



家庭から宇宙まで、エコチエンジ 

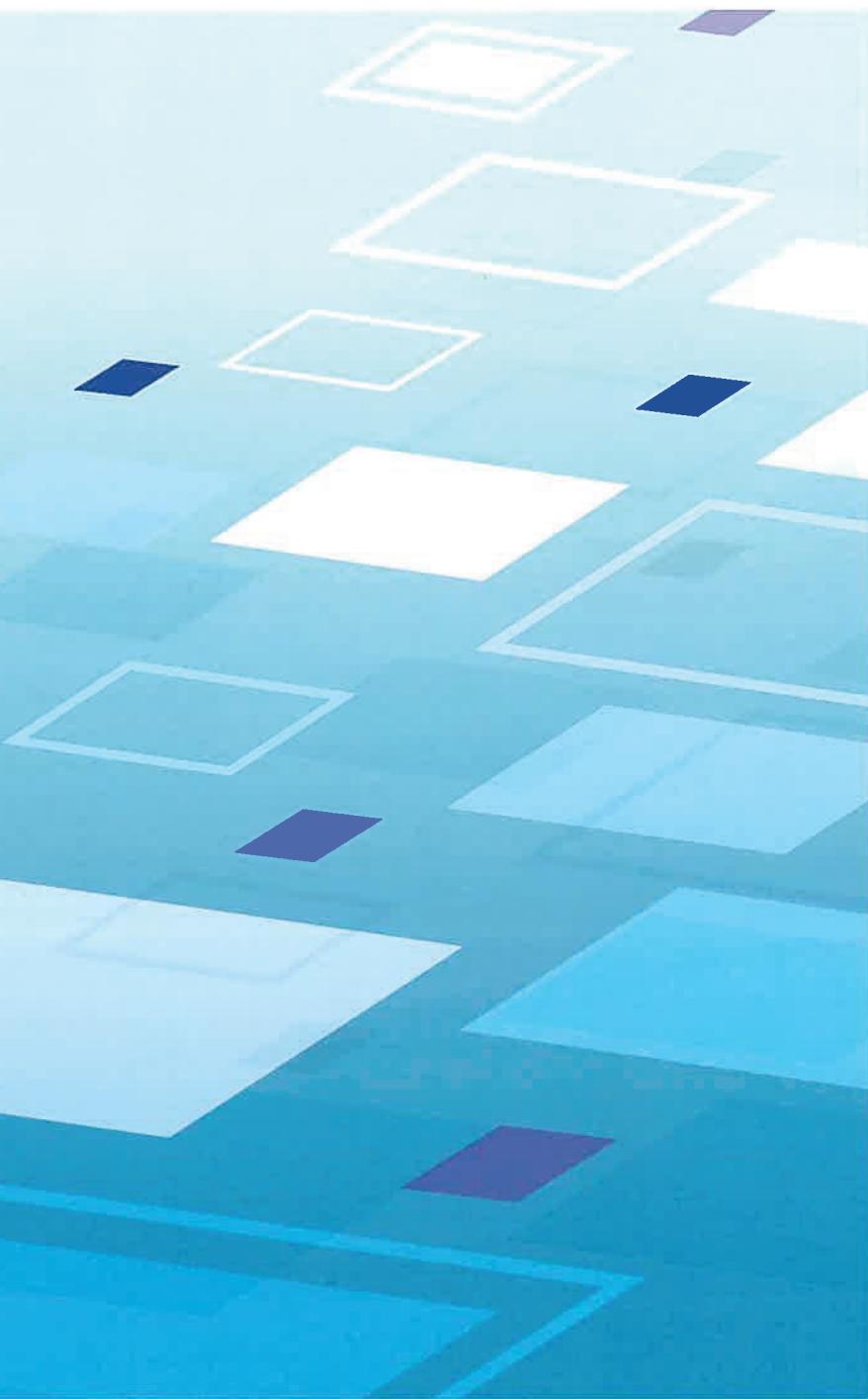
# 三菱電機技報

1

2021

Vol.95 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 ライフ		Life
1.2 インダストリー		Industry
1.3 インフラ		Infrastructure
1.4 モビリティ		Mobility
1.5 通信システム・ITシステム		Communication, IT
1.6 電子デバイス		Electric Devices
1.7 共通基盤		Common Technologies
1.8 生産インフラ・設計技術		Production Infrastructure and Design Technologies
2. 電力システム	55	Power Systems
3. 交通システム	58	Transportation Systems
4. ビルシステム	60	Building Systems
5. 公共システム	63	Public Systems
6. FAシステム	65	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	71	Automotive Equipment
8. 宇宙システム	74	Space Systems
9. 防衛システム	74	Defense Systems
10. 通信システム	75	Communication Systems
11. 映像	77	Video
11.1 映像監視システム		Video Monitoring Systems
11.2 映像・画像機器		Visual Image Equipment
12. ITソリューション	79	IT Solution
13. パワーデバイス	83	Power Devices
14. 高周波・光デバイス	84	High Frequency and Optical Devices
15. 空調冷熱システム	85	Air-Conditioning & Refrigeration Systems
16. 住宅設備	86	Housing Equipment
17. キッチン家電・生活家電	87	Kitchen and Other Household Appliances
社外技術表彰	88	Technical Commendations
本号詳細目次	94	Detailed Contents

※本号では、本文中に記載の登録商標を(注)として巻末に一覧掲載しています。

新型コロナウイルス感染症で亡くなられた方々に謹んでお悔やみを申し上げますとともに、  
罹患(りかん)された皆さまとご家族及び関係者の皆さまに心よりお見舞い申し上げます。

## 【表紙】

### ① サーマルダイオード赤外線センサ "MeldIR"

三菱電機が独自に開発したサーマルダイオード赤外線センサ技術です。高画素化、高温度分解能化を実現したことで、詳細な熱画像の取得が可能になり、ヒト・モノの識別やヒトの動作把握性能が向上しました。防犯・見守り・人数カウント・スマートビルディング・空調などの市場に最適です。

### ② 人と協調するAI

当社独自のAI技術 "Maisart(マイサート)" の一つである "逆強化学習" によって、機械が人の操作を模倣することで、人と機械の協調を実現する "人と協調するAI"。AI技術と当社が長年培ってきた機器の制御技術を融合することで、人と機械がより親和的に作業を行うことを可能にします。



# 卷頭言

## Foreword

常務執行役 開発本部長

藤田正弘



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。

新型コロナウイルスの感染が世界的に拡大し、世の中の状況は大きく変わりました。この状況は一過性で終わるものではなく、遠隔又は無人システムへの期待、衛生意識の向上など、新たな常態“ニューノーマル”でのニーズへの取組みが引き続き必要です。三菱電機では、緊急対策の一つとして、アニメーション化した案内などの表示を床へ投影する“てらすガイド”を利用して、エレベーターやエスカレーターでの立ち位置、咳(せき)や会話時のエチケット等、コロナ対策が必要な公共空間で注意を促すための直感的に理解しやすいサインを制作し、安心・安全に移動できる施設づくりに貢献しました。ニューノーマル時代に向けて、これまで開発してきた各種コア技術を更に進化させるとともに、先進技術を開発・適用し、新たなニーズへの対応や課題解決に向けた研究開発も推進していきます。

研究開発については、当社の成長戦略の要として、短期・中期・長期の視点でバランスよく遂行していきます。現在の事業の徹底強化と変革及び共通基盤技術の継続的深化に資する研究開発を推進するとともに、多様化する社会課題を解決するための統合ソリューションの提供に向けた研究開発に取り組んでいきます。また、企業や大学・研究機関とのオープンイノベーションを積極的に進めて、開発効率化とともに新たな価値の創出につなげていきます。

現在の事業を徹底強化する取組みについて紹介します。電力システムの分野では、直流での送配電によってCO<sub>2</sub>排出量の削減効果が期待される大規模な洋上風力発電向けに、高圧DC/DC変換器の小型・低損失技術を開発しました。AC/DC変換器と変圧器を用いた従来の高圧DC/DC変換器と比較して、半導体素子数の50%削減、変換器損失の29%削減を実現しました。電子デバイスの分野では、高速・大容量だけでなく低遅延・多接続通信が可能な5G通信向けに、基地局の設置性向上と低消費電力化を実現する、GaN(窒化ガリウム)増幅器モジュールの小型・高効率化技術を開発しました。この技術によって、当社従来比90分の1の小型化と、3.4~3.8GHzで世界最高<sup>(\*)1</sup>になる43%以上の高効率性能を両立させました。自動車機器の分野では、低コストで燃費を改善できるマイルドハイブリッド車向けモータを開発

しました。磁束可変のロータ構造を開発し、エンジン始動に必要な大トルク出力と高速駆動の両立を実現しました。

次に、共通基盤技術の開発では、当社AI技術“Maisart(マイサート)”を用いて、車載機器やロボットなどの機器が複数のセンサで収集した情報から周囲の状況を理解し、自然な言葉で人と円滑な意思疎通ができる“Scene-Aware Interaction(シーン・アウエア インタラクション)技術”を世界で初めて<sup>(\*)2</sup>開発しました。この技術を用いて構築した経路案内システムでは、郵便ポスト等のユーザーが認識できる目印に基づく経路案内や、事故につながるおそれがある歩行者の行動を音声で警告することが可能になります。

続いて、統合ソリューションに向けた取組みについて紹介します。エレベーターや入退室管理システムなどのビル内設備を連携させて制御し、人やロボットの移動に合わせてエレベーターの呼出しやセキュリティドアの開錠を行うなど、人とロボットの効率的かつ安全な移動を実現しました。この連携制御によって人手で行ってきた物の運搬や清掃などをロボットが代替することで、感染対策にも有効な手段になります。また、付加価値の高い新たな製品やサービスを創出するために、統合ソリューションの基盤として、機器に対する知見やAI、セキュリティなど当社の技術資産をIoT(Internet of Things)システム統一設計ガイドライン、ソリューションライブラリ<sup>(\*)3</sup>などに統合し、一元的に整備した統合IoT“ClariSense(クラリセンス)<sup>(\*)4</sup>”を構築しました。これによって、顧客のシステムとの連携や事業分野をまたがるシステムとの連携を容易にし、統合ソリューションの効率的な開発が可能になります。

最後に、オープンイノベーションに関する取組みでは、オフィス空間などの室内環境で個人がどのように快適・不快を感じるかという快適感の認知構造を、世界で初めて<sup>(\*)5</sup>関西学院大学と共同で解明しました。この知見を利用して、個人に合わせた快適感を提供する快適空間形成ソリューションに向けた技術開発を進めています。

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紹介します。

\* 1 2020年7月14日現在、当社調べ

\* 2 2020年7月22日現在、当社調べ

\* 3 ソリューションに共通する機能を再利用可能な形にパッケージ化したもの

\* 4 機器からセンシング(Sense)した情報に潜む本質(Essence)を見抜き(Clarify)、課題を解決するという思いを込めた造語

\* 5 2020年8月26日現在、当社調べ

## 研究開発 Research and Development

## ビル内ダイナミックマップを用いたロボット・ビル設備連携制御技術

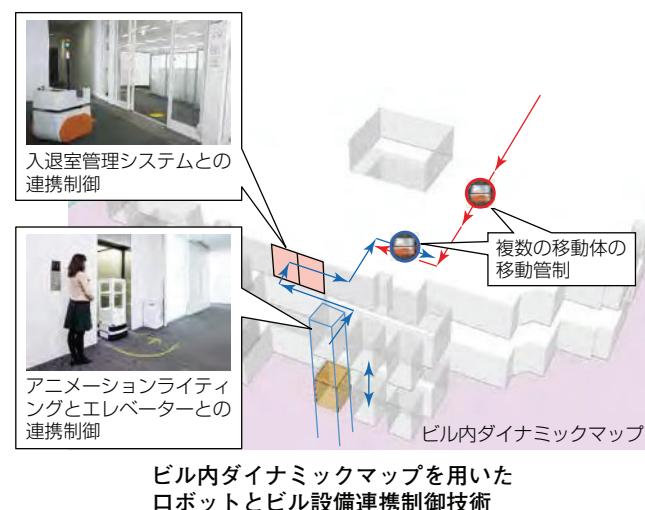
## Control Technology for Cooperation between Robots and Building Facilities Using In-building Dynamic Maps

労働力の不足や新型コロナウイルスの感染への対策として、これまで人が行っていた物の運搬や清掃などの作業をロボットに代替させるニーズが高まっている。商業施設ビルやオフィスビルでロボットに作業させる場合には、ロボットの階をまたいだ移動やセキュリティドアの通過を人手を介さずに実現する必要がある。また、人がロボットと衝突するこがないように安全を担保する仕組みが必要になる。

今回、これらの課題を解決するため、ビル内の人やロボットの位置に応じて、エレベーターや入退室管理システムなどのビル内設備を制御する“ビル内ダイナミックマップを用いたロボット・ビル設備連携制御技術”を開発した。

この技術は、ビル内の人とロボットと設備の位置と状態をリアルタイムに管理することを可能にし、ビル管理システムから、人やロボットの移動に合わせたエレベーターの呼出しやセキュリティドアの開錠を行うなど、ビル内でのシームレスな移動を実現する。また、アニメーションライティングを用いて、ビルの床面や壁面に情報を表示する誘

導照明と連携することで、ロボットがエレベーターから降りてくることを周囲の人に事前に通知し、人の接触を未然に防止するなど、ビル内の人とロボットの安全な移動も実現する。



## 安心・安全なスマートシティの実現に向けた人物追跡技術

## Human Tracking Technology for Safe and Secure Smart City

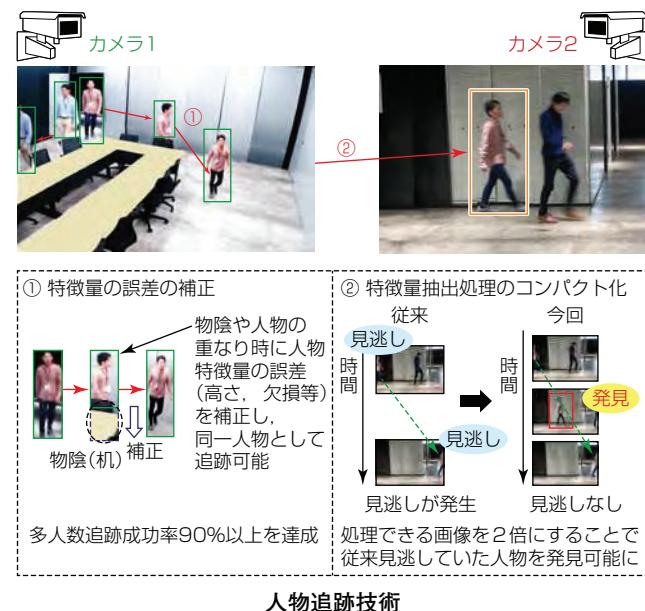
複数の監視カメラにわたってリアルタイムに人物を追跡する人物追跡技術を開発した。

人物追跡では、次の二つが課題であった。①人物が物陰に隠れた場合や人物同士が重なり合う環境下では、人の見た目や大きさを表現する人物特徴量に誤差が含まれ、うまく追跡できること、②人物特徴量の抽出に時間がかかり、処理が間に合わず見逃しが発生することである。

今回、物陰や人物が重なり合う前の情報を基に、人物特徴量の誤差を補正する追跡方式を開発した。これによってカメラ画面内に10人以上が通行する映像データに対して、汎用パソコンを用いて1フレーム当たり0.1秒以下の処理速度で多人数追跡成功率90%以上を達成した。また、低解像度の画像から抽出される人物特徴量を複数組み合わせることで、表現能力を保ったまま処理をコンパクト化し、従来比2倍の高速化を実現した。これによって従来では処理が間に合わず見逃してしまっていた人物の追跡も可能になった。

開発した人物追跡技術によって、複数のカメラにわたって人の移動経路を取得することが可能になり、正常時と異

なる移動をしている不審者の検知や追跡によるセキュリティ向上、混雑環境下での人の流れの可視化や人物検索の自動化によるサービス向上など、安心・安全なスマートシティの実現に貢献する。



人物追跡技術

# マイルドハイブリッド車向け高速・高出力モータ

## High Speed and High Power Motor for Mild-hybrid Vehicle

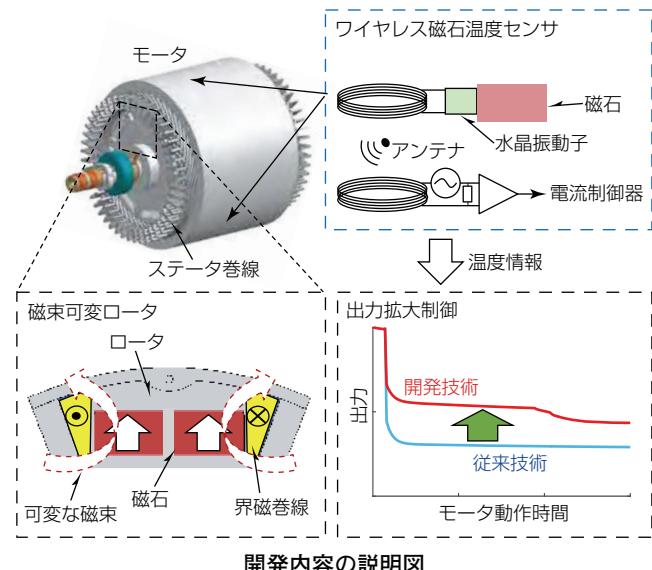
マイルドハイブリッド車向けモータでは、エンジン始動に必要な大トルク出力と高速駆動の両立が要求される。

従来は、モータの電磁気設計によって、最大トルクに必要な磁石磁束を確保する一方、大トルクを必要としない高速駆動時には、磁束調整電流を用いて不要な磁束を抑制していた。しかしながら、その磁束調整電流によるステータ巻線の発熱がモータ温度を上昇させるという課題があった。

今回、従来のモータに界磁巻線を設けた磁束可変ロータ構造を開発した。このモータでは、大トルク出力時に界磁巻線の発生磁束と磁石磁束を併用し、一方で高速駆動時には磁石磁束だけを活用する。これによって、70Nmの大トルク達成に必要な磁束量を確保しつつ、高速20,000rpm時の磁束調整電流を低減した。この結果、課題であった高速駆動時の温度上昇を許容値以内に抑えることに成功した。

また、このモータを温度の限界まで動作させるため、水晶振動子とアンテナで構成するワイヤレス磁石温度センサを開発し、モータに設置することで、ステータ巻線・磁石・界磁巻線の各温度をリアルタイムでモニタすることを

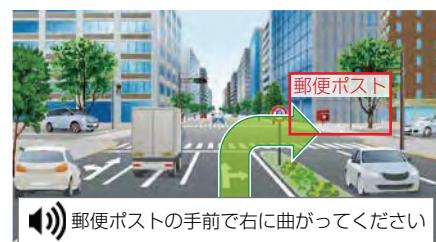
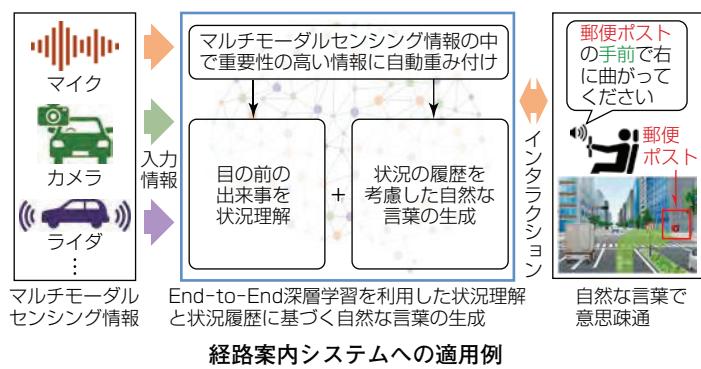
可能にした。これらセンサで取得した温度情報を用いて、それぞれの温度が各部の限界温度を超えないように、ステータ巻線と界磁巻線への通電電流を最適に制御することで、このモータでの更なる出力拡大を実現した。



# 自然な言葉で人と機器が円滑な意思疎通を実現するScene-aware Interaction技術

## "Scene-Aware Interaction Technology": More Natural and Intuitive Human-machine Interaction through Scene Awareness

世界で初めて<sup>(\*)</sup>、車載機器やロボットなどの様々な機器が複数のセンサを用いて収集した情報(マルチモーダルセンシング情報)から周囲の状況を詳細に理解し、自然な言葉で人と円滑な意思疎通ができる“Scene-aware Interaction(シーン・アウェア インタラクション)技術”を開発した。この技術では、様々な処理を行う複数のモジュールを複数層で構成される一つの大きなニューラルネットワークとして構築したEnd-to-End深層学習によって、入出力のサンプルだけで学習が可能になった。また、画像、音響、位置情報といったマルチモーダルセンシング情報の中で重要度の高い情報に自動で重み付けを行う独自のマルチモーダル・アテンション法によって、周囲で起きている状況を機器が理解し、自然な言葉を用いて詳細に表現する学習モデルを構築できる。機器が理解したこれまでの状況や人の発話の履歴から自然な言葉を生成することで、人と機器との円滑な意思疎通を実現した。これによって、複数の人間の作成した正解に対する類似度CIDEr(Consensus-based Image Description Evaluation)での評価が29%改善し、従来の視覚情報だけの手法に比べてより良い状況理解を実現した。この技術を用いて



経路案内のイメージ図

構築した経路案内システムでは、郵便ポスト等のユーザーが認識できる目印に基づく経路案内や、歩行者の行動を音声で警告するといったことが可能になった。

\* 1 2020年7月22日現在、当社調べ

## 研究開発 Research and Development

## 統合IoT“ClariSense”

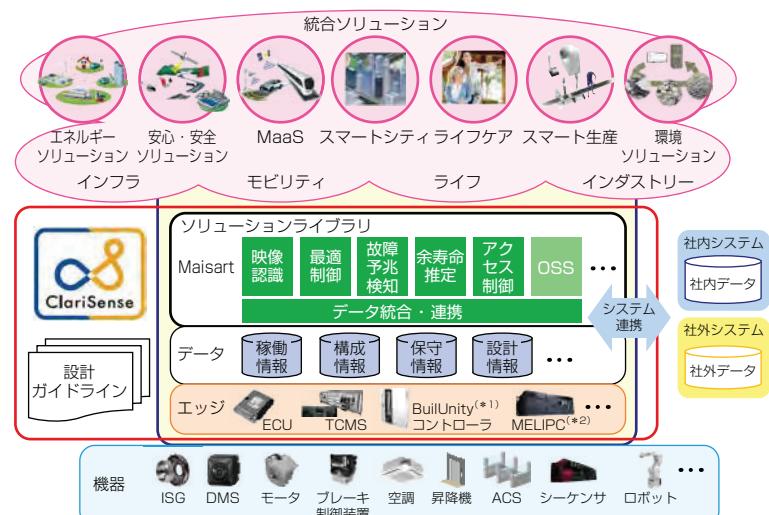
## Internet of Things Suite "ClariSense"

統合IoT“ClariSense(クラリセンス)”は、当社が強みとする機器の知見や当社AI技術“Maisart(マイサート)”，セキュリティなどの技術資産をIoTシステム統一設計ガイドラインやソリューションライブラリなどに統合し、一元的に整備したものであり、次の特長を持つ。

- (1) IoTシステム統一設計ガイドラインの参照や、ソリューションライブラリの機能の組合せなどによって、付加価値の高い新たな製品やサービスの創出を加速可能である。
- (2) IoTシステムの構成とインターフェースだけを定義し、実装形態に自由度を持たせ、機器やシステムの特性、用途に応じた最適なIoTシステム・ソリューションの開発が可能である。
- (3) 業界標準に準拠したAPI(アプリケーション・プログラミング・インターフェース)や通信プロトコルを採用することで、当社グループ内外のシステムとの連携が容易になり、顧客との連携や事業分野をまたがる統合ソリューションを効率的に実現可能である。

ClariSenseを当社及び当社グループ内に展開す

ることによって、迅速なIoTシステム・ソリューションの開発が可能になり、付加価値の高い新たな製品やサービスの創出が加速される。



統合IoT“ClariSense”的アーキテクチャ

## 大規模洋上風力発電に向けた高圧DC/DC変換器の小型・低損失技術

## Loss and Size Reduction Technology of DC/DC Converter for Large-scale Offshore Wind Farms

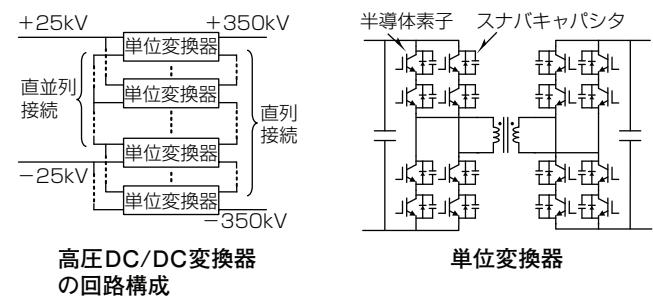
直流(DC)で送配電を行う大規模な洋上風力発電に向けた高圧DC/DC変換器の小型・低損失技術を開発した。豊富な資源量を誇る再生可能エネルギーとして注目を集めていた洋上風力発電では、洋上から陸上までの長距離送電を高効率に行うために、風車から出力される交流(AC)電圧を洋上変換所で高圧のDC電圧に変換し、陸上に送電している。一方で、風車の大容量化が進むにつれ、風車と洋上変換所の間も長距離になるため、風車の出力をDC電圧にすることが検討されており、高圧DC/DC変換器が必要になる。

今回、半導体素子のスイッチングに伴う損失を低減可能な小容量の単位変換器を複数台用いて直列及び並列に接続



風車の出力をDC電圧にした洋上風力発電システム

した高圧DC/DC変換器を開発した。開発方式では、単位変換器の台数削減を目的に半導体素子を2直列に接続し、2素子間の電圧バランスを確保するために適切なスナバキヤパシタを接続している。通常、スナバキヤパシタでは半導体素子のスイッチングに伴って損失が発生するが、スナバキヤパシタの電圧がゼロになった時点でスイッチングを行うゼロ電圧スイッチング手法を適用することで、損失を低減している。従来のモジュラマルチレベル形AC/DC変換器と変圧器を用いた高圧DC/DC変換器と比較して、半導体素子数を50%削減、変換器損失を29%削減できる。



## 5G基地局用GaN増幅器モジュールの小型・高効率化技術

### New Technology to Realize Small and High-efficiency GaN Power Amplifier Module for 5G Base-stations

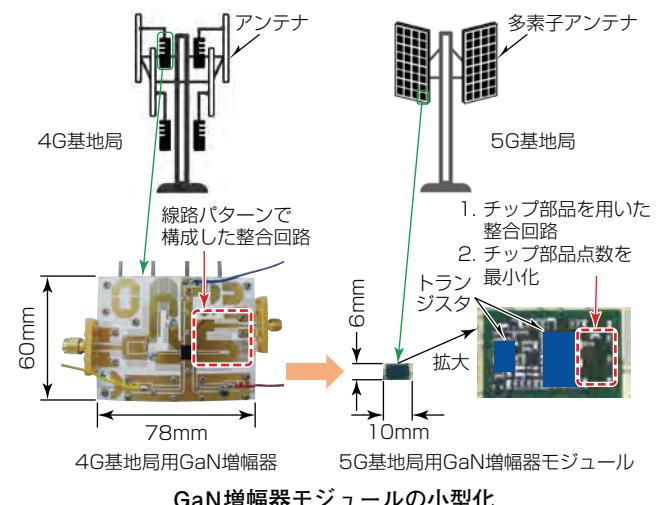
5G(第5世代移動通信システム)基地局の設置性向上と低消費電力化に向けて、GaN(窒化ガリウム)増幅器モジュールの小型・高効率化技術を開発した。

5G基地局は、多数同時接続を実現するために、多素子アンテナを協調動作させて任意の方向にビームを形成する。多素子アンテナでは、アンテナや増幅器などの部品が多数かつ密に配置されるので、増幅器には消費電力を低減させるための高効率動作に加え、小型化が求められる。従来の4G(第4世代移動通信システム)基地局用GaN増幅器では、プリント基板の線路パターンを工夫することで整合回路を構成していた。この整合回路は電力損失が小さいため、増幅器の高効率動作が可能である一方、サイズが大きいため、多素子アンテナで増幅器を密に配置することが困難であった。

この開発では、コンデンサ等のサイズの小さいチップ部品を適用した整合回路を採用するとともに、その数を最小化してチップ部品による電力損失を低減するGaN増幅器の小型・高効率化技術を開発した。これによって、従来比90分の1の小型化と、3.4~3.8GHzで世界最高<sup>(\*)1</sup>の43%

以上の高効率性能を両立させた5G基地局用GaN増幅器モジュールを実現した。今後、出力電力や周波数などの仕様が異なる5G基地局用GaN増幅器モジュールに対し、この開発技術の適用を検討する。

\* 1 2020年7月14日現在、当社調べ



## ディスクリートSiC-MOSFETの高精度回路シミュレーション技術

### High-precision Circuit Simulation Technology for Discrete SiC-MOSFETs

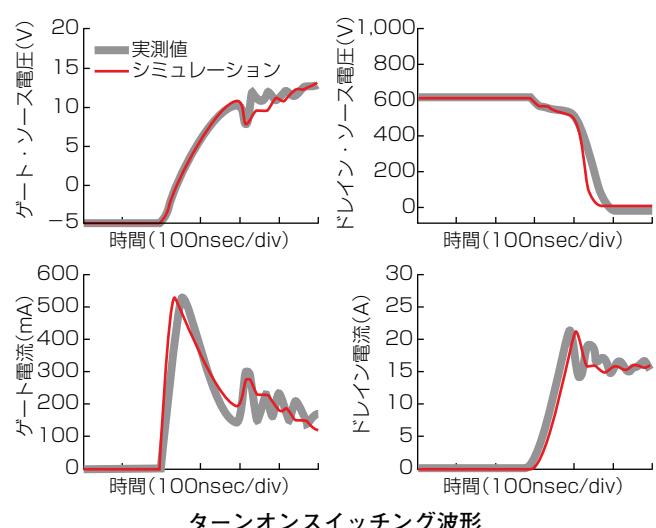
ディスクリートSiC(シリコンカーバイド)-MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)素子の高精度回路シミュレーション技術として、素子の電気的な動作を回路シミュレータ(SPICE)で再現する回路モデルを開発した。

このモデルでは、スイッチング波形の解析精度を向上させるため、MOSFET内部の寄生容量に着目した。この寄生容量は極めて小容量(ピコファラッド)であるが、外部電圧によって容量値が変化する特性を持つため、当社独自の実験手法によって、この特性を詳細に評価し、その等価回路をSPICEモデルへ導入した。

解析事例として、ターンオンスイッチング動作時の電圧・電流波形を図に示す。図のようにこのモデルはSiC-MOSFETを駆動するゲート・ソース電圧、ゲート電流波形を高精度に再現しており、このモデルがMOSFETのゲートドライブ回路の設計に活用できることが分かる。またMOSFETが組み込まれる電力変換回路のドレイン・ソース電圧、ドレイン電流波形についても、スイッチング時の立ち上り、立ち下りの傾きまで正確に解析できること

から、このモデルはこれらの電圧及び電流の傾きに起因する電磁ノイズ解析にも活用が期待できる。

このことから、この回路モデルはSiC-MOSFET素子を搭載するパワーエレクトロニクス機器の回路設計効率化に貢献する。



## 研究開発 Research and Development

## 2019 R&amp;D 100 Awardsの受賞：1個流し摺動めっき装置

## Electroplating Machine Receives 2019 R&amp;D 100 Awards

めっき生産現場の生産性の向上と環境負荷の低減を実現する“1個流し自動摺動(しゅうどう)めっき(\*1)装置”が、革新的な技術開発として評価され、“技術革新のアカデミー賞”とも言われ世界的に権威ある“2019 R&D 100 Awards”(米国R&Dワールド社主催)を受賞した。

技術のポイントは二つある。一つは、電極を近接配置して極間に介在するめっき液の電気抵抗を低下させ、大電流による処理を実現する高速めっき技術である。これによって、手作業で一度に大量のめっき処理を行う従来のバッチ処理を一つずつ連続処理する1個流しの生産方式に変更でき、1個当たりの処理時間を約5分の1に短縮して生産性

を向上させた。また、もう一つは、樹脂で被覆した回転電極に供給量と展延速度を制御しためっき液を含浸させるとともに被めっき面を接触・摺動して極間距離を安定化させ、めっき品質を向上させる摺動めっき技術である。これによって化学物質の使用量を10分の1に削減し、環境負荷の低減に貢献した。

\* 1 めっき槽を用いることなく、めっき液を含浸させた電極にワーク(めっき処理対象部材)を接触させ、摺動させながら接觸面だけにめっきする電気めっき手法



2019 R&amp;D 100 Awards表彰式

2019 R&D 100 Awards  
Winnerのロゴ

1個流し自動摺動めっき装置

## ゲル封止型パワーモジュールの信頼性向上技術

## Reliability Improvements Technology for Gel Sealing Power Module

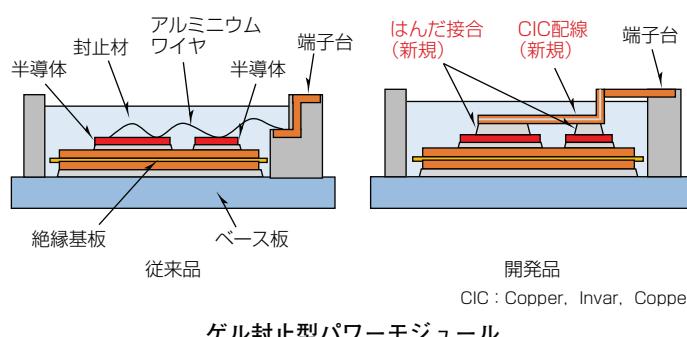
車載用パワーユニット向けのゲル封止型パワーモジュールで半導体と配線の接合部の寿命を従来比5倍に向上させる技術を開発した。

パワーモジュールが通電して発熱すると、半導体と配線の接合部に両者の熱膨張量の差によって生じる応力がかかり、その繰り返しによって接合部が疲労する。従来、半導体にアルミニウムワイヤを超音波接合していたが、シリコーンとアルミニウムの熱膨張率の差が大きいため応力を

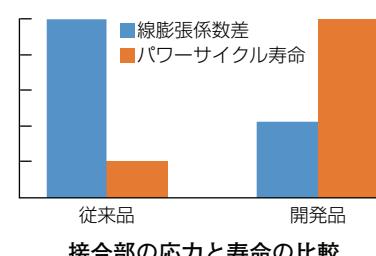
低減することが困難であった。

そこで、半導体と接合する配線にアルミニウムと比べて熱膨張率の小さい銅／インバー(\*1)／銅の3層クラッド材を適用することで、応力を従来比3分の1に低減しつつ、従来と同等の電気抵抗を実現した。また、半導体とクラッド材の接合にシリコーンより弾性率が小さいはんだを用いることで歪(ひず)みを吸収し、半導体内に発生する応力を低減した。これらの工夫によって接合部の寿命が従来比5倍に向上することをパワーサイクル試験で確認した。

\* 1 鉄に36%のニッケル、約0.7%のマンガン及び0.2%未満の炭素を含む合金



ゲル封止型パワーモジュール



## 電力システム Power Systems

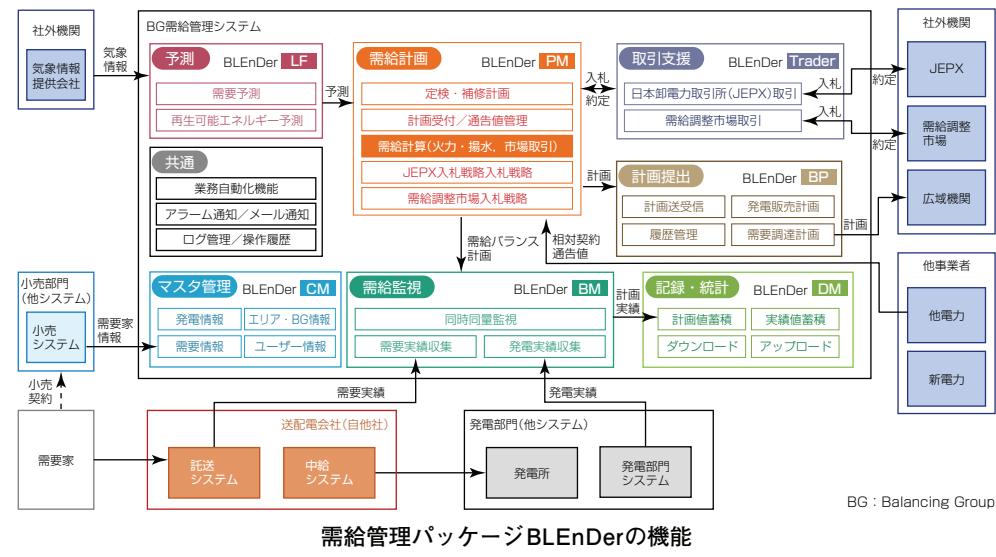
## 電力向けBGシステムでの需給計画アルゴリズム

## Unit Commitment Algorithm in Balancing Group System

当社が提供している需給管理パッケージ“BLEnDerシリーズ”的うち、需給計画パッケージ“BLEnDer PM”の需給計画(発電機の起動停止・出力配分)アルゴリズムを刷新した。

需給計画は以前から様々な解法が探求・実適用されてきた。しかし、近年の電力の制度変更や再生可能エネルギーの普及によって、従来の手法では経済的な解を求めることが困難なケースが出現している。

新たな需給計画アルゴリズムでは、当社が従来用いてきた離散値最適化と連続値最適化を繰り返す基本的なアルゴリズムを踏襲しつつ、汎用性と計算速度を向上させた。従来組み込まれていた経験則による求解手法を見直し、より広い解空間を火力発電機のバンド切替え等細かい制約を考慮した探索を行うことによって、制約条件を満足しながらも発電コストを低減させる発



## エネルギーソリューションサービス

## Energy Solution Service

近年、再生可能エネルギー(以下“再エネ”という。)は主力電源化や系統強靭(きょうじん)化に向けて導入が加速している。電気事業者は出力の不安定な再エネ電源の活用と、事業拡大や収益確保を同時に実現するために、系統に点在する大量の分散電源の状況把握やコントロールが求められる。

現在開発している“BLEnDer DEP(Distribution Energy Platform)”は、IoT(Internet of Things)技術を活用したDEP基盤とDEP端末で構成する分散電源向けプラットフォームである。産業用及び家庭用電力設備との標準インターフェースを具備した低価格なDEP端末は、DEP基盤とセキュアな認証方式でネットワークを自動構築する。DEP基盤は端末から送信される数万台規模の電力設備情報を、契約者／所有者／制御方式等の情報とひも付けて一元管理することで、例えば端末交換なしでの契約切替えを容易に実現する。また、DEP基盤は1グループ数千台の電力設備に対する制御計画の演算と端末への配信を1分以内に実行し、端末は計画と実績の差分補正処理を数秒周期

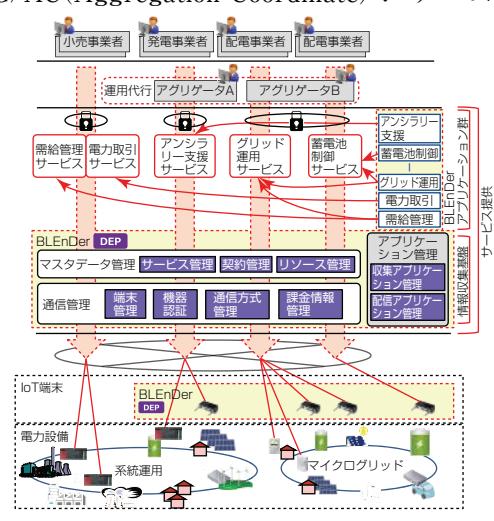
電計画の策定が可能になった。また、離散値最適化では、アルゴリズムをマルチスレッド最適化することによって、広い解空間を短い時間で探索することが可能になり、従来と同等の処理時間での求解を実現した。

今後も需給調整市場の設立など変化の続く電力の制度変更へ追従できるよう、新規機能の開発及び需給計画の精度・速度向上に向け、開発を進める。

需給管理パッケージ BLEnDer の機能

を行うことで、大量の電力設備に対するリアルタイム制御を実現する。

BLEnDer DEPは需給運用／電力取引などを提供するBLEnDer BG/AC(Aggregation Coordinate)シリーズとの連携によって、分散電源を活用したサービスを提供し、再エネの導入拡大と事業者の収益確保に貢献する。



分散電源プラットフォーム

## 中部電力パワーグリッド(株)知多火力変電所向け300kV GISの納入

Delivery of 300kV Gas Insulated Switchgear for Chita Thermal Power Substation of Chubu Electric Power Grid Co., Inc.

中部電力パワーグリッド(株)知多火力変電所の設備高経年対策を受け、当社製最新タイプの300kV GIS(ガス絶縁開閉装置)に更新した。

当該変電所は、定格電流及び定格短時間耐電流が主母線6,000A／50kA、回線6,000／4,000／2,000Aで、全19ユニットから構成される非常に大規模なものである。さらに将来の容量増の可能性を考慮して定格電流を6,000Aから8,000Aへ、短時間耐電流を50kAから63kAへ改造し、かつ機器の長期停止を伴わず実施可能にするため、主母線と母線断路器は定格8,000A／63kA(一部回線を除く)、線路側GIB(ガス絶縁母線)は定格8,000Aを採用した。顧客仕様に基づき、万が一の事故時の解体範囲を限定的として運用への影響を極小化するため、ガス区画を適切に設けるとともに必要箇所に着脱装置を設置した。また、母線側のガス区画には高精度なガス圧力センサを用いた故障点標定装置を設置し、GIS母線側での事故発生時の迅速な事故点の特定及び復旧を可能にした。このような大規模なGISに対

し、雷サージ解析によって絶縁協調が図られていること、耐震解析や長尺GIBの熱応力解析によって各部の機械的性能に問題がないことを検証し、GISシステムとしての所要性能を満足していることを確認した。このGISは2019年11月から現地据付を開始しており、2020年11月に受電した。



300kV GIS 現地据付状況(2020年8月撮影)

## フランス国有鉄道向け屋根上配置走行風利用自冷式主変圧器

Natural Air Cooling Type Traction Transformer on Car Roof for SNCF

鉄道車両用走行風利用自冷式主変圧器は、強制風冷式と比較し、車両走行によって生じる走行風を利用するため、電動送風機が不要である。走行風自冷式は“省エネルギー、省メンテナンス、低騒音”を特長として国内在来線向けに展開してきた。今回、フランス国有鉄道(Société Nationale des Chemins de fer Français : SNCF<sup>(注)</sup>)向けT4型路面電車に世界初<sup>(\*)</sup>となる屋根上配置走行風利用自冷式主変圧器を納入し、2019年9月から営業運転が開始された。

本件は既存強制風冷式主変圧器単体の更新案件であり、国内向けの床下配置変圧器を屋根上配置に変更する必要があった。走行風速シミュレーション及び実測で走行風の取り込みと冷却性能を床下配置と比較評価することで屋根上配置実現の見通しを得た。さらに、レトロフィッティング構造を検討し、既存変圧器と同じ電気的及び機械的互換性

の確保が可能になったため、車両改造をすることなく世界初となる屋根上配置走行風自冷式を新規適用できた。

近年の環境意識の向上によって、鉄道は環境負荷の少ない移動・輸送手段としての重要度がますます高まっており、走行風利用自冷式主変圧器は顧客から好評を得ている。今後も、環境負荷の少ない走行風自冷式主変圧器の適用拡大に向けて取り組み、社会貢献していく。

\* 1 2017年12月5日時点、当社調べ



屋根上配置走行風利用自冷式主変圧器



フランス国有鉄道向けT4型路面電車

## 交通システム Transportation Systems

## 東海旅客鉄道(株) N700S新幹線電車向け機器データ伝送システム

## Equipment Data Transmission System for N700S Series Shinkansen of Central Japan Railway Co.

東海旅客鉄道(株)N700S新幹線電車向けに機器データ伝送システムを開発した。この開発によって、指令所・車両所・事務所に設置された監視端末で、新幹線電車で蓄積された車載機器動作の監視記録を走行中でもリアルタイムに表示することができるようになった。

監視記録は、車上の車両状態情報管理装置に収集・蓄積され、LTE(Long Term Evolution)回線を利用した無線通信によってデータセンターに設置した機器データ制御サーバに伝送される。サーバで取得した監視記録は、監視端末で表示可能になる。

このシステムは、無線通信での次の二つの課題を解決する手段を備える。

## (1) データ通信量の削減

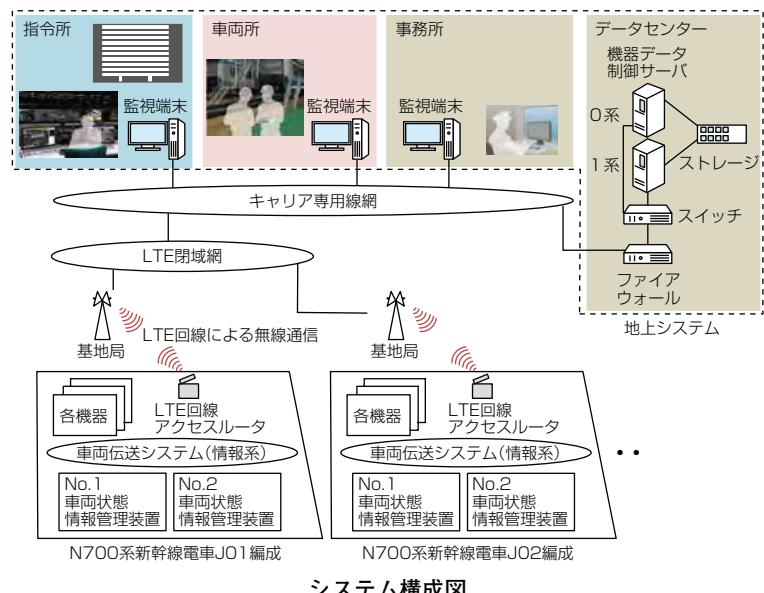
①必要時だけデータ通信するイベント通知方式を採用した。各機器が指定された動作条件になった場合だけ、車両状態情報管理装置がサーバにイベント通知を送信し、サーバは必要な監視記録を取得する。

②サーバが一定時間内に車両状態情報管理装置から同一のイベント通知を複数受信した場合、

同一の監視記録の重複取得を回避する機能を搭載した。サーバは代表で1回だけ監視記録を取得する。

## (2) 信頼性の確保

電波環境悪化などによって監視記録の取得に失敗した場合、一定間隔でリトライする機能を搭載した。



システム構成図

## 近畿日本鉄道(株) 新型特急“ひのとり”向け主回路関連装置及び静止型補助電源装置

## Traction Equipment and Static Auxiliary Power Supply System for New Express Train "HINOTORI" of Kintetsu Railway Co., Ltd.

近畿日本鉄道(株)の新型特急80000系“ひのとり”向けに主回路関連装置及び静止型補助電源装置等を納入し、コンセプトの“くつろぎのアップグレード”に基づいて、居住性の向上と機器の高効率化を達成する設計にした。

VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)インバータ装置は、SiC(シリコンカーバイド)素子を適用した高周波スイッチングによって、機器の低騒音化を実現しながら小型軽量化、車両の儀装(ぎそう)スペース確保に貢献し、力行時と回生時の主電動機の高効率運転を実現した。また、速度センサレス制御を行うことで保守部品の低減を図り、箱内は電気部品を機能モジュールごとにユニット化することで、メンテナンス性を向上させた。



VVVFインバータ装置



主電動機



静止型補助電源装置

## 交通システム Transportation Systems

## 東京地下鉄(株)向け車両用空調装置の熱的快適性向上

## Improving Thermal Comfort of Vehicle Air Conditioning System for Tokyo Metro Co., Ltd.

鉄道車両用空調装置には、熱的快適性の向上が強く求められており、東京地下鉄(株)と当社との共同研究を通じて、熱的快適性の更なる向上に取り組んでいる。

鉄道車両の熱的快適性に影響を与える空調負荷変動要素として、ドア開閉に伴う車内空気の交換や、駅停車に伴う乗車率の急激な変動、地上区間・地下区間の往来による外気環境の変化などがある。営業運転中の車両への添乗と車内の温熱環境分析の結果、通勤ラッシュ時でこれらの要素が熱的快適性へ与える影響が大きいことを確認したため、空調制御を改良した。さらに、様々な要素が鉄道利用者へ及ぼす影響を定量的に評価するため、利用者ごとに異なる快適性評価指標(PMV<sup>(\*1)</sup>)を用いて数値化した。この指標を用いて異なる性別・年代の人による添乗評価を実施したところ、通勤ラッシュ時で、涼感

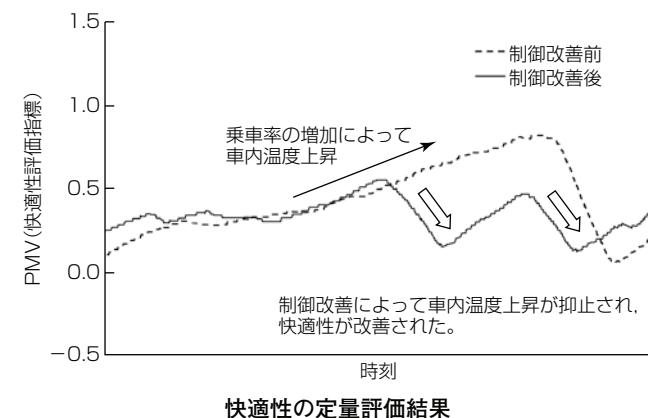


熱的快適性を評価する6要素

の向上、すなわち快適性の向上を確認できた。

2019年に、当社は“車両情報監視・分析システム(Train Information Monitoring and Analysis system : TIMA)”を東京地下鉄(株)に納入しており、今後IoT(Internet of Things)とビッグデータの可視化や分析技術によって更なる快適性の向上へ取り組んでいく。

\* 1 PMVは、ISO7730(1994年)で規定された指標であり、世界各国で快適性の評価として用いられている。



## 京阪電気鉄道(株)向け変電所保守支援機能搭載の主配電盤システム

## Main Switchboard System with Supporting Function of Substation Maintenance for Keihan Electric Railway Co., Ltd.

京阪電気鉄道(株)守口変電所の全面更新時に、環境に配慮したドライエア24kVキュービクル型ガス絶縁開閉装置、低騒音変圧器、純水ヒートパイプ自冷式整流器、100kA直流高速度遮断器とともに、これらを保守する保守支援機能付主配電盤システムを納入し、2020年3月から運用を開始した。その機能の特長は次のとおりである。

## (1) 変電所機器の監視・故障の事前予測化

変電所の機器状態値を常時監視・記録し、それらがあらかじめ設定したしきい値を逸脱すると電気指令所に警報発報を行う。この警報で機器故障前の変化をとらえ、機器故障や老朽化などの事前予測ができる。

## (2) 系統・機器状態の遠隔監視

監視所からネットワーク経由で変電所のスケルトン情報、機器温度、動作時間計測等のデータを自動収集

し、遠隔で保守情報を取得することで、巡回業務の省力化ができる。

## (3) 保守支援ガイダンス機能

“点検・検査ガイダンス”機能によって、定期点検の作業進捗チェックが可能であり、画面のハードコピーを保存することで、検査記録として活用できる。また、“故障復旧ガイダンス”機能によって、故障項目ごとに初動対応手順を表示することで、ベテラン係員以外でも適切かつ迅速な故障の初動対応ができる。



スケルトン情報画面



機器温度監視画面

## ビルシステム Building Systems

## 三菱機械室レスエレベーター“AXIEZ-LINKs”

## "AXIEZ-LINKs" : Machine-room-less Elevator

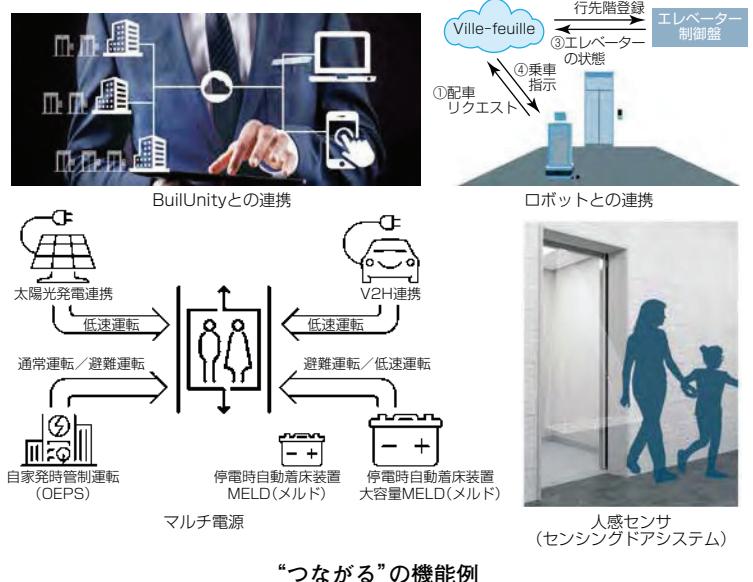
ビルのインフラとしての価値、ビルソリューションのコアプロダクトとしての価値を高めた三菱機械室レスエレベーター“AXIEZ-LINKs(アクシーズリンクス)”を開発した。“建築と人の想いをつなぐエレベーターへ。”をデザインコンセプトに、世界市場との共通性も意識したスタイルを提案する。かご室にコーニス照明の天井や艶を抑えた壁面材を新たにラインアップし、操作表示器では大型液晶と新画面デザインを採用し、より快適なかご内空間を提供する。そして、街、建物、人と“つながる”エレベーターとして、機能・安心・安全の向上を実現した。

- (1) 街とつながる：クラウドを活用したビル統合ソリューション“BuilUnity”との連携によって、顧客のスマートフォン等から、複数ビルのエレベーター状態確認や、運行スケジュール設定ができる。
- (2) 建物とつながる：従来のバッテリー搭載に加え、太陽光発電システムや電気自動車からの電力供給によって、停電時にも運転サービスを継続できる。また、ロボットとエレベーターとを接続連携することで、ロボットが自動でフロア間を移動する。
- (3) 人とつながる：人感センサを活用したセンシングドアシステムは、乗り込む乗客がいない場合にドアを速やかに閉める。ドアの開閉タイミングを早めるクイックドアシステムと乗客数に

応じて走行速度を上げるスーパー可変速システムとの相乗効果によって、輸送能力が現行機種比最大約26%向上する。



AXIEZ-LINKsのかご室



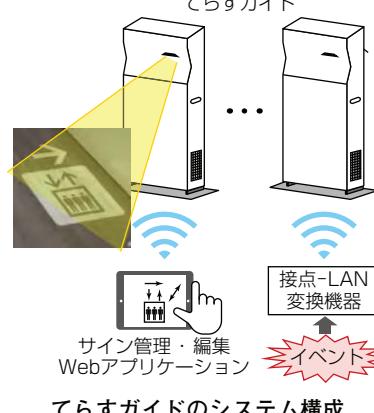
## アニメーションライティング装置“てらすガイド”

## Animation Lighting Equipment "TerasuGuide"

アニメーションライティング装置“てらすガイド”は、光で床面にサインを投映することによって人流誘導や注意喚起を効果的に行うことを目的にした機器である。特にアニメーション化したサインである“ダイナミックサイン”を表示できることを特長としている。

サインの編集はタブレットパソコンにインストールされた専用のWebアプリケーションによって行う。タッチ操作で直感的にサインを編集でき、編集の際にタブレットパソコンをこの装置と無線LANで接続していると、編集中のサインをリアルタイムに投映できる。そのためサイン投映箇所の環境や障害物の影響に応じてきめ細かくサインの構成を調整できる点にこの装置の利便性がある。Webアプリケーションでは最大30台の装置を管理でき、

装置1台当たり最大24個のサインを管理できる。これら24個のサインはスケジュール機能によって指定した時刻に表示を開始できる。また外部システムからの接点入力信号を接点-LAN変換機器経由で取り込み、接点信号がONになった場合に任意のサインの表示もできる。



## ビルシステム Building Systems

### 住友不動産池袋東ビル向け昇降機設備

#### Elevators for "Sumitomo Fudosan Ikebukuro Higashi BLDG"

住友不動産池袋東ビルは、国内有数の商業、業務集積都市を形成する池袋エリアの一角に建設され、池袋副都心の新しいビジネスの創発拠点としての利用が期待されている。建物には基礎免震構造を採用し、2回線受電や72時間の非常用発電機の実装など、高い事業継続性を実現している。建物の外観は、北側はアウトフレームとした柱と梁(はり)が白とグレーで塗り分けられた外装デザインであり、南側も北側と同じ白い柱型フレームの配置で特徴付けられ、南北一体の表現になっている。

当社は昇降機設備として、乗用エレベーター3台、乗用兼非常用エレベーター1台、人荷用エレベーター(二方向出入口)1台の計5台を納入した。不整形な土地に建てられたため、エレベーターホールの形状が円形になっており、5台のエレベーターは扇形に配置されている。

1階のエレベーターホールは天井高さが10mと、開放的な空間になっている。乗場の意匠の特徴は、出入口上部に設置されたアクリル製のホールランタンで、長さが三方枠の幅まで含めて

1,400mmあり、また60mm突出させることで、遠くからでも認識しやすく、利用者の視認性を高める工夫をしている。

かご室の壁には、住友ベークライト(株)製のデコライノベア<sup>(注)</sup>を貼り付けている。見栄えはカラーステンレス風のデザインであるが、磁石で貼り付けているため、傷等が付いたときに容易に交換することが可能である。乗用エレベーター4台の正面壁は、カラーステンレス鏡面を非対称で設置し、天井の形状も鏡面のサイズに合わせて非対称で構成している。



1階エレベーターホール



乗用エレベーターのかご内

### 米国“Starbucks Reserve Roastery Chicago”向け昇降機設備

#### Escalators for "Starbucks Reserve Roastery Chicago" in the U.S.

2019年11月に米国イリノイ州シカゴ市の中心部にオープンしたStarbucks Reserve<sup>(注)</sup> Roastery Chicagoは、全世界で6店舗しか存在しない(\*1)焙煎(ばいせん)工場を併設したコンセプト店であり、5階建て約1,000坪の店舗面積はStarbucksとしては世界最大<sup>(\*1)</sup>になる。同店舗へ当社は日本(当社稻沢製作所)製のスパイラルエスカレーター1台を含む計5台のエスカレーターを納入した。スパイラルエスカレーターは1階から5階をらせん状に貫く吹き抜けの中心部に設置され、2階へと昇る乗客が店内の焙煎工程を広範囲に見られるよう設計されている。

既存の商業施設を改修したこの案件は、当社スパイラルエスカレーターを中心据えて建築設計が行われる従来のスタイルとは異なり、スパイラルエスカレーターを限られた空間にパズルのようにはめ込む必要があった。特にスパイラルエスカレーター設置部には既存建築柱が複数存在し、これらの柱に干渉することなく製品を納めることが大きな課題になった。ピットの開口など建築との取り合いを

考慮した上で、据付調整作業や外装取付作業に必要な最小限のスペースを確保するため、設計時から据付部門と連携して検討を重ね、最適なレイアウトを考案した。こうして限られた空間へ納めることに成功したこの案件は、スパイラルエスカレーターを採用できる建築の幅を広げる役割を果たした。

\* 1 2020年8月現在、当社調べ



出典: Starbucks.com

Starbucks Reserve Roastery Chicago

## 公共システム Public Systems

## 交通監視システム向けAI活用画像処理装置

## AI-based Image Processing for Road Traffic Monitoring System

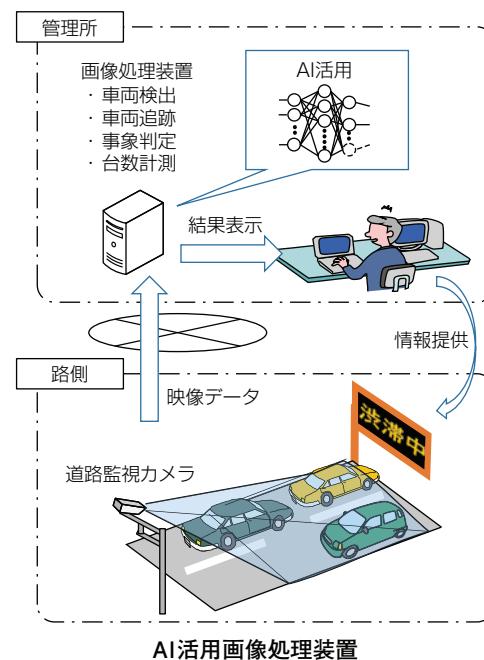
交通監視システムの画像処理装置は道路に設置された道路監視カメラの映像から車両を検出・追跡してその挙動をリアルタイムに監視し、通過車両台数を計測するとともに、停止車両の存在や渋滞など交通に支障を与える事象を判定する。これら処理結果は道路管理者の初動支援や道路利用者への情報提供に活用されている。そこで当社は、AI活用画像処理装置を開発した。

従来の画像処理装置は、事前生成した背景映像と現在の入力映像の差分を用いて車両検出を行っていたが、天候変化等で差分が適切に得られない状況では、車両を見落とすことがあった。

新開発の画像処理装置は、次の特長を持つ。

- (1) 車両検出処理に深層ニューラルネットワークによるAIを活用し、特徴量を基に車両検知を行うことで天候変化等による車両の見落としをほぼなくすことができた。教師データには実運用と類似の画角で撮影された映像を用い、従来の大型車・普通車の2種識別に加えて、新たにバス・バイク・自転車・人の合計6種識別を可能にした。
- (2) GPU(Graphics Processing Unit)を汎用パソコンに搭載し、複数映像の画素を整列させGPUで同時処理さ

せる等の最適化によって、ミドルレンジクラスのGPUを1個搭載したときにフルHD(High Definition)(横1920×縦1080画素)の10映像同時処理を可能にした。



## 豊田合成記念体育馆(エントリオ)向け大型映像・音響・照明システム

## Large LED Screen, Audio and Lighting System for Toyoda Gosei Memorial Gymnasium (ENTRIO)

2020年9月にオープンした“豊田合成記念体育馆(エントリオ<sup>(注)</sup>)”(愛知県稻沢市)に大型映像表示装置“オーロラビジョン”(天吊(つり)4面スクリーン: 縦2.24×横3.84m×4面、壁面スクリーン: 縦3.52×横6.40m×2面)を納入した。

この体育馆では、映像・音響・照明それぞれのシステムを当社統合制御コントローラから一括で制御し、イベント開始時に選手紹介動画とタイミングを合わせて選手に照明を当てるなど、迫力のある演出を容易に実現できるシステムを構築した。複数の機器を制御する上で重要なのが各機器間の同期制御技術である。制御対象機器が増加すると、操作するオペレータがより多く必要になり、複数機器で同期を取ることが煩雑になる。当社統合制御コントローラでは各機器の実行スケジュールを一つに集約し、ワンクリックで複数機器を操作可能にすることによって従来よりも少ない人員でのオペレーションを可能にした。

大型映像・音響・照明システムは、スポーツ施設で試合会場でしか味わえない臨場感で観客に感動を与え、会場に足を運んでもらえるようなサービスの提供が求められている。これからも当社大型映像表示・音響・照明制御技術による演出効果で、スポーツ施設の集客に寄与して地域発展に貢献する。



豊田合成記念体育馆(エントリオ)に納入したオーロラビジョン

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

## 三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”システムレコーダ

## Mitsubishi Electric Programmable Controller "MELSEC iQ-R Series" System Recorder

装置・ラインで異常が発生した際の稼働状況を記録・解析する三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”システムレコーダを開発した。システムレコーダは、異常発生時のシステムの稼働状態を“まるごと記録”し、“かんたん解析”することによって、原因を早期特定し、生産現場のダウンタイムの短縮に貢献する。

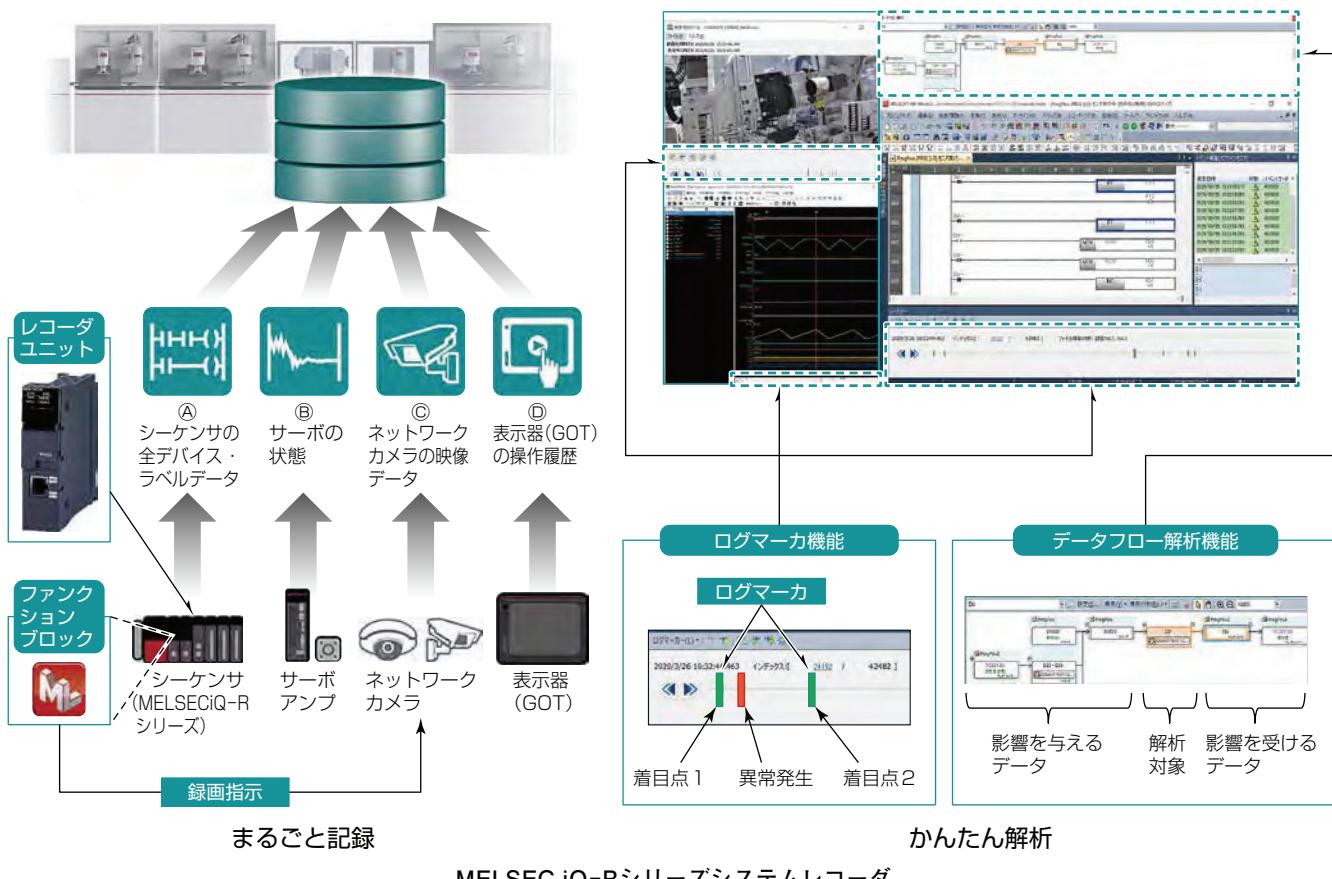
## (1) まるごと記録

異常が発生した前後のシーケンサの全デバイス／ラベルデータを漏れなく記録するレコーダユニットを開発し、記録対象を選択する手間を省いた。また、異常が発生した前後のネットワークカメラの映像データを記録するファンク

ションブロックを開発し、異常発生時の生産現場の状況を視覚的に確認できるようにした。

## (2) かんたん解析

異常が発生した前後の映像／プログラム／波形を併せて表示することで、データを連携して解析することを容易にした。また、関係者間で着目点を共有し、1クリックで着目点にジャンプするログマーカ機能を開発し、複数人による多角的な解析を容易にした。さらに、原因の起点になるデバイス(解析対象)と関連するデータの因果関係をフロー図で表示し、プログラム解析を容易にするデータフロー解析機能を開発し、異常発生の原因追究を容易にした。



# 小型高性能インバータ“FR-E800シリーズ”

## World's Smallest Class Inverter with High Functionality "FR-E800 Series"

汎用インバータの新たなラインアップとして、小型高性能インバータ“FR-E800シリーズ”を開発した。次世代産業用オープンネットワーク“CC-Link IE TSN”を始めマルチネットワークへの対応に加え、世界初<sup>(\*)1</sup>の“金属腐食検知システム<sup>(\*)2</sup>”の搭載、業界初<sup>(\*)1</sup>のAI技術活用など最新技術を採用することによって、工場や社会インフラ設備など様々な分野のスマート化に貢献する。また、“FR-E800(標準仕様品)”, “FR-E800-E(Ethernet<sup>(\*)3</sup>仕様品)”, “FR-E800-SCE(安全通信仕様品)”をラインアップし、用途に応じて柔軟な選択が可能である。同製品の主な特長は次のとおりである。

### (1) 上位ITシステムとリアルタイムに連携<sup>(\*)3</sup>

①CC-Link IE TSNを標準搭載する。リアルタイムに生産現場のデータを収集し、生産性向上に貢献する。

②世界各地で普及しているEtherNet/IP<sup>(\*)4</sup>やPROFINET<sup>(\*)5</sup>などの主要な産業用Ethernetプロトコルに対応しているため、使用中のネットワークに合わせてインバータを導入できる。

③二つのEthernetポートを標準搭載し、スター型配線やライン型配線など幅広い接続方法に対応する。また、後付けの機器も空きポートにケーブルをつなげるだけで、ネットワークの構築が可能である。装置の仕様変更が発生した場合でも、ネットワーク構築を簡単に実施可能である。

### (2) 予知保全強化などによる設備のダウンタイム短縮

①世界初の“金属腐食検知システム”を搭載し、硫化水素などの腐食性ガスに起因したインバータ損傷の予兆を検知する。生産設備の環境改善を促すことによって、故障の未然予防や設備のダウンタイム短縮が可能である。

②当社AI技術“Maisart(マイサート)”を搭載したエンジニアリングツール“FR Configurator2”と接続して、アラーム発生時のインバータのデータをAIで解析し、アラーム発生要因の特定をサポートする。最短でのトラブルシュートを実現でき、ダウンタイムの削減に貢献する。

### (3) 機能安全に対応し、安全に配慮した設備稼働を実現

①機能安全規格(IEC(International Electrotechnical Commission) 61508, SIL3(Safety Integrity Level 3)等)に対応し、安全認証の導入コストを削減可能である。安全トルク遮断(STO)や安全速度制限(SLS)などの安全監視機能(IEC61800-5-2)に対応し、ユーザーの安全面に配慮した稼働に貢献する。

②CC-Link IE TSN安全通信機能やCIP Safety<sup>(\*)6</sup>などの国際規格に承認された安全通信プロトコルに対応する<sup>(\*)4</sup>。一般通信用機器と安全通信用機器を別々に用意することや、制御配線(電線)やネットワーク配線が混在して複雑化することがなくなり、シンプルな安全システム構築が可能である。

### (4) 多様な駆動方式対応や容量拡張によって、装置・システムへの適用範囲を拡大

①当社小型インバータシリーズとして初めて、ベクトル制御、リアルセンサレスベクトル制御に対応している。低速高トルクが必要な昇降用途など、今まで適用が難しかった用途にも適用可能である。

②当社小型インバータシリーズとして新設容量になる18.5/22kWにラインアップを拡充した。基板設計段階から、熱解析による最適部品配置を行うことで、定格電流100A超の主回路基板での初の1ボード化実現や、当社新規設計の超高速出力電流保護回路と次世代パワーモジュールの組合せ採用などによって、高放熱化、低損失化が可能になった。これによって、従来機種の体積比20%減の小型化を実現した。

### (5) シリーズを通じた統一感のあるデザイン

シリーズを通じた統一感のあるデザインにするため、当社デザイン研究所の協力の下、初期段階からデザインのルールを定めて開発を実施した。細部にわたり徹底的に横通しのデザインにこだわることで、どの機種も一目でFR-E800シリーズと分かる外観にした。また、その他の当社FA製品とのトータルデザインも意識し、製品群が並んだ際にも整然とした印象を作り出している。

\* 1 2019年9月10日現在、当社調べ

\* 2 複数の金属腐食センサ(使用する金属薄膜の材質や厚みを変えることで、各金属腐食センサの金属腐食の進行を調整)の合成抵抗値を測定し、大気中の腐食性ガスによる金属部品の腐食進行度を段階的に検知。コーティング品だけ対応している。

\* 3 FR-E800-E/FR-E800-SCEシリーズで対応している。

\* 4 FR-E800-SCEシリーズで対応している。



FR-E800

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

## 協働ロボット“MELFA ASSISTA”

## Collaborative Robot "MELFA ASSISTA"

近年、自動車・電気電子部品業界だけでなく、食品業界や医薬品業界、衛生用品業界など多くの製造現場でロボットを使用した生産ラインの自動化ニーズが高まる中、人とともに作業する協働ロボットの需要が拡大している。また、製造現場では、作業者間の距離確保という新たな課題にも直面している。さらにこれまで産業用ロボットを使用したことのない顧客からは、ロボットの導入・立ち上げの容易化も求められており、こうした需要や課題に対応するため、協働ロボット“MELFA ASSISTA”を開発した。主な特長は次のとおりである。

- (1) 人がロボットアームに触れたときに指や手が挟まれないようデザインするとともに、第三者認証機関によって認証された安全機能を装備した。
- (2) 手で直接ロボットアームを動かし、アーム上の操作ボタンを押すだけで動作位置を教



エンジニアリングソフトウェア RT VisualBox



協働ロボット MELFA ASSISTA

## エネルギー計測ユニットEcoMonitorPlus“制御ユニット”

## "Control Unit" of Energy Measurement Unit EcoMonitorPlus

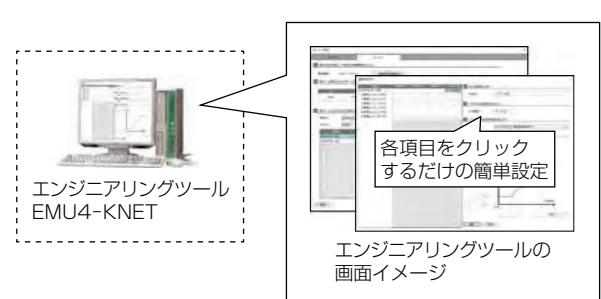
エネルギーの見える化・分析によってエネルギーロスを発見しても、改善方法や手段の構築が困難なため(システム構築等)、省エネルギー改善までに至らないという課題があった。この課題を解決するため、エネルギー計測ユニットEcoMonitorPlus“制御ユニット”を開発した。このユニットは、様々な計測データを基にした省エネルギー制御をパラメータ設定だけで簡単に実現でき、ユーティリティ設備や生産設備の付帯装置等を省エネルギー制御できる。主な特長は次のとおりである。

- (1) 当社で培った省エネルギー改善ノウハウを基にした三つの制御機能を搭載する。
  - ①連動制御：計測値に連動して設備や装置を最適な動作状態になるように制御する機能
  - ②スケジュール制御：設備や装置を必要な日時だけ稼働

制御ユニット  
EMU4-CNT-MB

させるように制御する機能

- ③コンプレッサ制御：エア圧力が最適になるようにコンプレッサの動作モードを切り替える機能
- (2) ユーザーの設置用途に合わせたユニット構成が可能なビルディング方式を採用し、様々なデータ(電気、圧力、流量、温度等)に基づく制御が可能である。
- (3) 制御機能は、専用設定ソフトウェア(エンジニアリングツール)によるパラメータ設定だけの簡単設定である。



システム構成図

## マリン向けボートコントロールユニット

## Boat Control Unit for Marine

近年、オフショア(外洋)向け大型レジャーボートの分野では、経験の浅い操船者でも簡単に操船したいというニーズや、熟練者でも煩わしいボート操作から解放されたいといったニーズが高まっている。当社は、これらのニーズを捉え、離着岸や通常操船で操船者の負担を低減するため、操船制御を搭載したボートコントロールユニット(BCU)を開発し、量産化した(図1)。

今回開発したBCUは、操船に関する周辺情報を各種センサから入手し、ボートをどのように動かすか判断し、各種コントローラに指令を与える操船制御、ボートの電装品の駆動制御を行うボディ制御、ボートの各ユニットの通信調停を行うゲートウェイ制御から構成されている(図2)。

次に、BCUの主機能である操船制御について、開発手法と具体的機能を述べる。

## (1) 制御系設計への開発手法MBDの適用

対象とするレジャーボートは、プロペラ推力と舵角(だかく)を操作する船外機を搭載した船外機艇である。船外機艇は、ボート(艇体)自体の大きさや形状に応じて搭載する船外機数が異なる広いバリエーションを持ち、かつボート固有の環境外乱である潮流や風が操船への悪影響を及ぼす。よって、当該バリエーションによらず、低速から高速までの船速領域で環境外乱に対してロバストな操船制御系を実現する必要がある。

この制御系実現のために、ボート個別の試験での制御パラメータの試行錯誤調整をなくし、数値シミュレーション技術を取り入れたシステム開発手法であるモデルベース開発(Model Based Development: MBD)を適用した。制御系設計の起点は、船外機入力からボートの状態出力にわたる動特性を正確に把握することである。そこで、事前試験による航走時系列データからボートごとの動特性を推定し、運動モデルを構築した。どの艇体種でも、船速に応じて運動モデルが

変化する特徴を捉え、船速によらず常に一定の操船制御応答を実現するゲインスケジューリング制御器を理論的に考案し、システムでその妥当性を



図1. ボートコントロールユニット

確認した。当該制御器は、対象とするレジャーボート全でに適用され、シミュレーションと同等の制御性能を持つことを実証し、高い評価を得ている。

## (2) 操船制御機能

BCUに搭載した操船制御機能は、ジョイスティック機能、定点保持機能、オートパイロット機能である。それらの機能は、次のとおりである。

## ① ジョイスティック機能

従来はハンドルとアクセルレバーの二つの操船インターフェースを通して操船しており、着岸時などでは直感的な操船が難しかった。ジョイスティック制御ではジョイスティックを操船のインターフェースとして用いることで、ジョイスティックの傾け方によって、ボートの前後進だけでなく、真横移動、その場回頭など、360度のボート操作が行え、より自在な操船を提供できる。

## ② 定点保持機能

定点保持機能は波、風、潮流の影響を受けるボートをその場に保持する機能である。この機能によって、特定ポイントでの釣りや海上での待機など、より快適な操船をサポートすることが可能である。

## ③ オートパイロット機能

オートパイロット機能は操船者が指定した複数のポイントをたどり、目的地まで船を自動で航行させる機能である。この機能によって目的地までの操船者の負担低減や無駄舵(かじ)<sup>(\*)1</sup>防止などによって省エネルギーにより安全な操船を実現できる。

このBCUを量産化することで操船分野の基礎を確立した。引き続き、より高度な操船制御の開発を進めていく。

\* 1 自分が操舵した舵の量とその効きを十分に理解できないうちに、次の修正操舵を行うこと。

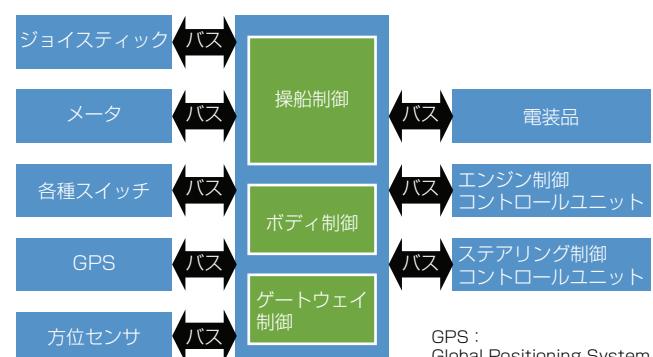


図2. BCUのシステム構成

## カーマルチメディア製品向け検査ソフトウェアの共通化

## Commonalization of Inspection Software for Car Multimedia Products

近年の車載マルチメディア情報機器の高度化・複雑化に伴い、製造工程品質の維持・向上が課題になっている。従来は検査時に使用する検査アプリケーションを顧客出荷用ソフトウェアに組み込んでいたため、検査品質が顧客出荷用ソフトウェアの動作に依存し、顧客が求める高い製造工程品質の達成が課題になっていた。また車載器とインターネットが接続する機会が増加することによってセキュリティ強化が求められているが、製造工程での検査アプリケーションは直接ハードウェアの制御が可能であり、市場では攻撃の標的になってしまふため、対策が必要になる。これらの課題を解決するために検査アーキテクチャを再構築し、共通化した工場検査用モジュール(Factory Inspection Module: FIM)を開発した。

## 1. 従来の検査の課題

(1) 顧客出荷用ソフトウェア品質依存による検査品質の低迷  
例えばSoC(System on a Chip)と部品AがGPIO(汎用入出力)で接続されている場合、部品間の結線を確認するためにソフトウェアでGPIOを制御し、そこで取得した結果から製造不良を検出する。しかし顧客出荷用ソフトウェアの動作は仕様変更や不具合改修などに依存し、さらに機種ごとに品質のばらつきがある。そのため意図せず処理タイミングが変更され、時間内に検査を終えることができない等によって、検査品質が安定しなかった(図1(a))。

## (2) セキュリティ観点での搭載ソフトウェアの制約

セキュリティに対する要求が高まり、セキュリティリスクの観点から図1(a)の検査アプリケーションのような顧客要求以外のソフトウェアモジュールを搭載できない。

## 2. FIM開発による課題解決

## (1) 共通検査アーキテクチャの構築による検査品質の安定化及び検査仕様と検査設備インターフェースの共通化

検査で使用していた関数をFIMに統一し、下位層に構築する設計とした。これによって上位層の変更に影響することなく、安定した検査品質を実現した。さらに顧客出荷用ソフトウェアの機能との依存性をなくすことで、機種ごとの検査仕様及び検査設備とのインターフェースを統一でき

た(図1(b))。

## (2) 再利用性を考慮したFIMアーキテクチャの構築による移植性の向上

FIMの構造を機種共通部(検査設備との外部インターフェース部、内部の制御を行う制御部)と機種依存部(ハードウェアに依存するハードウェア依存部)に分離することで、移植性を向上させた(図1(b))。

## (3) FIM消去によるセキュリティ強化向上

FIMは直接ハードウェア制御を行う機能のため、出荷後にセキュリティ攻撃の標的となり得るが、出荷前にFIM機能を含まない顧客出荷用ソフトウェアを書き込むことでセキュリティ強度を向上させた(図2)。

## 3. 今後の展望

FIMによって検査品質の向上とセキュリティ強化を実現し、製造不良の検出強化を行う土台が構築できた。今後はIoT(Internet of Things)やAI技術と連携させて検査工程をシステム化し、時代の進化に追随可能な検査ラインの構築を目指す。

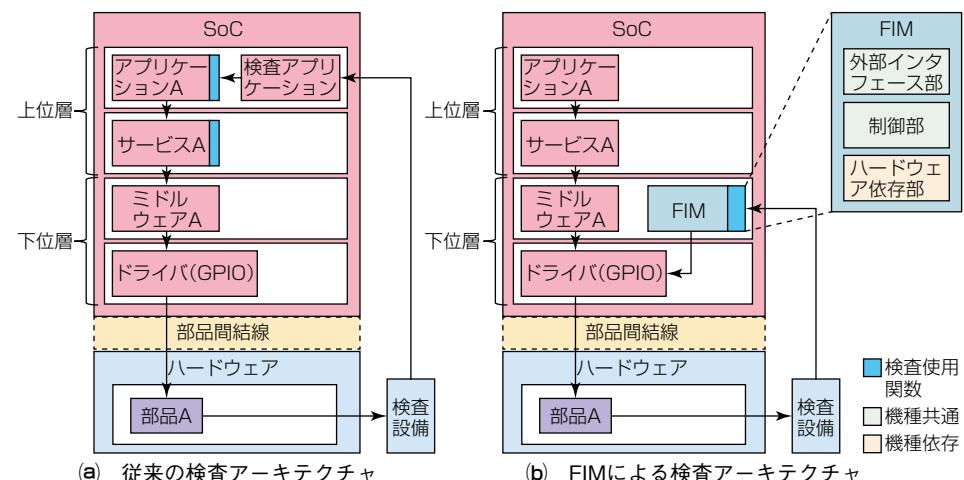


図1. 検査アーキテクチャ

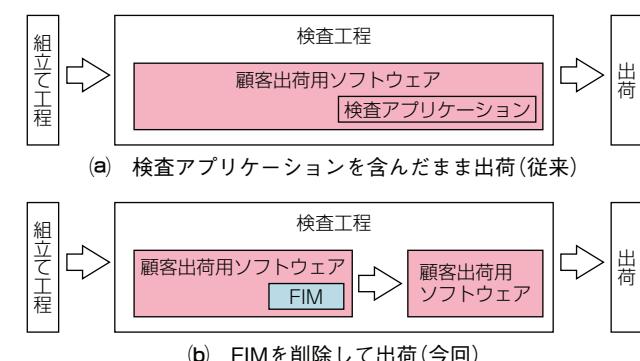


図2. FIM消去によるセキュリティ強化

## 宇宙システム Space Systems

## 危険作業代替のための遠隔操作ヒューマノイドロボット“DiaroiD”

## Remote-controlled Humanoid Robot "DiaroiD" to Carry Out Dangerous Works

宇宙空間や月面、その他の様々な人の手による危険作業を代替することを目的として、当社では遠隔操作可能なヒューマノイドタイプのロボット“DiaroiD”的開発を進めている。人が実施する作業は非常に複雑、かつ多岐にわたるため、これを代替するロボットは人と同等の高い汎用性を持つ必要がある。DiaroiDは脚部にクローラを採用した双腕タイプのヒューマノイドロボットである。計34の高い自由度を持ち、バックラッシュレスの機構を採用していることから、複雑な姿勢での精密な動作を可能にしており、幅広い作業を1台で遂行可能である(図1)。また、アーム部には直動・回転を組み合わせたハイブリッド機構を持ち、広い作業範囲と高出力を両立させている。加えて、DiaroiDは遠隔操作での手作業代替を実現するため、主に次の4点の機能を備える。

## (1) コンパクトでハイパワーなロボットハンド

手作業代替に当たって、人が使用する道具を有効活用できることが望ましい。これを実現するため、DiaroiDは人と同一サイズのコンパクトな5本指のロボットハンドを備える(図2)。また、高出力なグリッパを備え、ウォームギヤを活用したセルフロック機構によって、安定した把持を実現する。

## (2) 直感的に操作可能な入力装置

複雑な手作業を実施するに当たって、作業の効率化とトレーニング期間の最小化のため、より直感的に操作できることが望ましい。DiaroiDでは直感的な操作を実現するため、人の腕を模したアーム部入力装置、及びジョイスティック式のハンド部入力装置を採用している(図3)。アームに関しては、オペレータの腕の姿勢がそのままロボットアームの姿勢になるため、直感的な操作が可能である。ハンドに関しては、各指に対応したジョイスティックを倒すことで容易に操作が可能である。胴体に関しては、作業に高頻度で使用する姿勢を定型化した上で音声入力にすることで、操作を簡略化している。また、胴体を前後に動かす、左右を向くなど、定型外の姿勢に関しても音声指示可能である。これらの機能によって、平均1時間程度の操作トレーニングで箱を開ける、蓋を持ち上げるなどの作業を実施可能である。



図1. DiaroiD

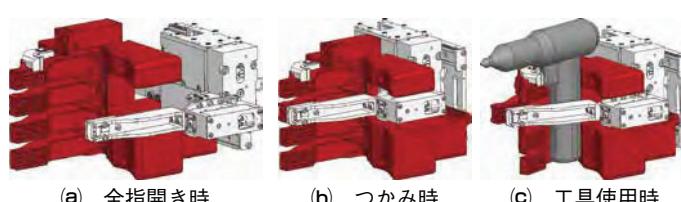


図2. DiaroiDのロボットハンド

## (3) 視覚・聴覚的力触覚技術

手作業は対象物を把持する、持ち上げる、押す、引くなど、対象物とのインタラクティブな作業がほとんどである。また、双腕作業時は各腕からの作用も発生するため、過大な力・モーメント入力によるロボットへの過負荷が懸念される。これらの課題に対して、開発済みの視覚的力触覚技術<sup>(\*)1</sup>を適用し、ロボットの腕に作用する力・モーメントをオペレータへ視覚的にリアルタイムでフィードバックすることで対処している。更なる対策として、聴覚を活用した力触覚フィードバックも採用し、オペレータが過負荷に気づきやすいように工夫している。

## (4) デジタルツイン

遠隔操作時はロボットに搭載された複数のカメラを使用して操作する。ここで、カメラの表示遅延に起因する操作性の悪化や、指先を使った繊細な作業時にハンドに遮蔽されて対象物がカメラから死角になるといった課題がある。これらの課題に対して、デジタルツイン<sup>(\*)2</sup>を活用して現在のロボット姿勢の3Dモデルをリアルタイムでオペレータ操作画面上へ映し、オペレータに提示することで対処している。ロボットを複数、かつ任意の点から観察することが可能であり、遠隔操作時の精密な動作に寄与している。

手作業を代替することが可能な遠隔操作ロボットは、宇宙・月面での利用だけではなく、新型コロナウイルス感染リスクのある医療現場・介護施設での手作業代替や、遠隔地に存在する設備の保守点検、災害現場での人命救助作業、工場現場作業者のテレワーク化など、幅広く活用可能である。これらの将来ニーズに対応するため、今後も遠隔操作ロボットの開発を推進する。

\* 1 春名正樹、ほか：人×機械の遠隔融合システムの開発－視覚的力触覚を利用した操作提案と基礎検証－、情報処理学会インタラクション2020論文集、448～453(2020)

\* 2 物理空間の各種情報を仮想空間に送り、仮想空間内に物理空間の環境・状態を再現すること。



図3. DioroiDの操作系

## 通信システム Communication Systems

## 10G-EPONユーザー宅内装置

## 10G-EPON Optical Network Unit

光アクセスネットワークとしてデータ伝送速度が最大1 GbpsであるGE-PON(Gigabit Ethernet-Passive Optical Network)システムが広く普及しているが、インターネットを用いた高精細映像配信やテレワークの浸透によって、データ伝送速度の高速化要求が年々高まっている。当社は、GE-PONシステムの後継として、データ伝送速度を最大10Gbpsに高速化した10G-EPON(10 Gigabit-Ethernet Passive Optical Network)システムを製品化している。

10G-EPONシステムは、通信事業者局舎内装置(Optical Line Terminal:OLT)とユーザー宅内装置(Optical Network Unit:ONU)で構成している。ユーザー宅に設置される10G-EPON ONUの主な特長は次のとおりである。

- (1) ユーザー側インターフェースは100／1000／2.5G／5G／10GBASE-T規格に対応している。OLTとONU間に加えて、ONUとユーザー端末間のデータ伝送速度を最

大10Gbpsに高速化した。

- (2) 省電力化技術搭載によって、高速化に伴う消費電力増加の課題を克服し、35(W)×195(D)×170(H)(mm)の外形寸法を自然空冷で実現した。



10G-EPON ONU装置

## 基幹光ネットワーク向けOXC装置の小型化

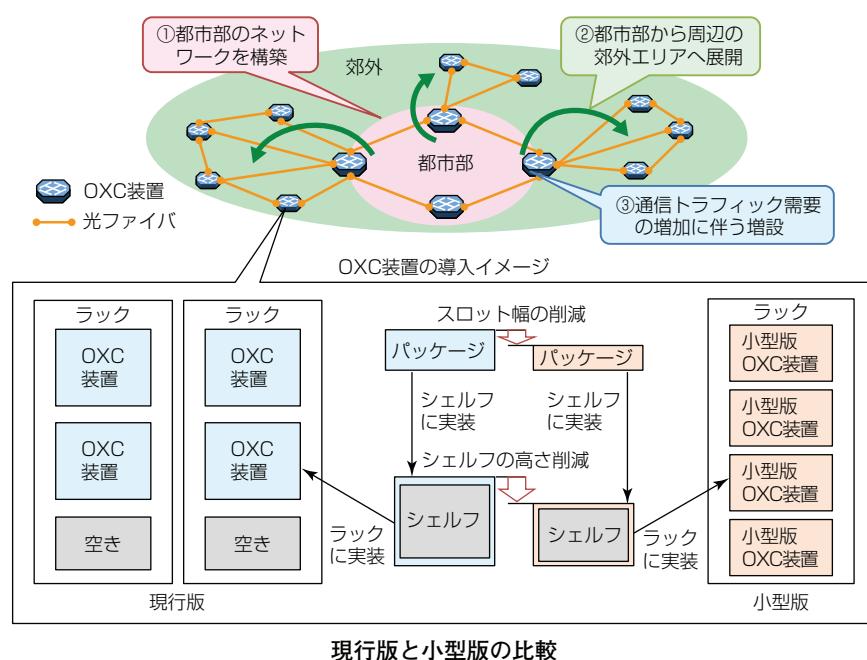
## Miniaturization of Optical Cross Connect Unit for Core Optical Networks

当社は基幹光ネットワークの高効率化／強固化を実現する100Gbps×88波×8方路OXC(Optical Cross Connect)装置を製品化している。第5世代移動通信システムの運用開始による通信トラフィック需要の増加とともに都市部から郊外エリアへのOXC装置の増設需要が高まっている。

OXC装置は通信局舎内の空きスペースにラックを立架し、電源供給用のシェルフと機能別のパッケージを実装することで増設する。増設需要の継続を見据え、限られたスペースを有効活用するため、2020年に小型版のOXC装置をリリースした。現行版の機能・性能を維持しつつ、小型化と低消費電力化を実現した。小型版の主な特長は次のとおりである。

- (1) 複数パッケージの機能統合によってパッケージを収容するシェルフの高さ及び占有幅を削減して収容効率を向上させ、スペース制約がある局舎への設置を実現した。
- (2) 機能統合によって消費電力を低減し、ランニングコスト抑制に寄与する。

- (3) パッケージ統合によってパッケージ間光ファイバの接続本数を削減し、増設作業時の作業効率を改善する。
- (4) シェルフとパッケージの質量を削減して輸送時の燃費を向上させ、環境負荷を低減する。



現行版と小型版の比較

## 映像 Video

## 俯瞰映像合成技術“Fairyview”による映像監視システム “MELOOK3マルチタイプシステム”的機能強化

Functional Enhancement of Video Monitoring System "MELOOK3 Multi-type System" by Bird's-eye View Video Composition Technology "Fairyview"

近年の社会情勢の変化によって、安心・安全に対する意識が高まる一方、少子高齢化・人口減による労働人口減少もあり、映像セキュリティ分野では作業の効率化による省人化が市場から求められている。

当社は、大型施設・ビル向けに映像監視システム“MELOOK3マルチタイプシステム”を市場に展開している。大規模なシステムになると、多数の監視カメラが用いられることになる。施設警備員は、あらかじめカメラの設置位置を正確に把握しておき、複数のカメラ映像から不審者の動線を予測して必要な映像を選択しなければならず、負担が大きかった。

このような問題を解決するため、当社の俯瞰(ふかん)映像合成技術“Fairyview”をMELOOK3マルチタイプシステムに搭載する製品化開発を行った。複数のカメラ映像を、リアルタイムで死角の少ない1枚の映像に合成することで、不審者の動線を一目で把握でき、容易な追跡を可能にした。その結果、カメラ切替えの煩わしさによる見落としを排除し、監視業務の負荷軽減・効率化を実現している。主な特長を次に示す。

### (1) オープンスペースの監視

天井のないエリアでも壁に取り付けたカメラの映像を合成・俯瞰することで、あたかも真上から撮影しているようにエリア全体を一つの映像として見ることができる。これによって不審者の動線把握が容易になり、警備の負担が軽減される。また、エリアの全体映像と個別カメラの詳細映像の同時表示もできるため、より効率的な監視作業が可能になる。

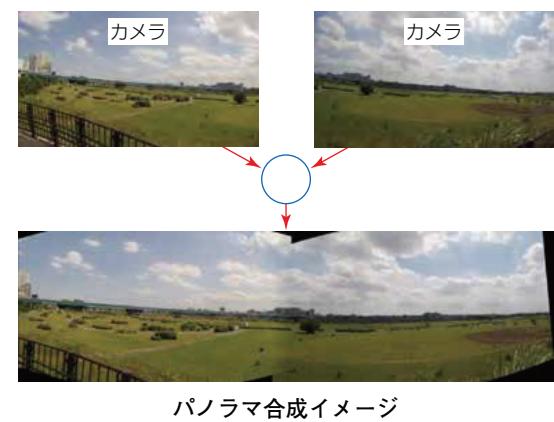
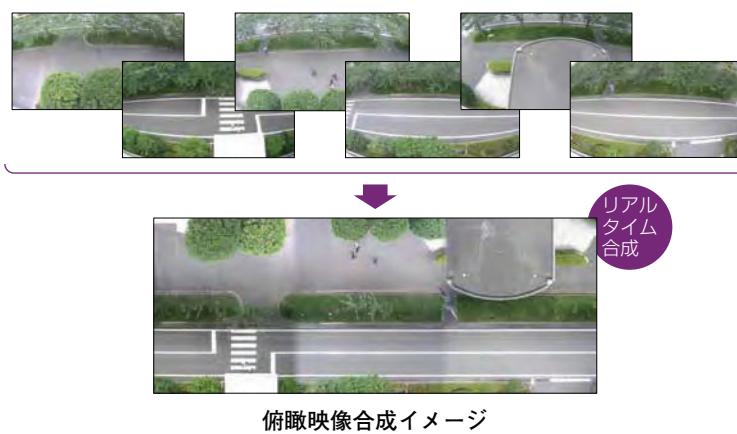
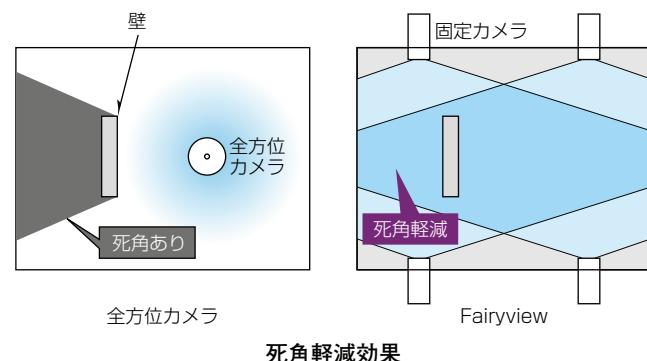
### (2) 死角の少ない監視映像の実現

従来の全方位カメラでは一つの視点から全体を撮影するため、エリア内にパーティション等の障害物があると死角ができてしまう問題があった。Fairyview搭載MELOOK3マルチタイプシステムでは複数の映像を合成・俯瞰できるため、障害物があっても別のカメラで補完することで、より死角の少ない映像で監視が可能になる。

### (3) パノラマ映像による監視

別の使い方として、水平方向・円周上にカメラを設置することでパノラマ映像を生成できる。駅ホームのように監視エリアが水平方向に長い場合、パノラマ180度の映像で移動体の動線を一目で把握できる。また、パン、チルトなどのカメラ操作が不要になり、警備の負担が軽減される。

今後は、5Gの広帯域を利用することで、複数のカメラからの高精細な映像を用いたより解像度の高い俯瞰映像を作ることが可能になる。さらに、屋外や高層など配線が困難な場所も、無線化によって柔軟なカメラ配置ができ、Fairyviewの適用領域拡大が期待できる。



## ITソリューション IT Solution

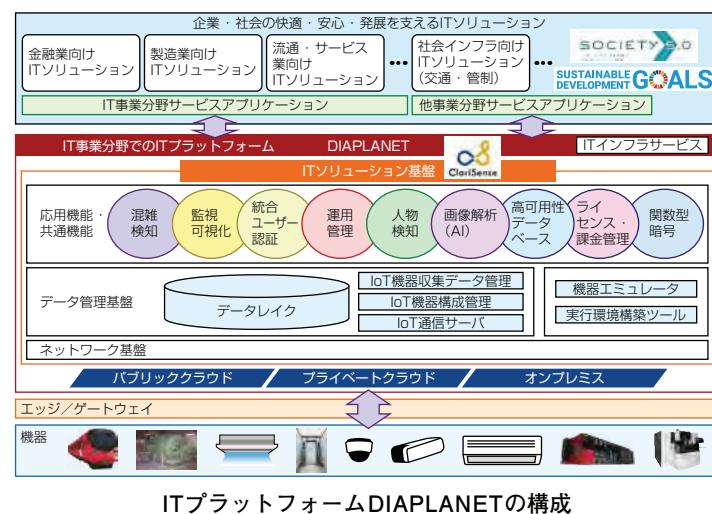
## ITソリューション創出を迅速化するITプラットフォーム“DIAPLANET”

## IT Platform "DIAPLANET" for Accelerating Creation of IT Solutions

“デジタルトランスフォーメーション(Digital Transformation : DX)”による“攻めのIT”化が求められている中、当社では、顧客企業のビジネスモデル変革の早期実現に向け、データ分析、AI、画像解析、暗号化などの先端技術をライブラリ化し、ITプラットフォーム“DIAPLANET”の整備を進めてきた。

DIAPLANETの主要構成要素である“ITソリューション基盤”は、当社の研究開発成果を蓄積した機能ライブラリ群である。この基盤は、データ収集・蓄積・分析・連携など、DXの核になる“データ管理基盤”，様々なコンピューティングリソース(パブリッククラウド、プライベートクラウドなど)との接続を容易に実現する“ネットワーク基盤”，AIを活用した画像解析、統合ユーザー認証、関数型暗号、ライセンス・課金管理など、様々なITソリューションの構築に共通的に必要となる要素機能を部品化した“応用機能・共通機能”からなる。当社高度IT技術者によるコ

ンサルテーションと連携し、DIAPLANETを活用してITソリューションを迅速に構築することによって様々な顧客企業でのDXを短期間にかつ効率的に進めることを可能にする。



## 生産状況の見える化と分析を支援する“生産ダッシュボード”

## "Production Dashboard" Supporting Visualization and Analysis of Production Status

多くの製造業では、生産実績データは現場で紙に記入され、そのデータを管理者が収集してExcel<sup>(注)</sup>に入力して管理資料を作成して生産状況の管理と業務改善を行っている。しかし、昨今の人手不足に加え、withコロナの新しい働き方を実現しながら現場力の維持強化を図るため、デジタルトランスフォーメーション(DX)の潮流に乗り、生産状況のデータ化／見える化／改善サイクル短縮に対するニーズが高くなっている。

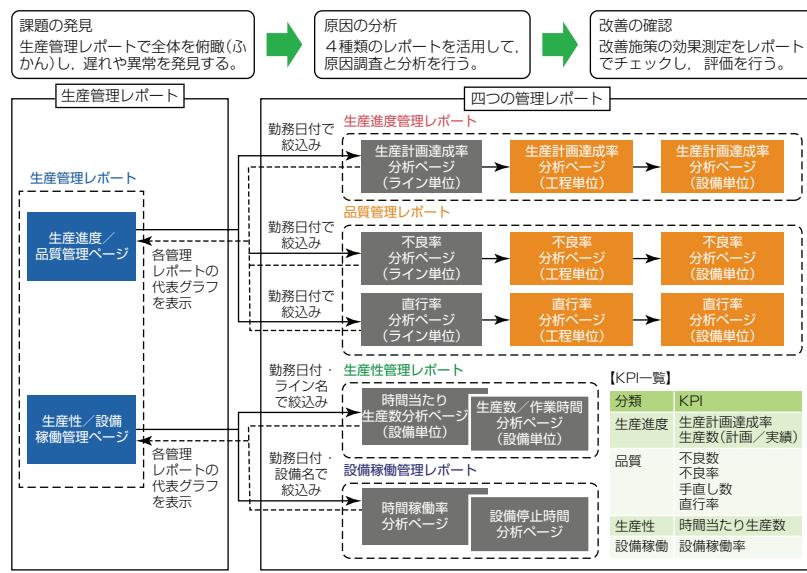
そこで、三菱電機ITソリューションズ(株)では、Microsoft社の各種クラウドサービスを活用した“生産ダッシュボード”という業務ITソリューションを構築した。

生産ダッシュボードは、管理者がExcelに入力したデータを取り込み、多くの製造業で求められる8種の管理指標(Key Performance Indicator : KPI)を一つの管理レポートと四つの分析用レポートに整理して生産状況の見える化と分析を簡単に実現するものである。

特別な環境を用意することなく、すぐにデータが登録でき、現場からの報告を待たず

にブラウザでレポートを確認して分析できるので、改善サイクルの短縮が図れる。

今後は、多くの製造業で利用されるように、対応する管理指標を拡充していくとともに、生産実績データの収集方法についても機能強化を図る計画である。



生産ダッシュボードの画面構成

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

## 生命保険会社コールセンターシステムへの音声認識システム導入

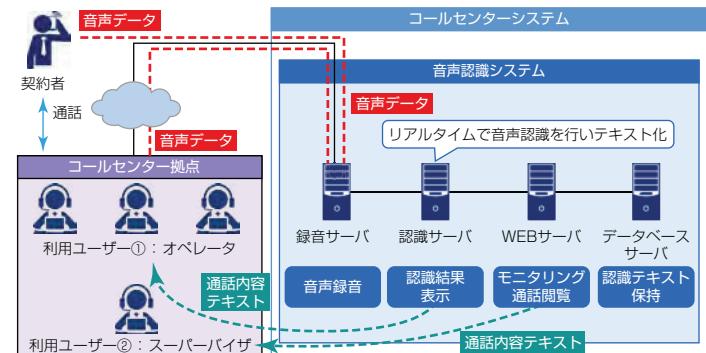
### Installation of Voice Recognition System to Call Center System for Life Insurance Company

三菱電機インフォメーションシステムズ(株)は、生命保険会社コールセンターの電話対応業務向けに、(株)アドバンスト・メディアの音声認識システム(AmiVoice<sup>(注)</sup> Communication Suite3)を導入し、通話内容をリアルタイムにテキスト化して見える化することで、業務効率化・応対品質向上を実現した。

また、このシステムへの利用ユーザー登録の自動反映処理の開発による管理業務効率化と、利用ユーザーへのヒアリングを行い、ユーザーグループごとの業務・権限を踏まえた設計にすることで、このシステムの利便性向上を図った。

今後は金融各社のコールセンターシステムへの音声

認識システム導入の展開と音声分析システム導入などのソリューション強化・拡大を図っていく。



#### コールセンターシステムでの音声認識システム

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ(株) TEL：0467-41-3361>

## 効率的なセキュリティ運用を支援するCyberMinder Guard不正アクセス監視サービス

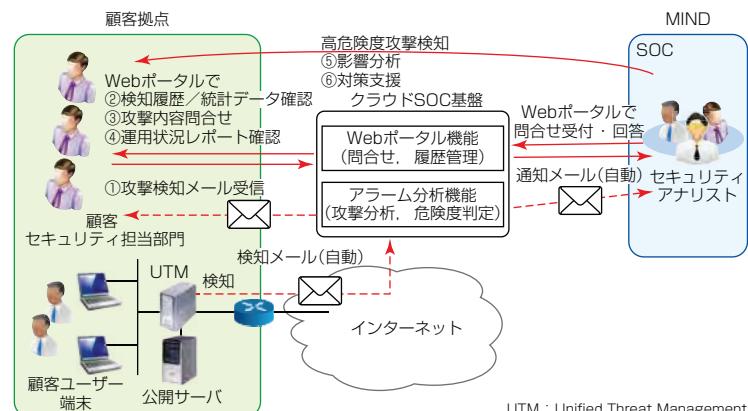
### CyberMinder Guard Intrusion Detection Service to Support Efficiency of Security Operation

三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)は、巧妙化するサイバー攻撃に対応し、顧客のセキュリティ運用を効率的に支援する新SOC(Security Operation Center)サービスをリリースした。

顧客のネットワーク内に設置した統合脅威管理システム(UTM)の攻撃検知機能とクラウド基盤に構築したSOC機能を連携させ、オペレータやアナリストを介さず攻撃内容を分析して危険度を判定し、顧客へリアルタイムで自動通知する。攻撃内容の問合せ、検知履歴、統計データ及び運用状況レポートの確認は、顧客がWebポータルで実施可能にして利便性を向上させた。

高危険度の攻撃を検知したら、セキュリティア

ナリストが影響分析・対策支援を行い、顧客情報資産を守る。



#### CyberMinder Guard不正アクセス監視サービス

<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：03-6771-6035>

## ビデオ・Web会議の構築・運用サービス

### Installation and Operation Service for Video and Web Conference

新型コロナウイルス感染症対策として、テレワーク、在宅勤務が注目され、多くの企業で導入や検討が進んでいる。

三菱電機インフォメーションネットワーク(株)が提供する“ビデオ・Web会議構築・運用サービス”は、“いつでも・どこでも・環境に配慮した”をコンセプトに、操作性の良さと高品質な映像・音声による最新のビデオ・Web会議システムの設計・構築から、運用管理・障害復旧までをワンストップで提供するサービスである。顧客の規模に合わせて最適な機器の手配やネットワークを構築し、在宅勤

務・外出先からでも円滑な対面コミュニケーションを可能にする。



システム選定からネットワーク、クライアント機器の手配を含めた構築や運用をワンストップで提供するトータルソリューションサービス

#### ビデオ・Web会議の構築・運用サービス

<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：03-6771-5759>

## パワーデバイス Power Devices

## 600V高速スイッチング仕様のRC-IGBT搭載“SLIMDIP-W”

## 600V "SLIMDIP-W" with Reverse-Conducting Insulated Gate Bipolar Transistor of High Speed Switching Specification

“SLIMDIP-W”は、家庭用エアコンなど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)として数多く採用されている“SLIMDIPシリーズ”の新製品である。この製品は、近年、インバータ化率が増加している洗濯機など向けに最適な高キャリア周波数駆動に対応した製品である。主な特長は次のとおりである。

## (1) 高キャリア周波数駆動設計のRC-IGBT搭載

モータ駆動時の騒音低減に有効な高キャリア周波数で駆動可能な高速スイッチング仕様の薄厚構造RC-IGBT (Reverse-Conducting Insulated Gate Bipolar Transistor)を搭載している。スイッチング損失は、同シリーズの“SLIMDIP-L”から約40% (125°C, 5 A時)低減した。インバータシステムの省エネルギー・騒音低減に貢献する。

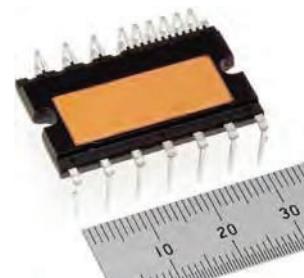
## (2) システムの小型・低コスト化に貢献

当社“超小型DIPIM Ver. 7シリーズ”に搭載の第7世

代IGBTと同様に、この製品のRC-IGBTにも低ノイズ化技術を適用したことによって、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・低コスト化に貢献する。

## (3) インバータ基板の設計自由度向上に貢献

高圧側駆動用電源のGND端子を配置した。これによって、基板パターンの設計自由度の向上とシステム小型化に貢献する。



SLIMDIP-W



評価ボード

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

## 第5世代移動通信システム基地局用100Gbps EML CAN

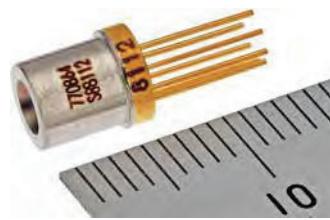
## 100Gbps Electro-absorption Modulated Laser Diode CAN for Base Station of 5th Generation Mobile Communication System

移動通信システムは、携帯通信端末の普及や情報のクラウド化によるデータ通信量の急増を背景に、世界各国で第4世代から第5世代への移行が進んでいる。これに伴い、基幹ネットワークと基地局間にも大容量の光通信システムが必要とされている。

今回、2018年に製品化した25Gbps EML (Electro-absorption Modulated Laser diode) CANと同じ外径φ5.6mmのTO(Transistor Outline)-CANパッケージを用いて、4倍の通信速度に対応可能な100Gbps EML CANを開発した。

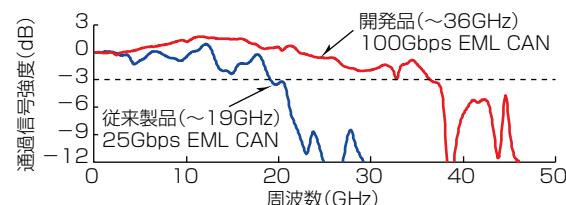
通信速度の向上には信号通過帯域の拡大が課題であったが、EMLの微細構造の改良と併せて、パッケージの信号線路のインピーダンスを最適化することで、3 dB遮断周波数を従来製品の19GHzから36GHzまで拡大した。

さらに、一つのパルス信号に2ビットの情報を載せる4値振幅変調方式に対応することで通信速度の4倍化を実現した。

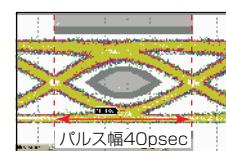


100Gbps EML CAN

また、EML素子を一定温度に制御するための熱電変換素子の小型化によって、屋外設置の基地局用途で必要とされる-40~95°Cの広い温度範囲での動作を保証しつつ、消費電力を0.4W以下に抑えている。その結果、1 Gbps当たりの消費電力は従来製品の3分の1に低減でき、光通信システムの省電力化にも大きく貢献する。

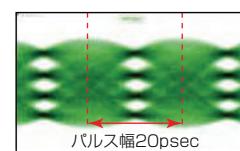


従来製品との通過帯域の比較



従来製品

(パルス変調速度25Gbaud, 2値変調)



開発品

(パルス変調速度50Gbaud, 4値変調)

従来製品との変調時光波形の比較

(パルス変調速度50Gbaud, 4値変調)

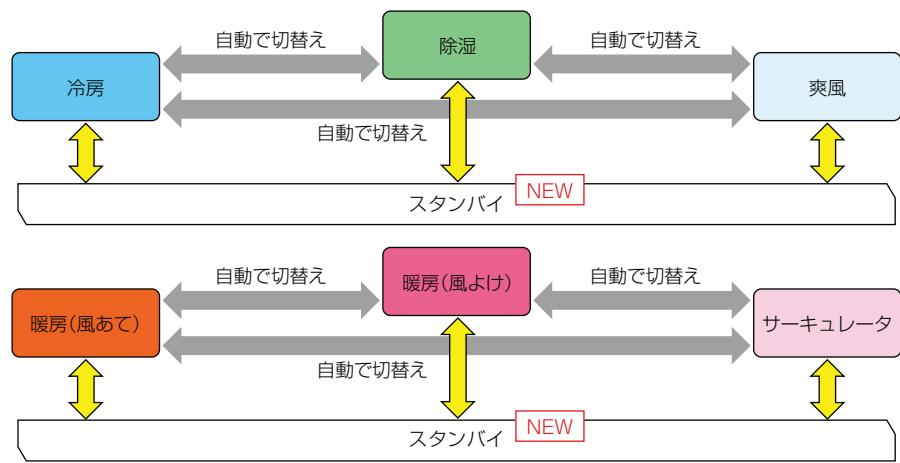
## 空調冷熱システム Air-Conditioning &amp; Refrigeration Systems

## 空調負荷を先読みするAIエアコン

## Artificial Intelligence Air Conditioner Looking Ahead to Air Conditioning Load

新型コロナウイルス感染症の流行は、人々の生活様式と健康意識に変化をもたらした。今後は感染症収束のいかんにかかわらず、在宅時間の増加と感染症対策を想定した家庭用空調の姿を見直す必要がある。当社のエアコン“霧ヶ峰 FZシリーズ”では、住宅での熱収支モデルから、部屋の負荷特性を学習して学習結果を基に各種制御パラメータを逐次更新する“おまかせA.I.自動”を搭載している。“おまかせA.I.自動”は、ユーザーが快適状態に到達した後も、変動に即座に対応するため、送風等によるアイドル運転状態を継続していた。今回は、今後の負荷の増減とその継続時間(負荷傾向)の予測に基づき、アイドル運転状態から快適性維持に不要なアクチュエータを順に停止してスタンバイ状態に移行する“新おまかせA.I.自動”を構築した。健康意識の変化による換気行動に対しては、負荷傾向によって判定した最適な換気タイミングをユーザーのリモコンに

表示する換気ナビゲーション機能“換気ガイド”も搭載した。さらにスマートフォンに表示された高精細熱画像上をタッチすることで直感的に風向を操作でき、効率的な換気をサポートする機能“タッチ気流”を搭載した。今後も霧ヶ峰では、ハードウェアによる進化と、ソフトウェアでの進化を融合させることで更なる快適性と省エネルギー性の向上を目指す。



新おまかせA.I.自動の動作イメージ

## マルチエアコン用大容量サイドフロー室外機

## Large Capacity Side Flow Type Outdoor Unit for Multi-type Air Conditioner

10~12馬力の水道管方式(室内機側に流量調整弁を備える冷媒回路構成)マルチエアコン用室外機で、従来この能力帯はトップフロー型が主流であったが、より省設置スペースに対応可能なサイドフロー型でこれを実現した。主な特長は次のとおりである。

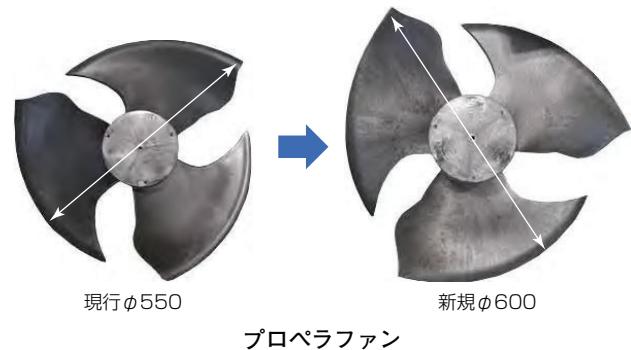
- (1) 三相28A入力まで対応可能な大容量かつ小型の電気回路と、3列80段の大型熱交換器を新規に開発した。また、圧縮機はストロークボリューム78cc品を採用した。これらの新技術要素によってトップフロー型に比べて省

スペースながらも冷房／暖房能力33.5kW／37.5kWを実現した。

- (2) サイドフロー型としては当社最大のΦ600プロペラファンの新規開発を実施した。他社同能力帯機種に比べて静音化を実現した。
- (3) 375Wの高出力ファンモータを搭載することによって機外静圧30Paモードを実現した。これによって同機外静圧までは冷房／暖房能力の低下を防ぐことができる。



マルチエアコン用室外機



プロペラファン

## 空調冷熱システム Air-Conditioning &amp; Refrigeration Systems

## 全熱交換形換気扇“業務用ロスナイ天井埋込形”

## Energy Recovery Ventilator "Ceiling Recessed Lossnay"

オフィスビル等の換気に用いられる“確実な換気”と“外気負荷の低減”を両立させた全熱交換形換気扇“ロスナイ”は、1970年の発売から2020年で50周年を迎えた。

近年、健康意識の高まりによって積極的な空気質改善が求められている。特に2020年の新型コロナウイルスの感染拡大によって換気風量の増加や機械換気設備による確実な換気が推奨されていることから、換気に伴うエネルギー消費量は増加基調にある。そこで、DCブラシレスモータ搭載によって機器単体での消費電力低減を図るとともに、風量制御の多様化を実現することで建築物全体の消費電力低減を可能にする機種“業務用ロスナイ天井埋込形”を開発した。主な特長は次のとおりである。

代表機種“LGH-N50RXW”での改善効果として、機器単体での消費電力を約38%低減した。給気・排気の換気風量を従来の3段階から11段階に多段階制御化し、CO<sub>2</sub>センサ連動時の外気流入量を必要最小限に自動調整すること

で空調負荷を軽減し、空調機と併せて更に約27%消費電力を低減した。また、“人感ムーブアイ360”との連動では、人の不在情報を検知した際にロスナイの換気風量を自動で最小運転に切り替えることで空調負荷の軽減につなげ、約15%の消費電力低減を図った。さらにこの開発では業界初<sup>(\*)1</sup>のリプレース専用機も同時にラインアップしており、旧機種からの置き換えによる省エネルギー提案を可能にしている。

\* 1 2020年1月23日現在、当社調べ



業務用ロスナイ天井埋込形の構造図



業務用ロスナイの  
50周年ロゴ

## 環境負荷を低減した空冷式チラー“DT-R III”

## Air-cooled Chiller "DT-R III" with Reduced Environmental Impact

近年、地球温暖化によってフロン系冷媒のGWP(Global Warming Potential)総量値(地球温暖化係数×冷媒封入量kg)削減が求められており、空調室内機に冷媒が不要な水空調方式のチラーが注目されている。今回、GWP総量値を削減し、環境負荷を低減した空冷式チラー“DT-R III”を開発した。

冷媒は従来のR410Aに対して地球温暖化係数が68%低いR32を採用した。空気熱交換器は従来の銅円管のプレートフィン式に対して、業界初<sup>(\*)1</sup>の高性能なアルミニウム扁平(へんぺい)管のコルゲートフィン式を採用した。

コルゲートフィン空気熱交換器は、扁平管の設置間隔を狭めて高密度実装でき、さらにフィン全体に多数のスリッ

トを入れることができるため、フィンと空気の間の熱抵抗が減少し、伝熱性能が大きく向上した。これによって熱交換効率を維持しつつ内容積を削減でき、冷媒量を68%削減した。

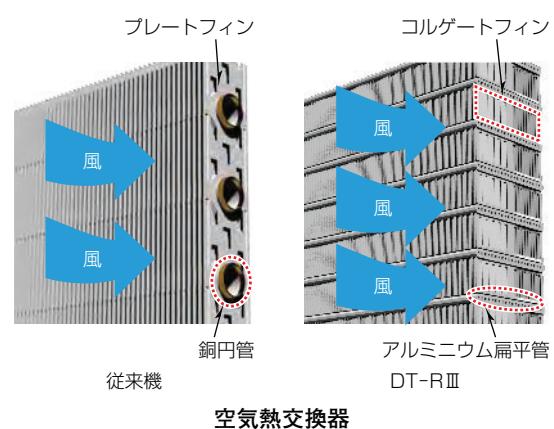
DT-R IIIは従来機<sup>(\*)2</sup>に対してGWP総量値を89%削減し、60HP(Horse Power)機種で業界トップ<sup>(\*)1</sup>の冷房成績係数3.22を実現した。この製品は2020年7月から国内向けに出荷を開始した。

\* 1 2020年5月現在、当社調べ

\* 2 冷房専用機(CAV-MP1180, 1500, 1800, 2000B)



DT-R III(冷房専用機)



## 住宅設備 Housing Equipment

家庭用自然冷媒CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯機“エコキュート B5タイプ”CO<sub>2</sub> Heat Pump Hot Water System "EcoCute B5 Type" for Household Use

昨今の地球温暖化問題に対し、政府は“2030年温室効果ガス排出量26%減(2013年比)”を実施する方針を打ち出しておらず、省エネルギー機器であるエコキュート<sup>(注)</sup>の需要は今後も伸長することが予測される。また、共働き世帯の増加や高齢化社会が進む中で、安心かつ快適な入浴環境を整えることが求められている。

今回2020年度モデルの家庭用“エコキュートB5タイプ”を開発した。製品の特長は次のとおりである。

## (1) 年間給湯保温効率(JIS) 4.2

貯湯ユニットの断熱材として業界初<sup>(\*1)</sup>の特殊成型高断熱ウレタン“サーモジャケット”採用や、沸き上げ熱量に対して適切な加熱能力で沸き上げる能力可変制御によって省エネルギー性を大幅向上させ、年間給湯保温効率(JIS) 4.2を実現した。

## (2) キラリュキープ

浴槽と風呂配管を循環する湯に深



VIP : Vacuum Insulation Panel  
EPS: Expanded Poly-Styrene

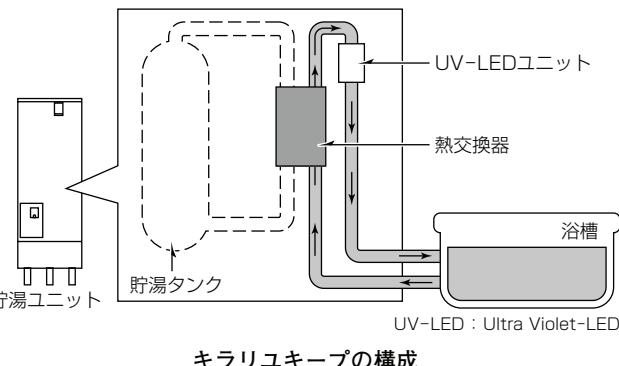
貯湯タンクの断熱構造

紫外線を照射することで菌の増殖を抑制する。入浴時の快適性を高めるとともに、洗い場の排水溝のヌメリの生成を抑制し、排水溝の掃除頻度を減らして家事負担の軽減を実現する。

## (3) あったかリンク

エコキュートの湯はり開始時に当社製バス乾燥・暖房・換気システムと連動して浴室暖房運転を開始し、入浴前から浴室を暖めることで寒い季節の入浴時の快適性に貢献する。

\*1 2020年6月現在、当社調べ



キラリュキープの構成

エコキュート用CO<sub>2</sub>圧縮機の高効率化High Efficiency CO<sub>2</sub> Compressor for EcoCute

2020年度三菱エコキュートでは年間給湯保温効率の業界トップ値を更新するため、圧縮機の高効率技術開発に取り組んだ。この圧縮機は、次の二つの主たるCO<sub>2</sub>冷媒の特性に着目し“超薄型シリンダ+上軸受吸入”へと仕様を最適化することで、モータ小型効率化と併せて2019年度モデルに対し1.5%の圧縮機効率改善と600gの質量削減を実現した。

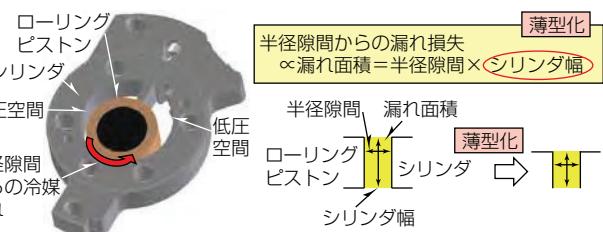
## (1) 超高圧(=漏れロス大)に対するシリンダ超薄型化

空調用冷媒R32に対して約3倍の動作圧になる超高圧のCO<sub>2</sub>冷媒用単段ロータリー圧縮機では高圧空間から低圧空間への漏れロスが大きく、漏れ面積の縮小が最も有効な高効率化手段になる。今回、2019年度モデルに対してシリンダ幅を17%削減し、漏れロスを大幅に改善した。

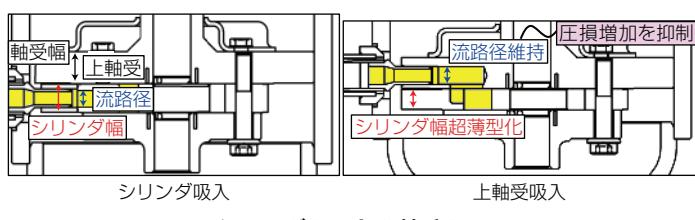
## (2) 体積流量小(=圧損小)に対する上軸受吸入化

シリンダ幅を薄くすると、シリンダに設けている吸入流路面積の維持が困難になり、圧力損失が増加するという課題が生じた。ここで高圧力差に耐え得るために超薄型シリンダよりも厚くしている上軸受に着目し、上軸受吸入化で従来のシリンダ吸入と同等の圧力損失を実現した。この仕様は、損失内訳が異なり(漏れロス小・圧力損失大)上軸受

厚さの薄い(CO<sub>2</sub>比1/3)空調用冷媒R32用圧縮機では一般的に用いられておらず、CO<sub>2</sub>冷媒を用いているエコキュート用圧縮機だからこそ最適になる仕様である。



シリンダ内径とローリングピストン外径の半径隙間からの冷媒漏れ



シリンダ吸入と上軸受吸入

用途	冷媒	動作圧	漏れロス	体積流量	吸込径	軸受幅	圧縮機仕様
空調	R32	小	小	大	大	小	吸入圧損を加味したシリンダ幅+シリンダ吸入
エコキュート	CO <sub>2</sub>	大	大	小	小	大	シリンダ超薄化+上軸受吸入

用途に応じた最適な圧縮機仕様

## 「第62回十大新製品賞(本賞)」を受賞

当社の“オープン統合ネットワークCC-Link IE TSN(Time Sensitive Network)対応製品 及びACサーボシステム MELSERVO-J5”が、日刊工業新聞社主催の「第62回十大新製品賞(本賞)」を受賞した。2019年に開発又は実用化された新製品の中から、モノづくりの発展や日本の国際競争力の強化に役立つ製品として選定された。



## 「令和2年度春の黄綬褒章」を受章

令和2年度春の褒章で、「黄綬褒章」を当社生産技術センターの荒川勝博が受章した。基板穴あけ用レーザ加工機に不可欠な光学機械の組立てに係る卓越した技能と長年にわたる業務精励、後進育成の功績が高く評価された。

加工機の主要部品であるレンズの開発・試作の中で組立て技能の研鑽(けんさん)に励み、多くの考案と改善によってレンズの性能や品質の向上に貢献した。これによって、加工機の高精度化と生産性の向上が図られ、スマートフォ

ンに代表されるデジタル機器の小型化・高機能化に寄与している。



## 「Industry Leader Award」を受賞

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)／GRSS(Geoscience and Remote Sensing Society)が毎年各分野で業績を残した研究者・技術者に付与するアワードのうち、メジャーアワードの一つである「Industry Leader Award」を当社鎌倉製作所の岡田 祐が受賞した。“ALOS-2衛星搭載PALSAR-2センサのシステム設計・ハードウェア設計に対する貢献”を評価されたものである。IEEE／GRSSのメジャーアワードの受賞は、過去30年で日本人5人目、日本のメーカーでは初受賞になる。

この受賞は、当社開発のSAR(Synthetic Aperture Radar)の世界最先端の技術が国際的に認められた結果であり、今後はSAR／レーダ技術の宇宙事業以外での事業展

開も視野に入れつつ、レーダ衛星については国内シェア100%を継続し、技術／価格的優位性を確保していく。



## 「第65回滋澤賞」を受賞

「第65回滋澤賞」を当社先端技術総合研究所の武藤浩隆が“長年にわたる電気保安への功労”分野で受賞した。電気機器の安全・高信頼な稼働に最重要である“電気絶縁技術”的開発と学術研究への貢献が評価された。発電機／変圧器／開閉器などの電力設備、産業機器／電気鉄道／電気自動車など各分野のモータとそれらを駆動するパワーエレクトロニクス機器など、多岐にわたる機器向けに開発した電気絶縁設計と評価技術は、機器の小型化、高電圧化、及び高信頼化を実現し、長期の安定した稼働を支えている。また、国内外の大学と連携して基礎現象の解明にも継続的に取り組

み、その成果は24編の学術誌論文、42編の会議論文として公表され、日本の学術発展への貢献も評価された。

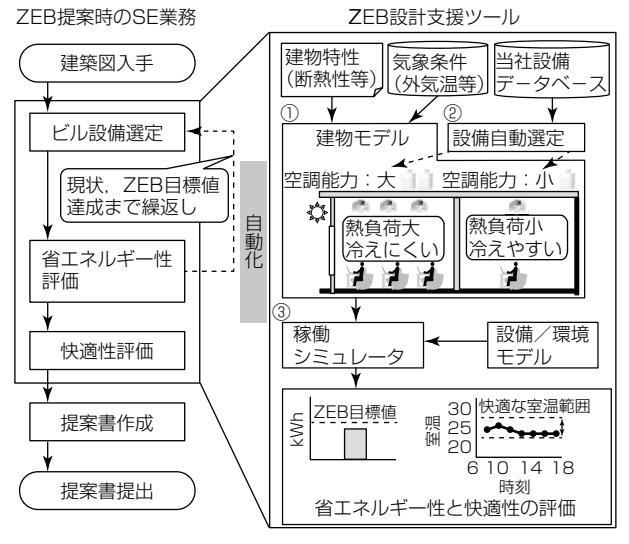


## ■ 1. 研究開発 Research and Development

## 1.1 ライフ Life

■ ZEB設計支援ツール →～←→～←→～←→～←→  
*Design Support Tool for net Zero Energy Building*

ZEB(net Zero Energy Building)提案時のSE(Software Engineer)業務のうちビル設備選定、ビル全体の省エネルギー性評価及び快適性評価を自動化するツールを開発した。現状、SEはノウハウに基づいてビル設備を選定し、省エネルギー性と快適性を評価する。ZEB目標値を満たせない場合、ビル設備選定と省エネルギー性と快適性評価を繰り返す手間が生じる。このツールは、①建物の断熱性と気象条件から建物モデルを生成して部屋ごとの熱負荷を算出し、②当社設備データベースから部屋の熱負荷に合う能力の空調を自動選定し、③建物・設備／環境モデルを使い、稼働シミュレータが年間の省エネルギー性と快適性を評価する。この結果、ZEB目標値の達成可否と、運用時の室温が快適な範囲であるかの判定が可能になる。このツールによって省エネルギー性評価作業の効率化が見込める。



## ■新型コロナウイルス感染症対策の“てらすガイド”活用 →～←→～←→～←→

*Prevention of COVID-19 Infection with Light Animation Guidance System "TerasuGuide"*

サインの床への投影、アニメーション化を特徴とする当社の“てらすガイド”は、人の誘導に有効であり、新型コロナウイルス感染症対策への活用を考えた。3密のリスクがある場では、距離や位置関係を伝える必要性が高い。今回、距離を示す矢印が伸びる、強調したい部分を点滅させる、行動のシーケンスを直感的に理解できるようなアニメーションを考案した。エレベーターやエスカレーターでの立ち位置、咳(せき)や会話時のエチケット等、公共空間の利用方法に関するコンテンツを計13点制作し、新型コロナウイルス感染症対策が必要な様々なシーンで利用可能にした。

2020年6月から当社本社がある東京ビルディング1階セキュリティゲート付近にエレベーターホール及びカゴ内での混雑を避けることを促す表示を行う“てらすガイド”を設置した。

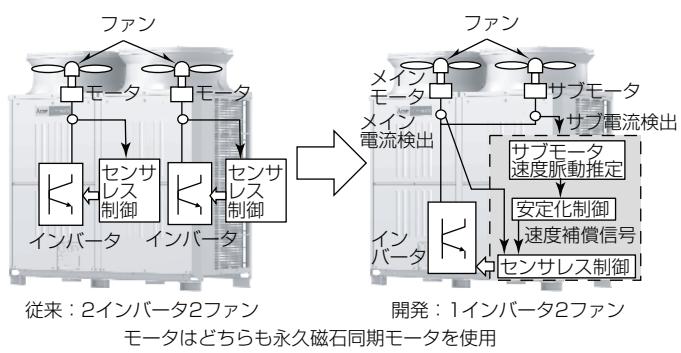


## セキュリティゲート前後 への表示

## 新型コロナウイルス感染症 対策用コンテンツ

## ■ 空調室外機ファンの並列駆動技術 *Parallel Drive Technique of Two Fans for Air Conditioning Outdoor Machine*

業務用空調機で、空調能力の増大化要求に伴い、二つのファンを備えた室外機が増加している。一つのインバータで二つのファンモータを駆動できれば低コスト化が可能になる。しかしながら、従来技術ではメインモータの速度しか制御できないため、サブモータは、ほぼ同等の速度で回転するものの、徐々に速度脈動が生じ、制御不能に陥る課題があった。今回、サブモータの電流から速度脈動を推定する技術と、推定した速度脈動に基づいてサブモータの速度を補償する安定化制御方式を開発した。この技術を適用することで、一つのインバータで二つのファンモータを同時に安定駆動し続けることが可能になり、インバータ約1台分の低コスト化を実現した。



従来：2インバータ2ファン

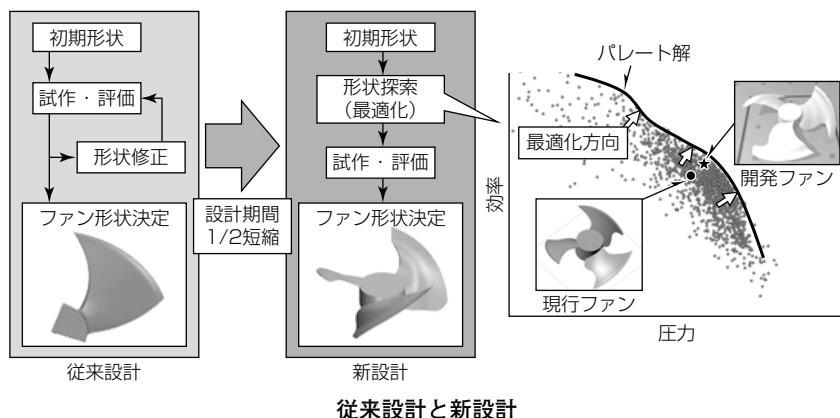
開発：1インバータ2ファン

モータはどちらも永久磁石同期モータを使用

## ■ 流体解析を活用したファンの最適化設計

*Optimized Fan Design with Computational Fluid Dynamics*

換気扇や空調機に用いられるファンは、以前から試作・評価を繰り返すことによって形状を設計しており、多くの時間を要することが課題であった。その対策として、数値流体解析と遺伝的アルゴリズムを組み合わせた高速な設計手法を開発した。数値流体解析の高速化と、解析モデルの作成から結果の処理に至る一連の流れを自動化することで、設計期間を従来の半分に短縮した。さらに、設計パラメータを大幅に増加させることで形状自由度が向上し、設計点での流れに合わせた詳細な形状(パレート解)抽出が可能になった。この手法を適用し、ファンの効率を3%改善したルームエアコン“霧ヶ峰FZシリーズ”的量産を2020年11月から開始した。

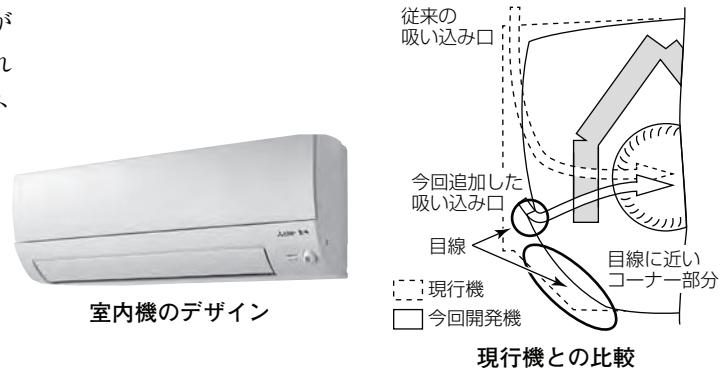


## ■ 小部屋向けエアコン“Sシリーズ”

*"S Series": Air Conditioners for Small Rooms*

低価格帯が主流の小容量エアコン市場に向けて、真のユーザーニーズに応える小部屋向けエアコン“Sシリーズ”を開発した。主用途である寝室や子供部屋では、圧迫感がなく、様々なインテリアになじむ色のエアコンが求められる。この機種では目線に近いコーナー部分を大きくカットした形状で実寸法より薄く見える形状の工夫と、正面にも吸い込み口を設けて本体サイズを薄型化することで、圧迫感を軽減した。また、吸い込み口はユーザーの目線から見えにくくなるよう上向きに配置し、すっきりした外観を目指した。3色のカラーバリエーションを用意し、形状の工夫と合わせて小部屋でも圧迫感

のないインテリアになじむデザインを実現した。



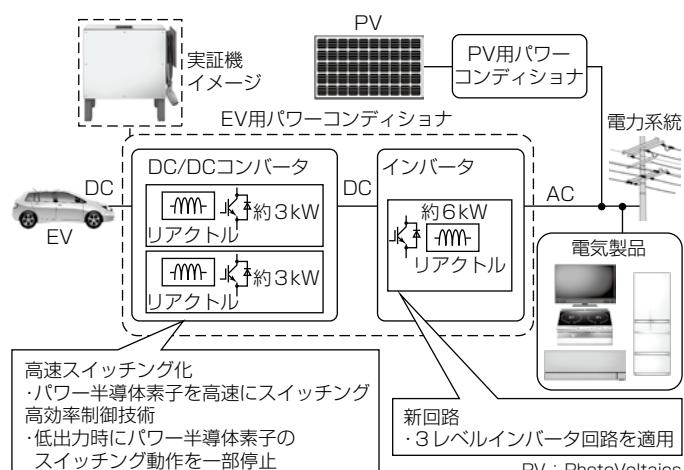
## ■ 電気自動車用パワーコンディショナの小型・高効率化技術

*Compact and Highly Efficient Electric Vehicle Power Conditioners Technology*

住宅車庫の狭いスペースへの設置と、EV(Electric Vehicle)電池の効率的な活用を実現する、電気自動車用パワーコンディショナ(EV-PCS)の小型・高効率化技術を開発した。

スイッチング時の電圧変動抑制技術によるパワー半導体素子の高速スイッチング化、及び3レベルインバータ回路の適用によって、電力変換器のリアクトルを小型化した。また、低出力時にはパワー半導体素子のスイッチング動作を一部停止する制御によって、EVから家庭への高効率電力伝送を実現した。

これらによって、EV-PCSの体積を従来の約半分にし、また、一般家庭で使用頻度の高い、1kW以下の低出力時の電力損失を従来に比べて約30%削減した。



## ■ 青空模擬照明の睡眠への影響解析

Effect Analysis of Simulated Blue Sky Lighting on Sleep

奥行き感のある自然な青空を再現する青空模擬照明(図1)が睡眠の質に与える影響を、被験者実験によって定量的に評価した。午前9～11時の時間帯では通常照明(一般的なLED照明)下、青空模擬照明下、自然光下の三つの照明条件下で椅子に座ってのパソコン作業を、それ以外の時間は遮光制限のある室内(通常照明下)で行動させた。計測には終夜睡眠ポリグラフ装置を用いた(図2)。

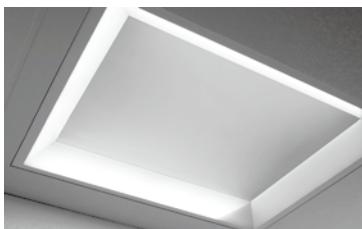


図1. 青空模擬照明

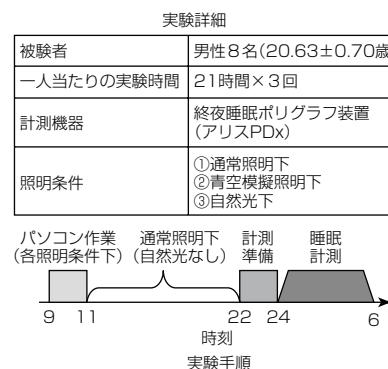


図2. 実験条件

実験の結果、睡眠効率は“通常照明下”“青空模擬照明下”“自然光下”的順に向上了し、中途覚醒割合は同じ順に減少することが分かった(図3)。これによって青空模擬照明では通常照明と比較して、より自然光に近い効果が得られ、睡眠の質が向上することを明らかにした。

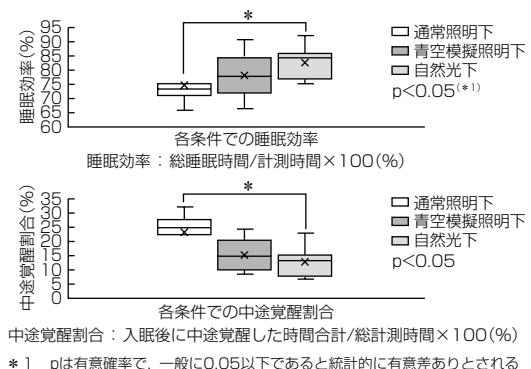


図3. 睡眠への影響に関する実験結果

## ■ 三菱電機“統合操作アプリMyMU”のUIデザイン

User Interface Design of Smartphone Application "MyMU" for Integrated Operation of Home Electrical Appliances

スマートフォン向け“統合操作アプリMyMU”のUI(User Interface)デザインを開発した。当社の家電には機器ごとに個別のアプリケーションが存在し、利用者は機器ごとにアプリケーションのダウンロードや設定をしなければならないため、管理や操作が必要だった。また、アプリケーションごとにUIの操作方法が異なり、それぞれの使い方を覚える必要があった。そこで、複数のアプリケーションを統合管理するUIを開発した(図1)。UIデザインをガイドライン化して、操作方法、意匠、構成の統一を図った。ガイドラインではユニバーサルデザインも考慮した(図2)。これによって複数機器間で統一されたUIになり操作性が向上した。

## ■ 感性工学手法による個人の快適感認知構造の解明

Elucidation of Individual Cognitive Structure of Comfort by Kansei Engineering

オフィス空間などの室内環境で個人がどのような仕組みで快・不快を感じるのかという快適感の認知構造を、関西学院大学と共同で世界で初めて<sup>(\*)1</sup>解明した。人間の感性という論理的に説明しにくい反応を分析する感性工学の手法を用い、快適感の判断が従来言っていた温湿度等の温熱要素だけでなく、体調や心理状態といった内的な要素にも影響を受けると明らかにした。さらに、その影響度の違いによって個人を3タイプ(温熱、バランス、内的)に分類できることを科学的に解明した。この成果は、個人に合わせて快適

感を提供する快適空間形成ソリューションの実用化に向けて貴重な知見であり、各個人のタイプのセンシングなど製品実装のための技術を開発していく。

\* 1 2020年7月21日、当社調べ

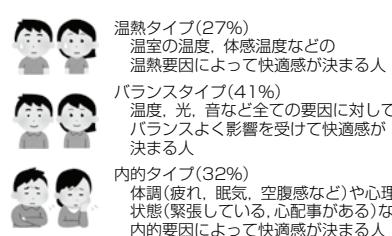


図1. 統合操作アプリMyMUの全体像

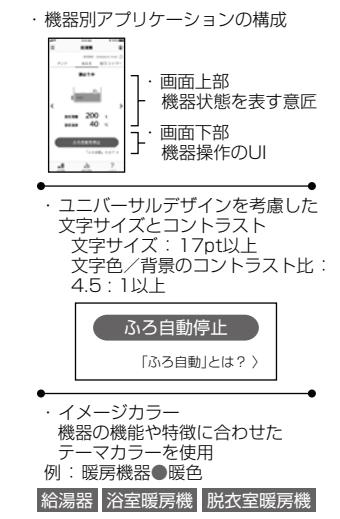
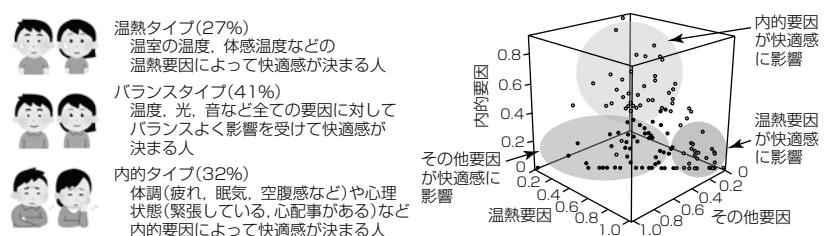


図2. UIデザインガイドライン概要



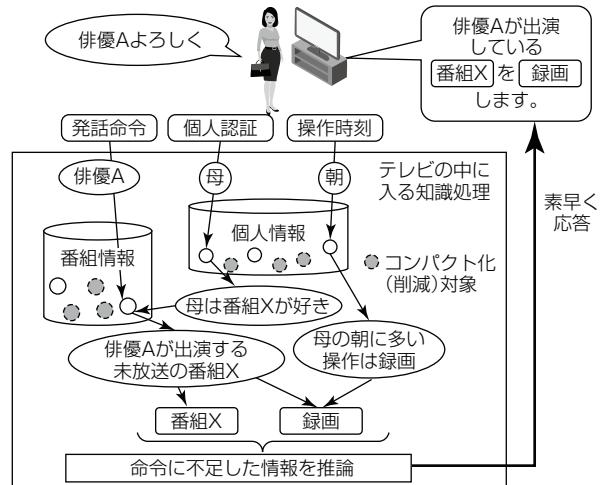
快適感の判断要因別のタイプ分類と各タイプの分布

## ■ コンパクトな知識処理に基づくHMI制御技術

Compact Artificial Intelligence Knowledge Representation and Reasoning Technique for Human Machine Interfaces

人の発話命令には述語や目的語が欠落することが多く、命令をAIが正確に理解できない問題がある。

そこで、当社AI技術“Maisart”を活用し、テレビを適用例として、個人認証や操作時刻等のセンシング情報と発話命令を、嗜好(しこう)や操作履歴等の個人情報や番組情報等と統合し、命令に不足した情報を状況に応じて推論する技術を開発した。また、統合情報から推論に必要な情報だけを抽出し、推論演算量を削減するコンパクトな知識処理技術を開発した。これによって曖昧な発話命令を1秒以内で理解して即時応答するHMI(Human Machine Interface)を実現した。今後、家電機器等への適用性を検証し、2022年以降の商用化を目指す。



テレビアプリケーションへの適用例

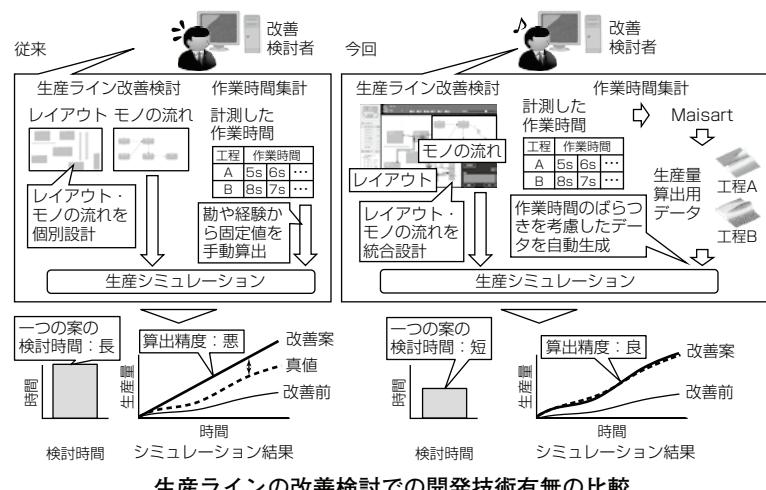
## 1.2 インダストリー Industry

### ■ 生産ラインの改善支援技術

Production Line Improvement Technology

生産ラインの改善検討では、フロアのレイアウトとモノの流れを個別に設計していたため、それらを組み合わせた際に、作業領域の確保漏れなどによる手戻りが多くあった。また、人作業を含む生産ラインでは、改善効果の見積りが困難であった。

今回、レイアウトとモノの流れの統合設計環境を開発した。また、現場で計測した作業時間から、当社AI技術“Maisart”を用いて作業時間のばらつきや時間帯による作業効率の変化を分析し、生産量を高精度に算出する技術を開発した。これによって、従来の2分の1の工数で、効率よく生産ラインの改善検討を行うことが可能になった。

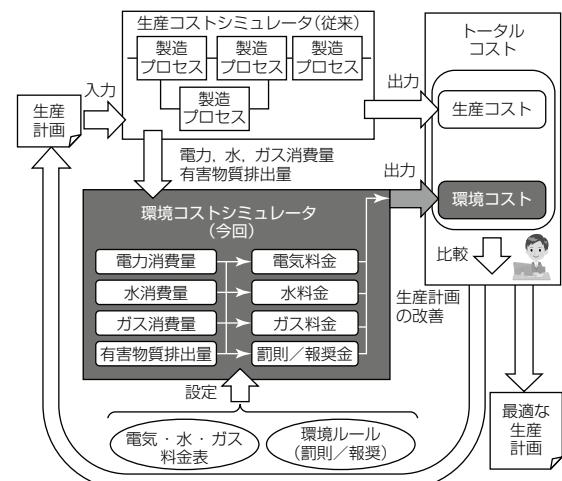


### ■ 生産性と環境負荷の最適バランス決定を支援するシミュレータ

Simulator for Deciding Optimal Balance Between Productivity and Environmental Load

中国を始め、全世界で進む製造業に対する環境規制強化に向け、生産性と環境負荷との最適なバランスの決定を支援するシミュレータを開発した。

従来の生産性向上に主眼を置いた生産計画では、環境への配慮が不足し、環境規制に対応できない問題がある。そこで今回、電気や水、ガス等の資源の消費量と、有害物質の排出量から、環境負荷を環境コストとして出力するアルゴリズムを開発し、従来の生産コストシミュレータに追加実装した。その結果、生産性と環境負荷のコスト比較を基に生産計画の改善を行い、環境規制を守る中で生産性を最大化することが可能になった。



生産コストシミュレータと環境コストシミュレータ

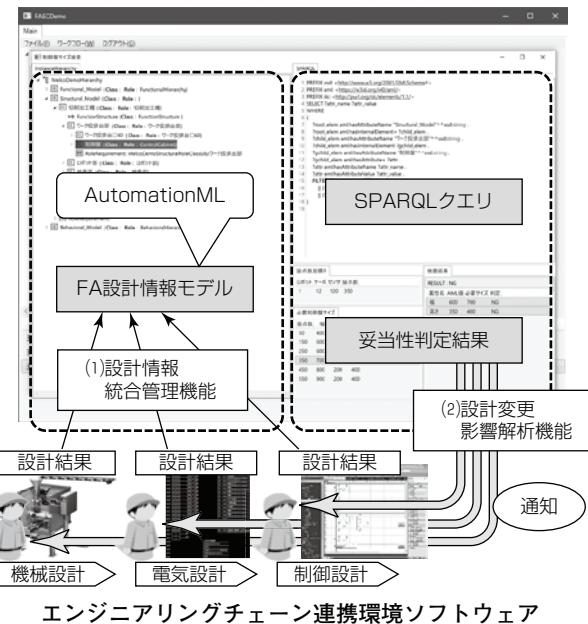
## ■ FAエンジニアリングチェーン設計工程向けデータ連携基盤技術

Core Technology on Data Coordination among Factory Automation Engineering Chain Design Processes

エンジニアリングチェーンでの生産設備の機械、電気、制御の設計工程間調整期間短縮に向け、当社のFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”のデータ連携基盤技術として、次の2機能を開発した。

- (1) 各工程の設計ツールでの出力結果を、Industry 4.0推奨標準のAutomationML<sup>(注)</sup>形式で定義したFA設計情報モデルで表現し、一元管理する設計情報統合管理機能
- (2) 各工程の設計の追加・変更に対して、FA設計情報モデルに対するSPARQLクエリとその期待応答結果で定義される依存関係情報から、各設計の妥当性を判定し、修正箇所を各設計者に通知する設計変更影響解析機能

これらを含むプロトタイプに実際の設計事例を適用し、設計工程間の調整作業削減効果を確認した。

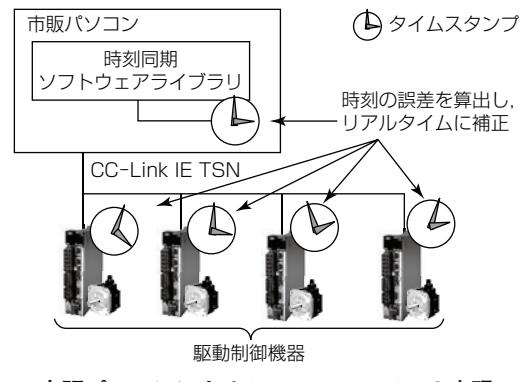


## ■ 市販パソコンによるCC-Link IE TSNの実現

CC-Link IE TSN Support for Commercial Personal Computer

市販パソコン向けの時刻同期機能を開発し、従来技術では難しかった市販パソコンからのTSN(Time Sensitive Network)を採用した産業用ネットワークCC-Link IE TSNによる駆動制御を可能にした。市販パソコンをCC-Link IE TSNに接続して駆動制御を行うには、市販パソコンと駆動制御する各機器間で時刻が同期する必要がある。今回、それらがデータを送受信する際のタイムスタンプを使い、時刻の誤差を算出し、リアルタイムに補正して同期する機能を開発した。この機能をソフトウェアライブラリとして市販パソコンに搭載し、CC-Link IE TSNで要求される機器間の同期時刻誤差1μs以下を達成して、市販パソコンによるCC-Link IE TSNを用いた駆動制御を可

能にした。この成果はCC-Link IE TSNマスタ局用のソフトウェア開発キットに適用されている。



市販パソコンによるCC-Link IE TSNの実現

## ■ 次世代半導体向けマルチワイヤ放電スライス加工機“DS1000”

Multi Wire Electrical Discharge Slicing Machine "DS1000" for Next-Generation Semiconductors

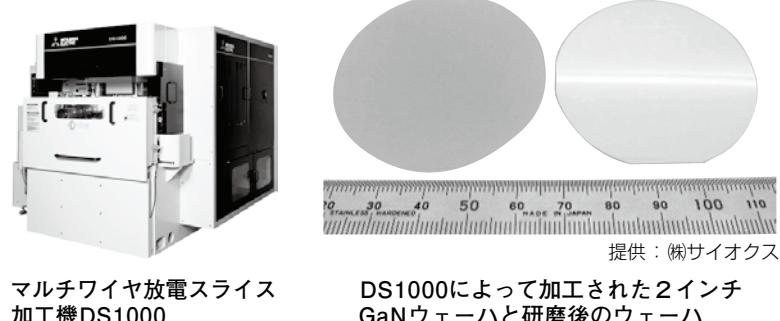
高硬度な炭化ケイ素(SiC)や高脆性(せいせい)な窒化ガリウム(GaN)などの次世代半導体材料で、放電加工によって複数枚を同時にスライスできるマルチワイヤ放電スライス加工機“DS1000”を世界で初めて<sup>(\*)1</sup>製品化した。

この加工機は、並列する各々のワイヤへの給電部を独立させ、同時に均等なエネルギーを供給・放電させることで、加工安定性と加工速度向上を両立させた。

この製品の導入によって省エネルギー、高速スイッチングなどの特長を持つパワー半導体、通信用デバイス、ダイオードやLED向けに需要拡大しているSiCやGaNのスライス工程の素材

有効活用率と歩留りはそれぞれ従来工法の20%、40%向上、ランニングコストは80%削減が期待される。

\* 1 2019年9月12日現在、当社調べ



マルチワイヤ放電スライス加工機DS1000

DS1000によって加工された2インチGaNウェーハと研磨後のウェーハ

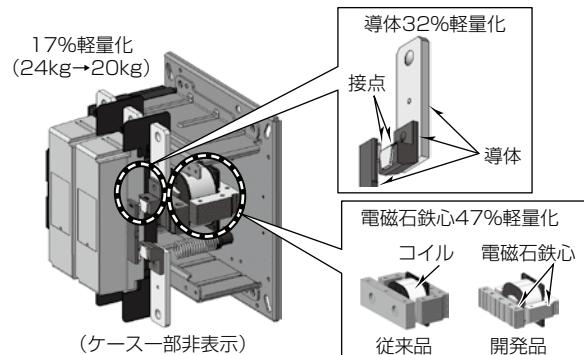
## ■ 大容量電磁開閉器(600/800A機種)の軽量化技術

Weight Reduction Technology for Large-capacity Electromagnetic Contactors (600A/800A Models)

パワーコンディショナ等のオンオフ制御に用いられる大容量電磁開閉器では、組立てや設置作業効率化のために、重量物である電磁石や導体の軽量化が求められている。

今回、電磁界解析によって、接点を駆動する電磁石の鉄心断面積を縮小してコイルの巻き数を増やし、電磁石の吸引力を強化しつつ鉄心を47%軽量化した。また、電磁石の吸引力強化によって、通電時に最高温度となる接点の接圧が強まって発熱量が低減し、周囲の導体の断面積縮小可能量を熱流体解析で計算した結果、導体を32%軽量化できることが分かった。これらによって、当社の最大容量である600A及び800A機種の質量を従来の24kgから20kgに

17%軽量化できた。

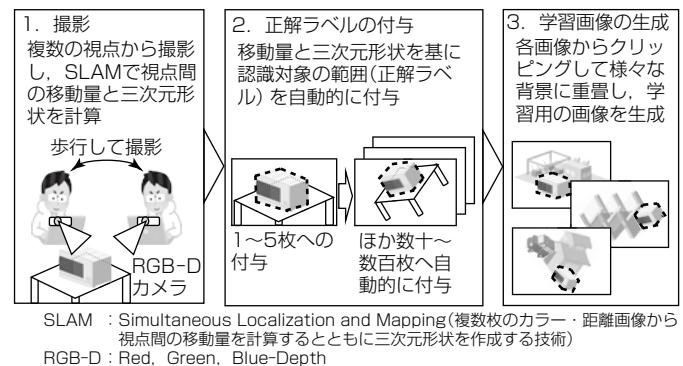


大容量電磁開閉器の軽量化

## ■ 三次元センシングを用いた学習データ生成

Training Data Generation through 3D Sensing

画像に映った特定の物体を認識するCNN(Convolutional Neural Network)を作成するには、数百～数百万枚の画像収集と、各画像に物体の範囲を示す正解ラベル付与が必要である。ラベル付与のコスト削減のため、認識対象の画像とともに撮影した三次元形状を基にユーザーが入力した正解ラベルを視点変換し、他の視点から撮影した画像へ自動的に正解ラベルを付与する。これによって、1～5枚へのラベル付与だけで、撮影した物体を認識するモデルを作成する。物体検出、ピクセルごとに物体を認識するセグメンテーション、6 DoF(6 Degrees of Freedom)姿勢推定のCNNに適用し屋内環境で効果を確かめた。今後、より多くの物体が置かれた屋内や、多様な照明条件の屋外で検証する。



効果確認済みのCNNの入出力

## ■ 農作物の栽培実績データ分析に基づく農作業判断支援技術

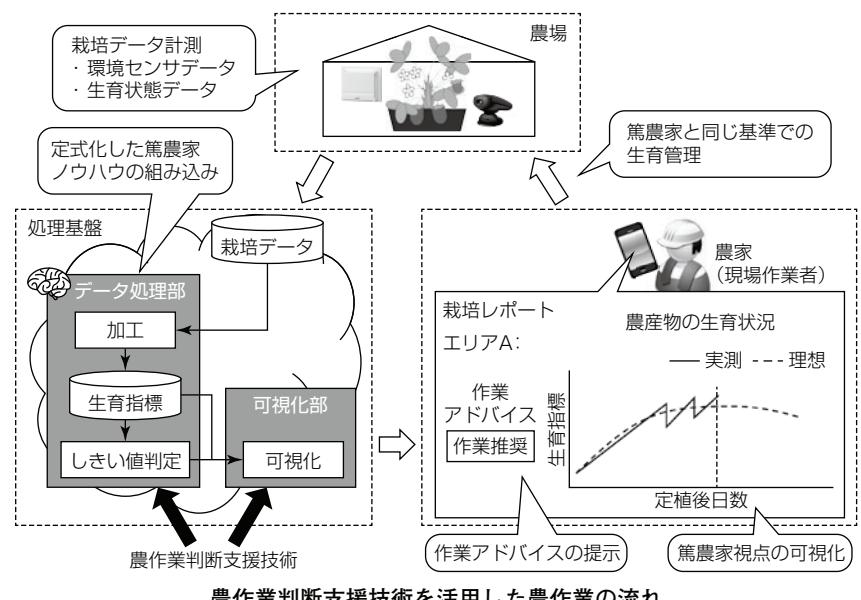
Decision Support Technology for Cultivation Workers by Formalizing Farmer's Knowledge

農業の現場では、生産管理ノウハウが形式知化されておらず、篤農家の勘と経験に頼った管理であることが多い。そのため篤農家でない現場作業者は、適時適切な管理作業が難しく農作物の収量が安定しないことが問題であった。

この技術では、栽培実績データの分析結果を基に定式化した篤農家のノウハウを生育指標の算出としきい値判定に活用することで、篤農家視点の可視化と農作業判断支援(アドバイス)を実現した。現場作業者には、農作物の生育状況と作業アドバイス情報からなる栽培レポートを提示する。

これによって、現場作業者が篤農家と同じ基準で生産管理できるようになり、安定した収量の確保、ひいては健全な農

業の生産管理・経営の実現に寄与する。



農作業判断支援技術を活用した農作業の流れ

## ■ テープ検知センサ Tape Detection Sensor

ATM(Automatic Teller Machine)に代表される金融端末装置には、紙幣の真贋(しんがん)判定のため、密着イメージセンサ(Contact Image Sensor : CIS), 磁気センサ、さらにテープ有無を検知するセンサ等、多様なセンサが搭載されている。テープ検知センサとは、紙幣に貼られたテープ(サイズ: 10×40mm以上, 厚み0.05mm以上)の有無から不正な紙幣を判別するためのデバイスである。現在、テープ検知センサとしては、接触式メカニカルセンサが主流であるが、コストが高く装置内に専用のスペースが必要になる課題があった。

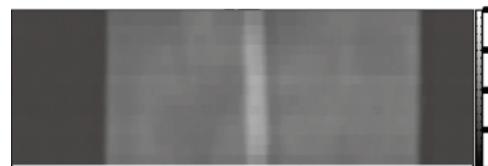
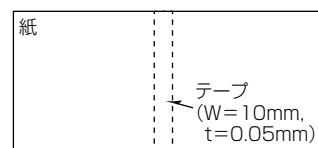
そこで、現行の密着イメージセンサのサイズを維持した



テープ検知センサの原理試作品

まま一体化し、非接触でテープの有無を検知可能な静電容量方式の小型テープ検知センサを開発した。このセンサの解像度は5.4mm/chで、テープの有無による数FFの静電容量値変化を検知することができる。また、CISと一体化したことによって小型化を実現したことに加えて、CISで取得した画像データと組み合わせることで、紙幣上のテープ貼付け箇所を画像上で可視化することも可能になり、真贋判定の精度向上にも貢献する。

現在、紙幣の短辺方向読み取り装置向けにCIS一体テープ検知センサ(有効読み取り幅: 86mm)の製品化を進め、量産を開始する計画である。



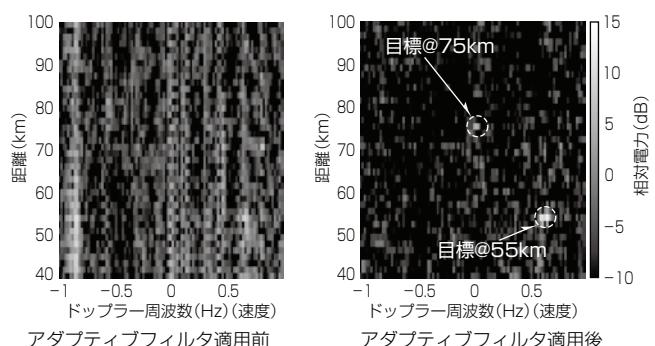
テープ検知センサで取得した画像データ

## 1.3 インフラ Infrastructure

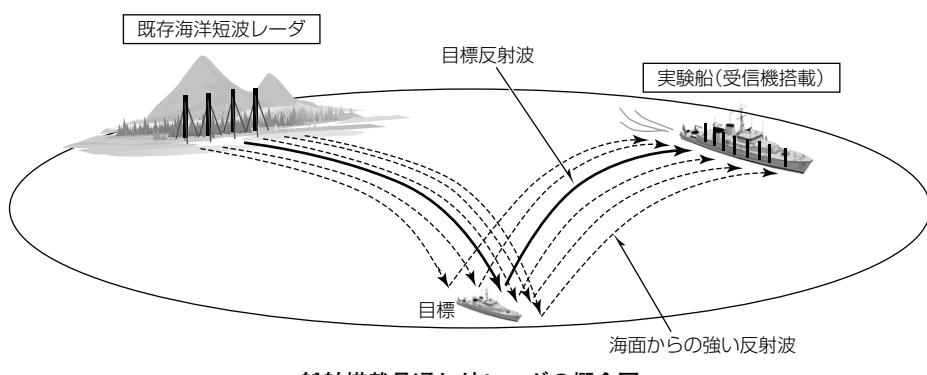
### ■ 海上交通監視のための船舶搭載見通し外レーダ技術 Shipboard Over-the-horizon Radar for Maritime Traffic Monitoring

AIS(Automatic Identification System)等の電波が届かない沿岸から遠く離れた見通し外海域で海上交通監視を実現する船舶搭載見通し外レーダを試作し、実験航海で75km遠方の目標(タンカー)をとらえることに成功した。このレーダは、既存の海洋短波レーダ電波の目標反射波を実験船搭載受信機でとらえて監視範囲拡大を実現する新しいタイプのレーダである。課題は、周囲海面からの強い反射波が目標反射波と混ざることであった。そこで、海面反射波と目標反射波では、到來方向と相対速度の関係が異なることを利用したアダプティブフィルタを開発し、距離・

ドップラー周波数(=目標速度)の領域で不要反射波を抑圧し、目標反射波を抽出した。



開発したアダプティブフィルタによる目標信号抽出の効果

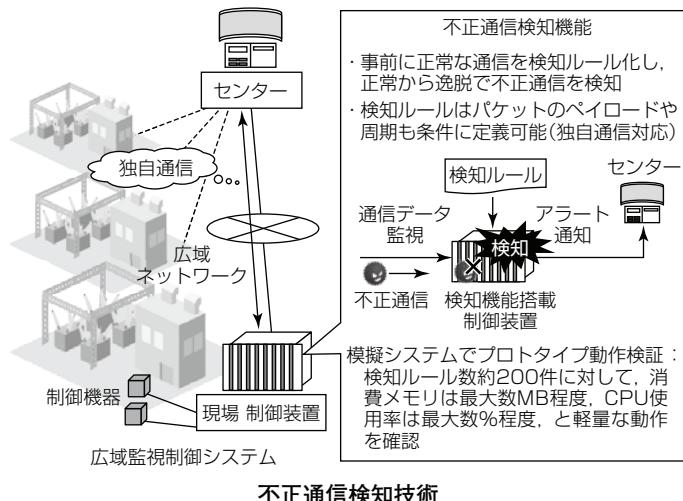


船舶搭載見通し外レーダの概念図

## ■ 広域監視制御システム向け不正通信検知技術

*Intrusion Detection Technology for Wide Area Monitoring and Control System*

電力制御システムセキュリティガイドラインの制定をきっかけに、広域監視制御システムでは、分散した各現場の制御装置でも、セキュリティ強化の要求がある。一方で、市販のファイアウォールでは、広域監視制御システムの独自通信に対応した不正通信の検知は難しく、各現場の仕様に合わせたファイアウォールの設置・設定にはコストがかかる。今回、広域監視制御システム向けに不正通信検知技術を開発した。この技術は、既設の制御装置でも主機能に影響なく一機能として軽量に動作するため、ファイアウォールを設置不要とし、コストを削減する。さらに、独自通信に対応した検知や電気信号で検知アラート通知が可能で、現場仕様に合ったシステム構築を実現した。

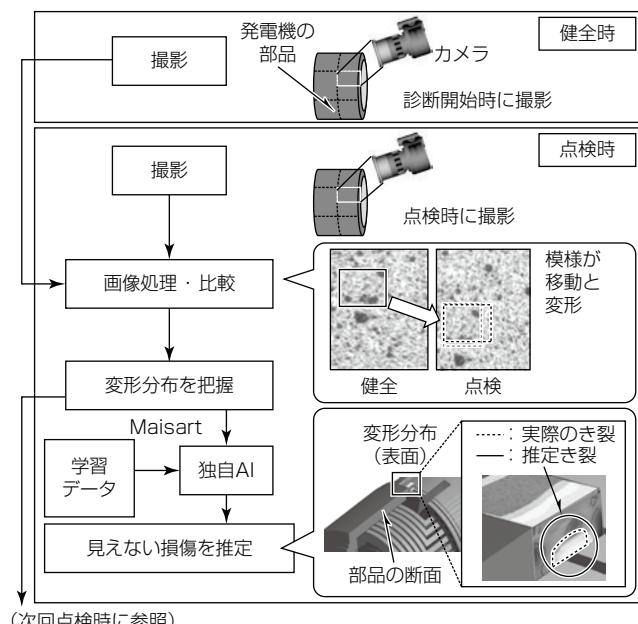


不正通信検知技術

## ■ 画像による電力機器の損傷診断

*Damage Diagnosis of Power System Equipment using Camera Images*

表面から見えない損傷を診断する技術を開発した。社会インフラを支える電力機器は計画外の停止を回避するため、表面から見えない損傷である内部の亀裂やボルトのゆるみを定期的に診断する。従来は、技能者が超音波による探傷や打音で診断するため、年間に点検できる機器の数には限界があった。今回、健全時と点検時の表面画像の比較から微小な変形分布を把握し、複数の変形分布と損傷の関係からなるデータに基づいた当社独自のAI技術“Maisart”で、損傷の程度や位置を推定する技術を東京工業大学と共同で開発した。この技術によって、誰でも表面を撮影するだけで見えない損傷を診断でき、これまでより多くの機器を点検できる。今後、発電機や変圧器等の点検にこの開発技術を適用予定である。

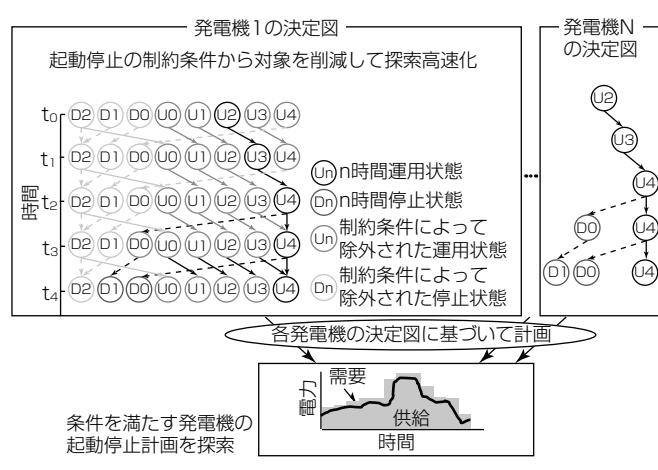


発電機で見えない損傷を推定する流れ

## ■ 発電機起動停止計画の決定図を用いた高速化手法

*Speed-up Method with Decision Diagram for Generator Start/Stop Planning*

決定図を用いて決定空間を表現することで、発電機の起動停止計画の計算時間を高速化する新たな手法を開発した。電力グリッド運用で発電機の最適運用計画は非常に重要であるが、電力需給や発電コスト等多くの条件を加味するため、膨大な計算量を必要とする。開発した決定図に基づく手法は強力な理論的特長を備えており、再稼働コストを考慮する場合でも、解集合を凸包表現に定式化することが可能である。これによって、厳密解導出を目的とする混合整数計画問題の定式化と比較して、最適解を探索する空間の小さい線形計画問題に帰着可能である。280~1,870台の発電機を対象にした評価では、提案する手法は、従来と比較して2倍以上の高速化を実現した。



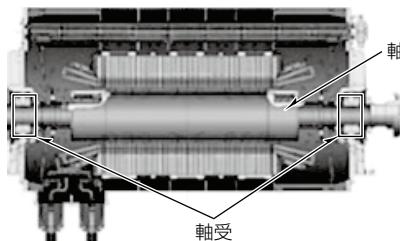
発電機ごとの決定図を用いた起動停止計画

## ■ 低損失軸受によるタービン発電機の高効率化

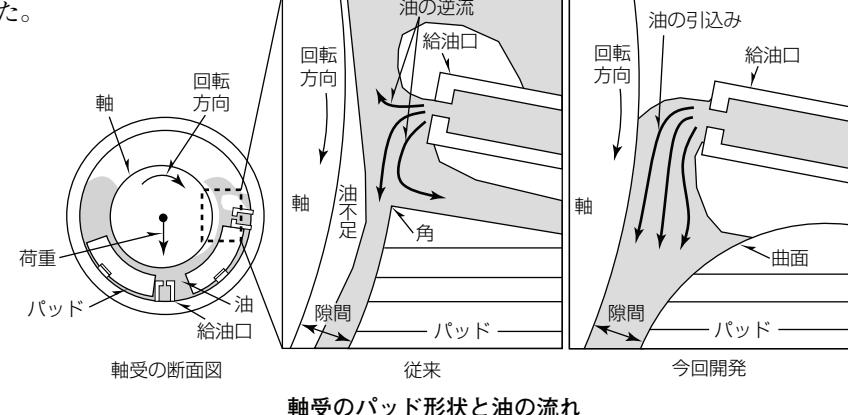
Improvement of Turbine Generator Efficiency with Low Friction Hydrodynamic Bearing

タービン発電機の高効率化のため、低損失軸受を開発した。発電機の回転軸は、軸受パッドと軸の隙間に巻き込まれる油の動圧によって支持される。軸受損失の低減には供給油量の削減による粘性抵抗の抑制が有効だが、隙間に油が不足すると動圧が不安定になって軸が自励振動するので、軸受損失低減と振動抑制の両立が課題であった。

今回、流体解析によって、軸受内部の油流れを見える化し、油不足の要因の一つで



タービン発電機



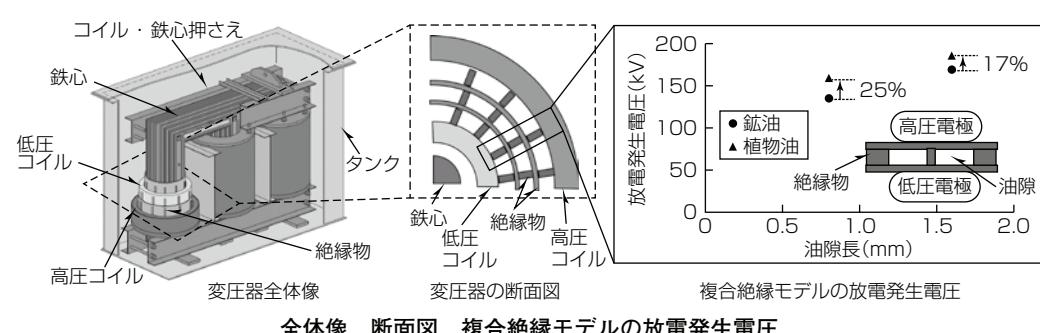
軸受のパッド形状と油の流れ

## ■ 植物油の変圧器適用に向けた絶縁評価技術

Insulation Assessment Technology for Applying Vegetable Oil to Transformers

近年、環境配慮や防災性の観点から、絶縁・冷却媒体に植物油を用いた電力用変圧器の需要が高まっている。絶縁信頼性が高い変圧器を提供するため、植物油と絶縁紙を組み合わせて実器を模擬した複合絶縁構造の各種絶縁特性試験を実施した。その結果、植物油の比誘電率が従来使用してきた鉱油と比べて高いため、絶縁上の弱点である油隙に印加される電界が低減され、放電発生電圧が高くなることを明らかにした。また、植物油単体の絶縁性能は

従来の鉱油と同等であることを明らかにした。一連の試験によって植物油を適用した変圧器の絶縁性能が総合的に優れていることを確認した。当社は、植物油入変圧器の事業を通じて、電力の安定供給と環境負荷低減に貢献していく。



全体像、断面図、複合絶縁モデルの放電発生電圧

## ■ モールド変圧器用シリコーン絶縁物の余寿命診断技術

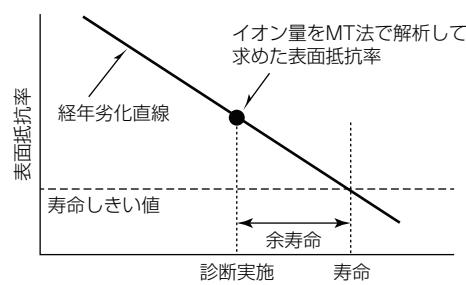
Remaining Life Assessment Technique of Silicone Insulation for Cast Resin Transformer

モールド変圧器のシリコーン絶縁物を対象とした余寿命診断技術を開発した。この技術では、絶縁物表面の付着イオン量を多変量解析技術であるマハラノビス・タグチ法(MT法)によって解析して表面抵抗率を算出し、表面抵抗率の経年変化を把握して、余寿命(表面抵抗率がしきい値に至るまでの期間)を推定する。これまでの対象はポリエスチルやエポキシの絶縁物に限られていたが、今回、シリコーン絶縁物付着イオン量の解析結果と表面抵抗率の相関データ、及び経年劣化データの拡充によって、シリコーン絶縁物を搭載した機器でも年単位での更新時期予測を可能にした。今後、

モールド変圧器全て(従来83%)に対して、それらの絶縁劣化による機器故障の未然防止に貢献できる。



モールド変圧器



余寿命診断の概念図

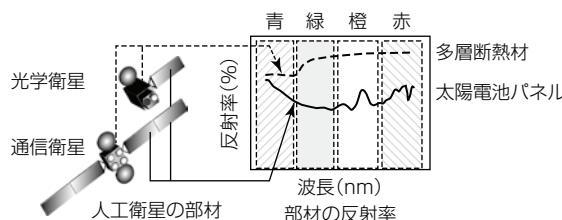
## ■ 光学望遠鏡による人工衛星の類識別技術

Technology of Discerning Satellites by Optical Telescope

近年、打ち上げ数が増加する人工衛星の衝突回避に備え、人工衛星の軌道と種類を把握する必要がある。

従来の技術では、自国衛星の軌道を監視するだけで、その種類(通信衛星／光学衛星)の識別は困難であった。

今回、人工衛星の部材の反射率が、部材ごとに異なる特



光学望遠鏡による人工衛星の種類の識別

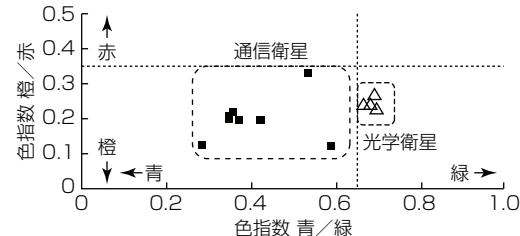
## ■ 土木インフラ維持管理計画の作成支援技術

Planning Support Technology for Civil Infrastructure Maintenance Management

道路・鉄道管理者の意図に沿う、土木インフラの長期にわたる維持管理計画の作成支援技術を開発した。損傷の種類に着目した“劣化進行モデル”によって、個々のインフラの状態に応じた適切な補修時期を予測可能にした。また、損傷の種類と度合いに応じた補修コストを算出し、“劣化進行モデル”と統合した“劣化・コストモデル”によって、予防保全に必要なコストと効果の見える化を実現した。さらに、管理者ごとに異なる維持管理目的を経済損失等の指標に変換し、最適化問題として解くことで、管理者が優先する目的を的確に計画へ反映することを可能にした。鹿児島県薩摩川内市が管理する橋梁(きょうりょう)を対象にした実証実験を2019年11月から実施し、この技術の有効性を確認した。

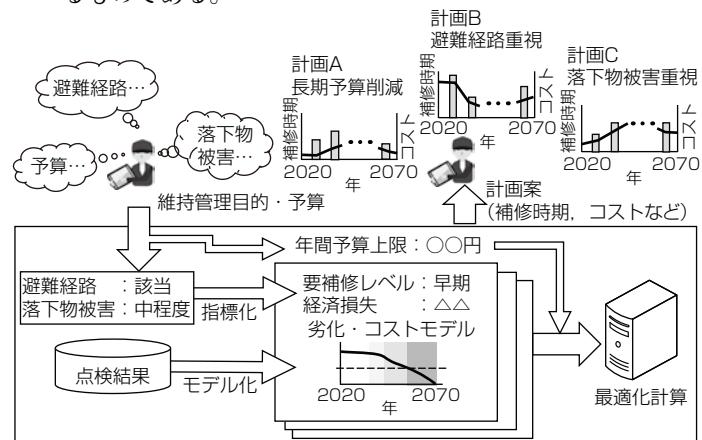
徴があることに着目し、光学望遠鏡の分光装置で得られた分光データの色指数(青・緑、橙(だいだい)・赤の強度比)を導入することで、人工衛星の種類の識別を可能にした。

この技術は軌道上の衛星衝突リスクを低減し、持続可能な宇宙環境の維持に貢献する。



光学望遠鏡による人工衛星の種類の識別

この成果は東京工業大学・鹿児島大学との共同研究によるものである。

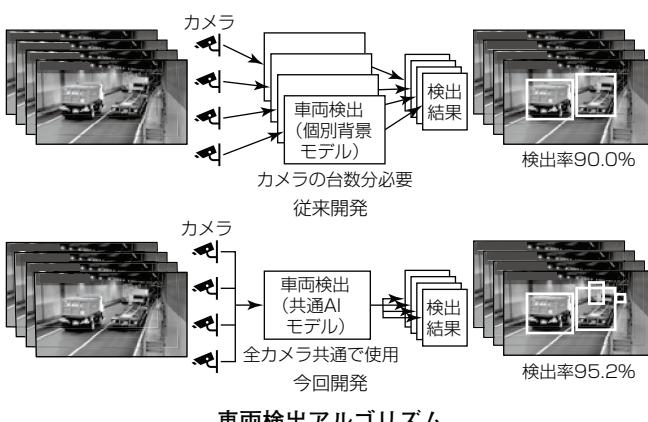


維持管理計画作成支援の概要

## ■ 効率的AI学習技術による高精度車両検出アルゴリズム

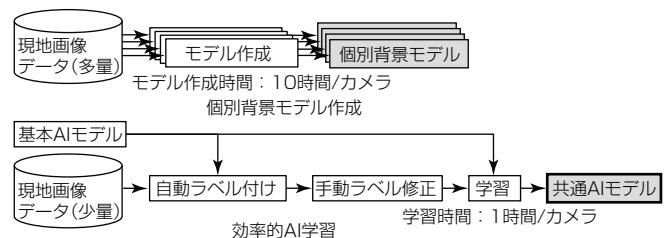
High-precision Vehicle Detection Algorithm using Fast and Efficient AI Learning Technology

交通流監視や車両台数カウント用途に向け、カメラごとの個別背景モデルが不要な精度の高い車両検出アルゴリズムを開発した。従来は、個別背景モデル作成にカメラごとに10時間程度かかる上に、車両検出率は90%にとどまっ



車両検出アルゴリズム

ていた。このアルゴリズムでは、効率的AI学習技術によって個別背景モデルを不要にし、かつ環境変化にロバストな共通AIモデルによる車両検出を実現した。効率的AI学習技術とは、大規模画像データで学習した基本AIモデルを用いて現地画像データに自動ラベル付けを行い、共通AIモデルを作成する技術であり、これによって、モデル作成時間の大幅短縮と精度向上を可能にした。その結果、学習時間1カメラ当たり1時間、車両検出率95.2%を達成した。



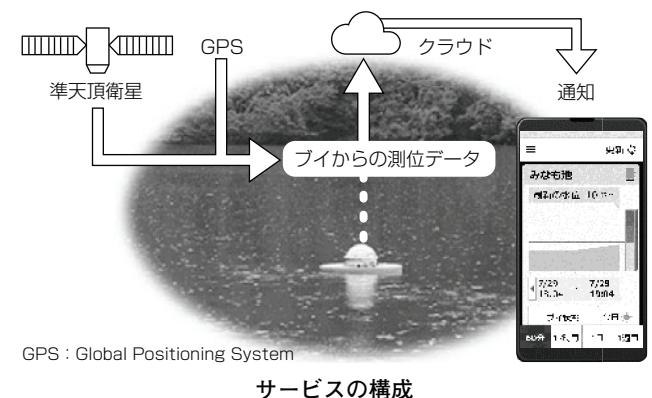
効率的AI学習技術フローチャート

## ■ 水面状況監視サービス“みなモニター”向けHMI技術

Human Machine Interface Technology for Water Surface Situation Monitoring Service "MINA Monitor"

“みなモニター”は、センサと太陽光パネルと蓄電池を備えたブイを、ため池に係留するだけで、クラウド経由でスマートフォンなどから水面状況が監視できるサービスである。大雨時に決壊の危険性が高まるため池に赴き、水位を目視確認して連絡網で伝達せずとも、システムが、水位の急変を電子メールで通知する。監視画面は、ため池の管理者にヒアリングし、管理の慣習に合わせたデザインにした。例えば、現物の水位標の配色が、国内で統一されていない上に、色で水位を伝達する場合もあるので、画面内の水位の色も池ごとに変更できる仕組みにした。また、水位の急変が分かるグラフだけでなく、普段使いの灌漑(かんがい)に役立

つように1日、1週間ごとのグラフもデザインに取り入れた。



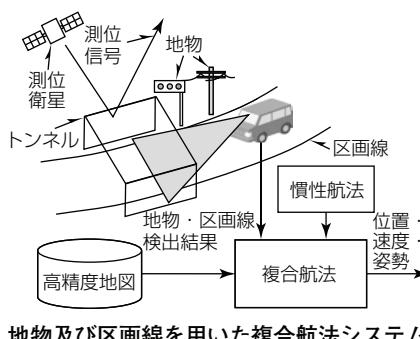
## 1.4 モビリティ Mobility

### ■ トンネル内でも高精度な位置推定が可能な複合航法技術

Hybrid Navigation Technology for Accurate Position Estimation, Even in Tunnels

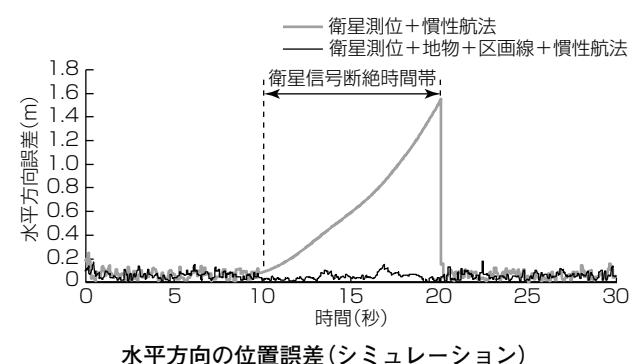
運転支援・自動運転システムで、高精度な自車位置推定は重要な技術の一つである。通常、衛星測位と慣性航法を複合させた複合航法が用いられるが、トンネルやビルが多い環境では、測位信号の断絶、劣化に伴った推定精度の悪化が生じていた。

今回、衛星測位や慣性航法に加え、信号機などの地物や区画線の検出、及び高精度地図を組み合わせた複合航法を開発した。シミュレーションでは、測位信



号が断絶する時間帯があったとしても、地物又は区画線の検出によって、高精度な位置推定を維持できた。

今後は実車試験を行い、複合航法アルゴリズムの高度化を図る。

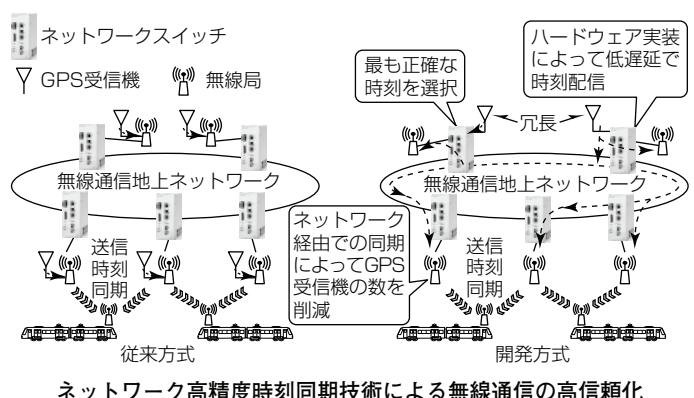


### ■ 高信頼な無線通信システムのためのネットワーク高精度時刻同期技術

Precision Time Synchronization for Reliable Wireless Network Communications

鉄道等の無線通信システムで電波干渉なく通信するためには、無線局間の送信時刻同期が必要である。従来は無線局ごとにGPS(Global Positioning System)受信機から時刻を得ていたが、トンネル内などGPSアンテナの設置が困難な場所も多く、無線局GPS受信機の削減要望も多かった。今回、ネットワーク経由で高精度に時刻同期可能なプロトコルIEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.1AS-2020をネットワークスイッチに実装し、冗長配置されたGPS受信機から最も正確な時刻を選び、無線局に配信する機能を開発した。この機能をハードウェア実装することで、時刻配信遅延を従来比約1/100とし、スイッチ1段当たりの要求同期精度±50ns以下を達成した。これによって、

高信頼でGPS受信機の敷設コストを抑えた無線通信システムを実現できる。



ネットワーク高精度時刻同期技術による無線通信の高信頼化

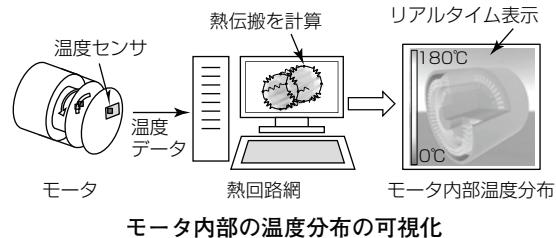
## ■ モータ開発を効率化する温度分布リアルタイム可視化技術

Real-time Visualization Technology for Motor Temperature Distribution to Streamline Motor Development

モータに設置した温度センサのデータを用いた三次元CG(Computer Graphics)によるモータ内部温度分布の可視化で、リアルタイム性と操作性を両立させる技術を開発した。

モータ内部の熱の伝播(でんぱ)をモデル化した熱回路網を構築し、センサが設置されていない内部の温度を計算することで、モータ内部全体の温度を可視化可能にした。また、負荷の大きい温度分布の描画処理と、表示の回転や拡大縮小等のユーザー操作処理のタイミングを最適化することで、動作中のモータの温度を多様な角度から確認するな

ども遅延なく応答する表示を実現した。これによって、温度分布の推移を容易に把握でき、モータの開発・検証を効率的に行えるようにした。

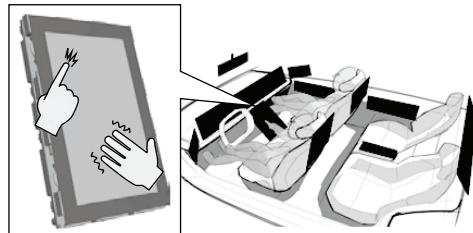


## ■ Local Haptic振動制御技術～好きなところに望みの触感を～

Vibration Control Technology for Local Haptic～Desired Haptic Feedback Wherever You Want～

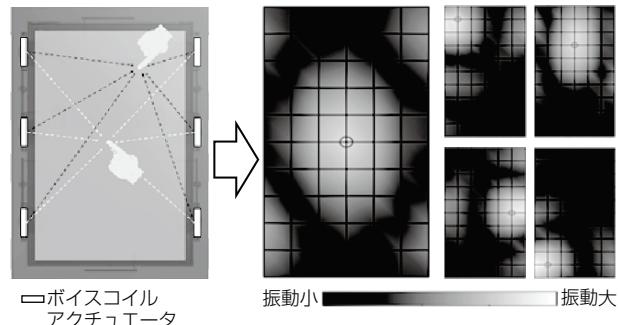
車載用タッチパネルディスプレイでは、視認することなく操作状態を伝えるため、タッチした指に触感をフィードバックするHaptic<sup>(注)</sup>機能が求められている。

今回、複数のボイスコイルアクチュエータでディスプレイを駆動し、ディスプレイ表面を伝播(でんぱ)する振動の重ね合わせを制御して、好きなところに望みの触感を提示するLocal Haptic振動制御技術を開発した。この技術は、タッチ位置に応じてアクチュエータを駆動する信号を制御



Local Haptic タッチパネルディスプレイのイメージ図

し、どこをタッチしても同一の触感を提示するとともに、タッチ位置以外の振動を抑制して振動領域を局所化することで、複数人の同時操作にも対応できる。さらに、複数指による操作では、指ごとに異なる触感の提示が可能である。今後、この技術を応用した新しい操作インターフェースの創出を目指す。



アクチュエータ配置と振動分布の例

## ■ 車載用AMラジオ向け電磁ノイズ除去技術

Electromagnetic Noise Reduction Technology for Car AM Radio

車載用AMラジオの音声信号に重畠される電磁ノイズをセンサレスで除去する電磁ノイズ除去技術を開発した。従来の車載用ラジオでは、ノイズ検知センサを用いたノイズ除去方式が採用されている(図1)。一方、センサレス方式では、センサやケーブルが不要であるが、音声信号と電磁ノイズの分離が課題であった。今回、AMラジオの音声信号がラジオ周波数を中心に対称に分布するのに対し、狭帯域な電磁ノイズは非対称に現れることを見いだし、この対称性の違いから電磁ノイズがない方の信号を選択することで、電磁ノ

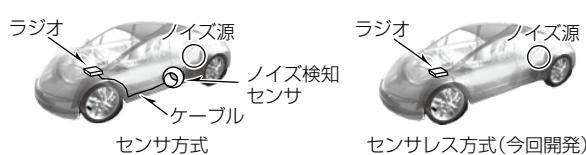
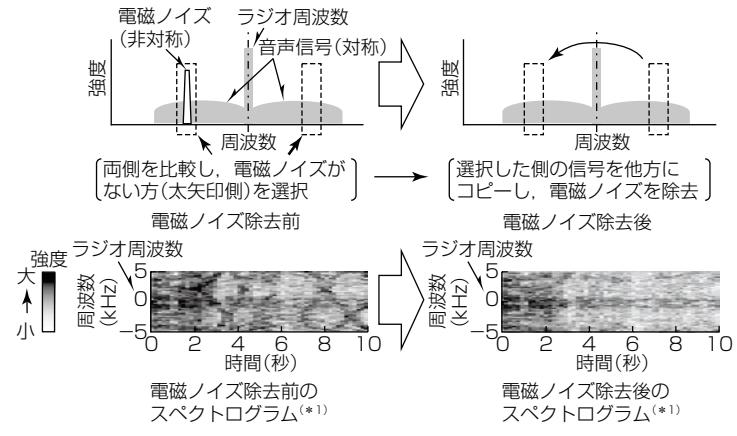


図1. ノイズ検知方式

イズを除去するアルゴリズムを開発した(図2)。これによって、ノイズ強度をセンサ方式と同程度の1/10以下に低減させ、実車走行時の聴感改善を実証した。



## ■ 自動運転車のHMIコンセプト ~~~~~ Human Machine Interface Concept for Autonomous Vehicle

自動運転中に起こる自動運転から手動運転への権限移譲について、運転手に負担をかけないHMI(Human Machine Interface)コンセプトを開発した。運転手が驚かない“光、音、振動”を用いた通知を実験から明らかにし、それらを用いて運転再開の準備を促す通知を行う。また、ゆとりを持って運転の再開準備ができるよう通知タイミングを調整する機能を設けた。これは、DMS(Driver Monitoring System)で推定した運転手のアクティビティ(スマートフォン操作中、動画鑑賞中など)と車両前方を撮像したカメラ画像から推定した前方の混雑状況を加味してタイミングを調整している。そして、安全な運転再開を実現するため、DMSで運転への集中度を確認して権限移譲

の可否を判定している。

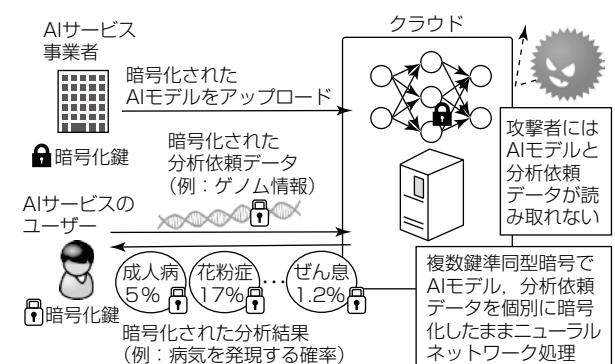


HMIコンセプトのプロトタイプ

## 1.5 通信システム・ITシステム Communication, IT

### ■ セキュリティやプライバシーに配慮したAI分析技術“秘匿AI分析技術” Secure and Privacy-preserving Technology for AI-assisted Analysis

クラウドを用いた多様なAI分析サービスが各社から展開されている一方で、AIサービスに分析を依頼されるデータ(分析依頼データ)には個人情報が含まれる可能性があることや、AIサービスのAIモデル(分析処理用データ)はサービス事業者のノウハウであるため、それらの情報漏洩(ろうえい)が懸念される。そこで、異なる暗号化鍵から作られた暗号化データ同士でも演算できる複数鍵準同型暗号を用いて、分析依頼データとAIモデルを保護しながらAI分析処理できる“秘匿AI分析技術”を開発した。この技術によって、AIサービスのユーザーはデータ分析を安全にクラウドに依頼でき、AIサービス事業者も安全にAIモデルをクラウドに預けることができる。

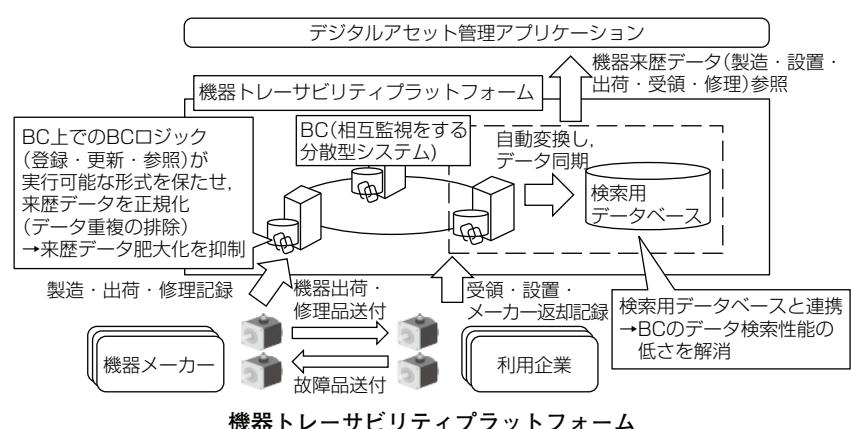


複数鍵準同型暗号を用いた秘匿AI分析技術

### ■ ブロックチェーンを活用した機器トレーサビリティプラットフォーム Blockchain-based Equipment Traceability Platform

機器保守を行う業界では保守業務効率化に向け、デジタルアセット管理が注目されている。機器メーカーと利用企業の間で修理等のために機器を受渡しするケースでは、機器トレーサビリティ(来歴)情報は複数事業者で管理するとより効果的である。データ管理には運用の中立性・公平性が重要で、相互監視分散型システムのブロックチェーン(BC)が有用であるが、来歴データ肥大化と検索性能が課題になる。今回、BC上で、BC内データストアとBCロジックの制約下で正規化した来歴データを管理し、BC上のデータと同期するデータベースを検索に利用す

るプラットフォームを構築した。これによって、機器来歴情報管理で来歴データ量抑制と高速な検索を実現した。



## ■ 免許不要で使える長距離無線伝送技術

Long Range Radio Transmission Technology for Unlicensed Frequency Bands

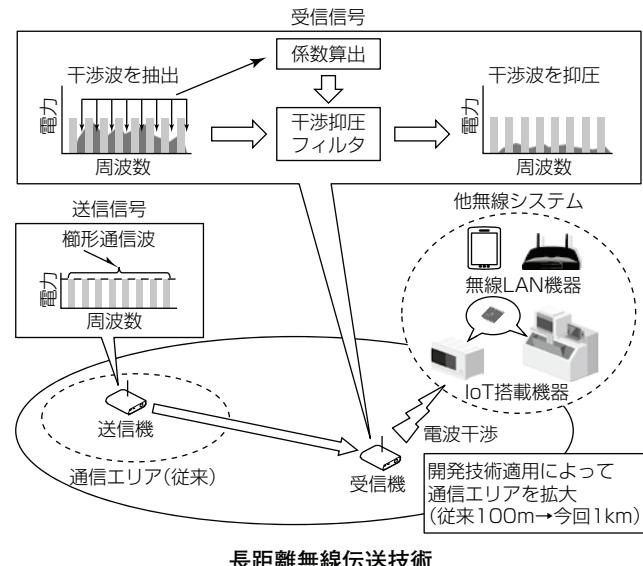
IoT(Internet of Things)活用によるインフラの効率的な運用・管理に対するニーズの高まりとともに、免許不要なISM(Industry-Science-Medical)帯で使える無線の需要が増加している。通信波は距離とともに電力が減衰する性質があり、無線システム間で電波干渉が生じるISM帯で安定した通信を行う場合、干渉波よりも大きな電力で通信波を受信できる短距離通信に限定される課題がある。

今回、周波数帯域内に使用しない複数の隙間周波数を持つ当社独自の櫛(くし)形通信波を用いることで、受信した櫛形通信波の隙間で干渉波を抽出し、干渉波をフィルタで抑圧する無線伝送技術を開発した。通常、電波干渉存在下の通信距離は100m程度であるがこの技術によって1kmを実現した。

## ■ モバイルクラウドセンシングシステムでのセルラ通信量削減技術

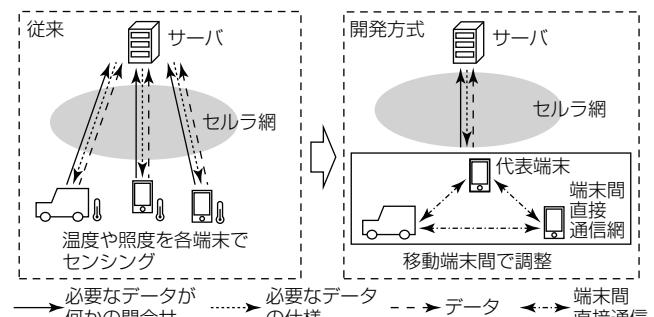
Technology to Reduce Cellular Traffic in Mobile Crowdsensing System

モバイルクラウドセンシング(MCS)は、環境モニタなどに必要な温度等のセンシングデータを、スマートフォンや車などセンサを備える移動端末の協力を得てサーバが収集する手法である。端末-サーバ間通信にセルラ網を使う場合、端末が増えるとセルラ通信量が増えるため、その削減が課題になる。今回、端末の中から自律的に選ばれる代表端末が、端末間直接通信で通信可能な隣接端末のデータを集約してサーバへ送信する方式を、静岡大学と共同で開発した。この方式によって、隣接端末が十分多い場合に、データ収集に要するセルラ通信量を削減できるので、MCSによるデータ収集に必要なセルラ通信費用を抑制し、



長距離無線伝送技術

MCSの運用コストを抑制できることが期待される。

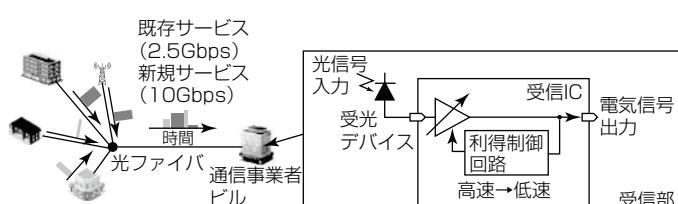


端末間直接通信利用によるセルラ通信量削減

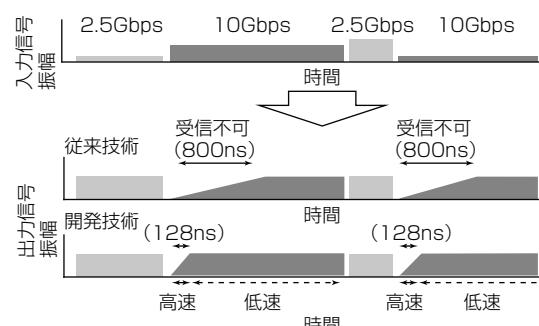
## ■ 光アクセスシステム向けマルチレート高速光受信技術

Multi-rate Fast-response Optical Receiver Technology for Optical Access System

世界的な光アクセスシステムの高速化需要(10Gbps)を受け、既存サービス(2.5Gbps)も混在可能なマルチレート高速光受信技術を開発した。光アクセスシステムの受信部では、不連続でパワーの異なる光信号を一定振幅の電気信号に変換する利得制御が必要になる。加えて、同一光ファイバ網上での既存／新規両サービスの展開を求められているが、従来技術では利得制御に800nsを要し、その間は受信不可になるためサービス効率が低下する課題があった。



10G・2.5Gbps混在光アクセスシステム



速度可変型利得制御方式による受信不可時間短縮

## 1.6 電子デバイス Electric Devices

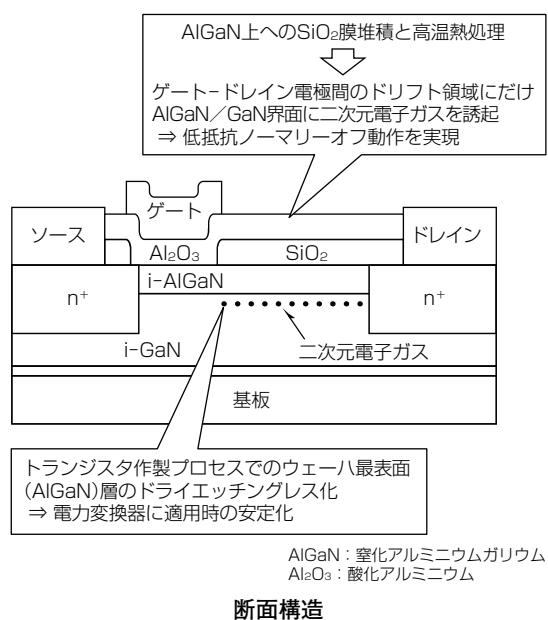
### ■ エッチングレスプロセスによって作製したノーマリーオフ横型GaNパワートランジスタ →～←～→～←～→～←～→

Normally-off Lateral Type GaN Power Transistor Fabricated through Etching-less Process

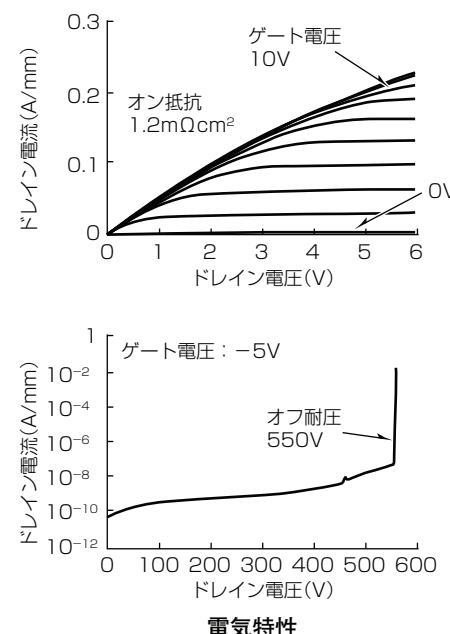
GaN(窒化ガリウム)を用いた横型パワートランジスタは高出力かつ高速動作が期待される。

今回、ノーマリーオフ動作を実現する新規の構造、及び製造プロセスを開発した。ウェーハ最表面層に熱処理を施したSiO<sub>2</sub>(二酸化ケイ素)膜を新たに設けることで十分な電子を誘起して低抵抗化しつつ、ゲート電極下にはそれを設けない構造にした。その結果、低オン抵抗(1.2mΩcm<sup>2</sup>)

でノーマリーオフ動作を実現し、かつ高耐圧(550V)を保持できた。この構造、製造プロセスでは、ウェーハ最表面層のドライエッチングによる加工が不要であり、性能劣化の要因になり得るドライエッチングダメージを避けることができるため、電力変換器に適用した際の安定動作が期待される。



断面構造



### ■ ソルダーレス長寿命パワーモジュール構造 →～←～→～←～→～←～→～←～→～←～→～←～→

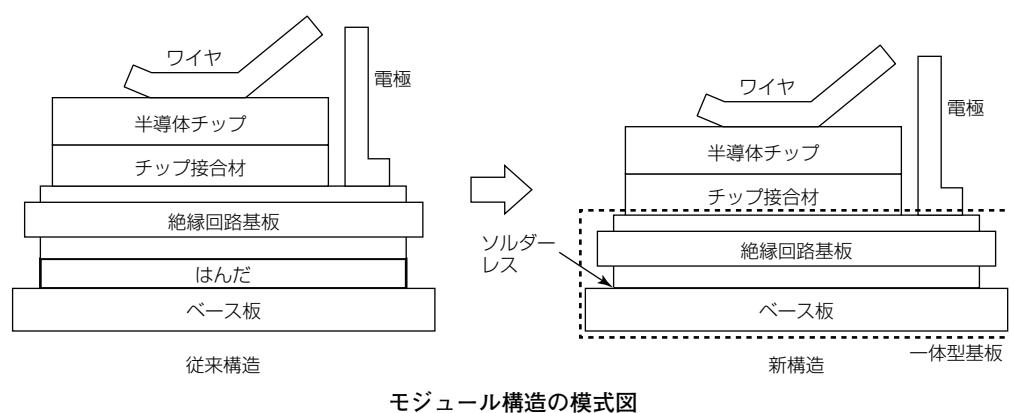
Solderless Structure for High Reliability Power Module

パワーモジュールの信頼性は、ワイヤ接合部やはんだ接合部の寿命に律速されることが多いため、より高信頼な接合部材へと置き換わってきた。しかし、絶縁回路基板とベース板間の接合には、実装性に優れるはんだが多く用いられており、寿命を律速していた。

今回、部材の形状・厚み等を最適化し、絶縁回路基板及

びベース板を、はんだを用いない接合法で一体化した基板（一体型基板）を開発した。

この一体型基板を用いたソルダー（はんだ）レスパワーモジュール構造によって、従来構造のモジュールに対して約20倍の大幅な長寿命化を達成した。



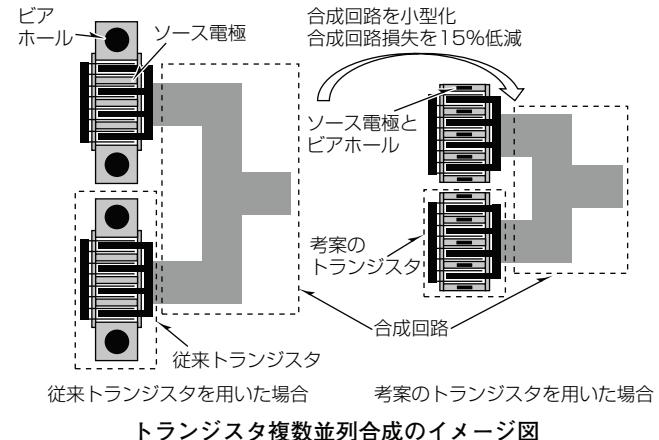
## ■ 5Gに向けた28GHz帯GaN MMIC増幅器の高効率化技術

28GHz-band High Efficiency GaN Monolithic Microwave Integrated Circuit Power Amplifier Technique for 5G Applications

ミリ波帯での運用が開始された5G基地局の低消費電力化に向けて、28GHz帯GaN(窒化ガリウム)MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit)増幅器の高効率化技術を開発した。増幅器を構成する従来トランジスタはソース電極用ビアホールがトランジスタの上下に配置されているため、所望の出力電力を得るために複数並列合成した場合に、合成回路が大きくなる。このため、合成回路損失が増加し、増幅器の高効率化が困難であった。今回、ソース電極直下にビアホールを形成するトランジスタを採用した。これによって、複数並列合成時の合成回路の小型化が可能になり、合成回路損失を15%低減することに成功した。さらにこのトランジスタを用いて28GHz帯GaN MMIC増幅器を試作した結果、世界最高<sup>(\*)1</sup>の効率32%

(従来例27%)を達成した。

\* 1 2020年6月1日現在、当社調べ



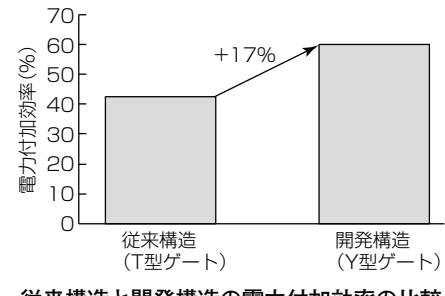
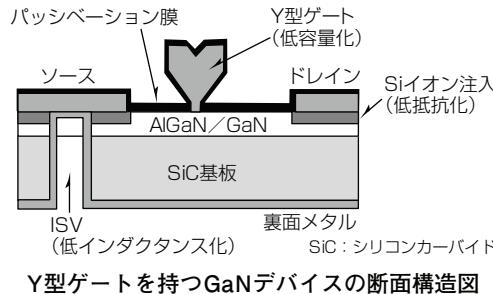
## ■ 衛星搭載用ミリ波帯GaN高周波デバイスの高効率化

High-efficiency GaN Device for Millimeter-wave Space Applications

近年、衛星搭載用電力増幅器の小型化・軽量化・長寿命化を目的として、GaN(窒化ガリウム)を用いたHEMT(高電子移動度トランジスタ)の搭載が進んでいる。ミリ波通信への適用に向け、GaN-HEMTには更なる高性能化(高効率化)が求められている。今回、ゲート電極の断面形状をY型にすることで寄生容量を低減し、ソース電極直下にビアホールを形成したISV(Individual Source Via)構造の導入によって寄生インダクタンスを低減した。さらに、Si(シリコン)イオン注入技術を用いて、AlGaN(窒化アルミニウム

ガリウム)バリア層に対して低抵抗なオーミックコンタクトを実現した。これらによって、出力1W級、28GHz動作時の電力付加効率を従来GaN-HEMTの43%から世界最高<sup>(\*)1</sup>になる60%まで向上させた。

\* 1 2020年9月23日現在、当社調べ



従来構造と開発構造の電力付加効率の比較

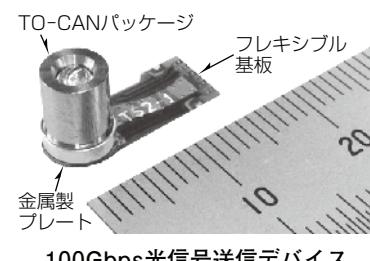
## ■ 100Gbps光信号送信デバイス技術

100Gbps Optical Signal Transmission Device Technology

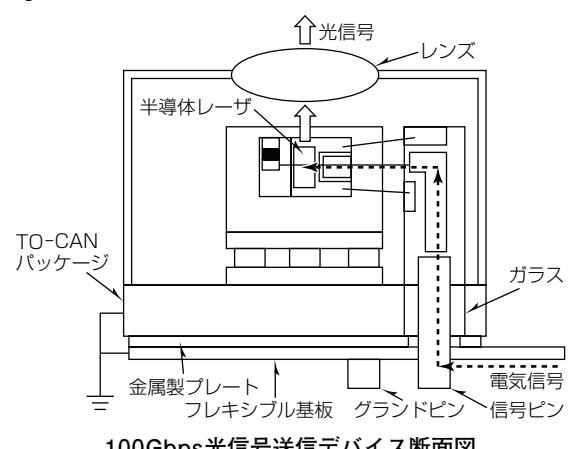
通信トラフィックの増大に伴い、光通信用デバイスの高速化が求められている。現在主流のTO-CANパッケージの構造は高周波信号の反射点が多いため、信号通過帯域の拡大が難しく、高速デバイスへの採用が困難であった。

今回、パッケージとフレキシブル基板の間に金属製プレートを導入することによって、それぞれのグランドを短絡させ、パッケージとフレキシブル基板間で発生する信号の反射を抑制し、信号通過帯域を拡大する新しい構造を考案した。この構造によって、従来の25Gbpsデバイスと同等のコストで信号通過帯域拡大に成功し、

また多値変調方式にも対応することで4倍の通信速度である100Gbpsの光信号送信デバイスを実現した。



100Gbps光信号送信デバイス



100Gbps光信号送信デバイス断面図

## 1.7 共通基盤 Common Technologies

### ■ 防汚コーティング技術の応用展開

*Application Development of Antifouling Coating Technology*

当社製品(空調機器、換気扇、照明器具)で、衛生性向上やメンテナンス簡略化を実現している防汚コーティング技術を今回、組成や処理方法の改良によって、汎用的な利用が可能な技術に発展させた。空調機器や照明器具に適用している“ハイブリッドナノコーティング”に、透明性や抗菌性を付与し、ガラスや壁面などの居住空間の衛生性向上を実現した。また、ダクト用換気扇に適用している“スマートエアコーティング<sup>(\*)1)</sup>”に氷結面への塗工性を付与し、野外の既設機器や建築物の着雪抑制を実現した。

今後、幅広い事業者との連携によって、このコーティング技術の応用展開を図る。

\*1 ダクト用換気扇では“ハイブリッドナノコーティングプラス”として搭載されている。

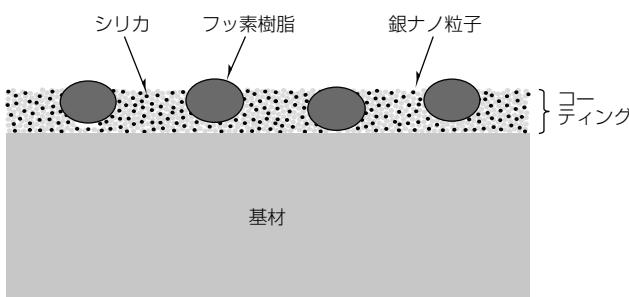


粉じん(関東ローム)吹付け



塗布部

高透明性ハイブリッドナノコーティング

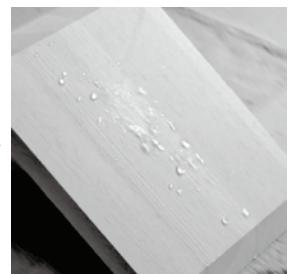


高濃度銀ナノ粒子による抗菌性

ハイブリッドナノコーティングの抗菌性付与



氷結面(木材)



超はっ水面

氷結面への直接塗布・乾燥による超はっ水化

氷結面の直接超はっ水化

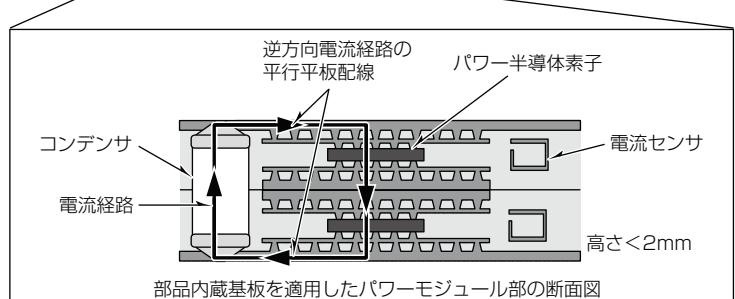
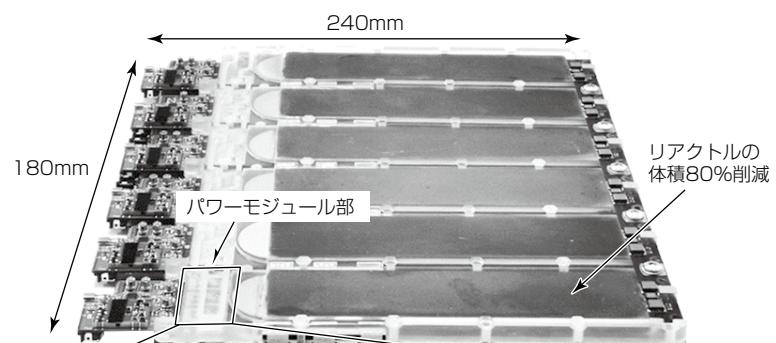
### ■ 電力変換器向け高電力密度化技術

*High Power Density Technology for Power Converters*

電力変換器に対する高電力密度化への要求が高まり、使用する部品の小型化が求められている。

DC/DCコンバータのような電力変換器には電圧や電流を平滑化する大型のリアクトルが搭載されている。この部品の小型化には、パワーモジュール部のインダクタンスを低減させて高周波駆動に対応することが課題であった。

今回、パワー半導体素子、コンデンサ等をプリント基板に内蔵した部品内蔵基板を開発し、電流経路の短縮と逆方向電流経路の平行平板配線設計によってインダクタンスを10分の1以下に低減して高周波駆動に対応した。その結果、リアクトルの体積を80%削減して世界最高レベルの電力密度になる136kW/Lの電力変換器を実現した。



部品内蔵基板を適用したパワーモジュール部の断面図

136kW/L 高電力密度電力変換器

## ■ 多点接続バス向け高速デジタル伝送の反射補償線路技術

Reflection Compensation Line Technique of High-speed Digital Signal Transmission in Multi-drop Bus System

バックプレーン型電子機器や主メモリ配線等に多用される多点接続バスの高速デジタル信号伝送では、反射に伴う波形歪(ひずみ)が課題になる。これに対して“反射補償線路”を主幹線路の両端に設けて波形歪みを抑制する新たな伝送技術を提案する(図1)。スタブ線路のインピーダンス $Z_0$ と終端抵抗 $R_i$ ( $i = 0 \sim 5$ )に対して最適化を施すと、各

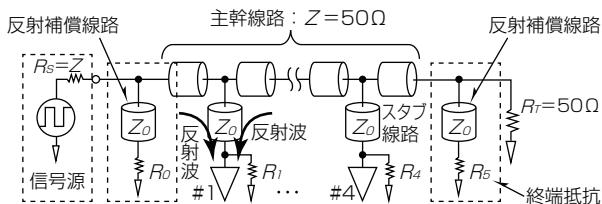


図1. 多点接続バス(反射補償線路付加時)の接続トポロジ

受信端(#1～4)での複数の反射波の合成波が逆相で相殺されて反射歪みが抑制できる。またこれら $Z_0$ と $R_i$ による伝送条件最適化のために、EGS(進化的勾配探索)の手法を用いて局所解への落ち込みを防止した。図2に最適条件での受信端(#1)波形を示す。提案手法では、従来に見られた反射歪みが抑制され、伝送信号品質が改善される結果を得た。

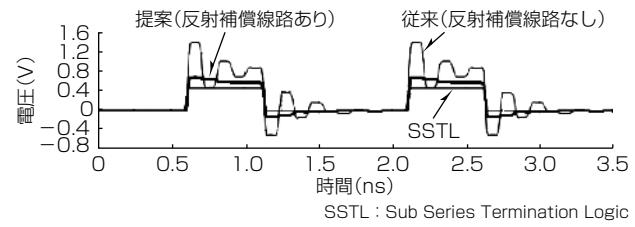


図2. 提案手法: 反射補償線路による波形改善(受信端#1)

## ■ ノイズフィルタ向け寄生インダクタンスキャンセル回路の小型化

Miniaturization of Parasitic Inductance Cancellation Circuit for Noise Filter

コンデンサの寄生インダクタンス(Equivalent Series Inductance: ESL)によってノイズフィルタの高周波特性が悪化する。このESLを低減させるESLキャンセル回路を開発してきた。この回路では、配線をループ状に折り曲げることでESLの打ち消しが可能になる。ただし、電源線等で使用するリードタイプのコンデンサはESLが大きく、キャンセル回路の面積も増大するという課題があった。提案構造ではホット線側とコールド線側のループ線同士を基板厚み方向に積層することで磁気結合させた。これによって、従来と同様に高周波特性を改善しつつ、実装面積を従来の26.3%まで削減し、小型化を実現した。

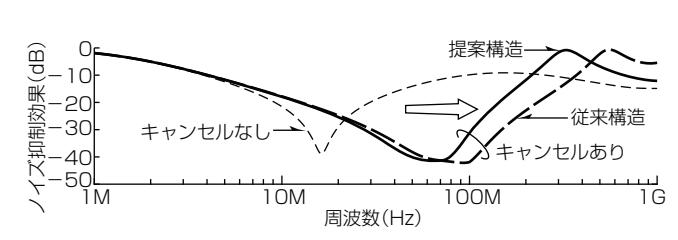
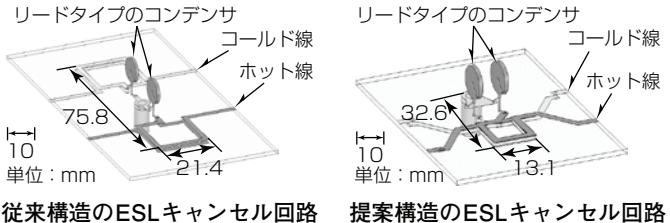


図4. ESLキャンセル回路による高周波帯域の改善

## ■ 銅モリブデン複合材料を用いた高放熱低熱膨張基板

High Heat Dissipation and Low Thermal Expansion Printed Wiring Boards using Cu-Mo Composites

電子機器の小型軽量化によって、回路基板への高出力部品の適用や高密度実装が進み、発熱密度が増大している。その放熱のため、従来はアルミニウムコアを基板内に設けて、放熱を促進していたが、アルミニウムコアの熱膨張率

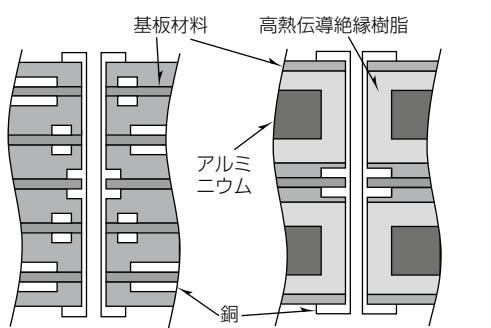


図5. 基板構造の比較

が大きく、低熱膨張率部品の実装信頼性に課題があった。さらにアルミニウムコアが基板内を縦横に走るため、配線密度向上に課題があった。そこで、汎用基板構造のまま配線材料を、銅からモリブデン粒子を銅に分散した高い熱伝導率と低い熱膨張率を持つ銅モリブデン複合材料に替えた新規基板を開発した。これによって、高い放熱性と部品実装信頼性の両立を実現し、出力密度向上に必要なBGA(Ball Grid Array)パッケージの実装も可能にした。

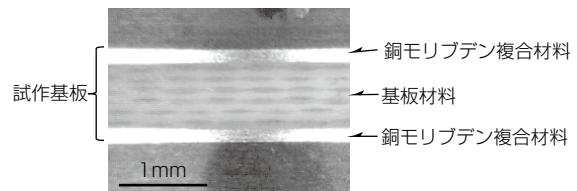


図6. 試作基板の構造

## ■ 組込みソフトウェア向けセキュリティチェック機能検証技術

Verification Technology for Security Check Functionalities in Embedded Software

組込みソフトウェアに関して、外部入力データに存在し得るセキュリティ脅威に対するチェック機能の実装漏れのリスクが課題であった。

そこでC言語のコードを対象として、フォーマルメソッドと呼ばれるプログラムの数学的解析手法を活用して、外部入力データに対するセキュリティチェック機能の欠落や、同機能の誤使用を検出するツールを試作した。数学的手法によって、あらゆる実行経路を想定した網羅的な検証が可能である。また検証の自動化によって、従来2時間を使っていた試験を1秒以下に短縮できることを確認した。

今後は、検証結果出力用ユーザーインターフェースの改良等について検討する。

## ■ 長期稼働製品への32bit Linux OS適用での2038年問題対策技術

*Preventing the Year 2038 Problem for Long-life 32-bit Linux Systems*

長期稼働が見込まれる組み込み機器に32bit Linux<sup>(注)</sup>を適用する場合、OSの時刻管理変数が2038年にオーバーフローして不正動作する問題(2038年問題)の対策が必要である。今回、製品稼働中にOSの時刻が2038年を迎えることを防ぐ手法を開発した。時刻同期処理で、時刻同期サーバから受信した時刻を一定の年数だけ遅延させることが特徴

The diagram illustrates the software development process for security testing, comparing the 'Previously' (従来) and 'Now' (今回) approaches.

**Previously (従来):**

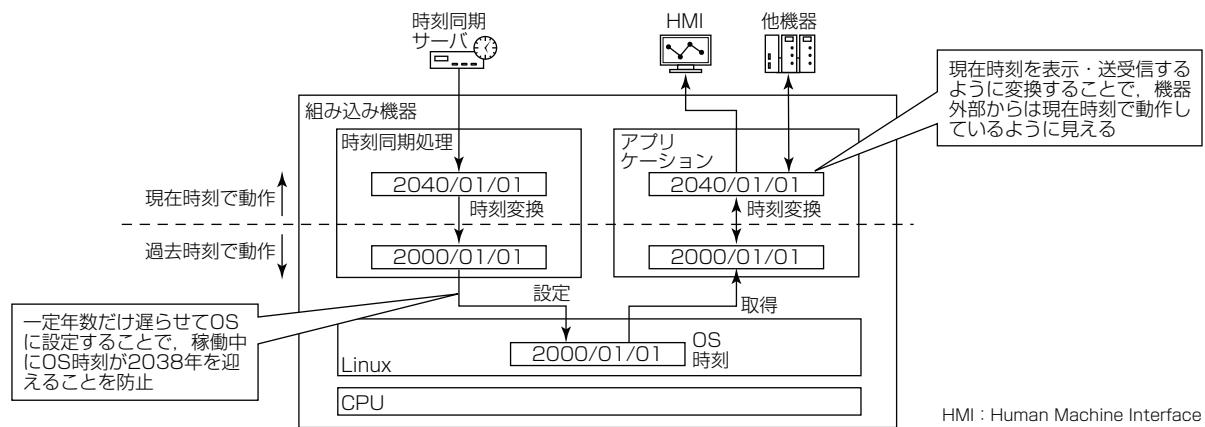
- Input:** C言語コード (C language code) and セキュリティチェック機能仕様 (Security check function specification).
- Process:** The code is installed (実装) and then security check functions are tested (セキュリティチェック機能試験).
- Output:** 検証結果出力 (Validation result output).
- Notes:** A callout box indicates a risk of漏れ (oversight) due to 人為的要因 (Human factors).

**Now (今回):**

- Input:** C言語コード (C language code) and セキュリティチェック機能仕様 (Security check function specification).
- Process:** The code is installed (実装), then undergoes a format conversion (フォーマット変換), and finally, the security check function is automatically tested (セキュリティチェック機能自動検証ツール).
- Output:** 検証結果出力 (Validation result output).
- Notes:** A callout box indicates a countermeasure: 数学的手法を活用した漏れのない検証 (Validation without oversights using mathematical methods).

## フォーマルメソッドを活用した自動検証ツール

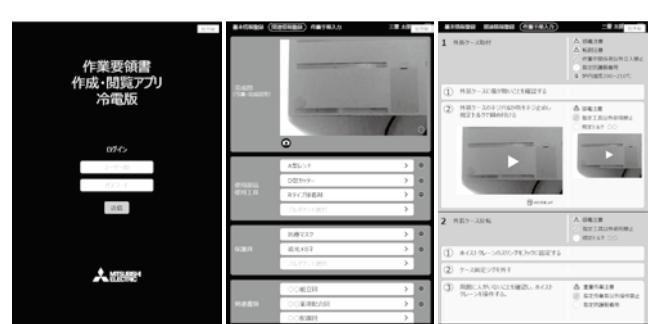
であり、代表的な時刻同期プロトコルであるNTP(Network Time Protocol)とPTP(Precision Time Protocol)にこの手法を実装した。この手法を適用した上で、アプリケーションの時刻表示部や時刻送受信部に時刻変換処理を追加することで、大規模・複雑なOSを改修することなく、他機器との連携にも支障を与えず2038年問題を回避できる。



## ■ 作業現場の要領書作成を丸め化するツクボ「トロニーポルト」

Table 1: Comparison of the time required for the conventional method and the Web Site.

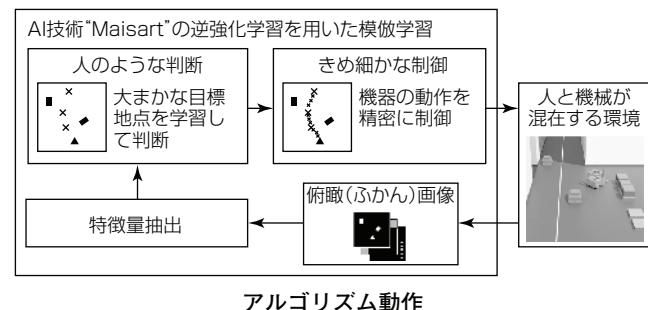
作業現場での要領書作成を効率化するタブレット用アプリケーションを開発し、当社冷熱システム製作所での試行を開始した。従来の要領書は、作成者ごとに詳細度やレイアウトにばらつきがあり、見る側にとって分かりにくい場合があった。作成者にとっては、撮影画像を貼り付けて注釈を記載する等の手間が発生していた。このツールはあらかじめ画面に設定された様式に必要事項を記載することでばらつきが統制される。またタブレットのカメラを利用して動画を取り込めるので、注釈の記載を最小限に抑えることが可能である。



## 要領書アプリケーションの画面

当社AI技術“Maisart”の一つである逆強化学習を活用し、人が操作しているかのような自然な動作を機械が実現することで、人との協調が容易になる“人と協調するAI”を開発した。周囲作業者の作業の妨げにならないよう機械（無人搬送台車、自動車など）が動くことで、人と機械が混在する環境での作業効率向上に貢献する。少ないデータで効率よく学習できる逆強化学習を活用することで、従来の教師あり学習と比較して10分の1以下の少ない運転操作データでの学習を可能にした。今後、作業の効率化又は作業者間に一定の距離確保が求められる場合など、生産現場

や物流現場を始め、人と機械が混在する作業環境での適用を目指す。

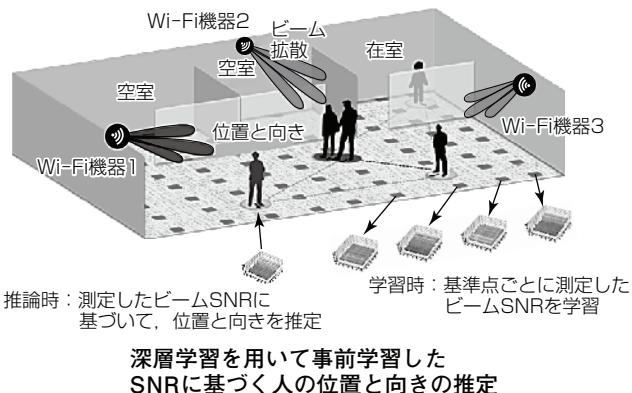


## ■ 市販Wi-Fiルータのミリ波帯新規チャネル測定に深層学習を活用した高精度屋内測位技術

*Precise Indoor Localization Using Commercial-off-the-shelf (COTS) Wi-Fi Routers Powered by Deep Learning on New Channel Measurements in Millimeter-wave Bands*

Wi-Fi<sup>(注)</sup>(Wireless-Fidelity)機器を利用することで、専用機器不要で高精度な屋内測位が可能になる技術を開発した。この技術は、今後普及が見込まれる5G(第5世代移動通信システム)やIEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)802.11ad/ayで使用されるミリ波帯チャネルを用いている。通信対象の探査で利用される方向ごとのビームの信号帯雑音比(SNR)を使う手法であり、従来の受信信号強度指標(RSSI)による測定よりも安定性が高く情報量も多い。屋内の複数基準点とアクセスポイント間で測定したビームSNRを学習した残差ネットワークによって、屋内の人の位置と向きを推定する。オフィスを想定した実環境での評価の結果、測位精度は二乗平均平方

根誤差11.1cmになり、RSSI測定に基づく手法と比較して2倍の精度を達成した。



## ■ 人の気持ちの評価技術 ~←→~ *Evaluation Technique for User's Feeling*

人の気持ちや状態の変化を評価するには、参加者の自然な反応を得るための評価設計や環境構築の工夫が必要である。

車の自動運転制御による“不安感”を評価した事例では、疑似的な自動運転車両の評価環境を構築し、参加者にはハンドルがダミーであることやプロドライバーが運転を行うことに気づかないように工夫した。このような自然な評価

環境で、実験者は後部座席から参加者の行動を観察・インタビューを実施することで、ドライバーが不安と感じないブレーキのタイミングやコーナリング制御を明らかにした。さらに、参加者本人も気づかない無意識的な行動や身体反応を測るために行動観察や主観評価に加えて生理計測を行い、評価結果の精度を向上させた。



## 疑似的な自動運転環境による評価実施例

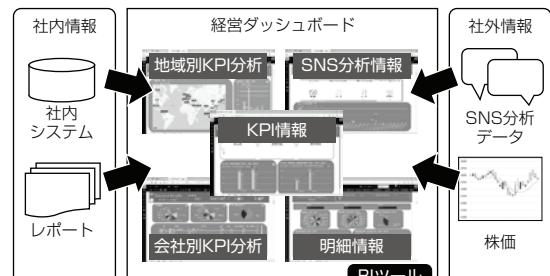
## 1.8 生産インフラ・設計技術 Production Infrastructure and Design Technologies

### ■ データドリブン経営に向けた“経営ダッシュボード”の導入

Introduction of "Management Dashboard" for Data-driven Management

デジタルトランスフォーメーション時代のデータドリブン経営を目指し、社内取締役及び執行役向けに経営情報を一元的に集約した“経営ダッシュボード”を導入した。BI (Business Intelligence) ツール採用によってデータの可視化・分析基盤を短期間で構築した。社内システムから収集・蓄積したデータからKPI(Key Performance Indicator)情報を生成し、地域別やグループ会社別などの切り口による分析を可能にした。さらに、SNS(Social Network Services)上の当社に関する発言の分析や当社株価を日々表示することで、社外での企業評価の変化を把握可能にし

た。このダッシュボード活用によって、最適で迅速な意思決定を実現するデータドリブン経営に変革する。



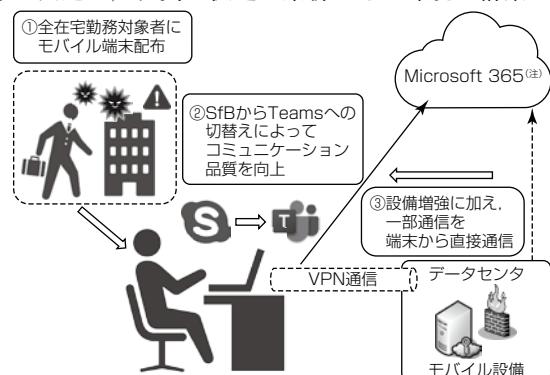
経営ダッシュボードのイメージ

### ■ 新型コロナウイルス感染症拡大に対する在宅勤務環境の迅速な実現

Building Remote Access Solutions Quickly for Teleworking in Response to COVID-19 Expansion

新型コロナウイルスの感染拡大に伴って在宅勤務の需要が急増した。当社では主に次の三つの対策を実施し、在宅勤務対象者(2020年8月時点で3.6万人)が、自宅でも出社時と同様に勤務可能とする環境を実現した。

せずにバイパスさせる仕組みを活用してネットワーク混雑を回避し、社員が快適に業務できる環境を構築した。



コロナ禍での在宅勤務環境

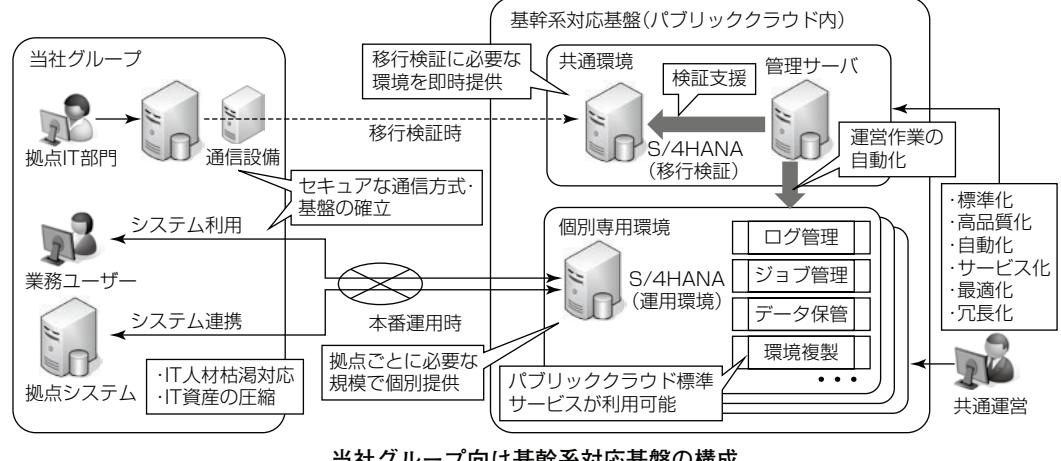
- (1) 社員に対するモバイル端末の普及状態を調査し、全在宅勤務対象者数に対して不足していたモバイル端末2,000台を1か月で配布した。
- (2) 社内標準ツールであったSFB(Skype for Business)をTeams<sup>(注)</sup>に一斉切替えし、オンライン会議を主とする遠隔でのコミュニケーション品質を向上させた。
- (3) モバイル設備を1か月で10倍以上に増強した。さらに一部の通信をVPN(Virtual Private Network)を経由

### ■ パブリッククラウドを用いたSAP S/4HANA移行のための三菱電機グループ向け基幹系対応基盤

Inhouse Standardized Platform for Mitsubishi Electric Group to Migrate to Public Cloud-based SAP S/4HANA Enterprise Systems

現在、当社及びグループ各社では、個々で稼働している旧版のSAP<sup>(注)</sup>システムを2025年までに後継のS/4HANA<sup>(注)</sup>へ更新する計画である。SAP社製・第4世代ERP(Enterprise Resource Planning)製品であるS/4HANAは同社のインメモリデータベースを利用しておらず、ハードウェアリソースの確保から

リッククラウドを用いた基幹系対応基盤を構築した。これによって、当社各拠点やグループ各社は、S/4HANAへ更新の際、クラウド環境へ円滑に移行でき、運用・保守の共通化や、費用対効果の高い可用性対策を実現できる。既に2020年からモデル拠点で稼働している。



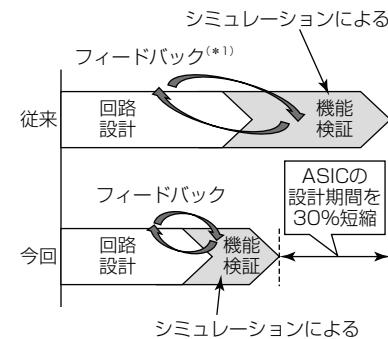
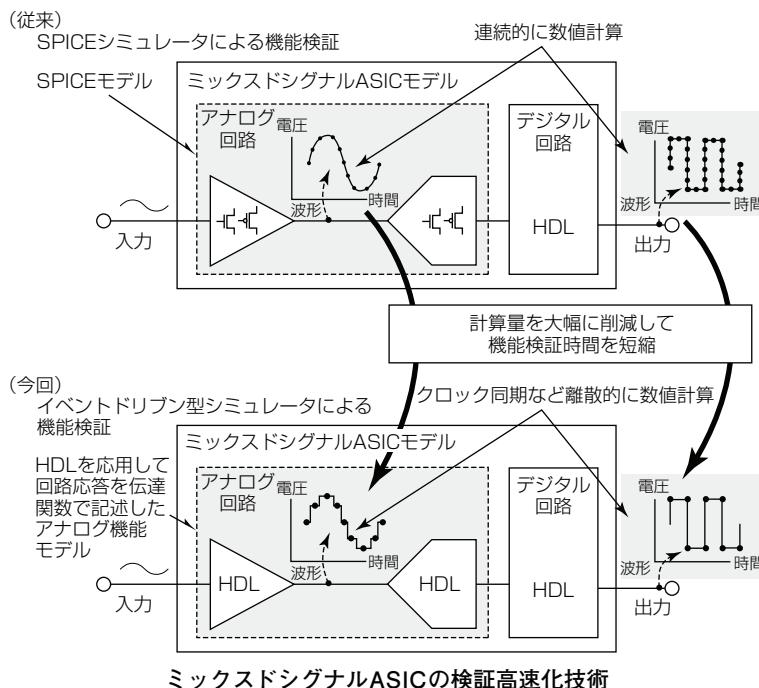
当社グループ向け基幹系対応基盤の構成

## ■ ミックスドシグナルASICの検証高速化技術

Accelerating Verification Methodology for Mixed Signal Application Specific Integrated Circuit

ミックスドシグナルASIC(Application Specific Integrated Circuit)の大規模化に伴ってシミュレーションによる機能検証工程が長期化していた。その主要因は、機能検証にSPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)シミュレータを用いていたことにある。この

技術は、ミックスドシグナル検証に一般的に用いられるが、時間軸に対して連続的に数値計算して回路の応答を求めるため莫大(ばくだい)な検証時間を要する。今回、HDL(Hardware Description Language)の算術演算機能を応用して回路の応答を伝達関数で記述したアナログ機能モデルを開発するとともに、時間軸に対してクロック同期など離散的に数値計算するイベントドリブン型シミュレータを用いて機能検証を実施した。これによって、機能検証に要する時間を大幅に削減し、従来同等の設計品質を保ったままASICの設計期間を30%短縮できた。



\* 1 機能検証で確認した不具合を是正するため再度回路設計・機能検証を実施すること

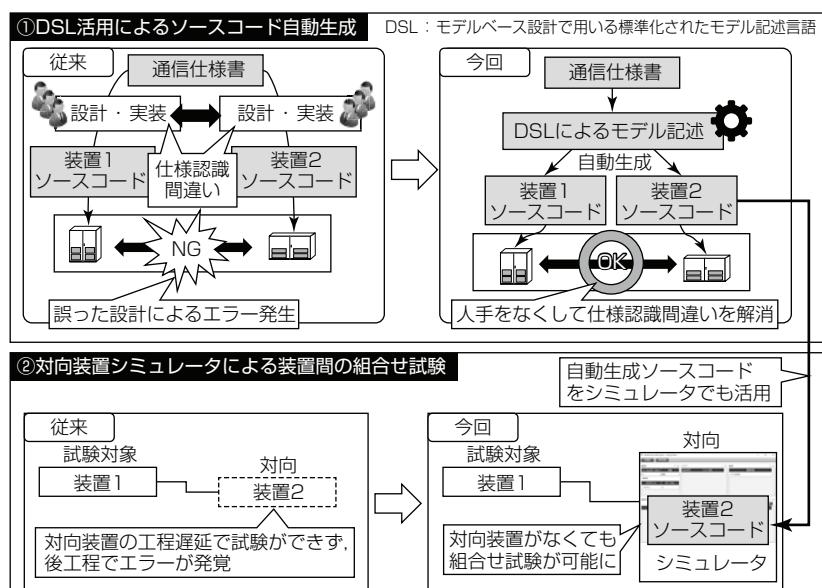
ミックスドシグナルASICの設計期間短縮

## ■ DSL活用によるソースコードの自動生成技術

Automatic Code Generation Technology using Domain Specific Language

大規模ネットワークシステムの開発で、従来は装置間の通信仕様書を基に、各装置の設計者が個々に通信機能を実装しており、仕様の認識間違いによって実機を用いた装置間通信のシステム試験で手戻りが発生していた。この課題に対してソースコード自動生成技術を開発・適用し、手戻り件数を80%削減した。

具体的には、装置間の通信仕様書をDSL(Domain Specific Language)によってモデル記述して仕様を厳密に定義し、ソースコードを自動生成することで人手の介入をなくした。さらに、装置間の組合せ試験で、試験対象に接続する対向装置をDSLから自動生成したソースコードを活用したシミュレータで代用し、対向装置の完成前に試験着手を可能にした。



DSL活用によるソースコードの自動生成技術

## ■ 高電圧・高周波インバータ技術

*High-voltage and High-frequency Inverter Technologies*

レーザ等の放電負荷や、産業用機器に応用可能な高電圧・高周波インバータ技術を開発した。数kVの高電圧を高周波でスイッチングするため、多数のトランジスタを直並列で同時駆動させ、各駆動回路の高圧電源トランスの寄生容量を低減する必要がある。一般の高圧電源トランスは樹脂絶縁構造のために寄生容量が大きくて高周波化に限界があった。今回、巻線をコアの中空部に貫通・直列接続して空間絶縁する新構造のカスケード高圧電源トランスを開発し、寄生容量を樹脂絶縁に比べて7分の1に低減させた。インバータ出力電圧3kV以上で周波数を従来比3倍の最大1.5MHz、出力14kWの動作を実現した。

## ■ JIT改善活動向けのITを活用したプラットフォームツール群の開発と導入

*Development and Implementation of Platform Tools Utilizing Information Technology for JIT Kaizen Activities*

当社は2002年から生産体質強化を目的に、5S(整理・整頓・清掃・清潔・躰(しつけ))3定(定位・定品・定量)、徹底したムダ取り、自発的・継続的改善を基本にしたJIT(Just In Time)改善活動を進めてきた。

改善活動のPDCA(Plan Do Check Action)サイクルを高速化するためには、製造現場での人・モノ・設備データの抽出・分析自動化が望まれていた。この要求に応えるため、製造現場の現状分析を容易にするITを活用したツール群を開発した。

このツールの活用によって、短時間でのデータ取得・処理や遠隔調査・分析ができるようになり、海外も含めた事業環境変化や昨今のリモート工場管理ニーズへの素早い対応が可能になっている。

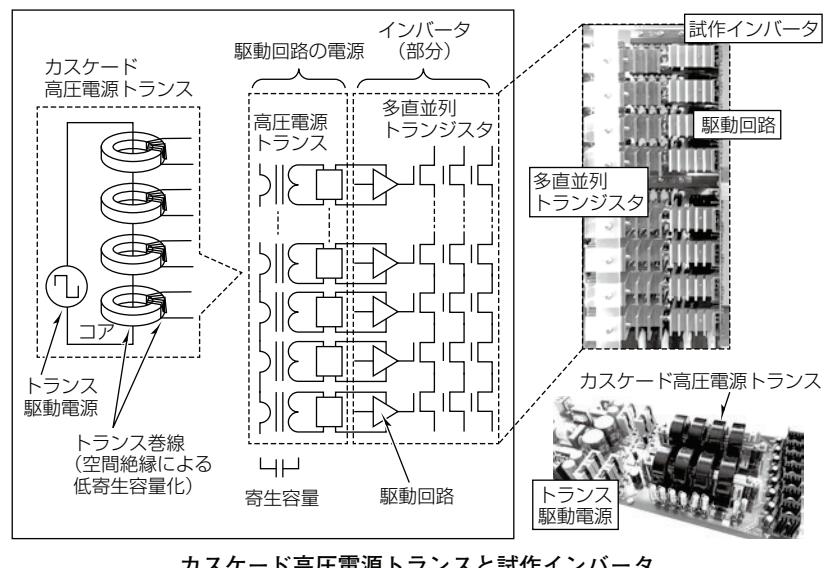
## ■ 広域遠隔ネットワークを活用した海外新工場での改善サイクルの高速化

*Speedup of Improvement Cycle at Overseas Newly Factories Utilizing Wide Area Remote Network*

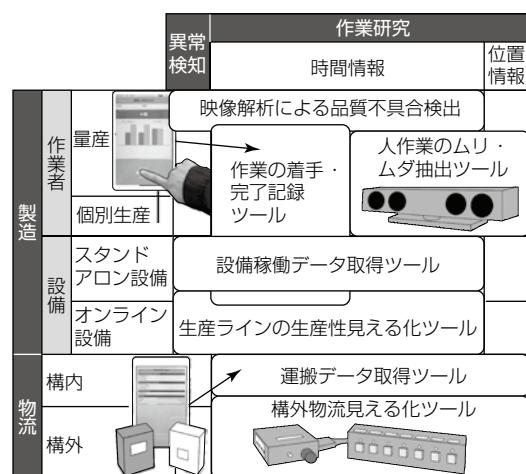
当社の海外新工場建設に伴い、生産ラインの立ち上げとともにITを活用した作業管理や品質管理を推進している。

今回、当社のグローバルIT基盤サービス“MELGIT<sup>(\*)1</sup>”を用いて、海外新工場と国内工場間で稼働情報や品質情報がリアルタイムに見える広域遠隔ネットワークを構築した。これによって、国内工場から生産・品質状況が見えるようになり、昨今のリモート管理ニーズにも対応した改善サイクルの高速化を実現できた。これらの活動をIT活用ガイドラインとしてまとめ、今後のIT活用展開の基盤を整備した。

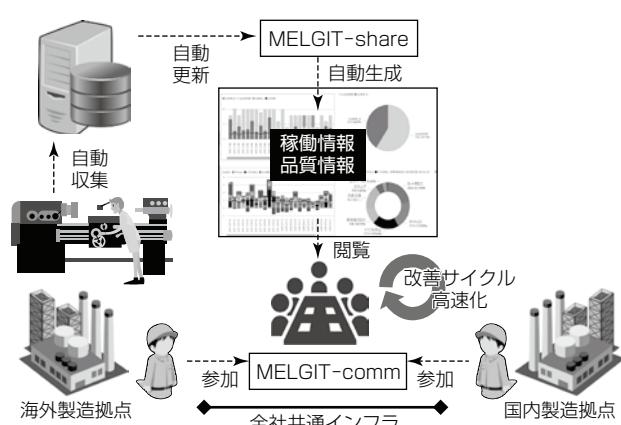
\* 1 Microsoft社のソリューションを利用した、Webサイトやオンラインでファイル・音声・映像を共有する当社全社共通の情報基盤



カスケード高圧電源トランスと試作インバータ



JIT改善活動を加速させるITツール群



MELGIT-share : ファイル共有、MELGIT-comm : 音声・映像共有

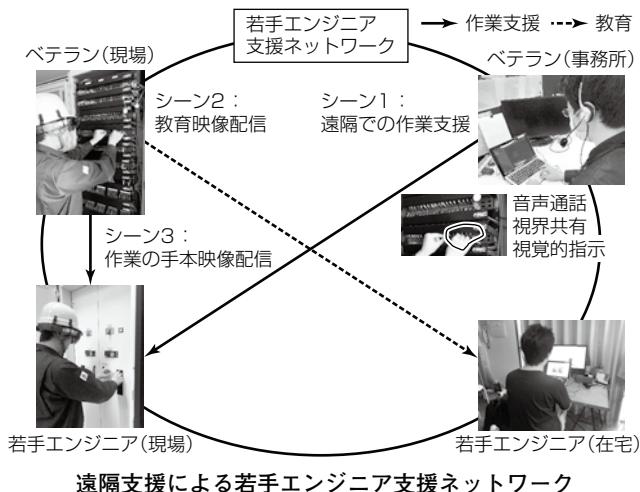
広域遠隔ネットワークの全体構成

## ■ 営業・保守サービス向けのVR技術を活用した遠隔支援システム

Remote Support System Utilizing Virtual Reality Technologies for Sales and Maintenance Services

ソーシャルディスタンスの確保が習慣化する中、保守サービスや営業の現場でも、新しいコミュニケーションの取り方が必要になっている。

保守サービスの現場では、より少ない保守要員での対応が求められる。そこで、トラブル対応時の技術的な相談をバーチャルリアリティ技術を用いて遠隔で支援するシステム



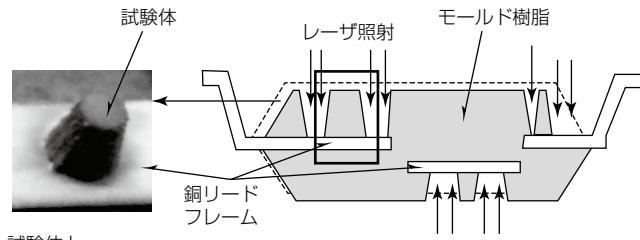
## ■ レーザ加工を用いた半導体モジュール向けモールド樹脂の密着性評価手法

Adhesion Evaluation Method of Molding Resin for Semiconductor Module using Laser Processing

当社で開発した表面実装パッケージ型IPM(Intelligent Power Module)では、はんだ耐熱性試験<sup>(\*1)</sup>をクリアするため、適切なモールド樹脂と成形プロセス条件を選択して銅フレームに対するモールド樹脂の密着性を向上させる必要があった。パッケージ内のモールド樹脂の密着性を評価するために、完成したパッケージをレーザによって円錐(えんすい)台形状の試験体に加工し、モールド樹脂と銅リードフレーム間のせん断破壊強度を測定する手法を開発した。

完成したパッケージから試験体を作製するため、モールド樹脂の特性だけでなく、注型速度などモールド樹脂の成形プロセスの影響を評価できる。成形プロセス条件を変更した際に、この手法で測定したせん断破壊強度とはんだ耐熱性試験での剥離率<sup>(\*2)</sup>に負の相関がみられ、この手法の妥当性を確認した。

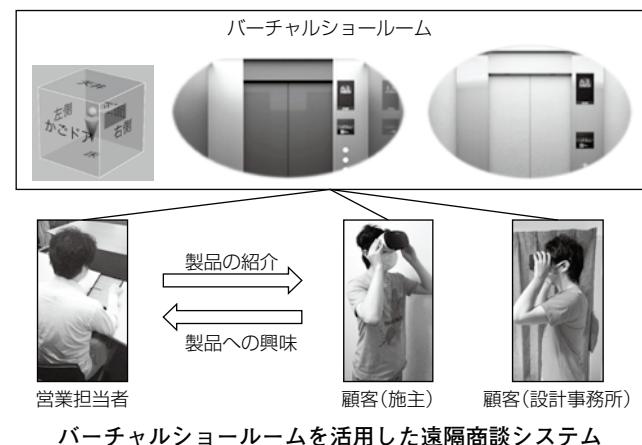
開発時のモールド樹脂の選定評価で、モールド樹脂と銅フレームが剥離しやすい位置のせん断破壊強度を測定す



レーザ加工を用いた試験体の作製方法のイメージ図

ムを開発した。保守現場の映像と音声をネットワークを介してベテラン要員に伝達し、数少ないベテランの知恵を共有する。

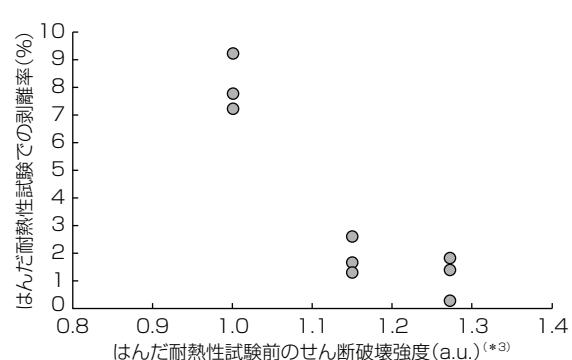
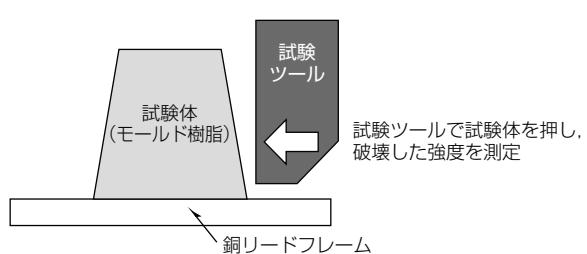
営業の現場では、顧客との接触にも制限が求められる。そこで、顧客が仮想空間上のショールームを体験できる遠隔商談システムを開発し、遠方にいながらも顧客の興味や反応を確認できる対面に近い商談を実現した。



ることで、数週間を費やすはんだ耐熱性試験を不要とし、モールド樹脂の良否を短期間で判断することが可能になる。

\* 1 所定の条件でパッケージを吸湿させた後、顧客のリフローはんだ付け工程を模擬した温度環境にさらす試験

\* 2 フレーム全体の面積のうち、はんだ耐熱性試験で剥離した面積の割合



\* 3 せん断破壊強度は各条件で7個のデータの平均値を示す。

はんだ耐熱性試験前のせん断破壊強度と、はんだ耐熱性試験での剥離率の関係

## 2. 電力システム Power Systems

## ■ ITER トロイダル磁場コイル初号機の完成 →～←→～←

*First Completion of Toroidal Field Coil Manufacturing for ITER*

エネルギー問題と環境問題を根本的に解決すると期待される核融合エネルギーの実現に向け、核融合実験炉ITERの国際協力による建設がフランスで進められている。日本はその最重要機器の一つであるトロイダル磁場コイル(TFコイル)9基の製作を担っており、当社は三菱重工業㈱(MHI)と共同でその内の5基の製作を国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(QST)から受注した。

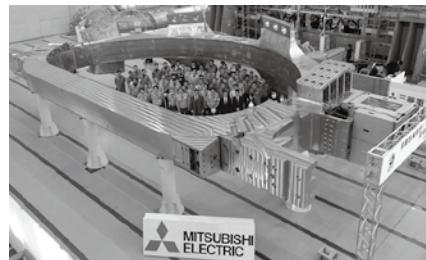
TFコイルは1基当たり高さ約17m、横幅約9m、質量約300トンの世界最大のNb<sub>3</sub>Sn(ニオブスズ)コイルである。その製作で、当社は主に巻線部の製作及び巻線のコイル容



コイル容器に設置後の巻線部(提供:QST/MHI)

器への設置を担当して、2012年から次のような技術を開発して製作を進めてきた。①精度1万分の1の高精度巻線技術、②耐放射線性樹脂を巨大コイルの絶縁に含浸し、気泡を作らず硬化させる技術、③120トンの巻線をコイル容器内へ0.1mm単位の精度で設置する技術、④設置した巻線とコイル容器間に高粘度のフィラー入り樹脂を隙間なく充填する技術、⑤現地サイトでの組立て時に必要になる巻線の電流中心座標を0.1mm単位の精度で求める技術等である。

当社はこれらの技術を用いて、2020年1月にMHIと協力して初号機を完成させた。この製作で得られた経験・技術は、ITERの次の原型炉の製作に役立つと確信する。



完成したTFコイル(提供:QST/MHI)

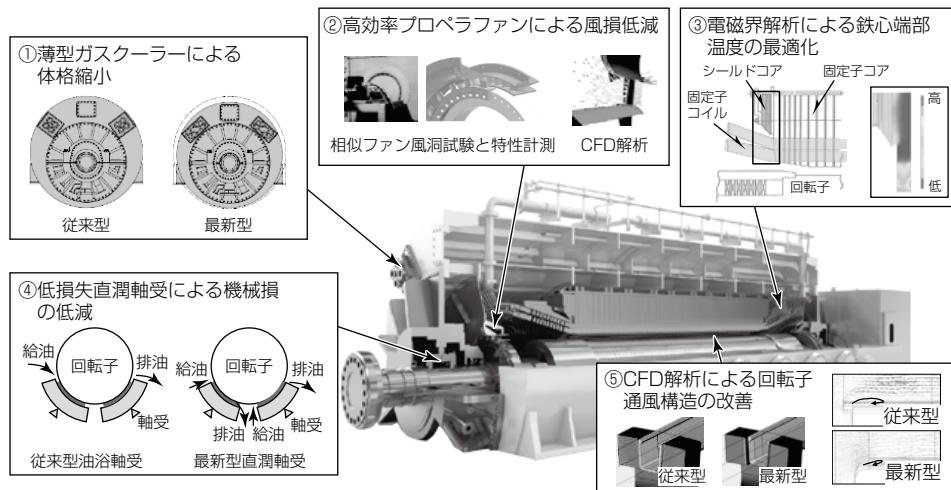
## ■ 1,100MVA級最新鋭水冷却発電機の高効率化技術 ~~~~~ Technologies of High Efficiency for 1,100MVA-class Most Advanced Water-cooled Turbine Generator

再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、火力発電には調整力としての役割が期待されており、高効率で柔軟性の高い発電方式の検討・採用が進められている。当社ではこれに対応するため、最新のCFD(Computational Fluid Dynamics)解析(流体解析)や電磁界・熱・振動の大規模解析技術などを用いて、タービン発電機の高効率化、高信頼性化技術開発を積極的に進めている。

一般的に60Hzの大容量機では、50Hz機と比較して風損や軸受損が大きく、効率面で不利になる。そこで、当社最新鋭の1,100MVA (Mega Volt Ampere) 級60Hz水冷却発電機では、従来の軸方向通風から半径方向通風への変更、通風構造の簡素化による高効率プロペラファンの採用によって、風損低減を図った(図②)。また、大径の低損失直潤軸受の採用によって、軸受損の大削減も実現した(図④)。さらに、密封油処理装置を従来の複流式から真空処理式へ変更し、発電機内の水素ガスを

高純度に維持することで運転時の風損低減を実現するとともに、これまで必要としていた純度更新作業を不要とし、メンテナンス性の向上も実現した。そのほかにも、大規模三次元解析によって発電機固定子端部の複雑な電磁損失を正確に評価し、固定子端部構造の最適化と高信頼化を図った(図③)。

これら最新技術の適用によって1,100MVA級水冷却発電機を設計・製作し、実機工場試験で性能及び健全性を確認後、初号機として現地へ出荷した。



## 最新鋭水冷却発電機の高効率化技術

## ■ 分散電源ソリューション *Distributed Power Supply Solution*

電源の分散化が進展するのに伴い、都市部の再開発等で街区全体のエネルギー供給とBCP(Business Continuity Plan)対策を兼ね備えたエネルギー管理システム(EMS)のニーズが高まっている。当社ではこれらに加え、従来個別に監視制御されていたビル内各設備(空調、昇降機ほか)、人流、防災等と連携した街全体のエネルギーを総合的に監視制御する統括EMSの製品化に取り組んでいる。当社は様々な事業分野を取り扱っており、ファシリティ／エネルギー／モビリティ／セキュリティ(防災)を中心とした総合的な取組みを推進している(図1)。また、これらアプリケーション間のデータ利活用を円滑に推進するための統合IoT(Internet of Things)プラットフォームを整備し、国際標準規格に準拠することで他社設備／システムとのデータ連携を可能にしている。建屋ごとの各種情報を用いて中央の街区EMSで域内の電源制御、電熱需給調整の最適運用を行う(図2)。また、電力市場取引、域内需要家間での余剰電力の融通が可能である。街全体の人流、ビルの入退場情報などを活用し、自家発電／CGS(CoGeneration System)／冷凍機等エネルギー供給源を適切に組み合わせて制御することでエネルギーコストの最適化を実現する。災害発生時には非常用電源設備とCGS／発電機／蓄電池等を活用したBCP制御システムとしても活用可能で、需要家設備から発電設備まで一貫した最適制御を可能にしている。

## ■ 大規模系統安定化システム →～← *Large-scale Special Protection Systems*

系統安定化システムは、落雷などの事故の影響で電力系統が不安定になる場合に、一部の発電機や負荷を即時に制御することで、大規模停電を未然に防止する。2018年に北海道で発生した大規模停電を契機に、系統安定化システムへの期待がますます大きくなっている。当社は次の二つのシステムを開発・納入した。

### (1) 中部電力パワーグリッド(株)向け東部方面ISC

中部電力パワーグリッド(株)は、系統事故時の安定化対策として、以前から様々な系統安定化システムを導入している。今回、既設の複数システムを一つのシステムに統合した東部方面ISC(Integrated Stability Control system)を開発した。運転開始済みの西部方面ISCと合わせて中部電力パワーグリッド(株)管内全域の安定度維持を担っている(2020年5月運転開始)。

## (2) 東北電力ネットワーク(株)向け相馬双葉幹線SPC

東北電力・東京電力間は相馬双葉幹線といわき幹線の2ルートで連系される。相馬双葉幹線事故時にいわき幹線に電力が回り込むことで過負荷が生じ、設備損壊に至るおそれがあるため、その対策としてすみやかに発電機遮断を行う相馬双葉幹線SPC(System emergency Preventive

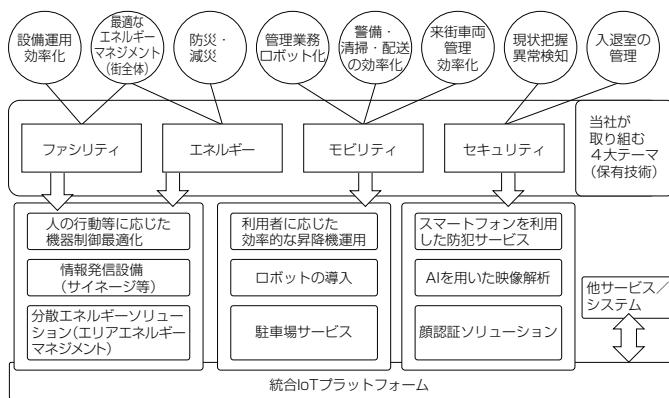


図1. スマートシティ実現に向けた当社取組み

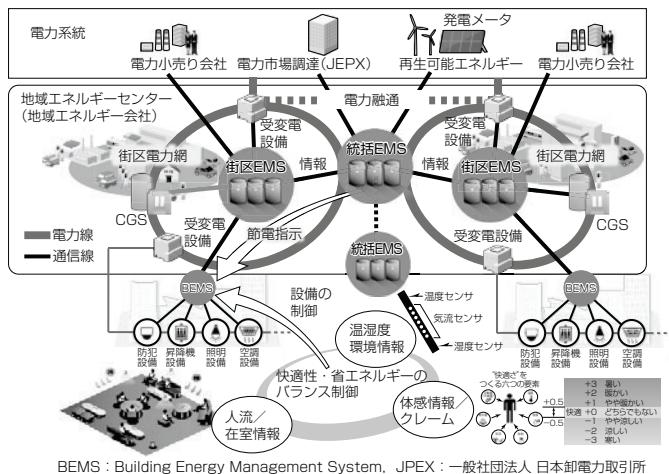
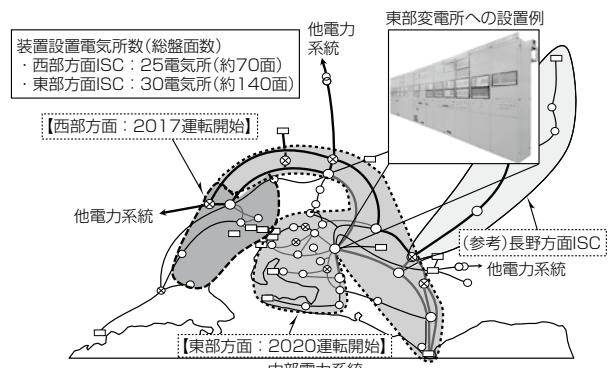
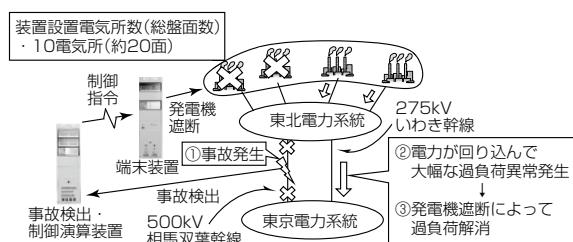


図2. 先進的エネルギー・マネジメント全体構成



中部電力パワーグリッド(株)向け東部方面ISC



## 東北電力ネットワーク(株)向け相馬双葉幹線 SPCによる制御イメージ

Controller)を開発した。広域系統整備計画に伴う短工期の運用容量拡大に寄与している(2020年4月運転開始)。

## ■ 双方向型直流配電システム“D-SMiree Standard”

*Bidirectional Type DC Power Distribution System "D-SMiree Standard"*

直流配電システム“D-SMiree Standard(単機100kW)”の機能拡張として、交流系統と直流系統間を双方向に電力融通できるようにした。特長は次のとおりである。

### (1) 交直共存環境での電力融通やVPP(Virtual Power Plant)への対応が可能

①直流母線電圧の上昇を双方向AC/DC変換器で検出し、自律的に交流系統へPV(PhotoVoltaics)などの余剰電力を供給する。

②蓄電池の充放電量を外部制御することによって交流系統と直流系統間の電力融通量を制御可能である。

### (2) システムの故障率が極めて少なくなる冗長化に対応

AC/DC変換器を二重化し、故障時に主従を自動切替え可能である。

このシステムを当社情報技術総合研究所内のZEB(net

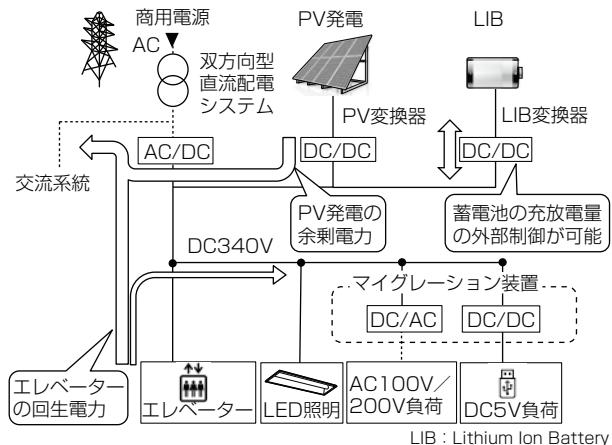
## ■ 北米電力市場向け15.5kV用真空バルブ

*15.5kV Vacuum Interrupter for North American Power Market*

北米電力市場向けに15.5kV真空遮断器用真空バルブを開発した。この真空バルブは定格電流1,200A、定格遮断電流25kAに対応し、次の特長を持つ。

- (1) 遮断器に関する最新の国際規格IEEE<sup>(注)</sup>(Institute of Electrical and Electronics Engineers) C37.04/C37.09-2018に準拠し、T100s 1Ph及びT100a 1Ph遮断責務に対応している。
- (2) 裁断波雷インパルス耐電圧142kVに対応している。
- (3) 50回のT100s短絡遮断仕様対応である。
- (4) (1)～(3)の仕様を風車形電極及びアークシールドの改良で達成し、従来の真空バルブから容積を50%削減した。

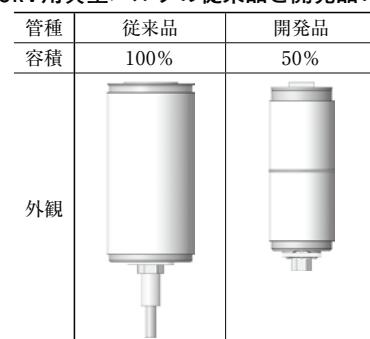
Zero Energy Building)関連技術実証棟“SUSTIE”に導入し、2020年10月から稼働を開始している。



ZEB関連技術実証棟SUSTIEへの適用例

- (5) 第三者試験機関(Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano : CESI)で形式試験に合格した。

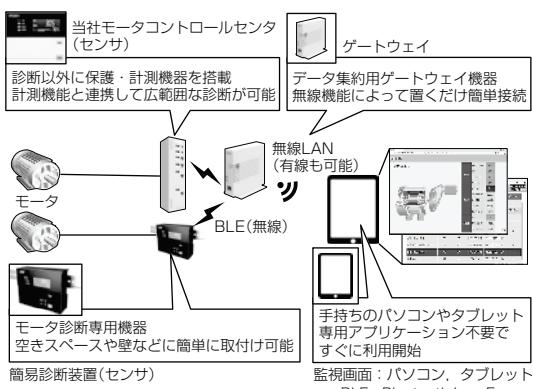
### 15.5kV用真空バルブの従来品と開発品の比較



## ■ IoTを活用したモータ診断システム

*Diagnostic System for Motor Equipment Using Internet of Things*

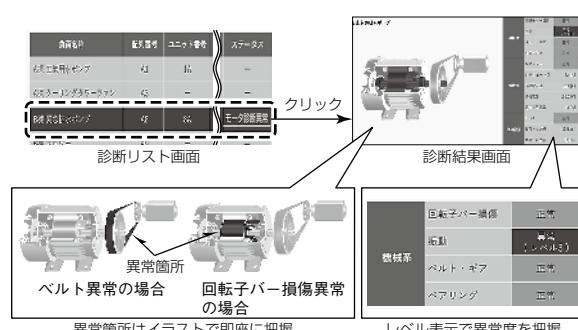
モータ設備の点検省力化のため、パソコンでモータの劣化状況を一括監視するシステムを製品化した。この製品は当社モータコントロールセンタにセンサを搭載し、ゲートウェイでデータを集約して一括監視を実現している。



システム構成

### (1) 導入時の配線簡易化

センサとゲートウェイ間は無線通信によって配線が不要になる。また、既存設備向けに簡易診断装置(センサ)をラインアップしており、クランプ式CT(Current Transformer)による電流情報だけで診断可能なため、配線変更せずに導入できる。



### (2) 診断異常を即座に把握

異常発生時は故障部位や故障レベルを監視画面に表示するため、即座に異常状況を把握できる。

### 3. 交通システム Transportation Systems

#### ■ N700S新幹線電車の車上光ネットワーク装置 Onboard Optical Network Equipment for N700S Shinkansen

東海旅客鉄道(株)のN700S新幹線電車に10Gbps車上光ネットワーク装置を納入し、2020年7月に営業運転が開始された。この装置は乗務員が使用する業務システムの伝送路として使用されている。

この装置の特長は次のとおりである。

- (1) 10Gbpsの伝送速度によって、カメラ映像などを含む高速・大容量通信が可能である。
- (2) PoE(Power over Ethernet)機能を持ち、端末機器に対して給電が可能である。
- (3) 構造上の強化、耐振部品の採用、回路上での耐ノイズ性強化を図り、鉄道車両特有の環境に対応している。

#### ■ 小田急電鉄株5000形新造車向けN-TIOS装置

*N-Train Information Odakyu management System for 5000 Series EMU of Odakyu Electric Railway Co., Ltd.*

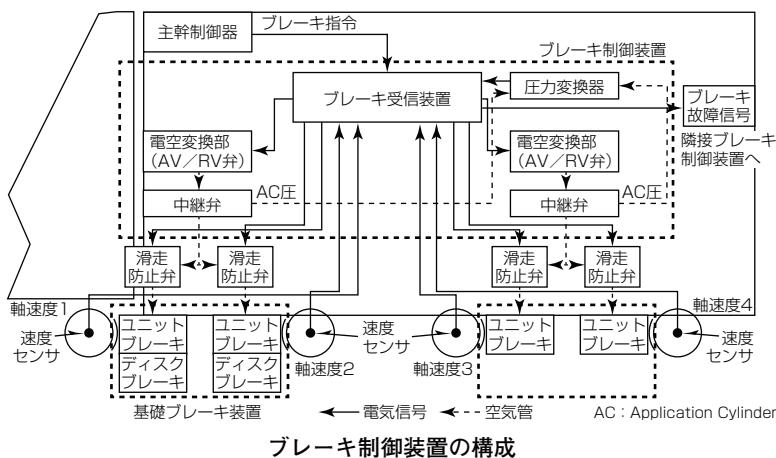
小田急電鉄(株)5000形新造車に搭載される次世代型車両情報管理装置(N-TIOS)を開発した。N-TIOSは車両に搭載される各機器の制御のほかに、モニタリング機能やメンテナンス支援機能を担っており、次の特長を持つ。

- (1) Ethernet<sup>(注)</sup>伝送によって各機器との大容量のモニタリング情報の収集・記録を可能にした。また、WiMAX<sup>(注)</sup>(Worldwide Interoperability for Microwave Access)通信によって機器状態を含む車両状態記録データを地上システムに送信することで、車両状態の早期把握や長期的な機器状態のデータ解析への活用が期待される。

#### ■ 東海旅客鉄道株HC85系試験走行車向けブレーキ制御装置

*Brake Control Device for Series HC85 Test Train of Central Japan Railway Co.*

東海旅客鉄道(株)HC85系試験走行車向けブレーキ制御装置を2019年7月に納入し、2019年12月から性能試験を開始した。約1年間の長期耐久試験を実施し、2022年度を目標に量産車が投入される。ブレーキ制御装置は4両/編成の各車に搭載され、AV(Apply Valve)/RV(Release Valve)弁方式による台車単位でのブレーキ制御を行う。またAV/RV弁方式では当社初の隣接バックアップ制御を搭載した。



(4) 縦置き・横置きの双方に対応しているため、艤装(ぎそ)うスペースによって設置方法を柔軟に選択可能である。

- (5) 設定パラメータの自動ダウングレード機能を持ち、装置交換時等での保守性が向上した。
- (6) 障害時迂回(うかい)機能を持ち、光ケーブルの切断時にも通信の継続が可能である。



車上光ネットワーク装置

- (2) 非常用の蓄電池を搭載する編成で、架線停電時に運転台表示器を操作することで、室内灯や送風機等の電源を蓄電池に切り替える機能を新規に実装した。

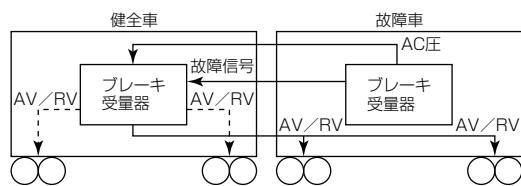


5000形N-TIOS中央装置



5000形N-TIOS表示器

隣接バックアップ制御は、ブレーキ受量器故障時に隣接するブレーキ受量器が故障信号を受け取り自動的にバックアップを行う。この制御によって、ブレーキ受量器が故障しても、当該車両のAV/RV弁を隣接車両のブレーキ受量器で駆動させ、空気ブレーキを動作できるようになった。



隣接バックアップ制御



ブレーキ制御装置

## ■ 東海旅客鉄道株HC85系試験走行車向け空調装置

*Air-conditioning Unit for HC85 Series Test Train of Central Japan Railway Co.*

東海旅客鉄道株HC85系試験走行車向けにC-AU716形空調装置を納入した。冷房能力は47kWであり、国内事業での標準ラインアップの一つである。

この空調装置は、従来機種に対して外形寸法を維持したまま冷房能力20%向上を実現させた。また、鉄道事業者や製造現場からの改善要望を取り入れた基本思想の下、配線を空調装置底面の裏側に集約したことによる熱交換器洗浄時の配線養生作業の省力化、嵌(は)め込み式絶縁ゴムの採用、室内送風機のステンレス化による補修塗り作業廃止等、省メンテナンスや組立て作業性に配慮した設計になっ

ている。さらに、状態監視に基づいた保守形態ニーズに対応するため、冷媒圧力・温度センサを設置した。



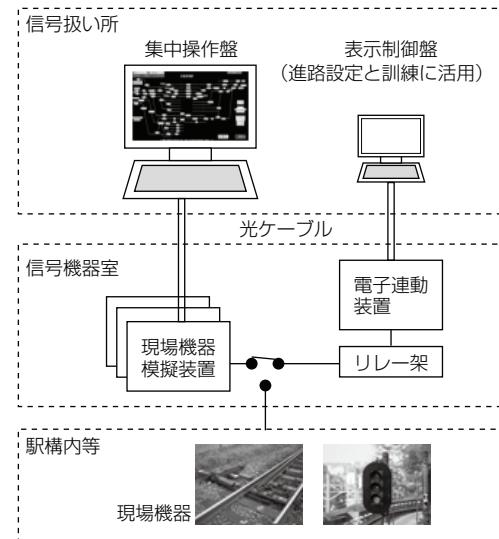
C-AU716形空調装置

## ■ 京都貨物駅向け電子連動装置

*Computer Based Interlocking Systems for Kyoto Freight Station*

京都貨物駅向け電子連動装置を2018年7月に納入、翌年12月に稼働が開始された。この装置は以前からの課題である工場内・現地試験での作業量削減、ユーザー訓練機能の付加を図るため、複数の現場模擬装置を一括で遠隔制御する集中操作盤を備えた。装置稼働までに試験作業量の大幅な削減、及びユーザーの訓練による操作技術の早期習得を確認し、装置の有用性を確認した。この装置の特長は次のとおりである。

- (1) 検査ツールと集中操作盤の組合せによる試験の自動化
- (2) ネットワークを活用した現場模擬装置の遠隔操作
- (3) 訓練用に現場機器の模擬状態をビジュアル表示し、列車走行を模擬



集中操作盤を備えたシステム構成

## ■ 新幹線向け大開口ホームドア

*Platform Door Long-stroke Model for Shinkansen*

ホームドアの扉は旅客の車両への乗降のために、停止車両の扉位置に合わせて配置し、開口(旅客乗降口)を形成する。扉位置の異なる車両が乗り入れる駅では、複数の扉を一つの開口で対応する場合がある。特に、新幹線で扉位置が異なる車両が乗り入れると、車両長によって扉位置が離れてしまう場合があり、在来線と比較して開口は大きくなる。当社は、最大6.8mの開口に対応可能なホームドア(扉長3.4m)を持ち、東海道新幹線に納入してきた。しかし、扉位置が異なる車両が乗り入れる新大阪駅では、20番線向けとして最大約10.5mの大開口に対応できるホームドア(扉長5.25m)が必要になり、開発を行った。大開口に対応するために扉は長くなるが、ただ長くするだけでは、扉質量の増加に伴って扉支持部への負荷が大きくなり、動作寿命は短くなる。そこでこの開発では、軽量化のために扉の形状や素材を見直し、質量は従来と同水準にしたまま、扉

長5.25mを達成した。また、従来の扉の支持構造を見直して扉質量によって発生する負荷を逃がす構造を設けた。これらの施策によって、従来より大きな開口でありながら、動作寿命を確保したホームドアを実現した。この大開口ホームドアは、新大阪駅26番線の約9.7mの開口にも同類機を納入し、2019年12月から運用中である。



新大阪駅26番線据付の大開口ホームドア

# ■4. ビルシステム Building Systems

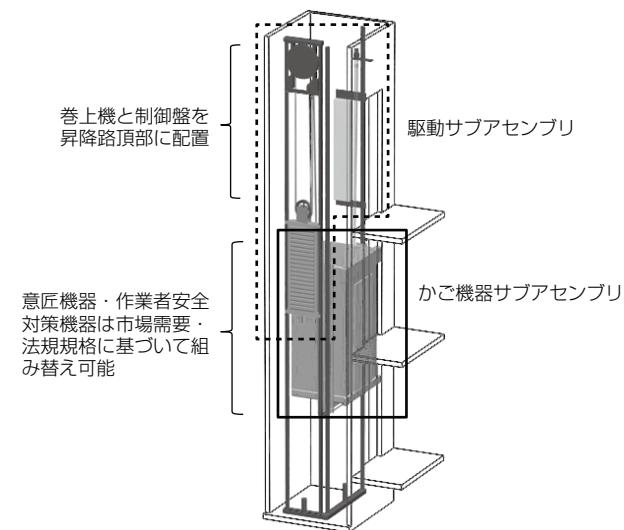
## ■ 機械室レスエレベーターの新機器構成 New Equipment Configuration of Machine-room-less Elevator

エレベーターの販売対象国が全世界に拡大していく中、多様化する市場需要に対応する機器種類を最適化して開発効率・生産効率を向上させることが求められている。そこでグローバル展開を前提とした機械室レスエレベーターの機器構成を新規に開発した。従来機種では国内市場と海外市場で異なる構成であった巻上機、巻上ロープを含む駆動系システムは統一化を図った。制御盤を含む電気系システムはグローバルで共通にする固定機器と法規・規格ごとに対応する可変機器を組み合わせることで、国ごとの仕様に柔軟に対応できる構成にした。

機器レイアウトはいくつかのサブアセンブリを組み合わせることで構成する。駆動サブアセンブリは巻上機と制御盤を昇降路頂部に配置する構成とし、昇降路面積が省スペースになるように釣合いおもりと巻上機の組合せパターンを準備した。かご機器サブアセンブリは市場需要や法規・規格によって構成機器を柔軟に組み替えできる構成にした。このように、サブアセンブリ構成機器の配置ルールを統一

することで機器種類の削減を図っている。

この機器構成を採用した国内市場向け標準型エレベーター“AXIEZ-LINKs”を2020年10月から販売している。従来機種と比較してレイアウト種類は約半分に削減した。



機械室レスエレベーターの新機器構成

## ■ 国内市場向け標準型エレベーター“AXIEZ-LINKs”用巻上機とドアモータ Traction Machine and Door Motor of Standard Type Elevator "AXIEZ-LINKs" for Domestic Market

### (1) “AXIEZ-LINKs”用巻上機

機械室レスエレベーターでの積載量450kg超~1,000kg領域に、モータ口径を従来比-40%に縮小した巻上機を適用することで、巻上機の頂部配置レイアウトに適合させた。

この巻上機は綱車径を従来の約80%に小径化することによって、ブレーキ及びモータの必要トルクを低減し、巻上機の小型軽量化を実現した。またブレーキを巻上機下部に配置し、ハウジング脚部付近に必要強度を集約することで巻上機の質量低減を実現した。さらに現行機種と比較して、加工面積(約40%減)、ボルト本数(約40%減)、カバー部品点数(約60%減)を削減した。

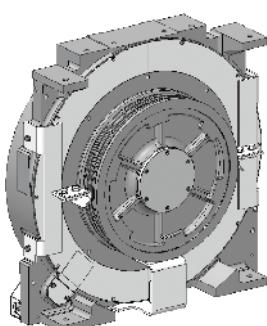
この設計変更によって、モータ出力11kW領域で、軸方

向の厚みは増加したものの、巻上機全体として軽量化(当社従来比7%減)を実現した。

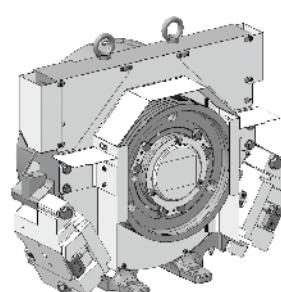
### (2) ドアモータ

エレベーターのかごドア開閉用装置の種類削減と低コスト化を目的に、ダイレクト駆動仕様と減速機付き仕様(かごの高天井仕様含む)のかごドア開閉用装置の双方に適用可能な薄型ドアモータを開発した。

この開発では、集中巻きステータと多極化ロータによるモータ厚みの低減、及び薄型角度センサの開発によって、現行ドアモータに対し、同等以上のモータ出力を確保しながら、約30%の薄型化を達成した。

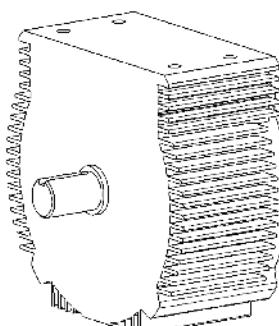


旧巻上機

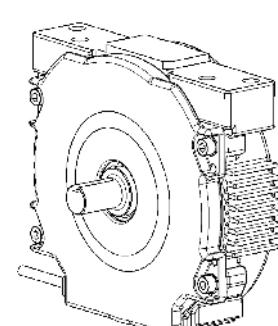


新巻上機

巻上機



現行ドアモータ

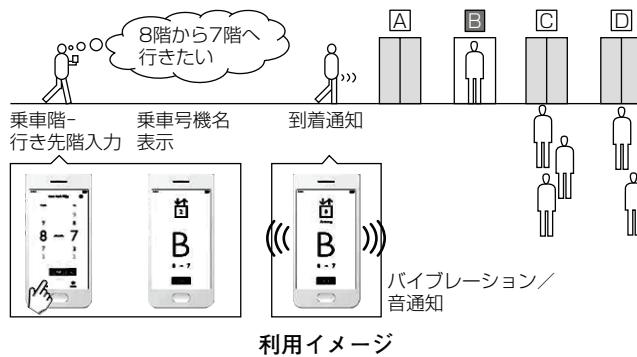


薄型ドアモータ

ドアモータ

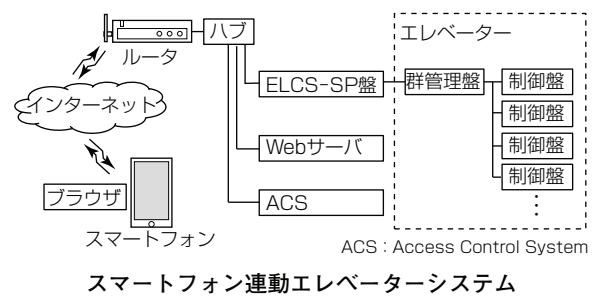
## ■ 新型コロナウイルス感染症対策に効果を見込むスマートフォン連動エレベーターシステム *Elevator Call System with Smartphone Expected to Be Effective for COVID-19 Measures*

昨今の世界的な新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行に伴い、モノ・人との接触機会低減が必要とされている。今般、感染症対策に効果を見込むスマートフォン連動エレベーターシステムを開発した。このシステムはスマートフォン操作によるエレベーター呼び登録を可能にし、エレベーター操作盤を介した接触感染のリスクを低減する。呼び登録後は乗車すべき号機名をスマートフォンに表示するとともに、バイブルーションによってエレベーター到着を通知することで、乗車口まで利用者を誘導してエレベーターホールの待機空間を分散する。また、利用者は“混んでいないエレベーター”と“専有エレベーター”を選択する機能を実装した。



択して乗車できる。前者は乗車人数の少ないエレベーターを優先的に配車することで、各号機の乗車率を分散してエレベーターかご内の密接を緩和する。後者は利用者のパスワード入力を基に、エレベーターが行き先階到着まで途中階を通過することで他利用者との同乗を防止する。

このシステムはスマートフォンとエレベーター間のインターフェースを提供する“ELCS-SP盤(ELevator Call System with SmartPhone)”の接続によって、インターネット経由で連動を実現している。利用者は所有するスマートフォンのブラウザから指定のURL(Uniform Resource Locator)へアクセスすることで、このシステムへの認証登録とサービス利用が可能である。

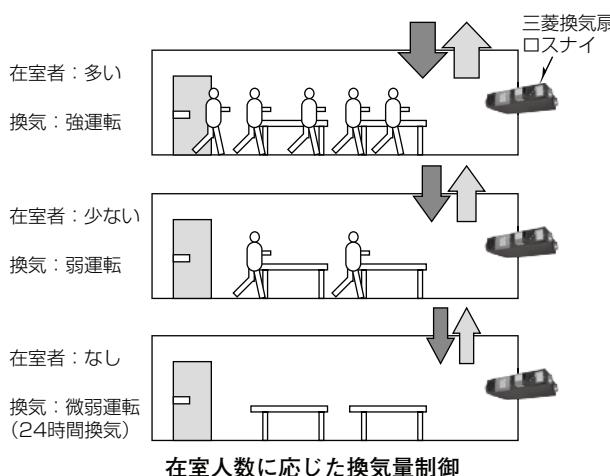


## ■ 三菱ビル統合ソリューション“ビルユニティー”の在室人数による換気連携機能 Ventilation Cooperation Function According to Number of People in Room of Mitsubishi Integrated Solution for Building "BuilUnity"

中小規模ビルを対象とした三菱ビル統合ソリューション“ビルユニティー”で、在室人数と換気機器との連携機能を開発した。この機能は主にZEB(net Zero Energy Building)案件をターゲットにしており、経済産業省ZEB実証事業の採択時に導入必須要件となる未評価技術にも適合している。この機能の特長は次のとおりである。

### (1) 省エネルギー性と快適性の両立

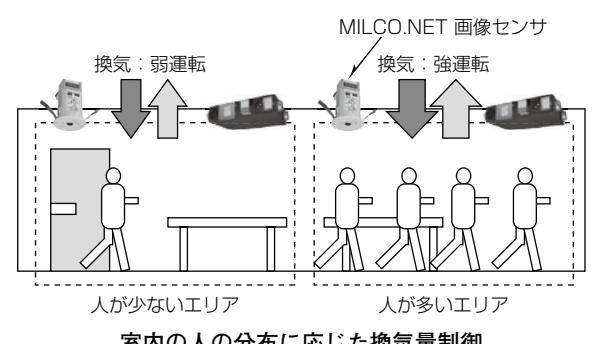
ビルユニティーの持つ入退室管理機能に加え、人の通行を検知する人流センサとの連携によって在室人数を算出可能にした。この機能では、算出した在室人数に基づいて適



切な換気量を計算し、必要十分な量の外気を供給するよう  
に換気機器を最適制御できる。在室人数の実態に即した換  
気量を確保することで、省エネルギー性と快適性を両立可  
能である。また三菱電機照明(株)製の照明システム“MILCO.  
NET”では画像センサで検知範囲内の人数を検出するこ  
とが可能であり、このシステムと連携することで人の分布を  
取得し、人がいる場所の換気機器を優先的に運転できる。

## (2) 換気量と省エネルギーの柔軟なバランス設定

感染症対策として、省エネルギーより換気を優先すべきときには、人の密集度に応じて強制的に換気量を増やす制御も可能である。昨今のコロナ禍によって換気の重要性に注目が集まっているが、状況に応じた換気量と省エネルギーのバランスを柔軟に設定できる。

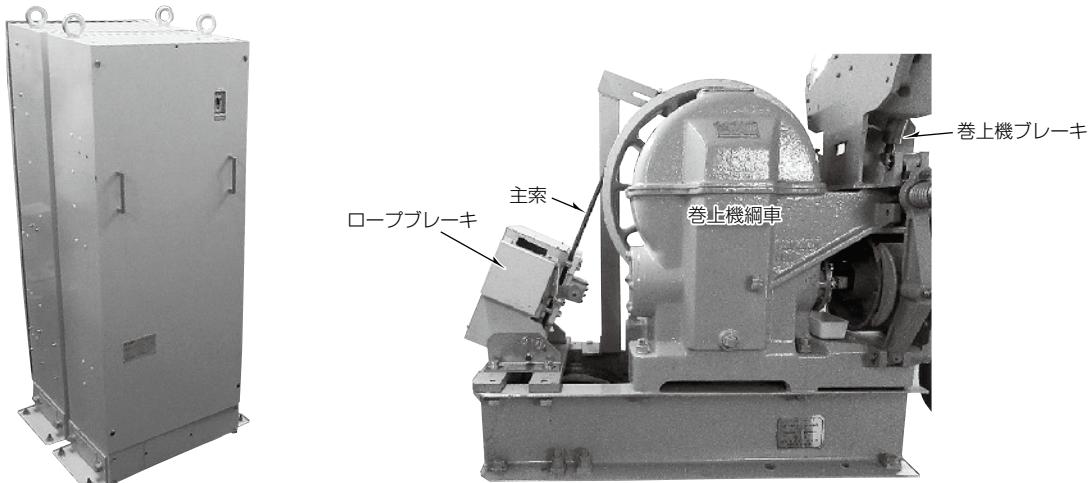


## ■ シンガポールの特定顧客向けエレベーター用独立型戸開走行保護装置 *Independent Unintended Car Movement Detector for Elevators of Singapore's Particular Customer*

シンガポール建築・建設庁(BCA)から示された稼働中のエレベーターに対する八つの安全性向上対策の一つである戸開走行保護機能は重要対策として強く推奨されており、1998年から2008年にかけて納入したシンガポールの特定顧客向け約1,300台余に対して、この機能を付加したいとの顧客要求があった。この顧客に納入したエレベーターの既設巻上機はウォームギヤタイプであり、この安全機能を具備するためにはロープブレーキ付加方式の採用が実施要件になる。これを踏まえて既に日本国内向けに採用され同方式で機能を実現している独立型戸開走行保護装置の機器システムをベースにこの顧客専用に応用開発した。2019年度に初回80台を納入し、2020年度以降、残り約1,200台余を

順次納入する計画である。開発のポイントとして次の2点が挙げられる。

- (1) 独立型戸開走行保護装置用制御盤について、国内向けでは対象外であった制御方式を含めてこの顧客で世代別に異なる3機種全ての制御方式に対応可能にした。
  - (2) 対象エレベーターの既設機器構成の確実な把握・分析から、この顧客の特有仕様の既存機能を損なうことなく国内向けで培った現地改造ノウハウの活用によってエレベーター制御部の改造部品手配のパターン化を含めて現地施工要領を徹底的に標準化した。  
これらによって機能付加工事の目標であった低コスト・短工期を実現した。



## 戸開走行保護装置用制御盤

## 戸開走行保護装置用制御盤とロープブレーキ

# ■5. 公共システム Public Systems

## ■ 流入水質予測による下水処理の風量制御技術

*Aeration Control Technology of Sewage Treatment Using Predicted Inflow Water Quality*

下水処理場の生物反応槽は、槽内の生物反応のために多大な空気を必要としている。その空気源である送風機の消費電力は下水処理場の約3分の1を占めており、送風量の削減が大きな課題であった。今回、この課題を解決するため、生物反応槽への流入水質と出口水質を組み合わせた風量制御技術を開発した。

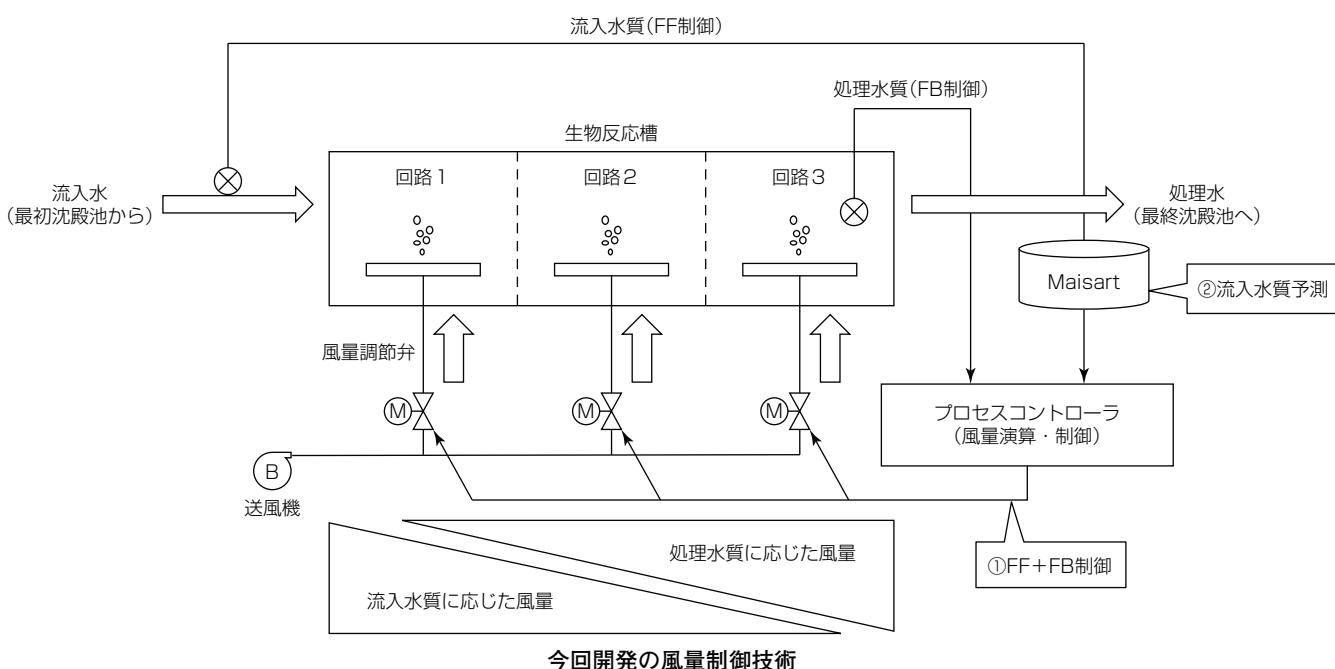
一般的な硝化制御では、過剰な送風量を削減するため出口水質のアンモニアを一定値に制御するが、制御応答が遅く、安定的に制御することが困難であった。当社は次の技術を組み合わせて、従来技術と比べて安定性・追従性の高い制御を実現した。

### (1) FF + FB制御

従来の反応槽出口水質によるフィードバック(FB)制御に、流入水質に比例したフィードフォワード(FF)制御を加えた制御である。流入水質の変動を反応槽前段で吸収することで後段のFB制御の安定性が向上した。

### (2) AIによる流入水質予測

当社AI技術“Maisart”を活用し、蓄積した過去データから数時間先の流入水質を予測する機能を付加した。水質変動を事前に検知してFF制御を行うことで風量制御の応答性が向上した。



## ■ 監視制御システムの設計データを一元管理可能な統合エンジニアリング環境

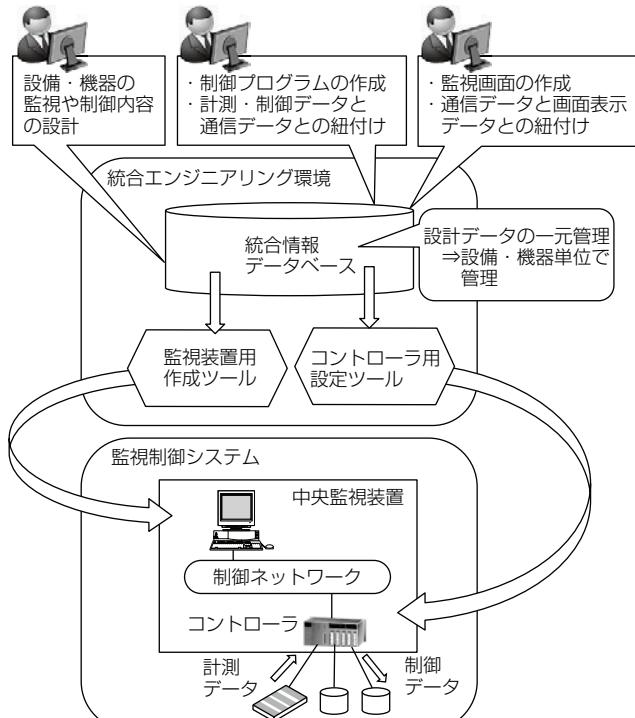
Integrated Engineering Environment Enabling Unified Management of Design Data for Supervisory Control System

社会インフラシステム向け監視制御システムは、設備・機器からのデータ収集・制御を行うコントローラと、コントローラから制御ネットワークを介して計測データを収集し、監視画面に表示する中央監視装置から構成される。各プラントに適用するためには、設備・機器の監視や制御内容の設計を行い、その結果をシステムに設定するエンジニアリング作業が必要になる。エンジニアリングでは、コントローラの制御プログラムの作成や、計測・制御データと通信データとの紐(ひも)付け作業、監視画面の作成、通信データと画面表示データとの紐付け作業を行う。

一元管理した設計データを用いて、これらのエンジニアリング作業を実施する統合エンジニアリング環境を構築し、システム構築の効率化と品質向上を実現した。

統合エンジニアリング環境の特長は次のとおりである。

- (1) 複数信号をまとめた設備・機器単位でデータ間の紐付けを一元管理する統合情報データベースを導入し、設備・機器単位でエンジニアリング作業を行うことで、紐付け作業の効率化を実現した。
- (2) 一元管理した紐付けデータに基づき、ツールによって整合性が取れた各種データを自動生成することで、入力ミスを減らして品質向上を実現した。



監視制御システム向け統合エンジニアリング環境

## ■ “サンガスタジアム by KYOCERA”向けに複数の映像装置を一括納入

Installation of Various Large Displays for "Sanga Stadium by KYOCERA"

2020年2月、国際試合にも対応した新設のスタジアムである“サンガスタジアム<sup>(注)</sup> by KYOCERA”(京都府亀岡市)向けに大型映像表示装置“オーロラビジョン”2面(縦6.72×横11.52(m))、横長の表示装置“オーロラリボン”3面(縦0.96×横82.56(m)×1面、縦0.96×横46.08(m)×2面)、デジタルサイネージ43台(50V型×39台、40V型×4台)を一括納入した。

このスタジアムでは、複数面のオーロラビジョンとフィールドを囲むオーロラリボンによって鮮明で迫力のある映像を提供するとともに、入場から観客席に至るまでの経路でもデジタルサイネージで常に試合映像を提供することで、スタジアム全体で一体感のある映像表示を実現した。

また一般利用者でも大型映像を活用できるよう、簡単に操作できる簡易スコア入力装置に加え、フィールド上から専用タブレット端末を操作することでオーロラビジョンにスコア表示を可能にする遠隔入力システムも併せて納入した。地域住民によるスタジアムの利用を促進し、地域に根差したイベントの実現にも貢献している。

今後も当社大型映像表示技術を核としたスタジアム映像ソリューションで、スタジアムならではの臨場感あふれる

映像体験を提供し、スタジアムへの集客と地域発展に貢献していく。



サンガスタジアム by KYOCERA向け映像装置

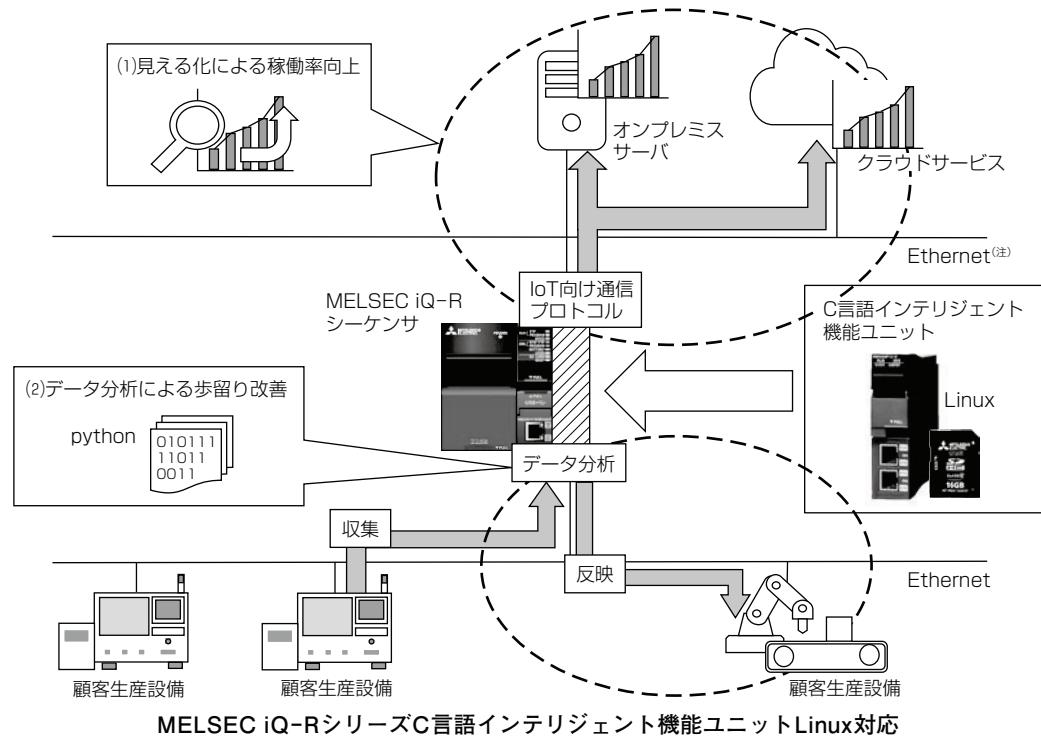
## ■6. FAシステム Factory Automation(FA) Systems

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

## ■ 三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”C言語インテリジェント機能ユニットLinux対応

FA業界でのIoT(Internet of Things)・データ分析需要に対応するため、C/C++言語による演算を行う三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”C言語インテリジェント機能ユニットLinux対応に対し、Linux<sup>(注)</sup>起動機能を追加した。LinuxはIoT・データ分析市場で広く利用されるオペレーティングシステムであり、IoT・データ分析に適

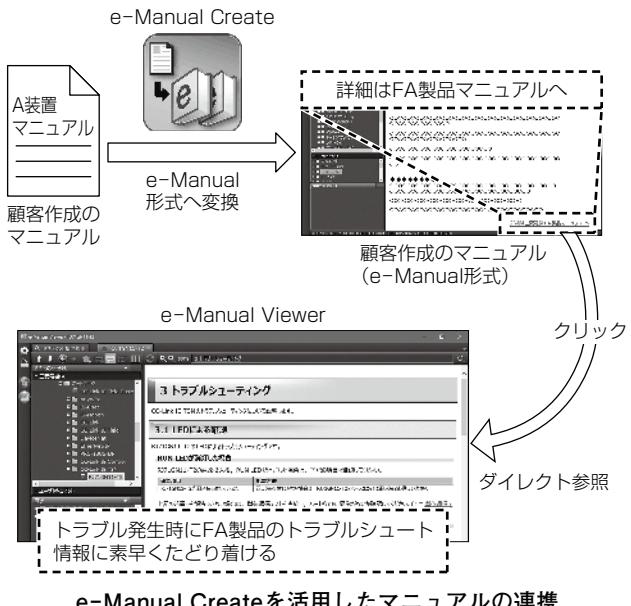
したソフトウェアが多数供給されている。この機能追加によって、IoT向け通信プロトコルを活用したクラウド上の生産状況の見える化が可能になり、顧客生産設備の稼働率向上に貢献できる。またPython等のプログラミング言語やライブラリを活用したデータ分析が可能になり、顧客生産製品の歩留り改善に貢献できる。



## ■ 顧客作成のマニュアルを三菱電機FA機器の“e-Manual”へ統合する“e-Manual Create”

複数マニュアルの一括管理、情報一括検索を実現するため、顧客作成のマニュアル(Word、CHMファイル)を当社FA機器のマニュアル“e-Manual”的形式に変換する“e-Manual Create”を開発した。従来、顧客の設備では、設備マニュアルと設備に組み込まれている当社FA機器のマニュアルが一括管理されておらず、トラブル発生時には別々に情報を探す必要があり、問題解決に多くの時間を要していた。

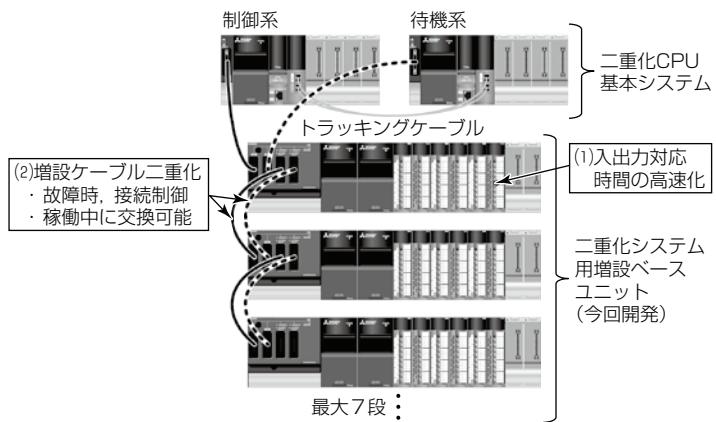
“e-Manual Create”を活用することで，“e-Manual Viewer”でのマニュアル一括管理ができ、設備マニュアルからFA機器マニュアルのトラブルシートへダイレクト参照が可能になる。これによって設備マニュアル作成の簡易化と問題解決に要する時間の大削減を実現する。



■ 三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”二重化システム用増設ベースユニット ←→～←→～←→～←→～←→～←→～←→

Mitsubishi Electric Programmable Controller "MELSEC iQ-R Series" Extension Base Unit for Redundant System

高信頼性が要求される社会インフラ分野用途向け  
三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”に  
“二重化システム用増設ベースユニット”を追加した。  
CPUユニット、ベースユニット、電源ユニットを二  
重化した二重化CPU基本システムにこの製品を接続  
(最大7段)することで、高速かつ高信頼な二重化シ  
ステムの構築を可能にした。主な特長は次のとおりである。  
(1) 系切替え時の入出力応答時間を高速化(“Qシリー  
ズ”比:約3.7倍)し、高速制御用途に適用可能にした。  
(2) 増設ケーブルの二重化によって、二重化した  
ケーブルのうち1本が故障・断線しても制御を継  
続し、故障・断線したケーブルは稼働中に交換可  
能にした。



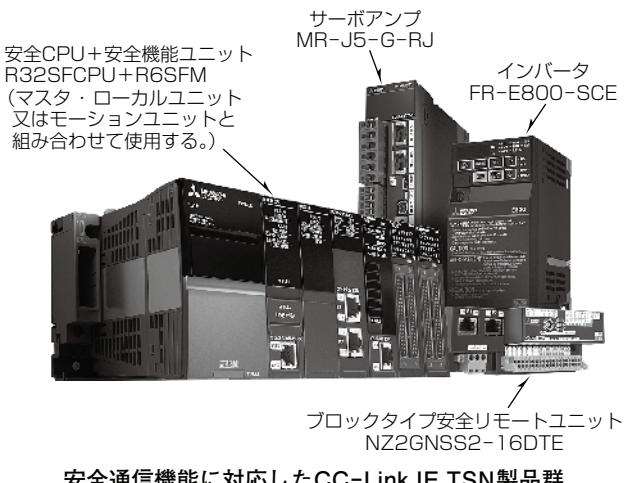
冗化システム用増設ベースユニットを使用した冗化システム

■ 安全通信機能に対応したCC-Link IE TSN製品

CC-Link IE TSN Products Corresponding to Safety Communication Function

安全通信機能に対応した産業用オープンネットワーク  
CC-Link IE TSN(Time Sensitive Networking) 製品を  
開発した。これによって、CC-Link IE TSNの適用範囲  
拡大が見込まれる。主な特長は次のとおりである。

- (1) 一般制御通信と情報通信に加えて、安全制御通信を同一ネットワーク上で実現可能にした。これによって、省配線・配線容易化を実現するとともに、柔軟なシステム構築を可能にした。
- (2) 幅広いFA製品(安全CPU、ブロックタイプ安全リモートユニット、サーボアンプ、インバータ)で安全通信機能対応製品をラインアップし、様々な装置に安全システムを提供可能にした。



安全通信機能に対応したCC-Link IE TSN製品群

■ 三菱電機マイクロシーケンサ“MELSEC iQ-Fシリーズ”のCC-Link IE TSNマスター・ローカルユニット “FX5-CCLGN-MS”

CC-Link IE TSN Master / Local Module "FX5-CCLGN-MS" of Programmable Controller "MELSEC iQ-F Series"

CC-Link IE TSNは、リアルタイム性を保証した制御  
を実施しながら、同時にITシステムとの情報通信の混在  
も可能にしたネットワークである。これに対応し、小規模  
なネットワーク構築に最適である三菱電機マイクロシ  
ーケンサ“MELSEC iQ-Fシリーズ”のCC-Link IE TSNマ  
スター・ローカルユニット“FX5-CCLGN-MS”を開発した。  
この製品は次の特長を持つ。

- (1) 各機器が時刻同期し、時分割された周期で双方向の通  
信を行うことで、最小同期周期250μsの高速かつ高精度  
な制御通信が可能である。
- (2) 実機のシステム構成を検出し、必要なネットワークパ  
ラメータをエンジニアリングツールに自動で生成する。
- (3) スレーブ機器へパラメータを自動で配信するため、ス  
レーブ機器ごとのパラメータ書き込みが不要である。

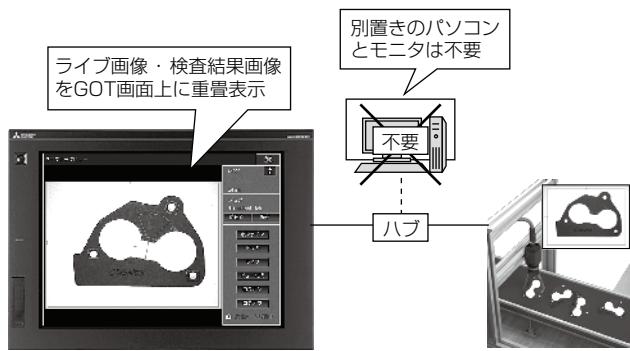


FX5-CCLGN-MS

## ■ 表示器“GOT2000シリーズ”のビジョンセンサモニタ機能 *Vision Sensor Monitor Function of Display "GOT2000 Series"*

従来、ビジョンセンサ“MELSENSOR VS/In-Sight<sup>(注)</sup>シリーズ”のメンテナンスを生産現場で行うためにはパソコンや専用装置が必要であり、設備導入にコストを要するという課題があった。この課題を解決するため、表示器“GOT2000シリーズ”(以下“GOT”という。)でビジョンセンサのメンテナンスを簡単かつローコストで実現可能な“ビジョンセンサモニタ機能”を開発した。

ビジョンセンサ用のパソコンとモニタが不要



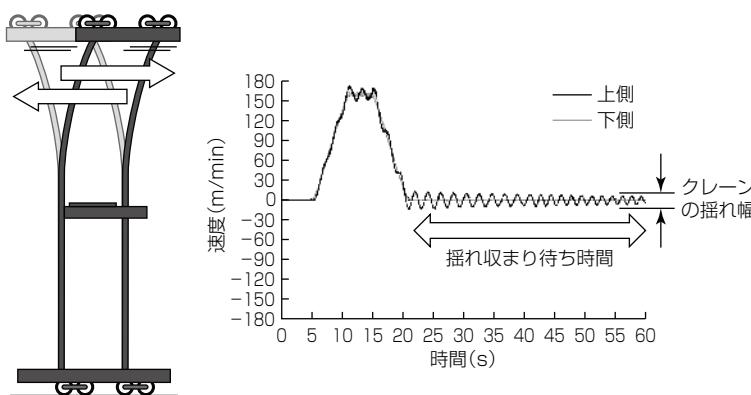
## GOT2000シリーズのビジョンセンサモニタ機能

## ■ 物流・搬送専用インバータ“FR-A800-AWHシリーズ” “FR-A800-AWH Series”; Inverter for Logistics and Transportation

FR-A800 Plusシリーズの新たなラインアップとして、物流／搬送専用インバータ“FR-A800-AWHシリーズ”を開発した。

レーザや絶対値エンコーダなど距離測定器で検出した台車の位置をインバータにフィードバックし、台車の位置を正確に制御が可能である。この製品の主な特長は次のとおりである。

- (1) 制振制御によって、走行台車を移動させるときのクレーンの揺れを抑制することが可能である。揺れが収まるまでの待ち時間を最小化し、タクトタイム短縮に貢献する。
  - (2) 位置決めの基本条件の設定だけで、インバータが停止位置までの運転パターンを自動生成するため、上位コン



## 運転パターンの自動生成

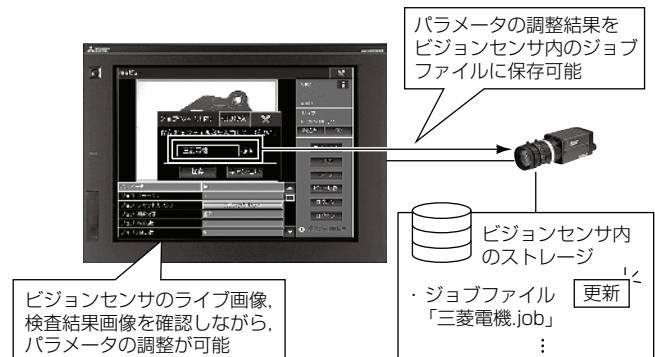
- (1) ビジョンセンサとGOTは簡単に接続可能である。

(2) ビジョンセンサ用のパソコンや専用装置が不要である。

(3) GOTでビジョンセンサのセットアップが可能である。

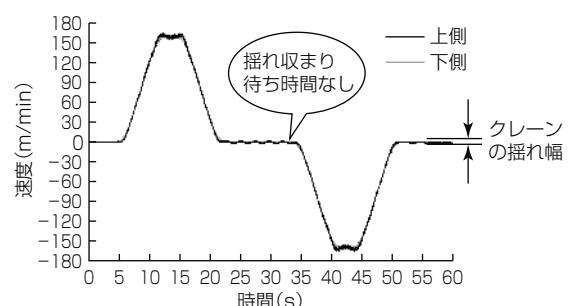
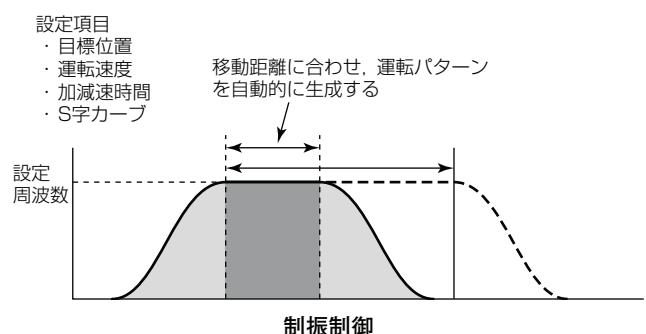
(4) ワークに合わせてビジョンセンサのジョブファイルを  
変更して実行することが可能である。

ビジョンセンサをGOTでセットアップできる



## ジョンセンサモニタ機能

トローラのプログラム作成工数を削減できる。また、インバータの設定変更で台車の動作を調整でき、立ち上げ工数を削減可能である。



## 運転パターンの自動生成

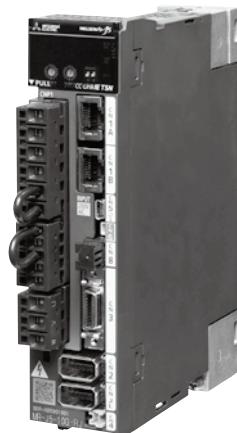
## ■ 三菱サーボアンプ“MR-J5シリーズ”のCC-Link IE TSN安全通信機能

*Safety Communication Function via CC-Link IE TSN of Mitsubishi Servo Amplifier "MR-J5 Series"*

2019年5月に発売した三菱サーボアンプ“MR-J5シリーズ”が、バージョンアップによって新たに安全通信機能に対応した。主な特長は次のとおりである。

- (1) “MR-J4シリーズ”では、機能安全ユニット“MR-D30”を装着することによって安全通信機能を実現していたが、MR-J5シリーズではオプションレスで安全通信機能に対応可能である。
- (2) CC-LinkIE TSNの安全通信に対応し、SIL 3、カテゴリ4、PLeの安全レベルを達成している。
- (3) 安全通信経由で、STO(Safe Torque Off), SS 1(Safe Stop 1), SS 2(Safe Stop 2), SOS(Safe Operating Stop), SLS(Safely-Limited Speed), SSM(Safe Speed Monitor), SBC(Safe Brake Control), SDI(Safe DI-rection), SLT(Safely-Limited Trque), SLI(Safely-Limited Increment)の各種安全機能を制御可能である。

Limited Increment)の各種安全機能を制御可能である。



MR-J5シリーズ

## ■ FAシステム向けOPC UAサーバ

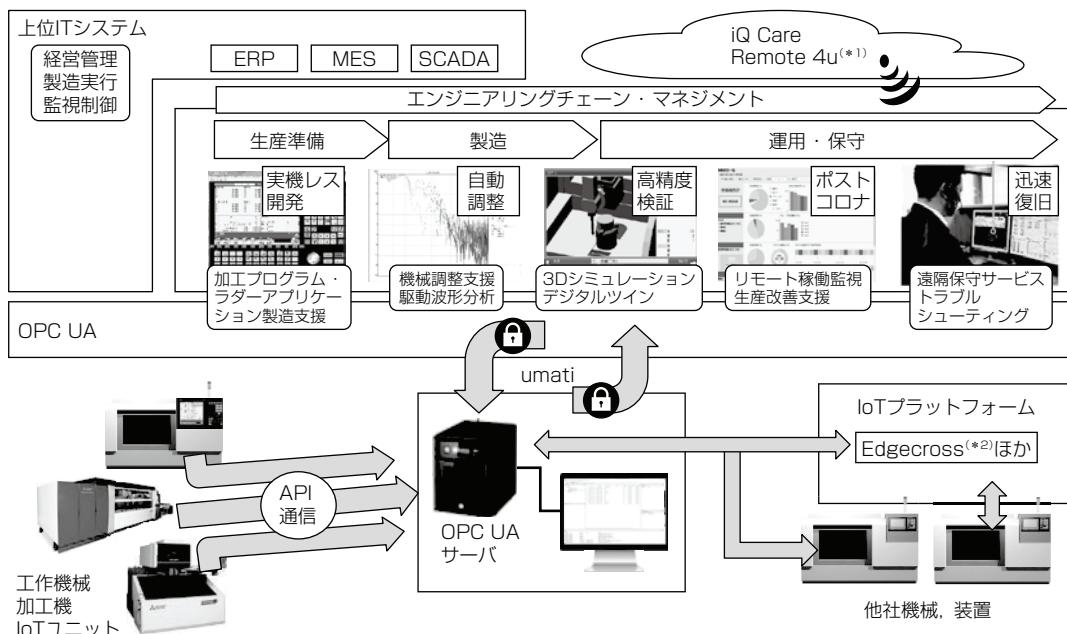
*OPC UA Server for Factory Automation System*

OPC UA<sup>(注)</sup>(OPC Unified Architecture)は欧州を中心としたグローバル普及が進んでおり、欧州、その他地域での事業規模拡大を目的として、工作機械分野での普及が見込まれる共通インターフェース規格umatiに対応したOPC UAサーバを開発した。主な特長は、次のとおりである。

- (1) コンフィギュレーションツールで接続対象としたNC(Numerical Control)や様々な加工機、装置からOPC

UAサーバがデータを収集する。

- (2) 様々なOPC UAクライアント(ユーザーシステム)からのアクセス要求に対し、情報モデルに応じた装置データをOPC UA通信によって送受信する。
- (3) 装置の監視制御や製造実行、シミュレーション、遠隔保守サービスなどエンジニアリングチェーンでの様々なユースケースで、装置データの利活用が可能になる。



ERP : Enterprise Resource Planning, MES : Manufacturing Execution System,  
SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition, API : Application Programming Interface

\* 1 三菱電機リモートサービス

\* 2 エッジコンピューティング用オープンプラットフォーム

OPC UAサーバによる装置データの利活用

## ■ スプリングクランプ端子仕様の電磁接触器・電磁継電器 Magnetic Contactors and Relays with Spring Clamp Terminals

電磁接触器及び電磁継電器のラインアップに配線性とメンテナンス性に優れるスプリングクランプ端子仕様製品を追加した。

スプリングクランプ端子は従来のねじ締め作業に必要であった高いスキルが必要でなく、簡単に確実な電線の接続が可能になる。また、スプリングクランプ端子は長期間の使用でも接続部が緩む心配がなく、点検時の増し締め作業の軽減を可能にする。

端子方式はプッシュイン方式を採用した。単線及びフェルールを使用した場合には、電線を配線口へ差し込むだけで配線が完了する配線性の優れた端子方式である。

また、主要な国内外規格に標準対応し、グローバル対応可能な製品を実現している。

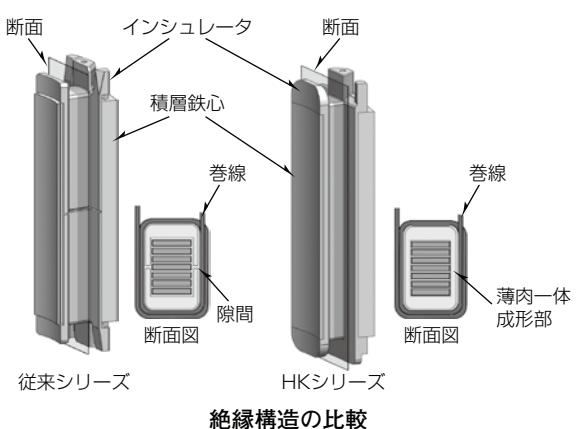


スプリングクランプ端子仕様の  
電磁接触器S-T12SQ

## ■ 小容量サーボモータ“HKシリーズ”の絶縁技術と製造技術 Insulation and Manufacturing Technologies for Small Capacity Servo Motor "HK Series"

次世代サーボモータ“HKシリーズ”的小容量機種向けに薄肉絶縁技術とその製造装置を開発した。多岐にわたる製品群を設計段階から精査・統合し、国内外のニーズに対応できるラインアップの拡充を目指した。海外、特に欧州で主流の400V電源に適合できるステータの絶縁技術と、変種変量の需要に対応する製造技術の開発が必須であった。従来の絶縁構造では二つのインシュレータの隙間でコイルと積層鉄心間の絶縁破壊が生じ、400Vに対する絶縁性能の達成が困難であった。この開発では積層鉄心と熱可塑性樹脂を一体に成形し、薄肉絶縁部を作ることで構造上の課題を解決した。一般的な熱可塑性樹脂の射出成形では、流動中の樹脂表面に膜厚0.1mmの固化層が生じることで、圧力損失が増加して0.3mmの薄肉絶縁部を成形できなかった。この課題に対して流動解析を活用し、インシュレータの肉厚差に起因する圧力損失差を把握し、製品設計と金型仕様に反映した。さらに樹脂温度を制御して粘度を下げることで、軸長108mmの最大機種で薄肉絶縁部の成形を安定させた。これらの開発によって、400V電源

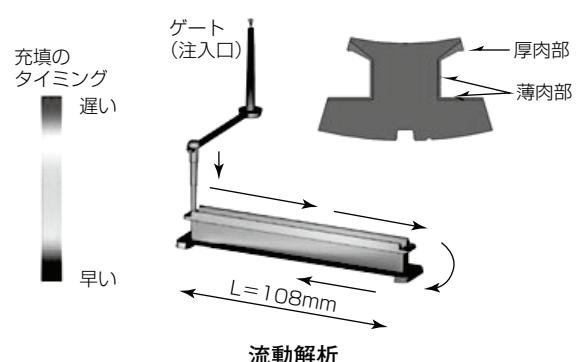
仕様の絶縁性能を達成し、小容量機種のラインアップを拡充できた。また、成形機の射出ストローク1mm当たりの樹脂吐出量を小さくすることで、サイズの異なる機種で精密な射出制御を可能にした。これによって、シリーズ全機種で製造装置を共用化し、変種変量に対応できる生産ラインを構築した。2019年5月にこのシリーズの国内生産を開始した。将来の海外生産を視野に入れており、グローバル競争力を強化していく。



絶縁構造の比較



小容量HKサーボモータ



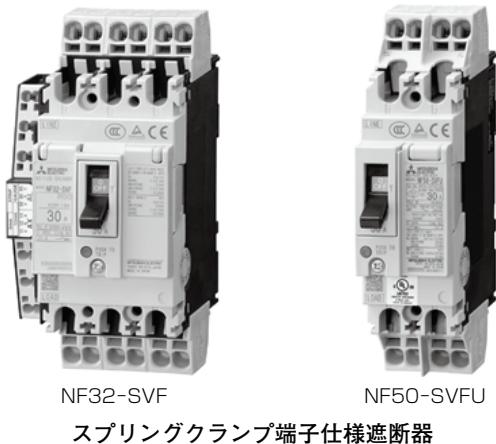
流動解析

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

■ 小形遮断器“WS-VシリーズF Style”の高遮断容量品・UL489認定品へのスプリングクランプ端子仕様追加 →～←→  
*Addition of Spring Clamp Terminal Type to High Breaking Capacity Model and UL489 Listed Model of Small-size Circuit Breaker "WS-V Series F Style"*

省施工、品質安定化を目的としたスプリングクランプ端子仕様遮断器に、“NF／NV32-SVF”を始めとする小形遮断器“WS-VシリーズF Style”を追加ラインアップした。主な特長は次のとおりである。

- (1) 発売済みの“NF／NV32-CVF”と縦横同サイズでありながら遮断容量が高く、より幅広い回路に適用可能である。
  - (2) UL489認定機種である“NF／NV50-SVFU”についても同様にスプリングクランプ端子形をラインアップした。北米向け案件にも対応可能である。
  - (3) 発売済みのNF／NV32-CVFと同様、フェルール端子、より線、単線の多線種接続が可能である。



## スプリングクランプ端子仕様遮断機のラインアップ

機種	形名	定格電流	備考
配線用遮断器／漏電遮断器	CP30-BA	~20A	発売済み
	NF/NV32-CVF	~32A <sup>(*)1</sup>	発売済み
	NF/NV32-SVF	~32A	新規追加
	NF/NV63-CVF	~30A	新規追加
	NF/NV63-SVF	~30A	新規追加
	NF/NV50-SVFU	~30A	新規追加

\*1 NV32-CVFのCE：CCC品は30Aまで

#### ■ 単3中性線欠相保護付き遮断器“125・250AフレームSクラス”

### ***Circuit Breaker "125A and 250A Frame S Class" with Single-phase Three-wire Neutral Line Phase Interruption Protection***

JIS及び内線規程の改定によって単相3線式電路の高遮断容量化に対応した単3中性線欠相保護付き遮断器“125・250AフレームSクラス”を発売した。主な特長は次のとおりである。

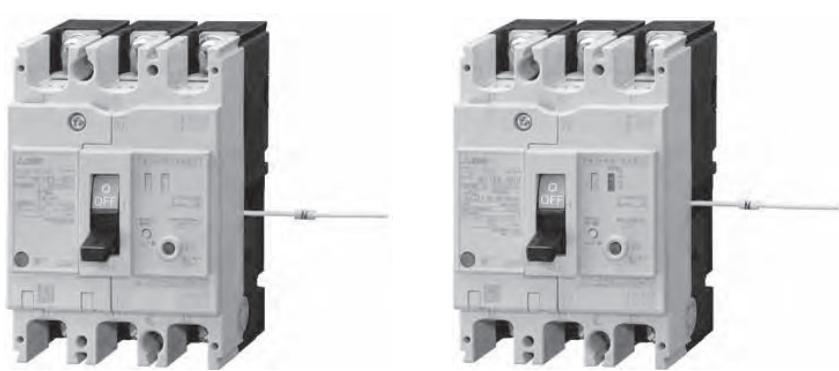
- ### (1) Sクラス(汎用品)の遮断容量に対応

単3中性線の欠相による過電圧の検出・保護機能はそ

のままにトランス大容量化・高効率化に伴う短絡電流アップに対応可能である。

- ①125Aフレーム Cクラス30kA→Sクラス50kA  
 ②250Aフレーム Cクラス36kA→Sクラス85kA

- (2) Cクラス(経済品)との互換性を保持  
接続方法、外形寸法、付属装置はCクラスと同一である。



NF125-NSV

NV125-NSV

NF250-NSVZ

# ■ 7. 自動車機器 Automotive Equipment

## ■ 第三世代GMR回転センサ

*The 3rd Generation Revolution Sensor with Giant Magneto Resistance Element*

車載用回転センサは、エンジンや変速機等の回転体の高精度な位置検出に用いられ、高い信頼性と低価格化が求められる。これらの要求に応えるため、新たにICを開発し、搭載した第三世代GMR(Giant Magneto Resistance)回転センサを量産化した。

新規ICでは、従来IC内に設けていたGMR素子の専用領域を回路上に形成する構造を開発し、高精度な検出性と高い熱衝撃耐性を維持したままICの小型化を実現した。また新規設計した自動調整回路によって、従来必要であった信号調整回路と調整工程を廃止した。これらによって従来の高い信頼性を維持したままICの小型化を行って低価格を実現した。



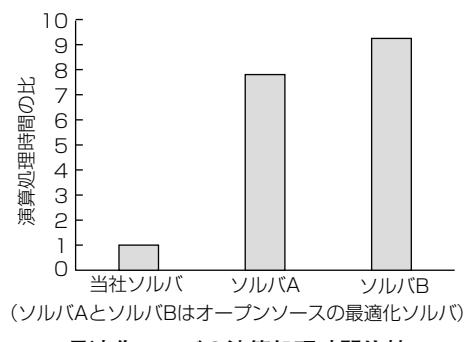
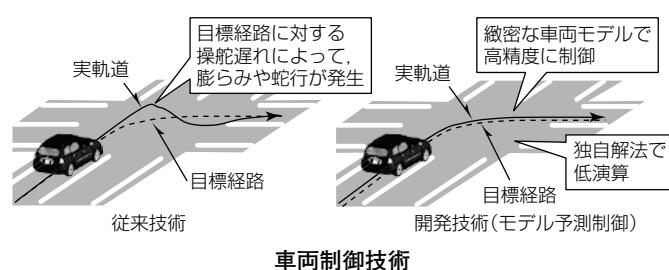
第三世代GMR回転センサ

## ■ 車両制御向けモデル予測制御技術

*Model Predictive Control Technology for Vehicle Control*

自動運転に向けた車両制御技術として、車両運動特性を考慮し、車両の縦方向と横方向の運動を統合的に最適制御するモデル予測制御技術の開発に取り組んでいる。モデル予測制御は最適化問題をリアルタイムで解くため、計算負荷が高くなるという課題がある。その課題に対して、最適化問題を解くための高速ソルバ(数値的に解を求めるプログラム)を開発した。当社ソルバの解の求め方では、最

適化問題は連立一次方程式を解く問題に帰着する。そこで、問題を解くための前処理を効率化することで、計算負荷を低減し、ソルバの高速化を実現した。これによって、モデル予測制御の車載向けマイコンへの実装が可能になり、乗り心地の良い高精度な車両制御が実現できる。



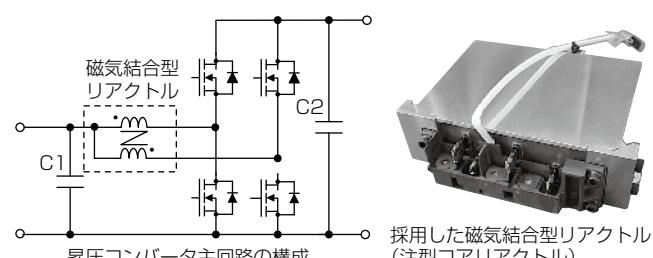
## ■ 昇圧コンバータの高電力密度化技術

*High Power Density Technology for Boost Converter*

近年、環境規制への対応から、ハイブリッド電気自動車には、モータ駆動の高出力化・高効率化のニーズがある。そのため、モータを駆動するIPU(Intelligent Power drive Unit)に昇圧コンバータを適用することで、モータを高出力化している。一方、搭載性向上のための小型化も同時に要求される。このため、昇圧コンバータの高電力密度化技術を開発した。主な適用技術は次のとおりである。

- (1) 卷線の発熱量や電流リップルを低減し、リアクトルの小型化が可能な磁気結合型インターリーブ方式
- (2) 漏洩(ろうえい)磁束を低減でき、高放熱で小型な磁気結合型リアクトル

これらの技術の適用で従来比65%増の高電力密度化を達成した。



昇圧コンバータの高電力密度化技術

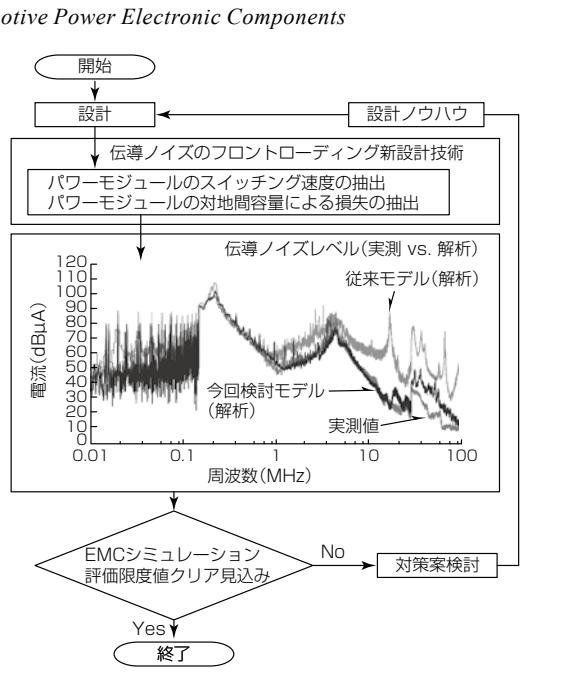
## ■ 車載パワーエレクトロニクス製品のEMCフロントローディング設計技術

*Electromagnetic Compatibility Front Loading Design Technology for Automotive Power Electronic Components*

従来、伝導ノイズの実測値と解析値は1MHz以上の周波数帯域で40dB以上の差異が生じており、設計手戻りによる工数増大の懸念があった。

今回、パワーモジュールのスイッチング速度、及び、パワーモジュールの対地間容量の損失を考慮した伝導ノイズのフロントローディング設計技術を新たに確立した。

この設計技術を当社で開発・量産化している車載用パワーコントロールユニットに適用した結果、伝導ノイズの実測値と解析値の差異は10MHz以下の周波数帯域で約6dBに抑制でき、試作レスで詳細なノイズ解析が可能になり、設計手戻りを低減できる。



## ■ フロントリレーコントロールモジュール

*Front Relay Control Module*

ハーネス長削減による車重低減や変更機能の局所化を目的として、フロントリレーコントロールモジュール(FRM)を開発し、量産化した。

FRMはエンジルーム内に設置され、車室内の他ユニットが生成する出力要求を、CAN(Controller Area Network)経由で受け取り、ヘッドライトやワイパ等といった車両前方の電気的負荷を動かすためにリレー出力を制御する。

またこのモジュールは、特長としてIPD(Intelligent Power Device)の電流遮断機能を、ソフトウェア制御で補完し

た半導体ヒューズ機能を持つ。これによって、メカヒューズよりもハーネス発煙に対する高い保護性能を持たせられたことで、メカヒューズ削減を実現した。



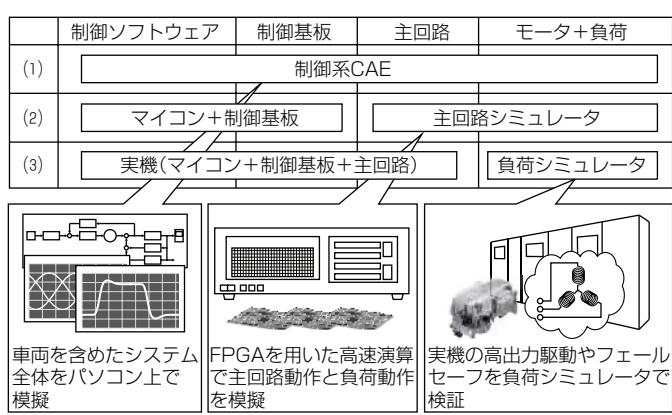
フロントリレーコントロールモジュール

## ■ 自動車用高出力インバータシステムの開発技術

*Development Technology of High-power Inverter System for Automotive Vehicle*

電動化の伸張に伴い、車載機器で取り扱う出力範囲が百kW級まで拡大している。高出力インバータを開発する上で、高出力モータに用いる負荷などの実機評価や検証に大掛かりな装置が必要であり、検証時間、設備や安全対策の費用などに課題がある。当社では、開発効率を向上させるインバータシステムの開発環境として次の三つによる環境を構築し、自動化・効率化を図った。

- (1) インバータ内部から車両に至るシステム全体をパソコン上で模擬して検証
- (2) 当社独自の昇圧回路などをFPGA(Field-Programmable Gate Array)の超高速処理で模擬させ、プロトタイプ段階の制御基板を過酷な負荷条件で検証実施
- (3) インバータ試作機の音や熱、フェールセーフ機能を高出力モータとそれに用いる負荷なしで検証



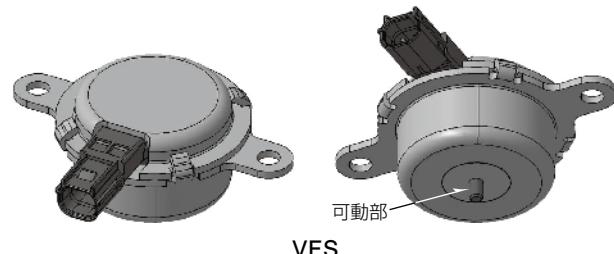
CAE : Computer Aided Engineering

開発効率を向上させるインバータシステムの開発環境

## ■ 可変力ソレノイド Variable Force Solenoid

エネルギー使用の合理化とCO<sub>2</sub>排出削減を背景に燃費規制の強化が進み、自動車の燃費向上に向けた取組みが加速している。当社では自動車の燃費向上を目的に可変バルブタイミング機構(VVT)やオイルコントロールバルブ(OCV)を量産しており、これらの機構の一体化のため可変力ソレノイド(Variable Force Solenoid: VFS)を開発した。このVFSはOCV一体型VVTの動作に必要なエンジンオイルの供給量を制御するリニアソレノイドであり、現在市場で量産されているものよりも可動部の駆動範囲が大きく、VVTの高精度な動作による燃費向上やエンジンレ

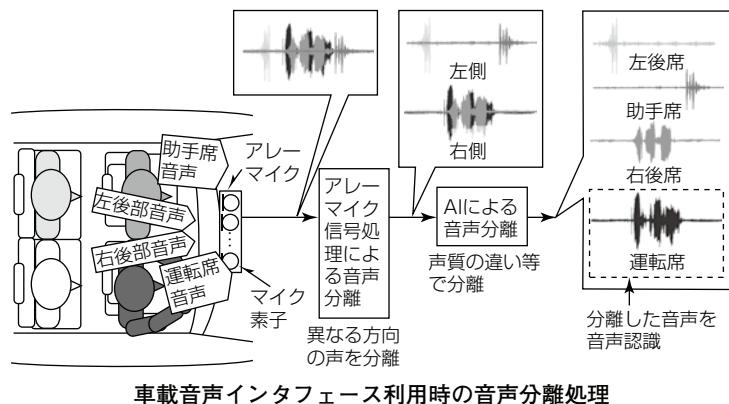
イアウトの簡素化に貢献している。今後は小型化や廉価仕様の検討を進める予定である。



VFS

## ■ 車載音声インターフェース向け音声分離技術 Speech Separation Technology for In-vehicle Voice Interface

走行時の車内で複数人が同時に話す状況でも、全乗員の声を聞き分ける音声分離技術を開発している。今回、アレーマイク信号処理とAIの深層学習を用いて、声を分離する方式を開発した。アレーマイク信号処理では、声が届くまでの時間が複数のマイク素子の位置ごとに異なることを利用して、運転席、助手席それぞれの方向からの音声を分離する。AIによる音声分離では、同じ方向から到来する音声であっても声質の違い等で区別して分離できる。これらを組み合わせることで、方向が異なる左右だけでなく、方向が同じ前後の音声分離も実現する。この技術によって、いつでもどの座席からでも声による要求に応答可能な音声インターフェースを開発し、快適な車内空間を実現する。



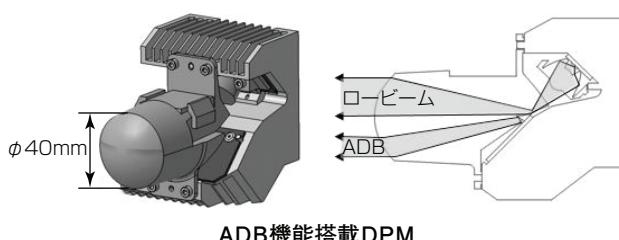
車載音声インターフェース利用時の音声分離処理

## ■ ADB機能搭載DPM Direct Projection Module with Adaptive Driving Beam Function

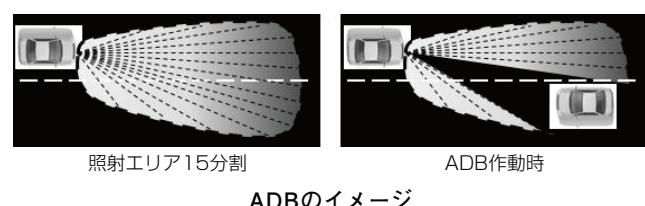
近年、安全性を向上させるためにハイビームでの走行が推奨されているが、先行車や対向車のドライバーを照らして眩惑(げんわく)を与えててしまう。そこで眩惑を回避するためにDPM(Direct Projection Module)にADB(Adaptive Driving Beam)>(\*1)機能を追加した小型ユニットを開発した。DPMはLEDからの光をレンズで制御して光の利

用効率を高めることで小型化が実現できる方式である。通常、ロービームとADBは単独で構成されることが多いがこの開発品はロービームとADBを一体化し、レンズ直径φ40mmで小型であることが特長である。

\* 1 先行車や対向車を検知して必要なエリアをカットし、先行車や対向車が眩(まぶ)しくないようにする技術(照射エリアを15分割して制御する)。



ADB機能搭載DPM



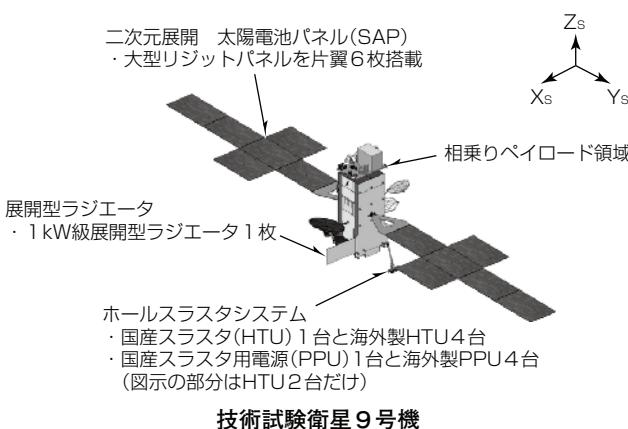
ADBのイメージ

# ■8. 宇宙システム Space Systems

## ■ 大電力化と全電化推進系を実現する技術試験衛星9号機

Engineering Test Satellite 9 Realizing High Power and Full Electrification of Propulsion System

JAXA(国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構)との間で開発を行っている技術試験衛星9号機(ETS-9)は、現在フライ特機の製造着手に向けて準備を進めている。大容量高速通信ペイロードの搭載などを可能にする発電力25kW級の大電力化や、ホールスラスターを使用した全電化推進系による推薦質量の削減などの特長を持つ。また、大容量高速通信ペイロードとしてデジタルチャネライザとマルチビーム給電技術によって、通信回線のフレキシブルな利用を可能にする機器を搭載予定である。



### (1) 発電力25kW級への大電力化

太陽電池パドルは、25kW級では受光面積確保のため4枚のストレートパネルにサイドパネル2枚を追加した二次元展開を実現する。衛星電源系の電力制御器は、10kW級×2台構成から、25kW級では13kW級×2台による大電力化を実現する。

### (2) 全電化推進系による比推力(燃費)の大幅向上

国産ホールスラスター・システムは、従来の化学推進系に対して比推力(燃費)が向上するため、必要推薦量を1/4以下に削減可能である。6kW級の国産大出力ホールスラスター・システムに対応する専用電源装置は、海外で実績のある4.5kW級ホールスラスター・システムに対して高効率/大電力化を実現する。

#### 技術試験衛星9号機の諸元

項目	諸元
打上げ時期	2022年度(予定)
打上げロケット	H3ロケット(予定)
軌道	静止軌道
打上げ質量	約4.5トン
設計寿命	衛星バス16年
電力	発生: 25kW以上, 供給: 20kW以上

# ■9. 防衛システム Defense Systems

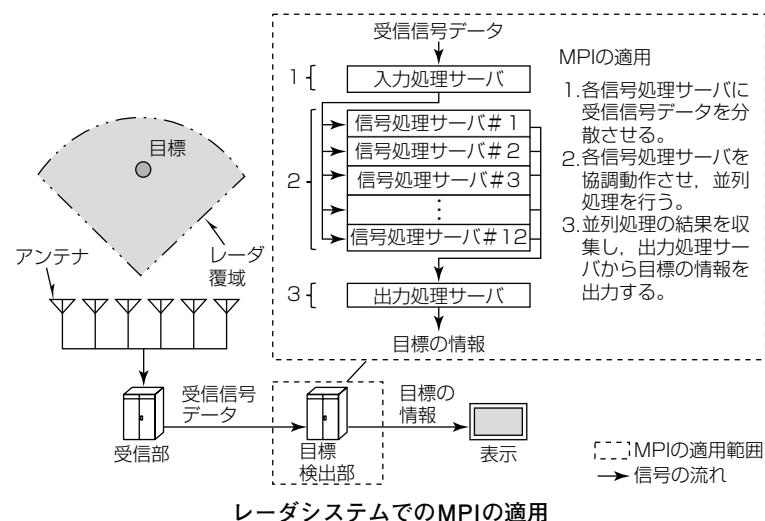
## ■ 大規模CPUクラスタ構成でのMPIによる信号処理技術

Signal Processing Technology by Message Passing Interface in Large-scale CPU Cluster Configuration

近年、ソフトウェアの開発規模は増大傾向にあり、全てを自前で準備するにはコスト・人の観点から限界がある。これを解決するため、COTS(Commercial Off The Shelf)を活用した並列処理(Message Passing Interface: MPI)の検討を行った。MPIは、並列処理のための標準的な規格であり、1CPUでは膨大な実行時間を要する計算を複数のCPUを利用して短時間で処理する場合に有効な技術である。今回の検討ではIntel Parallel Studio XEを適用し、実装コスト及び不具合の低減(同性能の並列処理基盤のフルスクラッチ開発を想定した場合と比較して、開発工数の約10分の1低減を期待できる。)を図るとともに処理性能の実測を行った。

適用先はレーダシステムでの目標検出処理を想定している。このシステムは従来システムと比較して、概算で50倍程度の信号処理量であり、大規模な計算資源を利用した高速の信号処理性能を要求されている。今回の検討では、MPIの適用可否の判断のため、サンプルプログラムを用いて

実測を行い、処理速度についての評価を行った。レーダシステムの諸元を考慮し、実測値に基づく検討を行った結果、最大で12台のサーバ(56CPU搭載/1台)を利用すれば、要求性能を満足できることを確認した。現在、このシステムは開発試作として設計及び実装作業を実施中である。



レーダシステムでのMPIの適用

# ■ 10. 通信システム Communication Systems

## ■ 地方交通線向け列車制御用無線通信システム

Wireless Connections System for Regional Lines Train Control System

当社は東日本旅客鉄道(株)とともに、小海線で運用される無線式列車制御システムの無線通信を担う、新たな無線通信システムを開発した。

新たな無線通信システムは、列車が行き違う駅周辺を無線通信エリアとして地上無線装置と車上無線装置との間で双方向通信を行い、信号機の条件に応じた情報や車両の識別番号、位置／速度等の情報を伝送する。無線化によって従来システムに比べて地上設備(地上子やケーブル等)が削減でき、保守業務の負荷軽減が可能になる。

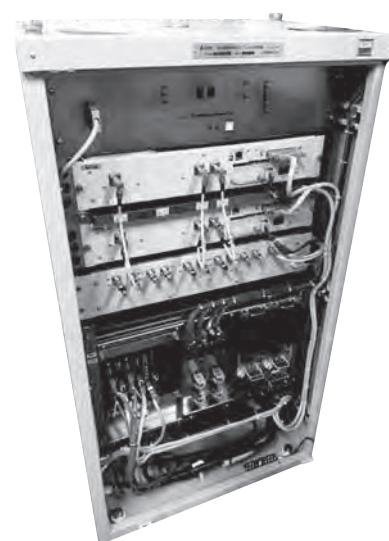
このシステムでは既存の車両の限られたスペースに搭載できる、小型の車上無線装置を新たに開発した。



車上無線装置の統合無線ユニット



車上無線装置の高周波・電源ユニット



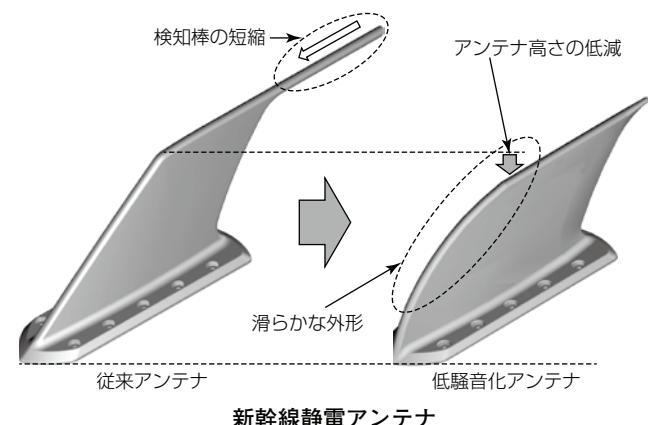
地上無線装置 (提供: 東日本旅客鉄道(株))

## ■ 新幹線向け静電アンテナの小型化

Miniatrization of Electrostatic Antenna for Shinkansen

新幹線の先頭車両の屋根上に搭載されている静電アンテナは、新幹線の架線電圧検知とVHF(Very High Frequency)帯の無線通信を行う二つの機能を持った共用アンテナである。走行速度の高速化(300km/h以上)が進む新幹線では、車両外部に取り付けられた静電アンテナも騒音源の一つである。低騒音化のため、従来アンテナと比較して滑らかな外形とし、検知棒部分の短縮及びアンテナ高さの低減を図った。小型化によるアンテナ電気性能の劣化を抑制するため、架線電圧検知機能ではアンテナ基板面積の拡張や検知判定しきい値の最適化を行い、VHF帯無線通信機能では折り返しモノポール構造の採用、並列共振回路の追加を行うことで、従来アンテナと同等以上の架線電圧検知機能及び無線通信性能(利得、VSWR(Voltage Standing Wave Ratio))を確保した。またアンテナ筐体(きょうたい)の構造設計では、3D設計モデルで内外差圧力・風圧の強度解析を行い、構造性能の目標値(高速走行条件での設定安全率)を満足することを確認した。試作した低騒音

化静電アンテナを東海道新幹線の車両に艤装(ぎそう)し、走行試験を行った結果、アンテナ部分からの騒音は従来よりも6 dB低減し、低騒音化の効果を確認した。今回開発した低騒音化静電アンテナは2020年7月に営業運転を開始した東海道・山陽新幹線用車両N700Sに搭載され、高速走行する新幹線の低騒音化に貢献している。



## ■ スマートモビリティ向け車両認識技術

Vehicle Recognition Technology for Smart Mobility

“温暖化”“高齢化”“都市化”などの社会的課題を解決するため、スマートモビリティの検討が進んでいる。これに伴い、高度な運転支援を実現するための周辺車両認識技術は、ますます重要性が高まっている。当社は、自動運転車両の合流支援を目的とした“レーザセンサによる車長・車速計測”や、車両情報を使用した“車名認識技術”を開発した。

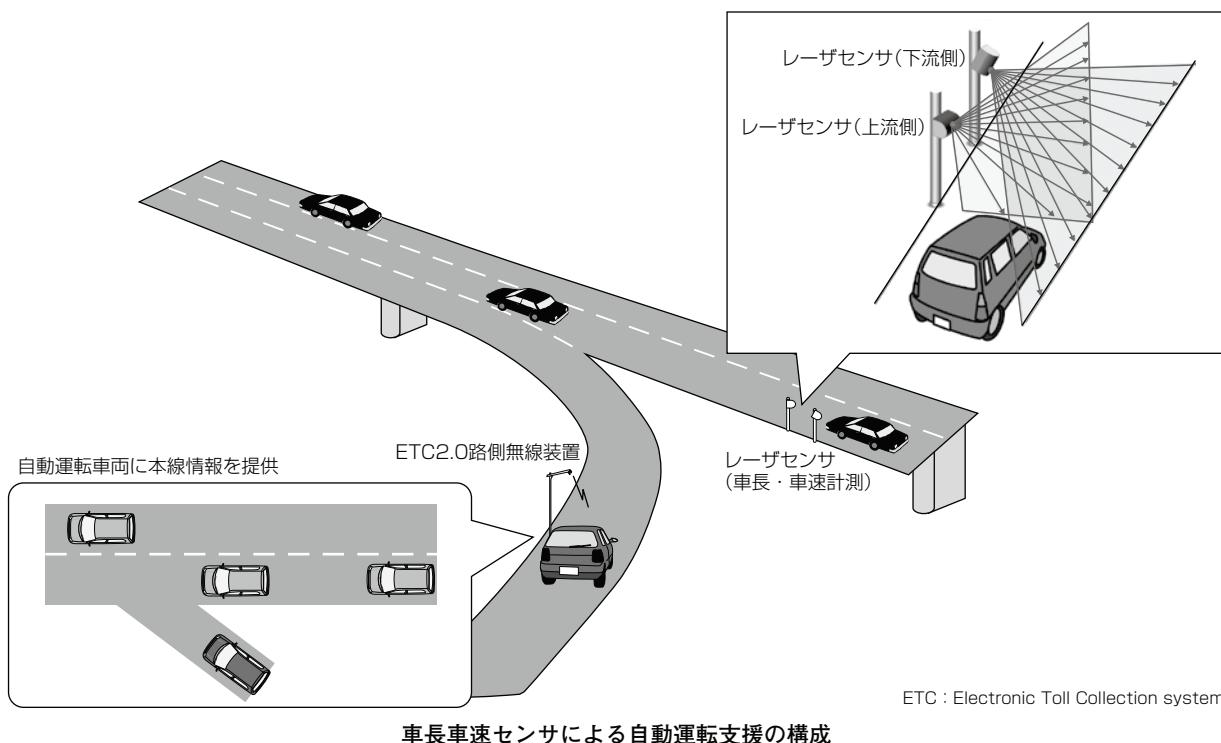
### (1) レーザセンサによる車長・車速計測

高速道路本線への自動運転車両の安全な合流を支援するため、本線通過車両の“車長・車速”を高精度に計測する。レーザセンサの垂直走査で車頭から車尾までの断面観測か

ら車長を計測し、水平走査で移動距離と移動時間から高精度に車速を測定する(車長:平均誤差±0.1m、車速:平均誤差±0.5km/h)。計測結果を本線通過車両の情報として自動運転車両に提供可能である。

### (2) 車名認識技術

駐車場事前精算システム等で、走行する車両の車名を特定するため、車名認識技術を開発した。車名認識には、AI技術を使用しており、車名認識率92%、車種数500車種を達成した。今後も、新車種への対応や認識精度を高めるためのアルゴリズム改善を実施する予定である。



## ■ 11. 映像 Video

## 11.1 映像監視システム Video Monitoring Systems

## ■ 高フレームレートネットワークカメラ“FAC-1020／1000” High Frame Rate Network Camera "FAC-1020/1000"

当社製シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”と連携する高フレームレートネットワークカメラ“FAC-1020／1000”を開発した。このカメラは、撮影した画像をM-JPEG(Motion-Joint Photographic Experts Group)形式で圧縮し、画像サイズ640×480では最大200フレーム/秒(FAC-1020)又は、120フレーム/秒(FAC-1000)でネットワークに配信する。また、画像サイズ1280×960の高精細画像では最大30フレーム/秒の配信も可能である。

これらの実現に当たっては、高速撮影対応のCMOS

## FAC-1020/1000の仕様

項目	仕様
形状	屋内固定
撮像素子	1/3型CMOSセンサ
有効画素数	1280(H) × 960(V) (約123万画素)
レンズ焦点距離	3.0～9.0(mm)
最大フレームレート	200フレーム/秒(FAC-1020) 120フレーム/秒(FAC-1000) (画像サイズ640×480の時)
最大画像サイズ	1280×960(30フレーム/秒以下の場合) 640×480(30フレーム/秒を超える場合)
ネットワークインターフェース	100base-TX/10Base-T, RJ45コネクタ
電源	PoE (IEEE802.3af準拠)
画像圧縮方式	M-JPEG

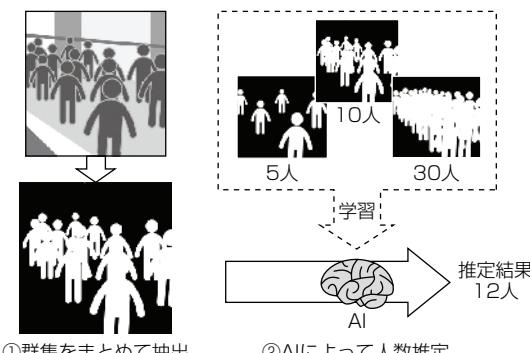
PoE : Power over Ethernet

## ■ 群集解析技術

Crowd Analysis

駅や空港では利用者の安全確保や運行遅延の抑制の面から、スタッフが混雑の状況を正確に把握して利用者を適切に誘導する混雑緩和のニーズが高まっている。

そこで当社は監視カメラの映像を解析して、人数や混雑度(人密度)を推定する群集解析技術を開発した。従来は画像から人物を検出して人数推定していたが、混雑時は人物が重なって検出精度が低下するため、人数推定が困難であった。この技術は、画像から群集をまとめて抽出し、群集が画像内で占める割合と人数の関係を学習したAIで人数推定することで、混雑時でも人数や混雑度を90%の精度で推定できる。



## 群集解析技術の仕組み

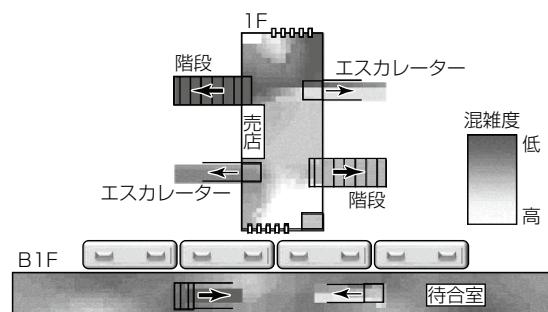
(Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサを新たに採用するとともに、各処理の最適化を実施し、画質補正や画像圧縮の高速化を図った。また、カメラとシーケンサ間の時刻同期に関するパラメータの細かな調整を図り、高精度な時刻同期精度を実現した。このカメラとシーケンサの組合せ時に、カメラは最短で 5 ms 間隔で画像をシーケンサへ送信し、シーケンサは異常発生などをトリガーにして動作ログとともにその画像を記録する。シーケンサの動作ログと記録した画像をつき合わせて再生できるため、例えばトリガー発生時に高速で動いている装置やワークの動き等を連続した画像で詳細に把握できる。これによってライントラブルの早期原因究明、生産品質向上、稼働率向上が可能になる。



## システム構成

また、この技術によって、駅全体の混雑状況を混雑ヒートマップで見える化した。駅構内には改札やホームなど一部にしか監視カメラが設置されておらず、多くのエリアが監視カメラの死角になっている。そこで、監視カメラ前の混雑度と、群集の移動経路情報から、監視カメラ間の混雑度も推定する。これによって、死角エリアを含む駅全体の混雑状況を可視化でき、混雑緩和に向けた利用者の適切な誘導が可能になる。

昨今、COVID-19(新型コロナウイルス感染症)対策の観点から“密”を検知して緩和するニーズはますます高まっており、当社はこの技術によって、駅や空港などの公共施設の安心・安全を支えていく。



## 駅全体の混雑状況見える化

## ■ 液晶マルチ大画面表示装置“LM55P4”

Large Size Multi-screen Liquid Crystal Display "LM55P4"

河川・交通管制等の監視用途や空港・鉄道等でのサイネージ用途の55型液晶マルチ大画面表示装置“LM55P4”を開発した。この製品は次の特長を備え、業務用大型マルチディスプレイへの高度な要求に応える。

## (1) 最新の超狭額液晶パネルを搭載

従来のDLP<sup>(注)</sup>(Digital Light Processing)プロジェクタと同等の目地幅(片側0.44mm)の55型液晶パネルを搭載する。IPS(In-Plane Switching)方式による広視野角性能と最大700cd/m<sup>2</sup>の高輝度を実現した。

## (2) 長期動作性能の確保

監視用途で要求される24時間連続運転に対応している。当社独自の面間輝度自動補正機能によってバックライトの輝度低下を自動的に補正可能にし、メンテナンスを簡素化した。パネルセーブモードでバックライト寿命10万時間達成し、長期の使用に対応している。

## (3) 4K高画質マルチ表示に対応

HDMI<sup>(注)</sup>(High-Definition Multimedia Interface) 2.0、DisplayPort<sup>(注)</sup>1.2aの各入力に対応している。2(横)×2(縦)の4面の構成で4K画像の表示を可能にした。さらに、リバーススキャン機能によってサイネージ用途で課題になる

動画の胴切れ現象を改善した。デイジーチェイン接続による映像配信機能やタイルマトリクス映像拡大機能によって、シンプルな機器構成で高画質・高精細な大画面表示システムを実現した。



LM55P4

## ■ 昇華型プリンター“CP-M1シリーズ”

Dye-sublimation Printer "CP-M1 Series"

コンビニエンスストアやアミューズメント用途などで使用されている業務用写真プリンターの消耗品の交換作業は、不慣れなアルバイト店員などが従事することも多く、プリンターには簡易な作業性が求められている。これらの既存写真分野への拡充を狙い、取扱い性・操作性の飛躍的な向上、さらに、高画質化等の差別化によって他社競争力を強化した次世代の核になる昇華型プリンター“CP-M1シリーズ”を開発した。主な特長は次のとおりである。

## (1) 消耗品の簡単装着

ワンアクションでプリンター内の消耗品の所在を俯瞰(ふかん)できる一覧性の高い構造を実現した。さらに、消耗品であるインクリボンやペーパーにカセット、フランジとの一体化構造を導入することによって、消耗品の交換作業量を従来比で約40%短縮した。オペレータの操作ミスによる機器故障やサービスコールの大幅な軽減が期待できる。

## (2) 大容量・コンパクトサイズ

従来機種と比較して、ペーパー容量(KGサイズ)は600枚

から750枚へ増量し、設置面積は約20%減少した。大容量ながらプリンターサイズのコンパクト化を実現している。

## (3) 新開発の画像処理エンジン搭載

1ドット再現性の性能指標を従来比で2倍以上を実現し、画像のシャープ感が飛躍的に向上している。



CP-M1シリーズ

## ■ 12. ITソリューション IT Solution

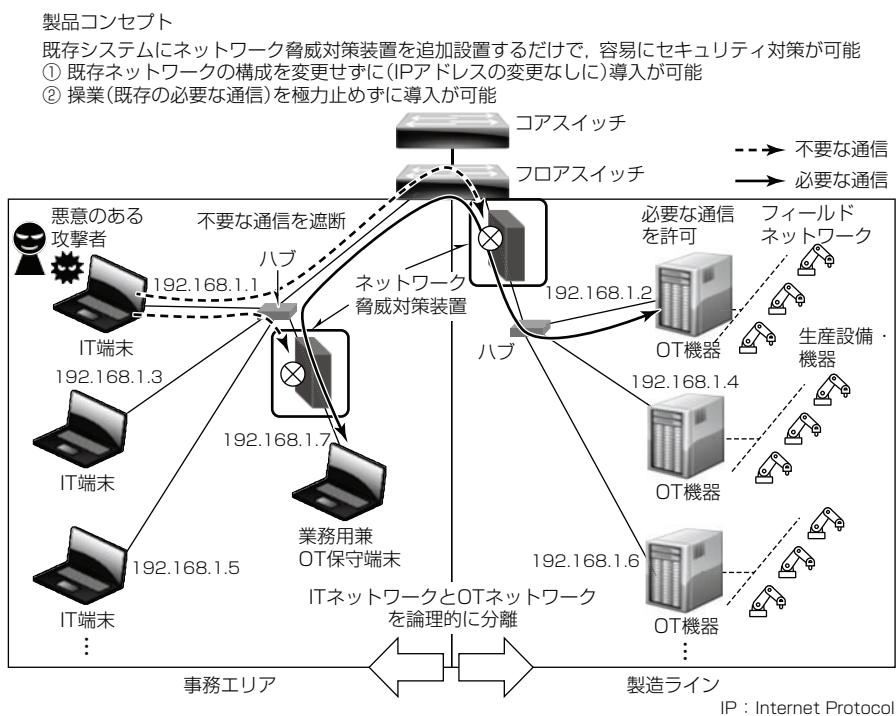
### ■ サイバー攻撃から生産ラインを守る新たなネットワーク脅威対策装置 New Network Threat Countermeasure Equipment to Protect Production Lines from Cyber Attacks

近年、企業ネットワークを標的としたサイバー攻撃などのネットワーク脅威は年々増加しており、被害も増大傾向にある。さらに攻撃の対象は、制御系ネットワーク(以下“OT(Operational Technology)ネットワーク”という。)にも拡大している。一方、IoT(Internet of Things)化の急速な進展によって、ネットワーク接続に対応した生産設備・機器(以下“OT機器”という。)が増加・多様化し、生産ラインにネットワークを導入して生産と経営の情報を共有した生産性向上の取組みが拡大している。

そのため、ネットワーク脅威から生産ラインを守ることは喫緊の課題になっており、IT端末を対象としたオフィス系ネットワーク(以下“ITネットワーク”という。)とOT機器を対象にしたOTネットワークが混在する環境に対して、“既存ネットワーク構成に大きな影響を与えることなく、低コスト・短期間で導入可能なネットワーク脅威対策”が求められている。

今回、これらの課題に対して、IT-OTネットワーク間の通信を維持しつつ論理的な分離を可能にし、脅

威の感染拡大を防止する“新たなネットワーク脅威対策装置”を開発した。この装置は、既存ネットワーク構成への影響を抑えられる特長があり、特にITとOTのネットワークが混在する環境に対して、操作を極力止めず、低成本で容易な導入を可能にする。2020年度中にこの装置を商品化予定である。



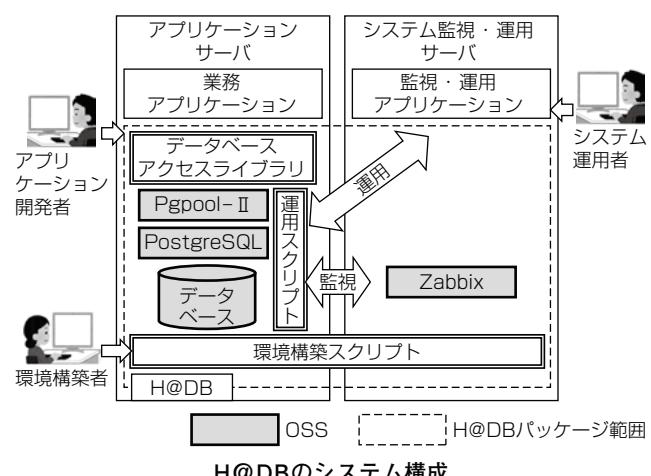
### ■ OSSをベースにしたデータベースパッケージ“H@DB” Database Package “H@DB” based on Open Source Software

ITシステムの中核になるデータベースは、市販製品の採用が続いてきたが、市販製品のライセンス費高騰に伴ってOSS(Open Source Software)導入によるコスト削減のニーズが高まっている。しかし、OSSは環境構築・運用手順が複雑であったり、データベース移行開発が煩雑であるといった課題がある。これらを解決するため、ITプラットフォーム“DIAPLANET”的一構成要素として、OSSの活用を簡単に実現できるデータベースパッケージ“H@DB”を開発した。主な特長は次のとおりである。

- (1) データベース基本機能にPostgreSQL<sup>(注)</sup>、冗長構成での可用性にPgpool-II<sup>(\*1)</sup>、システム監視にZabbix<sup>(注)</sup>を採用し、これらのOSSを組み合わせることでデータベースパッケージを実現する。
- (2) オンプレミスとクラウドそれぞれの冗長構成に合わせた環境構築スクリプトによって、多様なITシステムの実行環境に対応している。
- (3) 外部の運用システムから制御可能な運用スクリプトで、遠隔による柔軟なメンテナンスを実現する。

(4) 様々なプログラミング言語向けのデータベースアクセスライブラリ及び実装ガイドによって、市販製品から“H@DB”に移行する際のアプリケーション開発を効率化する。

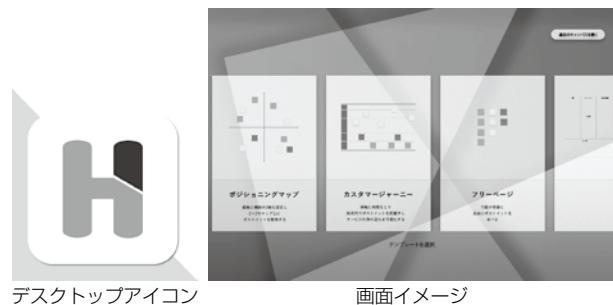
\* 1 Pgpool Global Development Groupによって開発されたミドルウェアである。



## ■ 発想支援アプリケーション“HIRAMEITE”

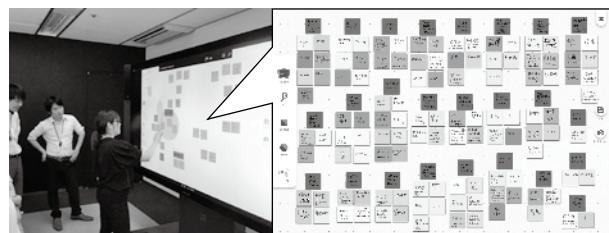
*Idea Support Application "HIRAMEITE"*

三菱電機インフォメーションシステムズ株では、複数メンバーでの共創を行う際に、アイデア発想を支援するアプリケーション“HIRAMEITE”を開発した。このアプリケーションは、デジタル化されたアナログ付箋を、ディスカッ



発想支援アプリケーションHIRAMEITE

ションしながら画面上で自由にグルーピングしてタイトルを付けたり、カスタマージャーニーマップやリーンキャンバスなど、様々なテンプレートを使って多角的な視点からアイデアをまとめたり、新たな価値創出を目的とする共創活動を支援できる。



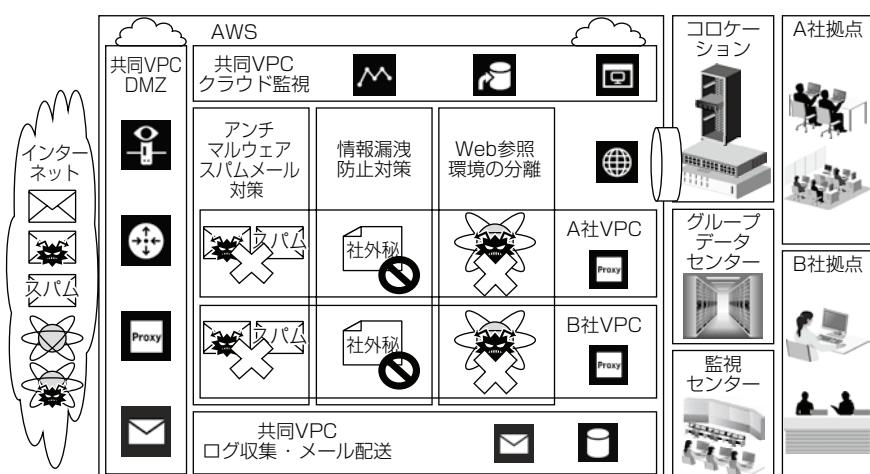
<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：0467-41-3878>

## ■ AWSによる大企業グループ向けメール・Webセキュリティ基盤

*Email and Web Security Platform on Amazon Web Services for Large Corporate Group*

三菱電機インフォメーションシステムズ株は、AWS<sup>(注)</sup> (Amazon Web Services)を使って、大企業グループ向けにセキュリティ基盤システムを構築した。約500台の仮想サーバによって、約6万人のユーザーへ、アンチウイルス、スパムメール対策、情報漏洩(ろうえい)防止対策、Web参照環境の分離などの機能を提供する。DMZ(DeMilitarized Zone)やクラウド監視などで共同利用する仮想サーバ群と、各社の個別要件に従い機能を実現する仮想サーバ群をVPC (Virtual Private Cloud)で分割し、各社の業態や規制に則した形でユーザーを守る。セキュリティアプライアンスを使う場合、グループデータセンターと

AWSの間の通信混雑を回避するため、高帯域回線でAWSと接続するコロケーション内に配置している。

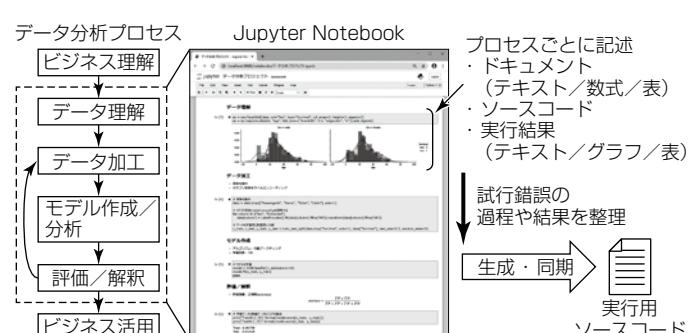


<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：03-5445-7623>

## ■ Jupyter Notebookによるデータ分析プロセスの標準化と生産性向上

*Standardization and Productivity Improvement of Data Analytics Process on Jupyter Notebook*

三菱電機インフォメーションシステムズ株では、オープンソースソフトウェア“Jupyter<sup>(注)</sup> Notebook”を活用した業務基盤によって、データサイエンティストのデータ分析プロセスの標準化と生産性向上を実現した。実証評価段階の試行錯誤の中で最適な結果を導き出すデータ分析プロセスで、作業の過程で発生する多言語のソースコードとその実行結果、開発ドキュメントを一体化し、案件にまたがるノウハウ移転の効率化を実現した。また、下流のシステム構築段階で高品質の分析モデルを実装するため、実証評価段階からドキュメントベースの分析業務を徹底した。数年間にわたって複数メンバーが関わる大規模データ分析プロジェクトで業務基盤として確立し、適用拡大中である。



<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：03-5445-7791>

## ■ エッジ処理へのAWS IoT Greengrass適用で工場生産見える化

Visualization of Factory Production using AWS IoT Greengrass for Edge Processing

昨今、生産性向上を目的とした工場のデジタル化が加速しており、製造現場のデータをセキュアにクラウドへアップロードし、“見える化”する需要が高まっている。三菱電機インフォメーションシステムズ(株)では、当社と連携し、工場の生産ラインの遠隔監視等に活用可能な見える化システムを開発した。AWS(Amazon Web Services)が提供するサービスの一部をエッジデバイスに拡張する“AWS IoT Greengrass”を用いることで当社産業用パソコンの“MELIPC”とクラウドAWSをセキュアに接続し、当社の“EDGE CROSS”が収集したデータをAWSの各種サービスと連携させるこ

## ■マイナンバーカードを利用したオンライン資格確認に対応した医療分野向け新VPNサービス“SecureMinderオンライン資格確認”

New Virtual Private Network Service for Medical Field Supporting Online Qualification Confirmation Using Individual Number Card

三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)では、厚生労働省が推進するマイナンバーカードによる健康保険証資格のオンライン資格確認に対応した医療分野(医療機関・薬局等)向けの新VPN(Virtual Private Network)サービス“SecureMinderオンライン資格確認”を、2021年1月から開始する。

このサービスは、厚生労働省が定めた“医療情報システム安全管理に関するガイドライン”に適合したサービスであり、三菱通信ゲートウェイ“smartstar”によって、オンライン資格確認に求められる高度なセキュリティ要件に対応する。また、厚生労働省が認める2種類の接続方式“インターネットVPN”とNTTフレッツ<sup>(注)</sup>網向け“IP-VPN”的両方にに対応しており、顧客の多種多様な利用環境に合わせて

## ■ “新しい日常”的な仮想デスクトップサービス“CloudMinder WS”

“CloudMinder WS”: Virtual Desktop Service for “New Normal”

働き方改革に加えて新型コロナ禍の中、“新しい日常”での業務形態であるテレワーク、在宅勤務が進んでいる。

一つの手法として、VPNとリモートデスクトップ接続

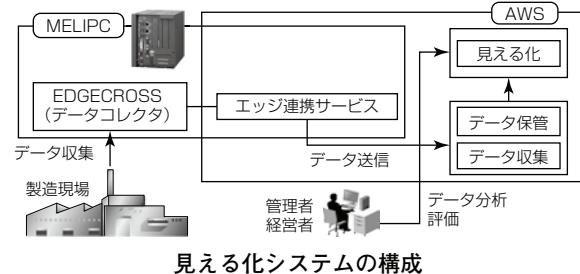
で自席パソコンへアクセスする方法があるが、テレワークが主な作業形態になると、自席パソコンの運用管理負荷が高まる。

三菱電機インフォメーションネットワーク(株)(MIND)が提供する仮想デスクトップサービス“CloudMinder WS”は、デスクトップ環境をデータセンターの仮想環境に集約し、利用者は個別のパソコン管理を意識することなく、社外からセキュアに業務遂行できるクラウドソリューションである。

CloudMinder WSは、リモートデスクトップ接続の持つ特長に加え、デスクトップの集中管理、WAN(Wide Area

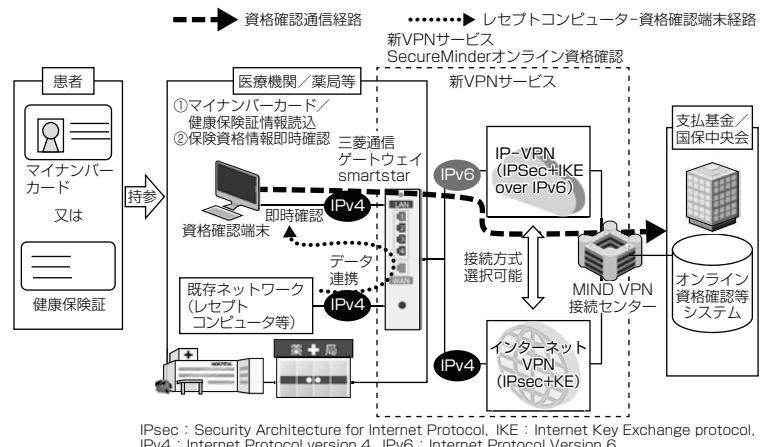
Network)帯域の削減などの特長を持ち、“新しい日常”時代の業務形態に適したサービスになっている。

とで見える化を実現した。コロナ禍の中で、全国の工場に出向くことなく生産状況を一括監視することが可能になる。



＜取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ(株) TEL：0467-41-3621＞

柔軟にオンライン資格確認の導入を可能にする。



IPsec : Security Architecture for Internet Protocol, IKE : Internet Key Exchange protocol, IPv4 : Internet Protocol version 4, IPv6 : Internet Protocol Version 6

新VPN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：03-6771-5109＞

構成	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4
	VPN接続 モバイルパソコン (ファットクライアント)	VPN接続 モバイルパソコン (ファットクライアント) 自席パソコン(FAT)	VPN接続 モバイルパソコン (ファットクライアント) 仮想デスクトップ	VPN接続 モバイルパソコン (シンクライアント) 仮想デスクトップ
業務イメージ	VPNで社内ネットワークに接続し、モバイルパソコンからファイルサーバや業務サーバへアクセス	VPNで社内ネットワークに接続し、モバイルパソコンから拠点の自席パソコンにリモートデスクトップ接続	VPNで社内ネットワークに接続し、モバイルパソコンからデータセンターの仮想デスクトップに接続	VPNで社内ネットワークに接続し、モバイルパソコン(シンクライアント)からデータセンターの仮想デスクトップに接続
メリット	・セキュアアクセス(VPN) ・オフライン業務が可能	・セキュアアクセス(VPN) ・単一デスクトップ環境	・セキュアアクセス(VPN) ・単一デスクトップ環境 ・ネットワーク負荷低減 <sup>(*1)</sup> ・デスクトップ集中管理 <sup>(*2)</sup> ・パソコンの故障対策 <sup>(*3)</sup>	・セキュアアクセス(VPN) ・単一デスクトップ環境 ・ネットワーク負荷低減 <sup>(*1)</sup> ・デスクトップ集中管理 <sup>(*2)</sup> ・パソコンの故障対策 <sup>(*3)</sup> ・情報漏洩(ろうえい)対策
デメリット	・ネットワーク負荷が高い ・端末の情報漏洩リスク	・パソコンの二重管理負荷 ・端末の情報漏洩リスク <sup>(*4)</sup> ・拠点 - データセンター内 ・ファイルサーバ通信	・端末の情報漏洩リスク <sup>(*4)</sup>	

\*1 ファイルサーバなどデータ転送量が多いサーバがMINDデータセンターに配置されている場合

\*2 パッチ適用、ウイルススキャナの夜間実行、アプリケーション管理

\*3 スナップショット取得、故障時のリストア作業

\*4 端末のセキュリティは運用で対策

テレワークの構成比較

＜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：03-6771-4845＞

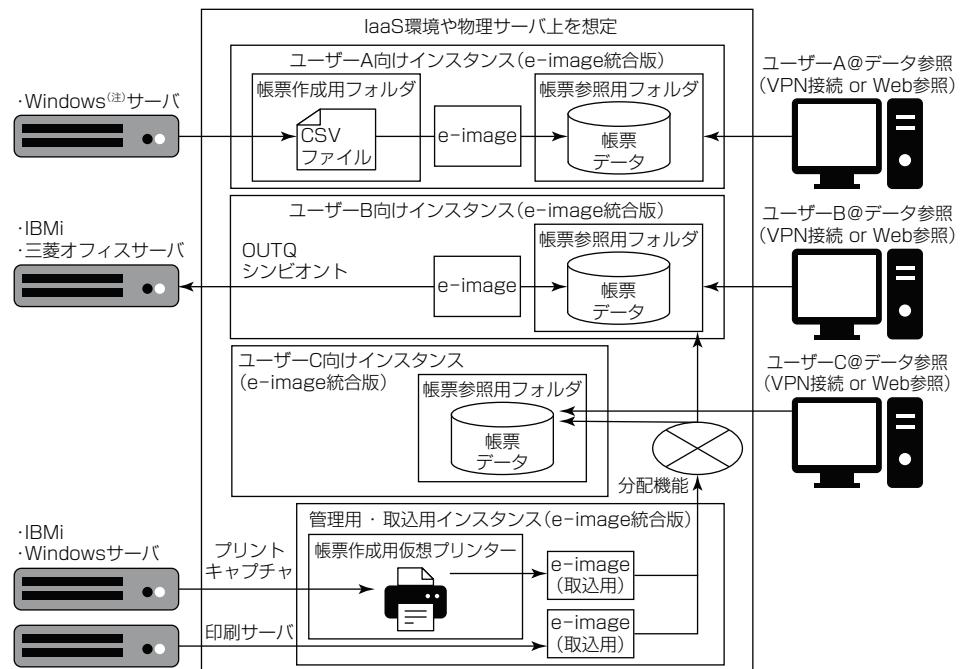
## ■ 電子帳票システム“e-image” Electronic Form System “e-image”

電子帳票システム“e-image(イー・イメージ)”は、既存の印刷アプリケーションで作成された帳票を電子化して保管し、適切なアクセス権のもと検索・参照するシステムである。帳票管理業務のコスト削減と業務担当者の生産性向上を短時間で実現する。e-imageには次の特長がある。

- (1) あらかじめ帳票の特徴を設定しておくことで、作成された帳票を自動で仕訳する。
- (2) 帳票から文字データを抜き出し、グリッド形式で参照することによってExcel<sup>(注)</sup>で検索・抽出して二次活用できる。
- (3) 帳票を参照するビューアのライセンスは無料である。
- (4) 利用者単位で帳票のアクセス・コントロールが可能である。
- (5) 公益財団法人日本文書情報マネジメント協会(JIIMA)の認証(パターン2-帳簿保存)を受け、国税関係帳簿書類の

電子保存に対応している。

- (6) 一つのコンピュータで複数のe-image環境を独立して運用できる。



CSV : Comma Separated Values, IaaS : Infrastructure as a Service, VPN : Virtual Private Network, OUTQ : OUTput Queue

e-image統合版利用のイメージ図

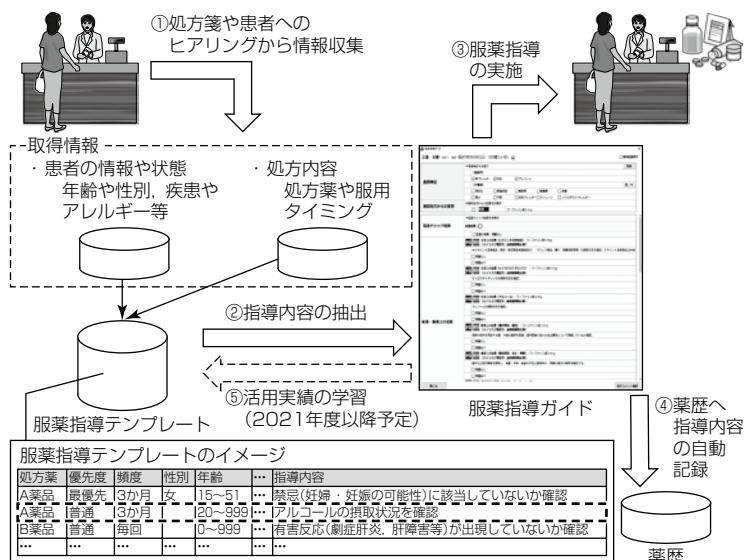
<取り扱い: 三菱電機ITソリューションズ(株) TEL: 03-5309-0621>

## ■ 次世代電子薬歴システムの服薬指導ガイド機能

Guide Function of Medication Instruction for Next-generation Electronic Drug History System

電子薬歴システムは、主に調剤薬局で服薬指導の業務を支援するシステムであり、多くの調剤薬局に導入されている。近年、薬剤師は薬を調剤する対物業務から患者への服薬指導、服用期間中の継続フォロー等の対人業務にシフトすることを求められている。電子薬歴システムはより効率的で、かつ質の高い服薬指導／薬歴作成を提供することによって薬剤師の対人業務を支援する必要がある。その背景から患者の状態、処方薬の服用タイミングに沿った服薬指導の指導内容を提供するデータベース(服薬指導テンプレート)を活用し、薬剤師へ患者の最適な指導内容を提案するのが次世代電子薬歴システムの“服薬指導ガイド”である。服薬指導ガイドで患者への最適な指導内容を提案することによって、薬剤師が患者の指導内容を検討する時間を短縮し、さらに、提案された指導内容は患者への指導実績に応じて薬歴(薬剤師が行う調剤や服薬指導の内容を記録したもの)へ自動記録され、今まで手入力していた薬歴の作成時間の短縮も可能である。また、提案された指導内容にのっとり服薬指導を行うことで、実務経験の差による指導内容のばら

つき等を抑制し、服薬指導の質向上が可能である。今後は学習機能を搭載して提案した指導内容の活用実績を学習させることで、類似患者に対してより効率良く、的確に精度の高い指導内容の提案を実現する。



次世代電子薬歴システムの服薬指導ガイドの実現イメージ

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

## ■ 13. パワーデバイス Power Devices

### ■ 375A／3.3kVフルSiCパワーモジュール 375A/3.3kV Full-SiC Power Module

鉄道車両などに使用される高耐圧パワー半導体は、小型、低損失であることに加えて、一般産業用途に比べて高い信頼性が要求される。当社は、従来のSi(シリコン)のIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)に代わって、SiC(シリコンカーバイド)を用いた電界効果トランジスタ(MOS-FET)のフルSiCパワーモジュールを、世界に先駆けて<sup>(\*)1)</sup>実使用化した。今回、従来製品“FMF750DC-66A”と同一パッケージで、半分の定格電流の375A／3.3kVフルSiCパワーモジュール“FMF375DC-66A”を製品化した。これによって、ユーザーは使用用途(例えば推進制御装置や補助電源装置)に応じて、最適な容量の製品を選択できるようになるとともに、ハードウェア設計の簡素化に貢献できる。

\* 1 2014年4月30日現在、当社調べ



375A／3.3kVフルSiCパワーモジュール

### ■ 2.0kV IGBTモジュール“産業用LV100” 2.0kV Insulated Gate Bipolar Transistor Module “LV100 for Industrial”

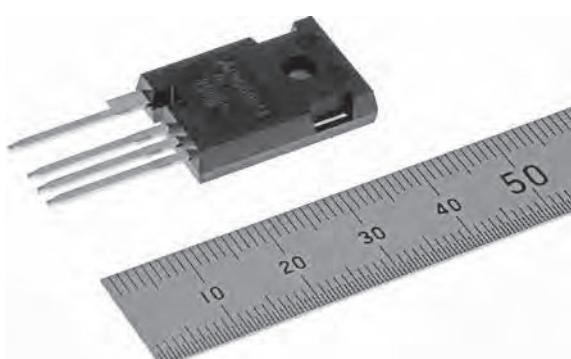
電力変換装置の電力密度向上を目指した動作電圧の更なる高圧化が、再生エネルギー用途インバータを中心に進んでいる。新たな電圧定格として2.0kV級の第7世代IGBTを開発し、従来の1.7kV級では実現できない1.5kVのDCリンク電圧での安全なスイッチング動作や高い信頼性を実現した。この2.0kV級IGBTを、次世代業界標準パッケージとして開発された産業用LV100パッケージに搭載することで、パッケージ互換性だけでなく、容易な多並列構成や低内部インダクタンスによるユーザーシステム設計簡素化も併せて実現しながら、大容量インバータの高圧化／高電力密度化に貢献する。



2.0kV IGBTモジュール“産業用LV100”

### ■ ディスクリートパワーデバイス“SiC-MOSFET 1200V Nシリーズ TO-247-4パッケージ” Discrete Power Device “SiC-MOSFET 1200V N-series TO-247-4 Package”

ディスクリートパワーデバイス“SiC-MOSFET 1200V Nシリーズ TO-247-4パッケージ”は、近年需要が高まる車載充電器や太陽光発電などの多様な電源システムの小型化・高効率化に貢献する。この製品は、ドライバソースを備えたTO-247-4パッケージを採用しており、高速スイッチング動作の障壁になっていたソース端子の寄生インダクタンスによるゲート電圧低下の問題を解決し、従来のTO-247-3パッケージに比べスイッチング損失を約30%低減可能である。また、車載信頼性規格AEC(Automotive Electronics Council)-Q101準拠の製品を含み、計6品種( $RDSon = 80m\Omega$ ,  $40m\Omega$ ,  $22m\Omega$ )をラインアップしており、多様なアプリケーションに対応可能になる。



SiC-MOSFET 1200V Nシリーズ TO-247-4パッケージ

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

## ■ 広動作温度範囲対応100Gbps集積EML TOSA

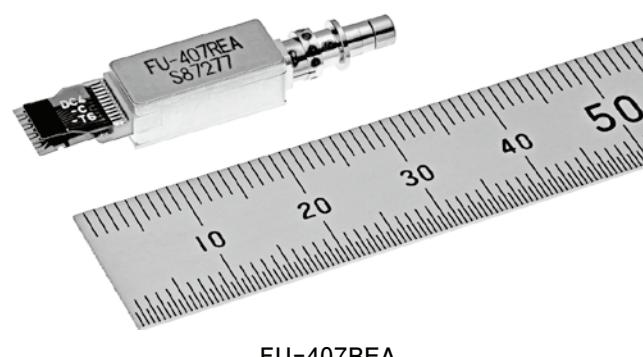
100Gbps Integrated Electro-absorption Modulated Laser Transmitter Optical Sub Assembly with Wide Operating Temperature Range

第5世代移動通信システムの基地局等で、屋外で使用する光デバイスの高速化が求められている。当社は、既に4波長の25Gbps EML(Electro-absorption Modulated Laser)を内蔵する100Gbps集積EML TOSA(Transmitter Optical Sub Assembly)を製品化しているが、動作温度範囲は屋内使用を想定した仕様(-5~80°C)としている。今回、屋外使用にも対応するため、動作温度範囲を拡大した100Gbps集積EML TOSA “FU-407REA”を開発した。

動作温度範囲の拡大には、消費電力の低減が課題になる。この製品は、内部部品の実装密度の向上によって、パッケージサイズを変えることなくEML終端抵抗部のAC結合化を実現し、終端抵抗に流れるDC電流を削減した。またEMLに高周波信号を伝達するAu(金)ワイヤの配置及び本数を最適化することで、パッケージ外部からEMLへの熱流入を抑制し、EMLの温度を一定に保つペルチエ素子の消費電力を低減した。これらの施策に伴う周波数応答特性の劣化については、インピーダンス整合の再設計によっ

て補償した。

このようにして、この製品の駆動に要する消費電力を従来製品から約25%削減することで、動作温度範囲-30~90°Cを実現した。また、光トランシーバ規格QSFP28(Quad Small Form-factor Pluggable 28)に適合し、次世代光通信システムの普及に幅広く貢献する。



FU-407REA

## ■ “MeDIR”センサを用いた熱画像処理技術

Thermal Image Sensing Using “MeDIR” Sensor

当社が開発した温度分解能100mKの熱画像センサ“MeDIR”を活用した気流センシング技術を開発し、2019年度発売の当社製RAC(Room Air Conditioner)に搭載した。

RACでは、所望の温度と流速を持つ気流を目標位置に届ける制御が重要である。しかし、気流は熱環境や吹き方によって経路が複雑に変化し、熱画像センサを用いた気流検知はそのモデル化と検知が困難であった。

今回、RAC向けにMeDIRを水平方向に移動させて生成したパノラマ熱画像を用いて、床の熱分布から、所望の気流(目標気流)を検知する気流センシング技術を開発した。この気流センシング技術の特長は、床面の熱画像から、吹

き出し設定温度に対応する温度を持つ気流を検知するロバスト気流センシングが可能であることである。気流は特定温度帯の橢円(だえん)状の温度分布としてモデル化され、床面の複雑な温度分布から目標気流を見つける。RACでは、この検知された目標気流を用いて、足元との距離と足元温度とを合わせた報酬を最大化するようにフランプ制御が行われる。また、気流モデルは、気流形状らしさを値として持ち、障害物による気流遮蔽指標になり、家具等がある場合に吹き出し設定温度が同じ条件で、従来比で4°Cの足元温度向上を実現した。



熱画像

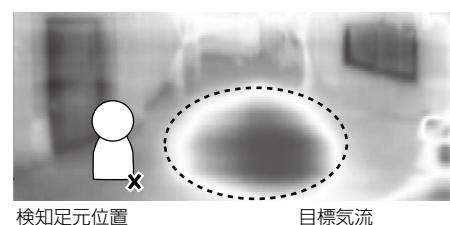


人体・気流領域

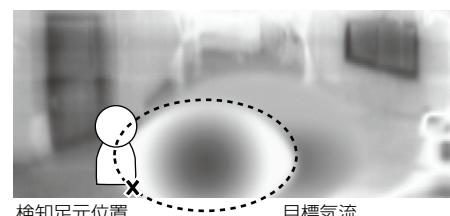


気流検知結果

気流温度分布



検知足元位置  
目標気流  
自動制御なし

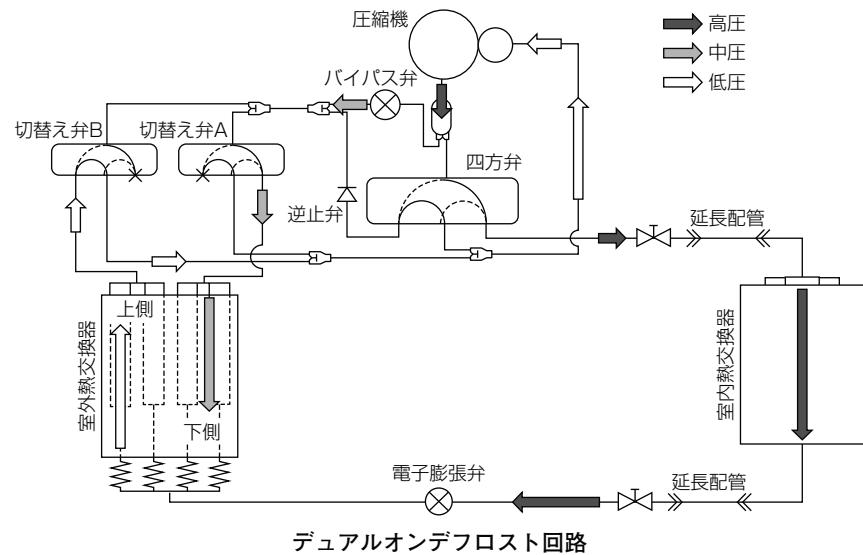


検知足元位置  
目標気流  
自動制御あり

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

## ■ デュアルオンデフロスト回路を搭載した三菱ルームエアコン“ズバ暖霧ヶ峰” Mitsubishi Room Air Conditioner "ZUBADAN KIRIGAMINE" Series Equipped with Dual On-defrost Circuit

低外気時の暖房運転では、空気から採熱を行う室外熱交換器が着霜するため、定期的に霜取り(デフロスト)運転を行う必要がある。デフロスト運転中は暖房運転が停止するため、室内温度が下がって快適性が悪化するという課題があった。この課題を解決するため、暖房運転を継続しつつデフロスト運転を行うデュアルオンデフロスト回路を開発した。室外熱交換器を上下に分割し、二つの切替え弁、逆止弁とバイパス弁を使い、上下の室外熱交換器を交互にデフロスト運転する。デフロスト運転を行う熱交換器には、圧縮機から吐出された高温高压冷媒の一部をバイパス弁で0℃以上の中圧まで減圧させて流す。冷媒の潜熱を利用してデフロスト運転を行うことでデフロスト能力を高めつつデフロストに使用する冷媒量の増加を抑制する。また、逆止弁を用いることで二つの切替え弁の動作を安定させ、通常の冷暖房運転とデフロスト運転をしつつ暖房する連続暖房を実現した。この技術を搭載した“ズバ暖霧ヶ峰”では、外気温度2℃、外気湿度84%、設定温度23℃の条件で室内温度が低下することなく最高46℃の吹き出し温度で連続運転でき、冬場の課題であるデフロスト運転による快適性の悪化を抑制できた。



連続暖房時の室外熱交換器の様子

## ■ シェルアンドチューブ式熱交換器搭載空冷ブラインクーラ Air-cooled Brine Cooler with Shell and Tube Heat Exchanger

ブラインクーラは不凍液(ブライン)を熱媒体とした間接冷却式の冷凍機で、熱容量の大きさを生かして製氷プールの冷却や食品・化学工場のプロセス冷却、デリケートな温度制御が求められる野菜や果物などの生鮮品の冷却保存に利用されている。また、冷媒総量の少ないブラインクーラは、昨今の冷媒規制への対応としても注目されている。当社は業界で唯一<sup>(\*)1</sup>のシェルアンドチューブ式熱交換器を搭載した空冷ブラインクーラを開発した。主な特長は次のとおりである。

### (1) 省エネルギー性の向上

この製品は高効率なインバータ圧縮機と空気熱交換器を搭載することで現行製品に対して約72~114%のCOP (Coefficient Of Performance)改善を達成した。これまで水冷機に比べて効率が悪いとされてきた空冷機の省エネルギー性を向上させたことで、メンテナンス負荷が高い水冷機からの置き換え需要に対応できる。

### (2) シェルアンドチューブ式熱交換器搭載

蒸発器として搭載した当社設計のシェルアンドチューブ

式熱交換器は、凍結・異物による目詰まりを起こしにくく、圧力損失が小さくなるように設計しているため、凍結パンクに対する信頼性が向上し、熱媒体の運搬動力を小さくできる。また、塩化カルシウムなどの腐食性の高いブラインに対応できる特殊仕様もラインアップしている。

\* 1 2019年10月1日現在、当社調べ



# ■ 16. 住宅設備 Housing Equipment

## ■ 小型軽量化を実現した高天井照明“GTシリーズ”

"GT Series" : High-bay Lighting Attained Downsizing and Lightening

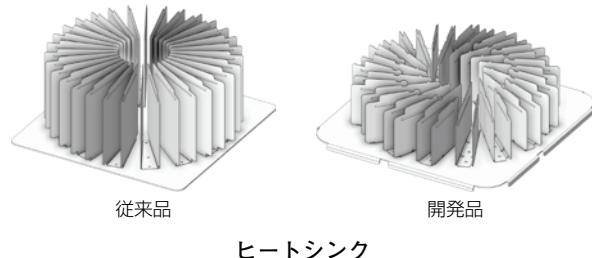
省エネルギー・長寿命の要求から、高天井照明のLED化が加速している。大光束化を進めて利用シーンを広げる動きの一方で、LEDを冷却するためのヒートシンクの大型化が著しく、施工作業の妨げになっており、軽量器具の要求が高まっている。2020年9月から発売を開始した高天井照明“GTシリーズ”では、業界トップ<sup>(\*1)</sup>の軽量化を実現した。ヒートシンク内部への空気流入量を増やすため、放熱フィンの配置を放射状から螺旋(らせん)状に変更し、2枚一組で構成している放熱フィンの内周側の一方の幅を短くして、空気の流路を広く確保した。空気流入量を増やして放熱性能が向上したこと、放熱フィンを低くすることが可能になり、従来品同等の消費効率と寿命を維持したまま、小型軽量化を達成した。代表機種の“クラス2000”で、

従来品に対して14%軽量化(2.2→1.9kg)し、“クラス1000”から“クラス4000”の全ての光束クラスで業界トップの軽量化を達成した。今後は、この開発で得られた成果の産業用機種などへの展開を進め、顧客の多様なニーズに対応していく。

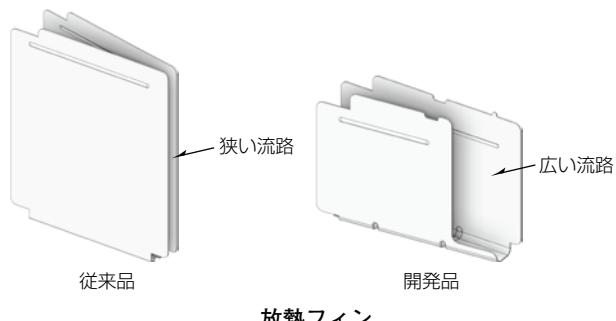
\* 1 2020年8月現在、当社調べ



GTシリーズ



ヒートシンク



放熱フィン

## ■ 「ヘルスエアー機能」搭載循環ファンの浮遊ウイルス抑制効果の確認

Confirmation of Suppressive Effect of Airborne Virus by Circulation Fan with "Health Air" Function

昨今の世界的な新型コロナウイルスの感染拡大によって、換気の重要性とともに空気質改善への注目も高まっている。当社では、空気質改善を行う製品として、「ヘルスエアー機能」搭載循環ファンを販売している。

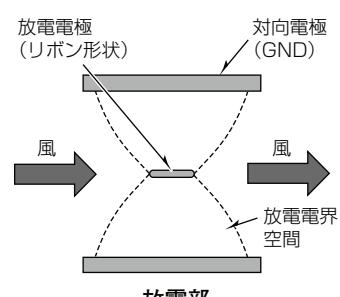
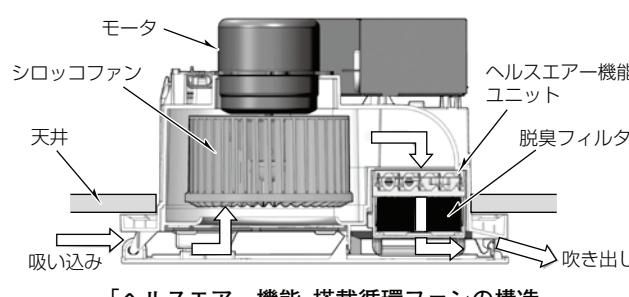
この製品は、花粉、PM2.5、臭い等の抑制ニーズの高まりから、2015年6月から国内で発売を開始し、海外への拡大を図っている。

今回、この製品の浮遊ウイルスへの抑制効果を確認した結果、25m<sup>3</sup>密閉空間で、416分で自然減衰に対してウイルス感染率が99%減少し、浮遊ウイルスの抑制効果がみとめられた<sup>(\*1)</sup>。

ヘルスエアー機能とは、製品内部に搭載した電極部全域で放電電界空間を形成し、通過する空気中の様々な物質を抑制する当社の技術である。最大の特長は、放電電極をリボン形状としている点で、これによって効率よく高電界場を形成できる。一般的な電気集じん機に用

いられる電気デバイスでは、放電電極がワイヤ形状のものが多く、少ない電力で放電させるためには線径を小さくする必要があり、機械的な強度の面で課題があった。この課題に対して、リボン形状とすることで断面積が増し、高い強度を確保した。この技術によって、省電力での放電と高電界場の形成を実現した。

\* 1 25m<sup>3</sup>密閉空間、風量40m<sup>3</sup>/h、416分で99%抑制。実際の使用空間での試験結果ではない。実際の使用環境及び使用条件では同様の効能・効果が得られることは実証できていない。【試験機関】独立行政法人 国立病院機構 仙台医療センター臨床研究部ウイルスセンター 【試験方法】25m<sup>3</sup>の密閉空間にウイルスを噴霧し、一定時間後に試験空間内の空気を回収し、その中に存在するウイルスをブラーク法で測定 【抑制方法】「ヘルスエアー機能」ユニット内を通して【対象】浮遊したウイルス 【試験結果】JC-10KR(強運転40m<sup>3</sup>/h)の稼働有無で、416分で99%除去(仙台R2-001号)。試験は1種類のウイルスで実施



# ■ 17. キッチン家電・生活家電

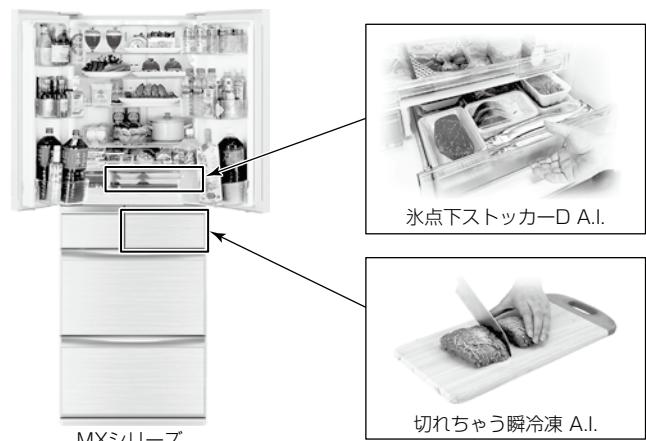
# Kitchen and Other Household Appliances

## ■ AIによる最適温度制御を実装した三菱冷蔵庫“MXシリーズ”

*Mitsubishi Refrigerator "MX Series" Implemented Optimal Temperature Control Utilizing Artificial Intelligence*

過冷却現象を利用し、氷点下でも凍らせらずおいしく長く保存できる“氷点下ストッカーD”，食材をおいしく冷凍し、冷凍保存した肉や魚が切れたり、はがせたり、ソースをすくえたり、カット野菜を簡単にほぐせる状態で冷凍できる“切れちやう瞬冷凍”等の当社冷蔵庫の独自機能は大いに好評を得ている。近年、共働き世帯の増加や、食品ロスの削減に対する意識の高まりを背景に、食品を長くおいしく保存できる冷蔵庫が求められている。そのような需要に応えるため、2020年モデルでは“氷点下ストッカーD”と、“切れちやう瞬冷凍”的食品保存期間延長に取り組んだ。二つの独自機能に当社のAI技術を組み合わせ、食品保存期間中の平均温度を下げることで、保存期間の延長を実現させる。AIで生活パターンを分析し、顧客の生活スタイルに合わせて、冷蔵庫を使用していない時間に冷やし込みを行う制御を加えた仕様で食品保存性評価を行った結果、“氷点下ストッカーD A.I.”では、かたまり肉の保存期間を従来の約7日間から約10日間に延長することを可能にした。また、“切れちやう瞬冷凍 A.I.”でも、食品保存期間を約2～3週

間から約3週間まで延長可能にした。二つの独自機能の保存期間延長に加え、これらの機能を簡単に設定できる“おまかせA.I.自動”を搭載した“MXシリーズ”を2020年1月31日に発売した。



“氷点下ストッカーD A.I.”と“切れちやう瞬冷凍 A.I.”  
搭載の当社冷蔵庫MXシリーズ

## ■ 共働き世帯を応援する電子レンジ機能搭載“レンジグリルIHシリーズ”

*“THE RANGE-GRILL-IH Series” IH Cooking Heater with Microwave Oven Function to Support Double-income Households*

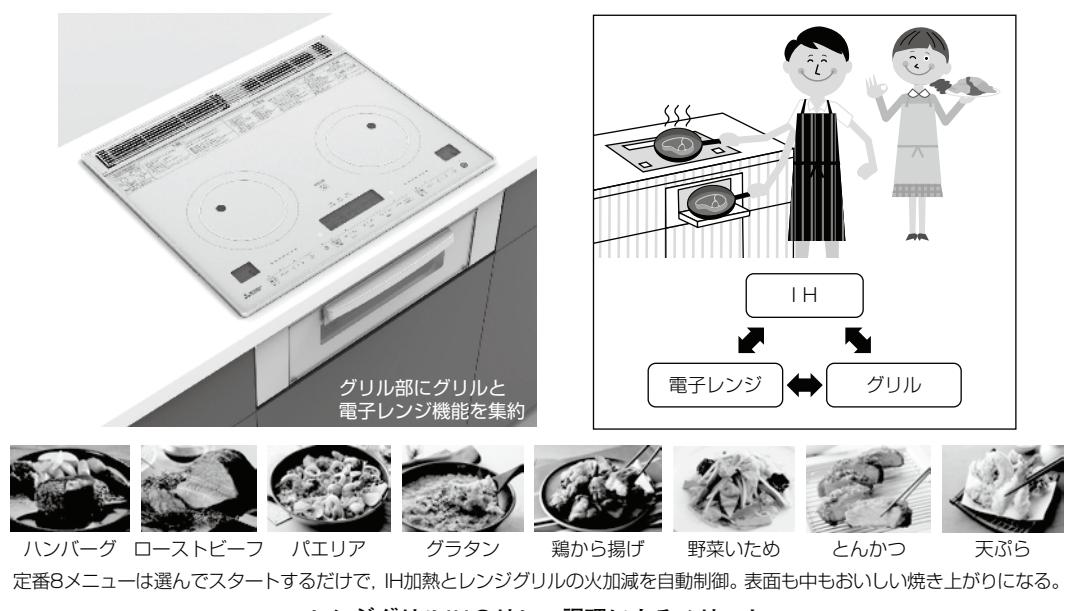
近年、共働き世帯の増加によって、様々な生活スタイルに合わせた家事分担が求められている。共働き世帯では朝の忙しい朝食準備や帰宅後の夕食準備が非常に高い負担になっており、おいしい料理を短時間で調理することが重要と考えた。この製品は男女共同参画を推進する視点で“時短”“健康的な料理”“普段、調理をしない人や苦手な人にも使いやすい”を目標とし、世界で初めて<sup>(\*)1</sup> IH(Induction Heating) クッキング

ヒーターのグリル部にグリルと電子レンジ機能を集約し、使いやすさの向上に加えて、各機能を連携させた“リレー調理”を実現した。この“リレー調理”はIHとレンジとグリルをメニューによって効率よく使い分けることをアシストする。これを実現するためにIHコイル制御基板の薄型化や冷却構造の見直し、部品構成の

見直しを行った。使いやすさでは、安全性はもちろんのこと、音声ナビゲーションを標準搭載し、操作表示部の見やすさや手入れのしやすさも考慮した。この製品の“時短”調理によって、子供と接する時間や自分の趣味の時間を増やし、ゆとりある充実した生活を送ることができる。

\* 1 2020年10月現在、当社調べ(家庭用ビルトイン型IHクッキングヒーターで)

IHクッキングヒーター、グリル、電子レンジを効率よく組み合わせて調理する“リレー調理”によって“時短＆おいしさ”を実現



# 社外技術表彰一覧表

2019年12月～2020年11月受賞分  
受賞順に掲載

## ●R&D Magazine

### 2019 R&D 100 Awards

#### 「Sliding Plating Process」

生産技術センター ..... 川下竜太, 増田暁雄  
受電配システム製作所 ..... 赤見 豊, 岩田行男, 田所耕治  
保井徹也, 竹本好孝

Mitsubishi Electric Asia (Thailand) Co., Ltd. ..... 竹本洋平

## ●社電子情報通信学会 アンテナ・伝播研究専門委員会

### アンテナ・伝播研究専門委員会 優秀論文賞 (AP研論文賞)

「フィルタ装荷低姿勢マルチバンドモノポールアンテナ」  
情報技術総合研究所 ..... 山浦真悟, 柳 崇, 西本研悟  
西岡泰弘, 宮下裕章

## ●2019 Asia Pacific Microwave Conference Committee

### Best Paper Award for APMC 2019

「Broadband MMIC Phase Shifters Based on CRLH Circuit」  
情報技術総合研究所 ..... 半谷政毅, 幸丸竜太, 新庄真太郎

## ●兵庫県産業労働部

### 令和元年青年優秀技能者表彰

通信機製作所 ..... 新宅裕徳, 篠原照光, 玉川修次

## ●兵庫県職業能力開発協会

### 職業能力開発促進

通信機製作所 ..... 磯部善朗, 飯田拓哉

## ●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2019 銀賞

「ELE FIRST-i plus スマートフォンサービス 三菱エレベーター連携アプリ」  
デザイン研究所 ..... 吉田 謙, 石川美穂, 小坂勇太, 李 智秀

### IAUD国際デザイン賞2019 銅賞

「おいしくゆとりのある食生活を支える冷蔵庫CGシリーズ」  
デザイン研究所 ..... 引間孝典, A ダドーネ, 大橋美紗子

「三菱電機エアコン R/BXVシリーズ」  
デザイン研究所 ..... 藤ヶ谷友輔

「家事分担と家族団らんを促進するビルトイン食器洗い乾燥機」  
デザイン研究所 ..... 植島山青

## ●社日本冷凍空調学会

### 第47回日本冷凍空調学会 技術賞

「冷凍冷蔵平形ショーケースSR-JF, FF Fシリーズ」  
三菱電機冷熱応用システム(株) ..... 実川賢一, 保坂恵子  
杉本 猛, 木村直樹

住環境研究開発センター ..... 石川智隆

## ●株日刊工業新聞社

### 第62回十大新製品賞 本賞

「オープン統合ネットワークCC-Link IE TSN対応製品及びACサーボシステム MELSERVO-J5」  
三菱電機株代表執行役 執行役社長 ..... 杉山武史

## ●社兵庫工業会

### 職域における創意工夫者表彰

通信機製作所 ..... 酒本知明, 中野貴文, 前田寛美, 番場 奨, 中山貴光

## ●社電子情報通信学会 通信ソサイエティ

### 若手エンジニア論文発表賞

「H型昇降圧回路の最大リクトル電流低減制御」  
先端技術総合研究所 ..... 渡辺章太

## ●電気材料技術懇談会

### 優秀論文賞

「高放熱絶縁材料の開発」  
先端技術総合研究所 ..... 中村由利絵, 三村研史

## ●特定非営利活動法人 日本ネットワークセキュリティ協会

### 2019年度JNSA表彰

「JNSA賞 個人の部」  
情報技術総合研究所 ..... 山中忠和

## ●社電子情報通信学会

### アンテナ・伝播研究専門委員会 小形アンテナコンペティション実行委員会

#### 小形アンテナコンペティション特別賞

「対称構造を有する非励振素子付きモノポールアンテナ」  
情報技術総合研究所 ..... 宮坂拓弥, 坂本寛明, 山浦真悟, 西岡 宗

## ●社電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会

### 若手研究奨励賞

「低遅延ストリームスケジュール算出手法の性能評価」  
情報技術総合研究所 ..... 久保見 慎

## ●社電子情報通信学会

### 2019年度SCIS論文賞

「深層学習に対するタイミング攻撃：処理時間差を用いたAdversarial Examplesの生成」  
情報技術総合研究所 ..... 中井綱人

## ●財省エネルギーセンター

### 省エネルギーセンター会長賞

「新しい気流制御を搭載したエアコン「霧ヶ峰 FZシリーズ」」  
三菱電機株

## ●社電気学会

### 第13回電気技術顕彰「でんきの礎」

#### 「大容量3レベル中性点クランプインバータ」

三菱電機株, 東芝三菱電機産業システム株, 長岡技術科学大学,  
株日立製作所, (株)東芝, 富士電機株

「回生ブレーキ付き電機子チョッパ制御車両～千代田線6000系車両の開発～」  
三菱電機株, 東京地下鉄株, 株日立製作所

## 開閉保護研究発表賞

### 「低圧気中開閉器の開閉開始時における接点間電圧の理論計算」

先端技術総合研究所 ..... 堀田克輝, 渡邊真也, 稲口 隆  
「模擬真空インタラクタ内の汚損量測定とDSMC法による汚損シミュレーション」

先端技術総合研究所 ..... 竹松俊彦, 道念大樹  
受配電システム製作所 ..... 古賀博美

## 技術委員会奨励賞

### 「4H-SiC MOSFETチャネル特性への深い準位のドナー添加」

先端技術総合研究所 ..... 野口宗隆

## ●iF international Forum Design GmbH

### iF Design Award 2020 iF Design Gold Award

#### 「マルチワイヤ放電スライス加工機 DS1000」

デザイン研究所 ..... 塚本直也

## ●社日本電機工業会

### 第69回電機工業技術功績者表彰 優良賞（重電部門）

#### 「独自の低電磁ノイズ技術を搭載し、低炭素社会を推進するモータジェネレータの開発」

先端技術総合研究所 ..... 片桐高大  
姫路製作所 ..... 武藤貴哉, 早乙女秀之

## ●フジサンケイグループ

### 第29回地球環境大賞 フジサンケイグループ賞

#### 「宇宙からの観測技術で地球環境保全活動への貢献」

三菱電機株

## ●社電子情報通信学会

### 情報ネットワーク研究会／ネットワークシステム研究会活動功労賞

「情報ネットワーク／ネットワークシステム研究ワークショップ実行委員  
(3年間)としての貢献」

情報技術総合研究所 ..... 末廣 雄

## ●社情報処理学会

### 山下記念研究賞

#### 「分散エッジ環境における機械学習実現最適化の検討～エッジ上で動作する

アルゴリズム・オントロジーの決定と転移学習適用による最適化検討～」

情報技術総合研究所 ..... 森 郁海

## ●社電気学会

### 電気学会優秀論文発表賞

- 「軸受異常電動機を用いた電流パワースペクトルと振動加速度の相関」  
先端技術総合研究所 井上 啓, 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 山本和男

## ●三菱マーケティング研究会

### アイディア部門インサイト賞

#### 「ペトナムホテル業界の価値向上ビジネス」

- キリンビール(株).....若宮孝将  
郵船ロジスティクス(株).....杉村奈緒美  
キリンビール(株).....長崎良祐  
三菱UFJリース(株).....橋爪 淳  
三菱自動車工業(株).....平光雄介  
(株)ビーエス三菱.....朴 虎哲  
三菱UFJニコス(株).....羅 中的  
本社 .....斎藤圭祐  
先端技術総合研究所 .....守谷正太郎

## ●社電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ

### 2019年度エレクトロニクスソサイエティ活動功労表彰

- 「エレクトロニクスソサイエティの企画会議財務幹事としての貢献」  
情報技術総合研究所 .....津留正臣

## ●社日本電機工業会

### 第69回電機工業技術功績者表彰 最優秀賞（重電部門）

#### 「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  
先端技術総合研究所 .....堀田克輝

### 第69回電機工業技術功績者表彰 奨励賞（重電部門）

- 「大容量直流遮断（100kA）に対応したJH形直流高速度遮断器の開発」  
受配電システム製作所 .....仲田知裕, 上松航星  
「次世代スマート工場を実現する産業用ネットワークCC-Link IE TSN及び対応FA製品の開発」  
名古屋製作所 .....樽井 功, 五十嵐俊介

## ●社電子情報通信学会

### 2019年度学術奨励賞

#### 「サイクルスリップ補正用サブ $\Delta\Sigma$ 変調器を備えたfrac-N PLL間位同期」

- 情報技術総合研究所 .....池田 朔  
「広帯域段間整合回路を用いた比帶域15.6%/出力15W級Ka帯GaN増幅器MMIC」

- 情報技術総合研究所 .....中谷圭吾

#### 「K帯GaN電力増幅器の高効率設計手法に関する検討」

- 情報技術総合研究所 .....鳥居拓真

#### 「先端開放プローブを用いた方形導波管狭壁面給電に関する検討」「先端開放プローブを用いた方形導波管狭壁面給電構造の試作評価」

- 情報技術総合研究所 .....上坂昂司

#### 「都市環境におけるレイトレーシング法を用いた伝搬損失特性」「海上大気中における低仰角衛星測位信号の伝搬特性に関する一検討」

- 情報技術総合研究所 .....清水健矢

#### 「自己オフセットPLLによる基準信号を用いた位相安定化RoFの耐経路温度変動性能評価」

- 情報技術総合研究所 .....西岡隼也

#### 「アジマス方向のデジタルビーム形成を用いた可変PRF合成開口レーダの画像再生処理方式」

- 情報技術総合研究所 .....宮本麻由

#### 「5Gにおける高SHF帯・広帯域Massive MIMOシステムを用いた屋外環境SU-MIMO伝送実験」「5Gにおける高SHF帯・広帯域Massive MIMOシステムを用いた屋外環境MU-MIMO伝送実験」

- 情報技術総合研究所 .....酒井 学

## ●社電子情報通信学会 環境電磁工学研究専門委員会

### 環境電磁工学研究会若手優秀賞

#### 「昇圧回路の非対称な回路構成に起因するインバータノイズのモード変換の抑制」

- 先端技術総合研究所 .....菅原 烈

- 自動車機器開発センター .....栗根和俊

## ●社日本電気協会 関東支部

### 電気関係事業従業員功績者表彰 考案表彰 最優秀賞

#### 「マルチワイヤ放電スライス加工機の開発」

- 先端技術総合研究所 .....三宅英孝, 鵜飼佳和, 佐藤達志  
名古屋製作所 .....大友陽一, 柴田淳一, 系数 篤

### 電気関係事業従業員功績者表彰 考案表彰 優秀賞

#### 「CC-Link IE TSN対応FA機器の開発」

- 名古屋製作所 .....竹山治彦, 梅野健太郎, 西尾 剛  
鈴木真吾, 家田正孝

- 情報技術総合研究所 .....伊東輝顕

#### 「密封断熱構造を搭載した「ブレッドオーブン」の開発」

- 三菱電機ホーム機器(株) .....齋藤利弘, 福田和広, 杉山尚子  
青木美波, 川端真也

- デザイン研究所 .....伊藤大聰

## ●社電気学会 産業応用部門

### 優秀論文発表賞

#### 「タービン発電機ロータ冷却風路入口における圧力損失評価」

- 先端技術総合研究所 .....荒川 仁, 吉瀬幸司  
電力システム製作所 .....岡野沙耶

## ●国土交通省 関東地方整備局

### 現場ニーズと技術シーズのマッチングの現場実証の結果「標準化推進技術」認定

#### 「点検サポートサービス InsBuddy」

- 三菱電機(株)

## ●社レーザー学会

### 2020年度第12回レーザー学会産業賞 奨励賞

#### 「次世代型レーザビーム溶接機（LBW）（スパッタ抑制技術搭載モデル）」

- 多田電機(株) .....吉田 勝  
先端技術総合研究所 .....久場一樹

## ●社日本電機工業会

### 第69回電機工業技術功績者表彰

#### 最優秀賞（家電部門）

#### 「気流の到達先を検知し制御することで、多様化する居住空間毎に合わせた快適性と省エネ性を向上させたエアコン霧ヶ峰FZシリーズの開発」

- 静岡製作所 .....廣崎弘志, 生田目祥吾  
高周波光デバイス製作所 .....前川倫宏

### 奨励賞（家電部門）

#### 「霜取り中にも室内の温風温度が低下しない寒冷地向けルームエアコン「ズバ暖霧ヶ峰」の開発」

- 先端技術総合研究所 .....竹中直史  
静岡製作所 .....佐藤雅一, 早丸靖英

### 委員会活動 優秀賞

#### 「高電圧試験所の技術能力確認（技能試験）プログラムの開始」

#### 委員会名：JHILL技能試験委員会

- 東京大学 .....石井 勝

- 千葉工業大学 .....脇本隆之

- 系統変電システム製作所 .....日野悦弘

- 財電力中央研究所 .....五島久司

- 東芝エネルギーシステムズ(株) .....和田治寿

- 日新電機(株) .....内田 清

- 日本ガイシ(株) .....横井清吾

- (株)日立製作所 .....木田順三

### 委員会活動 優良賞

#### 「制御盤2030」の提言及び推進活動」

#### 委員会名：制御盤2030WG

- オムロン(株) .....松隈隆志, 澤井大介

- EPLAN Software&Services(株) .....井形哲三

- エヌヴェントジャパン(株) .....山口克彦

- 東芝三菱電機産業システム(株) .....久積崇志

- 日東工業(株) .....小久保健司

- (株)日本配電制御システム工業会 .....河原木 豊

- (株)日立産機システム .....苗村万紀子

- ヒロセ電機(株) .....栗原浩也, 角村周一

- 富士電機機器制御(株) .....小島伸浩

- 富士電機機器制御(株) .....葉山陽一

- 先端技術総合研究所 .....古澤康一

- 神戸製作所 .....片山浩一

## ●兵庫県

### 令和2年度兵庫県発明等表彰 兵庫県発明賞

「同期機制御装置およびその制御方法」

姫路製作所 ..... 和田典之, 松浦大樹

「電子制御装置および電子制御装置の製造方法」

姫路製作所 ..... 山根久和, 田中貴章

「ノイズフィルタ」

自動車機器開発センター ..... 川村真央

「波長多重伝送装置の製造方法」

高周波光デバイス製作所 ..... 金子進一

「空気調和機の室内機, 及び空気調和機」

先端技術総合研究所 ..... 山田彰二, 福井智哉, 追田健一, 森 剛

## ●文部科学省

### 文部科学大臣表彰 創意工夫功績賞

「給湯用熱源機 石鹼水塗布作業の改善」

静岡製作所 ..... 中村哲也

## ●国立研究開発法人国立環境研究所, (株)日刊工業新聞社

### 第47回環境賞 優良賞

「R32を用いた室内配水型ビル用マルチエアコン」

先端技術総合研究所 ..... 池田宗史

冷熱システム製作所 ..... 本村祐治, 石村亮宗

先端技術総合研究所 ..... 竹中直史

住環境研究開発センター ..... 川島 充

先端技術総合研究所 ..... 西尾 淳

## ●社電子情報通信学会 衛星通信研究専門委員会

### 2019年度衛星通信研究賞

「CNN DAEによるデジタルペイロードのソフトエラー耐性向上」

情報技術総合研究所 ..... 谷 重紀, 山下靖貴, 有賀 博

本社 ..... 内田 繁

## ●内閣府

### 令和2年度春の黄綬褒章

「光学機械組立」

生産技術センター ..... 荒川勝博

## ●IVI (Industrial Value Chain Initiative)

### IVIつながるものづくりアワード2020 優秀賞

「素材製造ラインにおける品質向上／シリンドヘッド（鋳造）編」

情報技術総合研究所 ..... 野口智史

新東工業(株) ..... 中村直寿

アビームシステムズ(株) ..... 田中義二

マツダ(株) ..... 橋本修一, 堀井信克

ヤマザキマザック(株) ..... 江平賢仁

株小松製作所 ..... 小川洋平

ウイングアーク1st(株) ..... 荒木友彦

トヨタ自動車(株) ..... 吉田伸広

パナソニック(株) ..... 今尾全宏

CKD(株) ..... 丹下直紀

株電通国際情報サービス ..... 内藤 潤

## ●社日本電気計測器工業会

### 2020年度IEC/TC65国際標準化活動 奨励賞

「TC65/WG16（デジタル・ファクトリ）国内委員会幹事および国際エキスパートとしての貢献」

情報技術総合研究所 ..... 三井 聰

## ●社日本冷凍空調学会 第47回日本冷凍空調学会

### 技術賞

「ハイブリッド式産業用除湿機（DEH-SP3A）」

冷熱システム製作所 ..... 田中 学, 岡島圭吾, 藤本 肇

住環境研究開発センター ..... 伊藤慎一

### 学術賞

「吸込室インジェクション機構搭載スクロール圧縮機に関する研究」

先端技術総合研究所 ..... 岩竹 渉, 河村雷人

## ●社電子情報通信学会 無線通信システム研究専門委員会

### 無線通信システム研究会 奨励賞

「5Gにおける高SHF帯・広帯域Massive MIMOシステムを用いたフィールド環境MU-MIMO伝送実験」

情報技術総合研究所 ..... 酒井 学

## ●社日本鉄道技術協会 特定部会 日本鉄道サイバネティクス協議会

### 2019年度論文賞・会誌技術部門 優秀賞

「レーザ搭載走行型測定装置MMSDによる建築限界測定」

小田急電鉄株 ..... 西嶋祐俊

神戸製作所 ..... 須合健一

## ●社電気学会

### 2019年電子・情報・システム部門大会 奨励賞

「4H-SiC MOSFETにおける反転層内の平均的な電子位置とキャリア散乱機構の関係」

先端技術総合研究所 ..... 野口宗隆

### 2019年部門優秀論文発表賞

「銅スリーブが表面磁石型モータの回転子渦電流損に及ぼす影響」

先端技術総合研究所 ..... 水田貴裕, 伊藤一将

### 基礎・材料・共通部門特別賞

「論文査読功労賞」

先端技術総合研究所 ..... 梅本貴弘

### 令和2年電力・エネルギー部門 研究・技術功労賞

「長年にわたる電気学会での活動ならびに保護リレーシステムに関する標準化および技術発展への貢献」

系統変電システム製作所 ..... 白井正司

### 令和2年電気規格調査会功績賞

「電気専門用語集（Web版）の公開」

委員会名：電気専門用語標準化委員会

東京大学 ..... 小野 靖, 小田哲治

住友電気工業株 ..... 水津 亮

東京電力ホールディングス株 ..... 高尾 登, 森川弘基, 中島克洋

富士電機株 ..... 高橋 弘, 佐藤芳信, 萩原賢一

電源開発株 ..... 中澤孝康, 石黒友希夫

財電力中央研究所 ..... 本間宏也, 山崎健一

東芝エネルギーシステムズ株 ..... 宮本剛寿, 尾形和俊, 佐藤純正

系統変電システム製作所 ..... 白井正司

電力システム製作所 ..... 上田昌慶

古河電気工業株 ..... 桦原広幸

株明電舎 ..... 角井公一

昭和電線ケーブルシステム株 ..... 坂口義則

株ジェイ・パワーシステムズ ..... 西川 哲

株ビスキャス ..... 石井 登

日立製作所 ..... 和田 裕

### 令和2年第23回優秀技術活動賞 技術報告賞

「電力系統用パワーエレクトロニクス機器の解析・シミュレータ技術（電気学会技術報告第1459号）」

委員会名：電力系統用パワーエレクトロニクス機器の解析・シミュレータ技術調査専門委員会

系統変電システム製作所 ..... 天満耕司, 正城健次

東京電力ホールディングス株 ..... 菅野純弥

東京工業大学 ..... 佐野憲一朗

東京都市大学 ..... 中島達人

東京工業大学 ..... 萩原 誠

工学院大学 ..... 野呂康宏

大阪電気通信大学 ..... 伊与田 功

大阪工業大学 ..... 木村紀之

徳島大学 ..... 北條昌秀

（国研）産業技術総合研究所 ..... 山口 浩

東海旅客鉄道株 ..... 久野村 健

財電力中央研究所 ..... 菊間俊明

北海道電力株 ..... 三浦昭彦

東北電力株 ..... 阿部公哉

東京電力パワーグリッド株 ..... 高見 潤

北陸電力株 ..... 山岸良雄

中部電力株 ..... 松田泰蔵

関西電力株 ..... 中居賢男

中国電力株 ..... 三川玄洋

四国電力株 ..... 斎藤一成

九州電力株 ..... 高崎真司

電源開発株 ..... 下形竜也

日立ABBHVDCテクノロジーズ株 ..... 井上重徳

東芝エネルギーシステムズ株 ..... 飯尾尚隆

東芝三菱電機産業システム株 ..... 臼木一浩

富士電機株	篠原 博
株明電舎	渡辺純一
日新電機株	黒田和宏
東電設計株	齊藤久志
株理経	太田洋佑
株NEAT	加藤直樹

#### Young Presentation Award

「Examination of impulse PD inception location by electric field analysis in ester oil/pressboard composite insulation system」	山田大智 九州工業大学 先端技術総合研究所 吉田成是, 濱田陽紀, 梅本貴弘
九州工業大学 小追雅裕, 北田政幸	

#### 令和2年第76回電気学術振興賞 進歩賞

「電流容量を低減可能なMMC型無効電力補償装置の開発」	灘 香帆 先端技術総合研究所 系統変電システム製作所 東芝三菱電機産業システム(株) 菊地 健 奥山涼太
-----------------------------	---

#### 論文賞

「SF6アーケに暴露されるPTFEノズルのアプレーション質量予測式の提案」	佐藤基宗 系統変電システム製作所 先端技術総合研究所 堀之内克彦, 檜座秀一, 中村泰規 伊丹製作所 清水芳則 名古屋大学 横水康伸
---------------------------------------	---

#### ●社日本鉄道車両機械技術協会

##### 令和元年度・日本鉄道車両機会技術協会表彰 功労賞

「同協会における「功労賞」表彰」	伊丹製作所 寺澤英男
------------------	---------------

#### ●財情報通信技術委員会

##### 2020年度 功労賞

「光アクセス網システムに関する標準化の推進にかかわる功績」	牧野真也 通信システムエンジニアリングセンター
-------------------------------	----------------------------

#### ●社電子情報通信学会

##### アンテナ・伝播研究専門委員会 若手奨励賞

「広覆域アンテナ用低損失平板レドームの検討」「広覆域アンテナ用低損失平板レドームの試作評価」	中嶋宏昌 情報技術総合研究所
--	-------------------

#### ●社日本鉄道電気技術協会

##### 協会誌優秀作品賞

「駅内配電システムの直流化による省エネルギー効果の検討」	西日本旅客鉄道(株) 西日本旅客鉄道(株) 神戸製作所 受配電システム製作所 西日本旅客鉄道(株) 西日本旅客鉄道(株) 神戸製作所 受配電システム製作所 竹内勇人
------------------------------	--

#### ●IEEE/GRSS (米国電気電子協会／地球科学およびリモートセンシング部会)

##### Industry Leder Award 2020

「Outstanding contributions to the system and hardware design of the PALSAR-2 payload onboard the ALOS-2 satellite」	ALOS-2衛星搭載 PALSAR-2センサのシステム設計及びハードウェア設計に対する貢献 鎌倉製作所 岡田 祐
--	---

#### ●京都府

##### 第64回京都府発明功労者表彰 優秀賞

「LED表示装置」	和田泰徳, 浅村吉範 京都製作所 受配電システム製作所 三菱電機システムサービス(株) 渋江重教
-----------	--

#### ●経済産業省

##### 第56回電気保安功労者経済産業大臣表彰

「長年にわたる電気保安への功労」	村瀬成一 系統変電システム製作所 (申請時)
------------------	---------------------------

#### ●社電子情報通信学会 アンテナ・伝播研究専門委員会

##### 第2回伝搬コンペティション実行委員会

「第2回伝搬コンペティション優秀賞」	「非一様な光線発射分布を用いたレイトレーシングの高速化」
--------------------	------------------------------

情報技術総合研究所 橋本貴博, 澤川道生

#### ●German Design Council Service GmbH

##### German Design Award 2021 [Winner]

「Swipe Talk」	平井正人, 山内貴司, 松原 勉, 引間孝典 梅木嘉道, 今石晶子, 鶴 直樹, 山口貴弘
--------------	--

##### German Design Award 2021 [Nominee]

「EMIRAI S」	橋本孝康 デザイン研究所
------------	-----------------

#### ●社自動車技術会

##### 技術部門貢献賞

「モータ技術部門委員会」	有田秀哲 先端技術総合研究所
--------------	-------------------

#### ●社精密工学会

##### 2020年度第16回 精密工学会技術奨励賞

「NCサーボ技術を利用したびびり振動の高速検出技術の開発」	池田達輔, 高橋一樹 先端技術総合研究所
-------------------------------	-------------------------

#### ●社情報処理学会 情報科学技術フォーラム 運営委員会

##### 第19回情報科学技術フォーラム FIT奨励賞

「旅客起因の列車遅延の再現に向けたOSS交通シミュレータの活用」	安藤優平 情報技術総合研究所
----------------------------------	-------------------

#### ●社応用物理学会

##### 第42回応用物理学会論文賞 応用物理学会論文奨励賞

「Appl. Phys. Express 12 (2019) 025001」	永井幸政, 角 武憲 情報技術総合研究所 嶋谷政彰, 小川新平, 福島昌一郎, 奥田聰志 大阪大学 松本和彦, 金井 康, 小野亮生
--	--

#### ●INFSOC (Informatic Society)

##### IWIN 2020 Best Paper Award (IWIN: International Workshop on Informatics)

「Hybrid CSMA/CA for Sub-1 GHz frequency band coexistence of IEEE 802.11ah and IEEE 802.15.4g」	永井幸政, 角 武憲 Mitsubishi Electric Research Laboratories 静岡大学 Jianlin Guo, Philip Orlik 峰野博史
---	--

#### ●財電気科学技術奨励会

##### 第68回電気科学技術奨励賞 (旧オーム技術賞)

「電磁開閉器の省スペース遮断技術によるカドミウムフリー化」	稻口 隆 名古屋製作所 河合秀泰 堀田克輝 東日本旅客鉄道(株) 斎藤雅史 東日本電気エンジニアリング(株) 小野寛明 神戸製作所 樹井 健
-------------------------------	---

#### ●国立科学博物館

##### 「薄型エアコン霧ヶ峰MS-22RJ」の2020年度重要科学技術史資料への登録

「薄型エアコン霧ヶ峰MS-22RJ」	三菱電機株
--------------------	-------

#### ●社電子情報通信学会 通信ソサイエティ

##### 2020年度通信ソサイエティ活動功労賞

「アンテナ・伝播研究専門委員会幹事としての貢献」	深沢 徹 情報技術総合研究所 英文論文誌編集委員としての貢献」
「情報技術総合研究所としての貢献」	東中雅嗣 情報技術総合研究所 通信ソサイエティ投稿論文の査読委員としての貢献」
「情報技術総合研究所としての貢献」	中島昭範 情報技術総合研究所
「情報技術総合研究所としての貢献」	安藤倫子, 桃島山青

#### ●特定非営利活動法人 キッズデザイン協議会

##### 第14回キッズデザイン賞 男女共同参画担当大臣賞

「共働き世帯を応援する調理機「レンジグリルIH」シリーズ」	高砂英之, 伊藤大聰, 松山祥樹 デザイン研究所 安田倫子, 桃島山青
-------------------------------	---

##### 第14回キッズデザイン賞

「霧ヶ峰 MSZ-Sシリーズ, MSZ-AXVシリーズ」	藤ヶ谷友輔, 四津谷 瞳 デザイン研究所
------------------------------	-------------------------

## ●財日本デザイン振興会

### グッドデザイン賞2020

「インバータ「FREQROL-E800シリーズ」	橋 溫希
「デザイン研究所」	
「ファイバー二次元レーザー加工機「GX-Fシリーズ」	
「デザイン研究所」	塚本直也
「電子ビーム金属3Dプリンタ「EZ300」」	
「デザイン研究所」	秋山朝子
「自律搬送台車「MELporter」」	
「デザイン研究所」	近藤厚志
「エアーコンディショナー「天井埋込型エアコン用別壳吹出しパネルシリーズ」」	
「デザイン研究所」	南雲幸太郎, 新井悟史, 池ヶ谷貴徳, 本村祐貴
「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, 飯田侑希, 星 匠朗, 藤川裕子
「片岡竜成, 三品拳大, 山崎 聰」	

## ●社兵庫工業会

### 2020年度職域における創意工夫者表彰 知事賞

「内面めっき品処理方法の改善」	
「系統変電システム製作所」	足立亘駿
「切粉取り専用ツールの考案」	
「系統変電システム製作所」	牧元清之
「タンク機械加工における段取り治具の改善」	
「系統変電システム製作所」	前田剛志

## ●社情報処理学会

### 国際規格開発賞

「ISO/IEC 23008-2:2020」	
「情報技術総合研究所」	峯澤 彰

## ●神戸商工会議所

### 令和2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」	三宅慎太郎, 田嶋弘一, 横田 明

## ●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

第2部門（金属加工関係）	
「数値制御金属工作機械工」	
「系統変電システム製作所」	中久保和典, 澤山順一

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）	
「電気めっき工」	
「系統変電システム製作所」	長池誠一
「アーケル溶接工」	

「系統変電システム製作所」	鈴池 収
---------------	------

第5部門（電気機械器具組立・修理及び電気作業関係）	
「電動機組立・調整工」	
「伊丹製作所」	松本和也
「発電機組立・調整工」	
「電力システム製作所」	名村則行

「開閉制御機器組立工」	
「系統変電システム製作所」	木本一正, 常原泰紀
「令和2年度兵庫県青年優秀技能者表彰」	

第5部門（電気機械器具組立・修理及び電気作業関係）	
「電動機組立・調整工」	
「伊丹製作所」	津曲慎吾
「配電盤・制御盤組立・調整工」	

「伊丹製作所」	丹生附 力
---------	-------

第12部門（窯業製品製造, 化学製品製造, ゴム・プラスチック製品製造及び土石製品製造関係）	
「プラスチック成形工」	
「系統変電システム製作所」	藤井拓哉

## ●国際電気標準会議

### 2020年IEC（国際電気標準会議）1906賞

「Systems Committee/AAL」	
「AAL（自立生活支援）における標準化及びその関連活動への貢献」	
「本社」	三好淳之

## ●社日本電気協会

### 第65回（令和2年度）滋澤賞

「長年にわたる電気保安への功労」	
「先端技術総合研究所」	武藤浩隆

## ●社発明協会

### 令和2年度全国発明表彰 日本経済団体連合会会長賞

「誘導加熱を利用したエアコンの冷媒液化防止技術の発明（特許第4931970号）」	
「住環境研究開発センター」	畠山和徳
「冷熱システム製作所」	坂廻邊と憲
「静岡製作所」	松下真也

「三菱電機メカトロニクスソフトウェア(株)」	牧野 勉
------------------------	------

### 令和2年度全国発明表彰 発明賞

「工場環境を変える超高精度放電加工機の意匠」	
「デザイン研究所」	塚本直也
「名古屋製作所」	中島洋二, 佐々木祐飛
「三菱電機エンジニアリング(株)」	栗本 孝
「直流モータの小型効率化のための高密度集中巻線工法の発明」	

「姫路製作所」	山本一之
「コンポーネント製造技術センター」	田尾幸一
「福山製作所」	藤岡裕貴
「令和2年度全国発明表彰 発明賞」	

### 令和2年度中国地方発明表彰 広島県発明協会会長賞

「電子式指示計器」	
「福山製作所」	亀 裕二
「三菱電機エンジニアリング(株)」	石阪昌大, 篠原慎二
「令和2年度四国地方発明表彰 文部科学大臣賞」	

「直流高速度遮断器」	
「受配電システム製作所」	仲田知裕, 遠矢将大
「令和2年度九州地方発明表彰 長崎県知事賞」	

「車両空調装置」	
「三菱電機エンジニアリング(株)」	安達次生
「長崎製作所」	品川俊之
「令和2年度九州地方発明表彰 福岡県知事賞」	

「ダイオード島状配置型高耐圧逆導通IGBT」	
「パワーデバイス製作所」	高橋徹雄
「令和2年度九州地方発明表彰 発明奨励賞」	
「保護カバーと2枚の透明粘着シートとを備えた表示装置」	

「メルコ・ディスプレイ・テクノロジー(株)」	門田卓也
「本社」	寺本賢司
「三田製作所」	宇野真彦
「高い破壊耐量を持つ高性能パワーダイオード」	

「パワーデバイス製作所」	中村勝光
「令和2年度関東地方発明表彰 発明協会会長賞」	
「食パン専用調理器」	
「デザイン研究所」	安田倫子, 四津谷 瞳, 桃島山青

「令和2年度関東地方発明表彰 群馬県発明協会会長賞」	
「壳電促進と湯切れ防止可能な給湯システム」	
「三菱電機エンジニアリング(株)」	飯島雅彦
「群馬製作所」	豊島正樹, 斎藤和宏, 岡橋健治

「令和2年度関東地方発明表彰 静岡県発明協会会長賞」	
「操作表示部を備えた冷蔵庫」	
「静岡製作所」	横尾広明, 前田 剛, 鈴木和貴, 篠 仁志, 大和康成
「令和2年度関東地方発明表彰 発明奨励賞」	

「車載レーダの低価格低損失のアンテナ構造」	
「鎌倉製作所」	八十岡興祐, 橋本 実, 鈴木拓也
「宇田川重雄, 田牧 努」	
「三菱プレシジョン(株)」	吉田 守

「島田理化工業(株)」	松尾浩一
「菱電湘南エレクトロニクス(株)」	末田岳志, 佐藤 晋
「貯湯式給湯システムの高効率運転（特許第5126345号）」	
「住環境研究開発センター」	赤木 智

「本社」	平岡 宗
「畠崎史武, 杉木稔則」	
「三菱電機技報・Vol.95・No.1・2021	
「92	

「誘導加熱調理器の冷却構造（特許第6113106号）」

住環境研究開発センター ..... 高野浩志郎  
三菱電機ホーム機器㈱ ..... 増田一郎, 横井川裕司  
「空調集中管理装置（特許第6075647号）」  
住環境研究開発センター ..... 向井卓也, 小泉吉秋  
「画像復号装置及び画像復号方法」  
情報技術総合研究所 ..... 峯澤 彰, 杉本和夫, 関口俊一  
「受信尤度生成装置・方法, 光伝送システム」  
情報技術総合研究所 ..... 吉田剛, 松田恵介, 三浦浩志  
情報技術総合研究所（申請時） ..... 土肥慶亮  
「気流の個別制御を実現する空調機の室内機」  
静岡製作所 ..... 代田光宏, 高守 輝, 松本 崇  
先端技術総合研究所 ..... 福井智哉, 山田彰二, 追田健一, 森 剛  
冷熱システム製作所 ..... 加賀邦彦  
稻沢製作所 ..... 道旗 聰  
Mitsubishi Electric Consumer Products (Thailand) Co., Ltd. ..... 鈴木仁一  
三菱電機エンジニアリング㈱ ..... 谷川喜則  
「リードフラットパッケージICの半田付方法」  
静岡製作所 ..... 三浦 剛

令和2年度中部地方発明表彰 技術奨励賞

「低コスト・高効率サーボモータ」

名古屋製作所 ..... 金森大輔, 佐土根俊和, 土屋文昭  
生産技術センター ..... 三村政範  
「ガルバノスキャナおよびレーザ加工装置」  
名古屋製作所 ..... 高橋尚弘, 内山研吾  
先端技術総合研究所 ..... 高橋悌史

令和2年度中部地方発明表彰 発明奨励賞

「自由曲面加工の高精度制御」

名古屋製作所 ..... 西脇健二  
先端技術総合研究所 ..... 西野慎哉  
「エレベータ監視装置」  
稻沢製作所 ..... 奥西幸喜  
「集中巻モータの固定子製造方法」  
中津川製作所 ..... 亀山正樹, 大石晋也, 出口 学  
コンポーネント製造技術センター ..... 水谷敏彦, 鬼橋隆之  
中津川製作所 ..... 福井克紀, 鈴木高志

令和2年度近畿地方発明表彰 日本弁理士会会長賞

「未知モータ駆動性能を最大化するインバータ」

先端技術総合研究所 ..... 蜂矢陽祐, 小島鉄也  
名古屋製作所 ..... 足立章二

令和2年度近畿地区発明表彰 京都発明協会会长賞

「LED表示装置」

京都製作所 ..... 和田泰徳, 浅村吉範  
受配電システム製作所 ..... 米岡 熟  
三菱電機システムサービス㈱ ..... 渋江重教

令和2年度近畿地方発明表彰 発明奨励賞

「社会インフラ維持管理用レール自動計測技術」

神戸製作所 ..... 須合健一, 白石広幸  
先端技術総合研究所 ..... 亀井克之, 渡辺昌志  
鎌倉製作所 ..... 吉田光伸  
「ヘリコプター衛星通信システム」

通信機製作所 ..... 井戸康浩  
「受信ミキサ用低雜音ダイオード」

高周波光デバイス製作所 ..... 金谷 康, 相原育貴  
「マイルドハイブリッド対応のMG用パワー回路」

コンポーネント製造技術センター ..... 深瀬達也  
姫路製作所 ..... 加藤政紀, 田原 潤, 島野友明, 田中佐武郎  
「3レベル電力変換装置」

伊丹製作所 ..... 中嶋幸夫  
「移動体無線通信装置における無線通信技術」

コミュニケーション・ネットワーク製作所 ..... 村田隆司  
「超高速レーザ加工を実現した高圧インバータ」

姫路製作所 ..... 五十嵐 弘  
設計システム技術センター ..... 熊谷 隆  
大阪産業大学 ..... 岩田明彦  
名古屋製作所 ..... 岩落寛康, 久留島 宏, 松原真人

「組立自動化により生産性向上した回路遮断器」

生産技術センター ..... 村井正俊  
福山製作所 ..... 妹尾 彰, 渡辺和昌  
「接続容易な高信頼パワーモジュール端子構造」  
コンポーネント製造技術センター ..... 江草 稔  
「高熱伝導化した絶縁材料を用いた回転機」  
先端技術総合研究所 ..... 馬渕貴裕  
名古屋製作所 ..... 山本茂之  
電力システム製作所 ..... 築地 真, 佐古 浩  
「ビル用空調機を高効率にする冷媒分配技術」  
先端技術総合研究所 ..... 尾中洋次, 松本 崇, 宮脇皓亮  
冷熱システム製作所 ..... 岡野博幸, 小池孝典, 鳩村 健, 森本 修  
「センサレス制御に適した永久磁石式モータ」  
先端技術総合研究所 ..... 田中敏則, 山口信一, 伊藤正人  
名古屋製作所 ..... 十時詠吾, 西島大輔  
「回転電機」  
姫路製作所 ..... 菊池奈緒美, 西村慎二, 井上正哉, 木虎竜一  
「燃料噴射弁」  
姫路製作所 ..... 橋居直也, 中野敬士, 宗実 穀  
「音声認識装置」  
自動車機器開発センター ..... 竹裏尚嘉

●社日本機械学会

日本機械学会 設計工学・システム部門 奨励業績表彰

長崎製作所 ..... 坂本博夫