



# デジタル ファクトリーが 製造の未来である理由

実世界にインパクトをもたらす：  
市場投入までの時間を短縮、より俊敏なプロセスを実現、  
カスタマイズ性が向上など





# 目次

はじめに	03
デジタル ファクトリーの定義	05
デジタル化の5つのメリット	07
工場設計の最適化	08
スループットの向上	10
俊敏性の向上	11
サステナビリティの目標を達成	13
スピーディーに製品化	14
4段階のアプローチ	15
未来を見据えて	20
概要	25



# はじめに

製造業は、ここ数年でレベルアップしており、そのプロセスはテクノロジー、スマートマシン、[人工知能](#)（AI）へと引き継がれています。これらの変革は別々に起こることが多く、環境が分断されて、デジタル化の大きな目的が見失われる結果となっています。逆に、人、プログラム、プロセスをデータでつなげれば、それらの集合体がデジタルファクトリーそのものになります。

デジタルファクトリーでは、工場そのものを計算式に組み込むという概念から、モノづくりの物理的なプロセスより、はるかに多くのプロセスをシミュレーションできます。デジタルファクトリーの目標は、製造プロセスとそれを取り巻く環境を最適化することです。

データによるつながりを活用することで、部門間での連携が可能になり、変化する世界に適応できる俊敏性が向上し、企業の競争力が強化されます。製造業界のデジタルトランスフォーメーションを極めたもの、それがデジタルファクトリーです。

最初のいくつかの手順を踏むことは、概念上は簡単ですが、大半の製造プロセスがそうであるように、1つ1つの手順は複雑です。例えば：

01

デジタル文化を取り入れ、データ中心の考え方でチームを率いる

02

組織全体で[デジタルトランスフォーメーション](#)を加速する

03

[クラウドベースのプラットフォーム](#)に投資し、共通のデータ環境を構築する

04

自動化やプロセスのデジタル化に取り組み、少ない人数で多くの作業をこなせるようにする

“

当社は現在、高い透明性を備えたデータ環境を全社的にフル活用しています。そしてエンジニアたちはどんどんクリエイティブになっています。さまざまなアイデアでデータを活用しながら、製品化までの時間を短縮し、生産性を高め、より多くの問題に対処できるようになりました”

Dr.Mustafa Mahmud Al-Haj 氏、 Wilo SE 社、グループ オペレーション シニア バイス プレジデント



# デジタル ファクトリーの定義

デジタル ファクトリーは、工場の形状、動作、性能など、主な特性を表す共有仮想モデルであり、施設内のすべてのデジタル ネットワークの融合とその運用を示すものです。構造、システム、資産、プロセスのデータをまとめ、それをデジタルで表現することで、施設をどう計画、構築、運用し、どう再構成するか、各資産の効率と生産性をどう最大化するかについて、インサイトを得ることができます。

デジタル ファクトリーでは、製品開発ライフサイクルの最適化に用いられる原則（ソートリーダーシップ、システム、理論、手法）と同じ原則が、工場そのもののライフサイクルに適用されます。また、what-if シナリオをシミュレーションして、製造環境の機能アップグレードの機会を特定することもできます。





企業は、次の目的のためにデジタル ファクトリーを利用しています。

01

さらに優れた製品を生み出す

02

より多くの顧客を引き付ける

03

運用効率とサステナビリティ  
を向上させる

04

イノベーションを促進する

05

製品化を加速する

06

実践的なインサイトを引き出す

このユーザーに理解しやすいエコシステムは、データによって支えられ、  
また人間の創意工夫によってさらに強化されます。  
困難な状況化においても、変動に適応し、レジリエンスを強化します。



# デジタル化の 5つのメリット

楽観強靱性。自信。これらは、製造業界のリーダーが将来を見通すときに、共通して抱く気持ちです。デジタルトランスフォーメーションへの移行に全面的に乗り出している企業も、始めたばかりの企業も、俊敏性と適応性がますます求められていることを認識しなければなりません。

デジタル化すると、全社規模でデータを収集するツールが提供され、このデータによって製造事業の行き詰まりを解消し、次のような成長の機会を生み出すことができます。



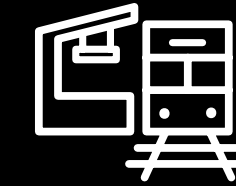
## 工場設計の最適化

デジタル ファクトリーは、冗長な動作をなくし、ワークフローを統合してプロセスを自動化することで無駄のない運用を可能にし、その結果、コストが削減され、価値を生み出す作業にかかる時間が増加します。

デジタル ファクトリーの最終的なビジョンは、生産現場、建物、インフラ、サプライヤー、ベンダー、関係者など、ありとあらゆるものを集約し、つながったデータ フローを生み出すことです。この統合された基盤から、自動化、予測を行い、運用全体の効率を最大限に高めるインテリジェンスを引き出すことができます。

デジタル ファクトリーを利用することで、所有者は代替案のシミュレーションを行い、目標達成のためのより効率的な方法を見つけることができます。

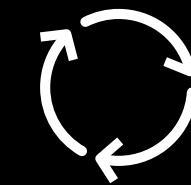
無駄につながる7つの一般的な領域は、多くの場合、製造に関連しています：



輸送



インベントリ



モーション



待機



過剰生産



過剰処理



欠陥



ポルシェ社には長年にわたるイノベーションの歴史があります。同社は 1948 年 6 月 8 日に初の商用高性能スポーツカー、『356』を発売しました。最初の 52 台がオーストリアのガレージで手作業で製造されて以来、大いに成長を遂げてきました。現在ポルシェの最新工場の 1 つでは、ドライバーレス輸送システム (Flex-Line) が最新型の組立ラインであり、自律走行車がステーションからステーションへと車を移動させ、注文ごとのカスタマイズを可能にしています。

同社は、カーボンニュートラルな工場を細部までデジタルでレイアウトした統合計画モデルを作成し、床の耐荷重 (平方フィートあたり 615 ポンド) など、必要な仕様を満たす設計を繰り返し実施しました。このモデルにはサプライヤーもアクセスして、ポルシェの空間に合わせて機器を構成し、干渉のない生産ラインを実現することができました。現在、ドイツのシュツットガルトで本格稼働中の工場では、仮想モデルが運用の改善に活用されています。その先には、どのような世界が待っているのでしょうか。同社が Porsche Production 4.0 と呼ぶ、より環境に優しく、スマートで、無駄のないデジタル ファクトリーです。

→ 詳細はこちら



## スループットの向上

製造業では最近、需要が急増し、[37](#)年ぶりの高水準となりました。実際、製造業の生産レベルは[パンデミック以前を上回る勢い](#)です。しかし進化しているのは需要だけではありません。消費者のニーズも変化しています。製造業者の間では、マス カスタマイゼーションが、急速に必要な不可欠な能力になりつつあります。消費者は自分の個性を示せる製品に、よりお金をかけるようになるでしょう。

デジタル ファクトリーを利用すると、小ロット生産や既存の製品への機能追加によって、カスタマイズ製品の需要の増大に対応する準備を整えることができます。たとえば、標準的なペンを100万本注文する顧客もいれば、チタン製のペン1,000本注文する顧客もいると思われます。一方、緑のペンを10,000本注文する顧客もありえます。デジタル化では、さまざまなデザインや製造方法を選択して、それぞれの注文を簡単にカスタマイズできます。そのためにスループットが落ちることはなく、場合によっては向上させることも可能です。これは、競争上の大きなメリットです。





## 俊敏性の向上

この数年で明らかになったように、安定した状態は決して保証されません。製造環境の改善を続けながらも、経済や世界の動きの中で、次にどのような混乱が生じても備えられる俊敏性を身に付ける必要があります。

デジタル ファクトリーは、柔軟な製造を可能にします。スマートマシンを使用することで、より臨機応変に対応することができ、軌道修正、変更、新しいシナリオへの適応のための代替ソリューションを迅速に見つけることができます。サプライチェーンの問題で部品が入手困難な場合は、社内で製造したり、別のメーカーと連携する方法を選択できます。この柔軟なモデルにより、新たな収益源、イノベーションの向上、混乱の抑制につながるソリューションを生み出せます。





ブリオッシュ・パスキエ社は、家族経営の小さなベーカリーから、主力商品のブリオッシュ ロールなど、フレンチ デライトの国際的な食品メーカーへと、誰もがうらやむ発展ぶりを見せた企業です。生産規模の拡大と分散化に伴い、製品の一貫性を確保すべく工場をデジタル化して、18 箇所の海外生産拠点の事業を調整しました。

ヨーロッパの各施設は、クラウドを通じてつながっているため、新工場の設計に役立つ情報を提供することができます。各施設から得られた情報は、Autodesk Navisworks で 3D デジタル画像に統合され、他のエンジニアがこのデジタル モデルを参考にできるよう社内で共有しました。このデジタル ファクトリー アプローチにより、実際の製造業務から営業業務まで、関係者全員をつないで一貫性を保っています。

→ 詳細はこちら

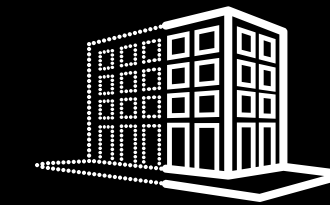


## サステナビリティの目標を達成

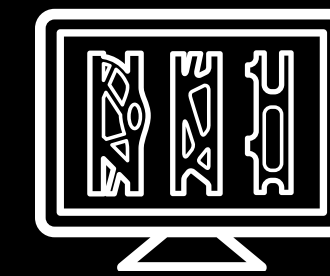
製造業界が作る商品は、消費者が求め、必要としているものかもしれないが、そうした製品の製造のために環境に負荷がかかっています。[世界経済フォーラムによると](#)、全体としてこの業界は世界の二酸化炭素排出量の20%を生成し、世界のエネルギー消費の54%を担っています。

データに基づく運用では、業界標準、州政府や連邦政府、自社のリーダーが定義したサステナビリティの目標の達成に役立つインサイトを、より多く引き出すことができます。一部の企業は、性能指標の追跡、環境保護施策の推進、企業のコンプライアンス徹底に専念するサステナビリティ関連の役割を、経営幹部に追加しています。

デジタル ファクトリーは、テクノロジーを通じて、よりサステナブルな運用を促進します。



デジタル ツインは、リアルタイムの実践的なインサイトを生成することで、所有者がよりサステナブルな選択ができるようにします。



ジェネレーティブ デザインを利用すると、エンジニアは、デジタル ファクトリーやその周辺インフラの設計と構築で、環境に優しい選択肢（原材料など）を見つけることができます。



自動化されたシステムや AI は、人間の行動に基づいて、空間内のエネルギー使用データ（熱など）を追跡します。

ネットゼロを目指す企業にとって、デジタル ファクトリーこそが進むべき道です。『[PwC Digital Factory Transformation Survey 2022](#)』によると、サステナビリティは、デジタル トランスフォーメーションの主な推進要因として、重要性が平均で150%高まっています。





## スピーディーに製品化

製造業では製品ライフサイクルが重視されがちですが、工場にもライフサイクルがあります。生産性を最大化するには、製造の現場である環境の最適化が必要です。これこそがデジタル化の目的です。デジタルファクトリーでは、自動化とつながったエコシステムにより、従来の製造よりも情報が素早く移動します。

インサイトを活用して設計とエンジニアリングのプロセスを高速化し、ソリューションを反復し、迅速に意思決定を行うことができます。[世界経済フォーラム](#)によると、最もデジタル化が進んだ製造企業 (Global Lighthouse Network と呼ばれるコンソーシアム) では、製品化のスピードが 89% も向上しています。



# 4 段階のアプローチ

新たな運用方法を構築する場合でも、既存の運用方法を再構築する場合でも、デジタル ファクトリーの作成では、段階的なアプローチを踏むことが重要です。

01 計画

02 設計

03 構築

04 運用







## 計画

デジタル ファクトリーの計画は、ロジスティクスと運用の戦略を策定することから始まります。まずはワークフローを手順ごとに分解し、生産性を最大限に高めることができるように各ステーションの位置、機器の配置、構成を決定します。デジタル トランスフォーメーションが既に進行中の場合は、工場に組み込むことができるアイテムのライブラリが豊富にあるかもしれません。

製造業が複雑化し続けている今、人・プロセス・テクノロジーが1つにつながるものがかつてなく重要になっています。予算とスケジュールの確実性を上げるためには、すべての関係者がプロジェクトを把握できるように、計画の作業環境における可視性を確保する必要があります。

共通データ環境 (CDE) を導入すれば、各チームが部門横断的につながり、設計、建設、製造に関する意思決定を最初からすべて記録することができます。

前回の工場プロジェクトで学んだことを次のプロジェクトに活かしながら、すべての人と知見を共有できます。現況の記録と文書化を改善し、潜在的にリスクのある領域を明らかにすることができます。また、工場の建物と機械をより良い方法で統合し、プロジェクトの予測可能性やコスト削減の可能性を高めることができます。



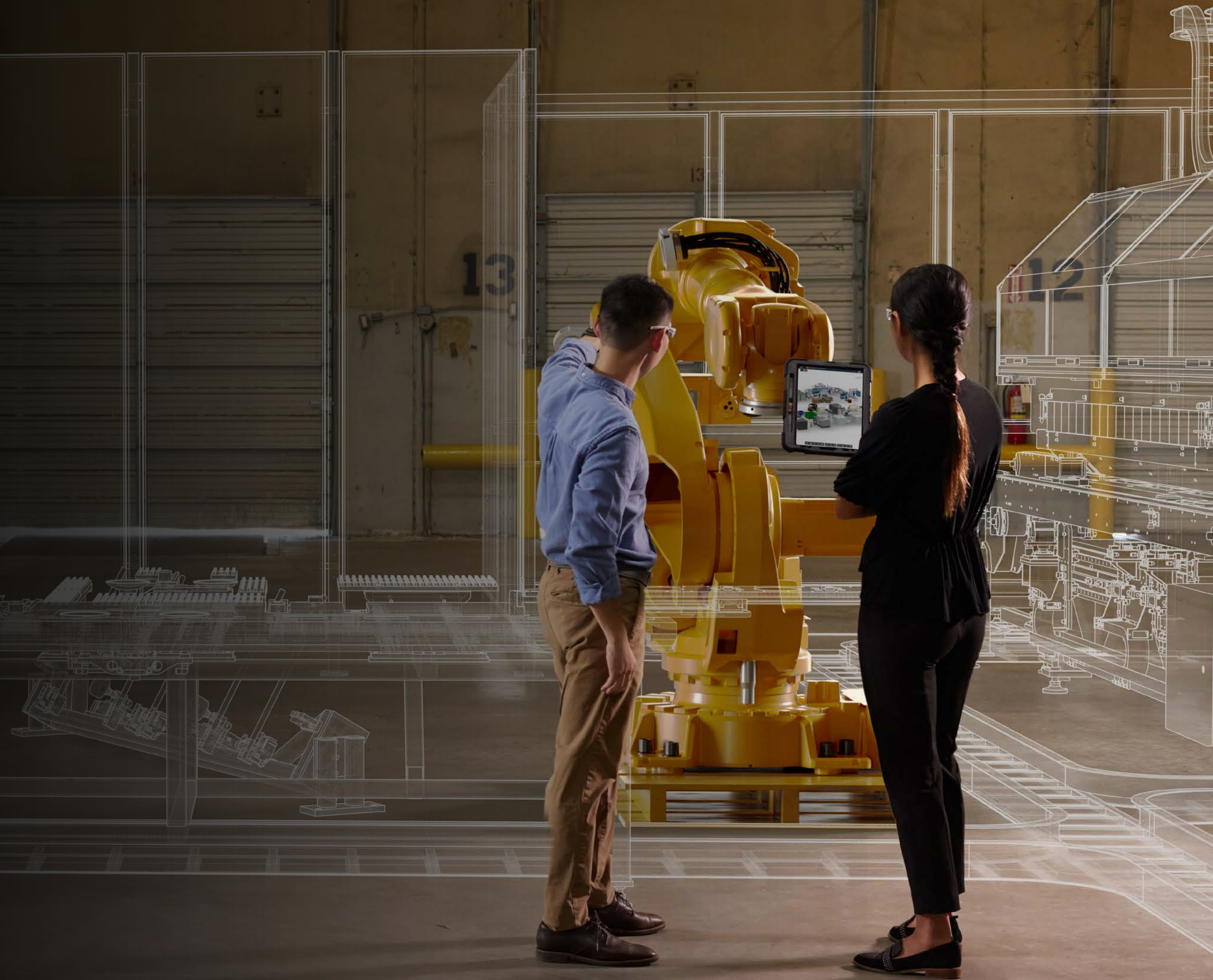
## 設計

計画フェーズが完了する頃には、製造のフレームワークが大体見えてくるので、デジタルファクトリーの設計を開始します。エンジニアは、計画した内容を物理的な空間にどのようにレイアウトするかを決定します。人・機械・材料の動きをシミュレーションし、最も効率的に空間を割り当てる方法を考え、スピーディーに製品化できるようにボトルネックを解消します。設計者は、工場のデジタルコーディネーションにサプライヤーやベンダーも組み込みます。

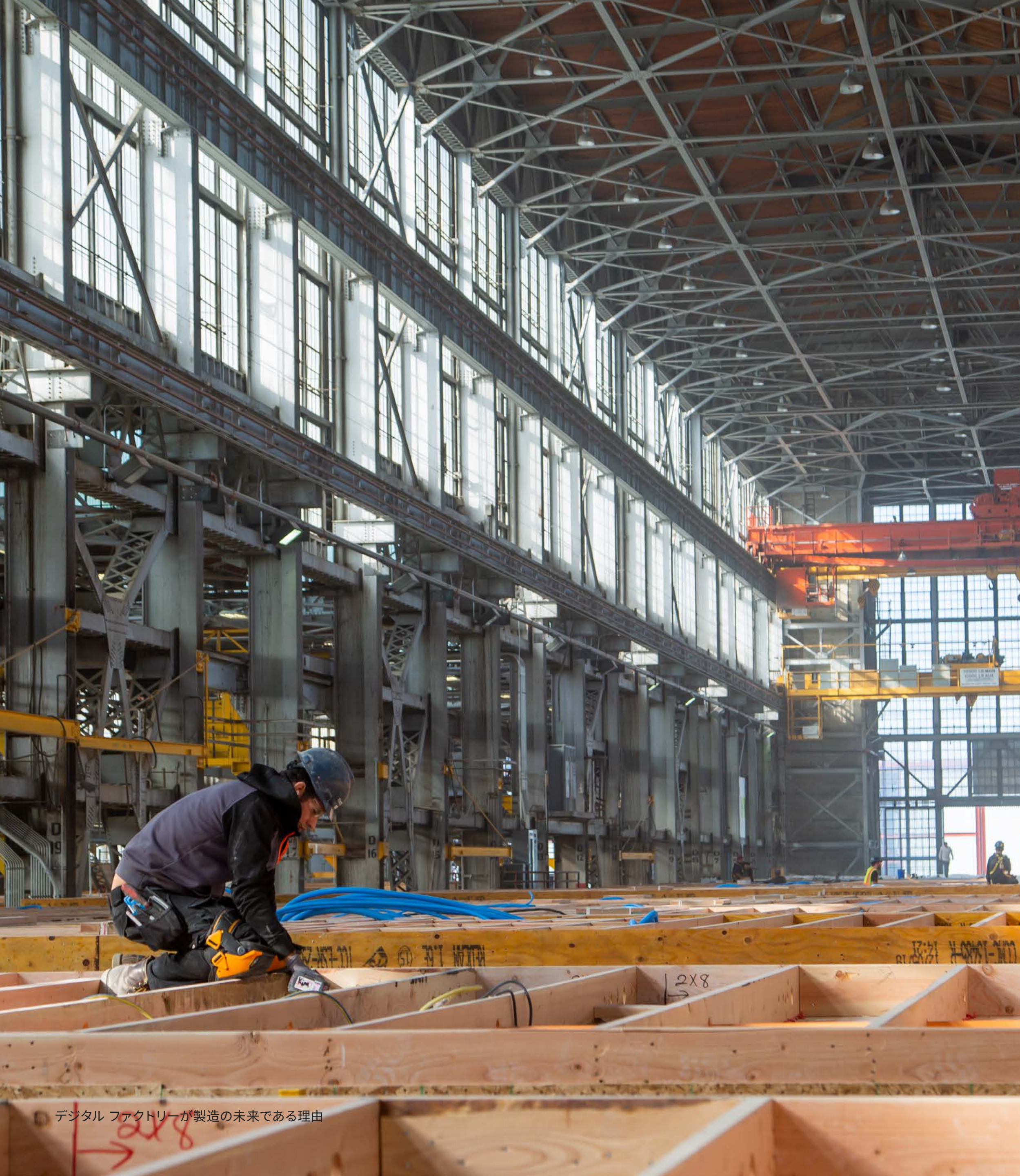
すべての関係者が設計をレビューし、実現可能性や、レイアウトが機能するかどうかを検証します。バーチャルリアリティを使用すると、空間を視覚化し、必要に応じて修正しながら、工場の完成イメージをリアルに表現することができます。設計フェーズでは、運用の意図に合わせて設計を調整しながら、干渉を発見し、問題を事前に解決し、最善の成果を目指すことができます。

すべての工場関係者が、同じ計画を共有しながら、それぞれが担当する専門分野の設計を行います。たとえば、ワークステーションの評価を行う人間工学チームや、工場全体の空気の流れをマッピングする空調システムチームなどが、それぞれに作業を進めます。

こうして構築される、大型機械と多数の可動部分を持つ巨大な建物が工場となります。デジタル計画では、設置に関する問題を早期に発見できるため、建設・運用段階で生じるミスが減り、スピーディーに運用開始できるようになります。







## 構築

次は、デジタル ファクトリーを構築します。これは、ビルディング インフォメーション モデリング (BIM) などのテクノロジーを用いて、建築設計者、エンジニア、施工会社などの複数のチームの作業を調整し、コストオーバーやスケジュール超過のリスクを軽減する、デジタルで調整されたプロセスです。Construction Cloud プラットフォームは、関係者全員が作業に使用できる共通のデータ環境と信頼できる唯一の情報源を構築します。

バーチャル リアリティも、工場を本物のように体験できるテクノロジーです。関係者は空間を視覚化し、必要に応じて修正を加えたり、事前に干渉を洗い出すなどの作業によって、最善の結果が確実に得られるようにすることができます。

さらに、施工手順を細かく分類して、構築プロセスを整理し、合理化します。BIM ツールでロジスティクスを調整しながら、ビジュアライゼーションでレイアウトをシミュレーションして、空間内の流れやワークフローを繰り返しテストします。工場内の設置が完了したら、すべてのステーションをつないで稼働させます。そして、必要な量に達するまで生産高を増加させます。デジタル ファクトリーでは、実践的なインサイトによって、フィードバック ループの生成が始まります。

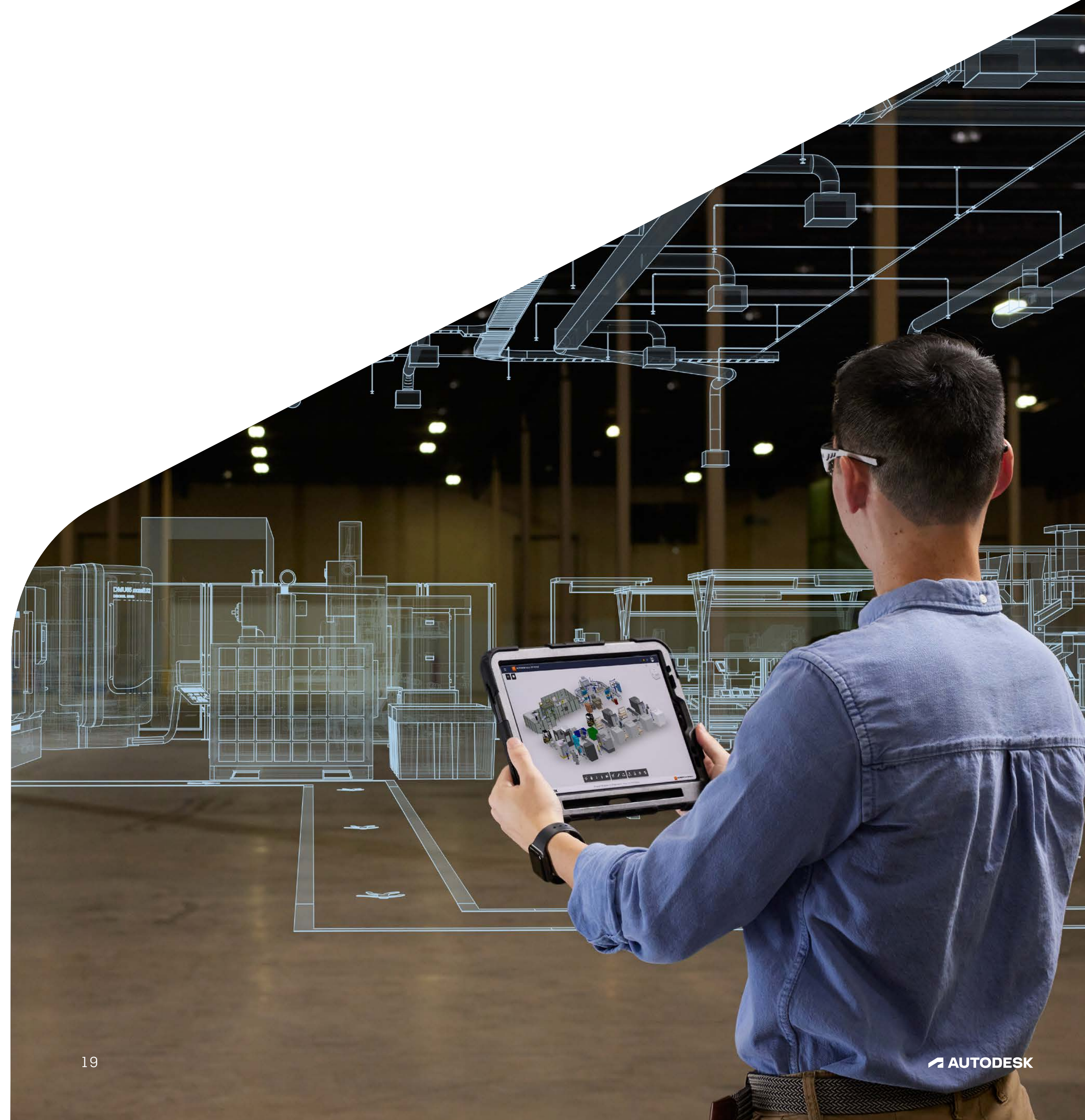


## 運用

デジタル ファクトリーが稼働すると、人、プログラム、プロセス間でデータが自由に流れるようになります。物理的な資産上のデジタル ツインによって、すべての情報が結び付き、さまざまなプログラムやネットワークが通信できるようになります。この仮想的な再現は、運用の全体像を把握し、あらゆる意思決定の影響を確認するのに役立ちます。

最新情報を余すところなく活用することで、施設のライフサイクル全体を恒常的に最適化し、生産工程を個々に調整することも可能になります。たとえば、顧客の注文により 10% の増産が必要なのに、計算では 5% しか上乗せできない場合、仮想モデルを参照して生産ラインを再編成し、生産量を調整することができます。

運用には、建物のコストの約 80~90% が充てられます。デジタル ファクトリーは、掘り下げたインサイトを提供し、こうしたコストを削減するよう設計されています。機械学習と自動化は、予測的メンテナンスを容易にし、機器の誤作動の前に作業員に問題を警告します。その結果、(年間 500 億ドルのコストがかかる) 予期せぬダウンタイムから解放され、中断なく生産活動を継続できます。







# 未来を見据えて

[PwC のデジタル ファクトリーに関する最近のレポート](#)によると、工場変革に年間純収入の 3% 以上を投資している企業には、2% 未満の企業より、収益が 2.5 倍高くなる傾向が見られます。では、デジタル ファクトリーのある未来の風景とは、どのようなものでしょう？簡単に考察してみましょう。

## 人間中心の製造

現在のデジタル ファクトリーの概念は、テクノロジー、機械、ツール、ロボットを中心に構築されています。しかし重要なのは、こうした機械が提供するもの、つまりデータです。デジタル ファクトリーの未来は、複数のソースから得られるデータを集約し、「この組み合わせさせたデータから何が分かるか」を問うことにあります。つながったデータはスマート製造以上のものをもたらし、インテリジェントな製造を生み出します。スマート ファクトリーから得られる情報を基に具体的な対策を施すと、工場を最適化して一定の品質を実現することができます。インテリジェントな製造では、何かがおかしいことを感知して自分で軌道修正する機械のように、工場もデータを使って意思決定を行います。



## 製造に透明性をもたせる

データはどこに格納されるのでしょうか？クラウドのプラットフォームでは、ライブアクションビューにより、運用を 360 度可視化できます。単にサイロが解消されるだけでなく、プラットフォームも強力になり、デジタル ツインや AI を活用したインサイトなどのテクノロジーによってデジタル ファクトリーの壁を超え、運用全体をサポートします。

Autodesk Fusion Industry Cloud などの Design & Make プラットフォームを使用すれば、企業やサプライ チェーン全体のプロジェクト データを統合されたデータ モデルで一元管理できます。すべての関係者が同じデータにアクセスできるため、繰り返しの作業やプロセスを削減し、生産性を高め、製品開発と業務運用に関する重要な分析情報をリアルタイムで活用できます。

また、このデータ環境は、サプライヤーやベンダー、協力会社などの関係者にも拡張することができます。つまり、全員が同じデータを使って同時に作業できる、究極のコラボレーション ツールが生まれます。製造中心の企業がデータ主導の組織へとますます変わりつつある中、信頼できる情報を基盤にこうしたプラットフォームを構築し、安全で信頼性が高く、レジリエンスと拡張性に優れたソリューションを提供することが必要になるでしょう。



## サプライチェーンのレジリエンスを高める

全米製造業者協会 (NAM) によると、企業がサプライチェーンの問題を経験する最大の理由は、依然としてサイロ化されたデータです。サプライチェーン ネットワークの可視化に自信がある小規模製造業者は、21% に過ぎません。デジタル ファクトリーは、こうした小規模企業の連携を可能にすることで、この問題を解決します。

今後は、デジタル ファクトリーによって協同ネットワークの構築が促進され、企業同士で機器を共有し、リソースをプールして、個々の企業と業界のレジリエンスが強化されるようになるでしょう。

分散製造は、材料と製造を分散化し、小規模企業がデジタル接続のメリットを享受できるようにします。世界全体では、製造業の 98% が中小企業です。しかしデジタル化に関しては、大規模な競合企業並みのスピードと規模でインダストリー 4.0 に投資する資本がない場合がほとんどです。分散製造を利用すれば、こうした企業がバーチャルに力を合わせて、大規模工場を持つ企業と同じ強さの大きな組織として機能することができます。





## 自動化によるスキル不足の解消

デジタル ファクトリーは製造プロセスを変え、製造業の性質も変えます。それは良いことです。現状では...

10%

今後 3~5 年の間、多くの製造業が、単なる定年退職を理由に、従業員の離職率が 10% 以上になるでしょう。

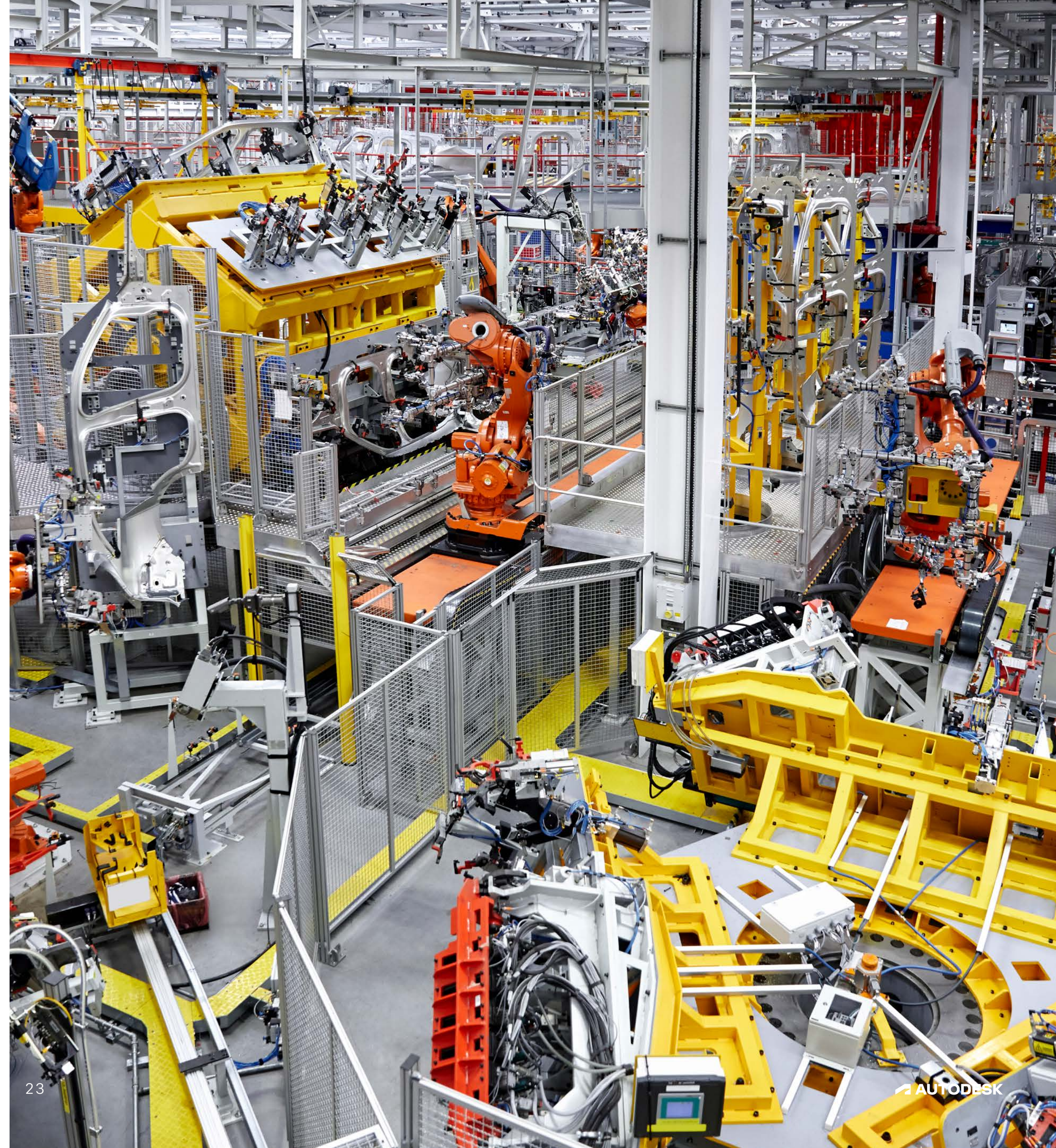
1兆ドル

現在のペースでは、製造業は 2030 年までに 210 万件の雇用を確保することができず、業界に 1兆ドル の損失がもたらされます。

70%

製造企業の 70% が、AI によって、エンジニアリング、生産、調達に、人材不足のギャップを埋める大きな変化や根本的变化が生じると考えています。

こうなる理由は何でしょうか?定年を迎える労働者の数が、業界の入職者を上回っているからです。しかし、デジタル ファクトリーの自動化されたワークフローにより、製造業者は労働力不足を解消し、熟練労働者が減っても、よりスピーディーに、より多くの作業をこなせるようになるでしょう。





## サステナビリティの向上を加速

2019年に、製造業者にサステナビリティの目標について尋ねたところ、52%がその目標を公表していることが分かりました。2年後には、その割合が75%に増えました。PwCによれば、デジタルトランスフォーメーションの主な推進要因として、今日のサステナビリティの重要性は年に150%ずつ高まっています。ところが一部の組織にとっては、目標を掲げることと実際に成果を達成することは、まったく異なる場合があります。

サステナブルな製造は、生産工程の全面的な見直しを通じて、製品製造に必要なエネルギー、材料、輸送時間と労力を分析し、削減するのに役立ちます。

このプロセスは、データでサプライチェーン、工場の性能、敷地面積、輸送とロジスティクスを分析することから始まります。工場の製造現場では、自動化やロボット工学の導入を急ぐことが効率化の原動力となります。米国の電力の半分は、製造プロセスの担い手である電動機に消費されているため、製造現場に再生可能な電力を取り入れれば、二酸化炭素排出を大幅に削減できます。

サステナビリティは、環境保護活動家の間で流行っているだけではありません。よりクリーンで、炭素集約度が低く、そして多くの場合、安価な製品というこの大々的なアピールにより、消費者から銀行、規制機関まで、あらゆる人々が広く巻き込まれています。このトレンドは、今後も加速する一方です。



# 未来は、想像以上に近づいています

多くの変革と同様、デジタル ファクトリーへの移行も、段階的に実施しながら短期的な効果をあげることが可能です。プロセスを進化させることを選択した組織は、工場ライフサイクルの設計、構築、運用の全段階にわたって、よりデータ中心のアプローチを取り入れることのメリットを認識し、それに応じた変化を受け入れるようになるでしょう。設計の最適化、スループットとカスタマイズ性の向上、俊敏性、サステナビリティ、製品化のスピードを巡って、短期間で同時にさまざまな成果が得られるようになります。

所有者は、必要なときに必要な情報にアクセスできます。ビジネスの意思決定者は、より多くの情報を基に、事前に課題を洗い出して対応できるようになります。予測不可能な世界で、製品ラインのレジリエンスを高めることができます。組織は、競合企業よりも優れた考えで戦略を立て、勝利することができます。

➔ [オートデスクのデジタル ファクトリーソリューションについて詳しく見る](#)

業界は、完全なデジタル ファクトリーを目指して進化を続けています。そのため、どの手法を選び、どのテクノロジーを採用し、どの企業と提携するかといった今の判断が、わずか数年後に大きな影響を及ぼします。

レイアウトや設計のツールセット、シミュレーション、データとプロセス管理、デジタル ツインなど、デジタル ファクトリー テクノロジーを組み込んだ堅牢な基盤を提供するオートデスクは、施設の設計、構築、運用を改善し、より迅速に再構成し、工場ライフサイクルを通じてあらゆる資産の効率と生産性を最大現に高める重要な情報を提供します。これにより、現在のデジタル ファクトリーが抱える課題に対処し、未来に備えることができます。





