



Changes for the Better

三菱電機技報

1

2024

Vol.98 No.1

技術の進歩特集

巻頭言 0-1-01

1. 研究開発 1-1-01

- 1.1 サステナビリティ実現に向けた技術
- 1.2 循環型 デジタル・エンジニアリングへの変革に向けた技術
- 1.3 ゲームチェンジを起こす新技術
- 1.4 継続的に深化する基盤技術
- 1.5 生産インフラ・設計技術

2. インフラ 2-1-01

- 2.1 交通システム
- 2.2 公共システム
- 2.3 通信システム
- 2.4 映像
- 2.5 電力システム
- 2.6 防衛システム
- 2.7 宇宙システム
- 2.8 施設ビル管理システム

3. インダストリー・モビリティ 3-1-01

- 3.1 FAシステム
- 3.2 製造業向けITソリューション
- 3.3 自動車機器

4. ライフ 4-1-01

- 4.1 ビルシステム
- 4.2 空調冷熱システム
- 4.3 産業設備
- 4.4 キッチン家電・生活家電
- 4.5 医療・介護

5. ビジネス・プラットフォーム 5-1-01

- 5.1 ITプラットフォーム
- 5.2 セキュリティソリューション
- 5.3 業務・業種アプリケーション

6. 半導体・デバイス 6-1-01

- 6.1 パワーデバイス
- 6.2 高周波・光デバイス

本号詳細目次 7-1-01

本号記載の登録商標 8-1-01

Foreword

Research and Development

- Technologies for Realizing Sustainability*
- Technologies for Promoting "Circular Digital-Engineering"*
- New Technologies for Making Game Changes*
- Continuously Enhance Base Technologies*
- Production Infrastructure and Design Technologies*

Infrastructure

- Transportation Systems*
- Public Systems*
- Communication Systems*
- Video*
- Power Systems*
- Defence System*
- Space Systems*
- Management System for Building Facilities*

Industry & Mobility

- Factory Automation(FA) Systems*
- Manufacturing IT Solutions*
- Automotive Equipment*

Life

- Building Systems*
- Air-Conditioning & Refrigeration Systems*
- Industrial Equipment*
- Kitchen and Other Household Appliances*
- Medical Care/Long-term Care*

Business Platform

- IT Platforms*
- Security Solutions*
- Business Application Systems*

Semiconductor & Device

- Power Devices*
- High Frequency and Optical Devices*

Detailed Contents

Registered Trademark

- 表題の左のマーク(■)は、5つの課題領域(カーボンニュートラル、サーキュラーエコノミー、安心・安全、インクルージョン、ウェルビーイング)、要素技術ほかを示します。
- 表題の右のマーク(★)は、トピック記事です。

巻頭言

Foreword

代表執行役 専務取締役
インダストリー・モビリティビジネスエリアオーナー
CTO(技術戦略担当)

加賀邦彦



新年あけましておめでとうございます。

平素から“三菱電機技報”をご愛読いただき、誠にありがとうございます。“技術の進歩”号の発行に当たり、一言ご挨拶申し上げます。

三菱電機グループでは、事業を通じた社会課題解決による持続的な社会への貢献を中心としたサステナビリティの実現を目指しています。技術情報とお客様からのデータをデジタル空間に集約し、分析するとともに、グループ内がつながって知恵を出し合い、新たな価値を生み出し、さらに幅広いお客様へと還元することで、共に社会課題の解決に貢献する“循環型 デジタル・エンジニアリング企業”への変革を推進しています。

サステナビリティの実現に向けては、社会全体のカーボンニュートラルの実現に貢献する事業の創出・拡大を目指し、三つのイノベーション領域での研究開発を加速します。

第一に“グリーン by エレクトロニクス”の領域では、当社が強みとするコアコンポーネントとしてパワーエレクトロニクスやモーターの高効率化・小型化等を進め、FA機器、空調等の省エネルギーや電動化を推進します。また、ビルの省エネルギー実現に向けたZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)や地球温暖化係数の低い冷媒を用いた空調冷熱システム、新たな材料を用いたパワーデバイスの研究開発を進めます。

第二に“グリーン by デジタル”の領域では、先進デジタル技術の活用によって、エネルギー効率向上や再生可能エネルギーの利用拡大を図ります。再生可能エネルギーを活用した発電と空調・給湯用ヒートポンプ等の使用電力量の電力需給バランスを取るEMS(エネルギーマネージメントシステム)を欧州で実証するなど研究開発を推進します。これらの活動を通じて、バリューチェーン全体での温室効果ガスの排出量削減に貢献します。

第三に“グリーン by サーキュラー”の領域では、当社製品だけでなく、CO₂の回収・貯留・有効利用(CCUS)やカーボンリサイクルといった資源循環を中心とする研究開発を推進します。これまでリサイクルが難しかった複合材

料を含む廃棄プラスチックのリサイクルを始め、リサイクルできるプラスチックの対象範囲を拡大する研究開発を進め、炭素の循環利用実現に貢献します。

“循環型 デジタル・エンジニアリング企業”への変革に向けては、お客様のデータから蓄積されたフィールドナレッジをよりスマートにデジタル化し、数理や物理に基づく深い洞察を活用したAI、モデリングなどの先進デジタル技術と融合させ、当社の強みを最大限に高めるとともに、未来志向の事業モデルへと変革させます。当社が強みとするOT(Operational Technology)やドメイン知識、セキュリティ、ネットワーク設計などの技術資産を統合し、異なる事業領域のシステム間のデータ連携を進めることで、より複雑な社会課題を解決するソリューションを創出します。“Maisart”に代表される当社AI技術は、機器やエッジだけでなく、クラウドにも使用できるように継続的に深化させます。長年蓄積してきたコアコンポーネントやシステムを強化・進化させるとともに、機器・システム・サービスの機能・性能・品質・信頼性を支える基盤技術を継続的に深化させます。

一方で、複雑で変動の激しい現代社会では、自らがゲームチェンジャーとなり、非連続で不確実な未来の可能性に挑戦することが必要です。そのため、起こり得る未来から未来価値を洞察して考えるバックキャストアプローチと、技術トレンドを把握・分析するフォアキャストアプローチの両輪で、持続可能な社会の実現に資する研究開発テーマを探索・創出します。社会全体から生まれるニーズに応える技術、既存事業を変革する不連続な技術の開発に挑戦し、新たな用途や顧客開拓につなげます。将来に向けた新技術の開発を行い、新しい価値をタイムリーに創出し、お客様と共に社会課題の解決に取り組んでまいります。

お届けする“技術の進歩”号では、様々な社会課題の解決を通じて持続可能な社会の実現を目指した最新の技術をご紹介します。

皆様の一層のご助言、ご指導をいただきたく、お願い申し上げます。

1.1 サステナビリティ実現に向けた技術 Technologies for Realizing Sustainability

大型産業機器向け3.3kVフルSiCパワーモジュールへの適用を実現するSBD内蔵SiC-MOSFETのサージ電流耐量改善技術 ★

Improvement of Surge Current Capability of SBD-Embedded-SiC-MOSFET in 3.3kV Full SiC Power Module for Large Industrial Equipment

SiC(シリコンカーバイド)-MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)とSiC-SBD(Schottky Barrier Diode)を一体化したSBD内蔵SiC-MOSFET(図1)は、パワーモジュールに搭載するチップを高密度に実装でき、さらに、スイッチング損失の低減を図れるため、機器の小型化や省エネルギー化が求められる鉄道車両・直流送電などの大型産業機器への普及が期待される。しかしながら、パワーモジュール内で複数のチップを並列接続した場合、特定のチップだけにサージ電流が集中してしまうため、サージ電流耐量が低くなり、実用化が難しいという課題があった。

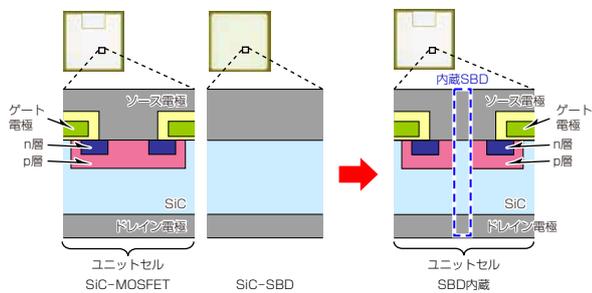


図1-SBD内蔵MOSFETによるSiC-MOSFETとSiC-SBDの一体化(イメージ図)

今回、内蔵されたSBDの僅かな寸法ばらつきによってサージ電流が特定のチップへ集中するメカニズムを解明した。この対策として、チップ面積全体の1%未満のユニットセルに対して、内蔵SBDを配置しない新チップ構造を開発した。この構造では寸法ばらつきの影響を受けることなく、一斉にサージ電流の通電を開始できる。さらに、サージ電流の通電がチップ全域に伝搬する効果によって、並列された全てのチップの全ての領域で、サージ電流を通電することが可能になる(図2)。これによってサージ電流耐量を従来技術に対して5倍以上に向上でき、長年実績のあるSi(シリコン)パワーモジュールに対して同等以上のサージ電流耐量を達成し、SBD内蔵SiC-MOSFETのパワーモジュール適用を実現した。

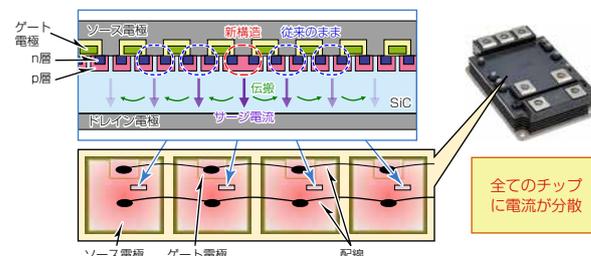


図2-開発した新チップ構造

欧州市場向けヒートポンプ式給湯・暖房システムと蓄電・蓄熱の統合制御技術 ★

Integrated Control Technology for Battery, Thermal Storage, and Air Source Heat-pump System for Domestic Hot Water and Space Heating for European Market

カーボンニュートラル(CN)とエネルギー自立性の両立を目指して、再生可能エネルギーを有効活用する蓄電・蓄熱・ヒートポンプ統合制御システムを開発しており、欧州の実証試験用戸建て住宅で実証試験を実施した。

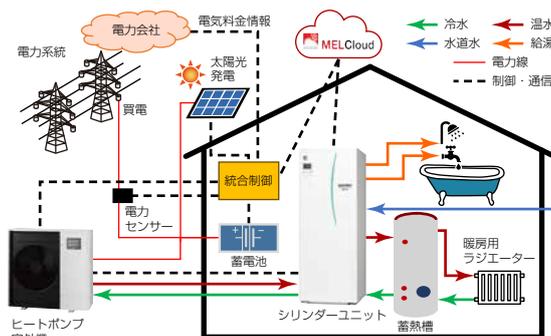
この実証試験では、住宅に太陽光発電や蓄電池、蓄熱槽を設置するとともに、当社が欧州で展開する空調・暖房機向けクラウドサービス“MELCloud”を介してヒートポンプ式給湯・暖房システム“ecodan”を統合制御している。

開発した統合制御では、太陽光発電の余剰電力、電力需要、給湯や暖房の熱需要を予測しつつ、時間帯で変動する電気料金を考慮しながらヒートポンプや蓄電池を制御する。併せて、不快さを感じさせない範囲で夜間の暖房温度の設定を抑える制御なども行う。実証試験によって、建物に設置した太陽光発電の電力を99%まで自家消費可能なことを明らかにし



実証試験用の戸建て住宅(英国)

た。さらに、英国で提供されている深夜時間帯が日中より75%安価になる電気料金を考慮して制御すると、電力コストを年間で約30%削減可能なことがシミュレーションによって推定できた。これらのことから、開発した統合制御によって、再生可能エネルギーの有効活用向上が確認された。今後、統合制御最適化や“MELCloud”への実装検討によって、更なるエネルギー有効活用及びCNとエネルギー自立性の両立を目指した開発を進める。



蓄電・蓄熱・ヒートポンプ統合制御システム

▲ サプライチェーン強靱化に向けたブロックチェーン技術と準同型暗号技術を組み合わせた秘匿データ開示技術 ★

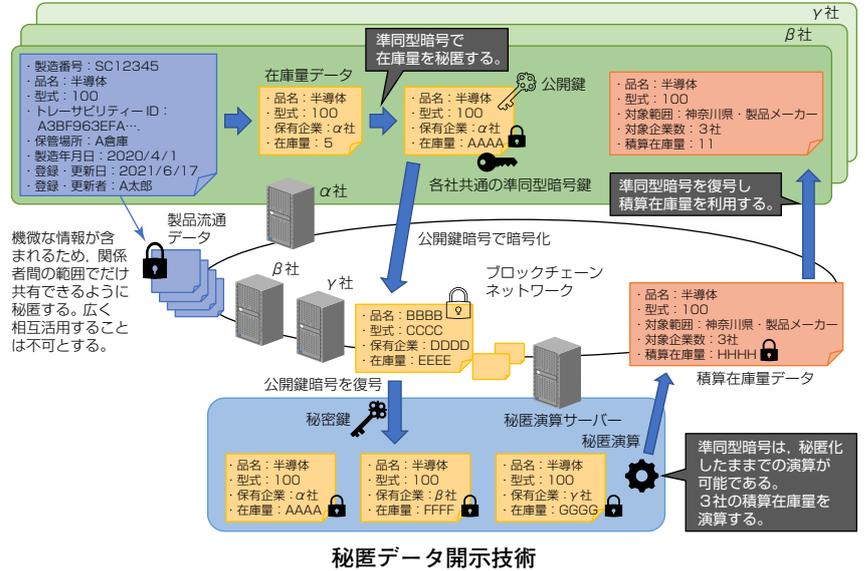
Disclosing Summarized Confidential Data with Combination of Blockchain and Homomorphic Encryption for Resilient Supply-chains

感染症や戦争、自然災害といった様々な世界情勢の変化によって、サプライチェーンに混乱が生じており、サプライチェーンの強靱(きょうじん)化が重要な課題の一つになっている。

サプライチェーンの強靱化の一つに、サプライチェーンの各拠点の在庫管理があり、製品流通データの活用が有効である。しかし、製品流通データは、企業内での加工内容や保管場所等の製品単位の機微な情報を含むため、秘匿化して開示範囲を限定する必要がある。このデータの活用と秘匿という相反する要求を実現するため、ある地域での複数企業の積算在庫量のような公開可能情報を、各社の情報は秘匿したまま算出・開示できる秘匿データ開示技術を開発した。この技術は、準同型暗号方式によって秘匿したまま演算することを可能にするとともに、公開鍵暗号方式によって各社の在庫量を秘匿化し、ブ

ロックチェーン上で公開可能なデータだけを共有することを実現した。

この技術は、サプライチェーン全体の各フェーズで排出される温室効果ガスを秘匿化したまま演算可能なため、カーボンフットプリント管理への応用も見込まれる。



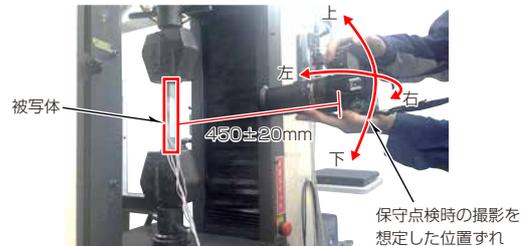
■ ロボットや手持ちカメラによる構造物の健全性診断を可能にするひずみ計測技術 ★

Strain Measurement Using Robots or Hand-held Camera for Structural Health Diagnosis

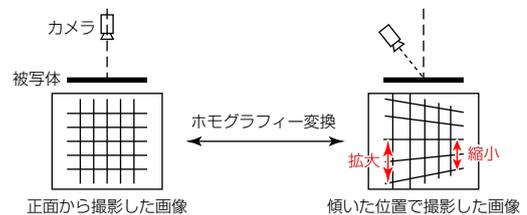
デジタル画像相関法(Digital Image Correlation : DIC)は、変形前後の画像を比較し非接触でひずみを計測する手法であり、ひずみゲージ等のセンサーが不要な構造物の健全性診断技術として近年注目されている。しかし測定原理上、画像撮影時にカメラと計測対象の相対位置を厳密に管理する必要があり、ドローン等のロボットや点検者の手持ちカメラで撮影した画像では構造物の健全性を診断するまでの精度が確保できなかった。そこでDICを活用し、かつ厳密な位置管理が不要なひずみ計測手法を開発した。

今回、保守点検時の撮影を想定したランダムな位置ずれ(距離 $450 \pm 20\text{mm}$ 、上下左右 $\pm 80\text{mm}$)の範囲で市販デジタルカメラを用いて変形前後の画像を40枚ずつ撮影し、1,600組の画像を従来手法で比較しひずみを求めた。このひずみには視点変化による数%の見かけのひずみが含まれるため、0.01%オーダーの計測精度が要求される保守点検には使えない。1,600組それぞれのひずみについてホモグラフィ変換のパラメーターを最適化し見かけのひずみを除いて、さらにそれらを平均して画素間補完で生じる0.1%程度のひずみ誤差も除くことで、空間分解能5mm、ひずみ誤差0.005%と従来のDIC並みの精度を達成した。これによってカメラを固定することなくひずみから欠

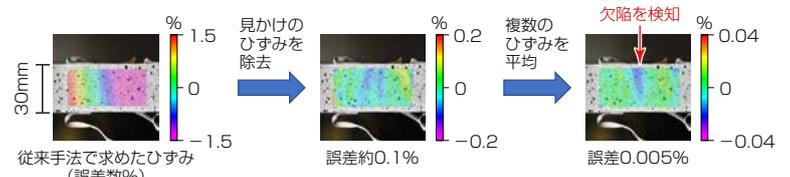
陥を検知することが可能になった。今後、インフラ予防保全への適用を目指す。



カメラを手で持って撮影している様子



位置変化による見かけの変形



開発手法の概要

3K遊星歯車減速機の伝達効率最適化技術

Optimization Techniques for Transmission Efficiency in 3K Planetary Gear Reducers

産業用ロボットアクチュエーター製品は、様々なタスクを効率的に実現するために、軽量化／小型化及び高出力化への要求が強い。現在、当社の産業用ロボットアクチュエーター製品には軽量・小型で高出力に対応できる弾性変形可能な特殊な歯車減速機が多く使われている。この減速機は高精度／高コストな減速機であり、アクチュエーター全体の中でも高コストな部品になっている。当社産業用ロボットアクチュエーター製品での価格競争力向上のためには、現行の歯車減速機と同等の高効率／高減速比で、かつ低コストな歯車減速機の開発が求められている。

今回、低コストかつ高減速が可能な3K遊星歯車減速機(図1)に着目し、歯数と転位係数の最適化によって伝達効率を最大化する設計手法の検討及び伝達効率評価を実施した。その結果、歯数と転位係数を最適化することによって理論伝達効率を約8%向上させることに成功した。また、実測で現行の減速機と同等以上の伝達効率を確認した(図2)。

今後は、音、振動要求に対する課題や、動作精度の高精度化に対する課題を抽出し、産業用ロボットアクチュエーターに適用する。併せて、減速機を用いている社内他製品への展開も検討する。

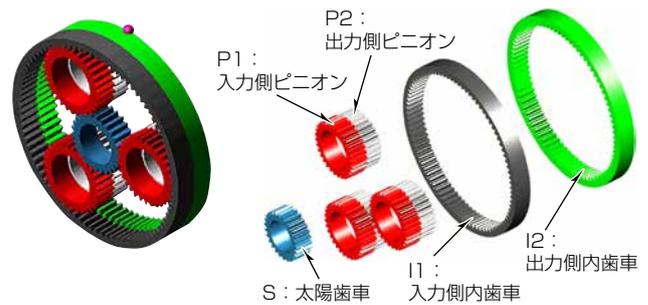


図1-3K遊星歯車減速機の構造

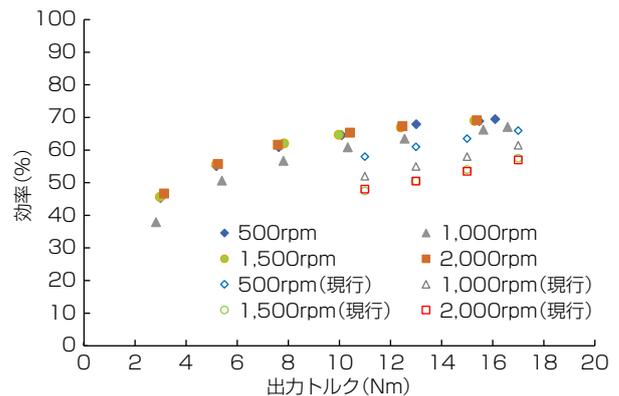


図2-3K遊星歯車減速機の伝達効率実測結果

核計装システムの高度化技術

Advanced Technique of Nuclear Instrumentation System

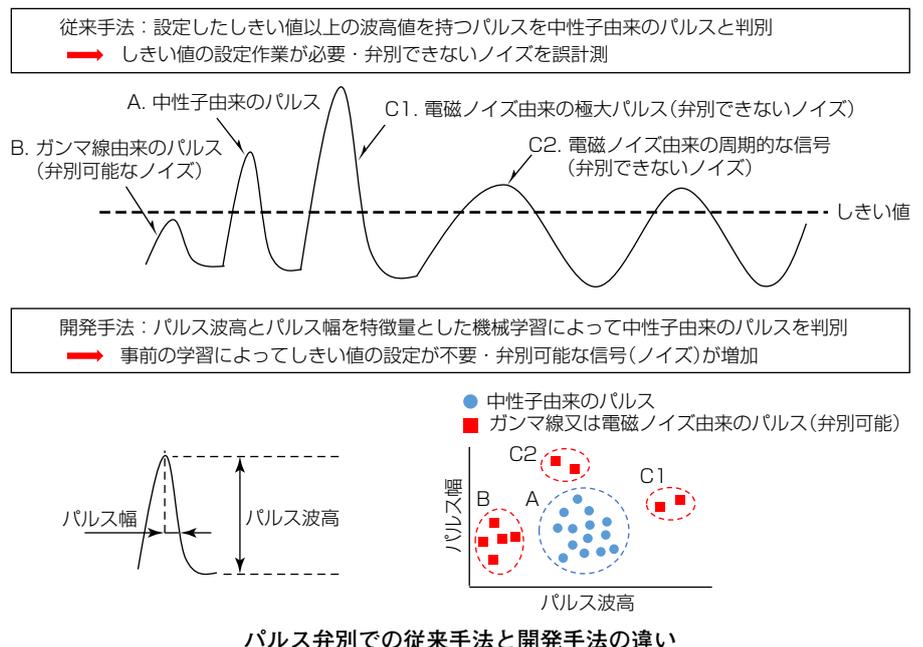
核計装システム(Nuclear Instrumentation System: NIS)は、原子炉から発生する中性子を計測することによって原子炉を監視するシステムであり、原子力発電プラントの安全運転で必要不可欠なものである。

NISに要求される機能のうちパルス弁別機能は、検出器から出力される信号を中性子由来のパルスと、ガンマ線由来のパルス、電磁ノイズ由来による極大パルス、電磁ノイズ由来の周期的な信号などのノイズとに分離・識別する機能である。従来のパルス弁別には設定・調整作業の時間短縮や耐ノイズ性の向上といった課題があった。

これら課題に対して機械学習を適用した手法を考案しシミュレーション評価を行った結果、パルス波高とパルス幅を特徴量として学習を行うことによって、設定・調整作業が簡素化でき、従来手法では弁別できなかったノイズによる信号の弁別が実

現できることを確認した。

今後は製品化に向けた開発として実信号を用いた検証や耐ノイズ性の更なる向上に取り組んで、原子力発電プラントの安全性向上に貢献していく。



GHG削減を目的としたデジタル工場診断ソリューション

Digital Factory Diagnosis for Reducing GHG

世界的な気候変動問題の解決のために脱炭素に向けた取組みが進んでいる。企業には、自社が排出するGHG (GreenHouse Gas) (Scope1/2)の削減に加えて、サプライチェーン全体が排出するGHG (Scope3)の削減も求められている。しかし自社のGHGでさえどのように削減すればいいか悩んでいる企業も多い。一方で、課題解決型のコンサルティングサービス費用は高額であり、企業規模によっては利用ハードルが高い問題があった。

これらの課題を解決するため、顧客の工場の機器稼働データを収集し、クラウド上でデータ分析することで顧客の工場診断・改善提案を行うソリューションを開発している(図1)。データ分析によって、製造ラインのどこに改善

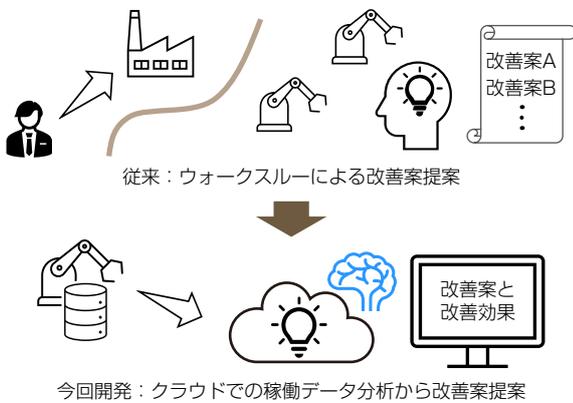


図1-Webサービスイメージ

余地があるかを具体的に把握し、提案施策のGHG削減効果、費用対効果等を見積もることができる。従来の課題解決型コンサルティングサービスをWeb主体のサービスへ変えて、安価に多数の顧客への提供を目指す(図2)。

今回、このサービスの初期ターゲットである中国の製造業の製造ラインを対象としてProof of Concept (PoC)を実施し、顧客単独では導出できなかった多くの改善提案を行い、年間4,000万円以上の改善効果を提示した。今後、提案施策の実行まで伴走を進めるとともに、Web主体のサービスのブラッシュアップを加速する。

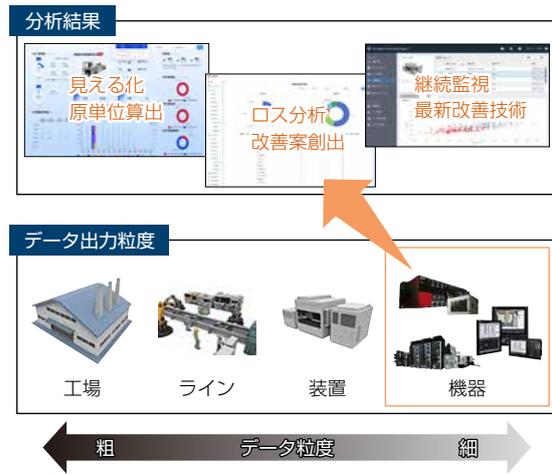
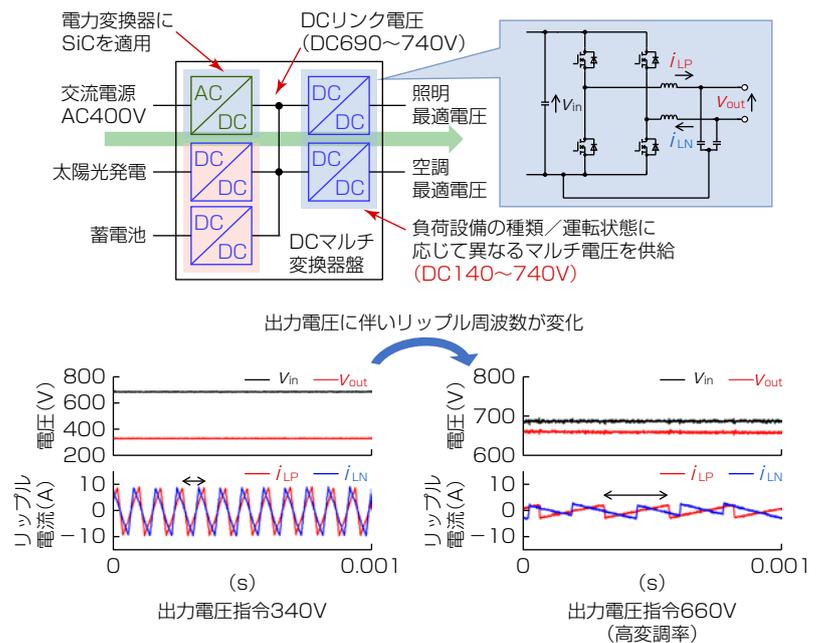


図2-ソリューションイメージ

直流配電システムに対応したワイドレンジ電圧出力可能なDC/DC変換器

DC-DC Converter for DC Distribution Systems Capable to Output Wide-range Voltage

カーボンニュートラル達成に向けて、再生可能エネルギーや蓄電池との親和性が高い直流配電システムが注目されている。当社が開発した“DCマルチ電圧システム”は空調や照明などの接続機器ごとに運転状態に応じて異なる電圧を供給できる。このシステムで使用されるDC/DC変換器にはワイドレンジ電圧出力が要求されるが、今回、過変調領域を活用してパワー半導体を間欠的にスイッチングすることで、様々な電圧指令に対して安定的に動作するシームレスなスイッチング周波数変化を可能にする技術を開発した。これによってこのDC/DC変換器で、固定周波数のスイッチングでは高変調率になる電圧領域(例: 650V以上)でも出力が可能になり、それを実機でも確認した。



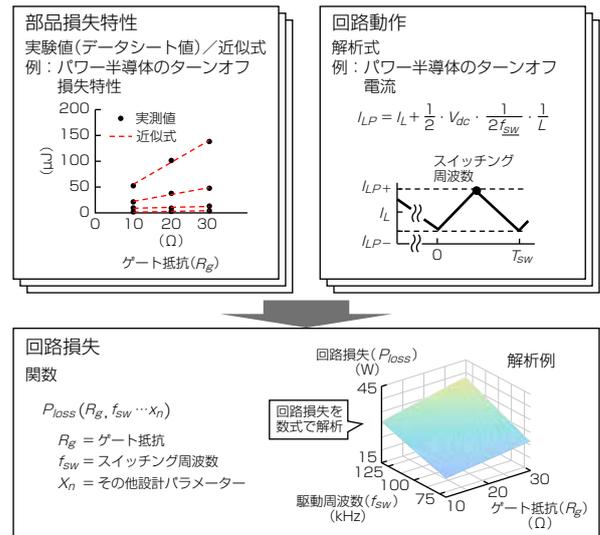
開発したワイドレンジ電圧出力可能なDC/DC変換器

■ 実験値とデータシート値と近似式から構築した電力変換器の損失モデル

Losses-analysis Model of Converter Using Approximated Equations from Measurement Data and Datasheet Data

電力変換器の高効率設計のために、損失モデルを用いた設計パラメータの調整が必要である。データシート値を用いた損失モデルは、シミュレーション波形を用いた損失モデルよりも計算負荷が軽減され、パラメータ調整に適しているが、パラメータの調整範囲がデータシートに記載される条件に限定される課題があった。

そこでパワー半導体とリアクトルで構成される電力変換器を対象に、各部品損失特性を実験値と近似式からデータシートよりも拡張した範囲でモデリングし、回路動作式と合成して関数化した電力変換器の損失モデルを構築した。これによって、パラメータ調整範囲拡大と演算負荷軽減を両立し、電力変換器の高効率設計が可能になった。



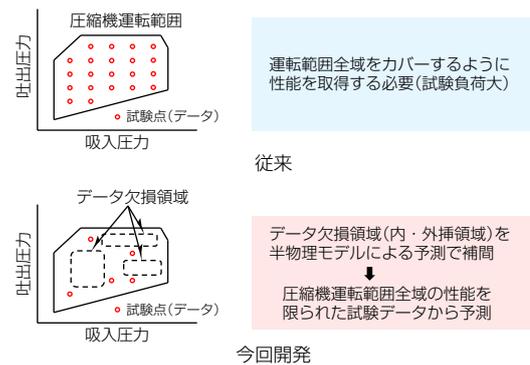
電力変換器の損失モデル

■ ロータリー圧縮機の試験レス性能予測技術

Rotary Compressor Performance Prediction for Test Reduction

空調機向けロータリー圧縮機を対象に、試験レスで運転範囲全域の性能を予測する技術を開発した。圧縮機の性能試験では、1条件のデータ取得に約2時間を要するため、運転範囲全域で性能評価(約2週間必要)することは困難であり、データ欠損領域による精度低下が課題であった。今回、圧縮機の経験式と理論式に基づく半物理モデルによる性能予測技術を開発することで、運転範囲全域での回転数、吸入・吐出条件の性能を±5%の精度で予測し、試験レスによる圧縮機仕様の決定を実現した。また、この技術を製造拠点到展開し、圧縮機性能を表現する性能カーブ式の作成に適用することで、試験期間を半減した。今後、スク

ロール圧縮機等にもこの技術を展開する予定である。



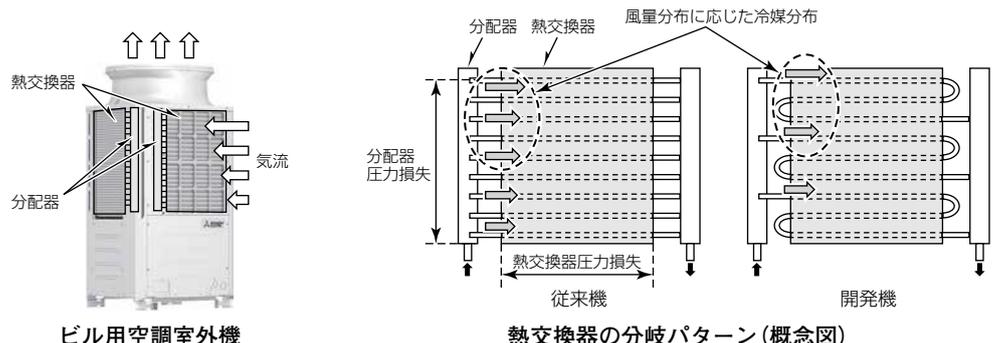
ロータリー圧縮機の試験レス性能予測技術

■ R32冷媒を用いたビル用空調機の熱交換器

Heat Exchanger for Building Air Conditioners Using R32 Refrigerant

当社は地球温暖化防止を目的に空調機の冷媒をR410AからR32へ転換してきている。ビル用空調機の室外機では、分配器の分岐部で冷媒が衝突することで圧力損失が発生するが、R32はR410Aよりも冷媒流量が少ないため、冷媒分配に及ぼす圧力損失の影響が大きくなる。また、風量が多い熱交換器の上部に冷媒が流れにくくなるため熱交換性能が低下する。そこで、分配器と熱交換器での冷媒流量、圧力損失、熱交換性能の関係性を明らかにしながら、分岐数の削減

で分配器の圧力損失を低減し、熱交換器の伝熱管延長で分配器と熱交換器の圧力損失バランスを適正化した。これによって、風量分布に応じた適切な冷媒分配を実現し、従来機同等以上の熱交換性能を達成した。



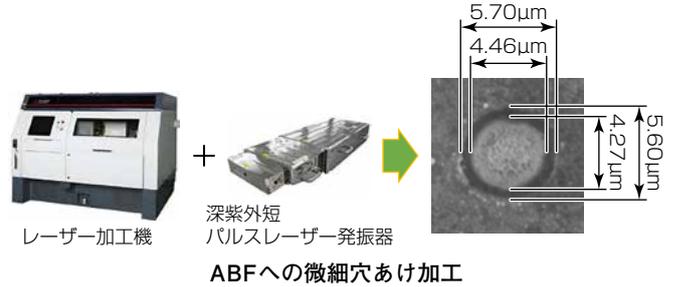
DUVレーザーによる次世代半導体製造向けの極微細穴あけ加工の実現

Realization of Micro via by DUV Laser for Next-generation Semiconductor Manufacturing

微細化が進む半導体製造でパッケージ基板の絶縁層には味の素ビルドアップフィルム(ABF)^(注)材が広く用いられており、レーザーによる微細穴加工で微細配線を実現している。レーザー光源波長の制限によって40μm以下の穴径は現在困難であるが、次世代の半導体製造向けには10μm以下の穴径が求められている。今回、当社は東京大学、味の素ファインテクノ(株)、スペクトロニクス(株)と連携し、パルス幅10ピコ秒のDUV(Deep Ultra Violet)^(*)レーザー加工機を用いて、次世代実装用の厚さ5μmのABFに対して10μm以下の穴加工を実現した。上下面の穴径の比で定

義されるテーパー度は品質基準値である75%をクリアしており、次世代のパッケージ基板に対する要求を達成した。

*1 波長266nmの深紫外光

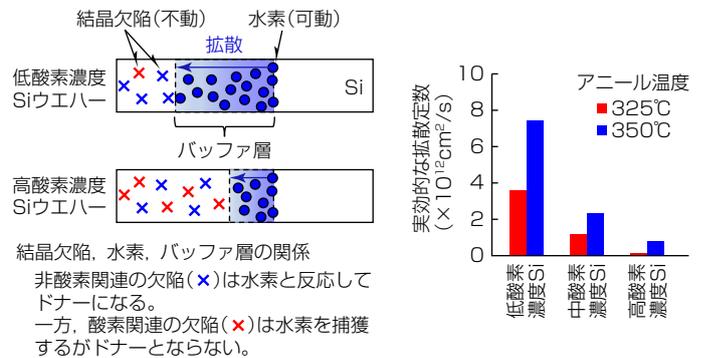


パワーデバイスのn型バッファ構造形成に関する水素の拡散挙動の評価

Study on Hydrogen Diffusivity for Fabricating N-type Buffer Structures of Power Devices

低炭素化への関心が高まる中、パワーデバイス市場が拡大している。当社では薄ウエハー技術や新規バッファ層構造等の採用によって、製品の省エネルギー性能向上や高信頼化につながるIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)開発を進めてきた。近年では、ウエハー薄板化に伴うターンオフ時の電圧発振を防止するために、裏面にブロードなバッファ層を形成することが主流である。バッファ層はSi(シリコン)中の結晶欠陥と水素の反応によって形成されるが微視的なバッファ層形成機構は十分に調べられていない。今回、バッファ層で水素が結晶欠陥に捕獲・解放されながら拡散することをモデルで解析した。これによって、Si中の酸素濃度

の調整でバッファ層の厚さを制御できることを明らかにし、バッファ層の高精度設計が可能になった。

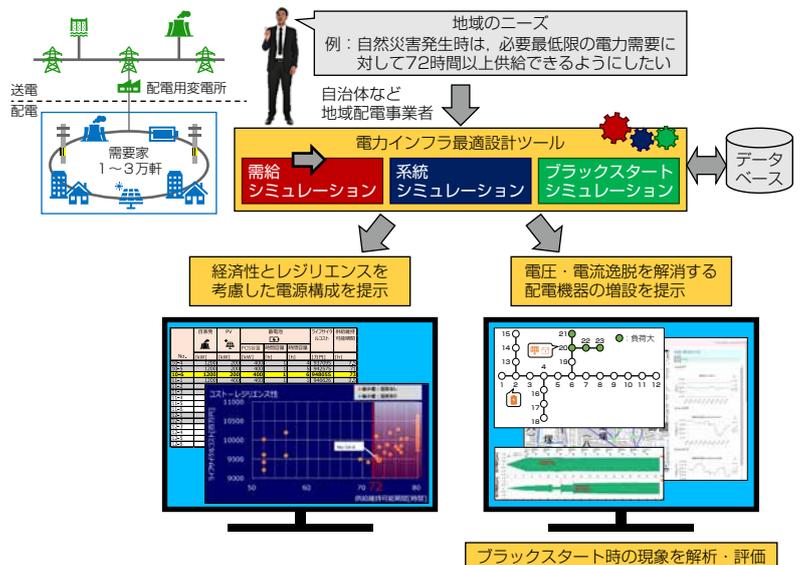


バッファ層拡張のモデル図及び酸素濃度が異なるSi中の水素の拡散定数

経済性とレジリエンスを両立するマイクログリッド設計技術

Microgrid Design Technology to Achieve Both Economy and Electricity Resilience

自然災害等による長期停電を回避するために、マイクログリッドの構築が注目されている。地域によって異なるマイクログリッド構築のニーズに応じた最適設計を支援する三つの要素技術を開発した。一つ目は所望のレジリエンスを達成し、かつコストが安価な電源構成を決定する需給シミュレーション技術である。二つ目は配電システムの電圧・電流が許容範囲に収まるように配電機器の増設を決定する系統シミュレーション技術である。三つ目は停電後のブラックスタート時に、変圧器に流れる励磁突入電流を解析し、正常に自立運転へ移行できるかを事前評価する技術である。これらの技術を組み合わせることで、地域の特性に応じたマイクログリッドの最適設計の支援が可能になる。



マイクログリッド設計技術の概念図

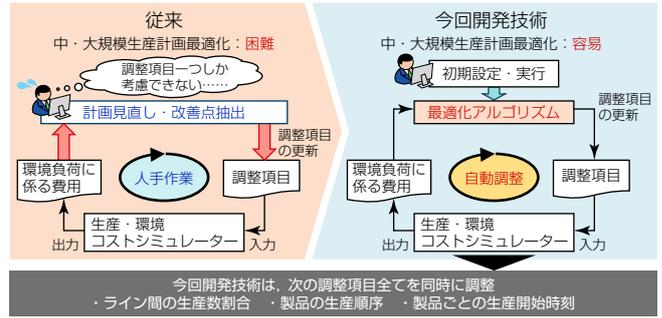
工場での環境配慮型の生産計画最適化技術

Optimization of Production Scheduling for Reducing Environmental Load while Maintaining Productivity

生産性を維持した状態で、環境負荷に係る費用を最小化する環境配慮型の生産計画最適化技術を開発した。

従来、工場の熟練者が生産計画を調整していたが、中・大規模生産計画の場合、環境に配慮しつつ生産計画に影響する調整項目“生産数割合”“生産順序”“生産開始時刻”を人手で調整することが困難であった。今回、これらの生産情報全てを同時に調整可能なアルゴリズムを確立し、生産計画を費用換算可能な生産・環境コストシミュレーターに適用した。検証の結果、組立加工工場の研磨加工工程の事例では、人手で立案した計画と比較して、環境負荷に係る費

用を約1割削減し、環境負荷に配慮した生産計画を立案できることを確認した。



環境に配慮した生産計画最適化の従来方式と提案方式

ルームエアコンの脱炭素社会に向けたものづくり

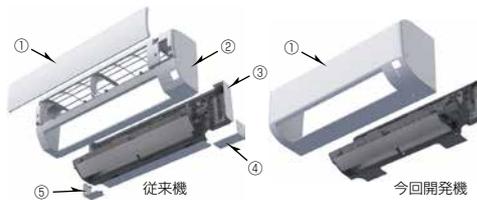
Designing Room Air Conditioners for Decarbonize Society

脱炭素社会に向けて“環境負荷を減らすものづくり”を目標にしたエアコンを開発した。エアコンの外装には、成形の容易さ、高防腐性、電気や熱の高絶縁性などから樹脂が採用されている。従来の樹脂パーツの構造を一から見直して、五つであった外装パーツの1部品化を実現した。従来品と比べて使用樹脂量を23% (1.1kg/1台)削減し、CO₂排出量の抑制に貢献した。また、外装の1部品化によって、部品同士の色ずれや嵌合(かんごう)ずれのない高い外観品質を可能にするとともに、設置時の着脱が容易になり施工効率も向上した。さらに、フィルターを正面から取り出せる構

造にして、手入れが簡単にできるようにした。これらの工夫によって、この製品は多様なユーザーに寄り添ったデザインを実現している。



外装着脱が容易になって設置施工性が向上



外装部品点数の比較



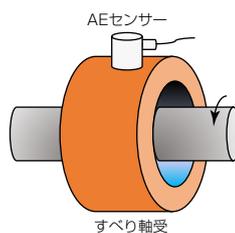
取り出しやすくなったフィルター

AEセンシングによる回転機械しゅう動部の金属接触検知高度化

Advancing Detection Technology of Metal Contact for Sliding Surfaces in Rotating Machine by AE Sensing

回転機械のすべり軸受に金属接触が生じると、摩擦・摩耗に起因した性能低下や故障のリスクがある。これまで当社では、接触検知法の一つである電気接触抵抗法によって、接触リスクを評価してきた。しかし、この方法は測定自体が困難な上に、測定系の耐久性や接触リスクの定量評価などに課題があり、代替になる接触検知法の開発が望まれていた。今回、従来法よりも更に高感度な接触検知が可能な手法として、すべり軸受を対象にAE(Acoustic Emission)センシング技術の開発を行った。

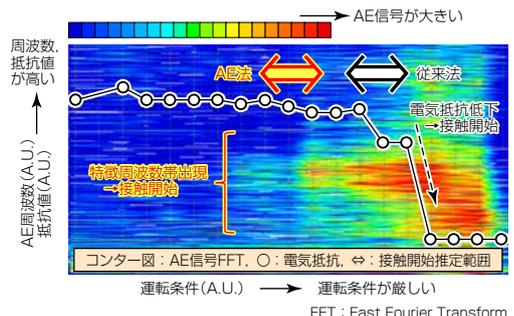
この開発によってAEセンサーをすべり軸受に取り付けることで、従来法では検知困難で軽微な金属接触の検知が可能になった。また、取得したAE信号を周波数分析することで金属接触発生時の特徴周波数を抽出した。この特徴周波数に着目することでより高感度に接触検知が可能になる。



すべり軸受でのAEセンシング模式図

さらに、すべり軸受へのAEセンサーの取付けが困難な場合であっても、回転機械の筐体(きょうたい)外部からのAEセンシングによって内部の接触を検知できる可能性を見いだした。

この開発技術は回転機械に限らず、しゅう動部を持つ機械のしゅう動状態の検知・判定へも応用が期待できる。



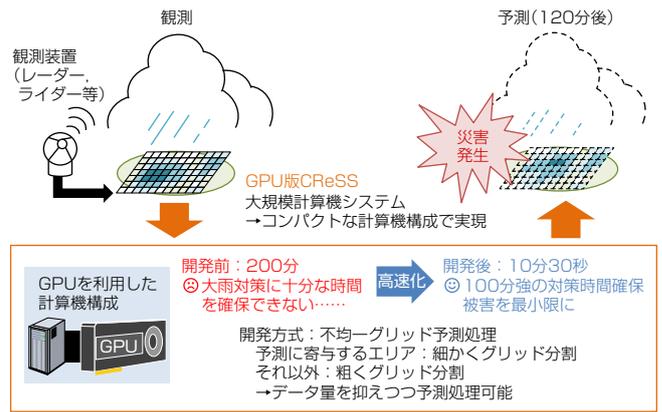
AE法と従来法の比較結果一例

雲解像モデル“CReSS”を用いた気象予測処理のGPU向け高速化

Study of GPU-based Parallelization for Cloud Forecasting Model "CReSS"

気象状況をリアルタイムかつ高精度に予測する技術は、安心安全な交通／物流システム等の構築に必要不可欠である。一方、高精度な気象予測処理は処理負荷が高く、リアルタイム気象予測の実現に大きな課題になる。

そこで、機械学習やAIといった、高速処理が求められる分野で多く採用され、高い演算性能を持つ処理装置GPU(Graphics Processing Unit)を利用し、パソコンでも動作可能なコンパクトな気象予測高速化技術を開発した。特に、予測に寄与するエリアを細かく、それ以外を粗くグリッド分割し、データ量を抑えた処理構成になるような工夫を行った。その結果、従来では200分を要していた120分後の予測を、約19倍の10分半に高速化できることを確認した。



CReSS: Cloud Resolving Storm Simulator, 名古屋大学開発の気象予測モデル

気象予測概要及び今回開発による高速化効果

アクセス制御機構TEEに対する物理攻撃対策技術

Physical Attack Countermeasure Technology for Access Control Mechanism TEE

暗号鍵などの機微情報を扱う重要アプリケーションを保護するセキュアな実行環境TEE(Trusted Execution Environment)の活用が広がっている。今回、TEEによる保護を無効化してアプリケーションに不正アクセスする新たな攻撃手法を明らかにし、その対策技術を開発した。攻撃では、重要アプリケーションからホストアプリケーションへの切替え時のアクセス権剥奪処理を物理攻撃でスキップすることで、アクセス権を奪う(図1)。対策では、アクセス制御設定からアプリケーションへのジャンプアドレス計算処理をアプリケーション切替え処理に付与する。これによって、攻撃による設定改ざんを異常なメモリアクセスとして検知できる(図2)。この対策はソフトウェア変更だけで実現でき、使用メモリと実行時間の増加は、共に1%未満に収まる。



図1-アクセス権剥奪処理のスキップによるアクセス権を奪取する攻撃

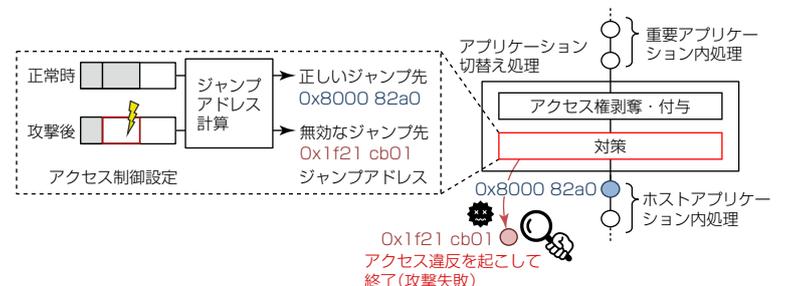


図2-設定値からのジャンプアドレス計算による設定値の改ざん防止対策

昇降機監視システム“MelEye”のデザイン

Design of Elevator and Escalator Monitoring System "MelEye"

“MelEye”は、エレベーターの運行や異常を監視する海外向けのシステムである。アジア、北米を中心とした海外の建物では、ビル設備管理者の知識や経験にばらつきがあり、簡単に使える監視システムが求められていることが現地調査で明らかになった。エレベーターの設置場所やかご位置、混雑状況を、立面図とフロア図を組み合わせた今までにない直感的かつ一覽性の高い監視画面デザインで表現する。徹底して操作の手数を減らして、経験の浅い管理者がどこからでも閲覧して“瞬時にビル全体の状況が分かる”

監視システムになるようにWebベースのアプリケーションとして実現した。

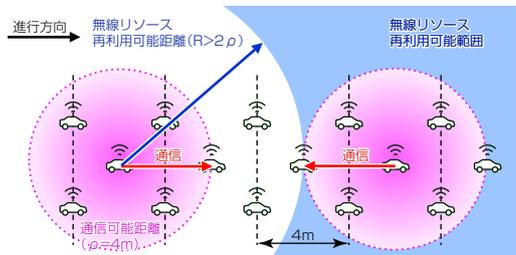


立面図とフロア図を組み合わせた監視画面

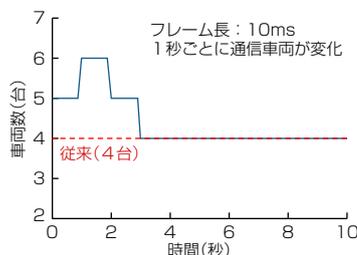
車両群の自律分散制御のための無線リソース割当技術

Radio Resource Allocation Technology for Autonomous Decentralized Control of Connected Vehicles

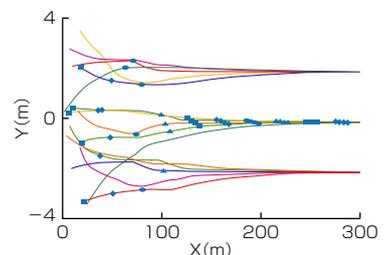
車両群が協調して走行する自律分散システムでは、制御アルゴリズムとともに車両間の通信技術が重要な要素である。今回、車両向け無線通信規格C-V2X(Cellular Vehicle-to-Everything)の通信性能を前提として、各車両の位置情報を基に無線リソースを再利用する割当技術を開発し、その効果を確認した。



制御収束後の車両群と無線リソースの再利用



通信車両数の変化



車両群(15台)の位置変化

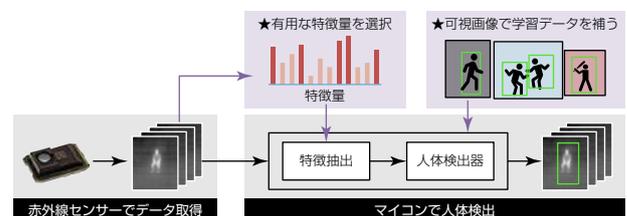
赤外線センサー向け低リソースかつ高精度な人体検出技術

High-precision, Low-resource Human Detection Technology for Infrared Sensors

近年の高感度赤外線センサーの低コスト化に伴い、ルームエアコン制御等民生向けマイコンで動作可能な低リソースかつ高精度な人体検出技術が求められている。一般的に、高精度な人体検出技術の開発には、大規模な学習画像を用いて、検出に有効な特徴量を多数学習する必要がある。しかし、赤外線センサー向け低リソースかつ高精度な人体検出技術の場合、学習用赤外線画像の入手が困難なことから多数の特徴量の利用が困難なことが課題になる。

今回、少数の赤外線画像を用いて、マイコンのリソースに合わせて、赤外線センサー向けに有用な特徴量の自動選択を行い、さらに赤外線画像に比べて入手が容易な可視画像を用いて、選択された少数の有用な特徴量を学習することで高精度識別を実現する人体検出技術を開発した。

MelDIRセンサーを用いてこの人体検出技術と従来の人体検出手法とを比較評価した結果、従来は、およそ1,800個の特徴量が必要であったのに対して、この技術では、およそ60個の最適かつ有用な特徴量で同等の検出性能を実現し、メモリー使用量を従来比1/30に低減できた。同時に特徴量の減少に伴い計算量を大幅に削減できたことで検出速度も従来比6倍に高速化できることが示された。



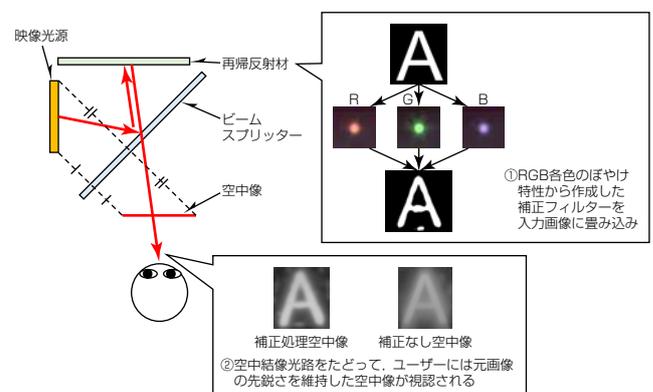
システム構成

高解像度空中ディスプレイシステム

High-resolution Aerial Display System

空中像のぼやけを補正する技術によって画質を改善する空中ディスプレイシステムを開発した。従来は、映像光源やビームスプリッターの配置関係や色波長に応じて再帰反射材の再帰反射精度が変化するため、空中像の先鋭さが低下する課題があった。

このシステムでは、事前に空中結像光学系の配置構造と光源に合わせた空中結像時のRGB(Red Green Blue)各色のぼやけ特性を解析し、パラメーターとして保持する。さらにその特性から作成した補正フィルターを生成し、入力映像に事前に重畳することで、空中結像時に低下したエッジ領域のぼやけを補正し、空中像の先鋭さを向上させた。



空中像の光学構造とぼやけ補正処理概要

▲ 大容量2ドアホームフリーザー“U22”のデザイン

Design of "U22" 2-door Large-capacity Household Freezer

忙しい共働き家庭の増加やコロナ禍で加速した冷凍ストックニーズに対応する、コンパクトで大容量の2ドアホームフリーザーを開発した。上下2分割のドアを採用することで、1ドアよりも軽い力で開けることができ、冷気漏れを抑えて省エネルギー効果を高めつつ、食品を霜付きから守る。また、上のドアはデイリーユース、下のドアは

長期保存というようにユーザーが使い分けを工夫して食品を整理収納できる。

キッチンだけでなく、ダイニングやリビングに置くことも想定し、すっきりとしたミニマルな外観を追求した。操作部はドアの内側へ収めて、ドアパネルは光沢を抑えた質感にするなど細部を考慮し、生活空間との調和を実現した。



2ドアホームフリーザー“U22”



U22庫内

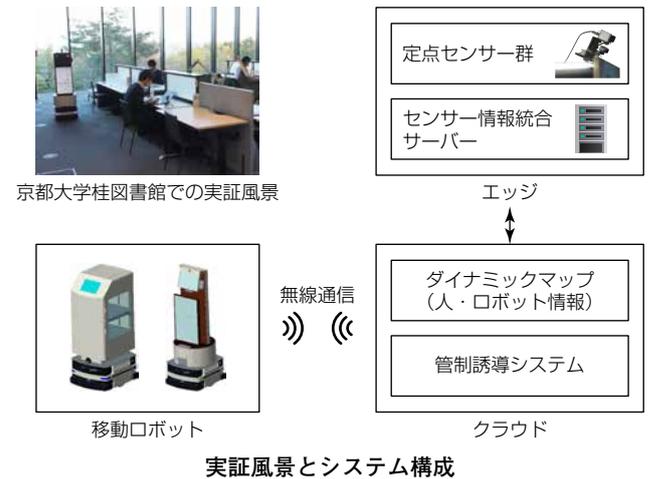
人との共存に向けた移動ロボットの実証実験



Mobile Robot Demonstration for Coexistence with Humans

自律移動型サービスロボットの社会実装が始まっているが、多くの人と混在する複雑な環境下では移動に長時間を要するなど課題が残っている。ロボットが人間社会に浸透し共存していくためには、ロボットのための対人技術を構築し、実証実験を積み重ねて実用性を高めていく必要がある。そこで今回、屋内の定点センサーと連携するロボットシステムを開発し、京都大学桂(かつら)図書館を実証フィールドとして実験を行った。開発したシステムでは、ロボット単体では必ずしも得ることができない人の位置情報を熱画素センサーや深度センサーなどの定点センサーで取得してクラウド上のダイナミックマップに集約し、その人位置情報を利用してロボット誘導を行う。実証実験では、複数ロボットによる音声案内を題材として、図書館利用者に対するロボット誘導の効果を検証した。変化する人位置情報を利用して複数のロボットを動的に誘導することで、ロボット移動時間を約40~60%効率化できた。また、本棚通路のような狭小空間でロボットと人が安全にすれ違え

ることも確認した。今後は、各ロボットが進行方向の移動可能空間を詳細に把握するために、定点センサーに加えてロボット搭載センサーの情報を融合することによって、更なる違和感のない誘導技術を実現する。



商品推薦に向けて言語モデルの文章再生成処理を用いた知識グラフ自動構成技術



Automatic Construction of Knowledge Graph for Product Recommendation by Regenerating Sentences Using Language Model

従来の商品推薦は、購買行動が似ている他顧客の購入商品を推薦するため、顧客の要望に沿わない場合がある。今回開発した知識グラフ自動構成技術では、“商品の機能と役割を説明するグラフ”を自動で作成し、顧客の要望に沿った商品を推薦する。例えば、顧客が“見守りサービス”を既に購入しており、新たに“オンライン診療”や“IoT(Internet of Things)冷蔵庫”を推薦する際は、まず“見守りサービス”の商品説明文を参照する。このうち、商品の機能に関わる単語“動き”をマスクし、言語モデルを用いて穴埋め問題を解くように商品説明文を再生成し、“身体の状態”を得る(図1右)。次に、“オンライン診療”や“IoT冷蔵庫”などの顧客が未購入の商品説明文に対しても同様に文章再生成を行う。最後に、再生成した商品説明文をグラフ化し、共通項である“身体の状態”を顧客の要望に

関わる要素として関連付ける(図1左)。その結果、動きを検知する“見守りサービス”の関連商品として、体調を診る“オンライン診療”，食生活を監視する“IoT冷蔵庫”が“身体の状態”を介して接続され、このグラフをたどることで顧客の要望に沿った商品の推薦が可能になる。今後は、製品・サービスの推薦技術として製品化に必要な、専門用語などドメイン知識に対応するための技術開発を行う。

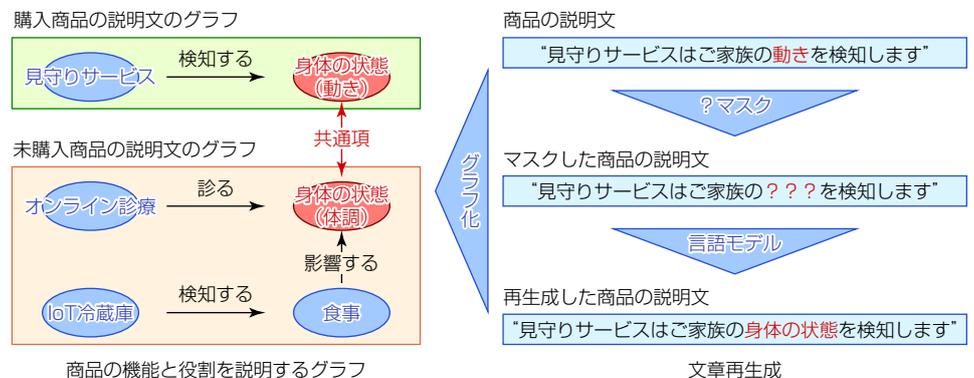


図1-商品説明文のグラフ化による顧客要望の探索

1. 背景

昨今のコロナ禍をきっかけに多くの企業で働き方改革が進められている。在宅勤務制度などが広く普及し、それに伴ってオフィス環境への新しい取組みなども進められている。特に注目されているのが、ABW(Activity Based Working, 仕事の内容に応じてワーカーが効率的な業務を行うため、いつ、どこで、どのように働くかを自立的に選ぶ働き方)である。ABWでは作業効率や生産性が高まる一方、誰がどこにいるか分からない等の課題がある。

こうしたABWの課題を解決するツールとして、当社では“MELRemo-IPS”を開発している。

2. MELRemo-IPSの主な狙い

MELRemo-IPS(図1)の主な狙いは次のとおりである。

(1) 位置検知によるワーカーの居場所把握

空調機の電波強度に基づいて検知したワーカーが使用するパソコンの位置情報をクラウド上でデータ共有し、どこからでもオフィス利用状況を把握できる。位置検知の精度(検知位置と実際の位置との距離)は3m程度を想定している。

(2) ワーカーによる最適なワークエリアの選択

空調機が計測した温度や、ワーカーの位置を可視表示し(図2)、エリアごとの温度や混雑具合を参考にワーカーが個人の好みに適した快適な空間を選択できる。

(3) オフィス利用状況に合わせた空調自動制御

空調機付近のワーカーの在/不在を判定し、空調機のON/OFFや換気量等を自動制御することで快適かつ省エネルギーなオフィス空間を提供する。

(4) システム導入の容易化

オフィスに屋内位置検知システムの導入を阻害する要因として、数多くのビーコンの施工コストやエンジニアリングの煩雑さが挙げられる。当社空調機をビーコンとして活用し、この課題を解消することを検討している。

3. 社内実証試験でのMELRemo-IPSの評価

当社ZEB(net Zero Energy Building)関連技術実証棟SUSTIE(サスティエ：フリーアドレスの実証棟)と本社ビルに社内実証環境を構築した。

SUSTIEでの居場所把握の有効性に関しては、61%のユーザーが人探しに役立ったと回答した。MELRemo-IPSを利用していない74%のワーカーの居場所も把握したいとの要望もあり、ツール利用率を向上させることで、ツール有効性の更なる向上が期待できる。

また、本社ビルでの居場所把握の有効性に関しては、81%のユーザーが人探しに役立ったと回答した。本社は利用率も高く、約140名が利用しており、ワーカーの居場所把握に有効に活用されている。

4. むすび

ABWの課題を解決するツールとして開発した“MELRemo-IPS”のシステム概要と社内実証試験状況について述べた。今後も位置検知技術の活用や、空間を見える化することで、将来の様々な課題を解決するソリューションの実現を進める。

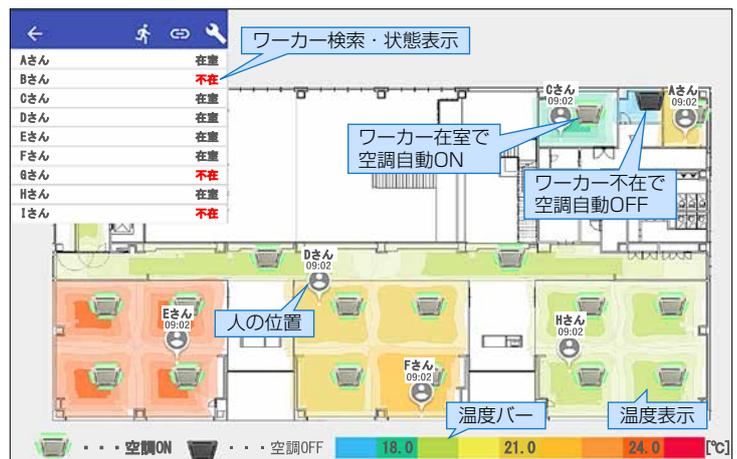


図2-MELRemo-IPSのモニタリング画面

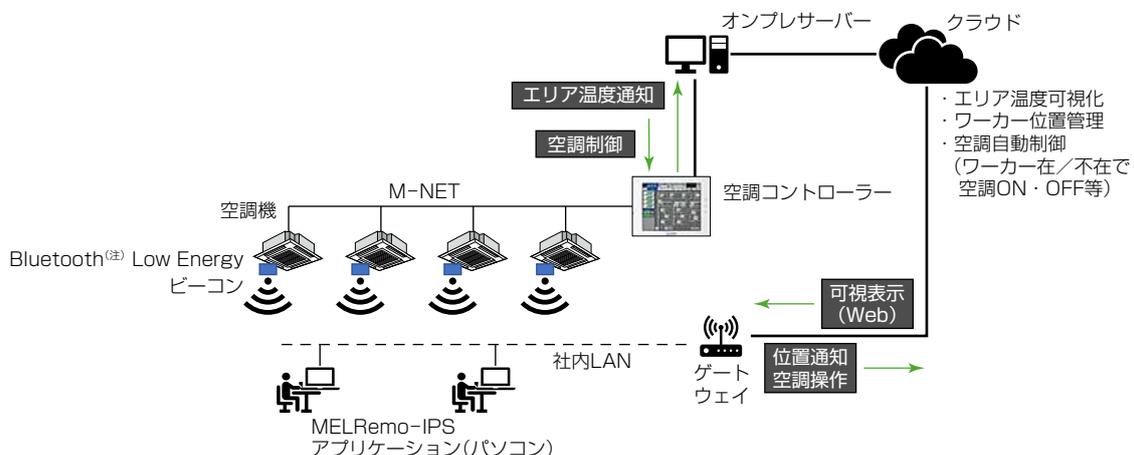
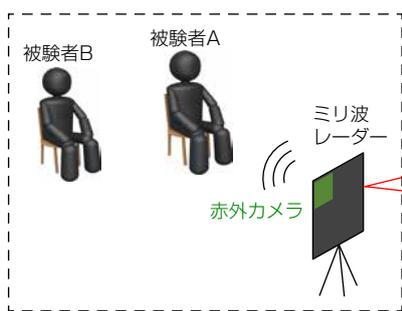


図1-MELRemo-IPSシステム構成

高齢世帯の増加に伴い、屋内の人物の安否や健康を遠隔から見守る技術への需要が高まっている。当社では、プライバシーを確保しつつ、対象者の在／不在／転倒の検知、バイタル情報(呼吸数・心拍数)の計測や、室内の発熱物監視等を実現するため、赤外カメラと高分解能ミリ波レーダーを組み合わせたセンサー融合システムを開発している。

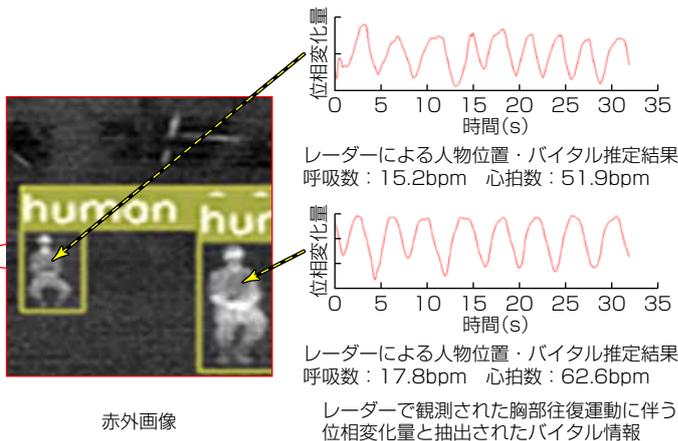
センサー融合は、バイタル計測でもその効果を発揮する。ミリ波レーダーを用いて人物の体表面の微(かす)かな動きを計測して呼吸数・心拍数を推定する従来の製品は、主にセンサーに正対する一人の被験者を対象に計測を行う。これに対して、今回開発のシステムではまず赤外センサーで得られた画像からAIによって人物を検出して位置を特定し、次に検出された人物に対してミリ波レー



実験環境

ダーを用いてバイタル計測を行うことによって、室内の任意の位置にいる複数被験者の同時計測が可能になる。

今回、提案するセンサー融合システムのプロトタイプを製作して、バイタル計測の原理検証実験を行った。その結果、実験室環境下で複数人の呼吸数、心拍数をそれぞれ誤差10%、6%以内で推定できることを確認した。この計測精度は呼吸数、心拍数共に従来型の接触式センサーと同程度であることから、提案システムは室内での見守りでのバイタル計測に有用と考えられる。



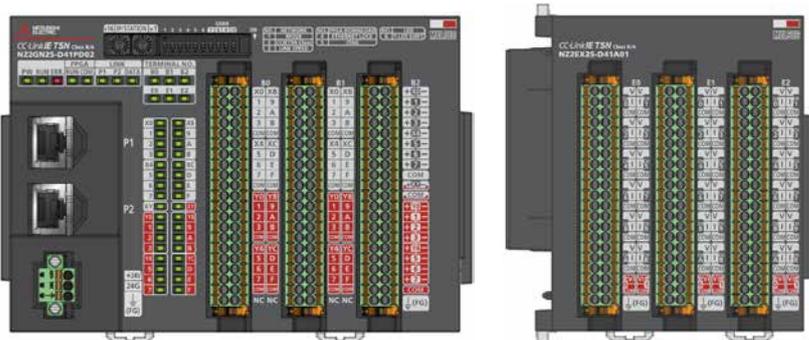
評価環境とバイタル推定結果

三菱電機シーケンサ“MELSEC” CC-Link IE TSN FPGAユニット

従来は専用ボードで実現していた“高速かつ安定した応答”が求められる制御領域へ適用可能な汎用シーケンサユニットを製品化した。これまでもこの領域向けにはiQ-RシリーズとLシリーズで小規模制御向けにフレキシブル高速I/O制御ユニットを展開してきたが、より複雑かつ大規模な制御向けにも適用可能な“CC-Link IE TSN FPGA (Field-Programmable Gate Array)ユニット”を今回発売した。主な特長を次に示す。

- (1) FPGA内の回路をユーザー自身がHDL(ハードウェア記述言語)で設計することで自由度が更に上がって、より複雑な入出力制御が可能である。
- (2) アナログ入出力が加わって、また入出力点数も従来製品の26点から最大192点に大幅向上し、適用用途が拡大した。
- (3) 拡張ユニットによって、入出力種類・点数を変更可能である。
- (4) ブロックタイプに見直して、またこの製品単体でも使用可能(ネットワーク未接続)にすることで、実機動作確認や専用ボードからの置き換えが更に容易になった。

- (5) CC-Link IE TSNに加えて、シンプルCPU通信、FTP(File Transfer Protocol)(クライアント)通信、SLMP(Seamless Message Protocol)通信などのネットワークにも対応することで、システム構成の自由度が向上した。
- (6) 最速1μs周期での超高速ロギングを可能にし、またロギングデータをCSV(Comma Separated Values)ファイルへ自動加工できるため、転送先での処理工数や処理時間を削減又は軽減可能である。



CC-Link IE TSN FPGAユニット

CC-Link IE TSN Master/Local Module Optical Fiber Cable Model

CC-Link IE TSNは、高速・高精度なリアルタイム通信を行うことができ、制御通信(一般/安全/駆動)と情報通信の統合を実現する産業用オープンネットワークである。このたび、ネットワークインターフェースに1000BASE-SXを用いた“CC-Link IE TSNマスタ・ローカルユニット(光ファイバーケーブル対応)”を発売した。

主な特長を次に示す。

(1) 長距離配線

従来(ツイストペアケーブル)の最大局間距離100mに対して、光ファイバーケーブルは局間距離を最大550mまで伸ばすことができ、長距離配線のシステムを構築可能である。

(2) 高速・大容量通信

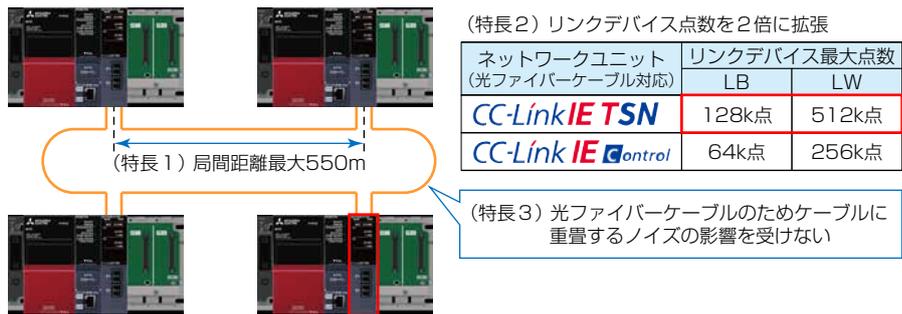
従来コントローラ間通信ネットワーク(CC-Link IE Control)と比べて、リンクデバイス点数を2倍(LW: 256k点→512k点)に拡張した。これによって、より多くの制御データ・保全データを必要とする大規模生産

システムにも対応可能である。

(3) ノイズフリー

光ファイバーケーブルによって、ケーブルに重畳するノイズの影響を受けない通信システムを構築可能である。

これらの特長によって、次世代生産システムで高速・大容量のコントローラ間通信の要望が強いFPD(フラットパネルディスプレイ)分野や自動車分野等で採用が検討されており、CC-Link IE TSNの更なる規模拡大が見込まれる。



CC-Link IE TSNマスタ・ローカルユニット(光ファイバーケーブル対応)

LB: リンクリレー, LW: リンクレジスタ

システム構成例と特長

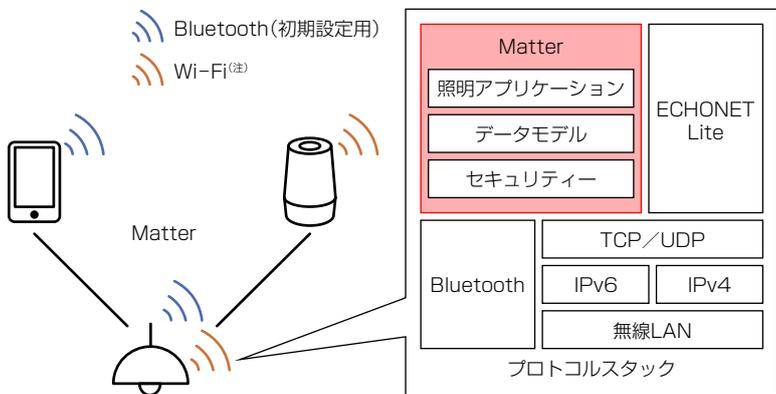
ホームネットワーク規格Matterの取組み

Initiatives in Home Network Standard "Matter"

スマートホームの通信規格として、ITプラットフォームや半導体ベンダーが中心になって仕様策定を進めているMatter(注)が注目されている。Matterは、①シンプル設定&操作、②相互運用性、③信頼性、④セキュリティを特長とする規格である。これまでスマートホーム分野で、通信の初期設定や通信プロトコルは各社独自で開発することが多く、各社エコシステム間の相互運用性に課題があったが、Matterはこの課題を解決する規格になっている。当社は、家電・住設機器の無線LANアダプターを

対象に、Matterの仕様に準拠するためBluetooth(注)やセキュリティICを搭載した試作基板を開発し、実際に照明を模擬したMatterアプリケーションの搭載、及びMatterの機能の評価を実施した。家電機器をMatterに対応させることによって、ユーザーは各種家電機器を連携するスマートホームを構築することが可能になる。また、既に普及しているホームネットワーク規格であるECHONET Lite(注)に対応した家電機器との連携制御も可能にするため、MatterとECHONET Liteを収容するシステムも検討

している。これによって、従来の機器データに加えて、Matter機器の情報も活用することが可能になり、エネルギー管理等のより魅力的なホームソリューションが実現できる。



TCP: Transmission Control Protocol, UDP: User Datagram Protocol

Matterの試作システム構成



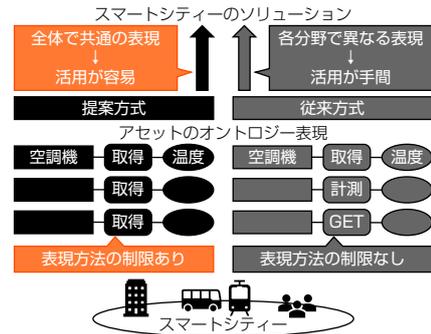
無線LANアダプター試作基板

▲ スマートシティの資産管理のためのオントロジー表現技術

Ontology Construction Method for Asset Management in Smart City

街の利用者のQoL(Quality of Life)向上を目的に、都市の資産を分野横断的に活用するソリューションが求められている。しかし、分野ごとに資産の表現が異なるため、活用には分野ごとの表現を理解する手間がかかっていた。そこで、分野によらない共通の資産表現として、オントロジーを用いる技術を開発した。業界標準のソフトウェアが採用するオントロジーは自由度が高く、資産を複数の形式で表現できるため曖昧さが残る。そのため、表現方法を9種類に制限するルールを定義して、同じ機能を持つ資産は別の分野であっても同じ表現になるようにした。これによって、活用する資産を容易に検索・

把握できるため、分野横断的にデータ分析や連携制御を実現できる。



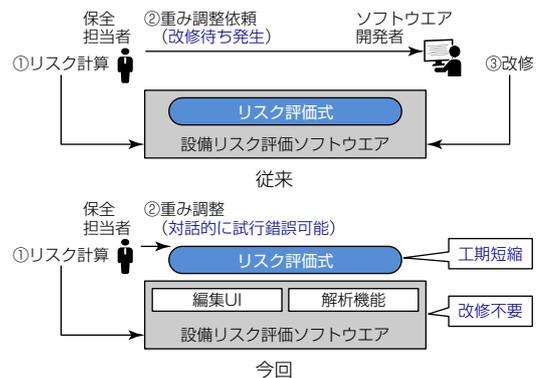
スマートシティの資産管理のためのオントロジー表現技術

▲ 対話的な設備リスク評価を可能にする設備リスク評価基盤

Software Framework for Interactive Risk Evaluation of Assets

電力、道路等のインフラ維持管理で、設備の故障リスクに基づいて保全計画を作成するリスクベースメンテナンスが注目を集めている。評価対象設備に対して、監視データや点検記録等を使ってリスク計算するリスク評価式は、案件ごとに異なる。従来は、保全担当者とソフトウェア開発者の間で試行錯誤し、固定のリスク評価式をソフトウェアに組み込んでいた。この結果、工程が長期化し、評価対象設備の追加・変更に伴うリスク要因の重み調整や、評価手法の進展に追従した評価式の更新が困難であった。今回、リスク評価式を外部設定可能な編集UI(User Interface)と、評価式を高速実行可能な形式に変換する解析機能によって、ソフトウェア改修なしに保全担当者が評価式を更

新可能にした。

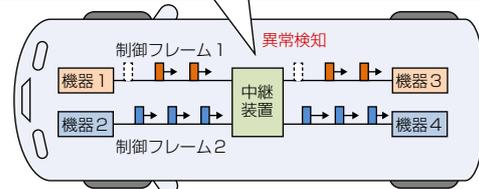
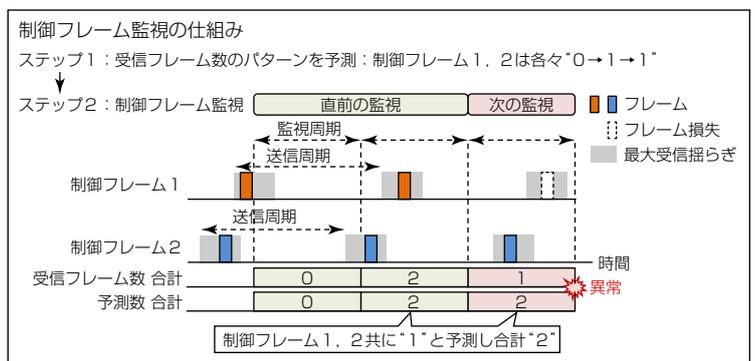


設備リスク評価基盤を用いたリスク評価式の作成

▲ 高精度な制御フレーム監視技術

Highly Accurate Monitoring Technology for Control Frames

車や列車などの制御システムで、複数種の制御フレームを中継装置で一括監視することで、ネットワークの異常やその予兆を高精度かつ少ない処理で検知する技術を開発した。制御通信ごとに受信フレーム数を周期監視する従来方式では、異常の原因がフレームの受信揺らぎ、損失又は過多かの判別が困難で、処理負荷も高かった。今回、あらかじめ決定した監視周期と受信フレーム数のパターンに基づいて、直前の監視結果から次の受信フレーム数を予測し、計測値と照合する方式を考案した。この方式は、異常の有無と原因を誤りなく判別可能であり、送信周期が同じ複数の制御フレームを一括で照合することで処理負荷も抑制できる。この技術は制御システムで異常箇所の特定にも応用可能である。

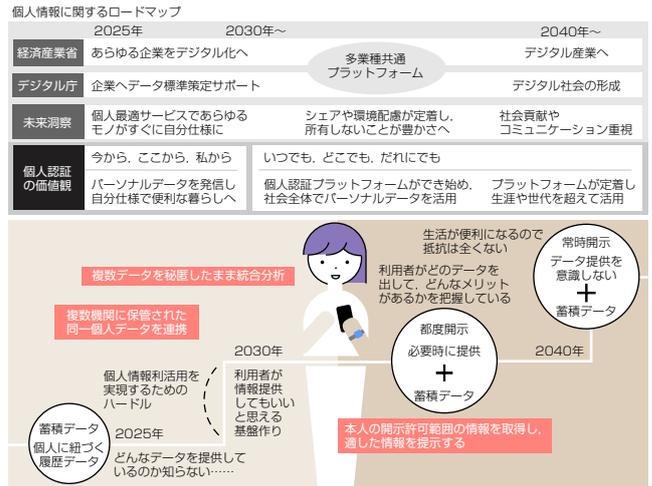


車両制御ネットワークへの適用例

個人認証に関する将来像の検討

Future Vision for Personal Authentication

当社統合デザイン研究所で行っている未来価値洞察や国の施策を基に将来社会の変化を整理し、個人認証に関するロードマップを作成した。近い将来、情報セキュリティ技術の進化によって、高度な認証手段で瞬時に個人を特定し、紐(ひも)づく情報から一人ひとりに合わせた自分仕様のサービスを迅速に受けられるようになる。2025年には、パーソナルデータを自ら発信し、自分仕様で便利に暮らすことができるようになる。2030年代には、個人認証プラットフォームができ始め、社会全体でパーソナルデータを活用するようになる。2040年代には、データの提供に抵抗がなくなり、長期にわたって提供されたデータを活用していくようになる。このようなロードマップを策定し、将来サービスのコンセプト創出に活用している。



個人情報に関するロードマップ

駅と街のガイドブックアプリ“ekinote”と地域振興プラットフォーム

Station and Town Guidebook Application "ekinote" and Regional Revitalization Platform

鉄道駅と周辺の街にまつわる情報や魅力を整理して伝える全国規模のサービスが存在しないことに着目し、全国約9,100駅の情報を整理・一元化し、投稿機能を用いて駅や街の魅力を発信して地域活性化に貢献できる“ekinote”スマートフォンアプリを開発・市場投入した。地域社会と当社の連帯を深める草の根的取組みになっている。

鉄道会社や観光協会が駅を起点に効率的な情報発信を行える実証実験も開始し、2023年11月時点で全国29法人のビジネスアカウントを発行した。今後は、ekinoteから生まれるデータを社内外で活用できる“地域振興プラットフォーム”としての事業化を模索するとともに、スマートシティ分野の製品・システムとのシナジー創出を目指す。



駅と街のガイドブックアプリ“ekinote”

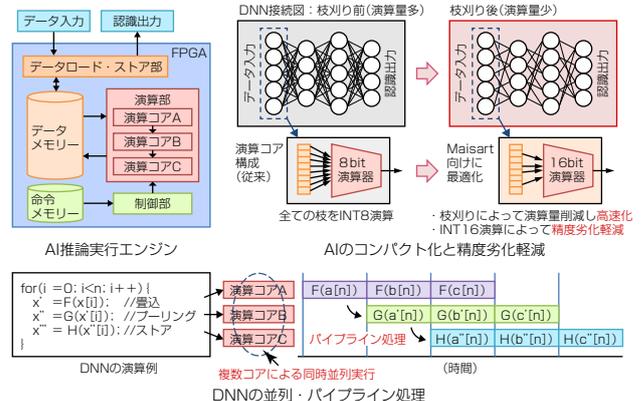
地域振興プラットフォーム

AI技術“Maisart”を適用可能なAI推論実行エンジン

AI Inference Engine Applicable to "Maisart"

組み込み機器にAI機能を搭載する場合、消費電力と性能の観点からFPGA(Field-Programmable Gate Array)実装が候補になる。FPGAでのAI実装は、量子化による推論精度劣化と高性能化のトレードオフが課題になる。今回、Deep Neural Network(DNN)を高精度かつ高速に実行可能なFPGA向けのAI推論実行エンジンを開発した。このエンジンは“Maisart”の特長の一つである“コンパクトなAI”を実現する枝刈り技術が適用されたDNNを実行可能にし、さらにDNNのパイプライン・並列処理による高速化を実現した。また、16bitまでの演算を可能にし、推論精度劣化を軽減している。FPGA実装のこのエンジンは、CPU実装時と比較して、FAなどで用いられる異常検

知向けDNNを約1/500の時間で実行可能である。



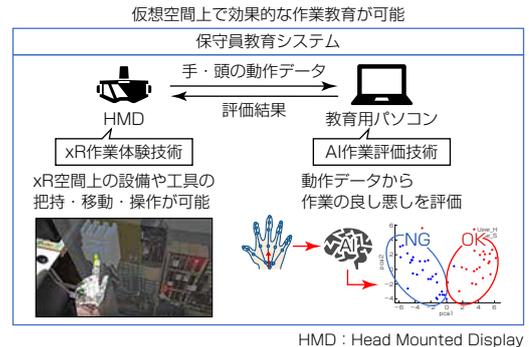
AI推論実行エンジンの特長

▲ xRとAI技術を活用した保守員教育システム

Training System for Maintenance Workers Using xR and AI Technology

少子高齢化などで設備保守の人材が不足しており、効果的で早期育成可能な作業教育の仕組みが必要とされている。今回、仮想空間上で保守作業を体験できるxR(Extended Reality)作業体験技術と、作業の良否をAIで判定するAI作業評価技術を組み合わせた保守員教育システムを開発した。従来技術では、作業者ごとに所作がばらつく作業の良否判定は困難であった。そこで、手や頭の動作データから生成した約100種類の特徴量から、ばらつきに強く良否判定に有効なものを選定した。これを用いることで、指導者と同等の良否判定を可能にした。このシステムを初級者の教育に適用し、従来の手順書を使った座学と比較して、設

備保守への理解度が11%、自信が54%向上することを確認した。



保守員教育システム

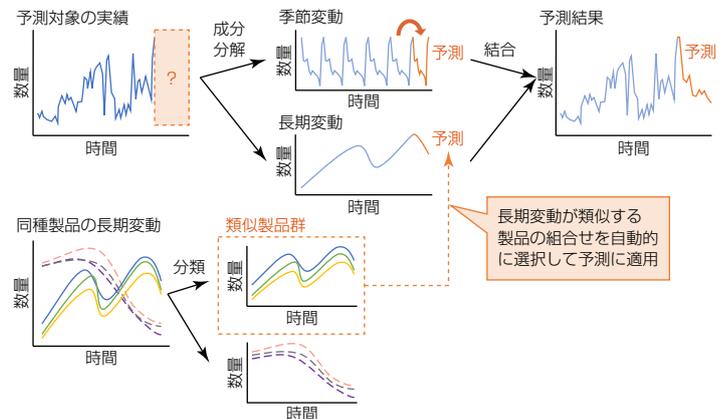
▲ “Maisart”による受発注量予測技術

Forecasting of Ordering and Order Receiving with "Maisart"

当社AI技術“Maisart”を用いて補修用部品等の受発注量(需要)を高精度に予測する技術を開発した。

これらの需要は、長期的には市況の影響を受けて、短期的には気象条件等の影響を受けるため予測が難しい課題がある。今回、需要の実績に含まれる長期変動や短期的な季節変動等の成分ごとに最適なモデルで予測し統合する技術を開発し、高精度な予測を実現した。特に長期変動成分は、同種製品に傾向が類似した製品群があることが知られていたため、類似する長期変動成分の最適な組合せを自動的に選択し予測に適用することで、予測精度を向上させた。当社家電製品の補修用部品の一部で需要予測精度を評価した結果、予測誤

差を従来比で25.6%改善できる見込みを得た。



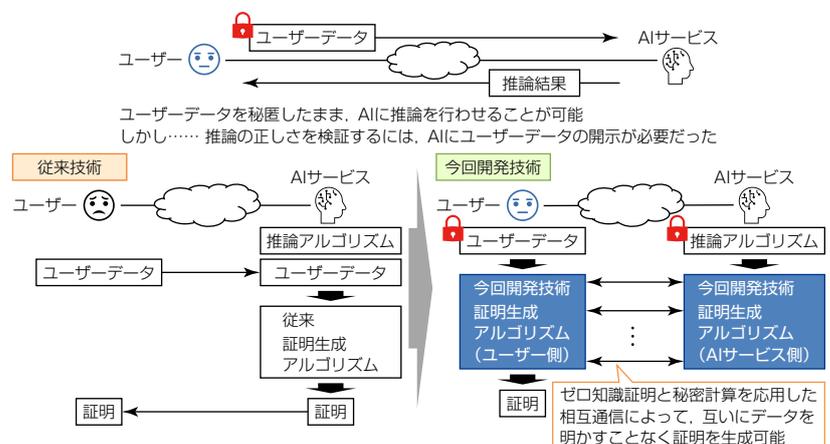
“Maisart”による受発注量予測手法

▲ ユーザーデータを秘匿したままAI推論の正しさを証明できる技術

Proof Technology of Correctness of AI Inference Keeping User Data Secret

クラウドサービスとしてAIを利用する際に、データの機密性を確保したままAI推論を行う手法の研究が盛んに行われている。一方で、クラウドサービスの内部処理はブラックボックスであり、AIの出力結果が信頼に足るか判断が難しい。そのため、サービスが不正な推論を行ったかどうかを検証する手法が提案されているが、従来手法はユーザーデータをサービスに開示する必要があり、データの機密性が保てないという課題があった。今回、ゼロ知識証明と秘密計算という二つの暗号アルゴリズムを組み合わせ、ユーザーとサービス間でデータを秘匿しつつAI推論の正しさを証明できる技術を開発した。これに

よって、機密データを利用する場合でもAI推論の正しさを証明可能にした。



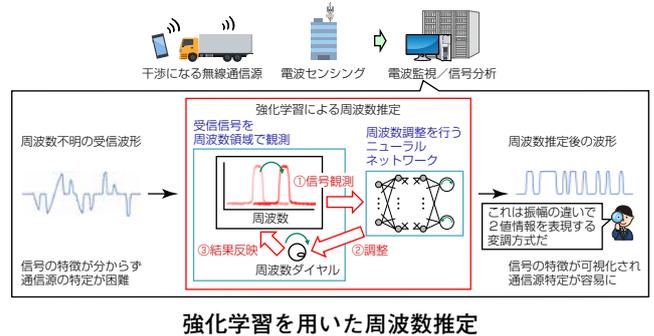
今回開発技術と従来技術の差異

強化学習を活用した信号周波数推定技術

Novel Frequency Estimation Scheme Using Reinforcement Learning

電波監視事業では、干渉になる無線通信源の特定のため、通信諸元が未知の信号に対して周波数推定を行う必要があるが、年々増加する無線通信波への対応に向けて、その省人化・自動化が課題である。従来、受信波形を観測しながら手動でダイヤル調整して周波数推定を行っていたが、ニューラルネットワークに信号観測、周波数調整の繰り返し処理を学習させる強化学習によって、周波数推定を自動化した。さらに、変調方式の違いが表れにくい周波数領域での信号観測・周波数調整を行うことで変調方式依存性を小さくした。これらの技術を組み合わせることで、無線通

信で使用されている主要な10種の変調方式に対して有効に機能する汎用性の高い周波数推定技術を実現した。



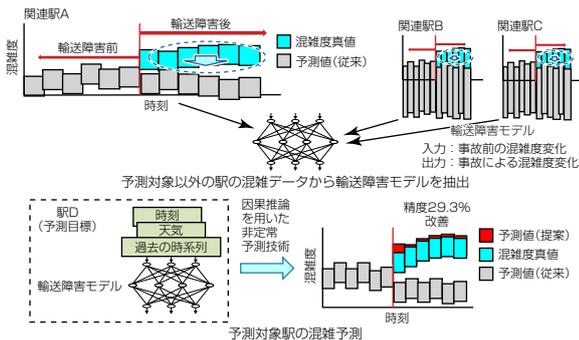
強化学習を用いた周波数推定

因果推論を用いた非定常状態予測技術

Train Station Congestion Prediction Based on Long Short-Term Memory with Interventional Few-Shot Learning

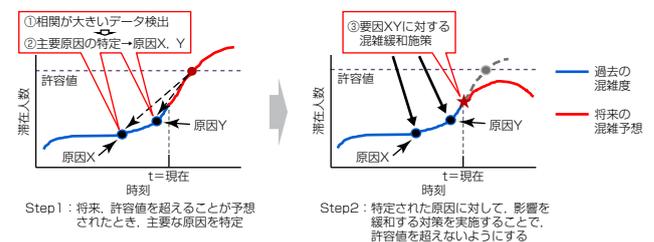
駅や空港などの大規模な施設構内の混雑を緩和するには、輸送障害などの非定常事象が発生したときの混雑予測が必要になるが、非定常時のデータは少なく、学習データに偏りが生じてしまうため、混雑予測は困難である。

今回、非定常時の混雑傾向を分析する深層学習技術と、



非定常状態予測技術を用いた駅の混雑予測

精度低下の原因になるデータの偏りを除外する因果推論技術に基づいて、予測対象の駅と予測対象以外の駅の混雑データを使用し、混雑予測する方式を開発した。これによって、非定常事象時の混雑予測精度を29.3%向上させた。また、この技術によって、予測値と高い相関を持つ過去の系列データを自動検出し、予測結果に影響する要因の説明も可能になるため、混雑緩和施策決定の支援にも活用できる。



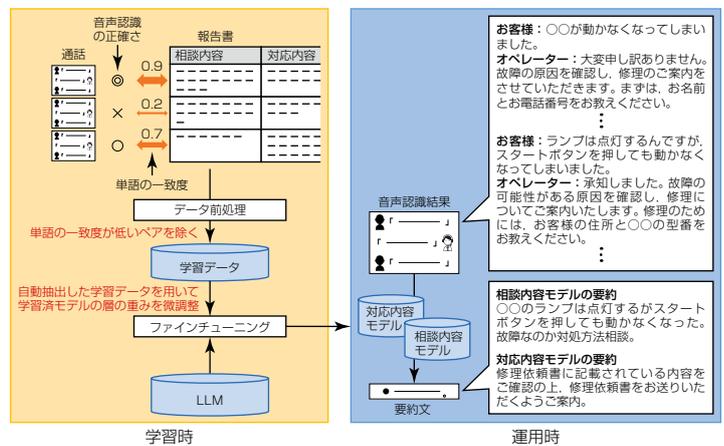
非定常状態予測技術を用いた混雑緩和施策決定の支援

大規模言語モデルに基づく対話要約技術

Dialogue-summarizing AI Based on Large Language Models

コールセンターや技術サポート窓口のオペレーターが行う顧客対応業務効率化のため、冗長な話し言葉を自然に要約する技術が求められている。

今回、大規模言語モデル(Large Language Models: LLM)に基づく生成型の対話要約技術を開発した。過去の通話音声と報告書のペアのうち、単語の一致度が低いペアを除くことで学習データの品質を向上させ、比較的少量のデータでLLMを微調整(ファインチューニング)し、話し言葉を業務様式に沿った書き言葉で要約するモデルを構築できるようになった。要約の観点(相談内容や対応内容)別にモデルを分けて構築することで、一つの通話に対して、観点に応じた複数の要約文が生成できる。

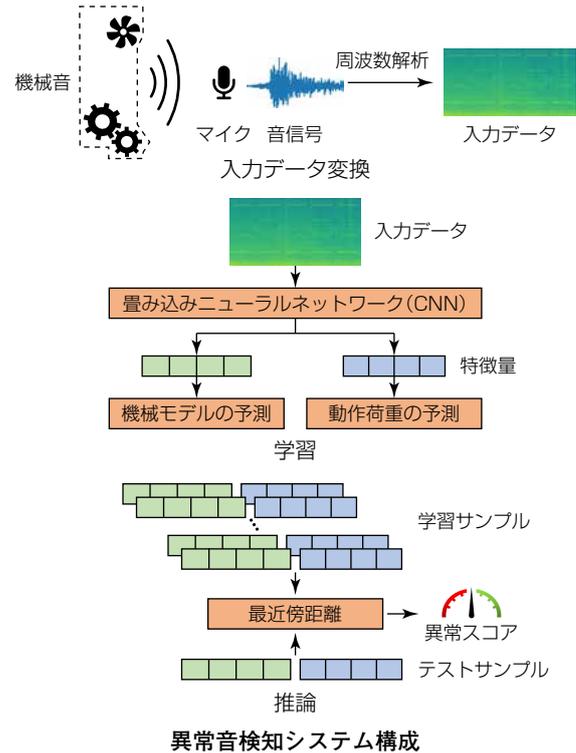


開発技術のコールセンターへの適用イメージ

教師なし異常音検知

Unsupervised Anomalous Sound Detection

機械の動作音から劣化を検知可能な異常音検知技術を開発した。マイクは安価で筐体(きょうたい)の外部から非接触で音を集めるため、機械の異常検知への応用が期待されている。しかし学習のために事前に様々な異常音を集めることは困難である。そこで正常運用時の音データだけで学習可能な教師なしの異常音検知手法を開発した。開発手法は正常音を発している機械の属性(種類や動作荷重など)を予測するように学習することで機械の種類や運用条件の変化に対してロバストな特徴抽出を実現した。推論時は、学習された正常サンプルの特徴量とテストサンプルの特徴量間の距離によってテストサンプルの異常を判定できる。開発手法を適用することで様々な機械の異常音検知の精度を競う国際大会で32チーム中5位になった。今後は実際の機械の音診断へ適用し評価する予定である。



配電自動化システムへの高信頼無線技術の適用

Applying Highly Reliable Wireless Communication Technology to Power Distribution Automation System

スマートメーター通信技術に応用したマルチホップ無線通信と、複数通信キャリアの携帯電話回線を冗長化するキャリアダイバーシチ通信を組み合わせ、高い信頼性が要求される配電自動化システム向け無線通信として適用した。配電線が地中化された都市部や光通信網が整備されていない郡部では光通信の代替又は延伸策として無線通信が期待されている。無線通信を配電自動化システムに適用する際に必要とされる信頼性の確保と適用範囲拡大を目的として、次に述べるソリューションを提供する。

(1) マルチホップ無線通信の適用による高信頼化

冗長化した複数の通信経路を構築し、一つの経路で故障

が発生しても他経路に切り替えて通信を維持する。

(2) キャリアダイバーシチ通信の適用による高信頼化

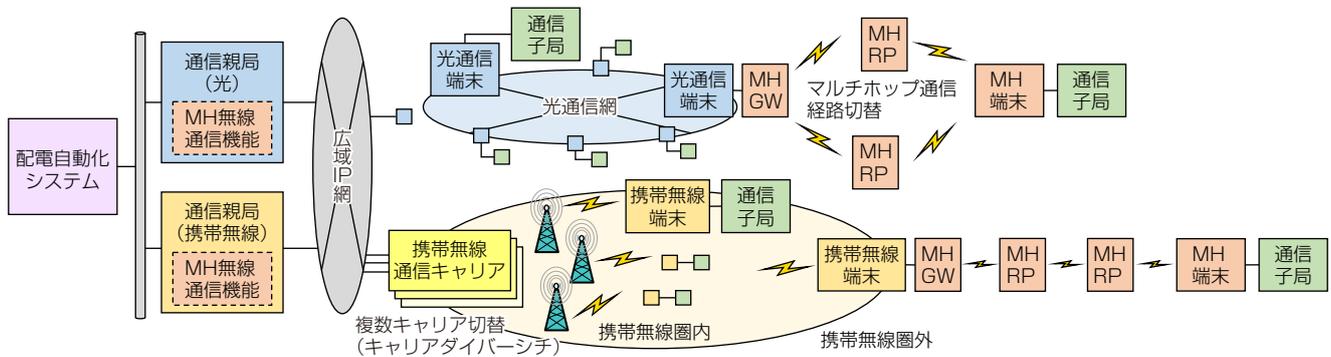
複数の通信キャリアの携帯電話回線を冗長化させ、通信品質に応じて接続先のキャリアを自動的に切り替える。

(3) 通信方式の組合せによる通信範囲の拡大

光通信や携帯無線通信とマルチホップ無線通信を接続することによって、光通信経由の通信を光通信未整備エリアに拡大し、携帯無線経由の通信を携帯無線圏外に拡大する。

(4) 配電自動化システムへの無線通信の連携

通信親局システムにマルチホップ無線通信機能と携帯無線通信機能を組み込んで、配電自動化システムに連携する。



配電自動化システムへの高信頼化無線技術の適用(全体構成)

モバイルネットワーク向け100Gbps DMLチップ

100Gbps Directly Modulated Laser Chip for Mobile Network

モバイルネットワークのデータ通信容量拡大に向けて、100Gbpsの高速動作が可能な直接変調レーザー(DML)チップを開発した。レーザー構造は電流注入効率や放熱性に優れており、当社での量産実績が豊富な埋め込み構造を採用した(図1)。100Gbps動作の実現には、高速動作性の指標になる緩和振動周波数の向上が必要である。デバイスシミュレーション技術を活用して構造設計を行った結果、緩和振動周波数が従来のDMLチップより40%向上する構造を見だし、埋め込み構造DMLチップでは世

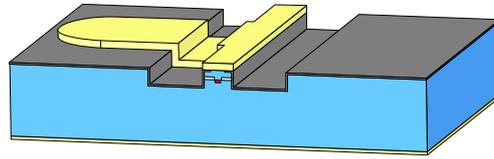


図1-DMLチップの埋め込み型素子構造

界で初めて(*1)国際規格を満足する100Gbps動作を達成した(図2)。今回開発の埋め込み構造DMLチップの量産化によって、モバイルネットワークのデータ通信容量拡大に貢献できる。

*1 2022年10月18日、当社調べ

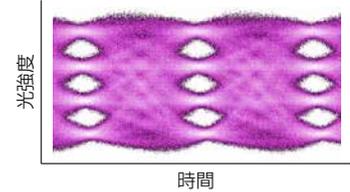


図2-試作したDMLチップの光変調波形

透明アンテナの液晶表示器への実装技術

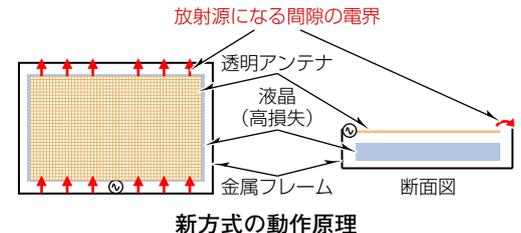
Mounting Technology of Transparent Antennas on Liquid Crystal Displays

透明アンテナとは、透明導電材料を用いてガラスや透明フィルム上にアンテナを形成した新技術である。この技術を用いることで、画面表示を阻害せずに液晶表示器上へのアンテナ実装が可能になる。今回、透明アンテナを液晶と同一サイズの方形状にすることで、金属フレームとの間隙に発生する電界が放射源になる新方式を開発した。従来方式と異なり、放射源直下に高抵抗の液晶がないことで電氣的損失が低減され、



試作品

放射効率(入力電力に対する放射電力の割合で、通信範囲に比例)を従来比で2.3倍に大幅改善し、安定した通信を実現する液晶表示器への実装技術を確立した。今後、映像伝送用途等で表示器への適用を検討する。



新方式の動作原理

広帯域増幅器向けのニューラルネットワークを用いた歪み補償技術

Neural Network-based Digital Predistortion for Wideband Power Amplifier

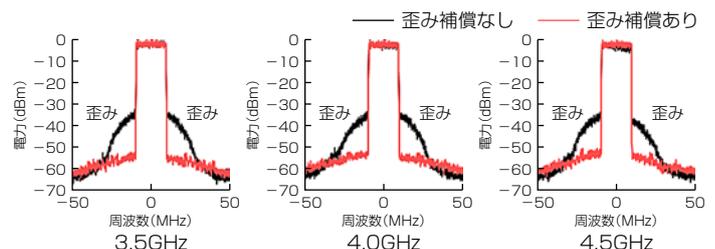
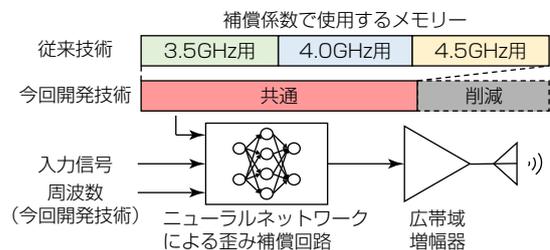
広い周波数範囲にわたって動作可能な広帯域増幅器の歪(ひず)みを少ないメモリで補償する技術を開発した。

増幅器は入力信号と出力信号の大きさが比例しないため、出力信号が歪む。この歪みは通信エラーを引き起こすため、入力信号にあらかじめ歪みの逆特性を与える歪み補償回路で補償する。広帯域増幅器では周波数ごとに歪み特性が異なることから、従来は周波数ごとに歪みの逆特性を学習して補償係数をメモリに保存しておく必要があり、メモリが大規模になるという課題があった。

今回、ニューラルネットワークを用いた歪み補償回路で、周波数ごとに必要であった補償係数を共通化した。これによって、歪み補償回路に必要なメモリを3割削減した。

この研究は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業

技術総合開発機構(NEDO)の委託研究成果である。



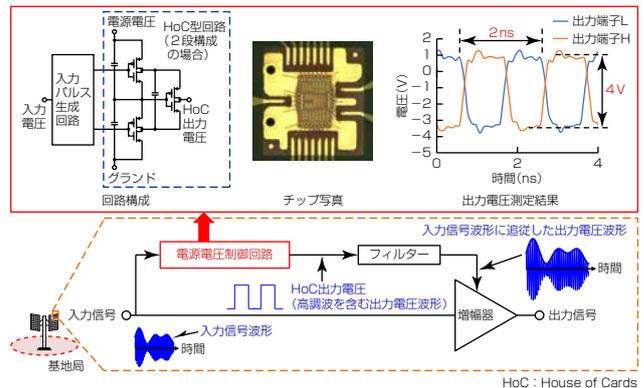
広帯域増幅器向けのニューラルネットワークを用いた歪み補償技術

基地局向け増幅器用高速電圧制御技術

High-speed Voltage Control Technology for Base Station Power Amplifier

基地局向け増幅器では、入力信号電圧の変化に追従して増幅器の電源電圧を変化させ増幅器を高効率動作させる電源電圧制御技術の適用が提案されている。電源電圧の制御回路は入力信号電圧の変化へ追従するため高速動作が必要である。シリコン半導体回路は低コストで高速動作が可能であるが、耐圧が低く増幅器の駆動に必要な高電圧出力が困難であった。今回、耐圧を確保可能なHouse of Cards型回路構成を適用し、従来シリコン半導体の耐圧の4倍になる電圧振幅4Vの高電圧出力を実現した。スイッチング周波数は500MHz(周期2ns)を実現し、増幅器の電源電圧を高速制御可能である。この回路の実現によって、基地局向け増幅器への電源電圧制御技術適用が可能になった。

この研究は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託研究成果である。



基地局向け増幅器用高速電圧制御技術

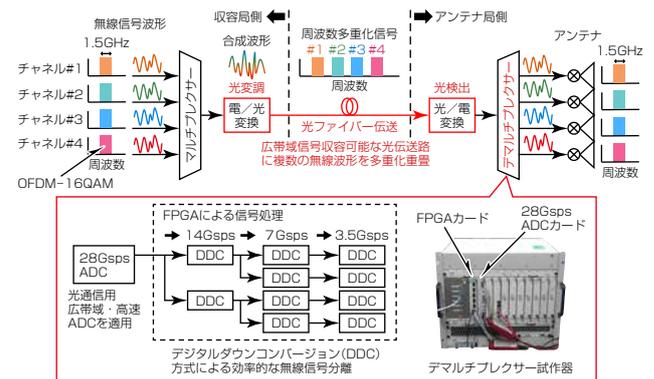
Beyond 5G向け広帯域無線光ファイバー伝送技術

Wideband Radio over Fiber Transmission Technology for Beyond 5G

Beyond 5G(第5世代移動通信システム)では、5Gに比べて10倍大容量・低遅延な通信が求められている。実現するための課題の一つに、信号処理を扱う収容局と無線を扱うアンテナ局の間をつなぐ光ファイバー伝送区間の伝送効率不足がある。解決のために、複数チャンネルの広帯域無線信号を多重化重畳し、効率的に光ファイバー伝送する技術を開発した。

この技術を用いることで従来方式の16倍以上の伝送効率を達成できる。この開発技術はBeyond 5G実現の一助になる。

今回、28Gsp/s ADC(Analog-to-Digital Converter)とFPGA(Field-Programmable Gate Array)による信号処理を組み合わせ、アンテナ局側のデマルチプレクサーを試作し、帯域幅1.5GHzのOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)-16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)信号を4チャンネル一括伝送することに成功した。こ



広帯域無線光ファイバー伝送の構成

無線式列車制御システム向け電波伝搬シミュレーション

Simulation of Radio Wave Propagation for Wireless Train Control Systems

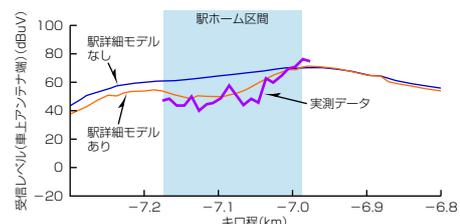
無線式列車制御システムを導入する際、特にビルや跨線(こせん)橋が多い首都圏では、不感地帯や弱電界のない地上無線局の最適な置局設計が重要になる。敷設後の移設は膨大な時間と費用がかかるため、極力減らすことが求められる。当社では、フロントローディングとして、三次元モデルを用いた電波伝搬シミュレーションによる置局設計を実施している。今まで航空写真や建物情報を基に三次元モデルを作成していたため位置や大きさの精度が低かったが、今回、MMSD(Mitsubishi Mobile Monitoring System for Diagnosis)の点群データを用いて三次元高精度モデルを作成し、より高精度な電波伝搬シミュレーションを行うことで、地上無線局の最適な置局設計を可能にした。



三次元点群データを取得するMMSD車両



点群データを活用した詳細モデルの例



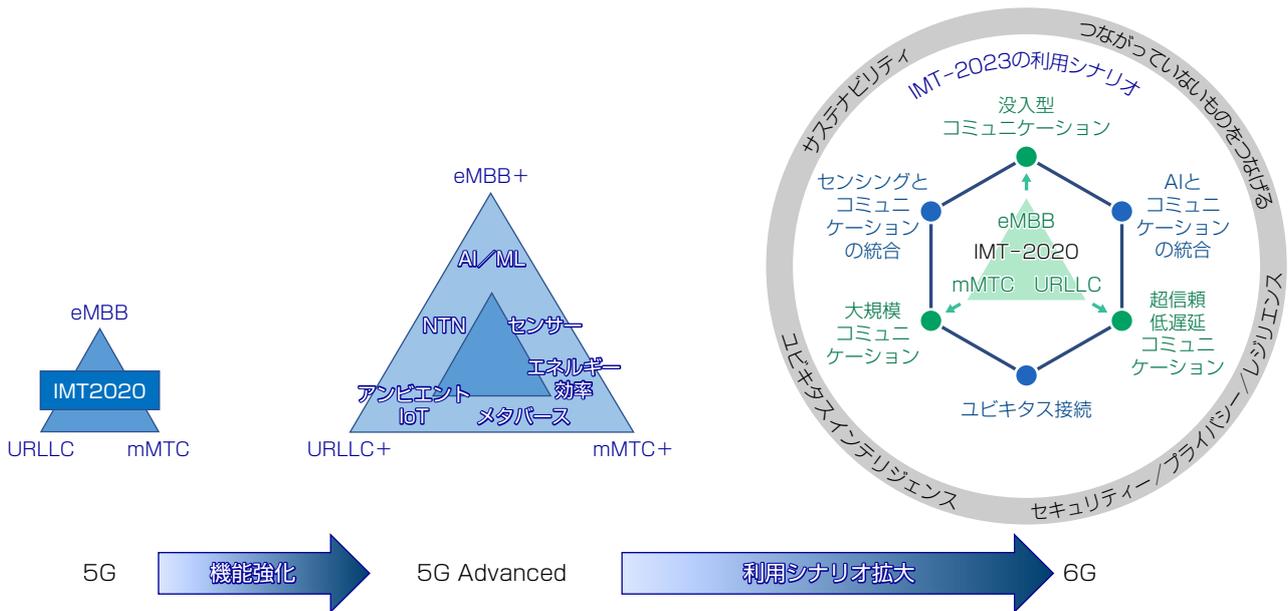
駅詳細モデル有無と実測データの比較

2030年頃を見据えた情報通信インフラの標準化

Standardization of Information and Telecommunication Infrastructure towards 2030

5GはSociety 5.0を支える情報通信インフラとして産業分野含めた社会実装が着実に拡大している。モバイル通信の国際標準仕様を策定する3GPP(The 3rd Generation Partnership Project)では、2030年頃に社会実装を目指すBeyond 5G(=6G)を見据えて現在6Gへの架け橋になる5G Advancedの標準化に取り組んでいる。他方、無線通信の国際標準を策定するITU-R(International Telecommunication Union Radiocommunication sector)では、6Gに向

けたガイドラインとしてIMT(International Mobile Telecommunications)-2030 Frameworkを策定した。今後、3GPPではIMT-2030に描かれた情報通信実現シナリオに向けて6Gの標準化を進めることになる。6Gは我々の生活を支えるデジタルインフラ基盤になり、循環型 デジタル・エンジニアリング実現の要の一つになることから今後も標準化活動と産業間連携を積極的に推進していく。



eMBB : enhanced Mobile Broadband, URLLC : Ultra-Reliable and Low Latency Communications, mMTC : massive Machine Type Communication, ML : Machine Learning, NTN : Non Terrestrial Network

出典 : Usage scenarios of IMT-2030
ITU-R M. [IMT. FRAMEWORK FOR 2030 AND BEYOND]

5Gから6Gへの進化

暗号システム向けの理想的な乱数実現へ —“パリティ対称性”利用が有効—



Toward Realization of Ideal Random Number Generator for Cryptographic Systems —Effective Use of "Parity Symmetry"—

暗号や認証には、安全な(つまりランダムかつ秘匿性)な乱数が必須である。しかし現在普及している乱数生成方式は、その安全性の根拠が明確ではない。この問題を最終的に解決すると期待されているのが量子乱数生成器である。

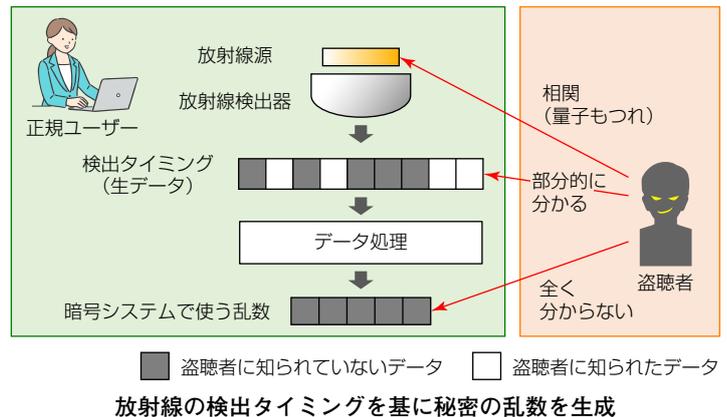
放射線を用いた乱数生成器も、その量子乱数生成器の一種である。これまで半世紀以上にわたって、原子核の崩壊タイミングは量子現象として本質的にランダムであると予想されてきており、その予想に基づく乱数生成器の方式が提案されてきた。しかしそこでも、安全性の厳密な証明はやはり知られていなかった。これを受けて当社は、東京大学、大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構(高エネ研)との共同研究を実施し、その厳密な証明に世界で初めて(*)成功した。成功の理由は、ある種の核崩壊の持つ自然界の基本的な“パリティ対称性”に着目し、さらに当社が長年培った量子暗号の理論的知見を適用したことである。

この成果の適用対象である“パリティ対称性”を持つ放射線源には様々なものがあるが、その一例にアメリカシウムがあり、これを使った乱数生成器は古く

から実装されている。さらに近年では数ミリ角サイズのチップとして発表されている例もある。

それらに今回の成果を適用すれば、小型かつ安全性が厳密に保証された乱数生成器の実用化が期待できる(*2)。

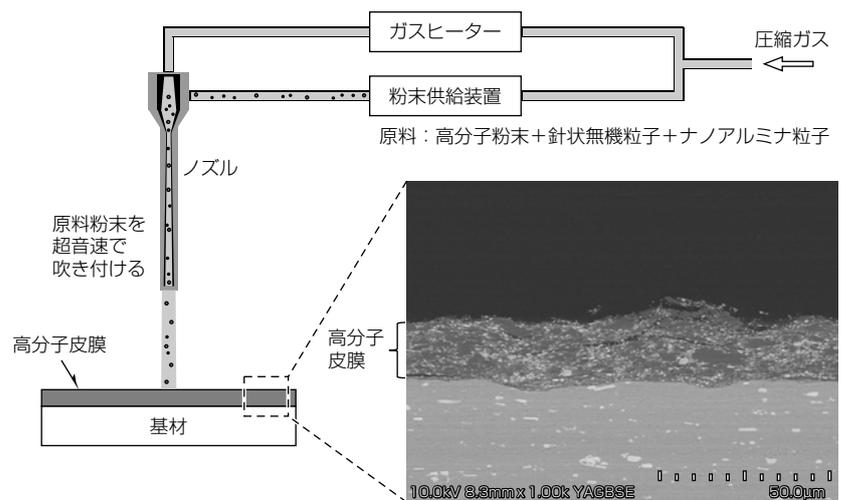
*1 2022年7月7日、当社調べ
 *2 詳細は東京大学工学部、高エネ研のプレスリリース参照
<https://www.t.u-tokyo.ac.jp/press/pr2022-07-07-002/>
<https://www.kek.jp/ja/press/202207071401/>



コールドスプレー法を用いた難加工な高分子材料の成膜技術

Deposition Technique for Hard-to-process Polymeric Materials Using Cold Spray Method

スーパーエンジニアリングプラスチックなどの難加工な高分子材料の成膜技術を東北大学と共同で確立した。加工が容易ではない高分子材料は皮膜形成が難しいが、コールドスプレー法を利用することで、原料粉末を固相状態のまま超音速で基材に吹き付けて皮膜化できる。今回の開発では、分子動力学法を駆使して、高分子粒子が基材に衝突するプロセスを解析し、高分子鎖の凝集力と界面への密着力が課題であることを見いだした。その解析結果を基にして、凝集力を向上させる針状無機粒子と、界面への密着力を向上させるナノアルミナ粒子を高分子粉末に添加することで、強固な成膜を実現した。この技術によって、各種製品で耐久性の高い保護皮膜の形成が期待できる。



コールドスプレー法を用いた高分子材料の成膜技術の概略図

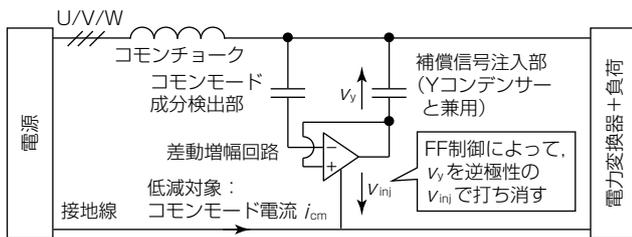
■ 広帯域コモンモード成分を補償する小型・低コストなアクティブEMIフィルター

Compact and Low-cost Active EMI Filter Compensating Wideband Common-mode Component

広帯域にコモンモード成分を一括補償する小型・低コストなアクティブEMI(Electro Magnetic Interference)フィルターを開発した。

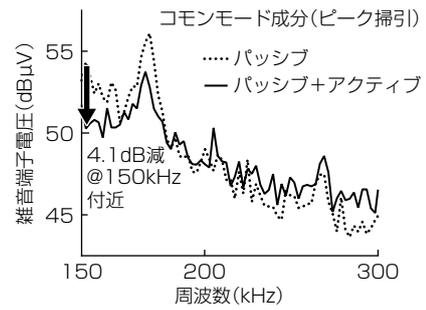
コモンモード成分検出部と補償信号注入部をコイルでなくコンデンサーで構成することで、回路の小型・低コスト化を可能にした。かつフィードフォワード(FF)制御を採用することで、パッシブフィルターとの組合せ状態で生じていた共振の影響を回避し、150kHz帯の雑音端子電圧と1kHz帯の漏えい電流の一括補償を可能にした。

実機評価の結果、雑音端子電圧では150kHz付近で4.1dB減と漏えい電流は4.7kHz付近で87%減になり、低

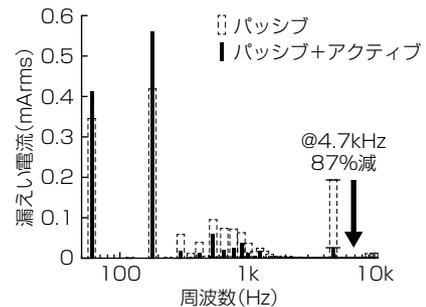


今回開発のアクティブEMIフィルター

減両立の達成を確認した。



雑音端子電圧の結果



漏えい電流の結果

■ テラヘルツ波センシング応用技術

Sensing Technology Using Terahertz Waves in 300GHz Band

光の高解像度と電波の透過性を併せ持つテラヘルツ波は障害物の背後に隠れたものを高精度に可視化でき、新たなアプリケーション応用が期待されている。

今回、MIMO(Multiple Input Multiple Output)レーダーの概念を活用し、簡素なアレーアンテナで、対象物体の高解像度な断層撮像を行うセンシング方式を開発した。電力を集中させたビームによる走査が不要で、1回測定を行えば、計算機上の信号処理によって任意の深さで断層画像を切り出すことができ、多様な用途に対応可能である。図1はセキュリティーゲートでの金属探知を想定した測定結果である。キャスト付きカバンの内側にアルミ箔

(はく)で作った“イ”の字、外側のポケットに金属製のハサミを入れ、正面から測定を行った。切り出す断層面を信号処理で変えることによって、カバン奥の金属シャフトの影響を受けることなく、ハサミ層、“イ”の字層の独立したイメージが得られる。図2は食品異物検査を想定した測定結果であり、左下の単純な反射波イメージでは容器表面の強い反射でボルトが視認困難になっている。右下は今回開発したセンシング方式を用いて、表面反射の影響が少ない断層面で切り出したイメージで、カップ麺内部の異物を明瞭に検出できる。



図1-金属検知を想定したテラヘルツ波測定結果

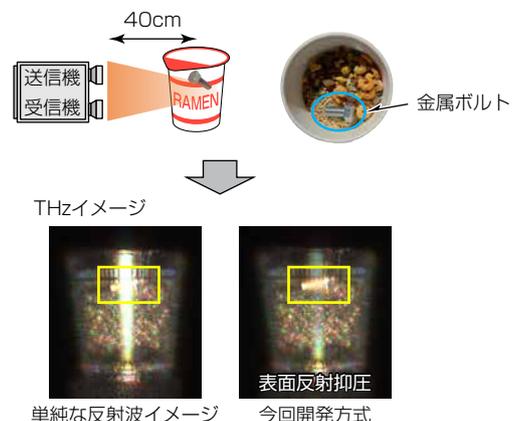


図2-食品異物検査を想定したテラヘルツ波測定結果

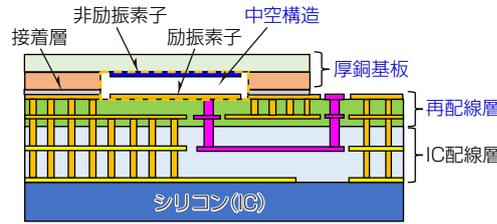
超高精度センシングを可能にするサブテラヘルツ帯アンテナ

Sub-THz Band Antenna for Ultra High-Resolution Sensing

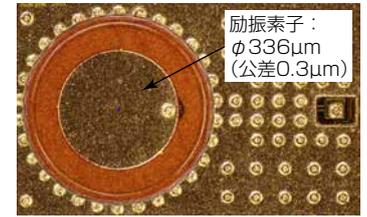
従来のミリ波帯を用いた電波センサーよりも高精度なセンチメートル級センシングを可能にする超小形サブテラヘルツ帯(*1)アンテナを開発した。半導体製造の後工程で用いられる加工精度が高い再配線プロセスと厚銅基板製造プロセスの適用によって誘電損失がない中空構造を形成し、製造公差が極めて小さく低損失な超小形アンテナ(サイズ: $\phi 336\mu\text{m}$)を実現した。このアンテナは空港等で用いられているウォークスルー型危険物検知センサーや

工場検査ラインの非破壊検査センサー、ヘルスケア用途の見守りセンサー等への適用が期待されている。

*1 約300GHz, 波長約1mm



サブテラヘルツ帯アンテナの断面イメージ



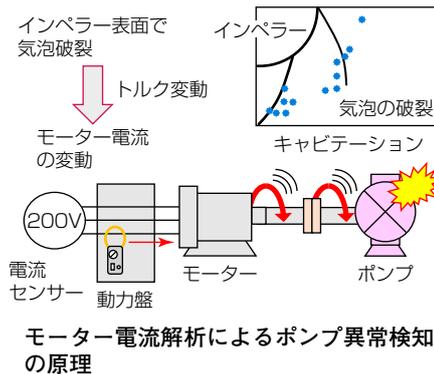
試作したアンテナ(再配線部分)

モーター電流解析によるポンプの異常検知

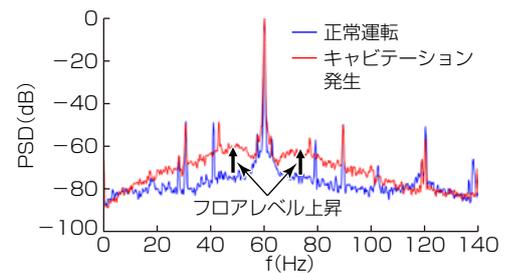
Pump Fault Detection by Motor Current Signal Analysis

ポンプを駆動するモーターの電流信号を用いて、ポンプの運転中にインペラー(羽根車)の損傷の原因になるキャビテーション現象を検知する技術を開発した。キャビテーションの気泡がインペラー表面で破裂する際に生じるトルクの摂動が、モーター電流のパワースペクトル密度(PSD)でのフロアレベルを増加させる。この原理を用いて、正常運転時のフロアレベルを評価基準として設定することによって、電流信号からキャビテーションの発生を検知する新たな手法を見いだした。これによって、モーター

やポンプ本体に新たにセンサーを設置・追加することなく、動力盤内の電流センサーの信号だけで低コストにポンプの異常運転状態の発生を検知することが可能になり、ポンプ損傷の未然防止につなげることができる。



モーター電流解析によるポンプ異常検知の原理



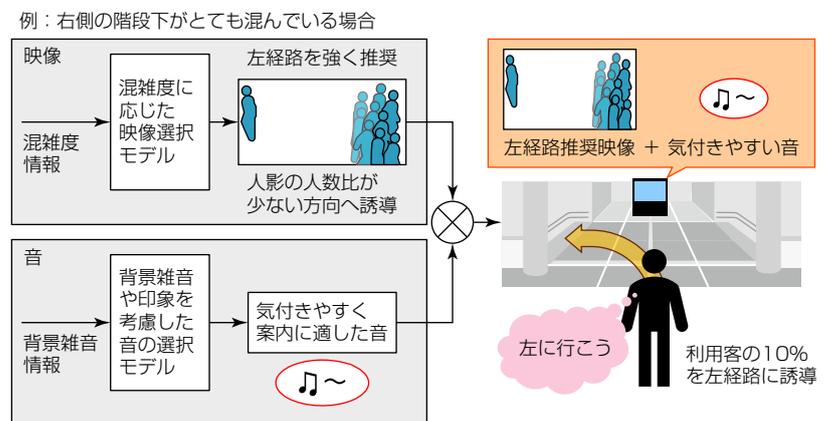
正常運転時とキャビテーション発生時の電流パワースペクトル密度

音・映像コンテンツを用いた人流誘導技術

Nudge Technology for Route Selection Using Audio-Visual Contents

混雑の平滑化を目的とした駅構内での人流の誘導は、これまで駅務員が担っており、負担になっていた。そこで、サイネージの映像と音によって人の行動変容を実現する人流誘導技術を開発した。映像については混雑度に応じて左右に分岐する人影の比率を制御することによって、ナッジと呼ばれる行動支援方法を活用した誘導を実現した。音については雑音下で気付きやすい周波数及びメロディを提示可能にした。これによって、音でサイネージに注意を向けて、映像で経路選択を支援する。駅での実証実験で、この技術によって利用客の10%を意図した方向に誘導できることを確認した。この技術を複数の分岐点に適用することによって、駅

ホームの混雑の平準化と駅員の負担軽減が期待できる。



音・映像を用いた人流誘導の仕組み

AI SPEC : AIと共に生きる未来を考える取組み

AI SPEC: Speculation on Possible Futures with AI

近年、身近な製品やサービスにAI技術が広がる一方、倫理的な社会課題も顕在化してきた。そこでデザイナーとAI研究者が中心になり、AI倫理の議論を活性化するプロジェクト“AI SPEC”を開始した。これは、AIが生活に入り込んだ未来の起こり得るストーリーをマンガで描き、誰もが参加しやすい議論の場を提供する活動で、マンガを起点としたワークショップや展示、ウェブ発信を実施した。社内外の人々を議論に巻き込んで幅広い視点を得るとともに、社会全体のAI倫理リテラシー向上に貢献する目的である。今後も最新のAI技術動向を踏まえた社会課題を探索し、新たな問いを投げかけながら、一人ひとりがAI倫理を自分事として考える風土の醸成を目指して活動を進める。



AI SPECが提供する様々な議論の場

InPとSiフォトニクスの異種材料集積技術

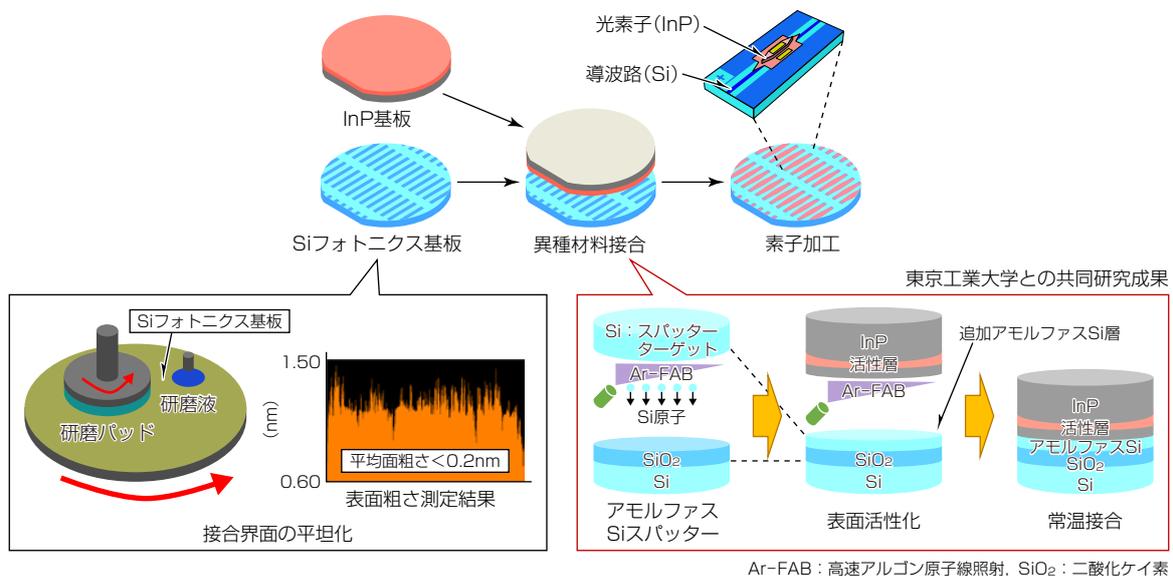
InP/Si Heterogeneous Material Integration Technology

Si(シリコン)フォトニクスはデータセンター、センサーシステム、IOWN基盤、5G(第5世代移動通信システム)/6G(第6世代移動通信システム)モバイル光収容、光コンピューティング等、幅広い市場を支える集積光デバイス技術として期待されている。Siフォトニクスの利点は、シリコン基板上に多種の光デバイスを集積することで多様な機能を小型・安価に提供できる点にある。一方、Siは現行光デバイスの主要半導体材料であるInP(インジウムリン)に対して動作効率が低く、集積化に伴う消費電力増大が大きな課題である。

この課題を解決するため、光デバイスの機能をInPの1/2~1/5サイズで実現できるSiと、動作電力をSiの1/25

で実現できるInPの二つの異種材料を表面活性化接合によって集積するSiフォトニクス/InP集積技術を開発した。表面活性化接合では平均面粗さ1nm以下が要求される。今回、Siフォトニクスの接合界面を平坦(へいたん)化することで、0.2nm以下の平均面粗さを達成した。また、東京工業大学西山研究室と共同で、接合性の高いアモルファスSi層を介した異種材料接合を実証した。この二つの技術の導入によって、従来の水酸基を用いた接合と比較して、大幅に接合面積を向上させ、より量産性の高い集積基板を製作可能になった。

この技術によって、今後一層の小型化、低消費電力化が要求される集積光デバイスの新市場領域展開に貢献する。



Siフォトニクス/InP集積技術

SiCデバイスモデルのパラメーターを自動調整するアルゴリズム

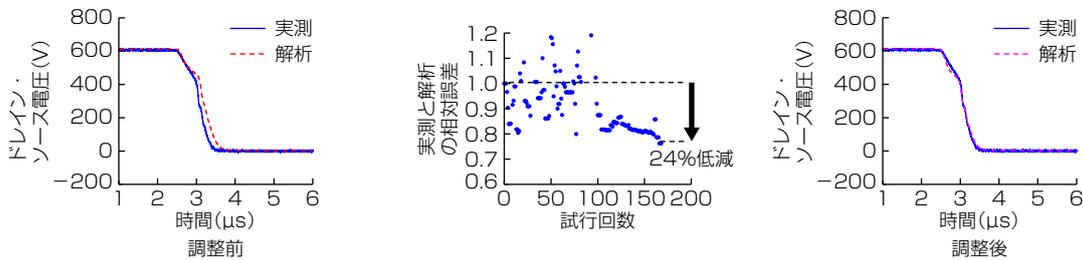
Automated Flexible Modeling for SiC-MOSFETs

パワーエレクトロニクス機器(パワエレ機器)の省エネルギー性能の向上を目指して、SiC(シリコンカーバイド)デバイスの研究開発を進めている。SiCデバイスの性能を最大限に活用するためにはパワエレ機器設計でのスイッチング波形を模擬するシミュレーションの解析精度が重要であり、デバイスの回路モデル(デバイスモデル)がその精度を左右する。従来のデバイスモデルの開発では、特定の実測データを参照にパラメーターを最適化してきた。しかし、参照した実測データについてだけパラメーターが最適化され、広域の動作条件で解析精度を確保できないという課題があり、特にスイッチング波形の解析で顕著で、パワエレ

機器設計を進める上でボトルネックになっていた。

そこで、多数の動作条件に対してパラメーターを自動で調整するために、代表的な最適化手法である焼きなまし法を用いて実測データと解析データの差分を低減するアルゴリズムを開発した。

今回、SiCデバイスのスイッチング波形に関わる10種類のパラメーターの調整をこのアルゴリズムに基づいて自動で繰り返して、最終的に解析誤差を24%低減し最適化した。今後、SiCデバイスだけでなくGaN(窒化ガリウム)デバイスについても解析精度を向上させ、省エネルギー性能の高いパワエレ機器の開発を推進する。



開発したアルゴリズムによる解析精度の改善

シャノン限界に迫る光通信確率整形技術

Probabilistic Shaping in Optical Communications Approaching Shannon Limit

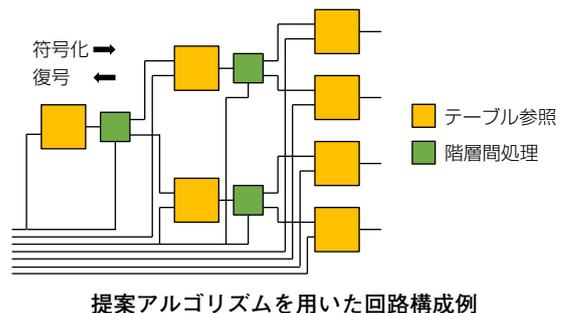
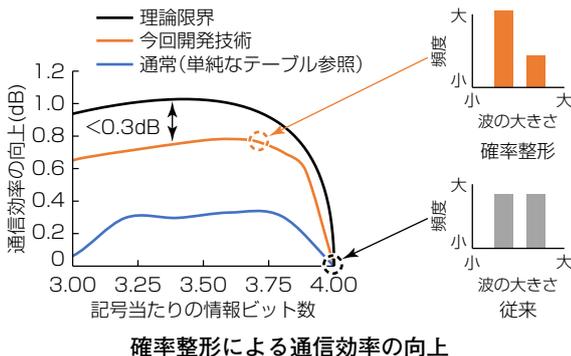
多数のユーザーデータを束ねて送る基幹系光通信では、現在每秒400ギガビットの通信速度が標準であり、Beyond 5G(第5世代移動通信システム)実現に向けて每秒1テラビット級への高速化とシャノン限界に迫る高い通信効率求められる。

の変換で扱う情報ビット数と記号数を増やして、より高い比率で小さな波を発生させる必要がある。すなわち、超高速処理と通信効率の向上の両立が困難である課題があった。

通信効率の向上には波の大きさの発生頻度を偏らせる確率整形が有効である。確率整形には情報ビット列を波の大小を表す記号列に変換する際、小さな波に対応する記号が頻度高く含まれるよう規定した変換処理が必要である。この変換処理は最も簡易にはテーブル参照で実現できるが、理論限界に近づくためには、テーブルを大規模化して一度

今回、小規模なテーブル参照を階層構成で繰り返して、階層間に小規模な論理処理を追加することで、大規模なテーブル参照と同等の通信効率を実現可能な独自方式を考案し、理論限界に0.3デシベル未満にまで迫る高い通信効率を達成した。小規模な処理であるため、市販のプログラミング可能な汎用用途の集積回路でも、要求速度の4倍に相当する每秒4テラビット級の超高速処理を実装できる。

今後、より高速動作する専用集積回路への機能搭載と光通信システムへの適用を進めていく。

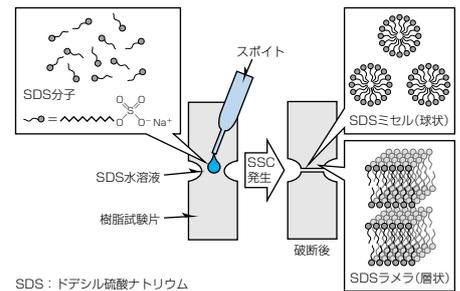


放射光を用いた界面活性剤と樹脂の相互作用解析技術

Analysis Technique for Interaction Between Surfactants and Plastics Using Radiation

非晶性樹脂の破壊機構の一つに、応力下で洗浄剤等の薬剤と接触して樹脂が脆化(ぜいか)する溶剤ストレスクラッキング(Solvent Stress Cracking: SSC)がある。その破壊メカニズムは分子鎖間への薬剤分子の拡散による応力緩和とされているが、樹脂と薬剤の構造変化の観点で解析を行った例は少ない。今回、放射光X線小角散乱測定を用いて、薬剤によってSSCが発生した樹脂内部の凝集構造を解析する技術を確認し、実際に薬剤分子が樹脂内部に浸透しミセル(球状)やラメラ(層状)のような凝集構造を形成し

たことを明らかにした。この技術によって、薬剤に対してSSC耐性の高い樹脂内部構造を明らかにすることで、SSC抑制による非晶性樹脂の長寿命化や用途拡大が期待される。



SDS: ドデシル硫酸ナトリウム

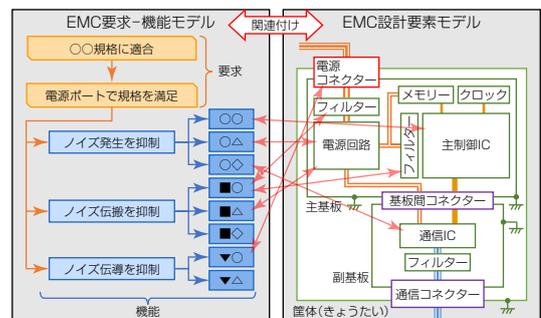
SSC発生によるSDS分子の凝集構造変化

EMC設計品質向上に向けたMBSEの適用

Application of MBSE Methods to Improve EMC Design Quality of Products

電子機器システムの大規模化に伴い、設計段階でEMC (ElectroMagnetic Compatibility, 電磁両立性)設計が要求を満足するかの確認が困難になりつつある。そこでモデルを活用して大規模システム開発を行うMBSE(Model-Based Systems Engineering)の考えを取り入れた、EMC設計システムモデルによる設計手法を開発した。このモデルは、EMC要求とそれを満たす機能を樹形図状に体系化した要求-機能モデルと、EMCに関連する機構・電子部品の実装情報を含んだ設計要素の系統図である設計要素モデルで構成され、これらに関連付けして対象システムを表現する。設計者が、このEMC設計システムモデルを作成

しながら設計を進めることで、EMC要求と設計仕様との対応が根拠とともに明確化され、電磁ノイズ問題による設計手戻りの抑制につながる。



MBSEを適用したEMC設計システムモデル

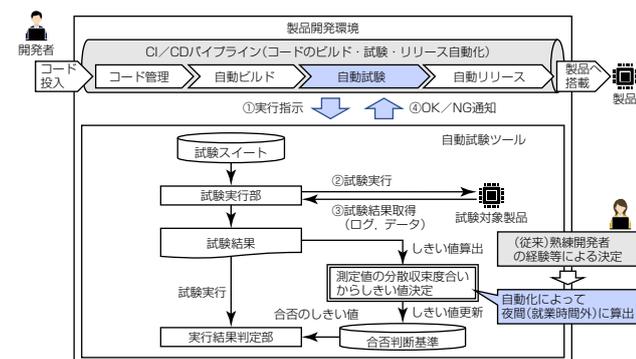
ソフトウェアプラットフォーム更新に伴った性能試験自動化技術

Performance Test Automation System Associated with Software Platform Update

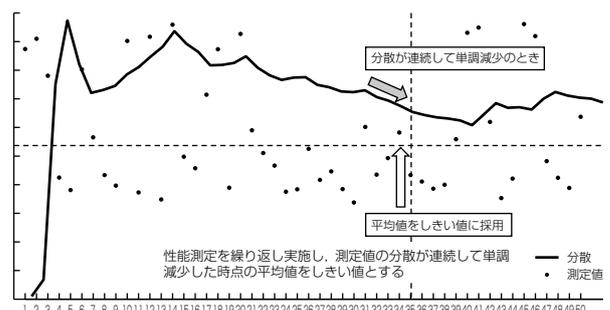
製品のソフトウェア開発形態はCI/CD(Continuous Integration/Continuous Delivery)パイプラインを導入した高頻度リリースが主流になりつつあるが、性能試験の可否判定のしきい値設定が高頻度化の妨げになっていた。しきい値設定は、ソフトウェア更新のたびに測定値のばらつきや試行回数のバランスの考慮が必要のため、熟練開発者の経験等が必要であり、さらに基盤ソフトウェアが大規模

なほど測定対象が増えるため、高頻度化への対応が困難であった。

今回、性能試験での可否判定のしきい値を、性能測定値の分散の収束度合いから算出する自動化手法を考案した。この方式で夜間にしきい値を自動決定することで、リリース頻度の低下を防止する。この手法によるしきい値を基盤ソフトウェアの更新時の性能試験に適用し、性能変化が検出可能なことを示すことができた。



組み込み機器向け自動試験システム動作フロー



しきい値の決定方式

機械学習によるPWMインバーターのEMI対策

EMI Mitigation in PWM Inverters Using Learning-based Carrier Signal

PWM(Pulse Width Modulation)インバーターはモーター制御や電力変換など様々な用途で広く利用されている。PWMインバーターのスイッチング動作に起因するEMI(Electromagnetic Interference)対策は、従来、フィルターなどハードウェア設計で対策していたので装置の小型化が困難であったが、今回、信号処理で対策する技術を開発し装置の小型化を可能にした。PWMキャリア信号を周波数変調することで、PWMキャリア信号の高調波スペクトルのエネルギーが広帯域に周波数拡散し、EMI

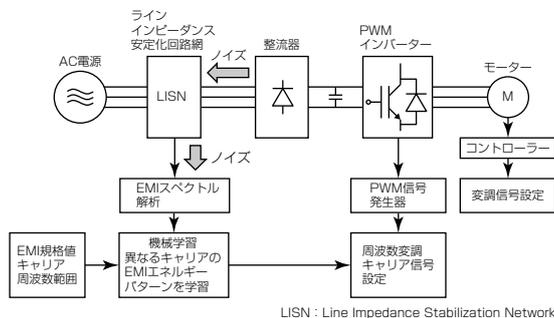


図1-PWMインバーター構成(機械学習時)

レベルを緩和できることを見だし定式化した。機械学習で周波数変調信号を最適化する構成を考案し(図1)、実験でEMIレベルを15dB緩和する結果を得た(図2)。

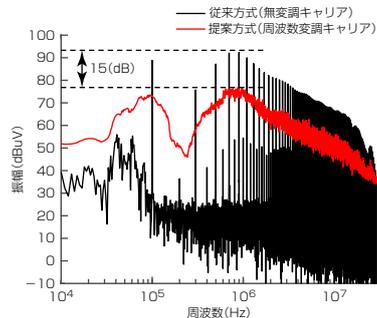


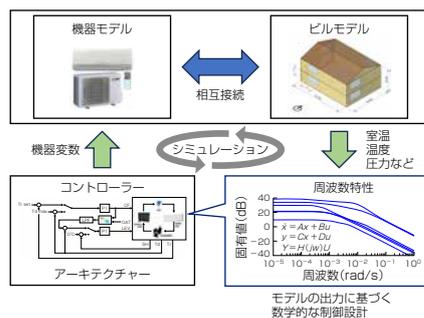
図2-EMIレベルの実験結果

HVACシステムのためのモデルベース設計

Model-Based Design for HVAC Systems

モデルベース設計は複雑な制御、信号処理及び通信システムを数学的・視覚的に設計する手法である。HVAC(Heating, Ventilation & Air Conditioning)システムの望ましい挙動を実現する制御アルゴリズムを設計するために、HVAC機器やビルシステムに関わる広範な物理現象を精度良く数値モデル化し、これらのモデルを相互に接続することで設計の初期段階でシステムレベルの解析、迅速な評価を可能にするフロントローディング化を実現した。これによって制御アルゴリズムの開発期間を短縮しリスクを削減しながらエネルギー効率と快適性を向上させる効率的な

制御設計を可能にした。さらにシステムのデジタルツインによってシステムの挙動を再現し、未知の物理量の分析や分析結果に基づく制御の改良を実現した。



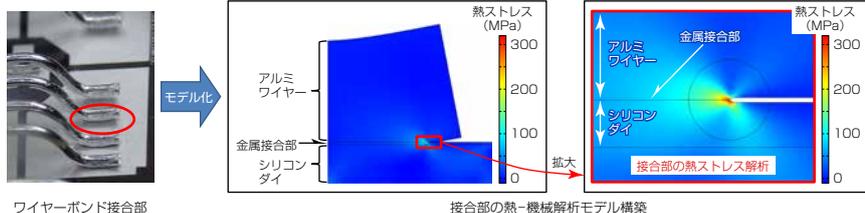
制御とシステムのモデルベース設計プロセス

パワーモジュールの寿命推定技術

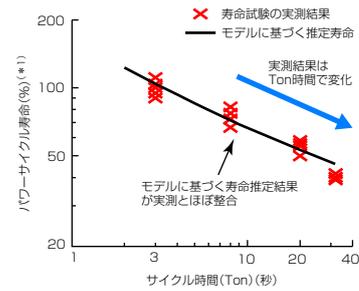
Power Module Lifetime Estimation

パワーモジュールには、熱などのストレスによる疲労寿命があり、製品設計で高精度な寿命推定が求められる。従来、パワーサイクル寿命試験のサイクル時間(Ton)によって寿命が変化することが分かっていたが、物理現象の説明が困難で信頼性に課題があった。今回新たに時間依存性のある材料特性(クリープ現象)に着目した、物理現象に基づくワイヤーボンド接合部の熱-機械解析による寿命推定モ

デルを開発した。このモデルによる寿命推定結果はパワーサイクル寿命試験とほぼ整合することが確認され、物理現象のモデルで説明できる信頼度の高い寿命推定が可能になった。今後、モジュール使用中の余寿命診断等にもこのモデルの活用を検討していく。



パワーモジュールのワイヤーボンド接合部の寿命推定モデル



モデルに基づくサイクル寿命計算

▼ モバイル3DスキャナーField LiDARのデザイン

Design of Mobile 3D Scanner Field LiDAR

距離や方向を測定するLiDAR(Light Detection and Ranging)センサー等各種センサーと前後二つの超広角カメラで空間の形状データを取得し、色付き点群をリアルタイム処理し3D環境地図データを生成する計測・記録装置である。

デザイン開発に当たって、この製品の高精度・高機能を視覚的に表現することと小型化の両立を狙っている。その実現には製品内部の排熱が課題になるため、六角柱筐体の角部分を廃熱ルートにした。また高度な機能を持つ機器であることを直感的にイメージさせるよう直線基調の意匠でまとめて、シャープかつ屋外での機動的な利用に適した凹凸の少ない形にした。



製品外観イメージ

▼ ワイヤー・レーザー金属3Dプリンターのデザイン

Design for Wire Laser Metal 3D Printers

この製品はワイヤー送給やレーザー出力などの加工条件と軸移動を協調制御する世界初^(*)の技術によって、高品質な三次元構造の造形を実現するワイヤー・レーザー金属3Dプリンターである。前面に設けた大きく開く扉や、作業者が楽な姿勢で加工設定などができるようにチルトや回転機能を備えた19インチ大画面タッチスクリーン操作盤によって作業性の向上を実現した。さらに、加工機全体をカバーした360°全方位デザインによって設置自由度が向上し、アイランドレイアウト等の工場主の様々な設置要望に対応することを可能にした。

* 1 2022年2月24日現在、当社調べ



AM : Additive Manufacturing

AM加工機

設計フロントローディングに向けた静電気ノイズ可視化技術の活用



Utilization of ElectroStatic Discharge Visualization Technology for Front-loading of Development Process

電子機器の主要な故障原因の一つに静電気ノイズがあり、基板へのノイズ侵入を抑制する設計が重要である。しかし、基板上で静電気ノイズの伝搬経路を特定することが困難で、過去事例等から伝搬経路を推測し試行錯誤で対策していた。このため、設計段階から伝搬経路を特定し、対策効果を検証できる解析手法の確立が必要であった。

今回、静電気ノイズの伝搬経路を可視化できる装置(図1)を導入し、実機評価結果と解析結果を比較検証する手法を確立した。

当社FA製品の設置環境を模擬し、実製品と同等の電氣的な接続環境を再現することで、基板上で静電気ノイズの伝搬経路が可視化される装置を使い実機評価を実現した。次に、先に述べた実機評価結果と設計段階で活用する解析の結果を比較した。適切な解析時間で精度が得られる基板の2.5次元電磁界解析で、基板モデルと筐体(きょうたい)等を模したFG(Frame Ground)モデルを接続したモデルを構築することで(図2)、実機評価結果と相関性のある解析結果が得られた(図3)。

この解析手法によって、設計段階から静電気ノイズを抑

制する対策の良否判断ができる手法を確立し、FA製品やインフラ製品向けの基板開発に適用した。

今後、当社製品にこの解析手法を幅広く展開し、設計フロントローディングの推進を図る。



図1-静電気ノイズ可視化装置

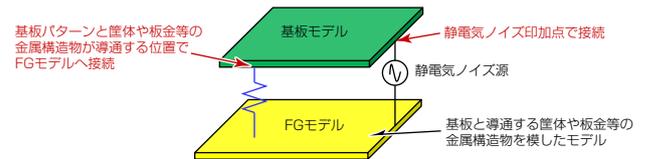


図2-解析モデルの概要

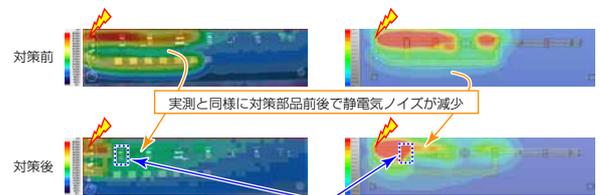


図3-静電気ノイズの実機評価結果と解析結果の比較

4条スパイラル管を実現する製造技術



Manufacturing Technology for Achieving Quadruple Thread Spiral Tubes

当社エコキュート(注)は4条ガスクーラーによって高効率に湯を作っている。その中核部品である4条スパイラル管(図1)を製造する技術が、令和4年度近畿地方発明表彰の“発明奨励賞”を受賞した。

従来の3条スパイラル管は、芯棒を挿入した銅配管をねじるねじり加工(図2)で製造されていた。しかし、芯棒で管の内側から拘束するこの方法では四角断面を安定的に維持できないため、効率向上が見込まれていたスパイラル管の4条化が実現できなかった。

そこで、加工原理そのものを見直して、管外壁に押し込んだ4個の加工ローラーを管軸に対して公転させる加工法(図3)を開発した。管を外側拘束した状態で回転動力によ

って加工し、管の回転止め部には駆動力を設けず追従移動させる構成にすることで、短ピッチの螺旋(らせん)波形を潰すことなくローラー形状の転写を可能にした。

4条化によってスパイラル管と冷媒配管との接触面積を拡大し、ガスクーラーの熱交換性能を向上させた。さらに加工ローラー形状を管に転写するこの工法の特徴を

生かし、微小突起を設けた改良版ローラーによるディンプル付きスパイラル管も実現し、業界トップクラスの性能実現に貢献している。

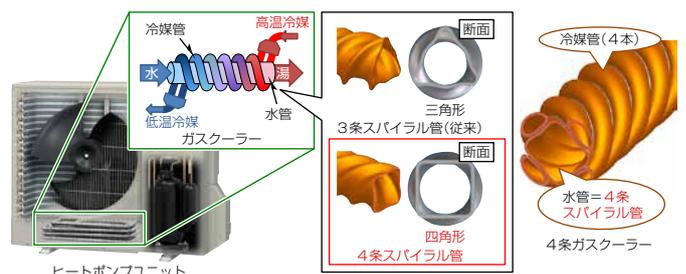


図1-ガスクーラーとスパイラル管形状

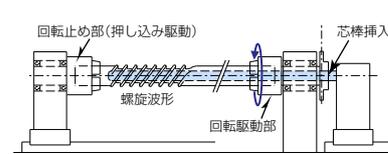


図2-ねじり加工(従来工法)の製造装置

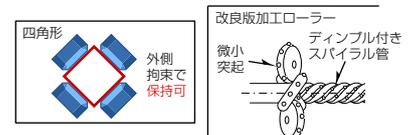
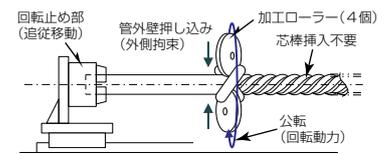


図3-開発工法の製造装置

低消費電力 $\Delta\Sigma$ 型ADC回路設計技術

Low Power Design Technology for Delta-sigma Analog-to-Digital Converter Circuits Embedded in ASIC

IoT(Internet of Things)の普及に伴い、家電等に用いられる赤外線センサーの低消費電力化が課題になっている。この解決には赤外線センサーに実装されたASIC(Application Specific Integrated Circuit)内でアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル変換(ADC)回路の低消費電力化が必要である。低消費電力ADCとして一般に用いられる逐次比較型ADCは、赤外線センサーの高性能化に必要な変換速度と高分解能が実現できないという課題があった。

そこで、高分解能化に適した $\Delta\Sigma$ 型ADCに逐次比較型ADCを組み込む新方式を考案した(図1)。2種類のADCを並列に動作させることによって変換速度を向上させ、 $\Delta\Sigma$ 型

ADCの活用によって高分解能を実現しながら、従来比約80%減になる低消費電力化の並立を実現した。

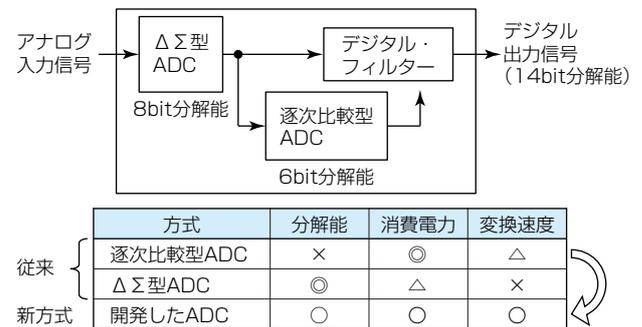


図1-開発したADCの回路構成

プロジェクトダッシュボードによるプロジェクトメトリクスの可視化

Visualization of Project Progress with Project Dashboard

開発プロジェクトでQCD(Quality Cost Delivery)悪化の検知が遅れて、プロジェクト崩れが発生していた。プロジェクト運営管理上の状況を調査したところ、複数の設計・管理ツールから開発情報収集、データ加工、分析を手作業で行っていたため、状況の把握に多くの時間がかかり検知が遅れていた。対策として、Bot(データ収集エージェント)、データベース、BI(Business Intelligence)ツールを連携させ、開発情報の一元化と収集、分析、可視化の自動化を実現した。また、プロジェクト共通に必要なメトリクスをダッシュボードで可視化するツ

ルチェーン(図1)を標準化し、全社的な展開を容易化した。成果として、QCDに関する問題の兆候の自動通知とメトリクスの常時監視によって、早期に対策することが可能になった。

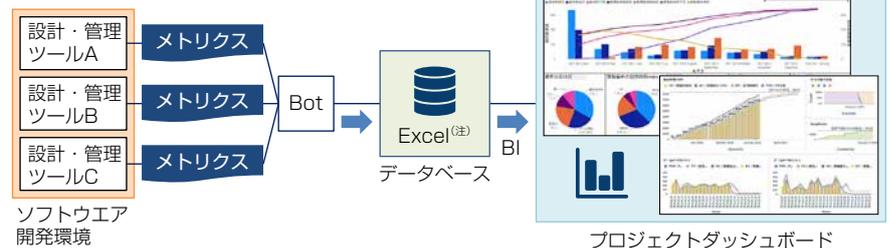


図1-プロジェクトダッシュボード構成

3Dモデルを活用した加工プログラムの自動作成技術

Technology for Automatically Creating Machining Programs Using 3D Models

3Dモデルを活用した加工プログラムの自動作成技術を開発した。従来、機械加工機の加工プログラムの作成やチェックなど加工前の準備に多くの時間を要していた。また、加工種類に応じて工具を手で交換していた。

し、機械加工の準備時間を40%削減した。さらに工具の自動交換処理によって、機械加工機の無人運転化を実現した。

そこで3Dモデルから形状/穴径/穴深さといった情報を抽出し、加工種類ごとに分類することで、工具の自動交換処理も加えた加工プログラムを自動作成可能にした(図1①)。さらに加工シミュレーションによって、3Dモデルで可視化して加工前の動作チェックを容易化した(図1②)。この技術を人工衛星の構体パネルの製造に適用

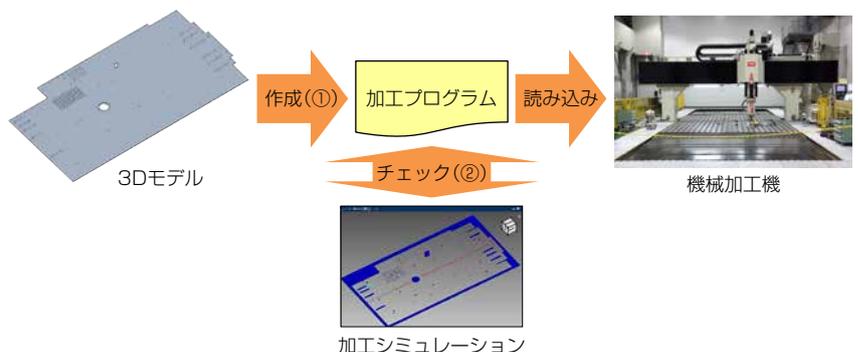
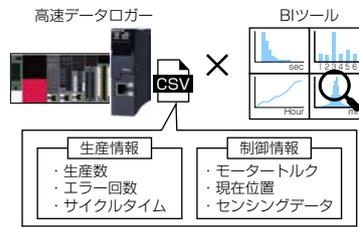


図1-機械加工機の加工プログラム作成/チェック

既存ラインへのローコストDX技術導入

Reasonable Digital Transformation System Application for Existing Line

生産ラインをローコストでDX(Digital Transformation)化するシステムを既存ラインに構築し、予知保全や生産ラインの遠隔監視を実現した。当社製高速データロガーユニット(RD81DL96)で収集した生産情報や制御情報を、汎用BIツールで分析するシステムのため、“安く”“早く”“簡単に”構築可能である。ログはCSV(Comma Separated Values)ファイルで収集されるため、現場改善でデータ利用しやすい特長を持つ。一例として日々のモータートルクを監視することで、モーターに接続されたカップリングや減速機等の予知保全を実現し、突発的な生産ラ



システム構成

イン停止を防止した。またBIツールの共有機能を使って、遠隔地から生産ライン状況を確認できる環境を構築し、業務効率化を実現した。



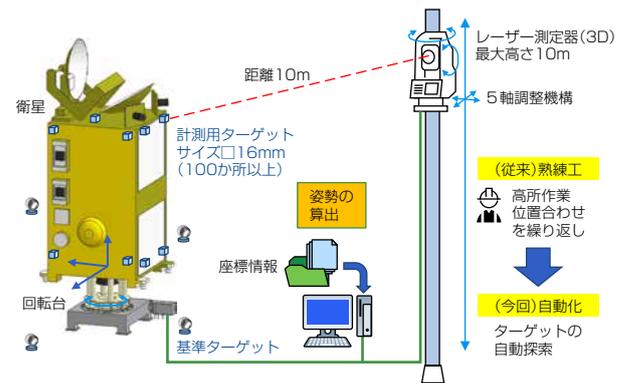
モータートルク推移

大型製品向け3Dスマート計測技術の確立

Establishment of 3D Smart Measurement Technology for Large-scale Products

人工衛星・昇降機など大型製品の低コスト化・生産安定化には、いまだ手作業が多く残る製造工程の生産性向上が喫緊の課題である。特に、大型製品の寸法・位置の計測は、計測点の探索や誤差、外乱の影響等の難しさがあり、特殊な計測方法や機器取扱いに精通した熟練者に依存する自動化困難な作業であった。3Dモデルに基づいてレーザー測定器の姿勢(位置・方向)を算出するアルゴリズム、及び5軸電動機構・回転台を用いた測定器・衛星の姿勢制御によって、衛星に取り付けた計測用ターゲット(キューブミラー)面に測定器を正対させ、位置計測を自動化する技術を開発した。この技術に基づく量産装置の開発、導入によって、熟練者に依存していた高難度作業を自動化して熟

練作業を廃して、省力化を実現した。



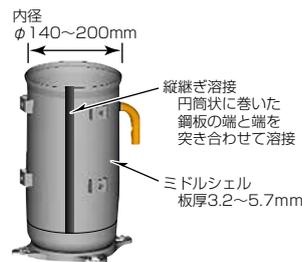
計測用ターゲット自動探索技術

圧縮機用外殻容器向け突き合わせ溶接の高速化

High-speed Butt Welding for Compressor Outer Shell

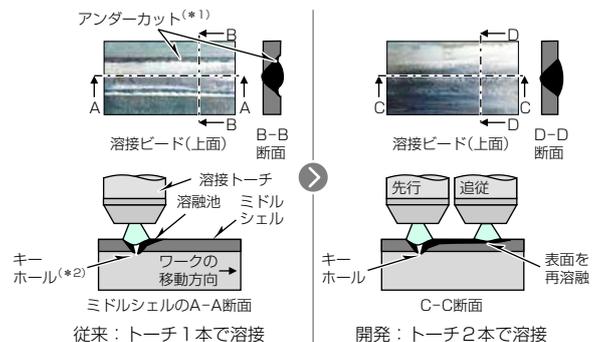
業務用空調機向け圧縮機の外殻容器の縦継ぎ溶接工程に、溶接品質と溶接速度の倍速化を両立する溶接方式を開発し生産性を向上させた。

鋼板を円筒形状に曲げて成形し、端と端を突き合わせてプラズマ溶接して円筒容器を製作する。板厚が3.2~5.7mmの比較的厚い鋼板に対して溶接速度を上げると、強度低下の原因になるアンダーカットが形成され不良になる問題があった。溶接トーチの本数を2本に増やして、先行トーチでキーホールを形成して母材の裏側まで貫通溶接し、追従トーチで表面を再溶融させるこ



業務用空調機向け
スクロール圧縮機の外殻容器

とで、アンダーカットの形成を抑えた。これによって、溶接速度を従来の275mm/分から500mm/分に高速化した。



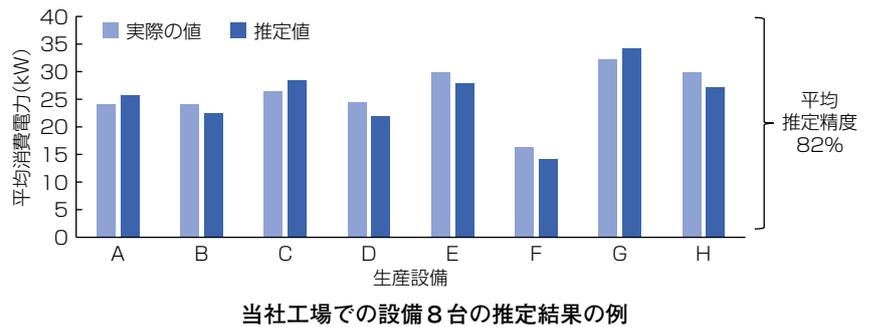
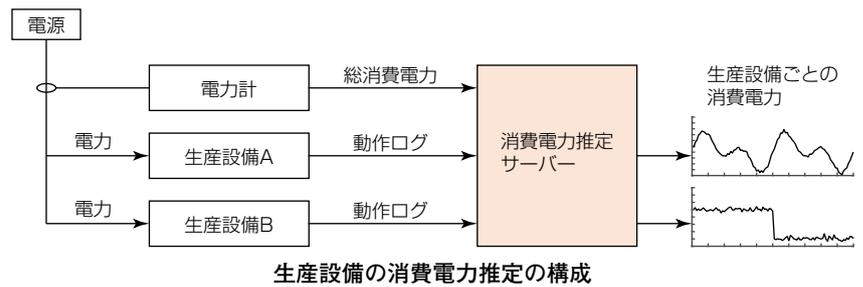
高速溶接時のビード形状(溶接速度500mm/分)

*1 溶接ビードの側面が母材表面に対して凹み現象
*2 溶接時に熱源が母材の裏側まで貫通してできる円孔

生産設備に対する消費電力推定技術

Non-intrusive Load Monitoring Technology for Production Equipment

FEMS(Factory Energy Management System)では、工場内の消費電力を最適化するため、生産設備の消費電力を計測しムダを分析することが推奨されるが、設備ごとの計測にはコストがかかる。家庭向けに家電ごとの消費電力を推定する既存技術はあるが、多種多様な設備を持つ工場には適用が困難であった。今回、工場の総消費電力と各生産設備の動作ログから、設備ごとの消費電力を非負値行列因子分解によって推定する方式を開発した。当社工場のデータによる初期検証では、精度82%で各生産設備の平均消費電力を推定できた。この技術の実用化によって生産設備の待機電力、過剰使用によるムダの削減や、運転計画の合理化を促進し、生産現場の省エネルギー活動への貢献が期待できる。



表示器“GSシリーズ”への新製品追加と中国語入力機能

New Product Addition to "GS Series" and Chinese Input Function

中国市場をターゲットとして次の2点の開発を行った。

- (1) 表示器の低価格ラインアップである“GSシリーズ”に大画面モデルのGS2512-WXTBDを追加した。
- (2) 文字列入力機能での中国語入力(ピンイン変換)機能を搭載した。

中国市場では、これまで低価格シリーズとしてGS21モデルの7型ワイド、10型ワイド機種をラインアップしていたが、低価格帯でも大画面化や高機能が求められるようになり、今回の機種を開発した。

また医薬品・食品加工業界を中心に要望の高かった、中国語入力(ピンイン変換)機能を併せて開発することで、機種追加と併せて中国市場でのシェア拡大に貢献する。

この製品の特長を次に示す。

- (1) スリムなベゼルに高解像度な12.1型ワイドWXGA (Wide eXtended Graphics Array) 液晶を搭載し、鮮明な表示を実現する。
- (2) 標準で2ポートのEthernet^(注)と音声出力インターフェースを内蔵し、装置の付加価値向上に貢献する。
- (3) GOT(Graphic Operation Terminal)Mobile機能に対応し、簡単に現場をリモート監視できる。
- (4) 画面上での文字列入力から中国語入力(ピンイン変換)が可能である。



GSシリーズGS2512-WXTBD

MELSEC iQ-FシリーズFX5UJ CPUユニットDC電源タイプ

MELSEC iQ-F Series FX5UJ CPU Modules with DC Power Supply Type

三菱電機マイクロシーケンサMELSEC iQ-Fシリーズの製品拡充として、FX5UJ CPUユニットDC電源タイプを製品化した。近年のIndustrie4.0を背景に、シーケンサのローレンジ領域でも製造装置のIoT化を目的にネットワーク化への要望が高まっている。また規模の大きい欧州市場では、以前からDC電源タイプへの需要が高い。これらを背景に今回の製品を開発した。主な特徴を次に示す。

(1) コストパフォーマンス

従来機種から基本性能・機能を大幅に強化しながら、同等の価格を実現した。さらにEthernet(注)ポート内蔵によって機器間の通信や上位システムとの接続が可能であり、システム構築を安価かつ容易に実現する。

(2) DC電源タイプ

欧州市場で、装置電源のDC24V標準化、作業者の安全性確保の要望に対応するため、DC24Vで駆動可能である。

(3) 豊富な内蔵機能

高速カウンタ、位置決め、ロギング、FTP(File Transfer Protocol)、Webサーバーなど、豊富な機能を内蔵してお

り、他社との競争力を確保する。

(4) 使い勝手の良さ

上位機種同様、エンジニアリングツールGX Works3対応によって使用性を向上させた。またUSBポート内蔵によってパソコン(GX Works3)との接続容易性を確保した。



FX5UJ CPUユニットDC電源タイプ

分かりやすいUIデザインガイドラインの活用

UI Design Guidelines

三菱電機インフォメーションシステムズ(株)(MDIS)では、三菱電機(株)統合デザイン研究所と協力し、画面デザインや資料作成で考慮すべきポイントを分かりやすくまとめた情報集“UI(User Interface)デザインガイドライン”を作成した(図1)。美しく理解しやすい構成や、人の色覚特性に対して必要な考慮事項などを理由も含めて解説しており、

2023年3月から社内ポータルサイトで展開している。ガイドラインの共有を図ることでUIデザインの知識強化を進めて、MDISのUIデザインレベル及びUI統一性の更なる向上と提案力強化を見込む。ガイドラインは随時更新するとともに、社内の育成講座等でも紹介し、周知・活用を進めていく。

スマートフォンのタップ操作を意識したUI設計のポイント

タップで操作できることが目視で分かる

スマートフォン操作では、パソコンのようにマウスカーソルをボタンに載せて、クリック前にその挙動を確認できない。そのため、パソコンの画面設計以上にリンクやボタンが“押せる(タップできる)”ように見せることが大切である。

○ 陰影・立体感・角丸



△ 枠・角丸ではない四角・色の付いた文字単体



× 無彩色の文字単体

送信

指で操作するボタンサイズとボタン間距離

- 指で操作しやすいようタッチ領域は7×7mm以上を確保
iOSヒューマンインターフェースガイドラインでは44×44ポイント以上が推奨される→44ポイントは実寸では約7mmと想定される
- タッチ領域の間は2mm以上を確保

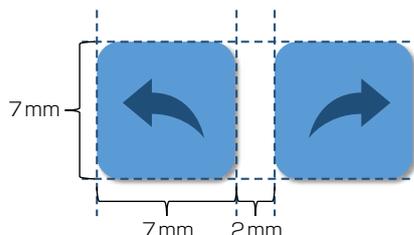


図1-分かりやすいUIデザインガイドラインの活用

<取り扱い>：三菱電機インフォメーションシステムズ(株) TEL：0467-95-4674

2.1 交通システム Transportation Systems

東京地下鉄(株)9000系更新車両向け補助電源装置 ★

Auxiliary Power Supply for Tokyo Metro Co., Ltd. 9000 Series Renewal Cars

東京地下鉄(株)9000系更新車両向け補助電源装置では、18000系まで適用してきたハイブリッドSiC(シリコンカーバイド)素子から更に低損失化を図った新世代ハイブリッドSiC素子を適用することでキャリア周波数を高周波化した(表1)。これによってインバーター出力変圧器・交流フィルターコンデンサーの小型軽量化・高密度実装化を実現した。

この補助電源装置は18000系の補助電源装置と比較して、床面積40%削減、質量25%削減を実現した。なお18000系では、インバーター箱と変圧器箱の2箱構成のため、イン

表1-新旧ハイブリッドSiC素子の比較

諸元	従来素子 (18000系)	新世代素子 (9000系C, D編成 B修車両)
定格電圧		1,700V
定格電流		1,200A
スイッチング部		Si-IGBT
ダイオード部		SiC-SBD
接合温度		-50~150℃
素子面積	130mm×140mm	100mm×140mm
素子外観		

バーター箱と変圧器箱間の機装(ぎそう)配線が必要であ

表2-補助電源装置諸元

定格入力電圧	DC1,500V
主回路方式	3レベルインバーター
定格出力電圧	AC440V、3φ (DC100V変換回路、その他補助出力を除く)
定格出力容量	240kVA
主回路素子	Hybrid-SiC素子(X-IGBT) 1,700V/1,200A
冷却方式	自然冷却方式

り、高調波が重畳する機装配線(車両側)をアルミダクトに格納する等の直達ノイズ対策が必要であった。それに対して、この補助電源装置ではインバーター出力変圧器の小型軽量化によって、変圧器をインバーター箱内に搭載することが可能になり、一体箱での構成を実現した。これによって、インバーター箱と変圧器箱間の車体機装配線が不要になり、それに加えて車体側でのアルミダクトによる遮蔽等の対策が不要になることで車両の軽量化が実現できるとともに、補助電源装置が車体片側に配置できることから、空きスペースに他機器の配置が可能になった。

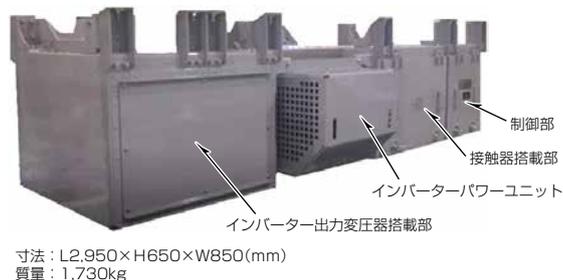


図1-補助電源装置

都営三田線6500形車両情報収集システム ★

Toei Mita Line 6500 Series: Equipment Data Transmission System

都営三田線6500形電車向けに車両情報収集システムを開発し、2022年10月から運用を開始した。現在はこのシステムで収集したデータを確認し、活用方法及びシステムの改良検討を進めている。この開発によって、車両課・検修場・指令所に設置された端末で、リアルタイムに車両状態(在線情報、故障情報、運転台表示器画面情報)を確認可能にした。さらに必要時は車両搭載機器の動作記録(車両情報データ)を走行中でも遠隔で取得可能にした。

車上の列車情報制御装置で収集・蓄積されたデータは、公衆網を利用してINFOPRISM(クラウドサービス)に伝送される。各端末からはINFOPRISMにブラウザアクセスすることによって、車両状態を確認可能にしている。

このシステムは、次の二つの特長を備える。

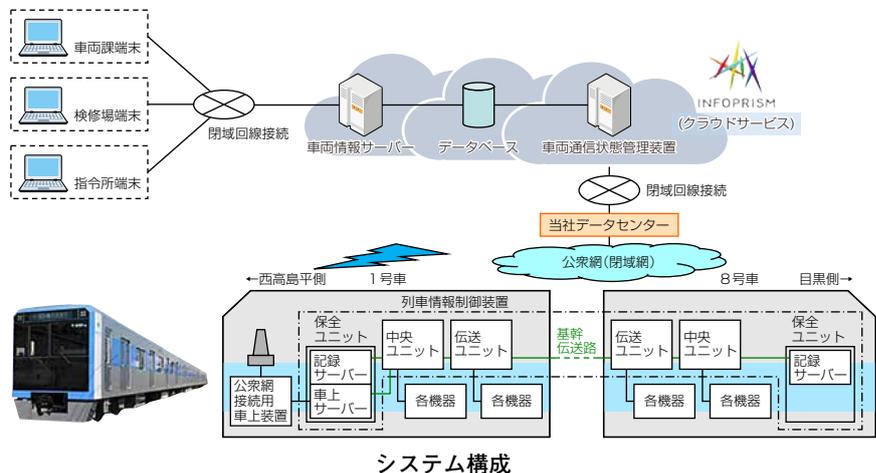
(1) リアルタイム情報表示機能

在線情報や故障情報をリアルタイムに把握可能にした。さらにATO(Automatic Train Operation)情報と連携することで、

営業運用中以外の車両も含めて在線位置の把握を可能にした。また、乗務員が見ている運転台表示器画面を端末でも同時に確認することで、列車の状況を関係者間でより確実に共有可能にした。

(2) 車両情報データ取得機能

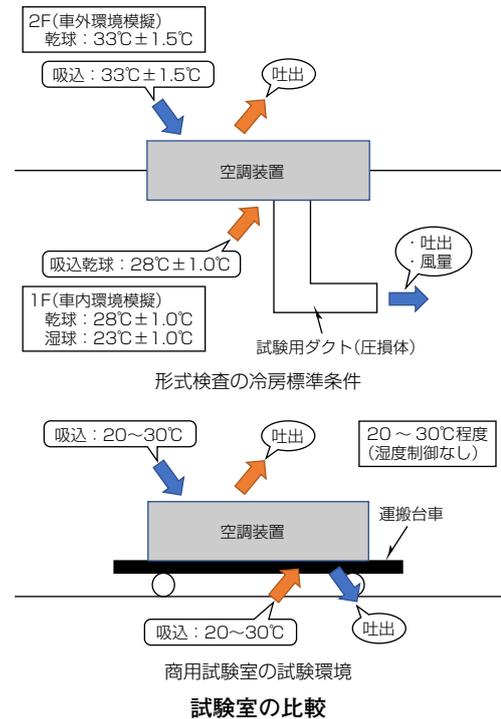
車両故障発生時などは車両情報データを遠隔で取得し、当該車両が検修場に戻る前に故障解析に着手でき、故障原因の早期究明及び復旧作業の効率化を可能にした。



従来、鉄道車両用空気調和装置の冷房能力は、製造ライン内に設置した試験室で全数検査をしていた。温度20～35℃、湿度制御なしの試験環境で、吸込空気と吐出空気の温度差にて合否判定しており、冷房能力の評価方法として改善すべき点があった。一方で、初品だけ実施しているJIS E 6602(2004)鉄道車両用空気調和装置に規定された冷房標準条件に試験環境を合わせて全数検査すると、試験に時間を要する課題があった。そこで、製品の冷房能力を効率的に評価できる方法を開発した。

理論的に、温湿度条件による冷房能力の変動が大きい一方、熱力学の理論式から得られる熱交換器のエネルギー効率の変動が小さいことに着目した。妥当性確認のため、複数の機種・台数で製造ラインの試験で得たエネルギー効率と、冷房標準条件の試験環境で得たエネルギー効率を比較した。その結果3%の差になり、合否判定基準に対して変動が小さいと確認できた。このことから、全数検査で得たエネルギー効率、初品で実施した冷房能力試験で得られた空気の比エンタルピー差と吐出空気の質量流量(風量)を用いて、冷房標準条件の冷房能力を算出する方法を確立した。なお、この評価方法は、妥当性を説明し、活用の承認を

得た顧客・機種について適用を開始している。



リップル判定方式を採用した駅舎補助電源装置(S-EIV)による活用回生電力量向上

駅舎補助電源装置(以下“S-EIV”という。)は、電車がブレーキをかけたときに発生する回生電力のうち、余剰の回生電力を駅の照明・空調等の電源として用いて、利用可能エネルギーの活用を図るものである。今回、S-EIVが回生動作を開始する回生判定方式について、“リップル判定方式”を新たに開発した。

従来のS-EIVでは、架線電圧が回生開始電圧設定値を超えることで余剰の回生電力ありと判定している(図1)。また回生開始電圧設定値は、深夜の電車が走行していない時間帯の架線電圧(無負荷電圧)から決定している。この方式の場合、受電電圧や季節などの要因で架線電圧が変動することを想定して裕度を持たせた回生開始電圧設定値とす

る必要があり、活用できる余剰回生電力量が低いという課題があった。

そこで、今回新たに開発した“リップル判定方式”(図2)では、駅負荷で活用する余剰回生電力量を高めるため、一般的に回生電力が発生すると架線電圧の波形がリップル波形と直流波形が混在した波形になり、リップル波形の振幅が減少することを利用した。リップル波形の振幅減少を検知して回生状態を捉えることで、車両回生動作に即してS-EIVが回生動作を開始可能になるため、活用回生電力量の増加が期待できる。

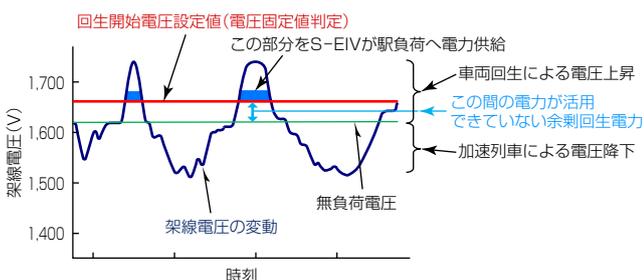


図1 - S-EIVの電圧判定方式による回生動作

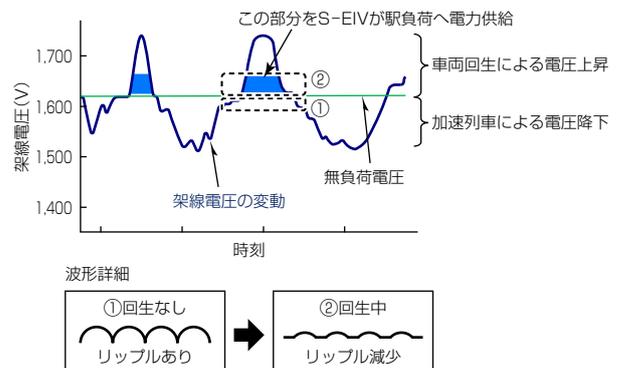


図2 - S-EIVのリップル判定方式による回生動作

Platform Door with Pipe Frame

当社は、駅ホームの安全確保と安定輸送を実現するため2003年からホームドアを量産し、全国に展開している。ホームドアはホーム端に転落防止用の壁を形成して、旅客の駆け込み、寄りかかりだけでなく、列車風や台風の風荷重にも耐える必要がある。そのため重厚な構造になり、ホームにも大規模な補強が必要になる課題があった。スリットフレーム式ホームドアは、戸袋及び扉の主要構成部品をパイプ状のフレームで作って、風が通り抜けるスリット構造にして、必要な耐風荷重性能を下げ、補強工事の簡易化を実現する。その他、次の特徴がある。

(1) 安全性

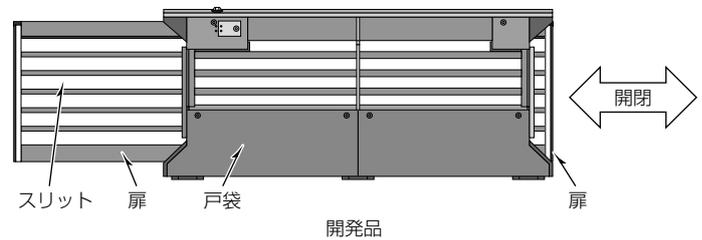
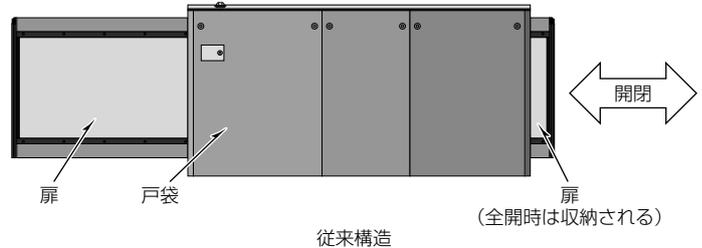
- ①横フレームは小児が通れない間隔である。
- ②扉の縦フレームは、扉全開時でも手などを挟み込まない構造である。
- ③扉高さや堅牢(けんろう)性は従来機種と同等の安全性を確保している。

(2) トータルライフサイクルコスト

- ①据付時調整効率化・保守効率化・ライフエンドを考慮した構造設計である。

②予防保全支援システムで劣化検知を可能にし、CBM (Condition Based Maintenance, 使用状況に応じた適切なタイミングでのメンテナンス)を実現する。

当社は、このスリットフレーム式ホームドアによって更なる旅客の安全確保及び装置の設置作業及び保全作業の改善に貢献する。



京浜急行電鉄(株)1000形22次車向けVVVFインバーター装置

VVVF Inverter in 1000-22 Series for Keikyu Co.

京浜急行電鉄(株)1000形22次車向けに、VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)インバーター装置を納入した。今回の装置では、従来の1000形16~19次車で採用した半導体素子が生産中止になったことから、次世代フルSiC素子を採用し、従来と同等の性能になるよう設計を行い、半導体内蔵ユニットの性能の変更は最小限に抑えることができた。また、その他ユニットは可能な限り1000形

16~19次車と互換性を持たせることで保守性を高めている。制御面では、高調波電流の抑制を図るために、磁束に基づくPWM(Pulse Width Modulation)パルスモード切替え方法を当社の鉄道向けVVVFインバーター装置で初めて採用した。これによって、帰線電流ノイズの低減が期待できる。



1000形22次車向けVVVFインバーター装置

東武鉄道(株)新型特急車両N100系スペース エックス(SPACIA X)向けトレインビジョン

Train Vision System for Limited Express SPACIA X of Tobu Railway Co., Ltd.

東武鉄道(株)新型特急車両N100系スペース エックス(SPACIA X^(注))向けに、特急車両に適したトレインビジョンの納入を開始した。今回のシステムから、従来システムより視認性を向上させたアニメーション機能を実現している。

代表例としては、行き先案内の路線マップ表示が挙げられる。この車両では、メディア表示器が客室妻上部に設置

され、座席からメディア表示器までの距離が遠い。そこで、大きなフォントサイズを使用し、現在駅から上部に表示された行き先駅へゆっくりとスクロールする初の表示手法を取り入れている。また、四季に合わせて路線マップの背景を変更できる機能を搭載しており、乗車中でも日光の豊かな自然を感じられるようになっている。



従来システム

今回システム

出典：東武鉄道(株)

路線マップ表示例(夏)

鉄道車両用空気調和装置の検査自動化・品質データデジタル化

Digitization of Quality Data Using Automated Heating, Ventilation & Air Conditioning Inspection Equipment

鉄道車両用空気調和装置は製造ライン内の試験室で冷房性能や耐電圧など複数の試験を実施している。従来は試験員が検査結果を成績書に転記しており、人的ミスが発生するリスクを抱えていた。

そこで試験室の機能を拡張し、試験結果取得及び成績書作成を自動化した。空調装置に貼付したバーコードを読み取ると、対象機種の試験順序を試験室外のタッチパネルに表示する。また、試験員の手元のタブレットに配線方法などの作業手順書を表示する。試験員はタブレットを見ながら配線した後、タッチパネル上のボタンで、試験結果を自動取得し、試験結果と合否判定結果を表示する。全ての試

験の合否が確定すると試験成績書が自動生成される。つまり、品質試験に人的ミスが入り込まないシステムになった。なお、顧客要求に応じた試験手順・合否判定基準も管理者が登録・変更をする方式であり、この点でも試験員の人的ミスや仕様間違いが発生し得ない仕組みにした。

この結果、鉄道車両用空気調和装置の試験結果の取得や成績書の作成を自動化するとともに電子データを蓄積する仕組みができた。試験結果を分析することで、量産工程の傾向管理ができるため、工程不具合の早期発見や、設計改善へのフィードバックが可能になる。これによって、試験の効率化、継続的品質改善の仕組み化ができた。

東海道新幹線向け静止形周波数変換装置の初号機納入

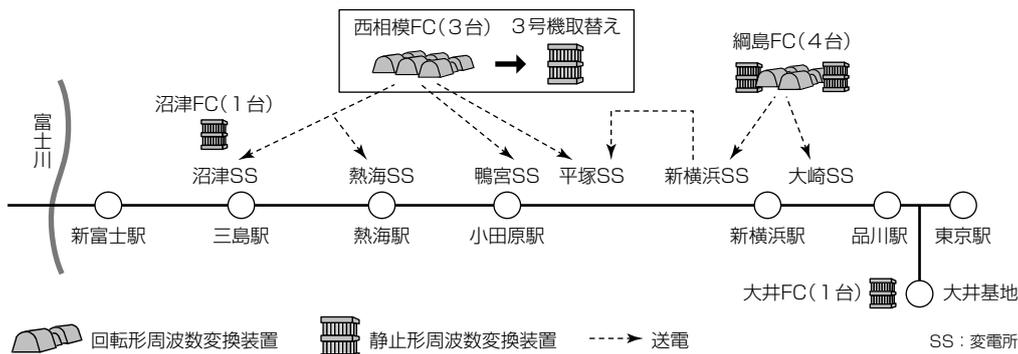
Electronic Frequency Converter for Tokaido Shinkansen

東海道新幹線^(注)では、富士川以東で、電力会社から受電した50Hzの電力を新幹線走行に必要な60Hzの電力に変換するため、西相模などの周波数変換変電所(以下“FC”という。)に、計9台の周波数変換装置を設置している。このたび、当社は西相模FCの回転形周波数変換装置1台を静止形周波数変換装置に更新し、省電力化とメンテナンスの効率化に貢献した。特長は次のとおりである。

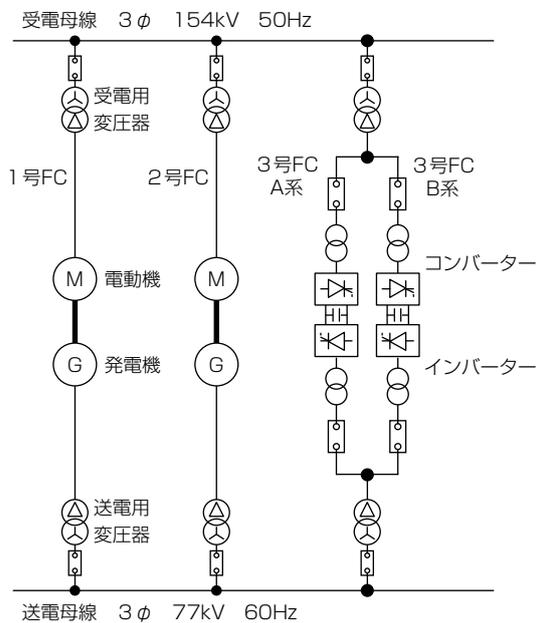
- (1) 回転形に比べてエネルギー効率に優れる。
- (2) 列車負荷の変動に対応するため、定格容量60MVAに

対して、150% 2分・100% 8分の繰り返し過負荷定格を持つ。電力変換器は当社製GCT(Gate Commutated Turn-Off)サイリスタを用いたNPC(Neutral Point Clamped)方式3レベルインバーターを採用し、装置のコンパクト化を図った。

- (3) 隣接網島FCと連系して電力を供給する機能を搭載し、西相模FCが静止形1台だけでも支障なく列車運行が可能である。



東海道新幹線の商用周波数50Hz区間とFC



西相模FCの主回路構成と電力変換器



インフラ設備でのアセットマネジメント実現に向けた“投資計画支援機能”



"Investment Planning Support Function" for Asset Management

老朽化するインフラ設備が急増する中、限られた財源で適切に維持管理を行うため、中長期の保全計画策定業務を支援する“投資計画支援機能”を開発した。膨大な数のインフラ設備に対して、年間予算上限や維持管理方針等の管理者の意図に沿った計画の立案が可能になり、国土交通省が推進するアセットマネジメントの導入、予防保全型インフラメンテナンスへの転換が期待できる。

投資計画支援機能の主な特長は次のとおりである。

(1) LCC予測

個々の設備に対するライフサイクルコスト(LCC)を算出し、補修費用とリスクの両面から最適な計画を策定可能

である。

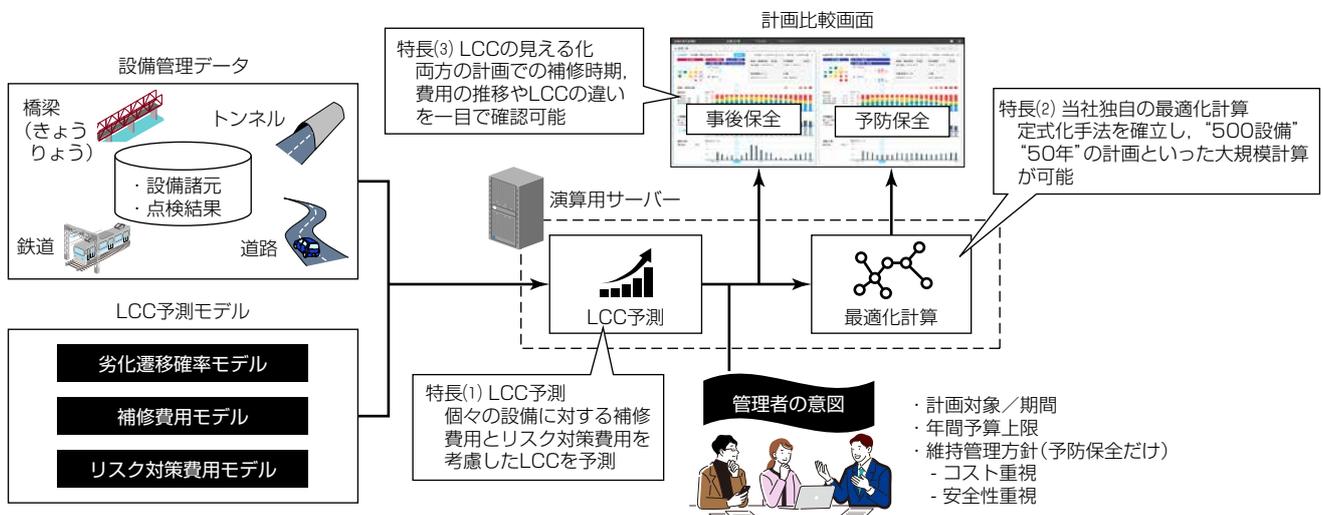
LCC予測モデルは、設備の劣化遷移確率、劣化に伴って発生する補修費用、供用停止による経済損失費などのリスク対策費用を定義したモデルで構成する。

(2) 当社独自の最適化計算

計画策定での最適化問題の定式化手法を確立し、“500件規模の設備”や“50年先までの予算平準化”といった条件に対応した大規模計算が可能である。

(3) LCCの見える化

事後保全と予防保全の両方でのLCCを算出・見える化し、コスト削減効果を定量的に示すことが可能である。

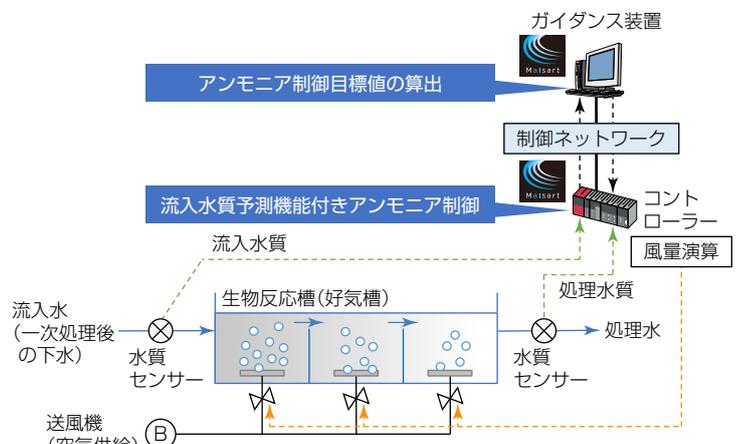


投資計画支援機能の構成

下水処理でのAI技術を活用した生物反応槽風量制御システム

Bio-reactor Aeration Control System Using AI Technology in Sewage Treatment

昨今の脱炭素への社会的要求の高まりを背景に、下水処理場では省エネルギーと水質改善の両立が課題になっている。そこで当社は下水処理場で最も消費電力の大きい送風機の風量制御に着目して、AI技術を活用した生物反応槽風量制御システムを開発した。これは、流入水に含まれる有機物や窒素を除去する処理プロセスの水質、流量等のデータをAI技術を用いてリアルタイムに分析・モデリングすることで、現在の流入水に適した風量にコントロールする技術である。約9か月間の実証実験では、従来の制御技術と比較して、風量が平均15.2%削減、処理水全窒素濃度が平均34.7%低減され、風量削減(省エネルギー)と処理水全窒素濃度低減(水質改善)の両立が確認できた。

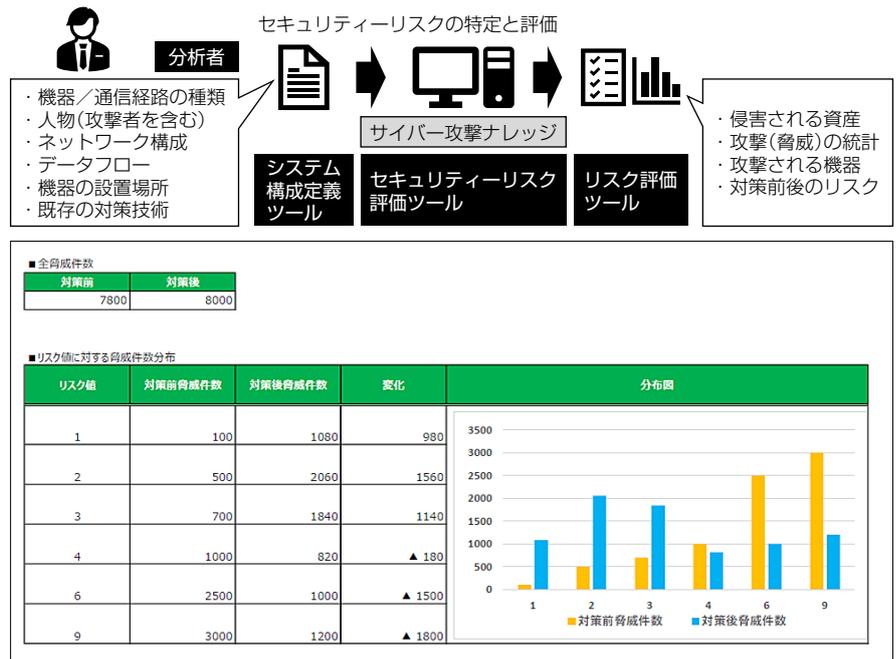


AI技術を活用した生物反応槽風量制御システム

プラント制御システムでのセキュリティーリスク評価ツール

Security Risk Assessment Tool for Plant Control System

近年、情報システムを対象とした知的財産や個人情報の盗取や改竄(かいざん)だけでなく、燃料パイプラインや工場製造ラインなど、社会インフラを含むプラントの制御システムを標的としたサイバー攻撃が増加している。制御システムでは、サイバー攻撃に対するリスクを把握できていない場合が多く、定量的なリスク評価が必要であった。そこで、IPA(独立行政法人 情報処理推進機構)の脅威・発生可能性計算に準拠したサイバー攻撃ナレッジベースを活用し、保護する情報資産の価値と攻撃の難易度から、制御システムで起こり得るセキュリティー脅威を網羅的に評価し、さらに、セキュリティー対策前後の状態を入力することで対策効果を可視化できるセキュリティーリスク評価ツールを開発した。



セキュリティーリスク評価ツール

熊本県防災センターへの当社非常用発電設備の納入

Emergency Power Generating System for Disaster-prevention Center in Kumamoto

当社は2023年5月に九州での広域防災拠点として重要な役割を担う熊本県防災センターに非常用発電設備を納入した。この設備はデュアルフューエルガスタービンを採用し、従来の液体燃料だけでなく、備蓄不要で災害時でも入手性が高い都市ガスとの冗長化で長時間運転と信頼性向上を実現した。また当社独自の発電装置運用支援システム

(MELGOS)を導入し、運転データの自動測定や帳票出力を行い保守業務の省力化を図るとともに、運転状態の“見える化”によって部品交換等の最適な予防保全計画に貢献する。自然災害増加やコロナ禍を経て変化するユーザーの防災意識に対応するため、今後も顧客と対話し、停電時に安心・安全を提供できる製品・サービスを提供していく。



MELGOS画面写真

西九州新幹線列車無線システム



Digital Train Radio System for Nishikyushu Shinkansen

2022年9月に開業した西九州新幹線^(註)(武雄温泉～長崎)区間向けに新幹線列車無線システムを納入した。2023年には、車両の定期点検に備えて、5編成目用の移動局装置を納入した。新幹線列車無線システムは、指令所と新幹線車両間の通信を行うシステムで、中央装置、統制局装置、基地局装置、無線中継装置で構成する地上設備と、車両に搭載された移動局装置で構成している(表1)。地上設備の構成は中央装置配下に統制局装置、統制局装置配下に基地局装置、基地局装置配下に無線中継装置を接続したツリー型構成になっており、新幹線の沿線に敷設されたLCXを介して、車両の移動局装置と接続する。

基地局装置、無線中継装置、移動局装置は西九州新幹線向けの装置を納めて、中央装置・統制局装置は既設の九州新幹線(博多～鹿児島中央)区間と西九州新幹線(武雄温泉～長崎)区間の双方を収容できる装置を納めた(図1)。

(1) 通話継続方式

新幹線列車無線システムでは、通信チャンネル数確保のために路線を複数のゾーンに分割し、ゾーンごとに基地局装置を配置している。列車が在線するゾーンを移動局装置で検出して中央装置・統制局装置へ通知し、中央装置・統制局装置は列車が在線するゾーンに対応する基地局装置へ信号を送送することで通話を可能にしている。また、通話継続のために前方同報/後方閉塞方式を採用している。通話中の列車が進行方向の一つ先の基地局ゾーンに移動した場合にも確実に通話できるように、あらかじめ前方基地局の無線チャンネルを予約し、かつ音声信号を同報する。さらに駅停車中に後方列車の影響を受けないように後方基地局の同チャンネルを閉塞(使用不可)にする。この方式によって、列車が高速移動しながら基地局ゾーンから次の基地局ゾーンに移動しても、途切れることなく音声通話が継続できるハンドオーバー機能を実現している。

(2) 九州新幹線区間の対応

(2) 九州新幹線区間の対応

既設の九州新幹線(博多～鹿児島中央)は山陽新幹線と相互直通運転しているため、山陽新幹線区間と九州新幹線区間を跨(また)いだ際にも通話継続できるように、九州新幹線の中央装置・統制局装置は山陽新幹線側の中央装置・統制局装置とも接続されている。両区間を跨ぐ際には相互の中央装置・統制局装置間で通信を行い、前方基地局の無線チャンネルを予約して通話継続を実現している。

(3) 西九州新幹線区間の対応

新設の西九州新幹線(武雄温泉～長崎)区間は部分開業であり、山陽新幹線との相互直通運転をしないため、西九州新幹線区間に在線する列車との通話は九州側の指令所とだけにして、山陽新幹線側の指令所との通話対象から外す必要がある。今回納入の中央装置・統制局装置には西九州新幹線の列車を識別するルート識別機能を新たに追加し、西九州新幹線区間に在線の列車の情報は山陽新幹線側の中央装置・統制局装置に通知しない動作にすることで、山陽新幹線側のシステムに影響を与えることなく西九州新幹線にも対応した九州向け中央装置・統制局装置を実現した。

表1-装置の機能

装置	機能
中央装置	①指令電話、指令・情報伝達等、中央装置～移動局装置間の音声回線及びデータ回線の追跡制御 ②指令卓など指令所内の機器との接続
統制局装置	①指令電話、指令・情報伝達等、中央装置～移動局装置間の音声回線及びデータ回線の追跡制御 ②業務公衆電話など、統制局装置～移動局装置間の音声回線及びデータ回線の追跡制御 ③JR電話交換機との接続
基地局装置	①電波の送受信 ②無線信号と有線信号間の変換
無線中継装置	①LCX(漏洩(ろうえい)同軸ケーブル)の電波伝送損失を補償するための電波の直接増幅
移動局装置	①LCXを介した基地局との電波送受信 ②指令電話、指令・情報伝達等、中央装置～移動局装置間の音声回線及びデータ回線の追跡制御 ③業務電話など、統制局装置～移動局装置間の音声回線及びデータ回線の追跡制御

LCX : Leaky Coaxial Cable

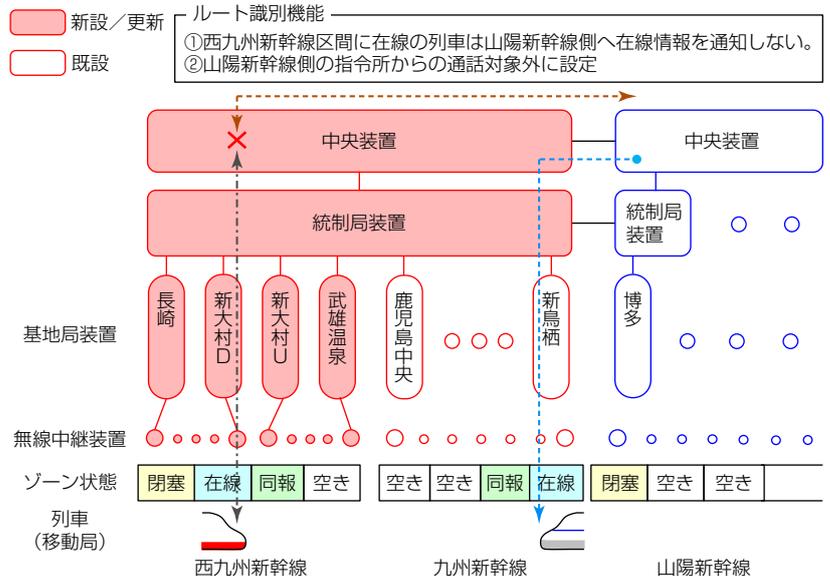


図1-システム構成

10G-EPON加入者宅内光回線終端装置

10G-EPON Optical Network Unit

当社は光アクセスネットワーク向けに、データ伝送速度の高速化を実現する10G-EPON(10Gigabit-Ethernet Passive Optical Network)システムを製品化している。

10G-EPONシステムを構成するユーザー宅内装置(Optical Network Unit: ONU)について、従来の機能・性能を維持しつつ、低消費電力化及び小型化した製品を2024年度から社会インフラ事業者向けに提供する。この装置の特長は次のとおりである。

- (1) 脱炭素社会に向けて、低消費電力デバイスの採用、部品点数の削減によって、消費電力40%削減(*1)、装置体積37%削減(*1)を実現した。また、再生PC(Polycarbonate)/ABS(Acrylonitrile-butadiene-styrene)を筐体(きょうたい)に採用し、新規プラスチック使用量70%削減(*1)を達成した。
- (2) ユーザー側インターフェースを2ポート具備し、ポート1は10Gbps、ポート2は1Gbpsの伝送速度に対応する。OLT(Optical Line Terminal)とONU間のデータ伝送速度は最大10Gbpsであり、優先度の高いEthernet(注)フレームの滞留・廃棄を回避する優先制御機能を搭載した。

- (3) コアチップに汎用デバイスを採用し、従来の機能・性能を維持するアプリケーション開発を行い、局側装置への収容を可能にし、既設ONUとの混在収容に対応した。

*1 当社従来比



ユーザー側インターフェースの対応規格：
ポート1(UNI1): 100BASE-TX/1000BASE-T/10GBASE-T
ポート2(UNI2): 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T

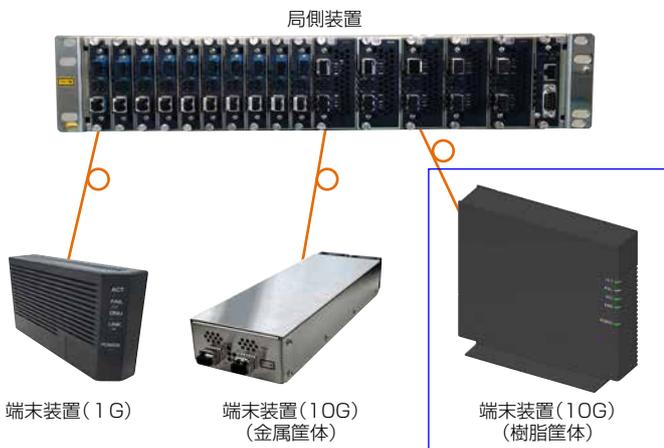
10G-EPON ONU装置

集合型メディアコンバーター 樹脂筐体版端末装置(10G)

Collective Media Converter Unit Plastic Case Optical Network Unit (10G)

広域イーサネット(注)サービスや専用線サービス向けに、当社は1G/10G集合型メディアコンバーター装置を製品化している。端末装置(10G)についてはこれまで金属筐体をラインアップしていたが、新たにより環境に配慮した設計に変更し設置場所に柔軟性のある樹脂筐体版を2024年1月に製品化予定である。樹脂筐体版端末装置の主な特長は次のとおりである。

- (1) 使用部品及び部品配置の最適化、ファンの削減によって約22%の低消費電力化、金属から樹脂へ筐体を変更することで質量の約24%の軽量化を実現した。
- (2) 自然空冷化を実現した筐体デザインで、平置き、縦置き両設置対応を実現した。
- (3) 家電リサイクルで回収したポリカーボネート系プラスチック(PC/ABS)から生成した再生PC/ABSを筐体の部材として採用した。樹脂筐体版端末装置の新規使用プラスチック量を約70%削減したことで、社会課題である持続可能な生産消費形態の確保に貢献する。



集合型メディアコンバーター装置

端末装置(10G)主要諸元

項目	仕様
外形寸法	190(W)×40(D)×162(H)mm (スタンド, 突起物除く)
質量	1.0kg以下 (ACアダプター, SFP+, スタンド除く)
電源	AC100V(外付けACアダプター)
消費電力	20W以下
設置方法	卓上設置 (1)平置き (2)縦置き
冷却方式	自然空冷

MELOOK AI(カメラ)



MELOOK AI (Camera)

近年、防犯、人手不足による業務効率化、作業の安全性確保などの社会的課題が増加する中、ネットワークカメラシステムには撮影機能のほかに、映像解析によって侵入・混雑等を高精度に検知する機能が求められている。検知精度向上にはAIの活用が期待される一方、ネットワークカメラシステムにAIで映像解析するサーバーが必要になるため、導入コストの増大が普及への課題になっていた。

エッジAIカメラであるMELOOK AIは、推論に特化した低コストなAIプロセッサを搭載することで、高コストな映像解析サーバーを使用せずに人物・車両の侵入や混雑状況等の高精度な検知を可能にし、導入コストの抑制と監視業務の省力化に貢献する。

MELOOK AIの主な特長を次に述べる。

- (1) 高精度な検知機能を用途に応じて選択可能
人物・車両を識別して侵入検知が可能な“人物・車両検

知AIアプリケーション”と、人数と滞留時間による混雑検知が可能な“混雑検知AIアプリケーション”の2種類から用途に応じて選択が可能である。

- (2) MELOOK4レコーダーで検知結果を一括管理可能
MELOOK4レコーダーと接続することで、MELOOK AIによる様々な検知結果をレコーダーのアラームリストとして一括管理が可能である。



MELOOK AI本体

MELOOK4シリーズ(カメラ・レコーダー)



MELOOK4 Series (Camera / Recorder)

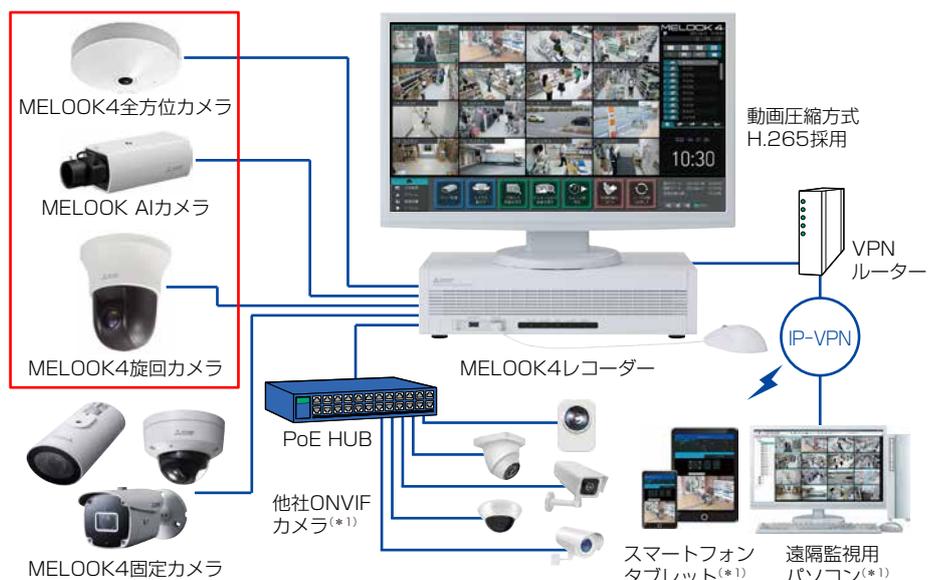
近年の社会情勢の変化によって、安心・安全に対する意識は高まっており、映像監視システムへの機能・性能向上の要求が高まっている。当社は画質・記録時間・接続性などを更に向上させた映像監視システム“MELOOK4シリーズ”を2022年4月に市場投入した。2023年には、新たに旋回カメラ、全方位カメラをラインアップに追加するとともに、新シリーズのMELOOK AIカメラを収容可能にしたことで、使いやすいユーザーインターフェースや、LANケーブルへの電源重畳機能による設置工事時間の短縮、カメラへの個別設定を不要にする簡単設定のコンセプトを踏襲しつつ、幅広い顧客ニーズに対応するシステムを構築可能にした。

MELOOK4シリーズの主な特長を次に述べる。

- (1) 動画圧縮規格H.265の採用による記録時間の拡大
H.264と同等画質でデータ量を約2/3に削減する。
- (2) ONVIF^(注)(Open Network Video Interface Forum)カメラとの接続による適用範囲の拡大

他社製品との接続が可能になり、システム拡張性が拡大した。

- (3) 小規模システムに適したSD(Secure Digital)カード記録対応カメラ
レコーダーレスのシステムが構築可能で導入コストを抑えることが可能である。
- (4) 機能性とインテリア性を備えたデザイン



VPN : Virtual Private Network, IP : Internet Protocol, PoE : Power over Ethernet
* 1 遠隔監視の接続仕様, 他社ONVIF対応カメラの接続の間合せは販売窓口まで

MELOOK4システム構成例

自動通行量調査システム

Automatic Traffic Survey System

商業施設、ビル、駅、空港等の施設での通行量調査は、多くの箇所で調査が必要なため、調査人員確保と多額の費用発生が課題になっている。そこで、施設内の既設監視カメラを活用して、映像解析によってカウント線を跨(また)いだ人数等を自動カウントする自動通行量調査システムを開発した。現状、人/ベビーカー/車椅子のカウントに対応し、今後は年齢/性別等の属性別カウントも拡充する。

このシステムの主な特長は次のとおりである。

(1) 混雑環境でも処理負荷軽減を実現する解析手法

人物を個別に追跡してカウントする一般的な手法では、混雑環境下で検知・追跡の処理負荷が極めて高くなる。そこで、人物検知と動き量抽出を実施し、人物数と動き領域面積の変換係数を求めて、カウント線上の動き量と変換係数から人数を推定する手法にして、混雑環境下での処理負荷軽減を実現した(図1)。

(2) 既設カメラを活用したデータ提供ソリューション

既設カメラの様々な画角に応じて解析パラメーターを自動調整し、既設カメラを稼働したまま、映像を自動収集・解析した通行量データをレポートとして出力可能にした。自動化によって、費用削減、カウント結果の高精度化に加えて、調査頻度を増加できるため、常に最新のデータでマーケティング・都市開発等の施策検討が可能になる(図2)。

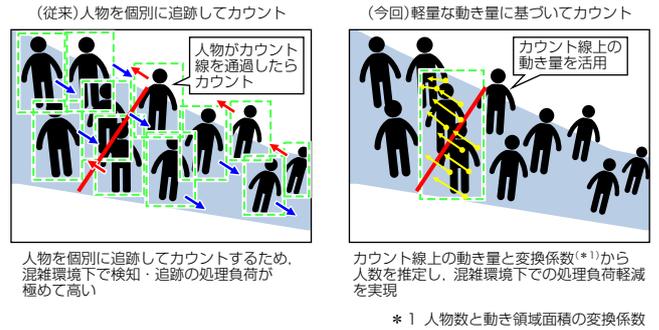


図1-混雑環境でも処理負荷軽減を実現する解析手法

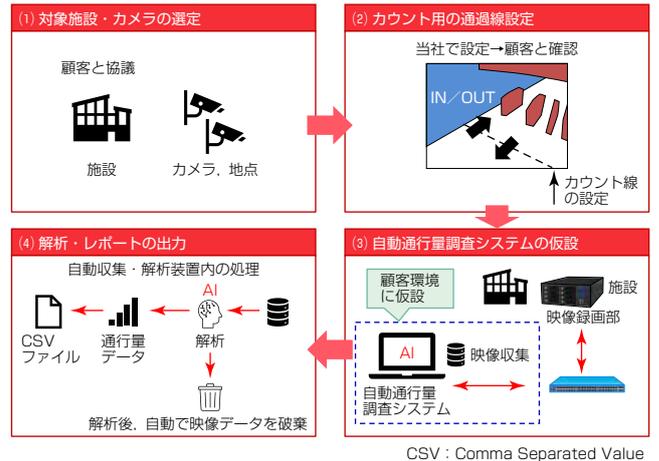


図2-既設カメラを活用したデータ提供ソリューション

有料道路監視用高感度カメラ

High Sensitivity Surveillance Cameras for Toll Roads

有料道路向け監視カメラは従来トンネル内を中心に設置されていたが、最近ではトンネル外に設置されるケースが増えている。トンネル外では、道路照明が設置されていない暗所での視認性確保が課題になるが、カメラ用の白色LED照明はドライバーへの光害になること、感度を向上させるスローシャッター機能はフレームレート低下によって高速で移動する車両の撮影には適さないことから、カメラの高感度化が必要になる。さらに、暗部である路面と明部であるヘッドライト点灯中車両の両方の同時視認が求められるが、従来機種のWDR(ワイドダイナミックレンジ)機能は昼間の逆光環境下で効果が最大になる設計のため、夜間のヘッドライト照射の環境下では視認性が低下する課題があった。今回、この

課題に対応するため、有料道路監視用高感度カメラ(HM-7650)を開発した。主な特長は次のとおりである。

- (1) 撮像素子の変更と輝度制御、色、黒レベルの最適化によって、最低被写体照度0.05lxから0.03lxへの高感度化を実現した。
- (2) WDR機能について、輝度制御と長短シャッター画像の合成比率を最適化し、夜間でもヘッドライトに影響されずに路面と車両の監視を可能にした。
- (3) 可視光を出さない近赤外線LED照明灯と組み合わせて、更なる暗所でもドライバーへ光害なく監視可能にした。



従来機種(WDR OFF, 照明灯なし)



HM-7650(WDR ON, 近赤外線LED照明あり)

国内／海外共通プラットフォーム新型デジタルリレー“MELPRO-CHARGE3”“MELPRO-HB” ★

Numerical Protection Relays "MELPRO-CHARGE3" for Domestic Market and "MELPRO-HB" for Overseas Market Developed Based on Common Platform

1. はじめに

国内及び海外各市場での新たな顧客ニーズに対応するため、ハイエンド後継機としてプラットフォームを共通化し相互の機能融通性を持たせた“MELPRO-CHARGE3”及び“MELPRO-HB”(以下“C3/HB”という。)を開発した。

2. 開発の背景

国内・海外共に現行機種は約10年前に開発され、近年は価格及び仕様面で優位性が薄れてきており、再度優位性を高める必要が生じている。また、国内向けには電力用規格B-402や電気学会が定めるJEC規格、海外向けには国際電気標準会議が定めるIEC規格に合わせて個別に開発を行ってきたが、近年国内でも通信規格IEC 61850などIEC規格への関心が高まっている。さらに今後は変電所保護制御システムのフルデジタル化やデータ活用による保守効率化など、従来の保護制御にとらわれない、より広範囲な分野への応用が期待されている。

これらの課題と展望を基に、国内・海外向け後継機としてデジタルリレーC3/HBを開発した。

3. 開発内容

(1) 共通プラットフォーム開発

国内・海外向け機種を共通プラットフォームで開発することによって、両機種のIEC 61850対応への容易化及び開発リソース・保守負担の低減を図る。サイバーセキュリティ要求の高まりが想定される中、規格改定時の対応やセキュリティ対策の更新も共通で対応することになるため効率化が期待できる。併せてエンジニアリングツール“MELPRO-works”を開発した。特に海外では盤メーカーやシステムインテグレーターがツールを用いてエンドユーザー向けのカスタマイズを行うため、ロジック変更、通信等各種設定をユーザーの要望に応じて機能提供する仕組みも付加した。

(2) 機能向上

①高速サンプリングによる保護、監視、記録性能向上

現状、電圧や電流等の電気量のサンプリング速度は定格周波数に応じて2,400Hz(50Hz定格)、2,880Hz(60Hz定格)が採用されているが、C3/HBでは約20倍になる57,600Hzを採用した。これは、今後変電所デジタル化の際に導入が進められるプロセスバス関連規格IEC 61869に準拠したサンプリング(保護4,800Hz、電力品質計測14,400Hz)への対応を考慮したものであり、より高次の高調波が監視可能になるため、電力品質監視の高精度化も期待できる。さらに、演算周期や事故記録機能を従来の600/720Hzから大幅

に向上させた。事故記録は最大14,400Hzまで拡張しており、ユーザーや装置個別の要求に応じて適切な値を選択可能にした。記録件数も大幅に増加するとともに、電源供給が長期間断たれても記録を保持するなど、記録領域の高機能化を実現した。演算周期は1,200Hz/1,440Hzまで高速化が可能であり、保護の高度化や事故検出の高速化が期待される。

②カラータッチスクリーン採用

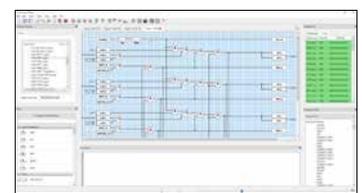
ユーザーインターフェースとしてカラータッチスクリーン(7インチ)を採用し、従来の押し釦(ボタン)+キャラクターLCD(Liquid Crystal Display)から大幅に視認性・操作性を向上させている。入力電気量のベクトル図表示や単線図が表示可能になり、保守や運用の効率化が期待できる。詳細情報の確認は現行機種では保守用パソコンを接続して実施する必要があったが、タッチスクリーンから閲覧が可能になる。保護リレーは製品寿命が長く、保守用パソコンを確保し続ける必要があるという顧客課題の解決にも寄与することが期待される。

(3) コスト低減

従来は複数CPU基板で実現していた機能を1基板に集約するなど部品点数削減によってコスト低減を図った。エンジニアリングツール活用を前提とした設計標準化、試験効率化なども並行して進めている。また、タッチスクリーン化によって従来は盤に実装していたスイッチをリレーの設定にするなど盤部材の削減も期待される。

4. むすび

従来機種から大幅に機能を向上させ、競争力を強化した国内及び海外向け新型デジタルリレーMELPRO-CHARGE3及びMELPRO-HBを開発した。両機種共に2023~2024年度の市場投入に向けてアプリケーションの実装及び試験を進めている。引き続き変電所のデジタル化、予防保全端末としての機能など拡張開発を計画していく。



シーケンスエディター画面



海外向け新型デジタルリレー
MELPRO-HB



IEC 61850設定画面

MELPRO-works設定画面(例)

発電設備や製鉄、石油化学等の産業プラントでは、三相モーター(以下“モーター”という。)が数多く用いられている。モーターはポンプ、圧縮機、送風機など様々な設備の動力を担う主要機器であり、国内では約1億台が稼働していると言われている。モーターが故障した場合、生産に多大な影響を及ぼすことから、工場内のモーターの日常的な保守点検が必要である。しかしながら、広い工場内を巡視点検することは多くの労力が必要であり、また近年の人手不足によって人材確保が課題になっている現状がある。さらに高所や防爆エリア、水中など点検が困難又は不可能な場所での点検実施も問題になっている。

こういった保守業務での諸問題を解決するため、モーター群の制御・保護・計測・監視等を集中監視するモーターコントロールセンターに搭載されているマルチリレーに世界初(*1)となるモーター診断機能を搭載したTYPE EMC-BA PRO(以下“TYPE EMC”という。)を開発し、2019年に市場投入した(図1)。

モーター劣化診断機能は、モーター主回路の三相電流と電圧を計測し、解析することによって、モーターを停止させることなく常時モーターの状態をモニタリングすることを可能にした。また、伝送システムによって上位システムでの監視も可能である。従来は聴診や振動センサーなど定期巡回点検が必要であったが、TYPE EMCを導入することで配電盤の中央監視室などでの常時自動モニタリングが可能となり、広い工場内を巡視点検する手間や人手不足の問題を解消できる(図2)。

TYPE EMCに搭載しているモーター診断機能は、電流・電圧を計測・解析することによって、3種類6項目の故障要因を個別に診断することが可能である。診断項目は表1のとおりである。

TYPE EMCの診断によって三相モーター故障原因の約87%(*2)をカバーしており、網羅的に故障診断の実施が可能になった。機械系異常に関しては、振動センサー等による振動計測の方が高精度ではあるが、TYPE EMCが実施する診断は診断項目の多さや巡回点検作業が省力化できるといったメリットを持つ。

今回のTYPE EMCの製品化によって、定量的かつ自動的にモーターの劣化状態を診断できるようになった。点検業務での保安員の人材不足を解消し、またより安全な保安業務を実施できるようになり、電気設備の保安業務のスマート化に大きく貢献できる。

2019年の市場投入以来、多くの顧客から、“電流診断技

術は活用次第で、保全の方法を変える革新的な技術である”と好評を得ている。今後もインバーター設備への適用や適用可能モーターの範囲拡大など適用範囲拡大と一層の高度化に取り組んでいく。

なお、この製品の技術開発成果は産業技術の高度化及び産業の振興への貢献が認められ、第30回(2023年)芦原科学賞を受賞した。

- *1 2019年時点、当社調べ
- *2 日本電機工業会：誘導電動機の更新推奨時期について(2000)を参考にTYPE EMCとの機能比較によって算出した。

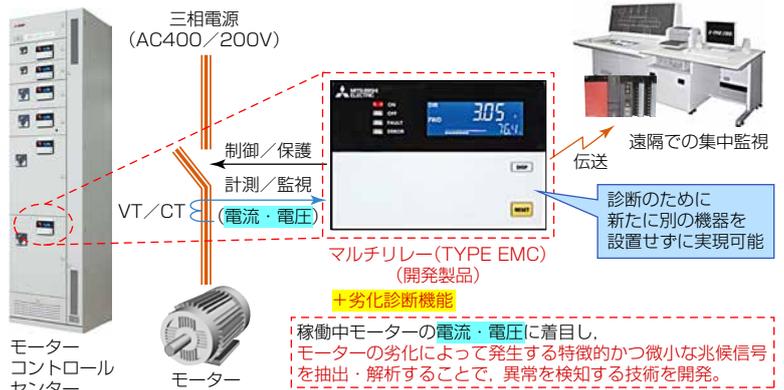


図1-TYPE EMC

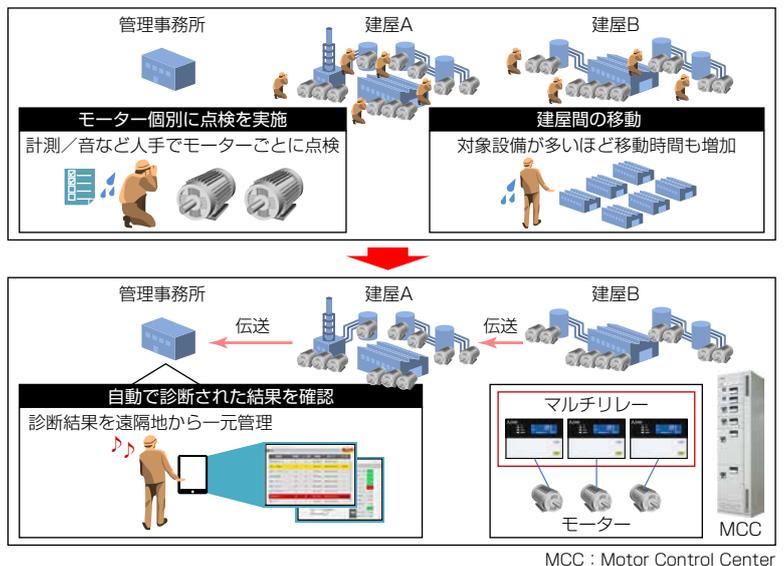


図2-今回開発システムが解決する点検業務の課題

表1-モーターの異常検知比較

異常種類	異常内容	五感点検	振動値計測による点検	TYPE EMCによる点検
1. 電気系異常	レヤショート検出(固定子巻線短絡)	×	×	○
	回転子バー損傷検出	×	×	○
2. 機械系異常	軸受け異常検出	△	◎	○
	異常振動検出	△	◎	○
	ベルト断線検出	△	◎	○
3. 負荷系異常	トルク異常(低/高トルク)	×	×	○

×: 診断不可 ○: 診断可能 ◎: 比較的高精度に診断可能

カーボンニュートラルに向けた原子力発電所再稼働と計装制御設備更新に対する取組み

Efforts to Restart Nuclear Power Plants and to Upgrade Instrumentation and Control Equipment Aiming at Realization of Carbon Neutral

2023年9月、東日本大震災以降停止していた高浜発電所1/2号機が稼働し、新規規制基準の設置許可審査に合格している加圧水型原子力発電プラント(PWR)12基が再稼働を果たした。

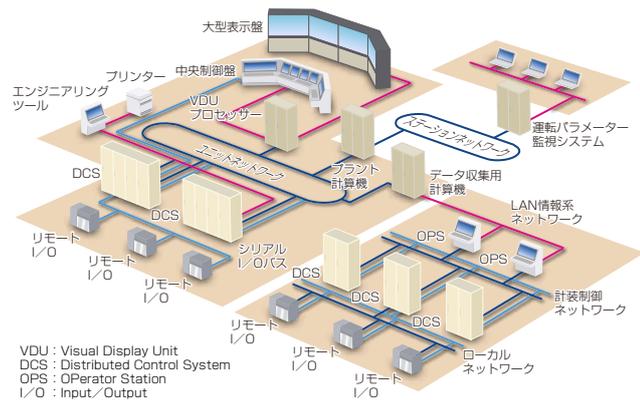
当社は、国内のPWR建設に電気計装メーカーとして携わって以降、日本のエネルギー政策に沿って原子力事業者とともに安心・安全なプラント運営に努めて、貢献してきた。S+3Eの基本的視点^(*)に沿って、安全性向上に資する安全対策工事の設備対応に加えて、電力の安定供給の実現に欠かせない設備の健全性を維持するため、プラント運

営の中長期的観点で設備更新工事を提案・実施している。

当社の原子力プラント電気計装制御設備は、生産維持活動によって納入から15年を超える長期保守性を確保しているが、開発から何十年も経過することで部品の技術変遷や技術者の世代交代など社会的寿命が考えられることから、定期的に最新機種開発を行い設備更新提案を実施してきた。高浜1/2号機では中央制御盤取替え工事によって再稼働までに200面以上の計装制御設備を最新の総合デジタル計装制御システムに一括更新し、デジタル型中央制御盤によるプラント運転監視を実現している。

当社はこれからも国内の原子力プラント再稼働に貢献していくほか、次世代革新炉への取組み等を通じて2050年カーボンニュートラル実現に貢献していく。

^{*}1 安全性(Safety)、エネルギーの安定供給(Energy Security)、経済効率性の向上(Economic Efficiency)、環境への適合(Environment)



総合デジタル計装制御システムのシステム構成



デジタル型中央制御盤

出典：関西電力㈱ 高浜発電所の安全対策
https://www.kepcoco.co.jp/energy_supply/energy/nuclear_power/anzenkakuho/taisaku/various_risk/takahama/genba.html

託送料金制度への発電側課金導入に向けた取組み

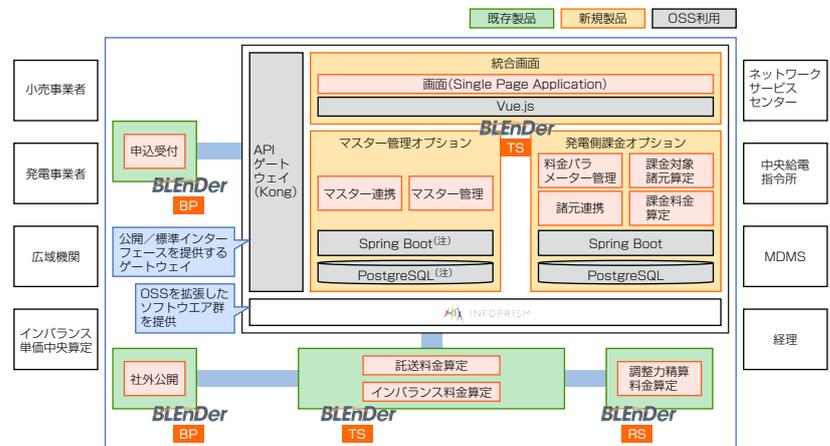
Introducing Generation Charge in Wheeling Charge System

発電側課金制度の目的は、系統の効率的な利用及び再生可能エネルギー導入拡大に向けた系統増強を効率的かつ確実に行うため、現在、小売事業者が全て負担している送配電設備の維持・拡充に必要な費用を需要家とともにシステム利用者である発電事業者の一部の負担を求めて、より公平な費用負担にすることである。

当社は、国内送配電事業者向けに、既存製品である託送料金調定パッケージ(BLEnDer)のオプション機能として、2024年4月の制度開始に向けてパッケージ開発を進めている。このパッケージは、当社製品であるINFOPRISMを含めて、各種オープンソースソフトウェアを活用して組み合わせた製品であり、発電側課金に必要な機能として、課金対象諸元算定、課金料金算定、料金パラメーター管理等の機能、及びシステム間・機能間連携を実現するための公開/標準インターフェースやユーザーが利用する画面を具備する。マスター、諸元データ等は、既存パッケージ製品との連携機能を具備してお

り、効率的なデータの管理が可能になっている。

当社は、発電側課金業務に対する各送配電事業者のニーズに対応しつつ、パッケージ標準機能を活用してインテグレーションすることで、システム導入を進めている。制度開始後も、更なるシステム・機能を拡充するだけでなく、各送配電事業者の業務運用・システム運用ニーズを取り込んで、更なる顧客拡大を図っていく。



OSS：Open Source Software、API：Application Programming Interface、MDMS：Meter Data Management System、BP：Business Protocol、TS：Transmission Service、RS：balancing Reserves Settlement

託送関連パッケージ製品の機能概要及びシステム連携図

カーボンニュートラル、再生可能エネルギー主電源化に向けた大規模蓄電池制御システムの構築

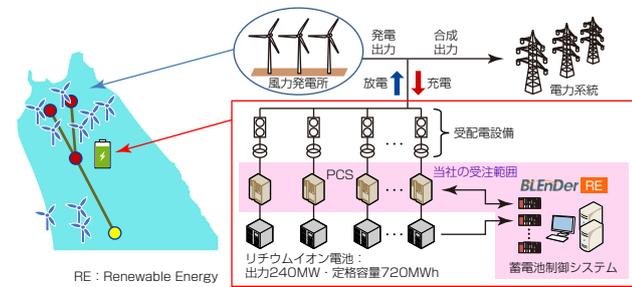
Building Storage Battery Control System for Carbon Neutrality and Becoming Main Source of Renewable Energy

カーボンニュートラル実現に向けて再生可能エネルギー主電源化を実現するための課題として、再生可能エネルギーの出力変動への対策が挙げられる。その解決手段の一つとして蓄電システムがある。北海道北部地域に風力発電所(以下“WF”という。)を大量導入(9か所合計500MW以上)する際の系統安定化対策として、世界最大規模(出力240MW、定格容量720MWh)の蓄電システムが2023年4月に導入された。当社は千代田化工建設㈱の下で、この大型蓄電システムを制御する“BLENder RE”とパワーコンディショナー(以下“PCS”という。)を納入した。大量のWFが運用開始すると、風況の変化に伴い発電出力が大きく変動することによって、周波数の変動が発生し系統安定運用に影響を与えることが考えられる。今回のシステムはこの課題に対して、WFの出力変動を打ち消すように蓄電池の交流出力を制御し、風力発電出力の変動を一定値(送電定格

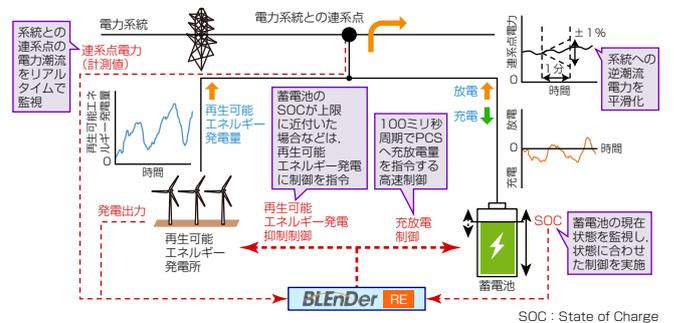
300MWに対して1%/分)以内に抑制する。その他、夜間は系統需要が低下するため出力増加を抑制するなど、時間帯によって系統への出力値の増減抑制の制御も行っている。これらの制御には高速な動作が必要なためMELSEC(当社製シーケンサ)によって100ms周期で充放電量を演算し、PCSに充放電電力を指令することで高速性を実現している。



システム全景(千代田化工建設㈱提供)



システム概略構成図



蓄電池制御システムの制御イメージ

電力デジタルエナジープラットフォームを活用したアグリゲーションサービス

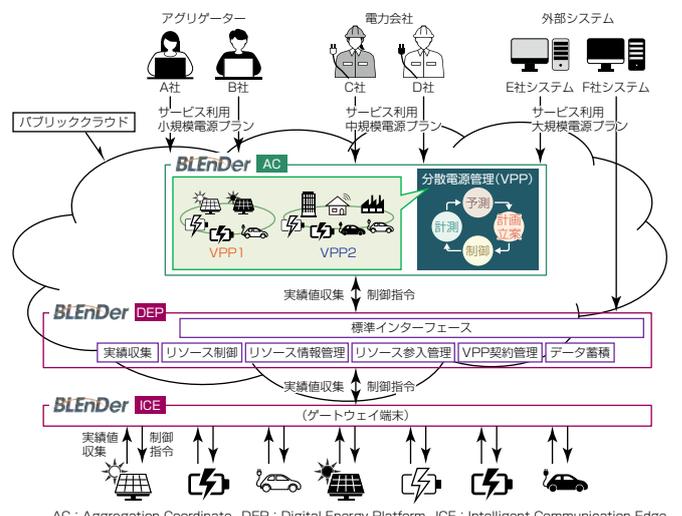
Aggregation Service Utilizing Power Digital Energy Platform

当社はカーボンニュートラル実現に向けて、分散型電源の活用促進に取り組んでいる。分散型電源は小規模であるため、多数の電源を束ねる必要があるが、接続方法や初期導入費用に課題がある。

分散型電源と接続可能で、標準で外部連携インターフェースも持っている。

このサービス提供によって、分散型電源の導入と活用を促進し、カーボンニュートラル実現に貢献していく。

電力会社だけでなく、アグリゲーターや需要家にも分散型電源の導入を促進し、活用を加速していくためには、“サービス契約型”のソリューション提供が有効と考えて、当社は分散型電源情報を収集し、多数の分散型電源を束ねて、仮想発電所(Virtual Power Plant: VPP)として管理・活用可能な“アグリゲーションシステム”をパブリッククラウド上に構築し、サービス提供を開始した。



アグリゲーションサービス

このサービスは、再生可能エネルギー発電設備、蓄電池、ヒートポンプ給湯器など多様な分散型電源と接続し、情報の収集、需要・発電予測、蓄電池充放電計画・制御を自動で行うことが可能である。

分散型電源との通信は電力エナジープラットフォームである“BLENder DEP”を活用し実現している。

BLENder DEPは各種プロトコルに対応しており様々な

MIMOレーダーでの3層並列処理技術



3-tier Parallel Processing Technology for MIMO Radar

MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)レーダーは、複数の小型アンテナを分散配置し、仮想的な大型アンテナを形成するレーダーであり、その性能は大型レーダーに匹敵する。

3層並列処理技術は、その目標検出に用いるサーバークラスタを持つ階層構造に即して並列処理を施す技術である。次に示す三つの層で対象を区切って、各層に適した規格・技術を用いて、関心の分離と開発量の抑制を実現する。

(1) サーバー層

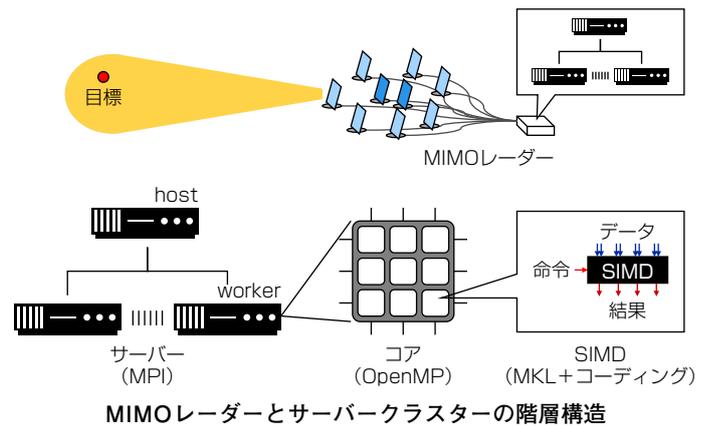
サーバー層は、サーバークラスタのサーバーを対象とする層である。並列処理には、移植性と速度に優れた通信主体の標準規格であるMPI(Message Passing Interface)を用いる。さらに、host/worker型を採用し、workerを外部から隔離・隠蔽し、システムに拡張性を持たせる。

(2) コア層

コア層は、各サーバーが持つコアを対象とする層である。並列処理には、互換性に優れた共有メモリー型の標準規格であるOpenMP(Open Multi-Processing)を用いる。

(3) SIMD層

SIMD(Single Instruction Multiple Data)層は、各コアが持つSIMD演算器を対象とする層である。並列処理には、速度に優れた算術演算ライブラリーであるMKL(Math Kernel Library)を用いる。また、ライブラリーが利用できない高負荷な処理では、別途SIMD演算器を使用するように記述する。



L帯高出力広帯域TWT



High Power Broadband TWT for L-band

電子戦システム等では、高出力・広帯域かつ高効率・小型軽量の増幅デバイスが求められている。

今回、L帯CW(Continuous Wave)で動作する出力500W以上、比帯域0.7以上の高出力広帯域TWT(Traveling Wave Tube)を開発した。TWTの電子銃部、コレクター部はこれまでの開発管の成果を活用しつつ、遅波回路部については課題になる低周波数側の特性改善のために遅波回路の構

造(位相速度プロファイル)最適化によって所望帯域で高出力を得る構成にした。また、電子ビームパラメーターの調整によって極力小型化を図り、多段コレクタ構成によって広帯域ながら効率24%以上を実現した。

この開発によって、高機能的電子戦システム等の実現に貢献する。



L帯高出力広帯域TWT

2.7 宇宙システム Space Systems

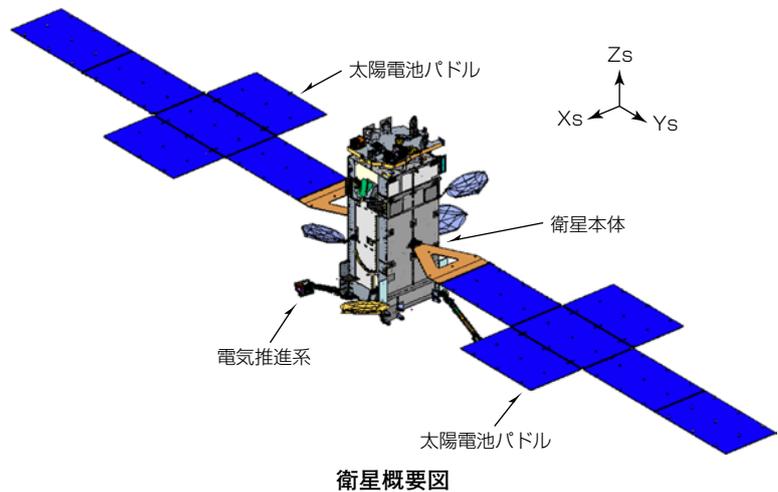
技術試験衛星9号機(ETS-9)開発状況



Development Status of Engineering Test Satellite-9

ETS(Engineering Test Satellite)-9は、2020年代の商用衛星市場での国際競争力の強化を目的として、国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構と契約の下、開発を実施中で、2023年9月にシステム詳細設計審査が完了した。①電気推進系技術の確立、②大電力化、③排熱能力の向上の3項目を中心に開発を進めている。①では、電気推進系設計と衛星制御技術確立、大出力(6kW級)電気推進スラスターへの電力供給技術確立、②では、発生電力25kW級の太陽電池パドルと付随する電力供給装置の開発、③では、軌道上で放熱面を拡大する展開型ラジエーター(地上検証まで)、能動的に熱輸送を可能にするアクティブ熱制御技術の開発を進めてい

る。現在フライトモデルを製造中で、2024年度に地上試験フェーズに移行する。



2.8 施設ビル管理システム Management System for Building Facilities

施設ビル向け監視制御システム“MELBAS”での多拠点監視を実現するIoT機能

IoT Functions to Realize Multi-site Remote Monitoring in Monitoring and Control System for Building Facilities "MELBAS"

施設ビル向け監視制御システム“MELBAS”にIoT(Internet of Things)機能を拡張開発した。

今後もクラウド化による複数拠点一括監視やAIによる言える化(異常検出)等の機能拡充を行う。

(1) 遠隔監視

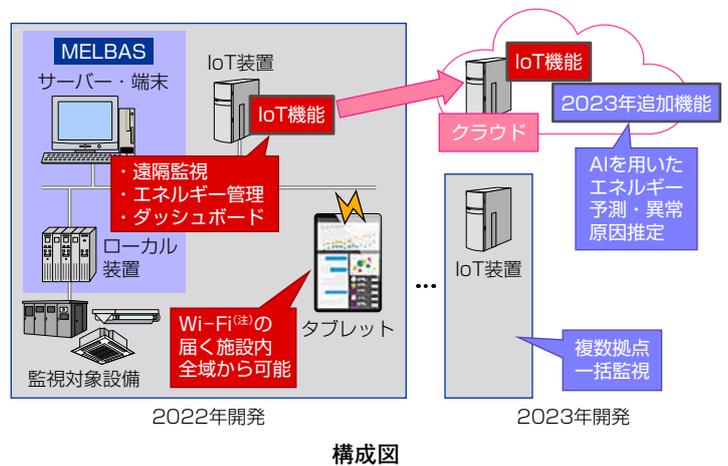
施設内でタブレットによる遠隔監視を実現する。監視情報を手元で確認しながら設備の点検作業や故障対応を可能にし、設備運用の省力化を支援する。

(2) エネルギー管理

消費電力量変化の見える化を実現(サンキー図)する。階層表示(ビル全体→フロア→設備)によってエネルギー消費の問題箇所を容易に確認でき、エネルギー消費の効率運用に寄与する。

(3) ダッシュボード

ユーザーごとに画面や監視項目を自由に設定でき、必要な情報への迅速なアクセスが可能である。



ダッシュボード画面

3.1 FAシステム Factory Automation (FA) Systems

MELSEC iQ-R 安全機能付き入出力ユニット ★

MELSEC iQ-R I/O Module (With Safety Functions)

MELSEC iQ-Rシリーズは、一般制御と安全制御を統合したシステム構築が可能であり、最適な安全制御と生産性向上の実現が可能なシーケンサである。

このたび、国際安全規格に適合した入出力ユニット“MELSEC iQ-R 安全機能付き入出力ユニット”を発売する。“EN ISO 13849-1 カテゴリー4 PL e”“IEC 61508 SIL 3”の安全規格に適合し、安全入出力制御が可能である。

主な特長は次のとおりである。

(1) 従来のブロックタイプ安全リモートI/Oユニットに加えて、ビルディングブロックタイプ安全I/Oユニットであるこの製品によって、システム構成の自由度が向

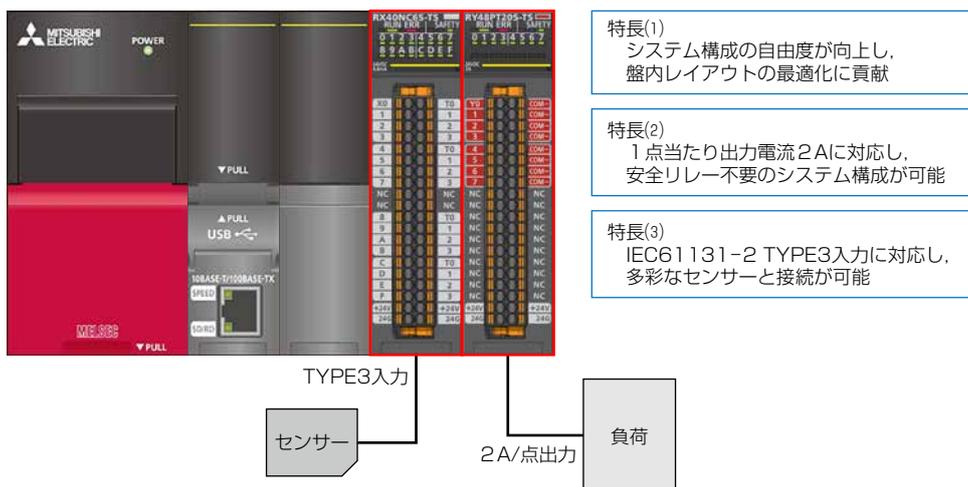
上する。盤内レイアウトの最適化が可能である。

(2) 出力ユニットの1点当たりの出力電流を2Aに増加させたことで、従来、安全リレーを介して駆動していた負荷を直接駆動でき、安全リレー不要のシステム構成が可能である。

(3) 入力ユニットは、近年、欧米で主流になってきているデジタル入力IEC61131-2 TYPE3に対応しており、より多彩なセンサーとの接続が可能である。

これらの特長によって、プレス製造装置など安全制御が必要な装置分野で省スペース化とTCO (Total Cost of Ownership) 削減に貢献する。

MELSEC iQ-R 安全機能付き入出力ユニット
(左：入力ユニット, 右：出力ユニット)



システム構成例と特長

電子式マルチ指示計器は工場やビルの受配電設備等に設置され、電気設備の稼働状態を把握するため、電流や電力量等の電気諸量を計測する機器である。複数項目の計測と通信機能による遠隔監視が可能であり、省エネルギーやカーボンニュートラルの実現に向けた電力の見える化に活用され、広く普及が進んでいる。

一方で、労働人口の減少や熟練作業員不足等によって、機器への設定作業の簡略化が求められている。このニーズに対応するため、新たにスマートフォン用の設定アプリケーションソフトウェア(以下“アプリ”という。)に対応し、更なる“業務改革”に貢献できる新機能を搭載した電子式マルチ指示計器ME110Gシリーズを発売した。

主な特長は次のとおりである。

(1) 制御電源が不要な新たな設定方法の実現

従来、電子式マルチ指示計器の設定作業は、通電状態で設定する必要があった。この製品では、近距離無線通信によって、スマートフォンをかざすだけで、通電時だけでなく無通電時でも設定作業を可能にした。また、内蔵電池レスを実現することで、保守性を考慮した設計にした。設定作業の工程を柔軟に変更可能な新たな設定方法によって、盤製造現場や現地据付け時の“業務改革”に貢献する。

(2) スマートフォンとの連携機能による設定作業の効率化

フレキシブルな計測が可能な電子式マルチ指示計器で、機器設定は重要であり多岐にわたる。従来はボタン操作による設定方法が主であり、作業効率化のため専用の設定データ送受信器を提供していた。今回、新たにアプリを開発し、スマートフォンの画面を見ながらタップ操作による直感的な操作が可能で、専用機材が不要な設定方法を実現した。製作図面を基に事務所で設定データを事前に作成可能になり、電子式マルチ指示計器への設定データ書き込みはスマートフォンをかざすだけで可能なため、作業環境改善と盤製作時間短縮に貢献する。

(3) トレーサビリティ管理に活用可能

トレーサビリティ管理に有

効な機器固有の製造番号と設定データを関連付けて読み出して、CSV(Comma Separated Values)形式又はPDF(Portable Document Format)形式に変換した設定表として出力する機能を実装した。

(4) 設定データの共有が可能

作成した設定データをメールやファイルサーバー等で社内共有が可能であり、設定作業の効率化や設定データの資産化に貢献する。

(5) 白色バックライトLCDによる視認性向上

指示電気計器の主機能である表示については、従来の高い信頼性を確保したまま、白色バックライトLCD(Liquid Crystal Display)によって、視認性を向上させた。

(6) 従来機種との互換性

受配電設備の設備運用期間は長く、使用される機器は長期信頼性と更新時の互換性が求められる。従来機種ME110SSシリーズから外形及び取付けに互換性を持たせて、更新時に盤の改造工事や配線の変更を不要にし、資源の有効活用を可能にした。



ME110Gシリーズ



アプリアイコン及び画面イメージ



電子式マルチ指示計器の新たな設定方法イメージ

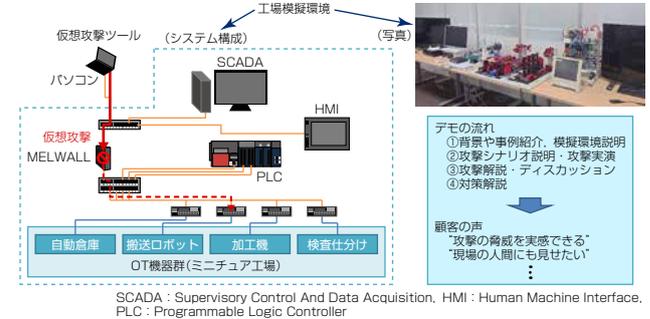
3.2 製造業向けITソリューション Manufacturing IT Solutions

OTセキュリティ対策向け技術開発

Technology Development for Operational Technology Security Measures

OT(Operational Technology)セキュリティの重要性が高まる中、当社では継続的にOTセキュリティ対策向け技術開発を推進している。対象顧客の製造業では、工場の稼働への影響から、実環境でセキュリティ対策の試行・評価を実施することが困難である。そこで、対策の試行・評価をシミュレーションできる工場模擬環境と仮想攻撃ツールを開発した。今回開発の環境では、シナリオに沿って疑似的なサイバー攻撃を実行することによってセキュリティのAIC(可用性, 完全性, 機密性)に被害を与えられることや、対策によって被害を防止できることを実演によって示すことができる。今回開発の環境は、2023年3月から運用を開始し、セキュリティソリューションの

有効性検証のほか、セキュリティ対策の必要性を啓発するためのデモに活用している。今後も更なる活用を目指して拡張・整備を行う予定である。



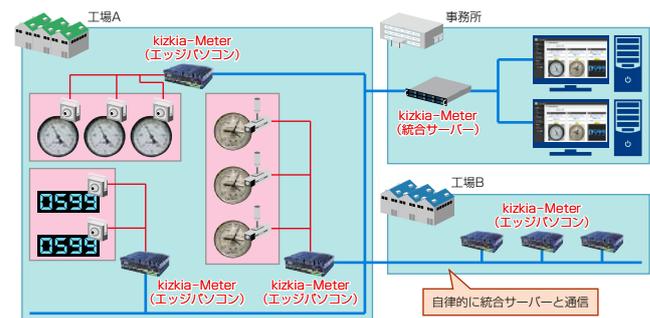
工場模擬環境の構成と活用方法

工場向け巡回点検業務効率化ソリューション“kizkia-Meter”

kizkia-Meter: Improving Efficiency of Patrol Inspection Operations for Factories

三菱電機インフォメーションシステムズ(株)は、AIと堅牢(けんろう)なエッジパソコンの組合せで、“安心・確実”なメーター読み取り業務を実現するスマート工場ソリューション“kizkia-Meter”を開発した。この製品は、カメラを使って様々なメーターの値をエッジパソコンで読み取って、統合サーバーで遠隔から確認することで、高所や狭所の人手によるメーター点検作業を回避し、負担軽減・事故防止を実現する。画像に写り込むノイズを除去する独自技術によって、影や遮蔽等の撮影する環境条件の変化に強い読み取りを可能にした。エッジパソコンは通信を制限し、自律的に統合サーバーと通信することで、セキュアかつ柔

軟に機器追加可能なアーキテクチャーを採用した。



kizkia-Meterシステム

<取り扱い: 三菱電機インフォメーションシステムズ(株) TEL: 0467-95-4730>

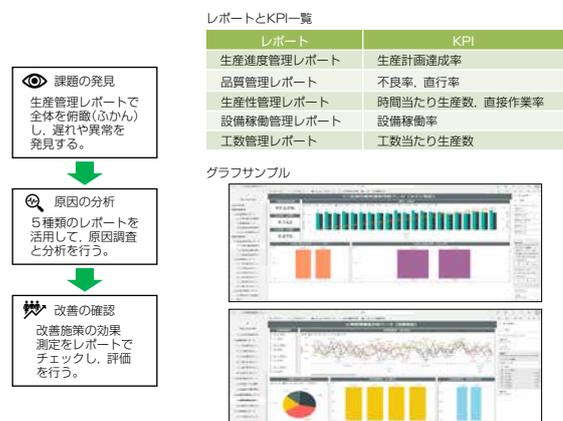
工場内の動きを見える化“HYPER SOL GUI 生産ダッシュボード”

"HYPER SOL GUI Manufacturing KPI Dashboard" for Visualization of Factory Activities

三菱電機ITソリューションズ(株)(MDSOL)では2021年に“HYPER SOL GUI 生産ダッシュボード”をサービスリリースした。このサービスは、製造業の各種生産管理システムから出力される様々な指標(KPI)をグラフィカルに表示し、多角的分析を可能にしたクラウドサービスである。

2023年のシステムバージョンアップでは、データベースと集計プログラムをMicrosoft Azure(注)のクラウドサービスに一本化したことで、顧客は処理速度向上によって業務負荷の軽減と時間削減につながり、MDSOLはシステム構造のスリム化、運用コストの大幅削減を実現した。

今後は、経営者視点での見える化や、CN(Carbon Neutrality)関連のKPIの見える化にも取り組んでいく予定である。



HYPER SOL GUI 生産ダッシュボード

<取り扱い: 三菱電機ITソリューションズ(株) TEL: 03-5309-1463>

国内初のレベル4自動運転車両システム



The First Vehicle System for Level 4 Autonomous Driving in Japan

1. 背景

2023年4月の法令改正によって、同年5月に福井県永平寺町で国内初^(*)の遠隔監視だけのレベル4での無人自動運転移動サービスが開始された。このサービスの自動運転システムでは、車両システムが管制システム及び遠隔監視システムと連携することで安全かつ円滑な自動走行を実現しており、当社は主に車両システムの車両状態管理及び衝突被害軽減ブレーキシステムを開発した。これらのシステムを搭載した自動運転車両を図1に示す。

* 1 2023年3月31日、当社調べ

2. 車両状態管理

自動運転車両を監視及び運行する特定自動運行主任者が管制システムを介して自動運転車両の状態を明確に識別できるように車両状態を定義した。車両状態は、初期、待機、手動走行、自動走行、遠隔操縦、緊急停止の六つのモードに大別される(図2)。自動走行に関する基本的な状態遷移としては、まず車両電源を入れた状態では、車両状態は初期モードになる。その後、車両で自動走行を受入れ可能になる操作をすると待機モードに遷移する。そして管制システムから自動走行を許可する指示がある場合、車両システムは自動走行モードに遷移し、走行経路上に障害物が存在せず安全に発進できることを判断した後に自動走行を開始する。また悪天候等によって走行環境条件(ODD)を満たさない場合、車両システムや管制システムや遠隔監視システムが異常である場合、管制システムから緊急停止を指示された場合、及び車両前方に障害物が存在し続けて走行不能状態に陥った場合には、緊急停止モードに遷移し、車両システムはブレーキを作動させて緊急停止した上で乗員に車両及び運行状況を音声アナウンスする。これによって、特定自動運行主任者は車両状態や走行環境や乗員の状況を確認して運行を継続できるか否かを判断でき、乗員は緊急停止した状況を理解することで冷静に対応できる。また、

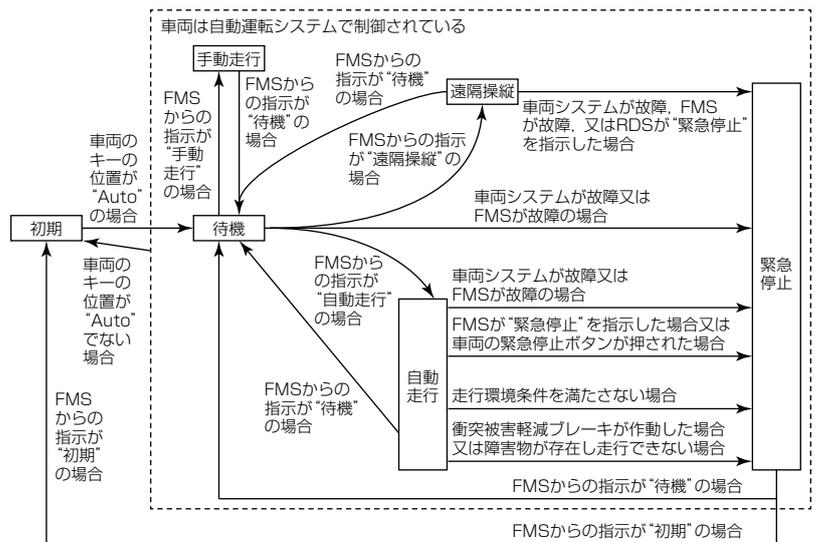


図1-自動運転車両

より詳細な車両状態として、自動走行モード内の“障害物追従走行中”又は“障害物追従一時停車中”では自動走行中の障害物への追従走行状況を定義し、緊急停止モードの各詳細状態では緊急停止した要因等を定義しており、これによって特定自動運行主任者に対して適切な運行状況の把握と緊急停止後の速やかな運行復旧判断を支援している。

3. 衝突被害軽減ブレーキシステム

衝突被害軽減ブレーキシステムは図3のように構成しており、車両周辺の障害物を検知するため、カメラとミリ波レーダーと超音波センサーを備える。カメラとミリ波レーダーで検知した障害物情報をセンサーフュージョンによって統合し、統合された障害物情報を基に車両と障害物との接触を回避するようにブレーキを作動する。また超音波センサーで検知した障害物情報を基に停車状態からの発進可否を判断する。自動ブレーキへの要求は、第三者機関での安全性に関する要求と永平寺町での運行サービスの可用性



FMS : Fleet Management System, RDS : Remote Driving System

図2-車両状態管理

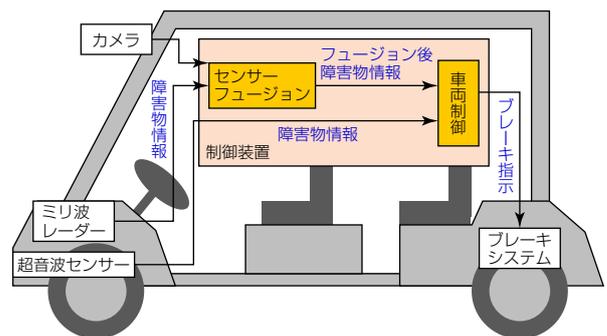


図3-衝突被害軽減ブレーキシステム構成

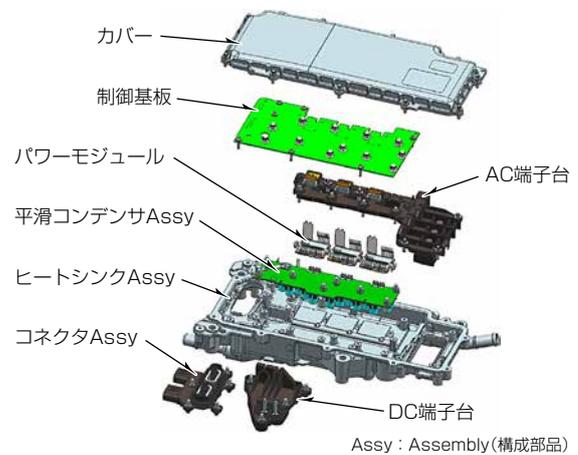
に関する要求がある。後者について走行経路上を歩行者や自転車が往来するため、車両は障害物に対して安全に停止しなければならないが、一方で、障害物の誤検知による不要なブレーキの作動を抑制する必要がある、この両立が課題であった。課題解決に当たって、主に三つのアプローチによって対策した。一つ目は“センサーフュージョンによる誤検知抑制”である。道幅が狭い上に柵や草木との距離が近くミリ波レーダーでは走行経路上にノイズが多く発生する環境であるため、ノイズ除去アルゴリズムを適用するとともにカメラ検知結果との組合せによって制御対象とする障害物を切り分けることで誤検知を抑制した。二つ目は“走行エリアごとの制御条件最適化”である。車両への乗降場所である停留所や車両同士がすれ違う待避所では構造

物との距離が極めて近い箇所を走行することで誤検知が発生していたため、経路上に埋設されているRFID(Radio Frequency IDentification)タグを用いて走行エリアが停留所・待避所と通常路のどちらであるかを判定し、エリアごとに制御条件を細分化し対応した。三つ目は“経路座標変換による誤判定抑制”である。カーブでは車両正面に位置するが走行経路外に存在する障害物に対してブレーキを誤作動させるため、検知した障害物が走行経路上の障害物であるか否かを判定することが必要である。そこで自車速とヨーレートから走行経路を算出し、経路を基準とした座標系に変換した障害物の位置を基にブレーキ作動の要否を判断した。

MHEV搭載向け1モーターシステム用パワーユニット

Power Unit for 1 Motor MHEV System

近年、二酸化炭素(CO₂)／燃費規制を背景にMHEV(Mild Hybrid Electric Vehicle)の開発が進められている。中でも48VMHEVは、高電圧を扱うストロングハイブリッドシステムよりもコストを抑えつつ、CO₂削減、燃費向上を図ることができるため、各国で注目されている。この市場からのニーズに対応するため、MHEV搭載向け1モーターシステム用パワーユニットを開発した。各部品の形状や熱設計を最適化することでエンジン始動／駆動アシスト／EV走行(エンジンを停止し電気だけで走行するモード)／回生充電等各出力の達成、小型化による車両搭載レイアウトへの対応、耐振性の確保を実現した。また、機能安全、サイバーセキュリティの国際規格ISO26262／21434への対応も実施した。



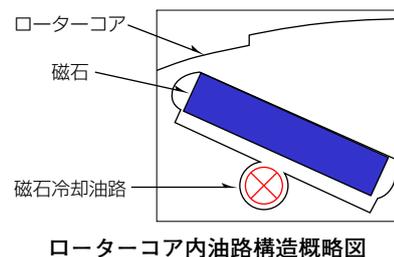
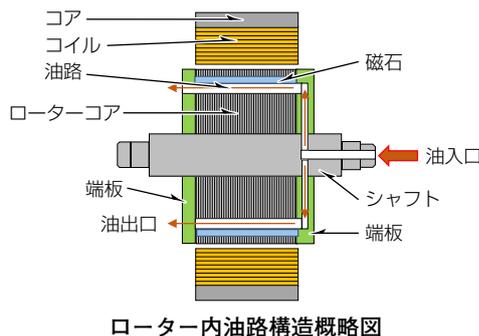
MHEV搭載向けパワーユニットの部品構成

モーター高性能化のための磁石直接冷却

Direct-magnet-cooling System for Improving Motor Performance

2021年国内発売の三菱自動車工業(株)向けアウトランダー(注)PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)のフロントモーターシステムの開発を当社で行った。年々高まる高出力化と小型・軽量化の要求を達成するため、この機種では、磁石直接冷却を適用した。この冷却方式はコイルを

油で冷却する油冷方式を基本として、さらにローターシャフト後端から冷却油を供給し、ローター内部に設けられた油路を通過して磁石を直接冷却するものである。この方式を採用することによって、従来の油冷方式と比して磁石温度上昇をおよそ20%低減できた。これによって、旧来の油冷方式より高出力運転が可能になり、高出力と小型・軽量化を両立して達成できた。



48Vマイルドハイブリッド車両用水冷式ベルト駆動モータージェネレーター

Water Cooling Type Belt-driven Motor Generator for 48V Mild Hybrid Vehicle

48Vマイルドハイブリッドシステムは、従来の12Vシステムに比べて加速性能及び燃費の改善が期待できるため、主に欧州・中国市場で搭載車両が急増している。マイルドハイブリッドの主要構成部品であるベルト駆動式モータージェネレーター(MG)の分野で、当社はこれまで12V及び24Vシステム用空冷式MGを製品化してきた。今回、24V製品と同等の体格で48Vシステムに対応可能な当社で初めての水冷式MGを新規開発した。48V用パワーモジュールの開発及び最適な絶縁構造の採用によってMGの高耐圧化を実現し、インバーターの冷却方式を空冷から水冷に変更することによって長時間連続の駆動・発電動作を可能にした。



48Vマイルドハイブリッド車両用水冷式ベルト駆動モータージェネレーター

マツダ直列6気筒エンジン車向けPCM

Powertrain Control Module for Inline-six Engine

マツダ(株)では、内燃機関の更なる環境負荷低減と、上級志向の顧客獲得のため、ラージ商品群といわれる大型SUV(Sport Utility Vehicle)の開発を行っている。今回、ラージ商品群に搭載される新規の直列6気筒ガソリンエンジンのコントロールユニット(PCM)を開発した。このユニットは、6気筒エンジンと48V-ISG(Integrated Starter Generator)で構成されるMHEVシステムのトルクマネージメントを司(つかさど)り、高い走行性能と環境性能の実現に貢献する。新規の車載用高機能マイコンによって、制御対象の増加に対応するとともに、マルチコア化による負荷分散を行うことでPCMの高機能化を実現している。また、モデルベース開発を適用することで、短期間での製品の量産化を実現した。



直列6気筒エンジン車向けPCM

センシング情報を利活用した統合ソリューション事業の情報基盤開発

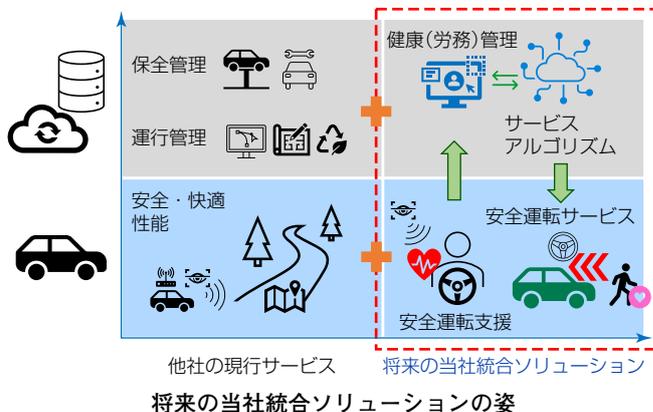
Information Platform for Integrated Solution Service Generated through Sensing Data

ドライバーモニタリングシステム、高精度ロケータの情報を利活用した統合ソリューションで、輸送・産業機器業界が抱える社会課題の解決を目指している。

具体的な開発要素としては大きく次の四つがある。

- (1) センシング情報を収集するコンポーネント開発
- (2) 収集した情報から価値を創出する“状態分析とデータ加工”のアルゴリズム開発
- (3) これらを管理・運用するためのプラットフォーム構築
- (4) 創出した価値を顧客へ提供するサービスアプリケーション開発

独自の生体センシングや高精度複合測位の情報を活用することによって、新たな価値を付けたソリューション提案を目指している。

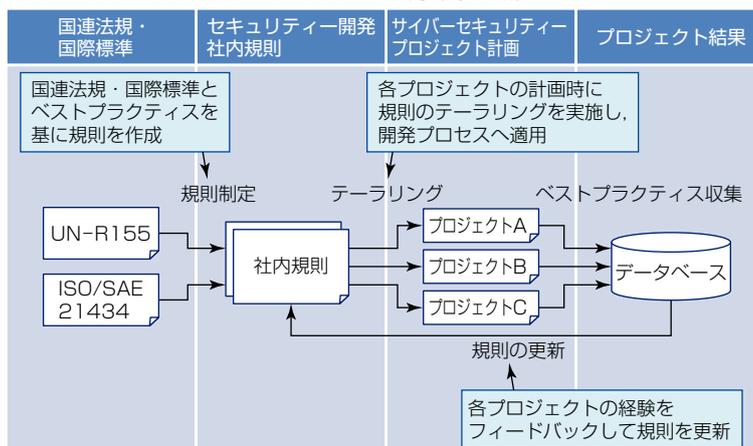


ISO/SAE 21434に基づくサイバーセキュリティ対応のための社内規則の策定と適用

Make and Apply Company Rules for Cybersecurity Based on ISO/SAE 21434

近年の自動車用機器に対するサイバー攻撃のリスクの高まりを受けて、国連法規UN-R155や国際標準ISO/SAE 21434が策定された。当社では、これら法規・国際標準に準拠するためのプロセスを社内規則として定めた。その中で、サイバーセキュリティ対応のエビデンスになる文書をプロジェクトごとに作成することを規定している。そして国際標準の要件が満たされているか一つ一つ確認するためのアセスメントを実施し、そこで合格しなければ量産できないように規定している。また、継続的に脆弱(せいじゃく)性情報を監視することで、量産後に発生する新たな脅威に対処できる体制を構築した。このようにして、当社は確実なサイバーセキュリティ対応を行っている。

UN-R155とISO/SAE 21434に基づいて社内規則を整備



UN-R: 国連法規, ISO: 国際標準化機構, SAE: 米国自動車技術者協会

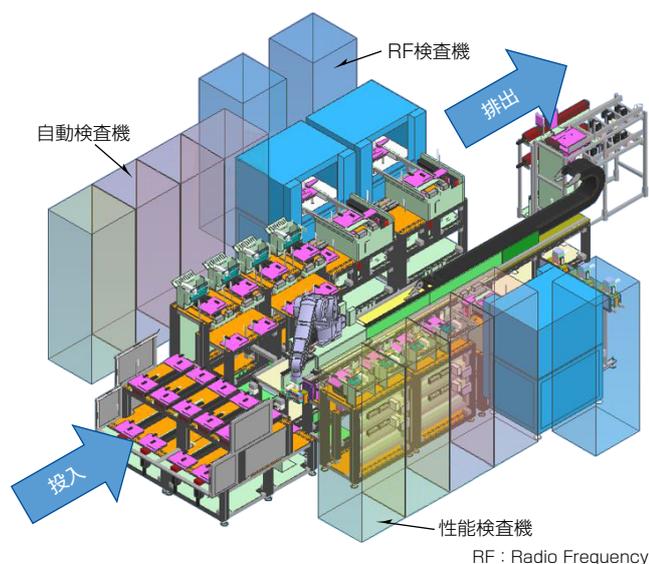
社内規則の制定と更新

カーナビゲーション製品の検査工程での自動搬送システムの構築

Automatic Transport System in Inspection Process of Car Navigation Products

カーナビゲーションの検査工程に当社製の垂直多関節形のロボットを使用した製品自動搬送システムを2023年1月に導入した。既存の手搬送する検査ラインに対してこのシステムを後付けすることで自動搬送が実現できることをコンセプトにしており、小改造だけで別の工程に転用ができるため持続して省人効果が期待できるのが強みである。搬送

時間の短縮を目的として製品の位置補正の方法を従来のカメラ撮像から力覚センサーに変更した。それによって数mm程度のズレに対して置台との接触から生じる反力による位置補正を可能にした。一方で、製品前面は液晶があり接触させられず補正しきれないため、ロボットプログラムでリトライ機能を付けて置きミス削減を図った。



デザイン図



実機写真

4.1 ビルシステム Building Systems

“Ville-feuille”ロボット移動支援サービスの拡充 ★

Expansion of Robot Mobility Support Service with "Ville-feuille"

“Ville-feuille(ヴィルフィーユ)”とは、ビル設備のネットワーク化とクラウド技術を活用したスマートシティ・ビルIoT(Internet of Things)プラットフォームである。ビルへの導入が進んでいる警備、清掃、搬送等各種サービスロボットの円滑な移動を支援する“ロボット移動支援サービス”を2020年にリリースし継続的に機能を追加している。今回、このサービスに二つの機能を追加した。

(1) 人とロボットのエレベーター同乗機能

人とロボットが共存するビル内で、エレベーターに人とロボットが同乗できる機能を開発した。従来、ロボットはエレベーターを専有利用していたが、この同乗機能によって、利用者はロボットの利用終了を待つ必要がなく、待ち時間が短縮できる。また、ロボットの移動効率も向上する。

(2) ロボット管理画面

ロボット管理者がロボットの移動履歴(エレベーターの乗降車階や利用時間等)や稼働状況(エレベーター降車失敗等)を確認できる管理画面を開発した。これらの画面によって、ロボットのトラブル発生時の状況把握が容易に

なる。さらに、“移動中”“エレベーター乗車中”といったロボットの移動状態とエレベーターの現在状態を同時に表示する画面によって、ビルへのロボット導入時の現地試験を効率化できる。



エレベーターへの人とロボットの同乗(イメージ図)

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ(株)>

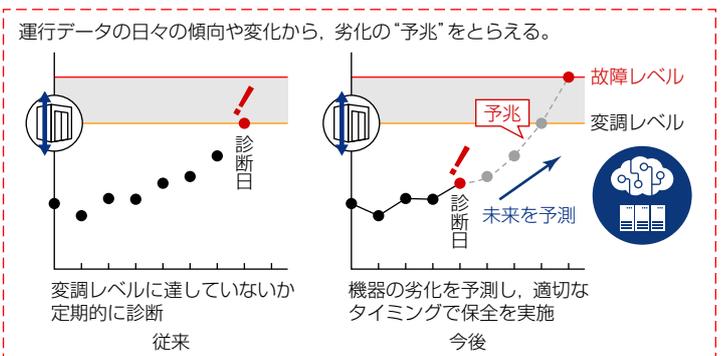
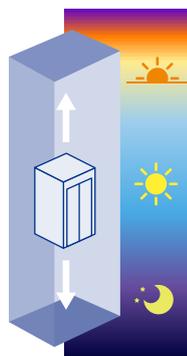
三菱エレベーターリモートメンテナンス契約“ELE FIRST-smart”の適用機種拡大 ★

Expansion of Applicable Models for Mitsubishi Elevator Remote Maintenance Contract "ELE FIRST-smart"

最新機種“AXIEZ-LINKs”の市場投入(2021年4月)に合わせてサービスを開始した三菱エレベーターリモートメンテナンス契約“ELE FIRST-smart”を、既存機種AXIEZにも適用拡大し、2022年10月からサービスを開始している。従来のサービス“ELE FIRST-i plus”に対して、AIを活用した“AI遠隔点検”“AI遠隔故障復旧”などの新サービスを追加した。

(1) AI遠隔点検

従来の遠隔点検は、月1回データを収集し、各点検項目でエレベーターによる変調検出の有無によって異常判定を行っていた。このシステムでは、毎日の稼働データを収集し、日々の時系列データを用いて機械学習を行っている。機械学習の結果を基に、各現場での日々の運行データから、従来の“変調”よりも早い段階での“予兆”を捉えて最適なタイミングでのメンテナンスを可能にする。



AI遠隔点検

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ(株)>

「白金ザ・スカイ」向けビル設備



Building System for "SHIROKANE The SKY"

「SHIROKANE The SKY」は、東京都港区の白金一丁目東部北地区第1種市街地再開発事業での複合施設である。安心して快適に暮らし続けられるやすらぎとゆとりのある街の実現に向けて、住宅を中心として様々な都市機能(住・商・工・医)を集積する街のランドマークとして2023年2月1日に竣工(しゅんこう)した。

納入した26台のエレベーターの内、タワーマンションの居住者向けに利用されるエレベーター12台は、エレガンスな街並み「白金」に調和するように、かご内は洗練された落ち着いたある雰囲気 연출した。また、セキュリティ性が向上する機能として、非接触キーによる個人認証とエレベーターが連動する「エレコールセキュリティシステム」(*)を採用している。

竣工後は、今回納入したエレベーター全てに地震時エレベーター自動診断&復旧システム「ELE-Quick」(エレクイック)を導入した。エレクイックによって、地震時管制運転装置で休止させたエレベーターに対して、かご内に乗客がいないことや安全装置が正常に働いていることを確認した後、エレベーターの異常有無を自動診断し、異常がな

ければ運転を自動再開させることができる。

- *1 玄関ロビーで非接触キーを照合することでエレベーターを自動的にエントランス階へ呼ぶことや、かご内に乗り込むと自動的に居室階や訪問階を登録することが可能になるシステム。



エレベーターかご内イメージ

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ(株)>

中国「杭州智慧之門」向け昇降機設備



Elevators for "Hangzhou Shimao Wisdom Gate" in China

2021年に竣工した中国・浙江省杭州市中心部に位置する「杭州智慧之門」は、ツインタワーが特徴的な高さ280m、地上62階建てのオフィス・商業施設・遊戯施設を備えた複合施設である。ここに、中国・浙江省で最高速度(*)を誇る速度480m/分の高速エレベーター4台を含む計53台の昇降機設備を納入した。商談時、竣工後に浙江省で最高速案件になることを求められていたこの案件では、客先要求の建築寸法で機器を収めるために当時、速度420m/分まで対応できる中型巻上機を速度480m/分まで速度拡張する開発を実施した。また、速度480m/分のエレベーターの下層部が共通シャフトであったが、一部上層部走行区間が単独シャフトになっており、単独シャフト内走行時及び突入時のかご内風音値が三菱電機ビルソリューションズ(株)の基準を大きく上回ることが懸念された。そのため風音値計算結果を基に客先と調整し、単独シャフト内での速度を240m/分に減速することで対応した。それに加えて、シャフトを共有する異機種間(三菱電機ビルソリューションズ(株)稲沢ビルシステム製作所製及び三菱電機上海機電電梯有限公司製)でのかご室側部救出口による故障、停電時の乗客救出を実現するよう客先から要求があり、救出口の特殊設計及び手動ドッキングを採用することで特殊要求に

対応した。これら様々な技術を集結させ、安全で快適な高速移動を実現した。

- *1 2023年8月現在、三菱電機ビルソリューションズ調べ



ツインタワーが特徴的な高層ビル 杭州智慧之門

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ(株)>

クリック機能付き静電容量方式ステンレスタッチレスボタン

Capacitive Sensing Stainless Touchless Button with Mechanical Switch Function

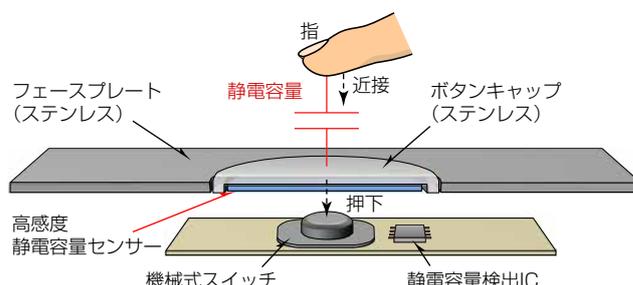
ポストコロナ時代での非接触ニーズに対応するため、三菱電機ビルソリューションズ(株)エレベーター操作ボタンの標準デザインである“ステンレスクリックボタン”の外観・機能をそのままにタッチレス機能を追加搭載させた“ステンレスタッチレスボタン(クリック機能付き)”を新規開発した。

この製品では静電容量方式を採用し、赤外線方式と比較して、非接触検知が困難な黒手袋着用での操作も可能である。また、外光の影響も受けなため外乱に強く、検知用の窓も不要なため、“ステンレスクリックボタン”の高い意



ステンレスタッチレスボタン操作盤

匠性を継承している。独自開発の高感度静電容量センサーをボタンキャップの裏面に追加実装することで、微小な容量変化の検出が可能になり、一般的なエレベーター操作盤意匠で採用される操作部がステンレス面材で囲われた構成でも、感度低下を招くことなくタッチレス機能を実現させた。さらに、指の近接をボタン発光部の半輝度点灯で事前に知らせるガイド機能のほか、様々な利用シーンでの意図しない誤操作・誤動作を防止する独自アルゴリズムを搭載することで、非接触操作時の視認性や操作性を確保している。このように、従来のクリック操作から非接触操作へ機能を拡張することで、健常者から視覚障がい者まで幅広い利用者のボタン操作に柔軟に適應できる仕様にした。



ステンレスタッチレスボタン構造

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ(株)>

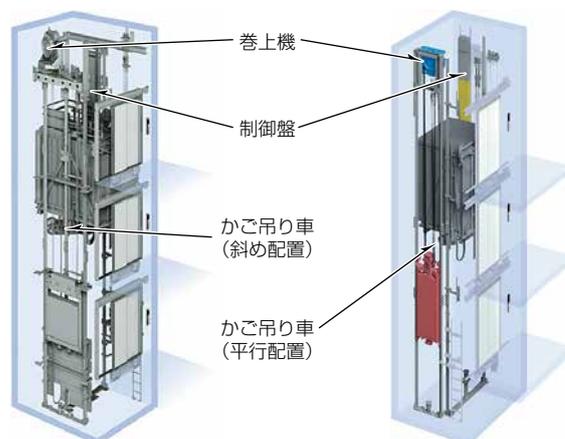
中国市場向け大容量機械室レスエレベーター“MAXIEZ-LZ”

"MAXIEZ-LZ": Large Capacity Machine-room-less Elevator for China Market

複合商業施設等低層建築向けの大容量の機械室レスエレベーターの需要に対応するため、中国市場向け機械室レスエレベーター“MAXIEZ-LZ”を最大積載容量1,800kgから2,500kgに拡張する開発を行った。従来の海外市場向け機種ではかご吊(つ)り車をかごに対して斜めに配置した機器レイアウトであったが、この機種ではかご吊り車とかごを平行に配置することによってかご下の機器の構成を見直して、ピット深さを短縮した(積載量2,500kg, 速度105m/分の場合, 最大170mm短縮)。

この機種で採用したレイアウトは、日本国内向け“AXIEZ-LINKs”で開発した共通プラットフォームを採用し、先行して展開していた最大積載容量1,800kgまでのMAXIEZ-

LZの機器レイアウトからのシームレスな機種展開を可能にした。この製品の投入によって、MAXIEZ-LZの大容量領域への拡充を実現するとともに、既存MAXIEZ-LZも含めて、2020年に発行された国家標準GB/T 7588.1/2-2020の規格に対しても適合する製品として、製品ラインアップを拡充した。



従来の機器レイアウト

今回開発した機器レイアウト

MAXIEZ-LZの機器構成

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ(株)>

速度(m/分)	450	630	750	900	1,000	1,150	1,350	1,600	1,800	2,000	2,250	2,500
150												
120												
105												
90												
60												
45												

MAXIEZ-LZの適用領域

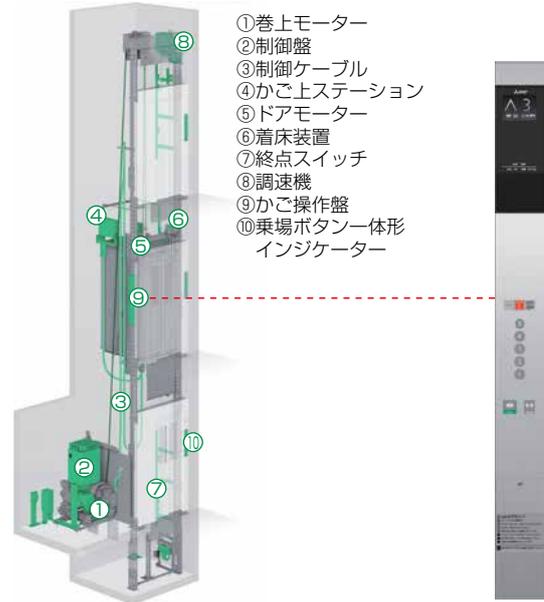
■ 巻胴式エレベーターリニューアル“Elemotion+ for Compact4c”

Renewal of Drum-type Elevator “Elemotion+ for Compact 4c”

小規模ビルや集合住宅向けに1984年から出荷されている4人乗り小形エレベーター“Compact4”は、分割改修メニューである“Elemotion+ for Compact4”の市場投入によってその多くがリニューアルされ安全性や快適性を向上させている。“Compact4”の後継機種である“Compact4c”は1993年から出荷され、これまで一括改修メニューによるリニューアルを提供してきたが、価格が安く工期も短い分割改修メニューの早期市場投入が求められていたため、既存のリニューアルメニューのシステムや機器を可能な限り流用した“Elemotion+ for Compact4c”を開発した。

特長として、①巻上機ブレーキを二重化する代わりに既設の非常止め装置を待機型ブレーキとして使用する戸開走行保護装置、②非常止め装置をオーバースピード時だけでなく戸開走行時にも作動させる専用調速機、③専用調速機の動きを制御する専用回路・制御ソフトウェアなどが挙げられ、既存のシステムや機器を流用することで最小限の開発期間でこれらを実装した。これによって、従来の一括改修メニューと比べて価格や工期を大幅に削減した安心・安全な分割改修メニューを早期市場投入することが可能になった。また、かご内インジケータを直感的に分かりや

すいアニメーション表示が可能な液晶方式にリニューアルすることで利用者の利便性向上を実現した。



“Elemotion+ for Compact4c”
の主な交換機器

かご操作盤

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ(株)>

■ 機械室レスエレベーターリニューアル据付用アンカーレス上部作業床

Anchorless Upper Working Floor for Installation of Elevators Machine-room-less in Renewal

エレベーターの据付工法は足場工法と足場なし工法に分類されるが、足場なし工法はエレベーターのかごを利用した据付を行うことで省力化を図ることが可能である。足場なし工法を行うには、据付工程初期段階に昇降路頂部へ機器を揚重するための吊(つり)元や揚重機を設置する必要があり、最上階乗場から昇降路頂部にアクセス可能にする作業床(以下“上部作業床”という。)を設置している。

従来、上部作業床は新設現場で使用する想定で開発したため、下部は乗場床にアンカーボルトを施工し、上部は乗場壁に荷重を預ける構造にしていた。そのため、既存建物の乗場に荷重支持ができないリニューアル物件では使用できなかった。そこで、“AXIEZ-LINKs”向け新設現場用の上部作業床をリニューアル現場へ使用可能にするため、乗場アンカーレス構造を実現するアタッチメントを開発した。

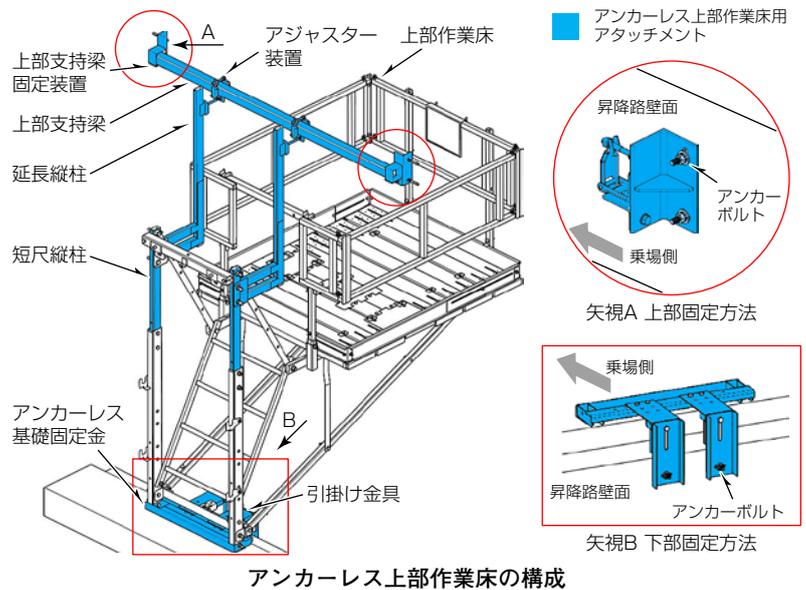
これによって次の効果が見込まれる。

- (1) リニューアル現場への足場なし工法適用促進
- (2) リニューアル工事の据付時間削減

また、新設・リニューアル現場で使用される治

具を共通化することで初期投入コスト及び管理費を抑えることができた。

今後も新設・リニューアル両方を見据えた据付工法・治具開発を行うことで、据付省力化・コスト削減に貢献していく。



アンカーレス上部作業床の構成

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ(株)>

エレベーター製造工程のトレーサビリティ

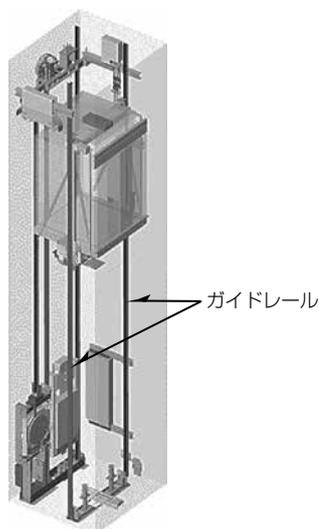
Traceability of Elevator Manufacturing Processes

エレベーターの製造品質管理強化、及び生産効率化を目的に導入した、製造工程での追跡管理(トレーサビリティ)システムについて、ガイドレール製造を例に述べる。

工場に納入されたガイドレール材料にはまず、個体識別コード(データマトリックス)を刻印する。その際、刻印箇所を含めた全体に、塗装(後工程で実施)を施した状態でも、機器によるコード読み取りが可能になるよう、刻印深さと塗膜厚さのコントロールがポイントになる。コードの付与と同時に、材料メーカーから添付される材料データ(品質情報等)を管理システムへ登録する。登録以降の製造工程の検査記録、また工程の中で設定される出荷向け先情報

と紐(ひも)づけることで、製品品質情報の一元管理を図る。加工ラインでは、工程ごとにコードを自動で読み取った後、管理システムのデータベースから、出荷向け先情報を基にした機種情報や加工仕様情報を取得し、加工設備に転送することによる段取り(加工プログラム選択等)の自動化、及びライン内でのリアルタイム進捗管理体制を構築した。

取得データの相関分析による製造品質の更なる安定化(製造条件の最適化)や、統計的品質管理(SQC: Statistical Quality Control)による製造工程の早期異常検出等、今後もこのシステムの活用拡大を推進する。



エレベーター構成図



ガイドレールの刻印

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>

低GWP冷媒を使用したマルチ空調システム



Multi Air-conditioning System Using Low Global Warming Potential Refrigerant

欧州ではF-gas規制によってGWP(地球温暖化係数)値の低い冷媒への転換要求がある。そこで低GWP冷媒であるR32を使用したマルチ空調システムを開発した。

当社のマルチ空調システムはこれまで使用冷媒を主にR410Aとしていた。R410AのGWP値：2088に対して、R32のGWP値：675になるため(GWP値は共にIPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)第4次評価報告書から引用)、使用冷媒をR32化することによって、大幅にGWP値を改善できる。また、R410AからR32へ使用冷媒を変更すると、使用冷媒量が削減されるため、更なる環境貢献が可能になる。

R32は微燃性冷媒であるため、使用に当たって燃焼・爆発に備えた安全対策が必要になる。マルチ空調システムでは室外機に対して複数の室内機が接続されるため、個々の空調空間に対してシステム内の冷媒量が多くなる傾向がある。このためR32を使用したマルチ空調システムは冷媒漏えい時の安全対策が必要になる。

当社のR32マルチ空調システムの構成を図1に示す。従来のシステムに対して、次の要素を追加した。

- (1) 室内機に冷媒センサーを追加
- (2) リモコンにアラーム発報機能を追加
- (3) 室外機に遮断弁を追加

空調空間で冷媒漏えいが発生した場合、室内機に搭載した冷媒センサーで漏えいを検出する。その後リモコンに搭載したアラームを発報し、ユーザーに冷媒漏えいが発生したことを報知する。漏えい情報は室外機に伝達され、室外機に備えた遮断弁が閉止することによって、空調空間に放出される冷媒量を抑制する。

当社はマルチ空調システムとして、図1のように直接室外機と室内機を冷媒配管で接続するシステムに加えて、図2に示すように室外機と室内機を分岐BOXを経由して接続するシステム(以下“分岐BOXシステム”という。)をラインアップとして持つ。今回、分岐BOXシステムに対しても、安全対策を設ける開発を行った。分岐BOXシステム向けには新規にセンサーアラームキット(図3)を開発した。センサーアラームキットは冷媒センサーとアラーム機能を持つ。センサーアラームキットを分岐BOXに接続し、各空調空間に据え付けることで図1のシステムと同様の安全対策機能を持つことができる。分岐BOXシステムは室内機に冷媒センサーが不要になるため、冷媒センサーを持たない既存の室内機を接続することが可能になり、幅広い室内機バリエーションを提供することが可能になる。

低GWP冷媒であるR32を使用したマルチ空調システム

を開発し、その製品概要と技術について述べた。要求される冷媒種や安全装置は向け先ごとに異なるため、継続した低GWP冷媒を使用した空調システムの開発が必要になる。当社は今後も製品開発を通して、低炭素社会の実現と地球温暖化防止に貢献していく。

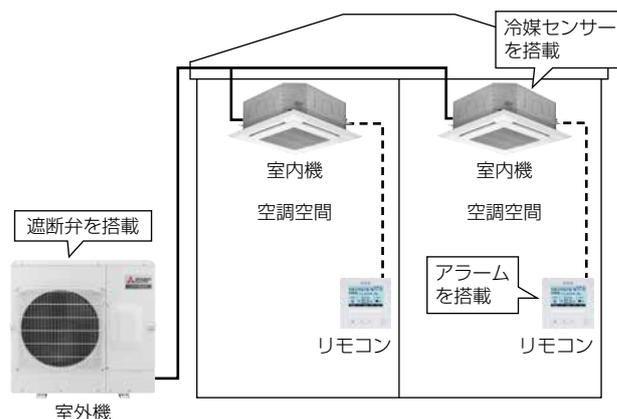


図1-低GWP冷媒を使用したマルチ空調システム

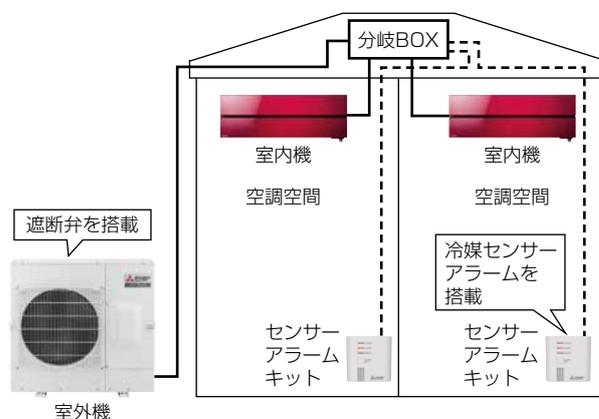


図2-低GWP冷媒を使用した分岐BOXシステム



図3-センサーアラームキット

昨年、製造業には持続可能な社会の実現への貢献が望まれている。特に業務用冷凍空調機器では、大気中に放出すると高い温室効果をもたらすフロンが使われており、製品使用時のフロン類の漏えい防止が課題である。それに加えて、これらの機器の修理点検等のビル管理業務では社会の高齢化に伴い、労働力不足が深刻化している。

また、空調冷熱の市場では、販売会社、代理店等を通じて市場に製品を販売しており、その後のアフターサービスは、機器を設置した工事会社や、設置物件を管理しているメンテナンス会社等が行っているのが一般的である。メーカーは機器を販売することで収益を上げるビジネススタイル(=モノ売り)が主流であり、機器を売る“モノ売り”と、アフターサービスが切り離された体系になっていた。しかし、近年の空調冷熱市場での多様化・複雑化する社会課題の解決に対応していくためには、今までのようなモノ売りだけでは解決が難しくなっている。

そこで、近年では、複数の空調ユニットを連携させた最適な運転や、データの見える化など、従来は単体であった機能を複合的に活用し、社会課題を解決しつつ、アフターサービス等での付加価値を高めて提案するビジネス(ソリューション)が増加してきた。これらのビジネスは機器(モノ)ではなく、サービス、ソリューション等のソフト面(コト)を提供することから、“コト売り”と呼ばれている。

当社は“コト売り”を実現するため、遠隔で業務用冷凍空

調機器を常時監視し、機器の異常や冷媒漏えいの状況等を診断できる“MELく～るLINK”を開発した。

2022年に改正されたフロン排出抑制法では、業務用冷凍空調機器の稼働状態を常時監視できるシステムが、従来の簡易点検を代替できる手法として位置付けられた。

常時監視システムであるMELく～るLINKは、冷媒漏えい診断による診断結果の表示・通知によって、フロン排出抑制法の簡易点検を支援する“冷媒漏えい診断機能”、メール通知やWebブラウザの専用ページで異常を知らせる“異常発報機能”、専門性の高い現地業者が現地に行かずに運転状況を確認できる“運転データ閲覧機能”の3点を提供し、現地サービス(主にアフターサービス)の省力化を支援していく。

このシステムは、新設だけでなく、制御・監視対象である既設の業務用冷凍空調機器システムに追加(アドイン)で取り付けることが可能である。また、クラウド型のシステムであり、機能の拡張はクラウド側で実施できる。これによって、現地装置の変更作業が不要で、運用を変えずに機能の追加が可能になり、設置運営コストの低減につながる。

今後も、空調機器だけでなく、ビル全体のエネルギーマネジメントや省エネルギー制御等を活用したソリューション・サービスを継続して提供することによって、事業を通じた社会課題の解決を推進していく。

システム構成イメージ



MELく～るLINKシステム構成

DCモーターを搭載した業務用全熱交換形換気扇の外気処理ユニット“LGH-NRDF4”

Outdoor Air Processing Unit "LGH-NRDF4" of Commercial Use Energy Recovery Ventilator Equipped with DC Motor

脱炭素社会を目指す上で、建物の消費エネルギーに占める割合の高い空調機器の省エネルギー化が担う役割は大きい。また、建設業界で2024年度以降に適用される労働時間の上限規制を受けて、機器の施工性改善は今後解決すべき重要な課題である。このような背景に対して、次の特長を持つ外気処理ユニットを開発した。

(1) 内製DCモーター搭載による省エネルギー性、施工性改善

ローター部の2層成形によって高出力・高効率化を実現した新開発モーターを大風量機種に採用した。モーターの小型化に伴い本体構造を見直して質量を10kg以上削減し、製品最大質量100kg以下を達成した。また、モーター

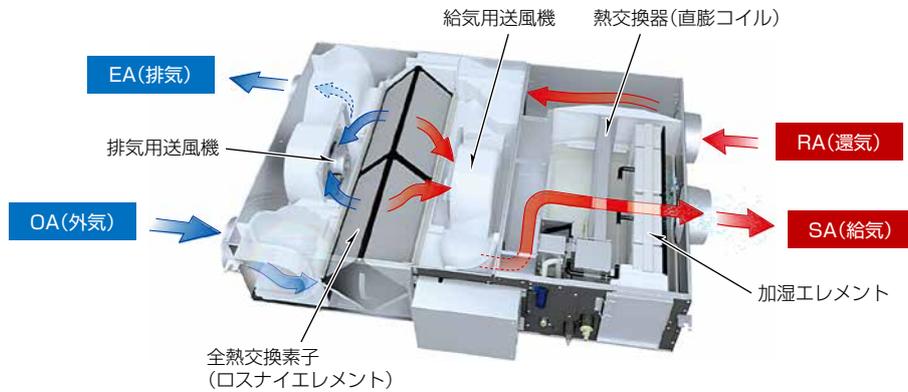
のDC化によって機外静圧を最大110Pa向上させ、さらに消費電力を最大約2割削減した。

(2) 風量選択機能拡充による施工時間の短縮

定風量制御による風量調整不要化や風量多段階制御による微調整作業の容易化に加えて、風量調整部材等も不要にして施工時間を短縮した。換気風量設定はリモコンから感覚的に操作可能になり、設定時間を約3割削減した。

(3) 最小風量機種(350m³/h)の新規追加

最適な換気風量機種の選定を容易にした。また、製品外形とダクト径の縮小による周辺部材の小型化によって、設備設計の自由度向上と省施工化に貢献した。



外気処理ユニットLGH-NRDF4

機外静圧と消費電力の特性比較

風量帯 (m ³ /h)	周波数 (Hz)	機外静圧 (Pa)		消費電力 (W)	
		従来機種	開発機種	従来機種	開発機種
350	50	/	235	/	235
	60				
500	50	140	250	300	300
	60	240		390	
800	50	165	240	490	465
	60	230		635	
1,000	50	160	235	620	655
	60	225		830	

4.3 産業設備 Industrial Equipment

特殊環境向けLED照明器具

LED Lighting for Highly Deterioration Environment

LED照明器具は家庭用などの一般環境だけでなく、特殊環境に設置する産業用の導入も加速している。当社は、既存照明器具の置き換えが困難であった環境に対して、その環境を調査分析した上で適合した評価基準の策定と構造設計を行い、各種モデルを上市している。

2023年度発売した湾岸エリアの大型クレーン向け耐振・耐衝撃モデルではクレーンからの振動・衝撃を受けるアーム部分の構造を刷新することで耐振性能を向上させ、従来機種では分離していた電源装置と照明器具本体との一体化を実現した。これによって電源装置の施工と梱包(こんぱ

う)が不要になり、施工性と梱包の小型化による流通性と省資源化を向上させた。

またゴム工場向け新耐硫化モデルではLED部を腐食性ガスや硫黄成分に対して高い気密構造にすることで、硫化環境に弱いSMD(Surface Mount Device：表面実装)型LEDの採用を実現した。そして放熱構造を適正化することによってエネルギー消費効率は従来比約18%向上させ、質量は従来比約48%軽量化を実現した。

このように設置環境に応じた設計手法を、今後はベースライト等の様々なLED照明器具に展開していく。

耐振・耐衝撃及び耐硫化モデルの仕様

器具	耐振・耐衝撃モデル クラスC2000	耐硫化・耐油煙・重耐塩モデル クラスC2000
		
		
全光束(lm)	21,200	20,700
固有エネルギー消費効率(lm/W)	186.9	175.5
質量(kg)	4.0	4.1
LED光源寿命(時間)	60,000	
特徴	ランダム振動3.4G, 耐衝撃30G	3C2環境に対応(JIS C 60721-3-3)

IoT機能“調理アシスタント”を搭載した三菱IHクッキングヒーター“レンジグリルIH”



Mitsubishi IH Cooking Heater Equipped with IoT Cooking Assistant

昨今、共働きが一般化し、家事に十分な時間が取れない家庭が増えて、キッチン家電には調理での負荷軽減が求められている。2020年12月に業界で初めて^(*)“電子レンジ”機能を搭載した“レンジグリルIH”を発売し、調理の負荷軽減に貢献してきた。そして今回、更なる利便性向上を可能にするIoT(Internet of Things)機能“調理アシスタント”を搭載した“RE-322SXR”を発売し、より一層の調理の負荷軽減に貢献する。

“裏方に徹する優秀な調理アシスタント”をコンセプトに操作デザインや技術開発を行った。スマートスピーカーと連携し音声操作で調理をアシストする“Touch & Voice UI”，レシピに合わせて少ない手数で加熱設定が完了するスマートフォン用アプリケーションを開発し、新しい調理体験を実現した。主な特徴を次に述べる。

(1) “電子レンジ”機能と“レンジグリル”機能を搭載

レンジグリルIHはAC200Vで動作するため、電子レンジ加熱とグリル加熱を同時に行うことが可能である。これによって食材を中と外から同時に加熱し、短時間で仕上げることができる。また、庫内の光センサーで食品の温度をきめ細かく測定して自動調理を行うため、例えば冷凍保存した食材も解凍しながら中まで火を通して、焼き上げまで手早く調理できる。

(2) 調理アシスタント“Touch & Voice UI”

使用したい機能のボタン長押しによって音声で問い合わせを受けて、その質問に答えるだけで、ボタン操作では手順が多くなる設定も1回の発話で設定できる。押したボタンに合わせて質問内容も変わるため、会話しやすい音声操作

になっている。手動で操作するときも音声で操作するときも、同じボタンから操作を始めることができる。そのため、音声操作の手順を新たに覚える必要がなく、スムーズに音声でのやり取りを始めることができる。

(3) 調理アシスタント“スマートフォン用アプリケーション”

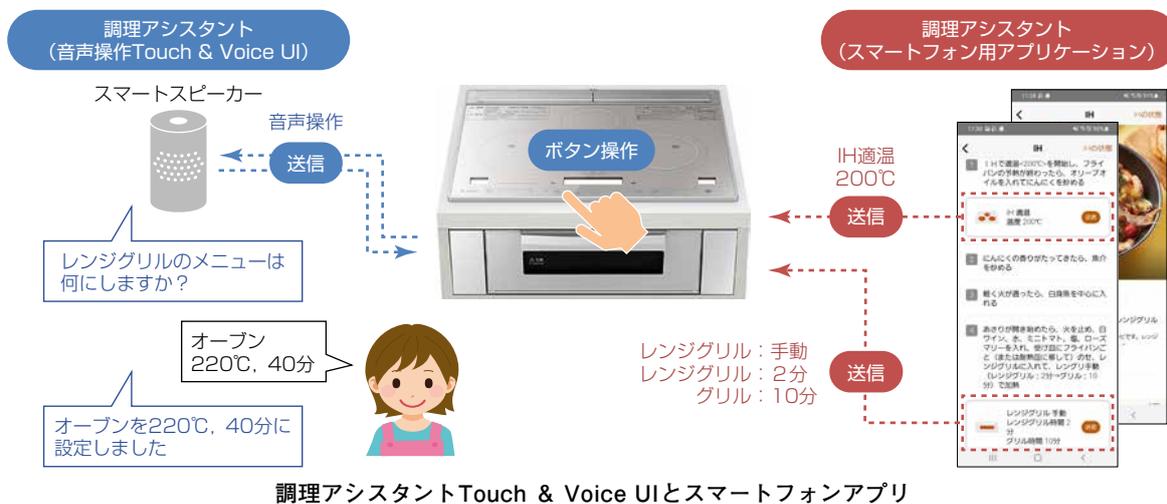
アプリケーションのレシピ内に、パラメーター送信ボタンを設けた。ボタンを押すだけで、火力、タイマー、オープンの設定温度など複雑に組み合わせた熱源・火力・時間などのパラメーターをレンジグリルIHに設定できる。これによって、入力間違いを防ぐと同時に、火加減の難しいハンバーグ調理などにも気軽にチャレンジできる。

(4) システム構成

家電・設備機器のIoT化推進のためIoT共通プラットフォーム“Linova”を構築した。併せて、様々なIoT・システムソリューションを共通のスマートフォンアプリとして開発するスマートフォンアプリケーションプラットフォーム“MyMU(マイエムユー)”を構築した。音声操作Touch & Voice UIはLinova, MyMUと連携して動作するシステム構成としている。この構成によって“IH(Induction Heating)クッキングヒーター以外のプロダクトソリューションとの連携”“データ分析によるユーザー個人に合わせたPersonalized Experience(個別適応機能)の提供”といった将来の機能拡張が容易に実現できる見込みである。

今後は、IoTによる調理のアシスト機能を充実させ、生活スタイルに合わせた調理機器の開発を進めていく。

*1 2020年12月1日現在、当社調べ。旧形名：RE-320SR, RE-220SR発売時、国内家庭用ビルトイン型IHクッキングヒーターで。



“A.I.予報”を搭載した三菱冷蔵庫“MZ/WZシリーズ”

Mitsubishi Refrigerators "MZ/WZ Series" Equipped with "A.I. Forecast"

循環型社会実現のための課題として、家庭での食品ロス削減が求められている。また家庭での食品ロスは、ムダを発生させてしまうことからユーザーのストレスにもつながっている。当社調査で、家庭での食品ロスは、食品が冷蔵庫の奥に押し込まれて見えなくなることや、家族がいつもと違う場所に収納して見失うことで発生していると分かった。

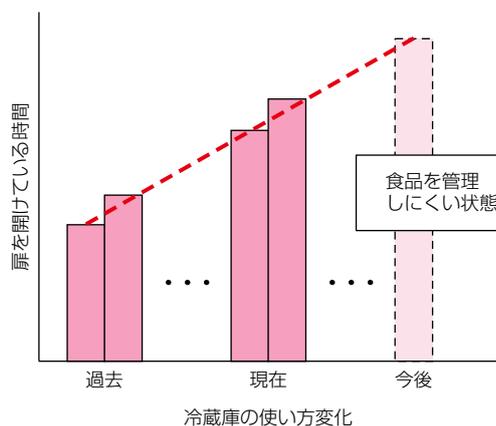
そこで当社は、冷蔵庫での食品ロス発生を抑制するため、冷蔵庫内を管理しやすい状態に維持できるように、整理整頓をサポートする“A.I.予報”を開発した。冷蔵庫内が散らかると、食品を探すために扉を開けている時間や扉を開閉する回数が増加するなど、冷蔵庫の使い方が変化する。そこで、当社独自の“全室独立構造”とA.I.予報を組み合わせ、部屋ごとの使い方の情報を収集して散らかり度を分析する。分析した結果から、食品を管理しにくい状態になると予測した部屋に対して、散らかりを予防する必要があると判断し、冷蔵庫の操作パネルやスマートフォンに整理整頓を促す通知を出す。このようにA.I.予報は、整理整頓を後押しして冷蔵庫内を管理しやすい状態に維持することで、食品ロス削減をサポートできる。A.I.予報を搭載した三菱冷蔵庫“MZシリーズ”を2023年1月27日に、“WZシリーズ”を2023年3月10日に発売した。



MZシリーズ

A.I.予報

冷蔵庫の今後の状態を予測して整理整頓を促し、食品管理しやすい冷蔵庫の維持をアシストしてくれる。



操作パネル



スマートフォン

A.I.予報搭載のMZシリーズ

4.5 医療・介護 Medical Care/Long-term Care

介護現場の誤薬を防止する服薬介助支援ツール“めでいさぼ”

Tools to Prevent Medication Errors in Care Settings "MEDI-SAPO"

介護施設での事故の一つに誤薬がある。中でも、薬の渡し間違いは許されないため、服薬介助は職員によるダブルチェック、トリプルチェックの上で行われている。

三菱電機ITソリューションズ(株)では、顔認証で本人確認することで薬の渡し間違いを防ぐ、服薬介助支援ツール“めでいさぼ”を開発した。めでいさぼは、一包化された薬

の袋に印刷された氏名をAI-OCRで読み取って、顔認証の結果と照合し、その薬を本人に渡すことができているかをチェックするアプリケーションである。誰が、いつ、誰の薬を、誰に渡したか、服薬介助のエビデンスとして記録を残すことができる。めでいさぼは事故防止と職員の業務負荷、精神的負荷軽減で介護現場に貢献する。

3ステップで簡単に渡し間違いをチェック

1 薬を撮る



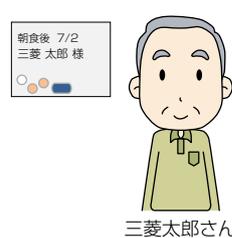
服薬介助する職員を選択し、薬包を撮影して文字認識で誰の薬か読み込む。

2 顔を撮る



AIによる顔認証で本人確認を行い、薬と利用者を突合してチェック。与薬の日時も記録される。

3 薬を渡す



突合の結果が正しければ、薬を渡す。

めでいさぼの使い方

<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：03-5309-0626>

電子処方箋向け電子署名ライブラリー“MELSIGN”

E-Signature Library for Electronic Prescriptions

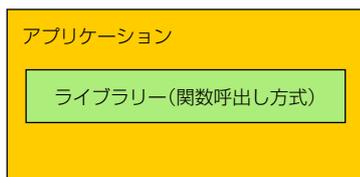
2023年1月から電子処方箋が運用開始された。電子処方箋には発行した医師及び調剤した薬剤師の電子署名が必要である。電子署名を医療機関向けシステムで実現するために電子署名ライブラリーを数社が提供しているが、アプリケーションへの組み込みが面倒という課題があった。

三菱電機ITソリューションズ(株)では、電子処方箋向け電子署名ライブラリー“MELSIGN”を開発した。これに

よって、次のメリットを医療機関や調剤薬局へ提供可能にした。

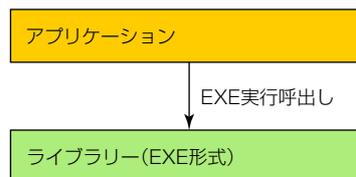
- (1) アプリケーションから独立したEXE起動形式のため、実装やライブラリーのバージョンアップが容易である。
- (2) PIN(Personal Identification Number)情報を保持することで、PIN入力の手間を軽減する。

他社製ライブラリー



- ・ライブラリーを関数呼出しするため実装が複雑
- ・ライブラリー変更時に再コンパイルが必要
- ・PIN番号はアプリケーションで管理

MELSIGN



- ・ライブラリーをEXE実行呼出しするため実装が容易
- ・ライブラリー変更時に再コンパイルが不要
- ・PIN番号はライブラリーで管理

MELSIGNと他社製ライブラリーの比較

<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：050-3116-7090>

5.1 ITプラットフォーム IT Platforms

VR技術を活用した遠隔ショールームの提供



Providing Remote Showrooms Using Virtual Reality

近年、仮想現実(以下“VR”という。)の導入は社会や産業の在り方を大きく変えるパラダイムシフトと言われ注目されているが、自社の事業にどのように適用できるのか悩みを抱える企業も多い。三菱電機インフォメーションネットワーク株(MIND)では、VR技術で、容易に入室できない環境や経験ができない作業などを映像化し、体験できるソリューションを開始した。その中の一つとして、感染症の流行によるショールームへの訪問の制限や移動コスト削減の課題を持つ顧客に対して、遠隔ショールームを提供した。遠隔ショールームは、遠隔地にある実際のショールームをVR技術で再現し、大型スクリーンに映像を投影することで、あたかもその場にいるかのような没入感のある体験が可能なソリューションになっている。最先端のVR技術で課題の解決だけでなく、臨場感あふれるショールームによる製品の訴求力強化やブランディングに寄与する。MIND

では、遠隔ショールームのほかにも、社内研修や技能伝承など、VR技術を活用して顧客の様々な課題を解決するソリューションを提供している。



出典：(株)ソリッドレイ研究所

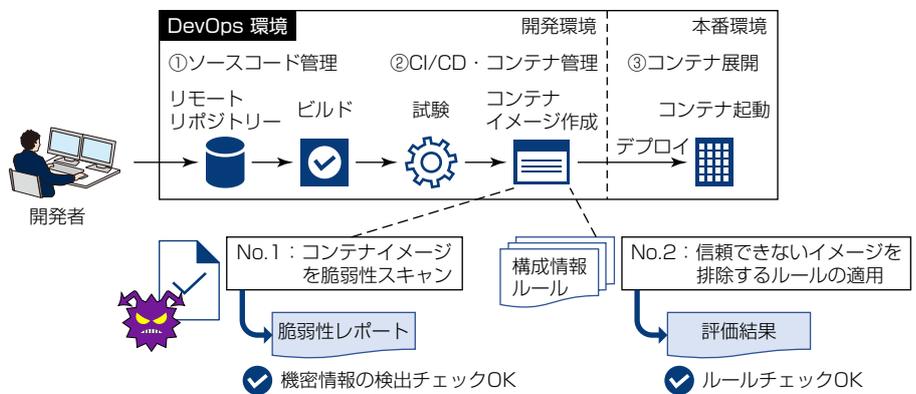
VR技術によるコンテンツ体験イメージ

<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク株 TEL：03-6771-5800>

クラウド上でのセキュアなDevOps環境の構築

Build Secure DevOps Environment on Cloud

より安全で効率的な開発運用を進めるため、AWS(注)の継続的インテグレーション/デリバリー(CI/CD)サービスやコンテナサービスを組み合わせることでソフトウェア開発でのソースコード管理から本番環境コンテナ展開までを自動化したDevOps環境を構築した。さらに、この環境のコンテナに対して、米国立標準技術研究所(NIST)が発行するアプリケーションコンテナセキュリティガイド(SP800-190)に沿って84項目のセキュリティ対策を設定した。コンテナイメージに埋め込まれた機密情報の検出や信頼できないイメージを排除するルールの適用などの設定があり、セキュリティ対策が備わっている。今後、DevOpsでコンテナ管理が重要になるプロジェクトに対して適用していく。



NIST SP800-190のセキュリティ基準に沿った今回の対策方法(84項目)

No.	SP800-190対策項目	今回の対策方法
1	埋め込まれた平文の情報	脆弱性スキャンツール(OSS)を用いてイメージ内の機密情報の検出チェック
2	信頼できないイメージの使用	コンテナイメージだけを利用することを強制するために構成情報ルール(AWSサービス)の設定とチェック
...
84	埋め込まれたマルウェア	セキュリティモニタリングツール(AWSサービス)を使用することでマルウェアを検知

DevOps環境

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：0467-41-3158>

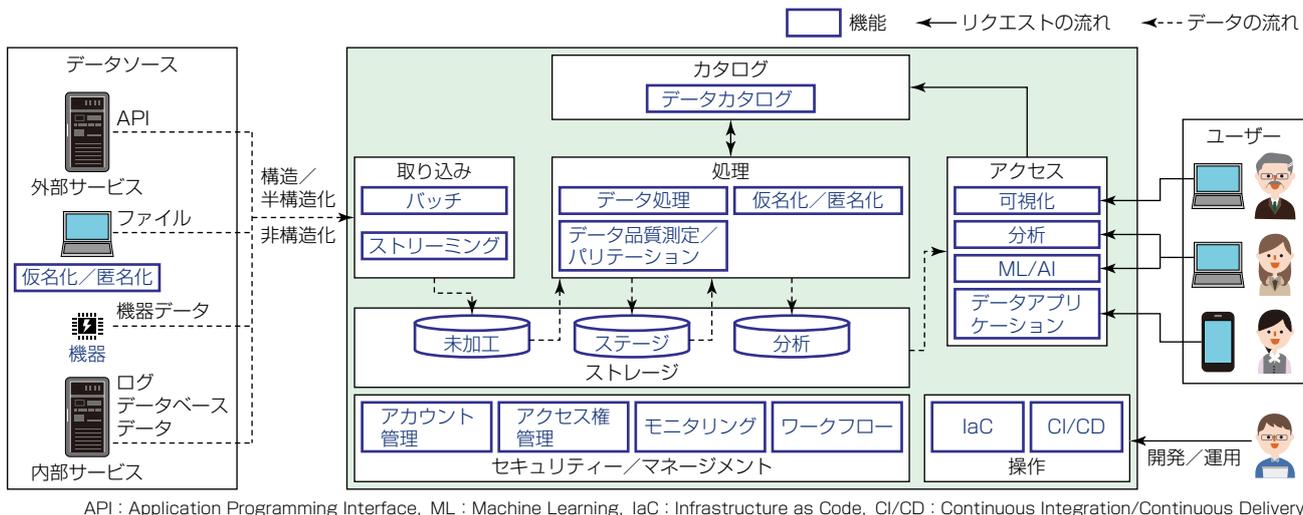
データ利活用システムに向けた共通要素開発“DIAPLANET Core”

Common Elements for Data Utilization Systems "DIAPLANET Core"

昨今、DX(Digital Transformation)やデータ利活用の気運が増大することによって、より早く分析環境を構築するニーズも高まっている。そこで、容易な分析環境構築を可能にする基盤として“DIAPLANET Core”を開発した。今回開発した基盤では、データ分析に関する共通要素を集積し、図1に示す機能群から案件ごとに必要な機能を選択したり、独自機能の追加といったカスタマイズ可能なクラ

ウド環境構築スクリプト(テンプレート)、データパイプライン実装ガイドなどの各種マニュアル・ガイドラインを提供することで、データアナリストによる迅速なクラウドベースのデータ利用、変換、分析を可能にした。

今後は開発した基盤を活用することで、より効果的・効率的なデータ利活用システムの構築を目指す。



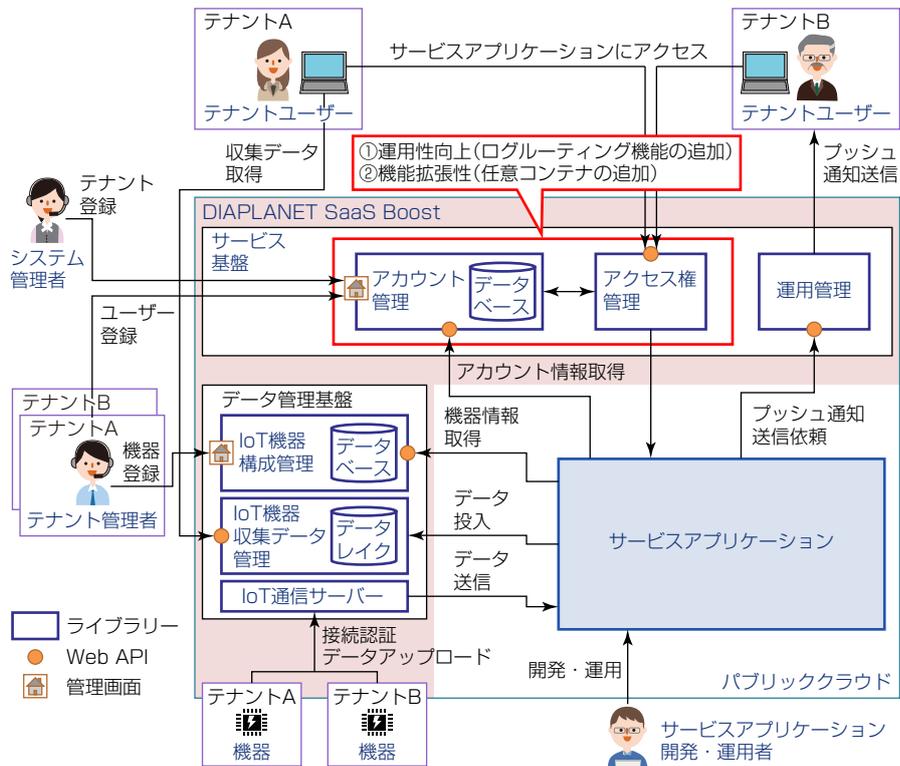
API : Application Programming Interface, ML : Machine Learning, IaC : Infrastructure as Code, CI/CD : Continuous Integration/Continuous Delivery

図1 -DIAPLANET Coreが構築するデータ分析環境

SaaS事業の早期立ち上げを支援する基盤構築パッケージ“DIAPLANET SaaS Boost”

IT Platform "DIAPLANET SaaS Boost" to Accelerate Launch of SaaS Businesses

クラウドを利用したSaaS(Software as a Service)事業の早期立ち上げを支援する“DIAPLANET SaaS Boost”は利用者のアカウントとアクセス権管理を行う“サービス基盤”とIoT(Internet of Things)システム向けにIoT機器の管理・データ収集を行う“データ管理基盤”を提供している。今回、アカウント管理とアクセス権管理を行う“サービス基盤”に対して、システムの運用性向上を狙った追加開発を行った。具体的に追加した機能は、①ログの収集・管理を行うログルーティング機能、②SaaS開発者任意のコンテナ(運用監視を行う監視コンテナなど)を追加する機能である。今後も機能向上と更なる利用拡大に向けて、改良開発を続けていく。



DIAPLANET SaaS Boost概要

■ カーボンニュートラル ■ サークュラーエコノミー ■ 安心・安全 ■ インクルージョン ■ ウェルビーイング ■ 要素技術ほか ★ トピック記事

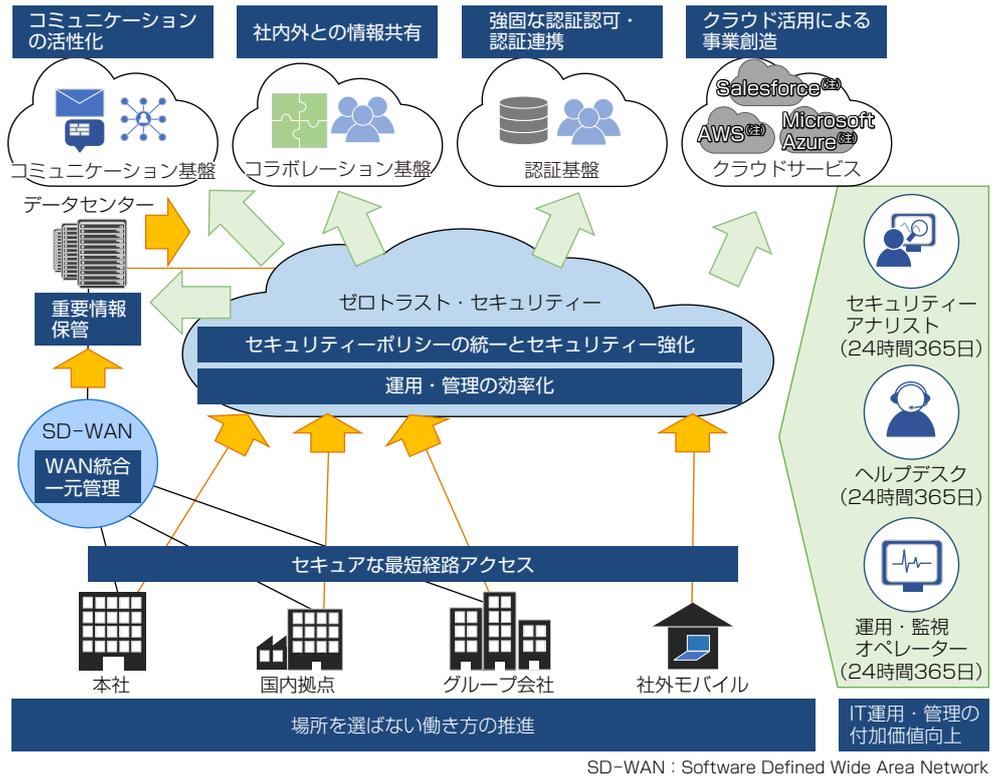
設計から運用までワンストップ体制で顧客を支援するSASEサービス



SASE Services with MIND Cyber Fusion Center

近年のテレワークやスマートデバイスの普及、クラウドサービスの普及で、セキュリティの脅威から守るべき利用者やリソースの社外環境への分散化が進んでおり、境界線の内外を判定基準とする従来の考え方は機能しにくくなっている。三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社(MIND)では、このような状況に対応したクラウドベースのセキュリティーサービスであるSASE(Secure Access Service Edge)サービスを、移行計画の設計から実装・運用までワンストップで提供する。このサービスでは、①クラウド経由のリモート接続及びWAN(Wide Area Network)接続、②各通信利用者の認証と認識、③利用者を判定基準とした通信許可判断、④通信内容の検査・保護の四つで、統合管理されたネットワークアクセスと柔軟なセキュリティーを同時に実現する。高い専門知識と経験が求められる新しいサービス導入に際して、MINDが設計から実装まで総合的にコンサルティングする。高度化する運用も、オペレーターによる稼働監視や定常運用、SOC(Security Operation Center)機能を持

つCFC(Cyber Fusion Center)のセキュリティーアナリストによるセキュリティー監視といったMINDの一元的な運用体制で強力に支援する。このサービスで、顧客の様々な場所・環境からの利用者に、ゼロトラスト対応のセキュリティーを実現し、様々なセキュリティーの脅威から保護された安全な業務環境を顧客へ提供する。



SASEサービスとそれを支えるMINDワンストップ体制

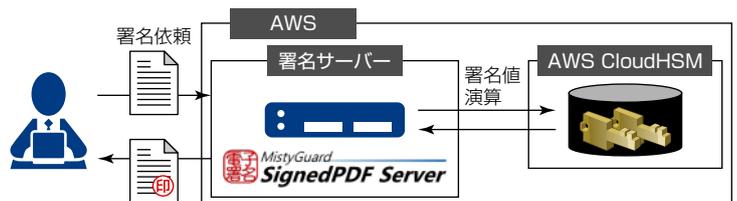
<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社 TEL：03-6771-6035>

SignedPDF：強固な鍵管理でクラウド環境下の利用を実現した電子署名ソリューション

SignedPDF: Digital Signature Library Use Secure Key Management in Cloud Platform

近年ではクラウド環境でのシステム構築が広く普及しており、電子署名を利用する業務システムもクラウド上で構築するニーズが増加している。電子署名ソリューション“SignedPDF”では、個人や組織に紐(ひも)づく署名用秘密鍵を暗号化されたファイルで保護していたが、クラウド環境で利用する際にはオンプレミス環境よりも高い安全性を顧客から求められる。三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社(MDIS)ではその要求に対応するためクラウド上で利用できる耐タンパー装置であるAWS CloudHSMに対応した。これによって秘密鍵は耐タンパー装置に保管され、高い機

密性を確保したまま、電子署名を行うことが可能になった。今後、電子処方箋に対応したXML(Extensible Markup Language)署名製品のリリースなど市場や顧客のニーズに対応した製品を順次リリースしていく。



SignedPDFの構成イメージ

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社 TEL：0467-41-3652>

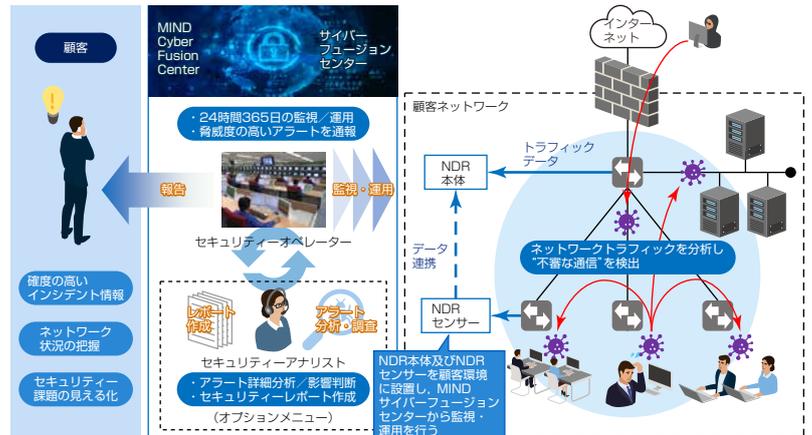
マネージドNDRサービス

Managed NDR Service

サイバー攻撃の手口は年々高度化・巧妙化が進んで、侵入や感染を完全に防ぐことは難しいため、ゼロトラストの考え方に基づいた脅威への対策が必要になっている。

三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社(MIND)は、この対策の一つとして“マネージドNDRサービス”をリリースした。このサービスはネットワーク内部の通信を可視化し、AI技術を活用して異常な振る舞いを監視することでマルウェアの侵入・感染を早期に検知する。ゼロトラスト対策として、出入口対策、EDR(Endpoint Detection and Response)での端末侵入検知、NDR(Network Detection and Response)でのネットワークの侵入検知で多層防御を行うことによって、顧客の被害拡大を未

然に防いで、セキュリティーの維持・向上を実現する。



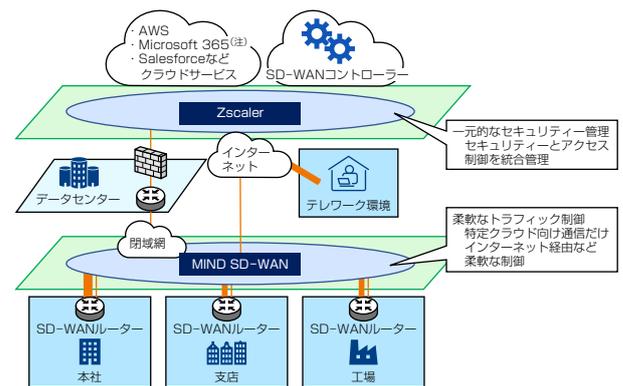
マネージドNDRサービス概要図

<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社 TEL：03-6771-6029>

MIND SD-WAN×SASE製品で実現するゼロトラストネットワーク

Zero Trust Network with MIND SD-WAN and SASE Products

近年、企業でのクラウドサービス利用拡大や、テレワークと出社を併用するハイブリッド型勤務形態の定着によって、従来の境界型セキュリティーでは安全性担保が困難になっている。その解決策として、三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社(MIND)ではMIND SD-WAN(Software Defined Wide Area Network)サービスとSASE(Secure Access Service Edge)製品のZscaler(注)を連携させたゼロトラストネットワークを、社内検証を経て新サービスとして提供を開始した。このサービスは一元的なセキュリティー管理と柔軟なトラフィック制御によって、安全かつ快適にクラウド環境へ接続するネットワーク環境を提供する。MINDでは今後もメニューを拡充していく。



ゼロトラストネットワーク概要

<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社 TEL：03-6771-5678>

ランサムウェア対策バックアップサービス

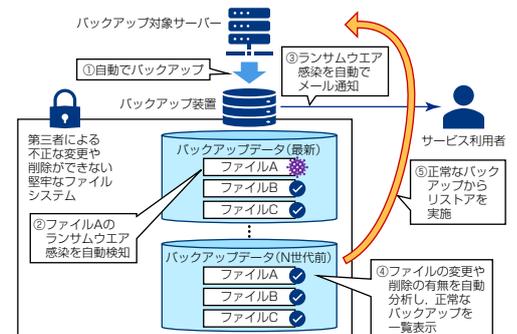
Data Backup Service for Recovering from Ransomware Attacks

ランサムウェア攻撃の手口は高度化し、従来のバックアップでは、バックアップデータ自体が暗号化又は削除され、データ復旧ができなくなる事例も出てきている。

三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社(MIND)は、この対策の一つとして、“ランサムウェア対策バックアップサービス”の提供を開始した。このサービスでは、第三者による不正な変更や削除ができない、堅牢(けんろう)なファイルシステムを採用することで、バックアップデータを保護する。

また、ランサムウェア感染の検知及び影響範囲を特定

する機能を持っており、感染時の初動対応からデータ復旧の迅速化を支援する。



バックアップサービスのイメージ

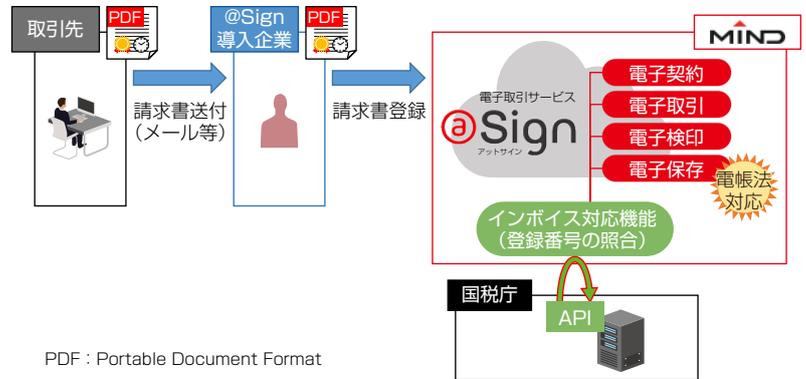
<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社 TEL：03-6771-4845>

インボイス制度に対応した“電子取引サービス @Sign”

"TrustMinder @Sign" Compatible with Invoice System

電子取引サービス“@Sign”は、電子契約、電子取引(見積り/注文/納品/請求書等の送受信)、電子検印、電子保存をオンラインで可能にした電子帳簿保存法対応サービスである。インボイス対応機能として請求書に記載されている登録番号(適格請求書発行事業者の登録番号)と国税庁に登録されている登録番号を照合する機能(国税庁公開のAPI(Application Programming Interface)に対応)をリリースした。この機能を利用することで、@Signに請求書を登録した時点で、取引先の登録番号が適正であることを瞬時に確認し、顧客の確認作業時間を削減する。三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社(MIND)はこのサービスで今後も顧

客のペーパーレス化に貢献する。



@Signのインボイス対応機能概要

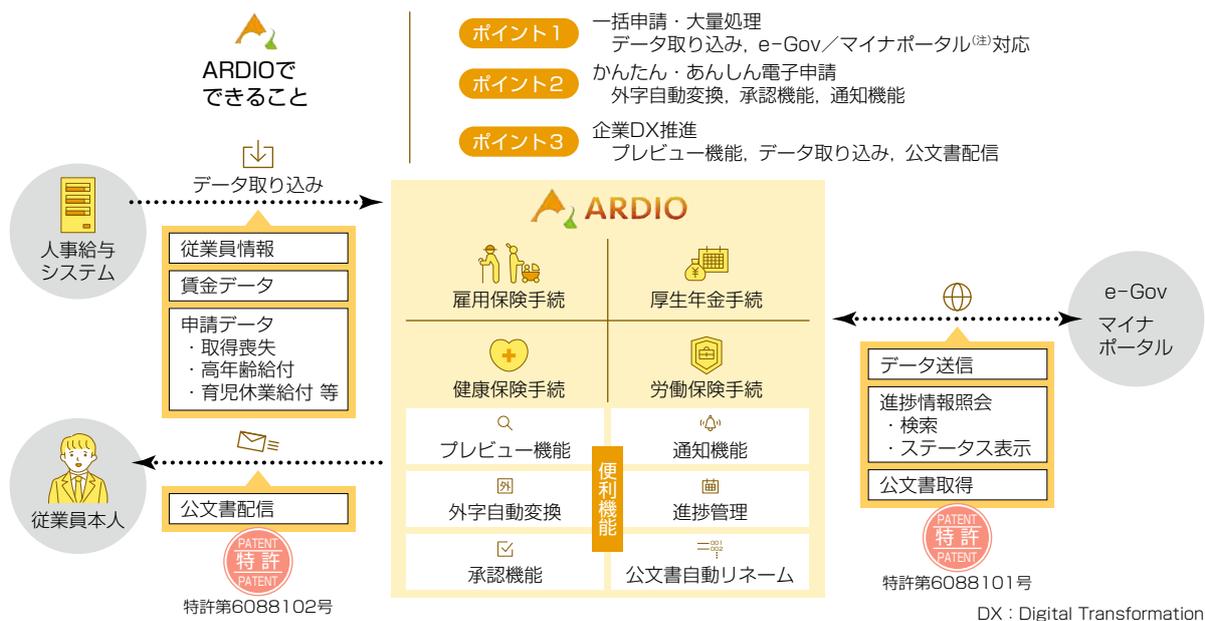
<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク株式会社 TEL：03-6771-5110>

SaaS型サービスで提供する社会保険労務システム“ARDIO”

Social Insurance Labor System "ARDIO" Provided by SaaS-type Service

社会保険労務システム“ARDIO(アルディオ)”は、三菱電機ITソリューションズ株式会社が社会保険労務士事務所向けに開発した業務支援システムで、一般企業から社会保険労務士事務所まで400社を超える導入実績がある。以前からクラウドシステムでのサービス提供の要望を受けており、このたびSaaS(Software as a Service)型システムでのサービス提供を計画している。開発ツールとして画面構

成や帳票出力でのユーザビリティの向上などを当社独自のフレームワーク(ARMS)を採用することで、ローコード開発による品質確保とコスト低減を実現している。以後、他社のシステムやクラウドサービスとの連携も検討しており、これからも顧客の幅広いニーズに対応したシステムを提供していく。



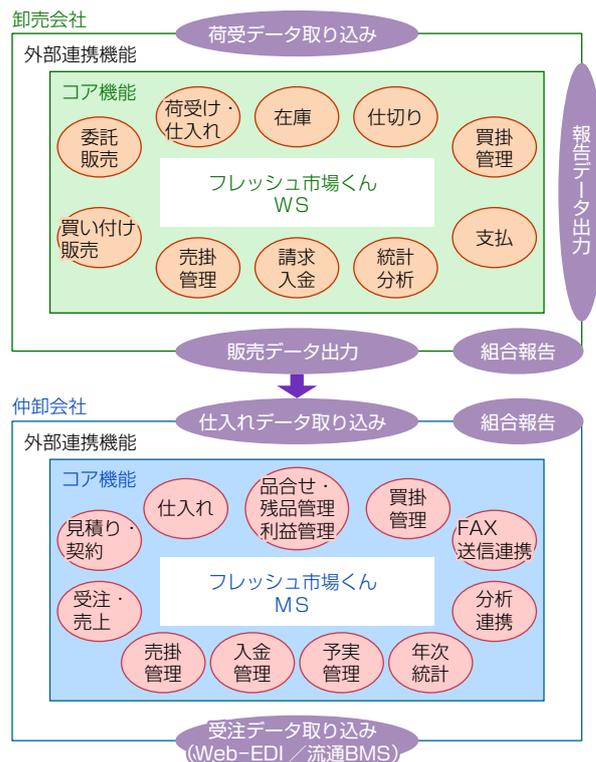
SaaS型ARDIOシステム概要図

<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ株式会社 TEL：03-5309-0621>

市場特化型販売管理システム“フレッシュ市場くんシリーズ”

Market-specific Sales Management System "Fresh Ichiba-kun Series"

三菱電機ITソリューションズ(株)では、半世紀にわたって生鮮食品市場業界に携わりシステム構築を行ってきた実績とノウハウを集約した“フレッシュ市場くんシリーズ”を業界特化型販売管理パッケージとして提供している。日本国内での生鮮食品の流通に欠くことのできない存在である中央・地方卸売市場の同施設内で事業を行う卸売会社及び仲卸会社では、生鮮食品を取り扱うがゆえの独自の商習慣で業務を行っている。“フレッシュ市場くんシリーズ”は卸売会社向けWS(Wholesale market support System)と仲卸会社向けMS(Middle trader support System)の2製品で構成され、オンプレミスとIaaS(Infrastructure as a Service)を活用したクラウドどちらかの形で提供が可能である。



BMS : Business Message Standards

フレッシュ市場くんシリーズ機能ブロック図

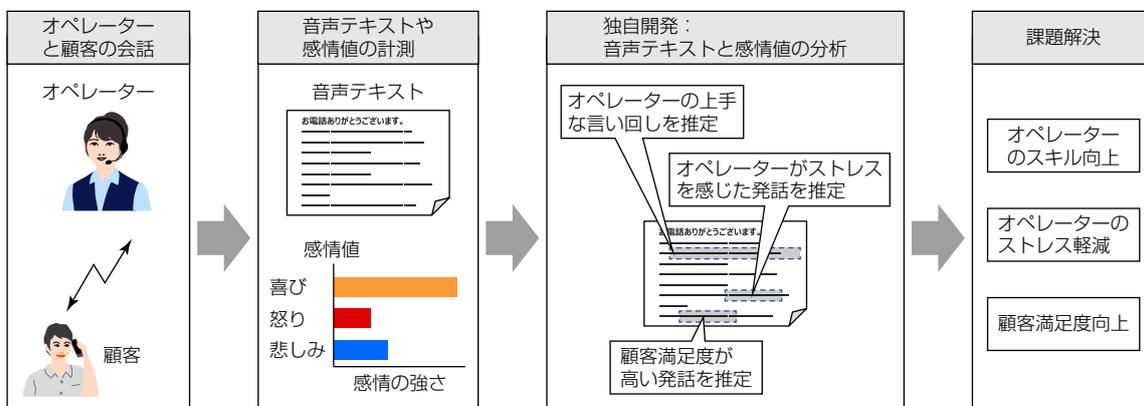
<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：06-6447-1734>

コンタクトセンターの課題を解決する感情分析技術

Emotion Analysis to Solve Contact Center Challenges

コンタクトセンターでのオペレーターのスル向上とストレス軽減は、いまだ解消されていない課題になっている。そこで三菱電機インフォメーションシステムズ(株)(MDIS)では、音声データから得られる音声テキストと感情値を同時分析し、オペレーターのスルやストレスレベル、顧客満足度などを推定する独自技術を開発した。これによって

オペレーターのパフォーマンスを定量的に評価して改善策を提案することが可能になり、オペレーターのスル向上やストレスレベル軽減、顧客満足度向上を実現する。この技術はMDISのデータ分析コンサルティングサービスとして提供していく計画である。



感情分析概要

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ(株) TEL：080-1313-1956>

6.1 パワーデバイス Power Devices

SBD内蔵SiC MOSFETモジュール ★

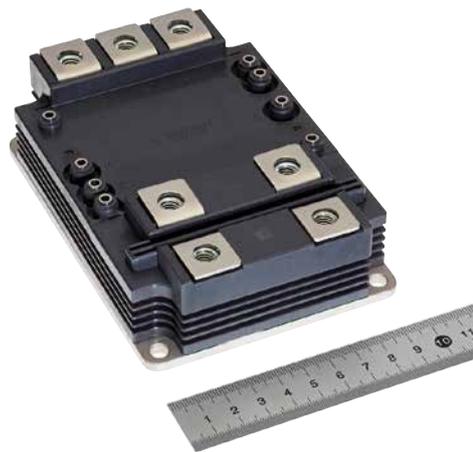
SBD-embedded SiC-MOSFET Module

当社の大容量SiC(シリコンカーバイド)パワー半導体モジュールは、鉄道車両や直流送電などのインバーターに使用されている。近年、電力損失を大幅に低減できるSiCパワー半導体への期待が高まっている。当社の従来SiCパワーモジュール(*1)では、スイッチングを担うSiC-MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)と整流を担うSiC-SBD(Schottky Barrier Diode)を別々のチップにして、パワーモジュール内で並列接続していた。これに対して、今回はSiC-SBDをSiC-MOSFETのユニットセル内に周期的に形成することで両者を一体化させたSBD内蔵SiC-MOSFETチップを開発した。この画期的な一体化チップの開発と並列接続向けに最適化されたパワーモジュールパッケージの組合せによって、パワーモジュール製品として次の特長を持つ。

- (1) スwitching損失を当社の従来SiCパワーモジュール(*1)比で66%低減し、インバーター電力損失低減と高出力・高効率化を実現する。
- (2) SBD内蔵によって、MOSFET寄生のボディダイオードの動作が起きないように設計したことで、インバーターの高信頼化に寄与する。

- (3) パワーモジュール製品間の並列接続が容易になって、並列数によって多様なインバーター構成・容量に対応し、インバーター設計の効率化に貢献する。

*1 FMF750DC-66A(3.3kV/750A)



3.3kV SBD内蔵SiC-MOSFETモジュール(3.3kV/800A)

低インダクタンス産業用フルSiCパワーモジュールNXタイプ

Low Inductance NX-type Full-SiC Power Module for Industrial Equipment

高速デバイスであるSiCデバイスは、デバイス破壊の要因になるサージ電圧抑制のためにパッケージのインダクタンス低減が重要である。今回、業界標準NXタイプパッケージの内部インダクタンスを低減し、第2世代SiCチップを搭載した1,700V/600A定格の製品を開発した。パッケージ内の電極構造を最適化することで内部インダクタンスを従来比で約47%低減し、9 nHを実現した。内部インダクタンス低減によって過電圧故障の原因になるサージ電圧を抑制でき、SiCデバイスの特長を生かす高速スイッチング動作が可能になる。高速動作によってスイッチング損失を低減し、機器の電力損失低減によって製品の発熱を抑制でき、冷却器の小型・軽量・低コスト化が可能になる。また、低スイッチング損失から更なる高周波動作が可能になり、周辺部品の小型・軽量・低コスト化が可能になる。NXタイプパッケージと外形寸法及びピン配置を同等にし、パッケージ互換性を維持することで、この製品へ置き換え時にシステム構成の変更を最小限にし、設計時間の

短縮が可能になる。今後製品ラインアップの拡充を図って、SiCデバイスの特長を最大限に生かす製品を開発し、産業用機器の高効率化、小型・軽量化に貢献する。



低インダクタンス産業用フルSiCパワーモジュールNXタイプ

民生機器向けRC-IGBT搭載“SLIMDIP”シリーズ

"SLIMDIP" Series with RC-IGBT for Consumer Applications

“SLIMDIP”シリーズは、家庭用エアコンなどインバーター白物家電や小容量ファン駆動向けに開発した小容量IPM(Intelligent Power Module)である。家電の高機能化と世界的な省エネルギー意識向上に伴い、インバーター率の拡大に加えて、システムの小型化ニーズを受けて開発した。

主な製品特長は次のとおりである。

(1) 豊富なラインアップが同一パッケージで使用可能

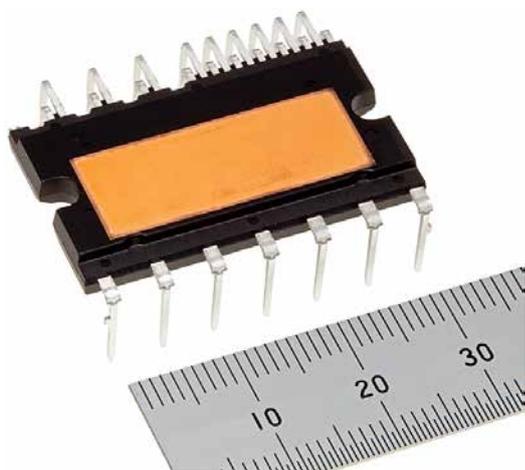
SLIMDIP-Z(定格電流30A)の追加によって、ラインアップは定格電流5～30Aとした。高キャリア周波数対応タイプや低ノイズ特性タイプを取りそろえることで、様々

な仕様・用途に合わせて、同一パッケージで製品選定を可能にした。

(2) システムの小型・低コスト化に貢献

パワーチップにRC-IGBT(Reverse-Conducting Insulated Gate Bipolar Transistor)技術を採用し、従来より約30%の小型化を実現した(当社超小型DIPIPMシリーズ比)。さらに、P側駆動電源のGND端子を設けたことで、基板の配線パターンを最適化し、基板占有面積の大幅な削減に貢献する。

これらの特長から、我々はSLIMDIPが次の民生市場向け標準パッケージになると確信している。



SLIMDIPシリーズ

SLIMDIPシリーズのラインアップ

製品名	形名	定格
SLIMDIP	SLIMDIP-S	5 A/600V
	SLIMDIP-M	10 A/600V
	SLIMDIP-L	15 A/600V
	SLIMDIP-W	15 A/600V
	SLIMDIP-X	20 A/600V
	SLIMDIP-Z	30 A/600V

800G/1.6Tbps用CWDM8 EMLチップ



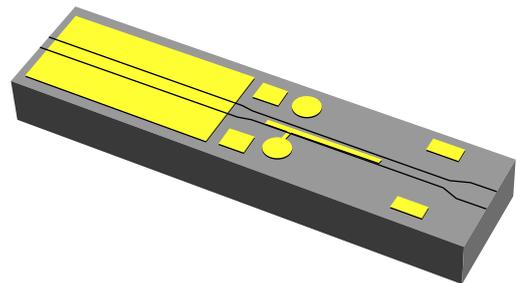
CWDM8 EML Chips for 800G/1.6Tbps Transmission

SNS(Social Networking Service)や動画配信等のクラウドサービスの普及によって、データセンター内のサーバー間を接続する光ファイバー通信容量は急速に拡大している。現在、100Gbpsを4レーン用いる400Gbps通信が広く使用されているが、生成型人工知能(AI)の導入によって、800Gbpsや1.6Tbpsなどの更なる高速・大容量光通信が求められている。

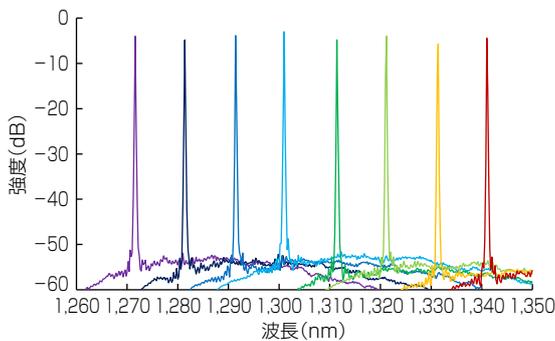
当社は、800Gbps用途のCWDM8(Coarse Wavelength Division Multiplexing) EML(Electro-absorption Modulated Laser)チップを製品化した。1.27μmから1.34μm間で10nm間隔合計8波長の100Gbps EMLチップをラインアップした。レーザー部と変調器部に異なる導波路構造を用いる、当社独自のハイブリッド導波路構造によって、高消光比の優れた特性を実現した。また、1本の光ファイ

バーで8波長の光信号を通信する波長多重通信を実現可能にし、光ファイバー数削減による省スペース化と低コスト化を可能にした。

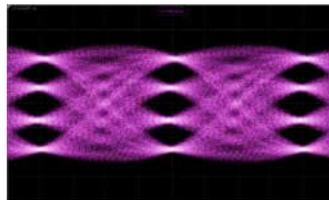
更なる高速動作に対応した、1.6Tbps用途のCWDM8 EMLチップ製品も開発している。1.27μmから1.34μmの8波長の200Gbps EMLチップを開発し、1.6Tbps通信を実現する。EMLチップ構造の最適化によって動作応答性を向上させ、良好な226Gbps変調光波形を実現した。



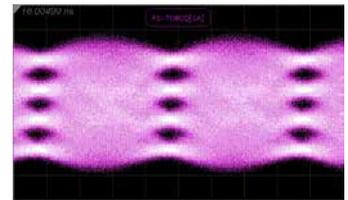
CWDM8 100Gbps EMLチップ構造(イメージ)



CWDM8 100Gbps EMLチップの出力光スペクトラム



100Gbps EMLの106Gbps光波形



200Gbps EMLの226Gbps光波形

5G massive MIMO基地局用8W GaN電力増幅器モジュール

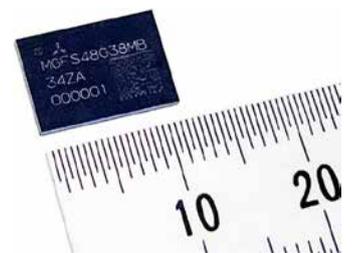
8W GaN Power Amplifier Module for 5G Massive MIMO Base Stations

高速かつ大容量の無線通信を可能にする第5世代移動通信システム(5G)で使用されるmassive MIMO(Multiple Input Multiple Output)基地局の敷設が都市圏を中心に進んでいる。この基地局には多数の電力増幅器を必要とする多素子アンテナが搭載されるため、基地局の低消費電力化と製造コスト低減の必要性から、部品点数削減に適したモジュール型の高効率電力増幅器が要求されている。

この要求に対応するために、当社は3.4~3.8GHz帯(400MHz帯域)で動作する平均出力電力8W(最大飽和出力電力63W以上)のGaN(窒化ガリウム)電力増幅器モジュールMGFS48G38MBの製品開発を行ってきた。この製品には、エピタキシャル成長層に改良を加えた高効率かつ低歪(ひずみ)特性を兼ね備えたGaN HEMT(High Electron Mobility Transistor)と、そのGaN HEMTの出力寄生容量による帯域制限を緩和する当社独自の広帯域ドハティ回路

設計技術を適用した。これらによって、11.5×8.0mm²という小型サイズでありながらTDD(Time Division Duplex)動作時の隣接チャネル漏洩(ろうえい)電力-50dBc以下かつ電力付加効率43%以上の良好な特性を400MHzの広帯域にわたって実現した。

現在、量産に向けて生産体制を整備中であるこの製品は、5G massive MIMO基地局の低消費電力化と構成部品点数の削減、基地局側の回路設計負荷軽減を通じて5Gの普及に貢献する。



5G massive MIMO基地局用8W GaN電力増幅器モジュール(MGFS48G38MB)

200℃まで測定可能な80×60画素サーマルダイオード赤外線センサー“MeIDIR”

80×60 Pixels Thermal Diode Infrared Sensor "MeIDIR" Capable of Measuring Temperatures up to 200 Degrees Celsius

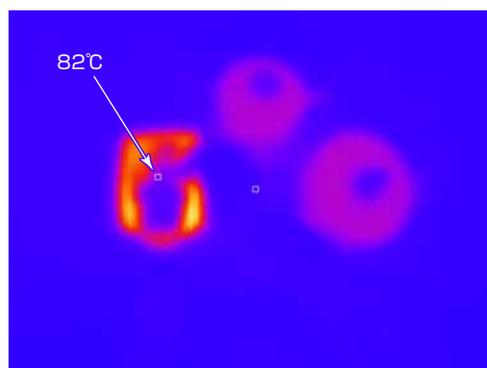
当社は2019年に人・物の識別、行動把握を高精度に実現するサーマルダイオード赤外線センサー“MeIDIR(メルダー)”を市場投入した。センサーは当社独自のSOI(Silicon On Insulator)ダイオードで構成されており、サーモパイルや焦電センサーに対して高画素化と高温分解能が可能になった。

従来製品のMeIDIRは、国内を中心に高齢者施設での見守り分野や空調機器に搭載されるセンサーとして、測定可能な温度範囲が-5～+60℃であった。これらの分野以外にも、高温の対象物を取り扱う際の安全管理や快適な作業環境づくりを目的として、高温になるキッチンや工場設備の温度分布などの把握に対するニーズがあり、高温域を含む広範囲な温度分布の測定が求められていた。そこで、信号処理とレンズの最適化によって、上限+200℃までの高温や広範囲な温度分布の測定を可能にした“MIR8060B3”を開発した。

また、キッチン、設備監視市場での熱画像例や、高温の測定に対応したデモキット、ソフトウェア・ハードウェア設計に必要な情報をリファレンスデザインとして提供し、ユーザーの製品企画やサンプル評価などをサポートすることで製品開発期間の短縮に貢献できる。



可視



MeIDIR

キッチン具材の温度分布

1. 研究開発(1-1-01)
- 1.1 サステナビリティ実現に向けた技術(1-1-01)
- 大型産業機器向け3.3kVフルSiCパワーモジュールへの適用を実現するSBD内蔵SiC-MOSFETのサージ電流耐量改善技術
 - 欧州市場向けヒートポンプ式給湯・暖房システムと蓄電・蓄熱の統合制御技術
 - サプライチェーン強靱化に向けたブロックチェーン技術と準同型暗号技術を組み合わせた秘匿データ開示技術
 - ロボットや手持ちカメラによる構造物の健全性診断を可能にするひずみ計測技術
 - 3K遊星歯車減速機の伝達効率最適化技術
 - 核計装システムの高度化技術
 - GHG削減を目的としたデジタル工場診断ソリューション
 - 直流配電システムに対応したワイドレンジ電圧出力可能なDC/DC変換器
 - 実験値とデータシート値と近似式から構築した電力変換器の損失モデル
 - ローター圧縮機の試験レス性能予測技術
 - R32冷媒を用いたビル用空調機の熱交換器
 - DUVレーザーによる次世代半導体製造向けの極微細穴あけ加工の実現
 - パワーデバイスのn型バッファ構造形成に関する水素の拡散挙動の評価
 - 経済性とレジリエンスを両立するマイクログリッド設計技術
 - 工場での環境配慮型の生産計画最適化技術
 - ルームエアコンの脱炭素社会に向けたものづくり
 - AEセンシングによる回転機械しゅう動部の金属接触検知高度化
 - 雲解像モデル“CReSS”を用いた気象予測処理のGPU向け高速化
 - アクセス制御機構TEEに対する物理攻撃対策技術
 - 昇降機監視システム“MelEye”のデザイン
 - 車両群の自律分散制御のための無線リソース割当技術
 - 赤外線センサー向け低リソースかつ高精度な人体検出技術
 - 高解像度空中ディスプレイシステム
 - 大容量2ドアホームフリーザー“U22”のデザイン
- 1.2 循環型 デジタル・エンジニアリングへの
変革に向けた技術(1-2-01)
- 人との共存に向けた移動ロボットの実証実験
 - 商品推薦に向けて言語モデルの文章再生成処理を用いた知識グラフ自動構成技術
 - MELRemo-IPSの位置検知機能を活用したABW型オフィス実証
 - 見守りサービスに向けたミリ波レーダーと赤外カメラ連携によるバイタルセンシング
 - 三菱電機シーケンサ“MELSEC” CC-Link IE TSN FPGAユニット
 - CC-Link IE TSNマスタ・ローカルユニット(光ファイバーケーブル対応)
- ホームネットワーク規格Matterの取組み
 - スマートシティーのアセットマネジメントのためのオントロジー表現技術
 - 対話的な設備リスク評価を可能にする設備リスク評価基盤
 - 高精度な制御フレーム監視技術
 - 個人認証に関する将来像の検討
 - 駅と街のガイドブックアプリ“ekinote”と地域振興プラットフォーム
 - AI技術“Maisart”を適用可能なAI推論実行エンジン
 - xRとAI技術を活用した保守員教育システム
 - “Maisart”による受発注量予測技術
 - ユーザーデータを秘匿したままAI推論の正しさを証明できる技術
 - 強化学習を活用した信号周波数推定技術
 - 因果推論を用いた非定常状態予測技術
 - 大規模言語モデルに基づく対話要約技術
 - 教師なし異常音検知
 - 配電自動化システムへの高信頼無線技術の適用
 - モバイルネットワーク向け100Gbps DMLチップ
 - 透明アンテナの液晶表示器への実装技術
 - 広帯域増幅器向けのニューラルネットワークを用いた歪み補償技術
 - 基地局向け増幅器用高速電圧制御技術
 - Beyond 5G向け広帯域無線光ファイバー伝送技術
 - 無線式列車制御システム向け電波伝搬シミュレーション
 - 2030年頃を見据えた情報通信インフラの標準化
- 1.3 ゲームチェンジを起こす新技術(1-3-01)
- 暗号システム向けの理想的な乱数実現へ
—“パリティ対称性”利用が有効—
 - コールドスプレー法を用いた難加工な高分子材料の成膜技術
 - 広帯域コモンモード成分を補償する小型・低コストなアクティブEMIフィルター
 - テラヘルツ波センシング応用技術
 - 超高精度センシングを可能にするサブテラヘルツ帯アンテナ
 - モーター電流解析によるポンプの異常検知
 - 音・映像コンテンツを用いた人流誘導技術
 - AI SPEC：AIと共に生きる未来を考える取組み
 - InPとSiフォトニクスの特種材料集積技術
- 1.4 継続的に深化する基盤技術(1-4-01)
- SiCデバイスモデルのパラメーターを自動調整するアルゴリズム
 - シヤノン限界に迫る光通信用確率整形技術
 - 放射光を用いた界面活性剤と樹脂の相互作用解析技術
 - EMC設計品質向上に向けたMBSEの適用
 - ソフトウェアプラットフォーム更新に伴った性能試験自動化技術
 - 機械学習によるPWMインバーターのEMI対策
 - HVACシステムのためのモデルベース設計
 - パワーモジュールの寿命推定技術
 - モバイル3DスキャナーField LiDARのデザイン

- ワイヤー・レーザー金属3Dプリンターのデザイン
- 1.5 生産インフラ・設計技術……………(1-5-01)
- 設計フロントローディングに向けた静電気ノイズ可視化技術の活用
 - 4条スパイラル管を実現する製造技術
 - 低消費電力ΔΣ型ADC回路設計技術
 - プロジェクトダッシュボードによるプロジェクトメトリクスの可視化
 - 3Dモデルを活用した加工プログラムの自動作成技術
 - 既存ラインへのローコストDX技術導入
 - 大型製品向け3Dスマート計測技術の確立
 - 圧縮機用外殻容器向け突き合わせ溶接の高速化
 - 生産設備に対する消費電力推定技術
 - 表示器“GSシリーズ”への新製品追加と中国語入力機能
 - MELSEC iQ-FシリーズFX5UJ CPUユニットDC電源タイプ
 - 分かりやすいUIデザインガイドラインの活用
2. インフラ ……………(2-1-01)
- 2.1 交通システム ……………(2-1-01)
- 東京地下鉄株9000系更新車両向け補助電源装置
 - 都営三田線6500形車両情報収集システム
 - 鉄道車両用空気調和装置 受渡検査での冷房能力評価方法
 - リップル判定方式を採用した駅舎補助電源装置(S-EIV)による活用回生電力量向上
 - スリットフレーム式ホームドア
 - 京浜急行電鉄株1000形22次車向けVVVFインバーター装置
 - 東武鉄道株新型特急車両N100系スぺーシア エックス (SPACIA X)向けトレインビジョン
 - 鉄道車両用空気調和装置の検査自動化・品質データデジタル化
 - 東海道新幹線向け静止形周波数変換装置の初号機納入
- 2.2 公共システム ……………(2-2-01)
- インフラ設備でのアセットマネジメント実現に向けた“投資計画支援機能”
 - 下水処理でのAI技術を活用した生物反応槽風量制御システム
 - プラント制御システムでのセキュリティリスク評価ツール
 - 熊本県防災センターへの当社非常用発電設備の納入
- 2.3 通信システム ……………(2-3-01)
- 西九州新幹線列車無線システム
 - 10G-EPON加入者宅内光回線終端装置
 - 集合型メディアコンバーター 樹脂筐体版端末装置(10G)
- 2.4 映像 ……………(2-4-01)
- MELOOK AI(カメラ)
 - MELOOK4シリーズ(カメラ・レコーダー)
 - 自動通行量調査システム
 - 有料道路監視用高感度カメラ
- 2.5 電力システム ……………(2-5-01)
- 国内／海外共通プラットフォーム新型デジタルリレー “MELPRO-CHARGE3” “MELPRO-HB”
 - スマート保安実現に向けたモーターの劣化診断技術
 - カーボンニュートラルに向けた原子力発電所再稼働と計装制御設備更新に対する取組み
 - 託送料金制度への発電側課金導入に向けた取組み
 - カーボンニュートラル、再生可能エネルギー主電源化に向けた大規模蓄電池制御システムの構築
 - 電力デジタルエナジープラットフォームを活用したアグリゲーションサービス
- 2.6 防衛システム ……………(2-6-01)
- MIMOレーダーでの3層並列処理技術
 - L帯高出力広帯域TWT
- 2.7 宇宙システム ……………(2-7-01)
- 技術試験衛星9号機(ETS-9)開発状況
- 2.8 施設ビル管理システム……………(2-7-01)
- 施設ビル向け監視制御システム“MELBAS”での多拠点監視を実現するIoT機能
3. インダストリー・モビリティ ……………(3-1-01)
- 3.1 FAシステム……………(3-1-01)
- MELSEC iQ-R 安全機能付き入出力ユニット
 - 電子式マルチ指示計器“ME110Gシリーズ”
- 3.2 製造業向けITソリューション ……………(3-2-01)
- OTセキュリティー対策向け技術開発
 - 工場向け巡回点検業務効率化ソリューション “kizkia-Meter”
 - 工場内の動きを見える化 “HYPER SOL GUI 生産ダッシュボード”
- 3.3 自動車機器 ……………(3-3-01)
- 国内初のレベル4自動運転車両システム
 - MHEV搭載向け1モーターシステム用パワーユニット
 - モーター高性能化のための磁石直接冷却
 - 48Vマイルドハイブリッド車両用水冷式ベルト駆動モータージェネレーター
 - マツダ直列6気筒エンジン車向けPCM
 - センシング情報を利活用した統合ソリューション事業の情報基盤開発
 - ISO/SAE 21434に基づくサイバーセキュリティー対応のための社内規則の策定と適用
 - カーナビゲーション製品の検査工程での自動搬送システムの構築
4. ライフ……………(4-1-01)
- 4.1 ビルシステム……………(4-1-01)
- “Ville-feuille”ロボット移動支援サービスの拡充
 - 三菱エレベーターリモートメンテナンス契約 “ELE FIRST-smart”の適用機種拡大
 - “白金ザ・スカイ”向けビル設備
 - 中国“杭州智慧之門”向け昇降機設備
 - クリック機能付き静電容量方式ステンレスタッチレスボタン
 - 中国市場向け大容量機械室レスエレベーター“MAXIEZ-LZ”
 - 巻胴式エレベーターリニューアル “Elemotion+ for Compact4c”
 - 機械室レスエレベーターリニューアル据付用アンカーレス上部作業床
 - エレベーター製造工程のトレーサビリティ

- 4.2 空調冷熱システム ……(4-2-01)
- 低GWP冷媒を使用したマルチ空調システム
 - 空調LCSを実現するクラウド型支援ツール“MELく～るLINK”
 - DCモーターを搭載した業務用全熱交換形換気扇の外気処理ユニット“LGH-NRDF4”
- 4.3 産業設備 ……(4-3-01)
- 特殊環境向けLED照明器具
- 4.4 キッチン家電・生活家電 ……(4-4-01)
- IoT機能“調理アシスタント”を搭載した三菱IHクッキングヒーター“レンジゲルIH”
 - “A.I.予報”を搭載した三菱冷蔵庫“MZ/WZシリーズ”
- 4.5 医療・介護 ……(4-5-01)
- 介護現場の誤薬を防止する服薬介助支援ツール“めでいさほ”
 - 電子処方箋向け電子署名ライブラリー“MELSIGN”
5. ビジネス・プラットフォーム ……(5-1-01)
- 5.1 ITプラットフォーム ……(5-1-01)
- VR技術を活用した遠隔ショールームの提供
 - クラウド上でのセキュアなDevOps環境の構築
 - データ利活用システムに向けた共通要素開発“DIAPLANET Core”
 - SaaS事業の早期立ち上げを支援する基盤構築パッケージ“DIAPLANET SaaS Boost”
- 5.2 セキュリティソリューション ……(5-2-01)
- 設計から運用までワンストップ体制で顧客を支援するSASEサービス
 - SignedPDF：強固な鍵管理でクラウド環境下の利用を実現した電子署名ソリューション
 - マネージドNDRサービス
 - MIND SD-WAN×SASE製品で実現するゼロトラストネットワーク
 - ランサムウェア対策バックアップサービス
- 5.3 業務・業種アプリケーション ……(5-3-01)
- インボイス制度に対応した“電子取引サービス @Sign”
 - SaaS型サービスで提供する社会保険労務システム“ARDIO”
 - 市場特化型販売管理システム“フレッシュ市場くんシリーズ”
 - コンタクトセンターの課題を解決する感情分析技術
6. 半導体・デバイス ……(6-1-01)
- 6.1 パワーデバイス ……(6-1-01)
- SBD内蔵SiC MOSFETモジュール
 - 低インダクタンス産業用フルSiCパワーモジュールNXタイプ
 - 民生機器向けRC-IGBT搭載“SLIMDIP”シリーズ
- 6.2 高周波・光デバイス ……(6-2-01)
- 800G/1.6Tbps用CWDM8 EMLチップ
 - 5G massive MIMO基地局用8 W GaN電力増幅器モジュール
 - 200℃まで測定可能な80×60画素サーマルダイオード赤外線センサー“MelDIR”



本号記載の登録商標

AWS	Amazon Technologies, Inc.の登録商標である。
Azure, Excel, Microsoft 365	Microsoft Corp.の登録商標である。
Bluetooth	Bluetooth SIG, Inc.の登録商標である。
ECHONET Lite	一般社団法人 エコーネットコンソーシアムの登録商標である。
Ethernet, イーサネット	富士フイルムビジネスイノベーション(株)の登録商標である。
Matter	Connectivity Standards Allianceの登録商標である。
ONVIF	Onvif, Inc.の登録商標である。
PostgreSQL	PostgreSQL Community Associationの登録商標である。
Salesforce	Salesforce.com, Inc.の登録商標である。
Spring Boot	Pivotal Software, Inc.の登録商標である。
Wi-Fi	Wi-Fi Allianceの登録商標である。
Zscaler	Zscaler, Inc.の登録商標である。
アウトランダー	三菱自動車(株)の登録商標である。
味の素ビルドアップフィルム(ABF)	味の素(株)の登録商標である。
エコキュート	関西電力(株)の登録商標である。
新幹線	東海旅客鉄道(株), 東日本旅客鉄道(株), 西日本旅客鉄道(株)の登録商標である。
スペーシア エックス(SPACIA X)	東武鉄道(株)の登録商標である。
マイナポータル	デジタル庁会計担当参事官の登録商標である。

三菱電機株式会社