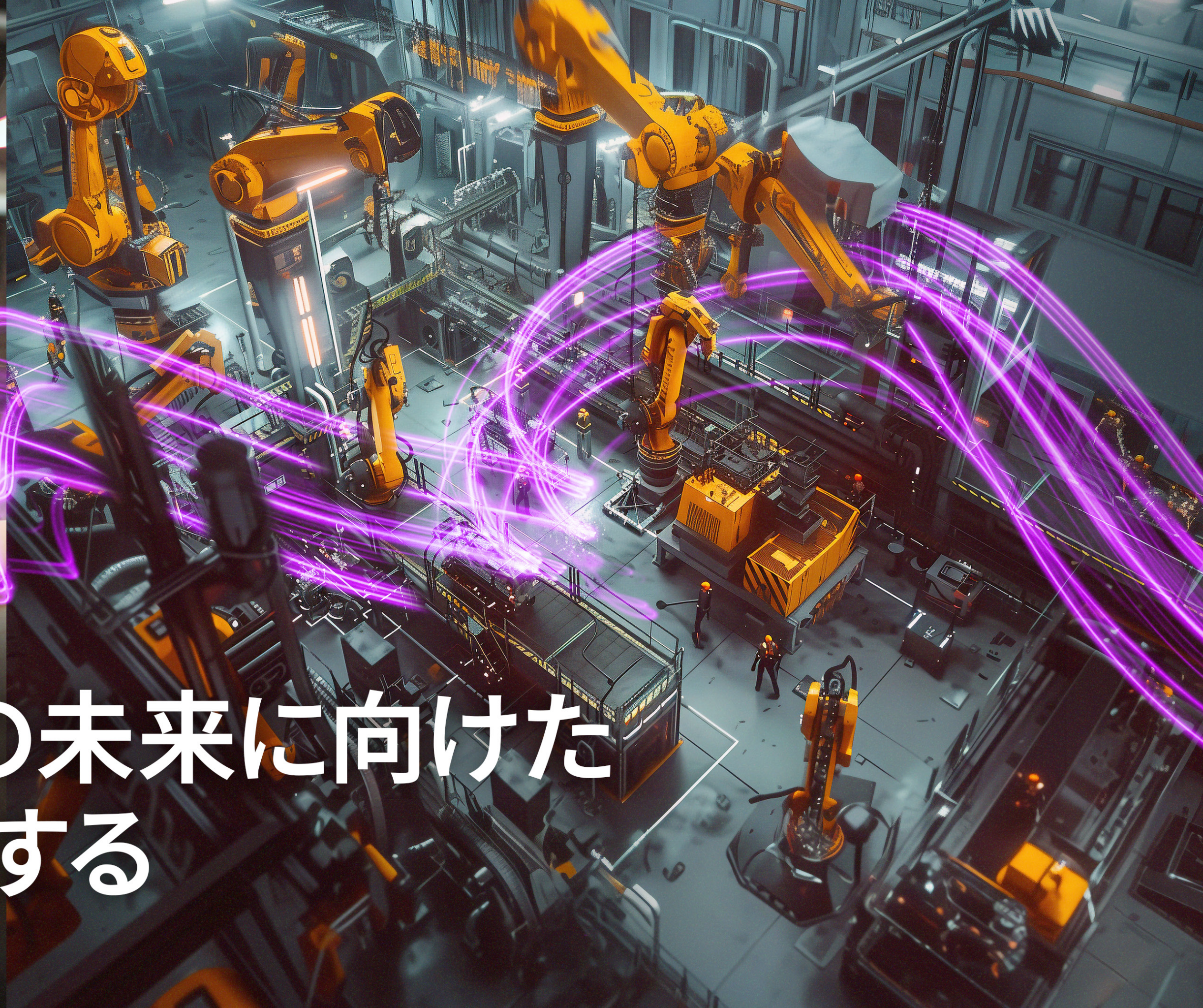


accenture



ものづくりの未来に向けた
変革を再考する

著者



Patrick Vollmer

Senior Managing Director –
Global Industry Group Lead
Industrials



Enno Danke

Managing Director – Industry X,
ASG Production & Operations,
Capability and Delivery
organization lead



Matthias Wahrendorff

Senior Principal - Accenture
Research, Global Industrial and
Transport & Logistics Lead



Stefan Hattula

Senior Principal – Accenture
Research, Global Automotive &
Mobility Lead



Jeff Wheless

Principal Director – Accenture
Research, Global Industrials and
Industry X Lead



目次

4ページ

はじめに：
ものづくりの未来に向けた現在の機会

12ページ

今実施すべきこと：
自動化による効率性と
精密性の向上

23ページ

結論：
管理からオーケストレーションへ

5ページ

2040年のビジョン：
超自動化工場とは

15ページ

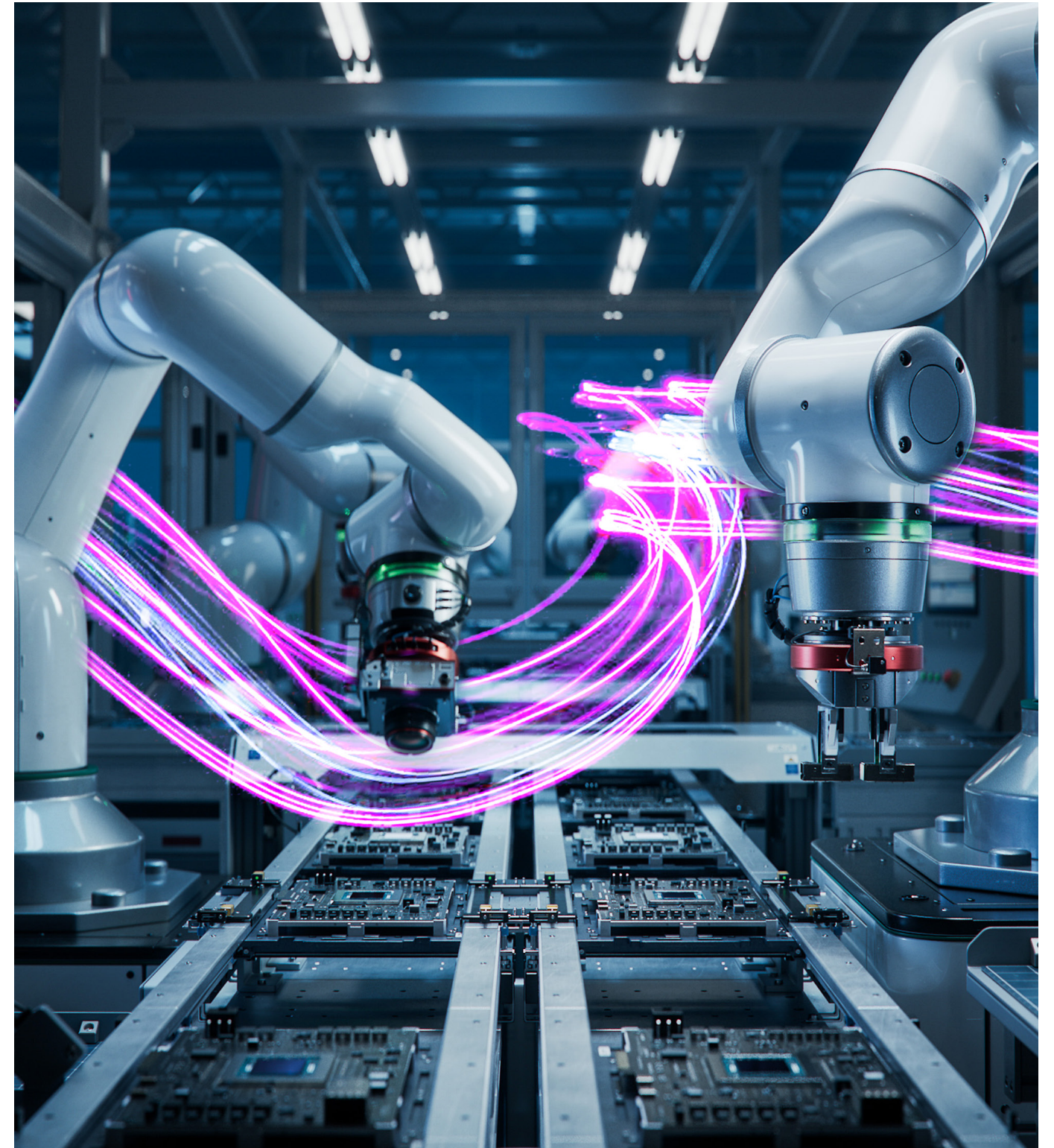
今実施すべきこと：
AIは最適化をサポート
する段階から、自律的に
最適化していく段階へ

8ページ

今実施すべきこと：
主要な知見を補強する
人材変革

18ページ

今実施すべきこと：
デジタル化が未来の
工場の基盤に



ものづくりの未来に向けた現在の機会

2040年に最も競争力のある工場とは？その答えは、高いコスト効率と品質基準に加え、柔軟性、持続可能性、そしてインテリジェンス化といえます。これらの差別化要因は、工場が従来の自動化を超越し、先進的なロボット技術、データ、AI、デジタルツールをシームレスに統合することで実現します。

アクセンチュアはこの高い競争力を備えた工場を「超自動化工場」と定義します。本調査に参加した552人の工場責任者は、超自動化工場が実現可能な目標であり、不可避であると認識しています（詳細は調査概要をご参照ください）。しかし、実現は容易とはいえず、多くの工場が労働力不足、複雑な既存の設備環境、AI主導に最適化されたプロセス導入の遅れなど、多くの課題に直面しています。

本レポートは、調査参加者のご意見と、弊社がこれまでお客様と構築した幅広い知識を組み合わせ、企業が直面する課題の解決に向けた最適なアプローチをご提示します。調査対象の業界では、工場における通常の計画期間は約5～7年であり、以降の計画は一般的に「ビジョン」と捉えられています。調査結果から明確化された「2040年のビジョン」の実現にむけて、工場責任者が今後5～7年で取り組むべきプランとその先に実施すべき具体的なアクションについて詳しくご説明します。

本レポートでは、まず2040年のビジョンを明確にし、次に、4つの領域（労働力、自動化、AI最適化、デジタル化）において、工場責任者が取り組むべきアクションを提示します。将来的な目標達成に向けて重要な点は、短期的な取り組みと将来に向けた工場の基盤構築とのバランスを取ることです。

調査概要

アクセンチュアは2024年8月から12月にかけて552人の工場責任者にアンケートを実施し、さらに15人の製造責任者に定性インタビューを行いました。調査対象は、自動車、産業機器、産業機器、電気機器、重機、民間航空宇宙メーカー、および自動車、民間航空宇宙サプライヤーにおいて、米国、欧州、中国、インド、日本に拠点を置く従業員100人から5,000人規模の工場です。

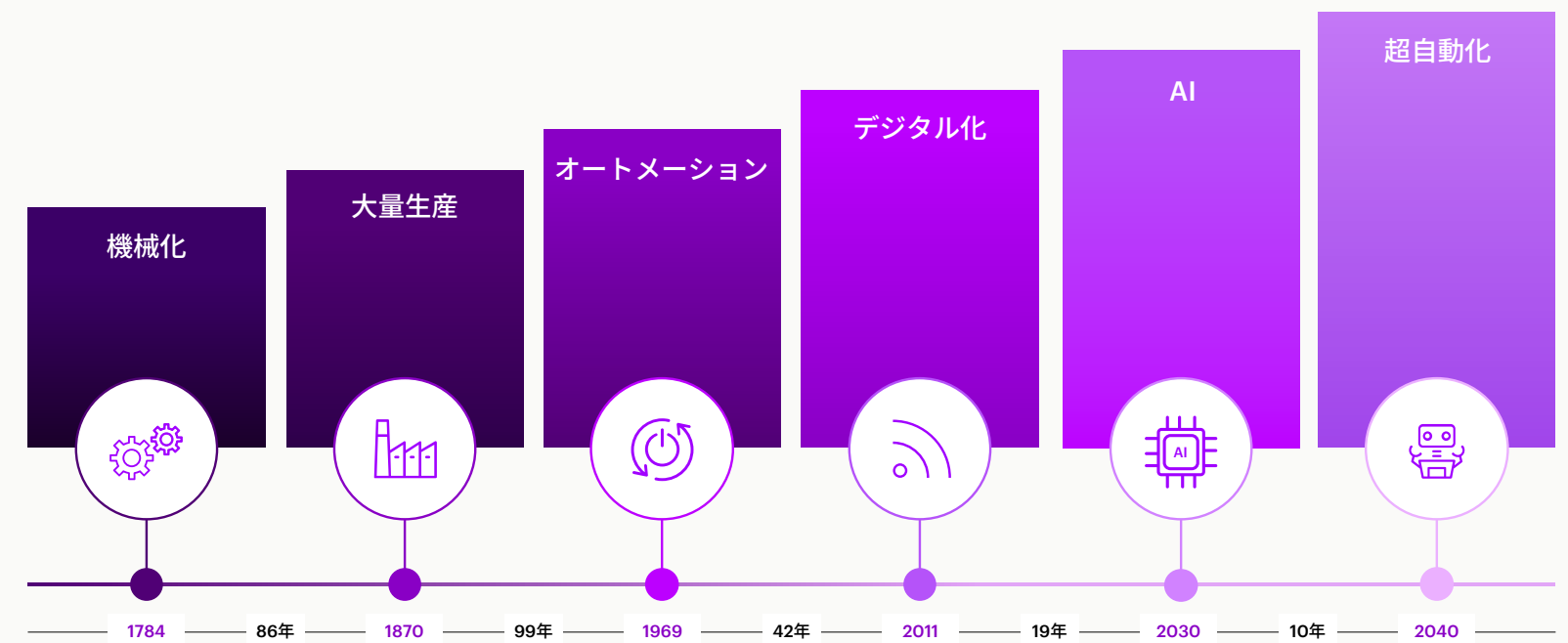
調査対象以外の企業事例は、アクセンチュアがお客様とのリレーションを通じて得た知見に基づいています。

2040年のビジョン： 超自動化工場とは

ものづくりの変革は、200年以上前の機械化時代に始まり、テクノロジーの進化が常に原動力となってきました。大量生産を実現した今日の変革においても、自動化、デジタル化、AIといった革新的なテクノロジーが大きな推進力となっています。

工場を取り巻く環境が変化するスピードは、過去と比べ驚異的に加速しています。企業はAIの導入により工場の競争力を高めようと邁進していますが、次の変革に向けた準備も急務といえます（図1参照）。特に、テクノロジーや人材投資を含む重点業務や、持続的な変革を推進する革新的なテクノロジー「デジタルコア」の計画が不可欠です。次の変革への準備は、今後5年間の工場経営を支えるだけでなく、15年後の未来の工場における基盤となるでしょう。

図1：
AIを活用した初期段階のものづくり変革が進行し、未来にむけた工場技術の導入がすでに開始しています

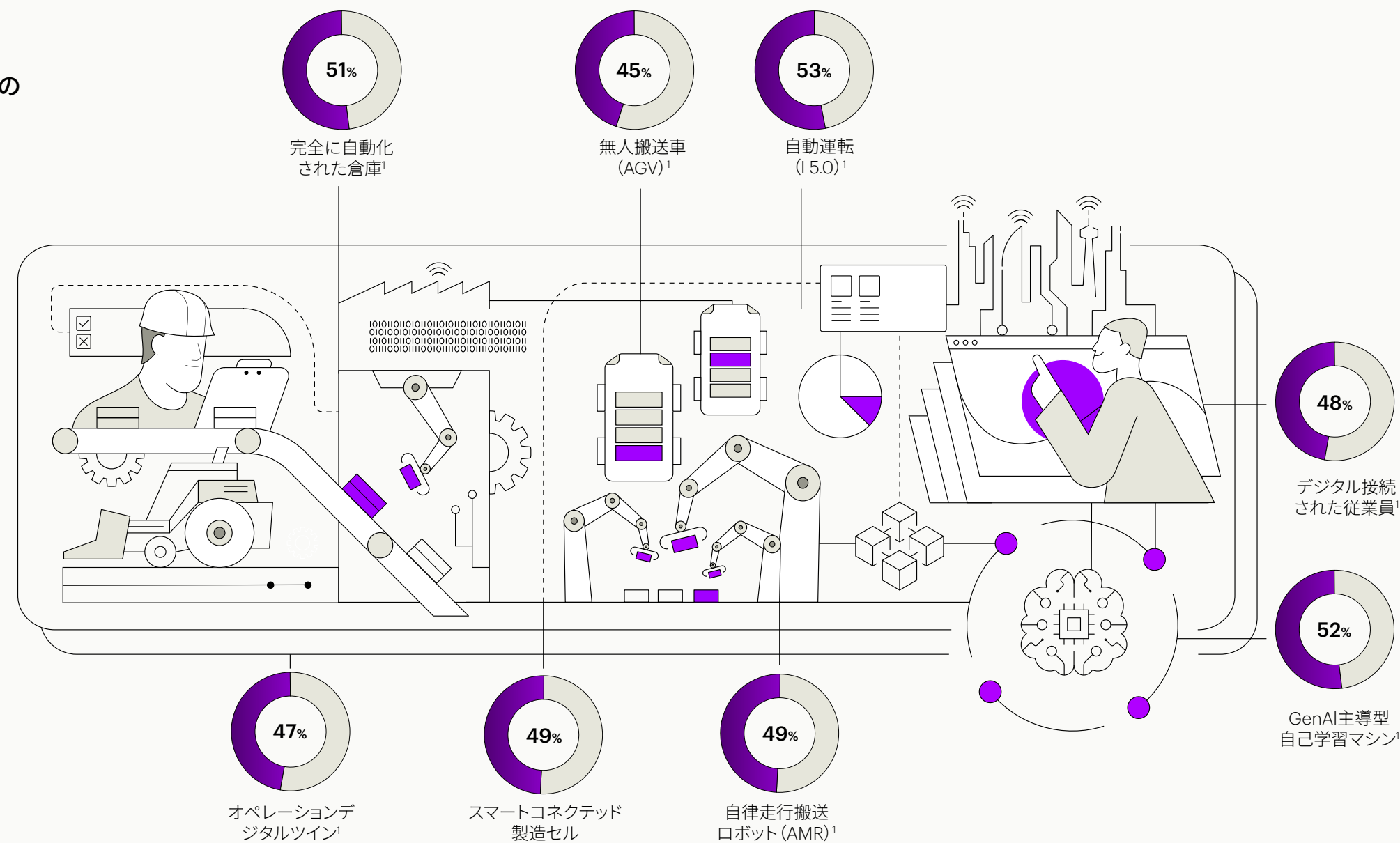


出典：アクセンチュア

企業が適切な施策を実施することで、現在の工場は2040年までに大きく進化するでしょう。未来の革新的な工場は、管理される工場からオーケストレーション※された工場へと進化し、AIが生産プロセスをリアルタイムで統括し、デジタルツインによりあらゆる意思決定をモデル化しながら、さらには人型ロボットによる人手を介さない適応が実現しているでしょう。ものづくりは、予測型から自律的な需要対応型エコシステムへとシフトし、工場は自己最適化、自己修正、自己学習が可能になります。最終的には、サプライチェーンや製造ネットワーク、顧客ニーズをまたぐシームレスな連携が実現します。（図2参照）。

※オーケストレーションとは：複数のシステムを連携させ、ソフトウェアやサービスの構築・管理におけるタスクを自動化する仕組み

図2：
超自動化工場の
重要な要素



注1: 1～10のスケールにおいて「8～10」と回答した工場責任者の割合。スケール1は2040年まで実装がほぼ期待できないことを意味し、10は非常に高い可能性を意味します。N=552；本仮説の定式化についてはP.26を参照してください。

出典：アクセンチュア リサーチ

工場責任者は、超自動化工場を成功させる要因が、人材、自動化、AI主導の最適化、デジタル化の4つの領域にあると認識していますが、現在の課題解決だけではなく、長期的なビジョンを支える行動へと転換する必要があります。特に、2040年までに増大すると予測される変動性と不確実性に対処するため、工場のオペレーション、テクノロジーの導入、人とマシンの協業の実現について、いま再考すべきです。未来のものづくりを目指し、人材のリスキリング、インテリジェントオートメーションの拡大、AI主導な意思決定、完全なデジタル化など、迅速で大胆な施策が必要です。



今実施すべきこと： 主要な知見を補強する 人材変革

アクセンチュアの調査によると、大多数の工場責任者（70%）が、変革の成功には人材改革が最も重要な鍵になると回答しており、アクセンチュアも同様に捉えています。ものづくりに携わる人口の割合は急速に縮小しています。経験豊富な熟練人材は定年を迎え、少子化に加えて若い人材がものづくりのキャリアを選択しない傾向が強まり、新たな人材の確保が困難になっています。例えば米国では、2033年までにものづくりに必要な人材のスキルギャップが380万人に達成する、とアナリストは予測してます。¹

工場責任者が、ナレッジ・マネジメントや、データ分析のワークフロー統合、データドリブンな意思決定、を重点分野と評価している結果も当然といえます。

これらの取り組みは、AI主導の変革における鍵であり、2040年のビジョンを実現する上でも不可欠ですが、実現には課題もあります。例えば本調査では、約49%の工場責任者が、高コストの人材トレーニングが大きな障壁であると回答しています。しかし、人材トレーニングへの投資こそが、テクノロジーのメリットを最大限に活かす最大の手段なのです。

企業が直面するもう一つの課題は、従業員のエンゲージメント向上です。アクセンチュアが2024年に実施した変革に関するグローバル調査によると、従業員の70%が組織の変革に関与している実感がないと回答しています。² その理由は、個人の業務が将来にわたりどう会社に貢献していくか、理解が不十分であることが背景としてあげられます。また、企業が新しいテクノロジーを実装することで、雇用喪失の懸念も影響しています。スキルギャップが顕在化する一方、46%の回答者が、自動化の進化により組立ラインにおける人の役割が時代遅れになると懸念しています。図3は、工場責任者が5年後の成功にむけた優先事項と課題を示しています。企業は、短期的な課題のみならず、2040年のビジョン実現にむけた課題の解決が不可欠です。工場には、高度で多様なスキルを持つ人材が必要となります。

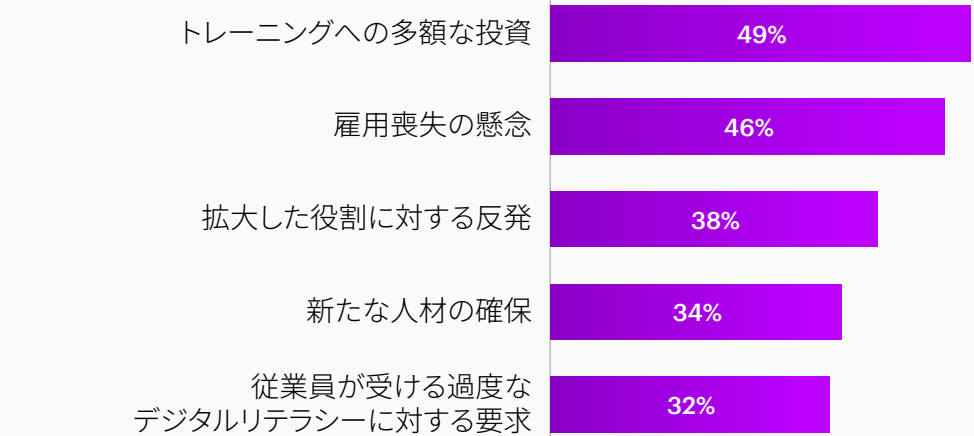
企業は将来の雇用機会を早期に特定し、道筋を明確にする必要があります。加えて、継続的かつリアルタイムに人材トレーニングをサポートする新しい人材開発モデルの構築も求められます。未来の工場で働く従業員の業務は、生産現場で働く役割から生産のための仕事へと進化し、マニュアル作業からプロセスの管理、意思決定、業務最適化のサポートへとシフトします。また、業務の質が変化する中で、AIから、そして同時にAIと共に学び、AIに教えるというプロセスを習熟する必要があります。AIとの協働や自律システムの操作、さらには複雑な自動化プロセスを監視する能力が求められるのです。

図3：
工場責任者による人材変革の短期的な優先事項と課題

人材変革における優先事項 トップ5¹



人材変革における5つの課題²



注1：「8、9または10」と回答した工場責任者の割合。(1)は「重要でない」、(10)は「非常に重要である」を示します。552件の回答例。

注2：特定の制限を選択した工場責任者の割合。

出典：アクセンチュア リサーチの分析

生産業務の未来を考察してみましょう。近い未来では、超自動化されたシステムインテグレーターやデジタルプロセスオーケストレーターといった新たな職種が現れるでしょう。これらの専門家は、分散化されたAI主導の生産ネットワークを監視し、リアルタイムでのプロセス最適化や統合に関わる問題解決の役割を担います。さらに、AIを活用したロボットエンジニアも必要となるでしょう。ロボットエンジニアは、AI主導型ロボットマシンや組み立てラインの設計と保守の役割を果たします。品質管理や保証の分野でも、AI主導の分析やIoTセンサー、リアルタイムな監視、製品の完全性、法令遵守、プロセスの最適化を確保する品質の知見が高い専門家が必要になります。図4では、メンテナンス、修理、オーバーホールに加え、今後必要になるさまざまな職務内容と主要スキルを示しています。

さらに、ロジスティクスやサプライチェーン、戦略的オペレーション、IT統合などの多様な役割も重視され、戦略計画、AIの最適化、ブロックチェーン、リアルタイムなデータ分析、ネットワーク調整、サイバーセキュリティ、デジタルトランスフォーメーションなどのスキルが肝要となり、その職務内容は進化し続けるでしょう。

2040年のビジョンを実現する企業の例として、英国の自動車メーカーであるJLR社（ジャガー・ランドローバーの持株会社）は、毎年2500万ドルを人材に投資し、生産部門に従事する従業員が将来の新しい役割に適応できる技術スキルと能力を習得できる人材開発支援を約束しています。

今こそ未来の業務と人材の新たな視点で考えるべき極めて重要な時期といえます。



Category	生産オペレーション	品質管理と保証	保守、修理、オーバーホール	物流とサプライチェーン	管理とITの統合
将来の職務内容	超自動化システムインテグレーターとデジタルプロセスオーケストレーター： 分散型、AI主導型生産ネットワークを監視し、リアルタイムパフォーマンスを最適化しながら、システム統合に関する問題を解決。	品質インテリジェンススペシャリスト： AIドリブン分析、IoTセンサー、およびリアルタイム監視を使用し、製品の完全性、コンプライアンス、およびプロセスの最適化を保証。	スマートメンテナンススペシャリスト： リアルタイムIoTデータと予測診断を使用し、システムの稼働状態を管理、問題を未然に防止。	デジタルロジスティクススペシャリスト： 自動倉庫、AI主導のサプライチェーン、ブロックチェーンで最適化された物流管理。	デジタルトランスフォーメーションのエクゼクティブ： 超自動化、IT統合、サイバーセキュリティ、継続的なイノベーションの推進。
	AI主導型ロボットエンジニア： AI主導型ロボットマシンおよび組立ラインの設計および保守。	サイバー物理システムスペシャリスト： センサーネットワーク、デジタルツイン、およびAI主導の意思決定を統合し、生産ライン全体の品質管理を自動化。	サイバー物理システムスペシャリスト： 産業オートメーション向け、予測メンテナンスシステムの開発。	自律型物流コーディネーター： 運転自動化工場内の物流と自動倉庫の最適化。	工場のサイバーセキュリティスペシャリスト： 工場のデータネットワークを保護し、自動化インフラストラクチャのサイバーセキュリティを実装。
	サイバー物理システムスペシャリスト： スマートファクトリーIoTとデジタルツインの統合、および管理。	自律型品質管理インスペクター： 製品の微細な欠陥を超高速で検出するAI搭載マシンビジョンシステムの管理。	AR (拡張現実) メンテナンス技術者： 仮想問題解決とマシン学習ベースのメンテナンス。		ホログラフィックインターフェイスデザイナー： 生産監視用のホログラフィックダッシュボードを作成し、リアルタイムな対話型工場制御システムの開発。
	人とロボットのコラボレーションマネージャー： 人とマシンの共同作業環境用プロトコルの開発。	予測型品質アナリスト： 潜在的な障害を発生前に予測し、欠陥のある出力を防ぐ予測分析モデルの開発、および実装。			リアルタイム生産最適化エンジニア： 自動化された生産プロセスを継続的に監視および改善し、効率の最大化、無駄を最小限に抑えた総合設備効率（OEE）の向上。
	バイオニックエンハンスメントスペシャリスト： 作業者の能力向上を促す、AI搭載のエクソスーツを開発。				
	AI主導型生産プランナー： AI主導型生産スケジュールをリアルタイムに最適化し、製造プロセスのシームレスな調整を実現。				
主要スキルと推進要因	- AIベースのプロセス最適化 - ロボットの統合 - リアルタイムなモニタリング - システムの問題解決	- 高度な分析 - IoTセンサーの統合 - 予測型品質管理 - 監査管理	- 予測MRO分析 - IoT診断 - リモートモニタリング - 問題解決の自動化	- 自律型物流 - AI最適化 - ブロックチェーン - リアルタイムデータ分析 - ネットワーク調整	- リーダーシップ - IT統合 - サイバーセキュリティ - デジタル変革 - マネジメント

今実施すべきこと： 自動化による効率性と 精密性の向上

工場責任者の大多数（63％）は、中期的な自動化を重要事項と位置付けています。自動化により迅速な効率性向上やコスト削減が期待できるため、回答結果に驚きはありません。一方、2040年のビジョンに必要な無人搬送車（AGV）、物流やマテリアルハンドリングの刷新、自律走行搬送ロボット（AMR）などの重要なイノベーションを優先している工場責任者は約60％に留まります。さらには、2040年のビジョンを掲げていても、新規工場建設時に超自動化工場を目指す回答者はわずか38％です。大多数は、製造プロセスとリアルタイムで連携する自動倉庫などの小さな目標にフォーカスしています。本調査の結果から、工場責任者が捉える今日の優先事項と2040年に必要な競争力に大きな乖離があると明確になりました。

図5は上記のギャップを表しています。左から、従来型の工場、人主導で最適化された工場、超自動化された2つの工場（ブラウンフィールドとグリーンフィールド）を示しています。高度な自動化が進むほど、工場は将来にわたり回復力があり、持続可能で、収益性の高いものづくりを確保できます。図では、パフォーマンスレベルの評価を（+）から（++++）で示し、より高い評価は将来への準備が整備されていることを意味しています。

図5：
超自動化の優位性

自動化による効率性と精密性の向上

KPI	従来型の工場	人主導で最適化された工場	超自動化された ブラウンフィールド工場	超自動化された グリーンフィールド工場
概要	自動化システムの導入を最小限に抑え、主に人力に依存する生産モデル。作業は手作業で行われ、作業員が業務を実行。	ワークフローの一部に自動化を統合し、人間の役割を補完するハイブリッドアプローチ。自動化が反復的なタスクの大部分を処理し、人間は監視と複雑な意思決定に注力可能。	既存の工場をAIと人型ロボットでアップグレード。既存のインフラに自動化を導入することで、レガシーシステムと最新技術の融合を可能とした。	高度なAIシステムを活用し、超自動化向けに特別に構築された施設／ライン。設計には製造のための設計（DFM：Design for Manufacturing）の原則取り入れられており、すべてのプロセスが自律的な運用に最適化されている。
自動化レベル	10% - 30%	50% - 70%	最大100%	最大100%
柔軟性	++++	++	+++	++++
生産性	+	++	+++	++++
品質	+	++	+++	++++
コスト効率	+	++	++++	++++
投資	\$	\$ \$	\$ \$ \$	\$ \$ \$ \$

出典：アクセンチュア リサーチ

企業は、未来の工場を実現する道筋を検討し、その道筋に沿った施策をとるべき時がきています。アクセンチュアは超自動化工場の基盤となる5つの主要モデルを特定します。

マス工場：完全に自動化、かつデジタル化された生産ラインで、ほとんどまたは全くばらつきのない、高度に標準化された製品を大量に生産する。

モジュラー工場：独立し交換可能なAMRモジュールを備えた固定生産ラインがシームレスで適用し、部分的にカスタマイズされた製品を最大のスループットで効率的に生産する。

マトリクス工場：柔軟で独立したセルで生産され、固定されたシーケンスではなく複数の生産パスが可能。ボトルネックが軽減され、工場を再設計することなくカスタマイズされた製品の生産が可能。

マシン to プロダクト (M2P) 工場：大型製品に非常に適したモデル。特殊なAMRと人型ロボットが融合し現場で1つの製品を組み立てる。

ワークショップ工場：高度にカスタマイズされた製品を小ロットまたは1ロットサイズで生産。高度な自動化と人型ロボットにより、加速された、柔軟なワークショップ形式の生産プロセスが特徴。



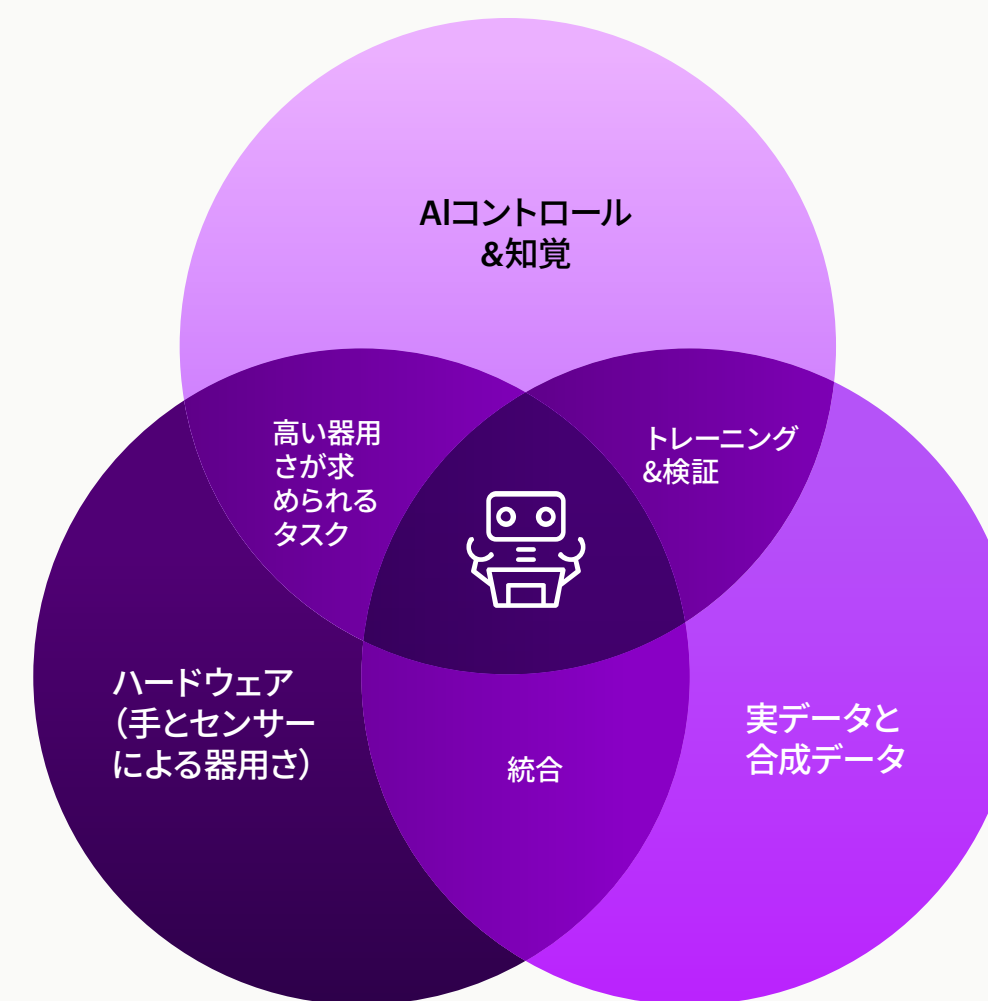
最終的には、企業が選択すべきモデルは、製品の特性や多様性、カスタマイズの程度に影響されます。選択の一步として、既存設備の変革（ブラウンフィールドアプローチ）か、新工場への投資（グリーンフィールドアプローチ）かを判断しましょう。どちらを選択しても、工場現場は完全に自動化される可能性がありますが、作業の調整、監督、サポート、維持において、人が重要な役割を担い続けるでしょう。

新たな生産ラインをゼロから構築するよりも、AIや人型ロボットを駆使して既存のインフラをアップグレードし改修すれば、費用対効果が高くなるでしょう。自動車業界の早期導入者たちは、すでに人型ロボットの導入を試み、良好な成果を創出しています。例えば、中国の自動車OEMは、人型ロボットを導入し、車体工場ではほぼ100%の自動化を成功させています。NIO⁴では300台のロボットが導入され、わずか十数名の従業員のみが操作することで、毎時20台の自動車生産を実現しています。Xpeng⁵ Motorsは264台の知能を持つ産業用ロボットを保有し、プレス加工、溶接、塗装、組み立て、バッテリーパックの製造工場で完全に自律的な作業を実施しています。

一方、BMW⁶はSpartanburg工場に「Figure 02」と名付けられた人型ロボットを導入し、効率が400%向上したと報告されています。Schaeffler⁷はAgility Roboticsに投資し、2030年までに100の工場で構成されるグローバルな製造ネットワークにDigit人型ロボットを導入することで、肉体的に負担の大きい作業や繰り返し作業、危険な作業の自動化を目指しています（図6は、人型ロボットの能力の進化を示しています）。

調査では、「スピード、コスト、統合する複雑さへの課題は依然と存在し、人型ロボットが組立てコストの効率化に貢献する」と考える回答者は43%ですが、大規模な工場では、その回答率が58%に達しています。さらに、見解には地域差があり、インドでは63%、中国は65%、日本では72%の責任者が人型ロボットの製造組立ラインへの有用性を認識する一方、米国では35%、欧州では21%の回答に留まっています。人型ロボットが、今後ものづくりの主流となる大きな可能性を秘めているといえます。

図6：
人型ロボットの能力の進化



出典：アクセンチュア

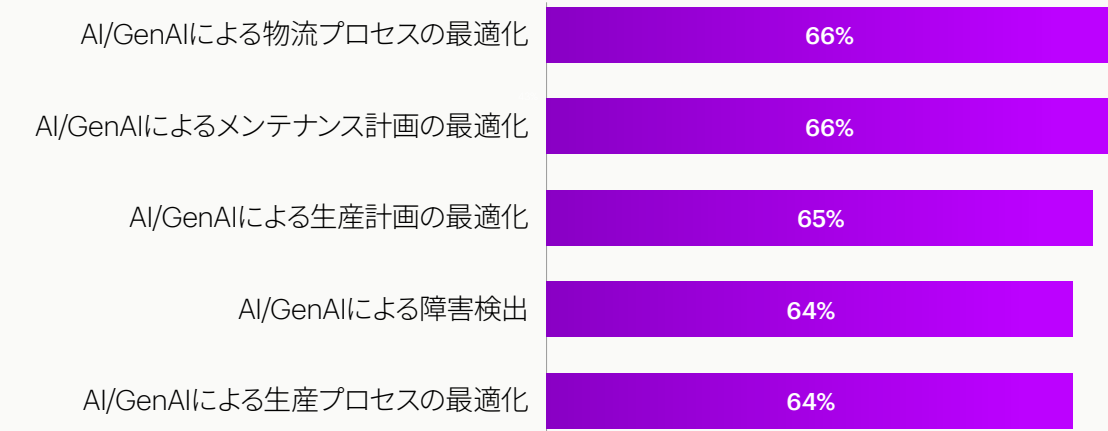
今実施すべきこと： AIは最適化をサポート する段階から、自律的に 最適化していく段階へ

工場責任者の多く（62%）が、AIにより工場オペレーションのあらゆる側面が加速されと考えています。しかし、多くの工場責任者が短期的なメンテナンス、修理、オーバーホール（MRO）プロセス、物流の最適化、生産効率を優先しています（図7を参照）。この短期的アプローチは理にかなっていますが、工場が今後数年間のみ繁栄できる施策といえます。AIを活用した予知保全は、マシン欠陥の事前排除、MROスケジュールの最適化、さらには生産プロセスの中断を最小限に抑え、機器寿命を延ばします。また、AIを活用した物流ソリューションでは、メーカーが需要変動を予測し、サプライチェーンの混乱を防ぎながら、在庫管理の最適化を寄与します。

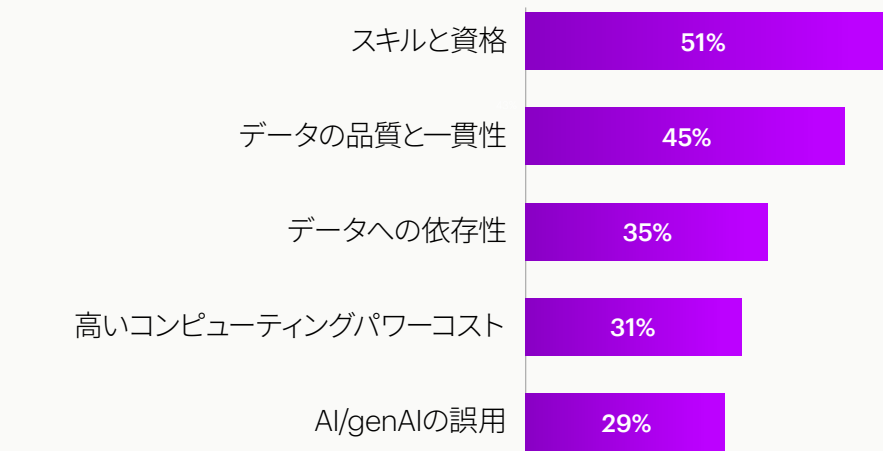
近い将来、工場のオペレーションには効率性に加え、柔軟性、アジリティ、迅速な適応力が求められるでしょう。AIはマシンを自律的にリンクし、タスクに優先順位を付けて作業負荷を分散しながら、最適な作業シーケンスを作成するでしょう。工場オペレーションの予測分析プロセスでは、センサーと可視化されたデータを監視し、機器の異常や製品の欠陥を事前に検知/予測することで、メンテナンススケジュールと品質チェックが自動化されます。

図7：
工場責任者のAI/GenAIに対する短期的な優先事項と制限

AI/GenAIの変革に向けた優先事項トップ5¹



AI/GenAI変革の対策における制限事項トップ5²



注1: 「8、9または10」を10段階で評価した工場長の割合。(1)は「全く重要でない」、(10)は「非常に重要である」。552例
注2: 特定の制限を選択した工場長の割合
出典: アクセンチュア リサーチ

インパクト：AI主導のシミュレーションモデルは、需要変動やボトルネック、遅延などのリスクを予測し、企業による生産能力の調整、サプライチェーンの適切な同期を可能にします。53%の工場責任者は、近い将来、このシミュレーションモデルが台頭すると予測しており、どう実現するか、いま問われています。

ものづくりの大手企業は、すでに新たな取り組みを始めています。例えば、[KION](#)⁹は、アクセンチュアとNVIDIAと協業し、高度なAI、ロボティクス、デジタルツイン技術を統合することでサプライチェーン効率を向上させ、新しい倉庫を理想的に構成し、既存施設を継続的に改善しています。また、中核にあるPhysical AIが、自動フォークリフト、スマートカメラ、最新の自動化およびロボティクスソリューションを活用し、リアルな行動をシミュレーションしながら、インテリジェント倉庫のパフォーマンスを向上しています。さらに、大規模な産業デジタルツイン向けのNVIDIA Omniverse blueprint Megaにより、仮想倉庫モデルを構築し、物理的な変更の実施前に、フリートの構成、自動化戦略、ワークフローの最適化を試行しています。

上記のシステムは単なるシミュレーションツールではなく、倉庫ロボットが、需要変動や在庫移動、レイアウト変更に対応します。次のステップでは、視覚言語モデル（VLM）AIを統合し、カメラとセンサーがリアルタイムのデータを提供することで、ボトルネックの軽減、安全性の改善、全般の効率性向上を目指しています。

このようなシステムの導入は、より広範な変革を導きます。AIはもはや自動化の補助的存在ではなく、産業活動を支配するインテリジェンスの中枢へと進化しています。工場の各機能毎に、専門的なコ・パイロット（特定のタスクを担当するインテリジェントエージェント）が必要になります。あるエージェントは品質管理に特化し、欠陥を即座に検出します。別のエージェントはサプライチェーン全体の調整を管理し、資材をジャストインタイムで到着させます。

AIエージェントは産業用「ブレイン」として、工場内部のデータと市場需要やサプライヤーの混乱状況などのリアルタイムな外部情報を統合し、インテリジェントハブからリアルタイムデータを習得します。まさに、アクセンチュアのTechnology Vision 2025で概説された「コグニティブデジタルブレイン」の概念を具体化しており、AI主導型インテリジェンスが意思決定やオペレーションの変革を実現しています。

工場にAIのマルチエージェントアプローチを導入することで、工場責任者は多様なエージェントグループを管理、統合することになります。このスキルは、工場責任者と従業員両者にとって重要な役割となるでしょう。同時に、企業はユーティリティエージェント（定型的かつ高頻度の業務を実行）やスーパーエージェント（複数の機能を統合）などの様々なAIエージェントが特定の工場オペレーションで連携する、マルチエージェントAIアーキテクチャを構築する必要があります。¹¹ さらには、各コ・パイロットが協力し、リアルタイムデータを共有するAIオーケストレーションモデルの開発も求められます。

上記の実現には、AIモデルに内部データとリアルタイムな外部情報を習得させるトレーニングが不可欠です。同時に、従業員スキルを向上させ、手動操作からAIエージェントの監督、システムの非効率性に対するトラブルシューティング、AI主導のワークフロー最適化へと、役割の再定義が求められます。

最終的には、AI、デジタルインフラ、熟練ワーカーが統合されたシステムとして連携し、リアルタイムデータが、マシン、AIコ・パイロット、および人の監督者間でシームレスに流れるようにする世界が実現します。

今実施すべきこと： デジタル化が未来の 工場の基盤に

デジタル化は、超自動化工場の基盤です。しかしながら、アクセンチュアの調査によると、多くの工場責任者はすでに導入済となってしかるべきデジタル化に、いまだ取組んでいると判明しました。特に、サイバーセキュリティ対策（77%）や、製造実行システム（70%）、クラウドプラットフォームの導入が優先され、製造現場におけるデジタル成熟度の低さが露呈しています。

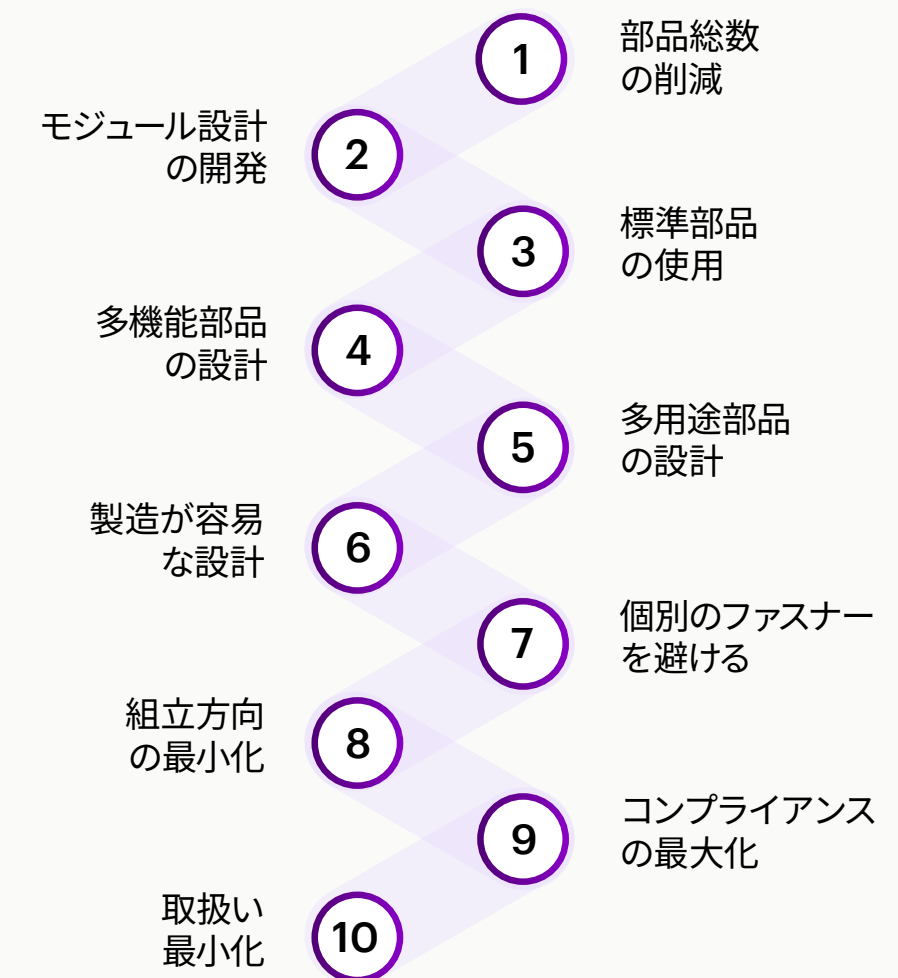
問題は、調査対象である約半数の工場責任者が、マシンや製品のデジタルツイン、IIoT、エッジコンピューティングといった、未来の工場を実現する重要な機能にフォーカスしていない現状です。これらの機能は、仮想環境内における生産システムのシミュレーション、分析、最適化を実現するデジタル基盤であり、欠如すればサイロ化、設計と生産の分断、シミュレーション主導による意思決定と柔軟性が制限されます。



工場責任者は、まず、デジタルツイン、IIoT（産業用IoT）、エッジコンピューティングなどの技術を支える強固なデジタルコアに注力すべきです。強化されたデジタルコアのみが、企業のサイロ化を解消し、需要の変動、サプライチェーンの混乱、運用上の制約に適応する生産ラインに必要な製造向け設計（DfM）機能を実現し、複雑さ、無駄、さらには生産コストを削減します（図8参照）。

さらに、工場が需要の変動、サプライチェーンの混乱、運用上の制約に柔軟に対応するには、予測に基づく生産計画から需要主導型の製造への移行が不可欠です。実に、大規模な工場責任者の62%が、需要主導型の製造が従来の予測ベース生産計画を凌駕すると回答しています。運用を継続的に最適化するイベント主導システムへの移行は有益ですが、まずはデジタルコアへの注力が肝要といえます。

図8：
DfMガイドライン



出典：アクセンチュア

最終的に、高レベルでリアルタイムの適応性を実現するには、製造システムの構造と統合方法を根本的に見直す必要があります。従来型の一体化された製造実行システム（MES）は、急速な変化への対応が困難です。なぜなら、レガシーシステムは、稼働中に再構成する動的な生産モデルではなく、直線的な生産モデルとして構築されたためです。

また、需要主導型の製造システムは、下支えするシステムと同等レベルの機能であるため、工場はイベントソーシング型マイクロサービスへの移行も求められます。これは、製造プロセスを小規模に独立したサービスに分割し、相互連携をしながら、よりモジュール化されたスケーラブルなソフトウェアアーキテクチャを提供します。本アプローチにより、生産ラインは需要やサプライチェーンの変化に迅速に適応できるようになります。

さらに重要な要素は、精密な自動化、リアルタイムの適応性、そして人とロボットのシームレスな協業を実現する3Dモデルです。3Dモデルにより、ロボットによる正確な寸法でのタスク遂行、動作の最適化、作業前ワークフローのシミュレーション化が可能となり、エラーや手動による再プログラミングが削減できます。また、品質管理、適応型生産計画、スケーラビリティを強化し、最小限の調整で複数施設にわたる一貫した実行を担保します。

次のステップでは、デジタルツインを孤立したパイロットから拡張し、工場全体のエコシステムに統合させます。デジタルツインは、製造環境のリアルタイムなデジタルレプリカにより、DfM原則を設計段階から実際の生産段階へと移行させます。これにより工場のオペレーションをシミュレーション、監視、最適化し、さらにはリアルタイムで変化するデータに基づく生産ワークフローを継続的に調整することが可能になります。BMW¹²（「iFactory」）やMercedes-Benz¹³（「Digital First」イニシアチブ）では、すでにデジタルツインを活用し、生産の柔軟性を確保、ダウンタイムを短縮しながらエネルギー効率を最適化しています。

2040年にAIが主導する工場では、これらのテクノロジーが個々の機能ではなく、シームレスで相互に接続されたエコシステムとして機能します。設計、シミュレーション、生産が継続的な自己学習サイクルとして機能しています。



完全にデジタル化された適応型 エコシステムを実現するための 3つのステップ

構造的アプローチは、工場責任者が工場運営を変革する手助けとなります。

構造的アプローチは、工場責任者が工場運営を変革する手助けとなります。まず、テクノロジーとチームをオーケストレーションし、仮想化からリアルタイムのシミュレーションを実現し、最後に、データによって生産過程を継続的に改善・最適化する一連のループを構築して終了します。



オーケストレーション

オーケストレーションは、工場がソフトウェア、チップ、ハードウェアの組み合わせを多く統合する上で重要な役割を果たします。複雑さの管理には、高度なシステムだけでなく、エンジニアリング、IT、生産チーム間のシームレスな連携が必要です。クロスファンクショナルなデータプラットフォームへの投資は、デジタルと物理的なオペレーション間における円滑なコミュニケーションの確保に最も有効な手段です。



仮想化

仮想化は柔軟性を次の段階へと引き上げます。部品、システム、生産ライン全体にデジタルツインを活用することで、実際の変更を行う前に、オペレーションのシミュレーション、テスト、改良が可能になります。



ループを閉じる

最後のステップは、ループを閉じることです。未来に備えた工場では、データ収集だけでなく、データに基づいて行動します。リアルタイムのデータを、設計、生産、アフターセールスへ継続的にフィードバックし、非効率性を排除しながら品質を向上させ、イノベーションを加速させます。サイロ化を打破し、フルサイクルなデータフローを確保することで、自己最適化、超高効率な生産エコシステムを実現します。



未来志向のものをづくりを再設計するルノー

ルノーは、将来の成功を見据えた取り組みを実施する企業の一例です。アジア太平洋地域における企業競争の激化、継続したコスト変動に直面し、ルノーは大胆な目標を掲げました。生産コストの30～50%削減、生産車両1台当たりエネルギー消費の40%削減、レガシーシステムから完全なデータ主導型製造への移行、さらには、2026年までに約3億ユーロ以上のコスト削減を目指しています。

この目標の達成にむけて、製造効率化プログラムを策定し実行しました。このプログラムは、工場全体に産業用デジタルツインを導入し、ワークフロー、マシン、物流オペレーションを含む生産エコシステム全体におけるリアルタイムな仮想レプリカを構築することです。さらには、AI主導のオペレーションコントロール、カーボントレーサビリティ、予測的品質管理も導入されました。

その効果はすぐに現れ、生産車両1台当たりにつきエネルギー消費を20%削減、生産期間を40%短縮し、効率性と即応性が大幅に向上しました。

結論： 管理からオーケストレーションへ

B2040年までに、最先端の工場は管理されるのではなく、オーケストレーションされた工場へと進化します。AIがリアルタイムで生産工程を統括し、デジタルツインが全ての意思決定をモデル化しながら、人型ロボットは人の介入なしに適応しているでしょう。ものづくりは、予測型から自律的な需要対応型のエコシステムへとシフトします。

静的な生産ラインは過去の遺物になるでしょう。工場は自己最適化、自己修正、自己学習を行い、サプライチェーン、製造ネットワーク、顧客ニーズをシームレスに連携します。2040年のものづくりでは、自動化、AI、デジタル化が工場の基盤となり、検討する段階ではありません。真の競争力は、企業が統合されたインテリジェントシステムをいかにシームレスに拡張できるかで決まるでしょう。

この未来は推測ではなく、すでに現れ始めています。明日の工場は、意思決定を待つのではなく、自ら意思決定を行うのです。

今日のものづくりにとって唯一の選択肢は、この未来を自ら設計するか、または受動的に適応するか、どちらかになるでしょう。是非今から対策をはじめましょう。



参考文献

1. Study: Manufacturing in U.S. Could Need Up to 3.8 Million Workers. (2024, April 3). National Association of Manufacturers – NAM: <https://nam.org/study-manufacturing-in-u-s-could-need-up-to-3-8-million-workers-30626/?stream=workforce>
2. Change reinvented. (2024, July 23). Accenture: <https://www.accenture.com/us-en/insights/consulting/change-reinvented>
3. JLR invests £500 million into creating EV factory of the future in Merseyside. (2024, September 26). Jaguar Land Rover: <https://media.jaguarlandrover.com/news/2024/09/jlr-invests-ps500-million-creating-ev-factory-future-merseyside>
4. NIO's Factory Automation Rate Reaches 97.5%. (2020, September 18). EqualOcean: <https://equalocean.com/briefing/20200918230003751>
5. Thornton, J. (2020, July 23). Is this the most highly automated factory in the world? Robotics and Automation Magazine: <https://www.roboticsandautomationmagazine.co.uk/features/is-this-the-most-highly-automated-factory-in-the-world.html>
6. Law, M. (2024, October 29). BMW & Industry 4.0 Revolutionising Automotive Manufacturing. Technology Magazine: <https://technologymagazine.com/articles/bmw-industry-4-0-revolutionising-automotive-manufacturing>
7. Agility Robotics Announces Strategic Investment and Agreement with Motion Technology Company Schaeffler Group. (2024, November 13). Businesswire: <https://www.businesswire.com/news/home/20241113295142/en/Agility-Robotics-Announces-Strategic-Investment-and-Agreement-with-Motion-Technology-Company-Schaeffler-Group>
8. Building a reinvention-ready digital core. (2024, November 6). Accenture: <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/building-reinvention-ready-digital-core>
9. KION Teams with NVIDIA and Accenture to Optimize Supply Chains with AI-Powered Robots and Digital Twins. (2025, January 6). Accenture: <https://newsroom.accenture.com/news/2025/kion-teams-with-nvidia-and-accenture-to-optimize-supply-chains-with-ai-powered-robots-and-digital-twins>
10. Narain, K. (2024, January 7). Technology Vision 2025. Accenture: <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/technology-trends-2025>
11. Azagury, J., Guan, L., et al. (2025). Making Reinvention Real with Gen AI. Accenture: <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/making-reinvention-real-with-genai-tl.pdf>
12. Friedrich, J. (2022, April 29). BMW iFactory. LEAN. GREEN. DIGITAL. - Master plan for the production of the future. BMW: <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0384893EN/bmw-ifactory-lean-green-digital-master-plan-for-the-production-of-the-future?language=en>
13. Digital First’ production. (2023, September 20). Mercedes-Benz: <https://group.mercedes-benz.com/innovation/digitalisation/industry-4-0/digital-first.html>
14. Ozsevim, I. (2023, December 12). Renault unveils ambitious Re-Industry transformation roadmap to reshape its production infrastructure for elevated industrial agility and enhanced sustainability commitment. Automotive Manufacturing Solutions: <https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/renault/renault-announces-re-industry-roadmap-to-transform-production-base/45018.article>
15. Industrial decarbonisation: Renault Group among the leaders. (2024, March 26). Renault Group: <https://www.renaultgroup.com/en/magazine/sustainable-development/industry-decarbonization-the-path-is-set>
16. Renault Group launches the first industrial Metaverse. (2022, November 14). Renault Group: <https://media.renaultgroup.com/renault-group-launches-the-first-industrial-metaverse/>
17. Renault Group settles into the future with its industrial metaverse. (2024, January 29). LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/renault-group-settles-future-its-industrial-metaverse-renaultgroup-cehie/>

Copyright © 2025 Accenture. All rights reserved. Accenture and its logo are registered trademarks of Accenture.

This content is provided for general information purposes and is not intended to be used in place of consultation with our professional advisors. This document refers to marks owned by third parties.

All such third-party marks are the property of their respective owners. No sponsorship, endorsement or approval of this content by the owners of such marks is intended, expressed or implied.

本調査について

アクセントチュアは、本調査にて二段階の調査アプローチを採用しました。まず、2024年8月から9月にかけて、主要な自動車、工業、航空宇宙企業の生産部門責任者を対象に詳細なインタビューを15件実施しました。これらのインタビューでは、経営幹部が自社のものづくりのターゲット像とそれを支える戦略的な柱をどのように定義しているか調査しました。

インタビュー結果を基に、2024年10月から12月にかけて、アジア（中国、日本、インド）、欧州（ドイツ、イタリア、フランス、オーストリア、デンマーク、フィンランド、スイス）、米国の主要な製造拠点における552人の工場責任者を対象に定量的なアンケート調査を実施しました。本調査では、主要なものづくりの原則、変革を実現する要素、計画されている実装手段、想定される限界、および2040年までのものづくりに関する仮説に基づいた見通しについて見解を収集しました（以下の仮説例を参照）。回答者は、自動車、工業マシン、電気・重機、商用航空宇宙業界にまたがる、100人から5,000人超の従業員を有する工場の責任者です。

ものづくりの責任者と工場責任者の意見を聴取することで、ものづくりの将来がどのように形成されるか、長期的なビジョンと運用上の現実を組み合わせた二つの視点を習得しています。

図2 仮説の定式（1ー10のスケールで回答）：

2040年までに、インダストリー5.0は、デジタル製造が、コンテキスト化されたエンドツーエンド情報、シミュレーション、AI最適化、およびGenAIの基盤に基づいて自律的なオペレーションの実施に向けて新たな段階を迎えます。

2040年までに、当社は従業員が操作するすべてのマテリアルハンドリング機器を無人搬送車（AGV）に置き換え、インテリジェントで自律的なインバウンド物流を可能にします。

2040年までに、当社はインテリジェントでスマートなロボットショップにグループ化された産業用ロボットと自律搬送走行ロボット（AMR）を活用し、製造プロセスの大部分を自律的に処理します。

2040年までに、当社の従業員は、産業メタバース内の異なる機能間でシームレスに連携するデジタルコネクテッドクルーとして動作します。

2040年までに、GenAIは当社の工場で大規模に採用され、自己学習マシン、インテリジェントな人間とマシンの相互作用、運用効率と人材使用率のリアルタイムの最適化を可能にします。

2040年までに、当社はデジタルオペレーションツインを実装し、仮想と物理的な製造における、製品、プロセス、リアルタイムデータを統合し、実用的なリアルタイムデータを提供します。

2040年までに、スマートで接続された製造セルが直線的な生産モデルの大部分を置き換え、高度にカスタマイズされた製品を柔軟かつ効率的な方法で工業化生産します。

2040年までに、当社の倉庫は完全に自動化・デジタル化されたダークウェアハウス（完全自動化倉庫）となり、製造プロセスとリアルタイムな同期を実現し工場にシームレスに統合され

アクセントチュアについて

アクセントチュアについて

アクセントチュアは、世界をリードする企業、政府機関、その他の組織がデジタルコアを構築し、業務を最適化し、収益の成長を加速し、市民サービスを強化することで、目に見える価値を迅速かつ大規模に創出することを支援する世界的なプロフェッショナルサービス企業です。アクセントチュアは、120カ国以上のクライアントにサービスを提供する約791,000人の人材とイノベーション主導の企業です。テクノロジーは今日の変化の中心であり、アクセントチュアは強力なエコシステム関係を構築して、その変化の推進を支援する世界的なリーダーの一社です。アクセントチュアは、クラウド、データ、AIにおけるテクノロジーの強みとリーダーシップを、比類のない業界経験、機能の専門知識、グローバルな提供能力と組み合わせています。ビジネスコンサルティング本部、テクノロジー、オペレーション、インダストリーX、ソングにわたるアクセントチュアの幅広いサービス、ソリューション、資産は、成功を共有するというアクセントチュアの文化と360°バリューの創造へのコミットメントと共に、お客様が信頼できる永続的な関係を再発明し、構築するのを支援することを可能にします。アクセントチュアの成功は、お客様、お互い、株主、パートナー、コミュニティのために作成する360°バリューによって測定されます。

www.accenture.comをご覧ください。

アクセントチュアResearchについて

アクセントチュアResearchは、グローバル企業が直面する最も差し迫った問題について、トレンドを形成し、データドリブン型の洞察を生み出します。革新的なリサーチ技術とお客様の業界に対する深い理解を組み合わせることで、300人の研究者とアナリストからなる当社のチームは20カ国に及び、毎年数百ものレポート、記事、視点を発表しています。独自のデータとMITやハーバード大学などの主要組織とのパートナーシップに支えられた当社の示唆に富む研究は、当社のイノベーションを導き、理論と斬新なアイデアをお客様のための現実世界のソリューションに変えることを可能にします。

www.accenture.com/researchをご覧ください。

Copyright © 2025 Accenture. All rights reserved. Accenture and its logo are registered trademarks of Accenture.

This content is provided for general information purposes and is not intended to be used in place of consultation with our professional advisors. This document refers to marks owned by third parties.

All such third-party marks are the property of their respective owners. No sponsorship, endorsement or approval of this content by the owners of such marks is intended, expressed or implied.