

ソフトウェア時代における自動車産業の競争領域

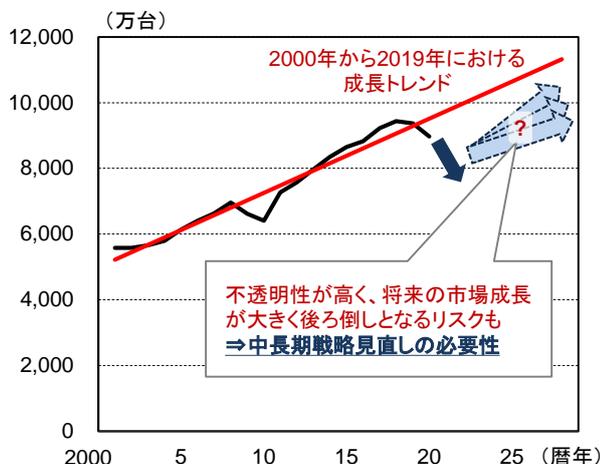
～ソフトウェア価値を取り込む部品産業とプラットフォームに転身する完成車メーカー～

産業調査ソリューション室 高柿 松之介、加藤 靖隆

1. 自動車産業の中長期的な競争領域はソフトウェアに

- 自動車産業は近年、市場低迷の向かい風の中でCASE(コネクテッド、自動運転、シェアリングサービス、電動化)対応を迫られてきた。2018年以降、米中摩擦による経済環境の悪化や各国市場における規制動向なども影響し、世界の自動車市場は調整局面にあったが(参考:『伸び悩む自動車販売』 https://www.dbj.jp/topics/investigate/2019/html/20200227_201002.html)、新型コロナウイルス感染症(以下、「新型コロナ」)は、市場の成長トレンドへの回復を遅らせることとなった。2020年後半以降は順調に回復基調にあるが、引き続き諸地域で感染再拡大が確認される現状では市場低迷が長期化するリスクも懸念される(図表1-1)。
- 同時に、新型コロナは、各国政府による気候変動対応の強化を追い風とする電動化の動きなど、CASEによる業界変化を加速させている(図表1-2)。事業者は、見通しの不透明な厳しい事業環境下においても、市場の回復が従来想定から遅延するリスクを織り込みつつ、中長期的な成長戦略としてのCASE対応を着実に進めなければならない。
- 新型コロナの影響も踏まえた中長期的な業界変化のポイントはいくつか存在する(図表1-3)。例えば販売面では、昨今の市場低迷を受けた地域戦略の見直しや、デジタルマーケティングやオンライン販売の強化など、量と質の両側面から重要な変化が生じている。また生産面では、サプライチェーンの強靱化と生産・開発の効率化を両立させるべく、業務のデジタル化が急がれる。こうした中、最も注目されるポイントは、気候変動対応のための電動化や車両価値を高めるソフトウェアの重要性向上といった商品特性の変化であろう。
- 電動化については、燃費改善という車両価値向上の枠組みを超えて、気候変動という社会的課題への対応としての側面が強まっている(参考:『市場低迷の中で加速する自動車産業の変革～欧州自動車市場の電動化の例にみる事業戦略の変化～』 https://www.dbj.jp/topics/investigate/2020/html/20200529_202542.html)。これに対し、ソフトウェア化は消費者の要請を受けて進んでいる変化と言えよう。安全・安心機能に加え、運転操作の快適性向上や自動運転、通信技術によるアップデート型の性能向上など、従来の自動車にはない新たな付加価値付けに寄与するものであり、自動車に関する新たなビジネスモデルを構築する上で不可欠な技術となっている。
- こうした特性の変化は、自動車のバリューチェーンにも影響を与える。電動化は、部分的なパワートレインのアウトソース化や中長期的なEVシフトなどを通じて、付加価値領域を変化させる可能性がある。一方ソフトウェア化は、部品への半導体・ソフトウェアの搭載や、移動サービスの提供、通信機能によるソフトウェア更新などの形で付加価値増大に寄与すると考えられる(図表1-4)。本稿では、付加価値増大の鍵となるソフトウェア領域について、その導入に伴う完成車・部品の変化と、それに向けた事業者の戦略について考察する。

図表1-1 自動車市場の展望



(備考) 1. IHS Markitデータにより日本政策投資銀行作成
 2. 車両総重量6t未満の商用車を含む乗用車販売台数
 3. 市場カバレッジは世界全体の98%

図表1-2 新型コロナがCASEに与える影響

変化	新型コロナの影響
C: コネクテッド	加速: 社会的なデジタル嗜好の高まりを受け、車両機能や販売面でデジタル化が進展し、ソフトウェアの占める付加価値が高まる可能性
A: 自動運転	加速: eコマース利用機会の拡大等により物流ニーズが拡大し、自動運転MaaSの社会実装が早まる可能性
S: シェアリング・サービス	停滞: 短期的には利用が控えられるものの、中長期的には需要拡大が続く
E: 電動化	加速: 自動運転MaaS車両の増加、グリーンディーラーなど環境の動きの活発化、各国の政策的な電動化支援

(備考) 日本政策投資銀行作成

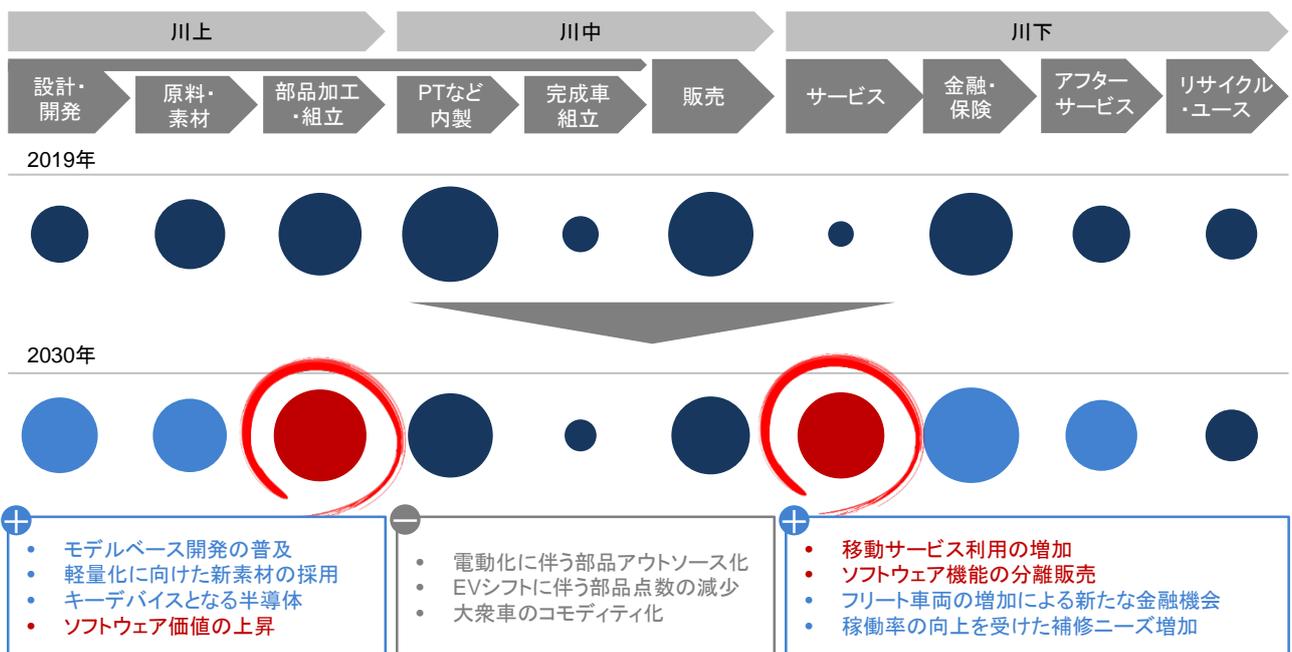
1. 自動車産業の中長期的な競争領域はソフトウェアに(続)

図表1-3 自動車産業の中長期的な変化

	社会・ユーザの変化	自動車産業の変化	ポイント
車両の機能・特性	次世代技術への期待 <ul style="list-style-type: none"> - 使い方: デジタル化の意識の高まり、オンライン機能ニーズの拡大 - 環境意識: 燃費規制、パワートレイン規制の強化、環境負荷低減への意識の高まり - 安心・安全: 運転支援技術ニーズの拡大 	CASE・MaaS対応 <ul style="list-style-type: none"> - コネクティッドカー: データ収集・活用、オンラインでの機能アップデート - 電動化: パワートレイン技術の開発、燃費の改善 - ADAS・自動運転: 安全性向上、ソフトウェアのアドオン販売 - MaaS車両: 空間の提供 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電動パワートレインニーズの急拡大 2. オンライン機能・ソフトウェアサービスの重要性向上 (ADAS・自動運転含む)
販売	販売に関するマクロ・ミクロ前提の変化 <ul style="list-style-type: none"> - 市場: 新型コロナを受けた景気低迷による成長トレンド後ずれ - 買い方: 新型コロナを契機とする購買行動のデジタル化の加速 	販売戦略のリセット <ul style="list-style-type: none"> - 海外市場: 選択と集中の推進 - 販売促進策: インセンティブ、自動車ローン戦略 - ディーラー再編: 商品群の見直しを踏まえた役割の再整理 - オンライン販売: デジタル化対応 	<ol style="list-style-type: none"> 3. 市場成長の後ずれを受けた事業者の戦略見直し 4. 新たな販売形態の模索
生産 / 開発	通商政策・サステナビリティ <ul style="list-style-type: none"> - 通商政策: 主要市場における政策見直しに伴う事業リスクの高まり - サステナビリティ: 新型コロナを契機とするサプライチェーンの冗長性に対する意識の高まり 	サプライチェーンの最適化 <ul style="list-style-type: none"> - コスト削減: 事業者間提携などを通じた車両プラットフォーム共通化、標準OS開発・モデルベース開発(MBD)の推進 - 調達戦略: 部品標準化・共通化と共同購買、電動化に伴う部品需要の変化と電池安定調達の必要性 	<ol style="list-style-type: none"> 5. 適正なサプライチェーンの再確認 6. 部品の共通化・標準化、共通プラットフォーム化 7. 標準車載OS開発 8. MBDの推進

(備考) 日本政策投資銀行作成

図表1-4 自動車バリューチェーンにおける付加価値領域の変化



(備考) 1.アーサー・ディ・リトル・ジャパン資料により日本政策投資銀行作成

2.バブルサイズは各年における新車販売市場を100%としたときの各領域の粗利益の割合

2. 部品領域では機電一体化による電子制御が増加

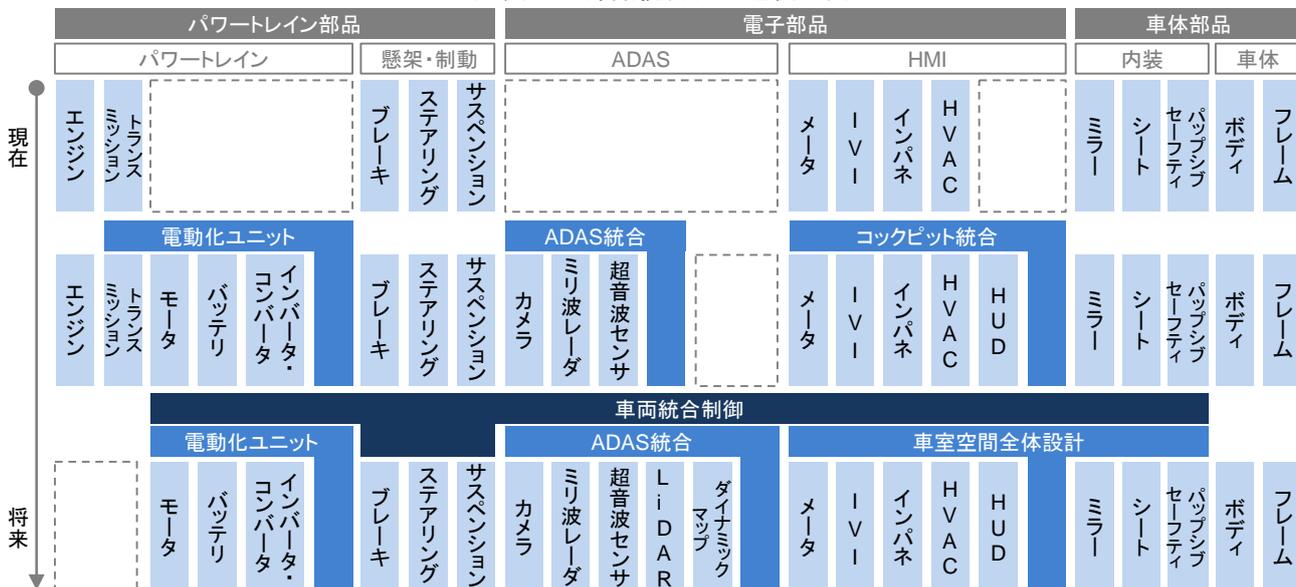
- 部品領域におけるソフトウェア価値の向上は、各部品の変化の方向性から窺い知ることが出来る(図表2-1)。図表1-3に示したように、車両特性の変化には大きく電動化とソフトウェア化が考えられるが、同様に、部品ではパワートレインの変化や機能の電子制御・データ管理化が進んでいる。
- 例えばパワートレイン領域では、短期的にはHVを中心とした電動化、中長期的にはEVシフトなどゼロエミッション化を見据えた変化が必要となるが、いずれの分野においても電費改善の必要性からバッテリーマネジメントシステムが重要な役割を担う。また電子プラットフォーム領域では、制動部品などとも関連して、ADAS(先進運転支援システム)などの自動制御機能が増加するほか、コックピット周りのデジタル化も進むとみられる。
- こうした部品の電子制御は、メカニカルな部品とその制御を行うECU(Electronic Control Unit:各部品動作の電子制御を行う車載コンピュータ)、組み込みソフトウェアの一体化(機電一体化)によって実現される。一方、これによって複雑化する車内E/Eアーキテクチャ(電子・電気アーキテクチャ:車両全体のシステム構造)の改善は喫緊の課題であり、今後はECUの統合による部品制御の中央管理化が進み、組み込みソフトウェアからICT形式によるソフトウェア搭載へと変化するとみられる(図表2-2)。

図表2-1 CASE等による自動車部品への影響

部品領域	部品分類	関連領域	CASE + αを踏まえた変化
パワートレイン	エンジン本体	C A S E	中長期的なZEVシフトに伴う不要化リスク
	吸排気	C A S E	中長期的なZEVシフトに伴う不要化リスク
	駆動・電動	C A S E	CASE影響は限定的だが、部品の共通化・標準化が進展
	制動・懸架・操縦	C A S E	「走る」「曲がる」「止まる」機能の 自動制御化
	タイヤ	C A S E	空気圧等メンテナンス時期のセンシングによる 自動管理化
	新規部品	C A S E	駆動用モータ、電池、 電池制御技術 等の新規動力源部品の追加
電子プラットフォーム	電装・照明	C A S E	バッテリー情報のセンシングによる 自動管理化
	電子・制御	C A S E	CASE影響は限定的だが、軽量化やE/Eアーキテクチャの 変化 が発生
	インフォテイメント	C A S E	CASE影響は限定的だが、メーターの デジタル化 等の機能向上が発生
	空調	C A S E	CASE影響は限定的だが、部品の共通化・標準化が進展
	新規部品	C A S E	通信機能搭載 に伴う情報取得・表示機器との連動/ 自動運転用ECU
車体プラットフォーム	安全装備	C A S E	CASE影響は限定的
	シート	C A S E	最適な居室空間化、清掃性を重視した内装材の増加
	外装	C A S E	CASE影響は限定的だが、材料置換による軽量化が進展
	車体機構	C A S E	自動運転やEVIに適した車体仕様化、稼働率上昇を見越した仕様化

(備考)アーサー・ディ・リトル・ジャパン資料により日本政策投資銀行作成

図表2-2 部品統合化の進展の例



(備考)アーサー・ディ・リトル・ジャパン資料により日本政策投資銀行作成

3. ソフトウェア価値を取り込む部品サプライヤー

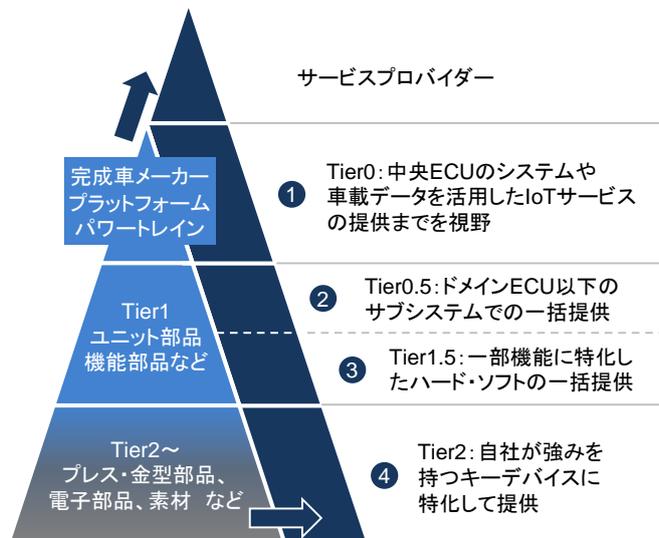
- 図表2-2のように、ECUの統合は、短期的には機電一体型モジュールの更なるシステムアップをもたらす。モーター、インバーター、ギアを統合した電気駆動ユニットであるeアクスルなどはその代表例であり、部品サプライヤーの競争領域となっている(図表3-1)。
- 部品サプライヤーのシステム化戦略は、ECUが管掌する機能レベルに応じて分類することが出来る。例えばBoschやデンソーは、個別のECUおよびそれを構成するサブシステムに留まらず、中央ECUに関するソフトウェアの提供までを視野に入れる。日本電産などは、ドメインECU以下でサブシステム単位での機能の一括提供に取り組んでいる。また、サブシステム内においてコアとなる機能モジュールを提供するNVIDIAやMobileyeのほか、ソフトウェア領域で不可欠となるハードウェアの供給に特化した事業者も存在する。一方、機電一体化を進めるかたわら、垂直統合による機能拡張や水平統合による規模拡大、技術を活かした他産業への参入などの異なる戦略をとる事業者も存在する。ソフトウェアの付加価値をどのように取り込むか、その戦略に応じて部品サプライヤーの狙うポジションも多様化する(図表3-2、3-3)。
- ただし、将来的にはユニット部品単位でのサブシステム統合の位置づけも変化するだろう。サブシステムのソフトウェア制御は中央の統合ECUに吸収されることとなり、各部品領域では機能集約が図られつつも、ソフト・ハードの開発という観点では分離が進む可能性がある。こうした環境下では、ソフトウェアの全体像を設計する完成車メーカー等との関係性がサブシステム提供の鍵となる。

図表3-1 システム部品開発の進展
(写真はBluE Nexus社のeAxle)



(備考) 日本政策投資銀行撮影

図表3-2 自動車産業ピラミッドの変化



(備考) アーサー・ディ・リトル・ジャパン資料により日本政策投資銀行作成

図表3-3 自動車部品サプライヤーの戦略と具体例

事業者の種類・戦略	事例
① 統合システム	Bosch、Continental、デンソー： それぞれ傘下のグループ会社で中央ECU制御のための基本ソフトウェア等を提供
② サブシステム	BluE Nexus、日本電産： eAxleに代表される機電一体型のシステム部品を提案
③ ハード+ソフト	NVIDIA、Mobileye： 自動運転技術などに必要となるハードウェア・ソフトウェアの一括提供
④ ハード特化	ルネサスエレクトロニクス： 統合ECUにおける重要部品であるマイコンを供給
垂直統合	ジェイテクト・豊精密： トルクコントロールデバイス事業とデファレンシャルギア事業の一体化による付加価値向上
水平統合	デンソー・愛三工業： パワートレイン領域における重複分野を統合し、当分野の競争力向上を目指す
他産業参入	ヒロテック： 製造ノウハウを活かしたロボットSier事業の外販

(備考) 日本政策投資銀行作成

4. 「ソフトウェア・ファースト」に向けた変化: 統合ECU化・車載OS開発・OTA更新

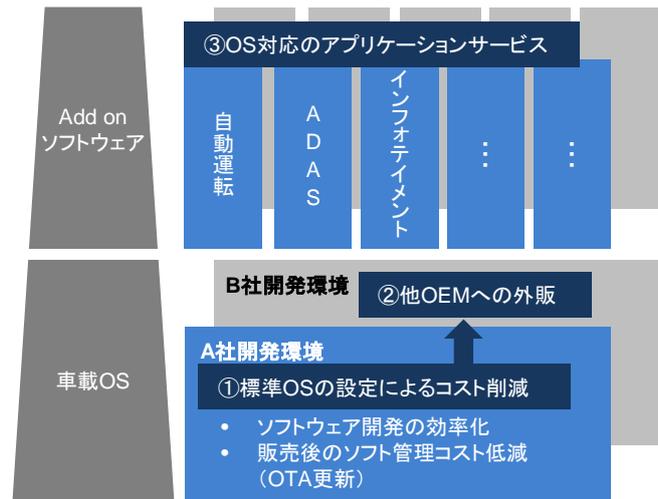
- 自動車バリューチェーンにおいてソフトウェア・サービスの価値向上が期待される中、完成車メーカーにおいても、ソフトウェアに関する開発基盤の見直しが進んでいる(図表4-1)。
- 先述の通り、E/Eアーキテクチャの改善を通じたソフトウェア開発の効率化は、完成車メーカーにとって喫緊の課題となっている。部品を制御するECUの数が増えると、部品・ECUごとの動作を担保するための調整などが不可欠となり、車両開発の工数も大きく増加する。完成車メーカーは今後、物理的な冗長性の確保やサイバーセキュリティに関する課題は認識しつつ、高性能なコンピュータを搭載するECUへの制御機能の統合(統合ECU化)を進める必要があるだろう。例えば、本領域で他社に先行するTeslaは、2017年に発売した車両「Model3」で、制御ECUを数個にまで集約している(図表4-1、4-3)。
- また、統合ECU化の裏側では、車載OS(Operating System: 車両において車載アプリケーションの動作・開発の基盤となる標準ソフトウェア)の導入が進む。車載OSは、ハードウェアに依存しないアプリケーションの開発を可能とし、ソフトウェア開発コストを削減することが期待されている。また、自社OSの外販やOSに対応したアプリケーションサービスの販売など、新たな収益機会を生む可能性もある。従来、ソフトウェアは車両(ハードウェア)と一体での開発が基本であったが、今後は車載OSの導入によりOTA(Over The Air: 無線通信)による継続的な更新も容易となる(図表4-1、4-2)。進化のスピードが異なるハードウェアとソフトウェアの開発が分離することで、特に進化の速いソフトウェア領域のビジネスモデルは変化すると考えられる。

図表4-1 ソフトウェア開発基盤の変化

変化	背景
統合ECU化	部品システムの自動制御化の進展に伴い、車両のE/Eアーキテクチャが複雑化し、車両スペースの浪費や類似センサーの重複搭載等が生じるリスク
車載OS	ADAS・自動運転、コネクティッドサービスなど車両システムが複雑かつ大規模になる中、システム開発の簡略化は不可欠
OTA更新	ADASの高度化や自動運転技術の導入など、車載ソフトウェアが複雑化する中、適時的かつ効率的なソフトウェア品質の維持・向上は不可欠

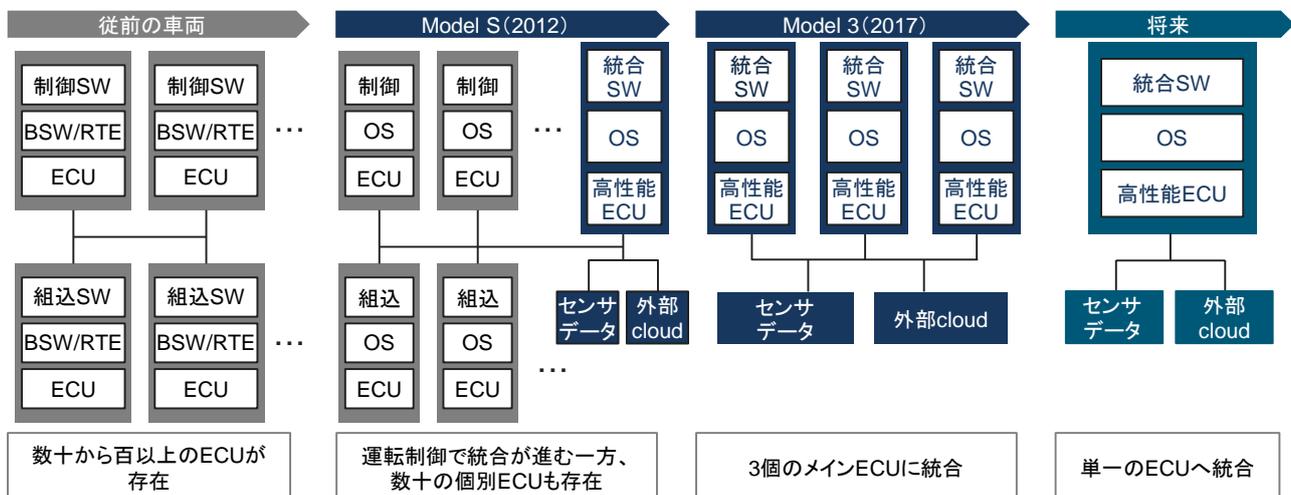
(備考) 日本政策投資銀行作成

図表4-2 車載OS導入のメリット



(備考) アーサー・ディ・リトル・ジャパン資料により日本政策投資銀行作成

図表4-3 Tesla車両のE/Eアーキテクチャ

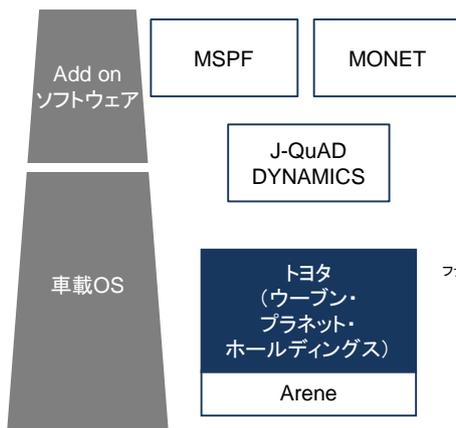


(備考) 1.アーサー・ディ・リトル・ジャパン資料により日本政策投資銀行作成 2.SW:ソフトウェア
 3.BSW: Basic Software(車載ECUの基本ソフトウェア)
 4.RTE: Runtime Environment(複数のソフトウェアコンポーネント間のインターフェース)

6. 都市OSとの接続を見据えたソフトウェアプラットフォームの開発が重要

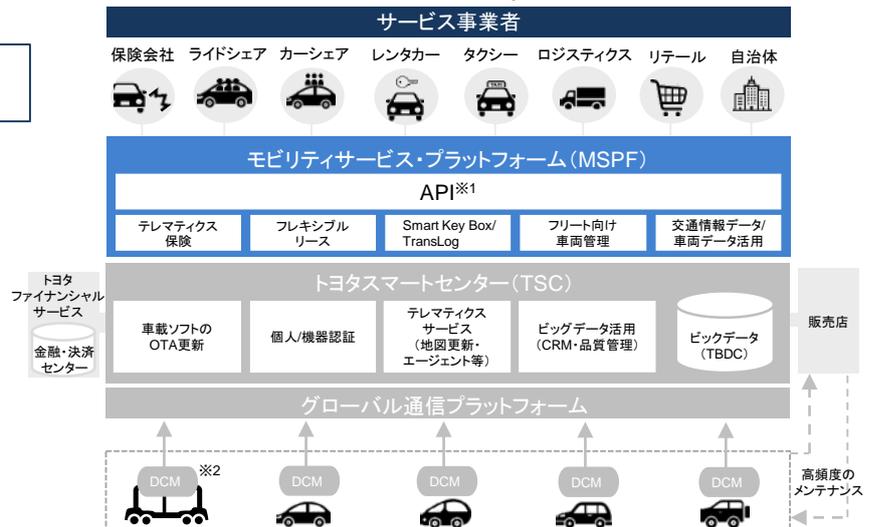
- トヨタは独自の車載OSとして「Arene OS」を開発している。開発環境の標準化によるコスト削減を図る点は他社と共通であるものの、自社系列サプライヤーと協力して系列間の関係深化を進めている点は特徴的である(図表6-1)。
- また、トヨタは、車載OSという車両領域にとどまらず、モビリティサービスアプリケーションを対象とする「MSPF (Mobility Service Platform)」というソフトウェア開発環境も整備しており、より広い視野でプラットフォームへの転進を図っている(図表6-2)。さらに広い観点では、NTTと提携し、モビリティサービスの枠組みも超えて「スマートシティプラットフォーム」という都市OS開発にまで取り組んでいる(図表6-3)。2021年はいよいよ「WovenCity」に着工する予定であり、こうしたソフトウェアの取り組みはさらに加速するものとみられるが、自動車のソフトウェア化という従来のビジネス領域の変化に着目しても、当初からこうした全体像を見据えて開発の地盤を整備していることは強みとなる可能性がある。
- 今後、車両アプリケーションは多様なサービスプラットフォームとの連携を前提に構築されるようになる。都市OSを始めとして、異なる種類のOSとの間に互換性を持たせることで、更なるビジネスの広がりも期待される。各自動車メーカーは、こうした高次のプラットフォームとの接続が求められるようになることを念頭に、ソフトウェア化に向けた開発基盤の変化を推進する必要がある。

図表6-1 トヨタ 車載OS: Arene OS



(備考) 日本政策投資銀行作成

図表6-2 トヨタ サービス基盤: Mobility Service Platform (MSPF)



(備考) トヨタ webサイトなどにより日本政策投資銀行作成

※1 Application Programming Interface: あるソフトウェアから外部のソフトウェア機能を利用するためのインターフェース ※2 Data Communication Module: 車載通信機器

図表6-3 トヨタ 都市OS: スマートシティ・プラットフォーム

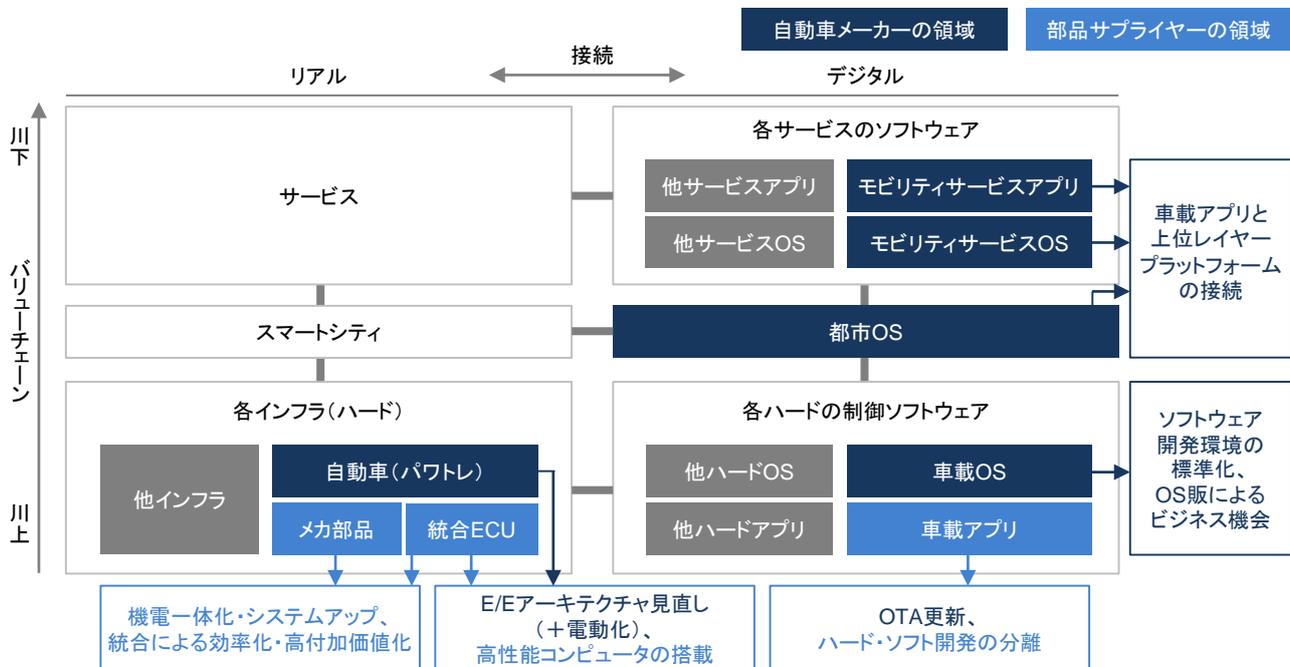


(備考) トヨタ webサイトなどにより日本政策投資銀行作成

7. 総括

- アfterコロナの自動車産業では、市場低迷が深刻化する中でCASEは加速し、引き続きソフトウェアの価値向上が見込まれる。複雑化するE/Eアーキテクチャはシンプルに見直され、部品は統合制御化が進み、機電一体でのシステムアップが部品サプライヤーの主な競争領域となるだろう。これに並行して、車載OSの開発によりソフトウェア開発環境の標準化が進む。ハードウェアと切り離されたソフトウェアの開発が可能となり、コスト削減につながるとともに、OTA更新による持続的な車両価値向上の基盤となる。「スマホ化する自動車」において、完成車メーカーは、車載OSを新たなビジネス領域として、ソフトウェア領域までを含む車両のプラットフォームへの転身を図っていると言えよう(図表7-1)。
- また、車載ソフトウェアは、将来的にサービス領域と接続し、データビジネスの中で更なる価値を生み出すことが期待される。今後、リアルとデジタルの接続による価値創造が進む中、都市OSとの接続まで見据えた車載ソフトウェアの開発も必要となる可能性があるだろう(図表7-1)。過去のレポート『米国CES2019調査報告』(https://www.dbj.jp/topics/investigate/2018/html/20190214_200265.html)では、AIなどの技術と社会の融合を実現する際に極めて重要となる「インターオペラビリティ(相互運用性)」という概念を紹介した(図表7-2)。「先端技術やコンセプト、サービスが相互に関連し、物理的なインフラを介しつつ社会と接続する」、こうした社会の在り方は、近年スマートシティに関する議論の中で様々に取り上げられている。本稿で触れた車載ソフトウェアとスマートシティとの接続の可能性は、こうしたキーワードの社会実装が着実に進捗している、一つの事例であると考えられる。
- 一方、自動車産業のみを考えても、ソフトウェア価値の獲得に向けた取り組みには相応の資金が必要となる。VWは、ソフトウェア領域を強化するために2024年までに140億ユーロを投資すると発表した。また車載OS自体、将来的には数種類にまで淘汰が進むとの見方もある。車両プラットフォーム化を目指す完成車メーカー間の競争においては、足元の過酷な市場環境を乗り越えながら、人材獲得を含む大規模な改革を進めることができるかが一つのポイントとなるだろう。近年、完成車メーカーによる陣営化は大きく加速している(図表7-3)。連携体制の構築を含め、「ソフトウェア時代」に向けた各社の戦略を見逃さないようにしたい。

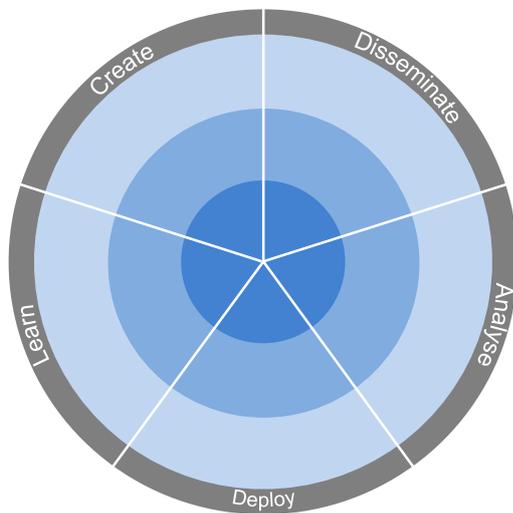
図表7-1 デジタル社会で進む自動車のソフトウェア化の全体像



(備考) 日本政策投資銀行作成

7. 総括(続)

図表7-2 インターオペラビリティと技術の分類フレームワーク



社会に対する中核度による分類

- コア: センサ、5Gネットワーク、API、データ取引基盤、AIなどの、都市機能を制御するための基盤となる技術
- 隣接: コネクテッドカー、スマートコントラクト、クラウドサービスなど都市機能のシームレス化に寄与する技術
- 間接: 基盤の上に成り立っている、データ収集・分析や予測などを含めたアプリケーション

技術がどのような機能を果たすか

Create	データを収集し使いやすい形で蓄積する機能
Disseminate	データを許可に基づき関連領域へ移転する機能
Analyse	データを取捨選択しながら分析する機能
Deploy	分析されたデータを意思決定のため利用する機能
Learn	データによる決定の結果から学習を推進する機能

(備考) World Economic Forum “Designing a Seamless Integrated Mobility System (SIMSystem) A Manifesto for Transforming Passenger and Goods Mobility”により日本政策投資銀行作成

図表7-3 完成車メーカーの陣営化

提携関係	2019年 販売台数 (シェア)	提携概要
トヨタ・スズキ/スバル/マツダ	1,601万台 (17.8%)	<ul style="list-style-type: none"> • トヨタは、HVシステムの供給等を含む電動化対応で各社と連携 • トヨタ・スバルは業務資本提携を強化、EVを共同開発 • トヨタ・スズキは資本提携に合意、インド市場向けEV開発で協力 • トヨタ・マツダは相互出資による資本提携、米国で合弁工場を設立
VW・Ford	1,590万台 (17.7%)	<ul style="list-style-type: none"> • VW・Fordは包括提携に調印、商用バンやEV開発で協力 • Fordは2023年以降に欧州でVWのEVプラットフォームによる車両を生産予定 • VWはFordの自動運転技術開発を担うArgo AIへの出資を発表
ホンダ・GM	1,088万台 (12.1%)	<ul style="list-style-type: none"> • ホンダ・GMは、電動化対応を含め、北米四輪事業の戦略的アライアンスに向けて合意 • 内燃機関エンジンと電動パワートレインを含めたプラットフォームの共有に向けた検討を開始 • ホンダはGM Cruiseに出資し、自動運転技術開発で連携
Renault・日産・三菱	967万台 (10.8%)	<ul style="list-style-type: none"> • 3社はアライアンス戦略に基づき、各方面で連携を強化 • 車両プラットフォームの共有、部品の共通化、リーダー・フォロワー戦略による車両開発の効率化、共同購買や物流の共有化によるコスト削減、生産体制の最適化(レファレンス地域の特定)等を推進
Stellantis (PSA・FCA)	802万台 (8.9%)	<ul style="list-style-type: none"> • PSA・FCAは対等合併による経営統合に向けて合意 • 未来のモビリティのための技術開発や世界的なCO₂排出規制への対応などを目的に、リソースの共有などによるシナジー効果を追求

(備考) 1.各種公表情報により日本政策投資銀行作成
 2.販売台数: IHS Markitデータ(提携各社の販売台数合計)
 3.車両総重量6t未満の商用車を含む乗用車販売台数、市場カバレッジは世界全体の98%

©Development Bank of Japan Inc.2021

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引等を勧誘するものではありません。
本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部
Tel: 03-3244-1840
e-mail(産業調査部): report@dbj.jp