

未来の生産システム

古澤康一*
大谷治之*

Manufacturing Systems of Future

Koichi Furusawa, Haruyuki Otani

要旨

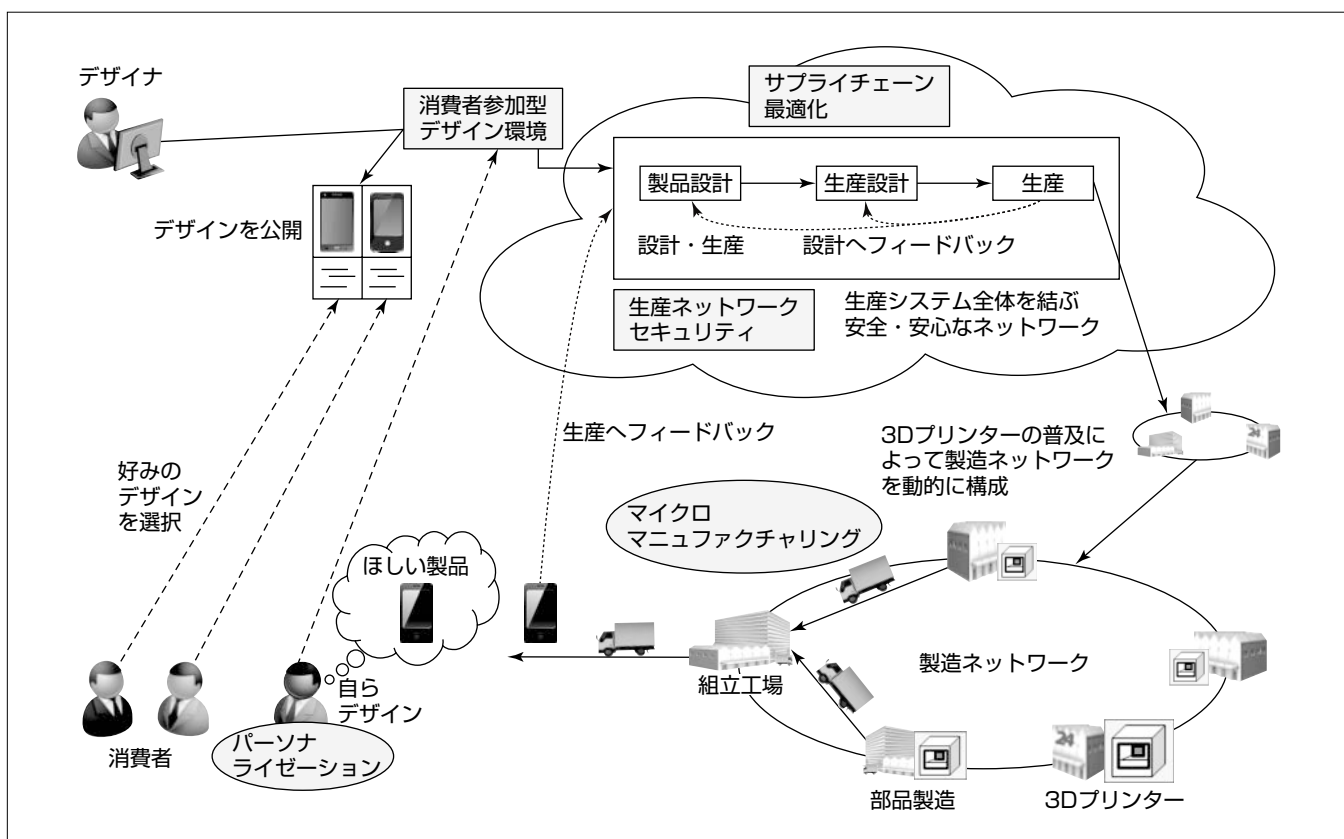
近年の製造業は、多様化する消費者ニーズに対応して、カスタマイズした製品の生産を行っている。先進国では、更に消費者ニーズの多様化が進み、消費者ごとの嗜好(しこう)に合わせた製品を提供するパーソナライゼーションの時代を迎えている⁽¹⁾。それに対応したコスト最適な生産を実現するため、多品種少量生産に有用な3Dプリンターが実用化されつつあり、3Dプリンターを備えた小さな近隣の工場で製品が作られるマイクロマニュファクチャリングが行われようとしている⁽²⁾。

こうした状況の中、三菱電機では、“e-F@ctory”というコンセプトを掲げ、生産現場の設備、品質、エネルギー使用量等の情報の見える化の実現によって顧客のトータルコスト削減、企業価値向上に貢献してきている⁽³⁾。欧州で

はドイツがIndustrie4.0(第4次産業革命)と呼ばれる国家プロジェクトを2011年から実施し、パーソナライゼーションに対応しようとしている。米国ではGE社が中心となって、IIC(The Industrial Internet Consortium)を立ち上げて、大量データの分析・活用サービスを提供する取組みを実施している。

未来の生産システムを実現するため、今後、消費者側の観点からは、消費者自ら製品のデザインを行える環境が求められる。生産者側の観点からは、マイクロマニュファクチャリングが普及したときに、それらの工場間で製品の物流(サプライチェーン)最適化が重要になると考えられる。

本稿では、未来の生産システムについて述べ、現状の取組みや今後必要となる取組みについて述べる。



未来の生産システムのイメージ

現在、製造メーカーが製品の企画・設計を行い、製品を生産しているが、未来は、製品のパーソナライゼーションが進み、クラウド上のコミュニティの中でバーチャルに生産が行える環境が構築され、個人のデザイナーや消費者自らが製品のデザインを行えるように、消費者参加型のデザイン環境が構築される。また、製造では、3Dプリンターを持つ小さな工場がネットワーク化され、物流も含めて生産全体で最適にモノが作られるようになる。

1. ま え が き

近年、製造業における消費者のニーズは多様化しており、それらのニーズにいかに対応していくかが重要になってきている。そうした動きに対して、欧米では、進歩の著しいITを活用した、国を挙げての取組みが盛んになってきている。

本稿ではそうした動向を踏まえて、未来の生産システムとその実現に向けた取組みについて述べる。

2. 未来の生産システム

世の中の動向から想定される未来のモノづくりと、それに対するあるべき生産システムについて述べる。

2.1 大量生産からパーソナライゼーションの時代へ

これまでの製造業の歴史を振り返ると、1900年代以前では、すべてが手作りで非常に労力をかけて製品を製造するのが一般的であった。生産性も低く、品質も不均質で流通も限られていた。1900年代に入ると産業革命によって生産は劇的に変化する。自動車生産におけるフォード生産方式のように、製造ラインが導入されて大量の製品を均質に低コストで生産できるようになった。これによって、多くの人が低価格で様々な製品を手に入れることができるようになった。2000年代に入ると、製品に求められるニーズは多様化し、生産では、マスカスタマイゼーションと呼ばれる方式で対応するようになってきている⁽¹⁾。これは、製品及び生産設備をモジュール化し、それらを組み合わせることによってバリエーションを増やす生産方式である。これによって、ある程度カスタマイズした製品を低コストで生産可能となる。

今後は、市場のグローバル化によって地域に応じた製品のカスタマイズが必要になる。また、先進国では人が製品に対して求める多様性はますます進んでいく。そのため、未来の生産システムでは、図1に示すように、一人ひとりの嗜好(しこう)に合わせた製品をそれぞれ個別にこれまでと同様のコストで生産して、提供できるようになるパーソナライゼーションが求められるようになる⁽¹⁾。更には、消費者自らがデザインした製品や、個人のデザイナーがデザインした製品を注文できるようになると予想される。そうした時代には、製品を個別に生産して、好みに合った製品を提供できるような消費者と生産者が連携できる生産システムが実現していると考えられる。

2.2 マイクロマニュファクチャリング

パーソナライゼーションの実現に向けて、3Dプリンターの実用化によって、現在大きな変革が起きようとしている。3Dプリンターでは、製品が複雑な形状であっても、そのデジタル化された設計図さえあれば、どこでも誰でもそのデータに基づいて同じものを均質に製造することができる。

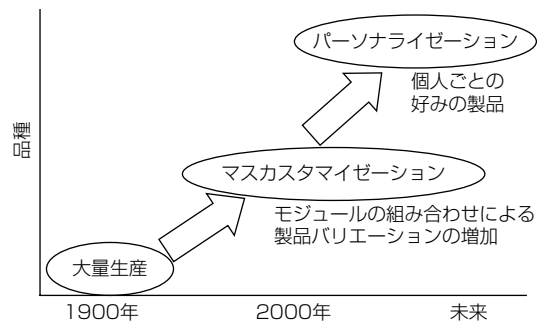


図1. 大量生産からパーソナライゼーションへ

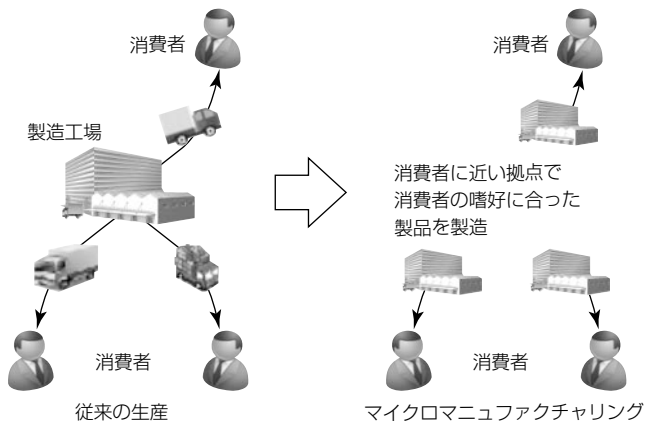


図2. 従来の生産とマイクロマニュファクチャリング

マイクロマニュファクチャリングは、図2に示すように、小規模な工場で3Dプリンターを活用し、消費者ニーズにあった少量の製品を短期間で製造するというものである。消費者に近い拠点で生産できるため、物流コストも低減することが可能となる。既に米国のローカルモーターズ社では、オークリッジ国立研究所と共同で、巨大な3Dプリンターによって自動車のボディのプリントを実現している⁽²⁾。現在もプリント時間の短縮や精度の向上に取り組んでおり、今後は量産できるようになっていくと思われる。

未来には、3Dプリンターで部品を製造する小さな工場が各地に配置され、それらがネットワーク化されて、最適なコストと納期で製品を作り上げる仕組みができていると想定される。そのような環境では、消費者が注文したら、その場所に応じた近隣の最適な工場で製品が製造され、すぐに消費者の手元に届くようになる。

3. 生産における技術動向

現在の製造業で取り込まれている生産に関わる国内、欧州及び米国の主な技術動向について述べる。

3.1 FA統合ソリューションe-F@ctory

生産現場では、生産性の向上のほか、生産コスト削減、省エネルギー等、多くの課題を抱えている。これらの課題を解決するためには、設備、品質、エネルギー使用量等、様々な情報の見える化が重要である。当社では、顧客の生産情報の見える化、エネルギーの見える化、安全の見える

化の実現によってコスト削減、企業価値向上を支援するFA統合ソリューションe-F@ctoryに取り組んできている⁽³⁾。

FA統合ソリューションe-F@ctoryでは、生産現場の生産実績、稼働実績、品質情報、エネルギー使用量等の生データをリアルタイムに収集し、それらのデータをITシステムにとって使いやすい情報に変換してITシステムと連携し、工場の見える化を実現している。e-F@ctoryの情報連携によって、生産情報を見える化して設備稼働率の向上、不良品の削減、生産計画の精度向上、サプライチェーンも含めた計画変更への迅速な対応を可能としている。また、エネルギーの見える化によって省エネルギー・エネルギー監視を推進し、製品情報の見える化によって製品の流通情報を把握するシステムを容易に構築することができる。

当社の今後のe-F@ctoryの取組みとして、先に述べた見える化に加えて、人にしか気づけない経験やノウハウを活用し、製品のライフサイクル全体にわたった改善に向けて、データ分析や生産・設計へのフィードバックを実現することが重要である。そのためのデータ収集・分析から生産現場へのフィードバックまでのPDCA(Plan, Do, Check, Action)を実現するプラットフォームを提供していく。また、リモート監視等の一部で行われているクラウド活用が、今後他の情報システムにも広まることが予想されるので、生産現場がクラウドとも連携して更なる利便性を提供していけるよう取り組んでいく必要がある(図3)。

3.2 Industrie4.0

欧州では、ドイツがIndustrie4.0と呼ばれる国家プロジェクトを推進している。その中で、2章で述べたパーソナライゼーションに関連して、個人ごとに異なる注文に対し、短期間で製造・配送を実現するための技術開発が行われている。

取組みの1つとして、製品の品種に応じて生産設備が順応して柔軟に多品種少量生産を実現する適応型生産と呼ばれる技術がある⁽⁴⁾。適応型生産を実現するには、次に挙げるような柔軟性を持つ生産設備が求められる。

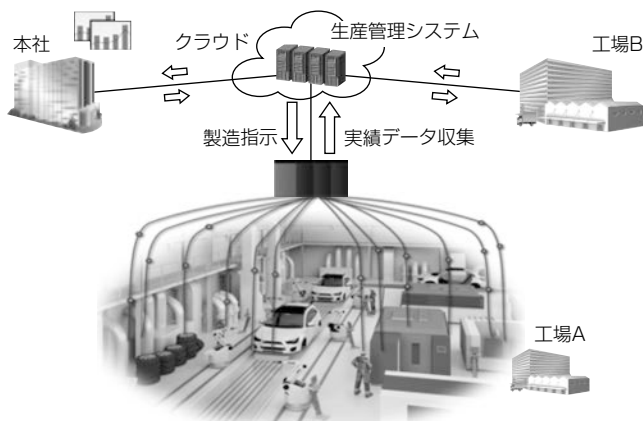


図3. e-F@ctoryの一形態

- (1) 同じ設備で多品種生産が可能なこと
- (2) 生産量を容易に変更可能なこと
- (3) 各設備(制御)の順序を入れ替え可能なこと
- (4) 生産品のカスタマイズが可能なこと

また、同じ生産設備で多品種生産に対応する場合、生産計画に合わせて各生産設備の制御を変更する必要がある。各生産設備のサイクルタイムは生産効率に直接影響を与える重要な要素となるので、変更される制御に合わせて動的に適切なサイクルタイムに調整する必要がある。製造に関わる情報をデジタル化したデジタルマニュファクチャリングを使ってサイクルタイムに関するシミュレーションを実施し、生産性能と生産時のエネルギー消費量のバランスを見て最適なサイクルタイムを決定する取組みが行われている⁽⁴⁾。

他の取組みとして、ロジスティクスで、リアルタイムに現在の状況を把握し、必要に応じてロジスティクスの再計画や各種作業の変更を行う適応型ロジスティクスと呼ばれる技術がある⁽⁵⁾。図4に示すように、Industrie4.0では、変化し、複雑化するロジスティクスの制御を集中管理型から分散管理型にする。分散管理型の制御では、各物流拠点は目的地以外の指示を外部から受け取ることなく、それぞれの拠点が互いに対話し、意思決定できる。これによって、ロジスティクスの制御処理が分散され、柔軟で効率の良い制御が可能となる。

3.3 IIC(The Industrial Internet Consortium)

米国では、あらゆるモノがインターネットにつながるIoT(Internet of Things)に関わる取組みが活発である。IoTの取組みに関連したコンソーシアムとして、IICが2014年3月にGE社やシスコシステムズ社を中心に設立された⁽⁶⁾。IICは、製造を始め、交通、電力・水、医療の各種業界を対象として、産業へのインターネット技術適用の加速やIoT適用によるイノベーション創出を目的としている。

IoTに関連したデータ活用の取組みは、GE社が進んでおり、ジェットエンジンの保全サービスの事例がある。ジェットエンジンにセンサを埋め込み、IoTによってセン

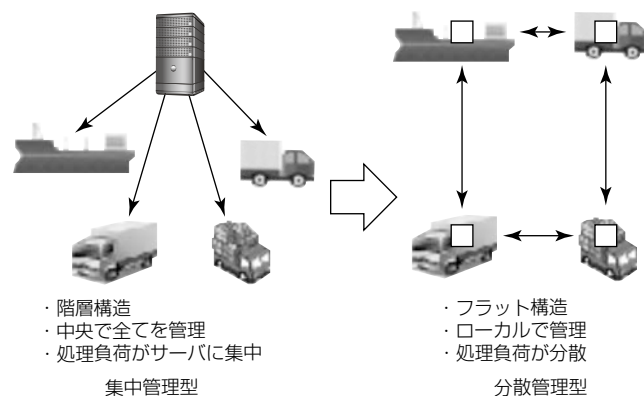


図4. 適応型ロジスティクス

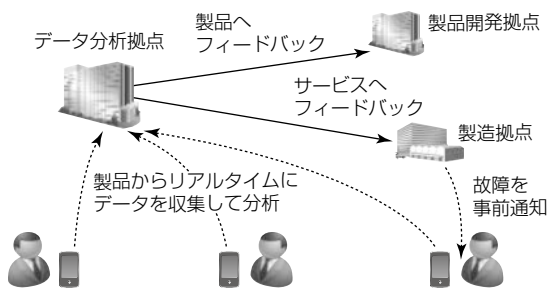


図5. IoT活用による生産へのフィードバック

サから得られる大量のデータを分析、監視することによって、エンジンの故障時期の予測を行う保全サービスを提供している。

これはジェットエンジンの例であるが、一般消費者の製品でも同様に製品からのデータに基づいて、製品を使っている人に故障する前に通知するサービスを提供することができる(図5)。また、製品の使用状況や使い方をデータとして分析し、消費者が使いやすい製品の開発やサービス提供等のニーズに合わせた対応もできるようになる。

4. 未来の生産システムを実現するために

2章で述べた未来の生産システムを実現するために、今後必要となる取組みについて述べる。

4.1 消費者参加型デザイン環境

未来の生産システムでは、パーソナライゼーションが進むため、消費者個人に合った製品を提供する必要がある。そのためには、消費者の嗜好に合った製品を簡単にデザインできる環境、又は、デザイナーが様々な製品をデザインし、それらの中から消費者が自分好みの製品を選んで簡単に注文できるような環境が重要になってくる。

先に述べた消費者参加型のデザイン環境をクラウド上で提供し、いつでも誰でも自分好みのデザインの製品を簡単に注文して手に入れられるようにするための環境の整備が今後の取組みとして重要になってくる。

4.2 サプライチェーン最適化

製造の観点では、3Dプリンターの性能や精度が向上し、製品の生産に本格的に導入されてマイクロマニュファクチャリングが進行し、消費者の近郊の各拠点での生産が可能になる。そうした環境で、製品の各部品の製造や部品の組立てを行える小さな工場群がネットワークで接続され、注文した消費者のロケーションに応じて、最適な物流コストで短時間に生産するためのサプライチェーンを動的に構成して製品の生産を行えるようになる必要がある。

最適なサプライチェーンを構築できるようにするためには、数多くの工場が相互にネットワークでつながり、共通のインタフェースで連携できる仕組み作りが重要になる。また、それらの共通のインタフェースの標準化も必要になる。

4.3 安全・安心なネットワークセキュリティ

先に述べた消費者参加型のデザイン環境やサプライチェーン最適化の実現のためには、消費者を始め、生産に関わる各工場がネットワークにつながり、相互に情報を連携させる必要がある。その際、ネットワークのセキュリティを確保し、その安全性が保証されなければ、それらの環境の利用が促進されない。

利用者が安心してネットワークを介してクラウド上の環境にアクセスしたり、クラウド上にデータを格納・蓄積できるようにするために、ネットワークのセキュリティに対する取組みが重要である。今後、こうした環境の普及のためには、セキュアな通信を保証する技術、クラウド上のデータを守る暗号化技術、データに対して許可された人だけにアクセスを許すアクセス制御技術等に対する取組みが非常に重要になる。

5. むすび

未来の生産システムと技術動向について述べ、未来の生産システムの実現に向けて必要となる技術について述べた。

今後、ますます多様化する消費者ニーズに対してモノづくりが大きく変わっていくと予想される。当社は、IT技術を活用して消費者ニーズに対応していくために、安心してクラウド上の情報システムに接続できる製品の研究・開発・製造を行い、e-F@ctoryで未来の生産システムを実現していく所存である。

参考文献

- (1) Koren, Y.: The Global Manufacturing Revolution: Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems, Wiley Series in Systems Engineering and Management (2010)
- (2) Local Motors
<http://www.localmotors.com>
- (3) 森田英昭: FA用コントローラの技術革新と適用分野拡大, 三菱電機技報, 88, No. 9, 508~513 (2014)
- (4) Lepratti, R., et al.: Dynamic cycle times for adaptive manufacturing control in automotive flow shops, 2013 XXIV International Symposium on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT) (2013)
- (5) Gath, M., et al.: Agent-Based Dispatching in Groupage Traffic, 2013 IEEE Workshop on Computational Intelligence In Production And Logistics Systems(CIPLS) (2013)
- (6) The Industrial Internet Consortium
<http://www.industrialinternetconsortium.org>