

モビリティDX検討会 第1回SDV領域WG 事務局資料

2024年12月18日

製造産業局 自動車課 モビリティDX室

目次

1. 今年度議論の背景

2. 多様なSDVの必要性、SDV普及の見込み

3. SDVの重要要素（協調領域）と直近の動向及び今年度の論点

4. 個別テーマの議論

1 サイバーセキュリティ

2 ソフトウェア人材

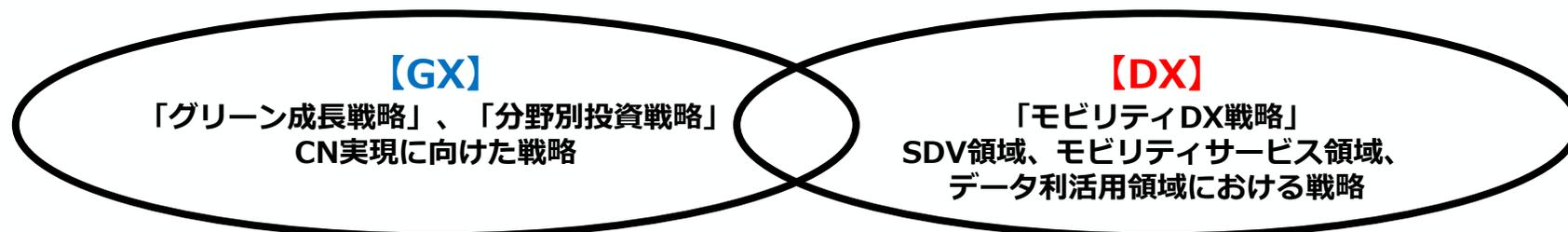
3 生成AI：先行事例創出/実サービスでの利活用

4 SDV領域の競争力強化に向けた標準化・ルール形成戦略

「モビリティDX戦略」の策定の経緯

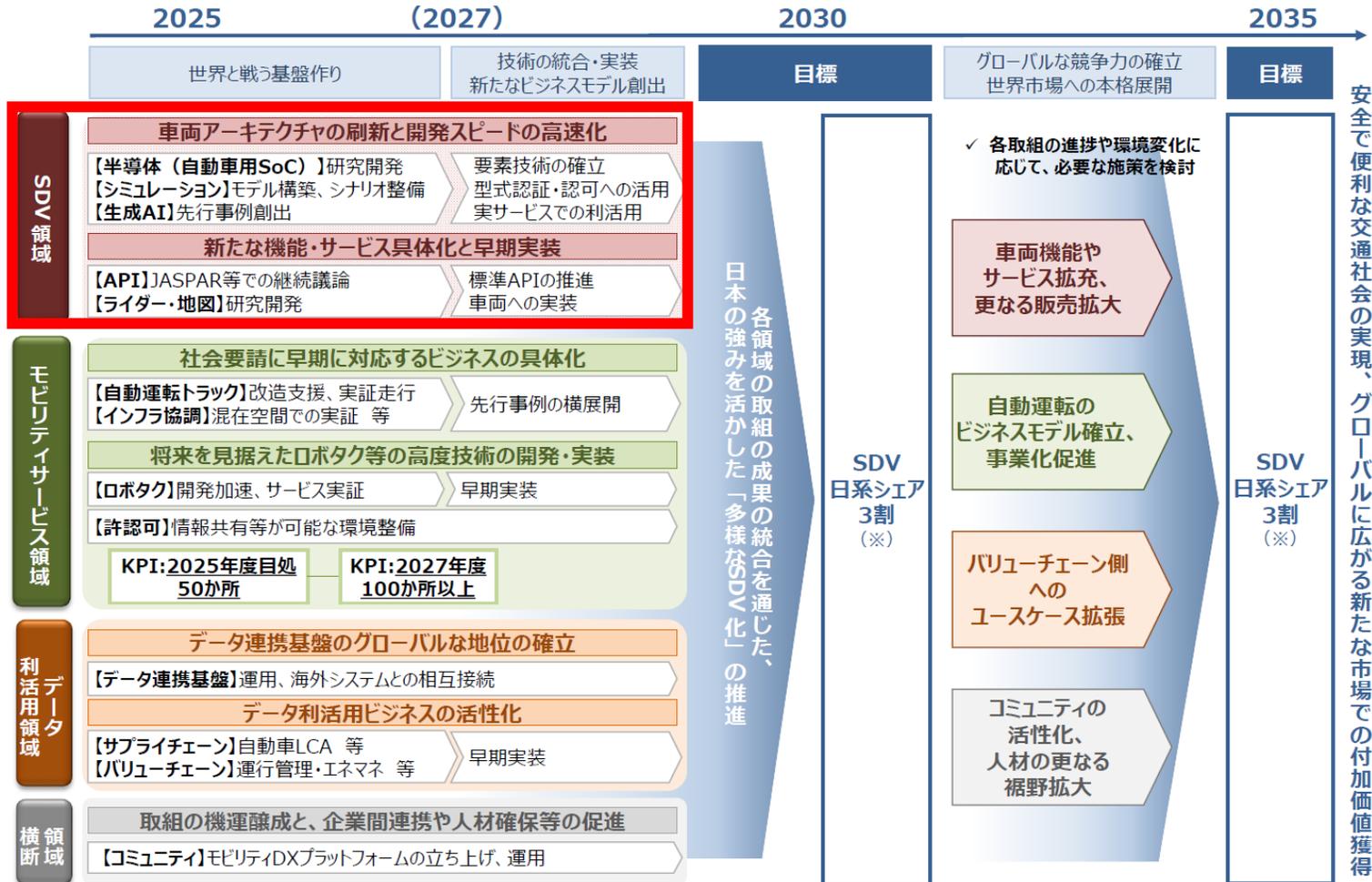
- 自動車・モビリティにおいては、GXとDXでの2軸での産業構造変化が進む。
- GXは、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（令和3年6月改定）や、分野別投資戦略（令和5年12月策定）において、自動車産業の戦略を策定。①イノベーションの促進、②国内生産拠点の確保、③GX市場創造の3本柱に沿って、次世代電池の研究開発支援や、各種補助金等の施策パッケージが展開されてきたところ。
- DXは、これまで主に自動運転の社会実装の観点から、2025年度目途での全国50か所程度の実現といった目標設定や、個別の実証案件形成等に取り組んできた。他方、自動車産業を取り巻くデジタル技術の進展に伴い、今後、DXがGXと並ぶ大きな競争軸となっていく。
- このため「モビリティDX検討会」において、官民での議論から導き出した2030～2035年に向けた勝ち筋として、ソフトウェア・ディファインド・ビークル（SDV）、自動運転やMaaSといった新たなモビリティサービス、企業を超えたデータ利活用等、DX全体を貫く「モビリティDX戦略」を2024年5月に策定。2024年10月に「モビリティDXプラットフォーム」を立ち上げ。
- 今年度は、モビリティDX戦略の更新と実行戦術を検討していく。

自動車産業の戦略



「モビリティDX戦略」に関するロードマップ

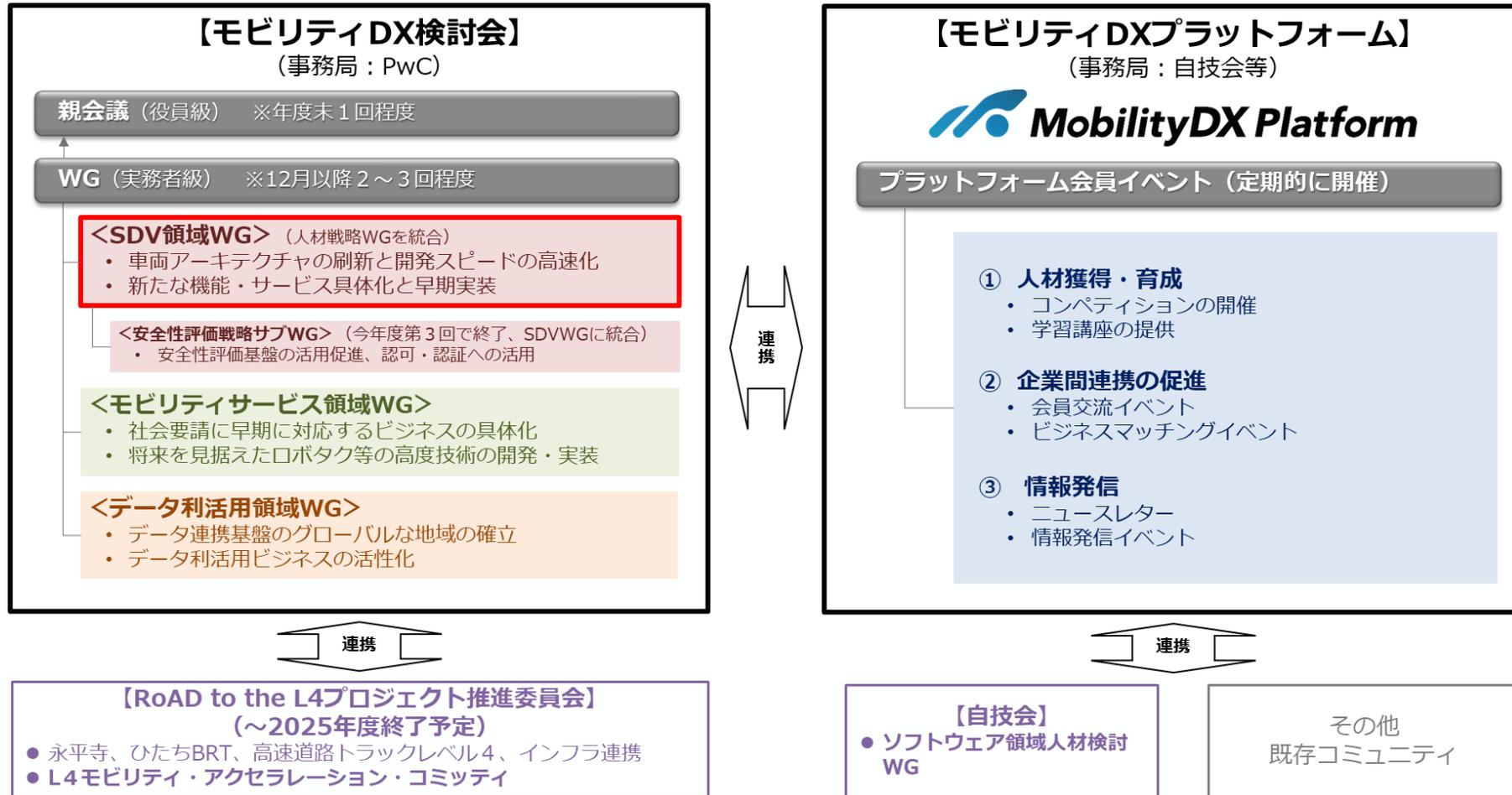
- 新たな環境変化を踏まえ、「SDV日系シェア3割」の実現に向けて領域別の取組方針を策定



※一定の想定で試算すると、2030年日系シェア3割は約1,100万台～1,200万台、2035年日系シェア3割は約1,700万台～1,900万台に相当。

本年度モビリティDX検討会の推進体制

- 「モビリティDX戦略」に基づき、「SDV」「モビリティサービス」「データ利活用」3つの協調領域に分かれてWG検討を実施



目次

1. 今年度議論の背景

2. 多様なSDVの必要性、SDV普及の見込み

3. SDVの重要要素（協調領域）と直近の動向及び今年度の論点

4. 個別テーマの議論

- 1 サイバーセキュリティ
- 2 ソフトウェア人材
- 3 生成AI：先行事例創出/実サービスでの利活用
- 4 SDV領域の競争力強化に向けた標準化・ルール形成戦略

「モビリティDX戦略」の目標設定

- 「モビリティDX戦略」における目標として、2030年及び2035年でのSDVのグローバル販売台数における「日系シェア3割」を設定

■ 取組目標：SDVのグローバル販売台数における「日系シェア3割」の実現（2030年及び2035年）

【2030年：基盤の統合・実装による、新たなビジネスモデルの構築】

＜目標の考え方＞

- プラットフォーム刷新が進むBEVや高級セグメントからSDV化が進み、徐々に拡大。
- 2027年までに、開発・実証環境の整備や要素技術の確立等を通じた世界と戦える基盤を作りを進め、成果の統合・実装を通じて、新たなビジネスモデルを構築する。
- 2030年におけるSDVグローバルの販売台数を約3,500万台～4,100万台と想定した場合、日系シェア3割は約1,100万台～1,200万台に相当する。

【2035年：グローバルへの本格展開】

＜目標の考え方＞

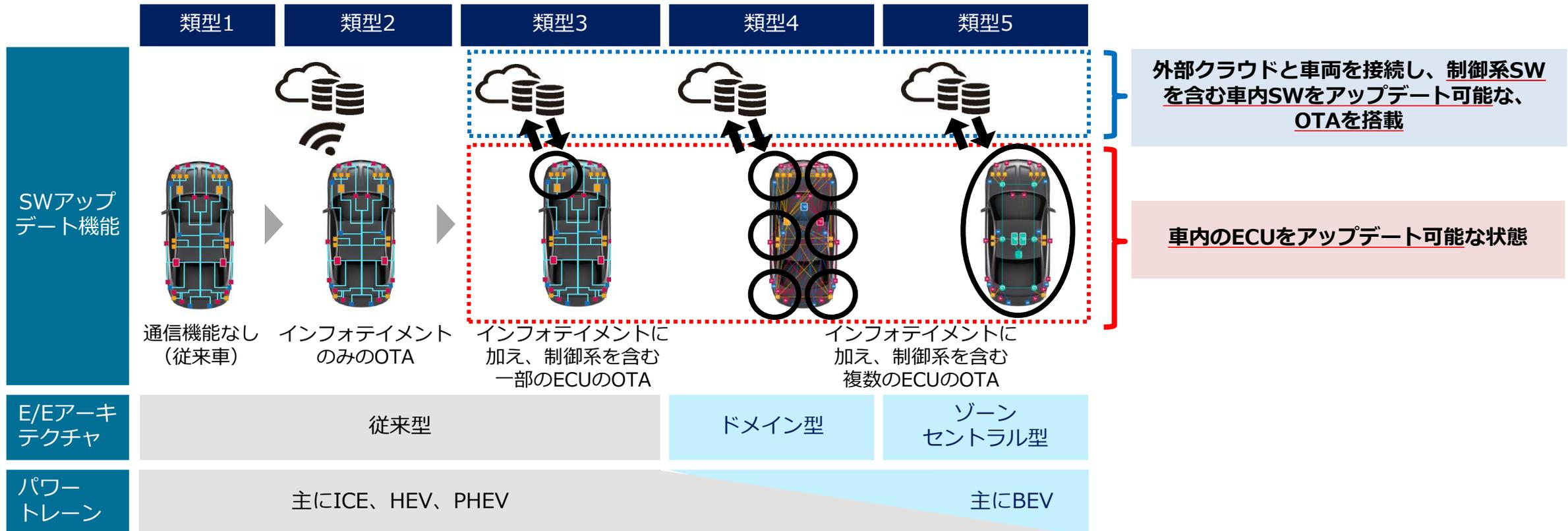
- PHEV・HEV等へのパワートレインの広がりやセグメントの広がりにより、SDV市場が更に拡大。
- 標準化やスケール化により、構築したビジネスモデルを更に磨き、グローバルへの展開を進める。
- 2035年におけるSDVグローバルの販売台数を約5,700万台～6,400万台と想定した場合、日系シェア3割は約1,700万台～1,900万台に相当する。

多様なSDVの定義

- SDV化の流れには、通信機能、OTA機能、ビークルOS*の搭載など、複数の段階が存在。また、**BEVのみならず、ICEも含めた全てのパワートレインのSDV化が進んでいく**
- こうした背景の下、**ターゲットの市場や我が国の強み（パワトレの多様性や乗り心地等）を踏まえ、パワトレ・機能・価格面での「多様なSDV化」を目指すことが重要**

【多様なSDVの形】

*統合ECUに搭載され、HWとSWを分離する役割



(参考) 多様なSDVの事例

- SDVによる「クルマを超えた価値提供」のアプローチは多様。社会システム化やエンタメなどが取り込まれている

テスラ



クルマの新価値を先導

- ゾーンセントラルアーキテクチャを採用
- OTAによる高頻度のソフトウェアアップデートを実施
- クルマ販売以外のサービスによるマネタイズに成功

BYD



SDVへの移行に急速に対応

- ドメインアーキテクチャを採用
- ファーウェイと提携し、ファーウェイの自動運転技術を搭載

トヨタ



各地域の事情に応じた最適なパワトレを導入するマルチパスウェイ戦略

- SDV開発においては、ソフトウェア基盤「Arene」を開発
- SDVの基盤作りのため、自動車産業を超えた「戦略的パートナーシップ」を構築

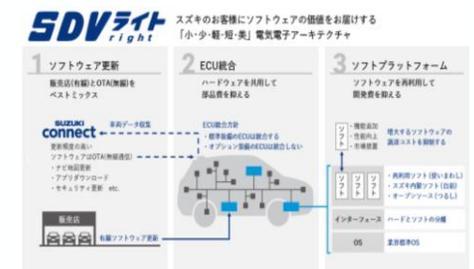
ソニー・ホンダモビリティ



クルマを超えた、エンターテインメントデバイス化を推進

- ソニーの音響・映像、ホンダの自動車技術により快適なデジタル空間の構築
- 後部座席の子供向けのエンタメ等が充実

スズキ



「これでいい、これがいい」SDVを開発

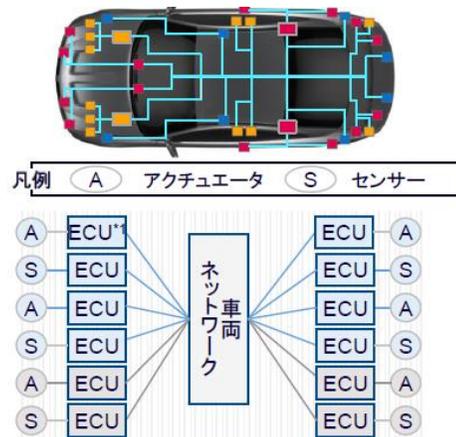
- 統合するECUをADASなどに限定
- 有線と無線のソフトウェアアップデートのベストミックス
- 地域（インド）に適したADASを開発

(参考) E/Eアーキテクチャの変化

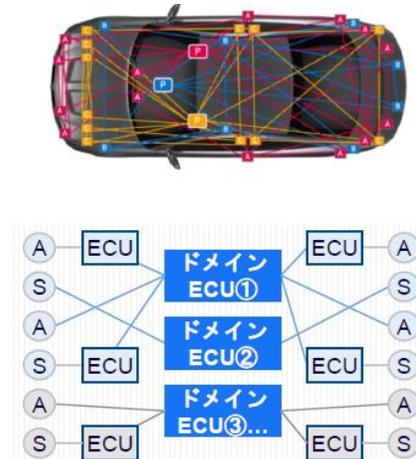
- E/Eアーキテクチャについて、ECUが機能ごとに搭載され構造も複雑な従来型から、特定の機能の集合で統合を進める「ドメイン型」、物的なゾーンに分けつつ中央統合制御を実施する「ゾーンセントラル型」へと進化

E/Eアーキテクチャの変化

従来型



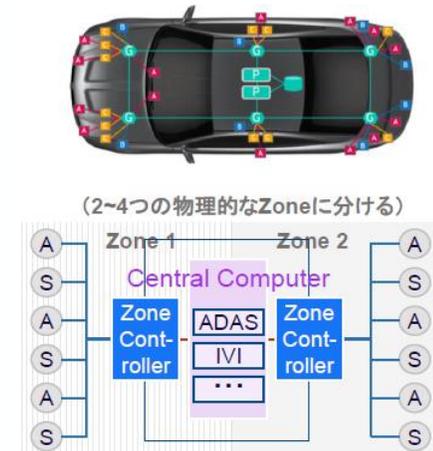
ドメイン型



【特定の機能の集合 (AD/ADAS等) で ECUを統合し、高機能化】

- 「従来型」から漸進的な変化
- 統合したドメイン内でのOTAが可能に
- 構造化が簡素化され、ECU減でコスト減であるもの、ハーネスは依然膨大

ゾーンセントラル型



【物理的なゾーン (前後・左右等) に分け、各ゾーンを中央から統合制御】

- 中央統合制御により、効率的な車両制御と全車内でOTAが可能に
- ハーネス簡素化により、コスト減

構造イメージ

特徴

日系シェア3割目標の実現に向けた多様なSDVの必要性（仮説）

- 日系シェア3割目標の実現に向けては、従来の車両価値を超えた新たな価値提供による既存購買層の更なる囲い込みを目指す取組と、新たな購買層の獲得に向けた取組の両輪が不可欠。その実現には、A～Dの「多様なSDV」が必要

顧客の変化

既存の購買層

将来的な新たな購買層

(主要パワトレ：電動車、主要地域：先進国)

機能性とカスタマイズ性を適時提供可能なSDV

サービス例：高度なAD/ADAS機能、パーソナライズされたコンテンツ等

A



(主要パワトレ：ICE、主要地域：新興国)

実用性重視の最低限の機能を備えた低価格SDV

サービス例：化石燃料依存度の高い国や低所得層への対応等

B



(主要パワトレ：BEV、主要地域：先進国)

移動を超えて、生活に融合したSDV

サービス例：エンタメコンテンツ、エネマネ、スマートハウス等

C



(主要パワトレ：電動車、主要地域：先進国・新興国)

自家用車を超えて、遊休車両の活用や社会課題解決に資するSDV

サービス例：ロボタクシーサービスや自動運転トラック・バス等

D



基盤 (安心・安全) の変化 サイバーセキュリティ等

従来の車両価値

利用価値

(参考) 先進事例 **A** 既存顧客×既存価値

- Teslaは、**運転行動データ**に応じて**保険料が低減する保険事業** (Tesla Insurance) や、**OTAによる高度な運転支援機能** (Full Self-Driving)のサブスク提供により、顧客から継続的な利益を獲得

Tesla Insuranceによる価値



安全運転スコアをアプリ上で確認¹⁾

保険料の仕組み

月間安全運転スコアにより毎月の保険料が変動

- 月間安全運転スコアは**リアルタイムの運転行動** (急ブレーキの割合や Autopilot²⁾の強制解除、危険な車間距離等) に基づき0~100で算出

顧客価値

保険料低減を目的とした安全性の向上

- 安全性の高い運転行動により、従来の保険料を70~80%まで低減
- **自動運転機能の適切な利用**も保険料算出の基準の一つ

Full Self-Driving (FSD) による価値



FSDの利用状況³⁾

FSD

高度な運転支援を実現

- 信号や一時停止の標識の認識による減速、自動駐車機能等、Autopilotと比べ高度



FSD (監視付き) の画面⁴⁾

顧客価値

サブスクリプションによる課金 / OTAによる安全性の向上

- FSDはOTAでアップデート
- FSD v12 (2024~)へのアップデートにより、工事区域における走行や迅速な車線変更・合流を実現

(参考) 先進事例 **B** 新規顧客×既存価値

- BYDは、政府のEV助成に加え、販売価格の低減策を講じて、廉価なSDVをタイで展開

BYDのタイでの普及施策

EV現地生産に伴う助成

- タイ政府のBEV工場建設の優遇策「EV3.0」を活用し、機械の輸入関税・法人税の免除などの優遇措置を受けた
- 将来の生産台数ノルマに応じた購入補助もBYDが受給（政府方針をくみ取り、BYD初の完成車の海外工場をタイに完成（2024））

販売価格の低減策

- 上記助成のキャンペーンとして一部車種を大幅に値下げし内燃機関車に近い販売価格帯に（2024年7月）

車種	ATTO3 *上位モデル	ZR-V (ホンダ) ¹⁾	フォレスター (スバル) ²⁾	エクリプスク ロス (三菱) ³⁾
値段	506万円 → 380万円	320万円～	300万円～	310万円～

- BEV購入者に対し、走行距離に応じたCO₂排出削減量に基づいたクレジットを付与（2024～開始済）

生産基盤の構築やサービスの展開により
継続的なタイ市場への製品投入を目指す

タイにおける展開車種の例

シール⁴⁾

シーライオン⁴⁾

外観



セグメント

Dセグメント
(スポーツセダン)

Dセグメント
(SUV)

パワー トレイン

BEV

PHEV

OTA

あり

あり

タイ市場において複数車種のSDVを展開

出典：Marklines. JETRO「タイで飛躍的に拡大したBEV市場、中国ブランド同士で競争激化」（2024年10月3日）、東洋経済ONLINE「中国EV大手BYD「初の海外工場」をタイに建設へ」（2022年9月26日）、JETRO「輸出市場を見据えたEVサプライチェーンを構築（タイ）」（2023年4月25日）、Rever Automotive公式サイト（2024年12月3日時点）を基にPwC作成

1) ホンダ 公式サイト（2024年12月6日時点）、2) スバル公式サイト（2024年12月6日時点）、3) 三菱自動車公式サイト（2024年12月6日時点）、4) BYDのタイの正規販売代理店Rever公式サイト（2024年12月6日時点）

(参考) 先進事例 既存顧客×新規価値

- NIOは、アフターサービスを越えた車外体験を提供することで既存顧客のロイヤルティを向上

アフターサービス

サービスパッケージ



1)

メンテナンス以上のパッケージを課金制で提供

- パッケージには、メンテナンス、洗車、空港での駐車、運転代行などが含まれる
- メンテナンス時の車の引取り等はスタッフが実施

NIO Power



2)

便利な充電サービスを提供

- スタッフが家から車を引取り充電後家に引き渡す所有者の手がかからない充電サービス
- 一定量までの充電スタンドでの充電の無料サービス

NIOユーザー限定の車外体験

NIO House



3)

オンラインコミュニティを提供

- NIOの車でいった場所やサービスの感想等を投稿する機能を展開
- グルメやコーヒーなど趣味をベースとしたコミュニティ機能を展開

NIOアプリ

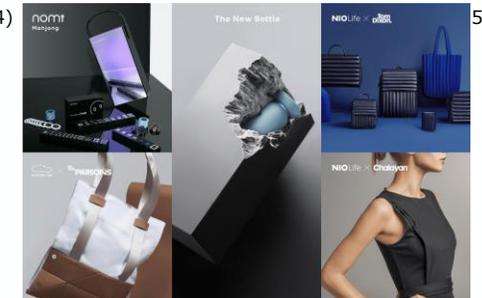


4)

ショールーム併設のラウンジ空間を提供

- コワーキングスペース、カフェ、図書館、キッズスペースなどを用意
- 世界中に161か所以上を運営

NIO Life



5)

NIO独自のライフスタイルブランドを展開

- 世界的なデザイナーとのコラボレーションにより制作した服飾品、インテリア、食品等を販売

(参考) 先進事例D 新規顧客×新規価値

- Teslaは、個人に対し自動運転車両を活用した新たな利用価値創出の機会を提供し、Aurora Innovationは、自動運転トラックにより物流課題を解決

Teslaの取組（個人によるロボタクシーサービス構想）

車両	<p>運転手が不要な新型車両を発表</p> <ul style="list-style-type: none">• 自動運転レベル4相当• ステアリング・ペダルなし
ロボタクシーサービス構想	<p>個人によるフリート事業を想定</p> <ul style="list-style-type: none">• 法人だけでなく、3万ドル以下（約440万円）で個人が購入可能• Teslaのイベント「WE,ROBOT」にて、Uber等の運転手が10~20台の車両を購入するフリート事業としての活用事例に言及  <p>車両外観¹⁾</p>

Aurora Innovationの取組（自動運転トラックの展開）

アメリカにおける社会課題	<p>長距離トラックドライバーの不足</p> <ul style="list-style-type: none">• 高齢化に伴い不足数が2021~2030年で倍増する可能性
社会課題を解決する取組	<p>自動運転レベル4相当のトラックを展開</p> <ul style="list-style-type: none">• 2024年後半にテキサス州のダラスとヒューストンを結ぶ州間高速道路が対象• 自動運転トラック20台が稼働予定• 自動運転により、物流のスピードアップと配達時間の短縮を期待  <p>トラック²⁾</p>

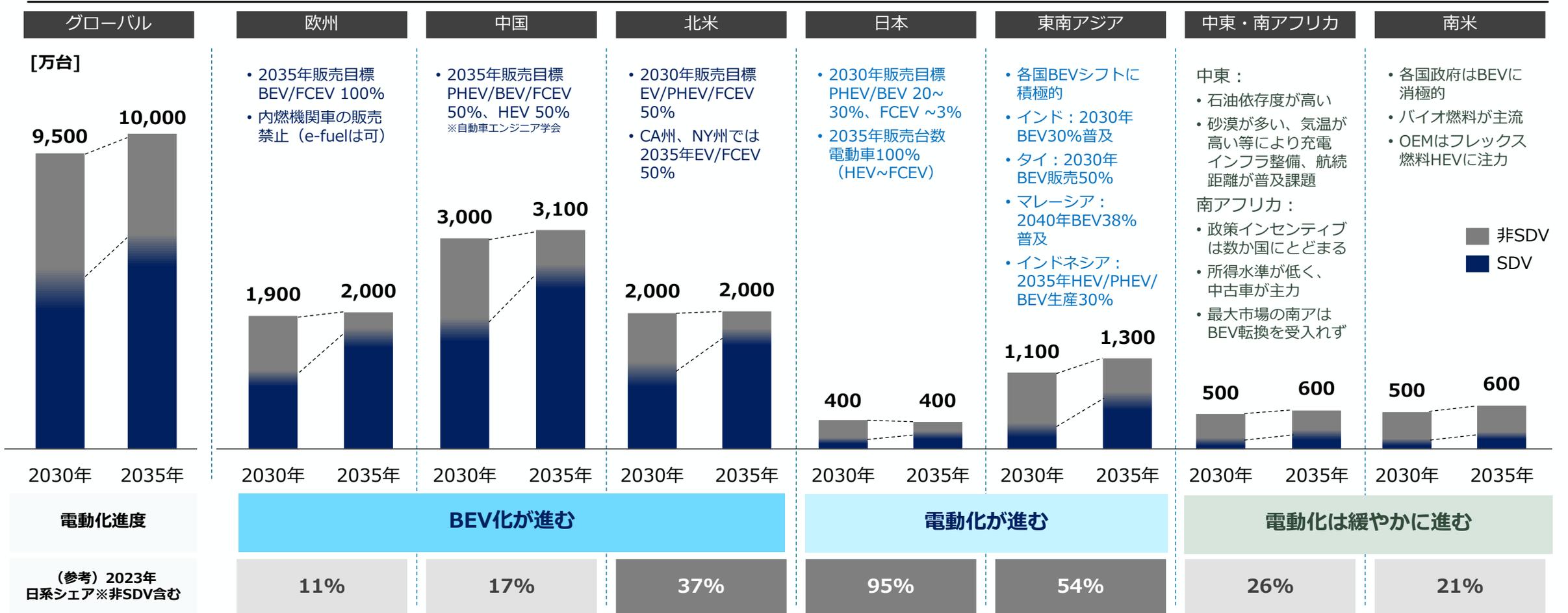
出典：日本経済新聞「テスラ、3万ドル以下の自動運転タクシー 26年生産開始」（2024年10月11日）、Tesla公式サイト（2024年12月6日時点）、スマートモビリティJP「テスラが描く近未来のユートピアは果たして本当にやって来るのだろうか？」（2024年10月23日）、Marklines「米Aurora Innovation、2024年後半にテキサス州で自動運転貨物輸送を開始へ」（2024年5月1日）、自動運転ラボ「トヨタ提携のAurora、事故多発州テキサスでトラック自動運転化へ」（2023年7月14日）、各種公開情報を基にPwC作成

1) Tesla公式サイト（2024年12月6日時点）、2) Aurora「Aurora Driver for Freight-coming soon to Texas」（2024年12月6日時点）。

地域別新車販売台数に占めるSDVの割合（見込み）

- 各地域によりSDV化の進み具合は異なり、欧州、中国、北米で特に進展する見込み

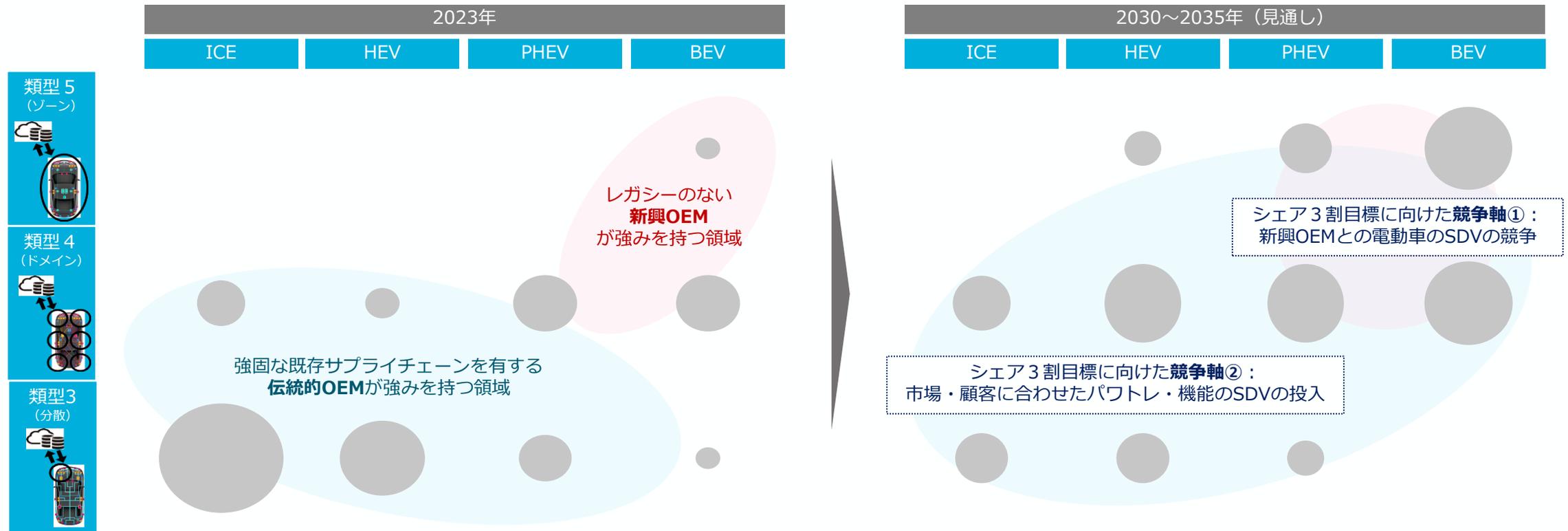
2030-2035年 地域別SDV販売台数（推計） ※台数は概算



様々な市場・顧客に対応するための「多様なSDV」の推進

- SDV（本戦略では「制御系SWをアップデート可能なOTA機能を搭載した車両」と定義）は、BEVに限らず、**ICEも含めた多様なパワートレインで実現可能**。一方で、**実現できる機能の幅は、E/Eアーキテクチャ（ハードウェア・ソフトウェアの分離度合いやソフトウェアの統合度合い等）やパワートレイン（消費電力等）に一定程度依存**
- SDV日系シェア3割目標の実現に向けて、**多様なSDVを推進し、以下2つの競争軸で打ち勝っていく**

SDV普及状況イメージ（円は相対的な普及度を示す）



目次

1. 今年度議論の背景

2. 多様なSDVの必要性、SDV普及の見込み

3. SDVの重要要素（協調領域）と直近の動向及び今年度の論点

4. 個別テーマの議論

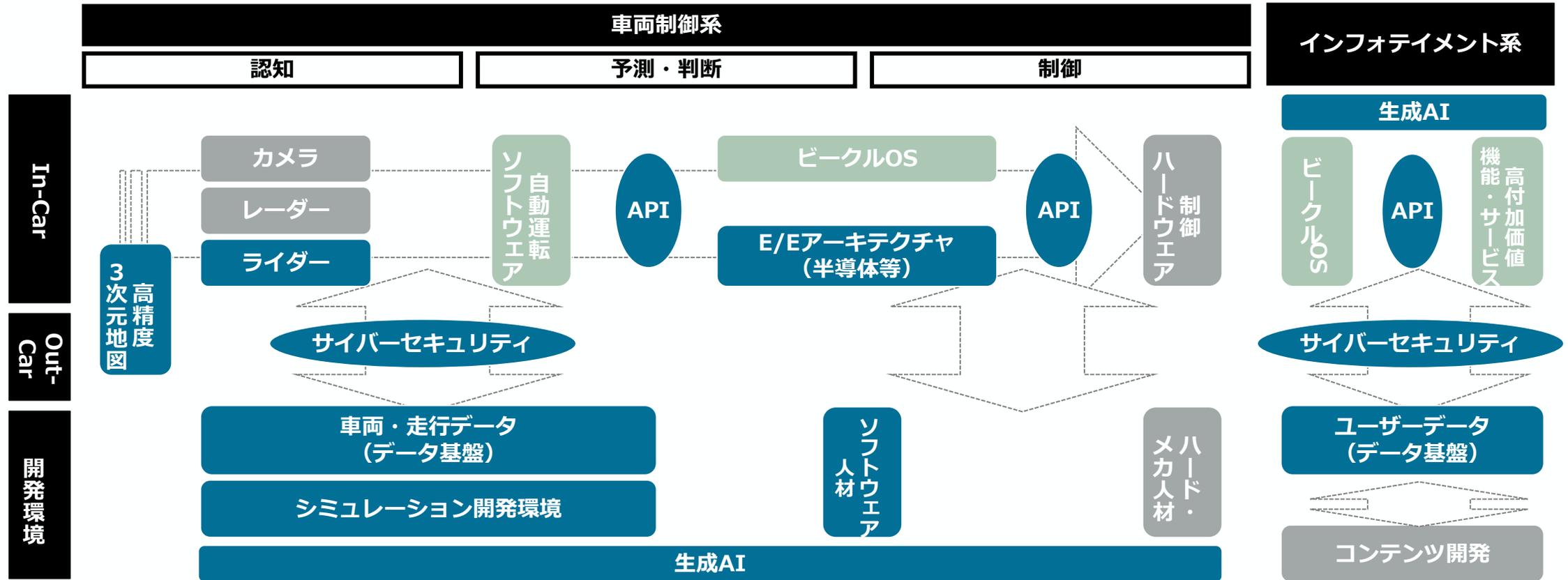
- 1 サイバーセキュリティ
- 2 ソフトウェア人材
- 3 生成AI：先行事例創出/実サービスでの利活用
- 4 SDV領域の競争力強化に向けた標準化・ルール形成戦略

SDVの構成要素と協調領域

- 前年度のモビリティDX検討会の活動の成果として、SDVの要件を領域と機能の軸で細分化した上で、**官民の取組を加速化していく協調領域を以下のように整理**

【凡例】

- 構成要素
- 重要要素 (競争領域)
- 重要要素 (協調領域)
- 相互の関係性



SDV日系シェア3割目標の実現と重要要素（協調領域）の関係性

- SDVの開発に関する要素と、SDVで提供する機能・サービスに関する要素、それら全体を支える要素として整理
- 協調領域の取組を一層強化すべく、全体を支える要素として標準化についても本WGでの議論テーマにしてはどうか

日系シェア3割目標実現に向けた多様なSDV

- A** 機能性とカスタマイズ性を適時提供可能なSDV
- B** 実用性重視の最低限の機能を備えた低価格SDV
- C** 移動を超えて、生活に融合したSDV
- D** 自家用車を超えて遊休車両の活用や社会課題解決に資するSDV

目標達成のための上位要件

車両アーキテクチャの刷新と開発スピードの高速化	<p>車両開発の効率化によるコストの最小化</p> <p>ソフトウェア開発・アップデート容易性の向上によるタイムリーなアップデート</p>
新たな機能・サービス具体化と早期実装	<p>サードパーティの参入促進及び車両・走行データやユーザーデータの活用による選択肢の多様化</p>
	<p>ADASの進化/ADの実現による体験価値向上</p>

目標達成のための要素

■ : 重要要素 (協調領域)

シミュレーション開発環境	<p>モデル構築、シナリオ整備</p> <p>型式認証・許可への活用</p>
生成AI	<p>先行事例創出/実サービスでの利活用</p>
API	<p>標準APIの推進</p>
E/Eアーキテクチャ(半導体等)	<p>研究開発、要素技術の確立</p>
新たなインフォテイメント機能 (IVI) の実現	<p>「ソフトウェア開発・アップデートの容易性の向上」に帰着</p>
データ利活用	<p>車両・走行データ/ユーザーデータ(データ基盤) ※データ利活用領域</p>
サードパーティー連携	<p>API</p>
ライダー	
高精度3次元地図	
生成AI	

サイバーセキュリティ

ソフトウェア人材

標準化 (今回追加)

各重要要素（協調領域）における直近の動向 24年5月以降

- モビリティDX戦略の公開後も、各重要要素においてSDVに係る取組が国内外で加速

重要要素（協調領域）	国内における直近の動向（24年5~12月）	海外における直近の動向（24年5~12月）	
In-Car	ライダー	<ul style="list-style-type: none"> PCSELライダーについて、経済安全保障重要技術育成プログラムで需要調査・技術開発方向性検討などのフェーズビリティスタディ・SIP第3期でPOCが進行中 	<ul style="list-style-type: none"> XpengがAIを活用した視覚認知方式を採用し、ライダーを廃止 中国OEMがライダーを4Dレーダーに置き換え
	API	<ul style="list-style-type: none"> JASPAR、Open SDV InitiativeがAPI標準化に向け本格検討開始 	<p>（足元で特に目立った動きは無いが、CAAM及びCOVESA/AUTOSARは標準APIを既に公開）</p>
	E/Eアーキテクチャ（半導体等）	<ul style="list-style-type: none"> HondaがIBMと次世代半導体を共同研究開発 ルネサスが最新世代SoCを2025年上期にサンプル出荷、2027年下期に量産（3nmプロセス技術、400TOPSのAI演算性能） 	<ul style="list-style-type: none"> QualcommがSDV向け新世代SoC製品で採用拡大を図る
Out-Car	生成AI	<ul style="list-style-type: none"> トヨタbZ3X搭載の「Toyota Pilot」は中国メーカー（ファーウェイ、モメンタ）のAIを活用 	<ul style="list-style-type: none"> テスラが10月にFSDのアップデートを行い、30万行のC++のコードをAIに置き換え
	高精度3次元地図	<ul style="list-style-type: none"> DMP社が欧州16か国・約27万kmの高精度3次元地図を新たに整備 	<ul style="list-style-type: none"> 中国OEMが「高精度3次元地図なし」のADAS機能の提供を続々と発表
	サイバーセキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> J-Auto-ISACがSW脆弱性の対応策として2025年までにSBOMのルール統一を発表 	<ul style="list-style-type: none"> 中国・ロシア関連のHW/SWを規制する米国コネクテッドカー規則案の発表（2025年1月最終化）
開発環境	シミュレーション開発環境	<ul style="list-style-type: none"> 国内OEMがESC認証とNCAPでシミュレーションを活用した事例あり 	<ul style="list-style-type: none"> Euro-NCAP、中国C-NCAPは衝突試験でのシミュレーション認証を導入済 自動運転関連のUN規則(UN-R157,171)ではシミュレーション活用が可能
	生成AI	<ul style="list-style-type: none"> チューリング、ティアフォー等が自動運転向けの世界モデルを発表 	<ul style="list-style-type: none"> Wayve、Helm.ai等が自動運転向けの世界モデルを発表
	ソフトウェア人材	<ul style="list-style-type: none"> IPAの調査によると、ソフトウェア人材が「大幅に不足している」と回答した日本企業は、調査開始以降初めて過半数を超える62%を記録 SDVに対応した人材確保、企業間連携を促すモビリティDX PFの設立 	<ul style="list-style-type: none"> 中国がデジタル人材育成計画を発表 BMWがIT企業と連携しソフトウェア人材確保に向けた合併会社を設立

SDV領域における論点（案）

- 本日のWGでは下記4つのテーマについて取り上げたい

分類	テーマ		主な論点（案）
全体	サイバーセキュリティ	1 WG#1議題	<ul style="list-style-type: none"> サイバーセキュリティリスクの整理・把握 サイバーセキュリティ対応方針の検討（SBOM活用促進等） 不足するソフトウェア人材の確保に向けた取組の検討（グローバル人材の発掘・活用） 2030年/35年SDV日系シェア3割目標の実現につながる標準化領域の検討
	ソフトウェア人材	2 WG#1議題	
	標準化	4 WG#1議題	
車両開発の効率化によるコストの最小化	シミュレーション開発環境	型式認証への活用も見据えたモデル構築、シナリオ整備	<ul style="list-style-type: none"> 国内業界団体の取組状況の把握、課題の整理、及び協調的取組方向性の検討 シミュレーションでの生成AI活用に向けた協調領域の考え方 生成AI活用促進に向けた取組の検討
	生成AI	先行事例創出/実サービスでの利活用 3 WG#1議題	
ソフトウェア開発・アップデート容易性の向上によるタイムリーなアップデート	API	標準APIの推進	<ul style="list-style-type: none"> API標準化の促進に向けた時間軸・優先領域の検討 国内業界団体の取組状況の把握、課題の整理、及び協調的取組方向性の検討
	E/Eアーキテクチャ(半導体等)	研究開発、要素技術の確立	
ADASの進化/ADの実現による体験価値向上	ライダー		<ul style="list-style-type: none"> 自動運転の実現に向けたセンサーフュージョンの考え方の整理 ADAS/ADプレイヤーの高精度3次元地図の採用の方向性 ADAS/ADにおける生成AI活用促進に向けた協調的取組の必要性の検討
	高精度3次元地図		
	生成AI		

各重要要素（協調領域）の取組方策（案）

- 個社における障壁を踏まえて、モビリティDX戦略で特定した協調領域について取組強化を検討、方策を具体化

	重要要素（協調領域）	個社の取組例	個社における障壁（仮説含む）	取組方針（案）
In-Car	ライダー	AI技術や4Dレーダーなどによりライダーの置き換えを検討	ライダー採用に関する各社の考え方の相違	最新の動向を踏まえた自動運転の実現に向けたセンサーフュージョンの考え方の整理
	API	各自動車メーカーがサプライヤー・サードパーティに対しAPI仕様を共有	各社個別にすり合わせる必要があり工数大 自動車知見のないサードパーティの参入障壁	業界団体によるAPI標準化活動の加速に向けた施策の立案
	E/Eアーキテクチャ（半導体等）	会社間連携を含む研究開発、要素技術確立	海外有力プレイヤーの寡占化、半導体不足	SDV向け高性能な半導体開発の促進に向けた施策の立案
Out-Car	生成AI	コックピットやサービスにAI技術を導入 自動運転ソフトウェアのE2E AI化を検討	自動運転ソフトウェアのAI化により安全性の説明が困難	AD/ADASシステム開発において、ルールベースから生成AI活用への変化に対する施策検討
	高精度3次元地図	高精度3次元地図の整備 技術進化により「地図無し」ADASの導入	業界各社の考え方の相違、各社個別検討の工数大	高精度3次元地図の採用の方向性の統一、 政府主導取組による開発効率化
	サイバーセキュリティ	In-car/Out-carで起こりうるリスクへ各社で対応方法を検討（UN-R155対応など）	特に複雑化するサプライチェーンリスクは 個社が独自に対応	サイバーセキュリティリスク対応におけるSBOM活用を含む施策の立案
開発環境	シミュレーション開発環境	高精度モデル及び検証に有効なシナリオについて、各社バラバラで検討	モデル精度、シナリオ網羅性検討が不十分 シミュレーション活用に向けた認証ガイドラインがない	国内業界団体の取組状況の把握と課題の整理、 及び協調的取組方向性の提案
	生成AI	AD/ADASシステムトレーニングに向けた走行データの収集及び世界モデルの開発	日本における実走行データの不足	開発サイクルの高速化に向けた走行データの蓄積・オープン化、AI活用促進
	ソフトウェア人材	ソフトウェア人材の獲得 自社の非ソフトウェア人材の教育	ソフトウェア人材にとって自動車業界の魅力や給与水準が低い	ソフトウェア人材の獲得と育成における具体方策の立案
その他	標準化	—	—	SDV日系シェア3割目標の実現につながる標準化領域特定、標準化戦略の策定

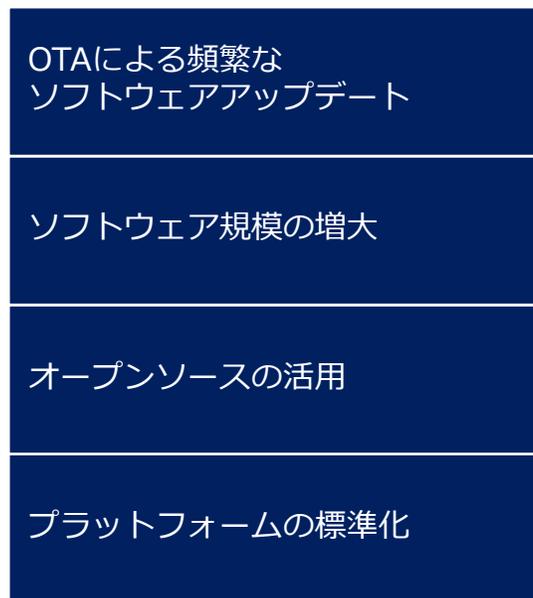
目次

1. 今年度議論の背景
2. 多様なSDVの必要性、SDV普及の見込み
3. SDVの重要要素（協調領域）と直近の動向及び今年度の論点
4. 個別テーマの議論
 - 1 サイバーセキュリティ
 - 2 ソフトウェア人材
 - 3 生成AI：先行事例創出/実サービスでの利活用
 - 4 SDV領域の競争力強化に向けた標準化・ルール形成戦略

SDV化に伴うサイバーセキュリティリスクの増大

- SDV化に伴う外部接続増加による攻撃経路の拡大や、ソフトウェア規模増加による脆弱性の高まりもあり、**サイバーセキュリティリスクが増大**。さらに**自動車業界を対象としたサイバー攻撃件数も増大の傾向**にあり、**今後サイバーセキュリティの確保がより一層重要**となる

SDV化による変化



サイバーセキュリティへの影響例

攻撃経路の拡大

TCU¹⁾・IVI²⁾搭載による外部接続、EV化による充電口が新たに増えることで攻撃経路が拡大

脆弱性の増加 (SW SC³⁾の複雑化)

SW規模増加による複雑性の高まりやサードパーティ製OSS⁴⁾活用の加速により脆弱性が高まる

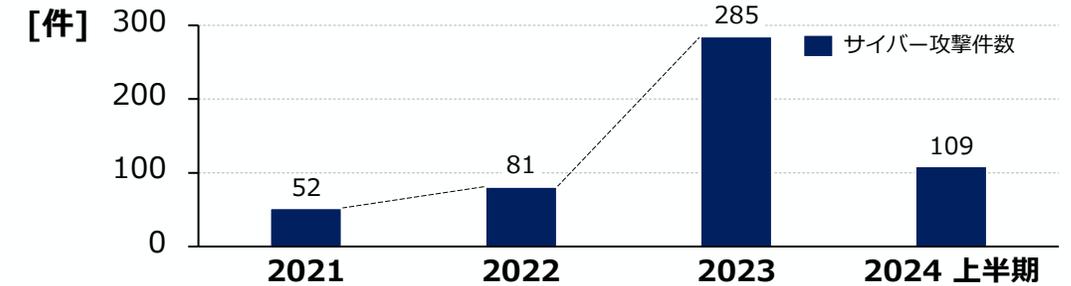
影響範囲の増大

SDVプラットフォームを各社を跨いで標準化することによりゼロデイ攻撃⁵⁾時の影響範囲が拡大

SDV化により、サイバーセキュリティリスクが増大

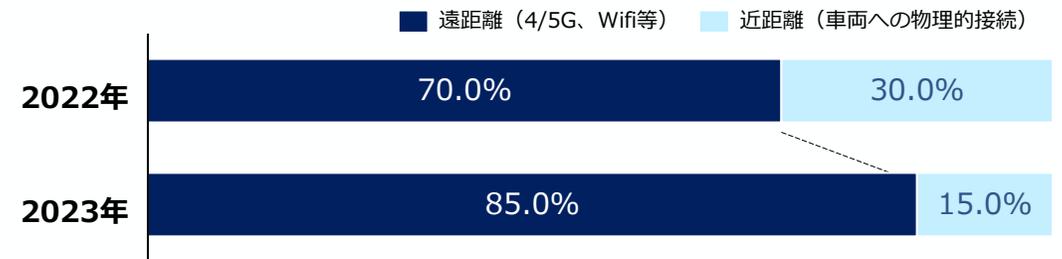
自動車業界で確認されたサイバー攻撃件数推移 (2021~2024年上半期)

サイバー攻撃も年々増加しており、サイバーセキュリティの重要性が高まる



攻撃経路の割合 (遠距離・近距離)

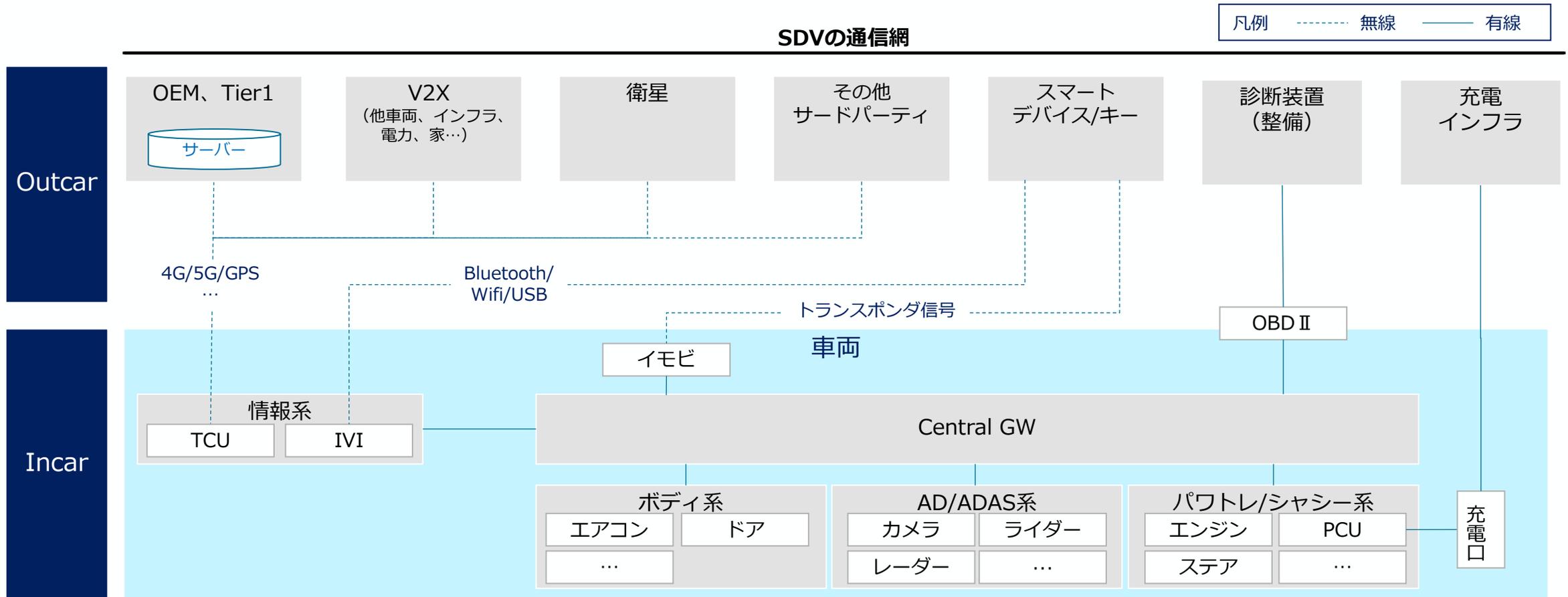
コネクテッド化が進んだ結果、攻撃の大半がリモートで実行されている



1) TCU : テレマティクス制御ユニット、2) IVI : 車載インフォテインメント、3) SW SC : ソフトウェアサプライチェーン、4) OSS : オープンソースソフトウェア、5) ゼロデイ攻撃 : 発見された脆弱性を解消するための対策が提供される前に行われるサイバー攻撃

(参考) サイバーセキュリティリスクの全体像

- SDV化に伴って車外通信なども行われることから、**サイバーセキュリティリスクはIn-Carだけでなく、Out-Carの領域も含め広がっている**



ソフトウェアサプライチェーンの複雑化

- SDV化によってサプライチェーンを構成するプレイヤーも変化。それにより、ソフトウェア脆弱性が高まっている

SDV化による変化 (再掲)

OTAによる頻繁なソフトウェアアップデート

ソフトウェア規模の増大

オープンソースの活用

プラットフォームの標準化

サイバーセキュリティへの影響例 (再掲)

攻撃経路の拡大
TCU・IVI搭載による外部接続、EV化による充電口が新たに増えることで攻撃経路が拡大

脆弱性の増加 (SW SCの複雑化)
SW規模増加による複雑性の高まりやサードパーティ製OSS活用の加速により脆弱性が高まる

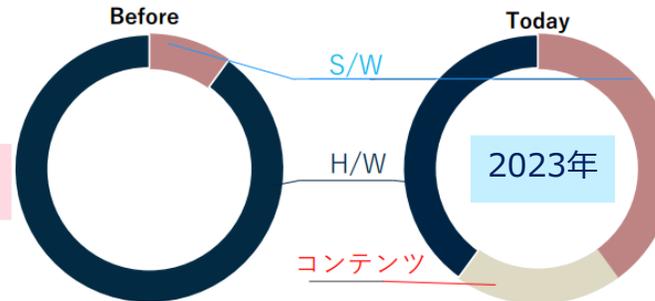
影響範囲の増大
SDVプラットフォームを各社を跨いで標準化することによりゼロデイ攻撃時の影響範囲が拡大

SDVのサプライチェーンを構成するプレイヤーの変化

継続的サイバーセキュリティ活動の必要性



SDVはサプライチェーンを構成するプレイヤーも大きく変化



主にOEMやTier1 が提供
 ・ ボディ
 ・ パワートレイン
 ・ 電装系
 ・ シート
 ・ コンポーネント & HMI

多くの企業が参加
 ・ OEM
 ・ サプライヤ
 ・ OSベンダー
 ・ チップベンダー
 ・ ISP、ISV
 ・ In-car-アプリ

- エンターテインメント
音楽、ビデオなどのコンテンツ配信サービス
- ソーシャルメディア
Facebook, LineなどSNSサービスへの接続
- カーシェアリング
所有から、サービスへの移行
- Points of interest
スポンサー情報を含む目的地提案
- 福祉サービス
自動運転によるデイケア、過疎地の移動手段提供
- テレマティクス保険
ドライバや運転タイプによる保険料の最適化
- 緊急連絡、自動停車、自動搬送
ドライバの異常などの緊急時に車両が自動対応
- 盗難防止
盗難にあった車両の位置情報を通知し、遠隔操作

※1:CASE : Connected, Autonomous, Shared, Electric

Strictly Confidential

サイバーセキュリティに関する国内外の動き

- 直近、国内外では**車両制御に影響を与えるリスクが発見**されている。また、国内では業界団体がソフトウェア脆弱性の対応策としてソフトウェア部品表（SBOM）の標準化を推進中

直近の国内事例	直近の海外事例
<p>日系OEMの制御システムに影響を与える脆弱性の発見</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究機関Trend Microのゼロデイ・イニシアチブが日系OEMのIVIシステムに6つの重大な脆弱性を発見 これらの脆弱性は、USBデバイスを車両のセンターコンソールに物理的に挿入することで悪用が可能 車両の中枢システムであるCANバスへのアクセスが可能となり、エンジンやエアバッグ等の重要な制御システムに影響を与える可能性がある 	<p>J-Auto-ISACがソフトウェア部品表を標準化</p> <ul style="list-style-type: none"> J-Auto-ISACがソフトウェア部品表（SBOM）を標準化する プログラムに脆弱性が見つかった際に、SBOMを標準化しておけば、自社製品への影響を迅速に確認可能 2025年3月までにルールの設定を終え、25年度以降に会員企業など業界内での活用を見込む また、SBOM標準化で先行する米国AUTO-ISACとの連携も始めている
	<p>起亜で車両を遠隔操作可能な脆弱性の発見</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究者が起亜のディーラーポータルの脆弱性を発見 上記を受け、起亜はナンバープレート番号だけあれば、わずか30秒で車両の主要な機能を遠隔操作できてしまう可能性のある脆弱性の修正を発表（2024年8月） ポータルに不正ログインし、VINを通して所有者の個人情報取得と書き換えが可能。また、エンジン始動やロック解除などの遠隔操作まで可能にした

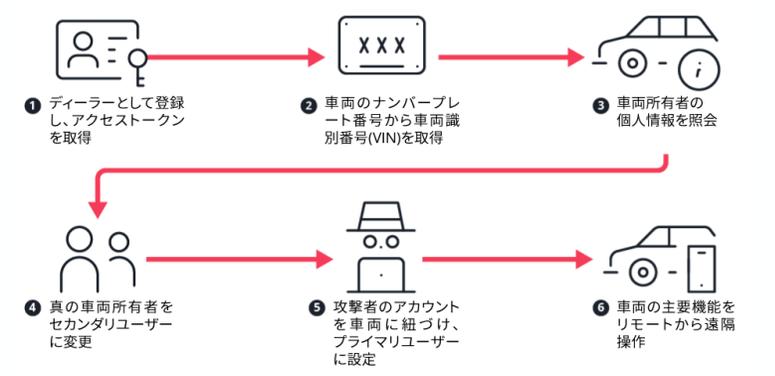
脆弱性が発見されたIVIシステムの外観



車へのサイバー攻撃を未然に防ぐ



発見された脆弱性の概要



出典：日経「トヨタや日産116社、車のサイバー防御へ日本連合」（2024年8月20日）、VicOne「起亜（キア）にナンバープレート情報だけで車両を遠隔操作可能な脆弱性が発見される」（2024年9月30日）、innocaTopia「USBで車両システムへの侵入が可能に - 6つの未修正バグを発見」（2024年11月9日）を基にPwC作成

(参考) 車両システム制御に影響を与えた事例

- 車両走行制御に影響を与えた有名な事例としては、Jeepの事件の他に2017年にTencentが行ったテスラ車のセキュリティ脆弱性を利用し、遠隔操作したことが挙げられる

2017年 Tesla Model Sへの攻撃概要

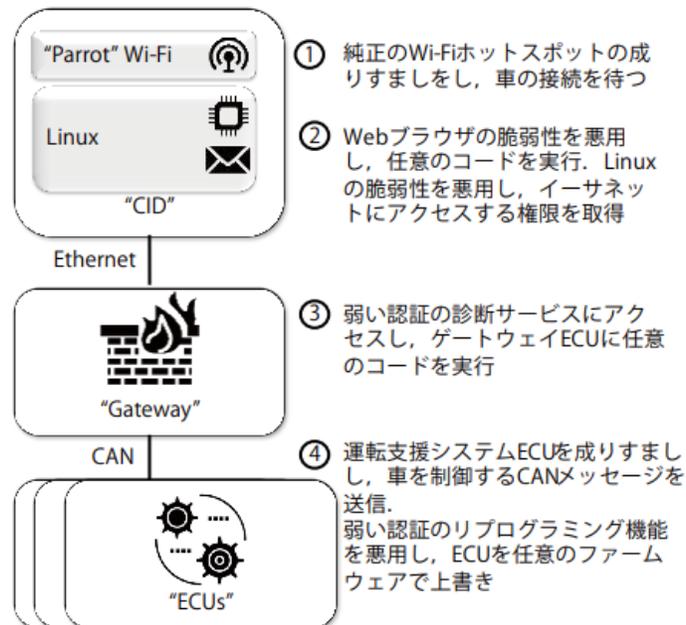


図-4 2017年 Tesla Model S 攻撃の概要

Tencentによるセキュリティイベント「Black hat 2017」の説明

- 中国テンセントのセキュリティ研究者がテスラの「モデルS」に遠隔攻撃ができる脆弱性があることを発見し、「Black Hat 2017」でその手法の詳細を解説
- **ネットワーク経由で車内システムに侵入して、リモートからドアを解錠したり、運転中の車両のワイパーやブレーキを作動させたりできる** (左図参照)
 - 情報端末用の車内ネットワークと、制御系ネットワーク (CAN) とをつなぐ「コントローラー」を攻撃し、コントローラーのファームウェアを書き換え
 - コントローラーから電子制御ユニット (ECU) に偽のコマンドを送り自動車を遠隔操作
- ※ セキュリティ強化後も、テスラ車のファームウェアなどを書き換え、スマートフォンアプリケーションからテスラ車をリモートコントロール可能なことが発覚

米国コネクティッドカー規則案の公表（9/23）

- 米国政府は**国家安全保障上の懸念**から、**中国・ロシア関連**のコネクティッドカー向けハードウェア及びソフトウェア、それらを搭載した車両の輸入・販売を禁止する規則案を発表。
- 10月28日を期限に募集した、規則案に対するパブリックコメントを踏まえ、**現政権のうちに最終規則を確定させる方針**（2025年1月中旬頃を想定）。なお、**施行は最終規則の官報掲載から60日後**とされている。

米国コネクティッドカー規則案 概要（2024年9月23日発表）

規制対象

A) 自動車通信システム（VCS）関連ハードウェア

【具体的な対象】マイコン、SoC、TCU、セルラー・モジュール、アンテナ、Wi-Fi/Bluetooth・モジュール、衛星通信システム（カーナビ含む）等

①中国又はロシア関係者*が設計/開発/製造/供給する
A) の米国への輸入

移行期間

**モデルイヤー2030
から適用**
(ハードウェア単体としては
2029/1~)

B) VCS関連ソフトウェア/自動運転システムソフトウェア（ADS）

【具体的な対象】無線通信の送受信・変換、処理システム
※自動運転システムソフトウェアは自動運転レベル3~5のソフトウェアが対象

②中国又はロシア関係者*が設計/開発/製造/供給する
B) 搭載車の米国への輸入/販売

**モデルイヤー2027
から適用**

③ **中国又はロシア関連*の自動車メーカーによる A)又は B)搭載するコネクティッドカーの米国での販売**

*中国又はロシアの**所有・支配下にある、もしくは司法権が及ぶ、又はこれらの国からの指示に従う個人または法人**のこと

免除措置

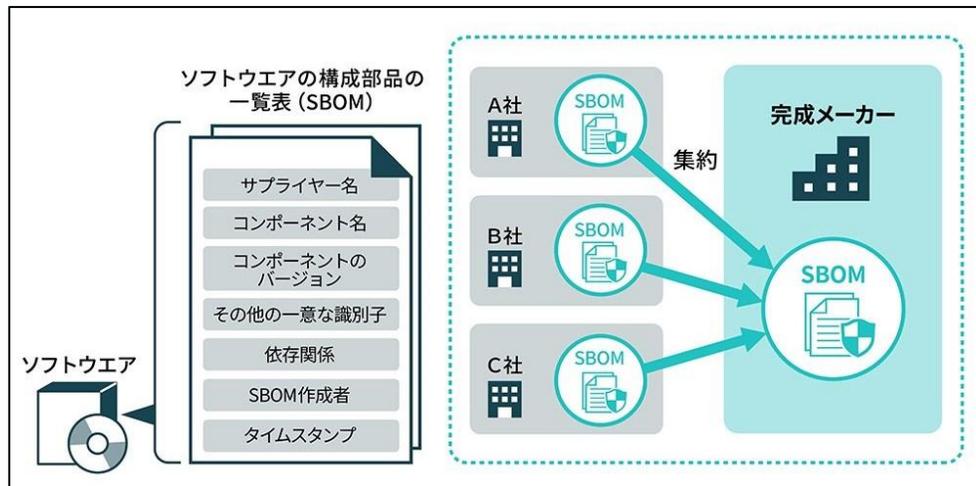
一般認可：一定の条件（テスト目的、年間の生産量が1000台未満等）に適合する場合、**商務省への通知なしで取引が認められる**
特定承認：商務省の審査・承認後（ケースバイケースで判断）**リスク軽減措置を講じた場合を含め企業が禁止措置に従事することが可能**

ソフトウェア部品表の導入状況

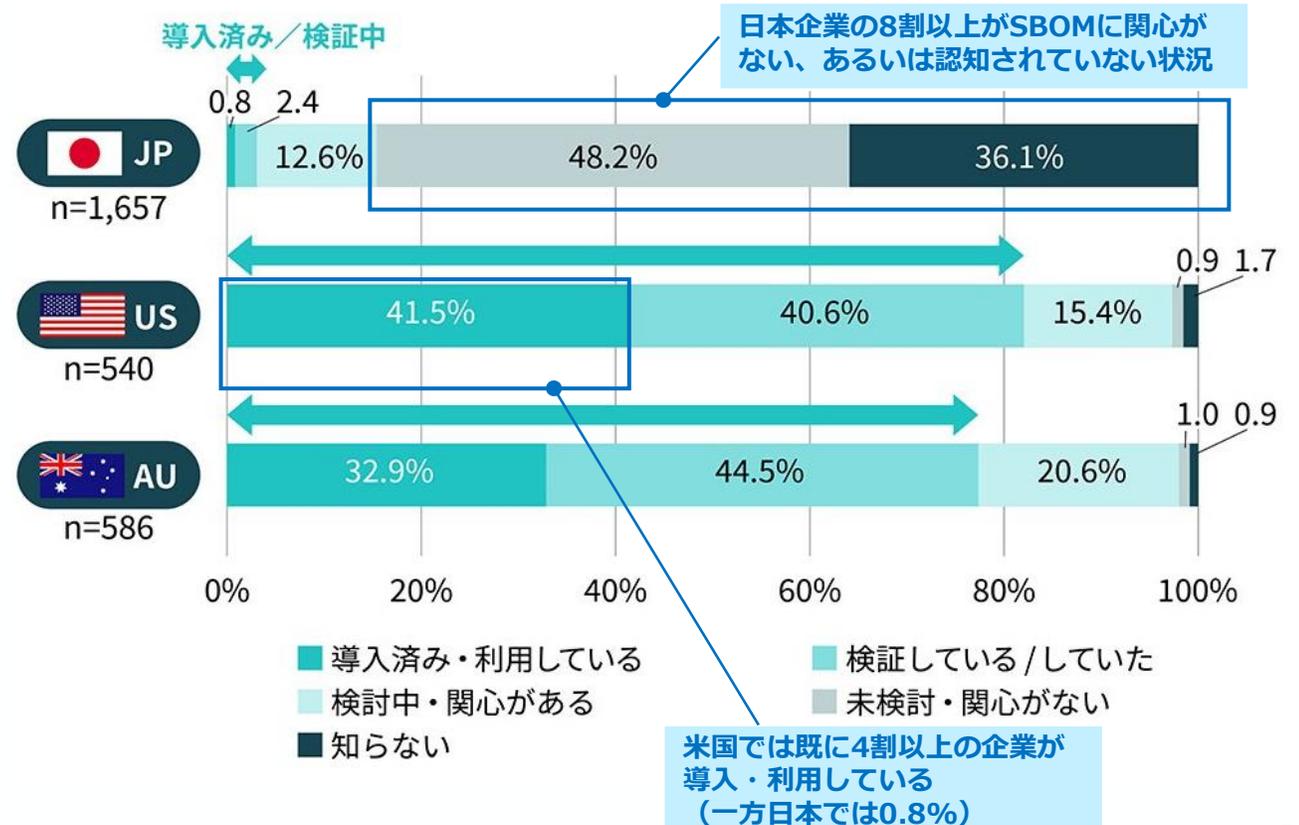
- ソフトウェアサプライチェーンにおけるセキュリティ強化のソリューションとしてSBOMが注目されているが、米国と比較して日本でのSBOMは浸透していない状況

ソフトウェア部品表 (SBOM) とは

- SBOMとは、パッケージソフトウェアやデジタル機器向け組み込みソフトウェアについて、個々の要素や要素間の関係性を一覧化するソフトウェア管理の手法
- 主にOSSのライセンス管理などに利用されてきたが、昨今はソフトウェアの脆弱性などセキュリティリスクの把握や対処を効率的に進める手段としても注目



SBOMの導入状況 (2023年 NRIセキュアテクノロジーズ) *



(参考) SBOMに係る国内外の動向

- 各国はサプライチェーンにおけるサイバーセキュリティ強化を目的とした政策としてSBOMの導入を推進。我が国でも、官民それぞれで取組が進むが、普及拡大には課題

海外の動向 (一部)		国内動向 (一部)			
米国	国家のサイバーセキュリティ改善に関する大統領令 (2021年5月)	<p>サプライチェーンセキュリティの強化が目的の一つ</p> <ul style="list-style-type: none"> 「各製品のソフトウェア部品表(SBOM)を購入者に直接または公開Webサイトで提供すること」を要求 「製品に使用されているOSSの完全性と出所を実行可能な範囲で確保し、証明すること」が必要 	官	ソフトウェア管理に向けたSBOMの導入に関する手引Ver2.0 (METI 2024年)	<ul style="list-style-type: none"> サイバー攻撃に備える意味でもソフトウェア部品表 (SBOM) の活用を推進 「ソフトウェア管理に向けたSBOMの導入に関する手引ver2.0」を2024年8月に公表
	The Minimum Elements For a Software Bill of Materials (NTIA 2021年)	<ul style="list-style-type: none"> サイバーセキュリティ強化のための大統領令に基づいて米商務省国家電気通信情報局 (NTIA) を発行 SBOMの最小要素としてデータフィールド、自動化への対応、及び慣行とプロセスを定めた 		ソフトウェア部品表の標準化 (J-Auto-ISAC 2024年)	<ul style="list-style-type: none"> J-Auto-ISACがソフトウェア部品表 (SBOM)の標準化を発表 日米自動車業界が連携し、2025年3月までにルール策定を終え、25年度以降に会員企業など業界内での活用を見込む
	Software Suppliers Playbook (NTIA 2021年)	<ul style="list-style-type: none"> ソフトウェアサプライヤーがSBOMを作成するに当たって考慮すべき事項をまとめた定石集を公開 	民	供給網でSBOMフォーマットを統一 (トヨタ 2024年)	<ul style="list-style-type: none"> トヨタ自動車はOSSの推進組織「オープンソースプログラムグループ」を新設 新組織の設置で、ソフトウェア部品表の作成や活用に関する活動を推進 必要に応じ、サプライチェーン各社にSPDX LiteフォーマットでのSBOM提出を指示している
欧州	NIS 2指令 (EU 2022年)	<ul style="list-style-type: none"> 欧州全体でサイバーセキュリティ基準を統一し、重要インフラのセキュリティを強化することが目的 この指令では、ソフトウェアサプライチェーンのリスク管理が求められており、SBOMの利用が推奨されている 			
中国	サイバーセキュリティ技術SBOMデータフォーマット (2024年)	<ul style="list-style-type: none"> 情報セキュリティ標準化技術委員会が国家標準「サイバーセキュリティ技術SBOMデータフォーマット」の草案を公表し、意見募集開始 			

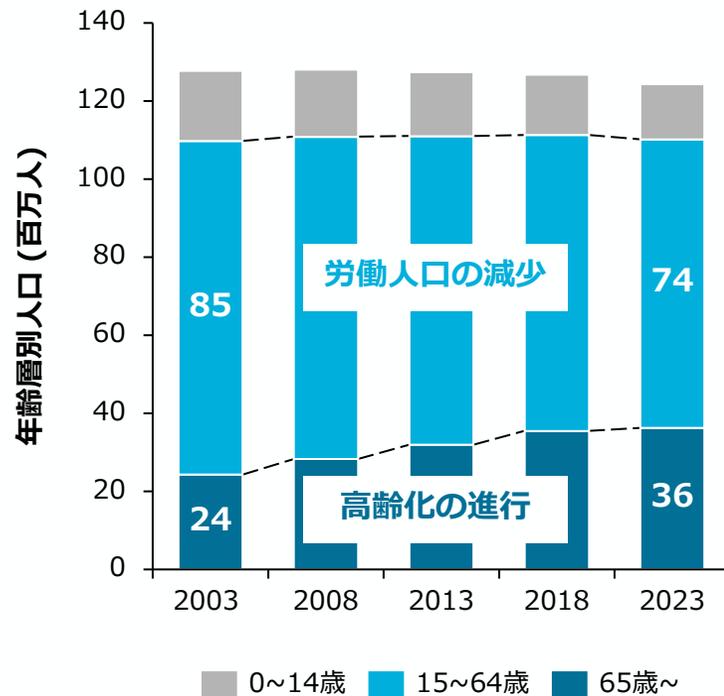
目次

1. 今年度議論の背景
2. 多様なSDVの必要性、SDV普及の見込み
3. SDVの重要要素（協調領域）と直近の動向及び今年度の論点
4. 個別テーマの議論
 - 1 サイバーセキュリティ
 - 2 ソフトウェア人材
 - 3 生成AI：先行事例創出/実サービスでの利活用
 - 4 SDV領域の競争力強化に向けた標準化・ルール形成戦略

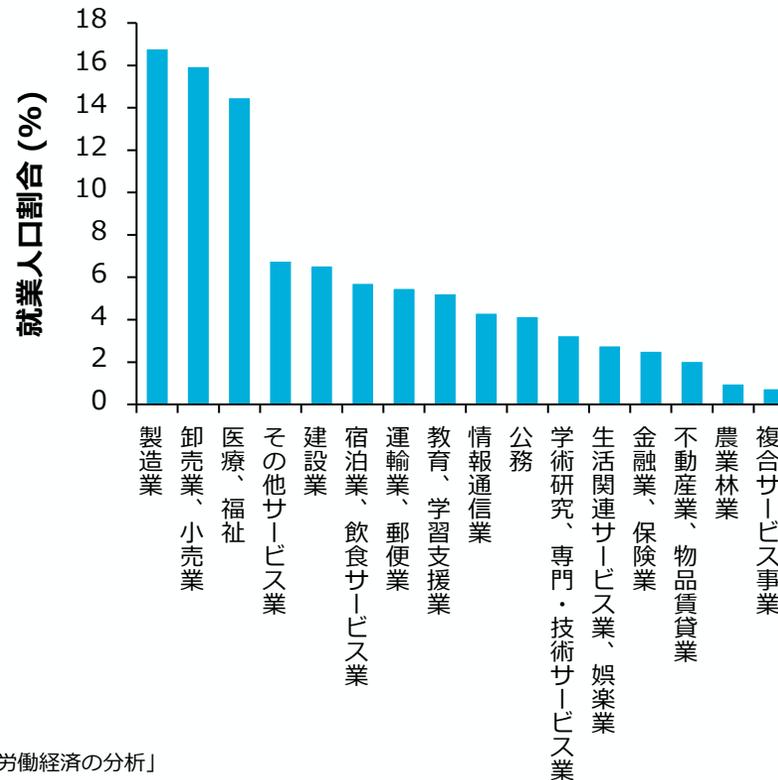
日本の労働力の減少

- 高齢化に伴い生産年齢人口が減少

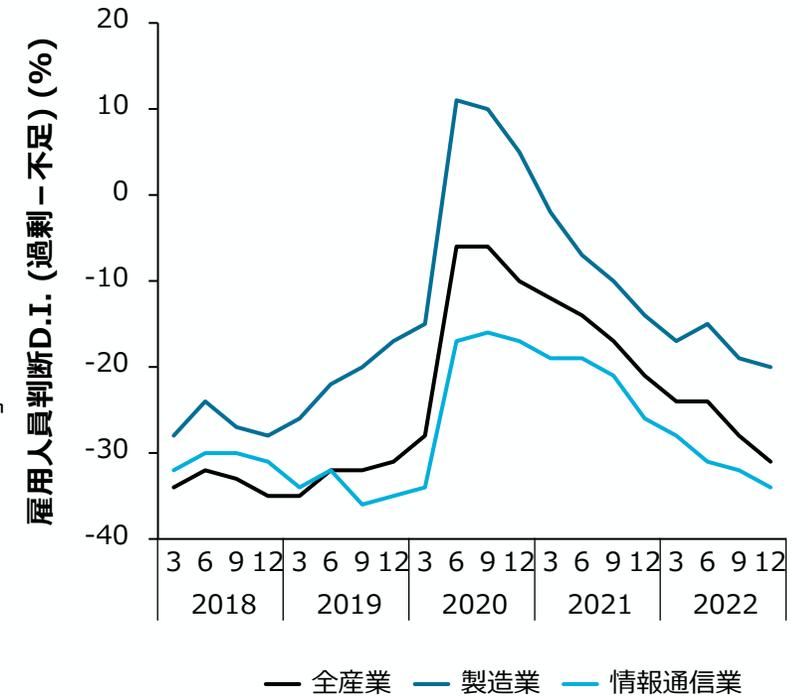
高齢化により労働人口が減少



製造業を含めた特定産業に労働力が集中



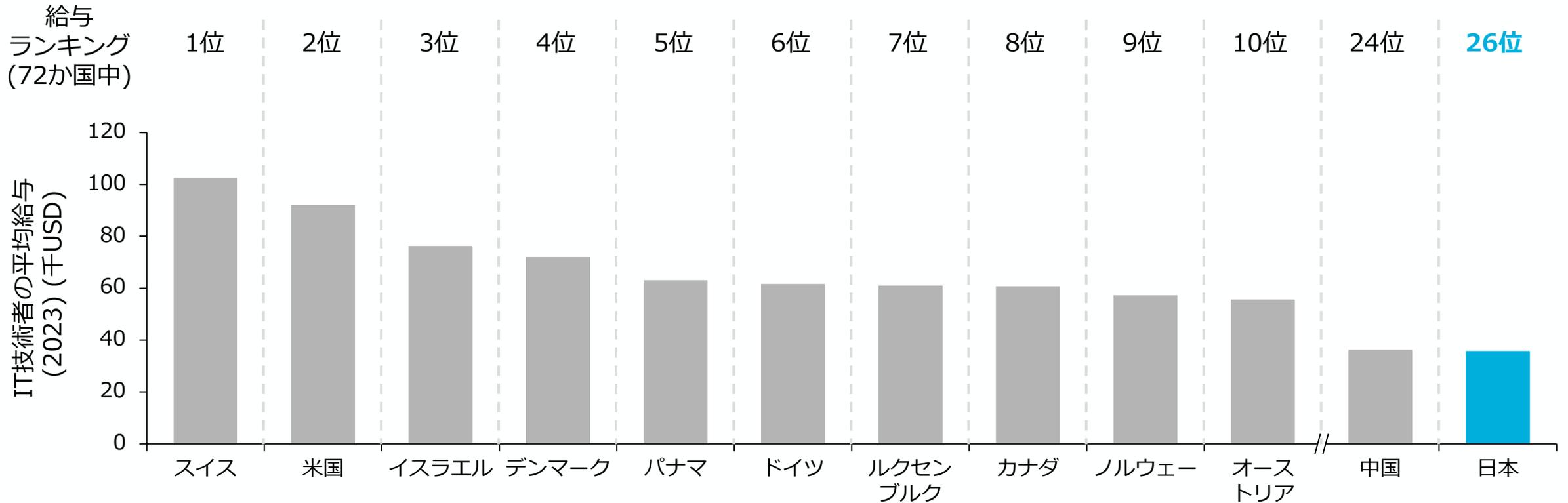
全産業が人手不足の中、製造業のように比較的充足している産業もあれば情報通信業のように人手不足が深刻な産業もある



日本のソフトウェア人材の給与水準

- 日本のソフトウェア人材の給与水準は、国際的に低く、人材獲得競争に競り負けるリスク

各国のIT技術者の平均給与ランキング (2023)

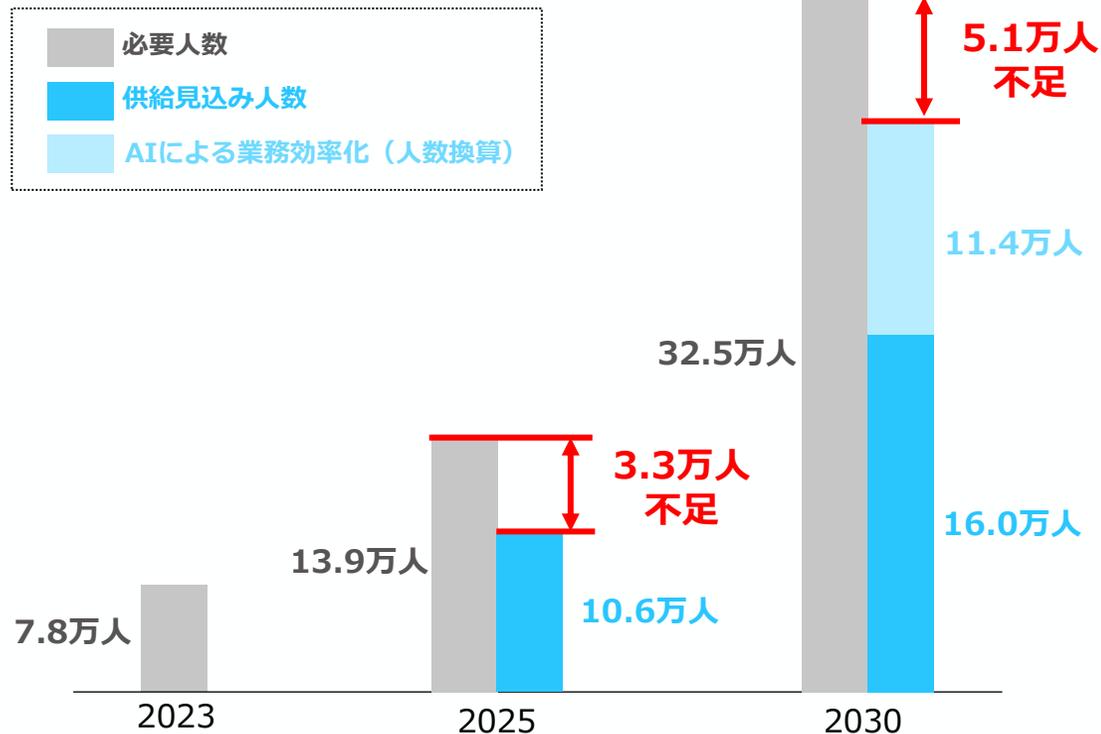


日本のIT人材の給与水準は米欧中より低い

SDV開発に必要なソフトウェア人材の需給見通し

- 労働力人口の減少や国際的な人材獲得競争に競り負けることによる**供給不足**と、SDV市場の拡大による更なる**需要増加**により、SDVの開発に必要なソフトウェア人材は、**2025年に約3.3万人、2030年に約5.1万人不足する見込み**

SDV開発に必要なソフトウェア人材の需給見通し



出典：右記の推計方法を基に経済産業省作成

<参考> 推計方法について

【必要人数】

- モビリティDX戦略で掲げる「SDVのグローバル販売台数における「日系シェア3割」の実現（2030年）」に必要なソフトウェア人材数。
- 2023年時点のSDV台数とソフトウェア人材数の関係を基に、2025年・2030年のSDV台数見込みから必要人数を推計。

【供給見込み人数】

- OEM、サプライヤー、組込ベンダーの3種類の主要企業について、統合報告書等に記載の将来のソフトウェア人材数を合計。当該主要企業が自動車業界全体に占める売上規模の割合から、自動車業界全体の供給見込み人数を拡大推計。

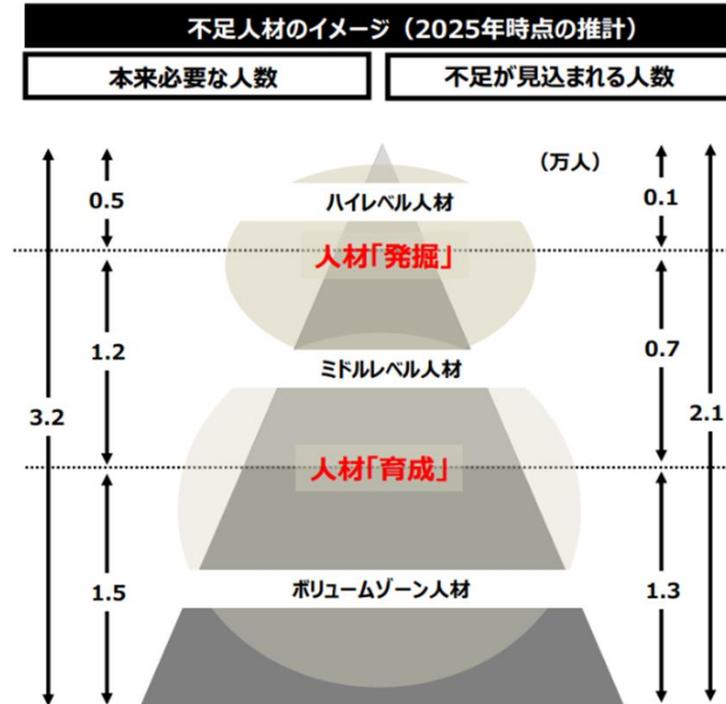
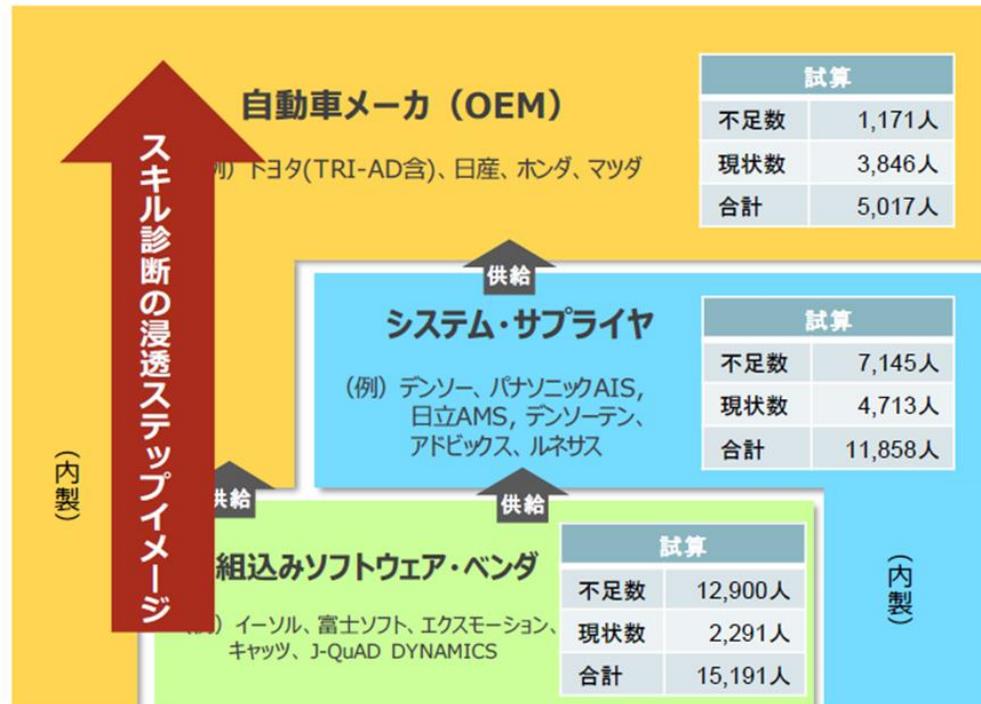
【AIによる業務効率化（人数換算）】

- 野村総合研究所・英オックスフォード大学による、AI・ロボット等による日本の労働人口の代替確率に関する共同研究（2015）や、有識者へのヒアリング等により推計。

(参考) 自動運転開発に必要なソフトウェア人材の需給見通し

- 2019年度策定の「自動走行IT人材戦略」において、自動運転の開発に必要なソフトウェア人材は、**2025年に約2.1万人不足すると推計**。ソフトウェア人材の対象をSDV開発まで拡張すると、**不足数は2025年に約3.3万人に拡大**

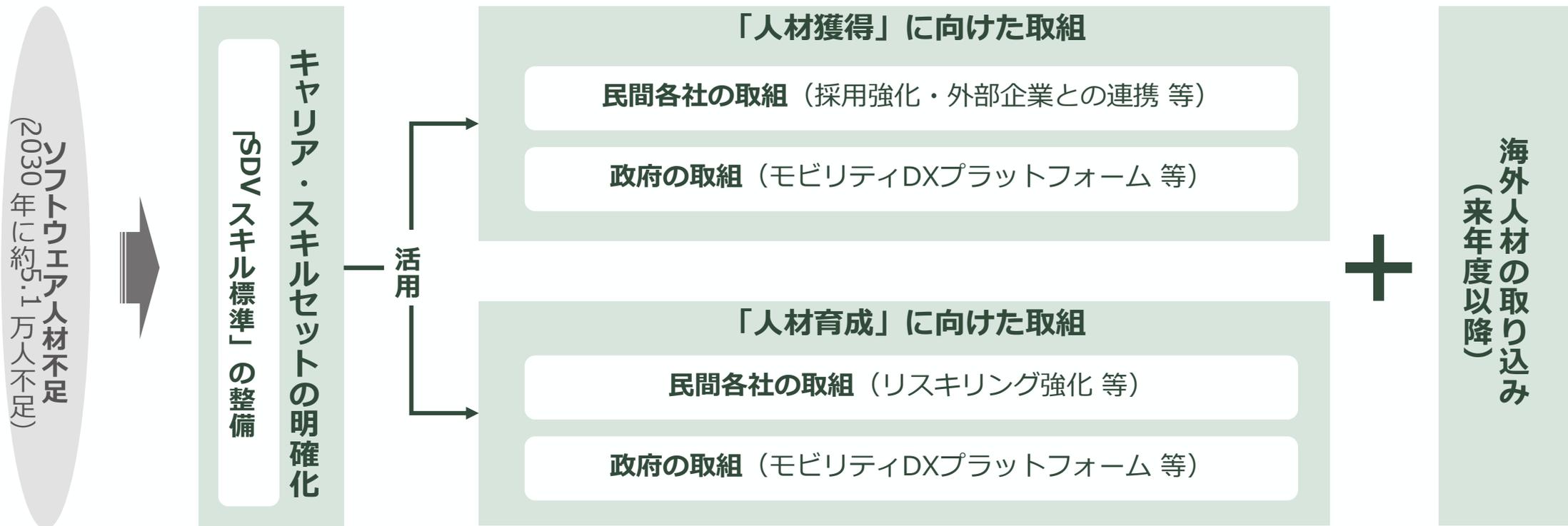
自動運転開発に必要なソフトウェア人材の需給見通し (2019年度推計)



ソフトウェア人材の不足解消に向けた取組の全体像

- ソフトウェア人材不足の解消に向けては、「SDVスキル標準」の整備によりSDV開発に必要なキャリアとスキルセットを明確にした上で、官民による人材獲得・育成の取組促進が必要

ソフトウェア人材の不足解消に向けた取組



人材獲得・育成に向けた取組（民間各社の取組例）

- 採用・外部連携・リスキリング等の強化を進める

 OEM	TOYOTA	HONDA	NISSAN	 SUBARU	 DAIHATSU
ソフトウェア人材数	18,000人 (21年時点でWoven等含む)	5,000人 (23年時点で協業先含む)	(情報なし)	(情報なし)	(情報なし)
ソフトウェア人材の獲得	(情報なし)	30年までに協業先を含めて10,000人 (+5,000人)	30年までに先進技術領域で3,000人採用 (ソフトウェア以外も含む)	(情報なし)	2026年度までに1,000人のDX人材を確保する方針
ソフトウェア人材の育成	25年までにリスキルにより9,000人増員	30年までにインドKPITの人材活用を2,000人規模まで拡大予定	毎年リスキルにより100人増員	「ソフトウェア人材育成プロジェクト」立ち上げ、2023年度までに約350人の技術部門配属新入社員全員が受講、そのうち約20人が上級レベルに進級	「ダイハツAIキャンプ」を2022年3月から毎月開催。毎回200名以上が参加。
その他動向	新組織デジタルソフト開発センターを設立し、DensoとWovenと一体で開発		ホンダ・日産でソフトウェア基礎技術を共同で開発		
 サプライヤー	DENSO	RENESAS	Panasonic AUTOMOTIVE	AISIN	BOSCH
ソフトウェア人材数	12,000人 (23年時点)	(情報なし)	(情報なし)	(情報なし)	42,000人 (24年時点)
ソフトウェア人材の獲得	30年までに18,000人 (+6,000人)	(情報なし)	(情報なし)	(情報なし)	28年までに50,000人以上 (+8,000人)
ソフトウェア人材の育成	25年までにリスキルにより1,000人増員	ソフトウェアとデジタルイノベーションに特化した新組織を設立	既に活動中のセキュリティに加え、強化領域として「アーキテクチャ」「AI」「UXデザイン」などを設定し、エキスパートグループを編成。世界トップレベルのスキルを持つ人材を育成	25年までにリスキルにより3,000人増員(BEV、知能化のソフトウェア以外も含む)	26年までの10年間でリスキルに2,800億円投資
その他動向	IT業界との連携強化により23時点で2,000人のIT人材を活用			ソフトウェア戦略推進部を新設や機能開発強化のためソフトウェア組織を改編	

人材獲得に向けた取組（モビリティDXプラットフォーム）

- 今後自動車業界に参画いただきたい潜在的なソフトウェア人材に対して、SDVの意義や魅力を発信し認知の向上を図るため、様々なコンペティションを開催

Automotive CTF Japan (9月)

セキュリティの専門知識や技術力を競い合う自動車サイバーセキュリティコンテスト

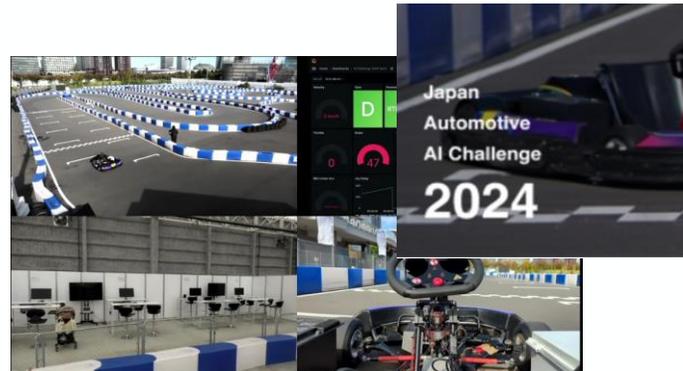
- 初開催となる日本大会を9月に東京で開催し、計180チーム413名が参加。
- 上位2チームが、10月にデトロイトで開催された世界大会に参加。日本チームが準優勝を飾った。



自動運転AIチャレンジ (11月)

自動運転ゴーカートをいかに早く安全に走行させるかを競うコンペティション

- 2019年に開始。2024年より新たに、お台場で開催。累計2,019名が参加。
- 参加者と各社人事部との交流会も実施。



自動運転UX創造チャレンジ (2月)

自動運転のユーザーエクスペリエンス (UX) をテーマに開催するアイデアソン

- 第1回を2月に東京で開催予定。
- アイデアのブラッシュアップや交流を通じて、自動運転に関する理解を深めることを目指す。



⇒ 国内人材に加え海外人材の巻き込みのため、来年度以降、海外業界団体との提携・連携を検討

人材育成に向けた取組（モビリティDXプラットフォーム）

- 必要なスキルセットを養成するための**学習講座を開発・提供**。厚労省の費用助成等とも連携し、今後更なる活用を促していく



自動車サイバーセキュリティ講座 (自動車技術会)

- 自動車のサイバーセキュリティ概論や脅威事例、開発プロセスや要素技術を学ぶ講座。
- **累計約1,000名受講**。



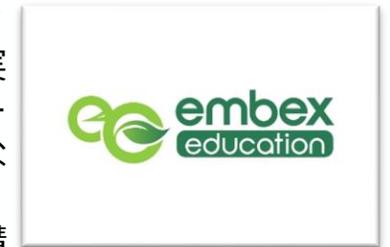
自動運転システム構築完全講座 (zero to one)

- オープンソースの自動運転システム「Autoware」を用いて実践を網羅的に学ぶ講座。
- **累計約550名受講**。



IoT実践講座：自動運転システム制作コース (エンベックスエデュケーション)

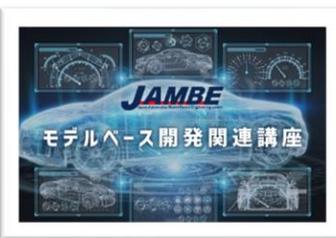
- 新たなモビリティサービスの社会実装を見据えたサービス設計に必要な知識を学ぶ講座。
- **累計約290名受講**。



※  上記3講座は「リスキル講座認定制度」の認定講座であり、厚生労働省「教育訓練給付制度」「人材開発支援助成金」との連携により、受講費用の最大8割が助成

モデルベース開発関連講座 (JAMBE)

- モデルベース開発/CAEの活用方法等を学ぶ講座。
- **累計約12,000名受講**。



オンライン学習 Eureka Box (エクスモーション)

- 要求記述、モデルベース開発、システムズエンジニアリング等を網羅的に学ぶ講座。



OTA基礎講座 (名古屋大学等)

- OTAの基礎とセキュリティ対策をテストヘッドを用いた演習を通じて学ぶ講座。



目次

1. 今年度議論の背景
2. 多様なSDVの必要性、SDV普及の見込み
3. SDVの重要要素（協調領域）と直近の動向及び今年度の論点
4. 個別テーマの議論
 - 1 サイバーセキュリティ
 - 2 ソフトウェア人材
 - 3 生成AI：先行事例創出/実サービスでの利活用
 - 4 SDV領域の競争力強化に向けた標準化・ルール形成戦略

生成AI（開発環境）における直近の動向

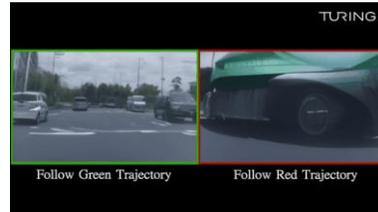
- 開発効率化や自動運転高度化に向け、生成AIを活用した世界モデルを国内外各社が開発

直近の国内事例

チューリングが日本初の自動運転向け生成世界モデル「Terra」を発表

Terraは、リアルな運転シーンを動画として出力することが可能な生成世界モデル

- シミュレータとしての利用：**
現実の運転シーンをリアルに再現し、右左折や突発的な状況への対応などを学習・評価可能
- 自動運転システムの一要素としての利用：**
現在の交通状況を分析し、未来の予測結果を自動運転システムの運転判断に使用可能

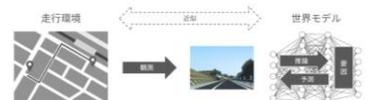
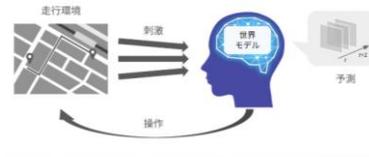


リアルな運転シーンを出力

ティアフォーと松尾研究所、自動運転2.0に向け生成AI開発を開始

自動運転L4のODDの飛躍的拡大を目指す

- 大規模世界モデルの構築により、**周囲の環境情報から適切な運転行動を生成するEnd-to-End AI**を実現
- また、自動運転2.0に向けて最新の**生成AIと従来のロボット工学を組み合わせたハイブリッドなフレームワーク**の設計に取組中

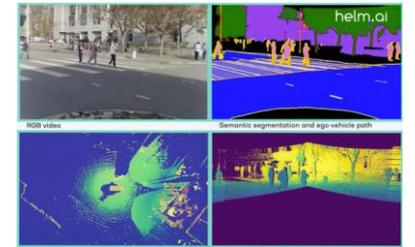


世界モデルで実運転行動を模倣

直近の海外事例

米Helm.ai、マルチセンサー生成AIモデルWorldGen-1を発表

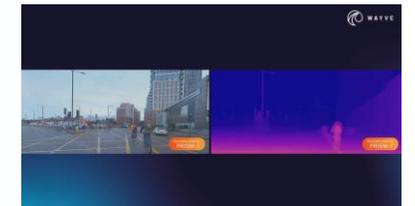
- 複数のモダリティ及び視点で高度にリアルなセンサー及び認識データを同時に生成が可能**
- 実際のカメラデータからセマンティックセグメンテーション、ライダービューなど**複数の他のモダリティへと推測**でき、データの豊かさを増加させ、データ収集コストを削減
- 入力データより運転環境における**自車両及び他の車両や歩行者の行動を予測**し、多様なシナリオ、特に希少なコーナーケースの生成が可能



映像、認識、自車経路等をAIで生成

英Wayve、4Dシーン再構成モデルPRISM-1を発表

- 動画データから4D (3D空間+時間) シーンを再構成**し、エンジニアリング工数を最小限に抑えつつ汎用性と拡張性を強化して複雑でダイナミックなシーンの再シミュレーションが可能
- また、シーンの流れを暗黙的に推測し幾何学的整合性を維持しつつ変化を正確に表現し、信頼性と有効性を向上



サイクリスト等を正確に再構築

民間の生成AI活用事例

- OEMの開発環境においても生成AIの採用が始まっている

プロンプトによる生成 (Applied intuition)

- プロンプトによりシナリオ・仮想世界の生成
- 手動での構築よりも最大40倍高速化
- OEMでの採用実績あり



車載センサによる生成 (dSpace)

- 車載センサのデータから仮想世界を構築
- 現実世界でのテストをシミュレーションで再現が可能

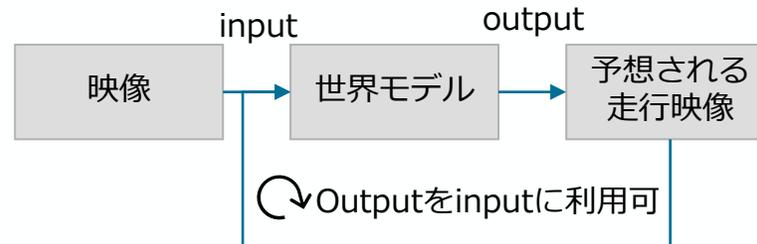


カメラ映像

シミュレーション

世界モデル*

- 現実世界を理解し、未来を予測するモデル
- 走行データを自動で生成できるため、ADASのトレーニングに利用可能
- Sim以外にも自動運転システムに応用可能



*TierIV、Turing,Helm.ai, Wayveが開発中

OEMのシミュレーション環境

Tesla

- 自社製スパコン「Dojo」でSim実施。25年には100EFLOPSに到達予定
- トレーニングのための複雑な交差点なども短時間で生成



Xpeng

- 10億キロメートルのビデオトレーニング、2億キロメートルのSimを実施。2日間で反復トレーニング



(参考) 生成AI活用事例の比較

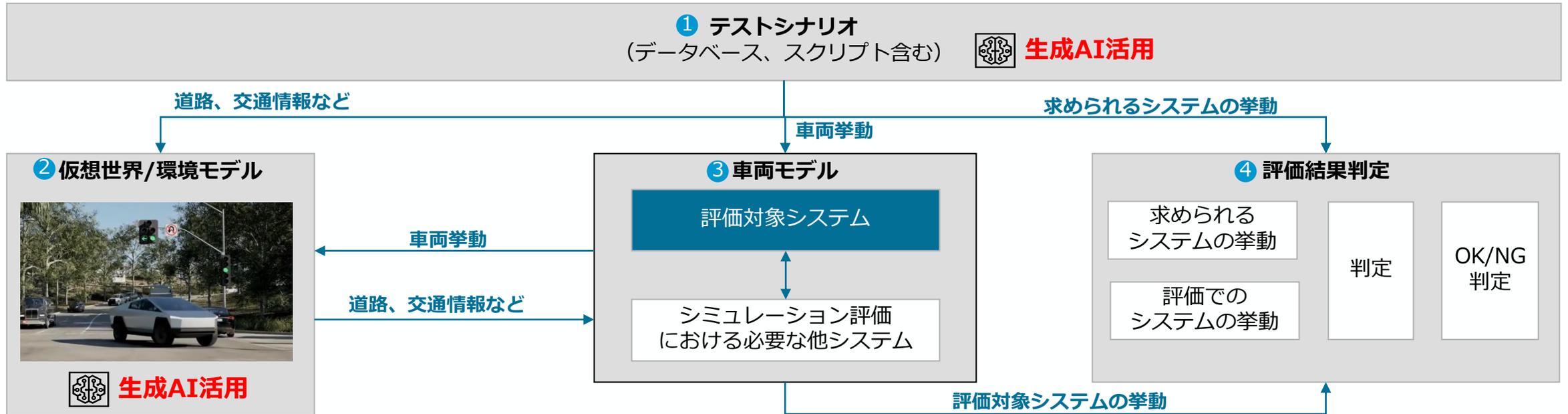
- 生成AIの活用はシナリオ生成、3Dワールド生成に主に使用されている
- シミュレーション及びAD/ADASに利用できる世界モデルの開発が進んでいる

プレイヤー		Applied intuition (米)	dSpace (独)	Tier IV (日)	Turing (日)	Helm.ai (米)	Wayve (英)	Tesla (米)	Xpeng (中)
テストシナリオ	アノテーションデータ生成	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	シナリオ生成	◎	-	◎	◎	◎	◎	◎	◎
仮想世界/環境モデル	地図編集	◎	-	-	-	-	-	-	-
	3Dワールド生成	◎	◎	-	-	-	-	◎	◎
	世界モデル	-	-	◎	◎	◎	◎	-	-
その他情報		プロンプトによりシナリオ・仮想世界の生成が可能	車載センサーのデータから3Dワールドを生成	松尾研究所と共同でAIと自動運転技術を開発	走行データ（アクセルなど）と1500時間の動画データを学習	動画を大量にインプットして、リアルな動画を生成	4700時間の動画データを学習	AIベースのADASシステムを市場投入。Tesla車から大量の運転動画取得	10億km相当のビデオトレーニング、2億km相当のSimを実行

[凡例] ◎ : AI活用情報あり - : AI活用情報なし

評価工程シミュレーション開発環境の構成

- 仮想世界/環境モデル、テストシナリオで生成AI活用の事例あり



	① テストシナリオ	② 仮想世界/環境モデル	③ 車両モデル	④ 評価結果判定
概略	品質保証に必要なテストシナリオ	テストシナリオに必要な道路状況、他車両、歩行者、天候などを模擬	評価対象システム及びテストシナリオに必要なシステム（シャシ、メータ等）を含み、車両挙動を模擬	求められる挙動と評価での挙動を比較し、テストの可否判定を実施

自動運転サービスの標準モデル・オープンデータセットの構築

- 地域における移動課題解決とモビリティ産業の創出を目指して、協調領域として「自動運転の標準モデル」及び「オープンデータセット」の構築が必要

モビリティサービス
領域WGの検討対象

車両開発・製造

開発基盤

自動運転の 標準モデルの構築

- 自動運転開発に必要なハードウェアやソフトウェア（車両やセンサー等）、安全性評価手法等の一連の開発ツールを提供。



オープンデータセット の構築・提供

- 生成AIを活用して、実データから大量の仮想データを生成。オープンデータセットを構築し、提供。



SDV領域WGの検討対象

地域モビリティサービスビジネス（自治体と連携）

配車・決済

遠隔監視

車両運行

駆けつけ

自治体



⋮

⋮

⋮

全国100か所でのサービス実現（2027年度）

グローバルマーケット
日本と共通の社会課題・街づくりを、新興国を含む諸外国へ横展開

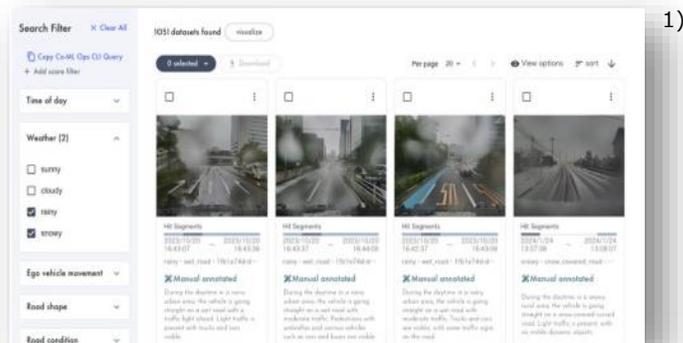
国内外の自動運転ソフトウェア開発等に向けたデータ収集の現状

- SDV車両や自動運転ソフトウェアの高性能化に向けては、**開発に必要なデータ量を、いかに早く、大量に蓄積できるかが重要**。足元では米・Waymo等が**自動運転の実車走行距離**で他を圧倒し、大量のデータ蓄積を進める。
- 実車走行に制約があり、**データ量が不足する我が国**においては、**実車から取得される実データ**に加え、**仮想データの生成によるデータ量の補完**が、開発スピード・効率の挽回の鍵。

開発に必要なデータ

- 開発に必要なデータは、**車両データ**（位置情報、車速、ブレーキ操作等）や、**周辺環境データ**（道路、車両・歩行者、気象情報等）など。
- 実データとは、**実車走行により得られるデータ**。仮想データとは、**実データを基に仮想的に創出したデータ**。実走行から得ることが困難な、発生頻度の低いエッジケースなども再現可能。

収集したデータの例



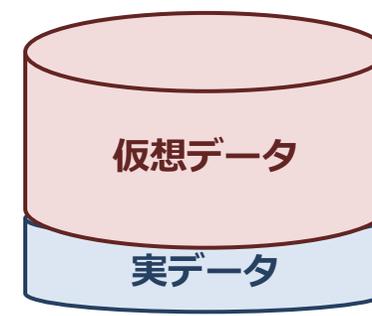
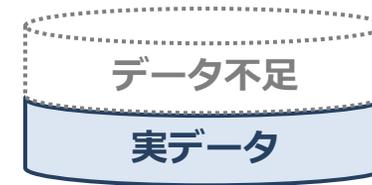
出典：1) ティアフォー公式サイト

日本と米中のデータ量の差

【米中】



【日本】



✓ 走行制約が少ない米中がデータ量で先行

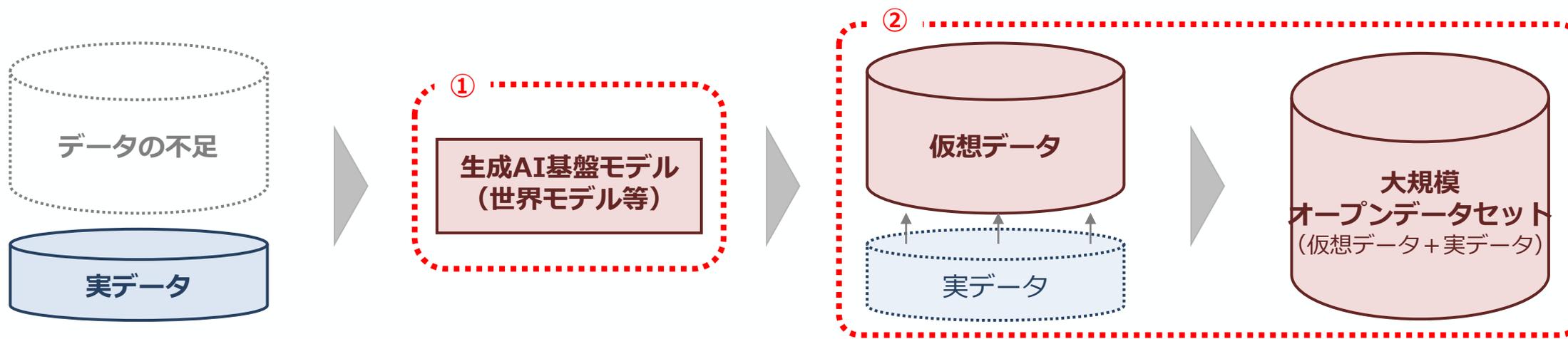
✓ 仮想データの活用により、米中に匹敵するデータ量を確保

実データ不足を補う生成AIを活用した取組案

- 日本の実データ不足に対し、生成AIを活用した大規模なデータセットを構築し、OEMやサプライヤーに提供

生成AIを活用した大規模データセット構築（案）

- 取組案：
 - ① 実データから仮想データを生成するための、生成AI基盤モデル（世界モデル（※）等）の開発
 - ② 実データと仮想データを組み合わせた大規模オープンデータセットの構築



※ 世界モデル：現実世界の物理法則や因果関係、物体間の相互作用などの外界の仕組みを理解し、現在の観測から将来や未知の状況を予測できるモデル

目次

1. 今年度議論の背景
2. 多様なSDVの必要性、SDV普及の見込み
3. SDVの重要要素（協調領域）と直近の動向及び今年度の論点
4. 個別テーマの議論
 - 1 サイバーセキュリティ
 - 2 ソフトウェア人材
 - 3 生成AI：先行事例創出/実サービスでの利活用
 - 4 SDV領域の競争力強化に向けた標準化・ルール形成戦略

「標準化」の意義

- 「標準化」は、市場シェアの獲得に向けた重要なツールの一つ。技術レベルは高かったものの、標準化が行われず/成功せず、市場シェアを逸失した事例もある。市場獲得の武器として**標準化の戦略的な活用**が重要。

標準化に成功し、シェア獲得した例

プレイヤー/ 製品	背景	標準化活動	効果
ダイキン工業(株)/ エアコン冷媒	ダイキンは燃えにくく温暖化影響も小さい冷媒「R32」を採用も、旧ISOでは「可燃」に分類され普及の障壁に	ISO817を改定し、カテゴリに微燃性を追加。ISOに基づきインドでの国内規格化を支援・実現	標準・規格化による売上効果は5年間で販売台数36万台増、売上151億円増
AGC(株)/ スマホ用カバーガラス	カバーガラス強度は課題として顕在化も評価法が定まらず。AGC製品は割れに強いが評価されなかった	落下時の割れを再現する評価法を開発しIEC61747-40-5で標準化	スマホメーカーのカバーガラスに対する理解が向上し、AGC製品の採用に貢献

標準化が成功せずシェア獲得できなかった例

プレイヤー/ 製品	背景	標準化活動	影響
ソニー(株)/ 非接触ICカード	ICカードではフィリップス方式、モトローラ方式が国際標準(ISO/IEC)として成立(2001年)	セキュリティ等優れるFelica方式もICカード標準化を狙うが、各国提案の乱立や欧米勢の反対もあり成立せず	日本はデータエコノミーのコアである決済基盤の国際競争において遅れを取ることに
NTT等/ 携帯電話通信(第二世代移動通信システム)	欧州のGSM方式がデファクトだったが、日本のPDC方式は電波帯域有効利用の観点で優位	日本では標準化戦略が重視されず、日本のみの採用にとどまった	海外へは普及せず、そのまま停波し3Gに移行

標準化（※）領域の検討

- 2030年/35年SDV日系シェア3割目標の実現につながる領域として、モビリティDX戦略で示した7つの協調領域を検討。標準化着手動向を鑑み、①生成AI、②セキュリティの領域において追加の標準化の取組が必要と思料。
- 標準化を活用して勝っていくためには日本が先行している領域での標準化も重要。現状は強み僅少も将来先行しうる領域として、③AD関連（協調制御）は標準化の可能性あり。

7つの協調領域における標準化

導出理由	技術領域	シェア3割寄与	標準化対象・候補	標準化着手動向	
				着手済	予定
モビリティDX戦略で示した7つの協調領域	API	○	Open SDV Initiative ビークルAPI(AppとOSの間)	有	-
	半導体	○	ASRAによる先端SoCの協調した研究開発	有	-
			ラピダス等 半導体設計	有	-
	① シミュレーション	○	SAKURA, DIVPのシナリオ生成	有	-
			車両認証まで含めた検証シナリオ及び検証手法	無	有
	② 生成AI	○	自動運転の開発サイクル高速化のための「オープンデータセット」の構築	無	部分的
	ライダー	○	-	無	無
高精度3次元地図	○	SBIR事業によるプローブカーデータを活用した高精度地図の更新技術	有	-	
③ セキュリティ	○	OTAのコスト低減のための標準策定	部分的	部分的	

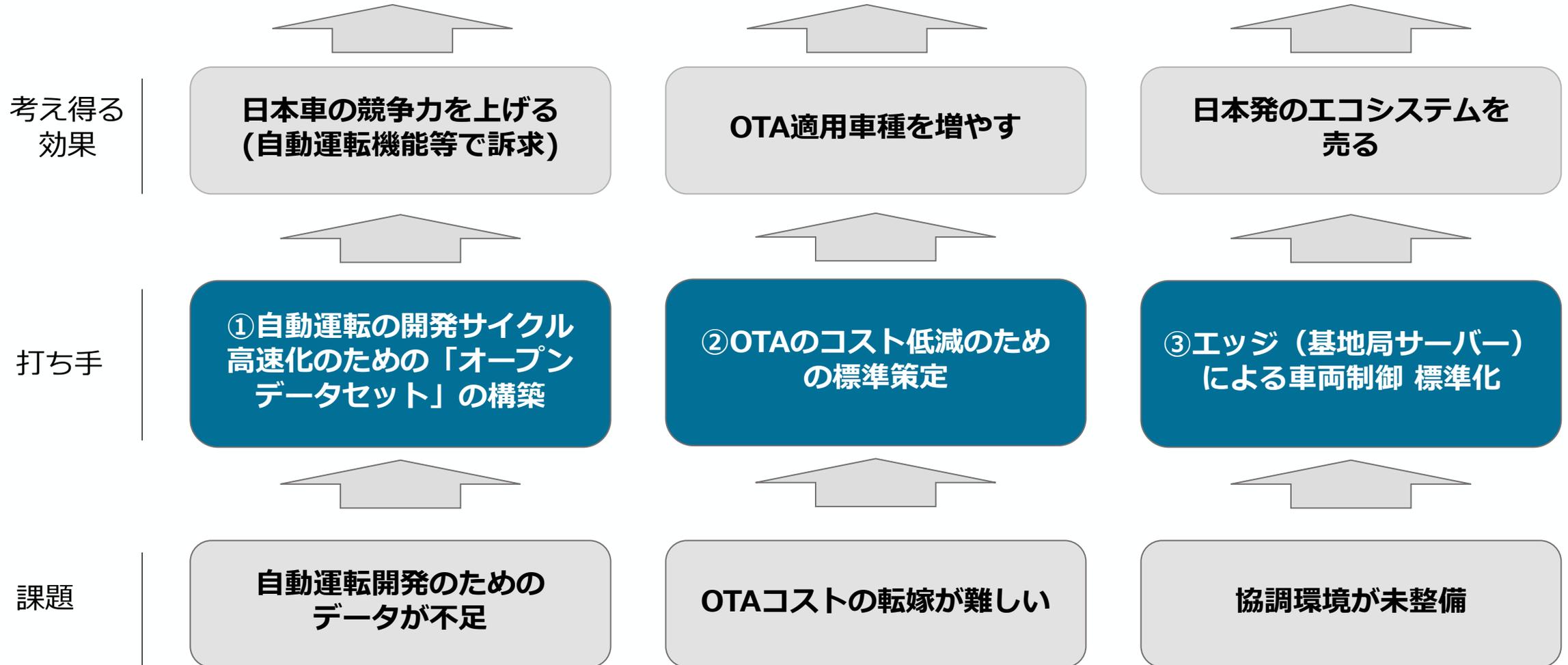
日本が先行しうる領域の標準化

導出理由	技術領域	シェア3割寄与	標準化候補	標準化着手動向	
				着手済	予定
先行しうる領域	③ AD関連（協調制御）	○	エッジ（基地局サーバー）による車両制御 標準化	無	無

（※）ここにおける標準化は、デジュール標準に限らず、各種のフォーラム標準やデファクト標準、業界規格や独自規格など、様々な標準を念頭に置く。

標準化領域案

2030年/2035年 SDVシェア3割



參考資料

(参考) 海外における直近の動向 パリモーターショー (24年10月)

- 欧州OEMを中心に新型車の発表が多く見られ、中国OEMの出展が大幅増加

各社の発表内容抜粋			
OEM	発表内容	主な先進機能	
欧州	ルノー	新型Bセグメント電気SUV「4 Eテック」の詳細情報を公開 傘下のMobilize、超小型のEV「Duo」と「Bento」を発表	ADAS安全機能やバーチャルアシスタントを備えたルノーのOpenR Linkなどの先進技術が満載 ユーザーは付属「MyDuo」モバイルアプリで最大6つのデジタルキーを作成可能なコネクテッドカー
	プジョー	Hypersquareなどのイノベーションを含むコンセプトカーを紹介	ビデオゲームに着想を得たタブレット型のステアリングホイールでより直感的な車との対話を実現
	その他OEM	VW、BMW、Citroen、Alfa Romeo等が新型車発表	(EV航続距離などの性能が向上)
	Valeo	未来のモビリティに向けた最新イノベーションを発表	乗客向けのユニークな拡張現実(XR)ゲーム体験、外部とやり取りを支援するAI技術など
中国	Xpeng	AI搭載のEVセダンAI-DV「P7+」を発表	スマート運転大規模モデルを実装し、より信頼性のある自動運転を実現
	BYD	新型ミッドサイズ電気SUV「Sealion 7」を発表	革新的なブレードバッテリー (Cell-to-Body構造)、先進のキャビン・インターフェースを採用
	Leap Motor	Stellantis傘下OEM、新型電気SUV「B10」を世界初公開	LEAP3.5アーキテクチャ、最新のADAS技術とカスタマイズ可能なデジタルコックピットなどを採用
米国	Ford	新型電気SUV「カプリ」などEVやPHVを披露	(EV航続距離などの性能が向上)

パリモーターショー (10月14~20日) 概要



- 48ブランドと158の出展社・団体が5館のパビリオンで展示を繰り広げ、約4千人の報道関係者と**50万人を超える来場者**が訪れた (日系OEMやメルセデス、GMなどが未参加)



Valeoのソリューション展示



- HERE Technologiesと共にValeo Smart Safety 360 (VSS360)の新バージョンを発表。このシステムは**コネクテッドカー向けの完全な地図、ナビゲーション、及びパイロットナビゲーション (NOP)機能**を統合
- ルノー「R5 E-tech」向けに開発された照明技術や、様々な状況下で建設作業員、交通警察、自転車ユーザーなどと**自動車のやり取りを支援するAIソリューションPantomime**を紹介

XpengのAI定義車 P7+

- 「AI Hawkeye Visual Solution」は、**スマート運転大規模モデルを実装**し (XNet, XPlanner, XBrain)、より信頼性のある自動運転を実現 (**カメラから3Dモデルを認識、複雑で未知なシナリオに対応などがAIにより実現**)
- 25年までに**レベル4**を実現目指す



(参考) 海外における直近の動向 広州モーターショー (24年11月)

- 展示の半数近くは新エネルギー車 (NEV) であり、ソフトウェア関連の発表も多数

各社の発表内容抜粋

OEM	発表内容	主な先進機能	
日本	ホンダ	EVシリーズ「焔 (イエ)」初のモデル「焔P7」を発表	高効率なプラットフォーム「Architecture W」、Honda SENSING 360+などを装備
	日産	新型ミッドサイズEVセダン「N7」を世界初公開	新しいモジュラーアーキテクチャーを採用する最初のモデル
中国	BYD	DenzaのフラッグシップSUV「N9」を世界初公開	インテリジェントコントロール技術プラットフォーム「易三方(e3)」などを装備
	Geely	傘下の極越汽車から「ROBO X」コンセプトモデルを初披露	百度のAI技術を取り入れスマートキャビンや革新的なデジタルサービスを提供
	GAC	高度インテリジェント運転技術搭載のSUV「S7」を世界初公開	クラウド一体型AI大規模言語モデルを導入、レベル2++の運転支援機能を実現
	一汽紅旗	EVシャシー「天工」と知能化プラットフォーム「九章」を発表	先進車載チップ「紅旗1号」を搭載し、中央演算能力、画像処理能力がそれぞれ向上
欧州	Mercedes	EQE、GLCなど2025年型モデルを発表	GLCはクアルコム8295車載チップ、第3世代MBUX、レベル2+の運転支援システムを搭載
	BMW	EV「i5」ロングホイールベースバージョン発売	「車両・道路・クラウド一体型V2X」高度スマート運転技術でアクティブセーフティ新機能を実現
	VW	コンセプト車「ID. CODE」を含むNEVとICE車を25モデル出展	次世代のAIスマートランプとディスプレイシステムを配し、レベル4の運転支援機能を搭載

広州モーターショー (11月15日~24日) 概要

- 10日間の来場者数は延べ約85.3万人
- 展示車両数は1,171台、そのうち新エネルギー車 (NEV) は512台で43.7%を占め、ほぼ全てのブースでNEVが展示された
- 中国の新車販売台数に占めるNEV割合は2024年1~10月期では40%に迫っている。また、中国ブランド車の販売シェアは59.7%に達し、合弁系海外ブランドは40.3%まで減少



日産の新型セダン「N7」



- インフォテインメントシステムの開発をHUAWEI協業
- 駆動するSoCチップは、クアルコムの最新第4世代「Snapdragon 8295P」
- 中国自動運転技術大手のモメンタとともに開発したADASシステムを搭載

一汽紅旗の知能化プラットフォーム

- 「九章」は5つのドメインを統合した先進車載チップ「紅旗1号」を搭載し、中央演算力を21.7%、画像処理能力を15.4%向上
- インテリジェントドライブ機能「司南」は、300m先の目標物を認識し、都市NOA、スマートパーキングなどの機能を備える



(参考) 国内のソフトウェア人材施策

大分類	分類	実施者	取り組み概要	詳細	出典
育成	学生インターンシップ	ティアフォー	学生研究員制度	ティアフォーでは、学生研究員制度を導入：優秀な学生が研究に打ち込めるようにコンピュータ科学、電気電子、知能機械などの分野で最大3年間、月額25万円または40万円の奨学金支援を提供	ティアフォー公式サイト
	学生向け教育	日産×横浜市立大学	データサイエンスセミナー	2018/11に「産学連携に関する基本協定書」を締結し、連携を通じて、日産から講師を派遣し、学部生への「データサイエンスセミナー」を開催。また、研究シーズとニーズに基づく共同研究を実施	経産省「第4次産業革命スキル習得講座認定制度」に関する検討会
	学生向け教育	ティアフォー×東京大学	Autoware Partner Program	オープンソースの自動運転ソフトウェア「Autoware」を活用した研修・教育講座を提供する「TIER IV Autoware Partner Program」を開発。このプログラムを通じて、パートナー企業の技術者が自動運転技術を習得し、修了認定を受けることが可能	
	企業・社会人向け教育	マツダ	オンライン講座	オンライン教育企業である米シリコンバレーのUdacityと共同で教育プログラムを開発、人材育成エコシステムの構築	
	企業・社会人向け教育	トヨタ×滋賀大学	機械学習実践道場	ビッグデータサイエンティストの育成を目的に、2017年より開設、トヨタ自動車から46人を技術者を参加メンバーとして選抜し研修を実施。製造現場で取得されるビッグデータの活用手法の研究も行われている	
イベント	自動車技術会、経産省など	Japan Automotive AI Challenge	自動運転システム開発人材の発掘、自動車業界に情報系人材の引き込みを狙い、コンペをトライアル実施（2019年に第1回実施）		
発掘・獲得	企業間連携	ホンダ×インドKPIT	協業の拡大	インドの車載ソフト専門KPITテクノロジーズは、2030年までにホンダ向けのソフトウェア開発人員を2,000人に拡大し、「次世代電子プラットフォーム、電動パワートレイン、先進安全、自動運転」などの分野をカバーする予定	JETRO公式サイト
	スタートアップ支援	経産省、日本貿易振興機構（JETRO）	スタートアップ支援	日本企業とアジア等新興国の企業との連携による新事業創出のため「アジアDXプロジェクト」を推進。2022年におけるアジアDX支援事業を28件採択	経産省「通商白書2023」
	人材採用	日本国政府	高度外国人材受け入れ促進	2023年4月には、高度外国人材に関連する新たな在留資格制度として、「特別高度人材制度（J-Skip）」及び「未来創造人材制度（J-Find）」が創設された	
	人材採用	日本貿易振興機構（JETRO）	採用イベント開催	インドのブネでIT系大学の学生を対象とした日本企業による就職説明会（ジョブフェア）を開催	経産省「政策特集内なる国際化 vol.5」
	人材採用	トヨタ	研究開発会社の設立、人材採用に注力	自動運転車の研究開発会社（TRI、TRI-ADなど）を設立し、自動車業界外のIT/AI人材採用し、それらの人材に自動車開発スキルを教育し、自動運転開発人材の育成を進めている	経産省「第4次産業革命スキル習得講座認定制度」に関する検討会

(参考) 海外のソフトウェア人材施策

大分類	分類	実施者	取り組み概要	詳細	出典
育成	学生向け教育、インターンシップ	中国：NIO	大学と連携し研究所を設立	中国科学技術大学と戦略提携、「智能电动汽车連合実験室」を設立。研究と学生のインターンシップを促進	NIO、中国科学技術大学公式サイトなど
	学生、社会人向け教育	ベトナム：FPTソフトウェア	海外向け人材育成	IT人材を育成するための専門大学「FPT大学」を運営し、日本の基本技術者試験相当のITPEC試験合格と日本語の履修を進級条件に設定するなど、日本のIT市場を意識した人材育成を行っている また、同社は2020年にベトナム最初のオンライン大学であるFUNiXを買収	経産省「情報処理振興課「海外IT人材の活用について」、FPT公式サイトなど
	学生向け教育	ドイツ：アーヘン工科大学	教育、プロジェクトコーディネート	自動車工学全般の教育を行うとともに、研究開発プロジェクトにおけるコーディネーター機能を果たし、自動車工学に係る集約拠点になる	経産省「第4次産業革命スキル習得講座認定制度」に関する検討会
	企業・社会人向け教育	米国：Udacity	オンライン教育	自動運転のオンライン教育コースを提供、9か月で自動運転エンジニアになるための必要技術を教育する	
発掘・獲得	スタートアップ	中国：清華大学	研究所、大学発ベンチャー企業	2011年に設立した自動車研究所での教育研究を行う。海外のチームと連携し、大学発ベンチャー企業を設立。自動運転系スタートアップ数十社が創業された	昨年度モビリティDX検討会第3回SDV・データ連携WG
	イベント	米国：Waymo	Open Dataset Challenge	多様なデータセットの公開、コンペティション、上位者への賞金を通じて、ADとMLのイノベーションを促進（2020年～、参加者：100チーム(各1-10人)以上(2020年))	
	イベント	ドイツ：Porsche	Porsche NEXT OI Competition	開発者を招待し、模擬APIを使用してPorscheのスポーツカー向けの革新的なアプリの開発を通して、賞金や多様なツール、プラットフォームにアクセスする機会を提供(2018年-2019年、参加者：749人(2019年))	
	人材採用	フォルクスワーゲン	テックハブ開設、採用強化	2022年12月、傘下のソフトウェア会社CARIADが自動車用クラウド、デジタル車両体験、自動運転に関するテックハブを米国に開設すると発表 また、2023年のCESで就職説明会開催のためのブースを設置し、担当者は2023年で1,700人雇用する計画を説明	ジャガーランドローバー公式サイト
	人材採用	ジャガーランドローバー	IT人材採用強化	英国、アイルランド、米国、インド、中国、ハンガリーで800以上の新しいデジタル及びエンジニアリングの職種を募集。Meta、Twitterなどの大規模な雇用削減に伴い、職を失った技術労働者向けに新しい求人ポータルを立ち上げる	
人材採用	シンガポール、英国、タイ、マレーシア、インドネシアなど	高度外国人材受け入れ促進	英国政府は2022年5月30日、世界の優秀な人材のためのビザ「ハイポテンシャル・インディビジュアル（HPI）ビザ」の申請受付を開始、など	経産省「通商白書2023」	

(参考) Tesla, XpengのAI活用事例

- Tesla, XpengともにAIを活用したADASシステム・シミュレーション環境を構築

		Tesla	Xpeng
AD/ADAS おけるAI活用		<ul style="list-style-type: none"> • 24年10月にロボタクシー「サイバーキャブ」を発表 • 認識・制御などをカメラとAIだけで行う • ハンドル、ペダルのない自動運転レベル4 • 26年の生産開始を目指す 	<ul style="list-style-type: none"> • 24年10月のパリモーターショーでAI-DV（AI定義車）P7+を発表 • 「AI Hawkeye Visual Solution」は、スマート運転大規模モデルを実装（XNet, XPlanner, XBrain）し、より信頼性のある自動運転を実現（カメラから3Dモデルを認識、複雑で未知なシナリオに対応などがAIにより実現） • 25年までにレベル4を実現目指す
Simにおける AI活用	Sim用 データ生成	<ul style="list-style-type: none"> • テスラ車から吸い上げた膨大な動画データを取得 • アノテーションデータ生成は、自動化され30分程度で完了（自動化前（2018年頃）は533hの作業時間） 	<ul style="list-style-type: none"> • 情報なし
	仮想世界 生成	<ul style="list-style-type: none"> • 複雑な交差点も5分程度で生成（手動生成だと2週間の作業） 	<ul style="list-style-type: none"> • 情報なし
	Sim実行 環境	<ul style="list-style-type: none"> • 自社製スーパーコンピューター「Dojo」で実施 • 最大1.8EFLOPSの演算能力あり（21年） • 24年中に100EFLopsに到達予定 	<ul style="list-style-type: none"> • 10億キロメートルのビデオトレーニング、2億キロメートルのSimを実施。2日間で反復トレーニング • 最大2.51EFLOPSの演算能力あり
AI分野への投資		<ul style="list-style-type: none"> • 2024年にAI分野に100億ドル（約1.5兆円）を投資予定。そのうち、新興AI企業（xAI）に50億ドルを投資予定 • コスト削減のため、従業員の10%を削減予定 	<ul style="list-style-type: none"> • 2024年にAI分野に35億元（約750億円）を投資予定 • 4,000人を新規雇用を計画（22年末の従業員数から25%の増加）

(参考) 世界モデルとは

- 世界モデルとは、現実世界の物理法則や因果関係、物体間の相互作用などの「世界の仕組み」を表現するモデル。従来、表現しきれないエッジケースや高度な物体間の相互作用に活用が見込まれる

東京大学 松尾研が示す世界モデルの概要

基礎研究 | 世界モデル (World Models)

- 今後のDeep Learning開発において鍵となる、人間の「想像」にあたる現実世界をシミュレートする技術
- 世界のAI先進企業・研究室が研究を推進中

技術概要

人間は、情報欠損や将来の様子を想像で補うことが可能

例) 現在の状態から将来を想像:



例) 物体の一部を見て、全体像を想像:



AIも同様に、経験から効率的に外界の“常識”を学び、“想像”できるようになることが今後の発展の肝
その基幹技術が“世界モデル (World Models)”

ソース: <https://deepmind.com/blog/article/neural-scene-representation-and-rendering>, <https://worldmodels.github.io/>

©MATSUO LAB, THE UNIVERSITY OF TOKYO

事例

Googleのような先進企業/研究室が“世界モデル”の研究に注力

DeepMind(Google)の例: 限定的な視点画像から全体像を再構成



"Neural scene representation and rendering", S. A. Eslami, et al., Science, 360(6394):1204-1210, 2018.

Google Brainの例: 効率的な将来予想



弾丸を避けるゲームにおいて、将来を効率よく想像・学習できるメカニズムを組み込むことで、弾丸の回避率を向上

"Recurrent world models facilitate policy evolution", D. Ha, J. Schmidhuber, NeurIPS 2018, pp. 2455-2467, 2018.

世界モデルの概要・利点 (松尾研、チューリングより)

世界モデル概要

- 現実世界の物理法則や因果関係、物体間の相互作用などの「世界の仕組み」を表現するモデル
- 外界（世界）から得られる観測情報に基づき外界の構造を学習によって獲得
 - ここでの観測とは、画像、音声、文書など外界から得られる様々な種類の情報
 - 観測情報を学習することで大規模な外界のモデルを作る

世界モデル活用の利点

従来技術（物理演算シミュレーター）との優位性

- 物体間の相互作用をより正確に表現できる
(例えば、低速車両が横断歩道を通過する時の歩行者の行動との相互作用など)
- 自動運転におけるエッジケース生成
(本来であれば、エッジケースごとのデータが必要)