



# 三菱電機技報

1

2022

Vol.96 No.1

## 技術の進歩特集



巻頭言	3	Foreword
カラートピックス	4	Colored Topics
1. 研究開発	31	Research and Development
1.1 新技術の探索・創出		Search for and Create New Technologies
1.2 基盤技術の継続的深化		Continuously Enhance Fundamental Technologies
1.3 コア技術の強化		Strengthen Core Technologies
1.4 生産インフラ・設計技術		Production Infrastructure
1.5 ビジネスイノベーション		Business Innovations
2. 電力システム	57	Power Systems
3. 交通システム	61	Transportation Systems
4. ビルシステム	64	Building Systems
5. 公共システム	67	Public Systems
6. FAシステム	69	Factory Automation(FA) Systems
6.1 FA制御機器・システム		Automation and Drive Control System
6.2 配電・計測機器		Power Distribution Measuring Apparatus
7. 自動車機器	74	Automotive Equipment
8. 宇宙システム	77	Space Systems
9. 通信システム	78	Communication Systems
10. 映像	79	Video
11. ITソリューション	80	IT Solution
12. パワーデバイス	86	Power Devices
13. 高周波・光デバイス	87	High Frequency and Optical Devices
14. 空調冷熱システム	88	Air-Conditioning & Refrigeration Systems
15. 住宅設備	89	Housing Equipment
16. キッチン家電・生活家電	90	Kitchen and Other Household Appliances
社外技術表彰	91	Technical Commendations
本号詳細目次	96	Detailed Contents

※本号では、本文中に記載の登録商標を(注)として卷末に一覧掲載しています。

#### アイコンについて

各テーマのタイトル部にアイコンを掲載しています。  
三菱電機の統合ソリューションを提供する4つの領域を表しています。



#### 【表紙】

人×機械の遠隔融合システム

可視化した力触覚を、視覚情報とともにシンプルなインターフェースで伝達し、直感的なロボットの遠隔操作を実現します。人と機械をつなぐ遠隔操作“テレプレゼンス”時代の新たなソリューションとして、働き方改革が求められるニューノーマル社会に貢献します。

# 卷頭言

## Foreword

常務執行役 開発本部長

佐藤智典



新年明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。“技術の進歩特集”号の発行に当たり、一言ご挨拶申し上げます。

当社は、“成長性”“収益性・効率性”“健全性”的バランス経営に加えて、全ての活動を通じたサステナビリティの実現に貢献し、経済的価値と社会的価値を両輪とした企業価値の更なる向上を目指します。多様化する社会課題の解決に向けて、当社の強いコアコンポーネントに、豊富なフィールドナレッジ、先進的デジタル技術を掛け合わせることで、当社ならではの統合ソリューションを提供していきます。特にサステナビリティでの“脱炭素社会”実現に向けて、当社は電力CO<sub>2</sub>排出係数低減への貢献拡大、製品の低消費電力化や省エネルギーソリューション提供による排出抑制、パワーデバイスの高効率化と市場での普及拡大等の施策を推進していきます。加えて、“新しい生活様式(ニューノーマル)”への対応に向けて、先進技術を結集することによって、人々の安心と安全の確保、また快適に過ごせる環境づくりに貢献していきます。

脱炭素やニューノーマルを始めとする社会課題の解決に技術で貢献するため、当社は研究開発活動を“新技術の探索・創出”“基盤技術の継続的深化”“コア技術の強化”的三つの“R&D(Research and Development) カテゴリー”として定義し、新たな価値創出や、既存事業の強化と変革に向けた研究開発をバランス良く推進しています。次に、各カテゴリーに関連する取組みを紹介します。

“新技術の探索・創出”では、未来洞察と技術トレンド分析に基づいて、社会変化から生まれるニーズに対応する技術や既存事業を変革する不連続な技術の開発に挑戦しています。今回、脱炭素社会の実現に貢献する取組みとして、ビルの年間の消費エネルギーと快適性を予測し、最適な設備の年間運転計画を導出する事前計画型ビル運用技術を開発しました。これによって、従来実施していた設備設定の試行錯誤を不要にして、ZEB(net Zero Energy Building)を達成する運転計画を事前に導出できます。また、日鉄エンジニアリング株との共同研究によって、バイオガス増産と汚泥減容を実現する高濃度オゾンによる汚泥可溶化装置を開発し、実証実験で効果を確認しました。この成果の活用によって、バイオマス資源の有効利用とそれに伴う温室

効果ガスの排出抑制によるエネルギー回収の高度化・効率化が期待できます。ニューノーマルへの対応に向けた取組みとしては、人々の安心と安全を実現する遠隔機械操作システム技術を開発しました。シンプルな操作インターフェースでありながら直感的な把持・運搬を可能にするこの技術は、遠隔施設の保守点検、自然災害・除菌・除染作業等の身体的・精神的な負担の大きい作業での活用が期待できます。また、話した言葉を指でなぞった軌跡に表示し、聴覚障がい者や外国人との円滑で多様なコミュニケーションを支援する“しゃべり描きアブリ”で、複数の端末間で画面共有して互いに画面を操作しながらコミュニケーションできる“しゃべり描きチャット機能”を兼松コミュニケーションズ株とともに開発しました。フィジカルディスタンシングを保つつつ円滑で多様なコミュニケーションを支援します。

“基盤技術の継続的深化”では、パワーエレクトロニクス、制御、モデリング、材料分析、AI、セキュリティ、データ解析・連携など、機器・システム・サービスの品質と信頼を根幹で支える技術を深化させていきます。当社のAI技術“Maisart(マイサート)”を活用し、海洋レーダで取得した海表面の時空間データから陸上での浸水深時系列を予測する“レーダによる津波の浸水深予測AI”を開発しました。従来は予測のための計算時間が数分程度必要で、かつ予測誤差が大きい点が課題でしたが、このAIでは、津波検出とほぼ同時に数秒程度の計算時間で平均誤差5%程度の予測ができる事を確認しました。この技術は迅速な避難行動の策定支援と沿岸地域の防災・減災に貢献できます。

“コア技術の強化”では、モータの小型・高効率化技術や高速・高精度位置決め技術などのコンポーネント・システムの差別化技術を、AI・新材料ほかの先進基盤技術との融合によって強化します。具体的な取組みとして、パワーデバイス分野では、省エネルギー効果の向上を目的にした高速駆動SiC(シリコンカーバイド)パワーモジュールを開発しました。従来のSiCパワーモジュールと比べて1/3までスイッチング損失を低減し、省エネルギー効果の向上を実証しました。今後、高周波動作のニーズが高い再生可能エネルギーや医療用電源などへの適用拡大を目指します。

お届けする“技術の進歩特集”号では、ここに挙げた例を含めて、様々な社会課題の解決に向けた研究開発の最新成果をご紹介します。

## ビル・デジタルツインを活用したZEB運用技術



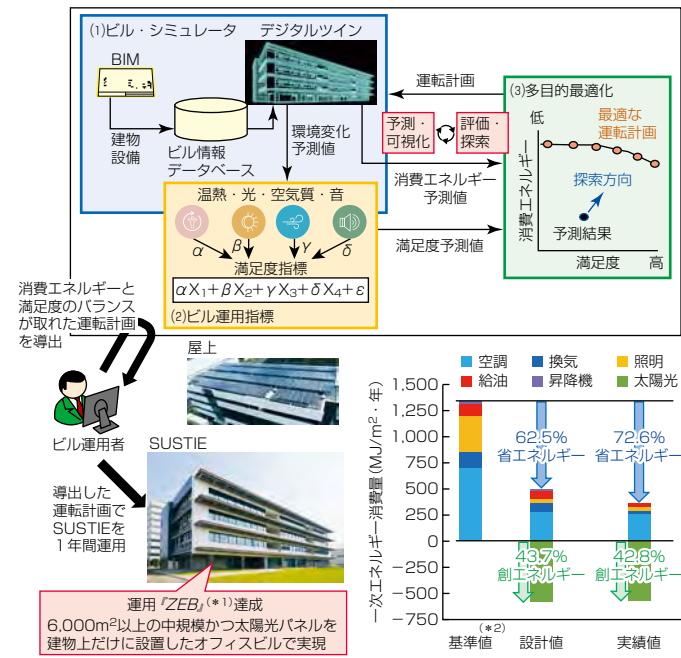
## net Zero Energy Building Operation Technologies Using Digital Twin for Buildings

ビルの年間の消費エネルギーと快適性を予測し、最適な設備の年間運転計画を導出する事前計画型ビル運用技術を開発した。この技術によってZEB(net Zero Energy Building)を達成する運転計画を事前に導出でき、従来実施していた設備設定の試行錯誤が不要になる。その結果、竣工(しゅんこう)直後から最適な運用が実現でき、運用負荷を大幅に削減できる。この技術の特長を次に述べる。

- (1) ビル・シミュレータは、BIM(Building Information Modeling)形式の設計データからビルのデジタルツインを構築する。そして、年間の気候や人数の変化を考慮しつつ、計画した設備設定の消費エネルギーと温熱・光等の環境変化を予測する。
- (2) ビル運用指標は、執務者アンケートから構築した満足度評価式を基に、オフィス環境の4要素(温熱、光、空気質、音)を一つの総合的な満足度として表現する。
- (3) 多目的最適化は、進化型計算手法を基に複数の運転計画から消費エネルギーと満足度が良好な計画を選択・修正し、より良い運転計画を高速に探索する。

この技術を当社のZEB関連技術実証棟“SUSTIE”に適用し、理論上1000兆通りの運転計画から消費エネルギーと満足度のバランスがとれた計画を2,500回の演算で導出

した。その結果、設備設定の試行錯誤不要で竣工直後から最適な運用を実現し、年間一次エネルギーを基準比で115%（設計時目標106%）削減して運用『ZEB』を達成した。



\*1 年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロ又はマイナスの建築物  
\*2 設備ごと、地域ごと、室用途ごとによって定められる基準になる標準的な一次エネルギー消費量

## ビル・デジタルツインを活用したZEB運用技術

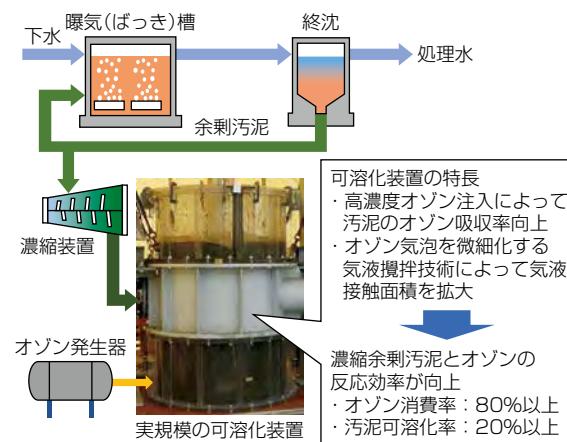
## バイオガス増産と汚泥減容を実現する高濃度オゾンによる汚泥可溶化装置



## Excess Sludge Solubilizing Equipment with High Concentration Ozone Gas for Increase of Biogas Production and Reduction of Sludge Volume

カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略として、資源循環関連産業のエネルギー回収の高度化・効率化が示されている。また、汚泥の焼却処理時に発生する温室効果ガスであるNO<sub>x</sub>(窒素酸化物)を削減することが望ましい。バイオマス資源として期待される下水汚泥は、可溶化によってバイオガス増産と汚泥減容が期待できる。しかしながら微生物集合体である余剰汚泥、特に濃縮余剰汚泥は高粘度であることから、汚泥中にオゾンを散気する一般的な可溶化処理ではオゾンガスが適正に分散されずバイオガス転換率が低いことが課題であった。当社と日鉄エンジニアリング㈱は、高濃度オゾンガス注入と特殊攪拌(かくはん)翼を用いた気液攪拌技術によってオゾン気泡の微細化と分散性を改善し、濃縮余剰汚泥とオゾンとの反応性を飛躍的に高めた可溶化装置を開発した。下水処理場での1年間の汚泥可溶化実証試験ではオゾン消費率80%以上及び汚泥可溶化率20%以上を四季で達成し、初沈汚泥と濃縮余剰汚泥を混合した消化試験では約1.22倍のバイオガス増産と

増産分のバイオガスに応じた有機分の減少を確認した。この技術は、バイオマス資源の有効利用と伴う温室効果ガスの排出抑制に貢献できる。この技術を適用したオゾン可溶化反応装置は2021年7月に公益財団法人日本下水道新技術機構の建築技術審査証明を取得した。



## 実証試験のフロー図

# 人×機械の遠隔融合システム



## Remote Machine System with Sense of Oneness

リモートワークの充実、遠隔施設の保守点検、自然災害・除菌・除染作業等の身体的・精神的な負担の高い作業に対して、安心と安全を実現する遠隔機械操作システムを開発している。

大型望遠鏡事業で培った機構設計・駆動制御技術を適用した人型ロボットは、安定した把持が可能なセルフロック機能を搭載した多指ハンドと、ハイパワー出力が可能な直動リンク機構を持っている。オペレータの操作負荷を最小限にするシンプルかつ直感的な操作インターフェースは、遠隔機械操作の力触覚情報を視覚的にフィードバックする新たに開発した視覚的力触覚技術を適用しており、脳内情報流の45%低減効果と音や振動フィードバックに対して優位性があることを脳波信号から確認した。これら技術を統合した遠隔機械操作システムは、6kgの硬く重いアルミ部材から壊れやすい生卵やポテトチップスを、シンプルな操作インターフェースで

ありながら直感的に把持・運搬可能である。

VR(Virtual Reality)・AR(Augmented Reality)技術とグローバルな通信技術の進展によって、この遠隔機械操作システムが国内外での労働人口偏在のソリューションになることを期待する。



人×機械の遠隔融合システムが実現する、  
“どこにいても、いつでも、手を取り合える共生の世界”

## 聴覚障がい者や外国人との円滑で多様なコミュニケーションを支援するアプリケーション“しゃべり描き”

### Application "SwipeTalk" Supporting Smooth and Diverse Communication with and between People Who Are Hard of Hearing or Speak Different Languages

話した言葉を指でなぞった軌跡に表示し、聴覚障がい者や外国人との円滑で多様なコミュニケーションを支援するアプリケーション“しゃべり描き”的用途を広げる新たな機能を開発した。2016年の広報発表以降、特別支援学校・大学病院・公共施設など様々な実証実験を通して得た課題やニーズを抽出し、障がい者の教育機関と連携して新機能開発を行った。

コロナ禍でマスク着用がマナーになり、聴覚障がい者は健聴者の口元が見えず話が理解できないという課題が生じた。そこで2台の端末を近距離通信して画面共有する新たな機能を開発し、福祉団体、役所、学校など40団体にアプリケーションの無償提供を行った。

しゃべり描きアプリは利用者に寄り添うことで、障がい者にもコロナ禍にも役立つアプリケーションとして進化を続けている。2021年10月には複数の端末間で画面共有し、お互いに画面を操作しながらコミュニケーションできる“しゃべり描きチャット機能”を追加した。複数人同時に画面を共有できるので、教育現場での様々な生徒に向けた授業や学習、博物館・美術館・水族館などでの聴覚障がい者向けレクチャ、友人同士の文字・お絵かき・写真を使ったコミュニケーションなど、ウイズコロナ・アフターコロナ社会に向けてフィジカルディスタンシングを保ったコミュニケーションを実現している。



しゃべり描きアプリ  
(iPad<sup>(注)</sup>とiPhone<sup>(注)</sup>に対応)



マスクをした健聴者と聴覚障がい者の会話



しゃべり描きチャット機能を使った授業風景

## 研究開発 Research and Development

## レーダによる津波の浸水深予測AI

## Radar-Based Tsunami-flooding Prediction AI

地震発生時に津波からの適切な避難行動を策定・遂行するため、津波による浸水深を迅速かつ高精度に予測することが求められている。従来手法では事前に津波をシミュレーションしたデータから類似パターンを照合することで予測しているが、計算時間が数分程度必要で、かつ予測誤差が大きいという課題があった。

今回、一般財団法人 建設工学研究振興会と共同で、レーダで検出した海表面の流速値から陸地での津波浸水深を高速かつ高精度に予測するAIを開発した。

沿岸から50km遠方の領域を面的に観測して広範囲の流速値を取得可能な当社レーダ技術と、当社AI技術“Maisart”を組み合わせることで予測を実現した。

様々な地震の発生条件(震源地、断層のずれ量・ずれ方向等)に対して地形データを用いた津波のシミュレーションを実施し、得られた海表面の流速値と陸地での浸水深の関係をAIに学習させた。未知の津波シミュレーションに対してAIによる浸水深の予測値を評価した結果、津波検出とほぼ同時に数秒程度の計算時間で平均誤差5%程度の予測ができるることを確認した。

## AI技術“Maisart”を活用した混雑予測

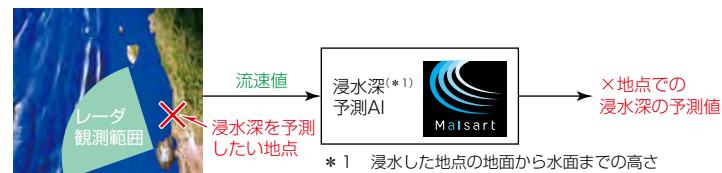
## Congestion Prediction Using AI Technology "Maisart"

ニューノーマルに対応し、駅やテーマパークなどの施設内の混雑平準化を促すためには、将来の混雑度を正確に予測して利用者に提示することで利用客自身に行動変容を促す必要があり、今回、当社AI技術“Maisart”を活用した混雑予測技術を開発した。

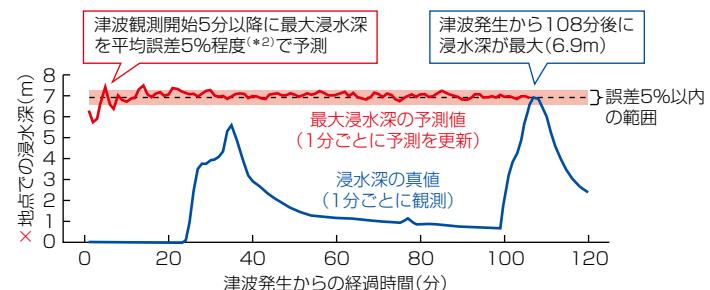
当社では、2020年度に静岡鉄道 静岡清水線を実証フィールドとして、鉄道利用者の行動変容を狙いとした実証実験を実施した。ホーム設置のカメラからの映像データをリアルタイム混雑解析した結果から、将来の列車内の混雑状況を予測し、利用者に混雑情報を提供した。しかし、将来の列車内の混雑度を高精度に予測するAIを実現するためには、学習用データとして過去の全駅全列車の大量の混雑情報が必要という課題があった。そこでこの課題解決のため、既に鉄道会社が持っている過去の改札入退場履歴からホーム・列車内の混雑度データを生成する学習用データ生成アルゴリズムを開発した。

このアルゴリズムと“Maisart”を組み合わせることによって、カメラ設置は全15駅中5駅だけに抑えて、カメラ稼働後1週間程度の短期間のデータで混雑予測システ

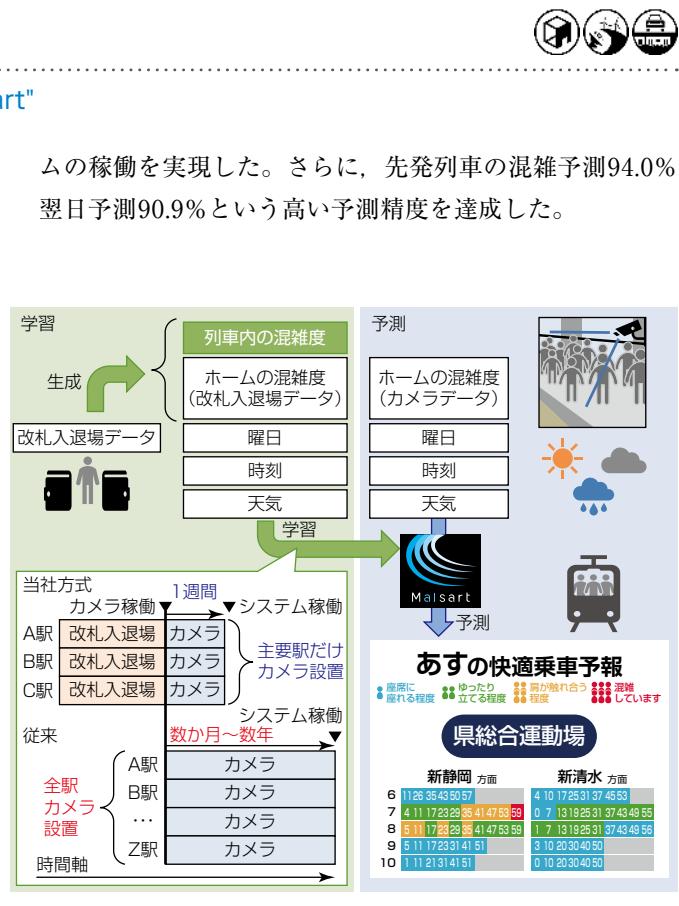
この技術は迅速な避難行動の策定支援と沿岸地域の防災・減災に貢献する。



レーダによる津波の浸水深予測AI



シミュレーション1ケースでの最大浸水深の予測例



学習用データ準備を効率化した混雑予測



## 高速駆動SiCパワーモジュール

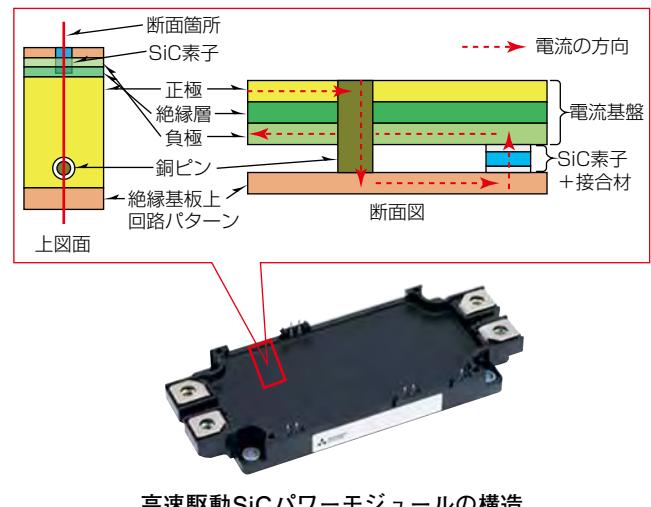
### SiC Power Module for High Frequency Drive

省エネルギー効果の向上に向けて、高速駆動SiC(シリコンカーバイド)パワーモジュールを開発した。

SiCパワーモジュールを高速駆動することでスイッチング損失をより低減でき、省エネルギー効果の向上が期待できる。一方、高速駆動によってSiC素子に瞬間的な大電圧が印加され、SiC素子の破壊を招くという課題がある。この大電圧は電流経路のインダクタンスに比例して増加する。そこで、高速駆動時の大電圧の抑制とスイッチング損失低減のため、インダクタンスの低いモジュール構造を考案した。

図に示すように、モジュール内部のインダクタンス低減のため、SiC素子からモジュールの正極端子及び負極端子への電流経路が平行に沿う構造にした。これによって、従来のSiCパワーモジュールに比べて、モジュール内部のインダクタンスを44%まで低減した。その結果、高速駆動時の瞬間的な大電圧を抑えつつ、従来のモジュールに比べて1/3までスイッチング損失を低減でき、省エネルギー効果の向上を実証した。また、スイッチング損失を低減した

ことで、スイッチング回数を決める動作周波数の高周波化が可能になった。今後、高周波動作のニーズが高い再生可能エネルギーや医療用電源などへの適用拡大を目指す。



## ローカル5Gを活用した産業機器システム向け通信障害監視技術



### Communication Failure Monitoring Technology for Industrial Equipment System with Local 5G

企業による専用周波数の利用が可能になったローカル5G(第5世代移動通信システム)の超高信頼・低遅延の特長を活用し、ファクトリオートメーション分野では産業機器向け通信の無線化が期待されている。これまで産業機器システムの障害で、通信の遅延や停止による通信障害については、システム内の通信内容を分析することで、その原因を特定していた。しかし、システムに無線が含まれる場合、レイアウトの変化、人やロボットの移動など産業機器外部の無線環境変化による問題(電波の遮蔽、減衰等)は、従来手法だけでは障害発生後の要因特定が困難であった。

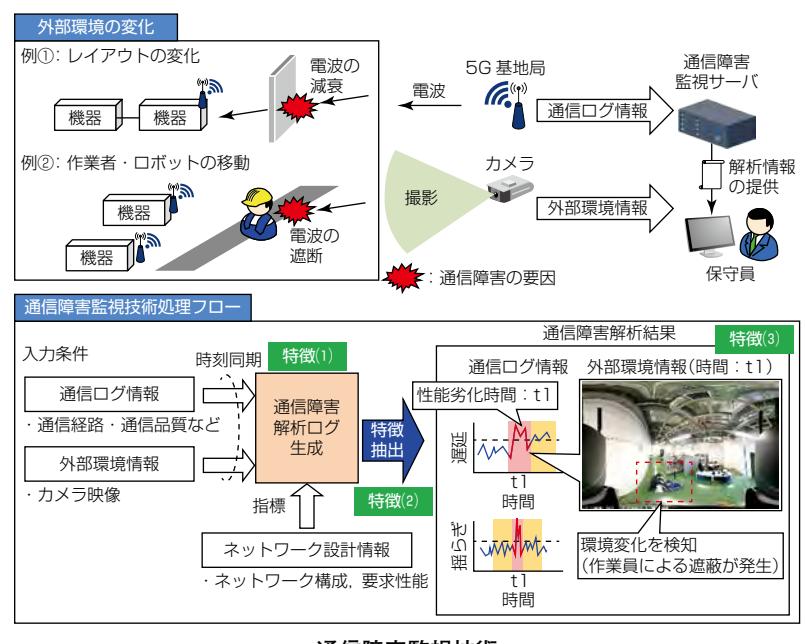
今回開発した通信障害監視技術では、これらの課題に対処するために、次のような特徴を持つ。

(1) 無線性能を高精度に制御・監視できるローカル5Gの通信内容と、それに時刻同期した工場内の映像情報を組み合わせた通信ログを作成する。

(2) ネットワーク設計時の要求性能を指標として通信ログから通信障害の要因になる特徴を抽出する。

(3) 時刻情報によって関連付けられた通信ログの特徴(環境変化)から要因を特定する。

これらの技術で、通信障害の見える化を可能にして、要因特定までのダウンタイムが削減できる。今後は、産業機器システムへの実適用に向けた検証を進めていく。



## 給湯機タンクの強度・耐食性を飛躍的に向上させる新溶接工法



## Novel Welding Method of Ultra-high Strength and Corrosion-resistant Joint for Hot Water Tanks

当社の“家庭用エコキュート<sup>(\*1)(注)</sup>”(図1)の貯湯タンクの疲労強度・耐食性を飛躍的に向上させた新溶接工法が、日本溶接協会の溶接注目発明賞(第36回)を受賞した。この発明は、貯湯タンクの製造工法を革新させて、強度不足や腐食の原因になる円周溶接部の隙間部を完全になくす連続的な突き合わせ溶接を実現し、疲労強度を10倍以上<sup>(\*2)</sup>、さらに、隙間腐食解消によって耐食性の向上も実現した。

新溶接工法の特徴は、溶接時の熱変形を拘束力として利



図1. 家庭用エコキュート

用できる引っ掛け構造(図2)であること、継ぎ手全体を溶融することで、引っ掛け構造自体が溶接ワイヤの役割をすることがある。これによって、従来では剛性が低く、固定保持すら困難な板厚1mm以下、直径φ500~600mmの貯湯タンクの全周に安定した突き合わせ溶接を実現した。

\*1 “エコキュート”は電力会社・給湯機メーカーが自然冷媒CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯機を総称するペットネームである。

\*2 同板厚、タンク径での従来溶接工法による貯湯タンクとの比較(当社調査)

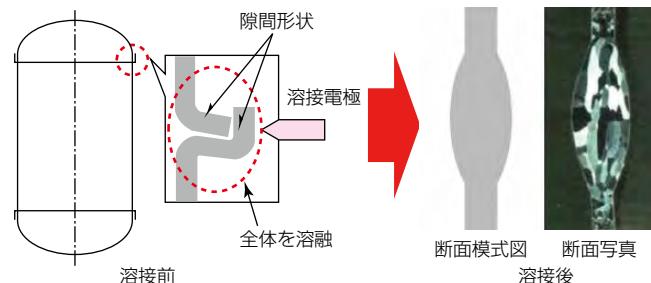


図2. 新溶接工法

## 電動パワーステアリング用モータの構造共通化

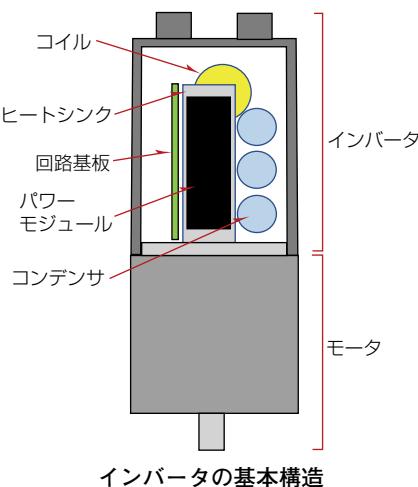


## Structure Standardization of Motor for Electric Power Steering

中大型車に搭載されるラックアシスト式のパワーステアリングに適する小径のインバータ一体型モータを開発した。標準機種とともに駆動回路又は駆動回路と制御回路を二重化した機種をラインアップに加えて、先進運転支援システムADAS(Advanced Driver Assistance Systems)で要求される機能安全規格に対応した。

モータの後部に配置されるインバータの中央に、軸方向に長い直方体状のヒートシンクを形成し、その側面にパワーモジュール、コイル、コンデンサ及び回路基板を配置した。回路の二重化の有無によらずインバータの基本構造を共通化し、実装する部品の組合せを変えて機能を切り替えられるようにしたことで、3種類のインバータが同じ設備で組み立てられるようになった。

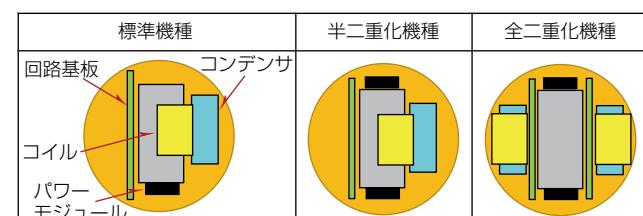
さらに、U, V, W,



インバータの基本構造

3相分のパワーモジュールを樹脂成形で一体化したり、コイルと導体板又は複数のコンデンサを樹脂枠に収めて一体化するなど、実装部品をモジュール化することで、インバータの小型化と組み立てやすさを両立させた。

これらの工夫によって、3種類全てのインバータの外径をモータの外径以下にできた。また、それぞれのインバータを個別に開発する場合と比較して、開発期間を3分の1に短縮できた。



実装する部品の組合せ(上面図)



実装する部品のモジュール化

## 支払承認業務のワークフローシステムと電子帳票保管基盤



### Payment Approval Workflow System and Electronic Form Storage Platform

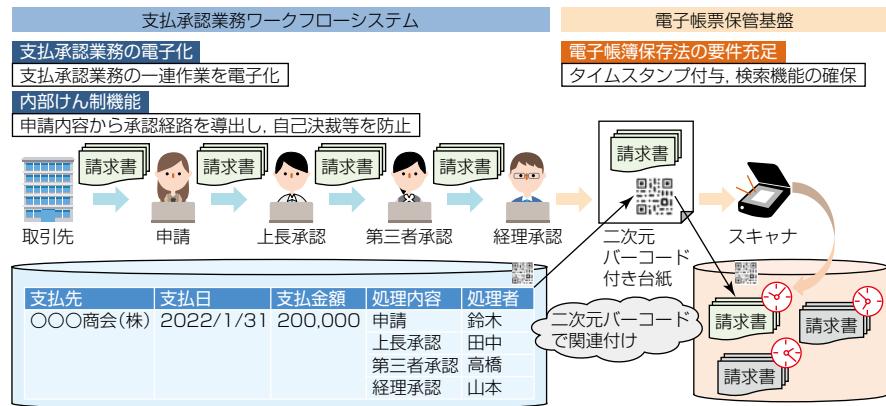
これまでの当社の支払承認業務は、会計システムから紙で出力した支払伝票を社内回送・検印し、経理部門の照査後には、税務調査に備えて、取引先から受領した請求書・領収書と合わせて紙を保管する運用を長らく継続しており、ペーパーレス化の要望が強い業務であった。今回、支払承認業務を電子ワークフロー化するとともに電子帳簿保存法に対応した電子帳票保管基盤を整備し、この業務のペーパーレス化を進めた。

ワークフロー機能としては、支払承認業務の一連の作業を電子化し、支払伝票の紙での出力を廃止するとともに、内部けん制基準に沿った適正な承認者を自動で設定することで自己決裁等の不正を防止する。

電子帳票保管基盤としては、請求書等を電子的に保管・閲覧するに当たって、国税関係書類の電子保存要件を定める電子帳簿保存法の要件(タイムスタンプ

付与、検索機能の確保等)を充足する機能を付加して、請求書等の紙での保管を廃止する。また、ワークフローシステム側の情報を二次元バーコード化し、スキャナで請求書等と同時に読み取りをすることでワークフローシステムとの関連付けを実現した。

今後は電子請求書の保管機能やキャッシュレス決済との連携機能を開発し、更なるペーパーレス化を実現する。



支払承認業務ワークフローシステムと電子帳票保管基盤のイメージ

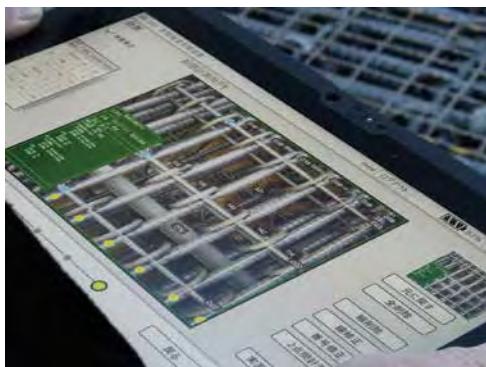
## 建設現場の生産性向上に貢献するAI配筋検査システム

### AI based Reinforcement Bar Inspection System Contributing to Productivity Improvement at Construction Sites

コンクリート構造物の施工時に行う配筋検査(鉄筋の配置確認)は、各種検査のうち最も重要な検査の一つである。

従来の検査では、鉄筋へのマーキングやスケール設置などの事前準備に続いて、指定範囲にある鉄筋の本数や径(太さ)、間隔などの計測、報告書の作成までを全て手作業で実施していた。今回、事前準備なしに、ステレオカメラ搭載端末で撮影した画像から検査に必要なデータを自動抽出するとともに、検査報告書を自動作成するシステムを開発し、2021年2月からサブスクリプション形式で提供開始した。

鉄筋画像は類似テクスチャの繰り返しであって特徴点が

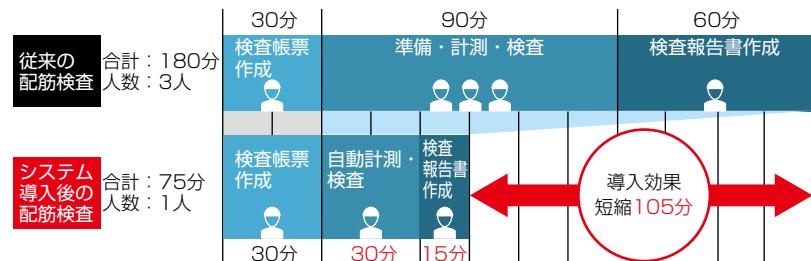


配筋検査結果の画面表示例

少ないこと、また天候(日照)の影響を強く受けることなどから、検出精度の向上が課題であった。そこで、大手建設会社の支援の下、30か所以上の現場で天候や設置場所などの異なる鉄筋画像を多数収集して深層学習させるとともに、少ない消費電力で高速駆動するエッジAI処理によって、条件変化に対してロバストなシステムを構築した。

様々な建設現場での実証を行った結果、鉄筋検出率100%(過検出を含む)、鉄筋間隔精度±5 mm以下の性能を達成し、検査時間の大幅短縮を実現した。

今後は、ニーズが急速に増えている遠隔臨場(遠隔地からの検査)等にも対応することでシステムとしての魅力を高めて、建設現場の生産性向上に一層貢献する。



AI配筋検査システムの導入効果

## 次世代配電系統の高度化技術統合への取組み



## Efforts to Integration of Advanced Technologies for Next Generation Power Distribution Systems

当社では、配電系統での分散電源の導入拡大に伴う電力品質に関する問題、自然災害や設備老朽化に伴う電力安定供給に関する問題に対して、エッジコンピューティング技術に着目し、拡張性が高く、柔軟性のあるエッジ端末装置(Intelligent Electronic Device: IED)を活用したソリューションの技術開発に取り組んでいる。さらに、1980年代から培ってきた配電自動化システム(Distribution Automation System: DAS)や次世代配電系統管理システム(Advanced Distribution Management System: ADMS)など、配電系統の運用ニーズに関する知見に加えて、光通信／無線通信、人工知能(AI)などといった関連技術も組み合わせることによって、配電市場での新たな価値を創造し、社会への貢献を目指す。

## (1) マイクログリッド向け対応技術

配電系統のレジリエンスを高めるため、マイクログリッド実現に向けた検討が進められている。マイクログリッドでは、事故時・復旧時などの状況に応じて連系点を切り替えてマイクログリッド単独運用と上位系統連系を行うため、2系統の周波数や電圧に合わせた高度な切替えが求められる。また、マイクログリッドでは、マイクログリッド単独運用時と上位系統連系時での事故時での電流量の違いなどから、系統保護を切り替える必要がある。さらに別の課題として、マイクログリッドで扱う分散電源導入量の拡大によって、従来の電力系統では上位系統から需要家側へ一方であった電力供給に逆潮流が発生し、配電系統内の電圧や電流が適正範囲を逸脱する可能性がある。当社では、これらマイクログリッドが抱える課題を解決するため、IEDや分散電源を統合管理するシステムとしてDERMS(Distributed Energy Resource Management System)の開発を進めている。さらに、分散電源を大規模に制御可能なセンター集中型システムDERMSと分散電源を小規模に制御可能なエッジ分散型端末IEDを協調動作させることで、システム全体としての最適化にも取り組んでいる。

## (2) 配電線の事故予兆検知と事故原因推定

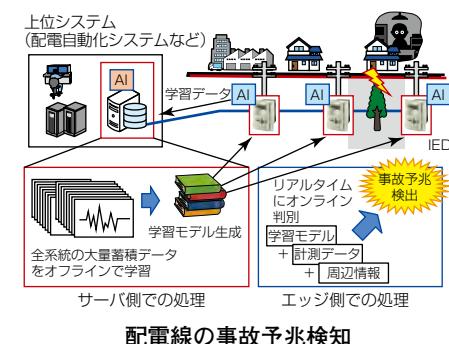
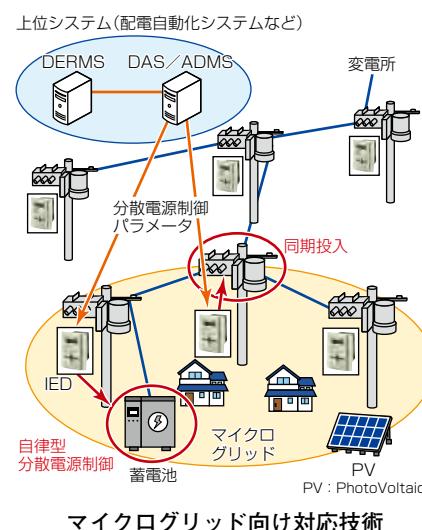
配電線や配電設備などの交換は、経過年数による管理や目視による劣化診断などが一般的であることから、最適な交換時期を見極めることは困難であった。また、設置環境によっては、

計画時期よりも早く劣化し、配電線事故や設備故障につながることもあるため、人による定期的な巡回点検が必要であることも課題である。そのため、近年、効率的な設備投資が求められ、かつ少子高齢化による人手不足に対する取組みとして、配電線情報を活用した事故予兆検知及び事故原因推定に関する検討が進められている。当社では、従来のセンター集中型のAI技術に加えて、独自アルゴリズムによるコンパクトかつ高精度なAI技術をIEDに搭載することを実現した。センターとエッジが連携して、事故予兆検知・事故原因推定を実施し、事故未然防止、現地作業の効率化、及び電力供給の信頼性向上に寄与する。

## (3) 配電自動化システムでの無線通信技術の適用

配電自動化システムでの通信方式は、従来の配電線搬送方式やメタル方式の老朽化が進むとともに、事故点標定や事故予兆検知などのシステム高機能化に伴い、光通信などに置き換えが進むと想定される。一方で、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や島嶼(とうしょ)部では、低コストで通信網の構築・延伸・拡張が可能な通信方式として無線通信技術への期待が高まっている。また、通信網のレジリエンスを高めるため、有線網のバックアップとしても無線通信技術が期待されている。当社では、スマートメータ通信で確立した無線マルチホップ技術を始めとして、当社の持つ各種無線通信技術を配電自動化システムに最適化する技術開発を進めている。配電自動化システム向けに各種パラメータを最適化した無線通信網と光通信網を統合した試作システムを構築し、フィールド実証を進める予定である。さらに、複数の無線通信キャリア(携帯電話回線)を通信品質に応じて自動的に切り替えるキャリアダイバーシチ技術の適用も検討している。今後、

各種無線通信技術について、配電自動化システムへの適用に関する有効性の評価を進めていく。





## VPPシステム

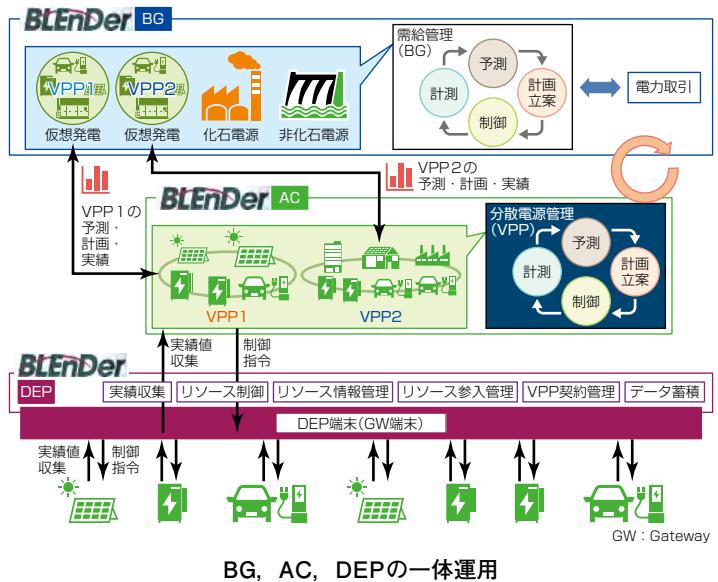
### Digital Energy Solutions for Virtual Power Plant

脱炭素化社会を見据えた再生可能エネルギー主力電源化実現に向けて、需要家側に設置された無数の分散型電源を統合することで火力発電所相当の調整力を生み出す“仮想発電所(Virtual Power Plant: VPP)”への期待が高まりを見せている。当社では、電気事業者の安定した需給運用を実現する“BLEnDer BG(Balancing Group)<sup>(\*)1</sup>”，需要家側に設置された分散型電源をVPPとして統合し運用・管理する“BLEnDer AC(Aggregation Coordinator)”，多種多様な分散型電源と連携するIoT(Internet of Things)プラットフォーム“BLEnDer DEP(Digital Energy Platform)”を開発し、需給管理から分散型電源管理まで一貫した最適制御に取り組んでいる。

BLEnDer DEPは、家庭用・産業用機器の通信プロトコルに対応し、分散型電源と連携する。BLEnDer ACは、BLEnDer DEPが連携した分散型電源を束ねることで、VPPを生成する。BLEnDer BGは、BLEnDer ACが束ねたVPPを一つの発電所とみなして、燃料コスト最小化・利益最大化・インバランス回避を達成できるような運転計画を立案する。BLEnDer BGからVPPとしての計画値を受け取ったACは、個々の分散型電

源の運転計画を立案し、BLEnDer DEP経由で各分散型電源の実績値を監視しながら、計画値との差分を補完するような制御を行う。これらの開発を通じて、分散型電源の導入・運用を推進し、再生可能エネルギー主力電源化に貢献する。

\*1 需給管理ソフトウェアパッケージ群(BLEnDer BM, BLEnDer LF, BLEnDer PM, BLEnDer BP, BLEnDer CIS, BLEnDer CM, BLEnDer Trader)の総称。



## 大容量EVスマートチャージングシステム

### Large Capacity EV Smart Charging Platform

モビリティの世界ではEV(Electric Vehicle)化が進む見込みである。このような状況下で大量のEV車両が一斉に充電した場合の需給制御・系統安定化が課題になる。中でも大型車両(商用車)は乗用車に比べて充電電力・電力量とも非常に大きいため、その充電管理が重要である。そこで、バス・運送事業者では、EV車両・充電インフラ導入の初期投資に加えて、運用コストの増加が課題になる。

この課題に対して、当社はEV向け大容量スマートチャージングシステムを開発した(図1)。このシステムの主な特長を次に示す。

- (1) 運行スケジュールと連動した最適充電スケジュールを設定する。
  - ①ピークカット／ピークシフトによって電力基本料金を最低限に抑える。
  - ②電気料金を最小化する充電計画を立てて、運用コストを抑える。
- (2) システム内に定置型蓄電池を併設することで系統停電時にも充電可能であり、停電時も車両の運行を妨げない。

(3) 上位のアグリゲーションシステムとOpen ADR(Automated Demand Response)<sup>(\*)2</sup>で連携する。デマンドレスポンスのリソースとして活用可能である。“BLEnDer BG(需給管理)／AC(アグリゲータ)”など、当社の得意とする電力需給ビジネス全体と連携することで、大容量EVスマートチャージングシステムの市場をリードしていく。

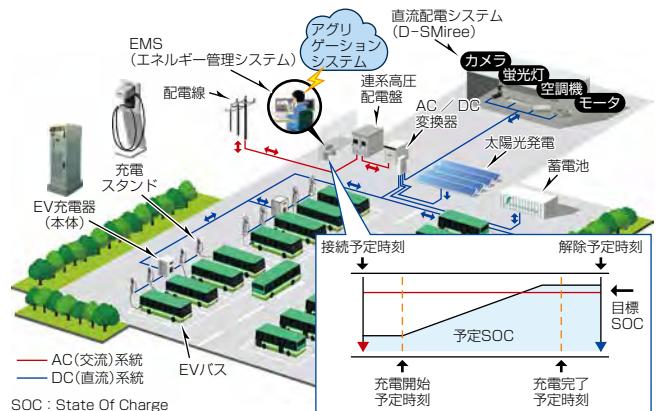


図1. 大容量EVスマートチャージングシステム

## 世界初の鉄道車両向け同期リラクタンスマータシステム

### The World's First Synchronous Reluctance Motor and Inverter System for Rolling Stock

近年、エネルギー、イノベーション、気候変動に対する国際目標SDGs(Sustainable Development Goals)が定められ、持続可能なエネルギーの確保と利用拡大に向けた更なる貢献が求められている。当社では、省エネルギー効果の高い機器の開発を継続しており、2020年、鉄道車両向けに高効率同期リラクタンスマータ(SynRM)と、そのインバータ制御技術を世界で初めて<sup>(\*)</sup>開発し、SynRMで世界最大級になる最大出力450kWの出力・変速駆動に成功した。さらに2021年、独自の鉄道車両推進システムである同期リラクタンスマータシステム“SynTRACS(シントラックス)”として、実際の鉄道車両に適用できるレベルへと開発を進めて、東京地下鉄株と共同で、日比谷線13000系車両に試験搭載し、夜間走行による実証試験を行った。実証試験に向けて開発したSynRMは、従来の高効率誘導モータに



実証試験を実施した  
13000系車両

比べて、損失約50%の削減に成功し、効率97%以上を実現した。また、SynRMの高トルク・中高速域での高効率特性を生かして、鉄道車両が走行する際に使用する幅広い速度域での高効率特性も実現した。今回の実証試験では、SynTRACSを搭載した車両で各種走行試験を実施し、このシステムが鉄道車両システムに適用可能であることを確認するとともに、消費電力量評価で、事前評価と同等の省エネルギー効果を確認することで、世界最高レベルの省エネルギー性能を確認した。

\* 1 2020年11月26日現在、当社調べ



13000系に搭載されたSynRM  
(台車装着(ぎそう)状態)



13000系に搭載された  
SynRM

## 東日本旅客鉄道(株)の事業用電気式気動車向け主変換装置

### Propulsion Equipment for East Japan Railway Company's Business-use Diesel Electric Car

東日本旅客鉄道(株)向けに事業用電気式気動車向け主変換装置を開発した。

この装置はコンバータ・インバータ・SIV(Static Inverter)で構成されており、エンジン発電機の三相交流電力をコンバータで直流電力に変換し、インバータで主電動機に必要な三相交流電力に変換している。SIVは中間リンクに接続され、直流電力を補助機器用の電力に変換している。エンジンの起動、停止、回転数指令の制御もこの装置が行っている。

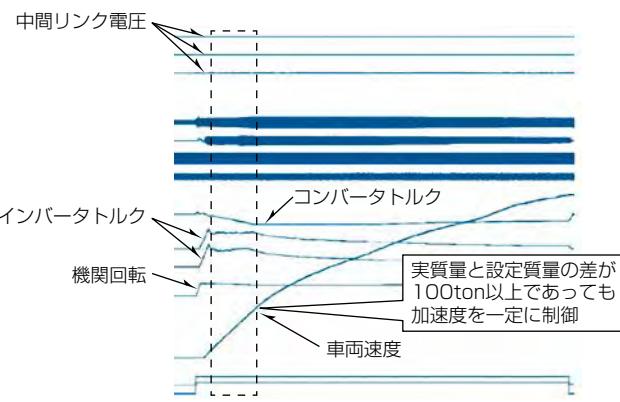
この主変換装置の制御特徴は次のとおりである。

- (1) 電車の回送やSL(Steam Locomotive)の救援など様々な列車を牽引(けんいん)する車両であることから、手動での牽引質量設定を可能にしている。しかし、誤設定が想定されるため、速度センサ信号から演算した加速度情報を利用し、定められた加速度で走行できるように定加速度制御をバックアップとして実装した。



事業用電気式気動車向け  
主変換装置

- (2) 碎石散布用の車両を牽引し、碎石散布作業を行うため車両速度3~15km/hでの低定速運転が必要である。上り勾配では力行制御、下り勾配ではエンジンブレーキを用いた電制による速度一定制御を実現した。
- (3) 燃料消費量削減のため、燃料低減制御を適用し、当社内の試験で、低回転・低出力時の燃料消費量について燃料低減制御未実施との比較で最大34%の削減を確認した。



性能試験での定加速度制御チャート  
(設定質量-実質量>100ton)

## 車両情報監視システムの鉄道会社間データ連携機能

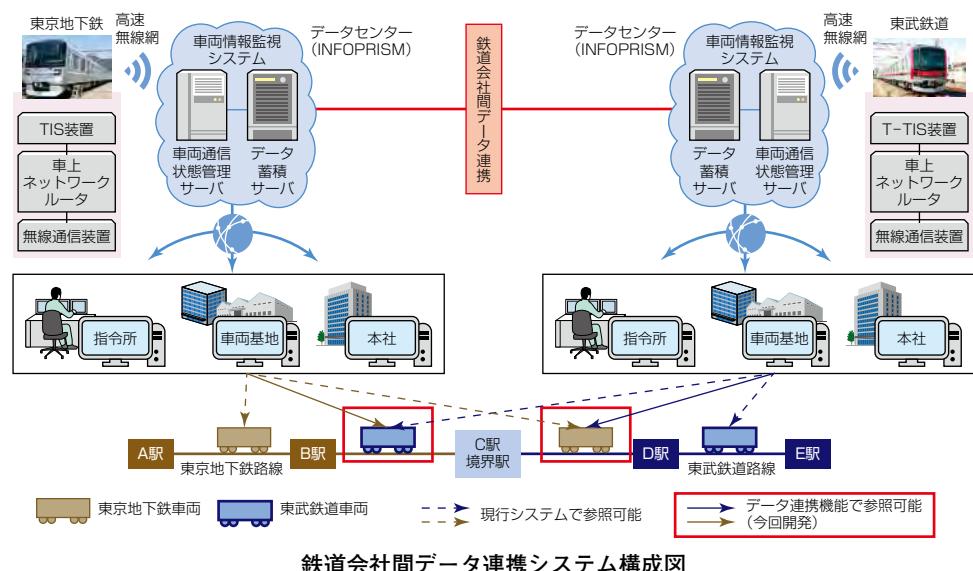
### Data Linkage of Train Information Monitoring System Between Railway Companies

車両故障発生時の対応の迅速化など、顧客サービスの向上を目的として、2019年に東京地下鉄(株)丸ノ内線2000系車両向けに“車両情報監視・分析システム(TIMA)”を導入した。TIMAでは、車両制御情報管理装置(TIS)で収集した車両機器状態や故障状況等が地上のデータセンターに伝送され、これらの情報を指令所や車両基地で遠隔で確認可能である。

現在TIMAは有楽町線・副都心線17000系等に順次展開中であり、東武鉄道(株)70000系でも同等のシステムを導入している。しかし、各鉄道会社のシステムは自社内でクローズしており、自社車両しか参照できない課題があった。

そのため当社IoT(Internet of Things)プラットフォーム“鉄道LMS(Lifecycle Management Solution) on INFOPRISM”を活用した“鉄道会社間データ連携機能”を開発し、鉄道事業者間のデータ連携機能を実現した。

この連携機能によって、指令員や検修員は汎用パソコンのWebブラウザを用いて、自社保有車両に加えて、自社線内を走行中の他社保有車両の状態(現在位置、行先、運行番号など)を遠隔で把握可能になる。その結果、自社保有車両に加えて、自社線内を走行中の他社保有車両の故障状況も指令所等で確認可能になるため、故障対応の迅速化を図ることができ、運行支障時間の短縮に貢献できる。



## 東京地下鉄(株)向け南北線／東西線／有楽町線／副都心線自動旅客案内装置

### Automatic Passenger Information System for Namboku-Line, Tozai-Line, Yurakucho-Line and Fukutoshin-Line of Tokyo Metro Co., Ltd.

東京地下鉄(株)の南北線、東西線、有楽町線と副都心線の直通他社管理駅を除く72駅に自動旅客案内システムを納入し、2020年9月に全駅運用が開始された。システムの特長は次のとおりである。

#### (1) 新型LCD(Liquid Crystal Display)表示器の導入

地下鉄駅構内は狭隘(きょうあい)な駅が多い。設置場所に応じて表示器の大きさが変わるために、今回の工事では7種類の高さを変えたレパートリーを用意した。また、表示情報の視認性を向上させるため、全路線で表示レイアウトと表示配色を統一し、運行情報の多言語表示(日本語・英語・中国語(簡体字)・韓国語)にも対応した。

#### (2) 旅客案内システムの運用・保守支援機能の充実

主要駅事務室及び保守区事務所の端末から、システム構成機器の監視、LCD表示器の表示状態の監視、自動放送及び発車メロディの音量設定などを

可能にした。また、上位装置の運行管理装置から受信する在線情報を線形で表示し、リアルタイムでダイヤ情報の監視を可能にすることで、事象発生時の迅速な解析支援を実現した。

#### (3) 特異な環境条件への対応

線路脇などに設置されている機器室や換気設備が設置できない高湿環境の機器室があるため、防塵(ぼうじん)性能の高い密閉型筐体(きょうたい)を採用するとともに、温度対策を施した機器を導入した。



# ビルシステム Building Systems

## エレベーター開発へのVRシステムの活用



### Using Virtual Reality System during Development of Elevator

建築業界は技術者の減少や経験不足などが問題視される中、より一層の生産性向上施策や業務効率化を目指したフロントローディング、IT技術などを駆使した新たな取組みが浸透しつつある。当社のエレベーター開発では、試作と評価、設計へのフィードバックというサイクルを何度も回すことで精度を高めながら設計を完成させてきた。しかし、今後このようなサイクルを回していくには、市場が要求するスピード感には到底追いつくことができない。そこで、設計の初期段階からCAEとVR(Virtual Reality)システムを活用し、品質を作り込むことで極力試作を行わないプロセスの実現に向けて取り組んでいる。

開発・検証過程でVRシステムを活用して、昇降路まで模擬したフルモデルを基に、配線経路検討を含めた各機器の据付け性と安全性を確認するプロセスを開発工程に設けた。仮想空間で感覚的に理解が進むことでDR(Design Review)の品質向上及び開発工程のスリム化につながった。

VRシステムの導入は、設計のラフな段階から関係者と一体になって品質を作り込むことが可能になり、開発期間

短縮に加えて大きな利点の一つと考える。

さらに、意匠性検討を含めて、設計から保守までのプロセスでDX(Digital Transformation)推進することでエレベーターのライフサイクル全体での合理化を図っていく。



エレベーター開発へのVRシステムの活用

## スマートシティ・ビルIoTプラットフォーム“Ville-feuille”を用いたロボット移動支援サービスの実現

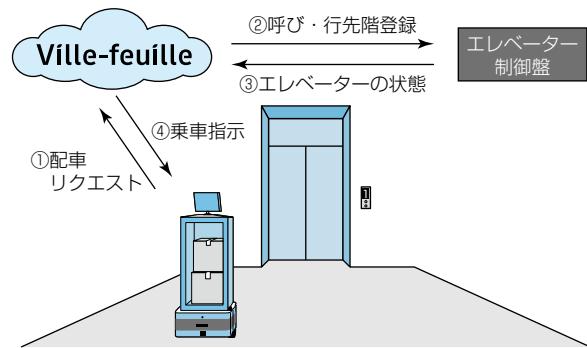


### Realization of Robot Mobility Support Service with Smart City and Building IoT Platform "Ville-feuille"

労働人口の減少に伴う自動化・省人化や新型コロナウイルスの感染拡大防止としての非接触化によって、サービスロボットへのニーズが高まっている。一方、サービスロボットがビル内でその性能を十分に発揮するためには、エレベーターなどのビル設備との連携が必要になる。当社は、スマートシティ・ビルIoT(Internet of Things)プラットフォーム“Ville-feuille(ヴィルフィユ)”を開発し、エレベーターや入退室管理システムなどのビル設備とロボットとの連携によって、ロボットのビル内移動を支援する“ロボット移動支援サービス”的提供を開始した。

2020年10月にこのサービスを市場投入し、既に国内のオフィスビルや商業施設で、ロボットがこのサービスを利用しビル内移動の運用を開始している。ビル内の巡回警備を代行する警備ロボットや、インターネット経由で注文された商品を顧客へ届ける配送ロボットなど、稼働しているロボットの用途も様々であり、ビル管理コスト低減やビル

来訪者の利便性向上、ビルの付加価値向上の実現、効果の検証が進められている。今後、これらの検証を通じて、人とロボットが共存するためのルール作りやロボットフレンドリーな環境構築を目指していく。



ロボットとエレベーター連携機能の概念図



## TOKYO TORCH常盤橋タワー向け昇降機設備

### Elevators and Escalators for TOKYO TORCH Tokiwabashi Tower

東京駅日本橋口前に位置し、かつて江戸城へ向かう表玄関である常盤橋御門があった常盤橋街区の“TOKYO TORCH<sup>(注)</sup>(トウキョートーチ)”内で、“旧JXビル”“大和興服橋ビル”の建て替えによる“常盤橋タワー<sup>(注)</sup>”が完成した。

この建物にはエレベーター29台、エスカレーター9台を納入した。オフィス用エレベーターの一部のバンクへは業界初<sup>(\*1)</sup>の“BLE(Bluetooth Low Energy)リーダー対応エレベーター行先予報システム”を導入し、スマートフォン一つでセキュリティーゲートの入場からエレベーターへの乗車、入室までをタッチレスで利用することを可能にした。

また、オフィス用エレベーターのかご内は、バンクごとに正面壁に日本の伝統色である“紅梅色”“常盤色”“江戸紫”をあしらっている。乗場意匠は戸、三方枠共にステンレスバイブレーション仕上げとして、シンプルなデザインでありながら、建物内装との調和によって、品と奥ゆかしさを感じさせるデザインにした。

じさせるデザインにした。

VIP用エレベーターホールには、顔認証システムと連携したウォータースルー認証を導入した。この機能はホール扉の開閉、エレベーターの自動呼び登録のほか、かご内タッチパネル式行先階ボタンの有効化を同時にすることで、セキュリティー性と快適性を両立させている。

\* 1 2021年9月現在、当社調べ



紅梅色



常盤色

オフィス用エレベーターかご内



VIP用エレベーターかご内

## インドネシア“Trinity Tower”向け昇降機設備



### Elevators and Escalators for “Trinity Tower” in Indonesia

2021年3月竣工(しゅんこう)のインドネシア首都ジャカルタ中心部の高層オフィスビル“Trinity Tower(トリニティタワー)”は、南ジャカルタ・クニンガン地区に位置し、約1万6000平方メートルの敷地を誇る。地下1階、地上50階建てのオフィス棟と、3階建ての商業棟に当社は日本(当社稻沢製作所)製の高速エレベーター11台を含む計25台の昇降機設備を納入した。

オフィス棟では、行先予報システムが導入され、出勤時など混雑時間帯のエレベーター運行効率を高めている。また、利用者IDカードとシステムを連動させ、行先階入力操作を不要にする自動登録機能も実装されており、利便性向上に加えて、昨今の非接触ニーズに対応したタッチレス運転も可能である。オフィス中層・高層向けの速度が分速420mの高速エレベーターは意匠性が高く、かご室の壁などは全てVカット加工(板材の曲げ部の裏側にV溝を入れて、意匠面の角をシャープにする加工法)が施されており、各曲げ部のつなぎ目は直線的で美しい仕上がりである。さらに、ビル管理システムとの通信には同国で初採用になる当

社BMS-GW(Building Management System-GateWay)を納めており、高レベルなビル管理システムとの連携を可能にしている。モニュメンタル性の高いこの案件をモデルケースとして、インドネシアでの更なる受注拡大の足掛かりにする。



ジャカルタ中心部の高層オフィスビルTrinity Tower



## 三菱インフラモニタリングシステムⅢ

### MMSDⅢ: Mitsubishi Mobile Monitoring System for Diagnosis Ⅲ

当社は、社会インフラ維持管理業務の効率化を目指して、鉄道や道路の状況を車両で走行しながら高精度に計測・解析する三菱インフラモニタリングシステム“MMSDⅠ”と“MMSDⅡ”を用いたサービスを提供してきた。このたび、鉄道での小径トンネル計測への対応と現場での計測作業時間の短縮という課題を解決するため、次の特長を持つ三菱インフラモニタリングシステム“MMSDⅢ”を開発した。

(1) コンテナ型の計測システムによって、小径トンネルの計測を実現した。計測システムを車両から分離して低床台車などに搭載し、計測時の地上高を抑えることで、小径トンネル(高さ3,100mm程度)の計測にも対応でき、



車両搭載時の計測システム



コンテナ型の計測システム部

MMSD Ⅲ



車両分離時の様子

これまで人手に頼っていた小径トンネルの計測作業の自動化を実現した。

(2) 後進対応の制御ソフトウェアによって前進計測だけでなく、後進計測にも対応した。計測車両の転回作業を不要にして、作業時間を大幅に短縮した。

MMSDⅢの導入によって、鉄道向けのサービスに対して、適用範囲の拡大や現場での計測作業効率化を実現し、社会インフラ維持管理業務の更なる効率化に貢献する。

## 金沢競馬場向け大型LED映像表示装置“オーロラビジョン”

### Large-scale LED Video Screen Display "Diamond Vision" for KANAZAWA Horse Park

“金沢競馬場”(石川県金沢市)向けに大型映像表示装置“オーロラビジョン”(縦7.04m×横15.84m×1面)を北陸地方(石川県、富山県、福井県)の公営競技場で初めて納入し、2021年3月14日のレースから運用が開始された。

この競馬場では、スクリーンの表示面積を従来比約1.2倍に大型化することで、レース映像表示部は従来と同等サイズのまま、同一スクリーン上にレース映像表示部と着順表示部の統合表示を実現した。レース中での観客の視点移動を最小限にして、迫力ある画面と視認性の高い映像表現を可能にした。発光効率の高いLED素子を採用することによって、平均消費電力を従来比約12%削減し、スクリーン大型化での省エネルギー対策にも貢献した。また、積雪や落雷が多い北陸地方の特性を考慮し、防水型表示ユニットや光ケーブルの採用等、信頼性の高いシステムを構築した。

大型映像表示システム事業には、迫力ある演出効果によって観客に感動を与えるとともに、地域特有のニーズへの柔軟な対応が求められている。これからも当社大型映像

表示技術によって、顧客の多種多様な要望に対応し、地域発展に貢献する。



金沢競馬場向けに納入したオーロラビジョン



# 建物内で利用する空間伝送型無線給電システム

## Beam-type Wireless Power Transfer System Used in Building

近年、IoT(Internet of Things)の活用やDX(Digital Transformation)が推進され、センサやデジタル機器の活用の場は大きく広がっている。一方、これらの機器の数が多くなった場合や、自由な場所に設置したい場合には、配線等の電力の供給方法が問題になる。当社は、社会インフラシステムでのこれらの課題のソリューションとして、電波を用いた空間伝送型の無線給電システムを提案している。無線でセンサ等の機器に対して電力を供給することで、配線や電池交換等のわずらわしさから解放される。このような技術の導入によって、利便性の高い社会インフラシステムの実現を目指している。実用化に向けた一例として、現在、大成建設株と建物内での無線給電システムの活用について、共同で研究開発を進めている。ここでは、これらの研究開発での無線給電システムの概念、及びそれへの適用を想定した送電や受電装置について述べる。

より快適なオフィスを実現するためには、建物内に多くのセンサを設置し、センサで検知された詳細な情報に基づいて、各種のきめ細かな制御を行うことが考えられる。さらには、人の状態や五感を検知してAIと連動することで、作業者にとってよりストレスがなく、効率が良くなる活動のアドバイスが行われる。雨が続く蒸し暑い梅雨や、足元から冷える寒い冬の時期、眠くなる昼食後など、様々なシーンで、インテリジェントに快適な環境が提供される。このような利用シーンで、無線給電システムを導入することで、多数のセンサ等への電力供給の課題を解決していく。

また今後、オフィス内ではロボットの活用が進むと考えられる。このようなロボットも無線給電システムに活用することを考える(図1)。電力を無線で送信する送電装置を搭載したロボットは、様々な作業を行いながら移動し、給電対象のセンサ等に近づいたときに電波を照射することで無線で電力を供給する。受電装置は天井等に設置され、送信された電波を受信して直流の電力に変換する。受信した電力はバッテリーに蓄電したり、近くに配置されたセンサに直接供給したりすることで活用される。また、壁などの見通しの良い場所に、ロボットや無線給電システムを制御するコントローラを設置する。センサやバッテリー等の給電

対象は、コントローラに対して、電力の利用状況の情報を送信する。この情報に基づいて、電力給電の優先順位が演算され、ロボットに移動経路の指令が送信される。ロボットはこの指令に基づいて移動して給電する。このように自走するロボットを活用することで、送電対象に近づいてから給電を行うことができ、安全で効率の良い無線給電が可能になる。

当社では、このような無線給電を可能にするための技術開発を行っている。送電する電波の周波数は、汎用的な周波数の中で、比較的周波数が高くて機器の小型化が可能な5.7GHz帯のマイクロ波を想定している。ロボットに搭載する送電装置は、小型、高出力、高効率をコンセプトにして開発を行い、約24Wのマイクロ波を出力する装置を76×76×10(mm)のサイズと重さ125gで実現した(図2)。受電装置は、天井などに容易に設置できることを重視し、軽量、薄型、そして高効率をコンセプトにして開発を行った。その結果、重さ1.3g程度で約1.4Wを受電できる超軽量な装置の開発に成功している(図3)。これらの技術を活用することで、送電装置はロボットに大きな負担がなく搭載でき、受電装置も建物に影響が少ない形で設置できる。

無線給電システムは、オフィス内のセンサへの利用にとどまらず、FAや物流施設などの建物内での利用や、将来的には、カメラや小型ドローンなどの機器での利用、交通システムやスマートシティでの社会インフラシステムへの応用など、様々な利用シーンでの活用が期待されている。また、設備設置や点検・メンテナンス作業での省人化技術、コロナ禍での安心・安全の非接触技術、災害現場での緊急時送電技術など、各種の社会課題解決に資する技術である。これらの期待に対応していくため、引き続き無線送電技術の開発と利用シーンの拡大の提案を推進していく。



図1. オフィスでの空間伝送型無線送電システムの概念図



図2. 小型送電装置

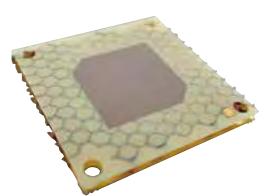


図3. 超軽量受電装置

## FAシステム Factory Automation(FA) Systems

## 新製品 三菱電機数値制御装置“M800V/M80Vシリーズ”



Brand-new Model of Mitsubishi Electric Computerized Numerical Control Unit "M800V/M80V Series"

三菱電機数値制御装置M800V/M80Vシリーズは、近年の製造現場での人材不足やリモートワーク化、環境負荷低減など様々な課題を解決したいというニーズに対応するため、““作る”をもっとスマートに”というコンセプトの下に開発した高速・高精度・高品位加工を実現する数値制御装置である。主な特長は次のとおりである。

- (1) 加工精度を維持したまま加工時間を短縮する補正機能や、加工プログラム指令点のばらつきを抑制し、滑らかな加工を実現する機能を搭載している。また、加工精度を調整する専用画面を搭載し、従来複雑であったパラメータ調整を直感的な設定操作で、高速・高精度な加工が実現可能になる。
- (2) 独自のノイズ耐性設計などによって業界初<sup>(\*)1</sup>の無線LAN機能を標準搭載し、省配線化に貢献する。タブレット接続による工作機械の遠隔操作や状態監視などを可能にし、機械と人との関わりに新たなインタラクションをもたらす。

- (3) ガイダンスに従って設定する対話型プログラミング機能によって加工プログラムの知識がなくても、簡単に加工が可能になる。
- (4) 高品位な描画による3D加工シミュレーションで、加工前に、CNC(Computerized Numerical Control)画面上で機械干渉や加工品位を確認でき、リアルな加工シミュレーションが可能で、試作加工を減らすことができる。

\* 1 2021年7月現在、当社調べ



M800V/M80Vシリーズ

## “e-F@ctory”支援モジュール設備稼働監視ソリューションの複数設備対応

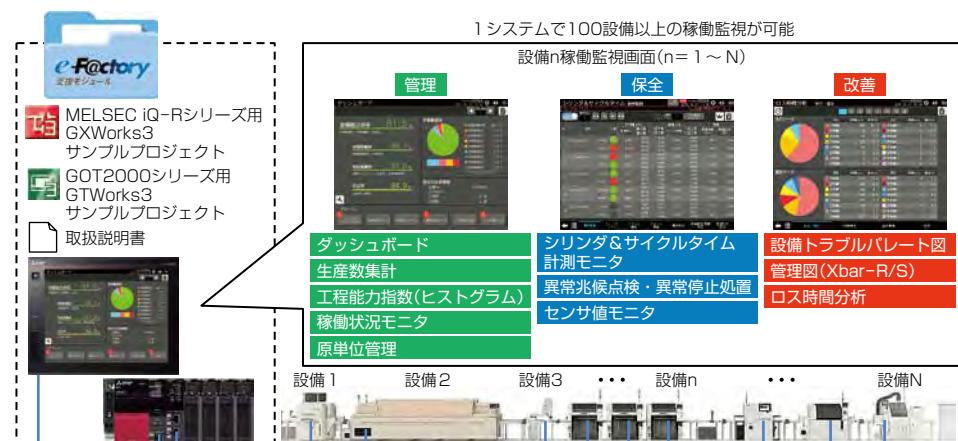


Supporting Multiple Facilities Monitoring for "e-F@ctory" Starter Package Facility Operation Monitoring Solution

今日の製造業界では、生産性向上を目的にして設備稼働の高効率化を推進する動きが活発である。この実現には設備稼働データの見える化と分析による改善活動が必要であり、低コスト・短期間で設備に導入できるソリューションが求められている。このような状況下、“e-F@ctory”支援モジュール設備稼働監視ソリューションがバージョンアップによって新たに複数設備の稼働監視に対応した。

e-F@ctory支援モジュール設備稼働監視ソリューションは“MELSEC iQ-Rシリーズ”及び“GOT2000シリーズ”用の無償サンプルプロジェクトである。シーケンサの基本設定(デバイス割り付け及びパラメータ設定)だけで、設備の管理、保全、改善に着目した多数の機能を設備に簡単に追加できるため、設備稼働を簡易分析するアルゴリズムの作成やグラフの作画が不要になり、顧客のシステム開発

工数削減に貢献できる。従来、e-F@ctory支援モジュール設備稼働監視ソリューションを活用して監視可能な設備数は1台であったため、顧客は設備ごとにこのソリューションを導入する必要があった。今回のバージョンアップによって、顧客の監視したい設備数に合わせて、プログラム改造せずにパラメータ変更だけで監視設備数を変更できるよう改善した。これによって顧客の使い勝手向上を実現した。



複数設備対応の設備稼働監視ソリューションの概念図

## デジタルツイン環境構築を支援する3Dシミュレータ“MELSOFT Gemini”

### 3D Simulator "MELSOFT Gemini" Supporting Creation of Digital Twin Environments

顧客のデジタルツイン環境構築を支援する3Dシミュレータ“MELSOFT Gemini”を開発した。MELSOFT Geminiはエンジニアリングチェーンの“工程設計フェーズ”“設備設計フェーズ”“事後保全フェーズ”で使用でき、顧客の立ち上げ時間短縮や装置トラブルの調査工数削減を支援する。

#### (1) 設計・開発(工程設計フェーズ)

MELSOFT Geminiは当社ロボット等のライブラリを備えており、ドラッグ&ドロップで仮想的な設備ラインを構築可能である。サイバー空間で設備ラインの改善案の効果確認をすることで、手戻りの少ない設備ライン構築が可能である。

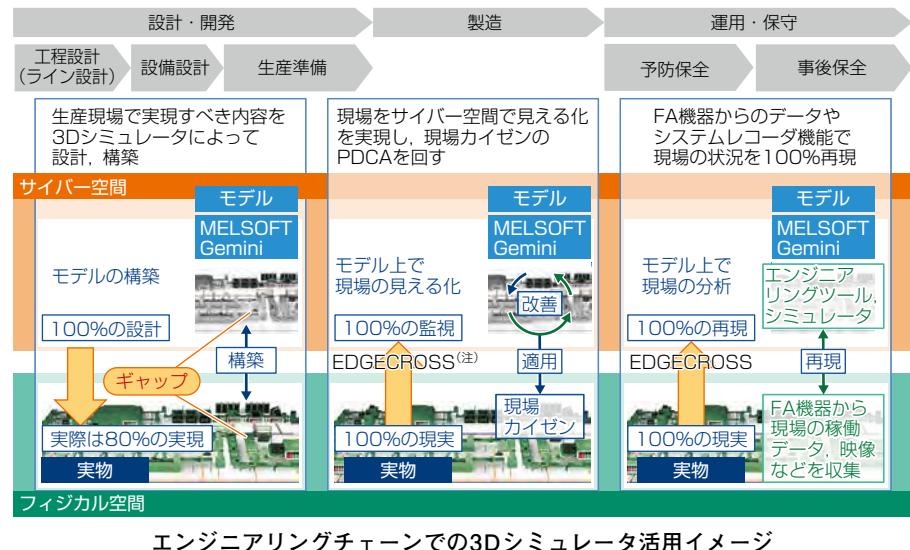
#### (2) 設計・開発(設備設計フェーズ)

当社FA機器シミュレータとの高速通信接続によって、実機レスで制御プログラムの動作検証が可能である。OPC(Open Platform Communications)接続にも対応し、他社機器が混在した装置のメカ干渉確認も可能である。ロボットのオフラインティーチングにも対応し、実機製作

前のロボットの配置検討、省スペース化に寄与する。

#### (3) 運用・保守(事後保全フェーズ)

システムレコーダのログデータを活用することで、3Dモデル上で異常発生時の機器・装置の状態を様々な角度から確認可能である。カメラで確認できない領域の挙動についても確認が可能なため、迅速なトラブルシューティングが可能である。



## 容易なリモート操作を実現する電磁ソレノイド操作式の低圧気中遮断器



### Electromagnetic Solenoid Operated Low Voltage Air Circuit Breaker Realizing Easy Remote Operation

近年、ビルや生産現場での、省エネルギー・省力化志向の高まりから、集中監視／制御といった計測・ネットワーク対応に加えて、盤製造時の省施工化の要求も高まっている。こうした課題に対応するため、新形低圧気中遮断器“World Super AE VシリーズCクラス”を開発した。主な特長は次のとおりである。

#### (1) リモート投入動作の標準機能化

低圧気中遮断器として業界初<sup>(\*)1</sup>になる電磁ソレノイド式投入機構を開発し、リモート投入動作を標準機能として実現した。

#### (2) 消費電力と保守点検部品の削減

電磁ソレノイド式投入機構によって、スプリングチャージ動作が不要になり、低消費電力を実現した。同時に、スプリング機構、投入装置、電動投入ばね圧縮機構の機能を一つに集約し、部品点数を削減することで、保守点検時の停電時間の短縮及び保守点検部品の削減を実現した。

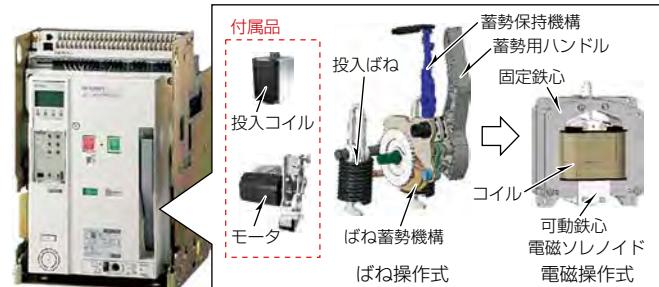
#### (3) 水平垂直切替え端子の採用

端子方向切替え機能追加によってユーザビリティを向上させた。

#### (4) 付属装置(AX/SHT/UVT)取付けの容易化

改造頻度の多い付属装置(AX(補助スイッチ)/SHT(電圧引きはずし装置)/UVT(不足電圧引きはずし装置))について、着脱容易な構造を開発し、盤製造時の省施工化を実現した。

\* 1 2020年11月12日現在、当社調べ



低圧気中遮断器のリモート操作機構

## ドライバーモニタリングシステムでの覚醒度低下検知技術



## Drowsiness Detection Technology for Driver Monitoring System

自動車を運転中の事故は後を絶たず、欧州では衝突事故の10~25%が疲れによる覚醒度低下と推測されている。このような背景から、欧州を中心に覚醒度低下を検知して警告を与えるシステムの搭載が義務化されようとしている。覚醒度低下を検知する方法の一つとして、ドライバーの顔画像から状態推定を行う覚醒度低下検知技術が注目されている。当社はドライバーモニタリングシステム(DMS)に適用可能な高精度な覚醒度低下検知技術を開発している。

## 1. 覚醒度低下検知技術

覚醒度低下検知の処理の流れを図1に示す。カメラで撮影したドライバーの顔画像を入力して覚醒度合いを出力する過程で、センシング、特徴量抽出、推論、状態遷移の四つの処理を実施する。

### (1) センシング

顔画像から開眼度、開口度、顔向き、頭位置などの顔特徴を取得する。

## (2) 特徴量抽出

(1)の顔特徴から、覚醒度推定に関する複数の特徴量を算出する(例:時系列の開眼度情報から瞬目速度を算出する)。また、算出した特徴量に対して個人差を吸収する(例:まばたきの速度は個人差があるので、運転開始直後の比較的覚醒度が高いと考えられる状況での瞬目速度からの変化量を特徴量として算出する)。

### (3) 推論

機械学習モデルに特徴量を入力し、覚醒度合いを表す推論スコアを出力する。

#### (4) 状態遷移

運転中の覚醒度の状態を“覚醒、弱い眠

気、強い眠気”の3状態と定義し、推論スコアの結果を基に現在の状態を推定する。

## 2. データ収集と性能評価

### (1) ドライビングシミュレータによるデータ収集

図2に示すドライビングシミュレータを用いて高速道路での運転を模擬した。100名の被験者でそれぞれ75分間の運転を行って、5分ごとに眠気レベルを回答することでデータを収集した。眠気レベルは、眠気を9段階で表現するカロリンスカ眠気尺度を利用した。

## (2) 評価結果

ドライビングシミュレータで取得したデータに対して眠気レベル8以上の推定精度を評価したところ、90%以上の精度を得た。今後は実車走行で評価し、過検知の抑止とロバスト性能向上を行って、量産化を目指す予定である。



1	非常にはっきり目が覚めている
2	とても目が覚めている
3	目が覚めている
4	どちらかと言えば目が覚めている
5	目が覚めているとも眠いとも言えない
6	かすかに眠い
7	眠いが起き続けるのに努力は要らない
8	眠い(起き続けるのに少し努力が必要)
9	とても眠い(起き続けるのにかなり努力が必要、眠気と戦っている)

図2 データ収集環境

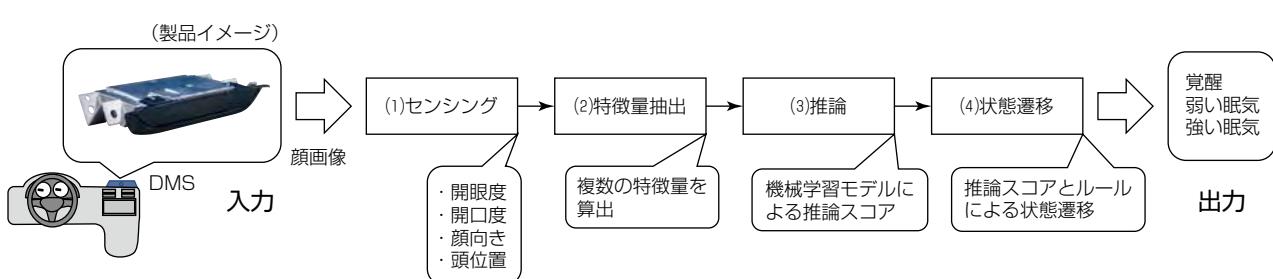


図 1. 対応度低下検知の処理の流れ



# 燃料電池電気自動車向け水素圧力センサ

## Hydrogen Pressure Sensor for Fuel Cell Electric Vehicles

### 1. 背 景

持続可能型社会を目指した開発は社会的要請であり、当社もその目標に向かって活動を推進している。中でも気候変動問題等への対策の一つとして、脱炭素社会への転換は喫緊の課題であり、日本及び各国がカーボンニュートラル政策を掲げて、移動体に関してはゼロエミッション化を進めている。特に自動車では化石燃料だけをパワートレインの動力源にする新車の販売を禁止する施策が次々に打ち出されている。このような社会情勢の中、究極のゼロエミッション車とされる燃料電池電気自動車(Fuel Cell Electric Vehicle: FCEV)の燃料電池スタック制御に不可欠な水素圧力センサを、市販のFCEV用としては世界で初めて<sup>(\*)</sup>半導体直接受圧方式で開発・量産化し(図1)、トヨタ自動車(株)の新型MIRAI用に納入した。

図2にFCEVの水素供給系であるFCアノードサブシステムの構成概念図を示す。水素タンクに貯蔵されている水素は、レギュレータを介して段階的に減圧しながらFC(Fuel Cell)スタックへと供給される。今回量産化した水素圧力センサはFCスタック直前の水素供給配管に装着され、FCスタックに供給される水素圧力を測定する。絶対圧として最大420kPaまでを測定する低圧センサである。

<sup>(\*)</sup> 2021年7月1日現在、当社調べ

### 2. 従来の水素圧力センサの課題

水素は多くの物質を透過し、かつ金属を脆化(ぜいか)させるという、取り扱う上で非常に厄介な特性を持っている。このため、圧力の高精度測定と信頼性確保との両立が大きな課題であった。従来の水素圧力センサでは、ステンレス鋼に代表される金属を受圧ダイヤフラムに用いていたが、水素脆化に対しては、ベーキングやコーティング等の処理を施すことが一応の信頼性対策とされてきた。また、ダイヤフラムと筐体(きょうたい)部との接合部の水素気密信頼性をいかに確保するか等も課題であった。これらの課題や対策のため、従来の水素圧力センサは、サイズ、質量、測定精度、応答性、コスト等の点で、顧客の要望に対応できていなかった。

### 3. 半導体圧力センサ開発による課題解決

今回当社が量産化した水素圧力センサ(図3)では、これらの課題を克服するため、水素の圧力を直接受けるダイヤフラムとしてステンレス鋼に代えて水素脆化の懸念がない単結晶シリコンダイヤフラムを用いた半導体圧力センサ素子を搭載



図1. 水素圧力センサ

した。これによって、小型・軽量化、高精度化、高速応答化、低コスト化等を実現できた。また、ゲージ圧ではなく絶対圧を測定できるという特長をもつたため、燃料電池システムの制御を更に高精度化でき、燃費向上、航続距離拡大に貢献している。

#### (1) 半導体圧力センサ素子

新開発の半導体圧力センサ素子は、受圧ダイヤフラムと真空室が単結晶シリコンだけを母材として構成されている。ダイヤフラム上にはピエゾ抵抗によるブリッジ回路が形成されており、水素圧印加による歪(ひずみ)を抵抗値変化に変換し、水素圧を測定する。類似の半導体圧力センサ素子自体は以前から広く使用されていたが、一般に真空室を封止する構成部材としてガラスが用いられ、空気圧測定には十分ではあったが、水素はガラスを容易に透過し、真空室内にまで浸入するため、真空度を維持できず、結果として出力が変動してしまい、水素圧力センサとしては成立しなかった。当社では、単結晶シリコンだけを母材として真空室封止を行う構造を採用したので、水素透過による出力変動を大幅に抑制し、安定した高精度測定を可能にした。また、金属に見られる水素脆化という課題も解消した。

#### (2) 筐体

従来の水素圧力センサではステンレス鋼製の受圧ダイヤフラム、導圧筐体を採用しているが、当社製品では樹脂筐体にした(図3)。これによって、従来比約1/4の軽量化を達成するとともに、水素脆化の課題も解消した。また、様々なFCシステムに対応できるようレイアウト自由度も向上させた。

### 4. 今後の取組み

燃料電池システムは、今や乗用車用途にとどまらず、大型商用車、鉄道、船舶、航空機、固定電源等への展開が図られてきている。それぞれシステム構成、動作条件、搭載環境等が大きく異なるため、用途に応じた仕様の適正化と、更なる信頼性向上を目指した開発を進めており、引き続き持続可能社会の実現に貢献していく。

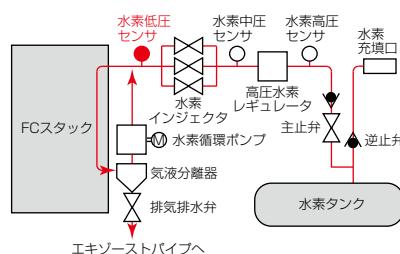


図2. FCアノードサブシステム

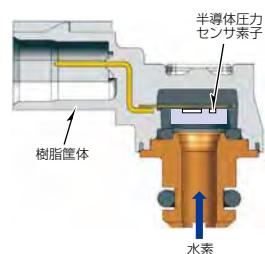


図3. 水素圧力センサの断面構造

## OXC装置向け400Gbps トランスポンダ

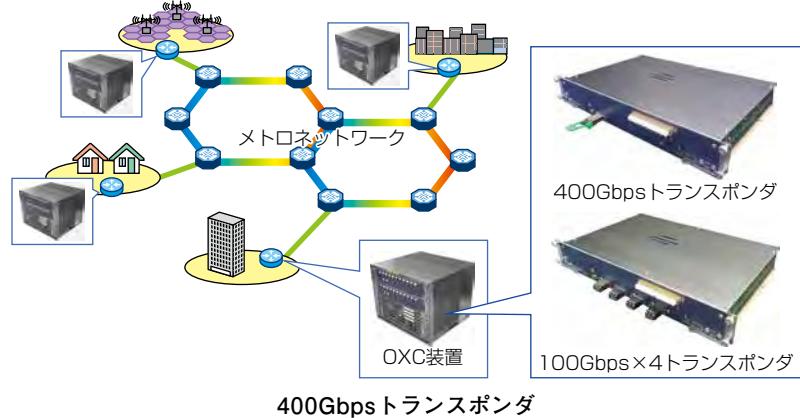


## 400Gbps Transponder for Optical Cross Connect System

当社は基幹光ネットワークの高効率化／高信頼化を実現するOXC(Optical Cross Connect)装置を製品化している。データセンタ間通信や、第5世代移動通信による通信トラフィックの増大への対応に向けた大容量化と、400Gbpsのルータ機器等の普及によって、400Gbpsを伝送可能なトランスポンダの要求が高まっている。導入済みのOXC装置に対して、400Gbpsトランスポンダを実装するためには、小型化と低消費電力化が必要であった。当社はデジタルコヒーレント技術によって、小型で低消費電力の400Gbpsトランスポンダを製品化した。特長は次のとおりである。

- (1) 現行100Gbpsトランスポンダと同等の伝送距離の実現によって、再生中継不要で大容量化が可能である。

- (2) 現行100Gbpsトランスポンダと比較して、ビット当たり25%の小型化と、50%の低消費電力化を実現することで、運用コストの削減に寄与する。
- (3) 400Gbps収容と100Gbps×4収容の2機種を製品化することで、柔軟なネットワーク構築が可能である。



## オンライン資格確認システム向け三菱通信ゲートウェイ“smartstar”



## Mitsubishi Communication Gateway "smartstar" for Health Insurance Online Confirmation System

2021年10月から、マイナンバー<sup>(注)</sup>カード、健康保険証を用いて健康保険資格情報や薬剤情報、特定検診等情報をオンラインで確認できるオンライン資格確認システムの本格運用が開始された。

オンライン資格確認システムでは、厚生労働省の定める“医療情報システムの安全管理に関するガイドライン”に準拠した通信制御が必要になる。当社はこれを実現する三菱通信ゲートウェイ“smartstar”を開発した。

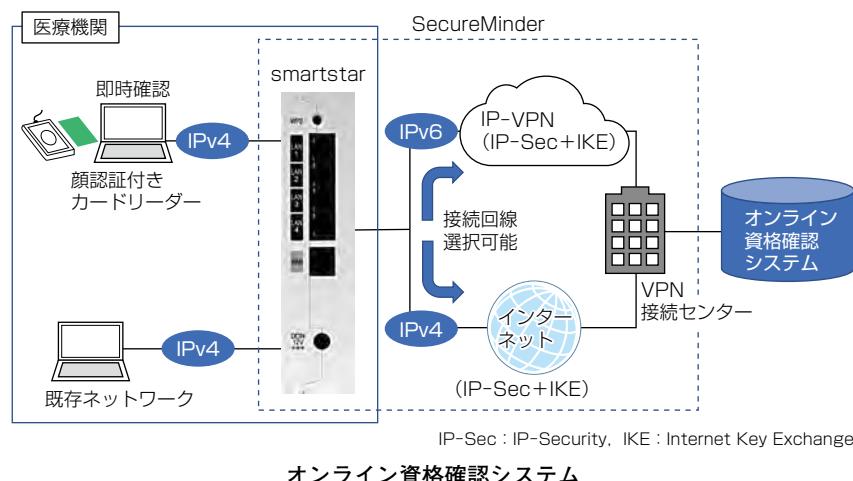
smartstarを利用したオンライン資格確認システム向けの接続サービスは、三菱電機インフォメーションネットワーク(株)からVPN(Virtual Private Network)サービス“SecureMinderオンライン資格確認”として提供されている。

smartstarの主な特長は次のとおりである。

- (1) 既設ネットワークの変更が不要  
構内／VPNインターフェース共にIPv4(Internet Protocol version)4、IPv6で相互接続が可能である。そのため、医療

機関内の既設ネットワークに影響なく、オンライン資格確認システムへの接続を追加可能である。

- (2) 既設外部回線が流用可能  
インターネットVPNとIP-VPNの両方式で接続できるため、既設の外部回線でオンライン資格確認システムへ接続可能である。外部回線新設の場合も、2種類から選択可能である。



# パーソナルモビリティによるMaaS社会の実現



## Realization of Mobility as a Service Society by Personal Mobility Vehicle

高齢化社会を迎える中、運転免許証自主返納、過疎化による交通インフラの削減など、移動が困難な人々と地域が増大しており、新しい移動手段の確保が社会的な課題になっている。また、物流分野でも輸送需要の増加に伴う労働力不足が課題になりつつある。これらの課題はMaaS(Mobility as a Service)社会の実現によって解決すると考えられるが、MaaS社会でもラストワンマイル(モビリティの終着点から目的地までの区間)に対応する小型モビリティの需要が高まると予測する。そこで当社が持つ高精度測位、三次元空間情報利用技術、自動運転・管制技術を組み合わせて、電動カートをベースにした低速(時速6km以下)で自律走行する一人乗りのパーソナルモビリティ(PMV: Personal Mobility Vehicle)、自律搬送ロボット(AMR: Autonomous Mobile Robot)、及び簡易管制システムを開発した。

開発品の特長を次に示す。

### (1) 高精度な自己位置推定技術

衛星測位システム、SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)による自己位置推定に当社独自のAI技術“Maisart<sup>(\*)1</sup>”を適用し、リアルタイムな自己位置推定結果の信頼性評価と評価スコアによる自己位置補正を行うことで屋内外シームレスに利用できる高精度な自己位置推定技術を開発した。また、この技術によって監視カメラ、トレース用マーカ等の誘導、自己位置確認用の設備が不要な自律走行と正確な経路追従を可能にした。

### (2) 簡易管制システムによる運用効率化

クラウド上で動作する簡易管制システムに各モビリティの現在位置や状態等の情報を集約し、一元管理するとともに走行指示と運用管理機能を付与することでオペレーションの省力化による効率的な運用を実現した。

### (3) 自律走行時の快適性向上

移動目標と速度指示に加えて車体の運動を制御する独自の自律走行システムを開発し、急加速・急停止の抑制、舵角(だかく)の変化量の監視・制御によって自律走行時の乗り心地と安定性向上を実現した。また、PMVにモニタを搭載して情報提供することで快適な搭乗をサポートできるようにした。

開発したPMV、AMR、簡易管制シス

テムについて三重県多気町の商業リゾート施設“VISON(ヴィソン)<sup>(注)</sup>”で2021年7月から実証実験を行った。PMVは自動／手動操作による人の移動サービス、AMRは移動ゴミ箱サービスを提供しており、モビリティとしての活用に加えて、PMVでは店舗情報、クーポンの提供、AMRでは食べ歩きのゴミの回収などユーザーメリットを提示し、好評を得ております。機能付加によるサービス分野拡大の可能性も感じ取れる。実証実験の中で技術課題(自己位置推定の安定性向上、周辺認知範囲の拡大など)も明らかになり、対策を実施した。実証実験で得られた知見を順次開発にフィードバックして製品のブラッシュアップを行うとともに、新しいサービスの創出と付加価値の向上を図る。

PMVとAMRは2022年度製品化を予定しており、まずは商業施設などクローズドエリアを対象に事業化を進めて、適用対象を順次拡大していく。また、VISONが参加する三重広域連携スーパーシティ構想(申請中)でもその構成要素であるモビリティサービスとしての運用を目指して、地域通貨、決済システム等との連携を進める。将来的には自動車用高精度三次元地図データ(ダイナミックマップ<sup>(注)</sup>)連携等の仕組みを導入し、MaaS社会を形成するモビリティの一員としての改善・実証を推進する。

\* 1 Mitsubishi Electric's AI create the State-of-the-ART in Technologyの略。全ての機器をより賢くすることを目指した当社のAI技術ブランド



## 映像 Video

## 作業分析技術“骨紋”を活用した作業分析ソフトウェア“WA-SW1000”

## Work Analysis Software "WA-SW1000" Using Work Analysis Technology "KOTSUMON"

近年、製造現場ではロボットの導入による作業の自動化が進んでいるが、依然として多くの人手作業が存在している。人手作業は複雑な作業が可能だが、作業者ごとの熟練度に依存して作業にばらつきが生じやすく、生産性のボトルネックになりやすい。人手作業の生産性を改善するための取組みとして、従来は分析者が人手作業を目視で確認し、サイクルタイムや作業時間(図1)を手動計測するストップウォッチ法が主流であった。しかし、手動計測は膨大な時間・工数を要するため、分析者の負担が大きくて何百サイクルもの計測は困難であった。さらに分析者によって計測結果がばらつく等の課題もあった。

このような課題を解決するため、当社独自のAI技術“Maisart”による作業分析技術“骨紋”を活用し、作業分析ソフトウェア“WA-SW1000”として製品化開発を行った。作業分析技術“骨紋”的詳細は“作業分析技術“骨紋””(79ページ)で述べる。作業分析ソフトウェアWA-SW1000の主な特長を次に述べる。

## (1) カメラ映像だけで作業時間の自動計測が可能

作業者へのセンサ等の装着は不要で、カメラで作業者の動きを撮影した映像さえあれば(表1)，サイクルタイムや作業時間を自動計測できる(図2)。さらにAIでの分析によって、分析者によらず客観的な分析結果が得られる。

## (2) 簡単な操作で学習モデルを作成

一般的にAIでの分析には学習モデルが必要であり、作成には専門知識や膨大な教師データが必要になる。この製品では、学習モデルの作成に技術的な知識は不要で、これまでユーザーが実施していた時間計測作業のように、10程度の作業シーン映像について、各作業の先頭・終了位置を画面上で選ぶだけで、学習モデルが簡単に作成できる。

## (3) 一つの学習モデルで複数の作業者の分析が可能

同一の作業内容であれば、学習用の映像と分析用の映像



図1. サイクルタイムと作業時間の定義

表1. カメラ映像ファイルの仕様

ファイル形式	MP4
映像符号化方式	H.264
解像度	1920×1080(Full HD)
フレームレート	10／15／30(fps)
ファイルサイズ	4 GB以下

HD : High Definition

の作業者が異なっていても、同一の学習モデルで分析ができる。これによって作業者が頻繁に交代するような現場でも、作業者ごとに学習モデルを作成したり、切り替えたりする必要もない。

## (4) 分かりやすいユーザーインターフェース

分析結果は数値データだけでなく、作業時間ごとに色分けし、横棒グラフで表現することで、複数サイクルの分析結果を映像と同時に視覚的に確認できる(図3)。そのためユーザーは直感的にサイクルタイムや作業時間の違いが確認でき、容易に改善点を発見できる。

当社工場では、この製品を活用した作業改善に取り組んでいる。従来手法では、数百サイクルに及ぶ時間計測作業等、改善に向けた分析作業に数時間要していたが、この製品の活用によって数十分程度に削減できた。また、数百サイクルの作業時間を見える化することで、“Aさんはねじ締めが遅い”“Bさんはラベル貼りが遅い”等の作業者ごとの傾向が把握できるようになり、効果的な改善点の発見及び指導につなげることができた。今後は、当社工場内で実運用を継続し、機能改善に取り組んでいく。



図2. システム構成のイメージ



図3. WA-SW1000のビューワツールイメージ

## ITソリューション IT Solution

## アセスメントから対策・運用までをワンストップで提供するOTセキュリティサービス



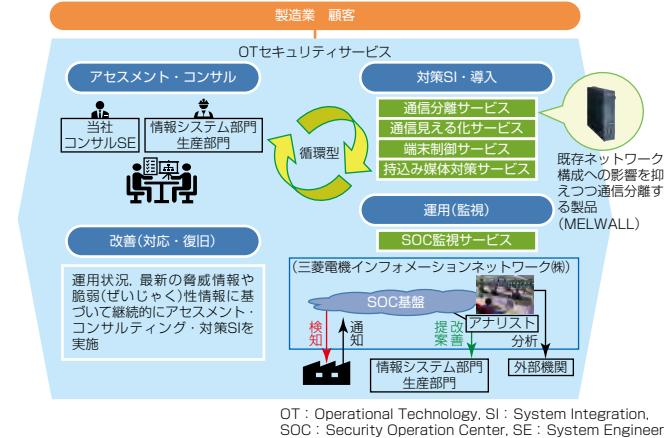
## One-stop Services for Operational Technology Security

企業ネットワークを標的としたサイバー攻撃等のセキュリティ脅威は年々増加しており、近年は国内でも制御系ネットワーク(以下“OTネットワーク”という。)への攻撃が深刻化している。企業のセキュリティ対策では、オフィス系ネットワーク(以下“ITネットワーク”という。)への対策は普及しつつあるが、ITにつながるOTネットワークへの対策は、その規模や特性によって異なる課題が生じている。そのため、アセスメントによって個々の課題を明確にして、その対策・運用までをワンストップで提供するセキュリティサービスのニーズが高まっている。

今回、ネットワークを通信分割するネットワークセキュリティ“MELWALL”等の当社保有のセキュリティ製品や運用・監視サービス(SOC)を基に、当社内製造現場での実績を活用して、2022年1月からワンストップのOTセキュリティサービスの提供を開始する。このサービスは対策・運用後にも定期的にアセスメントを実施する循環型サービスによって、継続的なセキュリティレベルの維持・

改善を特長とする。また、通信分離、通信の見える化、端末制御、持込み媒体対策、SOC監視の五つの対策サービス群から最適な組合せを提供可能にする。

OTセキュリティ ①アセスメント・コンサル、対策SI・導入、運用、改善をワンストップで実施するサービス  
②通信分離、通信の見える化、端末制御、持込み媒体対策、SOC監視の五つの対策サービス群から最適な組合せを提供



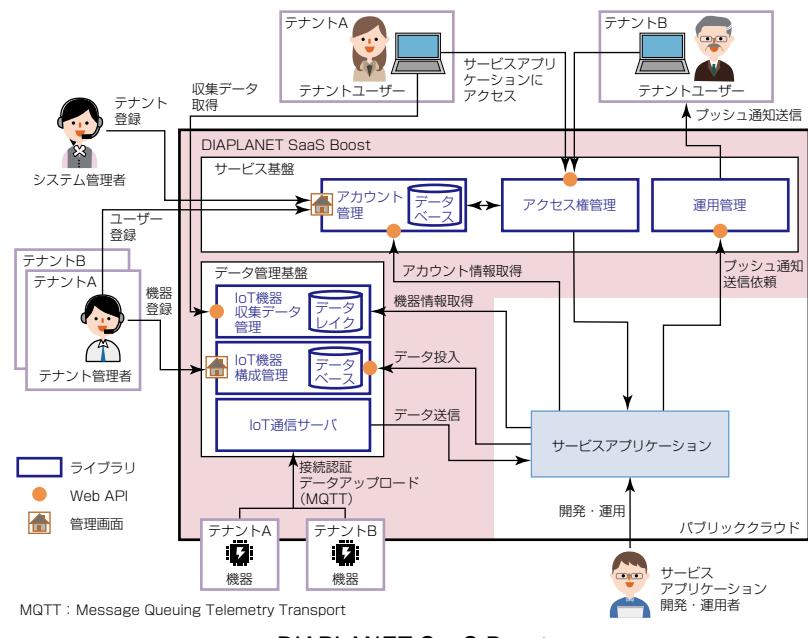
OTセキュリティサービスの概念図

## SaaS事業の立ち上げを迅速化する基盤構築パッケージ“DIAPLANET SaaS Boost”

## Platform Construction Package "DIAPLANET SaaS Boost" to Accelerate Launch of Software as a Service Businesses

クラウドコンピューティングの普及に伴い、既存のパッケージソフトウェアをSaaS(Software as a Service)化して提供したい、新規にパブリッククラウドを用いてSaaSを安価に短期間で構築したいといった要望がサービス事業者から出てきている。当社では、SaaS環境の迅速な立ち上げを実現するため、SaaS基盤構築パッケージとして“DIAPLANET SaaS Boost”的開発を進めている。SaaS Boostはユーザーの管理やアクセス制御を行うライブラリ群“サービス基盤”と、IoT(Internet of Things)システム向けにIoT機器の接続承認や機器と所有者の紐(ひも)づけ、IoT機器からのデータ収集・格納等を行うライブラリ群“データ管理基盤”を提供している。各種ライブラリではクラウドプロバイダのサービスを活用し、利用負荷に応じて処理能力が自動調節されるため、運用の容易化とSaaS事業の規模に適したランニングコストを実現している。さらに、これらのライブラリは一つにパッケージ化されているため、SaaSに必要な基盤が自動的に構築でき、容易に導入が可能である。サービスアプリケーション開発・

運用者はWeb API(Application Programming Interface)を経由して各種ライブラリを利用し、SaaSに必要な機能の開発時間を短縮でき、付加価値を持たせる必要がある業務ロジック部分の開発に注力できる。



DIAPLANET SaaS Boost

## 請求業務のテレワーク化に対応した販売管理システム“販売指南”

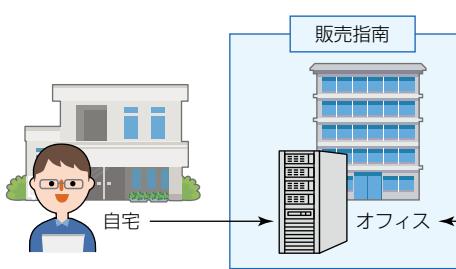


### Sales Management System "Hanbai-Shinan" Supporting Billing with Telework

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の対策として、多くの企業でテレワークが導入されている。その中で、請求書を電子化し、テレワークで請求業務を完遂したいというニーズが高まっている。三菱電機ITソリューションズ(株)が提供する販売管理システム“販売指南”は、クラウド型電子帳票発行システムとの連携機能を実装し、このニーズに対応した。主な特長は次のとおりである。

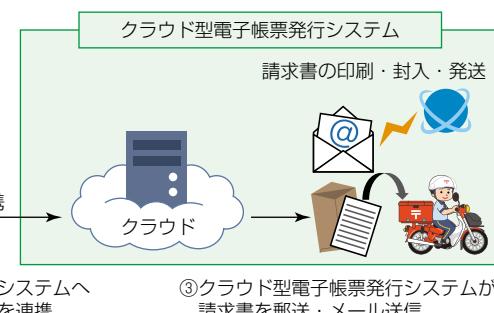
(1) 販売指南がクラウド型電子帳票発行システムと連携することで、自宅にいながら販売指南の画面操作だけで安全・簡単に請求業務を完遂できる。

(2) 連携には非同期処理を行うことでネットワーク回線速度等の影響を受けずに、請求書処理実行中でも販売指南のスムーズな各種操作が可能である。



テレワークに対応した請求業務のイメージ

- (3) 販売指南とクラウド型電子帳票発行システムの請求先情報を自動同期することで、マスタデータ管理を効率化し、ヒューマンエラーを防止する。
- (4) 連携ファイル形式は、請求情報CSV(Comma Separated Values)だけでなく請求書PDF(Portable Document Format)にも対応しており、既存の請求書レイアウトを活用できる。
- (5) 操作及び連携のログを検索・一覧表示する機能によって、情報システム部門によるシステム稼働状況調査や内部統制管理を容易に行える。



<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：03-5309-1399>

## 医療文書電子保存ソリューション

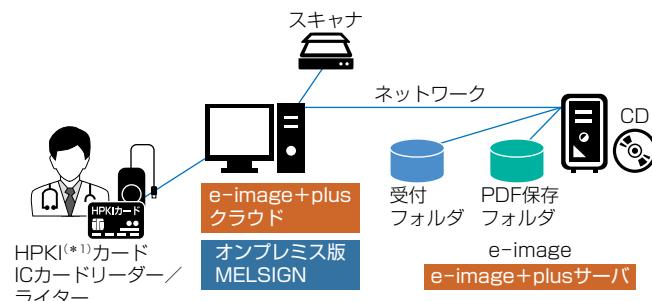


### Electronic Storage Solution for Medical Documents

医療機関(病院、診療所)や薬局では、国によって定められた保存義務のある医療文書が日々大量に発生している。一方で、①厚生労働省の“医療情報システムの安全管理に関するガイドライン”にのっとって日常の診療や監査等で日々大量に発生する文書を電子化文書として正しく取り扱える、②その内容の正確さについても訴訟等で証拠能力を持つレベルで管理できる、③紙の文書として保管する場合は違って保存場所の確保や書類の検索・取り出しに手間がかかる、とする必要があり難しい課題になっていた。

三菱電機ITソリューションズ(株)では、三菱電機グループで培った暗号化技術・署名技術を利用した電子署名ソリューション“MELSIGN”と、豊富な導入実績を持つ電子帳票システムソリューション“e-image+plus”を組み合わせることで、先に述べた課題を解決する“医療文書電子保存ソリューション”を実現した。このソリューションでは、HPKI(Healthcare Public Key Infrastructure)カードとタイムスタンプを用いて署名を行うことで、スキャナ

で読み込んだ電子文書を原本化し、それによって元の紙文書を廃棄可能にする。さらに電子化された大量の文書が簡単に検索可能になる。“医療文書電子保存ソリューション”によって、これまで困難であった医療文書の電子保存を実現し、医療機関のペーパーレス化やDX(Digital Transformation)化を後押しする。



\*1 保健医療福祉分野の公開鍵基盤。本人確認・資格確認に利用する。  
PDF : Portable Document Format

### 医療文書電子保存ソリューションのシステム構成例

<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：03-5309-1065>

## 2.0kV産業用IGBTモジュール

## 2.0kV Industrial Insulated Gate Bipolar Transistor Module

当社の第7世代IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)は、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギー用のインバータやモータ制御用インバータ等、様々な用途に数多く採用されている。今回の産業用IGBTモジュールの新製品は従来の1.7kV耐電圧を上回る、IGBTとして業界初<sup>(\*)1</sup>の2.0kV耐電圧の製品であり、高電圧動作による電力変換機器の小型化や低消費電力化に貢献する。主な特長は次のとおりである。

## (1) 1.5kVのDCリンク電圧での安全な動作を実現

従来の1.7kV耐電圧では実現できなかった1.5kVのDCリンク電圧での安全なスイッチング動作や高い信頼性を実現した。高電圧インバータやマルチレベルインバータに対応でき、複雑で部品点数が多い回路構成によらない高電圧化を可能にすることで、電力変換機器の簡素化と小型化に

貢献する。

## (2) 電力変換機器の低消費電力化に貢献

CSTBT(Carrier Stored Trench-Gate Bipolar Transistor)構造(キャリア蓄積効果を利用した当社独自のIGBT)を採用した第7世代IGBT及び独自のRFC(Relaxed Field of Cathode)ダイオードを高耐電圧仕様にそれぞれ最適化し、トレードオフ関係にある高電圧動作対応と低電力損失を両立させたことで、電力変換機器の低消費電力化に貢献する。

\*1 2021年6月9日現在、当社調べ



2.0kV産業用 IGBTモジュール  
Tシリーズ(2.0kV/400A)

## 高周波・光デバイス

## High Frequency and Optical Devices

## Combo-PON向け高出力10Gbps CAN型EML

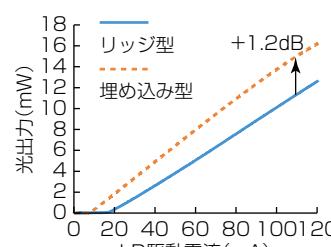
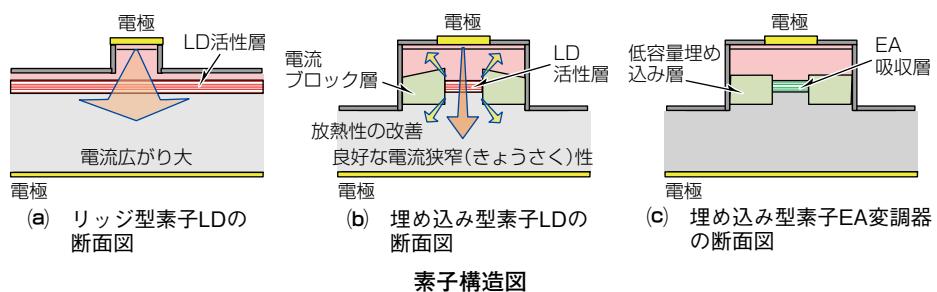
## High Power 10Gbps CAN-type Electro-absorption Modulated Laser for Combo-Passive Optical Network

急速に増大するデータ通信量の需要に対応するため、中国市場のFTTH(Fiber To The Home)システムでは、伝送速度が1Gbpsの既存G-PON(Gigabit Passive Optical Network)との互換性を保ちながら、伝送速度を従来の10倍にアップグレードすることが可能なCombo-PONの普及が進んでいる。

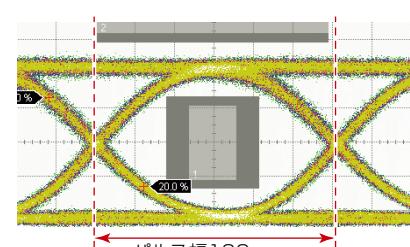
Combo-PON向け光トランシーバでは10Gbps用の光源として期待されるCAN型EML(Electro-absorption Modulated Laser)の高出力化が求められているため、EML素子の構造を抜本的に見直した。EML素子の構造はリッジ型から埋め込み型へ変更し、LD(Laser Diode)の活性層への電流注入効率と放熱性を改善することで、光出力は1.2dB向上し、目標仕様であるCombo-PON(D1)規格11dBmを満たす11.7dBmの光出力を得た。また、EA(Electro-Absorption)変調器の構造もLD部の構造と同様に従来のリッジ型から埋め込み型に変更することで、導波モード整合を満たしつつ出射ビームを34度から27度に狭

角化し、ファイバ結合効率を0.8dB改善した。一方、EA変調器への埋め込み構造の適用は、静電容量の増大による周波数特性の低下につながるが、低容量化を図った構造にすることで解決した。

このEMLをCAN型パッケージに搭載し、消光比10dB、マスクマージン25%の良好な特性を得た。



EML素子の光出力



## “A.I.換気アシスト機能”搭載のルームエアコン



Room Air Conditioner Utilizing "Ventilation Assist Function"

## 1. まえがき

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行によって、人々の生活様式は変化している。エアコン使用時間が増えて電気代の上昇が顕著になり、室内空気質に対する関心も高まっている。感染症流行によって、住宅の室内環境は積極的に換気されることが前提になり、在宅時間増加に対応した消費電力量の低減が求められている。

## 2. 開発経緯

当社ルームエアコン“霧ヶ峰FZシリーズ”は4.0～9.0kWの全ての容量帯で、業界最高値を維持している<sup>(\*)1)</sup>。また、外気温やセンサで検知した日射などの情報とエアコンの運転状態を蓄積し、住宅性能として学習する。それによって、少し先の空調負荷変動を予測でき、省エネルギーと快適性の最適制御がワンボタンで完結する“おまかせA.I.自動”として集約されている。在宅時間増加に伴うエアコンの安定運転時間増加を想定し、低負荷運転領域での省エネルギー性向上のために更なる運転効率向上に取り組んでいる。また、新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、在宅時間の増加と換気への関心の高まりという変化から開発を行っている。

\* 1 2021年8月9日現在、当社調べ

## 3. 低負荷運転領域での運転効率向上

ルームエアコン低負荷運転領域の運転効率向上に関する取組みは、機器の発停に起因する損失抑制を狙った“発揮能力の下限拡大”である。高気密高断熱住宅ではその運転時間の大半が定常での低負荷運転領域である。この領域では、空調負荷が機器の最小能力を下回った場合、機器側は圧縮機の稼働と停止を繰り返すいわゆる間欠運転によって室温を制御する。一方で、圧縮機の起動時には相対的に大きな電力を消費するため、間欠運転で起動を繰り返すことで無駄な消費電力が発生する。2022年度機種では、次の二つの手段で発揮能力下限を拡大することで、圧縮機の発停に起因する損失を抑制する。

## (1) 圧縮機の可動域下限拡大(4.0～7.1kWクラス)

冷凍機油は回転数の低下によって遠心力が不足して油膜が立ち上がらなくなり、軸受部に冷凍機油が供給されなくなるという課題があり、圧縮機の下限回転数に制約があった。

これに対して、圧縮機内部の給油機構を見直して各部寸法の最適化を施すことで、圧縮機の下限回転数を従来機種に対して低減でき、それによって消費電力量を削減できた(図1)。また、特に暖房時、圧縮機の下限回転数の引下げに伴う吹出温度の低下に対しては、人の在不在に応じて風

向を制御することで、人体に直接当たって快適性を損なうことがないようにした。

## (2) 圧縮機のストロークボリュームの低減(8.0～9.0kWクラス)

大型の圧縮機を同様に低回転で駆動しようとした場合には、負荷トルク及びその脈動が小型の圧縮機に対して相対的に大きいという課題があった。そこで、ストロークボリュームを低減し、犠牲になる最大能力を回転数の高速化によって補填する。最大回転数を拡大するために、バランスウェイト形状を見直して高回転側の制振を実現したことによって消費電力削減効果が期待される(図2)。

## 4. A.I.換気アシスト

新型コロナウイルス感染症の流行によって、こまめに換気するという行動変容が起こっている。2021年度機種では予兆を捉えて、空調負荷の少ないタイミングを付属のリモコンで通知を受け取る“換気ガイド”を搭載した。2022年度機種ではさらに三つの視点でアシストする“A.I.換気アシスト”を開発した。一つ目は、“換気ガイド”的最適なタイミングをスマートフォンのプッシュ通知で認知をアシストする機能である。二つ目は窓開け換気をしたときにスマートフォンによる簡単な操作でアシストする機能である。三つ目は、賢く空調運転をしながら最適な送風状態にして導

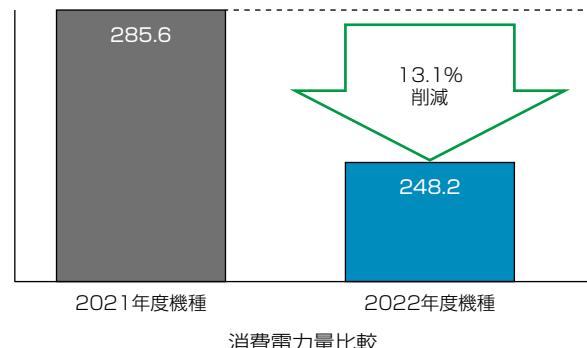
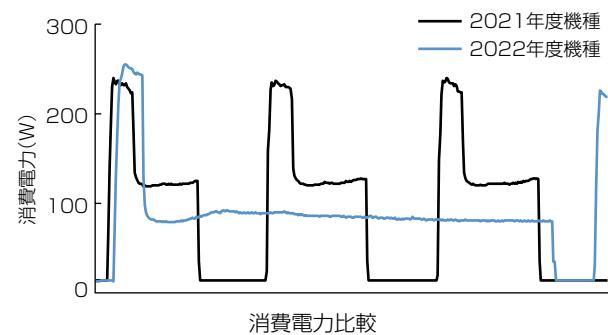


図1. 従来機種との積算消費電力比較

入した外気をよく攪拌(かくはん)することで効果的に換気ができるようにアシストする機能である(図3)。

## 5. むすび

今回は、新型コロナウイルス感染症流行による生活様式の変化に対応して、エアコン運転の無駄を見つけて最適制御することで快適性と省エネルギー性を実現した。また新

しく換気に対して、“A.I.換気アシスト機能”を開発することで利便性を実現した。今後も霧ヶ峰では、快適性と省エネルギー性の向上を目指していく。この機種は当社の熱交換換気扇“ロスナイセントラル”とのIoT(Internet of Things)連携対応機種であり、換気機能の連携制御も実現していく。

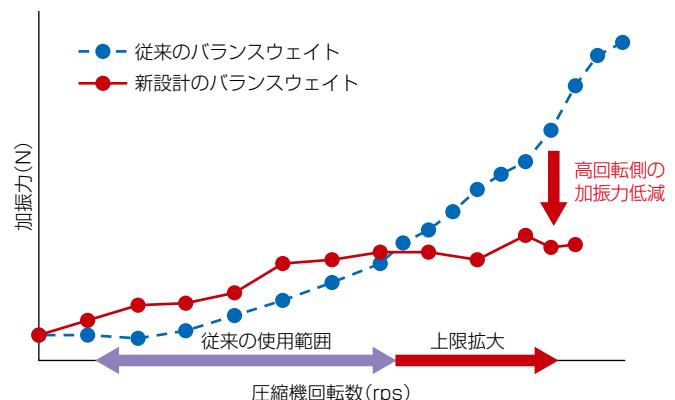
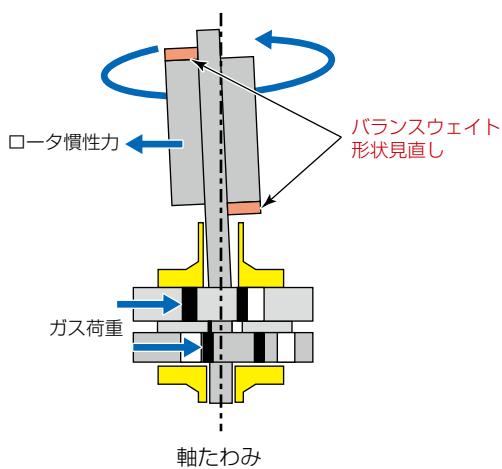


図2. バランスウェイト形状見直しの効果

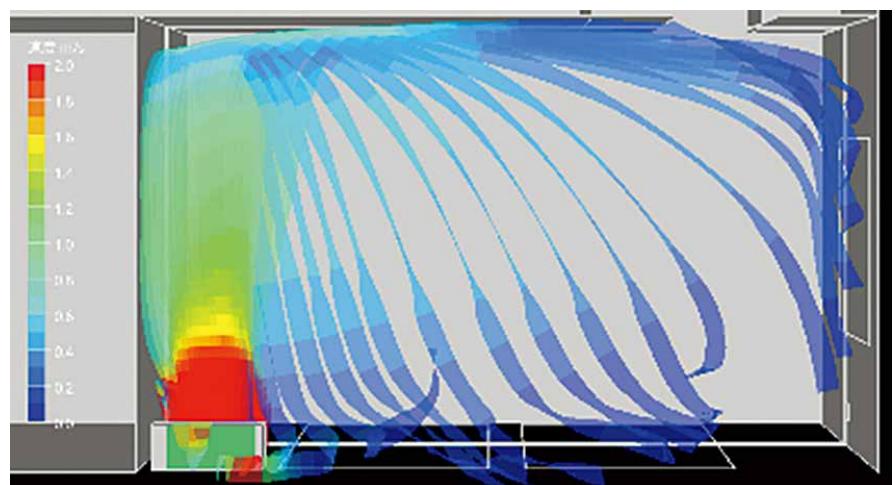
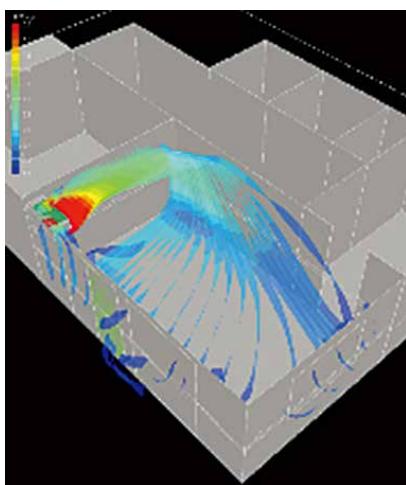


図3. A.I.換気アシスト動作

## 全熱交換形換気扇“ロスナイ”による換気ソリューション



## Ventilation Solutions by Heat and Energy Recovery Ventilator "Lossnay"

新型コロナウイルスの感染拡大を受けて、集団感染の発生リスクとして換気の悪い密閉空間が指摘されており、換気の重要性について今まで以上に関心が高まっている。換気方式は大まかに自然換気と機械換気に大別され、窓開け換気に代表される自然換気は、換気に対するエネルギーを必要としない代わりに換気風量が環境に左右され、空調がされている夏場及び冬場であれば空調エネルギー消費にもつながる。

当社の全熱交換形換気扇“ロスナイ”は1970年に発売開始した、“確実な換気”と“省エネルギー性(外気負荷の低減)”を両立させた換気機器である。

現在では、2020年にロスナイ発売50周年記念モデルとして、更に確実な換気と省エネルギー性を進化させるため、DCブラシレスモータを搭載し、業界最高<sup>(\*)1</sup>の機外静圧による、設計自由度と省エネルギー性を向上させた“業務用ロスナイ天井埋込形”を発売している。市場からのしっかり換気ができているのか知りたいという“換気の見える化”要望に対応するため、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度による換気の見える化としてジーニアスリモコンへのCO<sub>2</sub>濃度表示機能を搭載した。

さらに、2021年4月には換気後付け更新需要に対応する施工が容易な天吊(つり)露出形機種に、CO<sub>2</sub>センサを標準搭載し、CO<sub>2</sub>濃度の状態をLEDランプで表示可能にするなど換気の見える化対応機種を拡充している。天吊露出形機種とは、室内側の給排気ダクトをなくして、給気と排気を本体に設けた開口部から行う機種であり、天井埋込工事及び室内側のダクト施工工事が不要になるため、天井懐の狭い学校や小規模事務所、店舗にも容易かつ短期間で後付け設置が容易である。本体が露出しているため、フィルタ清掃等のメンテナンスも簡単に行うことができる。標準搭載したCO<sub>2</sub>センサで検知した室内のCO<sub>2</sub>濃度に応じて換気風量を自動制御することによってCO<sub>2</sub>濃度が上

昇した場合は換気風量を自動で増加させて、CO<sub>2</sub>濃度が低い場合には換気風量を自動で減少させて運転し、換気風量を最適化することによって無駄な換気を減らして省エネルギーに貢献する。さらに、換気の見える化として、室内のCO<sub>2</sub>濃度に応じて本体に搭載された3色(青・緑・橙(だいだい))のLEDランプによって適切に換気が行えているかがひと目で確認できるようにした。例えば、LED点灯のしきい値を、1,500ppmとした場合、1,500ppmを下回っている場合は“青色”を点灯させて、CO<sub>2</sub>濃度が上昇して1,500ppm以上になった場合は、“青色”に加えて“緑色”も点灯させる。1,500ppm以上が30分継続した場合は、“青色”“緑色”に加えて、“橙色”を点灯させ、CO<sub>2</sub>濃度が減少し1,500ppmを下回ると“青色”だけの点灯に切り替える。“青”から“青”+“緑”に切り替えるCO<sub>2</sub>濃度は、1,000ppmを下限に100ppm間隔で2,000ppmの間で設定可能にし、工場出荷時は学校環境衛生基準を参考にし1,500ppmにしている。また、ジーニアスリモコンの使用時はCO<sub>2</sub>濃度を数値として確認も可能である。

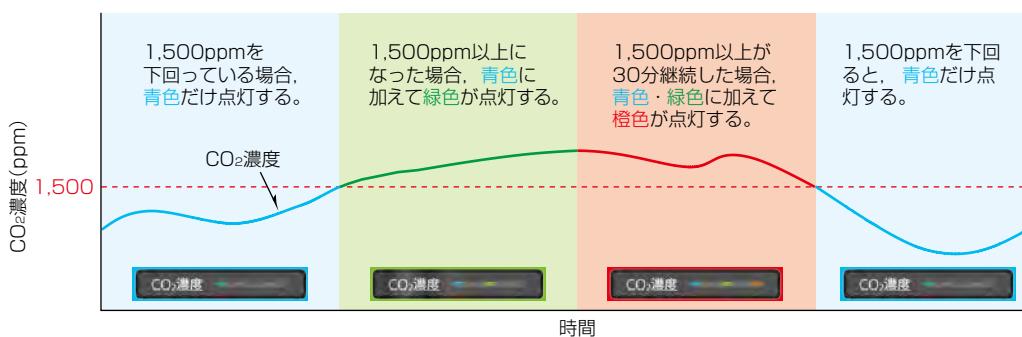
\* 1 2020年1月23日現在、当社調べ



天吊露出形機種の“換気の見える化”



ジーニアスリモコンのCO<sub>2</sub>濃度表示画面例



天吊露出形機種のLED点灯のタイムチャート例

# ■ 1. 研究開発 Research and Development

## 1.1 新技術の探索・創出 Search for and Create New Technologies

### ■ 空間操作インターフェースでの視覚フィードバック技術

Visual Feedback Technology in Spatial Manipulation Interface

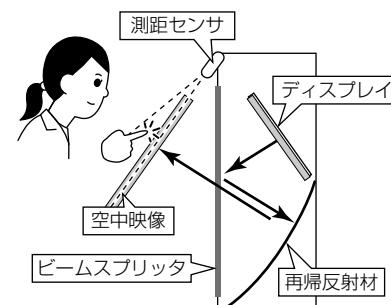


衛生的な機器操作の実現がニューノーマル社会に必要とされている。何もない空間に映像を投影する空中映像表示技術と、操作する指先の三次元位置を取得する測距センサとを組み合わせて、非接触のタッチ操作を実現する空間操作インターフェースを開発した。

空間操作での課題として、操作者に空中映像と指先との位置関係が適切に伝わらず、さらにタッチ操作時の操作感がないため、誤操作につながることが挙げられる。

操作者の指先と、空中映像との空間的な位置関係をセンシングし、操作者にそれら位置関係を視覚的に伝える視覚フィードバック技術を開発した。具体的には、測距センサによって指先が空中映像にタッチする接点を算出し、空中映像に指先の方向と接点までの距離をリアルタイムに重畠し、ガイド表示する。

これによって、タッチ位置へと指先を誘導することで、誤操作を抑制し、ストレスの少ない非接触操作が可能になった。



空間操作インターフェースの構成

予測されるタッチ位置を表示  
(円の大きさで距離を表示)



このままだとボタンの上に  
タッチしてしまう



視覚フィードバック表示例

### ■ 電流診断方式による低圧三相モータの異常検知技術

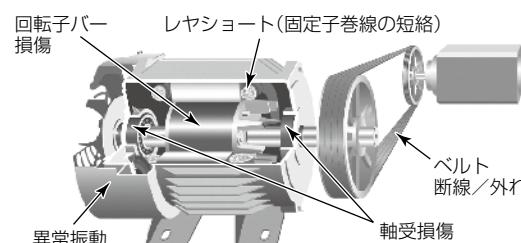
Abnormality Detection Technology for Low-Voltage Three-Phase Induction Motor Using Current Diagnosis Method

発電設備や産業プラントなどで使用される低圧三相モータ(以下“モータ”という。)は、ファン、ポンプ、ベルトコンベアなどの様々な設備の動力を担う主要機器であり、生産性の維持・向上の観点から安定した連続運転性能が要求される。

従来、熟練の点検作業者が定期的に現場を移動し、モータごとに振動や音などを人手で点検していた。一方、点検費用削減の要求や人員不足を背景として、モータ点検の効率化や省力化が求められていた。

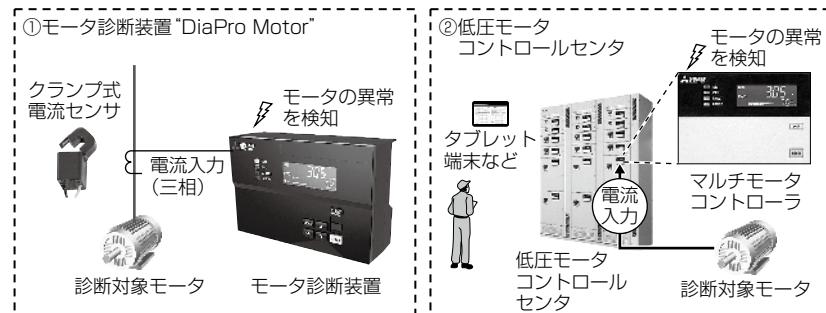
今回、モータ運転時の電流から独自の信号解析によって異常振動や軸受損傷などの機械系異常と、レヤショート(固定子巻線の短絡)や回転子バー損傷などの電気系異常を検知することが可能な技術を開発した。また、モータごとに初期状態を正常値として記憶し、異常判定値を個別に自動設定する独自機能によって、異常を高精度に自動検知できるようにした。電気盤内の電流を解析するため、水中や高所などの危険な場所に設置されたモータも診断可能になる。

この技術を搭載したモータ診断装置“DiaPro Motor”と低圧モータコントロールセンタは、2020年9月と11月にそれぞれ販売を開始している。この製品及び技術は2021年に第51回機械工業デザイン賞IDEAと電気学会第77回電気学術振興賞進歩賞を受賞した。



種類	異常内容
電気系異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・固定子巻線の短絡</li> <li>・回転子バー損傷</li> </ul>
機械系異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・軸受損傷</li> <li>・軸の振れ周り</li> <li>・回転軸の調整不良</li> <li>・異常振動</li> <li>・ベルト断線など</li> </ul>

①モータ診断装置“DiaPro Motor”



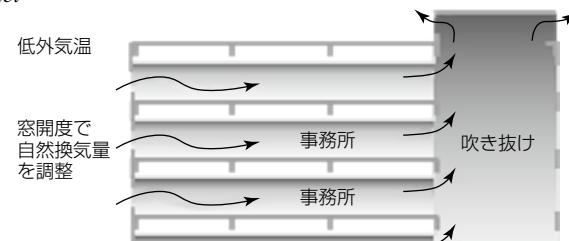
低圧三相モータの異常検知技術

## ■ 適応型快適モデルに基づく自然換気冷房技術

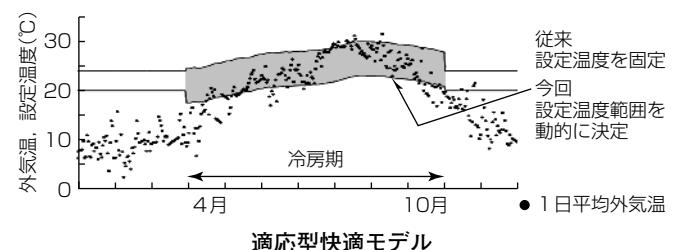
*Natural Ventilation Cooling Technology Based on Adaptive Comfort Model*

ZEB(net Zero Energy Building)を実現する技術の一つに自然換気を利用したパッシブ冷房が知られているが、快適性を損なわずに消費電力を抑えるためには効果的な制御が不可欠である。

設定温度を固定せず、過去30日間の移動平均外気温から設定温度範囲を動的に決定する適応型快適モデルと、中間期や初夏等の低外気温時に換気量を調整して冷房利用する自然換気冷房技術を開発した。当社のZEB関連技術実証棟“SUSTIE”(4階建てオフィスビル)を対象に関東地方の気象条件でシミュレーション評価した結果、気象条件に応じた室温制御による快適性の向上に加えて、冷房期の消費電力を6.4%削減できることを確認した。今後は、実証試験によって技術検証を行って実用化を目指す。



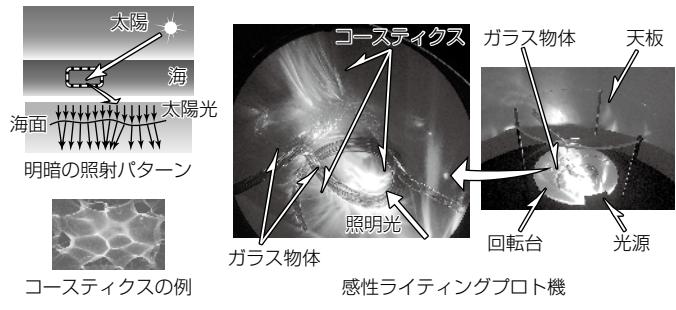
自然換気冷房



## ■ 自然の揺らぎを再現する感性ライティング

*Kansei Lighting for Reproducing Natural Fluctuations*

快適性の向上など、従来の照明にない新たな価値の提供を目指して、自然界の光と影の揺らぎを人工的に生成し、人の感性に訴えかける“感性ライティング”を開発した(京都大学との共同研究)。海面のような凹凸面によって太陽光が屈折・反射して生成するパターンをコースティクスと言うが、この開発では、複雑な凹凸形状を持つガラス物体を回転させ、太陽光を模擬した指向性の高い光を照射して明るさや色を時間的・空間的に変化させてコースティクスを再現した。この技術を2021年1～6月に当社イベントスクエア“METoA Ginza”に出展し、そこでのアンケート調査(回答数1,700件以上)では、居心地やリラックス等の項目で好ましい印象であるという結果を得た。

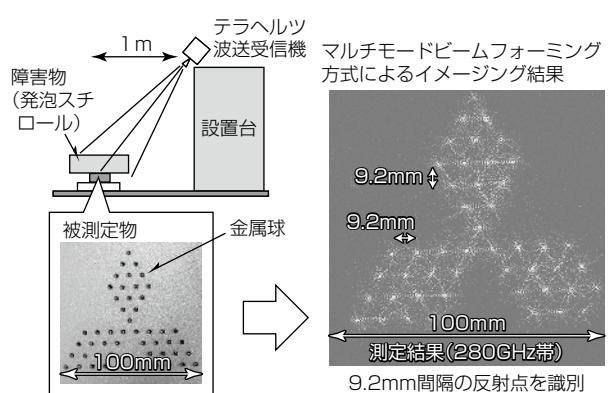


感性ライティングの原理とプロト機

## ■ テラヘルツ波を応用した高解像度イメージング技術

*High-Definition Imaging Technology Using Terahertz Signals*

光の高解像度と電波の透過性を併せ持つテラヘルツ波を活用した高解像度イメージング技術を開発した。テラヘルツ波帯はこれまで携帯電話などで利用してきた低い周波数帯に比べてはるかに広帯域な信号を送信できるため、帯域内に多数のビームを構成できる。周波数ごとに形状の異なるビームを送信・合成するマルチモードビームフォーミング方式によって、測定物以外の虚像を抑圧し、物体位置に応じた焦点制御を行うことで光が通らない障害物背後の物体を高解像度に可視化した。280GHz帯を用いてイメージング実証実験を行い、距離1mで解像度1cm以下を確認した。この技術は空港や駅のセキュリティゲート、工場での非破壊検査などへの応用が期待される。



280GHz帯を用いたイメージング実証実験

## ■ SiC適用階調インバータ方式高精度直流電源

High Precision DC Power Supply by Gradational Voltage Inverter with SiC-MOSFETs

MRI(Magnetic Resonance Imaging)用途の誘導性負荷に、高スルーレートかつ低リップル電流を供給するSiC(シリコンカーバイド)適用階調インバータ方式高精度直流電源(2kV/600A)を開発した。リップル電流低減にはインバータの高周波化が有効であるが、相反して素子のスイッチング損失が増大する。そこでこの電源では、高スルーレートを実現する大容量Si-IGBT(Silicon-Insulated Gate Bipolar Transistor)適用高電圧出力部と、低リップルを実現する高速SiC-MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)適用高精度電流出力部とをカスケード接続した階調インバータ方式にすることで、低リップル化と低損失化を両立させた。この電源を誘導性負荷(500μH)に適用し、高スルーレート(3A/μs)と低リップル率(<0.1%)を実現するとともに、従来のSi-IGBT適用直列多重インバータ方式に対して、半導体損失を最大51%低減した。

## ■ Beyond 5G/6Gを実現する位相トラッキング技術

Phase Tracking Technology for Beyond 5G/6G Communications

Beyond 5G/6Gの次世代移動通信システムでは、大容量化の実現にサブテラヘルツからテラヘルツ帯の高い周波数を用いるが、信号伝搬及び回路雑音に起因する位相雑音による信号劣化がより顕著になる。

今回、送信側でパイロット信号を挿入し、受信側で信号と位相雑音を同時処理する位相トラッキング技術を開発した。この開発技術は、従来技術と比較して受信性能<sup>(\*)1</sup>を2dB改善するとともに、演算規模を58%に低減できることをシミュレーションで確認した。

今後、様々な環境下での検証を実施するとともに、試作機上で開発技術の効果を確認する。

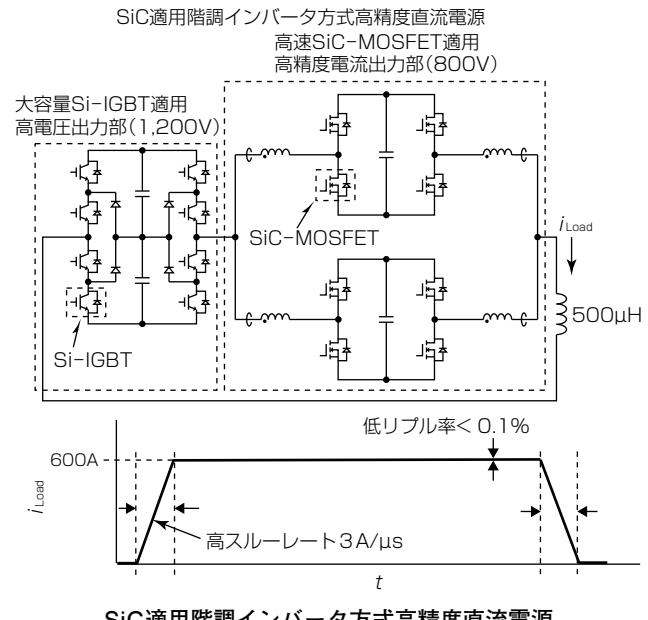
\*1 パケット誤り率10%以下を達成する受信SNR

## ■ グラフェン光ゲートダイオード構造による高性能赤外線検出器

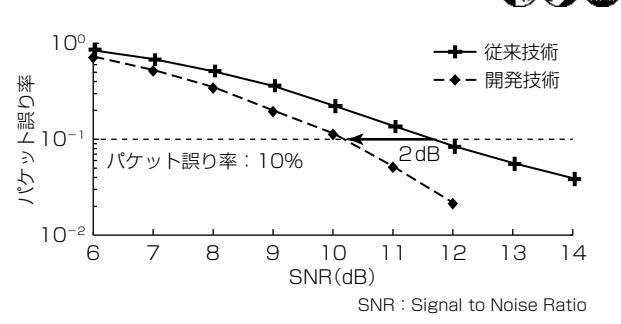
High Performance Infrared Detector with Graphene Photogated Diodes Structure

グラフェン光ゲートダイオード構造を考案して大幅に暗電流を低減した高感度赤外線検出器を開発した。

グラフェンは微小な電圧変化に対する出力電流変化が極めて大きくなる現象(光ゲート効果)が発生し、市販の赤外線センサの10倍以上の高感度化が期待できる。しかし、グラフェンを用いたトランジスタ型赤外線検出器では、暗電流が大きいため雑音が大きいことが課題である。今回、グラフェンの一部がInSb(アンチモン化インジウム)と直接接触するグラフェン光ゲートダイオード構造を考案した。トランジスタ型に比べて暗電流を1/10<sup>7</sup>以下にすることで雑音を低減し、か



SiC適用階調インバータ方式高精度直流電源

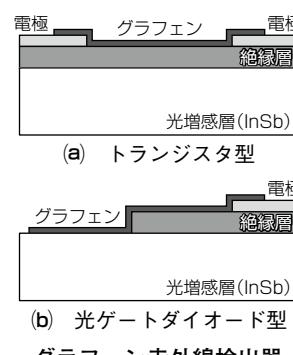


SNRとパケット誤り率の関係

演算規模の比較

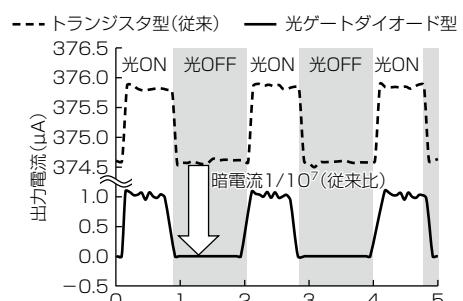
技術	位相トラッキング演算数	演算規模
従来技術	$L^3 + (2N_{PTRS} - 1)(L^2 + L) + N(2L - 1)$	100%
開発技術	$2N_p K_p (1 + \log K_p) + 3N \log N + N$	58%

$L$  : フィルタ長、 $N_{PTRS}$  : 位相トラッキング参照信号シンボル数、 $N$  : サブキャリア数、 $N_p$  : 位相トラッキング参照信号プロック数、 $K_p$  : 周波数サンプル数



グラフェン赤外線検出器

つ高感度を保つことに成功した。この研究は防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度JPJ004596の支援を受けた。



中波長赤外線に対する応答の比較

## ■ 海中応用に向けた可視光帯コヒーレント光送受信技術 Coherent Optical Transceiver with Visible Wavelength for Under Sea Application



水中透過率の高い可視光帯レーザ光は、海底探査等の海中利用で有望視される。三次元撮像や通信等の更なる高度化に向けて、可視光帯レーザ光の送受信を世界で初めて<sup>(\*)1</sup>コヒーレント検波方式で実証した。変調された波長1 μmのレーザ光を可視帯(0.5 μm)に変換後、反射体に送受し、反射光と参照光による干渉光を検出(コヒーレント検波)することで測距と通信の原理検証を行った(図1)。可視光帯

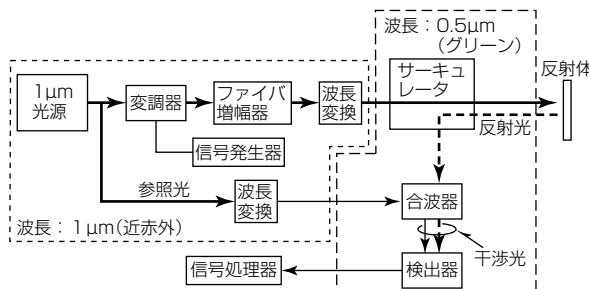


図1. 可視光帯コヒーレント光送受信実験系

では高速変調部品がなくて撮像分解能や通信速度が制限されたが1 μm帯で変調することでGHzオーダーの高速変調部品を利用可能になり、高感度受信と両立した。図2の受信スペクトル中、変調周波数での信号検出を確認した。今後、測距や通信への適用・検証を行う。

\* 1 2020年3月20日現在、当社調べ

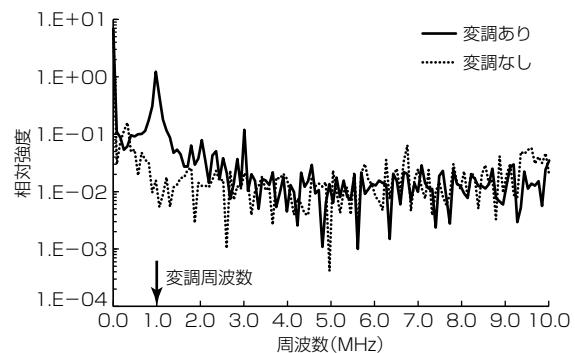


図2. 受信スペクトル

## 1.2 基盤技術の継続的深化 Continuously Enhance Fundamental Technologies

### ■ 安定性が保証できる強化学習技術 Stability-certified Reinforcement Learning



社会インフラ、車両、ドローンなどの各種機器やシステムの制御にAIを導入することで、それぞれの性能を向上させることが期待されている。しかし、従来のAI制御では安定性が保証できず外乱に弱いなどの課題があった(図1)。そこで、東京大学と共同で、AI制御の安定性を保証可能にするニューラルネットワーク(NN)に対する新しい学習手法を開発した。

制御システムでは全要素のL2ゲイン<sup>(\*)1</sup>(図2の $\gamma_L$ )の積が1以下になることがシステムの安定条件として知られている。この開発ではシステムの安定条件とNNの数学的特性の関係を調べて、NN各層の入出力比の積(図2の $\sigma_\pi$ )がL2ゲインの上界になることを証明した。これによって、システムの安定条件( $\gamma_L \leq 1$ )を満たすためにはNN各層の入出力比 $\sigma_\pi$ を学習時に調整すれば安定性を保証可能であることを理論的に示した。

この理論に基づいてNNの学習を実施し、得られたNNが制御性能を保ちつつ安定性が保たれていることを実験的に確認した。

この技術によってAIによる制御の安定性を保証できるようになり、AI導入範囲の拡大、ひいては機器・システムの性能向上が期待される。

\* 1 制御工学で用いられる要素の入出力比の一種

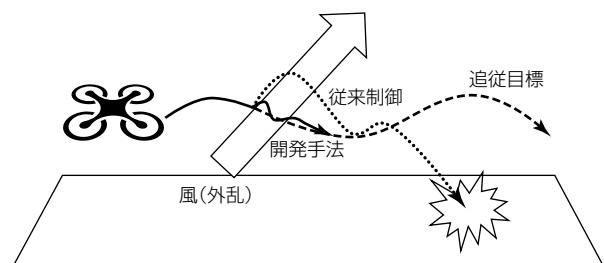


図1. 手法適用例(ドローン)

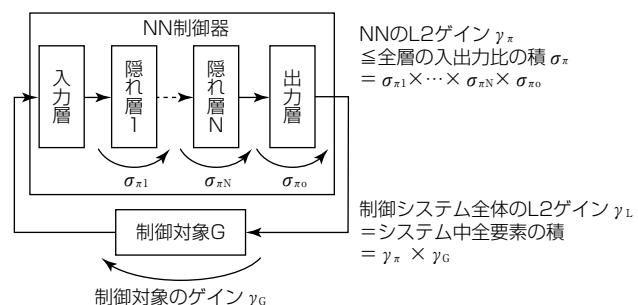


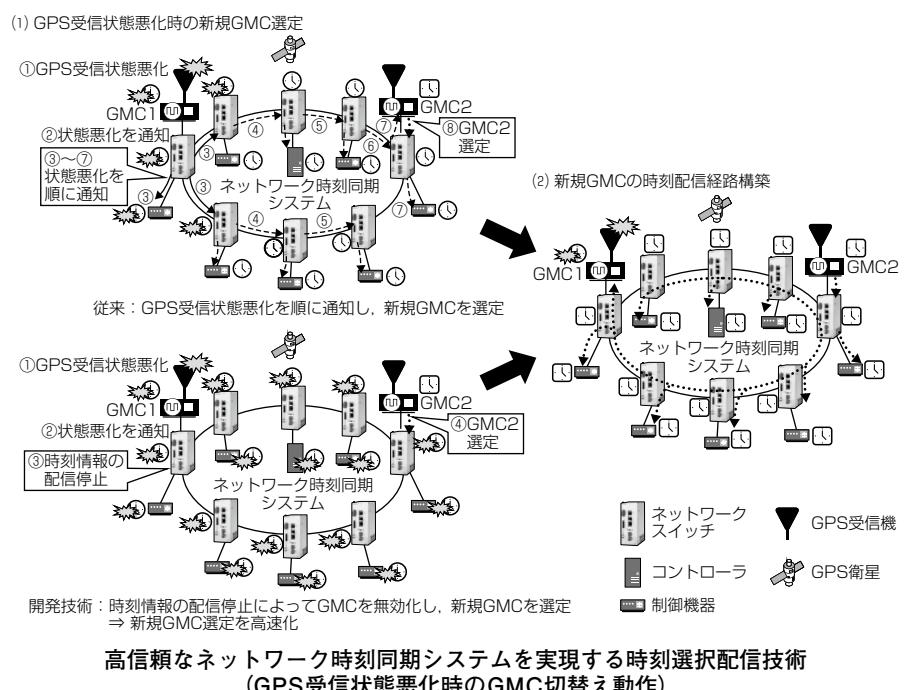
図2. 制御システム

## ■ 高信頼なネットワーク時刻同期システムを実現する時刻選択配信技術

Clock Selection and Time Transmission Method for Reliable Network Time Synchronization Systems

ネットワークにつながる複数機器を高精度に時刻同期する方 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.1AS (gPTP (generalized Precision Time Protocol)) で、高信頼な時刻同期システムを実現する時刻選択配信技術を開発した。gPTPでは、ネットワーク上に複数配置された時刻配信源になるGMC (Grand Master Clock) がGPS (Global Positioning System) 受信状態を含むGMC状態を一定周期で送信し、ネットワークスイッチで最も良いGMC状態を選択し、一定周期で転送することで時刻情報の配信経路を構築するアルゴリズムが規定されている。今回、ネットワークスイッチで選択したGMCの状態悪化を検知した場合に、対象のGMCから受信する時刻情報の配信を停止し、選択したGMCをネットワーク全体で高速に無効化する方式を開発した。この方式によって、ネットワークの規模やGMCの配置による影響を抑えて、状態の悪化したGMCの無効化と新たなGMCの選定を高速化できることから、時刻配信経路の切替えで生じる同期が不安定な期間を短

縮でき、より高信頼な時刻同期システムを提供可能にした。また、この技術と当社の高精度な時刻同期技術を組み合わせることで、ネットワークの機器間で高精度な同期による緻密な制御が要求される制御システムや高精度な監視が求められる各システムで、数μsオーダーの同期を維持する高信頼なネットワークを実現した。



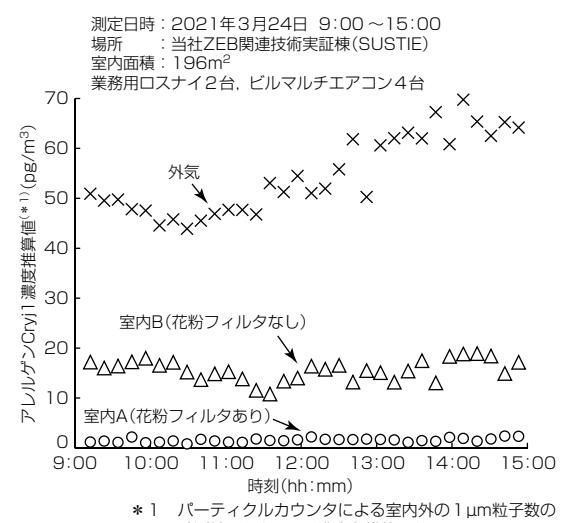
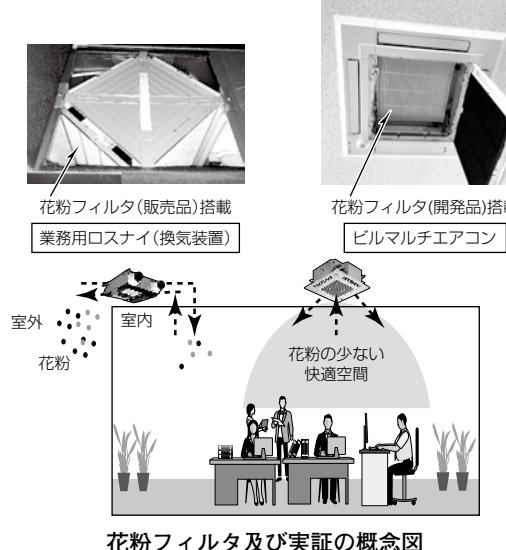
高信頼なネットワーク時刻同期システムを実現する時刻選択配信技術  
(GPS受信状態悪化時のGMC切替え動作)

## ■ 花粉アレルゲンを捕らえて知的生産性を向上させる空調機用高性能花粉フィルタ

High-performance Pollen Filter for Air Conditioners to Increase Intellectual Productivity by Catching Pollen Allergens

省エネルギーだけでなくアレルゲン低減などによって知的生産性向上にも寄与するビル向け製品を開発している。その一環で、ビルマルチエアコン向けに空気中の花粉アレルゲンを捕捉する花粉フィルタを開発した。このフィルタは2020年に市場投入した、全熱交換形換気機器“業務用ロスナイ”向花粉フィルタと同様、繊維を摩擦帶電させた特殊な不織布濾材(ろざい)を用いて、繊維密度や濾材の折り込み構造をビルマルチエアコン向けに最適化することで圧力損失の低減に伴う省エネルギー化と高アレルゲン捕集率との両立を実現した。花粉フィルタを

搭載した業務用ロスナイとビルマルチエアコンを設置した室内実証試験では、東京都の平均飛散花粉数から推算したアレルゲン濃度が55pg/m<sup>3</sup>の場合、1pg/m<sup>3</sup>程度にまで低減できることを確認した。

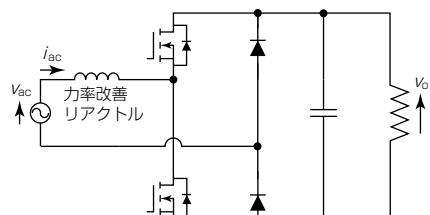


花粉フィルタによる濃度低減効果

## ■ 動的スイッチング周波数制御を適用した低損失AC-DCコンバータ

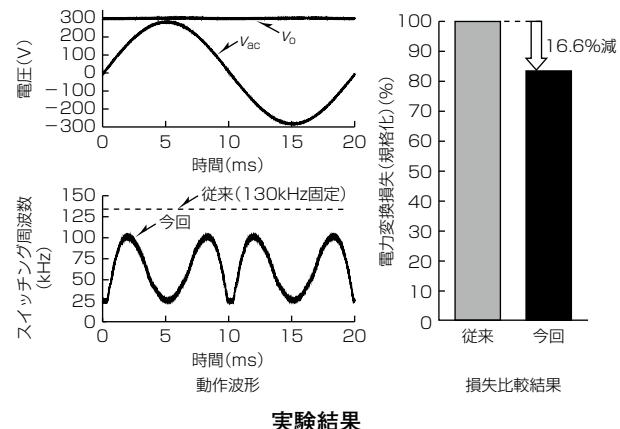
Low Power Loss AC-DC Converter with Dynamic Switching Frequency Control

力率改善AC-DCコンバータで、追加部品なしで低損失化を実現するためのスイッチング周波数制御技術を開発した。従来の固定スイッチング周波数制御では、力率改善リクトルの磁束密度が入出力電圧で一意に決定されてしまうので電力変換損失の低減には限界があった。今回、入出力電圧に応じて回路損失が最小になる磁束密度を演算し、これに追従するようにスイッチング周波数を動的に制御した。この結果、力率改善機能は維持しながら、力率改善リクトルの損失を最小化できるとともに、スイッチング回数も低減できることから



力率改善AC-DCコンバータの主回路構成

パワーデバイスの発生損失低減効果と合わせて、電力変換損失を従来比で16.6%低減できることを実証した。



## ■ ナノコンポジット化技術による絶縁性能向上

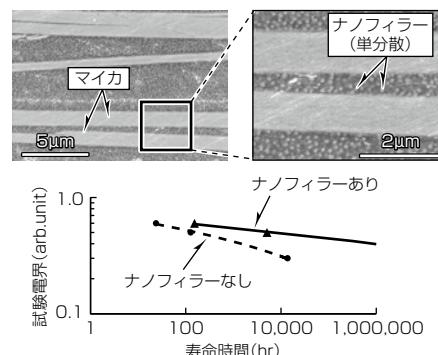
Improvement of Insulation Performance by Nanocomposites Technology

タービン発電機の高効率化を目的に、ナノフィラーを配合した熱硬化性樹脂をマイカ(雲母(うんも))に含浸し、硬化することで、絶縁性能に優れた固定子コイル絶縁材を開発した。

この開発では、樹脂配合設計・分散プロセス技術を駆使して、ナノフィラーの表面改質による樹脂中での単分散化を実現し、含浸によるマイカ間隙へのナノフィラーの充填を可能にした。充填されたナノフィラーは、放電時の樹脂侵食を抑制する効果があり、コイル絶縁材の薄肉化が可能になるため、この技術は放熱性向上及び導体断面積の拡大による機器の高効率化に寄与する。今後、実用化に向けて発電機への量産適用開発を進める。この開発の一部はNEDO(国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)

の戦略的省エネルギー技術革新プログラム<sup>(\*1)</sup>の一環として実施した。

\* 1 電力機器用革新的機能性絶縁材料の技術開発(JPNP12004)



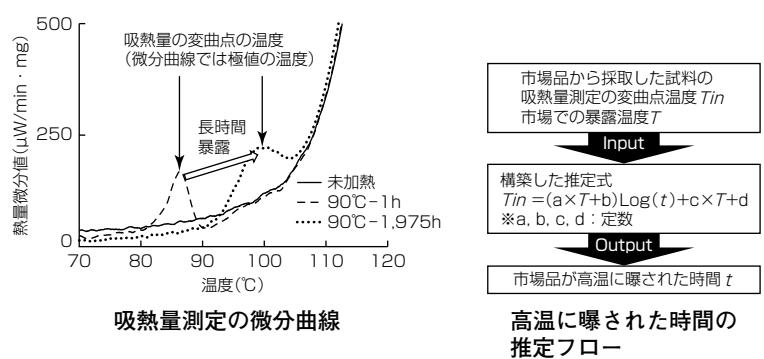
ナノフィラー適用による絶縁性能の向上

## ■ 樹脂材料の寿命推定に向けたポリエチレンの熱履歴解析

Analysis of Thermal History of Polyethylene Toward Life Prediction of Plastics

樹脂を用いた部品の寿命推定に向けて、80°C以上の高温環境で使用される樹脂材料(プラスチック材料)の使用時間推定する技術を開発した。結晶性樹脂が融解温度未満の高温に曝(さら)されると、樹脂の結晶状態が変化する。この変化は、温度上昇に伴う材料の吸熱及び発熱を評価する示差走査熱量測定で、吸熱量の温度依存性の変曲点として表れる。今回、結晶性樹脂であるポリエチレンについて、暴露温度が既知(80°C以上)の試料の示差走査熱量測定から暴露時間を得る推定式を構築した。この推定式を用いることで、市場で使用された樹脂材料の熱履歴を解析できる。また、数mgの採取だけで解析で

きるため、樹脂材料の残寿命推定や異常診断への応用が期待される。



## ■ 知識処理に基づく対話要約技術

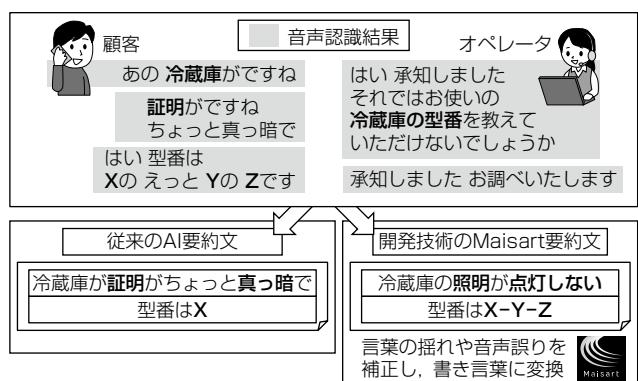
Dialogue-summarizing AI Based on Knowledge Processing

電話などによるオペレータの顧客対応業務を効率化するために、顧客との通話内容を要約した報告書を自動で作成したいというニーズが高まっている<sup>(\*)1</sup>。

当社は、AI技術“Maisart(マイサート)”によって、学習した過去の通話履歴や報告書を使って、電話対応による話し言葉の表現や類義表現を自動補正して、書き言葉で要約文を自動生成する“知識処理に基づく対話要約技術”を開発した。従来の報告書作成と比較して、オペレータによる修正の必要性が少ない要約文を自動生成でき、報告書作成に要する時間を削減する<sup>(\*)2</sup>。

\*1 出典：コールセンター白書2019、(株)リックテレコム

\*2 コールセンターで録音されたデータと報告書で評価

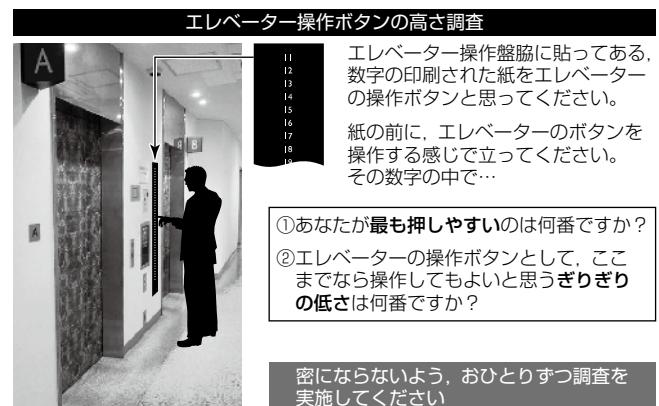


対話要約技術のコールセンターへの適用イメージ

## ■ エレベーター行先予報システム乗場操作盤のユニバーサルデザイン

Universal Design of Hall Operation Panel for Elevator with Destination Oriented Allocation System

エレベーター行先予報システムは、エレベーターの輸送効率を向上させるシステムである。乗場に設置される操作盤を健常者・車いすユーザーが共通で使用する場合、適切な取付け高さについて検討した。健常者141名を対象にして調査した結果、及び米国建築基準が示す車いすユーザーの手が届く高さのデータから、健常者・車いすユーザー双方に許容される乗場操作盤の取付け高さは“操作ボタンの中央部の床上高さが955~1,220mm”であることを導出した。今後は当社エレベーター製品開発の指針とする予定である。



調査対象者(健常者)に提示した実施要領書

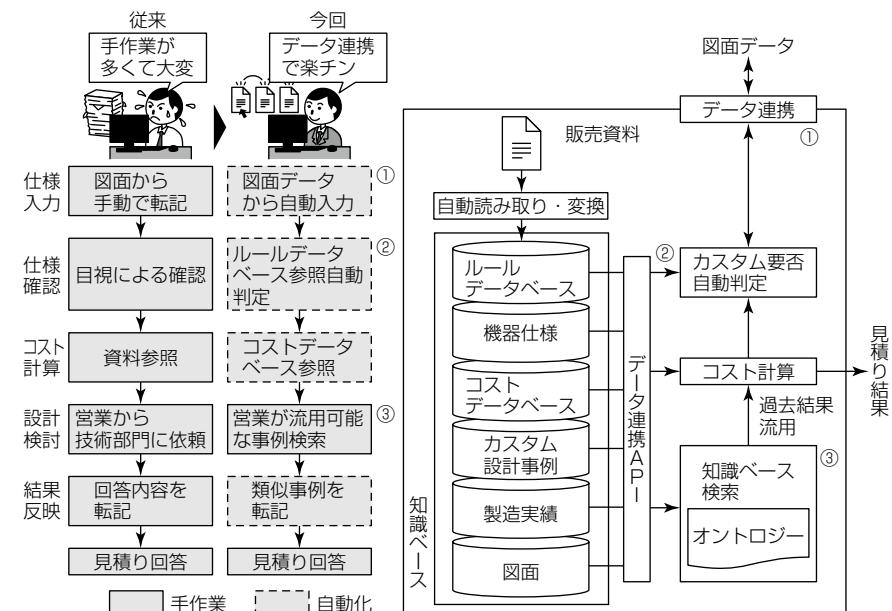
## ■ 製品コスト見積り業務の自動化技術

Automation Technology for Product Cost Estimation

案件ごとにカスタム設計を伴う製品では、見積り早期回答と低コスト化のため、製品コスト見積り業務の効率化が求められている。

今回、①図面とシステム間の仕様転記作業を、顧客から受領した図面データを活用して自動化するデータ連携技術、②ルールデータベースによって入力仕様に対するカスタム設計要否を自動判定する技術、及び③設計業務知識を形式化したオントロジーを用いて、見積り回答に流用可能な過去事例を高精度に検索する知識ベース検索技術を開発した。

これらの技術によって、見積り早期回答と設計コスト低減を実現した。



見積り業務フロー及び見積りシステム

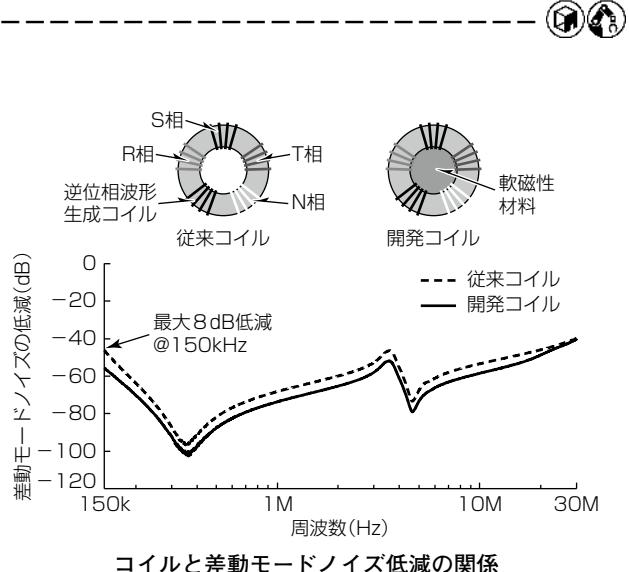
## ■ 電力変換器のアクティブノイズキャンセラ技術

Active Noise Cancelling Technology for Power Converters

パワー半導体を搭載した電力変換器の適用拡大に伴い、誤動作を招く電磁ノイズの抑制が求められている。

電磁ノイズの抑制に、逆位相波形を利用したアクティブノイズキャンセラ技術を開発している。電力変換器には、従来コイルによるコモンモードノイズの低減に加えて、差動モードノイズの低減が必要になる。

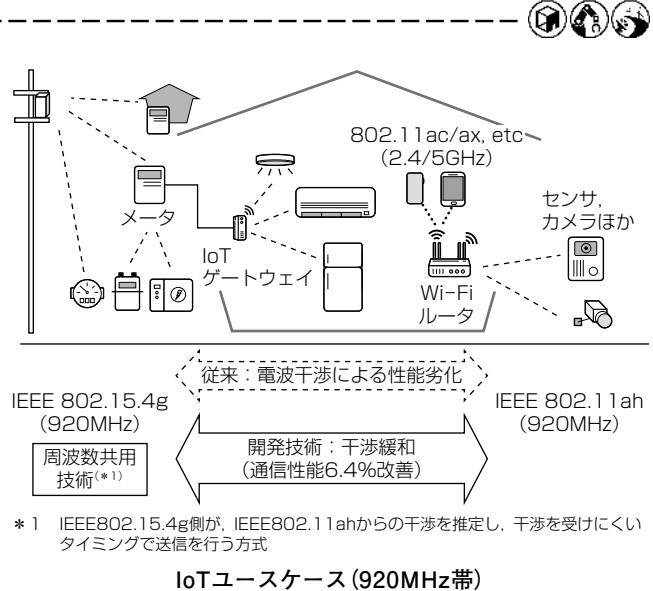
新たなコイルを開発し、軟磁性材料でコイル内円部を封止して漏れインダクタンスを2倍に増やした。その結果、コイルに新たな磁束を生成して従来コイルと同体積で差動モードノイズに対応し、最大8dB@150kHzのノイズ低減効果が得られた。今後はコイル量産方法を確立し、空調機用電力変換器などへの適用を目指す。



## ■ IoT向け異種無線通信システム間の周波数共用技術

Wireless Coexistence Technology for Internet of Things

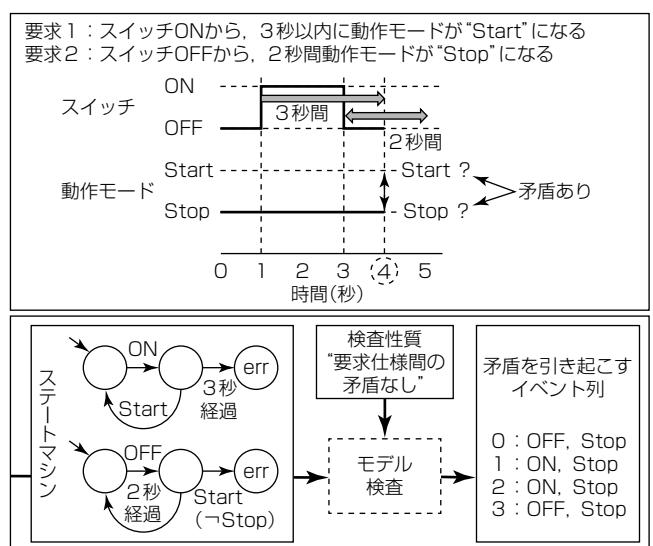
920MHz帯で動作するIoT(Internet of Things)向け無線通信システムIEEE 802.15.4gとIEEE 802.11ah間の周波数共用技術を開発した。IEEE 802.15.4gはスマートメータや環境モニタリングに使用されており、IEEE 802.11ahは既存Wi-Fi<sup>(注)</sup>の拡張として屋外IoTアプリケーションへの適用が期待されている。多数のモノが無線でつながることで無線通信システム間の電波干渉が課題になる。この技術によって、従来干渉によって性能劣化が発生していたIEEE 802.15.4g側の通信性能が改善(従来比6.4%)し、IoT機器はより安定した通信が可能になった。また、この技術をIEEE 802.19.3標準化に提案し、2021年4月にIEEE 802.19.3規格として承認された。



## ■ 時間制約を含むソフトウェア要求仕様の一貫性検証技術

Consistency Checking Technique for Software Requirements Including Time Constraints

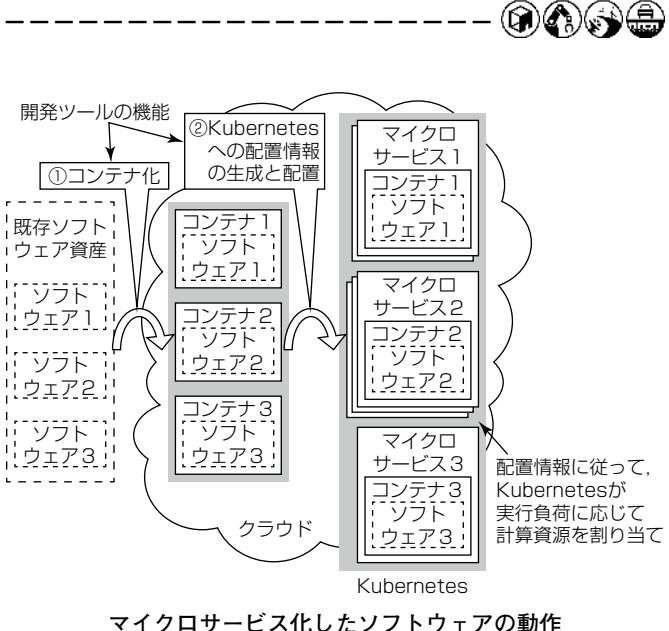
時間的制約を含むソフトウェアの要求仕様間の矛盾を、形式手法を用いて検出する技術を開発した。外部入力やシステム動作といったイベントが特定の順序・間隔で発生した場合だけ顕在化する検出困難な欠陥を、設計の段階で網羅的に検出することで、開発下流からの手戻りを防止する。矛盾の検出では、形式記述された各要求仕様を、時間的制約を考慮したステートマシンに変換する。各ステートマシンはイベントの発生に応じて状態遷移し、対応する要求仕様に違反するイベント列を検知する。これらのステートマシンをモデル検査機等の形式検証ツールに入力し、要求仕様間の衝突を引き起こすイベント列を探索することで、要求仕様間の矛盾を網羅的に検出する。



## ■ 既存ソフトウェア資産のマイクロサービス化

Converting Existing Software Assets into Micro-services

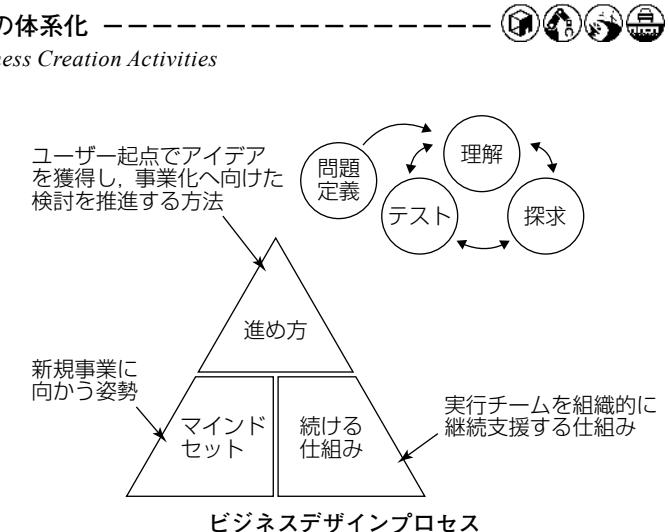
企業ではこれまでに数多くのソフトウェアを開発し、資産として持っている。これら資産の更なる活用を目的として、ソフトウェアをAPI(Application Programming Interface)を介してクラウド上で実行可能なマイクロサービスに変換するツールを開発した。このツールは対象になるソフトウェアと数行の設定ファイルを入力として、①コンテナ化、②Kubernetes<sup>注1</sup>（コンテナのスケジューリングと管理を担う実行基盤）への配置情報生成と配置を行い、ソフトウェアをマイクロサービスとして公開する。このツールが生成する配置情報はKubernetesに対して、マイクロサービスの実行負荷に応じた計算資源の最適な割り当てを指示する。これらによって、既存ソフトウェアを再利用し、クラウド上で実行する際のコストを削減できる。



## ■ 新規事業創出活動を支援する“ビジネスデザインプロセス”的体系化

Systematization of "Business Design Process" to Support New Business Creation Activities

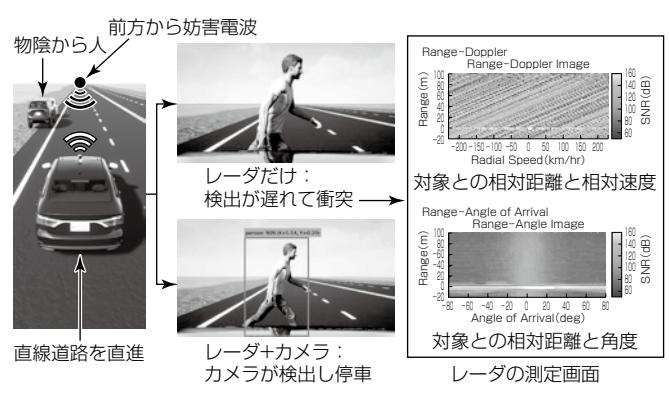
新規事業創出活動の活性化と支援を目的に、デザイン思考をベースにした“ビジネスデザインプロセス”を独自に体系化した。当社内の新規事業創出活動の特徴と市場の最新研究を分析し、この研究では、事業化に向けた推進方法“進め方”，取組みに必要な意識“マインドセット”，活動を継続的に支える組織的支援“続ける仕組み”的三つの視点でプロセスを定義している。主な特徴は、関係者全員が主体性を持って共創しながら活動する方法を採用し、新規事業創出の実行プロセスとともに、実行者のマインドや実行組織の仕組みについて変化を求めている点である。これらを、当社の製作所や事業部、関係会社での新規事業創出活動の支援に生かしている。



## ■ 自動運転を想定したセンサ攻撃耐性評価シミュレータ

Simulator for Sensor Attack Resistance Evaluation on Autonomous Driving

様々なセンサに支えられる自動運転では、電波を妨害して測距を誤らせるなどのセンサ攻撃への耐性を定量化して評価することが不可欠である。実車を用いた評価が安全性の観点で難しいことや、設計への反映のため開発の早期段階での評価が求められることから、シミュレータによるセンサ攻撃耐性評価技術を開発した。日本と欧州のNCAP (New Car Assessment Programme: 新車アセスメントプログラム)で規定されているAEB(Autonomous Emergency Braking: 衝突被害軽減ブレーキ)試験の走行シナリオを網羅し、走行中の車に対する攻撃の影響を評価できる。実車では難しい網羅的な評価や、攻撃耐性を考慮したセンサの性能要件の早期決定を可能にする。



センサ攻撃耐性評価シミュレータの画面例

## ■ 通信ケーブルへのノイズ侵入位置の推定技術

Position Estimation Technique of Noise Intrusion into Communication Cable

ケーブルを用いた通信で、送受信ICの低電圧化／高周波化が進んでおり、外来ノイズによるトラブルが増加している。このようなトラブルが工場内に敷設したケーブル網で発生すると、ノイズ源の特定に多大な時間を要することがあった。今回、複数箇所で観測したノイズを、シミュレータ上で各々の観測点から同時に時間を遡らせて伝搬させ、ノイズ侵入直後の電圧分布を再現することで、ケーブルのどの位置からノイズが侵入してきたかを推定する解析技術を開発した(図1)。

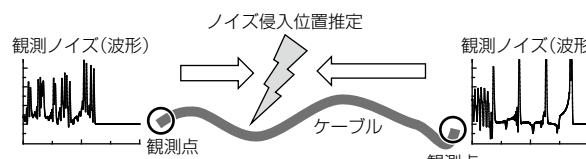


図1. 時間を遡るシミュレーションによるノイズ侵入位置推定

20mケーブルを用いた検証で、30cm精度でノイズ侵入位置を特定できることを確認した(図2)。この技術によって、ノイズ源の特定が容易になり、通信異常への対策を迅速に行うことが可能になる。

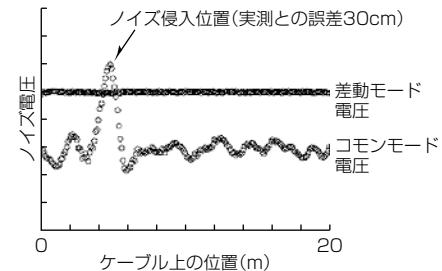


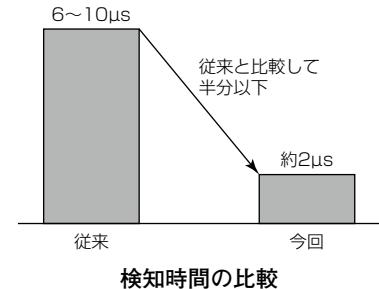
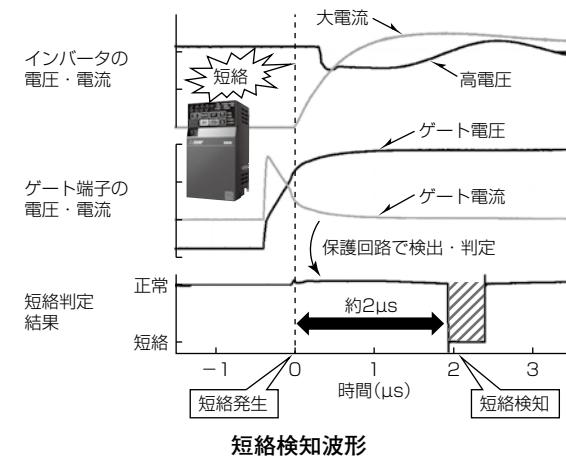
図2. ノイズ侵入時のケーブル上の電圧分布推定結果

## ■ ゲート電圧・電流情報を用いた高速検知方式の短絡保護回路

Short-circuit Protection Circuit with High-speed Detection Method Using Gate Voltage and Current Information

パワー半導体の短絡状態を高速で検知するゲート検知方式の保護回路を開発した。短絡状態とは、パワー半導体に高電圧・大電流がかかる現象で、パワー半導体の破壊につながる。従来はインバータの電圧・電流情報から短絡状態を検知してパワー半導体を保護していたが、検知速度が遅いという課題があった。今回、パワー半導体を制御するゲート端子の電圧・電流情報だけを使用し、高速に短絡状態を検知する回路を開発した。その結果、従来の半分以下になる約2μsの短時間で

短絡状態を検知して保護することに成功し、インバータの安全性向上を実現した。この短絡保護回路を搭載した汎用インバータ“FREQROL-E800シリーズ”は2020年12月に量産を開始した。



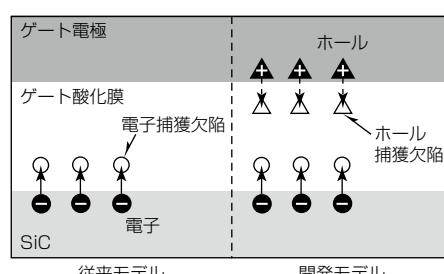
## ■ SiC-MOSFETでのしきい値電圧変動の物理モデル構築

Physical Modeling of Threshold Voltage Shift in SiC-MOSFETs

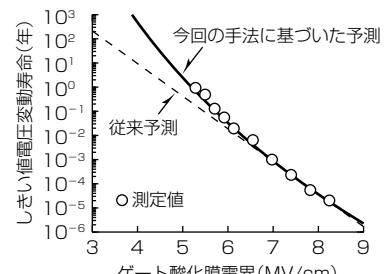
パワーエレクトロニクス機器を制御するパワー半導体であるSiC(シリコンカーバイド)-MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)で、実使用によるしきい値電圧の時間変動現象に関する物理モデルを構築し、素子寿命予測を精緻化した。

SiC-MOSFETの寿命は、高電界領域で取得した寿命データに基づいて、低電界領域の寿命を直線近似で外挿して推定していた。今回、ゲート酸化膜中の電荷捕獲モデルに基づいて、しきい値電圧に影響する電子捕獲欠陥の影響を、ホール捕獲欠陥の影響と分離評価する手法を構築した。この手法によって、ゲート酸化

膜電界としきい値電圧の変動寿命との関係を広い電界領域で取得した結果、実使用条件になる低電界での寿命が従来予測よりも長寿命であると予測された。この技術をSiC-MOSFETの高信頼性設計に活用していく。



今回開発と従来のゲート酸化膜中の電荷捕獲モデル

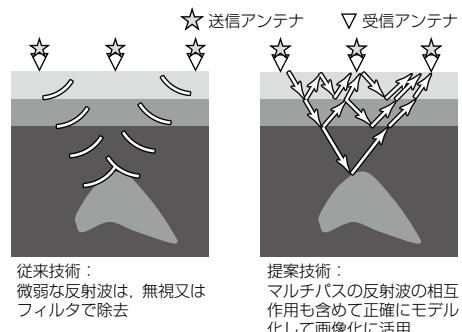


今回開発と従来のゲート酸化膜電界に対するしきい値電圧変動寿命予測

## ■ 非破壊インフラ監視を可能にするレーダ画像化技術

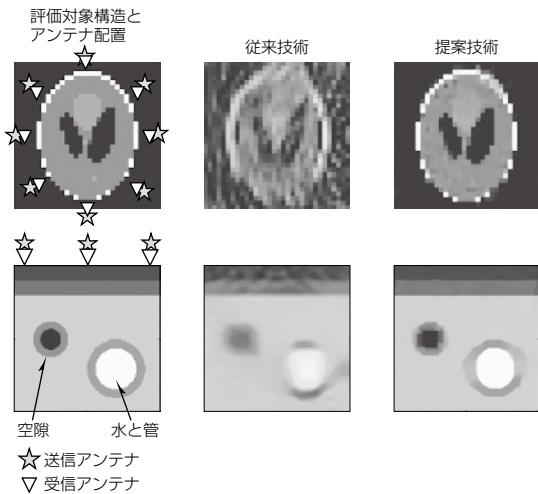
*Radar Imaging Technology to Enable Non-destructive Infrastructure Monitoring*

老朽化したインフラの検査や地中埋設物の特定を可能にする、地中や構造物内部を非破壊で可視化するレーダ画像化技術を開発した。レーダを対象物に照射し、測定した反射波に基づいて画像化する際には、反射波伝搬を正確にモデル化し、現実的な演算量に抑えることが鍵になる。地中や構造物内部では、層や物質によってマルチパスを含む複数の反射波が発生するが、従来は、微弱な反射波は画像化に用いていなかった。提案技術ではマルチパスの微弱な反射波も利用することでモデル精度を向上させて、解析する周波数帯域を徐々に拡大することで演算量も抑制



従来技術と提案技術の比較

した。これによって、従来と比較して最大7dBの信号雑音比向上を実現した。

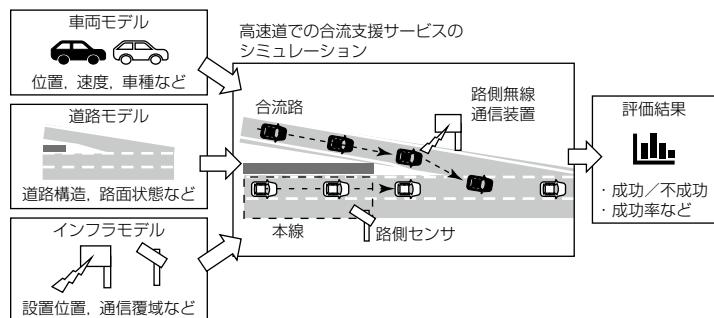


## ■ インフラ協調型自動運転システムのシミュレーション評価技術

*Simulation Evaluation Technology for Vehicle-infrastructure Cooperative Automated Driving System*

自動運転車両の自律走行を高度化するインフラ協調型自動運転システムでは、路側センサが検出した走行車両の位置や速度の情報を自動運転車両に無線通信を用いて通知する。その導入に際しては、様々なサービス要件に応じたシステム設計と開発効率化が課題になる。今回、車両・道路・インフラの3種類のシミュレーションモデルを作成し、個々のモデルを組み合わせることによって、インフラ協調型自動運転システムの機上評価を可能にするシミュレーション評価技術を開発した。この技術によって、高速道路での合流支援や料金所の通過支援など様々なサービスのシステム設計と機上評価ができるようになり、インフラ

協調型自動運転システムの開発効率化が可能になる。



インフラ協調型自動運転システムのシミュレーション評価技術の概要

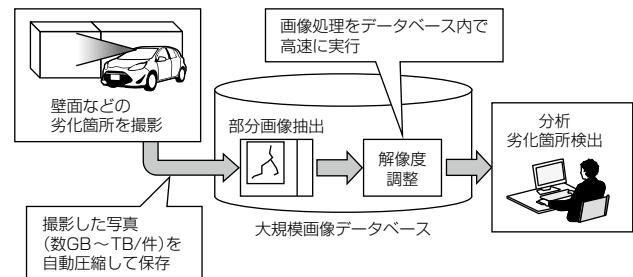
## ■ 公共インフラ維持管理向け大規模画像データベース

*Large Amount and Large-scale Image Database for Public Infrastructure Maintenance*

高度経済成長期に整備された道路や橋などの公共インフラが老朽化し始めており、適切な管理・補修のための画像診断が普及しつつある。しかし、公共インフラを画像診断するための撮影画像は、大規模(大量のデータ件数で、1件当たりのデータ量が大きい)であり管理には多くの計算機資源が必要になる。そこで、画像管理に適した機能を持つデータベースを開発した。

蓄積時には画像を自動的に圧縮してデータ量を削減する。また、データベース内の圧縮画像を対象に部分画像抽出や解像度調整などの画像処理機能によって、処理を高速に実行する。解像度調整の一例では、PostgreSQLより26倍高

速であることを確認した。このデータベースを画像分析システムに適用し、公共インフラの適時の管理・補修を実現する。



公共インフラ維持管理向け大規模画像データベース

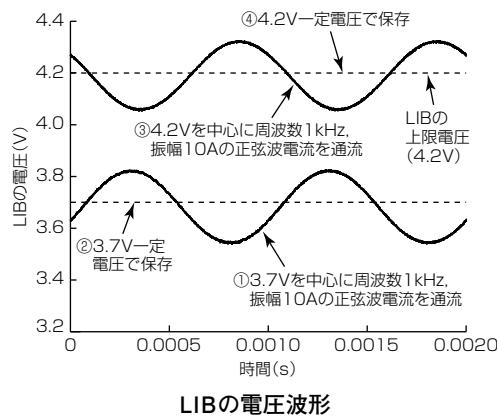
## ■ フィルタの小型化に向けたリチウムイオン電池へのリップル電流の影響評価

Effect Assessment of Ripple Current to Lithium Ion Battery for Miniaturization of Filter

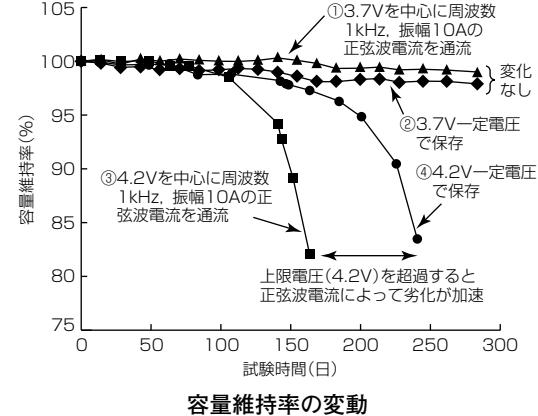


リチウムイオン電池(Lithium Ion Battery: LIB)と変換器を接続した機器では、LIBに流れるリップル電流を低減するフィルタが用いられる。しかし、リップル電流がLIBに及ぼす影響は不明確なため、過剰なフィルタが選定される可能性があった。

今回、リップル電流を模擬した正弦波電流をLIBに通流し、劣化に及ぼす影響を評価した。その結果、通流によってLIB電圧が上限電圧を超過すると劣化が促進されるが、上限電圧を超過しない場合は電



流に交流成分が含まれても劣化に影響しないことを明らかにした。これによって、LIB電圧が上限電圧を超過しない範囲にリップル電流を低減するフィルタを選定することで、フィルタの小型化が可能になる。



## ■ エレベーター保守での昇降路内音源方向推定技術

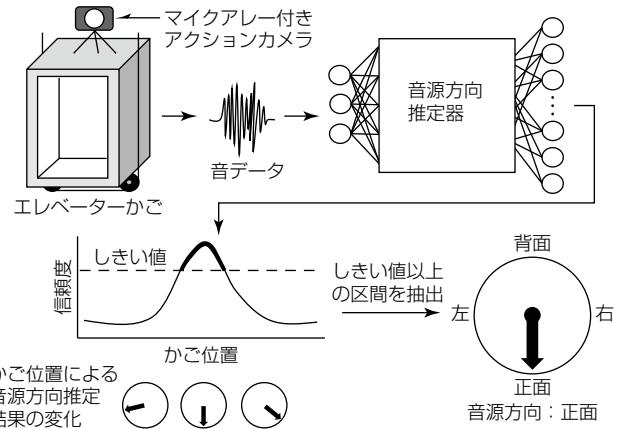
Method of Sound Localization in Hoistway for Elevator Maintenance



エレベーター保守作業では、異常音発生源を保守員が特定しており、その効率化や安全確保が課題になっていた。

今回、かご上に設置したマイクアレーの音データから異常音発生源の方向を推定する音源方向推定技術を開発した。昇降路内は反射音が生じやすく、マイクアレーと異常音発生源との位置関係によっては音源方向推定が困難になる。そこで音源方向推定が的確にできているかを示す信頼度を算出するようにして、かご位置を移動させながら信頼度がしきい値以上になる区間の推定結果を抽出することで、より正確な異常音発生源の特定を実現した。

この技術は市販品のアクションカメラで利用可能なため昇降路内作業削減による効率化や安全性向上に貢献できる。



エレベーター保守での昇降路内音源方向推定技術

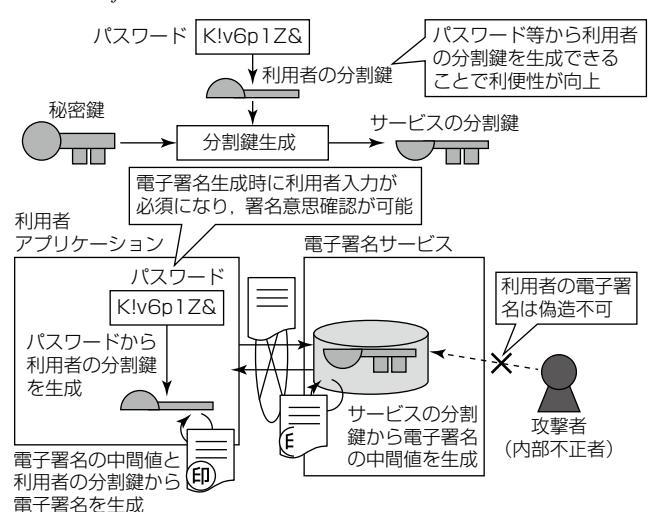
## ■ 鍵管理デバイスを不要にする分割鍵管理ソフトウェア

Key Management Software Using Threshold Cryptography to Eliminate the Need for Devices



テレワークの課題である押印の代替手段に、電子署名サービスがある。従来、電子署名を行うための秘密鍵を安全に管理するため、HSM(Hardware Security Module)を利用していたが、高価なため導入コストが高くなる課題があった。

今回、パスワード等からしきい値暗号の分割した秘密鍵を生成する技術と、しきい値暗号を導入することで秘密鍵を分割したまま電子署名の生成を行う技術を開発した。分割した秘密鍵を利用者、サービスそれぞれで管理することで、利用者の利便性と、HSM不要で安全性を確保することに成功した。この技術を電子署名サービスに適用し、サービス側管理者による電子署名の偽造防止や、電子署名で重要な利用者による署名意思の確認が容易に可能になる。

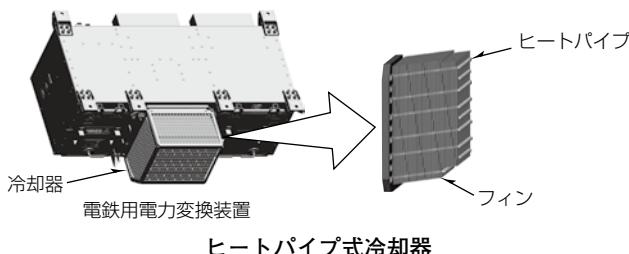


分割鍵管理ソフトウェア

## ■ 電鉄用ヒートパイプ式冷却器の性能を予測する熱流体解析技術

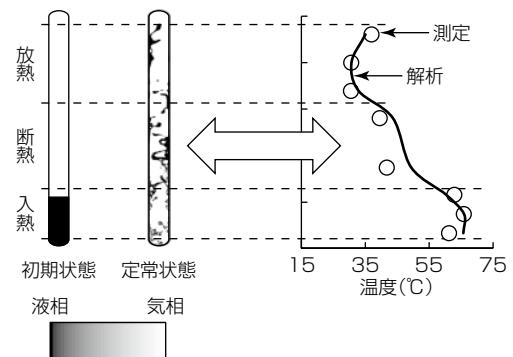
Thermo-fluid Analysis Technology Predicting Performance of Heat Pipe Cooler for Electric Railways

電鉄用ヒートパイプ式冷却器の高性能化に向けてパイプ断面形状の変更を検討している。ヒートパイプは内部冷媒の流動と相変化によって熱輸送するが、断面形状を変更すると内部の流動特性が変化するため、試作と試験による評価が必要であり、開発期間の短縮のためには解析技術が必要とされていた。今回、解析技術に新たに相変化モデルを組み込むことで相変化と気液流動が連成した解析を実現した。ヒートパイプ壁面温度分布の解析結果と測定結果を比



ヒートパイプ式冷却器

較したところ、誤差が15%以下になり、この解析技術の妥当性を確認した。今後、この解析技術をループ型ヒートパイプに拡張するとともに、気液相変化を利用した幅広い製品へ適用する予定である。



解析結果と測定結果の比較

## ■ 顧客との要件定義を支援するMBSEとデモ用ソフトウェアの連携環境

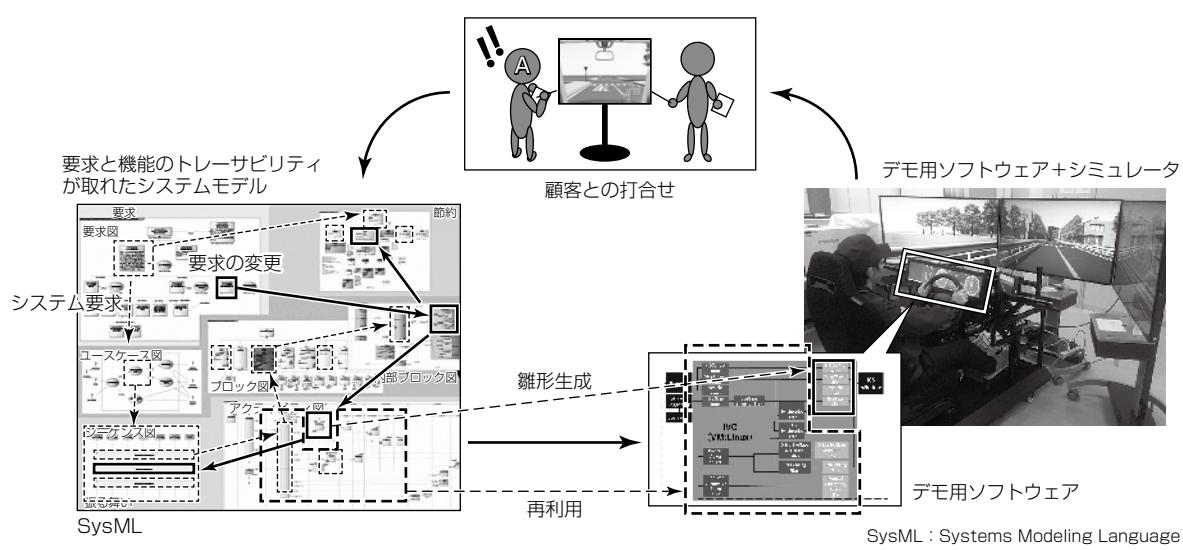
Framework to Support Requirement Analysis with Model-Based Systems Engineering and Demo Software

受注開発で、顧客へのサンプル出荷後に認識の齟齬(そご)が発覚して大きな手戻りを発生させてしまうことがある。

この問題を解決するため、顧客要求を反映したデモ用ソフトウェアを用いて、顧客との議論・反映を短期間で繰返し可能な環境を開発した。

この環境では、要求とデモ用ソフトウェアとのトレーサ

ビリティが取れたシステムモデルをMBSE(Model-Based Systems Engineering)で定義することで、要求変更の影響を受けないソフトウェアの容易な再利用を実現し、開発期間を短縮する。さらに、システムモデルからデモ用ソフトウェアの雛形(ひながた)を生成することで、再利用しないデモ用ソフトウェアの開発効率も向上させる。



顧客との議論・反映のサイクルのイメージ

## 1.3 コア技術の強化 Strengthen Core Technologies

### ■ 光空間通信技術の高度化 Upgrading of Free Space Optical Communication Technology

光空間通信技術は、電波に対して広帯域・高指向が得られ、特に宇宙空間や光ファイバ敷設困難な地上地域向け大容量無線通信技術として期待されている。今回、次のとおり高度化開発を行った。

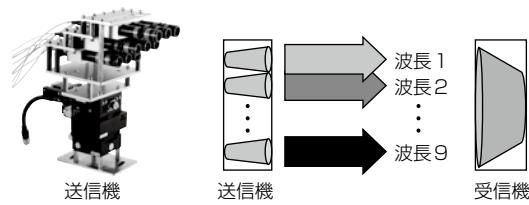
#### (1) 大容量光空間伝送技術

従来光送信機は一つのビームで信号を送信しており、レーザ光の人の目に対する安全性から大容量化に必要なビームのパワーが制限されていた。今回、信号を互いに干渉しない九つの波長の並列なビームに分けて送信し、パワー密度を安全な値に抑えたまま合計パワーを高めた。また九つのビームを一括して集光できるように受信機の指向性を設計した。この構成で220mの距離で、光空間通信の世界記録を超える14Tbpsの大容量伝送を実証した。

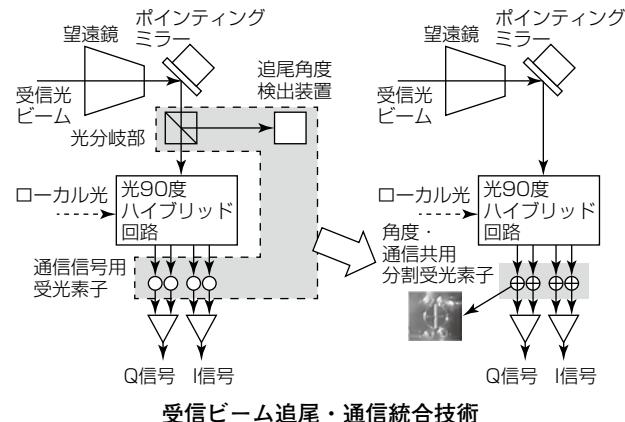
#### (2) 受信ビーム追尾・通信統合技術

光空間通信は指向性が鋭いため、通信相手との光ビームの捕捉追尾に高い精度が要求される。このため捕捉追尾用角度検出機構を備えている。今回、通信用の受光素子を4象限に分割配置した受光素子を開発し、各分割素子への入射光量の重心演算による角度検出機能と光コヒーレント通信用受信機能を統合したコヒーレント光受信フロントエン

ドを実現可能にした。これによって、通信と角度検出用の光分岐部が不要になり、小型化と送信レーザパワーの低減による低消費電力化も期待できる。



大容量光空間伝送技術  
(9ビーム並列波長多重光空間通信系の構成)



受信ビーム追尾・通信統合技術

### ■ 薄型・高効率ミリ波帯アクティブラーフェーズドアレーランテナ技術 Millimeter-wave Active Phased Array Antenna with Low-profile and High-efficiency

レーダの高分解能化、通信の高速・大容量化のため、ミリ波帯アクティブラーフェーズドアレーランテナを利用した車載レーダや無線通信システムが注目されている。今回、これらシステムの高性能化・小型化を実現するミリ波帯アクティブラーフェーズドアレーランテナ要素技術として、高効率アンテナ素子、及び世界初<sup>(\*)1</sup>のミリ波帯三次元積層RFIC(Radio Frequency Integrated Circuit)を開発した。

従来のアクティブラーフェーズドアレーランテナでは、広角方向にビーム走査したときの送受信効率の低下が課題であった。今回、アンテナ素子前面に誘電体基板(図1)を配置することで、広角ビーム走査時の効率を理論限界近くにまで向上させる技術を開発した。これによって、アクティブラーフェーズドアレーランテナの覆域を従来に比べて20%拡大できる。

また、アンテナの開口面積が非常

に小さいミリ波帯で、RFICをアンテナ裏面に実装するため、ミリ波帯三次元積層RFICを開発した。積層したRFIC間の接続は、シリコン貫通ビアで同軸構造を模擬することで、60GHz以下の周波数で1.2dB以下の低損失な特性を実現した(図2)。二つのミリ波帯RFICの積層によって実装面積を46%削減した結果、アンテナ裏面へのRFICの平面実装が可能になり、厚さ3cm以下(支持・放熱構造含む)の薄型アンテナを実現した。

\* 1 2020年2月6日現在、当社調べ

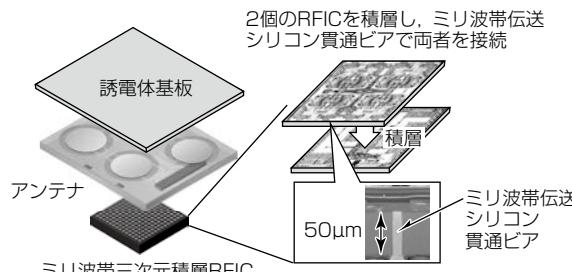


図1. ミリ波帯アクティブラーフェーズドアレーランテナの模式図

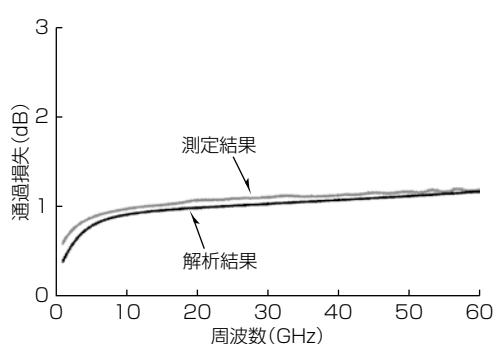


図2. シリコン貫通ビアの通過損失

## ■ いつでも・どんな加工に対しても高い生産性を実現するFA向けAI技術——*AI Technology for FA to Realize High Productivity for Any Time and Any Processing*

製造業での変種変量生産が進む中、様々な加工を高速かつ高品質に行なうことが求められている。加工形状の変更などによって環境変化が生じると最適な加工条件が変化するが、変種変量生産で加工条件の調整を人手で行なうと生産性が低下する。そのため、人手を介さずに環境変化に即座に対応できる仕組みが必要になる。そこで、生産・製造中の環境変化をリアルタイムで学習・補正することで、FA機器を高速・高精度化するAI技術の開発を行った。

このAI技術は、FA機器で共通して使用可能な次の特長を持つ。

### (1) 高速推論

FA機器に求められるリアルタイム制御を実現するため、高速推論が可能なAI技術を開発した。

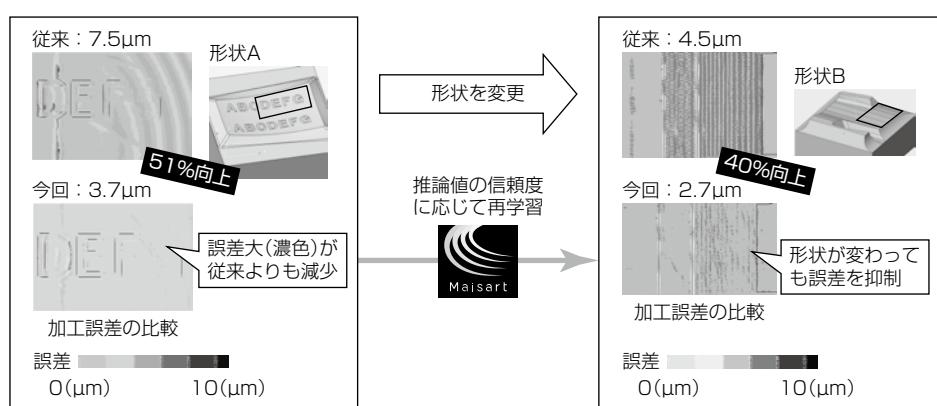
### (2) 環境適応

加工中のデータを学習し、常に変化する加工環境に適応した。

### (3) 高信頼性

推論結果の信頼度を指標化し、信頼度に応じてFA機器を適切に制御することで、信頼性の高い安定した動作を実現した。

このAI技術の適用例として、NC(Numerical Controller)工作機械の加工誤差を学習し、誤差補正したときの加工誤差マップを図に示す。図から、形状Aでは、加工誤差は51%減少し、形状を変更した形状Bでも、信頼度に応じて学習することで形状Aと同程度に加工誤差を抑制できることを実証した。



NC工作機械の誤差補正機能への適用例

## ■ アニメーションライティング誘導システム“てらすガイド”と映像解析ソリューション“kizkia”の連携実証実験——*Demonstration Experiment of Cooperation between Animation & Lighting Guidance System "Terasu GUIDE" and Video Analysis Solution "kizkia"*

コロナ禍での感染予防を目的に、アニメーションライティング誘導システム“てらすガイド”とAIによる映像解析ソリューション“kizkia”を連携させた誘導案内のコンセプトプロトタイプを開発し、実証実験を実施した。食堂の座席使用状況をリアルタイムで分析し、“推奨座席”や“混雑状況”を案内する実験では、AIからの案内をシンプルな図案や、アニメーションによる強調表現などで利用者が直感的に理解できる表示表現にした。この実証実験の分析では、座席使用の混雑度を示す指標であるエリアごとの密度差が約40%改善され、表示表現によって座席の分散利用効果が認められた。今後は市場の要望も参考に更に改善を図って、より効果の高い人流制御の実現に向けて開発を進めていく。



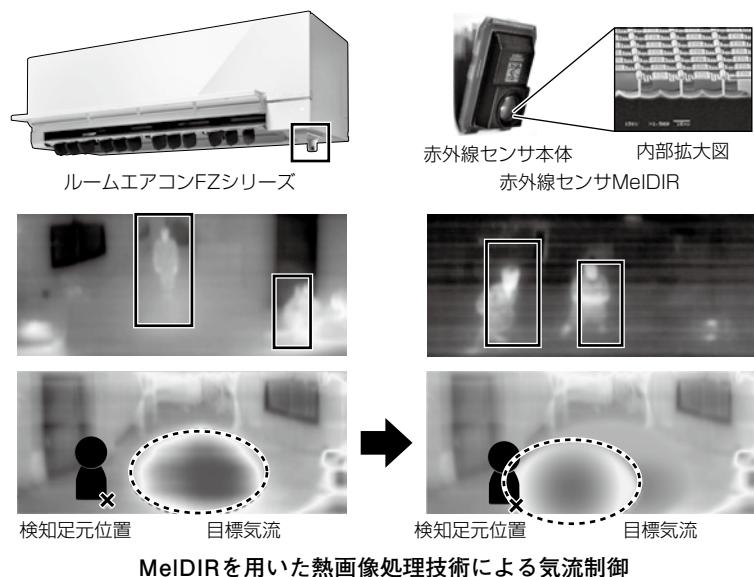
食堂入り口の混雑度案内



食堂内の推奨座席への誘導案内

## ■赤外線センサ“MeIDIR”を活用した空調機向け熱画像処理技術 Thermal Image Processing Technology for Room Air Conditioner Using Infrared Sensor "MeIDIR"

当社は低価格かつ高感度という特長を持つ独自のSOI(Silicon On Insulator)構造のサーマルダイオード方式を用いた高性能赤外線センサ“MeIDIR”を開発した。MeIDIRは、従来のサーモパイル型比で、素子数は80倍、感度は2.5倍を実現している。今回、このセンサを活用した熱画像処理技術として、従来のサーモパイル型では困難であった高度な人体検知技術と、従来実現不可能であったユーザー環境下で気流到達範囲を把握して制御する気流制御技術を開発した。このような民生品搭載可能な高感度赤外線センサと高度な熱画像処理技術を組み合わせることで、人の快適性の更なる向上とともに、アフターコロナを含めた今後の健康社会の実現に役立つことが期待できる。



## ■高機能熱交換型換気設備“学校用ロスナイ”的デザイン Design of Highly Functional Heat Exchange Type Ventilating Equipment "Lossnay for Schools"

学校向けの後付け設置ができる高機能熱交換型換気設備“ロスナイ”を開発した。新型コロナウイルスの感染拡大を受けて、文部科学省から学校に向けた窓開け換気の指針が示されたが、様々な事情から多くの学校で適切な窓開け換気が困難な状況にある。この製品は、熱交換によってエアコンが効いた教室内の暖かさ、涼しさを屋外に逃がさず、屋外からのはこりや騒音の侵入を抑えつつ換気ができ、窓開け換気と比べて、大幅に省エネルギーでより学習に最適な空調環境を実現する。また、CO<sub>2</sub>センサによる風量自動制御とLED表示によって、最適換気とCO<sub>2</sub>濃度の見える化も実現した。様々な設

置環境になじむよう側面から吸気する構造にして、視界に入りやすい底面側に吸気口がないすっきりとした外観にした。



設置イメージ

## ■入退室管理システム“指透過認証装置TP3シリーズ”的デザイン Design of Access Control System "Fingerprint Authentication Device TP3 Series"

セキュリティ意識の高まりを背景に、国内での生体認証セキュリティ機器市場は拡大を続けており、中でも指紋認証装置はセキュリティレベルの高いオフィスやサーバルームなど多くの施設で採用が進んでいる。従来機は認証部の精度向上と小型化の両立が課題であり、シンプルなデザインや薄型化が困難であった。入退室管理システム“指透過認証装置TP3シリーズ”は認証部の基本構造から見直し、認証の高精度化と建築空間に調和する業界トップクラスの厚さ11mmの薄型形状(従来比約63%減)にしてフラットでシンプルな意匠を実現した。また、JIS準拠スイッチボックスに収納可能なサイズにすることで電気設計・施工の工数削減を実現した。



TP3シリーズの使用イメージ

## ■ スクロール圧縮機の高出力渦巻設計技術 High Power Wrap Design Technology for Scroll Compressors

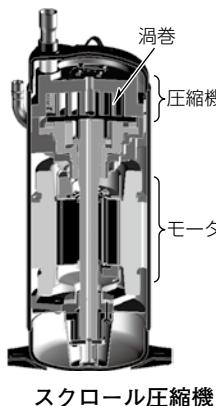
空調機のグローバル市場拡大に伴って、これに搭載されるスクロール圧縮機の出力拡大ニーズが高まっている。スクロール圧縮機は、1対の渦巻が形成する圧縮室の容積変化によって冷媒を圧縮する。しかし、従来は渦巻の設置スペースに冷媒の圧縮に利用できない無駄スペースがあった。

今回、渦巻軌跡を収納形状に近づけた世界初<sup>(\*)1)</sup>のオーバル(楕円(だえん))形渦巻を開発した。圧縮機内の渦巻のスペース効率を向上できるため、従来の円形渦巻を搭載した圧縮機と比較して、同一サイズで出力を20%拡大できた。

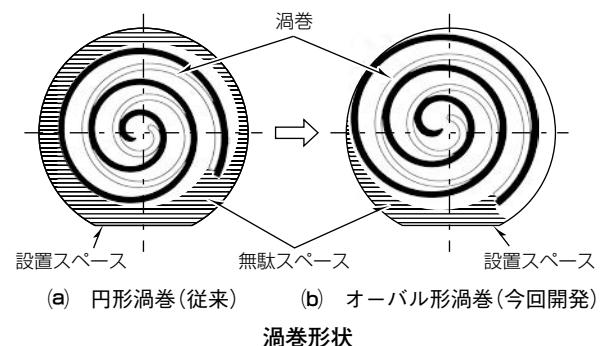
この技術を適用したスクロール圧縮機

は、2020年にビル用マルチ空調機やチラー等の大容量空調機向けに量産を開始した。

\* 1 2021年7月1日現在、当社調べ



スクロール圧縮機



(a) 円形渦巻(従来)

(b) オーバル形渦巻(今回開発)

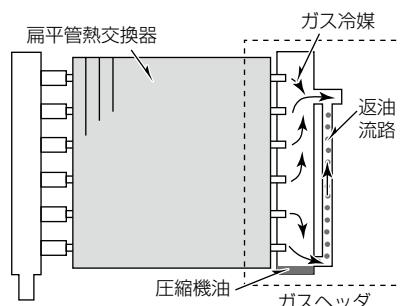
渦巻形状

## ■ アルミ扁平管熱交換器を支える熱流体技術

### Thermal Fluids Technologies to Design Aluminum Flat Tube Heat Exchanger

当社では、空調機の冷媒使用量削減による環境負荷軽減と省エネルギー性向上を実現する高性能な熱交換器として、扁平(へんぺい)管熱交換器の開発を進めている。今回、扁平管熱交換器に流れる圧縮機油の返油性能を向上させる新構造のガスヘッダを開発した。扁平管熱交換器には扁平管を流れる冷媒を合流・排出するガスヘッダが設けられる。扁平管をガスヘッダに接続する際、扁平管の長寸に合わせてヘッダ径が大径化するため、冷媒流速低下による圧縮機油の滞留が課題であった。今回、ヘッダ下部に返油バイパス流路を設ける新構造を考案し、ガスヘッダ

内部の冷媒流動解析技術によって、流路径と接続位置を最適化した。これによって圧縮機油の返油性能向上と高性能化を実現した。



今回開発の扁平管熱交換器



ガスヘッダ内部の冷媒流動解析

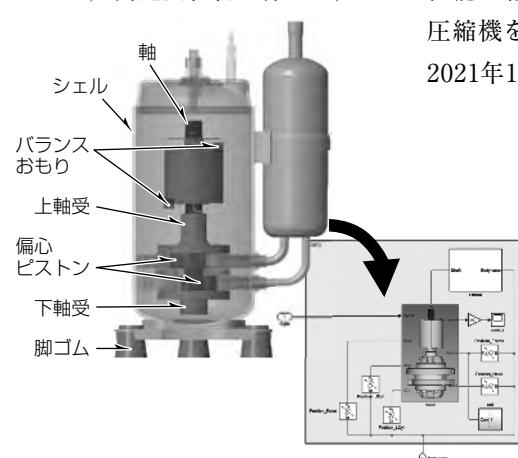
## ■ ルームエアコン向けロータリ圧縮機の高速回転化技術

### High-speed Rotation Technology of Rotary Compressors for Room Air Conditioners

住宅の高気密・断熱化に伴って、低負荷から高負荷まで幅広い範囲で高効率運転が可能な高速回転できるロータリ圧縮機が求められている。しかし、高速回転化に伴って、回転軸が振れ回って、

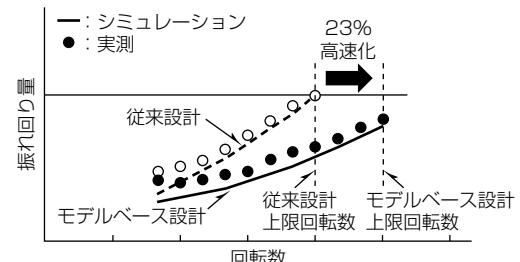
軸受の焼き付き・摩耗の危険性や圧縮機の振動が増大するため、この抑制が課題であった。

今回、圧縮機全体を数値モデル化してシミュレーションで高精度に軸回転バランスを設計できるモデルベース設計手法を構築した。これによって、軸回転



ロータリ圧縮機のシミュレーションモデル

バランスをこれまで以上に高精度に最適設計することが可能になり、軸受の焼き付き・摩耗や圧縮機の振動は従来の性能を維持しつつ、23%の高速回転化を実現した。この圧縮機を搭載したルームエアコン“霧ヶ峰FZシリーズ”を2021年11月に発売した。



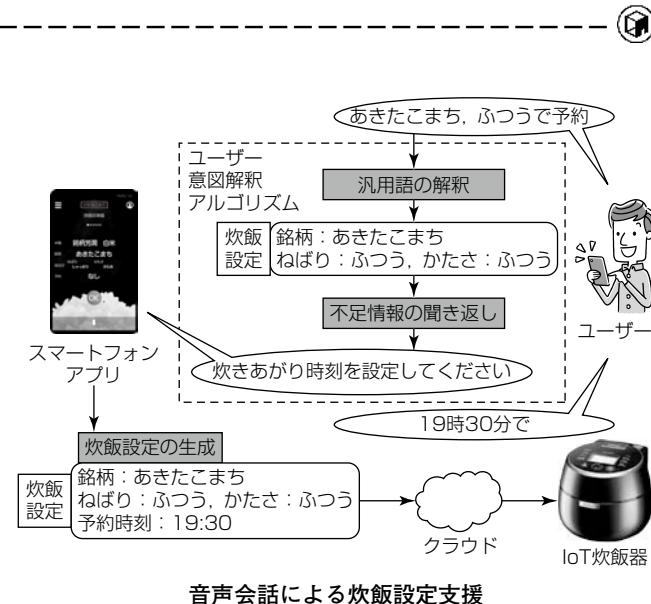
従来設計とモデルベース設計の比較

## ■ 音声認識でのユーザー意図解釈技術

Interpretation Technology of User Intention by Speech Recognition

スマートフォンで操作可能なIoT(Internet of Things)炊飯器向けに、音声操作で最適な炊飯設定ができるアプリケーションを開発した。米の銘柄に合わせた炊き方やユーザーの好みに合わせた細かい炊飯設定など、炊飯器の高機能化が進んでいる。これに伴って、操作パネルを使った設定が複雑化する傾向にあり、操作性の改善に向けて音声入力によるスマートフォンの活用が求められている。

今回、ユーザーの音声入力時の炊飯設定に必要な情報の聞き返しや曖昧表現といった課題に対して、それらの解釈を行うユーザー意図解釈アルゴリズムを開発した。これによって、複雑な炊飯設定が少ない手順で可能になり、スマートフォンによる炊飯器の操作性が改善できた。



## ■ 自律搬送台車“MELporter”的デザイン

Design of Autonomous Mobile Robot "MELporter"

現在、物流倉庫や工場、病院やオフィスビルなどで、身体的負荷の高い運搬作業は就業人口の減少などを理由に人手不足が深刻になっている。自律搬送台車“MELporter”はプログラムされた場所へ自律的に走行し荷物を運搬する。効率的で安全な走行を実現するためには、車体周辺を死角がないようにセンシングすることが必要であるが、複数のセンサの有効範囲を考慮しながら凹凸を大きくしないデザインにすることで、安全性と意匠性の両立を目指した。また周辺の人に状態を表示する本体四隅のLEDによって安全運行を実現した。

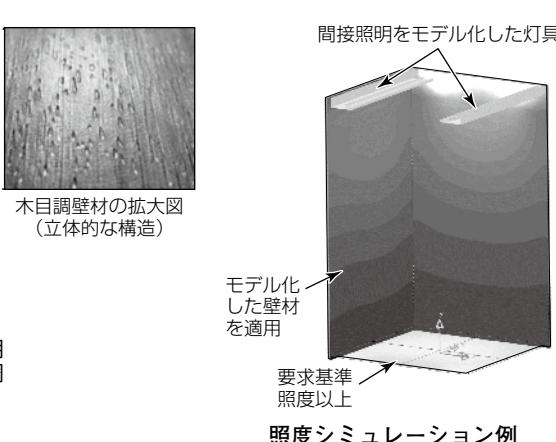
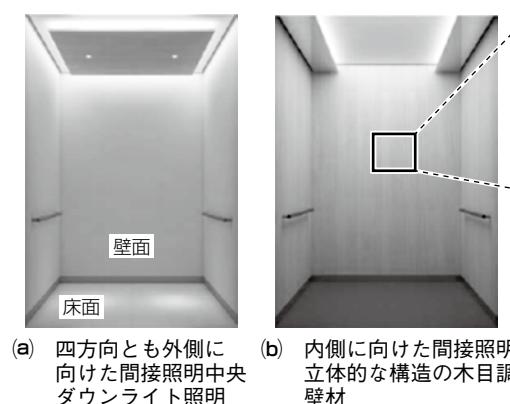


## ■ エレベーターかご室天井照明の照度予測システム

Illuminance Prediction System for Ceiling Lighting in Elevator Car Room

多様な嗜好(しこう)に対応するために、エレベーターでも新たな形態の天井照明や、デザイン性に優れた立体的な構造の壁材を新規に採用している。エレベーターのかご室は、床面の要求照度が法規によって規定されており、多様な部材による床面照度の変化を予測する光学解析技術を開発した。この技術では、100種類以上ある壁材の反射特性を計測して光学解析用にモデル化し、かご室のサイズや照明の構成をパラメータとして床面照度を連続して解析する。これによって、膨大な組合せの床

面照度を短時間で予測でき、商談時でのかご室内照度イメージの提案も可能になった。この技術は、2020年10月に発売した三菱エレベーター“AXIEZ-LINKs”に適用され、今後の製品開発にも活用していく。

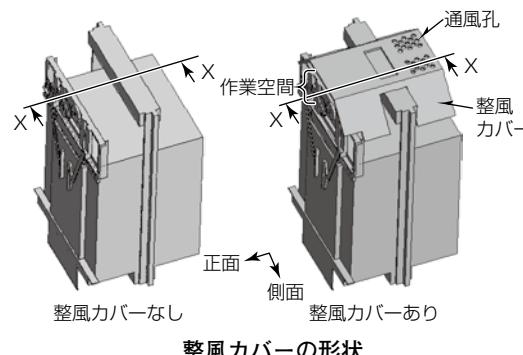


## ■ エレベーターの流体騒音低減技術

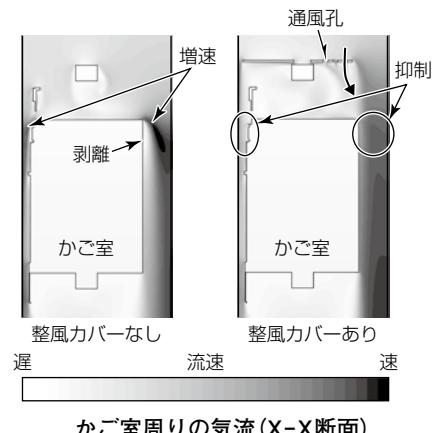
Fluid Noise Reduction Technology for Elevators

高速で昇降するエレベーターでは昇降時の速度に応じて大きな流体騒音が発生する。当社では、かご室の周囲の気流増速を抑制する流線形の整風カバーの設置や遮音対策によって、かご室内の快適性を確保してきた。しかし、騒音対策コストと据付け性・保守性の低下が課題になっていた。

その対策として、かご室の上下面に台形上のカバーを設置するとともに、背面側に通風孔を設けることを特徴とした整風カバーを考案した。かご室周囲の気流増速を抑制し、低騒音化と低コスト化を両立させた。また、かご室とカバーとの



間に作業空間を設けることで据付け性・保守性を向上させた。この整風カバーを適用したエレベーターは2021年から出荷を開始した。

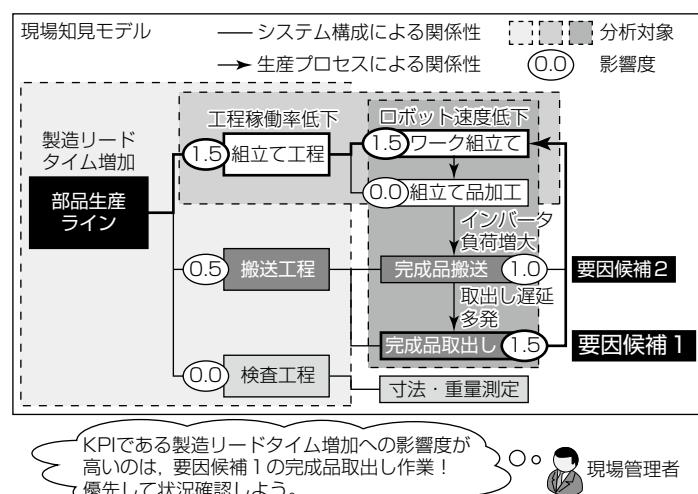


## ■ 生産現場の改善を支援する分析技術

An Analysis Technique to Support Improvements of Production Sites

生産現場での、生産指標(KPI)悪化要因特定作業の効率化を実現する分析技術を開発した。

従来のKPI悪化要因特定作業では、生産現場から収集した大量のデータに対して網羅的な分析を行っていたことから、時間がかかるという問題があった。そこで今回、生産現場のシステム構成や生産プロセスによるデータの関係性を現場知見としてモデル化し、モデルに沿って分析を行うことでKPI悪化要因を効率的に抽出する技術を開発した。この技術によって抽出したKPI悪化要因を現場知見モデルに重ねる形で提示することでKPI悪化要因特定作業を支援する。模擬ラインによる検証では、KPI悪化要因特定作業に要する時間を半減できることを確認した。



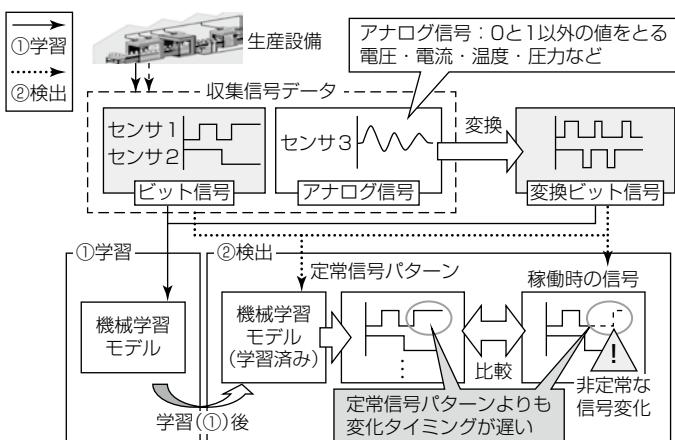
生産現場の改善を支援する分析技術

## ■ 生産設備の制御入出力信号の非定常検出技術

Anomaly Detection Technology for Control Input-output Signals of Production Equipment

生産設備などの制御に用いられる制御入出力信号を、複数のビット・アナログ両信号間の依存関係を含めて監視し、非定常な信号変化(タイミングのずれなど)を検出する技術を開発した。従来は、ビット信号だけを非定常検出の対象として、アナログ信号との関係も含めた検出ができないという課題があった。今回、アナログ信号値の増加・減少の傾向変化を複数のビット信号で表すような信号変換技術を新たに確立し、ビット信号だけでなくアナログ信号も含めて非定常検出できるよう機能強化した。

生産設備のビット信号だけでなくアナログ信号を含めた複数の信号間の関係が分析できることによって、高精度に異常開始箇所を特定できる。



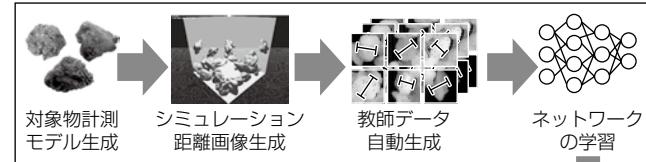
ビット信号とアナログ信号を組み合わせた非定常検出技術

## ■ 食品・物流向け市場を拡大するためのロボットシステム技術

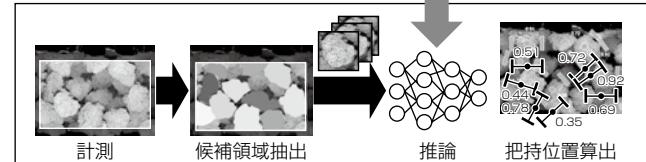
*Robot System Technology for Food and Logistics Industry*

食品工場や物流センターでは総菜の盛り付け工程など人手作業で実施している工程が多く残っているが、生産年齢人口の減少等の要因から人手不足が顕著になってきており、自動化要求が高まっている。今回こうした要求に対応するため、対象物を認識して把持する作業の自動化に必要になる、ばら積みされた不定形物の把持位置の認識技術を開発した。開発した技術では、①計測した対象物のデータを基に仮想空間内でネットワークの学習を行うことで学習に要する時間を削減し、②抽出した候補領域の距離画像を学習したネットワークに入力し、把持の中心位置等の把持作業に必要な情報を算出することで、短い推論時間で把持成功率の向上を達成した。

### ①学習フェーズ



### ②実行フェーズ



深層学習を用いた把持位置認識技術

## ■ モータ診断装置“DiaPro Motor”的デザイン

*Design of Motor Diagnostic Device "DiaPro Motor"*

主に発電設備や産業プラントなどのファンやポンプ、ベルトコンベアなどの様々な設備の動力を担うモータは、生産性の維持・向上のため定期的なメンテナンスが必要である。モータ診断装置“DiaPro Motor”はモータ運転中の電流信号を解析し、事前学習したモータ正常時の初期状態と比較することで、高精度な異常予兆検知を自動で行うことが可能である。さらに操作性を考慮し、本体を上下に二分する段差で表示部と操作部を明確に区分けしたデザインにした。これによって、熟練点検作業者のノウハウに依存せずに、設備停止の未然防止と巡回点検の省力化に貢献する。



DiaPro Motor

## ■ 高出力深紫外ピコ秒レーザ加工装置

*High Power Pico-second Deep UltraViolet Laser Machining System*

大阪大学、スペクトロニクス(株)と連携して、高出力深紫外ピコ秒レーザ加工装置を試作した(図1、図2)。ビーム歪(ひず)みを低減する基本波レーザ光源、波長変換素子、加工光学系を開発し、従来の10倍になる平均出力50Wの発生に成功した。材料を分解する能力が高い波長266nmの深紫外でパルス幅がピコ秒の短パルスレーザを、50W

の高出力で照射することによって、これまでのレーザでは加工が難しかった透明なガラス(図3)を含む複合材などの高速微細加工が可能になった。

今後は、微細化が進む半導体製造の後工程でのサイズ20μm以下の微細な穴あけやパターン形成を高い生産性で実行する生産装置を目指した実用化を進める。

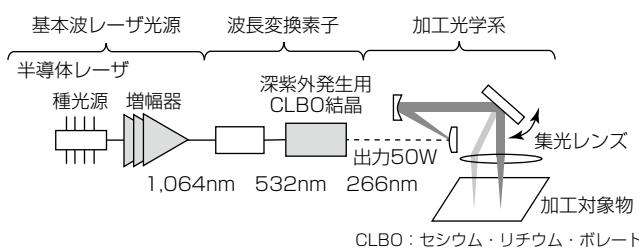


図1. 深紫外ピコ秒レーザ加工装置の概念構成



図2. 試作機

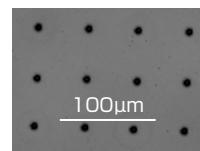


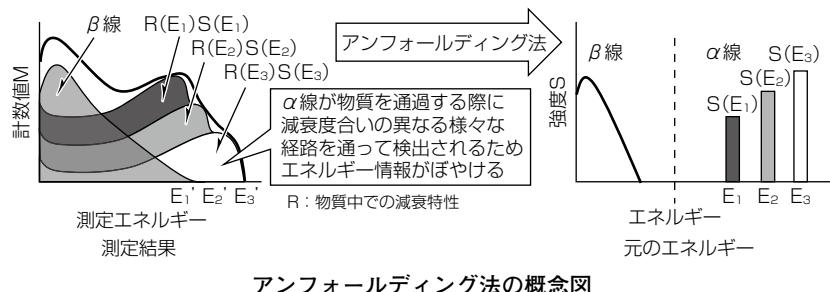
図3. ガラスの穴あけ加工例

## ■ $\alpha$ 線汚染物質の核種分析技術

*Nuclide Analysis Technique for Radioactive Contamination with Alpha Particle Emission*

原子力発電所の廃炉では、作業雰囲気中に含まれる $\alpha$ 線を放出する放射性物質による内部被ばくの低減が重要になる。 $\alpha$ 線は物質中での減衰が大きく計測器それ自体で減衰してしまう点と、環境中に多くある $\beta$ 線がノイズとして混入してしまう点から現場で簡易的に定量測定することが難しかった。そこで、放射性物質が放出する $\alpha$ 線はノイズになる $\beta$ 線よりもエネルギーが数倍大きいことに着目して、物質中での減衰特性から元のエネルギーを復元するアルゴリズムであるアンフォールディング法を改良し、復元したエネルギー

情報から $\alpha$ 線と $\beta$ 線を分離することで、測定対象になる $\alpha$ 線を放出する放射性物質ごとの濃度を20%の不確かさで現場で簡易的に測定する技術を実証した。



## ■ 監視制御システムの時系列データからのプラント運転パターン抽出技術

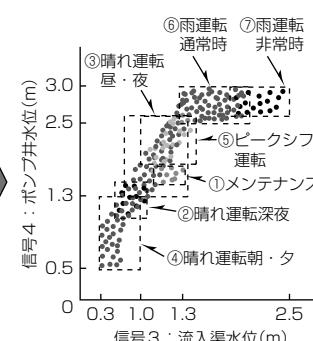
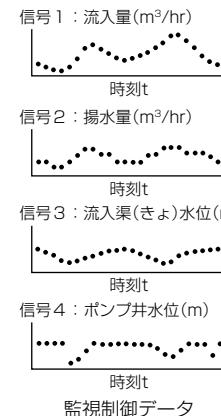
*Technology to Extract Plant Operation Patterns from SCADA System's Historical Data*

ベテラン運転員の大量退職や民間委託の増加に伴うノウハウ継承の課題を抱えるプラント運転管理の現場に向けて、監視制御(SCADA)データからプラント運転ノウハウを抽出する技術を開発した。

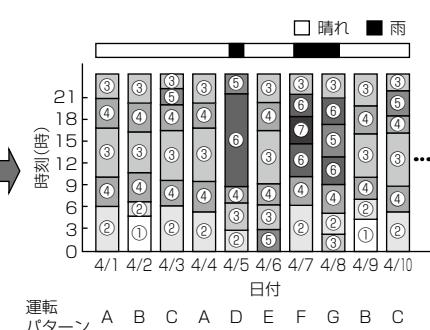
今回開発した技術は、プラント監視制御システムに蓄積された多数の時系列データを特徴的なプラント状態に区分し、プラント運転パターンを抽出する。これによって、気象など状況変化に応じた運転手法の変更や、複数設備を組み合わせた運転調整など、従来では判別が困難であった複雑

なノウハウを可視化することが可能になった。

今後は、プラント運転ノウハウ抽出技術を活用した運転支援システムの検討を進めていく。



プラント状態の区分



プラント運転パターン抽出

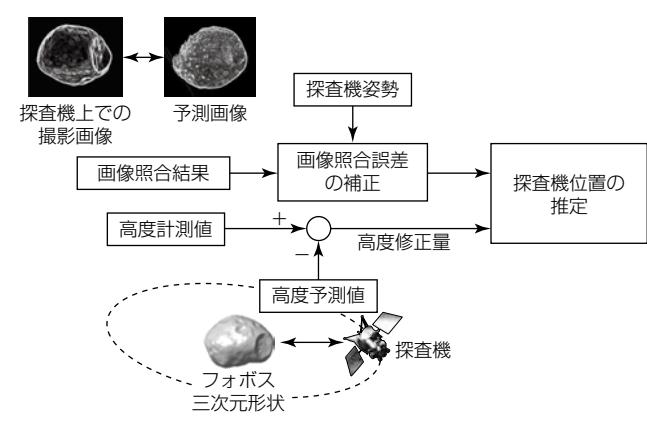
プラント運転パターン抽出の流れ

## ■ 火星衛星探査での探査機位置のオンボード推定技術

*On-board Space Probe Position Estimation Technology for Martian Moons Exploration Mission*

火星衛星探査計画では、火星衛星フォボスの周回軌道上から、探査機に搭載された観測機器をフォボスに対して正確に指向させるために、探査機位置を高精度に推定する必要がある。これまで、地上で推定した探査機位置を探査機にアップロードしていたため、アップロード後は時間経過とともに位置誤差が蓄積されるという課題があった。

そこで、探査機上で撮影したフォボス画像と予測画像との照合結果と、フォボス表面からの距離情報を用いて、オンボードで探査機位置を推定するフィルタを開発している。また、探査機姿勢誤差に起因する画像照合誤差の補正に加えて、フォボスの三次元形状に基づく高度予測値の算出によって、高精度な位置推定を可能にする。



オンボード位置推定フィルタ

## ■ ロバストなセンチメータ級測位を可能にする衛星受信波の統計・数値的解析手法

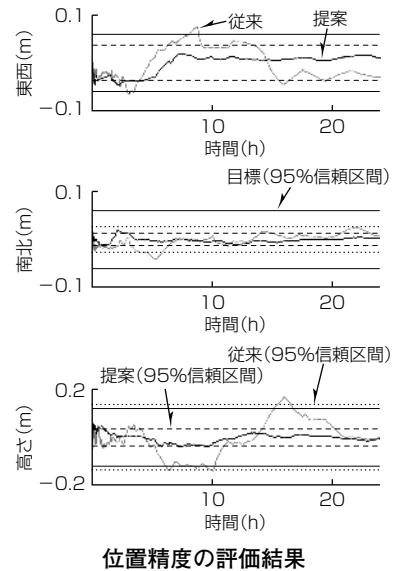
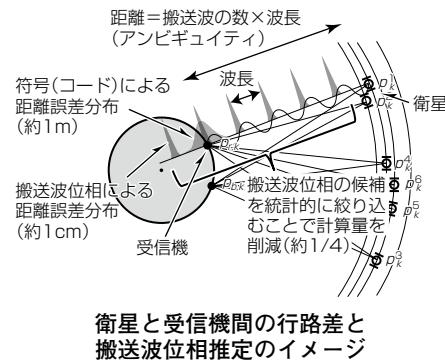
Statistical and Numerical Analysis Method of Satellite Carrier Wave Enabling Robust Centimeter-level Positioning



標準的な衛星測位受信機と準天頂衛星が提供する補正データを用いて測位精度と耐環境ロバスト性の両立を可能にする、統計・数値的解析手法を開発した。従来、衛星と受信機間の搬送波位相アンビギュイティの推定精度は、電波環境の影響を受けやすく、ロバスト性

を向上させるためには多くの計算資源が必要であったが、準解析的な統計推定手法を用いることで推定候補を効率的に絞り込んで、標準的な受信機が持つ限られた計算機資源での測位精度の向上を可能にした。実評価によって、センチメータ級の目標精度を達成できることを確認した。自動運転向け高精度ロケータや輸送から災害対応まで様々な用途が見込まれ

るドローンなどの高精度化と普及に貢献していく予定である。



## ■ 時空間フーリエ変換によるTEC空間分布推定技術

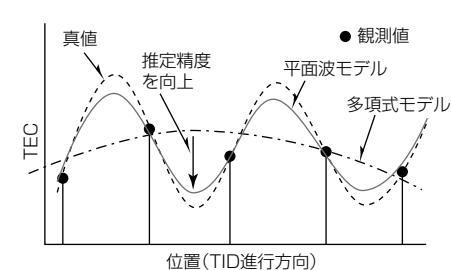
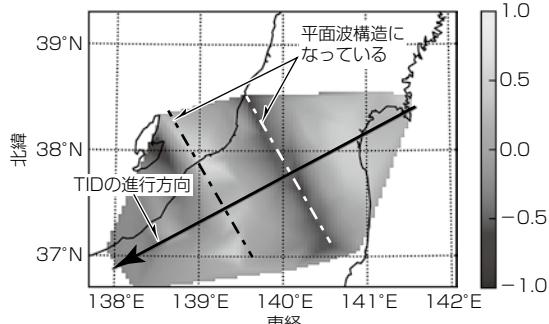
Estimation Technology for Spatial Distribution of Total Electron Content Using Time-space Fourier Transform



衛星測位では衛星～観測点の電波伝搬時間から距離、さらに観測点位置を算出する。電離層全電子数(TEC)の空間分布に応じて電波の伝搬時間が変動するため、測位精度高精度化にはTEC空間分布の推定が必須である。TEC空間分布が時間とともに移動する伝搬性電離層擾乱(じょうらん)

(Traveling Ionospheric Disturbance : TID)の発生時(図1)は、TEC空間分布が平面波状になって、従来の多項式による推定では、推定精度が不足する(図2)。今回、時空間フーリエ変換を利用してTID発生時のTEC空間分

布を精度良く近似する推定技術を開発し、TID発生時の分布推定精度を最大50%向上させた。また、この手法によるTID進行方向、波長、伝搬速度推定結果に基づいて、TEC空間分布を将来予測するため技術開発を進めている。



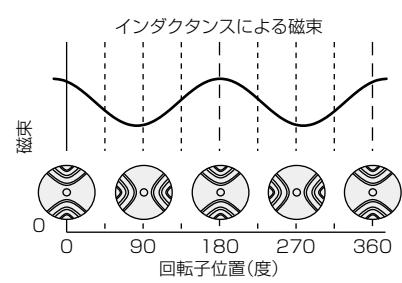
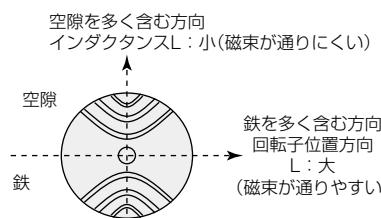
## ■ 鉄道車両用同期リラクタンスマータ駆動システムの位置センサレス制御

Position Sensorless Control of SynRM Drive System for Railway Vehicle



鉄道車両向けに高効率同期リラクタンスマータ(SynRM)を用いた独自の鉄道車両推進システム“SynTRACS”的位置センサレス制御技術を開発した。鉄道車両用途では、広範囲にわたる速度・トルク領域で、回転子位置を検出する位置センサを用いずにトルクを制御する位置センサレス制御が求められる。しかし、回転子に磁石を持たないSynRMは、磁石によって発生する速度起電力が得られないため、回転子位置推定が困難であった。そこで、SynRMの特殊な回転子構造に注目し、回転子のインダクタンスによる磁束の変化か

ら回転子位置を推定する手法を開発した。これによって、鉄道車両用途で用いられる速度・トルク領域での位置センサレス制御を可能にした。

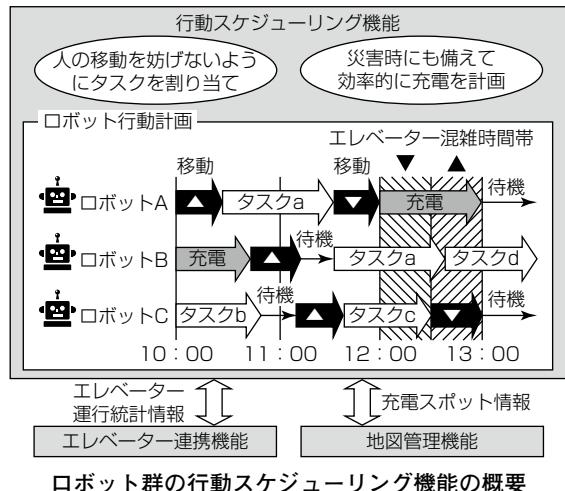


## ■ ビル内設備情報と連携したサービスロボット群の行動スケジューリング

Action Scheduling for Service Robots Utilizing Information on Equipment in Building

人とロボットが共存するスマートビルの実現に向けて、ロボットは人の動きを妨げることなく、ビル内で効率良く作業することが求められている。

今回、複数のサービスロボットが混雑を避けてタスクを遂行する行動スケジューリング技術を開発した。エレベーターの運行情報からエレベーターが混雑する時間帯や方向を推定し、タスクの優先度、所要時間、災害時に備えた充電量を考慮して各ロボットに割り当てるタスク内容と実行のタイミング、移動、充電を計画する。例えば、上りの利用者が多い時間帯はロボットには下りのエレベーターだけ利用を許すことによって、エレベーターの混雑防止とロボットの作業効率化を両立させた。

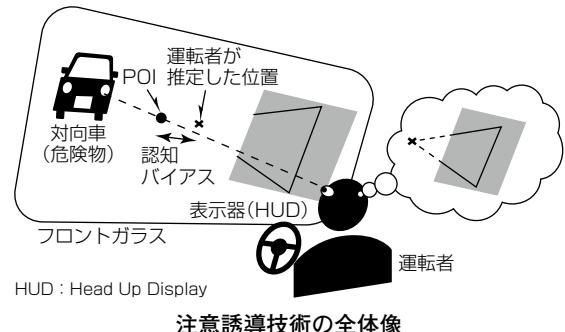


## ■ 画面外の位置への注意誘導を目的とした図形の認知的最適化

Cognitive Optimized Guidance toward Off-screen Point-Of-Interests

車両外危険物の通知を目的として、運転者の注意を表示器よりも外側の位置(Point-Of-Interest: POI)へ正確に誘導する技術を開発した。具体的には、二等辺三角形の一部だけ表示することで、POIのある頂点位置を運転手に推定させる従来手法を用いた。しかし、POIまでの距離を過小に見積もるといった認知バイアスが原因になって推定が不正確になる問題が生じた。そこで、様々な形状の二等辺三角形を表示したときの認知バイアスを測定し、認知バイアスによる悪影響を最小化するように図形の形状を決定した。その結果、車両外左右1.2mの範囲でPOIの推定誤差

を従来比約25%改善し、車に衝突しそうな対象物に対してより高精度な注意喚起を実現した。



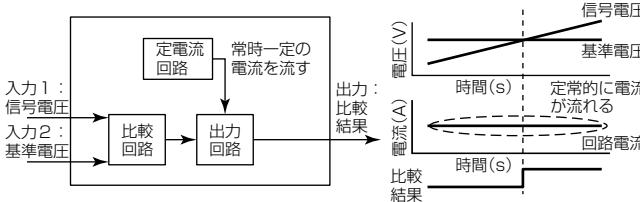
## 1.4 生産インフラ・設計技術 Production Infrastructure

### ■ ASICのコンパレータ低消費電力設計技術

Comparator Design Technique for Reducing Power Consumption of Application Specific Integrated Circuit

IoT(Internet of Things)機器の増加に伴い、待機電力の削減が課題になっている。その解決には機器に実装されたASIC(Application Specific Integrated Circuit)内で常時動作しているコンパレータの低消費電力化が必要である。

従来のコンパレータでは、比較速度を確保するために常時一定の電流を流しており、低消費電力化に限界があった（図1）。そこで、この電流を抑制するため、信号電圧と基準電圧が等しくなるときだけ瞬間に大電流を流す電流制御回路と、出力回路の代わりに待機電流なしで結果を保持



可能なラッチ回路を導入したワンショット型コンパレータを開発した（図2）。これによって比較速度を維持しながら消費電力を従来比80%削減し（表1）、業界トップ<sup>(\*)1</sup>になるASICの低消費電力化を実現した。

\* 1 2021年1月21日現在、当社調べ

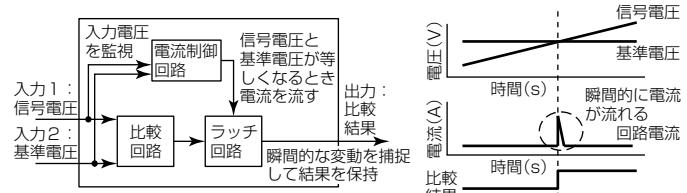


表1. コンパレータの消費電力性能

項目	単位	従来	今回
電力/動作周波数	$\mu\text{W}/\text{MHz}$	13.3	2.7

80%削減

## ■ 小型チップ部品のフロー実装技術 Wave Soldering Technologies for Small Chip Parts

リード挿入部品とチップ部品を実装する基板のはんだ付けには、溶融はんだ噴流によるフロー実装が多用されている。しかし、近年主流になっている $1.0 \times 0.5$ (mm)以下の小型チップ部品では、はんだ付け不良が多発するため、この工法の適用が進んでいなかった(図1)。

今回、溶融はんだとパッドとの接触及び離脱現象を流体解析によって明らかにして、チップ部品前方に溶融はんだを引き寄せる導入部と、

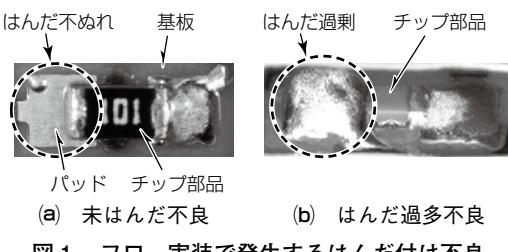


図1. フロー実装で発生するはんだ付け不良

後方にはんだ接合部の形状を整える離脱部を持つ専用形状を開発した(図2)。これによって、溶融はんだのぬれを安定化させ、接合不良を防止した。市場トレンドに対応した小型チップ部品のフロー実装技術を確立し、空調機器用の制御基板に適用を開始した。

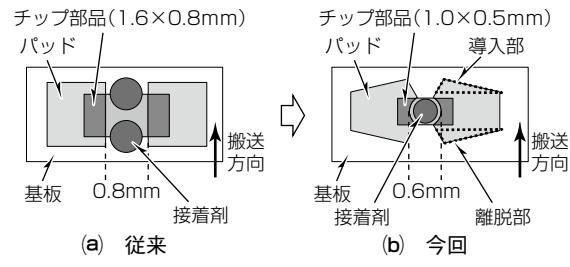


図2. フロー実装パッド形状(上面図)

## ■ BIツールを用いた製造現場の品質管理力の向上

### Improvement of Quality Control at Manufacturing Sites Using Business Intelligence Tools

近年、製品ライフサイクルの短縮化と多品種少量生産の進展によって、品質改善をより短期間で実行することが必要になっている。しかし、製造現場ではトレーサビリティ等のプロセスデータの収集に多くの時間を要して、その後の原因究明・対策に十分な時間を割いていなかった。そこで、当社ではBI(Business Intelligence)ツールを活用することで、データ収集と分析の効率化に取り組んできた。図1のようにIoT機器やタブレット端末の導入によって製造データの収集を効率化するとともに、不適合情報など文字データだけでなく検査機からの不適合品写真もBIツールに集約して表示することで、原因究明を容易にして、品質改善目標達成の短期化(50%減)を実現した。

従来：データ収集に時間を要しており原因究明・対策が不十分

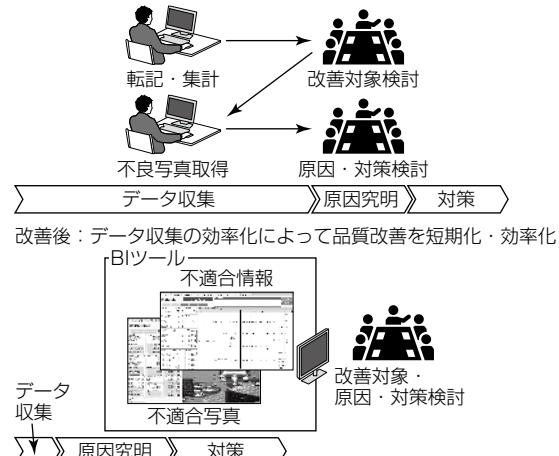


図1. BIツールを活用した品質改善の短期化

## ■ AGVを活用した先進フレキシブル組立てライン

### Advanced Flexible Assembly Line Using Automatic Guided Vehicle

近年、市場ニーズの多様化が進んで、変種変量に柔軟に対応できる生産体制の構築が課題になっている。その要因として、従来、量産職場のワーク自動搬送手段の主流であるコンベヤ方式では、据付け後の変更が難しくラインが固定化することが挙げられる。

そこで、①ライン設計自由度が高くてリレイアウトが容易、②基礎工事不要で生産準備期間が短い、③工程増減が容易で

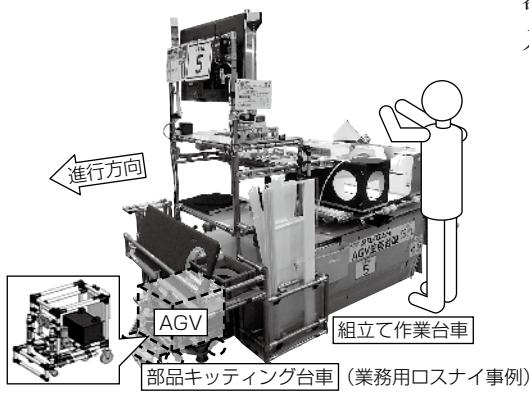


図1. AGV台車

生産規模変動へ俊敏に対応可能という特長を備えたフレキシブル組立てラインとして、台車生産方式の柔軟性に自動搬送機能を併せ持つ、“AGV(Automatic Guided Vehicle)台車生産方式”(図1)を開発し、業務用全熱交換形換気機器“ロスナイ”及び空調熱交換器の組立てライン(図2)へ導入した。

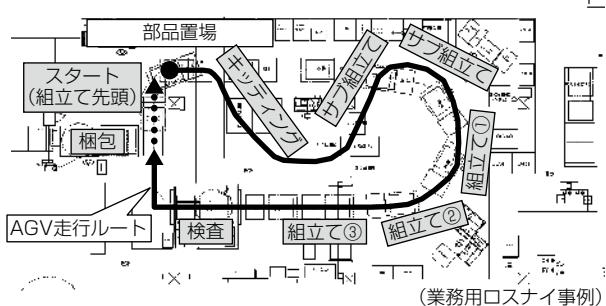


図2. フレキシブル組立てラインのレイアウト

## ■ 圧縮機用DCモータのコイル製造技術

Manufacturing Technology of Coil for Compressor DC Motor

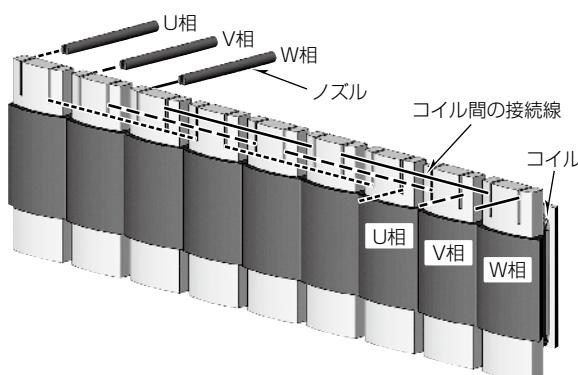
ルームエアコン圧縮機用のDC(Direct Current)モータ向けに、電線を切断することなく9個のコイルを連続で巻線する技術を開発した。

モータの固定子はU相・V相・W相の3相のコイルがそれぞれ3個ずつの組合せで構成される。従来、1本のノズルで1個のコイルを巻線した後に電線を切断し、別の接続部品で同相のコイルをつなぎていた。今回、各相のコイルを3本のノズルで同時に巻線した後に複数のコイルをまたいで次の巻線をする技術を開発し、生産性を向上しつつ電

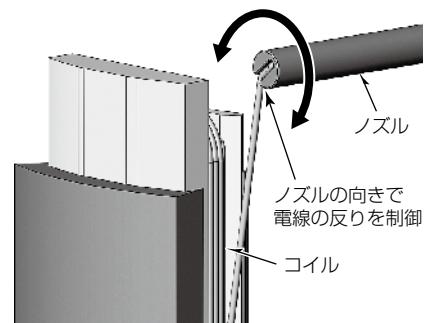
線の切断を不要にした。

しかし、この方式は巻線時に電線の膨らみによってコイル寸法が大きくなる課題があった。コアに対するノズルの角度をそれぞれの位置で適切に制御することで、膨らみと逆方向の反りを電線に付ける技術を合わせて開発し、コイルの膨らみを抑制した。

この技術によって、従来のモータに必要であったコイル同士をつなぐ接続部品を26個から8個へと大幅に削減し、性能を維持しつつ省資源化を実現した。



3本ノズル同時巻線の概念図



電線への反りの付与

## ■ X線を用いたIn-situ観察によるパワーモジュールのはんだ付け不良の新解析手法

New Analysis Method for Power Module's Soldering by In-situ Observation Using X-rays

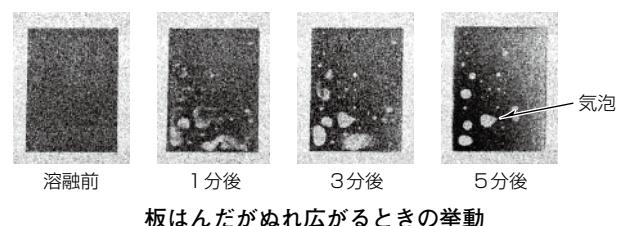
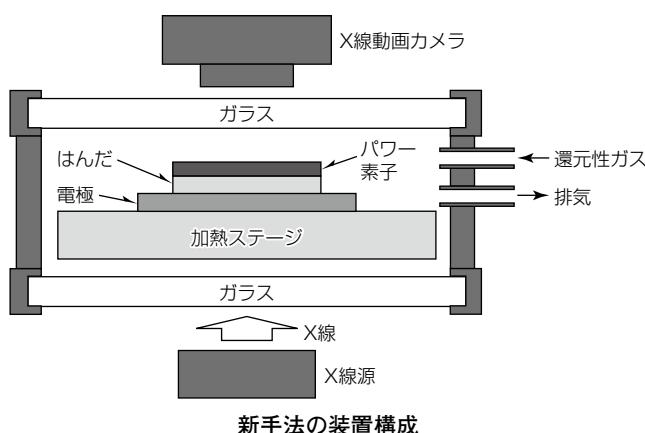
パワーモジュールでは、パワー素子と導体の電極間の接続にはんだ接合を用いる。加熱によってはんだを溶融させて、はんだを電極にぬれ広げて接合部を得るが、このとき接合部のはんだ中に気泡を巻き込む不良モードがある。

従来は接合部のはんだが冷却され凝固した後に、透過型X線ではんだの気泡を観察するか、超音波顕微鏡で観察し

ていたが、気泡の発生メカニズムの特定が困難であった。

そこで、様々な圧力や還元性ガスの雰囲下で温度を変化させて、はんだが溶融している最中のはんだと気泡の動きを透過型X線でリアルタイムに観察する新手法を開発した。

今後、気泡形成のメカニズムを詳細に観察し、高品質なはんだ付け製造プロセスの開発に活用していく。



## 1.5 ビジネスイノベーション Business Innovations

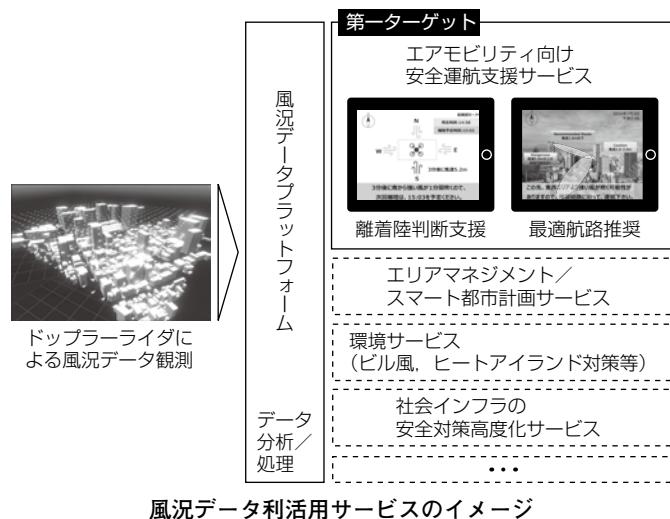
### ■ エアモビリティ向け風況データ利活用による安全運航支援サービス Safe Flight Support Service Utilizing Wind Data for Air Mobilities

レーザを用いて風向・風速をリモート計測するドップラーライダによって取得した高精細な風況データを利活用し、様々な社会課題解決を目指す“データ連携・活用型ソリューション”を開発している。

第一ターゲットはエアモビリティ(ドローンほか)市場で、足元ではインフラ検査、近い将来は物流等への用途拡大が見込まれる。一方で、ドローンは風に弱く、市場拡大に向けては風を適切に理解した上での安全運航が求められている。この課題に対して、高精細な風況データを活用し、ドローンの安全な離着陸や飛行中の最適航路等を推奨するサービスソフトウェアを開発している。

現在、顧客候補のドローンサービス等と共同で、データ計測等の価値検証を重ねている。これまでに、ドローン運用場所でドップラーライダによる上空の風況把握を実施し、地上風と上空風は異なることを実証するなど、ドローン運用でドップラーライダ設置が重要であることを確認している。今後は、価値の具現化を行い、2022年度中のサービスリリースを目指す。

風に係る課題は、これ以外にも建設現場や都市計画(ビル風ほか)、鉄道等の社会インフラほか、多岐にわたるため、分野ごとのソリューションサービスを順次開発し、2030年までに風況データプラットフォーム事業の確立を目指す。



### ■ 携帯電話網を活用したIoT向けキャリアダイバーシチシステム Carrier Diversity System for Internet of Things Utilizing Mobile Network

複数の通信キャリアの携帯電話回線を冗長化することで高信頼化を図った、IoT(Internet of Things)向けキャリアダイバーシチシステムを開発した。このシステムの特長は次のとおりである。

#### (1) システム構成と動作原理

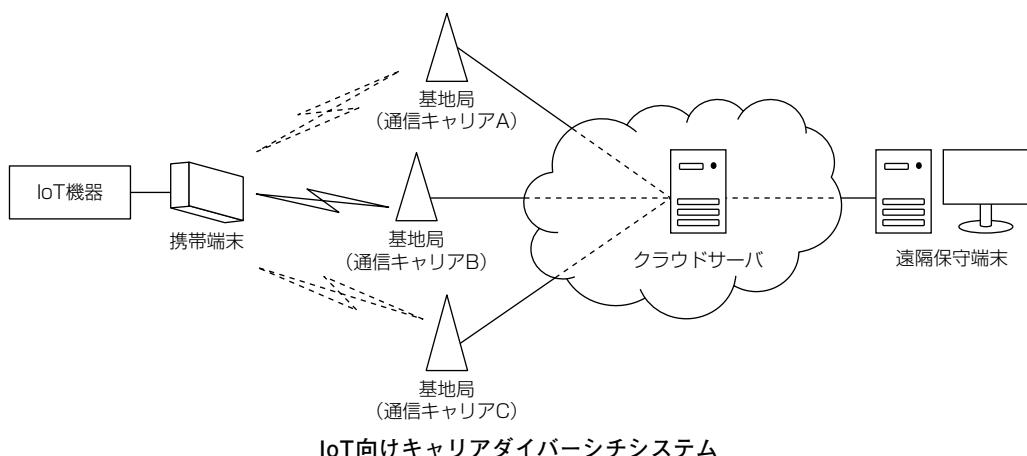
システムは、IoT機器と携帯端末、複数の通信キャリアの基地局を始めとする携帯電話網とこれら携帯電話網と通信可能なクラウドサーバ、遠隔保守端末から成る。携帯端末とクラウドサーバには当社アプリケーションプログラムを搭載している。

携帯端末は、各通信キャリアの品質測定、通信キャリア選択を行ふとともに、GNSS(Global Navigation Satellite System)による測位を行い、その測定結果及び障害の有無をクラウドサーバに通知する。クラウドサーバは、携帯端末からの

通知情報に基づき携帯端末の状態管理、障害管理を行い、必要に応じて端末に接続キャリア切替えを指示する。これによって、携帯電話網の広域性に加え、災害等によるネットワーク障害発生時等に適切なキャリア選択を実現し、データ通信の継続性向上が得られる。

#### (2) 遠隔保守機能

クラウドサーバは、状態監視、プログラム更新の機能をWebアプリケーションとして提供する。これによって、インターネット接続可能な遠隔地からの保守を可能にする。

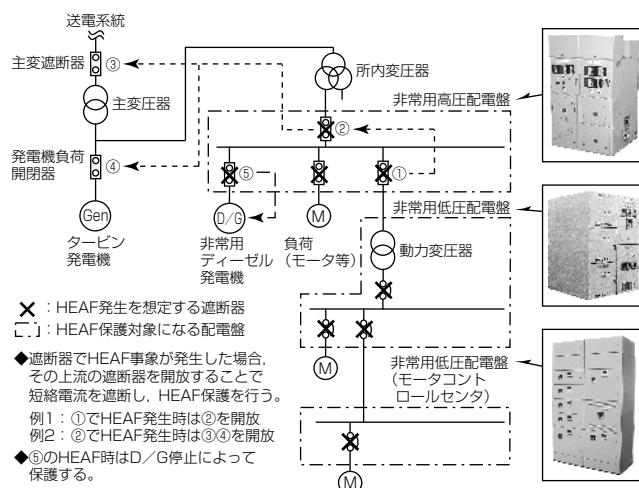


## 2. 電力システム Power Systems

### ■ 高エネルギーアーク損傷事象への対策技術 Countermeasure Technology for High Energy Arcing Fault

高エネルギーアーク損傷(High Energy Arcing Fault: HEAF)とは、主に開閉器等の導体間に大電流のアーク放電が発生し、急激なエネルギー放出が起こる爆発性の電気故障を指す。この事象について、原子力発電所の更なる安全性向上を目的にして、2017年8月に重要安全施設に電力を供給する電気盤に対してHEAFによる損傷を防止する規制が施行された。当社設備では非常用配電盤が対象になり、対策が求められた。

具体的には、配電盤内の遮断器に短絡事故が発生し、さらに遮断部の接触子破損等による遮断失敗になって事故継続した場合を想定する。このとき、上流遮断器によって短



想定事故点とHEAF保護対象配電盤の概念図

### ■ 異常兆候検知システムの新バージョン New Version of Abnormal Sign Detection System

プロセス波形から機器異常を早期発見する異常兆候検知システムの客先運用で抽出された課題を解決した新バージョンをリリースした。

#### (1) 長期的変動傾向の可視化

従来のトレンドグラフは、1分刻みで最大7日間表示であり、正常から異常に至る長期的な変化や正常波形と異常波形の比較評価が困難であった。表示速度改善のため、データベースの変更及びグラフ表示処理の改善をして、最大365日間の長期的変動傾向を確認可能にした。

#### (2) 学習を強化すべき範囲の特定支援

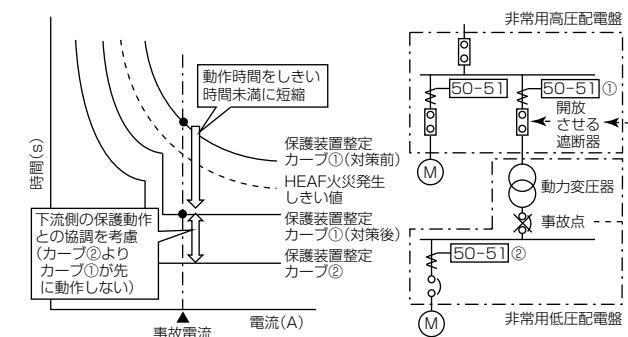
学習不足による誤検知か否かを判別するための情報がなく、検知結果の信頼度や追加学習すべき波形の特定が困難であった。学習済み／未学習のデータ領域を可視化し、学習不足範囲すなわち追加学習すべき範囲の特定を実現した。

#### (3) 事故波及状況の評価の登録／参照

従来の検知結果評価は、プロセス波形ごとに

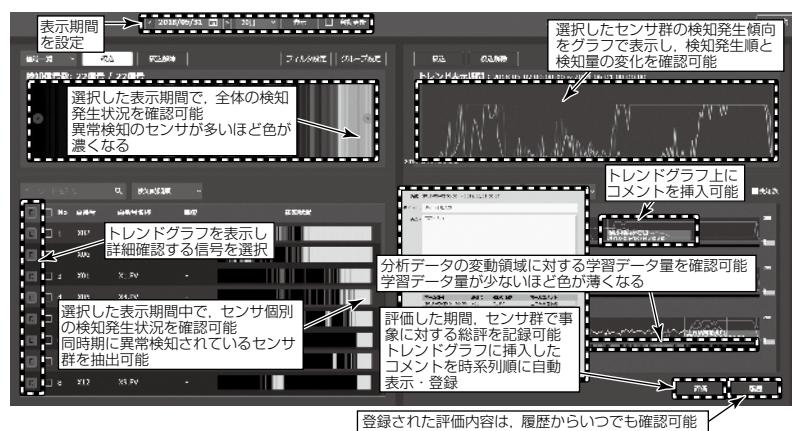
絡電流供給を断つ必要があるが、遮断完了までに生じるエネルギーの増加によって、盤内線等の発火から火災へと発展し得る。

対策として、発電所系統の保護協調を確保しつつ、この上流遮断器の遮断時間がHEAF火災発生のしきい時間以下となるように電気保護装置を設定変更する方針にした。この方針に対して、保護装置動作から電流遮断完了までの動作タイミングの精査、誤差・慣性動作を考慮した上流・下流保護装置間の時限協調、系統短絡電流設計の精緻化を行うことでHEAF火災防止と保護協調とを両立させる設計を実現した。HEAF対策を実施する原子力発電所も引き続き控えており、培った電気保護技術と知見を基に確実な対策を進めて、原子力発電の更なる安全稼働に貢献していく。



HEAF対策による保護協調のイメージ

評価コメントを登録する仕様であり、複数のプロセス波形で異常がどう波及したかの評価を登録できなかった。個々のプロセス波形の評価をトレンドグラフ上にマーカ形式で挿入し、複数波形のマーカを総評するコメントを登録することで、事故波及状況の評価を可能にした。また、過去に登録した評価内容を参照可能にした。



新バージョンの画面イメージ

## ■ 自家用発電プラントの最適運用ソリューション

Optimal Operation Solution for Private Power Plant

近年、電力システム改革の進展に伴い、自家用発電プラント(以下“自家発プラント”という。)の高度運用が課題になっている。また、カーボンニュートラルやSDGs(Sustainable Development Goals)などの環境意識の高まりを受けて、省エネルギーとCO<sub>2</sub>削減に関する要求が高まっている。

当社は工場全体の省エネルギー化によって、コスト低減・CO<sub>2</sub>削減に貢献する自家発プラントの最適運用ソリューションを提供する。このソリューションでは、発電設備エネルギー・マネジメントシステム(BTG-EMS: Boiler Turbine Generator Energy Management System)による自家発プラント内のエネルギー需給の最適化と、自家発プラント広域エネルギー・マネジメントシステム(広域EMS)による複数工場間の電力融通の最適化を図り、広域に事業展開する顧客のエネルギー・コストを最小化する。

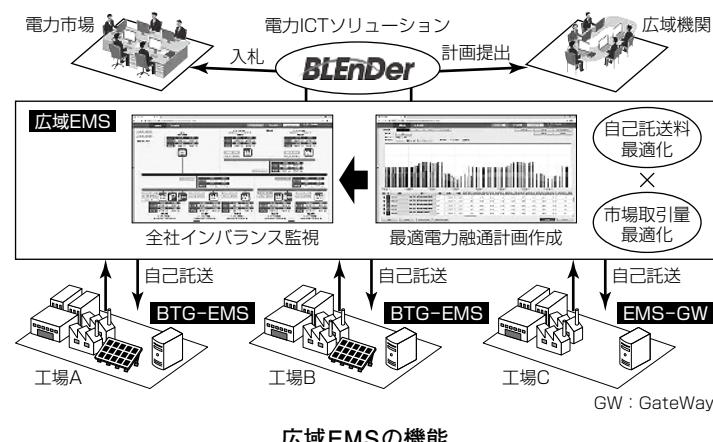
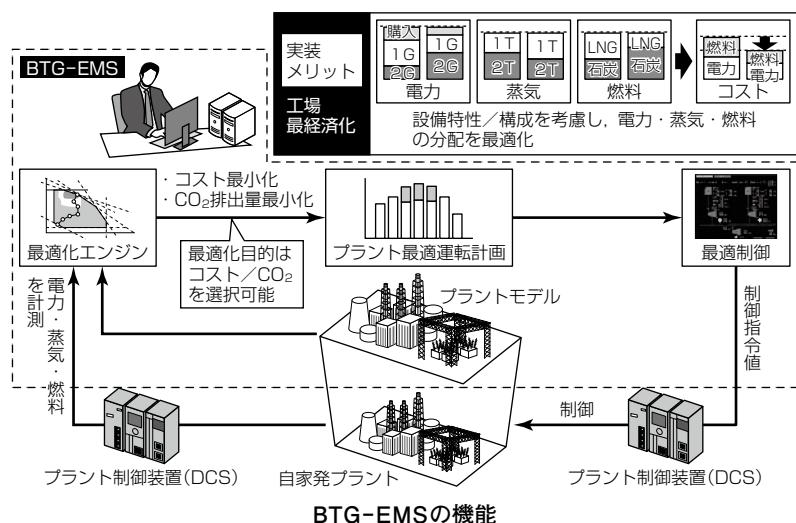
### (1) BTG-EMS

自家発プラントの電気系統、蒸気配管系統及び主機特性を数理モデル化し、数理計画法によってプラント運用計画の最適化を行う。また、プラント制御装置への制御指令出力によって自家発プラントの自動最適制御を可能にする。

### (2) 広域EMS

各工場のBTG-EMSと連携し、交互方向乗数法(Alternating Direction Method of Multipliers: ADMM)

を用いた分散最適化手法によって、顧客の全社的なエネルギー・コストが最小になる電力融通量を算出する。



## ■ 変電所用クローラ型巡視ロボット

Crawler-type Robot for Substation Patrol and Inspection

国内電力会社の変電所では、定期的に保守員が現地に出向いて変電機器の保守・点検作業を行っているが、省力化のため出向時間削減や作業効率化が求められている。そこで、2019年度から中部電力パワーグリッド(株)と屋外の気中変電所を対象にしたクローラ型巡視ロボットの開発を実施した。

気中変電所での運用を考慮し、墜落の危険性がなく、かつ碎石・段差や狭い通路を走行可能にするため駆動部はクローラを用いた。またレーザによって周囲の障害物の位置を計測するLiDAR(Light Detection and Ranging)を搭載した。目視点検の代替として、高所の計器などを確認するのに高さ約1,500mmまで伸縮可能なアームに点検用カメラを搭載した。

ロボットの操作は“遠隔操作”と“自律走行”的2通りの方法がある。遠隔操作は、遠隔地から走行用カメラ画像を見ながら手動で操作するものであり、コントローラでの移動

に加えて、点検用カメラの方向・ズーム操作と撮影ができる。自律走行では、あらかじめ用意した地図上に目標地点を設定して、自動で目標地点に到達できる。

この開発では、変電所現地で設定した所定ルートに沿って走行し、ルート途中に複数設定した撮影ポイントで自動的にカメラアーム動作とカメラ撮影を行う一連の動作の検証を行い、自律走行での巡視作業の自動化が技術的に可能である目途を得た。



クローラ型巡視ロボット  
(開発プロト型)



変電所での自律走行検証状況

## ■ 監視・制御の高度化を図るエッジデバイス“MELPRO-iシリーズ”

Edge Device "MELPRO-i Series" for Highly Sophisticated Monitoring and Control

分散電源や電力インフラ設備などの監視・制御の高度化を図るために、保護機能だけでなく、次の特長を持つエッジデバイス“MELPRO-iシリーズ”を開発・製品化した。

- (1) 國際通信規格IEC(International Electrotechnical Commission)61850 Edition2に対応

系統情報、設備情報などを各システムで収集できるほか、遠隔整定機能によってマイクログリッド運用時の系統切替えに対応可能である。また、MELPRO-i間の高速通信によるリアルタイム制御などが可能である。

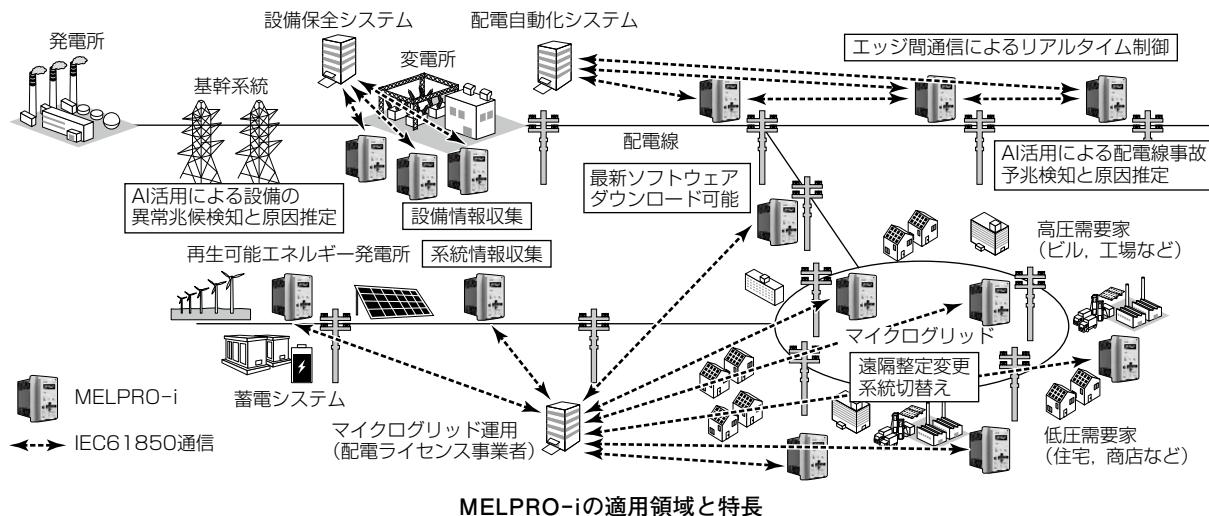
- (2) 当社AI技術“Maisart”を採用

AI専用のCPUを搭載し、当社IoT(Internet of Things)

プラットフォーム“INFOPRISM”を活用することによって、配電線や電力インフラ設備の異常兆候検知と原因推定が可能である。

- (3) サイバーセキュリティの国際規格IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)1686に対応

通信の暗号化に対応するほか、RBAC(Role Based Access Control)機能などを実装することで、情報漏えいや不正アクセスの防止が可能である。また、最新のソフトウェアへのアップデートが可能になっており、最新のセキュリティ対策が可能である。



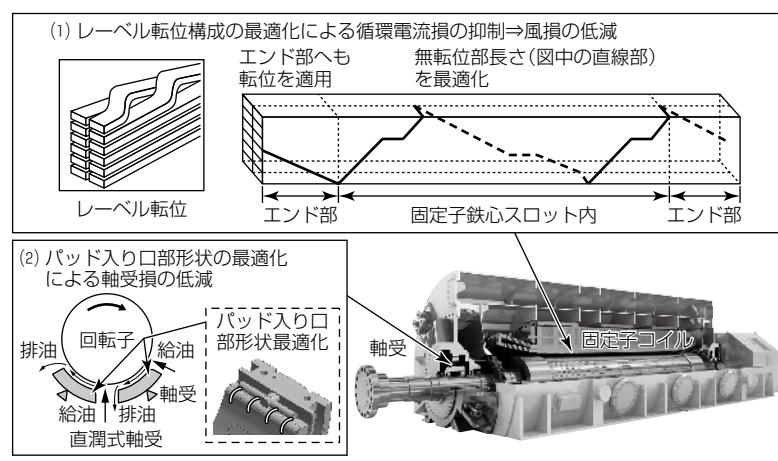
## ■ タービン発電機性能向上に貢献する予防保全技術

Preventive Maintenance Technology Contributing to Performance Improvement of Turbine Generator

再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、火力発電に求められる役割は、従来のベースロード運用から供給調整力を生かしたピーク運用へと変化している。このような用途では、タービン発電機は、再生可能エネルギーの出力に応じた負荷条件で運転されるため、幅広い負荷条件でのエネルギー変換効率の向上が必要である。定格でない運転条件である部分負荷時の効率向上には、様々ある損失のうち、固定損(機械損+鉄損)の低減が一般的に有効であるが、当社ではこの中の機械損に着目し、①機内風損と②軸受損を効果的に低減する技術を開発した。

①では、コイルエンド部を含む固定子コイル内のレーベル転位構成の最適化によって循環電流損を抑制し、それによって温度低下した分だけガス圧を低下させることで、機内風損を低減した。②では、油の流入する軸受パッド入り口部形状を最適化することで、損失と比例関係にある所要給油量を削減して軸受損を低減した。

これらの開発技術を500MVA(Mega Volt Ampere)級水素間接冷却タービン発電機に適用し、実機工場試験を行った結果、部分負荷時での最高効率99.2%を実現可能であることを確認した。今後も運用効率の最適化による電力コスト抑制に引き続き貢献していく。



タービン発電機効率を改善する新しい要素技術

## ■ キャパシタスイッチ用真空バルブ Vacuum Interrupter for Capacitor Switch



主に北米市場で使用されるキャパシタスイッチ用真空バルブを開発した。この真空バルブはキャパシタスイッチ用としては、定格電圧27kV、定格電流200Aに対応するのと同時に負荷開閉器(Load Break Switch)用として定格電圧27kV、定格電流630Aにも対応し、次の特長を持つ。

- (1) キャパシタスイッチの米国規格であるIEEE C37.66-2005に対応する。
- (2) 動作責務試験(Operating Duty Test)はC2クラスである。
- (3) 負荷開閉器用の国際規格IEC62271-103-2011、IEEE C37.74-2014及びIEC62271-111/IEEE C37.60-2012等の規格にも対応する。
- (4) 耐電圧性能に優れた接点を採用し、電界解析によるアーチシールドや接点等の形状最適化によって、真空バルブ外径φ61.5のコンパクトな構造で27kVキャパシタスイッチ及び27kV負荷開閉器定格に対応する。



キャパシタスイッチ用真空バルブ

キャパシタスイッチ用真空バルブの定格

用途	キャパシタスイッチ	負荷開閉器
定格電圧	27kV	27kV
定格電流	200A	630A
定格周波数	50／60Hz	50／60Hz
定格投入電流	32.5kAp	52.0kAp
定格短時間耐電流	20kA - 1秒	20kA - 1秒

### ■3. 交通システム Transportation Systems

## ■ 海外都市鉄道向け列車統合管理システム ----- *Train Control and Monitoring System for Overseas Urban Railways*

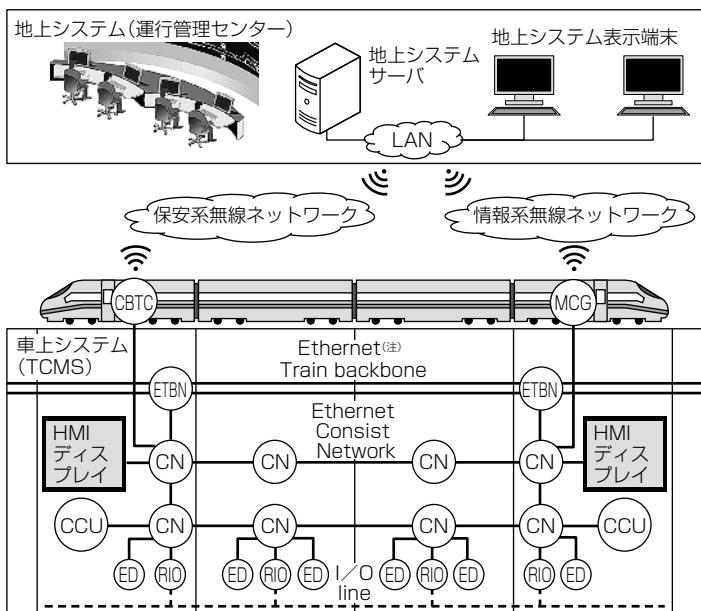
持続可能で利便性の高い鉄道運用を行うため、海外都市鉄道では自動運転の導入が進んでいる。安全性を考慮した自動運転車両への適用のため、次の特長を持つ海外都市鉄道向け列車統合管理システム(Train Control and Monitoring System: TCMS)を開発した。

### (1) 機能安全レベルSIL 2への適合

国際規格IEC(International Electrotechnical Commission) 62425の機能安全認証レベルSIL(Safety Integrity Level) 2に適合した装置でシステムを構築することで、安全関連機能の実現を可能にしている。

## (2) 自動運転支援機能の提供

車上-地上間通信を用いることで、運行管理センターからの遠隔車両制御や運行管理センターでの列車内機器状態・故障情報をリアルタイムに表示する機能を提供する。



### 海外都市鉄道向けTCMSのシステム構成図

## ■ CBTC車上装置での滑走空転時の速度・位置演算改善

Improvement of Positional Precision in Slide-slip Condition by Using Doppler Radar Speed Sensor on Communications-Based Train Control

従来の速度センサは、空転滑走時の速度・位置演算に誤差が生じる課題があった。今回、車輪の回転に依存せず空転滑走の影響を受けないドップラー式非接触速度センサを併用した無線式列車制御システム(Communications-Based Train Control: CBTC)の速度・位置演算処理を確立した。

CBTCに必要とされる安全設計に基づいて、ハザード分析による危険事象の評価、センサ異常や故障時での安全側処理の設計、走行試験による現車での検証を実施した。導入予定である東京地下鉄(株)と第三者メンバーで構成される評価委員会による安全性評価も完了した。

引き続きデータの積み上げ検証を重ねて、今後運用開始が予定されている丸ノ内線でこの制御が適用される。



### 従来の速度センサとドップラー式非接触速度センサ

## ■ 東京都交通局向けVVVFインバータ装置

Variable Voltage Variable Frequency Inverter Equipment for Tokyo Metropolitan Bureau of Transportation

東京都交通局6500形向けのVVVF(Variable Voltage Variable Frequency)インバータ装置を納入した。SiC(シリコンカーバイド)素子を用いた高周波スイッチング制御と高効率全閉形誘導電動機を組み合わせることによって、主回路システムの高効率化を実現した。また、断流器回路内蔵の2群一体構成を採用し、装置内レイアウト最適化による装置小型化を図ることによって、車両艤装(ぎそう)スペースの削減にも貢献した。

列車情報制御装置とのインターフェースでは、Ethernet伝送3系統方式を採用することによって、運転制御指令情報や機器トレースデータの送受信、ソフトウェアリモートローディング機能への最適対応が可能になり、保守・メンテナンス性の向上実現にも寄与している。



東京都交通局向けVVVFインバータ装置

## ■ 東日本旅客鉄道(株)の新型事業用車両向けブレーキシステム

Brake Control System for East Japan Railway Company's New Business-use Train

東日本旅客鉄道(株)の新型碎石輸送気動車GV-E197系と事業用電車E493系向けブレーキシステムを開発した。このブレーキシステムはブレーキ制御装置、吐出弁装置などで構成される。この車系はブレーキシステムの異なる多様な車両のけん引を可能にするため、電気指令で動作する交番2進モード、純2進モード、空気指令を出力する階段ユルメモード、全ユルメモードの四つの制御モードを搭載し、被牽引(けんいん)車によってブレーキの制御モードの切替えを可能にしている。また、GV-E197系ではブレーキ装置間でネットワークを構成しており、モニタ装置を搭載しないホッパ車のブレーキ状態を先頭車のモニタ装置で把握することを可能にしている。



GV-E197/E493系ブレーキ制御装置

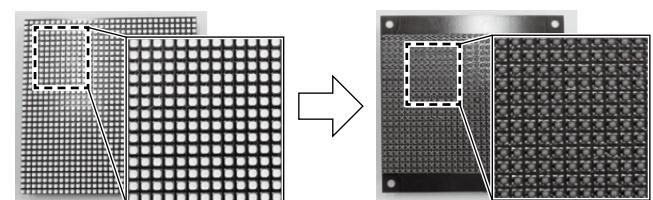
## ■ 鉄道車両向けフルカラーLED表示器

Full-color LED Displays for Railroad Vehicles

行先や次駅を乗客に知らせることを目的にした鉄道車両の前面や車内の扉上に搭載される表示器は、従来、赤・緑とその同時点灯でのオレンジの三色しか表現できなかった。当社の表示器では赤・緑・青の3原色を用いて、かつ大型映像装置“オーロラビジョン”で培った階調制御技術を応用することで、最大で約687億色の高い表現力を実現した。さらに、当社の表示制御の特長として高速リフレッシュレートが挙げられ、カメラ撮影等でのちらつきを抑制するため、480Hz(一般的なテレビの8倍)の高速リフレッシュレートを実現した。また、構造に関する特長としてひさしと素子自体の黒パッケージ化が挙げられる。屋外で使われる映像装置は太陽光対策が重要になる。太陽光が表示画に当たると、その反射によって画面全体が見づらくなるが、当社表示器ではLED素子の上にひさしを設けて、太陽光の影響を受けにくくすることで、視認性を向上させた。また、素子が点灯しているときと点灯していないときの明暗の差(コントラスト)がはっきりしているほど、表示器は視認性が高くなるため、当社表示器では一般的な白色パッケージのLED素子ではなく、黒色パッケージを用いることでコントラストの向上を実現した。



当社表示器による案内表示例

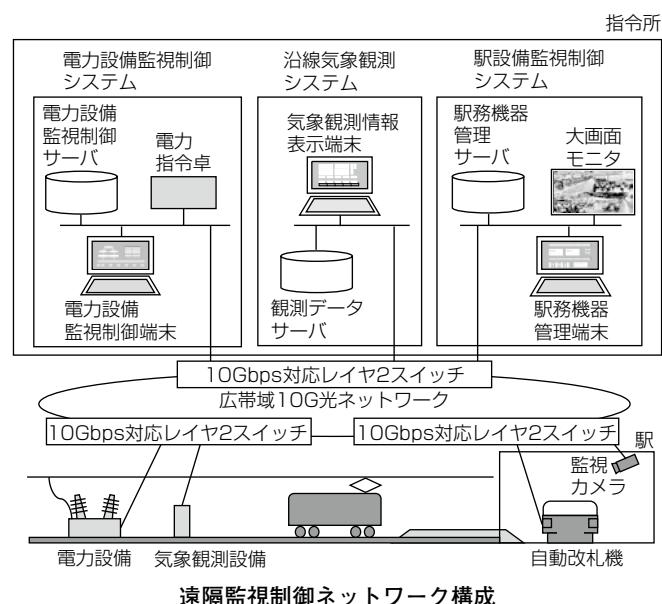


黒パッケージLED採用による高コントラスト化

## ■ 鉄道分野向け広帯域10Gbps光ネットワーク対応のレイヤ2スイッチ

Layer 2 Switch Corresponding to Broadband 10Gbps Optical Network for Railway Field

当社は耐環境性・高速障害迂回(うかい)機能を持つ広帯域10Gbps対応レイヤ2スイッチを開発し、出荷を開始した。鉄道事業者では気象観測設備等の屋外機器や駅務機器、電力設備などを指令所から監視制御する以前からのニーズに加えて、省力化・セキュリティ強化のために、監視カメラを用いた映像監視のニーズが増加している。監視カメラの高画質化もあり、監視制御用光IP(Internet Protocol)ネットワーク上でIPパケットの伝送トラフィックが増加している。この製品を使用し、指令所と駅、現場設備等を広帯域の光IPネットワークで接続し、従来複数に分散させていたネットワークを一つに集約することによって、監視対象を効率的、集中的に監視できるようになった。



# ■4. ビルシステム Building Systems

## ■ エレベーター専用空気清浄デバイス“ヘルスエアー”搭載循環ファン

*Circulation Fan with Air Purifying Device "Plasma Quad" for Elevator*



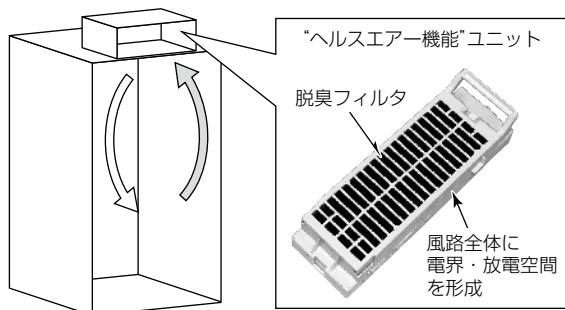
4章

昨今、全世界で新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染者が急増しており、密室空間であるエレベーターかご室でもウイルス抑制機能の需要が高まっている。そこで従来の空気清浄機器の課題(サイズ縮小等)を解決し、コロナ禍でのエレベーターに対する安心・安全を訴求するため、当社が建築設備向けで既に市場投入している空気清浄デバイス“ヘルスエアー”を適用し、エレベーター専用ヘルスエアー搭載循環ファンを開発した。

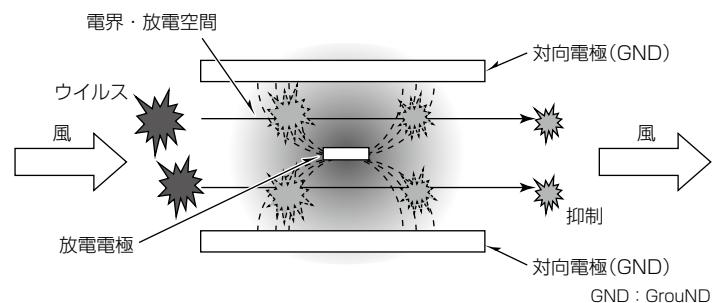
ヘルスエアーは、リボン状の放電電極に5~6kVの電圧を印加して電界強度を高めて、通風路の広範囲に電界・放電空間を形成することで、流通する空気に含まれる物質

に効率的に電荷を付与する仕組みであり、ウイルス・菌・花粉・PM(Particulate Matter)2.5等の粉じんを静電気力で捕集する。また、デバイス内部に捕集する効果と合わせて、ウイルスや菌を99%以上抑制し、花粉などのアレル物質も抑制する。また、脱臭フィルタによる脱臭効果も持つ。

2020年10月から発売した標準型エレベーター“AXIEZ-LINKs”から、標準仕様として市場投入した。また、その他国内・海外の新設エレベーターへと順次適用拡大し、さらには、既設物件にもヘルスエアー仕様へ変更可能な保守オプション対応を展開した。これによって、コロナ禍で安心・安全な社会生活に寄り添ったエレベーターを提供していく。



ヘルスエアー機能のイメージ図



ヘルスエアーの原理

## ■ カスタマイズが容易なタッチパネル式乗場操作盤

*Easy-to-Customize Touch Screen Type Hall Operating Panel*



カスタマイズ要求が多い米国でのエレベーター行先予報システムの訴求力向上を目的にして、カスタマイズが容易なタッチパネル式乗場操作盤を開発した。

タッチパネル式乗場操作盤は、利用者の行先階に応じてエレベーターの運行を自動制御するエレベーター行先予報システムで、行先階の入力及び割り当て号機の表示を担う装置である。エレベーター行先予報システムは海外の大規模ビルを中心に主流になりつつあり、特にタッチパネル式乗場操作盤は高機能化に加えて、物件ごとの多様なカスタマイズ要求が増えてきている。

そこでタッチパネル式乗場操作盤のプラットフォームを一新し、ソフトウェアの拡張性及び開発速度を向上させて、高度なカスタマイズ要求に対応できるようにした。また画面パーツをファイルで管理する構成にすることで、画面パーツの差し替えを容易にした。さらに、ソフトウェア開発の知識なしに簡単なタッチ操作だけで画面パーツの差し替えが可能なカスタマイズツールを開発し、カスタマイズ

要求に対する対応速度を向上させた。

この開発の結果、物件ごとの要求に応じて柔軟かつ迅速なカスタマイズ対応が可能になった。



タッチパネル式乗場操作盤

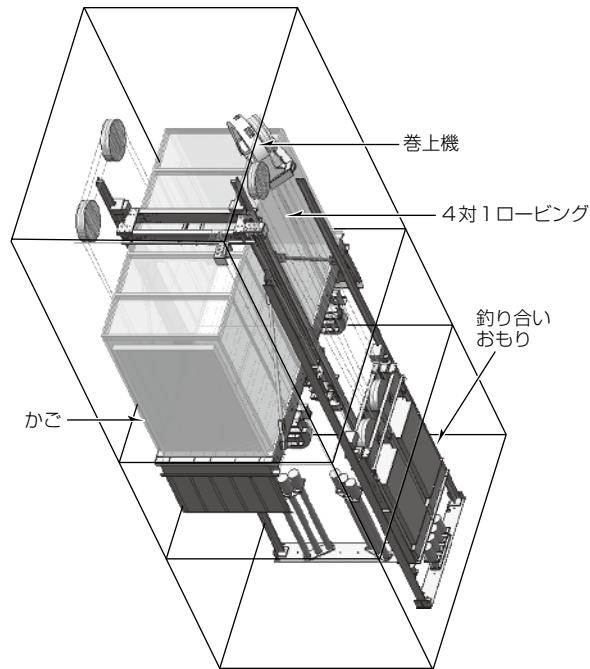


カスタマイズツールの画面

## ■ 大容量荷物用機械室レスエレベーター Machine-room-less Freight Elevator for Large Capacity

近年、特に海外での大規模建設プロジェクトで大容量(積載質量が2,500~5,000kg)で機械室レス(Machine-room-less: MRL)のエレベーター(荷物用又は人荷用)のニーズが増加している。当社ではこのような大容量荷物用MRLエレベーターを標準製品として準備していなかった。そのような状況の中、海外での大規模建設プロジェクトで、大容量荷物用MRLエレベーターを含む全64台を受注した。この案件の受注によって、開発コンセプトを“現行機器を流用したエレベーター機器構成とし、早期に市場へ製品を投入する”として、大容量荷物用MRLエレベーターの開発を開始した。

大容量のMRLエレベーターを実現するために市場投入済みの最大積載質量2,500kg、かご速度90m/min、2対1ローピングのエレベーターを基本機種として採用した。そしてエレベーターの機器構成のうち、ローピングを4対1に変更し、制御システムはそのまま既存システムを転用することにした。また機械システムについても既存機器を多用した設計にすることで、新規の機器開発に伴う開発・評価期間が最小限になることを目指した。これらを考慮して開発を進めて、最大積載質量5,000kg、かご速度45m/minの大容量荷物用MRLエレベーターを早期に市場へ投入でき、顧客から納入した製品品質について高い評価を受けた。

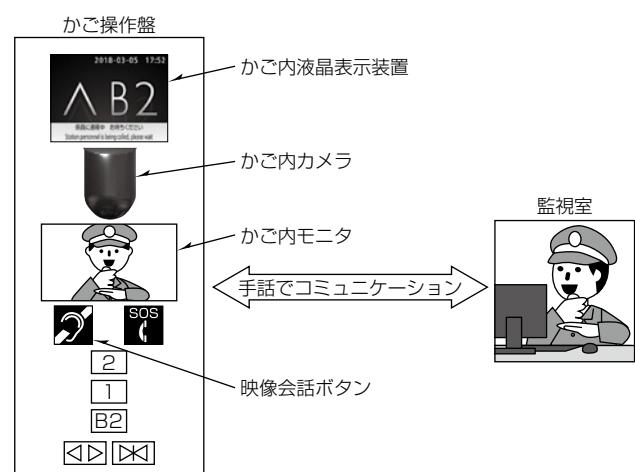


大容量荷物用MRLエレベーターの主要機器構成

## ■ 聴覚障がい者との緊急時のコミュニケーションを可能にしたエレベーターシステム Elevator System to Enable Emergency Communication with Aurally Challenged People

緊急の際、聴覚障がい者がエレベーターのかご内から安心かつスムーズに外部へ連絡できるようにする機能を備えた聴覚障がい者専用の双方向会話システムを開発した。次にシステムの概要と特長を述べる。

- (1) エレベーターのかご操作盤に実装された映像会話ボタンが押されると、かご内液晶表示装置に“係員に通報中 お待ちください”的メッセージが表示され、監視室の表示灯点滅とブザー鳴動によって、聴覚障がい者からの緊急通報を係員へ知らせる。
- (2) 係員が監視室のモニタでかご内の聴覚障がい者の状況を確認し、手話によるコミュニケーションをとる必要があると判断した場合は、監視室のボタン操作によって、かご内液晶表示装置の表示を“お待たせしました お話し下さい”的メッセージに切り替えて、係員自身の映像をかご内モニタに映し出して、かご内と監視室の双方向で手話による会話を実現できる。
- (3) 音声通話装置の通信・制御と分離し、聴覚障がい者専用のシステム構成としてシステムの信頼性・利便性を向上させている。



聴覚障がい者との緊急時のコミュニケーションを可能にしたエレベーターシステム

## ■ 入退室管理システム向け新型“指透過認証装置” New Type of Fingerprint Authentication Device for Access Control System



指を透過した光によって、真皮層から表皮にかけての指紋パターンを撮像して照合する新型“指透過認証装置”を開発し、2021年に発売した。

新型装置では、指紋パターンを撮像するためのイメージセンサの生産中止を機に、レンズ等の光学系部品も含めて設計を刷新することで機器の性能向上と意匠性向上を実現した。この機器の特長を次に述べる。

### (1) 認証精度の向上

取得画像の改善によって、本人拒否率(0.005%以下)は維持したまま、他人受入率を0.000075% (133万分の1)以下から0.0000067% (1,500万分の1)以下に低減した。

### (2) 認証時間の向上

撮像フレームレート及び処理性能の向上によって、平均認証時間を0.8秒から0.7秒に短縮した。

### (3) 機器の薄型化

指紋認証ユニットの小型化によって、壁からの飛び出しを30mmから11mmに抑えて、薄型化を実現した。

### (4) 意匠性の向上

LEDアニメーションによってユーザーの操作に対してフィードバックを行う“info dot”を搭載した。また、意匠面の凹凸感削減や分割線削減によって建築空間への融和を図った。



従来の指透過認証装置



新型の指透過認証装置

## ■ エスカレーター用抗菌ウレタン手すり Antibacterial Urethane Handrail for Escalator

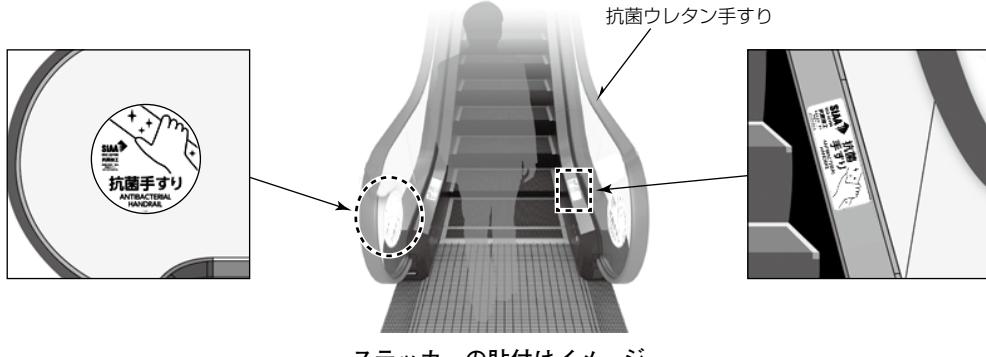


エスカレーターの手すりは、エスカレーター非常停止時や乗客がバランスを崩したときに乗客が把持することで転倒防止・安全性向上を図る部品である。一方で、手すりには多くの人が触れるため各種の菌が付着する可能性があり、コロナ禍では乗客が快く把持できず、エスカレーター利用時の安全性低下が懸念される。このように、菌やウイルス対策の市場要求の高まりを受けて、エスカレーター用抗菌ウレタン手すりの開発を行った。

当社の抗菌ウレタン手すりでは複数の押し出し成形層の中で、表面層にだけ抗菌剤を練り込んでおり、これによっ

て手すり表面に付着した大腸菌や黄色ブドウ球菌の増殖を99%抑制できることを外部機関で確認している。また、この結果を受けてエスカレーターの手すりとしてSIAA(一般社団法人 抗菌製品技術協議会)の認証を取得した。

抗菌ウレタン手すりは表面層に抗菌剤を練り込んでいるものの、乗客がそのことを外観から識別するのは困難である。そのため、抗菌手すりを使用したエスカレーターであることを乗客にアピールするためのステッカーも用意し、エスカレーター欄干に貼り付けて手すり把持率向上と安全性向上を図っている。

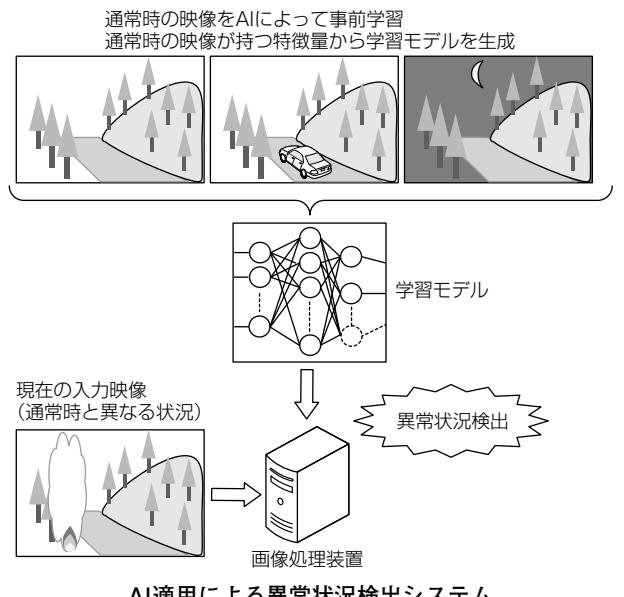


# ■ 5. 公共システム Public Systems

## ■ AI適用による映像の異常状況検出システム AI-based Unusual Scene Detection System

AI技術を用いた異常状況検出システムを開発した。従来の検出システムでは、事前生成した背景と現在の入力映像の画素情報を比較していたため、急な天候変化や照明点灯に伴う影の発生など短時間で大きく画素情報が変化した場合に、異常状況でなくても異常ありと判定し、誤検出につながっていた。

新開発のシステムは、通常時の映像をAIに事前学習させることで得られた特徴量と現在の入力映像が持つ特徴量の比較によって、異常状況の発生有無を検出する。画素情報の変化を特徴量とすることで、画素情報の差分だけで異常状況を検出する従来のシステムと比較して道路監視分野で異常状況の誤検出を抑制することが可能になった。



## ■ 社会インフラ維持管理の効率化に貢献するAIひび割れ自動検出技術 AI-based Automatic Crack Detection Technology Contributing to Efficient Maintenance of Social Infrastructure

トンネル等のコンクリート構造物表面の画像から、ひび割れ発生箇所を高精度かつ自動的に検出する、AIひび割れ自動検出技術を開発し、三菱インフラモニタリングシステム“MMSD II”<sup>(\*)1</sup>に適用した。これによって、社会インフラ構造物での維持点検作業の効率化や点検作業員の負荷軽減に貢献する。

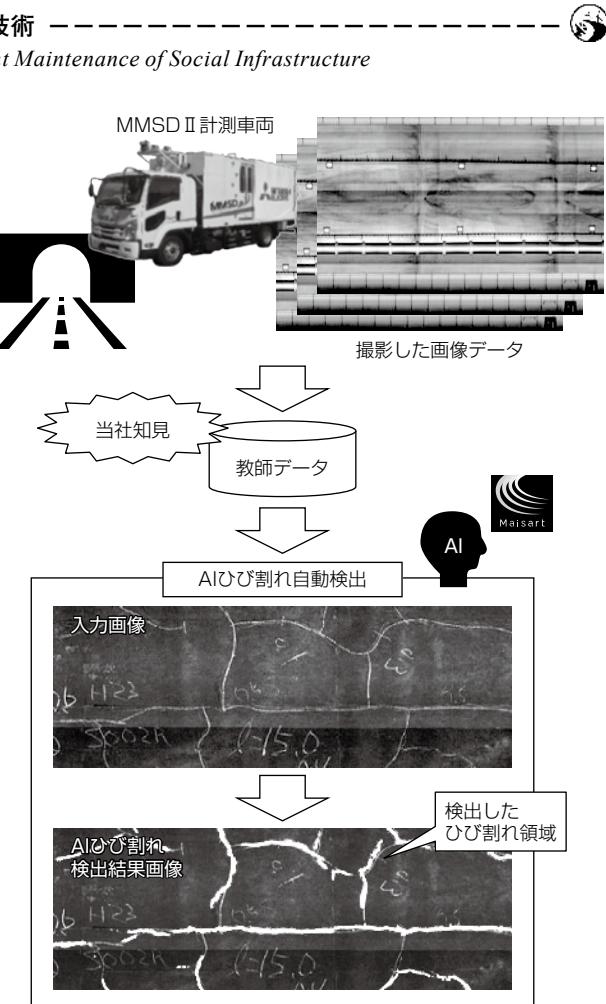
AIひび割れ自動検出技術の特長は次のとおりである。

- (1) MMSD IIで撮影した高精細かつ多様なコンクリート表面画像データに対して、当社知見に基づいてひび割れ領域を手動でラベル付けした学習データを作成し、AIで学習させることによって、新たな社会インフラ構造物の表面画像に対しても、ひび割れの自動検出を実現した。
- (2) AIは複数の深層学習モデルを組み合わせた独自構造と、ひび割れ領域を重点的に行う学習方式を採用し、ひび割れのような微細な特徴に対する検出精度向上を実現した。

この技術によって、MMSD IIで撮影した画像データに対して幅0.1mm以上のひび割れ検出率95.9%<sup>(\*)2</sup>を達成した。

\* 1 高密度三次元レーザと高解像度ラインカメラを搭載し、道路・鉄道・トンネルの高精度な計測・解析を可能にした社会インフラ構造物の計測・解析サービス

\* 2 AIがひび割れと判断したブロックのうち正解と一致したブロック数 ÷ 正解ブロック数(ブロック: 128×128(pix)単位の画像データ)

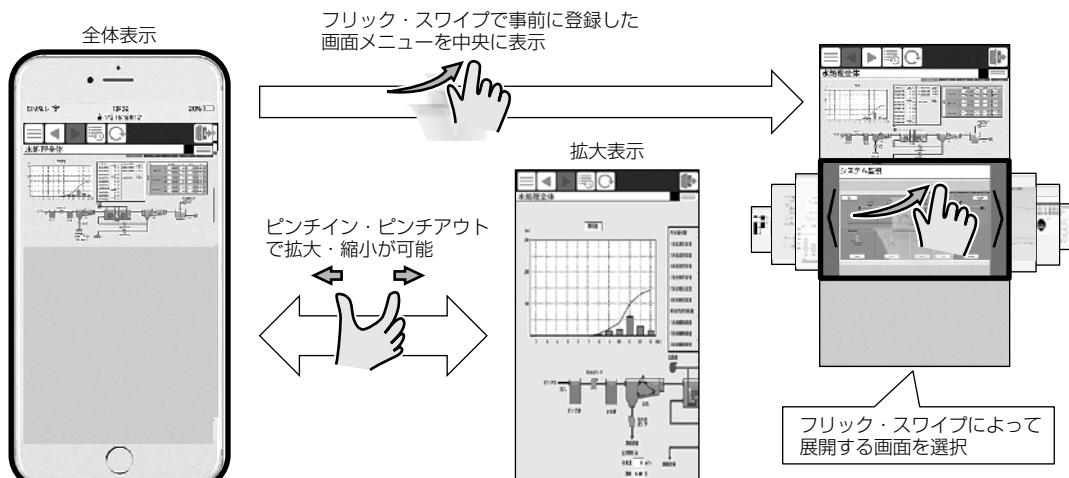




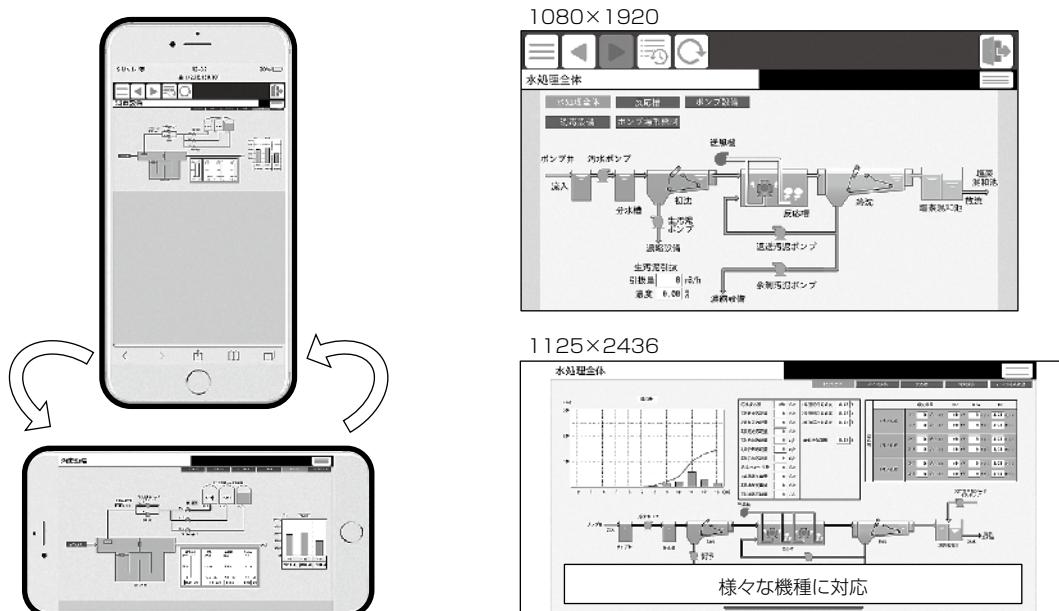
当社の上下水道向けWeb監視制御システム“MACTUS-Web II”の監視端末として、従来のパソコン・タブレットに加えて、新たにポータビリティの高いスマートフォン(iPhone<sup>(注)</sup>)による監視を可能にした。このスマートフォン監視の特長を次に述べる。

(1) ピンチイン・ピンチアウトによる表示の拡大・縮小や  
フリック・スワイプによる画面展開など、スマート

フォン特有の直感的なタッチインターフェースに対応  
(2) 画面の縦向き・横向きに応じて自動で最適な画面レイアウトを表示  
(3) 端末の画面サイズ・解像度を自動認識し、最適な監視画面を表示する機能によって、スマートフォンの様々な機種に対応



(1) スマートフォン特有の直感的な操作によるプラント監視



(2) 向きに応じた最適な画面レイアウトの表示

(3) 端末の画面サイズ・解像度の自動認識による最適な監視画面の表示

#### MACTUS-Web II のスマートフォン監視の特長

# ■ 6. FAシステム Factory Automation(FA) Systems

## 6.1 FA制御機器・システム Automation and Drive Control System

### ■ AI技術“Maisart”を活用した高精度ワイヤ放電加工機“MPシリーズ” High Precision Wire Electric Discharge Machine "MP Series" Equipped with AI Technology "Maisart"

自動車の電動化や5G(第5世代移動通信システム)通信製品への対応を背景に精密コネクタ用の樹脂成型やプレス型の高精度加工のニーズが高まっている。コネクタ型のような加工板厚が変化する複雑形状でもノウハウレスで加工寸法を安定的に出すことができる“Maisart<sup>(\*)1</sup>”制御(ノズル離れ)を開発して高精度ワイヤ放電加工機“MPシリーズ”に標準搭載した。

Maisart制御(ノズル離れ)は板厚やノズル離れの加工状態を検出して加工寸法が均一になるように電気エネルギーや加工速度を自動制御する。これまで加工技術者が板厚ご

とに加工条件を割り当てていたが、板厚が変化する複雑な加工でも一つの加工条件で高精度加工を実現した。

\* 1 当社独自のAI技術ブランド



MP2400

### ■ AI技術“Maisart”を搭載した中型形彫放電加工機の最新モデル“SG28” Latest Model "SG28" of Medium-size Sinker Electric Discharge Machine Equipped with AI Technology "Maisart"

自動車用に使用される小物から中大物部品の金型など、多種多様なワークの最適加工を実現する形彫放電加工機の最新モデル“SG28”を開発した。製品の特長は次のとおりである。

- (1) AI技術“Maisart”によって加工状態の変化を瞬時に判断し、電極と工作物の距離や放電エネルギーを調整することで良好な放電を高頻度で発生させる新加工制御を搭載した。小物から中大物加工での加工面質や均一性を向上させて、後工程の磨き時間を約30%削減した。
- (2) 制御装置“D-CUBES”的搭載と機械仕様の最適化(Z軸

の移動距離を従来比50mmアップ、電極とテーブル間の距離を145mm縮小)によって小物から中大物ワークの段取り時の操作性と作業性を向上させた。

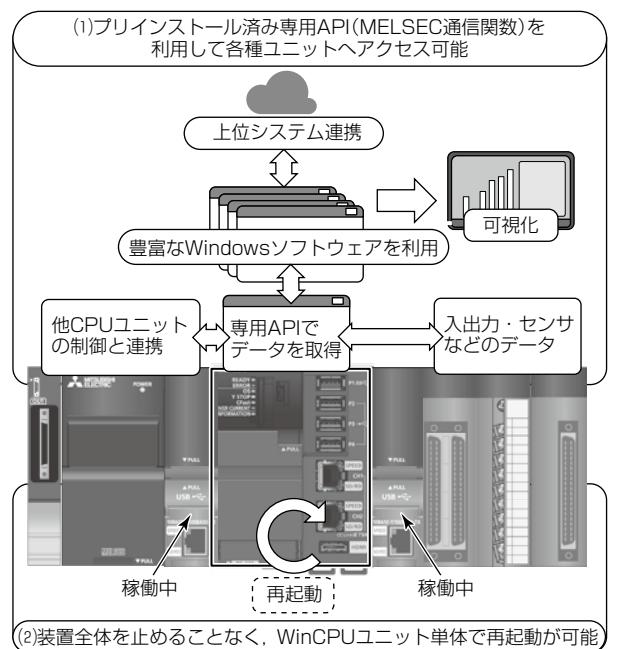


SG28

### ■ 三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”的“WinCPUユニット” "MELSEC WinCPU Module" of Mitsubishi Electric Programmable Controller "MELSEC iQ-R Series"

三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”にWindows<sup>(注)</sup>を搭載した“WinCPUユニット”を追加した。FA業界では、シーケンス制御に加えて、現場データを収集・加工し、可視化・上位システムと連携する情報化ニーズが多くなっている。そのため、このニーズを実現するソフトウェアが豊富にあるWindowsを搭載したユニットを開発した。主な特長を次に示す。

- (1) 専用API(Application Programming Interface)を用いることで、制御と連携しながら各種ユニットのデータを収集するシステム構築が容易になる。
- (2) 複数のCPUユニットが稼働するマルチCPU構成時に、他CPUユニットの動作を止めずにOSを再起動させることができる。Windowsがフリーズした場合でも、装置全体を止めることなく制御への影響を最小限にすることができる。



MELSEC iQ-RシリーズのWinCPUユニット

## ■ CC-Link IE TSN対応防水・防塵タイプ(IP67)の“リモートI/Oユニット”

Waterproof and Dustproof Type (IP67) "Remote I/O Module" Corresponding to CC-Link IE TSN

産業用オープンネットワークCC-Link IE TSN(Time-Sensitive Networking)に対応した防水・防塵(ほうじん)タイプの“リモートI/Oユニット”(6機種)を開発した。制御盤レス化によるコストダウン、省スペース化を実現し、自動車・食品製造のエンドユーザーやその関連装置メーカーへの提案力強化と、CC-Link IE TSNの適用拡大を見込む。主な特長は次のとおりである。

- (1) 保護等級IP67に対応し、耐環境性を強化したことで、制御盤レスでの柔軟なシステム構築を可能にした。
- (2) 最大負荷電流4A/1点に対応することで、大きな負荷をリレー等を介さずに直接駆動可能にした。
- (3) CC-Link IEフィールドネットワーク通信モードに対応し、2種類のネットワークで使用可能にした。



防水・防塵タイプ(IP67)のリモートI/Oユニット

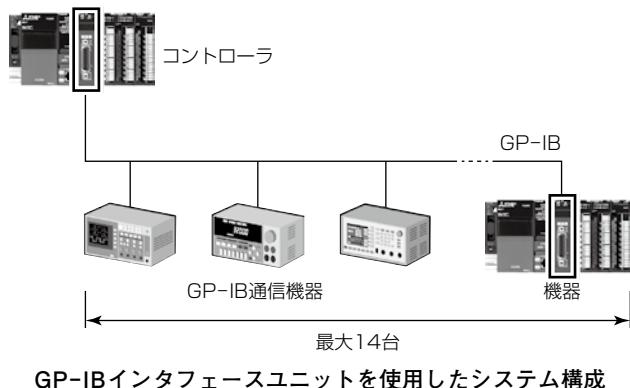
## ■ 三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”の“GP-IBインタフェースユニット”

“GP-IB Interface Module” of Mitsubishi Electric Programmable Controller “MELSEC iQ-R Series”

GP-IB(General Purpose Interface Bus)は国際標準規格IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)488に準拠した通信規格であり、パソコンから計測器まで幅広い分野で使用されている。今回、三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”に“GP-IBインタフェースユニット”を新たに追加し、GP-IB通信機器とシーケンサの接続を可能にした。製品の特長は次のとおりである。

- (1) コントローラとして使用した場合、最大14台のGP-IB通信機器に対して、データの送信／受信、動作状態の読み出し、機器固有機能の制御(計測開始指令など)が可能である。
- (2) 機器として使用した場合、コントローラが指定した機器(計測器など)との間でデータ送信／受信が可能である。

また、コントローラからのインターフェースメッセージ受信が可能である。



## ■ CC-Link IE TSN対応“AnyWireASLINKブリッジユニット”

“AnyWireASLINK Bridge Module” Corresponding to CC-Link IE TSN

配線種別や分岐の自由度が高く、センサ診える化機能が特長の省配線ネットワークAnyWireASLINK<sup>(注)</sup>を、新たな産業用オープンネットワークCC-Link IE TSNから利用できるブリッジユニットを開発し、システム構築のTCO(Total Cost of Ownership)削減を実現した。主な特長は次のとおりである。

- (1) CC-Link IE TSN製品初の当社センサソリューション“iQ Sensor Solution”対応によって、センサの設定やモニタの容易化を実現した。
- (2) AnyWireASLINKの性能を従来比2倍に向上(伝送点数1,024点、接続可能台数256台)させた。
- (3) AnyWireASLINKのシステム構成読み出しを高速化し、システム立ち上げ時間を短縮した。

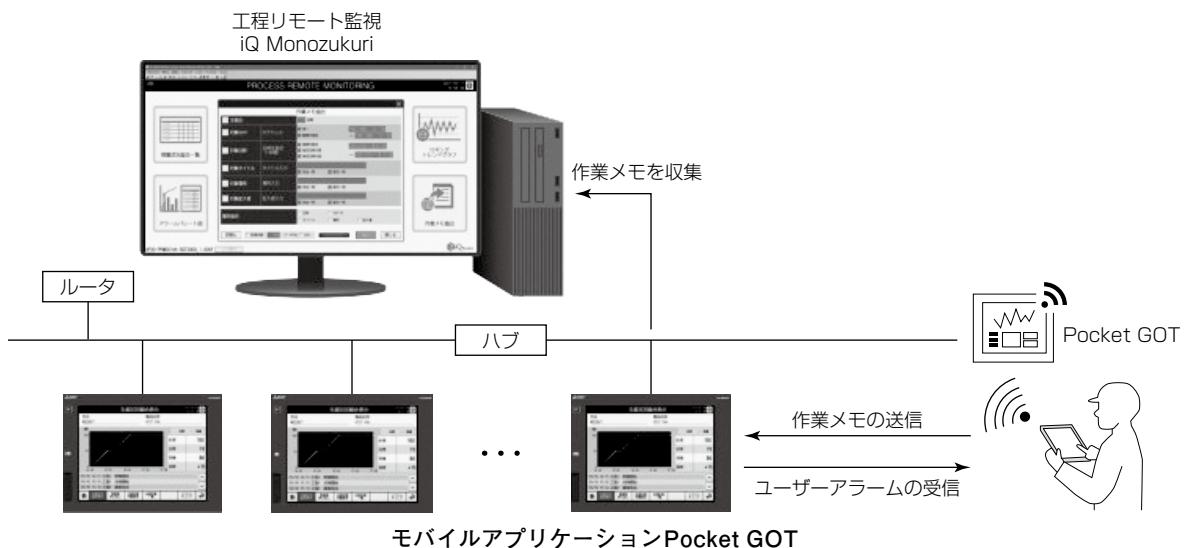


AnyWireASLINKブリッジユニット

## ■ モバイルアプリケーション“Pocket GOT”活用による生産現場の見える化ソリューション -----

Production Site Visualization Using Mobile Application "Pocket GOT"

離れた生産現場の状況をより迅速に把握するため、生産現場で発生したアラームの通知を手元のモバイル端末で受信するモバイルアプリケーション“Pocket GOT(Graphic Operation Terminal)”を開発した。モバイル端末やパソコンから設備の遠隔監視・操作を可能にする既存機能の“GOT Mobile”と組み合わせることによって、更に見える化を進めた。



## ■ SCADAソフトウェア“GENESIS64” -----

Supervisory Control And Data Acquisition Software "GENESIS64"

製造業のIoT(Internet of Things)化・デジタル化に伴い、機器の監視・制御・分析によって生産性や品質等の向上に貢献するSCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)の需要は拡大している。そこで、当社は2019年に完全子会社化したICONICS社の“GENESIS64”を共同開発によって製品強化し、2021年3月に市場投入した。GENESIS64の主な特長は次のとおりである。

- (1) 3D・AR(Augmented Reality)にも対応した高精細監視画面を実現した。
- (2) パソコンに加えて、手持ちのスマートフォンやタブレットでの遠隔監視が可能である。スマートウォッチにも対応している。
- (3) 当社FA機器用通信ドライバでの高信頼・高速通信が可能である。
- (4) 省エネルギー・品質管理・予防保全等の分析機能によってTCO(Total Cost of Ownership)を削減する。

Pocket GOTには次の特長がある。

- (1) 受信したアラームをバイブルーション、音、バナーなどで通知する。
- (2) GOT Mobileと連携してアラームが発生した現場情報を確認できる。
- (3) モバイル端末の写真や画像、テキストで登録した現場情報を共有できる。

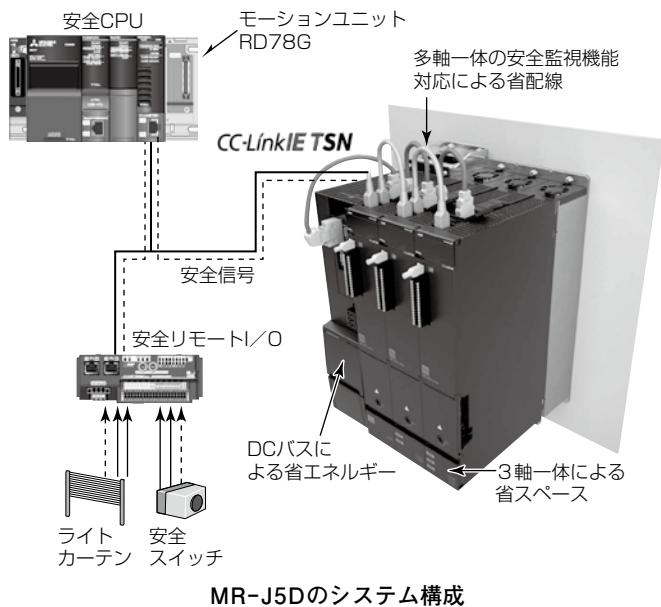


■ ACサーボ“MELSERVO J5シリーズ”のコンバータ分離多軸ドライブユニット“MR-J5D” ----- 

Converter Separated Multi Axes Servo Drive Unit "MR-J5D" of AC Servo "MELSERVO J5 Series"

2019年5月に発売したACサーボ“MELSERVO J5シリーズ”に、コンバータ分離多軸ドライブユニット“MR-J5D”をラインアップ追加した。ロールtoロール装置に適したDCバスシステムに対応し、主な特長は次のとおりである。

- (1) コンバータユニットのDCバスに複数のドライブユニットを接続することで、回生エネルギーを力行動作に再利用し、省エネルギーに貢献する。
- (2) 3軸一体ドライブユニットをラインアップし、多軸システム構成での省スペース化を実現した。
- (3) 多軸一体ドライブユニットのCC-Link IE TSNの安全通信に対応し、安全監視機能の個別制御の実現、及び省配線化が可能である。



■ 表面検査用カラーCIS“KD-AX4シリーズ” ----- 

Color Contact Image Sensor "KD-AX4 Series" for Surface Inspection

当社CIS(Contact Image Sensor: 密着イメージセンサ)事業は2013年度からマシンビジョン分野へCIS“KDシリーズ”として製品展開しており、主に産業用印刷機の表面検査用途に採用されている。これまでカラー、モノクロ、高速インターフェースCoaXPress<sup>(注)</sup>搭載、長尺化(最長読み取りサイズ1,688mm)と製品ラインアップを広げてきた。

今回は量産中のカラーCIS“KD-AX3シリーズ”の後継機として“KD-AX4シリーズ”的開発を行った。インターフェースはCameraLink<sup>(注)</sup>を踏襲し、外形形状も従来機と互換性を持たせることで置き換えを可能にしている。読み取りサイズは従来機の309mm, 617mm, 926mmに335mmサイズを加えることでA3, A1, A0, A3ノビの用紙サイズに対応した。読み取り速度は、解像度300dpi(最高解像度は600dpi)で32KHz(印刷物の搬送速度換算で163m/分)と従来機の1.4倍に向上し、読み取り性能はフレア(筐体(きょうたい)内部反射による迷光)の影響を4分の1に低減し、読み取り画像のコントラストを改善した。また高感度センサの採用によって内蔵するLED照明の消費電力を6割削減した。

“KD-AX4シリーズ”は2022年4月量産予定にしており、今後も高まるマシンビジョン用途の生産性向上に貢献していく。



## 6.2 配電・計測機器 Power Distribution Measuring Apparatus

### ■ 小形遮断器“WS-Vシリーズ”付属端子台へのスプリングクランプ端子仕様追加 -----

Addition of Spring Clamp Terminal Type to Terminal Block Attached Small Circuit Breaker "WS-V Series"

省施工、品質安定化を目的にしたスプリングクランプ端子仕様を小形遮断器“WS-Vシリーズ”内部付属装置用縦形リード線端子台へ追加ラインアップした。対応している内部付属装置はAL(警報スイッチ)・AX(補助スイッチ)・SHT(電圧引きはずし装置)であり、主な特長は次のとおりである。

- (1) ねじ端子仕様の付属端子台と比較して横幅を5.5mm 小形化し、盤の省スペース化に貢献する。
- (2) 発売済みのスプリングクランプ端子仕様の製品と同様、 フェルール端子に加えて、より線・単線の多線種接続が可能であり、電線直接続によって省施工に貢献する。
- (3) ねじ端子仕様と同様にカセットタイプのため、顧客で遮断器に取付け・取りはずしが可能である。



スプリングクランプ端子仕様付属端子台

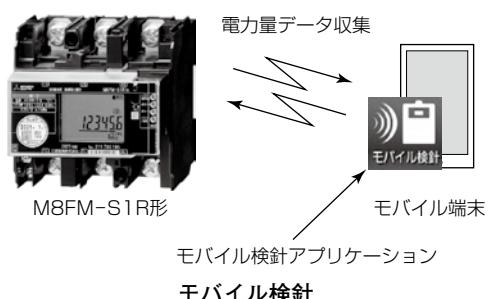
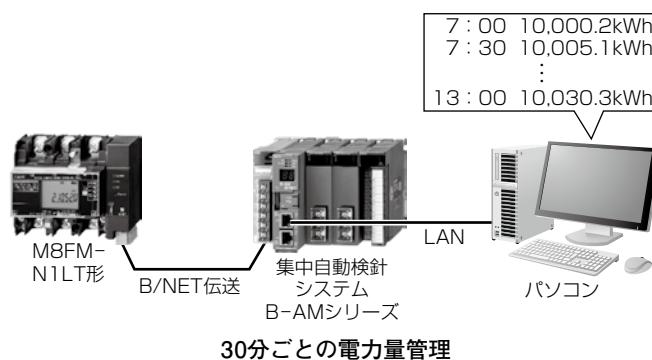
### ■ 電力量計“M8FMシリーズ” -----

Electronic Watthour Meter "M8FM Series"

スマートメータ機能(30分値機能、通信機能)を搭載した電力量計“M8FMシリーズ”を開発した。この製品の特長は次のとおりである。

- (1) 電力量タイムデータ(30分値／10分値／1分値)の保持機能を搭載した。電力量タイムデータを取得することで、きめ細かなエネルギー監視・時間帯別計量が可能である。

- (2) 双方向計量計器をラインアップした。双方向計量計器では、順方向電流と逆方向電流の電力量を1台で計測することが可能である。
- (3) BLE(Bluetooth Low Energy)通信によって、モバイル端末(タブレット・スマートフォン等)へ電力量データが収集可能である。誤検針(読み取りミス・転記ミス)の防止や検針データの管理をサポートする。



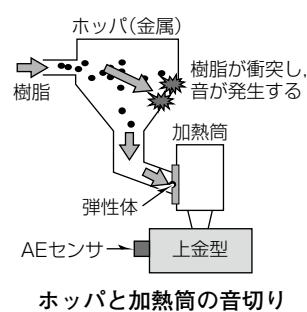
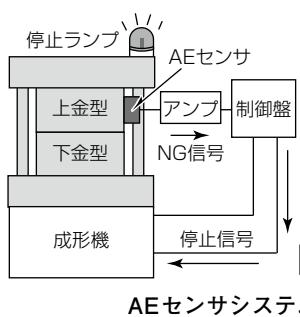
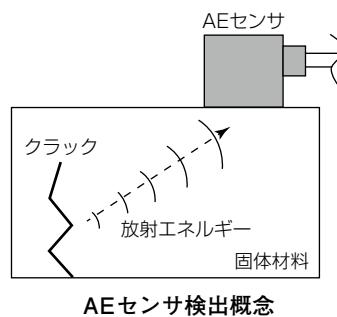
# ■ 7. 自動車機器 Automotive Equipment

## ■ AE(Acoustic Emission)検査システム導入による品質及び工程改善 Quality and Process Improvement by Introducing AE Inspection System



マグネットのような脆性(ぜいせい)材料をインサート成形する場合、成形圧でき裂が発生して欠片が脱落することによって、製品に不具合が発生する場合がある。この不具合品の流出防止のため、従来はアルコールを塗布することでマグネットのき裂を可視化して検出してはいたが、見逃しが発生して検査費が高額になる懸念があった。

今回その対策として、成形時のマグネットに発生するき裂の放射エネルギーを検知するAE



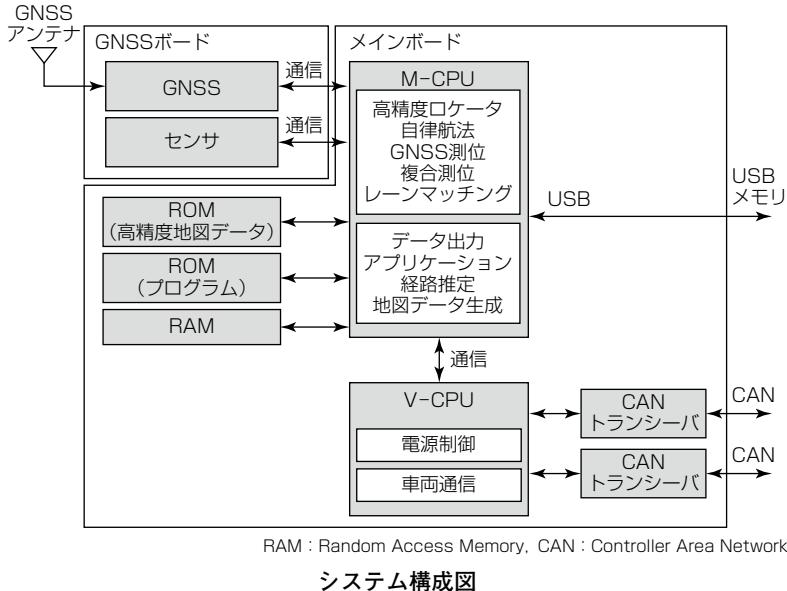
(Acoustic Emission)センサを導入した。ホッパ(樹脂供給部)と加熱筒間に弾性体を設けて樹脂供給時の音切りをし、マグネットのき裂が入るタイミングに絞って測定することで、スクリュー回転音及び金型閉音を検知することなくマグネットのき裂だけを検出することを可能にした。

## ■ 株SUBARU向け高精度ロケータの量産開発 Mass Production Development of High-definition Locator for SUBARU Corporation



2020年末から、(株)SUBARUの新型レヴォーグ向けに高精度ロケータの量産を開始した。この製品は、従来のナ

ビゲーション製品に搭載している地図データ(現実世界を簡略化して表現したデータ)とは異なる高精度な地図データ(現実世界と一致したデータ)を搭載している。この地図データと当社の高精度なGNSS(Global Navigation Satellite System)1周波測位技術によって、走行車線を特定して、車線単位での自車位置情報、自車前方の曲率や料金所までの距離等の情報を車両システムに出力し、車両システム側でステレオカメラから得られる情報と連携させることで、カーブ前や料金所前での減速、ステアリングアシスト等の高度運転支援システムを実現している。



## ■ ヘッドライト点灯制御用第2世代LCM 2nd Generation Lighting Control Module for Head Lamp



自動車用LEDヘッドライトの普及によって、ヘッドライトの点灯制御を行うLCM(Lighting Control Module)への要求仕様が多様化している。このような背景から、共通プラットフォーム化によってソフトウェアのパラメータ変更だけで多様なニーズに対応できる第2世代LCMを開発した。その主な特長は次のとおりである。

- (1) 様々なLEDの点灯条件を高い電流精度で実現する独自の補正アルゴリズムの採用

- (2) 最大25セグメントに対応する複数光源制御
- (3) 高出力LEDヘッドライトに対応した高効率駆動回路
- (4) 開発工数を削減する共通プラットフォームの採用



第2世代LCM

## ■ マツダ(株)向けBEV搭載用車両制御ユニット

Vehicle Control Unit for Battery Electric Vehicle for Mazda Motor Corporation

カーボンニュートラル実現に向けて、バッテリー式電気自動車(Battery Electric Vehicle: BEV)の投入が加速されている。今回マツダ(株)として初となるBEV車に対し、車両制御ユニットを新規に開発した。このユニットは、ユーザーの意思に沿った車両制御を実現するために、電動化対応で必要になるユニット群を制御するネットワーク機能を持つとともに、エンジン制御系のシステム開発で構築してきた構造(筐体(きょうたい)系)や監視機能を積極的に

適用し、短期間で高品質な製品の量産化を実現した。このユニットの開発に当たっては、モデルベース開発手法を積極的に適用することで、制御系設計の面からも、短期間での量産化に結び付けることが可能になった。



車両制御ユニット

## ■ マツダ(株)向けゲートウェイユニット

Gate Way Unit for Mazda Motor Corporation

マツダ(株)向けの最新世代車に搭載されているコネクティッドシステムや360°ビューモニタを、前世代車にも転用搭載するプロジェクトが立ち上がり、世代間の車両システム、通信内容の違いを吸収するためのゲートウェイユニットの開発を当社が行った。

このユニットは、今後の車の進化に伴い標準的に装備されることになるであろうことに加え、異なる思想で作られた車両システムをつなぐという特殊性を有したユニットに

なっている。

さらに、既存ユニットをベースにして、同一プラットフォームにすることで、開発開始から量産まで約半年という短期プロジェクトを成立させた。



ゲートウェイユニット

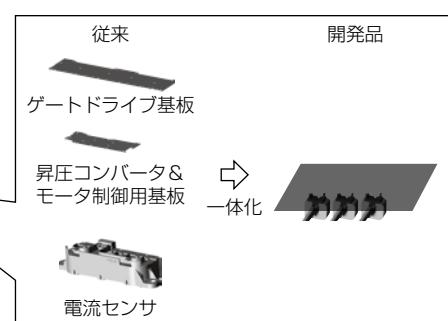
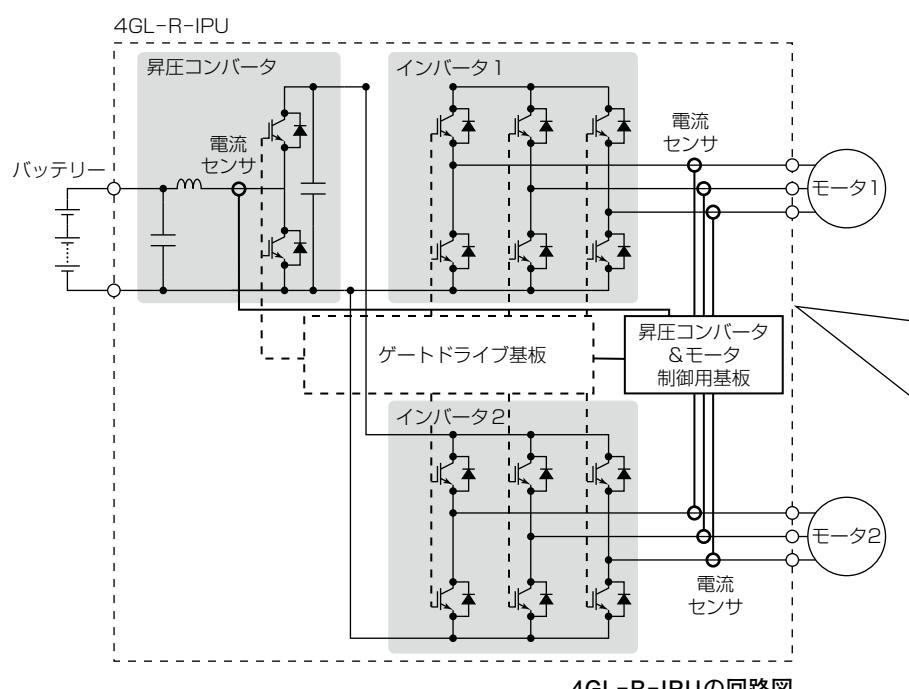
## ■ 4GL-R-IPU: 2モータシステム用パワーユニット

4GL-R-IPU: Power Unit for 2 Motor System

ハイブリッド車や、プラグインハイブリッド車の普及に伴い、昇圧機能付き2モータ用インバータの市場が急速に拡大している。この市場要求に応えるため、部品点数を削減し、生産性を向上させた4GL-R-IPU(Integrated intelligent Power drive Unit)を開発した。

ゲートドライブと昇圧コンバータ&モータ制御用基板を

一枚化し、かつ制御用マイコンを1個に機能統合した。加えて、この基板に電流検出用ICを実装し、磁気シールドを筐体に組み込む構成にすることで電流センサ機能も取り込んだ。これらによって、ゲートドライブとモータ制御用ユニット、電流センサを接続する、IPU内部のハーネスを削減した。



4GL-R-IPUの回路図

## ■ ADAS/AD対応電動パワーステアリング用第3世代MCU

3rd Generation Motor Controller Unit for Electric Power Steering Adapted for ADAS/AD



先進運転支援システム(Advanced Driver Assistance Systems: ADAS)や自動運転(Autonomous Driving: AD)搭載車では自動運転レベルに応じた高い安全要求から電動パワーステアリングシステムにも冗長性が求められる。当社はECU(Electric Control Unit)内部回路を2重化できる第3世代MCU(Motor Controller Unit)を開発した。車両ステアリングラックへの装着性に優れた円筒形を採用し、ECUは中心軸上に設けた柱状のヒートシンクを取り囲むように電源、インバータ、CPUなどを対称位置に配置し

て段階的に2重化する構造にした。これによって、非冗長、部分冗長からモータ巻線や回転センサも含めた完全冗長の機種までを同一パッケージで実現し、部品・生産設備を共通化しながら顧客ニーズに応じた製品群を展開できる。



電動パワーステアリング用  
第3世代MCU

## ■ インフラ協調型狭域自動運転システム

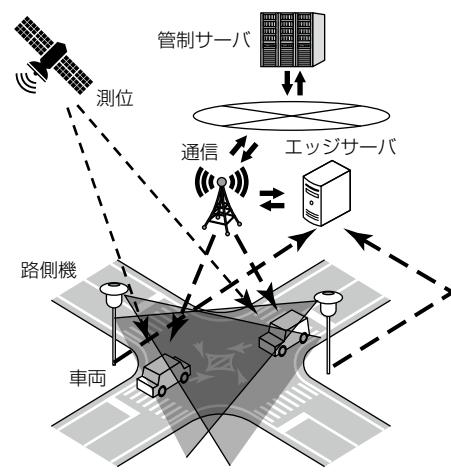
Infrastructure-based Cooperative Autonomous Driving System in Predefined Areas



準天頂衛星による高精度測位や路側機、ダイナミックマップ(リアルタイムな情報を付与した高精度地図)を活用して、限定地域で自動運転レベル4を実現するインフラ協調型狭域自動運転システムを開発中である。

今回、エリア内の車両や歩行者をセンサで検出する路側機と、複数の路側機の検出結果を統合処理して高精度地図上に重畠したダイナミックマップ情報を生成するエッジサーバ等から構成される実証システムを開発した。

死角になる領域の障害物を路側機で検出してダイナミックマップ情報としてエリア内の車両へ配信することで、車両に搭載されたセンサだけで自動運転を行う自律型のシステムより高度で安全な自動運転の実現が可能になる。



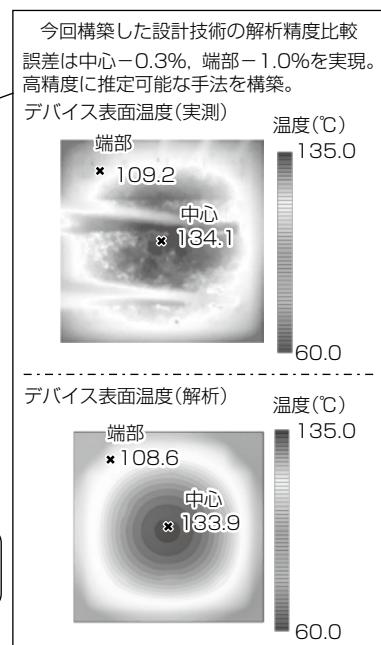
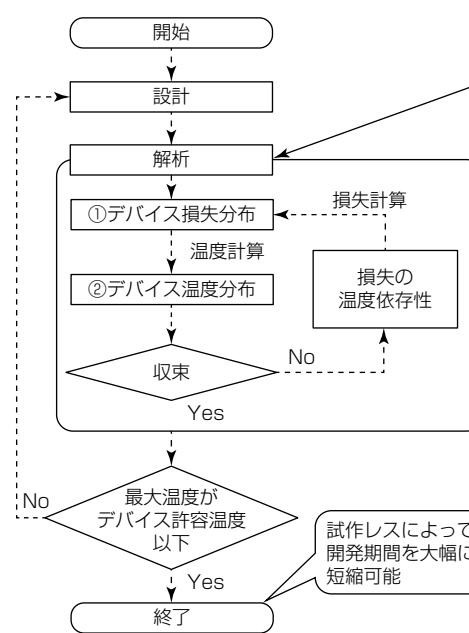
インフラ協調型狭域自動運転システム

## ■ 次世代パワーデバイスの熱フロントローディング設計技術

Thermal Front Loading Design Technology for Next Generation Power Device



SiC(シリコンカーバイド)に代表される次世代パワーデバイスはコストが高いため、デバイス使用量を減らし、コストを低減することが重要である。今回、デバイス温度の解析高精度化で設計マージンを減らし、コストを削減することを目的にして、デバイス内部構造詳細化と、デバイス内部構造ごとに損失の温度特性を考慮した熱フロントローディング設計技術を確立した。当社で開発中のSiCパワーデバイスにこの設計技術を適用した結果、実測値と解析値が精度良く一致し、推定精度向上によって、従来手法と比べてコストを3.1%低減できる見込みを得た。この設計技術は他のパワーデバイスにも適用可能であるので、今後、様々な製品に適用し、市場競争力の高いパワーモジュール設計を推進する。



次世代パワーデバイスの熱フロントローディング設計技術

# ■ 8. 宇宙システム Space Systems

## ■ 月面探査のための高精度着陸への挑戦 Challenge of Pinpoint Landing for Lunar Exploration

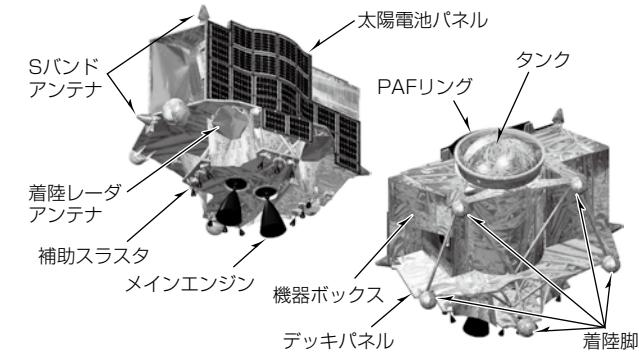
当社では、国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)で開発を進めている探査機、小型月着陸実証機 SLIM(Smart Lander for Investigating Moon)のシステム開発を担当している。

SLIMは、日本で初めて重力天体である月への着陸を目指す探査機である。これまでの海外の月着陸例では、着陸地点精度は数kmであったのに対して、SLIMでは将来の科学探査の要求に対応するため、設定された目標から約100m以内のピンポイント着陸を目指している。

SLIMは、ロケット分離後、自力で月遷移軌道に入り、月スイングバイを経て月周回軌道に入る。その後、段階的に高度を下げて、最終的に高度15kmから着陸制御に入る。カメラ、着陸レーダ、レーザレンジファインダーを組み合わせて月面に対する相対位置・速度を推定し、段階的に位置を修正しつつ減速降下してピンポイントの軟着陸を実現する。これまでに、カメラ画像を推定して模擬画像を出

力するカメラシミュレータ等を組み合わせて、クローズドループ試験で制御ロジックを検証し、さらに、検証精度の向上を進めている。

SLIMの開発は、現在、ライトモデルの製造の最終段階にあり、間もなくシステム電気試験に着手し、環境試験を経て、2022年度の打ち上げを目指す。



PAF : Payload Attach Fitting ©JAXA／三菱電機

SLIM

## ■ 火星と二つの衛星(フォボスとダイモス)への探査とサンプルリターン Survey and Sample-return Mission to Mars and Two Moons (Phobos and Deimos)

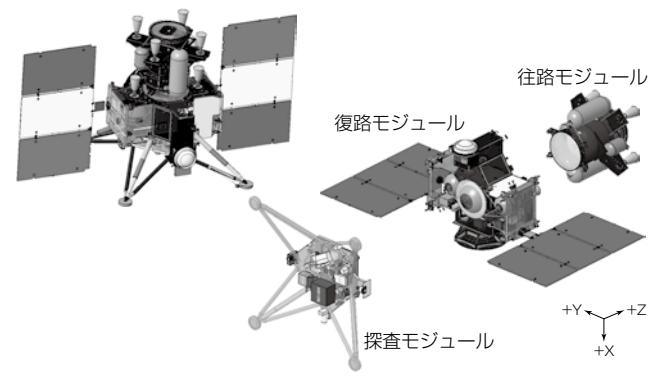
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構で進めている火星衛星探査計画MMX(Martian Moon eXploration)は、火星衛星の起源や火星圏の進化の過程を明らかにする目的で、探査機によって火星衛星の観測・サンプル採取を行い、地球に帰還する計画である。

当社は、探査機システムの開発を担当している。探査機は、往路、復路、探査の三つのモジュール構成であり、欧米との国際協力を含む13のミッション機器を搭載している。火星へ1年かけて到達し、往路モジュールを切り離して、火星近傍に3年滞在して火星とその衛星(フォボス、ダイモス)を観測する。さらにフォボスに2回着陸してサンプルを採取する。最終的には、復路モジュールが約1年かけて帰還した後、カプセルを地球に放出する。

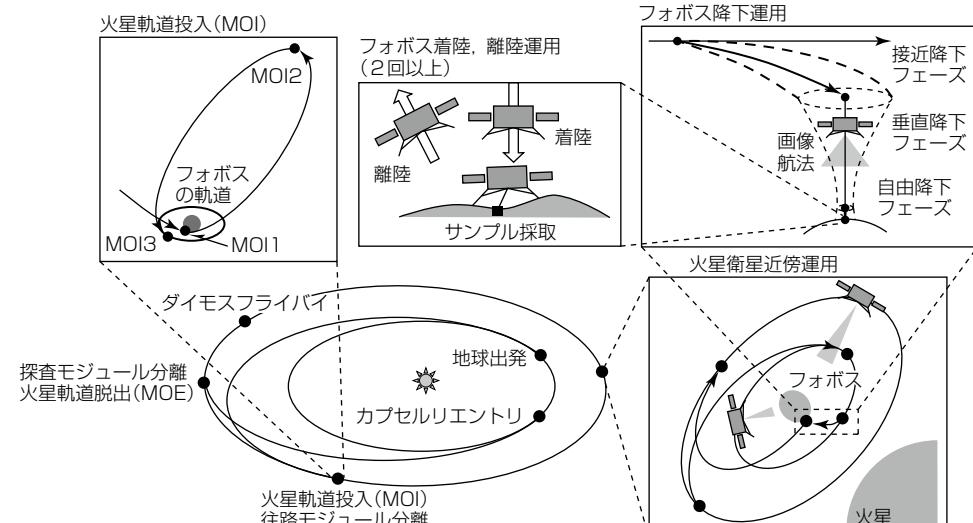
着陸には画像航法を活用するが、フォボスの詳しい環境データはないため、フォボス到達後にデータベースを構築する。また、地形照合航法と目標照合航法を組み合わせて、未知の環境での難易度の高い着陸を実現する。

探査機は、2024年度の打ち上げを目指して開発を進めている。現在、詳細設計フェーズの段階にあり、熱・構造モデルを用いた評価、システム電気モデルによる機能検証、ミッション機器

とのインターフェース確認等を実施している。



MMXの構成



MMXのミッション概要

# ■9. 通信システム Communication Systems

## ■ センサネットワーク向け電池駆動無線端末 Battery-powered Wireless Terminal for Sensor Network

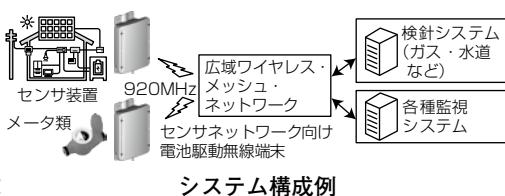
ガス・水道の使用量の遠隔検針やセンサネットワークの構築に供する電池駆動無線端末を開発した。

この端末の特長は次のとおりである。

- (1) ガス・水道メータの標準的な通信インターフェースであるAライン, Nライン, Uバスに加えて、接点入力を備え、様々なメータ及び機器等とも接続が可能である。
- (2) 電源のない屋外にも設置できるよう、防水防塵(ぼうじん)性能を持つ樹脂製ケースを採用するとともに、低消費電力設計によって約10年間の電池駆動を可能にした  
(使用条件や環境による)。



センサネットワーク  
向け電池駆動無線端末



システム構成例

(3) 当社パッケージソフトウェアによる広域ワイヤレス・メッシュ・ネットワークを構築するスマートメータと無線通信する機能を搭載したことで、検針事業者等は、独自のネットワークを構築することなく、安定的に広範囲の遠隔自動検針、遠隔制御を実現可能である。なお、特定小電力無線設備として認証を受けており、無線免許や無線従事者資格を必要としないため、すみやかに運用開始が可能である。

今後、更に小型なタイプもそろえて、IoT(Internet of Things)など様々な分野・用途での業務効率化や新しい価値の創造に貢献していく。

### 主な仕様

寸法	156(H) × 109(W) × 46(D)(mm)(突起部含む)
質量	約300g(電池除く)
送信出力	20mW
受信感度	-92dBm
無線周波数	920MHz帯
アンテナ構成	内蔵、2アンテナ

## ■ ヘリサットシステム機器の小型軽量化

Downsizing and Lightening of Equipment for Helicopter Satellite Communication System

ヘリサットシステムとは、衛星を経由してヘリコプターからの空撮映像をリアルタイムに地上局へ無線伝送しつつ、音声・データの双方向通信を実現するシステムである(図1)。当社は2012年度に初号機を納入後、消防防災ヘリコプターを中心に2020年度末までに計19台を納入した。今後、より多くの機体へ搭載するためにヘリサットシステム機器の小型軽量化の必要性が判明したため、2019年度から開発に着手し、2021年度末開発完了・製品化を予定している。

従来機種の機能・性能を維持しつつ小型軽量化を実現するため、機外装置と機内装置それぞれの一体化及び小型化を進めた。表1に開発目標を示す。アンテナの基本性能であるEIRP(Equivalent Isotropically Radiated Power)(<sup>※1</sup>)とG/T(Gain to noise Temperature ratio)(<sup>※2</sup>)は従来機種と同等にし、質量と空力断面積(<sup>※3</sup>)は従来機種比で58.6%と80%を目標に設定した。小型化の要点を次に述べる。

### (1) 軽量化アルミニウムマウント

トポロジー最適化(<sup>※4</sup>)計算結果を適用し、アルミニウム

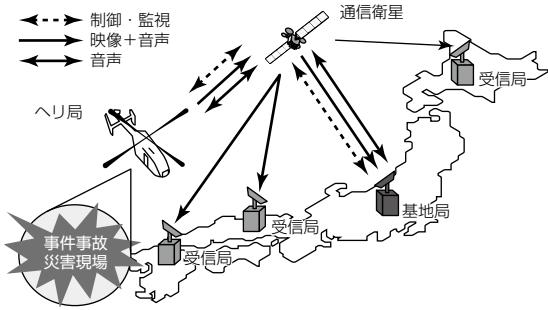


図1. ヘリサットシステムの概念図

表1. ヘリサットシステム機器の  
小型軽量化の開発目標

項目	開発目標
質量 (機内+機外装置)	34kg (従来機種比58.6%)
機外装置の 空力断面積	2,530cm <sup>2</sup> (従来機種比80%)
EIRP(送信性能)	46.2dBW以上 (従来機種と同等)
G/T(受信性能)	9.5dB/K以上 (従来機種7.5dB/K)

切削部品でCFRP(炭素繊維強化プラスチック)(<sup>※5</sup>)と同等の質量(従来機種比80%)までの軽量化と、30%以下の部品製造コストを実現した。

### (2) 小型送信信号増幅器

従来はアンテナ部と増幅器が分離していた機外装置を、アンテナ部内に一体化する専用設計品を開発した(図2)。一体化によって後段回路の伝送ロスが低減され、増幅器としての出力電力を抑えて小型化に貢献した。この機器は、周波数変換部・信号増幅部・電源部から構成され、質量は従来機種比26%を実現した。

\* 1 等価等方輻射(ふくしゃ)電力。送信系性能を示す指標である。

\* 2 受信アンテナ利得とシステム雑音温度の比。受信性能を示す指標である。

\* 3 ヘリコプターに設置した装置を機体前方から見た断面積。設置場所の強度設計や飛行時の燃費に影響する。

\* 4 設計したい空間にどのように材料を配置すればよいか、数学的根拠に基づいて構造物の最適な形状・形態を求める手法。

\* 5 軽量かつ高強度な特長を持つ。

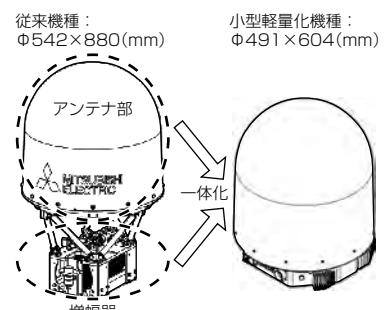


図2. 従来機種と小型軽量化機種  
の外形比較

# ■ 10. 映像 Video

## ■ 作業分析技術“骨紋”―― Work Analysis Technology "KOTSUMON"

製造現場では、人手作業の生産性を改善するため、作業者一人一人の作業時間を計測することがあり、計測作業の負担が大きい点が課題であった。この課題を解決するため、当社ではカメラ映像から作業時間の計測が可能な作業分析技術“骨紋”を開発した。骨紋は、カメラ映像から抽出した作業者の骨格情報をAIで分析することで作業時間計測や手順の正誤判定を可能にする技術である。

骨紋は次の三つの処理で構成している(図1)。

### (1) 学習モデルの構築

学習用の映像から骨格情報を抽出し、その骨格情報を作業手順ごとに学習して学習モデルを構築する。製造現場では、作業手順の単位で作業を分析することが多いため、作業手順ごとに骨格情報を学習し、現在の作業手順を認識する学習モデルを構築する。通常、AIを用いて映像から学習モデルを構築する場合、数千から数万規模の作業シーン映像を必要とするが、骨紋では人の姿勢や動きの特徴を的確に表現する骨格情報を学習することで、10程度の作業シーン映像から学習モデルを構築できる。

### (2) 作業手順の認識

分析用の映像から抽出した骨格情報を学習モデルに入力することで、現在作業者が行っている作業手順をAIで認識する。学習モデルの構築時、作業者の体格差を吸収できるように骨格情報を加工して学習しているため、作業手順が同じであれば、学習用と分析用の映像で作業者が異なる場合でも作業手順を認識できる。

### (3) 作業時間の計測や作業手順の分析

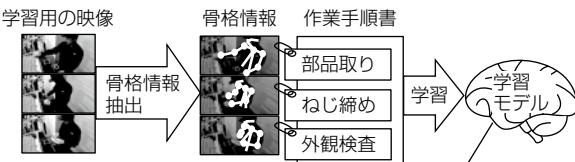
(2)の結果を基に、同一の作業手順が連続した時間の長さから作業時間を計測し、作業手順が一巡するまでの時間の長さからサイクルタイムを計測する。また、AIで認識した作業手順と正しい作業手順を比較することで、手順間違いや手順抜けを検出する。しかし、異なる作業手順でも動作が類似していると、AIが間違った作業手順を認識してしまう場合があり、作業時間の計測精度が低下する。そこで、誤り訂正技術を用いて認識結果を補正する。具体的には、作業手順の順番に整合がとれない箇所を認識誤りとみなし、作業手順の連続性を考慮してもっともらしい作業手順に補正する。これによって、高精度な作業時間計測や作業手順分析が可能になる。

骨紋の有効性を確認するため、セル生産方式の製品組立て工程を模擬した環境でサイクルタイム計測精度を検証した。学習用と分析用の映像で作業者が異なる場合でも分析ができる事を確認するために、作業者5人(A~E)について映像を撮影した。作業は九つの手順で構成される製品組立て作業であり、平均的なサイクルタイムは約50秒である。学習モデルは1人分の10サイクルの作業シーン映像で構築した。

検証の結果、作業時間計測誤差とサイクルタイム計測誤差の平均は1.0秒以下と良好であった(表1)。

この技術を組み込んだ製品の紹介や当社工場での適用事例は、“作業分析技術“骨紋”を活用した作業分析ソフトウェア“WA-SW1000””(24ページ)で述べる。

### (1) 学習モデルの構築



### (2) 作業手順の認識



### (3) 作業時間の計測や作業手順の分析

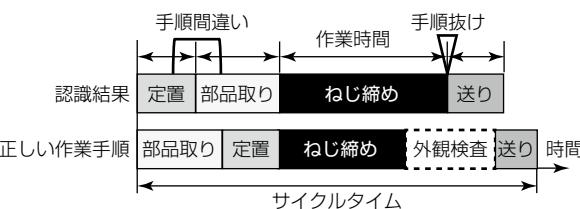


図1. 骨紋の処理

表1. 検証結果

分析	A	B	C	D	E	平均
A	0.09 (0.17)	0.34 (0.77)	0.04 (0.07)	0.48 (0.83)	0.92 (2.60)	0.37 (0.89)
B	0.19 (0.40)	0.37 (1.03)	0.10 (0.20)	0.41 (0.60)	0.62 (1.20)	0.34 (0.69)
C	0.09 (0.23)	0.33 (0.87)	0.07 (0.17)	0.69 (0.90)	2.26 (3.73)	0.69 (1.18)
D	0.39 (1.03)	0.48 (1.10)	0.14 (0.17)	0.11 (0.20)	0.83 (2.17)	0.39 (0.93)
E	0.24 (0.50)	0.48 (1.50)	0.19 (0.50)	0.28 (0.53)	0.63 (1.27)	0.36 (0.86)
平均	0.20 (0.47)	0.40 (1.05)	0.11 (0.22)	0.39 (0.61)	1.05 (2.19)	0.43 (0.91)

単位:秒  
( )内の数値は最大誤差を表す

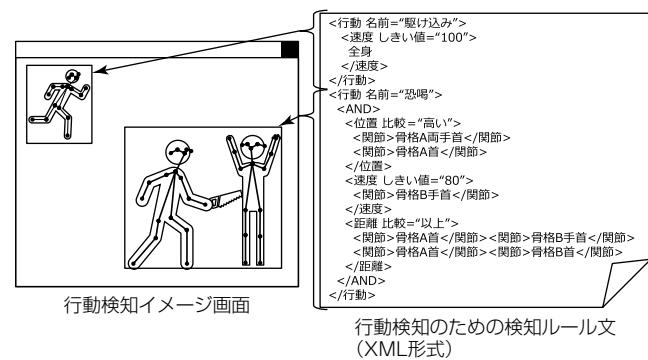
# 11. ITソリューション IT Solution

## ■ 人物の行動を骨格情報から見つけるルールベース行動解析技術 Behavior Analysis Technology Based on Detection Rule Using Skeleton Information

人物の骨格情報を用いて行動を検知するルールベース行動解析技術を開発した。既存のAIを用いた行動解析技術は、行動ごとの検出手段を人間の代わりにAIが考えるが、映像データに行動の情報を付加した大量の学習データを用意する必要がある。開発した技術によって映像から抽出した骨格情報を、行動の検知ルールを基に解析することで、学習量を削減して導入コスト改善及び短期導入に寄与する。

開発したルールベース行動解析技術は、映像から抽出された骨格情報の位置・角度・距離・速度・運動量・動作方向を組み合わせて定義した検知ルールを基に、行動を解析する技術である。映像に複数の人物が映る環境で行動解析するため、フレームごとの骨格情報の位置関係から同一人物の骨格情報を特定・追跡する。検知ルールはXML (eXtensible Markup Language) 形式で定義されており、1人行動と2人組の行動を複数記述できる。例えば、“駆け込み”を“全身が速く動く”と定義することや“恐喝”を“骨格

Aが両手首を首よりも上に挙げており、骨格Bの手首が骨格Aに向かって伸びる”と定義することでこれらの行動解析を行う。このように、専門知識のないユーザーが検出したい行動を簡単に定義できる、カスタマイズ性の高い行動検知システムを低コストで実現可能にする。



行動解析のイメージ

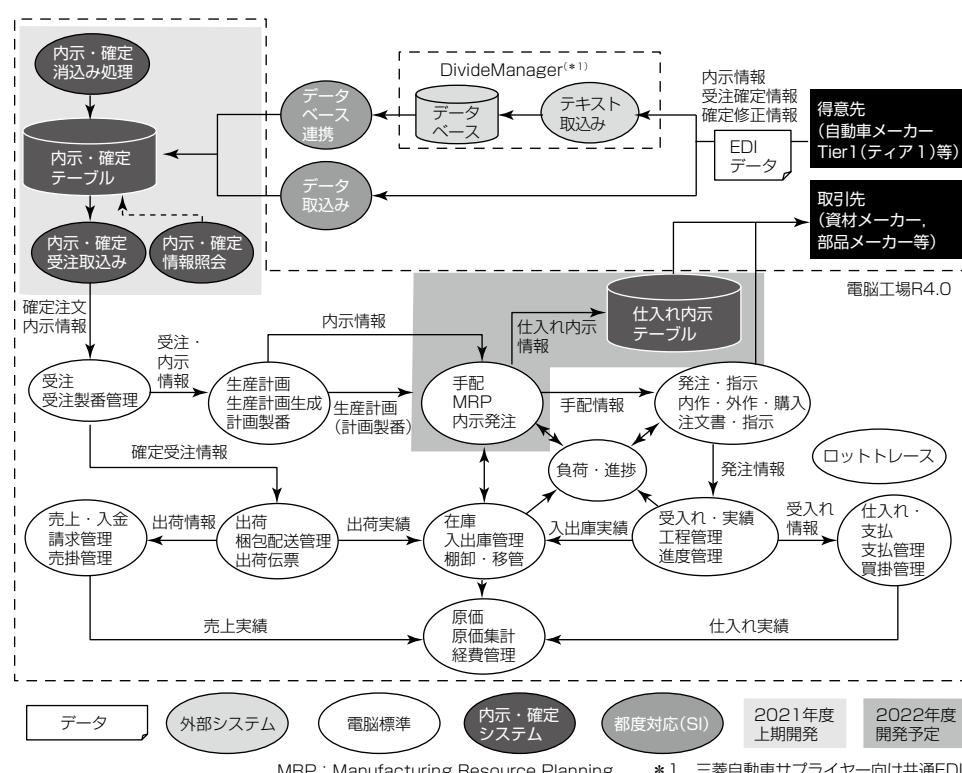
## ■ Addon Solution 内示・確定システム Addon Solution Forecast System

自動車部品製造業ではサプライチェーン強化が課題であり、デジタル技術による生産計画の精度向上が求められている。中でも中堅中小規模が多いTier2(ティア2), Tier3(ティア3)の企業では、EDI(Electronic Data Interchange)で受信する最新の内示と確定受注データを漏れや重複なく置き換える管理(洗い替え)，さらに生産計画対応の管理が課題である。一方、三菱電機ITソリューションズ(株)提供的な生産管理パッケージ“電腦工場<sup>(注)</sup>”は、内示・確定データの洗い替え機能が不足しており、SI(System Integration)対応になるため、SI工数削減によるコスト低減と導入工期の短縮が課題であった。

今回開発した“内示・確定システム”は、電腦工場で内示・確定データを取り扱い、内示の洗い替えと生産計画との連携の基本部分をアドオンとして開発した。あくまでも基本部分であるため、詳細な顧客ニーズの管理は従来どおりSI対応になるが、SI対応の内示洗い替えと生産計画連携の基本部分はこのシステムの機能で対応することによっ

て、基本設計工程の工数削減、実装機能の規模削減、ドキュメント作成の効率向上を見込むことができ、これによってコスト低減と導入工期の短縮を実現した。

今後は、発注先への内示情報提供ができる機能を追加し、テンプレートとしての機能強化を図る計画である。



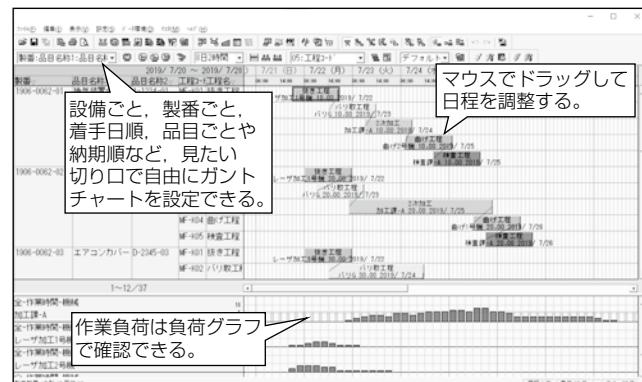
## ■ 工程管理システム“HYPERSOL PLS”

Process Control System "HYPERSOL PLS"

製造業で工程計画を課題と認識している企業は多い。大日程である生産計画はシステム化しているが、MES(製造実行システム)の工程計画はExcel<sup>(注)</sup>中心で管理されているケースが大半である。設備の能力やリソース管理まで含んだ工程計画を立案している企業は少ない。生産計画だけで管理すると製造リードタイムが長くなる傾向が大きく、子品目の製造日程や購入品(材料)の調達も前倒しになり、全体的に在庫過多に陥りやすい。

三菱電機ITソリューションズ(株)では、これらの課題を解決するツールとして工程計画を立案するソリューションとして工程管理システム“HYPERSOL PLS”的提供を開始した。このシステムは、設備やリソースの能力と負荷を考慮した工程計画の立案が行える。自動スケジューリング機能を持っており、様々な項目の切り口で簡単に設定・分析できるガントチャートによって、設備やリソースの負荷状況を確認しながら確実な日程調整ができる。ガントチャート上の在庫照会機能で、日程変更によって生じる材料不足のアラーム表示も可能である。工程計画だけでなく、子品目の製造日程や購入品の発注も含めた計画系を一括管理できる。

さらに、上位の生産管理システム“電腦工場MRP(Manufacturing Resource Planning)版”と連携することで、効率性・正確性・生産性向上に貢献できるソリューションとして導入が可能である。



HYPERSOL PLSの設備・リソース負荷状況確認画面

<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：03-5309-0622>

## ■ 保険薬局システム“調剤Melphin”と電子カルテシステムとの連携サービス

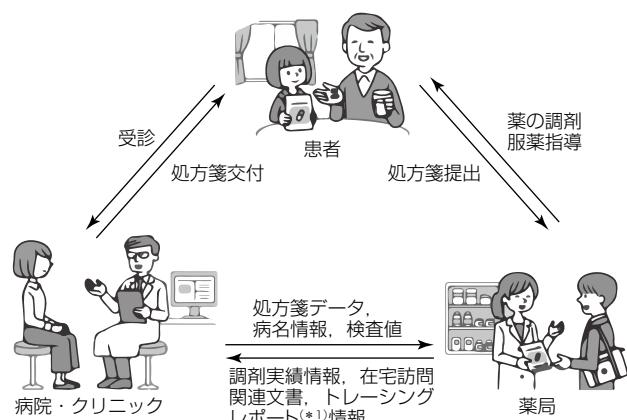
Cooperation Service between Insurance Pharmacy System "Chozai Melphin" and Electric Health Record System

病院やクリニックで処方箋を受け取った患者は、調剤薬局へ行って、処方箋に従った薬剤を受け取る。これまで調剤薬局は医療機関から発行された処方箋に従って調剤を実施するだけで、具体的な疾病に関する情報が得られず、適切な投薬指導ができない場合があるという課題があった。また、病院やクリニックでは、実際に調剤された薬剤情報や調剤薬局で得られる情報(多剤併用、副作用、患者の服薬状況など)が得られず、患者に対する適切な薬物療法の提供ができない場合がある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、保険薬局システム“調剤Melphin”と電子カルテシステムを連携させた“Melphinネットサービス∞(インフィニティ)EHR(Electronic Health Record)連携サービス”を開発した。このサービスを利用することで、医療機関と薬局でそれぞれが持つ情報をやり取りすることが可能になる。これによって、次のメリットを医療機関、薬局及び患者へ提供できる。

(1) 病院・クリニックと薬局が一体になることで患者に対する“安全で質の高い医療”を提供する。

- (2) 患者への質の高い医療の提供で顧客満足度を向上させる。  
(3) 病院・クリニックと薬局によって、患者の囲い込みができる。



\*1 服薬情報提供書の別名。保険薬局の薬剤師が得た情報を処方した医師に伝える文書。

Melphinネットサービス∞EHR連携サービスの概念図

<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：03-5309-1065>

## ■ クラウド上の機密情報を守る秘匿検索ライブラリ“Cizoux Lib”

Searchable Encryption Library "Cizoux Lib" for Protecting Confidential Information in Cloud Services

昨今、業務システムのクラウド移行が加速し、サイバー攻撃による被害も増加傾向にある中、クラウド上で安全な機密情報管理を実現する秘匿検索ライブラリ“Cizoux Lib（サイゾックスリブ）”を開発した。このライブラリでは、三菱電機情報技術総合研究所の暗号化したまま検索できる“秘匿検索基盤ソフトウェア”をベースに、完全一致・部分一致などの基本的な検索機能や鍵管理機能を実装している。幅広いWebシステムに適用でき、Webブラウザでの暗号化・復号処理によって、一連の検索処理が暗号化されたまま行われ、利便性を損なわずにセキュリティの向上が期待できる。また、このライブラリを適用した“秘匿個人情報管理サービス“Cizoux””の開発も行っている。

## ■ 保守・点検作業での安全衛生を高めるための現場情報共有ソリューションの利活用

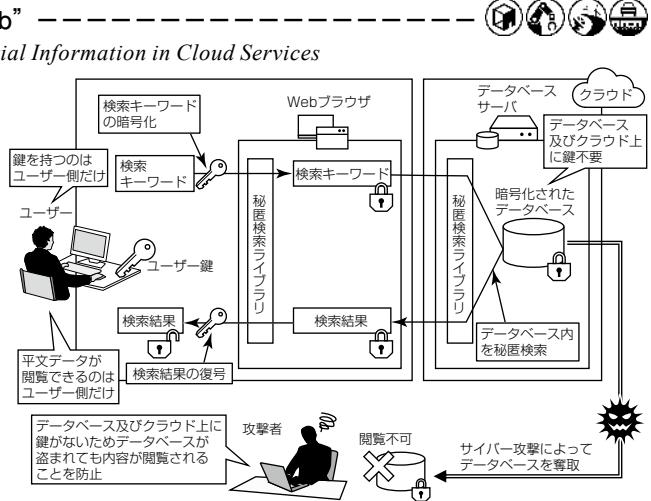
Usage of Site Information Sharing Solutions to Enhance Health and Safety in Maintenance and Inspection Work

保守点検の現場では、労働災害の減少を目指し、様々な取組みが行われてきたが、安全に対する社会的ニーズは近年さらに高まっている。このニーズに対応するため、三菱電機インフォメーションシステムズ株では、(株)アドバンスト・メディアの音声認識技術“AmiVoice<sup>(注)</sup>”を活用した現場情報共有ソリューションを考案した。顧客に合わせて、業界特有の専門用語を登録／チューニングした専用の音声認識エンジンを用いて音声認識率の向上を実現する。また、単語と長文の音声認識を組み合わせて、保守現場でのヒヤリハット検出や注意事項確認の内容を、帳票や音声データとして容易に保存・蓄積可能にする。蓄積したデータを活用し、作業ごとの危険事項の傾向分析や、教育現場への情報展開を実現するため、開発を進める。

## ■ テレワーク時代の電子署名による契約業務のペーパーレス化

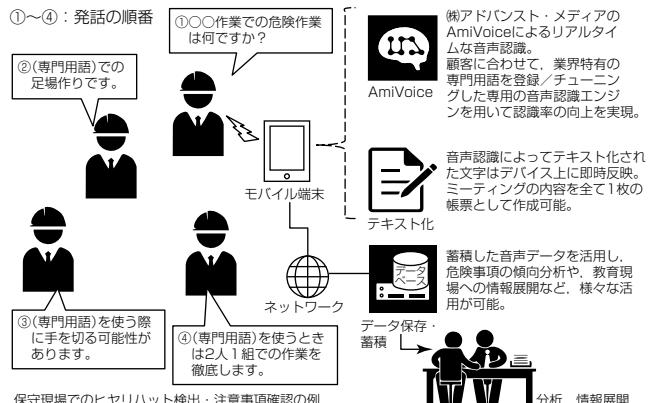
Paperless Contract Affairs with Electronic Signatures in Telework Era

テレワーク時代の業務のDX(Digital Transformation)化として、三菱電機インフォメーションシステムズ株(MDIS)では自社製品の応用知見を蓄積・利活用するため、自社内で契約事務及び承認処理のペーパーレス化を実践した。業務への適用に当たって、利便性向上はもちろん、顧客との電子契約システムや文書取扱い社内規則、電子帳簿保存法など法制度との整合を取りながら、財務報告統制に適合した業務設計を行い、運用を最適化した。採用した製品は、それぞれ単独でOffice<sup>(注)</sup>文書への検印や、PDF(Portable Document Format)文書への電子署名が可能なため、利用課単位に順次導入できて利用者の負荷も軽減できた。MDISでは、脱ハンコを必要とするマーケットに向けて、これら業務ノウハウを生かして提案していく。



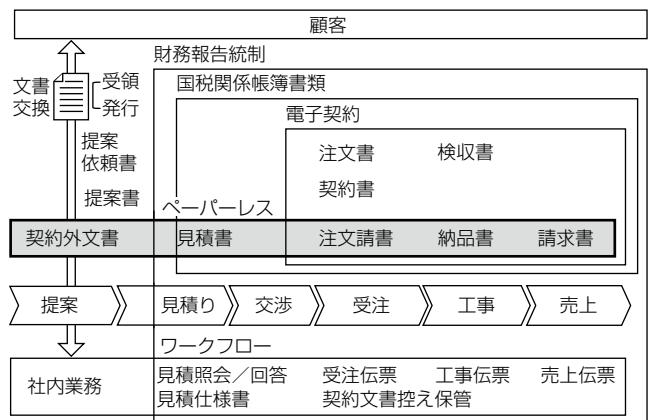
秘匿検索ライブラリの動作イメージと特長

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：03-5445-7403>



“AmiVoice”を活用した現場情報共有ソリューション構成図

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：03-5445-7493>



ペーパーレス：電子署名と操作ログ書き込みによって文書の原本性と真正性を保証

ペーパーレス契約業務のイメージ

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：03-5445-7405>

## ■ スマートフォン等の簡単操作で認証可能な電話発信認証サービス“TELEO”

Call Authentication Service "TELEO" with Easy Operation of Smartphone etc.



本人認証へのサイバー攻撃急増(パスワード流出等)に対して、認証セキュリティ強化のために多くの企業が“多要素認証”を導入している。しかし採用する認証方式によってはユーザーの利便性を損なう場合もあり、セキュリティとユーザビリティを両立させた認証方式が求められている。

電話発信認証サービス“TELEO”では、ユーザーが保持する電話端末から“電話をかけるだけ”的簡単操作で認証が完了できる。通信キャリア発行の電話番号(IP(Internet Protocol)電話は除く)は契約時の本人確認が必須で偽装の心配がなく、電話番号のハッシュ化で個人情報流出の心配もない。クラウドサービスで迅速な導入が可能になっており、ISO/IEC(International Electrotechnical Commission)27017(クラウドサービスセキュリティ)も取得済みである。

TELEOの操作イメージ  
(スマートフォン使用時、パスワード認証と組み合わせた二要素認証の場合)



### TELEOの特長

表示された認証用電話番号に電話をかけるだけ	操作が簡単
電話番号偽装対策実施済み(IP電話は認証不可)	なりすまし困難
個人が所有する電話端末と電話番号を使用	ユーザー電話番号取得済みの事業者は、すぐに利用開始可能
電話番号はハッシュ化して扱うため、 情報流出の心配がない	安全性が高い
認証時に通話を成立させない	通話料がかからず、大量アクセスにも効率良く対応可能
スマートフォン、フューチャーフォン、 固定電話の全てに対応	専用端末不要

### 電話発信認証サービスTELEOの操作イメージと特長

〈取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ㈱  
お問合せ窓口：support-teleo@mdis.co.jp〉

## ■ “kizkia-Knight”：プライバシーを考慮したAI見守りサービス

“kizkia-Knight”: Privacy-conscious Nursing-care Service Using AI

三菱電機インフォメーションシステムズ㈱(MDIS)は、三菱電機のAI技術“Maisart”によってGPU(Graphics Processing Unit)レスで軽量に動作する映像解析ソリューション“kizkia”と、広画角・高画素対応の最新サーマルダイオード赤外線センサ“MeIDIR”を連携させた介護施設向けAI見守りサービス“kizkia-Knight”を開発した。このサービスは、MeIDIR搭載小型センサからの温度データをクラウド上で画像化して軽量なkizkiaで異常事象をリアルタイムに検知する。被見守り者を人が常時監視する必要はなく、サービスが異常を検知するとスマートフォンに通知するため、介護スタッフの負荷軽減に貢献する。また、長時間在室通知等AI補完機能も備えて、見逃し防止等実用的なサービスを実現している。

## ■ クラウドセキュリティリスク診断ツール

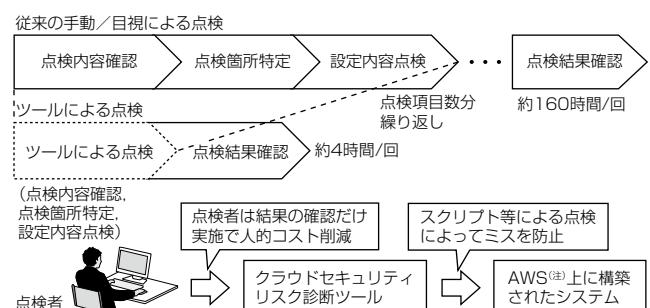
Cloud Security Risk Assessment Tool

企業でのクラウド利用が拡大する中、クラウドの権限管理や情報共有の設定不備を原因とした不正アクセス、情報漏洩(ろうえい)等の事故が多発している。これらの事故防止には、複雑で膨大なクラウド上のセキュリティ設定を点検する必要があるが、人手での点検は時間がかかる等の課題がある。三菱電機インフォメーションシステムズ㈱では、これらの課題を解決するため、クラウドセキュリティリスク診断ツールを開発し、セキュリティ設定点検を自動化した。このツールの点検項目は第三者機関が定めたセキュリティガイドラインを基に作成されており、安全性の高い点検を実現できる。このツールによって、診断時間の短縮と



〈取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ㈱ TEL：03-5445-7370〉

確認漏れの防止を行い、安全にクラウドを利用できる。



### クラウドセキュリティリスク診断ツールの適用効果

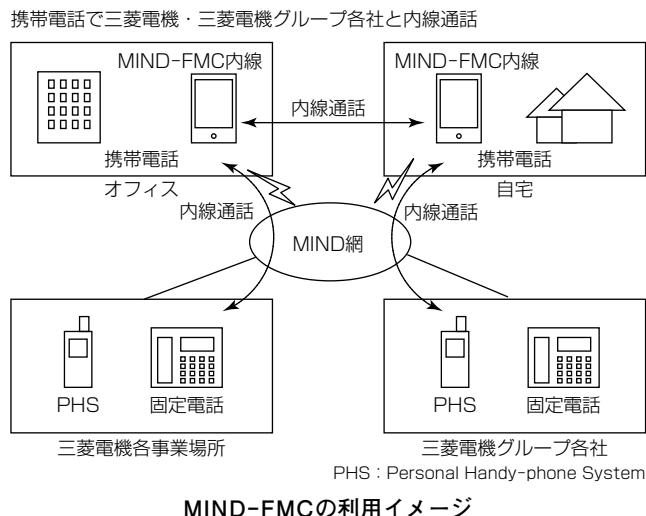
〈取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ㈱ TEL：0467-95-4676〉

## ■ ニューノーマルでのコミュニケーションサービス“MIND-FMC”

Communication Service "MIND-FMC" in New Normal

新型コロナ禍で企業には在宅勤務が浸透し、コミュニケーションにも新しい形態が求められている。その解決策として携帯電話を内線として利用するFMC(Fixed Mobile Convergence)が挙げられるが、既存内線との相互接続には設備投資が必要になり小規模導入でもハードルが高い。

三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)が提供するコミュニケーションサービス“MIND-FMC”は、三菱電機グループが利用する広域内線網(MIND網)を基盤にすることで、高額な初期費用なしで安価にFMC利用を可能にする。1内線からのスマートスタートも可能であり、ニューノーマルでのコミュニケーション手段を模索するユーザーに一つの解決策として提示する。



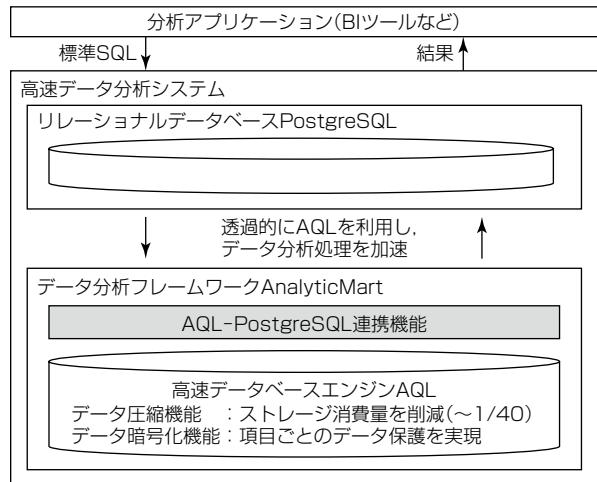
MIND-FMCの利用イメージ

<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>

## ■ データ分析フレームワーク“AnalyticMart”とPostgreSQLとの連携による高速データ分析システム

High-speed Data Analysis System with Cooperation between Data Analysis Framework "AnalyticMart" and PostgreSQL

三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)が提供するデータ分析フレームワーク“AnalyticMart”は、1億件のデータを3秒で集計できる高速データベースエンジン“AQL(Analytical Query Language)”を搭載している。オープンソースのリレーショナルデータベースPostgreSQL<sup>(注)</sup>と連携して高速なAQLを活用できる“AQL-PostgreSQL連携機能”的最新版を、AnalyticMartのオプションとして2021年3月にリリースした。この機能によって、BI(Business Intelligence)ツール等の分析アプリケーションから、PostgreSQLを介して透過的にAQLを使用できるようになる。利用者は標準SQL(Structured Query Language)の知識だけで高速なデータ分析ができる、AQLが持つデータ圧縮機能やデータ暗号化機能も利用可能になる。



AQL-PostgreSQL連携機能

<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：03-6771-4806>

## ■ 電子帳簿保存法に対応した電子取引サービス“@Sign”

Electronic Trading Services "@Sign" Compatible with Law to Digitize the National Tax Related Paper Documents

三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)では、契約書の締結、見積書／注文書等のファイル授受、社内の押印をオンラインで完結できる電子取引サービス“@Sign”を2021年3月から提供開始した。

このサービスは、電子署名・タイムスタンプ技術を活用しており、作成以降に文書が改ざんされていないことを確認でき、「電子帳簿保存法」に対応した保存や検索が可能である。また、電子帳簿保存法対応は税理士の指導を受けて、公益社団法人 日本文書情報マネジメント協会(JIIMA)の“電子取引ソフト法的要件認証”を取得している。MINDは

このサービスで顧客のペーパーレス推進に貢献し、安心して利用してもらえるサービスを提供していく。



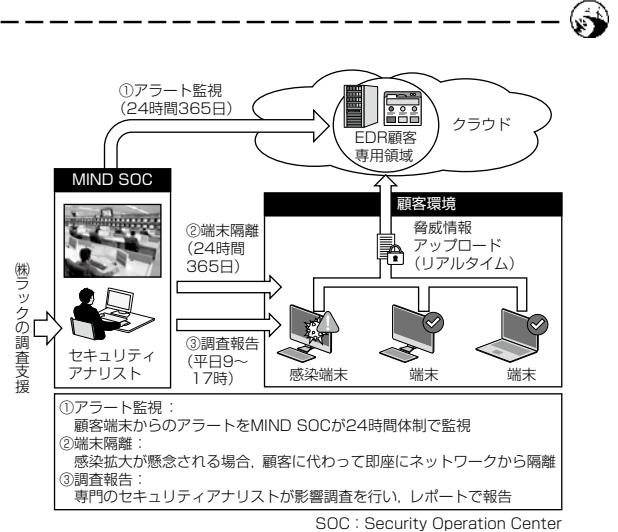
\*1 電子帳簿保存法の要件を満たした保存が可能

電子取引サービス@Sign

<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：03-6771-4806>

## ■ マネージドEDRサービス ----- *Managed Endpoint Detection and Response Services*

サイバー攻撃の手口は高度化し、侵入や感染を防ぐのはもはや不可能とまで言われている。さらに、急激なテレワークの増加によって、社員の端末のセキュリティ強化が必要とされている。三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)は、“マネージドEDR(Endpoint Detection and Response)サービス”を開始した。このサービスでは、EDRソリューションを用いて、端末の監視を強化し、サイバー攻撃を検出する。万が一侵入を許してしまった端末は即座にアクセスを遮断し、被害を最小限に食い止める。検出した脅威に対しては、調査・分析を行い、侵入原因と影響範囲を突き止めて、今後の対策アドバイスを含めて報告する。なお、このサービスは高度なセキュリティ調査技術と知見を持つ株ラックと協業で提供している。



マネージドEDRサービスの概念図

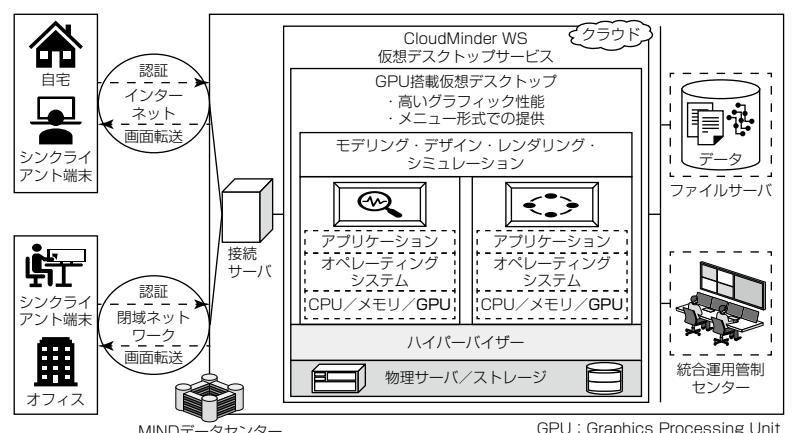
<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク(株) TEL：03-6771-4806>

## ■ テレワークで設計・開発業務も行えるGPU搭載のハイパフォーマンス仮想デスクトップサービス ----- *High-performance Virtual Desktop Service with Graphics Processing Unit for Designers and Developers Teleworking*

テレワーク化が加速度的に進行している中、端末環境は、物理パソコンから、セキュアで柔軟な働き方が可能なソリューションである仮想デスクトップに置き換わりつつある。従来、コミュニケーションやドキュメント作成といったオフィス業務を中心に、仮想デスクトップの利用が拡大してきたが、設計や開発などの高いグラフィック性能が要求される業務でもそのニーズが高まっている。

三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)は、クラウド型仮想デスクトップサービス“CloudMinder WS”に、GPUを搭載した新サービスの提供を開始した。これによって、快

適な設計・開発業務のテレワーク化を支援する。



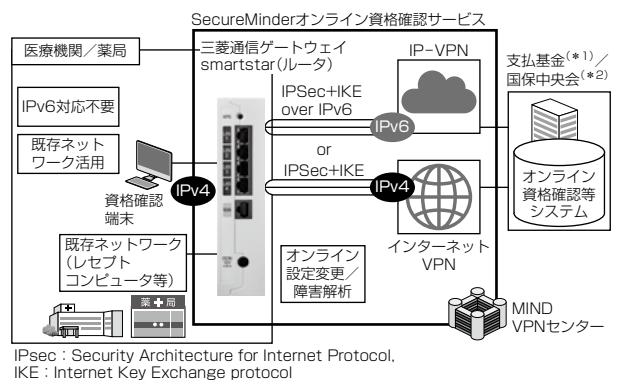
GPUを搭載したクラウド型仮想デスクトップサービス

<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：03-6771-6043>

## ■ インターネットVPNとIP-VPN(IPv6網)に対応した“SecureMinderオンライン資格確認”サービス ----- *SecureMinder the Online Qualification Confirmation Services Corresponding to Internet Virtual Private Network and Internet Protocol-Virtual Private Network (IPv6 Network)*

オンライン資格確認の導入には、医療機関・薬局の医療情報システム連携を考慮し、IPv(Internet Protocol version)6とIPv4混在のネットワーク設計が必要である。また、24時間365日常時利用が求められ、トラブル時等の迅速な対応が必要である。三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)の“SecureMinderオンライン資格確認サービス”では、インターネットVPNとNTTフレッツ<sup>(注)</sup>網向けIP-VPN(Internet Protocol-Virtual Private Network)(IPv6)の二つの接続方式から選択可能であり、三菱通信ゲートウェイ“smartstar”によって、既存ネットワークをそのまま活用し、IP-VPN利用時でもIPv6対応不要でIPv4ネットワークでの設計・導入を可能にした。また、オンラインでの設定変更や障害解析に対応し、導入が簡単でサポートが

充実したサービスを提供する。



<sup>(\*1)</sup> 社会保険診療報酬支払基金

<sup>(\*2)</sup> 公益社団法人 国民健康保険中央会

SecureMinderオンライン資格確認サービスのシステム構成

<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：03-6771-4805>

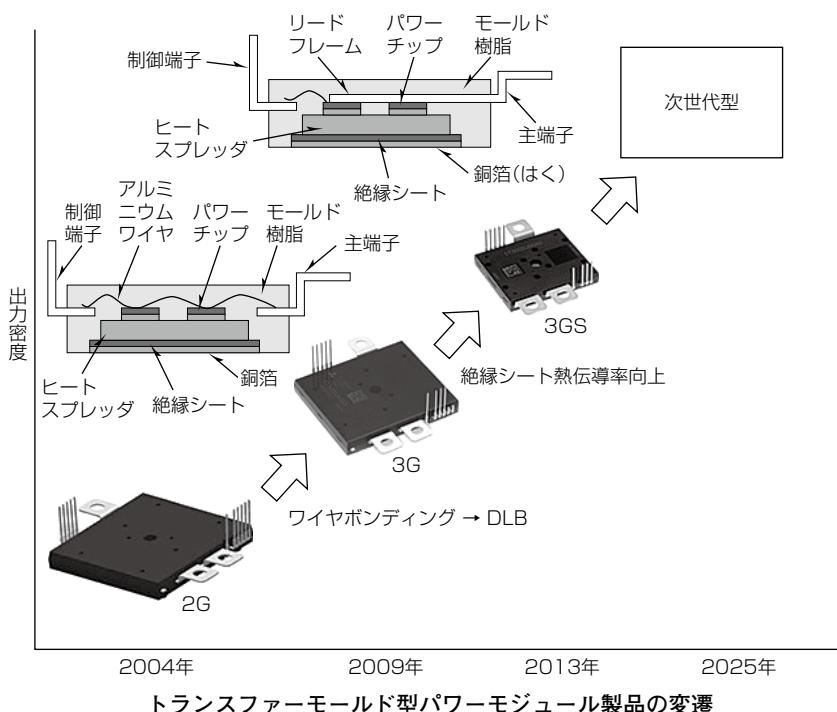
# ■ 12. パワーデバイス Power Devices

## ■ 車載用トランスマーモールド型パワーモジュール

Automotive Transfer Molded-Power Module

近年、カーボンニュートラルの重要な施策として電動化(EV化)が世界各国の自動車メーカーによって急速に進められている。当社は車載用パワーモジュールで1997年にケース型パワーモジュール、2004年にトランスマーモールド型パワーモジュールの量産化に成功し、これまで様々な改善を行ってノウハウを蓄積してきた。特にトランスマーモールド型パワーモジュールは主電極配線をワイヤボンドから、直接チップとはんだ接合するDLB(Direct Lead Bonding)方式を採用することによって配線抵抗と自己インダクタンスの低減、パワーサイクル耐量の向上を進めてきた。また、チップ下に配置しているヒートスプレッダとベース板間の絶縁を目的にした絶縁シートについても改良を進めて開発当初の約2倍の高熱伝導化に成功し、大容量化も可能にした。これらの改善によってトランスマーモールド型パワーモジュールの特長である小型・高信頼性を一層進化させてきた。現在、当社ではトランスマーモールド型パワーモ

ジュールの更なる高出力密度化を目指した開発を進めており、幅広いクラスの電動車用インバータの小型化と高信頼性に貢献することを確信している。



## ■ RC-IGBT搭載パワーモジュール“SLIMDIPシリーズ”のラインアップ拡充

Adding Lineups to "SLIMDIP Series" Embedding RC-IGBT

家庭用エアコンや洗濯機などのインバータ白物家電や小容量ファン駆動向けに性能とコストを両立させたIPM(Intelligent Power Module)である“SLIMDIPシリーズ”に“SLIMDIP-M”“SLIMDIP-X”を追加ラインアップした。

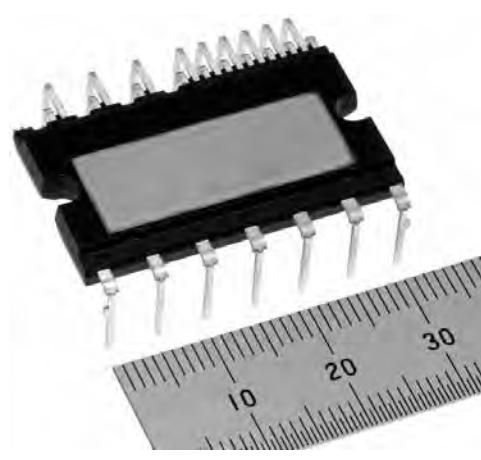
このシリーズの主な特長は次のとおりである。

(1) 低ノイズによってシステムの小型化と低コスト化に貢献

低ノイズ化技術を適用した第2世代RC-IGBT(Reverse Conducting Insulated Gate Bipolar Transistor)を搭載したことによって従来製品同様の低電力損失ながら、更なる低ノイズを実現した。これまで必要であった基板上のノイズ対策部品の削減が可能になり、インバータシステムの小型化と低コスト化に貢献する。

(2) 豊富なラインアップ

従来製品のラインアップに、SLIMDIP-M(定格電流10A)とSLIMDIP-X(定格電流20A)を追加し、定格電流5~20Aを同一パッケージでラインアップする。また定格電流15Aでは、高キャリア周波数駆動に対応したSLIMDIP-Wをラインアップすることで、アプリケーションに合わせた最適なデバイスを選定することが可能になる。



SLIMDIPシリーズ

### SLIMDIPシリーズのラインアップ

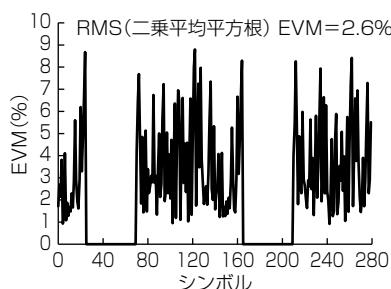
製品名	形名	定格	備考
SLIMDIP	SLIMDIP-S	5 A/600V	発売済み
	SLIMDIP-M	10A/600V	新規追加
	SLIMDIP-L	15A/600V	発売済み
	SLIMDIP-W	15A/600V	発売済み
	SLIMDIP-X	20A/600V	新規追加

# ■ 13. 高周波・光デバイス High Frequency and Optical Devices

## ■ 第5世代移動通信基地局用GaNデバイス技術

GaN Device Technology for 5th Generation Mobile Communication Base Stations

第5世代移動通信システム(5G)では、同じ周波数チャネルで時間的に送信と受信を分けることで、基地局と端末間の通信を行う(時分割多重TDD(Time Division Duplex))。この送受信の切替えは数十μsから数msという時間範囲で行われるため、この時間内のトランジスタの電流過渡応答は信号品質を保つ上で重要である。しかしながら、従来のGaN(窒化ガリウム)トランジスタは半導体界面又は半導体層内に存在するトラップによって、過去の信号履歴に応じて過渡応答が大きく変化するため、信号品質の指標であるEVM(ベクトル振幅誤差)やACLR(隣接チャネル漏洩(ろうえい)電力比)を実用上問題ない値まで低減することが難

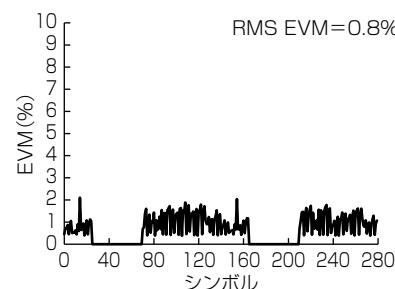


従来のGaNトランジスタを用いた増幅器モジュールのEVM特性

しいという課題があった。今回、GaNトランジスタのエピタキシャル成長層設計を見直して、先に述べたトラップの影響を抑制することで、信号増幅特性を損なうことなく過渡応答特性を改善した。

このGaNトランジスタを用いた5G基地局用増幅器モジュールを試作した結果、100MHzの広帯域変調信号に対して、TDD動作のACLRを-50dBc以下、EVM=0.8%という良好な特性を実現し要求値を満足した。

このGaNトランジスタ技術をベースに5G基地局向け製品開発を現在推進しており、今後の5G基地局の普及に貢献する。



改善後のGaNトランジスタを用いた増幅器モジュールのEVM特性

## ■ 80×60画素サーマルダイオード赤外線センサ“MeDIRシリーズ”

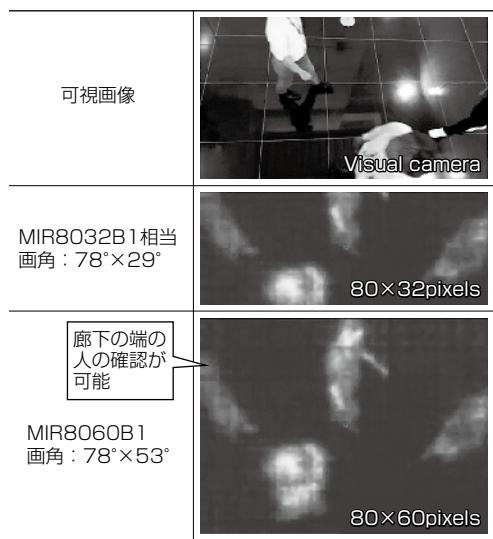
80×60 Pixels Thermal Diode Infrared Sensor "MeDIR Series"

波長380(青)～780nm(赤)の可視光よりも波長の長い領域の光を赤外線と呼び、中でも8～14μmの赤外線は、遠赤外又はLWIR(Long-Wavelength InfraRed)と呼ばれており、被写体温度判別が可能で可視光や微粒子による影響を受けにくい特長を生かし、高画素の監視カメラ用途から、単画素の人体センサまで幅広い用途で活用されている。

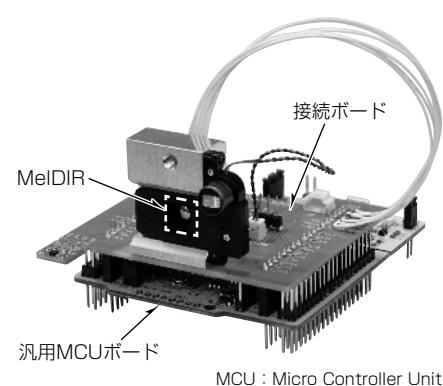
当社では2019年に一般民生用向けに当社独自のSOI

(Silicon On Insulator)ダイオードを用いたサーマルダイオード赤外線センサモジュール“MeDIRシリーズ”を開発した。さらに“より広い範囲で高精度に人・物の識別や行動把握を行いたい”という防犯、見守り、スマートビルなどの用途からの新たな要請に対応するため、2021年7月にセンササイズを変えることなく80×32画素を80×60画素へ拡大したセンサモジュールをMeDIRシリーズのラインアップに追加した。

また赤外線センサモジュールと同時に顧客サポートツールの提供を開始し、顧客への評価・システム開発の支援を行っている。



MeDIRの画角による撮像イメージ比較



MeDIR評価キット

# 14. 空調冷熱システム Air-Conditioning & Refrigeration Systems

## ■ 空調換気ソリューション向け別置ムーブアイコントロールユニット 3D i-see Sensor Control Device for Air Conditioning and Ventilating Solution

新型コロナウイルス感染拡大の影響で“新しい生活様式”的実践が求められる中、オフィスや店舗などでは、テレワークやフィジカルディスタンシングの確保によって在室人数が多様に変化している。また、こまめな換気の実施によって室内の温度むらが発生するため、効率的な空調・換気への意識が高まっている。そこで、当社では、空調機や換気機器が人の在室率に応じた省エネルギー運転制御や換気量の増減を自動で行えるように制御するシステム機器“別置ムーブアイコントロールユニット”を開発した。

この製品は“サーマルダイオード赤外線センサ”を搭載しており、従来の赤外線センサ“ムーブアイ”よりも広範囲の床温度検知と人体検知が可能である。検知結果によって別置ムーブアイに接続された空調機と換気機器を自動で制御する機能を複数備えており、ユーザーの好みの連携制御を設定できる。これら機能の設定はスマートフォン専用アプリケーション“MELRemo+”で行うことができ、制御設

定だけでなくMELRemo+を使えば共用のリモコンを使用せず個人のスマートフォンで空調・換気操作ができるため、衛生面にも配慮して使用できる。

この製品を使用することによって、顧客の好みに応じた空調管理が実施でき、室内空間の快適性向上や省エネルギーに貢献できる。



別置ムーブアイコントロールユニット

## ■ 低GWP冷媒と従来冷媒兼用のクールマルチシステム Cool Multi System Enabling Use of Low GWP or Conventional Refrigerant

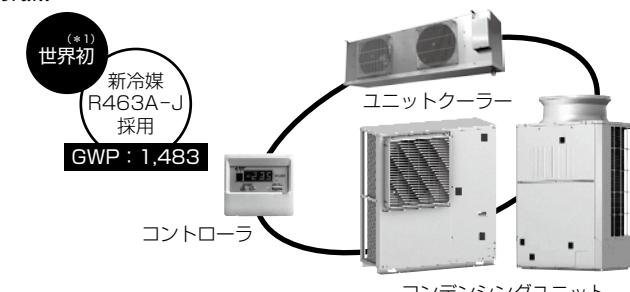
業務用低温機器では、2015年4月に施行されたフロン排出抑制法によって、メーカーが出荷する製品のGWP(地球温暖化係数)加重平均を2025年までに1,500以下にすることが定められている。今回、次世代冷媒としてGWP1,500以下で、かつ高エネルギー密度冷媒であるR463A-J(オプション<sup>(注)</sup>XP41, GWP: 1,483)冷媒を採用することで、現行主流のR410A冷媒(GWP: 2,090)のメリットを踏襲しつつ低GWP化を進め、室外機であるコンデンシングユニット、室内機であるユニットクーラ、コントローラを含めたクールマルチシステムを1.5~33.5kWまでラインアップした。システムの主な特徴は次のとおりである。

### (1) 従来のR410A冷媒とR463A-J低GWP冷媒の兼用化

兼用化によって新規据付け時はR410A冷媒を使用し、将来R463A-J冷媒に切り替えるなどの対応も可能になり、柔軟な冷媒選択と設備の二重投資を不要にした。

### (2) 凝縮器のアルミ扁平(へんぺい)管熱交換器化と省エネルギー制御モード採用

アルミ扁平管熱交換器採用で、放熱性能の向上や製品の軽量化、使用温度範囲の拡大、使用冷媒量の削減を達成した。さらに、省エネルギー制御導入によって、運転範囲の全領域で、6~14%の年間エネルギー性能の向上を実現した。



\* 1 2020年12月現在、当社調べ。スクロールコンデンシングユニットでR463A-J/R410A冷媒兼用クールマルチシステム

冷媒特性比較

概要	成分	低エネルギー密度冷媒		高エネルギー密度冷媒	
		R404A	R448A	R410A	R463A-J
燃焼性	疑似共沸 混合冷媒		非共沸 混合冷媒	疑似共沸 混合冷媒	非共沸 混合冷媒
	不燃	不燃	不燃	不燃	不燃
GWP	3,920	1,387	2,090	1,483	
冷凍能力 <sup>(*)2</sup> (R404Aを100とした場合)	ET: -10°C 100	106	145	139	
ET: -40°C 100	108	158	147		
冷媒充てん量 <sup>(*)3</sup> (R404Aを100とした場合)	100	100	81	81	
配管材料費 <sup>(*)3</sup> (R404Aを100とした場合)	100	100	74	74	
更新時の既設配管流用	R22 リプレース	可能	可能	可能 <sup>(*)4</sup>	可能 <sup>(*)4</sup>
R404A リプレース	—	可能	可能 <sup>(*)4</sup>	可能 <sup>(*)4</sup>	
R410A リプレース	不可 <sup>(*)5</sup>	不可 <sup>(*)5</sup>	—	可能	

\* 2 蒸発温度：サイクル中点方式、凝縮温度(CT)：45°C、過熱度(SH)10K、圧縮機吸込量：一定、インジェクションなし、R404Aを100とした場合の理論計算値

\* 3 20馬力クラス、配管長50m、R404A/R448A：液管φ19.05ガス管φ44.45、R410A/R463A-J：液管φ15.88ガス管φ31.75、R404Aを100とした場合の当社試算値

配管材料費は銅管・継ぎ手・保温材等部材費の合計値(当社試算値)

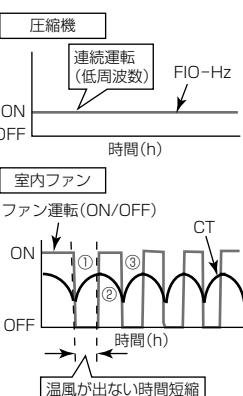
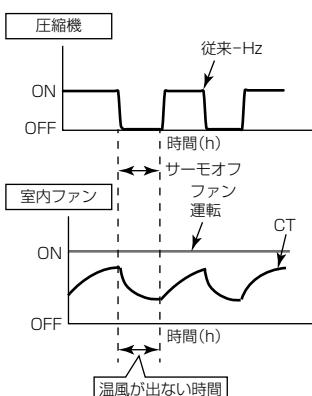
\* 4 ワイドリプレースシリーズで既設配管流用範囲が拡大

\* 5 R410A標準配管径は低エネルギー密度冷媒の標準配管系よりも細いため、R410A既設配管流用では圧力損失が大きく、能力低下・エネルギー消費効率(COP)悪化になる

## ■ 室内ファン間欠運転制御によるルームエアコンの快適性向上と省エネルギー Comfort Improvement and Energy Conservation of Room Air Conditioner with Indoor Fan Intermittent Operation Control

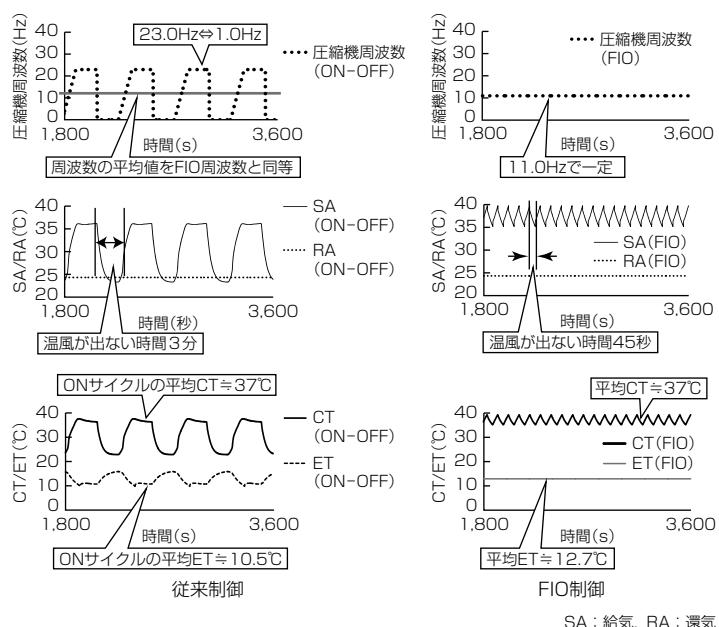
ゼロエネルギーハウスでは、建物外壁の断熱性が優れているため、暖房負荷が大幅に軽減される。このような暖房低負荷状態では、ルームエアコンの圧縮機が発停運転し、一定時間、温風が足元に届かず、快適性が低下することが課題であった(図1)。発停運転を抑制するために下限周波数を下げる、吹出温度が低下し、快適性を満足できない。そこで、暖房低負荷状態で足元に安定して温風を提供する室内ファン間欠運転(FIO)というルームエアコンの新制御を開発した。

FIO制御では圧縮機を一定の周波数で連続運転しながら、室内ファンを間欠運転することで、温風が出ない時間を短縮する。具体的には、①室内ファンを停止し、冷媒の凝縮温度(CT)を高くし(蓄熱)、②凝縮温度が高温になると、室内ファンを運転し、蓄えた熱を放熱することで高温で吹出し、③凝縮温度が低温になると、



再度ファンを停止し、凝縮温度を高くするという動作を繰り返す(図2)。

この制御によって圧縮機の発停を抑制し、足元に高温空気を提供できない連続時間を従来の3分から45秒まで短縮し、快適性を高めることができる。また、従来制御(圧縮機発停制御)に比べ、圧縮機周波数が23Hzから11Hzに低下し、蒸発温度(ET)が2.2°C上ることによって4%の省エネルギーとなることをシミュレーションで確認できた(図3)。



## ■ 15. 住宅設備 Housing Equipment

### ■ ハンドドライヤー“ジェットタオル新型スリムタイプ” Hand Dryer "Jet Towel New Slim Type"

昨今のコロナ禍の影響によって、生活者の公共設備機器に対する清潔・安全意識が高まっている。また、ハンドドライヤーの利用停止に伴い、手指から落ちた水による床のぬれや汚れの増加、代替紙タオル設置によるメンテナンス費用の増加やごみの散乱、食品や精密機器を扱う施設でぬれた手を適切に乾燥できない等、様々な課題が顕在化した。当社はこれらの課題解決に向けてハンドドライヤー“ジェットタオル新型スリムタイプ”を開発した。この機種は、空気を循環清浄する“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンを内蔵し、トイレ空間をまるごと清潔に保つ新しいハンドドライヤーである。空気循環清浄機能を搭載しながらも使用性と設置性を損なわない機器サイズを実現した。設置空間を限定することなく、従来機のリプレースにも対応

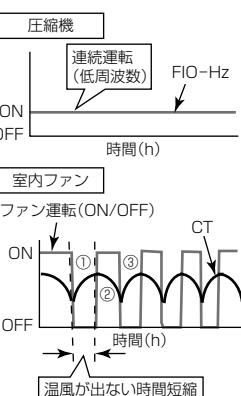
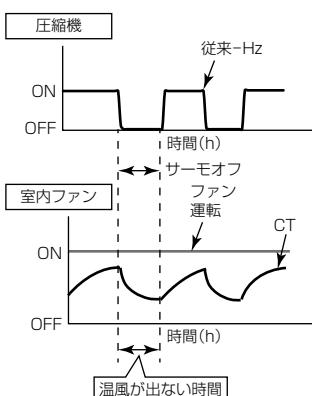
できる。従来機と同じ開口サイズながらも、広く開放的に見える手挿入部形状と二段ノズル搭載による使用者への水滴飛散の抑制を実現した。これによって、設置空間の清潔性維持にも寄与する。また生活者の公共設備機器に対する清潔・安全意識の高まりや、従来機の利用停止措置によるユーザーの抵抗感に対して、空気循環清浄が常時動作する様子を伝えるLEDやエンブレムによってユーザーに安心感を与える意匠にした。この機種によって、多くの人の安心・安全な生活に寄与できる。



## ■ 室内ファン間欠運転制御によるルームエアコンの快適性向上と省エネルギー Comfort Improvement and Energy Conservation of Room Air Conditioner with Indoor Fan Intermittent Operation Control

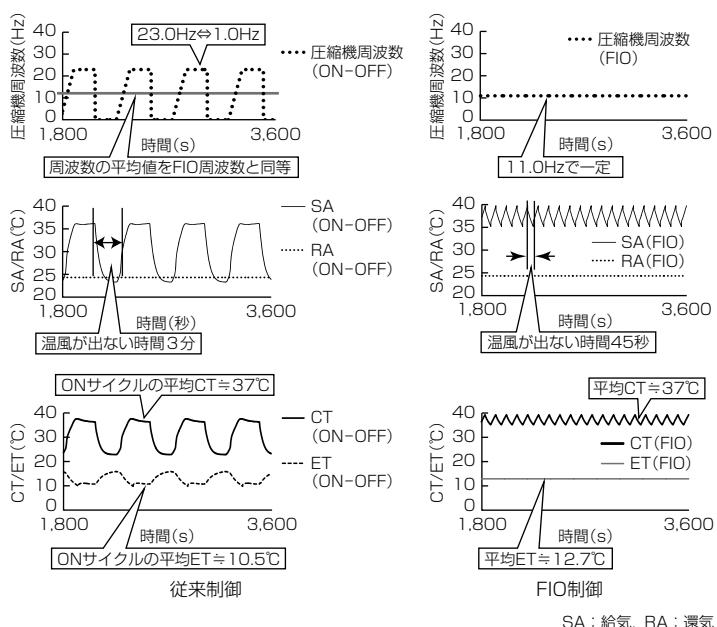
ゼロエネルギーハウスでは、建物外壁の断熱性が優れているため、暖房負荷が大幅に軽減される。このような暖房低負荷状態では、ルームエアコンの圧縮機が発停運転し、一定時間、温風が足元に届かず、快適性が低下することが課題であった(図1)。発停運転を抑制するために下限周波数を下げる、吹出温度が低下し、快適性を満足できない。そこで、暖房低負荷状態で足元に安定して温風を提供する室内ファン間欠運転(FIO)というルームエアコンの新制御を開発した。

FIO制御では圧縮機を一定の周波数で連続運転しながら、室内ファンを間欠運転することで、温風が出ない時間を短縮する。具体的には、①室内ファンを停止し、冷媒の凝縮温度(CT)を高くし(蓄熱)、②凝縮温度が高温になると、室内ファンを運転し、蓄えた熱を放熱することで高温で吹出し、③凝縮温度が低温になると、



再度ファンを停止し、凝縮温度を高くするという動作を繰り返す(図2)。

この制御によって圧縮機の発停を抑制し、足元に高温空気を提供できない連続時間を従来の3分から45秒まで短縮し、快適性を高めることができる。また、従来制御(圧縮機発停制御)に比べ、圧縮機周波数が23Hzから11Hzに低下し、蒸発温度(ET)が2.2°C上ることによって4%の省エネルギーとなることをシミュレーションで確認できた(図3)。



## ■ 15. 住宅設備 Housing Equipment

### ■ ハンドドライヤー“ジェットタオル新型スリムタイプ” Hand Dryer "Jet Towel New Slim Type"

昨今のコロナ禍の影響によって、生活者の公共設備機器に対する清潔・安全意識が高まっている。また、ハンドドライヤーの利用停止に伴い、手指から落ちた水による床のぬれや汚れの増加、代替紙タオル設置によるメンテナンス費用の増加やごみの散乱、食品や精密機器を扱う施設でぬれた手を適切に乾燥できない等、様々な課題が顕在化した。当社はこれらの課題解決に向けてハンドドライヤー“ジェットタオル新型スリムタイプ”を開発した。この機種は、空気を循環清浄する“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンを内蔵し、トイレ空間をまるごと清潔に保つ新しいハンドドライヤーである。空気循環清浄機能を搭載しながらも使用性と設置性を損なわない機器サイズを実現した。設置空間を限定することなく、従来機のリプレースにも対応

できる。従来機と同じ開口サイズながらも、広く開放的に見える手挿入部形状と二段ノズル搭載による使用者への水滴飛散の抑制を実現した。これによって、設置空間の清潔性維持にも寄与する。また生活者の公共設備機器に対する清潔・安全意識の高まりや、従来機の利用停止措置によるユーザーの抵抗感に対して、空気循環清浄が常時動作する様子を伝えるLEDやエンブレムによってユーザーに安心感を与える意匠にした。この機種によって、多くの人の安心・安全な生活に寄与できる。



# ■ 16. キッチン家電・生活家電

# Kitchen and Other Household Appliances

## ■ “全室独立おまかせA.I.”と“つながるアプリ（MyMU）”を搭載した三菱冷蔵庫“MX/MXDシリーズ”

Mitsubishi Refrigerators "MX/MXD Series" Equipped with "All Compartment Independent Design with A.I. Control" and "Connective Application (MyMU)"

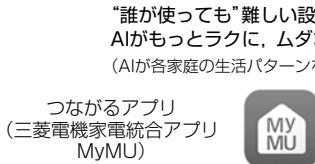
当社は、食品をおいしく長く保存できる“切れちゃう瞬冷凍”や“氷点下ストッカー”にAI技術を組み合わせることで、より便利で使いやすい機能を実現してきた。近年、コロナ禍によって暮らし方が変化し、外出自粛や在宅勤務が広がる中、家庭で食事をする機会も増えて、買物や自宅での調理は誰か一人ではなく、家族みんなで家事をする“家事シェア”が進んでいる。普段家事をしない人も買物をして食品を保存したり、調理をする機会が増えて、冷蔵庫を使うシーンも多くなった。そのため、三菱冷蔵庫の便利で使いやすい機能を、誰でも簡単に使いこなしてもらい、“家事シェア”をアシストする検討を行った。従来までの“おまかせA.I.”に三菱独自の“全室独立構造”を組み合わせて、スイッチ一つで、各家庭の使い方に合わせて全室を自動で最適運転する“全室独立おまかせA.I.”へ進化させた。また食品保存だけでなく、買物から調



MXDシリーズ

“全室独立おまかせA.I.”と“つながるアプリ（MyMU）”搭載の三菱冷蔵庫“MXDシリーズ”

### 全室独立おまかせA.I.



- ①スタートアップ 三菱冷蔵庫の主な機能を“自己紹介”
  - ・冷蔵庫とアプリケーションの機能紹介
  - ・初期設定アシスタント
- ②冷蔵庫モニター 各室の“今の状態”が一覧できる
  - ・各部屋の機能紹介
  - ・各部屋の設定変更
  - ・ECOレベルや扉開閉回数の確認
- ③気くばりナビ ユーザーに合った使い方をアドバイス
  - ・使用状況に合わせて、もっと上手な使い方をアドバイス
  - ・通知一覧
- ④おいしさアシスト 食材保存のコツが分かる
  - ・保存場所一覧
  - ・食材選びのコツ
- ⑤お役立ち 三菱冷蔵庫だからできるレシピを提案
  - ・冷蔵庫の活用レシピ
  - ・もっと使えるワザ集
  - ・取扱説明書・動画集

## ■ 使いやすさを向上させた新型スティッククリーナー“iNSTICK ZUBAQ”

“iNSTICK ZUBAQ”: New-type Stick Vacuum Cleaner Improved Usability.

コロナ禍によって、清潔に対する意識が高まっている。当社は、ごみが気になった時にすぐ掃除できるスティッククリーナー“iNSTICK ZUBAQ”を2018年に発売し、2021年9月発売のこの機種は更なる使いやすさだけでなく、機器自体をキレイに保つ清潔機能を搭載した。

主な特長は次のとおりである。

### (1) 面倒な手入れをおまかせできる“らくリーニングスタンド”

掃除が完了し、本体を充電台にセットすれば、自動で回転ブラシに残った髪の毛や綿ごみ、ペットの毛などをプレートが絡め取って吸引し、充電を開始する。いつでも清潔な状態で掃除ができる。

### (2) 充電時間の短縮

従来機種の充電時間が約90分であったのに対して、この機種は充電終了間際の充電制御を最適化することによって、約70分（約22%）の急速充電を実現した。約70分充電で標準モードの場合、約40分間続けて掃除ができる。



新型スティッククリーナー  
iNSTICK ZUBAQ

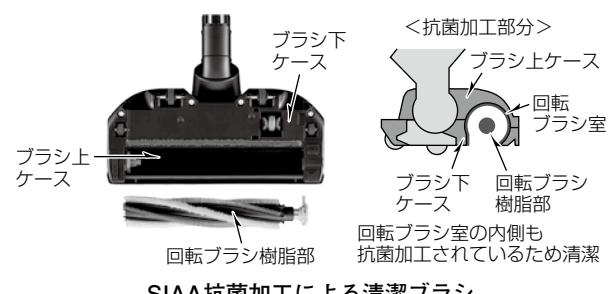
### (3) SIAA抗菌加工による清潔ブラシ

いつでも衛生的な状態で使用できるよう、ごみがたまりやすい回転ブラシ樹脂部や回転ブラシ室の内側部品にSIAA（抗菌製品技術協議会）抗菌加工の認証を取得した。



充電台にセット→自動で回転ブラシに絡んだ毛をプレートが切断・解きほぐして吸引→充電開始

らくリーニングスタンド



SIAA抗菌加工による清潔ブラシ

## “令和3年春の黄綬褒章”を受章

令和3年春の黄綬褒章を当社系統変電システム製作所の山田雅巳が受章した。約40年にわたって、ガス絶縁開閉器やガス遮断器に用いられる圧力容器の製造に従事しながら溶接・検査に関する技能の研鑽(けんさん)に励み、多くの考案と改善によって製品の生産性と品質の向上に努めた。また、ロボットによる高効率で高品質な自動溶接の促進などにも新たに取り組んで、国内外の発電プラントの安定した電力供給網の構築に貢献した。この受章はこれらの卓越した溶接技能と長年にわたる業務精励、後進への技能伝承などの功績が高く評価されたものである。

2020年12月～2021年11月受賞分（受賞順に掲載）

### ●兵庫県産業労働部 政策労働局

令和2年度兵庫県技能顕功賞（2020年11月受賞分）  
「自動車部品組立工」

姫路製作所 ..... 赤木紀之

### ●社精密工学会

Precision Engineering Editors' Choice Article

「Optical in-process height measurement system for process control of laser metal-wire deposition」  
先端技術総合研究所 ..... 多久島 秀、森田大嗣、篠原暢宏、河野裕之  
大阪大学 ..... 水谷康弘、高谷裕浩

### ●社電子情報通信学会 ハードウェアセキュリティ研究会

若手優秀賞

「SLAMに対するLiDAR経由レーザ照射攻撃シミュレーション」

情報技術総合研究所 ..... 福永真士

### ●兵庫県（兵庫県産業労働部）

令和2年青年優秀技能者表彰

「第2部門：数値制御金属工作機械工」

通信機製作所 ..... 酒本知明

「第5部門：プリント基盤組立工」

通信機製作所 ..... 福岡 淳

「第5部門：電気通信機器組立工」

通信機製作所 ..... 松山優也

令和2年度技能顕功賞

「第2部門：数値制御金属工作機械工」

通信機製作所 ..... 飯田拓哉

「第3部門：抵抗溶接工」

通信機製作所 ..... 小暮誠之

「第5部門：電気通信機器組立工」

通信機製作所 ..... 森崎真也、赤峰丈児

### ●財テレコム先端技術研究支援センター

2020年度SCAT表彰 会長賞

「ハードウェアセキュリティ技術の研究開発と実用化」

情報技術総合研究所 ..... 鈴木大輔

### ●財省エネルギーセンター

2020年度省エネ大賞 省エネルギーセンター会長賞

「全熱交換形換気機器「業務用ロスナイ」」

中津川製作所 ..... 田村真史、田中弘明

### ●社電子情報通信学会

2020年AP研若手奨励賞

「第一種研究会等の発表に対する評価」

情報技術総合研究所 ..... 宇野 孝

### ●IEEE AP-S Japan Chapter

2020 IEEE AP-S Japan Student Award

「A Non-Connected Decoupling Method for Three Element MIMO Antennas by Using Short Stubs」

情報技術総合研究所 ..... 宮坂拓弥



### ●財国際ユニヴァーサルデザイン協議会

IAUD国際デザイン賞2020

金賞

「標準型エレベーター AXIEZ-LINKs (アクシーズ・リンクス)」  
デザイン研究所 ..... 小倉利文、星 匠朗、藤川裕子  
片岡竜成、三品拳大、山崎 聰

銅賞

「てらすガイド」  
デザイン研究所 ..... 坂田礼子、古畑直樹、片岡竜成  
「三菱電機エアコン GE/GVシリーズ」  
デザイン研究所 ..... 藤ヶ谷友輔  
「水面状況監視サービス「みなモニター」」  
デザイン研究所 ..... 関野修佑、伊藤楨紀

銅賞

「共働き世帯を応援する調理器「レンジグリルIH」シリーズ」  
デザイン研究所 ..... 伊藤大聰、松山祥樹、木皿倫子、本江兼捷  
水主彩花、桃島山青、山崎友賀  
「三菱4K録画テレビ RA2000シリーズ」  
デザイン研究所 ..... 石田健治

### ●進化計算学会

2020年度論文賞

「オフィスビルにおける空調スケジュールのシミュレーションに基づく進化型多目的最適化」  
情報技術総合研究所 ..... 太田恵大

### ●社日本インダストリアルデザイナー協会 (JIDA)

JIDAデザインミュージアムセレクションVol.22選定

「三菱プレッドオーブン TO-ST1」

デザイン研究所 ..... 木皿倫子、四津谷瞳、伊藤大聰  
武井亮子、桃島山青

### ●財宇宙科学振興会

第13回宇宙科学奨励賞

「低推力スラスターを用いた静止衛星の軌道遷移および軌道保持制御方式の開発」  
鎌倉製作所 ..... 北村憲司

### ●財省エネルギーセンター

2020年度省エネ大賞 製品・ビジネスモデル部門

資源エネルギー庁長官賞（家庭分野）

「家庭用三菱エコキュート P37, P46シリーズ」  
三菱電機株

### ●社溶接学会

Mate2021奨励賞

「Agシンター接合における接合層形成過程のモニタリング手法の検討」  
コンポーネント製造技術センター ..... 菅田康平

### ●社情報処理学会

情報処理学会コンシューマ・デバイス&システム (CDS) 研究会

第30回CDS研究会優秀発表賞

「Sub-1 GHz Coexistence Using Reinforcement Learning based IEEE 802.11ah RAW scheduling」  
情報技術総合研究所 ..... 角 武憲

## ●財かがわ産業支援財団

### 第28回芦原料学賞 大賞

「停電不要かつ専門技術者派遣不要な受配電設備の劣化診断システムの開発」  
受配電システム製作所 ..... 西川哲司, 津上友成  
三菱電機エンジニアリング(株) ..... 橋本大也, 中井遼司

## ●財機械振興協会

### 第55回機械振興賞 機械振興協会会長賞

「紙幣の高解像度磁気画像取得を可能とするライン磁気イメージセンサ」  
通信機製作所 ..... 尾込智和  
先端技術総合研究所 ..... 山内一輝, 武舎武史, 浅村まさ子  
設計システム技術センター ..... 中井貴之

## ●社電子情報通信学会

### 2020年度エレクトロニクスソサイエティ活動功労表彰

「研究技術会議 庶務・財務幹事としての貢献」  
情報技術総合研究所 ..... 安藤俊行

## ●社電気学会

### 第14回電気技術顕彰 「でんきの礎」

「100万ボルト変電機器の開発と実証試験～新樺名変電所における実証試験を通じた変電技術発展と国際標準化への貢献～」  
東京電力パワーグリッド(株), 東芝エネルギーシステムズ(株),  
日本ガイシ(株), (株)日立製作所, 三菱電機(株)

### 開閉保護研究発表賞

「Study on Artificial Line for Short-Line Fault (SLF) Interruption Test」  
系統変電システム製作所 ..... 赤星卓勇

### 令和2年電気学会全国大会優秀論文発表賞

「自動車の駐車支援技術の開発～超音波による側方物体の壁・縁石識別技術～」  
先端技術総合研究所 ..... 村上浩章  
「受電側に電流形整流器を用いた非接触給電システムの電力制御法」  
先端技術総合研究所 ..... 吉田秀人  
「同期補償によるノイズ抑制制御の改善検討」  
先端技術総合研究所 ..... 塙岡翔太, 家澤雅宏  
北海道大学 ..... 小笠原悟司  
岡山大学 ..... 竹本真紹  
北海道大学 ..... 折川幸司, 小原峻介

## ●社電子情報通信学会

### SCIS(暗号と情報セキュリティシンポジウム)論文賞

「ファストFMCW方式のMIMOレーダの攻撃評価シミュレーション」  
情報技術総合研究所 ..... 梨本翔永

### 2020年度学術奨励賞

「確率的信号処理を用いたFIRフィルタの演算誤差低減法」「確率的信号処理を用いた通信ペイロードの性能評価」  
情報技術総合研究所 ..... 山下靖貴  
「広覆域な指向性を有する4点給電円偏波アンテナ」「パックロープを抑圧した2周波共用小形円偏波アンテナ」  
情報技術総合研究所 ..... 坂本寛明  
「2周波混合ペクトル合成型移相器を用いたV帯受信RFICの試作結果」  
情報技術総合研究所 ..... 橋溝真也  
「ミリ波帯円偏波広角ビーム走査フェーズドアレー向けキャビティ付きパッチアンテナ」  
情報技術総合研究所 ..... 池田峻一  
「固定ビームと適応ビームを併用したDSTBC向け干渉抑圧方式」  
情報技術総合研究所 ..... 佐々木 慧  
「高電力密度GaN HEMTを用いたX帯100W級高出力・広帯域増幅器MMIC」  
情報技術総合研究所 ..... 福永 啓

## ●静岡大学 創造科学技術大学院

### 創造科学技術大学院長表彰

情報技術総合研究所 ..... 永井幸政

## ●社日本機械学会 関西支部

### 関西支部賞 奨励賞

「VOF法によるヒートパイプの沸騰・凝縮現象の数値解析」  
先端技術総合研究所 ..... 山田 透

## ●社日本機械工業連合会

### 令和2年度優秀省エネ機器・システム表彰

資源エネルギー庁長官賞  
「かしめレスコアを用いた小型、省資源化ACサーボモータ(HKシリーズ)」  
名古屋製作所 ..... 長谷川治之

### 日本機械工業連合会会長賞

「ダイレクトドライブ方式送風機採用の産業用途向け高効率設備用パッケージエアコン(ファシレアDD)」  
三菱電機(株)

## ●社日本電気協会 関東支部

### 令和3年電気関係事業従業員功績者表彰 考案表彰

#### 最優秀賞

「タービン発電機点検ロボット用移動体の開発」  
先端技術総合研究所 ..... 水野大輔, 森本貴景, 福島一彦  
電力システム製作所 ..... 門田直也, 津曲一幸

#### 優秀賞

「電子レンジ機能を搭載したIHクッキングヒーター「レンジグリルIH」の開発」  
三菱電機ホーム機器(株) ..... 及川貴裕, 風間洗駿, 田島大輝  
永田 淳, 森井 彰

「デザイン研究所 ..... 松山祥樹  
「カドミウムフリー電磁開閉器の開発」  
名古屋製作所 ..... 河合秀泰, 竹本智彦

先端技術総合研究所 ..... 稲口 隆, 堀田克輝, 千葉原宏幸

名古屋製作所 ..... 八木哲也

## ●京都府

### 第65回京都府発明功労者表彰 入賞

「電力変換装置」  
冷熱システム製作所 ..... 木村友昭  
神戸製作所 ..... 竹内一平

## ●鉄道技術標準化検討会 (国土交通省)

「令和2年度鉄道分野における標準化活動表彰 標準化活動奨励者表彰」  
「IEC/TC9(鉄道用電気設備とシステム専門委員会)WG幹事及びMT60077  
国際エキスパートとして車両用電気品の規格審議、制定に関する貢献」  
伊丹製作所 ..... 柿崎庸泰

## ●鉄道技術標準化調査検討会

### 貢献者表彰

「鉄道分野におけるITU-R(国際電気通信連合無線通信部門)等での標準化活動」  
本社 ..... 山崎高日子

## ●財通信文化協会

### 第66回前島密賞

「デジタル業務無線における高騒音対応雑音抑圧技術の開発および実用化」  
三菱電機(株)

## ●文部科学省

### 文部科学大臣表彰 創意工夫功績者

「ルームエアコン室外機不良箇所特定作業改善」  
静岡製作所 ..... 佐藤顕志

## ●兵庫県

### 令和3年度兵庫県発明等表彰 兵庫県発明賞

「回転機の制御装置および回転機のインダクタンス測定方法」  
先端技術総合研究所 ..... 蜂矢陽祐, 小島鉄也  
「半導体素子、半導体素子の製造方法」  
高周波光デバイス製作所 ..... 前田和弘, 志賀俊彦

### 令和3年度兵庫県発明表彰

「交流回転電機の制御装置」  
姫路製作所 ..... 榎木圭一, 西島良雅  
先端技術総合研究所 ..... 原田信吾  
三菱電機コントロールソフトウェア(株) ..... 村田泰一  
「電力変換装置」

「自動車機器開発センター」 ..... 菅谷侑司  
三菱電機エンジニアリング(株) ..... 石山裕人  
「内燃機関用点火コイル装置」  
姫路製作所 ..... 井戸川貴志

## ●内閣府賞勅局

### 令和3年春の黄綬褒章

「電気溶接工」  
系統変電システム製作所 ..... 山田雅巳

## ●SPIE

### SPIE Community Champion

「Graphene, plasmonics」  
先端技術総合研究所 ..... 小川新平

## ●社溶接学会 高エネルギービーム加工研究委員会

### 高エネルギービーム加工研究委員会 優秀講演賞

「アルミ厚板の高出力レーザ溶接技術の開発」  
生産技術センター ..... 池田卓矢

## ●社日本電気制御機器工業会

### 委員功労表彰10年

先端技術総合研究所 ..... 神余浩夫

- 財日本規格協会 IEC活動推進会議  
IEC活動推進会議 議長賞  
「SF<sub>6</sub>代替ガス技術の国際標準化推進」  
系統変電システム製作所 ..... 羽馬洋之
- 社電気学会  
第77回電気学術振興賞 進歩賞  
「モータ駆動電流／電圧の微小変化に基づいて設備の異常を診断する技術の開発と実用化」  
先端技術総合研究所 ..... 金丸 誠  
受配電システム製作所 ..... 宮内俊彦, 永山幸希  
「モータの省エネ・低損失化と低トルク脈動を実現する解析技術の開発と実用化」  
先端技術総合研究所 ..... 山口信一  
人材開発センター ..... 大穀晃裕  
先端技術総合研究所 ..... 田中敏則
- 社情報処理学会  
第83回全国大会 大会優秀賞  
「階層的クラスタリングを用いたドライバの運転特性抽出」  
情報技術総合研究所 ..... 横山達也
- 社電子情報通信学会  
2020年度 論文賞  
「周波数検出と分周数制御を用いたPLLのチャーブ信号の線形性補償手法」  
情報技術総合研究所 ..... 和田 平, 水谷浩之, 中溝英之  
田島賢一, 森 一富  
菱電湘南エレクトロニクス(株) ..... 榎枝護重
- 社日本溶接協会  
第36回溶接注目発明賞  
「薄板部材の溶接方法およびその溶接方法を用いた缶体の製造方法 (特許第5417349号)」  
生産技術センター ..... 物種武士, 竹山豪俊  
群馬製作所 ..... 茂木弘道, 石田政義, 須田 剛
- Industrial Value Chain Initiative (IVI)  
IVIつながるものづくりアワード2021 特別賞  
「ダイカストシリンダーブロック素材品質向上」  
情報技術総合研究所 ..... 野口智史  
アビームシステムズ(株) ..... 田中義二  
CKD(株) ..... 丹下直紀  
新東工業(株) ..... 中村直寿  
マツダ(株) ..... 寺尾基嗣, 宮本朔太  
名古屋製作所 ..... 茅野真一郎  
株電通国際情報サービス ..... 内藤 潤  
ヤマザキマザック(株) ..... 江平賢仁, 青山 督  
株小松製作所 ..... 小川洋平  
バナソニック(株) ..... 天野竜一  
株ヤマナカゴーキン ..... 金 秀英  
東京大学 ..... 西岡 潔
- 自然科学研究機構 国立天文台  
令和元年度国立天文台長賞  
「先端的熱構造設計技術を駆使した「ひので望遠鏡」, ACAアンテナの極限性能実現への貢献」  
通信機製作所 ..... 川口 昇
- EuroVis2021  
Honorable Mention Award  
「Loss-contribution-based in situ visualization for neural network training」  
情報技術総合研究所 ..... 李 庭育
- 社ファインバブル産業会  
委員功績表彰 (標準化委員会委員)  
「ISO21256-2:2020ファインバブル技術-洗浄応用-第2部」の国際規格開発  
先端技術総合研究所 ..... 高田 誠  
静岡製作所 ..... 飯島 茂
- 社プラスチック成形加工学会  
プラスチック成形加工学会第32回年次大会ポスター賞  
「GFPP射出成形品の反り変形へのGF纖維径の影響 (3)」  
情報技術総合研究所 ..... 永野千草
- Red Dot GmbH & Co.KG  
Red Dot Design Award 2021 Product Design  
「Optical Network Unit「10G-EPON ONU」」  
デザイン研究所 ..... 小倉利文, 橋 温希
- 社電気学会  
優秀論文発表賞  
「電圧係数の異なる投入と遮断を組み合わせた進み電流開閉試験法の開発」  
情報技術総合研究所 ..... 赤星卓勇
- 日本鉄道車輛工業会  
令和3年度 (第32回) 日本鉄道車輛工業会表彰 鉄道車両工業精勵者表彰  
「国内外の鉄道車両用パワエレ機器の開発, 設計など, 鉄道車両工業の発展に関する貢献」  
伊丹製作所 ..... 大山裕二
- German Design Council Service GmbH  
ABC Award 2021 Winner  
「EMIRAI S」  
デザイン研究所 ..... 橋本孝康, 春日 敬
- 財ヒートポンプ・蓄熱センター  
令和3年度デマンドサイドマネジメント表彰 (機器部門)  
一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター理事長賞  
「業界初のAI技術により起動時の最大需要電力を抑制する予冷・予熱機能を有する業務用空調システム」  
冷熱システム製作所
- 一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター振興賞  
「ヒートポンプ式給湯機の群制御システムによる電力負荷平準化への取組み」  
IoT・ライフソリューション新事業推進センター
- 社電気学会  
令和3年電気学会全国大会 優秀論文発表賞  
「線形基底関数モデルを利用したディスアグリゲーションの建物規模による評価」  
情報技術総合研究所 ..... 佐藤冬樹
- 社エレクトロニクス実装学会  
第35回エレクトロニクス実装学会 春季講演大会 優秀賞  
「チップ抵抗を利用した高周波回路の放熱技術」  
情報技術総合研究所 ..... 杉山勇太
- 株日刊工業新聞社  
第51回機械工業デザイン賞IDEA 日本電機工業会賞  
「三菱電機モータ診断装置 DiaPro Motor」  
先端技術総合研究所 ..... 金丸 誠  
受配電システム製作所 ..... 宮内俊彦  
デザイン研究所 ..... 近藤厚志  
受配電システム製作所 ..... 安原裕登  
先端技術総合研究所 ..... 三好将仁
- 社情報処理学会  
山下記念研究賞  
「IEEE 802.19.3 Standardization for Coexistence of IEEE 802.11ah and IEEE 802.15.4g Systems in Sub-1 GHz Frequency Bands」  
情報技術総合研究所 ..... 永井幸政
- 経済産業省  
第57回電気保安功労者 経済産業大臣表彰  
「電気の安全確保への顕著な功績」  
先端技術総合研究所 ..... 武藤浩隆
- 社ニューオフィス協会／株日本経済新聞社  
第34回日経ニューオフィス賞 ニューオフィス推進賞  
「三菱電機 ZEB関連技術実証棟 SUSTIE」  
三菱電機株
- CIGRE  
CIGRE Pioneer 2020 e-session Achievement Award  
「CIGRE 2020 e-sessionおよび2021 Sessionへの貢献」  
情報技術総合研究所 ..... 皆川忠郎
- 社日本冷凍空調学会  
第48回日本冷凍空調学会 技術賞  
「快適ノンストップ暖房技術を搭載した寒冷地向けルームエアコン「ズバ暖霧ヶ峰」」  
先端技術総合研究所 ..... 竹中直史, 石村尚平  
静岡製作所 ..... 渡辺和也, 佐藤雅一  
冷熱システム製作所 ..... 若本慎一
- RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics, 米国航空無線技術委員会)  
Significant Contributor Award  
「Committee leadership of SC-230 for contributions to AFS-2: Feasibility Study: Airborne LIDAR for Clear Air Turbulence Detection」  
情報技術総合研究所 ..... 亀山俊平
- 社電気学会  
令和3年電力・エネルギー部門 研究・技術功労賞  
「電力用高電圧遮断器の開発および標準化への貢献」  
情報技術総合研究所 ..... 亀井健次
- 令和2年度電力・エネルギー部門 論文査読貢献賞  
「論文査読貢献賞」  
先端技術総合研究所 ..... 梅本貴弘

## 令和2年基礎・材料・共通部門大会 優秀論文発表賞

「型卷モータの電界緩和システムにおける絶縁評価技術」

先端技術総合研究所 梅本貴弘

## ●特定非営利活動法人 キッズデザイン協議会

第15回キッズデザイン賞

「子どもたちに安心・快適な空質環境を提供する「学校用ロスナイ」」

三菱電機㈱

「子育て世帯のお米を食べる楽しみを支援する炊飯器アプリ (NJ-AWBX10 向け)」

三菱電機㈱

## ●社日本電機工業会

第70回電機工業技術功績者表彰

優秀賞（重電部門）

「軽量化・高効率化を実現した鉄道用主電動機の開発」

先端技術総合研究所 米谷晴之  
伊丹製作所 金子健太, 大津一晃

優良賞（家電部門）

「空調負荷を先読みするAIエアコン霧ヶ峰FZシリーズの開発」

静岡製作所

坂部昭憲, 田辺薦正

奨励賞（重電部門）

「脱炭素社会に向けた未計測太陽光発電の出力推定技術の開発」

先端技術総合研究所

電力システム製作所

森 俊治, 奥村 弘

奨励賞（ものづくり部門）

「個別受注生産の設計を効率化した図面作成自動化ツールの開発」

設計システム技術センター

睦嶋山健一, 長岡哲郎

系統変電システム製作所

小林伸匡

## ●社電子情報通信学会

2021年度通信ソサイエティ活動功労賞

「通信ソサイエティ総務幹事としての貢献」

情報技術総合研究所

高橋 徹

「CS研専門委員会委員長として委員会運営への貢献」

情報技術総合研究所

名倉健一

## ●社科学技術と経済の会

功労表彰

「「技術経営・イノベーション大賞」ポスターおよびロゴマークのデザイン」

デザイン研究所

浅岡 洋

「書籍「変革への処方箋」の発行」

デザイン研究所

中村大輔

## ●社電気学会 電子・情報・システム部門

特別表彰

「部門大会の活性化と部門の発展への貢献」

先端技術総合研究所

森 一之

## ●情報通信協議会

AAI Visionary Award

情報技術総合研究所

永井幸政

## ●社先端材料技術協会

先端材料技術協会賞（論文賞）

「Internal Strain Monitoring of CFRP Laminates during Moisture Absorption/Desorption using Distributed Optical Fiber Sensors」

先端技術総合研究所

高垣和規

本社

東京大学大学院

水口 周

## ●社兵庫工業会

2021年度職域における創意工夫者表彰

知事賞

「ガス配管製作用マルチ治具の考案」

系統変電システム製作所

箭木和弘

会長賞

「鋳物部品加工プロセスの改善」

系統変電システム製作所

上田太一

「部分メッキ品マスキング材除去作業の改善」

系統変電システム製作所

足立亘駿

## ●神戸商工会議所

令和3年度会員事業所優秀功労者表彰

「永年優秀功労者」

電力システム製作所

野田哲也, 稲岡幹也, 劍物英夫

## ●R&D Magazine

2021 R&D100 Awards

「Low Voltage Air Circuit Breakers “World Super AE V Series C-class”」

先端技術総合研究所 相良雄大, 渡邊真也

鎌倉製作所 今枝隆之介

福山製作所 出口智也, 信太秀夫, 岩下説志

舛田真一, 笠原大地, 春名賢一

高村一輝, 森 貢, 近藤桂州

## ●財日本デザイン振興会

グッドデザイン賞2021

「全熱交換器「学校用ロスナイ天吊露出形」」

中津川製作所 小林茂己

デザイン研究所 南雲孝太郎, 本村祐貴, 石浜真也

「IHクッキングヒーター「レンジグリルIHシリーズ」」

デザイン研究所 伊藤大聰, 松山祥樹, 本江兼捷, 高砂英之

「タブレット・スマートフォン向けアプリ「しゃべり描きアプリ, しゃべり

描きアプリBiz」」

デザイン研究所 平井正人, 山内貴司, 三浦美怜

岡村衣里子, 松原 勉

「ハンドドライヤー「ジェットタオル JT-SB116LH 216LSH JT-SB116MN 216MSN」」

デザイン研究所 石浜真也, 林 壮烈, 各務里奈

本村祐貴, 南雲孝太郎

「モータ診断装置 DiaPro Motor」」

デザイン研究所 近藤厚志

「空調コントロールユニット「別置ムーブアイコントロールユニット」」

デザイン研究所 森 博史, 本村祐貴, 本江兼捷, 南雲孝太郎

「三次元ファイバーレーザー加工機「FVシリーズ」」

デザイン研究所 塚本直也

「冷蔵冷凍庫「MR-Pシリーズ」」

デザイン研究所 松本麻衣, 引間孝典, 中居 創

## ●社火力原子力発電技術協会 関東支部

令和3年度火力原子力発電所現場永年勤務者賞

電力システム製作所 小野修一

## ●兵庫県産業労働部 政策労働局

令和3年度兵庫県技能顕功賞

第2部門（金属加工関係）

「数値制御金属加工機械工」

系統変電システム製作所 井上紀明, 江夏智博

第5部門（電気機械器具組立・修理及び電気作業関係）

「開閉制御機器組立工」

系統変電システム製作所 行田悠史, 板井川 勉, 長濱拓也

辻尾 智, 増岡 悟

令和3年度兵庫県青年優秀技能者表彰

第3部門（その他の金属加工及び金属溶接・溶断, めっき関係）

「アーケン接工」

系統変電システム製作所 鬼塚良平, 田中浩晶

第5部門（電気機械器具組立・修理及び電気作業関係）

「開閉制御機器組立工」

系統変電システム製作所 岸田清隆, 前田信吾

## ●German Design Council Service GmbH

German Design Award 2022 Special Mention

「Melfa Assista Serie」

デザイン研究所 Random Ianemerson

## ●財電気科学技術奨励会

第69回電気科学技術奨励賞（旧オーム技術賞）

「光通信用EML集積送信モジュールの開発と実用化」

情報技術総合研究所 有賀 博, 村尾覚志

高周波光デバイス製作所 望月敬太

「プラント工場の安定稼働に貢献する革新的監視技術の開発と実用化」

先端技術総合研究所 金丸 誠

受配電システム製作所 宮内俊彦

先端技術総合研究所 開田 健

## ●IEEE MTT-S Japan/Kansai/Nagoya Chapters

2021 IEEE MTT-S Japan Young Engineer Award

「Ka-AESA（国プロ）成果である論文に対する表彰」

通信機製作所 平井暁人

## ●社発明協会

令和3年度九州地方発明表彰 特許庁長官賞

「高信頼性リード直接接合型パワーモジュール」

パワーデバイス製作所 中田洋輔, 多留谷政良

令和3年度九州地方発明表彰 長崎県発明協会理事長賞

「大型映像表示装置」

長崎製作所 森 吉之介

### 令和3年度九州地方発明表彰 福岡県発明協会会长賞

「階段状不純物層形成パワー半導体とその製法」

パワーデバイス製作所 ..... 藤井秀紀

### 令和3年度四国地方発明表彰 発明奨励賞

「電動機の診断装置」

受配電システム製作所 ..... 宮内俊彦

先端技術総合研究所 ..... 金山 誠

福山製作所 ..... 森 貢

大阪電気通信大学 ..... 月間 満

### 令和3年度東北地方発明表彰 発明協会会长賞

「三次元レーザスキヤ一体型カメラ」

デザイン研究所 ..... 引間孝典

### 令和3年度関東地方発明表彰 群馬県発明協会会长賞

「浴槽水の熱回収が可能な貯湯式給湯装置」

群馬製作所 ..... 稲村 聰, 須藤真行, 竹内史人

栗田智史, 平 翔登

### 令和3年度関東地方発明表彰 静岡県発明協会会长賞

「強風時におけるエアコン室外機の発電電圧保護技術（特許第4989591号）」

住環境研究開発センター ..... 畠山和徳

コンポーネント製造技術センター ..... 岸和田 優

冷熱システム製作所 ..... 坂邊達和憲

静岡製作所 ..... 山田倫雄

「液晶ポリマーのモータ絶縁材への適用開発」

静岡製作所 ..... 松永訓明

生産システム本部 ..... 花木隆行

静岡製作所 ..... 柴山勝巳

住環境研究開発センター ..... 及川智明

静岡製作所 ..... 田島庸賀

菱電旭テクニカ㈱ ..... 奥川貞美

静岡製作所 ..... 尾村和也, 荒井利夫

### 令和3年度関東地方発明表彰 神奈川県知事賞

「PPP-RTK方式対応高精度測位補強装置」

鎌倉製作所 ..... 宮 雅一

先端技術総合研究所 ..... 佐藤友紀

### 令和3年度関東地方発明表彰 発明奨励賞

「空気調和機の人を中心としたセンシング技術」

静岡製作所 ..... 矢野裕信, 平野 誠, 日高 敦

三菱電機メカトロニクスソフツウエア㈱ ..... 佐藤政芳

本社 ..... 渡邊信太郎, 望月昌二

先端技術総合研究所 ..... 鹿毛裕史

静岡製作所 ..... 松本 崇

「空調機用室外熱交換器のフィン形状（特許第6465970号）」

住環境研究開発センター ..... 中村 伸

静岡製作所 ..... 石橋 晃, 高橋智彦, 小野淳一, 加藤央平

丹田 翼, 木谷健一, 緒方秀成

生産技術センター ..... 寺嶋 亮

「エレベーター遠隔監視制御モバイルシステム」

デザイン研究所 ..... 関野修佑, 深川浩史, 落合桜子

稻沢製作所 ..... 鈴木一弥, 柴 昇司, 山本真敬

「電子ビーム金属3Dプリンタ」

デザイン研究所 ..... 秋山朝子, 塚本直也

多田電機㈱ ..... 村上和之, 高橋智則

「FA機器の表示画面を自動生成する方法」

名古屋製作所 ..... 大竹由也

情報技術総合研究所 ..... 小林 穀, 井上美弥, 橋本遼太

名古屋製作所 ..... 安江直樹

「音響環境に高速追従するエコーキャンセラ」

情報技術総合研究所 ..... 栗野智治, 矢野敦仁, 堀田 厚

「画像レーダ処理装置及び画像レーダ処理方法」

情報技術総合研究所 ..... 土田正芳, 謙訪 啓

本社 ..... 若山俊夫

「快適性と汚れ防止を両立した空気調和機」

静岡製作所 ..... 田中健裕, 高木昌彦, 栗原 誠

住環境研究開発センター ..... 河野惇司

「冷蔵庫における光照射制御（特許第6388047号）」

住環境研究開発センター ..... 添田舞子, 松本真理子, 内田 育

静岡製作所 ..... 伊藤 敬

### 令和3年度中部地方発明表彰 発明奨励賞

「空気漏れの少ない熱交換素子の枠体構造（特許第6482699号）」

中津川製作所 ..... 百瀬逸平, 高田 勝, 津田啓志

「工作機械遠隔保守支援システム」

名古屋製作所 ..... 勝田喬雄, 櫻井満将

先端技術総合研究所 ..... 長岡弘太朗

「レーザ加工装置, レーザ加工方法, および誤差調整方法」

名古屋製作所 ..... 竹内昌裕

### 「エレベーターのドア装置」

稲沢製作所 ..... 川榮祐貴

「サービス切り離し強弱機能」

稲沢製作所 ..... 小場由雅

### 令和3年度近畿地方発明表彰 文部科学大臣賞

「昇圧コンバータ付き2モータ駆動制御装置」

姫路製作所 ..... 松浦大樹

本社 ..... 和田典之

### 令和3年度近畿地方発明表彰 発明奨励賞

「電力変換装置」

冷熱システム製作所 ..... 木村友昭

神戸製作所 ..... 竹内一平

「メタリック色樹脂部品の無塗装化のための射出成形技術」

生産技術センター ..... 原 徳佳

三菱電機ホーム機器㈱ ..... 本間文志, 新井英男

「電力開閉制御装置および開極制御方法」

系統変電システム製作所 ..... 森 智仁, 吉田大輔, 山本 綾

「ノイズフィルタ」

自動車機器開発センター ..... 川村真央

「永久磁石型モータ」

姫路製作所 ..... 山村明弘, 中野正嗣

三菱電機エンジニアリング㈱ ..... 高島和久

「回転角度検出装置」

姫路製作所 ..... 深山義浩

自動車機器開発センター ..... 西村立男

先端技術総合研究所 ..... 有田秀哲

「燃料電池車用半導体水素圧センサ」

姫路製作所 ..... 吉川英治

「水利用空調システムの高効率運転制御技術」

先端技術総合研究所 ..... 竹中直史

冷熱システム製作所 ..... 若本慎一, 森本裕之

本社 ..... 山下浩司

静岡製作所 ..... 烏津裕輔

「車載インバータの性能向上させる高性能冷却装置」

設計システム技術センター ..... 田村正佳

静岡製作所 ..... 羽下誠司

「冷凍サイクル装置（特許第6494778号）」

住環境研究開発センター ..... 伊藤正紘

冷熱システム製作所 ..... 伊藤拓也, 石田和之

Mitsubishi Electric US, Inc. ..... 大越 靖

「光通信用モジュールの製造方法」

メルコアドバンストデバイス㈱ ..... 幸長則善

高周波光デバイス製作所 ..... 久 義浩

「気流制御を用いた熱構造設計による望遠鏡」

通信機製作所 ..... 川口 昇, 高木淳治

三菱電機エンジニアリング㈱ ..... 道田 墨

国立天文台 ..... 井口 聖, 斎藤正雄, 稲谷順司

「演算処理を安定化した汎用最適化装置」

系統変電システム製作所 ..... 高口雄介

先端技術総合研究所 ..... 橋本博幸

神戸製作所 ..... 中村静香

「SIPクライアントサーバ同期システム」

コミュニケーション・ネットワーク製作所 ..... 謙訪進一

「タービン発電機用点検ロボット」

先端技術総合研究所 ..... 水野大輔, 森本貴景, 福島一彦

電力システム製作所 ..... 門田直也, 津曲一幸

「高い耐振動性を実現する電力用半導体装置の配線構造」

コンポーネント製造技術センター ..... 別芝範之

姫路製作所 ..... 石井隆一, 福 優, 藤本裕史, 平田祐介

「車両内情報表示システム」

伊丹製作所 ..... 大北貴義, 斎藤僚太

「温浴効果を持つ微細気泡の発生装置」

先端技術総合研究所 ..... 宮 一普, 平田清子

本社 ..... 古川誠司

「汎用インバータ用熱伝導性樹脂絶縁シート」

先端技術総合研究所 ..... 山本 圭, 六分一穂隆, 西村 隆

名古屋製作所 ..... 北井清文

「バランサ付きスライダ搭載圧縮機」

静岡製作所 ..... 高村祐司

冷熱システム製作所 ..... 松井友寿

先端技術総合研究所 ..... 角田昌之, 永田英彰