

第3節 製造業の新たな展開と将来像

センサー技術やコンピューティング能力の発達に伴い、ものづくりの世界でもIoT（Internet of Things、モノのインターネット）やビッグデータ解析を通じた大きな変革が起きつつある。

我が国製造業においては、ITの利活用自体が他国と比較して進んでいないことに加え、省人化や省エネ化といった生産効率改善のための利用が中心である。むしろ生産工程において効率化が進んでいるがために、さらなるデジタル化に対して消極的であるとすら思われる。しかしながら、ドイツのインダストリー4.0や米国のインダストリアル・インターネットが目指している方向、すなわち、マスカスタマイゼーションの時代への対応、ものづくりのビジネスモデルそのものの変革といった動きも見据え、IoT活用によるメリットを享受する積極的な姿勢が重要と考えられる。

このような中、「すりあわせ」といった我が国の得意とする技術力の向上も重要であるが、そのみに固執して新たなビジネスモデルの変革への対応に出遅れると、かえって競争力喪失を招きかねない。我が国製造業には、技術力という自らの強みを活かしつつも、IoT 社会における製造業の稼ぐ力を磨き、思い切った方向転換を行っていくこと、また政府には、そうしたビジネスモデル創出に向けた企業の意識改革のリードや環境醸成を行っていくことが求められている。

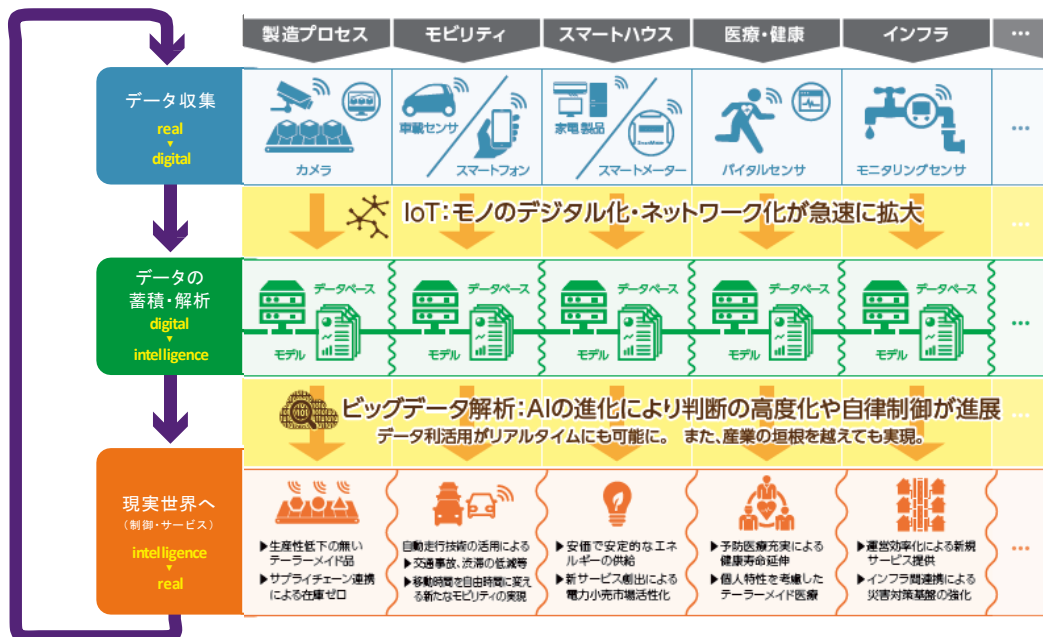
1. データ社会において変わりつつある製造業

(1) 序論

近年、IoT (Internet of Things) やビッグデータといった言葉が注目を集めることに代表されるように、情報技術の発達は私達の生活を大きく変えつつある。身近な事例としては、例えばスマートフォンと同期させたウェアラブル端末で健康管理を行うなど枚挙にいとまがないが、同様に製造業も、情報技術の発達に伴って大きく変容しつつある。例えば2014年版ものづくり白書で述べられているような、3D プリンタを活用したデジタルものづくりの出現によって「ユーザーとメイカーが同一化する時代の到来」はその1つといえ

る。また、センサー技術やコンピューティング能力の発達により、あらゆるものにセンサーを張り巡らせて膨大な量のデータを取得し、それをリアルタイムで解析することが可能となりつつある。データを収集し、解析・処理するサイクルによって付加価値が次々に生み出され、あらゆる分野で競争領域が変化している。同時に産業の垣根を越えた新サービスが次々と広がるといったように、製造業はデジタル化の波の到来とともに大きな転機を迎えているのである（図131-1）。本節では、このような製造業のデジタル化によるものづくりのあり方やビジネスモデルがどのように変化しているのかを明らかにしつつ、我が国製造業の現状と今後の方向性について述べる。

図131-1 IoTやビッグデータによる新たなビジネスサイクルの出現



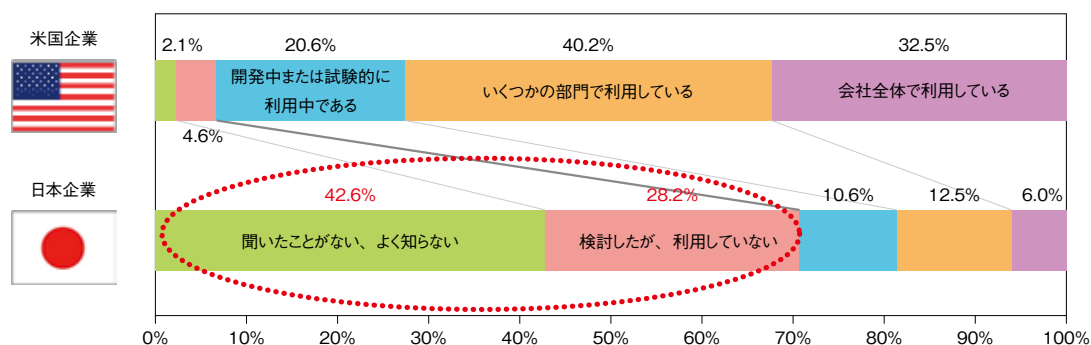
資料：經濟產業省作成

(2) 製造業における IT 利活用の現状

我が国製造業における IT・データの利活用は、諸外国に比べて決して進んでいるとは言えない。例えば、ビジネスにおけるビッグデータの活用状況を日米で比較したアンケート調査によれば、米国企業は90%以上がビッグデータを「利用してい

る」と回答した一方、日本企業は70%以上が「聞いたことがない、よく知らない」「検討したが、利用していない」と回答している(図131-2)。また、イノベーションにデータを活用している企業の割合は、我が国では20%程度に止まるが、これは世界の主要国の水準と比べて非常に低い(図131-3)。

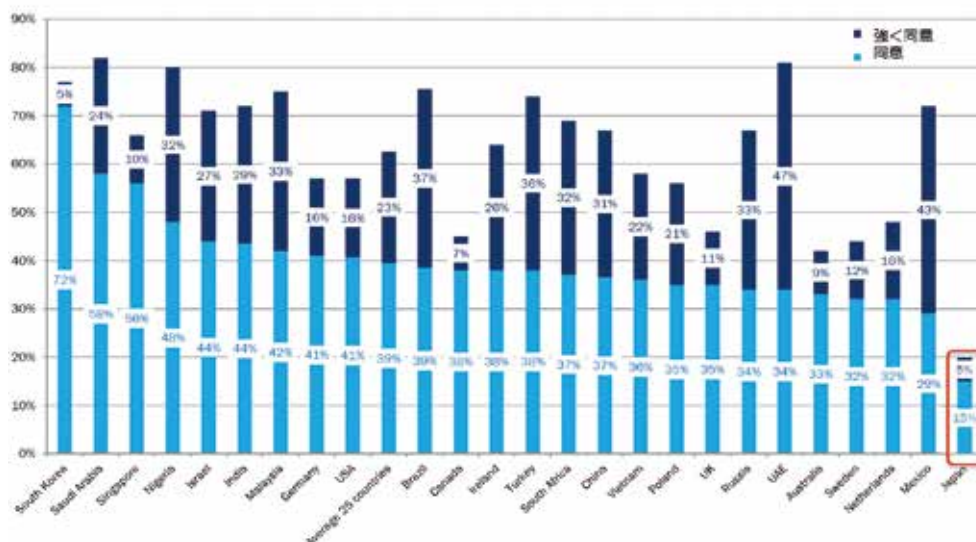
図131-2 ビッグデータの活用状況に関するアンケート調査



備考: 企業規模は、グローバル従業員数300人以上。産業分野は、全業種(医療、教育、政府、情報サービスを除く)。回答者は、経営者及びIT部門以外のマネージャー以上。

出所: 2013年ITを活用した経営に対する日米企業の相違分析(JEITA)、日本企業216社、米国企業194社に対するアンケート調査。

図 131-3 イノベーションにデータを活用していると回答した企業の割合



出所: GEグローバル・イノベーション・バロメーター 2013年世界の経営層の意識調査

また、IT 予算を増額する企業における増額予算の用途を日米で比較すると、我が国では業務効率化やコスト削減といった「守りの IT 投資」が多数を占めるのに対し、米国では製品やサービスの開発強化といった「攻めの IT 投資」が多いという調査も存在する(図131-4)。また、そもそも我が国の IT 技術者は

100万人程度であり、これは米国の3分の1、中国と比べても2分の1の水準に止まる上(図131-5)、我が国ではその多くが IT 企業に在籍し、多くが IT のユーザー側企業に在籍する米国とは対照的である(図131-6) こともその要因と考えられる。

図131-4 IT予算を増額する企業における増額予算の用途

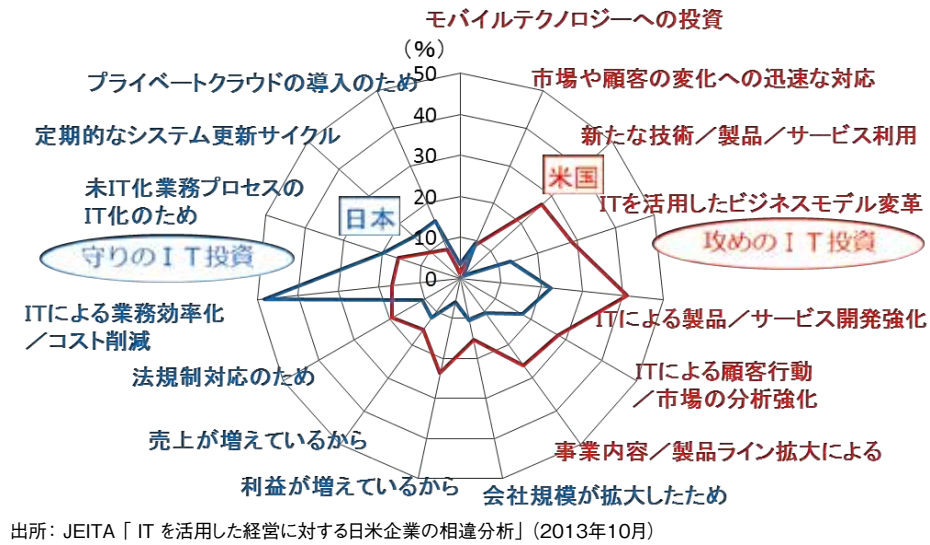


図131-5 各国のIT技術者数

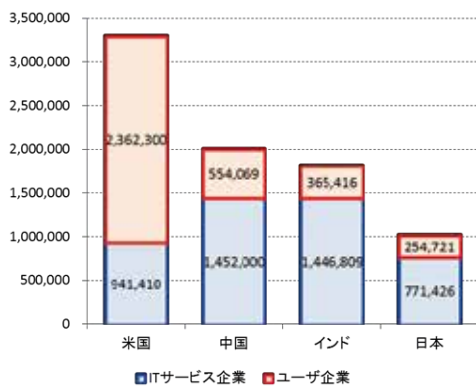
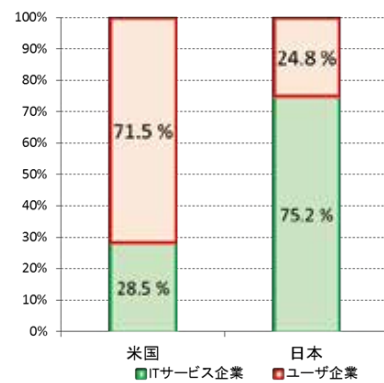


図131-6 日米のIT技術者の分布状況

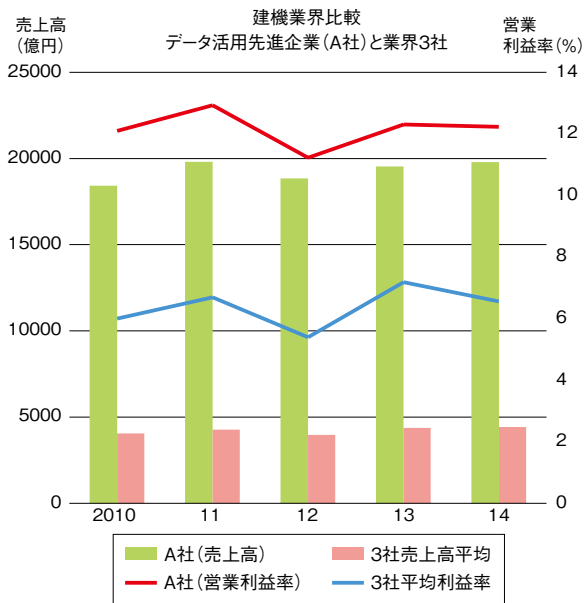


資料：各国統計資料（米国労働省 労働統計局等）、NASCOMM、アジア情報化レポート、IPA IT人材白書2010、ガートナー“Enterprise IT Spending by Vertical Industry Market Worldwide,2008-2014,2010 Update”より経済産業省作成

IT・データの利活用がビジネスにおいて特に重視される理由は、それらが企業収益にもたらすインパクトである。企業収益のうち、データ活用による収益効果のみを切り出して定量的に

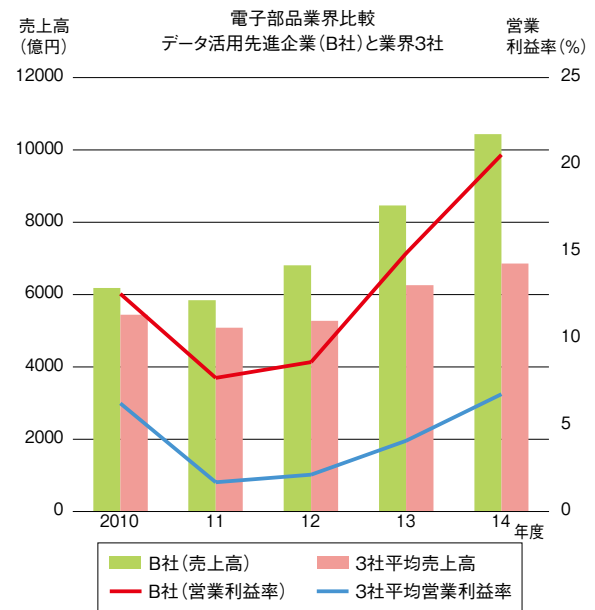
示すことは困難であるが、一方で競合他社と比較してデータ活用を積極的に行う企業に好業績の企業が少なくないことも確かである（図131-7、図131-8、図131-9）。

図131-7 ビッグデータ活用先進企業と競合他社の利益率比較(建設機械)



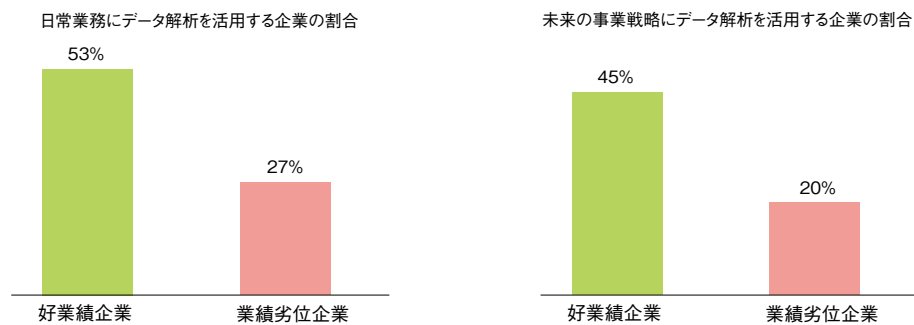
資料:経済産業省作成

図131-8 ビッグデータ活用先進企業と競合他社の利益率比較(電子部品)



資料:経済産業省作成

図 131-9 将来戦略の策定や日常業務におけるデータ解析の活用率



資料:MIT Sloan Management Review (2011), "Big Data, Analytics and the Path From Insights to Value"の世界 108 ヶ国、30 産業、3000 サンプルのアンケート調査データを元に経済産業省作成

ビジネスアナリティクスの専門家である米バブソン大学のトーマス・ダベンポート教授は、企業のデータ活用の状況につ

いて、そのレベルに応じて以下のような5段階のモデルを提唱している(図131-10)。

ステージ1: 分析力に劣る企業

データ分析をほぼしていない。データ整理や正確なデータ収集が課題。

ステージ2: 分析力の活用が限定的な企業

部分的もしくは場当たりにデータ分析を行っている。分析力を高めつつ、分析対象のデータを増やすことで業績への貢献を明らかにすることが課題。

ステージ3: 分析力の組織的な強化に取り組む企業

データ分析に組織的に取り組み、集中的なデータ収集や分

析を行っている。データ分析により強みのある事業を強化することが課題。

ステージ4: 分析力はあるが決定打に至らない企業

全社的にデータ分析を行い、活用している。データ分析により新事業の創出やライバルとの差別化を行うことが課題。

ステージ5: 分析力を武器とする企業

全社でデータ分析が徹底され、成果や競争力の強化に結びついている。将来の予測によって、業界の先頭を走り続けることが課題。

図131-10 分析力の発展過程

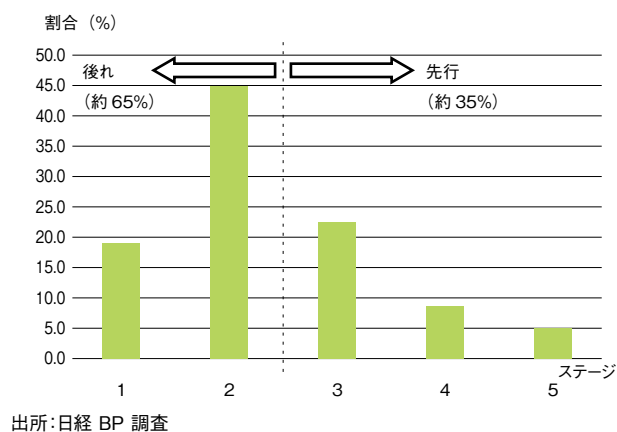
分析力の発展過程						
ステージ	組織戦略		人			技術
	目標	現状	スキル	経営陣のコミットメント	企業文化	
1 分析力に劣る企業	顧客・市場・競合について知る	分析はほとんど行われていない	なし	なし	データ・アレルギー、直感に頼る	データがない、精度が低い、定義が曖昧、システムはばらばら
2 分析力の活用が限定的な企業	データ分析の経験を自主的に蓄積し、トップの関心を引き	ごく狭い範囲でしかデータ収集・分析が行われていない	一部の部門にアナリストがいるが孤立している	特定事業や戦術的な対応に限られている	客観的なデータが必要と感じている、一部の部門では関心が高まっている	各事業ばらばらにデータを収集している、重要なデータが欠落している、システムが統合されていない
3 分析力の組織的な強化に取り組む企業	組織横断型でデータ収集・分析を行う、全社共通の業績評価指標を設定する、データ分析で事業機会を探す	分析プロセスは各部門不統一である	多くの部門にアナリストがいるが、ネットワーク化されていない	分析力を競争優位にすることに一部の幹部が興味をもち始めた	経営陣は事実を重んじる姿勢を打ち出しているが、抵抗に遭っている	システムやソフトウェアは整い、データ・ウェアハウスも拡張中
4 分析力はあるが決定打に至らない企業	組織横断型の分析プラットフォームを構築し、組織として分析力を身につける	データ分析がある程度まで業務プロセスに組み込まれている	スキル開発は行われているが、また水準に達していない、または適材適所でない	経営陣のサポートが得られている	事実に基づく意思決定の浸透を図っている	データの精度は高く、全社的な分析戦略もある、分析環境は整っている
5 分析力を武器とする企業	データ分析から多くの隠されていた事実を導き出す、継続的にデータやシステムの改善を図る	データ分析が定着し、高度に統合化されている	高度なスキルを備え、意欲のある専門家がそろっている、周辺業務はアウトソーシングされている	CEOを筆頭に経営陣が積極的に取り組んでいる	事実に基づいて意思決定を下す、実験し学習する姿勢が浸透している	組織横断型のシステムが整備・運用されている

出所：トーマス・H・ダベンポート、ジェーン・G・ハリス「分析力を武器とする企業」日経BP社

ビジネスへのデータ分析の活用に関心を持つ日本企業を対象にしたアンケート調査によれば、2014年において、ステージ3以上の企業は全体の約35%となっている（図131-11）。2013年に実施した同様の調査においてステージ3以上の企業が約20%であったこと（図131-12）と比較すれば、我が国企

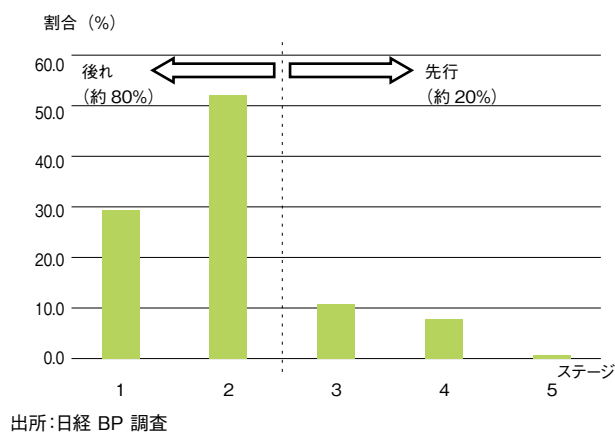
業のデータ活用は全体としては進んでいると見ることが出来る。また、データ分析を企業の競争力の強化に結び付けているステージ5の企業の割合は全体の約5%となり、2013年調査と比べて増加している。

図 131-11 企業のデータ活用度合い(2014 年 9 月調査、623 社)



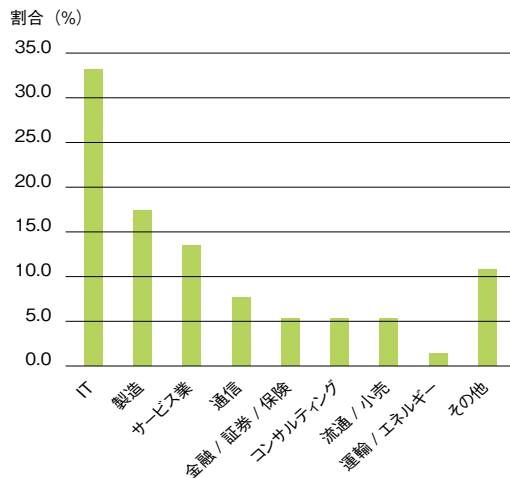
ステージ3以上の企業の業種別分類について見てみると、最も進んでいるのはIT業であった（図131-13）。IT業はデータ活用による業務改善や経営改革等を顧客企業に提案する立場であり、率先して自社の業務やビジネスにデータ活用を進めていることがうかがえる。製造業はIT業に次いでデータ活用を行っている業種であるが、これは大企業を中心に伝統的に生産工程の自動化や効率化等に取り組んできた結果であると考えられる。しかしながら、製造業において積極的にデータ活用を行うス

図 131-12 企業のデータ活用度合い(2013 年 2 月調査、168 社)



テージ3以上の企業は全体の約3割である（図131-14）。そもそも本アンケート調査の対象はビジネスへのデータ分析の活用に関心を持つ企業であることも考慮すれば、製造業は他の業種と比較してビジネスへのデータ活用が進んでいる業種であるとはいえ、全体として見ればまだまだ改善の余地が大きく、このようなデータ活用の動きをより一層進めていくことで、国内製造業のさらなる競争力強化に繋げていくことが必要である。

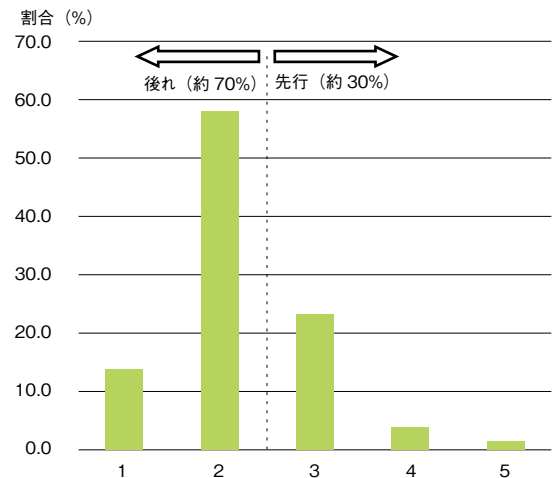
図 131-13 データ活用度合いが高い企業の業種(2014 年 9 月調査、224 社)



出所:日経 BP 調査

次に、全業種を対象としてデータ活用の状況を企業規模別に分類すると、従業員1万人以上の大規模企業が最も大きな割合を占める一方、300人以下の中小企業も大きな割合を占めていることが分かる(図131-15)。その要因としては、大企業に比べて中小企業では企業横断的な投資の決断が行いやすい場合があることや、データ活用に積極的なITベンチャー企業の存

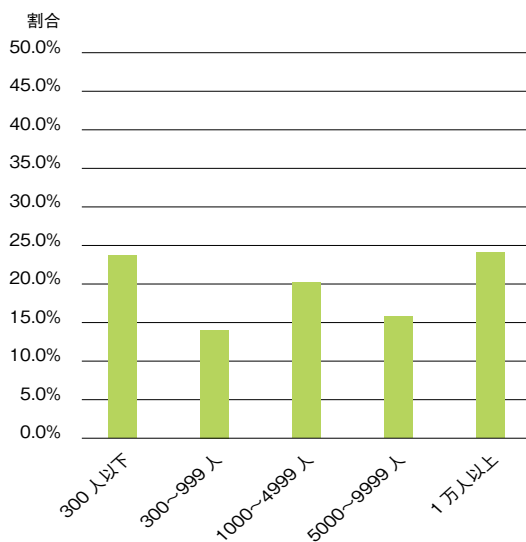
図 131-14 製造業のデータ活用度合い(2014 年 9 月調査、138 社)



出所:日経 BP 調査

在等が考えられる。しかしながら、製造業に限定して企業規模別に分類をすると、データ活用の度合いは企業規模におおよそ比例しており、従業員300人以下の中小企業におけるデータ活用の割合は非常に低い(図131-16)。製造業においては特に、このような企業でのデータ活用を進め、全体の底上げを図ることが重要であるといえる。

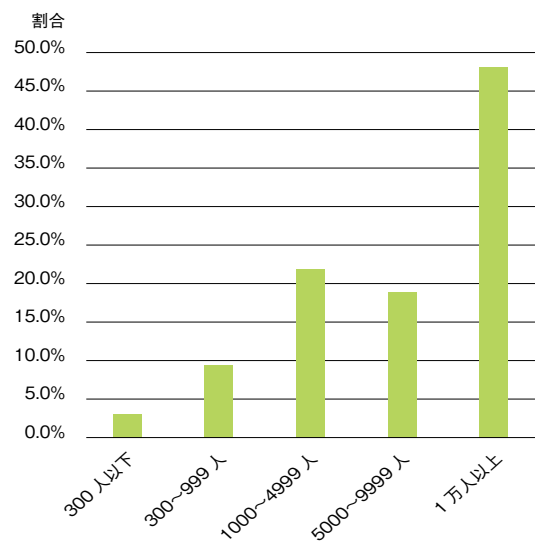
図 131-15 ステージ3以上の企業(規模別・全業種 224 社の分布)



出所:日経 BP 調査

データ活用を進める上での課題としては、「自部署の保持データがあるが、活用仮説の導出が難しい」「外部と自社のデータを組み合わせた仮説導出が難しい」といった回答が多くを占め、データ自体は保有しているものの、有効な活用方法が見いだせていない企業が少なくないことがうかがえる(図131-17)。一方、データ活用が本格化する初期段階にあるステージ3の企業では、「仮説を導くため他部門からデータを入手するこ

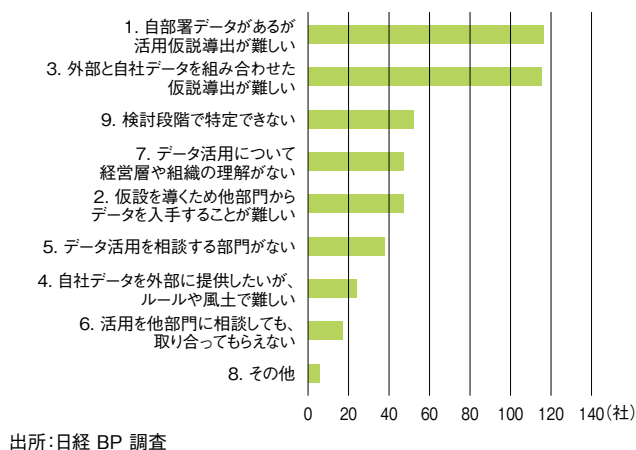
図 131-16 ステージ3以上の企業(規模別・製造業 32 社の分布)



出所:日経 BP 調査

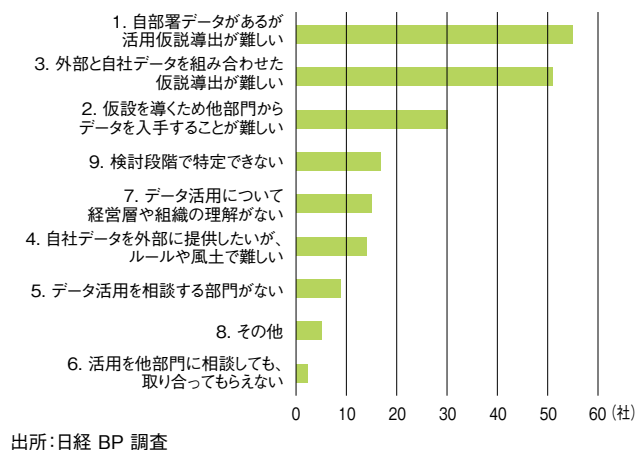
とが難しい」「自社のデータを外部に提供したいが、ルールや風土として難しい」といった回答の順位が相対的に高く、自社・自部門の保有するデータの活用に加えて、他社・他部門が保有するデータの利活用によってさらなる高度化を模索する傾向があることが見てとれる。また、「データ活用について経営層や組織の理解がない」といった回答も多く見られることにも注目すべきである(図131-18)。

図 131-17 ステージ2企業の課題(2014年 9 月調査)



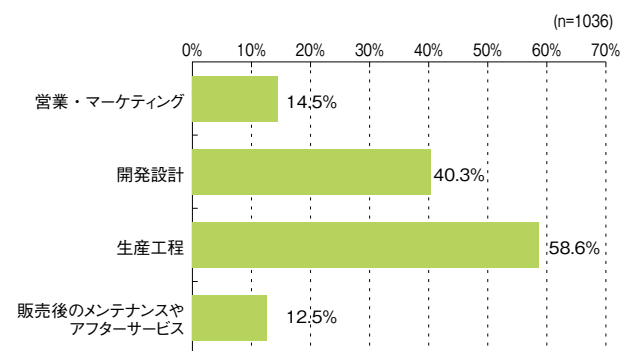
部門別に見ると、製造業では「開発設計」「生産工程」におけるデータ活用の割合が、「営業・マーケティング」や「販売後のメンテナンスやアフターサービス」と比較して高い(図131-19)。特に工場内を中心にデータの収集・活用が進み、効率化が図られてきたことが明白に見てとれる。この傾向を業種別に見ると、一般機械では他の業種と比較して「販売後のメンテナンスやアフターサービス」においてデータ活用を進める割合が高く、後述する事例にも見られるように、販売後の製品データのモニタリングにより、ユーザーによる機械のオペレー

図 131-18 ステージ3企業の課題(2014年 9 月調査)



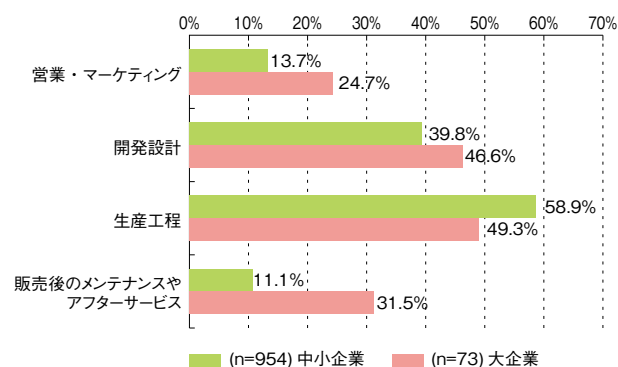
ションの高度化を支援したり、効率的なメンテナンスを行ったりする取組が広がっている(図131-20)。この動向は、ハードウェアの売り切り型からサービスでも稼ぐビジネスモデルへの転換を示しており、前述のようなトレンドとも整合する先進的な動きである。また企業規模別に見れば、効率化やカイゼンを目的とする「生産工程」でのデータ活用は中小企業において比較的多く見られる一方、「販売後のメンテナンスやアフターサービス」のように生産現場の外でのデータ活用は大企業と比べて圧倒的に遅れていることも特徴的である(図131-21)。

図 131-19 部門別データ活用度合い



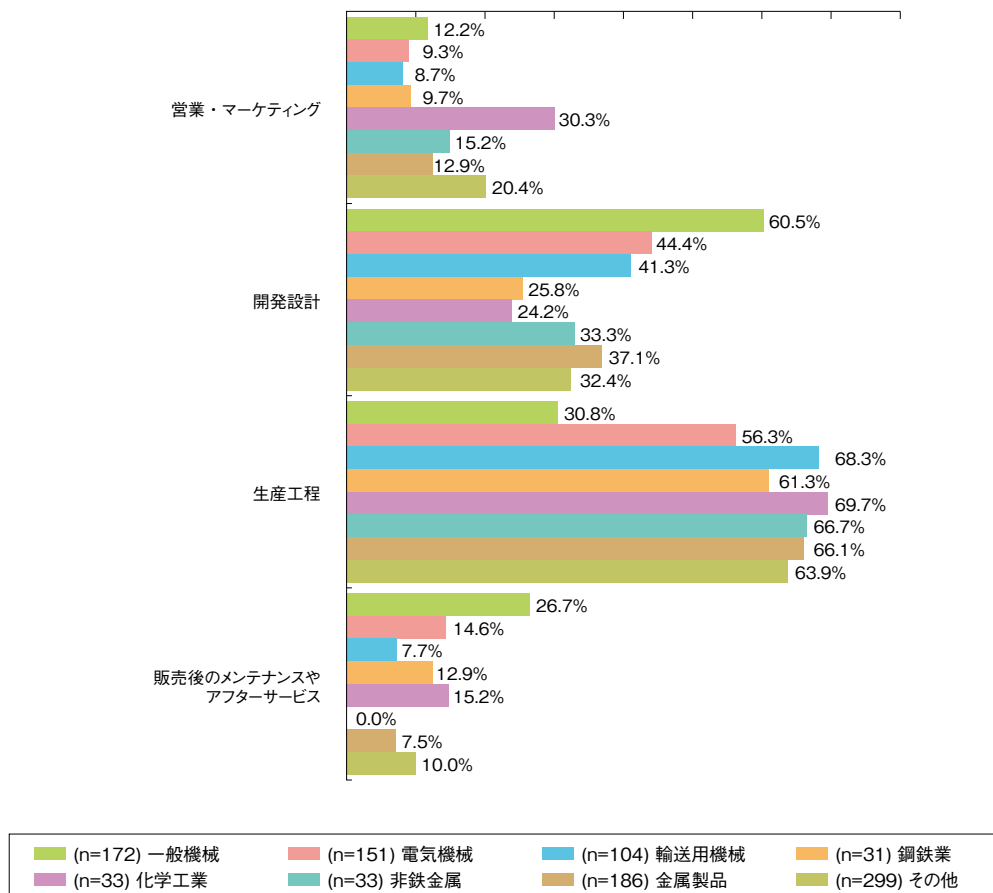
資料:経済産業省調査(2014 年 12 月)

図 131-20 企業規模別データ活用度合い



資料:経済産業省調査(2014 年 12 月)

図 131-21 部門別・業種別データ活用度合い

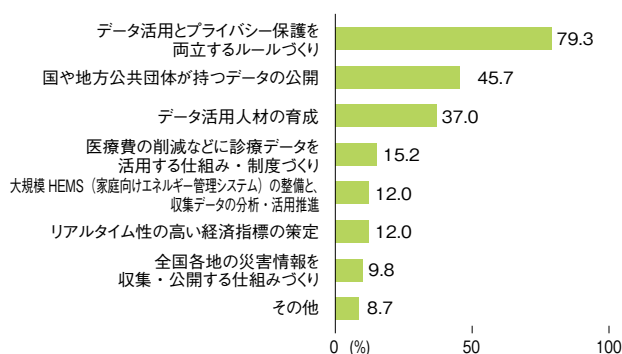


資料: 経済産業省調査(2014年12月)

経営者へのアンケート結果によれば、企業におけるデータ活用をさらに促進するための課題として、「データ活用とプライバシー保護を両立するルールづくり」が最も大きくなっている(図131-22)。また、同調査においては、データ分析の専門ス

キルを持つ担当者が足りていると答えた経営者はわずか6.8%であり、人材の不足も大きな課題の1つであることが示唆される(図131-23)。

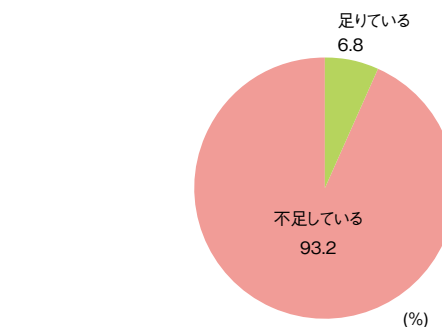
図 131-22 データ活用を進める上での課題



備考: 3つまで回答。n=92

出所: 日経 BP 社、日本経済新聞社による経営者意識調査(2014年11月)

図 131-23 データ分析の専門スキルを持つ担当者は足りているか?



備考: n=49

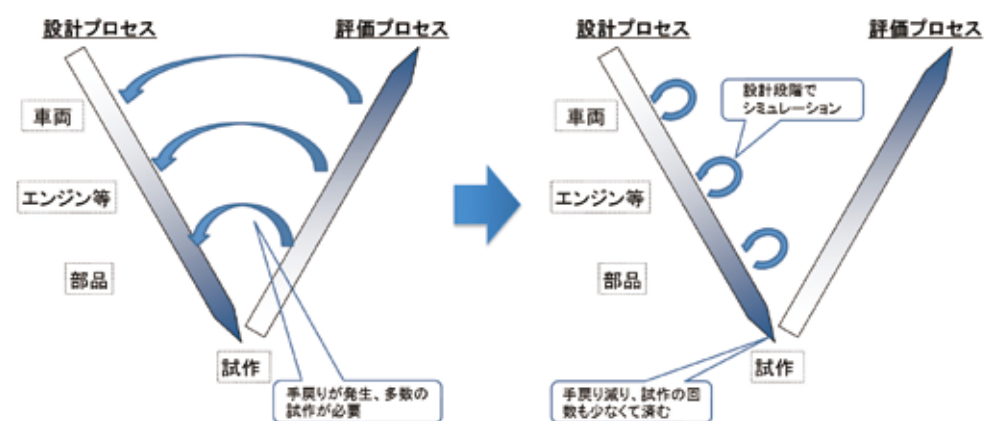
出所: 日経 BP 社、日本経済新聞社による経営者意識調査(2014年11月)

(3) 製造業における新たな IT 活用

近年開発されるシステムの多くが、高性能、大規模となり、また複数のシステムがつながることにより複雑化している。このようなシステムの大規模化、複雑化は、開発段階において、システムの全体像を把握することが困難となりシステム全体での不整合が生じる、テスト工程に入って大きな問題が明らかになり意図しない手戻りが発生するといった課題を生じさせている。しかしながら、従来のハードウェアを起点とした局所最適型のものづくりの手法では、このような課題への対応が困難との声もある。このような中、システムの全体最適を実現するためトップダウンで開発を進める設計開発手法であるモデルベース開発 (Model-Based Design, MBD) の活用が進展している。また、特に複

数のシステムがつながった複雑なシステム全体のモデル化による設計開発手法をモデルベースシステムズエンジニアリング (Model-Based Systems Engineering, MBSE) と呼ぶ。モデルベースシステムズエンジニアリングでは、最初にシステム全体の構想を設計した後、システムを構成する部品等 (サブシステム) に機能を割り当て、他のサブシステムとのインターフェースを明確にしながら分解し、その後各サブシステム単位で開発作業を進める。その際、製品の設計における要求、振る舞い、構造等を図式 (モデル) で表現し、実機によるテスト工程を待たずにモデルを用いて検証、妥当性確認を行うことで、開発の効率化、リードタイムの大幅な短縮、高度化する性能・品質の向上を極めて高いレベルで実現することを可能とする (図131-24)。

図131-24 モデルベース開発のイメージ図



資料：経済産業省作成

例えば、自動車分野においては、自動車という商品の高機能化（電子制御、安全運転支援システム、快適性のさらなる追求、ネットワーク化等）、パワートレイン方式の多様化（従来車（ガソリン、ディーゼル）、ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車等）等により設計開発業務が複雑化する一方、顧客の多様なニーズに応えるため、製品の開発サイクルは短縮化する傾向にある。このような状況に対応するため、モデルベースシステムズエンジニアリングがパワートレインの開発を中心に進展しつつある。モデルベースシステムズエンジニアリングの活用は、実機が完成する前の設計プロセスにおいてバーチャル上でモデルを用いた検証作業をシミュレーションすることで手戻りを大幅に防ぎ、設計の生産性を大幅に向上させるとともに、燃料噴射のタイミングや量といった様々なパラメーターの最適値を求めることを可能にする。

このような設計開発手法の変化は、従来から日本の自動車産業が強みとする開発段階のいわゆる「すりあわせ」のプロセスにも、今後、大きな変化をもたらす可能性が高い。例えば、モデルベースシステムズエンジニアリングの進展により、自動車部品をシステム単位で、モデルを伴って納入することができるシステムサプライヤーの存在感が増大している傾向も見られる

が、開発初期段階でモデルを使った「すりあわせ」を行うことは抜本的に開発を効率化し、またモデルを活用した開発領域と生産領域の連携によって、高度化する自動車の性能・品質の向上を高いレベルで実現することが可能である。したがって、開発基盤・生産技術力の維持・強化の観点からは、自動車メーカーと中小規模を含めた部品メーカーが、共存共栄の考え方に基づく連携の下で、従来の「すりあわせ」の強みを活かしつつ、効率的にモデルベースシステムズエンジニアリングを活用していくことを強力に進めていく必要がある。しかしながら、現在、多くの自動車部品メーカーにおいて、モデル化に対応可能な人材、設備（ソフトウェア）面で課題があるとともに、モデルの標記等に関する統一されたルールが無い場合、自動車部品メーカーは自動車メーカーごとに異なる複数のモデルに対応を余儀なくされる、自動車メーカーは部品メーカーから納入されたモデルが自社モデルとルールが異なって使用できないなど、モデルの流通可能性にも課題があり、その潜在力が十分に発揮されていない状況にある。このため、モデルベースシステムズエンジニアリングに対応できる設備の導入や人材の育成とともに、部品メーカーの競争力の源泉となる差別化領域を適切に確保しつつ、モデル流通のあり方、シミュレーションの高度化、標記

ルールの統一などを進めていくことが重要である。

自動車分野のみならず、モデルベースシステムズエンジニアリングは既に様々な分野で活用されている。例えば航空機分野も、自動車と同様に高い安全性が要求される上、部品点数も多く開発の複雑性が高いため、モデルベースシステムズエンジニ

アリングが進む領域である。我が国の重工各社も、欧米の航空機エンジンメーカーに対しモデルベースシステムズエンジニアリングを踏まえたエンジン部品開発を提案することで、納入契約を獲得する構図を確保してきている現状がある。

コラム

モデルベース開発の導入事例 トヨタ自動車（株）

自動車用エンジン開発を取り巻く環境は年々激化しており、トヨタ自動車ではより質の高い開発を進めるための開発プロセスの改革に取り組み、モデルベース開発を導入した機能設計工程（「もっと考える設計」）の導入を開始した。新たなプロセスでは、商品からの要求を機能分解し物理的な特性で定式化することで、目標とする物理状態量を定義し、すべての要求を高いレベルで両立する最適な部品形状を設計する。

また、IT の支援により、機能設計工程における開発者の知見を蓄積・共有するしくみを構築し、過去の開発での検討案や過程を資産として活用していく。

図1 エンジン開発の新たな取組



図2 MBD を導入した開発プロセス改革の概要



図3 ITによる開発知見の資産化



資料：トヨタ自動車

さらには、スマートコミュニティやヘルスケアといった分野でも同様の考え方が活用され始めている。例えばスマートコミュニティであれば各種発電装置や家庭内に巡らされた受配電設備や電力利用自体をモデル化し、シミュレーションを行うことにより最適な電力供給方法を導く実証事例も存在する。ヘル

スケアであれば臓器の機能や血流等をモデル化し、シミュレーションを行うことによって最適な投薬方法を発見する事例も存在するという。このように、モデルベースシステムズエンジニアリングの考え方は、製造業のみならず社会の幅広い分野で今後活用が進んでいくと思われる。

コラム

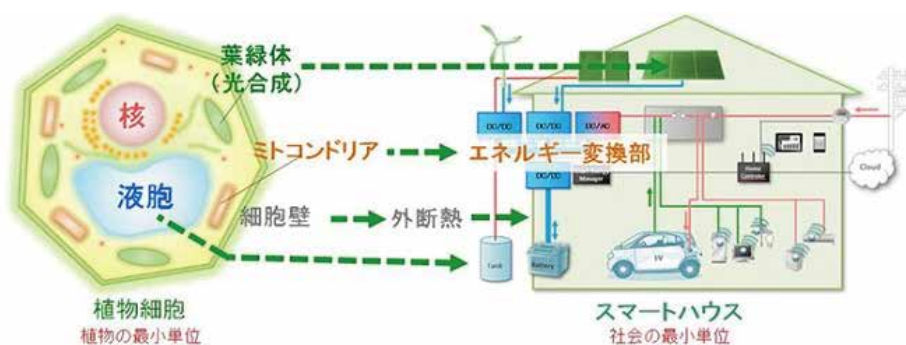
モデルベース開発の新たな展開 横浜スマートコミュニティ

横浜スマートコミュニティは「本当に豊かで充実した社会生活のためには、自然に学ぶことが重要である」との理念に共鳴、賛同した企業・団体が集まり、自然エネルギーを実生活に取り入れ、真に有効活用できる技術を確認したいとの思いで発足した。現在会員数は98社を超え、セミナーやスマートセルプロジェクトなどの実証プロジェクトを行っている。現在毎週2日間、一般公開を行っている。(Web で日程を公開)

スマートセルプロジェクトは、「創る」「蓄える」「賢く使う」を1つのエネルギー単位として営む植物細胞からヒントを得て、断熱性能など家の構造から考えたパッシブ技術、エネルギー制御などのアクティブ技術を組み合わせたコンセプトを持っている。

このプロジェクトは、横浜スマートコミュニティがメンバー企業の出資により、植物細胞（セル）をモデルにした住宅をtvk ハウジングプラザ横浜内に建設し、実証試験を行うものである。自然エネルギー（太陽電池）、蓄電池、系統電力の3種類の電力源を混合して使用するハイブリッド型のエネルギーシステムを設置し、システムアシストを目的とした家全体のエネルギー管理を行っている。

図 植物細胞をヒントにしたエネルギーシステム



資料：横浜スマートコミュニティ

エネルギー制御に関しては、エネルギーシステム（変換部）と太陽光発電機、蓄電池、スマート分電盤から構成される。系統からの電力はスマート分電盤を介して家庭内の電化製品に供給され、またエネルギーシステムとやりとりされる。エネルギーシステムは、双方向 DC-DC コンバータや双方向 DC-AC インバータを組み合わせ、これらを制御する頭脳を持たせた高機能な電源（エネルギー変換装置）であり、発電機・蓄電池・系統電力（電線）を巧みに連系させ、電力を「創る」「蓄える」「賢く使う」家を実現する。

このエネルギーシステム開発は、(株) スマートエナジー研究所のエネルギー制御技術と、自動車や航空機で用いられるシミュレーション技術（モデルベース開発）を提供する dSPACE Japan (株)、これらの技術を用いて装置開発を行う (株) 村田製作所によって行われた。

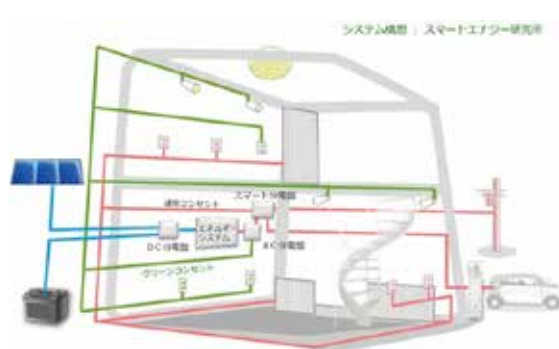
例えば、系統電力が不足する夏の日中には、太陽光からの発電や家庭用蓄電池からの電力を用いて系統電力をアシストする、太陽光で発電した電力を家電製品に供給しつつ蓄電池に充電する、一度に電化製品を使いすぎた場合でもブレーカーが落ちないように蓄電池から電気を供給する、系統電力と蓄電池からの電力を組み合わせで電気自動車への充電を行えるようにする、などの使い方を想定している。そのため、応答性の高いデジタル電源制御を行いつつ、総合的に機器をマネジメントする機能を持たせている。

図 次世代型スマートハウス向けエネルギーシステムを持つ家 (イメージ)



資料：横浜スマートコミュニティ

図 スマートセル内の電気配線図 (イメージ)



2016年の電力自由化以降は、分散型エネルギーシステムの普及が予想されており多種多様なエネルギーサービスを実現するオープンエンド型のエネルギーシステムやクラウドと連携するアプリケーションが必要とされる。これらのシステム開発においては、クラウド側、エネルギーシステム、家電負荷などのシミュレーション環境が必要となる。スマートエナジー研究所では、強力なシミュレーション環境により、エネルギーシステムやクラウド・アプリケーションの開発を支援する環境として ESCORT（エスコート）を開発し提供を開始している。

(4) IoT がものづくりを変える

製造業における IT 利活用の状況と新たな展開についてこれまでみてきたが、そもそも、今注目されている IoT によって製造業がどう変わろうとしているのだろうか。

ドイツでは、2011年、「インダストリー4.0」という名称を掲げ、製造業のデジタル化により製造業のパラダイムシフトを起こすという目標のもとに、国を挙げて「スマート工場」の推進をはじめている。また、米国でも GE を中心として、モノとデータが融合する「インダストリアル・インターネット（産業のインターネット）」といったアプローチがすすめられている。このような動きは、センサー技術やバッテリー技術の高度化によってあらゆるものにセンサーを張り巡らすことが可能となり大量のデータが集められるようになったこと、そして大量のデータを処理するプロセッサの小型化、高速化がおり、また、センサーから得られるデータの送受信が大容量通信や wifi 等無線通信技術の普及によりネットワーク化され、それらを蓄積し集計するクラウドが普及したという技術的な進展を背景として進んできた。

IoT とは、すべてのものがインターネットでつながるという概念であり、製造業においては製造物も製造ライン上の製造機械など、ハードウェア一つの現在の状況がほぼリアルタイムで把握できるようになる。また、個別の工場内での生産工程の状況、さらには受注や在庫、物流といったサプライチェーンの状況全体が一度に把握できるようになる。これらの情報を分析することにより、サプライチェーンや生産工程内のどこに無駄があり、どこを改善すればよいのかといった現状分析と課題解決方法の発見、

さらには将来のトレンド予測さえできるようになる。その結果、これまで現場での「カイゼン」を通じて生産効率を上げ、競争力を磨いてきた我が国の製造モデルとは異なり、市場調査、製品設計、製造販売、アフターサービスといったバリューチェーンの中で、製品データや製造プロセスデータの解析を通じて付加価値を獲得する新たな製造モデルが生み出されつつある。その中で、生産工程を含めた企業活動全体をすべて再考し刷新する必要性が生じてきていると言っても過言ではない。

従来の製造業では、IT 化が進んでいるといっても、現場のデータは現場の改善に使われるほか、必要と考えられる一部の情報が経営層へ届くというやり取りに過ぎなかった。それが、IoT の進展により、工場の生産、品質、安全に関わるすべてのデータをネットワークで有機的に結合し、どこで何が起きているかを可視化し、そのデータを使った最適な経営の実現が可能となってきたのである。

さらに、このような動きが、製造業のグローバル展開の中で進んでいるため、顧客ニーズの多様化、バリューチェーンの中での価値創造の複雑化、変化の早いグローバル競争における自社事業の強みの見極めといった様々な課題と相まって、製造業は競争上の新たな機会と脅威にさらされているのである。

そうした中で、従来のような工場内の省人化や省エネ化といった生産効率の改善を越え、ものづくりのビジネスモデルそのものの変革が起きつつある。ここでは、すでに具体化されてきているいくつかの事例をみながら、製造業におけるものづくりのあり方の変化を見ていくこととする。

① 工場稼働率の向上や省エネルギー化

我が国でも既にいくつかの事例が見られるように、工場内の機械にセンサーを貼り、全体の工程を見える化する取組は生産工程内の非効率の発見やその改善に役立てられている。見える

化によるプロセス改善や省エネルギー化、ひいては生産のコストダウンへとつながるため、生産現場でも積極的に取り組みやすい。

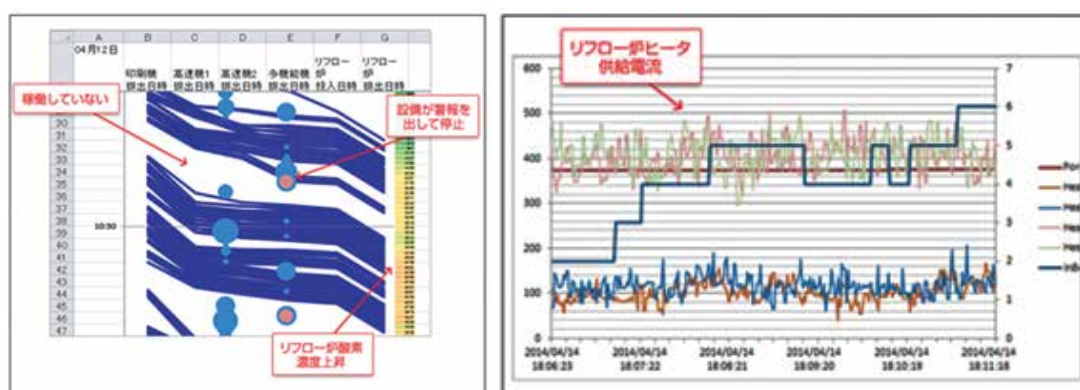
コラム

生産ラインの「見える化」による生産性向上 オムロン（株）

オムロン（株）は、生産ラインの各装置の稼働データや処理データを集め、生産ラインを制御する同社製のコントローラー「Sysmac」を通じてデータベースに集約、それらを解析してリアルタイムでグラフ化することによって生産ラインのムダを見える化する取組を行っている。

オムロンは、まず自社の草津工場でプリント基板の表面実装工程にこの仕組みを導入。従来、生産工程のムダの排除・効率化は熟練者の暗黙知による作業であったが、システムの導入により生産ライン全体の効率性を一目瞭然に見渡すことができるようになったため、改善ポイントの検討にかけていた時間を従来の6分の1以下に抑えることに成功。また実際に生産ラインの稼働率やエネルギー効率の向上等により、生産性を30%向上させたという。さらには、検査工程から画像データを同時に収集することにより、不良品等のトレーサビリティ確保も実現できるという。

図 生産ラインの見える化のイメージ



資料：オムロン

② アフターサービスの高度化

例えば出荷後の機械等の使用状況をセンサーから取得し監視する仕組みによって、故障の際の部品交換や補修に迅速に対応し、機械のダウンタイムを小さくするためのサポートを行うこ

とが可能となる。このようなアフターサービスの高度化は、顧客満足度の向上や継続受注の確保につながるほか、メンテナンスコストの抑制にもつながる。

コラム

中小企業にも広がる設備稼働状況の遠隔監視・メンテナンス効率化の動き (株) オー・ド・ヴィ

(株) オー・ド・ヴィは、飲料水自動販売機・浄水器の製造・販売・保守、清涼飲料水の製造を手掛ける従業員数12人の中小企業である。

スーパーマーケット等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。

従来は、スーパーマーケット等の設置先が自動販売機のコンソールを確認、FAXで送信し、担当者がパソコンに手入力していた。現在はデータをパソコンに転記する必要がない上、故障時には即時に警告メールが送信されるため、保守担当者の対応が迅速になった。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という。

図 飲料水自動販売機



資料：オー・ド・ヴィ

図 自動販売機に組み込んだ通信装置



③熟練技能の継承

生産工程のデータと各種制御機器のログデータを突き合わせることで、問題が起こった場合の熟練者の対応方法等、暗黙知の形式知化が可能となってきた。このような熟練技能の「見える化」の取組は、後継者不足による熟練技能の継承の問題を解消するほか、経験値を見える化することでより一層の

効率化提案につながる。

さらに、このような見える化により、工程作業のうち自動化や一般技能者でも対応が可能な部分を特定し、技能者をさらに高度な作業に従事させて付加価値を高めることや、労働者の能力に応じた作業指示を行うことが可能となる。

コラム

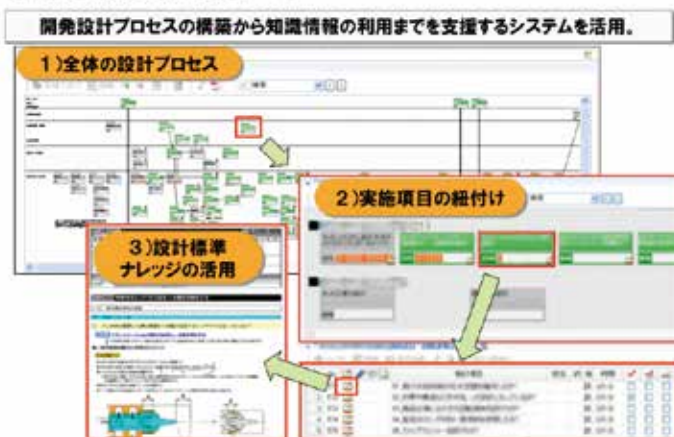
ベテラン設計士のノウハウをシステム化 (株) LIXIL

住設機器大手の(株) LIXIL は、SOLIZE (株)(旧(株)インクス)と連携し、水栓金具開発のベテラン設計士等に蓄積された各種プロセスやノウハウ(設計、試作、評価における手順、考え方等)の暗黙知について、ITにより一元管理・運用する設計支援システム「開発設計 NAVI」を用いて見える化・標準化を図った。これを活用することにより、過去の類似製品の設計方法やノウハウ等を効率的・効果的に参照することが可能となり、設計期間の短縮が可能となった。また、若年層の育成を通じて生産性の向上も図られつつあるという。

現在、同社には生産・販売部門等にも他のシステムが複数あり、これらのシステムとの連携を検討している。

図 開発設計 NAVI のイメージ

ナレッジ活用した開発のイメージ



資料：LIXIL