

電流電圧解析によるインバーター駆動誘導機の異常診断技術



Fault Diagnosis Technique of Inverter-Driven Induction Machines Using Current and Voltage

誘導機は工場や発電所、水道施設などで重要な役割を担っており、突発的な停止はこれら施設の運転計画に深刻な影響をもたらすため、従来作業員による定期的な点検が行われてきたが、近年は高齢化などによる人員不足の問題や点検業務の効率化の観点から、センサーによる自動診断へのニーズが高まっている。電流診断技術は誘導機に供給される電流から異常に起因する特徴周波数成分を監視することで診断する(図1)。現状、商用電源駆動誘導機の電流診断は実用化の流れにあるが、省エネルギーの観点から導入が進むインバーター駆動に対しては課題がある。具体的には誘導機がインバーター

によって駆動されると、インバーター起因の微小な周波数成分が図2中のs1～s8に示すように多数発生するため、診断に使用する特徴周波数成分の特定が困難になる。そこで今回、測定した電流と電圧に加えて誘導機のテストレポートを用いることで特徴周波数成分(USBb(*1), LSBb(*1), USBm(*2), LSBm(*2))を0.1Hz以下の精度で特定する

手法を開発した(図2)。これによって誘導機がインバーターによって駆動される場合でも、電流診断が可能になる。

- *1 回転子バー損傷を示す特徴周波数
- *2 機械系異常を示す特徴周波数

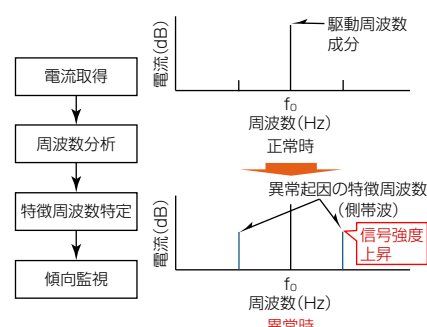


図1-特徴周波数による電流診断の原理

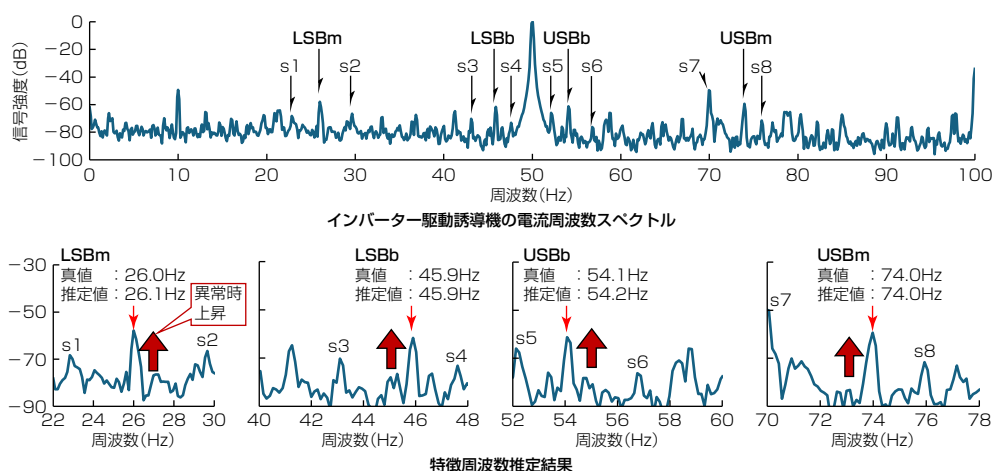


図2-インバーター駆動誘導機の周波数スペクトル(上段)と特徴周波数推定結果(下段)

複数ベンダーを対象とするロボットの群管理システム



Multi-vendor Robot Fleet Management System

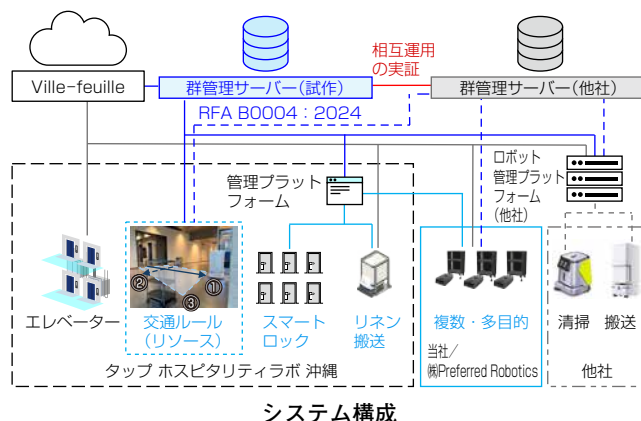
近年、労働力不足解消に向けて、様々なサービスロボットの利用が期待されているが、ベンダーごとの群管理の違いが普及の課題であった。

今回、当社と三菱電機ビルソリューションズ(株)は、(株)タップから経済産業省「ロボットフレンドリーな環境構築支援事業」に関わる開発委託を受けて、異なるメーカーのロボットが円滑に稼働するための群管理を試作検証した。

具体的には、「Ville-feuille」(*1)サービス下の施設に一般社団法人 ロボットフレンドリー施設推進機構が発行した RFA B0004:2024に基づく進入排他の交通ルールを持つリソースを定義し、定義したリソースを群管理するシステムを試作した。そして、この試作をタップ ホスピタリティラボ 沖縄に導入し、(株)Preferred Roboticsと共同で、複数フロアの搬送と清掃サービスを実現し、リソースの複数設置及びエレベーターの複数利用によって、全ての試験でタスクを成功させた。さらに、リソースを他社の群管理

とも共有できるインターフェースを持たせることで、規格に設けるガイドラインの制定に貢献した。

- *1 エレベーター、空調、照明、サービスロボット、入退室管理システムなどの様々なビル内設備の稼働データやセンシングデータなどを収集・蓄積し、データ処理を行うIoT(Internet of Things)プラットフォーム



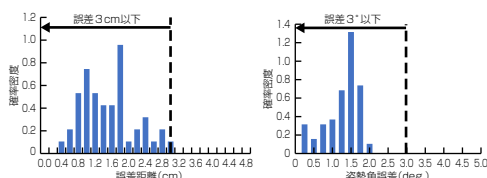
システム構成

現実空間の情報を基に構築した仮想空間上での分析結果を活用して現実の機器を遠隔操作するCPS(Cyber-Physical System)を、低軌道衛星通信システムと組み合わせて、災害等の有事に現場情報を即時に収集・分析し、救助活動等を支援するリアルタイムCPSが期待されている。

今回、リアルタイムな仮想空間生成に必要なカメラ画像とその撮像位置・方向を高精度に一致させる時空間データ同期技術と、通信品質の変化量が大きな低軌道衛星回線を用いて現場情報をリアルタイムに収集するための通信品質測定技術を開発した。

カメラの撮像時刻と非同期に得られるロボット位置を、移動状態に応じた補間処理によって同期させて、撮像位置誤差3cm以下・姿勢角誤差3°以下の高精度推定を可能にした。これによって、多数の画像を用いた位置・姿勢推定の画像処理負荷を低減し、仮想空間の生成時間を短縮できる。

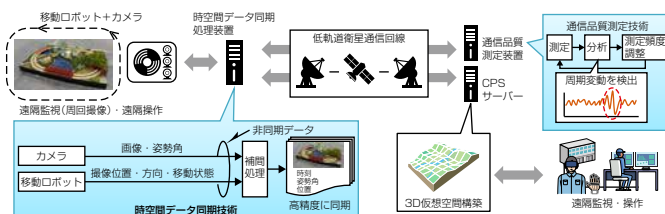
また、低軌道衛星の通信品質の周期変動を検出し、測定頻度を調整する



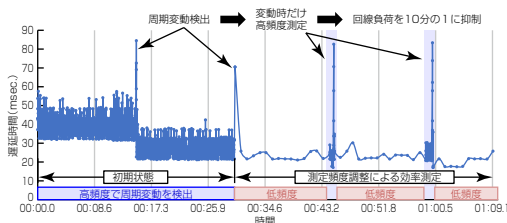
時空間データ同期精度評価結果

ことで、品質測定に要する通信量を10分の1に抑制可能にした。これによって、通信品質測定に起因する通信遅延を低減し、現場情報を速やかに収集できる。

今後は、災害救助活動だけでなく、防災対策や変電所・工場の遠隔監視・操作の省人化・効率化を支える情報処理×通信基盤技術として展開していく。



システム構成



衛星回線品質測定

IGBTチップの内蔵ゲート抵抗を用いた放熱材料の劣化検出手法

パワーモジュールには通電能力と放熱能力が求められる。パワーモジュール内部に搭載されるパワーデバイスはスイッチング動作によって発熱し、その熱はパワーモジュール内の複数の部材を通じて外部のヒートシンクへ伝達される。パワーモジュールからヒートシンクに至るまでの各種部材は線膨張係数が異なるため、温度変化が生じると熱応力が発生する。この熱応力が繰り返し発生すると各種部材が劣化し、冷却能力の低下(熱抵抗の劣化)を引き起こす。

そこで今回、パワーデバイスに内蔵されたゲート抵抗の温度依存性を利用し、パワーデバイスの温度が所定値を超えたことを検知する温度検知回路を構築した。さらに、この回路を応用し、冷却能力の低下を検知する手法を開発した(図1)。

この手法を評価するため、パワーモジュールとヒートシンク間の放熱シートの枚数を変えることで熱抵抗の劣化を模擬し、パワーモジュールにパルス電力を与えた際の検知回路

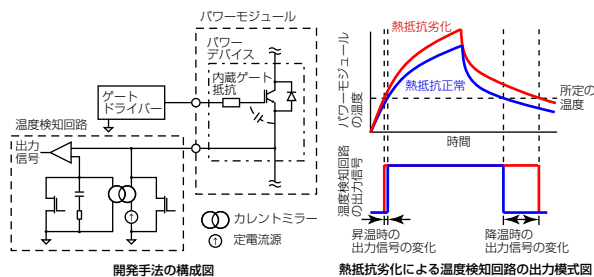


図1-開発手法の構成図と、熱抵抗劣化による検知回路の出力モード図

の出力信号を測定した(図2)。

図3から、放熱シート3枚時は、1枚時と比較して温度検知回路の信号出力時間が長いことが分かる。これは、熱抵抗の増加によって放熱時間が長くなったことを意味する。このように、本手法によってパワーモジュールとヒートシンク間の熱抵抗の劣化を判定できる。

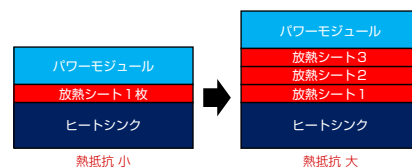


図2-パワーモジュールとヒートシンク間の放熱シートの枚数変更による熱抵抗劣化模擬の模式図

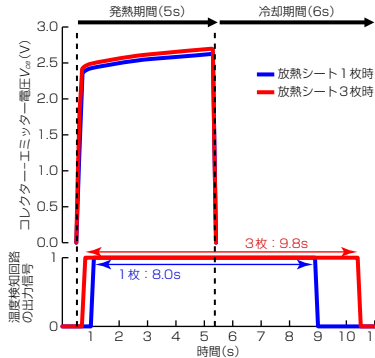


図3-放熱シート枚数を変えた場合の検知回路の出力時間測定結果

BIMとエレベーター保守情報のデータ連携技術

Data Integration Technology between BIM and Elevator Maintenance Data

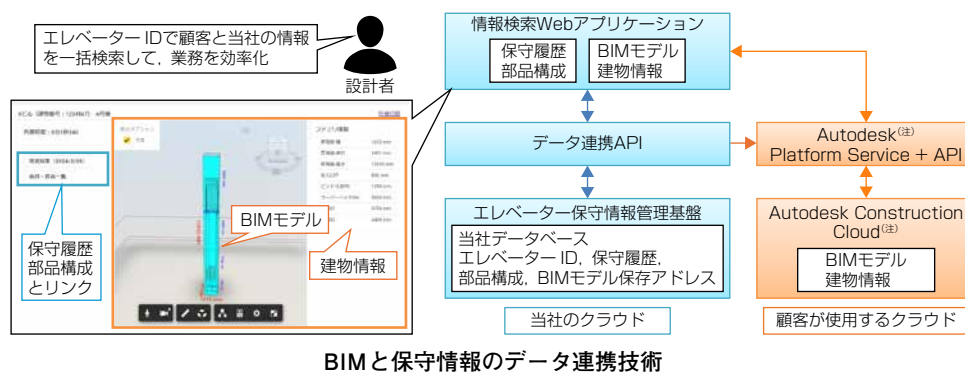
エレベーターのリニューアル設計で、高精度・短納期の見積りはビルオーナーや管理会社にとって価値がある。設計業務では、建物情報と既設エレベーターの保守履歴と部品構成情報の突き合わせが必要であり、現状人手で行っている。建物情報と保守履歴と部品構成情報のデータ連携によって大きな業務効率化を図れるが、一般に建物情報は顧客であるビルオーナーや管理会社が持っており、先に述べたデータ連携を実現するには技術的課題があった。

そこで、顧客が持つ建物情報(BIM(Building Information Modeling)モデル)と当社データ(保守情報・部品構成情報)を横断的に統合して一括検索できるデータ連携技術を開発した。

具体的には、当社がクラウドに構築したエレベーター保守情報管理基盤上にエレベーターID、保守履歴、部品構成、及びBIMモデルの保存先

アドレスを関連付けたデータベースを作成し、データ連携API(Application Programming Interface)を介して、Autodesk社のクラウドサービスに保管されているBIMモデルの参照を可能にした。さらに、二つの異なるシステムに対してエレベーターIDで統合検索が可能な設計者向けの情報検索Webアプリケーションを開発した。

これによって、リニューアル設計時に実施していた人手での情報収集と突き合わせを効率化し、見積りの高精度化と短納期化を実現した。



多様な自律移動ロボットを利用した環境モニタリング技術

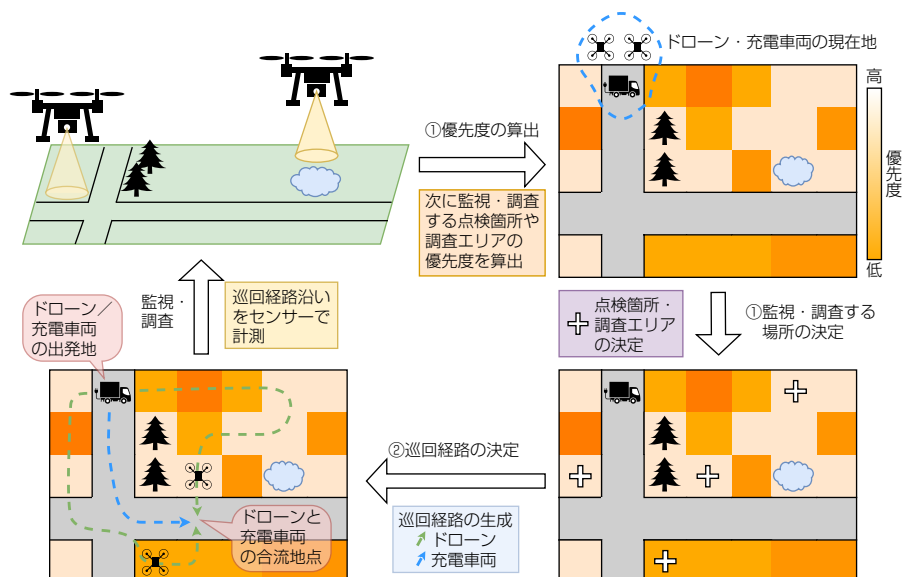
Environmental Monitoring Using Heterogeneous Mobile Robots

インフラ維持管理や防災・減災では広域を監視・調査することに多くの労力を伴うため、ドローンの活用が検討されている。自律移動するドローンで広大な領域を効率良く短期間で監視・調査するためには、過去の監視・調査結果(センサー計測値)に基づいて、次の点検箇所や調査エリアを絞り込んで、効率的に巡回する必要がある。

そこで次の二点を繰り返すことで、ドローンの巡回経路を動的に生成するダイナミックルーティングを開発した。①複数のドローンによる最新のセンサー計測値を共有し、点検箇所や調査エリアの優先度を更新し、次の点検箇所や調査エリアを決定する。②ドローンの充電量や複数ドローンの衝突回避を考慮しながら、決定された複数の点検箇所や調査エリアの巡回経路を決定する。ダイナミックルーティングによって、点検箇所・調査エリアの状況の変化に柔軟に適應する経路作成を可能にした。さらに、調査エリアでのドローンの充電を可能にする自律移動型の充電車両を用意し、充

電車両とダイナミックルーティングを行ったドローンとの連携によって、ドローンが充電のために出発地に戻ることなく、更に広域な領域の監視・調査を可能にした。

今後、地上移動ロボットなど、更に多くの種類と台数の自律移動体(ロボット)で構成される大規模なシステムへの拡張を検討していく予定である。



ドローンと充電車両による環境モニタリング技術

人・機械協調型自律分散協調制御技術

Human-Machine Cooperative Autonomous Distributed Control Technology

労働力不足への対応や危険作業の代替手段として、複数台のロボットを中央制御なしに連携させる“自律分散協調制御技術”が抗たん性やスケーラビリティの観点から期待されている。今回、特定のリーダー機を持たずに同一の機能及び性能を持つ複数台のマイクロマウス(ロボット)が協調してミッションを達成するデモシステムを構築した。

このデモシステム及びフィールドの概観を図1に示す。複数台のマウスが一つのチームになり、チームとしてフィールド内に存在するボールをフィールド外に移動させるというミッションを与えられている。各マウスは自機に備えたセンサーで周囲の状況をセンシングしながら位置情報などを相互に通信することでフィールド全体の状況を推

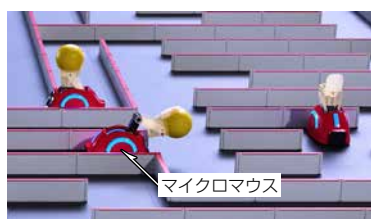


図1-デモシステム及びフィールド概観

定し、さらに、チーム内の全マウスの状況を考慮しながらミッション達成のために必要なタスクを自律的に選択する。このデモシステムでの検証を通じて、各マウスの位置情報と経過時間を自機内で管理し前回探索されてから更に長時間経過した位置に進むような経路検討アルゴリズムを新たに開発した(図2)。その結果、複数のマウスによるフィールド全体の効率的な探索と衝突の回避を中央の指示がない状態で両立することを可能にした。

この技術は今後、災害時の救援ルート確保に向けた省人化の実現など、人と機械が共生する未来に有用になる。

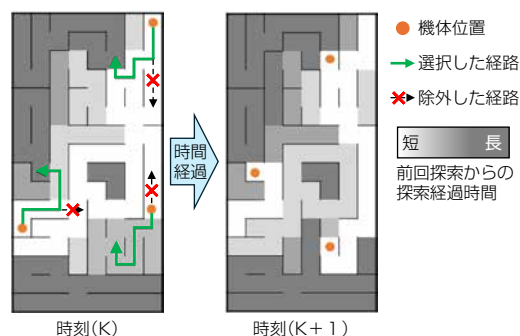


図2-主要技術(探索)

Web3でのデータアクセス制御技術

Data Access Control on Web3

従来の中央集権型のシステムに対して、データに高い信頼性をもたらす分散型のWeb3が、信頼性が重要になるAIモデルなどのデータ管理プラットフォームとして期待されている。Web3上のデータへのアクセス制御の一つにNFT(Non-Fungible Token)と秘密分散鍵を使った方式がある。NFTはWeb3上のデータ名を保持しているが、これを後からは変更できない。一方、Web3上のデータ名はデータそのものから生成されるため、データが更新されるとデータ名も変わる。また、NFTは一人の所有者しか管理できない。そのため、従来のアクセス制御方式では、複数人で使用し更新も発生するAIモデルのようなデータ管理には対応できなかった。

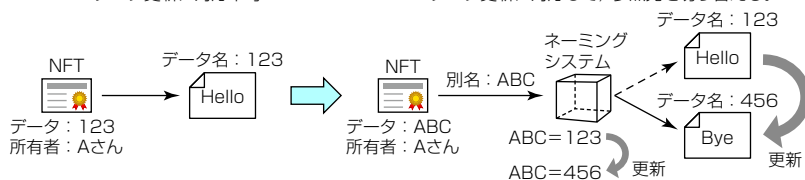
そこで、データの別名を管理することでデータ更新にも対応できるアクセス制御方式を開発した。データの別名管理にはWeb3のネーミングシステムを用いて、データ更新時に、別名の参照先を更新後のデータに切り替える。これによって、NFTが持つ高い信頼性を損なうことなく、更新後のデータにアクセ

スできるようになる。また、データを複数人で共同所有できるフラクショナルNFTを用いることで、複数人が利用するデータに対応した。これによって、Web3に保管されたAIモデルを、ライセンスを持つ複数事業者に提供するようなユースケースに対応できるようになった。

データ更新への対応

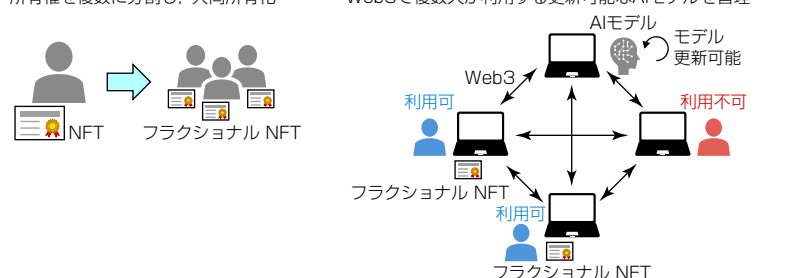
従来方式：データ名で管理。
データ更新に対応不可

開発方式：データ名を別名で管理。
データ更新に対応して、参照先を切り替える。



複数人への対応

所有権を複数に分割し、共同所有化



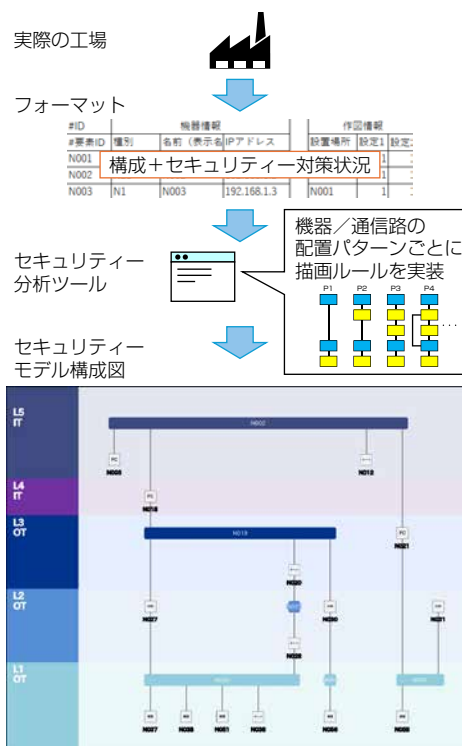
Web3データアクセス制御技術の概要

工場のセキュリティモデル構成図を視認性高く作成可能なセキュリティ分析ツール

Security Analysis Tool that Can Create Factory Security Model Configuration Diagrams with High Visibility

工場のセキュリティリスクアセスメント実施時には、実際の工場の構成を、セキュリティ対策を適切に検討するために必要になる粒度で整理した構成図(以下“セキュリティモデル構成図”という。)を作成する必要がある。従来はその構成図を人が試行錯誤して作成していたため、同一構成図内で詳細度の異なる情報が混在する、配線が複雑に交わって全体像の把握が困難になるなど視認性が低い部分が含まれて、分析作業に支障を来す場合があった。

今回、当社が過去に実施してきた様々なシステムに対するセキュリティアセスメントで蓄積したノウハウに基づいて、視認性の高いセキュリティモデル構成図を作成できるツールを実現した。まず、工場の構成やセキュリティ対策状況を記述するフォーマットを開発し、工場の多様な構成要素を統一した粒度で整理可能にした。次に、機器や通信路の配置パターンを網羅的に洗い出して、パターンごとに視認性の高い描画ルールを作成した。フォーマットに記載された工場構成情報からパターンを判定し、機器／通信路の描画ルールに従って描画することで、関係者が理解しやすく分析作業に適した視認性の高いセキュリティモデル構成図が生成される。



開発したセキュリティ分析ツールによる
セキュリティモデル構成図の生成イメージ

見通し外の物体のイメージング技術

Imaging Technology for Non-Line-of-Sight Objects

先進運転支援システムや自動運転システムに搭載される前方センサーは、衝突の可能性のある物体を検知／識別し衝突を回避することに使われる。特に、図1に示すような交差点や通路の角では見通し外(死角)から飛び出してくる物体が危険であるが、既存のセンサーでは未対応であった。

そこで今回の開発では、前方センサーとしてレーダーを用いて、壁や角によって生じる反射波、回折波を利用することによる見通し外の物体の検知／イメージングを検討した。この際、複数の主要な経路(マルチパス)による成分が複雑に干渉し虚像が生じることが問題であった。この解決策として、交差点や角の配置といった環境情報からレーダー波の伝搬特性を電磁界解析によって推定し、その結果から逆散乱法によって散乱体の分布推定式を構成し、観測レーダー信号に適用する方式を考案した(図2)。この方式では、伝搬特性の推定時にあらゆるマル

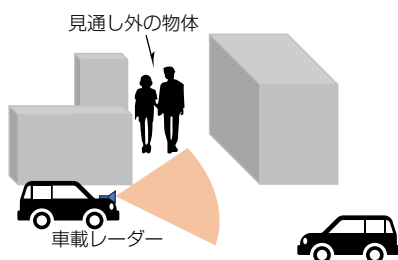


図1-自動運転／先進運転支援システムへの適用イメージ

チパス成分を考慮できるため、見通し外環境にある散乱体を、虚像の発生を抑制しながらイメージングできる。屋内実験でこの方式の有用性を実証した。

この方式によって見通し外にある物体のイメージングが可能になり、先進運転支援システムや自動運転システム、さらには、自動搬送ロボット等のより安全な運行が実現できる。

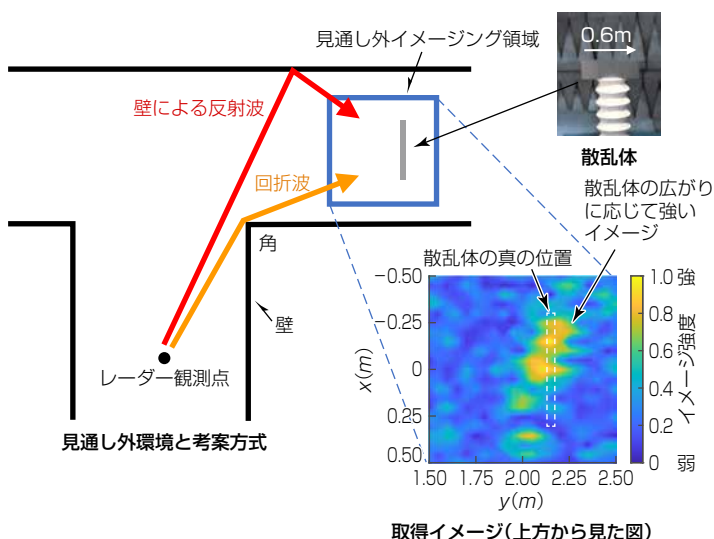


図2-見通し外環境と死角にある散乱体のイメージング結果

電気化学を活用した耐食性能の短時間評価技術

Short-Term Evaluation Technology for Corrosion Resistance Utilizing Electrochemistry

日本は海に囲まれた高湿度な環境のため、金属構造物の腐食を防ぐことは以前から大きな社会課題であり、持続可能な社会の実現のためにも耐久性の向上はますます必要不可欠である。しかし、少子高齢化に伴う人材不足やグローバルな開発競争の加速から、従来の環境試験による耐食性の評価手法は時間を要するため製品開発の速さに対応することが困難である。当社は社会インフラを支える製品を市場に提供しており、耐食性の高い材料を早く選定することが求められている。

今回、材料の耐食性を早期に予測するため、電気化学測定的一种である交流インピーダンス測定を応用した短時間評価技術を開発した。従来の交流インピーダンス測定に時間軸を加えた3Dインピーダンス測定(図1)を行い、機械学習による解析(図2)を組み合わせることで、2時間程度で環境試験3,000時間後の耐食性の優劣を判定できた(図3)。この技術は表面

処理の生産不具合の解決にも貢献しており、当社製品の一層の品質向上に役立っている。

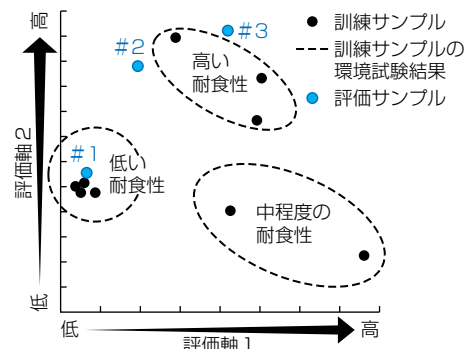


図2-機械学習による解析結果

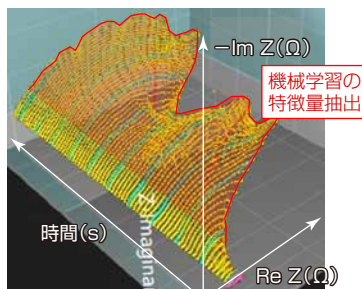


図1-3Dインピーダンス測定結果

塩水噴霧試験			
試験結果(3,000時間)			
	試験前	試験後	
#1			低
#2			耐食性 ↑
#3			高 ↓

図3-評価サンプルの環境試験結果

リアルタイム自由視点映像生成技術

Real-Time Free-Viewpoint Video Generation Technology

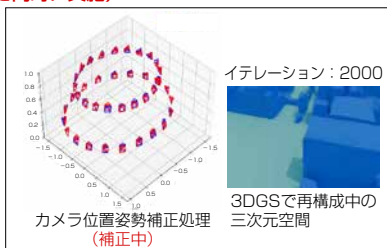
近年、自然災害の激甚化に伴って、迅速かつ正確に災害現場の自由視点映像を得る技術の重要性が増している。特に3DGS(3D Gaussian Splatting)は、カメラ映像を入力とした三次元モデル生成処理の高速性で注目されている。しかしカメラの位置や姿勢に誤差が生じると、自由視点映像を生成するための三次元モデルの品質が低下する。

今回、3DGSで生成する三次元モデルから作る映像と撮影映像との誤差が小さくなるように、段階的にカメラ位置と姿勢を補正することで、ノイズの少ない三次元モデルを生成する技術を開発した。この技術を適用することで、1.5km四方の空間で、カメラ位置60m、姿勢5度までの誤差があっても、クリアな自由視点映像を得ることができる。

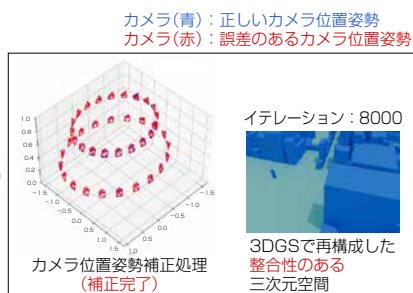
提案手法(三次元空間再構成とカメラ位置姿勢補正を同時に実施)



三次元再構成開始(イテレーション: 100)

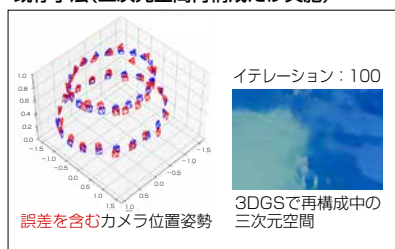


三次元再構成中(イテレーション: 2000)

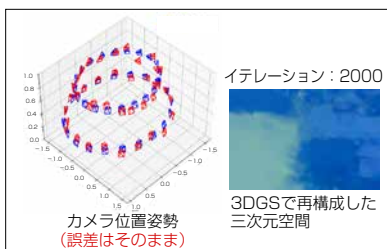


三次元再構成完了(イテレーション: 8000)

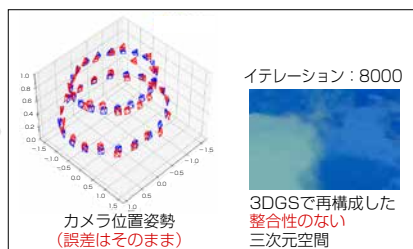
既存手法(三次元空間再構成だけ実施)



三次元再構成開始(イテレーション: 100)



三次元再構成中(イテレーション: 2000)



三次元再構成完了(イテレーション: 8000)

カメラ位置・姿勢誤差補正適用による三次元空間モデル品質比較

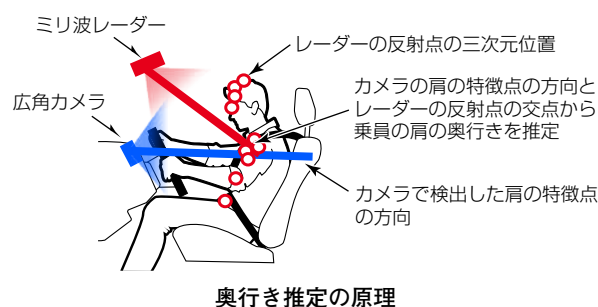
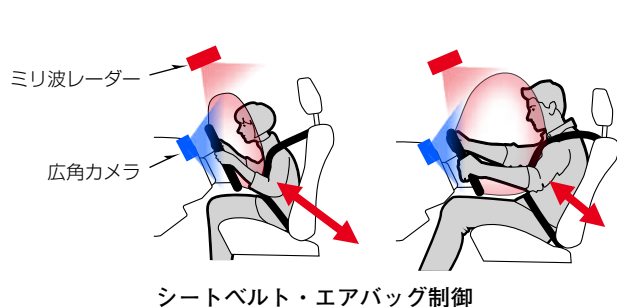
カメラとミリ波レーダーフュージョンの車内乗員体格判定への適用検討

Application of Camera and Millimeter-Wave Radar Fusion for Vehicle Occupant Body Size Classification

交通事故時の乗員への被害を軽減するため、乗員の姿勢や体格に応じたシートベルトやエアバッグの制御を行う衝突安全システムの高度化が進められている。体格判定用のセンサーとしては乗員の形状認識に優れるカメラが有用である。しかし、二次元画像のため奥行きが変化すると見た目の大きさが変わって体格を誤判定してしまう。一方、ミリ波レーダーは幼児置き去り検知などに用いられて、乗員

の形状認識性能は劣るものの、電波の反射点までの三次元位置を観測できる。異なる用途のこれらのセンサーの情報を融合し、各センサー単独では得られない乗員の形状と奥行きを推定する技術を開発した。

今後は、この技術を適用し、乗員の姿勢や位置の変化にロバストな衝突安全システムの高度化を図る。



高齢者の運転能力低下検知技術

Detection Technology for Declining Driving Ability in Elderly Drivers

三菱電機モビリティ㈱と福岡工業大学で進めている運転能力可視化の取組みと連携し、当社先進応用開発センターでは高齢者の運転能力低下推定技術を開発している。近年、運転能力が低下した高齢者の重大事故が社会問題になっている。提案手法(図1)では、DMS(Driver Monitoring System)カメラ映像、車両制御情報、地図・GPS(Global Positioning System)情報から、交差点区間での視線移動量、安全確認回数、1回当たりの確認時間、近傍の注視割合、最低車速、左右確認量の6種類の特徴量を抽出し、

AI(Transformer^{(*)1})によって、日常の運転から運転能力低下の有無を判定する手法を開発した。教習所で収集した高齢者を含む22名のデータでTMT-B^{(*)2}検査結果を真値として正解率を算出したところ86.3%であった。

- *1 Vaswani, A. et al.: Attention Is All You Need, 31st Conference on Neural Information Processing Systems (2017)
- *2 一般社団法人 日本高次脳機能障害学会 Brain Function Test 委員会: Trail Making Test 日本版, 一般社団法人 日本高次脳機能障害学会 (2019)

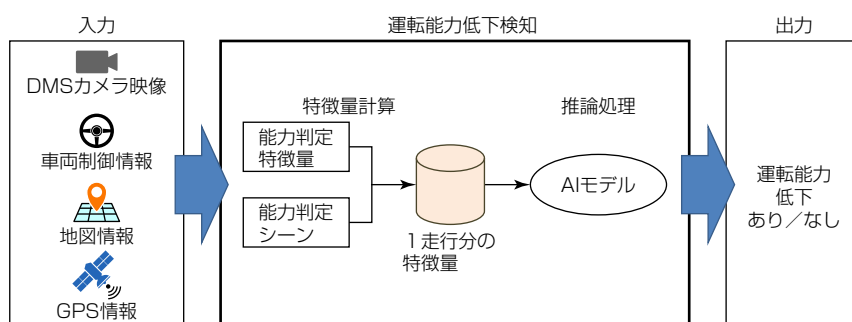


図1-提案手法の構成

■ モーターのフィードバック制御帯域を超える高速トルクリプル抑制法

High-Speed Torque Ripple Suppression Method for Motors beyond Feedback Control Bandwidth

モーターの振動・騒音の要因になるトルクリプルを電流フィードバック(FB)の制御帯域を超える高速回転時を含めて抑制する新たな制御法を開発した。これは、安価な電流センサーを用いたモーター制御システムに適用するため、電流検出精度に依存しないフィードフォワード(FF)をFBと併用する制御法である(図1)。その特徴は、モーターの

空間高調波に起因するトルクリプルを抑制する補償電流として、従来の電流-トルク脈動の関係に基づく補償項①に、電圧-電流脈動の関係に基づく補償項②を新たに加えたことである。この制御法を車載用モーターで実機実証した結果、低速から高速回転時までトルクリプルを抑制することを確認した(図2)。

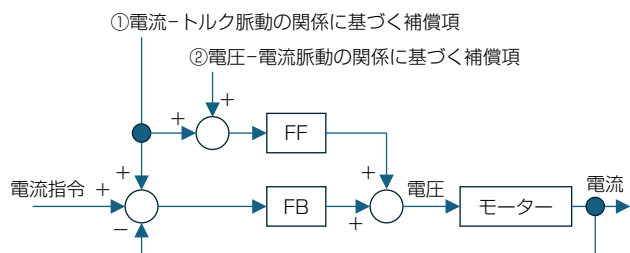


図1-今回構築したトルクリプルを抑制する制御構成

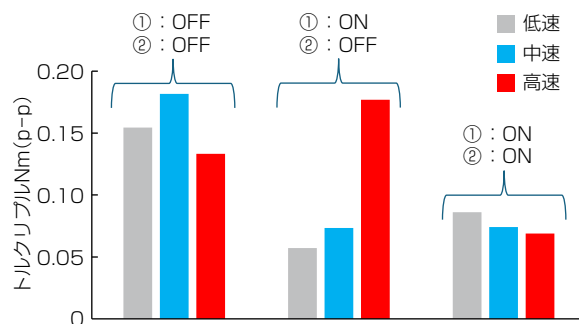


図2-トルクリプル実測結果

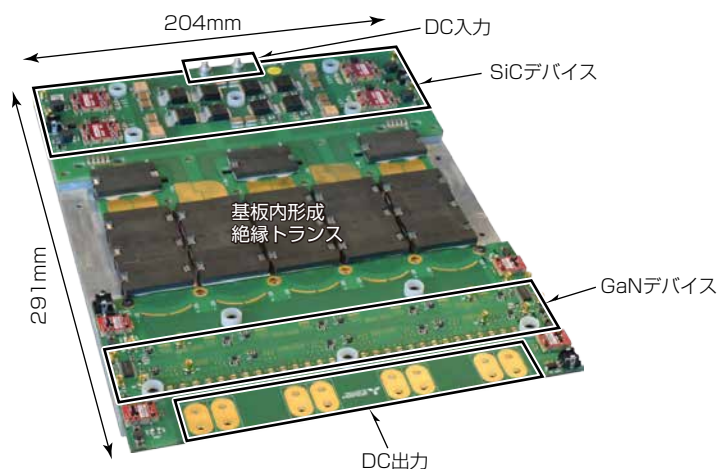
■ プリント基板型双方向DC/DCコンバーター

Fully Integrated Bidirectional DC/DC Converter on Printed Circuit Board

電動航空機及び電気自動車向け絶縁型DC/DCコンバーターの高パワー密度化には小型・高効率化が求められる。今回、SiC(シリコンカーバイド)及びGaN(窒化ガリウム)デバイスを採用し、500kHz駆動を実現する10kW双方向絶縁型DC/DCコンバーターを開発した。高周波駆動によって基板内形成絶縁トランスを小型設計し、これらを1枚

のプリント基板に実装した。その結果、電力密度4kW/L、電力変換効率97.4%と、どちらも業界トップクラスの性能を達成した。

今後、スイッチングデバイス周辺回路の低インダクタンス化や、デッドタイム短縮によって更なる高周波駆動を目指して、小型・高効率化技術の発展に貢献する。



プリント基板型双方向DC/DCコンバーター

注射薬カート搬送ロボット“MELCADY”の意匠デザイン

Design of Injection Drug Cart Transport Robot “MELCADY”

“MELCADY”(メルキャディ)は、病院内で利用される注射薬カートを搬送するためのロボットである。“PURE CARE PARTNER:手ざわり感ある、患者に寄り添うケアパートナー”をデザインコンセプトに掲げて、医療従事者や患者の心を豊かにする存在を目指した。

意匠面では、石けんのような楕円(だえん)形状を基調とした柔らかく優しい形状と、明度の異なるツートーンカラーによって、院内での視認性を考慮しながら、キャラクター性を与えるデザインを追求した。今後は医療現場への導入に向けて、開発を推進する。



注射薬カート搬送ロボットMELCADYの意匠デザイン

スリットフレームホームドアのデザイン

Design of Open-Frame Platform Door

この製品は、駅のプラットホームに設置されて、乗客の転落や列車との接触を防止するホームドア機器である。扉や本体扉をスリット状にすることで風が抜ける構造にして、風圧の影響を軽減することでホーム補強工事を簡素化できる。それに加えて、車椅子利用者や子供など目線の低い利用者に対して列車の視認性を向上させる効果もある。さら

に、戸袋の形状やスリット幅は遊具の安全基準に準じて設計されており、子供の手指や頭部が挟まることなく、怪我(けが)や動作への影響を防ぐ安全な構造になっている。これによって、安全性を確保しつつホーム補強にかかるコストを削減できて、これまでホームドアの設置が見送られてきた駅への導入が期待される。



スリットフレームホームドアの意匠

ソニフィケーションを利用した人の位置情報のインスタレーション

Sonifying Collective Spatial Behavior in Workplace Environments

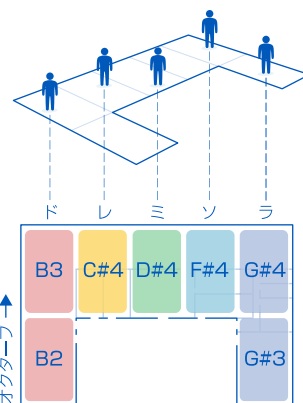
情報を音に変換して可聴化する技術であるソニフィケーションを用いて、オフィス内の人の位置情報を、メロディーに変換したインスタレーションを試作した。過去1時間分の人の位置情報を、24秒間のメロディーに変換し、時報として奏でる。音を介して、オフィスで更に快適に過ごすための“気付き”を働く人に与えて、“行動”を促すことを目的に、人の移動や混雑度合いをメロディーに反映した。

今後は、リアルタイムで取得したデータから楽曲を生成するシステムの開発と、オフィスでの実証実験を進めていく。

人検知データ 可聴化の仕組み

データ → 変換 → マッピング先

検知時刻	再生順序
検知座標	音高
検知数 積算値	音量
検知エリア	環境音



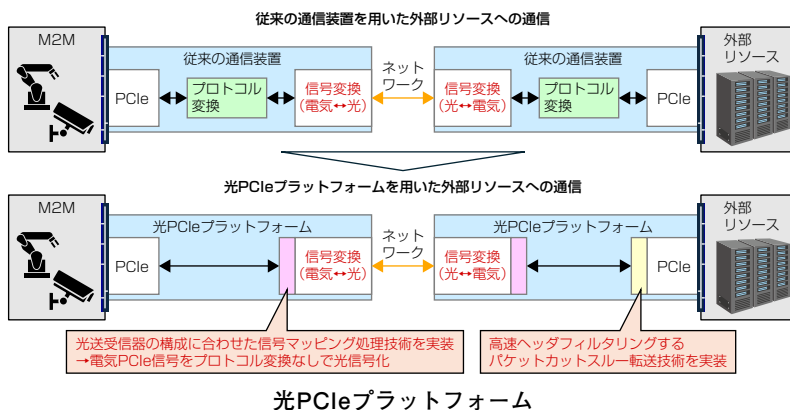
ソニフィケーションを利用した人の位置情報の
インスタレーション概要

低遅延遠隔データ転送を実現する光PCIeプラットフォーム技術

PCIe over Optics Platform Technology for Low Latency Data Transfer to Remote Location

離れた機械同士を直接接続するM2M(Machine to Machine)が注目されている。機械の動作制御に大規模演算可能な外部リソースを用いる場合、数 μ s以下の低遅延データ転送が求められる。従来ネットワークはデータ転送時に装置間でプロトコル変換を繰り返すため、遅延が50 μ s程度存在する。今回、光送受信器の構成に合わせたマッピングを行う信号処理技術、及び高速ヘッダフィルタリングするパケットカットスルー技術を開発し、データ通信規格PCIe^(注)の電気信号をプロトコル変換なしに光信号化するプラットフォームを確立した結果、従来比50分の1となる約1 μ s

の低遅延データ転送を実現した。M2M分野の情報大規模化が進む中、システム高度化に貢献する。

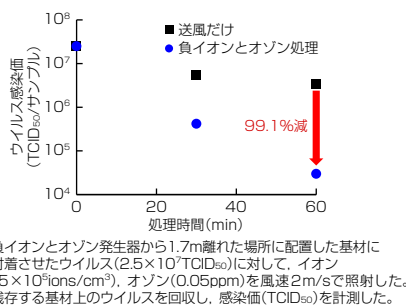


負イオンとオゾンの併用による菌・ウイルス抑制効果メカニズムの解明

Enhancing Sterilization: Role of Negative Ions and Ozone

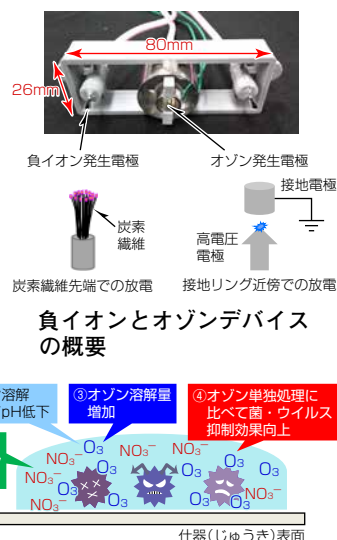
近年、室内の衛生性悪化への懸念が高まっている。従来の薬剤を使用したウイルス抑制法は簡便さに欠けるため、薬剤を用いない新たな手法が求められている。そこで、空気中から負イオンとオゾンを生じ、付着菌・ウイルスを1時間で99%抑制できる小型デバイスを開発した。負イオンとオゾンの併用によって、負イオンの硝酸系成分が菌・ウイルス周囲の水分pHを変化させることで水分中のオゾン溶解量が高まって、オゾンの酸化作用が強化されることで、菌・ウイルス抑制効果が向上することを東京科学大学との共同研究によって解明した。今後は、このデバイスを様々な製品に

実装し、効率的な菌やウイルスの抑制による安心・安全な社会の実現を目指す。

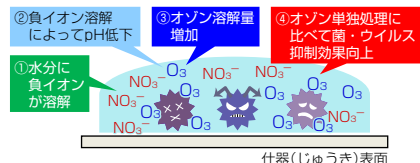


負イオンとオゾン発生器から1.7m離れた場所に配置した基材に付着させたウイルス(2.5×10⁷TCID₅₀)に対して、イオン(5×10¹⁰ions/cm³)、オゾン(0.05ppm)を風速2m/sで照射した。残存する基材上のウイルスを回収し、感染価(TCID₅₀)を計測した。

負イオンとオゾン処理による菌・ウイルス抑制効果



負イオンとオゾンデバイスの概要



負イオンとオゾン処理の菌・ウイルス抑制メカニズム

同種写像暗号CSIDHでの鍵共有演算の効率化技術

Efficient Key-Exchange Operation for Isogeny-Based Cryptography CSIDH

同種写像暗号CSIDH(Commutative Supersingular Isogeny Diffie Hellman)は楕円(だえん)曲線を応用した耐量子計算機暗号の一種であり、ほかの実現方式と比較して鍵サイズ・暗号化データサイズが小さいことが特長である。そのため、防衛装備品のような強固なセキュリティが求められ、かつ通信サイズに制限があるシステムで有望視されている。従来の同種写像暗号は暗号化の際、楕円曲線上である特定条件を満たす一点を探索する必要がある。従来は何回も試行を繰り返すことでこの点を見つけていたが、この処理は低速で、暗号化で用いる鍵を決定する鍵共有演算の95%を占めていた。今回、類体論で定義されるArtin写像を応用した新

たな計算手法を開発した。これによって先に述べた探索処理が不要になり、鍵共有処理の高速化が見込まれる。

NIST標準暗号と同種写像暗号CSIDHの鍵サイズ比較

	NISTで標準化された耐量子計算機暗号方式		同種写像暗号方式
	CRYSTALS-Kyber (FIPS-203)	HQC-128	CSIDH-512
秘密鍵サイズ(byte)	1,632	40	32
公開鍵サイズ(byte)	800	2,249	64

NISTで標準化された耐量子計算機暗号の鍵サイズと、今回研究対象とした同種写像暗号CSIDHの鍵サイズの比較である。CRYSTALS-Kyber, HQCはそれぞれ格子暗号、符号暗号と呼ばれる暗号方式で、秘密鍵サイズと公開鍵サイズに一長一短がある。同種写像暗号は秘密鍵・公開鍵の両方でほかの方式よりもサイズが小さいことが分かる。

NIST: 米国国立標準技術研究所, HQC: Hamming Quasi-Cyclic
出典: Castryck, W., et al.: CSIDH: An Efficient Post-Quantum Commutative Group Action (CRYPTREC耐量子計算機暗号の研究動向調査報告書) (2018)