

モノづくり現場の動向と生産技術の取り組み

加藤克彦^{*1}

Monozukuri Genba (Manufacturing Plant) Trends and Production Engineering Activities

Katsuhiko Kato^{*1}

1. はじめに

モノづくりを取り巻く環境は、現在、急激な変化の真っ只中にある。

2011年にハノーバー・メッセ（ハノーバー国際産業技術見本市）でドイツ政府によって初めて提唱されたインダストリー 4.0 という概念は、大きな潮流となって世界各国の製造業に広がり、現在ではIoT・AIなどを活用したモノづくり革命が、あらゆる分野の製造業において確実に進んでいる。

また、日本の製造業では、かつて生産コストを削減するために人件費の低い海外への移転が進められてきたが、近年は現地での賃金が上昇し、国内回帰が進展している。その一方で、日本では今後、少子高齢化の進展により、労働力人口が減少することが予想されている。

自動車業界は、CASE（コネクティッド、自動化、シェアリング、電動化）というキーワードに代表される、100年に一度といわれる大きな変革期を迎えている。クルマそのものの変化に対応し、部品に対しても軽量化・静粛ニーズがさらに高まるなど、さまざまな変化が予想されている。

このような情勢の中、豊田合成グループは『大きな環境変化に柔軟かつ迅速に対応し、世界のお客様へ「安心」「安全」「快適」をお届けするグローバルカンパニー』を目指す姿として掲げた中長期経営計画「2025事業計画」を2018年5月に公表した。

この計画では、今後社会に貢献し、持続的に成長するための新たな取り組みを示すものとして「活動の3本柱」を掲げている。「活動の柱Ⅰ イノベーション・新モビリティへの挑戦」「活動の柱Ⅱ 伸びる市場・伸ばせる分野へ重点戦略」「活動の柱Ⅲ 生産現場のモノづくり革新」である（図-1）。

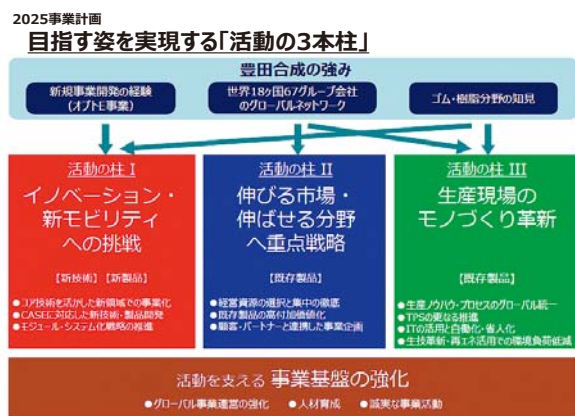


図-1 2025 事業計画

今後も競争力のあるモノづくりを続けていくためには、特に「活動の柱Ⅲ 生産現場のモノづくり革新」は必須である。しかし生産技術とひと口にいっても、その領域は非常に幅広く、課題も多岐にわたる。本総説では、今後の生産技術革新において特に鍵を握る「自動化」「IoT」「環境」への取り組みについて報告する。

2. 豊田合成の取り組み

2-1. 豊田合成の生産技術の変遷

豊田合成における生産技術革新の取り組みを紹介する前に、現在に至るまで、豊田合成が生産技術とどう向き合ってきたか、その歴史を振り返っておきたい。

豊田合成は、1949年にトヨタ自動車工業のゴム部門が独立して誕生した。以来、ゴム・樹脂の専門メーカーとして、1954年に樹脂射出ハンドルの生産技術、1959年にスポンジゴムの自動成形技術を開発するなど、初期から工法の開発に積極的に取り組んできた。

*1 生産技術統括部



図-2 生産技術の変遷

自動車の普及に伴い、排出ガス規制対策や安全対策など、社会的要求が厳しさを増す中では、軽量化に効果を発揮するフルインパネ、燃料組成の変化に適応させた新しいフューエルホース、衝突安全性のニーズに応えたウレタンバンパなどを製品化した(図-2)。

一方で、従来の工法にとらわれない、低コスト工法の開発にも取り組んできた。例えば従来、いくつかの部品を成形して組み立てていたものを、一体成形で完成させる画期的な工法を開発し、量産化を実現した。

また、ゴム・樹脂の分野だけではなく、金属部品など、幅広い分野の内製化にも取り組んできた。例えば、エアバッグのインフレーター(ガス発生装置)は、かつては専門メーカーからの購入に頼っていたが、2010年より自社内での製造を可能にした。その開発の際には独自のガス充填工法を開発し、充填質量のバラツキを抑えた製品を実現した。

ここで挙げた事例は一部に過ぎない。伝えたいことは、どの時代においても、顧客と社会のニーズに応えるために、生産技術部門が、製品設計部門、材料技術部門と一体となって困難な課題に挑み続けた、という伝統的な風土である。受け継がれていくその風土も、生産技術革新を未来に向けて力強く推し進める原動力となる、と確信している。

また、豊田合成における生産技術の発展には、TPS(Toyota Production System:トヨタ生産方式)の考え方がベースにあることも重要なポイントである。この点については、次章「自動化」の中で述べる。

2-2. 自動化

日本の少子高齢化は避けては通れない課題であり、それに伴って生産年齢人口(15歳から64歳の人口)の減少がすでに始まっている。2015年の段階で生産年齢人口は7,592万人存在していたが、2030年には6,773万人となり、約1割の減少、さらに2060年には4,418万人となり、約4割も減少することが見込まれている¹⁾(図-3)。

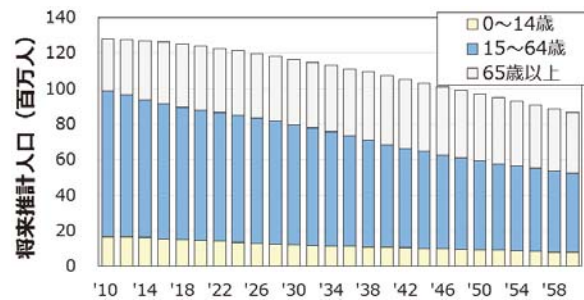


図-3 日本の人口推移

このような状況下で、あらゆる分野の製造業において、設備の自動化が重要な取り組みの一つとなっている。豊田合成においても進められているが、その特徴は、単に人が行っていた作業を機械に置き換えていく、という考え方ではなく、TPSの思想に基づき、ニンベンをついた「自動化」を目指している点にある。

豊田合成の生産現場では、自動化推進に当たってTPSの改善手法の考え方を取り入れている。まず工程からムダを見つけ、省き、工程を集約する。さらに人作業の集約である一人工を追求し、その上で、機械化を進める。そうすることで、より効率のかつ低投資な自動化を推進している。こ

のサイクルを繰り返すことで生産性を徹底的に高めている。

また、これまでは生産工程そのものを対象にして自動化に取り組んできたが、近年は部品・材料の搬送、工程への供給、完成品の検査、出荷など、工場全体を広く見渡した自動化導入を推進している。具体的には、独自の画像の歪み補正技術を組込んだ「蛇腹ホースの外観検査技術」、無軌道AGVを活用した「工程外における部品供給の自動化」、2色（青・赤）の照明を用いた「ウェザストリップの外観検査技術」（図-4）などに取り組んでいる。

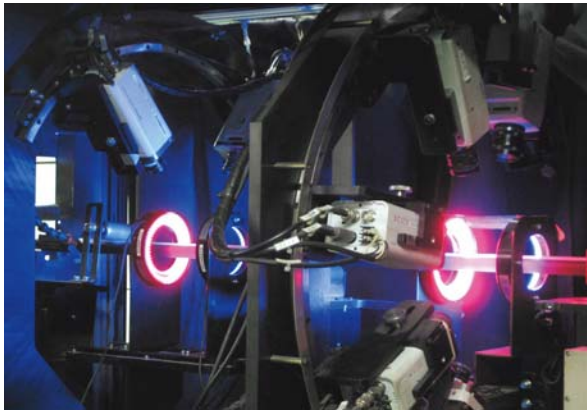


図-4 ウェザストリップの外観検査機

さらに、デジタル上で工程を構築し、工場単位でのモノの動き、ロボットの動き、人の動きをシミュレーションし、検証する「デジタルファクトリー」も取り入れている。

検査工程の自動化については、すでにさまざまな製品の検査に対して導入している。さらに一歩進んで、外観自動検査技術においては、ディープラーニングによる判別機能も積極的に取り入れている。今後は不良品の流出防止だけでなく、不良の原因をAIで診断し、どの工程で問題が起きているかまでを解析する「発生源予兆管理システム」を発展させていきたいと考えている。このように自動化による付加価値と生産性の高い工程を目指した取り組みを進めている。

2-3. IoT 活用による生産現場の生産性向上

インダストリー 4.0 に端を発する取り組みとして、多くの生産現場でIoT導入が進められている。豊田合成の生産現場においてもIoT技術やデータ解析を活用した品質改善の取り組みを2016年から本格的に開始した。現在は主に「不良をより削減するための真因追究」「生産性向上のための、設備のあらゆる停止ロス低減」の2つの方向性でIoTを活用している。

「不良をより削減するための真因追究」の活動においては、オープニングトリム（車体側のドア開口部に取り付けるゴム部品）のブツ不良（ゴム表面にできる微細な凸状の外観不良）の「0化」に向けた対策をはじめ、すでに成果が表れ始めている（図-5）。

■ ウェザストリップ生産工程

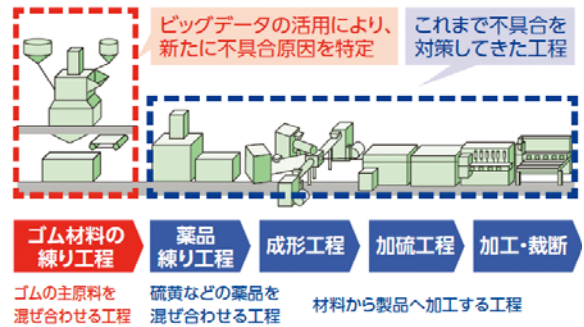


図-5 オープニングトリム ブツ不良対策

「ゴム・樹脂は生き物」といわれ、材料のバラツキや環境の変化に影響を受けやすいため、品質を安定させることが非常に難しい素材である。同じ条件で生産しても、ロットが変われば同じ品質の製品ができるとは限らない。それでも豊田合成では、これまで長年をかけて熟練した技術者の知見を基に不具合対策を行い、オープニングトリムの不良率については残り数%まで低減できていた。しかしここ数年は、不良率が下げ止まり傾向にあった。そこでIoTとビッグデータ解析を活用したところ、これまで想定していなかった工程でブツ不良の原因を発見することができた。

もう一つの「生産性向上のための、設備のあらゆる停止ロス低減」については、現在、生産設備の稼働状況の見える化を実現。今後は、異常や故障が発生する前に対処できるシステムを構築していく。

他にも、良品条件監視によって不良を抑制した「ミリ波IoT」、配合量制御による不良低減を実現した「ウレタンハンドル工程」など、IoT導入の効果は広がりつつある。

今後も熟練技術者の経験・ノウハウをデジタル化し、データ解析に活用することで、問題の根本にある真因を追求していく方針である。そして「生き物」を扱うゴム・樹脂製品メーカーならではの困難な課題を克服し、さらなる品質・生産性の向上につなげていきたいと考えている。

そのためには、データ解析に精通した人材の育成が不可欠である。豊田合成では、トヨタ自動車と滋賀大学データサイエンス教育センターによる

ビッグデータ分析の研修プログラム「機械学習実践道場」を活用するなどして、人材育成を推進している。データ分析のスキルを身につけた人材は現在、すでに国内に十数人おり、早期に50人以上へと増やす考えである。各職場にデータ活用を推進できる中核人材を配置することを目指すとともに、海外拠点への展開も視野に入れている。

2-4. 環境にやさしいモノづくり

豊田合成では5年ごとの「環境取り組みプラン」に加え、長期ビジョンとなる「TG2050 環境チャレンジ」を2016年に策定し、全社一丸となって環境保全活動を推進している。この活動が高く評価され、日経リサーチによる「第22回環境経営度調査2019 企業ランキング」では、製造業360社中3位、自動車業界ではトップを獲得している。

豊田合成が、環境経営における日本トップクラスの企業として、2050年に向けてチャレンジ目標の達成に挑む中、その一翼を担う我々生産技術部門では、多彩な活動を推進している。特に、まずは「必要な時に必要な分だけを適切に加工する」をポリシーに、工程の削減やコンパクト化を進め、省エネに努めている。

以下に具体的な取り組み例と成果を示す。

【ホース誘電加熱曲げ】

曲げたい箇所だけを誘電により加熱し、曲げ加工を行う「ホース誘電加熱曲げ技術」(図-6)にて95%の消費エネルギーを低減。

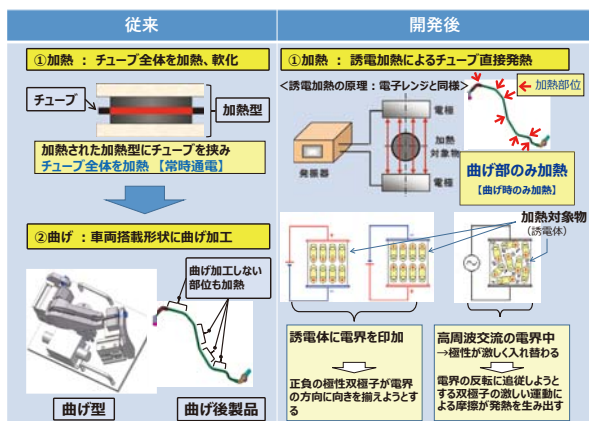


図-6 ホース誘電加熱曲げ技術

【インフレータ製造工程】

部品の有無をRFIDで検知し、自動での洗浄器の稼働を行ったことで「非稼働時の消費エネルギーミニマム化」を実現。

【パウチ式塗料交換システム】

密閉式のパウチを活用することによる配管経路の短縮とパウチ内に残った塗料の使い回しで塗料

ロス低減を実現。

また、廃棄物低減についてもプロジェクトを立ち上げ、発生源対策、リサイクル・リユースに関する活動を強化している。

例えば、工程内廃材をリサイクルする取り組みを進めている。豊田合成では10年以上前に、トヨタ自動車、豊田中央研究所と共同で、それまで再利用や再資源化が困難だったEPDMゴム製品を高品質の再生ゴムにリサイクルする脱硫再生技術を開発。2008年に(財)化学技術戦略機構を中心とする経済産業省(オブザーバー)が参加するグリーンサステナブルケミカルネットワークからGSC賞を受賞した。この技術を活用し、一時期は主力製品のウェザーストリップの工程内廃材を再生処理し、もう一度ウェザーストリップの原材料として活用してきた。現在はさらに、再生ゴムを元の製品に戻すのではなく、フロアマットや重機の下に敷くマットなどにリサイクルする技術として応用する取り組みが進められている。

3. これからのモノづくり (おわりに)

AIやロボット技術の進展により、将来、各分野の工場において、モノづくりが大きく変わっていくと考えられる。個々の顧客の要望に合う製品を、大量生産並の生産性で生み出す「マス・カスタマイゼーション」の時代も到来しようとしているといえるだろう。

自動車分野においても、マス・カスタマイゼーションのニーズや、CASE、MaaSなどの大変革への対応が、今後求められていく。自動車部品の工場生産のあり方も大変革期を迎えつつある。我々部品メーカーも競争が一層激しくなると考えられる。

その中で豊田合成の生産技術部門では、競争力あるモノづくりを実現していくために、今回紹介した「自動化」「IoT活用による生産現場の生産性向上」「環境にやさしいモノづくり」を加速させ、海外の拠点・仕入れ先にも展開していく方針である。「2025事業計画」の「活動の柱Ⅲ 生産現場のモノづくり革新」においても、重点実施事項の一つとして「生産ノウハウ・プロセスのグローバル統一」が掲げられている。世界中の工場が持つ情報や技術力を共有することができれば、豊田合成グループ全体としてさらに発展できると考えている。

理想は、全生産拠点が一つの「スマート工場」のように一体化した「TG One Factory 構想」を実現することだと考えている。世界中の生産拠点が一つのチームとなって力を合わせることで、アンテナを高くし、常に時代の変化を読み、最新技

術を積極的に取り入れる，という体制を構築していきたい。そして，社会課題の解決と顧客ニーズを実現するより優れた製品の開発・提供に，生産技術部門は，製品設計部門，材料技術部門と一体となって貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 2015 年は総務省「国勢調査」(年齢不詳人口を除く)，2020 年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成 24 年 1 月推計)」(出生中位・死亡中位推計)

著 者



加藤克彦