



三菱電機技報

1

2023

Vol.97 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 サステナビリティ実現に向けた技術		<i>Technologies for Realizing Sustainability</i>
1.2 統合ソリューションを支える技術		<i>Technologies Supporting Integrated Solutions</i>
1.3 繼続的に深化する基盤技術		<i>Continuously Enhance Base Technologies</i>
1.4 生産インフラ・設計技術		<i>Production Infrastructure and Design Technologies</i>
1.5 ビジネスイノベーション		<i>Business Innovations</i>
2. 電力システム	57	Power Systems
3. 交通システム	60	Transportation Systems
4. ビルシステム	63	Building Systems
5. 公共システム	66	Public Systems
6. FAシステム	68	Factory Automation(FA) Systems
6.1 FA制御機器・システム		<i>Automation and Drive Control System</i>
6.2 配電・計測機器		<i>Power Distribution Measuring Apparatus</i>
7. 自動車機器	71	Automotive Equipment
8. 宇宙システム	74	Space Systems
9. 通信システム	75	Communication Systems
10. 映像	76	Video
11. ITソリューション	77	IT Solution
12. パワーデバイス	82	Power Devices
13. 高周波・光デバイス	83	High Frequency and Optical Devices
14. 空調冷熱システム	85	Air-Conditioning & Refrigeration Systems
15. 住宅設備	87	Housing Equipment
16. 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	95	Detailed Contents

※本号では、本文中に記載の登録商標を(注)として卷末に一覧掲載しています。

アイコンについて

各テーマのタイトル部にアイコンを掲載しています。

三菱電機のサステナビリティ経営を実現する4つのビジネスエリアを表しています。



インフラ



インダストリー・モビリティ



ライフ



ビジネス
プラットフォーム

卷頭言

Foreword

常務執行役
知的財産専門家、知的財産担当、開発本部長
佐藤智典



新年あけましておめでとうございます。

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

三菱電機はサステナビリティの実現を経営の根幹に据え、カーボンニュートラル、サーキュラーエコノミー、安心・安全、インクルージョン、ウェルビーイングの五つの課題領域で、より良い社会を実現するために、社会課題の早期解決に向けた研究開発を推進しております。

カーボンニュートラルでは、当社のコア技術であるパワーエレクトロニクスやモータの高効率化等の研究開発を進め、空調、車載機器、FA機器等の省エネルギー化に貢献します。また、ビルの省エネルギー実現に向けたZEB(ネット・ゼロ・エネルギー)や地球温暖化係数の低い冷媒を用いた空調冷熱システム、新たな材料を用いたパワーデバイスの研究開発を進めます。さらに、デジタル技術を活用し、自己託送制度に基づいて、拠点ごとの脱炭素化を支援するマルチリージョン型デジタル電力最適化技術の開発など、社会全体のエネルギー効率向上や再生可能エネルギーの拡大を図ります。これらの活動を通じて、バリューチェーン全体での温室効果ガスの排出量削減に貢献します。

サーキュラーエコノミーでは、これまでリサイクルが難しかった複合材料を含む廃棄プラスチックのリサイクルを始め、リサイクルできるプラスチックの対象範囲を拡大する研究開発を進めます。また、当社製品だけでなく、CO₂の回収・貯留・有効利用(CCUS)やカーボンリサイクルといった資源循環を中心とする研究開発も推進し、炭素の循環利用実現に貢献します。

安心・安全では、衛星観測を活用した災害状況の監視技術や、走行しながら構造物を高精度で計測し、三次元デジタル仮想空間で再現し分析するインフラモニタリングシステムなどの開発を進めます。宇宙空間から生活空間に至るまで、インフラ設備のライフサイクル全体でのソリューションを提供することで、様々な環境変化やリスクに対応できるレジリエントな社会の実現に貢献します。

インクルージョンでは、誰でも熟練者と同等のモノづくりができるように、AIを用いて、人の認知・判断・操作を支援する技術を開発します。また、誰でも自由に移動で

きるよう、自動運転システムの早期実現を目指す研究開発を進めます。人と社会に寄り添った多様なソリューションを展開することで、誰もが自由で公正にいきいきと過ごせる社会の実現に貢献します。

ウェルビーイングでは、居住者の健康をサポートするウェルネスシステムやビル向け快適気流制御技術等の開発を進めます。また、生まれたときから日々の体調に至る医療データの蓄積・分析による生涯を通じた見まもりや、がんや病気の予兆を検出する見まもりサポート“MelCare(メルケア)”など、快適な生活を支援し、一人ひとりの心身共に健康で自分らしくいきいきとした暮らしの実現に貢献します。

これらサステナビリティの実現に向けて、循環型デジタル・エンジニアリング企業への変革を目指し、統合ソリューションを進化させるために次の二つの研究開発を推進します。

一つ目は、先進デジタル技術です。“Maisart(マイサー卜)”に代表されるAI技術を機器やエッジだけでなく、クラウドにも使用できるように継続的に深化させ、更に幅広い製品・システム群に適用することで、お客様の課題解決に向けて新たな価値創出につなげます。また、当社が持つ機器に対する知見やセキュリティ、ネットワーク設計などの技術資産を統合し、異なるシステムを相互にデータ連携可能とする統合IoT“ClariSense(クラリセンス)”に関する技術開発を推進します。異なる事業領域のソリューション間のデータ連携を進めることで、複雑な社会課題の解決やお客様の課題解決に貢献します。

二つ目は、コアコンポーネントのスマート化です。ものづくりに100年携わってきた当社の強みであるコンポーネントの知見を生かし、機器の状態検知や自己診断だけでなく、利用者や利用空間の見える化等に至るまで、拡張性の高い機能の実現を追求してまいります。さらに、これらの課題解決に資する、基盤技術の継続的な深化にも引き続き取り組みます。

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

皆様の一層のご助言、ご指導をいただきたく、お願い申し上げます。

研究開発 Research and Development

高いエネルギー効率を実現する次世代直流配電システム



Direct Current Distribution System for High Energy Efficiency

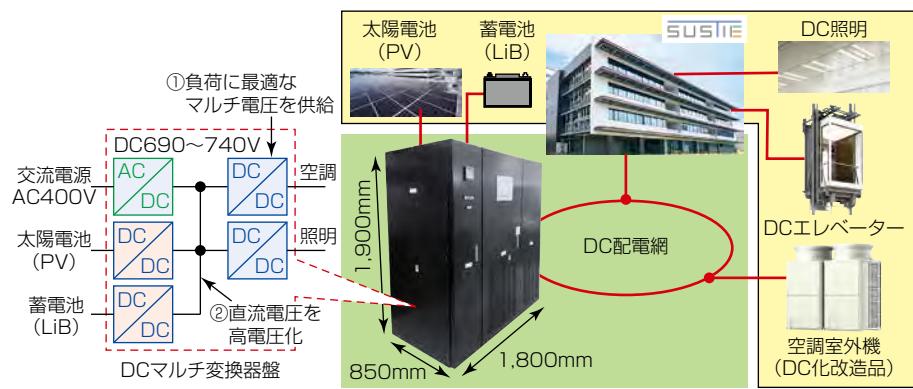
2050年のカーボンニュートラル達成に向けて、太陽光発電を始めとする再生可能エネルギーと蓄電池との親和性が高い“直流配電システム”が注目されている。

今回、直流配電システムを構成するために必要なAC/DC電力変換器とDC/DC電力変換器に対して、パワー半導体素子にSiC(シリコンカーバイド)を採用することによって業界最高クラスの高効率電力変換器を実現した。また、新回路方式である“マルチ電圧給電回路”を開発し、負荷ごとに異なる複数の最適電圧を供給するとともに、直流電圧の高電圧化を図ることによって配線の導通損失を低減している。

過去の電力需給状況をベースにした試算結果から、既存の交流配電システムに対して受配電損失が20%削減できることを確認した。この技術を用いた“DCマルチ電圧システム”を当社のZEB(net Zero Energy Building)関連技術実証棟

“SUSTIE”に適用し、実フィールドで交流停電時のDC配電網の外乱強制(きょうじん)性や受配電効率向上を確認するための実証試験を行っている。

今後は、再生可能エネルギーとの高い親和性による事業継続計画及び当社保有機器連携によるAC配電より優れたライフサイクルコストを実現し、客先と共にPoC(Proof of Concept)活動に向けた提案を実施する。



DC配電用マルチ電圧システムの構成

資源リスクを抑えてモータの高効率化に貢献する永久磁石の磁気特性評価技術



Magnetic Characterization Technology for Permanent Magnets Reducing Resource Risks and Contributing to Higher Motor Efficiency

モータの実使用時を想定した熱と応力を加えた状態で、ネオジム系永久磁石に発生する磁気特性の劣化現象を観測することに初めて成功した。

モータが回転すると磁石には熱と応力負荷が加わり磁気特性が変化することが予想されているが、これまで評価手法がなかった。このためモータ設計時はモータ回転時の磁石減磁を推定して設計しており、実機のモータ効率が想定と乖離(かいり)する傾向があった。そこで、モータの設計精度向上を目指して、汎用の磁気特性評価装置に応力印加機構を追加した(図1、図2)。さらに外部磁界の掃引タイミングと解析手法を工夫することで当社独自の磁気特性評価技術を確立した。この結果、磁石に応力を加えた場合に減磁が発生することが確認できた。また、同一メーカーのネオジム磁石でも型番によって減磁量が異なることが分かった。これは磁石の材料組織の違いが減磁耐性に影響を与えることを示唆している。

この測定技術によって、磁石が熱と応力負荷を受けた状態の減磁特性を定量把握しモータ設計に反映することで磁石の使用量を削減できる。また、磁石減磁の定量化によってエネルギー効率の高いモータ設計が可能になる。

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業未来開拓研究プログラム“次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発(JPNP14015)”の結果、得られたものである。



図1. 開発した磁気特性評価装置

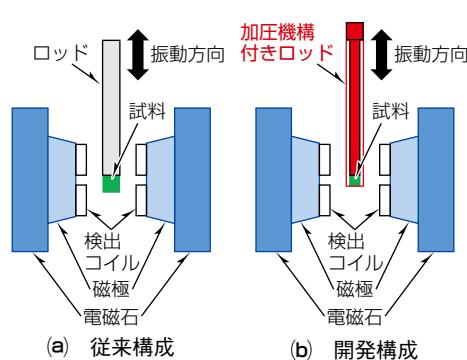


図2. 磁気特性評価部の構成



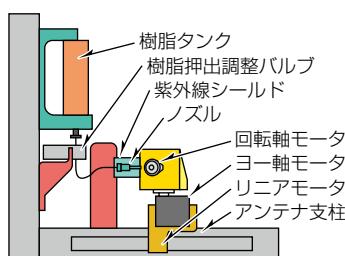
宇宙空間での3Dプリンターで人工衛星アンテナを製造する技術

Technology for Freeform Printing of Satellite Antennas in Outer Space

太陽光と紫外線硬化樹脂を利用して、打上げ後に宇宙空間で、3D積層造形によって人工衛星用アンテナを製造する技術を開発した。

人工衛星のアンテナは、高利得と広帯域幅が求められ、大きな開口が必要である。これまでのアンテナは、打上げロケットの積載サイズや人工衛星のサイズ等の制約を受けるため、格納可能な大きさで整形しておくか、折り畳んで格納して人工衛星軌道上で展開している。打上げ時や軌道投入時の振動や衝撃に耐える構造も必要である。

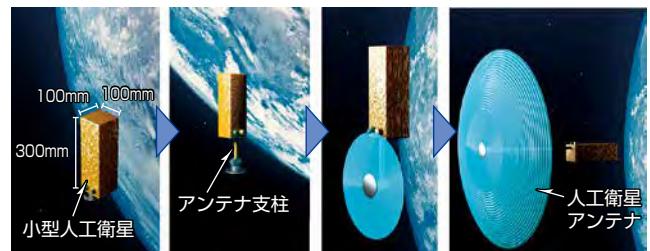
今回、造形物を製造中に支えるサポート材が不要な、フリーフォーム3Dプリンターと、真空中(0.2kPa以下)で蒸発せずに適切な粘度を保って、紫外線による硬化安定性を持つように配合した紫外線硬化樹脂を開発した。開発した樹脂を3Dプリンターで押出成形し、太陽光の紫外線で硬化させることで、宇宙空間で低消費電力で構造物を製造する。試作した直径165mmの反射鏡を用いたパラボラアンテナ



開発したアンテナ反射鏡製造3Dプリンター

は、Ku帯である13.5GHzで23.5dBの利得を実現した。

この技術によって、数十センチの小型衛星でも開口の大きなアンテナの搭載が可能になる。打上げ時等の振動や衝撃に耐える構造も不要になり、人工衛星の軽量化によるコスト低減に貢献可能である。



3Dプリンターによる小型人工衛星でのアンテナ製造工程イメージ(アンテナ製造開始から運用状態まで)



紫外線光源を用いた真空中での試作
(ノズル、回転軸モータ周囲を拡大)

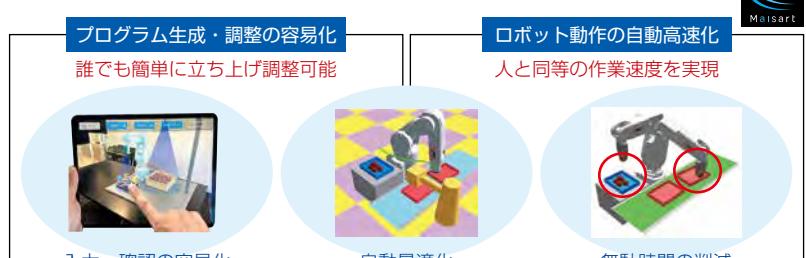
ティーチングレスロボットシステム技術

Teaching-less Robot System Technology

少子高齢化に伴う労働人口の減少などによって、特に食品工場や物流センターなどでは、人手不足が顕著な問題になっている。一方、ロボットの導入には、作業内容を教える“ティーチング”と呼ばれる専門家による長時間の作業が必要になったり、人手による作業より時間がかかったりする場合も少なくないことから、ロボットによる自動化が進んでいないのが現状である。そこで、ロボットの専門知識がない人でも簡単にプログラムを生成でき、人と同等の作業速度を実現する“ティーチングレスロボットシステム技術”を開発した。

撮影したデータから環境モデルを生成する環境認識技術、自然な発話でロボットが行う作業を指示できる音声認識AI、作業内容をその場で確認できるAR(Augmented Reality)技術によって、プログラムへの入力と確認が容易になる。また、周囲との干渉を防止しながら最短の移動時間になるロボット動作軌道の

自動最適化技術によって、誰でも簡単にロボットシステムの立ち上げ調整が可能になる。さらに、対象物の把持位置を高速に認識する把持認識AI、ロボットハンドの開閉タイミング自動最適化技術によってロボット動作以外の無駄時間が削減され、ロボットに取り付けたカメラの情報からロボットの動作を自動補正する技術と、動作軌道の自動最適化技術を組み合わせて、人と同等の作業速度が実現できる。



ティーチングレスロボットシステム技術



研究開発 Research and Development

省人化・非対面ソリューションを実現する多用途移動ロボットシステム

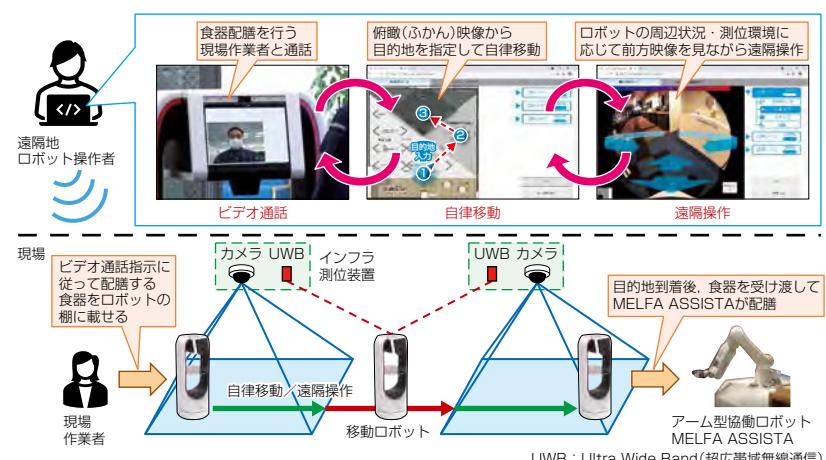


Versatile Mobile Robot System Realizing Contactless and Manpower Saving Solutions

人手不足、少子高齢化の社会課題に対して求められているDigital Transformation(DX：進化したデジタル技術を浸透させることで人々の生活をより良いものへと変革する)を、多用途移動ロボットの活用で実現することを目指している。このロボットは、自律的に作業を行いつつ状況次第で人が介入して遠隔操作することで、定型作業だけでなく非定型作業への対応を可能にする。ユースケースの例として、ホテル業務の省人化を実現する“業務ピークを考慮したホテル業務支援”，時間的・空間的制約にとらわれない“対面を実現するロボット操作遠隔勤務”を想定している。今回、Proof of Concept(PoC)設計・構築・評価、顧客からのフィードバックによる検証のサイクルを繰り返して、顧客受容性と技術的実現性を高める第1段階として、ユースケースを限定した実証を実施した。今回の実証では当社製アーム型協働ロボット“MELFA ASSISTA”と協調した食器配膳と、ビデオ通話を活用した遠隔地コミュニケーション

ションの役割を兼ねる多用途移動ロボットシステムを開発した。この多用途移動ロボットシステムは当社のソリューションを展示する場である“XCenter(クロスセンター)”に展示している。

今後は得られた知見を生かして、PoCのサイクルを繰り返すことで顧客受容性の高いソリューションを実現する。



多用途移動ロボットシステムと当社製アーム型協働ロボットMELFA ASSISTAが協調した食器配膳

制御の根拠を明示できるAI技術



AI Technology Clarifying Rationale Underpinning

計算が複雑で推論過程がブラックボックスになる多くのAI技術は、人が理解しにくく、信頼性や説明性が求められる制御分野に適用する上で課題になっている。今回、理化学研究所と共に、AIが制御を行った際に、その制御の根拠や将来の状態をユーザーに明示できる技術を開発し、当社AI技術“Maisart(マイサート)”に追加した。

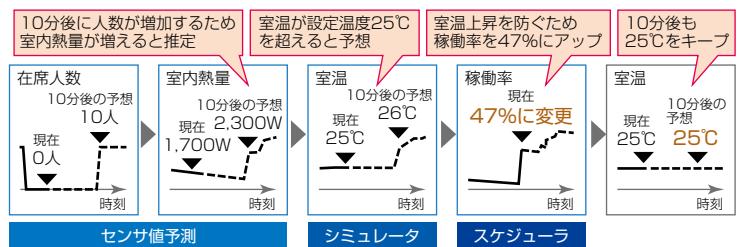
この技術は、現在のセンサデータから将来のセンサ値を予測する“センサ値予測”，センサ値とその予測値、及びAIで推定した設置環境の特性を用いて、将来の状態をシミュレーションする“シミュレータ”，シミュレータを用いて最適な制御計画を立案する“スケジューラ”から成る。それらを段階的に利用することで、機器の制御を実施する。その際、“センサ値予測”と“シミュレータ”が推定した将来の状態変化、立案した制御計画を可視化することで、ユーザーに制御の根拠を明示し、機器の制御の納得性を高める。また、予定どおり制御しているにもかかわらず、想定どおりの状態にならなかった場合、機器の異常や設置環境の変化が発生している可能性があ

るが、ユーザーはそれらを可視化によって認識でき、早期に機器のメンテナンス対応等を取ることが可能になる。

この技術は社会インフラ、空調機などの機器制御に適用可能であり、人が理解しやすいAI製品の実現に貢献する。



制御の根拠を明示できるAI技術イメージ



空調機へ適用した場合の制御の根拠や制御計画の明示イメージ

関連性をたどる知識探索支援技術



Knowledge Search Supporting System by Tracing Relevance Using Knowledge Graph

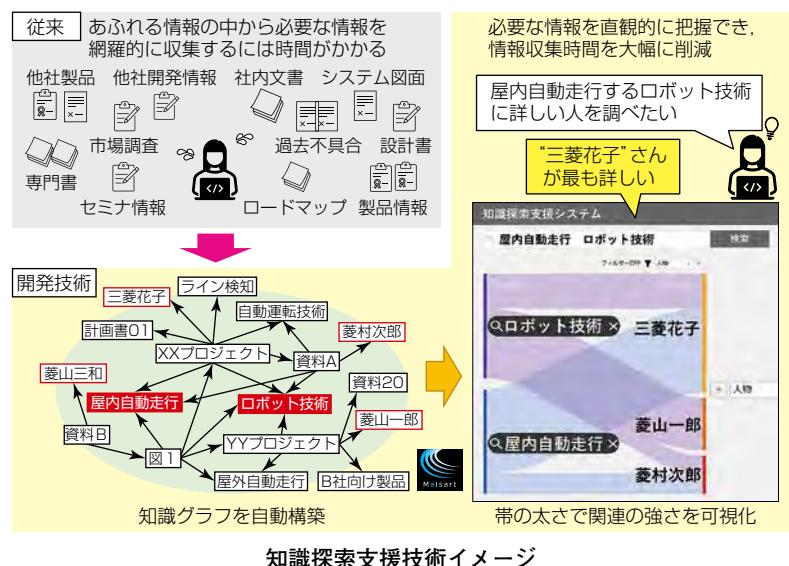
情報過多な時代では、あふれる情報の中から自分にとって必要な情報を見つけ出すには多くの時間がかかっている。知りたい情報、興味ある情報に素早くアクセスするためには、デジタル化するだけでなく、資料内又は資料間の情報の関係を構造的に管理しておく必要がある。

この技術は、当社AI技術“Maisart(マイサー卜)”を用いて、膨大な資料からキーになる単語や著者、引用関係などの情報を自動獲得し、また図表やプレゼン資料などの図形と文字を組み合わせて表現された資料を解析し、図表での全体と部分との関係情報を推定する。これらの情報のつながりをグラフ構造で表す知識グラフとして構造的にデジタル化する。

さらに、情報の探索時には、入力したキーワードを起点に、知識グラフから情報間の関連の強さを推論し、サンキー・ダイヤグラム^(*)の帶とその幅を使って関連の強さを可視化する。これによって、所望の情報との関係性を直観的に把握でき、短時間での知識探索を支援する。

この技術によって、技術キーパーソンを探すタスクで、従来の複数の文書から特定の文字列を検索する全文検索と比べて、情報収集時間を41.7%削減した。

* 1 工程間の流量を表現するために用いられるフロー図の一種



テラヘルツ波センシング技術



Sensing Technologies Using Terahertz Wave

安心・安全な社会の実現、少子高齢化社会への対応に向けて、品質管理・メンテナンス自動化、仮想空間と現実空間の融合などに不可欠な高性能センシング技術が求められている。光の高解像度と電波の透過性を併せ持つテラヘルツ波は、障害物の背後や物体内部でも対象物の形状・位置を高精度に検出／可視化できるため、新たなセンシング手段としてデバイス、信号処理技術の開発を進めている。図1に危険物を検出するセキュリティゲートを想定した300GHz帯テラヘルツ波による測定・検出結果を示す。開口径約19cmのアレーインテナを用いて距離約1mで測定し、イメージング信号処理を適用した。上着のポケットに入れられたハサミやナイフを、布地の外から高精細にイメージングできていることが分かる。図2はヘルスケアの見守り用途を想定し、人形の姿勢イメージングを行ったものである。青色が近距離、赤色が遠距離で距離情報を同時に表現できるため、バイタル

測定に加えて、転倒検知などへの応用が期待できる。

また、国立研究開発法人 理化学研究所と共同で、近赤外レーザ光(波長1.534μm)からの波長変換による、テラヘルツ波生成技術を開発している。これまでに1.2～2.5THzの広い周波数範囲で最大100μWと高い平均出力での生成に成功した。この広帯域・高平均出力によって、幅広い物質を短時間で同定可能になると期待できる。



図1. 危険物検知を想定したテラヘルツ波測定結果

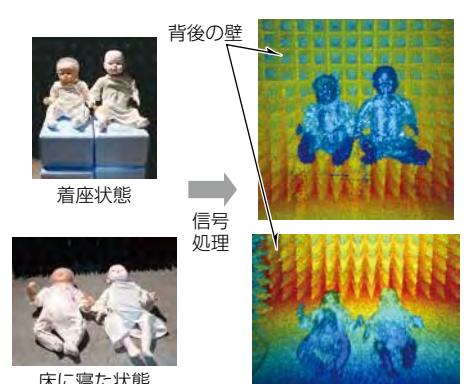


図2. 見守り・姿勢検知を想定したテラヘルツ波測定結果

研究開発

Research and Development

基板実装工程での不良の予兆診断技術

Predictive Diagnostic Technology for Defects in Printed Circuit Board Assembly Process

リード部品やチップ部品をはんだ付けする際に、溶融はんだ噴流上に基板を搬送させて一括はんだ付けするフローはんだ付け装置が採用されている。しかし品質に大きく影響する溶融はんだ噴流の流量・流速は、装置内のはんだ量減少や流路の詰まりなどで経時変化するため把握が困難であり、作業者のノウハウに頼った管理になっていた。

今回、噴流の流量・流速と基板の表面温度に高い関連性があることに着目し、赤外線カメラを用いて基板の表面温度分布を連続測定できるツールを開発した。これを活用した量産時の温度測定・分析によって、噴流の流量・流速とはんだ付け不良との相関関係を明らかにして、間接的に溶融はんだ噴流の経時変化を把握するシステムを開発した。

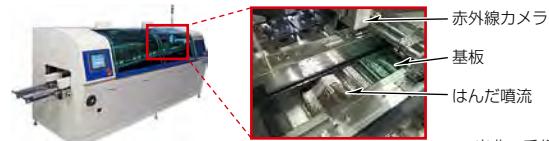
さらに、装置メーカーである千住金属工業(株)との共同開発によって、このシステムを搭載した世界初^(*)1)のフローはんだ付け装置(図1)を製作し、空調機器向け基板の量産ラインに導入した。

このシステムでは、量産時の基板温度をリアルタイムに測定・監視(図2)し、標準となる良品時

の温度データと比較することで、はんだ付け不良が発生する前に、その予兆を検知できる(図3)。

今後、作業者育成に時間が掛かる海外工場など遠隔地にある装置の常時監視への活用も期待される。

* 1 2022年7月21日、当社調べ



出典：千住金属工業(株)

図1. 新型フローはんだ付け装置

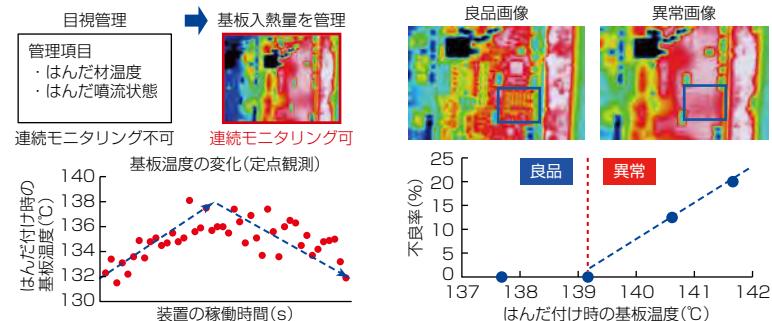


図2. リアルタイム計測技術

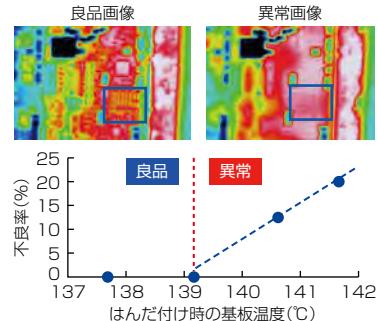


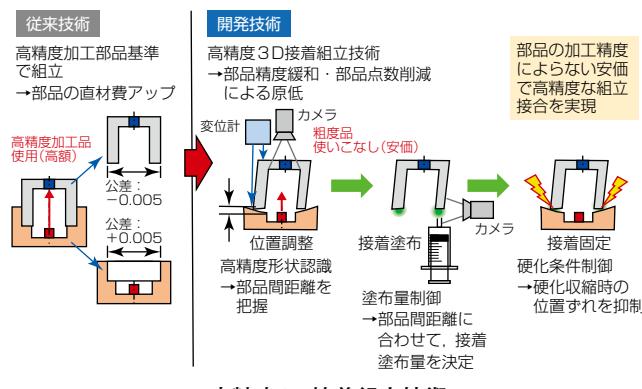
図3. 予兆診断技術



高精度3D接着組立技術

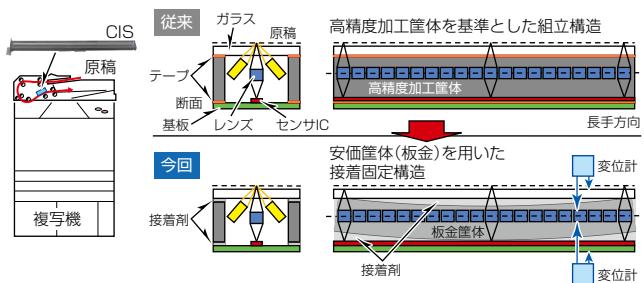
High Accuracy 3D Bonding Assembly Technique

昨今のDX(Digital Transformation)化を支える情報通信技術の進展とそれに伴う設備投資の旺盛(おうせい)なニーズを背景として、業界トップの性能を誇るセンサ等の光学応用製品の需要が拡大している。これらの製品では、性能要求から小型・高性能化が追求される一方、低コスト化が同時に求められる。従来、高性能化を実現するため、加工精度を高めた部品を基準として組み立てる構造を採用していたが、部品の直材費アップを招いた。そこで、今回、高精度3D接着組立技術を開発し、従来のプロセスを接着



高精度3D接着組立技術

に置き換えることによって、部品精度の緩和・部品点数削減を可能にした。具体的には、①高精度形状認識によって、部品間距離に合わせて接着塗布量を制御する技術、②接着剤の硬化収縮に伴う位置ずれを抑制する技術を開発することで、部品の加工精度によらない安価で高精度な組立接合を実現した。この技術によって、例えば、密着型イメージセンサ(Contact Image Sensor : CIS)で従来の高精度加工筐体(きょうたい)を基準とした組立構造を、部品精度を緩和した安価筐体(板金)の接着固定構造に置き換えることを実現し、筐体の部品コストを従来機種に対して40%削減した。



適用例：複写機CIS

当社グループの環境規制対応力強化のための製品環境情報収集システム構築

Deployment of In-house System for Managing Environmental Data of Products in Order for Mitsubishi Electric Group to Respond to Environmental Regulations Quickly and Reliably

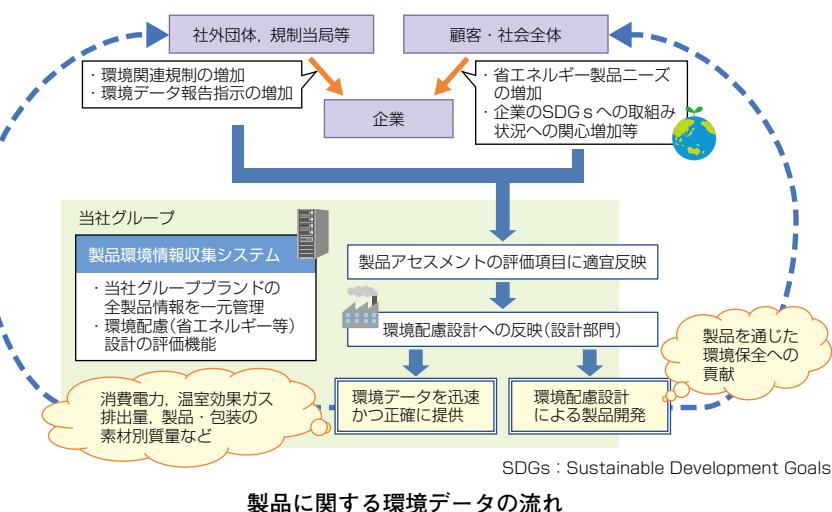
世界の各国・地域で温暖化対策や資源循環に対する意識が高まっている中、当社グループも環境貢献を重要な経営課題と位置付けており2019年にSBT(Science Based Target)^{(*)1}の認証を取得した。SBTの認証取得に当たって環境データ収集・分析の対象範囲を当社グループブランドの全ての製品に拡大しており、環境関連規制や環境データ報告指示の増加に対して迅速かつ正確な提供が求められるようになった。また、環境保全に関する社外からのニーズが高まっており、当社グループ全体で製品の環境配慮設計の推進がますます重要になっている。

これらの課題を解決するため、当社グループブランドの製品に関する環境データ(消費電力、温室効果ガス排出量、製品・包装材の素材別質量など)を一元管理できるシステムを構築した。そして、このシステムに環境配慮設計を評価する製品アセスメント機能も持たせた。環境保全に関する社外のニーズを評価項目に適宜反映することで前広に設計時の考慮が

でき、各国規制等の変更に適時対応が可能になる。また省エネルギーを始めとする環境に配慮した製品開発を拡大することで、製品を通じた当社の環境保全への貢献を図る。

今後は収集データを多角的に分析することで環境配慮設計を更に促進し、脱炭素に向けた取組みを加速する。

* 1 パリ協定(地球温暖化対策の国際的な枠組み)水準と整合した5~10年先を目標年として企業が設定する温室効果ガス排出削減目標



建設業界向け風況データソリューション

Wind Data Solution for Construction Market

レーザ光を用いて遠方の風向・風速を計測するドップラーライダによって取得した風況データを活用し、建設業界向け課題解決型ソリューションを開発している。

建設業界では、労働力不足や労働時間上限規制等によって、デジタルを活用した生産性向上が急務である。高層ビルの建設現場では“風”は安全性・生産性に大きく影響を与える。タワークレーン作業は日々計画が更新されるが、気象予報では現場特有の風が分からず、作業のムダが発生している。また、建設現場ではドローン活用が期待されるが、上空の風況が分からず、利用が促進されていない。

現在、これらの課題解決を図るため、デベロッパー・ゼネコン等と共にソリューションを開発しており、共同実証実験では、その有効性を確認している。従来観測不能であった上空の風況をリアルタイムで可視化し、しきい値を超えた場合にはアラートを通知する“安全性向上サービス”や、気象予報データと建設現場

で取得した風況データの相関を機械学習させることで、現場特有の風況予測を提供し、ムダのないタワークレーンやドローンの作業計画立案を支援する“生産性向上サービス”等を開発している。

このソリューションは、建設工事期間にとどまらず、基本計画段階でのビル風シミュレーション、竣工(しゅんこう)後のビル／エリア管理など、長期かつ多場面での活用が期待されている。



風況データソリューションのイメージ

電力システム Power Systems

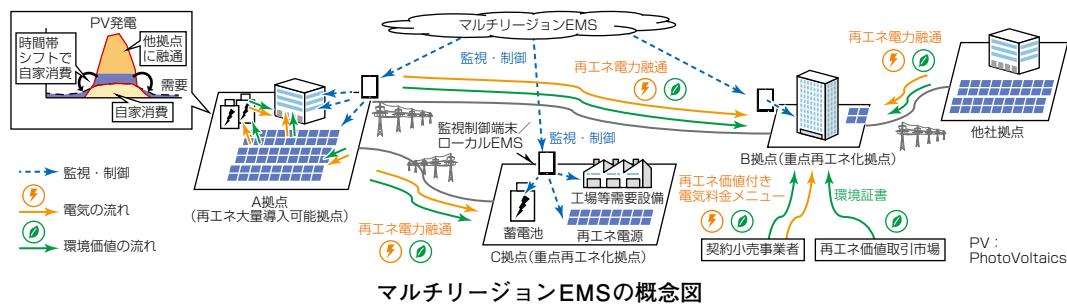
カーボンニュートラルに向けたマルチリージョンEMS



Energy Management System for Multi-region Digital Power Supply targeting to Carbon Neutrality

近年、カーボンニュートラル実現に向けて企業に対しても再生可能エネルギー(以下“再エネ”という。)100%化やCO₂削減が求められており、多くの企業が工場や建物ごとの脱炭素目標を設定し、再エネ電力調達を加速させている。しかし、再エネ電力調達のため、拠点内の敷地に再エネを導入しようとしても必ずしも十分なスペースがあるとは限らない。また、再エネは需要に見合うだけの電力を常時安定的に供給できないという課題もある。

当社はこの“再エネの空間的・時間的偏在性”という課題に注目し、解決策としてマルチリージョンEMS(Energy Management System)を開発している。マルチリージョンEMSは、再エネの発電電力を複数の拠点間で融通し合うことで脱炭素目標の達成を実現するクラウドサービスソリューションである。



シヨンである。このソリューションは当社保有の“BLEnDer”電力需給管理パッケージを拡張して、拠点間の再エネ電力を融通するための国内制度(自己託送)に基づく運用を総合的にサポートする。また、当社開発の“マルチリージョン型デジタル電力最適化技術”を用いて、電力及び環境価値の調達コストを最小化し、脱炭素目標の達成と経済的な需給運用の実現を両立する。

脱炭素化に向けた世界的なニーズが日々高まり、実事業や企業評価にも影響が拡大しつつある中で、このソリューションが企業の脱炭素化の取組みの一助となれば幸いである。

電力流通分野向けアセットマネジメントシステムの展開

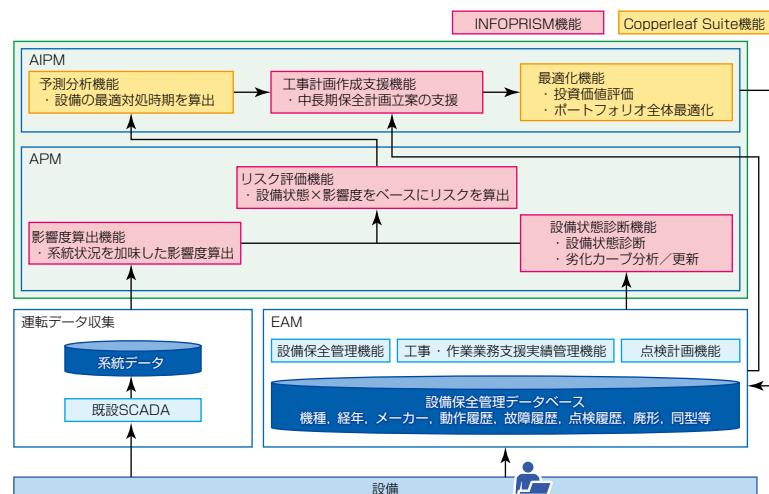


Current Status and Future Outlook of Deploying Asset Management Systems for Power Transmission & Distribution

電力流通分野では新たな託送料金制度(レベニューキャップ制度)の導入によって、適正な設備投資費用の説明が求められ、設備の状態・リスクに基づいた設備保全投資の計画立案と運用が課題になっている。当社ではこの課題を受けて、電力流通分野向けに、設備状態や定量的なリスク評価、及び工事計画の最適化を実現するアセットマネジメントシステムを開発している。このシステムはAPM(Art Asset Performance Management)とAIPM(Art Asset Investment Planning and Management)によって構成される。APMは設備状態(故障確率)及び故障影響度から設備リスクを算出する。AIPMは設備リスクを基に、投資立案及びポートフォリオ内の投資群に対する計画を最適化する。AIPMで実績の豊富なCopperleaf社の製品であるCopperleaf^(注) SuiteとAPM機能を持つ当社製品の“INFOPRISM”を組み合わせて、電力流通分野に適した機能を提供している。

電力広域的運営推進機関で制定する高経年化設備更新ガイドラインでは、2023年の第一規制期間に向けて、9品目のリスク量算出方法が定義され

た。2028年の第二規制期間に向けては、設備種の追加やリスク量算出方法の精緻化が今後検討される。現在、国内送配電事業者向けに2システムが稼働中、2システムを構築中であり、当社は国内電力流通分野で唯一の実績を誇る。今後は第二規制期間向けにシステム拡充や、更なる顧客拡大を図っていく。



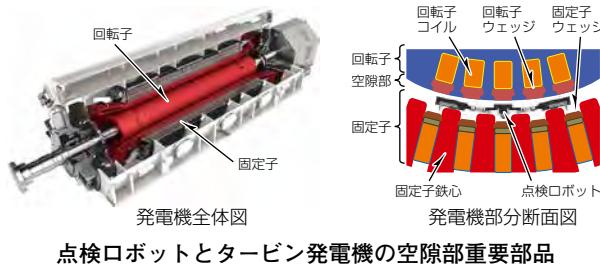
アセットマネジメントシステムの構成



薄型点検ロボットの高機能化によるタービン発電機の状態監視保全への取組み

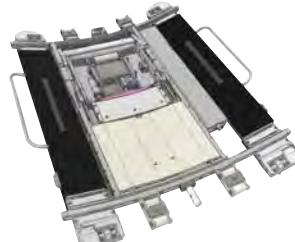
Approach to Condition Based Maintenance for Turbine Generator Enhanced by Advanced Robotic Inspection

再生可能エネルギーの発電規模が拡大する中、火力電源は新たに調整力の供給という役割を担うようになってきた。また、電力小売自由化や需給調整市場の開設など近年の電力取引市場の環境変化の結果、タービン発電機の定期点検は延伸される傾向にあり、発電事業者にとって保全投資と発電機故障リスクのバランスの追求がより重要になっている。こうした背景の下、故障リスク低減と保守コストの合理化を両立させるため、発電機の狭いスペースに進入可能な薄型固定子点検ロボット(GenSPIDER)を開発し、従来は回転子引抜工事を要した空隙部重要部品の点検を回転子挿入状態で実施可能にした。2017年から、この技術による固定子点検サービスを開始している。

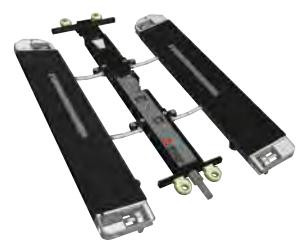


点検ロボットとタービン発電機の空隙部重要部品

今回、材料特性面から定期点検を要する回転子ウェッジの非破壊検査についても回転子を引き抜くことなく点検可能なロボットを開発した。この回転子点検ロボットには実績ある固定子点検ロボットの走行機構を流用しつつ、検査方式についても回転子を引き抜いて実施する検査と同様の超音波探傷技術を採用し確実な欠陥検出を可能にした。今後、薄型点検ロボットによるサービスを起点として、発電機の故障リスク低減と保守コストの合理化の両立を可能とする開発に引き続き取り組んで、発電機状態監視保全の実現・高度化による顧客価値の最大化に貢献する。



回転子点検ロボット



固定子点検ロボット
回転子点検ロボット及び固定子点検ロボット

配電線路電圧管理システムの導入

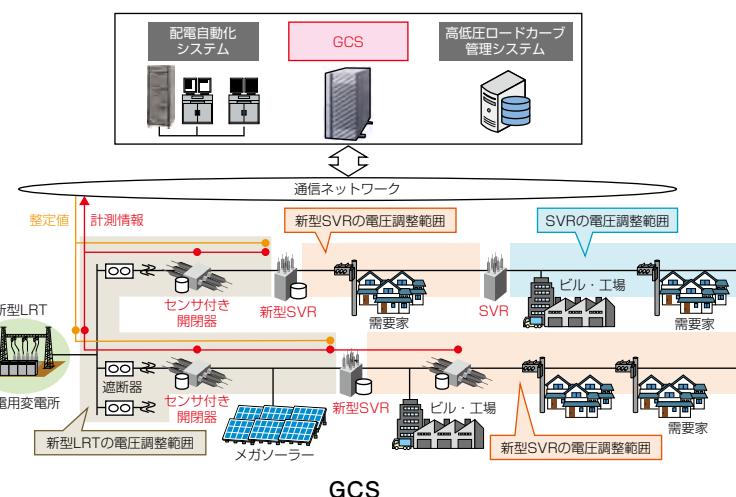
Introduce of Grid Control System for Power Distribution System

当社では、配電系統を対象とした電圧管理システムとして、配電線路電圧管理システム(GCS: Grid Control System)を開発した。2021年度に中部電力パワーグリッド㈱へ納入しており、GCSとともに開発された高低圧ロードカーブ管理システムや機能高度化された配電自動化システム・次世代電圧調整器と連係し、協調動作することで、システムによる電圧集中制御が実現可能になった。

GCSは、現地のLRT(Load Ratio control Transformer)やSVR(Step Voltage Regulator)などの電圧調整器に対して、高低圧ロードカーブ管理システムから取得した連係データに基づいて、翌日の整定値を算出し、遠隔で自動更新する(バッチ処理)。現地機器から連係された計測情報を配電自動化システム経由で常時受信し、電圧急変によって、適正電圧範囲の逸脱を検出した場合は、リアルタイムに整定値を算出し、遠隔整定を実施する(リアルタイム処理)。バッチ処理とリアルタイム処理の二段構えとすることで、配電系統の供給電圧を適正に維持できる。GCSの導入によっ

て、各SVRでの電圧制御範囲が広がるため、SVR設置台数の増加抑制効果も期待できる。

今後の再生可能エネルギーの更なる増加を見据えて、分散電源の活用による配電電圧・潮流を適正に維持・管理することを目的としたシステムの開発に取り組むとともに、更なる系統運転の高度化に向けた技術開発を推進する。



交通システム Transportation Systems

フランス国有鉄道向け屋根上配置走行風利用自冷式制御装置



Natural Air Cooling Type Converter/Inverter on Car Roof for SNCF

フランス国有鉄道(Société Nationale des Chemins de fer Français : SNCF^(注))向け新型車両用電機品として、車両の屋根上に搭載する走行風自冷式の制御装置を世界で初めて^{(*)1}製品化した。図1に制御装置の写真を示す。本稿では、屋根上走行風自冷冷却器の開発について述べる。

屋根上走行風自冷冷却器の開発で、これまでに屋根上走行風を測定した実績がなく、まずは屋根上の走行風分布を知る必要があった。そのため、他案件の低床式車両で機器周りの風速の実測と車両全体モデルを用いた流体シミュレーションを行った。これらの結果から、各車両速度での風速分布とシミュレーションの妥当性について確認できた。

同様の方法で新型車両でもシミュレーションを行い、屋根上機器周りの風速を確認した。シミュレーション結果を図2に示す。シミュレーションで求まった風速と実路線の走行パターンを用いて熱計算を実施し、車両速度ごとに必要な冷却性能を算出した。冷却器製造



図1. 屋根上走行風自冷制御装置

後は、冷却器単体での試験と制御装置に組み込んだ状態での試験を実施した。その結果、図3のとおり、設計値よりも実測値の熱抵抗が低くなっている、設計値と同等以上の冷却性能が得られていることが確認できた。

今後、現地での走行風測定による確認を含めて、試験・調整を行った後、営業投入される予定である。

* 1 2017年12月5日時点、当社調べ

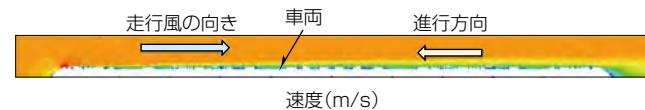


図2. 走行風シミュレーション結果

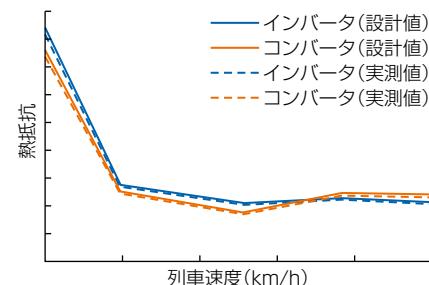


図3. シミュレーション結果と温度上昇試験結果

リング型ネットワークを採用したトレインビジョンの最新システム



Latest System of TrainVision System with Ring Type Network

鉄道車両向けデジタルサイネージ“トレインビジョン”では、従来、各号車に設置したメディア端末装置に表示器を接続するスター型ネットワークを採用していた。今回、システムの価格競争力と安定性を高めるため、両先頭にだけメディア端末装置を設置し表示器を経由するリング型ネットワークを採用したシステムを開発した。

特長は次のとおりである。

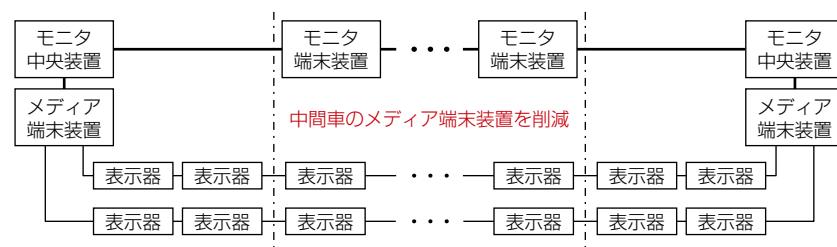
- (1) リング型ネットワークによって、中間号車へのメディア端末装置の設置が不要になり、1編成当たりのメディア端末装置数を削減する。
- (2) 一般的なリング型ネットワークで必要な、リング接続可能なEthernet^(注) Switch(ハブ)を設置せず、表示器だけでループ接続が可能である。
- (3) 両先頭のメディア端末装置のうち、一方をアクティブ端末、もう片方をスタンバイ端末とするデュプレックスシステムを採用し、システムの安定性を確保する。

(4) メディア端末装置に新規追加したスパンニングツリー機能とバーストラフィック監視機能によって、表示器などが故障した際に、即時性の高いネットワーク再構成を実現する。

このシステムを東海旅客鉄道(株)の在来線通勤型電車315系に導入し、2022年3月から営業運転を開始して順調に稼働している。



メディア端末装置





鉄道事業者向け設備監視システム(MEREQUIS)

Mitsubishi Electric Railway-related EQuipment Supervisory Control System

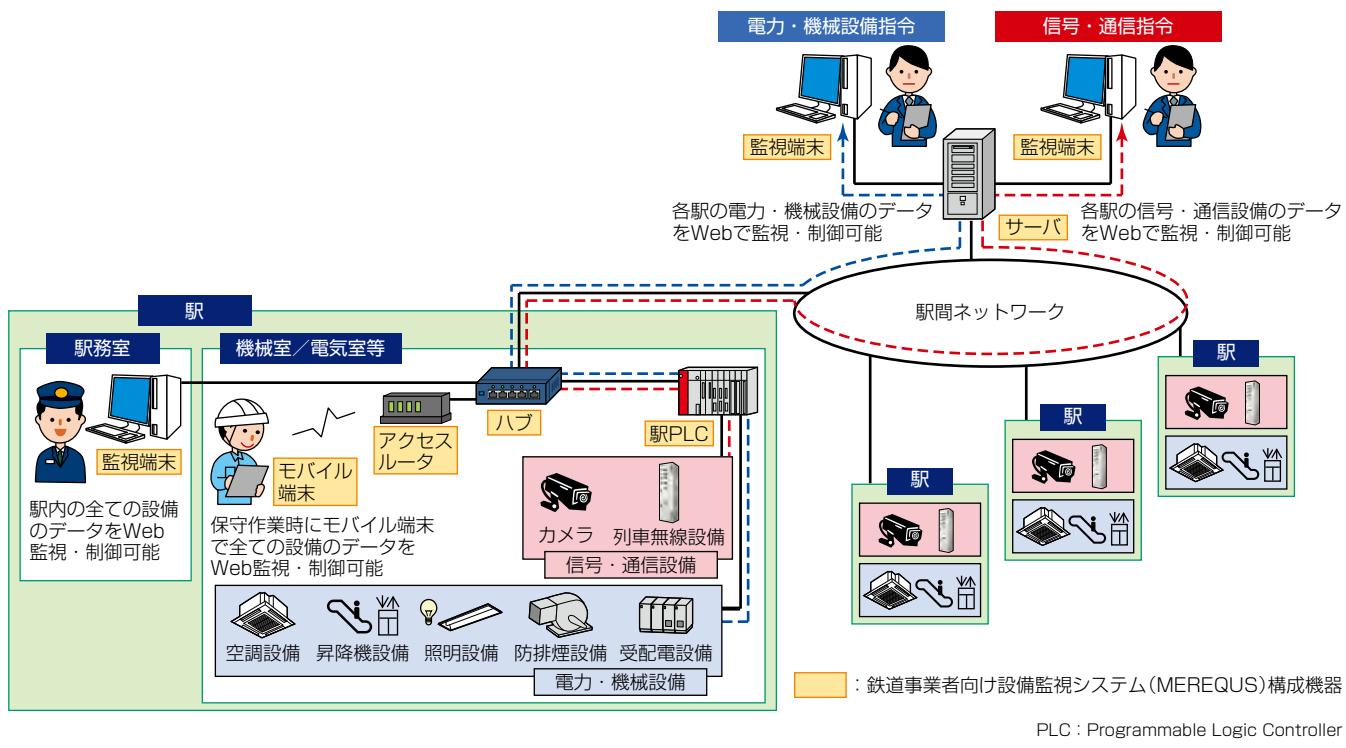
鉄道事業者は駅の空調、昇降機、照明、防排煙及び受配電設備並びに沿線の消融雪設備等、多様な設備を持っている。鉄道事業者向け設備監視システムではこれらの設備の効率的な運用や故障箇所の迅速な把握を可能にしている。

また次の2点の顧客ニーズがある。一つ目は電力・機械設備指令や信号・通信指令等の複数部署のオペレータによって監視対象や制御権限を制限することである。二つ目は現場設備の保守作業時にシステム上での状態確認を指令など他部署へ連絡することなくその場で行うことである。

これらのニーズを満足する設備監視システムの標準化開発を行った。このシステムが持つ特長は次のとおりである。

- (1) 空調及び照明設備等の起動・停止時刻を日ごとに設定可能にして、きめ細かなスケジュール制御が可能である。

- (2) ユーザーごとに表示頻度の高いグラフィック画面やトレンドグラフを登録し、スピーディに見たい画面を表示可能、さらに制御可能な範囲を制限可能である。
- (3) 帳票のレイアウト及びトレンド画面での監視項目の組合せをユーザーでカスタマイズ可能である。
- (4) 警報発生時にワンクリックで該当設備の監視画面をジャンプ表示可能である。
- (5) Web記述言語のHTML5(HyperText Markup Language 5)を適用することで、保守作業時に現場からでもモバイル端末による監視制御が可能である。



ビルシステム Building Systems

米国向け省スペース機械室レスエレベーター“Diamond-Trac2”



["Diamond-Trac2": Machine-room-less Elevator Featuring Space-saving Design for the U.S. Market](#)

米国の昇降機市場では近年、省スペース要求が頻出している。機器のレイアウト変更によって、昇降路の面積を従来機種“Diamond-Trac”と比べて約10%縮小させたことを特長とする機械室レスエレベーターの新機種を開発した。主要な開発のポイントは次の2点である。

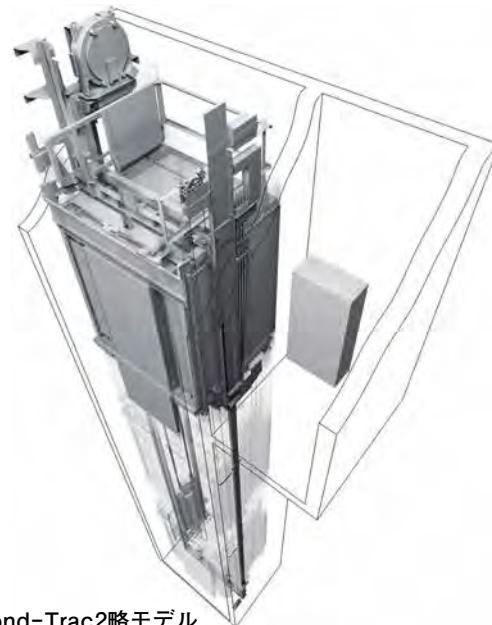
(1) グローバル機種との機器構成の共通化

米国特有の規格に適合するため、従来機種では専用設計としている機器の割合が多く、新規開発機器の適用には専用の設計工数が必要であった。この機種では、三菱電機ビルソリューションズ株がグローバル展開を進めている機器構成と、適用する機器やそのレイアウトを共通化することで、この問題の解決を図った。適用機器の統一によって、省スペース化だけでなく機器質量の9%削減を達成でき、省エネルギーにも寄与できた。今後も、グローバル向けに開発予定の機器をタイムリーに適用することで、継続的に競争力を強化させていく。

(2) 3DモデルによるVR据付検証評価の活用

この機種の開発に当たっては、開発の初期段階から3Dモデルを用いたVR(Virtual Reality)システムを活用して据付性と安全性を確認した。このことによって、開発期間

の短縮につながった。また、据付技術者の意見を設計の初期段階から反映でき、据付安全性に優れた機種を開発できた。この機種開発によって、従来機種から約8%の据付時間削減を見込んでいる。



Diamond-Trac2略モデル

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ株>

“Ville-feuille”ロボット移動支援サービスの拡充



[Expansion of Robot Mobility Support Service with "Ville-feuille"](#)

“Ville-feuille”(ヴィルフィユ)は、ビル設備のネットワーク化とクラウド技術を活用したスマートシティ・ビルIoT(Internet of Things)プラットフォームである。ビルに対する様々な課題を解決する新しいサービスを提供するための基盤として開発した。Ville-feuilleサービスの一つである“ロボット移動支援サービス”は、労働力不足を背景にビルへの導入が進んでいる警備、清掃、搬送など各種サービスロボットの円滑な移動を支援するサービスである。2020年にロボットがエレベーターを利用してフロア間を移動できるサービスを、2021年にセキュリティ認証した上でセキュリティゲートを通行できるサービスをリリースした。現在、多数のロボットがVille-feuilleと通信して円滑なビル内移動を実現している。さらに機種、メーカー、既設又は新設を問わず多くのエレベーターを広くロボットが利用できるよう、エレベーターの制御盤に直接接点で接続して制御できるコントローラを開発した。ビル内で業務を行う様々

なロボットが、Ville-feuilleを活用して最大32バンクのエレベーターを同時に利用して移動できる。これらのサービスによって、サービスロボットの作業効率が向上し、より多くのロボットがビルや公共環境に導入され、人と一緒に共生、活躍する社会の実現に向けて貢献していく。



Ville-feuilleロボット移動支援サービス

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ株>



アーバンネット名古屋ネクスタビル向けビル設備

Building System for URBANNET NAGOYA nexta BUILDING

アーバンネット名古屋ネクスタビルは、久屋大通公園に隣接する地上20階地下1階建ての複合ビルとして誕生した。次世代型先進オフィスビルとして、ICT(Information and Communication Technology)技術を活用し、自由な働き方を支えて、パフォーマンスを最大化する様々なオフィスサポート機能を導入しているほか、社会課題の解決やSDGs(Sustainable Development Goals)にも貢献するビルを実現する。

この建物にはエレベーター9台、エスカレーター4台を納入した。オフィス用エレベーターは、エレベーターホール入り口に設置した顔認証システムとエレベーター行先予報システムの連携によって、オフィスフロアへのタッチレスで快適な移動を実現した。エレベーターの意匠は、オフィス用エレベーターのかご室及び乗場はグレーのメタリック塗装仕上げにして、かご室天井はガラスクロスを採用している。商業用エレベーターは、かご室を白色パール塗装仕上げ、乗場はメタリック塗装仕上げにした。

また、オフィス用エレベーターの1台には、Ville-feuille“ロボット移動支援サービス”を導入し、エレベーターを利用した警備ロボットの縦移動を支援する。この建物へは、2021年11月から提供開始した入退室管理システムのロボット連携機能を初納入した。この機能は、ロボットのセキュリティーエリアをまたいだ自律移動を支援する。これによって、ロボットの業務可能エリアが広がり、ビル管理業務の省人・省力化に貢献する。



オフィス用エレベーター
かご内



商業用エレベーター
かご内



ビル設備と連携して
ビル内を自律移動
する警備ロボット

photo©Shinkenchiku-sha
<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>

フランス “TOUR KUPKA A” 向けエレベーター

Elevators for "TOUR KUPKA A" in France

フランス首都パリ西部近郊ラ・デファンス地区に位置する地上20階建てのオフィスビル“TOUR KUPKA A（トゥールクプカア）”は1992年に竣工（しゅんこう）した。このたび、2020年のリニューアルに伴い他社既設エレベーターが完全撤去になり、当社タイ（Mitsubishi Elevator Asia Co., Ltd.）製エレベーター7台を納入した。このエレベーターには、フランス高層ビル向け法規“IGH”に基づく安全対策が施されている。この法規は、乗場機器やその運転・動作に関する厳しい規定があり、一般的な耐火構造より優れた断熱耐火構造を施した乗場ドア機器が納められている。また、戸開状況検知や戸開異常検知時の強制戸閉機能、特定乗場信号機器故障時での継続管制運転が設計されている。運行面では行先予報システムを導入し、エレベーター乗車時間の短縮だけでなく、エレベーターホールでの密集を防いで、感染症対策と快適な移動を実現している。さらに、バンク中1台は清掃作業専用の特殊運転に対応している。乗場操作盤での特殊操作によってこの機能が

起動するため、エレベーターホールへの追加スイッチが不要になり、エレベーターホールの意匠性の向上に貢献している。かご室には意匠性の高い日本製のカラーステンレスを採用することで高級感を演出し、運転の利便性だけではない快適な空間を作り出している。



弓をモチーフにした印象的な外観の
TOUR KUPKA A

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>

オゾン水洗浄式膜分離バイオリアクタ “EcoMBR” の製品化



Membrane Bioreactor "EcoMBR" Using Ozonated Water

当社は、オゾン水洗浄式膜分離バイオリアクタ “EcoMBR” を製品化した。

膜分離活性汚泥法(MBR)はコンパクトな施設で高度処理を実現でき、清澄で衛生学的安全性の高い処理水が得られる等の特長がある。一方で消費電力量が大きい等の課題がある。

当社のEcoMBRは、次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)水とオゾン水を併用した膜洗浄方式によって、高い洗浄効果を得ることが可能である。これによって、ろ過膜単位面積当たりの膜ろ過流量(フラックス)を高めてろ過膜の本数を削減し、膜目詰まり(ファウリング)の抑制に必要な膜面曝気(ばっき)風量を削減することで消費電力量を削減する(図1)。

EcoMBRの性能を検証するため、地方共同法人 日本下水道事業団(JS)と共同研究“オゾン水による膜洗浄技術を適用した省エネルギー型MBRの実用化”を実施し、次の性能を確認した(図2)。

- (1) 高フラックスで1年間継続的に安定して運転できた。
- (2) 膜面曝気風量を削減し、消費電力量を削減できた。
- (3) 処理水質は従来の循環式硝化脱窒型MBRと同等であった。

EcoMBRは、国内だけでなくNo.1市場の中国への導入を図り、国内外の水環境の改善に貢献する。

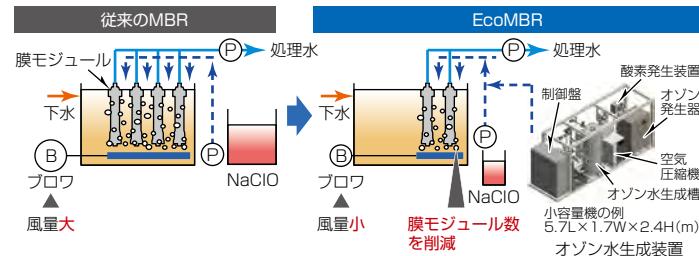


図1. 従来のMBRとEcoMBRの相違概念図

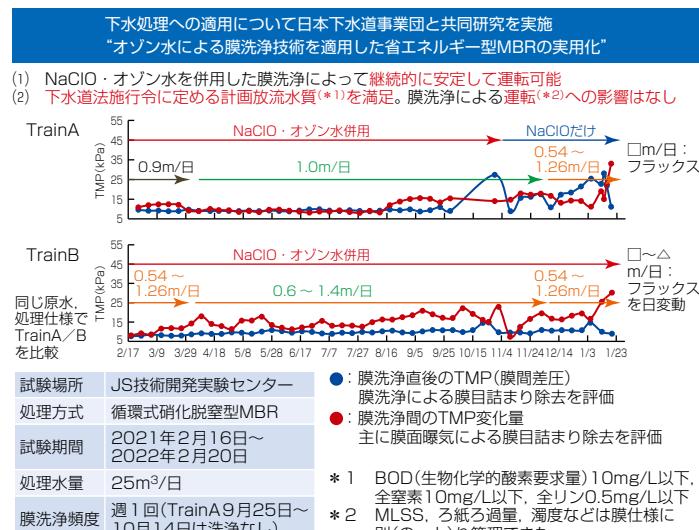


図2. 日本下水道事業団との共同研究 通年データグラフと試験条件

日本科学未来館向け大型映像装置



The Large LED Screen for Miraikan – The National Museum of Emerging Science and Innovation

2022年3月に“日本科学未来館^(注)”(東京都江東区)に大型映像装置ジオ・コスモス^{(注)(*)1}を納入した。この装置は2011年に当社納入の有機EL(Electro Luminescence)パネルを高精細なLEDパネルにリプレイスしたものであり、LEDを3mmピッチで実装したLEDパネル(横96×縦96mmサイズ)を10,362枚用いた球体状映像装置である。人工衛星が宇宙から観測したデータを用いて、リアルな地球の姿を映し出すことが可能である。

今回表示デバイスとしてLEDを採用することで、最大輝度1,500cd/m²を実現した。さらに当社コントローラ(XDC-8000-G)のHDR(ハイダイナミックレンジ)機能を適用し、映像の暗い部分も明るい部分も諧調豊かに表現でき、暗部のディテールを保ったまま、ハイライト部分は輝くような臨場感のあるリアルな映像表現を実現した。

また映像伝送の部分では、従来、当社コントローラから

LEDパネルへ映像を伝送する際に映像データを圧縮していたが、非圧縮伝送を実現し、映像の諧調の欠損を低減することによって、更に滑らかな映像表現を可能にした。

これからも映像技術に磨きをかけて、大型映像装置を介して顧客にワクワクと感動に満ちた超日常空間を提供する。

* 1 ジオ・コスモスは、(株)電通、当社、(株)ゴーズ、(株)GKテックからなるJV(Joint Venture)で製作を行った。



画像提供：日本科学未来館

日本科学未来館 ジオ・コスモス

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”CC-Link IE TSN Plusマスター・ローカルユニット

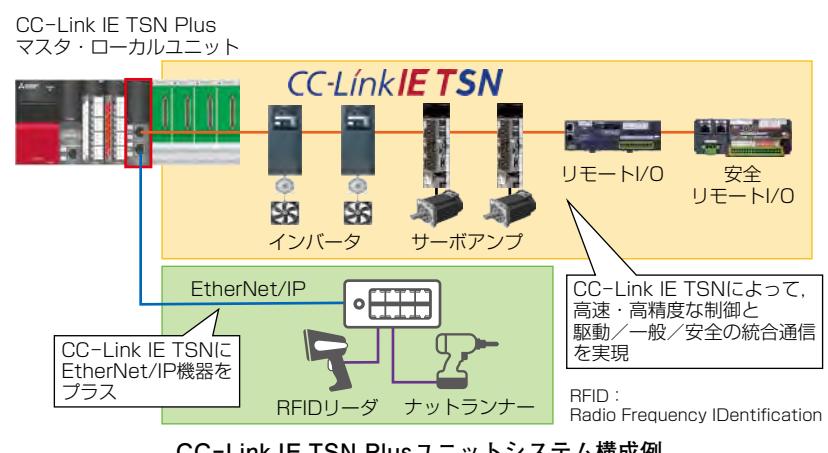
Mitsubishi Electric Programmable Controller "MELSEC iQ-R Series" CC-Link IE TSN Plus Master/Local Module

CC-Link IE TSNは、高速・高精度なリアルタイム通信を行うことができ、TSN(Time Sensitive Networking)技術を用いて駆動／一般／安全の各通信を1本のケーブルで統合できる次世代の産業用ネットワークである。このたび、三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”に、CC-Link IE TSNにプラスしてEtherNet/IP^(注)対応機器の接続も可能にする“CC-Link IE TSN Plusマスター・ローカルユニット”を発売した。このユニットを用いることで、CC-Link IE TSNの高速・高精度なリアルタイム通信を行いつつ、EtherNet/IP機器も接続して使用できる。また、EtherNet/IPで構築されたシステムに、簡単にCC-Link IE TSNを導入できるため、装置の更なる高速化・高精度化が実現できる。主な特長を次に示す。

- (1) 2ポート目をEtherNet/IP対応機器接続に使用可能である。これによって、CC-Link IE TSNで高速・高精度な通信を行い

ながら、EtherNet/IP対応機器も活用できる。

- (2) CC-Link IE TSNで構築されたシステムにEtherNet/IP対応機器を加えて同時に使用しても、CC-Link IE TSNの性能に影響を与えることなく通信できる。
- (3) CC-Link IE TSN及びEtherNet/IPの設定は、同じエンジニアリング環境であるGX Works3で行うことができ、使用容易性に優れる。



産業用ロボット支援サービス“iQ Care MELFA Support”

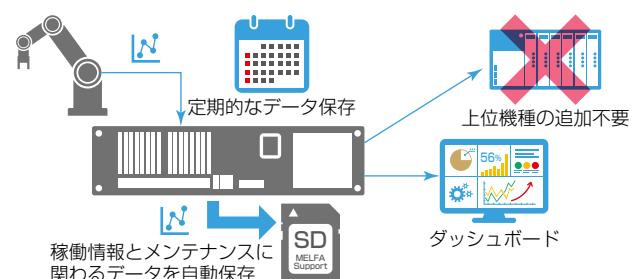
Industrial Robot Support Service "iQ Care MELFA Support"

近年、製造業の生産現場では人手不足解消のため、ロボットの導入による自動化が進むとともに、更なる生産性向上や生産設備での安定稼働のニーズが高まっている。

そのため、産業用ロボット“MELFA-FR/CRシリーズ”及び協働ロボット“MELFA ASSISTAシリーズ”的新たな支援サービスとして、モニタリングサービス・点検サービス・保証延長サービスをパッケージ化して提供する“iQ Care MELFA Support”を開発し、ロボットシステムの安定稼働に貢献する。サービスの主な特長は次のとおりである。

- (1) モニタリングサービスは、ロボットコントローラに専用SD(Secure Digital)カードを挿入することによって、予知保全／コンディション管理／リカバリー／トラブルサポート等のソフトウェア機能を追加した。このソフトウェアによるロボットの安定稼働やトラブル発生時の早期問題解決で、生産現場の生産性向上に貢献する。
- (2) 点検サービスは、長年にわたる点検サービスで培った経験値のデータ化による、ロボットの稼働状態の定量的な判断で、消耗部品の事前交換を推奨する。ロボットシステムの突然故障の防止に貢献する。

- (3) 保証延長サービスは、従来の無償保証期間1年から、1年又は2年単位で継続した延長保証を可能にした。無償修理期間の延長で、修理費用の削減に貢献する。



FAシステム Factory Automation(FA) Systems

AI技術“Maisart”による高精度形状加工



High Precision Shape Cutting by AI Technology "Maisart"

自動車産業は放電加工機での最大市場であり、自動車のEV(Electric Vehicle)化に伴う部品構成の変化に放電加工機の機能も追従する必要がある。EV化に伴う大きな変化として原動機が内燃機関からモータに置き換わって静肅性が向上したため、ギヤ等の摺動(しゅうどう)部品にも一層の静肅性が求められるようになり、摺動部品用の鍛造金型、プレス金型の高精度化が進展している(市場要求 $\pm 2\mu\text{m}$)。これらの金型ではワイヤ電極以下の微小さなコーナーが連続する形状を高精度に加工することが要求される。放電の発生確率はワイヤ電極とワークの距離に反比例するが、このような形状では直線部分と比較してワイヤ電極とワークの距離が近くなる面積が増加するためワイヤ電極後方への放電確率が高くなり、形状精度が悪化するという課題がある(図1)。

この課題を解決するため、Maisart制御(コーナー)を開発したので、制御の特徴を述べる。

(1) Maisart制御(コーナー)の制御仕様

コーナー部でのワイヤ後方への放電確率を考慮した物理モデルを作成し、加工を制御する。モデルパラメータを事前の学習データからMaisartで同定する(図1)。

三菱電機数値制御装置M800V/M80Vシリーズ新機能“レーザ加工制御”



New Function of Mitsubishi Electric Computerized Numerical Control M800V/M80V Series, Laser Processing Control

三菱電機数値制御装置M800V/M80Vシリーズの新機能“レーザ加工制御”を開発した。この機能によって、レーザ加工だけでなく、従来の切削加工との複合加工を実現した。また、M800V/M80Vシリーズに搭載されている各種機能を併用したレーザ加工を可能にしたこと、顧客の生産性向上、及び高精度・高品位加工の実現に貢献する。主な特徴は次のとおりである。

(1) 新規に開発したレーザインターフェースユニット“FCU8-DX522-001”を介してCNC(Computerized Numerical Control)から各社レーザ発振器を制御できる。

複数のレーザ発振器の制御方式に対応可能である。

(2) 加工ヘッドの動作速度に応じて自動でレーザ加工条件を制御し高品位加工を実現する機能や、プログラム指令位置と機械(モータ)端検出器から取得したフィードバック位置を照合することで、軸停止せずレーザON/OFF制御し高速加工を実現する機能を搭載している。また、レーザ発振器や加工ヘッドのハードウェア特性を考慮したレーザ出力校正機能などレーザ加工に特化した機能を

(2) Maisart制御(コーナー)を用いた加工事例

Maisart制御(コーナー)によって $\pm 2\mu\text{m}$ 以下の高精度な加工が可能である(図2)。

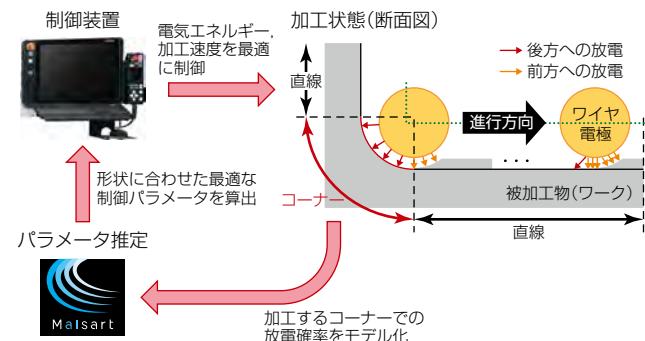


図1. Maisart制御(コーナー)概要

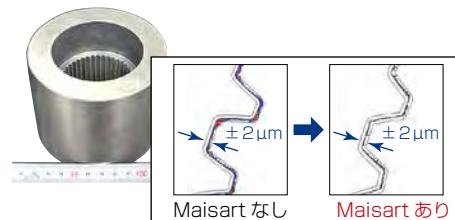
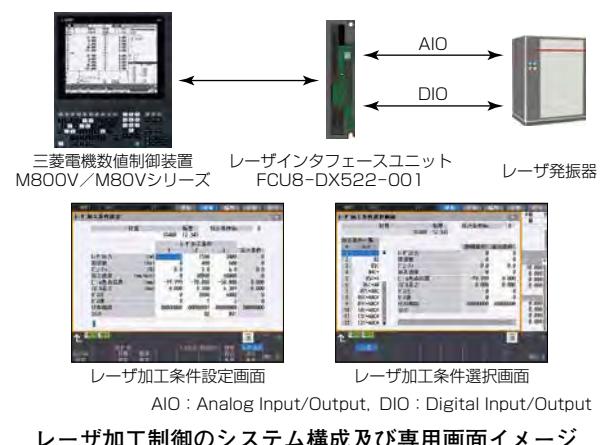


図2. Maisart制御(コーナー)加工事例

多数搭載している。

(3) ドライブユニットが、ハイトセンサから直接取り込んだ加工ヘッドとワーク間の高さ情報を基に高精度かつ高応答な高さ制御を行うことで、安定したレーザ切断を行う。

(4) レーザ加工条件の設定・選択を支援する専用画面でレーザ加工に必要な情報を容易に扱うことができる。



OCV一体式VCP

Central Valve Type Variable Cam Phaser

1. 背 景

VCP(Variable Cam Phaser: 可変動弁アクチュエータ)とOCV(オイルコントロールバルブ)(図1)はガソリンエンジンの吸・排気弁の開閉タイミングを調節することでエンジンの出力向上・燃費改善に貢献する製品である。OCVでエンジンオイルの流量を制御してアクチュエータを駆動している。

従来のエンジンではVCPとOCVの搭載位置は独立しており、VCPはカムシャフト端部にセンターボルトによって締結され、OCVはエンジンヘッドに取り付けられていた。

今回当社ではOCVにセンターボルトの機能を付与し、OCVによってVCPを締結する、OCV一体式VCPを開発し、量産化を実現した(図2)。

2. OCV一体式VCPのメリット

OCV一体式VCPでは、OCVからVCPをつなぐ油路がエンジンヘッド側に不要となり、OCVからVCPへダイレクトにエンジンオイルを供給可能になる。これに起因したメリットは次のとおりである。

- (1) エンジンヘッドにOCV取付け穴やOCVからVCPをつなぐ複雑な油路加工を施す必要がなくなり、エンジンレイアウトの簡素化及び加工コスト低減になる。
- (2) OCVからVCPまでの距離が短縮されたため、OCVで油路を切り替えてからVCPが動作するまでの応答時間が短縮され、VCPの制御性が向上する。
- (3) VCPからOCVまでの距離が短縮され、VCP側の油圧脈動がOCVに伝播(でんぱ)する時間が短縮されたため、OCV側に逆止弁を導入することで、VCP側のカムシャフト反力を起因する圧力変動を捉えてVCP動作に利用することが可能になる。これによってエンジンオイルが低圧力時にもVCP駆動可能になり、VCPを制御可能なエンジン運転領域が拡大する。

3. OCV一体式VCPの構造

今回の開発で注力した技術は次のとおりである(図3)。

(1) 逆止弁機構

OCVのエンジンオイル流入部に逆止弁機構を採用した。VCP側からOCVへ逆流するオイルをせき止めることで、低油圧環境になるエンジン低回転時及び高油温時でもVCPを駆動可能にした。逆止弁にはPPS(Polyphenylene Sulfide)樹脂を採用することで、高温耐性を持つつ低コストな構造にしている。

(2) 排油機構

OCV一体式VCPでは、レイアウトの関係上VCP駆動時

の排油をOCVのロッドを通じて排出する必要がある。排油がロッド端面に衝突して発生する動圧はロッドの位置制御の外乱要因になるため、排油時に発生する動圧が最小限になるよう

に天面部に切り欠きを付与したロッドの構造を開発した。この形状は動圧を受ける面積を最小限にしつつ、外力に対して疲労破壊が発生しない耐性を持ち、かつ旋盤加工のしやすい形状にすることで加工コストを抑えている。

(3) センターボルト機能

OCVにセンターボルトとしての機能を付与しているが、ハウジングの形状・材質・熱処理を最適化することで軸力印加時の変形量を抑制しており、ロッド摺動(しゅうどう)部のシール性能を確保しつつ変形による固着が発生しない構造にしている。

(4) 薄型VCP構造

VCPのボルト締結で、めねじをプレートから独立した別体構造を採用することで、ねじ部をVCP内部側に突出させ、かかり代を確保しつつVCPの厚みを抑制することでコンパクトな構造にしている。

4. 今後の取組み

OCV一体式VCPの要素技術に関して述べたが、今後ますます高まる燃費・排気ガス規制に対応するために、HEV(Hybrid Electric Vehicle)/PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)車での継続採用及び商用ディーゼル車への使用用途拡大が推測される。当社では今回開発したOCV一体式VCPをベースに、各種車両に最適化するための新規技術開発に取り組むことで付加価値の高い製品を提供し燃費・排気ガス規制対応に貢献していく。



図1. OCV一体式VCP

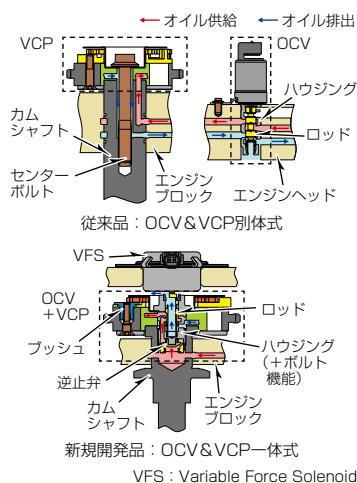


図2. システム比較

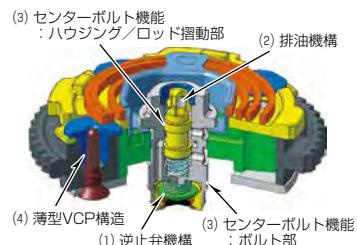


図3. 内部断面

自動車機器 Automotive Equipment

ラック搭載型ADAS／AD対応EPS用第3世代MCUの開発・量産化



Development and Mass Production of 3rd Generation Motor Control Unit for Electric Power Steering Compatible with Rack-mounted ADAS/AD

電動パワーステアリング(以下“EPS”という。)はドライバーの操舵(そうだ)力をモータでアシストするシステムで大多数の車両に搭載されており、今後は自動運転の車両にも適用される見込みである。当社はモータ、インバータ、制御回路を一体型としたモータコントローラユニット(以下“MCU”という。)を量産している。現在、ラック搭載型EPS向けに2G-RI(インバータ、制御回路後方搭載型第2世代MCU)を量産しているが、近年先進運転支援システム(Advanced Driver Assistance Systems : ADAS)や自動運転(Autonomous Driving : AD)搭載車では自動運転レベルに応じた高い安全要求から、EPSにも冗長性(2系統化)が求められている。今回、ラック搭載型EPS向けに自動運転レベル2対応の安全設計のスリムな高出力MCUとして3G-RI(インバータ、制御回路後方搭載型第3世代MCU)(図1)を開発し、2020年から量産を開始した。

1. 安全設計

インバータ、モータ巻線、及びモータ角度検出センサを冗長化し、1系統が故障したとしてももう1系統の正常な系統によって動作を継続することを可能にしている。このことによってレーンキープやパーキングアシストなど、ドライバーの操舵を支援する機能を実現する自動運転レベル2に対応可能なMCUになっている。

2. 冗長／非冗長のパッケージ統一化

ラック搭載型MCUとして、モータは円筒型のアルミフレーム、インバータ、制御回路は円筒型の樹脂ケースに内蔵させ非冗長／フル冗長までスリムな同一パッケージで設計している。MCUサイズは2G-RIに対して、インバータ、制御回路部外径を $\phi 12\text{mm}$ 小型化している(モータ部外形とMCU軸長は同等)。モータは2Gで量産しているロータ／ステータの部品を共用し、モータ巻線の結線方法を工夫して冗長／非冗長と使い分けており、インバータ、制御回路部はモータ軸中心上に設けた柱状のアルミヒートシンクの側面4方向に組み付けて(図2)径方向への拡大を抑制することで、冗長／非冗長を同一パッケージにして部品・生産設備を共通化している。

3. サイバーセキュリティ対応

自動車業界では今後CASE(Connected Autonomous Shared & Services Electric)が推進される。その中の一つであるConnectedを実現する場合にMCUをセキュアに設計することが必須になる。このEPSでは車両ネットワークを経由し、EPSを意図しない挙動にするような悪意のある外部からのなりすましや再送攻撃などのサイバー攻撃

に対して、EPS自身を保護するサイバーセキュリティ機能(メッセージ認証)を当社のEPSとして初めて導入した。

4. 安全設計と小型化の両立

この機種は、2系統のインバータを搭載し、モータ電流の遮断機構を搭載せずとも、故障していない系統のインバータを継続動作させることで、2Gと比較して失陥後のアシスト力と操舵フィールを改善でき、アシスト急停止を発生させることなく安全に操舵できるトルクを確保した。この構成を採用することで、安全設計の確保と小型化を実現した。

5. モータ出力

低出力から高出力まで幅広い要求に対応するために、インバータ、制御回路部は外径違いのモータに組み付け可能な設計にした。2G-RIと同様にインバータ主回路の最適設計と放熱性能向上を図ることで定格電流は100Armsまで通電可能になり、最適な提案が可能になった。

6. 今後の展開

自動運転レベル3以上に向けて、今回の安全設計を更に発展させたMCU(電源、マイコンも2系統化)も量産予定になっている。今後の市場・顧客要求に基づいて、更なる拡販を進めていく。



図1. 3G-RI

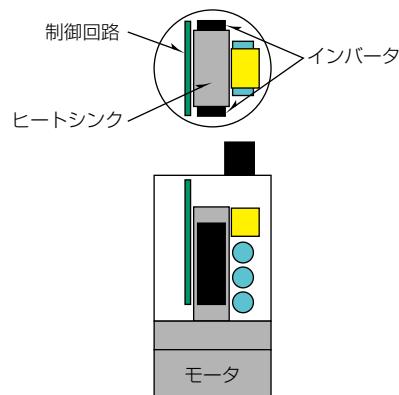


図2. 3G-RIの内部構造

ミリ波レーダと可視カメラを用いた建機周辺監視



Surveillance Around Construction Machinery Using Millimeter Wave Radar And Visible Camera

1. 背 景

建設業界では、安全対策の取組みが進められているが、国土交通省関東地方整備局“令和4年度 工事事故防止「重点的安全対策」”によると、令和3年度は建設機械等に関する人身事故が全体の11%を占めており、安全対策の深化に向けて、建設機械と人との接触防止が重要な課題になっている。これらの接触防止には、油圧ショベル等、建設機械の運転席後方などの死角領域を監視するセンサの導入が有効であり、各種センサの搭載が進められている。

現状、建設機械向けの有力な監視センサとしては物体認識に優れているカメラが採用されているが、逆光や砂埃(すなほこり)などの視界不良の環境では検知能力が低下するため、カメラが苦手な環境を補完するセンサの付加が望まれる。このような環境で使用できるセンサとして、自動車の安全支援システムで使用されているミリ波レーダが有望である。ミリ波レーダは、物体認識や電波反射率の小さな物体の検知は苦手であるが、他センサと比較して逆光、砂埃、霧、降雨などの影響を受けにくく、距離や速度の検知精度が高い。このように、カメラとミリ波レーダはそれぞれ特徴が異なるが、これらを組み合わせることで、両者の弱点を補完しつつ特長を活用するフュージョンセンサの実現が可能である。表1に各種センサの比較を示す。人物の検知／認識、耐環境性、価格の観点で、ミリ波レーダと単眼カメラを融合したフュージョンセンサに優位性があることが分かる。なお、当社では2003年からミリ波レーダ送受信部の製品化実績があり、この技術を適用できる。

2. フュージョンセンサの開発状況

当社では、ミリ波レーダと単眼カメラで構成したフュージョンセンサの開発を行っている。図1に機能試作品、図2に機能ブロック図を示す。このセンサは、ミリ波レーダと単眼カメラの各検知情報を照合してフュージョンセンサの検知結果として出力するリアルタイム処理を実施している。ミリ波レーダで検知した距離情報を単眼カメラで検出した人物に適用することで、図3に示すように、人物の位置を精度良く把握できる。人物の検知は、直立した姿勢のほかに、しゃがんだ姿勢や寝転んだ姿勢でも認識できる。図4は測距精度を示しており、ミリ波レーダによって誤差：-15～+10%と高い精度を実現している。

3. 今後の取組み

今後、様々なユースケース、環境での評価を積み重ねてパラメータ等の最適化によって性能向上を図るとともに、一体化・小型化を図る(図5)。

表1. 各種センサの比較

項目	詳細要件	単眼 カメラ	ステレオ カメラ	LiDAR	ミリ波 レーダ	フュージョン センサ (ミリ波レーダ + 単眼カメラ)
人物の 検知／ 認識	静止者	○	○	○	△	○
	歩行者	○	○	○	○	○
	測距	△	○	○	○	○
	速度	△	△	△	○	○
耐環 境性	逆光、暗がり	×	×	○	○	○
	降雨、霧、埃	△	△	△	○	○
	レンズの汚れ	×	×	×	○	○
	同一色背景	△	△	○	○	○
価格	○	×	×	○	○	○

LiDAR : Light Detection And Ranging



図1. フュージョンセンサの機能試作品

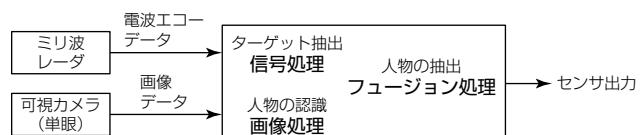


図2. 機能ブロック図

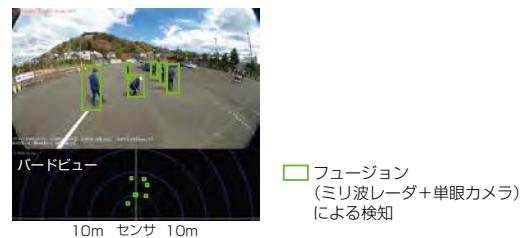


図3. フュージョンセンサの人物検知

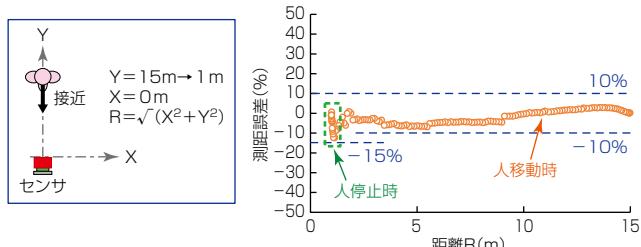


図4. 測距精度



図5. フュージョンセンサ構想

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”の開発状況



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

危険物への対処や放射線環境での作業など、手作業で実施するに当たって人命が危険にさらされる作業はいまだに多くあり、人命リスクを低減することが急務である。この課題を解決するため、遠隔操作可能なヒューマノイドロボット“DiaroiD”的開発を進めている。DiaroiDはシェーキリームを保持する繊細な作業から20kgの重量物の把持も可能なダイナミックレンジの広い双腕のハンド・アーム部を持ち、直感的な操作を実現する独自の操作装置を使用することで、複雑な手作業の代替が可能である。

本稿では、前回報告^{(*)1}からの開発進捗として、追加機能とDiaroiDを用いた三つの実証試験について述べる。製作したDiaroiDの外観を図1に示す。

(1) 追加機能：バッテリー駆動化

従来のDiaroiDは、駆動用に有線3相200V交流電源の供給が必要で、動作環境の電源インフラや、移動範囲に著しい制約になっていた。今回、直流48Vバッテリーを用いた改修で、駆動性能に影響を与えずにワイヤレスな動作を可能にした。内蔵のバッテリーを使用することで約1時間の動作が可能である。なお、クローラとロボット本体は独立したバッテリーを持っており、ロボット本体のバッテリーが枯渋してもクローラは動作可能な構成にしている。

(2) 実証試験1：電源ケーブルの遠隔挿抜作業

電子機器のメンテナンスで多く発生する作業がケーブル類のコネクタ挿抜作業である。作業実現性の検証のため、最も一般的なケーブルである100V用電源ケーブルを使用してコンセントへの挿入作業を実施した。結果として、DiaroiDは約4分でコンセントへの挿入作業が実施可能であることが実証できた。図2に作業時の様子を示す。

(3) 実証試験2：工具を用いたボルトの遠隔締結作業

人間は多様な道具・工具を使用して様々な作業を実施する。特に一般的な作業として、レンチやドライバを使用したボルトの締結作業が挙げられ、人の作業を代替する上でこれらの作業を遂行可能なことは不可欠である。そこで、DiaroiDを使用して六角レンチを使用したM6ボルトの締結作業を実施した

(図3)。

DiaroiDのハンド部は、対象物を把持した際に軸の中心がアーム部の手首の軸に一致するよう設計されて

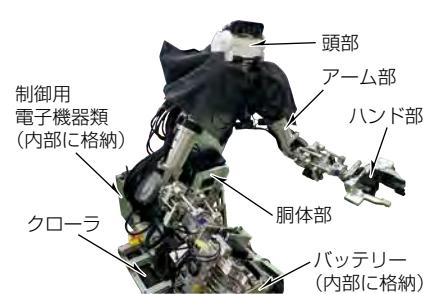


図1. DiaroiD

いる。また、手首軸を中心に回転させる自動動作機能も備わっており、これらの機能を活用することで、工具を使用してボルトの締結作業を実施することが可能である。この検証によって、DiaroiDにはM6ボルトの頭にレンチを挿入可能な精密動作性を持ち、かつ手首軸の回転機能によってボルト締結作業を行えることが実証できた。

(4) 実証試験3：遠隔でのファスナー付きバッグ開け作業

DiaroiDは双腕を持つことから、片手で対象物を動かないように押さえつつ、もう片方の手で対象物に作業を加えることが可能である。この特長を生かして実施した作業の一つが図4に示すファスナー付きバッグ開け作業である。

作業対象のバッグのファスナーの横幅は約10mmと小さいが、DiaroiDの頭部に使用するカメラの映像は音声入力によるズームが可能であり、オペレータは音声だけで鮮明に視認することが可能である。人間がファスナーを開閉する際に、スライダーがエレメントに引っ掛けたり動かしづらくなることがあるが、これは遠隔操作で作業する際に課題となる。スライダーが引っ掛けたままで無理に動かそうとすると、作業の失敗や対象物又はロボットの破損につながる。DiaroiDはハンド部にかかる荷重やモーメントを視覚的にオペレータへ提示する視覚的触覚フィードバック機能を持つ。この機能によって、過大な力がハンド部に入力されないようにオペレータが操作することが可能である。この機能に加えて、ズーム可能なカメラや先に述べた精密動作可能なハンド、アームを活用し、検証では複雑なバッグ開け作業を約2分で実施可能であることが実証できた。

遠隔操作ロボットは、危険作業に加えて、宇宙空間・月面での活用等、幅広い場面で活躍が期待される。当社では危険作業の代替のニーズ、将来の宇宙開発ニーズに対応するため、引き続き遠隔操作ロボットの開発を推進する。



図2. 電源ケーブルの遠隔挿抜作業の様子



図3. 工具を用いたボルトの遠隔締結作業の様子



図4. 遠隔でのファスナー付きバッグ開け作業の様子

通信システム Communication Systems

1G／10G集合型メディアコンバータ装置

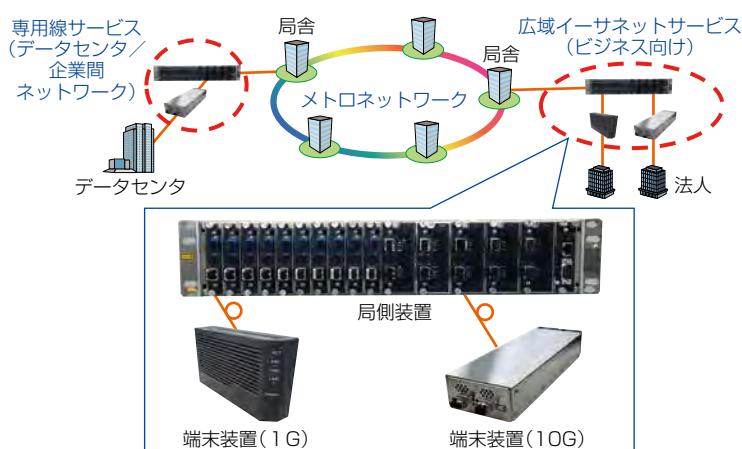
1G/10G Collective Media Converter Unit

広域イーサネット^(注)サービスや専用線サービスでは、安定した高速通信を実現するため、機器間の接続距離延長やメディアタイプ変更が容易なメディアコンバータ装置が広く使用されている。また通信量の大容量化によって、通信速度の高速化要求が年々高まっている。当社は、大容量、高信頼、長距離伝送を持つ1G／10G集合型メディアコンバータ装置を製品化している。

この装置の主な特長は次のとおりである。

- (1) 19インチラック2U高の局側装置に、10Gbpsの主信号の伝送・監視を行う通信パッケージを最大10枚搭載可能である。また、1Gbpsの通信パッケージの混在収容が可能である。これによって設置場所の省スペース化を実現する。
- (2) リンクパススルー機能やEthernet^(注)OAM(Operations, Administration and Maintenance)機能等、保守機能を充実化することで高信頼なアクセス装置を実現する。

- (3) 10G回線の光インターフェースは、標準化されたSFP (Small Form-factor Pluggable)+(10GBASE-SR/LR/ER/ZR/BR)に対応する。また、局側装置と端末装置間にはパワー・バゲット30dBの長距離伝送に対応した製品ラインアップを持つ。



1G／10G集合型メディアコンバータ装置

鉄道用途向けイーサネットスイッチ

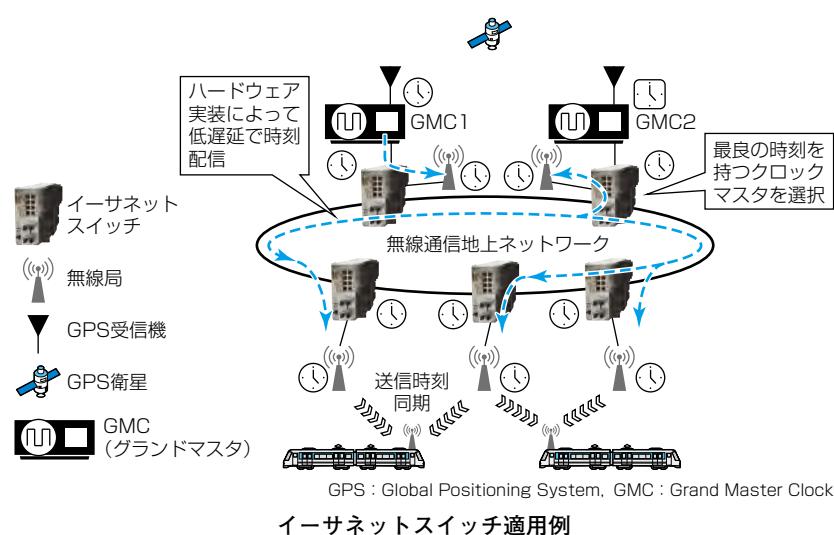
Ethernet Switch for Railway Applications

鉄道等の無線式列車制御システムでは、各無線局の時刻を同期させ、車上への電波送信タイミングを合わせることで、電波干渉を抑制している。今回ネットワーク経由で高精度な時刻同期を可能にするプロトコルIEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)802.1AS-2020規格準拠のgPTP(generalized Precision Time Protocol)を実装したイーサネット^(注)スイッチを開発した。この装置は鉄道沿線等の屋外設置される筐体(きょうたい)内への実装を想定し、耐環境性能の確保と遠隔保守機能を搭載した。

この装置の特長は次のとおりである。

- (1) IEEE802.1AS-2020(gPTP)規格をハードウェア実装することで、時刻配信遅延時間を低減し、ネットワーク経由でスイッチ1段当たりの要求同期精度±50ns以下の高精度な時刻同期を実現する。冗長クロックマスターの中から最良の時刻を持つクロックマスターを選択するBest Master Clock Algorithmに、当社独自の高速切替え機能を付加しており、高信頼な時刻同期システムを構築可能である。

- (2) 沿線の屋外やトンネル内の筐体に収容可能なコンパクトな形状で、広い温度範囲(-20~+65°C)での動作が可能である。また、ファンレス構造にすることでメンテナンスフリーを実現する。
- (3) 保守機能として、装置異常に加えて、伝送路の異常も検知できる光量劣化診断機能を搭載する。またsyslog機能によって、動作中のログを効率的にネットワーク内の監視サーバに送信可能である。



映像 Video

MELOOK4シリーズ(カメラ・レコーダ)



MELOOK4 Series (Camera/Recorder)

近年の社会情勢の変化によって、安心・安全に対する意識は高まっており、映像監視システムへの機能・性能向上の要求が高まっている。

これに対して、当社は画質・記録時間・接続性などを更に向上させた映像監視システム“MELOOK4シリーズ”を2022年4月に市場投入した。MELOOK4シリーズは、2015年に市場投入したMELOOK3シリーズの後継機種で、使いやすいユーザーインターフェースや、LANケーブルへの電源重畠機能(PoE: Power over Ethernet)による設置工事時間の短縮、カメラへの個別設定を不要にする簡単設定のコンセプトも踏襲している。

MELOOK4シリーズの主な特長を次に示す。

(1) 動画圧縮規格H.265の採用による記録時間拡大

高画質・高圧縮を実現した次世代動画圧縮方式のH.265に対応している。これによって、従来機のH.264と同じ高画質でありながらデータ量を約3分の2まで削減できるため、同じ記録容量の場合でも、従来機に比べて長時間の映像記録が可能である。

(2) ONVIF^(注)対応による接続性・適用範囲の拡大

ネットワークカメラのインターフェースの国際標準規格ONVIF(Open Network Video Interface Forum)に対応し

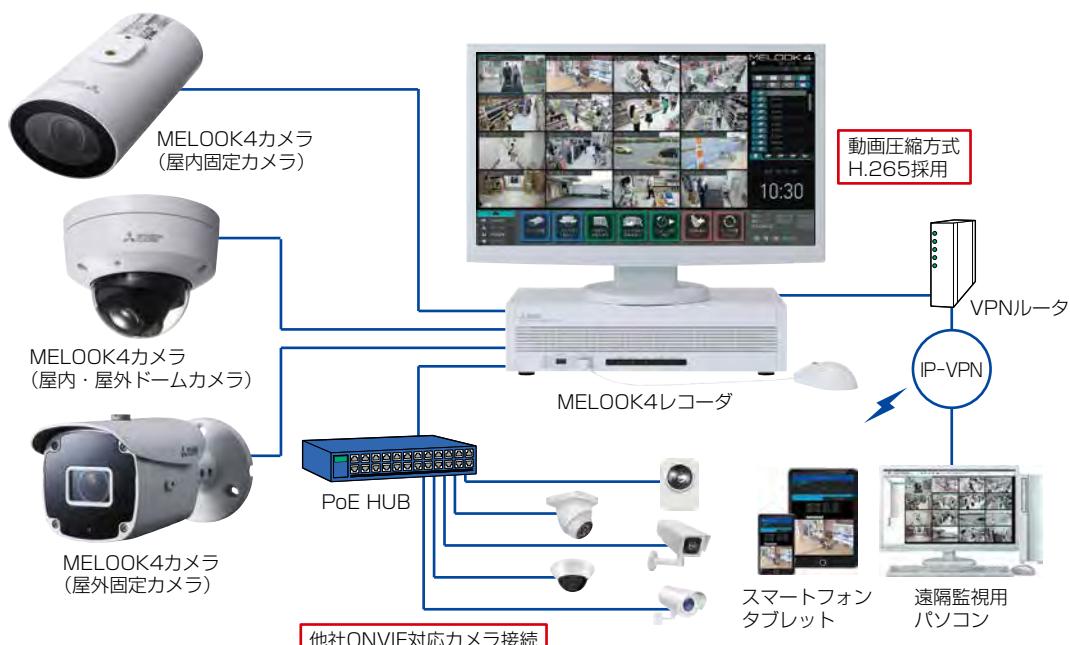
ている。これによって、MELOOK4カメラは当社以外のビューアやレコーダとの接続が可能になる。また、MELOOK4レコーダはMELOOK4カメラに加えて、他社のONVIF対応カメラの映像記録が可能になる。このようなONVIF対応によって、MELOOK4シリーズはカメラ・レコーダ単体販売からマルチベンダーで構成される映像監視システムまで適用範囲が広がり、幅広い市場ニーズに対応した製品展開が可能である。

(3) 小規模システムに適したSDカード記録対応カメラ

MELOOK4カメラは内部にSD(Secure Digital)カードを挿入でき、SDカードへの映像記録と、記録した映像の再生が可能である。これによって、レコーダレスで数時間の映像記録が可能になり、MELOOK4は少数カメラからのスマートスタートや省スペースを希望する顧客にも適したシリーズになった。

(4) 機能性とインテリア性を備えたデザイン

MELOOK4カメラの屋内固定カメラはインテリア性が高い従来機の意匠を継承しており、犯罪抑止力がありながら商業施設やビル内の景観を損ねないデザインになっている。また、屋外カメラには赤外線照明を追加しており、照度0ルクスの暗闇でも鮮明な映像の撮影・記録が可能である。



VPN : Virtual Private Network, IP : Internet Protocol

MELOOK4システム構成例

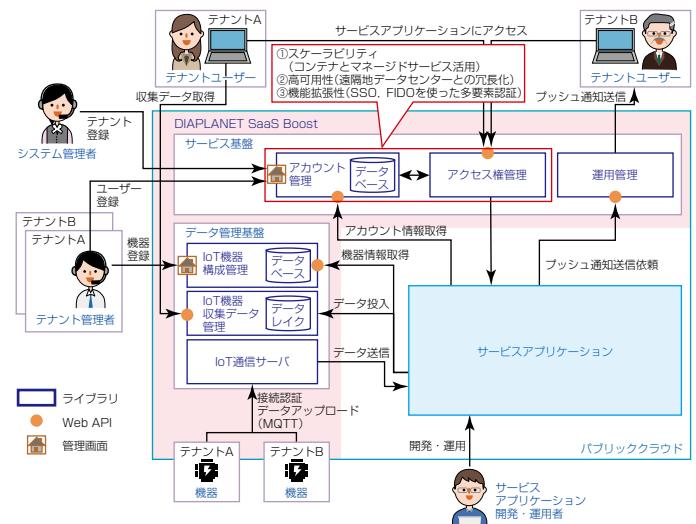
ITソリューション IT Solution

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

IT Platform "DIAPLANET SaaS Boost" Accelerating Launch of Software as a Service Businesses

新規にパブリッククラウドを用いてSaaS(Software as a Service)を安価に短期間で構築したいといった要望に迅速に対応することを可能にする“DIAPLANET SaaS Boost”はSaaS利用者のアカウント管理、アクセス権管理など行う“サービス基盤”と、IoT(Internet of Things)システム向けにIoT機器の接続承認や機器と所有者の紐(ひも)づけ、IoT機器からのデータ収集・格納などを行う“データ管理基盤”を提供している。今回、アカウント管理とアクセス権管理を行うSaaS利用者認証機能を、大規模利用者システムに耐え得るスケーラビリティと、将来の機能拡張性に備えるため、ID管理のOSS(Open Source Software)であるKeycloakを採用して選択可能にした。さらに適用システムに求められる可用性と負荷の増減に応じたスケーラビリティは、パブリッククラウドのコンテナサービス上で、複数台のKeycloakのコンテナを立てることで実現した。これによって、性能目標としていたユーザー認証500リクエスト/秒に耐えられることを確認した。また、パブリッククラウドの地域の離れたデータセンターに待機系システムを構築可能にして、高可用性を実現している。機能拡張としてSSO(Single Sign On)やFIDO^(注)

(Fast IDentity Online)を使った多要素認証も可能にした。なお、DIAPLANET SaaS BoostのSaaS利用者認証機能は、三菱電機インフォメーションシステムズ株が提供する統合認証サービス“MistyAuth”に採用されている。今後、機能向上と更なる利用拡大に向けて、改良開発を続けていく。



API : Application Programming Interface, MQTT : Message Queuing Telemetry Transport
DIAPLANET SaaS Boostの概要

MIND CFCによる顧客CSIRT業務支援強化

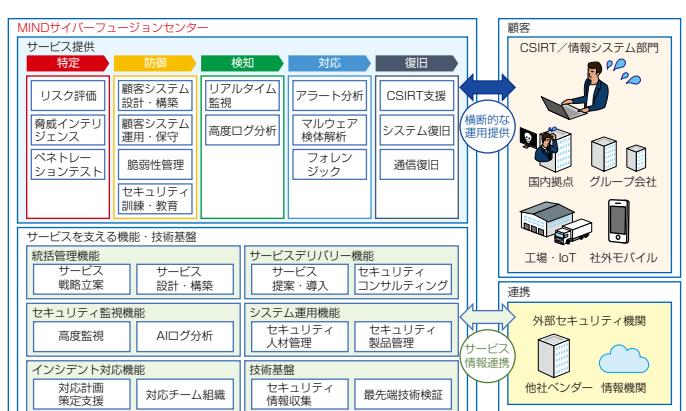
Support Services by MIND CFC for Computer Security Incident Response Teams

近年、企業のセキュリティ対策はサイバー攻撃の高度化やテレワーク拡大によって、従来の境界型防御からゼロトラストに基づく対策へ移行が進んでいる。また、セキュリティ対策は部分的なものではなく、セキュリティライフサイクル全体を俯瞰(ふかん)する対策が必要になる。多くの企業では複雑化したIT環境のセキュリティ対策でノウハウ・人材の不足が課題になっている。

三菱電機インフォメーションネットワーク株(MIND)では、顧客に対してセキュリティライフサイクル全体を横断的に支援するため、サイバーフュージョンセンター(CFC)を開設した。CFCでは大手金融・製造業の顧客運用で培ったノウハウや最新技術を利用したサービス群を顧客に提供する。CFCは個別企業では対策が困難なサイバー攻撃の脅威に対して、三菱電機株情報総合研究所と開発したAIを利用した高度ログ分析を導入する。また、従来、顧客が対応していたインシデント対応・復旧業務に対してフォレンジックサービスの提供を開始した。顧客CSIRT(Computer Security Incident Response Team)

組織はCFCのサービス利用を通じてサイバー攻撃に対するインシデント対応力を強化することが可能になる。

MINDはCFCを通じて顧客CSIRT組織と一体になって、高度なセキュリティ対策を提供することで、顧客セキュリティ対策へのより一層の貢献を図る。



MINDサイバーフュージョンセンターの機能

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

ITソリューション IT Solution

薬歴クラウド開発



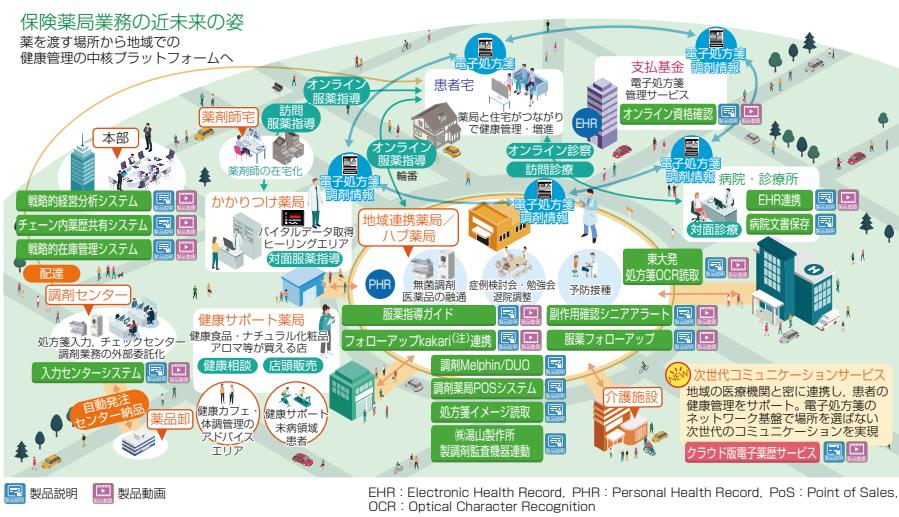
Cloud Migration of Electric Medication History

少子高齢化社会の本格化に伴い地域包括ケアシステムの構築が求められている中、保険薬局は“薬を渡す場所”から“地域での健康管理の中核プラットフォーム”へと進化していく必要がある。三菱電機ITソリューションズ株(MDSOL)では、新たな電子薬歴サービス“次世代コミュニケーションサービス(仮称)”を2023年上期にリリースする。

“必要な人に必要な時に必要な指導を” “短時間で適切に” “しっかりとつながる” をコンセプトにクラウド環境で電子薬歴サービスを提供する。

このサービスでは次の4機能を開発する予定である。

- (1) 誰が使用しても操作しやすいユニバーサルデザインに基づいた画面
 - (2) 詳細な指導が必要な患者には“しっかり”と、短時間での指導が必要な患者には“スピーディ”に。処方変化、患者情報、過去の薬歴など、必要な情報をシン



CCoEによるクラウド応用技術・知見の集約と導入支援・コンサルテーション活動

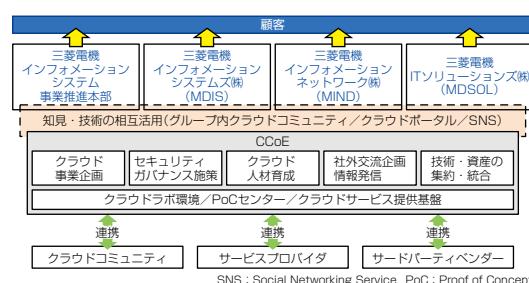
Cloud Center of Excellence-Technology and Knowledge Consolidation for Cloud Integration Business

近年、情報技術を専門としない業種や、情報システム部門ではない事業部門も含めて、クラウドを活用してコンパクトにサービスを立ち上げる時代になった。クラウド上のシステム設計ではクラウドネイティブと呼ばれる最適設計に加えて、運用性、セキュリティ、信頼性、パフォーマンス効率、コスト最適化、及び持続可能性の検討が必要になる。例えば、セキュリティ対策が不十分なままインターネット上にサービスを公開するリスクや、性能設計の検討が不十分なために高額な課金請求を受けるリスクなどがある。また、クラウドの能力を最大限に発揮するためには、アジャイル開発や継続的インテグレーション／デリバリー(CI/CD)を取り入れる必要もある。

三菱電機と、ITソリューション事業を営む関係会社3社では、グループ内にCCoE(Cloud Center of Excellence)を組成し、クラウド応

用技術に関する知見の集約と発揮のサイクルを作り上げて、最先端のクラウド応用技術を安心・安全に顧客に提供可能とともに、自社のクラウドサービス事業の立ち上げや運営の俊敏性を高めた。

DX(Digital Transformation)やIoTを指向する中でクラウドが広く活用されている状況で、これら技術・知見を共通基盤として集約・体系化し、クラウド導入支援・コンサルテーション活動を介して三菱電機グループの総合力で顧客に貢献していく。



CCoEへのクラウド技術・知見の集約と発揮

〈取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：070-3983-2234〉



技術・知見の流通と相互活用
のためのポータルサイト

パワーデバイス Power Devices

4,500V／450A 2in1 HVIGBTモジュールXシリーズHV100タイプ

4,500V/450A 2in1 HV100 X-Series HVIGBT Modules

大型産業機器向けのパワー半導体モジュールは、主に鉄道車両の駆動システムや直流送電などの電力関連システム、大型産業機械などのインバータに使用される。近年、市場からはインバータの更なる高出力・高効率化や多様な出力容量に対応する製品が求められている。その市場ニーズに対応するため、高耐電圧4,500V・定格電流450AのHVIGBT(High Voltage Insulated Gate Bipolar Transistor)モジュールXシリーズHV100タイプの開発を進めている。主な特長は次のとおりである。

- (1) 第7世代IGBTとRFC(Relaxed Field of Cathode)ダイオードチップの搭載によって、損失の低減と高電流密度を達成し、インバータの低損失化と高出力化に貢献する。
- (2) 端子位置の最適化によって、並列接続を容易にした。多様なインバータ構成に柔軟に対応し、拡張性に優れたパッケージでインバータ設計の効率化に貢献する。

- (3) 内部パッケージ構造の簡素化によって低インダクタンス配線を実現し、高速スイッチング対応が可能である。
- (4) 絶縁基板とベース板の一体化によって、サーマルサイクル寿命と、パワー半導体チップの放熱性の改善によるパワーサイクル寿命を向上させ、高信頼性に寄与する。これらの特長によって、HV100は低炭素社会の実現に貢献することを確信している。



開発中のHVIGBTモジュールXシリーズdualタイプHV100 (4,500V／450A)

高周波・光デバイス

High Frequency and Optical Devices

広動作温度範囲CWDM 100Gbps EMLチップ

Wider-temperature-range CWDM 100Gbps EML Chip

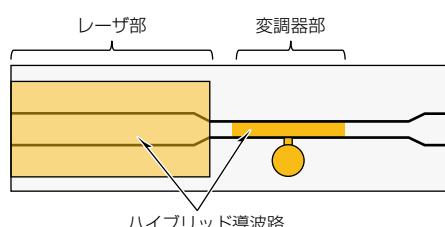
スマートフォンの普及や情報のクラウド化によるデータ通信量の急速な増加に伴い、データセンター内の通信速度の高速化と大容量化が進んでいる。一方で、データセンター内に設置されるサーバやルータ、光ファイバ通信機器などの消費電力の増加が大きな課題になっている。

今回、伝送速度400Gbpsの大容量高速光ファイバ通信で使用される半導体レーザチップとして、5～85℃の広動作温度範囲を実現した“広動作温度範囲CWDM(Coarse Wavelength Division Multiplexing)100Gbps EML(Electro-absorption Modulated Laser)チップ”を開発した。

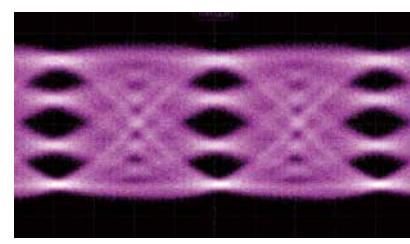
高光出力に優れる埋込型レーザと、高消光比・広帯域に優れるハイメサ型変調器を同一チップ上に集積した当社独自のハイブリッド導波路構造を採用し、レーザ部と変

調器部の設計パラメータを最適化することで、5～85℃の広動作温度範囲で53Gbaud PAM4(Pulse Amplitude Modulation-4)の高速動作を実現した。

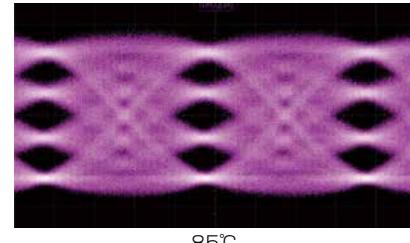
広い温度範囲で動作するためチップの冷却機構が不要になり、データセンターに使用される光トランシーバの消費電力低減と低コスト化に貢献する。



広動作温度範囲CWDM 100Gbps EMLチップ構造(イメージ)



5°C



85°C

53Gbaud PAM4波形(back to back, Vpp=1.0V)

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

IoTで生活を支えるスマートe-Floシステム



Smart e-Flo System that Supports Life with Internet of Things

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)が拡大する中で、政府は感染取組みに向けた対策の一つとして、換気の悪い“密閉空間”，多数が集まる“密集場所”，及び間近で会話や発声をする“密接場面”的三つの密を避ける“3密対策”を展開し、厚生労働省は必要換気量の確保を推奨した。さらに、脱炭素社会に向けた取組みの加速やSDGs(Sustainable Development Goals)の推進といった社会変化もあり、従来の快適と省エネルギーを両立した機能に加えて、生活シーンに合わせた的確なタイミングでの確実換気による安心・安全と省エネルギーの両立が、ウィズコロナを想定した新たなニーズとして定着しつつある。当社はこのような新型コロナ禍での生活環境の変化に対応し、新たな換気・空調の連携の在り方と生活シーンに紐(ひも)づいた環境構築へのサポートを実現するため、IoT(Internet of Things)・クラウドを活用した“スマートe-Floシステム”を開発した。

スマートe-Floシステムは業界で初めて^(*)1)ルームエアコン“霧ヶ峰”と住宅用熱交換型換気機器“ロスナイ”を、当社のIoTライフソリューションプラットフォーム“Linova”を介してクラウド上で連携させたシステムである。クラウド連携によって室内外の様々な環境データを基にした換気機器制御を可能にして、室内の快適性向上と省エネルギー換気を実現し、リビングを中心に居住域での生活全体を支えて、心地よい暮らしの実現に貢献する。当社家電総合アプリケーション“MyMU”に、対象となる“ロスナイ”を登録し、個別アプリ“換気REMOTE”を立ち上げることで、換気機器の自動制御や遠隔操作、空調機器との連携機能、空気質の見える化といった多種多様な機能を使用できるようにして、安心・安全、省エネルギー、快適の三つを実現した。

連携するルームエアコンに搭載した赤外線センサ“ムーブアイmirA.I.+（ミライプラス）”が所定値以上の在室人数の増加を検知すると、ロスナイの風量を自動で切り替えて、換気風量を増やす。家族の帰宅や急な来客など在室人数が増加しても、換気風量の手動調整や、窓開け換気の手間を省くことができ、効率よく室内空間の換気改善を図ることで、エネルギー消費を抑えながら安心・安全をユーザーに提供する。さらに、ルームエアコンの運転／停止、霜取り動作、負荷状況といった状態や室外温度などの周辺環境に応じて、ロスナイを自動で適切な換気方式に切り替えることで、快適性を損なわずに省エネルギーを実現する。

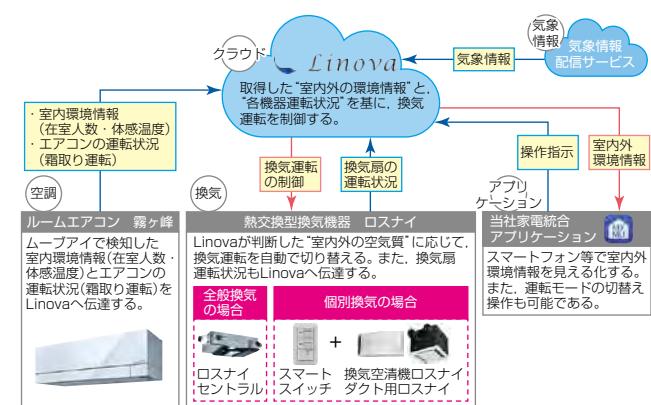
全般換気であるロスナイセントラルのほか、個別換気である換気空清機ロスナイ、ダクト用ロスナイにも対応し、家全体だけでなく、個室の環境にも対応している。

また、スマートe-Floシステムは、ロスナイのほか、非熱交換型の換気扇に対応した機能も提供する。特に、寝室や書斎等の個室や、店舗等を想定した構成になっており、新たに発売したCO₂濃度の測定が可能な環境センサと連携することで、ダクト用換気扇等のマイコンを搭載していない換気扇でも、使い勝手を大幅に向上させ、ウィズコロナのニーズに適した換気運用を可能にしている。

従来、ダクト用換気扇等の一般的な非熱交換気扇はマイコンを持たない機種が多く、細かい換気量制御を行うことができなかった。換気扇に必ず付属するスイッチにWi-Fi^(注)機能を搭載し、クラウドを介して制御する方式を採用することで、マイコンを持たない換気扇でも緻密(ちみつ)な換気制御を実現した。人の密集による室内のCO₂濃度上昇を検知し、室内外の温湿度データを取得して、その温湿度の差からタイミングを見計らって、換気の強弱、ON/OFFを自動で切り替えることで、換気扇のランニングコストだけでなく、空調負荷の低減にも貢献し、エネルギー消費の改善を可能にする。お手入れ時期のお知らせやスケジュール運転の設定をアプリケーション操作で実施でき、省エネルギーと換気による環境改善両立を簡便な操作で実現し、省エネルギーかつ安心・安全な空間を提供する。

新型コロナウイルス感染症拡大によって、住宅の保全、居住者の健康、快適を維持するために必要な換気の重要性の認識が更に高まった。今後はウィズコロナを踏まえて、エネルギー消費を抑えて、できるだけ簡易に、安心・安全・快適を維持する空調や換気扇が求められるようになると推察する。当社は今後も継続して、住宅、非居住施設を問わず、スマートe-Floシステムを通じて生活シーンに紐づいたソリューションを提供していく。

* 1 2021年10月13日時点、当社調べ。家庭用ルームエアコンと住宅用全熱交換型換気機器で



霧ヶ峰・ロスナイ IoT連携システムイメージ

店舗・事務所用パッケージエアコン新4方向カセット形*(i-スクエアタイプ)*

New 4-way Ceiling Cassette Indoor Unit "i-Square Type"

近年、建築物省エネ法やフロン排出抑制法の改正で、パッケージエアコンには“省エネルギー性の向上”によるCO₂排出量削減や、“フロン管理”による大気中への冷媒漏洩(ろうえい)抑制といった環境負荷の低減が求められている。また、新型コロナウイルス感染症の影響で、多くの人が出入りする店舗や事務所、病院、学校などで、清潔な室内空気を維持する“空気質の向上”や感染リスク軽減のための“設備機器の非接触化”ニーズが高まっている。それに加えて、労働人口の減少に伴う人手不足に対する“点検時の省力化・省人化”が求められている。これらの社会的ニーズに対応するため、店舗・事務所用パッケージエアコン新4方向カセット形*(i-スクエアタイプ)*を開発した。

(1) 新4方向天井カセット形による省エネルギー性向上

新しく開発した4方向天井カセット形*(i-スクエアタイプ)*は、風路全体の構造を見直して、吹出口の形状変更と、吸い込み部の構造変更による吸い込み風速の均一化によって、送風路の圧力損失を低減した。さらに、新しい風路に合わせて室内ターボファンの翼形状を改善することで、より効率の良い室内機の運転を可能にした(図1)。これらによって、室内ユニット単独で消費電力を従来比約23%削減^{(*)1}、スリムZRシリーズの全ての能力帯でAPF(Annual Performance Factor)2015の値を向上させ^{(*)2}、CO₂排出量削減による脱炭素化に貢献する室内機を実現した。

(2) ダクト用換気扇連携運転による空気質の向上

新しい室内機の開発では新型コロナウイルス感染対策への取組みとして、空気質の向上と衛生面に配慮する機能を追加した。当社CO₂センサ搭載ダクト用換気扇“機器連携タイプ”とケーブル接続することで、ダクト用換気扇が検知したCO₂濃度に適した空調・換気運転を実現した(図2)。ダクト用換気扇で設定したCO₂濃度設定値を超えた場合、

換気扇の風量を“急速運転”に切り替えるとともに、空調の運転を自動で強くすることによって、換気強化による室温変動を抑制し、換気と快適な室温の維持を両立した。

(3) “MELRemo+”を利用したリモコンの非接触化

Bluetooth^(注)通信機能を搭載したコーナーパネル“無線通信キット”を組み合わせることで、スマートフォンアプリ“MELRemo+”から室内機の操作を可能にした。また、業界で初めて^{(*)3}、アプリケーションユーザーが室内機に接近すると自動で運転を開始する“自動オン”機能を搭載し、利便性を向上させるとともに、リモコンに触れることなく運転が開始できるため、衛生面を気にせず、操作が可能になる。

(4) 冷媒漏洩検知機能

当社店舗・事務所用パッケージエアコンで既にサービスを開始している“AirCoNet”に“冷媒漏洩検知機能”を追加した。リモートで毎日監視することで、冷媒漏洩をいち早く検知し、機器管理者と施工・メンテナンス業者に伝えることで、大気中への冷媒漏洩を最小限に抑えることが可能になる。それに加えて、診断結果はクラウドサーバに自動で保存されるため、データ記録などの手間が削減できる。

(5) ドレンパン点検窓による点検容易化

建築物衛生法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)で義務付けられた月1回の点検の際に、従来の機種ではドレンパン汚れを確認するためにはパネルやドレンパンを外して観察する必要があった。そこで、ドレンパンに透明の点検窓を搭載し、ドレンパンを取り外さずに汚れ具合を確認できるようにした(図3)。これによって、ドレンパンの点検が容易になり、現場での省力化に貢献する。

* 1 PL-ZRP80~160HAで

* 2 現行品PLZ(X)-ZRMP40~280EFZと新製品PLZ(X)-ZRMP40~280HF2との比較

* 3 2022年1月27日現在、当社調べ
店舗・事務所用パッケージエアコン、ダクト用換気扇で

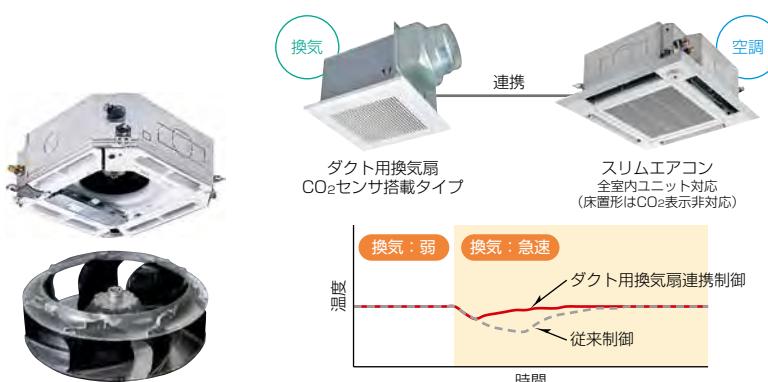


図1. 新室内ユニットと
室内ターボファン

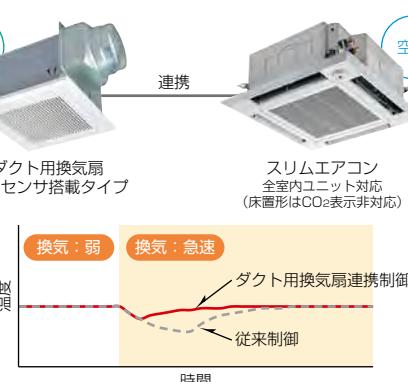


図2. ダクト用換気扇接続イメージ



図3. ドレンパン点検窓と汚れ具合の確認イメージ

住宅設備 Housing Equipment

家庭用自然冷媒CO₂ヒートポンプ給湯機“三菱エコキュート2022年度モデル”



CO₂ Heat Pump Hot Water System "Mitsubishi EcoCute 2022 Fiscal Year Model" for Household Use

家庭内の消費エネルギーの約3割を給湯が占める中、環境配慮の観点から、大気中の熱を利用して湯を沸かして電力消費量を抑えるエコキュート^(注)(自然冷媒CO₂ヒートポンプ給湯機)が注目されている。一方で、生活環境の変化によってエコキュートに対するユーザーニーズは多様化している。例えば、昨今の衛生意識の高まりや在宅時間の長時間化による入浴頻度・時間の増加、風呂の残り湯を洗濯に利用する頻度の増加などによって、風呂の湯水への清潔性ニーズが一層高まっている。また、近年の自然災害の増加で防災対策の観点から断水時に生活用水が確保できる製品としても注目が高まっている。それに加えて、想定を超えた寒波による給湯機や配管の凍結など、冬期の事前の対策が求められている。2022年度発売の家庭用三菱エコキュートB6タイプでは、深紫外線技術を改良した新機能“キラリュキープPLUS”を搭載し、風呂の湯水への清潔性

ニーズに対応したほか、貯湯タンクからの取水方式を改善した“パカッとハンドル”を搭載し、断水など非常時での湯水の取水性を向上させた。さらに、当社家電統合アプリケーション“MyMU(マイエムユー)”にキラリュキープPLUS(一部機能)の遠

隔操作や冬期の
凍結予防対策お
知らせ機能など
を追加し、多様
化するユーザー
ニーズに対応す
る新製品を開発
した。



エコキュートB6タイプ

キッチン家電・生活家電

Kitchen and Other Household Appliances

IHジャー炊飯器“本炭釜 紬(つむぎ)”



IH Rice Cooker "Pure Carbon Pot TSUMUGI"

近年では、おいしいご飯が炊けるとともに一人ひとりの生活に合わせた使いやすい炊飯器が求められている。当社のジャー炊飯器発売50周年記念モデルのIH(Induction Heating)ジャー炊飯器“本炭釜 紬”は、長年培ってきたおいしさの技術と常にユーザー目線で考えてきた使いやすさの技術を集結させた製品である。

お米一粒一粒の持ち味を生かした“噛(か)んで味わうご飯”を目指して、この製品は仕込み終了から沸騰までの平均電力を従来品NJ-AWB10に比べて約23%増加して急速沸騰させることで粒感を向上させた。激しい沸騰状態を維持するために、吹きこぼれ泡の消泡を促進する“新・段付き内釜”と内釜上部の空間容積を拡大する“スリム内蓋”を搭載して、吹きこぼれない構造を実現した。これらの構造によって当社独自の大火力な連続沸騰が可能になる。さらに本体の断熱性を向上させる“新・エア断熱5層”によって高温を維持し、今まで炊いたようなおいしさを実現した。

また、使いやすさを向上させるため、スリム内蓋は従来2部品で構成された内蓋を一体化することで洗い物の部品点数を削減し、内釜を載置する本体フレーム部品は凹凸の少ないフラットフレームにすることで、清掃性を改善した。

さらには、多様化するライフスタイルへの対応として豊富なメニューを搭載し、一人ひとりにぴったりのおいしさと使いやすさを提供する。

段付き構造によって形が変形し、泡が消える。

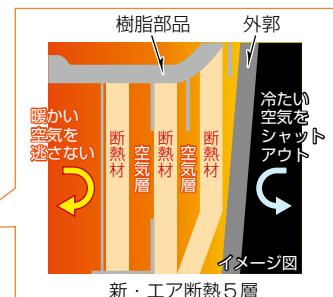


新・段付き内釜



スリム内蓋

吹きこぼれ抑制構造



IHジャー炊飯器“本炭釜 紹”NJ-BWD10

■ 1. 研究開発 Research and Development

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

■ 電力取引市場のマルチエージェントシミュレーション技術

Multi-Agent Simulation Technology of Electricity Market

電力取引市場では、送配電事業者が管轄するエリア間の連系線空き容量が不足するとエリア間の取引が成立しないため、ユーザー(電気事業者)は空き容量を考慮した入札が必要になる。

今回、電力を取引するエージェントが自律的に電力取引市場へ入札するマルチエージェントシミュレーション技術を開発した。このエージェントは、エリア間の連系線空き容量を考慮した電力取引シミュレーション環境の下で、経済的に需給バランスを取るために入札戦略を学習する。入札戦略を得たエージェントが多数存在するシミュレーション環境で、ユーザーは電力取引を経験することが可能になる。この技術によって電力取引市場の分析能力向上や知見獲得を促して、ユーザーの入札業務の改善を支援する。

■ 衛星を活用した、砂を見て、森を守るサービス

Effective Utilization of Satellite Information in Forest Protection Service

建設資材としての需要が増加している砂の過剰採掘によって土地の陥没や浸食が進んで、水害や土砂災害を誘発し、森林が失われる原因になることもある。これまで、砂採掘場の監視は、人の見回りやヘリコプターを用いて実施されており、広域を高頻度に観測するのに課題があった。そこで、森林破壊や土砂災害の一因になっている砂の過剰採掘を、衛星を活用して広域・高頻度に監視するために、観測を実現する衛星システムの設計技術、レーダ衛星画像による砂採掘の有無の検出技術、光学衛星画像を用いた砂採掘量の推定技術を開発している。天然砂の採掘と輸送をグローバルに監視することで、資源の有効活用と環境の保全に貢献する新しいビジネスモデルを提案する。

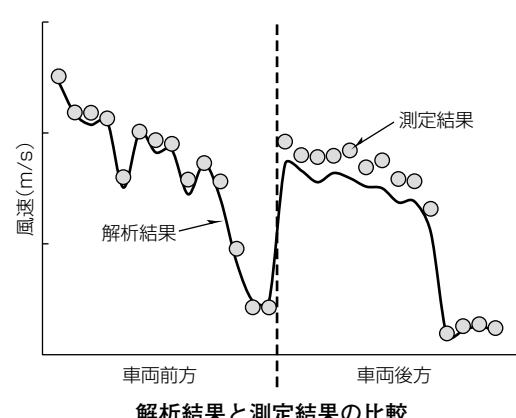
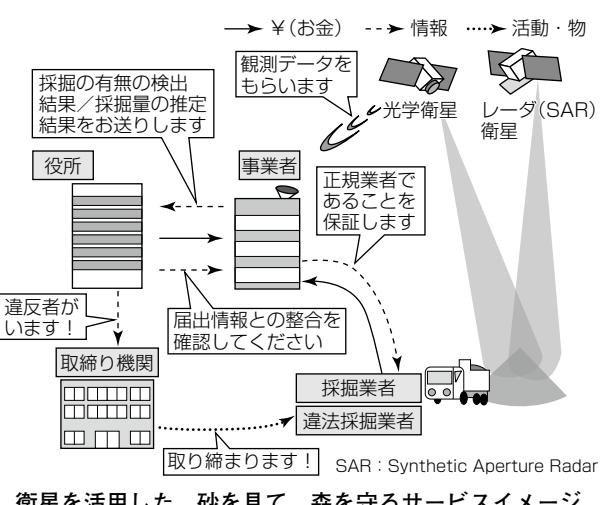
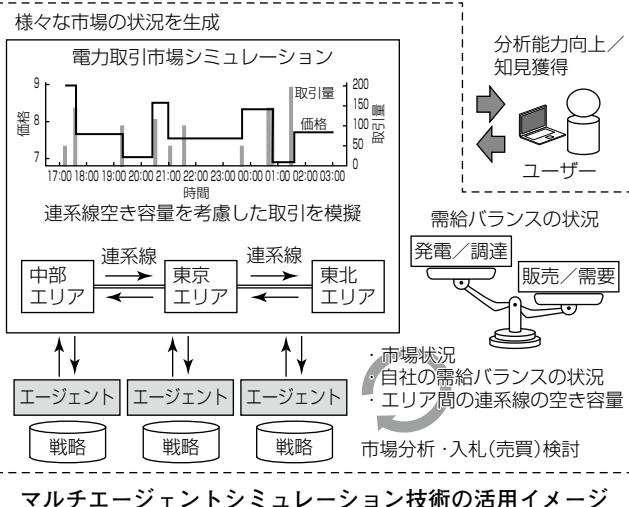
■ 屋根上走行風を利用した電鉄向けパワエレ冷却技術

Power Electronics Cooling Technology Using Natural Air on Car Roof for Electric Railways

電鉄用制御装置のグローバル展開を想定して、屋根上設置の制御装置に対して、省エネルギー・低騒音化のため、プロア冷却から走行風利用冷却に転換する開発を完遂した。

屋根上に設置される冷却器周りの走行風の挙動を把握するため、車両全体と各種機器をモデル化し、複雑な風の流れや渦と冷却器周りの風速を推定する流体解析技術を開発した。流体解析で推定される冷却器周りの風速分布を実測値と比較すると、車両前方・後方によらず高い精度で風速を再現できており、解析の妥当性を確認した。

この解析技術によって、屋根上走行風に適した冷却器を開発できた。



■ 超高濃度オゾンによる下水汚泥減量の実証、及び温室効果ガス削減効果の試算

Demonstration of Sludge Reduction with High Density Ozone and Estimation of Greenhouse Gas Reduction Effects

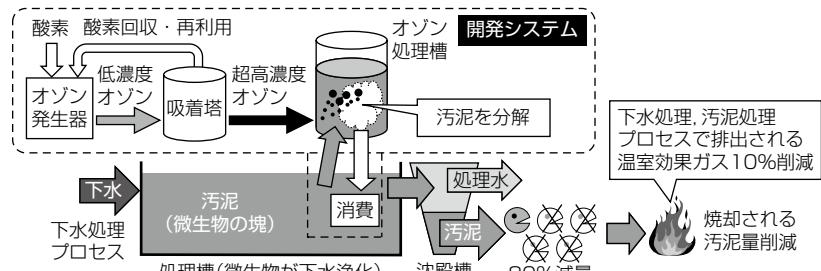


下水処理場で発生する下水汚泥の廃棄処理では、埋立てによる土壤汚染や焼却処理による温室効果ガス(N_2O :亜酸化窒素)の発生が中国や日本で社会課題になっている。

当社は、独自の超高濃度オゾン製造技術によって、従来の低濃度オゾンによる汚泥分解技術と比べて高効率な汚泥減量システムを開発した。今回、中国で実施した実下水処理場を模擬したパイロット実証で80%の汚泥減量と従来比75%のオゾン削減を達成した。また、焼却処理される汚泥を80%減量したこと、各処理場の温室効果ガス排出量の10%を削減で

きる試算結果を得た。

今後は削減効果、及び導入条件・導入コストの観点から、他の脱炭素技術に対するこの技術の優位性を検証する。



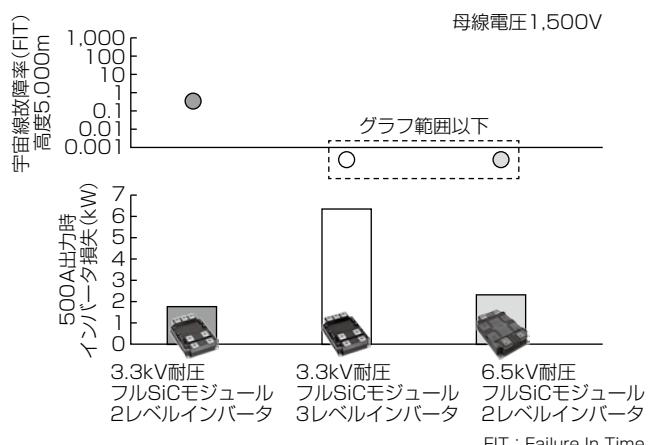
超高濃度オゾンによる下水汚泥減量システムと温室効果ガス発生量削減効果の試算

■ 電動航空機向けインバータへのフルSiCモジュール適用検討

Investigation of Application of Full-SiC Power Module to More Electric Aircraft Inverter



二酸化炭素排出量の削減を背景に、電動航空機の開発が本格化している。電動航空機の推進系インバータには省エネルギー性(低損失)とともに、信頼性(宇宙線に対する低故障率)も重視される。今回、2種類のフルSiC(シリコンカーバイド)モジュール(3.3kV耐圧と6.5kV耐圧)を用いて損失と宇宙線による故障率をモデルベース技術で解析した。その結果、6.5kV耐圧モジュールでは、省エネルギー性、高信頼性の両面で優れた性能を示すことを確認した。一方、3.3kV耐圧モジュールも十分に優れた性能を示すことが確認できた。最終的にはモジュールのコストも鑑みて、電動航空機の仕様に最適な適用法を検討し、推進系インバータの開発を加速させる。



回路構成別インバータ損失と宇宙線故障率のトレードオフ

■ 航空機電動化開発を支える絶縁評価技術

Technology to Evaluate Electrical Insulation Supporting Development of Aircraft Electrification



電動航空機へのパワーモジュールやモータの適用に当たって、高高度環境、すなわち、低気圧環境や温湿度変化が激しい環境、高宇宙線量環境に対応した絶縁設計が求められる(図1)。これに対して、このような環境下での絶縁性能の評価技術は未構築であった。そこで、気圧・温度・湿度の複合環境下で部分放電特性や絶縁破壊特性の低下度合いを評価できる技術を開発した(図2)。また、宇宙線照射した絶縁材料の帶電特性の実測と、宇宙線

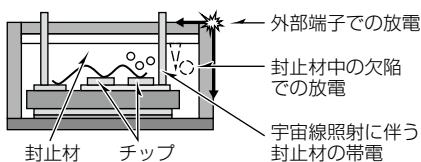


図1. 高高度環境下で絶縁設計が必要な絶縁弱点部の例

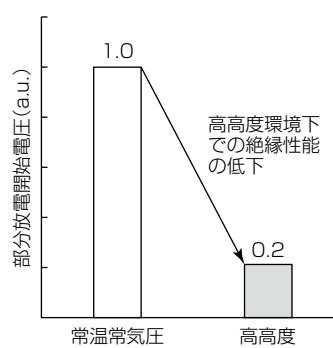


図2. 高高度環境下でのパワーモジュールの絶縁特性

照射によるエネルギー付与解析を組み合わせることによって、宇宙線照射に伴う封止材の帶電がパワーモジュールの絶縁性能に与える影響度合いを評価できる技術を開発した(図3)。これらによって、高高度環境に対応した絶縁設計を可能にした。

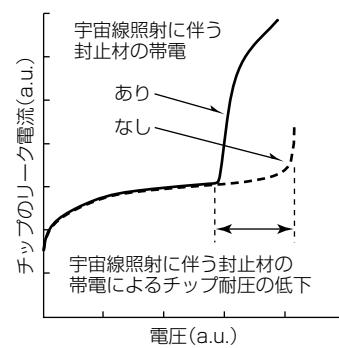
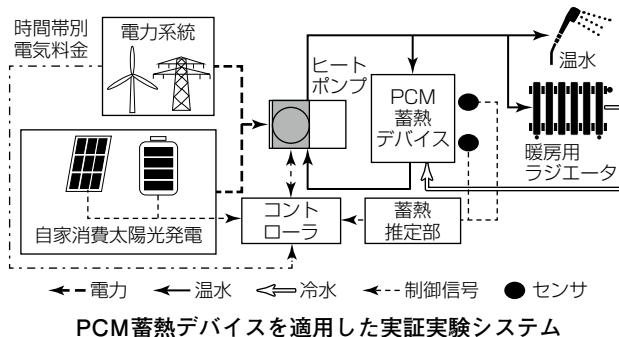


図3. 宇宙線帶電に伴う封止材の帶電下でのチップ特性

■ PCM蓄熱デバイスを用いたヒートポンプ式暖房・給湯機最適制御技術

Optimal Control Technology for ATW System Using PCM Heat Battery

凝固・融解時の潜熱エネルギーを活用するPCM(Phase Change Materials)蓄熱デバイスは蓄熱量が大きく、蓄放熱温度を自由に設計可能であり、装置の小型化や省エネルギー・電気料金削減を目的に、ヒートポンプ式暖房・給湯システムATW(Air To Water)への活用が期待されている。



今回、蓄熱デバイスの外側にセンサを設置し、蓄熱量を推定して、ヒートポンプを最適運転制御する技術を開発した。欧州市場向けATW“ecodan”に適用した評価実験で、開発した最適運転によってヒートポンプの太陽光発電自家電力使用量を47%向上させて、電気料金を17%削減可能であることが明らかになった。今後、様々な蓄放熱温度のPCMに対応するため、運転制御最適化の開発を進める。



PCM蓄熱デバイス向けATWヒートポンプ最適制御の効果

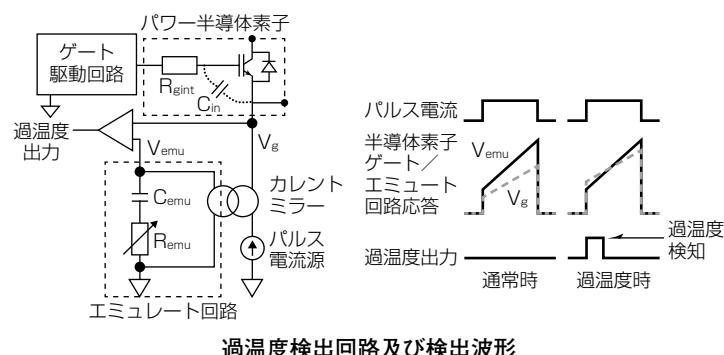
■ 内部及びエミュレートされたゲート抵抗による過温度検出方法

Over Temperature Detection Method via Internal and Emulated Gate Resistance

パワー半導体素子の過温度を検出する回路を開発した。パワー半導体素子は通電で生じる損失によって発熱するが、ある一定以上の温度(過温度)になると半導体素子の通電制御ができなくなり破壊の原因になる。従来は半導体素子上に温度検出用のダイオードを搭載することで素子温度を検出してはいたが、素子の有効面積が犠牲になる課題があった。

今回、素子の内部ゲート抵抗及び入力容量からなるインピーダンスと、駆動回路上に設けたエミュレート回路のインピーダンスの応答を比較することで素子の過温度を検出する回路を開発した。その結果、素子

の有効面積を削減することなく、静止状態で±4.2°C、スイッチング時に±7.4°Cの検出精度を実現した。



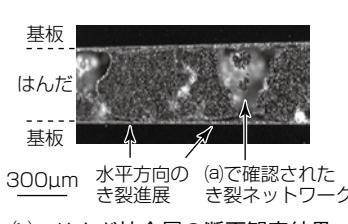
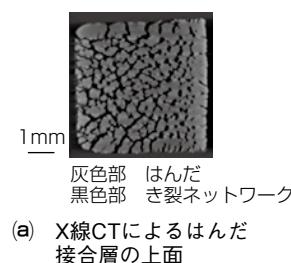
過温度検出回路及び検出波形

■ 鉛フリーはんだの疲労き裂ネットワークに関する解明

Investigation of Fatigue Crack Network in Lead-Free Solder

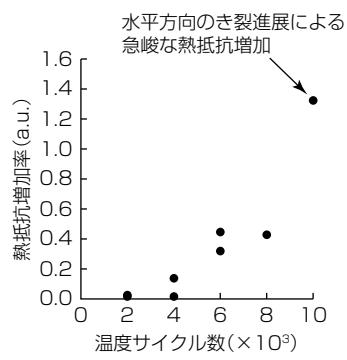
鉛フリーはんだに生じる疲労き裂ネットワークの進展挙動、及び熱抵抗への影響を解明した。パワー半導体素子の接合に鉛フリーはんだを用いたとき、素子と回路基板との線膨張係数差が小さい条件では、温度サイクルによって、はんだ接合部の層内にネットワーク状のき裂が形成される。

今回、き裂ネットワーク形成の終期で、はんだ接合界面近傍を界面に対して水平方向にき裂が進展し、熱抵抗が急峻(きゅうしゅん)に増加することを明らかにした。このようなき裂



はんだ接合層のき裂ネットワーク観察結果

進展終期の挙動に関する知見は、今後のパワーモジュール長寿命化開発に向けて有用であると考えて、信頼性設計手法の確立を目指して定量的なモデル構築を実施する予定である。



温度サイクル回数とはんだ接合層の熱抵抗増加率との関係

HVIGBTモジュールでのシリコーンゲルの吸湿挙動と結露リスクの明確化

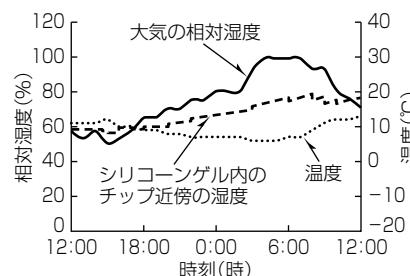
Investigation of Humidity Absorption Behavior and Condensation Risk of Silicone Gel in HVIGBT Modules

電鉄・電力市場では様々な環境に対する高い信頼性が求められている。特に湿度の高い環境でのモジュールの耐湿性向上とその確認技術が強く求められている。

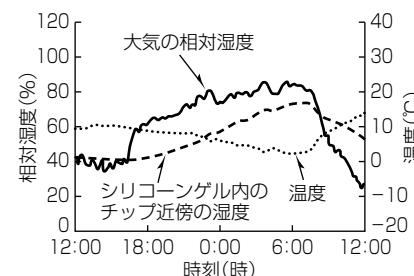
モジュールの吸湿挙動を明らかにするために、封止材であるシリコーンゲルの温湿度に対する水蒸気の拡散係数・溶解度係数の取得と吸湿挙動のシミュレーションを実施した。その結果、大気中に比べてシリコーンゲル中では結露が発生しにくいこと、及び市場環境下ではシリコーンゲル内部での結露リスクが小さいことを明らかにした。

この技術によって、様々な環境でのモジュールの吸湿・結露リスクを明ら

かにするとともに、今後はモジュール信頼性試験条件の適正化にも貢献していく。



ロンドンの環境データ(2020年2月1日～2日)
に基づくHVIGBTモジュール内のシリコーンゲル
の吸湿シミュレーション結果



東京の環境データ(2020年2月4日～5日)
に基づくHVIGBTモジュール内のシリコーンゲル
の吸湿シミュレーション結果

HVIGBT : High Voltage Insulated Gate Bipolar Transistor

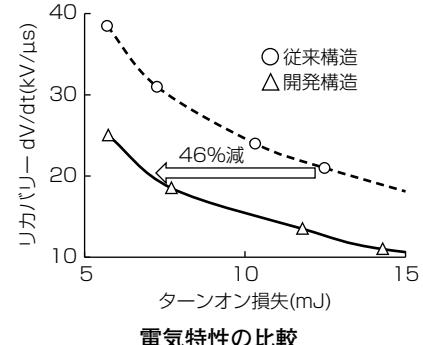
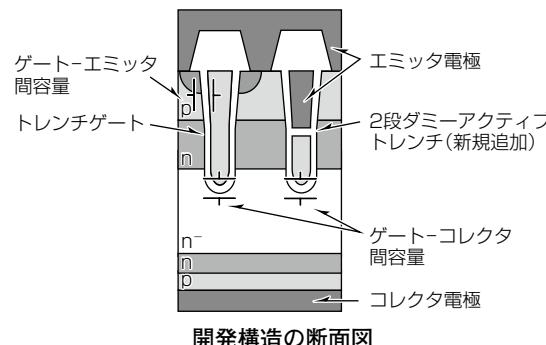
シリコーンゲルの吸湿モデルに基づく市場環境下での
シリコーンゲルの吸湿シミュレーション結果

2段ダミーアクティブ構造によるIGBTのターンオン損失低減技術

Split-dummy-active Structure for Reducing Turn-on Switching Loss of Insulated Gate Bipolar Transistor

低炭素社会を支えるパワー半導体で、使いやすさが性能指標の一つになりつつある。従来、Si-IGBT(Silicon-Insulated Gate Bipolar Transistor)のターンオン損失と還流ダイオードでの単位時間当たりの電圧上昇であるリカバリー dV/dt はトレードオフ関係にあり、モータの絶縁不良の原因になるリカバリー dV/dt の抑制にはターンオン損失を犠牲にする必要があった。今回、複数あるトレンチゲートの一部を2段に分割し、上段の電極をエミッタ電極と同電位にすることによって、

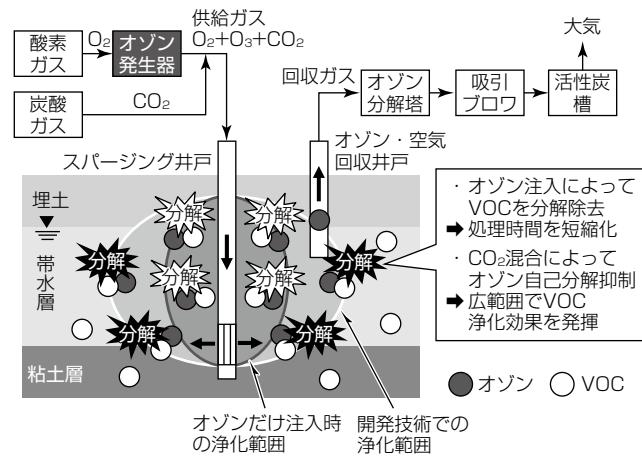
ゲート-コレクタ間容量とゲート-エミッタ間容量の比率を最適化した。この結果、トレードオフが改善し、ターンオン損失を46%低減できた。この成果によって、電力変換器の更なる低損失化が期待できる。



オゾンガススパージングによる地下水・土壌VOC浄化

Technology for Removal of Volatile Organic Compounds in Groundwater by Ozone Gas Sparging

地下水・土壤中の揮発性有機化合物(VOC)による汚染を従来よりも短時間で浄化可能な技術を開発した。2017年の土壤汚染対策法改正を背景に、VOCに汚染された地下水・土壤の浄化対策が推進されている。従来の浄化処理では、特に、地下水中的VOC濃度が低い場合に長時間処理が強いられ、コストが肥大化する課題があった。今回、高い酸化力をを持つオゾンと二酸化炭素を地下水中に注入するオゾンガススパージング技術を開発した。この技術はオゾンの自己分解を抑制して広範囲で浄化効果を得られることが特長で、実証試験で地下水中のVOC濃度を従来技術よりも短時間で環境基準以下に低減できることを確認した。この技術によって、低コストでの地下水・土壤再生が期待できる。

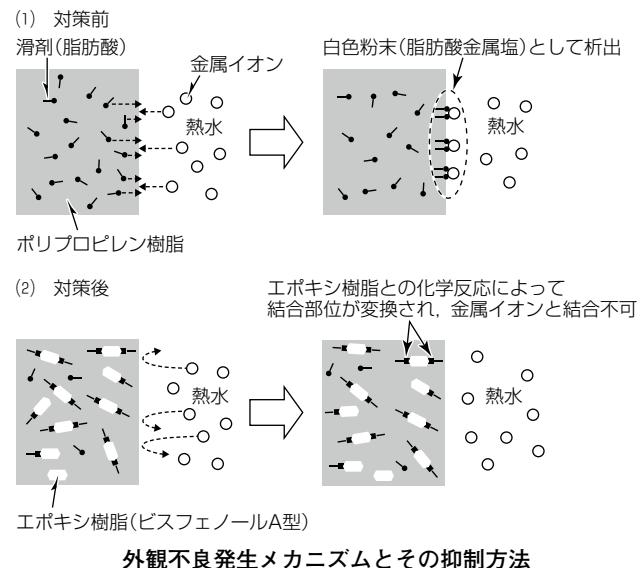


CO₂混合オゾンガススパージング技術

■ 热水処理に由来する外観不良を抑制できるリサイクルポリプロピレン樹脂成形品

Recycled Polypropylene Resin Molded Products Suppressing Appearance Defects Caused by Hot Water Treatment

热水環境で使用可能なりサイクルポリプロピレン樹脂成形品を開発した。大型家電から市場回収されたリサイクルポリプロピレン樹脂成形品は热水環境に晒(さら)すと白色粉末が析出し外観不良が発生する。この原因物質は、成形時の樹脂流動性を高めるための脂肪酸系の滑剤であり、熱によって樹脂表面に移行した滑剤のカルボキシ基が热水中の金属イオンと結び付いて白色粉末の脂肪酸金属塩が析出する。今回、滑剤のカルボキシ基と化学反応するビスフェノールA型エポキシ樹脂を添加することで、热水処理による外観不良を抑制できる技術を開発した。この技術によって、热水環境で使用されるプラスチックにもリサイクル材料を適用可能になり、リサイクル材料の適用範囲拡大が期待できる。



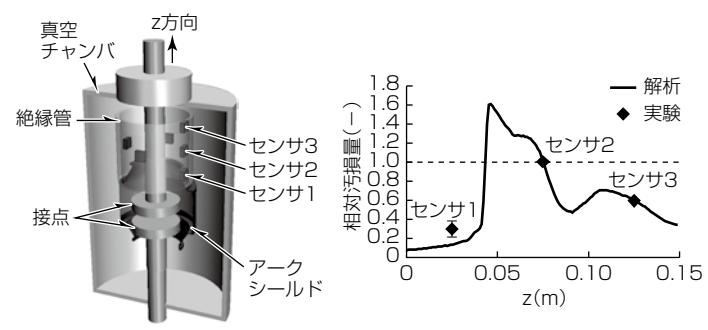
■ 真空遮断器の高電圧化を実現する汚損診断及び汚損シミュレーション技術

Diagnostic and Simulation Technology of Contamination Process for High Voltage Vacuum Circuit Breakers

真空遮断器での絶縁劣化の主要因の一つである真空インラプタ内面への微小金属粒子付着による汚損状況を診断・予測する技術を開癆した。金属粒子の付着による微少な質量変化を水晶振動子の振動数変化によって検出する手法を確立し、汚損状況の定量化を実現した。併せて、確率論的手法(Direct Simulation Monte Carlo : DSMC)を用いることで

金属粒子の衝突・反射・付着などの運動特性を考慮し、実測と整合する汚損シミュレーション技

術も確立した。これらの技術によって従来困難であった真空遮断器の汚損診断・予測を実現し、汚損現象を考慮した信頼性の高い遮断器設計が可能になり、従来よりも高電圧に対応した真空遮断器を実現できるようになった。



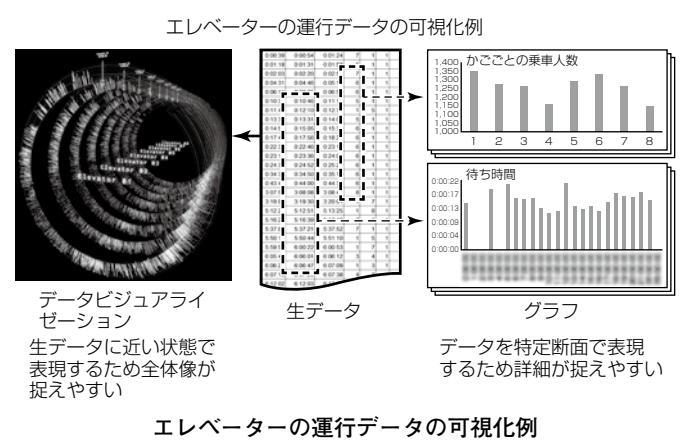
真空インラプタ模擬装置での汚損量測定と解析結果

■ 複雑な世界をひも解くデータビジュアライゼーション

Data Visualization to Unravel Our Complicated World

高度で複雑化する社会課題の解決には、大量多種のデータを活用しつつ、その全体像や相関性を人に分かりやすく伝える必要がある。データビジュアライゼーションは、生データに色や形を与えることで、事象の全体像を捉えやすくし、潜在的な課題の発見や解決に導く支援をする。

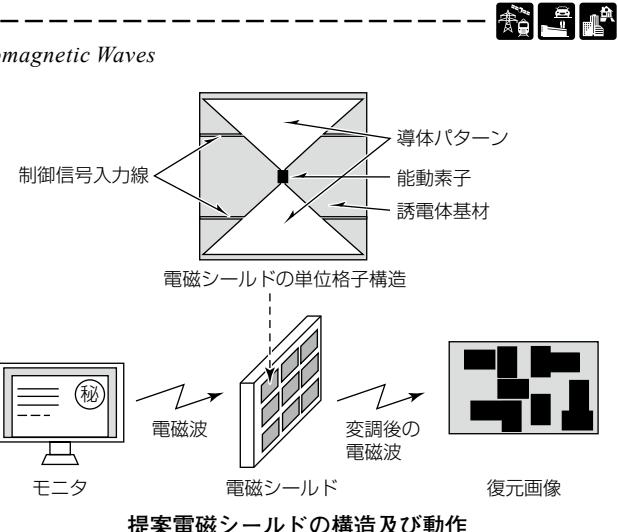
エレベーターの運行データの可視化例では、時計回りに行先階やかごの到着時間を配置することで、運行傾向が確認できた。サステナブルな社会の実現に向けて、エネルギーの効率的な運用やインフラ保全の高度化など、社会課題を解決する状況把握手段として可視化技術を活用していく。



■ 電磁波に含まれる情報を秘匿する電磁シールド

Electromagnetic Shield for Concealing Information Contained in Electromagnetic Waves

モニタがノイズとして出す電磁波に表示内容の情報が含まれていることを利用して、これを傍受し、表示を復元する攻撃がある。通常の電磁シールドのように、電磁波を減衰するだけでは、同一表示内容の情報を複数フレーム分傍受し、平均処理によって表示を鮮明化することで表示を復元される場合がある。開発した電磁シールドは、導体パターン、能動素子、及び制御信号入力線を誘電体基材上に配置した単位格子構造の配列からなり、電磁波を減衰するとともに、制御信号に応じて電磁波を変調できる。電磁波に含まれる情報を変調によって上書きすることで、平均処理による鮮明化を防いで、攻撃を阻止する効果がある。

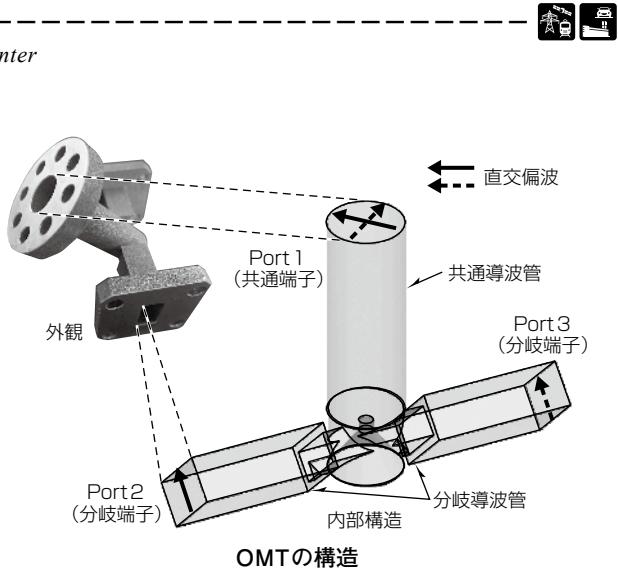


■ 金属3Dプリンターを適用した小型導波管偏波分離回路

Compact Waveguide Polarization Separation Circuit using Metal 3D Printer

衛星通信などで用いられる導波管偏波分離回路では、偏波が直交する二つの信号の分離が求められる。従来回路は切削加工が前提のため非対称な構成を取らざるを得ず、良好な分離特性の実現と小型化の両立が困難であった。

今回、回路製造に金属3Dプリンターを適用し、従来になかった小型な偏波分離回路(Ortho - Mode - Transducer : OMT)を開発した。金属3Dプリンターで対称な回路構成を実現することによって、直交する二つの偏波をそれぞれ同一原理で分離し、分離特性を向上させた。これによって、従来に比べて、反射特性を5dB改善するとともに50%の小型化を実現した。この技術は、他社との差別化を図り、衛星／基地局事業の競争力向上に貢献するものである。



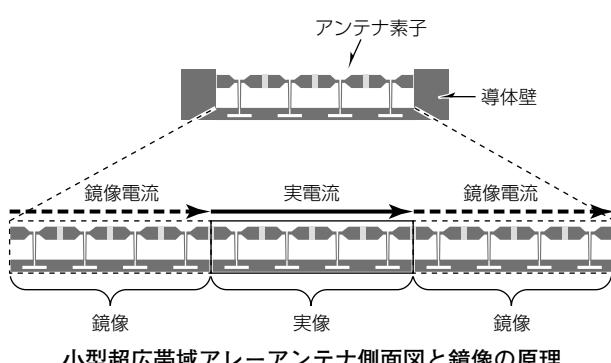
■ 小型超広帯域アレーアンテナ

Small-sized Ultra-wideband Array Antenna

航空機や小型衛星等への搭載に好適な小型超広帯域アレーアンテナを開発した。

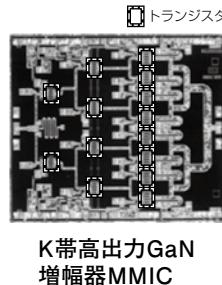
従来のアレーアンテナで超広帯域特性を実現するためには、低周波帯域端で1波長以上のサイズが必要であり、アンテナが大型化する課題があった。

これに対して、アンテナ端部に導体壁を設置して電気的に鏡像を作り出すことで仮想的にサイズを大きくする新たな超広帯域アレーアンテナを考案した。これによって、1波長以下の小さいサイズでも良好な電気特性を得ることができ、従来比1/3の小型化に成功した。

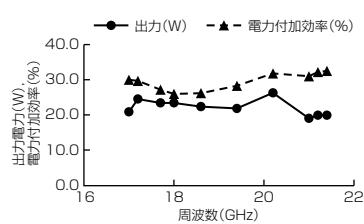
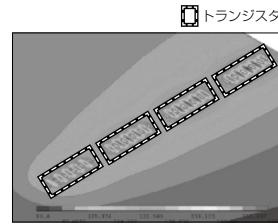


■ K帯高出力GaN増幅器MMIC High Power K-band GaN Power Amplifier

衛星通信向けK帯GaN(窒化ガリウム)増幅器MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit)の高出力電力・高効率化技術を開発した。衛星通信では通信容量増大の要求に伴い通信周波数の高周波化が進められている。従来衛星通信に用いられてきた進行波管電力増幅器は高周波化に伴う構造面での高精度化に課題があり、近年は固体電力増幅器の適用が注目されている。今回、熱解析によって固体電力増幅器向けGaN増幅器MMICのトランジスタ間での熱干渉を最小



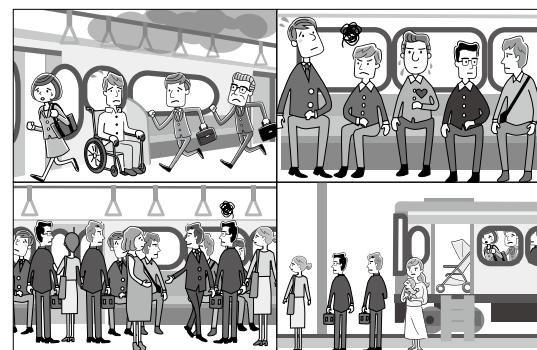
化し、熱による出力電力・効率・利得の低下を最小化した。試作したK帯GaN増幅器MMICは、連続動作条件下で世界トップレベルの高出力電力・高効率特性(出力電力19.1W以上、電力付加効率26%以上)を実現した。



世界トップレベルの
高出力電力・高効率特性

■ 鉄道の運行支障時のユーザー特性の研究 Research of User Characteristics in Disruptions to Rail Services

鉄道の運行に支障があるときに必要となる乗客への支援を明らかにするため、多様な利用者を対象に個別インタビュー調査を行った。調査対象は、鉄道を介助なしに利用することがあり、運行支障時に第三者による支援の必要性が考えられる障がい者や外国人などに健常者を加えた12属性61人である。インタビューによって、各種運行支障のシーン別に利用者の心身の状態や行動を定性データとして取得した。多様な利用者特性を横並びで見て、シーンごとに必要な支援を俯瞰(ふかん)的に整理した。今後、鉄道での安全かつ適切な製品開発に活用していく。



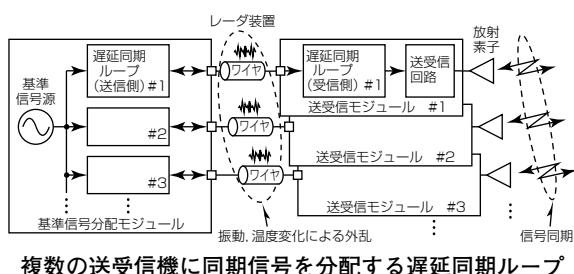
インタビュー結果を基にした運行支障時に予測される利用者シーンのイラスト

■ レーダの複数送受信機の同期精度を向上する基準信号同期IC Reference Signal Synchronization IC to Improve Synchronization Accuracy of Multiple Radar Transmitters and Receivers

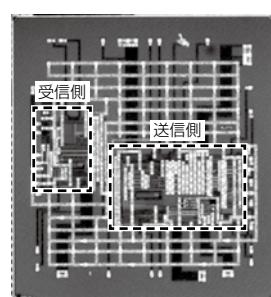
車載の衝突防止センサ等に使われているレーダでは、複数の送受信機を同期させて動作させることで検知分解能を向上させることができるが、振動や温度変化による外乱が存在する状況でも同期信号を高精度に分配することに課題があった。今回、位相変動を抑えて同期信号を分配する遅延同期ループ内の可変遅延回路(VCDL)の特性ばらつきを抑制し、より高精度な同期を実現する当社独自技術を開発した。

提案構成は、従来二つ必要であったVCDLを一つだけ使うことで同様の機能を実現する。これによってVCDL個体の特性ばらつきの影響を受けず、高精度な同期が可能になる。同期精度の検証として外乱に対する位相変動の抑圧機

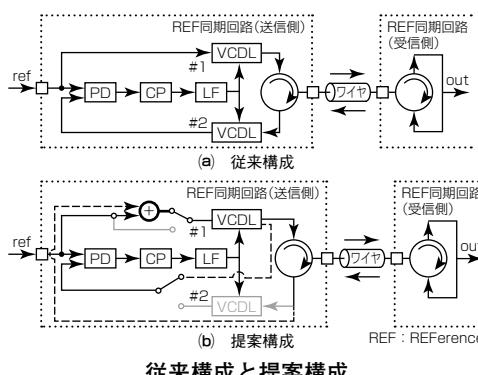
能を測定した結果、提案構成はVCDLのばらつきが小さいときの従来構成と同様の特性を実現した。



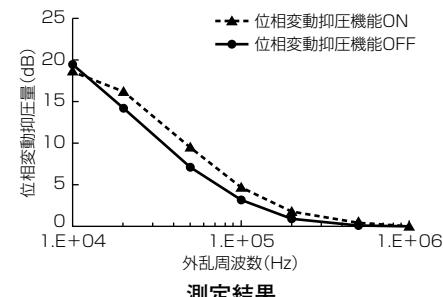
複数の送受信機に同期信号を分配する遅延同期ループ



チップ写真



従来構成と提案構成

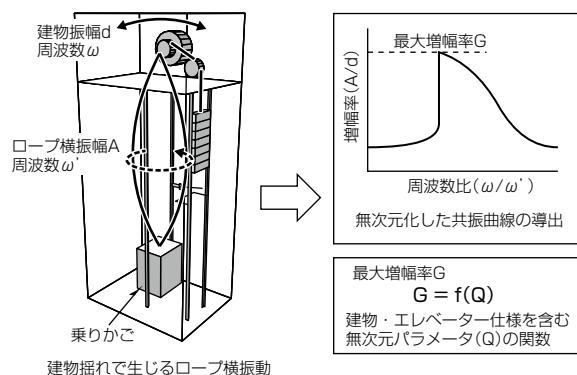


測定結果

■ 建物揺れ時のエレベーターロープ最大横振幅を簡易に求める解析手法

Simplified Solution against Maximum Rope Sway due to Building Vibration

強風や地震で建物が揺れ続けると、特定のかご位置でエレベーターロープが大きく横に揺れる共振現象が発生する。このときのロープ横振動の共振曲線は非線形振動特性を示すため、最大振幅の評価にはシミュレーションによる数値計算が必要であった。そこで、ロープの横振動と縦振動を1自由度振動系でモデル化し、さらに共振曲線を無次元化することで、ロープ横振動の最大値を求める解析手法を開発した。これによって、エレベーターの仕様や建物の加振条件を含む無次元パラメータを入力として、ロープ横振動の最大振幅を容易に求められる。そのため、ロープ揺れのリスク評価と対策案を早期に提示可能になり、強風・地震に強いエレベーターを提供できる。



エレベーターロープの最大横振幅を求める解析手法

■ 動くサイン“ダイナミック・サイン”的人間工学的デザイン要件とISO規格提案

Ergonomic Design Requirements and International Standardization of "Dynamic Signs"

ダイナミック・サインは状況に応じて表示内容を動的に変化させる情報提示技術の総称で、誘導や注意喚起サインの気づきと理解を高めることができる。しかし、その見やすさや利用しやすさ、安全性に関する統一規格はこれまで存在しなかった。そのため国立研究開発法人 産業技術総合研究所とともにVR(Virtual Reality)技術を用いた人間工学実験や実施設の実証実験等を行い、施設利用者的人間工学特性の基礎データを取得した。それらを基にサインデザインの要求事項をまとめて、ISO規格を提案し、発行に至った。



■ 高光出力と高ビーム品質を両立するフォトニック結晶面発光レーザ

Photonic Crystal Surface-emitting Laser with High Power and High Beam Quality

フォトニック結晶レーザ(PCSEL)は二次元ナノ周期構造であるフォトニック結晶の利用によって、従来の半導体レーザを凌駕(りょうが)する高輝度(高出力かつ高ビーム品質)ビームを実現可能である。将来的なスマート加工(レーザ加工)システムの超小型・低コスト化に向けて、図1に示す1 mm φ PCSELを開発した(京都大学で開発されたPCSEL技術を基に、当社も参画した)。試作したデバイスを連続電流駆動した結果、10W級の高輝度ビームが得られた(図2)。さらに、PCSELを光源とする金属表面加工

システムを作製し、ステンレス板表面の微細加工に成功した。今後はフォトニック結晶構造を深化させ、ワンチップ100W～kW超級PCSELを適用したレーザ加工機の実現を目指していく。

この研究は京都大学で開発されたPCSEL技術を基に、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の下で、当社も参画して研究を進めたものである。

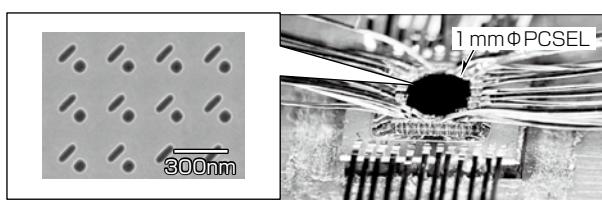


図1. PCSEL
(どちらも京都大学で試作したもの)

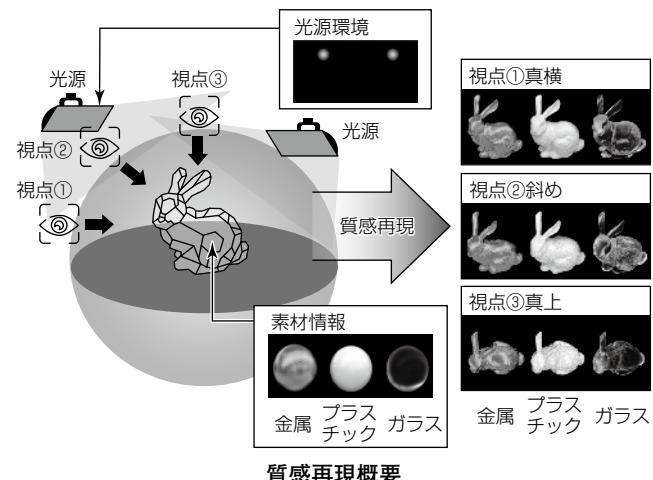


図2. PCSELの性能評価結果

■ 質感再現技術

Technology for Reproducing Real Objects in Virtual Space

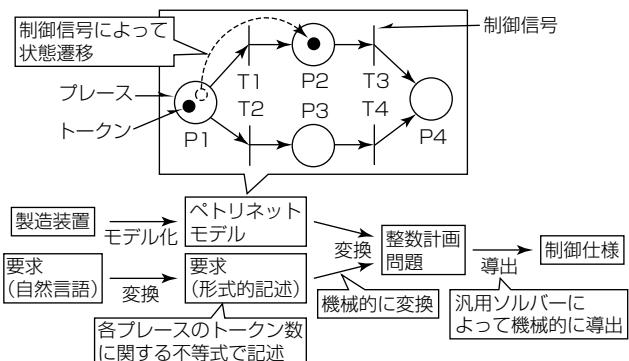
仮想空間上に現実空間の物体モデルをリアルに再現する質感再現技術を開発した。光源と物体の素材情報を基に、仮想空間上に反射や透過、屈折などの光学現象を忠実に再現することで、まるで現物を見ているかのような物体の質感を再現する。また、光源と視点を自在に変化させることで、現実空間以上の自由度で物体を確認可能である。少子高齢化・ニューノーマル社会では、場所や時間の制約から解放された新しいワークスタイルが求められている。質感再現技術によってデジタルツインを高度化し、現実空間と仮想空間の境界を最小化することで、これまで現地・現物で実施していた工業製品の意匠確認などを時間や場所の制約なしに行うことを可能にする。



■ シーケンス制御プログラム自動生成に向けた制御仕様導出技術

Control Specification Derivation Technology for Automatic Generation of Programmable Logic Controller Programs

FAシステム構築効率化のため、シーケンス制御プログラム自動生成技術に応用可能な制御仕様導出技術を開発した。この技術では、製造装置とその動作に対する要求から、製造装置を要求どおり制御するための各時刻の制御信号(制御仕様)を機械的に導出する。制御仕様導出では要求の形式的かつ簡潔な記述が重要である。既存の要求記述方式では、製造装置がとり得る全ての状態を解析し要求を記述するが、同時並行動作が多い製造装置では状態数が膨大なため、要求の記述量が膨大になる。この技術では、同時並行動作のモデル化に適したペトリネットモデルを用いて、状態の一部に制限をつける要求記述方式を考案することで要求の記述量を削減し、機械的な制御仕様導出を可能にした。

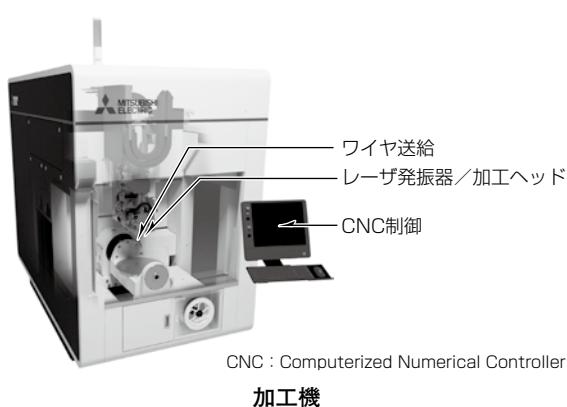


■ ワイヤ・レーザ金属3Dプリンター“AZ600”

“AZ600” Wire-laser Metal 3D Printer

溶接用ワイヤをレーザで溶融し、三次元構造を高品質に造形するワイヤ・レーザ金属3Dプリンター“AZ600”を2022年3月1日に発売した。造形物高さや溶融池幅等の計測値に基づいて、軸指令値とワイヤ供給量及びレーザ出

力の指令値を協調制御するデジタル造形技術によって、安定的かつ高品質な三次元造形を実現した。ワイヤ材を用いているため、既存の粉末方式と比較して作業性や安全性に優れており、高い緻密度で空孔の少ない高品位な造形を実現できる。自動車や船舶、航空機の部品製造でのニアネットシェイプ化や肉盛り補修向け等で、消費エネルギー削減や省資源、加工時間短縮を実現する高効率な工法を適用することによって、脱炭素時代のモノづくりに貢献する。



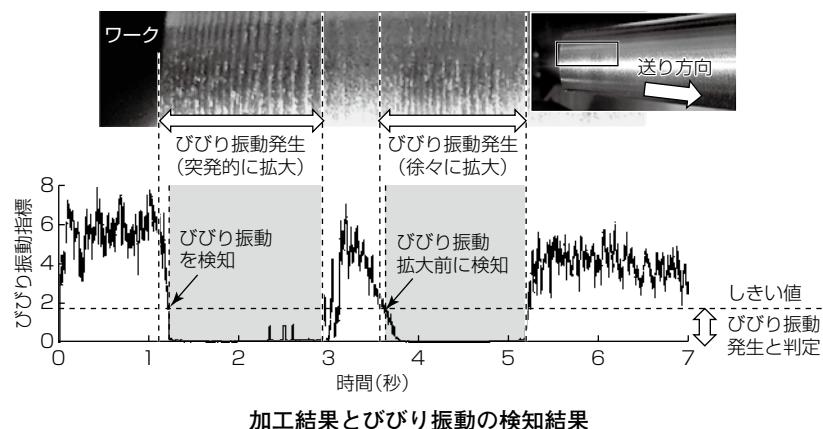
造形サンプル

■ 数値制御装置の信号を活用したびびり振動の高速検知技術

Fast Chatter Detection Method Using Computerized Numerical Control Data

切削での加工品質低下の原因であるびびり振動を高速に検知する手法を開発した。びびり振動は振幅が時間とともに拡大する自励振動であるため、発生を瞬時に検知し回避することが要求される。従来の周波数解析を行う手法では検知に数秒程度の時間を要して、検知した時点で既に加工に致命的な不良が発生することが多かった。今回の開発手法では、数値制御装置から取得した主軸角度を参照して工作機械に設置した加速度センサ信号を逐次解析する方式にしたことによって100ミリ秒未満でのびびり振動検知が可能になった。これによって、加工条件変更などの対策をリアルタイムに実施することで切削

加工の歩留り向上と加工時間短縮に貢献できる。



加工結果とびびり振動の検知結果

■ ティーチングレスロボットシステムのデザイン

Design of Teachingless Robot System

コロナ禍で、今後、食品市場や物流市場に対する産業用ロボットの導入が一層求められることが予想される。しかし、現状のロボットに動作設定を行うには専門知識が必要で、また多くの時間を要するため、これらは現場への導入障壁になっている。そこで、初心者でも簡単にロボットの動作設定ができるように、タブレット端末によるタッチ操作や音声操作を主とした簡単操作UI(User Interface)を開発した。食品工場等での弁当箱への食品の盛り付け箇所や、盛り付け対象物の個数を表す数値などをAR(Augmented Reality)を用いた立体的表示にすることで、タッチ操作や音声操作の誤入力を軽減する。現場で働く職員にとっても扱いやすく、より多くの現場への導入が期待できる。

ロボット設置時のシミュレーションAR表示



盛付場所の指示ミスを防ぐ立体的AR表示

ティーチングレスロボットシステムのUI

■ プレジャーboroのオートパイロット機能を支える方位制御技術

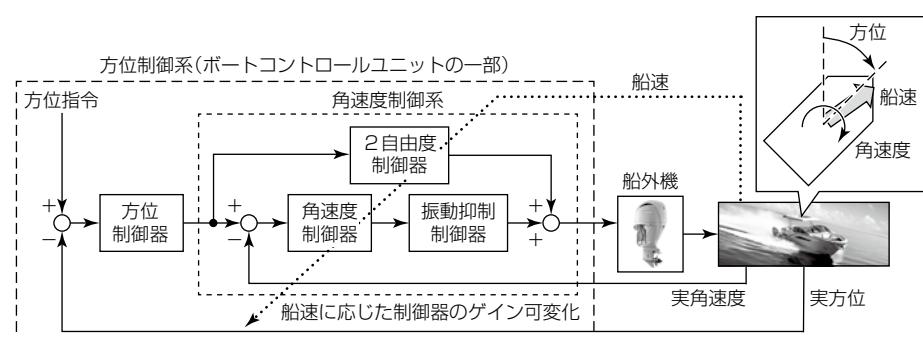
Heading Control Technology Supporting Autopilot Function for Pleasure Boats

プレジャーboroでは、舵(かじ)効きが鈍感な釣り用途の低船速域から、敏感な移動用途の高船速域にかけて、方位指令どおりに実方位を安定に追従させる課題があった。これに対して、ボート動特性の船速依存性を実験で明確にし、船速に応じたゲイン可変型の次の制御器を持つ動特性変動に頑強な方位制御技術を開発した。

- (1) 角速度の制御応答バラつきを抑制する角速度制御器
- (2) 特に舵効きが鈍感な低速域で、操舵(そうだ)に対する角速度の制御応答の遅延を小さくする振動抑制制御器
- (3) 操船者に違和感を与えないよう、

方位指令直後に実方位を機敏に反応させる2自由度制御器

この技術は、ポートコントロールユニットへ適用され、顧客から高評価を得ている。



写真の出典：ヤマハ発動機株式会社サイト(<https://www.yamaha-motor.co.jp>)

開発技術を含む方位制御システムの全体構成

■ 居住者の健康性を向上させるウェルネス・システム

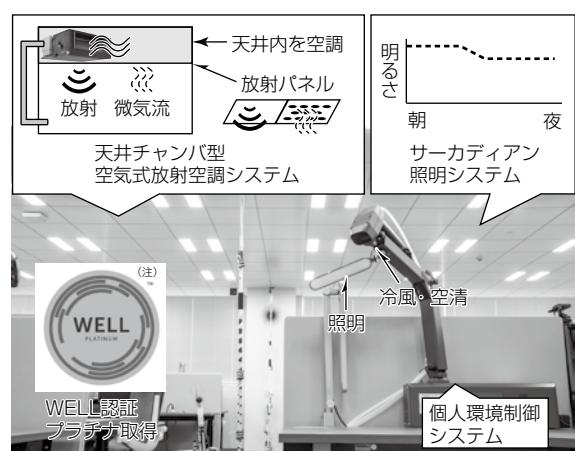
Wellness System to Improve Well-being for Office Workers

居住者の健康性を向上させるウェルネス・システムを開発し、ZEB(net Zero Energy Building)関連技術実証棟“SUSTIE”に導入した。

このシステムは、空間全体の環境を生成する各設備システムと、個々人の周辺環境を調整する個人環境制御システムで構成している。各設備システムとして、空調に天井チャンバ型空気式放射空調システム、照明にサーカディアン照明システムを導入している。また、個人環境制御システムは、冷風機能、空気清浄機能、照明機能等を備えている。

被験者実証では、このシステム導入後の健康性に関するアンケート結果が約4.7%向上し、有効性を確認した。

このシステムは、人の健康面からビルを評価するWELL認証に適合し、最高ランクのプラチナ認証取得に貢献した。



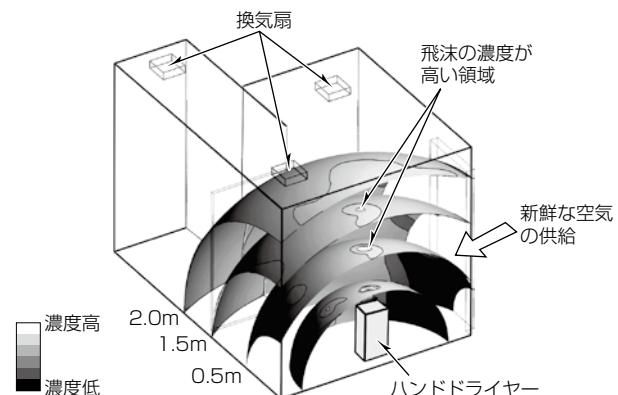
ウェルネス・システムの概要

■ ハンドドライヤーによるCOVID-19への感染リスクの評価手法

Assessment of Risk for COVID-19 Infection Caused by Hand Dryers

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大防止措置として、日本では多くの施設でハンドドライヤーの使用が停止された。ハンドドライヤー使用時の安全性を検証するため、運転時に生じる気流の影響を考慮した感染リスクの評価手法を構築した。一様かつ定常な状態を対象とした従来の評価手法に対して、この手法では、実測した粒子径分布や数値流体解析で予測した飛沫(ひまつ)の濃度分布と、他の先行研究などの様々なデータを組み合わせることで、時間的・空間的に変化する飛沫分布の影響を考慮することを可能にした。この手法を用いて試算した結果、多くの場合ハンドドライヤーによる水滴飛散は、会話などの直接的な唾液の飛散に比べて感染リスクへの寄与が小さくな

る可能性が高いことが示唆された。



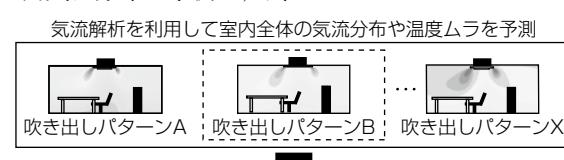
数値流体解析によって求めた飛沫濃度の空間分布の例

■ ビル向け快適気流制御技術

Airflow Control Technology for Commercial Air-conditioning Systems

近年のビル用空調市場での健康や快適性に配慮した空間へのニーズの高まりを受けて、室内全体の快適性を向上させる“ビル向け快適気流制御技術”を開発した。快適性に影響を及ぼす因子の一つである気流分布はセンサによる把握が困難である。この制御では、室内機の吹き出し角度、風量、発熱量などを変えた複数の吹き出しパターンに対してもあらかじめ気流解析を実行する。制御時には空調機のセンサ値で解析結果を補正して室内気流分布を予測し、所望の室内環境を実現する最適な吹き出しパターンを選択して制御する。当社ZEB関連技術実証棟で暖房試験を行った結果、足元の暖まりの遅さが改善

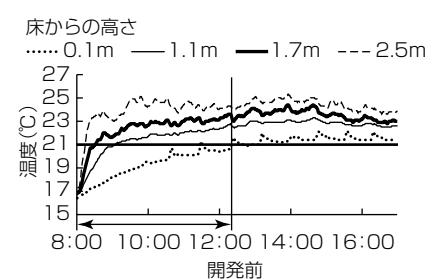
され、業務時間内での上下温度差が3℃以上になる時間が約30%削減されたことを確認した。



室内全体が最も快適になる吹き出しパターンを選択し

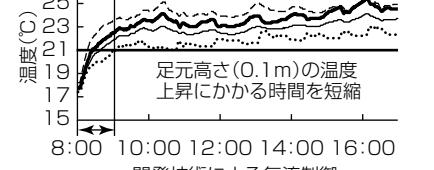
室内全体が快適になるよう制御

ビル向け快適気流制御技術のイメージ



床からの高さ
0.1m 1.1m 1.7m 2.5m

27
25
23
21
19
17
15
8:00 10:00 12:00 14:00 16:00
開発前



床からの高さ
0.1m 1.1m 1.7m 2.5m

27
25
23
21
19
17
15
8:00 10:00 12:00 14:00 16:00
開発技術による気流制御

実証データ(窓際の温度推移)

■ IHジャー炊飯器“本炭釜 紹(つむぎ)”の“らく楽アシスト”

"Raku Raku Assist" for IH Rice Cooker "Pure Carbon Pot TSUMUGI"

当社の“らく楽アシスト”は、誰もが“あんしんして、らくに、楽しく使える”を考慮したものづくりを目指している。当社ジャー炊飯器発売50周年記念モデルの“本炭釜 紹”は、現在の設定内容や操作方法、操作ミスのガイダンスを液晶表示と同時に音声でアナウンスをする。また、手入れのしやすさでは、内ぶたや内釜を設置する本体のフレームでは、従来品から部品

ピピピッ。
内釜がありません。



操作方法、操作ミスのガイダンスを液晶表示と同時に音声でアナウンス

点数を削減し、凹凸を減らしたシンプルな構造にすることで、清掃性を向上させた。内ぶたは、約42%の軽量化を実現し、取り回しを良くした。当社独自のユニバーサルデザインの基準では高得点を獲得したが、今後は、さらに誰もが使いやすい製品開発に努めていく。



清掃性を向上させた本体フレーム



部品点数を削減し、42%の軽量化を実現した内ぶた

■ 国内向け6ドア冷蔵庫“MZ/WZシリーズ”的デザイン

Design of "MZ/WZ Series" Refrigerator for Domestic Market

筐体(きょうたい)プラットフォームの共通化によって、野菜室が真ん中、冷凍室が真ん中の二つのラインアップを持つ国内向け6ドア冷蔵庫を開発した。家庭ごとの食生活スタイルによって使い勝手を選ぶことができる。独自の断熱構造によって、従来機種に対して、幅、奥行きを変えずに庫内容積を拡大した。生鮮食品の鮮度を保つチルドケースは、横幅を庫内いっぱいに広げて、まとめ買いニーズに対応し



国内向け6ドア冷蔵庫
“MZ/WZシリーズ”

た。外観は、シンプルな直線を基調として、手になじむハンドルや落ち着いたカラー、光沢を抑えたガラス面材の質感によって、人や生活空間との調和を実現した。



横幅を庫内いっぱいに広げたチルドケース



野菜室が真ん中



冷凍室が真ん中

1.2 統合ソリューションを支える技術

Technologies Supporting Integrated Solutions

■ グラフデータベースを活用した試験統合管理プラットフォーム技術

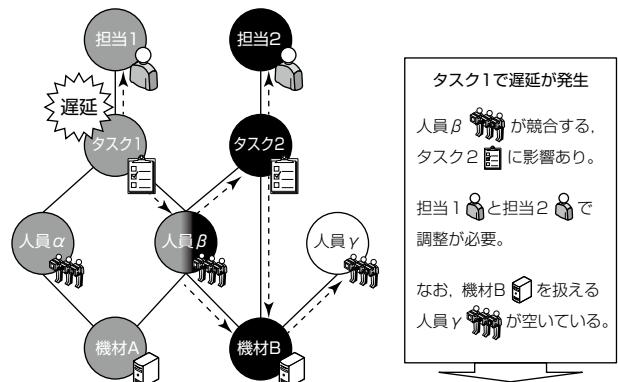
Test Management Platform Utilizing Graph Database System

大規模システム開発では、設計のフロントローディング等、超上流でのリスク低減が重要だが、製造前は不確定要素が多くゼロにできない。そのため、下流での問題発生時、早急に対策を取れる仕組みが必要になる。例えば、試験で手戻りが生じた際、担当は他への影響を確認し、調整するが、この時間は品質向上に寄与しないロストタイムになる。

今回、担当者、タスク、人員、機材等の要素を、割当てや技術等に基づいてグラフデータベースでひも付けて、何らかの要素で問題が生じた際、影響を可視化・通知する仕組みを開発した。

これによって、問題のあるタスクと影響するタスクの担当で、課題と関連要素を瞬時に理解し、対策(順序や機材

を組み替えての並行実施等)をすぐに検討できるようにした。



グラフデータベースで関係性を記録・追跡

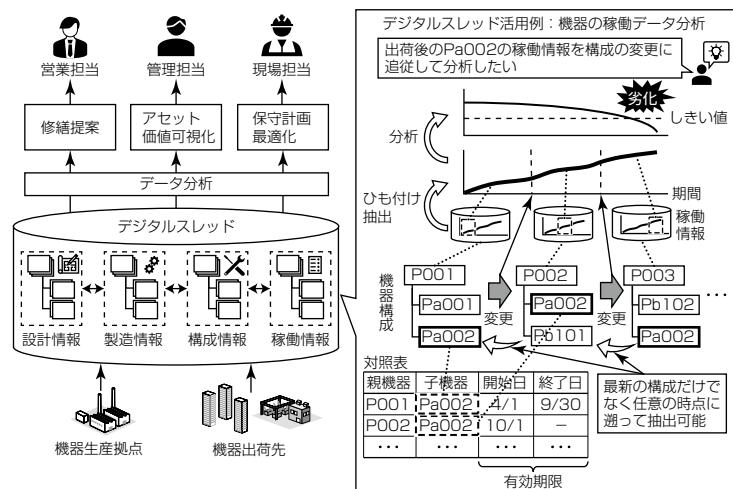
見える化・関係者への通知

グラフデータベースを活用した
試験統合管理プラットフォーム技術

■ 機器情報を一元管理するデジタルスレッド管理技術

Digital Threading for Device Data Consolidation

機器の設計情報、製造情報、構成情報や稼働情報を相互にひも付けて一元管理するデジタルスレッド管理方式を開発した。機器は出荷後に移動や付け替え、交換によって構成が変わり、異なった領域に稼働情報が格納されるため、機器個体に着目した稼働情報の抽出や分析が困難であった。この方式では、機器の生産拠点や出荷先から取得した情報を有効期間付きで管理する対照表によって、過去の任意の時点での機器の構成情報を復元可能にし、出荷後の機器の構成に追従して稼働情報を抽出できる。抽出した稼働情報を分析することで、機器の異常兆候を検知し、異常発生前の修繕提案、保守計画の立案や最適化、アセット価値可視化に活用し、高度な機器メンテナンスの実現に貢献する。

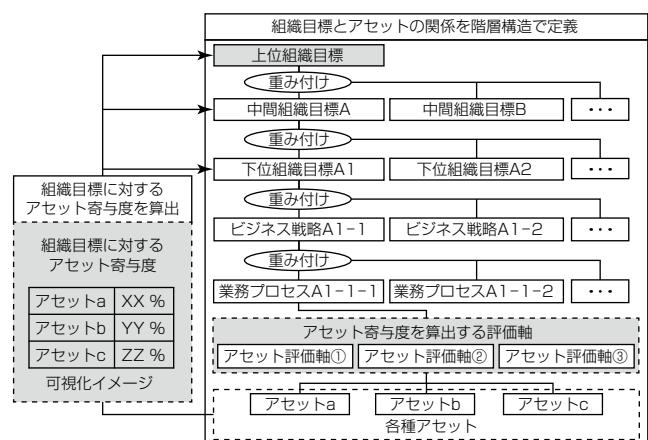


デジタルスレッド管理技術の構成と活用例

■ アセット寄与度管理システム

Asset Contribution Management System

鉄道等のインフラ事業ではアセットマネジメントに対する顧客ニーズが増えており、組織目標の達成に向けて戦略的にアセット投資(保全、改善)を行う重要性が高まっている。従来のアセット投資支援技術では、アセットの保全に要する投資施策は提示するが、組織目標に対するアセットの価値(寄与度)は考慮されず、性能改善など、より戦略的な観点まで含めた投資施策は提示できないという課題があった。この技術では、組織目標とアセットの関係を、ビジネス戦略、業務プロセス等の要素を用いて階層構造として定義することで、組織目標に対するアセット寄与度の算出と可視化を可能にした。この結果、より戦略的に優れたアセットマネジメントサービスが提供可能になる。

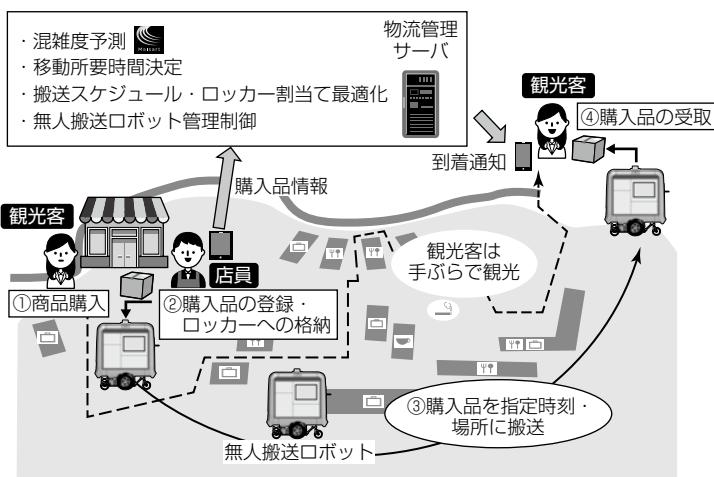


アセット寄与度算出イメージ

■ AIを用いた“手ぶら観光ソリューション”

Hands-free Sightseeing Solution with AI

観光地での購入品等の荷物携行負荷軽減や店舗での重量物の販売促進を目的とした、無人搬送ロボットによる“手ぶら観光ソリューション”的実証実験を実施し、利用者・施設運営者から好評価を得た。観光客の購入品を無人搬送ロボットが各店舗から収集し、指定の受取時刻・場所に最適な経路で搬送するものである。観光地では曜日・時間帯・天候などで混雑度合いが変化し無人搬送ロボットの走行時間に影響を与えるため、当社AI技術“Maisart”による混雑度予測によって指定された時刻への前後5分以内の搬送を実現した。また、無人搬送ロボットに搭載されたロッカーへの購入品割当てを最適化し、無人搬送ロボットの効率利用、利用者の使い勝手向上を実現した。



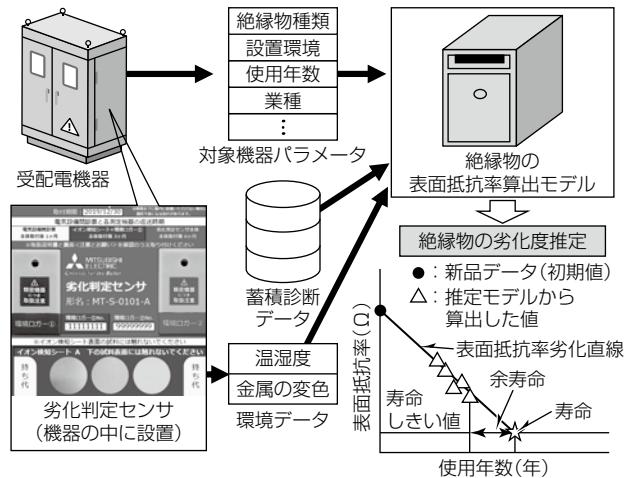
AIを用いた“手ぶら観光ソリューション”

■ 受配電機器の劣化診断システム

Degradation Diagnosis System for Power Distribution Equipment

受配電機器絶縁物の劣化診断時に、設備停電や現地測定作業が不要になる、簡易で低コストの劣化診断システムを開発した。絶縁物の劣化度は直接測定できないため、これまで現地での絶縁物表面のイオン量等の計測で、劣化度と相關の高い表面抵抗率を算出し診断してきたが、診断コスト低減と作業簡易化が課題であった。

今回、対象機器パラメータと劣化判定センサ(客先から返送され、当社内で解析する)から得られる環境データ(温湿度、センサ金属の変色)、及びこれまで蓄積してきた診断データから絶縁物の表面抵抗率算出モデルを構築し、絶縁物の劣化度を簡易に推定可能にして、また、経年変化から絶縁余寿命を予測可能にした。現地作業も不要になり、診断コストが50%削減できた。



受配電機器の劣化診断システム

■ 多用途搬送サービスロボットシステム“MELDY”のデザイン

Design of Versatile Delivery Service Robot System "MELDY"

病院向けとしてスタートする多用途搬送サービスロボットシステム“MELDY”では、多様化する搬送需要に対応するため脱着型カート方式を開発した。カートの付け替えで様々な搬送物に柔軟に対応し、ロボットの高稼働率を実現する。搬送ロボットを機能重視の“機械”ではなく、作業者が朗らかな気持ちで協動作業に取り組める“仲間”的な存在感をコンセプトに、丸みを強調したフォルムや愛嬌(あいきょう)のあるロボットの表情、声、話し方、走行音、管理・操作システムUI(User Interface)までトータルにデザインすることで病院内の環境に優しく寄り添うデザインを実現した。

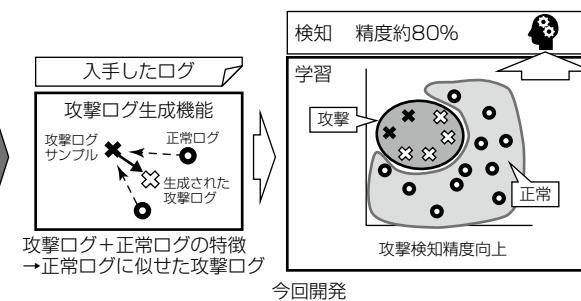
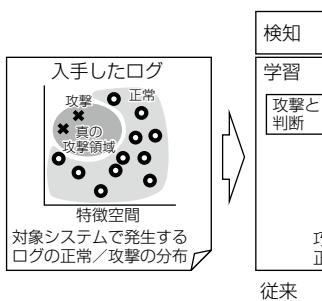


■ AIを利用した高度な攻撃検知技術

Advanced Cyber Attack Detection Technology Using Artificial Intelligence

サイバー攻撃の増加・巧妙化に対応するために、企業の業務環境から得られるログをAIで監視する攻撃検知技術が注目されている。この技術では正常時のログと攻撃時のログを学習することで真の攻撃領域をいかに正しく見定められるかが鍵になる。しかし攻撃ログを十分集めることは難しく、攻撃ログの学習が不十分な場合、正常か攻撃かの

判断境界が正常側に膨らんで正常に似た攻撃が見逃されて、検知精度に課題があった。今回の開発では、攻撃ログから正常なログに似せた巧妙な攻撃ログを生成し学習に加えることで、判断境界を真の攻撃領域に近づけて検知精度を約8ポイント向上させた。この技術は攻撃ログの入手が難しい制御システムなどで、より効果を発揮できる。



巧妙な攻撃ログを学習に加えることで、攻撃と判断する境界を真の攻撃領域に近づけることができる

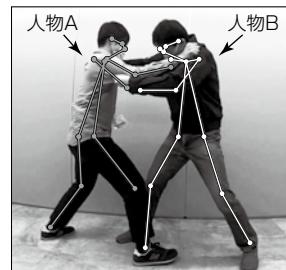
巧妙な攻撃ログ生成による検知精度改善のイメージ

■ 骨紋による危険行動検知技術 *Dangerous Behavior Detection Technology "KOTSUMON"*

人の骨格を解析して行動を認識する当社技術“骨紋”によって、暴力などの危険行動を検知する技術を開発した。

従来は、カメラ画像内の人骨格に着目して解析していたため誤検知が多かった。今回、複数人の骨格を解析することで、危険行動の誤検知を抑制した。具体的には、複数人の骨格情報から算出した骨格運動量や骨格速度、骨格形状(姿勢)を時系列解析する。もみ合いなどの複数人を巻き込む危険行動は、各人の動きや姿勢に相関がある特性から、この技術によって高精度に検知できる。

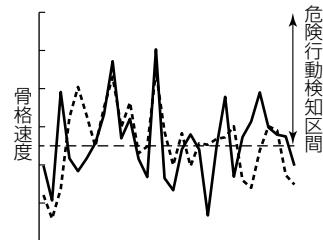
このように、危険な行動を自動検知することで、この技術はカメラによる防犯監視の業務負荷軽減や発見漏れ・遅れの抑制に貢献する。



映像

2人の骨格速度がともにしきい値を超える
→動きに相関がある大きな動き
=危険行動として検知

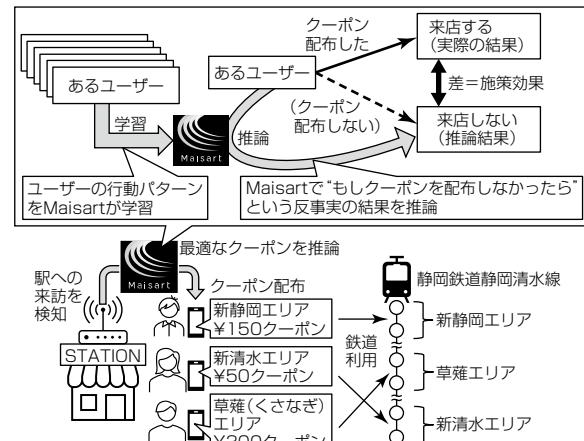
—人物A ---人物B --しきい値



骨格速度の解析結果

■ AI技術“Maisart”を活用したクーポン配布による行動変容促進 *Behavioral Change through Coupon by Artificial Intelligence Technology "Maisart"*

都心や駅周辺商店街等への来訪促進・にぎわいの創出を目的に、当社AI技術“Maisart”を活用した行動変容促進技術を開発し、静岡鉄道静岡清水線を実証フィールドとして、鉄道と沿線周辺店舗の利用を促すクーポン配布実証実験を実施した。この実証では、ユーザーの行動パターンを学習したAIがクーポン効果を推論し、ユーザーごとに最適な電子クーポンをモバイル端末に配布する。AIは、クーポン配布したユーザーには“もしクーポンを配布しなかったら”という反事実の結果を推論し効果を見積もることで、最適なクーポンを選定する。実証実験の結果、AIによるクーポン配布はランダム配布に比べて、クーポン配布による鉄道利用回数の増加効果が1.7倍になる結果を得られた。



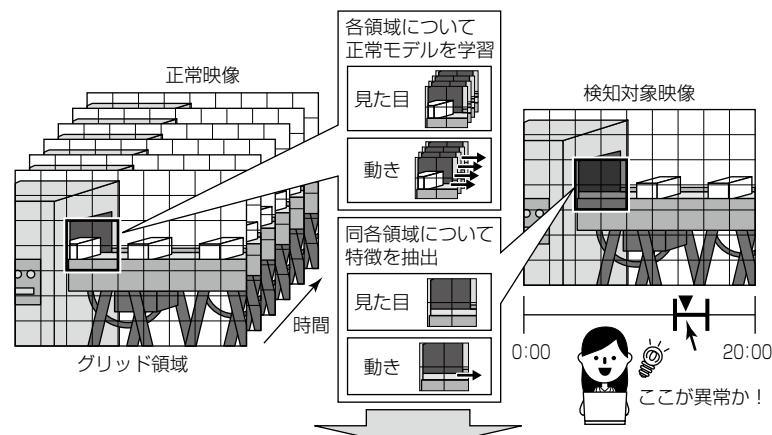
静岡鉄道でのMaisartを用いたクーポン配布実証実験の概要

■ 工場ライン映像からの異常発生時刻・領域検知技術 *Anomaly Detection Technology from Factory Line Video*

工場ラインの映像から、映像内のどの時刻のどの領域でどのような異常が発生したかを検知する技術を開発した。

この技術では、入力映像をグリッド領域に分割し、各領域で正常時に観測される物体の見た目及びその物体の動きの特徴を正常モデルとして学習しておく。異常検知時には、検知対象映像の各領域の特徴を抽出し、学習した正常モデルと比較することで、異常発生した異常発生時刻及び領域候補を検知する。

この技術によって、これまで人手で時間をかけて行っていた長時間の工場ライン映像からの異常発生時刻及び領域の特定の省力化、また異常を示した特徴から異常原因の絞り込みの効率化を実現できる。



異常検知
正常時の見た目、動きの特徴と比較し、異常発生時刻・領域を検知

工場ライン映像からの異常発生時刻・領域検知技術

■ ゼロトラスト時代に向けた動的認証認可技術

Dynamic Authorization Method for Zero Trust Security

昨今問題になっている情報漏洩(ろうえい)のリスクを低減するため、きめ細かなアクセス条件に従ってアクセス制御を行うゼロトラストが注目されている。ゼロトラストの実現には多数のアクセス条件を設定するが、矛盾や衝突なく管理することは難しい。そこで、まず知識や情報を構造化して整理するモデルであるオントロジーを用いてアクセス条件を整理し、複数のアクセス条件間の矛盾や衝突の発見を容易にした。次に、図1のように制御対象の利用者の属性が不明(未定義)の場合や条件が矛盾・衝突するときに適用するルールを追加することで、一意なアクセス制御を実現し

た。リスク特性に応じたアクセス条件を矛盾や衝突なく管理できるため、動的なアクセス制御を効果的に実施できる。

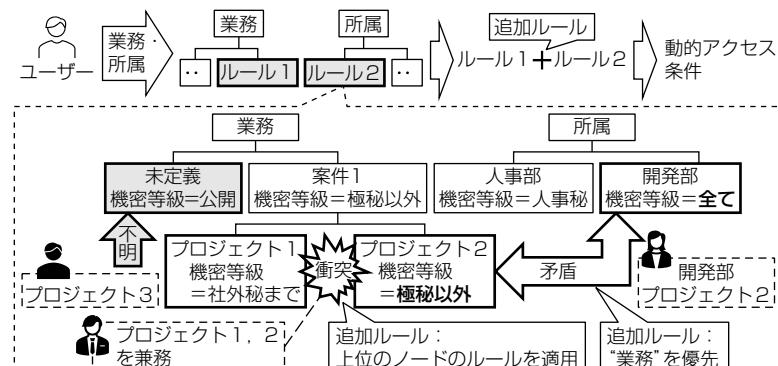
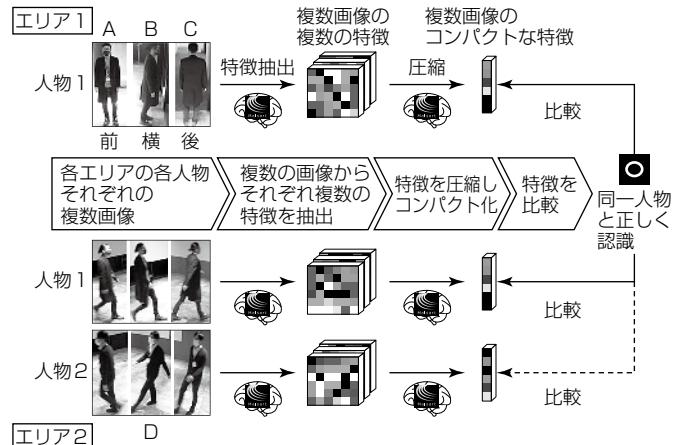


図1. 動的アクセス条件の矛盾や衝突を解消する仕組み

■ 高速・高精度に“人物特定・追跡・検索を実現するAI”技術

AI Technology for Fast, Accurate Reidentification, Tracking and Searching of Human Subjects

向きや姿勢が異なる複数の人物画像の中から高速に同一人物を特定し、高精度に追跡・検索可能にする技術を開発した。ある人物の複数画像から抽出した特微量を分析し、重要な見た目の特徴を保持したまま不要な特徴だけを削除する圧縮技術が今回開発のコアである。1枚の画像から抽出した非圧縮の特微量を使う従来手法は検索が低速で向きや姿勢の変化に脆弱(ぜいじやく)であった。それに対して開発技術は特微量サイズを10分の1に圧縮(検索を10倍高速化)でき、向きや姿勢の変化に頑強で検索精度が10%向上する。今後、この技術を当社AI技術“Maisart”に加えて、不審者や迷子の発見・追跡などのセキュリティ分野や、動線分析などによる顧客サービス分野での実用化に向けて開発を進める。



特微量を圧縮して高速・高精度に追跡・検索可能にする技術

■ 高感度小型サーマルダイオード赤外線センサー

High Sensitive Small Thermal Diode Infrared Sensor

サーマルダイオード赤外線センサの温度感度は、1画素に含まれるダイオード数と支持脚長に比例する。検知部と支持脚を同一平面に設ける従来の構造(図1)では、画素の小型化に伴いダイオード数の減少、支持脚の短縮化が生じて、温度感度が低下してしまうという課題があった。今回、検知部と支持脚を別平面に設ける新構造(図2)を提案した。

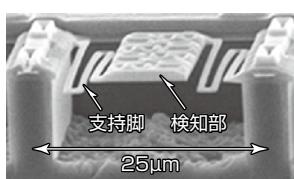


図1. 従来構造のSEM像

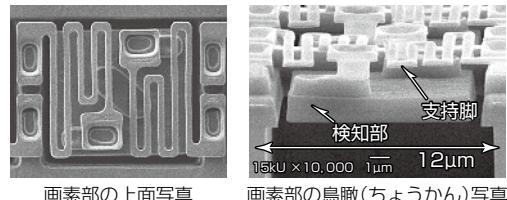


図2. 新構造のSEM像

12μmピッチ画素で、従来構造比で約3倍の温度感度が見込まれる(図3)。今回の開発によって画素密度を増加できるため、高分解能で温度表現に優れた熱画像が取得可能になるほか、レンズや筐体(きょうたい)の小型化及びそれに伴う低コスト化が期待される。

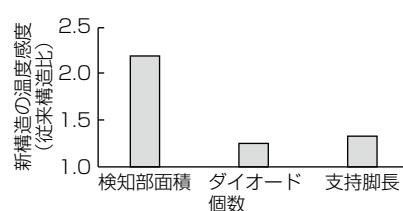


図3. 従来構造と新構造の性能比較

SEM : Scanning Electron Microscope

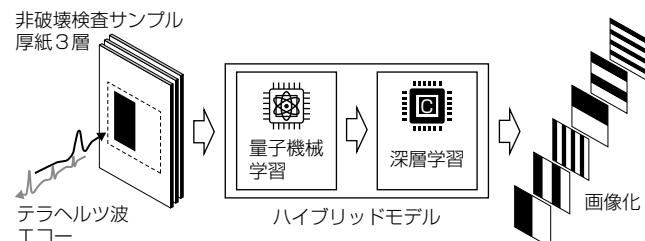
■ 量子機械学習によるテラヘルツ波イメージング技術

Quantum Machine Learning-assisted THz Imaging

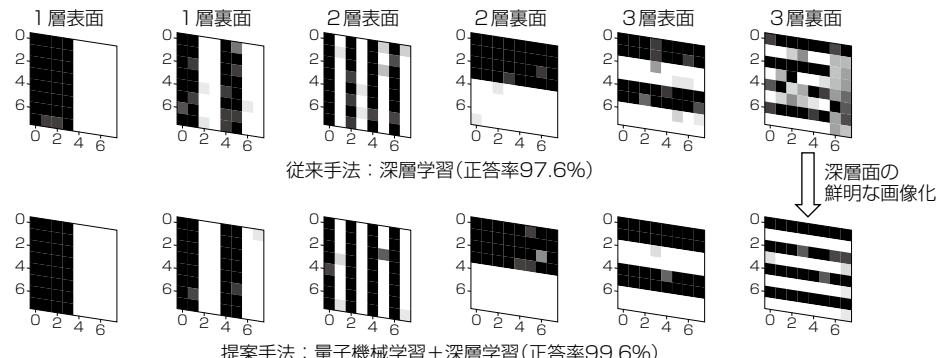
テラヘルツ波イメージング技術は非金属部材の非破壊検査への応用が期待されている。エコー波形を入力し断層画像を出力するモデルとして、従来の深層学習を量子機械学習で補強するハイブリッドモデルを世界で初めて^{(*)1}開発した。深層学習モデルで画像変換を実現する際、モデルサイズが巨大になって訓練データが限られるときに性能が不十分になる問題があった。量子ビット長に対して大きな状態数を記述できる量子回路の特長に着目し、特微量抽出のため量子機械学習モデルを従来の深層学習モデルに接続した。重ねた3層の厚紙サンプルのエコードーデータを用いた

実測検証によって、従来の深層学習モデルを上回る99.6%の正答率を達成でき、この提案モデルの有効性を示した。

* 1 2022年12月2日、当社調べ



提案手法のシステム構成図



出典 : Koike-Akino Toshiaki, Wang Pu, Yamashita Genki, Tsujita Wataru, Nakajima Makoto, Quantum Feature Extraction for THz Multi-Layer Imaging, International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz) 2022

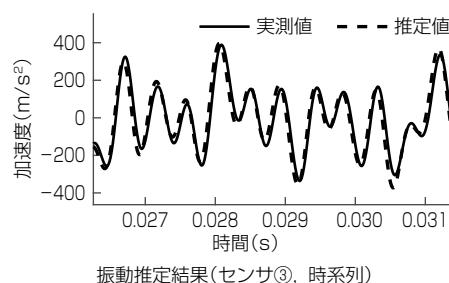
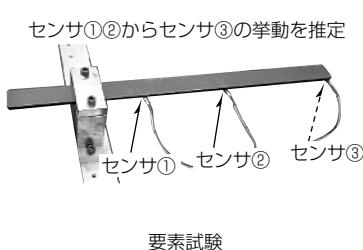
イメージング結果比較

■ 製品全体の振動を少数の加速度センサで推定する技術

Vibration Estimation of Mechanical Structures Using Small Number of Accelerometers

製品全体の振動をごく少数の加速度センサで推定する技術を開発した。従来の振動測定技術では、センサ設置位置の振動しか取得できず、製品全体の振動を把握するには数百個以上の膨大な数のセンサが必要になる課題があった。今回、拡大カルマンフィルタを適用し、10個程度のごく少数のセンサ測定値から数学的に補正を加えることで、製品全体の振動を高精度に推定可能な技術を開発した。要素

試験によって、この技術で製品全体の振動が推定可能であることが確認できた。また、共振周波数は有限要素モデルで算出されない値も含めて誤差0.2%以下で求められた。今後、製品全体の振動状態を把握することで、性能や品質の向上を図るとともに状態監視や予防保全技術への適用を目指す。



n次	実測値 (Hz)	推定値 (Hz)	誤差 (%)	解析値 (参考) (Hz)
1	38	38	0.0	40
2	244	244	0.0	252
3	585	586	0.2	-
4	651	652	0.2	-
5	702	703	0.1	704
6	860	861	0.1	874
7	1,344	1,344	0.0	1,377

解析値は有限要素モデルの固有値解析結果
(3・4次は有限要素モデルでは推定できない)

振動推定結果(センサ③, 共振周波数)

■ クラス分布間の多様体構造を考慮した未知物体識別技術

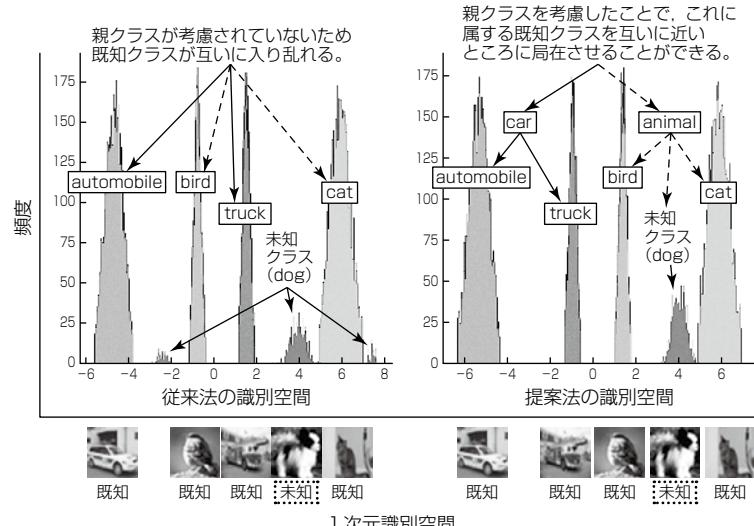
Unknown Object Recognition Technique Using Manifold Structure of Class Distributions



近年の物体認識技術の多くは、学習済みの既知クラス^{(*)1}の物体を入力として開発されてきた。しかし、現実世界では未知の物体が入力として用いられる可能性があり、従来の手法ではそのような場合への対応が困難であった。今回、既知クラスの親クラス^{(*)2}を考慮して識別空間を構築する手法を提案し、これによって未知物体を“未知クラス”として出力すると同時に、“どの既知クラスに最も近いか”まで出力可能になった。オープン画像データセットでの評価の結果、従来手法の全体識別率55.1%に対して、提案手法では81.1%まで向上した。今後、画像以外の信号データ等への適用に向けたアルゴリズム改良検討を進める。

* 1 クラス：物体のカテゴリー、例えば“猫”“鳥”等である。

* 2 親クラス：物体の大カテゴリ、例えば“猫”と“鳥”的親クラスは“動物”等である。



各分布(山)がそれぞれ学習済みの既知クラス(automobile, truck, bird, cat)を表し、既知クラスの分布内に位置するデータは当該クラスへ判定されることを意味する。提案手法は、既知クラスが親クラス(car, animal)ごとにまとまっていることが分かる。未学習の未知クラス(dog)はどの既知クラスとも異なる分布になっており、かつ正しい親クラス付近に分布していることから、“未知クラス”として出力すると同時に、“どの既知クラスに最も近いか”まで出力可能であることが分かる。

識別空間の比較

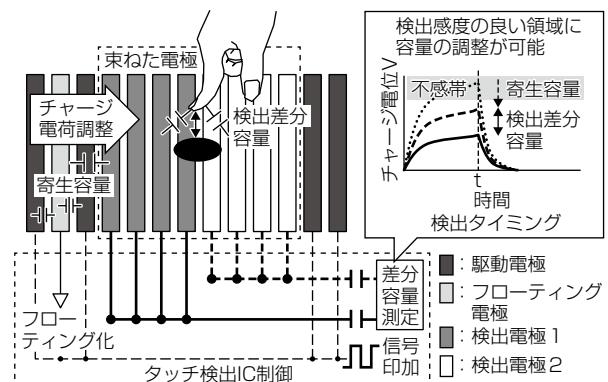
■ 静電容量式タッチパネルの近接検知を安定化する容量ばらつき調整技術

Capacitance Imbalance Adjustment Technology to Stabilize Proximity Detection of Projected Capacitive Touch Screen



ニューノーマル社会で、不特定多数が利用する端末を衛生的に使える非接触操作のニーズが高まっている。非接触操作を静電容量式で検知するには、(1)非接触用に調整された専用タッチセンサを用いる、(2)複数のセンサ電極を束ねて感度を高める、の二つの方法がある。(1)は追加のハードウェアコストが必要であり、(2)は束ねるほど容量の偏りが生じやすく、その結果感度が低下する課題があった。(2)に対して、検出電極の周辺電極をフローティング化し寄生容量を発生させ、容量の偏りを調整する技術を開発した。この技術によって、24インチの汎用タッチセンサを用いて、ユーザー評価を通して分かった適正検知距離20mm以上を

満たす23mmの近接検知を実現した(従来方式16mm)。



周辺電極のフローティング化による容量ばらつき調整技術

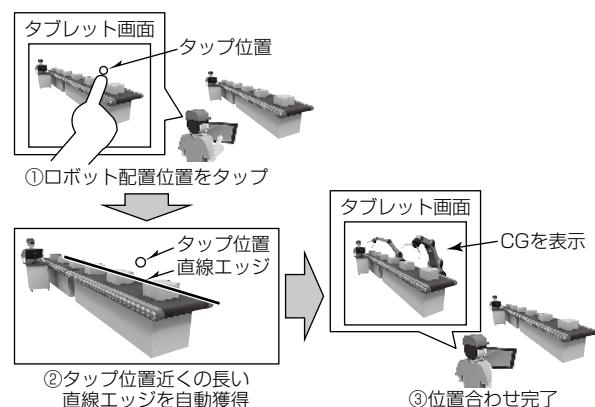
■ AR表示のための位置合わせ技術

Registration Techniques for Augmented Reality



工場へ機器を簡単・迅速に導入するため、導入後のイメージをラインを止めずにAR(Augmented Reality)で確認可能な技術を開発した。動く物体や類似物体が多い工場では、マーカや自然特徴を用いる従来方式では、CG(Computer Graphics)を重畠する位置合わせ精度が不十分で適用が困難である。この技術は“ベルトコンベア付近にロボットアームを設置する”という条件の下、端末で取得した点群データから、端末画面上のタップ位置に最も近い直線エッジを自動検出し、事前定義した機器配置用点群データと位置合わせする。おおよその位置を幾何学的に一致させた後で精密に位置合わせすることで従来比5倍の平均誤差3cm以下での精度を実現した。この技術は盤や昇降機かご枠の直

線を検出して点検支援向けARにも適用できる。



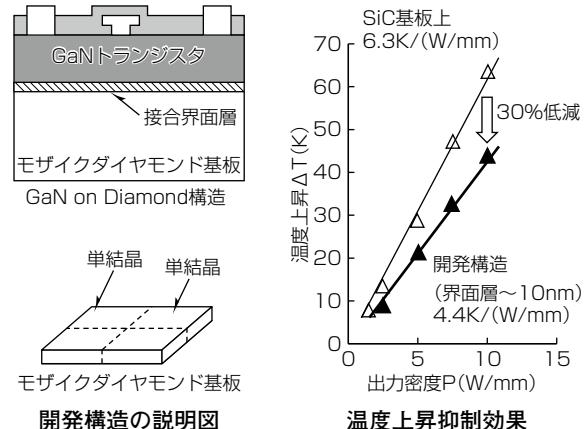
AR表示のための位置合わせ技術

■ デバイス温度上昇を抑制するダイヤモンド放熱構造高出力・高周波GaNデバイス High-power and High-frequency GaN Device with Diamond Heat Dissipation Structure for Suppression of Device Temperature Rise

高周波デバイスの高出力化実現ではデバイス内で発生した熱の排熱が課題になる。当社では従来のSiC(シリコンカーバイド)基板より3~4倍の高熱伝導性を示すダイヤモンドを発熱部近傍に配置し、チップレベルでの放熱性改善が可能な高出力高周波GaN(窒化ガリウム)デバイス“GaN on Diamond”を開発している。

実用化にはウェーハサイズのダイヤモンドが必要になるが、単結晶ダイヤモンドの大面積化は課題が多い。今回、複数の単結晶基板が平面的に接合されている“モザイクダイヤモンド”基板へのGaNデバイス接合を行い、動作中温度を解析し、温度上昇を従来構造より30%以上低減可能であることを実証した。

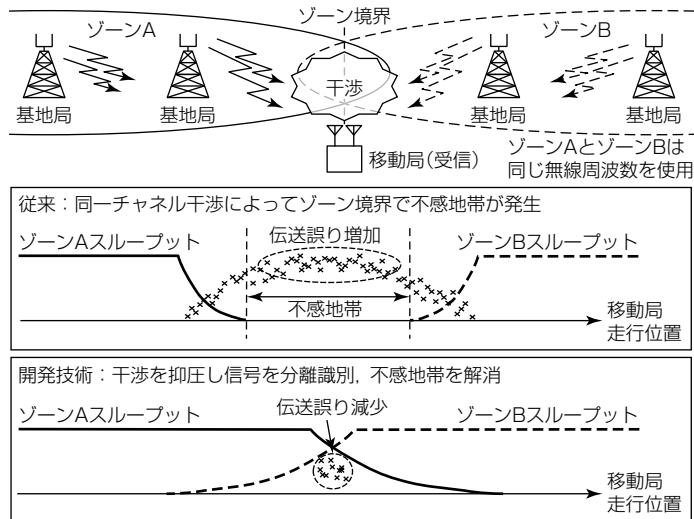
この研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構(NEDO)の委託研究成果である。



■ 高効率な無線周波数利用を実現する同一チャネル共用技術 Co-channel Interference Suppression Technology for Highly Efficient Spectral Use

広域移動体通信システム向けに、シームレスなハンドオーバーを実現する同一チャネル共用技術を開発した。

列車無線では、複数基地局で通信エリア(ゾーン)を構成して同一情報を伝送する。しかし、異なるゾーンと接する境界では同一チャネル干渉が発生し、通信できない不感地帯が生じていた。今回、無線の安定化のために用いられる差動符号化変調が時間的冗長度を持つ特徴を活用し、異なる時間で受信した2信号を二つの受信アンテナで得た信号に見立てて、仮想的にアンテナ数を拡張する技術を確立した。受信アンテナを2本から4本分に拡張でき、各ゾーンの信号を分離・識別可能になった。この技術によって不感地帯を解消でき、干渉対策用の設備や敷設工事を削減できる。



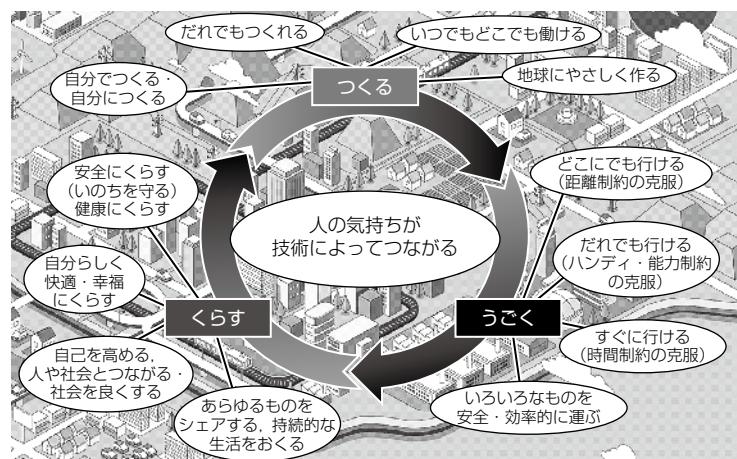
同一チャネル共用技術によるゾーン間干渉抑圧の効果

■ 5G/Beyond5Gなどの情報通信インフラでの標準化活動の推進 Promote 5G/Beyond 5G Standardization Activities in Information and Telecommunications Infrastructure

モバイル通信に関する国際標準仕様を策定する3GPP(The 3rd Generation Partnership Project)は、2015年から5G(第5世代移動通信システム)に関する検討を開始し、国内では2020年に同仕様に基づいてサービスが開始された。現在、5Gは通信エリア拡大等の普及期になっている。一方、国際的には5Gの次の通信システムになるBeyond 5G(=6G)の議論が開始され、国内では、総務省が中心になって推進コンソーシアム、新経営戦略センターを設立し、当社は運営委員として活動を推進している。

今後、産業分野に欠かせない基盤になることが想定されるBeyond 5Gの国際標準仕様策定に向けて、従来のシーズベースに加えて、社会像シーンを基にしたニーズベースの考え方を取り入れて標準化活動や

産業間連携を推進していく予定である。



Beyond 5G時代の社会像シーン

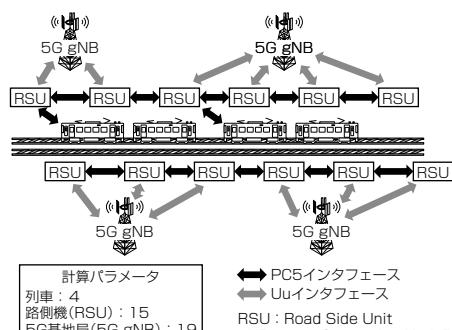
■ 次世代列車無線システム向けリソース管理技術

Radio Resource Management in Next-generation Railway System

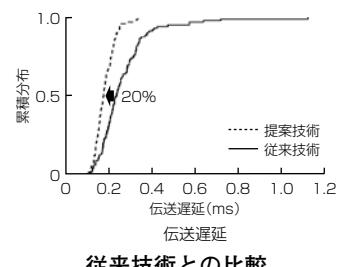
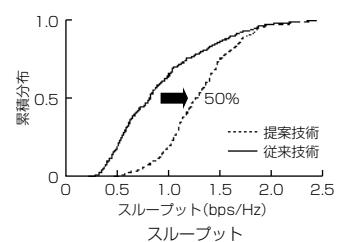
5Gによる次世代列車無線システムでは、列車と路側機間及び隣接路側機間の狭域通信PC5インターフェースと、路側機と5G基地局間の広域通信Uuインターフェースからなるネットワークが検討されており、両インターフェースを跨(またが)るマルチホップ中継のリソース管理技術が必要になる。

従来は無線信号の受信パワーが最大になる経路を選択してリソースを最適化していたが、今回、列車及び路側機のリソース情報を共有し、マルチホップ中継する際の列車と5G基地局間の伝送遅延及びリソースを同時に最適化する技術を開発した。今回開発した技術は、従来技術と比較して、スループットを50%改善、又

は伝送遅延を20%低減することをシミュレーションによって確認した。



次世代列車無線システムでの
マルチホップ中継



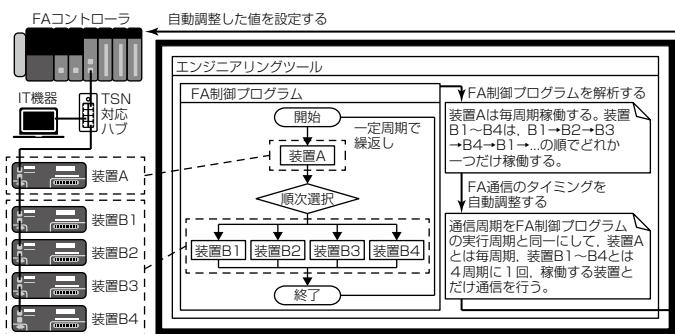
従来技術との比較

■ FA通信向けネットワーク帯域最適化技術

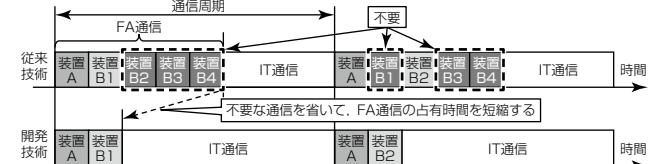
Network Bandwidth Optimization for FA Communication

産業用オープンネットワーク“CC-Link IE TSN”では、TSN(Time-Sensitive Networking)技術に基づく時刻同期と時分割管理によって、定周期FA通信とIT通信の混在を実現した。しかし、性能を追求しIT通信の帯域を最大

化する場合、各FA機器の適切な通信タイミングをFA制御プログラムから求めて、FA通信のネットワーク占有時間が最短になるよう手動調整する必要があり、システム設計者にとって負担であった。今回、FAエンジニアリングツールがFA制御プログラムを解析し、FA通信のネットワーク占有時間が最短になるように自動調整する技術を確立した。この技術によって、“CC-Link IE TSN”でのFA通信とIT通信を高い性能で両立させることが可能になる。



システム概略



この技術による帯域割当ての変化

1.3 継続的に深化する基盤技術 Continuously Enhance Base Technologies

■ 新事業創出マインドセット醸成ツール“いのべーしょんの心得かるた”

Japanese Card Game that Can Encourage Mindset for New Business Generation

新事業を創出する活動を進めていく上で有益なマインドセットが学べるツール“いのべーしょんの心得かるた”を企画・制作した。この活動で理解しておくべき代表的な事項を、その過程で起こり得る様々な課題を乗り越えるためのヒントやアドバイスを中心に、社員自らの経験や参考書籍等から抽出し、48の心得として“かるた”にまとめた。新事業創出の手法を習得する機会は数多く存在するが、この取組みでは、活動に必要な“心得”を“かるた”という身近なツールに集約することで、新事業創出への学びのきっかけを、誰にでも親しみやすい形で提供することを目指した。

利用シーンとしてはデザイン思考によるワークショップのアイスブレイク等での活用を想定している。



いのべーしょんの心得かるた

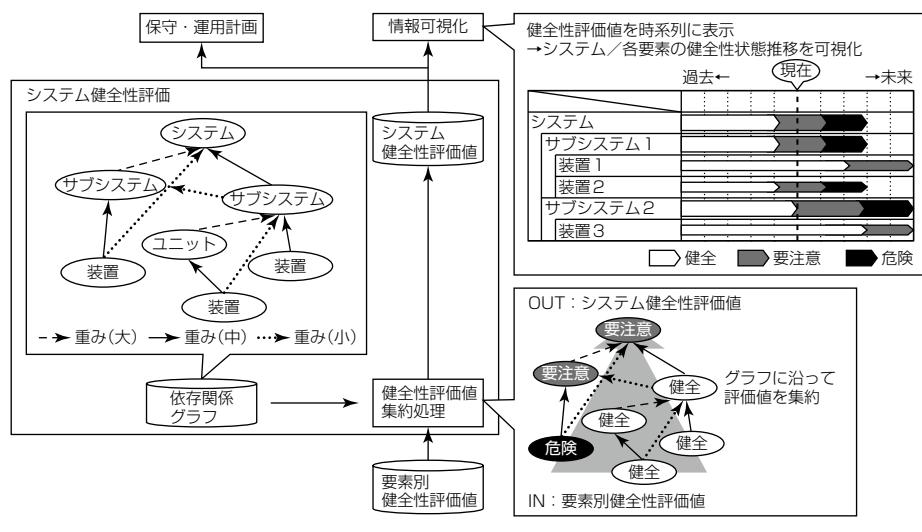
■ 要素ごとの影響度を考慮したシステム健全性評価技術

Estimation Method for System Health Based on Componentwise Health and Impacts

プラント設備や鉄道車両など多数の要素(装置、ユニット等)から成るシステムは、安全性や効率、快適性など様々な観点から保守要否を判断する。そのため保守対象であるシステムに対して総合的な健全性評価が必要になる。

この技術は、要素間の依存関係や個々の状態が全体に及ぼす影響度を重み付き有向巡回グラフで定義し、各要素の評価値(検査結果等)をグラフに従い集約することで、システムに対する健全性評価値を算出・可視化する。このとき集約過程で一部要素の状態劣化の情報が埋もれないよう、各要素の評価値に応じて集約方法を動的に調整する。

この技術によって、システムに対する健全性評価を実現し、システム状態を基準とした保守・運用計画が可能になる。

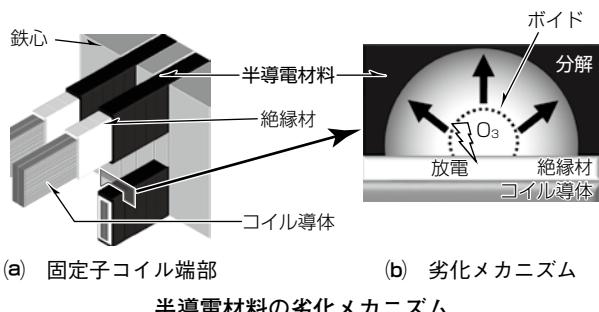


■ 産業用電動機向け半導電材料の長寿命化

Extending Lifetime of Outer Corona Protection Material for Industrial Motors

産業用電動機の信頼性を向上させる長寿命の固定子コイル用半導電材料を開発した。産業用電動機では、電界緩和のために鉄心と絶縁材の間に設置された半導電材料(図(a))が経時劣化する問題があった。今回、ボイドを模擬した実験用モデルによって、半導電材料の劣化原因が微小ボイド内部の放電で生成したオゾン(O_3)による酸化分解であることを立証した(図(b))。この劣化メカニズムに基づいて、構成樹脂をオゾン耐性に優れた材料にすることで、寿命を2倍以上向上させた。現在、開発した半導電材料は、産業用電動機(3~13.8kV)の全機種に適用されている。今後、

産業用電動機の高電圧化を目指して、更に耐オゾン性に優れた半導電材料の開発を進める。

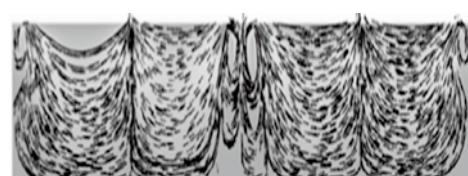
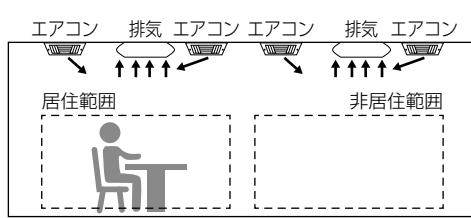


■ 気流問題の最適化と制御のための高速解法技術

High-speed Solver Technology for Complex Fluid Problem Optimization and Control

気流問題の最適化手法で、従来、adjoint法が広く用いられているが、気流モデルを解いた後に最適解を導くため多大な計算時間が問題になっていた。この問題を解決する手法として、気流モデルと最適解を同時に導出できるone-shot法を開発した。建物内の空調機器への適用シナリオとしてゾーン冷却の最適化を行い、開発したone-shot法は従来のadjoint法よりも約10倍高速に最適解を算出でき、クラス最高の手法であることを確認した。住宅、事務所や医療機関などシーンに応じた空調機器

の快適、省エネルギー、換気などの性能を向上させるため、空調機器の最適配置の設計技術や、三菱赤外線センサMeldIR(メルダー)と組み合わせたフィードバック制御技術に適用可能である。



出典: Nabi, Saleh; Grover, Piyush; Caulfield, Colm-cille., Robust preconditioned one-shot methods and direct-adjoint-looping for optimising Reynolds-averaged turbulent flows, Computers & Fluids, Vol238 2022

空調機器への適用例：ゾーン冷却

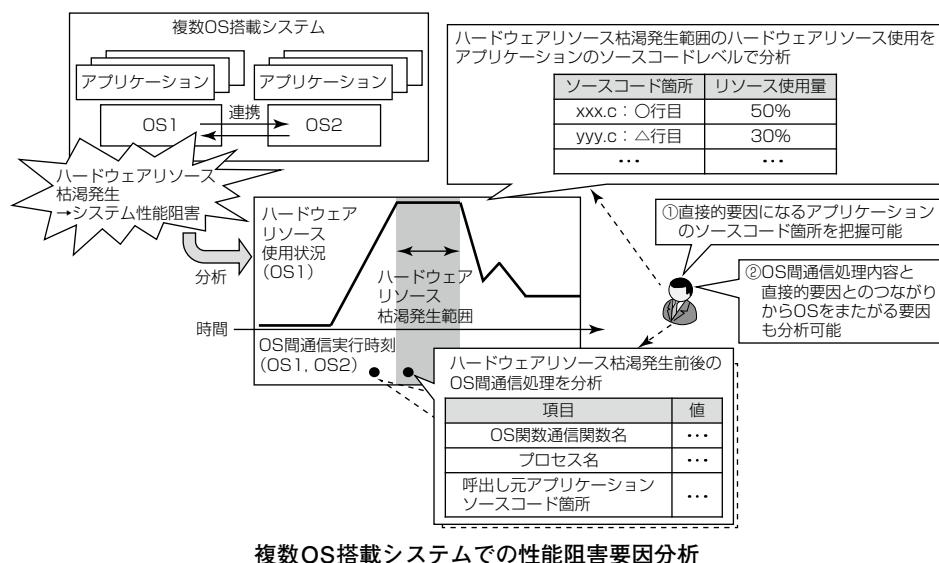
■複数OS搭載システムでの性能阻害要因分析技術

Analyzing Performance Inhibition on Multiple OS Systems

複数OS間で機能連携するシステムでは、OSをまたがる処理要求が起因して、性能阻害につながるハードウェアリソース枯渇が起こり得る。しかし、この要因の特定には、ハードウェアリソース枯渇に至るまでのデータの流れ全てをOSをまたいで追跡する必要があり、対象範囲が広く分析が困難であった。

この技術では、ハードウェアリソース枯渇発生前後のリソース使用処理とOS間通信処理に限定した分析を行い、①ハードウェアリソース枯渇の直接的要因である処理と、②その処理の実行に関わり得るOS間通信の呼び出し元処理を、アプリケーションのソースコードレベルで提示する。これによって、データの流れ全てを追跡

することなく直接的要因につながる処理を分析でき、OSをまたがる要因の特定が可能になる。



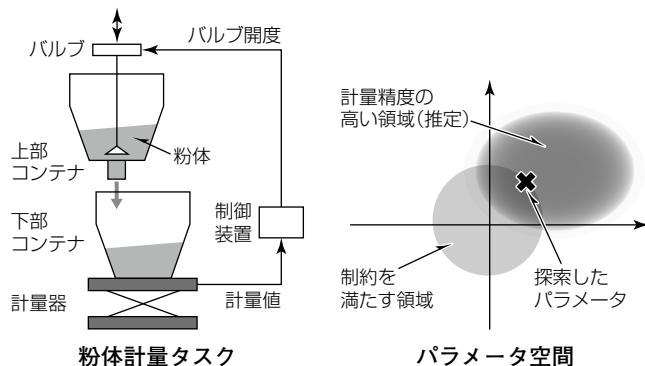
複数OS搭載システムでの性能阻害要因分析

■制約付き高次元パラメータ最適化技術

High-dimensional Parameter Optimization with Constraints

ペイズ最適化は少ない回数で適切なパラメータを探索できるが、パラメータが10個以上かつ制約条件を持つ場合への適用は難しい。今回、探索すべきパラメータ空間を次元圧縮し、さらに圧縮された各次元とそこに与える制約条件の意味を人間が理解できるようにすることで、効率的なパラメータの探索を可能にした。この方式を粉体計量とよばれるバルブ開度を適切に開閉することで粉体の投入量を制御するタスクに適用し、計量が進むにつれてバルブ開度を段階的に閉じる制約を満たすように19個のパラメータ（バルブ開度・計量値）を探索した。その結果、実用的な計量精度（誤差1%以下）を維持しつつ、手動のパラメータ

調整に比べて探索回数を3分の1以下に減らすことに成功した。

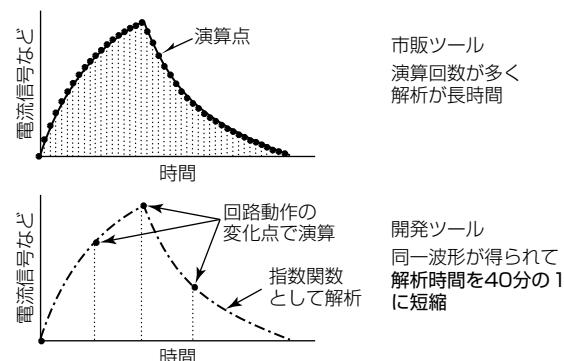


■電力変換器向け高速回路解析ツール

Fast Circuit Simulator for Power Converters

電力変換器の制御設計を効率化するために、電流や熱などの回路解析ツールの高速化が求められている。市販の様々な解析ツールでは、回路動作全体を高分解能で解析するために長時間を要する課題があった。回路動作の中で、回路動作の変化点だけを用いて演算回数を削減する回路解析ツールを開発した。このツールでの指標関数を用いた波形解析手法は、関数の多項式近似を使用しないことから演算回数を減らしても誤差なく解析を行える。このツールを車載用電力変換器の解析に適用した結果、市販ツールと同一波形を得ながら解析時間を40分の1に短縮できることを実証した。今後も評価検証を継続し、製品設計

ツールへの適用を目指す。

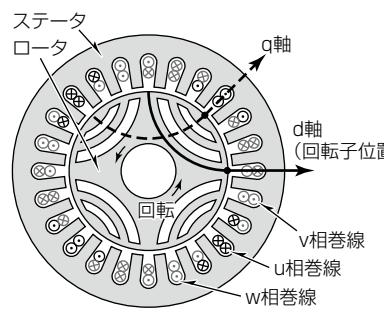


波形解析での演算回数と解析時間の比較

■ 磁気飽和を利用した同期リラクタンスマータの位置センサレス制御

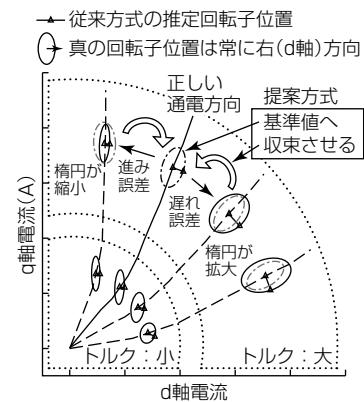
Position Sensorless Control of SynRMs Utilizing Magnetic Saturation

永久磁石が不要でエネルギー変換効率の高い同期リラクタンスマータの普及には、回転位置センサを省略できる位置センサレス制御が必要になる。従来の方式は、高周波電圧を印加することで生じる高周波電流の振幅値が描く軌跡(楕円(だえん))の短軸方向を推定位置とする。この方式では、トルクが大きい領域で推定位置とこれに依存する通電方向が遅れ／進み方向にずれると、磁気飽和によって推定位置が同方向へ更に大きく変化し発散してしまう。そこで、楕円の大きさを正しい方向に通電したときの値(基準値)へ収束させることで位置推定する方式を開発した。この方式は、従来の方式と比べて約2倍のトルクで安定して運転できる。



同期リラクタンスマータの断面図

また、永久磁石モータにも適用可能である。

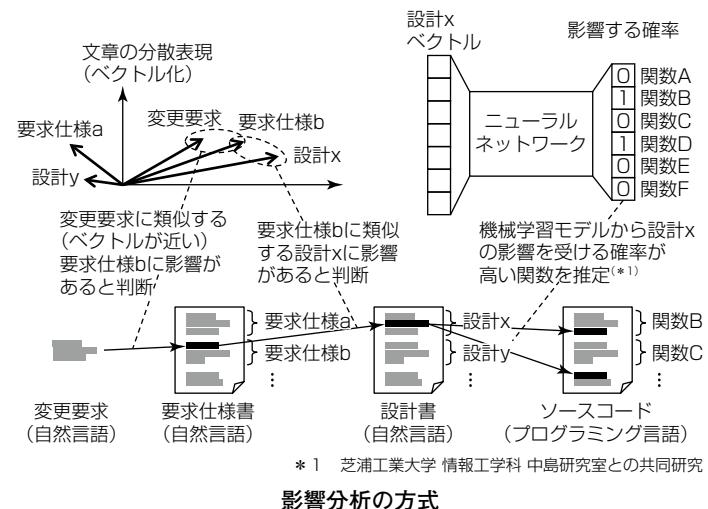


推定位置に遅れ／進み誤差がある場合の通電方向と高周波電流振幅の軌跡

■ 自然言語で記載された設計文書を対象とした影響分析支援技術

Impact Analysis Assistive Technology for Design Documents Written in Natural Language

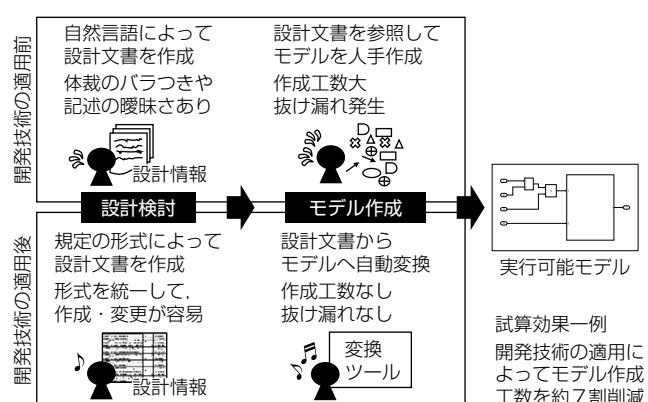
この技術は、ソフトウェア開発の開発者／管理者を対象に、流用開発での影響分析で、自然言語で記載された設計文書からソースコードに至る抜け漏れのない影響範囲の特定を支援する技術である。設計文書／ソースコード間の依存関係管理手法にトレーサビリティがあるが、その維持は人手であるため人のスキルによっては抜け漏れが発生する。この技術は文章の分散表現を応用した類似度比較によって変更要求に関連する設計文書上の記述を推定し、機械学習モデルによって設計文書変更箇所からソースコード変更箇所を推定することで、影響範囲を特定する。この技術によって、人のスキルによらず、抜け漏れのない影響分析を支援でき、後工程の手戻りリスクを減らすことができる。



■ モデルベース開発を効率化するモデル変換技術

Model Transformation Technology for Making Model-based Software Development Efficient

ソフトウェア開発では、シミュレーション実行やコード生成が可能なモデルを用いたモデルベース開発の導入が進んでいる。従来のモデルは、自然言語によって設計文書を作成し、その設計文書を参照して人手で作成していた。そのため、モデル化対象の複雑化に伴うモデル作成工数の増加が課題になっていた。今回、ソフトウェアアーキテクチャレベルの機能・構造・振る舞いの決定に必要十分な設計情報を明らかにし、設計文書を作成するための形式的な記述方法を確立した。さらに、設計文書からシミュレーション実行とコード生成が可能なモデルへの変換を自動化する変換技術を開発した。これによって設計情報の記述・確認・変更の容易化と、モデル作成工数の削減を可能にした。



モデル変換技術によるモデル作成の効率化

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

■ ASIC内蔵センサインターフェース回路の低雑音設計技術

Low Noise Design Technology for Sensor Interface Circuits Embedded in ASIC

IoT(Internet of Things)の普及に伴いセンサ機器の高精度化が課題になっている。この解決には機器に実装されたASIC(Application Specific Integrated Circuit)内で微小なセンサ信号を増幅するセンサインターフェース回路の低雑音化が必要である。従来はC(Capacitor)・R(Resistor)変調回路を用いていたが、素子の特性ばらつきによって雑音を十分に低減できていなかった。

そこで今回は、同じ素子は同じ特性ばらつきを持つことを利用し、増幅回路と同じCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)素子を用いた変調回路を実現した(図1)。実現に当たり、CMOS素子のオン抵抗を高精度に制御する回路を考案した。これによって、増幅回

路の雑音が大きい周波数帯域と変調回路で除去可能な周波数帯域を一致させ、雑音を23%低減(表1)、センサ機器の高精度化に必要な低雑音化を実現した。

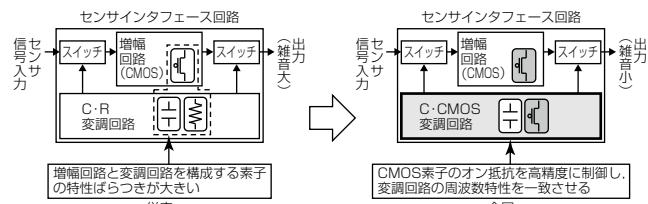


図1. センサインターフェース回路構成

表1. 出力雑音性能

項目	単位	従来	今回
出力雑音(100Hz)	(nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$)	11.4	8.7(-23%)

■ 小形電子機器向けの包装自動化技術

Packing Automation Technology for Small Electric Device

国内の労働力人口は減少しており、人手に頼った包装作業が生産性向上の妨げになっている。今回、包装自動化したラインを構築し、包装作業時間を削減することで生産性を向上した(図1)。

従来は、手組みを想定した包装箱になっており(図2)、多方向からの差し込みや折り込み構造を自動で組み立てる

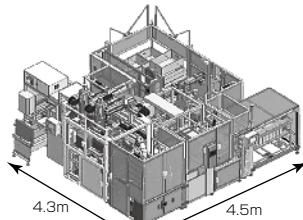


図1. 自動包装ライン

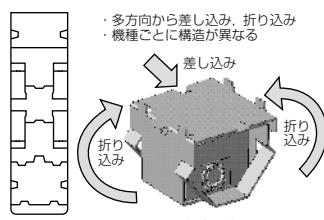


図2. 手組み用の包装箱

ことが困難であった。そこで、押し治具による自動機の垂直動作で組立て可能で、サイズ違いの機種にも対応できる相似形の包装箱を開発した(図3)。製品保護には自動化可能なフィルム熱溶着方式を採用した(図4)。これによって包装作業の80%を自動化し、人手包装の作業時間を70%削減でき、将来必要な生産能力を確保した。

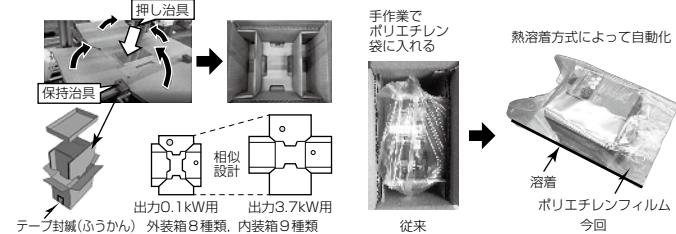


図3. 自動機用の包装箱

図4. 製品の保護(フィルム溶着)

■ 機械加工プロセスの革新

Innovation of Machining Process

機械加工技術開発ロードマップ(図1)に示すとおり、従来、加工高能率化等の共通技術開発に取り組んできたが、更なる生産性、加工精度向上のためには、工法の革新が必要である。一例として、高精度が要求される組合せ部品に対して、セット加工工法を開発し、加工精度向上、選択嵌合(かんごう)工程削減を達成した。従来、各部品を異なる加工機で加工していたため、機差影響によって組合せ隙間(図2)5μmが限界であったが、加工治具の開発によって同一加工機、工具で連続加工し、機差影響を排除した高精度加工工

法(図3)を開発し、隙間精度2μmを実現した。組合せ隙間要求精度の高い圧縮機部品へ適用した。今後、プロセスデータセンシング技術やAI技術を活用し、更なる生産性向上を図る。

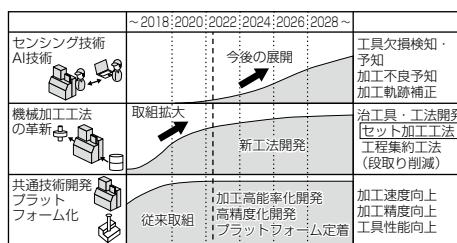


図1. 機械加工技術開発ロードマップ

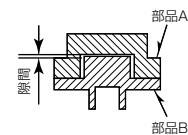


図2. 部品隙間

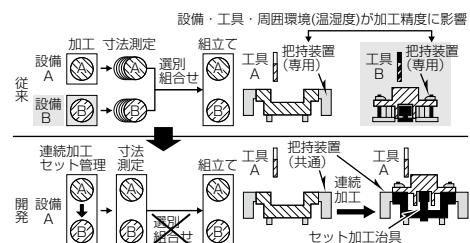


図3. セット加工工法

■ 生産設備のプラットフォーム構築

Development of Equipment Design Platform

製品構造に入り込んだ生産設計によって自動組立て設備のプラットフォームを構築した。従来、組立てを自動化する上で多機種対応が困難であり、製品・設備とも標準化が進まず、各々が都度個別に設計していた。そのため、開発の長期化や手作業への依存が課題であった。インバータ新機種開発を機会に自動化視点の生産設計を志向し、類似複数機種が自動組立てできる標準化設備を実現した。



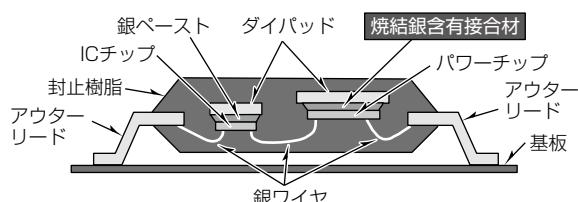
- ・自動組立てを可能にする
 - 一方向組立て・ロボットの力覚制御
- ・作りやすい工作方法の選択
 - 自動化に適したコネクタの採用
- ・設備費の低減
 - 大きさが異なる部品の位置決め共通化
- ・設備開発期間の短縮
 - 生産設備のプラットフォーム化

生産設計の狙いと対策

■ SOPIPMの鉛フリー化技術

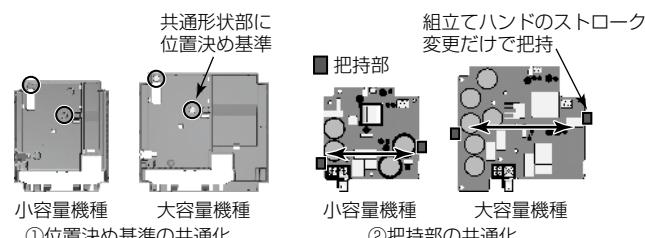
Pb Free Technology for SOPIPM

リフロー実装される表面実装型のパワーモジュールのダインボンド材には、一般的にリフロー時の溶融を避けるため鉛含有率の高い高融点はんだを用いている。当社は今回、新規の鉛フリー化技術を開発・適用した。材料は、高温高加圧が必要な焼結材ではなく、一般的ペーストダイボンド装置を活用できる焼結銀含有接合材を採用した。材料供



SOPIPMの断面模式図

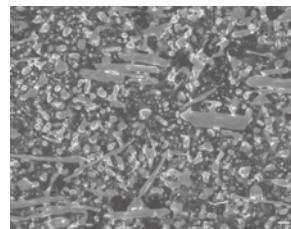
特長は、一方向組立てできる製品構造、ロボットの力覚制御に適した部品選定等である。また、寸法が異なる部品の位置決め基準・把持部を共通化し、機種間の段取り作業レスを実現した。これら生産設計要件や設備仕様をプラットフォームとして共有するとともにインバータ次機種以降への継続活用を進める。



生産設計例

給・チップ搭載、焼結・硬化の各プロセス条件を適正化し、従来と同等の信頼性を持ち、かつ鉛はんだより高い放熱性を持つ接合構造を確立した。この技術をSOPIPMの定格2 A／600Vの品種に適用した。

今後更に定格電流の大きい品種への展開を計画している。



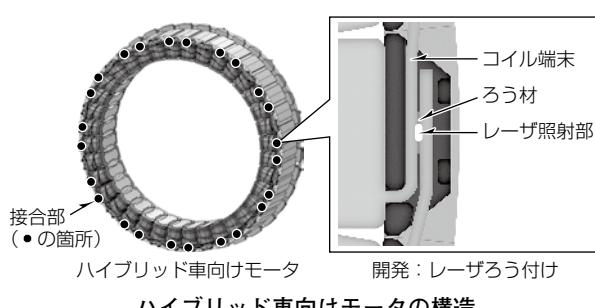
焼結銀含有接合材の
SEM (Scanning Electron Microscope) 観察例

■ モータコイル端末のレーザろう付け技術

Laser Braze Technology for Motor Coil Terminals

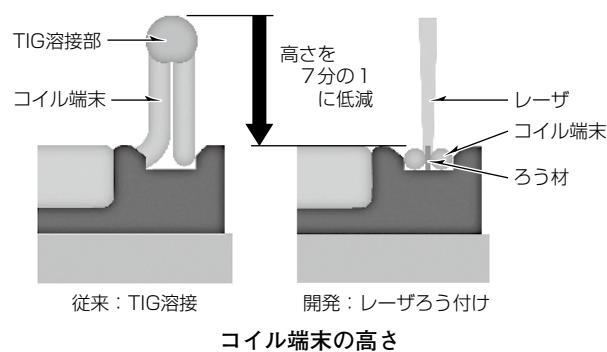
ハイブリッド車向けモータのコイル端末をレーザでろう付けする技術を開発した。コイル端末の高さを従来比7分の1に低減し、エンジンとトランスマッisionの間に収まる薄型モータを実現した。

モータの軸方向に延びたコイル端末同士を従来はTIG (Tungsten Inert Gas)溶接していた。溶接の際、コイル



ハイブリッド車向けモータの構造

端末を把持する部分と溶融させる部分が必要なため、コイル端末が長くなる問題があった。そこで、コイル端末をモータの周方向に曲げて、隣接するコイル端末同士の間にろう材を挟んだ後、レーザを照射し、ろう材を溶融させて接合する技術を開発した。



コイル端末の高さ

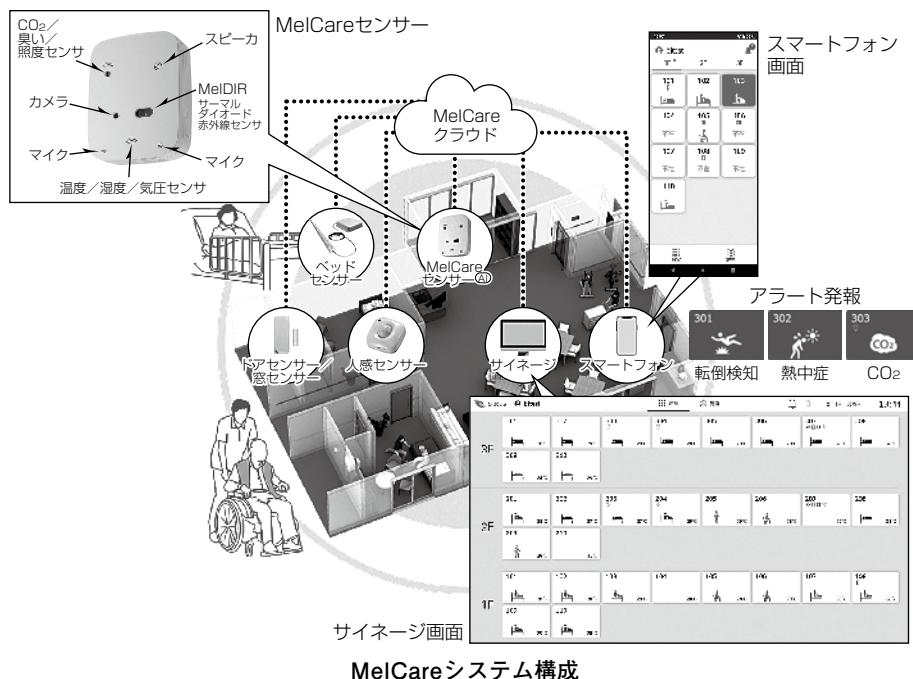
1.5 ビジネスイノベーション Business Innovations

■ 安心見まもりサポート“MelCare(メルケア)” Relief Monitoring Support Service "MelCare"

少子高齢化が進む我が国では、介護従事者の不足が深刻になる一方、介護施設に対して、より質の高いサービスへのニーズが高まっている。これらの課題解決に向けて、独自のセンサフェュージョン技術やIoT(Internet of Things)

技術の強みを生かした安心見まもりサポート“MelCare”の事業を開始した。見まもりのキーデバイスになる“MelCareセンサー”は、環境センサ(温度、湿度、CO₂)や赤外線センサ、カメラなどを搭載し、一体化させたオールインワンセンサであり、MelCareクラウドとの連携によって見まもりサービスを提供する。主な搭載機能としては“転倒の見まもり”“室内環境の見まもり”“生活リズムの見まもり”であり、異常発生時にはスタッフのサイネージやスマートフォンにアラートを発報し、迅速な介護サービスをサポートする。まずは高齢者向け施設の見まもりサポートからの事業開始になるが、今

後は様々な領域で連携を構築しながら、当社が創造する未来像の一つである“ウェルビーイング”を実現し、重要な社会課題の解決を目指す。



■ スマートシティ向けデータ連携基盤 Data Coordination Platform for Smart Cities

社会課題を解決するため様々なソリューションが提供されつつある。スマートシティではこれらのソリューションや既存機器から得られるデータを組み合わせて人々の生活の豊かさを高めることが重要になってくる。当社は、各ソリューションから生み出すデータを統合的に扱うための仕組みとして、スマートシティ向けデータ連携基盤を開発している。この基盤の特長は次のとおりである。

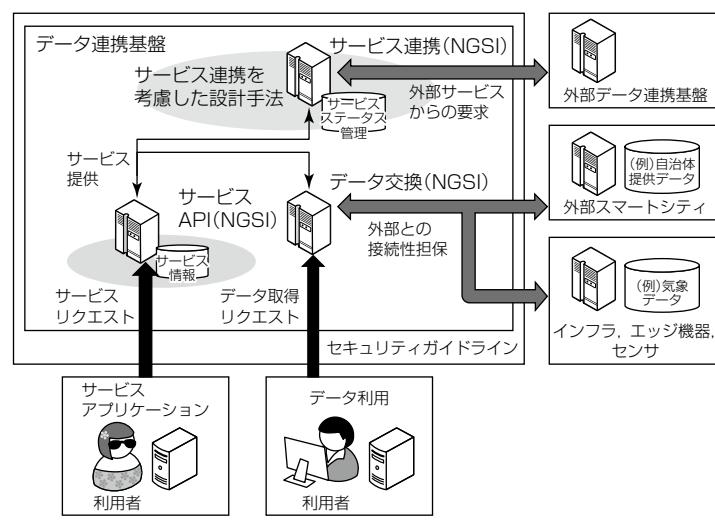
(1) 国際標準規格に準拠

ネットワークAPI(Application Programming Interface)の国際標準規格であるNGSI(Next Generation Service Interfaces)を採用し、データ社会推進協議会が推進するデータ連携基盤の要件を満たす設計にすることで、当社製のエッジ機器やIoTシステムに限らず自治体や他社システムとの接続性を提供する。

(2) サービス連携を考慮した設計手法の適用

国際標準規格NGSIのデータ構造に準拠するとともに、当社で培ったサービス連携技術を適用した実行系を開発することで、様々なサービスの連携要求に対して低コストで対応可能にする。

(3) 当社知見を活用したセキュリティガイドラインの適用
当社で蓄積したセキュリティ技術ノウハウをこのデータ連携基盤に活用することで、このデータ連携基盤で実現する各種ソリューションに対する安心・安全の確保を目指す。



スマートシティ向けデータ連携基盤

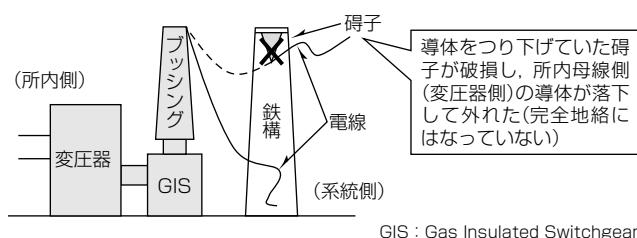
■2. 電力システム Power Systems

■ 変圧器高圧側1相開放故障検知システム Open Phase Condition Detection System for High-voltage Side of Transformer

2012年、米国原子力発電所の外部電源を受電する変圧器の高圧側で、架線の碍子(がいし)の破損によって3相交流電源のうち1相が開放(1相開放故障)し、発電所内の設備に対し不安定な電力供給が継続する事象が発生した。これを受け、国内の原子力発電所でも1相開放故障を検知し、速やかに健全な電源運用に復帰するよう求められている。

そこで、当社は1相開放故障時に運転員が速やかに対処可能なよう、1相開放故障検知システムの開発・検証に取り組んで、実機導入を進めている。

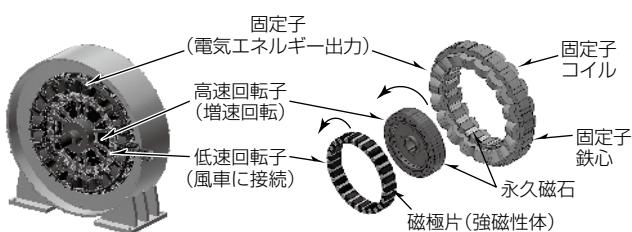
1相開放故障時の電圧や電流の挙動は、変圧器の結線方式や接地方式、負荷状況に応じて異なり、特に電圧値は顕著に変化しない場合があるため、電流の実効値と対称成分の変化から1相開放故障を検知するアルゴリズムを開発した。また、変圧器無負荷時は変圧器励磁電流だけで小さな電流値(数A以下)になることから、低電流でも高い計測精度を持つ光CT(Current Transformer)を採用・開発する



1相開放故障のイメージ

■ 5kW磁気ギヤード発電機の開発及び検証試験 Development and Verification Test of 5kW Magnetic-gear Generator

浮体式洋上風力発電システムでは、浮体設備のコスト低減のために発電機の小型軽量化と、運用コスト低減のためにメンテナンス性の向上が求められている。従来の洋上風力発電システムでは、風車の回転速度を機械式ギヤによって増速させて発電機を回転させる機械式ギヤ方式と、増速なしに発電機を回転させるダイレクトドライブ(DD)方式の2種類があるが、機械的摺動(しゅうどう)部を持つ機械式ギヤ方式ではメンテナンス性の課題が、DD方式では発電機体格質量の増大の課題があった。当社で開発を進めている磁気ギヤード発電機は、磁気的な増速機構によって風車の回転速度を非接触で増速でき、それによって軽量化が可能になることから、従来方式の課題解決が期待できる。

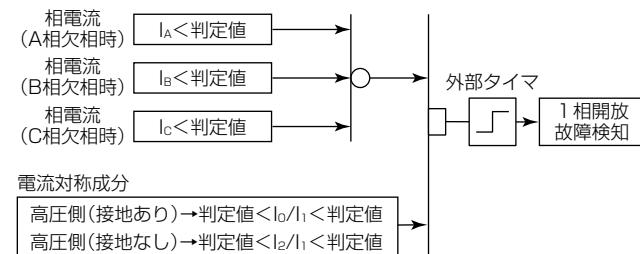


磁気ギヤード発電機 5kW 検証機の構造

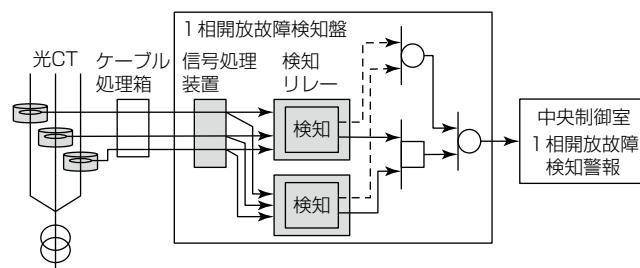
ことで、無負荷時でも1相開放故障を検知可能にした。

このシステムは国内原子力発電所に初適用になるため、1相開放故障以外の事象を誤検知しないことを実機環境で確認する検証試験を、関西電力(株)高浜発電所を代表プラントとして1年間実施した。

当社は、この検証試験で得られた知見を後続プラントに反映させるとともに、更なる技術向上に取り組んで、安心・安全な原子力発電所の運転に貢献していく。



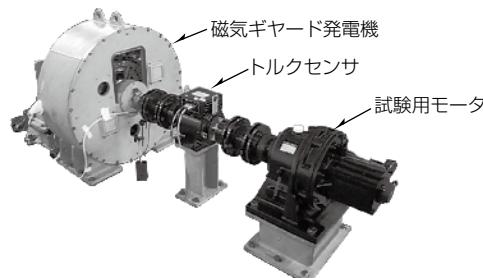
検知アルゴリズム



システム構成

今回、DD方式の永久磁石同期発電機と比較して、発電機体格を25%以上低減可能な、磁気ギヤード発電機の電磁気特性最適化と電力制御の要素技術を開発した。また、これらの要素技術を適用した5kW検証機を製作し、負荷運転試験などの実機検証試験で、磁気ギヤ特性、電気特性、制御応答特性を実測した。実測値は設計値とよく一致し、制御応答はシミュレーションどおりの結果が得られ、電磁気設計と制御技術の精度を確認できた。

今後、1MW程度までの大出力化と構造信頼性の評価を進めて、洋上風力発電向け発電機としての実用化に取り組む。



実機検証試験

■ サイリスタ励磁装置の改善

Improvement of Thyristor Excitation System

サイリスタ励磁装置の市場拡大、既設更新工事受注拡大を目的として、客先要求対応、故障未然防止、品質向上に資するサイリスタ整流器並列数低減、及び監視機能強化の開発を行った。

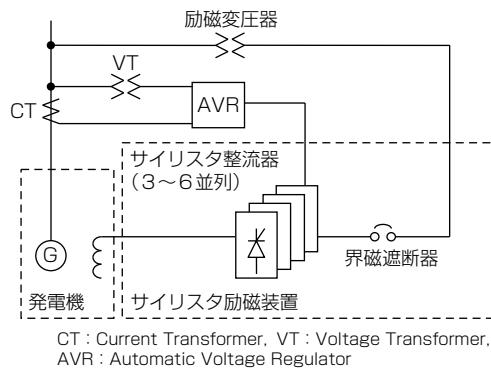
(1) サイリスタ整流器並列数低減

従来、サイリスタ整流器は3～6並列で設計しており、電流分担の調整が必要であった。今回の開発で、大容量サイリスタ素子の適用、カットコア追加によって、並列数を2～4に低減し、かつ電流分担の受動的調整を実現する。これによってサイリスタの故障率の低減、客先からの電流分担要求への対応、工場試験での電流分担調整業務の工数低減を達成する。

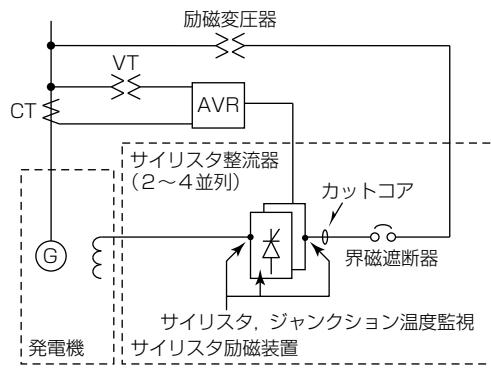
(2) 監視機能強化

従来、サイリスタ盤の排気温度だけを監視していたが、今回の開発で、サイリスタ素子及びサイリスタと盤を接続するジャンクション(大電流用コネクタ)の温度監視機能を追加する。これによって客先からのサイリスタ素子温度監視要求への対応、サイリスタ素子及びジャンクションの故障未然検知による品質問題回避を実現する。

監視機能の予兆検知への展開など、今後も引き続きサイリスタ励磁装置の付加価値向上、品質向上に取り組んでいく。



従来のシステム構成



改善後のシステム構成

■ 再生可能エネルギー大量導入に寄与する転送遮断システム

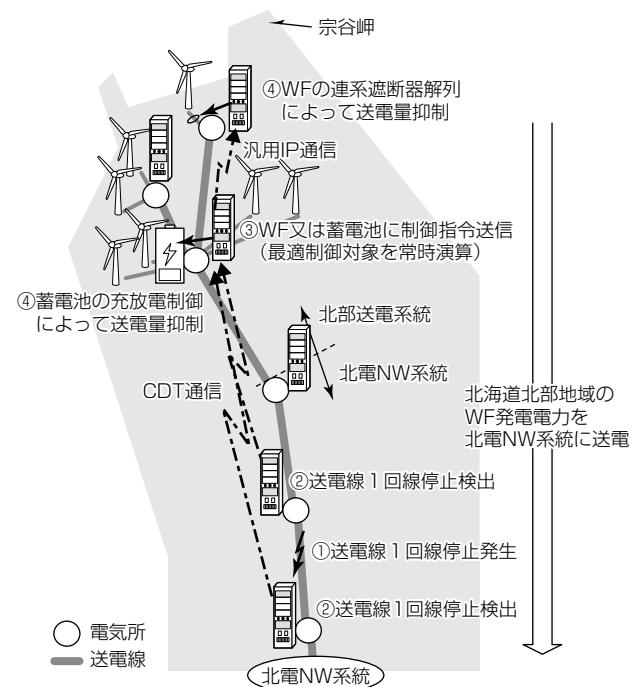
Transfer Trip System for Mass Introduction of Renewable Energy

カーボンニュートラル実現に向けた再生可能エネルギー大量導入には様々な課題が伴うが、その一つとして、再生可能エネルギーopotentialが高い地域での発電電力を需要地域に送るための送電容量が不足する、系統混雑がある。その対策の一つとして、送電線事故によって送電容量が低下した際に瞬時に送電量を抑制することを前提として平常時の送電量を確保する“N-1電制”という取組みがある。当社は、北海道北部地域に風力発電(以下“WF”という。)を大量導入する際の、N-1電制に類する課題解決を目的とした転送遮断システム(系統安定化システムの一種)を北海道北部風力送電株に納入した。

その特徴は次のとおりである。

- (1) WFの連系遮断器解列によって事故時の送電量抑制を実現する(再生可能エネルギーを制御対象とした系統安定化システムとして当社初)。
- (2) 蓄電池の状態に応じてWF遮断の代替として蓄電池制御を実施する。具体的には平常時の送電量変動緩和を目的とした蓄電池に対して蓄電池EMS(Energy Management System)(BLEnDer RE)経由で高速に充放電制御を実施し事故時の送電量抑制を実現する(蓄電池を制御対象とした系統安定化システムとして当社初)。

(3) セキュリティ面、仕上がり時間も考慮の上、制御指令送信を汎用IP(Internet Protocol)通信で実現する。



転送遮断システム図

北電NW : 北海道電力ネットワーク(株), 北部送電 : 北海道北部風力送電株,
CDT : Cyclic Data Transfer

■ 真空バルブ累計生産500万本突破

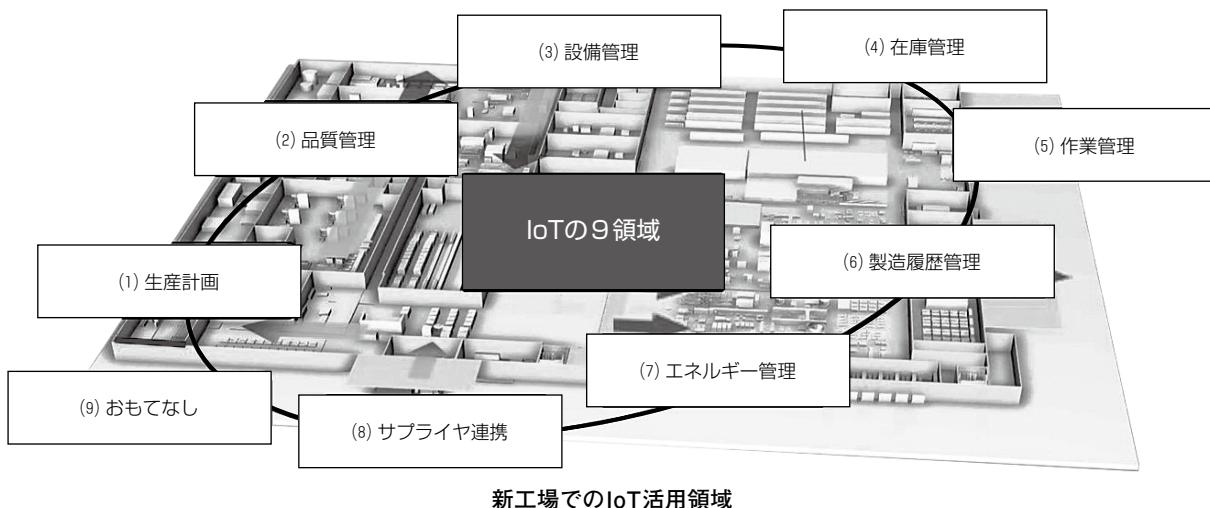
Mitsubishi Electric Vacuum Interrupter Having Exceeded Total Production of 5 Million

当社では1965年に真空バルブを製品化して以来、半世紀以上にわたって、接点材料や電極構造の開発、真空バルブ構造の最適化及び製造プロセス技術開発等を進めてきた。今日では非常にコンパクトで高性能かつ長寿命の真空バルブを実現している。

真空バルブは環境負荷の大きいガスや油を使用しないことや欧州等RoHS(the Restriction of the use of Certain Hazardous Substances in electronic Equipment)で規定されている有害物質を使用しないことなど、他の絶縁媒体と比較して環境適合性の高い機器として近年非常に注目さ

れている。その用途は多岐にわたり、販売本数は増加してきている。この需要に対応するために、真空遮断器工場と真空バルブ工場を統合した一貫生産工場を新設し、2018年から稼働させている。真空バルブの生産本数は、2021年には累計500万本を突破した。

新工場では、四つのコンセプト(一貫生産・自動化・IT活用・環境改善)を取り組んでいる。特にIT活用については当社のFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”を導入し、工場全体のIoT(Internet of Things)化を図り、生産革新を推進している。

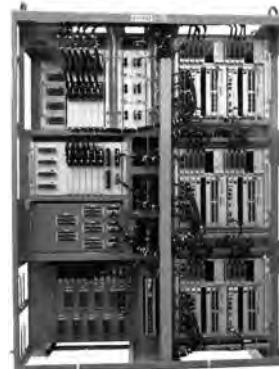


■3. 交通システム Transportation Systems

■ 日本貨物鉄道(株)向けEF510形式300番台での主変換装置／電子制御装置更新 Renewal of Main Converter and Electronic Controller in EF510-300 Series for Japan Freight Railway Co.

日本貨物鉄道(株)で九州で運用されている現行電気機関車の更新対応のため、EF510形式300番台交直流電気機関車が導入されることになった。EF510形式は初期設計から約20年が経過し、半導体素子等の主要部品が生産中止になっているため、EF510形式300番台では初期設計に対して互換設計を行った。また、新機能として、電気ブレーキを“発電ブレーキ”(ブレーキ抵抗器によって電力を消費)から“回生ブレーキ”に変更し(交流電化区間に限る)、ブレーキによって生じる電力を架線に戻すことで、鉄道システムとしての省エネルギー化を図っている。EF510形式300番

台は計17両新製する計画で、九州の貨物鉄道輸送への貢献が期待されている。



電子制御装置

■ ブレーキ制御装置 Integrated Brake Control Unit

鉄道車両用のブレーキ制御装置(iBCU)を開発し、現車でのブレーキ応答速度及び減速度評価を完了した。このブレーキ制御装置は、ブレーキ制御器、圧力センサ、応荷重弁、電空変換中継弁が主要構成品である。これら構成品の構造見直しによって、ブレーキ制御装置全体のサイズで従来比25%低減を実現した。当社での構造見直しの一例として、ブレーキ制御器のコネクタを基板上部から前面へ配置変更することでブレーキ制御器の高さを半減した。また、このブレーキ制御装置内には新たに減速度センサを搭載し

ている。このセンサの活用によって、車両減速度の過大／過小診断や、車両内の全車軸滑走時の早期検出が可能になるため、停止精度等のブレーキ性能向上が期待できる。

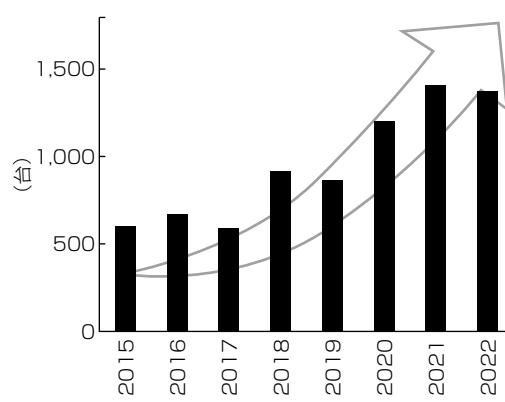


iBCU

■ 高信頼性WN継手の採用拡大 Increasing Adoption of High Reliability Gear Coupling

WN継手は他方式継手と比較して堅牢(けんろう)で安全性が高い上、主要部品の交換周期が非常に長く、事業者は長期に及ぶメンテナンス費用の低減が可能である。それに加えて、WN継手は他方式継手より小型であるため、周辺機器の寸法制約を緩和できる。一方、従来のWN継手は歯車噛(か)み合いのあそびに起因する、惰行時の振れ回りによる騒音が問題であった。当社製WN継手は、独自に開発した歯形によって惰行騒音を抑制しており、現車試験でも惰行騒音が発生しないことを確認している。WN継手特有の利点に加えて惰行騒音が抑制された特長を持つ当社製WN継手は多くの事業者から高い評価を受けており、近年、

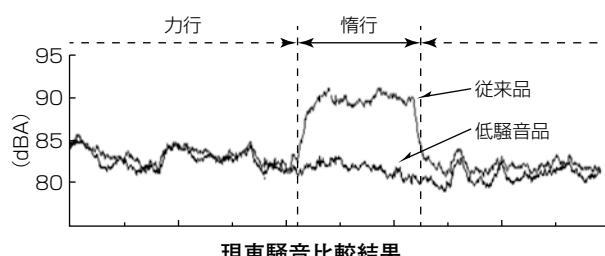
電化／非電化を問わず、新造車／更新車への採用が継続的に増加している。



当社製WN継手の国内向け出荷台数推移



高信頼性WN継手外形



現車騒音比較結果

■ 京都市営地下鉄烏丸線20系向け鉄道車両用空調装置の外気導入化

Heating, Ventilation and Air Conditioning with Fresh Air Intake System for Kyoto City Karasuma Line 20 Series

京都市営地下鉄烏丸線20系向けにCU787形空調装置を納入した。1両当たり2台搭載し、空調1台当たりの冷房能力は25.58kWである。この装置は開発段階から顧客の仕様・要求の変化を分析して標準仕様とオプション仕様を定義し、一部の構造変更を容易にすることで顧客要求の変化に柔軟に対応するコンセプトである。

この案件では新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行を受けて、空調装置から新鮮外気を取り入れて換気機能を持つ仕様の要望があった。開発段階から想定していたオプション仕様の範囲内であったため、開発着手から試作評価、現地改造までわずか2か月で対応できたと同時に、顧客からも高い評価を受けた成功事例である。



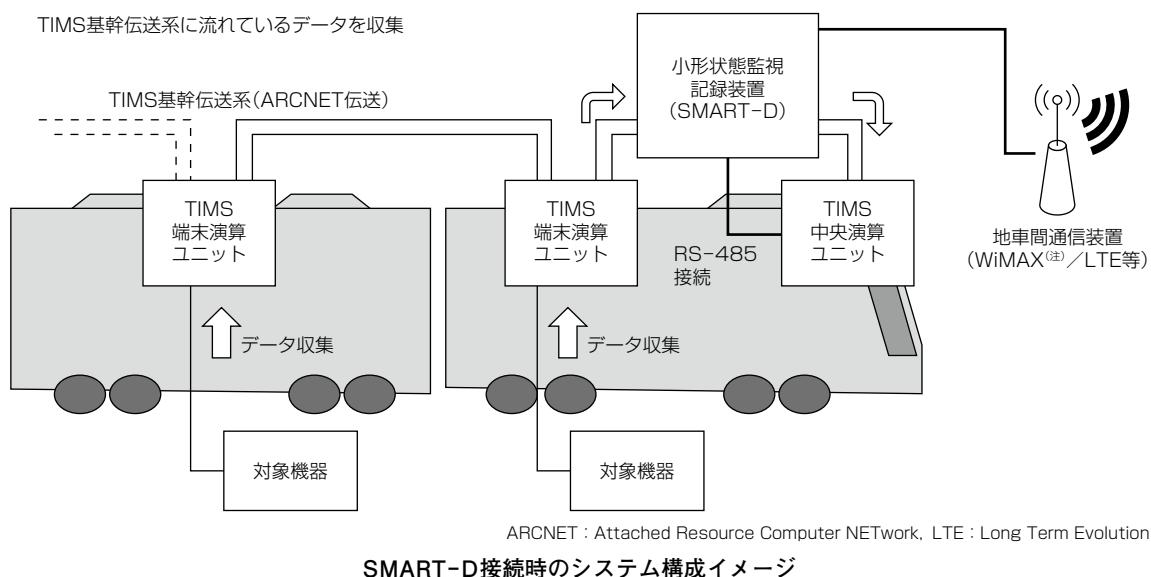
CU787形鉄道車両用空調装置

■ 小型状態監視記録装置“SMART-D”を用いたTIMSのデータ収集

Data Collection for Train Integrated Management System Using Small Monitoring and Recording System "SMART-D"

車両統合管理装置(TIMS)が搭載されている車両で“車上データ”を活用し、データの見える化・省エネルギー・検査省力化などの業務効率化の要求が高まっている。これを実現するために、車体改造を極力抑えてTIMSのデータを収集して地上に伝送することを可能にした小型状態監視記録装置“SMART-D”を開発した。

SMART-Dのコンセプトは、“装置サイズの小型化”“設置時の車体改造最小化”“TIMSソフトウェア改造なし”“地車間無線通信対応”“TIMSの内部データを取得・設定するためのRS-485伝送接続対応”であり、今後、より良いシステムを目指して取得したデータの利活用方法も検討していく。

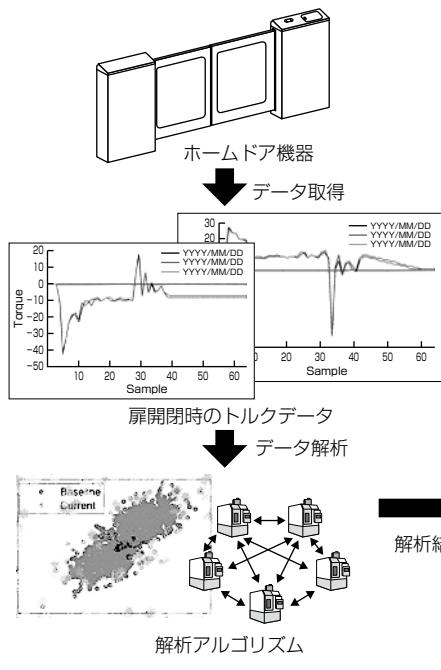


■ ホームドアの予兆検知システム

Degradation Sensing System for Platform Gate Systems

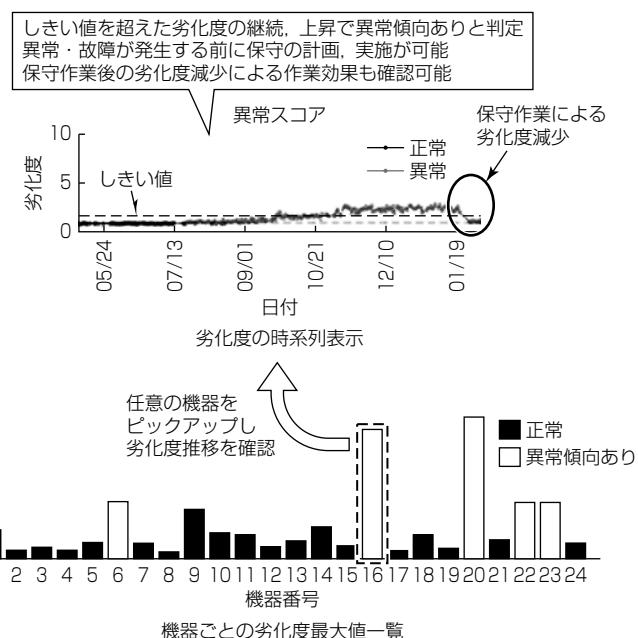
安全装置であるホームドアは設置拡大が進む一方、鉄道事業者は保守費用の増大という課題を抱えている。そのため、現状の保守方式であるTBM(Time Based Maintenance)から、機器状態を把握し効率的な保守が可能なCBM(Condition Based Maintenance)への転換による保守費用の低減(最適化)が求められている。また、CBMを導入することで異常・故障の事前検知も可能になり、鉄道の運行を妨げない当社製ホームドアとして付加価値を高めることができるが、これらの技術は確立されていなかった。

今回の開発ではホームドアの稼働データを活用することで、機器の劣化状態と異常・故障傾向を検出しCBMを実現する予兆検知システムを構築した。異常等の傾向は扉を開けるときに発生するトルクデータを用いて検出する。



予兆検知システム解析概要及び出力結果

駆動するモータのトルクデータに表れるという経験則から、統計的アルゴリズムと機器の構造、知見を基にしたアルゴリズムを組み合わせてトルクデータを解析し、機器ごとの状態を劣化度として定量化することに成功した。また、解析に必要な学習モデルはベースになる基準データに加えて、現地設置後の稼働データも取り込むことで機器個別の特徴も反映したモデル構築を可能にした。このシステムでは一定期間のフィールド検証を実施し、異常傾向検出が可能であることを確認している。今後もシステム改良を進めて、ホームドアの保守最適化提案及び安定稼働実現に貢献していく。



■ 鉄道向け電力管理システム

Transportation Substation Control System for Railway

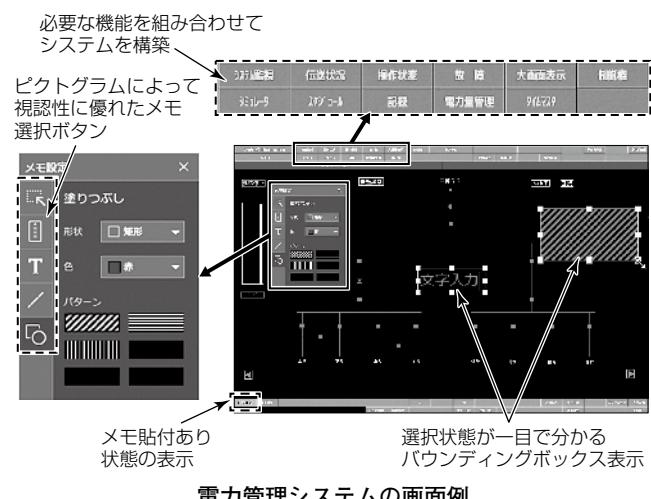
鉄道向け変電所等を遠隔監視・制御する電力管理システムで、システム操作する指令員の定例業務である停送電操作を自動実行するスケジュール機能等を実装したシステムを開発した。このシステムは、次の特長がある。

(1) プログラミングレス化

実績ある機能をパッケージ化し、それらを組み合わせて指令業務や変電所等の設備に合わせたデータを定義することによって、短納期かつ高品質でシステム構築が可能である。

(2) 視認性・操作性に優れた画面デザイン

ピクトグラムの採用など、ユニバーサルデザインの考え方を多岐に取り入れることによって、選択状態や操作の妥当性が直感的に判別でき、誤操作を防止できる。



■4. ビルシステム Building Systems

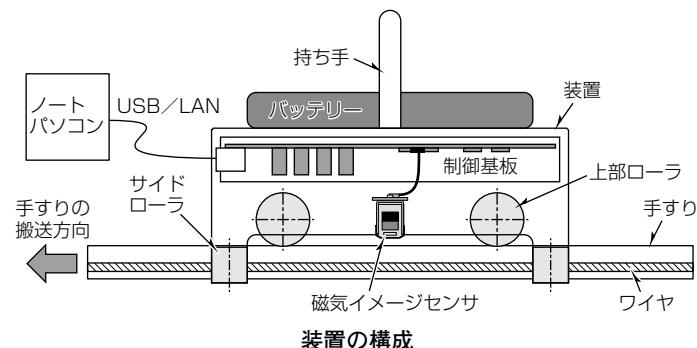
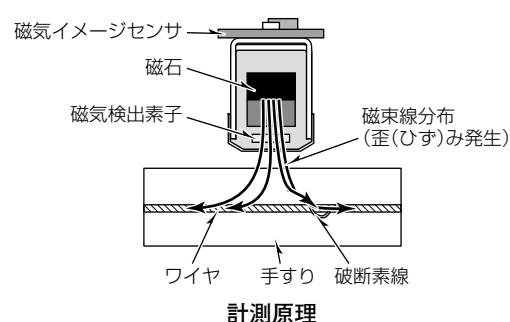
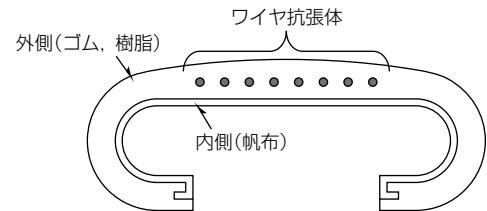
■ 手すりワイヤ診断装置

Diagnostic Sensors for Escalator Handrail Wire

エスカレーターの手すりは、内部に複数本のワイヤ抗張体を使用したものが広く用いられているが、このワイヤは長期間の使用による繰返し曲げによって、一部が断線し、その破片が手すり表面に露出することがある。そのため、ワイヤの断線を検知して、表面に露出する前に手すりを交換する運用が求められており、非破壊で断線を検知する手法と装置が開発されてきた。

ワイヤは通常、複数の鋼製の素線が撚(よ)り合わされて構成されており、曲げ疲労が起こると最初に素線の一部が断線し、徐々に断線箇所が増加する。そこで、ワイヤに磁気を印加して、素線の断線部からの漏洩(ろうえい)磁束を検知することによって、損傷初期の状態で検知する装置を開発した。ワイヤに比べて素線は細く、検知する漏洩磁束量が微小なため、紙幣等に用いられる磁気インクを検出可能な高解像度磁気イメージセンサ(MICMO)を用いた。

この装置はエスカレーターに手すりが取り付けられた状態で手すり全周を連続的に測定できるように、装置をローラを介して手すり上に設置し、人が装置を保持したまま手すりを移動させながら測定する。断線した素線が手すり表面に近いほど、素線からの漏洩磁束が増加して、センサ出力が大きくなるように構成しており、適当なしきい値を設けることで効率的な手すり交換時期の運用が可能になる。



<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>

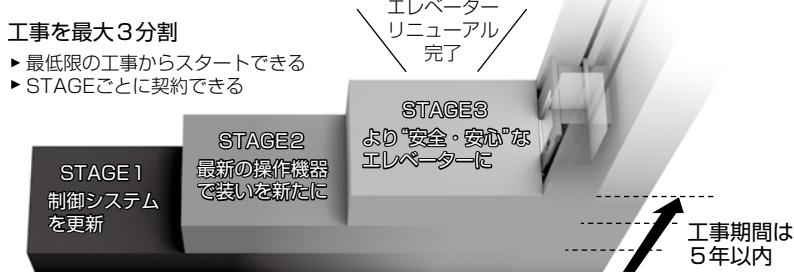
■ 三菱エレベーターリニューアル“Elemotion+[STEP]”

Mitsubishi Elevator Renewal "Elemotion+[STEP]"

2016年から、旧機器を流用しながら改修工事を進めるこことによって、リニューアル工事での連続休止期間を0日とした製品“Elemotion+[ZERO]”を販売している。一方で、リニューアル対象のエレベーター増加に伴い、顧客ニーズの多様化が進んでいる。そこで、Elemotion+[ZERO]で開発した新しい制御盤で旧機器を制御する技術を基に、リニューアル工事の内容を三分割して販売する“Elemotion+[STEP]”を開発した。

制御盤の更新によって保守部品供給不可になるリスクの低減を図るSTAGE1、かごや乗場機器の更新によって、意匠性の向上や保守サービスの充実化を図るSTAGE2、巻上機の更新や耐震対策によって、法令対応を進めるSTAGE3と、リニューアル工事を段階的に分割して販売することで、客先ニーズに合わせて自由に工事を進めることができになる。また、工事を分割することによって、1回の工事費用が小さくなる

ため、ビル全体の修繕計画に合わせた予算確保が容易になり、リニューアル工事のハードルを下げる事が期待できる。従来の標準的な制御改修製品である“Elemotion+”や先に述べたElemotion+[ZERO]に加えて、Elemotion+[STEP]を投入することによって、これまで以上に顧客の状況に合わせた更新計画の提案を行うことが可能になる。



<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>



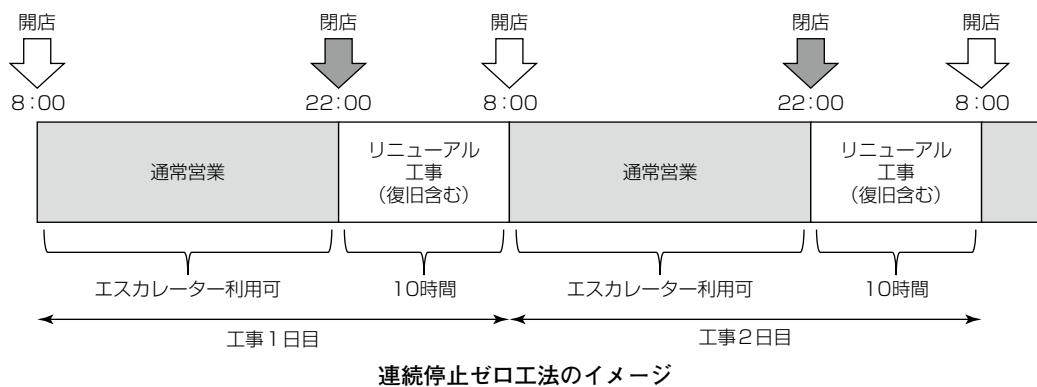
■ エスカレーター リニューアル工事での連続停止ゼロ工法

Zero-Downtime Method for Escalator Renewal

4
章

当社のエスカレーター リニューアル工事は、既設エスカレーターの“省エネルギー効率”“安全性”“意匠性”的向上を目的に竣工(しゅんこう)から25年を目途に実施される。従来の工法は、営業中の商業施設等に対して最大30日程度のエスカレーター停止期間を求めるものであったが、工事期間中もエスカレーターを利用可能にする連続停止ゼロ工法を新たに開発した。

この工法では、1日の工事時間を施設の営業時間外に収めるために最大10時間として工事を1日単位で分割し、日ごとに復旧作業を実施する。これによって、工事期間中も営業時間内にはエスカレーターの利用が可能になる。



<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>

■ 三菱エレベーターの安心・安全をサポートする“MITEMAS”機能拡充

Developed “MITEMAS” Functions Supporting Safety and Security of Mitsubishi Elevators



三菱エレベーターの安心・安全をより低コストで実現するため、三菱地所グループとのワーキンググループ活動を通して、PC式昇降機監視システム“MITEMAS”的機能を拡充させた。背景として、大規模ビルに導入されている昇降機監視システムは個別設計・生産を行っているが、多くの大規模ビルに納入された昇降機監視システムはビルごとに開発された特殊機能が多く含まれており、また、その特殊機能の多くは利用の頻度が低い状況があるが、今後、機器のリプレイス及び定期更新では、特殊ソフトウェアの移植費用の負担が大きいため、リプレイス時期を迎える前に整理を行う必要があった。

ワーキンググループは、丸の内ビル、新丸の内ビルなど多くの大規模ビルを設計・開発・運用する三菱地所グループの協力を得て、納入済みの昇降機監視システムにある特殊機能について、廃止する機能、標準化する機能及び引き続き特殊仕様とするものを選別した。さらに、2021年度はこのうち標準化する機能をMITEMASの標準ソフトウェアとして実装したこと、標準システムで次の機能が実現可能になり、ライフサイクルコストの削減に貢献した。

この工法実現の上で、電気配線作業の分割という課題に對しては、配線用分岐箱を新たに開発した。この機器によってエスカレーターの正常動作に必要な配線経路の確保が當時可能になり、新旧の安全装置が混在するリニューアル途中の状態でもエスカレーターの稼働が可能になった。

工法改良以外にも、当社として初めて標準仕様にインバータ制御を導入し、顧客の利用状況に応じた省エネルギー運転や安全装置作動時のエスカレーター緩停止による転倒リスク軽減等の訴求力強化を図った。

この工法によって、特にエスカレーターの連続停止時間がネックで進まなかった商談の受注増加が期待される。



昇降機監視システム MITEMAS

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>

■ インターホン点検一人作業機能

Interphone Inspection Single-person Work Function

エレベーターには非常にかご内と管理人室などの外部と連絡が取れるようにインターホンが搭載されており、保守点検時はかご内のインターホンボタンを押下し、管理人室などに設置されているインターホン親機(以下“親機”という。)のブザー鳴動状態やインターホンの通話状態を確認している。その際、管理人室がかごから離れていることがあるため、かご内と管理人室にそれぞれ人員の配置が必要であり(二人作業)、非効率な作業になっていた。

今回、作業効率化のため、管理人室の作業者だけで親機のブザー鳴動状態や通話状態を確認できる、インターホン点検一人作業機能の開発を行った。

この機能は、(1)親機のブザー鳴動機能、(2)かご内アナウンスの鳴動機能の二つの機能によって実現しており、機能概要について次に述べる。

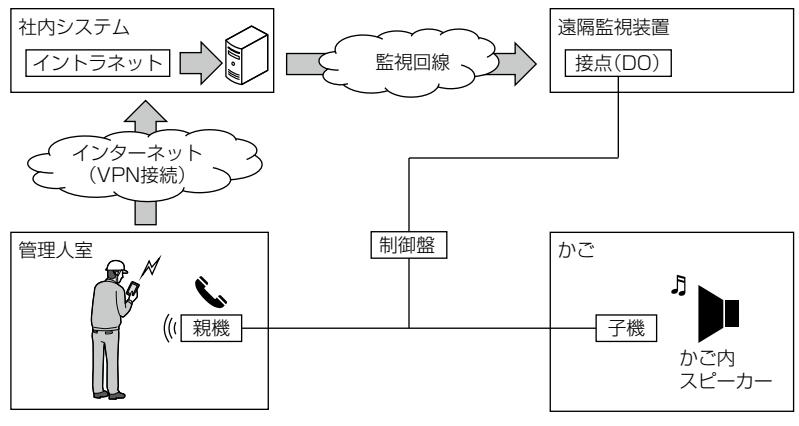
(1) 親機のブザー鳴動機能

遠隔監視装置の接点を遠隔操作し、親機のブザーを鳴動させる機能であり、かご内の作業者

がインターホンボタンを押下せざとも親機のブザーを鳴動させることができる。

(2) かご内アナウンスの鳴動機能

遠隔監視装置からかご内アナウンスを鳴動させる機能であり、親機からかご内アナウンスを確認することでインターホン通話状態を点検できる。



DO : Digital Output, VPN : Virtual Private Network

インターホン点検一人作業機能のシステム構成

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>

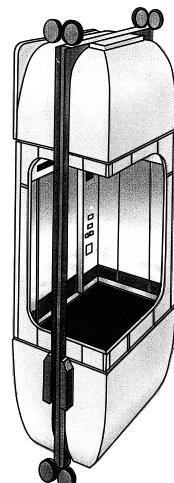
■ 横浜ランドマークタワー向け昇降機設備リニューアル

Elevator Modernization for Yokohama Landmark Tower

横浜ランドマークタワーは1993年に竣工(しゅんこう)、高さ296.33mを誇る日本有数の高層ビルである。設備更新の一環として2017年から昇降機のリニューアルを順次行っている。中でも象徴的な1台、国内最高速^{(*)1}である展望フロア行きエレベーターのかご室天井の更新について述べる。

かご室の天井を交換する場合、通常は天蓋を含む天井一式を交換するため、かごの外側から取替え作業を行う。このエレベーターには走行時の風音対策として整風カバーを設置しているため、“かご内部から天井照明を取り替える工法”を検討し採用した。開発部門や施工部門と協議を重ねて、天井構造を検討し、天井照明の取付方法の見直し及び天井パネルの一部を分割構造にすることでかご内からの取替え作業が可能になり、標準的な工法と比較して施工期間の50%短縮を実現した。照明はLEDダウンライトと間接照明で構成して間接照明は色温度の異なるLEDを2列配置し、それぞれの光源での調光の組合せによってUP/DOWN走行時で異なる照明パターンを設定した。走行開始から到着に至るまでの乗車時間を調光・調色を駆使した光の演出が展望階への到着に期待感を持たせるものになっている。この工法については、既設流用機器が多く発生するリニューアル工事では有効であり今後も採用を検討していく。

* 1 1993年竣工当時



かご室全景(整風カバー)



天井照明(取替え後)

<取り扱い：三菱電機ビルソリューションズ㈱>

■5. 公共システム Public Systems

■ 被災状況把握システム“ヘリサット浸水域把握機能”

Disaster Damages Gathering System "Function of Flood Area Survey by Aerial Shoot Using Helicopter Satellite Communication System"



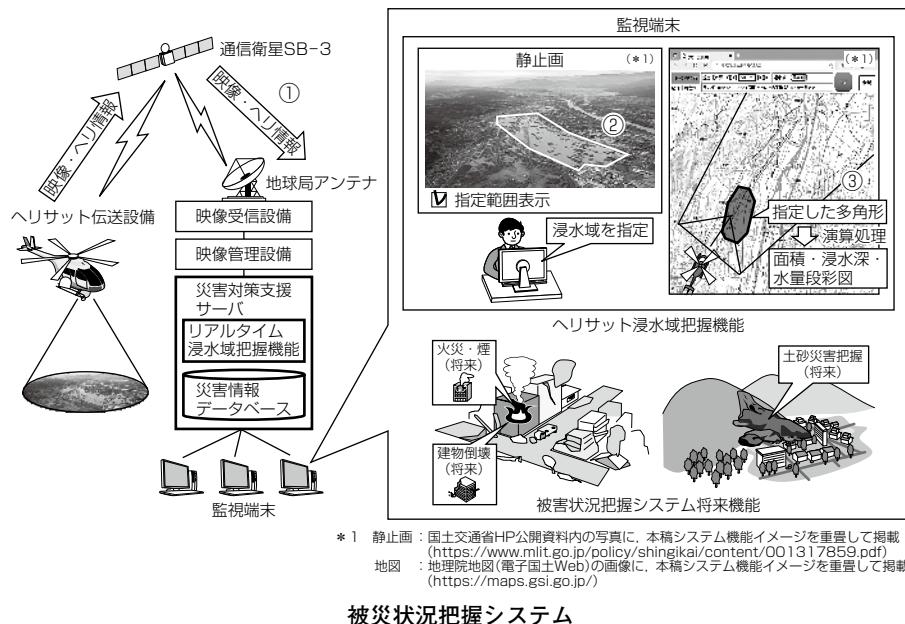
当社は、災害対策を支援する統合的な被災状況把握システムの実現を目指して、ヘリサット映像を応用したヘリサット浸水域把握機能を開発した。

現場に派遣されたヘリコプターから衛星通信で地上に被災地の映像とヘリ情報を探し(図の①)、監視端末に表示された空撮画像上の河川氾濫等の浸水域を多角形で囲むよう指定する(図の②)。この指定領域は、即時、地図上に表示され、位置・標高データ等を基に、面積・浸水深・水量の計測、段彩図の作成を可能にする(図の③)。

従来の地上調査では膨大な時間・労力を要する大規模かつ広域的な浸水の把握を、空撮画像を用いることで容易かつ被災箇所に近付くことなく安全に実現する。また、浸水被害の定量的な把握と情報提供によって、排水ポンプ車の配置計画・派遣等、迅速な救難・復旧活動を支援する。

今後、様々な災害で発生する被災

状況の把握に対応するため、ヘリサット映像に加えて、高所カメラ・UAV(Unmanned Aerial Vehicle)カメラ等の映像応用技術、火災やビル倒壊等の検出技術を検討・開発中である。このような新たな機能追加による更なる可用性の向上を計画している。



被災状況把握システム

■ IoTプラットフォーム“INFOPRISM”適用によるクラウドSCADAサービスの実現

Cloud SCADA Service Based on IoT Platform "INFOPRISM"



クラウドSCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)(*1)は、当社の社会インフラIoT(Internet of Things)プラットフォームである“INFOPRISM”上のサービスとして新規開発し、事業化したものである。従来のオンプレミスSCADAとほぼ同等な機能を物理サーバレスで実現し、運用・保守を含めた遠隔監視制御機能を安価に提供可能にした。

クラウドSCADAは、次の(1)～(3)の特長を持つ。

(1) 物理サーバの老朽化による更新

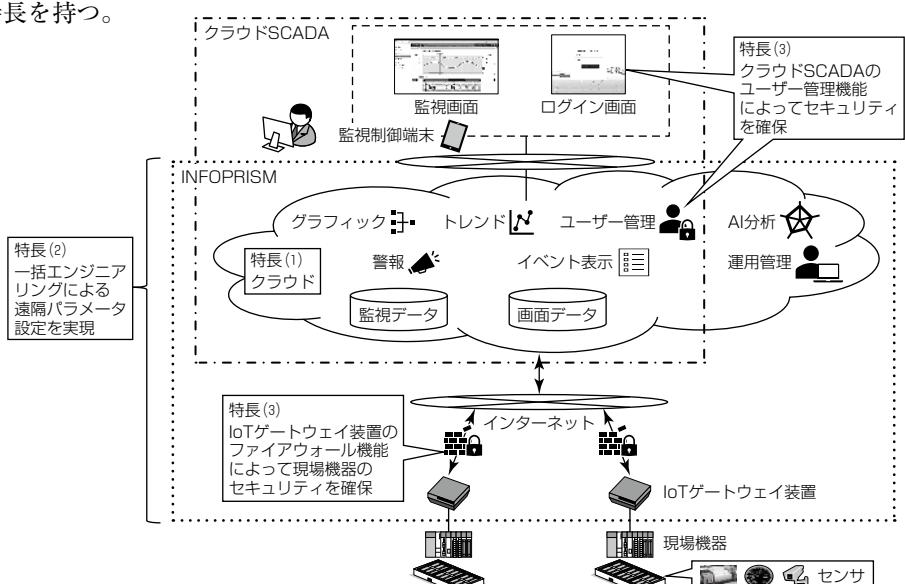
や、設置スペースの確保を不要にした。

(2) クラウドSCADAからIoTゲートウェイ装置まで、遠隔でのパラメータ設定を可能にする一括エンジニアリング機能を開発し、工期短縮を実現した。

(3) インターネット上で動作するクラウドSCADA及びIoTゲートウェイ装置のセキュリティを確保し、このサービスをターゲットとしたセキュリティアタックに対する堅牢(けんろう)性を実現した。

INFOPRISM上の各サービスは、サービス間のデータ連携が可能である。今後はINFOPRISM上のAI分析機能や他サービスとのデータ連携機能を活用し、設備維持管理サービスや、様々なサービスの実現を目指す。

* 1 インフラ設備などから得られる情報を1か所に集めて監視・制御するシステム



クラウドSCADAを活用した監視制御システム

■ 三菱電機水面状況監視サービス“みなモニター” Mitsubishi Electric Water Surface Situation Monitoring Service "MINAMONITOR"

全国に約15万か所存在する農業用ため池で、近年、豪雨や地震などを起因とした決壊被害が増加しており、災害発生リスクの早期把握等、ため池管理の高度化が求められている。

当社は、防災・減災を目的に、ため池管理の高度化を支援する水面状況監視サービス“みなモニター”的提供を開始した。

(1) ブイ型水面センサを水面に浮かべて、準天頂衛星“みちびき”(注)などから受信した測位信号を用いてため池の水位を測定し、スマートフォンなどで水位情報を遠隔監視できる。

(2) センサ本体は水面に浮上しているため、地震、落雷や誘雷、水面の浮遊物、池底の泥の影響を受けにくく、また太陽光発電パネルと蓄電池で稼働するため、停電時でも継続して水位を測定できる。

(3) 水面に浮かべたブイ型水面センサはロープやおもりで固定するだけの上、専門技術者による定期的な校正作業も不要であり、設置工事費や維持管理費を低減できる。

みなモニターは、農業水利施設などの維持管理業務のDX(Digital Transformation)化を実現するとともに、より容易な水面状況監視を提供することで、昨今の大雨等の災害時の迅速な対応を支援し、防災・減災に貢献する。



ブイ型水面センサ

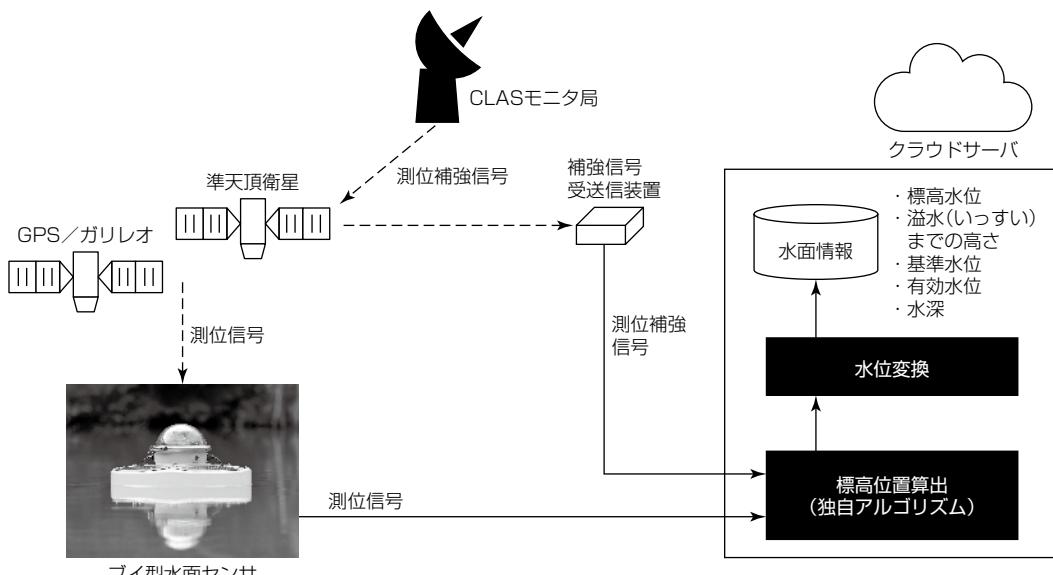


水面状況の一覧画面



水面状況の詳細画面

みなモニターアプリケーション画面例



CLAS : Centimeter Level Augmentation Service, GPS : Global Positioning System

水位計測の原理

■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

■ “MELSERVO-J5シリーズ”のSSCNET III/H対応ACサーボアンプ“MR-J5-B”



2019年5月に発売したACサーボアンプ“MELSERVO-J5シリーズ”にSSCNET III/H対応サーボアンプ“MR-J5-B”を追加した。SSCNET III/Hは既存機種であるMELSERVO-J4シリーズの顧客が使い慣れた高応答、高精度な光ファイバによるサーボシステムネットワークである。この製品によって既存のSSCNET III/Hコントローラプログラム資産を継承しながら、MELSERVO-J5シリーズで大幅に向上した性能・機能による装置の機能アップが可能である。主な特長は次のとおりである。

(1) サーボモータ“HKシリーズ”対応

MELSERVO-J5シリーズ対応サーボモータ“HKシリーズ”が使用可能である。バッテリレス絶対位置エンコーダ、ONEコネクタ／ワンタッチロック／1ケーブルによる保守工数削減を実現する。最大トルク向上によるタクトタイム短縮に貢献する。

(2) クイックチューニングによるゲイン調整

サーボオンするだけで自動で振動やオーバーシュートを抑制してゲイン調整を行うクイックチューニングが可能である。

(3) 既存機種MR-J4-Bからの継承性

モーションコントローラはファームウェアバージョンアップによって置き換え不要で、MR-J5-Bが使用可能である。エンジニアリングソフトウェアや“MELSERVO-J4シリーズからJ5シリーズへの置き換えの手引き”によって置き換えをサポートする。



MR-J5-B

■ 高効率枠付IPM主軸モータ“SJ-DM”



High Efficiency Framed Interior Permanent Magnet Spindle Motor "SJ-DM"

近年、カーボンニュートラル実現に向けて工作機械には電力消費量削減が求められている。その中で、工作機械用主軸モータには“損失低減のためのモータ高効率化”“ポンプ等付帯設備の稼働時間削減のための生産性向上”等のニーズが拡大している。また、5G(第5世代移動通信システム)通信製品等の拡大市場では、搭載部品点数増加に伴い頻繁なネジ穴加工が実施され、主軸モータにはサイクルタイム短縮のための“加減速特性向上及びトルク特性向上”が要望されている。

これらの市場ニーズに対応するため、回転子に磁石を活用し高効率化を実現した“枠付IPM(Interior Permanent Magnet)主軸モータSJ-DMシリーズ”を開発した。主な特長は次のとおりである。

- (1) 磁石活用による高効率化に加えて、固定子損失を抑制する巻線構造、回転子損失を抑制する鉄心積層構造によって現行機比効率14%改善を達成した。
- (2) 高トルク化と低慣性化を両立した磁石配置によって、現行機比加減速時間65%短縮を達成した。

(3) 今後の機種拡充を見据えて、キーパーツである磁石を共通化したモジュラー設計の実施によって、機種ごとに個別最適化した専用設計と比較し、磁石コスト削減を達成した。

(4) ロバスト最適設計を実施し、コギングトルク抑制による加工精度向上、重点管理寸法明確化による品質安定化・コスト低減を実現した。



SJ-DM

■ 被写界深度改善版カラーCIS“KD-CXFシリーズ”

Color Contact Image Sensor "KD-CXF Series" with Deep Depth of Focus

当社密着イメージセンサ(CIS: Contact Image Sensor)は、複写機、金融端末、表面検査用途の画像読み取りデバイスとして広く使われている。

今回、表面検査用途向けCISとして、マシンビジョン分野にKD-CXFシリーズを開発した。CISは、等倍光学系のロッドレンズアレーを使うことで非常にコンパクトになる一方、被写界深度(ピントが合っているように見える範囲)が浅いことが課題であった。このシリーズではCIS内部に被写界深度を深くするための特殊構造を組み込むことで、被写界深度を従来比約3.6倍に拡大した。

CIS本体の断面サイズは119×59mmとし、従来機種同等の省スペースを実現している。使用温度範囲も5～50°Cを実現しており、従来機種と同様に、周囲環境に左右されず、安定した撮像特性を持つ。

深い被写界深度が要求される大型印刷機向けをメインターゲットとしており、原稿読み取りサイズは1,064mm、ワークディスタンスは27mmとした。インターフェースはCoaXPress^(注)を採用し、KD-CX/CXLシリーズ同等の高速読み取りを実現している。

KD-CXFシリーズは2022年12月に量産開始しており、今後も高まるマシンビジョン用途の生産性向上に貢献していく。



KD-CXFシリーズ

	焦点位置からの距離 (一側は原稿との距離が近くなる。 +側は原稿との距離が遠くなる)		
	-2mm	0mm	+2mm
現行機種 (KD6R367CX)	生	生	生
KD-CXF シリーズ	生	生	生

現行機種とKD-CXFシリーズの被写界深度比較

6.2 配電・計測機器 Power Distribution Measuring Apparatus

■ 小形遮断器“KCシリーズ”的スプリングクランプ端子仕様追加

Addition of Spring Clamp Terminal Type to Small Circuit Breaker "KC Series"

近年、労働人口の減少や熟練作業者の不足等によって、制御盤や機械装置の配線作業時間の短縮や省保守化が求められている。このニーズに対応するため、当社ではスプリングクランプ端子仕様を遮断器、サーキットプロテクター、電磁開閉器などの機器にラインアップしてきた。今回新たに小形遮断器の“KCシリーズ”にスプリングクランプ端子仕様を追加した。この開発によって50A以下の電流領域で遮断器のねじレス接続化が可能になり、より広い用途、領域で盤内機器のフルねじレス化に貢献する。開発製品の主な特長は次のとおりである。

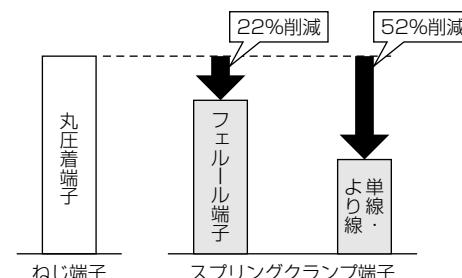
- (1) 発売済みのスプリングクランプ端子仕様の製品から定格電流を増大させた(32A→50A)。本体定格が32Aを超える遮断器でのラインアップは国内初^(*1)になる。内部付属装置の端子台にもスプリングクランプ端子仕様を追加した。
- (2) 接続可能な電線はより線・単線直接続に加えて、フェルール端子付きにも対応した。フェルール端子取付け不要な電線直接続によって省施工に貢献する。
- (3) スプリングクランプ端子接続方式にはワンアクションで結線が完結するプッシュインケージクランプ方式を採用した。電線接続作業の施工品質を一律に保てるほか、

ねじ端子のように振動・衝撃・長期使用によるゆるみが発生せず、増し締め作業が不要になる。

* 1 2022年7月5日、当社調べ



スプリングクランプ端子仕様遮断器“NV50-KC”



配線作業時間比較
(JSIA(一般社団法人 日本配電制御システム工業会)
調査 非熟練者(作業経験2年)での比較)



■ 埋込形電力量計“M8HMシリーズ” Electric Watthour Meter "M8HM Series"

近年、人手不足の解消や働き方改革での業務効率化を目的に検針業務の自動化の需要が高まっている。その需要に対応するため、スマートメーター機能(電力量の30分タイムデータ・通信機能)の搭載やモバイル検針が可能な埋込形電力量計“M8HMシリーズ”を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1) 通信機能搭載

通信用オプションモジュールを“M8HMシリーズ”に接続することで、上位装置との通信による遠隔検針・エネルギー監視に対応した。通信用オプションモジュールは、B/NET伝送、MODBUS^(注)RTU(Remote Terminal

6
章

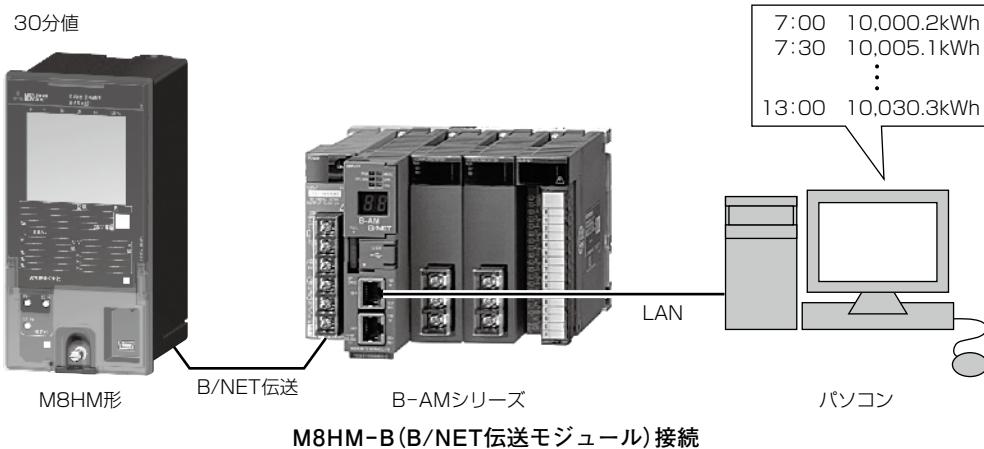
Unit)通信、Bluetooth^(注)通信から選択可能であり、顧客の用途・上位装置に合わせて対応可能な構成にした。

(2) 電力量タイムデータ保持

電力量計の内部に電力量タイムデータ(30分値／10分値／1分値から選択可能)を保持しており、通信機能と組み合わせることで、時間帯別計量(検針)や、きめ細かなエネルギー監視が可能である。

(3) 計測データの拡充

電力量に加えて、各種計測データ(電圧・電流・電力・力率)や最大電流・最大電力を通信出力するため、電気設備の負荷監視も可能である。



■ 7. 自動車機器 Automotive Equipment

■ SDRの量産製品適用とEV／HEV向けノイズ除去技術

Software Defined Radio for Mass Production and Noise Reduction Technology for Electric Vehicle/Hybrid Electric Vehicle

近年の自動車内環境では、電気自動車やハイブリッドカーに搭載されるモータから発生するインバータノイズや、電装品から発生する電装品ノイズ等、様々なノイズ源が増加している。AM(Amplitude Modulation)ラジオは方式上これらのノイズの影響を受けやすく、良好な受信環境を得られないため、AMラジオ機能の搭載を見合わせるメーカーも増えている。

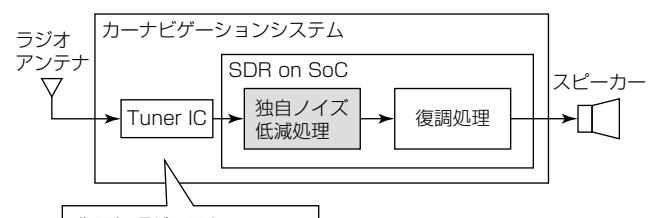
従来技術では、AM復調後の音声信号に対してノイズ低減処理を行っていたため、ノイズ低減効果と音声品質がトレードオフになるという課題があった。今回、AM復調前の信号に対してノイズを低減させる独自のノイズ低減技術を開発した。この技術を適用することで、音声品質を損なわずに大幅にノイズを低減させることができた。

また、従来はハードウェアで実現していたAMラジオの復調処理をソフトウェアで実現する、SDR(Software Defined Radio)技術の開発を行った。ソフトウェアで復調処理を行うことによって、ハードウェアコストの低減が可能になった。さらには先に述べたノイズ低減技術をソフトウェアで容易に実装でき、性能面での差別化も可能になった。これらの技術を適用したディーラーオプション向けカーナビゲーションシステムを、2022年4月から量産中である。

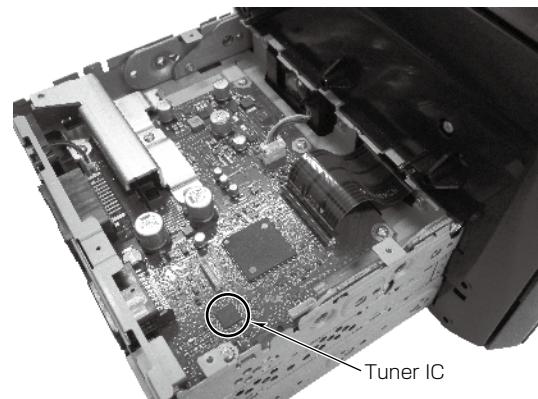
■ カメラとミリ波レーダーを用いた車内乗員検知技術

In-cabin Occupant Detection Technology Using Camera and Millimeter Wave Radar

Euro NCAP(The European New Car Assessment Programme)を筆頭に、各国の自動車安全アセスメントや法令に、自動車への幼児置き去り防止機能の搭載が規定されつつある。また自動車産業界では、法規以上の安全性を目指し、事故発生時に乗員の体格に応じたシートベルトやエアバッグの制御を行うことで人体へのダメージを軽減する衝突安全システムが検討されている。これらの乗員安全性をより高める機能に必要な車室内のセンシング技術として、カメラとミリ波レーダーを用いて大人と幼児を判別し、幼児だけが車内に取り残されている状態を検知する技術や、詳細に体格を判定する技術を開発した。カメラは、乗員の体全体が撮影できる広角カメラを用いて、乗員の顔だけでなく体の関節点を検出することで正確な体格判定を実現した。また、ミリ波レーダーを併用することで、カメラから死角となるチャイルドシートの日よけで隠された幼児や、座席の足元に隠れた子供も検知可能にした。このように、カメラとミリ波レーダーの検知情報を統合することで、検知性能とロバスト性を高めている。このセンシング技術によって、交通死亡事故のゼロ化に貢献する。



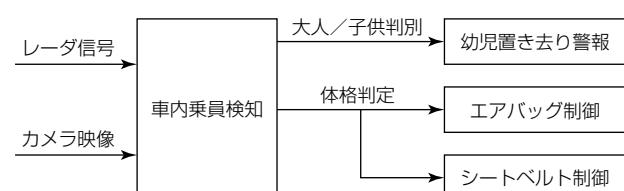
システム構成図



カーナビゲーションシステム(背面)



広角カメラとミリ波レーダーの配置



車内乗員検知システムの構成図

■ CAEを活用した直流モータ回転子の巻線加工検討による高密度化の実現

Realization of High Density by Considering Winding Process Using CAE

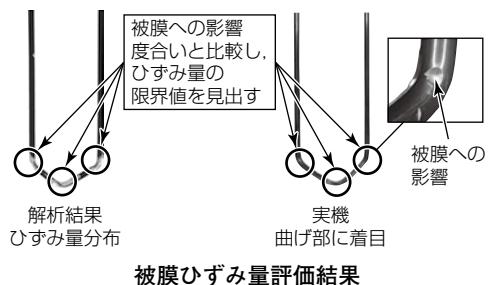
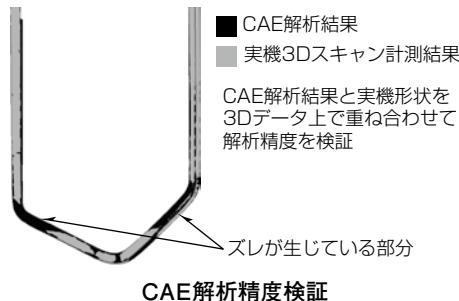
直流モータ小型軽量化に向けた回転子巻線の高密度化への対応には、銅線曲げ部の被膜への影響緩和を考慮した巻線加工が不可欠である。被膜への影響要因として、金型の形状／クリアランス、銅線剛性のばらつきなどがあり、実機での再現性評価が困難であるため、トライアンドエラーを繰り返している現状である。そこで数値シミュレーションによって定量評価することを考えた。加工工程をCAE解析で模擬し、加工後の曲げ形状を実機形状と比較検証することで、精度よく加工を再現する解析技術を構築した。これによって加工で生じるひずみ量から被膜への影響を評価



することが可能になり、実機試験を繰り返すことなく高密度巻線を実現できた。



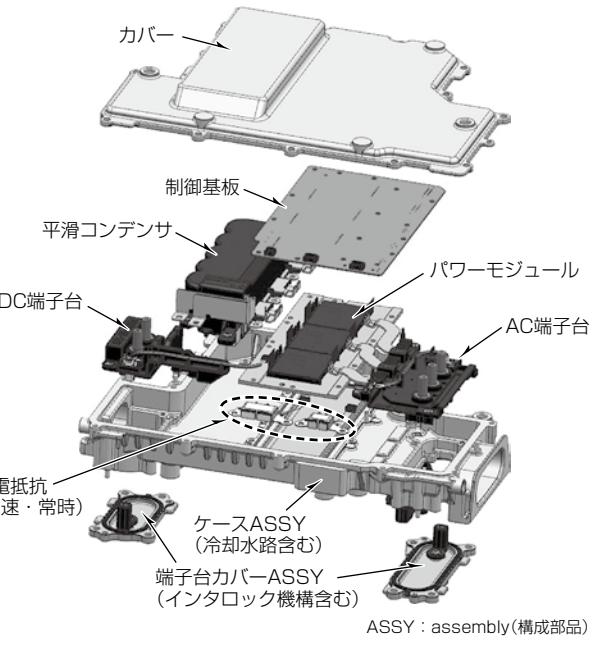
直流モータ回転子の巻線工程



■ PHEV/BEV搭載向け1モータシステム用パワーユニット

Power Unit for 1 Motor Plug-in Hybrid Electric Vehicle/Battery Electric Vehicle System

近年、各国が車両の排出ガス規制強化としてPHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)及びBEV(Battery Electric Vehicle)の導入を促進している。この市場要求に対応するため、PHEV/BEV搭載向け1モータシステム用パワーユニットを開発した。今回、パワーモジュール、平滑コンデンサ、内部バスバー等の主回路部品を新規に最適設計することで、目標とする450V(バッテリー電圧)/500Arms(出力電流)相当の高出力化を実現した。また、インタロック機構、平滑コンデンサの自己放電機能(急速・常時)の搭載による高電圧安全対応、機能安全/サイバーセキュリティの国際規格ISO26262/21434への対応も実施した。



PHEV/BEV搭載向けパワーユニットの部品構成

■ 新型アウトランダーPHEV向けPHEV-ECU

Plug-in Hybrid Electric Vehicle-Electric Control Unit for MMC's New Type of OUTLANDER-PHEV

2021年12月に発売された三菱自動車工業(株)の新型アウトランダー^(注)PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)には、当社のPHEV-ECU(Electric Control Unit)が搭載され、PHEV車の頭脳としてモータ、エンジン、バッテリーなどを統合制御する役割を担っている。

制御仕様は三菱自動車工業(株)が構築し、当社は制御を実現するPHEV-ECUのハードウェア、ソフトウェアの開発・評価を担当している。これまで当社のPHEV-ECUが採用されているが、新型アウトランダーではルノー・日

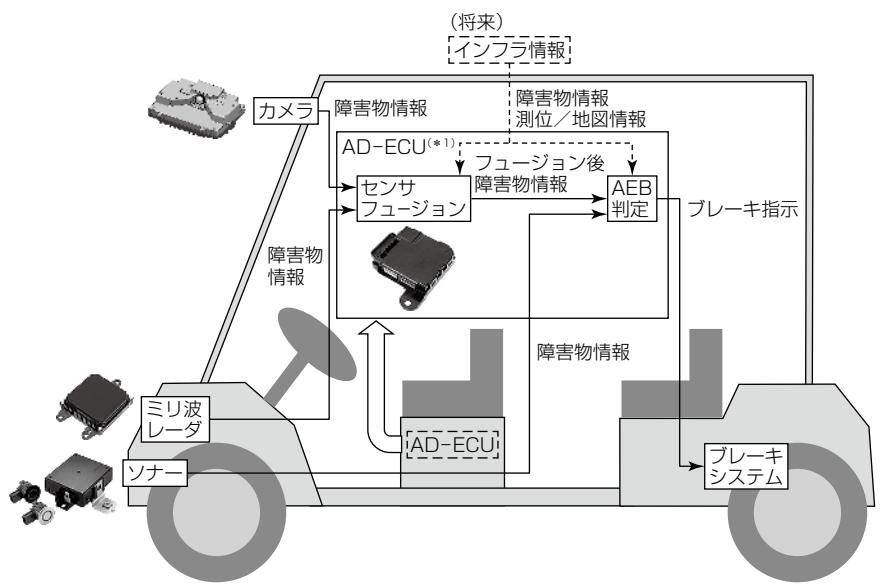
産・三菱アライアンスのプラットフォームや先進技術が活用されており、従来とは大きく異なる車載アーキテクチャへの対応が必要だった。当社でも開発中の様々な課題解決に取り組んで、達成し、量産・発売に至っている。



新型アウトランダーPHEVのPHEV-ECU

■ 狹域自動運転向け被害低減ブレーキ制御 Autonomous Emergency Braking System for Autonomous Driving System in Predefined Areas

限定地域を対象にした狭域自動運転システム向けに、衝突による被害を低減させるための自動ブレーキ制御を開発中である。この制御は前方の障害物をミリ波レーダ、カメラ、ソナーで検知し、衝突余裕時間に応じて自動でブレーキを作動させる。課題として、道路脇の構造物を障害物として検知し、ブレーキが不要作動してしまうことがあった。これに対して、特性の異なる各センサ情報を活用し、各々の弱点を相互補完して、最適な検知情報を組み合わせたセンサフュージョン技術を構築することで、不要作動の低減を実現した。今後は、測位情報、地図情報、路側センサ情報等のインフラ情報を連携させ、検知障害物に対するブレーキ判断精度を上げることで、更なる改良を進めていく。

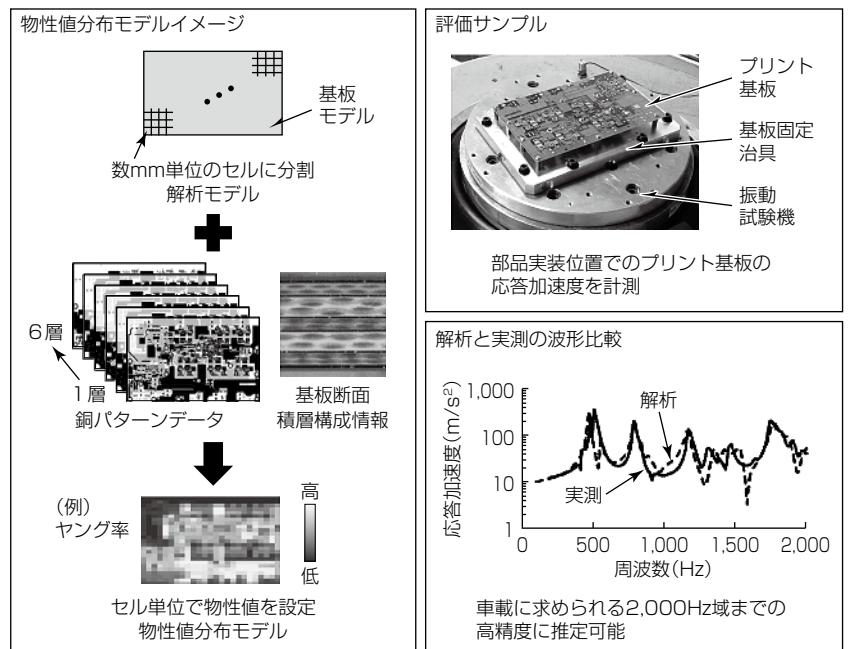


* 1 開発にdSPACE社MicroAutoBox^(注)を使用
AD-ECU : Autonomous Driving-Electric Control Unit
AEB : Autonomous Emergency Braking

被害低減ブレーキ制御システムの構成図

■ プリント基板の耐振設計フロントローディング技術 Front Loading Method for Anti-vibration Design of Printed-circuit Board

プリント基板は共振時の応答加速度増大が顕著であり、搭載部品の破断リスクが高まりやすい。共振時挙動を精度よく推定し、破断による手戻りを防止するために、設計フロントローディングに取り組んでいる。プリント基板は複雑な層構成を持つが、従来、振動解析ではモデルに一つの等価なヤング率、密度を与えていた。この方法では、共振周波数、応答加速度とも実測値との乖離(かいり)が大きい。今回、基板モデルを数mm単位のセルに分割し、セルごとに銅パターン割合と積層構成を考慮した“物性値分布モデル”を適用した。その結果、乖離は周波数で4.0→1.4%，加速度で96→11%と改善され、車載に求められる2,000Hz域まで、高精度な結果が得られた。今後はセルサイズ適正化後、部品の疲労破断推定を進める。



プリント基板の耐振設計フロントローディング技術

■8. 宇宙システム Space Systems

■ 金属3Dプリンターによる衛星搭載アンテナ Spacecraft Antenna Manufactured by Additive Manufacturing

金属3Dプリンター技術を適用した衛星搭載RF(Radio Frequency)機器の軌道上実績を獲得するため、当社では革新的衛星技術実証2号機に搭載する金属3DプリンターX帯アンテナ(3D-ANT)を開発し、2021年11月の打上げ以降、軌道上実証を実施している。

3Dプリンター造形のメリットは低コスト、短納期化が挙げられ、従来製造法では実現できない形状や一体構造化による軽量化が可能である点も特長の一つである。一方、高精度加工が必要な衛星搭載RF機器へのこの技術の適用は当社としては実績がなく、実用化に向けて設計開発プロセスを確立する必要があった。そこで、革新的衛星技術実証プログラムでの3D-ANT開発では、実用衛星と同等の要求で試験を実施し、製品健全性・設計妥当性を評価した。



結果として、3D-ANTは十分なフライタ品質を持っており、地上試験結果及び現状の軌道上実証結果からも以下の目標であった金属3Dプリンター適用RF機器の開発プロセスの確立には至ったものと判断している。また、コスト・スケジュールでも、どちらの結果も従来製造と比較して30%程度軽減できる見込みを得ている。

今後は高周波帯適用や加工精度改善等の課題解決に取り組んで、金属3Dプリンター適用の拡大を推し進めていく。



3D-ANT

■ 小型衛星コンステレーション関連要素技術 Elemental Technology for Small Satellite Constellation

大量の小型衛星を一体的に運用し、衛星データ量の増加と新たな付加価値の創造を目指す“小型衛星コンステレーション”を構築しようとする動きが活発化しており、宇宙産業のゲームチェンジが起こりつつある。宇宙基本計画でも重要性が示され、我が国の宇宙活動の自立性、競争力確保の観点からこの方策は拡大の見込みになる。

図1に衛星コンステレーションの歴史及び活用が想定される分野を示す。衛星コンステレーションは、複数の衛星が相互に作用して所望の出力を生成するシステムである。近年適用が想定される安全保障・防災・通信分野に向けては個々の衛星の小型・廉価化という制約の考慮(SWaP-C最適化)が必要である。

表1に2021年度検討を行った、高性能化・高信頼性化に伴う設計課題を示す。課題解決の一例として、例えばコンステレーションマネジメント(複数衛星・地上の協調運用)は、新規コア技術要素の高精度・高機能化を図り、実運用に向けた課題を抽出する目的で、図2に示すネットワークシミュレーションの構築を当社情報技術総合研究所・

先端技術総合研究所と共に進捗している。他の開発課題も同様に、2022年以降、適用事業の具体化を進め、従来基幹衛星へのシナジーも踏まえて、検討・実証を進めていく。

表1. コンステレーションへの適用に向けた開発技術

		適用対象
総合システム	コンステレーションマネジメント	ネットワーク制御方式 ✓衛星・地上機能分担 ✓他ネットワークとのマイグレーション／ゲートウェイ機能 ✓統合制御機器 OSI層機能分担 ✓多重化・アルゴリズム方式
衛星システム	SWaP-C最適化	軌道・撮像／伝送計画等の最適化検討 標準・量産化を踏まえた部品材料及び工程検討 MBSEを用いた開発の設計効率化・コスト削減 コンステ対応衛星分離機構(ロケットと共に)
	民生機器利用(宇宙環境実証含む)	部品放射線試験、寿命試験による耐環境評価 機器・衛星バス検証の最適化検討 コンステレーション向け品質保証要求制定
	軌道制御能力向上	高性能小型電気推進の開発による 軌道投入及びデオービット能力の向上
開発技術	CPUボード・ソフトウェア及びミドルウェア開発	MPUボード設計(アーキテクチャ・実装検討) コアに応じたソフトウェア及びミドルウェア開発 アプリケーションの移行・軌道上更新、開発環境整備
	光衛星間通信技術	フロントエンド、駆動制御系、制振機構開発
地上・運用・サービス	衛星運用自動運用技術	HK運用・ミッション運用の完全自動化 (運用者はオフノミナル運用と定期メンテナンスだけ)
	画像処理高速画像処理	詳細必要技術検討中(目的明確化が必要)
	自動識別・探知技術	AIを活用した探知・識別・追尾を自動化
	クラウド技術	詳細必要技術検討中(セキュリティ含む)

OSI : Open Systems Interconnection. MBSE : Model-Based Systems Engineering.
HK : House Keeping

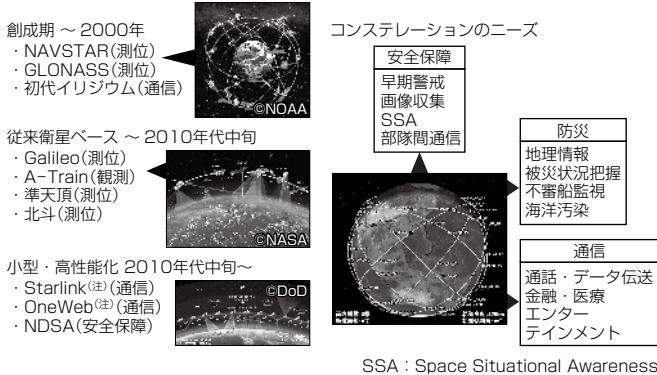


図1. コンステレーションの歴史・想定活用分野

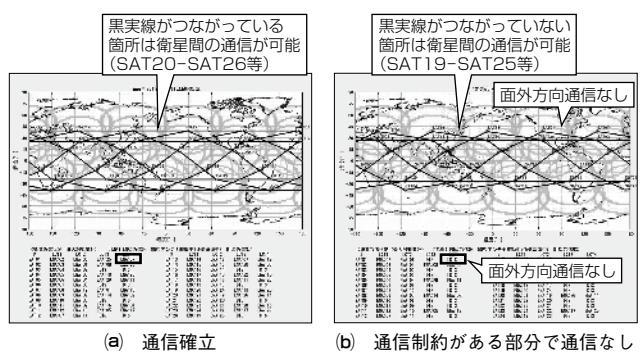


図2. ネットワークシミュレーション(初期版)

■9. 通信システム Communication Systems

■ 福岡市地下鉄七隈線デジタル列車無線システム Digital Train Radio System for Fukuoka City Subway "Nanakuma Line"

福岡市地下鉄七隈線の列車無線更新工事で、地下鉄では当社初となる、アナログ無線方式からデジタル無線方式への列車無線システム更新を実現した。

このシステムの主な特長は、次のとおりである。

(1) 新旧列車無線システムの同時運用が可能

データ集約装置によって、運行管理システムと新旧列車無線システムとの伝送データを集約処理することで、新旧列車無線システムの同時運用を実現した。

(2) 既存設備を改修することなく新システムを導入

運行管理システムや旧列車無線設備との接続インターフェースを、データ集約装置や車上装置インターフェース部で吸収し、既設に影響を与えることなく新システム導入を実現した。

(3) 高品質な無線回線

同報通信での独自の同一波干渉対策技術と、今まで培ったデジタル列車無線の回線設計技術によって、高い回線品質を確保した。

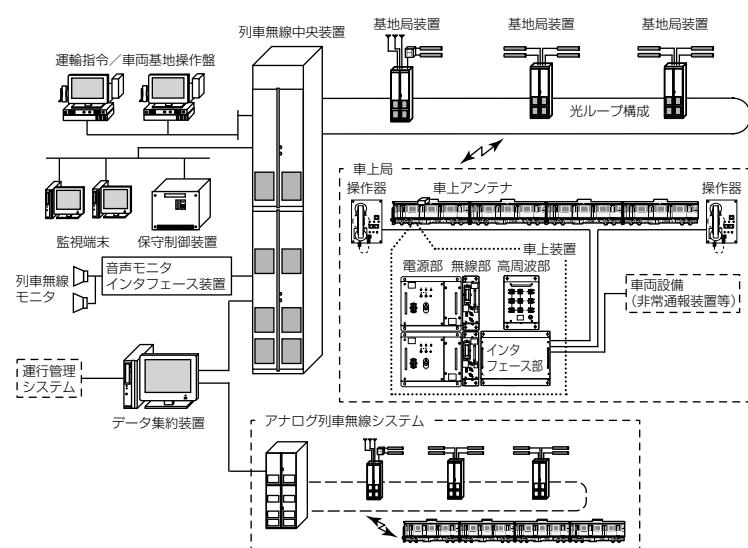
(4) クリアな音声

当社が開発した列車無線専用の高音質な音声コ

デックを適用し、雑音のないクリアな通話を実現した。

(5) 省スペース化

移動局に複数チャネル対応の無線機を搭載し、車上設備をコンパクト化した。



福岡市地下鉄七隈線デジタル列車無線システム

■ CROFT構想とソフトウェア部品 Concept of CROFT and Software Components

ものづくりでのソフトウェアの重要性を鑑みて、当社コミュニケーション・ネットワーク製作所では2018年度から組み込みLinux^(注)向けのソフトウェア共通基盤構築を開始した。2021年度からは体系的概念に拡張し、技術者、ドキュメント、及び技術資産活用を含む“CROFT”(Cden Reusable sOFTware Technology)構想を推進している。“CROFT”構想はアプリケーションと技術者を育てる開発の畑(croft)になり、多様な作物を育てるとともに、人の成長を促してソフトウェアの生産性、信頼性、及び再利用性向上を図る理念を持つ。

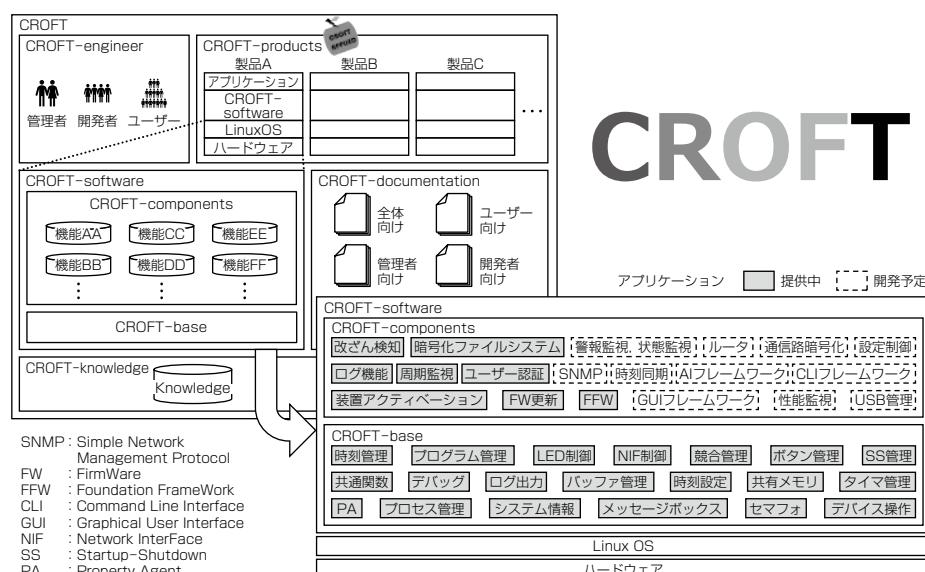
(1) CROFTソフトウェア(CROFT-software)

CROFTソフトウェアはLinux抽象化レイヤや装置の管理・操作など基本機能を提供するCROFT-baseと、ログやファームウェア更新など共通的に必要になる機能をソフトウェア部品として提供するCROFT-componentsで構成する。開発製品ごとに必要な部品だけを選択し、実装可能である。

(2) ソフトウェア部品

2021年度に開発した周期監視部

品は、FPGA(Field-Programmable Gate Array)のレジスタ値を定期的に読み込んで、その変化を判定し通知する部品である。特長は仕様書から監視情報コードを自動生成する機能である。この機能によって仕様書とコードの不一致による不具合が防止できるとともに、周期監視処理部と個別製品固有の監視情報を分離することで、再利用性の高いソフトウェア部品を実現した。



CROFT構想とソフトウェア部品の構成

■ 10. 映像 Video

■ 河川監視カメラシステムの画像解析技術

Image Analysis Technology for River Surveillance Camera Systems



昨今の激甚化する自然災害によって、防災・減災が求められている。特に集中豪雨や降雨量の増加に伴う河川の洪水氾濫が増えており、その対策が急務である。

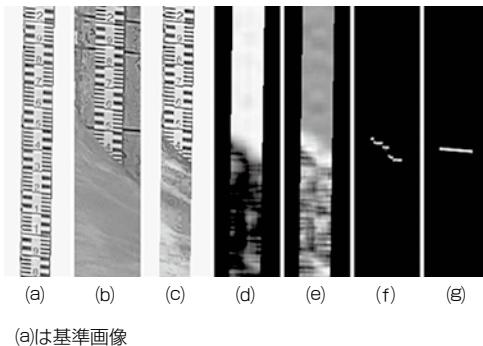
そのような背景から、当社は河川の状況確認を目的とした河川監視カメラシステムの開発を行っており、全国の河川に展開している。さらに近年では河川管理業務の省人化や災害事象の早期検知に向けて、画像解析技術の開発に取り組んでいる。

既に当社が市場投入した画像解析技術としては画像式水位計測がある。これは、カメラ映像から、河川に設置されている量水板を抽出し、基準になる量水板の画像と相関比較することで現在の水位を計測する技術である。軽量な画像処理でありながら高精度な計測を実現し、最大100地点を一元管理することが可能である。

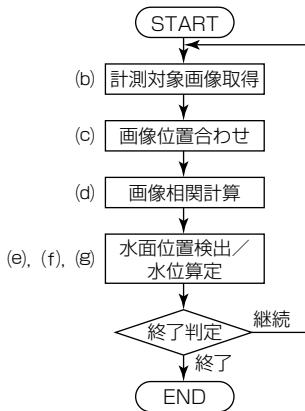
さらに、AI(人工知能)を取り入れた事象検知の開発を進めている。セマンティックセグメンテーション方式を採用し、画像内の画素ごとに“河川”“道路”“空”などの領域を識別する。これによって、河川の水域と非水域を正確に判定し、氾濫の検知や、人物・車両検知

と組み合わせた浸水エリアからの避難誘導が可能になる。

このように、今後も当社は高度な画像解析技術を取り入れて、対象河川の拡大と災害対策の迅速化に貢献していく。



(a)は基準画像



画像式水位計測



元画像



判定結果(白：水域)

AIを取り入れた水域判定

■ 人物検索・追跡システム

Person Searching and Tracking System



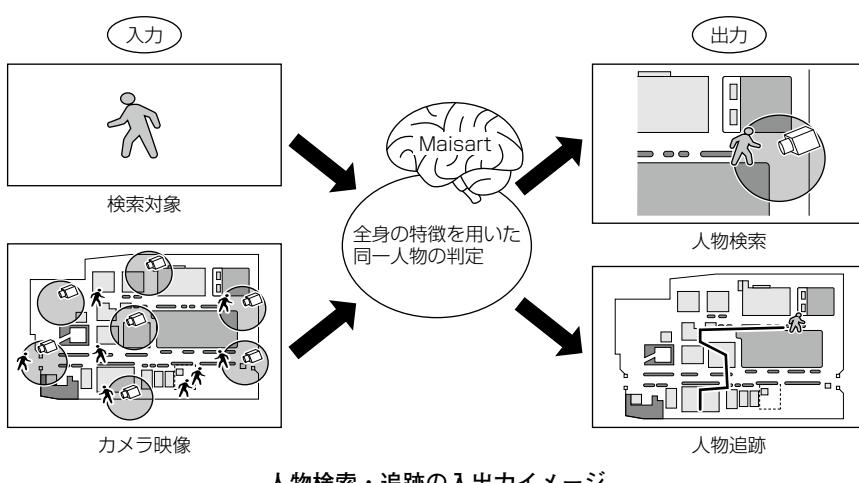
駅や空港などの公共施設には数多くの監視カメラが設置され、その監視カメラを活用した画像解析システムが提案されている。当社では、その一つとして、複数台の監視カメラにわたって人物を検索・追跡するシステムを開発した。

不審人物を指定し、検索・追跡することで、現在位置や移動経路が取得できるため、今何をしているかに加えて、過去どこに訪れたかを調べることができ、セキュリティ向上や監視員の省力化に貢献する。また、迷子の検索や交通弱者への案内の迅速化など、サービス向上も期待される。

人物検索・追跡システムは、当社AI技術“Maisart(マイサート)”を活用することで、同一人物か否かの判定時間を従来比1/10に短縮した。また、人物の全身の特徴を用いることで、カメラ遠方で顔が見えない人物や後ろ向きの人物でも検索・追跡が可能になり、顔撮影用のカメラの増設が不要になっ

た。これによって、システムのサーバ台数の削減と既設カメラの流用が可能になり、システム構築の工数・コストや、保守のためのランニングコストを抑えることができる。

当社はこのシステムによって、駅や空港などの公共施設の安心・安全を支えるとともに、公共施設を管理・運営する事業者の省人・省力化のニーズにも対応する。



人物検索・追跡の入出力イメージ

■ 11. ITソリューション IT Solution

■ LiDARカメラを用いた三次元計測アプリケーション 3D Measurement Application Using LiDAR Camera

三菱電機インフォメーションシステムズ株(MDIS)では、LiDAR(Light Detection and Ranging)カメラが搭載されたスマートフォンで利用できる三次元計測アプリケーションを提供している。三次元計測アプリケーションは、取得した三次元点群データから対象物全体の形状を三次元モデルとして復元し、1～2cmの誤差精度で計測することが可能である。

水災時の復旧に向けた手続効率化を目的として、専門の調査員ではない被災者自身でも浸水被害調査を実施できるよう、次の機能を備える。

- (1) 地盤面を自動検知し、浸水した壁面をタップするだけで、タップ位置から地盤面までの高さを正確に自動計測する機能

■ 煩雑なクラウドセキュリティ設定点検を効率化 Efficient Way of Complicated Cloud Security Setting Inspection

近年、クラウドサービスを利用する事業者間で、設定の不備によって、企業の機密情報や顧客の個人情報の漏洩(ろうえい)、不正アクセスによる被害が増えて社会問題化している。これらの解決策として、業界の安全対策基準に沿った適切な設定が行われているかを自動で診断する設定チェックツールを開発した。このツールは複数のアカウントを持つパブリッククラウドのセキュリティ関連の設定を短時間で自動で点検する。これによって、開発・検証・試験・本番等で複数アカウントを利用する際のセキュリティリスクの洗い出し、運用中の不用意な設定変更の自動検知、顧客からの監査に対するセキュリティ点検の証跡など、様々な場面での安全なクラウド環境の維持が可能になる。

■ AI×見守りサービス“kizkia-Knight”的活用シーン拡大 Usage Scenes of AI Service for Watching over Seniors “kizkia-Knight” Increased

三菱電機インフォメーションシステムズ株は、赤外線センサを用いたクラウド型の見守りサービス“kizkia-Knight(きづきあ-ないと)”をより効果的に運用するために改善を加えた。具体的には、周辺温度が変化した際の赤外線センサの調整(キャリブレーション)実行タイミングの改善、赤外線センサのノイズがAIの判定に及ぼす悪影響を抑える改善、複数の赤外線センサを取りまとめる通信機能の改善などを行い、適切な検知精度の維持や、運用保守の効率化を実現した。また、将来のサービス拡充に向けて、赤外線センサ以外の機器を容易にkizkiaクラウドIoT(Internet of Things)基盤に接続できるよう改善した。これによって、トイレ以外の場所へ活用の幅が広がることが期待できる。

- (2) 遠隔地でも、Webブラウザ上の三次元モデルを用いて、複数人で浸水被害の確認・計測ができる機能



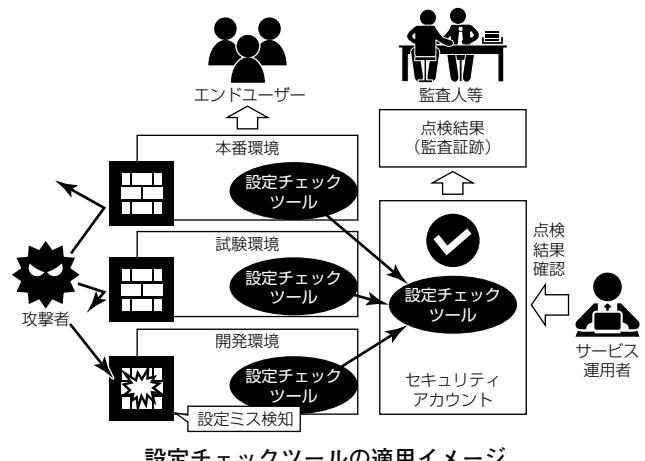
三次元モデルの作成・計測



Webブラウザでも確認可能

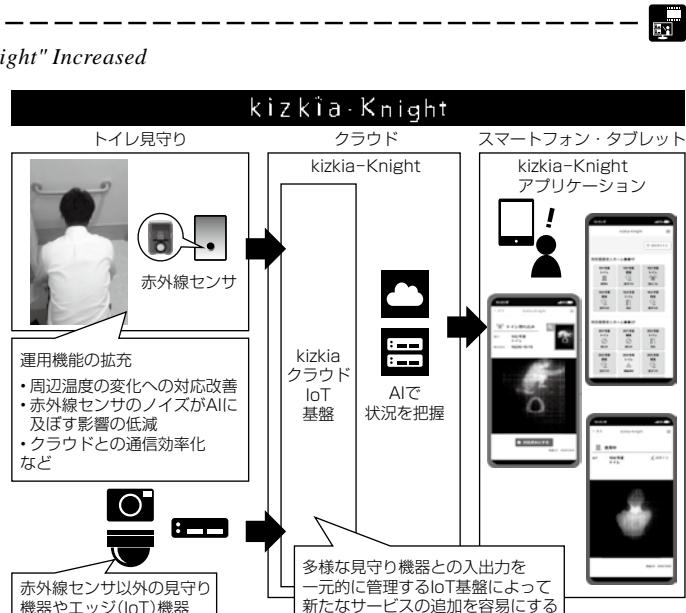
画面イメージ

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：03-5445-7732>



設定チェックツールの適用イメージ

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



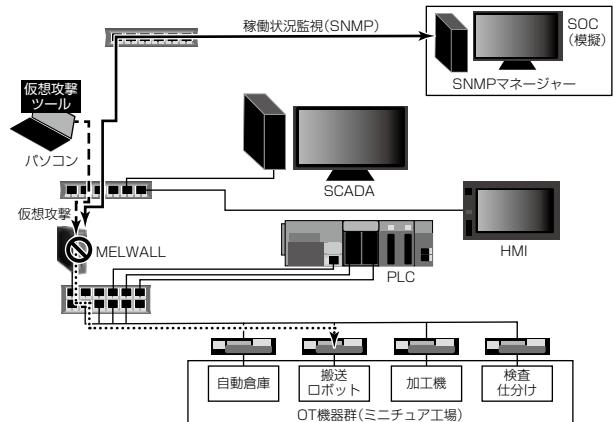
kizkia-Knightシステム

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ株 TEL：0467-41-3455>

■ OTセキュリティ対策向け技術開発 Technology Development for Operational Technology Security Measures

OT(Operational Technology)へのサイバー攻撃が深刻化する状況を踏まえて、当社では継続的にOTセキュリティ対策向け技術開発を推進している。2021年はネットワーク分離対策製品“MELWALL”にSOC(Security Operation Center)から稼働状況を監視するためのSNMP(Simple Network Management Protocol)エージェント機能を追加し、国際的産業セキュリティ規格IEC62443-4-2相当のセキュリティ機能要件に対応した。また、OTセキュリティ対策の試行・評価のため、社内に製造業の工場を模擬した環境を構築した。これによって、OTシステムの稼働への影響から実環境では実施困難であった対策の有効性確認を、工場模擬環境上で仮想攻撃ツールを用いてシミュレーションすることで可能にした。今後、技術開発と

ともに顧客への対策提案や運用教育の活用を予定している。

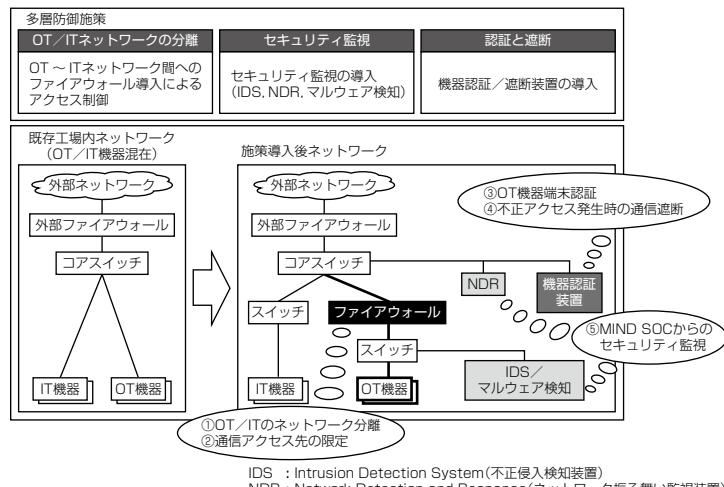


SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition,
HMI : Human Machine Interface, PLC : Programmable Logic Controller

工場模擬環境の構成例

■ 多層防御によるOTセキュリティ対策サービス Operational Technology Security Guard Service with Multi-layered Protection

製造業では、現場最適化のためDX(Digital Transformation)化が進むが、これに伴う制御システム(OT)と情報システム(IT)との連携では、サイバー攻撃による製造ラインの停止などの危険性が増大する。三菱電機インフォメーションネットワーク株(MIND)では、OT向けに複数の対策を重ねた多層防御型のセキュリティ対策サービスを提供する。このサービスは、①OT/ITのネットワーク分離、②通信アクセス先の限定、③OT機器端末認証、④不正アクセス発生時の通信遮断、⑤MIND SOCからのセキュリティ監視の五つで構成される。このサービスによって、サイバー攻撃から多層防御し、侵入検知時の遮断やSOCによる顧客への対策支援で、安心・安全な製造ラインの実現に貢献する。



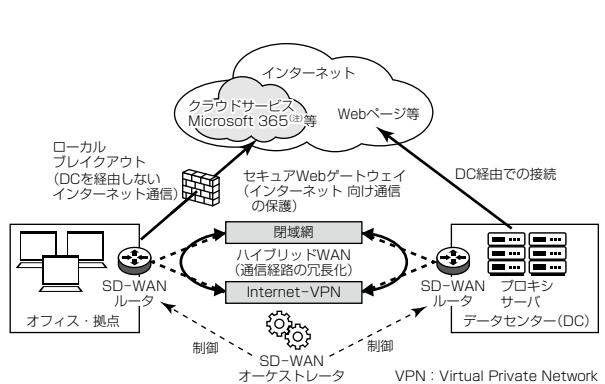
IDS : Intrusion Detection System(不正侵入検知装置)
NDR : Network Detection and Response(ネットワーク振る舞い監視装置)

OT向けの多層防御対策

<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：03-6771-6028>

■ クラウド活用を加速するMIND SD-WANサービス MIND SD-WAN Service Accelerates Cloud Utilization

昨今、業務システムのクラウド移行加速や、テレワーク需要の急増などによって、クラウドの利用効果を高めるネットワークサービスが必要になってきている。三菱電機インフォメーションネットワーク株(MIND)では、この課題への解決策としてローカルブレイクアウトなど新機能を提供するMIND SD-WAN(Software Defined-Wide Area Network)サービスを開発した。MINDのネットワークサービスでは、三菱電機グループの豊富なネットワーク運用経験を基に、設計・構築から運用・保守までトータルに提供しており、このSD-WANサービスも併せて提供できる体制を構築した。今後は需要に応じたメニューの拡充やゼロトラストソリューションとの連携を計画している。



MIND SD-WANサービス全体構成

<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：03-6771-5678>

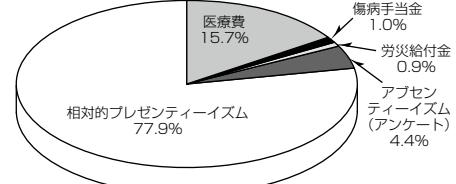


■ プレゼンティーイズムの改善に寄与するデータ利活用ソリューションの提供

Providing Solutions that Contribute to Improving Presenteeism

ウェルビーイング経営の効果検証指標の一つにプレゼンティーイズム(疾病就業)がある。疾病就業による損失は、図に示すとおり健康関連総コストの7割超を占めており、一般にはメンタル疾患による病休者などアブセンティーイズム(欠勤損失)が注目されるが、実は疾病就業による損失の方がはるかに大きい。疾病就業損失の改善は生産性向上に加えて、顧客、社員の満足度向上、ひいては社会貢献に結び付くと考える。当社は、データサイエンティストの育成をしながら、自社内でのデータ収集・分析を実践して、ノウハウを蓄積し、さらにスタートアップ企業や大学、専

門家等とも連携し、プレゼンティーイズムの改善に寄与する“データ利活用ソリューション”の提供によって、社会課題解決を図る。



出典：https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/healthcare/kenko_keiei_guidebook.html
経済産業省「企業の『健康経営』ガイドブック～連携・協働による健康づくりのススメ～(改訂第1版)」から抜粋

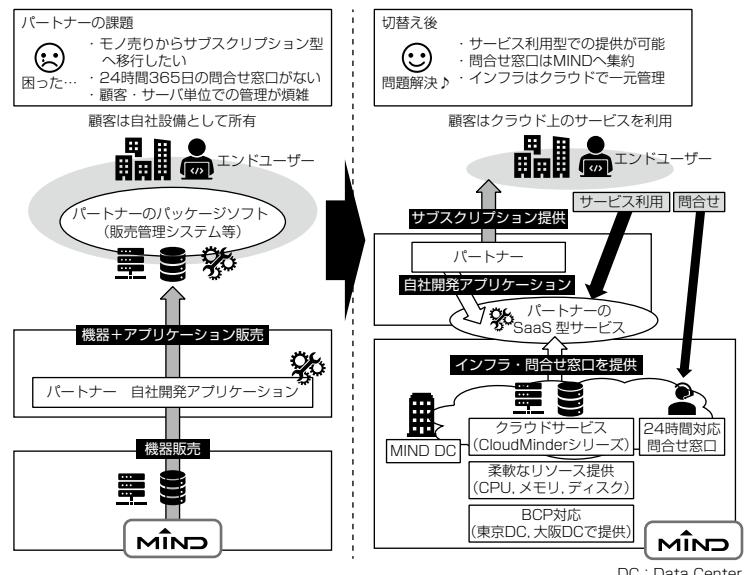
健康関連総コスト

■ パートナーとMINDクラウドの協業によるSaaS型サービス提供への変革

Business Partners Start Collaboration Subscription with MIND Cloud

三菱電機インフォメーションネットワーク株(MIND)は、パートナー向けの機器販売(サーバ、ライセンス販売等)を主体に取り組んできた。今回、パートナーの自社開発パッケージ(販売管理システム等)が動作する基盤としてMINDクラウドサービスを提供することで、パートナーはパッケージ販売からSaaS(Software as a Service)型のサービス提供へ移行し、付加価値(24時間365日対応、柔軟なリソース提供、BCP(Business Continuity Plan)対応など)をエンデューザーへ提供することで囲い込みができ、安定した収益確保が可能になった。

今後、アプリケーション開発・販売業者との連携を深めて、SaaSに必要な基盤サービスのメニュー拡充を図り、パートナーとの協業を強化する。



DC : Data Center

モノ売りからサブスクリプション型への切替えイメージ

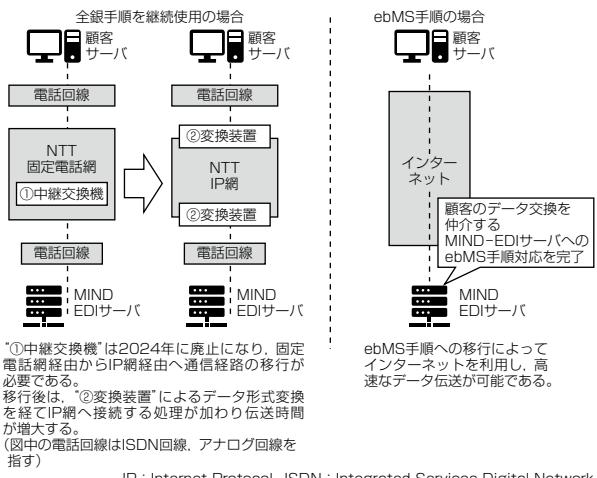
<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク株 TEL：06-6342-7263>

■ EDI2024年問題を解決するebMS手順リリース

Release ebMS Procedure to Solve EDI 2024 Problem

三菱電機インフォメーションネットワーク株(MIND)のEDI(Electronic Data Interchange)サービス(企業間商取引等向け電子データ交換サービス)が、新たに“ebMS(ebXML Message Service 3.0)手順”へ対応した。

2024年1月に予定されるNTT(日本電信電話株)固定電話網設備の更新によって、現在主流のデータ伝送方式“全銀手順”的ままで大幅な伝送遅延の発生が見込まれる。この“EDI2024年問題”解消に向けて、業界団体であるJEITA(一般社団法人 電子情報技術産業協会)/ECセンターはebMS手順への移行を推奨している。MINDはこのECセンターでの移行検討における技術検証を参加会員企業と共に担当するとともに、2021年度にいち早くebMS手順へ対応したサービス基盤の整備を完了した。現在、顧客からの移行案件に鋭意対応中である。



IP : Internet Protocol, ISDN : Integrated Services Digital Network

EDI2024年問題

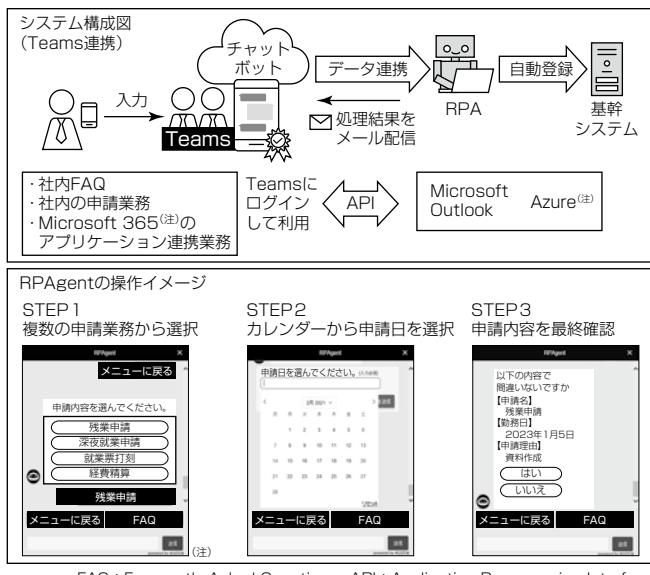
<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク株 TEL：03-6771-6045>

■ チャットボット×RPAによる業務効率化ソリューション“RPAgent”でDX化を推進 -----

RPAgent: Work Efficiency Solution

“RPAgent”はチャットボットとRPA(Robotic Process Automation)を組み合わせた業務効率化ソリューションで、様々な業務のDX化を推進する。

問合せの自動応答にとどまらず、チャットボットを窓口に申請など様々な社内業務での利用が可能になる。例えば、Microsoft Teams^(注)との連携によるプッシュ通知での特定社員へのリマインドや、Microsoft Outlook^(注)での会議日程調整など、社内業務の効率化が推進できる。また、各種業務のテンプレートを提供しており、即時導入・活用も可能になっている。



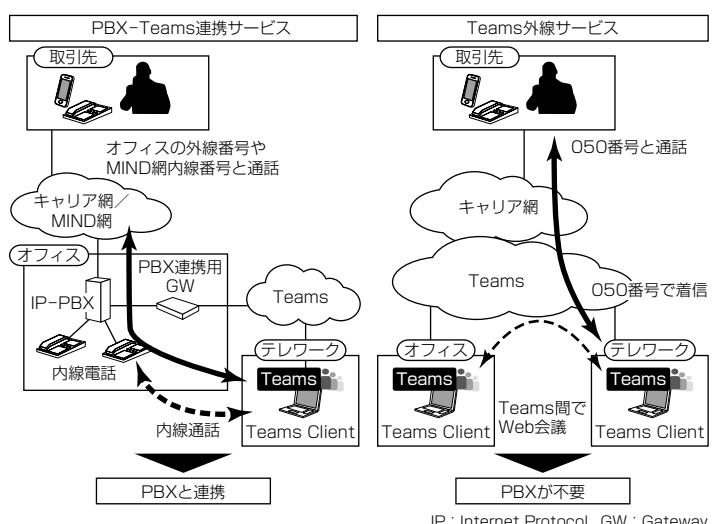
業務効率化ソリューションRPAgentの構成と操作イメージ

<取り扱い：三菱電機インフォメーションシステムズ㈱ TEL：03-5445-7353>

■ Microsoft Teamsの内線・外線電話実現による利便性向上 -----

Using Microsoft Teams Internal and External Calls to Improve Convenience

近年、多くの企業でMicrosoft Teams(以下“Teams”という。)の導入が進んでいる。テレワーク環境でセキュリティ等の理由によって携帯の配布が困難な場合、Teams同士の音声通話は可能だがTeams未使用者や取引先と通話ができない課題がある。三菱電機インフォメーションネットワーク株(MIND)では、Teamsから社内への内線通話や取引先との外線通話が可能になるソリューションを提供する。TeamsとPBX(Private Branch eXchange)を連携して内外線との通話を実現する“PBX-Teams連携サービス”，Teamsに050番号を付与して外線通話を可能にする“Teams外線サービス”的二つのソリューションを導入から運用までワンストップで提供し、テレワークのコミュニケーション課題を解決する。



MIND Teamsソリューションイメージ

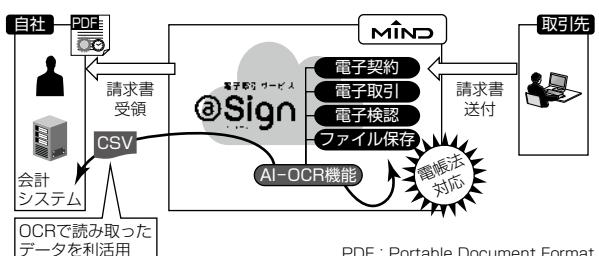
<取り扱い：三菱電機インフォメーションネットワーク㈱ TEL：03-6771-5800>

■ AI-OCRに対応した電子取引サービス“@Sign” -----

TrustMinder "@Sign" Compatible with AI-OCR

電子取引サービス“@Sign”は、電子契約、電子取引、電子検認をオンラインで完結できる電子帳簿保存法に対応したサービスである。現在、追加機能としてAI-OCR機能を開発中で、2022年度下期に提供予定である。この機能を利用することによって、@Signに登録する文書(請求書等)から金額、取引先などを自動で読み取って、手入力によるミスや手間を削減できる。また、読み取った項目はCSV(Comma Separated Values)で出力でき、会計システム等へのデータ連携も可能になる。三菱電機インフォメーションネットワーク株(MIND)はこのサービスで顧客

のペーパーレス化推進や業務効率化及びデータ利活用に貢献し、今後も安心して利用できるサービスを提供していく。



@signのAI-OCR機能概要

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

■ インボイス制度に対応した販売管理システム“販売指南”

Sales Management System "Hanbai-Shinan" Compatible with Invoice System

2023年10月1日から“適格請求書等保存方式(以下“インボイス制度”という。)”が適用される。改正後は“適格請求書”的発行が仕入税額控除の要件になることから、広く一般企業にも制度への早急な対応が求められる。企業の基幹システムの一部を担う販売管理業務も例外ではなく、三菱電機ITソリューションズ(株)が提供する販売管理システム“販売指南”もインボイス制度に対応する。2023年4月にリリース予定で、主な対応内容は次のとおりである。

- (1) 適格請求書の要件追加と、請求書の電子化(PDF化)
- (2) 売上伝票の適格請求書対応

(3) インボイス制度の消費税計算(外税・内税)への対応

販売指南は企業間取引の電子化の進展とそれに伴うデジタルインボイスへの展開へと機能強化を続けていく。



請求書に関する規則
 ①受領者による“追記”は不可
 ②免税事業者は適格請求書の発行不可
 ③交付及び保存の義務あり
 (適格請求書発行事業者の場合)
 出典:
https://drive.google.com/file/d/18pDUuu4ta_5D7bkale3iezOsE16WMve/view?usp=sharing
 国税庁インボイス制度オンライン説明会資料から抜粋

2023年10月からの
インボイス制度

<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：03-5309-1388>

■ EDI支援システム“DivideManager”

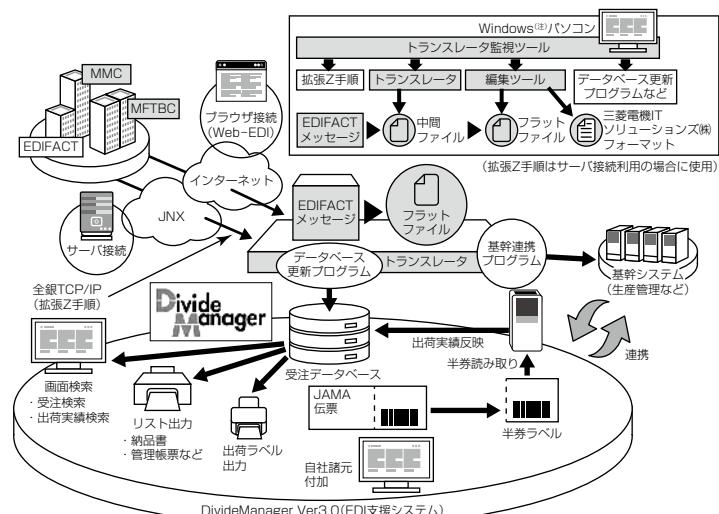
EDI Support System "DivideManager"

EDI(Electronic Data Interchange)支援システム“DivideManager”は、三菱自動車工業(株)(MMC)、三菱ふそうトラック・バス(株)(MFTBC)の内示・確定受注等をWeb-EDIから取り込んで、現品票・納品書の出力から各種帳票発行まで、受注・納品業務を支援するシステムである。発売以来、MMC・MFTBC販売会社95社277本の出荷実績があり、顧客業務の負荷低減に貢献してきた。

このシステムは主に次の3機能の特長を持つ。

- (1) EDIデータをCSV出力し、経営改善等へのデータ活用
- (2) 指定レイアウトでの現品票・納品書発行
- (3) 基幹システムへの柔軟な連携に対応

直近では、MFTBCのシステム変更に対応する予定があり、今後も環境の変化に適応していく。



DivideManagerシステム構成

<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：050-3116-6216>

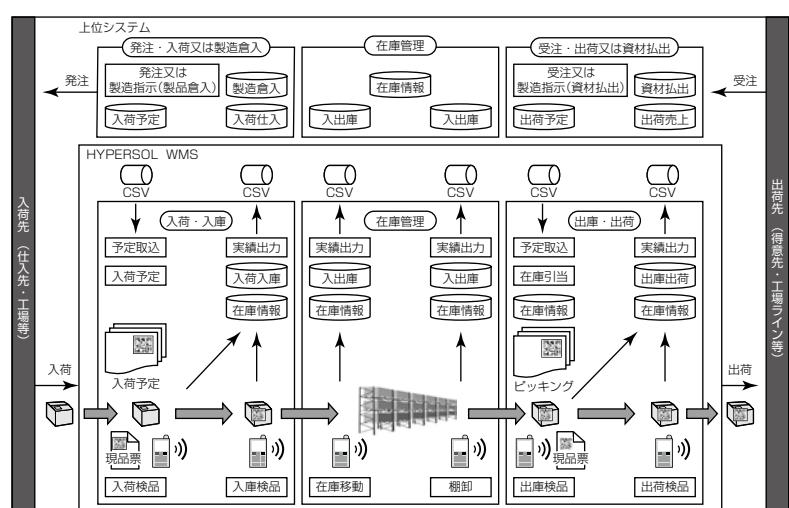
■ HYPERSOL WMS 倉庫管理システム

Warehousing Management System "HYPERSOL WMS"

中堅・中小の企業では庫内物流業務の効率化が求められており、三菱電機ITソリューションズ(株)は庫内物流作業改善・物流品質向上などを実現する“HYPERSOL WMS倉庫管理システム”を提供している。

このシステムは、“2段階検品”“先入れ先出し”“ペーパーレス検品”“ロケーション管理”“ロット管理”“生産管理や販売管理システムとの連携”などに対応していることが特長である。

これらの特長によって、“誤出荷＝0の実現”“トレーサビリティへの対応”“在庫管理精度の向上”“倉庫内動線の短縮”が可能になり、様々な場面で庫内物流業務が効率化される。



<取り扱い：三菱電機ITソリューションズ(株) TEL：03-5309-1443>

■ 12. パワーデバイス Power Devices

■ 産業用第2世代フルSiCパワーモジュール“stdタイプ1,200V／400A” 2nd Generation Full SiC Power Module for Industrial Use "std Type 1,200V/400A"

脱炭素社会の実現に貢献するキーデバイスである産業用第2世代フルSiCパワーモジュールに“stdタイプ”パッケージの1,200V／400A製品を追加ラインアップした。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(MOSFET)とショットキーバリアダイオード(SBD)によって従来の当社Si-IGBTモジュールと比べて電力損失の約70%低減を可能にした。業界標準パッケージ(62×108mm)の採用とSi-IGBT向けゲートドライバ互換に対応することでSi製品からのアップグレードを容易にする。当社SiC製品ラインアップは冷却器やリクトルなどの周辺部品の小型・簡素化を可能にし、産業用機器の一層の小型化・低消費電力化に貢献する。

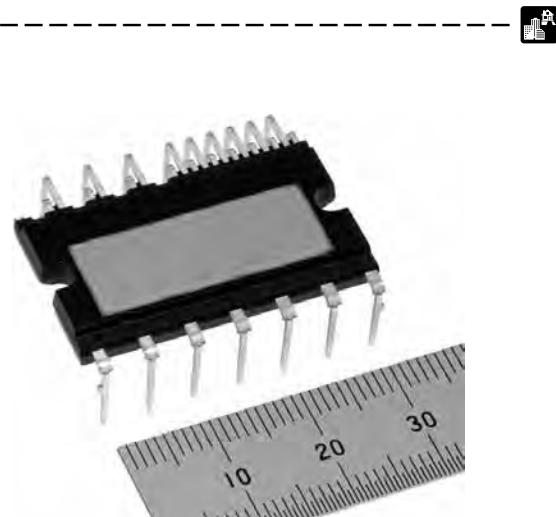


stdタイプ1,200V／400A

■ SLIMDIPシリーズの定格電流拡大を実現した“SLIMDIP-Z”

“SLIMDIP-Z” Expanded Rated Current of SLIMDIP Series

“SLIMDIP-Z”は、家庭用エアコンや洗濯機などのインバータ白物家電や小容量ファン駆動向けに性能とコストを両立したIPM(Intelligent Power Module)であるSLIMDIPシリーズの新製品として開発した。この製品は、業界トップクラスの小型パッケージであるSLIMDIP(従来比30%小型化)で定格電流30Aを実現し、定格電流5～30Aを同一パッケージでラインアップすることで、基板設計の共通化を可能にする。また、第2世代RC-IGBT(Reverse-Conducting Insulated Gate Bipolar Transistor)の搭載によって低電力損失を維持しつつ、低ノイズ化を実現することで、基板上のノイズ対策部品の削減が可能になり、インバータシステムの小型化と低コスト化に貢献する。

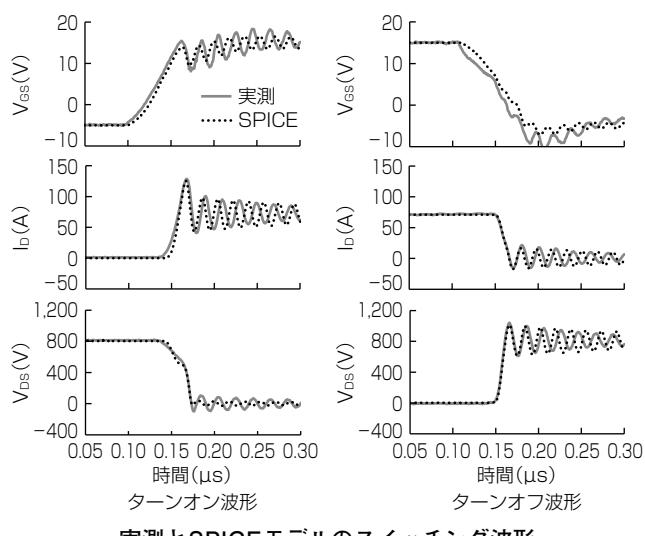


SLIMDIPシリーズ

■ SiC-MOSFETのSPICEモデルを用いた高精度な回路解析を実証

Demonstration of High-Accuracy Circuit Analysis Using SiC-MOSFET SPICE Models

近年パワーエレクトロニクスの分野では省エネルギー化を達成するSiCデバイスの普及拡大が急速に進んでいる。SiCデバイスの高速動作は誤動作の要因となり得るため、回路解析を用いた設計段階からの検証・最適化が重要である。一方、解析モデルの精度不足によって実測での再検証・最適化が必要になる等の課題がある。今回、社内SiC-MOSFET開発・検証向けに、これまでに開発したSPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)モデルの容量特性を改善し、室温条件では誤差±10%前後と高精度化を実現した。さらに、モデルに温度依存性を導入したことで温度をパラメータとした解析も実現した。今後、このモデルを活用し実機動作の再現を検証する。



実測とSPICEモデルのスイッチング波形

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

■ 5G基地局用GaNドハティ電力増幅器モジュールの広帯域回路設計技術

Broadband Circuit Design Technique for 5G GaN Doherty Power Amplifier Modules

現在、高速・大容量の無線通信を可能にする第5世代移動通信システム(5G)が立ち上がりつつあるが、基地局がカバーする周波数範囲は100~200MHzが主流であり、アンテナ放射電力を決定する電力増幅器の動作周波数も同程度と比較的狭い。次期電力増幅器では300~400MHzに拡大予定であるが、基地局の部品共通化はコスト削減に大きく貢献するため、更なる広帯域化への要求は高い。

今回、電力増幅器の広帯域化の阻害要因であった、増幅器用トランジスタの出力容量による帯域制限を緩和する当社独自の広帯域回路設計技術を開発し、その技術をGaN(窒化ガリウム)ドハティ電力増幅器モジュールに適用した。試作・実験の結果、ピーク・平均電力比7.5dB、帯域幅20MHzの変調波に対して、デジタルプリディストーションを適用した際の隣接チャネル漏洩(ろうえい)電力(ACLR) -47dBc以下を満足しながら、平均出力電力40.3~40.8dBm(>10W)、電力付加効率42~44.6%、利得28.6~31dBの良好な特性を、3.4~4.1GHzの700MHz帯域にわたり実現した。

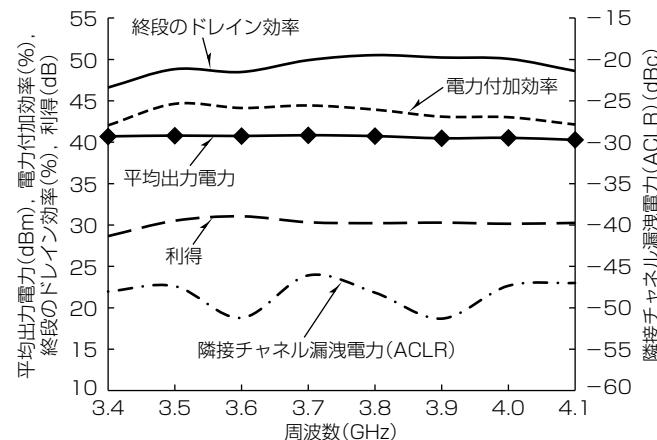
■ 赤外線センサ“MeIDIR(メルダー)”のリファレンスデザイン提供による設計サポート

Design Support by Providing Reference Designs for "MeIDIR" Infrared Sensor

2019年に発売開始した赤外線センサ“MeIDIR”は、当社独自のSOI(Silicon On Insulator)を用いたサーマルダイオードを採用することで高均一かつ高温度分解能を実現しており、空調や見守りなど様々な分野で活用されている。

MeIDIRはセンサモジュール単体での販売になるため、最終製品に組み込む場合には顧客がハードウェア及びソフトウェアの設計をする必要がある。特に高性能な赤外線センサの使用経験がない場合は、設計に多大な時間を要することが課題になっていた。これを改善するため、以前から市販のMCU(Micro Controller Unit)評価ボードを用い

また3.9GHz、変調帯域幅200MHzの信号に対しても、ACLR<-45.1dBc、平均出力電力40.8dBm、電力付加効率43.3%，利得30.2dBを達成した。この回路技術は、5G基地局用電力増幅器モジュールの広帯域化に大きく貢献することが期待される。



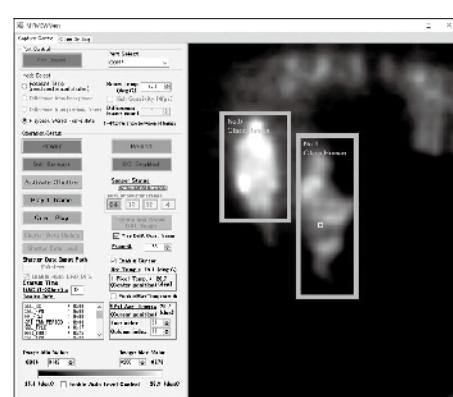
20MHz変調波時の周波数特性

た評価キットを提供してきたが、新たにリファレンスデザインを提供することによって更に設計サポートを強化した。リファレンスデザインは、①ハードウェア設計情報、②ソフトウェア設計情報、③アプリケーションノートからなる。①はMCUを搭載した独自設計基板のGerber形式のデータやBOM(Bill Of Materials)リストなどを提供する。②はMCUに組み込むリファレンスコードやパソコンコンピュータのソースとともに、MeIDIRの熱画像での人検知をディープラーニングで実現するアルゴリズムの提供を行う。③は各種マニュアルや納入規格などの情報を提供する。

リファレンスデザインの提供によって顧客の設計時間短縮に貢献することでデザインインを促進する。



評価キットEVAシリーズ



ディープラーニングによるMeIDIR熱画像の人検知

■ 超広帯域送受信デバイス Ultra-wideband Transmit/Receive Device

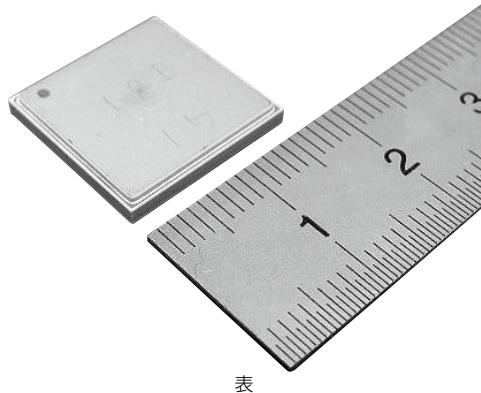


送受信モジュールの送信・受信回路は要求に合わせてその都度開発しているため、設計及び評価に多くの時間を要していた。そこで汎用的に適用可能なコアデバイスの実現を目指して、0.7~6 GHzで動作可能なデュアルユースの超広帯域送受信デバイスを開発した。

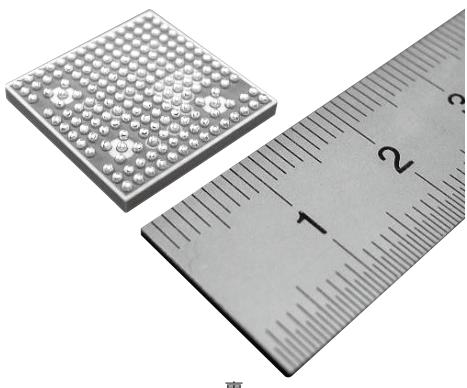
このデバイスの送信回路には2 W出力が可能な2段構成のドライバアンプ(DA)を搭載し、受信回路にはローノイズアンプ(LNA)と利得調整用の減衰器(ATT)を搭載している。DA/LNAは社内GaN(窒化ガリウム)プロセスを適用した安価なMMIC(Monolithic Microwave Integrated

Circuit)を採用している。さらに、社内GaAs(ガリウムヒ素)プロセスによる送受切替スイッチ(SW)MMICとともにワンパッケージ化し、インターフェースにBGA(Ball Grid Array)を採用することで $16 \times 16\text{mm}$ の超小型化を実現した。また用途に応じて、SWを移相器／スイッチMMICに変更することで、アクティブフェーズドアレイアンテナへの対応も可能である。

このデバイスの適用によって、送受信モジュールの大幅な小型化や開発期間短縮を実現できる。

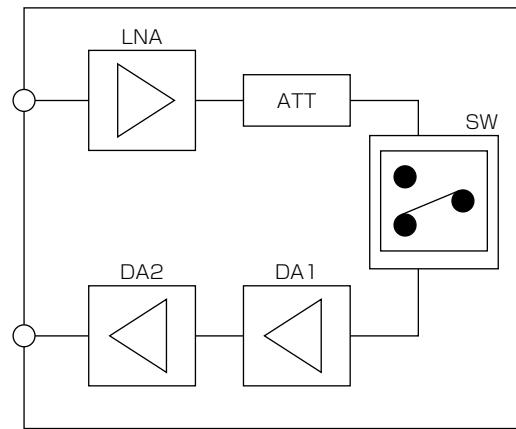


表

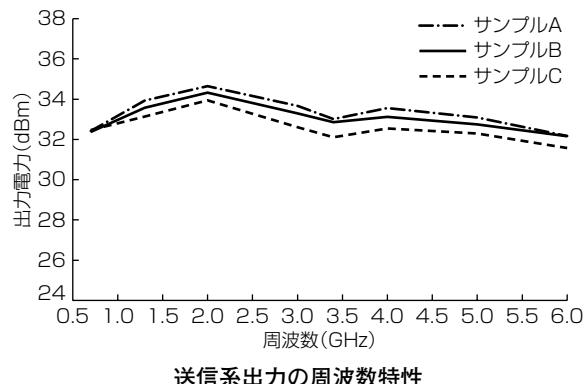


裏

超広帯域送受信デバイス(表／裏)



ブロック図



送信系出力の周波数特性

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

■ 低GWP冷媒を用いたホットウォーターヒートポンプ Hot Water Heat Pump Using Low Global Warming Potential Refrigerant

1. まえがき

欧州では環境への意識の高まりから、欧州市場で燃焼式ボイラーから電気式ヒートポンプの切替え推進とともに冷媒でもF-gas規制によってGWP(地球温暖化係数)値の低い冷媒への転換の要求がある。

そこで当社は、次世代低GWP冷媒であるR454Cを使用したホットウォーターヒートポンプを開発した(図1)。

2. ホットウォーターヒートポンプとは

ホットウォーターヒートポンプ(以下“HWHP”という。)は、電気を用いて空気から熱エネルギーを収受し、それを冷媒に転送して水を温めて給湯するユニットである。

用途は、床暖房用(出口水温25°C), 暖房用(出口水温65°C), 図2に示すような風呂用(出口水温60°C以上)等多目的に使用可能な出湯温度幅が広いヒートポンプであり、最大出口水温70°C出湯まで対応可能である。

3. HWHPの技術ポイント

HWHPの技術ポイントを次のとおり大きく5点挙げる。

(1) R454C冷媒の採用

HWHPの冷媒選定で要求仕様を4項目設定した。①低GWP冷媒であること(GWP値700以下であること), ②70°C出湯可能であること, ③外気-25°C運転可能であること, ④冷媒安全性が微燃性以下であることとし



図1. ユニット

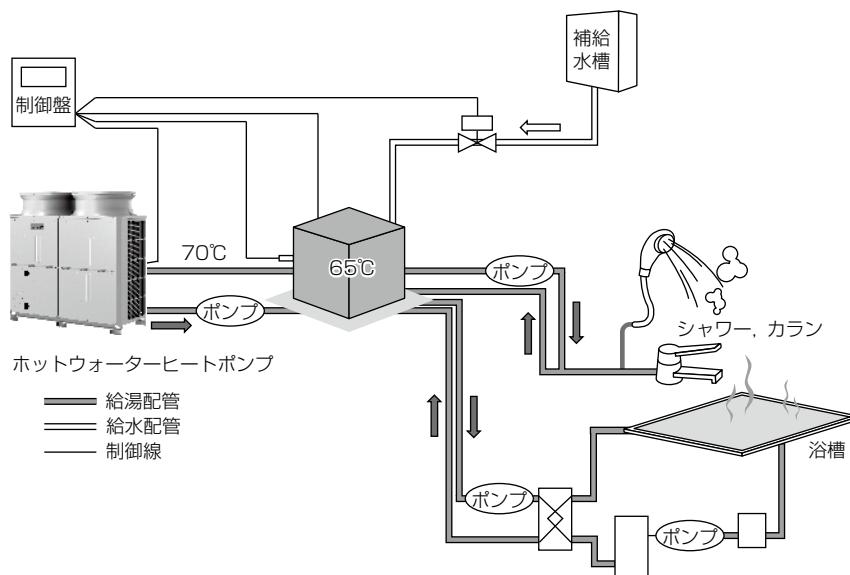


図2. ホットウォーターヒートポンプシステム使用例

た。R454C冷媒を使用することによって、現行機で使用しているR407Cに比べて、GWP値^{(*)1}を1,770から148まで91%削減した。

(2) 圧縮機大容量化及び高回転数対応

R454C冷媒はR407Cと比較してGWP値を大きく削減できるが、冷媒特性から能力が低下するという課題があった。そこで、圧縮機の大型化及び高回転数対応によって、現行機同等の加熱能力の向上を図っている。

(3) 新規吸音材採用による騒音低減

圧縮機を高回転数に対応させるため、騒音値増加が懸念された。そこで、騒音解析で発生箇所、周波数帯を特定し、周波数帯に応じた吸音材を使用することで効果的な騒音低減を実施した。また、吸音材については、当社住環境研究開発センターと協力し、フェルト状不織布と樹脂材でボード化した吸音材を採用している。

(4) 空気熱交換器最適設計による着霜量抑制

低外気温度時の運転では、空気から採熱を行う熱交換器に着霜するため、定期的に霜取り運転を行う必要があり、加熱能力が低下していた。R454Cは二相域で蒸発とともに温度が上昇するという特性に着目し、冷媒の圧力損失を最適に保つことで、空気熱交換器着霜量を抑制し、低外気温度運転時の加熱能力低下を抑制した。

(5) 低圧圧力低下抑制制御

R454C冷媒は圧力が低い冷媒のため、外気-25°C運転時に低圧圧力が大気圧近くまで低下する課題があった。そこで、圧縮機及び膨張弁の制御ゲイン、制御インターバル及び制御量を最適化し、低圧圧力低下抑制制御を構築した。

* 1 IPCC 4次報告

4. 技術ポイントによる効果

3章で述べた技術ポイントによって、環境に配慮した冷媒の使用、運転可能な外気温度下限が-25°Cまで拡大した。それによって冬期夜間での連続運転が可能になりユニット停止中の水配管凍結耐力向上が可能になった。また、HWHPは開発初期段階から部品調達改善を目的に、空調機との部品共通化及び部品アセンブリのプラットフォーム化を実現した。

5. むすび

低GWP冷媒であるR454Cを使用した次世代HWHPを開発し、その製品概要と技術について述べた。当社は今後も製品開発を通して、低炭素社会の実現と地球温暖化防止に貢献していく。



1. まえがき

昨今、コロナ禍の継続や働き方改革の進展によって、在宅勤務が普及してきた。しかし在宅勤務時にプライベートと仕事の境目が曖昧になって仕事に集中できないケースが存在していて、生産性の向上が求められている。また、在宅勤務になることで対面での直接コミュニケーションを取る機会が少なくなったことから、ストレスを抱える人が増加している(図1)。のことから個人のメンタルケアに対しても大きな課題がある。そのような中、近年、生活者が身体的・精神的・社会的に満たされることを指す概念“ウェルビーイング”を実現する製品、サービスが注目されている。新しい生活様式の浸透による生活の変化に対応するため、生活者の気持ちに合わせた新しい空調が必要と考えて、今回の製品開発に至った。

2. 開発プロセス

23sZシリーズでは、気持ちに合わせた新しい空調を実現するために、非接触で人の脈波を計測・解析し、集中度など人の感情を推定するセンサ、24GHzドップラーバイタルセンサ(以下“エモコアイ”という。)を開発した。“エモコアイ”は、在宅時間増加に伴う生産性の向上とメンタルケアの観点からも生活シーンに合わせて空気で気持ちを整える空調として“おまかせA.I.自動”を進化させた開発を行う。

3. エモコアイで感情を推定する

今回開発したエモコアイは、ドップラー方式で脈波を取得する計測部と、脈波を解析するライブラリを搭載した解析部を一つのチップ内に実装し、センサ単体で、非接触で高精度な計測から分析や見える化まで必要な情報処理を行う。これによって、計測した脈波から、“集中度”“リラックス度”“眠気度”“疲労度”といった人の感情を推定する。

4. 空気でシーンに合わせた気持ちに整える

以前から室温や体感温度などを検知し最適な空調を赤外線センサ“ムーブアイmirA.I.+”によって実現していた。2022年度は、さらに新開発したエモコアイを組み合わせ

て、以前からの省エネルギーで快適な空調を進化させ、生活者シーンに合わせて空気で気持ちを整える空調“エモコテック”を開発した(図2)。居住空間の使用用途多様化に対応するため、集中したいときには、リモコン操作で“集中モード”に切り替えると、“エモコアイ”がユーザーの脈波を計測・分析し集中度を推定する。集中力が低下していると判断すると、室温や気流などで集中しやすい空調環境を創出する(図3)。

5. 別売の“換気ユニット”で室内の空気質改善に貢献

2021年に引き続きこの機種は熱交換換気扇(ロスナイ)とのIoT(Internet of Things)連携対応機種になっている。2022年度製品では、さらにエアコン単独でも別売の“換気ユニット”を取り付けることで、換気機能(排気)の追加が可能になった。

リモコンの“換気”ボタンで換気運転のオンとオフ、風量調整ができるだけでなく、“ムーブアイmirA.I.+”と連動することで検知した在室人数に応じて換気量を自動で最適化する。さらに、“エモコテック”的“集中モード”との併用で、“集中モード”的際は換気風量を調整し、集中力を阻害すると考えられる室内のCO₂を排出する。空気と気流で集中力が持続しやすい室内環境づくりに貢献する。

6. むすび

今回は、生活様式が変化した中、生活者のシーンに合わせた最適制御することで今までになかった快適性を実現した。また新しく別売換気ユニットを搭載できるようすることで、快適性を損なわずにCO₂を排出し快適性と集中度の低下抑制を実現した。今後も霧ヶ峰では、快適性と利便性の向上を目指す。

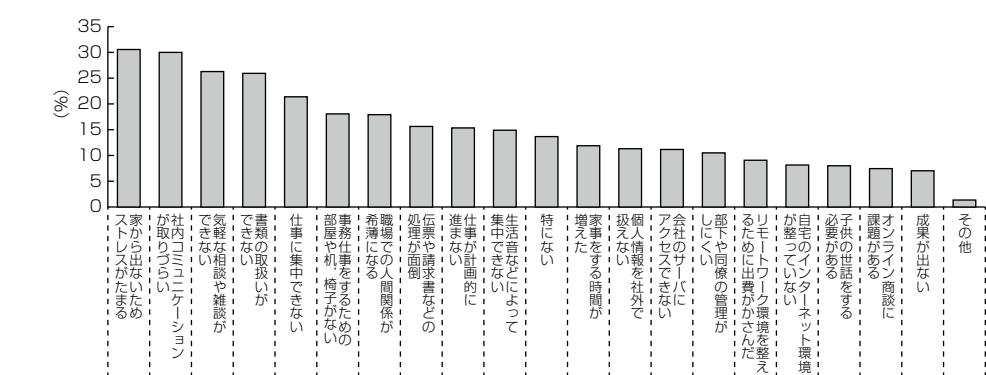


図2. 空気で気持ちを整える空調

集中度を高く保つように、温冷感調整と風あてスイギング刺激(覚醒気流)を与えるよ。さらに、換気でよどみ感も解消



図3. 集中モード



□全員(n=1,000):30.6%:30.0%:26.2%:25.9%:21.4%:18.1%:18.0%:15.8%:15.6%:14.9%:13.8%:12.0%:11.6%:11.5%:10.6%:9.3%:8.3%:8.2%:7.7%:7.3%:1.6%
出典：全国の20～59歳の男女1,000人に聞いた「ニューノーマルの働き方、リモートワークに関する調査」
| 株式会社ネオマーケティングのプレスリリース(prtimes.jp)

図1. リモートワークのデメリット

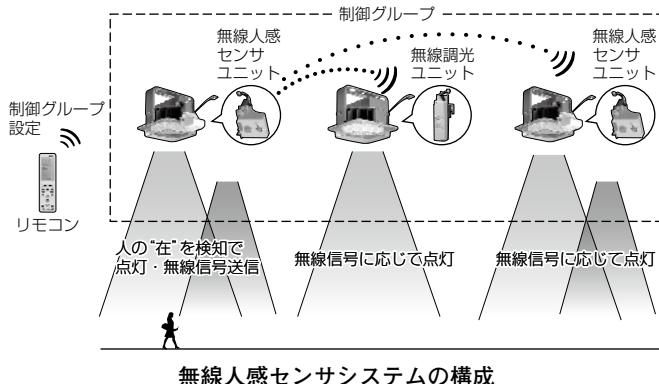
■ 15. 住宅設備 Housing Equipment

■ 高天井照明器具用無線人感センサシステム Wireless Motion Sensor System for High-bay Lighting

工場、倉庫向けの高天井用照明器具の競争力強化として、省エネルギー、省施工、低コストを狙った人感検知による照明制御を無線接続方式にした無線人感センサシステムを開発した。無線人感センサシステムは、親機になる無線人感センサユニットと、子機になる無線調光ユニットを取り付けた複数の照明器具で構成され、リモコンを用いて制御グループを設定する。親機は、人の“在”“不在”を検出し、制御グループ内の子機にその検出結果を送信し、子機は、受信した検出結果に応じてあらかじめ設定された調光率で、照明器具を点灯・消灯制御する。

このシステムは、無線通信に920MHz帯を用いることで、通信距離の確保と2.4GHz帯で使用される他機器(Bluetooth^(注)やWi-Fi^(注))との干渉を避けて、制御グループ内の照明器具が35m以内であれば制御可能な仕様にした。また、同一グループ内に親機は最大5台(子機は35m以内で制限なし)接続できる。これによって、従来は

全ての照明器具に人感センサが必要であったが、人感が必要な場所に親機を配置するだけで構成でき、コストを抑えた提案が可能になった。また、親機は、各々の状態を一致させるための定期無線通信を行うが、この定期無線通信による無線干渉を防ぐために、各々のユニークアドレスを監視し、無線送信タイミングを調整する機能を搭載した。



■ 16. キッチン家電・生活家電

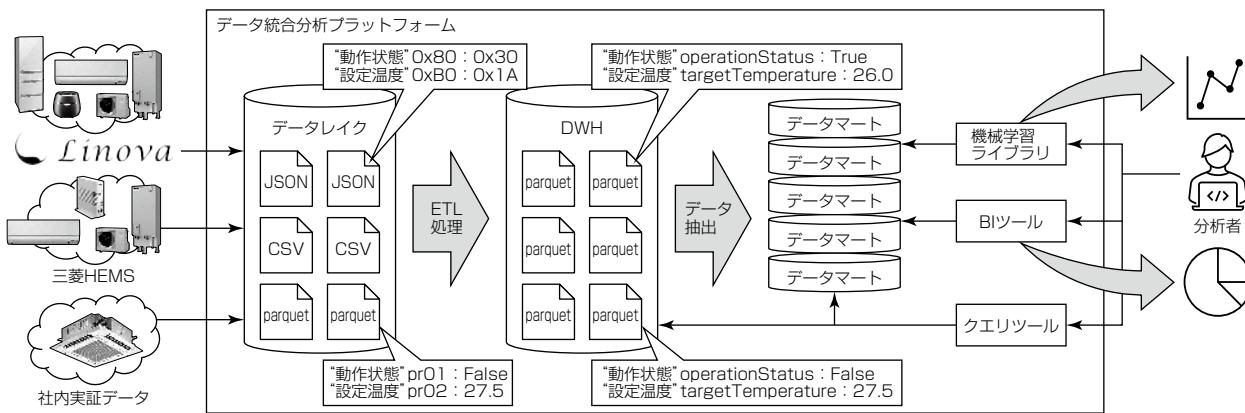
Kitchen and Other Household Appliances

■ データ統合分析プラットフォーム Data Integration and Data Analysis Platform

家電・住設機器のIoT(Internet of Things)化に伴い、遠隔操作や機器連携機能を中心とした利便性の高い機能が提供されている。当社では、新たな機能創出を加速するため、IoT共通プラットフォーム“Linova(リノバ)”，三菱HEMS(Home Energy Management System)，社内実証といったシステムで収集した機器の動作履歴などのデータを分析する“データ統合分析プラットフォーム(以下“分析PF”)”という。)を構築し、運用を開始した。

分析PFは、データレイク、データウェアハウス(DWH)，データマートの三つで構成される。データレイクに収集された様々なシステムの異なる形式のデータは、ETL(Extract Transform Load)処理によって同一形式のデータに

変換・成形され、DWHに統合して蓄積される。また、クエリツールで統合検索が可能であり、目的に合わせてDWHからデータ抽出したデータマートを作成し、BI(Business Intelligence)ツールや機械学習によるデータ分析を迅速かつ簡単に実行する環境を実現した。例えば、異なるシステムの様々な製品のデータを同一の時間軸で関連付けて、機械学習を適用して分析することで、各機器の利用状況の予測も可能である。2022年6月からサービスを開始している当社家電統合アプリ“MyMU(マイムュー)”の“おやすみサポート”は、この分析PFを用いたデータ分析によって発見した事象から開発された機能であり、市場で実際に活用されている。



“第67回滋澤賞”を受賞

“受配電機器の劣化診断システムの開発”が“第67回滋澤賞”を受賞した。これまで受配電設備の劣化診断では専門技術者による現地測定が必要であったが、新技術の開発によって劣化診断の簡易化を実現した。この技術は、従来の劣化診断技術のデータベースから構築した劣化推定モデルとセンサで測定した盤内環境データを解析することで設備の使用限界を推定するものである。今回の受賞は、劣化診断の設備停電不要化と技術者派遣不要化によって、裾野を広げたことが評価された。



受賞者の声

このたびは、協力して開発した新技術が栄誉ある賞を受賞でき大変光栄です。劣化診断に関わる皆様のおかげです。



先端技術総合研究所
藤原宗一郎



先端技術総合研究所
三木伸介



受配電システム製作所
西川哲司



三菱電機エンジニアリング株
中井達司



三菱電機エンジニアリング株
橋本大也

2021年12月～2022年11月受賞分（受賞順に掲載）

●兵庫県産業労働部 政策労働局

令和3年度兵庫県技能顕功賞（2021年11月受賞分）

「金属手仕上工」
姫路製作所……………清水康臣
「数値制御金属工作機械工」
姫路製作所……………大川和之

●(一社)日本電気協会

第66回（令和3年度）滋澤賞（2021年11月受賞分）

「過渡安定度機能を有するSVGの開発グループ」
関西電力送配電㈱……………新木依子, 安喰 誠
関西電力㈱……………今西隆夫
系統変電システム製作所……………正城健次
東芝三菱電機産業システム㈱……………家田 潤

●兵庫県産業労働部

令和3年度技能顕功賞（2021年11月受賞分）

「第2部門：数値制御金属工作機械工」
通信機製作所……………橋本昭夫
「第5部門：プリント基盤組立工」
通信機製作所……………宮下龍二
「第5部門：電気通信機器組立工」
通信機製作所……………加藤大志郎
「第5部門：電子機構部品組立工」
通信機製作所……………永田広志
「第5部門：電子機器用高密度モジュール組立工」
通信機製作所……………宮本孝行

●IEEE

IEEE MTT-S Japan Young Engineer Award（2021年11月受賞分）

「gm-Cポリフェーズフィルタを適用したベクトル合成型移相器」
情報技術総合研究所……………平井暁人, 津留正臣, 森 一富, 下沢充弘

●IEEE Standards Association

IEEE 802.19.3 Award

「Outstanding contributions to the development of IEEE Standard 802.19.3-2021」
情報技術総合研究所……………永井幸政, 角 武憲
Mitsubishi Electric Research Laboratories…… Jianlin Guo, Philip Orlik Benjamin A. Rolfe

●(一社)FA財団

FA財団論文賞

「What are the important technologies for bin picking? Technology analysis of robots in competitions based on a set of performance metrics」

本社……………藤田正弘
産業技術総合研究所……………堂前幸康
大阪工業大学……………野田哲男
奈良先端科学技術大学院大学……………G.A.GarciaRicardez
先端技術総合研究所……………永谷達也
プリンストン大学……………A.Zeng, S.Song
マサチューセッツ工科大学……………A.Rodriguez
南洋理工大学……………A.Causo, I.M.Chen
奈良先端科学技術大学院大学……………小笠原 司

●厚生労働省

卓越した技能者（現代の名工）

「電気通信機器組立工」
通信機製作所……………米田 勉

●(公社)兵庫工業会

令和3年度職域における創意工夫者表彰

会長賞

「座標情報自動化処理システムの考案」
通信機製作所……………加藤隆一
「大型シリンダー加工治具の改良」
通信機製作所……………坂井 俊

「番地管理システム構築によるリードタイムの改善」
 通信機製作所 川上綾平
 「抜き取り治具製作による作業時間の改善」
 通信機製作所 白石和紀
 「電源線用ユニット組立方法の改善」
 通信機製作所 川口 練
 「長尺部品組立作業の改善」
 通信機製作所 松下博章

知事賞

「試験治具製作による耐水圧試験の改善」
 通信機製作所 高崎将平
 「大型機械加工品検査方法の改善」
 通信機製作所 宮本 亮
 「コネクタ部ボッティング型枠治具の考案」
 通信機製作所 田中靖久
 「検査強化による歩留まりの改善」
 通信機製作所 中山貴光

●(公社)計測自動制御学会

SI2021 優秀講演賞

「U字生産ラインにおける作業員間の協調性が工程全体に与える影響の分析」
 京都大学 安江成輝
 先端技術総合研究所 須田 聰
 京都大学 植木哲夫
 「ヒト・機械システムにより協調タスクを達成する分散制御の存在確認とその応用」
 京都大学 泉田 啓
 先端技術総合研究所 谷 百合夏
 「複数センサで推定した相対移動の類似性に基づく自律移動ロボットのセンサ有用性評価」
 名古屋大学 森川祥平, 舟洞佑記, 道木慎二
 愛知工業大学 道木加絵
 先端技術総合研究所 山隅允裕

●IEEE Consumer Technology Society

IEEE Consumer Technology Society Chester Sall Award for the Third place best paper
 「Anomaly Detection in Smart Home Operation From User Behaviors and Home Conditions」
 大阪大学 山内雅明, 大下裕一, 村田正幸
 静岡製作所 上田健介
 情報技術総合研究所 加藤嘉明

●(財)テレコム先端技術研究支援センター (SCAT)

SCAT表彰 優秀賞

「深宇宙探査用地上局の開発と運用」
 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 沼田健二
 日本通信機(株) 大野剛志
 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 富木淳史
 三菱電機(株) 西原秀信
 日本電気(株) 山田庸平

●電気材料技術懇談会

優秀論文賞

「絶縁油／プレスボード複合系における雷インパルス電圧印加時の絶縁破壊メカニズムの解明」
 先端技術総合研究所 吉田成是
 九州工業大学 山田大智, 小迫雅裕, 匹田政幸

●兵庫県産業労働部

令和3年青年優秀技能者表彰

「第2部門：数値制御金属工作機械工」
 通信機製作所 松永 優
 「第5部門：プリント基盤組立工」
 通信機製作所 松崎雅哉
 「第5部門：電気通信機器組立工」
 通信機製作所 烏羽勝宗
 「第5部門：電球・電子管製造工」
 通信機製作所 太田吉彦

●兵庫県職業能力開発協会

令和3年度職業能力開発促進
 「技能検定委員」
 通信機製作所 鎮守隆幸
 「技能検定補佐員」
 通信機製作所 徳田 亮

●(一財)国際ユニバーサルデザイン協議会

IAUD国際デザイン賞2021

大賞
 「聴覚障がいや言語の壁を乗り越える「しゃべり描き®アプリ」の取り組み」
 統合デザイン研究所 松原 勉, 平井正人, 山内貴司
 三浦美怜, 岡村衣里子

銀賞

「全熱交換器 学校用ロスナイ天吊り露出形」
 統合デザイン研究所 本村祐貴, 石浜真也

銅賞

「一人暮らしの自炊生活の寄り添う2ドア冷蔵庫 Pシリーズ」
 統合デザイン研究所 松本麻衣, 引間孝典

●(一社)日本電気協会

日本電気協会従業員功績者表彰 考案表彰

「小型、省資源化ACサーボモータ HKシリーズの開発」
 名古屋製作所 伊藤将太, 萩野 謙, 池嶋祐介, 目方敏男
 先端技術総合研究所 中村雄一朗
 コンポーネント製造技術センター 藤谷政洋

●(一社)電子情報通信学会

学生・若手論文特集号優秀論文賞

「H型昇降圧PFCコンバータの非同期スイッチング昇降圧動作を用いた高効率制御法」
 先端技術総合研究所 渡辺章太, 坂下友一
 三菱電機照明(株) 前田貴史

●(一社)電気学会

令和3年電気学会優秀論文発表賞 本部表彰

「設備スマート寄与度と在室人数を考慮した建物の非日常電力需要の積み上げ推計」
 情報技術総合研究所 佐藤冬樹

令和3年静止器研究会 優秀奨励賞

「エスチル油／プレスボード複合系に配置した金属針における交流部分放電特性」
 九州工業大学 濱砂亨平, 小迫雅裕, 匹田政幸
 先端技術総合研究所 吉田成是, 山中雄太, 梅本貴弘

令和3年度電気学会フェロー称号

「ガス絶縁開閉装置における研究開発と国際標準化」
 系統変電システム製作所 羽馬洋之
 「直流送電機器・システムの実用化および高度化」
 系統変電システム製作所 境 武久

●(公財)電気通信普及財団

第37回電気通信普及財団賞 テレコムシステム技術賞 入賞

「Sub-1 GHz Frequency Band Wireless Coexistence for the Internet of Things」
 情報技術総合研究所 永井幸政, 角 武憲
 Mitsubishi Electric Research Laboratories Jianlin Guo, Philip Orlitz
 Benjamin A. Rolfe
 静岡大学 峰野博史

●(一社)電子情報通信学会 環境電磁工学研

2021年度環境電磁工学研究会若手優秀賞

「低コスト広帯域CA電波吸収体の入射偏波特性に関する検討結果」
 情報技術総合研究所 古谷航一

●(一社)電子情報通信学会

2021年度学術奨励賞

「3次元実装技術を用いた小型InP MZ変調器サブアセンブリのRF信号伝送特性の改善」「空間光学系を用いたデジタルコヒーレント受信モジュールにおけるCMRRのビーム集光径依存性」
 情報技術総合研究所 鈴木純一

「SS-OCT方式ディジタル光センサにおける波長掃引光源の波長補正に関する検討」「SS-OCT方式ディジタル光センサにおける包絡線補正に関する検討」

情報技術総合研究所 山内隆典
「DSTBC伝送における同一チャネル干渉抑圧方式(1) - 抑圧原理と基本性能評価 -」

情報技術総合研究所 上橋俊介
「GaN HEMTの低周波Yパラメータ特性における表面トラップの影響に対するTCAD解析」

情報技術総合研究所 大塚友絵
「スプリングプローブを用いた異種基板接続構造を有する4電力合成回路の試作評価」

情報技術総合研究所 西村拓真
「バタフライ型プローブにおける隣接する2つの配線の分離性能測定」

情報技術総合研究所 小林遼太
「時刻同期プロトコルを利用した無線タイミング制御方式」

情報技術総合研究所 松永 亮
「誘電体整合層を用いた広角方向インピーダンス整合法の基礎検討」

情報技術総合研究所 宇野 孝
電子情報通信学会フェロー

「電子戦技術の研究開発と啓発」
情報技術総合研究所 河東晴子

●(公社)日本オペレーションズ・リサーチ学会

日本OR学会フェロー
「オペレーションズ・リサーチの研究と発展」
情報技術総合研究所 河東晴子

●(公社)精密工学会

2022年度精密工学会春季大会学術講演会 ベストプレゼンテーション賞
「曲面形状モデルとNCサポート情報を利用した切削加工面の分析手法」
先端技術総合研究所 金子弘樹

●(公社)応用物理学会

第43回応用物理学会論文賞 応用物理学会論文奨励賞
「Carrier transport properties in inversion layer of Si-face 4H-SiC MOSFET with nitrided oxide」
先端技術総合研究所 野口宗隆

●(公社)電気学会

第15回でんきの礎
「自動車用電動パワーステアリングシステム」
(株)ジェイテクト、三菱電機㈱

令和3年電気学会全国大会 優秀論文発表賞
「リチウムイオン電池に対するリブル電流の影響評価」
先端技術総合研究所 平井勢児
「磁束変調ハイブリッド界磁コンシクエント極モータの実機製作及び評価」
先端技術総合研究所 満田宇宙
「受配電機器絶縁物の新規診断サービスにおける温湿度測定の短時間化」
先端技術総合研究所 藤原宗一郎
「重希土類元素フリー Nd-Fe-B 焼結磁石の磁気特性評価」
先端技術総合研究所 岩崎亮人

●(公社)日本アルミニウム協会

令和3年度日本アルミニウム協会賞 開発賞
「優れた防汚性と親水性を有するプレコートアルミニウムフィン材の開発」
(株)神戸製鋼所 角田亮介、館山慶太、豊田祐介
静岡製作所 森岡怜司
先端技術総合研究所 山本義則、広瀬悦子

●(公社)日本電気協会 関東支部

令和4年電気関係事業従業員功績者表彰 考案表彰 最優秀賞
「小型、省資源化ACサーボモータ HKシリーズの開発」
名古屋製作所 伊藤将太、荻野 謙
先端技術総合研究所 中村雄一朗
コンポーネント製造技術センター 湯谷政洋
名古屋製作所 池嶋祐介、日片敏男

●(公社)日本材料学会

令和3年度日本材料学会 複合材料部門委員会 奨励賞
「民生用電気機器向けCFRPの耐久性および生産性向上に関する応用研究」
先端技術総合研究所 小林広紀

●(公社)日本流体力学会

2021年度学会賞 技術賞

「巻状旋回流を利用した高効率・軽量プロペラファン」

静岡製作所 濱田慎悟
設計システム技術センター 池田 直、小林 孝

●兵庫県

令和4年度兵庫県発明等表彰 兵庫県発明賞

「搭乗者状態検出装置、搭乗者状態検出システム及び搭乗者状態検出方法」

自動車機器開発センター 田原奈津季

先端技術総合研究所 渡邊信太郎

本社 大澤政信

「半導体装置」

高周波光デバイス製作所 木下博之、山本佳嗣、國井徹郎

「車両用操舵装置および車両操舵制御方法」

自動車機器開発センター 遠藤雅也

先端技術総合研究所 明見幸泰

自動車機器開発センター 田中英之、田中貴之、森 考平

「船舶の方位制御装置および方位制御方法」

姫路製作所 阪口 亮、鈴木大介

先端技術総合研究所 今村直樹

「電子部品収容構造体」

姫路製作所 石橋誠司

「絶縁テープ及びその製造方法、固定子コイル及びその製造方法、並びに回転電機」

先端技術総合研究所 馬渕貴裕

電力システム製作所 佐古 浩

●京都府

第66回京都府発明等功労者表彰 発明考案功労者 入賞

「太陽光発電量予測装置、太陽光発電量予測システム、予測方法及びプログラム」

IoT・ライフソリューション新事業推進センター 新井隆司

先端技術総合研究所 坂上聰子

●文部科学省

令和4年度科学技術分野の文部科学大臣表彰

科学技術賞 (開発部門)

「世界初の偏心ゼロ化と製造革新による省エネ静音モータの開発」

姫路製作所 吉桑義雄

先端技術総合研究所 米谷晴之

コンポーネント製造技術センター 宮本佳典

中津川製作所 出口 学、水谷敏彦

「無線列車制御システムATACSの首都圏展開に向けた開発」

コミュニケーション・ネットワーク製作所 永田貴司

創意工夫功労者賞

「ガス配管製作用マルチ治具の考案」

系統変電システム製作所 筒木和弘

●(公社)空気調和・衛生工学会

空気調和・衛生工学会賞 論文賞 学術論文部門

「数値解析による換気用全熱交換エレメントの性能評価」

先端技術総合研究所 外川 一

本社 亀石圭司

九州大学大学院 伊藤一秀

福岡女子大学 郷 朱娟

九州大学大学院 劉 城準

●(公社)日本冷凍空調学会

第49回日本冷凍空調学会

技術賞

「R290対応内蔵ショーケース (SB, BCシリーズ)」

三菱電機冷熱応用システム(株) 山本裕章、保坂恵子、後藤博之

住環境研究開発センター 佐藤正典、田中千尋

研究奨励賞

「VRF向けスクロール圧縮機の高性能化に関する研究」

先端技術総合研究所 岩竹 涉

●(公社)日本気象学会

岸保・立平賞

「対流圈ウインドプロファイラの開発と気象観測での実用化に関する功績」

京都大学 橋口浩之

通信機製作所 松田知也

●(一社)電波産業会 (ARIB)	「和文マガジン編集委員としての貢献」
第33回電波功績賞 (ARIB会長表彰)	情報技術総合研究所.....中島昭範
「Sub-1 GHz帯の周波数共用に関するIEEE 802.19.3標準化推進と策定」	情報技術総合研究所.....永井幸政
情報技術総合研究所.....永井幸政	Mitsubishi Electric Research Laboratories.....Jianlin Guo
室蘭工業大学.....北沢祥一	株国際電気通信基礎技術研究所.....矢野一人
●(公社)発明協会	「通信ソサイエティの会員事業企画幹事としての貢献」
令和4年度全国発明表彰 未来創造発明奨励賞	情報技術総合研究所.....東中雅嗣
「不純物を制御した高効率深紫外波長変換素子」	「通信ソサイエティ投稿論文の査読委員としての貢献」
大阪大学.....吉村政志, 森 勇介	情報技術総合研究所.....平 明徳
住電半導体材料㈱.....西岡志行	「通信ソサイエティ投稿論文の査読委員としての貢献」
産業メカトニクス製作所.....桂 智毅	情報技術総合研究所.....中島昭範
本社.....小島哲夫	「通信ソサイエティ投稿論文の査読委員としての貢献」
先端技術総合研究所.....西前順一	情報技術総合研究所.....酒井 学
●(株)日刊工業新聞社	●(一社)電気学会
第52回機械工業デザイン賞 IDEA 日本産業機械工業会賞	令和3年電力・エネルギー部門大会 優秀論文発表賞
「CFRP切断用炭酸ガス三次元レーザ加工機 CVシリーズ」	「高電圧直流送電向け光学式計器用変圧器の開発」
三菱電機㈱代表執行役 執行役社長.....漆間 啓	先端技術総合研究所.....橋場康人
●(一社)火力原子力発電技術協会 関東支部	令和3年度電気学会 電力・エネルギー部門 論文査読貢献賞
令和4年度火力原子力発電所現場永年勤務者賞	「論文査読貢献賞」
系統変電システム製作所.....甲賀 守, 山田雅巳, 松下晋也	先端技術総合研究所.....梅本貴弘
樽角正敏, 工藤弘昭	基礎・材料・共通部門表彰
●(特非)キッズデザイン協議会	「酸化チタン／エポキシ樹脂ナノコンポジットの電界発光開始・消滅電解に及ぼす粒子分散状態の影響」
第16回キッズデザイン賞	名古屋大学.....平井基資, 栗本宗明
「『ポイ捨てゼロへ』大船・街づくりプロジェクト」	先端技術総合研究所.....梅本貴弘, 吉田成是, 武藤浩隆
統合デザイン研究所.....木皿倫子, 伊藤大聰, 奥田 勇	沼津工業高等専門学校.....遠山和之
「コミュニケーションの壁を乗り越える『しゃべり描きアプリ』」	
統合デザイン研究所.....平井正人, 山内貴司, 三浦美怜	
岡村衣里子, 松原 勉	
●(一社)電気学会	●(公社)精密工学会
2021年電子・情報・システム部門大会	精密工学会技術奨励賞
優秀論文発表賞	「工場の予知保全に向けた統計量のオンライン計算方式」
「電力スポット市場と需給調整市場への入札を考慮した週間需給計画」	先端技術総合研究所.....高野直人
先端技術総合研究所.....内藤健人	
企画賞	●(公社)発明協会
「企画セッション「ICTとスマート社会(I)～(III)(OS1)」による部門大会活性化への貢献」	令和4年度関東地方発明表彰
インフォメーションシステム統括事業部.....坂上聰子	静岡県発明協会会长賞
先端技術総合研究所.....北村聖一	「電動機を搭載した電気機器（特許番号：第5855680号）」
電気学会優秀論文発表賞	住環境研究開発センター.....矢部浩二, 桶谷直弘
「集中巻永久磁石同期モータの損失低減に向けた非相数倍スロット構造の提案」	
先端技術総合研究所.....高村 優	発明奨励賞
産業応用部門 奨励賞 若手奨励賞	「除湿装置（特許番号：第6021953号）」
「集中巻永久磁石同期モータの損失低減に向けた非相数倍スロット構造の提案」	住環境研究開発センター.....伊藤慎一, 濱田 守
先端技術総合研究所.....高村 優	「赤外線センサにおけるセンサケース構造（特許番号：第5653546号）」
産業応用部門 論文賞	住環境研究開発センター.....森井 彰
「集中巻永久磁石同期モータの新巻線方式によるトルクリップ低減」	静岡製作所.....吉野勇人
コンポーネント製造技術センター.....十時詠吾	住環境研究開発センター.....馬場智子
先端技術総合研究所.....山口信一, 田中敏則, 伊藤一将	三菱電機ホーム機器㈱.....玉村勝紀, 亀岡和裕, 吉元信夫
人材開発センター.....大穀晃裕	「電界及び放電によるウイルス抑制装置の構造（特許番号：第5532183号）」
大阪府立大学.....森本茂雄	住環境研究開発センター.....古橋拓也
●Informatic Society (INFSOC)	静岡製作所.....森岡怜司
IWIN 2022 Industrial Paper Award (IWIN: International Workshop on Informatics)	●(公社)計測自動制御学会
「Firmware Distribution with Erasure Coding for IoT Devices」	SICE Annual Conference International Award (Basic Technology)
情報技術総合研究所.....角 武憲, 永井幸政	「Estimating Bounded Uncertain Model for Stability-Certified Reinforcement Learning」
静岡大学.....峰野博史	情報技術総合研究所.....芳川昇之
●(一社)電子情報通信学会	東京大学.....高瀬諒一, 土屋武司
2022年度通信ソサイエティ活動功労賞	
「研究専門委員会 幹事としての貢献」	●(一社)日本電機工業会
情報技術総合研究所.....平 明徳	第71回電機工業技術功績賞表彰
	優良賞（重電部門）
	「小型、省資源化ACサーボモータ HKシリーズの開発」
	名古屋製作所.....加嶋俊大, 八重樫正人, 岩村祐輝
	優良賞（家電部門）
	「長時間使用による電気代増加を抑制する霧ヶ峰FZシリーズの開発」
	静岡製作所.....小川雄也, 川西智美
	●(特非)キッズデザイン協議会
	第16回キッズデザイン賞 BEYOND COVID-19 特別賞
	「子どもたちの清潔・安全な生活に寄与する「空気循環清浄機能付ハンドドライヤー」」
	統合デザイン研究所.....石浜真也, 本村祐貴, 各務里奈

●(公財)電気科学技術奨励会

第70回電気科学技術奨励賞(旧オーム技術賞)

「電力用絶縁開閉装置のSF₆ガス使用量を削減する環境負荷低減技術の開発」
先端技術総合研究所……………堀之内克彦、佐藤基宗、久保一樹

●Red dot org.

Red Dot Award Concept 2022 <Red Dot>賞

「Delivery robot service system for hospitals」
統合デザイン研究所……………荒井美紀、湯浅美里、藤村晶子

●(公財)日本デザイン振興会

グッドデザイン ロングライフデザイン賞

「列車内映像情報システム「トレインビジョン®」」

統合デザイン研究所……………浅岡 洋

グッドデザイン賞2022

「CFRP切断用炭酸ガス三次元レーザ加工機 CVシリーズ」

統合デザイン研究所……………ランダム イアン
「エアーコンディショナー「PLZ(X)-ZRMP40 ~ 280HF2」」

統合デザイン研究所……………石浜真也、本村祐貴、南雲孝太郎
「モバイル3Dスキャナ「Field LiDAR」」

統合デザイン研究所……………小倉利文
「ワイヤ・レーザ金属3Dプリンタ「AZ600」」

統合デザイン研究所……………塚本直也
「介護施設向け高齢者見まもりサービス「安心見まもりサポート MelCare (メルケア)」」

統合デザイン研究所……………萩原雅美、平井正人、石田健治、吉澤仁志
落合祐美子、浜崎 出、森 博史

高橋美早、松本麻衣、武井堯子、本村祐貴
三浦美怜、岡村衣里子

「空清機能付き除湿機「三菱除湿機」シリーズ」」

統合デザイン研究所……………松山祥樹、武井堯子、高砂英之
「循環ファン「壁設置型「ヘルスエアー機能」搭載循環ファン JC-30KR」」

統合デザイン研究所……………本村祐貴、石浜真也、各務里奈、南雲孝太郎
「多用途搬送サービスロボットシステム「MELDY」」

統合デザイン研究所……………荒井美紀、湯浅美里、藤村晶子
「冷凍冷蔵庫「MR-MZ・MR-WZシリーズ」」

統合デザイン研究所……………引間孝典、四津谷瞳、南出由裕
A ダドーネ、大橋美紗子
吉田 傑、中居 創

●神戸商工会議所

令和4年度神戸商工会議所 会員事業所優秀功労者表彰

「永年優秀功労者表彰」

電力システム製作所……………小森文和

●(一社)日本電機工業会

第71回電機工業技術功績者表彰

優秀賞(ものづくり部門)

「受配電設備の劣化診断システムの開発」

先端技術総合研究所……………藤原宗一郎、三木伸介
受配電システム製作所……………西川哲司

優秀賞(委員会活動)

「金属閉鎖形スイッチギヤのJIS規格作成」

受配電システム製作所……………小鶴 進
東芝三菱電機産業システム(株)……………助原正巳
(一社)日本配電制御システム工業会……………河島信雄

元 寺崎電気産業(株)……………吉田敏秋
(株)日立産機システム……………堀井千裕

(株)明電舎……………辻 謙次

愛知電機(株)……………松下充彦

(株)かわでん……………塙川英隆

中国電機製造(株)……………寺西雄二

日新電機(株)……………近藤 誠

富士電機(株)……………山口清和

受配電システム製作所……………木村 透

(株)明電舎……………牧田崇宏

東芝インフラシステムズ(株)……………渋谷正司

優良賞(委員会活動)

「回路遮断器および漏電遮断器の国際化と競争力向上」

福山製作所……………村田士郎、森 貢
河村電器産業(株)……………鈴木 智、外山博之
寺崎電気産業(株)……………小川博文
テンパール工業(株)……………濱田 翼、楳田英範
日東工業(株)……………波多野昌也、浅岡久典
富士電機機器制御(株)……………浅川浩司
パナソニック(株)……………坪井俊治、宮川紘平
富士電機機器制御(株)……………細岡洋平
光商工(株)……………玉井一朗
(株)日幸電機製作所……………本間英之、西内和洋
(株)日立産機システム……………中村大輔

●(一財)航空交通管制協会

功労者表彰

「日本の航空交通管制に関する機器、施設、システム等の開発、普及」
通信機製作所……………富田 純

●(一社)日本電気協会

第67回(令和4年度) 濱澤賞

「受配電機器の劣化診断システムの開発」

先端技術総合研究所……………藤原宗一郎、三木伸介
受配電システム製作所……………西川哲司
三菱電機エンジニアリング(株)……………中井遼司、橋本大也

●(公社)発明協会

令和4年度中国地方発明表彰 発明奨励賞

「遮断・開閉機能を両立させた直流高電圧対応小形遮断器」

福山製作所……………伏見征浩、小樋悠太、白藤彰一
菱陽電機(株)……………三好伸郎

令和4年度九州地方発明表彰

福岡県知事賞

「高破壊耐量を備えた低損失IGBT」

パワーデバイス製作所……………貞松康史、月東綾則、中村勝光

発明奨励賞

「ホームドア」

静岡製作所……………菅野哲生
長崎製作所……………住吉広昭、有田直喜、延本和夫
「焼接接合型SiCパワー半導体モジュール」

パワーデバイス製作所……………日野泰成

令和4年度近畿地方発明表彰

和歌山県発明協会会長賞

「硬水対応給湯システム」

冷熱システム製作所……………石井那央都、阿部敏郎、大坪祐介、門脇仁隆

発明協会会長賞

「回転電機」

姫路製作所……………北尾純士、西村慎二、北村隆二、磯田仁志
先端技術総合研究所……………柳山盛幸、深山義浩
本社……………岡本省吾
Mitsubishi Electric Automotive Czech s.r.o.……………木虎竜一

発明奨励賞

「施設名称重複装置」

神戸製作所……………野村 立

「交流回転電機の制御装置」

姫路製作所……………渡邊益崇、榎木圭一、西島良雅

先端技術総合研究所……………原田信吾

三菱電機ソフトウエア(株)……………村田泰一

「船舶の方位制御装置および方位制御方法」

姫路製作所……………阪口 亮、鈴木大介

先端技術総合研究所……………今村直樹

「磁石モータの全速度領域における位置推定法」

先端技術総合研究所……………伊藤正人

Mitsubishi Electric R&D Centre Europe B.V.……………蜂矢陽祐

名古屋製作所……………寺島 覚

「浮遊ウイルス不活化評価方法およびその装置」

先端技術総合研究所……………野村亜加音、谷村泰宏

本社……………太田幸治

住環境研究開発センター……………斎木あゆみ

「圧縮機向け短時間硬化型絶縁ワニス」

先端技術総合研究所 保田直紀
名古屋製作所 山本茂之, 堤 貴弘
静岡製作所 東理寿史, 大野真史
菱電化成㈱ 佐野孝輔, 日高元雄

「機械語向け翻訳機用の解釈部自動生成装置」

先端技術総合研究所 奥田勝己

「距離继電器」

系統変電システム製作所 服部 孝
三菱電機エンジニアリング㈱ 吉川知秀

「4条スパイラル管を実現する製造装置」

生産技術センター 宮川幸大
三菱電機エンジニアリング㈱ 中畠晋介
コミュニケーション・ネットワーク製作所 若林祐貴

静岡製作所 中西佑介, 小出 徹

「直通運転を想定した、運転台表示装置」

伊丹製作所 掛布顕一朗

「太陽光発電量予測装置」

IoT・ライソリューション新事業推進センター 新井隆司

先端技術総合研究所 坂上聰子

「高解像度ライン磁気イメージセンサ」

通信機製作所 尾込智和
人材開発センター 下畠賢司
通信機製作所 松井秀樹

三菱電機エンジニアリング㈱ 吉岡貞明

「光モジュール用フレキシブル基板接続構造」

高周波光デバイス製作所 安井伸之
情報技術総合研究所 有賀 博, 大島伸夫, 白尾瑞基

「新出力回路方式により小型化したPLC」

設計システム技術センター 塩野谷浩生, 石坂 哲
名古屋製作所 廣川 悠
三菱電機コントロールソフトウェア㈱ 射延誠悟

「前方誤り訂正機能を実現する光回線通信装置」

コミュニケーション・ネットワーク製作所 高橋浩司
情報技術総合研究所 小崎成治
本社 山中秀昭

「放熱フィンを一体化した半導体モジュール」

コンポーネント製造技術センター 三田泰之, 古森秀樹
中島 泰, 芳原弘行

名古屋製作所 北井清文

令和4年度関東地方発明表彰

発明協会会长賞

「効率的に浴槽水の熱を回収する貯湯式給湯機」

群馬製作所 平翔 登, 須藤真行, 竹内史人, 稲村 聰

静岡県知事賞

「省エネルギーと省資源に貢献する圧縮機」

静岡製作所 長澤宏樹
三菱電機エンジニアリング㈱ 遠藤勝巳

神奈川県発明協会会长賞

「空調制御装置及び空調制御方法」

三菱電機エンジニアリング㈱ 田口直樹
情報技術総合研究所 毛山利貞, 南本高志
冷熱システム製作所 佐藤 靖

発明奨励賞

「動作分析システムおよび動作分析プログラム」

情報技術総合研究所 草野勝大, 清水尚吾
コミュニケーション・ネットワーク製作所 奥村誠司
「機器管理装置、管理方法およびプログラム」

情報技術総合研究所 野口智史

「光受信器、受光レベルモニタ方法」

(株)エムテック 野上正道
情報技術総合研究所 吉間 聰, 野田雅樹
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 中川潤一
「アナログ入力装置」

情報技術総合研究所 明星慶洋
通信機製作所 上馬弘敬
名古屋製作所 野本浩主

「小型・軽量フェーズドアレイアンテナ」

鎌倉製作所 斎藤由佳理, 松岡宏明, 江上創馬

「オーブンレンジ付き電磁誘導加熱調理器」

統合デザイン研究所 伊藤大聰, 梶島山青, 松山祥樹

「空気循環清浄機能付きハンドドライヤー」

統合デザイン研究所 石浜真也, 各務里奈, 本村祐貴

「空気調和器の新フィルター清掃機構」

静岡製作所 大石雅之
三菱電機エンジニアリング㈱ 横田周平

「食品を過冷却状態で保存する冷蔵庫」

静岡製作所 山村 毅, 伊藤有希, 難波章弘

令和4年度中部地方発明表彰

岐阜県発明協会会长賞

「換気装置「DCモータの定回転数制御時の安定性向上」」

中津川製作所 土井淳生, 長谷川耕平, 斎藤文夫

発明奨励賞

「エレベーター操作ボタン」

稲沢製作所 湯浅英治

佐藤ライト工業㈱ 石井龍仁, 土井元裕

「エレベータのドア係合装置」

稲沢製作所 北澤昌也

先端技術総合研究所 宇都宮健児, 木川 弘

三菱電機エンジニアリング㈱ 伊藤直俊

●兵庫県産業労働部

令和4年度兵庫県技能顕功賞

第2部門（金属加工関係）

「マシニングセンタオペレーター」

系統変電システム製作所 宮本友貴

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 荒木健太

第5部門（電気機械器具組立・修理及び電気作業関係）

「配電盤・制御盤・開閉制御機器組立工」

系統変電システム製作所 大里 徹, 吉田隆之, 野間口 忠

市場達也, 外間俊彦

令和4年度兵庫県青年優秀技能者表彰

第2部門（金属加工関係）

「NC旋盤工」

系統変電システム製作所 上田太一

「マシニングセンタオペレーター」

系統変電システム製作所 寺本孝彦

第5部門（電気機械器具組立・修理及び電気作業関係）

「配電盤・制御盤・開閉制御機器組立工」

系統変電システム製作所 萩野文太

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 佐土翔太郎

●(公財)防衛基盤整備協会

令和4年度防衛基盤整備協会賞

「03式中距離地対空誘導弾（改善型）の技術開発」

鎌倉製作所 筒井信弘, 東山基秀, 杉森健一

●国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

2022年度S&MA功労賞

「金属3Dプリンタ製アンテナの衛星搭載、軌道上実証の実現」

鎌倉製作所 製管部工技課, 機械加工技術チーム
表面処理技術チーム

●中央職業能力開発協会

中央職業能力開発協会 会長賞

「機械・プラント製図職種に関わる技能検定委員を2006年から2020年まで15年間務めた功績を評価」

鎌倉製作所 月館隆二