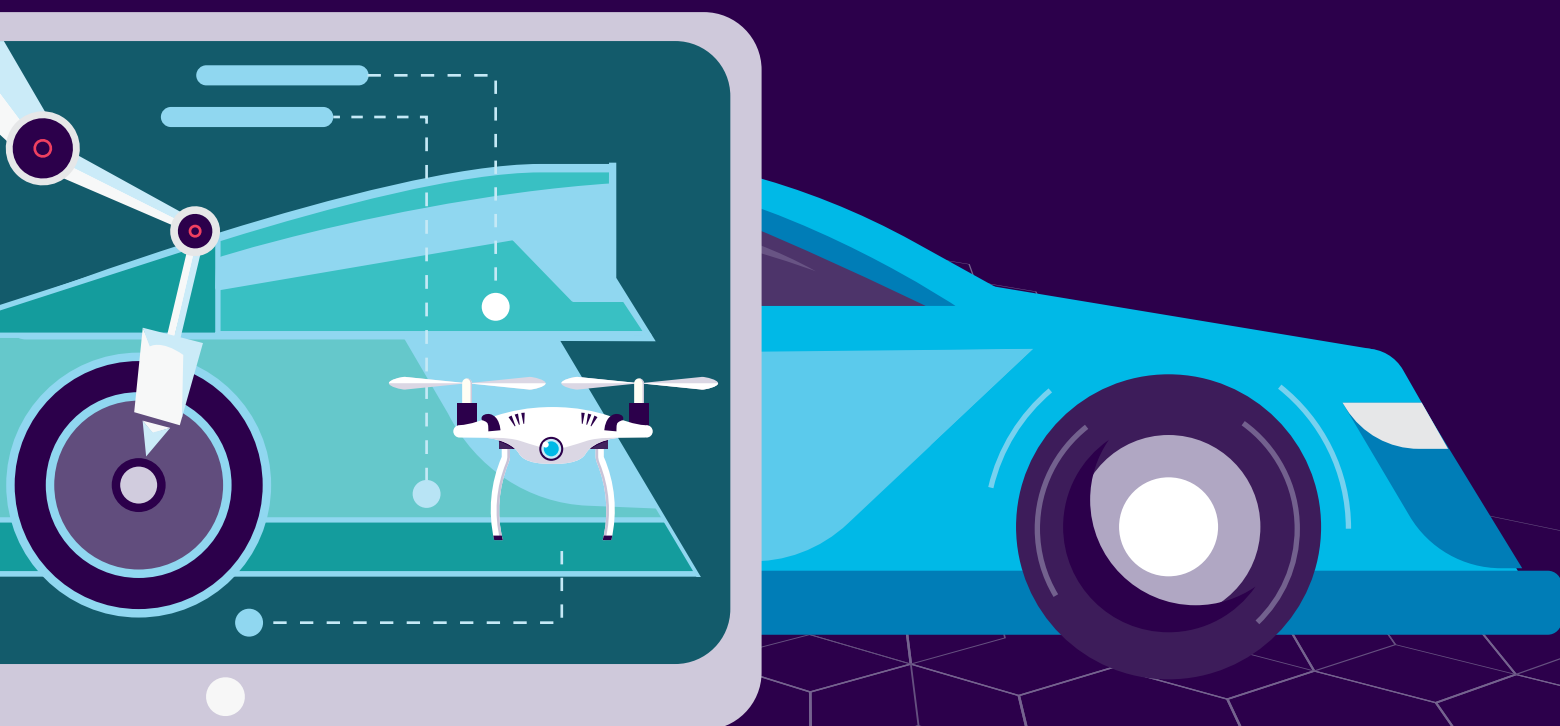


How automotive organizations can maximize the **smart factory potential**

— 自動車関連企業が**スマートファクトリー**の
ポテンシャルを最大化するためには



*本書は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『How automotive organizations can maximize the smart factory potential』（英文）をご参照下さい。

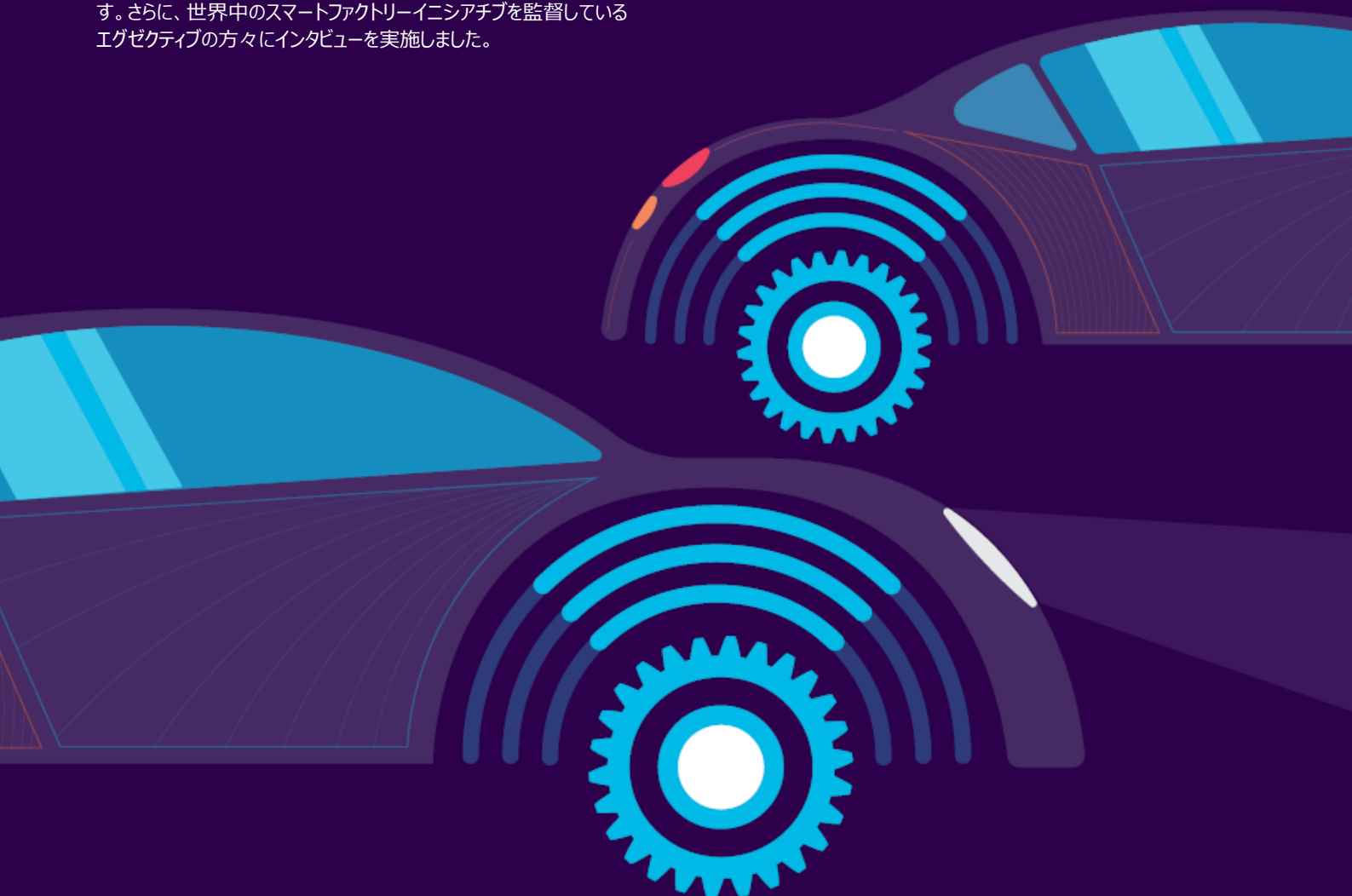
はじめに

第4次産業革命の加速に伴い、製造業は未来のファクトリーにフォーカスを定めています。私たちが2019年に実施した製造業におけるスマートファクトリーに関する調査では、製造業全体のほぼ70%でスマートファクトリーイニシアチブが現在進行中であることが判明しました（2017年は43%）¹。また2018年に実施した自動車セクターに関する調査では、スマートファクトリーに対する大きな意欲があることも明らかになっています²。今日、自動車OEMならびにサプライヤーは多額の投資を行っています。Audi社は13億米ドルを投資してメキシコにファクトリーを建設し、Great Wall Motor社は6億2,900万米ドルをかけて中国にスマート施設を建設しました³。

これらは顕著な例ですが、私たちは自動車関連企業がどのようにスマートファクトリーに対する意欲を現実化しているのかを理解したいと考えました。そこで、自動車関連企業が自らのスマートファクトリーイニシアチブの規模を拡大することができたかどうかを知るために、自動車関連企業100社を対象に調査を実施しました。調査対象の100社中98社は、スマートファクトリーのイニシアチブを進行中です。さらに、世界中のスマートファクトリーイニシアチブを監督しているエグゼクティブの方々にインタビューを実施しました。

本レポートでは、キャップジェミニ独自の分析を基に、以下の領域について考察します。

1. スマートファクトリーに対する自動車業界の意欲と過去18～24か月間の進捗状況
2. スマートファクトリーが自動車産業にもたらすメリット
3. スマートファクトリーイニシアチブを拡大し、この新しい産業革命のポテンシャルをフルに実現するためにOEMならびにサプライヤーができること



1. 自動車関連企業のスマートファクトリー計画が加速

自動車関連企業の2社中1社がスマートファクトリージャーニーを順調に進行

私たちの以前の調査において、自動車産業がスマートファクトリー採用におけるリーダーであり、製造業のサブセクターのトップ3の1つであることが判明しています⁴。スマートファクトリーに対するこの関心の

高さは理由は、生産性の向上から大幅なコスト削減までさまざまです。

今回の調査では、自動車業界が過去18か月で大きな進歩を遂げていることが確認できました。また、図1に示すように、回答者のほぼ半数（48%）がスマートファクトリーのロードマップと照らし合わせて「順調に進んでいる」と回答しています。前回の調査で同じ回答をした企業は、全体のわずか38%でした。



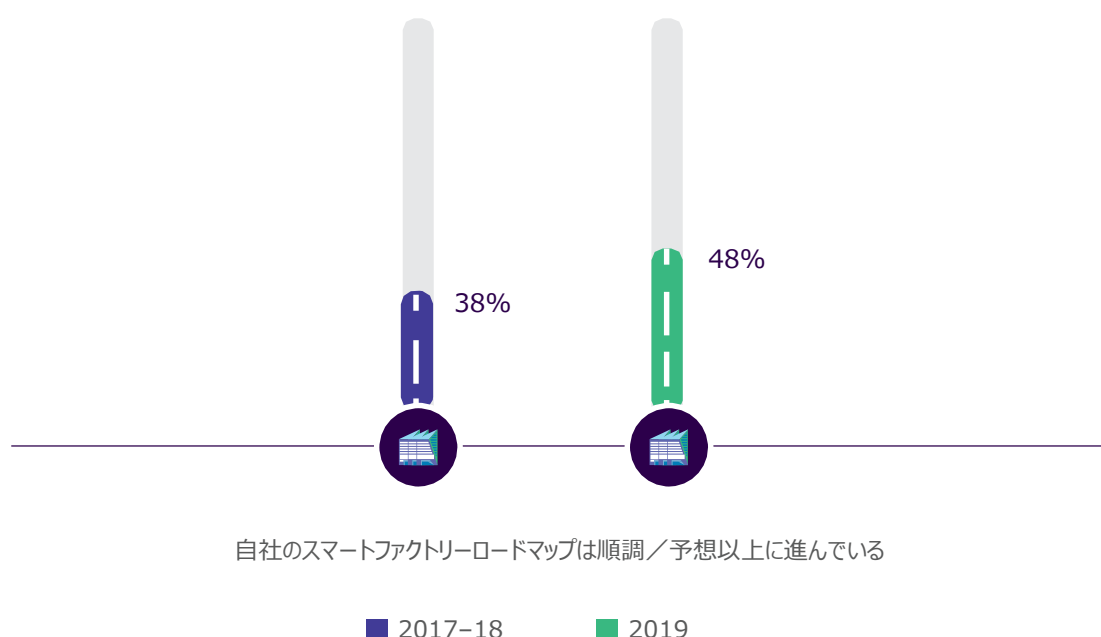
当社がスマートファクトリーイニシアチブに着手した主な理由は3つ — まず第一に、当社の旧式工場のオペレーションを近代化、デジタル化することで生産性を向上させるため、第二に、人間では検出が困難な品質問題に対処するため、そして第三に、注文生産またはマスカスタマイゼーションの能力を組み込むためです⁵。

Ashok Leyland社（インド最大級の大型車両メーカー）
President, New Technologies and Business Initiatives

Seshu Bhagavatula氏

図 1

18か月前と比較して、スマートファクトリーロードマップが順調に進んでいる自動車関連企業が増加



データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=100 automotive manufacturers; Smart factory survey 2017–18』

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：たとえば、IIoTを活用して、既存の機器・設備や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

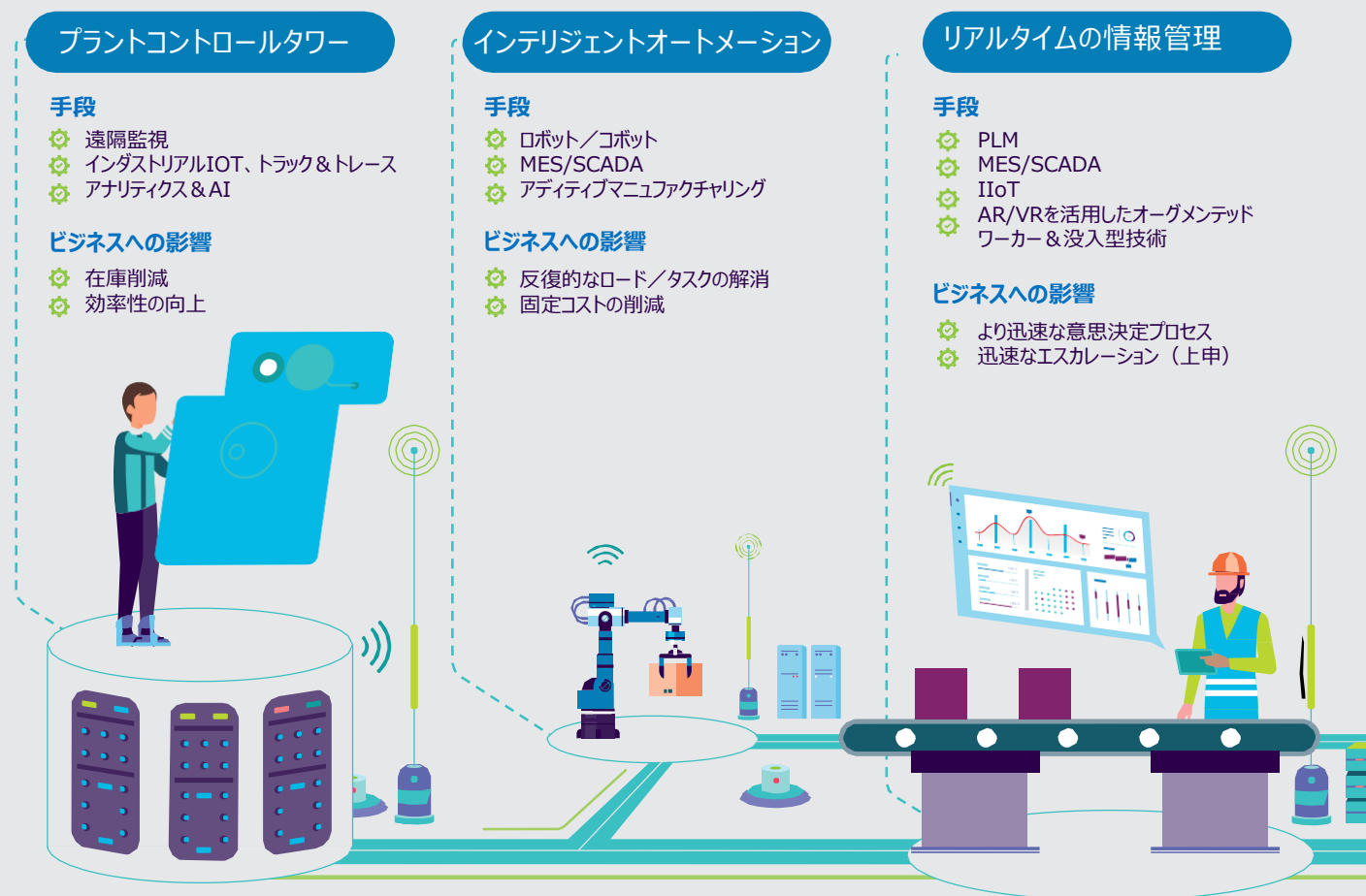
- クラウド規模のデータ管理とアナリティクス：予測分析／AIの実装など

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、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。アドバンスド・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⁶。

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ンング
- ⚙️ 生産リスクの軽減

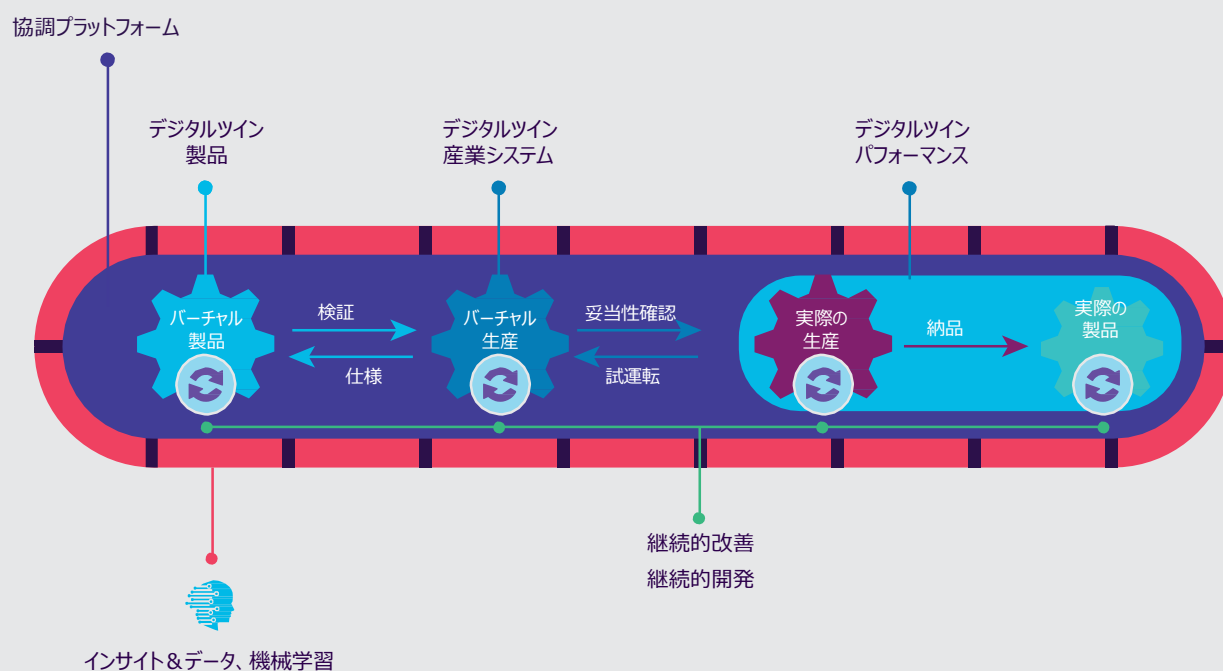


スマートファクトリーとは？（続）

インダストリアルデジタルツインは、スマートファクトリーオペレーションに不可欠です。物理的製品や産業システムでの実験は、時間も費用もかかります。しかしデジタルレプリカを使用すれば、すばやく編集して新製品の導入、設計変更、シミュレーションの実行な

どをテストすることができます。さらに、デジタルツインによって、製造現場に接続したまま動作シミュレーションやラインバランシング、仮想ビルド、仮想シミュレーションを実行できます。このようなコネクティビティは、ファクトリーのダイレクトな継続的改善を可能にします。図3は、製造におけるデジタルツインを大まかに概念化したものです。

図 3 製造におけるデジタルツイン



データ：Capgemini

過去2年間でファクトリーのほぼ3分の1がスマート化

自動車OEMもサプライヤーもスマートファクトリーイニシアチブに力を注いでいます。たとえば、Bosch社は、最新のインダストリー4.0ソリューションを実装したインドのプラントに3,100万ユーロを投資しました⁷。

日本を本拠地とするタイヤ・ゴム製品企業であるTOYO TIRE株式会社は、2019年7月、セルビアでの新プラント設立を発表しました。同社は、IoTテクノロジーにより実現する製造実行システムをこのプラントに実装して、低コスト&高品質の実現を目指します⁸。

このようなコミットメントは今回の最新調査の結果に反映されています。自動車業界のプレーヤーたちは、過去2年間でファクトリーの30%をスマート化しています。図4に示すように、この数字は前回の2017～2018年の調査における24%を上回っています。



私たちは、現地市場での競争力を強化し高まる需要に対応するために、インドでのより効率的で柔軟かつ持続可能な製造に向けてさらなる一歩を踏み出しています。新しいBidadi工場により、Bosch Groupのグローバルネットワークにおけるインドの役割はさらに重要なものとなるでしょう。

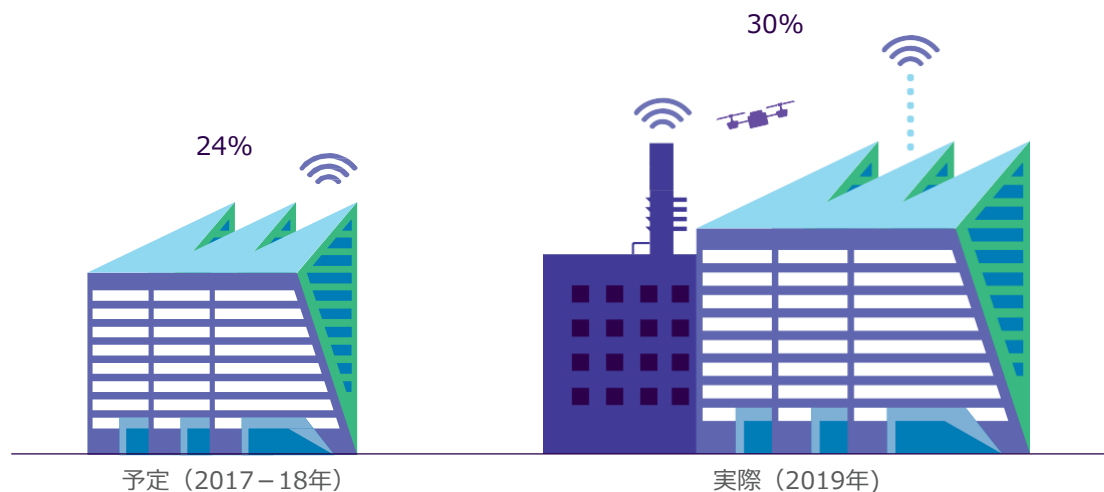
Robert Bosch GmbH社
Chairman of the Board of Management

Volkmar Denner氏
(モビリティソリューションのための拡張スマートファクトリーを開始)

データ：online automotive magazine.

図 4

過去18～24か月間で3割の自動車工場がスマート化された



データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April-May 2019, N=100 automotive manufacturers; Smart factory survey 2017-18』

80%

過去18～24か月間にスマート化された自動車ファクトリーの割合

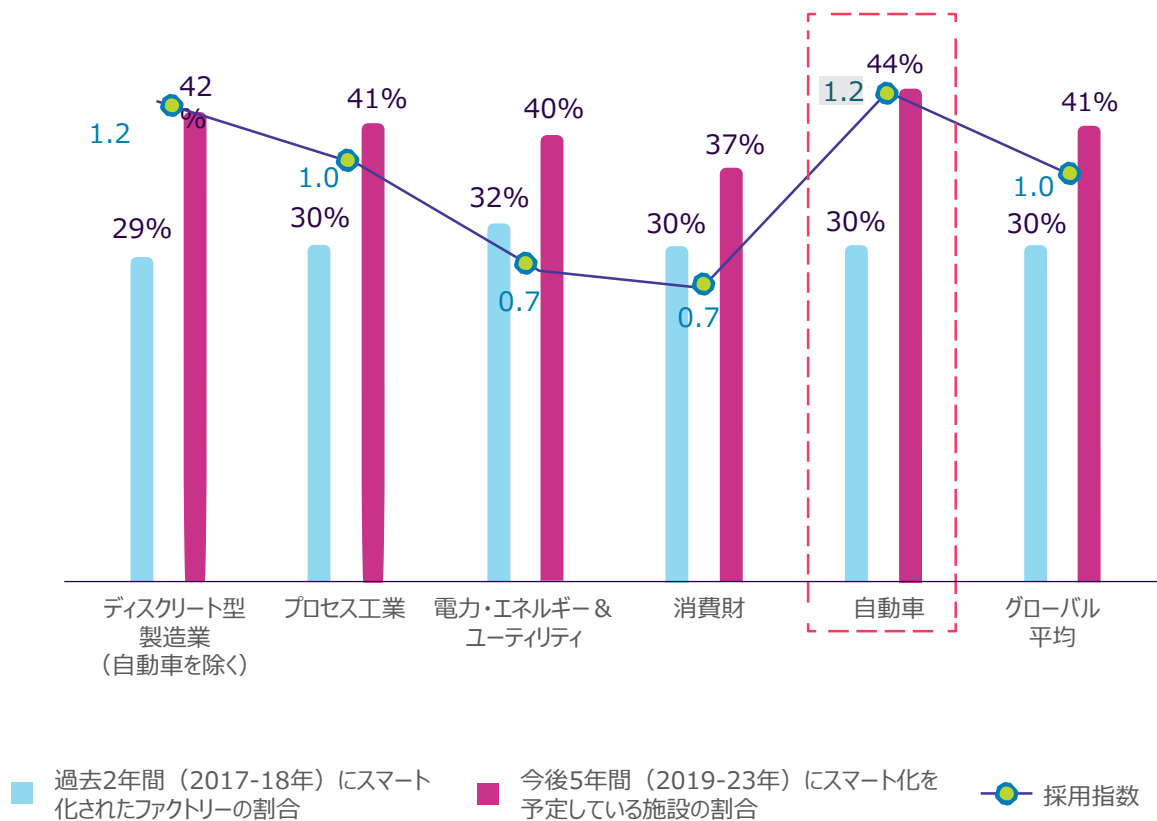
自動車業界の積極的なスマートファクトリー採用計画

自動車業界は、今後の5年間について野心的な計画を立てており、製造業の他のどのセクターよりも強気です。キャップジェミニは、独自に開発したスマートファクトリー採用指数を用いて、今後5年間（2019～23年）のスマートファクトリーへの意欲を分析しました。その結果、自動車業界の採用指数は1.2 — この値は自動車を除くディスクリート型製造業とほぼ同じですが、製造業以外の業界を上回っています。

図 5

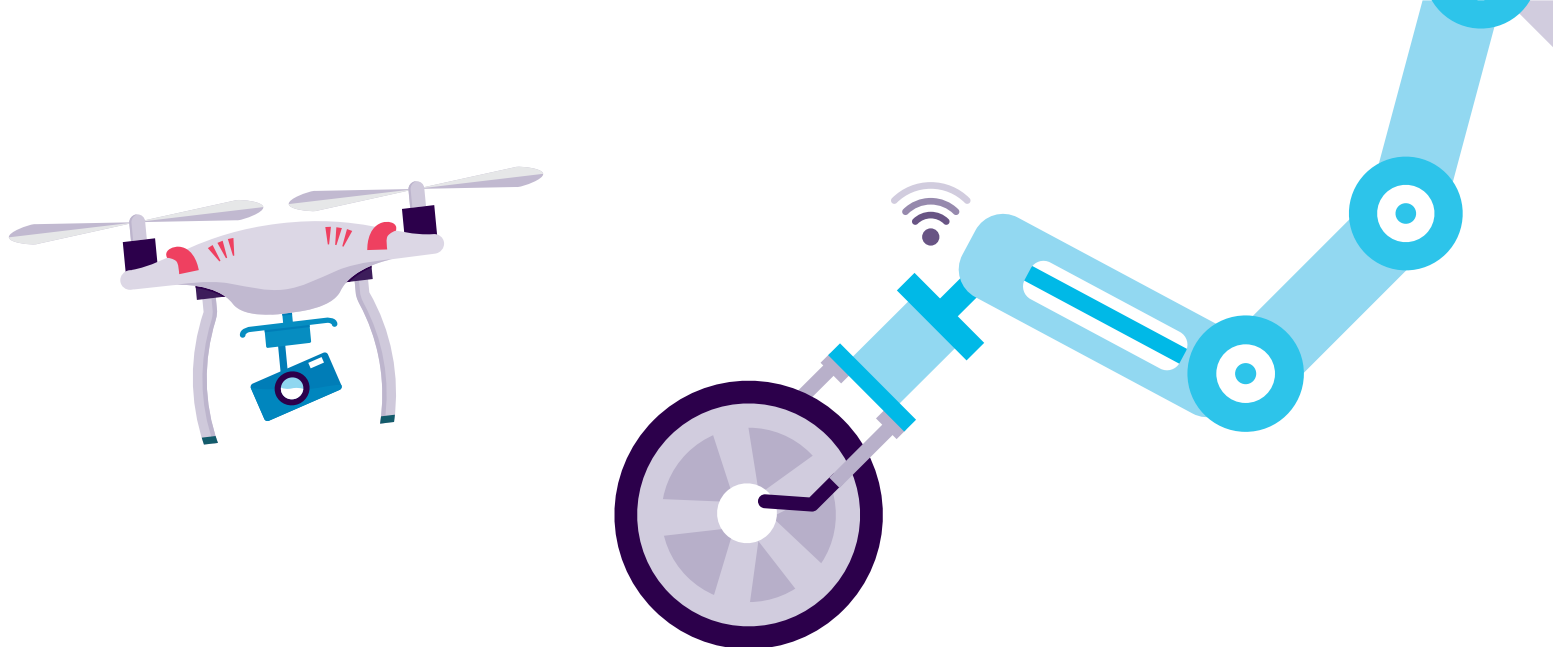
自動車業界は、今後5年間で工場の44%をスマートファクトリー化する計画

【業種別】過去2年間（2017～18）におけるスマートファクトリーの採用と
今後5年間（2019～23）での新規ファクトリーの採用



- 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。

データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April-May 2019, N=912 manufacturers that have existing smart factory initiatives globally; N=98 automotive organizations with smart factory initiatives』



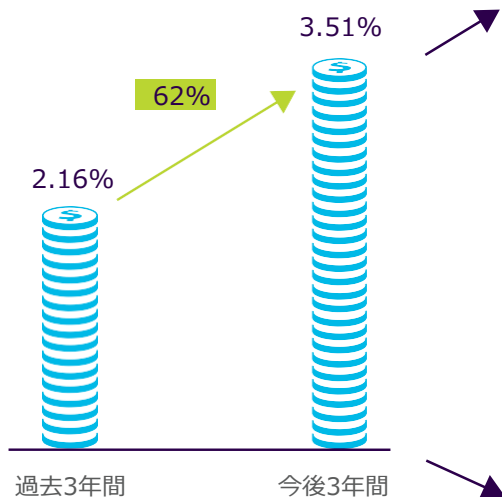
また、自動車関連企業が将来、より大きな投資を計画していることも判明しました。自動車関連企業は過去3年間に収益の約2.2%に相当する投資を行いました。今後3年間に計画する投資は収益の3.5%に相当するもので、これは62%の増加となります。

自動車関連企業は全般的にグローバル製造業の平均（3.2%）よりも高い率（3.5%）の投資を予定しています。

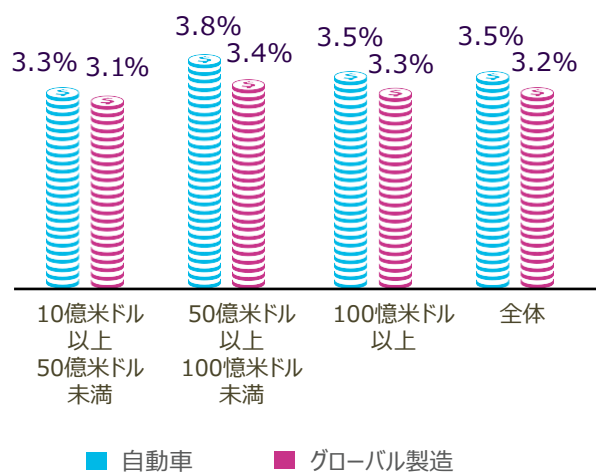
図 6

スマートファクトリー投資の収益に対する割合 - 自動車業界は60%以上の増加を計画

自動車業界のスマートファクトリーへの
年間平均投資額（収益に対する割合）



今後3年間のスマートファクトリーへの平均年間投資額
（収益に対する割合）



データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=912 manufacturers that have existing smart factory initiatives globally; N=98 automotive organizations with smart factory initiatives』

データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers; N=100 automotive manufacturers』

自動車関連企業の4社中1社は、グリーンフィールドファクトリー戦略への投資準備を整えている

前回のレポートでは、トップ10自動車OEMがグリーンフィールドファクトリーを新規設立する費用を10～13億米ドル、ブラウンフィールドのセットアップ費用については1ファクトリーあたり400～740万米ドルと見積もりました⁹。

- 必要なコストを考えると、自動車関連企業の44%がグリーンフィールドとブラウンフィールド両方の実装を組み合わせたハイブリッドアプローチに従い、31%がブラウンフィールドの機会を追求するという回答は当然かもしれません（図7を参照）。

- とはいえ、4分の1（25%）の自動車関連企業はグリーンフィールド戦略を遂行したいと考えています（製造業全体では20%）。このグリーンフィールドへの欲求は、企業の半数以上（56%）が「ファクトリーはまず設計によって効率化されなければならない」と考えていることに起因します。この「設計による効率化」は、グリーンフィールドのセットアップの方が容易に達成できます。



仕事を最初からやり遂げる方が、改善として後からやり直すよりもはるかに少ない労力ですみます¹⁰。

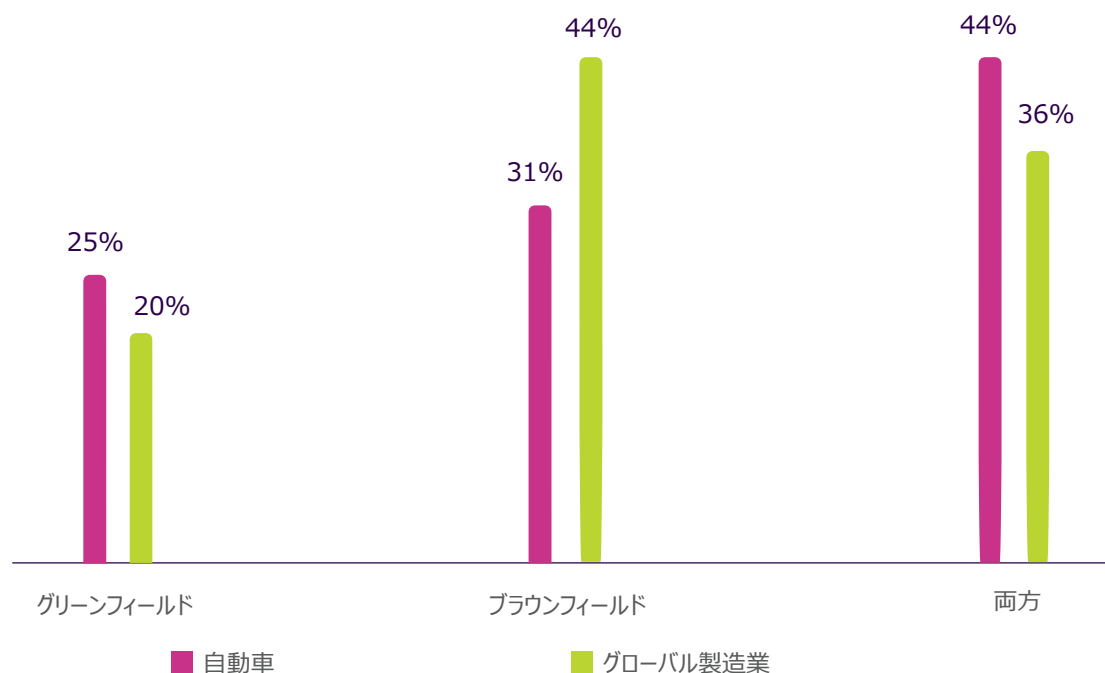
Lean Enterprise Institute社
創業者

James P Womack氏

図 7

自動車関連企業の4社中1社は、グリーンフィールドファクトリーの開設を好む

スマートファクトリーを確立するために、これまでに／今後、どのアプローチを採用しました／しますか？



データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=1000 manufacturers; N=100 automotive manufacturers』

80%

「5Gが今後5年間の自社のデジタルトランスフォーメーションのカギとなる」と考える自動車メーカーの割合

インダストリアルIoTと5Gは注目を集め、3Dプリンティングは2017-18年以降急激に失速

今回は2019年に企業が注目しているテクノロジーについて分析しました。その結果を以下にまとめます。

• インダストリアルIoT（IIoT）が注目を集めている

IIoTは、自動車メーカーの注目を集める重要なエリアの1つです。IIoTソリューションの規模拡大についてはかなりの課題があるものの（IIoTについて「スケーラブル」だと答えた自動車関連企業は5社中1社のみ）、約3分の1が大きな利益の可能性を確信しています。この結果は、IIoTに関する前回の調査と同じです¹¹。

• 3Dプリンティングは勢いを失う

今回の調査では、自動車関連企業は3Dプリンティングに対して2017～18年当時ほど注目していないことが判明しました。アディティブマニファクチャリングには重要なユースケースがあり

ますが、大量生産に対する経済的な価値はまだ実証されていません。一般的なアプリケーションのほとんどは少量生産のカスタムまたはスペアパーツ向けです（たとえば、BugattiやPorscheなどでの使用）¹²。ただし、マスカスタマイズの傾向がますます高まるため、アディティブマニファクチャリングが重要な役割を担う可能性はあるでしょう。

• 5Gは、自動車業界のデジタルトランスフォーメーションの重要なエレメント

私たちは以前、5Gがインダストリアルオペレーションに与える影響について調査しました。その結果、自動車関連企業は5Gをデジタルトランスフォーメーションで二番目に重要なイネーブラー（トップはクラウドコンピューティング、5Gは僅差で第2位）と考えていることが判明しました（図8を参照）。

ただし、これらのテクノロジーを単独で使用することはできません。また、これらのテクノロジーを使用するためには、重要な基礎分野での作業が必要となります。たとえば、企業がエッジアナリティクスなどのIIoTアプリケーションを活用したいと考えるのであれば、企業は強力な分析能力とAI能力を備える必要があります。

図 8

デジタルトランスフォーメーションのイネーブラー：5Gはクラウドコンピューティングに次ぐ第2位



データ：Capgemini Research Institute, 『Industrial companies' survey on 5G, March–April 2019, N=806 industrial companies; N=97 automotive organizations』

また、5Gに関する以前の調査結果では、自動車関連企業の約3分の1（32%）が5Gのライセンス取得を目指しており、そのうち28%が1年以内に、38%が1年から2年以内に5Gを採用する予定となっていました¹³。自動車業界における5Gの上位ユースケースの概要を紹介します。

図 9

自動車業界の5Gに関する上位ユースケース

製造および現場オペレーション

遠隔操作による動作（例：協働ロボット、無人搬送ドローンなど）
エッジコンピューティングを活用したリアルタイムのアナリティクス
拡張現実（AR）によるトラブルシューティング

サプライチェーンオペレーション

バーチャルリアリティを使用した、サプライヤーからの部品とパッケージに対するバーチャルテスト
在庫レベルに基づいた自己トリガーの発注

データ：Capgemini Research Institute, 『Industrial companies' survey on 5G, March–April 2019, N=806 industrial companies; N=97 automotive organizations』



2. 自動車業界がスマートファクトリーから利益を得るためには

自動車業界がスマートファクトリーに対して強気なのは、スマートファクトリーがもたらす価値のポテンシャルが高いからです。多くの企業がすでにインテリジェントオペレーションから大きな成果を生み出しています。たとえば、

- **Mercedes-Benz**社では、プレス工場から最終組立までの生産プロセスをバーチャルでシミュレートすることができます。これはたとえば、生産開始前の組立だけでも約4,000ものプロセスを個々に検査するという大規模なものです。また同社は高度なデータアナリティクスを使用して、自己学習 & 自己最適化する生産システムを構築しています。たとえば、同社のシリンダーヘッド生産システムは、品質に影響を及ぼす600のパラメータをキャプチャ・評価して、不合格率を4分の1以下に減少することに貢献しました¹⁴。
- **Renault**社は、協働ロボットや自律誘導車両、オーグメンテッドワーカーなどの技術を幅広く活用して、毎秒4台の車両を生産しています。同社では、エクソスケルトン（パワードスーツ）技術の採用によりプラント作業員1人あたりの負荷を約15 kg軽減、また、タブレットの使用により、工場の現場主任の作業を1日あたり1時間の節約さることに成功しました¹⁵。

今回は、「控えめ」、「平均的」、「楽観的」の3つの異なったシナリオでスマートファクトリーがもたらす価値を調査しました。それぞれの潜在的生産性向上は以下のとおり：

- 控えめ：1,043億米ドル
- 平均的：1,353億米ドル
- 楽観的：1,670億米ドル
- 平均的および楽観的シナリオで見積もった生産性向上は、それぞれ年間平均3.6%、4.4%で、実現が可能です。自動車関連企業は、スマートファクトリープログラムの大規模展開によってかかる利益を得ることができます。

私たちは、上記生産性向上を実現するために、各ファクトリーに期待する生産性向上の目標と、自動車業界が今後5年間で計画している新規工場の追加の割合を調査し、その結果を既存の工場とそこから上がる利益と組み合わせました。次に、自動車業界が世界のGDPに与える価値を加味して、最終的な見積もりを算出しました。図10は、かかる生産性向上を定量化したものです。

スマートファクトリーが自動車業界にもたらす価値は1,670億米ドル

私たちは以前のレポートで、スマートファクトリーがグローバルな自動車業界にもたらす価値を1,600億米ドルと推定しました。

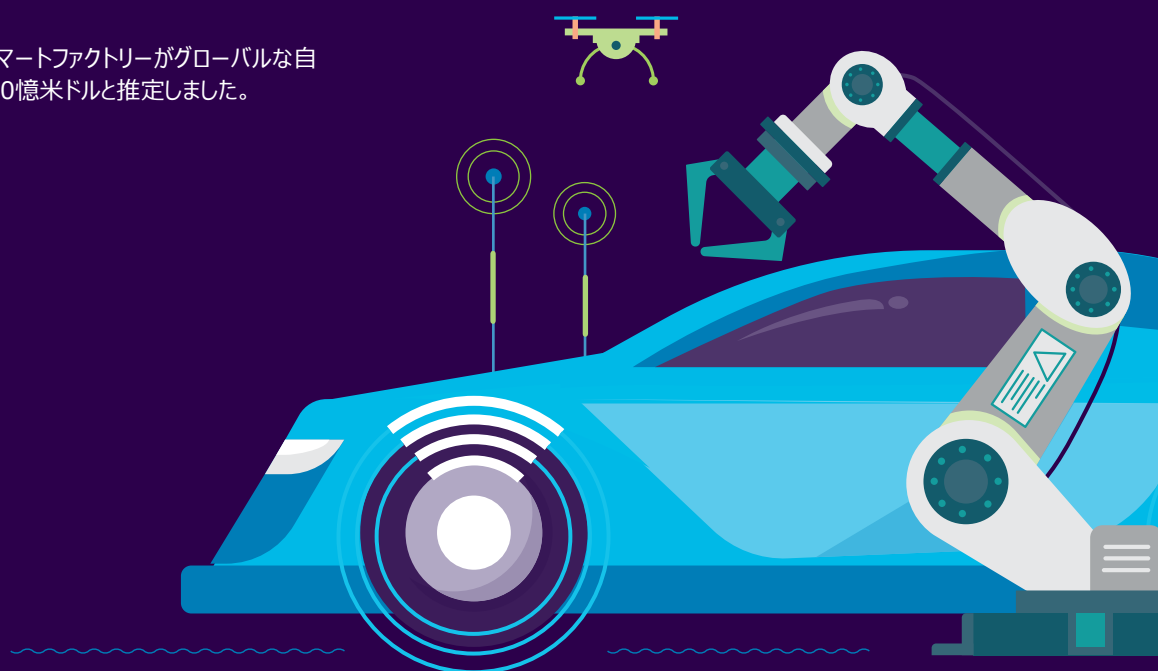


図 10

自動車業界は、スマートファクトリーから最大1,670億米ドルの利益を得ることができる

	控えめなシナリオ	平均的シナリオ	楽天的シナリオ
A. 2017年～2018年にスマートファクトリーイニシアチブを開始した自動車業界のファクトリーの割合 (調査データに基づく)	25.9%	30.4%	32.1%
B. 自動車業界が現在達成した生産性向上率と2023年までに達成すべき生産性向上率との差 (調査データに基づく)	14.0%	17.4%	19.9%
C. 今後5年間（2019～2023年）で自動車業界に追加される、スマートファクトリーイニシアチブのあるファクトリーの割合 (調査データに基づく)	40.5%	44.5%	45.5%
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による自動車業界における生産性向上の目標 (調査データに基づく)	28.2%	32.0%	39.0%
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自動車業界の生産性向上 (A*B) + (C*D)	15.1%	19.5%	24.1%
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自動車業界の年間平均生産率向上 (EからCAGRを算出)	2.8%	3.6%	4.4%
G. 2017年の本調査の対象国・地域において、自動車業界により追加される価値（概算） (キャップジェミニ・リサーチ・インスティテュートの分析に基づく)	6,926億米ドル		
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自動車業界が追加する価値 ¹⁶ (実現価値と生産能力向上の合計) (F*G)	追加価値合計： 1,043億米ドル	追加価値合計： 1,353億米ドル	追加価値合計： 1,670億米ドル

データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=100 automotive manufacturers, United nations' database for national accounts, accessed June 2019』

1. Audi社：グリーンフィールドスマートファクトリー（メキシコ）

ますます複雑化する製造と規制、変化を続ける市場ニーズと消費者の期待に対応するために、より革新的な技術、より多くの車両バリエーションへのニーズが高まり続けています。これはすなわち、従来のスケジュール固定の組立ラインの効率が低下し始めていることを意味しています。1つのモデルから派生するシリーズやタイプの増加は複雑化を招きます。これに対処するためには、新たなルーティーンを厳格でシーケンシャルなプロセスに統合する必要があります。

Audi社は、これらの課題に取り組み、modular assembly（モジュラアセンブリ）方式と呼ばれるまったく新しいプロポジションを開発しています。

同社はその一環として、13億米ドルを投入してメキシコに400エーカーのスマートファクトリーを開設し、世界市場向けに次世代Audi Q5の生産を始めました。このプラントは、プレミアムSUVの年間生産台数15万台という優れた生産能力を誇り、消費者向けに「自分好みに合わせてカスタマイズ」した車両を製造します。このプラントは、北米大陸でもっとも最先端のプラントの1つと考えられています。

このプラントで使用されるテクノロジー：

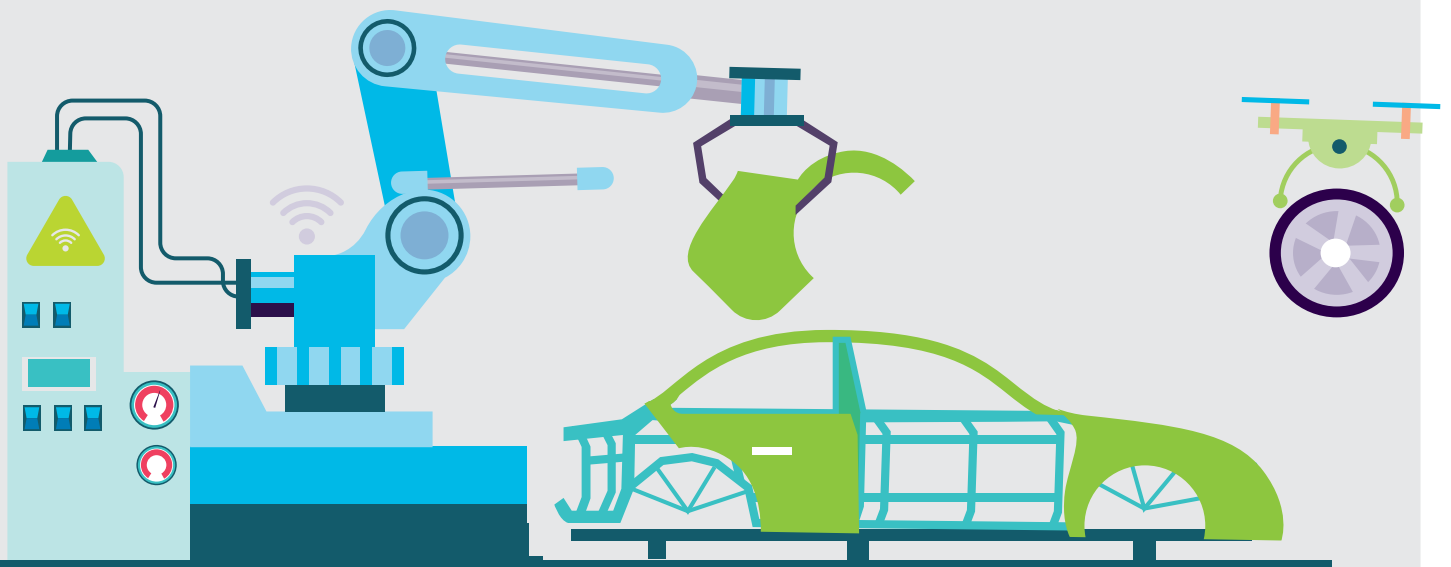
- バーチャル組立技術
- 自律地上車両
- 無人フロアコンベヤ
- リモートメンテナンスポータル
- 金属3Dプリンティングセンター
- 協働ロボット
- ドローン

このプラントは同社初の完全仮想オペレーションプラントで、コンピュータシミュレーションを使用し、最先端の技術を用いてファクトリープランニングを実施しています。また、このファクトリーの隣にはサプライヤーパークがあります。サプライヤーパークを組立ラインに近接させるジャストインシーケンス（JIS）により、コンポーネントを定時配送することが可能になります。

メリット：より優れたものをよりスピーディーに

Audi社のスマートファクトリーは、通常よりも30%早く稼働しました。またプロセスチェーン全体の最適化も実現しました。このスマートファクトリーは、生産管理を一元化し、RFID、スマートロジスティクス、自動品質管理プロセスを取り入れています。これはすなわち、同社はこれらの能力によって、生産とサプライチェーンを非常に柔軟に調整し、非常に高いレベルの生産性と効率性を実現できるようになったということです。

また、このスマートファクトリーは、資源効率にも優れています。水処理方法や塗装工場での高度な技術の実装により、工場廃水はなくなります。また、使用する機器・設備により、水、ガス、電気の消費量が大幅に削減されます^{17、18、19、20}。



2. Mercedes Benz社のスマートファクトリー “Factory 56”（ドイツ・ジンデルフィンデン）

Mercedes Benz社のFactory 56は、22万平方メートルの広大なエリアに広がる新しいスマートファクトリーで、上級車、ハイブリッド車、電気自動車、自動運転車など、さまざまな自動車の生産に使用されます。

Factory 56の重要なエレメント：

- 多くのエリアで、従来の組立ラインをTecLinesに置き換えます。TecLinesでは、無人搬送システム（DTS）がビルトインプログラムをセクションからセクションへと移動させます。このDTSを使用することで、建物の構造に干渉することなく個々のアセンブリユニットを拡張することができます。
 - IoTを組立施設ならびにマテリアルハンドリング技術で使用します。IoTは単一のモバイルネットワークをベースとします。
 - 組立での5Gの使用をテストするパイロットアプリケーションが計画されています。
 - 組立現場は完全にペーパーレスで、従業員が使用するモニターと個人用デジタルアシスタントが備えられます。インテリジェントピッキングシステムがピッキングゾーンから組立に必要な材料や部品を自動的に選択します。これらの材料や部品は、無人のショッピングカートで組立ステーションに供給されます。Factory 56では総計300台の無人搬送システムが使用されます。
- 収集したデータの評価にアナリティクス技術を使用し、その結果を既存プロセスの改善のために適用します。これにより、プラントの誤動作を防ぎ、予知保全を支援します。

Factory 56のメリット：

組立ラインをTecLinesと組み合わせることで組立が非常に効率化され柔軟性が高まるため、現在のオペレーションを妨げることなく生産を調整できるようになります。このアプローチにより稼働時間が増え、品質が向上します。トラック＆トレースを用いてサプライチェーン内の不整合を早期に検出することで、対応までに要する時間を短縮することができます。

また、この施設は、カーボンニュートラルなエネルギーの供給も目指しています。ファクトリーの屋根に太陽光発電システムを設置して、自家発電したグリーン電力をホールの電力供給に使用します^{21, 22}。



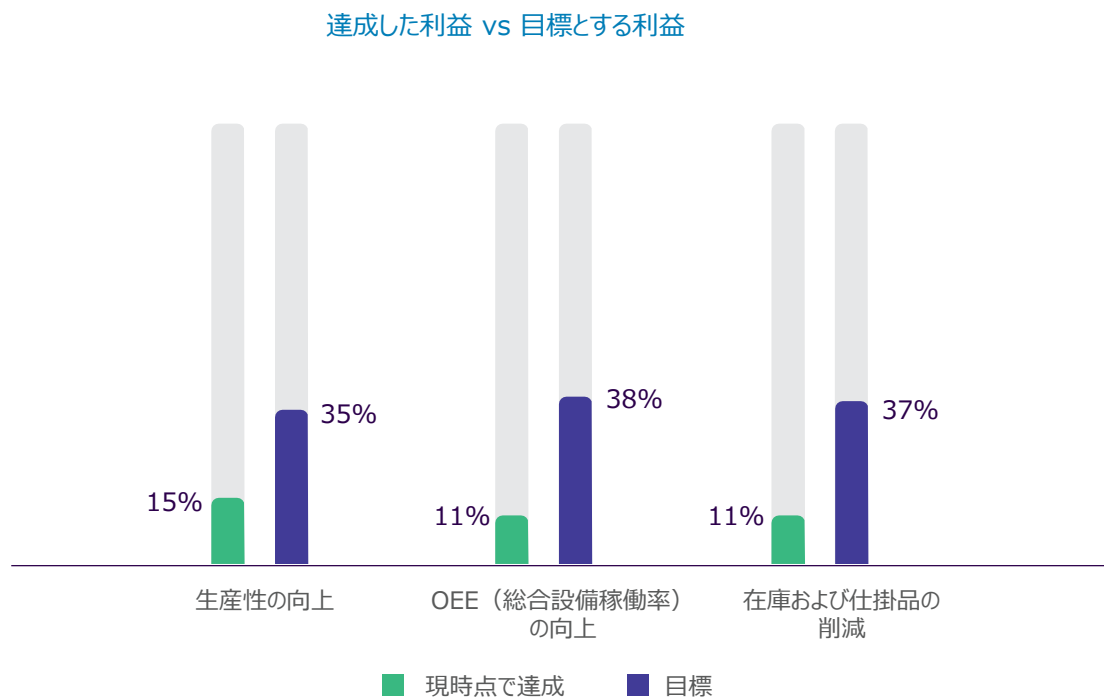
自動車関連企業がスマートファクトリーのポテンシャルをフルに実現するまでの道のりは遠い

先に示したように（図5）、自動車関連企業は今後5年間でファクトリーの44%をスマート施設にトランスフォームする計画をもって

います。かかる変化は大幅な生産性向上をもたらす可能性があります。しかしながら、確かに高い意欲はありますが、それが成果につながるかどうかは別問題です。図11に示すように、自動車関連企業はKPI改善目標を35%に定めていますが、達成された利益はせいぜい15%に過ぎません。Audi社のメキシコ工場では30%以上の利益を実現する可能性が示されていますが、多数の企業はこのような成果を挙げられずにいます。

図 11

実現した利益は設定した目標に届いていない



データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April–May 2019, N=100 automotive manufacturers』

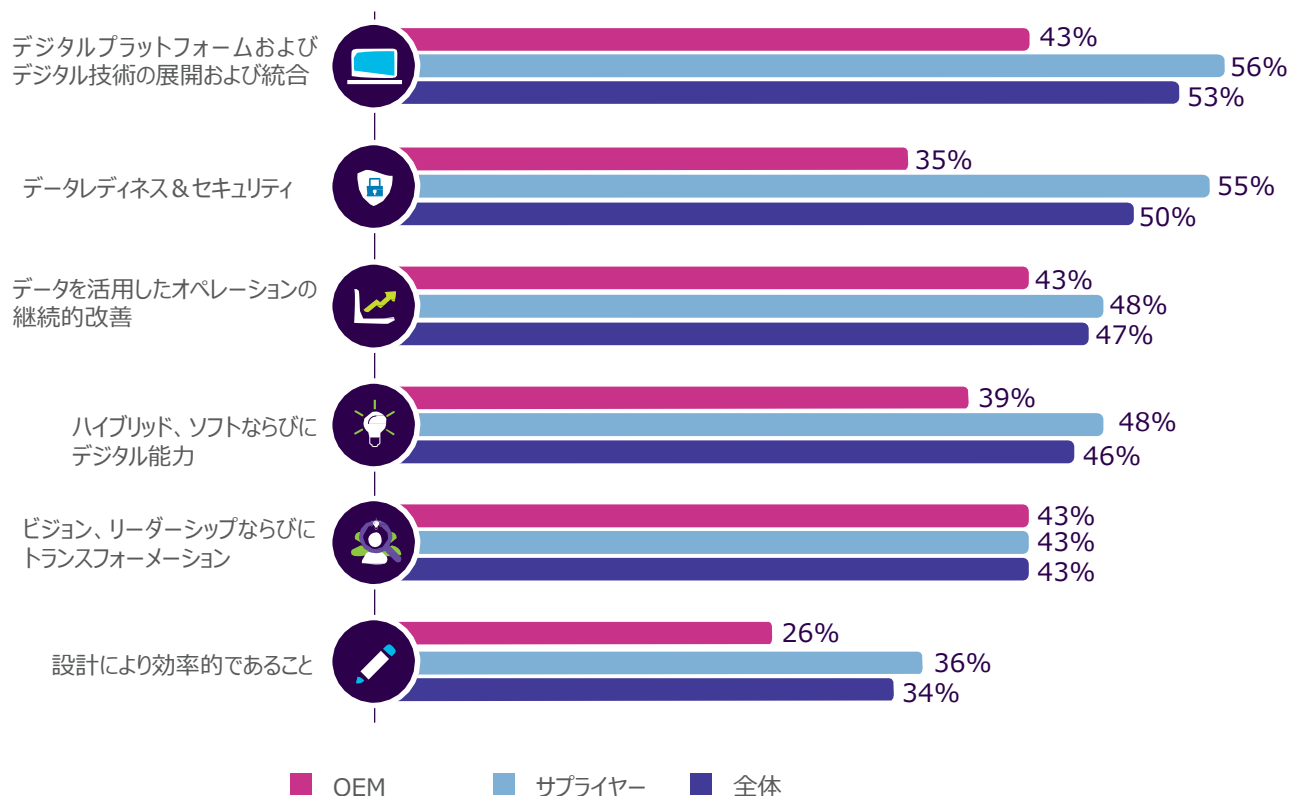
より大きな利益が得られるのは、イニシアチブがひとつの工場内において、また複数の工場にわたって、完全に拡大されている場合に限られます。しかし、多くの企業ではまだ実現に至らず、自らが設定した目標には手が届かないままです。たとえば、リモートアシスタントソリューションの規模を拡大している自動車関連企業は、5社中1社未満です。図12に示すように、多くの課題がリモートアシスタントソリューションの規模の拡大の実現にブレーキをかけています。

30%

Audi社は、通常よりも30%早いスピードで、メキシコのグリーンフィールドスマートファクトリーを稼働

図 12

スマートファクトリーのポテンシャルの実現化において自動車関連企業が直面する課題



データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April-May 2019, N=23 OEMs, 77 suppliers and 100 automotive manufacturers』

今回の調査では、これらの課題に対処するための準備態勢がどの程度できているのかに着目して企業を評価しました。目的は、スマートファクトリーイニシアチブを適切に拡張するためのレディネス度をテストすることです。そのために以下の3つの主要目標に注目しました。

- トランスフォーメーションを実現するために必要なビジョンと戦略
- ループバックによる仮想的ならびに物理的な整合性の継続的確保と、設計による効率性とオペレーショナルエクセレンスの両方へのフォーカス
- 技術能力の自由な使いこなしを含む、強力なIT-OTの融合（フレームワークを構成するさまざまな側面については、附録「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」をご覧ください。）

本レポートではこの分析を基に、企業を3つの母集団（フロントランナー、実験者、初心者）にグループ分けしました。フロントランナーとは、大規模なスマートファクトリーのすべてのコア領域をマスターし、スマートファクトリーが提供するポテンシャルを最大限に発揮できる立場にある企業です。図13に示すように、このグループは少数派です。たとえば、自動車関連企業の中でフロントランナーは10%だけです。大多数（73%）は初心者であり、スマートファクトリーがもたらす価値を獲得する立場にはありません。

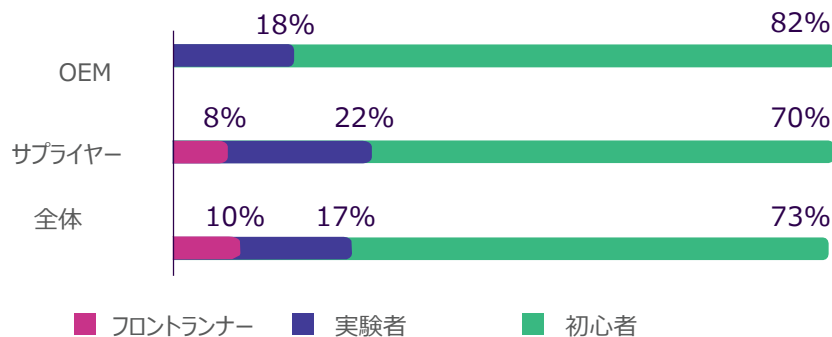
10%

スマートファクトリーのポテンシャルを最大限に発揮できる立場にある自動車会社の割合

図 13

スマートファクトリーから大きな利益を得られる可能性がある自動車関連企業は10社中1社のみ

スマートファクトリーイニシアチブの規模拡大に対する自動車業界のレディネス



データ：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=22 OEMs, 76 suppliers and 98 automotive manufacturers with existing smart factory initiatives』

3. Great Wall Motor社（中国・重慶）

Great Wall Motor社の重慶スマートファクトリーは、グローバル化戦略の新たな幕開けを目的としています。重慶市永川地区に位置するこのファクトリーは、45億元（6億2,900万米ドル）の投資で建設され、70.8万平方メートルの敷地と、16万台の車両生産能力を有します。

テクノロジー：

以下をはじめとするインテリジェントマニュファクチャリングとインテリジェントオートメーションがこのファクトリーの中核を成します。

- 溶接工場に98台のFANUC製ロボットを配備
- 塗装工場に46台のゴム&スプレー塗装ロボット得尾配備
- 2つの自動高速スタンピング連続生産ライン
- 最終組立工場のAGVベースの自動配送システム
- APS、MESその他のシステムにより実現した生産計画の調整、品質管理、設備管理、サプライチェーン調整など

- 倉庫管理システムと物流実行システムが提供するインテリジェントな物流管理 – 内外物流管理、物流品質管理、流通管理、注文主導型倉庫管理などを含む
- エンタープライズアプリケーションソフトウェアプラットフォームとバーチャルクラウドシステムを採用して、電子調達、人事、資産管理、オフィスオートメーションその他のインテリジェントなデジタルオペレーション管理を実現

メリット

このファクトリーは、建設開始から試運転まで、わずか14か月で完成しました。溶接工場の自動化率は100%、最終組立工場の自動オンライン率は70%を達成しています。また、このファクトリーではVOD（揮発性有機化合物）やCOD（化学的酸素要求量）、アミン-塩素処理による排出物など一連の排出物削減処理を並行して行い、グリーン認証を推進しています^{23, 24}。

サプライヤーはスマートな未来に肯定的、 だが、ポールポジションからゴールを目指せる 企業はほとんどいない

2017～18年に実施した調査では、スマートファクトリーの採用において自動車OEMはトップサプライヤーを除く大半のサプライヤーよりも進んでいることがわかりました。しかし、その後18か月で、サプライヤーは大きな進歩を遂げたようです。

今回、自動車関連企業の回答者全体の48%が「採用ロードマップにおいて期待どおり、または期待以上の進捗を果たした」と回答しています（図1を参照）。サプライヤーにおいては半数以上（52%）に増加しています。

また、サプライヤーは意欲も高く、今後5年間で工場の44%をスマート化する計画を立てています。この意欲は頼もしい限りですが、すでに見てきたように、スマートファクトリーのポテンシャルをフルに実現できる立場にあるグループ、すなわちフロントランナーに分類されるサプライヤーはわずか8%に過ぎません。全般的にサプライヤーは、多くの領域で複数の重要課題に直面しています（図12を参照）。

I. プラットフォームとテクノロジーの展開および統合：

- 「自社のPLMシステムをスマートファクトリーのシステムと統合することが不可欠である」に同意するサプライヤーは45%のみ
- 「明確に定義された進歩的なOT-IoT-IT融合を実現するためのロードマップがある」サプライヤーは42%のみ
- デバイスからアナリティクスまで、エンド・ツー・エンドの統合プラットフォームを備えたサプライヤーはわずか30%に過ぎません。

II. データレディネス&セキュリティ、オペレーショナル・エクセレンスのためのデータ活用能力：

- 「すべてのプロセスならびにすべてのIT-OTシステムのデータフローを完全に把握している」サプライヤーは3分の1以下（32%）
- さらに心配なことに、サプライヤーの4分の1が、「過去12か月以内に、工場へのサイバー攻撃を受けた」と回答しています。

III. 人材不足

- 不足しているスキル：高度なロボティクスとスマートオートメーション、トラック&トレースソリューション、モビリティ、オーグメンテッドオペレーターソリューション、クラウドコンピューティング、IoTなど
- スマートファクトリーの実装に必要なスキルを構築するには、多大な取り組みと投資が必要です。
 - サプライヤー企業の半数以上が、「スマートファクトリーの実装に必要な技術スキルとソフトスキルにギャップがある」と回答
 - 「スマートファクトリーイニシアチブに必要な能力と新しい職務をすでに明確化した」サプライヤーは約3分の1（35%）のみでした。

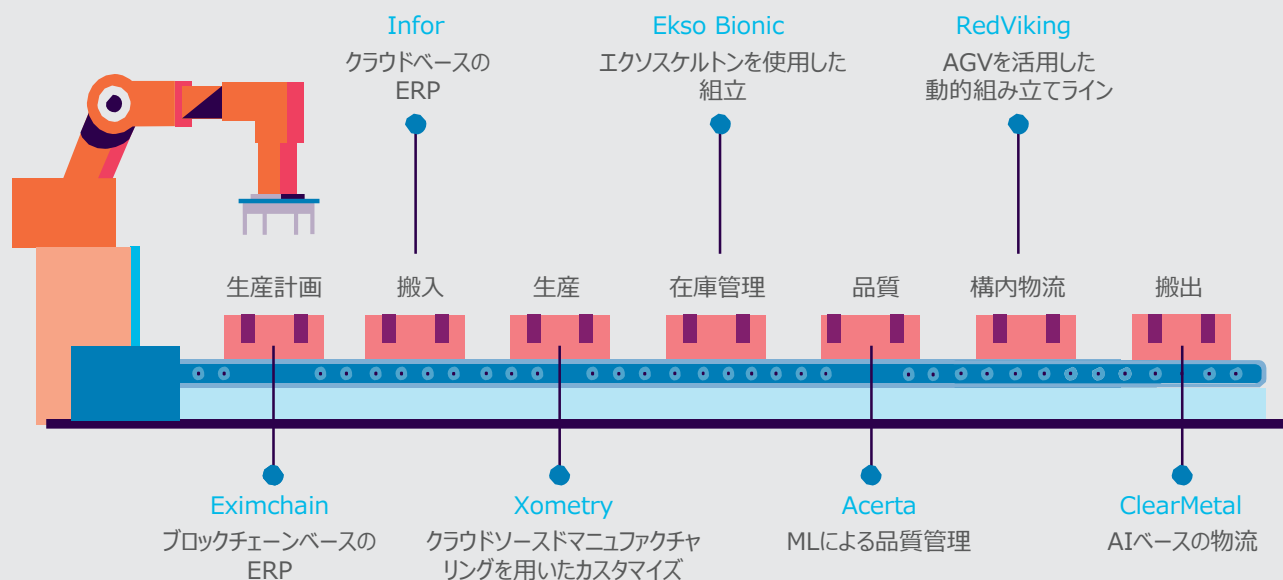
サプライヤーには非常に困難なタスクがあり、人材誘致など重要な領域ではOEMよりさらに大きな課題に直面しています。さまざまな計画の大規模化と成功を実現するためにサプライヤーが対処できる重要な領域についてはレポートの後半で検討します。

スタートアップ企業がスマートファクトリー空間に与える影響

さまざまなスタートアップ企業が製造バリューチェーン全般にわたってOEMを支援しています。以下、スタートアップ企業のケイパビリティと考えられ得る影響について実例を示します。

図 14

スタートアップ企業が製造バリューチェーンに与える価値



データ：Capgemini Research Institute

- Eximchain：単一システムを使用してすべてのERPニーズに対処し、Tier-2/Tier-3サプライヤーに透明性を構築する支援を提供します。また、製品リコールや根本原因故障分析などの機能も可能にします²⁵
- Infor：クラウドベースのシステムを使用してあらゆるファンクションのさまざまなシステムを統合します。このアプローチは、Single Source of Truth（信頼できる唯一の情報源）を提供し、過剰在庫やサプライチェーンのディスラプションを緩和します²⁶
- Xometry：オンデマンドの工業用部品市場。納期が短い場合や緊急に部品が必要な場合、3Dプリントやブロック加工、射出成形などで成形された部品へのアクセスを提供します²⁷
- Ekso Bionic：作業員のリフティング能力を強化し、反復的な肉体的労働による緊張とストレスを軽減するバイオニック機器²⁸
- Acerta：AIを活用して生産品質管理と製品不良の根本原因分析をカバーします²⁹
- RedViking：無人搬送車を活用して組立ラインを「線」的から「動」的なものへと変えることで、作業場のカスタマイズを可能にします³⁰
- ClearMetal：透明性に優れたエンドポイントロジスティクスにより製品在庫を軽減し、より迅速に収益を認識することができます。カスタマイズが標準となりつつある今、この重要性が高まっています³¹

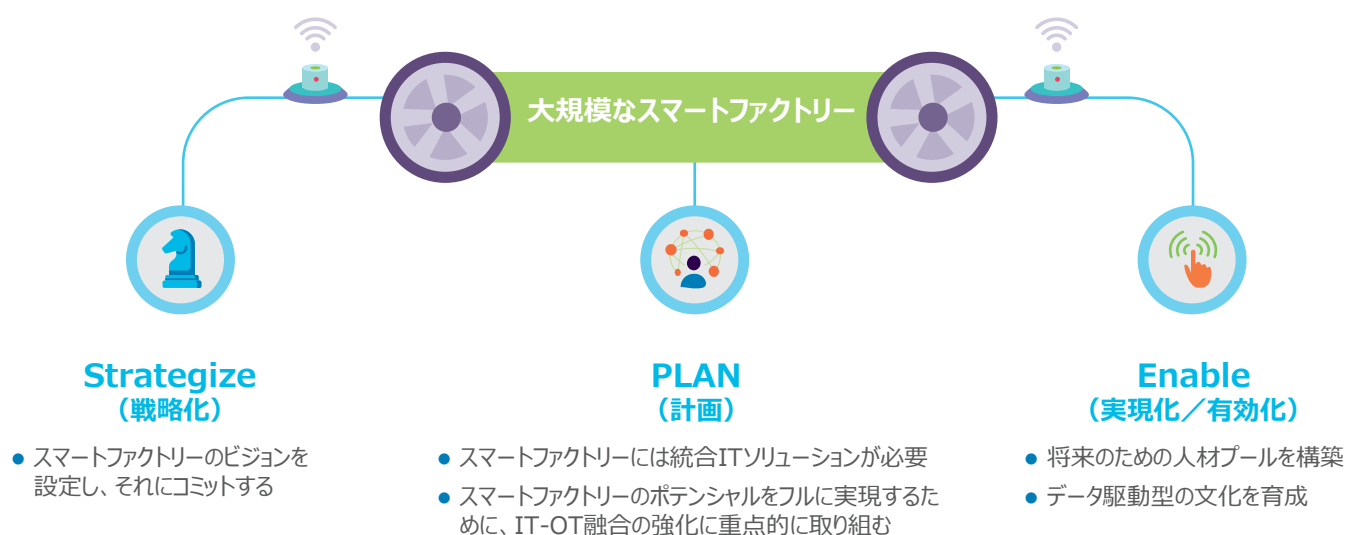
3. 自動車OEMならびにサプライヤーの今後の道筋

フロントランナーが示す能力を分析した結果、また当社のこれまでの実績から、そして業界エグゼクティブたちへのインタビューを通じて、自動車関連企業がスマートファクトリーのポテンシャルをフルに実現し、フロントランナー集団に仲間入りするための強化領域があることが判

明しました。本書ではこれらの領域を「Strategize（戦略化）」、「Plan（計画）」、「Enable（実現化／有効化）」と定義します（図15を参照）。

図 15

OEMならびにサプライヤーがスマートファクトリーイニシアチブの規模を拡大するためには



データ：Capgemini Research Instituteの分析による

STRATEGIZE（戦略化）

スマートファクトリーのビジョンを設定し、それにコミットする

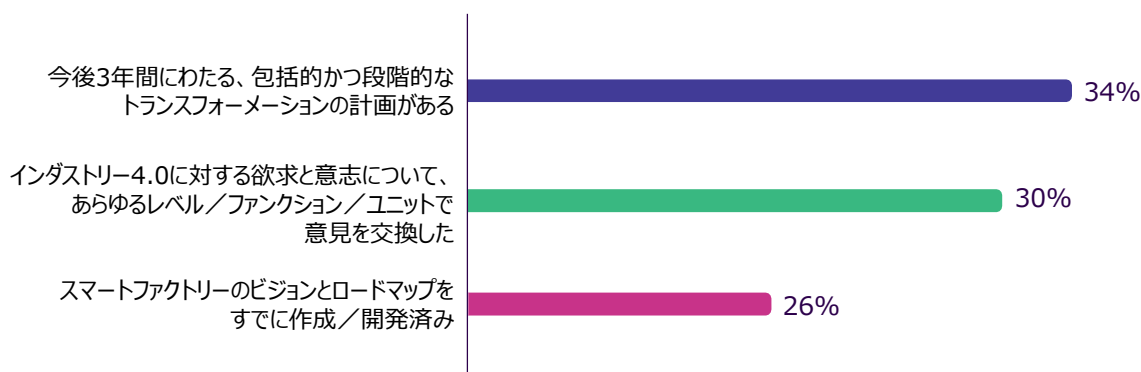
デジタル化は長年にわたって自動車業界の主要テーマでしたが、その熱意と意欲はサイロ的展開によって阻まれてきました。スマートファクトリーは、品質テストからエネルギー管理まで、さまざまな分野で相

乗効果をもたらします（図2を参照）。しかしながら今回の調査において、今後3年間の包括的なトランスフォーメーション計画をきちんと定義している企業は約3分の1（34%）にとどまっています（図16を参照）。

図 16

定義された包括的なロードマップをもつ自動車関連企業は3分の1

御社は以下のいずれに当てはまりますか？



データ：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=100 automotive manufacturers』

多くの大手自動車関連企業ではスマートファクトリーのビジョンをグループ規模で確立して、包括的なトランスフォーメーションの計画をすでに推進しています。



企業は、成功の姿かたちを明確化し、きちんと定義されたビジョンとプランを持つ必要があります。さもないと、実装したシステムが期待どおりに成長しない、あるいは期待したほど役に立たないことに失望してシステムを入れ替え、必要以上に多額のコストを費やすことになるでしょう。

明確なビジョンは、システムの寿命と企業が必要とするアーキテクチャのタイプに関わってきます。あらゆるものが急速に進化している今、これこそがスマートファクトリーの見極めを非常に困難なものにしている大きな理由ではないでしょうか。

Harley Davidson社
Advanced Manufacturing
Chief Engineer

Diane Wilhelm氏

大半のサプライヤーにとって、目標を達成するために数百万ドル規模の一度限りの投資を行うことは難しいことでしょう。それならば、長期的かつ実用的なアプローチにフォーカスするべきです。そのためにはまず長期的なスマートファクトリーの計画を明確化し、各ステップでロールアウトすべきイニシアチブを策定する必要があります。

また、スマートファクトリーのイニシアチブはそれぞれ複雑さの度合いが異なることを認識する必要もあります。たとえば、必要なデータレディネスと各種プロセスが整っていないければ、ファクトリーレベルでのデジタルツインイニシアチブを開始することはできません。ですから、企業は比較的解決しやすい課題や問題点の一つを解決するためのユースケースなどをターゲットにして取り組んでいくべきです。たとえば、IoTアプリケーションに関する調査では、資産追跡は他の分野よりも投資回収期間が短いことがわかっています³²。

このようなクイックウィン特定したら、次に概念実証を行う必要があります。これはソリューションの実現可能性、すなわち、データレディネスやプロセス成熟度、各種スキルに関する改善必要領域を理解するためのものです。これは規模の拡大に必要となるものであり、その後のロールアウトにおいて活用できるベストプラクティスとなるでしょう。一旦ソリューションが測定可能な利益を提供できるとわかれば、そのソリューションは同じプロジェクトを実施する別の場所やプラントにおいて「灯台」としての役割を果たすことができます。ただし、これらの個々のイニシアチブがより広範かつ長期的なスマートファクトリーのビジョンの一部としてまとまるようにすることが不可欠です。

企業が詳細なビジョンやロードマップを作れるようになったら、ファクトリーのすべてのユニット、すべてのレベルでビジョンとプランを共有できるようにする必要があります。勢いを確保するためには、シニアリーダーシップによるビジョンに対する強力かつ目に見えるサポートが不可欠です。

PLAN（計画）

スマートファクトリーには統合ITソリューションが必要

自動車業界では、買収や長年行われてきたファクトリーレベルでの一方的な意思決定の結果、複数のファクトリーがそれぞれ異なったITシステムをもち、それらが統合されていないケースが多々あります。このような状態では、ある工場用に開発されたアプリケーションを他の工場に容易に移植することはできません。それだけでなく、このような状況は、企業全体の統一的ビューの実現を不可能にします。

局所的展開は迅速で短期的なメリットを実現しますが、複数の場所で相乗効果を実現するためには、企業またはグループ全体のIT戦略が不可欠です。



当社では多数のイニシアチブ、特にERPの合理化についてさまざまなイニシアチブを開始しました。現在はクラウド上にERPアプリケーション向けの統合インスタンスを配備しているところです。これは当社のビジネスプロセスの最適化とデータ管理に役立つでしょう。

某自動車エレクトロニクスサプライヤー
グローバルITディレクター

Volkswagen社は、Volkswagen Groupの122の施設のすべてのマシン、プラントならびにシステムのデータを結び付ける、複数年にわたる産業クラウドプロジェクトを開始しました。その目的は、生産プロセスの最適化と生産性向上の実現です³³。

IT-OT融合の強化にフォーカス

スマートファクトリーの定義については、本書の「スマートファクトリーとは？」で触れていますが、その中でスマートファクトリー施設にとってコネクティビティがいかに重要であるかを大まかに説明しています。設計から運用まで、エンド・ツー・エンドのデジタル連続性は、すべてのシステムが接続されて共通の言語で互いに対話できる場合にのみ実現可能です。これこそが、IT-OTの融合がスマートファクトリーの大規模展開の達成の重要な側面となる理由です。しかしながら今回の調査において、「ITとOTが同期して機能するよう新しいガバナンスモデルを設定した」と答えた企業は少数（37%）にとどまりました。さらに、「すべてのプロセスならびにすべてのIT-OTシステムを網羅する完全なデータフロービューを実現している」と答えた企業はわずか3分の1（34%）でした。



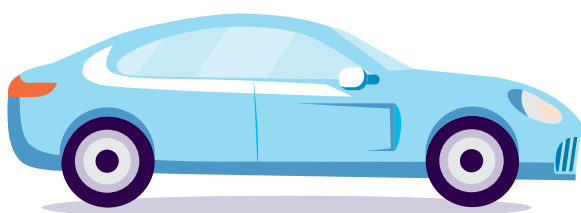
ITとビジネスは手を携えて協働していく必要があります。なぜなら多くの場合、「スマートファクトリー」とは接続された複数のシステムのことに他ならないからです。テスト用、トレーサビリティ用など多数のシステムがありますが、これらを接続し、スマートな方法で実行して、コストを管理する必要があります。

Autoliv社（スウェーデンの自動車サプライヤー）
Senior Director of Engineering

Magnus Dahlen氏

ひとつの工場に数千ものセンサーが備えられている場合もあります。したがって、複数のインダストリアルIoTアプリケーションを展開するためには、ITとOTの連携が必要です。

企業がITとOTのシームレスな連携という目標を達成できれば、そのメリットは広範囲に及びます。たとえば、すべての製造システムが接続されれば、故障パラメーターや実施した予防措置についてシステムを監視することができます。さらに、セルフトリガ型の在庫管理、リアルタイムアナリティクス、サプライヤーとの統合などのメリットもあります。



4. Faurecia社：USベースのスマートファクトリー

フランスを拠点とする世界的自動車部品サプライヤーであるFaurecia社は、アメリカ・インディアナ州コロンバスにスマートファクトリーを新たに開設しました。37,000平方メートルの敷地に広がるこのファクトリーに450人を雇用して、商用車メーカー向けにハイテクな排出ガス制御製品を生産しています。

このプラントにはコネクティビティ、データ処理、自動化が組み込まれるとともに、製造プロセスを推進するハードウェアが整備されています。ファクトリー内のすべてのマシンは、1.3マイルの光ファイバーのネットワークを介して中央ネットワークに接続されています。このファクトリーは、ある顧客企業1社向けに公害防止システムを生産し、近隣のプラントに供給します。

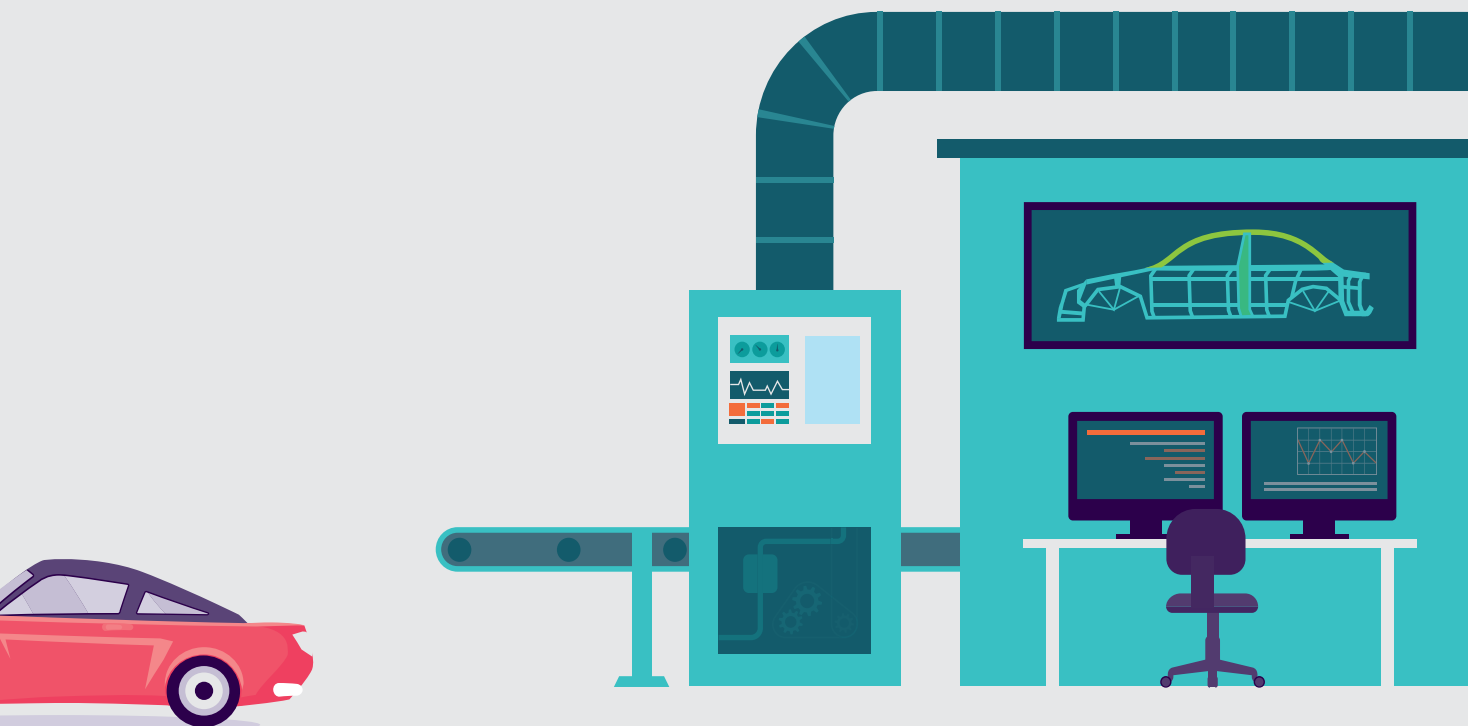
同社のスマートファクトリーでは以下のテクノロジーが用いられています。

- 自己学習型の自律インテリジェント車両（AIV）：部品を組立ラインに運搬するために使用されるこのAIVは、ルートを自動的に調整して進路妨害を防ぎます。これにより、材料の継続的フローが確保できます
- 協働ロボット（コボット）：センサーで有効化され、人間の近くで動作します
- レーザースキャン：ばらつきを早期検出して品質を確保します

- コンピュータ制御による部品追跡
- 継続的なデータ収集：機器の故障の予測および防止、生産効率と品質のリアルタイム監視に役立ちます
- リアルタイムのコラボレーションとコミュニケーションを促進するために設計された、オープンコンセプト設計、デジタルスクリーン、ラップトップならびにスマートフォン：従業員は完全なペーパーレス環境の中でリアルタイムの情報に接続し、情報を得ることができます
- FANUC製産業用ロボット：マシンに部品を置いて、漏れをテストします。

メリット：

30台の誘導車両を用いた自動マテリアルハンドリングは、在庫保管スペース60%削減を実現した要因のひとつです。また、障害発生時のダウンタイムを短縮するために、ファクトリーに複数の無線アクセスポイントとバックアップシステムを整備しています^{34、35、36、37}。



ENABLE（実現化／有効化）

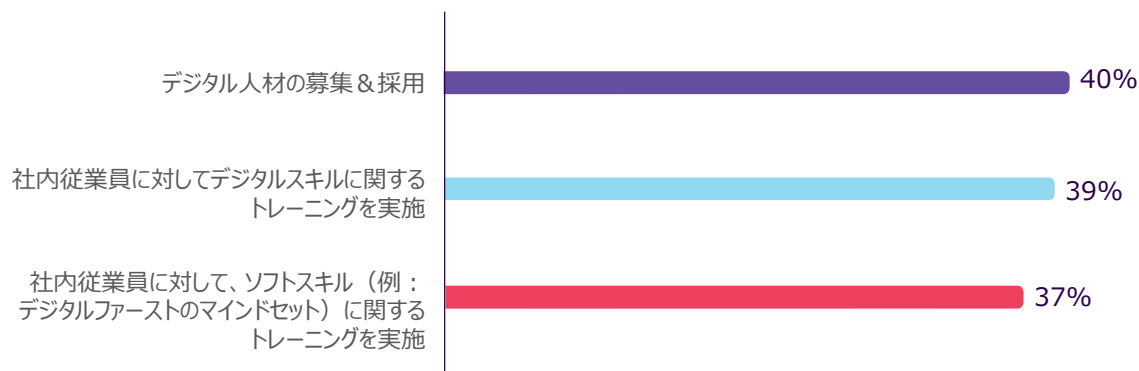
将来のための人材ベースを構築

図12で示したように、サプライヤーの半数近く（48%）、そして全体の46%が、ハイブリッド、ソフト、デジタル能力の欠如をスマートファクトリートランスフォーメーションの課題として指摘しています。にもかかわらず、多くの企業はかかるスキルギャップを埋めるのに十分な投資を行っていません。たとえば、図17に示すように、従業員にデジタルスキルのトレーニングを実施している企業はわずか39%です。

図 17

自動車関連企業は、スキルギャップを埋めるための取り組みを十分に行っていない

スマートファクトリー実装の課題を解決するために、
これまでに／現在、どのような対策を講じましたか／講じていますか



データ：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=100 automotive manufacturers』

OEMもまた、サプライヤーほど深刻ではないものの、人材に関する課題に直面しています。

今回の調査では、デジタル人材に対するニーズとともに、さまざまなハイブリッドスキルもまたスマートファクトリートランスフォーメーションに不可欠であることが明らかになりました。かかるスキルには、安全性とセキュリティに加えて、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のソフトスキルが含まれます。

企業は、計画したイニシアチブを調査・検討して、何のスキルが必要か、どのようなギャップが存在するか、スキルある人材がいつ必要になるかを見極めるところから始めるべきです。そしてそのタイムラインに基づいて、人材募集と社内トレーニングを計画する必要があります。柔軟性の高い契約ベースの労働力の採用は短期的なギャップを埋めるためのひとつの方法です。ただし長期的には、トレーニングプログラムを設計し、従業員がクロスファンクショナルなスキルを習得するよう奨励する必要があります。



多くの従業員はデジタルリーダー企業で働きたいと考えています。これはミレニアル世代に限らず、すべての年齢層に当てはまります。これはデジタル環境の影響によるものです。特にスマートファクトリーの場合、ビジネストランスフォーメーションのための明確な全社的デジタル戦略を持つことは、スキルある人材を惹き付けるでなく、保持することにつながると確信しています。さらに、従業員が継続的に意欲をかき立てられ、インセンティブを受け、自らの役割を成長させるため、そしてキャリアアップするために、新たなスキルを習得するためのサポートを受けられれば、実に役に立つでしょう。

ブリヂストン、EMEA
Chief Operating Officer

Ulf Harring氏

私たちは過去のレポートで、デジタル関連の知識やスキル、経験を有する人材、すなわち「デジタル人材」に関するギャップについて調査を実施し、大企業がデジタル人材に関するギャップを埋めるためにどのようなイニシアチブを活用しているのかを特定しました。その中のいくつかを以下にまとめます³⁸。

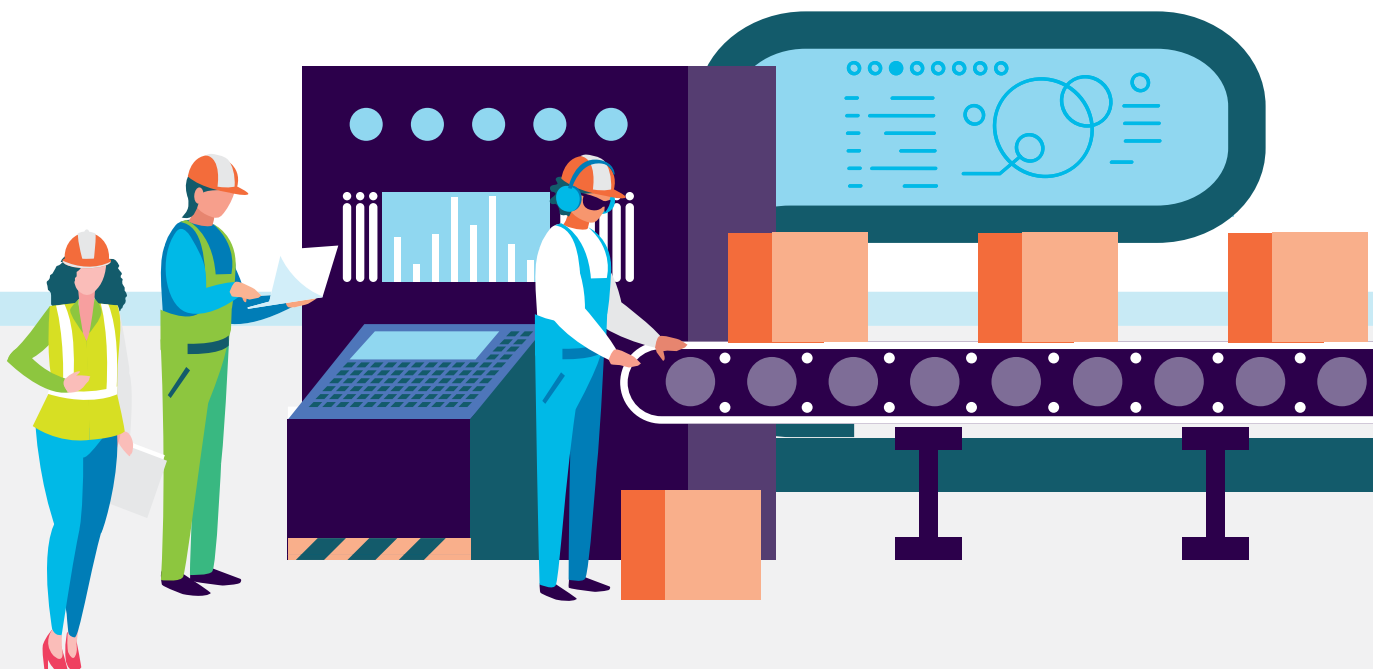
a. 人材募集

- GitHub、Stack Overflowなどのコミュニティを利用して、ベストなデジタル人材を特定
- アンカーハイヤリング（ある地域から複数のエキスパートを採用して、同じエリアの才能ある人材にアピール）を実施
- 大学との連携

b. 人材保持

- 対面式／クラス形式によるトレーニングおよびスキル開発
- 学習＆開発（L&D）モデルを改良し、改良した新しいL&Dアプローチをデジタル人材トレーニングで活用
- 仮想環境での従業員の作業を可能にするための各種サポートを提供（デバイス、ソフトウェア、ポリシーを使用）
- 従業員が新しいデジタルスキルを習得するたびに金銭的／非金銭的利益を提供
- 従業員の職域を超えたキャリアパスの追求を可能にするためのキャリア開発プログラムを設計

スキルアッププログラムは、生産ラインのオペレーターからプラントマネージャーまで、あらゆるレベルの従業員に対応する必要があります。OEMならびにサプライヤーは、どのようなスキルアッププログラムが必要かを見極めて決定するだけでなく、イニシアチブにより不要または余剰となる可能性があるスキルセットを特定して、リスキリング（再教育）プログラムを設計する必要があります。企業はこれらを通じて新たなイニシアチブを担当する従業員を見出すことができるだけでなく、従業員たちの士気を高めることもできます。



データ駆動型の文化を育む

工場の作業現場を網羅する多数のシステムとさまざまなデータフロー — これは決して珍しいものではありません。企業がスマートファクトリーイニシアチブのメリットをフルに実現したいと考えるのであれば、デジタル継続性の実現こそがそのカギとなります。重要なポイントは、製造の文化を「経験に基づく」ものから「データに基づく」ものへと変えることです。これを実現するためには、かかる文化的変化を推進する強力なリーダーシップが必要です。



文化的変化は、偉大なリーダーシップの任務のひとつです。リーダーは、まず現場を運営する人から始めて、部下である従業員たちとともにビジョンを形作っていかねばなりません。リーダーは、「何をやっているのか」、「なぜやっているのか」、「実行しようとしている変化はどのようなものか」を説明し、行動で示さなければなりません。リーダーは、自分たちがしていないことを他人に期待することはできません。リーダーは、人に説明責任を課さなくてはなりません。そのためにはまず、リーダー自らがリーダーとしての説明責任を負うところから始める必要があります。たとえば、階層化されたプロセス監査は、そのための優れた方法です。

Harley Davidson社 Advanced Manufacturing、Chief Engineer、**Diane Wilhelm**

今回の調査では、データガバナンスのためのフレームワークを確立している企業は全体の40%に過ぎませんでした。また、自社のデータフローを完全に可視化している企業は3分の1（34%）にとどまっています（図18を参照）

図 18

強力なデータ駆動型オペレーションを行っている自動車関連企業は5社中2社未満

御社は以下のいずれに当てはまりますか？

我が社は、データフロー、アクセスコントロール、データ保持を管理するデータガバナンスフレームワークを確立している。



40%

我が社には、すべてのプロセスならびにすべてのIT-OTシステムを網羅するデータフロービューがある。



34%

データ：Capgemini Research Institute、『Smart factory survey, April–May 2019, N=100 automotive manufacturers』

局所的な実装であれば、データレディネスに重点的に取り組まなくとも成功する可能性があります。ただし、これは規模の拡大の妨げとなります。企業は以下の原則に向けて取り組むべきです。

- さまざまなロケーションで最も一般的に使用されるデータを標準化する
- データを必要な粒度で保管、取得、分析できるようにする
- さまざまなクリティカルシステムにわたるデータフロービューを作成して継続的に更新する
- レポーティングツールや分析ツールを意思決定者が利用できるようにする

- 従業員たちの中にある分析的マインドセットを奨励・支援し、経験や直感のみに基づく意思決定の文化ではなくデータ駆動型意思決定の文化への移行を奨励するためのトレーニングを実施する。また、エグゼクティブの採用基準を変えて、採用戦略が分析的マインドセットをもつ人物に焦点を当てるようにする

データ駆動型オペレーションへの強いフォーカスは、サプライヤーとOEMとの間のコラボレーションを成功へと導きます。たとえば、サプライヤーがOEMとデータを交換できれば、サプライヤーはクライアントに対して高度な供給計画能力を発揮することができます。

結論

自動車業界にはスマートファクトリーに対する大きな意欲があります。その欲求は正当化され、もたらされる価値が提示されて、業界はスマートファクトリーがもたらす数十億ドル規模の潜在的利益に期待を寄せています。ほんの一握りのOEM、ごく少数のトップサプライヤーはスマートファクトリーのジャーニーを進めて大きな利益を実現できましたが、大多数の自動車関連企業は、規模を拡大してスマートファクトリーがもたらす価値を手に入れる前に、特定の分野に取り組む必要があります。企業がそれぞれのゴールを達成するためには、OEMであれサプライヤーであれ、多数の優先事項 — 戦略、統合システムソリューション、IT-OTの融合、人材の再構成など — を加速しなければならないでしょう。



附録

A: 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つの能力エリアに基づいて企業を評価しました。また、これら6つの能力エリアを3つの目標グループにまとめました。

目標1：トランスフォーメーションマスタリー

1. 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

2. 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

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：IT-OTの融合

5. 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

6. データレディネス&サーバーセキュリティ：

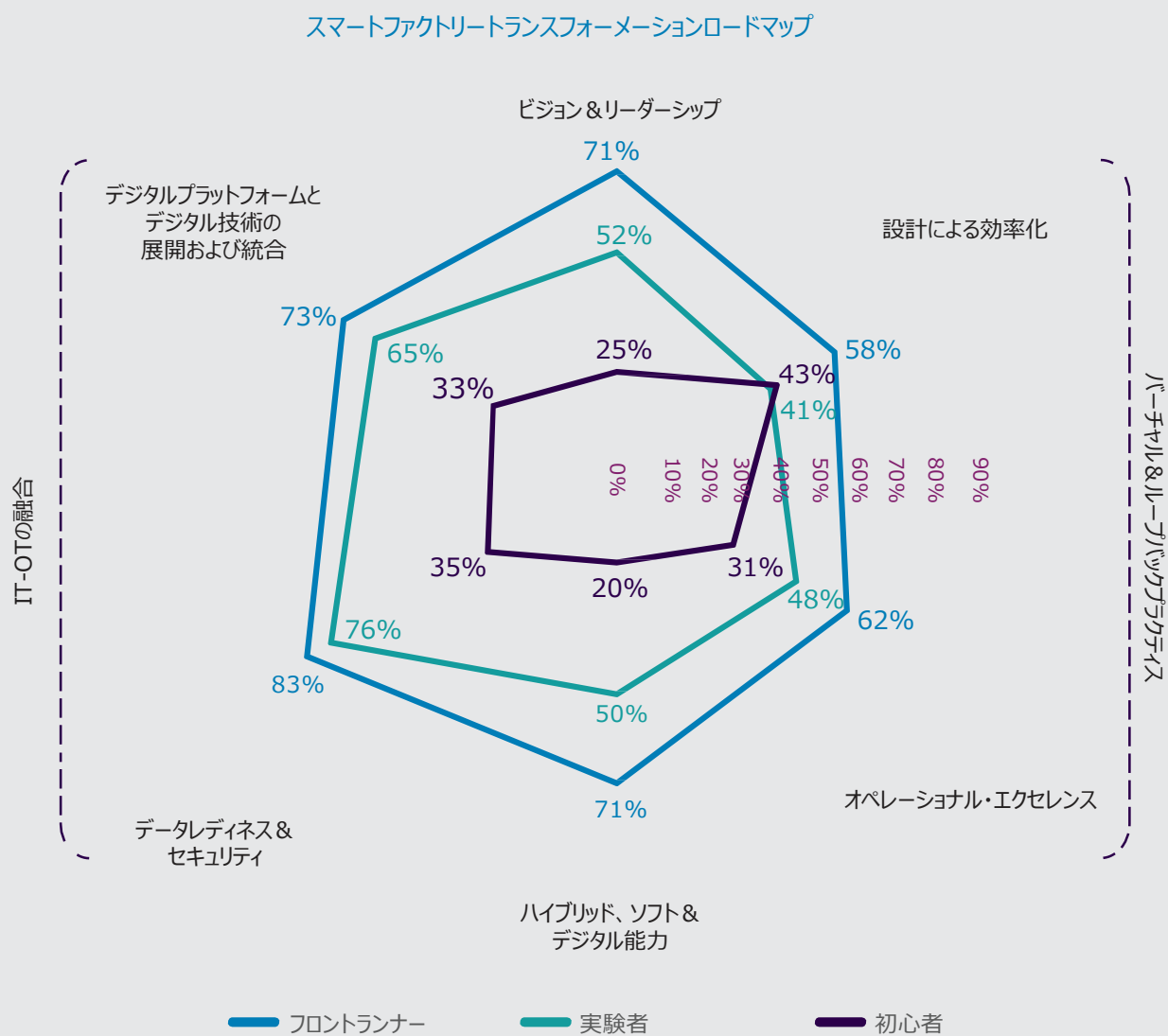
バリューチェーン全体でのデータの継続性とアクセシビリティ&適切なサイバーセキュリティのガバナンスと規範の確立

上記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73%）：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17%）：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%）：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る、ハイパフォーマンス集団

図 19

フロントランナーはすべての側面で他集団より優れている



注：各軸のスコアは0～100：100%が最高スコア

データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April-May 2019, N=98 automotive manufacturers』

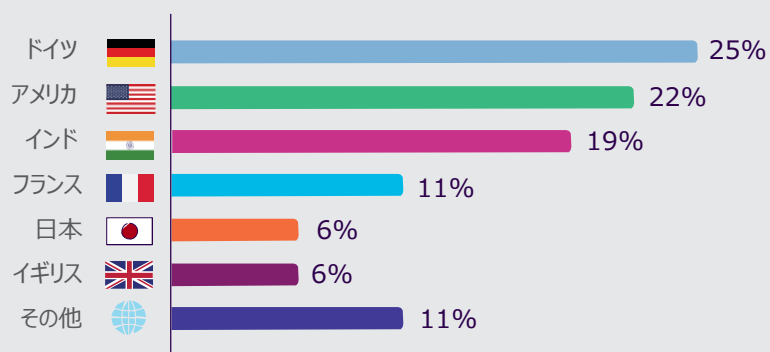
参考文献

1. Capgemini Research Institute, "Smart Factories @ Scale: Seizing the trillion-dollar prize through efficiency by design and closed-loop operations," November 2019.
2. Capgemini Research Institute, "Automotive Smart Factories: Putting Auto Manufacturers in the Digital Industrial Revolution Driving Seat," April 2018.
3. MexicoNow, "Audi fulfills commitment of 5,200 jobs in Puebla," April 2018. Automotive News, "Great Wall opens plant in Chongqing," September 2019.
4. Capgemini Research Institute, "Automotive Smart Factories: Putting Auto Manufacturers in the Digital Industrial Revolution Driving Seat," April 2018.
5. Capgemini Research Institute, "Smart Factories @ Scale: Seizing the trillion-dollar prize through efficiency by design and closed-loop operations," November 2019.
6. Ibid.
7. Auto Components India, "Bosch opens expanded smart factory in Bidadi for mobility solutions," September 2019.
8. Rubber & Plastics News, "Toyo to build first European tire plant in Serbia," July 2019.
9. Capgemini Research Institute, "Automotive Smart Factories: Putting Auto Manufacturers in the Digital Industrial Revolution Driving Seat," April 2018.
10. Womack, J. P. (2010, August 24). Retrieved from <https://www.lean.org/womack/DisplayObject.cfm?o=1634>
11. Capgemini Research Institute, "Unlocking the business value of Industrial IoT," March 2018.
12. Ars Technica, "Porsche and Bugatti turn to 3D printing for complex or rare parts," March 2018.
13. Capgemini Research Institute, "5G in industrial operations," June 2019.
14. The smart factory: The completely networked value chain. Retrieved December 11, 2019, from <https://media.daimler.com/>
15. Future of Manufacturing: Our relationship with cars is changing. (January 2019). Retrieved December 11, 2019, from <https://group.renault.com/>
16. Our productivity gains in all the scenarios exceed the auto industry's growth rate, so, some of the value addition from smart factories will remain as capacity gain. However, as the auto industry's growth rate increases, it would be able to realize this capacity gain completely.
17. Robotics & Automation News, "Smart factory: Audi opens advanced manufacturing plant in Mexico," October, 2016.
18. Robotics & Automation News, "Audi shows off its smart factory technologies," November, 2016.
19. Spot Light Metal, "Smart factory: Audi's car production of the future," September, 2018.
20. Capgemini Research Institute, "Automotive Smart Factories: Putting Auto Manufacturers in the Digital Industrial Revolution Driving Seat," April 2018.
21. Daimler, "Factory 56: Mercedes Benz Cars increases flexibility and efficiency in operations."
22. Slash Gear, "Mercedes reveals the 5G robot-filled factory for its most high-tech cars," November, 2018.
23. China Business News, "Great Wall Motor Chongqing Smart Factory Completion and P Series New Pickup Rollout Ceremony," September, 2019.
24. Great Wall Motor, "The 10,000th Great Wall 'P' Rolled off the Line," December, 2019.
25. 26 Eximchain.com, "Eximchain: Supply Chain Finance solutions on a secured public, permissioned blockchain hybrid," accessed on 28 January 2020.
26. Infor.com, "Case Study: Ferrari," accessed on 28 January 2020.
27. Xometry.com, "BWM case study," accessed on 28 January 2020.
28. Eksobionics.com, "EksoWorks & Ford Partnership," accessed on 28 January 2020.
29. Acerta.ca, "Engine Failure Modes," accessed on 28 January 2020.
30. RedViking, "AGVs for High Production Auto Assembly Line," accessed on 28 January 2020.
31. ClearMetal.com, "End-to-End visibility," accessed on 28 January 2020.
32. Capgemini Research Institute, "Unlocking the business value of Industrial IoT," March 2018.
33. "Volkswagen and Amazon Web Services to develop Industrial Cloud." Volkswagen, March 2019. Retrieved January 24, 2020, from <https://www.volkswagenag.com/en/news/2019/03/volkswagen-and-amazon-web-services-to-develop-industrial-cloud.html>.
34. Faurecia, "Faurecia inaugurates €57 million investment in new digital factory for emissions control technologies, showcasing its digital transformation," October 2016.
35. SME, "Faurecia Goes All In on Industry 4.0," October 2016.
36. Robotics & Automation News, "Faurecia launches \$64 million smart factory in Columbus, Indiana," October 2016.
37. Capgemini Research Institute, "Automotive Smart Factories: Putting Auto Manufacturers in the Digital Industrial Revolution Driving Seat," April 2018.
38. Capgemini Research Institute, "The Digital Talent Gap – Are Companies Doing Enough?" October 2017.
32. Smart Factories in Automotive

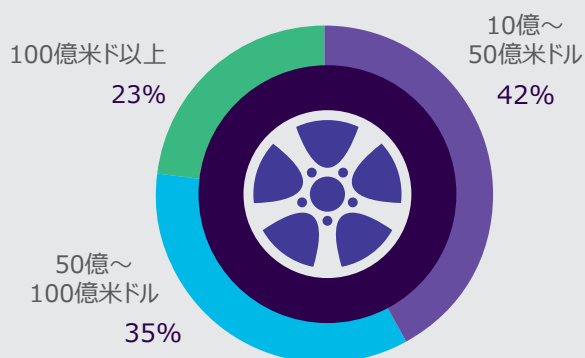
調査範囲ならびに手法

私たちは、二面的アプローチに従って、自動車関連企業100社のエグゼクティブを対象に本調査を実施しました。対象企業100社のうち98社ではスマートファクトリーのイニシアチブが現在進行中です。対象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、2019年4月から5月にかけて11カ国で実施されました。

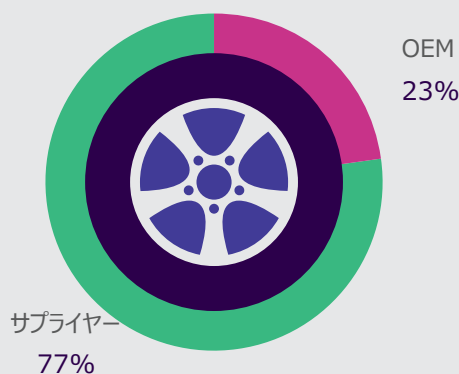
企業分布：国別



企業分布：収益別



サブタイプ



データ：Capgemini Research Institute, 『Smart factory survey, April-May 2019, N=100 automotive manufacturers』

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自動車関連企業エグゼクティブたちと10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



Markus Winkler
Executive Vice President, Global Head of
Automotive & Mobility
markus.winkler@capgemini.com

Markus Winkler has been with the Capgemini Group since 2005 and leads the Global Sector Automotive and Mobility. He has gained wide ranging experience in delivering major business and technology transformation programs in the automotive industry with a focus on consumer experience, connected services, and digital excellence, notably at BMW Group, Volkswagen Group, Volvo Cars, Toyota, etc. He is a recognized expert in digital transformation and works with our delivery teams for leading automotive clients.



Dr. Rainer Mehl
Executive Vice President and Managing Director
– Manufacturing, Automotive, Life Sciences,
Capgemini Invent
rainer.mehl@capgemini.com

Rainer leads the global MALS practice for Capgemini Invent. With his background in the automotive industry for the last 20+ years, Rainer is a recognized expert in organizational, process, and technology topics. He has published several articles, blogs, and ebooks on the digital transformation of the automotive industry.



Ralph Schneider-Maul
VP, Capgemini Invent, Digital Manufacturing
ralph.schneider-maul@capgemini.com

Ralph is head of Capgemini Invent Digital Manufacturing unit in the Central Europe region. He focuses on the new opportunities coming from digitization in operations. His focus industries are Auto Tier-1, Manufacturing and CPR.



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.

The authors would like to thank Alexandre Capone, Udo Lange, Markus Rossman, Isabel Schneider, Subrahmanyam KVJ, Aritra Ghosh, Mohd Shahwaz, and Monika Hespe 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。

Capgemini Group

Markus Winkler

markus.winkler@capgemini.com

Capgemini Invent

Dr. Rainer Mehl

rainer.mehl@capgemini.com

Belgium, Luxembourg

Robert van der Eijk

robert.van.der.eijk@capgemini.com

China

Yan Chu

yan.chu@capgemini.com

France

Stéphane Houette

stephane.houette@capgemini.com

Germany

Henrik Ljungström

henrik.ljungstroem@capgemini.com

India Ajinkya

Apte

ajinkya.apte@capgemini.com

Italy

Eraldo Federici

eraldo.federici@capgemini.com

Japan

Hiroyasu Hozumi

hiroyasu.hozumi@capgemini.com

Mexico

Miguel Augusto Fonseca Perez

miguel.fonseca-perez@capgemini.com

Nordics

Stephan Hedborg

stephan.hedborg@capgemini.com

Spain

Agustín Gonzalez Rodríguez

agustin.a.rodriguez@capgemini.com

UK

Satish Kumarasamy

satish.kumarasamy@capgemini.com

US

Michael T Hessler

michael.hessler@capgemini.com

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、確実に実行する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&確保
- デジタル継続性を実現しよりコラボレーション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各種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、そのまま本番および規模拡大に使用できます。

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

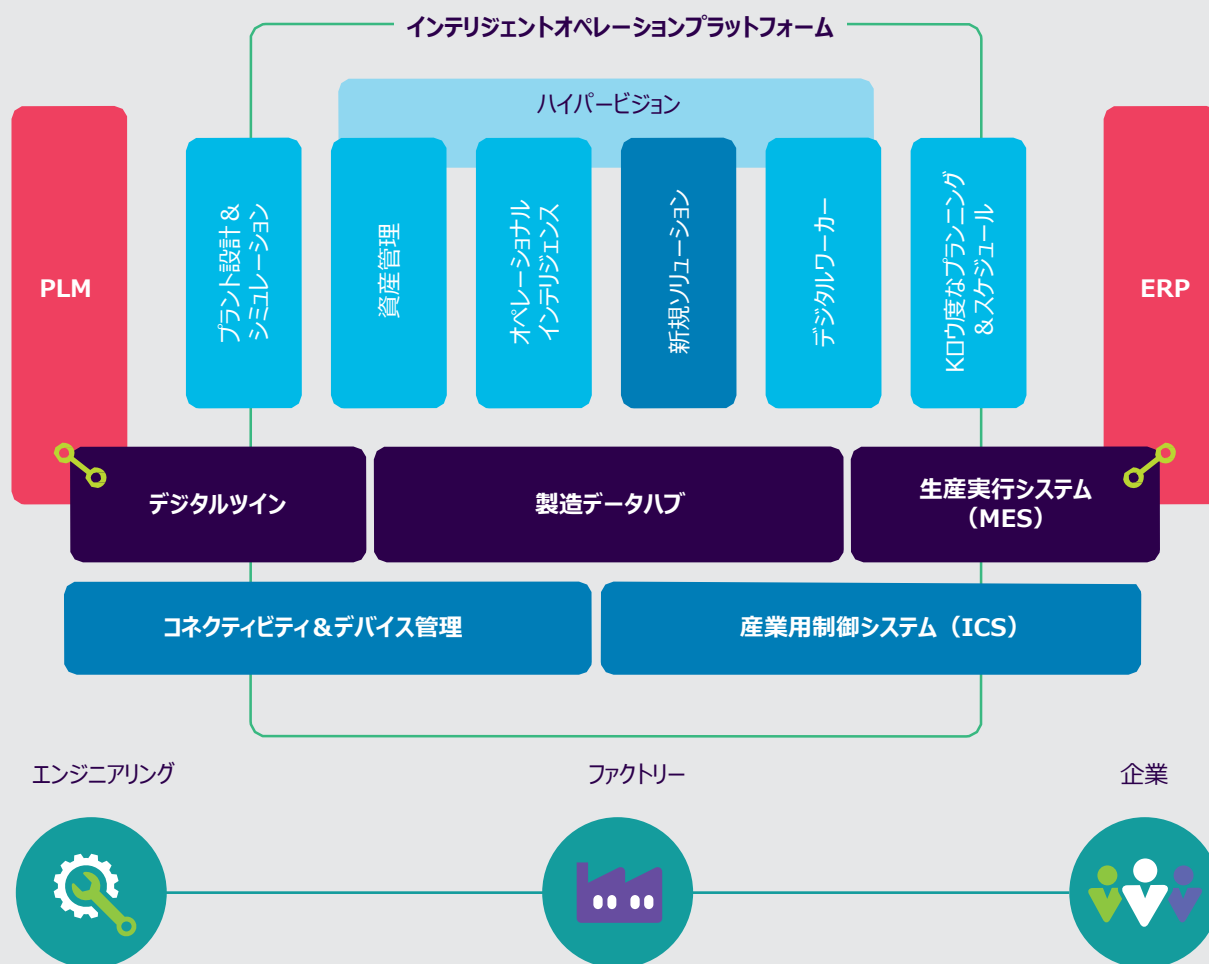
- フィットケース、ガバナンス、変更管理
- プラットフォーム & ソリューションのセットアップ：業務、アーキテクチャならびにITの設計から構築、展開まで
 - MES/SCADA
 - 資産管理
 - デジタルプラットフォーム：IIOT、アナリティクス & AI、遠隔 & モバイル、デジタルツイン、その他
 - IT-OTアーキテクチャ & 融合のための統合／ロードマップ
- スマートファクトリーアプリケーションのメンテナンス
- サービスとしてのスマートファクトリープラットフォーム & ソリューション

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

キャップジェミニの「Smart Factory」の提案は、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の設計を提案します。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。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により、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い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、すばやい漸進的なイノベーションと大規模な展開

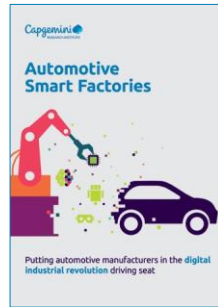
組み合わせることが可能になります。問題にフォーカスしたアプリケーション／横断ソリューションは、ボトムアップのイノベーションのアジリティと具体的な成果をもたらす拡張性を組み合わせます。プラットフォームベースのイノベーションを、テクノロジーから文化変革まで網羅するキャップジェミニの包括的ガバナンスと組み合わせることにより、インダストリー4.0への持続可能なトランスフォーメーションが可能になります。

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「One Application at a Time（一度にひとつのアプリケーション）」のポテンシャルをフルに引き出します。

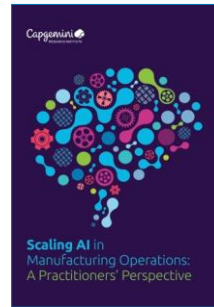
デジタルトランスフォーメーションに関する最近の調査・研究：



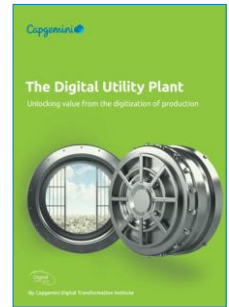
[Smart Factories @ Scale: Seizing the trillion-dollar prize through efficiency by design and closed-loop operations](#)



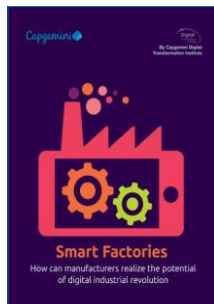
[Automotive Smart Factories: putting auto manufacturers in the digital industrial revolution driving seat](#)



[Scaling AI in Manufacturing Operations: A Practitioners' Perspective](#)



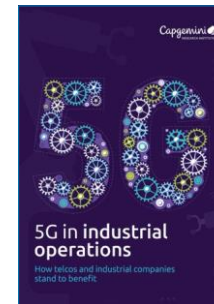
[The Digital Utility Plant: Unlocking value from the digitization of production](#)



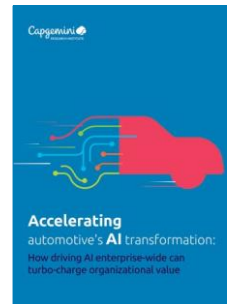
[Smart Factories: How can manufacturers realize the potential of digital industrial revolution](#)



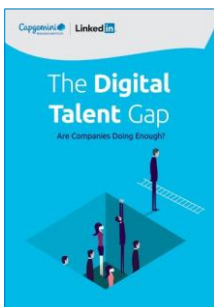
[Voice on the Go: How can auto manufacturers provide a superior in-car voice experience](#)



[5G in industrial operations: How telcos and industrial companies stand to benefit](#)



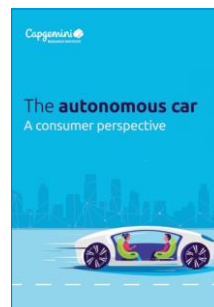
[Accelerating Automotive's AI Transformation: How driving AI enterprise-wide can turbo-charge organization value](#)



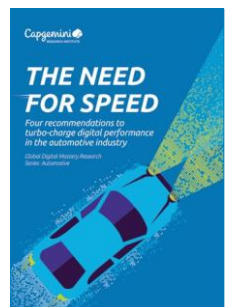
[The Digital Talent Gap—Are Companies Doing Enough?](#)



[Augmented and Virtual Reality in Operations: A guide for investment](#)



[The Autonomous Car: A Consumer Perspective](#)

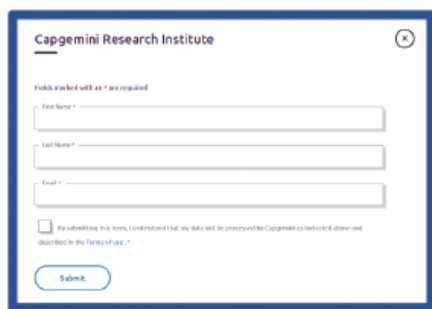


[The Need for Speed: Four recommendations to turbo-charge digital performance in the automotive industry](#)

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. ©2020 Capgemini.
All rights reserved.