由化市場が本格的に開始する。

当社は、海外で先行している電力自由化市場の経験や、知見、稼働実績を数多く持つHansen Technologies社の製品をコアとし、国内市場固有の制度を考慮した機能などを付加した国内市場向け製品でシステム構築・販売・保守を実施する。

既に、国内電力自由化市場で実績を持つ数社の小売電力事業者採用され、システム構築を進めている。また、ユーザー事業者との戦略的パートナーシップにより新たなビジネスモデルを共創し、これに対応した製品を継続して市場投入していく。

更に、電力自由化の進展に加え、ガス自由化などのエネルギー市場の変化もにらみ、適用範囲の拡大を図っていく予定である。

(インダストリアルICTソリューション社)



▲ 更新後の7-2軸パワートレイン（ガスタービン、蒸気タービン、及び発電機）  
Refurbished stage 7-2 power train for Yokohama Power Station of Tokyo Electric Power Co., Inc.



▲ 更新用のガスタービン  
Replacement gas turbine

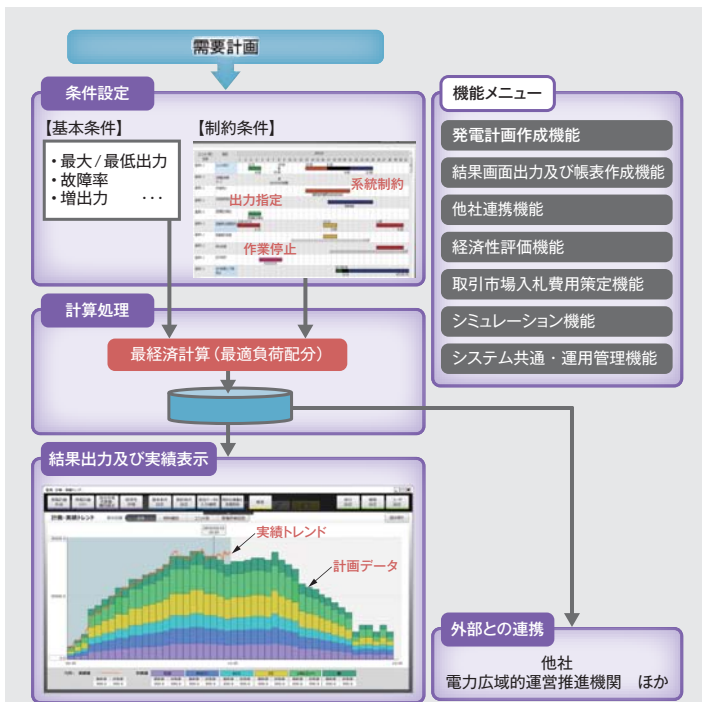
## ■ 東京電力(株)横浜火力発電所 7, 8号系列のアップレートプロジェクト

東京電力(株)横浜火力発電所7, 8号系列は、7-1～4軸（定格出力350 MW×4）、及び8-1～4軸（定格出力350 MW×4）の全8軸から成る1,300℃級ガスタービンを使用したコンバインドサイクル発電プラントである。このプラントは、運転開始から17年が経過し、主要機器であるガスタービンや蒸気タービンの経年劣化による出力及び熱効率の低下が顕著となっている。このため、経年的な性能劣化を回復するだけでなく、更なる出力及び熱効率の向上（アップレート）を目的とし、ガスタービン、高中圧蒸気タービン、及び制御装置を最新の機器に更新することとなった。

ガスタービンは、既設の機器と同じ外形寸法で最新型となる米国General Electric Company製の9F.03型、蒸気タービンは更新後の条件でもっとも高効率となるよう当社で最適設計したものを納入する。プロジェクトの初軸となる7-2軸の更新工事が計画どおりに完了し、2015年7月30日に営業運転を開始した。更新後のプラント性能試験では、出力及び熱効率ともに計画を上回る良好な結果が得られた。これにより、電力需要が特に高くなる夏季の発電電力量の増加、プラント効率向上による単位出力当たりの使用燃料の削減、及び二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量の低減による環境負荷の軽減に寄与できた。

7-2軸の実績で得た経験を生かし、2018年1月に予定されている総合運転開始を目指して、残る7軸分のアップレート工事を推進する。

(電力システム社)



▲ 最経済運用システムの概要  
Overview of optimal and economical power generation scheduling system

## 東京電力フエエル&パワー(株) “最経済運用システム”の開発を完了

電力自由化の一環で必要となる“最経済運用システム”の開発を完了した。

このシステムは、全体の燃料コストが最小になるように、要求される需要と全発電出力を一致させながら、各火力発電機の起動や、停止、出力変化などの運転計画を作成する。計画作成時には、発電機の並解列状態や、気温などの発電所サイト情報、定期検査による停止など運用上の制限、出力変化率制限や燃料使用量などに関する複雑な制約を満たす必要がある。これらの制約の下で、約90台の発電設備の運転状態を決める大規模な最適化計算を実用的な時間で解けるアルゴリズムを開発した。

このシステムにより、多様な運転状況に対応できる経済的な発電所運用を実現した。

(電力システム社/研究開発センター)



▲ アラシェヒル地熱発電所の全景  
Alasehir Geothermal Power Plant, Turkey



▲ アラシェヒル地熱発電所 タービン発電機  
Turbine generator for Alasehir Geothermal Power Plant, Turkey

## トルコ アラシェヒル地熱発電所の 営業運転を開始

トルコ西部に位置するアラシェヒル地熱発電所が営業運転を開始した。当社は29.59 MWの蒸気タービンや、発電機、復水器など発電設備一式を納入し、建設現場に据付け及び試運転指導員を派遣した。

当社としてトルコで初めての蒸気タービン発電設備の納入となり、また初めてバイナリ発電との協業を果たした。ガス分の多い一次フラッシュ蒸気は、蒸気タービンとその排熱を利用したバイナリタービンによって運転する一方、ガス分の少ない二次フラッシュ蒸気は復水型の蒸気タービンへ導くことで、地熱資源を有効活用している。高い技術力と信頼性が今後の展開にもつながり、地熱発電に対する旺盛な需要に応えるため、更なる貢献を期待されている。

(電力システム社)



◀ 清遠揚水発電所の全景  
Qingyuan Pumped Storage  
Power Station, China



◀ スプリッターランナ  
Splitter runner



▲ ラディントン揚水発電所の全景  
Ludington Pumped Storage Plant, U.S.A.

## ■ 中国 清遠揚水発電所 THPC初の揚水発電設備が営業運転を開始

落差500 m級、単機出力320 MWの高落差大容量機4台を備える中国南方電網清遠揚水発電所は、東芝水力発電プラント事業の海外拠点である東芝水電設備（杭州）有限公司（THPC）が初めて受注した揚水発電プラントであり、1号機が2015年11月に営業運転を開始した。

ポンプ水車と発電電動機の設計は東芝が担当し、それらの製造をTHPCと分担して行った。監視制御保護装置や主回路設備をはじめ、発電所付帯機械電気設備のほとんど全てをTHPCが調達して納入し、発電所全体の調整試験を東芝とTHPCが共同で行った。

ポンプ水車のランナには、長翼と短翼を組み合わせたスプリッターランナを採用して水圧脈動を低減し、部分負荷でも振動の小さい安定した運転を実現した。

- ポンプ水車定格：326.5 MW-470 m/509.08 m-428.6 min<sup>-1</sup>、4台
- 発電電動機定格：356 MVA-15.75 kV-428.6 min<sup>-1</sup>、4台

（電力システム社）

## ■ 米国 ラディントン揚水発電所 大規模改修工事の初号機が営業運転を開始

当社は、米国ミシガン湖岸に位置するラディントン揚水発電所において、他社製主機6台の大規模改修工事を行っており、そのうち初号機（2号機）の工事及び試験を完遂した。2号機は2015年3月に営業運転を開始した。

ラディントン発電所は運転開始から40年以上経過しており、今回の改修により、出力アップと信頼性回復を達成するため、水車ランナ及び発電機ステータの更新とともに、水車埋設部の流路形状の変更や、発電機ロータの現地機械加工などの工事を実施した。

ランナ更新にあたり、最新の流体解析と模型試験により羽根形状を最適化し、基準落差での出力を312 MWから約359 MWに、揚水量も15%、それぞれ向上させた。

- ポンプ水車定格：359 MW/398 MW-98 m/111 m-112.5 min<sup>-1</sup>
- 発電電動機定格：455 MVA/455 MVA-20.0 kV-112.5 min<sup>-1</sup>

（電力システム社）



▲ 増設多核種除去設備の全景  
Multi-radionuclide removal system at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station



▲ 燃料交換機つり上げのシミュレーション  
Simulation of fuel handling machine removal



▲ 燃料交換機つり上げ  
Fuel handling machine removal operation at site

## 東京電力(株) 福島第一原子力発電所 RO濃縮水の処理が完了

福島第一原子力発電所事故で大量に発生した放射性汚染水を処理するため、当社は事故直後にSARRY™などを納入して放射性セシウムを除去するとともに、原子炉冷却に再利用できる浄化ループを構築した。また、当社は、浄化ループから出るRO濃縮水(高濃度汚染水)からほとんどの放射性物質を除去できる多核種除去設備をあいついで納入し、RO濃縮水の削減を支援してきた。初号機多核種除去設備の緊急改善と、この経験を反映させた増設多核種除去設備の両設備が高い稼働率を発揮したこと、更には高濃度のストロンチウム(Sr)を除去するモバイル型処理設備の緊急導入及びSARRY™へのSr除去機能追加などにより、処理の加速を図った結果、東京電力(株)は2015年5月に全RO濃縮水約62万tの処理の完了を宣言した。

当社納入設備による処理量は、その3/4の約45万tに達し、福島第一原子力発電所汚染水の処理に大きく貢献した。今後も汚染水処理の完結に向け取り組んでいく。

(電力システム社)

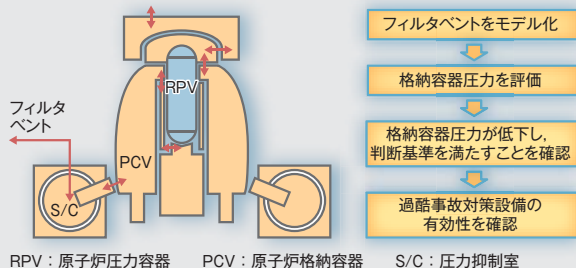
## 福島第一原子力発電所3号機使用済燃料 プール内の大型がれき撤去を完遂

東日本大震災の影響により、東京電力(株)福島第一原子力発電所3号機の使用済燃料プール(以下、プールと略記)内には、原子炉建屋の鉄骨や燃料交換機が、がれきとして落下し、燃料上に堆積しており、撤去する必要があった。しかし、プール周辺は高放射線環境のため、遠隔で機材を操作する必要があるのに加えて、がれき落下による燃料の損傷を防止するため、がれきを確実につかむ必要がある。このため、当社は、プール内を撮影した画像から3次元CADデータを作成し、大型がれきの取出手順をシミュレーションすることにより、干渉をなくすためにがれきを切断する箇所、がれきを確実につかめる位置、及びこれらの作業を監視する方法を検討してきた。このような綿密な事前準備の結果、このたび約20tの大きく変形した燃料交換機を含む大型がれきの撤去を計画どおり完了した。

今後も、プール内燃料の早期取出しに向けて着実に作業を進めていく。

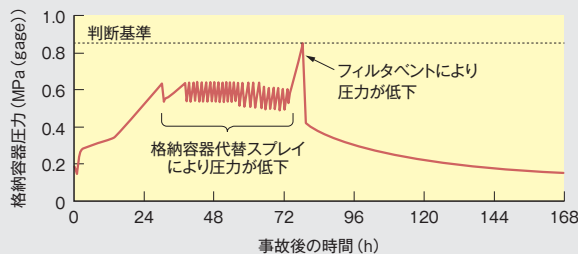
(電力システム社)





RPV：原子炉压力容器 PCV：原子炉格納容器 S/C：圧力抑制室

▲ MAAP 格納容器モデル  
Modular Accident Analysis Program (MAAP) model of primary containment vessel (PCV)



▲ MAAPコードを用いた事故時の格納容器圧力評価結果例  
Example of result of analysis of PCV pressure in accident using MAAP code

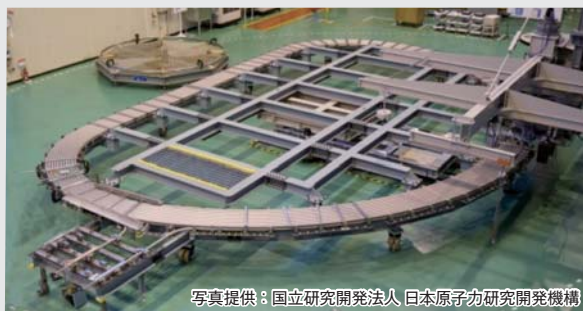
## MAAPコードによる重大事故対策の有効性評価

わが国では、原子力発電所の再稼働に向け、新規規制基準に適合するよう、発電所の安全性を向上させる対策設備と操作手順の設計が進められている。これらの対策や手順が設計基準を超えるような事故に対して有効に機能し、事故が収束することを確認するために、事故解析コードMAAP (Modular Accident Analysis Program) が用いられている。当社は一連の解析作業に参画し、原子力発電所の事故対策の有効性評価や、MAAPコードの改良などに貢献している。

MAAPは、軽水炉の事故時における原子炉压力容器、格納容器、及び原子炉建屋内の、熱水力現象や核分裂生成物の放出・移行挙動をはじめとする、様々な物理化学現象の解析が可能であり、国際的に電力事業者や原子炉メーカーなどで安全設備の評価に活用されている。

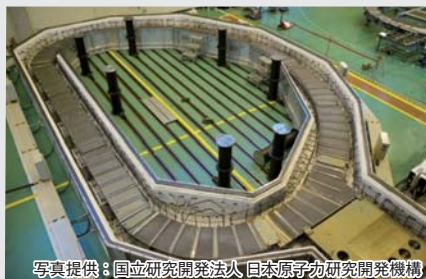
MAAPによる評価結果は、対策設備の活用により規制で定められた判断基準を満足することを示しており、事故対策の設備と操作が有効であることを確認した。これら解析結果は、現在、原子力規制庁の審査を受けている。

(電力システム社)



写真提供：国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

▲ ITER TFC 導体巻線装置  
Winding machine for ITER toroidal field coils (TFCs)



写真提供：国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

▲ ITER TFC 熱処理装置  
Heat treatment furnace for ITER TFCs

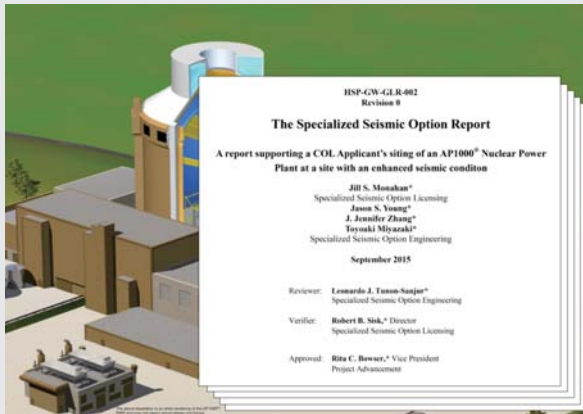
## ITERの建設及び機器製造

ITER (国際熱核融合実験炉) は7極の国際協力によりフランスで建設が進められている。当社は2013年と2014年にITERの主要機器であるトロイダル磁場コイル (TFC) の製作を受注し、また2015年には炉内のブランケット保守のための遠隔保守装置第I期製作を受注した。超大型(高さ16.5 m、幅9 m)のTFC製作では、実規模巻線試験により精度0.01%の導体長管理技術、及び精度1%レベルで曲率寸法を管理する導体成型技術を確認し、実機の巻線部製作を開始した。1体目の巻線を2015年8月に終了し、以降の巻線や熱処理などを順次進める。コイルを納める厚肉ステンレス製の構造物では、溶接変形抑制方法を実規模試作で検証して、同年8月から実機製作に着手した。

また、遠隔保守装置は地震荷重や耐放射線性などの仕様を満たす詳細設計を実施した。2016年にITER機構の設計審査を終え、実機製作に着手する計画である。

関係論文：東芝レビュー. 71, 1, 2016, p.12-15, 及び p.16-19.

(電力システム社)



▲ AP1000™ 耐震オプションレポート  
Specialized Seismic Option Report for AP1000™ nuclear power plant

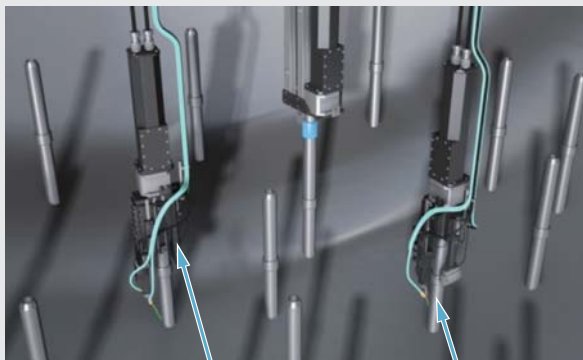
## ■ AP1000™ 耐震オプションレポートを 米国NRCへ提出

東芝グループのウェスチングハウス社(WEC)が開発したAP1000™は、重力や自然対流などを利用した静的安全システムを特長とした最新鋭の加圧水型原子炉(PWR)であり、2006年に米国原子力規制委員会(NRC)から設計認証を取得し、中国で4基、米国で4基が建設中である。

認証済みAP1000™の設計地震条件は世界の多くの地域をカバーしているが、より広い地域に建設可能とするために、認証済みの設計管理文書(DCD)からの拡張内容をまとめたレポート(耐震オプションレポート)を、2015年9月にWECよりNRCへ提出した。この耐震オプションレポートは、より厳しい地震条件に対する主要設備の健全性と耐震裕度を評価し、DCDからの設計変更が、静的安全機能や機器配置などのAP1000™の主要な特長に影響しないことを確認したものである。現在、NRCによって審査中であり、2017年10月の認証取得を目指している。

認証取得した耐震オプションレポートは、米国以外の地域への適用拡大にも活用できる。

(電力システム社)



LP施工装置 原子炉容器炉内計装筒管台

▲ 原子炉容器炉内計装筒管台へのLP施工  
Laser peening of reactor bottom-mounted instrumentation (BMI) nozzles

## ■ 米国向け レーザピーニング炉内保全工事

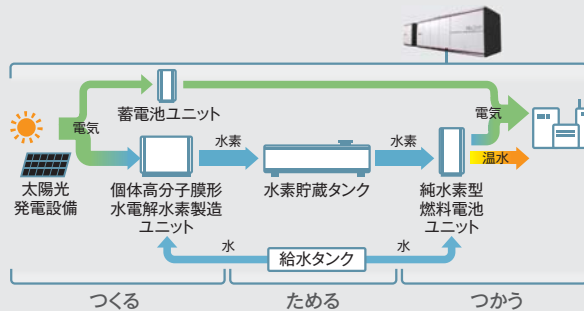
PWRプラントでは、原子炉容器の管台における溶接継手の応力腐食割れが懸念されている。当社はこの対策として、材料表面の残留応力を改善できるレーザピーニング(LP)を積極的に提案しており、国内PWR及び沸騰水型原子炉(BWR)プラントにおける豊富な施工実績を持っている。また、米国Electric Power Research Instituteからも高い技術評価を受けている。更に、従来の水中環境でのLP施工に加え、原子炉上蓋管台に代表される気中環境に置かれている機器に対してLP施工を可能にする技術開発も行った。

こうした当社の技術が評価され、今回、米国PWRプラント2基の原子炉容器を構成する原子炉容器炉内計装筒管台、及び原子炉上蓋管台を対象とした、LP施工工事の受注を達成した。

(電力システム社)



▲ 水素を活用した自立型エネルギー供給システム H<sub>2</sub>One™  
H<sub>2</sub>One™ hydrogen-based autonomous energy supply system



▲ H<sub>2</sub>One™ のシステム構成  
Configuration of H<sub>2</sub>One™ system

### ■ H<sub>2</sub>One™ の実証事業

再生可能エネルギーから水素を“つくる”、“ためる”、“つかう”ことでエネルギーの地産地消を実現する自立型エネルギー供給システム H<sub>2</sub>One™ の川崎市との共同実証事業を、2015年4月20日から開始している。実証事業の期間は2021年3月までの5か年計画である。

2015年度は、年間を通した季節変動による影響に対する各構成機器の健全性、システムの消費電力、EMS (Energy Management System) の制御性について地産地消としての性能評価と、非常時の電源供給を想定した貯蔵した水素だけのエネルギー供給運転などBCP (事業継続計画) 対応としての運転性能評価を行った。

これまでの各検証結果から得た改善項目は、制御方法や使用部材の見直しなど商用機への反映を進め、2015年度受注物件で、ハウステンボス (株) の“変なホテル”や横浜市港湾局 大黒ふ頭に設置予定である H<sub>2</sub>One™ の更なる性能向上に貢献している。

関係論文：東芝レビュー. 70, 5, 2015, p.8-11.

(次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム)



▲ 水素エネルギー研究開発センター  
Toshiba Hydrogen Energy R&D Center



▲ 水素エネルギー研究開発センターの内部のようす  
Interior of Toshiba Hydrogen Energy R&D Center

### ■ 水素エネルギー研究開発センターの運用開始

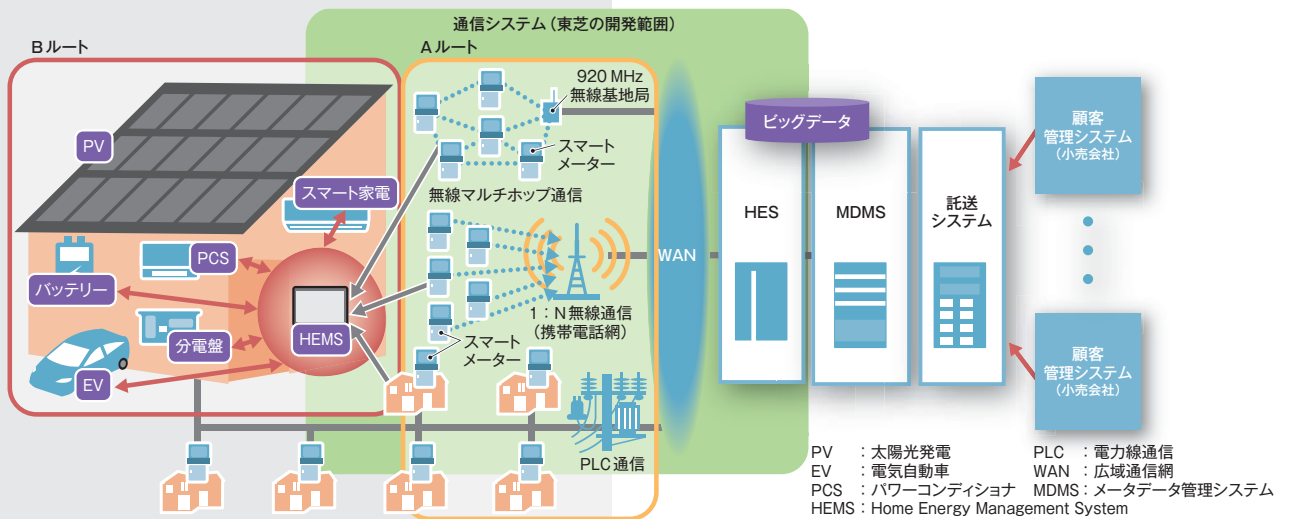
2015年4月6日に、当社府中事業所内に水素エネルギー開発センターを開所した。

このセンターでは太陽光発電システムや、高効率の水素製造装置、純水素型の燃料電池などを設置し、水素を“つくる”、“ためる”、“つかう”技術のコアとなる機器の開発を推進する。また、構成機器全体を統合して再生可能エネルギーを最大限に活用する水素EMS技術を高度化し、システム全体を通して実証実験を行う総合研究開発用設備として運用するとともに、水素の利活用に関するトータルソリューションのデモンストレーションを行う。

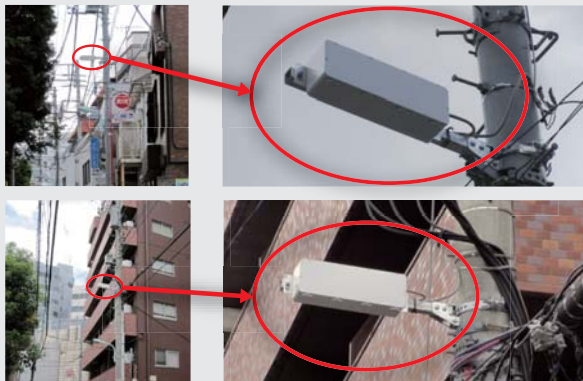
現在、このセンターに多数の見学者を迎え、当社の水素に関する技術を紹介する空間としても活用している。今後、更に、次世代の水素社会の実現に貢献する技術開発の拠点として、顧客ニーズに沿った機器・制御技術の開発を進めていく。

関係論文：東芝レビュー. 70, 5, 2015, p.8-10.

(電力システム社/次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム)



▲ 東京電力(株)向けスマートメーターシステムの構成  
Configuration of smart meter system of Tokyo Electric Power Co., Inc. (TEPCO)



▲ 無線基地局 (920 MHz 無線通信) の設置例  
Examples of installation of concentrator (920 MHz wireless communication)



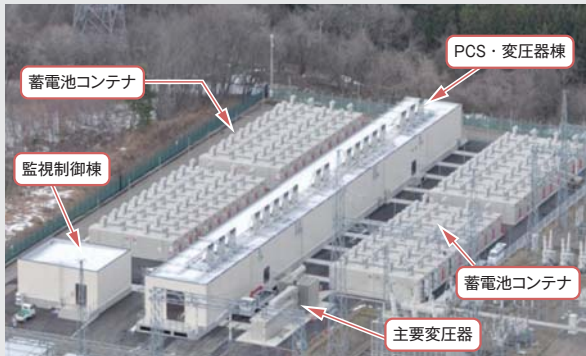
▲ スマートメーター (当社製 920 MHz 無線通信部内蔵) の設置例  
Examples of installation of smart meter (920 MHz wireless communication)

## ■ 東京電力(株)向けスマートメーターシステム

東京電力(株)向けスマートメーターシステム(スマートメーター本体、通信システム、及び運用管理システム)が、サービスエリア全域(関東7都県、山梨県、及び静岡県の一部)で2015年7月から運用開始された。この中で当社はメータ通信部、無線基地局、及びデータ収集と通信制御を行うヘッドエンドシステム(HES)から構成される通信システムの設計と製造を担当した。このシステムは、2020年度までに累計2,700万台(世帯)の設置が計画されており、世界最大規模のシステムとなる見込みである。2016年1月までに計画の15%にあたる約410万台のスマートメーターと、無線基地局約3万台が設置され、約98.9%(東京電力(株)広報)の高い通信ネットワーク接続率で安定して稼働中である。今後も毎日1万台以上の設置ペースに合わせて、機器の量産と、通信ネットワーク及びデータ収集システムの維持管理を継続していく。

開発では、各種国際標準に準拠するとともに、検針値欠測時の自動再収集や、最適通信経路制御などのランディス・ギア社の技術を生かし、無線マルチホップや、IPv6(Internet Protocol version 6)、自動構成認識、通信セキュリティ、大規模サーバなどのあらゆる技術を結集した。検針値の自動収集と電力料金計算が既に行われている他、需要家向けの新サービスとして、電力使用量見える化サービスや、電力メータ情報発信サービス(Bルート)なども同時に開始した。2016年度から始まる電力自由化に向けての基幹情報インフラとしての稼働にも備えている。

(社会インフラシステム社)



▲ 西仙台変電所 系統用大型蓄電池システム  
Large-scale grid-supporting battery energy storage system for Nishi-Sendai Substation of Tohoku Electric Power Co., Inc.

## ■ 東北電力(株)西仙台変電所 大型蓄電池システムの運転開始

東北電力(株)西仙台変電所において、当社が納入した最大出力40 MW、容量20 MWhの大型蓄電池システムが2015年2月に運転を開始した。この蓄電池システムには、1万サイクル以上の充放電が可能な長寿命性や高い安全性など優れた特性を持つ当社製リチウムイオン二次電池 SCiB™ が搭載されている。「西仙台変電所周波数変動対策蓄電池システム実証事業」<sup>(注)</sup>として基幹系統の変電所に設置され、運用開始後3年間の実証試験を通じて、周波数変動に対する調整力の拡大効果を検証する。気象条件によって出力が変動する風力発電や太陽光発電の普及拡大に伴う、電力系統の周波数変動対策としての新たな取り組みである。

(注) 一般社団法人 新エネルギー導入促進協議会が公募した「平成24年度大型蓄電システム緊急実証事業」の採択を受けて東北電力(株)が実施。

関係論文：東芝レビュー、70、9、2015、p.45-48。

(社会インフラシステム社)

### ▼ 定格諸元

Rated specifications of converter transformer

項目	仕様	
定格容量	230 MVA	
相数	1	
結線(三相バンク接続後)	YNy0d1	
定格電圧	交流巻線	400/√3 kV, +11.25/-6.75%
	上段用直流巻線(Y)	205/√3 kV
	下段用直流巻線(Δ)	205 kV
周波数	50 Hz	
冷却方式	導油風冷式	
適用規格	IEC 61378-2	

## ■ 交直変換装置用230 MVA-400/√3 kV 変圧器の形式試験完了

イタリアの送電会社テルナ社から受注したイタリア-モンテネグロ間の直流送電設備(±500 kV-1,200 MW)に適用する230 MVA-400/√3 kV変圧器を開発し、形式試験を完了した。

この変圧器は単相で、交流巻線と上下段の直流巻線から成る3巻線変圧器である。直流巻線には交流電圧に加え直流電圧も重畳されるため、特殊な絶縁設計を採用した。直流側ブッシングは変換装置の配置に合わせて下部に上段用、上部に下段用を配置し、変換装置が収納される建屋の壁を貫通して変換装置に接続する。

形式試験はIEC(国際電気標準会議)規格に沿って行い、加えて特殊試験として規格の2倍の印加時間で極性反転試験を実施して、問題なく完了した。

2016年3月から順次出荷を始め、イタリア側とモンテネグロ側にそれぞれ三相×2極+予備1相の計7台、両国合わせて14台を納入予定である。

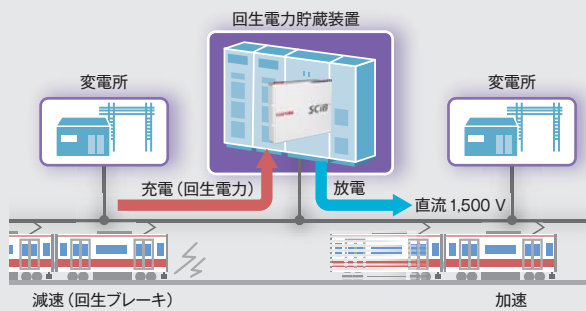
(社会インフラシステム社)



◀ 交直変換装置用変圧器  
Converter transformer for high-voltage DC (HVDC) power conversion system



◀ 運河駅構内に設置された  
回生電力貯蔵装置  
Traction energy storage system  
(TESS) for Unga Station of Tobu  
Railway Co., Ltd.



▲ 回生電力貯蔵装置の概要  
Outline of TESS

## ■ 東武アーバンパークライン 回生電力貯蔵装置の運転開始

回生電力貯蔵装置 (TESS : Traction Energy Storage System) は、鉄道車両の減速時に発生する回生電力を貯蔵し、加速時に放電することで回生電力を有効に利用する製品である。

当社は東武鉄道 (株) から TESS を受注して、東武アーバンパークライン 運河駅構内に設置し、2014 年 12 月下旬より運転を開始した。納入した TESS の蓄電池部分には、当社製リチウムイオン二次電池 SCiB™ を採用し、鉄道システムに求められる信頼性、安全性、及び長寿命を実現した。また独自の充放電制御方式を採用することで効率的な充放電を行い、更なる長寿命化を図っている。

今回の TESS 導入は、電車線に対する電圧補償を目的としたものであるが、充放電の最適制御により回生電力を有効活用することで、変電所受電電力量の低減やピークカットをはじめとする省エネにも大きく貢献している。

(社会インフラシステム社)



▲ SMR5 規格に適合した電気スマートメーター及びガススマートメーター  
Smart electricity meter and smart gas meter complying with Dutch  
SMR5 smart meter specifications

## ■ オランダ向け 電気・ガススマートメーター

オランダ向けの電気・ガススマートメーターを受注した。オランダは 2021 年までに全世帯をスマートメーター化する計画であり、東芝グループのランディス・ギア社が開発を進めている。

同社の既存スマートメーター製品をベースにオランダ独自の電気・ガススマートメーター規格 SMR5 に適合させた。また、同社のスマートメーター製品として初めて 450 MHz 帯 CDMA (Code Division Multiple Access) 方式に対応した通信機能を搭載した。

スマートメーターの通信機能を利用して、メータのデータを収集するだけでなく、各家庭の HEMS (Home Energy Management System) と接続して、エネルギー消費量を直接監視し、制御できる。

これらのスマートメーターはオランダのエネルギー供給事業 4 社に供給され、2016 年から 2020 年までに合計約 300 万台が設置される予定である。

(社会インフラシステム社)



▲ 名古屋鉄道(株)向けEL120形直流電気機関車  
EL120 type DC electric locomotive of Nagoya Railroad Co., Ltd.

### ■ 名古屋鉄道(株)向け EL120形直流電気機関車の納入

当社が1943年に設計し、製造したデキ600形直流電気機関車の置換えとして、EL120形直流電気機関車を新規に設計して製造し、2両を2015年1月に名古屋鉄道(株)に納入した。現在は営業運転に使用されており、主にバラスト散布などの保線作業や車両の回送を行っている。

EL120は箱型両運転台車体の4軸機関車で、8,000 kgfの踏面出力を持つ。運転最高速度は100 km/hで、バラスト散布時の作業性を考慮した5 km/h程度での低定速制御機能や、連結した他の機関車も一括制御できる重連結制御機能を搭載した。車両制御装置や主幹制御器などの搭載装置は通勤電車で実績のあるものをベースとし、艤装(ぎそう)方法も踏襲することで、信頼性向上を図った。

(社会インフラシステム社)



▲ 車両駆動用インバータ  
Propulsion inverter



▲ 主電動機  
Traction motor



▲ TCMS  
Train control and monitoring system (TCMS)

### ■ タイ バンコク都市交通新路線 パープルライン向け車両電気品の納入

タイの首都バンコクの都市交通新路線であるパープルライン(21編成、63両)向けに、車両用の駆動システム、補助電源システム、列車モニタシステム(TCMS)、及び空調システムの電気品を納入した。2013年秋に契約締結し、2015年春から電気品の出荷を開始して納入完了し、2015年秋からバンコクで現車による試験を開始した。今後、複数編成での試運転を経て2016年夏に開業予定である。

駆動システムと補助電源システムは、その日の積算の電力消費量(駆動システムは回生電力量も考慮)を計算し、TCMSはその結果を基に累積及びその日の電力消費量の両方を、運転台に設置されたTCMS画面に表示し、運転士が確認できるなど、ユーザーの省エネニーズに配慮した機能を取り入れている。

(社会インフラシステム社)



▲ 運転指令室  
Operation control room for train traffic control system of Tobu Railway Co., Ltd.

## ■ 東武鉄道(株) 東武スカイツリーライン、伊勢崎線、及び日光線向け運行管理システムの運用開始

東武スカイツリーライン全線、伊勢崎線の一部区間(東武動物公園駅～茂林寺前駅間)、及び日光線の一部区間(東武動物公園駅～栃木駅間)に運行管理システムを納入し、2015年3月27日より運用を開始した。

当該線区は複線、複々線が混在し、東京地下鉄(株)の日比谷線と半蔵門線や、東日本旅客鉄道(株)の宇都宮線などに乗入れしており、高密度で運転されている。そのうえ、列車の種別に応じて車種が限定されるなど複雑な運行を行っている。これに対応し、システム化区間の全区間にわたった信号機制御の集中化、列車位置や遅延などの情報の集約、指令員を支援する運転整理機能、及びこれらの情報伝達を実現した。

システムの導入により、更なる安全で安定な運行の確保と、乗客への詳細な運行情報の提供が行われている。

(社会インフラシステム社)



▲ EVバス  
Electric bus of Kawasaki Tsurumi Rinko Bus Co., Ltd.

## ■ 当社初の商用EVバスの川崎鶴見臨港バス(株) 川崎病院線での運転開始

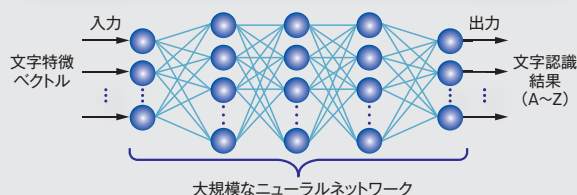
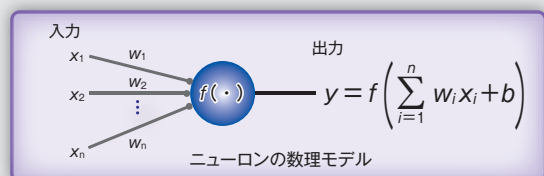
当社初の商用EV(電気自動車)バスシステムとして、EVバス1台と急速充電設備1基を、川崎鶴見臨港バス(株)(以下、臨港バスと略記)に納入し、臨港バス 川崎病院線において2015年4月から運転を開始した。このEVバスは当社製リチウムイオン二次電池SCiB™を搭載しており、1日3回の急速充電で、川崎病院線を15周する運行頻度を実現している。また、乗降数の測定機能と、当社の画像解析技術を活用した乗客の年齢層を推定する機能を搭載している。

これらの機能を更に応用することにより、客層に応じた広告の車内サインディスプレイへの表示や、今後の運行計画の策定に生かすことを検討している。災害時には、EVバスに設置したコンセントを用いて、EVバス本体を非常用電源として利用することもできる。

このEVバスシステムは、当社と川崎市が締結した「スマートコミュニティの実現に向けた連携・協力に関する協定」の取組みの一つで、臨港バスの賛同により実現した。

(社会インフラシステム社)





$w_i$ : 学習された重み

▲ Deep Learning手法を用いた個別文字認識の概要  
Outline of address character recognition for letter sorting machine using deep learning method

### ■ Deep Learning手法を使ったセルビア向け郵便区分システム

セルビア郵政公社の主要3局に書状区分機及び小包ソータを導入した。セルビアでは郵便区分作業の機械処理が行われていなかったが、今回初めて自動化を図った。

これまで郵便番号になじみがなかったため誤記載が多く、郵便番号が正しく書かれている郵便物は1/2以下だった。そのため、郵便番号ではなく、宛先の一文字一文字を正しく読むことが必要になった。

この問題を解決するため当社文字認識製品では初めて、Deep Learningという手法を導入した。これは機械学習手法の一つで、従来は難しかった大規模なニューラルネットワークの学習を効率的に実行できる枠組みである。

従来の文字認識に用いている前処理とDeep Learningを用いた機械処理を組み合わせることにより、個別文字認識のエラー率を2/3に抑えることに成功した。この他に、データベース認識処理や領域検出処理などに新技術を投入し、住所認識で92%という高い成功率を実現した。

(社会インフラシステム社)



▲ 新型自動改札機 EG-5200  
Newly developed EG-5200 automatic ticket gate

### ■ 利便性向上と環境負荷低減を実現した新型自動改札機 EG-5200

自動改札機は鉄道事業者の各駅に設置され、旅客が所持する乗車券や交通系ICカード(以下、ICカードと略記)を処理する身近な機器となっている。近年、ICカードの全国相互利用などにより広範囲に普及してきた。

今回、改札機の基本機能に加え、旅客の利便性向上と環境負荷低減の両方を実現した新型自動改札機EG-5200を開発した。

主な特長は、次のとおりである。

- (1) 筐体(きょうたい)幅を約20mmスリム化し、荷物を持った旅客も通りやすくした。
- (2) 柔軟なドア材質を新規採用し、ドアと接触した際の人への衝撃を軽減した。
- (3) モータ数削減や基板の統廃合など、各種部品の見直しを行い、従来機に比べて使用時の消費電力を約15%、質量を約5%削減した。

(社会インフラシステム社)



▲ SCiB™ 23Ahセル (20 Ahセルとサイズは同等)  
23 Ah SCiB™ cell (package size identical to that of 20 Ah cell)

▼ SCiB™ 23 Ahセルの基本仕様  
Basic specifications of 23 Ah SCiB™ cell

項目	仕様
公称容量 (Ah)	23
公称電圧 (V)	2.3
サイズ (mm)	116 (幅) × 106 (高さ) × 22 (厚さ)
質量 (g)	550 ± 20
質量エネルギー密度 (Wh/kg)	96
体積エネルギー密度 (Wh/L)	202
入出力特性 (W)	約 1,000 (SOC 50 %, 10 s, 25 °C)

SOC : 充電状態

## ■ 高容量リチウムイオン二次電池 SCiB™ 23 Ahセルの量産開始

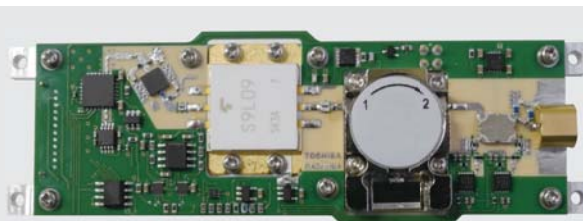
電気自動車や、系統連系向け蓄電池システム、蓄電池を搭載したハイブリッド機関車など、様々な分野において、リチウムイオン二次電池に対する高エネルギー密度化が求められている。その需要に応えるために、柏崎工場にて量産中のSCiB™ 20 Ahセルに加えて、エネルギー密度を約15%高めたSCiB™ 23 Ahセルの量産を開始した。

SCiB™ 23 Ahセルは、20 Ahセルで好評の急速充電性能や、低温動作性能、耐久性能(長寿命)、高い安全性などはそのままに、エネルギー密度を高めており、SCiB™の魅力を上向させた製品である。

また、20 Ahセルとサイズに互換性があり、既に20 Ahセルを採用中あるいは検討中の顧客の、新たなシステム設計や変更の負担を低減することにも貢献している。

今後、自動車搭載用や、定置用蓄電池システム、産業用蓄電池システムなど、様々な分野に提案していく。

(社会インフラシステム社)

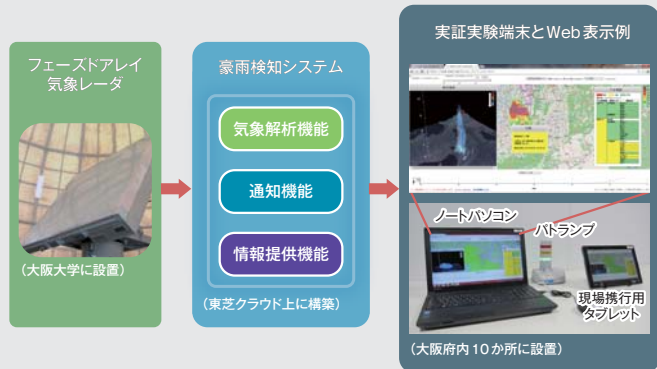


▲ ハンディ型マイクロ波止血器用小型高出力発振器  
Compact high-power generator for "handy type microwave surgical device"

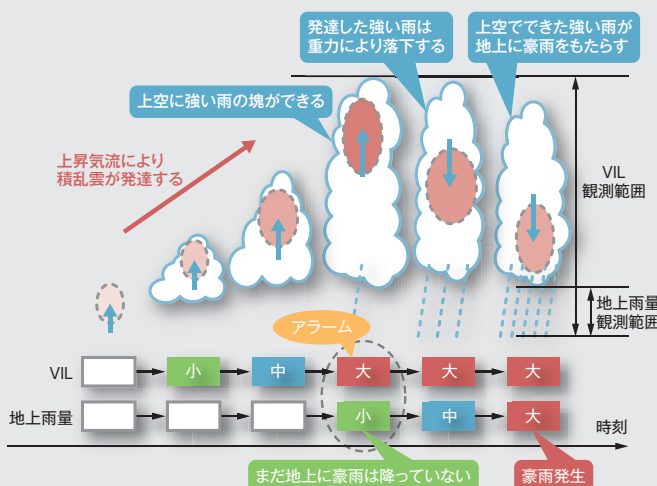
## ■ ハンディ型マイクロ波止血器用 小型高出力発振器

マイクロ波止血器は、対象の生体組織にマイクロ波エネルギーを照射し、発生する熱でその組織を凝固させ止血するものである。超音波や高周波電流を使用する機器に比べて周辺組織の損傷が少なく、煙やミストの発生がないという特長がある。2014年度に試作したマイクロ波止血器は、組織が凝固するに従い回路の不整合が生じ出力電力が低下するという欠点があった。2015年度はアイソレータを追加し不整合による反射電力を吸収するとともに、全体寸法の増加も抑えることで、周波数2.45 GHz、出力電力30 W (総合効率52%)の小型高出力発振器を開発した。発振器の寸法は98(長さ) × 32(幅) × 13(高さ) mmであり、最終段には窒化ガリウム (GaN) 電力HEMT (高電子移動度トランジスタ) を使用している。ハンディ型マイクロ波止血器は公立大学法人 福島県立医科大学で開発が進められており、この発振器はこれに組み込まれ評価試験が行われる予定である。

(社会インフラシステム社)

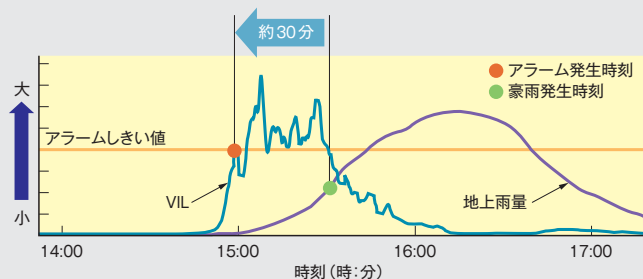


▲ 豪雨検知システムの概要  
Outline of heavy rain detection system



地上雨量: 地上付近の雨の量

▲ 豪雨検知の仕組み  
Mechanism of heavy rain detection using vertically integrated liquid (VIL) for alarm determination



注: VILと地上雨量は縦軸のスケールが異なる

▲ 豪雨検知事例  
Example of heavy rain detection

## フェーズドアレイ気象レーダを用いた豪雨検知システム

当社は国立大学法人 大阪大学、及び大阪府と共同で気象防災ソリューションの一部となる豪雨検知システムを開発した。この開発は、内閣府に設置された総合科学技術・イノベーション会議が主導するSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の一環として実施しているものである。

近年、突発的、局地的に大量の雨が降り、大きな被害をもたらすゲリラ豪雨の多発が大きな社会問題になっている。ゲリラ豪雨は局地的に急速に発達する積乱雲によって引き起こされるが、従来の気象レーダでは検知することが難しかった。

豪雨検知システムは、積乱雲の3次元(3D)構造を30s以内で観測することができるフェーズドアレイ気象レーダの特徴を生かし、地上から上空までの雨の総量(VIL: Vertically Integrated Liquid)をアラーム判定に使用することによって、地上に豪雨が降ることを事前に通知する。また、リアルタイム3D表示を提供することで豪雨をもたらす積乱雲の発達状況を直接確認できる。

2015年度は大阪府内10か所に実証実験端末を設置し、電子メール、パトランプ及びWeb表示によって大阪府の水防活動(下水道や、河川、道路などの管理)を支援する情報を提供した。

今後予測処理を高度化し、アラームの精度向上を目指すとともに、避難誘導などにも適用していく。

(社会インフラシステム社)



屋外作業者の歩行量削減



活動量計による動線把握



遠隔での作業指示



眼鏡型ウェアラブル端末での指示投映



工事現場の事前把握



作業エリアの3Dデータ化

▲ フィールドでの作業の課題と施策

Problems in field work and countermeasures using industrial engineering (IE) technologies

■ 社会インフラ製品のフィールド領域へのIE展開とツール活用

これまで、工場内製造ラインにおける組立作業の生産性向上を主な目的として培ってきたIE (Industrial Engineering) 技術を、社会インフラ製品の現地据付作業などのフィールド領域にも展開している。

多くの社会インフラ製品では、量産製品とは異なり、工場出荷後に現地で据付調整や保守点検といった作業が発生する。これらの作業をIEの視点で緻密に観察し、分析することで現場での“ムダ”を顕在化させ、データドリブンで作業効率を向上させることができる。フィールドでの作業は、エリアが広い歩行が多いことや、作業手順や治工具類が不明確、現場が毎回異なるなど特有の課題がある。これらの対策として、当社が開発している活動量計による屋外作業者の位置・動線把握、眼鏡型ウェアラブル端末での画像投映による作業指示、3Dスキャナによる作業エリアの3Dデータ化にも取り組んでいる。関係部門と連携し、社内外へのソリューションを創出していく。

(生産技術センター)



▲ 3 Ah SCiB™セル  
3 Ah SCiB™ cell



▲ 自動外観検査装置  
Automatic appearance inspection machine for SCiB™ cell mass production line

■ リチウムイオン二次電池 SCiB™ 3 Ahセルの自動外観検査

車載向けに開発した高入出力リチウムイオン二次電池 SCiB™ 3 Ahセルは、長期間にわたって安全性を維持するために、アルミニウム製の容器にレーザー溶接を施して密封する構造を採用している。しかし、溶接のできばえを非破壊で検査することは難しく、特にアルミニウムの溶接部には金属光沢があるため一般的な画像処理だけで微小な凹凸を検出するのは極めて困難だった。

そこで当社は、画像処理と3Dレーザー計測を組み合わせた自動外観検査装置を開発し、当社のSCiB™セルを量産している新潟県柏崎工場で運用を開始した。この結果、検査人員の大幅な削減と官能に頼らない信頼性の高い検査を実現した。更に、この検査装置で計測した3Dデータは、高度なチューニングを要求されるレーザー溶接条件の管理にも利用できる。

今後は、継続収集したビッグデータを解析し、製造プロセスの更なる合理化と品質安定化につなげていく。

(生産技術センター)