



# 次なる目的地： ソフトウェア

自動車メーカーがソフトウェア主導型トランスフォーメーションの  
ポテンシャルを活用するためには何が必要か？

# エグゼクティブ・サマリー

ソフトウェア主導型トランスフォーメーションは、世界の自動車産業の概念を作り替えます。ソフトウェア主導型トランスフォーメーションとは、車両、組織構造、プロセス、手法、ツールなどをソフトウェアを第一に定義・設計して、ソフトウェアを中心に運用されるようトランスフォームすることです。

自動車OEMのソフトウェアベースの収益は、今後10年間で3倍以上に達し、大きな利益をもたらすと言われてしています。ソフトウェアベースの機能やサービスは、2031年には6,400億USドルの市場規模となり、自動車OEMの現在の年間収益の約8%（1,810億USドル）から22%（これは金額ベースで言うと3倍以上の増加になります）に成長すると考えられています。この新たな収益の鍵となるのがOEMにおける統一／共通ソフトウェアプラットフォームをベースにした新しい自動車のシェアであり、これは現在の約7%から2031年には35%に達すると考えられます。ソフトウェア主導型トランスフォーメーションは全般的に大きな利益やメリットをもたらします。たとえば、自動車OEMは2026年までに生産性／効率性を40%向上させ、その結果として、大手OEMが同業他社よりも最大9%高い市場シェア<sup>1</sup>を獲得することが予測されています。

自動車OEMの大半は、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの初期段階にあり、少数の「フロントランナー」企業が早々と強力なリードを確立しています。自動車OEMの71%はユースケースを特定する段階にしか達しておらず、非常に成熟した「フロントランナー」と呼ばれる企業は全体の15%にとどまっています。この「フロントランナー」と呼ばれる自動車OEMは、他のOEMに比べて平均収益が2倍あります。また、ソフトウェアベースの機能やサービスが2031年の収益に占める割合についても、フロントランナー以外のOEMが20%であるのに対して、フロントランナーOEMは、ソフトウェアが収益に占める割合を28%と予測して、強い意欲を示しています。

フロントランナーは、展開力と実装の能力において、大きなリードを築きつつあります。たとえば、フロントランナーOEMの93%は、さまざまな部署やビジネスファンクションでソフトウェアに特化したKPIを定義して、ソフトウェア関連イニシアチブの進捗状況や成果を綿密に監視・追跡していますが、フロントランナー以外でこれを実施しているOEMは半数に過ぎません。また、フロントランナーOEMの約半数（47%）が自社のソフトウェア主導型トランスフォーメーションに10億USドル以上の投資を行っていますが、フロントランナー以外のOEMでは28%にとどまっています。

では、フロントランナー以外の自動車OEMがフロントランナーOEMに追いつき、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションのポテンシャルを最大限に活用するためには、何が必要なのでしょうか。

- ソフトウェアに焦点を定めた、企業・組織のビジョンと戦略を構築
- ソフトウェアツールチェーンとアジャイル手法を活用して、複数のユニット間のコラボレーションを促進
- ソフトウェアプロバイダーや技術サービスプロバイダーと重要なソフトウェアの最先端領域における長期的・戦略的なパートナーシップを構築
- ソフトウェア人材を育成しそれを保持することで、ソフトウェア・エクセレンスを追求
- データの力を活用して、インテリジェントビークル、インテリジェントオペレーション、インテリジェントサービスをより迅速に実現
- 標準化された次世代の車両ソフトウェアアーキテクチャのための明確なロードマップを定義



# はじめに

自動車企業にとって、ソフトウェアやテクノロジーはなじみの深いものです。企業・産業制御システムはここ数十年にわたって、複雑なグローバルオペレーションを支えてきました。仮想現実や拡張現実を支えられたコンピューター支援設計（CAD）、エンジニアリングそしてテストは、今や業界標準となっています。自動車におけるコードの量は着実に増加しており、電気自動車の登場でさらに飛躍的に増加しました。今、業界のデジタル化が加速しています。

- 車両の分野では、Teslaをはじめとするさまざまな企業の台頭により、「自動車の心臓部は特殊なハードウェアの集合体ではなく、ソフトウェアそのものである」ことが示されています。今年7月、TeslaはFSD（Full Self-Driving）ベータバージョン9の無線によるソフトウェアアップ更新を実現しました。これによりドライバーは、幹線道路のみならずローカルな道路においても、高度な運転支援機能へのアクセスが可能になりました<sup>2</sup>。
- サービスの分野では、Renaultが「Mobilize」という新たなビジネスユニットを立ち上げました。このユニットは、データ、モビリティ、エネルギー関連サービスからの利益創出を極めて重視するもので、2030年までにグループ収益の20%以上を生み出すことを目指しています<sup>3</sup>。Groupe RenaultのCEO、Luca de Meo氏は、「私たちは、テクノロジーを利用する自動車メーカーから自動車を利用するテクノロジー企業へと移行して、2030年までには収益の20%以上をサービス、データ、エネルギーの取引から生み出します」と述べています。
- 長期的戦略面においては、Volkswagen AGがソフトウェアを中心とした新たな戦略、「NEW AUTO」を発表しました<sup>4</sup>。同グループの理事会会長であるHerbert Diess氏は、この新たな戦略について、「NEW AUTOの世界においても、ブランドは重要な差別化要因であり続けるでしょう。お客様はこれからも特定のデザインやボディのスタイル、ブランドやサービスの品質で自動車を選ぶでしょう。しかし、ブランドの差別化はこれまで以上に、ソフトウェアやサービスによってもたらされるようになるでしょう」と述べています。

これらの例は、自動車業界の将来に向けて、ソフトウェアの役割がいかに重要であるかを示すものです。このトランスフォーメーションは、複数の重要なファクターによって促進されます。

- 現在、消費者にとって、自動車は単なる移動手段ではありません。消費者は、よりイノベーティブな機能やサービス（先進運転支援、没入型インフォテインメント、コネクティビティなど）の搭載を期待しています。また、増え続けるスマートデバイスとのシームレスなデジタル

連続性の実現も期待しています。自動車OEMはこのような期待に応えるために、また消費者の期待以上のものを提供するために、より効率的かつ機敏になること、ソフトウェアベースの新しい機能やサービスをより迅速に市場に提供すること、そしてソフトウェア・エクセレンスを達成するためにかかる機能やサービスを消費者に受け入れさせる必要があります。また、これらを通じて、自動車OEMは、単に車を販売するモデルから、車の全生涯にわたってサブスクリプションベースの収益を得るモデルへと移行する機会を得ることができます。

- 自動車OEMは、データプライバシー、サイバーセキュリティ、安全性、持続可能性、リスク管理に関連する新たな規制要求に直面します。
- ソフトウェアは、ビジネスとオペレーションに大きなメリットをもたらしています。当社の調査によると、自動車OEMはさまざまなソフトウェアシステムやツールを利用することで、過去5年間で全体の生産性／効率を33%向上させ、コスト（資本支出ならびに運用支出）を32%削減しています。

キャプジェミニは、世界12カ国に本社を置く乗用車・商用車メーカーのエグゼクティブ570名を対象に、自動車OEMにおけるトランスフォーメーションの進捗状況を調査しました（詳細な調査方法については、本書「調査方法」をご覧ください）。また、自動車業界のエグゼクティブ17名にインタビューを行い、それぞれの企業でソフトウェア主導型トランスフォーメーションを導いてきた経験についてうかがいました。私たちは、今回の調査結果と当社の自動車業界のトランスフォーメーションに携わってきた経験を基に、以下の重要な質問に対する回答を得ることができました。

1. ソフトウェア主導型トランスフォーメーションは、自動車の収益源をどのように変化させているのか、またこの機会はどれほど大きく、また重要なものなのか。
2. 自動車業界は、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションにおいて、どの程度成熟しているのか、成熟度の高い企業はどのようなメリットを享受しているのか。
3. 自動車OEMは、どうすれば重要なトランスフォーメーションのハードルを乗り越え、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションのポテンシャルを最大限に活用することができるのか。

# 1. ソフトウェアは自動車業界のトランスフォーメーションをどのように主導しているのか？

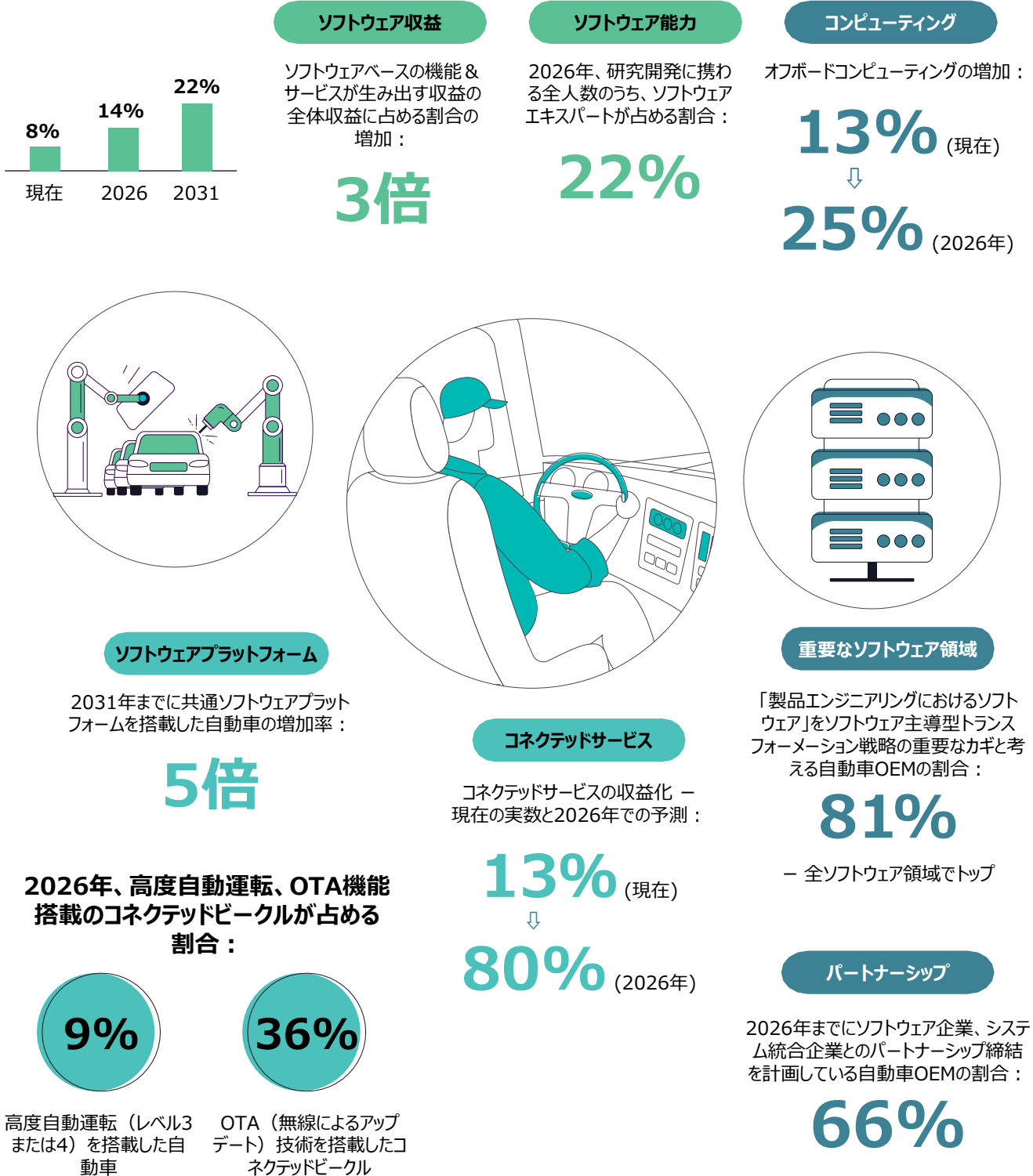
ソフトウェアは、運転体験や乗者体験を再定義するだけでなく、自動車の構想、設計、製造の方法にも大きな変化をもたらしています。今回の調査では、ソフトウェアの影響を「自動車」、「プロセス（サプライチェーンなど、内部および外部プロセス）」、「組織」の3つの領域に分けて検証します。私たちは、本調査を通じて、このトランスフォーメーションが今後5年から10年の間に自動車業界にもたらすであろういくつかの根本的な転換 - トランスフォーメーションについて明らかにしていきます（図1参照）。



## 22%

自動車OEMの収益に占めるソフトウェアベースの機能やサービスの割合は、今後10年間で**8%から22%**へと3倍近くまで増えると予測されます。

図1. ソフトウェアは今後10年間で自動車業界をどのように変えていくのか



データ：Capgemini Research Institute. 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs, Capgemini Research Institute Analysis.



**自動車：**自動車の観点からいうと、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションは、自動車をどのように考え、どのようにそれを作り上げていくのか、そして自動車がどのように運転されるのかも含めて、自動車OEMに再考を促します。たとえば、自動運転について考えてみましょう。完全な自動運転はまだ遠い未来かもしれませんが、ソフトウェアを活用した運転自動化のレベル（たとえば、レベル3は条件付き運転自動化、レベル4は高度な運転自動化<sup>5</sup>）が上げれば、より多くの自動車をより少ない人的介入で運転できるようになり、事故による死傷者の減少にもつながります。自律走行システムの開発の遅れは、走行システムのようなセーフティクリティカルな領域へのソフトウェアの統合にさまざまなリスクと課題があることを示しています。また、自動車メーカーは、これらのシステムを必要なセーフガードの範囲内で進化させるために多大な投資を行っています。

同様に、車両に組み込まれるソフトウェアも非常に速いスピードで進化しており、今日のソフトウェア主導型車両の設計においてますます重要な決定要因となっています。今日の自動車には、ほんの数年前には高級車にしか使用されていなかった非常にパワフルな電子チップが搭載され、より多くの機能搭載が実現できるようになりました。ソフトウェアが増えればソフトウェアで制御できる機能も増えるので、ディーラーや工場に出向かなくても新機能の追加や既存機能のアップグレードが可能になります。たとえば、NVIDIAが開発した最新の電子チップ - Orinには4つの領域を同時に実行できるソフトウェアが組み込まれています<sup>6</sup>。車両にコンピューターを追加するのではなく、今やコンピューターを中心に自動車を構築することが可能になりました。それぞれ独自のコードを持つ特殊化されたさまざまな電子制御ユニットは、おそらく、より多くのセンサーやアクチュエーターを制御する、より汎用的で強力なユニット一式に置き換えられ、より一元的なソフトウェアを使用しながら、スマートフォンや音声アシスタントなど、自動車を取り巻くドライバーのエコシステムと接続されるようになるでしょう。

**プロセス：**自動車OEMは何十年にもわたってハードウェアと製造における卓越性を追求してきました。この従来の手法とプロセス - 社内ならびに社外、サプライチェーンなども含めて - は今、刻々と変化する顧客の要求とより高い柔軟性と機敏性に対するニーズにより変化しつつあります。このような新しい方法やプロセスには、消費者のモビリティパターンの変化 - たとえば、最新のソフトウェアシステムやアプリケーションの開発状況を常に把握しながら、輸送手段の選択においてより優れた持続可能性を期待する消費者ニーズなど - に対応した新しいサービスが含まれます。自動車OEMがこのような期待に応え、また期待以上のものを提供するためには、たとえば、エンジニアリングや研究開発のプロセスについて、「追加していく」という製品やハードウェアの観点から「ソフトウェアファースト」の考え方に切り替えるなど、根本的な変化が不可欠です。たとえば、現在のアプローチでは、ハードウェアの仕様、製造からアフターサービスまで、自動車バリューチェーン全体が自動車のハードウェアをスムーズに動作させることを目的としています。このアプローチでは、高いレベルの効率性、品質、コンプライアンスは確保できますが、ソフトウェアは車両に組み込むための単なる部品として扱われており、ソフトウェアによって実現されるクラス最高の機能やサービスを提供する余地がほとんどないため、顧客満足度の低下につながります。

今、求められているものは、お客様の意思でアップデートして適合できる、スマートフォンのような体験です。このニーズに応えていくためには、自動車OEMは効率と品質を維持しながら、さまざまな手法やツール、ノウハウを変えていく必要があります。プロセスを効果的にトランスフォームするためには、最終消費者、車両、工場、R&Dそしてパートナーから集められたデータに対する依存を高め、自動車の設計、製造、販売方法を再構築する必要があります。そうすることにより、自動車OEMはこれまでにない方法でドライバーや同乗者とつながり、より緊密な信頼関係を築くことができるようになります。

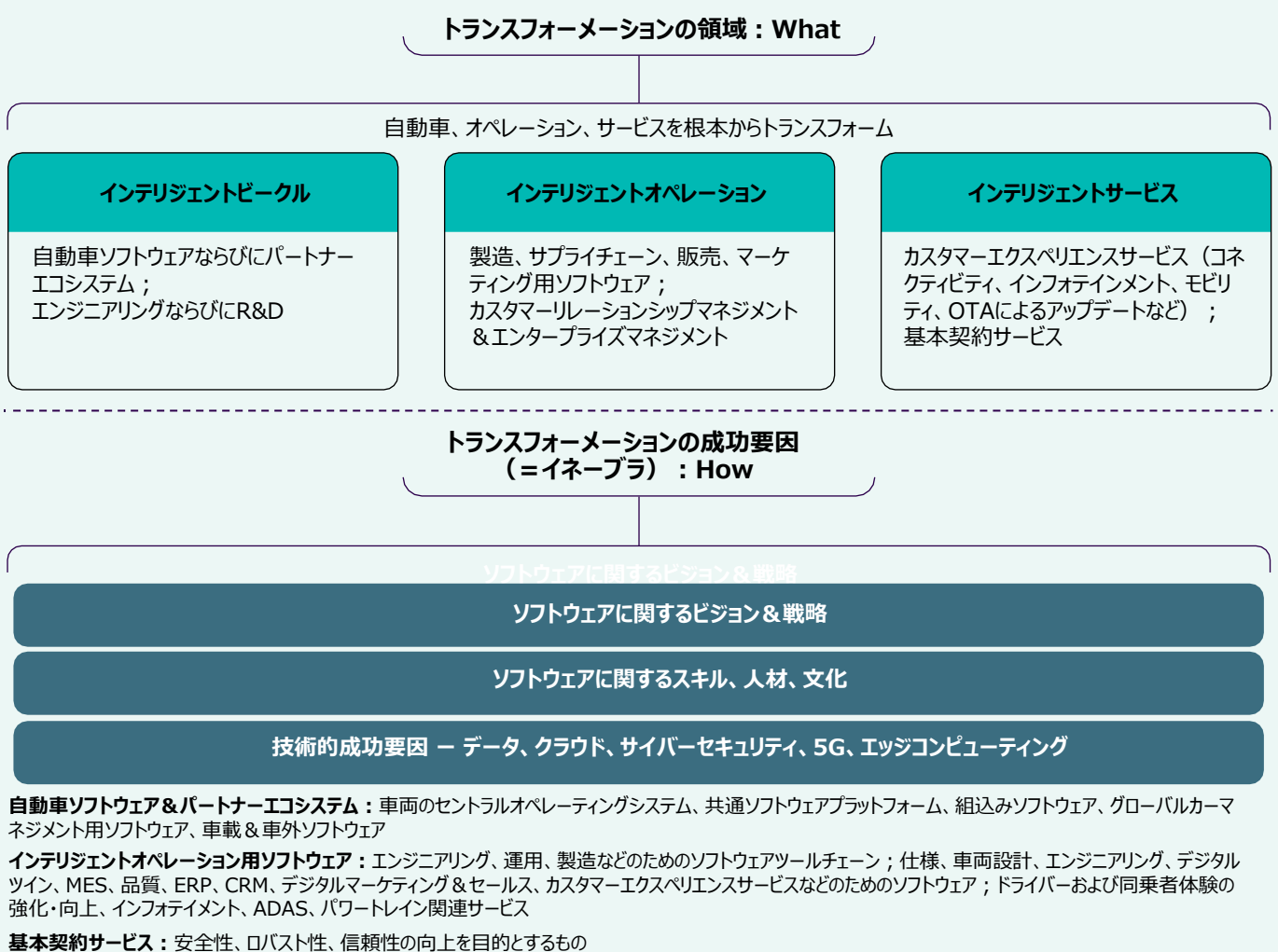
**組織：**自動車OEMはそのマニファクチャリング・エクセレンスでよく知られており、数千人もの機械エンジニアや電子エンジニアを雇用して、顧客の期待を上回る自動車を設計・提供しています。しかしこれは、顧客のニーズが進化し、ソフトウェアによって自動車が「消費」されるにつれて、大きく変化する運命にあります<sup>7</sup>。自動車OEMは、このような大きな変化を受けて、サプライヤーから提供されるソフトウェアやシステムを統合する単なるインテグレーターではなく、ソフトウェア開発会社としての役割を積極的に担い始めています。自動車OEMが成功を収めるためには、自動車用ソフトウェアのエンジニアならびにアーキテクト、テスト＆検証エンジニアを大量に集めるだけでなく、既存の多くの従業員向けにソフトウェア関連のスキルアップを行い、ソフトウェアを使った新しい作業方法を身に付けさせる必要があります。VolkswagenやStellantisなどの大手自動車メーカーは、車両用ソフトウェアを開発することだけを目的としたソフトウェア組織や子会社をすでに設立しました。Renaultもまた、ソフトウェア主導型サービスで収益を上げることを目的とした新しいビジネスユニットを立ち上げました。

## 自動車業界のソフトウェア主導型トランスフォーメーションとは？

当社は、今回の調査にあたり、自動車OMEのソフトウェア主導型トランスフォーメーションを「自動車、組織構造、プロセス、手法、ツールを主にソフトウェアを中心に据えた定義、設計、運用の範囲でトランスフォームするための組織規模のイニシアチブ」と定義しました。この場合

のプロセスとは、たとえば、生産現場におけるAIベースの品質管理などを指します。ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの重要なエレメントについて、図2にまとめました。

図2. 自動車業界のソフトウェア主導型トランスフォーメーションにおける重要なエレメント



データ：Capgemini Research Instituteの分析による

## 2. 自動車OEMのソフトウェアベースの収益は今後10年間で3倍以上になると予測される

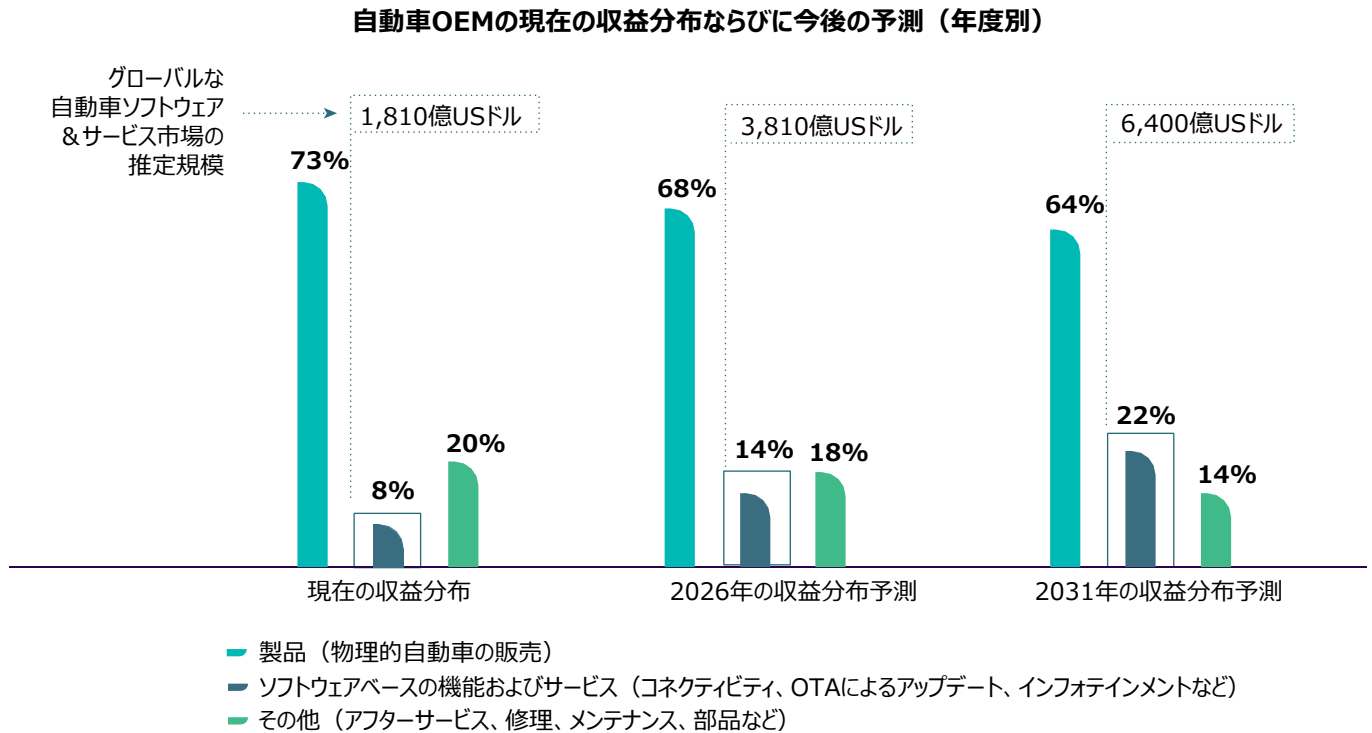
**自動車向けソフトウェアベースの機能&サービス – 10年後の市場規模は6,400億USドルに達し、自動車OEMの収益の5分の1以上を占めるだろう**

自動車OEMの収益に占めるソフトウェアベースの機能やサービスの割合は、今後10年間で約3倍、8%から22%に増加すると予測されています（図3参照）。その結果として、物理的な車両の販売による収益の割合は今後10年間で減少していきます。私たちは、2031年のグローバル自動車市場全体（2兆3,700億USドル相当<sup>8</sup>）において、自動車用ソフトウェア&サービスの世界市場が6,400億USドル近くを占めると推定しています<sup>9</sup>。





図3. ソフトウェアベースの機能とサービスが収益に占める割合は、今後10年間で3倍になると予測される



データ：Capgemini Research Institute、『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs, respondents primarily from general management function.

Volkswagenは、2030年までにソフトウェアベースのサービスとサブスクリプションが電気・ガソリン車の販売の3分の1に相当する売り上げを生み出すと予測しています<sup>10</sup>。これはすなわち、ソフトウェアベースの収益が業界全体の収益の25%を占めるようになるということです。ドイツの自動車メーカーのコネクテッドカー部門のディレクターは、「自動車産業が生き残るためには、ソフトウェアが必要不可欠です。自動車業界がソフトウェアを重要視しなければ、今日の業界が担う重要な役割が衰退するだけでなく、業界そのものが存続しなくなってしまうおそれもあります」と述べています。また、ドイツの自動車メーカーの製品開発部門のSVPIは、「ソフトウェアは、すでに重要な差別化要因のひとつとなっています。なぜなら、自動車OEMのメカニックに関する能力は、差別化を図るという面でいえば、すでに投入した資金や労力に見合うだけの成果が出ない - いわば収穫逡減の域に達しつつあります。だからこそ、ソフトウェアが重要になってきているのです」と述べています。

さらに、すべての地域の自動車OEMが「今後10年間でソフトウェア収益が総収益の20%以上を占めるようになる」 - たとえば、日本のOEMは25%、イギリス、ドイツのOEMは24%、フランスのOEMは23%、中国のOEMは22% - と予測しています。

一部の自動車メーカーでは、ソフトウェアベースの機能やサービスから期待される収益予測をすでに発表しています。

- デジタルサービスによる収益：Mercedesは、2025年までにデジタルサービスで10億ユーロの営業利益を見込んでいます<sup>11</sup>。
- サブスクリプションサービスによる収益：Fordは、データ主導型のサブスクリプションサービスのみで、90億USD（現在の年間収益の約8%）の経常収益を見込んでいます<sup>12</sup>。
- 自動運転による収益：Teslaは、自動運転のロボタクシーのネットワークを開発することで、収益の倍増を期待しています<sup>13</sup>。

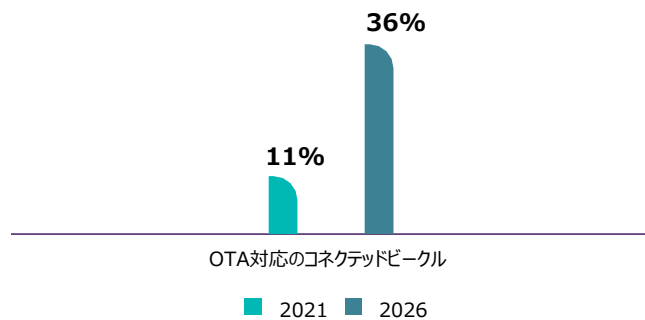
# ソフトウェア収益創出の原動力は、コネクテッド（OTAアップデート）と高度なオートノミー（自動運転）機能

これまで述べてきたソフトウェアベースの収益の成長は、コネクテッドサービスと高度なオートノミー（自律性、すなわち自動運転）を備えた自動車によって実現されます。ソフトウェアに支えられたこれらの機能の搭載は、自動車OEMに収益拡大の道を開きます。今回の調査では、新たに生産される自動車のうち、OTAアップデート（無線経由の新機能

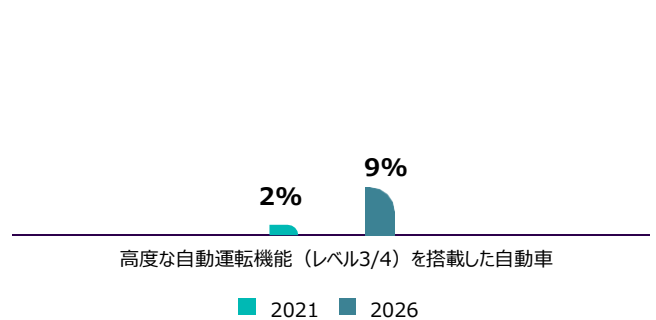
のリリースまたは既存機能のアップデート）に対応するコネクテッドビークルは、今後5年間で3倍以上に増加し、36%に達することが明らかになりました。また、高度な自動運転機能（レベル3/4）を搭載した新車の生産台数は、今後5年間で約5倍に増加する見込みです（図4参照）。

図4. OTAによるコネクテッドサービスに対応する新車、高度な自動運転機能を搭載した新車の割合は、今後5年間で大幅に上昇

OTAアップデートに対応するコネクテッドサービス機能を搭載した新車の割合（現在 vs 5年後）



高度な自動運転（レベル3/4）機能を搭載した新車の割合（現在 vs 5年後）



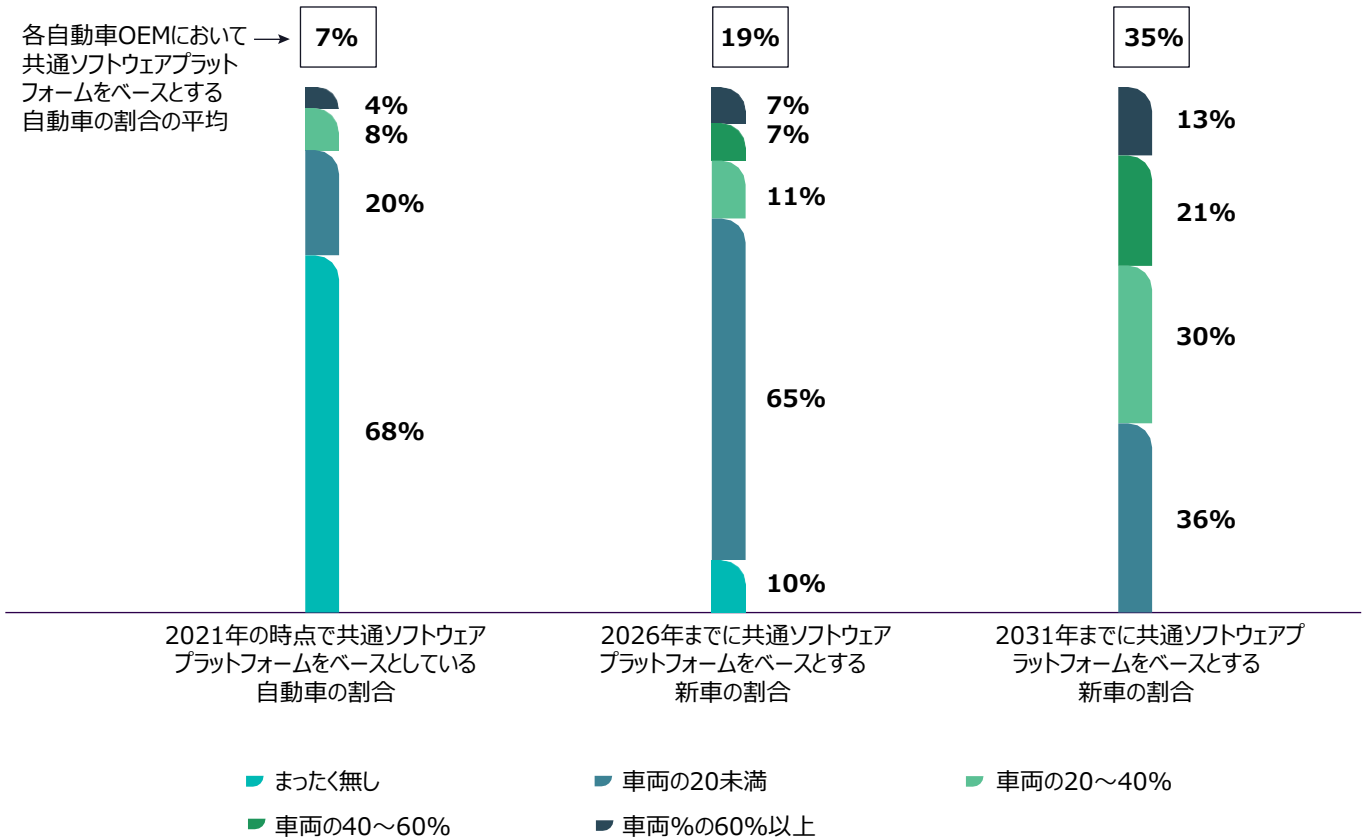
データ：Capgemini Research Institute. 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs, respondents primarily from general management function.

コネクテッドサービスとOTAアップデートを実装するには、これらのサービスとアップデートを車両フリート全体にプッシュして規模の経済を享受するための、車両ライン全体に共通のソフトウェアプラットフォームが必要です。新しいサービスやアップデートを可能にし、その結果としてソフトウェアベースの収益を上げるためには、共通のエンドツーエンドのソフトウェアプラットフォームを使用したさまざまな車両システムの統合が不可欠です。今回の調査では、今後5年から10年の間で、共通のソフトウェアプラットフォームをベースにした新車の割合が平均して増加することが明らかになりました。単一プラットフォームの採用については、現在の7%から

2031年には3台に1台強（35%）に増加すると予測されます（図5参照）。また、大手自動車OEMは、2025年までにソフトウェア主導型組織へのトランスフォーメーションを目指しています。たとえば、Volkswagenは、今後5年から10年の間に、ほぼすべての自動車を単一のプラットフォームならびにソフトウェアシステムへと移行したいと考えています<sup>14</sup>。

図5. 今後5～10年で、自動車OEM1社あたり平均3台に1台は、単一ソフトウェアプラットフォームをベースにしたものとなる

各自動車OEMにおける共通ソフトウェアプラットフォーム  
ベースの自動車の割合の推移



データ：Capgemini Research Institute、『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=84 OEMs (represented by engineering/R&D function) who currently have/plan to have a common software platform in the next five years.

さらに国別に分析すると、共通ソフトウェアプラットフォームを採用した新車のシェアは、米国が45%と最も高く、次いで日本が41%、中国が37%となっています。

しかし、Volkswagen、BMW、General Motorsをはじめとする大手メーカーを除けば、従来型の自動車OEMの大半は、いまだ共通のソフトウェアプラットフォームを持っていません。今回の調査では、自動車OEMの83%が「現時点では、自社で生産する車両用の共通ソフトウェアプラットフォームは持っていない」と回答しています。

さらに、これらの自動車OEMの32%は、今後5年間で単一プラットフォームを一部の車両に使用する計画についても「ない」と答えています。これでは顧客が期待するコネクテッドカーや自律型サービスの体験を提供する能力は損なわれてしまうでしょう。

さまざまなサービスやアップグレードが成功するかどうかは、顧客の需要や利用状況に左右されます。そしてそれは自動車OEMがこれらのサービスをいかにうまく提供してカスタマーエクスペリエンスを向上させるかにかかっています。

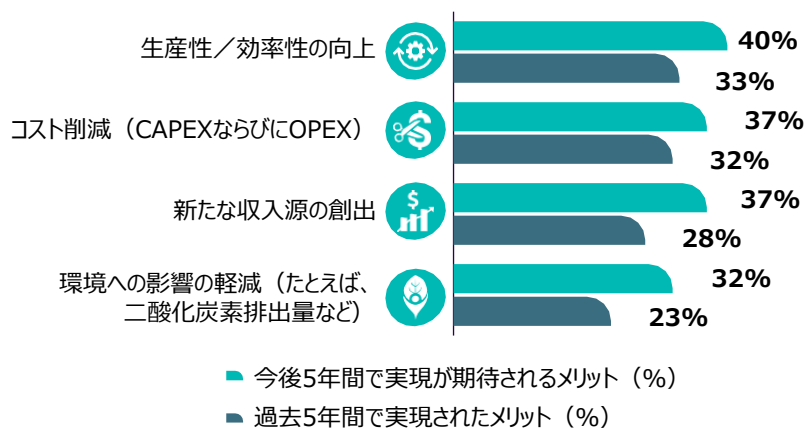
# ソフトウェア主導型トランスフォーメーションが生み出す大きなメリット

今回の調査では、環境フットプリントの改善やカスタマーエクスペリエンスの向上など、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションには大きなメリットがあることが判明しました。図6で示すように、今後5年間に期待され

るメリットは、過去5年間に実現したメリットを上回っています。たとえば、今回調査に参加した自動車OEMは、生産性や効率性について、今後5年間で40%の向上を予測しています。

図6. ソフトウェア主導型トランスフォーメーションから得られるメリットは、今後5年間で大きくなると予測される

## 自動車OEMにとっての運用上のメリット – 過去5年間ならびに今後5年間の比較



データ : Capgemini Research Institute, 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs, respondents primarily from general management function.

では、自動車OEMはメリットを実現するために、ソフトウェアをどのように利用しているのでしょうか。以下、いくつかの実例を紹介します。

- Mercedes-Benz : ネットワーク化されたプラントからのデータをリアルタイムで活用するソフトウェアで構成された独自のデジタル生産システムである「MO360」(Mercedes-Benz Cars Operation 360) がグローバルな車両生産オペレーションをサポートします。同社は、包括的なデータの可用性とリアルタイムデータに基づく迅速な意思決定により、2022年までに生産効率15%アップを見込んでいます<sup>15</sup>。
- BMW : 拡張現実 (AR) を搭載したスマートグラスを導入して現地の技術者と専門家を結び付け、可能な限り迅速な車両整備を実現。これにより、一部の修理の所要時間を最大75%短縮できるようになりました<sup>16</sup>。

- トヨタ : ソフトウェアベースのアプリケーションを使用して、過去の走行履歴に基づいたコーチングを行い、ハイブリッド走行の改善、燃料消費量の削減、環境への影響の最小化を図っています<sup>17</sup>。

オランダを拠点とする自動車メーカーのディレクターは、「バーチャルで自動車を丸ごと構築し、その後実際に車を走行させ、部品やコンポーネントを変えて影響を把握し、目標とする設定に関する判断をしています。これまでは物理的な製品でこれを行っていたため、半年から1年も待たなければなりません。物理的テストプロパティが30~40%削減となり、数百万ドルの節約につながりました。またこの過程で生産性を高めることにより、非常に多くの非効率な作業を削減することもできました」と述べています。

ドイツの大手自動車メーカーのディレクターは、「ソフトウェア主導の製品開発は、開発サイクルを大幅に短縮し、より機敏に対応することができるので、イテレーションやリリースの迅速化、ひいては変化する顧客ニーズへの迅速な対応の実現に役立ちました」と述べています。今回の調査では、複数の自動車OEMが今後5年間で顧客満足度が23%向上すると予測していることがわかりました。たとえばVolkswagenは、顧客からのフィードバックに対する迅速な対応と顧客満足度の向上のためにデジタルアジャイルプロジェクトを実施して、12週間ごとにOTA（無線による）ソフトウェアアップデートを提供しています。顧客は、より短いアップデートサイクルで、パフォーマンスの継続的改善と新規機能の恩恵を享受することができます<sup>18</sup>。また、ドイツの自動車メーカーの製品開発担当SVPIは、「お客様の要求は変化しており、車内の接続性を非常に重要視しています」としたうえで、「お客様は、自身のエコシステムを車にフィットさせたいと考えています。今の時代、お客様は『自分のスマートフォンを車にシームレスに接続できるかどうか』をたずねるでしょう。それが車載のAlexaであれ、スマートフォンにあるすべてのプロフィールやサービスへのシームレスなアクセスであれ、これらすべてがますます重要になります」と指摘しています。

## ソフトウェアは、自動車OEMを差別化し、競争優位性を提供する

自動車OEMの半数（51%）は、今後5年から10年の間に、「自動車メーカーは、自動車エンジニアリングの卓越性と同くらい、ADAS、自動運転、コネクティビティ、サービスなどのソフトウェア機能の提供においてもよく知られることになるだろう」と予測しています。また、ソフトウェアが他社に対する競争優位性（市場シェアの拡大）の獲得に役立つと確信しており、大手自動車OEMは、ソフトウェアベースのユニークな機能とサービスで差別化を図ることにより、同業他社よりも9%高い市場シェアを獲得できると予測しています。

Boschの子会社であり、自動車業界向けのシステム、ツール、ソリューションを提供するETAS GmbHのChristoph Hartung氏は、「これからもブランドとデザインはこれまでどおり自動車OEMの差別化要因であり続けるでしょうが、モビリティがどのように進化するかを決定付けているのはソフトウェアです。ソフトウェアはすでに、プログラミングから自動車コンポーネントの配置までのバリューチェーン全体をディスラプトしつつあります。これに加えて、新たな電気／電子（E/E）アーキテクチャのパラダイム、コネクテッドデバイスの新機能、4G/5G、クラウドなど、データ駆動型開発やビジネスモデルイノベーションに新たな差別化要因を生み出し始めています。このような複数の重要なピースが今、ひとつになりつつあります。これはつい最近まで不可能だったことです」と述べています。さらに、ドイツの自動車メーカーのコネクテッドカー部門のディレクターは、「高度にデジタル化されたシームレスな体験を当社の自動車ユーザーに提供することが当社のトランスフォーメーションにおける最も重要な側面のひとつです。この全体的な自動車体験は、ソフトウェアが可能にする最も大きな機会のひとつだと確信しています。なぜなら、このようにお客様とほぼ毎日、継続的に1～2時間やり取りするような領域は他にはないからです。私たちは自動車メーカーとして、これを楽しんでいます」と述べています。

さらに、フランスの自動車メーカーで戦略ならびに国際プログラムを担当するディレクターは、「自動車業界は、業界全体としての収益を自動車販売時に発生する収益だけでなく、自動車の耐用年数中に発生する収益をも含めて、シフトさせていかなければなりません。ソフトウェアのバリュープロポジションは、ソフトウェアベースの機能やサービスが、このシフトの重要な推進要因であり、また成功要因でもあるということです。最終的にこのシフトは、よりふさわしいオフリングによる顧客満足度の向上と自動車のリセールバリューの向上に結び付くので、最終顧客にとって有益なものとなるだけでなく、自動車OEMにとっても、顧客満足度、顧客との定期的な接点から発生する経常的収益、そしてある程度の運営コストの削減という点で、有益なものとなるでしょう」と述べています。

当社が数ヶ月前に実施した、全世界3,000名以上の個人顧客を対象としたグローバルな自動車消費者調査では、顧客の約50%が「より良いコネクテッドサービスを得るためなら他の自動車ブランドに乗り換えることを厭わない」とし、そのほとんどが「そのブランドがより高価であっても乗り換える」と回答しています<sup>19</sup>。

回答者の60%は、今日の消費者にとってサステナビリティの問題がいかに重要であるかを考慮して、環境フットプリントへの取り組みについて、自動車OEMの優位性を築き、成長を促進するための鍵となるだろうと指摘しています。2020年に行われたある消費者調査では、これについて検証を行い、以下を明らかにしています。

- 顧客の56%は、購入の意思決定において、環境にプラスの影響を与えるコネクテッドサービスに影響を受ける
- 上記顧客の53%は、別のブランドが持続可能なコネクテッドサービスを提供していれば、自動車ブランドの変更に前向きである<sup>20</sup>

大手自動車OEMは、持続可能性のためのさまざまなイニシアチブに取り組んでいます。たとえば、BMWのプラグインハイブリッド車は、低排出ガス地域に入ると自動的にそれを認識し、排出ガスのない電気だけの運転に切り替わります。

トヨタ自動車株式会社のChief Digital Officerであり、ウーブン・ブランド・ホールディングス株式会社の代表取締役CEOでもあるJames Kuffner氏は、「私たちの夢は、トヨタグループが開発した世界トップクラスのソフトウェアプラットフォームを提供することです。私たちが推進するAreneプロジェクトは、コネクテッドモビリティサービスとともに、トヨタの競争優位性を高めるプラットフォームになると信じています」と述べています<sup>21</sup>。

今回の調査では、差別化の推進ならびに同業他社に対する競争優位性の実現に関して、より適したポジションにいるOEM集団（「フロントランナーOEM」と記載）を特定しました。次のセクションではフロントランナーOEMについて、詳細に記載します。



### 3. 自動車業界は、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションに関して、どの程度成熟しているのか、また、高成熟企業はどのようなメリットを享受しているのか

#### ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの実現は、多額の投資によって支えられている

自動車OEMは、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションを実現するために、今後5年間毎年、年間売上高の2.2%程度の投資（平均）を計画しています。これは、平均的な自動車OEMの年間研究開発予算の50%近くに相当します<sup>22</sup>。ソフトウェアイニシアチブへの投資総額の46%は、以下の3つの領域に当てられます。

- ソフトウェアアーキテクチャ（車両ソフトウェアプラットフォーム、オペレーティングシステム/ミドルウェア、コード生成用ソフトウェアなど）
- コックピット体験のためのソフトウェアプラットフォーム（インフォテインメント、コネクテッドサービスなど）

- セキュリティおよび安全性（先進運転支援システム、自動運転、サイバーセキュリティなど）

残りの投資は、その他の領域 — 自動車エレクトロニクス、パワートレインシステム、製造/生産、エンタープライズソフトウェアなど — に振り分けられています。

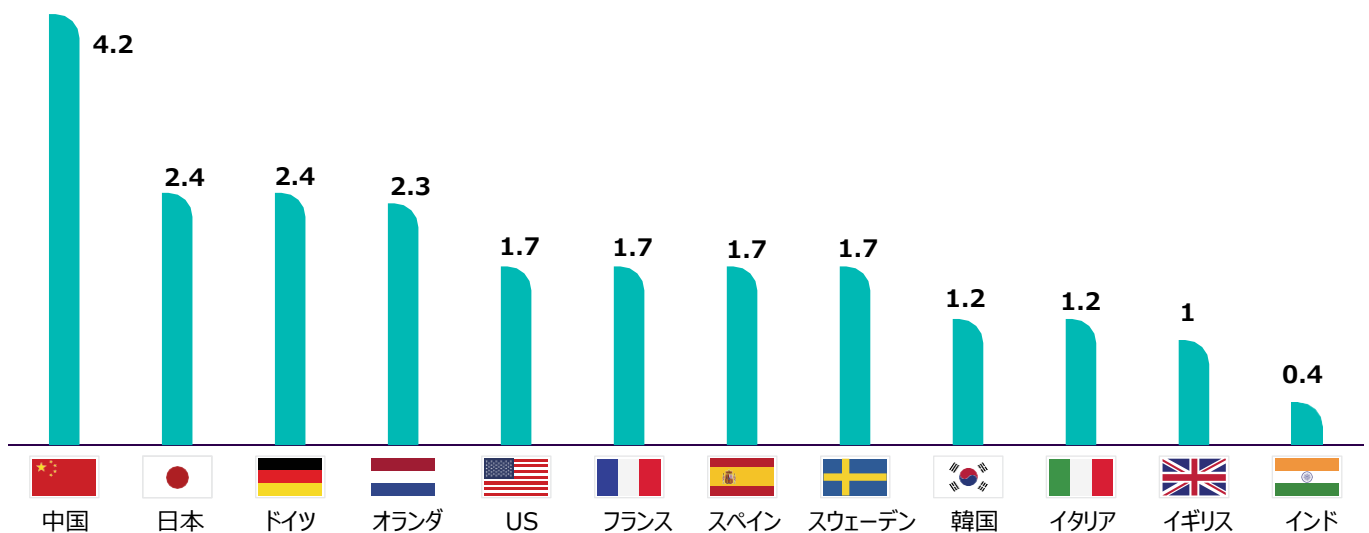
図7からわかるように、中国の自動車OEMは最大の投資を行っており、その額は他の国の自動車OEMを大きく上回っています。





図7. 中国の自動車OEMは、ソフトウェア主導型トランスフォーメーション戦略に最も多額の投資を行っている

自動車OEM1社あたりの今後5年間の平均投資額（本社所在地別、単位：10億USドル）



データ：Capgemini Research Institute、『Software in Automotive Industry survey, July 2021』；N=148 OEMs, respondents primarily from general management function.

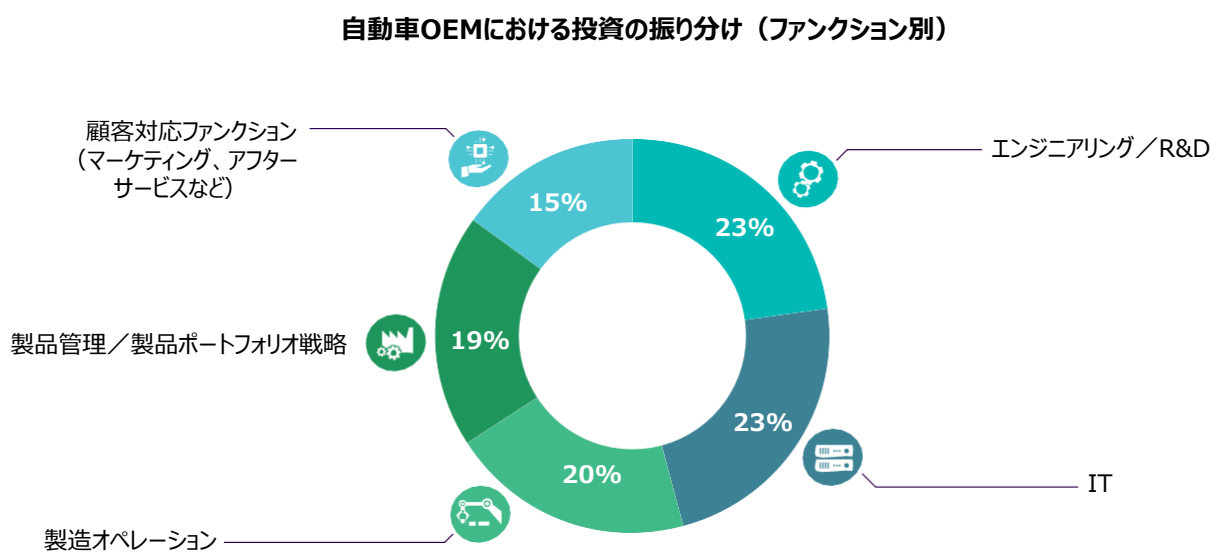
50%

OEM企業の今後5年間の  
年間研究開発予算に占める  
ソフトウェアの割合

さらに、OEM企業の半数以上（52%）は、投資期間内、すなわち5年以内に投資は回収できると確信しています。これらの企業は今後5年間毎年、年間売上高の3%の投資（平均）を行う予定です（これ以外のOEM企業の平均は2%）。

OEM企業の4分の3以上（79%）はオペレーション関連のソフトウェア、74%は製品エンジニアリング関連のソフトウェアにフォーカスしています。多額の予算を獲得している上位のビジネスファンクションは、エンジニアリング/R&DならびにITです（図8参照）。

図8. ソフトウェアへの投資はさまざまなビジネスファンクションに向けて幅広く行われているが、その中でも特にエンジニアリング/R&D、ITに集中している



データ：Capgemini Research Institute、『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=572 executives from all functional units.

# 15%

ソフトウェア主導型トランスフォーメーションにおいて成熟したフロントランナーに到達しているOEM企業

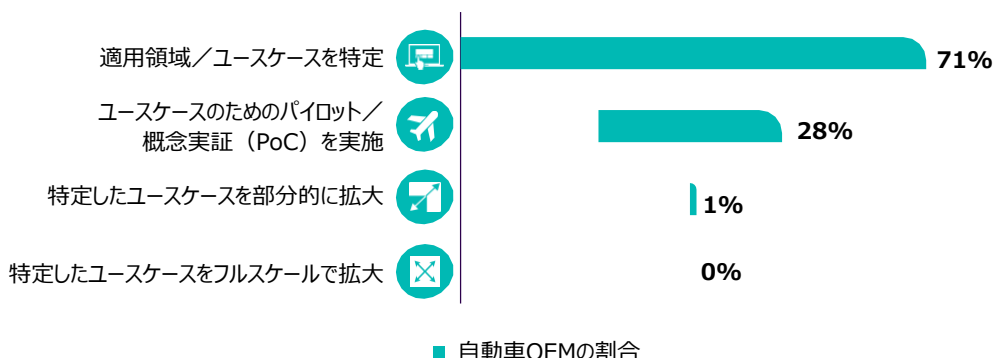
# ただし、大多数の自動車OEMは、トランスフォーメーションへと歩み出したばかり — 成熟した“フロントランナー”は、わずか15%に過ぎない

自動車業界は、トランスフォーメーションジャーニーを始めたとはいえ、まだ非常に初期の段階にあります。

- 自動車OEMの71%は、適用領域／ユースケースを特定しただけ
- ユースケースに基づいてパイロット／概念実証（PoC）に移行したのは、わずか28%。
- 少なくとも1つのモデル／生産設備に対して、特定したユースケースを自社のソフトウェア主導型トランスフォーメーションに基づいてフルに規模を拡大した企業はまだありません（図9を参照）。

図9. 大半の自動車OEMは、いまだソフトウェア主導型トランスフォーメーションの初期段階

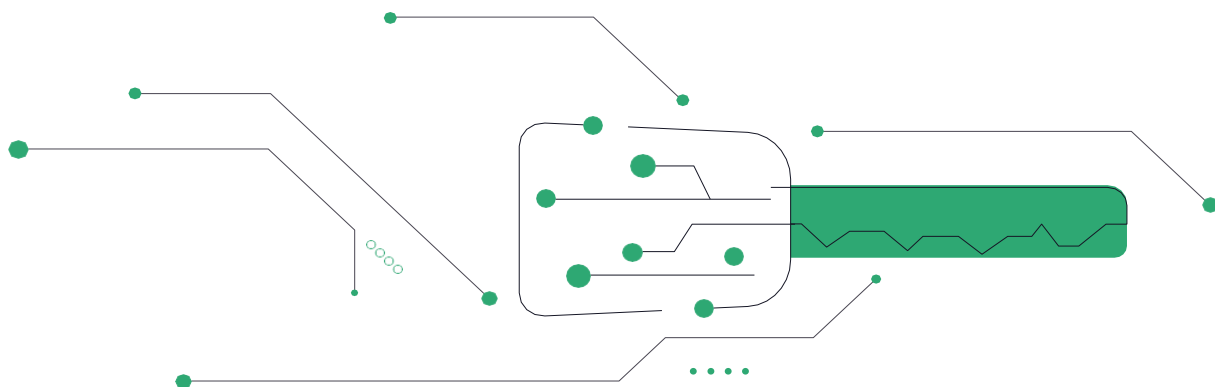
## 自動車OEMのソフトウェア主導型トランスフォーメーションの成熟度



データ：Capgemini Research Institute. 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs, respondents primarily from general management function.

**部分的拡大**：特定したユースケースを少なくとも1つのモデル／生産設備に対して部分的に規模を拡大

**フルスケールで拡大**：特定したユースケースを少なくとも1つのモデル／生産施設全体に規模を拡大



少なくとも1つのモデル／生産設備に対するユースケースの部分的拡大については、中国の自動車OEMが他をリードしており、その63%がソフトウェアのユースケースに基づくパイロットを実施しています。これは、日本の顧客からの大きな需要を反映したものかもしれませんが。イギリスを本拠地とする自動車メーカーで自動運転を担当するシニアマネージャーは、「顧客の期待が市場の動向を動かしています。たとえば中国では、非常に高度な機能が求められています。これは、世界の他の地域では見られないことです。つまり、消費者とその社会経済的要因、文化的要因、さらには消費者にとってその自動車がどのような意味を持つのか、ステータスシンボルなのか、アイコンなのか、それとも単なる車なのか、これにかかっているのだと思います」と述べています。

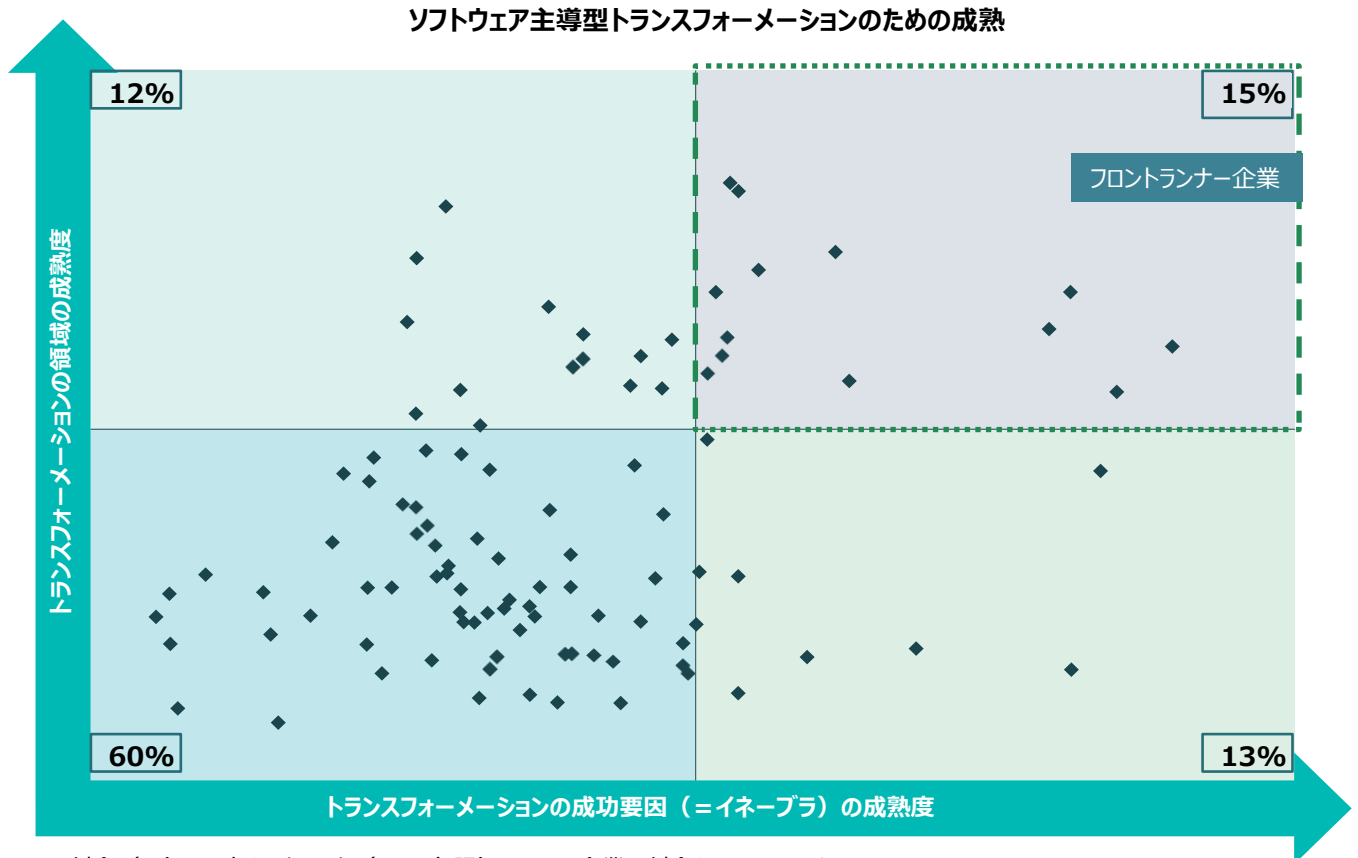
これまで見てきたように、ほとんどの自動車OEMがソフトウェアを活用しようとしていますが、それを実現できている企業はほとんどありません。これを成功させるためには、特別なスキルセット、そして企業のビジョンとさまざまなオペレーション領域の要求に裏打ちされた能力が必要です。前者はトランスフォーメーションの実現を可能にし、後者は企業が丸となって強力な成果を出すことを可能にします。今回の調査の結果、この2つの面で成熟できている自動車OEMは、わずか15%に過ぎません

でした（図10参照）。まだ未成熟レベルの自動車OEMの多くは、レガシーなアーキテクチャやプロセスからの脱却、コラボレーションの欠如、スキル不足など、さまざまな課題（これについては次のセクションで取り上げます）に取り組んでいる最中です。今回、自動車OEMの成熟度を理解するために、以下の2つの基準を用いて現在の成熟度を分析しました。

- ソフトウェアを開発、構築、活用するための実現要因や内在する本質的な能力（トランスフォーメーションイネーブラ）
- 製造、自動車、社内管理システムなどさまざまな業務分野におけるソフトウェア主導型トランスフォーメーションの進捗状態（詳しくは後述の「OEMがソフトウェア主導型トランスフォーメーションのフロントランナーとなるためには」をご覧ください）

分析の結果、図10に示すように、成熟度の高いフロントランナーOEMはわずか15%でした。フロントランナーOEMは、それ以外のOEMと比較して、平均2倍の年間収益を上げているようです。

図10. ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの成功を実現できる成熟度を備えた自動車OEMはごくわずか



割合（%）は、各クアドラント（4つの象限）における企業の割合を示しています。

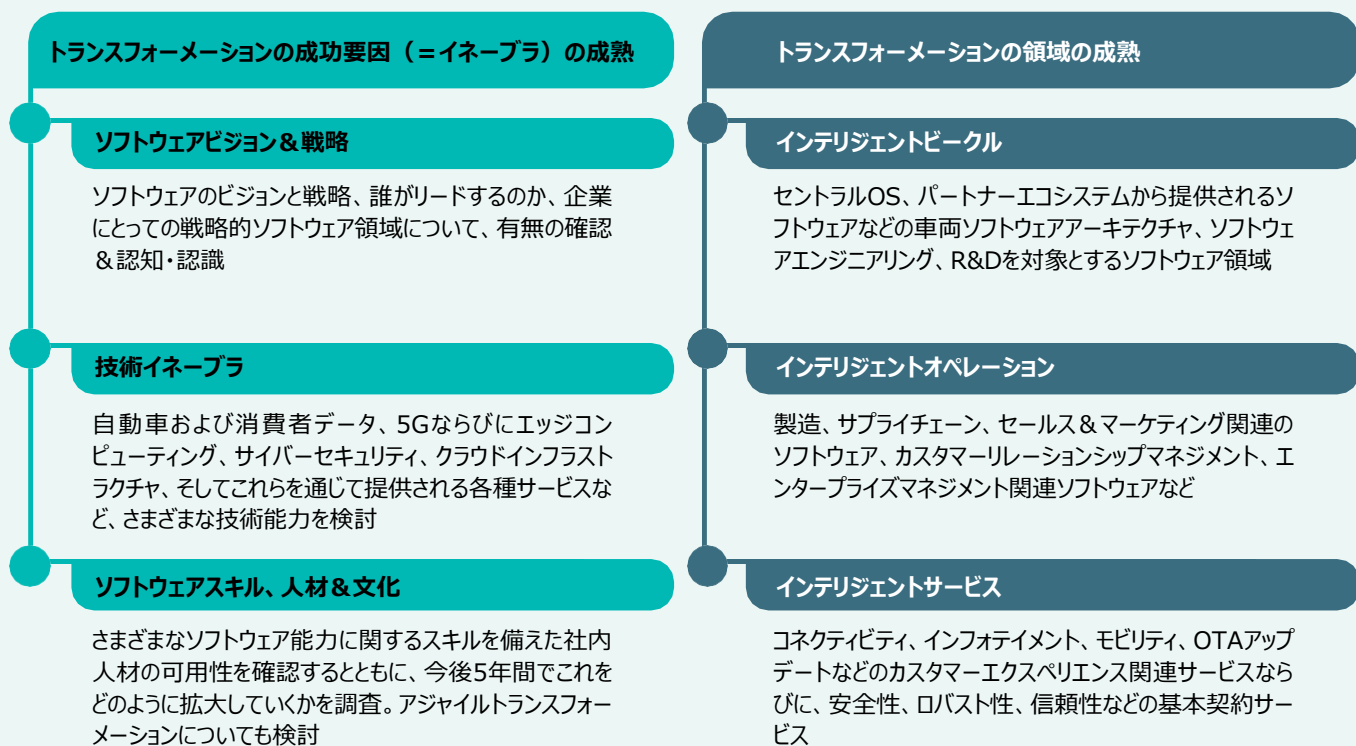
データ：Capgemini Research Institute. 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=100 OEMs with both General Manager and Engineering representative roles.

今回の調査結果によると、ドイツの自動車OEM業界は、ビジョン、スキル、テクノロジーの面で、平均して比較的高いレベルの成熟度に達して

いました。しかし、トランスフォーメーション領域での指揮においては、自動車OEM企業は横並びの状態です。

## 自動車OEMがソフトウェア主導型トランスフォーメーションのフロントランナーとなるためには

自動車OEMがソフトウェア主導型トランスフォーメーションを成功させるためには、次の2つの側面を構築する必要があります。



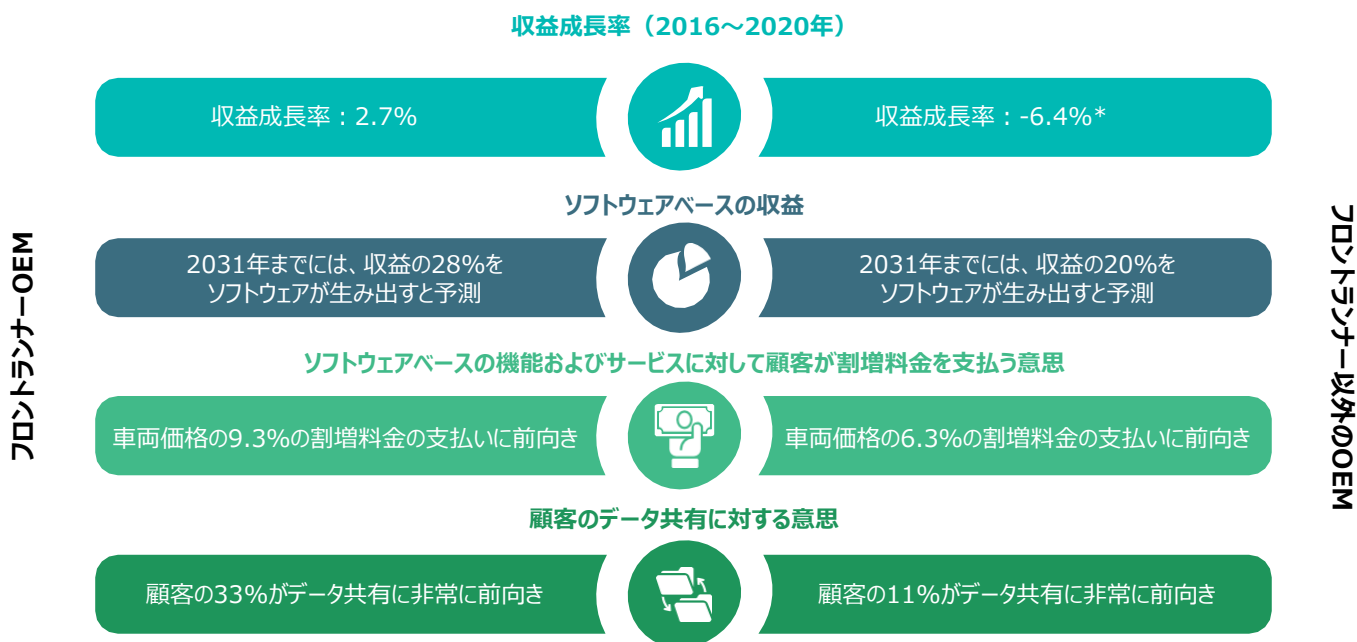
データ：Capgemini Research Instituteの分析による

# ソフトウェア主導型トランスフォーメーションのフロントランナーOEMは、他のOEMよりも優れた成果を出す可能性が高い

フロントランナーOEMは、図11で示すように、フロントランナー以外のOEMと比べてかなりの利益を上げています。たとえば、自動車業界の過去5年間の収益成長率が-6.4%の減収であったのに対し、フロント

ランナーOEMは2.7%の増収を達成しており、フロントランナー以外のOEMを上回る成長を遂げています。

図11. フロントランナーOEMは、それ以外のOEMよりも、トランスフォーメーションイニシアチブでより良い結果を出す可能性が高い



データ：Capgemini Research Institute、『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=100 OEMs with at least both General Manager and Engineering representative roles. \*Global automotive data from MarketLine.<sup>23</sup>

# 93%

自動車業界のフロントランナーOEMの中で、さまざまなビジネスファンクションでソフトウェア固有のKPIを定義して、自社のソフトウェアイニシアチブの進捗や成功を綿密に監視・追跡している企業の割合 — フロントランナー以外のOEMではその半分にとどまりました。



# ソフトウェア主導型トランスフォーメーションに向けて、より優れた組織化・体系化、測定、投資を進めるフロントランナーOEM

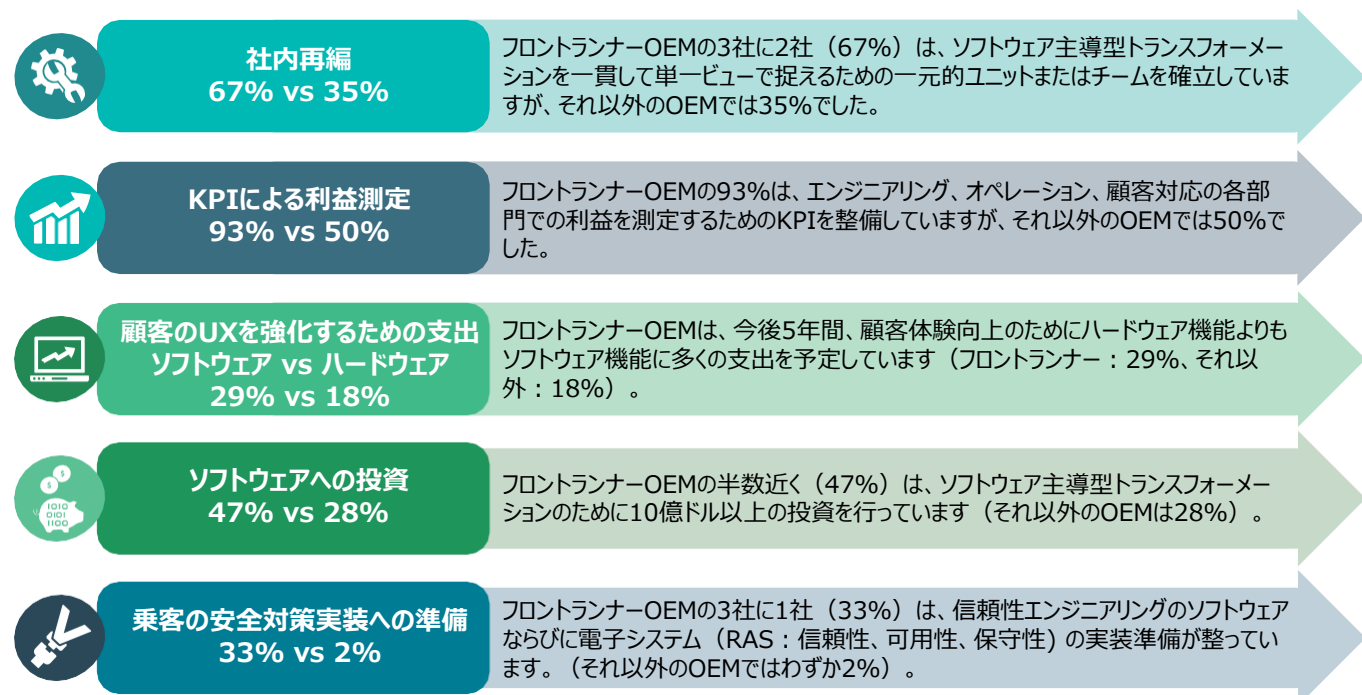
また、フロントランナーOEMは、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの組織化・体系化、測定、投資において、フロントランナー以外のOEMよりも優れています（図12参照）。以下、フロントランナーOEMをそれ以外のOEMと比較して、その特徴をまとめます。

- フロントランナーOEMは、一元的なトランスフォーメーションアプローチを用いています。これにより、変化に対して首尾一貫した統一ビューを保つことができます。また、トランスフォーメーションの課題に対処していくためには、この中央ガバナンスシステムが刷新されたプロセスと方法によって支えられていなければなりません。たとえば、Volkswagenは、ソフトウェア全体のユニット（CARIAD）を立ち上げて、グループ全体のソフトウェアの専門知識をひとつの傘下にまとめました。
- フロントランナーOEMは、さまざまなファンクショナルグループ内で行われるソフトウェアイニシアチブの進捗と成功を監視し、それらが順調に進んでいることを確認します。フロントランナーOEMは、測定対象と測定方法をはっきりと知ることがいかに重要なことなのか、より深く理解しています。だからこそ、ソフトウェアのさまざまなアクションをほぼリアルタイムで監視し、その成功率を測定して、是正措置を講じることができるのです。
- フロントランナーOEMは、支出を顧客のニーズに合わせています。フ

ロントランナーOEMは、顧客の総合的な体験を向上させるために、車載ソフトウェア（コックピット体験機能、ナビゲーション、音声アシスタントなど）により多くの支出を計画しています。自動車は単なる輸送手段からデジタルエクスペリエンス的なものへと変化します。自動車OEMにとって、より上質でパーソナライズされた体験を消費者に提供すること、車内エクスペリエンスと車外エクスペリエンスを統合することが不可欠です。

- フロントランナーOEMのソフトウェア実装計画は多額の投資に支えられています。今後5年間、フロントランナーOEMはソフトウェア主導型トランスフォーメーションを推進するために、フロントランナー以外のOEMよりも多額の投資を予定しています。
- フロントランナーOEMは、乗客の安全性に関わる問題、すなわちRAS（信頼性、可用性、保守性）対策をより強化しています。ソフトウェアによって実行される機能やアップデートが増えれば増えるほど、乗客の安全が最重要課題となります。フロントランナーOEMは、一貫して優れた性能を提供することに長けており、たとえば、修理やメンテナンスを必要とするコンポーネントやシステムを事前に検出することができます。このような安全・安心に関連するサービスは顧客に特に評価されていますので、顧客の信頼の獲得につながります（詳細は、次の「コネクテッドサービスの成熟とマネタイズプラン」をご覧ください）。

図12. フロントランナーOEMは、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションにおいて、より優れた組織化・体系化、測定、投資を実施している



データ：Capgemini Research Institute. 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=100 OEMs with at least both General Manager and Engineering representative roles.

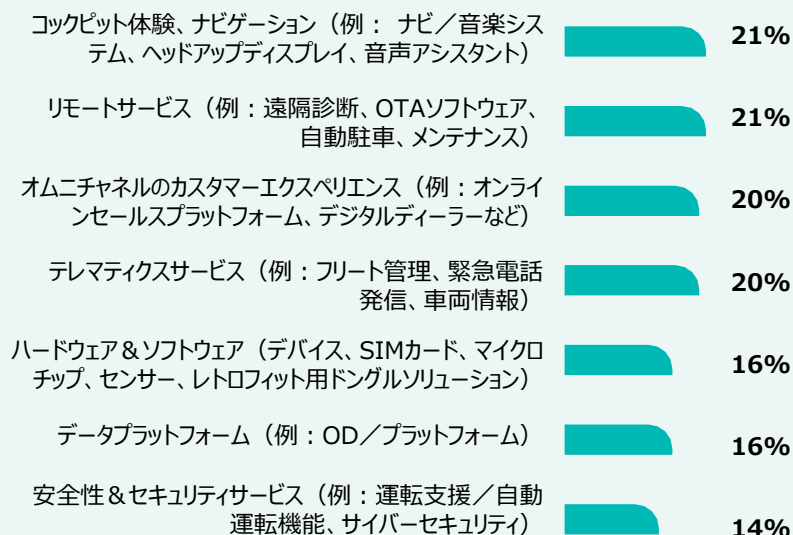
## コネクテッドサービスの成熟とマネタイズプラン

今回の調査では、自動車OEMのコネクテッドサービスの提供はあまり進んでいないことが確認できました。図13では、いくつかのサービスカテゴリーの概要を示していますが、それぞれのカテゴリーに該当するソリュー

ションをひとつでも有する企業は少数でした。たとえば、コックピット体験用ソリューションを提供しているのは5社中1社程度（21%）です。

図13. 自動車OEMによるコネクテッドサービスの提供は進んでいない - 該当するサービスをひとつでも提供しているOEMは少数のみ

### コネクテッドサービスのさまざまなカテゴリーにおいて、サービスをひとつでも提供している自動車OEMの割合



データ：Capgemini Research Institute, 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs, respondents primarily from general management function.

今回の調査では、安全性&セキュリティサービスにおいて成熟度が特に低いという結果となりました。これらのサービスの中には法律ですでに義務付けられているもの、将来に義務付けられる可能性のあるものもあります。また、新型コロナウイルス感染症をきっかけにして顧客のリモートサービスへの嗜好が高まっており、自動車OEMは自動車のリモートサービスの開発に注力する必要があります。

さらに、現在これらのサービスを提供している自動車OEMにおいても、マネタイズ（収益化）に成功した企業はごく一部です。現在、何らかの形でコネクテッドサービスを収益化しているのは13%に過ぎず、大半（80%）は将来の計画の一部としています。イタリアの自動車メーカーのエネルギー回収システム設計・開発の責任者は、マネタイズにおける課題について、「エンドカスタマーにソフトウェアに対する高額な支払

を納得させるのは難しいことだと思います。ハードウェアならお客様は目で見て感じるすることができますし、以前のものよりも良いと満足すれば、納得して支払うことができるでしょう。大衆市場にはソフトウェアにより多く支払うことを躊躇する考え方がありますが、これを打ち破るのは簡単なことではありません」と述べています。

さらに、オランダを本拠地とする自動車メーカーのディレクターは、「お客様から『すでに30ものサービスにお金を支払っているのに、もうこれ以上サービスにはお金を払えない』と言われるおそれもあります。私たちは、多数のサブスクリプションサービスによるお客様の精神的疲労感を体験することになるかもしれません」と述べています。また、ドイツの自動車メーカーの製品開発担当SVPは、「もし、すべてのお客様が初日にサービスに加入し、そのまま継続することを期待しているのであれば、少なく

ともそれは当社が想定するモデルとは異なります。また、複数のサブスクリプションが個々に請求されると、お客様が把握するのは困難になります。これはお客様が確実に反応していることであり、もっとうまく管理する必要があります」と述べています。

自動車OEMは、顧客が求め、そのためには支払いを厭わない、安全性&セキュリティサービス（たとえば、車両盗難検知システム、ハザード、衝突警報など）の成熟化と収益化に注力すべきです<sup>24</sup>。また、さまざまなサービスに対する支払意欲の度合いは、地域によって異なる可能性があることにも留意する必要があります。

これらのサービスの購入については、顧客の61%が「いつでもコネクテッドサービスを購入したい」、71%が「サービスやパッケージごとに購入を検討したい」、69%が「ベーシックやプレミアムなど、異なるバージョンから選択したい」と考えています。ですから、自動車OEMは、柔軟な購入オプションを提供すべきです。自動車OEMにとって、有料のサービスサブ

スクリプションバンドルの更新率（無料の試用期間終了後）が常に成功と呼べるものになるとは限りません<sup>25</sup>。たとえば、BMWは、「顧客は使い慣れた自分のスマホのアプリで操作することを好むことを認めて、Apple CarPlay利用のための年間料金を取りやめました<sup>26</sup>。

さらに、収益化計画を実行に移すためには、強力で包括的なコネクテッドビークルとOTAの戦略が必要です。中国のある電気自動車メーカーのシニアエンジニアリングマネージャーは、「機能やアップデートをうまく展開するためには、インフラが真に強力でロバスト、信頼できるものでなければなりません。車両や過去のアップデートなどについて、誤った情報を使用することは許されません。作業はすべてクラウドを介して行うため、当社では新しいソフトウェアをロールアウトする際は、問題の発生に備えてサービスチームを現場に待機させています」と述べています。

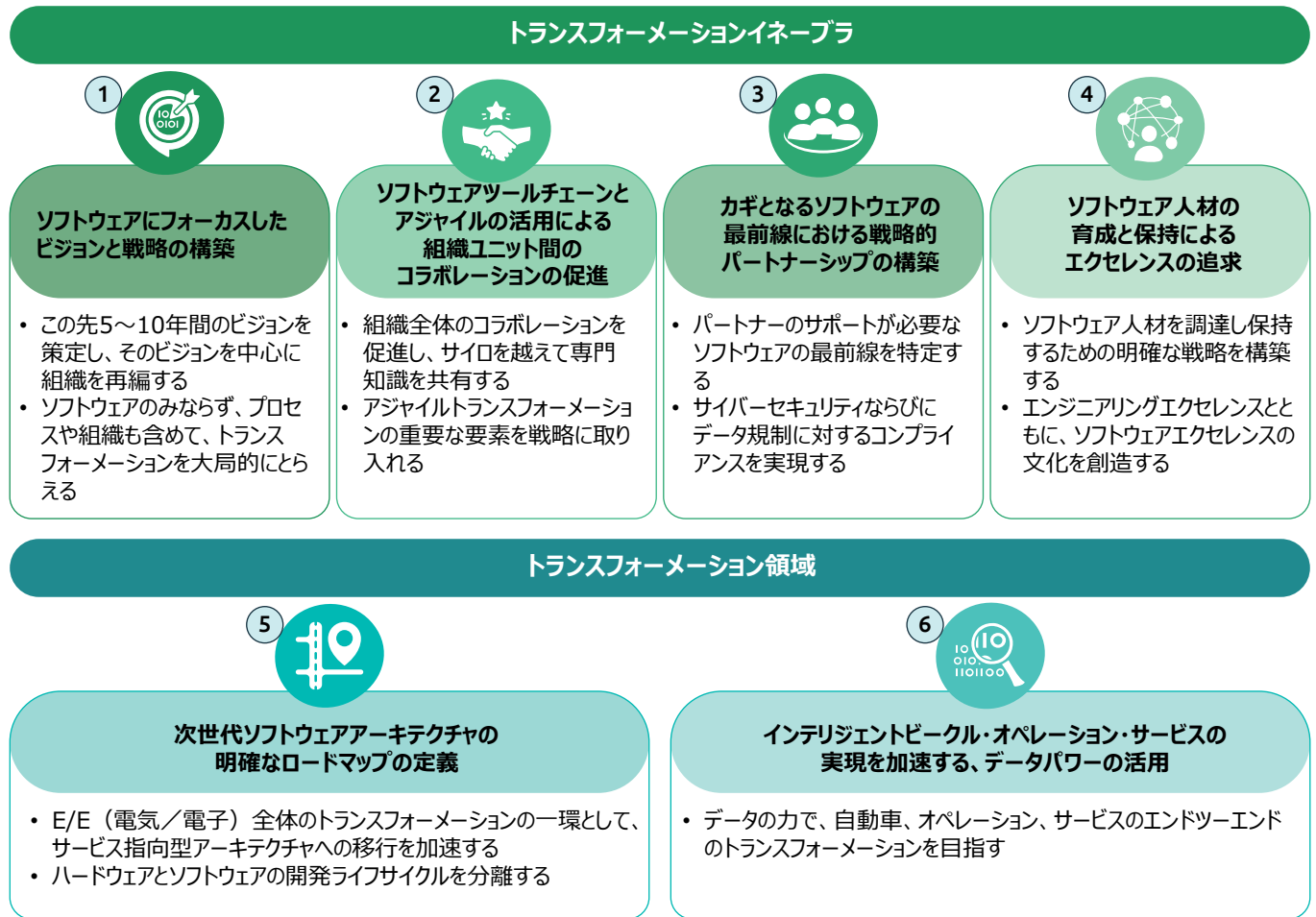
# 47% : 28%

ソフトウェア主導型トランスフォーメーションに  
10億USドル以上を投資している割合  
— フロントランナーOEM vs それ以外の  
OEM

## 4. 自動車OEMがハードルを乗り越えて、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの可能性を最大限に活かすためには

私たちは、これまで世界の主要OEMと協力してきた当社の経験と、今回の調査で得られたインサイトに基づいて、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションのために不可欠な成功要因を特定しました。これらの成功要因については、図14にその概要を示すとともに、本セクションでそれぞれを詳しく見ていきます。

図14. ソフトウェア主導型トランスフォーメーションを最大限に活かすための6つのフレームワーク



データ：Capgemini Research Instituteの分析による



「Volkswagenは、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションのフロントランナーとして長年走り続けてきました。当社のトランスフォーメーションのビジョンと戦略は、お客様の要望に応えるための自動車のトランスフォーメーションのみならず、社内のメソッドやプロセス、ツールのトランスフォーメーションをも包含するものです。またこれと並行して、組織全体のトランスフォーメーションを目的としたさまざまなユニットを立ち上げています。CARIADはそのひとつです。当社のトランスフォーメーションの3つの要素はそれぞれ補完関係にあります。どれが欠けても成り立ちません」

Volkswagen  
EER Resource Management & Services部門責任者  
**Christian Eckert氏**

## 1. ソフトウェアにフォーカスしたビジョンと戦略の構築

### I. 今後5年から10年間のソフトウェアにフォーカスした説得力のあるビジョンを作成し、それを中心にした組織体制を整える

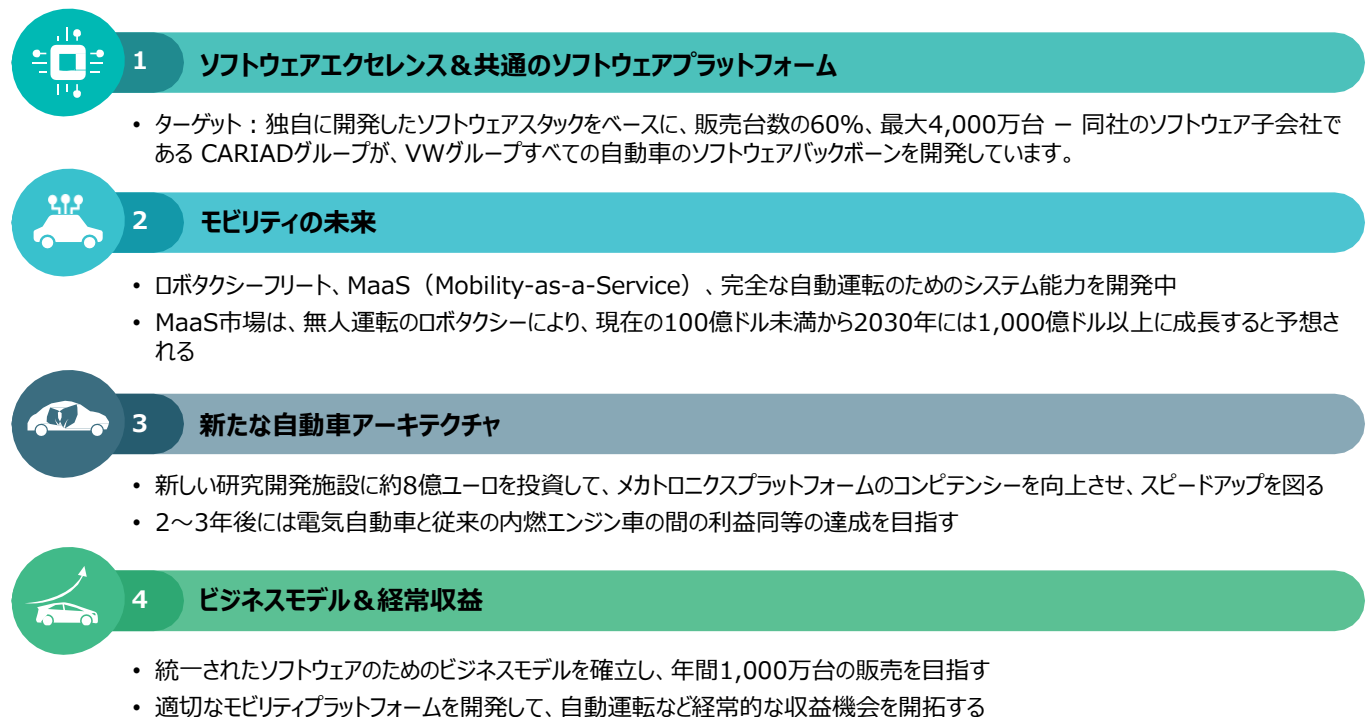
自動車OEMのリーダーたちは、今後5年から10年の間に企業がソフトウェア主導型トランスフォーメーションによって何を達成したいのか、明確で説得力のあるビジョンを構築する必要があります。ソフトウェアが現代の自動車の心臓部となりつつある中で、自動車OEMの戦略はソフトウェアに焦点を当てたものでなければなりません。それはすなわち：

- ソフトウェアを中心に開発された車両
- ソフトウェアで再構築されたプロセス（ならびに関連するメソッドやツール）
- ソフトウェア関連の適切なスキルと人材を備えた組織

しかし、すべての自動車OEMがこれを受け入れているわけではありません。フロントランナーOEMにおいては、すべてのOEMが「自動車メーカーは将来ソフトウェア企業になるだろう」と考えているのに対し、フロントランナー以外のOEMでは28%にとどまっています。

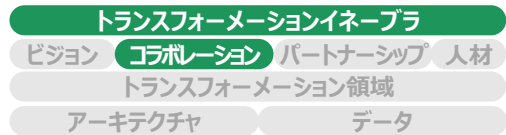
自動車OEMの多くのリーダー企業は、この移行を受け入れています。たとえば、VolkswagenではNEW AUTO戦略に取り組んでいます。現在、同社は内燃エンジンからe-モビリティへの移行を進めており、今後10年間でより安全、よりスマート、そして最終的には自動運転車へと急激な変化を迎えると確信しています<sup>27</sup>。この移行は、主にソフトウェアが原動力となるものであり、多くの機会を生み出します。このビジョンの重要な側面を図15にまとめました。

図15. 明確にソフトウェアにフォーカスするVolkswagenのNEW AUTO戦略



データ：Volkswagen Groupのウェブサイト：Volkswagen Group Strategy Day presentations, 2021年7月13日公開





このように、企業内外のリーダーが支持・推進する統一ビジョンは、ソフトウェアを共通の目的として組織をまとめるのに大いに役立ちます。また、さまざまなステークホルダーの間で目標や目的に関する幅広い一致と調整が行われ、コラボレーションが促進されます。

ソフトウェア主導型トランスフォーメーションを成功させるには、これまで以上にアジャイルで適応性の高い、新しいスタイルのリーダーシップが求められます。ソフトウェア企業や自動車のソフトウェア部門を率いた経験のある企業リーダーを招き入れることは、進化を加速させるためのひとつの選択肢です。インドの自動車メーカーのMahindra & Mahindraの子会社であるMahindra Automotive North Americaのディレクター、Melissa Sawicke氏は、「企業戦略の経験者やソフトウェア企業を率いた経験者を採用することで、外部からの貴重な視点を獲得することができます。外部のステークホルダーは、新鮮な考え方や革新的なアイデアをもたらしてくれます。また、貴重なパートナーシップをもたらし、パートナーシップのエコシステムや提携関係の構築を支援してくれます。これにより、何を社内に持ち込むべきか、どこをパートナーにするべきかを分析し始めることができます」と述べています。

## 2. ソフトウェアツールチェーンとアジャイル手法を活用した組織ユニット間のコラボレーションの促進

### Ⅰ. 企業内、そして企業を超えたコラボレーションの促進 - ソフトウェアツールチェーンを活用してサイロを超えて専門知識を共有

企業・組織のさまざまな境界やサイロ（縦割り）を超えて横断するソフトウェアツールチェーンやアプリケーションを通じた内部ステークホルダー（組織内部のユニットならびにファンクション）ならびに外部ステークホルダー（サプライヤー、ディーラー、ソフトウェア企業）とのコラボレーションは、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの重要なイネーブラとなるでしょう。DevOpsやDevSecOps（Development, Security, and Operationsの略で、ソフトウェア開発ライフサイクル全体を通してセキュリティを共有の責任として統合する）などのソフトウェア開発手法では、ソフトウェアアーキテクト、開発者、テスター、ビジネスユーザー（場合によっては顧客も含む）で構成されるクロスファンクショナルなチームを作る必要があります。DevOpsでは、コラボレーションによるシームレスな作業を実現する方法のひとつとして、ツールチェーンの使用があります。ツールチェーンとは、コードの開発、管理、テスト、自動化、監視などに共通して使用されるツールを統合したものです。ハードウェアやソフトウェアのエンジニアリング、製造、ビジネスユーザーなど、組織全体のユーザーがツールチェーンにアクセスできるようにすることで、ソフトウェアの品質が向上し、新機能の導入に要する時間が短縮されます。

自動車OEMの中には、複数のチームが顧客について共通の見解を構築するために、統一されたCRM（顧客管理システム）に多額の投資を行っているところもあります。車両データ（車両性能指標など）とさまざまな領域を網羅する顧客データ（サービス嗜好や支払意思など）を組み合わせることで、高度な分析やAIの適用や新規サービスや支援

### Ⅱ. 自動車だけでなく、プロセスや組織構造のトランスフォーメーションも含めた広い視野でトランスフォーメーションをとらえる

ソフトウェア主導型トランスフォーメーションのメリットを最大限に享受するためには、車両そのものからプロセスや組織に至るまで、エンドツーエンドの視点でトランスフォーメーションを行うことが不可欠です。今回の調査で、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの3つの重要な側面であるインテリジェントビークル、インテリジェントオペレーション、インテリジェントサービス（7ページ、図2を参照）すべてを優先する戦略を備えている自動車OEMは、わずか18%でした。VolkswagenでEER Resource Management & Services部門の責任者を務めるChristian Eckert氏は、「Volkswagenは、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションのフロントランナーとして長年走り続けてきました。当社のトランスフォーメーションのビジョンと戦略は、お客様の要望に応えるための自動車のトランスフォーメーションのみならず、社内のメソッドやプロセス、ツールのトランスフォーメーションをも包含するものです。またこれと並行して、組織全体のトランスフォーメーションを目的としたさまざまなユニットを立ち上げています。CARIADはそのひとつです。当社のトランスフォーメーションの3つの要素はそれぞれ補完関係にあります。どれも欠けても成り立ちません」と述べています。

の提供など、次善行動に関するインテリジェントな判断ができるようになります。

従来、自動車OEMでは専門知識がサイロ化されていたため、さまざまなチームでそれぞれ専門知識を深める必要がありました。これからは、専門家をひとつの共通の「プレイグラウンド」に集め、アイデアやベストプラクティスを自由かつシームレスに交換して、それぞれの専門知識をいかに開放していくのか、その方法を見つける必要が出てくるでしょう。たとえば、組織レベル（エキスパートで構成されたタスクフォースが率いる組織全体のプログラムを作成するなど）でも、ビジネスユニットレベルでも、あるいは、すべてのブランドや車両モデルではなく、一部のブランドや車両モデルに対してでも、これを実施することが可能です。

調査によると、多くの企業では共通の目的の下で社内外の一致・連携がなされていないので、コラボレーションの促進は非常に重要な課題のひとつとなるでしょう。

- 社内でのコラボレーションについては、自動車OEMの62%が「それぞれのファンクションの目標がソフトウェア主導型トランスフォーメーションのリーダーシップ戦略と一致していない」と感じています。
- 外部とのコラボレーションについては、自動車OEMの半数近く（49%）が「さまざまなサプライヤーと連携してサプライヤーから提供されたアプリケーションを共同で組み合わせ、結合させて、単一の標準プラットフォームに組み込むのは困難な課題となるだろう」と考えています。



「人々の仕事のやり方を変えるのは常に難しいことですが、これ無しでソフトウェア主導型トランスフォーメーションを成功させることはできません。サイロを解消することは、組織のトランスフォーメーションが迅速化するだけでなく、社内のさまざまなユニットやファンクションが単一のツールチェーンで作業できるようにすることで、ソフトウェアを通じて社内のユニットやファンクションをより緊密に連携させることができるようになるでしょう」

Mahindra Automotive North America（インドの自動車メーカー、Mahindra & Mahindraの子会社）

Director

## Melissa Sawicke氏

ドイツのある大手メーカーの製品開発担当ディレクターは、「各ユニットが独立してサプライヤーと取引し、さまざまなコンポーネントやアプリケーションを統合するという従来のやり方は、もはや最適ではないと考えています。私たちは、さまざまな部門やサプライヤーとの間でよりシームレスなコラボレーションを実現するための新しいワークモデルに移行しなければなりません」と述べています。

ソフトウェアツールやアプリケーションは、それ自体が社内外のコラボレーションを向上させる架け橋となります。Mahindra Automotive North America社のディレクター、Melissa Sawicke氏は、「人々の仕事のやり方を変えるのは常に難しいことですが、これ無しでソフトウェア主導型トランスフォーメーションを成功させることはできません。サイロを解消することは、組織のトランスフォーメーションが迅速化するだけでなく、社内のさまざまなユニットやファンクションが単一のツールチェーンで作業できるようにすることで、ソフトウェアを通じて社内のユニットやファンクションをより緊密に連携させることができるようになるでしょう」と述べたうえで、このように付け加えました。

「たとえば、企業がエンタープライズデータレイクを手に入れると、データはセールスやマーケティングだけのものではなくなります。すべての部門が同じシステムを使って作業し、アクセスやセキュリティプロトコルに応じて同じものを見ることができるようになります。このようなツールのシングルチェーンを使用することで、KPIを調整し、エンドツーエンドのトレーサビリティを実現し、ステークホルダーに共通の言語を提供し、迅速な意思決定を行うことができます」。

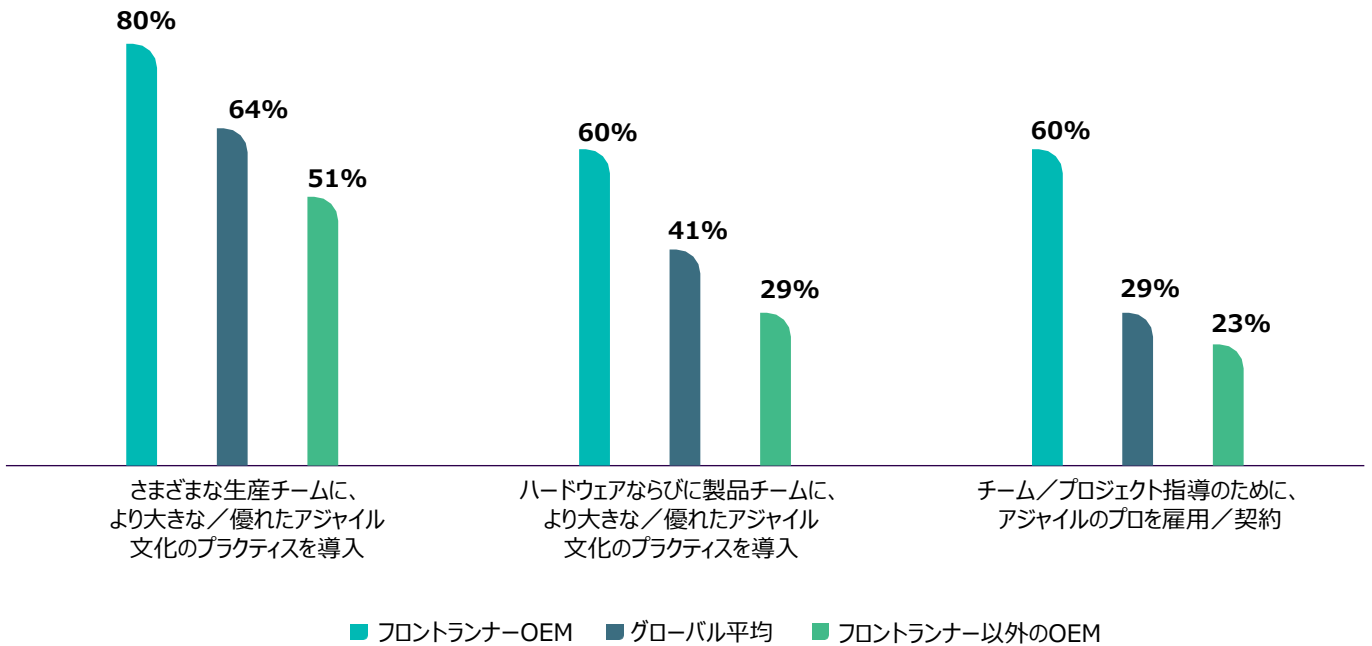
## II. 車両の品質や規制上の要件を軽んずることなく、アジャイルトランスフォーメーションの重要な要素を自社のソフトウェア主導型トランスフォーメーション戦略に取り入れる

ソフトウェア主導型トランスフォーメーション戦略において、アジャイルトランスフォーメーションを重要な要素として取り入れているOEM企業は、現在のところわずか8%です（43%が今後3年間での取り入れを計画）。フロントランナーOEMは、アジャイルトランスフォーメーションの重要なプラクティスの採用というクリティカルな能力において、他を大きく引き離しています（図16参照）。自動車業界では、毎月の販売活動計画や四半期ごとの新型車の特別販売などがよく行われていますが、アジャイルの原則は、納品のスピードを上げるだけでなく、顧客価値の優先順位を明確にし、部門を超えたコラボレーションを可能にします。VolkswagenのEER Resource Management & Servicesの責任者であるChristian Eckert氏は、アジャイルの原則の採用について、「私たちは、最終消費者だけでなく、ディーラーやフリートオペレーターなどのB2Bパートナーの、グローバルに変化する要求に応える必要があります。これを効果的に行うためには、組織の優先順位に合わせてさまざまなソフトウェア機能の開発スケジュールを調整する必要があります。その中には毎週出荷しなければならないアップデートもあれば、数週間かかるものもあります。アジャイルツールとプロセスは、これらを達成するのに役立ちます」と述べています。

アジャイル手法は、ソフトウェア開発のコンテキストにおいてだけでなく、より広範な組織的変革においても非常に有益であることが証明されています。自動車業界にとって、アジャイルの原則の採用には2つの大きな課題 — 厳格な規制、従来の開発・品質プロセスとの相性の悪さ — があります。しかし、今回私たちは、複数のお客様や業界エキスパートとのディスカッションを通じて、顧客中心主義、協働の促進、価値提供の迅速化、優先順位と価値の流れの明確化など、アジャイル手法の潜在的なメリットが、導入時に直面する困難を上回ることを確認することができました。また、アジャイル手法を実装するためには、車両の設計、品質、規制上の制約に適応するための変更も必要になるでしょう。

図16. フロントランナーOEMは、重要なアジャイルトランスフォーメーションプラクティスの採用において他のOEMに先んじている

自動車OEMが今後5年間に導入を予定している主なアジャイルプラクティス



データ：Capgemini Research Institute、『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs, respondents primarily from general management function.

わずか **10%**

さまざまなサイバーセキュリティ対策を実施する準備が十分に整っていると回答した自動車OEMの割合：

### 3. ソフトウェアプロバイダーや技術サービスプロバイダーと重要なソフトウェアの最先端領域における長期的・戦略的なパートナーシップを構築

ソフトウェア主導型トランスフォーメーションを実現するためには、自動車OEMの規模の拡大を支援できるソフトウェア、テクノロジー、サービスのパートナー、たとえば、チップセットや半導体の製造、組込みソフトウェアやアプリケーションソフトウェアの開発、クラウド、AIの能力を提供できるプロバイダーなどとの新たな、そしてより深くより長期的なパートナーシップやジョイントベンチャーが必要となります。自動車OEMがこのようなパートナーシップを効果的に構築し拡大していくためには、しっかりとしたエコシステム戦略が必要です。Boschの子会社で、自動車産業向けにシステム、ツール、ソリューションを提供するETAS GmbH ETASのChristoph Hartung氏は、「自動車OEMは、今でも他の自動車部品を購入するのとまったく同じ方法で、ソフトウェア製品やサービスを購入しています。購入サイクルも非常に短く、長くとも2〜3年が現状です。しかし、ソフトウェアが主役になればこの状況は一変します。自動車OEMは、複数のソフトウェアプロバイダーと戦略的なパートナーシップを結び、これらのパートナーと手を取り合って、より長い時間軸で製品やサービスを共同でイノベートし、開発し、提供していく必要があるでしょう」と述べています。

#### I. パートナーのサポートを必要とする重要なソフトウェアの最先端領域を特定する

今後3年から5年の間に、自動車OEMの半数がソフトウェア／技術ベンダーやサービスプロバイダーとのジョイントベンチャーを設立し、新たなソフトウェア企業を設立することを計画し、44%がコンサルティングや技術からプロセスアウトソーシングまで、エンドツーエンドの能力とソフトウェアサービスを実現するために、システムインテグレーター企業との提携を計画しています。このようなコラボレーションを成功させるためには、生み出された価値を共有することが重要になります。イギリスを本拠地とする自動車メーカーで自動運転を担当するシニアマネージャーは、「最終顧客に新たなサービスを提供するためのコラボレーションの強化に伴い、自動車OEMとTier-1サプライヤーは、それぞれがもたらす価値に応じた収益の分配に合意する必要があります。もちろん、お客様に販売するサービスのビジネスモデルにもよりますが、両者間でWin-Winの契約となる可能性は大いにあります」と述べています。

自動車ソフトウェアのバリューチェーンにおける複数の分野で、外部とのコラボレーションやパートナーシップが必要です。たとえば、車両のソフトウェアアーキテクチャについて考えてみましょう。一般的に、このエコシステムのパートナーシップには、車両ハードウェア（組込みシステム、チップ、センサー、ネットワークシステムなど）とソフトウェアシステムスタック（車両のオペレーティングプラットフォーム、インフォテインメント、ADAS／自律走行システム）を範囲とするコラボレーションと統合が含まれます。自動車OEMは、このようなパートナーシップを通じて、ハードウェアの抽象化やサービス指向アーキテクチャにおける最新のイノベーションを取り入れ、利用することができるようになります。現在、自動車OEMの約半数（45%）は、Bosch、Continentalをはじめとする従来の自動車

部品メーカーと提携しています。しかし、この調達戦略は今後5年間で間違いなく変化するでしょう。今回の調査でも、一部の自動車OEM（10%）は、特殊なハードウェアとその緊密に結合したエンドツーエンドのソフトウェアを求めて、Nvidia、Intel、Huaweiなどのテクノロジー企業に移行すると答えています。

しかし、このアプローチでは、自動車OEMは車両アーキテクチャに対する支配力を失わざるを得なくなるため、大半の自動車OEMにとっては受け入れがたいものとなります。この点についての詳細は、自動車ソフトウェアアーキテクチャに関する項で後述します。

#### II. サイバーセキュリティやデータに関する規制を確実に遵守する

自動車業界における高度にコネクテッドでソフトウェアドリブな自動車やシステムへの移行に伴い、自動車OEMの大半がコンプライアンスやサイバーセキュリティに関する課題の増大に直面しています。

- 自動車OEMの71%がGDPRその他の規制により、顧客および車両のデータに関する独自の課題が生じていると考えています。
- さまざまなサイバーセキュリティ対策について、「実施する準備が整っている」と回答した自動車OEMは平均してわずか10%のみ（図17を参照）。
- 自動車OEMの60%が「サプライヤーの製品がサイバーセキュリティのリスクに関する規制要件を確実に満たすことは困難」だと考えています。

ですから、自動車OEMは、データのプライバシー、セキュリティ、サイバーセキュリティの要件を満たす強力な技術基盤を構築する必要があります。しかしながら、自動車OEMの3分の1以上（37%）は、車両サイバーセキュリティに関連するデータを収集しておらず、データを収集しているOEMにおいても、その25%はパターンやインサイトを発見するための分析を行っていません。サイバーセキュリティならびにデータのプライバシーとセキュリティに特化したソフトウェアプロバイダーなら、データ保護基準を遵守しながら関連データを収集するだけでなく、データの維持・分析を行って脅威のパターンを理解して将来の脆弱性を防ぐことができるよう、支援を提供することができます。

現在、自動車OEMは、車両サイバーセキュリティに関するUNECE規則<sup>28</sup>に準拠する必要があります。UNECE規制では、自動車のITセキュリティおよびソフトウェアの更新に関する性能および監査要件が明確に定義されています。これは、以下の4つの重要なエリアにおいて、自動車メーカーに具体的な行動を要求するものです。

- 車両サイバーリスク管理
- バリューチェーン上のリスクを最小限に抑えるための、セキュリティ・バイ・デザインによる車両開発

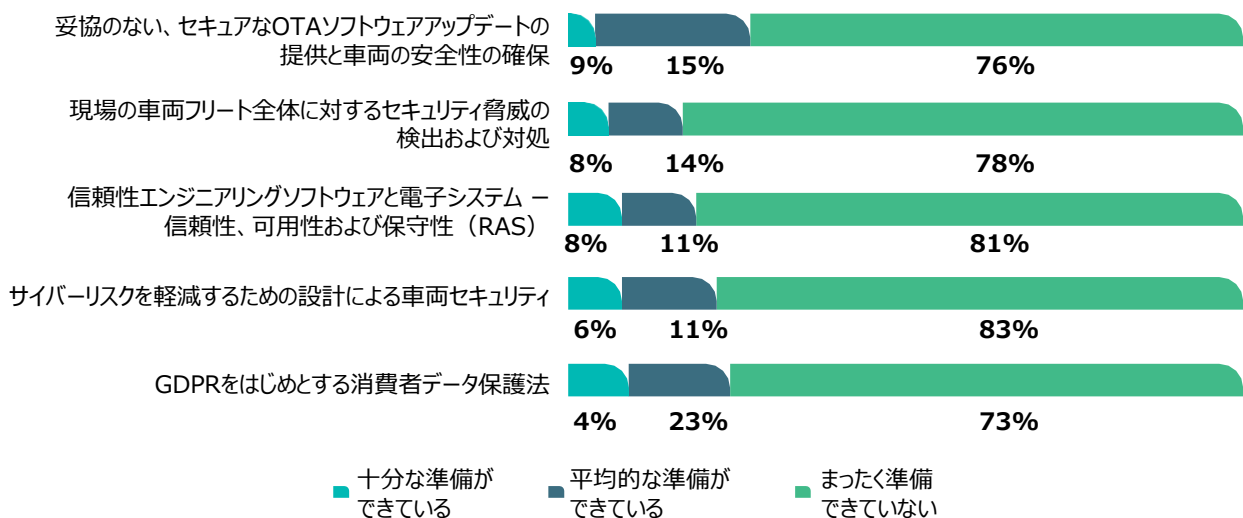


- ・ フリート全体に対する侵入検知と保護
- ・ 安全なソフトウェアアップデートの提供と、無線によるアップデートの法的根拠の確立

さらに、近々公開されるISO/SAE 21434標準規格は、特にリスク管理に焦点を定めて、自動車ライフサイクルを通じた安全性確保を目的としています。また、メーカーの企業レベルでの強力なサイバーセキュリティ文化の必要性についても具体的に言及しています<sup>29</sup>。

図17. 自動車OEMは、コンプライアンスとサイバーセキュリティの課題に直面している

自動車OEMにおいて、サイバーセキュリティ対策準備はどの程度整っているのか（領域別割合）



データ：Capgemini Research Institute, 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs, respondents primarily from general management function.



「自動車OEMは、今でも他の自動車部品を購入するのとまったく同じ方法で、ソフトウェア製品やサービスを購入しています。購入サイクルも非常に短く、長くとも2～3年が現状です。しかし、ソフトウェアが主役になればこの状況は一変します。自動車OEMは、複数のソフトウェアプロバイダーと戦略的なパートナーシップを結び、これらのパートナーと手を取り合って、より長い時間軸で製品やサービスを共同でイノベートし、開発し、提供していく必要があるでしょう」

ETAS GmbH (Boschの子会社。自動車産業向けのシステム、ツール、ソリューションを提供)

**Christoph Hartung氏**

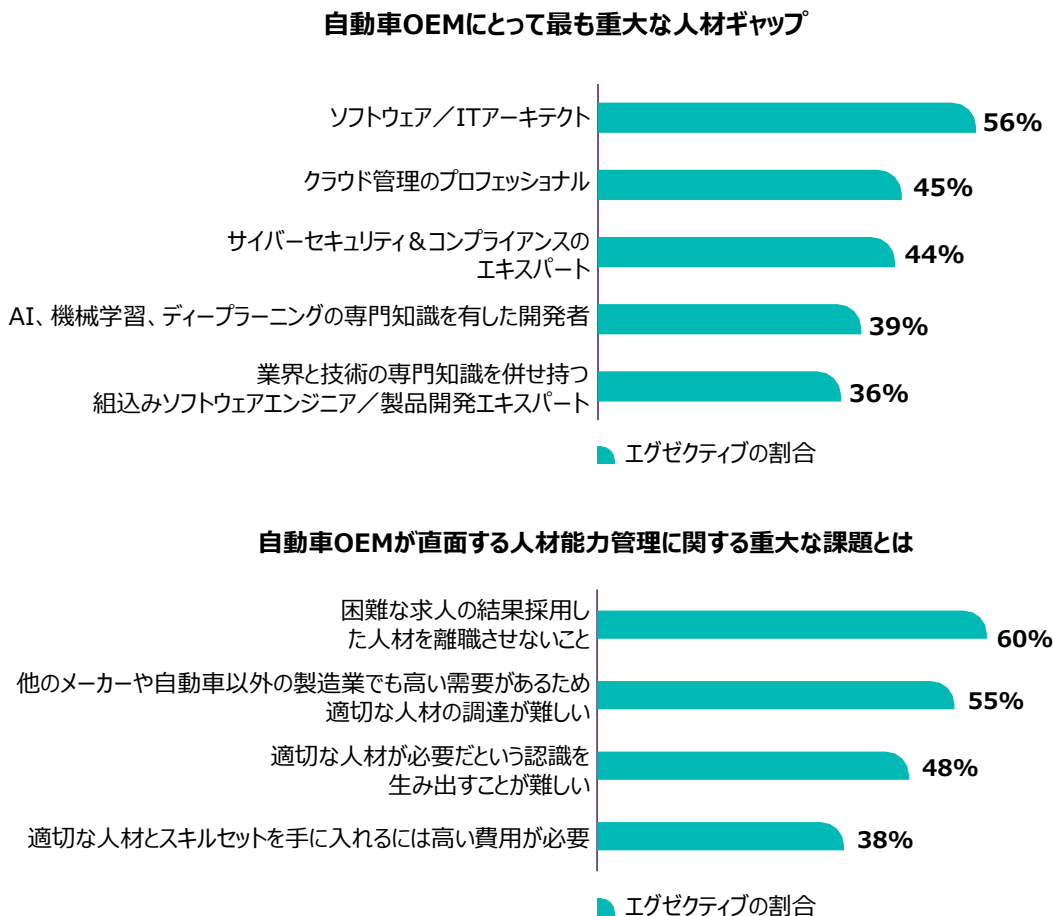
## 4. 優秀なソフトウェア人材を育成しそれを保持することでソフトウェアエクセレンスを追求

### I. ソフトウェア人材を調達し、それを保持するための明確な戦略を構築する

自動車業界ではソフトウェア能力と専門知識に対するニーズが高まっています。今回の調査では、エグゼクティブの97%が「今後5年間で、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションを実現するために必要なスキルを社内で40%も所有する必要がある」と答えています。最大かつ最も重要な人材ギャップは、ソフトウェア/ITアーキテクトに関するものであり、クラウド管理のプロフェッショナル、サイバーセキュリティおよびコンプライアンスのエキスパートがこれに続きます。また、業界と技術の両方の専門知識を兼ね備えたエキスパートも必要となるでしょう（図18参照）。

VolkswagenのEER Resource Management & Services部門の責任者であるChristian Eckert氏は、「CARIADは、当社のソフトウェアトランスフォーメーションに関する最大の賭けのひとつです。約5年前の立ち上げ時には少人数のユニットでしたが、現在では1万1千人を超えるまでに成長しました。それでもなお、私たちは常に才能あるソフトウェア人材を求めています。私たちは、主要な国や拠点すべてにおいて、ソフトウェアのエキスパートをグローバルに必要としています。彼らを雇用することは、戦略の一部に過ぎません。Volkswagenでは独自の大学も開いて、社内人材のソフトウェア関連のスキルアップを支えています」と述べています。

図18. ソフトウェア主導型トランスフォーメーションを実現するためのソフトウェアスキルが不足しており、これらのスキルをもつ人材の採用および保持が人材能力管理の最重要課題のひとつとなっている



データ : Capgemini Research Institute. 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=572 executives from all functional units.



ソフトウェアスキルに関しては、人材不足の問題に加えて、人材の保持（60%）、適切な人材の調達（55%）のふたつが自動車OEMが直面する大きな課題となっています。自動車OEMは、ソフトウェアのノウハウを持つエキスパートの雇用・保持・スキルアップのための具体的なプログラムに投資することで、ソフトウェアのプロフェッショナルから選ばれる雇用主となる必要があります。

まず、採用においては、自動車OEMは同業他社のみならず、世界で支配的影響力を持つIT企業であるビッグテック、特定の製品やサービスに特化したピュアプレイ企業、市販ソフトウェア製品・サービスプロバイダーとも競争することになります。これらのハイテク企業は、平均以上の包括賃金と従業員に優しいポリシーを掲げて、市場で強い地位を占めています。しかし、それだけではありません。これらの企業は、官僚主義を排し、ソリューションがうまく機能しない場合には即座に軸足を変える、テスト・アンド・ラーンでアジャイルかつ軽快なアプローチに基づいたイノベーションと実験のマインドセットを併せ持つ特定の文化を提供します。これに対抗して、自動車OEMが人材採用において提示できるユニークな価値提案とは、困難ではあるがやりがいのある、解決しなければならない、そして解決したくなるような複雑でユニークな問題を提供することです。たとえば、すべての人々のために道路を造り、より安全な運転を提供すること、サステナブルな交通機関、誰でも手に入れることができるモビリティの実現などがこれにあたります。Daimlerは、2021年前半、同社が計画する電気自動車のオペレーティングシステムの開発を目的として、ドイツで1,000人のソフトウェアエンジニアを採用する計画を発表しています<sup>30</sup>。これは、インド、ドイツ、米国、中国、イスラエルにある同社のグローバルなソフトウェアのハブを強化するために、全世界で計3,000人のプログラマーを採用するという同社の広範な活動の一部をなすものです。オランダを本拠地とする自動車メーカーのディレクターは、



ソフトウェアのスキルとそれに関連するさまざまな課題について、「専門知識を得るために、当社の雇用行動も変わってきています。私たちが求めているスキルセットが、これまでとは違うからです。また、非自動車環境と自動車環境では要件があまりにも異なり、しかもより厳しいため、多くの人たちにとって自動車環境への移行は難しいようです」と述べています。自動車OEMがソフトウェアプロフェッショナルを保持するためには、彼らの知的な好奇心と技術的感覚・見識・洞察力を高める必要があります。そのためには、組織のさまざまな場所にいるソフトウェアの専門家がそれぞれ属するファンクションを超えて課題を解決できるよう、彼らをひとつのコミュニティに集める必要があります。そのためには、

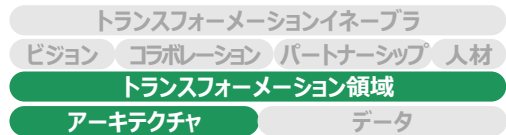
- 明確なレベルが定義され、プロフェッショナルたちがそれぞれのスキルや知識の育成・向上に従って進んでいく、ソフトウェア・エクセレンス・アカデミーやエキスパート・カウンシルを正式に設立します。また、ソフトウェアエキスパートの願望に沿っていないおそれの従来のフレームワークに頼るのではなく、キャリアモデル／フレームワーク、そしてインセンティブの体制を構築する必要もあります。
- また、体制的な整備とは別に、ハッカソンの開催や課題の提供を通じて、ソフトウェアプロフェッショナルが社内外の同様な専門家たちと協力または競争するチャンス、すなわち、学びと成長の機会を提供することができます。

自動車OEMは、新たな人材を採用するプレッシャーを軽減するために、在籍しているエンジニアにソフトウェアの知識と専門性を身につけさせる努力をしなければなりません。

「これまでの自動車業界は、柔軟性やスピード感に欠けるところがありました。ですから、ヒエラルキーの少ない新たな文化にシフトし、変化を受け入れることが不可欠となるでしょう。そして、これを人材と結び付ける必要があります。つまり、魅力ある企業として才能ある人材を惹きつけ、彼らの能力を高めるのです」

Volvo Cars  
Director research

**Petter Hörling氏**



## II. メカニカル・エクセレンスと同等のソフトウェア・エクセレンスの文化を創出する

自動車OEMにとっての大きな課題、それは、ソフトウェア開発者を惹きつけて離さない文化、すなわちプログラマーやコード開発者の文化を自動車エンジニアの文化に統合することです。この2つの文化を効果的に融合させるためには、継続的な行動計画が必要です。また、このような文化面での課題とは別に、ハードウェアとソフトウェアの開発サイクルは全く異なるタイムスケールで動いているので、優れた製品を提供するために両者を効果的な方法で調整することは、困難なタスクとなるでしょう。Volvo CarsのDirector Research, Petter Hörning氏は、「これまでの自動車業界は、柔軟性やスピード感に欠けるところがありました。ですから、ヒエラルキーの少ない新たな文化にシフトし、変化を受け入れることが不可欠となるでしょう。そして、これを人材と結び付ける必

要があります。つまり、魅力ある企業として才能ある人材を惹きつけ、彼らの能力を高める」ことが必要であると指摘しています。

ソフトウェアエンジニアたちは、「未来の自動車に影響を与えたい」という信念を持って自動車業界に入ってきます。信頼できる環境で、車両の設計・開発に関する重要な意思決定を行う権限が彼らに与えられれば、その企業文化が個人そして集団の成長を促すものであることがわかるでしょう。日産自動車株式会社のシニアディレクター、Shawn Sehy氏は、「自動車メーカーは、優れたソフトウェア人材を採用するだけでなく、その人材を成熟させる環境を整える必要があります」と示唆したうえで、「ソフトウェアエキスパートには、シリアマネジメントの信頼と、自分が知っていることを試したり適用したりするレベルの自由度が必要となるでしょう。そうすることで初めて、新しい文化を成長させ、成功へと導くことができるのです」と述べています。

## 5. 次世代の標準化された車両ソフトウェアアーキテクチャのための明確なロードマップを定義する

ソフトウェアアーキテクチャのトランスフォーメーションは、高性能コンピューティングやドメインコントローラーなどのインフラストラクチャ、さらには車載ネットワークアーキテクチャを含めた、自動車E/E（電気／電子）アーキテクチャ全体のトランスフォーメーションの一部でなければなりません。今回の調査では、以下を目的とするサービス指向アーキテクチャへの仮想化を含めて、自動車ソフトウェアアーキテクチャに必要なトランスフォーメーションについて検討します。

- a. 共通ソフトウェアプラットフォーム開発の加速化
- b. ハードウェアとソフトウェアの開発ライフサイクルの切り離し

ETAS GmbHのChristoph Hartung氏は、「ソフトウェアとエレクトロニクスへの依存度が高まるにつれて、車両アーキテクチャの複雑さを管理することは非常に困難になるでしょうし、それをマスターすることはさらに難しくなるでしょう」、「自動車OEMがサービス指向アーキテクチャの開発に投資していること、またこれまで投資してきたことは良い兆候です。10年以上にわたってサービス指向アーキテクチャをマスターしてきたソフトウェア／IT業界が開発したベストプラクティスは、自動車OEMにさらなる支援を提供してくれます。ソフトウェア／IT企業は、一丸となって、業界全体に利益をもたらすオープンスタンダード（AUTOSARなど）やオープンツールを推進することができるでしょう」と述べています。

AUTOSARは、大手自動車企業とソフトウェア企業のグローバルなパートナーシップで、標準化されたソフトウェアフレームワークとオープンなE/Eシステムアーキテクチャを開発・確立しています<sup>31</sup>。AUTOSAR規格は、ハードウェアとソフトウェアそれぞれを独立して開発することを可能にし、ソフトウェアの再利用を通じて品質と効率を向上させます。また、サプライヤー間での分散開発を確立することで、設計における柔軟性、革新性、システム統合のシンプル化、ソフトウェア開発コストの削減を実現しています。

### I. サービス指向アーキテクチャへの移行を加速し、共通ソフトウェアプラットフォームの開発を支援する

これまでの自動車は、特定の部分を制御する多数のマイコンに支配されていました。これらはすべて独立して動作していて、それらのコードは何百万行にもおよび可能性があります。現在、自動車OEMの93%は、車両の各機能を独立して制御する従来型の車両アーキテクチャを採用しています。オランダを本拠地とする自動車メーカーのディレクターは、従来のアーキテクチャの欠点について、「システムアーキテクチャについて決定を下してから自動車の発売までに2～3年はかかります。その時点で、当初決定していた選択はすでに時代遅れになっています。新しい電気アーキテクチャの開発は、以前は7～10年に一度必要でしたが、今は非常に短くなっています。より高い演算能力を備えた新機能を実現するためには、新しいアーキテクチャの開発が必要です」と指摘しています。

Volvo Car Groupの最近の調査によると、2020年の平均的なVolvo車には1億行のコードが使用されています。これは300ページの本6万冊以上に相当します<sup>32</sup>。同グループは、この複雑さについて、今後10年間で10倍になると予測しています。ADAS、エッジコンピューティング、車両安全などの機能がさらに複雑化する中で、車両アーキテクチャの複雑さがハードウェアならびに関連ソフトウェアに関する車両開発コストを（そして時間も）激増させる可能性は高く、さらに、うまく対処できなければ保証やリコールのコストも増加します。自動車業界はまさにこのような世界へと急速に移行しているのです。このような複雑さがサービスを実現し、かかるサービスが車両エレクトロニクスの実用性を決定するとはいえ、それでもなお、このような複雑さを管理し支配下に置く必要が生じるのは間違いありません。なぜなら、従来の車両アーキテクチャではこのような複雑さに対応できないからです。

このように、自動車のソフトウェア主導型トランスフォーメーションを成功させるためには、サービス指向アーキテクチャが最も重要です。



「自動車メーカーは、優れたソフトウェア人材を採用するだけでなく、その人材を成熟させる環境を整える必要があります」、「ソフトウェアエキスパートには、シニアマネジメントの信頼と、自分が知っていることを試したり適用したりするレベルの自由度が必要となるでしょう。そうすることで初めて、新しい文化を成長させ、成功へと導くことができるのです」

日産自動車株式会社  
 シニアディレクター  
**Shawn Sehy氏**

サービス指向のアプローチでは、すべてのモジュール – たとえば、車両のさまざまなコンポーネント（ワイパー、窓、エアコンなど）の操作を支援する電子制御ユニットなど – は、アプリケーションプログラミングインターフェイス（API）を介して呼び出されるサービスを通じて、それぞれの機能を提供します。したがって、ソフトウェアを使用することで、車両のさまざまな電子ユニットをよりきめ細かくより簡単に操作することが可能になります。このアプローチは、各ドメイン（ボディ、シャーシ、コックピットなど）内のさまざまな電子制御ユニットが中央演算処理装置を介して相互に連携している場合や中央演算処理装置を介して他のドメインと連携している場合、さらなる簡略化が可能です。しかし、今回の調査では、独立したサイロ状のアーキテクチャからより一元的な整理・統合されたソフトウェアならびにE/Eへの移行について重要だと回答した自動車OEMは18%にとどまっています。イタリアのある自動車メーカーのエネルギー回収システム設計・開発の責任者は、より一元的な構造の重要性について、「自動車のありとあらゆるところにさまざまなデバイスが散在し、それぞれが組み込まれたプロセスに従って異なった機能を実行しています。ですから、デバイスの数という観点からいうと、オンボードコンピューティングは爆発的に増えています。しかしながら、これはあまりサステナブルとは言えません。なぜなら、数が増えれば増えるほど、個々のデバイスのプロセスが過剰に指定され、極めて限定的なものになってしまいます。多くのデバイスは割り当てられたこと以外することがなくなり、能力のわずか10%しか使用されなくなってしまうかもしれません」と述べています。次のステップは、ドメインコントロールユニット（DCU）の導入です。これによりさまざまなドメインの制御をさらに簡素化し、各ドメインを扱うソフトウェアとハードウェアを標準化することができます。

このトランスフォーメーションにより、自動車のオペレーションを単一プラットフォームで実行するという流れが（独立して動作する複数のソフトウェアを用いている今日の状況と比較して）加速します。Mercedes-Benzは、NVIDIAと提携して次世代コンピューティングプラットフォームの開発にすでに着手しており、2024年には自社車両への導入の開始を予定しています<sup>33</sup>。このAIプラットフォームにより、高度な自律機能、新たな車室内搭載機能、ドライバーモニタリングその他さまざまな安全機能の開発に加えて、無線によるソフトウェアアップデートが可能になります。

イタリアの自動車メーカーのエネルギー回収システム設計・開発の責任者は、自動車に搭載されている非標準でバラバラなソフトウェアシステムが問題を引き起こす原因として、「交信して情報をやり取りしないソフトウェアシステムが多すぎます。これらのシステムを担当するチームはそれぞれ、車両の他の部分の開発に遅れをとりたくないため、自分たちの領域で最先端と思われるソフトウェアパッケージを独自に開発し続けます。これにより、各システムからAPIを使ってデータを引き出し、車両運行のエンドツーエンドのビューを作成するカスタムインテグレーターシステムを構築するためのオーバーヘッドが生じます」と指摘したうえで、「自動車OEMには長期的なアプローチを持つ戦略的パートナーが必要です。このようなパートナーは、さまざまなドメイン間をつなぐコネクタをすべての部署・部門向けにあらかじめ組み込んで、シームレスなソフトウェア開発を可能にする統合ツール一式を導入できるように自動車OEMを導いてくれます」と述べています。

サービス指向アーキテクチャは、このような複雑さを業界標準に従って開発することができる「ミドルウェア」層に移すことで、複雑さを大幅に軽減し、エンジニアリングプロセスを容易にします。アーキテクチャの標準化は、ソフトウェアの可能性を最大限に引き出すために不可欠であり、多くのメリットがあるため、自動車OEMは、このアーキテクチャの標準化を急ピッチで進める必要があります。たとえば：

- c. **設計サイクルの短期化&とスケラビリティ**：現在の設計から市場へのサイクルでは、設計変更が生産に展開されるまでにかかなり長い時間を要します。より多くの自動車機能をソフトウェアで制御することにより、更新や出荷が容易になり、より多くの設計変更に対応することができるようになります。また、ソフトウェアパッケージ、プロセス、ベストプラクティスをよりシンプルに移植できるようになるので、自動車のラインやブランド間での機能の拡張可能性を高めることができます。
- d. **5G/エッジコンピューティング、そしてクラウドを介したオフボード機能への対応**：ソフトウェアとハードウェアのアーキテクチャの進化は、5G/エッジコンピューティングならびにクラウド技術の進化をシームレスに取り入れる必要があるでしょう。その意味で、自動車OEMは、車両アーキテクチャを、それぞれ孤立または「オンボード」と「オフボード」のサイロにまとめたものとしてではなく、チップからクラウドまでの流れで検討しなければなりません。車両安全性やデータプライバシー、

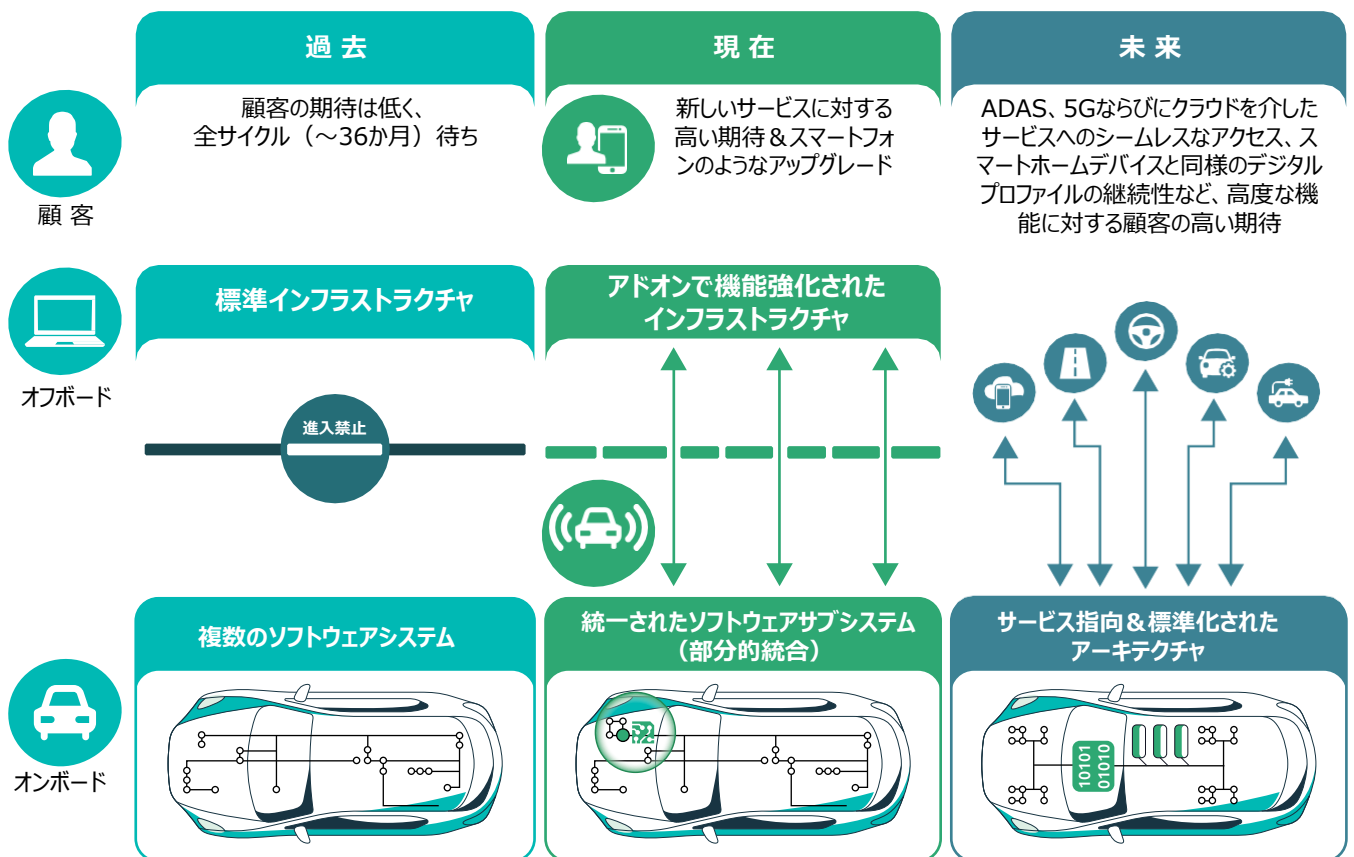


サイバーセキュリティに妥協することなく、車両レベルでの優れた性能に対するニーズを満たす、エンドツーエンドのアーキテクチャが必要です（図19参照）。アーキテクチャの進化に伴い、エンタテインメントや安全面で重要性の低いサービスなど、自動車に必要ないくつかのコンピューティング要件がクラウドにオフロードされ、実質的には無制限のストレージとコンピューティングリソース（OEM企業の施設内またはクラウドサービスプロバイダーが運営するプライベート/パブリッククラウド上のリソース）を活用できるようになります。その一方で、よりセーフティクリティカルな要素、エッジコンピューティングのユースケース、自動運転/ADASシステムのソフトウェアについては、引き続き車両に搭載されたコンピューターによって処理します。5Gによるシームレスなコネクティビティにより、AR（拡張現実）対応ディスプレイや消費財の車のトランクへの直接配送など、新しいユースケースが可能になります。また、車両フリートや走行中の多数の自動車の集合知（クラウド上での車両データのリアル/ニアリアルタイム解析による）は、動的経路誘導や交通渋滞の事前検出など、イノベー

ティブなユースケースを可能にするでしょう。△で解析することで実現するコレクティブインテリジェンス（集合知）は、動的経路誘導や交通渋滞の事前検出など、イノベーティブなユースケースを可能にするでしょう。

今回の調査では、ソフトウェア主導型トランスフォーメーション戦略の一環として、今すでに自動車に5Gのユースケースを採用している自動車OEMは18%にとどまっていますが、55%は今後5年間で採用する予定だと答えています。クラウドとエッジコンピューティングの利用の急激な増加は、車両のエンドツーエンドのアーキテクチャ構築に必要な技術インフラへの適切な投資と一致するはずですが、最後に、自動車OEMとテクノロジーパートナーは、クラウドサービスへのアクセスをバンドルして価格を設定し、利用に消極的な顧客を逃さない方法を見つける必要があります。

図19. エンドツーエンドの車両システムアーキテクチャの進化



データ：Capgemini Research Instituteの分析による

## II. ハードウェアとソフトウェアの開発ライフサイクルを切り離す

今回の調査において、現在緊密に統合されているハードウェアとソフトウェアのアーキテクチャを切り離して別々に開発する計画があると答えた自動車OEMは、わずか13%でした。これは、自動車メーカーにおいては、ソフトウェアをより速いスピードと頻度で自動車に搭載する準備がまだできていないことを示しています。これではOTA（Over-The-Air）アップデートのメカニズムはうまく機能しません。現在、何らかのOTAアップデートを提供していると答えた自動車OEMは、わずか4%でした。

車両のハードウェア開発に関していえば、基本的にソフトウェアの開発、テスト/検証、リリースのアプローチの方が速いため、車両のライフタイムの中で開発やメンテナンスを行う際、2つのドメインの間に機能的な断絶が生じます。ハードウェアのアップグレードは、工場出荷後、ディーラーでのメンテナンス時に行われることがほとんどですが、ソフトウェアシステム

にはそのような制約がないので、クラウドやモバイルネットワークを介した無線によるアップグレードで対応できます。ですから、ソフトウェアの開発とハードウェアの進化を切り離して考えることは理にかなっています。そうすれば、スマートフォンやアプリケーションを定期的にアップデートするように、ソフトウェアの改良点を小規模なリリースで車両に頻繁に配信することができます。

ハードウェアとソフトウェアの開発を切り離すことで、それぞれの部門の協力関係や連携を維持しつつ、自動車OEMのイノベーションのペースを加速させることができます。この新しいモデルは、必要なコラボレーションを維持しながらアジャイル開発モデルを採用するために、変化を推進し始めるための最良の方法です。

## 6. データの力を活用して、インテリジェントな車両、オペレーション、サービスをより素早く実現する

図20に示すように、自動車バリューチェーンに「インテリジェンス」を付与するポテンシャルを備えたソフトウェアは、さまざまなデータ領域を有効化します。しかしながら、自動車OEMの半数以上は、車両、システム、オペレーション、サービスを含むバリューチェーン全体でデータアナリティクスを活用するための成熟したアプローチを持っていません。

車両、オペレーション、サービスの領域において、状況はさまざまです。

- **インテリジェントな製品およびシステム**：調査対象の自動車OEMの半数以上（52%）が、AIを活用したアルゴリズムと機械学習を通じて、車両の性能、使用状況、車両エレクトロニクス、ボディに関連するデータを過去またはリアルタイムで使用しています。
- **インテリジェントオペレーション**：この領域は他よりも遅れています。たとえば、運用データを予測的な意思決定やサプライチェーンの管理に活用している自動車OEMは、3分の1以下（30%）です。
- **インテリジェントサービス**：この領域もさらなる取り組みが必要です。今回の調査では、自動車OEMの約半数（45%）がコネクテッドサービスを提供していませんでした。当社が過去に実施した自動車

消費者を対象とした調査では、消費者の44%は自分の車にまだコネクテッドサービスを搭載しておらず、搭載済みの消費者においても、頻繁にサービスを利用している人は約半数に過ぎないことが明らかになっています<sup>34</sup>。

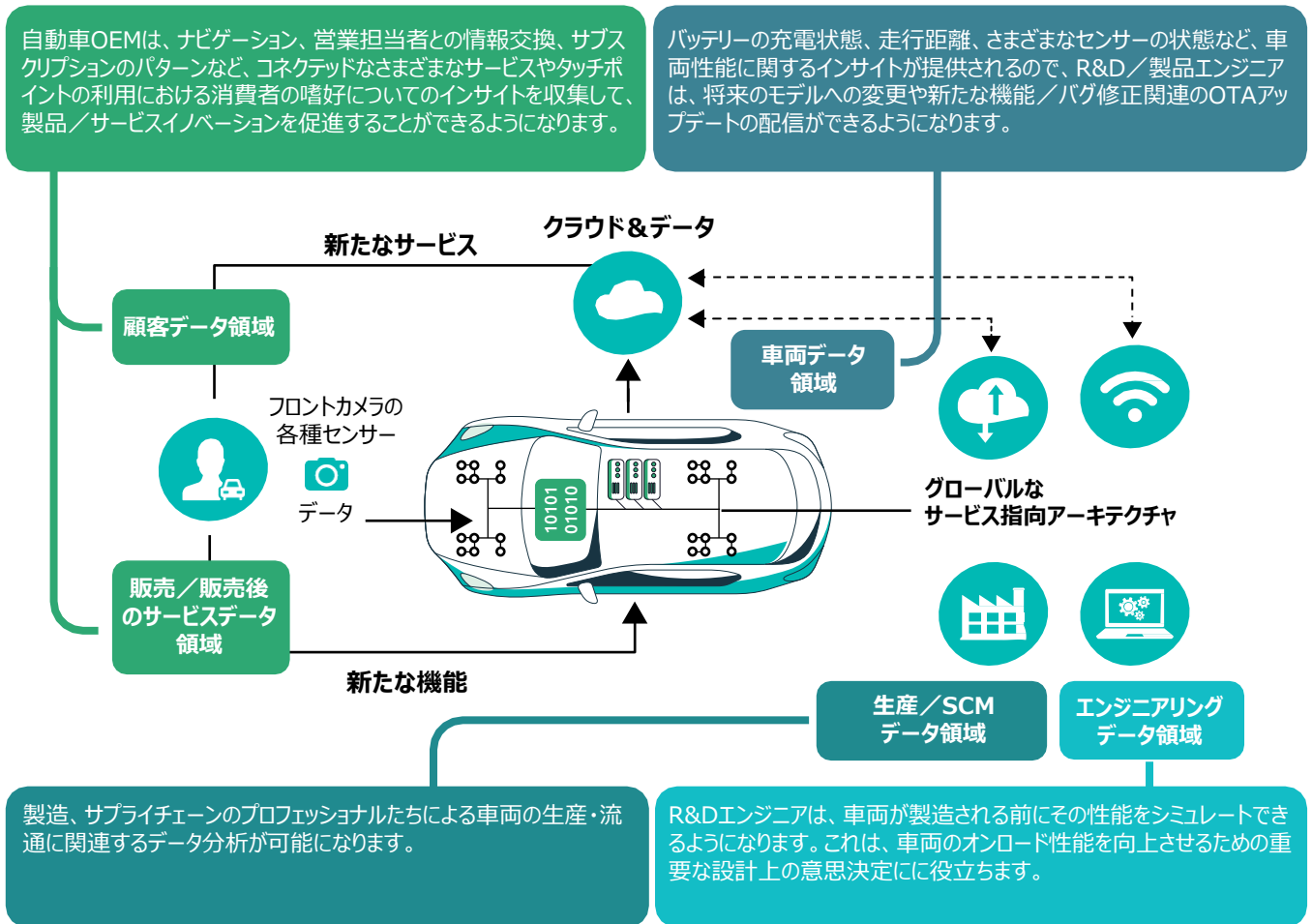
複数のデータサイロと結びついたレガシーなITアーキテクチャは、データに関する重大な課題を投げかけています。なぜなら、多くの自動車OEMは、接続されていないさまざまなシステムからのデータを収集・分析していないからです。今回の調査では、自動車OEMのほぼ半数（47%）が、自動車から送られてくるデータの収集または分析を実施していませんでした。

さらに、モデリングやテストなど、データの収集と分析を自動化することで、潜在的な問題や改善点をより迅速かつ早い段階で特定することができるので、貴重な時間を短縮し、開発コストを節約するとともに、リコールを回避することも可能になります。

わずか **10%**

現在緊密に統合されているハードウェアとソフトウェアのアーキテクチャを切り離して開発する計画があるOEM企業の割合：

図20. ソフトウェアとデータが自動車OEMによる車両、システム、オペレーション、消費者向けサービスのトランスフォーメーションを実現する



データ : Capgemini Research Instituteの分析による



## 結論

ソフトウェアは、いくつかの課題はあるものの、数多くの機会をもたらす強力な原動力となります。これは、自動車メーカーがビジネス、オペレーション、顧客やパートナーとの関係を根本的に変えていかなければならないことを示唆しています。自動車OEMのこれまでのソフトウェア・エクセレンスに関する経験をひとつの指標としてとらえるのであれば、自動車OEMは今、顧客の獲得、ソフトウェアベースの機能およびサービスによる新たな収益の創出、内部プロセスならびに組織構造の効率化という困難な戦いに直面しています。この状況を変えるためには、この分野のハイパーフォーマーやリーダーから学ぶ必要があります。フロントランナー企業 - ソフトウェアの専門知識の整理・統合に注力し、強力なガバナンスを実践し、同業他社に比べて多額の投資を行っている企業 - は、業界のイノベーションと成長の次なる目標 - ソフトウェアに向けて他の企業が自信を持って進んでいくための良きガイドとなるでしょう。

# 調査方法

キャップジェミニは、今回の調査のために、自動車OEMのソフトウェア主導型トランスフォーメーションプロジェクトに関与した、またはかかるプロジェクトを指導した経験をもつ572名のエグゼクティブを対象に調査を実施しました。また、これと並行して、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションのさまざまな側面をカバーするべく、17名の業界エキスパートの方々にインタビューを行いました。本調査およびインタビューは、2021年7月から8月にかけて実施しました。

本調査では、企業が以下の基準を満たす場合、その企業を独立したOEMとみなします。

- a. ブランドごとに個別の貸借対照表をもつ企業は、別個の企業とみなします（例：Volvo Cars、Volvo Trucks）
- b. エクイティによるJV（ジョイントベンチャー）企業は、別個の企業とみなします（例：中国の广汽トヨタ自動車は親会社から独立）
- c. 独立した事業を行っている被買収企業は、別個の企業とみなします（例：Jaguar Land RoverはTata Motorsとは別）

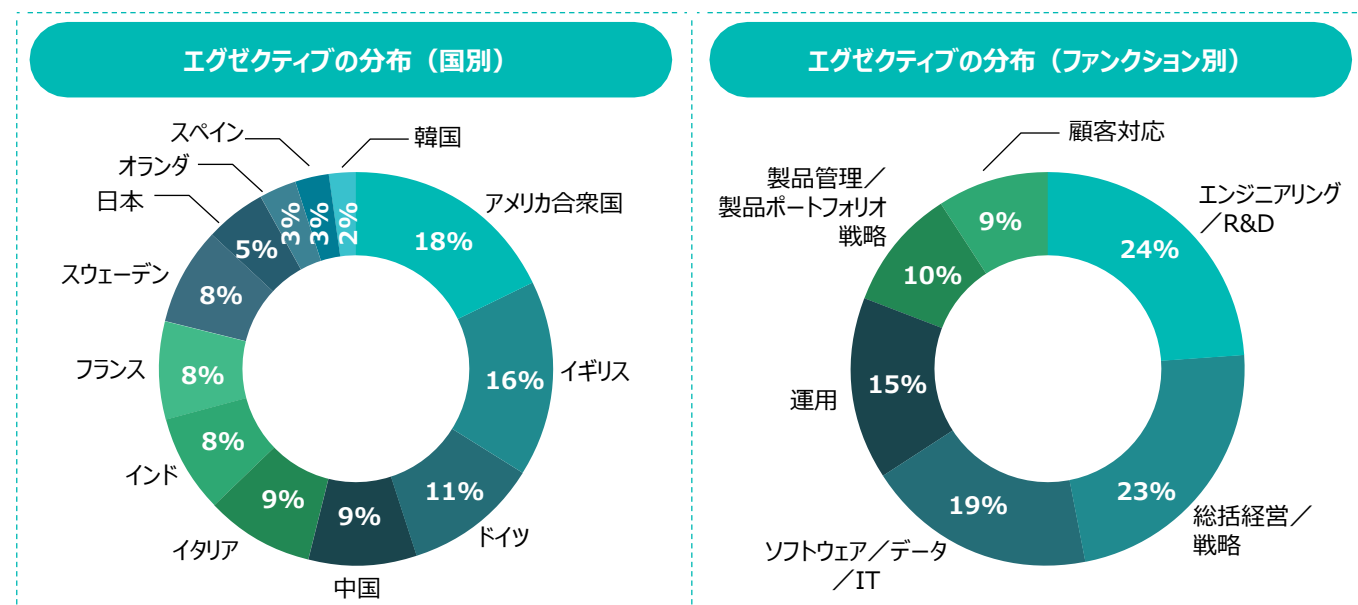
- d. 国ごとの子会社は、独立した企業とはみなしません（例：Audi US、Audi UK）

本調査では、以下の2つのカテゴリに基づいて、分析を実施しました。

**全体的な回答者の見解：**調査に参加したディレクターレベル以上のエグゼクティブ572名全員を対象としたものです。各OEM企業から異なるファンクションに属するエグゼクティブが3～4名参加しています。

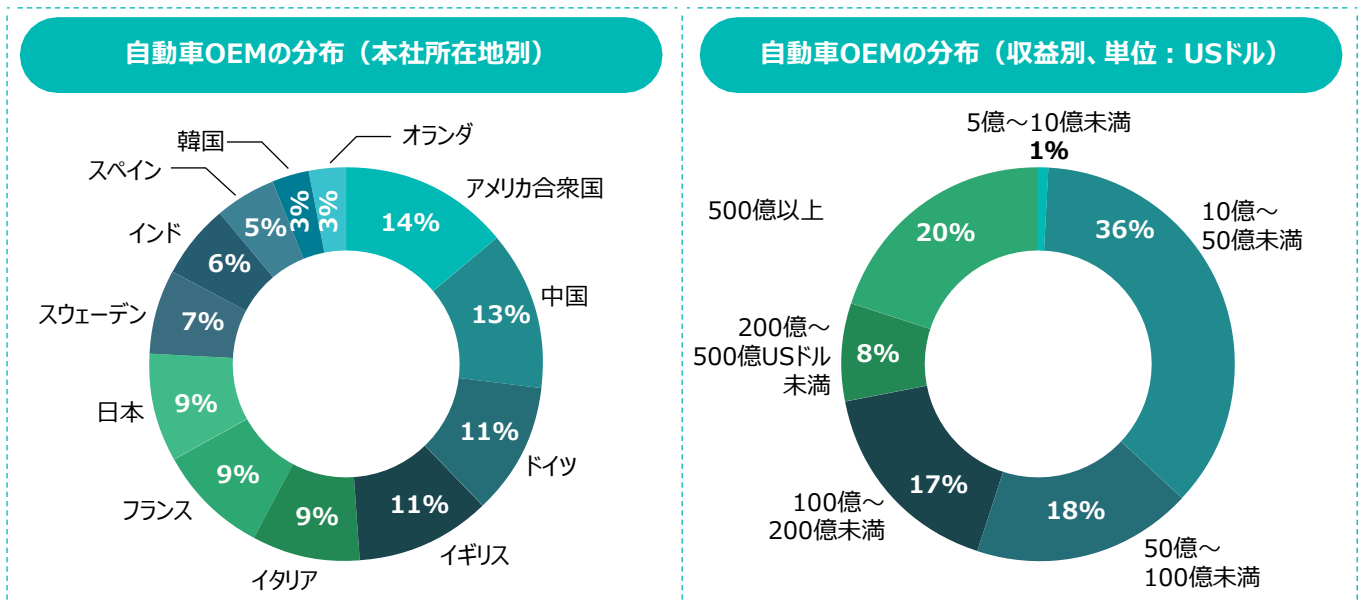
**OEMの見解：**572名のエグゼクティブの回答を組み合わせて、OEM企業148社の見解を導き出しました。OEMごとに統一された見解を導き出すために、質問に関連する専門知識に基づいて、異なるファンクションのエグゼクティブの回答を検討しました。

回答者の見解 – N = 572：各OEMの異なるファンクションに属するエグゼクティブ、総計572名



データ：Capgemini Research Institute、『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=572 executives.

OEM企業の見解 – N = 148 : 自動車OEM、総計148社



データ : Capgemini Research Institute, 『Software in Automotive Industry survey, July 2021』; N=148 OEMs.



## 參考資料

1. Share of new vehicle sales.
2. The Verge, "Tesla finally begins shipping 'Full Self-Driving' beta version 9 after a long delay," July 2021.
3. Renault Group, GROUPE RENAULT "RENAULTION" STRATEGIC PLAN," January 2021.
4. Volkswagen "Volkswagen Group Strategy Day presentations," July 13, 2021.
5. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), "Automated Vehicles for Safety: Society of Automotive Engineers (SAE) Automation Levels," accessed August 2021.
6. NVIDIA website.
7. Andreessen Horowitz, "Why Software Is Eating the World," August 2011.
8. Marketline, "Global Car Manufacturing – Market Summary, Competitive Analysis and Forecast to 2025," June 2021. Considering cars and commercial vehicles.
9. To arrive at this, we have used a top-down approach. We have used the estimated CAGR of the world GDP over the last ten years (2.1%) and applied it to our survey data of software revenue estimates.
10. Volkswagen, "NEW AUTO: Volkswagen Group set to unleash value in battery-electric autonomous mobility world," July 2021.
11. Motortrend, "Ola Källenius: Why the EQS's Hyperscreen Is Key to Mercedes' Revenue Future," January 2021.
12. Business Insider, "Ford's stock could surge 127% if the company is able to carve out a new revenue stream from data subscriptions, Morgan Stanley says," February 2021.
13. Business Insider, "Elon Musk says self-driving Tesla robotaxis can help justify the company's \$800 billion valuation," January 2021.
14. Motor Authority, "VW Group strategy calls for single platform, battery cell and software system for most cars by 2030," July 2021.
15. AMS, "Mercedes advances its digital production ecosystem," August 2020.
16. Realwear, "BMW's After-Sales Auto Service Boosts Customer Satisfaction with RealWear," June 2019.
17. Capgemini Invent, "Connected Vehicle Trend Radar 2," September 2020.
18. Volkswagen website, "Volkswagen is accelerating transformation into software-driven mobility provider," March 2021.
19. Capgemini Invent, "Connected Vehicle Trend Radar 2," September 2020.
20. Capgemini Invent, "Connected Vehicle Trend Radar 2," September 2020.
21. Toyota times, "From TRI-AD to 'Woven': Behind the Change," July 2020.
22. Assuming annual R&D investment to be 4.7% of annual revenue for an OEM per analysis of R&D spends of top OEMs.
23. Marketline, "Global Car Manufacturing – Market Summary, Competitive Analysis and Forecast to 2025," June 2021.
24. Capgemini Invent, "Connected Vehicle Trend Radar 2," September 2020.
25. Capgemini Invent, "Connected Vehicle Trend Radar 2," September 2020.
26. Automotive World, "Monetising the connected car: Digital illusion or achievable goal?," March 2020.
27. Volkswagen, "NEW AUTO Strategy Presentation: Speech of Herbert Diess," July 2021.
28. UNECE, "UN Regulations on Cybersecurity and Software Updates to pave the way for mass roll out of connected vehicles," June 2020.
29. Automotive World, "Automakers must champion cyber security," July 2021.
30. Reuters, "Daimler to hire 1,000 programmers in Germany – Automobilwoche," April 2021.
31. Autosar.org, "AUTOSAR Introduction, Part I – The AUTOSAR Partnership and Standardization," July 2021.
32. Vard Antinyan, Volvo Car Group, "Revealing the Complexity of Automotive Software," July 2020.
33. The Verge, "Mercedes-Benz and Nvidia team up to develop next-generation supercomputers for cars," June 2020.
34. Capgemini, "Connected Vehicle Trends Radar 2: The road towards profitability for automotive connected services," September 2020.

# キャップジェミニのオフリング

## 私たちは、自動車OEMのアジャイルなソフトウェア主導型トランスフォーメーションを可能にします

### — 価値を高めて、お客様が望む未来を実現

情報技術（IT）とデジタル、そしてエンジニアリングは、キャップジェミニのDNAに組み込まれています。私たちは、複雑なシステムの設計、構築、保守において、他に追従を許さない優れた専門知識を持っています。さらに重要なことは、私たちは「どうすればソフトウェアを自動車OEMに統合して、ビジネス価値とコスト効率を高めることができるか」、その方法を理解していることです。

私たちは、インテリジェントインダストリーに必要なあらゆる最先端技術のエキスパート集団です。キャップジェミニは、必要に応じてカギとなるパートナーシップを活用して、5G&コネクティビティ、先進運転支援システム（ADAS）、組み込み技術の開発からモビリティサービスに至るまで、すべてをカバーします。さらに、当社はアジャイル手法を用いたサービス&システムエンジニアリングの大手プロバイダーでもあります。私たちは、トランスフォーメーションコンサルティングのスキルを駆使して、お客様が思い描く未来をお客様とともに創造いたします。

キャップジェミニは、このようなさまざまな能力を基盤として、お客様が企業価値と顧客に対するビジネス価値を高めるためにソフトウェア主導型トランスフォーメーションを実現できるよう、できる限りの方法でお客様を支援いたします。

#### 複雑な自動車の機能性と安全性を維持

キャップジェミニのサービスは、明日の複雑な自動車がそのライフサイクルを通じて完全に機能し、完全に安全であることを保証する設計になっています。当然のことながら、すべてのソフトウェアは、常に安全、安定、高速、そしてアップグレード可能である必要があります。これは、新しい機能で継続的に増強し、無線（OTA）アップデートを介して安全で最新の状態に保つ必要があることを意味しています。

このような継続的アップデートは、自動車のライフサイクルを通じたコネクティビティとユーザビリティの機能の実現を確保するために不可欠です。また、自動車の自動化が進み、顧客の要求や持続可能性の要件がより高度になるにつれて高まるサイバーセキュリティに関するニーズにも対応します。

新しい車両アーキテクチャには、ハードウェア、ソフトウェア、コネクティビティ、データ、クラウドなど、複数のレイヤーが含まれますが、これらすべてをオーケストレーション（自動設定 & 調整）する必要があります。私たちは、インテグレーションのスペシャリストであり、ソフトウェアトランスフォーメーションによってアーキテクチャ全体を確実に強化する方法を理解しています。

#### お客様のパートナーとして

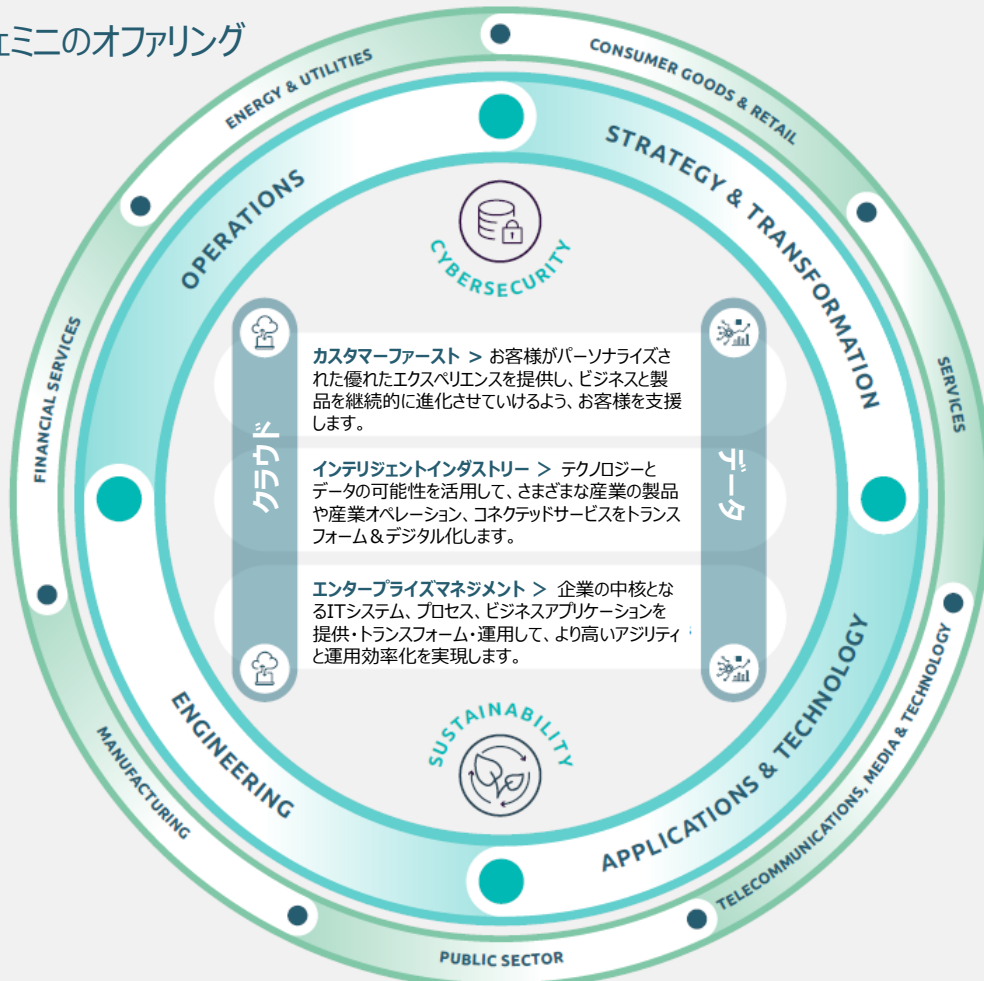
キャップジェミニは、持続可能なモビリティ産業の未来を築く上で、果たすべき重要な役割があると確信しています。世界は絶えず変化しており、顧客の期待も変化しています。顧客は、これまで以上に安全で環境への影響が少ないサービスを求め続けます。

私たちは、このソフトウェア革命において、エンドツーエンドのソリューション&サービスプロバイダーとして、また必要に応じて、戦略的価値の実現におけるトランスフォーメーションパートナーとして、お客様と連携いたします。

今日、ITとエンジニアリングは、かつてないほど緊密にリンクする必要があります。キャップジェミニのソフトウェア主導型トランスフォーメーションのアプローチは、この連携を確実に実現します。



## キャップジェミニのオフリング



収益：158.48億ユーロ

キャップジェミニは、責任ある企業として、テクノロジーを活用してお客様と社会にサービスを提供し、有用でアクセスしやすい、持続可能なイノベーションに取り組んでいます。私たちの目的は、包摂的で持続可能な未来のために、テクノロジーを通じて人間のエネルギーを解放することです。

当社のソフトウェア主導型トランスフォーメーションに関連するオフリングは、大きく3つ - カスタマーファースト、インテリジェントインダストリー、エンタープライズマネジメント - に分類されます。

### カスタマーファースト

キャップジェミニのSmart Mobility Connectは、自動車メーカー向けのオフリングで、自動車OEMが人間を中心に据えた未来のモビリティエコシステムを構築できるよう、自動車OEMを支援します。この未来のモビリティエコシステムは、次の3つの柱で構成されます。

- コネクテッドカスタマー：最先端のテクノロジーを用いて、販売、マーケティング、アフターセールスにわたる顧客のモビリティエクスペリエンスを再考します
- コネクテッドサービス&プロダクト：新しいコネクティビティ能力でビジネスの成功を広げます
- コネクテッドエコシステム：未来のモビリティビジネスを創造するための戦略的ビジョンを構築します

当社のこのアプローチを支えているのがCustomer Engineプラットフォームです。このプラットフォームがこれらの柱を連携させて、新たなモビリティを目指すジャーニーのそれぞれの段階にインテリジェンスを組み入れます。

### インテリジェントインダストリー

キャップジェミニのIntelligent Industryソリューションは、よりアジャイルで柔軟な設計アプローチとビジネスモデルに向けたプロセスの大きなシ

フトをサポートします。インテリジェントインダストリーは、データとソフトウェアで制御された自動車の世界に向けた競争において主導権を握る機会を自動車OEMに提供します。自動車OEMは、AI、クラウド、IoTなどの主要テクノロジーの助けにより、Intelligent Industryのトピックに的を絞った方法で取り組むポテンシャルを得ることができます。

キャップジェミニのフォーカスエリア：エンドツーエンドのソフトウェア主導型トランスフォーメーション、ADASの妥当性確認および検証、エンドツーエンドのデジタルツインと製品ライフサイクル管理（PLM）によって実現されるデジタル連続性、オンボード・オフボードのコネクティビティ&サービスエクスペリエンス、持続可能なモビリティ製品、インテリジェントインダストリーの各種オペレーション

### エンタープライズマネジメント

自動車OEMは、キャップジェミニのガイダンスにしたがって、システム全体とクラウドランドスケープを最適化して、究極の運用効率と持続可能性を実現することが可能になります。

たとえば、自動車サプライヤー向けクラウドや産業クラウド上でのSAP S/4 HANAへの取り組みやSAP®との当社独自のコラボレーションなど、ERPのさまざまなオペレーションにおけるクラウドベースのソフトウェアの使用などさまざまな成功事例があります。これらのサクセスストーリーは、お客様が柔軟で将来性のあるデジタルエンタープライズのコアを構築するのに役立ちます。

また、当社は、マーケティング、販売、アフターセールス（顧客ならびにCRMソリューションなど）にも豊富な実績があり、クラウドのコンフィギュアビリティ（構成・設定が可能であること）適応性、拡張性や従量課金制の商用モデルを活用することにより、自動車OEMがパフォーマンスとレジリエンスを向上させながら、先行投資と継続的な運用費用を削減することができるのか、その方法をよく理解しています。

私たちは、これらを統合、コラボレーション、アジャイルの分野で認められた当社の能力とともに適用することにより、お客様の期待に沿ったソフトウェアトランスフォーメーションの提供を実現しています。

## キャップジェミニがソフトウェア主導型トランスフォーメーションの最適なパートナーである理由

### 私たちは、IT能力とエンジニアリング能力をユニークに結び付けます。

私たちは、ITとエンジニアリング、その両方のリーディングサービスプロバイダーとして、お客様がこのふたつの能力を結び付けるための支援を行う絶好のポジションにいます。当社のインテリジェントインダストリーのプログラムは、特にこの目的のために設計されたものです。私たちは、このプログラムを通じて、エンジニアリングとITのプラクティスをシームレスに統合し、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションの成功に必要なものをすべてお客様に提供します。

### 私たちは、人材争奪戦を解決します。

自動車業界のお客様にとってソフトウェアは重要な能力となりつつあり、それに応じて労働力を整えていく必要があります。ソフトウェアトランスフォーメーションに必要なスキルは、電気通信や半導体を含むさまざまな他業界でも必要とされているため、人材ギャップの解消はますます困難になっています。

キャップジェミニは、ソフトウェアと自動車エンジニアリング両方の専門知識を提供できる人材の採用と新規および既存スタッフへのトレーニングに多大なエネルギーを注いでいます。私たちは、定評あるキャップジェミニ・ユニバーシティをはじめとして、さまざまな認定・トレーニングコースを活用しています。また、パートナーエコシステムを活用して、お客様のニーズに対応します。

当社は長年にわたって、ディスラプティブなビジネス変化の連続波に対処するために従業員を適応させることを伝統としてきました。その結果、今、市場のスキル不足に対処できるユニークな立場にあります。この方針は、当社の継続的な急成長に反映されています。

**私たちは、ソフトウェア主導型トランスフォーメーション戦略を策定する方法を知っています。**

キャップジェミニにはエンジニアリングならびにIT能力に加えて、戦略的な観点からプロセスおよび組織の問題に対処するためのコンサルタントの専門知識があります。私たちは、お客様の差し迫った課題にいかんして取り組むかだけでなく、その後トランスフォーメーションの最中に発生するおそれのある課題をいかんして予測するか、その方法を知っています。たとえば、インシデント管理、拡張された車両環境における相関関係などがこれにあたります。

わたしたちは、お客様がその野心を明確に定義し、コアコンテキスト分析に基づいて戦略的目標に沿って調整できるよう、お客様をサポートすることができます。また、ガバナンスの設定やビジネスモデルの適応、パートナーシップ戦略の確立、トランスフォーメーションロードマップの設計に関しても支援を提供することが可能です。

キャップジェミニは、バリューチェーンのビルディングブロックの成熟度を評価し、新しいパラダイムに運用モデルとエンジニアリングプロセスを適応させて - 具体的には、Agile@Scaleフレームワークの導入・展開から変更管理、コミュニケーションのサポートまで、ありとあらゆる支援を通じて、ビジネストランスフォーメーションを促進していきます。

**私たちは、成功の要素がすべて揃った独自のポートフォリオを巧みに活用する術を身に付けています。**

キャップジェミニの包括的なポートフォリオには、すでに説明した3つの柱である「カスタマーファースト」、「インテリジェントインダストリー」、「エンタープライズマネジメント」のためのオフリングが含まれています。しかし、それだけではありません。私たちはこれらのオフリングをソリューションに融合させて、たとえば路上の自動車に新たな接続サービスを提供するなど、実際のビジネス要件に対処することができるユニークな立場にあります。これは、わたしたちがクラウドインフラストラクチャ、AI、データなどの基礎と原理の専門家として、バックエンドアーキテクチャを活用してお客様が必要とするフロントエンドサービスを実装する方法を知っているからです。

キャップジェミニは、すべての自動車企業にとって、ソフトウェア主導型トランスフォーメーションを通じた長期的なジャーニーの最適なパートナーです。ソフトウェアエクセレンス、エンジニアリングエクセレンスは、包括的なアジャイルトランスフォーメーション同様、キャップジェミニのコアコンピテンシーです。私たちは、効率的でスケーラブルな開発・保守プロセスを用いてこれらすべての能力を統合し、持続可能な製品とドライバーが真に評価する体験を実現させます。これこそが、自動車企業が望む未来を手に入れる方法だと私たちは確信しています。

# 執筆者の紹介



**Alexandre Audoin**  
Head of Global Automotive Capgemini Group  
& Head of Automotive Capgemini Engineering  
[alexandre.a.audoin@capgemini.com](mailto:alexandre.a.audoin@capgemini.com)

Alexandre is Capgemini Group's global leader for the automotive industry, and head of automotive within Capgemini Engineering (formerly Altran). After joining Altran in 2012, he worked on numerous projects with different OEMs, accumulating a wide range of expertise, particularly around Intelligent Industry. Before that, Alexandre gained in-depth engineering experience at Renault and PSA Group in areas including hybrid systems, powertrains and SW. Now, Alexandre is shaping Capgemini's position within the industry, and helping our clients to master end-to-end software-driven transformation.



**Markus Winkler**  
Executive Vice President, Global Automotive,  
Capgemini Group  
[markus.winkler@capgemini.com](mailto:markus.winkler@capgemini.com)

Markus Winkler is Executive Vice President and in the leadership team of the Global Automotive Industry. Markus works with teams across the world, helping Automotive clients shape their mobility strategies and implement what's next in the rapidly changing automotive industry. Markus is a recognized expert in digital transformation and has gained wide ranging experience in delivering major international business and technology transformation programs in the automotive industry. His experience has a key focus on customer first, connected services, and digital excellence gained by working with some of the world's most innovative and recognizable brands, helping to define the future of the automotive industry.



**Jean-Marie Lapeyre**  
Chief Technology & Innovation Officer, Global  
Automotive Industry  
[jean-marie.lapeyre@capgemini.com](mailto:jean-marie.lapeyre@capgemini.com)

Mathematician and Computer Scientist by training, Jean-Marie initiated his executive career in the industry in 2002 as CTO of the French Tax Authority. He started in the automotive industry early 2007 and, until joining Capgemini in spring 2021, held various senior positions with GM for 10 years, then PSA, driving global enterprise technology and security programmes. Now he is an architect of Capgemini's Software-Defined Transformation in the Automotive Industry.



**Jiani Zhang**  
Executive Vice President, Chief Software  
Officer, Capgemini Engineering  
[jianiz.zhang@capgemini.com](mailto:jianiz.zhang@capgemini.com)

Jiani is the Chief Software Officer of the Capgemini Engineering Group where she leads the strategy and mission of software transformation for our clients. With extensive experience in product development, strategy consulting and go-to-market, she has led many businesses to growth from pure-play software services companies to software solutions at IBM. Jiani has a passion for technology and enjoys working with clients to grow and scale their business with the power of software and technology.



**Pascal Feillard**  
Senior Director, Automotive Business  
Transformation, Capgemini Engineering  
[pascal.feillard@capgemini.com](mailto:pascal.feillard@capgemini.com)

Pascal spent 22 years with the PSA Group, rising from research engineer to managing recycling and end-of-life vehicle policy in PSA's Strategy Directorate, followed by financial controller, director of strategic marketing and foresight for the PSA Group, and project director for the PSA Group's Supply Chain Department. In 2018, he joined Altran, which Capgemini acquired in 2020. Pascal received an engineering degree from the Polytech Paris-Sud, a doctorate from the National Institute of Applied Sciences (INSA) in Lyon, France, and a post doctorate from the University of Cambridge, England.



**Sandhya Sule**  
Vice President - Technology & Initiatives,  
Capgemini Engineering  
[sandhya.sule@capgemini.com](mailto:sandhya.sule@capgemini.com)

Sandhya has over 30 years of experience in different stages of R&D, technology evangelization, business development, solution development, and delivery management. With Capgemini for last 17 years, she has worked in various functions including technology R&D and as business delivery head for Automotive Engineering. In Automotive sector, she is instrumental in developing and driving solutions in next generation and emerging areas like autonomous vehicles, connected cars and urban mobility. As CTIO for Connected Futures, she works with the technical experts within and outside, to identify, adopt and design solutions for clients around connectivity, 5G, IOT edge and connected enterprise. She is currently part of a strategic initiative in Capgemini, focusing on Next Generation Software for Automotive.





**Sebastian Tschödrich**  
Global Head of Automotive at  
Cappgemini Invent  
[sebastian.tschoedrich@cappgemini.com](mailto:sebastian.tschoedrich@cappgemini.com)

Sebastian leads the global automotive practice of Cappgemini Invent. He is working as an automotive consultant for more than 14 years, with experience in Europe, China and APAC. He is specialized in advising and supporting automotive organizations in significant transformations, mainly in the domains digital business, customer centricity and performance improvement.



**Peter FINTL**  
Director of Technology & Innovation,  
Cappgemini Engineering  
[peter.fintl@cappgemini.com](mailto:peter.fintl@cappgemini.com)

Peter Fintl is an electronics engineer and business economist. He has been in the automotive industry for more than 20 years. Peter currently works as Director Technology and Innovation at Cappgemini Engineering. There he is particularly engaged in the topics of automated, connected driving, and sustainable mobility.



**Subrahmanyam KVJ**  
Senior Director, Cappgemini Research Institute  
[subrahmanyam.kvj@cappgemini.com](mailto:subrahmanyam.kvj@cappgemini.com)

Subrahmanyam is a senior director at the Cappgemini Research Institute. He loves exploring the impact of technology on business and consumer behavior across industries in a world being eaten by software.



**Hiral Shah**  
Senior Consultant, Cappgemini Research  
Institute  
[hiral.shah@cappgemini.com](mailto:hiral.shah@cappgemini.com)

Hiral is a Senior Consultant at Cappgemini Research Institute. She works closely with industry/business leaders to help them leverage digital technologies to transform their organization and business operations.



**Caroline Segerstéen Runervik**  
Executive Vice President,  
Head of Market Sweden  
[caroline.segersteen-runervik@cappgemini.com](mailto:caroline.segersteen-runervik@cappgemini.com)

Caroline Segerstéen Runervik is Head of Market Unit Industries and Public in Sweden and since January 2021 Head of Market Sweden, overseeing the overall business. With more than 20 years of experience from international IT and Management Consulting business, both from start-ups and global companies in management, strategic sales and business development roles, her passion is to serve clients and add value to their transformation journeys. She also has been the head of the Manufacturing and Automotive sector in Sweden, and is part of Cappgemini's Global Automotive leadership team. Caroline is committed to sustainable growth - to be achieved through a constant focus on cultivating the organization with values of trust, inclusiveness and sustainability.



**Jerome Buvat**  
Global Head of Research and Head of  
Cappgemini Research Institute  
[jerome.buvat@cappgemini.com](mailto:jerome.buvat@cappgemini.com)

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



**Amol Khadikar**  
Senior Manager, Cappgemini Research Institute  
[amol.khadikar@cappgemini.com](mailto:amol.khadikar@cappgemini.com)

Amol is a senior manager at the Cappgemini Research Institute. He leads research projects on key frontiers such as artificial intelligence, sustainability, and the future of work, to help clients devise and implement data-driven strategies.



**Shahul Nath**  
Senior Consultant, Cappgemini Research  
Institute  
[shahul.nath@cappgemini.com](mailto:shahul.nath@cappgemini.com)

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

The authors would like to especially thank all industry experts and executives who participated in this research.

The authors would also like to thank Paul Hermelin, Rainer Mehl, Clemens VON BRAUNMÜHL, Marc Cäsar, Ruth-Anne Peters, Sarah Schneider, Christian Hummel, Keith Williams, Michael Welsh, Klaus Peter BREINING, Walter Paraque Monnet, Miguel Lopez, Michael Röller, Marc Pauli, Daniela Helmer, Roshan Batheri, Daniel Davenport, Chu Yan, Masahiko Mochizuki, Swati Thonte, Rajesh Shanbhag, Ammu Sreekumar, Avinash R Vaidya, Nithin Divakar Naik, Brad Young, Eraldo Federici, Lucas Birn, Olivier Saignes, Michael Tenschert, Frank Drewek, Stefan Fuetterling, Benjamin Fritz, Ranu Pande, Deepti Zain, Neha Arolkar, John Sparrefors, Kai-Oliver Schäfer, and Soumik Das for their contribution to this report.

# 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 Capgemini Group

**Alexandre Audoin**  
alexandre.a.audoin@capgemini.com

**Sebastian Tschödrich**  
Capgemini Invent  
sebastian.tschoedrich@capgemini.com

**Markus Winkler**  
markus.winkler@capgemini.com

**Pascal Feillard**  
Capgemini Engineering  
pascal.feillard@capgemini.com

**Jean-Marie Lapeyre**  
jean-marie.lapeyre@capgemini.com

**Ruth Peters**  
Global Marketing - Automotive  
ruth.peters@capgemini.com

### France

**Arnaud Bouchard**  
arnaud.bouchard@capgemini.com

### UK

**Rob Pears**  
robert.pears@capgemini.com

### China

**Chu Yan**  
yan.chu@capgemini.com

### Spain

**Yoan Groleau**  
yoann.groleau@capgemini.com

### Germany

**Ralf Blessmann**  
ralf.blessmann@capgemini.com

### India

**Roshan Batheri**  
roshan.batheri@capgemini.com

### Japan

**Hiroyasu Hozumi**  
hiroyasu.hozumi@capgemini.com

### Belgium

**Evy Nerinckx**  
evy.nerinckx@capgemini.com

### North America

**Andy Howard**  
andy.howard@capgemini.com

### Nordics

**Caroline Segerstéen Runervik**  
caroline.sergersteen-runervik@capgemini.com

### Italy

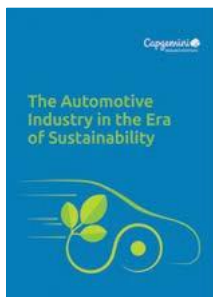
**Eraldo Federici**  
eraldo.federici@capgemini.com

## 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。





私たちのリサーチレポートの一部を紹介いたします。



**The Automotive Industry in the Era of Sustainability**



**Sustainable Operations: A comprehensive guide for manufacturers**



**Automotive Smart Factories**



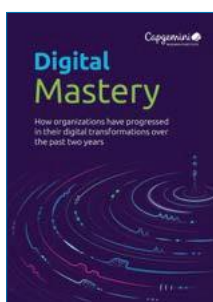
**Accelerating the 5G Industrial Revolution**



**How data ecosystems lead to competitive advantage**



**Sustainable IT**



**Digital Mastery**



**The art of customer-centric artificial intelligence**



**The data-powered enterprise: Why organizations must strengthen their data mastery**



## キャップジェミニについて

キャップジェミニは、テクノロジーの力を活用して企業ビジネスの変革・管理を支援するパートナーシップにおけるグローバルリーダーです。キャップジェミニ・グループは、テクノロジーを通して人々が持つエネルギーを解放することで、包摂的で持続可能な未来を目指し、日々まい進しています。私たちは、世界約50ヶ国の29万人に及ぶチームメンバーから成る、極めて多様的で責任感の強い組織です。キャップジェミニは、50年にわたって積み上げてきた経験と実績そして豊かな専門知識を活かし、クラウド、データ、AI、コネクティビティ、ソフトウェア、デジタルエンジニアリング、プラットフォームなど、急速に進化するイノベティブなテクノロジーを原動力として、戦略から設計、オペレーションに至るまで、お客様の幅広いビジネスニーズすべてに対応して、お客様から厚い信頼をいただいています。グループ全体の2020年度の売上は、160億ユーロです。

**Get the Future You Want — 望む未来を手に入れよう |**  
[www.capgemini.com/jp-jp/](http://www.capgemini.com/jp-jp/)

## 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、デジタル全般に関するキャップジェミニの社内シンクタンクです。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、シンガポール、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。最近、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。

詳細は、以下をご覧ください。

[www.capgemini.com/researchinstitute/](http://www.capgemini.com/researchinstitute/)