

デジタル・ファクトリー の内側で

最先端のテクノロジーから垣間見る、未来のモノの製造方法と
製造業者が生き残るためにすべきこと。

著者：ラインハルト・ガイスバウアー、シュテファン・シュラウフ、
フィリップ・ベルトラム
監訳：北川 友彦

デジタル・ファクトリーで目指すものは、従来のようなデジタル技術の部分的な導入による生産性の改善ではなく、工場全体そして外部サプライチェーンをも巻き込んだビジネスモデルの変革である。その実現には、経営トップ主導のロードマップの策定、そして従業員のチェンジ・マネジメントが鍵となる。(北川 友彦)

製造業界はもう10年以上もの間デジタル化に苦しんでいる。主に基幹情報システム(ERP)と製造実行システム(MES)により、クリティカル・プランニング、スケジューリング、倉庫管理、在庫管理、そして物流プロセスが自動化・簡素化された。しかしこれらの成果は今のところ技術分野に限られており、工場とそれを取り巻くサプライチェーンのパフォーマンスを全体として向上させているというよりも、工場の各機能を個別にサポートしているだけである。

しかしこの状況をついに打破できるかもしれない。デジタル化が約束する多大な効果を活用する絶好のチャンスが製造業に訪れているからだ。複雑なスマートセンサーや、人工知能、ビッグデータ、そしてロボット工学の進歩と、クラウドによる広範囲な繋がりが、製造業者に新たな時代の到来を告げている。つまり各顧客のニーズに合わせて素早く製品をカスタマイズしたり、変化する需要やトレンドに即座に対応したりできる、完全に統合された工場を特徴とする時代だ。この完全にデジタル化された工場は、サプライチェーン全体の管理と可視性を改善するだけでなく、生産性、財務実績、営業実績、生産高、そして市場シェアを向上させる力強い成長計画を後押しする。デジタル・ファクトリーはまた、安全

性、環境持続可能性、そして世界の工場の配置適正化を促す。

時にインダストリー4.0(最初の3つの産業革命は、蒸気機関、電気と組み立てライン、そしてコンピューターの出現が元になった)とも呼ばれるデジタル・ファクトリーは、エンド・ツー・エンドのエコシステムに組み込まれ、IoTでつながった設備を特徴とする幅広いネットワークである。このエコシステムには、営業、調達、エンジニアリング、研究開発といった社内機能と、サプライヤーと顧客を含む外部プレーヤーが含まれる。

デジタル・ファクトリーの定義は技術の進歩に伴い現在も進化しており、今はまだ黎明期だが、ドイツのアウクスブルクにある富士通の工場のようなものだと考えられている。この工場では、全てを網羅するIT基盤が、富士通のコンピューターやその他のハードウェア製品が保管されているサプライ「スーパーマーケット」を管理している。顧客からの注文を受け付けると、組み立て用の部品がロボットによりピッキングされ、「物流電車」として知られる自動走行の電気車両に積み込まれ、ジャスト・イン・タイムやジャスト・イン・シーケンスの仕組みを利用して製造ステーションに運ばれる。異なる仕様の製品を組み立てることもでき、作業員向けの動的な

ラインハルト・ガイスバウアー

PwCのデジタル・オペレーション・インパクトセンターのグローバルリーダー。PwCドイツ法人のパートナーでミュンヘンを拠点とする。大手企業に対し、デジタル製品やデジタルサービスのポートフォリオ構築、デジタル・エコシステム・ソリューション、スマート・サプライチェーンやスマート・マニュファクチャリングの戦略と導入を支援する。

シュテファン・シュラウフ

Strategy&のパートナーで、デュッセルドルフを拠点とする。ドイツのインダストリー4.0活動をリードする。オペレーション・ケイパビリティの構築やデジタル・エンタープライズになるためのコンサルティング活動を世界中の企業に行う。

フィリップ・ベルトラム

Strategy&のプリンシパルでミュンヘンを拠点とする。デジタル・オペレーションとサプライチェーンを専門とし、PwCのEMEA(欧州・中東・アフリカ)デジタル・オペレーション・インパクトセンターのリーダー。

ファーバウド・チェラギ

PwC Strategy&ドイツのマネージャー。本記事に寄稿。

画面には、注文ごとに、必要な部品や詳細な作業指示が正確に映し出される。製品機能の変更は、現場の設計チームやエンジニアチームにより組み立て工程全体にわたり即断即決で実施される。このチームのメンバーは、顧客要求の間際での変更にも対応できる。設備ごとの過去データとリアルタイムデータに基づく予知保全により故障前に自動的に初期問題が感知されるため、ダウンタイムは最小限に抑えられる。製造工程全体がペーパーレスであり、工場のCO₂排出量は実質的にゼロである。そんな中で、一日に1万2千台のPC、ノートパソコン、ワークステーションと1千台以上のサーバーを製造している富士通のオクスブルク工場は、世界で最も生産性とコスト効率の高い工場となっている。

デジタル化とカスタマイズの出会い

富士通の工場は例外的かもしれないが、デジタル・ファクトリーの可能性を示唆している。実際、PwCによるドイツの製造企業200社に対する最近の調査*1では、デジタル・ファクトリーという概念が全体的にはゆっくりではあるが導入されつつあることが分かる(ドイツの製造業は革新的であることで名高いため、世界の先進的な製造業者の代表として調査された)。調査回答者の90%以上がデジタル・ファクトリーのために予算を割り当てたと回答しているが、この投資のほとんどが、独立した技術か、部分的にのみ統合された技術に対して行われている。自社の工場が「完全にデジタル化」されていると回答した企業は、わずか6%である。

しかし、調査結果の中でおそらく最も興味深いのは、製造企業はまだデジタル化に消極的なものの、これまでは見逃されがちだった、デジタル化が持つ戦略上の可能性を認識し始めていることだろう。ただしこれら企業が日常業務への適用について全く考えていないというわけではない。回答者の98%がデジタル化を生産効率性向上の手段として、漠然とはあるが捉えている。しか

し同時に、74%もの企業が、現地化(製品のカスタマイズやサービス水準の向上により売上をアップさせるため、製品が販売され、チャンスが存在する市場に工場を建てたり拡大したりすること)をデジタル化への投資を行う最大の理由だと答えている。

そのうえ、直近の傾向とは大きく異なることだが、生産に関する決定を行う際に、人件費が削減できるかよりも、製品を即座にカスタマイズする能力が得られるかが重視されているようだ。顧客の嗜好に合わせ、顧客が自分好みに製品を「組み立て」られるオプションを提供できるようにするためだ。実際、アジア、東欧、南米の低賃金国に生産設備を移動させる計画であると回答したのはわずか20%程度であり、80%近くが、新たなデジタル・ファクトリーの建設場所として西欧(最も顧客基盤が大きい場所)を考えている。この傾向は、アディダスの新しい「スピード・ファクトリー」にも表れている。昨年ドイツのアンスバッハに一カ所設立、今年米国アトランタにもう一カ所設立される。これらの設備には、人間のプログラマーが管理し、アディダスのサプライチェーンを監視するネットワークに繋がった自動製造ラインがあり、高価でカスタマイズされたクロストレーナーを約5時間で作ることができる。アディダスの低コストでデジタル度の低いアジアの工場では、この工程に数週間かかる。同社によれば、スピード・ファクトリーは今後数年間で拡大すれば、元が取れる以上の利益をもたらすという。特に、このスピード・ファクトリーにより、新しいシューズデザインを市場に出すための長いリードタイムが大幅に削減され、顧客嗜好の急な変化に素早く対応できるようになると期待される。

基幹テクノロジーを近代化する

デジタル・ファクトリーの基幹テクノロジーの中には、もともと基本的なプランニングを実施したりオペレーション上の非効率を改善したりするために導入された、比較的古いソフトウェア(主にレガシーERP・MESシステムや、MS Excelなど)が関与しているものがある。これらの孤立したデータや分析ネットワークを、セン

*1: 2018年グローバル・デジタル・オペレーション調査

PwCコンサルティング、Strategy&のディレクター。自動車および機械製造業や部品・素材等の産業財分野を中心に、事業戦略、営業・マーケティング戦略、組織・オペレーション改革などのテーマについて、多様なコンサルティング経験を有する。

サーやクラウドを通じて共通のインフラに結合させることで、部品や機械、生産マネージャー、輸送車両、そして組み立てラインの作業員らが、相互に、また広範なエコシステムとの間で、継続的にかつリアルタイムでコミュニケーションをとることができる。そのため、原材料から最終品に仕上げるまでの距離と時間が大幅に削減されると同時に、先回りした設備のメンテナンスが促される。

デジタル製造の影響のほとんどが、昔ながらのERP時代にとって代わり、現在も進化中の大きな技術の進歩によってもたらされるだろう。例えば、プログラミングではなく反復作業から学べるロボットなどだ。そのようなロボットがあれば、作業員は複数のタスクに素早く対処できるよう訓練したり、工場で優先される作業が変わるたびに異なる仕事へ柔軟にロボットを配置したりできる。

もう一つの例はドローンだ。足りない部品を組み立てステーションへ迅速に輸送したり、工場や設備のパフォーマンスを視覚的に監視したりするのに使える。さらに応用しているのが、オーストリアの自動車部品サプライヤーであるマグナ・シュタイアーの例である。同社のグラーツにある工場では、組み立てラインの間を自律飛行するドローンが、材料ラベルをスキャンして倉庫にある在庫と照らし合わせ、その情報を工場の在庫管理を行うネットワークに送信する。またマグナ・シュタイアーは、その潜在的価値が明らかになり始めているデジタル・ファクトリーの興味深い機能である「デジタルツイン」を採用している。デジタルツインとは、工場の形状、機能、化学的プロセスや物理的プロセスを含む、実質的な分身である。この方法により、新しい工場を3次元で設計・運営でき、潜在的な故障や非効率性を工場が稼働する前に改善できる。工場が稼働し始めた後は、実際のパフォーマンスや稼働データがデジタルツインに供給されるため、それらを監視・調整することで、継続的に工程を最適化し、設備の効率性を最大化するようメンテナンスを行うことができる。

障害を理解する

デジタル・ファクトリーを成功させるうえで厄介な障害の一つが、従業員自身の気質だ。この種の先進的な生産アプローチでは全く新しい形のヒトと機械のやりとりが行われる。それに対する備えができていない作業員や製造企業は多くない。私たちの考えでは、従業員への影響を理解することは、デジタル・ファクトリーの金銭的な利益を計算することと少なくとも同じくらい重要だ。その理由の一つは、従業員への影響は金銭的な利益に最終的に影響するからだ。新しいテクノロジーが重視されることで除け者にされたと感じる従業員や、新たな環境で働くスキルがない従業員は、工場が成功するチャンスを台無しにしてしまう。

純粋にこの観点から、デジタル・ファクトリーを導入できる状態にないということを企業は明確に理解している。調査によれば、約半数の製造企業が、従業員はデジタル・トランスフォーメーションを受け入れていないと感じており、同じく約半数が本当の意味でデジタルな文化が備わっていないと感じている。解決法の一つが、企業の最も有能な従業員を再訓練して、よりデータ志向型にし、工場自動化装置のプログラミングの知識を身に付けさせることだ。もう一つの方法は、政府が提供する習熟プログラムを支援し、デジタル・ファクトリーの要件にマッチした従業員を採用することだ。つまり製造企業は、受け身になっている暇はないということだ。現従業員と今後採用する従業員のスキルセットを、先頭に立てて方向付けしなすなければならない。

しかし、それだけでは十分ではない。経営陣はデジタル化への動きを積極的に支援し、従業員に非常に分かりやすい形で、新テクノロジーがどのように従業員のメリットになるかを説得力を持って説明することで、新戦略を信じ受け入れる姿勢を確立しなければならない。

経営陣は作業員に、反復性が高かったり、物理的に難しかったり、危険なタスクから解放され、かつ正確性と生産性は改善されるという点を強調するとよいだろう。エコロジ的に健全で、

より清潔になった工場の内部や外部環境の中で過ごせるというメリットもあるかもしれない。また実際、彼らの雇用や給与の見直しも改善する可能性がある。調査の回答企業の約半数がデジタル・ファクトリーの賃金は上昇する見込みだと回答しており、年齢の高い従業員は仕事をより長く続けられるだろうと考えている。つまり、86%の企業が全体での従業員の労働時間は同じままになると見込んでいるのだ。これは、効率や売上が改善された分を、企業が従業員と分け合うつもりだということだろう。

その他にも製造プロセス自体から創出されたデータをマネタイズする方法はあるだろう。その可能性は無限大だ。デジタル・ファクトリーにより、製造のみに集中したり製造を最重視するのではなく、収益の出やすいアフターサービス市場での利益幅や顧客シェアを拡大したり、全く新しい事業分野を開拓したりできる企業もあるかもしれない。重要なのは、デジタル・ファクトリーのエコシステムには、統合されたデジタル・サプライチェーンが含まれていなければならない点だ。このサプライチェーンは、完全にネットワーク化され、原材料、部品、パーツのサプライヤーから、それらの部品や完成品の輸送者、そしてエンドカスタマーに至るまでの全ての関係者について可視化されていなければならない。

デジタル・ファクトリーの導入プロセスは変革的であるため、組み立てラインに一台ロボットを追加するといった孤立した技術のアップグレードのようにすぐに成果が得られるものではない。デジタル・ファクトリーのもたらす利益は一回限りの技術改良から得られる利益を大幅に上回るが、デジタル・ファクトリーへの投資の回収には長くて5年かかることもあるだろう。だからこそ製造企業は今すぐ工場の変革に取り掛かるべきなのだ。考えてみて欲しい。2023年、製造業の工場が今日のままということがあり得るだろうか？ 工場の未来が既に到来していることに気付くのが一番後だったら、あなたの企業はどれほどの競争力を保っているだろうか。

“Inside the Digital Factory” by Reinhard Geissbauer, Stefan Schrauf, and Philipp Bertram, strategy+business, June 21, 2018

今後に向けて

製造企業の中には、デジタル化への障害が怖くて余計行動できなくなっている企業もいるだろう。長期的に見たメリットは明らかなく、新しいテクノロジーを導入した競合他社に追い抜かれるという脅威も明らかなのに、工場の近代化を怖がって行わない。今後取るべき道はたった一つ、現実的なデジタル化へのロードマップに沿って実行することだ。以下に6つのステップを紹介する。

1. デジタル・ファクトリー戦略を綿密に計画する。企業の全般的な事業戦略と密接に連携し、組織全体に渡って導入可能なデジタル・ファクトリーの首尾一貫したモデルを作成する。デジタル・ファクトリーの優先事項を設定する際には、必ずヒトにテクノロジーと同程度の重点を置くようにする。この重要な第一歩を成功させるには、本物の非公式リーダー (authentic informal leader) を重視した、経営陣、管理者、そして現場の作業員がチームリーダーから成る力強い推進派の社内ネットワークが必要である。

2. パイロットプロジェクトを立ち上げる。パイロットプログラムで技術や概念をテストすることから始める。この方法は、新しく未経験でリスクがあると考えられている手法のために資金や支援を得るのが難しい場合に特に有効である。小規模な実施でまず成功すると、より大規模な展開をしなくなるものだ。パイロット実施の方法には、一カ所か二カ所の工場に、デジタル・エンジニアリングや統合製造プランニングを含む垂直統合を実施したり、重要な製造設備にセンサーやアクチュエーターを設置し、データ・アナリティクスを利用して予知保全ソリュー

ションを実施したりすることが挙げられるだろう。もう一つの方法は、特定の工場内の特定の製造ラインをデジタル化することだ。パイロットプロジェクトでは、ただ孤立したテクノロジーのアップグレードを繰り返すのではなく、さまざまなデジタル設備を統合することが重要である。

3. 必要なケイパビリティを定義する。パイロットプログラムの結果から、必要なケイパビリティを定義できるだろう。必要なケイパビリティは、その企業の製造戦略、事業目的、そして新しいテクノロジーを開発・導入する能力により変わってくる。ロジスティクスのリーダーとして名を成す企業もあれば、高い生産性や輝かしい品質から売上げを伸ばしている企業もある。またデータを革新のたたき台にしている企業もある。デジタル機器はこれら全ての分野で役立つが、組織、ヒト、プロセス、そしてテクノロジーの分野を網羅する適切なケイパビリティの定義がなければ、デジタル・ファクトリーは事業を強化するという目標を達成できないだろう。

4. データ・アナリティクスとコネクティビティの名手になる。企業が、プロセスと品質の改善、リソース管理、そして予知保全のためにデータ主導型のテクノロジーの利用を進める際に、デジタル・ファクトリーをまとめる糸となるのが、コネクティビティだ。いずれの企業も、データを創出・送信するコネクティビティ・ツールやシステムと、データを効率性や品質強化に活用するための分析ツールをマスターしなければならない。

5. 工場をデジタル・ファクトリーに変革する。デジタル・ファクトリーへの道は変革の道である。そして他の変革と同様、

変化を管理すること、特に従業員への影響を管理することが非常に重要である。もちろん、デジタル・ファクトリーの基盤は新しいテクノロジーとデジタル・ソリューションであり、工場を変革しようとする企業はこれらを正しく行わなければならない。しかし、それと同じくらい重要なのが、変革を持続的なものにするために、デジタル・ケイパビリティの他の全ての側面、つまり、プロセス、組織、ヒトを同時に構築していくことだ。従業員に関する課題を解決するためには、従業員とパートナーを組み、研修や継続的な教育に投資することだ。また経営陣は、デジタル・ファクトリー戦略を経営幹部レベルのアジェンダに堂々と載せなければならない。デジタルチームを制約から解放し、非常に保守的になりがちな従来のプロジェクト承認プロセスを省くことで、素早い展開を促す。また報告システムをより簡素化することで、デジタルチームは事務手続きに阻まれることなく価値の創出に集中できるようになる。

6. デジタル・ファクトリーを包括的なデジタル・エコシステムに統合する。もし可能であれば、デジタル・ファクトリー戦略は野心的なものにすること。例えば、短期のリアルタイムな顧客要求データを利用した、計画立案と製造の微調整などだ。これにより、顧客嗜好に合わせて柔軟に生産量を調整できるようになるだろう。または、製品にデジタル機能を統合し、データをもとに何か具体的な価値を持つサービスを提供できるかもしれない。例えば設備の製造企業は、センサーと人工知能を利用して、高度なメンテナンス・パッケージを売れる可能性もある。