

技術革新 産業・流通・水

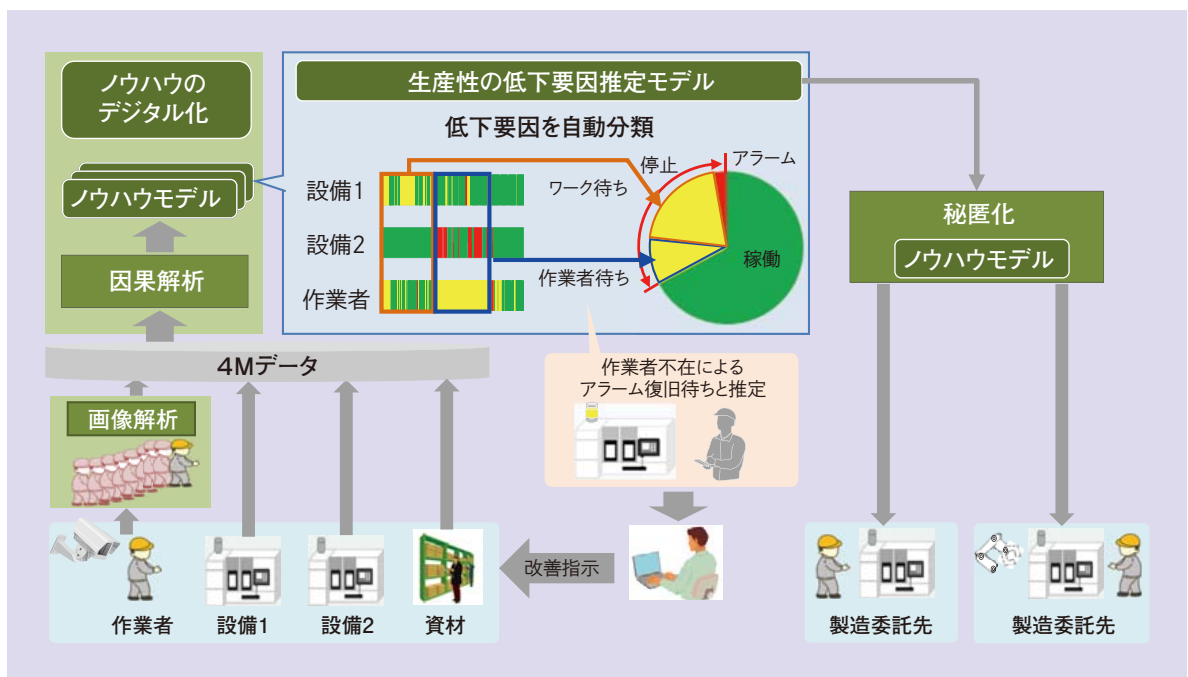
1 製造ノウハウのデジタルカプセル化技術

製造業では、熟練作業者が持つ高度なノウハウにより高い品質や生産性を維持してきたが、近年、熟練作業者の高齢化が進んできており、熟練者が持つノウハウの伝承が喫緊の課題となっている。

そこで、製造現場から得られる4M（Man, Machine, Material, Method）データを収集、分析することで、ノウハウをデジタル化し、再利用可能とするノウハウのデジタルカプセル化技術を開発している。

生産性の低下要因を推定したり、装置の操作パラメータを調整したりするノウハウを、動画データから抽出した作業者の動作や姿勢、装置から収集した操作ログや設備稼働情報／アラーム、加工対象物の属性など、4Mデータ間の因果関係を分析しモデル化する。このモデル化されたノウハウは、ノウハウを提供したユーザー内で利用するだけでなく、製造委託先など提供ユーザーの指定する開示範囲に基づき、他のユーザーでも利用可能とする。その際、モデルの内容はカプセルとして秘匿化するため、ノウハウを流出させずに他のユーザーへ提供できる。

ノウハウのモデルを応用した一例として、生産性分析サービスを構築している。ノウハウのモデルにより、生産性の低下要因を分類・可視化することで、改善策の立案を支援する。本サービスは、協創プロジェクトを行っているオークマ株式会社の製造ラインにて実証実験を行っており、その成果をオークマの工作機械を利用するユーザー企業に提供することで、製造業全体の生産性向上に貢献していく。



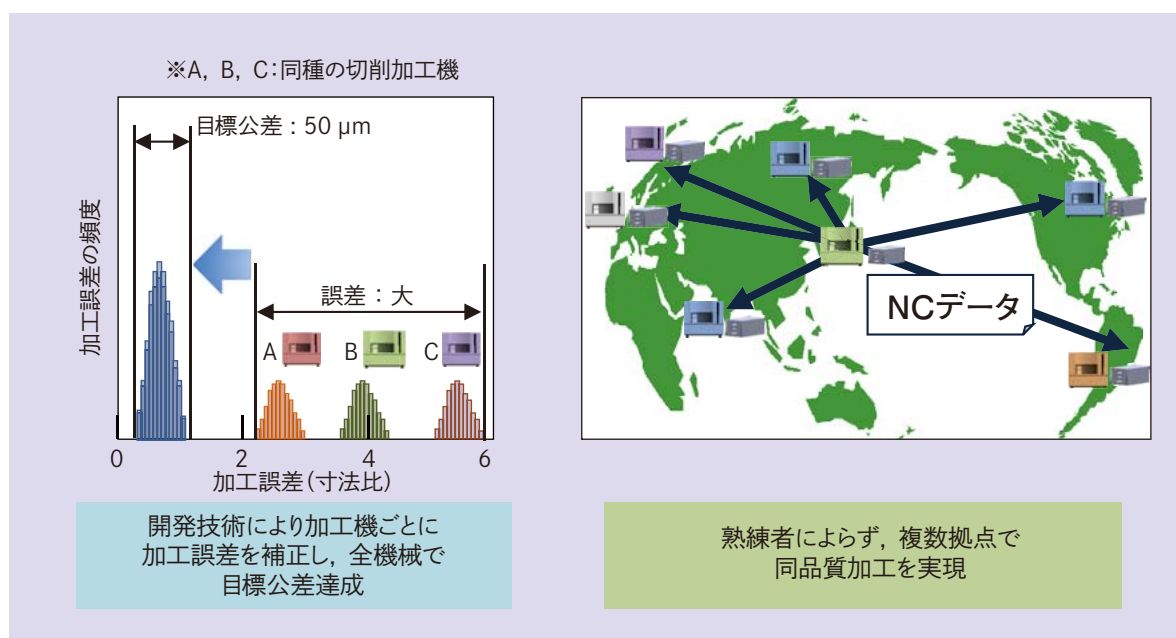
1 デジタルカプセル化技術の機能構成

2

熟練者と同等の切削加工品質を確保できる 切削加工誤差補正技術

NC (Numerical Control: 数値制御) 切削加工機では初となる、加工機の個体差を考慮した加工誤差補正技術を開発した。熟練者の加工ノウハウをデジタル化し、切削する加工機・工具・素材形状などに応じて制御プログラム (以下、「NCデータ」と記す。) を自動で補正することで、加工品質を高めることができる。複数の工場の切削加工機を組み合わせた量産加工において、無補正で加工した場合と比べて加工精度が4~6倍向上し、熟練者に頼ることなく、同品質加工を実現できる。

主な技術の特徴は、機械の主軸剛性、工具剛性を考慮した加工誤差生成メカニズムを物理モデル化して、工具先端の適正な狙い位置を推測し、誤差を補正する点である。物理モデルの定数である切削加工機の主軸の剛性値は、主軸に加わる力と変形量の関係を加工機ごとに実測して決定することで高精度な加工誤差の予測が可能である。NCデータ (補正前)・切削加工機の剛性・切削工具の形状などの情報を入力することで、高精度な加工ができるNCデータを自動出力する。



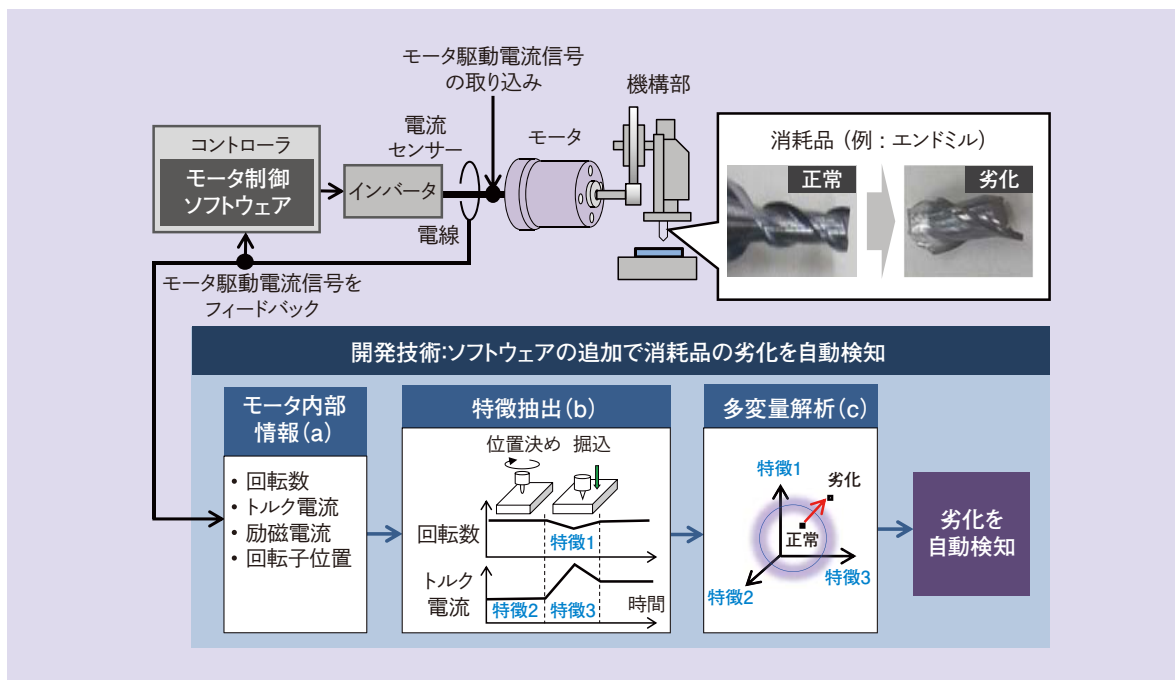
2 切削加工における熟練者加工ノウハウのデジタル化の概要

3

工作機械の保守コスト低減技術

IoT (Internet of Things) の進展に伴い、機器から取得したデータを活用して、工場の生産性向上や業務効率を改善する取り組みへの関心が高まっている。工作機械に対しては、画像センサーや振動センサーなどを機器に取り付け、エンドミルなどの消耗品の劣化をモニタリングする方法があるが、導入コストや保守コストが増えるといった課題がある。

そこで、回転数やトルク電流などモータを制御するソフトウェアが扱う精緻な内部情報に注目し、これらの情報に基づいて工作機械の消耗品の劣化状態を推定する技術を開発した。例えば切削装置では、エンドミルの摩耗に応じて変化する特徴量として、位置決めトルク電流、および掘込の回転数とトルク電流をそれぞれ抽出し、多変量解析を実施することで、高精度な劣化検知を可能とした。切削装置のほか、これまでサーボプレス機にお



3 工作機械向け消耗品劣化検知システム

いても金型の摩耗の検知が可能であることを実証しており、本技術を適用することで、各種工作機械の運用コスト低減を実現することができる。

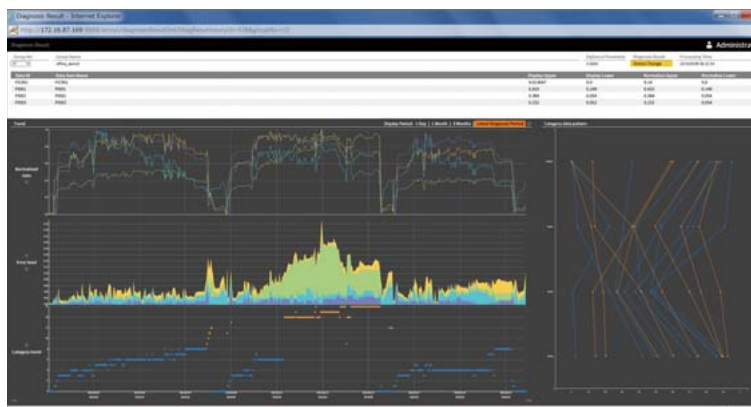
今後、産業機器をはじめ、自動車、鉄道などの社会インフラ分野で使用されているさまざまなモータ組み込み機器に対して本技術の展開を図ることで、各分野での運用コストの削減に貢献していく。

4 産業向けプラント状態監視システム

産業プラントでは、原料のロット変更、設備の経年劣化などの変化に対応しながら、安全かつ安定した運転を継続していくことが求められている。日立は、装置の異常や不適切な稼働状態を早期に発見するプラント状態監視システムを開発した。

従来のプラント状態監視は、熟練オペレータの経験に基づいた判断に依存している。しかし、労働人口が減少していくことから、熟練オペレータを代替できるシステムへのニーズがある。本システムは、逐次学習型のデータ分類技術ART (Adaptive Resonance Theory: 適応共鳴理論) を用いる。正常状態の運転データを学習させたのち、多様な運転データを診断する。オペレータがプラントの運転状態を基に正常・異常を判断し、異常の場合はその原因とともに逐次学習をする。これにより、次回以降の診断精度を高め、異常原因の推定も可能となる。熟練オペレータの判断を蓄積することで、使うほどに賢くなっていくシステムである。

今後は、本システムを顧客プラントで実証していく。



4 データ分類技術ARTを用いたプラント状態監視システム

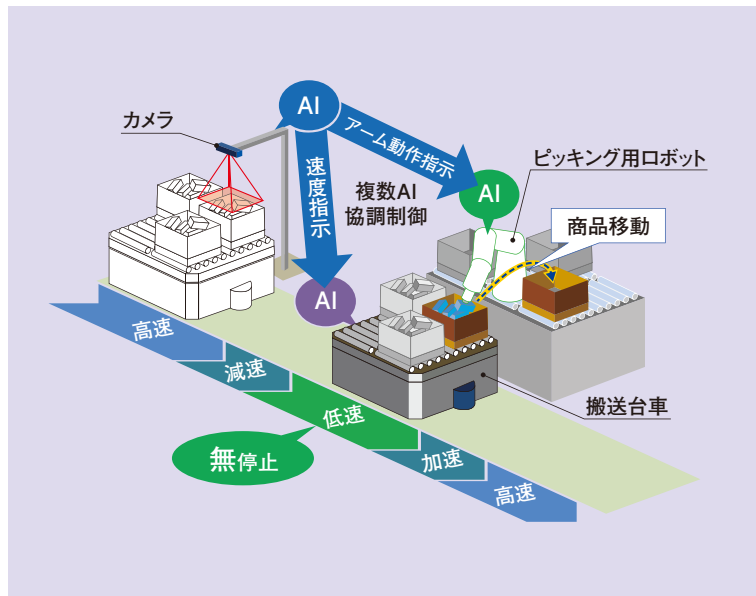
5

自動ピッキングシステムを効率化する 複数 AI 協調制御技術

多品種倉庫におけるピッキング作業の自動化に向け、多数の商品が入ったケースを搬送台車が運び、そこからピッキング用ロボットが必要な商品を取り出すシステムを開発している。

このシステムのケース内には商品が乱雑に置かれており、従来技術では、搬送台車を一旦停止させないと、すべての商品について確実な取り出しを保证することは困難だった。そこで、搬送台車とピッキング用ロボットに対し動作方法を助言する AI (Artificial Intelligence) を新たに導入し、その助言を通じて台車とロボットを互いに協調させることで、停止せずに商品の取り出しを可能にする技術を開発した。この AI は、ケース内部を撮影し、取り出すべき商品と、搬送台車がどれだけ速度を落とせばそれを取り出せるかを、深層学習に基づき推定する。それらを台車とロボットに事前に伝えることで、搬送台車は可能な限り速く移動しながらも、ロボットによる確実な商品の把持が可能となり、作業効率を 38% 改善できる見通しを得た。

今後は、多数の搬送台車を含むシステムでの実証を行い、早期の実用化をめざす。



5 複数 AI 協調制御技術の概念図

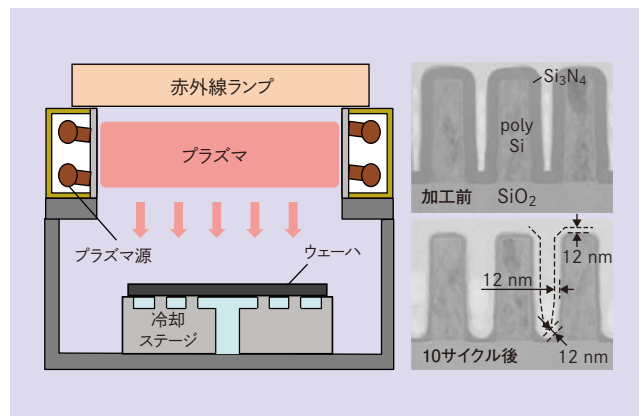
6

3D 構造デバイスを実現する原子層レベル加工技術

IoT の普及が進み、2020 年には家電や車両など 500 億個以上のモノがネットワークにつながると予測されている。これに伴い、データ処理を担う半導体デバイスの性能向上と容量増大が求められており、微細な三次元 (3D) 構造を持つ次世代デバイスの製造には、原子層レベルの微細加工技術が求められる。

これに対して日立は、名古屋大学との共同研究により、デバイスのゲート電極やハードマスクなどに用いられる窒化チタンや、窒化シリコンなどを、原子層レベルの制御性でエッチングする技術を開発した。本技術では、窒化膜の表面にフルオロカーボン系のプラズマを照射して反応層を形成する工程と、赤外光を照射して反応層を熱脱離させるサイクルを繰り返す独自の手法を用いた。この技術により、次世代 3D 構造デバイスの製造が可能になる。

今後、この原子層レベルエッチング技術を半導体製造装置として製品化することにより、IoT 社会の発展に貢献する。



6 エッチング装置の構成および窒化シリコン膜の加工形状

先進のアナリティクスを利用した 車両保守・修理ソリューション

トラック輸送や自動車から鉄道、採鉱に至るまで、経済や社会を支える各モビリティ分野では、大量の車両が用いられている。日立はここ数年にわたる車両管理者との交流で、彼らが車両の保守に際して類似の課題によく直面することを学んだ。車両管理者が重視する点には、想定外のダウンタイムの削減、修理時間と修理ミスの削減、熟練作業員の不足への対処、カスタマー／オペレータエクスペリエンスの向上などが挙げられる。

日立の北米社会イノベーション協創センターでは、AI、機械学習、先進のアナリティクスを駆使してこれらの課題に取り組む車両保守・修理ソリューションを開発している。これらのソリューションを支える主なテクノロジーを以下に示す。

(1) パフォーマンス分析

機器のパフォーマンスをモデル化し、パフォーマンス低下の検出、障害予測、残存耐用期間の見積もりなどのタスクを実行する。

(2) 保守分析

保守の影響を数値化し、保守計画を向上させる。

(3) オペレーション分析

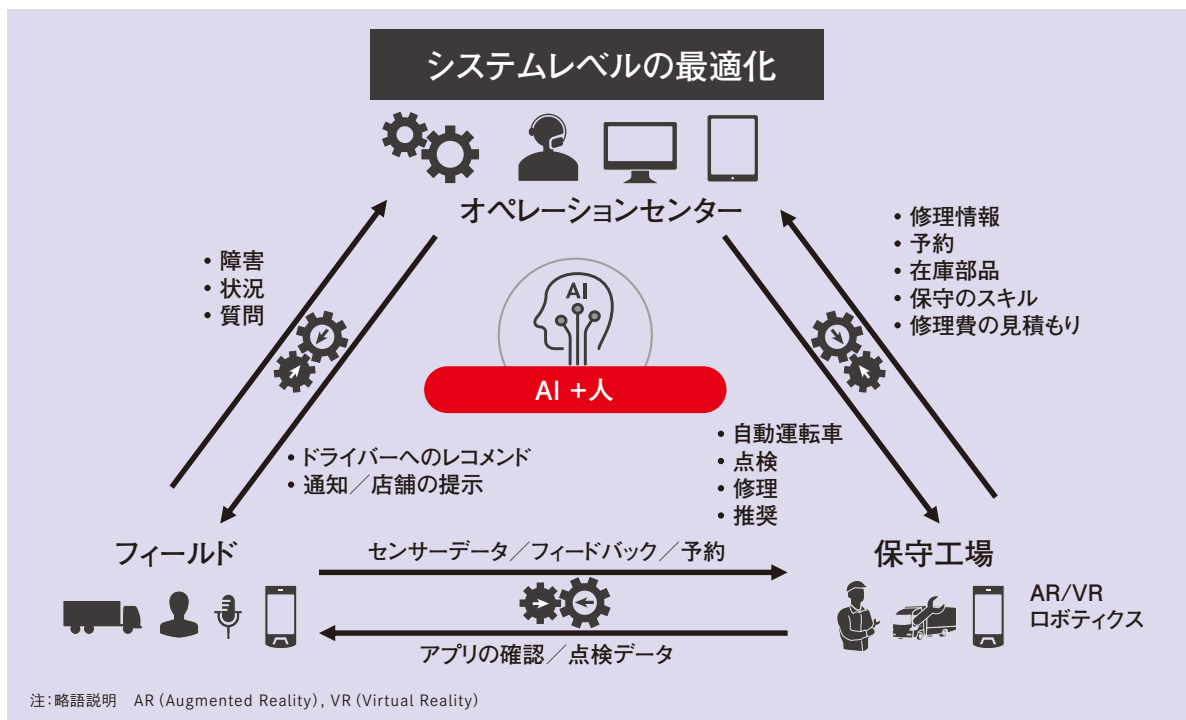
機器の耐用期間を延ばし、全体的な保守プロセスを最適化する。

(4) 修理分析

故障発生時に推奨の修理手順を示す。

修理分析については現在、機器の修理時に適切な手順を推奨すべく顧客と協創している。この推奨手順は、修理履歴データに基づく先進の機械学習モデルのトレーニングによって導出される。履歴データには、車両のメーカーとモデル、車両からのイベント／センサーデータ、オペレータの自然言語によるフィードバックなどの要素が含まれる。

日立では次のステップとして、車両保守・修理全体の最適化をめざし、これらのテクノロジーをエンドツーエンドソリューションに統合している。このソリューションは、各サイロの情報の統合、ロボティクスと映像による新しいデータ収集テクノロジーの組み込



7 先進のアナリティクスを利用した車両保守・修理ソリューション

み、AIの統合による意思決定とエンドツーエンドの最適化、AIの分析結果を伝えるデザインシンキングの組み込みを特長とする。ソリューションの中核を成すのは、保守・修理に携わるさまざまな関係者(オペレータ、オペレーション管理者、サービス管理者、技術者)に最善のアクションを推奨する高度なAIベースの推奨エンジンである。

日立は、AIと先進のアナリティクスを駆使して車両保守・修理の未来を変革していく。

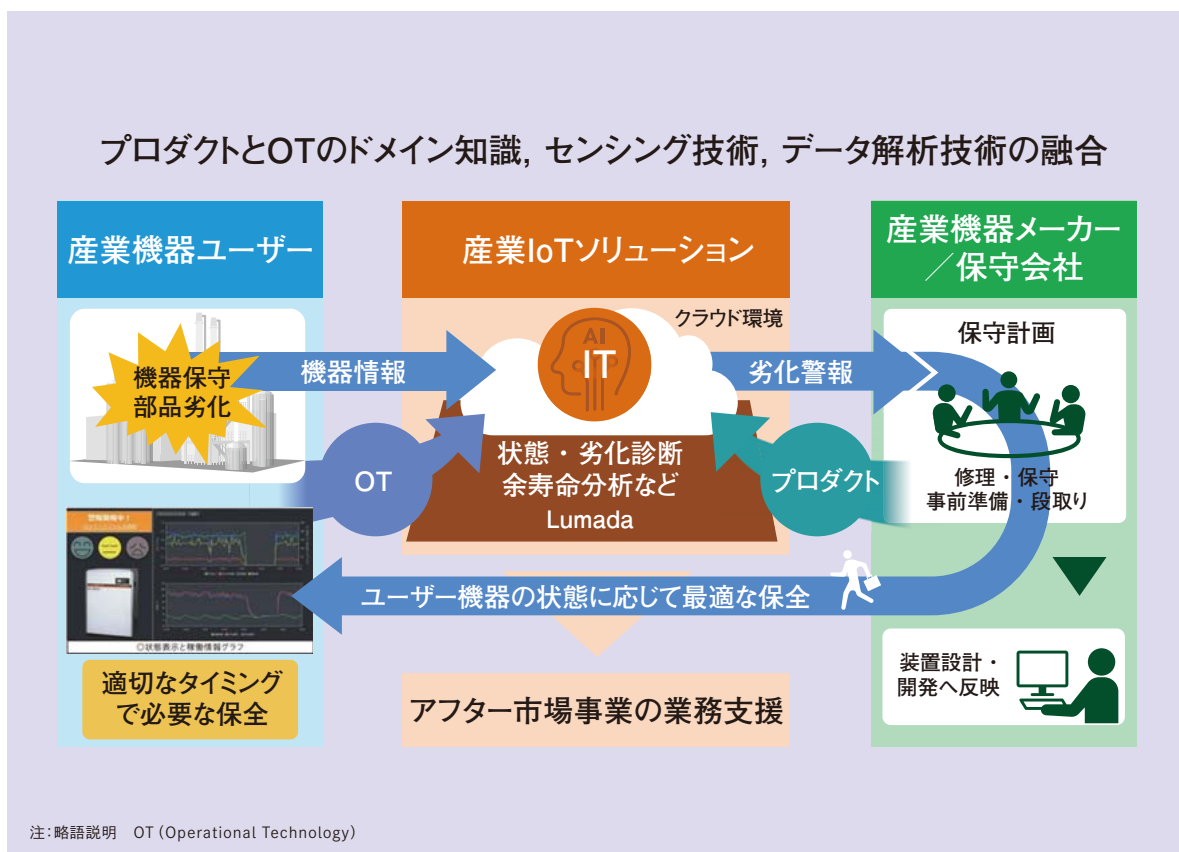
8 産業IoTを活用した空気圧縮機保守部品の余寿命診断技術

IoTによる価値創生が求められている中、空気圧縮機を主たる対象とした産業IoTソリューションを活用して、保守部品の適切な交換時期の予測を目的に、空気圧縮機の保守部品の余寿命診断技術を開発している。

この技術の主な特徴は、以下のとおりである。

- (1) 空気圧縮機が必要とする保守部品の機能を軸に、材料物性の知見に基づいて消耗のメカニズムを解明し、直接的に特定する保守部品の消耗度合い検出方式
- (2) データ通信量が限られる遠隔監視環境において、装置設計の知見とシミュレーション・データ解析技術を駆使し、限られたセンサーから間接的に特定する保守部品の消耗度合い検出方式
- (3) IoT経由で取得した消耗度合い検出データ、稼働データに加えて、保全現場の診断知見が蓄積された修理・保守管理データから、AI技術により構築した、保守部品の余寿命診断モデル

今後は、製品の企画・設計から運用・保守に至る各業務の課題解決に着手し、さらなる価値創生をめざしていく。



8 保守部品の劣化診断を活用したアフター市場事業の業務支援の概要

9

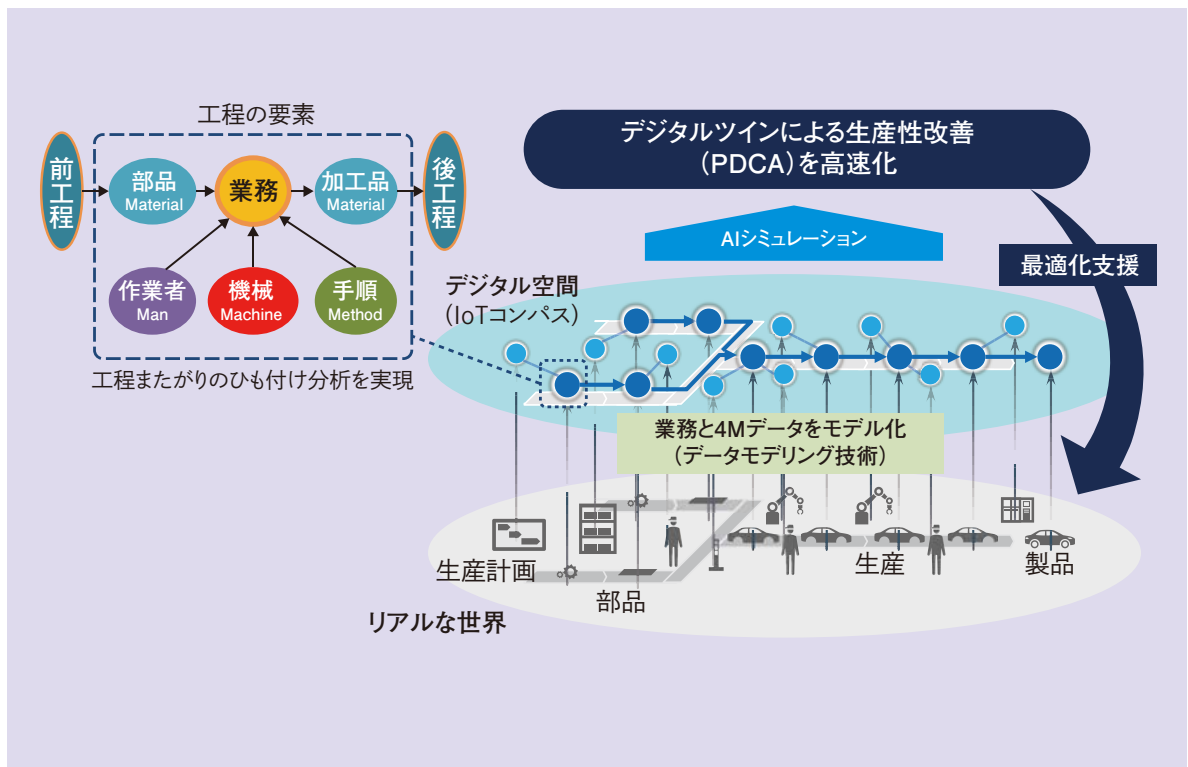
製造業のデジタルツインを実現する データモデリング技術

製造業では、デジタル空間上に工場の各工程に点在する多種多様な現場データを集約して工程全体を再現し、可視化、分析するデジタルツインコンセプトに基づく生産システムの構築が注目されている。日立は、さまざまな工程で個別に蓄積されているOT/ITデータの集約および整備を容易にし、AI分析やシミュレーションによる継続的な生産性改善を支援するデータ活用基盤の構築に取り組んでいる。

今回、業務データや現場の4Mデータなど、複数異種のデータを容易につなぎ、活用可能とするために、モノとそのつながりを抽象化してグラフ構造で表す独自のデータモデリング技術を開発した。

本技術により、生産工程全体にわたるさまざまな業務とデータの「つながり」を見える化することができる。生産管理者などの専門知識を有していない担当者でも必要なときに必要なデータを容易に抽出および統合し、データ分析におけるPDCA（Plan, Do, Check, Act）サイクルの短縮を可能にする。

(製造業向けデータ活用基盤「IoTコンパス」提供開始時期：2018年11月)



9 生産工程全体の最適化を支援するIoTコンパス

研究開発

技術革新 産業・流通・水