

玉谷基亮*
Motoaki Tamaya

加藤哲也*
Tetsuya Kato

高山和義*
Kazuyoshi Takayama

中野智晴*
Tomoharu Nakano

小島裕治*
Yuji Kojima

生産技術を活用した各種プロセス改善

Manufacturing Technologies for Various Process Improvement

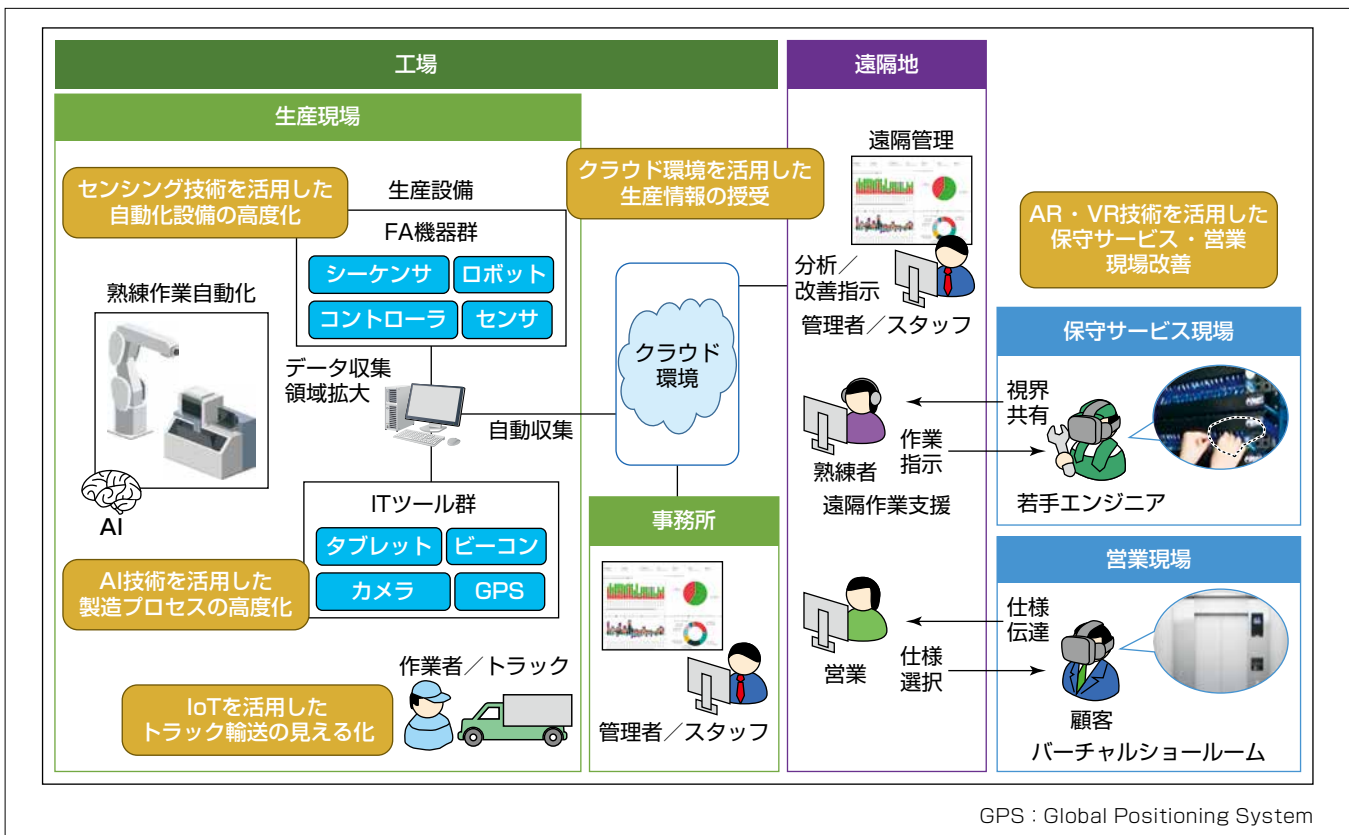
要 旨

三菱電機グループは多様化する社会課題の解決に向けて、統合ソリューションの提供、また、持続可能な社会と安心・安全・快適性の両立を始めとする価値創出への取り組みをより一層推進することを目指している。

当社生産技術センターはグループ内のものづくり、生産技術を牽引(けんいん)する部門として、サプライチェーン全域で、製品開発・量産化だけでなく、ものづくりに関連する各種業務も対象に様々な事業課題の解決に取り組んでおり、そのために進めている保有技術の高度化、先進技術の開発・実用化の中には、ニューノーマルの進展に伴って重要性が増している自動化と、近年、着目されているデジタルトランスフォーメーション関連で、AI、IoT(Internet of

Things)、クラウド、AR(Augmented Reality)、VR(Virtual Reality)技術の活用がある。

自動化は熟練作業者のノウハウを形式知化した後、様々なセンシング技術、自律制御技術、多関節ロボットなどを統合させたものであり、AI技術はプロセスパラメータ調整、官能検査、設備点検・保守分野などへ適用し、IoTは生産工場内から工場外物流分野へ適用範囲を拡大し、クラウドは国内・海外工場間の生産情報授受手段として活用し、AR・VRは保守サービス現場での熟練者ノウハウの共有手段として、また営業現場での顧客との新たなコミュニケーション手段として活用する。



生産技術を活用したプロセス改善の取組み分野

サプライチェーン上には様々な事業課題が存在する。生産技術の活用によって継続的に改善を進め、事業競争力を強化していく必要がある。デジタルトランスフォーメーション関連の取組みでは、センシング技術を活用した自動化設備の高度化、AI技術を活用した製造プロセスの高度化、IoTを活用したトラック輸送の見える化、クラウド環境を活用した生産情報の授受、AR・VR技術を活用した保守サービス・営業現場改善がある。

1. ま え が き

当社グループは多様化する社会課題の解決に向けて、ライフ、インダストリー、インフラ、モビリティの四つの領域で、グループ内外の力を結集した統合ソリューションの提供、また、持続可能な社会と安心・安全・快適性の両立を始めとする価値創出への取組みをより一層推進することを目指している。

生産技術センターは当社グループ内のものづくりと生産技術を牽引する部門として、生産現場だけでなく、上流の商談、受注、調達から下流の出荷、販売、据付け、保守までのサプライチェーン全域で、製品開発・量産化だけでなく、ものづくりに関連する各種業務も対象に品質・信頼性・付加価値の向上、需要に合わせた安定かつタイムリーな生産体制の構築、製品構造革新・生産性向上・ムダ取りによるコスト削減といった事業課題の解決に取り組んでいる。

本稿では生産技術センターが課題解決のために進めている保有技術の高度化、先進技術の開発・実用化の中から、ニューノーマルの進展に伴って重要性が増している自動化と、近年、着目されているデジタルトランスフォーメーション関連で、AI、IoT、クラウド、AR、VR技術の活用事例について述べる。

2. 生産技術を活用した様々な改善の取組み

2.1 センシング技術を活用した自動化設備の高度化

市場のグローバル化、顧客嗜好(しこう)の多様化に対応するためには製品仕様の多様化・高機能化、生産の変種変量化は避けられず、製造方式・工程の複雑さは増すばかりである。従来のような単なる自動化だけでは品質・付加価値の向上は難しい。また、海外市場での需要変動・短納期要求に対応するために海外工場建設を構想するものの、従来の人手に頼った生産ラインでは技能獲得に習熟を要する熟練作業の立ち上げと安定化にリスクがあり、新たな視点と技術を取り入れた自動化がより重要になってきている。

熟練作業者は作業ルールなどの形式知だけでなく、①個人で獲得してきた作業ノウハウなどの暗黙知と、②視覚・力覚といった知覚を、③複合的に組み合わせて状況判断し、④作業動作を行っている。そこで、作業ノウハウを丹念に分析して形式知化し、知覚に代わるセンシング手段としてカメラ・位置センサ・力覚センサなどを活用して、センサデータに基づき次作業動作を自律制御し、多関節ロボットによって作業動作を模擬することによって(図1)、当社では自動化が困難とされていた微小ねじ締め、微小領域へ

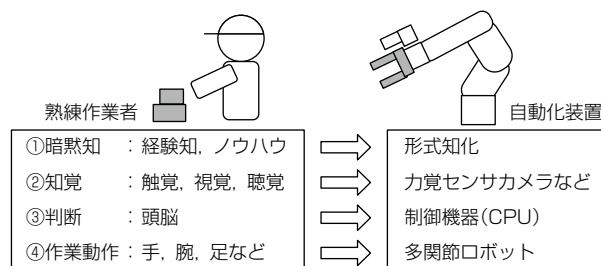


図1. 熟練作業の自動化要素

の接着剤塗布、溶接のでき栄え検査の自動化を実現した。

自動化設備の高度化に伴い、立ち上げ調整・保守にも熟練度が求められることから、これを回避するため、設備本体に詳細な動作状態を検出・記録し、外部から監視・制御できる機能の組み込みも進めている。この機能はコロナ禍によって国内移動・海外渡航が制限を受ける中でより効果を発揮している。

引き続き、センシング技術の高度化に加えて、AI、IoT技術などの活用・高性能化によって今は実現が困難とされている作業領域まで自動化を進めていくとともに、多種多様な情報を活用し、スマートなものづくりを追求していく。

2.2 AI技術を活用した製造プロセスの高度化

近年、機械学習、ディープラーニングといったAI技術が急速に発展してきており、広範かつ最新のAI技術は基本的にオープンソースソフトウェアとして提供され、誰でも自由に使える環境になってきている。一方、センシング技術の高度化、当社のFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”に代表される生産設備からデータを収集する仕組みの普及によって、生産ラインの多様かつ豊富なデータの収集・分析が可能になってきている。これら状況の変化から、ものづくりの様々な領域でAI技術を活用する取組みが活発化している。

当社では、生産現場に適用可能なAI技術の開発及び活用の取組みを2017年から本格化させ、生産現場への展開を順次進めている。ターゲットとしているAI応用領域、具体的事例を次に挙げる(図2)。

(1) プロセス品質向上

樹脂成形、機械加工、半導体加工プロセスでのパラメータ調整、不良要因分析の自動化

(2) 官能検査

外観、動作音などの異常検知の自動化

(3) 設備点検・保守

半導体設備、マシニングセンタ、成形機といった高額かつ生産ネックになる設備の故障兆候の検知

(4) 熟練作業

ろう付け、溶接、高精度な位置調整などの熟練が必要な作業プロセスの良否判断、それら作業のロボットへの置き換え

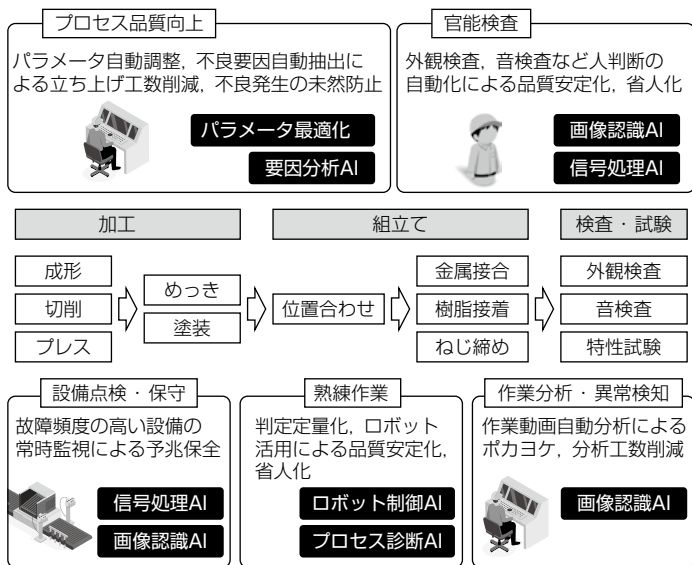


図2. 生産現場でのAI技術の活用領域

空輸送といったムダの発生時刻・頻度の実態を関係者間で共有可能になり、改善に向けた的確な要因分析が可能になった。例えば、図4の例では7時台に待機時間が長く発生していることから、荷役開始を早めることによって待機時間削減が可能になる。また、空輸送の多いトラック便を集約し、トラック車両数を減らすことによって輸送費削減だけでなく、CO₂削減への貢献も可能になる。

引き続き、サプライチェーン上に潜む問題点の見える化と解決に向けて、IoTを始めとする先進技術を活用し、対象現場に適したITツールの開発を進めていく。

2.4 クラウド環境を活用した生産情報の授受

海外に新工場を建設する際には生産ラインの立ち上げとともにITを活用した作業管理と品質管理の仕組みも導入し、稼働後は海外工場の稼働情報や品質情報といった生産情報に基づき、国内工場側の製造管理者が海外工場の状況把握と改善指導を行っている。

従来は、国内側が海外側の生産情報を参照する場合、工場間のデータ転送量を抑制する観点から、海外側に生産情報を収集・蓄積するデータサーバを構築し、国内側のクライアントパソコンから必要な情報にアクセスする方式を採用していた。しかし、この方式では、海外側にデータサーバを維持管理するための高度なサーバ管理者が必要であった。

昨今、外部事業者による構築・維持管理の委託が可能であるクラウド環境が関連技術の高度化・低価格化によって普及してきている。当社でも当社グループ向けのグローバルIT基盤サービス“MELGIT(Mitsubishi Electric Global IT platform service)”のグループクラウド“MELGIT-cloud⁽²⁾”によって、クラウド環境へのデータ蓄積が可能になり、海

(5) 作業分析・異常検知

作業動画による作業ミス検知と作業動作分析の自動化

少子・高齢化に伴う熟練作業員減少への対応、ニューノーマル時代での生産現場内の密回避など、生産現場をより少ない人員で、よりスピーディに運営していくことが経営課題になっていく中で、AI技術の重要性はますます高まっていくと予想される。AIをものづくり競争力の源泉の一つと捉えて、引き続き、精度・速度向上に向けた技術開発、生産計画・管理などへの活用領域拡大に取り組んでいく。

2.3 IoTを活用したトラック輸送の見える化

当社グループでの改善活動では、①問題点の見える化、②ムダ取りの実行(見える化した問題点の解決)、③自発的・継続的改善風土の醸成を基本的な考え方にしている。問題点の見える化するには、対象現場での実態調査、データ収集・整理が必要であるが、時間を要する作業であることから、問題点の早期解決につながるようにIoTを組み入れたITツールの開発・活用を進めている⁽¹⁾。ここでは、工場外の物流を対象とした取組み事例について述べる。

部品納入や製品出荷ではトラックが輸送手段として利用されており、輸送費として工場運営費用の一部を占めているものの、稼働範囲が工場外になるために輸送実態の把握が容易ではなく、どこにどのようなムダが潜んでいるかが分かりにくかった。そこで、GPSをトラックに搭載し、トラックの位置情報(緯度・経度)、状態(移動/荷役/待機/休憩)を時刻情報とともにサーバへ送信・集積させ、輸送単位ごとの積載率を取得できるような工夫を加えて、工場パソコンでトラックの稼働実績を時系列で見える化するITツールを開発した(図3)。このITツールを用いることによって従来は定量的な把握が難しかったトラックの待機、

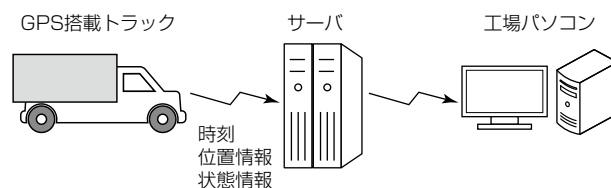


図3. トラック輸送の見える化ツール概要

凡例	移動												荷役	待機	休憩		
	空	50%以下				90%以下				満載							
	6時				7時				8時								
	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40
駐車場	工場																
	待機	満載	待機	荷役	空												

図4. トラックの運行状況の例

外新工場への適用を開始した。

具体的な適用例としては、生産情報を自動収集し、関係者がクラウド環境でファイルを共有できる“MELGIT-share”上への生産・品質管理関連の表・グラフを更新する仕組みの構築、また、リアルタイムに拠点間で映像・音声共有する“MELGIT-comm”の導入・活用である(図5)。これらによって、高度なサーバ管理者に依存しなくても生産情報を共有でき、国内側からの迅速なサポートと早期の改善推進が可能になった。

この仕組みの活用によって海外工場の生産情報を国内工場内からだけでなく、自宅からも閲覧可能になることから、製造業でも、テレワークで対応できる業務領域を拡大できるというメリットもある。引き続き、この仕組みの適用先拡大、レベルアップを推進していく。

2.5 AR・VR技術を活用した保守サービス・営業現場改善

保守サービス現場では、対象機種が過去の機種を含めて多種多様であり、特に若手エンジニアが保守マニュアルと電話での熟練者への相談だけで対応していくことは容易ではない。そこで、AR技術を用いてトラブル対応時の技術的な指示を遠隔で受けられるシステムを開発した(図6)。熟練者がネットワークを介して遠く離れた保守現場と映像・音声を共有し、現場状況、作業結果の確認、対応方法の指示を行うことができ、熟練者の知恵を共有可能にしている。このシステムでは実機での熟練者作業を手本・教育映像としてリアルタイムで配信し、質疑応答できることから若手教育の効率化にも役立つ。

次に営業現場では、カタログや動画を用いた説明だけで顧客に製品を利用する場面をイメージしてもらうことは容易ではない。そこで、顧客が製品の意匠確認や機能体験などをVR技術を用いたバーチャルショールームで行える遠隔商談システム⁽³⁾を開発した(図7)。通常、VRでは当事

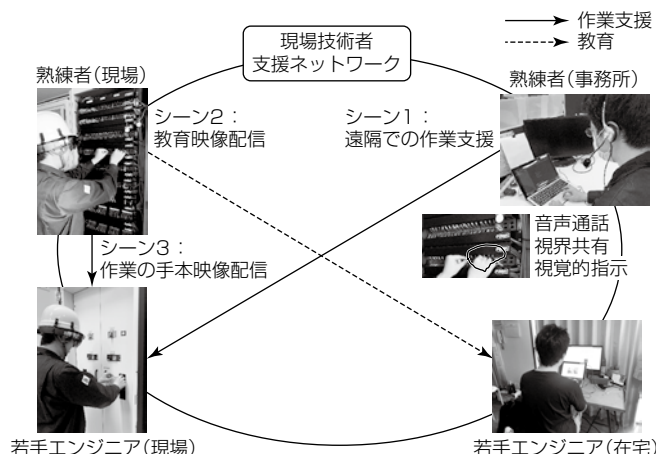


図6. 遠隔支援による現場技術者支援ネットワーク

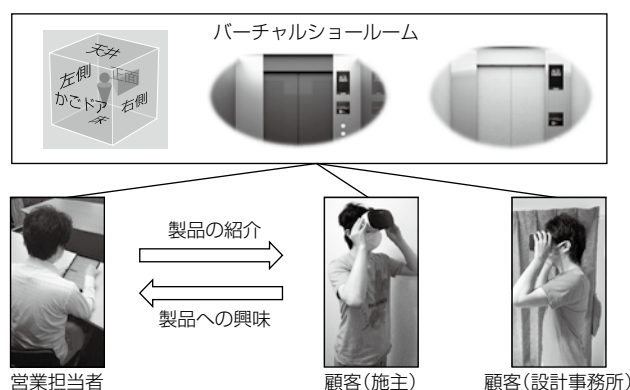


図7. バーチャルショールームを活用した遠隔商談システム

者しか体験内容を把握できないが、営業担当者も仮想空間上の顧客の視線を共有し、顧客の興味・関心を確認できるようにしている。

ソーシャルディスタンスの確保といったニューノーマルな社会様式が進展する中、保守サービスや営業の現場での新しいコミュニケーションの取り方としてAR・VR技術の適用領域・適用製品の拡大を進めていく。

3. むすび

本稿で述べた技術の適用先を引き続き拡大させて、5G、ビッグデータ、シミュレーション、センシングといったデジタル関連技術の積極的な活用を推進していく。また、持続可能な社会の実現に向けては、あらゆる生産技術を活用し、資源投入量の削減、省エネルギー性・リサイクル性の向上、廃棄物の削減などによって貢献していく。

参考文献

- (1) 玉置哲也, ほか: JIT改善活動の深化と拡大, 三菱電機技報, 93, No.12, 679~682 (2019)
- (2) 岡本 望, ほか: 業務システムを三菱電機グループクラウド“MELGIT-cloud”へ移行する三つの取組み, 95, No.5, 328~331 (2021)
- (3) 中野智晴, ほか: 営業活動へのバーチャルリアリティ適用, 第25回バーチャルリアリティ学会大会論文集 (2020)

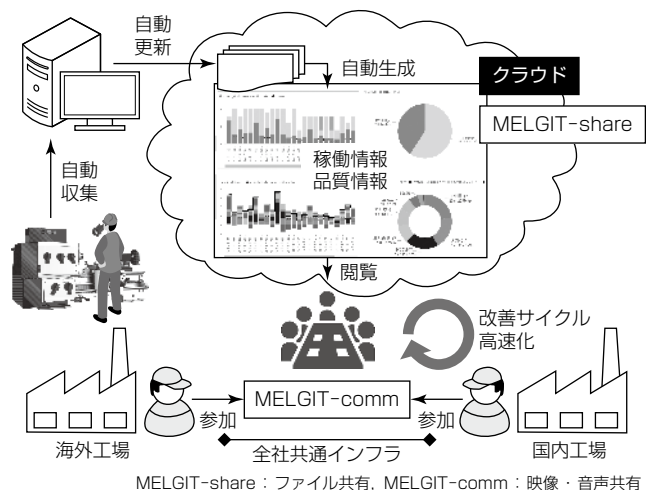


図5. 生産情報の授受を行う仕組み