

DXによるものづくりの革新

占部 博信

執行役員 DX戦略本部長



堀内 勇二

執行役員 技術開発本部 プロセスエンジニアリングセンター長



まえがき

2010年頃からVUCA（Volatility：変動性／ Uncertainty：不確実性／ Complexity：複雑性／ Ambiguity：曖昧性）の時代と言われ、「先行きが不透明で、将来の予測が困難な状態」となっている。たとえば、エネルギー環境分野では予想以上のスピードで脱炭素へ大きく舵が切られている。また、コロナ禍や災害・戦禍などで燃料・原材料・半導体などの不足や物流混乱が生じるなど、グローバルでサプライチェーンが急激に不安定になっている。

このような環境の中で顧客に対して価値ある製品・サービスを提供するには、ものづくり分野でもデジタル技術を駆使してDX（Digital Transformation）を実現し、変化の速い市場への対応力向上、強固な品質保証体制の構築、KPS（Kawasaki Production System）とデジタル技術を融合した生産性の飛躍的向上や納期遵守体制の確立などをスピーディーに進める必要がある。

さらには、高齢化による人手不足・技能伝承問題などに対応した新しい時代に則した労働環境の構築や、複雑な時代時代の顧客の課題解決に対して、ものづくりのノウハウを活かした新しいソリューションの提供など革新的な技術開発も行っていく必要がある。

1 当社のDXへの取組み

当社は、グループビジョン2030を策定し、社会課題の解決に果敢にチャレンジすることを宣言した。このビジョンでは、地球温暖化や労働人口減少などの社会課題に対して、革新的なソリューションをタイムリーに提供し、より豊かな社会の実現を目指している。またその実現に向けて、マーケットインの視点で社会的価値を様々な枠を超えてスピーディーに提供していこうという思いが込められている。

そのためには、事業のスタイルとそれを支えるプロセスを大きく変革していく必要がある。その活動のひとつが「Kawasaki DX」である。デジタルの力を活用し、マーケットインとスピードを重視したビジネスモデルの変革、プロセス革新を実現すべく、Kawasaki DXに本格的に取り組んでいる。

Kawasaki DXでは、「お客様にとってのDX」、「事業にとってのDX」、「従業員にとってのDX」の3つの領域で取組みを進め、新たな顧客価値の創出、モノ売りからコト売りへのビジネスモデル変革、事業基盤のアジリティ強化、従業員の働き方改革などを実現していく。また、デジタル活用を安全・安心に推進できるよう、サイバーセキュリティ体制強化、プライバシー保護にも取り組んでいる。

2 これまでのものづくりの取組み

当社のものづくり現場での生産改善活動は、1970年代後半にトヨタ生産方式TPS（Toyota Production System）をベースとした新生産方式をモーターサイクルや油圧機器などの量産型製品の製造部門に導入したのが始まりである。それ以降、航空機や船舶など個別受注製品にも適用できるように改良することで、生産数量・リードタイム・受注形態に関わらずあらゆる製品に適用を拡大し、KPSとして当社のものづくりの規範であり原理原則となっている。

KPSにおける現場管理の要諦は「実態を見える化し、改善のサイクルを回す」ことである。ここでの「見える化」

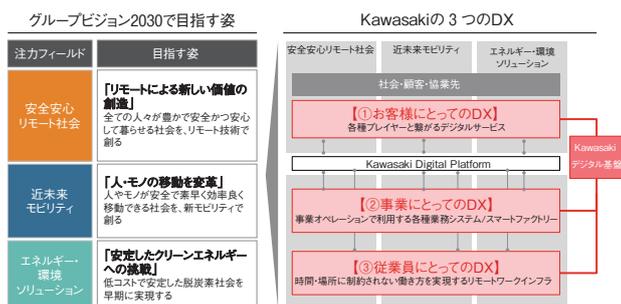


図1 当社のDX戦略全体像

は「作業を標準化した上で、予定と実績の差異を把握すること」である。これにより、改善すべきポイントが明確になり、その改善すべきポイントを起点としてPDCAの改善サイクルを回すことで、日々工場を進化させることがKPSの現場管理の要諦である。

当社では、2000年頃からのデジタル技術の進歩に合わせて、KPSにおけるPDCA改善サイクルをより正確・高速・可視的に回すためにデジタル技術を積極的に導入してきた。たとえば、モニタを使ったビジュアルな作業指示システムを作業ミスの防止や作業技術の伝承に役立ててきた。またバーコードなどを用いた作業実績の収集システムにより、簡便に精度よくリアルタイムに現場状況を把握して、予実差異分析に役立ててきた。しかしながら、これまでのデジタル技術活用は現場の改善活動を効率化することが中心で、ものづくりの現場単位での部分最適化に留まっていた。

3 DXによるものづくりの革新

Kawasaki DXの一つである「事業にとってのDX」は、バリューチェーンの中のエンジニアリングやものづくりなどの業務プロセスをデジタル技術により変革し、業務を効率化・高度化することで、顧客価値を最大化するとともに、収集したデジタルデータをコト売りへつなげることを目指している。この中では、業務プロセス間のつながりを整流化し、バリューチェーン全体の最適化を図る「横のデジタル化」と、業務プロセス内のオペレーションを高度化し価値創造につなげる「縦のデジタル化」の2つのデジタル化を推進している。

(1) 横のデジタル化

「横のデジタル化」とは、営業・受注から開発・設計、調達・製造、保守・サービスまで業務間の横串を通し、バリューチェーン全体で得られる各情報をデジタル化することである。これにより人手を介さずに情報共有することができ、情報伝達のムダや停滞を排除し、迅速に正確に効率よく連携することで、バリューチェーンの整流化や全体最適化を目指している。

開発・設計プロセスを先進デジタル技術を用いて改善する取り組みとして、K-DPX (Kawasaki Design Process Transformation) 活動を開始している。K-DPXとKPSにより製品の開発から生産準備、生産までのエンジニアリングチェーンからサプライチェーンまでをシームレスに繋げることができる。

さらにDX推進の土台として、エンジニアリングチェーン、サプライチェーンを含むバリューチェーン全体をTQM (Total Quality Management) 活動により俯瞰して横串を通すことで、当社グループ全体のものづくりに関する業務プロセスの改善、業務品質の向上、業務高効率化を推進し、経営環境の変化に対応できる強靱な企業体質へと改善を進めている。

ものづくりDXとしては、設計・工程設計・生産計画などの各プロセスでの情報をデジタル化し、AIやデータ分析技術を駆使して工場全体の運営最適化を目指す取組みを進めている。

(2) 縦のデジタル化

「縦のデジタル化」とは、バリューチェーンの個々の業務プロセスにおいてデジタル技術を活用して縦方向に深化させることである。開発・設計プロセスでは、高精度なシ

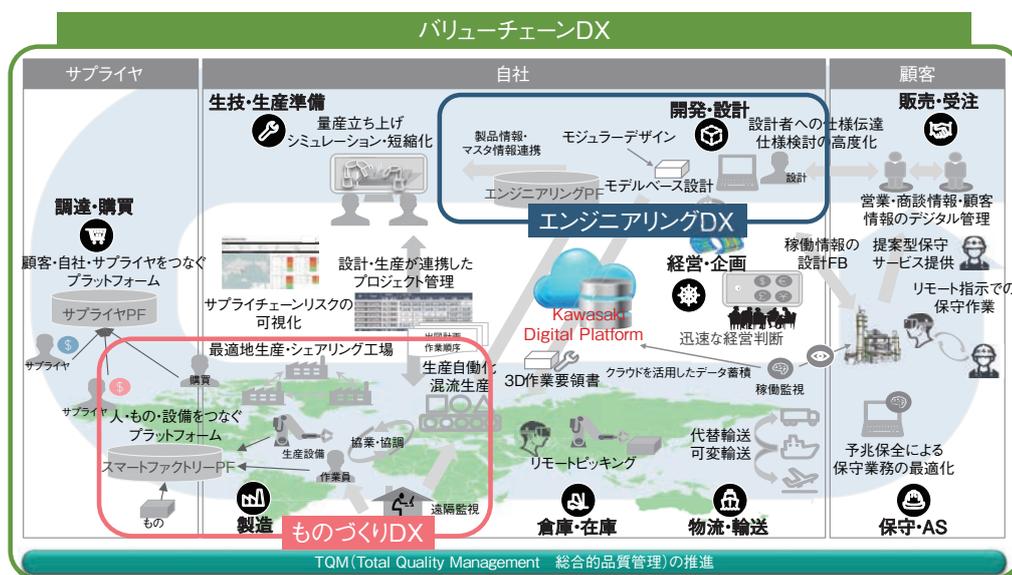


図2 事業にとってのDX

ミュレーション技術により仮想空間上で設計モデルの精密な検証を行うことで、開発期間の短縮や高品質な製品開発を目指している。また、保守・サービスプロセスでは、納入した製品の運転状況をリモートで監視し、故障の未然防止や最適運転の支援を目指している。

ものづくりDXとしては、新しいつくり方や働き方に取り組んでいる。新しいつくり方では、デジタル情報をリアルに視界に映し出すXR技術を活用して、組立工程の時間や品質を向上させる取組みを進めている。また、カメラ画像をAIで分析する技術やロボット技術を活用して、検査工程での人手の目視検査を自動化・ロボット化する取組みなどを進めている。

新しい働き方では、XR技術やロボットの遠隔操作技術を活用して、多様な人材が時間や場所の制約を受けることなく働くことができる環境の構築に取り組んでいる。

さらに、これからのものづくりとして、機械学習などのデータ科学を活用して開発設計することにも取り組んでいる。新材料や新デバイスを効率的に予測・発見するマテリアルズ・インフォマティクス、それを効率的に作るプロセス・インフォマティクス、最適な製品設計を生み出すジェネレーティブ・デザインなどに積極的にチャレンジしている。

4 工場運営の最適化 (スマートファクトリー)

当社の工場の多くは多品種少量生産型であり、1品種当たりの生産数が少なく、多品種の部品加工や組立を限られたスペースの中で実施するために、ジョブショップ型工場となっている。工場内には膨大な数の工程があり、モノの流れは非常に複雑である。また、自動化率が低く、生産設備と作業者が混在する工場である。さらには、トラブル対応や設計変更対応も発生しており、これまでは人同士でのコミュニケーションによる現場調整で対応していた。

このようなジョブショップ型工場において、あらゆる情報をデジタル化して連携させて、KPSの現場管理の原理原則に基づいた工場運営を、できるだけ少ないリソースで短

い周期で実施できるようにするのが我々の目標である。そのため、生産計画を立案するなど、工場全体を動かすための基幹システムERP (Enterprise Resource Planning) を配置し、生産計画に基づいてMES (Manufacturing Execution System) から各工程に作業指示を出していく。さらに作業実績を収集して、その結果をKPI (Key Performance Indicator) で示すことを目指している。

また、遺伝的アルゴリズムといった最適化計算手法やディープラーニングや機械学習といったAI (Artificial Intelligence) を使って、PDCA (Plan-Do-Check-Action) サイクルの改善策を創出することにも取り組んでいる。たとえば、遺伝的アルゴリズムを使った最適化計算やAIを活用して、最終組立ラインへの製品投入順序を決定するシステムを開発している。また、カメラ映像を解析するAIを活用して作業実施状況が安全に行われているか、あるいは、標準作業が守られているかを監視するシステムも開発している。

このように、KPSのPDCA改善サイクルにおいて、計画、指示・記録、分析、改善までのすべての活動をデジタルで正確・高速・可視的に回せるようにして、スマートファクトリーを実現することを目指している。

5 新しいつくり方

新しいつくり方では、組立工程の時間や品質を向上させるために、XR技術を活用した取組みを行っている。XR技術とは、VR (Virtual Reality)、AR (Augmented Reality)、MR (Mixed Reality) などの仮想現実を構築する技術の総称である。

VR技術は、実際の製品や作業場がなくても仮想的に作業を体験することができ、経験の浅い作業員への教育や危険を伴う作業の事前訓練などに役立っている。またAR技術により、作業中に作業視線や姿勢を変えることなく、作業要領や図面を確認することができるようになる。さらに、Microsoft社製 HoloLensに代表されるようなMR技術を利用



図3 スマートファクトリーのイメージ

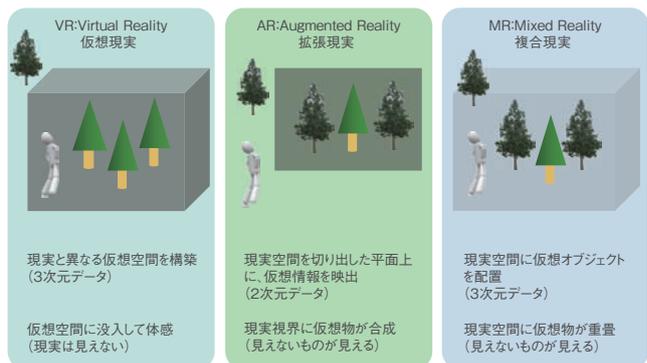


図4 XR (VR/AR/MR) 技術とは



図5 遠隔操作におけるローカル5Gの活用

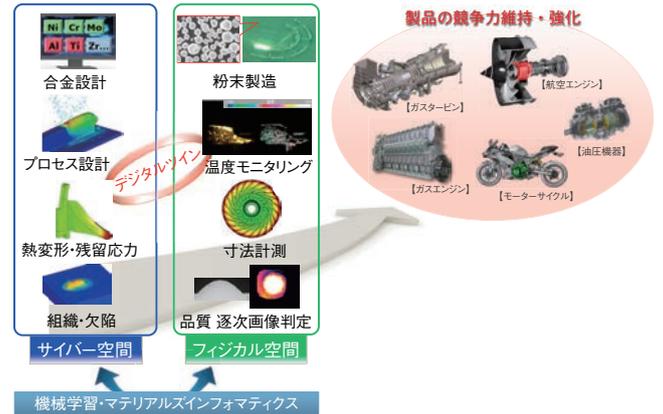


図6 製品の付加価値化

用すれば、作業の位置、使用する工具、動作イメージなど作業要領をより具体的にビジュアルに表現することができ、経験の浅い作業者でも標準作業を守り、一定の品質を確保できるようになる。

また、検査工程ではカメラ画像をAIで分析する技術やロボット技術を活用して、人手で行っている目視検査を自動化・ロボット化する取組みなどを進めている。

6 新しい働き方

新しい働き方では、「だれもが人間らしく生産的な仕事ができる社会」を目指して、多様な人材が時間や場所の制約を受けることなく働くことができる環境構築に向けて、遠隔操作による製造のリモート化に取り組んでいる。

それを実装するため、遠隔操作できるロボットの開発に加えて、重要なデジタル技術として高速無線通信があり、特にローカル5G技術に注目している。ローカル5Gを活用することで、工場内ネットワークを柔軟かつ効率的に構築することが可能となる。

ローカル5Gの特長とされる3つの基本性能は、高速大容量・超低遅延・多数同時接続で、これらの機能はユーザーニーズに合わせてカスタマイズすることができ、ものづくり現場で効果的に利用することで生産性の向上に貢献できると考えている。

今後ローカル5Gを積極的に工場内へ導入することで、将来的には無線による遠隔操縦で各種作業が可能になり、人口減少による労働力不足への対応、労働者の職場環境の改善、熟練作業者の技能伝承等の効果がある。さらにコロナ禍で急速に需要が高まったリモートワークを、工場の生産現場へも適用するリモートファクトリー化も推進していく。

7 これからのものづくり

当社では、設計から製造まで一連の検証をサイバー空間

上で再現する「デジタルツイン技術」を適用することにより、開発初期から性能や製造性を最適化可能とするような情報科学と連動させた新たなものづくりフローの構築を目指している。

また、3Dプリンターに代表される素材を積み重ねて形をつくる製造方法である付加製造AM (Additive Manufacturing) 技術の発展は目覚ましく、欧米を中心に実用化が進展している状況にある。AM技術は従来製法に比べて設計の自由度が大きく、性能を大幅に変革できるだけでなく、昨今のデジタル化との親和性も高く、設計や製造におけるプロセスの大幅な効率化 (コスト・リードタイム・省エネ) を実現するポテンシャルを有する。したがって、本技術に付随する設計技術: Design for AMを構築し、新たな合金設計や材料創製などマテリアルズ・インフォマティクスを推進することにより当社製品の付加価値化につながると考える。

これらの取組みにより、生産技術開発の高度化や新たな材料開発を実現し、設計や製造プロセスを変革していくとともに、当社製品の付加価値化により、国際的な市場競争力の維持・強化に向けて貢献していく。

あとがき

当社は、当社独自の生産方式であるKPSを規範として、ものづくりを進めてきた。そして現在、「Kawasaki DX」を推進してデジタル技術を全社的に積極的に活用することを進めている。

ものづくり分野において、当社が長年培ってきたKPSによる技術と発想力に、DXによるAIなどのデジタルの力で広い視野とつながりを掛け合わせ、KPSを革新的に深化させ、多様な価値観とスピード感のある企業文化に変革させることで、「カワる、サキへ。」を推進していく。