

トレンド

デジタル生産技術を駆使した 東芝グループの業務プロセス変革への取り組み

Toshiba Group's Progress in Business Process Re-engineering Taking Advantage of Its Digital Manufacturing Technologies

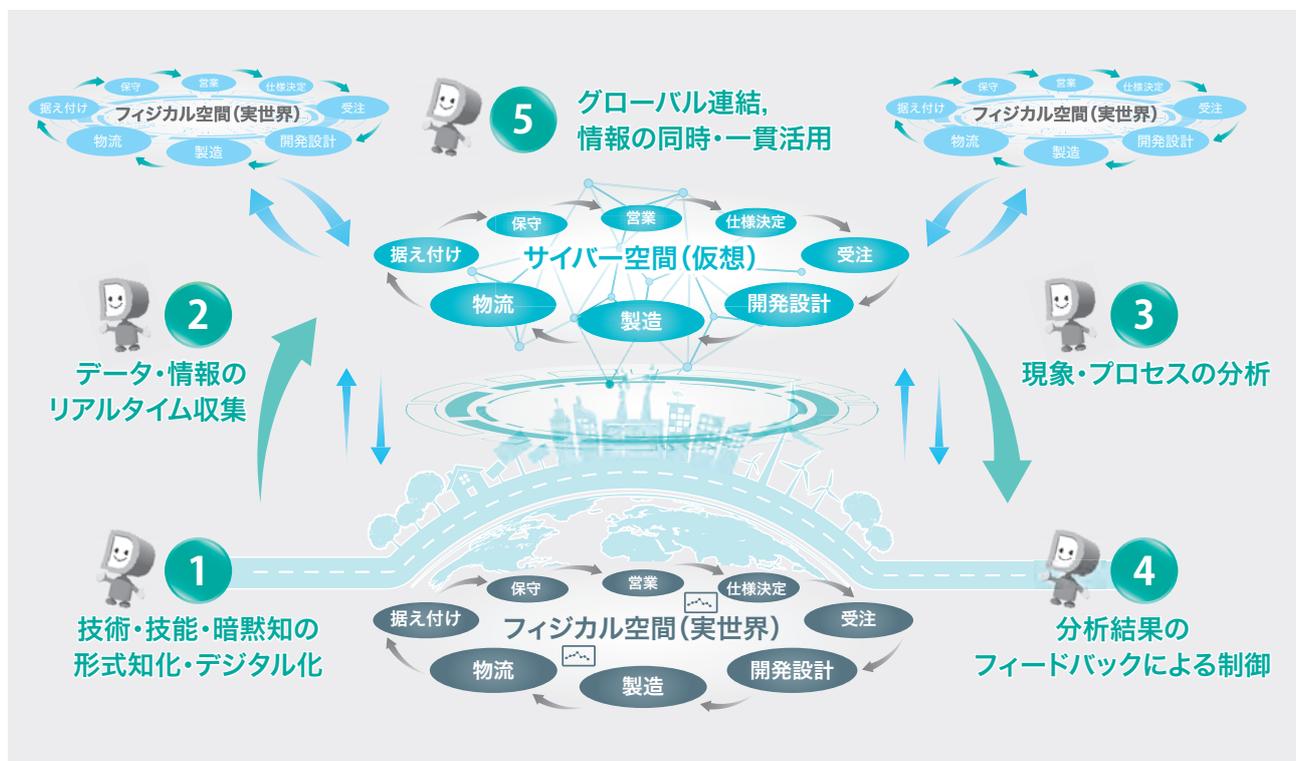
中川 泰忠 NAKAGAWA Yasutada 秋山 靖裕 AKIYAMA Yasuhiro

東芝グループは、2000年度に提唱した“デジタルマニュファクチャリング”のコンセプトや実践で得た知見を基に、進化の著しいICT（情報通信技術）やネットワーク、センシング、分析、シミュレーションなどの最新技術を活用した“デジタル生産技術”の開発を推進している。

生産技術は、これまで主に生産計画・管理や製造分野に適用してきたが、更にそのミッションを、営業から据え付け・保守まで、全ての業務プロセスにおける生産性向上に拡大し、再設定した。デジタル生産技術を駆使することで、バリューチェーンをスルーした業務プロセスの変革を展開している。

The Toshiba Group is engaged in activities to further advance manufacturing technologies in accordance with its digital manufacturing technologies, which utilize the latest information and communication technologies (ICTs) as well as state-of-the-art network, sensing, analysis, and simulation technologies. These activities are taking place based on the concept of digital manufacturing that we proposed in FY2000 and the knowledge that we have accumulated since that time.

We have now expanded the range of application of manufacturing technologies to our overall business processes ranging from sales and marketing through to installation and maintenance processes, in addition to the conventional on-site production planning and management processes. Making full use of our digital manufacturing technologies, we are devoting continuous efforts to the re-engineering of business processes throughout the value chain.



特集の概要図. CPS化するデジタル生産技術

Development concept of digital manufacturing incorporating cyber-physical system (CPS) technologies

1. まえがき

東芝グループは、AI・IoT (Internet of Things) 技術を駆使して、当社ならではのCPS (サイバーフィジカルシステム) を創出し、社会課題の解決と企業価値の最大化を主導することを目指している。モノづくり分野では、2000年度に提唱した“デジタルマニュファクチャリング”⁽¹⁾のコンセプトや、研究開発を進める中で得た知見を基に、ICT・ネットワーク・センシング・分析・シミュレーションなどの進化の著しい技術を適用して、“デジタル生産技術”のCPSを構築し、企業活動・プロセスのロスを最小化することで、経営や事業に貢献する。

デジタル生産技術のCPSは、五つの要素(特集の概要図の①～⑤)で構成されている。①では、人に依存していた技術・技能・業務・現象・プロセス・ノウハウなどの暗黙知の形式知化、デジタル化、及びデータベース化を行い、②では、有意な設備・人からデータを、高精度にかつ広範囲からリアルタイム収集を行う。次に、③では、現象の物理・化学分析・シミュレーションの高精度化・高速化、及びモデル化・データベース化を行い、④では、シミュレ-

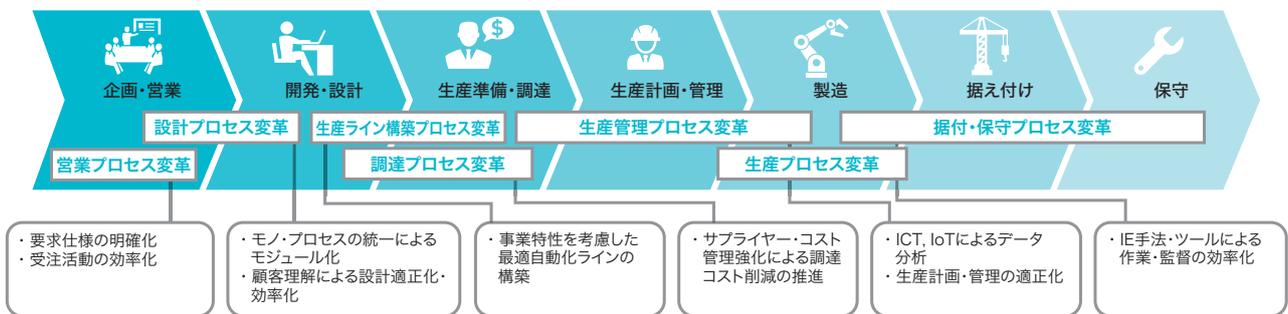
ション・分析の高速フィードバックによる監視・診断、リアルタイムでの自律的制御・予兆検知を行う。そして⑤では、国内外のグローバル空間や、業務プロセス間でのデータ・情報の同時・一貫活用を行う。

このように、五つの要素でデジタル生産技術のCPSを構成し、これまで蓄積してきた生産技術を生かしながら、各業務プロセスの効率化を進めている。ここでは、デジタル生産技術による業務プロセス変革の詳細について述べる。

2. デジタル生産技術を駆使した業務プロセス変革

生産技術は、これまで主に生産計画・管理、製造の工程に適用されてきたが、生産技術の適用対象を、営業から据え付け・保守の工程にまで拡大し、全ての工程の生産性を向上させることと再設定した。デジタル生産技術を駆使して、一連のバリューチェーンを通じた業務プロセス変革を展開している(図1(a))。

各業務プロセスには、見積もり精度の向上が難しい(企画・営業)、新製品開発の都度設計が必要で設計者の負担が大きい(開発・設計)、QCD(品質、コスト、納期)のバランスが難しい(生産準備・調達)、熟練者の不足(生



IE: Industrial Engineering(生産工学)

(a) 工程ごとの生産性・品質向上



(b) 工程・拠点間の情報・データ連結

図1. 業務プロセス変革の概要

製造現場で培ってきた各種手法やツール、システムなどを、デジタル生産技術化して適用し、工程ごとの生産性・品質向上と、工程間や拠点間の情報連結を実現する。

Overview of business process re-engineering

産計画・管理)、計画遵守が難しい(据え付け)、作業効率が上がらない(保守)といった問題がある。これらに対し、これまで製造現場で培ってきた各種の手法や、ツール、システム、製造装置、搬送設備などを、デジタル生産技術化して供給することで、業務プロセス変革を加速している。更に、デジタル生産技術により工程・拠点間で情報を連結することで、事業規模での生産性・品質向上を目指している(図1(b))。この章では、各業務プロセスで行われている変革活動について説明する。

2.1 設計プロセス変革

設計プロセス変革のステップを、図2に示す。

最初のステップは、現状分析である。ここでは、設計担当者の負担となり、かつ付加価値を生まない業務を見付ける。このためには、設計者が、一般作業向けの電子メールシステムや表計算ソフトウェアを使用した時刻と、CADなどの設計業務専用のアプリケーションを使用した時刻を、PC(パソコン)操作記録ツールで記録し、その使用頻度を可視化する。これを分析することで、過去製品の図面・仕様書を探したり、打ち合わせの調整を行ったりといった、本来の設計業務以外で多くの時間を要している作業を抽出できる。

次のステップでは、上記のような“ムダ”な業務工数を削減し、余力を作って設計者が本来の業務に力を注げるようにする。例えば、紙の図面をデジタル化したデータベースから所望の図面を探す場合、図番を示す画像をOCR(光学的文字認識)で文字として認識して検索・閲覧をスムーズに行えるツールを開発し、適用している。

また近年では、製品仕様の複雑化や、技術分野の細分化が進んでいるため、部門内での知識継承が滞り、業務に必要な情報をほかのメンバーが使える形で保管・管理できていない場合がある。そこで、これらの情報蓄積・検索作

業を一括して行える東芝知識ベースを開発した。ユーザーのアクセス権によって、検索できるデータに制限を加え、業務に必要な情報をキーワードだけでなく、自然言語や画像などからも抽出できる。

次が、本質改革のステップである。設計効率化のためには、製品をユニットに分割し、それぞれを標準化する手法(製品のモジュール化)が有効である。ただし、多様な顧客要求にモジュールの品ぞろえで対応するのは現実的ではない。そこで、製品ユニットだけではなく、設計の手順や思想の優先順位のルールも標準化する。これを設計プロセスのモジュール化と呼ぶ。製品と設計プロセスをモジュール化し、モジュール化によって策定された標準仕様に顧客を誘導することで、少ないリソースで効率的に多様な仕様に対応できる。

また、モジュールを組み合わせる設計ルールをコンフィグレーターとしてシステム化し、コストや、工程情報、図面などをひも付けしておくことで、短時間で精度の高い見積もりが可能となる。これにより、提案段階での客先訪問時に、その場で製品仕様や、コスト、納期などの合意を取ることができる(この特集のp.8-11参照)。

このように、設計プロセス変革は、精度の高い見積もりを速やかに出すことや、新製品展開時に過去の設計情報を活用して設計スピードを上げること、設計自動化で設計者の負担を低減することなどにより、製品・サービス提供において、顧客と東芝グループの双方にメリットがある。

2.2 調達プロセス変革

電気・電子機器では、市場の成長に伴い、モノづくりが部品サプライヤーとの連携による水平分業型に移行している。水平分業化は、分野によって進行速度に差はあるものの、市場の成長に伴う共通メカニズムといえる。水平分業での課題は、自社の製品に必要な部品の機能・性能・価格を後戻りなくサプライヤーから引き出す力を持つことと、サプライヤーと新しい価値を共創する力を持つことである。このためには、サプライヤーの強みと弱みを把握して、合理的な連携を形成する力を強化していくことが必要である。

これを進めるために、モノづくりを通して得た知見を活用して、開発上流からのコストの作り込みに向けて、原価構造のモデル化や分析(コストエンジニアリング)の仕組みの体系化などに取り組んでいる(同p.12-14参照)。

2.3 生産ライン構築プロセス変革

少量多品種化や、工程の複雑化・高度化が進行する製造拠点における生産性向上を目的として、事業や製品に適した生産ラインを構築している。また、IoT化することで、構築した生産ラインにおける更なる生産性向上にも取り組んで

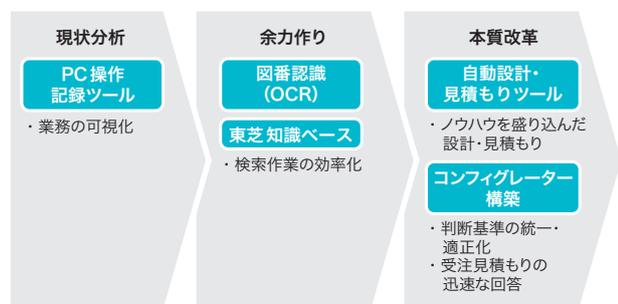


図2. 設計プロセス変革のステップとそれらの開発手法・ツール

付加価値を生まない業務を見付け、ムダな業務工数を減らした上で、モジュール化により設計を効率化する。

Approaches to design process re-engineering and their design methodologies and tools

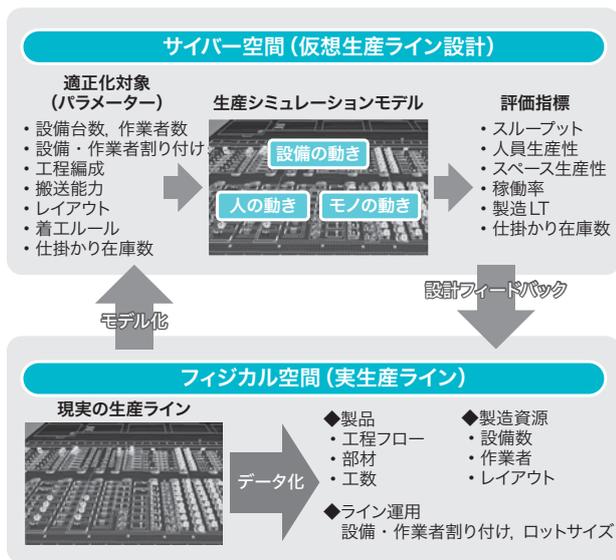
いる。

高効率に新規生産ラインを短期で立ち上げるには、生産シミュレーションを活用した仮想設計による事前検証が有効である(図3)。既存の生産ラインから得られる製品・製造情報を基に、仮想の生産ラインを設計するとともに、生産ラインの運用ルールも評価する。これにより、目標を達成するための生産ラインの人、設備、モノの動きや運用ルールを把握し、現実世界にフィードバックすることが可能になる。生産シミュレーションのモデル作成時間を短縮するツールや評価手法を整備し、社内への展開を進めている(同p.15-19参照)。

また、生産ラインの効率を高める施策として、自動化を含めた設備導入と展開も図っている。加工点や作業内容の難易度と汎用性を分析し、専用加工点・設備の開発と導入、購入設備の徹底活用、ロボットなどの共通ユニットを活用した自動化、及びDFM(Design For Manufacturability: 製造性考慮設計)と作業支援による省人化の中から、適用先に最も適した方針を選択して、進めている。

更に、稼働中のロボットや既存の自動化機器などに後付けてIoT化し、必要なデータを収集できるエッジツールを開発した。これを導入することで、容易に既存の生産ラインのIoT化を実現できる。

国内・海外の製造拠点における最適な生産ライン構築と、IoT化による生産性向上を、今後も進めていく。



LT: リードタイム

図3. 生産シミュレーションの概要

製品・製造情報を基に、サイバー空間に仮想の生産ラインをモデル化し、生産性を事前に定量評価する。

Overview of production simulation

2.4 生産プロセス変革

受注から出荷までの生産プロセスでは、デジタルデータを活用した変革で、生産性の向上とスループットの向上を目指している。従来の生産プロセスは、工程ごとに掛かった時間・人数などの製造実績情報の収集・分析や、計画立案が属人的で、判断も人によって異なり、生産量、品質、進捗異常などの情報がタイムリーに把握できない場合があった。これを、デジタルデータの活用と業務プロセスの適正化により変革している(図4)。

生産プロセス変革を実現するためには、まずはIoT技術を活用して、製造実績情報を確実に収集・蓄積する必要がある。従来の製造現場、特に社会インフラ製品などの人手作業では、製造完了後にまとめて入力していたため、十分な精度が得られなかった。これを解決するために、動画を基に、画像の中の作業者を自動で抽出し、位置や作業内容を特定する技術開発を進めている(同p.28-31参照)。

製造現場から取得したデータを拠点や組織をまたいで管理することで生産管理プロセスを高度化する。従来は、人間系による伝達ミスや、各業務担当への伝達に時間が掛かることによる調整途中での変更の発生などがあった。これらを解決するため、製造現場の進捗情報や工程間の在庫データを、リアルタイムに可視化・監視する。また、生産計画のスケジューリング技術を活用して、意思決定の高度化・高速化や変動の抑制につなげ、棚卸しの削減や販売機会の最大化に貢献する(同p.15-19参照)。

2.5 据付・保守プロセス変革

社会インフラ製品の多くは、現地据付作業のコスト比率

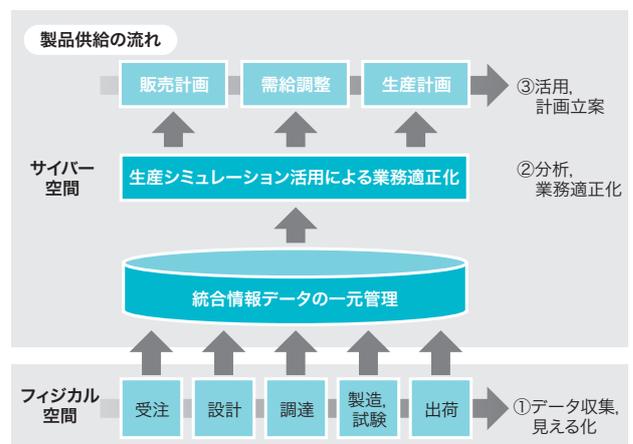


図4. 生産プロセス変革の概要

IoT技術を活用して製造実績情報を収集・蓄積し、拠点や組織で横断的に管理・活用することで、生産プロセスを高度化する。

Overview of production process re-engineering

が高いため、利益創出には企画・営業から据付・保守プロセスまでを通したプロセス変革が必要である。生産プロセス変革で培ったIE（Industrial Engineering：生産工学）技術や製造現場改善の知見を基に構築したデジタル生産技術を据え付け・保守に適用することで、生産性・品質の向上やキャッシュフローの改善に貢献している（図5）。

据付プロセスでは、工事進捗管理による納期遵守体制の強化が求められている。また、保守プロセスでは、緊急対応や顧客要望などによる割り込みが多く、計画どおりの作業実行が難しい。そこで、これまで工場の生産管理業務に適用してきた生産スケジューラーを、据付・保守プロセスにも展開し、設計情報を基に現地工事計画を立案するとともに、工事の進捗に合わせて工事計画を再立案する手法を開発した。これにより、必要な作業人員の判断や工事遅延の早期検知ができるようになる。

近年、据え付け・保守に従事している熟練作業者の減少や新しい人材確保の難しさにより、技術の継承が十分にできず、スキル不足が問題になっている。また、新たな機種種の増加に伴い、作業手順が複雑化して難易度が増しており、安全・品質の確保と効率の向上を両立させるために、作業の標準化が重要になっている。更に、このような状況変化に対応しながら、報告書の作成などの間接業務を削減し、生産性を向上することも必要である。

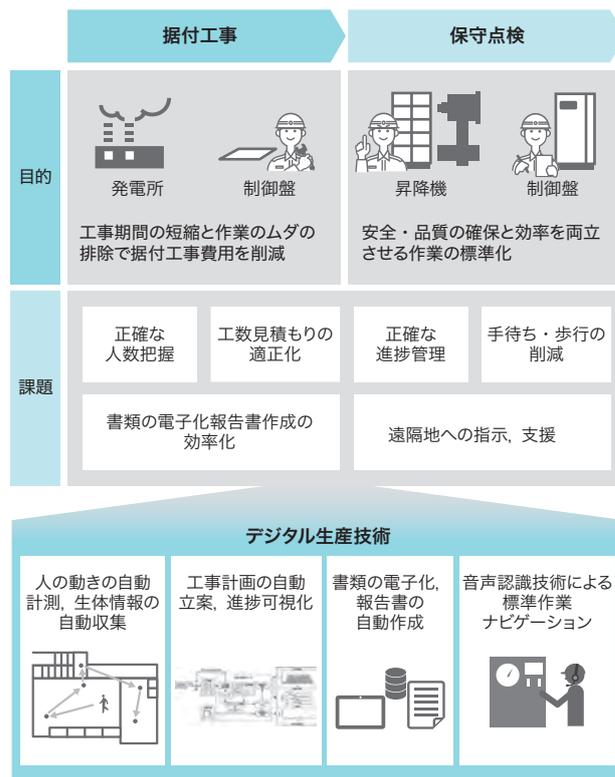


図5. デジタル生産技術による据付・保守プロセス変革

デジタル生産技術を据付・保守プロセスの共通課題解決に適用し、工事費用の削減や保守作業の標準化を図る。

Overview of installation and maintenance process re-engineering applying digital manufacturing technologies

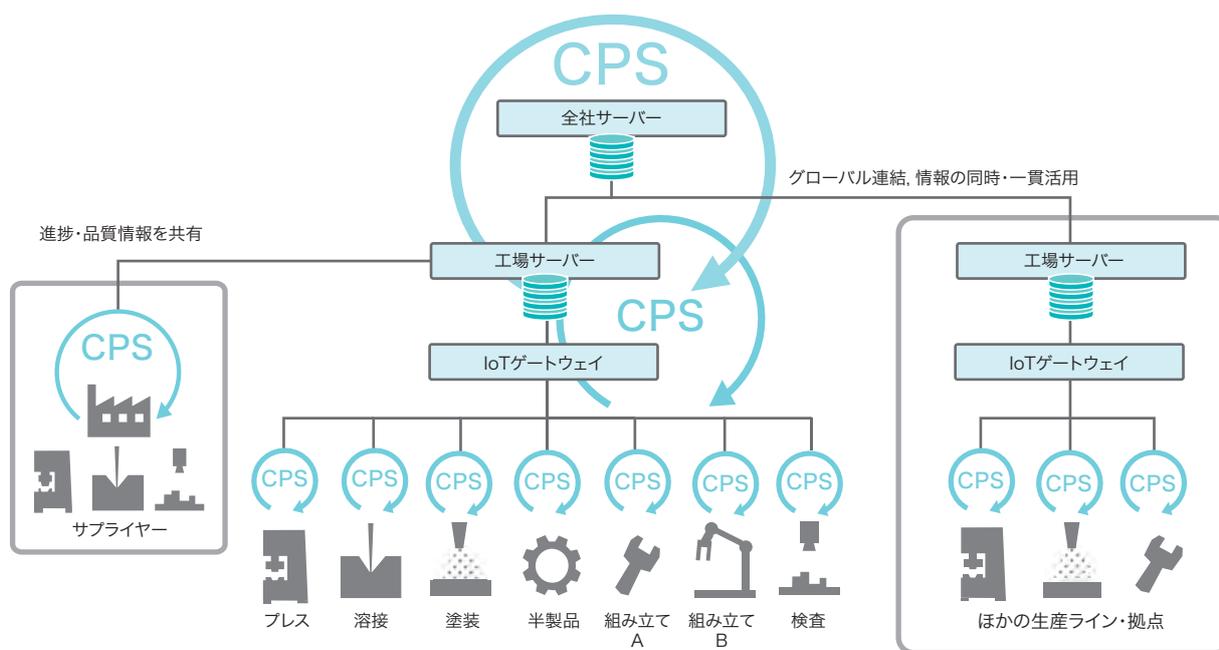


図6. CPSのカスケード

個々の製造設備に小さなCPSループを内蔵し、それぞれが自律して稼働することで、全体として高い性能を発揮できる。

Cascade of CPS

これらを解決するために、デジタルツールの活用と展開を進めている。安全・品質を確保しながら効率的で標準化された作業をガイドするとともに、音声やタブレットで現場データ記録や書類作成の業務を効率化し、作業実績及び進捗を把握することで、納期を遵守した作業を遂行する(同p.20-23参照)。

3. CPSを活用したデジタル生産技術

一般的なCPSは、IoTにより現場の設備、作業者などから収集したデータをサイバー空間に蓄積して分析し、その結果をフィジカル空間にフィードバックして活用する大きなループを形成する。

東芝グループは、加工などの要素技術とシステム技術の両方を開発してきた実績を生かし、CPSを活用して、熟練者による加工の制御を自動化・自律化する技術を開発している。製造工程の各所にある製造設備が小さなCPSのループを持ち、それぞれが自律して動くことで、全体として高い性能を発揮できるようになる(図6)。

具体的には、加工、成形、溶接、成膜などの各製造工程において、熟練者に代わって、加工点をモニタリングして自動で異常を検知し、加工点情報をAIや物理モデル・ドメイン(製造プロセス)知識を活用して分析し、製造設備にフィードバックして自律制御する技術を開発している(この特集のp.24-27参照)。

4. 今後の展望

新型コロナウイルス感染症がサプライチェーンに影響するなど、モノづくり分野でも不確実性が高まっている。このような環境下では、各製造拠点は、需給状況の変動に柔軟に対応できることが求められる。

ここで解説した生産シミュレーション技術は、新たな生産ラインや工場の早期立ち上げに貢献できる。また、生産管理技術の導入により、需給状況の変動に応じて、迅速かつ適切に生産プロセスの見直しが可能になる。更に、装置を外部から制御できる技術や、製造装置の高速・高精度な加工を実現するCPS技術は、社内外の工場の自動化・自律化を推進し、ニューノーマルへの適応を実現する。

今後も、更に高度なデジタル生産技術を開発して業務プロセス変革を進めることで、様々な環境変化に対応するための生産体制の強化に貢献していく。

文 献

- (1) 清野武寿, 池田義雄. デジタルマニュファクチャリングによるモノづくり変革. 東芝レビュー. 2003, 58, 7, p.2-6.



中川 泰忠 NAKAGAWA Yasutada, D.Eng.
生産技術センター
博士(工学)
日本機械学会会員, 技術士(機械部門)
Corporate Manufacturing Engineering Center



秋山 靖裕 AKIYAMA Yasuhiro, D.Eng.
生産技術センター 業務プロセス変革推進領域
博士(工学)
レーザー学会会員
Corporate Manufacturing Engineering Center