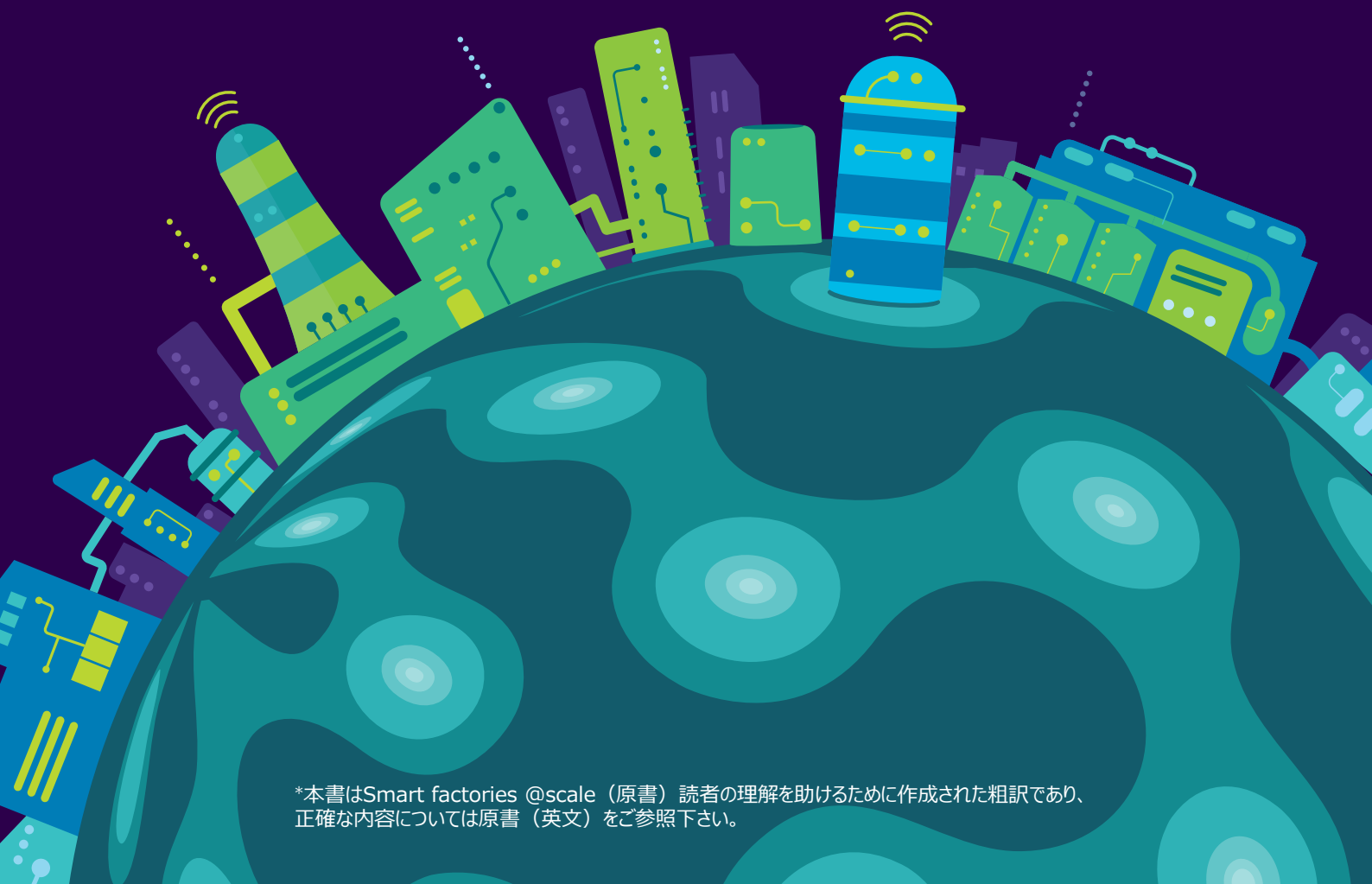


Smart factories @ scale

-大規模スマートファクトリー-

設計による効率化 & 閉ループオペレーションを通じて、
1兆ドルの価値を獲得



*本書はSmart factories @scale（原書）読者の理解を助けるために作成された粗訳であり、
正確な内容については原書（英文）をご参照下さい。

エグゼクティブサマリー：要旨

労働生産性や資産効率のその先、インダストリー4.0における次なるパフォーマンスの飛躍は、生産システムのエンド・ツー・エンドの効率性によって実現されます。

- **設計による効率化**：物理的なオペレーションに入る前に、工場の仮想設計、シミュレーション、試運転を行って、ライフサイクルの始めから最後まで、プロセスの効率アップを目指します。
- **オペレーションの有効性**：データアナリティクスやアドバンストアナリティクスを活用して、「閉ループ」を実現し、最終的に自己最適化を行うオペレーションを実現します。
- **大規模な展開**：インダストリー4.0がもたらすすべての価値を実現するために、初期のパイロット展開から体系的な展開へと移行します。

これらはインダストリー4.0の未来を形成するものです。したがって、スマートファクトリーイニシアチブの規模の拡大こそが企業にとっての次の課題となります。以下、今回の調査の重要なポイントをまとめます。

企業のスマートファクトリーに対する意欲と能力・適性は上向きを示している：

2年前と比較して、より多くの企業がスマートイニシアチブを進めており、ファクトリーの3分の1がすでにスマート施設へと形を変えています。

- 企業は、今後5年間でスマートファクトリーを40%増やし、年間投資額を過去3年間で比較して1.7倍に増やす予定です。
- 企業は、「設計による効率性」と「閉ループオペレーションによるオペレーショナル・エクセレンスの実現」の2つにフォーカスを定めて取り組んでいます。

スマートファクトリーの潜在的な価値付加はこれまでになく大きくなっている：

- スマートファクトリーから得られる価値の規模は平均2兆ドルで、2017年の予測を上回っています。しかしながら、この全体的な価値の3分の2はまだ実現されていません。この

実現には、設計による効率化と閉ループオペレーションがいずれも等しく貢献するでしょう。

- 価値付加の上昇には多くの理由があります。たとえば、スマートファクトリーイニシアチブの浸透が進んだこと、企業によるアグレッシブな計画、期待する利益・利点の増加などがあげられます。
- 5Gは、そのさまざまな機能により、リアルタイム & 高信頼性のアプリケーションを導入・強化する機会を製造企業に提供するため、スマートファクトリーイニシアチブの重要なイネーブラ（実現要因）となります。

企業は、「スマートファクトリーイニシアチブのスケールアップ」という次の課題に取り組む必要がある：

- 既存のイニシアチブを成功ととらえている企業はわずか14%にとどまり、多くの企業は、成功させるのは難しいと認識しています。
- 規模の達成における最大の問題は、IT-OTコンバージェンス（融合）に関する課題、そして「ハイブリッド」能力ならびにソフトスキルの開発・育成の必要性です。

— デジタル継続性¹を確保し、コラボレーションを可能にするためには、デジタルプラットフォームの展開および統合、データ準備性、セキュリティを含む、効果的なIT-OTの融合が不可欠です。非依存型でセキュアな多層アーキテクチャは漸進的な融合を可能にします。

PLM²、MES/SCADA³、ロボティクスは、依然として産業アーキテクチャの重要なコンポーネントです。しかし、大規模展開のための投資の主要領域は、データドリブンなオペレーションやリモート能力、モバイル能力をサポートするIoTとマニファクチャリングインテリジェンスです。

適切かつ十分なデータ可用性とセキュリティ対策を備えている企業は50%未満です。その一方で、昨年、製造企業のほぼ4分の1がサーバー攻撃を受けています。

- スマートファクトリーへのトランスフォーメーションを推進するには、デジタル人材に加えて、広範囲に及ぶスキルと能力が必要です。その中には「エンジニアリング & マニファクチャリング」、「マニファクチャリング & メンテナンス、

テナンス」そして「安全性 & セキュリティ」などのハイブリッドなプロフィールが含まれます。また、問題解決やコラボレーションスキルなどのソフトスキルも極めて重要です。にもかかわらず、スキルギャップを埋めるための企業投資は十分なスピードで行われていません。

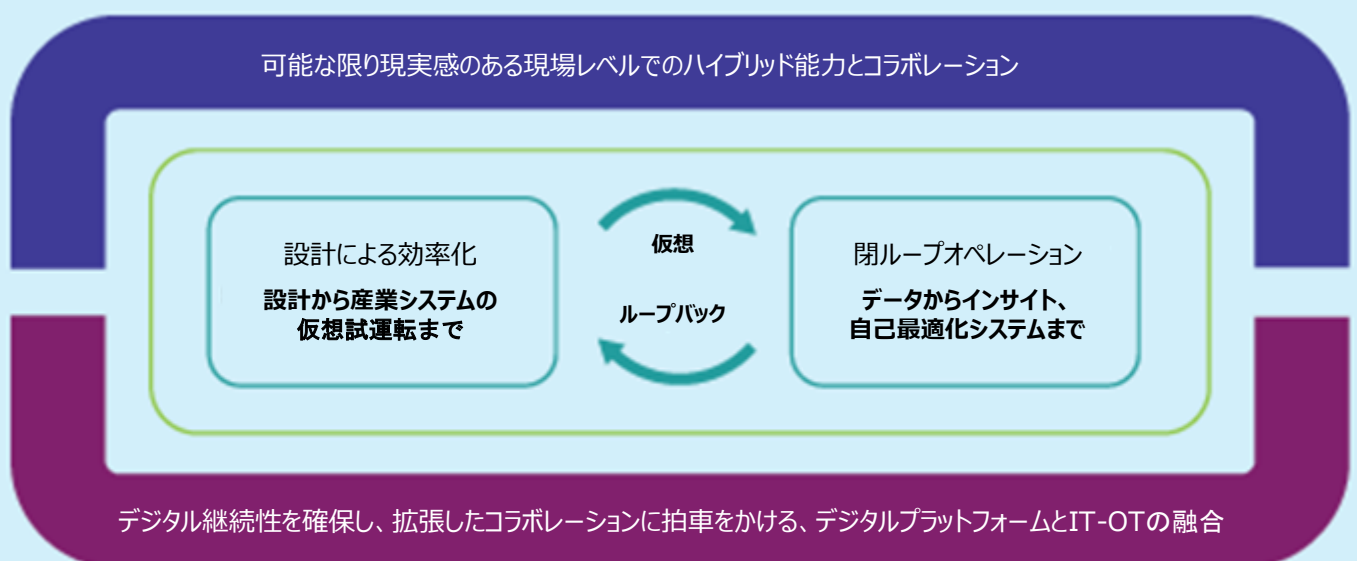
- それと同時に、スマートファクトリーのポテンシャルを解き放つためには、企業は強力なガバナンスプログラムを設計・実施し、データ主導型オペレーションの文化を育成する必要があります。

企業は、ハイパフォーマン企業から学ぶ必要がある：

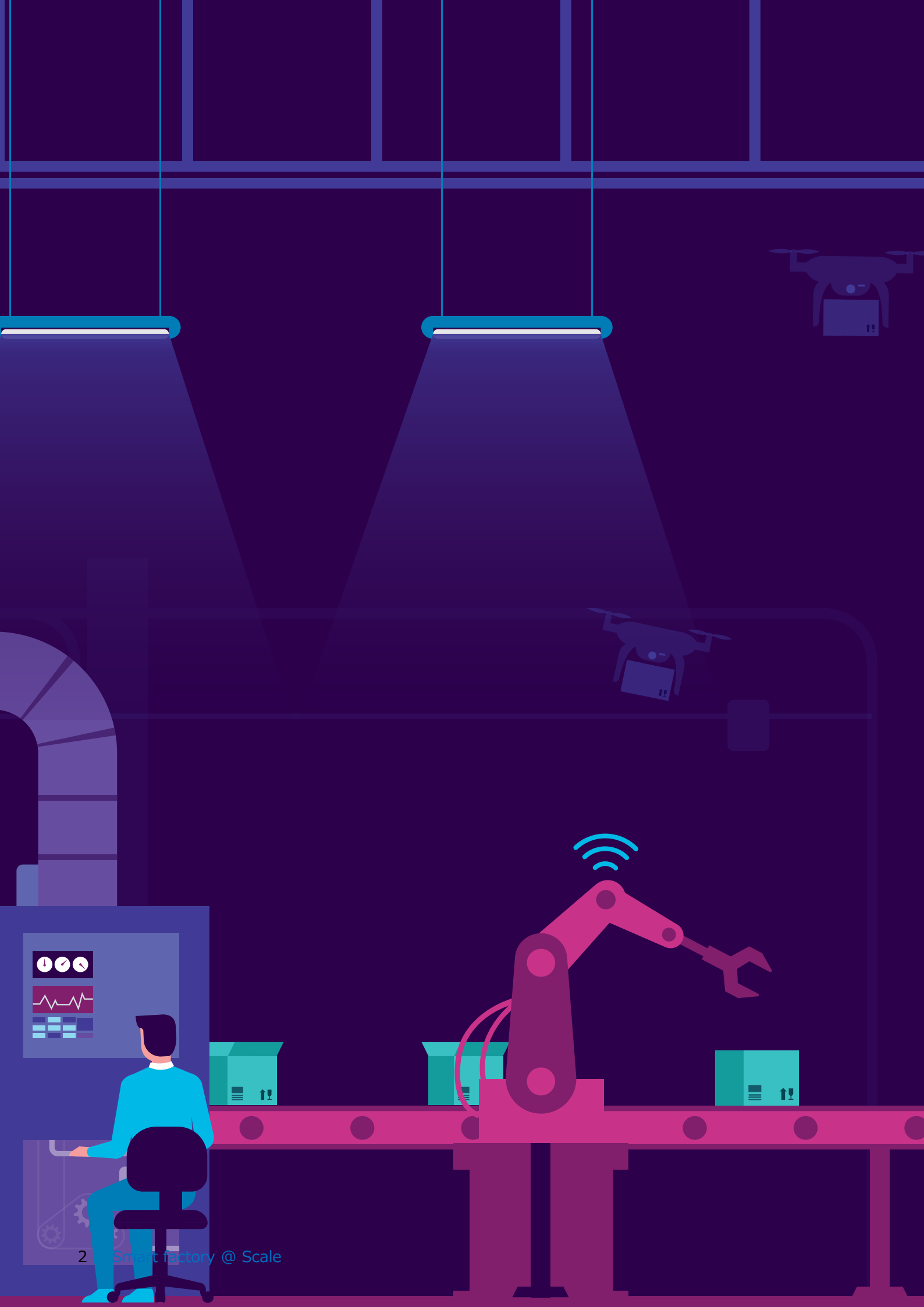
- 調査対象の10%にあたる少数のハイパフォーマングループ（本書では「フロントランナー」と呼びます）は、自社の産業システムのデジタル化に成功しました。このエリートグループは、基盤（デジタルプラットフォーム、IT-OTの融合、タレント、ガバナンス）に多額の投資を行うと同時に、データとコラボレーションのパワーを活用して「設計による効率」と「オペレーションにおける有効性」のバランスをとっています（図1を参照）。
- 企業は、遅滞個所を特定し、フロントランナーたちのベストプラクティスから学ぶ必要があります。

スマートファクトリーは、インテリジェントインダストリーに欠くことのできない重要な部分です。ですから、スマートファクトリーのポテンシャルをフルに実現することが、インテリジェントインダストリーの恩恵を得るためのカギとなります。

図1 スマートファクトリーの課題



データ : Capgemini analysis





はじめに

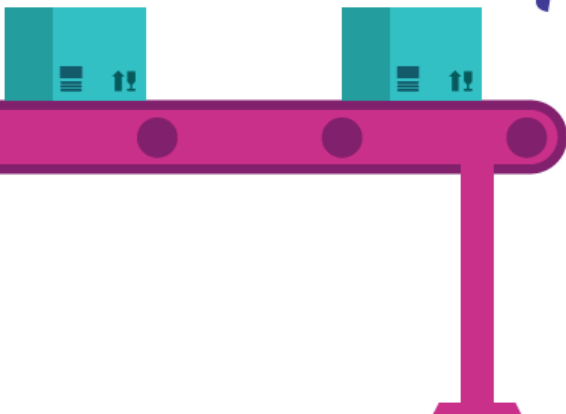
製造企業は、スマートファクトリーに多額の投資を行っています。MES、ERP、PLMなどの技術に関するスマートファクトリー市場は、2019年現在約1540億ドルに相当し、2019年から2024年⁴の5年間、年平均成長率（CAGR）10%近くで成長すると予測されています。スマートマニュファクチャリングプラットフォームのみに限って見ても、その市場は2019年には44億ドルに達し、今後5年間、CAGR20%での成長が見込まれています⁵。

この成長予測は、私たち、キャップジェミニ・リサーチ・インスティテュートが2017年に同じテーマで調査を実施したときの予測を裏付けるものです。当時の調査では、当時製造企業の45%近くが「スマートファクトリーのイニシアチブが進行中」であったことが示されています⁶。

今回の調査目的は、「製造企業は今、どのようにスマートファクトリージャーニーに取り組んでいるか」を知ることです。今回の調査では、製造企業1000社、主にスマートファクトリーのイニシアチブが進行中の企業をターゲットに選びました。さらに、スマートファクトリーイニシアチブまたはスマートファクトリーそのものを監督するエグゼクティブの方々と掘り下げたディスカッションを20回近く行いました。その目的は、イニシアチブの進捗、デジタル技術の採用、そして製造企業が規模の達成において直面する課題を理解することです。製造企業は全般的に多額の投資を行っていますが、その多くは、スマートファクトリーがもたらすであろう計り知れないポテンシャルの実現に苦労しています。

本レポートは、キャップジェミニの「Intelligent Industry（インテリジェントインダストリー）」シリーズ^{7, 8}の一部を成すものとして、以下の領域について調査・考察します。

1. スマートファクトリーに対する企業の意欲・欲求と、イニシアチブのこれまでの進捗
2. スマートファクトリーから得られる価値の規模
3. 企業がイニシアチブの拡大で直面する課題
4. スマートファクトリートランスフォーメーションのジャーニーをはるかに先行するハイパフォーマンス企業から学ぶべき教訓
5. スマートファクトリートランスフォーメーションを加速するための推奨事項



スマートファクトリーとは？

「スマート」なファクトリーは、生産性、柔軟性、サービスの大幅な改善にデジタル技術を活用します。

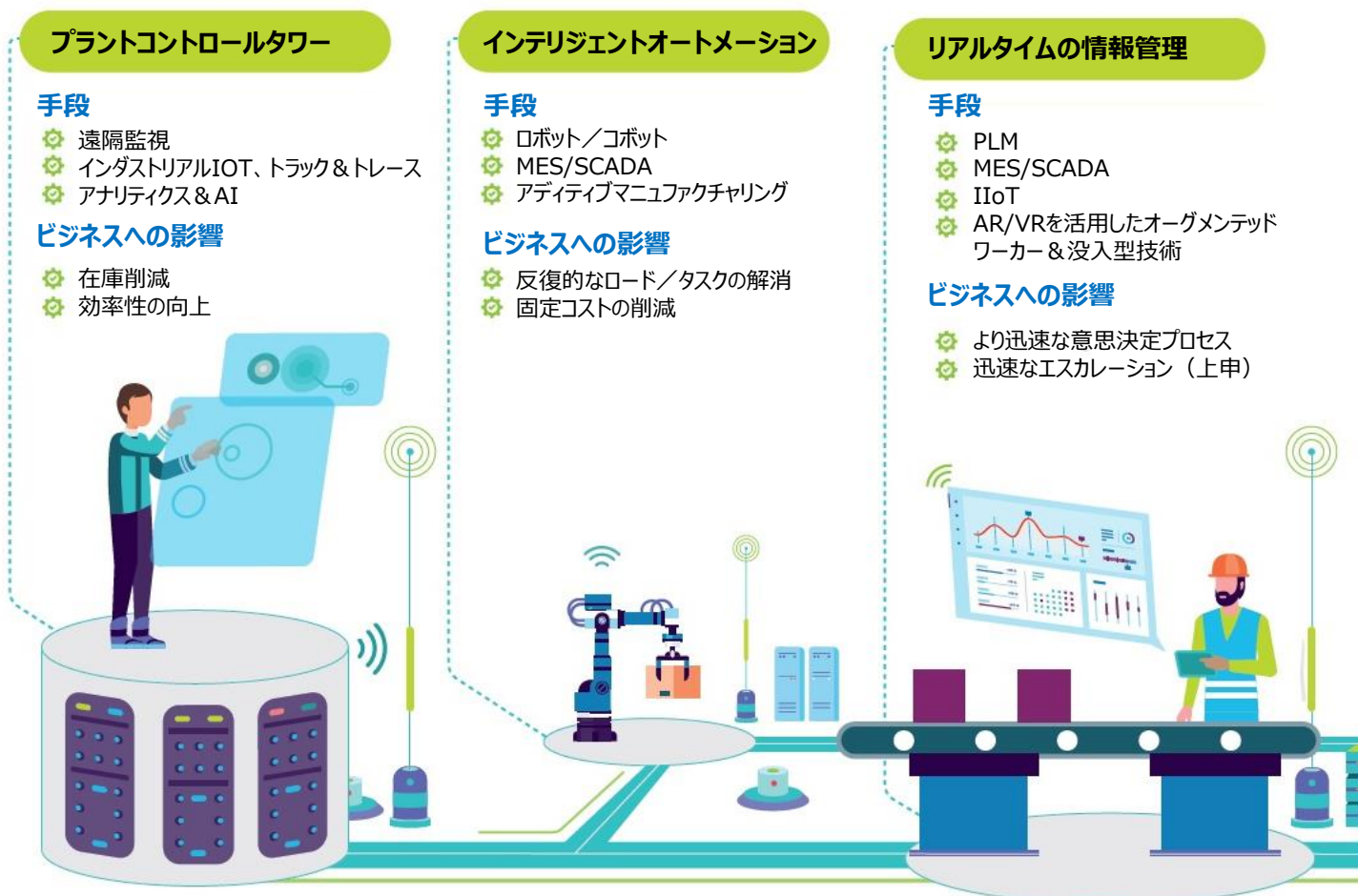
スマートファクトリー実現のカギとなる3つのデジタル技術：

- コネクティビティ（IIoTを活用して、既存の設備・機器と新しいセンサーからデータを収集します）
- インテリジェントオートメーション（高度なロボティクス、マシンビジョン、分散制御、ドローンなど）
- クラウド規模のデータ管理とアナリティクス（予測分析／AIの実装など）
- これらのデジタル技術は、IT-OTの融合を実現して、設計から運用までのエンド・ツー・エンドのデジタル継続性をサポートします（デジタルツイン）。

スマートファクトリーの一番の特徴は、「閉ループ」&データドリブンなエンド・ツー・エンドのオペレーションの最適化です。アドバンスト・アナリティクスはまず意思決定サポートに使用されますが、最終的な目標は、ファクトリーが需要・供給の変動、プロセスの逸脱に対してコンスタントに適応する「自己最適化オペレーション」に到達することです。

コアオペレーション、サポートオペレーションのパフォーマンスを向上させるために、さまざまな技術をどのように展開するのか、その方法を図2に示します。

図2 デジタル技術を活用したスマートファクトリーオペレーション



エネルギー管理

手段

- ⚙️ センサーとIIoTを活用したスマートエネルギー管理
- ⚙️ アナリティクス&AI（処方的&予測的）

ビジネスへの影響

- ⚙️ エネルギーの節約
- ⚙️ ピーク時の電気消費量の削減

オペレーター強化

手段

- ⚙️ AR/VRを活用したオーグメンテッドワーカー&没入型技術
- ⚙️ 遠隔支援

ビジネスへの影響

- ⚙️ 品質改善
- ⚙️ 効率性の向上
- ⚙️ オペレーターの強化

品質アナリティクス&適応型テスト

手段

- ⚙️ アナリティクス&AI

ビジネスへの影響

- ⚙️ 効率性の向上
- ⚙️ スクラップの削減

予知保全

手段

- ⚙️ アナリティクス&AI
- ⚙️ IIoT
- ⚙️ 予測的アナリティクス

ビジネスへの影響

- ⚙️ OEE、MTTR、MTBFの改善
- ⚙️ ダウンタイムを最小限に抑制

フローシミュレーション

手段

- ⚙️ デジタルツイン
- ⚙️ IIoT
- ⚙️ AR/VRを使用したシミュレーション

ビジネスへの影響

- ⚙️ ラインバランシング
- ⚙️ バーチャルコミッショニング
- ⚙️ 生産リスクの軽減



1. 製造企業によるスマートファクトリーへの多額の投資

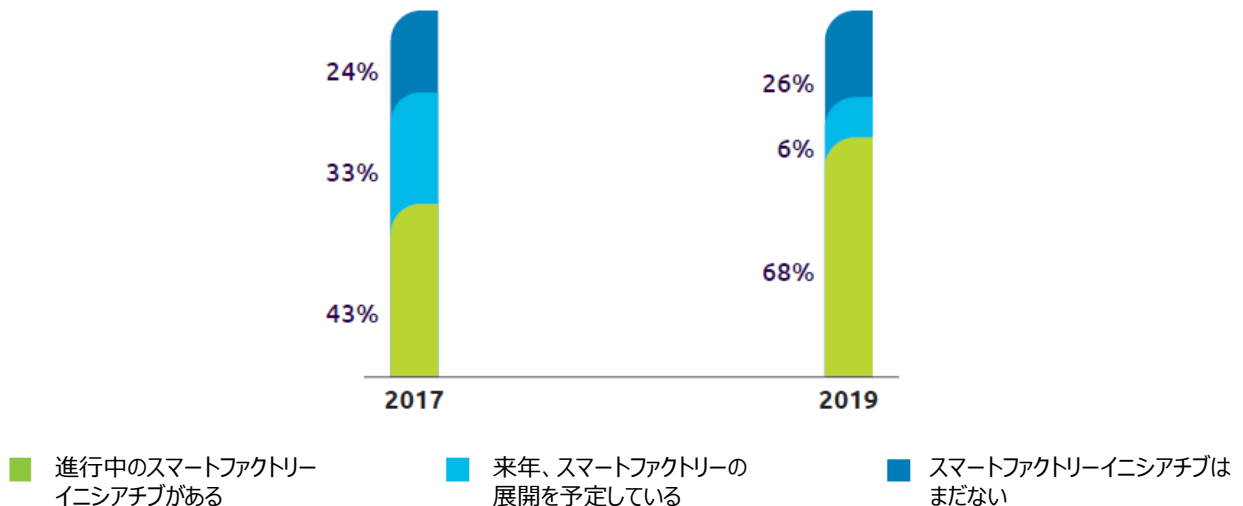
製造企業の70%近くがスマートファクトリーイニシアチブを追求

現在スマートファクトリーイニシアチブを進めている企業数は、私たちが前回スマートファクトリーをレポートで取り上げた2017年と比較して大幅に増えています。スマートファクトリープロジェクトを進行中の企業は、2017年では全体の43%でしたが、今回の調査では68%に増えています。

図3は、前回と今回の調査の結果をさらに詳細に比較したものです。この図が示すように、2年前、スマートファクトリーイニ

シアチブを計画していた企業（33%）のほぼすべてがイニシアチブを開始しています。この普及は、これらのイニシアチブに対する企業の熱い期待に支えられています。インド最大級の大型商用車メーカー、Ashok LeylandのCTO、Sheshu Bhagavatula氏は、同社には「スマートファクトリーイニシアチブを開始した3つの主な理由」があるとし、「第1の理由は、古いファクトリーのオペレーションを近代化、デジタル化することにより、古いファクトリーの生産性を向上させるため、第2の理由は、人間では検出が困難な品質問題に対処するため、そして第3の理由は、受注生産または大量カスタマイズの機能を組み込むため」と説明しています⁹。

図3 スマートファクトリー採用の比較 – 2017年 vs 2019年



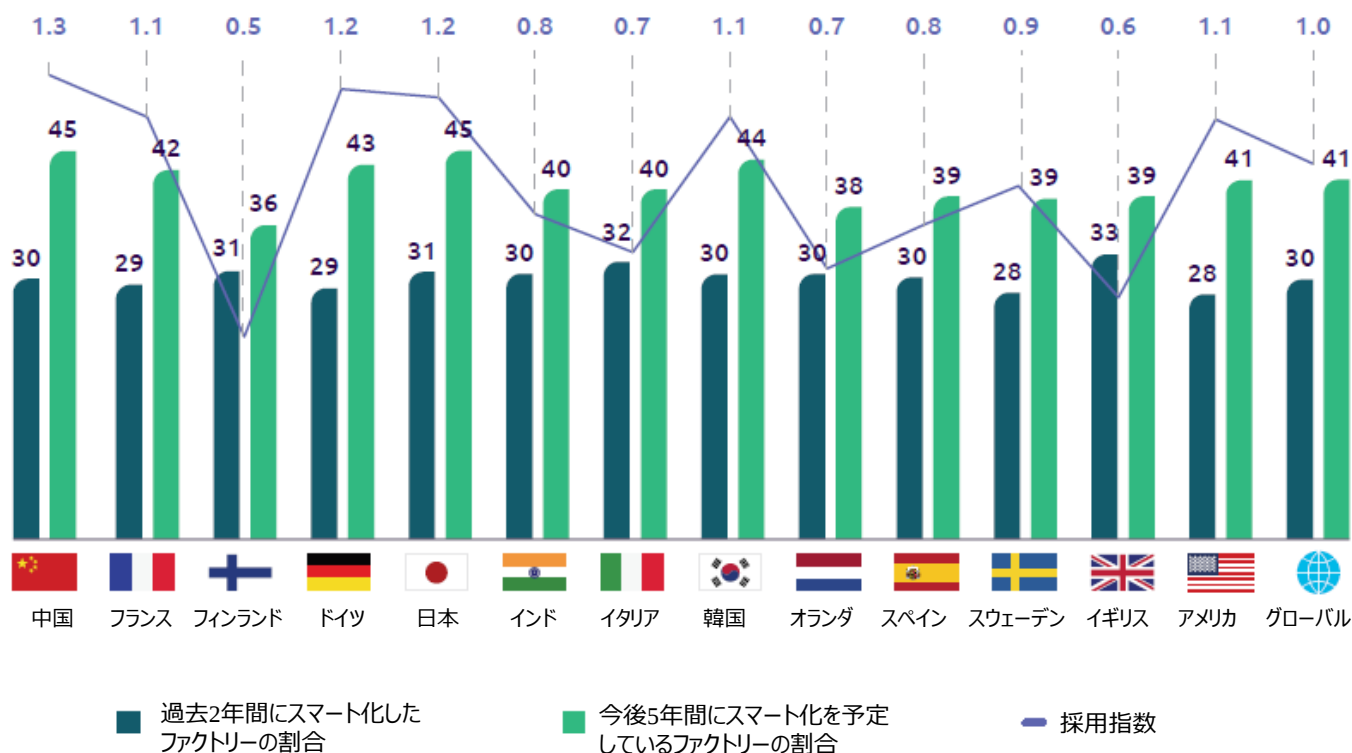
出典 : Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=1348 manufacturers』

企業は、自社工場の30%（平均）をすでにスマート化しています。今回、将来のためのプランに対する強い願望・意志を理解・測定するために、スマートファクトリー採用指数を独自に開発しました。国／セクターのスコアが1を超えた場合、かかる国／セクターでは平均よりも積極的な拡張計画があること

を示しています。この指数を使って測定した結果、スマートファクトリー採用における上位3か国は、中国、ドイツ、日本、そのすぐ後ろを韓国、アメリカ、フランスが追っています。

図4

過去2年間に「スマート」オペレーションへのトランスフォーメーションを実施したファクトリーの割合&国別の将来拡張計画指数



* スマートファクトリー採用指数は、拡張計画に対する強い願望・意志を示します。指数が1よりも大きいということは、その国が平均よりも積極的な拡張計画を有していることを意味し、逆に指数が1を下回る場合は、積極的拡張計画が平均を下回っていることを意味します。

出典 : Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April-May 2019, N=912 manufacturers』



スマートファクトリーイニシアチブを開始した3つの主な理由とは、「1. 古いファクトリーのオペレーションを近代化、デジタル化することにより、古いファクトリーの生産性を向上させるため」、「2. 人間では検出が困難な品質問題に対処するため」、そして、「3. 受注生産または大量カスタマイズの機能を組み込むため」。

Ashok Leyland社

社長 : New Technologies and Business Initiatives担当

Sheshu Bhagavatula氏

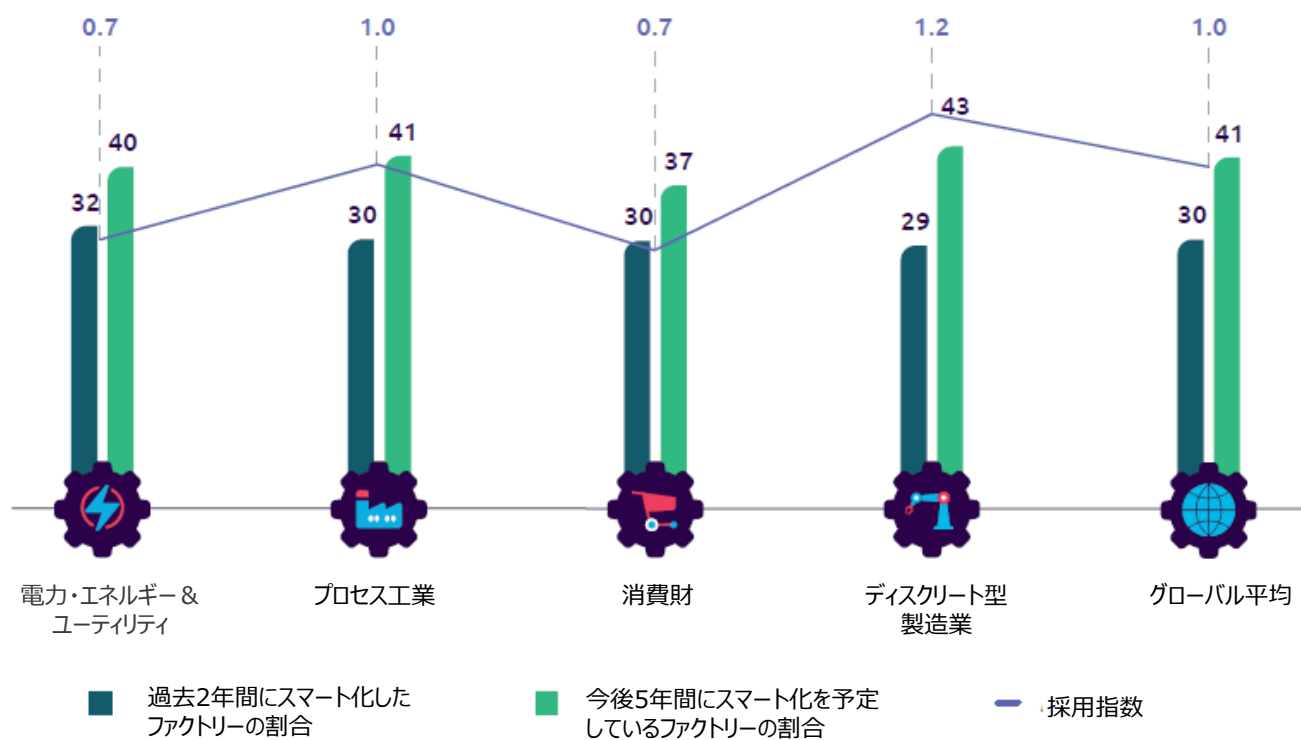
ファクトリーの3分の1はすでにスマート化、今後5年間でさらに40%のトランスフォーメーションを計画

単にスマートファクトリーイニシアチブを開始した企業が増えただけでなく、かかる企業は、ファクトリーの設備面積全体に対するスマート化についてもスマート化を積極的に推し進める計画をもっています。

図5で示すように、電力 & ユーティリティのセクターは、現時点において他のセクターよりも進み具合がよいようです。ディスクリート型製造業は、これまでは同じ製造業界の中でスマートファクトリーの採用に後れをとっていましたが、1.2というスコアは、遅れを取り戻すための積極的な計画があることを示しています。

図5

過去2年間に「スマート」オペレーションへのトランスフォーメーションを実施したファクトリーの割合 & セクター別の将来拡張計画指数



* スマートファクトリー採用指数は、拡張計画に対する強い願望・意志を示します。指数が1よりも大きいということは、その国が平均よりも積極的な拡張計画を有していることを意味し、逆に指数が1を下回る場合は、積極的拡張計画が平均を下回っていることを意味します。

出典：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers』

企業は、今後5年間でさらに平均41%のファクトリーのアップグレードを目指しています。今回の調査では、以下をはじめとする多数のサブセクターにおいて、この迅速な拡張を支える野心的な計画があることが判明しました。

- 自動車 & 部品
- 航空宇宙産業
- 医療機器
- セミコンダクター／ハイテク



製造企業、スマートファクトリーへの年間投資を1.7倍に

スマートファクトリーに対する熱意は、企業の投資計画からも明らかです。今回の調査によると、企業が計画する今後3

年間の投資額は、年間ベースで収益の平均3.24%です。これは過去3年間の年間投資額の1.7倍です（図6参照）。

図6

過去および今後3年間のスマートファクトリーへの年間投資（収益に占める割合：%）



出典：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers』

このような多額の投資計画を主に推進しているのがグリーンフィールドプロジェクトです。

- 企業の半数以上（55%）が、自社のスマートファクトリーイニシアチブに、グリーンフィールドプロジェクトが含まれていると回答しています。
- これは特に中小企業（年間収益が100億ドル未満）に多く、たとえば50億ドルから100億ドルの収益層において、グリーンフィールドプロジェクトがイニシアチブに占める割合は、2017年の50%から2019年の59%に伸びています。

グリーンフィールドプロジェクトは、新しいアーキテクチャまたは概念を実装し、大規模な実験を可能にする機会を提供し

ますが、より多くの投資、しばしば何億ドルにも及ぶ投資を必要とします。なぜなら、土地や建物、電力供給、機械設備のコスト、さらにスマートファクトリーに必要なソフトウェアおよびハードウェアのコストが含まれるからです。たとえば、P&G社が米国・シンシナティに展開する総面積785エーカーのグリーンフィールドスマートファクトリーのコストは5億ドルです¹⁰。Audi社は、メキシコ・サン・ホセ・チアパスにあるプラントのグリーンフィールドスマートファクトリーに10億ドル以上投資しています¹¹。グリーンフィールドスマートファクトリーイニシアチブは、特に小規模から中規模の収益層の企業において、その収益のかんりの部分を占めるものとなってきています。

企業は「設計による効率化」を重要な側面とらえているが、ジャーニーはまだ始まったばかり

ひとつのファクトリーは、非常に複雑な、生きたシステムであり、グリーンフィールドプロジェクトであれブラウンフィールドプロジェクトであれ、まず設計により効率化されなければなりません。したがって、企業は物理的オペレーションを作り出す前に、仮想技術を使ってファクトリーを試運転、設計、シミュレートします。これは、プロセスを最大効率で稼働させるためのものです。たとえば、トヨタはこの方向に向けて重要な一歩を踏み出しました。トヨタの設計技術&生産技術部門では、ひとつのモデルの実際の生産が始まる前に、コンポーネントの設計および組立プロセスを仮想空間でシミュレートします¹²。

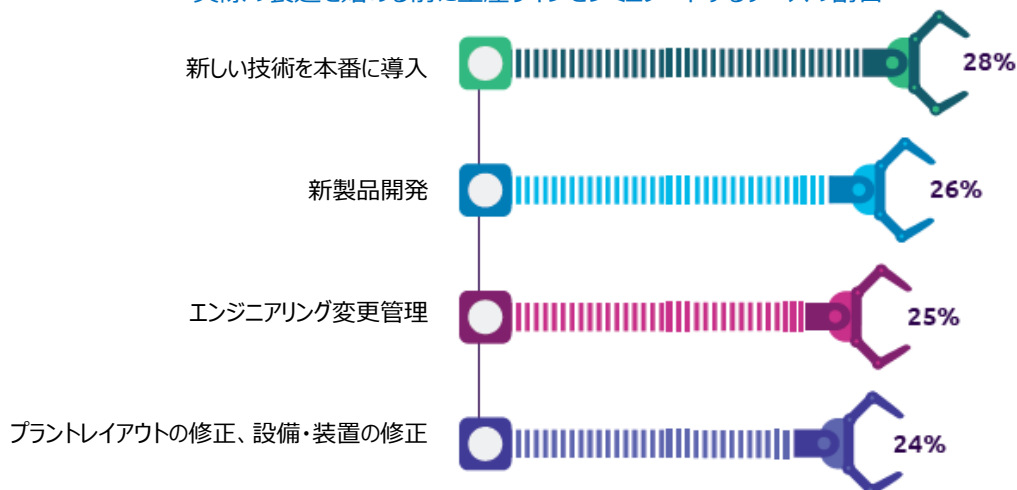
当調査によれば、企業の約半数（47%）は「設計による効率化」を自社イニシアチブにおける非常に重要な側面としてとらえています。今回の調査では、企業の「設計による効率化」への道のり（ジャーニー）を評価するために、3つの重要な領域を検討しました。

- 生産ラインの仮想シミュレーション - 30%が「製造を開始する前に生産ラインをシミュレートする」と回答
- 製品・プロセスの同時並行設計 - 44%が実践
- 産業システムの仮想的試運転 - 産業システムの40%が仮想的に試運転されています

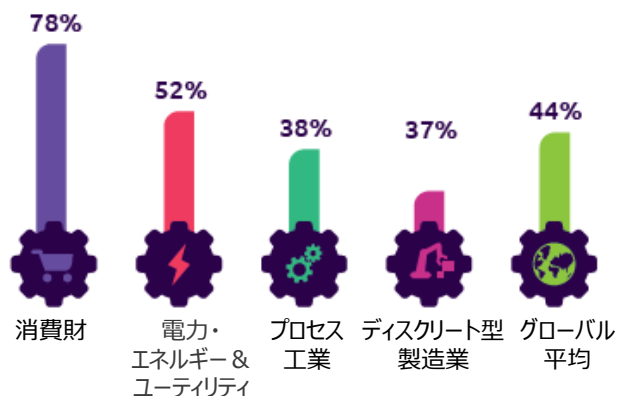
図7

企業の「設計による効率化」へのジャーニー

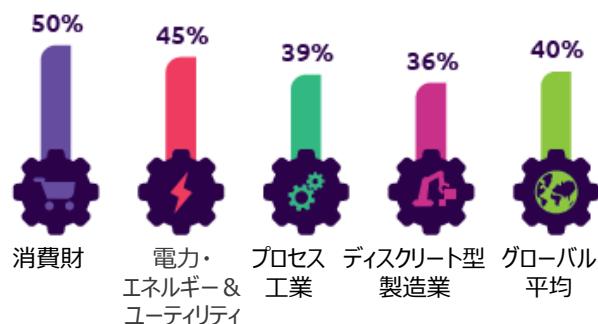
実際の製造を始める前に生産ラインをシミュレートするケースの割合



製品と工業プロセスを同時に設計している企業の割合



仮想的試運転を実施した産業システムの割合（平均）



出典：Capgemini Research Institute. 『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』

企業の「オペレーショナル・エクセレンス」へのジャーニー：進展はあるものの前途遼遠

企業の3分の1以上（37%）は、ファクトリーのパフォーマンスを改善する次なるフロンティアについて、労働生産性の向上ではなく、産業システムの効率化／オペレーショナル・エクセレンスであると考えています。たとえば、Groupe PSA社は、エクセレントプラントプログラムの一環として、データとデジタル的に最適化されたプロセスを活用して、自動車1台あたり700ユーロのコストダウンを計画しています¹³。

今回の調査では、企業のオペレーショナル・エクセレンスの成熟度を評価するために、以下の4つの重要領域を調査・分析しました。

- データ駆動型意思決定の採用
- 事後対応型意思決定から予防的・予測的意思決定への進化

- デジタルプロセスの最適化
- ボトルネックと計画外の生産問題に対処するための準備態勢

分析の結果、企業は前進を続けていたことが判明しました。

- 企業の3分の1近くが、データ駆動型ならびに予測的意思決定とプロセスのデジタル的最適化について、成熟に達していました。
- また、企業の約40%が、ボトルネックと計画外の生産問題に対処するための準備態勢を整えていることも判明しました。

大半の企業はいまだこの4つの領域で成熟に達していませんが、有望な進歩を続けている企業もあります。

図8

企業がオペレーショナル・エクセレンスを実現するためのジャーニー

以下の領域において、データ駆動型意思決定をどの程度採用したか？



生産決定管理へのアプローチ

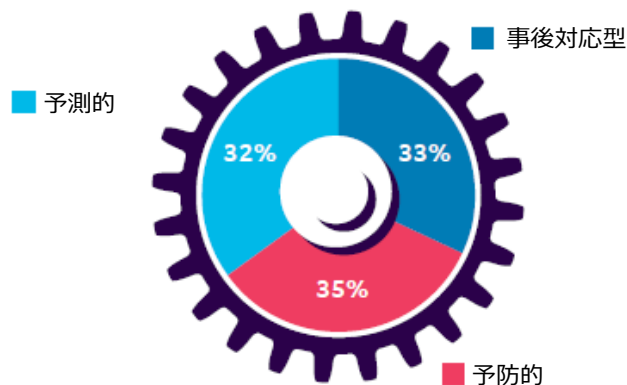
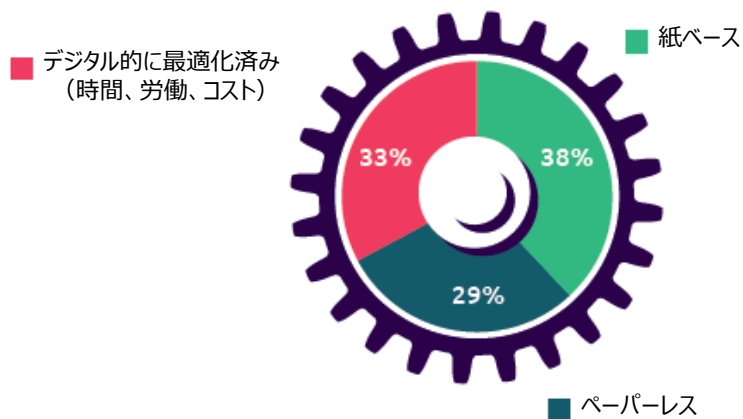


図8

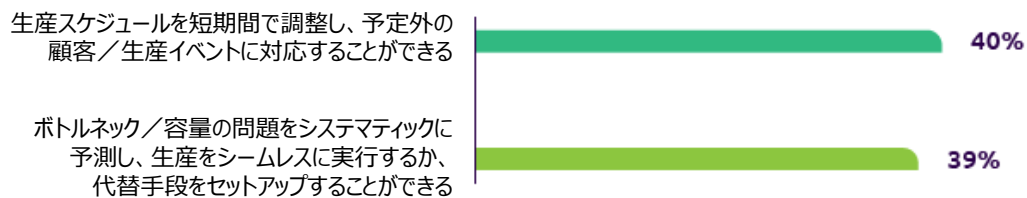
企業がオペレーショナル・エクセレンスを実現するためのジャーニー（続き）

プロセスの現在の混合割合



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers』

ボトルネックの問題を予測し、計画外の生産イベントに対処する準備態勢



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』

33%

製造企業で
デジタル的に最適化されている
生産プロセスの割合（平均）

設計による効率化と閉ループオペレーションは、スマートファクトリーのメリットを等しく促進

今回の調査では、スマートファクトリーから得られるさまざまな利益を2つの領域に大きく分類しました。

- 生産の費用対効果に関わる生産性の向上
- 製造企業の売上を牽引する市場シェアの増加

企業は、スマートファクトリーイニシアチブを活用し、資産活用、欠陥コスト、メンテナンスコストなどの領域を最適化し、予期せぬダウンタイムを回避することで、生産する商品の価値を最大化することができます。このような生産製品価値の最大化の要因はすべて、生産性の向上に貢献します。

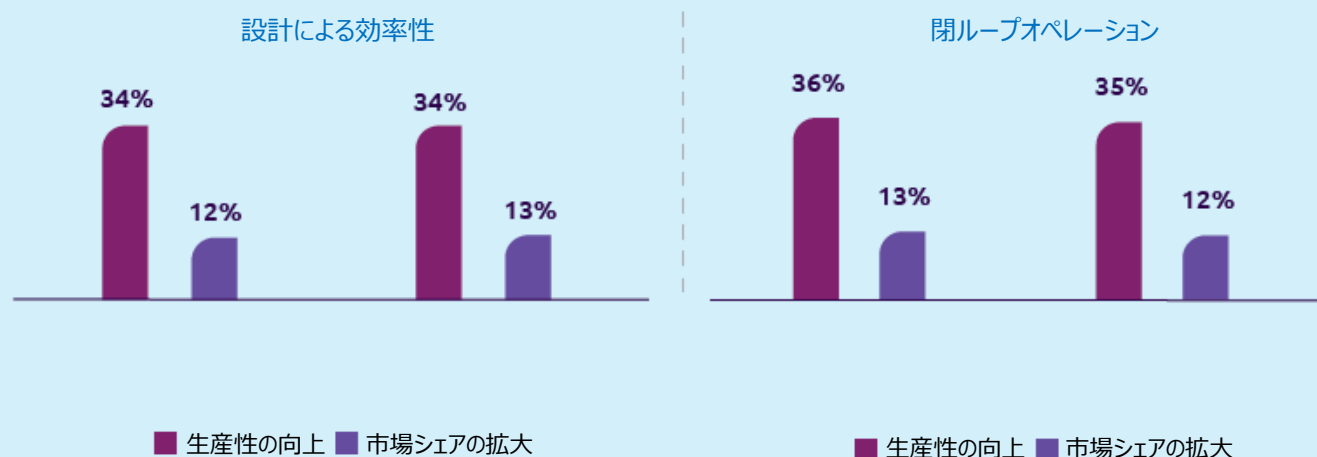
同時に、スマートファクトリーイニシアチブは、製品ポートフォ

リオのローテーションの改善やTime-to-Marketの短縮、オンタイムデリバリーの実現にも役立ちます。これらの領域での改善は、その企業が平均的な同業他社よりも迅速でよりよい市場機会を得るのに役立つので、市場シェアの拡大につながります。

今回の調査データによると、設計による効率化と閉ループオペレーションは、生産性の向上と市場シェアの拡大の両方において等しく貢献していることが判明しました（図9参照）。設計による効率化、閉ループオペレーションは、いずれもKPI（たとえば、OEE：総合設備効率、設備稼働率）、メンテナンスコスト、人件費、Time-to-Market、オンタイムデリバリーなど）に影響を与え、生産性と市場シェアを高めます。

図9

設計による効率化と閉ループオペレーションは、同じ速度でスマートファクトリーの利益を促進



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers』

設計による効率化は、資産活用や欠陥コストなどの領域を改善することで生産性の向上に貢献することができます。また、製品ポートフォリオのローテーションやTime-to-Marketなど、市場シェアの拡大につながる領域にポジティブな影響を与えるでしょう。

同様に、閉ループオペレーションは、メンテナンスコストや在庫コスト、資産活用などの領域を最適化することにより、生産性の向上に役立つと同時に、Time-to-Marketの短縮やオンタイムデリバリーを支援して、市場シェアを改善します。

2. スマートファクトリーから得られる現在の価値の規模は、2017年の調査時よりも大きい

スマートファクトリーは、製造企業の生産性の向上に有効です。2017年の調査レポートでは、「スマートファクトリーイニシアチブによる生産性の向上は、グローバル市場を5000億から1兆5000億ドル規模で拡大する」と予測していました。

今回は、2019年における価値を見極めるために、スマートファクトリーごとに期待する生産性の向上の目標と、既存のイニシアチブによる現在の利益を調査・分析しました。その結果、製造企業は、設計による効率化とオペレーショナル・エクセレンスの両方が等しく生産性の向上に貢献することを期待していることが判明しました。そこで、製造がグローバルGDPに与える現在の付加価値貢献を使用するアプローチを用いて、慎重、平均的、積極的の3つのシナリオを検討しました。これらのシナリオは、今後5年間のスマートファクトリー採用度と目標とする生産性向上を示すものです。その結果を以下にまとめます。

- 慎重なシナリオ：生産性の向上により、グローバルGDPに追加される価値は1.5兆ドル
- 平均的シナリオ：2兆ドル
- 積極的シナリオ：2.2兆ドル

2019年にこのような高い価値が推定された主な理由は、以下のとおりです。

- スマートファクトリーに対する関心の高まり — 2017年にスマートファクトリーイニシアチブを実施していた企業は全体の43%に過ぎませんでしたが、2019年には68%まで増加しました。
- すでに示したとおり、2019年、企業は自社のファクトリーネットワーク全体でスマートファクトリーの割合を増やす計画を立てています。
- また、初期に発生する問題が解決されるにつれてプログラムがより安定してくるため、企業は将来のイニシアチブからより大きな利益を期待しています。



図10 スマートファクトリーには、2023年までに年間1.5兆～2.2兆ドルを追加する可能性がある

	慎重なシナリオ	平均的シナリオ	積極的シナリオ
A. 2017年～2018年にスマート化されたファクトリーの割合 (調査データに基づく)	29.6%	29.8%	31.6%
B. 現在達成した生産性向上と比較して、2023年までに期待される生産性向上率 (調査データに基づく)	15.9%	20.0%	21.7%
C. 今後5年間（2023年まで）に追加されるスマートファクトリーの割合 (調査データに基づく)	37.3%	41.2%	42.7%
D. 今後5年間（2023年まで）のスマートファクトリーイニシアチブの成果による生産性向上の目標（%） (調査データに基づく)	27.8%	33.7%	36.5%
E. 2023年までのスマートファクトリーイニシアチブによる全体的な生産性向上（%） (A*B) + (C*D)	15.0%	19.8%	22.5%
F. 2023年までのスマートファクトリーイニシアチブによる年間平均生産性向上（%） (EからCAGRを算出)	2.8%	3.7%	4.1%
G. 2019年の本調査の対象国・地域において、製造業により追加される価値（概算） (国連国民経済計算データベースで利用可能なデータから推定)	9.85兆USドル		
H. スマートファクトリーイニシアチブでの生産性向上の結果、2023年までに期待される製造業が追加する価値（実現価値と生産能力向上の合計）(G*E)	追加価値合計： 1.47兆USドル	追加価値合計： 1.95兆USドル	追加価値合計： 2.21兆USドル

出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』、United Nations、『National Accounts Database』、2019年6月にアクセス

製造業の成長を考える場合、この追加価値合計には2つの重要な側面があります。それは、実現価値と生産能力の向上です。

調査対象国・地域の製造業は、2007年から2017年の間、年2.8%のペースで成長しています。私たちは今後5年間も製造業はこの成長を維持すると予測しています。

平均的なシナリオならびに積極的なシナリオでの生産性の向上はそれぞれ3.7%、4.1%で、業界成長率の2.8%を上回っています。結果として、これら2つのシナリオにおいては、生産性向上すべてが金銭的価値として実現されることはありません。その代わりに、4,782億USドル（平均的シナリオ）から7,402億USドル（積極的シナリオ）が将来の成長のための生産能力の向上または予備生産能力として残ります。

5Gがまもなく、スマートファクトリーイニシアチブを加速する

5Gは、接続速度、密度、遅延の面で大きな進歩を約束するものであり、さまざまな工業オペレーションに多大なメリットをもたらします。また、物理的スペクトルを分割して特定のアプリケーションへの割り当てを可能にする「ネットワークスライシング」を提供するという点でユニークです。

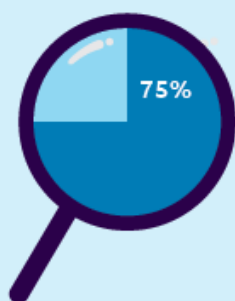
以下、5Gの機能をそれ以前のコネクティビティソリューション、次のWiFi技術であるWiFi 6と比較して、以下の表に簡単にまとめました。

	5G	4G (LTE-A)	Wi-Fi 6
モバイルブロードバンド高速化 (ピークデータレート)	上り：10 Gbps 下り：20 Gbps	上り：500 Mbps 下り：1 Gbps	約4.8 Gbps
大容量マシンタイプ通信（単位 面積当たりの接続デバイス数）	1km ² あたり100万台	1km ² あたり10万台	未定義。各デバイスが必要とする帯域幅に依る
超高信頼性&低遅延	ネットワーク遅延は1ミリ秒以下。 99.999%の送信信頼性を保証	ネットワーク遅延は10ミリ秒	5 GHz帯域幅で10ミリ秒未満

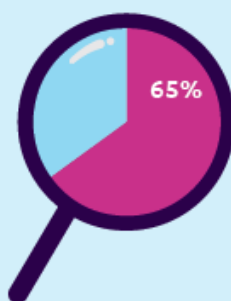
5Gに関する私たちの最新調査では、シニアエグゼクティブたちは、この5G技術がデジタルトランスフォーメーションアクティビティにおける重要な実現要因となると確信していることが判明

しました（図A参照）。これは、5Gがリアルタイムで信頼性の高いさまざまなアプリケーションをサポートすることに起因しています¹⁴。

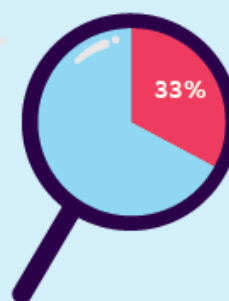
図11 設計による効率化と閉ループオペレーションは、同じ速度でスマートファクトリーの利益を促進



5Gが自社のデジタルトランスフォーメーションの成功要因だと確信している回答者



5Gが利用可能になって2年以内にオペレーションへの5G実装を考えている回答者

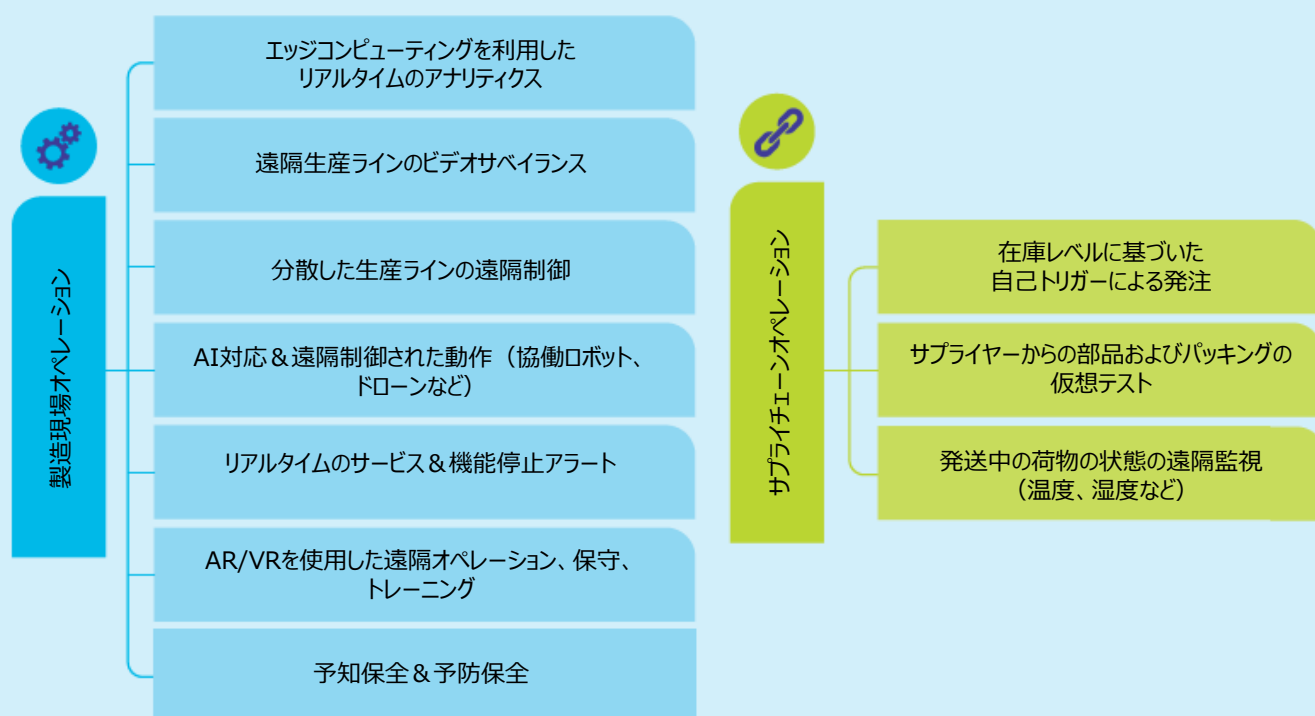


5Gが自社のコネクティビティロードマップに組み込まれていて、**現地の5Gライセンスの申請**を考えている回答者

出典：Capgemini Research Institute、『Industrial companies' survey on 5G, March–April 2019, N=806 industrial companies』

また、同レポートでは、製造現場およびサプライチェーンの領域において最も価値のある5G対応ユースケースの特定も行いました（図12参照）。

図12 5Gが価値を付加する重要なユースケース



出典：Capgemini Research Institute、『Industrial companies' survey on 5G, March–April 2019, N=806 industrial companies』

5Gへの関心が非常に高いため、ドイツのメーカーの中には、通信事業者に依存する必要性を排除して、独自の5Gネットワークの所有を計画している企業もあります。ドイツの化学メーカーであるBASF社では、5Gを使用して、ドイツ・ルートヴィヒスハーフェンにある主要生産施設をさらにデジタル化する予定です。このプラントではすでに60万個のセンサー¹⁵その他の制御デバイスがネットワークでつながっており、ネットワークエレメントの数は将来10倍になると予想しています。これが5Gへ

の移行を決定付けた大きな要因です。同社は、無人搬送車のテストも行っており¹⁶、必要なビデオ監視は5Gを介してのみ確実に配信できると考えています。同社 Global Engineering and Maintenance 部門の責任者 Matthias Fankhänel氏は、「将来、20台以上の車両を使用する際には、5Gテクノロジーを使用して膨大なデータ転送を管理するだけです」と語っています¹⁷。

3. 次の課題は、スマートファクトリーの スケーリング

企業が認識する、規模の拡大の難しさ

企業は、この先自社のスマートファクトリーイニシアチブの拡大をしていく際に、膨大な作業が待ち受けていることを認識しています。スマートファクトリーイニシアチブを実施している企業の60%近くは、自社のイニシアチブについて「苦労している」または「コメントするのは時期尚早」と回答しています。現時点で自社のスマートファクトリーの展開を「成功」ととらえている企業は、わずか14%です。また、図9でわかるように、「実際に達成した」KPIは、その目標値よりも著しく下回っています。

オペレーションの規模の拡大の達成が、成功に対するこの悲観的な見方の重大な誘因となっています。後で触れますが、現時点においては、いかなる技術／プラットフォームも生産ラ

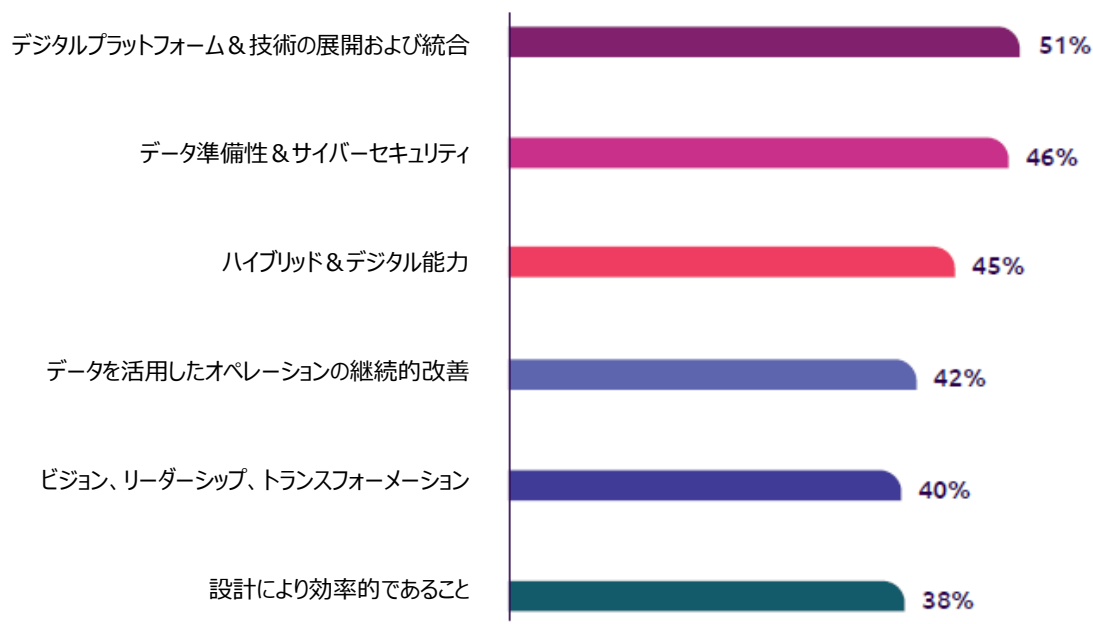
インの大部分に完全には導入されていません。スウェーデンのあるインダストリアル企業のエグゼクティブは、「期待していたよりも進行が遅いように思う」、「考えていたよりもずっと難しく、望んでいたようには進んでいない」と述べています¹⁸。

進行を妨げる3つの主要な課題

図13は、スマートファクトリーイニシアチブの進行を妨げる、以下の3つの主な課題を示したものです。

- デジタルプラットフォーム＆テクノロジーの展開および統合
- データレディネス（準備性）＆サイバーセキュリティ
- ハイブリッドスキル＆ソフトスキルの開発・育成

図13 大規模なパフォーマンスの達成において製造企業が直面する主な課題



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』

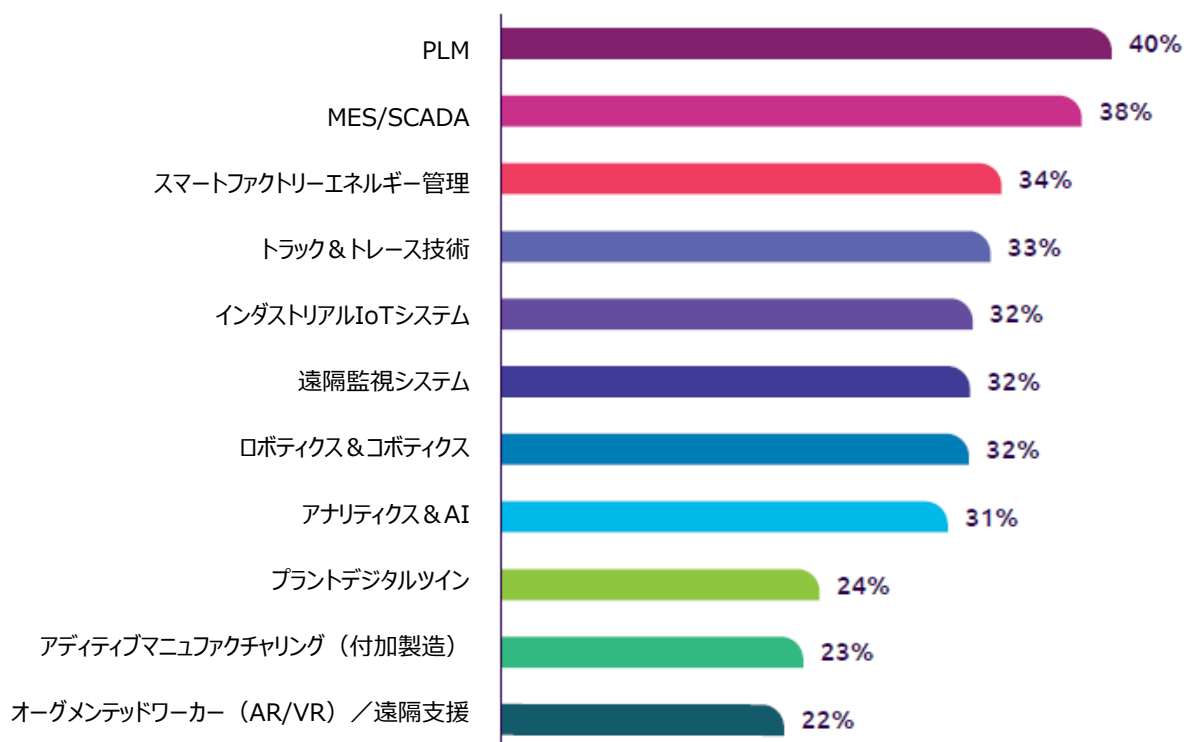
課題1：スマートファクトリーイニシアチブの大規模な展開や既存のプラットフォームとの統合の準備ができていない

図14で示すように、技術の全体的な採用は低迷を続けています。MES/SCADAソリューションが市場に出たからすでにかなりの時間がたっていますが、これらのソリューションを使用し

ている生産設備は、平均40%に止まっています。同様に、ディスクリット型製造、消費財メーカーでのPLMの使用もまた40%です。また、遠隔監視やモバイル／オーグメンテッドワーカー（AR/VR）などの新しいソリューションや、マニファクチャリングインテリジェンス（インダストリアルIoTからアナリティクス&AIまで）は、いまだ生産ラインの3分の2以上（平均）で展開されていません。

図14

現在デジタルプラットフォーム／テクノロジーで管理されている生産ラインの割合



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』

14%

自社のスマートファクトリーイニシアチブを
いまのところ「成功」していると
とらえている企業の割合

Volvo Cars社、Virtual Methods and IT部門のシニアマネージャーであるMartin Widsing氏は、「最大の課題は、シンプルに購入・実装してそのまま使用できる製品やプラットフォームがない」、「実際に使用できる状態になるまでに膨大なカスタマイズと構成・設定を行う必要がある」と、そのまま使える市販のプラットフォームがないことが最も重要な課題のひとつであると指摘しています¹⁹。

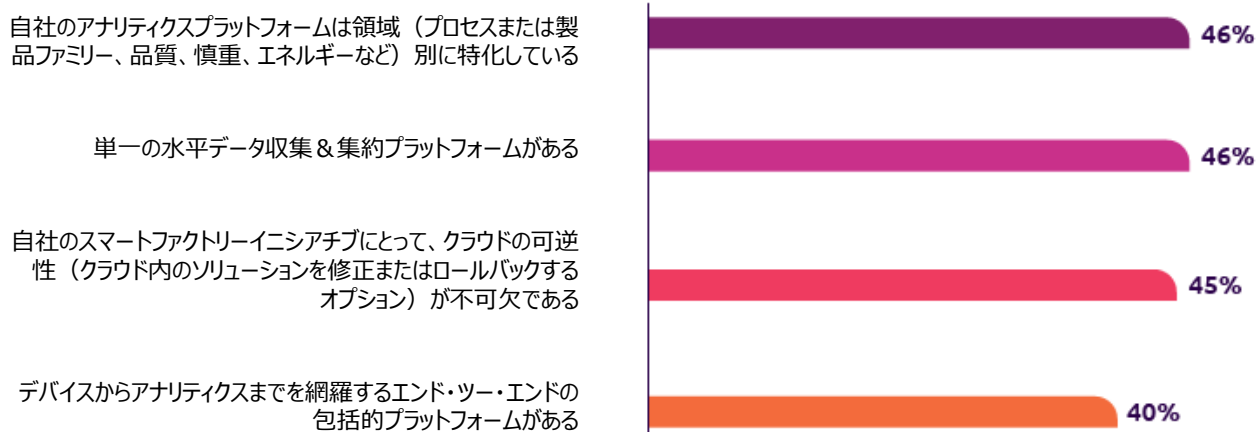
また、今回の調査で、多くの企業が製造プラットフォームのエンド・ツー・エンドの統合を十分に重視していないことも判明しました。たとえば、MES/SCADAのようなスマートファクトリーシステムと、エンタープライズ・リソース・プランニング（ERP）のような中核となるエンタープライズシステムまたは製品ライフサイクル管理との統合にフォーカスしている企業は、約半数に過ぎ

ませんでした（前者を重要と考える企業は52%、後者を重要と考える企業は48%）。

さらに、データを統合、集約、分析するためのプラットフォームもあまり普及しておらず、デバイスからアナリティクスまで対応するエンド・ツー・エンドの包括的プラットフォームを備えている企業は、わずか40%でした。多層アーキテクチャ、ハイブリッドインフラストラクチャにフォーカスする企業はわずかに多く、いずれも46%という調査結果となりました。

また、ほぼ半数（45%）の企業が、スマートファクトリーイニシアチブにはクラウドの可逆性（クラウド上でイノベーションソリューションを変更する、または変更前に戻す（ロールバック）オプション）が不可欠であると考えています。

図15 企業のマニファクチャリングインテリジェンスへの取り組み



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』

>50%

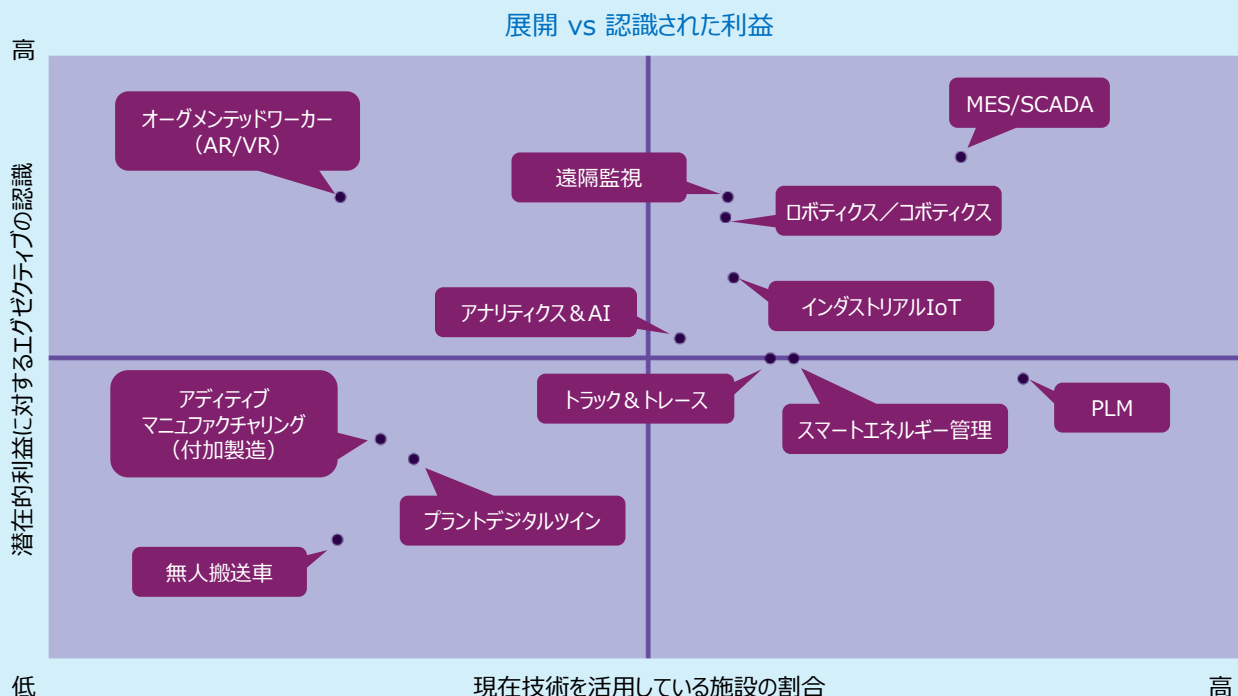
デジタルプラットフォーム＆テクノロジーの展開
および統合がスマートファクトリーイニシアチブ
拡大のための主要課題であると理解している
企業の割合

企業は、スマートファクトリーの大望を達成するために、さまざまな技術を幅広く検討中

企業は、スマートファクトリーからの利益を実現するために、大規模なテクノロジーセットに依存しています。これらの技術のポテンシャルと現在の展開の視点から、かかる技術の相対的位置関係を図16に示します。この図から得られる重要なインサイトは、以下のとおりです。

- ディスクリート型製造で最も規模が拡大されている技術は、MES/SCADA、そしてPLMです。
- インダストリアルIOT、アナリティクスおよびAIは、ロボティクス／コボティクスとともに、展開、利益の両方の観点で健闘を続けています。
- 遠隔監視もまた展開が始まっていますが、モバイル／拡張現実による作業支援を意味する、いわゆるモバイルワーカーやオーグメンテッドワーカーの規模の拡大はまだ上向きではありません。しかし、エグゼクティブたちは、いずれも高い投資収益率の可能性があると確信しています。

図16 展開された技術と認識された利益の相対的位置付け



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers』

45%

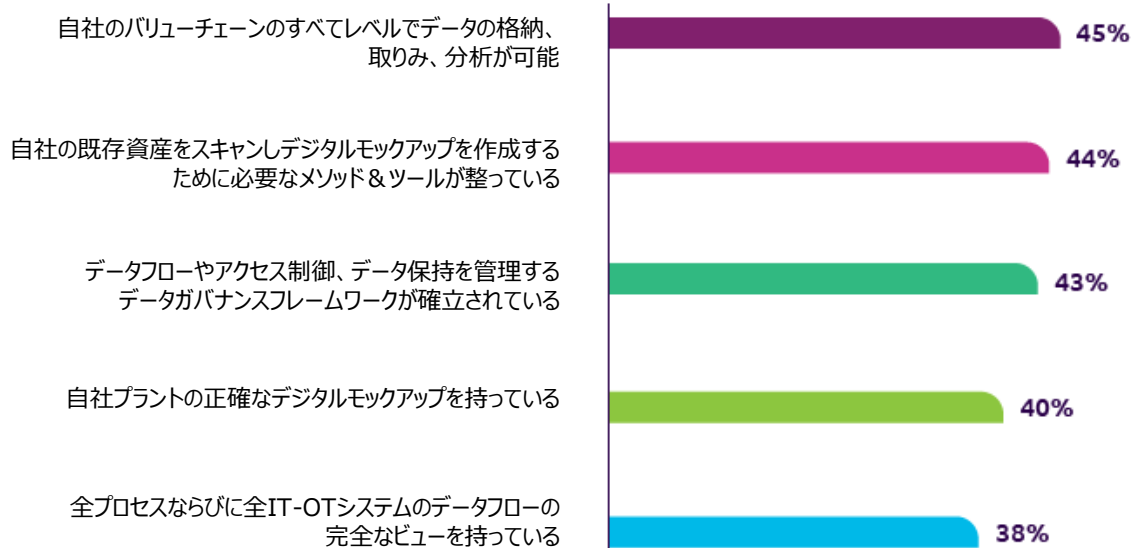
バリューチェーンの全レベルで
データをストアし、検索して取り出し、
解析できる企業の割合

課題2：不十分なデータ準備性&サイバーセキュリティのステータスおよび対策

規模の達成は、企業のデータ利用の高度さに依存します。図17で示すように、高度なデータ能力は、比較的まれです。たとえば、自社のバリューチェーン全域のデータにアクセスし分析できる企業は全体のわずか45%です。Tata Motors社

のDeputy General Manager, Nitin Dharmadhikari氏は、「作業現場環境で長年働いてきた監督やマネージャーは通常、状況を判断し、それに基づいて決定を下すことができます。しかし、この方法は効率を妨げます。統合されたデータの入手・使用が可能であれば、より優れた意思決定が可能になり、効率を高めることができるでしょう」と述べています²⁰。

図17 高度なデータ機能を備えた企業の割合



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April-May 2019, N=1000 manufacturers』

フィンランドのオートメーション&製造機器サプライヤー、Valmet OYJ社Operations部門DirectorであるJuha Ehrola氏は、高品質なデータの重要性を強調しています。

「質の良いデータがなければ、ERPシステムですら信頼性を失います。もしデータが適切な構造を持たず、日付や材料の使用などの詳細を備えていなければ、ERPを利用してオペレーションを改善することはできません²¹」。

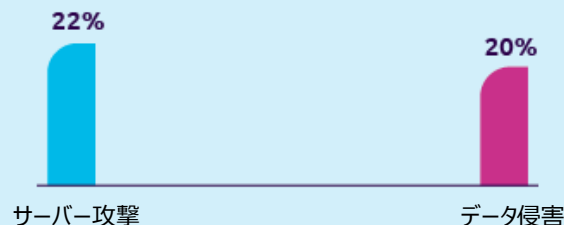
サイバーセキュリティ：製造企業にとって非常に重要な最前線

製造業は、攻撃の主要ターゲットのひとつです。ある調査によると、製造企業のほぼ半数がこれまでにサイバー攻撃を受けています²²。

今回の調査では、過去12か月間に製造企業の5社に1社がサイバー攻撃またはデータ侵害を経験したという結果となりました（図18を参照）。

図18 過去12か月間におけるサイバー攻撃とデータ侵害のインシデントの発生率

過去12か月間に、サイバー攻撃またはデータ侵害を経験したスマートファクトリーイニシアチブはありますか？



出典：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers』

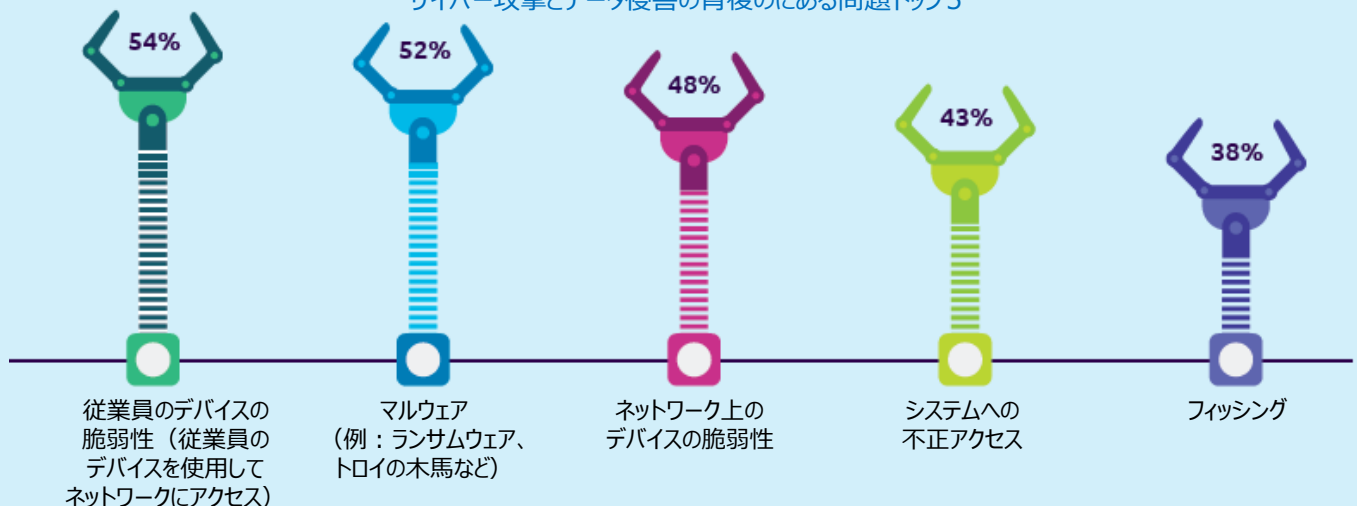
製造企業によると、半分以上のケースにおいて、以下の2つの手段が主に用いられたとのことでした。

- ・ 従業員個人のデバイスの脆弱性を悪用して、ネットワークにアクセス
- ・ トロイの木馬などのマルウェアを使用

BYOD（Bring-Your-Own-Device：私的デバイスの活用）のポリシーや従業員の意識の低さ・認識不足が組織の脆弱性の一因となっています。OTシステムの従来のサイロが、製造企業のリアルタイムのサーバーセキュリティリスクへのフォーカスの欠如の原因のひとつとなっています。

図18 サイバー攻撃の50%以上は従業員のデバイスの脆弱性とマルウェアが原因

サイバー攻撃とデータ侵害の背後にある問題トップ5



出典：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=272 manufacturers that faced a cyber-attack』

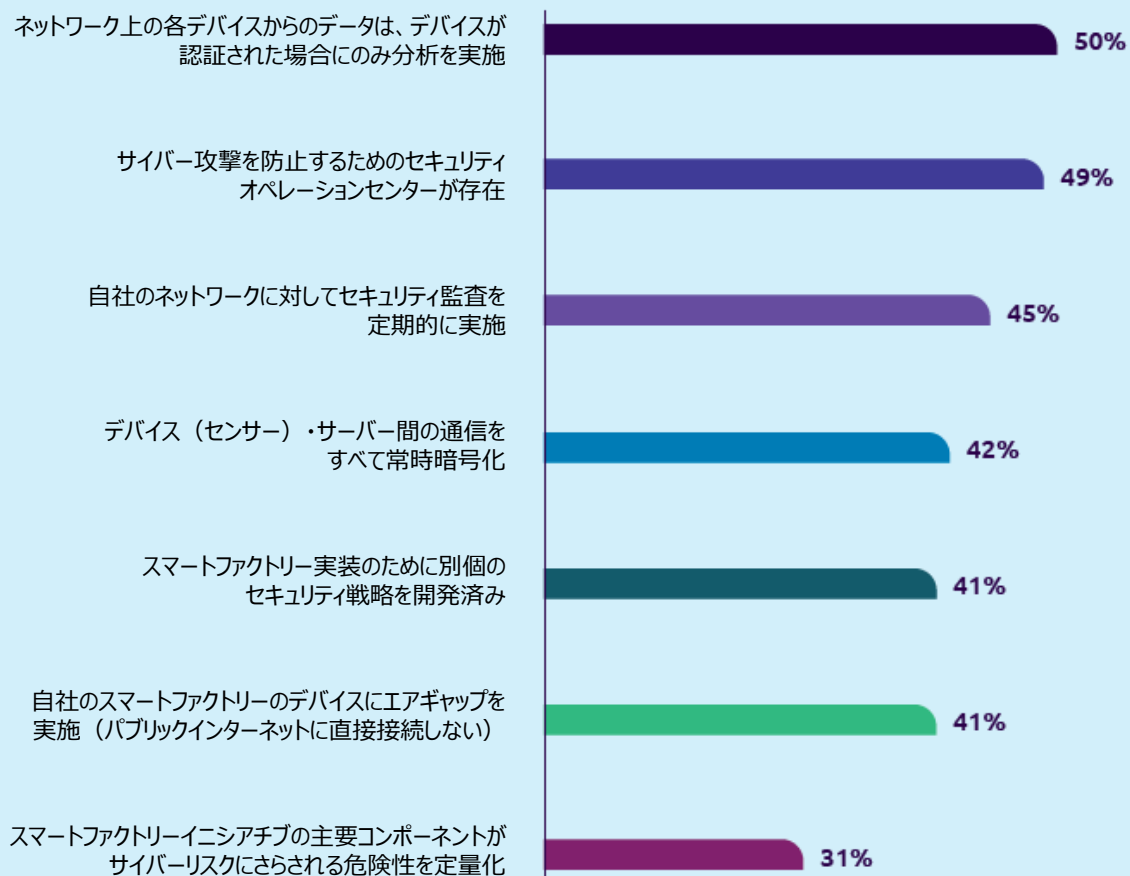
サイバーセキュリティ：製造企業にとって非常に重要な最前線

今回の調査の結果、侵害や攻撃が大きなダメージをもたらすにもかかわらず、すべての企業が自社のセキュリティのために十分な対策を講じているわけではないことがわかりました。定期的にセキュリティ監査を実施していると回答した企業は全体のわずか45%、自社のスマートデバイスにエアギャップ（デ

バイスからパブリックインターネットへ直接接続しない）を実施している企業はわずか41%でした。IT-OTの融合や遠隔監視のソリューションへのニーズの高まりは、製造企業がセキュリティの懸念を真剣に考慮する明らかな根拠です。

図20

サイバーセキュリティの懸念に対処する準備が十分に整っている製造企業は半数未満



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April-May 2019, N=1000 manufacturers』

課題3：スマートファクトリーの実装に必要なハイブリッド、デジタルならびにソフトスキルの不足

多くの企業において、スマートファクトリーに必要なスキルの不足がイニシアチブの妨げとなっています。スマートファクトリーのさまざまなイニシアチブは、純粋な技術トランスフォーメーションにとどまらないため、デジタルスキルだけでなく、それ以外のスキルも必要です。

今回の調査では、スマートファクトリーイニシアチブに必要なスキルを、以下の3つの大きなカテゴリーに分類しました。

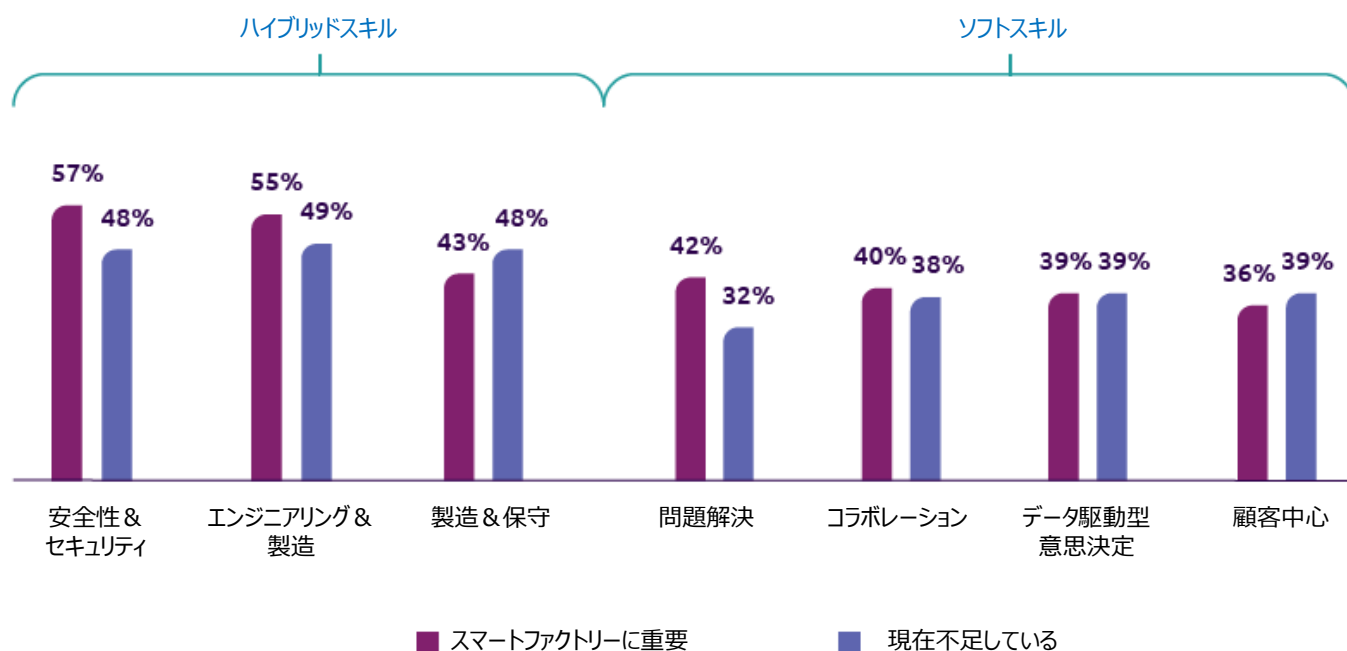
- ハイブリッドまたはクロスファンクショナルなスキル：製品エンジニアリング、製造オペレーションなど、製造の複数のファンクションに属するタスクを処理するスキル

- ソフトスキル：分析、コラボレーション、曖昧さによる快適さなど
- デジタルスキル：特定のデジタル技術またはプラットフォームのノウハウ

次に、さまざまなタイプのスキルが、スマートファクトリーイニシアチブに対する重要性ならびにスキルの相対的不足という視点から、どのようにランク付けされたのかを示します。

図21は、ハイブリッドスキルとソフトスキルに関するものです。業界ではソフトスキルよりもハイブリッドスキルをいまだ重視していること、またハイブリッドスキルが不足していることがわかります。

図21 クリティカルなハイブリッドスキル&ソフトスキル – スマートファクトリーにとっての重要性と現在直面する不足



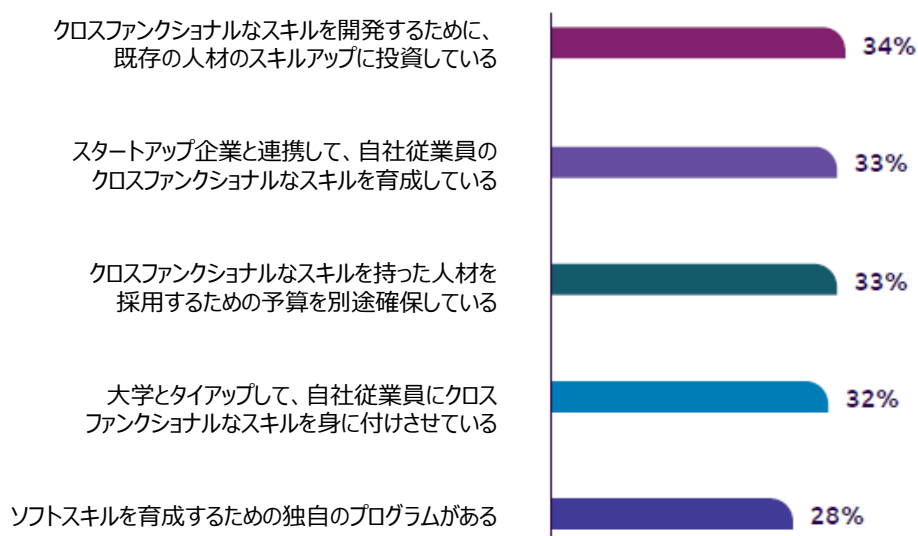
* 回答者は、自社で不足しているスキルの上位2つを選択しました。

出典：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』

驚くべきことには、このようなスキル不足にもかかわらず、この問題を解決するための措置を講じている企業はほとんどありませんでした。たとえば、クロスファンクショナルなスキルの開発に

投資している企業は、全体の約3分の1（34％）に過ぎません（図22参照）。

図22 スキルギャップを埋めるための企業の取り組み

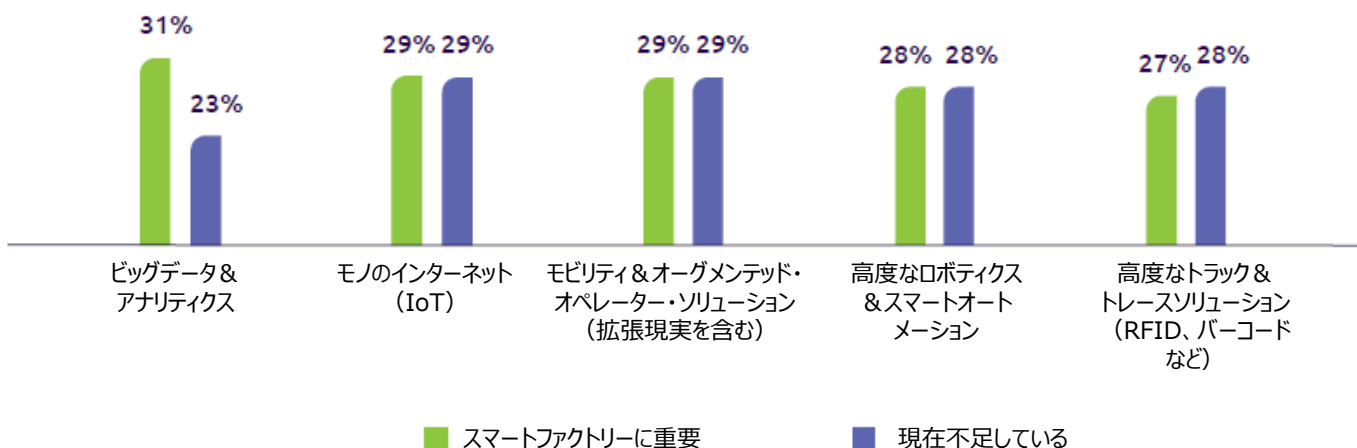


出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』

図23は、デジタルスキルに関するもので、データアナリティクスがトップです。また、4分の1近く（23％）の企業が、この重

要なエリアで不足に直面しています。

図23 スマートファクトリーに重要なデジタルスキルトップ5とその不足



* 回答者は、自社で不足しているスキルの上位2つを選択しました。

出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers』



4. スマートファクトリートランスフォーメーションをマスターした企業に学ぶ

スマートファクトリーへのトランスフォーメーションをマスターした企業にみられる「違い」とは

スマートファクトリーには、企業に大きな利益をもたらすポテンシャルがあります。しかしながら、私たちの調査によれば、その利益を享受できるのは、ごく一部のハイパフォーマンス企業のみです。

今回、かかる結論を導き出すために、現在スマートファクトリーイニシアチブを進行中のすべての企業に対して、独自の枠組み（フレームワーク）を使用して評価を行いました。この評価は、企業が2つの目標を実現できているか否かを問うもので

す。第一の目標は、技術に精通し、技術を駆使する能力（コマンド・オブ・テクノロジー能力）、第二の目標は、トランスフォーメーションを実現するために必要な能力（トランスフォーメーション・マスタリー）です（フレームワークを構成する要素については、「スマートファクトリートランスフォーメーションのためのロードマップ」をご参照ください）。

分析の結果、少数の企業（10%）のみがスマートファクトリーの大きな利益を実現できるポジションにいるという結論に至りました。本書では、かかるハイパフォーマンス企業のグループを「フロントランナー」と呼びます。

スマートファクトリートランスフォーメーションロードマップ

今回の調査では、以下の6つの能力エリアを3つの目標にグループ化し、これに基づいて企業を評価しました。

目標1：IT-OTの融合

1. デジタルプラットフォームとテクノロジーの展開および統合：

生産を含むIT-OTランドスケープにおけるデジタルプラットフォームならびにテクノロジーの採用と成熟

2. データの準備性とサイバーセキュリティ：

バリューチェーン全体でのデータの継続性とアクセシビリティ、適切なサイバーセキュリティのガバナンスと規範の確立

目標2：バーチャル&ループバックプラクティスの展開

3. 設計による効率化：

シミュレーションツールや仮想化ツールを使用して実際の生産開始前に実施する、生産プロセスの最適化の範囲

4. オペレーショナル・エクセレンス：

閉ループ、そして最終的には自己最適化を行うオペレーションを実現するために、データと高度なアナリティクスを活用して、オペレーションの効率化を最大化

目標3：トランスフォーメーションマスタリー

5. ビジョン&リーダーシップ

具体的な実装・実行計画に裏付けられた、詳細なスマートファクトリーのビジョンの存在

6. ハイブリッド、ソフト&デジタル能力：

必要なハイブリッド／クロスファンクショナル、ソフト、デジタルスキルをもつ人材の有用性&企業の従業員スキルアップ能力

このフレームワークによる分析の結果、以下の集団が浮かび上がりました。

- **初心者（サンプルの75%）**：6つの側面すべてにおいて、能力の大半が不足しています。
- **実験者（サンプルの15%）**：6つの側面のいくつかではうまくいっているが、残りの側面では遅れを取っています。
- **フロントランナー（サンプルの10%）**：このハイパフォーマンス集団は、スマートファクトリートランスフォーメーションのすべての側面で、他のグループよりも優れています。

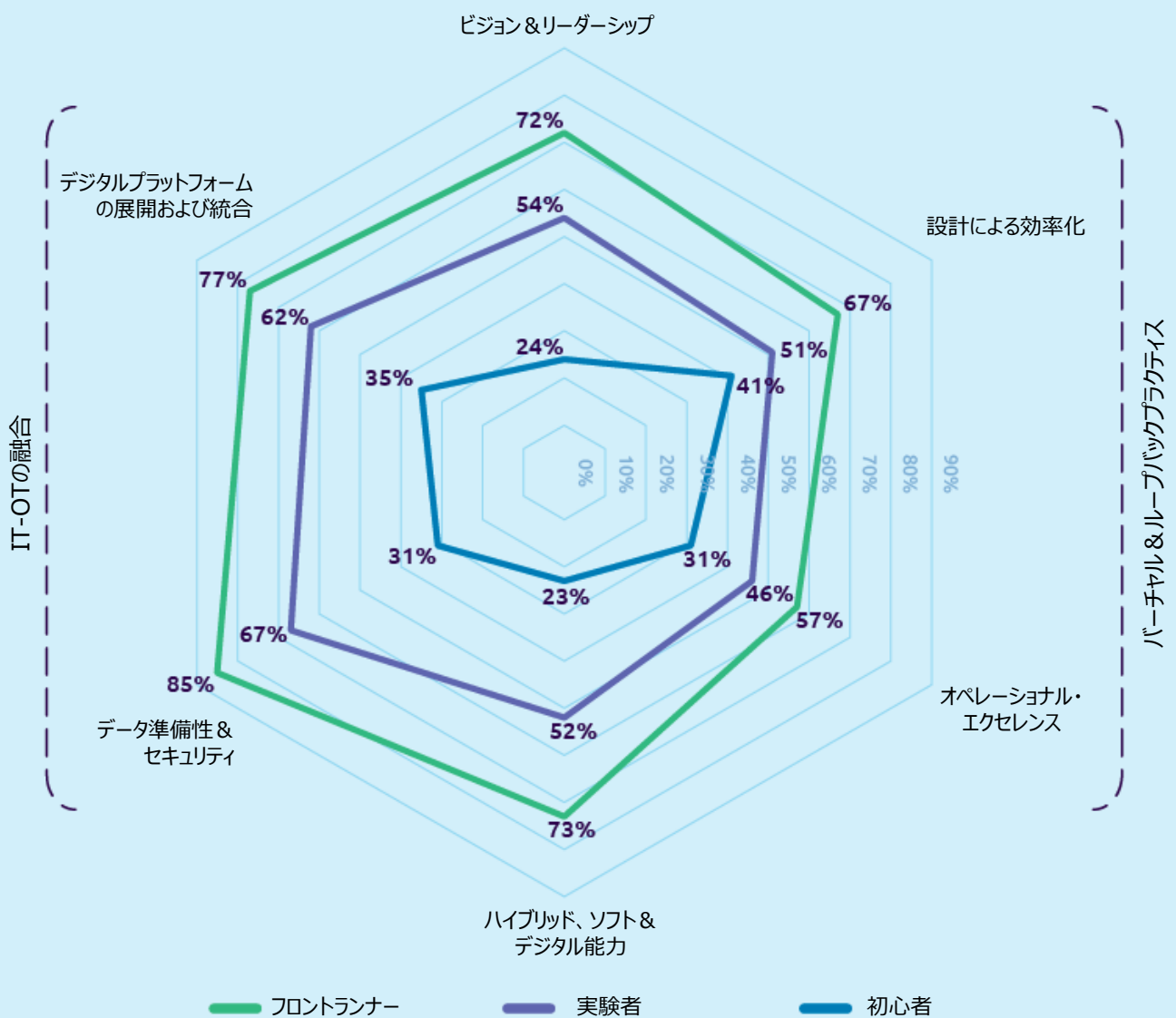
10%

6つの能力エリア領域すべてで優れている企業の割合

図23

フロントランナーは一貫して他集団より優れている

スマートファクトリートランスフォーメーションのためのロードマップ



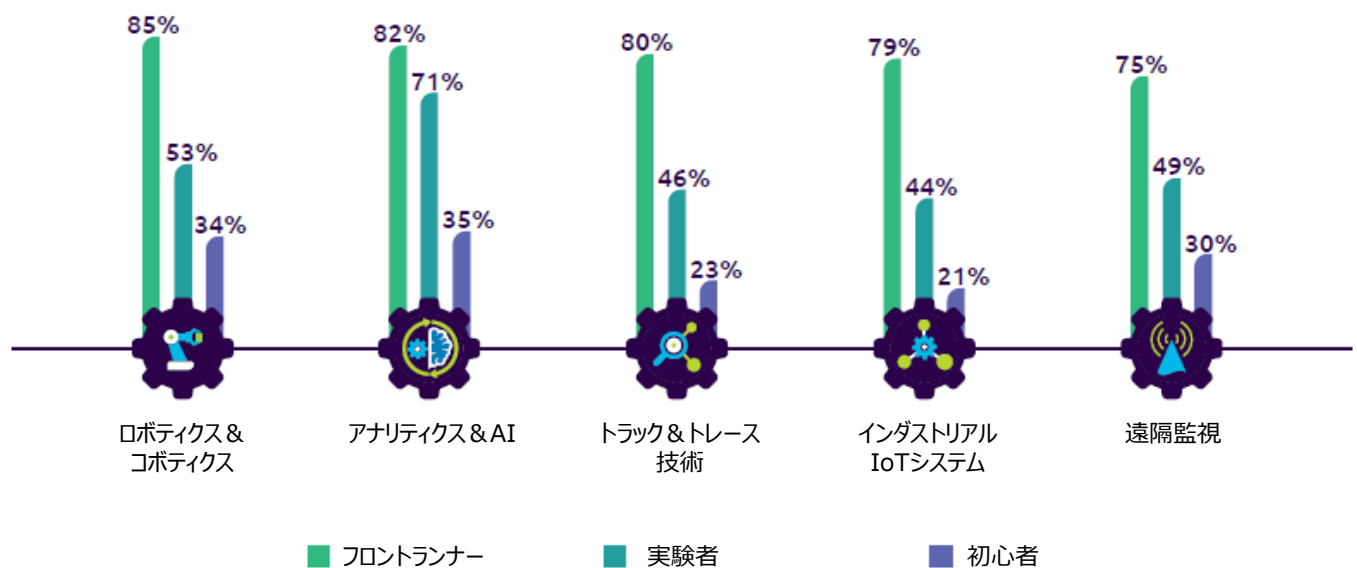
注：各軸のスコアは0～100%：100%が最高スコア

出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April-May 2019, N=912 manufacturers』

フロントランナーは、規模の拡大においても他の集団より優れており（図25を参照）、より多くの利益を得ています（図26を参照）。たとえば、Schneider Electric社がアメリカで

最初に展開したスマートファクトリーでは、平均修理時間を20%短縮し、ペーパーワークを90%削減して、IIoT実装の定量化可能な利益を追跡しています²³。

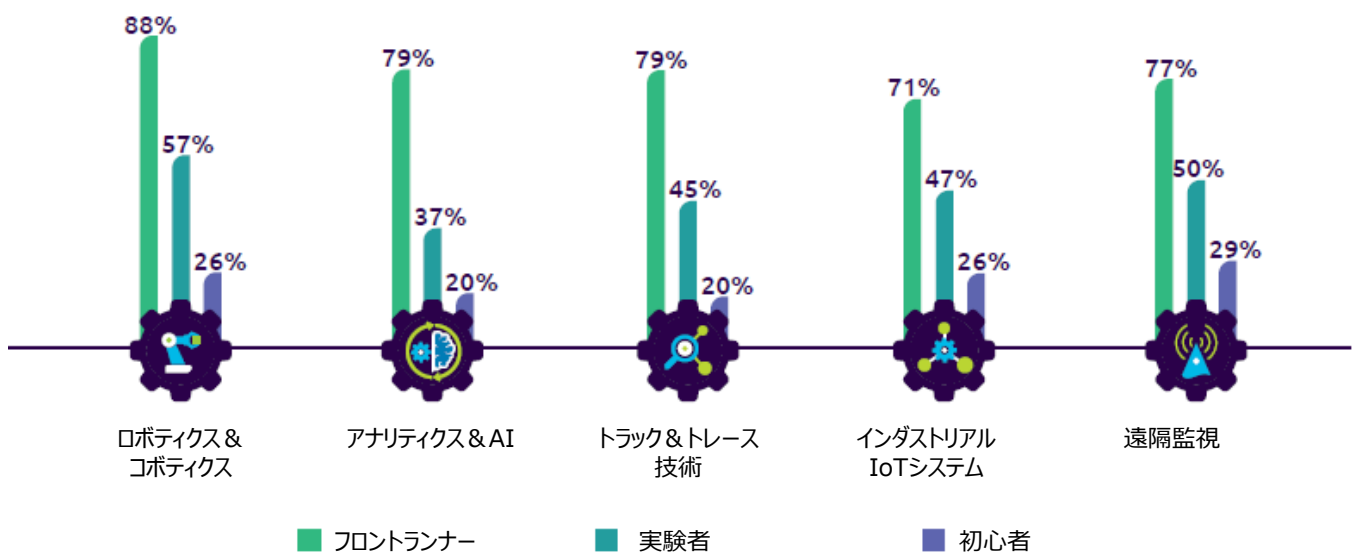
図25 フロントランナーは他の集団よりもより大規模な拡大が可能



フロントランナーによる大規模展開のテクノロジー上位5つを表示。

出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers, N=91 frontrunners』

図26 フロントランナーは、より高い利益を期待できる



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers, N=91 frontrunners』



5. スマートファクトリートランスフォーメーションを加速し、確実に実現するためには

企業はスマートファクトリーがもたらす非常に大きな可能性を認識し、トランスフォーメーションへの道を歩み始めましたが、本書でこれまで見てきたように、これらのイニシアチブの拡大が最大の課題です。私たちは、当社の調査分析や、そこから浮かび上がってきたフロントランナーの特徴、そして当社が世界中の製造企業向けにこれまで行ってきたアドバイスの経験を元に、大規模な成功を促進するために企業がフォーカスしなければならない4つの大きな領域を特定しました。

進捗を評価するための強力なガバナンス、指標、方法論の導入・整備

キャップジェミニのデジタルトランスフォーメーションに関するグローバルリサーチである『Understanding digital mastery today（今日のデジタルマスタリーを理解する）』では、企業のデジタル化を促進するために最も基本的な課題のひとつとして、ガバナンスを挙げました²⁴。強力なガバナンスは、ビジョンの現実化に有益な役割を果たします。ガバナンスは、スマートファクトリープログラムによる以下の実現を支援します。

- 強力なポートフォリオ管理で、さまざまなプロジェクトを全体的な戦略と一致させるので、パイロットは最初から拡大を意図して設計され、徐々に閉ループオペレーションに向かうよう構築されます。
- 全体的な企業アーキテクチャのコンテキストに沿って、データインテグリティに具体的なフォーカスを定めて、プラットフォームのロードマップを管理します。

- トランスフォーメーションの目標に役割とKPIを割り当てます。
- イニシアチブの成功を追跡するための指標と方法論を設計します。
- 進捗を監視し、プログラムの中核的目標からの逸脱を防ぎます。

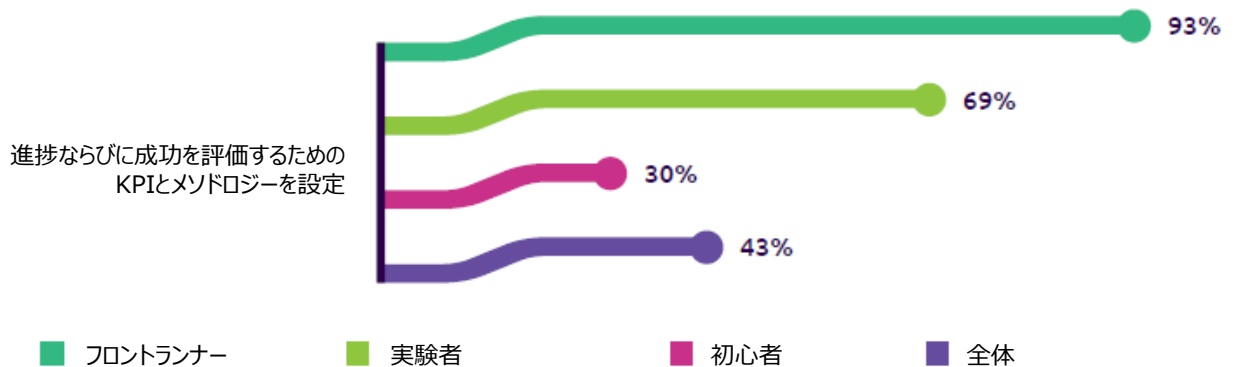
ほぼすべて（93%）のフロントランナーは、さまざまなレンズを通してスマートファクトリーイニシアチブの進捗を追跡しています（全体では43%）。進捗を評価する1つの方法は、KPI（たとえば、OEE：総合設備効率、設備稼働率）またはスマートファクトリーイニシアチブが影響を与えるその他の測定値を監視・確認することです。指標に示される改善は、複数のプロジェクトに起因する場合があります。Renewable Energy社のグローバルサプライチェーン担当VP兼CIO、Pascal Renouvin氏は、共同で生み出された利益を評価する方法について述べています。

「当社では、ソリューションの概念実証については改善を見積もりますが、その後、展開ごとの測定は行いません。しかし、前年度末はどうだったか、当年度末はどこに到達したかについては、プラントごとに把握しています。私たちはキャッシュフローを改善し、生産性を改善し、在庫戻しを改善しました。これらはすべて、最終的にはドル、すなわちお金になります。ゆえに、私たちはプラントごとに金銭的利益がいかなるものを正確に把握します。そのうえで、プログラムリーダー、プラント責任者、IT責任者たちと、それぞれにとって公正な割合について合意します²⁵。」

図27

フロントランナーは、指標を設定し、イニシアチブの進捗を追跡する方法を設計している

スマートファクトリー実装の課題 – ガバナンス – を解決するために実施した主な手段とは？



出典：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers, N=91 frontrunners』

デジタルプラットフォームと技術を製造オペレーション全域にわたって展開＆統合するためのプログラムを開発

これまで見てきたように、デジタルプラットフォームを製造オペレーション全域にわたって拡大、展開、統合することは、企業が苦戦を続ける最重要課題です。インダストリアルIoTまたはアナリティクス＆AIを拡大した企業は3分の1以下です。また、図14で示したように、遠隔監視やモバイル／オーグメンテッドワーカーも大きく展開されていません。

段階的または集中的な技術の展開は依然としてメリットをもたらしますが、ファクトリーのフットプリント全体でスマートファクトリーの改善を推進するプラットフォームの展開にこそフォーカスを定めるべきです。そうすればテクノロジーがもつポテンシャルを最大限に活用できます。そのためには、さまざまなローカルチームに開発の推進をまかせるのではなく、企業規模のIT-OT戦略を1つのグループレベルで設計する必要があります。デジタルマニュファクチャリングプラットフォームは、物理世界をIT世界に接続し、その上にさまざまなアプリケーションを展開し、マイニングやアナリティクスでのデータ活用を可能にして、数多くのメリットをもたらします。

もうひとつのフォーカスエリアは、クラウド対応ソリューションです。これらのソリューションは、企業規模でのデータの可視性を提供します。これはさまざまなファクトリー、さまざまなバリューチェーンでの効率性の実現に役立ちます。また、これらのソリューションは伸縮性／拡張性に優れています。企業によってはすべての要件をクラウドソリューションで扱いたくない場合もあるかもしれません。そのような場合はハイブリッドアーキテクチャが役に立つでしょう。

データ駆動型オペレーションの文化を育成

本レポートでは、閉ループオペレーションと設計による効率化がオペレーショナル・エクセレンスにいかに関与するかを見てきました。しかしながら、企業がこのエリアで立ち遅れていることを示す証拠があります。たとえば、生産スケジュールの決定に予測的アプローチを使用している企業はわずか3分の1です。多くの製造企業では、MESまたはPLM用にさまざまなソリューションプロバイダーを使っている場合が多いため、データはサイロに閉じ込められています。

データサイロは非常に重大な問題です。なぜなら、スマートファクトリーは適切なデータの可用性に依存するからです。今回の調査によれば、調査対象の企業のうち自社のプロセスおよびIT-OTシステムすべてのデータフローを完全に把握している企業は、ごく一部に過ぎません。ファクトリー内外のセンサーが増えるにつれて、データ量は増え続けていきます。企業は、この爆発的なデータ量の増加を管理するために明確に定められた方法を手にする必要があります。企業は、以下のことを可能にしなければなりません。

- データをストアし、検索して取り出し、必要な粒度で解析する
- 一般的によく使われるデータをさまざまなプラットフォーム、さまざまなロケーションを通じて標準化する
- さまざまな資産のデジタルモックアップを作成する
- データを視覚化し、アナリティクスツールを入手・使用可能にする
- アクセス、保持、削除などの領域の原則を管理できるデータガバナンスフレームワークを確立する

データレイクは、さまざまなソリューションやIoTデバイスからリレーショナル型、非リレーショナル型両方のデータを保存する方法のひとつです。企業は、データ駆動型の文化とデータの可用性を共に確立するために、ツールを活用して必要な決定を下すことができる、分析のマインドセットを持つ才能ある人材の育成にもフォーカスする必要があります。

クロスファンクショナルなキャリアパス、スキルアップ、採用でハイブリッド&ソフトスキルを育成

生産システムはますます複雑化になっています。インダストリアルなノウハウを着実に増やしつつ継続的にオペレーションを改善するためには、コラボレーティブな能力がカギとなるでしょう。しかしながら、すでに見てきたように、企業はハイブリッドスキル、ソフトスキル、そしてデジタルスキルの不足に直面しています。

企業は、さまざまな領域でこの深刻なスキルギャップを埋めるための長期的アプローチを取る必要があります。今回の調査によれば、フロントランナー企業はこの必須事項を把握しています。図28で示したように、フロントランナー企業は、デジタルスキルだけでなく、ソフトスキルにもフォーカスしています。

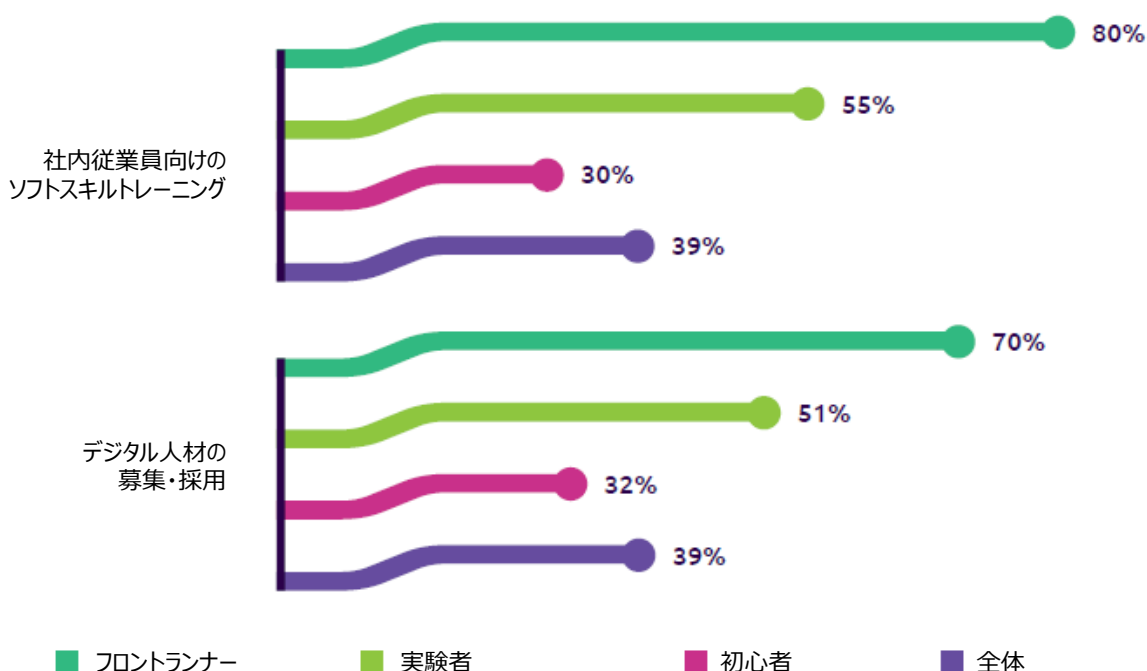
企業はまず、今日の課題に対するスキル不足を理解する必要があります。しかし、それと同時に、市場環境やテクノロジーの変化による長期的な将来の課題に対するスキル不足についても理解する必要があります。緊急なニーズに対応するための人材を募集・採用するだけでなく、以下の手段を用いてギャップを埋めていきます。

- スキル指標（現在のスキルセットvs 意欲的／将来的スキルセット）の開発
- 従業員に対するスキルアッププログラムの設計および実施
- 従業員がファクションを超えてキャリアパスを進むことを認める、キャリアプログラムの設計 – ハイブリッド／クロスファンクショナルなスキルセットの構築に役立ちます。
- コラボレーションやデジタルファーストのマインドセットなど、ソフトスキルに重点を置いたトレーニングプログラムへの取り組み

企業は、授業形式のトレーニングや社内の学習管理システムからeラーニングプラットフォームまで、さまざまな方法でトレーニングプログラムを強化することができます。スキルアップへの継続的な取り組みや、従業員が新しいスキルを取得した際の報奨は、ギャップを埋めるのに役立つでしょう。

図28 フロントランナーは、スキルアップとリクルーティングでスキルギャップを埋める

スマートファクトリー実装の課題 – スキル不足 – を解決するために実施した主な手段とは？



本書では、フロントランナーからベストプラクティスを引き出すと同時に、「初心者」と「実験者」、それぞれのグループに当てはまる企業にとっての改善エリアも特定しました。

初心者：大きく構想し、小さく始めることが必要

「初心者」企業は、リーダーシップ、ビジョン&ロードマップ、データ、人材、ガバナンスなどさまざまな側面で企業能力を構築する必要があります。そのための重要なカギとなる優先事項について、以下に記載します。

・エグゼクティブをアサインして、トランスフォーメーションプログラムを監視・監督

スマートファクトリートランスフォーメーションのさまざまなアクティビティを監視・監督するためのリーダーを割り当てている「初心者」企業は、3分の1未満（32%）です（「フロントランナー」企業では56%）。

スマートファクトリートランスフォーメーションには、複数年にわたる大規模かつクロスファンクショナルなトランスフォーメーションが含まれます。また、トランスフォーメーションの目的には、戦術的側面（たとえば、OEEの改善、運用コストの削減など）と戦略的側面（たとえば、イノベーション、新たなビジネス機械機会の創出など）の両方があります。このようなトランスフォーメーションには、大規模な変更、すなわち、プロセスから文化まで、管理支援からトレーニングまでの変更が必要です。ですから、トランスフォーメーションのプログラムの目的を確実に達成させるためには、強力なリーダーシップとシニアマネジメントのサポートが必要なのです。

・IT-OTの融合とサイバーセキュリティへの投資

IOTの普及により、OTへのフォーカスとその重要性が高まっています。しかしながら、ITとOTの間にあるサイロは運用効率を妨げるおそれがあります。

企業は、ITプラットフォームならびにOTプラットフォームとMESのようなコアビジネスシステムとの統合に投資すべきです。投資は要因のひとつですが、企業は同時にITチームとOTチームの間のサイロを取り壊す必要もあります。企業が戦略的インサイトを生み出すためには、これらのチームが効果的に連携しなければなりません。

Stanley Black & Decker社は、S & P500銘柄に選ばれる、個人および産業用電動工具メーカーです。同社は、30種類を超える複雑な電動ルーター工具製品を管理する一貫的なソリューションの開発にIT-OTの融合を活用しました。製品ラインには迅速な転換と資産の効率的な管理が必要です。同社は、Wi-FiとRFIDを使用したリアルタイムのロケーションシステムを活用して、生産の遠隔監視を実現しました。OTシステムがフロントエンドのITシステムに情報を流すことにより、同社はOEEを24%、労働力利用率を80%から92%に向上させ、生産量を10%近く高めることができました²⁶。

もう1つの重要な要素、それはサイバーセキュリティです。スマートデバイスの数の増加は企業に大きな課題をもたらします。本書はすでに、いかに多くの企業が堅牢なセキュリティ対策を講じていないかを示してきました。改善エリアには以下が含まれます。

- データの全エントリーポイント & イグジットポイントのマッピング
- ファイアウォールや侵入検知システムなどのメカニズムによるネットワークの保護
- スマートファクトリーデバイスの「エアギャップ」化
- 定期的なセキュリティ監査
- 攻撃が引き起こすであろう結果に対処するための対応戦略ならびに計画
- セキュリティの脅威に対する認識 & ベストプラクティスに従う文化

・ファクトリーごとの成熟度評価 & ロードマップの検討・決定

同じ企業内であっても、ファクトリーはそれぞれ稼働年数もデジタル化の状況もさまざまです。企業は、このように異なるファクトリーが以下を実施できるよう支援する単一フレームワークを備えることが必要です。

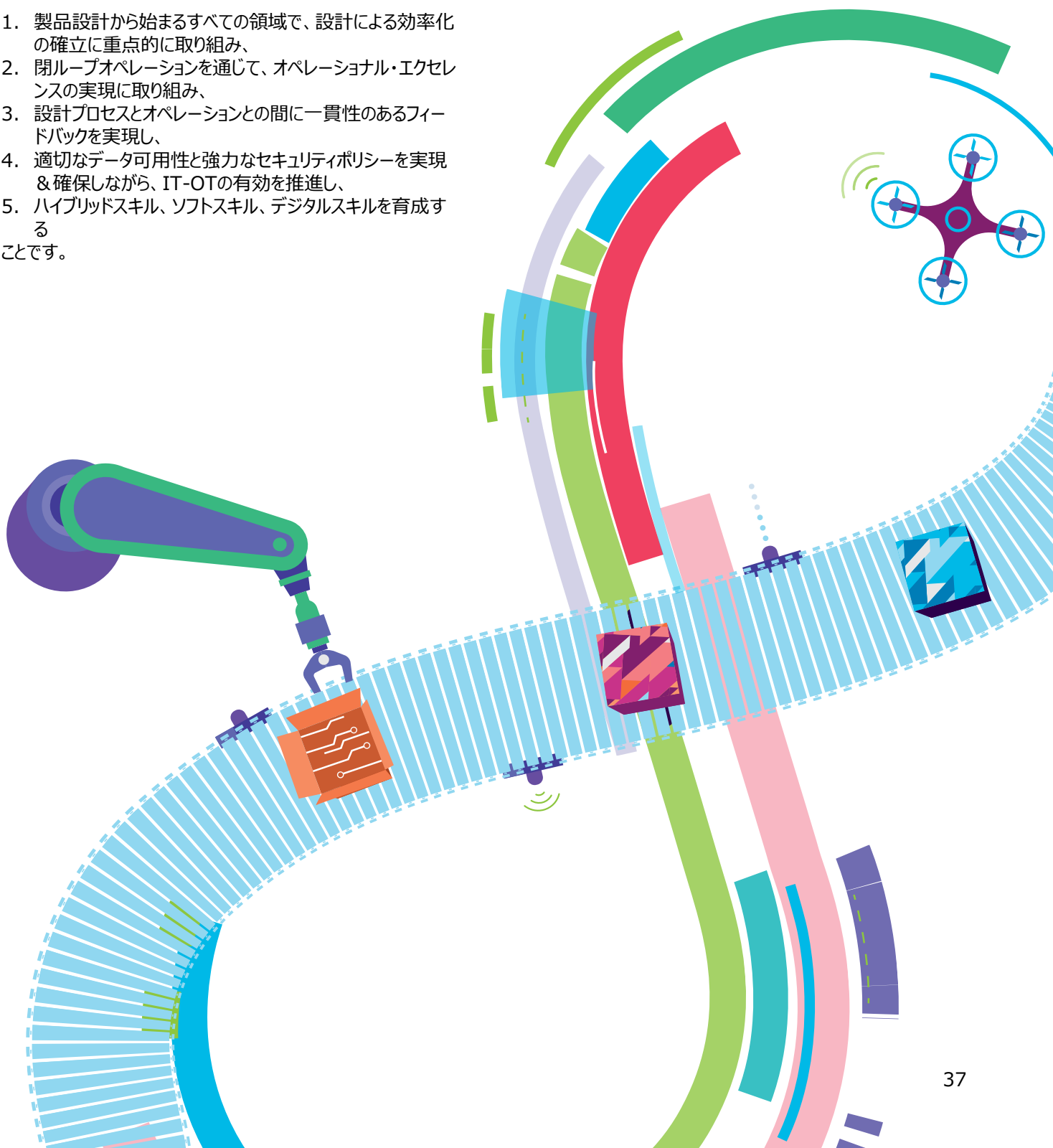
- デジタルの観点から現在の成熟度を評価する
- 今から3年または5年後、それぞれのファクトリーが到達すべき目標を評価する
- ファクトリーが成熟度曲線を上昇できるよう手助けするツールとプログラムを決定する
- 複数のファクトリーで、異なる領域のパイロットまたは小規模なテストプロジェクトを開始して弾みをつけ、成功の連鎖を促進する。

パイロットプロジェクトは、十分な技術理解を促し、特定の技術が最も価値を生み出すユースケースを特定するのに非常に有益です。Volvo Cars社のMartin Widsing氏は、企業組織全体で行われているさまざまなパイロットや実験から彼らがどのように学んでいるかについて、「**当社では、1つのプラントを1つのパイロットとして使用して、技術を確実に学び、共通の標準を確実に見出せるよう、小さなステップに分けて行っています**」、「**とはいえ、複数のファクトリーを持つ強みを活用するためにエリア・領域ごとに異なる開発トピックもあります。たとえば、あるファクトリーはビッグデータにおいて他のファクトリーをリードしています。またあるファクトリーは、MESとERPにより大きくフォーカスしています。他のファクトリーは自動化に重点的に取り組んでいます**」と説明しています²⁷。

実験者：規模拡大を図る前に、基盤への投資が必要

「フロントランナー」企業は、まず適切な基盤を確実に整備して、その基盤を継続的に改善することにより、スマートファクトリーの可能性をフルに実現しています。「実験者」企業に必要なことは、スマートファクトリージャーニーのための堅牢なビジョンと包括的ロードマップに加えて、

1. 製品設計から始まるすべての領域で、設計による効率化の確立に重点的に取り組み、
2. 閉ループオペレーションを通じて、オペレーショナル・エクセレンスの実現に取り組み、
3. 設計プロセスとオペレーションとの間に一貫性のあるフィードバックを実現し、
4. 適切なデータ可用性と強力なセキュリティポリシーを実現 & 確保しながら、IT-OTの有効を推進し、
5. ハイブリッドスキル、ソフトスキル、デジタルスキルを育成することです。



キャップジェミニは、お客様のスマートファクトリートランスフォーメーションを支援します。

キャップジェミニは、「インテリジェントインダストリー」サービスのリーディングプロバイダーです。私たちは、お客様のスマートファクトリープログラムを加速し、確実に行うためのさまざまなサービスを網羅した完全なポートフォリオ、さまざまな参照アーキテクチャ、プラットフォーム、ソリューションを提案し、以下のサービスを通してお客様を支援します。

- パフォーマンス実現のための大規模アーキテクチャの設計
- 物理-デジタルの融合の加速化 & 実現
- デジタル継続性を実現しコラボレーションの拡大を促進するためのデジタルプラットフォームの展開 & 統合
- コラボレーティブ & アジャイルな働き方による「サイロ」の破壊
- 御社で働く人々に力と自信を付与し、デジタルワーカーを熟練化
- 結果を出して成功を確保

キャップジェミニのさまざまな参照アーキテクチャ、プラットフォームならびにソリューションは、OSやプラットフォームに依存せず、安全確実に、そのまま本番にも規模拡大にも使用できます。

コンサルティングから技術サービスまで

キャップジェミニは、以下のサービスを通して、お客様のスマートファクトリージャーニーをエンド・ツー・エンドで支援します。

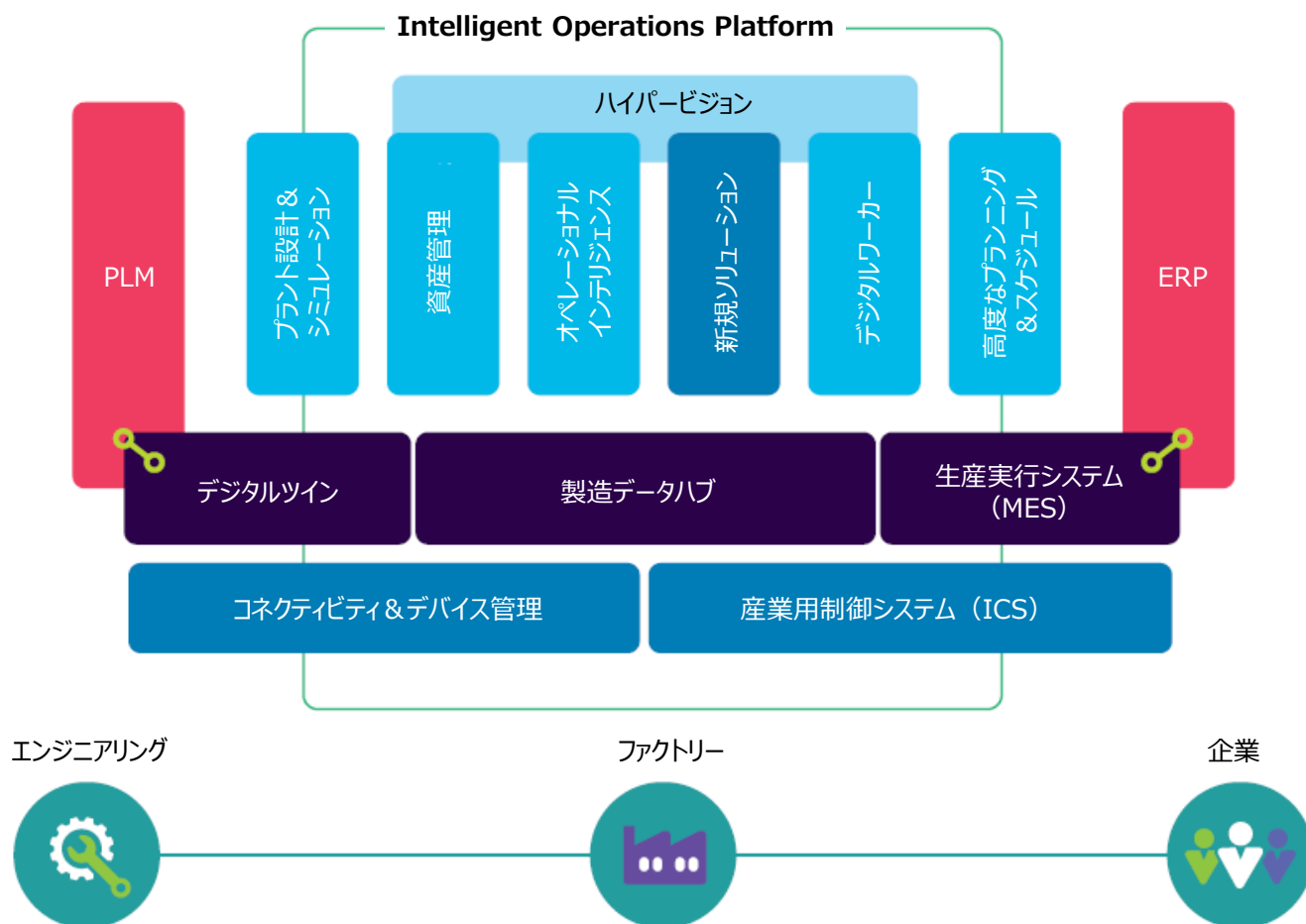
- スマートファクトリーの分析および設計：スマートファクトリー成熟度評価一式、規模拡大戦略の定義付け、ユースケースを含む一貫したトランスフォーメーションロードマップの設計、クイックウィン、デジタルプラットフォーム & IT-OT融合、ベネフィットケース、ガバナンス、変更管理
- プラットフォーム & ソリューションのセットアップ：ビジネス、アーキテクチャならびにITの設計から構築、展開まで
 - MES/SCADA
 - 資産管理
 - デジタルプラットフォーム：IIOT、アナリティクス & AI、遠隔 & モバイル、デジタルツイン、その他
 - IT-OTアーキテクチャ & 融合のための統合 / ロードマップ
- スマートファクトリーアプリケーションのメンテナンス
- サービスとしてのスマートファクトリープラットフォーム & ソリューション

スマートファクトリーのための参照アーキテクチャ & プラットフォーム

キャップジェミニがオファーする「Smart Factory」ソリューションは、グローバル製造企業がデジタルトランスフォーメーションを通じて必要な規模拡大を加速し実現するための包括的なモジュール式プラットフォームとその周辺的设计を提案します。Smart Factoryプラットフォームは、以下を完全に網羅します。

水平（基幹業務）プロセスをカバー：製品へのインターフェースや工程計画データ（一般的にPLMアプリケーションで管理）から、もう一方の終端にあるERPアプリケーションまで。ERPアプリケーションは、製造データを企業内へとインターフェース接続します。

さまざまな製造技術レイヤーを垂直統合：作業現場のコネクティビティから、高度なアナリティクス、ポイントソリューション、ターゲットユーザー向け各種アプリケーションを統合して、シームレスな製造スタックの実現を目指します。



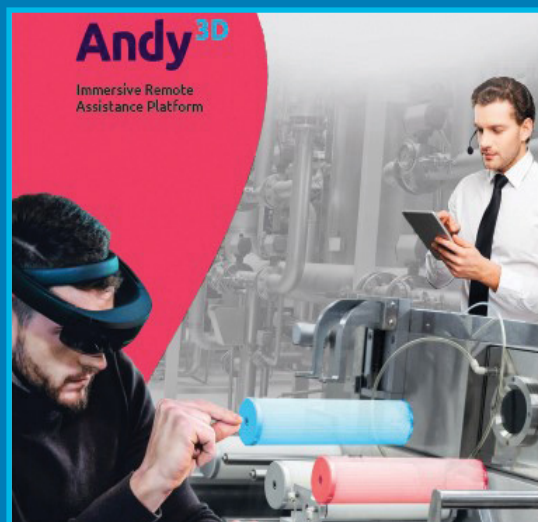
製造企業は、キャップジェミニのIntelligent Operations Platformが提供する柔軟で拡張可能なデータ管理能力やアナリティクス能力を用いて、従来のMESを拡張することができます。これにより、インテリジェンスとアナリティクスの側面がもたらされ、単なるダッシュボードではなく、真の運用プラットフォームが実現します。このIntelligent Operations Platformは、キャップジェミニのSmart Factory Operating Model設計の心臓部にあたります。

キャップジェミニの包括的なモジュール式プラットフォームによる大規模なスマートファクトリーの実現

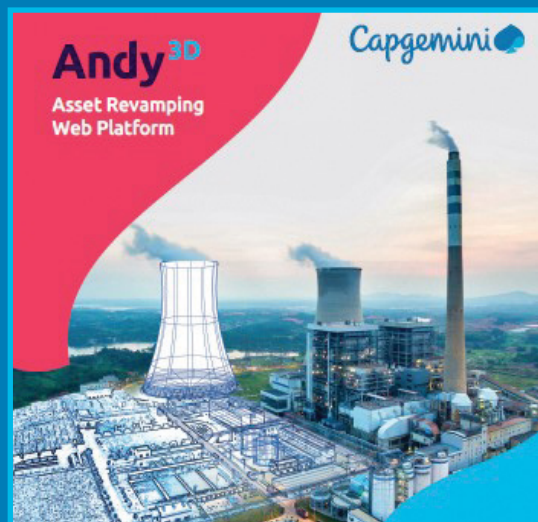
企業は、包括的プラットフォーム上にスマートファクトリーを構築することにより、迅速かつ段階的なイノベーションと大規模な展開を組み合わせることが可能になります。問題にフォーカスしたアプリケーション／横断ソリューションは、ボトムアップのイノベーションのアジリティと具体的な成果をもたらす拡張性を組み合わせます。プラットフォームベースのイノベーションを、テクノロジーから文化の変革まで網羅するキャップジェミニの包括的ガバナンスと組み合わせることにより、インダストリー4.0への持続可能なトランスフォーメーションが可能になります。

キャップジェミニのSmart Factoryの提案は、既存の製造システムと並行してインダストリアルIoTプラットフォームの柔軟性を活用して、インダストリー4.0のポテンシャル、「One Application at a Time（一度にひとつのアプリケーション）」をフルに引き出します。

スマートファクトリー専用ソリューション



Andy remote : 3Dモデルのデジタル
継続性を実現する完全一式の
マルチチャネルプラットフォーム



Andy asset revamping : あらゆる
デバイスからの3Dモデルとポイントクラウド
(点群データ) をウェブブラウザ上で
ハイブリッド化して、リアル&インタラクティブで
使いやすいモックアップを提供



X-IoT : お客様の製品と資産を安全確実に
接続・管理する、完全に設定可能で
テクノロジーに依存しないソリューション



Reflect IoD : 1D、2D、3D、地理情報、
IoTデータのネイティブな統合による
情報モデリング

注ならびに参考資料：

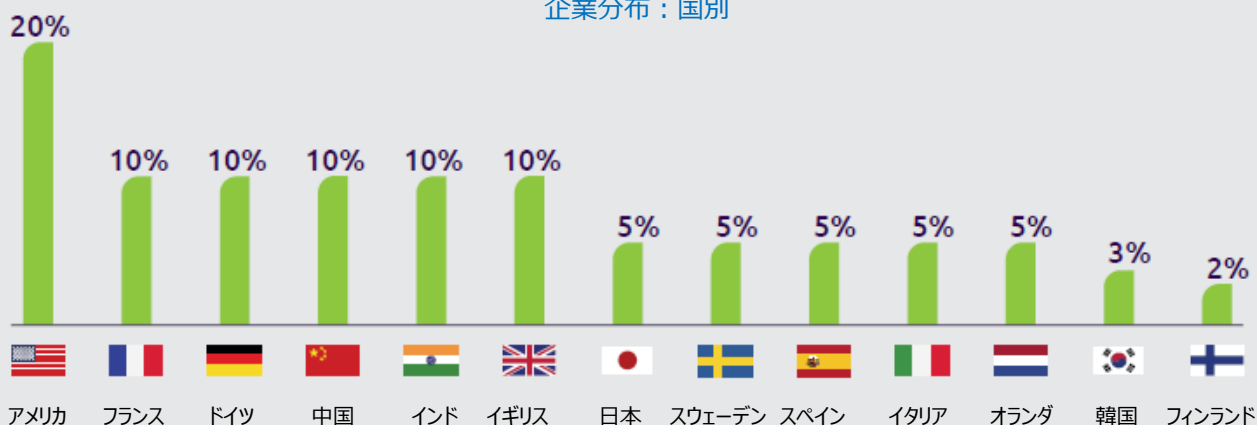
1. デジタル継続性とは、バリューチェーン全体ならびに製品ライフサイクル全体にわたる、コネクテッドで一貫性をもつ単一のデータソースを指します。
2. PLMは、Product Lifecycle Management（製品ライフサイクル管理）の略です。
3. MES/SCADAは、Manufacturing Execution System（生産実行システム）/Supervisory Control and Data Acquisition（監視制御&データ収集）の略です。
4. MarketsandMarkets, 『Smart Factory Market by Technology (DCS, PLC, MES, ERP, SCADA, PAM, HMI, PLM), Component (Sensors, Industrial Robots, Machine Vision Systems, Industrial 3D Printing), Industry, and Geography - Global Forecast to 2024』、2019年3月
5. MarketsandMarkets, 『Smart Manufacturing Platform Market by type (Device & Connectivity Management, Application Enablement), Application (Performance, Optimization, Asset & Condition Monitoring), Industry (Process, Discrete), Deployment Type, Region - Global Forecast to 2024』、2019年6月
6. Capgemini Research Institute, 『Smart Factories: How can manufacturers realize the potential of digital industrial revolution』、2017年5月
7. キャップジェミニのIntelligent Industryのビジョンには、IT（情報技術）とOT（運用技術）の融合のみならず、物理世界とデジタル世界の融合が織り込まれています。これにより、R&D、エンジニアリング、製造、サプライチェーン、オペレーションならびにサービスにおける技術主導型ディスラプションが実現できます。
8. このシリーズには、以下のレポートが含まれます。
『Smart Factories: How can manufacturers realize the potential of digital industrial revolution』、『Unlocking the business value of IoT in operations』、『Digital Engineering: The new growth engine for discrete manufacturers』、『The Digital Supply Chain's Missing Link: Focus, 5G in industrial operations: How telcos and industrial companies stand to benefit』
9. Capgemini Research Institute, 『Smart factory interview with Seshu Bhagavatula, President, New Technologies and Business Initiatives, Ashok Leyland』、2019年5月
10. Cincinnati.com, 「P&G promises mega 'factory of the future' as it shuts down old sites」、2018年7月
11. Auto123, 「Audi invests \$1.3 US billion in Mexico plant」、2019年6月、ウェブサイトアクセス
12. Arstechnica, 「Virtual assembly lines are making the auto industry more flexible」、2017年7月
13. groupe-psa.com, 「INDUSTRY 4.0 AND AUTOMOTIVE EXCELLENCE BY GROUPE PSA」、2019年7月、ウェブサイトアクセス
14. Capgemini Research Institute, 『5G in Industrial Operations: Industry wants to leverage the 5G revolution, but barriers remain』、2019年6月
15. Reuters, 『Factbox: German industrial giants eye regional 5G licenses』、2019年1月
16. DW.com, 「BASF builds its own 5G network」、2019年6月
17. handelsblatt.com, 「German industrial firms plan their own 5G networks」、2019年1月
18. Capgemini Research Institute, 『Smart factory interview with a Finnish industrial company』、2019年5月
19. Capgemini Research Institute, 『Smart factory interview with Martin Widsing, Senior Manager, Virtual Methods and IT, Volvo Cars』、2019年4月
20. Capgemini Research Institute, 『Automotive smart factory interview with Nitin Dharmadhikari, deputy GM at Tata Motors』、2018年
21. Capgemini Research Institute, 『Smart factory interview with Juha Ehrola, Director of Operations Development at Valmet Oyj』、2019年5月
22. AIG and EEF, 『Cyber Security for Manufacturing』、2018年4月
23. Schneider Electric, 「Schneider Electric Launches First Smart Factory in the U.S. Demonstrating Quantifiable, Real-Time Benefits of Innovative EcoStruxure Solutions」、2019年6月14日プレスリリース。 <https://www.prnewswire.com/news-releases/schneider-electric-launches-first-smart-factory-in-the-us-demonstrating-quantifiable-real-time-benefits-of-innovative-ecostruxure-solutions-300866912.html> 2から取得。
24. Capgemini Research Institute, 『Understanding digital mastery today: why companies are struggling with their digital transformations』、2018年7月
25. Capgemini Research Institute, 『Smart factory interview with Pascal Renouvin, VP - CIO Global Supply Chain for Renewable Energy, GE Renewable Energy』、2019年4月
26. Cisco, 『Leading Tools Manufacturer Transforms Operations with IoT』、2019年4月
27. Capgemini Research Institute, 『Smart factory interview with Martin Widsing, Senior Manager, Virtual Methods and IT, Volvo Cars』、2019年4月

調査方法

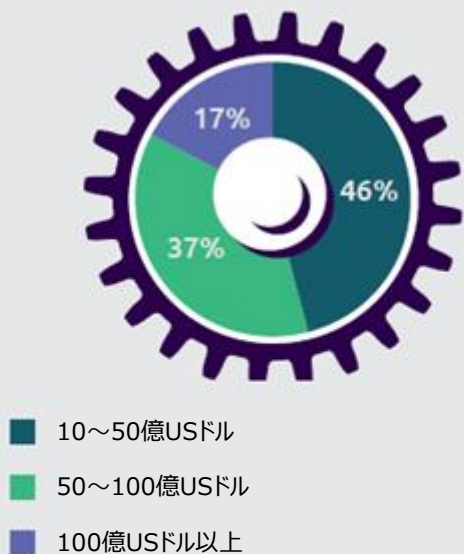
今回の調査は、二面アプローチに従って、現在スマートファクトリーイニシアチブを進行中の企業1000社のエグゼクティブを対象に実施されました。かかる企業はすべて、直近の事業年度の収益が10億ドルを越えています。

調査は、以下の13カ国で、2019年4月から5月にかけて実施されました。

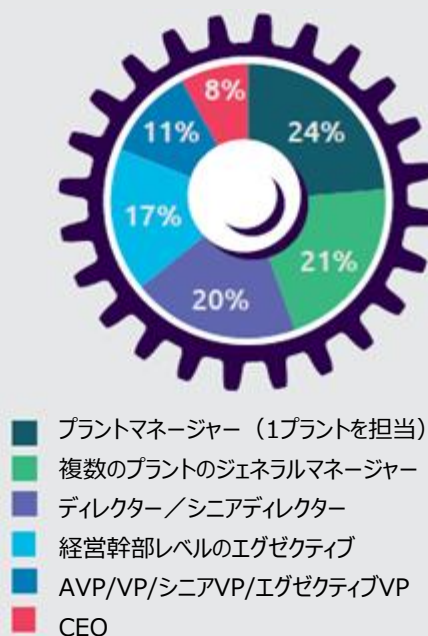
企業分布：国別



企業分布：収益別

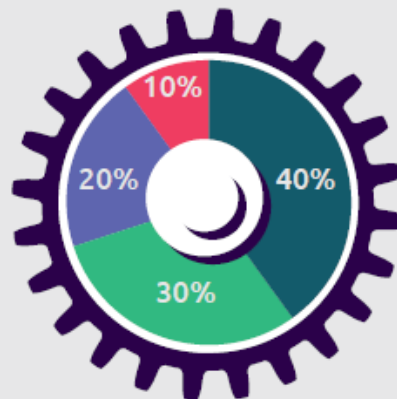


回答者分布：役職別



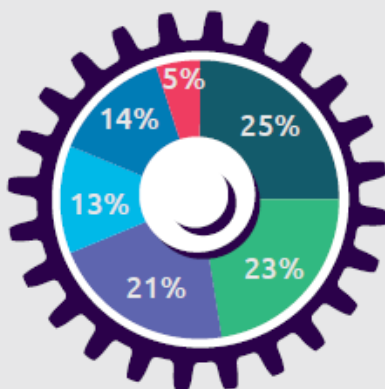
さらに、20以上の学術機関、業界エキスパート、起業家たちに対して、掘り下げたインタビューを実施しました。

企業分布：業界別



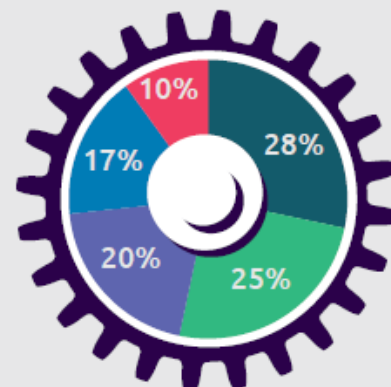
- ディスクリート型製造業
- プロセス産業
- 電力、エネルギー & ユーティリティ
- 消費財

ディスクリート型製造企業の内訳



- 自動車
- 運輸
- 産業機械
- 医療機器
- 半導体 & エレクトロニクス / ハイテク
- 航空宇宙産業

プロセス製造企業の内訳



- 製薬
- 鋁業
- 化学製品
- 製紙業
- ケーブル

上記調査に加え、スマートファクトリーイニシアチブまたはスマートファクトリーそのものを監視する複数のエグゼクティブたちと20回以上インタビューを行い、スマートファクトリーのビジョンやアプローチ、利益、さらにイニシアチブの拡大における課題についてディスカッションを重ねました。

執筆者の紹介



Jean-Pierre Petit

Group leader for Digital Manufacturing, Capgemini
jean-pierre.petit@sogeti.com

Jean-Pierre is the Capgemini Group leader for Digital Manufacturing. He earlier managed the Manufacturing, Distribution, Retail and Energy & Utilities sectors and was nominated deputy Chief Executive Officer of our technology Services in France, in January 2013. He was appointed Chief Executive Officer of Sogeti High Tech in 2015. His main mission was to develop the Sogeti High Tech Engineering and digital manufacturing presence within large companies. Jean-Pierre Petit is a SUPELEC graduate and started his career in 1984 as a consultant within Andersen Consulting. He joined the Sagem Group in 1993 heading the R&D and cable manufacturing activities.



Pierre Bagnon

Vice-President, Capgemini Invent, Smart Factory
pierre.bagnon@capgemini.com

Pierre is head of Capgemini Invent global Smart factory cluster. He focuses on the digital transformation of manufacturing operations. Pierre has 17 years of industrial experience with focus on Automotive, Industrial goods, Consumer goods, and Pharma.



Alexandre Capone

Vice President Digital Manufacturing, PLM
alexandre.capone@capgemini.com

Alexandre is part of the Capgemini Industry 4.0, Digital Manufacturing, PLM and AI Team. Previously at Tesla, he has played an important role in driving Digital Manufacturing and PLM implementation using the 3DEXperience platform. With over twenty years of being involved in all aspects of the Engineering and Manufacturing processes, Alexandre continues to share his vision of the symbiotic relationship of each step of the process from concept to product delivery.



Pascal Brosset

EVP-CTO, Digital Manufacturing
pascal.brosset@capgemini.com

Pascal is the global CTO and North America leader for Capgemini's Digital Manufacturing services. He has 30 years of experience including a seven-year stint as a Group CTO with Schneider Electric and ten years with SAP AG as a Chief Strategy Officer. At Capgemini, Pascal is responsible for orchestrating and developing the company's strategy and portfolio of solutions for the Industry 4.0/IIoT/Digital Manufacturing market and organizing the go-to market for the related solutions.



Jerome Buvat

Global Head of Research and Head of Capgemini Research Institute
jerome.buvat@capgemini.com

Jerome is head of Capgemini Research Institute. He works closely with industry leaders and academics to help organizations understand the nature and impact of digital disruptions.



Ramya Krishna Puttur

Manager, Capgemini Research Institute
ramya.puttur@capgemini.com

Ramya is a manager at Capgemini Research Institute. She follows the growing role of digital technologies in shaping and transforming the boundaries of traditional business consortiums.



Shahul Nath

Consultant, Capgemini Research Institute
shahul.nath@capgemini.com

Shahul is a consultant at the Capgemini Research Institute. He keenly follows disruptive technologies and its impact on industries and society.



Aritra Ghosh

Manager, Capgemini Research Institute
aritra.ghosh@capgemini.com

Aritra is a manager at Capgemini Research Institute. He likes to follow how emerging digital technologies are commercialized and what disruptions across industries they bring in.

The authors would like to thank Patrick Nicolet, Oliver Moron, Jacques Mezhrhid, Ralph Schneider-Maul, Mike Dennis, Alexandre Embry, Eric Grumblatt, Darshan Naik, Guy Williamson, Manuel Chareyre, Lukas Birn, Eddie Tie, Asif Moonim, Vivek Jain, Satishchandra Nayak, Subrahmanyam KVJ, Vivek Kotru, Ruth-Anne Peters, Mikko Nordlund, Nirmala Iyengar, Robin Sundqvist, Alexandra Bonanni, Gaurav K Gupta and Jörg Aufenanger for their contribution to this research.

キャップジェミニ・リサーチ・インスティテュートについて

キャップジェミニ・リサーチ・インスティテュートは、キャップジェミニの社内リサーチセンターです。この組織は、大規模な従来型／既存のビジネスに対するデジタル技術の影響について調査し、その結果を公開しています。ここでは、チームがキャップジェミニのエキスパートたちによる世界規模でのネットワークを活用し、教育機関や技術パートナーたちと緊密に連携しています。キャップジェミニ・リサーチ・インスティテュートは、インド、イギリスおよびアメリカに専用のリサーチセンターを開設しています。近年、独立系アナリスト企業からリサーチの品質を認められ、世界ナンバーワンの格付けを得ています。キャップジェミニ・リサーチ・インスティテュートについては、以下をご覧ください。

<https://www.capgemini.com/researchinstitute/>

私たちにご連絡ください。
さらに詳しい情報をお届けいたします。

Global

Jean Pierre PETIT
jean-pierre.petit@sogeti.com

Pascal BROSSET
pascal.brosset@capgemini.com

Jacques BACRY
jacques.bacry@capgemini.com

Alexandre Capone
alexandre.capone@capgemini.com

APAC

Jean-Maurice Ferauge
jean-maurice.feraude@capgemini.com

Masahiko Mochizuki
masahiko.mochizuki@capgemini.com

Germany

Oliver Moron
oliver.moron@capgemini.com

Ralph Schneider-Maul
ralph.schneider-maul@capgemini.com

Lukas Birn
lukas.birn@capgemini.com

Reinhard Winkler
reinhard.winkler@capgemini.com

Jochen Bechtold
jochen.bechtold@capgemini.com

North America

Yves R Vergnolle
yves.vergnolle@capgemini.com

Oz Deally
oswin.deally@capgemini.com

Mark R Landry
mark.landry@capgemini.com

Darshan Naik
darshan.naik@capgemini.com

Philippe Duhem
philippe.duhem@capgemini.com

Raghuram Mocherla
raghuram.mocherla@capgemini.com

France

Philippe Ravix
philippe.ravix@capgemini.com

Jacques Mezrahid
jacques.mezrahid@capgemini.com

Patrice LE FRANC
patrice.le-franc@capgemini.com

Jacques Bacry
jacques.bacry@capgemini.com

Pierre BAGNON
pierre.bagnon@capgemini.com

Eric Grumblatt
eric.grumblatt@capgemini.com

Netherlands

Vinod Balakrishnan
vinod.balakrishnan@capgemini.com

Diederik VIELEERS
diederik.vieleers@sogeti.com

India

Sanjeev Gupta
sanjeev.a.gupta@capgemini.com

Dattatraya Kulkarni
dattatraya.kulkarni@capgemini.com

Australia

Matthew Newman
matthew.newman@capgemini.com

UK

Pierre BRASSEL
pierre.brassel@capgemini.com

Nigel Thomas
nigel.thomas@capgemini.com

David Rutter
david.rutter@capgemini.com

デジタルトランスフォーメーションに関する最近の調査・研究：



Digital Engineering: The new growth engine for discrete Manufacturers



5G in Industrial Operations: How Telcos and Industrial Companies Stand to Benefit



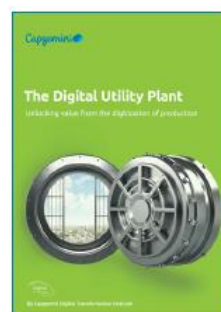
Unlocking the business value of Industrial IoT



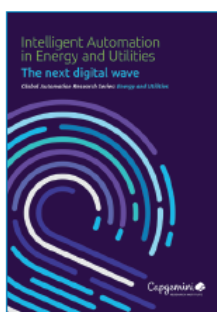
Augmented and Virtual Reality in Operations – a guide for investment



Smart Factories: How can manufacturers realize the potential of digital industrial revolution



Digital Utility Plant: Unlocking Value from The Digitization of Production



Intelligent Automation in Energy and Utilities: The Next Digital Wave



Automotive Smart Factories: Putting Automotive Manufacturers in The Digital Industrial Revolution Driving Seat



Reshaping the future: Unlocking automation's untapped value



Accelerating Automotive's AI Transformation: How driving AI enterprise-wide can turbocharge organization value



The Digital Supply Chain's Missing Link: Focus

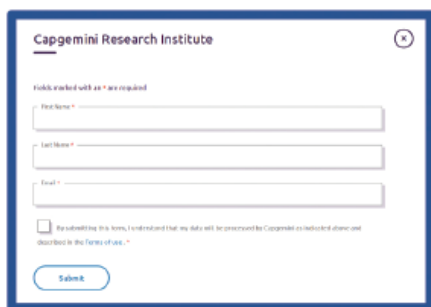


Digital Transformation Review: 12th Edition
Taking Digital Transformation to the Next Level: Lessons from the Leaders

キャップジェミニ・リサーチ・インスティテューションの最新レポートをぜひお読みください。

最新レポートは、下のQRコードまたは以下のウェブサイトからダウンロードできます。

<https://www.capgemini.com/Research-Institute/>



Capgemini Research Institute

Fields marked with an * are required

First Name *

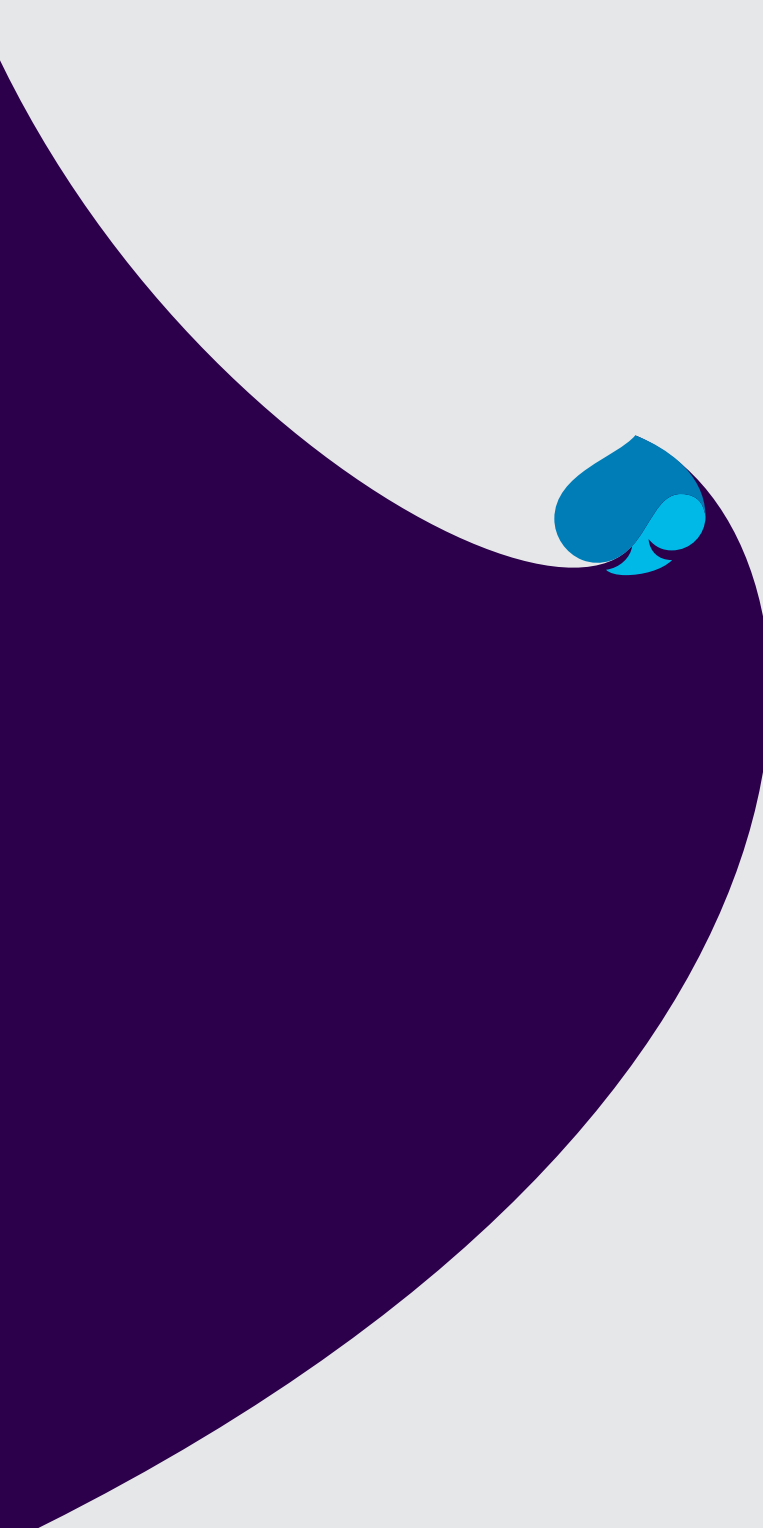
Last Name *

Email *

☐ By submitting this form, I understand that my data will be processed by Capgemini as indicated above and described in the Terms of use. *

Submit





キャップジェミニについて

キャップジェミニは、コンサルティング、テクノロジーサービス、デジタルトランスフォーメーションのグローバルリーダーとして、イノベーションの最前線に立ち、進化を続けるクラウド、デジタル及び各種プラットフォーム分野で、顧客のあらゆるビジネス機会に対応致します。キャップジェミニは、50年にわたり蓄積してきた優れた実績と業界固有の専門知識を基に、戦略から運用まで、弊社の一連のサービスを通じて、顧客企業が目指すビジネスビジョンの実現をご支援致します。キャップジェミニの信念は、「テクノロジーに関わるビジネス価値は人を通じて具現化される」ことであり、この信念こそが弊社の原動力となっています。キャップジェミニは、世界40ヶ国以上、20万人を超えるチームメンバーで構成される多文化企業です。キャップジェミニ・グループ全体の2018年度売上は、132億ユーロです。

キャップジェミニ株式会社については、以下をご覧ください。
www.capgemini.com/jp-jp

People matter, results count.

The information contained in this document is proprietary. ©2019 Capgemini.
All rights reserved.