

自動車・産業機械研究グループ

# 自動運転車の次なる展開： 専門家の見解から得られる示唆

自動運転技術は急速に進展しているが、その将来像はなお流動的である。マッキンゼーは、自動運転に関する第3回調査を実施し、業界リーダーの現時点での認識を探った

本稿は、マッキンゼーの自動車・産業機械研究グループの見解をまとめたものである。住川武人、山科拓也、アニ・ケルカー、ケルステン・ハイネケ、マルティン・ケルナーが共同で執筆し、小泉正剛、桂さゆ里が監訳・監修を行った



**自動運転車**は、本格展開に向けて**助走段階に入っている**。ここ数年で、初の自動運転レベル3 (L3) の車両が発売され、完全自動運転のロボタクシーによる運行が週70万回超に達し、自動運転トラックでも初の無人デモ走行が実施された。こうした動きは世界各地で進んでいる。欧州ではこれまでに35件超の自動運転車の実証実験が行われており、米国では週45万回超、中国では週25万回超の商用運行による乗車サービスが提供されている<sup>1</sup>。

業界が前進を続ける一方で、この競争における勝敗の行方は、いまだ見通せない。開発各社が次なる技術面・投資面の障壁を乗り越えようとするなか、技術スタックが今後どのように進化していくかについては、まだ不透明な点が残っている。言い換えれば、高度運転支援システムと自動運転には、なお発展の余地があるということである。

この変化の速い業界の動向を把握するため、マッキンゼー・センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) は、業界リーダーを対象とした調査を実施した。この調査は半年に一回行っており、今回は3回目にあたる。あわせて、その結果を議論するためのワークショップも開催した(コラム「調査概要」を参照)。この度の調査では、特に注目すべき示唆がいくつか得られた。具体的には、自動運転の普及時期の後ろ倒しや開発コストの上昇に関する専門家の見解、地域ごとの進捗に関する見方、さらに自動運転技術として最終的に主流となる形についての考え方などである。以下、これらの示唆を含む重要なポイントを詳しく見ていく。

## 自動運転車の普及時期はさらに後ろ倒しとなる見通し

今回の2025年調査では、自動運転車の普及時期が、自動運転の大半のユースケースで2023年の調査時<sup>2</sup>より平均1~2年後ろ倒しになると予測されている(図表1)。L4ロボタクシーは、すでに米国と中国の一部都市でサービスが開始されているものの、世界各地での本格展開は、従来予想されていた2029年から2030年にずれ込むとみられている(コラム「自動運転レベルの定義」を参照)。同様に、都市部でのL4自家用車の実証実験は2030年から2032年へ、完全自動運転トラックの実用化は2031年から2032年へと後ろ倒しになる見通しである。専門家の見方を総合すると、モビリティ分野でL4が最初に商用化されるのは、自家用車ではなくロボタクシーになる可能性が高い。

<sup>1</sup> Jasmine Wu and Deirdre Bosa, "Waymo crosses 450,000 weekly paid rides as Alphabet robotaxi unit widens lead on Tesla" CNBC, 2025年12月8日更新

<sup>2</sup> "Autonomous vehicles moving forward: Perspectives from industry leaders" マッキンゼー、2024年1月5日

## 調査概要

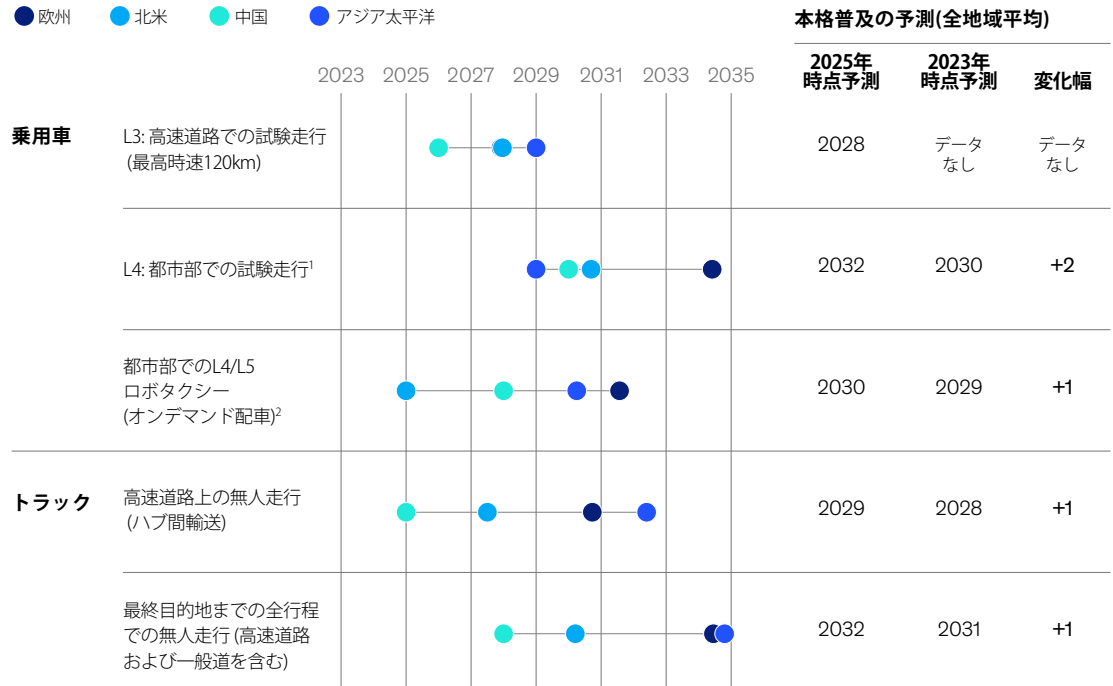
マッキンゼー・センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) は、The Autonomous および Ride AI と連携し、自動運転業界のリーダーを対象とした調査を年2回実施している。

2025年1月に実施した第3回調査には、世界各地の91人の意思決定者が参加した(欧州43人、北米35人、アジア13人)。調査対象には、自動車、運輸、ソフトウェア分野のスタートアップ企業および既存大手企業に加え、大学や地図・ナビゲーション企業などの関連組織も含まれる。回答者は、製品管理責任者、技術担当幹部、最高顧客体験責任者 (CXO)、戦略責任者などを中心に、この分野での専門性と業界経験に基づいて選定した。さらに、回答の背景にある考え方をより詳しく把握するため、The Autonomous 主催のカンファレンスにおけるワークショップでも調査結果について議論した。一部については、分析を深める目的で、2023年調査との比較も実施している。

図表 1

## 普及時期は後ろ倒しでも、レベル4のユースケースは各地域で10年以内に導入される見通し

### 自動運転ユースケースごとのタイムライン



設問: 自動運転の各ユースケースについて、各地域で導入される時期はいつ頃と見込まれますか

<sup>1</sup>都市部の高速道路では、ドライバーは移動中に車載機能または自身のデバイスを用いて、仕事やゲームなどをして過ごすことができる。ただし、状況によってはドライバーが運転を引き継ぐ必要がある

<sup>2</sup>ロボタクシーは、ドライバーなしで完全自動運転を行い、あらゆる輸送リクエスト(貨物・旅客)に対応する。乗客は移動時間を仕事や余暇に使うことができる

資料: マッキンゼー・センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) が世界各地の意思決定者を対象として実施した調査 (2025年; n=91)。内訳は、欧州43、北米35、中国5、アジア太平洋7、その他1)

自動運転車の普及状況は地域によっても異なる。前述の通り、ロボタクシーの導入は米国と中国で最も早く進んでいるが、その他の地域では導入が遅れる可能性がある。調査によると、多くの専門家は、ロボタクシーが広く普及し、あらゆる地域で利用可能になるまでには、3~7年を要すると予測している。自動運転トラックおよび乗用車の普及についても同様の傾向が見られ、中国と米国が先行し、大半のユースケースにおいて欧州や他のアジア諸国よりもかなり早い時期に導入されると見込まれている。この地域差には様々な要因があると考えられ、例えば開発サイクルの速さ、機動的な事業組織やスタートアップ文化、規制面の後押し、資金調達の容易さ、強固なAI・ソフトウェア基盤、自動運転に適した道路・都市インフラ(比較的混雑が少ない環境など)、市場規模の大きさ、そして新技術の大規模実証に対する積極姿勢などが挙げられる<sup>3</sup>。

## 自家用量販車市場では L2+ が主流になりつつある

今回の調査では、専門家の49% (最多グループ)が、自家用車市場 (ロボタクシーを除く)では2035年までにL2+ 機能が主流になるとみている (図表2)。2023年調査では、専門家の52%が、L3以上のシステムが市場の中心になると予想していたが、現在はその見方が後退している。こうした従来の予測は、主にL3システムのコストが低下するとの見直しに加え、L3車両の利点、例えばドライバーが休息を取ったり、仕事やゲームなど運転以外のことに時間を使えたりする点が、車両としての商品価値を高めるという前提に基づいていた。

今回の調査では、市場の中心はL3以上になると予測する専門家は39%にとどまっている。この背景には、資金不足、開発・検証コストの高さ、そして技術進歩の遅れなどが要因となっている可能性がある。現在、専門家の間では、L3の自動運転機能は幅広い量販車市場向けというよりも、主としてプレミアム車を対象とした、限定的な付加価値機能として位置づけられるとの見方が強まっている。

---

<sup>3</sup> “Autonomous vehicles moving forward: Perspectives from industry leaders” マッキンゼー、2024年1月5日

## 自動運転レベルの定義

自動車を含む輸送機器技術の国際基準を策定する非営利組織であるSAE Internationalは、自動運転レベルをレベル0 (L0) からレベル5 (L5) までの6段階に区分し定義している。

L0～L2: 運転の主体はあくまでドライバーである。警報、ブレーキ、加速、ステアリングなどの運転支援機能が備わるものの、いずれもドライバーによる常時監視が前提となる。

L3: 渋滞時など特定の条件下に限り、システムによる自動運転が可能となる。ただし、システムから介入要求があれば、ドライバーが速やかに運転を引き継ぐ必要がある。L3は、現時点で一般消費者が広く利用可能な自動運転システムとしては、最も高いレベルである。

L4: 限定された領域であれば、システムが運転の主体となり、ドライバーによる介入を必要としない。現在はロボタクシーを含むL4の実証、開発、導入が進められている。

L5: あらゆる環境下、あらゆる条件下で完全自動運転が可能である。この状態が、自動運転車開発の最終到達点である。

図表 2

## 自動運転の将来像は見直されつつあり、量販車ではレベル2+機能が主流になるとみられている

### 2035年における普及シナリオ

- 大半の車両に標準装備される安全機能
- 主としてプレミアム車向けのニッチなオプション機能

	シナリオ 1			シナリオ 2			シナリオ 3		
	ADAS <sup>1</sup> の普及は限定的			量販車市場でL2+が普及			量販車市場でL3+が普及		
概要	大半の車両には、レベル2 (L2) 以下の安全機能とADAS機能が搭載されている。L2+およびL3は、主に一部のプレミアム車向けのオプション機能となる			大半の車両はL2+へ移行する。L3は、主にプレミアム車向けのニッチなオプション機能となる			大半の車両はL3へ移行する。自動運転システムのコスト低下に加え、付加価値の向上によって価格プレミアムの受容性が高まる		
自動運転レベル	L1 and L2	L2+	L3+	L1 and L2	L2+	L3+	L1 and L2	L2+	L3+
	●	●	●	●	●	●	●	●	●
最も有力なシナリオ 回答者の比率	12%			49%			39%		
2023年調査 回答者の比率	8%			40%			52%		

設問: 2035年までにADAS搭載車および自動運転車はどの程度普及していると予想しますか

<sup>1</sup>先進運転支援システム

資料: マッキンゼー・センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) が世界各地の意思決定者を対象として実施した調査 (2025年; n=91)。内訳は、欧州43、北米35、中国5、アジア太平洋7、その他1)

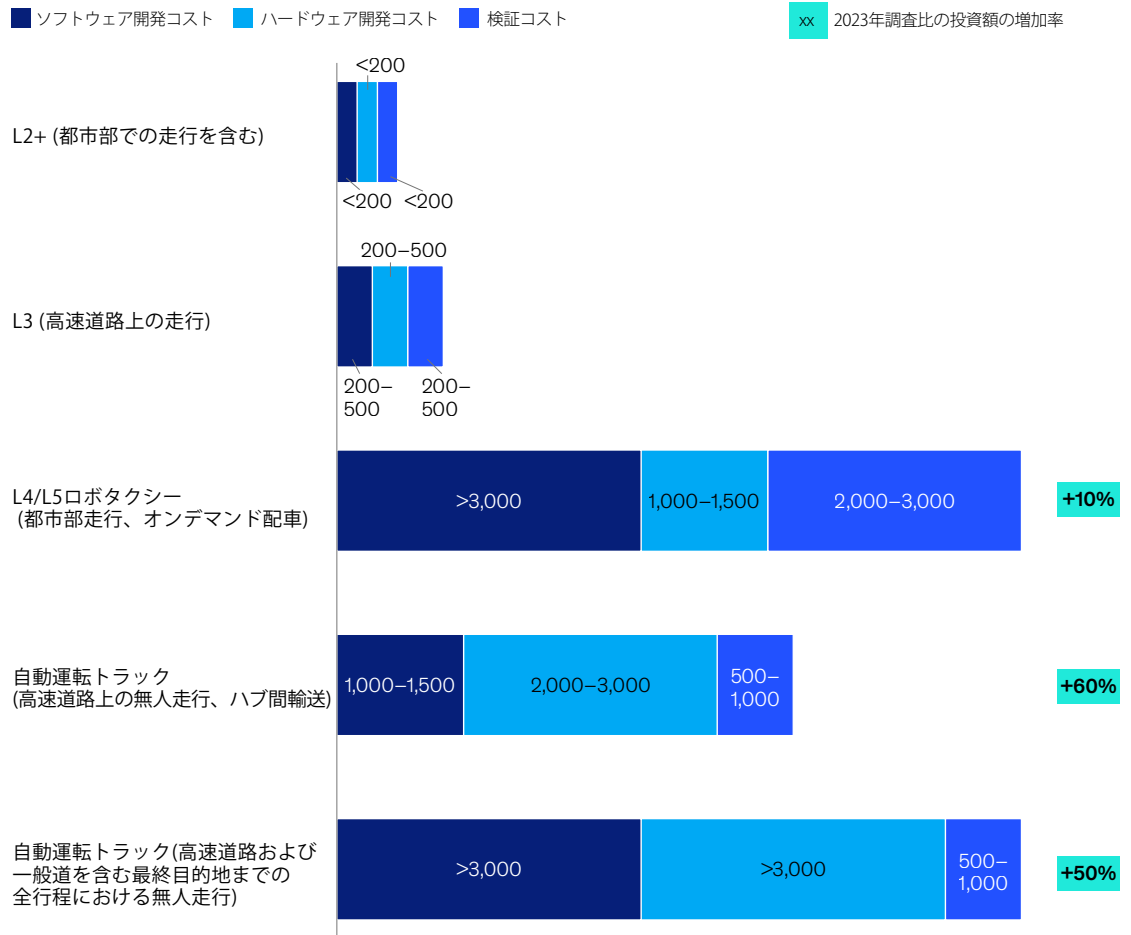
## 専門家は自動運転レベルが上がるほどコストが増加するとみている

2023年調査と比較すると、専門家は、AI技術がさらに進展したにもかかわらず、自動運転レベルが上がるほどコストがさらに増加すると見積もっている(図表3)。これは、前回調査時点では、実証段階から商用展開へ移行する際のコストが過小評価されていたためかもしれない。例えば、量産化、多様なエッジケース(例外的な事象)への対応、そして検証・妥当性確認にかかるコストなどである。

図表 3

### 自動運転レベルが高度になるほど開発コストの上振れ幅が大きくなる

#### 自動運転車の開発コスト(百万ドル)



設問: 車両を市場投入するには、(業界プレーヤーとして)どの程度の投資が必要になると見込んでいますか先進運転支援システム  
資料: マッキンゼー・センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) が世界各地の意思決定者を対象として実施した調査 (2025年; n=91)。内訳は、欧州43、北米35、中国5、アジア太平洋7、その他1)

McKinsey & Company

実際、調査結果にもその傾向が表れている。L4ロボタクシーのコスト見積もりは小幅な上昇にとどまっているが、これは、ロボタクシーがすでに規模拡大の段階に入っており、事業化に必要な要件について、業界リーダーの認識がより具体化しているためと考えられる。一方、自動運転トラックのコスト見積もりでは、用途によっては50～60%の大幅な上方修正が必要とみられている。これは、自動運転トラックが本格的な商用展開に至るまでには、なお時間を要するためとみられる。

この他にも、自動運転レベルが高くなるほど想定コストが増加する要因がある。自動運転レベルが低い場合、一般的に、アルゴリズムやハードウェア構成(センサーや計算基盤)にはそれほど高性能なものは求められない。このため、専門家は、ソフトウェア開発や検証・妥当性確認に要するコストは、高度自動運転車(L4・L5のロボタクシーやトラック)で想定されるコストの4分の1から7分の1程度に抑えられるとみている。一方で、都市部のロボタクシーやその他の高度自動運転車は、複雑な交通シナリオや様々なエッジケースに対応しなければならない。そのため、ロボタクシーや全行程自動運転トラックは、このような技術的ハードルを乗り越え、市場投入が可能な水準に達するまでに、ソフトウェアだけで30億ドル超の投資が必要になると見込まれている。一方、ハードウェアの開発コストは、自動運転レベルよりもフォームファクター(車両タイプ)に大きく依存しているため、自動運転トラックのコストは、ハブ間輸送型か全行程輸送型かを問わず、他の車種を大きく上回っている。

## 高コストが自動運転関連企業にとって最大のペインポイントとなっている

完全自動運転の実現に向けてどのような障壁が残されているのかを把握するため、今回の調査ではADAS開発におけるペインポイントを検証した。その結果、製造物責任の問題や技術面の課題が上位に挙げられたが、なかでも最大のペインポイントとなっているのは、高額なコストであることが明らかになった(図表4)。このことは、業界が開発段階から普及段階へと移行しつつあることを明確に示している。実際、ADASのコスト見積もりは、ここ数年で上昇している。市場として成熟するまでの開発期間の遅延が積み重なり、技術プレーヤーへの圧力が高まっているためである。

製造物責任や規制をめぐる不確実性は、中程度のペインポイントとなっている。これは、ADASおよび自動運転の安全性や規制適合性の確認の重要性に加え、サプライヤー、自動車メーカー(以下、OEM)、最終顧客、ユーザーといったバリューチェーン上の関係者の間で、責任分担の枠組みがまだ確立されていないことが背景にあるとみられる。

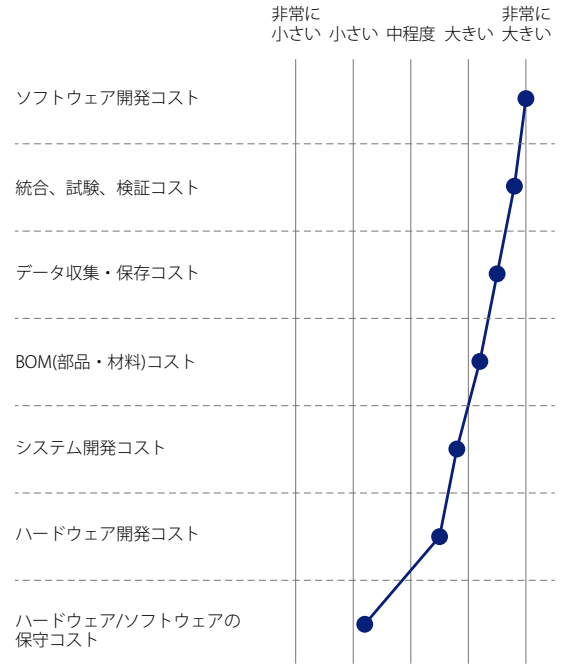
図表 4

## 自動運転レベルが高度になるほど開発コストの上振れ幅が大きくなる

先進運転支援システム (ADAS)開発における  
現時点のペインポイント (平均順位、4段階評価)



ADAS開発において、改善余地の大きいコスト  
要因 (平均順位、5段階評価)



設問 (1): ADASおよび自動運転 (AD)技術の開発における各ペインポイントは、現時点でそれぞれの程度大きいですか

設問 (2): ADAS/AD技術開発における各コスト要因の改善余地は、それぞれの程度大きいと考えられますか

資料: センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) が世界各地の意思決定者を対象として実施した調査 (2025年; n=91。内訳は、欧州43、北米35、中国5、アジア太平洋7、その他) マッキンゼー

McKinsey & Company

また、2025年調査では、専門家は潜在的なペインポイントの中で「競争」を最も低く位置づけた。その理由の一つとして、業界再編後の市場構造への移行が進む中で、複数の競合が共存・成長できるだけの十分な収益機会が存在すると各プレイヤーが認識するようになったことが挙げられる。また、「人材不足」が大きなペインポイントとみなされていないことも関係しているとみられる。これについては、近年の業界再編や、研究開発プロセスを支援・加速するAIの出現によって、人材確保の環境が改善している可能性が高い。

## 専門家は技術スタックの地域分化がさらに進むと予想している

ADASの技術スタックが世界各地でどのように展開していくかについて、複数のシナリオを示した。大半の専門家(61%)は、中国独自の技術スタックが形成されると予測している一方で、地域ごとの技術スタックがどのように形成されるかについては見解が分かれた。専門家の26%は、欧州、米国、中国がそれぞれ独自の技術スタックを持つと予測し、35%は、中国は独自の技術スタックを持ち、米国と欧州はそれとは別の技術スタックを共有するとみている。また12%は、米国が独自の技術スタックを持ち、中国は独自開発した別の技術スタックを欧州と共有すると予測している。専門家が中国独自の技術スタックが形成されると見込んでいる背景には、中国の消費者の間ですでにADAS機能への関心が高まっていることや<sup>4</sup>、中国に独立したサプライチェーンがあること、さらに地政学的な不確実性の高まりによって、各産業で地域分化が進んでいることなどがあると考えられる(図表5)。

## 自動運転ソフトウェアの技術スタックでは、E2EのAIシステムを組み合わせたハイブリッドモデルが有力視されている高い

自動運転分野で比較的新しいアプローチであり、一部の先行プレーヤーが採用している「エンド・ツー・エンド(以下、E2E)」について、専門家の予測を詳しく分析した。E2Eのプラットフォームでは、1つの大規模なAI基盤モデルをベースとして、機械学習を用いて訓練を進める。このアプローチは、従来型の車両向けソフトウェア開発とは異なる。これまでは、プログラマーが手作業のコーディングまたは個別のAIアルゴリズムによって、知覚、センサフュージョン、経路計画に関する車両のルールを別々に定義していた。

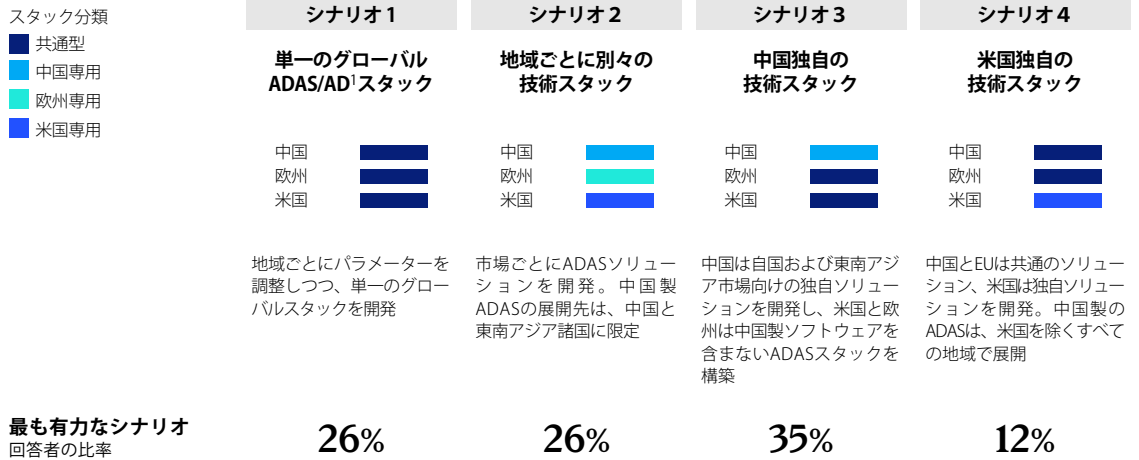
E2Eは、人間のような運転挙動を再現することを含め、性能面での利点をもたらす可能性がある。E2E技術スタックを採用した車両は、自動運転での走行実績が少ない地域(あるいは一度も試験走行したことがない地域)でも、比較的容易に走行できるようになる。また、E2E学習システムを構築することで、開発コストを削減できる可能性がある。調査対象の専門家の32%は、10~20%程度のコスト削減を見込んでおり、35%の専門家は20%以上の削減を予想している。一方で、E2Eにはいくつかの欠点もある。専門家は、導入時の最大の課題として、規制面および安全面での懸念(AIのハルシネーションや、モデルの判断過程の不透明さ)を挙げている。次に続くのが、このようなシステムの構築に不可欠となる、AIに精通した高度人材の確保の難しさや、データセンターの構築や必要なデータの収集に要する多額の投資である。

<sup>4</sup> “China Auto Consumer Insights 2025: Gaining momentum (日本語版「中国自動車市場の消費者インサイト2025年版」)” マッキンゼー、2025年9月30日

図表 5

## 3分の1以上の回答者が中国独自のソリューションが開発されると見込んでいる

### 主要地域における技術スタックの分化シナリオ



設問: AV技術スタック全体を踏まえた場合、今後、技術スタックは地域ごとにどのように共通化または分化していくと考えられますか

<sup>1</sup>先進運転支援システム/自動運転

資料: マッキンゼー・センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) が世界各地の意思決定者を対象として実施した調査 (2025年; n=91。内訳は、欧州43、北米35、中国5、アジア太平洋7、その他1)

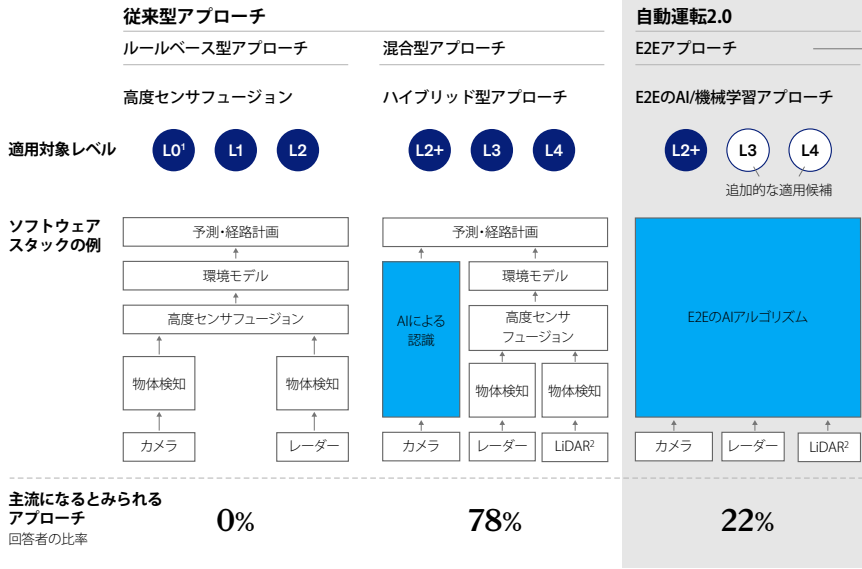
McKinsey & Company

このような課題があるため、将来的に「E2Eのみ」のアプローチが主流になると予想している専門家は22%にとどまる。これに対し、専門家の大多数は、従来型アルゴリズムとE2EのAIシステムを組み合わせたハイブリッド型が主流になると見込んでいる(図表6)。例えば、この種の車両ではE2Eモデルで走行軌道を算出し、その後、従来型アルゴリズムでその軌道を検証する構成が想定される。ユースケース別にみると、ドライバーが監視し、システムに不具合が生じた場合に介入できるL2+までは、「E2Eのみ」のアプローチが用いられる可能性があると専門家は考えている。L3以上のユースケースでは、「E2Eのみ」のモデルが主流になると見込む専門家は10%未満にとどまる。

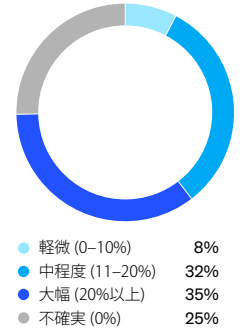
図表 6

## 専門家は自動運転車のソフトウェア開発ではハイブリッド型のアプローチが主流になるとみている

今後最も有力とみられるソフトウェア開発アプローチ



E2Eアプローチによるコスト削減の見込み



E2Eアプローチの主要課題 (上位3項目)

- 1 規制面および安全面での懸念
- 2 高度人材の不足
- 3 企業の投資意欲の弱さ

設問: 業界で新たなソフトウェア開発アプローチが登場するなかで、将来的にどのアプローチが主流になると考えますか

<sup>1</sup> Level 0

<sup>2</sup> ライダー (Light detection and ranging)

資料: マッキンゼー・センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) が世界各地の意思決定者を対象として実施した調査 (2025年, n=91)。内訳は、欧州43、北米35、中国5、アジア太平洋7、その他1

McKinsey & Company

## ハードウェアとソフトウェアの調達戦略について、専門家の見解は一段と多様化している

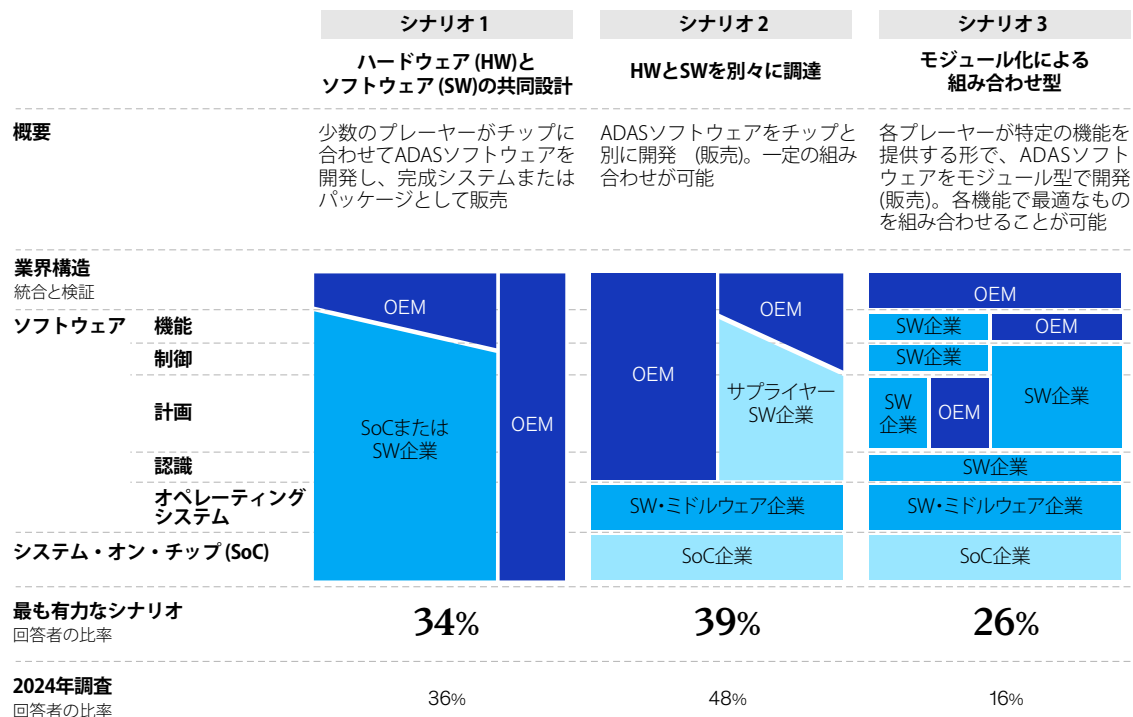
2025年調査では、2035年の時点でOEMがハードウェアとソフトウェアのコンポーネントをどのような形で調達するとみられるかについて、専門家の意見が大きく分かれた。現在、L2+市場の大半は、チップとソフトウェアを一体で開発するシステム開発企業が主導している。しかし、調査対象の専門家は、2035年にはハードウェアとソフトウェアを分けて調達する形、つまりOEMはソフトウェアとは別にチップを調達する形態が主流になると予測している。このシナリオには、一部のOEMがソフトウェアを自社開発する可能性も含まれる。専門家の約3分の1 (34%) は、チップとソフトウェアをテック企業とチップ企業が共同開発する、またはOEMがすべてを内製するシナリオが有力とみている。

今回の調査で最も注目すべき変化は、組み合わせ型アプローチが主流になるとみる専門家の割合が増加したことであり、2023年の16%から2025年には26%に上昇した。このシナリオでは、技術スタックの各要素を様々なサプライヤーから調達し、それらをOEMまたはTier1サプライヤーが最終製品に統合する。専門家が組み合わせ型アプローチの広がりを見込む背景には、E2Eやハイブリッド型アーキテクチャの台頭があるとみられる。これらのアーキテクチャでは、1社のサプライヤー（またはOEMの自社開発）によるE2Eシステムと、別のサプライヤーによる従来型システムを柔軟に組み合わせられるためである（図表7）。

図表 7

## 今回の調査では、技術スタックの調達戦略に関する専門家の見解が一段と分かれる結果となった

### 2035年に最も有力視される調達戦略



設問: ADASおよび自動運転ソフトウェア開発の業界構造は、2035年までにどのような形態になると予想しますか  
資料: マッキンゼー・センター・フォー・フューチャー・モビリティ (MCFM) が世界各地の意思決定者を対象として実施した調査 (2025年; n=91)。内訳は、欧州43、北米35、中国5、アジア太平洋7、その他1)

McKinsey & Company

## 自動運転市場で成功するための示唆

2025年調査の結果は、自動運転関連企業にとって様々な示唆を含んでいる。なかでも、特に重要なポイントは以下の通りである。

- 変化に対応し続けるため、俊敏性と柔軟性を高める  
技術、規制、社会的受容に関する不確実性を踏まえると、自動運転に関する最新動向を常に把握し、変化に迅速に適応していく必要がある。特に、専門家の見方が分かれている領域、例えばハードウェアとソフトウェアの調達戦略や、地域ごとの技術スタック戦略などにおいて重要である。
- 市場戦略の成功には、注力領域の見極めと協業が鍵となる  
自動運転市場の変化と再編が進むなか、自社に勝ち筋のあるバリューチェーン上の領域に注力することが有効である。中核事業以外の分野については、パートナーシップを活用することで、市場シェアの拡大にもつなげられる。
- 常に顧客価値に焦点を当てることが重要である  
急速に変化する現在の市場では、顧客が何に対価を払う意思があるのかを見極め、その期待に応える製品・サービスを構築していくことが求められる。
- 本格展開には、安全確保に関するガイドラインが不可欠である  
新技術の開発と同様に、安全性の確保と規制対応は極めて重要である。安全かつ円滑な普及に向けては、業界団体が連携して基準を策定することが重要である。
- 組織力の高さが着実な実行を支える  
技術、事業開発、オペレーションの各チームが緊密に連携することで、開発コストを効果的に管理し、スピード感をもって前進することができる。

---

自動運転業界は、緩やかなペースではあるものの、自動運転の本格的な実用化へと近づいている。課題はなお残る一方で、業界における新たなイノベーションや提供価値には確かな進展が見られる。各社は、変化し続ける事業環境を踏まえて計画を策定し、柔軟に見直していくことで、今後の自動運転市場において自社の優位性を発揮できる領域を見極めることができる。

**住川 武人** (シニアパートナー、東京オフィス)  
**山科 拓也** (パートナー、関西オフィス)  
アニ・ケルカー (パートナー、ボストンオフィス)  
ケルステン・ハイネケ (パートナー、フランクフルトオフィス)  
マルティン・ケルナー (パートナー、ミュンヘンオフィス)

監訳・監修  
**小泉 正剛** (アソシエイトパートナー、東京オフィス)  
**桂 さゆり** (C&I スペシャリスト、東京オフィス)

翻訳・編集  
**中藪 由美** (シニアエディター・トランスレータ、関西オフィス)