

オープンSDVによる価値創造と 実現に向けた取り組み

2025年7月17日

高田 広章

名古屋大学 未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 所長・教授

名古屋大学 大学院情報学研究科 教授

附属組込みシステム研究センター長

NPO法人 TOPPERSプロジェクト 会長

Email: hiro@ertl.jp URL: <http://www.ertl.jp/~hiro/>

自己紹介

本務

- ▶ 名古屋大学 未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 所長・教授
- ▶ 名古屋大学 大学院情報学研究科 情報システム学専攻 教授／附属組込みシステム研究センター センター長

専門分野

- ▶ コンピュータ科学

研究分野

- ▶ リアルタイムOS, ソフトウェアプラットフォーム
- ▶ リアルタイム性解析とスケジューリング理論
- ▶ 機能安全技術, 組込みシステムのサイバーセキュリティ
- ▶ 車載組込みシステムと車載ネットワーク
- ▶ ダイナミックマップ, 協調型自動運転

その他の役職(主なもの)

- ▶ NPO法人 TOPPERSプロジェクト 会長
- ▶ 日本学術会議 会員(第三部, 情報学委員会所属)
- ▶ 自動車技術会 理事
- ▶ スズキ財団 評議委員
- ▶ 経済産業省・国土交通省 モビリティDX検討会 座長
- ▶ 車載組込みシステムフォーラム(ASIF) 会長
- ▶ オートモーティブ・ソフトウェア・フロンティア プログラム委員長
- ▶ 組込みシステム技術に関するサマースタッフワークショップ(SWEST) ステアリング委員長
- ▶ (元)宇宙航空研究開発機構(JAXA) 客員教授
- ▶ (元, 初代)情報処理学会 組込みシステム研究会 主査
- ▶ (前)日本ソフトウェア科学会 理事長

TOPPERSプロジェクト



- ▶ ITRON仕様の技術開発成果を出発点として、組み込みシステム構築の基盤となる各種の高品質なオープンソースソフトウェアを開発するとともに、その利用技術を提供

組み込みシステム分野において、Linuxのように広く使われるオープンソースOSの構築を目指す！

プロジェクトの狙い

- ▶ 決定版のITRON仕様OSの開発 ← **ほぼ完了**
- ▶ 次世代のリアルタイムOS技術の開発
- ▶ 組み込みシステム開発技術と開発支援ツールの開発
- ▶ 組み込みシステム技術者の育成への貢献



プロジェクトの推進主体

- ▶ 産学官の団体と個人が参加する産学官民連携プロジェクト
- ▶ 2003年9月にNPO法人として組織化

開発成果物の主な利用事例



エスクード (スズキ)



スカイラインハイブリッド (日産)



IPSiO GX e3300 (リコー)



H-IIIB (JAXA)



Cell³iMager duos
(SCREEN
ホールディングス)



OSP-P300
(オークマ)



SoftBank
945SH
(シャープ)



UA-101 (Roland)



α 6700 (ソニー)

名古屋大学 組込みシステム研究センター (NCES)

設立目的

👉 <http://www.nces.is.nagoya-u.ac.jp/>

- ▶ 組込みシステム分野の技術と人材に対する産業界からの要求にこたえるために、**組込みシステム技術に関する研究・教育の拠点**を、名古屋大学に形成

活動領域(スコープ)

- ▶ 大学の技術シーズを実現/実用化することを指向した研究
- ▶ プロトタイプとなるソフトウェアの開発
- ▶ 組込みシステム技術者の教育/人材育成

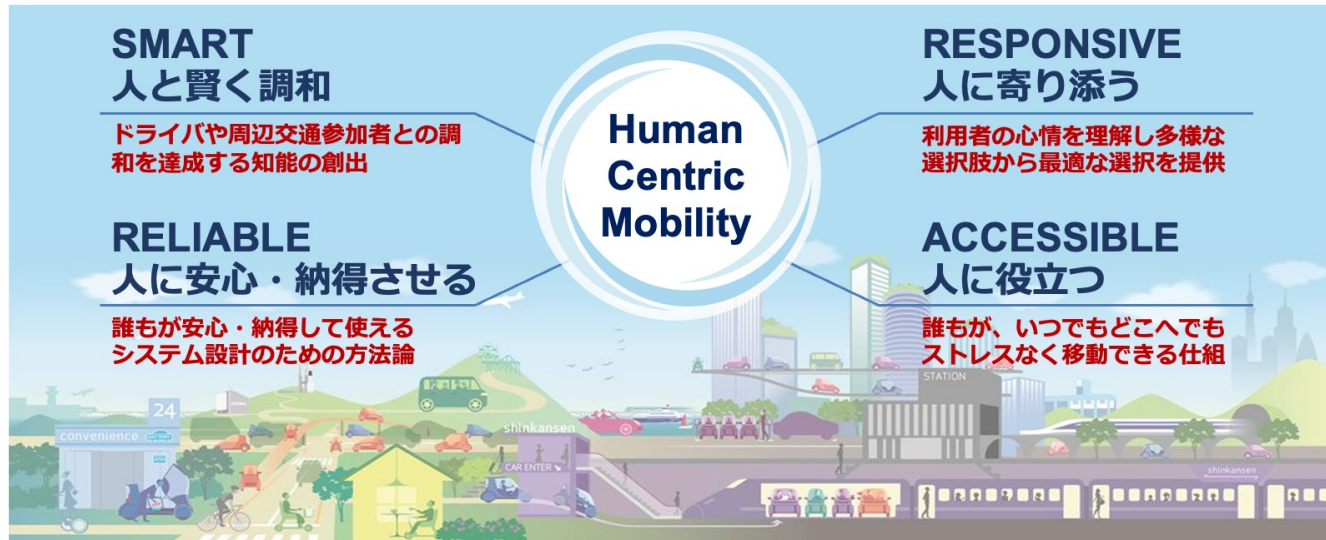
主な研究テーマ(プロジェクト)

- ▶ ダイナミックマップ2.0〔GREMOと共同の活動〕
- ▶ 車載システム向けSPF (AUTOSAR, Open SDV Initiative)
- ▶ 車載組込みシステムのセキュリティ強化技術
- ▶ 宇宙機向けソフトウェアプラットフォーム

モビリティ社会研究所 (GREMO)



ヒューマンセントリックな視点から、未来のモビリティ社会を拓く



2011年 7月

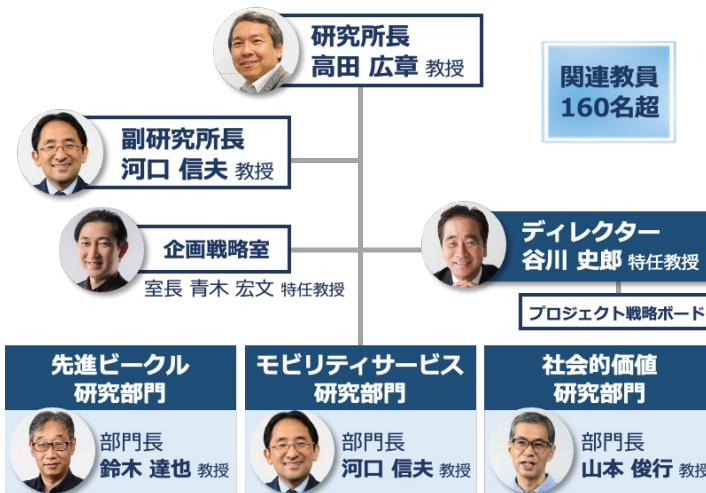
グリーンモビリティ連携研究センター
開設

2016年 4月

未来社会創造機構
モビリティ領域 に改組

2019年 4月

未来社会創造機構
モビリティ社会研究所 に改組



AGENDA

- ▶ CASEによる変化, OTAの必要性・意義
- ▶ SDVに関する動向と価値観の変化
- ▶ 今までにない危機感, モビリティDX戦略
- ▶ SDV (Software Defined Vehicle) とは？
- ▶ メーカー都合のOTAからユーザ価値を生むSDVへ
- ▶ SDV実現に向けた課題, ソフトウェア開発スタイルの革新
- ▶ ソフトウェアとハードウェアの分離, ビークルOS
- ▶ SDVの発展段階とオープンSDV
- ▶ オープンSDVのインパクト, 実現に向けた課題
- ▶ ビークルAPIと標準化
- ▶ Open SDV Initiative, Open SDV API
- ▶ E2E AI自動運転と Open SDV API

100年に一度の自動車業界の変革：CASE

C：Connected(つながる) DX

- ▶ 通信ネットワーク等により自動車の外部とデジタル情報をやりとりすることで、高度な機能やサービスを提供

A：Autonomous(自動化) DX

- ▶ 自動運転，無人運転

S：Shared & Services(シェアリング，サービス化) DX

- ▶ 自動車を個人で持つのではなく、多くの人で共有(シェア)するように？
- ▶ モノ(自動車)の所有からサービス(移動)の利用へ
 - ▶ “mobility as a service”(MaaS)

E：Electric(電動化) GX

- ▶ 電気自動車，ハイブリッド自動車，燃料電池自動車
- ▶ 環境問題(地球温暖化，大気汚染)への対策

CASEによる車載組込みシステムの変化

アーキテクチャが大きく変わる可能性

- ▶ 背景: 自動運転や高度なADAS実現のために、高い計算能力や広帯域の通信が必要に
- ▶ ECU: 自律分散型から中央集権型システムへ
- ▶ ネットワーク: 機能ドメイン分割型からゾーン分割型へ

要素技術にも大きい変化

- ▶ AI技術の導入
- ▶ 高性能プロセッサ技術 (GPUやメニーコア) の採用
- ▶ ソフトウェアプラットフォームの高度化
- ▶ 高速・大容量の車載ネットワーク技術の導入

ソフトウェアの機動的な更新が必要に

- ▶ 無線通信によるソフトウェア更新 (Software update Over-The-Air; OTAと略称される) の必要性が高まる

OTAの必要性・意義

これまでのソフトウェア更新

- ▶ 不具合がない限りは、車載組込みシステムのソフトウェアは更新しないのが普通
- ▶ 更新が必要な場合は、販売店に持ってきてもらう

OTAの必要性・意義

- ▶ セキュリティ上の脆弱性の修正
 - ▶ 脆弱性が発見された場合、迅速な修正が求められる
- ▶ 早い市場投入
 - ▶ ソフトウェアの完成を待たずに市場投入し、販売後にOTAで改善する
- ▶ 運用を踏まえたソフトウェアの機能追加・改善
 - ▶ ユーザの使い方を分析して、ソフトウェアを変更
 - ▶ 追加データの学習によるAIの改善

テスラによるOTAの活用

- ▶ 不具合やサイバーセキュリティ上の脆弱性の修正
 - ▶ 頻繁に適用
 - ▶ 販売店網を持たないテスラには必須とも言える
- ▶ ブレーキ性能の向上
 - ▶ 2018年に Consumer Reports が、ブレーキ性能が悪いなどの理由でテスラ Model 3を非推奨に
 - ▶ テスラは、OTAによるソフトウェア更新で、ブレーキ性能を向上させ、Consumer Reports は推奨に変更
- ▶ 自動運転ソフトウェア (FSD: Full Self Driving) の販売とバージョンアップ
 - ▶ 一括購入型では\$8,000, サブスク型では\$99/月 (2024年4月の価格改定後の米国での価格)

自動車もソフトウェア中心に？

ソフトウェアの重要性が増している

- ▶ 自動車の持つ機能・価値の中で、ソフトウェアで実現されるものが増加してきた
- ▶ 今後、さらに増加するのは確実
- ▶ OTAが重視されているのは、その現れ

自動車メーカーもソフトウェア重視にシフト

- ▶ 多くの自動車メーカーが、ソフトウェア技術者の採用を強化
- ▶ ソフトウェアの内製化率の向上を明言する動きも拡大（VW、トヨタなど）
- ▶ ソフトウェアによる収益化（マネタイズ）戦略の台頭

このトレンドを示すキーワード

- ▶ Software Defined Vehicle (SDV)
- ▶ ソフトウェアファースト

SDVに関する動向と価値観の変化

SDV/自動運転における新興OEMの急速な進歩

- ▶ テスラ
 - ▶ 革新的なE/Eアーキテクチャ, OTAの活用
 - ▶ 進んだ運転支援システム(FSD: Full Self Driving)
- ▶ 中国OEM(BYDなど)
 - ▶ 品質・完成度の面でレベルアップ。速い開発速度。過当競争による低価格化
 - ▶ 進んだ運転支援システム(ファークウェイのADSなど)

ファークウェイの3段階のビジネスモデル

- ▶ (通常の)ティア1 サプライヤ
- ▶ HUAWEI INSIDE (Intel型)
- ▶ 鴻蒙智行(HIMA: Harmony Intelligent Mobility Alliance) ブランド(Android型)

自動車に対する価値観を変えつつある中国

- ▶ 居住空間/娯楽空間としての自動車の使い方を重視
- ▶ かっこ良さの基準も違っているようだ
- ! 中国の逆ガラパゴス化か？ 日本のガラパゴス化か？

中国市場における日系自動車メーカーの動向

- ▶ 日系主要メーカーは、中国でのシェア低下を受けて、中国の価値観に合致した中国向け車両を投入
 - ▶ 中国拠点(中国企業との合弁会社)に大胆に権限委譲
- ▶ トヨタ bZ3X
 - ▶ モメンタの先進運転支援システムを採用
 - ▶ ファーウェイのIVIシステムを採用
- ▶ 日産 N7
 - ▶ モメンタの先進運転支援システムを採用

今までにない危機感

急速に進む自動車のDX(モビリティDX)

- ▶ 自動車のデジタル化, さらにはデジタルトランスフォーメーション(DX)が, 急速に進みつつある
 - ▶ 自動車に対する価値観が変わる可能性(一部ではすでに変わっている)
 - ▶ これまで培ってきた技術力が, 価値に繋がらなくなる可能性がある
- ▶ デジタル化/DXは, 日本のものづくり産業にとって鬼門
 - ▶ これをきっかけに, 日本企業が競争力を失った製品が多数
 - ▶ ガラケーからスマホに変わった時に, 携帯電話業界に起こったことが, 自動車業界にも起こるのでは?

モビリティDX戦略

モビリティDX戦略とは？

- ▶ 経産省・国交省共催のモビリティDX検討会によって検討・策定されたモビリティのDX化に対応するための戦略
- ▶ 2024年5月に初版が公表。2025年6月に改訂版が公表

「モビリティDX戦略」の要点

- ▶ 取組目標:SDVのグローバル販売台数における日系自動車メーカーのシェア3割の実現(2030年および2035年)
- ▶ 目標実現に向けた重要3領域＋横断領域での戦略(施策)を取りまとめ
 - ▶ SDV領域
 - ▶ モビリティサービス領域(自動運転・MaaS技術)
 - ▶ データ利活用領域(データ利活用による価値創造)
 - ▶ 横断領域(人材獲得・育成, 企業間連携促進など)

SDV (Software Defined Vehicle) とは？

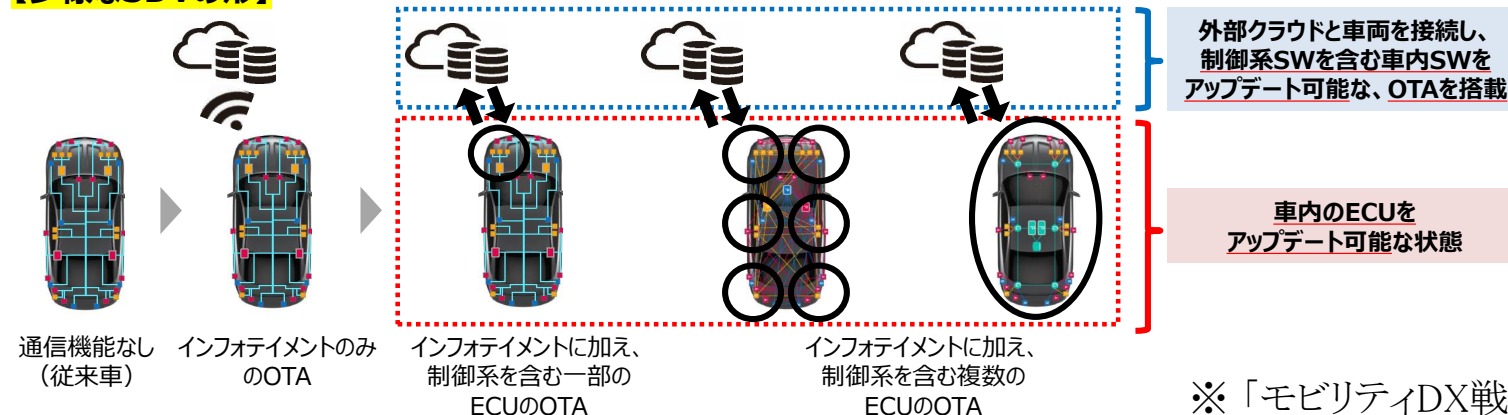
用語の元来の意味

- ▶ ソフトウェアで振舞い／機能／価値が定義される自動車
- この流れは、約45年前にエンジン制御にマイコンの適用が開始されて以降着実に進んできたもの

もう少し具体化した定義(やや狭義)

- ▶ ソフトウェアのOTAによる追加・更新により、販売後に振舞い／機能を拡張・変更できる自動車
- ▶ ソフトウェアの追加・更新がIVIのみに留まるものは除く

【多様なSDVの形】



※「モビリティDX戦略」より

ソフトウェアとハードウェアの本質的な違い

- ▶ ソフトウェアは更新しやすい
 - ▶ 製品を販売した後にも、OTAによる更新が可能
 - ▶ ユーザニーズを見極めて、機能を変更しやすい
- *SDVは, DevOps (ソフトウェアを運用しながら開発を進める)のコンセプトを自動車に適用したもの*
- ▶ ソフトウェアは製造コストがほぼゼロ
 - ▶ ソフトウェアは、独占・寡占が起こりやすい

開発手法への影響

- ▶ ソフトウェア開発は、更新しやすいという特性を活かした反復型の手法(スパイラル開発, アジャイル開発, DevOps)がとられることが多い
 - ▶ ハードウェア開発向けに作られてきた開発手法を、変える必要がある

メーカー都合のOTAからユーザ価値を生むSDVへ

OTA導入の動機 … メーカー都合

- ▶ セキュリティ上の脆弱性の修正
 - ▶ セキュリティ上の脆弱性は、発見されると迅速に修正することが求められる
- ▶ 不具合の修正, 早い市場投入

SDVによる価値創造 … ユーザ価値

- ▶ ソフトウェアの更新により, 車両の購入後も機能が追加・更新される → 購入後も車両の価値が上がる(下がりにくい)
- ▶ 入れるアプリによって, 自分好みの車にできる
- ▶ 他業界(例:エンターテインメント業界)の力を, 自動車の魅力アップに活用する

! DX(デジタルトランスフォーメーション)は製品の価値基準を変える

SDVが生み出す価値（整理）

購入後も車両の価値が上がる ユーザ視点

- ▶ ソフトウェア更新により機能が追加・更新される
- ▶ 陳腐化しない。中古車価格（残価）が上がる？

パーソナライズできる ユーザ視点

- ▶ 入れるアプリによって、自分好みの車にする
- ▶ カーシェアには、特に相性が良い

継続的に収益が上がる メーカー視点

- ▶ アプリを有料で販売
- ▶ アプリ内課金やサブスクモデルで課金する手も

サードパーティの活用 メーカー視点 ユーザ視点

- ▶ IT業界やエンターテインメント業界のアイデアとソフトウェア開発力を、自動車の魅力アップに活用

SDV実現に向けた課題

ビジネス面の課題

- ▶ 購入してもらえるアプリとは？
 - ! スマホを持ち込むだけで実現できるものは価値が低い
- ▶ マーケット規模は十分か？
- ▶ 余裕を持ったハードウェアを準備できるか？
 - ▶ コストアップ分をユーザに負担してもらうためには？

技術面の課題

- ▶ ソフトウェア開発工数の爆発的増加
 - ▶ 今の開発スタイル(車種毎にソフトウェアを開発する)のままなら, 爆発的に増加するのは必至
 - ▶ ソフトウェア開発スタイルの革新が求められる
 - ▶ SDV向けのアーキテクチャへの移行が望ましい
- ▶ 安全なソフトウェア更新(OTA)技術

ソフトウェア開発スタイルの革新

！ソフトウェア開発工数の爆発的增加を防ぐために
AI技術の活用

- ▶ 生成AIによるソフトウェア開発支援

クラウドベースの仮想開発環境の導入

- ▶ クラウドサーバ上に車両のシミュレーション環境を構築
- ▶ CI (Continuous Integration), CT (Continuous Testing)
- ▶ 考え方: ソフトウェアを徐々に(連続的に)発展させていく

ソフトウェアとハードウェアの分離

- ▶ ハードウェアに依存せずにソフトウェアを開発
- ▶ 開発工数を, 掛け算から足し算に

DevOpsの考え方の導入

- ▶ CD (Continuous Delivery)
- ▶ 考え方: ユーザのニーズに合致したソフトウェアを開発

► BoschのDaniel Krippner氏のSDVに関するプレゼン資料より



実際には...

- ▶ ハードウェアの異なる車両を、全く同一のソフトウェアで制御することは不可能
- ▶ そこで、ソフトウェアを、ハードウェアに依存しない部分と、依存する部分(=ハードウェアの違いを吸収するソフトウェア)に分離
 - ▶ 前者は、新しい振舞い／機能／価値を提供するために、必要に応じて追加・更新 → **アプリケーション**
 - ▶ 後者は、車両に組み込んでおく。頻繁にはバージョンアップしないのがベター → **ビークルOS**

ビークルAPIとは？

- ▶ アプリケーションがビークルOSの機能を利用するためのインタフェース

「ビークルOS」とは？

(コンピュータの)OSの定義(の1つ)

- ▶ ハードウェアとしてのコンピュータを, ユーザにとってより容易に, より効率よく, より安全に使用できるようにするために必要となる一連のソフトウェア
 - ▶ この定義の「ユーザ」は, エンドユーザ(コンピュータの一般ユーザ)とアプリケーション開発者の両方を含む

OSによるハードウェア資源管理: 仮想化

- ▶ 「より容易に」… (主に) 抽象化
 - ▶ ハードウェアの違いを隠蔽して, ユーザからは同じ方法で操作できるようにする
- ▶ 「より効率よく」… (主に) 多重化(共用)とスケジューリング
- ▶ 「より安全に」… アクセス制御, パーティショニング

ビークルOSの定義

- ▶ ハードウェアとしての「車両」を，ユーザ（エンドユーザ，アプリケーション開発者）にとってより容易に，より効率よく，より安全に使用できるようにするために必要となる一連のソフトウェア

ビークルOSによる車両のハードウェア管理

- ▶ 「より容易に」…（主に）抽象化
 - ▶ 車両の違いを隠蔽して，ユーザ（主にアプリケーション）からは同じ方法で操作できるようにする
- ▶ 「より効率よく」
 - ▶ アプリケーションの指令に従い効率的に車両を制御
- ▶ 「より安全に」
 - ▶ 車両の安全性を（可能な限り）ビークルOSで担保，複数のアプリケーションによる制御の調停

ビークルOSの開発状況

多くの自動車メーカーがビークルOSを独自に開発

- ▶ トヨタ自動車: Arene OS
 - ▶ Areneは、ビークルOSの機能に加えて、ソフトウェアの開発環境やシミュレーション環境を含んでいる
- ▶ フォルクスワーゲン: VW.OS
 - ▶ ID.3 (フォルクスワーゲンのEV) に搭載
- ▶ メルセデス: MB.OS
- ▶ 日産自動車・ルノーアライアンス: FACE
- ▶ ホンダ: 名称はアナウンスされていない

一方で...

- ▶ 各社のビークルOSが具体的にどのような機能を備えているかや、どのようなビークルAPIを採用しているかについては、ほとんど公表されていない

車両ソフトウェアプラットフォーム Arene



※ <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/at/18/00006/00385/> より

(旧) ウーブン・プラネットのウェブサイトより

- ▶ 「Arene OSの車両にはミドルウェアとHAL(ハードウェア抽象化レイヤー)が含まれるので、Areneを使えばどのようなクルマにも同じコードを搭載できます。」
- ▶ 「Areneの特長は、最新のソフトウェア開発ツールと効率の良い方法を用いて、車両ソフトウェアの新しい開発サイクルを実践できることにあります。」
 - ▶ ソフトウェア開発の効率化に重点

To achieve this, we are working on Arene, a platform with state-of-the-art tools, vehicle APIs and safety building blocks which allow rapid iteration to shorten the time from concept to deployment. They enable developers and OEMs to provide continuous value to their customers through the frequent release of small software increments in an agile way.

Vehicle app development process



$$t(\text{deploy}) - t(\text{design}) = O(\text{minutes})$$

SDVの発展段階とオープンSDV

ステップ0: 技術的なSDV

- ▶ (IVI以外のECUに対しても) OTAによるソフトウェアの追加・更新機能を備える

ステップ1: SDVによる価値創出

- ▶ OTAによるソフトウェアの追加・更新により、自動車の振舞い／機能が継続的に拡張・変更される
- ▶ (さらには) ソフトウェアの追加・更新により継続的な収益を上げる

ステップ2: オープンSDV

- ▶ サードパーティ(自動車メーカーやその委託先以外の組織や個人)が開発したソフトウェア(アプリケーション)をインストールすることができる
 - ▶ これが可能な自動車をオープンSDVと呼ぶ(造語)

参考) iPhoneにサードパーティのアプリがインストールできるようになった経緯

- ▶ 2007年に発売された最初のiPhoneには、ユーザが自由にアプリをインストールする機能がなかった
 - ▶ プリインストールされたアプリのみが使用できた
 - ▶ アプリを追加する手段としては、Webアプリを使うことが推奨されていた
- ▶ この制限に不満を持ったユーザや開発者が、非公式のアプリをインストールできるようにするために、Jailbreakの方法を発見
 - ▶ これにより、ユーザは、Appleが承認していないアプリを使用できるようになった
- ▶ 2008年にApp Storeが登場し、iPhoneに自由にサードパーティのアプリをインストールできるようになった
 - ▶ 現在のようなアプリのエコシステムが発展

オープンSDVのインパクト

オープンSDVによるモビリティイノベーションの加速(仮説)

- ▶ 従来の自動車(やオープンでないSDV)では、自動車を外部と接続し、新しい機能を追加するためには、自動車メーカーの同意・協力が必要
- ▶ オープンSDVでは、サードパーティが自動車にアプリケーションをインストールすることで、新しい価値を生み出せる可能性

オープンSDVによる自動車の商品性の変化

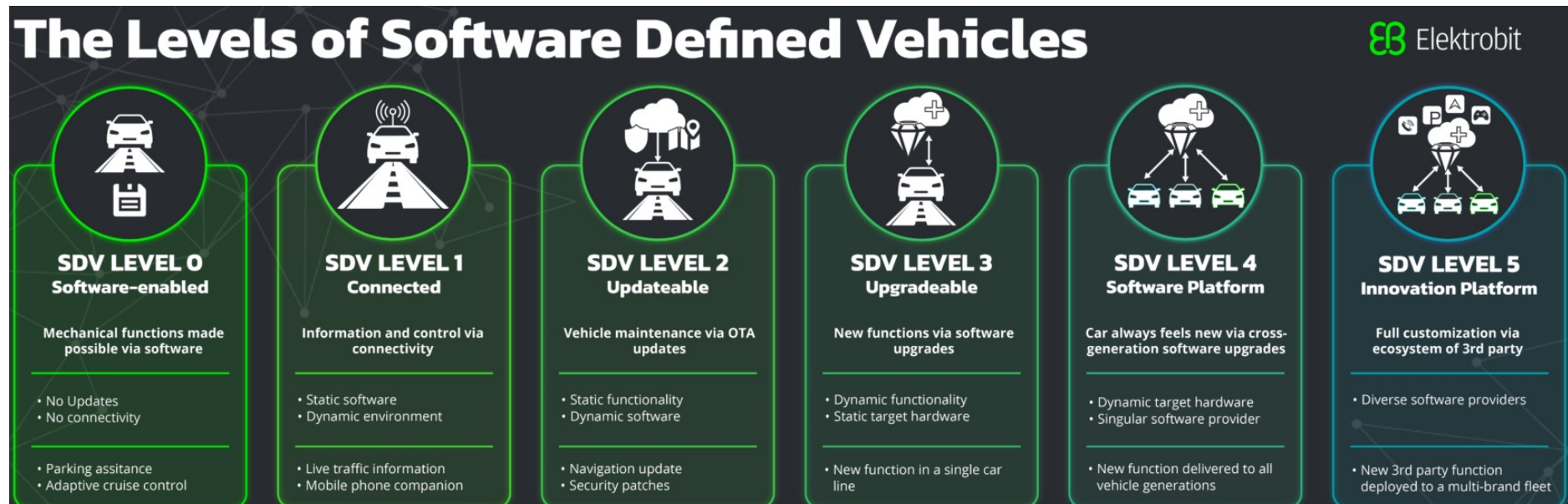
- ▶ オープンSDV化により、自動車は、サードパーティのサービスを載せる基盤(プラットフォーム)となる
 - ▶ スマホと同じように

参考) ElektrobitによるSDVのレベル

- ▶ SDV LEVEL 0: Software-Enabled
- ▶ SDV LEVEL 1: Connected
- ▶ SDV LEVEL 2: Updatable
- ▶ SDV LEVEL 3: Upgradeable
- ▶ SDV LEVEL 4: Software Platform
- ▶ SDV LEVEL 5: Innovation Platform

Car always feels new
via cross-generation
software upgrades

Full customization
via ecosystem and
3rd party function



オープンSDV実現に向けた難関

安全性に関わるアプリの扱い

- ▶ サードパーティに、安全性に関わるアプリの開発を許すか？
- ▶ 許さないと、開発できるアプリが限定される
- ▶ 許す場合には、サードパーティのアプリが原因で事故が起こった場合の責任の明確化が必要
 - ▶ レギュレーションとの関係も難しい課題

サードパーティのビジネスが成立するか？

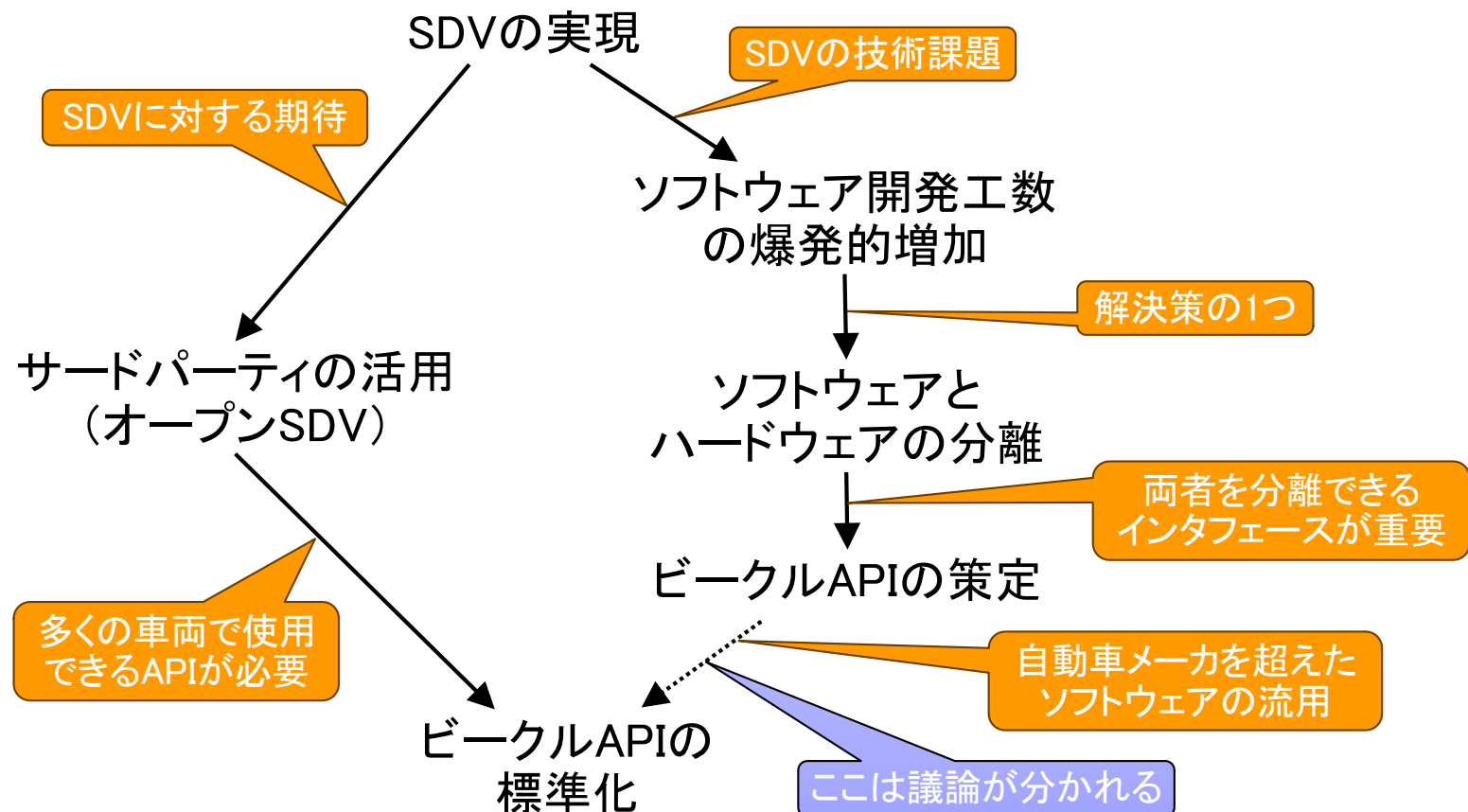
- ▶ (言うまでもなく) サードパーティがSDVアプリの開発に参入するには、ビジネスが成立することが前提
 - ▶ 無償アプリでもビジネス的に成立するものは考えられる
- ▶ 安全性に関わるアプリの開発を許さないことがネックになって、ビジネスが成立しない可能性も

ビークルAPIと標準化

ビークルAPIとは？

- ▶ アプリケーションが車両にアクセスするためのインタフェース

ビークルAPI標準化の2つの必要性



国際的な標準化活動

- ▶ COVESAのVSS/VISS
 - ▶ COVESAが車両のデータにアクセスするためのVSSとVISSの2つの仕様を策定
- ▶ 中国自動車工業協会 SDV委員会(CAAM-SDV)
 - ▶ SDVサービスAPIのアトミックサービスAPIとデバイス抽象化APIの2つの仕様書を公開

国内での標準化活動

- ▶ JASPARがAPI技術WGを設置し、(まずは)ボディ系のAPIの策定を開始

ビークルAPIの標準化に取り組まない場合

- ▶ 海外から来たAPI標準(フォーラム標準, デファクト標準)を採用することになる可能性
- ▶ SDVがスマホのエコシステムに取り込まれる可能性

Open SDV Initiative

ビークルAPI標準化加速のために

- ▶ 名古屋大学が、産業界に呼びかけて、ビークルAPIを策定する活動を行う
- ▶ 策定したビークルAPIを実現するソフトウェアを実車やシミュレータ上にテスト実装し、有効性を評価する活動も行う

Open SDV Initiativeの目標

- ▶ 業界標準となるビークルAPIを策定することを大目標ではあるが、まずは、以下を最低限の目標とする
 - ▶ この活動が業界を刺激して、日系自動車メーカーによる標準化活動が実施される(例えば, JASPAR等で)
 - ▶ 策定したビークルAPI(の一部)が、他で策定されているビークルAPIに取り入れられる／参考にされる
- ▶ 自動車メーカー, 自動車部品メーカー, ソフトウェア企業において, SDV人材を育成する

すでに
達成？

これまでの活動経緯

- ▶ 2024年6月20日 : Open SDV Initiative の立ち上げを発表, 参加企業の募集を開始
- ▶ 2024年10月 : 本格的な活動を開始
 - ▶ APIコンセプトWG, ボディWG, AD/ADAS WG, HMI WG, 開発環境/シミュレーションWG, 実車製作WG, 調査WGを設置し, 各分野の検討を開始。また, 各WGのリーダーからならリーダー会議を設置
- ▶ 2024年12月 : UXアイデア検討WGを追加設置
- ▶ 2025年3月 : Open SDV API仕様の最初の版(バージョン: 202503α)を公開
 - ▶ APIコンセプトWG, ボディWG, AD/ADAS WG, HMI WGのこの時点までの検討結果を取りまとめ

Open SDV API仕様

Open SDV API

- ▶ Open SDV Initiative で策定するビークルAPIを, “Open SDV API” と呼ぶ

現時点(バージョン:202503α)の完成度

- ▶ 4つのWGの現時点の検討成果を取りまとめたもの
 - ▶ 本格的な活動開始から半年しか経過しておらず, 完成度は低い。4つのWGの検討成果間の不整合も残っており, 今後, 大幅な改訂を行う可能性もある
 - ▶ 知見のあるメンバーがいなかったために, 設置できなかったWGがあり, 抜けも多い
 - ▶ 仕様の内容検討を優先したため, 体裁も整っていない
- ▶ APIの策定が急がれる状況であり, 他団体との協調のためにも, 完成度が低くても現時点の仕様を公表すべきと判断

現時点の仕様(バージョン:202503α)の内容

- ▶ APIコンセプトWG
 - ▶ API仕様のコンセプトを提示
- ▶ ボディWG
 - ▶ キャビン, ボディまわりの各種のデバイスに対するAPIの案を提示
- ▶ AD/ADAS WG
 - ▶ 車両運動制御, 自車位置・方位, 車両周辺モデル, ドライバ状態・意図のAPIの考え方と叩き台を提示
- ▶ HMI WG
 - ▶ サウンド, グラフィックス, 汎用スイッチのAPIの案を提示
 - ▶ 小さいリソースで実現できるグラフィックスAPIを策定し, アプリケーションを広い範囲の車両で動作可能に

API策定にあたっての基本的な考え方

APIの使用者と安全性

- ▶ サードパーティ(OEMやOEMから委託を受けたサプライヤ以外の組織や個人)とOEM(または委託先のサプライヤ)の両方が使うことを想定してAPIを策定する
- ▶ サードパーティに、危険な動作を起こす可能性があるAPIを使用させないために、OEMが、サードパーティに危険なAPIの使用を禁止するための機能(アクセス制御)を設ける

この考え方をとる理由

- ▶ あるAPIが危険であるかどうかは、車両の持つ安全機能によって異なる
- ▶ 現時点では危険なAPIが、技術の発展(車両の安全機能の進化)により、危険でないAPIになる可能性がある
- ▶ 危険なAPIをサードパーティに使わせて良いかどうかは、国や地域のレギュレーションによっても異なる

API策定にあたって最重要視すべきこと

アプリケーションの開発容易性

- ▶ サードパーティのアプリケーション開発者にとっては、一度の開発で、多くの車両に適用できるアプリケーションが開発できることが重要
- ▶ APIで車両の違いを完全に隠蔽できなくても、アプリケーション側で車両の違いが吸収できれば良い

多様な車両に適用できるAPIとする

- ▶ 日系OEMの特徴／強みを活かせるAPIとするために、多様な車両に適用できるAPIとすることを目指す
 - ▶ 日系OEMの特徴/強み(の1つ)は、多様な車両(パワーtrainの違い, 高級車／大衆車, 乗用車以外の車両)を開発・販売していること
- ▶ 車両の構成(configuration)の記述方法も策定する

E2E AI自動運転とOpen SDV API

E2E (End-to-End) AI自動運転とは？

- ▶ もともとは、入力(センサーデータ)から出力(車両の制御)までのすべてを単一のAIモデルで実現する自動運転のアプローチ(モノリシックE2E)
- ▶ 現在は、複数のAIモデルを統合したもの(モジュラーE2E)も、E2E AI自動運転と呼ばれている
- ▶ 「認知」はAIを使うのが一般的であり、「操作」はアルゴリズム的に行う方法も有力であるため、「判断」をAI(ルールベースではなく、学習ベース)で行うことがポイント

参考) 自動運転の3つの技術要素

- ▶ 認知(周辺状況認識, 自己位置推定)
- ▶ 判断(交通状況予測, 行動計画)
- ▶ 操作(車両制御, 人への情報伝達)

自動運転技術に関する最近の動向

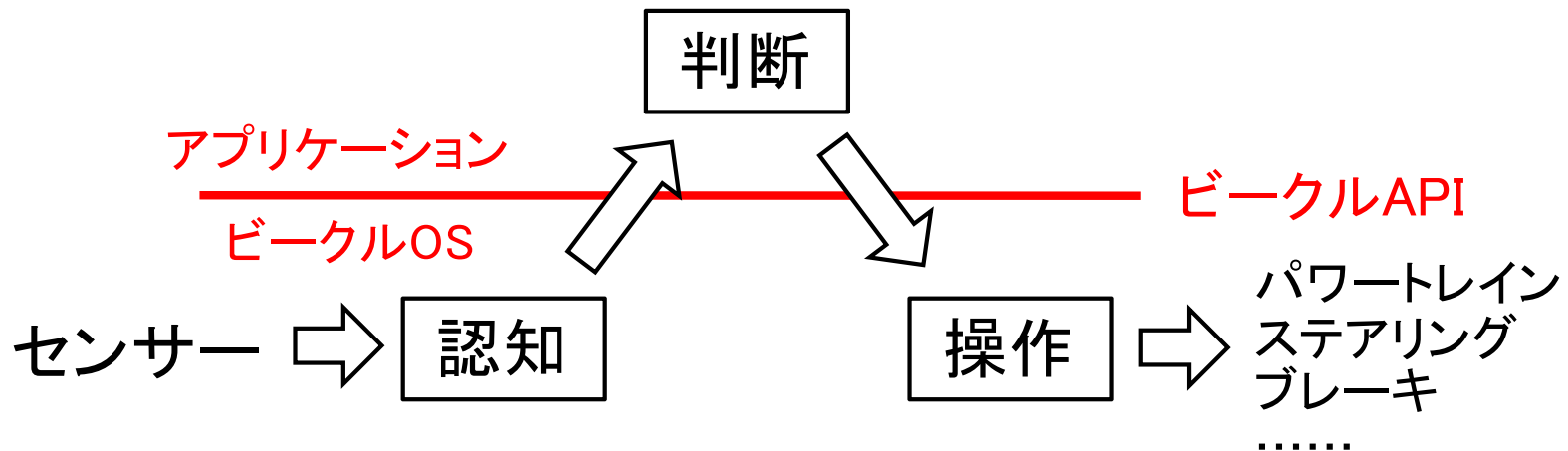
- ▶ 米国ではWaymoが、中国ではバaiduやPony.aiが、ロボットタクシー(レベル4自動運転)をサービス運用
- ▶ テスラやファウウェイなどが、E2E AI自動運転の技術を用いて、カメラのみ、HDマップなしで一般道のレベル2自動運転システムを実現
- ▶ 日本が技術的に遅れている状況が明らかに

日系OEMと自動運転企業との連携

- ▶ トヨタ、日産、ホンダが、中国向けの車両に、モメンタの自動運転システムを採用
- ▶ トヨタがWaymoが戦略的パートナーシップ
- ▶ 日産が2027年度にWayveの自動運転システムを導入

Open SDV APIのAD/ADAS向けAPIの位置付け

- ▶ 「認知」「操作」をビークルOS, 「判断」をアプリケーションの役割として, その間のAPI(ビークルAPI)を策定



- ▶ モジュラーE2Eでは, AIモデル間のインタフェースを定義していることに相当
- ▶ モノリシックE2Eでは, (一部または全部の)APIはスキップされるため, 役に立たないと思われる

AD/ADAS向けAPIの概要

- ▶ 車両運動制御API …「判断」→「操作」のインタフェース
- ▶ 自車位置・方位API …「認知」→「判断」のインタフェース
- ▶ 車両周辺モデルAPI …「認知」→「判断」のインタフェース
- ▶ ドライバ状態・意図API …(主に)L3以下のAD/ADAS向け

AD/ADAS向けAPIの意義

- ▶ 自動運転企業が開発する自動運転システムと、それを用いるOEMのシステムとの間のインタフェース
- ▶ これを標準化することで、OEMは...
 - ▶ 異なる自動運転システムを採用することが容易に
 - ▶ 特定の自動運転企業へのロックインを避け、健全な競争を促進することができる

ビークルAPI標準化の
3つめの必要性？

車両運動制御APIの策定方針

- ▶ 現在の自動運転システムにおいて、「判断」と「操作」の界面(役割分担)は、固まっているわけではない
- ▶ 車両の縦方向制御のために、「判断」から「操作」に出す指令のレベルとしては、以下が考えられる
 - ▶ パワートレインが発生するトルク
 - ▶ 車両の加速度
 - ▶ 車両の目標速度
- ▶ 横方向制御についても、これと同様に複数のレベルがある
- ▶ API策定にあたって目標としていること
 - ▶ アプリケーションから使いやすいAPIであること
 - ▶ OEMによる差別化がしやすい(OEMが価値を出せる)APIであること

現時点の仕様における縦方向制御API

- ▶ 目標速度を指定して縦方向を制御する2種類のAPIと、目標停止位置を指定して縦方向を制御するAPIを用意
- ▶ API1 (アプリケーションから細かく制御)
 - ▶ 目標速度 v を指定
 - ▶ ビークルOSは、可能な限り迅速に目標速度に到達するように制御
 - ▶ アプリケーションは、サービスクールを周期的に呼び出して、目標速度を常に更新することを想定
- ▶ API2 (細かな制御をビークルOSに任せる)
 - ▶ 目標速度 v と応答プロファイル p を指定
 - ▶ 応答プロファイルは、「高速」、「標準」、「低速」の3段階のいずれかで指定
 - ▶ ビークルOSは、応答プロファイルに従って、スムーズに目標速度になるように制御

現時点の仕様における縦方向制御API — 続き

- ▶ API3 (停止制御)
 - ▶ 目標停止位置 x と停止プロファイル p を指定
 - ▶ 停止プロファイルは, 「早さ重視」, 「バランス」, 「精度重視」の3段階のいずれかで指定
 - ▶ ビークルOSは, 停止プロファイルに従って, 目標停止位置に停止するように制御
- 今後, これらのAPIの有効性検証が必要(どのように検証するかが難しい)

Open SDV Initiative の今後と参加方法

進行中の活動

- ▶ API定義の詳細化・ブラッシュアップ・拡張
- ▶ テスト実装(シミュレータ, 実車を用いたPoC)と評価
- ▶ 標準化団体(JASPAR, COVESA)への打ち込み

参加方法 ➡ <https://www.nces.i.nagoya-u.ac.jp/osdvi/>

- ▶ 日本の法人格を持った組織であれば, 運営規則(知財の取り扱いを含む)に合意することで, 参加可能
- ▶ 活動に対して人的リソース(活動に取り組む技術者)を出すことを要請する(必須とはしていない)
- ▶ 活動に参加するための会費はなし
 - ▶ ただし, コミュニケーションツールの利用料は負担いただく

おわりに

モビリティDXと自動車のスマホ化

- ▶ 自動車のデジタルトランスフォーメーション(DX)が急速に進みつつある
 - ! 若干の揺り返しも見られるが、油断できる状況ではない
- ▶ SDV(さらにはオープンSDV)は、自動車のスマホ化である
- ▶ ガラケーからスマホに変わった時に、携帯電話業界に起こったことが、自動車業界に起こらないようにしたい

ビークルAPIの標準化と Open SDV Initiative

- ▶ ビークルAPIとそれを実現するビークルOSが、SDVのキーテクノロジーの1つである
- ▶ Open SDV Initiative は、ビークルAPIの標準化を加速するために、Open SDV API の策定を進めている