

第2節 産業タイプ別の第四次産業革命への対応

我が国において製造業は、引き続き GDP の約2割を占める経済の屋台骨を成す重要な産業であり、経済のデジタル化などを特徴とする「第四次産業革命」が進展する中、積極的に変革を進めることが期待される。

第四次産業革命では、「データ」の利活用が付加価値の源泉になるといわれる中、Web や SNS などのネット空間での活動から生じるバーチャルデータについては、グーグル、アマゾン、フェイスブック、アップルなどの米国の IT 企業の影響力が極めて大きく、データを活用した新たなサービスや BtoC の新商品開発を展開し、それぞれがプラットフォーマーとして熾烈な争いを展開している。このようなインターネットデータなどのバーチャルデータの利活用は、データの「量」での勝負となっている側面があり、すでに米国 IT 系企業などの独壇場とも言える状況にある。一方で、工場設備の稼働データなど、実世界での活動についてセンサーなどを通じて取得されるリアルデータの利活用については、データの「質」での勝負となる可能性があり、今後の対応次第では製造業企業が主導権を握ることができる可能性があると考えられる。

このような情勢の中で、欧米で代表的な製造業企業である GE (米国) やシーメンス (ドイツ) などは、ソフトウェア会社の設立や買収などによって、自社内のデジタル化を図るとともに、ソリューション展開による利益拡大を加速している。それは、ハードウェア単体での差別化が容易でなく、ハードウェア性能だけでは大きな付加価値を得ることが難しくなる中、顧客価値の最大化に向けて、顧客の課題や潜在ニーズに応じたサービス・ソリューションの提供を通じて差別化を図り、付加価値を高めることを企図したものと思われる。

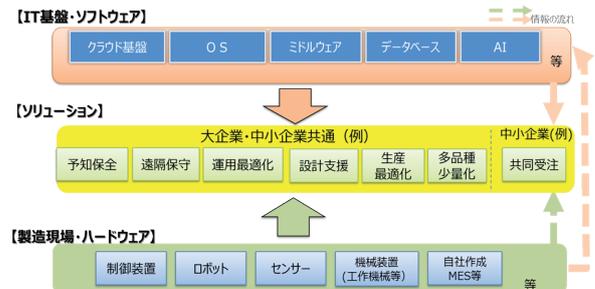
このように、今日の製造業においては、これまでの優れたハードウェアを低コストで提供することを目指す視点だけではなく、今一度、顧客起点に立ち戻って、顧客の課題や潜在ニーズに応えるために何が求められているのか、また、どのような提供方法が最適かなども含めて検討し、その全体のビジネスモデルの中に自社の優れたハードウェア・ものづくり力を活かす視点が重要となっていると考えられる。

また、そうした視点においては、製造業とサービス業の垣根が低くなり、ハードウェアとソフトウェアの融合によって、いかに迅速に「ソリューション」を提供できるかが重要となると考えられる (図 115-1 (再掲))。

付加価値の中心が顧客価値の実現に向けたソリューションへとシフトしていく中、日本の「強み」といわれる優れたハードウェア・ものづくり力を梃子に、現場データを持つ強みを最大限活かして、顧客に対して迅速にソリューション提供を図ることが差別化のポイントとなってきている。その実現に向けた方法としては、自らがソフトウェア分野などの能力獲得を行う方法もあれば、IT 系企業と協業することで能力獲得を実現する

方法もあると考えられるが、いずれにしても、いち早くソリューション提供者というポジションの確保を目指すことが必要となっている。

(再掲) 図 115-1 製造業のバリューチェーン



資料：経済産業省作成

また、このようなビジネスモデルを構築していくには、ツールとして IoT、ビッグデータ、AI などに代表されるデジタル技術の利活用を積極的に進めることが重要になってくる。このような IoT などのデジタル技術は、データを核に幅広い事業活動において生産性向上や新たな付加価値獲得に向けた知見をもたらす。具体的には、リアルタイムあるいは短期間で製品や製造装置、施設、サプライチェーンなどの運用を「最適化」し続け、ものづくり業務プロセスへ変革をもたらす。また、異常や異常の検知・リスクの検出などの「予知保全」や「遠隔保守」、さらにはデジタル的な「技能継承」などを可能とする。IoT を通じて得られた情報を起点に、バリューチェーンの上流や下流に位置するプレーヤーと連携しながら、顧客別に製品をサービス化するなど、様々な事業の付加価値を高める動きにつなげることもできる。

一方、そうした取組に当たっては、同じ製造業でも産業のタイプにより、上記のデジタル技術などの活用方策や取組の特徴が異なると考えられ、取組に際しての留意点を明らかにしつつ具体的な取組を進めることにより、より効果的・効率的な取組とすることができると考えられる。

具体的には、例えば、自動車や産業機械などの組立型産業と、鉄鋼や化学などのプラントにおいて生産を行う素材系のプロセス型産業とでは、デジタル技術の活用が期待される工程や活用順序なども異なると考えられる。

このため、本節では、データの利活用やデジタル技術の活用を特徴とする第四次産業革命への対応に向け、製造業を産業タイプ別に分けた上で取組の特徴などについて、具体的な取組事例なども交えて論じる。

1 顧客などの課題解決を行う「ソリューション」起点でのデジタル技術の活用

IoTをはじめとした第四次産業革命に関連した最新のデジタル技術はあくまで「ツール」であり、最終的な目的は顧客の課題を解決すること、顧客に最適なソリューションを効果的・効率的に届けることにあり、また、そのために自らの能力を高めるための取組も重要となる。

そうした中、典型的なソリューションとしては、例えば、直接的な顧客との関係では、納入した機器などの「予知保全」「遠隔保守」、さらにはそれら機器などの「運用最適化」などが挙げられる。また、例えば、衣服にセンサー機能を織り込み、生体データを取得することにより健康サービスや運動能力向上に活かすなど、「全く新たなサービス提供」を行うことも考えられる。これらは、「直接的なユーザー価値の向上」につながるソリューションと位置づけることができる。

また、顧客に最も効果的・効率的に製品・サービスなどを通じたソリューション提供を行うために、自社及び関連企業と連携して能力を高める取組も重要であり、例えば、強化された計

算能力やAIなどを研究開発などに活用する「R&D支援」、顧客の使用データなどを分析することによる「企画支援」、モデルベース開発をはじめとする「設計支援」、サプライチェーンとエンジニアリングチェーンをシームレスにつなぐことなどによる「生産最適化」「多品種少量生産」、工場ごとの繁忙期の平準化などを可能とする「共同受注」、デジタル化により匠の技の継承を容易とする「技能継承」、サプライチェーン連携などによる「物流最適化」、顧客の使用データなどを分析することによる「販売予測」などの自社の課題解決型ソリューションが考えられる。これらは、「自社の最適化や効率化向上を通じた生産性や付加価値の向上」への取組であるが、その最終的な目的としては顧客へ提供する様々な価値を高めていくことにある(図121-1)。

重要なのは、顧客のニーズ対応、課題解決を図る「ソリューション」起点で物事を考え、その実現手段としてIoT、ビッグデータやAIなどのデジタル技術を積極的に活用していくアプローチであり、技術導入を行うこと自体が目的化しないことである。

図121-1 想定しうるソリューションの例

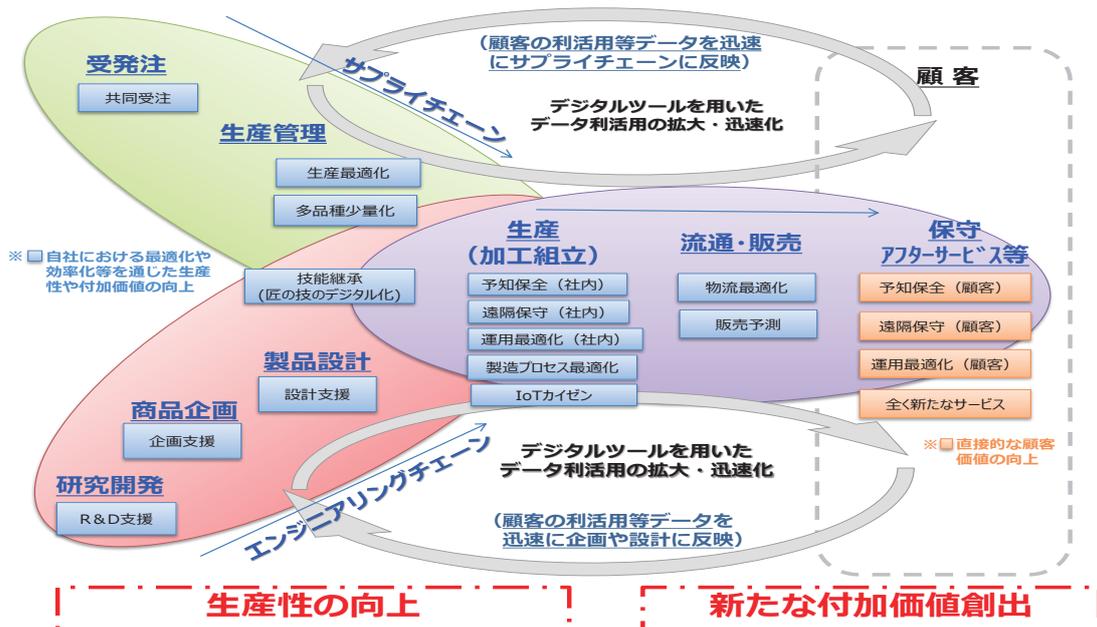


資料：経済産業省作成

また、最新のデジタル技術を使うことによるソリューションは、研究開発－製品設計－生産－保守などの「エンジニアリングチェーン」と、受発注－生産管理－生産－流通－販売－アフターサービスなどの「サプライチェーン」の双方の各所に位置づけられる。双方のチェーンにおいてデジタルツールを用いたデータの利活用の拡大・迅速化を進めることで、生産性の向上

や新たな付加価値の創出の実現を図っていくことが必要となっている。さらには、顧客の利活用状況などのデータを迅速にエンジニアリングチェーンにフィードバックし、新たな商品企画や設計の向上に反映させることや、サプライチェーンにフィードバックすることにより、価値の高いものづくりをより効率的に実施できる可能性が高まる(図121-2)。

図 121-2 想定しうるソリューション例とその位置づけ



資料：経済産業省作成

2 製造業・産業タイプ別の分類

第四次産業革命はデータの利活用を1つの特徴としており、そうした観点から産業を大別することを試みると、1つの考え方として、「エンドユーザーとの距離（サプライチェーン上で占める位置関係）」や「データ取得対象の物性（生産プロセス）」により分類することが考えられる（図 122-1）。

これらを4つに大括り化すると以下の類型化が考えられる。（※図 122-1 が示すとおり、大括り化した4つのタイプの複数にまたがる産業もちろん存在しており、主なところ以下を位置づけたもの。）

① 最終製品

自動車、電気機器、航空機、日用品、食料品、医薬品・化粧

品など

② 部品・部材

輸送用機械部品、電子部品、金属製品 など

③ 素材

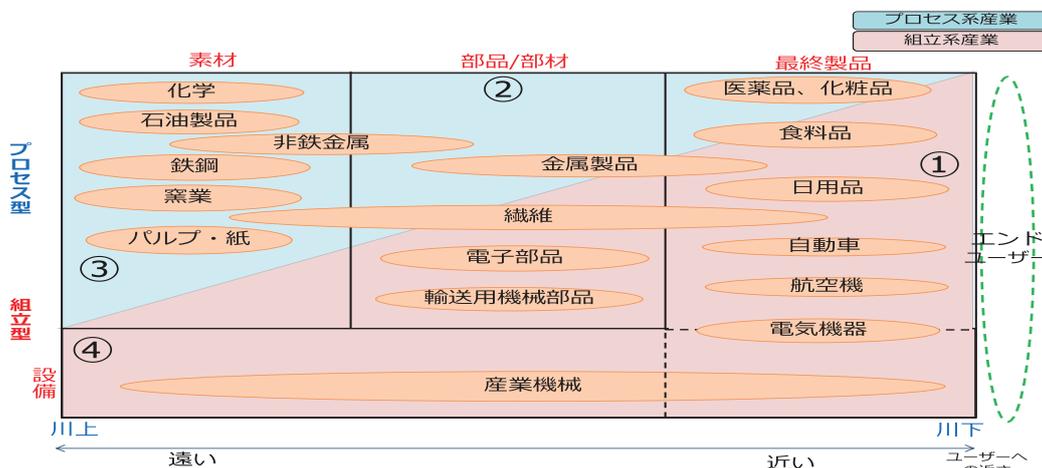
化学、石油製品、鉄鋼、非鉄金属、窯業、パルプ・紙、繊維 など

④ 設備

産業機械 など

デジタル技術の活用を特徴とする第四次産業革命の波は、濃淡がある程度存在するが、産業の種類によらず、また企業規模にかかわらず幅広く関係するものと考えられ、また、経済のデジタル化が進展する中、今後、その影響はますます増大していくものと思われる。

図 122-1 産業分類イメージ



資料：経済産業省作成

以下では、上記の大括り化した産業タイプごとに、どのような取組が行われ、また、その中でも、ポジショニングの特性などを考慮すると、どのような特徴を有するかなどを、具体的な事例も交えて明らかにすることを試みる。

3 製造業・産業タイプ別の取組の方向性

(1) 最終製品

① 特徴

(ア) 顧客との常時コンタクトを通じたサービス・ソリューション展開など

- ・最終製品を扱っており、当該産業群の特徴としては、エンドユーザーに近く、製品にセンサーやデバイスの組み込みが容易であることが挙げられる。この利点を活かして、「予知保全」「遠隔保守」「運用最適化」などを行いやすい。また、組み込みソフトの更新による製品自体の更新も可能である。このため、エンドユーザーと常時コンタクトをとるビジネスモデルを組み立てやすく、モノの利用によるサービス・ソリューション展開を行いやすいポジションにある。

(イ) エンジニアリングチェーンのコンカレント化

- ・最終製品の機能の高度化・複雑化が一層進む一方、市場に出すまでの時間的制約も引き続き大きい。そうした中、自動車などを始めとして設計手法についてもデジタルツールを最大限に活用したモデルベース開発の活用など、「設計支援」に関する広範な利活用が期待される。

(ウ) 多品種少量生産のリアルタイム実現

- ・顧客ニーズが短期サイクルで多様化する中で、これまでの部品の共通化などによるコスト削減志向とは別に、顧客の多様なニーズへの対応が価値として認識され、コスト増を上回る売価アップを実現していくことに主眼が移ってきている。その1つとして、個別注文への対応をデジタルツールで可能とすることで多品種少量生産のリアルタイム実現が期待される。

② 取組例

(ア) 顧客との常時コンタクトを通じたサービス・ソリューション展開など

【自動車】

センシングデータの集約や事故情報のデジタル化により、自動車の自動走行の実現に必要な認識・判断技術などの向上が図られている。また、自動車の稼働状況データの把握による製品・部品の予知保全や使用履歴に応じた保険サービスなど、様々なサービス提供が考えられている。

<自動走行の実現に必要な認識・判断技術などの向上：自動車メーカーなど>：「全く新たなサービス」

- ・自動走行の実現に向け必要となる技術のうち、センサーにより周辺環境を認識する技術、周辺車両などの挙動を先読みして障害物がないと判断して走行を開始する技術があ

る。これら技術の開発については、開発効率を向上させるために、我が国産学官の協調により、走行映像などのセンシングデータや運転行動データのデータベース作成に向けた取組や、交通事故データのデジタル化、そのデータベース作成に向けた取組が進められている。

<いすゞ自動車(株)>：「予知保全(顧客)」

- ・トラック製造大手の同社では、トラックなどの部品の使用データを監視するサービスを提供し、トラックなどの稼働の維持支援を実施している。本サービスを始める前からクラウド上に蓄積していたエンジンなどを構成する部品100点以上のデータを教師データとして故障原因を特定する機械学習のアルゴリズムを鍛え、正確な故障原因の特定を実現。また、故障の前兆と考えられるデータを特定・分析し、故障予兆や予防も実施している。

<IoTの自動車保険への応用：保険会社など>：「全く新たなサービス」

- ・走行距離や運転特性といった運転者ごとの運転情報を取得・分析し、その情報を基に保険料を算定するテレマティクス保険(IoTを活用して得た運転特性によって算定する「運転行動連動型」と、運転距離によって算定する「走行距離連動型」が存在)が海外では普及しつつあるが、日本国内の保険会社なども、同サービスの展開を試み始めている。

【建設機械・農業機械・産業用ボイラー・エアコンなど】

建設機械や農業機械からのセンサーデータを利用した故障予知・保守点検サービス展開に加えて、製品を利用する作業不足や技能低下を解消するための運用知の形式知化や運用最適化の取組も行われている。

<コマツ>：「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

- ・コラム参照

<(株)クボタ>：「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

- ・農業機械大手の同社では、農業機械とICTを利用して作業・作物情報(収量、食味)を収集し活用できる営農サービス支援システム「KSAS」を通じて、農業経営を支援している(2015年版白書に詳細紹介)。これに加えて、トラクター・田植機・コンバインの3機種において、GPSを活用して人が乗らずに自動で運転できる自動運転農業機械を開発。今後、日本メーカーとしては初めて自動運転トラクターのモニター販売を開始する予定である。

<日立建機(株)>：「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

- ・建設機械大手の同社では、自社建機に異常が発生した場合に、自動的に顧客と関係代理店に電子メールで通知するとともに、代理店へ具体的な対処方法を同時進行で連絡する

仕組みを構築している。また、自社の建機に取り付けられたセンサーからのデータを元に、世界中の建設機械の稼働情報を見える化・分析などを実施し、新しいサービス内容の開発などに生かしている。

<ヤンマー(株)>:「企画支援」「遠隔保守(顧客)」「運用最適化(顧客)」
・農業機械大手の同社では、農業機械などから得られる各種センサーやアクチュエータなどの情報とGPS情報を解析し、顧客に運用最適化や遠隔保守などのサービスを提供している。また、その情報は企画や設計にフィードバックされ、商品改善や次期モデル開発にも活用されている。なお、同社は自立走行ができるロボットトラクターの開発を進めており、ICTを活用した商品の拡充を進めている。

<三浦工業(株)>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」
・コラム参照

<ケーザー・コンプレッサー(株)>:「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」「全く新たなサービス」
・安価で使いやすい動力源としてあらゆる製造現場で利用される圧縮空気を作るコンプレッサー大手の同社では、従来からリモートセンシングを利用して稼働状況をモニタリングし、予知保全を実施することによって稼働率の向上やサービスコストの削減を図っていた。そのような中、同社は、コンプレッサーの運用を顧客に代わって実施し、供給した空気の容量に応じて課金する新たなビジネスを開始。これにより、圧縮空気は固定費から変動費になり、初期費用が不要となったため、これまでコンプレッサーを購入していた大口の圧縮空気ユーザーだけでなく、小口のユーザーの開拓に成功した。これにより、ユーザーは、効率の

良い新製品が出た場合に装置の入れ替えをしやすく、さらなるコストダウンが図れる点のメリットをもたらした(2015年版白書に詳細紹介)。

<STILL>:「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」「全く新たなサービス」
・ドイツのフォークリフトメーカーの同社では、物流の現場などで使うフォークリフトの運搬距離データを用いて、距離に応じて従量課金するサービスを提供している。また、同社の製品は、無人操作でそれぞれが自律的に稼働するロボットフォークリフトとなっており、物流センター内での混雑情報などから最適ルートを割り出して、その解析データから導き出したムダを省いた物流業務をサービスとして提供している点に特徴がある。

<ダイキン工業(株)>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」
・業務用空調機大手の同社では、業務用空調機の状態監視を行うことによって機器の故障予知などを行う「エアネットサービス」を提供している。世界中で稼働する同社の空調機に取り付けられたセンサーが、室内機では熱交換器やエアフィルターの汚れ、室外機では送風機や圧縮機の異常、冷媒漏れなどの様々なデータを1分ごとにオンラインで取得。取得したデータは同社のエアネットコントロールセンターに集約され、独自の診断ロジックを活用し故障予知を行う。また、累積稼働時間の把握によって部品の交換時期を予測することも行っている。このように、エアネットサービスは、機器の故障予知によるランニングコスト低減とともに、電力使用量も含めて機器の稼働状況を見える化することによる省エネ運転の提案をパッケージ化したサービスとなっている(2015年版白書に詳細紹介)。

コラム

コマツ流の「つながる化」による生産改革で、サプライヤーを巻き込んだダントツ商品の生産現場のさらなる強化を目指す・・・コマツ

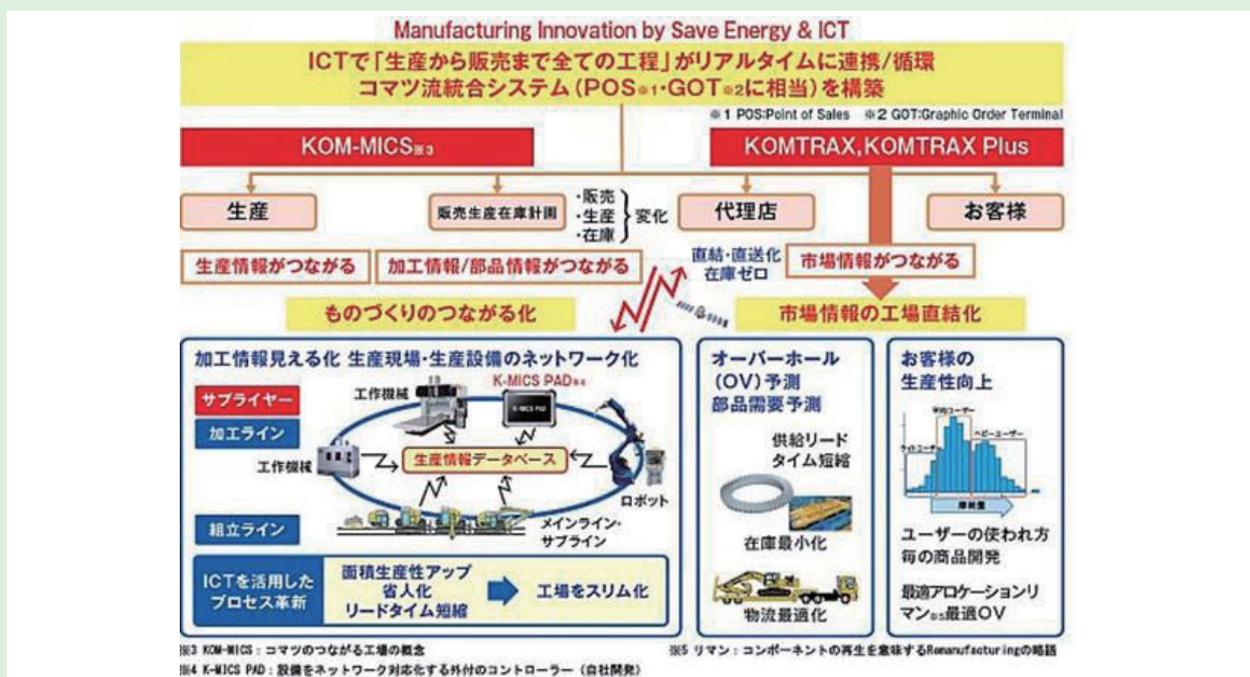
物で勝負するビジネスをベースに、サービスやソリューションを提供するビジネスモデルへも展開しているコマツが力を入れているスマートコンストラクションとは、建設現場や土木工事のあらゆる情報をICTでつないで施工全体を見える化し、安全で生産性の高い現場を実現するソリューションを提供するサービスである。経験の浅いオペレーターでも簡単に操作できる半自動化されたICT建機やドローンによる測量などで集めた3DデータをKomConnect(コムコネクト)というクラウドをベースとするオープンプラットフォームに吸い上げ、必要な時に必要なデータをいつでもどこでもクラウドから取得し活用できるサービスを提供している。

同社の工場では環境・安全・ICTの分野で先進性を持つ「ダントツ商品」が生産されており、このダントツ商品が同社のスマートコンストラクションを支えるコアとなっている。そもそも、このスマートコンストラクションの発想も、同社がダントツ商品のものづくりで培ってきた生産性の高い生産現場を土木工事や建設現場にも適用できないかと考えたところに端を発している。

同社では2015年からその生産現場のさらなる改革に着手しており、工場における工作機械やロボットなどの生産設備や、生産ラインの稼働情報をIoTにより見える化。共有データベースに集約された情報に基づき、生産工程の改善案を立案し、生産性向上や、省人化及び生産リードタイムの短縮を図っている。既に世界の主要生産拠点の溶接ロボットはネットを通じてつながり、生産状況の把握が進んでいる。全世界で稼働している協力工場も含めた工作機械にタブレットを順次装

着し、そこから吸い上げたデータを共有活用できる仕組みづくりと改善を今後5年間で実行する。3D データで作業の様子を再現してリアルタイムで機械の無駄な動きを削減するなどして、ダントツ商品の生産現場のさらなる強化を目指している。

図 コマツ流「つながる化」の目指す方向



出所: コマツウェブサイト

コラム トラクターなどの農業機械の自動走行の実現などによる農業のスマート化

農業を巡る高齢化や新規就農者の不足などの厳しい状況の下で、ロボット技術やIT・IoTなどのデジタル技術の進展がこれらの課題解決の一助になりつつある。その筆頭格が、高精度GPSによる自動走行システムなどの導入による、トラクターなどの農業機械の夜間走行、複数走行、自動走行などの実現である。自動走行などの実現で、規模限界を打破し超省力・大規模生産が可能となるとともに、担い手不足という社会課題への解決策ともなる。

例えば、クボタやヤンマー、井関農機などの農業機械大手メーカーは、トラクター・田植機・コンバインなどの農業機械の自動運転の開発を始めている。これらの自動運転を実現する上で重要な技術となってくるのが、自機の位置把握・周辺状況認識などの認識技術、周辺の挙動を先読みして走行判断する判断技術などである。認識技術については、GPSも含むGNSS(Global Navigation Satellite System/ 全球測位衛星システム)がいかに高精度であるかが自動運転の鍵を握る。その点、1987年に設立されたベンチャー企業であるマゼランシステムズジャパン(株)が、農業機器・ロボットなどの自動運転に必要な、位置情報・速度及び姿勢情報を提供する高精度GNSSの開発に成功し、世界的にも競争力を有するシステムとして数多くの大手農業機械メーカーに提供している。このように、重要技術を有する企業と、農業機械の知見を持つ農業機械メーカーが協力して、農業機械の自動走行の実装化を図っている。一方で、AIなどを用いた判断技術の農業機械への導入については、特に日本においてはこれから実装を検討していくところであるが、世界的な農業機械のメーカーであるJohn Deere(株)などは、農業機械に、IoTに加えて、人工知能を含む先進的なソフトウェア・イノベーションを積極的に取り込み、活用する旨を発表するなど、判断技術の実装に向けた動きを本格化している。

他にも、アシストスーツによる収穫物の積み下ろしなど重労働の軽労化や、負担の大きな畦畔^{けいはん}などの除草作業の自動化によるきつい作業・危険な作業からの解放を実現したり、センシング技術や過去のデータを活用したきめ細やかな栽培(精密農業)によって従来にない多収・高品質生産を実現したりすることが可能となってきている。

以上のように、農業の分野においてもデジタル技術の発展及びそれに伴うデータの利活用は、農業の最適生産の実現の手法となりつつある。

同社は、1959年創業、日本で初めて「小型貫流ボイラー」を製品化し、小型で熱効率が高く、ユーザー側の免許不要との手軽さからマーケットは拡大したものの、故障時には自前での修理が難しく、ユーザーにとってもメーカーにとってもダウンタイムの発生や修理対応が課題となっていた。そうした中、1972年、創業者の三浦保氏によってボイラーの販売契約に有償の保守契約を設け、定期的に点検、維持管理することにより故障を未然に防ぐ「ピフォアメンテナンス」の考え方に基づき「保守契約制度」が創設された。1989年には機器と社をオンラインで結んだ「オンライン・メンテナンス」サービスの提供を開始、2016年10月末時点、国内では56,276台のボイラーに導入されている。

現在の仕組みでは、各種センサーをボイラーの様々な箇所に設置し、炎、圧力、温度、水位といった様々なデータを収集、データをもとにボイラー内のマイコンで制御しつつ、通信機能によって本社や各メンテナンス拠点にデータを発信している。例えば、ボイラーを複数台並べて運用しているケースでは、1台の故障を検知もしくは予知した場合、マイコンのAI機能によって、修理要請を発信しつつ、多重制御によるバックアップ運転や台数制御装置による正常なボイラーの稼働率を高めるといった機能を有する。

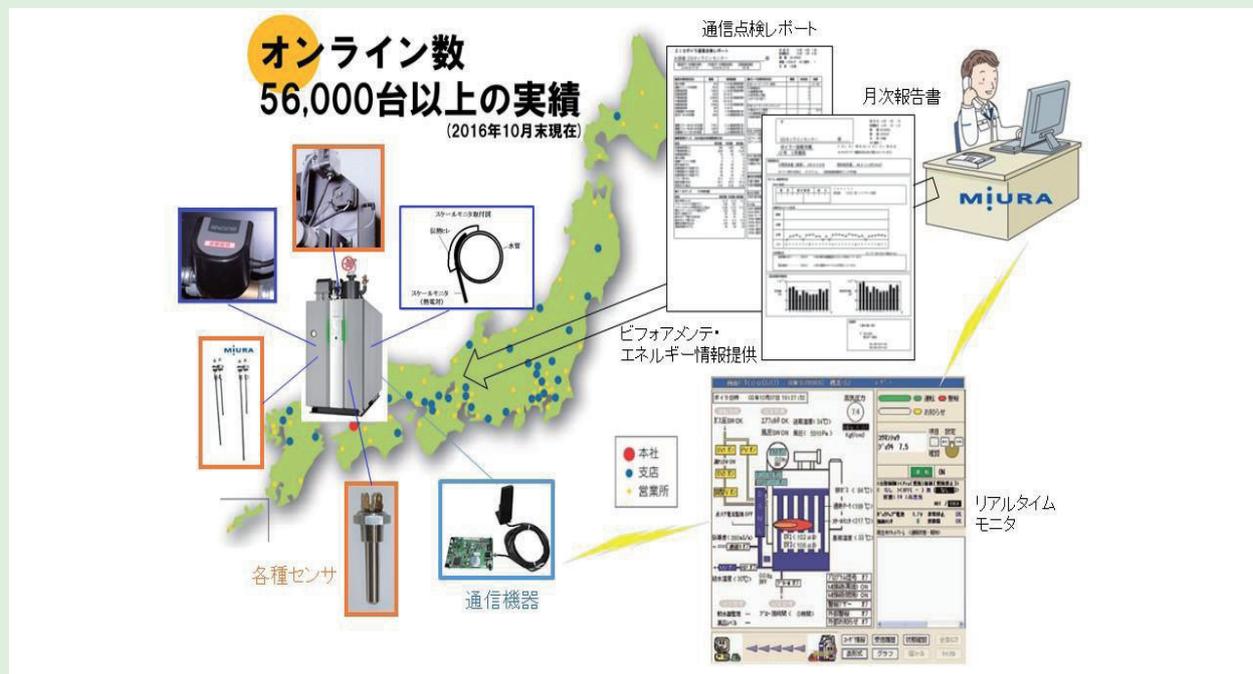
また、センシングデータの「ピフォアメンテナンス」への活用形態は主に、①定期メンテナンスデータの取得、②お知らせ通知（故障予測）③重故障通知の3つである。①は定期メンテナンス時にボイラーの履歴データと過去の耐性データをもとに、部品交換時期などの検討に役立てるもの。②は各種センサーからの運用データをもとに数値に異常が見られた場合は故障に先立ってサービスエンジニアに通知するもの。③は故障を検知して通知するものである。基本的にデータはローカルサーバーに蓄積され、通知と同時に蓄積データとリアルタイムデータが平日日中は各地のメンテナンス拠点に、夜間休日は愛媛の本社にあるZISオンラインセンターに送られる。③に関しては、実際は操作ミスや水や電気が来ていなかった、という話が意外と多く、遠隔で対応できるケースが多い。例えば、最近5年間の異常受信の対応割合は、56%をZISオンラインセンターで、残り44%を各地のメンテナンス拠点でフォローしており、ZISオンラインセンターで受けた異常受信のうち91%はモニター対応だけで済んでおり、8%が電話対応、出向対応は1%未満となっている。

また、収集したデータは「ピフォアメンテナンス」のみならず、製品開発にもフィードバックを行っている。旧来、ボイラー不調の三大要因の1つであった逆止弁の逆流による駆けつけ回数がワースト1であったが、同社では当該部品の先行交換に加えて、ダブルシール構造の新型逆止弁を自社開発した。その結果、旧型逆止弁を搭載したボイラーで0.117%だった逆流アラームの発生率を2015年度の実績で0.014%まで削減、異常発生率は約88%低減した。

さらに近年では、特に「エネルギー使用量の見える化」への関心の高まりから、工場設備などの稼働データを実測して設備更新や適正化などの提案を行う省エネ診断の要望が、5年前は3,000件/年ほどだったものが、2015年度には約5,000件/年へと年々増加している。また、蒸気を発生させるためにボイラー内に水を循環させる際、水質によって熱効率が変化するため、水質管理がボイラーの効率運用において重要なファクターとなっている。そのため、同社では全国各地での水質データを収集しており、そうしたビッグデータを活用した水質管理ソリューションも提供している。

当初、「ピフォアメンテナンス」をスタートした際は、メンテナンスを有償化し、提供前にメンテナンス料を受領することに社内外の反発もあったものの、長年の取組のノウハウにより導入効果を示すことで受け入れられるようになったという。一方、契約を結ぶということは、万一の場合の責任は同社の負担になることを自覚し、その覚悟でメンテナンスサービスやソリューションの提供を行っている。

図 サービス例



出所：三浦工業（株）より提供

【電気機器（プリンター）】

複合機の稼働情報を利用した遠隔保守・予知保全サービス展開に加えて、顧客利活用データを分析することによる販売予測や商品提案に結びつける取組が行われている。

＜キャノン(株)＞：「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

・オフィス用複合機メーカーの同社では、複合機及びレーザービームプリンターを遠隔モニタリングするシステムをサービスとして提供している。カウンターの自動検針、エラーや紙づまり及びトナーの残量の情報をオンラインサポートシステムへ自動通知することで、管理業務や消耗品の在庫スペースの効率化を実現。さらに、万が一トラブルが起きた際の速やかな対応を可能とするサービスも展開している。

＜コニカミノルタ(株)＞：「販売予測」「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

・オフィス用複合機メーカーの同社では、顧客のオフィスにおける利用状況であるマシンデータを遠隔診断で活用し保守の効率化を実現している。さらには、過去の販売実績などから買う確率の高い顧客像のモデル化にも乗り出しており、分析の結果得られた顧客特性に合った営業・提案を実施している。

＜サトーホールディングス(株)＞：「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

・ラベルプリンター大手の同社では、センサー情報やエラー・発行枚数などをインターネット経由で収集・蓄積・データ分析をすることで、故障予知など保守サービスの無料オ

ンラインサービスとして提供を開始している。また、24時間365日いつでもプリンター状態をクラウド上で確認し、プリンターの稼働状況からタイムリーな予防点検が可能となることで、オンライン上で保守が必要と判断すれば故障していなくてもサービス要員が駆けつける迅速な対応も提供している。

＜(株)ニューマインド＞：「予知保全(顧客)」

・食品などへのデザイン印刷など特殊プリンター事業を展開する同社では、プリンターを販売後の顧客の利用状況や故障が発生した場合の原因の把握、インク残量や使用状況などを容易に把握するために、可食プリンターに搭載されているセンサーからデータ（温度・湿度などの環境データ、プリンターヘッド動作状況など）を取得・蓄積し、クラウド上に保存するIoTの仕組みを開発した。自社製品をIoT化することで、顧客による可食プリンターの使用状況をデータとして把握することができ、メーカーとして顧客先での製品の故障原因の適切な検証や、インクなどの補給品を適切なタイミングで提供可能になるなど、顧客サポートの充実や、営業コストの削減などの効果を期待している。

＜(株)リコー＞：「販売予測」「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

・オフィス用複合機メーカーの同社では、インターネット経由で同社の複合機の稼働情報を取得し、遠隔からの保守やトナーの自動配送・印刷枚数などの機器使用状況を管理するサービスを提供している。また、複合機の故障を予測し

対応することで、顧客のダウンタイム軽減を図っている。さらには、顧客の購買情報や経済情勢などの情報を組み合わせることで、買う確率の高い顧客の傾向を見だし、効率的な営業に利用することができるようにしている。これらの取組は、営業担当の暗黙知の形式知化にも役立っている。

【電気機器（スマート家電）】

消費者の暮らしの中で直接ユーザーと接点を有する企業が、スマートホーム分野のIoT製品やその関連データを活用したサービスを開発・提供する取組が、国内外で広がっている。例えば、米国Amazonが音声認識AIである「Alexa」と音声認識対応スピーカー「Echo」を販売した2015年以降、音声によって、機器などの制御（音楽再生など）や、機器に関連しないサービス（気象情報などの情報提供、オンライン注文など）の提供がなされるようになり、音声認識デバイスが、新たなユーザーインターフェイス（UI）としての地位を確立しつつある（例えば、米国の家電見本市「CES 2017」ではAmazonの「Alexa」・「Echo」に対応したデバイスが700点以上出展された）。

ネットワーク接続機能を有する機器が増える中、最近では上記のように音声認識AIなどを通じて機器制御やサービス提供を行う、いわゆる「UIプラットフォーム」が複数生まれており、機器メーカー側も、一つのUIにロックインされるのではなく、複数のUIに対応した（複数のUIプラットフォームに接続可能な）製品を作る傾向が見られるようになった。今後、機器メーカーがクラウド環境を活用し、単なる「機器売り」ビジネスモデルからサービスとセットにした「ソリューション型ビジネスモデル」へ転換を図っていくためには、関連データの活用や異業種が提供するサービスとの連携により、機器の付加価値を向上させ、他社と差別化を図ることが重要である。

<LG電子、独フォルクスワーゲン>:「遠隔保守(顧客)」「全く新たなサービス」

・両社は、2016年に、自動車とスマートホームを接続する「クロスオーバー・プラットフォーム」の開発に向けた業務提携を締結。車で帰宅中に自宅のエアコンや照明をつけたりできるほか、外出時には自宅の照明が自動で消え、家電製品も節電モードに切り替わる。スマート機器分野でLG電子が持つ強みとフォルクスワーゲンの自動車技術を融合させ、移動手段の革新を呼び起こすことを目指している。

<イッツ・コミュニケーションズ(株)、Connected Design(株)>:「遠隔保守(顧客)」「全く新たなサービス」

・両社が開発・提供している住宅向けIoTサービス「インテリジェントホーム」は、IPカメラ、スマートロック（電子錠）、センサー（ドア・窓センサー、モーションセンサー）、

家電コントローラ、スマートライトなどのデバイス（機器）一式を、インターネット回線を経由し、専用アプリを利用して顧客の端末（スマートフォン・タブレット）から遠隔でコントロールできるホーム・コントロール及びホーム・モニタリング型IoTサービスである。また、顧客の目的に合わせてサービスを自由にカスタマイズでき、必要な複数の機器を組み合わせることで独自のルールを作ることができるのが特徴となっており、2017年5月にはLINEアプリで「インテリジェントホーム」のIoT機器を操作することができる機能を提供開始したほか、世界中に公開されている400以上のチャンネルが登録されているIoT連携基盤「IFTTT」にチャンネル登録し、公開した。

< Bosch > :「遠隔保守(顧客)」「全く新たなサービス」

・同社では、スマート家電をつなげるプラットフォームHomeConnectを推進。台所アシストロボ「マイキー」は音声認識機能を備えており、冷蔵庫の在庫情報と連携したレシピ情報の提供が可能となる。また、オープンや給湯器、ボイラーも接続されており、全てWi-Fi経由でBoschクラウドに接続する仕組み。今後、自動車に乗りながら音声で家電を制御することも検討中。

<シャープ(株)>:「遠隔保守(顧客)」「全く新しいサービス」

・同社ではスマートホームのコンセプトとして、「AIoT（モノの人工知能化）」を掲げ、「我が家流に賢く成長し、すぐにサービスにつながり人に寄り添う家電」の開発を進めている。既に、「COCORO+家電」で冷蔵庫、調理家電、加湿空気清浄機、エアコン、などで音声コミュニケーションを実現し、自社のスマートフォンアプリケーションや外部サービスとの連携による機器の付加価値向上を目指している。

< AugustHome > :「遠隔保守(顧客)」「全く新しいサービス」

・同社は、スマートロックデバイスを取り扱う米国のスタートアップ企業。カメラ付き、ナンバーキー付きのものなど複数種類を展開。DIY（Do It Yourself）のように個人で購入して必要に応じて変更することで、既存システムに追加が可能。また、従来の鍵もそのまま使用できるよう、扉の外側ではなく内側に取り付ける。いずれもスマートフォンと連動し、遠隔操作が可能であり、Airbnb向けのビジネスも展開。また、Apple Homekit、Amazon「Alexa」「Echo」、Google Homeとの連携も行っている。

< (株) tsumug > :「遠隔保守(顧客)」「全く新しいサービス」

・コラム詳細

コラム 鍵のシェアリングによる新たなビジネスモデルへの挑戦・・・(株) tsumug

(株) tsumug は、2015年12月設立のスマートロックを扱うものづくりベンチャー企業である。スマートロックを事業テーマに掲げる企業は複数あるものの、その多くは物理的な鍵との併用方式となっている。一方、同社 CEO の牧田氏は、自身が鍵の複製による被害にあったこともあり「tsumug では安心・安全を追及し、複製される可能性のある物理鍵は使用しないスマートロックの開発を目的としている。」と語る。他社がドアの内側に取り付ける施錠部分に被せる構造であるのに対し、同社のスマートロックでは、ドアの外側に取り付ける鍵穴の部分（シリンダー）と交換することで装着され、不動産管理会社が入居者の入れ替えなどで通常業務として行うシリンダー交換に合わせて装着できるようになっている。シリンダーを外してしまうので、物理鍵は使わないことになる。

また、同社では物理鍵の点以外にも、「安心・安全」を担保するために様々な対策を行っている。製品の特徴として、スマートロックデバイス自体に通信機能を付与しており、ゲートウェイとして様々な機器との接続が可能であることが挙げられる。その際、ネットワーク環境の構築を自社で行うのではなく、日本及び米国企業2社がそれぞれ提供している2つのネットワーク環境を採用することで、万一その環境にトラブルが生じた場合、「鍵が開かない」といった事態が発生するのを防ぐなどリスク分散を図っている。また、バッテリーについてもデバイス内に二つバッテリーを内蔵しており、片方の充電が切れるともう片方の電源から供給されると同時に充電アラームが通知される仕組みとしている。

ただし、牧田社長は元々不動産業界の出身であり、製造業の経験があった訳ではない。同社はものづくりベンチャー企業を対象としたコワーキングスペースである DMM.make AKIBA を開発拠点としており、プロトタイピングなどの活動を行っていた。その中で拠点を通じて、シャープ（株）が提供しているアクセラレーションプログラム第1号として参加したことで、「ものづくりの各工程において担い手となる工場との仲介支援や、品質管理、知財管理など、プロジェクト全体のマネージング支援を受け、効率良く量産化まで持っていくことが出来た」と牧田社長は語る。

もともと、tsumug という社名は「紬ぐ」という言葉から名づけたものであり、ものづくり、ネットワーク、アプリケーションなど様々な技術的要素が必要となるビジネスモデルにおいて、他社とのつながりによるオープンイノベーションを第1に掲げ、そうした意味を持つ言葉を社名にしている。その言葉通り、製品化に至るまでの過程のみならず、製品販売後のサービス提供についても他社との連携を志向しており、開閉管理・防犯通知・貸鍵機能といったスマートロックそのものの Web サービスの提供のみならず、API を開放することで他のスマート家電や宅配、見守りといった様々な生活関連サービスとの接続によって付加価値の増大を図っている。収益モデルとしても、デバイス販売によるモノ売り型ではなく、こうした Web サービスを通じたコト売り型のビジネス展開を予定。

このように、様々な企業との連携のもと、スマートロック事業は着実に前に進んでおり、2017年5月より、提携している不動産管理会社との実証を行った上で、夏頃の販売開始を予定している。

図 同社のスマートロック



出所：(株) tsumug より提供

【医療機器】

高齢化の進展や新興国の国際需要の拡大を受けグローバル市場が拡大傾向にある中で、高齢化社会の医療現場ニーズ(スタッフ不足、早期診断による医療の効率化など)に対応する手段として、IoTやAIなどのデジタル技術の利用可能性が高まっている。医療機器のIoTやAIを活用した医療機器開発だけでなく、在宅医療や遠隔地医療を可能とするシステム開発や治療室産業という新産業創出などの幅広い分野で取組が進められている。

<オムロンヘルスケア(株)>:「全く新たなサービス」

・健康医療機器も手がけるオムロン(株)の子会社である同社では、提供する健康医療機器で測定したデータ管理を始め、様々な健康・医療関連企業が提供するアプリケーションとの連携が可能なアプリケーション「OMRON connect(オムロンコネクト)」を提供。通信機能を有した血圧計や体重体組成計、活動量計からのデータをグラフ管理したり、OPTiM社の「ポケットドクター」サービスとの連携など、遠隔医療や予防医療のサポートを行ったりしている。

<(株)島津製作所>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

・医用画像診断機器などのメーカーである同社では、製品に組み込まれたセンサーから発信されるユニット稼働情報とユニットの自己診断機能による診断情報を常時監視し、不具合・故障の予兆を検出するリモートメンテナンス機能を製品に搭載しており、その情報を利用して遠隔地からの予防保全などを実現。さらに、機器が存在する院内ネットワークに接続されたPC上で製品運用を支援するソフトウェアを利用可能とするサービスも展開している。また、製造販売する分析機器・試験機の稼働情報、エラー情報及び消耗品の交換予想時期などをクラウド・サーバに収集し、機器の稼働時間、稼働率、ダウンタイムの計測、点検時期のスケジューリングなどに役立てるサービス提供も実施している。

<富士フイルム(株)>:「運用最適化(顧客)」「全く新たなサービス提供」

・医療・ライフサイエンス分野も手がける同社では、医療用画像管理システムに蓄積されたCTやMRIなどの画像データを活用し、高精度な3次元画像解析を実現するとともに、解析により作成された内臓器官の3次元画像を利用して、医師が難度の高い手術を事前にシミュレーションを行うことを可能としている。

コラム

我が国医療機器産業における第四次産業革命の取組

少子高齢化や人口減少が加速する中、医療分野におけるICT化・デジタルデータの利活用を促進することにより、世界最先端の医療の実現による医療の質・安全性の向上・均一化、さらには、効果的・効率的な治療の実現による医療費の適正化を図ることが喫緊の課題となっている。また、日本発の革新的な医療機器などを創出し、グローバル市場への普及を図ることにより、医療機器分野に係る国際貢献を図ることが期待される。

これらを踏まえ、経済産業省では「未来医療を実現する医療機器・システム研究開発事業」を通じて、ICT、AIを活用した世界最先端の革新的な医療機器・システムの実用化開発を進めている。

■例1:スマート治療室(東京女子医科大学を中心とするコンソーシアム)

東京女子医科大学を中心としたコンソーシアムで、「スマート治療室」の開発が進められている。

これは、治療室内の様々な医療機器をネットワーク上で接続することにより、治療室を、単に空間を提供するだけのものから、積極的に治療を行う機能を持つ1つの医療機器「スマート治療室」として機能させることで、治療の安全性と効果を向上させるプロジェクトである。

また、従来の機器単体ではなく、「治療室」をパッケージ化して商品化することにより、これまでになかった「治療室産業」を創出することも目指し、開発が進められている。

病院の治療室の中には、患者の状態(呼吸、血圧、心拍など)をリアルタイムでモニタリングする機器、患部の状態を診断する機器(顕微鏡、MRI、超音波診断装置など)、治療を行う機器(電気メスなど)など、多種多様な医療機器が設置されている。治療室の現場では、医師やスタッフがそれぞれの医療機器から発生する膨大な情報を個別に読み取り、頭の中で処理しつつ判断を下している。

「スマート治療室」では、これらの医療機器を、ミドルウェアを介して相互接続し、時系列を合わせて情報連携することにより、手術の進行や患者の状況など、各医療機器から発生する膨大な情報を統合・管理・分析し、医師やスタッフ間で共有することを可能としている。

この取組により、医師やスタッフ間の情報共有に係る負担を軽減するとともに、医療機器の設定ミスなどによるトラブルを防止するほか、得られた情報を活用して、術中診断支援や、手術の精度及び安全性の向上を図ることが期待される。

各医療機器を接続する役割を負うミドルウェアには、産業ロボット分野の管理に活用されている(株)デンソーの「ORiN」を医療機器用にカスタマイズした「OPeLiNK(オペリンク)」を採用している。

2016年度には、広島大学に「基本仕様モデル」を設置し、実際の手術シーンで検証を開始し、現在、東京女子医科大学に「最終目標モデル」のプロトタイプを設置し、様々な医療機器を接続・連携した実証試験を行っている。

また、諸外国においても、OR.net(ドイツ)を始めとして、同様に医療機器を情報接続するシステムの研究開発が進められている。国際標準規格策定などにおいては、これらのシステムとも連携を図りつつ、開発を推進していく。

図1 スマート治療室のプロトタイプ(東京女子医科大学)



資料：経済産業省作成

■例2：精神疾患の客観的評価デバイス(慶應義塾大学を中心とするコンソーシアム)

うつ病、躁うつ病などの精神科疾患の診断は、医師が患者と対面し会話を通じて行われている。重症度を評価する定量的な尺度(レーティングスケール)は存在するものの、患者への面談を通じて医師が主観・経験に基づき判定を行うため、検査に時間がかかり、短時間で定量的な評価を行うことが難しい。

このため、慶應義塾大学を中心としたコンソーシアムで、「精神症状の客観的評価をするデバイス」の開発が進められている。

当該デバイスでは、患者の表情解析や音声解析などの情報をもとに、ICTや機械学習を用いて、対象疾患の重症度を短時間で、客観的に評価することが可能となると期待される。また、当該デバイスにより、精神科の診療が効率化されるだけでなく、治療効果の確認、精神科薬の開発などへの展開も期待できる。

研究の取りまとめを慶應義塾大学、各種データの定量化をオムロン(株)、(株)システムフレンド、(株)アドバンストメディア、(株)FRONTEOヘルスケア、ソフトバンク(株)などが担当している。

ICTを利用した精神疾患の診断を行うデバイスの開発は、研究レベルでは世界的に進められているが、臨床的に利用可能なものはまだ存在しておらず、世界に先駆けて開発を行っている本プロジェクトの意義は大きい。

図2 ICTを活用した診療支援技術



資料：経済産業省作成

【客観的かつ定量的な情報・データ】

- 診断場面の記録
 - ・表情推定(喜怒哀楽)、経時変化
 - ・視線(まばたき、視線追跡)
 - ・声(会話回数、声の大きさ)
 - ・体動(動作速度、落ち着きのなさ)
- 日常生活場面の記録
 - ・睡眠(睡眠時間、睡眠パターン)
 - ・活動量(移動距離、活動範囲)
 - ・会話(内容、頻度)



カメラ、マイク、赤外線装置などにより、動作、音声、体動を捉え、リアルタイムで解析。

機械学習を活用し、医師の診断を支援。

【生活製品】

<アディダス>：「全く新たなサービス」

- ・ 同社では自社製品のスマート化にも取り組んでおり、2014年9月に「miCoach smartball」をリリース、サッカーボール自体にセンサーが組み込まれており、スピード、回転数、軌道、キックポイントなどが計測可能であり自身の癖を見える化することで上達に向けた適切なトレーニングが可能となる。

<オー・ド・ヴィ>：「予知保全（顧客）」

- ・ 飲料水自動販売機・浄水器の製造・販売・保守などを手掛ける同社は、スーパーマーケットなどに設置される飲料水の自動販売機を製造・販売しているが、自動販売機に

FOMA モジュールを導入し、稼働状況を自動的に収集する仕組みを構築。週に1回、水の販売量や濾過状態などの機器状況を自動販売機が自動的にメールで送信する。この取組により、自動販売機の稼働率の上昇や、顧客満足度の向上を達成した。また省力化によって業務規模拡大が可能になり、北海道から沖縄までのスーパーマーケットに設置できるようになった（2015年版白書に詳細紹介）。

<(株)ジンス>：「遠隔保守（顧客）」「予知保全（顧客）」「全く新たなサービス」

- ・ コラム参照

<西川産業（株）>：「全く新たなサービス」

- ・ コラム参照

コラム

外部との柔軟な連携によりゼロからIoTビジネスを立ち上げる・・・(株)ジンス

メガネの販売本数で日本一を誇る(株)ジンスは、2015年11月、メガネ型のウェアラブルデバイス「JINS MEME」(ジンス・ミーム)を発売した。フレーム内に3点式眼電位センサー(特許取得済)や加速度・ジャイロセンサーを搭載し、装着者の視線移動やまばたき、体の動きやバランスの偏りをデータとして取得。専用のアプリケーションや外部のサービスと連携することで、集中の程度を測定したり、運転中の眠気の推定、ランニングのフォーム改善など、様々な用途で活用できる。

ウェアラブルデバイスの開発という既存事業とは大きく異なるテーマに取り組むに当たり、同社では外部の主体との積極的な連携を行った。

多くの企業では、他社からの追随・模倣を避けるため、新製品開発にかかる情報は可能な限り非公開のまま開発を進めるのが当たり前となっている。しかし同社では、試作品の開発段階であった2014年5月に、早くもJINS MEMEの開発プロジェクトについて、その商品コンセプトと開発計画を公表した。この思い切った取組によって、プロジェクトは多くの企業や研究者の知るところとなり、開発への協力を希望する電子部品メーカーや、JINS MEMEを使ったサービス開発を希望するIT企業など、約200件の協業の申し込みがあったという。同社では、申し込みのあった企業などの中から最適なパートナーを見つけ出し、製品開発をスムーズに進めることができた。

また、同社では製品の販売開始後も、用途開発の面で多様な主体との連携を進めている。例えば2016年には、大手ランニングマシンメーカーの日本法人「ライフ・フィットネス・ジャパン」との提携を開始し、翌年3月にはJINS MEMEとランニングマシンを連動させるアプリケーションを発表した。

さらに同社では、JINS MEMEで取得する眼の動きを、身の回りの電子デバイスを操作するコマンドへと返還するアプリケーション「JINS MEME BRIDGE」を開発・発表した。アプリケーションのソースコードを自社のプラットフォーム上で公開し、世界中の開発者とのオープンイノベーションによる用途開発を目指している。

このように、ジンスでは、ウェアラブル機器に関する技術やノウハウを全く持たない状態から、他社と柔軟に連携することで短期間で必要な資源を獲得し、JINS MEMEという、既存事業とは大きく異なる新しい事業の立ち上げを実現している。

図 JINS MEME



出所：(株)ジンスより提供

コラム

「寝具の製造販売」から「睡眠環境コンサルティング」事業へ、寝具のIoT活用の取組・・・西川産業（株）

東京西川のブランド名で寝具などの製造販売を行う同社の創業は1566年、室町時代まで遡る。創業者の初代西川仁右衛門は近江商人として蚊帳などの生活必需品を販売。以後、450年以上の長い同社の歴史の中で、時代に合わせて業態や商材を変化させながら様々な「革新」を行ってきた。代表取締役社長の西川氏は、同社のミッションとして、寝具の製造販売を行うだけでなく、質の高い眠りから、健康・美・アンチエイジングなど現代社会に求められる「快適な生活」を提供することと掲げており、そうした中、2017年3月に発表したのが、自宅での睡眠環境をセンサーによって可視化し、科学的観点から快眠のコンサルティングを行う「ねむりの相談所[®]」である。

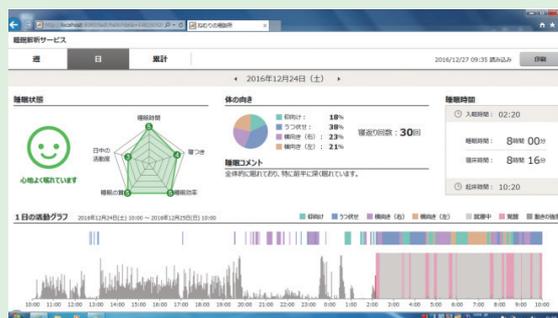
具体的には、ユーザーが3センチ四方のコイン型の活動量計を装着することで、睡眠に関連したデータのセンシングを行い、富士通（株）と共同開発した睡眠環境を可視化するためのアプリケーション「睡眠環境解析サービス」を通じて、日中の「運動量」や睡眠時の「姿勢」「寝返り回数」「時間」などを可視化する。このアプリケーションには、同社が1984年に設立した日本睡眠科学研究所の監修により「寝つき」「睡眠効率」「睡眠の質」などを5段階で自動表示するシステムが内蔵されており、測定結果をもとに各店舗では専門家が睡眠環境改善のアドバイスを行い、顧客に適した商品の提案を行う。

なお、これまでは、こうした一般向けの睡眠環境のコンサルティングを医療機関以外で行うことは医師法や医薬品医療機器法による規制への抵触が不明確であった。同社では新事業の立ち上げに際し、産業競争力強化法に基づくグレーゾーン解消制度を活用、規制の適用の有無を確認することで「ねむりの相談所[®]」サービスにおける睡眠環境の総合コンサルティングが可能となった。今後、同サービスを全国の直営店や百貨店、寝具専門店などへの展開を予定しており、「寝具の販売」から、デジタル技術を活用したサービス・ソリューション事業による付加価値創出を図っていく。

図1 コイン型の活動量計とねむりの相談所[®]でのコンサルティングの様子

出所：西川産業（株）より提供

図2 睡眠解析サービス画面



出所：西川産業（株）より提供

(イ) エンジニアリングチェーンのコンカレント化

<自動車など>:「企画支援」「設計支援」「製造プロセス最適化」

・3次元のCAD情報による設計はいち早く航空機業界において航空機メーカーと部品メーカーなどとの間で進められてきたところであるが、自動車業界においてもデジタル技術を最大限活用したモデルベース開発への必要性が増大しており、今日の先端のデジタル技術を設計・開発のプロセスに積極的に活用する動きが加速している。自動車は数万点に及ぶ部品で構成されるが、製品機能の高度化・複雑化が一層進む一方、市場に出すまでの時間的制約も大きい。そうした中、大幅な性能向上が図られてきたコンピュータ能力を用いたシミュレーション技術などを最大限活用した「モデルベース開発」を進め、エンジニアリング及びサプライチェーンのコンカレント化を図ることが重要となっている。

<川崎重工業（株）>:「企画支援」「設計支援」「生産最適化」

・モーターサイクルや多目的四輪車、ジェットスキーなどを製造している同社のモーターサイクル&エンジンカンパニーでは、デザインから設計、製造に至るエンジニアリングチェーンマネジメントをグループ企業の（株）ケイテックと連携して行っている。1990年に同社のデザイン部門が独立する形で設立された（株）ケイテックは、3D CAD/CAMによるプロダクトデザイン技術、CAEを駆使したシミュレーション技術とエンジニアリングデザインスキルを保持。同カンパニーの設計から生産、プロモーションなどの各プロセスに関与しており、デザイン、設計、生産準備、製造といった各部門間の、いわばつなぎ役となることで大企業にありがちな縦割り化を防ぎ、デジタルツールを活用した一貫したものづくりによって「走り」にこだわった「カワサキデザイン」を実現。また、生産管理など

における IT 系インフラにも関与することで PLM（製品ライフサイクル管理）と SCM（サプライチェーン管理）の連携にも一役買っている。

コラム 「走る喜び」「優れた環境・安全性能」の具現化を支える「モデルベース開発」 ・・・マツダ（株）

ブランドエッセンス（ブランドが持つ本質、真髄）として「走る喜び」を掲げる自動車メーカーのマツダは、その「走る喜び」を顧客のもとで具現化するための自動車技術群である SKYACTIV TECHNOLOGY を 2011 年に市場で提供し始めた。そうした中、この SKYACTIV TECHNOLOGY の高度かつ迅速な開発を支える「モデルベース開発」が注目を集めている。近年、製造業において、デジタル技術活用がとりわけフォーカスされるが、マツダでは、従前からデジタル技術によるモデルベース開発の取組を始めていた。その背景には、車両システムの複雑化や大規模化が進む中、車両の開発を短期間に実施することへの要請が存在する。

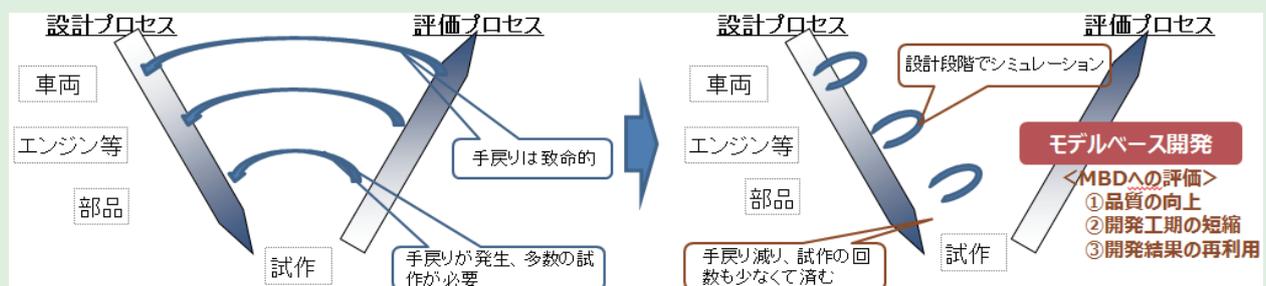
モデルベース開発とは、実機による試験を繰り返して最適化を目指すのではなく机上開発することを指しており、開発対象のモノ（部品と組立品の両方を含む）、モノの利用者（身体と脳の働き）、モノを取り巻く環境（世界中の市場）をモデル化した上で、CAE（Computer Aided Engineering）などのデジタルツールを使って性能や特性などの各種シミュレーションを行いながら、実機での試行錯誤に頼らずに開発を進める手法のことである。また、これに加えて、「コモンアーキテクチャー」という、車種ごとの部品・システム機能の「共通化・相似形化」を前提とする製品開発思想を組み合わせ、大きな開発業務改善効果を生み出している。従来の課題であった開発期間の長さ、開発・製造工程の非効率性は、この2つの新たな開発手法、思想を導入することで大きく改善することができた。また、モデルベース開発は、例えばディーゼルエンジンの燃費・出力・排ガスのすべての性能を同時かつ飛躍的に改善するなど、開発効率の向上にとどまらず、従来手法では達成困難だった技術的なブレークスルーにも貢献した。

マツダが導入した当初、航空・宇宙・防衛が中心で自動車メーカーにほとんど導入事例のなかったモデルベース開発は、現在では業界の常識となりつつある。

経営危機を経験したマツダが選択と集中によって選んだ開発手法であるモデルベース開発には、当初は社内でもネガティブな声が多かったというが、現在ではブランド強化や技術・商品開発にはなくてはならない存在になっており、マツダの復活劇につながっている。

同社は、更に一歩二歩進めた取組を行っている。地域の行政、大学、企業が共同で立ち上げた「ひろしま自動車産学官連携推進会議（ひろ自連）」に参画し、「2030 年産学官連携ビジョン」を策定。モデルベース開発で地域の大学・高専、サプライヤー、マツダの3者が共創して世界を驚かせる技術を生み出し、地域に魅力ある雇用を創出することを目指している。地場企業のモデル開発力強化のために地元大学である広島大学と連携して、モデルベース開発が行うことのできる人材育成カリキュラムを作成した。今後3年間でサプライヤーを含む900人超を育成するとともに、地域の大学・高専への展開も回り学生段階からデジタル人材の着実な育成に努めていくこととしている。

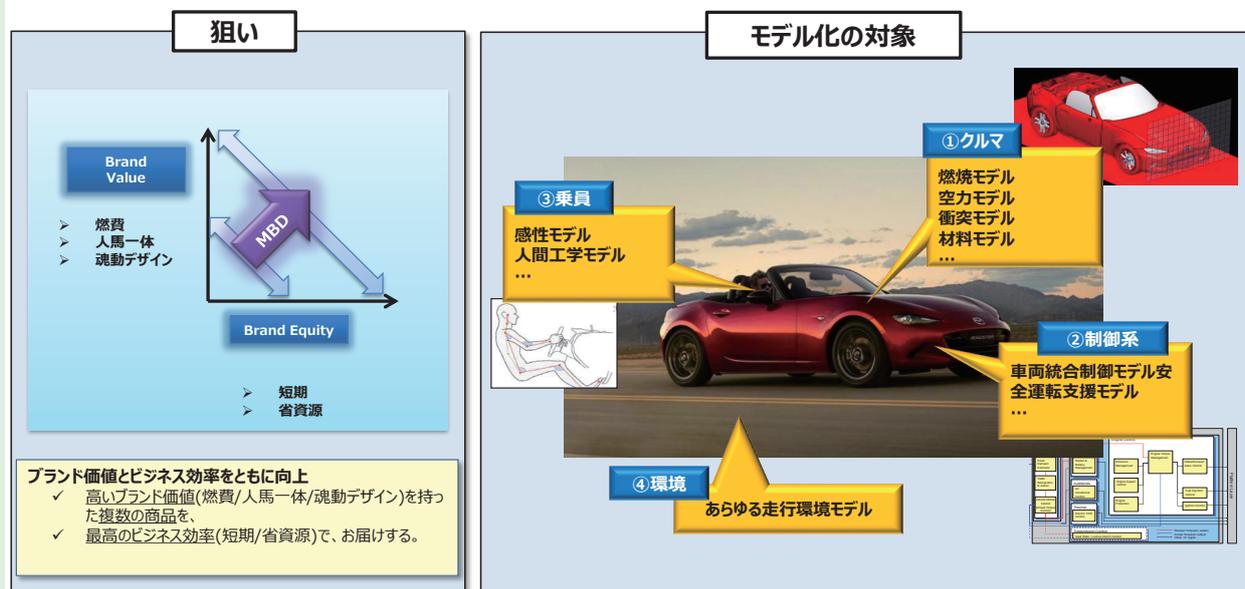
図1 モデルベース開発



資料：経済産業省作成

図2 マツダの目指すモデルベース開発

- ・モデルベース開発は ブランド価値とビジネス効率を共に向上させるイネブラー。
 ・①クルマ、②制御系、③乗員、④環境、の全てをモデル化し、机上シミュレーションを徹底的に行う。



出所：マツダ（株）より提供

コラム SURIAWASE 2.0 構想

自動車の高機能化・複雑化、世界的な環境規制の強化などを背景としたパワートレイン（動力伝達装置）の多様化などにより、設計開発工程は爆発的に増加している。実際に、自動車ソフトウェアのソースコードは、2007年から2016年の10年間で約10倍に膨れ上がっている。一方で、その増加スピードと同様の割合では各自動車メーカーの開発人材は増えておらず、結果として、欧州のエンジニアリングサービス会社への外注が進んでいる状況であり、我が国の開発拠点としての魅力の低下が進む危惧が存在する。このような情勢に加えて、自動車の市場投入スピードは、ユーザーのニーズが多様化する中で一層短くなる傾向にあり、それに合わせて開発リードタイムも短くせざるを得ない状況にもある。

そうした中で、「モデルベース開発」による開発の加速化（開発工数の削減・精度向上）は、自動車の高機能化・複雑化が進む中での製品の開発リードタイムを可能な限り短縮することに貢献する。

また、開発リードタイムを短縮するためには、自動車メーカーだけでなく、サプライヤーもモデルベース開発を行うことで、サプライチェーン全体で開発が効率化することが効果的である。現在は、1つの自動車を作るために多くのサプライヤーが関わるため、自動車メーカーの仕様が正確に伝わらないと膨大な不具合や手戻りのコストが発生することがある。特にモデルベース開発を前提とした摺り合わせを行うに当たり、自動車メーカーの数だけ要求内容が異なり、シミュレーションモデルが各社でバラバラだとサプライヤーはその都度カスタマイズするため、膨大なコストが発生してしまう。そこで、自動車メーカーとサプライヤー間のシミュレーションモデルの統一的な考え方を設定することにより、サプライヤー側も自動車メーカーごとのシミュレーションモデルに合わせる必要がなくなり、サプライヤーの開発力強化にもつなげることができると考えられる。

さらに、産学連携の深化も重要となってくる。現状は、大学は特定領域に閉じたサイエンスに重点化し、実用ニーズとの乖離がみられる。一方、産業界は自前での開発の限界から、欧州への研究委託を加速する傾向にある。共通言語であるシミュレーションモデルを活用することで、今後、産業界が求める実用ニーズと、学の最先端のサイエンスがマッチングできるような体制を構築していく必要がある。

このように、「シミュレーションの徹底活用」「サイエンスとエンジニアリングとの融合」により産学・企業内・企業間の

擦り合わせを高速かつ正確なものにすることで、我が国全体の開発力を強化するとともに、サプライヤーの生産性向上や産学連携の深化による人材育成も同時に達成し我が国を世界最先端の開発拠点とすべく、経済産業省では“SURIAWASE2.0”構想として関係業界と力を合わせて実現を目指していく。

そうした中、経済産業省は自動車メーカー・部品メーカーと検討を行い、2017年3月31日に研究会のとりまとめとして、シミュレーションモデル間のインターフェイスを定義づける「ガイドライン」及びガイドラインを具現化した、共通基盤としての「車両性能シミュレーションモデル」を公表した。研究会参加企業は、更なる取組の推進についてコミットしていく予定である。(http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170331010/20170331010.html)

図 SURIAWASE 2.0 構想



（ウ）多品種少量生産のリアルタイム実現

【自動車・オートバイなど】

<ハーレー・ダビッドソン>：「生産最適化」「多品種少量生産」

・米国のオートバイメーカーの同社では、カスタムバイクの生産合理化のため生産システムを刷新。発注を即座に生産計画に反映し、部品の発注や在庫管理、生産ラインの稼働管理までを一元管理することでサプライチェーンを最適化した。さらに、工場の作業者には作業指示を適切に送り、非熟練技能者でも効率よく作業できる環境を整えた。このような取組の結果、生産リードタイムを21日から6時間に短縮することを実現（2015年版白書に詳細紹介）。

【生活製品など】

<アディダス>：「生産最適化」「多品種少量生産」「全く新たなサービス」

・ドイツのスポーツ用品大手である同社では、生産の自動化と製品の個別生産を図るプロジェクトを進行中。その1つである「スピードファクトリー」では、研究機関や他企業と協力して、スポーツ用品の設計から部品生産までを含む

工程の自動化を目指している。製造工程ではデジタル技術を駆使し、ロボットや3Dプリンターなどを活用する。例えば3Dプリントのテクノロジーによってシューズのソール部分などの生産が可能となる。2016年にドイツにて試験的に設立された「スピードファクトリー」は、今後2017年内に正式稼働を予定している。

<セーレン(株)>：「企画支援」「生産最適化」「多品種少量化」「全く新たなサービス」

・総合繊維メーカーの同社では、長年培ってきた繊維加工技術に先進のITを融合したデジタルプロダクションシステム「Viscotecs（ビスコテックス）」を開発。自社で設けた店舗では、バーチャル試着で多数の試着ができ、自分だけの一着を選ぶことができる。また、デバイス上で消費者が商品を選択し発注すると、その情報が工場に転送され生産がスタートする仕組みにより消費者が欲しい物を欲しい時に生産し販売するオンデマンドのマスカスタマイゼーションモデルを構築。同社ではBtoCの企画段階でもデザイナーとの打合せ時などに「Viscotecs」を活用している

(2015年版白書に詳細紹介)。

(2) 部品・部材

① 特徴

(ア) 部品・部材ユーザーへのサービス提供

- ・エンドユーザーと直接接点を持っていない限り、部品や部材にセンサーなどを組み込みエンドユーザーと直接つながることは困難なことが多い。一方で、部品・部材ユーザーとの関係においては、金型や工具などにセンサーを埋め込む、もしくは外付けすることで部品や部材そのものの提供にとどまらないサービス提供が可能となる。

(イ) 受発注を仲介するビジネスモデルの出現

- ・中小企業が多い部品・部材などの川中産業は、一般的に個々の企業の営業力が低いため、技術力を有しているにもかかわらず個別企業の独自受注が困難である。そのような環境の中で、国内外の最終製品メーカーやエンドユーザーと、国内の部品・部材企業をマッチングするオープンな機能を担う、業界別の受発注プラットフォームが出現、中には独自の自動マッチングシステムを開発する企業も現れてきている。

(ウ) IoTの活用によるカイゼンノウハウのサービス提供

- ・センサーやモジュールを活用し、設備からの稼働状況、可動率、サイクルタイムといった情報を見える化し、見える化された情報をもとに、3M（ムリ、ムダ、ムラ）の削減などのカイゼンを行う取組が広がっている。また、先進的な取組として、IoTカイゼンノウハウ自体を自社内での適用にとどまらず、サービスとして外販する動きも出てきている。

(エ) ものづくりのデジタル化による製造プロセス最適化

- ・3D CAD/CAM、CAEといったデジタルツールの活用や、生産管理や工程管理システムなどのITツールの活用によって、ものづくりの手段、方法を変革している企業も存在する。このようなプロセスイノベーションに取り組む理由は、コストの削減や負担の軽減にとどまらず、下請け型ビジネスからのビジネスモデル変革を志向する企業も多い。コンピュータで代替できる作業を置き換え、省力化を図る一方、人が有する技術やノウハウといったクリエイティビティを最大限に発揮できる環境整備により、提案型で顧客のニーズに応じていく開発・試作サービス提供モデルへのシフトを目指している。

② 取組例

(ア) 部品・部材ユーザーへのサービス提供

【金型】

- 金型製造時の手戻りによる納期遅延・コスト増、成型条件の

決定を担う熟練技能者の高齢化、いったん成型不良が発生すると不良品が継続して生産されることなどの課題を解決するために、射出成形金型に各種センサーを取り付け、様々な成型状態を見える化することで、トレーサビリティや不良品発見などの予知保全サービスを顧客に展開する取組が始まっている。また、中小企業が多い本業界の特徴として、個社ごとで取り組むには費用や技術的ハードルが高いことがあり、複数のメーカーと大学や支援機関などが連携する形態での取組が多いことが挙げられる。

<(株)IBUKI>:「予知保全(社内)(顧客)」「技能継承」

- ・コラム参照

<(株)野上技研>:「予防保全(顧客)」

- ・超精密金型の設計製作販売を始め、打抜き加工技術のソリューション事業を行っている同社は、顧客のリチウムイオン電池生産ラインにおける電極打ち抜き用の精密金型に異常検知が可能なセンサーを組み込み、金型の磨耗などによって生じるバリや異物発生などについて、電極を打ち抜く前、または打ち抜いた直後に把握して不具合品の発生防止を実現。検知機能や通信機能を保有する「データを発信する知能化された金型」の開発に取り組んでおり、2018年3月末の提供を予定している(2016年版白書に詳細紹介)。

<かしい金型研究会((株)クライムエヌシーデーなど)>:「予知保全(社内)」

- ・コラム参照

<岐阜大学次世代金型研究会((株)岐阜多田精機など)>:「予知保全(社内)(顧客)」

- ・中小金型メーカーの競争力の強化を図ることを目的として、岐阜大学次世代金型研究センターを核に複数の金型メーカーや多数の支援機関が入る形で、産学での研究開発活動を開始。射出成形時に金型に貼り付けたセンサーから得られる情報を蓄積して可視化し、さらにはビックデータ解析をすることで、立ち上げ時の時間短縮や不良品発見、シミュレーションの精度検証などに利用。金型上で完結させるシステムとして、汎用性を持たせるために敢えて成型機情報を利用しない“スマート金型”を開発。現在は、加工の不具合や金型異常予兆を検知し、金型や成形機の予防保全や量産リードタイムの短縮の自動達成に向けた実証を実施している。また、金型IoT研究会を発足させて、会員に対する共通項目やIT以外のテーマでの取組などを計画している。今後は、文科省「地域科学技術実証拠点事業」を活用し、スマート金型開発拠点としての更なる発展を目指す。

IoT 活用による『金型の息づかい』見える化や AI を活用した個別受注見積の技能継承などの取組・・・IBUKI (株)

山形県河北町にある中小金型メーカーである同社は、「加飾」と呼ばれる樹脂成形の外観処理の秀でた技術で自動車産業を中心に販路拡大を図っていく中で、2014年に経営参画したコンサルティングファームであるO2（オーツー）とともに、IoT や AI を活用した取組を開始。埋め込み式の各種特注センサーを用いて、従来匠の勘に頼っていた射出成型中の「樹脂の流れ」や「金型挙動」を計測し、これらを可視化した。システム上で一括表示された各計測データの波形を統計的に分析し、異常値を検出するとアラートを出すという不具合予測機能も備えるモニターリングシステムを自社内で活用、さらには、リアルタイムに成形機をフィードバック制御するシステム開発も目指している。

加えて、出荷前の金型から上述のセンシングデータを取得し、金型とともにチューニングに必要な情報として顧客に提供する。これにより、顧客は予防保全・故障時の早期対処にその情報を役立てることが可能となっている。

また、これまで知見を有する工場長1人が顧客各社から様々な要件で送られてくる見積依頼を処理してきたが、対応できるメンバーが限定されていることによる業務の質の低下などの課題が顕在化してきた。人材育成も、過去の実績を見ながら工場長による直接指導が基本となるため、手間とコストが掛かることになる。これらの課題を解決するため、O2のグループ会社であるLIGHTzが開発したAI（ORINAS）を活用し、過去の類似実績の検索・抽出システムを構築した。はじめにベテラン技能者の思考回路をヒアリングし、その調査結果から職人的思考回路のネットワークを視覚化し、それをAIに埋め込んでシステム化。類似情報検索の機能を加え、社内実績活用の基幹システムとした。その結果、若手技術者が半日かけて作業していた過去の実績検索が30分程度で可能となるとともに、思考の流れを基にした業務フロー作成なども可能となった。

また、型屋専業から「工場生産性改善の相談ができるパートナー企業」へと変革すべく、可視化を通じて整理した製造ノウハウを活かした新規コンサルティング事業も開始しており、企業の若手技術者の現場離れを補う「金型寺子屋サービス」として展開を始めている。

図1 IBUKIのIoTビジネス展開



出所：IBUKI (株) より提供

図2 工場長のブレインモデル



出所：IBUKI (株) より提供

「物言わぬ金型」から「かしこい金型」へ～かしこい金型研究会の取組～・・・(株) クライムエヌシーデー

同社はプレス用金型をメインに樹脂成型用、鋳造・ダイカスト向けなどあらゆる金型のCAD/CAMデータ製作、エンジニアリングアニメーション制作、同時5軸加工機による機械加工を生業とする企業である。前職で金型製作の企業に勤めていた現会長の高橋氏は48歳の時に3Dデジタルファブリケーションツールに可能性を見だし、3Dデータ加工のニーズが高まることを見込んで独立。設立時にたてた社訓は今も変わらず「小なりとも王道を行く」であり、中小企業であっても元請け、下請けの主従関係ではなく、大手最終メーカーとの対等な関係の構築を理念とした。

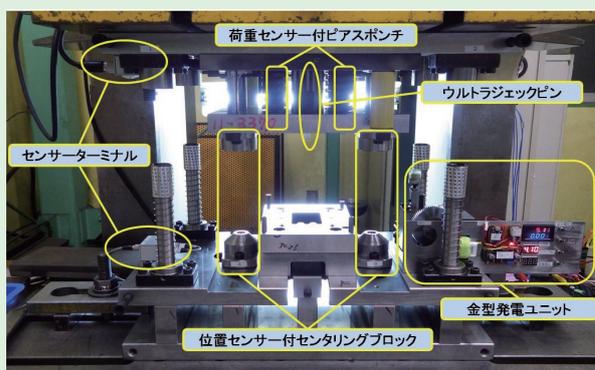
以降、その理念の実現のため、自動車メーカーなど大企業の特に関係部門との接点を様々なルートを通じて獲得し、なんとか試作用データ製作の受注にこぎつけ、少ないチャンスの中でリードタイム削減などの成果を出すことで信頼関係を構築してきた。このような地道な努力の中で、他社に先んじて3Dデジタルツールに関する技術的ノウハウを蓄積していること

が同社の強みとなっており、こうしたコア技術を活かして、金型教材アニメや金型保守作業の手順動画制作といったエンジニアリングアニメーション制作や、CAMデータ製作のノウハウが特に生きる同時5軸加工へと業務の幅を広げており、近年では、新技術の開発にも取り組んでいる。

こうした中で、同社が主体となって2016年1月に立ち上げたのが「かしこい金型研究会」である。金型づくりの最大のテーマが「低コスト、短納期、高品質」で良いのか、日本の優位性である「経験と高品質」で今後も戦えるのか、グローバル化の中で現在の型構造で良いのかといった、従前より抱いていた金型づくりへの疑問に対し、IoTの活用によって日本の金型に一段上位の付加価値を付けるべく立ち上げた研究会である。研究会のメンバーは同社を始めとする金型関係の中小企業と大学教授や、ITベンダー、FAベンダーとなっており、IoTを活用するために、ITとものづくりそれぞれの専門家が揃っている。

こうした体制のもと、荷重センサーや位置センサー、圧力センサーなどのセンシング機器を金型に取り付け、データを収集し、分析することで、異常検知時に自動で設備稼働を停止することや、データに基づく予防保全によるメンテナンスの効率化に結び付けている。この研究会の活動では、将来的にセンシングユニットなどの外販を志向しており、センサー類のコードレスかつ電源利用効率を高めるべく、金型の上下作動の力を活用して発電するユニットの開発に取り組むなど、ユーザーの使い勝手を意識した取組となっている。今年度の研究会では製品化に向けて更に開発を進める予定であり、プレス機や周辺装置の助力によって成型品を排出するだけの「物言わぬ金型」から、型内のトラブルに応じて設備の停止や修理といった対応を促す「かしこい金型」へと新たな付加価値創出を実現することで、競争力強化を目指している。

図1 「かしこい金型研究会」の実験金型



出所：(株) クライムエヌシーデーより提供

図2 同社（左）と加工技術センター（右）



出所：(株) クライムエヌシーデーより提供



【金型以外の工具・精密加工部品など】

<京都機械工具(株)>：「生産最適化」「技能継承」「全く新たなサービス」
・デジタルトルクレンチなどを製造販売している同社は、製造及び保守作業の作業品質向上と記録保管を目的とし、設定された作業手順に沿って工具・測定機器の状況をリアルタイムに取得し、作業支援コンピュータ上に情報管理を実現している。具体的には、工具からの情報取得によって、どの作業員がいつ、どの工具を用いてどんな作業を行ったかについて、トレースが可能となるとともに、規定の作業

手順や作業内容との乖離が生じた場合にアラームが発出され、正しい内容が伝達される仕組みを構築した（2016年版白書に詳細紹介）。

<(株) ヤマナカゴーキン>：「設計支援」「予防保全（顧客）」

・冷間鍛造と呼ばれる、温度を上げずに加工する技術を強みとする同社は、競争力を高める取組として早くから塑性加工シミュレーション技術を設計力向上のために活用しており、その中で培ったノウハウを活かし、「受託解析サービ

ス」などのサービス事業も展開している。このような取組の背景には、付加価値があるモノの製造・販売へと事業を拡げていく必要性を、日頃感じ取っているところに伺える。そうした中、冷間鍛造に関する国際会議での出会いをきっかけに、ドイツの大学発ベンチャー企業が開発したセンサー内蔵型ボルトである「ピエゾボルト」のアジア圏での販売契約を締結し、2016年2月には新事業としてIoTビジネスへ参入。既存のボルトを「ピエゾボルト」に代替することで、設備の荷重負荷変動や振動データの取得が可能となり、そうしたデータの監視や分析から予知保全などに役立てるサービスやソリューションの提供を視野に入れている。また、加工機のリアルな荷重データをシミュレーションへフィードバックすることによって、より品質の高いサービスの提供につなげることも検討している。

＜(株)山本金属製作所＞：「予防保全(顧客)」「技能継承」「生産最適化」「全く新たなサービス提供」「製造プロセス最適化」
 ・精密加工部品の製造や計測評価機器の開発・製造を行っている同社では、従前より、難削材の加工や製品の複雑形状化ニーズが川下側の顧客から高まっていたものの、工具先端にかかる温度や抵抗、振動による影響によって工具破損による加工トラブルが多発していた。このため、同社では、工具内部にセンサーと無線マイコンを搭載した新たな計測機器を開発。リアルタイムの加工現象を見える化、数値化することで、機械オペレーター側で暗黙知になっていた熟練ノウハウの形式知化を可能にした。これにより、更なる機械加工の高度化とスムーズな技能伝承が可能となった。

(イ) 受発注を仲介するビジネスモデルの出現

それぞれの分野で専門的なノウハウ、技術を有する中小企業が地域内で異分野連携を行い、共同体を形成する動きはあったが、近年ではITやIoT技術をコアとしたベンチャー企業が中心となって、地域を越えて、中小企業の有するリソース・技術などの情報をデジタルプラットフォーム上でつなぎ、仲介者として受発注のマッチング、生産管理、翻訳、契約などの事務手続きを担う取組が見られる。人材、設備、資金など、自社での

デジタル化の推進には相応の投資と期間が必要となるため、このようなプラットフォームが提供するサービスの活用が今後進んでいくものと思われる。

＜(株)カブク＞(3Dプリンター)：「共同受注」「製造プロセス最適化」

・試作・特注品などの受託製造サービス事業を展開する同社は、試作品の作成要望がある顧客からの3Dデータと、世界各地に存在する3Dプリンター出力の製造委託を行える工場とを自動マッチングするシステムを開発し、収益を得るビジネスモデルを実現。製造者は3Dプリンターで製造した分だけ支払いを受け取る事ができるため、リスクなく収益を上げることができる。

＜(株)CAPABLE＞(金型)：「共同受注」「技能伝承」

・コラム参照

＜シタテル、ラクーン、ステイト・オブ・マインドなど＞(アパレル)：「共同受注」

・WEBシステム上に、高度な技術を有する国内の縫製工場などの稼働状況・スキル・設備などの情報と国内・海外のアパレル事業者や小売業者・デザイナーのニーズ情報を掲載(作り手・依頼主：登録無料)することでマッチングを図る仲介サービスを提供。付随決済サービスを活用することで、Webシステムの利用費用として手数料徴収を安全に実施。このビジネスモデルによって、アパレル製品の受発注・生産管理コストを削減するとともに、縫製工場の閑散期などの余剰を活用することによる稼働率向上などを実現している。

＜ラクスル(株)＞(印刷)：「共同受注」

・印刷通販業者である同社は、インターネットを通じて全国から寄せられた顧客の注文にマッチする印刷会社を選出し、その印刷機の利用時間を使って印刷することにより、高品質な印刷物を安価で提供する仕組みを構築。今後は更にパートナー企業の工場の中にまで踏み込んだテクノロジーサポートも目指す(第3節で詳細紹介)。

コラム 日本初の半導体・LED・電子部品用封止金型ファブレスメーカー ……(株)CAPABLE

2012年7月に設立された同社は、豊富な経験と実績を有する金型設計・製造技術者と世界の主要半導体・LED・電子部品メーカーと強いパイプを持つ営業担当者が結集した企業。受注・設計した金型を日本国内の金型メーカーに製造委託し、CAPABLEブランドで製品を供給・保証する日本初の半導体・LED・電子部品用封止金型ファブレスメーカーである。

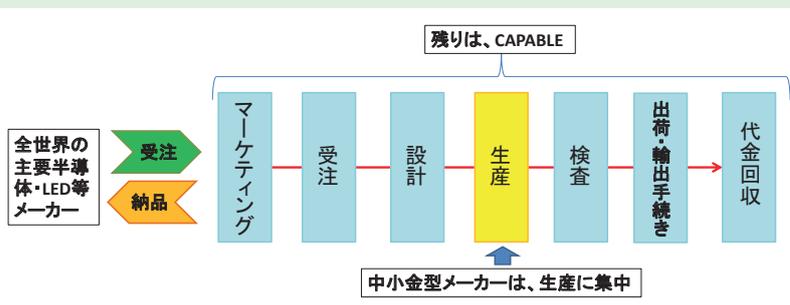
河原社長が同社を設立した背景には、丸紅(株)などの企業経験を積んだ後に、独立して経営コンサルタントとして企業支援活動を行う中で、日本の金型業界の現状を知り、新たなビジネスモデルの可能性を見いだしたことにある。約10,000社存在するといわれる日本の金型業界は、コストダウンのために海外移管を進める約1割を占める大企業を除くと、9割近くが中小企業で構成されている。それらの中小企業メーカーは海外移転する体力がないがゆえに国内での新規取引先開拓が困難となり、受注の先細りや廃業の危機に晒されている。さらに、半導体・LED・電子部品用封止金型業界では、2001

年のITバブル崩壊などによって封止装置メーカーが生産能力拡大について消極的になる一方で、半導体メーカーが後工程を新興国における下請けへとシフトを鮮明化したことにより、台湾や韓国などのコピー金型メーカーが急成長し、優秀な技術力を有する国内メーカーに海外の仕事が回ってこない構造となった。このような現状において、低価格・短納期だが低品質である新興国メーカーのコピー金型や高品質だが高価格・長納期である封

止装置メーカーの内製金型に取って代わられるような、高品質かつ適正価格・短納期の金型を供給するために中小金型メーカーとの分業受注・生産体制を構築することに商機を見いだして同社を設立。国内に400社以上あるという精密金型・金属加工業者のネットワークを駆使し、大口・短納期発注にも柔軟に対応している。

今後は、ポータルサイト上での会員登録制の自動マッチングシステムを構築し、顧客と国内事業者の受発注をより効率的に仲介することを目指している。

図 分業受注・生産体制



出所：(株)CAPABLE 作成資料

(ウ) IoTの活用によるカイゼンノウハウのサービス提供

自社設備の運用最適化には、設備投資、人材育成の面でハードルとなる点が多く、一口にIoTといっても、それらがネットワークとなり踏み出せない中小企業は多い。一方で、安価なツールを通じて設備の稼働状況や生産状況の見える化に取り組んでいる事例もある。このような企業の特徴としては、ITベンダーなどに丸投げをせず、市販されているセンサーやモジュールを組み合わせ、DIY型の見える化を行い、その情報をもとにカイゼン活動を行っている点である。企業によって、IoT化の目的や業務プロセス、フローは異なるため、IoTを手段として使いこなすに際し、DIY型の取組は有用と考えられる。また、中には自社で作上げた見える化システムを外販する取組も見られ、ものづくり企業による「痒い所に手が届く」IoTツールとして新しいサービスの提供の事例が現れている。

<旭鉄工(株)>：「IoTカイゼン」「全く新たなサービス」

・自動車のエンジン部品などの製造を行う同社は、カイゼン活動加速のため、古い設備にも使用可能で安価なセンサーIoTモニタリングシステムを自社開発。生産の問題点が見える化し、生産性を短期で向上させ設備投資と労務費を大幅低減した。「人には付加価値の高い仕事を」という方針の下、生産現場の問題点の把握という単純作業は極力デジタル化し、人にしかできない仕事、例えばカイゼン活動の工夫などに従業員が集中して取り組むようにするなど働き方の改革につなげている。さらに、日本の他の中小製造業の生産性向上を図るために、自社開発したシステム及びサービスの他社提供も開始している(第3節で詳細紹介)。

<飯山精器(株)>：「生産最適化」「IoTカイゼン」「多品種少量」「全く新たなサービス」

・丸い形状の部品加工を専業で行う同社は、近年、個別の建設機械用の部品製造や難削材加工にも取り組む中で、顧客から見積回答の迅速化、短納期対応が強く求められるようになってきている。その生産管理の煩雑さに対応するため、ITを使い負荷を解消することを目指し、独自に生産管理システムを開発。さらに、現場からのニーズを踏まえ、工作機械の稼働状況を可視化するIoTシステムを開発して実装。このシステムでは工作機械の三色灯の光をセンサーで読み取るため、古くからある設備にも対応し、配線などの複雑な作業も不要である。また自社での活用実績を踏まえ、本システムの外販も実施している。

<(株)上島熱処理工業所>：「運用最適化」「技能継承」

・金属の熱処理加工などを行う同社では、金属熱処理の世界では希少なソルトバス(塩浴)熱処理を今なお行っている。ソルトバス熱処理とは、塩化バリウムなどの中性塩を高温に熱して液体状態にした中へ鋼を浸漬する処理方法で、加熱・冷却能力が優れている。一方で他の方法に比べて手間がかかり、技能者の能力によって品質に差が出てしまう。同社では高機能の製品をより効率的に生産すべく、従来熟練の技能者の判断に頼っていた製品や素材ごとの熱処理条件について、「どれくらいの時間、どのような動きで加熱・冷却させるか」をデータベース化して熱処理のレシピ集を作成。品質の安定化と熟練技能の伝承を実現した(2014年版白書に詳細紹介)。

<(株)三友製作所>：「IoTカイゼン」「生産最適化」

・医療用分析機器関連製品の製造、電子顕微鏡関連の付属品の製造、半導体故障解析用ツールの製造を行う同社では、

製造拠点が3つに分散しており、生産状況の把握に手間が掛かっていた。そこで、社内の若手を中心となり、社内にある複数の生産設備をIoT化し、地理的に離れた製造拠点の設備の稼働状況を可視化する取組を行い、マシニングセンタ、自動旋盤機、ワイヤーカットなどの10数台の生産設備の見える化を進めた。結果として、すべての拠点での生産状況を一覧でリアルタイムに把握することができるようになるとともに、各製造工程の作業者による設備の使い方の違いも把握可能となり、優れた作業方法の共有による生産効率化が進んだ。

<武州工業(株)>:「生産最適化」「多品種少量化」「IoTカイゼン」「全く新たなサービス」

・パイプ曲げ加工をメインに金属加工部品の板金業務を行う同社は、かつては自動車向け部品が96%を占めていたが、近年では医療機器分野、航空機部品分野が伸びており現在では約32%を占めている。一方、それにつれて自動車向け部品の比率は約半分まで低下。このため、一個流しの多品種少量化が進んでおり、IT、IoTを駆使した独自の管理システムを開発。組織全体を管理するものではなく、個々の従業員の気付きを大事にしつつ、効率的に作業が行える仕組みを、安価なセンサーやモジュール、タブレット端末などを活用して自社構築。同社ではこの仕組みの外販も実施している。

<(株)米谷製作所>:「設計支援」「IoTカイゼン」「多品種少量化」

・自動車アルミ鋳造部品の生産に用いる金型を生産する同社は、大手自動車メーカー及び、サプライヤーから直接注文を受け、金型を生産。生産条件決め込みの際のデータ解析にも積極的であり、完全3D CAD/CAMのほか、技術情報の蓄積・再活用、シミュレーションツールなどIT活用に先進的に取り組んでいる。金型製造では、技能が属人化する傾向があり、技能継承や、生産性向上が難しいという課題がある。そうした中、工程改善の一環として、生産設備の稼働状況を信号灯などから簡単にセンシングし、職人の作業時間の可視化を実施。工程カイゼンに役立てている。

(エ) ものづくりのデジタル化による製造プロセス最適化

3D CAD/CAM、CAEといったデジタルツールの活用や、生産管理や工程管理システムなどのITツールの活用によって、ものづくりの手段、方法を変革している企業も出てきている。このようなプロセスイノベーションに取り組む企業の中には、コストの削減や負担の軽減を図るだけでなく、下請け型ビジネスからのビジネスモデル変革を志向している企業も多い。コンピュータで代替できる作業を置き換えることで、人が有する技術やノウハウを活かした人間ならではのクリエイティビティを最大限に発揮できる環境整備を進め、提案型で顧客のニーズに応じていく開発・試作サービスを提供するモデルへとシフトを進めている。

<Apex(株)>:「R&D支援」「企画支援」「設計支援」「多品種少量化」「製造プロセス最適化」「運用最適化(顧客)」「全く新たなサービス」

・自動車の後付け部品開発・製造・販売を専門に行う同社は、市場を見越して開発する企画型の後付け部品製造を行っているが、顧客の要望を伺い顧客ニーズに沿った多品種少量生産対応の必要性が増している。一方、従来の開発行程では、手作業が多く、試作に当たって精度やコスト、工数などの課題があったことより、3Dファブリケーションツールやリバースエンジニアリング、モデリング技術の導入を行い課題解決につなげ、対応力を強化。併せて3D測定データから3Dプリントに加えて、切削加工が行える「ダイレクト切削加工」の工法を構築。この仕組みを通じて開発型のビジネス展開や3D技術ソリューションサービスなど新たなビジネスモデルへの変革を実現している。

<(株)井ロー世>:「設計支援」「多品種少量化」「製造プロセス最適化」「全く新たなサービス」

・コラム参照

<(株)ウチダ>:「設計支援」「多品種少量化」「製造プロセス最適化」

・自動車部品や産業機械部品のプレス加工、冷間鍛造加工、組付加工、金型治具設計製作を行う同社は、FCF(板鍛造技術)分野における塑性加工の頂点を目指し、鍵となる高剛性・高精密度金型を創り出すCAE解析技術の高度化を目指して外部コンソーシアムなどに積極的に参加しつつ、割れ判定アルゴリズムの研究に取り組んだ。自社の加工現場を活用して、現場データをリアルタイムでフィードバックし検証する中で、最適な境界条件のパラメータ設定のノウハウを蓄積。限界条件などを解析し金型試用に反映させることで、製品品質の高度化を実現した。

<(株)最上インクス>:「多品種少量化」「製造プロセス最適化」「全く新たなサービス」

・自動車、産業機械、燃料電池用の放熱部品を始め、薄板板金に関する試作開発や精密加工・成型、量産などを幅広く事業としている同社は、旧来の下請け型のものづくりに限界を感じ、ものづくりを中心としたコト作り企業への変革を図っている。開発者の機器設計に合わせて大きさや形状をオーダーメイドできる独自のヒートシンク(吸放熱材)である「saisink」はそうした取組を具現化したものであり、一個流し生産方式の構築のため、これまでの作り方の固定概念を取払うことで金型レスな開発などを中心とする柔軟なプロセス開発に取り組んだり、IoTで設備稼働データや加工データ、検査データなど見える化し、品質管理や設備保全を図ったりすることで、「欲しい時に欲しいものを欲しいだけ」提供するビジネスモデル変革を実施。

<田中精工(株)>:「設計支援」「生産最適化」「多品種少量化」「製造プロセス最適化」

・精密ダイカスト金型の設計・製造、ダイカスト鋳造などを行う同社は、昭和30年代から高精密度な機械加工、金型、

鋳造を強みに、早くから「設計がコンピュータによるデジタル設計に置き換わる」との危機感のもと、3D CAD/CAMなどのデジタルファブリケーションツールによる金型設計に取り組んできた。さらに、顧客と連携して改良、拡張を図り、コンピュータ統合製造（CIM）指向の高品位ダイカスト一貫生産システムを構築。付加価値提供に向けて提案力を磨いた。協力会社と一体で受発注・生産情報を活用できる生産管理システムをクラウド上で構築した。

<HILLTOP(株)>:「設計支援」「多品種少量化」「技能伝承」「製造プロセス最適化」「全く新たなサービス」
 ・かつて下請けの町工場だった同社では、職人の技の完全データ化を進め、オリジナル生産システムを構築。24時間無人稼働での多品種・単品・短納期加工を実現。人がすべきこと（考える仕事）、機械にできること（ルーティーン）を徹底的に分業。新たな企画やチャレンジなど「人が主体の人がすべきクリエイティブな仕事ができる夢工場」を実現し、従来への働き方を大きく変革。その中で、米・カリフォルニアにも進出し、超短納期かつ高品質の試作開発

は現地企業に「ミラクル」と受け止められ、わずか2年で300社の顧客を獲得（第3節で詳細紹介）。

<(株)由紀精密>:「設計支援」「多品種少量化」「製造プロセス最適化」「全く新たなサービス」
 ・航空宇宙関連、医療機器関連部品の試作、量産を行う同社は、創業後、公衆電話の部品製造やコネクタ製造に取り組んでいたが、ITバブル崩壊により経営危機を迎える。そんな中、現社長への代替わりを契機に経営改革を推進。自社の強みである「高品質」を最大限に発揮できる航空・宇宙・医療分野への進出により、多品種少量・高付加価値へと舵を切った。また、カスタマイズ品が増加しても品質を維持、強化すべく、デジタル化を推進。品質管理システムの構築や、3D CAD/CAMからの遠隔自動生産システムと工作機械を組み合わせた「VISAI」を開発するなどプロセスイノベーションを行っている（2016年版白書に詳細紹介）。

コラム

ものづくり×IT×知財戦略による製造プロセスイノベーションから新たな価値の創出へ・・・(株)井口一世

同社は創業17年目の板金加工を営む中小企業である。精密機器の部品製作、販売や金属加工用金型の設計、製作などを生業としている。代表の井口社長は大学卒業後、実家の金型プレス業を手伝っていたが、金型産業において大量生産向けの仕事が中国に流れていく中、「今までなかったマーケットを作ろう」と新たなビジネスモデルの確立を決意。顧客のニーズを突き詰めていった結果、金型などのコスト低減のニーズに気がつき、「金型レス」「切削レス」の取組を始めた。既存のものづくりからの脱却を図り、顧客ニーズ起点の技術開発で同社にしかできない、新たなマーケットを創出している。

具体的には、それまで切削やプレスで製作していたものを板金加工に置き換えることで、材料のロスをなくし、作業時間も短縮。単価は3分の1から5分の1に抑えられ、金型に係るイニシャルコスト削減にもなる、まさにこれまでの常識を覆すアプローチである。同社ではこのようなイノベーションの実現に際して、レーザー加工機、3次元測定器などの最新設備を積極的に導入するとともに、失敗データも含めたありとあらゆる加工条件をビッグデータとして蓄積・分析し「最適条件」を導き出すことで、既存の加工方法にとらわれない、新しいアプローチでものづくりに取り組んでいる。

もちろん、そうしたデータをどのように分析し、どう使うのかは人が決めることであり、それゆえ、同社では人材への強いこだわりを持っている。同時に、井口社長が「ものづくりはサイエンス」と語るように、同社では熟練や、技能ではなく、データに基づき、科学的なアプローチによって、誰でもどこでも作れる作り方こそがものづくりの新しい姿であり、国際的な競争力に結びつくと考えている。レーザーの光で金属を溶かして加工するレーザー加工では、金属の表面張力のバランスを科学的観点で導き出すことで、バリの出ない加工を実現。そのため同社では工場でも誰も軍手をしていないという。同社ではこのような製造プロセスの最適化によって、その作り方自体をソリューションとして、海外へのフランチャイズ展開を図っている。

また、同社では製造プロセスの最適化に取り組む中で、蓄積されたノウハウを守るため、知財戦略を経営上の最重要項目として位置づけている。ノウハウを秘匿化しつつ、特許権だけでなく、肖像権や図面やデータベースも含めた著作権もすべて知財管理を行っており、「ものづくり」「知的財産」「ソフトウェア」を三位一体で進めるビジネス変革の取組によって成長を実現している。

図 同社工場内の様子



出所：(株)井ロー世より提供

(オ) その他

① アフターサービスへとビジネス領域をシフトさせ、デジタル化を進めた事例 ＜京西テクノス(株)＞「遠隔保守(顧客)」 「全く新たなサービス」

・旧来、大手電機メーカーの下請け企業として培ったものづくりの技術力を武器に医療機器、計測機器など、高度メカトロ製品の保守メンテナンス事業へビジネスモデルをシフトしている同社では、新たな付加価値の創出のため、遠隔地にある機器の状態を監視するリモート監視システム「Wireless Visual Solution (Wi-VIS)」を自社開発。外付けセンサーも活用でき、様々なメーカーの製品に対応。顧客ニーズに合わせたカスタマイズも行える。リモートで得られたデータを蓄積して分析するのみにとどまらず、データを参照してリモートにある機器を制御することができ、双方向の対応が可能となっている(2016年版白書に詳細紹介)。

② 工場間連携

＜(株)デンソー＞：「故障予知(社内)」 「予知保全(社内)」 「技術継承」

・コラム参照

＜Bosch＞：「生産最適化」「多品種少量生産」「故障予知(社内)」 「予知保全(社内)」 「技術継承」

・ドイツの自動車用部品メーカーである同社は、世界中でABS (Anti-lock Braking System) ・ESP (Electronic Stability Program) 装置を生産する11の自社自動車部品工場で、5,000の標準生産設備のネットワーク化を実施。これにより、拠点間のベンチマーキング活動が活性化され、大幅な生産性改善が成されている。また、物流をリアルタイムで可視化・同期化するとともに、トレーサビリ

ティを可能とするためにRFIDなどのマイクロセンサーを活用した全自動生産を実施。さらに、ダウンタイム(設備の停止時間)の発生原因等の現場経験を共通知識としてデータベース化し世界中で活用可能とすることで製造設備の保守を実施。同社のプライヒッツハ工場においてスマートなマザー工場を実現。加えて、他社に対してオンラインモニタリング等の外部サービス事業の展開も開始している。

＜YKK(株)＞：「生産最適化」「運用最適化」

・ファスニング・建材などの製品製造・販売を行う同社では、ファスニング事業とAP(建材)事業を中核として事業展開しており、これらの製品の材料や製造設備の内製を通して両事業を支える工機部門がある。工機部門では、経営の根幹思想である「一貫生産」に基づき、材料から設備までを自社で開発することで品質を高めている。同社ではこの一貫体制を更に進化させるため、世界中の約50か所の工場で約3万台の生産設備データの稼働状態を統一的に把握し課題を抽出するため、「設備総合効率」という共通の指標を設け、現場レベルではなく、経営レベルで「YKK IoTモデル」の構築を行った(2016年版白書に詳細紹介)。

コラム デンソーが目指すダントツ工場 (Factory IoT) は人が主役・・・(株) デンソー

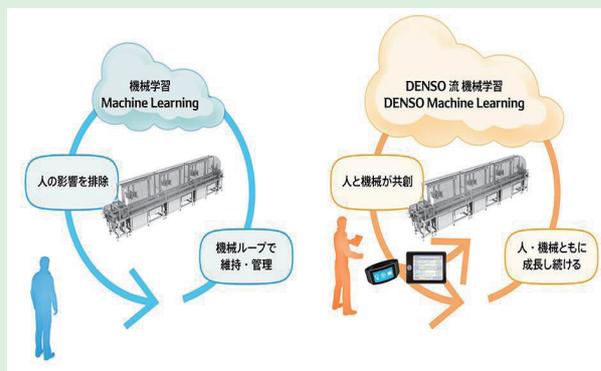
同社はIoTによって世界130の工場をつなぎ、2020年までに生産性を2015年比で30%高める目標を掲げている。それを実現するのが、圧倒的な生産性を可能とする「ダントツ工場活動」である。

世界中の同社の工場をネットワーク化するとはいえ、人の知恵を排除した工場の標準化を目指すわけではない。同社が目指す「ダントツ工場」は人と機械が共創する工場で、自社の価値基盤となる部分は標準化を徹底させるが、地域性や顧客ニーズに即応するためのカスタマイズも大切にしている。IoTを用い、多数のセンサーデータを機械学習させることで、予知・予兆化を行い、ロスのない生産、すなわちマイナス分のない生産を目指すだけでなく、そこに人の知恵を入れる事でロス要因を表出化させ、根本的にロスの発生しない開発、設計へと結び付ける“改善の継続”によるプラスの価値を具現化し続ける工場を狙っている。つまり、デンソーが目指すダントツ工場は人を排除して生産性を上げることが目的ではなく、むしろ人が中心となって日々進化していく工場であり、この点がドイツの進めるインダストリー4.0とは決定的に異なる点である。

リアルタイムに情報を収集、分析してムリ・ムダ・ムラのない“平時生産”を「Just In Time」で行う。ここは機械学習でカバーできる領域である。しかし、モノづくりはたゆまぬ進化による競争力向上が鍵となるため、進化、すなわち日々改善を実行し、自ら“変化”“有事”を起こす“非定常・有事生産”が必須であり、これには「Just On Time」ですぐに反応・対応できる“現場・人”の力が不可欠である。このように、「Just In Time」を成立させる仕組みと「Just On Time」の現場力向上の両輪モデルが今後のモノづくりの差別化だと考える。

IoTのそもそもの狙いは、モノにセンサーをつけて、モノが使われている状態を知り、これまでにない価値を見出そうという点にある。モノだけでなく、“人”についても同様である。デンソーのダントツ工場では、ある状態の下で、ある情報がインプットされた際に、高技能者である“匠”ならどう考え、どう設備を調整し、他人に指示するのかといったことをセンシングして、それを機械や周りの人に習熟させる。つまり、高技能者の暗黙知、言動を形式知化し、それをデジタル化して共有することで海外の工場でも高い生産性を実現することを狙う。日本の現場には匠の知恵やスキルが蓄積されているが、海外工場は環境や文化の違いもあり、日本と同じように伝承、活用できないところもある。よって、時空間ギャップなしで情報伝達できるIoT技術を用い、匠の技をタイムリーに提供することで、海外でも「Just On Time」に対応、プラスの価値を生み出し続けるダントツ工場の実現を目指している。

図 人と機械の共創による加速するカイゼン



出所：(株) デンソー ウェブサイト

(3) 素材

① 特徴

- ・IoTなどの活用にあたっては、バリューチェーン全体の最適化に寄与する価値あるデータをいかに獲得して活用できるかが鍵を握っているが、素材産業などプロセス型産業においては、バリューチェーン上のポジションが、最終製品メーカーや部品・部材メーカーに比べて上流に位置しているため最終顧客から距離が遠く、最終製品や運用段階からデータを取得するのが相対的に難しい。このため、工場内での生産システムの自動化・最適化など以外は、IoTの活用などの第四次産業革命への取組への関心が比較的薄くなりがちである。しかし、これまで素材産業で行われていたセンサーなどを活用した「生産プロセスの合理化・高度化」に加え、IoTやビッグデータ、AIを活用して「全く新たな

サービス提供」などにつながる“素材のセンサー化”や“顧客接点の直接構築”、「R&D支援」としての“マテリアルズ・インフォマティクスによる新材料開発手法”などによる新たな付加価値獲得や生産性向上に向けた動きが活性化しつつある。

(ア) 生産プロセスの合理化・高度化

- ・素材などのプロセス産業では、その生産過程においてセンサーなどを活用してデータを取得することにより、生産プロセスの合理化や高度化が図られ、省人化された製造現場で作業が行われる環境づくりが進められてきている。また、熟練技術者の知見を「見える化」して、デジタル情報としてシステムに埋め込む取組も見られる。このような動きが、低コスト化したセンサーやAIの一層の活用を図る

ことにより、大きく推進することが期待される。

(イ) 素材のセンサー化

・素材の中、あるいは素材そのものにセンシング機能を持たせ、“素材のセンサー化”を通じてデータを取得することによりIoTの活用を図ることが考えられる。例えば、素材の中に埋め込んだ情報に基づいて保守メンテナンスなどの最適なサービス・ソリューション提供を行うことが考えられる。また、生体信号を感知できる機能繊維を開発し、当該繊維を組み込んだ衣類を着用したユーザーから得られる生体情報を通じて、作業者の労働環境やユーザーの健康状態の把握といった新たなサービス・ソリューションを提供するなど、ビジネスモデル構築も考えられる。

(ウ) 顧客接点の直接構築

・素材メーカー自身が最終ユーザーとの直接的な接点を構築し、ユーザーの利活用に関する情報を取得し、さらなるビジネス展開を図ることも考えられる。これにより、ユーザー側の素材の利用状況を把握できるシステムを構築し、素材の最適使用などに関する情報を提供することなどが考えられる。素材メーカーが、自らクラウドサービスなどを通じて顧客接点を構築できれば、顧客ごとに情報に基づいて、適時適量の配送といったサービスの強化などを行うことができる。

(エ) 研究開発の加速化

・社内外の獲得・蓄積した大量の物質データの中から、新たな開発すべき材料に近い性能を有する材料を推定する新たな材料開発手法である「マテリアルズ・インフォマティクス」への取組が主要諸外国で見られる。マテリアルズ・インフォマティクスにより、従来は研究者の経験とコツで探索発見していた新材料を、試作や実験を経ずに高速で推定することが目指すものであり、データ蓄積量とデータマイニングの技術進展に伴い、今後、実用度の高まりが期待されている。

② 取組例

(ア) 生産プロセスの合理化・高度化

<花王(株)>:「生産最適化」「技能継承」「運用最適化(社内)」

・大手日用品メーカーの同社では、国内外の工場の中でも最大規模の和歌山工場をハブオペレーションセンターとして、国内10工場・海外25工場をネットワークでつなぎ、運転・品質・設備・保全情報を共有して各工場の現場力の向上を目指す取り組みを実施。中でもノウハウの見える化については「ナレッジマネジメントシステム」を通じて国内外の拠点とも連携し、情報蓄積を図っている。そうしたビッグデータを活用して、省エネオペレーションなどの「運転最適化システム」の構築や若手従業員への技能継承など

による現場力向上を図っている。

<(株)ダイセル>:「生産最適化」「技能継承」「運用最適化(社内)」

・大手化学品メーカーの同社では、「技能継承」を早くから進めており、熟練工が暗黙知として蓄積している設備の運転ノウハウを標準化・システム化することで、誰もがベテランオペレーターの技術を活用できる仕組みを構築し、品質の確保やコストダウン、省エネの実現を図っている(ダイセル方式)。その効果としては、①製造原価20%削減、②生産性(1人当たり付加価値)3倍増、③アラーム発報数80%以上削減、などを実現。

<旭化成(株)>:「予知保全(社内)」 「運用最適化」

・総合化学メーカーである同社の水島製造所は、石油化学製品を製造するためのプラントを有する製造所であるが、設立から約50年経っており、設備の劣化が進行している。プラントの配管についても例外ではなく、特に保温材下腐食(CUI)の維持管理は重要な課題の一つとなっていた。このため、CUI腐食の検査データを使用条件と関連付けて系統的に分類し、統計的に解析することにより、予測モデルを構築。新たに配管の腐食速度、腐食倍率を導きだし、配管の腐食を予測することで、配管からの漏れなどのトラブルを未然に防止し、経年劣化設備の維持コストの最適化を実現。さらに、このCUI予測モデルの横展開の検討にも取り組んでいる。

<(株)東伸コーポレーション>:「生産最適化」「技能継承」

・生コンクリート販売などを行う同社は、建設現場ごとのオーダーで多品種かつ大量に出荷される生コンクリートの品質データの取得作業が大きな負担となっていた。「元気生コンネットワーク(GNN)」という全国の生コンクリートメーカー約100社が集うコミュニティに属する同社では、この課題に対処するためコミュニティ会員企業4社と共同でGNN Machinery Japan株式会社(GNNMJ)を設立。コンクリートの品質測定装置を開発した海外ベンチャー企業(現コマンド・アルコン社)と連携し、ミキサー車のドラムに取り付けたプローブから、コンクリートの品質データをリアルタイムでクラウドにアップロードすることで、すべての生コンクリートの品質変化データを取得・可視化するシステムを開発。生コンクリートの品質検査の生産性を高め、また品質を適正に評価できる仕組みを作り、熟練者でなくても品質の判断ができる環境づくりを目指している。

(イ) 素材のセンサー化

<繊維各社>:「全く新たなサービスの提供」

・着るだけで生体情報の連続測定を可能とするなどの「スマートテキスタイル」は、繊維産業に産業革命を起こしつつあ

り、技術コンサルティング企業 Cientifica の報告書によると、2025年までにその市場規模は1,300億ドルを超える見通しである。従来のスマートテキスタイルは、センサーが衣料品に取り付けられるものが主流であったが、最近では、センサーはますます衣料品そのものに近づいており、健康産業、スポーツ産業、医療モニタリング産業、ファッション産業、エンターテインメント産業などに大きな需要拡大の商機をもたらしている。日本国内においても開発・実証に繊維各社が取り組み、一部は製品化され始めている。導電性繊維で織ったものや導電シートを生地に貼ったもの

など様々なものがあり、大学や異分野業種と連携を図りながら多様なニーズに対して製品開発を推進。例えば、生体信号を無意識に近い状態で収集する機能素材を開発（ウェアラブルセンシングデバイス）して、生体信号を蓄積・分析することで、効率的なスポーツトレーニングだけでなく、体調変化などの把握に活用できる。これらにより、美容・健康に関する付加価値の高いサービスの提供を目指している。さらに、介護や見守りへの活用も期待される。（企業例：東レ、東洋紡、帝人、グンゼ、住江織物、エアシルクなど）

コラム

高精度導電性繊維によるヘルスケアサービス・ソリューション提案 ・・・ミツフジ（株）

京都に本社を置く同社のルーツは西陣織の職人によって設立された、織物の加工・製造を行う西陣織工場であった。その後、「抗菌」「電磁波シールド」がブームになった90年代に銀メッキ繊維の分野へと進出し、以後20年来の取組の中で、電位抵抗値を均一化して糸に銀メッキをつける技術により、「AGposs[®]」を開発。2008年には国際宇宙ステーションにおける宇宙飛行士の下着素材として採用された。

近年では、ウェアラブル市場への注目の高まりから、導電性素材として同社の銀メッキ繊維の引き合いが増加していたが、繊維、IT、IoT、クラウドといった広範な領域に跨るウェアラブルビジネスには各社苦戦しており、海外市場に比べて立ち上がりも遅れていた。

2014年、当時、業績低迷の真っ只中に先代から社長を引き継いだ三寺氏は、入社前に大手電機メーカー、外資系ITベンダーなどを渡り歩いた経験もあったことから、そのウェアラブル市場に活路を見だし、従来のビジネスモデルからの脱却へと舵を切った。

繊維の加工技術、IT、システムなどの幅広い知見を活かし、コア技術である銀メッキ繊維の素材提供からウェアづくり、システム構築、ビジネスモデル設計まで広く顧客ニーズに応えられる企業を目指し体制を強化。また、自社ブランド製品として、スマートウェアとトランスミッター、アプリケーションが一体となったウェアラブルソリューション「hamon[®]」を開発、リリースした。

ウェアラブル製品はローエンドからハイエンドのものまで様々にあるが、同社の「hamon[®]」では「AGposs[®]」の高い導電性、安定性、耐久性を活かし、データの精度が求められるBtoB、医療などのハイエンド分野での実用化に向けて、大手メーカーや、大学、フランスのBio Serenity社など海外企業とも共同研究を実施。そうしたオープンイノベーションの取組の中で心電図の波形データから、熱中症やてんかんなどの疾病の事前予防のアルゴリズムを開発している。こうした取り組みは、医療、健康用途にとどまらず、プロスポーツ選手の練習時の生体データと試合結果との紐づけによる練習効果の測定や、選手のスカウト時におけるデータ活用などにまで利用用途を広げていく計画である。

昭和31年創業の老舗企業でありながら、同社の三寺社長は自らをベンチャー企業と呼び、先代から引き継いだ繊維素材製造の技術をコア技術としつつ、最先端の技術との異分野融合、様々な企業とのコラボレーションにより、下請け企業からウェアラブルソリューションカンパニーへと変化を遂げている。

図 導電性繊維「AGposs[®]」と、その特性を活かしたウェアラブル製品「hamon」



出所：ミツフジ（株）より提供

(ウ) 顧客接点の直接構築

<太平洋セメント(株)>:[予防保全(顧客)][遠隔保守(顧客)][全く新たなサービス提供]

・コラム参照

<(株)ブリヂストン>:[予知保全(顧客)][全く新たなサービス提供]

・コラム参照

コラム

素材産業のセンサーなどを活用したサービス展開・・・太平洋セメント（株）

セメント業界大手である同社は、セメント製造・販売だけでなく、コンクリート構造物の保守・メンテサービス提供という新たなビジネスにも取り組み始めている。

従来、コンクリート構造物は目視観察による日常点検が中心に行われているが、定性的であり、内部の鉄筋の腐食やひずみは正確に把握できなかった。また、人間による目視での観察は、人の経験値（熟練度）に依存する部分が多く、熟練技能を有している人材不足という壁にもぶつかりつつある。

このような課題に対し、同社では RFID の無線通信を使い独自のセンサーを活用した『RFID 構造物診断技術』を開発。コンクリート内の鉄筋などに RFID タグとひずみセンサーを取り付け、構造物のひずみによる劣化情報を無線通信で把握するサービスを提供。また、鉄筋などに RFID タグと自社開発の腐食環境センサーを取り付け、構造物を破壊することなく構造物の腐食環境を把握できるサービスも展開。センサー情報で劣化状態を把握することによって、顧客である構造物管理者に更に詳細な調査を行うことを提案したり、構造物の修繕・補修・補強が必要な状態であれば、その材料や工法を直接提案し採用するよう働きかける活動を行ったりするなど、収集データをもとにしたコンサルティングサービスの展開も進めている。

また、実構造物における実際のセメントの収縮量が設計上の収縮量におさまっているかを確認し、セメントをコンクリートとして使用した際の品質確認手法として RFID ひずみセンサーからのデータを利用している。

今後同社が一層のビジネスモデル展開を進めていく上での課題としては、一般消費財と異なりライフサイクルが長い構造物は、管理者やオーナーが変わることが多いことによって、構造物の維持管理コストの概念が浸透しにくく、データを利活用する環境が維持されないことが挙げられる。

図 太平洋セメントの取組



出所：太平洋セメント（株）より提供

コラム

タイヤにセンサーを装着し、路面状態判別技術を世界で初めて実用化・・・（株）ブリヂストン

（株）ブリヂストンは、タイヤにセンサーを装着することで、「走る 曲がる 止まる 支える」というタイヤの4大機能に「感じる」という新たな付加価値を追加した。

タイヤの接地面から得られる情報を収集し、それを解析するための技術群を同社では CAIS (Contact Area Information Sensing) と名づけている。路面状態を判別するアルゴリズムは、タイヤ内面の加速度波形の特徴が路面状態に応じて変化するという原理に着目して開発された。

タイヤセンサーを用いた路面状態の判別技術は、2015年に（株）ネクスコ・エンジニアリング北海道と共同で実用化されている。北海道の高速道路の大半は積雪寒冷地域を通るため、ネクスコ東日本（北海道支社）では巡回車を走らせて、路面状態を把握し、それに基づき凍結防止剤を散布していたが、路面状態は目視で判断するため経験豊富な熟練者が必要とされた。また、凍結防止剤として使用される塩化ナトリウムは道路構造物に影響をもたらすことが知られており、散布量を最適化することで影響を最低限とする必要に迫られていた。

そこで、2011年11月から両者は共同で技術試験をスタートさせた。巡回に使う専用車のタイヤにセンサーと小型発電機を組み込み、まず、路面の状態を①乾燥、②半湿、③湿潤、④シャーベット、⑤積雪、⑥圧雪、⑦凍結という7種類に判別するために、この7種類の振動波形を事前に機械学習を応用したシステムに学習させた（オフライン学習）。走行時にはセンサーで得た情報を無線で車載計測器に飛ばし、受信したデータを上記学習済みモデルへ入力することで路面状態情報に変換する。これにより、リアルタイムで路面状態の判別を行うことが可能となった。散布量の適正化によって塩害を減らすことによるインフラの長寿命化や、作業員不足や作業負担の解消につながる効果もあり社会貢献となっている。

同様にタイヤ内部に設置したセンサーを使って、タイヤの摩耗状態を推定する技術の開発も進めている。また鉱山車両用のタイヤでは、空気圧と温度をリアルタイムに計測することで、タイヤのメンテナンス時期の予測などに役立てている。

図1 タイヤ内面に装着された加速度センサー

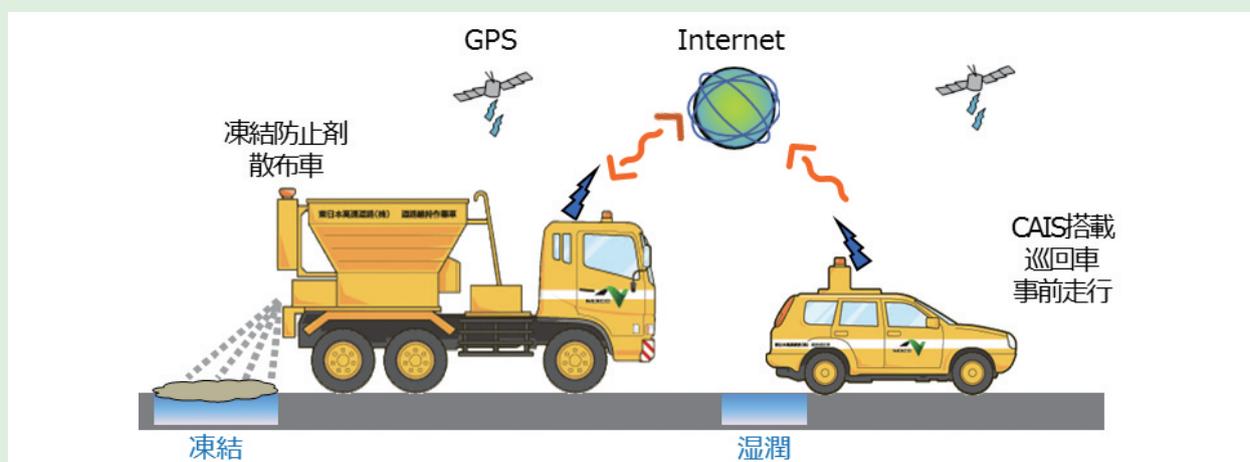


出所：(株)ブリヂストンより提供

図2 車内でリアルタイムの路面状態の判別が可能に



図3 CAIS搭載巡回車が路面状態を判別することで、凍結防止剤の適量散布が可能に



出所：(株)ネクスコ・エンジニアリング北海道より提供

(エ) 研究開発の加速化

<超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト>:「開発支援」

- ・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) では、2016年度から「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」を開始。日本を代表する素材・材料メーカー16社と計算科学のエキスパートが協力し、ピッ

グデータやAIを活用して超先端材料を超高速で開発するための基盤技術の構築を進めている。主に有機半導体などエネルギー変換材料や有機・無機ハイブリッド材料、電子デバイス用部品など複合材料、触媒など反応促進材料の先端4領域をターゲットに、機能性素材の試作回数や開発期間を従来の20分の1以下にまで短縮する目標を掲げている。

コラム

諸外国における計算機シミュレーションなどを用いた物質・材料研究開発の取組

近年、ユーザー企業のニーズは多様化・高度化するとともに、マルチマテリアル化や開発スピードの加速への要請が強まっている。そのような状況下で、材料開発競争で優位に立つべく、世界中でマテリアル・インフォマティクス戦略が立ち上がっている。

<米国：マテリアル・ゲノムイニシアチブ (Materials Genome Initiative) >

新たな素材開発インフラの構築を目指すプロジェクトとして、2011年にホワイトハウスが立ち上げた。コンピュータを徹底的に活用して新しいマテリアルの研究開発を行うものであり、最先端素材の開発から市場導入までの時間の半減が目標となっている。計算機シミュレーションや実験的手法、様々なデジタルデータへの統合的アプローチにより、素材開発基盤高度化を図る。

<欧州：Novel Materials Discovery (NoMaD) >

2014年1月から開始された7か年計画で総額800億ユーロ規模のEU研究・イノベーション枠組計画であるHorizon2020プロジェクト内に含まれる1つのテーマ。これまではドイツ主導で、物質材料データ収集を行ってきた。今後は、2016年～2018年まで、材料科学のためのデータベース構築とビッグデータ分析ツールの開発を実施する予定。

<中国：China MGI (中国版 Material Genome Initiative) >

「第12次5か年計画要綱(2011-2015年)」で特定されている7つの戦略的振興産業の一つとして「新素材」を指定し、新材料の研究開発と産業化を推進。中国科学院及び工学院が連携して同戦略に着手。

<韓国：Creative Materials Discovery Project >

「第6次産業技術革新5か年計画(2013年)」において、「素材・部材」を含む4分野の課題を「未来産業エンジン」に指定して支援。韓国科学技術院が主体となって、2015年からの10年計画で本プロジェクトを立ち上げ。

<日本：情報統合型物質・材料開発イニシアティブ>

前述のNEDOプロジェクト以外でも、2015年7月、(国研)物質・材料研究機構(NIMS)を拠点に、14大学、7研究機関のほか、トヨタ自動車(株)、(株)日立製作所、新日鉄住金(株)、東レ(株)などの企業17社が参画する「情報統合型物質・材料開発イニシアティブ(“Materials research by Information Integration” Initiative：MI2I)」が発足し、データベース構築、機械学習、統計解析、シミュレーションなどのツール開発と、それらの統合による革新的な磁性材料、蓄電池材料、伝熱制御材料などの探索を目指したプロジェクトが進められている。

(4) 設備

① 特徴

- ・工作機械業界などにおいても、新興国メーカーの台頭による価格競争が顕在化する中、データ利活用によるサービス・ソリューション提供が大きな差別化の要因となってきている。また、設備産業はエンドユーザーとなる設備利用メーカーとの距離が近いという特徴がある。そのため、外販する設備にセンサーなどを組み込む、もしくは外付けすることにより取得した加工対象の作業情報や機械内部に保有する設備稼働情報などをエッジやクラウドで蓄積、ソフトウェアで解析し、ハードとともに一連のソリューションとして外販する取組が可能となってきている。

(ア) 設備利用企業へのサービス提供

- ・工作機械については、近年のオープンな通信プロトコルや標準ミドルウェアなどの技術開発の進展によって、設備稼働情報と様々なソフトウェアとの連携が一層可能となってきている。工作機械メーカーは、ユーザー企業の許可があれば、蓄積されたビックデータを様々なソフトウェアで解析し、遠隔診断による故障対応や保守などが可能となる。また、設備稼働情報(負荷量情報や予兆情報など)を把握し、保守・部品交換が必要な時期を解析により推定可能となり、保守部品を先行手配し、必要時にユーザー企業へ提供することなども可能となる。これにより、ユーザー企業は生産停止を免れる一方、工作機械メーカーは保守部品の需要予測精度が高まり、保守部品の在庫圧縮が可能となる。

② 取組例

(ア) 設備利用企業へのサービス提供

【工作機械など】

成長機会の中心が海外市場となり、様々な規模のメーカーが各国に乱立している現状においては、IoT、AIなどの新たな技術を活用した付加価値創出の重要性が増大している。そうした背景の中、工作機械から取得できる情報をソフトウェアで解析することで、遠隔保守や故障の予知保全サービスの展開が開始されている。例えば、様々なメーカーの工作機械を有する顧客の要請に基づいて、自社製品だけではなく、他社製品もつなげることによるソリューション展開が差別化要因として重要になってきている。

<(株)アマダホールディングス>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

- ・金属加工機械の総合メーカーである同社は、顧客のさらなる安定稼働、生産性向上を支援するために、センシングデータや稼働ログデータの取得による「マシンを止めない・復旧を待たせない・モノづくりへの提案」という先進的なサポートを提供している。蓄積されたデータを徹底解析し、時系列での異常スコアや変化を可視化することで、余裕を持ったメンテナンス時期の提案を行うとともに、リモートサポートツールにより遠隔操作や部品や人の手配を迅速に行うことができる。また、ソフトウェア情報を分析することで、モノづくりの無駄を省くナビゲートを実現する。

<オークマ(株)>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「生産最適化」

・工作機械メーカーである同社は、航空機産業を始めとした複雑形状部品、難削材加工など高度なものづくりを支援する施設をアメリカ、ヨーロッパ(パリ)、日本の3拠点に開設。各拠点内の工作機械を稼働モニターに接続、更に拠点間をネットワークで接続することで、機械の稼働状況や機械内の加工状況を拠点間で共有・見える化を実現。自らの拠点に無い機種でも、別拠点の機械を使ってテスト利用が可能となり、加工状況を遠隔地にいながらモニターすることで、テスト利用の迅速対応が可能となっている。また、顧客のスマート工場化を後押しするために、工場稼働モニタリング用のソフトウェアや作業計画の作成・作業進捗の管理ができるソフトウェアと同社のCNCを接続することで、機械の稼働状況の見える化などを通じた稼働率・スループット向上に貢献するソリューション提供を実施。

<(株)ジェイテクト>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

・コラム参照

<DMG森精機(株)>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

・工作機械メーカーである同社は、独自のネットワークアプリケーションをもとに、インターネット回線や電話回線などを利用した遠隔保守サービスや稼働監視システムなどのソリューションを提供。また、工作機械と社内システムとのネットワーク構築が可能となるインターフェイス(マルチタッチ式のNCコントロールモニター)を開発することで、オフィスからの生産計画や進捗状況などの統合管理や機械の動作の制御などを可能とするソリューションを提供している。

<中村留精密工業(株)>:「生産最適化」

・複合加工機のトップランナーである同社は、工場内の工作機械から稼働状態、アラーム情報、加工個数などの機械情報を自社開発ソフトで収集、異常発生時のアラーム通知を可能とし、機械停止時間の最小限化に成功。また、稼働履歴やアラーム履歴より、停止した原因を分析して再発防止策を検討することが可能に。

<三菱重工工作機械(株)>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

・工作機械メーカーである同社は、工作機械やシーケンサなどの各種設備と、クラウドをつなぐことができるイーサネットなどの各種通信インターフェイスを有する専用デバイス及びクラウド上に設置した、設備から収集したデータ

を蓄積することができる専用のサーバを提供。これらを用いて、稼働情報をWeb画面で閲覧できるサービス(稼働監視)や、故障発生時にサービスセンタと設備をリモート接続して運転状態などの調査によって原因調査時間を短縮して迅速な復旧を支援するサービス(遠隔保守)、設備データの蓄積・分析による故障予兆の検出(予知保全)などのサービスを設備ユーザーに提供している。

<村田機械(株)>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

・産業機械メーカーである同社は、繊維機械製品における機械稼働データの自動収集・蓄積・集計を行うことが可能となるシステム、機械周辺での無線環境を実現する専用無線機器、機械周辺で全機稼働データ・保全情報・マニュアルの閲覧などを実現し保全作業を支援するアプリケーションなどを開発し、繊維機械ユーザーに提供。さらには、ユーザーからの機械稼働データをもとに、週や月単位でのレポートを提供し、問題などが生じている場合は専用のビジュアルコミュニケーションツールを活用してオペレーターからユーザーへの迅速な技術サポートを実現している。

<ヤマザキマザック(株)>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「生産最適化(顧客)」

・工作機械メーカーである同社は、同社製の工作機械の稼働状況を可視化・分析が可能となるソフトウェアも含めた工場の見える化と、最適な管理を実現する生産支援ソフトウェア群によるサービスを工作機械の販売とともに提供。顧客の要望に応じてIoT時代に対応したスマートファクトリー化を支援するために、製造業向けオープン通信規格「MTConnect」を経由して収集した工場内の異なるメーカーの機器稼働情報をリアルタイムに工場内で見える化し、さらに、その情報を自社開発したフォグ上のネットワーク接続装置を介してクラウド上で管理・分析することで工場経営の効率化や設備機器の生産性向上を顧客に提案。

<(株)平安コーポレーション>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

・木工機械製造の大手である同社は、外販する木工機械から得られるデータの見える化を可能とするソフトウェアを機械とともに外販、見える化ツールによって顧客が見ている画面と同様のものを同社のオペレータールームにおいて表示し、リアルタイムでの故障診断などの遠隔保守サービスを実施している。また、地元の大学と連携し、このようなオペレーションを可能とするIT人材の採用・育成にも力を入れている。

「現場力」の「人」に着目したソリューションの提案・・・(株) ジェイテクト

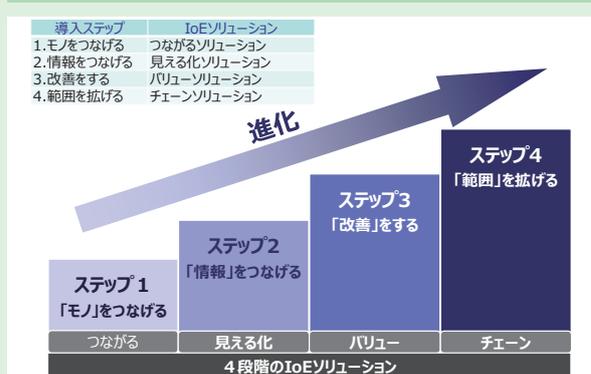
自動車メーカーのラインビルダーでもあり工作機械メーカーでもある同社は、モノだけでなく「人」もつなげることを「IoE (Internet of Everything)」と位置づけ、IoT を利用した現場力や改善力の向上だけでなく人自身の進化も図り、人と設備が協調する「人」が主役のスマートファクトリーを目指している。現場とIT とを融合させることにより、「不具合を出さない」「止まらない」「生産性向上などの現場での困りごとを解決する」ために、3つのIoEを提唱(①品質のIoE：製品品質の兆候管理ができる、②保全のIoE：寿命・異常の兆候管理ができる、③生産のIoE：人も含めた生産性向上ができる)。工作機械メーカーが、IoT を活用した予知保全や遠隔保守サービス提供に舵を切りつつある中で、ラインビルダーの知見を生かして、人も含めた生産性向上などもソリューション展開しているところが特徴的である。

具体的には、例えば、種々の設備の全体管理を行い、月々の生産・段取り回数・段取り時間などをグラフで見える化したというような現場や顧客の要望に応えるべく、新旧が入り混じりメーカーごとに異なるPLCや工作機械などの様々な設備をつなぐことのできるオープン・プラットフォーム・モジュールを開発。現場はもとより離れた経営者側においても、統計的に設備の弱点の見える化をサービスとして提供している。

さらに、同社は現場の人に焦点を当てた取組を推し進めている点に特徴がある。作業者の充足・不足を明らかにして人の生産性を高めたいという現場や顧客の要望に応えるべく、制御装置をつなげて設備の稼働状態を収集してつなげるとともに、フロア内にホームポジション的な位置を設けて作業終了ごとにこのポジションを必ず経由するようにしてその情報を分析することで、作業者の過不足などの見える化を可能とし、最適な人員配置につなげることができている。加えて、個人の作業習熟度をシステムに取り込むことでその人の作業習熟度にあった作業指示が可能となるとともに、各工程の計画時間と実績時間を蓄積し、作業者の作業習熟度向上につなげることも実施している。

同社は、今後もラインビルダーの知見を活かし、現場の設備だけでなく、「人」もつなげ、見える化して弱点を改善するといったユーザーへのソリューション提供を行いながら、「人」が主役のスマートファクトリーづくりに取り組んでいる。

図 IoT導入の4段階のステップとIoEソリューション



出所：(株) ジェイテクトより提供

【制御機器・制御装置など】

機器・装置からセンサーによって得られるデータを解析するツールの外販や、異常の予知保全などのソリューションを、モノ売りとともに実施するビジネスモデルを展開している。

< IDEC(株) > : 「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

・制御装置メーカーの同社は、各種の制御装置やシステムの状態を簡単・手軽に遠隔地からリアルタイムに把握できるソフトウェアを開発して外販。また、農業、ホーム・エネルギー・マネジメント・システム (HEMS)、太陽光発電や熱源制御システムなどのIoT活用による遠隔監視、見える化、省エネ化することのできるアプリケーションを開発・外販している。

< アズビル(株) > : 「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

・制御機器・制御装置メーカーである同社は、各種プラントにて運転に使用されている各種センサー、調節弁、分散型総合制御システムなどを通じて蓄積された長期プロセス

データ(ビッグデータ)を活用し、プラント内の様々な計装機器に発生する不調や故障を早期に検出することで、プラントの安定稼働や安全操業に貢献するシステムを開発・外販。いくつかのユーザー企業で実用中である。

< 新川電機(株) > : 「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

・渦電流式変位センサーなどのメーカーである同社は、センサーから得られたデータ分析を実施するシステムをセンサーとともに提供している。あらゆる回転機械に対応し安全操業と運転効率向上をサポートする振動解析診断システムや、世界中に点在する回転機械の一元管理を可能とする統合監視プラットフォームなどを外販。さらには、機械の状態監視を実施し異常や故障兆候の早期発見と傾向の管理・解析レポートを提供するとともに、異常兆候が検出された場合には、顧客と一体になって対策立案支援サービスなども提供している。

< (株) タツノ > : 「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」

・ガソリンスタンド向け機器メーカーである同社は、ガソリンスタンドに設置されている給油機・油面計などのデータを定期的に収集、蓄積されたデータにどこからでもアクセスできるシステムを開発・外販。独自のアルゴリズムを用いたデータ解析により部品寿命を予知して事前に保守のサービスを提供、また、故障の状態を通知することで修理箇所の特定化サービスも提供している。

<富士電機(株)>:「遠隔保守(顧客)」「予知保全(顧客)」「運用最適化(顧客)」

・回転機及び機械設備の機械振動や軸受振動などの傾向監視による生産ロスコストの低減、設備の状態に合わせた最適かつ計画的な予知保全を支援する無線式回転機振動監視システムなどの各種システムを外販。併せて、コールセンターによる遠隔保守支援・予知保全支援・延命化支援、さらには分析を通じたトータル改善提案も含めて設備のライフサイクル全般にわたる様々な保全サービスを提供。また、大量のエネルギーを取り扱う鉄鋼プラント向けの操作最適化ソリューションも展開。エネルギーセンター最適制御技術により、製鉄所全体のエネルギー需要予測を行い、最適操業及び製鉄所で発生するエネルギーの有効活用により省エネ(使用/購入エネルギーの最小化)を実現するサービスを提供している。

<(株)明電舎>:「遠隔保守(顧客)」

・重電メーカーである同社は、油入変圧器に各種センサーを取り付け、取得したデータをクラウド上に蓄積し、その蓄積データを解析して、遠隔監視や故障診断をオンライン上で実施する「余寿命診断システム」を開発。このシステムの導入により、定期点検時に2週間ほどかけて行っていた変圧器の油分析を、「リアルタイム」に実施することができることが特徴となっている。

<横河電機(株)>:「運用最適化」「予知保全(顧客)」「遠隔保守(顧客)」

・生産プロセス分野における制御事業を主とする同社は、プロセス制御・監視システムおよびセンサー群を提供し顧客のプラント操業の自動化を支援している。生産設備の操業情報をリアルタイムでセンシングした膨大なデータに対し、機械学習・自動解析技術なども活用して分析することで、プラント運用の最適化ソリューション、および設備性能劣化に応じた保全の最適化ソリューションなどを提供している。また、プラントの遠隔監視による運転・保守の支援なども実施している。

(イ) その他

<オムロン(株)>:「生産最適化」

・制御機器メーカーの同社は、草津工場において、各機器から生産品の入出力データをログとして取り、コントローラを通じてデータベースシステムで収集し、これらのログ取

集の仕組みと、生産状況をリアルタイムに表示するシステムを構築。これを基に改善活動を実施し、1年で約30%の生産性改善を実現。具体的には、従来問題だと認識されていなかった段取りロスの改善や、装置のチョコ停の改善などにより、同じ生産ラインで1.3倍の生産量を実現。さらに、問題発生時に改善点を見つけ出す作業時間を6分の1以下に低減することなどを実現している。

<CKD(株)>:「遠隔保守(社内)」「予知保全(社内)」

・空気圧・制御機器や自動機械製造メーカーである同社は、工場内の加工機の主軸/送り軸の負荷傾向、工具切削時間、運転状況(稼働中/異常時)などを遠隔監視できるシステムを構築することで、重大故障による機会損失の防止や品質改善、省エネ活動に成果をあげている。

<(株)日立製作所と(株)ダイセル>:「生産最適化」「技能継承」「予知保全(社内)」「運用最適化(社内)」

・日立製作所はダイセルと共同で、製造現場における作業員の逸脱動作やライン設備の動作不具合などの予兆を検出し、品質改善や生産性向上を支援する画像解析システムを開発。ダイセル播磨工場での実証実験を通して、製品品質向上、稼働率向上、熟練工の匠の技のデータ化などの成果を取得。今後、両社はダイセル播磨工場を始め海外6工場へ本システムの展開を図るとともに、統一仕様設計や標準化を図り、グローバルでの統合管理システムの構築を目指す。また、日立は、本システムを汎用化したデジタルソリューションとして、国内外の製造業向けに広く提供を予定。

4 今後の取組に向けた課題

経済のデジタル化が進展する中、デジタル技術の活用などを特徴とする第四次産業革命は、製造業の業種を問わず、また企業規模を問わず影響を及ぼすことが見込まれる。これに対し各企業は、経営上の重要な課題として戦略的に対応しなければならない。

ここまでで紹介した事例は、様々な取組の一例にすぎない。これらを参考にしつつ、自社の強みなどを十分考慮した上で徹底的な検討を行い、データの利活用などを事業戦略のツールとして位置づけることが期待される。特に重要なのは、生産性向上にとどまらず、新たな付加価値の獲得に向けて積極的に新たなビジネスモデルの展開にチャレンジすることである。

(1) 全般的な示唆

収集された事例の中からは、我が国製造業において次のような取組があまり見られず、今後の取組強化などが期待される。

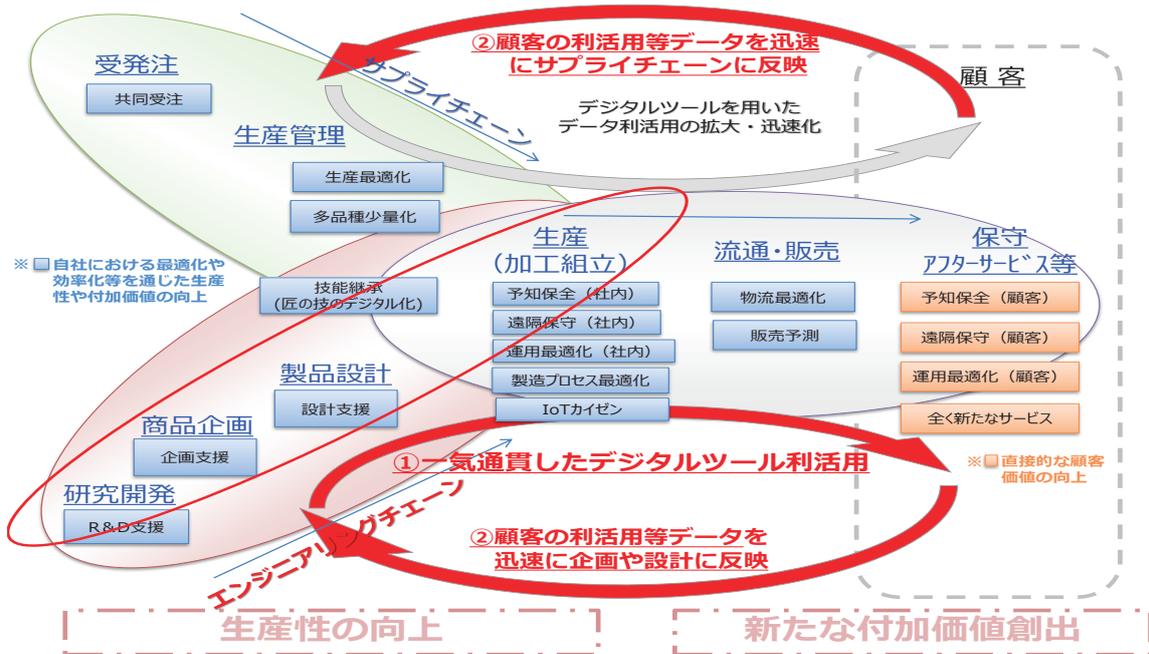
・顧客へのサービス提供やサプライチェーンでのデジタルツール利用は増えつつあるが、エンジニアリングチェーンでの一貫通貫したデジタルツール利活用はまだ取組が少な

い。

・サービス・ソリューション展開による付加価値創出だけでなく、顧客利活用などデータを開発・設計部門や生産部門、サプライヤーなどにフィードバックして、自社やサプライヤーの“ものづくり”そのものの強化に生かす取組に結びつけている例が少ない。

これらは、主に社内の能力向上に向けた取組となり、対外的に発信がされづらい側面があるとも考えられるが、部門や一企業を超えて横串でデータ利活用を一貫した戦略の下で推進することにより、大きな効果が見込まれ、今後の取組強化が期待される（図124-1）。

図 124-1 今後の取組強化が特に期待される部分（全般）



資料：経済産業省作成

(2) 産業タイプごとの特徴

4つの産業タイプ（「最終製品」、「部品・部材」、「素材」、「設備」）ごとに事例を収集した結果として見られる特徴を概観する。

① 最終製品

「最終製品」では、消費者との距離が近く、かつ消費者との関係において商品の品質の担保が最も求められるため、デジタルツールによって品質チェック機能の向上や顧客に対する無償での情報やサービス提供などの取組が他の産業タイプに比べると進んでいるが、今後は、より一層付加価値の高いサービス提供を目指していき、着実に対価獲得へ結びつけていくことが期待される。さらに、顧客価値の実現がモノの「所有」から「利用」へと移り変わる中で、顧客のモノの利用頻度・量に関するデータに基づいた課金型ビジネスモデルなどへと転換し、顧客の投資ハードルを下げることに直結するソリューションを構築・提供していくことも重要となってくると考えられる。例えば、前述のケーザー・コンプレッサー社や STILL 社は、いくつか存在する課金型モデルの中でも、製造した圧搾空気の容量や走行距離に応じて課金をするという従量課金型モデルとしての事例の1つである。

② 部品・部材

「部品・部材」では、金銭的成本に敏感な直接顧客であるセットメーカーに対応するために、デジタルツールやIoTを利用したカイゼンや製造プロセス最適化などによるコスト削減に磨きをかけており、新たなサービスやソリューションの提供という視点よりも、コスト削減のためのデジタルツールの利活用という意識が一般的に強いものと思われる。その中で、IoTなどのデジタルツールを利用することによるプロセスイノベーションの推進やサービス・ソリューション提供などを通して、顧客のニーズに応じていく開発・試作サービスなどを提案し、受注に結びつけていくことなどが一層期待されると考えられる。

③ 素材

「素材」では、プロセス型の装置産業であることから自社工程のダウンタイムが大きな損失につながるため、それを極小化するために、IoTなどを利用した生産プロセスの合理化・高度化を実現する種々の取組などを通じた顧客への間接的な価値提供に取組の重点が置かれている。今後はそれだけでなく、直接消費者とつながることを通して、直接的な商品開発やソリューション提供を消費者や異業種へ外販していく取組が期待され

る。例えば、前述のミツフジ（株）は、繊維素材の製造技術をコアとしつつ、異分野とのコラボレーションによって心電図の波形から疾病を予測するアルゴリズムの開発まで行い、ウェアラブルソリューションをパッケージとして提供する企業へ変貌した事例であった。また、太平洋セメント（株）も、最終顧客である建設会社などと直接接点を持つことで、コンクリート内の鉄筋などに RFID タグと各種センサーを組み込むことによるコンサルティングサービス展開を実現している事例である。

④ 設備

「設備」では、現在、顧客への遠隔保守・予知保全サービスの提供を中心として、法人顧客が設備の調達及び利用時に要す労務的コストの削減に向けた取組が多い。一方で、最終製品における取組と同様に、無償でのサービス提供が多いと思われ、いかにサービス提供に対する対価を得ていくかが重要になってくる。さらに今後は、設備の使用状況の管理などにとどまらず、データを基に次期の設備投資計画や調達品を推薦するなどの新たな価値提供に向けたデジタルツール活用余地が一層大きくなると考えられる。