

研究開発 Research and Development

ビル内ダイナミックマップを用いたロボット・ビル設備連携制御技術

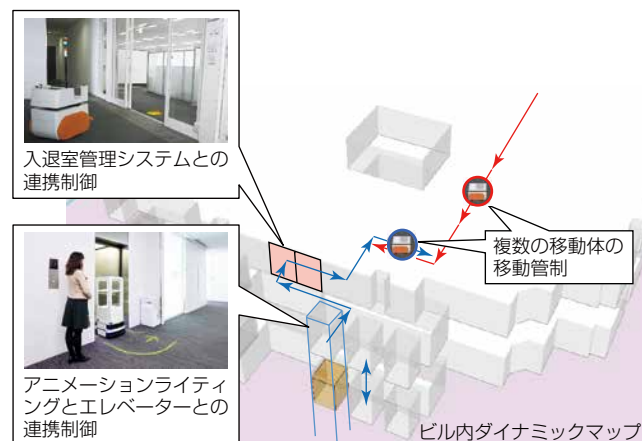
Control Technology for Cooperation between Robots and Building Facilities Using In-building Dynamic Maps

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

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

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

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



ビル内ダイナミックマップを用いた
ロボットとビル設備連携制御技術

安心・安全なスマートシティの実現に向けた人物追跡技術

Human Tracking Technology for Safe and Secure Smart City

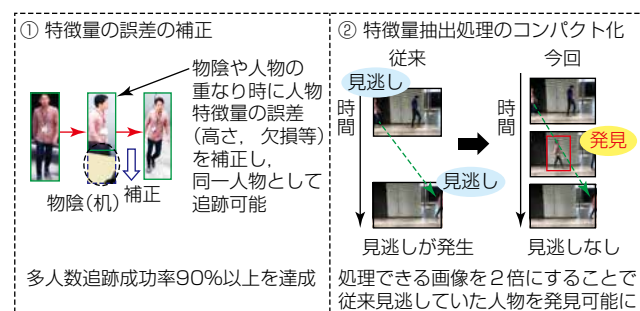
複数の監視カメラにわたってリアルタイムに人物を追跡する人物追跡技術を開発した。

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

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

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

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



人物追跡技術

マイルドハイブリッド車向け高速・高出力モータ

High Speed and High Power Motor for Mild-hybrid Vehicle

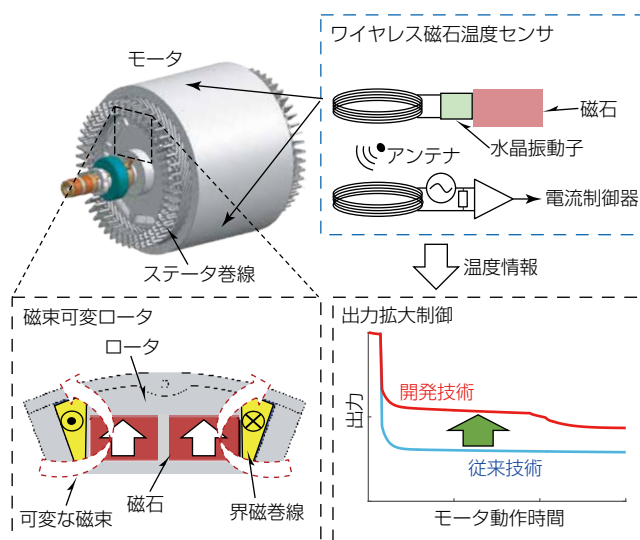
マイルドハイブリッド車向けモータでは、エンジン始動に必要な大トルク出力と高速駆動の両立が要求される。

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

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

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

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

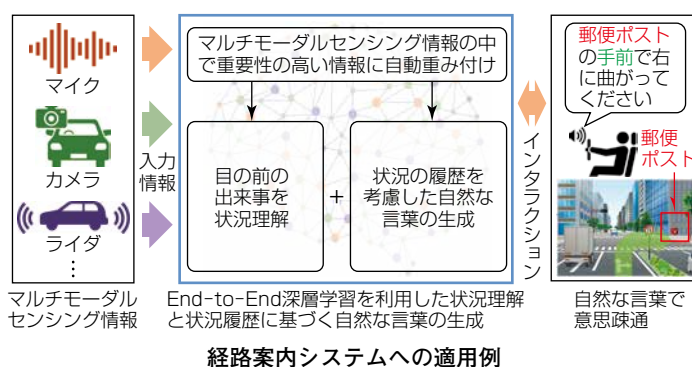


開発内容の説明図

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

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

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



経路案内のイメージ図

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

* 1 2020年7月22日現在、当社調べ

研究開発 Research and Development

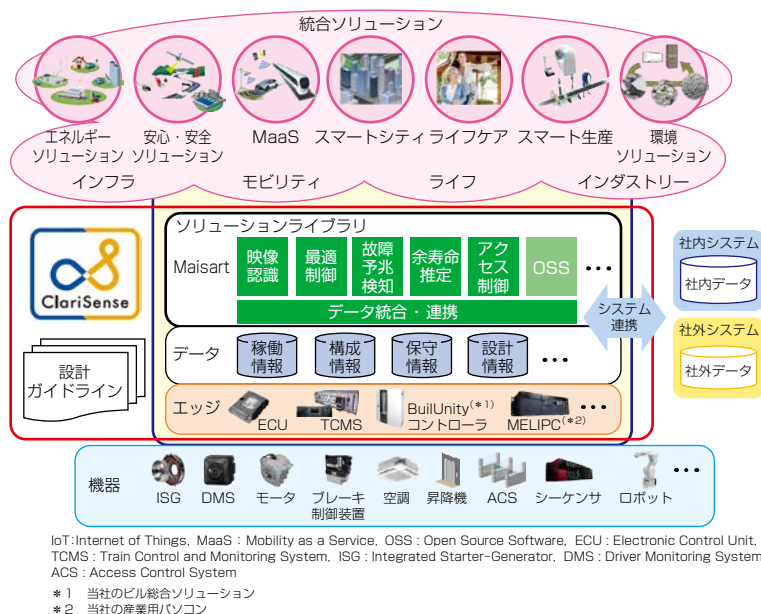
統合IoT“ClariSense”

Internet of Things Suite “ClariSense”

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

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

ClariSenseを当社及び当社グループ内に展開す



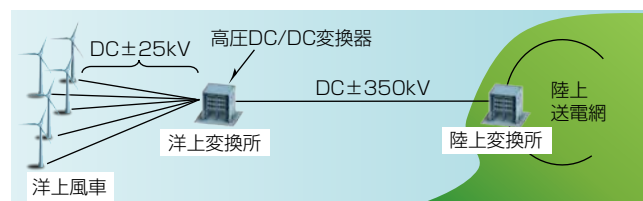
統合IoT“ClariSense”のアーキテクチャ

大規模洋上風力発電に向けた高圧DC/DC変換器の小型・低損失技術

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

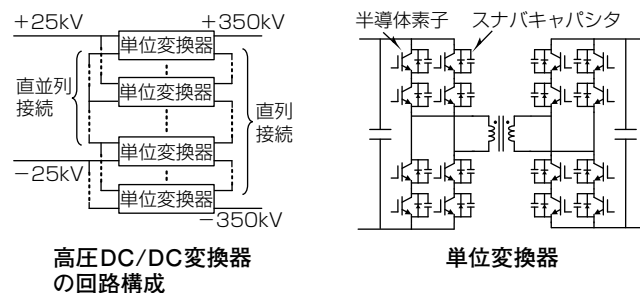
直流(DC)で送配電を行う大規模な洋上風力発電に向けた高圧DC/DC変換器の小型・低損失技術を開発した。豊富な資源量を誇る再生可能エネルギーとして注目を集めている洋上風力発電では、洋上から陸上までの長距離送電を高効率に行うために、風車から出力される交流(AC)電圧を洋上変換所で高圧のDC電圧に変換し、陸上に送電している。一方で、風車の大容量化が進むにつれ、風車と洋上変換所の間も長距離になるため、風車の出力をDC電圧にすることが検討されており、高圧DC/DC変換器が必要になる。

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



風車の出力をDC電圧にした洋上風力発電システム

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



5G基地局用GaN増幅器モジュールの小型・高効率化技術

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

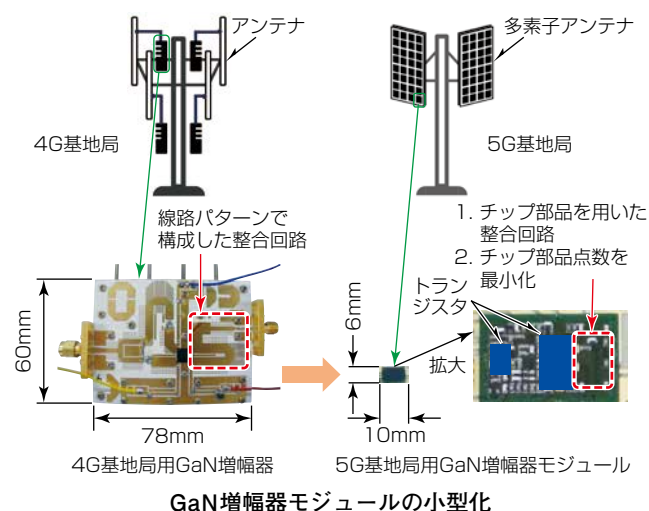
5G(第5世代移動通信システム)基地局の設置性向上と低消費電力化に向けて、GaN(窒化ガリウム)増幅器モジュールの小型・高効率化技術を開発した。

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

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

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

*1 2020年7月14日現在、当社調べ



ディスクリートSiC-MOSFETの高精度回路シミュレーション技術

High-precision Circuit Simulation Technology for Discrete SiC-MOSFETs

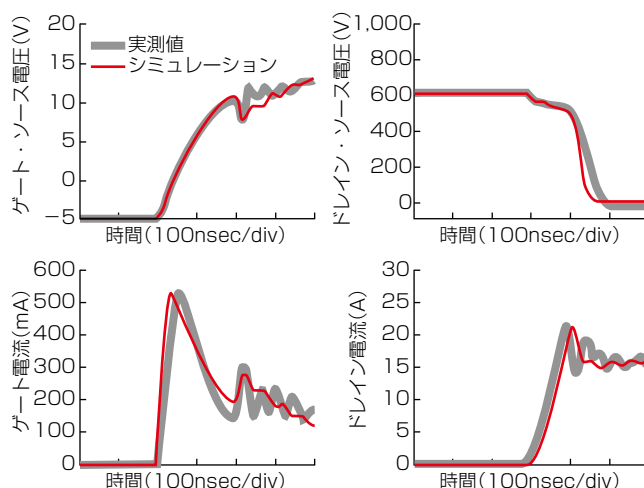
ディスクリートSiC(シリコンカーバイド)-MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)素子の高精度回路シミュレーション技術として、素子の電気的な動作を回路シミュレータ(SPICE)で再現する回路モデルを開発した。

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

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

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

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



ターンオンスイッチング波形

研究開発 Research and Development

2019 R&D 100 Awardsの受賞：1個流し摺動めっき装置

Electroplating Machine Receives 2019 R&D 100 Awards

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

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

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

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



2019 R & D 100 Awards表彰式



2019 R&D 100 Awards Winnerのロゴ



1個流し自動摺動めっき装置

ゲル封止型パワーモジュールの信頼性向上技術

Reliability Improvements Technology for Gel Sealing Power Module

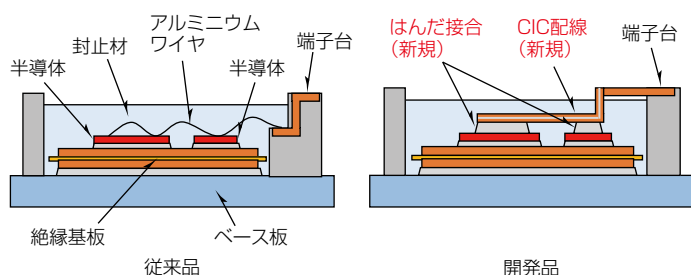
車載用パワーユニット向けのゲル封止型パワーモジュールで半導体と配線の接合部の寿命を従来比5倍に向上させる技術を開発した。

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

低減することが困難であった。

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

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



ゲル封止型パワーモジュール



接合部の応力と寿命の比較