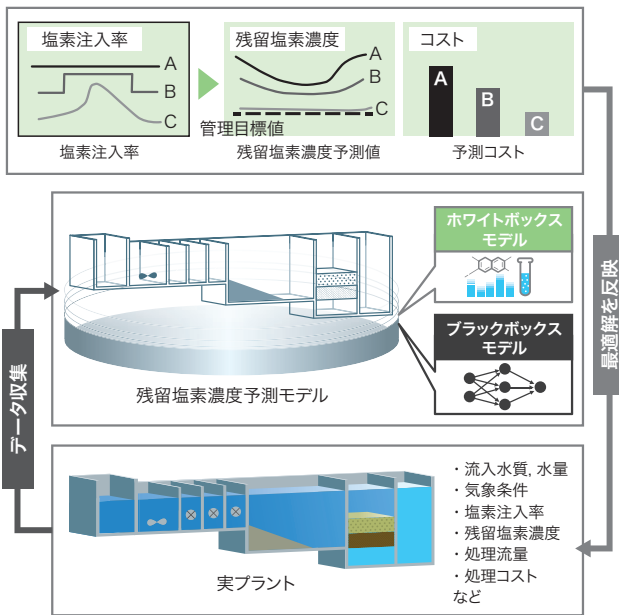


インフラシステム

Infrastructure Systems

気候変動に伴う自然災害や、社会インフラの老朽化、国内労働人口の減少、巧妙さが増すサイバー攻撃など長期的な課題に備え、社会インフラ強靱（きょうじん）化の重要性が増す中で、デジタル技術を活用し、上下水道や、鉄道、放送・通信をはじめとする社会インフラの高度化、スマート化、自動化、省力化、サイバーセキュリティ強化に対応した製品・サービスを提供してきました。今後もIoT (Internet of Things) やAIなどの技術を取り入れ、より安全・安心で快適な社会システムを構築し、社会に貢献していきます。

浄水場向け塩素注入最適化アプリケーション



塩素注入最適化アプリケーションの概要

Overview of chlorine dosing optimization application for water purification plants

浄水場では、原水に含まれる微生物の消毒や溶解性無機物の除去などのために塩素を注入する。この塩素の注入操作では、天候や水質（鉄・マンガンなどの濃度）を考慮して注入率を設定する必要があるが、リアルタイムで測定できない水質もあるため、塩素を過剰に注入していることがある。また、これらの天候や水質が変動した場合、塩素が適切に注入されるかどうかを頻繁に判断する必要があり、オペレーターの負担になる。これらの問題を解決するために、塩素注入最適化アプリケーションを開発し、製品化した。

このアプリケーションは、塩素消費の物理・化学反応に基づくホワイトボックスモデルとAIを利用したブラックボックスモデルを組み合わせた残留塩素濃度予測モデルを用いて、沈殿水・ろ過水・浄水といった処理水の残留塩素濃度を求める。残留塩素濃度を管理目標値以上に維持した上で、塩素注入量が最小になる最適な塩素注入率を算出する。これを実プラントの制御に反映することで、塩素注入の自動化・最適化が可能となる。

今後、凝集剤や活性炭などを対象とした薬品注入最適化アプリケーションの開発を進め、水道事業に貢献していく。

東芝インフラシステムズ(株)

車載電池を分散電源として利用可能にするマルチパワーコンディショナ



マルチパワーコンディショナ(左)とEV用充放電器(右)

Multi-power conditioning system (left) and electric vehicle charging station (right)

政府は、2050年のカーボンニュートラル実現の一環として、2035年までに乗用車新車販売で電動車を100%とする目標を掲げている。このような背景から、定置用蓄電池と太陽光発電を組み合わせた従来システムに、EV（電気自動車）用充放電器を直流で接続したV2X（Vehicle to Everything）対応システムを製品化した。このシステムは、必要な機能に応じて複数のパワーコンディショナーを一つの筐体（きょうたい）にまとめたものであるため、“マルチパワーコンディショナ（Multi-Power Conditioning System）”と呼ぶ。

マルチパワーコンディショナは、車載電池の電力を、EV用充放電器を介してビルなどの系統に放電することにより、ピークカットや停電時の電力供給への活用が期待できる。また、定置用蓄電池・太陽光発電・EV用充放電器を直流で接続することにより、交流で接続する場合に比べて効率が約13.7%^(注)向上する。マルチパワーコンディショナを使用して、EVを分散電源として効率的に蓄電・放電することで、カーボンニュートラル実現に貢献していく。

(注) 太陽光パネルで発電して定置用蓄電池へ充電し、定置用蓄電池からEVへ充電した場合。

東芝インフラシステムズ(株)

ダム管理用制御処理システムの操作支援機能

1 行動指針の事前登録	2 雨量データ入力	3 雨量データから流入量算出	4 雨量に応じて行動指針表を作成
(行動指針例) 雨量: 0mm以上 流入量: △m ³ /s以上 ↓ 洪水警戒 体制の確立	06/14 雨量 19:00 10 mm 19:10 15 mm 19:30 20 mm 19:40 25 mm 20:00 27 mm	06/14 雨量 流入量 19:00 10 mm 0 m ³ /s 19:10 15 mm 10 m ³ /s 19:30 20 mm 20 m ³ /s 19:40 25 mm 30 m ³ /s 20:00 27 mm 45 m ³ /s	06/14 雨量 流入量 行動計画 19:00 10 mm 0 m ³ /s 19:10 15 mm 10 m ³ /s 洪水警戒体制確立 19:30 20 mm 20 m ³ /s 県庁へ連絡 19:40 25 mm 30 m ³ /s 事前放流開始 20:00 27 mm 45 m ³ /s 放流の警告放送

様々な雨量のパターンに応じて行動指針表を作成し、洪水への事前準備ができる

行動指針表の作成手順

Steps for creating a dam management action plan

行動指針表の画面例

Example of screen showing dam management action plan

東芝インフラシステムズ (株)

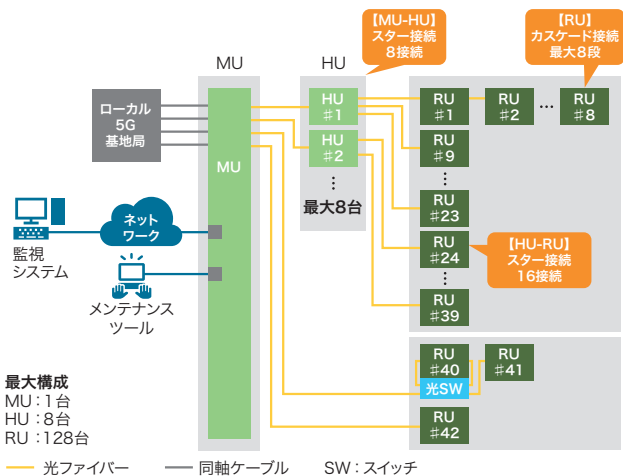
近年、気象変動による想定外のゲリラ豪雨や線状降水帯の発生への治水対策が急務になり、洪水時の降雨貯留機能を持つダムへの期待が高まっている。また、ダムからの放流による下流域での浸水被害は人命に関わるため、ダム管理者が、ゲート操作や関連機関への通知などの洪水時対応を、迅速かつ的確に行うことが求められている。

従来は、ダムごとの操作規則・細則が定められているものの、洪水時にはダム管理者が都度判断して対応計画を立案していた。そのため、前例のない異常洪水が発生した際には、適切に放流の判断を行うのが難しかった。

そこで、雨量・流入量などのデータを基に、放流開始などの作業タイミング、体制・操作の状況、及びダム管理者が行うべき対応計画(行動指針表)を提供する操作支援機能を開発した。この機能をダム管理用制御処理システムへ実装することにより、ダム管理者は放流演習や洪水発生時に行動指針表を見ながら判断し、的確に対応できる。

今後は、客先運用での有効性の確認を行い、更なる操作性向上のために機能を開発していく。

ローカル5G向け分散型アンテナシステムの製品化



ローカル5G向けDASの構成例

Distributed antenna system (DAS) configuration for local 5G



DASの構成機器

DAS constituent equipment for local 5G

東芝インフラシステムズ (株)

近年、ユーザー自らが高速・大容量・低遅延・多接続の5G(第5世代移动通信システム)システムを構築できるローカル5Gの実証実験が、盛んに行われている。当社は、電波が届かない地帯に無線信号を中継するローカル5G向け分散型アンテナシステム(DAS: Distributed Antenna System)の有効性を、各種実証実験を通じて確認してきた。2023年度、運用利便性を向上させたDASを開発し、製品化した。

DASは、1台の親機(MU)に複数の中継機(HU)、子機(RU)を接続するスター構成に加え、RUとRUを直接接続するカスケード構成にも対応する装置設計とした。これにより、高速道路など、複数のRUを線状に設置する場合に適した構成が可能になる。また、温湿度や、防水、振動などRUの設置環境条件に配慮して設計を見直し、寒冷地や振動が加わる環境でも使用できるようにした。

また、システム構築や運用時に使用するメンテナンスツール、及びオープンソースの統合監視ツールを活用した監視システムを開発した。シンプルな構成から、周辺ネットワーク機器も対象とした高度な構成まで、保守運用のレベルに合わせて、監視システムを拡張できる。

高効率・高信頼のテレビ送信システム



開発したテレビ送信システムとリモコン装置の表示画面例
New TV transmitter system and example of remote controller display screen

地上デジタル放送開始から約20年を経て、既設設備の老朽化に伴い、我が国の基幹放送局向け送信機設備の更新需要が高まる中、高効率・高信頼の新型送信システムを開発した。テレビ送信システムはテレビ局から送出された信号を変調・増幅し、アンテナへ送出する装置である。開発したテレビ送信システムの主な特長は以下のとおりである。

- (1) 高効率技術の採用による低消費電力 長年培ったドハティー回路を用いた電力増幅部の高効率技術により、送信機の消費電力を従来製品（当社製5000シリーズ）比50%削減した。製品使用時の二酸化炭素排出量を従来製品比30～40%削減し、カーボンニュートラルに貢献する。
- (2) リモコン装置の強化 遠隔で送信機を監視・制御するリモコン装置のサポート機能の強化により高信頼化した。直観的操作が可能な画面デザイン設計により障害発生時には簡単な操作で機器詳細情報を取得し、あらかじめ設定した宛先に送信可能である。これらにより、障害復旧を迅速化できる。
- (3) 冷却方式の改善 送信機に送風機を内蔵する空冷方式の採用により、煩雑な室内配管が不要となり、時間制約が厳しい夜間作業でも入れ替え工事が可能となった。更に、送風機の回転数を制御することで、冷却に必要な消費電力を従来製品比40%削減し、50 dBAレベルの静音性を実現した。

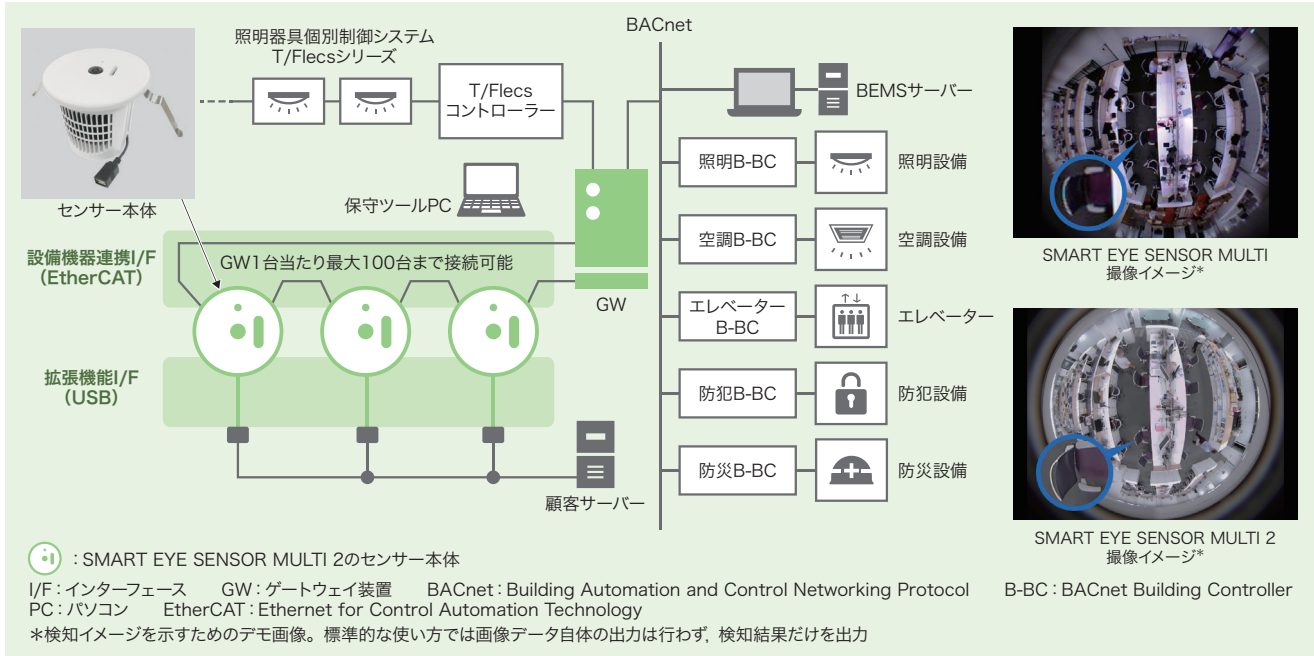
これらの特長は、高い性能や、使いやすい機能だけでなく、昨今の電気料金高騰の中で費用抑制にも貢献する。

将来に向けて、高画質・高音質・多チャンネル放送が可能な地上デジタル放送高度化方式の規格化に対応する。高度化方式では、高画質サービス（4K・8K）・多機能で柔軟なサービスを実現するための新たな要素技術が導入され、信号構造の改良が進められている。当社は、2019年から規格化に向けた実証実験に参画し、テレビ送信機の開発で培ってきたハードウェア実装技術を活用して変調器、復調器及び実証実験用の送信機を開発・納入し、規格化に向けた技術的条件の策定に貢献している。

今回の納入実績を生かし、今後は高度化方式の動向に沿って、製品化に向けた技術開発を進めていく。

東芝インフラシステムズ(株)

ビル施設・工場向け画像センシングソリューション技術



SMART EYE SENSOR MULTI 2システム構成図
SMART EYE SENSOR MULTI 2 system configuration

画像情報から、人物の在／不在やおおよその人数・活動量などを検知できる、多機能人感センサーの新製品 SMART EYE SENSOR MULTI 2を開発した。

従来製品SMART EYE SENSOR MULTIは、検知した情報を照明・空調・エレベーターなどファシリティー（設備機器）やBEMS（Building Energy Management System）などと連携することによる、省エネや、快適性、利便性などファシリティーの効率化への活用が特長であった。昨今のビル施設・工場分野では、個々のニーズや課題を柔軟に解決するサービスやソリューションが求められることから、今回、検知性能の向上に加え、収集した定量的データを分析・活用するサービスへの対応など、次のような機能を強化した。

- (1) 高解像度化による検知範囲の拡大 5 Mピクセルのイメージセンサーを採用し、高精細画像を使用することでより遠くの物体も認識可能となり、検知範囲10.8 m×10.8 mを実現した（従来製品比1.44倍）。その結果、執務室などのレイアウトに適合しやすくなり、設置自由度の向上と設置コストの低減を可能にした。
- (2) 画像認識機能の強化 東芝デバイス&ストレージ（株）製の画像認識AIプロセッサ“Visconti5”を採用し、冷却ファンなしでディープラーニング（深層学習）の実行が可能になった。加えて新規にAI機能を実行するためのフレームワークを開発し、AI機能及び性能の継続的な向上を可能にした。今後、人物検知精度の向上をはじめとする各種機能の強化を図る。
- (3) 汎用インターフェース搭載による拡張性向上 汎用インターフェースとして、USB（Universal Serial Bus）2.0を追加した。Ethernet変換器を接続することで、最大1,920×1,920ピクセル解像度の画像をサーバーなどへ出力する機能に対応し、防犯や人流分析などに活用できる。今後、温湿度センサーなどの各種環境センサーと接続し、ビル施設・工場分野における環境センサー情報の一元化を進める。

東芝インフラシステムズ（株）

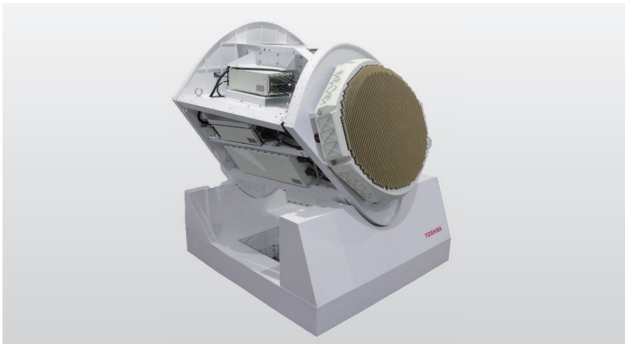
次世代航空機搭載レーダー用デジタルAESAの小型化



X帯アレイユニット
X-band array unit



デジタル変換ユニット
Digital conversion unit



次世代航空機搭載レーダー用デジタルAESA (実物大モデル)
Digital active electronically scanned array (AESA) for next-generation airborne radar (actual-size model)

当社は、次世代航空機搭載レーダー用として高速デジタル技術を取り込んだデジタルAESA (Active Electronically Scanned Array) を開発した。デジタルAESAは、大容量のデジタル信号処理によってAESAの飛躍的な性能向上を可能とするが、部品数が増大するため製品への適用には大幅な小型化が課題である。そこで、最新の民生技術を取り込むことで、二つの主要構成品の小型軽量化を実現した。

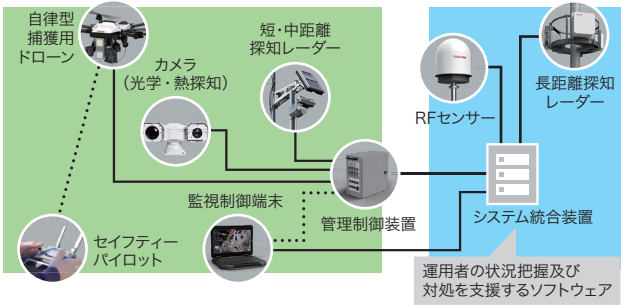
- ① X帯アレイユニット^(注) 社内半導体製造プロセスで周波数変換回路をチップ化して実装することで、従来比1/4以下の小型化を実現。
- ② デジタル変換ユニット 高速デジタル変換ICを高密度に実装し、従来比1/10以下の小型化を実現。

また、上記構成品を適用した航空機搭載レーダーの実物大モデルを製作し、その有効性を確認した。今後は、この成果を活用し、我が国の安全保障を担う重要インフラの性能向上に貢献していく。

(注) 複数のアンテナ素子を一体化した、電波の送受信機能を備えるモジュールユニット。

東芝インフラシステムズ(株)

対ドローンセキュリティシステム



対ドローンセキュリティシステムの概要
Overview of counter-drone security system

物流やインフラ設備の点検など、社会ではドローンの活用が始まっている。一方で、違法なドローンによる脅威も増加しており、世界的に対ドローンセキュリティシステムの必要性が高まっている。

当社は、ドローンを発見するレーダー、及びドローンが発する電波を検知するセンサーを開発済みである。これらのレーダー・センサーから得られるデータを集約し、運用者によるドローン位置などの状況把握、及びドローン対応を支援するシステム統合ソフトウェアを開発した。

システム統合ソフトウェアでは、次の処理を実現する。

- (1) ドローンの地図上への表示による状況把握支援
- (2) レーダーなどから得たデータの分析により脅威となるドローンを特定
- (3) 対処が必要なドローンへの対処時間表示と対処機の推奨

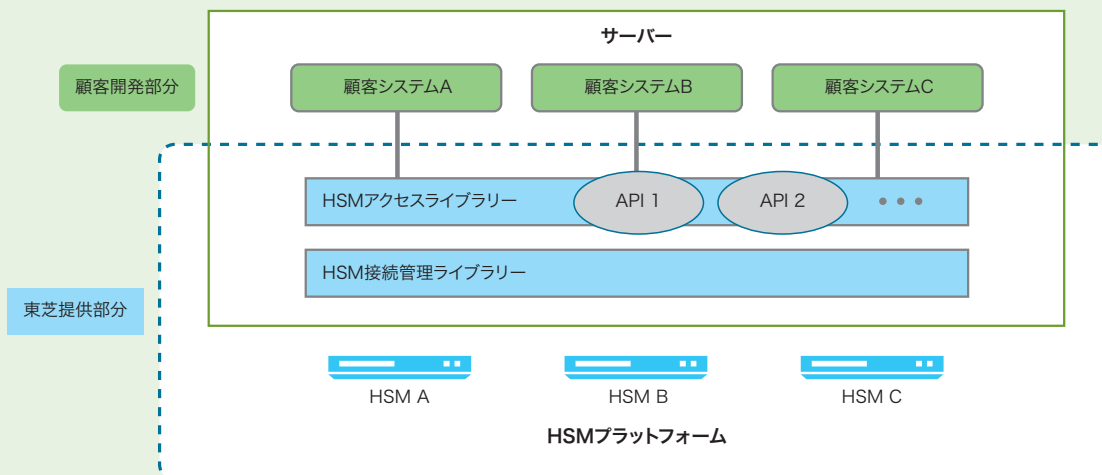
これにより、対ドローンセキュリティシステムが完成したため、今後、受注・製品提供を進める。更に、UTM (無人機航空管制) システムや、様々なセンサー、対処手段などとの連携を進め、より正確な状況判断の支援や安全に配慮した対処手段を提供していく。

東芝インフラシステムズ(株)



システム統合ソフトウェアによる状況把握
Drone identification and threat analysis using integrated system software

IoT化・DX推進に必要なセキュリティのためのHSMプラットフォーム



HSMプラットフォームのシステム構成
Hardware security module (HSM) platform system configuration

IoT (Internet of Things) 化・DX (デジタルトランスフォーメーション) が進む中で、セキュリティへの注目も高まっている。セキュリティの根幹は安全な鍵生成と鍵管理の仕組みであり、そのためにHSM (ハードウェアセキュリティモジュール) が必要である。HSMは、暗号化や電子署名に用いる暗号鍵を安全に保管し、その鍵を利用した暗号処理を実行する耐タンパー性^(注)を持ったハードウェアである。

様々な業界で顧客がシステムを開発する際、暗号化モジュールの検証に使用される米国連邦標準規格FIPS140 (Federal Information Processing Standards 140) に準拠したHSMが要求されるケースが増えている。しかし、HSMはインターフェースやセキュリティ機能の仕様が難解であり、顧客はシステム開発の際、最適な機能を持ったHSMの選定が簡単ではなく、仕様理解に時間が掛かり、コスト高になることが多い。

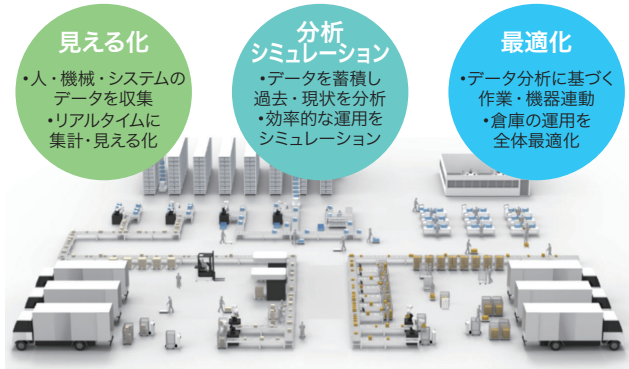
当社は、複数社のHSMを使ったシステム開発実績を生かして、最適なHSMの選定・開発が容易なプラットフォームを開発した。プラットフォームは、上位アプリケーションのインターフェースとなるHSMアクセスライブラリー、HSMとの接続管理をするHSM接続管理ライブラリー、及び複数種類のHSMから構成される。HSMアクセスライブラリーは、HSM仕様を意識せず命令できるAPI (Application Programming Interface) 群で構成されている。HSM接続管理ライブラリーは、HSM仕様の違いを吸収して、HSMアクセス処理を実行させる。

このプラットフォームを提供することで、顧客はシステムの要件に合わせて最適なHSMを選定でき、開発コストを削減できる。

今後、HSMプラットフォームの機能拡充を実施し、多くの商用システム・サービスに適用して、社会インフラのセキュリティを支えていく。

(注) 内部の構造・データ処理メカニズムや、記録されたデータなどが、外部から不当に解析、読み取り、変更がされにくい性質。

■ 物流倉庫の運用効率化に向けた倉庫運用管理システム



WESの機能
Warehouse execution system (WES) functions



棚搬送ロボットシステム
Shelf transport robot system

物流業界では人手不足が深刻化しており、倉庫の運用効率化として、自動化機器の導入が進んでいる。一方、全ての作業を自動化機器で対応することは難しく、人手作業は必要である。そこで、人と自動化機器とを連携して、倉庫作業を効率化する倉庫運用管理システム（WES：Warehouse Execution System）を開発した。

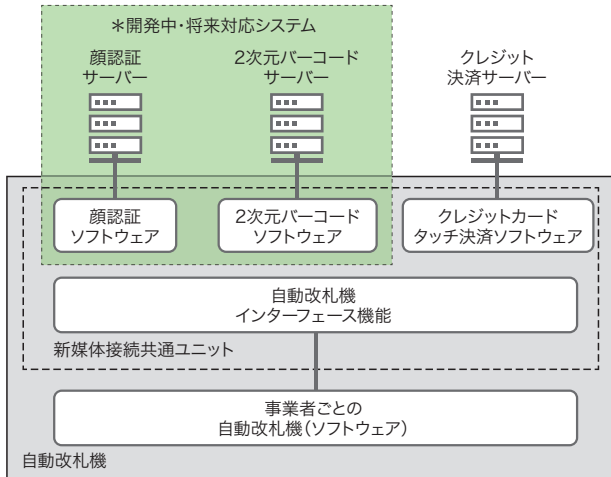
物流倉庫の作業量の50%超を占める出庫作業に対して、棚搬送ロボットとの連携で効率化を実現している。出庫作業の締め切り時間に間に合うように作業順を並べ替えながら、同一商品の出庫作業をまとめることで作業量を削減する最適化機能を搭載した。

棚搬送ロボットに適さない商品は、人手作業で出庫する。過去の出庫実績の分析結果から1日の出庫作業量を事前に予測し、出庫作業進捗を見える化する。締め切り時間に合わない作業場に対して、ほかの作業場から作業員を補充する支援機能も開発した。

今後、人と自動化機器の連携機能を更に拡充して、物流倉庫の運用効率化を進める。

東芝インフラシステムズ(株)

■ 自動改札機でクレジットカードタッチ決済を実現する新メディア接続共通ユニット



新メディア接続共通ユニットを使った自動改札機のシステム構成例
Example of system architecture for automatic ticket gates using new fare media control board

交通系ICカードを所持しない外国人観光客や国内観光客などの利便性を高めるために、クレジットカードのタッチ決済で通行可能な自動改札機を開発した。

今回の開発では、従来の自動改札機ソフトウェアへの影響を最小化するために、クレジットカードのタッチ決済処理を“新メディア接続共通ユニット”としてモジュール化した。自動改札機に搭載した新メディア接続共通ユニットを通して、オープンなクレジットカードタッチ決済プラットフォームと接続することにより、既存のICカード及び磁気券処理機能を保持したまま、クレジットカードのタッチ決済を可能とした。

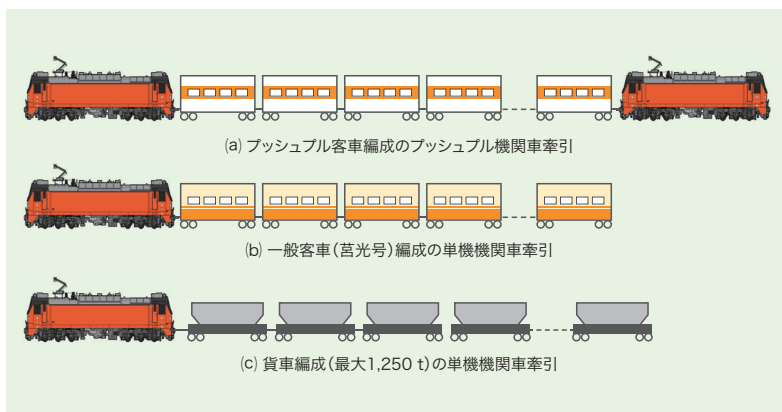
また、磁気乗車券の代替媒体として期待されている2次元バーコード乗車券システムとの接続も、新メディア接続共通ユニットで対応する。更に、今後の普及が予想されている顔認証システムなどの、多様な認証システムとの接続についても、新メディア接続共通ユニットを活用する計画である。

東芝インフラシステムズ(株)

台湾向け E500 型電気機関車の初号機納入



E500型電気機関車
E500 electric locomotive



1機種で対応可能な各種列車編成
Various train formations supported by E500

台湾鐵路管理局からE500型電気機関車68両を2019年10月に受注し、2023年8月に1号機を出荷した。1970～1990年代に製造されたE200/E300/E400/E1000型電気機関車の老朽化対策と、多種類の機関車を運用する煩雑さ解消のために、E500型電気機関車に置き換える。

開発には、モジュールデザイン型機関車プラットフォームを活用した。モジュールデザインにより、柔軟なカスタマイズ性と長期運用に耐える保守性を実現するとともに、当社の車両システム技術を適用した。E500型電気機関車の最大の特長は、台湾鐵路管理局で運用してきた電気機関車の機能・性能を全て包含したことであり、一つにまとめることで運用性や保守性が大きく向上する。当社の小型化技術を適用して、多種の機能や装置の高性能化を、これまでと同等の車体サイズで実現した。

E500型電気機関車の主な特長を示す。①、③、⑤は保守性の、①、②、④は運用性の観点で有用である。

- ① 運用中の客車・貨車に連結可能。
- ② 高出力かつ冗長性の高い主回路・補助電源システムにより、高い信頼性を確保。補助電源システムは機関車当たり四つの変換装置を持ち、どれか一つが故障しても、バックアップ動作により性能低減なく運行継続可能。
- ③ 機器と車体がモジュールに分かれており、保守点検時に速やかな装置の交換が可能。
- ④ 従来の牽引(けんいん)力指令に加え、マスターコントローラーで速度指令が可能な速度制御運転機能を搭載。ホールディングブレーキの搭載により、運転士の技量が必要な上り勾配発進時の操作性が向上。
- ⑤ 回生ブレーキ及び電空協調ブレーキの導入で、省エネ性向上。制輪子摩耗低減にも寄与。
- ⑥ 欧州の防火規格EN45545に準拠した高い火災安全性。
- ⑦ 十分な冷却性能と騒音低減を両立。騒音値が高いモーターブローワーと複合冷却器において、機関車停止時に回転数を下げることで騒音を低減。

東芝インフラシステムズ(株)

台湾高速鉄道における配電盤更新技術の確立



台湾高速鉄道 新設の配電盤
New control and relay panel for Taiwan High Speed Rail

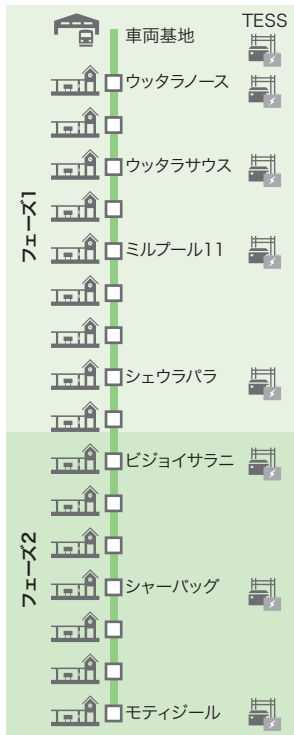
台湾高速鉄道は、台北-高雄間を結ぶ鉄道として2007年に開業した。開業後15年以上が経過し、全30か所ある電気所に設置した当社製配電盤の電子部品などが寿命を迎えるため、更新工事を順次進めている。

配電盤は変電設備の主要機器であり、変電システム全体の保護制御機能を持っていることから、列車運行に影響を与えずに更新する必要がある。そのため作業期間においては、運行中は既設配電盤を運用し、深夜の運行停止中に既設配電盤の改造や新配電盤の試験を行う。運行停止中の限られた時間で切り替えを行い、作業時間を確保することが課題となるため、切替盤を採用して工程を最適化した。また、中央指令所に試験用の電力管理システムを構築し、既設システムへの影響を最小化するとともに、効率的に試験を実施した。

この結果、最初の対象サイトであるSSP7の配電盤更新を、2023年9月に計画どおり完了した。更新工事は今後も長期間にわたって継続するが、確立した手法により列車運行に影響を与えず遂行していく。

東芝インフラシステムズ(株)

ダッカMRT6号線用回生電力貯蔵装置の納入完了



変電所内に設置されたTESS
TESS installed at Line 6 substations

ダッカMRT(都市高速鉄道)6号線は、バングラデシュ初の電化路線である。全長約20kmの変電所8か所の全てに回生電力貯蔵装置(TESS:Traction Energy Storage System)を設置した(2MW-546kWh×7セット, 500kW-137kWh×1セット)。工程のフェーズ1(TESS 5セット設置)で部分運用が始まっていたが、フェーズ2で3セットの追加納入を完了し、2023年11月に全線での運用が始まった。

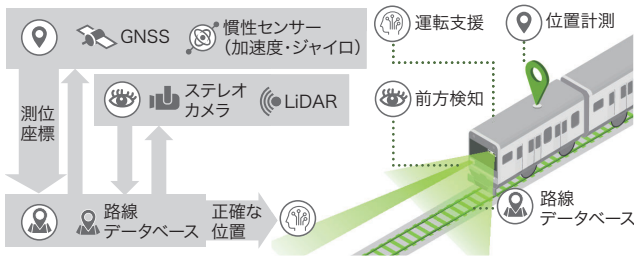
TESSは列車の減速時に発生する回生電力を蓄電し、列車が加速する際に電力供給する地上設備であり、省エネと回生失効防止に加えて、停電時に駅の間で停車している列車を最寄り駅まで避難させる非常走行を、全線にわたって可能とした。

IEC 61850(国際電気標準会議規格 61850)の通信プロトコルへの準拠など、海外で一般的に求められる要求に適応し、当社初の海外納入を実現した。また、日本国内からのタイムリーな遠隔サポートを可能にするIoT(Internet of Things)装置の採用や、現地フィールドエンジニアを育成してのメンテナンス体制の構築で、現地と協力してプロジェクトを完遂した。

ダッカMRT6号線の変電所
Dhaka MRT Line 6 substation

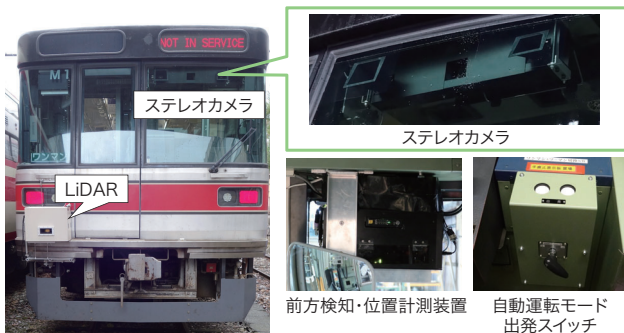
東芝インフラシステムズ(株)

■ 鉄道自動運転向け主要装置の試運転開始



鉄道自動運転システム

Overview of advanced autonomous train operation system



試験車両に仮設した各種装置
Devices installed on test vehicle

鉄道業界は、運転士・保守員の不足や利用者の減少により、運行の更なる効率化が求められている。この課題を解決するために、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を活用し、一般路線での鉄道自動運転システムの実現に向けて、必要な主要装置（前方検知装置・位置計測装置・運転支援装置）の技術開発を進めている。

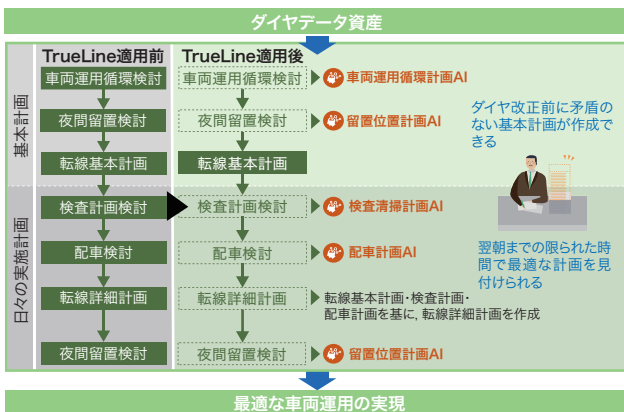
前方検知装置は、ステレオカメラとLiDAR (Light Detection and Ranging) の連動により、夜間でも、300 m 遠方の人物の支障物検知を可能にする。位置計測装置は、GNSS (Global Navigation Satellite System) と慣性センサーにより、±0.5 m 以下の位置精度を実現する。運転支援装置は、路線データベースと、前方検知情報・位置情報を用いて、自動運転の走行制御を行う。

長野電鉄 (株) の協力の下、営業用車両を用いたフィールド試験を重ねて開発を進め、上記主要装置を組み込んだ自動運転走行の試運転を実施して、基本動作を確認した。

今後も鉄道運行の効率化に取り組み、実用化につなげていく。

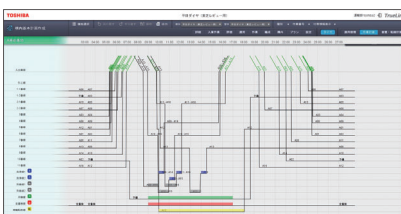
東芝インフラシステムズ (株)

■ AIを活用した輸送計画ICTソリューションの機能拡充と実用化



AI技術を活用したTrueLineによる車両運用の最適化

Vehicle roster planning process employing artificial intelligence (AI)-based TrueLine



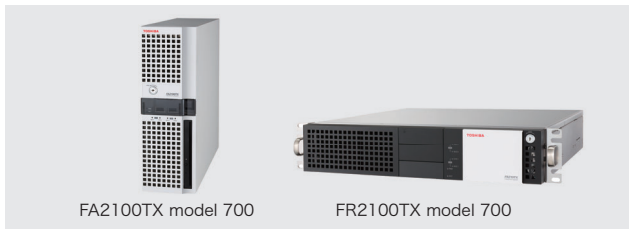
構内作業計画サービスの画面例
Example of depot work scheduler display

東芝 研究開発センターは、輸送計画最適化AIとして、車両運用循環計画AI・検査清掃計画AI・配車計画AIを開発済みであり、新たに、車両基地の運用に寄与する留置位置計画AIを加えた。東芝グループの輸送計画ICT (情報通信技術) ソリューションTrueLineは、輸送計画最適化AIを活用し、鉄道事業者の車両運用全体を最適化する。鉄道事業者が保有するダイヤデータ資産などをデジタル化し、AIや各種機能を用いて、最適な車両運用を実現できる。今回、転線計画機能を付加して留置位置計画AIと連携することで構内作業計画サービスとしてリリースし、車両基地内における日々の構内ダイヤの自動作成を可能にした。

TrueLineを鉄道事業者向けに実用化し、2023年4月以降、大幅にダイヤが乱れる異常時も含めて、車両運用の最適化に貢献してきた。TrueLineが提案した、検査計画、配車計画、及び車両基地内の留置計画は日々の運用で有効に機能し、異常時でも素早く再計画して迅速な回復につながった。

研究開発センター、東芝デジタルソリューションズ (株)、
東芝インフラシステムズ (株)

産業用コンピュータ FA2100TX/FR2100TX



項目	FA2100TX model 700	FR2100TX model 700
CPU	Intel® Xeon® Wプロセッサ W1270TE	
メインメモリー	最小8 Giバイト (8 Giバイト×1)、最大32 Giバイト (16 Giバイト×2) (DDR4-2933 SDRAM/PC4-23400)	
ストレージ	シングルディスクモデル (2台まで実装可能) HDD: 4 Tバイト SSD: 128 Gバイト, 512 Gバイト ミラーリングディスクモデル (同種同容量で2台実装) HDD: 512 Gバイト, 4 Tバイト SSD: 160 Gバイト, 400 Gバイト	
インターフェース	LAN ×4, USB (5 Gビット/s) ×6, オーディオ出力×1, VGA/DisplayPort ×各1, RS-232C (D-SUB9ピン) ×2, DI (デジタル入力)/DO (デジタル出力) ×1 (オプション)	
本体サイズ	100 (幅) ×310 (高さ) × 340 (奥行き) mm	430 (幅) ×87 (高さ) ×450 (奥行き) mm JIS/EIA規格ラックに実装可能
拡張スロット	PCI Express 2スロット PCI (32bit 5V) 1スロット	PCI Express 2スロット PCI (32bit 5V) 2スロット

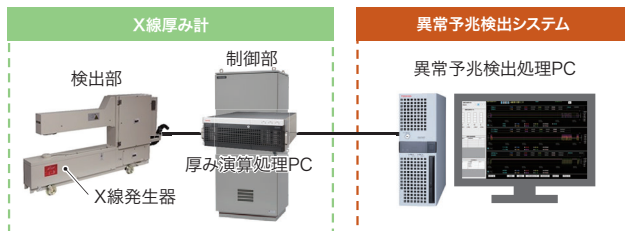
Gi: ギビ (2³⁰) DDR: Double Data Rate SDRAM: Synchronous Dynamic RAM
HDD: ハードディスクドライブ SSD: ソリッドステートドライブ T: テラ (10¹²)
VGA: Video Graphics Array D-SUB: D-Subminiature JIS: 日本産業規格
EIA: 米国電子工業会 PCI: Peripheral Component Interconnect

FA2100TX/FR2100TXの主な仕様

FA2100TX/FR2100TX main specifications

東芝インフラシステムズ (株)

X線厚み計に搭載されたX線発生器の異常予兆検出



異常予兆検出処理PC 画面表示例

PC: パソコン

X線発生器の異常予兆検出

Prediction of X-ray generator abnormality

“スリム型産業用コンピュータFA2100TX model 700”及び“ラックマウント型産業用コンピュータFR2100TX model 700”を開発し、製品化した。エッジコンピューティング用途に適していることが、特長である。

エッジコンピューティングに使用される機器には、工場などで稼働する様々な装置からデータを集めて処理することが求められる。そこで両モデルでは、産業用途の信頼性を維持した上で、新しいプラットフォームの適用による処理性能の向上と、大容量メモリー・ストレージの採用による処理可能なデータ量の増大を実現した。更に、LANポートの増設や全USB (Universal Serial Bus) ポートでの5Gビット/s伝送対応に加えて、RS-232Cなどの古い世代のインターフェースも備え、様々な装置と接続可能にした。

これらにより、両モデルとも新旧機器が混在する昨今の現場環境に幅広く適用でき、エッジコンピューティングによる多様なデータの利活用を可能とする。また、従来のモデルとサイズ互換があるため、既設機器のリプレースにも柔軟に対応できる。

X線厚み計は、主に鉄・非鉄金属プラントにおいて鋼板の板厚を測定し、品質検査や板厚制御のために使用される。操業中にX線厚み計が故障した場合、鋼板の厚み測定ができず生産を継続できなくなる。特にX線発生器が故障した場合、交換・調整作業が必要となるため復旧が長期化する。

そこで、X線発生器のデータ変動を監視することで、異常予兆を検出するシステムを開発している。X線発生器が経年劣化などにより故障する前には、データ変動幅が増加する傾向がある。そのため、X線発生器を安定稼働させた状態で収集したデータから、あらかじめしきい値を定めておき、その値を超えて変動するデータを異常データとして検出する。異常データの 변동幅、発生回数を元に5段階の異常予兆レベルを計算し、ユーザーに通知する。これにより、操業中の突然の故障リスクを低減できる。

フィールドでの稼働後は、採取したデータをフィードバックすることで更に検出精度を高め、鉄・非鉄金属プラントの安定運用に貢献していく。

東芝インフラシステムズ (株)

■ コントローラー機能とコンピューター機能を併せ持つユニファイドコントローラ Vmシリーズ typeL



ユニファイドコントローラ Vmシリーズ typeL
Unified Controller Vm series typeL

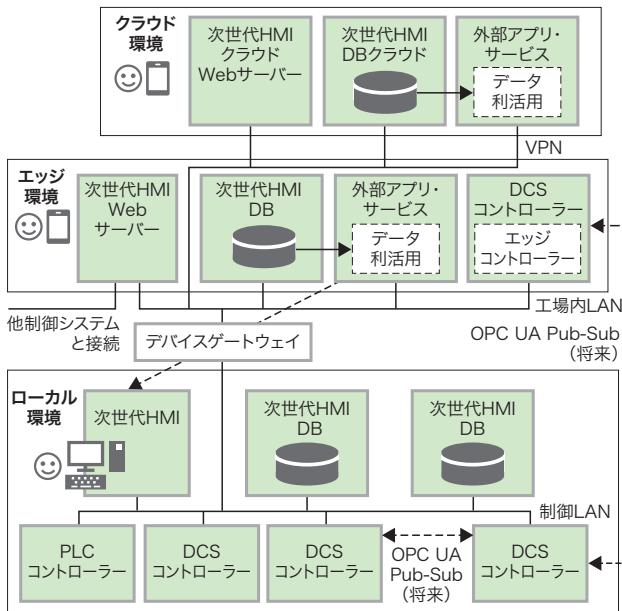
石油化学や鉄鋼などのプラントを制御するDCS (Distributed Control System) タイプの産業用コントローラーである“ユニファイドコントローラnvシリーズtype2”の後継機種として、“ユニファイドコントローラVmシリーズtypeL” (以下、typeLと略記)を開発した。

当社は、クラウドシステム上にある上位系システムなどと、制御機器の間の通信量を削減するため、プラント機器などのデータをエッジ内の産業用コンピューターに転送し、蓄積・分析するエッジコンピューティングを推進してきた。

更なるデータ通信量削減のため、typeLには、従来機種のコントローラー機能に加え、Linux コンテナ又はWindows上でアプリケーションを実行できるコンピューター機能を搭載し、typeLだけで制御と高度なデータ分析を可能にした。また、大規模なシステムに適用するため、typeLの性能(スキャン実行時間の短縮)及びタグ点数を従来機種の2倍にした。この結果、typeL 1台で、従来機種2台相当の処理能力を実現した。

東芝インフラシステムズ(株)

■ Webアプリケーション化で拡張性を高めた次世代HMI



VPN:Virtual Private Network
 OPC UA:Open Platform Communications Unified Architecture
 Pub-Sub:Publish-Subscribe mode(出版-購読モデル)
 PLC:Programmable Logic Controller
 アプリ:アプリケーション

次世代HMIを含む監視・制御システムの構成例

Example of monitoring and control system configuration including next-generation HMI

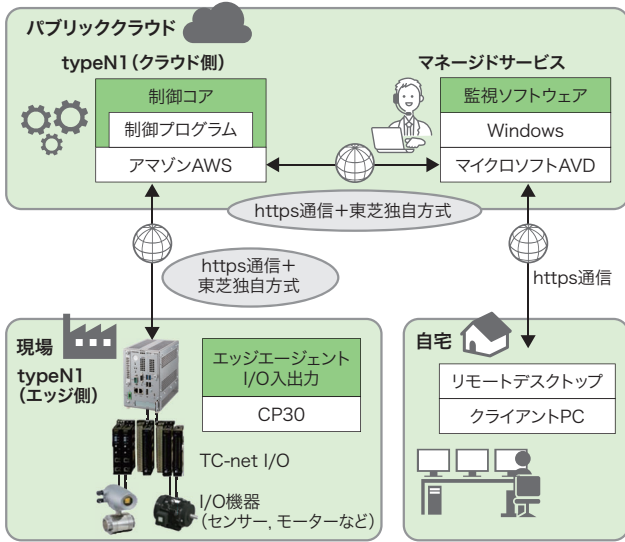
東芝インフラシステムズ(株)

製造業などのDCSでは、HMI (Human Machine Interface)を通して監視・制御を行う。DCSのDX (デジタルトランスフォーメーション)化を推進する上で、オンサイトだけでなくリモートでの監視・制御の要求が高まっており、そのためには従来のHMIの機能継承をした上でデジタル化に対応する拡張性が必要となる。

当社は、その実現のために次世代HMIを開発した。様々な環境に分散配置できるリモート監視・制御を実現するため、東芝独自のWebアプリケーションフレームワークWinter Cardinalを採用し、拡張性を高めた。また、DB (データベース)にはOSS (Open Source Software)のPostgreSQLを採用し、データ管理機能や障害回復機能の強化を図った。HMIの冗長化は、DBのログ転送機能を活用して実現した。次世代HMIは、プラントに対応したグラフィック画面を作るエディター機能など従来のHMIの機能を継承しながら、デジタル化に対応する拡張性があり、DCSのDX化に貢献する。

関係論文：東芝レビュー. 2023. 78. 6, p.30-35.

■ OTとITの融合を促進する計装コンポーネント仮想化プラットフォーム



AVD: Azure Virtual Desktop
https: Hypertext Transfer Protocol Secure

typeN1の構成
Configuration of typeN1

製造業のDX化の過程において、制御機器で収集したデータを上位層のアプリケーションに集積し、可視化や制御機能の向上を図りたいという需要の高まりから、OT（制御・運用技術）とIT（情報技術）の融合が急速に進んでいる。OTとITの融合への社会的要求とクラウド化の流れを受け、この融合を推進するサービスとして、クラウド技術を活用した計装コンポーネント仮想化プラットフォームの制御コア typeN1（以下、typeN1と略記）を開発した。

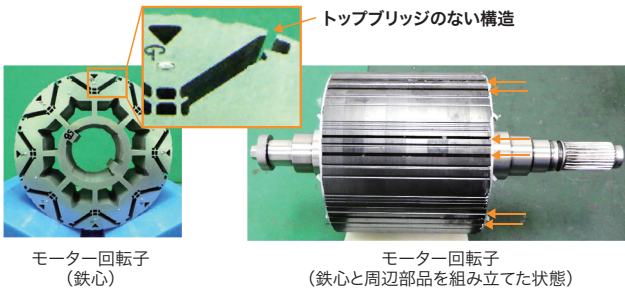
typeN1は、制御プログラムを繰り返し実行する機能を、ソフトウェアデファインド化した制御コアとしてAmazon Web Services (AWS) 上で動作させ、SaaS (Software as a Service) として提供するものである。typeN1により、クラウドシステムから現場のI/O (Input/Output) を制御し、かつ制御データをクラウドシステム上のITサービスで簡単に活用できるようになる。

typeN1は、OTとITの懸け橋となるサービスとして、DX化の促進に貢献する。

関係論文：東芝レビュー、2023、78、6、p.30-35。

東芝インフラシステムズ(株)

■ レアアースを含む磁石の使用量を約30%削減した電動車用モーター



トップブリッジをなくした新しいモーター回転子
New motor rotor with top bridge eliminated

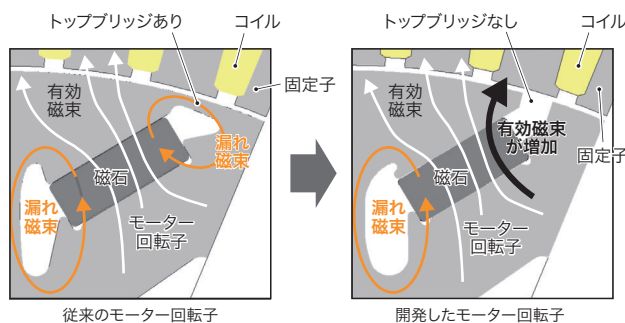
電動車^(注)用モーターは、小型・軽量かつ高トルクを実現するために、採掘地が限られ高価なレアアースを含む磁石（ネオジム磁石）を多用する。当社は、磁石使用量を当社従来比で約30%削減し、モーターの低コスト化に寄与する回転子構造を開発した。

モーターの回転子は、内部に設置した磁石からの磁束を、固定子に効率良く伝える形状に設計される。しかし、機械強度を持たせるための回転子表面の薄肉部（トップブリッジ）が、漏れ磁束の原因の一つであった。

開発した回転子構造は、回転子の機械強度を確保しながら、トップブリッジを不要にした。この結果、漏れ磁束が減少してモーターのトルク生成に寄与する有効磁束が増加し、その他の技術も併用することで、磁石使用量の削減を実現した。

当社は、この回転子の量産技術を確認し、2023年に自動車メーカーに試作品を納入した。今後は、低コストで環境性能を高めたモーター製品を提供し、電動車の普及に貢献していく。

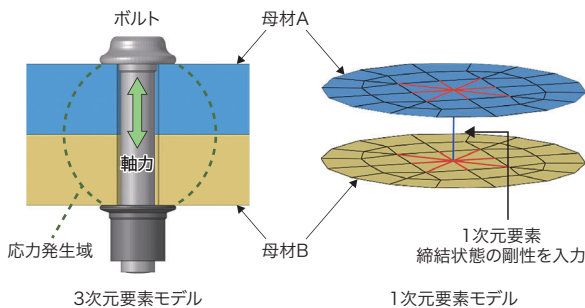
(注) 電気自動車やハイブリッド自動車など、電池に蓄えた電気エネルギーを動力にした自動車の総称。



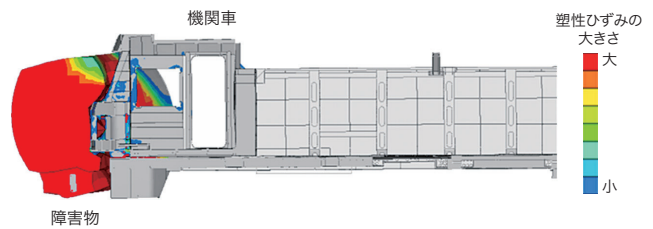
トップブリッジのない構造による有効磁束の増加
Increase in effective magnetic flux resulting from top-bridgeless structure

東芝インフラシステムズ(株)

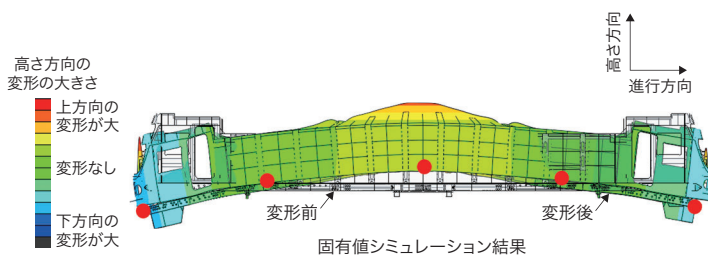
海外向け機関車の静的及び衝撃シミュレーション



ボルト締結部の1次元要素モデル
Simple model representing bolted joints



機関車と大形障害物との衝突シミュレーション結果（塑性ひずみ分布）
Large obstacle collision simulation results (plastic strain distribution)



機関車の固有値シミュレーションと実スケール構造試験結果の比較
Comparison of natural vibration characteristics simulation results and full-scale structural test of locomotive

海外向けの鉄道車両には、国際規格及び顧客独自の要求仕様への適合が求められる。設計段階では、検討中の構造の性能を評価して、規格や仕様を満足するかどうかを確認しながら、設計の完成度を高めていく。その過程で評価に用いるシミュレーションには、実機との高い整合性が要求される。

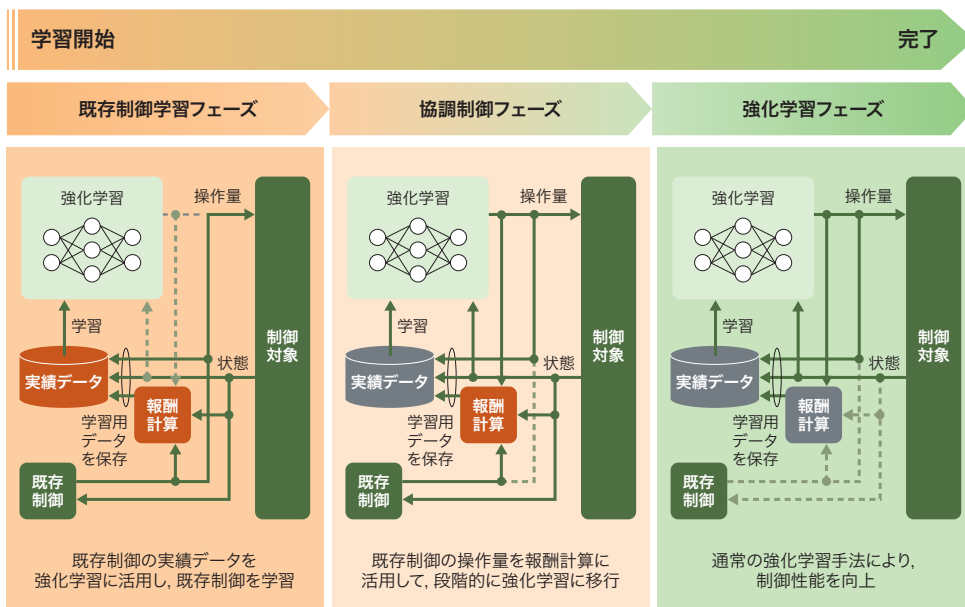
組立性を向上するために採用した構体主要部分でのボルト締結部について、締結状態を実態同様に再現する3次元要素モデルの代わりに、締結状態の剛性をあらかじめ求めて1次元要素に入力するモデル（以下、1次元要素モデルと略記）を活用した。

この1次元要素モデルを用いて機関車全体の構造モデルを構築し、静的シミュレーションで要求仕様を満足する構造を設計した。実スケールの構造試験で検証した結果、構造の健全性が確保されることを確認した。機関車の1次固有振動数は2%以下の誤差で整合した。

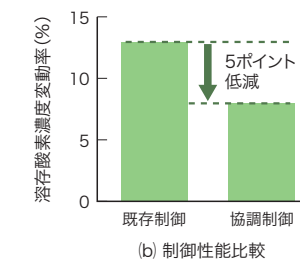
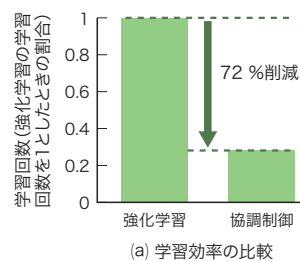
衝突安全性能への適合については、実スケールの要素試験でエネルギー吸収能力などを評価して衝撃解析と要素試験との整合性を検証し、取得した特性値を適用して衝撃シミュレーションを実施した。また、ボルト締結構造についても、ボルト締結部の衝撃試験で取得した特性値を1次元要素モデルに適用し、締結構造も含む機関車構体全体を対象に耐衝突性能を机上で評価する手法を開発した。

静的及び衝撃シミュレーションによる評価結果のフィードバックを繰り返すことで、各要求項目をクリアする構造設計結果を得られた。今後も、これらのシミュレーションを、交通・インフラ各種の強度評価に適用していく。

学習時間短縮と制御性能向上を実現する強化学習応用制御技術



既存制御の操作量を強化学習に活用する協調制御の構成
Block diagram of collaborative control based on reinforcement learning using information on existing controller



溶存酸素濃度制御における性能評価

Evaluation of reinforcement learning for dissolved oxygen concentration control

人工知能技術の一つである強化学習は、制御対象がより良い制御状態となるような操作を学習する手法である。強化学習は、直接正解を与えて学習する教師あり学習とは異なり、報酬を指標として適切な操作を学習する。そのため、長期運用が要求される社会インフラシステムにおいて、環境変化によるコントローラ性能劣化に対し、性能の回復・維持・向上を実現する手法として期待される。一方、強化学習は試行錯誤的に制御ロジックを獲得するので数多くの試行を繰り返すため、所望の性能を得るまで時間が掛かることがある。

そこで、コントローラに実装された既存制御の操作量を強化学習に活用することで、制御ロジックの効率的な獲得と制御性能向上を実現する協調制御手法を開発した。協調制御は、次の三つのフェーズから構成される。

- 安定稼働している既存制御の実績データを強化学習に有効利用する既存制御学習フェーズ
- 既存制御の操作量を強化学習の報酬計算に使用し、既存制御と協調しながら強化学習する協調制御フェーズ
- 制御性能向上のための強化学習フェーズ

協調制御の各フェーズを学習進捗状況に応じて順次実行し、学習効率化と性能維持向上の両立を実現する。

下水道処理システムにおける溶存酸素濃度制御のシミュレーション環境で、協調制御手法の効果を検証した。その結果、従来の強化学習手法と比較して、学習回数は72%削減し、更に溶存酸素濃度制御の際に観測される振動幅が、既存制御に対して、5ポイント改善された。既存制御と強化学習による協調制御は、従来の強化学習より優れた学習効率と、既存制御を上回る制御性能が得られることを確認した。

今後は、様々な制御対象に対して協調制御手法を適用して検証し、コントローラ製品の強化学習応用制御技術として実用化を目指す。

蓄電池システムにおける偏劣化状態の長期実証



長期実証用の蓄電池システム（関西電力（株）尼崎実験センターで現在も運用中）

Battery energy storage system for long-term verification at The Kansai Electric Power Co., Inc.

大型蓄電池システムの利用技術確立のため、2013年7月から2023年3月まで、関西電力（株）と共同で、東芝 リチウムイオン二次電池 SCiB™ を用いた蓄電池システムの長期実証を実施した。約10年間の運用を通じて、充放電効率・蓄電容量の経年推移や、充電量・劣化状態の推定技術などを検証し、その間、SCiB™ に関する不具合は確認されなかった。

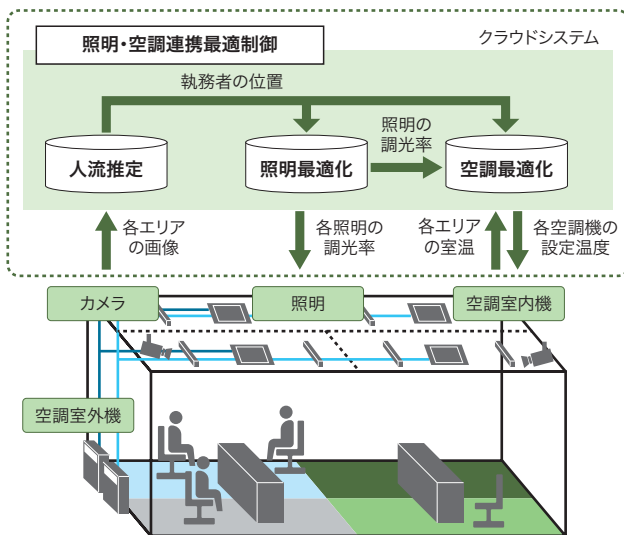
近年、環境配慮の観点から蓄電池のリユース活用への期待が高まっている。様々な劣化度の蓄電池が混在する蓄電池システムでは、運用に伴って偏劣化^(注)が拡大し、システム性能を低下させる懸念がある。

偏劣化が及ぼす影響を調査するため、人為的に一部の蓄電池を劣化させた蓄電池システムを構築し、実証試験を行った。その結果、劣化指標である内部抵抗が大きくなった蓄電池には電流が流れにくく、劣化の進行が抑制されることを確認した。偏劣化の拡大は発生しにくく、システム性能が低下しないことが示唆される。今後は、長寿命性能に優れた SCiB™ のリユース活用を積極的に推進し、環境負荷低減に貢献していく。

(注) 部分的に劣化度合いが異なる状態。

東芝インフラシステムズ（株）、東芝エネルギーシステムズ（株）

オフィス執務者の位置情報を活用した照明・空調連携最適制御技術



オフィス執務者の位置情報を活用した照明・空調連携最適制御技術の概要

Overview of optimal coordinated control of lighting and air conditioning based on office worker positions

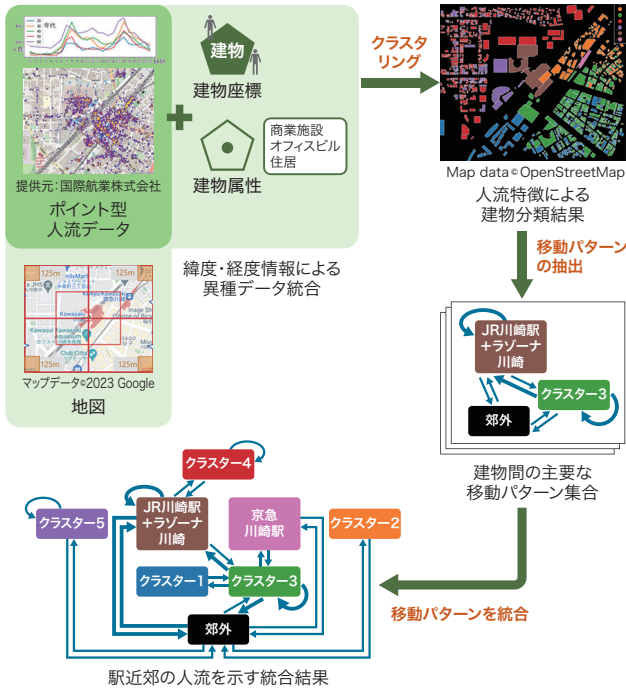
近年、働く場所や時間を仕事の内容に合わせて選ぶ ABW (Activity-Based Working) 型のオフィスが増加している。このようなオフィスでは、執務者がいないエリアが発生することがあり、脱炭素化推進の観点から、執務者不在エリアの照明・空調による消費電力の削減が、課題になっている。

今回、カメラ画像から検出した執務者の位置情報を用いて、執務者周辺のエリアの照度や温度の快適性を維持しながら消費電力を最小化する、照明・空調連携最適制御技術を開発した。この技術では、オフィスで熱源となる人・照明の位置・発熱量を考慮して、照明の調光率、及び空調の設定温度を連携して制御する手法として、数理最適化技術を用いた。

あるオフィスの夏日における執務者の実際の位置情報を用いたシミュレーション評価の結果、照明・空調連携最適制御技術により、執務者周辺のエリアの快適性を維持しながら、照明と空調の合計消費電力を55%削減できることを確認した。今後、オフィスビルでの実証とアルゴリズムの改良を進め、快適性と省エネ性の向上に貢献していく。

東芝インフラシステムズ（株）、東芝ライテック（株）

都市機能やサービスの高度化・快適性向上に役立つ人流予測技術



主要駅近郊を対象とする人流パターン解析の例
Example of analyzing people traffic patterns near major train stations

スマートフォンの普及に伴い、人の位置を示す測位データの取得が容易になった。この蓄積データを活用して、都市の人流を理解・予測する技術を開発した。輸送力の大きな大型駅周辺1 km四方を対象として、従来の125 m区画メッシュ内の人流の高精度な予測に加え、建物座標（緯度・経度）や属性（商業施設、住居など）とリンクさせて、人の移動目的を推定する分析を進めた。

抽出した複数の移動パターンを基に、駅近郊の移動パターンを統合するモデルを構築した結果、人の移動パターンには、平均的に混雑する経路と、混雑が比較的限定的な経路が存在することが分かった。これを基に、125 m区画メッシュ内にいる人の増減の理由を、詳細に分析できるようになった。

更に、緯度・経度の情報だけでなく、人の属性や、集客が見込まれるイベント情報などと関連付けた分析・予測を進めることで、非定常な人流変化の予測が可能になり、商圈分析や、利用客に提供するサービスの検討など、様々な用途への利用拡大が期待される。

今後、鉄道会社などへの提案を積極的に進めていく。

東芝インフラシステムズ(株)

インフラシステムズ
インフラ基盤技術

電力機器の設計リードタイムと筐体寸法を削減する絶縁設計基準

従来の絶縁設計



過去の基準に基づく過剰品質

- ・開発リードタイムの長期化
- ・過剰な絶縁距離による筐体の大型化

ガイドラインに沿った絶縁設計



網羅的に取得した試験データに基づく指針

- ・開発リードタイムの削減
- ・適切な絶縁距離選定・材料選択による筐体の小型化

気中絶縁設計ガイドラインとその効果
Air insulation design guidelines and effects

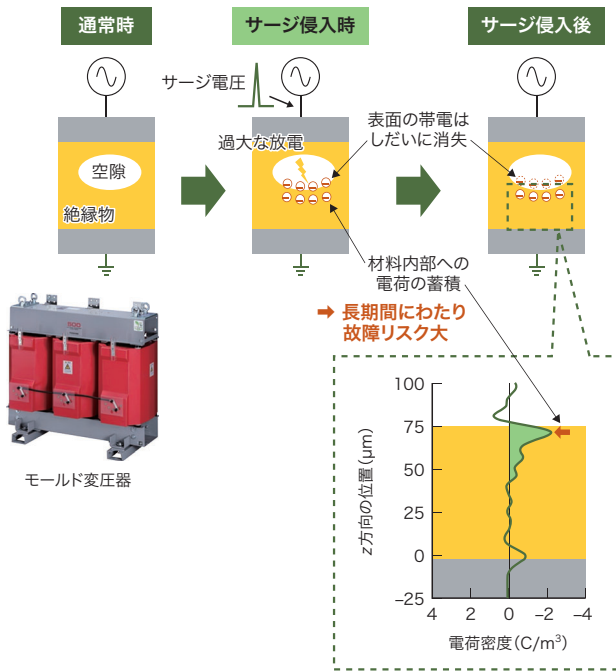
当社は、電圧クラスや用途が異なる数多くの電力機器を取り扱っている。これらには、製品固有の絶縁設計基準が設けられているが、過去の基準に基づく過剰品質が求められることがある。特に、近年高電圧化が顕著な高圧クラス製品では、絶縁設計の最適化が進まないために、開発リードタイムの長期化や筐体（きょうたい）の大型化が問題になっている。

そこで、共通性の高い気中絶縁にフォーカスし、各製品に対して広く活用・参照できる気中絶縁設計ガイドラインを策定した。このガイドラインは、短期及び長期の絶縁破壊試験に基づいて絶縁設計上の留意点やポイントを網羅的に整理したものである。絶縁設計の経験が浅い設計者でも、ガイドラインに沿って設計することで、容易に合理的な絶縁設計ができる。これにより、絶縁設計のリードタイムや筐体寸法を大幅に削減できる。

今後は、気中絶縁設計ガイドラインの社内展開を進めていくとともに、各製品開発者にヒアリングを行い、ガイドラインの汎用性を高めていく。

東芝インフラシステムズ(株)

■ モールド機器製品におけるサージ侵入時の部分放電現象の解明



サージ電圧の侵入に伴って絶縁材料に生じる変化
Changes to insulating material due to surge voltage application

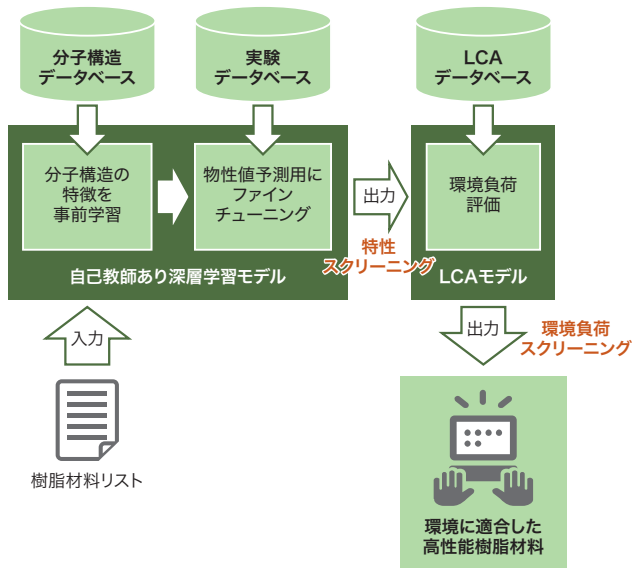
モールド変圧器をはじめとする電力機器は、数十年間という長期にわたって使用される。運転中には偶発的に雷サージや開閉サージのような過電圧が侵入し機器にダメージを与えるが、機器内部で起こっている現象の理解は進んでいなかった。そこで今回、サージ電圧の侵入時に絶縁材料に生じる現象を実験的に明らかにした。

サージ電圧が侵入するとき、モールド機器製品の製造過程でモールド内部に残存した空隙では、過大な放電電流が瞬間的に流れ、空隙の表面には多量の電荷が付着（帯電）する。このとき、運転電圧よりも低い電圧で部分放電が発生し、材料を劣化させる。しだいに帯電は消失するが、実際には部分放電の継続が観測された。ここで絶縁材料における電荷の挙動を詳細調査した結果、電荷は材料表面だけでなく材料内部にまで蓄積することを実測により確認した。これらの電荷は消失までに時間が掛かるため、故障リスクの高い状態が続く。

解明した現象を、サージ耐性を高める設計に反映することで、モールド機器製品の突発的な故障の抑止に貢献していく。

東芝インフラシステムズ(株)

■ 深層学習モデルを活用した環境適合性に優れた絶縁樹脂材料の探索技術



深層学習モデルとLCAを組み合わせた樹脂材料の探索技術
Technology for polymer material exploration combining deep learning model and life cycle assessment (LCA)

電力機器には、高圧導体を絶縁・支持するための絶縁樹脂材料が多く用いられている。昨今の環境負荷低減ニーズの高まりとともに、現行の絶縁樹脂にも、より環境に適合した材料への代替が望まれる。

しかし、現行の製品性能を維持しながら環境適合性の向上を実現できる絶縁樹脂材料は未知であり、多様な樹脂材料から要求を満足する材料を早期に探索・適用する技術が求められてきた。

このため、樹脂の分子構造など各種データベースを活用して直接物性値を予測できる自己教師あり深層学習モデルを開発し、実験レスで材料の基本物性評価ができる仕組みを構築した。また、この深層学習モデルとライフサイクルアセスメント(LCA)の手法を組み合わせることにより、優れた材料特性と低環境負荷を両立する材料をデータドリブンで探索・提案する手法を確立した。これにより、環境適合材料の選定に掛かるリードタイムを大幅に短縮できる。

今後は、開発した深層学習モデルの更なる高度化を図るとともに、この技術を多様な製品開発に展開できるようモジュール化を進めていく。

東芝インフラシステムズ(株)