

## 第7回 スマートファクトリーがもたらす工場の未来

- ・ 工場は、つながる工場からスマートファクトリーへと進化中
- ・ スマートファクトリーは高度な構築マネジメントを要する
- ・ 将来はバリューチェーン全体がデジタル空間に結びつく
- ・ DXがもたらす働き手の変化やノウハウの形式知化が立地制約を緩和していく

デジタル空間とリアル空間が結びつく Society5.0<sup>1</sup>での「ものづくり」は、サプライヤー、工場、物流、顧客からのビッグデータをAIが解析し、そのフィードバックを活用することで、バリューチェーンの結びつきが強化され、新たな価値を生み出すと期待されています。本稿では、まず工場において進行しているデジタル化の動きや、それに伴う構築マネジメントの課題について確認します。そして、デジタル空間を介して工場がバリューチェーン全体につながっていく将来に向けての、工場のあり方を考察します。

### 工場は、つながる工場からスマートファクトリーへ

産業分野におけるインターネットの利用が進むにつれ、2010年代から「つながる工場」という概念が広がりました。IoT(モノのインターネット)やクラウドの利用が急速に普及し、工場内の機械や設備同士、工場と他の施設、サプライチェーンにおいて、ネットワークを通じて瞬時にデータや情報を交換し、相互にフィードバックし、外部からも操作できる領域が広がりました。図表1で紹介している技術は、つながる技術と組み合わせることで生産方法に大きな変化をもたらしている技術の一例です。近年では、つながる技術を前提にして、より高度な機能を持つに至った工場を「スマートファクトリー」という言葉で呼ぶようになってきています。

図表 1: 製造にもインパクトの大きい技術の例

IoT	個々のセンサーや駆動装置がネット経由で情報交換
AI	機械等の自動制御のほか、 熟練技能者の技術解析と承継にも活用
デジタルツイン	製造現場のデータを丸ごと仮想空間上で再現し、 AIで処理して現場にフィードバック
3Dプリンタ	鋳型なしでデータから金属部品等を成形
AR (拡張現実)	ゴーグル越しで見る対象物上に情報や指示を重ね合わせ、作業を支援
生成AI	作業者のアシスト、ヘルプ対応

### スマートファクトリーの構築マネジメントは高度化

工場が高度な機能を持ち、多様な役割を担うようになるに従い、工場新設に際しては、検討すべき条件が増え、より複雑なプロセスを経るようになってきています。高度な機能が投

<sup>1</sup> [第1回レポート「Introduction\\_デジタル空間の発展で不動産の役割は再定義される」](#) 参照

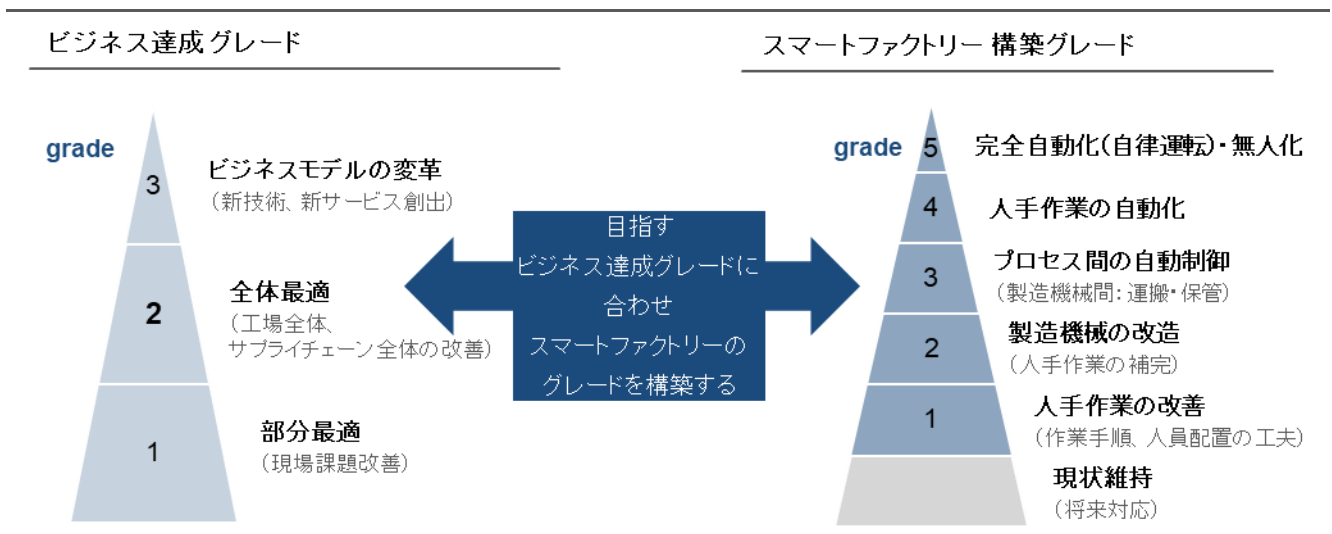
入された工場であるスマートファクトリーを構築するには、過去の工場とは異なる新しいノウハウを投入していく必要があります。

## 1. 目的に応じたスマート化のグレード設定

工場における作業工程の自動化は、投入される予算に比例して実現すると言われていす。企業は、予算の制約などを踏まえ、目的に優先順位をつけ、自動化する部分を選択しています。目的の例としては、在庫適正化、各種リードタイム短縮、不良率低減、生産効率アップ（人・機械）、設備トラブル防止、などが挙げられます。これに加え、GX<sup>2</sup>、BCP、環境との調和、地域への貢献等、一部がデジタル技術で解決できる課題も併せて検討されます。例えば、GXに関しては、ボイラーや炉、空調などの熱源システムをAIできめ細かく制御し、エネルギーの使用量を抑えることができます。

可能な限り多くの自動化を実現したいところではあるものの、工場への投資が過大になると利益に悪影響が出ることになり、反対に過小では目的を達成できなくなるため、企業が目指すビジネスモデル全体に対して、スマートファクトリーが最適な規模で支えることが望まれます。したがって、スマートファクトリーの構築は、それ単体で検討するのではなく、ビジネス全体の目指す戦略と整合させていく必要があります（図表2）。そのためにも、スマートファクトリーの構築には、経営陣の深い関与が欠かせません。

図表 2: ビジネス達成グレードとスマートファクトリー構築グレードの関係



出所：三菱 UFJ 信託銀行

## 2. 情報システム投資増大への対応と構築マネジメント

スマートファクトリーでは、情報システムの構築が重要になるとともに、投資額も大きくなる傾向があります。システムの種類は、脚注<sup>3</sup>に例示するとおり、多岐にわたります。スマートファクトリーは、これらを効果的に連携させる必要があります。それぞれ専門分野を

<sup>2</sup> GX…化石燃料に代わりクリーンエネルギーを使用する社会へと、変革する取り組み

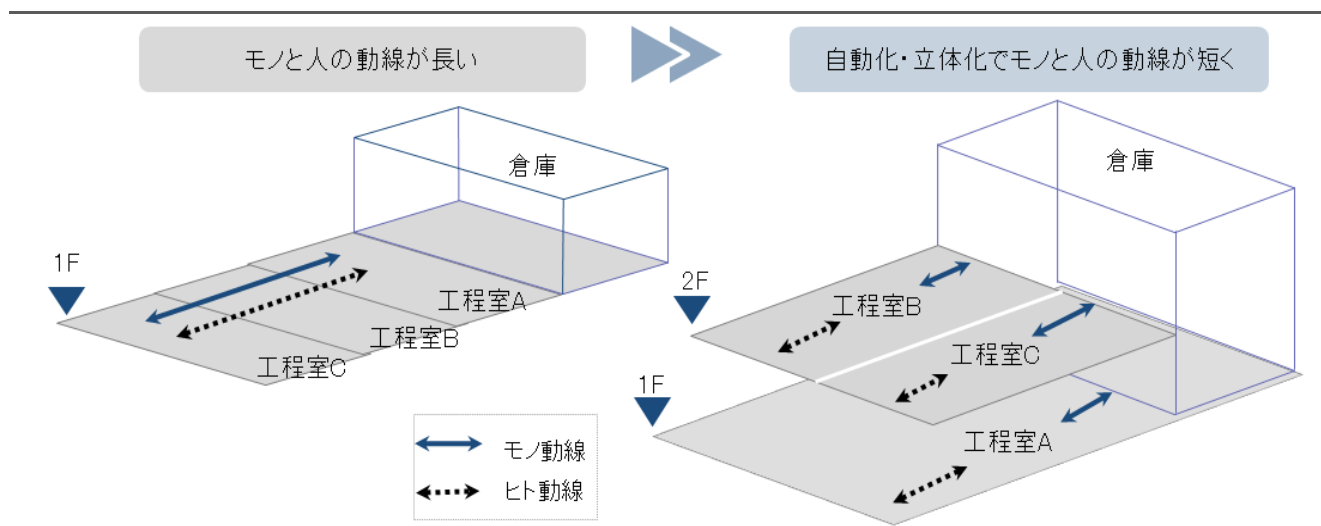
<sup>3</sup> 生産分野：ERP（基幹システム）、MES(製造実行システム)、WMS（倉庫管理システム）、SCADA（産業制御システム）。施設分野：FEMS（工場エネルギー管理システム）、中央監視システム

有するベンダーが導入する複数のシステムをまとめながら、システム全体を構築していく必要があり、これもまた、スマートファクトリーの難易度を高めています。

### 3. 自動化で変わる人やモノの動線、建物のレイアウト

自動化が進むスマートファクトリーでは、人やモノの動線が大きく変わり、それに伴い建物のレイアウトも従来から変化します。特に、倉庫と製造工程の間の搬送の自動化は、工場内のレイアウトに大きな影響を与えると考えられています。自動化により水平方向のスペースが最小限で済むほか、垂直方向にも保管スペースを拡張することが可能になります。倉庫が立体化されると、製造工程を複層で立体的に配置することも可能になります。これにより、モノと人の動線の分離が進み、それぞれが短くなります（図表3）。従来の工場のように平屋の施設をつなげることを前提に効率的な配置を目指すだけでなく、新しい建物の形状や敷地の使い方を検討できるようになります。

図表3: 自動化による動線やレイアウトの変化のイメージ



出所：三菱 UFJ 信託銀行

### 将来はバリューチェーン全体がデジタル空間に結びつく

これまで述べたように、現在は、個々の工場や企業を単位としてスマートファクトリー化を進める動きが進んでいます。しかし、将来は、工場もバリューチェーン全体の一部としてデジタル空間に結びつく取り組みが進んでいくと考えられています。例えば、一般財団法人エンジニアリング協会（ENAA）が主催する研究会では、工場を制御する各種システム（前頁脚注3参照）の上位に、中央管制システムを構築する「次世代スマート工場」を提唱しています。この中央管制システムは、川上のサプライヤーや川下の顧客・市場もカバーし、バリューチェーン全体を俯瞰して最適化します。迅速な顧客要望への対応、在庫適正化、生産とリソースの最適制御にメリットがあるとされます。

これが機能すると、サプライチェーンの効率化によるコスト削減のみならず、サプライヤーや消費者の情報からのフィードバックが新たな価値をもたらすようになります。デジタルプラットフォームからの情報に生産現場がすぐに対応し、生み出した製品を素早く市場に投入することで、企業はより大きなビジネスチャンスを得られるでしょう。

## ノウハウの形式知化が進展する

スマートファクトリーでは、ノウハウの核となっていた熟練の作業員の経験や勘、そして生産現場での知見をデジタル情報として保存・分析することで「見える化」することが可能です。これは、現場レベルでの様々な技術の継承にも貢献します。また、それにとどまらず、デジタル空間との接続により、ノウハウ自体を商品化することもできるようになります。

## スマートファクトリー化は立地の制約を緩和する

工場のスマートファクトリー化やバリューチェーンのDXは、従来最適と考えられていた工場の立地や集積のあり方に変化を与える可能性があります。

### 1. 働き手の変化で立地の選択肢が増える

スマートファクトリー化により生産の自動化が進むほど、多数の働き手を集める必要はなくなっていくと見込まれます。工場の立地選定に関し、人材・労働力の確保は重要な要件の一つであり、工場立地動向調査<sup>4</sup>では、回答者が「重視・最も重視」した選定理由の4位となっています。しかし、高度な自動化を前提とする工場では、人数の面では人材確保の優先度は低くなります。

一方、生産ラインに従事する働き手の数は減っても、機械の制御トラブル等にも対処するデジタル技術に長けた人員は、一定数必要になります。スマートファクトリーを動かすエンジニアを、現場に配置するのかりモートで従事させるのか。また、企業内で育成するのか外部に委託するのか。これらの問題については、企業の試行錯誤を通じて様々な解が生まれてくると見込まれます。デジタル人材の配置や確保に関し、企業がどのように考え取り組むかによって、工場の立地選定に変化や幅が出てくると考えます。

### 2. オペレーションの形式知化でノウハウの移植・拡散が起こりやすくなる

産業のDX進展に伴い、生産ライン設計や現場のオペレーションがデジタル情報として形式知化され、これらをサービスとして販売する事業者も現れます。以前であれば、ノウハウや専門人材は既存の成功した事業所を中心に集積しており、それらを他の工場へ移植するのは容易ではありませんでした。このことが、既存事業者の強みとなり、新規事業者にとっては参入障壁になっていました。しかし、ノウハウを形式知化して容易に移植や売買ができるようになると、専門人材が確保できないような地域でも、スピーディに工場を新設し、クオリティの高い生産活動を行うことが可能になります。既存の事業者が新しい立地へ工場を展開するのも容易になります。一方で、新規参入も容易になるため、国内外を問わず各地で競争者が付加価値の高い産業へ活発に参入してくることが予想されます<sup>5</sup>。

---

<sup>4</sup> 経済産業省（2022年）実施。立地選定理由の1位は「本社・他の自社工場への近接性」、2位は「工場団地である」、3位は「地価」であった。

<sup>5</sup> 「2023年度版ものづくり白書」では、ベトナムの大手企業グループVingroupの例を紹介している。2017年に自動車製造に新規参入し、通常の半分の期間の21か月で工場を建設し、生産に成功した。その際、独シーメンス社が提供する包括的なシステムや自動化機器を導入した。



このように、Society5.0においては、形式知化されたノウハウを移植することで、従来の産業集積にとらわれず各地で工場を展開することが可能になります。一方で、新しいノウハウ開発を目指す企業にとっては、R&D機能を強化した工場の重要性がいつそう高まり、人材の確保や他業種との連携などの観点から、戦略的な立地を考えるようになるでしょう。

## むすび～スマートファクトリーは、モノだけでなくサービスも生み出せる

工場は、スマートファクトリーと呼ばれるものに進化しつつあります。デジタルの力が、工場の内部と外部を結びつけ、サプライチェーンやGXなど、企業に求められる様々な課題も含めて解決することが可能になっています。それゆえ、その建設から運営に必要なノウハウは、従来の工場から大きく変化してきています。

スマートファクトリーは、バリューチェーンを活性化し、製品の付加価値創出にも貢献するとともに働き手も変化させると考えます。さらに、日本の強みである現場力から生み出されるオペレーションノウハウをデジタル化して得られる形式知は、システムとして世界に展開することができ、工場立地の制約を緩和すると考えます。その結果、従来は考えにくかった場所にも工場建設が可能になるでしょう。スマートファクトリーは、製造業が、モノだけでなくサービスを生み出すための母体となり、発展していく可能性を秘めています。

## コラム1：スマートファクトリーによるビジネスモデル最適化は世界の潮流

世界では、先進的な製造業は、デジタル技術の活用により、工場、バリューチェーン、ビジネスモデルの全体の最適化を実現できるとする考え方が広がりつつあります。世界経済フォーラム（WEF）では、お手本となる工場をGlobal Lighthouse(灯台)として認定しており、認定された工場のそれぞれについて、企業の様々なKPI(図表4)へのインパクトを、数値化して分析しています。2022年には、世界で132の事業所が認定されていますが、そのうち34%を中国が占めているのに対して、日本での認定は2か所と対照的です。

日本の製造現場には、誇るべき高度な技術力や品質管理があることは間違いありません。しかし、デジタル技術を用いてビジネス全体の最適化に結び付けることに関しては、世界に向けて強くアピールできていないようです。

図表4: Global Lighthouse での KPI 向上例

Sustainability (持続性)	温暖化ガス排出削減、廃棄物削減、水使用削減、エネルギー効率
Productivity(生産性)	生産量増加、生産性向上、OEE（設備総合効率）、製造コスト削減、オペレーションコスト削減、品質コスト削減
Agility(機敏性)	在庫削減、リードタイム削減、切替時間削減、納期遵守
Speed to market (市場投入スピード)	市場投入時間削減、設計期間短縮
Customization(カスタマイゼーション)	ロットサイズ縮小

出所 World Economic Forum 「Global Lighthouse Network, WHITE PAPER JANUARY 2023」

## コラム 2：中小工場はデジタルプラットフォームでつながる

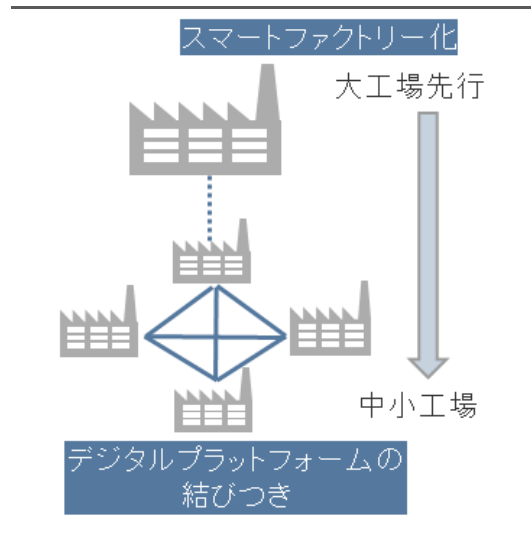
「モノづくり日本」の技術の多くは中小工場によって支えられてきましたが、個々の中小工場企業には、負担の大きいデジタル投資がなかなか行えない状況があります<sup>6</sup>。これについて、デジタル技術がプラットフォームを提供できるという特長を生かし、先にネットワーク構築の面から DX を進めていくアプローチがあります。

例えば、中小の金属加工工場が集積する東京都大田区では、大田区や民間企業等<sup>7</sup>が連携し、デジタル受発注プラットフォーム「プラッとものづくり」の運用を始めています。同地域で伝統的に行われていた「仲間まわし」と呼ばれる二次発注や分業の仕組み<sup>8</sup>を、デジタルネットワークを使って行えるようにするもので、地域を超えて全国の事業者を結び付けていく可能性を秘めています。

事業者を結び付けるプラットフォームは、受注分野でなく、中小工場が抱える様々な経営課題の解決にも役立つと考えます。例えば、ネットワークの中から後継人材を見つけられるかも知れません。工場を移転するような必要に迫られても、デジタルネットワークのおかげで取引先等との結びつきを維持できることでしょう。

やがては、大工場が先行するスマートファクトリー化が、中小工場にもそれぞれに適する規模で浸透し、ものづくり日本全体の DX が進んでいくと予想します。

図表 5: 工場の DX 進展イメージ



出所：三菱 UFJ 信託銀行

三菱 UFJ 信託銀行 不動産コンサルティング部  
大溝 日出夫

<sup>6</sup> 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2023年3月)によれば、大企業の89.5%がIT投資を行っているのに対し、中小企業は47.8%にとどまっている。

<sup>7</sup> 大田区、(公財)大田区産業振興協会、I-OTA(合)、(株)テクノア

<sup>8</sup> 短納期の発注や難易度の高い試作品の依頼に対して、近隣の工場同士で穴開け・研磨・組立などの得意作業を柔軟に分け合うことで、応じてきた。

本資料は、お客さまに対する情報提供のみを目的としたものであり、  
弊社が特定の有価証券・取引や運用商品を推奨するものではありません。

ここに記載されているデータ、意見等は弊社が公に入手可能な情報に基づき  
作成したものです。その正確性、完全性、情報や意見の妥当性を保証する  
ものではなく、また、当該データ、意見等を使用した結果についてもなんら  
保証するものではありません。税務・会計・法務等に関する事項に関して  
は、予めお客様の顧問税理士、公認会計士、弁護士等の専門家にご相談の  
上、お客様の責任においてご判断ください。

本資料に記載している見解等は本資料作成時における判断であり、経済環境  
の変化や相場変動、制度や税制等の変更によって予告なしに内容が変更され  
ることがありますので、予めご了承ください。

弊社はいかなる場合においても、本資料を提供したお客さまならびに直接  
間接を問わず本資料を当該お客さまから受け取った第三者に対し、あらゆる  
直接的、特別な、または間接的な損害等について、賠償責任を負うものでは  
なく、お客さまの弊社に対する損害賠償請求権は明示的に放棄されているこ  
とを前提とします。

本資料は弊社の著作物であり、著作権法により保護されて  
おります。弊社の事前の承諾なく、本資料の全部もしくは  
一部を引用または複製、転送等により使用することを禁じ  
ます。

本資料で紹介・引用している金融商品等につき弊社にてご  
投資いただく際には、各商品等に所定の手数料や諸経費等  
をご負担いただく場合があります。また、各商品等には相  
場変動等による損失を生じる恐れや解約に制限がある場合  
があります。なお、商品毎に手数料等およびリスクは異な  
りますので、当該商品の契約締結前交付書面や目論見書ま  
たはお客さま向け資料をよくお読み下さい。

本資料は、「不動産の鑑定評価に関する法律」に基づく  
鑑定評価書ではありません。

上記各事項の解釈および適用は、日本国法に準拠するもの  
とします。