

# The smart factory

反応力・適応力を備えたコネクテッドマニュファクチャリング

デロイトシリーズ: インダストリー4.0、デジタル製造業者、デジタルサプライネットワーク

---

## ごあいさつ

デロイトユニバーシティプレス発刊の「The smart factory（日本語版）」をお届けします。これはデロイトの「インダストリー 4.0」シリーズの第二弾として発表されました。

インダストリー 4.0 や IoT といった言葉が日本でも周知のものになって久しいですが、それらをどのように自社の差別化に活かしていくかについて、明確なビジョンを持って行動している企業は少ないように思います。「すでにやるべきことはやっている、これ以上は投資対効果が明確にならない限り新たな負担を製造現場にかけたくない」と、このように考える経営者も多いのではないのでしょうか。

この冊子はインダストリー 4.0 時代における「スマートファクトリー」についての経営者ビジョンを形成する手助けとして作られています。

新しい技術・ツールを既存の仕組みの改善に役立てることは重要です。しかしながらこれらのトレンドの背景にある「デジタルディスラプション（デジタル技術による断絶）」のポテンシャルを理解し、時間をかけて企業のオペレーティングモデルを変えていくことが経営者には求められています。デジタルディスラプションにより企業の競争の土台が変わっていることを端的に表す言葉として、デロイトは「サプライチェーン」に代わり「デジタルサプライネットワーク」を提唱しています。旧来のサプライチェーンが「開発」「計画」「調達」「製造」「配送」などの逐次的なプロセスを数珠つなぎしたもの（チェーン）だったのに対し、後者はデジタル技術によって情報がリアルタイムに行き来する交換網（ネットワーク）を指しています。ここでは製品データや顧客データ、販売データなどがデジタルコア（4 ページ参照）からアクセス可能になっています。企業は複数のデジタルサプライネットワークに参画し、その中で固有な価値を提供することで差別化を図ります。

広義のスマートファクトリーもまた、この逐次処理からリアルタイム、チェーンからネットワークへのパラダイムシフトに応えるものです。工場の個々の機器の高度化・自動化から始まり、ライン統合、工場内最適化、工場間最適化、やがてはデジタルサプライネットワークの一つのノードとして工場を捉えることがスマートファクトリーの本質です。生産現場だけではなく、販売やサービスなどの企業における他の付加価値機能も同じトレンドに向かっていけると言えます。

見方を変えれば、これは価値の創造のために「より顧客の近くへ」という顧客求心力が今までにない強さで作用している結果とも言えます。インダストリー 3.0 の世界では規模の経済の追及のために労働集約的な機能の集中が行われました。その結果硬直化した「サイロ」組織が生まれがちだったことは否定できません。日本の製造業で言えば、各職場の「職人」が幅を効かせていた時代だったと思います。デジタル技術によりサイロが無意味化し、社内の専門家（職人）が直接顧客データを基に判断することができるようになったのが 4.0 の世界です。それによって日本の職人は今まで以上に価値を発揮しグローバルに戦える土俵に立つことができるでしょう。

本冊子についてご質問等あれば、いつでもデロイトの担当者にお声がけください。

---

## 目次

製造システムのニューフロンティア		2
スマートファクトリーの定義		5
スマートファクトリーがもたらす利益		10
スマートファクトリーへの移行:検討事項		13
導入に際して:スマートファクトリーへ向けたプロセス		15
参考文献		17

Deloitte Consulting LLP のサプライチェーンおよび製造オペレーション部門は、ビジネス目標達成に向けたインダストリー 4.0（第四次産業革命）の理解促進と技術導入を支援しています。付加製造（3D プリンティング）、IoT（モノのインターネット化：すべてのものがネットワークにつながること）、アナリティクスにおける知見を活用して、日々進化を続ける最先端の製造現場を把握しつつ、企業の人材、プロセス、技術の再評価をお手伝いいたします。

# 製造システムのニューフロンティア

**製**造プロセス間がつながることは、新しいことではない。しかし、インダストリー 4.0<sup>1</sup>（第四次産業革命）のような近年の傾向や、情報技術（IT）及び運用技術（OT）を含めたデジタル世界とフィジカル世界（現実世界）の融合によって、さらなるサプライチェーンの変革が可能になった。直線的で逐次的なサプライチェーン運用からデジタルサプライネットワークとして、オープンで相互接続されたサプライチェーン運用へ移行することにより、企業は将来の競争に勝つための土台を築くことができる。しかし、製造業者がデジタルサプライネットワークを完全に実現するためには、組織を動かす無数のオペレーションシステムの水平統合、コネクテッドマニュファクチャリングシステムの垂直統合、バリューチェーン全体を隅々までまとめる包括的統合といったケイパビリティを解き放つ必要がある<sup>2</sup>。

本書では、こうしたケイパビリティがどのように統合され、生産行為が可能になるかを探求する。この統合が、一般にスマートファクトリーと言われているものであり、工場内およびサプライネットワーク全体の両方について大きく価値を高める機会となる。

スマートファクトリーは、従来の自動化から柔軟なコネクテッドシステムへの飛躍である。このシステムは、コネクテッドなオペレーション・生産システムから絶え間なくもたらされるデータを利用して新たな需要を認識し、これに適応するものである<sup>3</sup>。

あるべき姿のスマートファクトリーは、システム全体の物理的設備、オペレーション、人材からのデータを統合し、デジタルツインなどの取り組みによって、製造、保守、在庫管理、オペレーションなど製造ネットワーク全体のデジタル化を推進させることができる。その結果、システムはより効率的でアジャイル（俊敏）になり、生産ダウンタイムの減少、施設や広範なネットワーク内の変化を予測して適応する能力の向上がもたらされ、競争市場においてより優位なポジション

を確保できる。

多くの製造業者は、リアルタイムの生産・在庫データや保守向けの AR（拡張現実）を利用した、先端的な計画および生産スケジューリングなどの分野で、既にスマートファクトリーの要素を活用している。しかしあるべき姿のスマートファクトリーは、もっと包括的な試みであり、工場の現場を越えて企業やさらに広範なエコシステムに影響を及ぼすものである。スマートファクトリーとは、広範なデジタルサプライネットワークには不可欠で、

---

スマートファクトリーは、  
従来の自動化から、  
完全にコネクテッドで  
柔軟なシステムへの  
飛躍を意味している。



変化する市場に対し、より効果的に適応するために製造業者が活用できる様々なメリットがある。

スマートファクトリーというソリューションの採用・導入は、複雑でハードルが高いと感じるかもしれない。しかし、急速な技術の変化によって、競争力を持ち続けたい、または競合企業を圧倒したいと願う製造業者にとって、より柔軟で適応性の高い生産システムへの移行はほとんど不可欠である。「大きく考え」、可能性を検討し、扱いやすい小さな要素から始めたうえで、「迅速に拡大」してオペレーションを成長させれば、スマートファクトリーは実現可能である。本書では、スマートファクトリーのコンセプトを定義し、説明する。

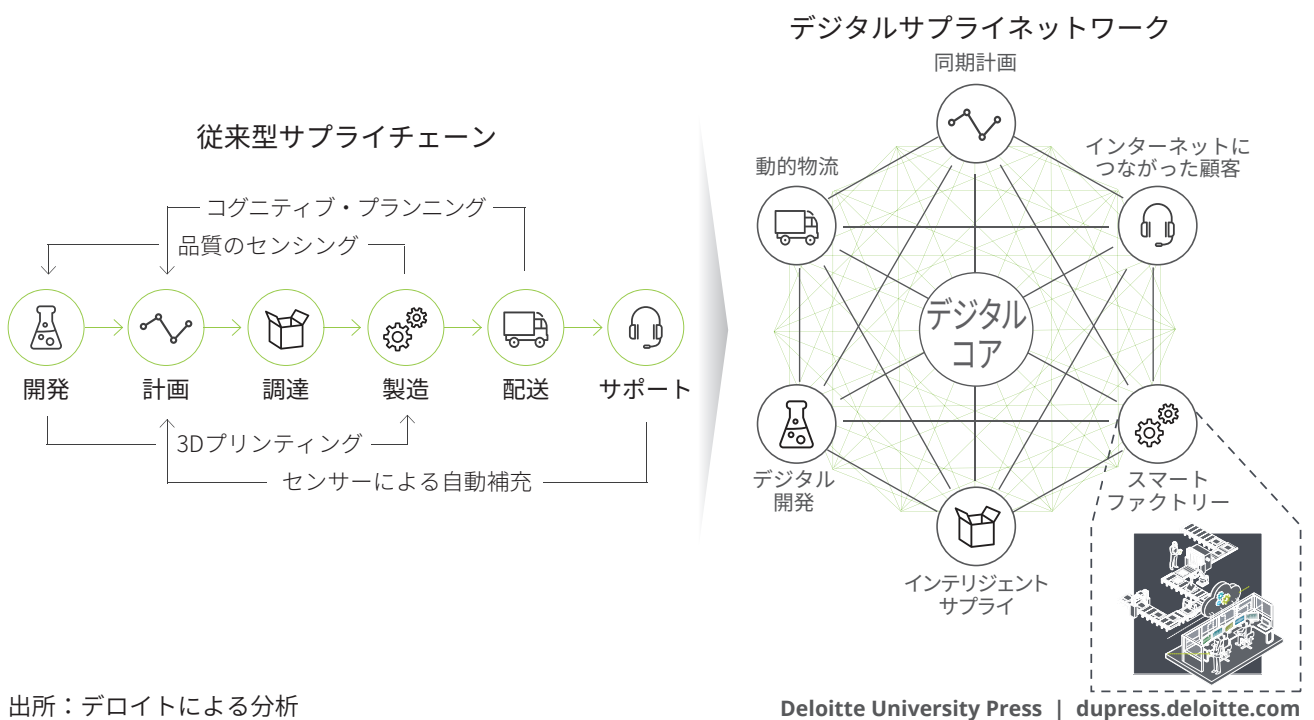
- スマートファクトリーとは何か、その主な特徴、近年注目されるようになった背景
- スマートファクトリーを構成する要素と技術、デジタルサプライネットワークへの適合
- スマートファクトリーが、どのように付加価値や利益をもたらすか
- 組織が、あるべき姿の包括的なスマートファクトリー構築を開始し実施するための方法

## デジタルサプライネットワークの概要

デロイトによる当シリーズの最初の出版物「*The rise of the digital supply network*」<sup>4</sup>（デジタルサプライネットワークの到来）で、従来型のサプライチェーンが如何に直線的で、design（設計）、plan（計画）、source（調達）、make（製造）、deliver（提供）それぞれが個別に進化しているかを分析した。しかし今日では、多くのサプライチェーンが、静的な配列から、相互につながった動的システムであるデジタルサプライネットワークに転換されている。このシステムでは、エコシステムの取引先企業をより迅速に組み込み、時間をかけて最適な状態へ進化することが可能である。デジタルサプライネットワークは、多くの様々な発信源や場所からもたらされる情報を統合し、生産や流通といったフィジカル世界での行動を推進する<sup>5</sup>。

図1に、デジタルを中心として相互につながった新たなデジタルサプライネットワークモデルの関係図を示す。各点からネットワークの他の点への相互作用が見込まれ、従来では存在しなかった分野間でのつながりが増大する。このモデルでは、コミュニケーションが多方向に行われ、従来はサプライチェーンの中でつながっていなかったものが、新たにつながりを生んでいる。

図1 従来型サプライチェーンからデジタルサプライネットワークへの移行



# スマートファクトリーの定義

工場では、ある程度の自動化は常に行われてきたことであり、高度なものも珍しくない。しかし、「自動化」という言葉は、単一で個別の作業や工程におけるパフォーマンスをもたらすものである。かつて機械が「判断」する作業は、明確な規則に従って弁を開放したりポンプをオン・オフしたりというような、自動化に基づいた線形的なものだった。人工知能(AI)の適用や、フィジカルな(現実の)機械とビジネスプロセスを組み合わせることが可能なサイバーフィジカルシステムの高度化によって、自動化には通常は人間が行うような、複雑な最適化判断も含まれるようになってきている<sup>6</sup>。最終的には、そして恐らく最も重要なことだが、「スマートファクトリー」という用語は、IT/OTが相互につながった状況を通じて、工場の現場の判断や知見とサプライチェーンの他の部分や広範な企業活動とを統合することも意味する。これによって、根本的に生産プロセスは変化し、サプライヤーや顧客との関係が強化される。

この説明から、スマートファクトリーが単なる自動化に留まらないことは明らかだ。スマートファクトリーは、広範なネットワークで自らパフォーマンスを最適化し、リアルタイムまたはほぼリアルタイムで新たな状況に自ら適応して学習し、そして自律的に生産プロセス全体を動かすことができる、柔軟なシステムである<sup>7</sup>。スマートファクトリーは、四方を壁に囲まれた工場内でも運用できるが、同様の生産システムのグローバルなネットワーク、さらにはより広範なデジタルサプライネットワークにさえもつながることが可能である。

ただし技術開発の急速な進展を考えると、本書で定義して説明するようなスマートファクトリーが「最終状態」だと考えるべきではない。スマートファクトリーは、これまでの「単発」の工場近代化手法ではなく、むしろ、現在進行中の進化であり、柔軟な学習システムの構築および維持に向けた継続的な道のりだと考えるべきである。

スマートファクトリーの本来の力は、変化する組織のニーズ(変化していく顧客要求、新規市場への参入、新製品や新サービスの開発、オペレーションや保守に対する予測・予知アプローチ、新規のプロセスや技術の導入、リアルタイムに近い生産変更など)に合わせて進化し成長する能力にある。グローバルネットワークにつながったスマートな資産の広範なエコシステムに加え、スマートファクトリーのパワフルな計算力および分析力のおかげで、組織はそれまで困難だった方法を採用し、変化に適応することができる。

スマートファクトリーは、広範なネットワークで自らパフォーマンスを最適化し、リアルタイムまたはほぼリアルタイムで新たな状況に自ら適応して学習し、そして自律的に生産プロセス全体を動かすことができる、柔軟なシステムである。

## スマートファクトリーの特徴： これまでと何が違うのか？

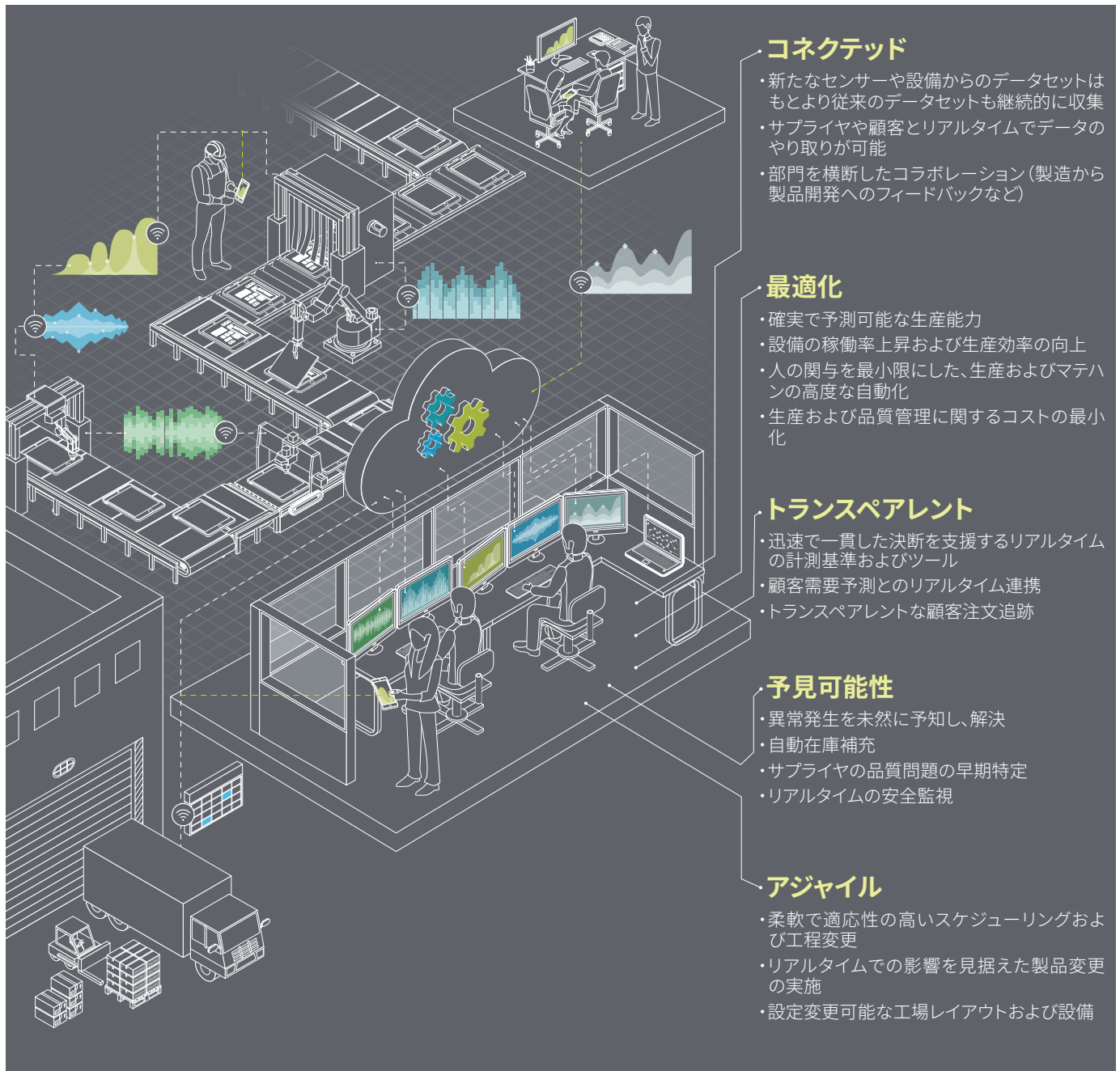
多くの製造業者は、自社のオペレーションに圧力を与える、組織的でエコシステム全体にわたる無数の変化に取り組んでおり(補足記事「The smart factory : Why now? (スマートファクトリー：なぜ、今なのか?)」を参照)、スマートファクトリーはそうした課題のいくつかにうまく対処する方法を提供する。リアルタイムでデータを収集し、データから学習する能力によって、スマートファクトリーの対応性、積極性、予測性がより高まり、組織はオペレーションのダウンタイムなど生産性に関わる問題を回避できる。

スマートファクトリーを導入する試みとして、空調装置を製造する大手電機メーカーは完全自動生産システム、3D スキャナー、モノのインターネット (IoT) 技術、統合機械制御を活用した。これにより、顧客に対するリードタイムの短縮や全体コストの低減に加え、生産能力の 25% 向上や不良品発生率の 50% 低減などの成果をあげた<sup>8</sup>。

図2は、スマートファクトリーと、その主な特徴（コネクテッド、最適化、トランスペアレント、予見可能性、アジャイル）を示している。それぞれの特徴は、情報に基づいた判断を促進する役割を果たし、組織の生産プロセスの向上に寄与する。同じスマートファクトリーは二つと無く、製造業者は、その個別のニーズに最も関わりが強い領域や特徴を優先させることが重要である。

恐らく、スマートファクトリーの最も重要な特徴である**コネクテッド**は、最も重要な価値の根源の一つでもある。スマートファクトリーでは、リアルタイムでの判断に必要なデータを生成するため、基本的なプロセスや材料がネットワークにつながっている必要がある。あるべき姿のスマートファクトリーでは、設備にスマートセンサーが取り付けられていて、システムは継続的に新旧の情報源からデータセットを引き出すことができ、確

図2 スマートファクトリーの主要な5つの特徴



出所：デロイトによる分析

Deloitte University Press | [dupress.deloitte.com](http://dupress.deloitte.com)



実にデータが常にアップデートされ現状が反映されている。オペレーションシステムやビジネスシステムからのデータに加え、サプライヤや顧客からのデータを統合することによって、サプライチェーンプロセスの上流・下流を全体的に見渡し、サプライネットワーク全体の効率を高めることができる。

**最適化**されたスマートファクトリーでは、高い信頼性を備えたオペレーションが最小限の人的介入で実行される。スマートファクトリーに本来備わっている自動化されたワークフロー、設備の同期、改善されたデータ追跡やスケジューリング、最適化されたエネルギー消費などによって、生産量の増大、稼働率の上昇、品質の向上に加え、コストや無駄の削減が可能になる。

スマートファクトリーで取得されたデータは、**トランスペアレント**である。すなわち、リアルタイムデータを可視化することにより、製造プロセスの仕掛品や市場に出ている製品から取得したデータを、人や機械の意思決定をサポートする知見に変換することができる。トランスペアレントなネットワークは、施設全体の可視性を増大させ、役割に基づく視点、リアルタイムの警告や通知、リアルタイムの追跡や監視などのツールの提供によって、組織がより正確な判断をできるようにする。

**予見可能性**を備えたシステムでは、従業員や製造設備は、単に課題や問題が発生した後に対応するのではなく、それらが起こる前に予測し行動することが可能である。このシステムの特徴としては、異常の特定、在庫の補充や補給、品質問題の特定および予測的対処<sup>9</sup>、安全や保守に関する懸念事項のモニタリングが挙げられる。履歴データおよびリアルタイムデータに基づいて未来の結果を予測するというスマートファクトリーの能力は、稼働率の上昇、生産量の増大、品質の向上をもたらし、安全性に関する問題を予防する。スマートファクトリーを導入することで、製造業者はデジタルツインのようなプロセスを実行

でき、それによってオペレーションをデジタル化し、単なる自動化やインテグレーション以上の予見能力を獲得する<sup>10</sup>。

スマートファクトリーは、その**アジャイル**な柔軟性によって、最小限の人的介入でスケジュール変更や製品変更に対応できる。先進的なスマートファクトリーでは、製品やスケジュールの変更に応じて設備やマテリアルの流れが自動で設定された後、そうした変更の影響をリアルタイムで把握することも可能である。さらに、スケジューリングや製品の変更による影響を最小限に抑えることで、工場の稼働率上昇や生産量の増加を促進する。

このような特徴によって、製造業者はその設備やシステム全体の可視性を確保して、従来の工場体制が直面していた問題のいくつかをうまく乗り切ることができ、最終的には生産性の向上およびサプライヤや顧客の仕様変更に対し、柔軟にえられるようになる。例えば、アパレル、アクセサリ、靴を扱うある企業は、欧州と北米にそれぞれ新たなスマートファクトリーを構築することで、世界規模での生産の分断や急速に変化する需要（補足記事「The smart factory : Why now?」（スマートファクトリー：なぜ、今なのか?）を参照）をはじめ、製造業者が一般に直面する問題への対処法を模索している。従来の工場およびサプライチェーンでは、絶えず変化する流行についていこうとすると、問題にぶつかる。しかし、新たなスマートファクトリーでは、顧客の需要点の近くに位置していることから、最新の流行にうまく適応でき、より迅速に（従来の工場では2～3カ月かかるところを1週間未満の見込みで）顧客へ靴を届けられる。両方のスマートファクトリーが、デジタルツイン、デジタル設計、追加の製造機械、自律ロボットをはじめとする複数のデジタル技術およびフィジカル技術を活用することになる。この企業は、アジアなど他の地域で製造拠点を増やす際に、この最初の2カ所のスマートファクトリーから学んだ教訓を生かす予定である<sup>11</sup>。

### なぜ今、スマートファクトリーなのか？

製造業に自動化と制御装置が導入されて数十年が経つが、製造業者にとって完全なスマートファクトリーの導入が実現可能となったのは、ごく最近のことである。以下に挙げる5つの重要なトレンドがスマートファクトリー導入を推進している。

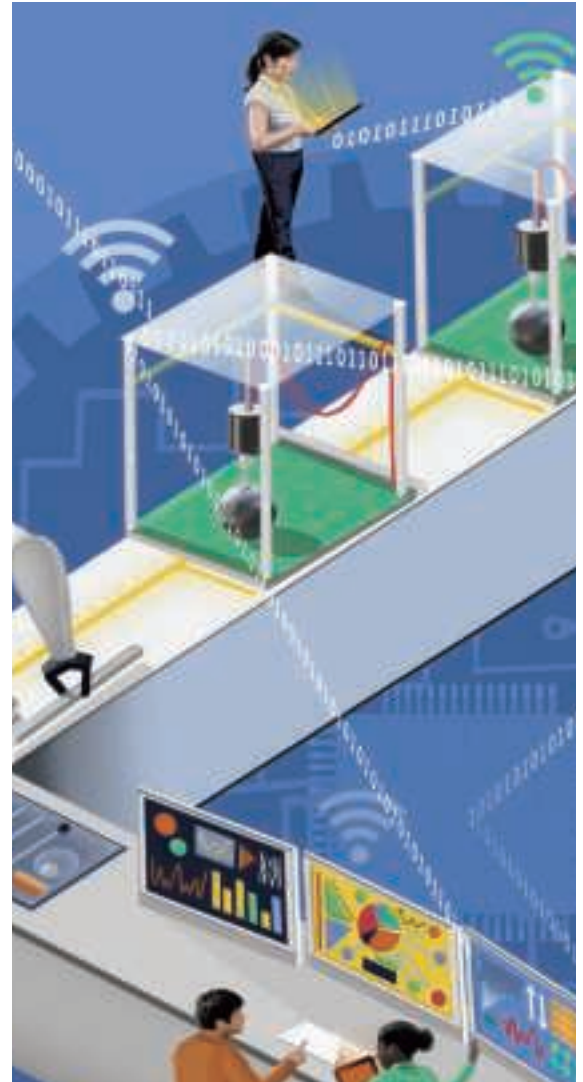
- ・技術力の急速な進化
- ・サプライチェーンの複雑さの増大、および生産と需要の世界規模での分断
- ・予期しないところからの競争圧力の増加
- ・ITとOTの融合による組織の再編
- ・継続的な人材問題

#### 技術力の急速な進化

スマートファクトリーは、デジタル技術力や、コンピューティング、ストレージ、回線容量にかかる法外なコストの制約から、最近まで実現が難しいとみられていた。しかし、近年ではそのようなハードルが劇的に緩和され、より低いコストで広範なネットワーク全体にわたって多くのことが出来るようになった<sup>12</sup>。さらに、技術力自体も高度になり、システムでは、AI、コグニティブ・コンピューティング、機械学習によって、ネットワークにつながった機器から収集したデータの解釈、データの整理、データからの学習が可能になった<sup>13</sup>。この進化・適応する能力が、強力なデータ処理能力とストレージ能力と合わさり、製造業者は、業務の単なる自動化を越えて、より複雑な、つながった製造プロセスを構築することが可能となる。

#### サプライチェーンの複雑さの増大、および生産と需要の世界規模での分断

製造業はますますグローバルに広がっているため、複数の場所にある複数の拠点やサプライヤに各製造段階が分散し、製造工程の分断が起きている<sup>14</sup>。こうした変化に加え、地域、国、さらには個人を対象としたカスタマイズへの需要の増大、需要の激しい変動、資源の減少などの変化も相まって、サプライチェーンはますます複雑化してきた<sup>15</sup>。このような変化のため、多くの製造業者は、アジャイル、コネクテッド、予見可能性により絶えず優先順位付けをしつづけることが重要だと考えるようになってきた。



### 予期しないところからの競争圧力の増加

スマートデジタル技術の台頭は、老朽化する設備や人手作業への依存という、競合する老舗企業を苦しめるレガシーにとっかわって、デジタル化を活用して参入コストを低減できる全く新たな競合企業が、それまで関わっていなかった市場や業界に新規参入してくる脅威をもたらした。

### ITとOTの融合による組織の再編

工場の自動化の決定は、通常は事業部または工場レベルで下されるため、製造ネットワーク全体では異なる水準の技術や機能の寄せ集めになることがしばしばある。コネクテッド企業は、工場の壁を越えてネットワーク化が進むため、こうした格差がよく見えるようになってきている。ITとOTの融合が進むことによって、組織は、これまで工場レベルで下されていた決定を事業部や企業レベルでの決定へと移行できるようになった<sup>16</sup>。これによって、非効率な箇所や、ある工場での変更が他の施設で複雑さを招いているケースが明らかになり、スマートファクトリーという考えも漠然とした目標ではなく、より現実味を帯びてきた。工場内でのつながりは新しい話ではないものの、多くの製造業者は、収集したデータで何をしたら良いのか、言い換えれば、どのように情報を知見に変換し、さらに知見を行動に反映させれば良いのか、長らく行き詰まっていた。インダストリー4.0に本来備わっている、コネクテッドなデジタル技術およびフィジカル技術、すなわち、データを収集するだけでなく、現実の世界で直ちに分析を行い、これに基づいて決断・行動する能力への移行は、こうした課題への解決策を示している<sup>17</sup>。

### 継続的な人材問題

労働力の高齢化、競争が激化する労働市場、製造関連の職種に関心を持っている若年労働者や訓練を受けた若年労働者の不足など、人材に関するさまざまな問題によって、多くの従来の製造業者が、営業を続けるために、技能の有無にかかわらず労働力を探し出すことに苦戦している<sup>18</sup>。デロイトは、米国の製造業が今後10年間で200万人の労働力不足に直面すると推計している<sup>19</sup>。多くの企業が、この蔓延する労働力不足に関連するリスクを軽減するため、スマートファクトリーの機能に投資している<sup>20</sup>。しかし、自動化された設備は一般にその運用や維持のために高度な技能を持つ人材を必要とすることから、この動きは、必要とされる人材の要件に対し、新たな影響を及ぼす可能性がある<sup>21</sup>。そして製造施設の立地にこのような要素を考慮する必要さえもあるだろう。



# スマートファクトリーがもたらす利益

スマートファクトリーの取り組みへの着手方法や拡大の決断は、組織の個別のニーズに合致していなくてはならない。組織がスマートファクトリーに着手したり拡大したりする理由はさまざまであり、容易には一般化できないものの、通常は、スマートファクトリーに取り組むことで、設備の資産効率、品質、コスト、安全性、持続可能性など広範な分野に対処できる。こうした分野は、特に最終的に、市場への製品投入速度を上げる、市場シェアを得る能力を向上させると同時に、利益、製品品質、労働力の安定性の向上という成果をもたらす可能性がある。様々なビジネスドライバーに関して、スマートファクトリーへの投資がどのように価値をもたらすかを実証することが、スマートファクトリーの導入や追加投資を実現するうえで重要である。

## 設備の資産効率

スマートファクトリーでは、あらゆる側面で膨大なデータが生成される。これらのデータは、継続的な分析を通じて、ある種の最適化によって実現され得る、設備の資産効率を実現する。実は、このような自己修正こそが、スマートファクトリーを従来の自動化と差別化するものであり、スマートファクトリーの最も際立つ利点の一つである、設備全体の効率性の向上をもたらす。設備の資産効率改善は、設備のダウンタイムの低減、生産能力の最適化、切り替え時間の削減、その他の潜在的な利点につながるはずである<sup>22</sup>。

## 品質

スマートファクトリーの特徴である自己最適化は、品質の不良傾向を素早く予測・検知し、低品質を引き起こす人材、機械、環境による個別の原因の特定に役立つ。これによって、廃棄率とリードタイムが低減し、充足率と生産量が向上する。このように、より最適化された品質プロセスは、欠陥やリコールの少ない優れた製品につながる<sup>23</sup>。

## 低コスト

最適化されたプロセスは、予測可能な在庫需要、効果的な雇用・人材配置の判断、安定したオペレーション、より高い費用対効果をもたらす。また、優れたプロセスは、調達ニーズに対して遅延が無いように、サプライネットワークを迅速かつ包括的

に見通すこと（つまり、さらなる低コストを実現）にもなる。さらに、優れたプロセスは優れた品質の製品を意味するとも言えるため、補償や保守のコストも低減する可能性がある<sup>24</sup>。

## 安全性と持続可能性

スマートファクトリーは、労働者の健康や環境の持続可能性に対しても寄与する。スマートファクトリーが提供する各種のオペレーションの効率化によって、全体的な環境持続可能性を向上させながら、環境負荷は従来の製造プロセスよりも低減される<sup>25</sup>。プロセスの自律化を進めることによって、労働災害をはじめとする人的ミスを減らせる可能性がある<sup>26</sup>。恐らく、心身を疲れさせる反復作業が必要な仕事については、スマートファクトリーの自律した関連システムが代わりに行うことになるだろう。しかし、スマートファクトリー環境における人間の役割は、より高いレベルの判断や現場での裁量を引き受けることであり、これは仕事の満足度を高め、離職率を下げることに繋がる<sup>27</sup>。

## スマートファクトリーによる製造プロセスへの影響

製造業者は、工場内外においてさまざまな方法でスマートファクトリーを取り入れ、既存の優先順位の変化や新たな優先順位の出現に合わせてスマートファクトリーの機能をカスタマイズできる<sup>28</sup>。実際、スマートファクトリーの最も重要な特徴の一つがアジャイルであり、これによってスマートファクトリーは、製造業者の個別のニーズに応じてデジタル技術やフィジカル技術を利用するさまざまな選択肢を提供することもできる。

スマートファクトリーによる製造プロセスへの具体的な影響は、組織によって異なるとみられる。デロイトは、フィジカル世界とデジタル世界の間情報の流れを促す一連の先進技術を特定した<sup>29</sup>。これらの技術は、デジタルサプライネットワークを強化し、さらにはスマートファクトリーを強化して、生産プロセスをデジタル化する新たな機会を創造する。表1は、さまざまなデジタル技術およびフィジカル技術によってデジタル化を可能とする事例と併せて、スマートファクトリーの中核となる生産プロセスを示している。

表1 スマートファクトリーのプロセス

プロセス	デジタル化機会の実例
製造オペレーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 迅速な試作品製作や少量のスペア部品製作のための<b>付加製造</b></li> <li>・ リアルタイムの生産や在庫データを利用して、無駄やサイクルタイムを最小化する<b>先端的な生産計画</b></li> <li>・ 定型プロセスを最小コストかつ最高精度で効果的に実行するための<b>コグニティブ・ボットおよび自律ロボット</b></li> <li>・ オペレーションをデジタル化し、単なる自動化や統合を越えた予測分析へ移行する<b>デジタルツイン</b></li> </ul>
倉庫オペレーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ピック&amp;プレース作業に従事する担当者を支援する<b>拡張現実</b></li> <li>・ 倉庫オペレーションを行う<b>自律ロボット</b></li> </ul>
在庫管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原材料、仕掛品や完成品、高価な器具設備の移動や位置をリアルタイムで追跡する<b>センサー</b></li> <li>・ 手元在庫を最適化し、自動で補給指示を送るための<b>分析</b></li> </ul>
品質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 光学的分析を利用したインライン<b>品質検査</b></li> <li>・ 潜在的な品質問題を予測するための<b>リアルタイム機器監視</b></li> </ul>
保守	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機器の保守や修理に従事する保守担当者を支援する<b>拡張現実</b></li> <li>・ 予知・コグニティブメンテナンスを促すため、機器に取り付けた<b>センサー</b></li> </ul>
環境、労働衛生、安全	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 危険な機器が人の近くで稼働しないようにするジオフェンスのための<b>センサー</b></li> <li>・ 環境条件、運動不足、その他の潜在脅威を監視するため、人に取り付けた<b>センサー</b></li> </ul>

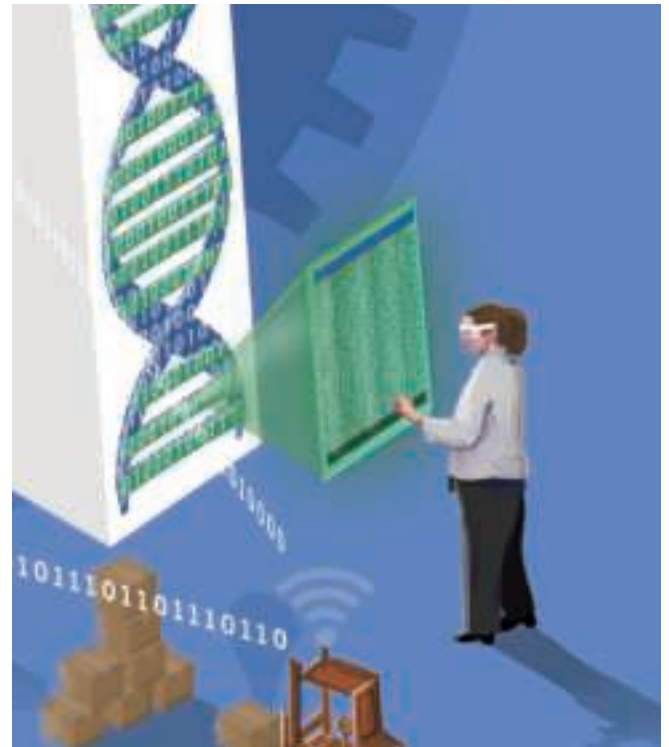
出所：デロイトによる分析

Deloitte University Press | [dupress.deloitte.com](http://dupress.deloitte.com)

## The smart factory

これらの機会が、互いに矛盾するものではないということに注意しなくてはならない。製造業者は、各生産プロセスで複数のデジタル化を進めることが可能であり、恐らくそうするだろう。スマートファクトリーの柔軟でカスタマイズ可能な性質を踏まえ、必要に応じて段階的に導入を行う可能性もある。

重要なことは、製造業者が、どのような競争を行い、デジタル化とそれに応じたスマートファクトリーへの投資をどう調整するかを理解することである。例えば、ある製造業者は、スピード、品質、コストで競うことを決断し、迅速に市場へ新製品を投入（または仕様変更を反映）したり、品質を向上させたり、単価を低減したりするようなスマートファクトリーの能力に投資するかもしれない。また別の製造業者は、顧客ごとに一品目のカスタマイズモデル製品に注力することを選択し、そうした目標を達成するための別の技術に投資するかもしれない。



# スマートファクトリーへの移行: 検討事項

スマートファクトリーには様々な形態があるため、スマートファクトリー・ソリューションの導入に成功するための経路も一つではない。それぞれのスマートファクトリーは、ライン・レイアウト、製品、自動化機器などの要素の違いによって異なって見える。しかし同時に、施設自体に潜在的な差異があるにもかかわらず、スマートファクトリーの導入を成功させるために必要な要素は、大部分が普遍的で、データ、技術、プロセス、人材、セキュリティといった一つ一つが重要である。製造業者は、それぞれの目的に基づき、何に優先順位をつけて投資すべきかを自ら決定することができる。

## データおよびアルゴリズム

データは、スマートファクトリーに不可欠なものである。データは、アルゴリズム解析の力によってあらゆるプロセスを動作させ、オペレーション上のエラーの検知やユーザーへのフィードバックの提供を行う。さらに十分な規模と範囲でデータを収集すれば、調達と需要におけるオペレーションや設備の非効率や需要変動の予測に利用できる<sup>30</sup>。データは、湿度、温度、汚染物質をはじめとする環境条件に関する個別情報など、スマートファクトリー環境内で様々な形を取り、多くの目的を果たす。データの組み合わせや処理の方法、およびその結果として取られる行動によって、データが価値を持つようになる<sup>31</sup>。スマートファクトリーを運用するため、製造業者は、データの絶え間ない流れを作り出して収集し、生成された膨大な量の情報を管理・保管し、そして、その情報がデータとして高度化する可能性を秘めた多様な方法でそれらを分析し、その結果に従って行動すべきである。

スマートファクトリーをより高度に成熟した水準に引き上げるため、収集されるデータセットは時間とともに拡大して、生産プロセスをより広範にカバーするようになるだろう。例えば、一つのユースケースを実装するには、一つのデータセットの取得と分析が必要である。さらなるユースケースの実装や、オペレーションを産業レベルへ拡大するためには、データセットの量や種類（構造化 / 非構造化）の拡大及び、アナリティカルなデータ保管やデータマネジメントの能力を考慮する必要がある<sup>32</sup>。

データは、際立って高度化した、スマートファクトリーの典型的な構成要素であるデジタルツインにおいても重要な役割を果たす。デジタルツインは、高い水準で、物やプロセスの過去と現在の状況をデジタルで表現する。そのためデジタルツインには、生産、外部環境、製品性能など幅広い側面に関して、フィジカ

ル世界で蓄積した測定データが必要になる。こうしたデジタルツインのパワフルな処理能力によって、フィジカル世界での設計やプロセスの変更を提案するなど、製品やシステム自体を改善するためのアイデアが明らかにされる<sup>33</sup>。

## テクノロジー

スマートファクトリーが機能するためには、マテハンシステム、機器、ポンプ、バルブなど工場設備として定義される資産が、相互に、また中央制御システムと通信できなくてはならない。この種の制御システムでは、製造実行システム (MES) またはデジタルサプライネットワークのスタックの形式があり得る。後者は、スマートファクトリー、そして、より広範なデジタルサプライネットワークからもたらされるデータの入り口の役割を果たす、多層な統合ハブであり、情報を集約して組み合わせ、経営の意思決定に寄与する<sup>34</sup>。しかし組織は同時に、取引システムや ERP、IoT プラットフォームや分析プラットフォーム、エッジ・コンピューティングとクラウドストレージの仕様など、他のテクノロジーについても検討する必要がある。これには、アナリティクス、アディティブ・マニュファクチャリング、ロボティクス、ハイパフォーマンス・コンピューティング、AI、コグニティブ技術、先端材料、拡張現実など、インダストリー 4.0 に欠かせないさまざまなデジタル技術およびフィジカル技術を活用し、設備や施設をネットワークにつなげ、データの意味を理解してビジネスオペレーションをデジタル化することが必要になる<sup>35</sup>。

## プロセスおよびガバナンス

スマートファクトリーの最も重要な特徴の一つである自己最適化力、自己適応力、生産プロセスの自律的実行力は、従来のプロセスモデルやガバナンスモデルに根本的な変化をもたらす。自律システムは、人間の介入なしに様々な決断を下して実行することができるため、多くの場面で意思決定の責任は人間から機械へと移行し、人間による意思決定行為は、より少数の人間の手に集中することになる。さらに、スマートファクトリーのコネクテッドな性質は工場の四方の壁を越えて拡張し、サプライヤ、顧客、別の工場との一体化がますます強まる可能性がある<sup>36</sup>。このようなネットワーク化によって、プロセスやガバナンスモデルに新たな問題が持ち上がる場合があるが、工場やさらに広範な生産供給ネットワーク全体をより深く包括的に見渡す視野があれば、製造業者は、さまざまな新しい問題に立ち向かえるはずである。組織は、この変化に責任を持つため、意思

決定プロセスをよく検討し、そして恐らくは自らを再編する必要があるかもしれない。

## 人材

スマートファクトリーは、必ずしも完全無人工場にはならない。人間は、オペレーションにとって依然として重要だと考えられる。ただし、スマートファクトリーによってオペレーションやIT/OT組織には大規模な変化が起こり、新たなプロセスや機能を担う役割の再編が生じる可能性がある<sup>37</sup>。先述のとおり、役割の中には、ロボット工学（ハードウェア、ソフトウェアの双方で）、自動化プロセス、AIなどに取って代わられ不要になるものがあるだろう。仮想現実、拡張現実、データの可視化などの新たな機能によって拡大する役割もあるかもしれない。見たこともない新たな役割が出現する可能性もある。人材やプロセスに関する変化を管理するには、アジャイルで適応力の高いチェンジ・マネジメント計画が必要である<sup>38</sup>。組織的なチェンジ・マネジメントは、どのようなスマートファクトリー・ソリューションにおいても、その導入時に重要な役割を果たす。スマートファクトリーの導入をスムーズに進めるためには、より重要な役割に取り組む意欲のある人材、こうした人材を獲得するための革新的な人材採用方法、機能横断的な役割の重視が必要となる<sup>39</sup>。

---

スマートファクトリーは、必ずしも完全無人工場にはならない。

人間は、オペレーションにとって依然として重要だと考えられる。

## サイバーセキュリティ

本質的に、スマートファクトリーはネットワークにつながっている。そのためスマートファクトリーでは、サイバーセキュリティのリスクが従来の製造施設よりも大きな懸念事項となることから、スマートファクトリー全体のアーキテクチャの一環としてこのリスクに取り組まなくてはならない。ネットワークに完全につながった環境では、接続点が多数であることを考えると、サイバー攻撃はより幅広い影響を与え、防御が困難となる可能性がある。スマートファクトリーの規模が大きくなり、工場の壁を越えてサプライヤ、顧客、他の製造施設などを取り込むにつれて、サイバーセキュリティのリスクも顕著になろう。製造業者は、最初からスマートファクトリー戦略においてサイバーセキュリティを優先課題とするべきである<sup>40</sup>。



# 導入に際して： スマートファクトリーへ向けたプロセス

スマートファクトリーの導入に着手することは、大変な挑戦のように見えるかもしれない。スマートファクトリーをスムーズに導入するには、組織や課題、あるいは状況に適した、定義、計画、実行することが必要だが、スマートファクトリーというソリューションには多様な形態が許されるため、導入経路は多数存在する。製造業者はスマートファクトリーの構築方法を検討する際、以下の手順で着手することができる。

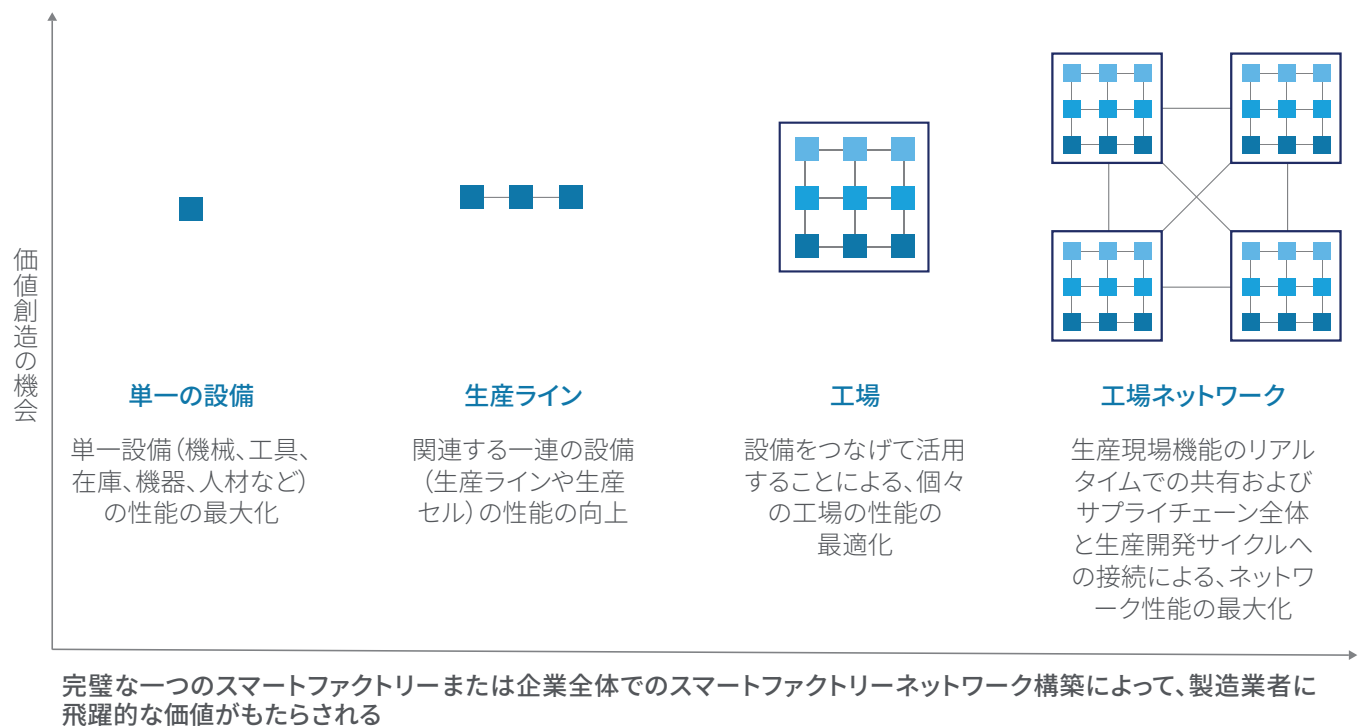
## 大きく考えて、小さなことから始め、迅速に拡大する…

スマートファクトリーへの投資は、多くの場合、具体的な状況に注目することから始まる。着目点が特定されると、デジタル

化や知見の生成によって、新たな価値を生み出す活動が促進される。しかし、スマートファクトリーの構築・拡大は、スマートファクトリー自体のコンセプト同様、アジャイルで柔軟性が高い可能性がある。価値の創造は単一の資産から始め、拡大していくことが可能であり、またアジャイルなアプローチを使用し、反復して成長できるため、あるべき姿のスマートファクトリーへの経路は、ネットワークのどの段階からでも始められる。

実際、小さなことから始めて管理可能な環境でコンセプトを試行し、教訓が得られてから拡大することは、より効果的である。一度「成功体験」を得られると、ソリューションを他の資産、生産ライン、工場に拡大でき、それによって飛躍的な価値創造の機会が生まれる可能性がある（図3）。

図3 小さいことから始め、拡大して価値を引き出す



出所：デロイトによる分析

Deloitte University Press | [dupress.deloitte.com](http://dupress.deloitte.com)

## …だが、工場固有のニーズに 応え続ける

どの特定課題に対処すべきかや、スマートファクトリーというソリューションを通して価値を引き出す方法は、生産活動に係る戦略や環境によって決まる。スマートファクトリーはそれぞれのシナリオや状況に合わせて取り組み方をカスタマイズすることで、製造業者のニーズに合致するよう支援する。

## 技術に終始しない

スマートファクトリーへの道のりに必要なのは、ネットワークにつながった設備だけではない。製造業者には、収集したデータを保管、管理、解釈し、それに基づいて行動するための方法が必要である。さらに、その道のりを進むための適切な人材と適切な現場プロセスが必要だ。それぞれのスマートファクトリーへの道のりには、ソリューション設計、技術、変更管理の各面にわたる変革支援が必要となる。

## 四方の壁の外を考える

先述した通り、スマートファクトリーというソリューションは包括的なソリューションであり、工場内部での出来事をデジタルサブライネットワーク全体のなかに位置付ける。従って、スマートファクトリーへの道のりを進み始めた組織が真に成功を収めるた

---

スマートファクトリーは完成形ではなく、進化中のソリューションであり、アジャイル、コネクテッド、トランスペアレントといった複数の特徴を有する。

めには、すべてのサプライチェーンの取引先企業や顧客を最初から考慮しなければならない。一つの接点での行動や一関係者に関わる行動が、他に影響を及ぼす可能性があるからだ。

現在のスマートファクトリーは完成形ではなく、進化中のソリューションであり、アジャイル、コネクテッド、トランスペアレントといった複数の特徴を有する。ハイレベルでは、スマートファクトリーの常に進化していく特性は、クリエイティブな思考（スマートファクトリーは、無限に多様な構成が考えられる）への絶えざる要求に基づくものである。スマートファクトリーの機能に投資することによって製造業者は他社との差別化を図り、かつてないほど複雑化し急速に変化するエコシステムにおいて、より効果的かつ効率的に機能することができる。

## 参考文献

1. インダストリー4.0に関する詳しい情報は、以下を参照。  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/industry-4-0.html>
2. Shiyong Wangほか著「Implementing smart factory of Industrie 4.0: An outlook」  
『International Journal of Distributed Sensor Networks (2016)』  
<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1155/2016/3159805>
3. Agnieszka Radziwonaほか著「The smart factory: Exploring adaptive and flexible manufacturing solutions」『Procedia Engineering 69 (2014年)』  
1184～1190ページ  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814003543>
4. Adam Mussomeli, Stephen Laaper, Doug Gish著「The rise of the digital supply network: Industry 4.0 enables the digital transformation of supply chains」『Deloitte University Press』2016年12月1日発行  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/industry-4-0/digital-transformation-in-supply-chain.html>
5. Brenna Sniderman, Monica Mahto, Mark Cotteleer著「Industry 4.0 and manufacturing ecosystems: Exploring the world of connected enterprises」『Deloitte University Press』2016年2月22日発行  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/industry-4-0/manufacturing-ecosystems-exploring-world-connected-enterprises.html>
6. 同上
7. ドイツ貿易・投資振興機関「Smart factory」2017年8月18日公開  
<https://industrie4.0.gtai.de/INDUSTRIE40/Navigation/EN/Topics/Industrie-40/smart-factory.html>
8. Yoon Sung-won著「Samsung expediting smart factory for home appliances」『Korea Times』2017年4月19日発行  
<http://www.koreatimes.co.kr/www/common/vpage-pt.asp?categorycode=133&newsidx=227896>
9. Chris Colemanほか著「Making maintenance smarter: Predictive maintenance and the digital supply network」『Deloitte University Press』2017年5月9日発行  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/industry-4-0/using-predictive-technologies-for-asset-maintenance.html>
10. Aaron Parrott, Lane Warshaw著「Industry 4.0 and the digital twin: Manufacturing meets its match」『Deloitte University Press』2017年5月12日発行  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/industry-4-0/using-predictive-technologies-for-asset-maintenance.html>
11. 「Adidas's high-tech factory brings production back to Germany: Making trainers with robots and 3D printers」『Economist』2017年1月14日発行  
<http://www.economist.com/news/business/21714394-making-trainers-robots-and-3d-printers-adidass-high-tech-factory-brings-production-back>
12. Mussomeli, Laaper, Gish著「The rise of the digital supply network」
13. Guha Ramasubramanian著「Machine learning is revolutionizing every industry」2016年11月28日発行  
<http://observer.com/2016/11/machine-learning-is-revolutionizing-every-industry/>
14. R. Hadar, A. Bilberg著「Glocalized manufacturing: Local supply chains on a global scale and changeable technologies, flexible automation, and intelligent manufacturing」2012年6月10～13日にヘルシンキで開催されたFAIM 2012にて発表
15. 同上

16. Sniderman, Mahto, Cotteleer 著「Industry and manufacturing ecosystems」
17. 同上
18. Alexia Elejalde-Ruiz 著「Manufacturing's big challenge: Finding skilled and interested workers」『Chicago Tribune』2016年12月17日発行  
<http://www.chicagotribune.com/business/ct-manufacturing-talent-gap-1218-biz-20161217-story.html>
19. デロイト「Manufacturing USA: A third-party evaluation of program design and progress」2017年1月公開  
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-mfg-manufacturing-USA-program-and-process.pdf>
20. ロイター通信、「Mid-sized Japanese firms invest in robots and automation due to labor shortage」『VentureBeat』2017年5月15日公開  
<https://venturebeat.com/2017/05/15/mid-sized-japanese-firms-invest-in-robots-and-automation-due-to-labor-shortage/>
21. Association of German Engineers、アメリカ機械学会「A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: A German and American perspective」2015年4月公開  
[http://www.vdi.eu/fileadmin/vdi\\_de/redakteur/karriere\\_bilder/VDI-ASME\\_2015\\_White\\_Paper\\_final.pdf](http://www.vdi.eu/fileadmin/vdi_de/redakteur/karriere_bilder/VDI-ASME_2015_White_Paper_final.pdf)
22. Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Kao 著「A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems」『Manufacturing Letters』2015年1月公開  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221384631400025X>
23. ROI「Inside the smart factory: How the Internet of Things is transforming manufacturing」  
2017年8月18日公開  
[http://www.roi-international.com/fileadmin/ROI\\_DIALOG/ab\\_DIALOG\\_44/EN-ROI-DIALOG-49\\_web.pdf](http://www.roi-international.com/fileadmin/ROI_DIALOG/ab_DIALOG_44/EN-ROI-DIALOG-49_web.pdf)
24. Christoph Jan Bartodziej 著、「The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics」『Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH』2017年発行、DOI:10.1007/978-3-658-16502-4
25. 同上
26. Sang Il Park, Seouk Joo Lee 著「A study on worker's positional management and security reinforcement scheme in smart factory using Industry 4.0-based Bluetooth beacons」『Advances in Computer Science and Ubiquitous Computing』2016年11月発行、1059～1066ページ  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-3023-9\\_164](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-3023-9_164)
27. Hannele Lampela ほか 著「Identifying worker needs and organizational responses in implementing knowledge work tools in manufacturing」  
2015年公開  
<http://facts4workers.eu/wp-content/uploads/2017/01/FACTS4WORKERS-ILERA-2015-paper1.pdf>
28. H. A. El Maraghy 著「Flexible and reconfigurable manufacturing systems paradigms」、『International Journal of Flexible Manufacturing Systems 17』no. 4 (2005年)、261～276ページ
29. デジタル技術・フィジカル技術およびその応用に関する詳細な情報と一覧については、以下を参照のこと。  
Sniderman, Mahto, Cotteleer 著「Industry and manufacturing ecosystems」、および Mussomeli, Laaper, Gish 著「The rise of the digital supply network」
30. Jay Lee, Edzel Lapira, Hung-an Kao 著「Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment」『Manufacturing Letters 1』no. 1 (2013年)、38～41ページ
31. Michael Raynor, Mark Cotteleer 著「The more things change: Value creation, value capture, and the Internet of Things」『Deloitte Review 17, Deloitte University Press』2015年7月27日発行  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/deloitte-review/issue-17/value-creation-value-capture-internet-of-things.html>
32. Shen Yin, Okyay Kaynak 著「Big data for modern industry: Challenges and trends」『Proceedings of the IEEE 103』no. 2 (2015年)

33. Parrott, Warshaw著「Industry 4.0 and the digital twin」
34. Mussomeli, Laaper, Gish著「The rise of the digital supply network」
35. デジタル技術・フィジカル技術、および製造やデジタルサプライネットワークにおけるその役割に関する詳細な情報については、以下を参照のこと。  
Sniderman, Mahto, Cotteleer著「Industry and manufacturing ecosystems」、およびMussomeli, Laaper, Gish著「The rise of the digital supply network」
36. F. Shrouf, J. Ordieres, G. Miragliotta著「Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm」『IEEEインダストリアル・エンジニアリングおよび技術管理に関する国際会議2014』2014年12月開催
37. CROフォーラム「The smart factory—Risk management perspectives」2015年12月開催  
<https://www.thecroforum.org/wp-content/uploads/2016/01/CROF-ERI-2015-The-Smart-Factory1-1.pdf>
38. Jeff Schwartzほか著「The future of work: The augmented workforce」グローバルヒューマンキャピタルトレンド2017『Deloitte University Press』2017年2月28日発行  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/human-capital-trends/2017/future-orkforce-changing-nature-of-work.html>
39. Bill Pelsterほか著「Careers and learning: Real time, all the time」グローバルヒューマンキャピタルトレンド2017『Deloitte University Press』2017年2月28日発行  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/human-capital-trends/2017/learning-in-the-digital-age.html>
40. Rene Wasloほか著「Industry 4.0 and cybersecurity: Managing risk in an age of connected production」『Deloitte University Press』2017年3月21日発行  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/industry-4-0/cybersecurity-managing-risk-in-age-of-connected-production.html>

---

## 著者紹介

RICK BURKE

Deloitte Consulting LLP の Digital Supply Networks 部門の Specialist leader。クライアントによるサプライチェーンのデジタル化を支援。特にビジネス、技術、人員が交わる分野でのサプライチェーン管理に 20 年以上の経験を持つ。

ADAM MUSSOMELI

コンサルティングならびに業界内において、消費財および工業製品企業に対してグローバルなエンドツーエンドのサプライチェーン変革をもたらすことに、20 年以上の経験を有している。先駆的な先端技術を採用して、多大な財務的改善をもたらしたことで知られている。その業績は、「Supply Chain Management Review」などの出版物に取り上げられている。

STEPHEN LAAPER

Deloitte Consulting LLP の Strategy & Operations 部門で Digital Supply Networks leader を務める。ライフサイエンス、自動車業界、消費財業界の幅広いクライアントに、インダストリー、コンサルティング、技術経験のユニークな融合を提供している。

MARTY HARTIGAN

Deloitte & Touche LLP の Strategy & Operations 部門 Principal。デロイトの Manufacturing Digital 部門の共同リーダー。工業製品およびサービス、ハイテク機器、パッケージング、民間航空産業、防衛用電子機器・通信、自動車 OEM/ サプライヤ、IT 技術サービス企業にわたり、複雑な戦略プロジェクトの主導で豊富な経験を発揮。

BRENNA SNIDERMAN

Deloitte Services LP の Center for Integrated Research で Senior Manager としてデジタルリサーチを率いている。生産、サプライネットワーク、広範な組織における、コネクテッドテクノロジー、先進的な製造、デジタル技術とフィジカル技術の交わりを中心に研究を行う。これら技術の変化が戦略的、組織的、人的な面で及ぼす影響に関する知見を提供するため、他のソートリーダーと協力している。

---

## 謝辞

本稿執筆にあたり、Deloitte Services LP の **Jonathan Holdowsky** に多大な貢献を負っている。

---

# 発行人

## **Marty Hartigan**

Principal  
Strategy and Operations  
Deloitte Consulting LLP  
Tel: +1 213 688 5578  
E-mail: mhartigan@deloitte.com

## **Stephen Laaper**

Principal  
Supply Chain and Manufacturing Operations  
Deloitte Consulting LLP  
Tel: +1 617 437 2377  
E-mail: slaaper@deloitte.com

## **三輪 耕司**

執行役員  
デロイト トーマツ コンサルティング合同会社  
kmiwa@tohatsu.co.jp

## **祝出 洋輔**

マネージャー  
デロイト トーマツ コーポレート ソリューション合同会社  
yiwaide@tohatsu.co.jp

## **Adam Mussomeli**

Principal  
Supply Chain and Manufacturing Operations  
Deloitte Consulting LLP  
Tel: +1 203 253 5101  
E-mail: amussomeli@deloitte.com

## **Doug Gish**

Principal  
Supply Chain and Manufacturing Operations  
Deloitte Consulting LLP  
Tel: +1 816 802 7270  
E-mail: dgish@deloitte.com

## **橋本 善永**

執行役員  
デロイト トーマツ コンサルティング合同会社  
yoshashimoto@tohatsu.co.jp

# Deloitte. University Press



Sign up for Deloitte University Press updates at [www.dupress.deloitte.com](http://www.dupress.deloitte.com).

## デロイトユニバーシティプレスについて

デロイトユニバーシティプレスはビジネスや公共サービス、そして NGO に関わる人々にインサイトを与える、オリジナルの記事やレポート、定期刊行物を発行しています。私共のプロフェッショナルサービスを提供する組織とビジネスや学術に関わる共著者から研究成果や経験を引き出し、企業幹部や政府のリーダーとなる方々に、幅広い視野で議論を進めて頂くことを目的としています。

デロイトユニバーシティプレスは、Deloitte Development LLC. によって発行されています。

## 本誌について

この出版物は一般に公開されている情報だけを含んでおり、Deloitte Touche Tohmatsu Limited およびそのメンバーファーム、関連法人は、この出版物により、会計・ビジネス・ファイナンス・投資・法律・税務その他のプロフェッショナルとしてのアドバイスやサービスについて影響を受けるものではありません。この出版物はプロフェッショナルとしてのアドバイスやサービスを代替するものではなく、ファイナンスやビジネスの成果に関わる、組織の決断や行動を判断する際の基礎資料となるものでもありません。ファイナンスやビジネスに影響し得るいかなる行動・決断についても、事前に適切なプロフェッショナル・アドバイザーに相談されることをお勧めします。

この出版物に基づく判断により個人が損失を受けた場合でも、Deloitte Touche Tohmatsu Limited およびそのメンバーファーム、または関連法人は、いかなる責任も負うものではありません。

Copyright © 2017 Deloitte Development LLC. All rights reserved.

デロイト トーマツ グループは日本におけるデロイト トウシュ トーマツ リミテッド（英国の法令に基づく保証有限責任会社）のメンバーファームであるデロイト トーマツ 合同会社およびそのグループ法人（有限責任監査法人トーマツ、デロイト トーマツ コンサルティング 合同会社、デロイト トーマツ ファイナンシャル アドバイザリー 合同会社、デロイト トーマツ 税理士 法人、DT 弁護士 法人およびデロイト トーマツ コーポレート ソリューション 合同会社を含む）の総称です。デロイト トーマツ グループは日本で最大級のビジネスプロフェッショナルグループのひとつであり、各法人がそれぞれの適用法令に従い、監査・保証業務、リスクアドバイザリー、コンサルティング、ファイナンシャルアドバイザリー、税務、法務等を提供しています。また、国内約 40 都市に約 11,000 名の専門家を擁し、多国籍企業や主要な日本企業をクライアントとしています。詳細はデロイト トーマツ グループ Web サイト ([www.deloitte.com/jp](http://www.deloitte.com/jp)) をご覧ください。

Deloitte（デロイト）は、監査・保証業務、コンサルティング、ファイナンシャルアドバイザリーサービス、リスクアドバイザリー、税務およびこれらに関連するサービスを、さまざまな業種にわたる上場・非上場のクライアントに提供しています。全世界 150 を超える国・地域のメンバーファームのネットワークを通じ、デロイトは、高度に複合化されたビジネスに取り組むクライアントに向けて、深い洞察に基づき、世界最高水準の陣容をもって高品質なサービスを Fortune Global 500<sup>®</sup> の 8 割の企業に提供しています。“Making an impact that matters”を自らの使命とするデロイトの約 245,000 名の専門家については、Facebook、LinkedIn、Twitter もご覧ください。

Deloitte（デロイト）とは、英国の法令に基づく保証有限責任会社であるデロイト トウシュ トーマツ リミテッド（“DTTL”）ならびにそのネットワーク組織を構成するメンバーファームおよびその関係会社のひとつまたは複数指します。DTTL および各メンバーファームはそれぞれ法的に独立した別個の組織体です。DTTL（または“Deloitte Global”）はクライアントへのサービス提供を行いません。Deloitte のメンバーファームによるグローバルネットワークの詳細は [www.deloitte.com/jp/about](http://www.deloitte.com/jp/about) をご覧ください。

本資料は皆様への情報提供として一般的な情報を掲載するのみであり、その性質上、特定の個人や事業体に具体的に適用される個別の事情に対応するものではありません。また、本資料の作成または発行後に、関連する制度その他の適用の前提となる状況について、変動を生じる可能性もあります。個別の事案に適用するためには、当該時点で有効とされる内容により結論等を異にする可能性があることをご留意いただき、本資料の記載のみに依拠して意思決定・行動をされることなく、適用に関する具体的事案をもとに適切な専門家にご相談ください。

Member of  
**Deloitte Touche Tohmatsu Limited**

© 2018. For information, contact Deloitte Tohmatsu Consulting LLC.