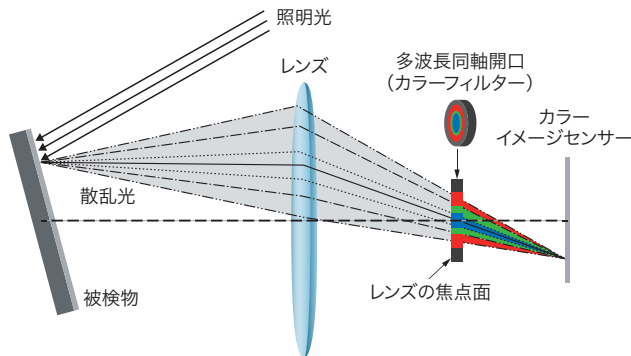
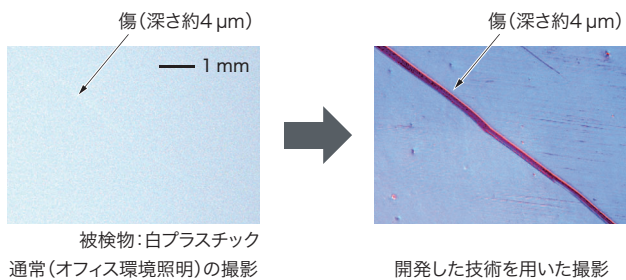


■ 微小な表面欠陥の光学的非破壊検査技術



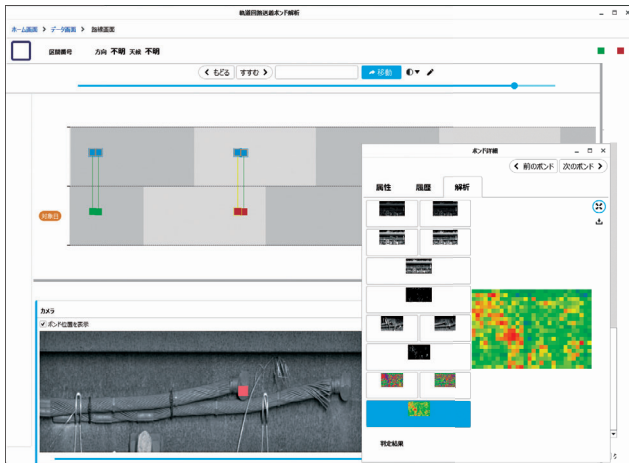
*Ohno, H.; Kano, H. Optics Express. 2018, 26, 20, p.25880–25891を基に作成



光学的非破壊検査技術で取得した深さ約4 μmの傷の画像例
Example of image of shallow defect of about 4 μm in depth captured by non-destructive inspection technique using optical system

研究開発センター

■ 鉄道の線路設備点検向け異常検知技術



軌道回路の部品異常検知システムの操作画面例
Example of operation display of anomaly detection system to identify failed part of track circuit system

近年、製造現場の品質検査では、光学装置を用いた非接触で高速な撮像によるIoT (Internet of Things) 化とともに、AIによる画像解析で作業の効率を向上させる試みが世界的に進められている。しかし、製品表面の微小な欠陥 (小さな傷や異物) の検査は、いまだに熟練者が様々な角度から行う目視検査や、触感検査に頼らざるを得ないことが多い。

今回、微小な欠陥で反射される光は、平滑な面での場合に比べて僅かに偏向された散乱光になることに着目した。欠陥からのこのような散乱光を捕らえるため、被検物を照らす平行照明、光の偏向角の大小に応じて色分離するカラーフィルター、及びそのカラーフィルターを結像レンズの焦点面に配置する光学系を採用することで、欠陥を周囲と異なる色にしてワンショットで撮像する光学的非破壊検査技術を開発した。光学系の構造を決めるにあたっては、独自の散乱光解析技術などを用いた。

この光学的非破壊検査技術により、欠陥の検知や識別が非接触で効率的に実施できるようになった。

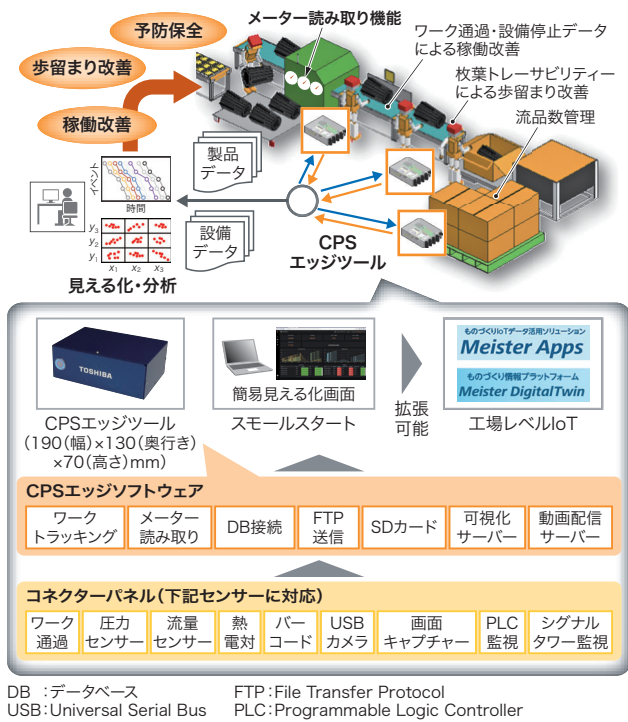
鉄道には、線路上の列車の位置を正しく検知するための軌道回路という設備がある。軌道回路を構成する部品に破損や、断線、脱落などが発生すると、鉄道の安全・安定運行に支障を来す。このため、鉄道会社では、多数の部品を定期的に目視点検している。

この保守点検作業の効率化を目的に、自動的に異常部品を検知するアルゴリズムを開発した。営業列車に取り付けられた軌道材料モニタリング装置で収集されたレール側面の画像を用い、①独自の画像特徴量CoHOG (Co-occurrence Histograms of Oriented Gradients : 輝度勾配方向共起ヒストグラム) による部品位置の自動検出、②撮影日ごとに異なる撮影位置やカメラ方向の詳細な位置合わせ、③対象箇所における基準となる撮影日の画像と点検日の画像との比較を行うことで、異常を検知する。

実データを用いた性能評価を行い、目視で異常が認められた部品に対する検知精度は、実用可能レベルであることを確認した。今後、この技術を搭載した部品異常検知システムを、保守点検の現場へ納入していく。

研究開発センター

■ 既存機器のIoT化を可能にするCPSエッジツール



生産現場では、既に稼働中のロボットやレガシーな自動化機器のデータをネットワークで収集し、最適なCPS（サイバーフィジカルシステム）を構築することが求められている。

そこで、多様な機器に対し、センサーを簡単に後付けてデータ収集を手軽に始められる、CPSエッジツールを開発した。これにはセンサーや、ネットワーク接続用のコネクタパネル、簡易見える化画面などが搭載されている。収集したセンサーデータに生産情報をひも付けるワークトラッキング機能を備えることで、品質向上や稼働率向上のための分析能力を高めた。また、機器に設置され、デジタル出力機能がないメーターをカメラで撮像してデータ化する機能も搭載した。これは、カメラ視野内でメーターの位置、大きさ、及び傾きが変化した場合でも、表示データを安定して読み取ることができる。

今後、社内工場にCPSエッジツールを展開し、生産現場の効率向上や予防保全への活用を進めていく。

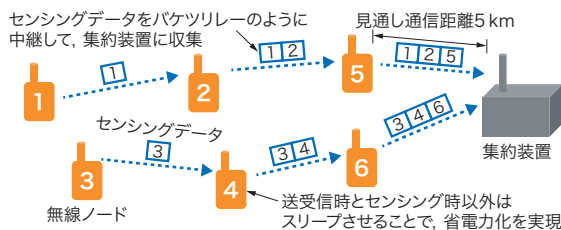
関係論文：東芝レビュー、2019、74、4、p.37-41。

既存機器をIoT化できるCPSエッジツールの概要

Overview of cyber-physical systems (CPS) edge tool to connect existing equipment to Internet of Things (IoT) networks

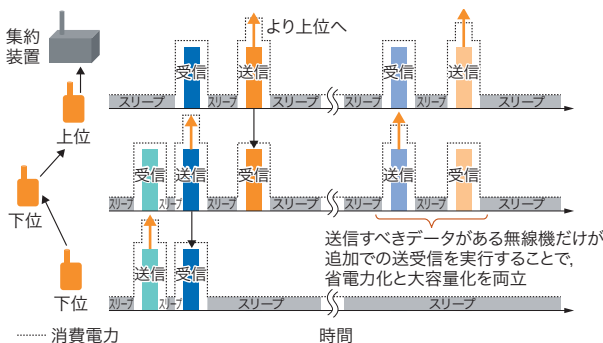
生産技術センター

■ メンテナンスフリーで広域監視が可能な省電力無線マルチホップネットワーク技術



通信距離の延伸と通信容量の拡大を図った省電力マルチホップ通信動作

Operation of low-power multihop communication achieving longer range and larger capacity transmission



通信失敗の発生頻度を低減した省電力時分割通信動作

Operation of low-power time-division communication reducing occurrence of transmission failure

研究開発センター

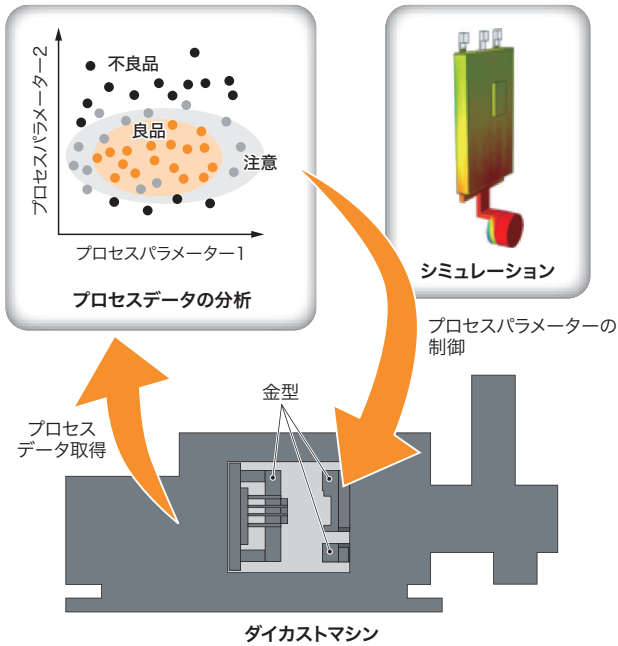
見通し環境1kmの距離での通信と99.999%以上の高いデータ収集率を実現し、電池で10年間駆動可能なマルチホップ通信技術^(注)において、今回、以下の三つの技術を開発した。

- (1) 無線モジュールの内製化で、雑音を抑圧して受信感度を向上させ、見通し環境での通信距離を5kmまで延伸
 - (2) 複数のデータを結合しながら必要最低限の通信回数で送信する技術で、省電力性を維持しつつ通信容量を拡大
 - (3) 内製無線モジュールで送信遅延時間のばらつきを抑え、同期精度の改善で同期ずれによる通信失敗の頻度を低減
- これらの技術で、通信距離の拡大や、通信の大容量化・高信頼化などが可能となり、様々な要求条件に対応できる無線システムを実現した。

開発した技術は、IoT向け無線システムとして2019年5月にリリースした。また、この技術は、地震時のエレベーター自動復旧運転機能の拡大を目的とした、エレベーター機器に加わる揺れを直接計測する振動センシングシステムに、採用された。

(注) 受信したデータをバケツリレーのように中継伝送できる通信技術。

■ ダイカスト鋳造法の品質と生産性の向上を支援する製造IoT技術



ダイカスト工程における製造IoTの概要
Overview of application of manufacturing IoT to die-casting process

ダイカストは、溶かした金属を金型に注入・固化させ、高精度な部品を大量生産できる製法であり、近年、ダイカストマシンのプロセスパラメーターや稼働状態（品質など）といったプロセスデータをモニタリングして生産管理を行うことが一般的になってきている。製造ロス削減や歩留まり向上のためには、プロセスデータを分析して早期に改善することが重要だが、経験豊富な技術者でも、不良分類や、要因分析、対策立案などに長い時間を要することがあった。

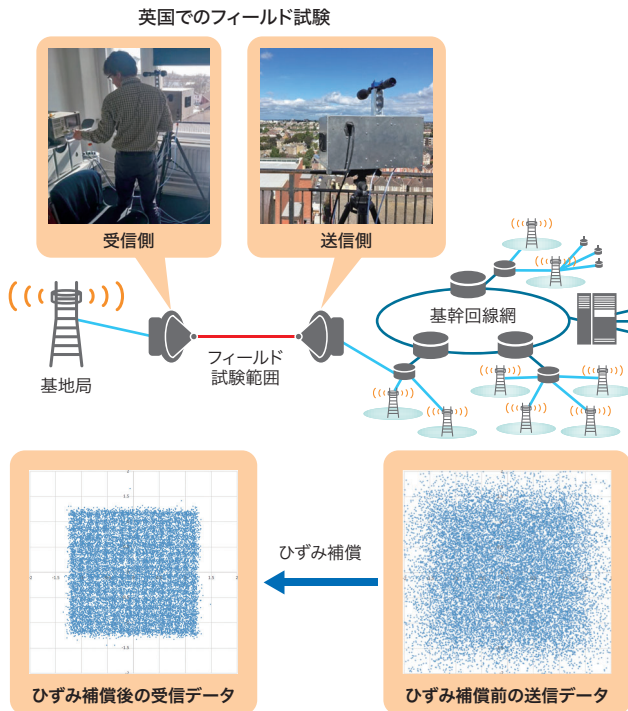
そこで、ダイカスト製造で品質不良があるとき、過去のプロセスデータの中で関連のあるものと結び付けて分析する製造IoT技術を開発した。この技術を使えば、製造工程での不良をいち早く検出して対策できる。今回、製造現場での実証実験を行い、プロセスデータによる品質管理の有効性を確認できた。

今後は、取得したプロセスデータを活用したシミュレーションを行うことで、現象を予測して良品を製造できるプロセスパラメーターを導出する自動制御技術などへ発展させていく。

関係論文：東芝レビュー、2019、74、5、p.38-41.

生産技術センター

■ セルラー 5G 向け高速無線バックホール技術



高速無線バックホールのフィールド試験結果の例
Example of data measured in field experiments on prototype wireless transmission system applying high-speed backhaul technology

セルラー 5G（第5世代移動通信システム）による様々なサービス導入が期待されている。広域サービスに向けて、どこでも簡単に基地局へ接続できる回線網を展開する必要があり、10 Gビット/sを超える高速なPeer-to-Peerの無線バックホールが注目されている。

今回、ミリ波である70 GHz帯で、様々な無線伝搬環境に耐性のあるOFDM（直交周波数分割多重）方式と、偏波多重によるMIMO（Multiple Input Multiple Output）を組み合わせた無線伝送装置を開発し、伝送速度20 Gビット/s、伝送距離0.9 kmで5 km相当^(注)のフィールド試験を実施した。独自の高利得アンテナ・通信フレームに加え、偏波間の干渉や、無線回路のばらつき、帯域狭窄（きょうさく）化などによるひずみを補償するアルゴリズムを適用することで、256QAM（直交振幅変調）信号の復調に十分な信号対雑音比を確保し、安定した高速大容量通信を実現した。

この技術により、都会や、地方、郊外、山岳など光ファイバーの敷設が困難なエリアで、迅速かつ低コストに5Gバックホールが展開できる。

(注) 受信側に減衰器を入れて模擬。

東芝欧州研究所