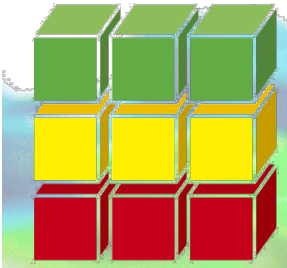


Embedded Multicore Consortium

www.embeddedmulticore.org

組込みマルチコアコンソーシアムが見る組込み産業の課題

2024-11

名古屋大学　枝廣　正人
イーソル(株)　権藤　正樹
ガイオテクノロジー(株)　嶋田　卓尚
岩井　陽二

Embedded Multicore Consortium

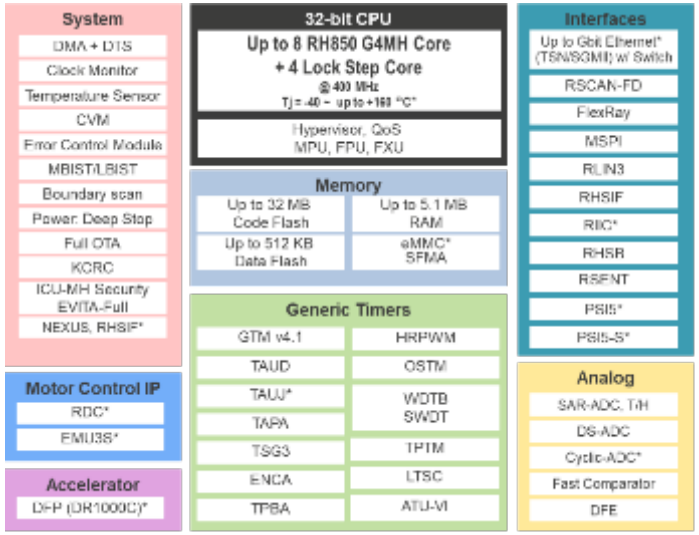
目次

1. 組込みマルチコアコンソーシアムについて

2. 組込みマルチコアコンソーシアムが見る組込み産業の課題
   - 「**Software-Defined**に向けてのソフトウェア課題」より

組込みマルチコア

- マルチコアプロセッサはアーキテクチャの自由度が高く、各種ツールやプラットフォーム支援が重要
- 様々な並列化手法、ライブラリ、ツールを組合せるには様々な知見が必要
- システムベンダから半導体ベンダまで、すべての関連技術の協働が必要
- 関連業界で協力・連携し、(1) 活用支援、(2) ビジネス推進、(3)市場の活性化貢献を実現することが

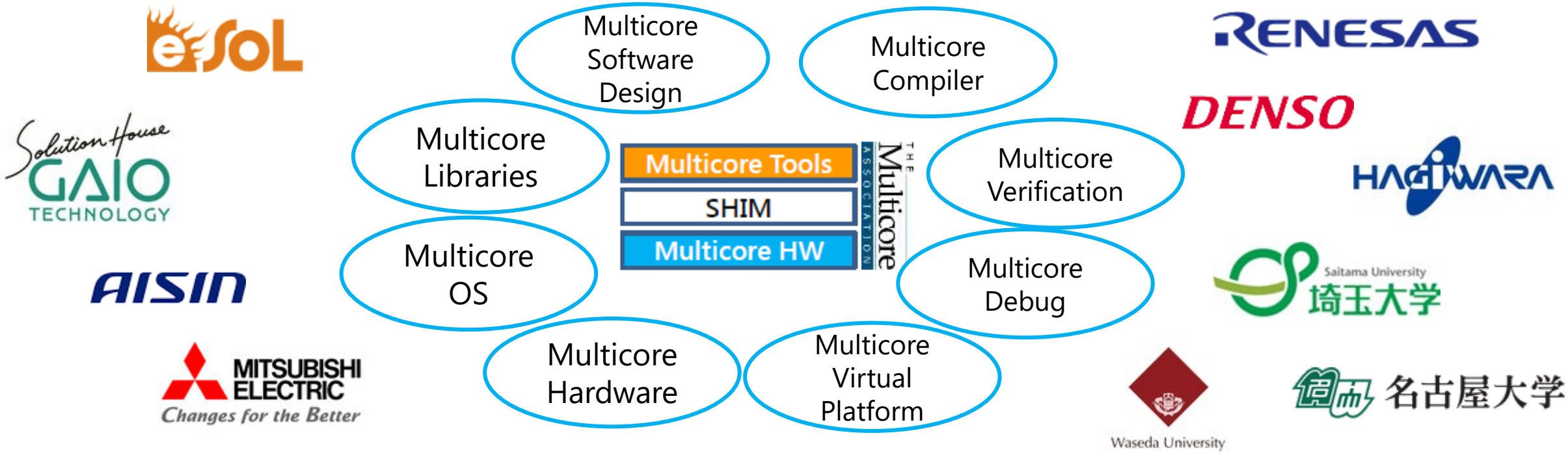


NSITEXE社、ルネサス エレクトロニクス社 WWWサイトより引用

10周年

様々なベンダや大学が集まり連携するための場が求められている
→2014年10月組込みマルチコアコンソーシアムを設立

組込みマルチコアコンソーシアムとは



- システム、ソフトウェア、ツール、半導体の各レイヤが協力・連携し、前述の課題を解決するエコシステムを構築するための産学合同の場
- 組込みマルチコアに関する技術開発加速と利用促進
- 開発フローの確立とベンダ間ツール協調を支援

Embedded Multicore Consortium

コンソーシアム活動（3委員会を中心に）

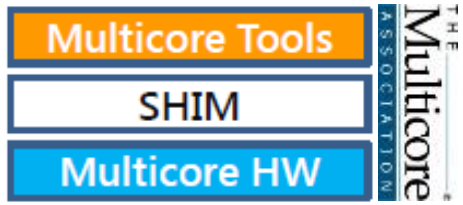
- マルチコア向け開発支援ツールのためのハードウェア抽象化記述**SHIM**標準化と導入支援（SHIM委員会）
  - **SHIM** (Software-Hardware Interface for Multi-Many-Core)
  - NEDO省エネPJから仕様提案、MCA標準として2015年2月V1.0、2019年1月V2.0、2020年1月**IEEE Std 2804-2019**、2023年10月**IEC 63504-2804**(IEEEとのDual Logo)
- リファレンスとして**SHIM**を利用したマルチコア向け設計支援ツール群を開発
  - MCAとしても公開するSHIM Editorと性能計測ツールに加え、設計支援ツール群を会員向けに無償公開。所定の期間経過後に一般にも公開する可能性有
  - モデルベース並列化委員会
- 様々な並列化手法の知見共有とガイドラインの検討
  - マルチコア適用委員会
- セミナー開催、技術情報提供、MCA標準化資料公開

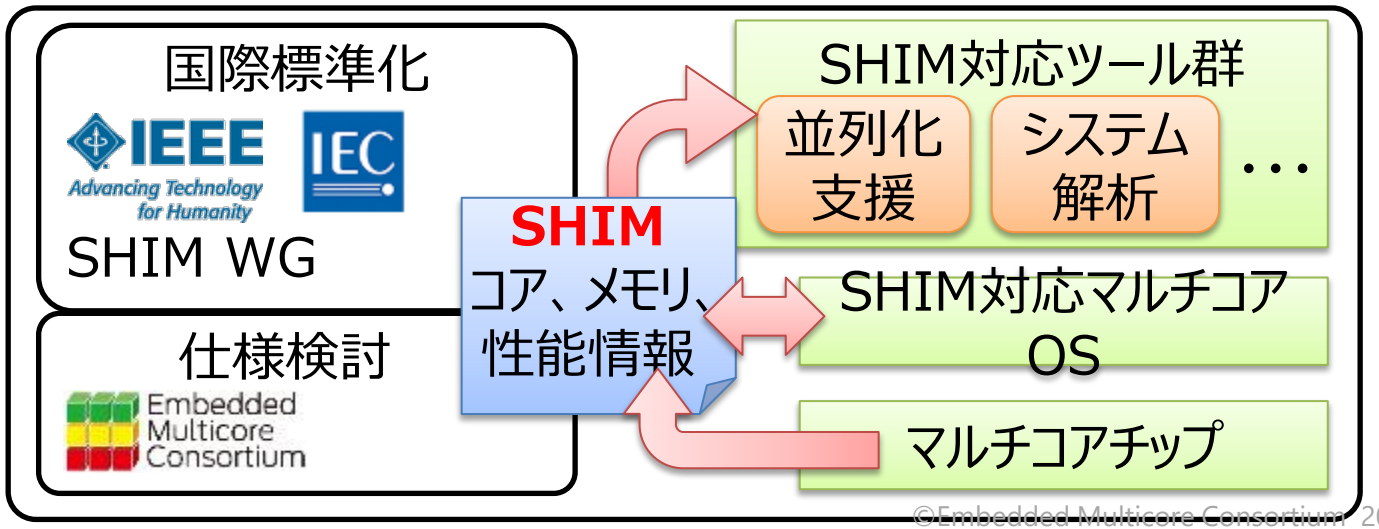
MCA: Multicore Association
かつて存在したマルチコア
関係の国際標準化団体

SHIM

SHIM 2.0: IEEE 2804-2019
IEC 63504-2804

- SHIMの標準化に貢献 (Software-Hardware Interface for Multi-many-core)
  - 多様なマルチコアチップを抽象化したXML記述
  - コア種類・数、メモリ配置、アドレスマップ、通信、コア→メモリ性能情報等が、数百ページの説明書を読まずとも、機械的に読める
  - 性能情報の例：コアAからメモリ番地Xにアクセスしたときの(best, typ, worst)レイテンシ
  - ツール群、OS等がSHIM対応することにより、多様なマルチコアチップを共通的に扱えるようにすることが目的



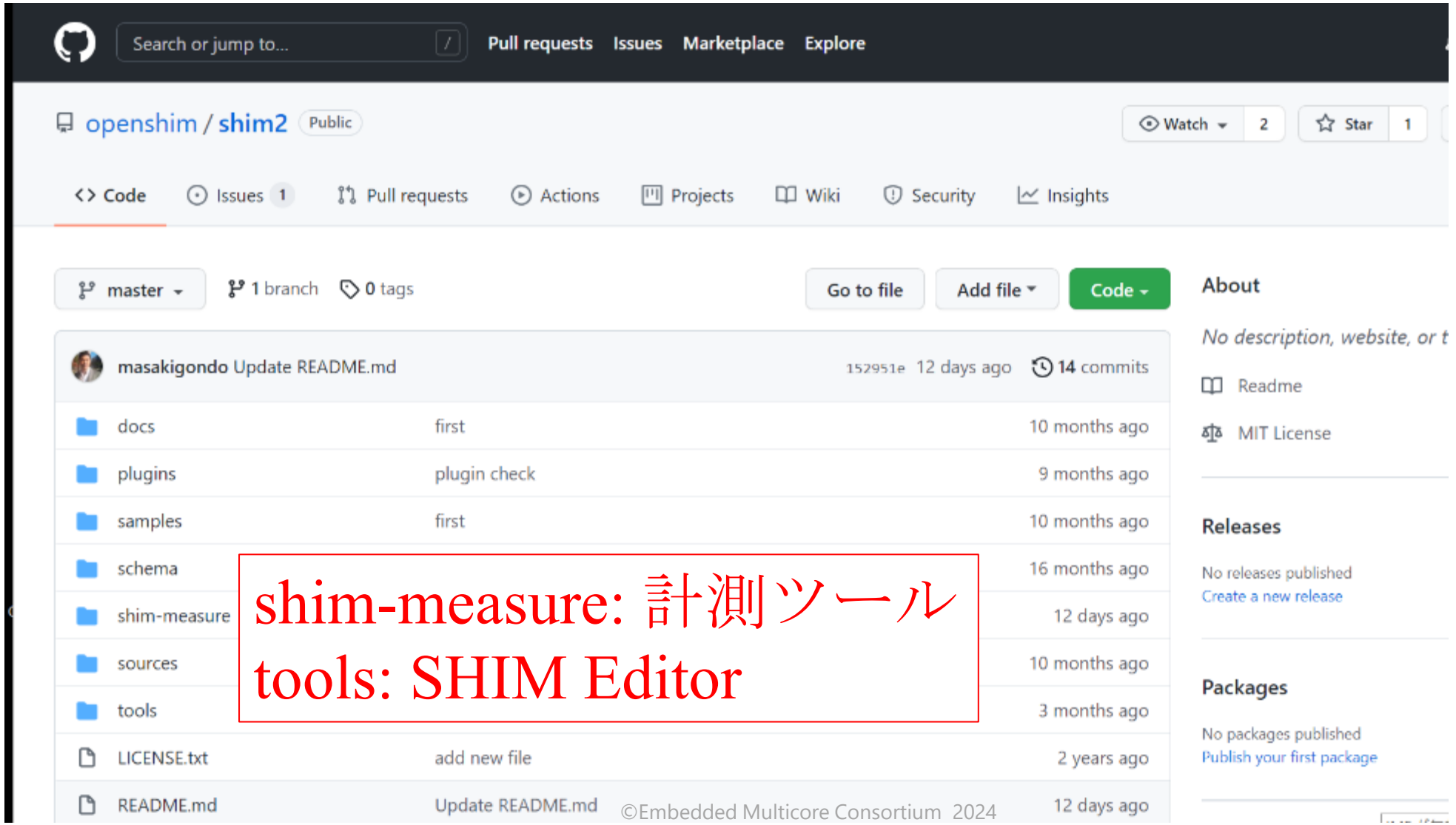



```
<MasterSlaveBinding slaveComponentRef="LRAM_B
  <Accessor masterComponentRef="CPU_BOCOP2">
    <PerformanceSet>
      <Performance>
        <accessTypeRef>Instruction_Fetch</acc
        <Pitch best="1.0" typical="1.0" worst
        <Latency best="1.0" typical="1.0" wor
      </Performance>
      <Performance>
        <accessTypeRef>Load_Algined_Byte</acc
        <Pitch best="1.0" typical="1.0" worst
        <Latency best="1.0" typical="1.0" wor
      </Performance>
```

コア→メモリ性能情報
SHIM記述例

Embedded Multicore Consortium

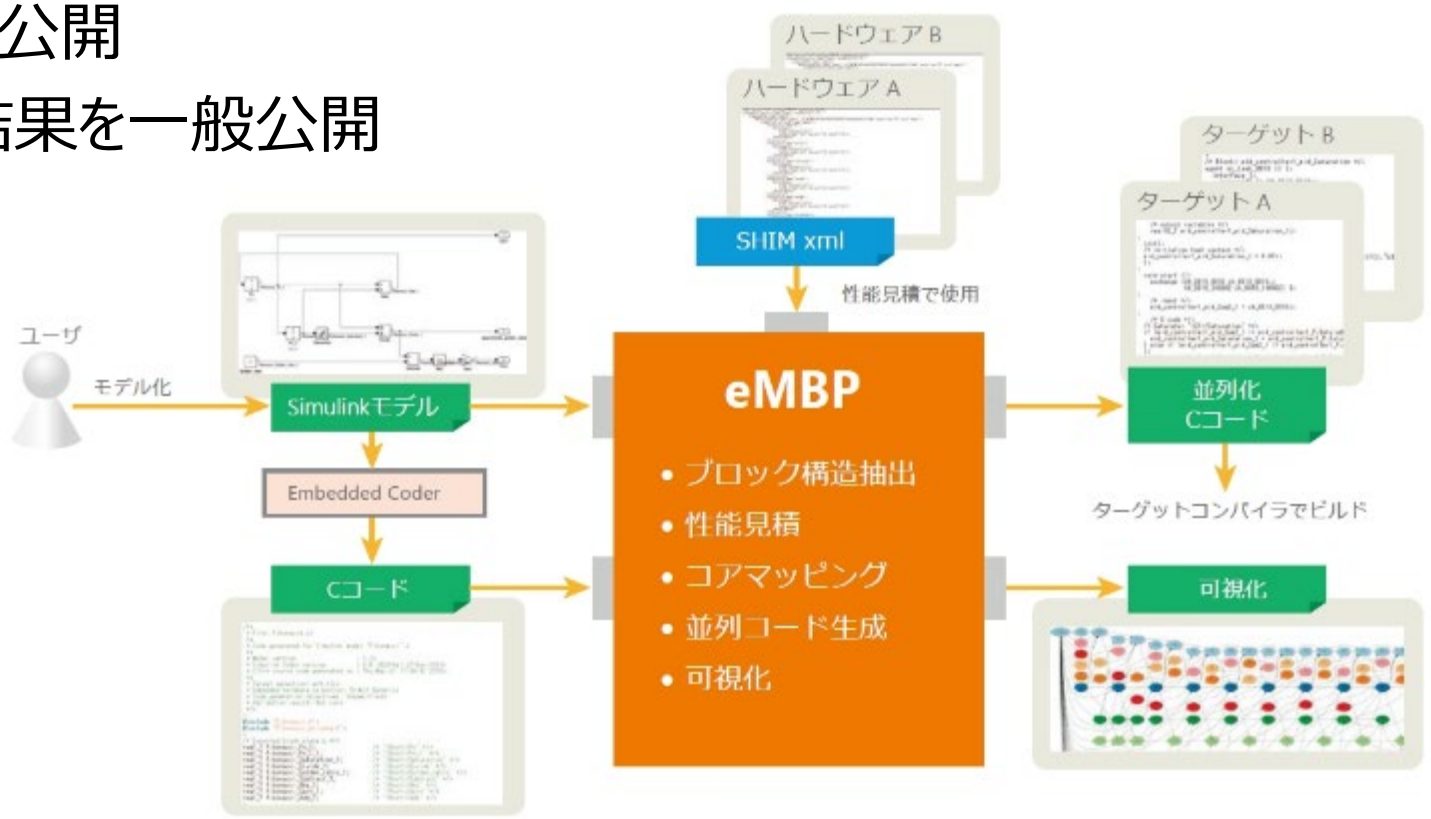
SHIM関連ツールの一般公開



Embedded Multicore Consortium

モデルベース並列化（MBP）

- コード生成可能なSimulinkモデルから自動的に並列化コードを生成
  - 名古屋大学でプロトタイプ、eSOL社から実用化
  - プロトタイプを会員向けに公開
  - 簡単なサンプルモデルと結果を一般公開

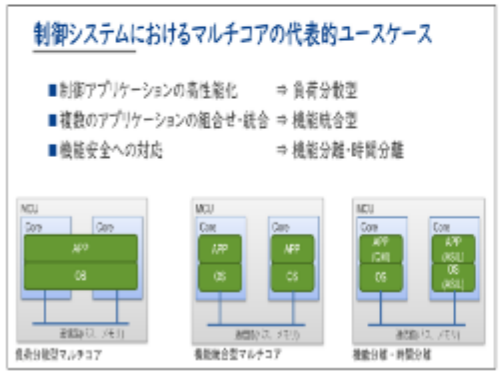


マルチコア適用委員会

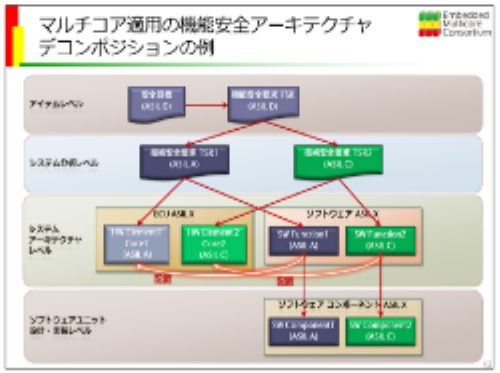
- 「**マルチコア技術普及**」に向けた活動

マルチコア適用ガイド

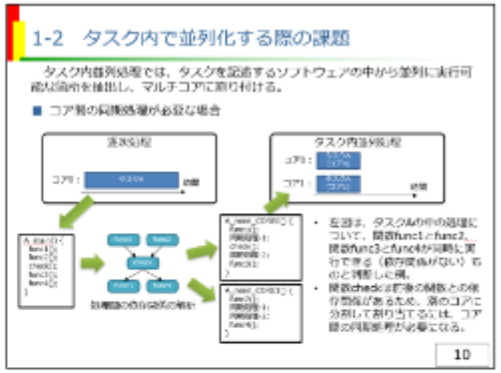
- **マルチコア知見者が作成した4つのマテリアル**
  - ① マルチコア適用ガイド
  - ② 制御系マルチコア・ハードウェアの特徴とユースケース
  - ③ 自動車 機能安全へのマルチコア適用
  - ④ 並列処理ソフトウェアの課題と対策技術
- **最新版では、4つパワーポイントデータを1つに集約し、EMCホームページ上で公開（HTML化/PDF化）**



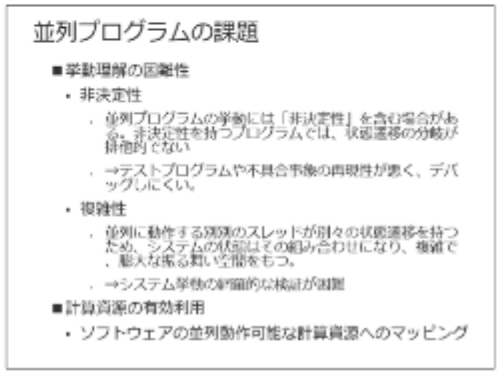
制御系マルチコア・ハードウェアの特徴とユースケースから抜粋



自動車 機能安全へのマルチコア適用から抜粋



マルチコア適用ガイドから抜粋

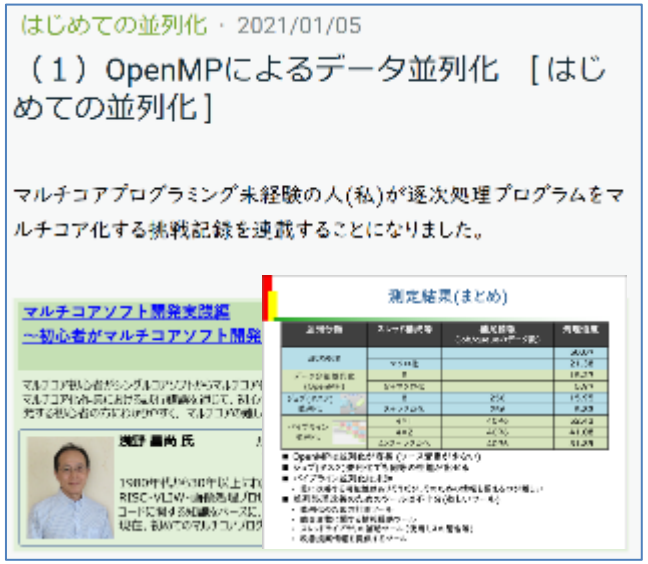


並列処理ソフトウェアの課題と対策技術から抜粋

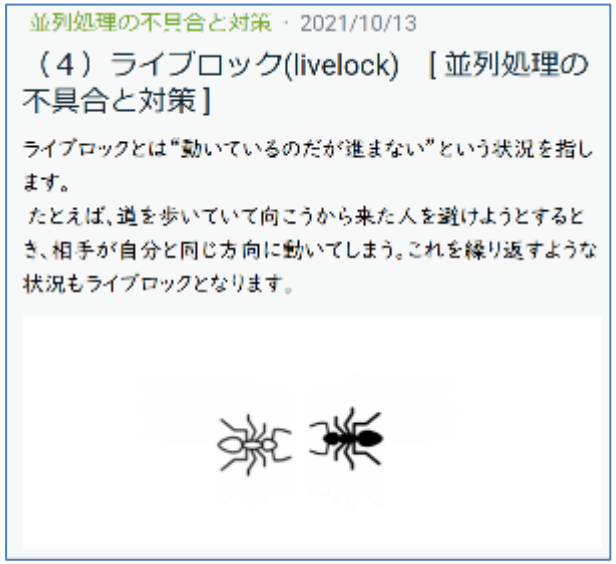
Embedded Multicore Consortium

ブログ・動画コンテンツ

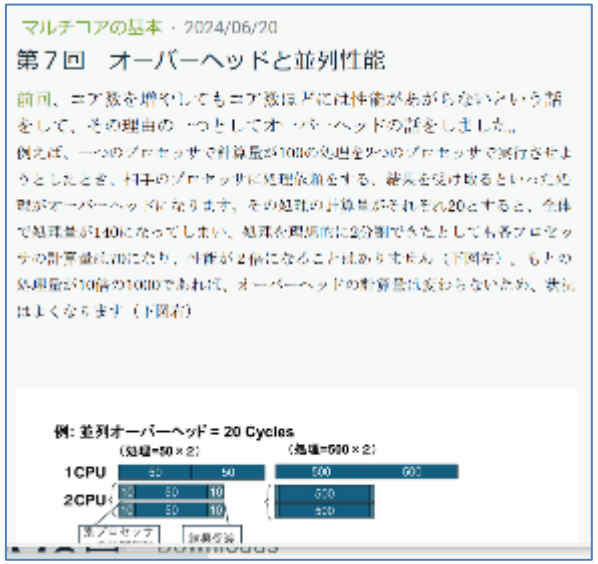
ブログ：はじめての並列化



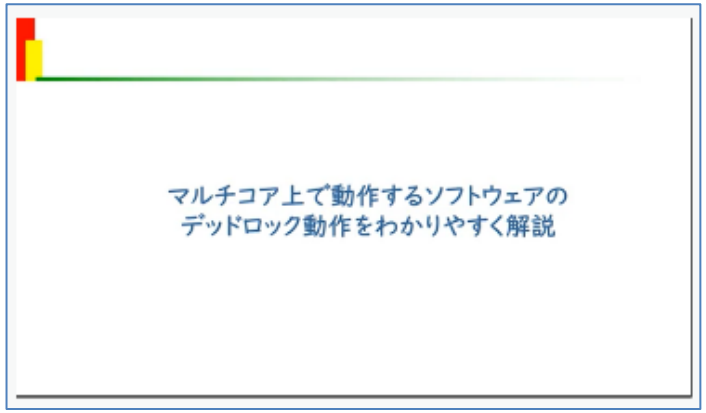
ブログ：並列処理の不具合と対策



ブログ：マルチコアの基本



動画コンテンツ（YouTubeチャンネル https://www.youtube.com/@EMC_multicore）



その他：MCA (Multicore Association) 仕様書

- MCAの解散に伴い、
  一部仕様書がEMCに移譲
  - MCAPI
  - MRAPI
  - MTAPI
  - MPP
  - SHIM
- EMC WWWサイト
  “The Multicore Association Specifications”メニューから
- MPP、SHIM1.0に対しては
  コンソーシアムで和訳作成

MCA仕様書

[To Engl

2020年にMCA (Multicore Association)が解散した後、一部の仕様書類は組込みマルチコアコ
ページではそれらの仕様書類をWikipediaにおける解説と共に公開しています。
Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Multicore_Association (referred on June 9, 2021).

●MCAPI V2.015

2008年、Multicore Communications API (MCAPI) ワーキンググループは、MCAPI と呼ばれる
MCAPIはメッセージパッシングAPIであり、組込みシステム内の比較的近距離に分散する要素（
ップ）間に必要な通信と同期の基本APIを提供します。MCAPIは複数次元の不均一性 (heteroger
は、プロセッサコア、インターコネクトファブリック、メモリ、オペレーティングシステム、ソ
ング言語などがあります。

2011年、MCAPIワーキンググループはMCAPI2.0をリリースしました。拡張バージョンでは、
追加されています。 MCAPI2.0は、「ドメイン」の導入により、ノードネットワークに対してあ
メインは、例えば特定チップ上のすべてのコアを表現する、あるいはトポロジをパブリックエリ
装固有のさまざまな用途に使用できます。 また、MCAPI 2.0は新しく3種類の初期化パラメタ（

組込みマルチコアコンソーシアムが見る
組込み産業の課題

「Software-Definedに向けてのソフトウェア課題」より抜粋
（組込みマルチコアコンソーシアム イベントページ
https://www.embeddedmulticore.org/events/
から入手可能）

Embedded Multicore Consortium

Embedded Multicore Consortium

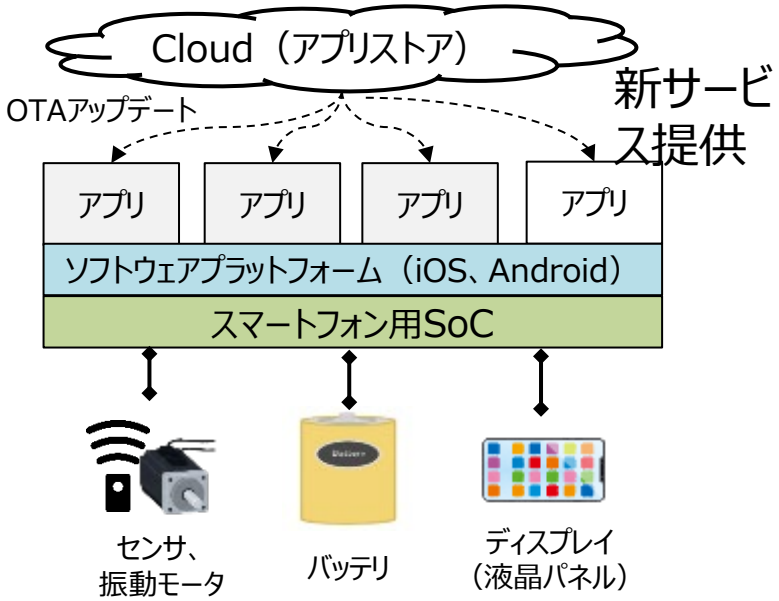
目次

1. （CASEと）Software Defined Vehicle

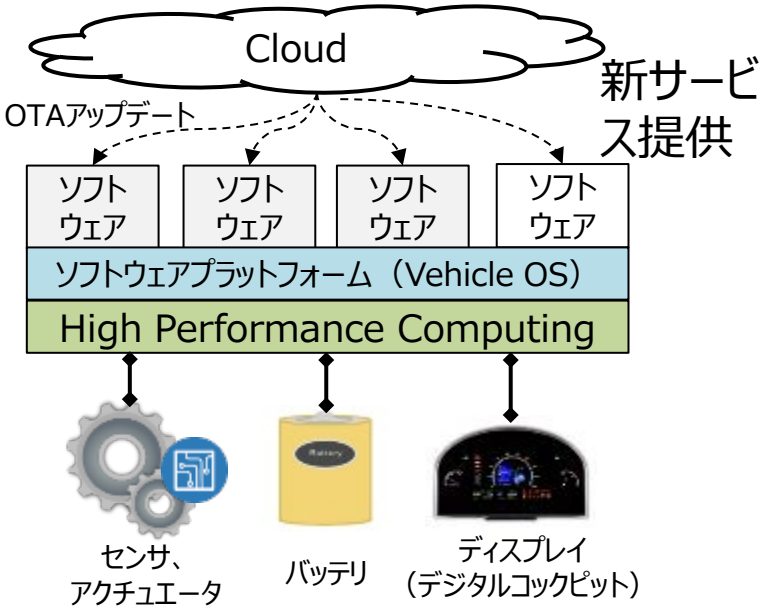
（ビジネス観点のトレンド）

Software Defined Vehicle（ソフトウェア定義型自動車）とは

- お手本は「スマートフォン」
- 機能実装の中心がハードウェアからソフトウェアへシフト
- 無線通信（OTA：over-the-air）により、継続的なアップデートや最新サービスを提供
- UI（user interface）などの機能やコンテンツのカスタマイズ、パーソナライズが可能に



スマートフォンのシステム構成



Software Defined Vehicleのシステム構成

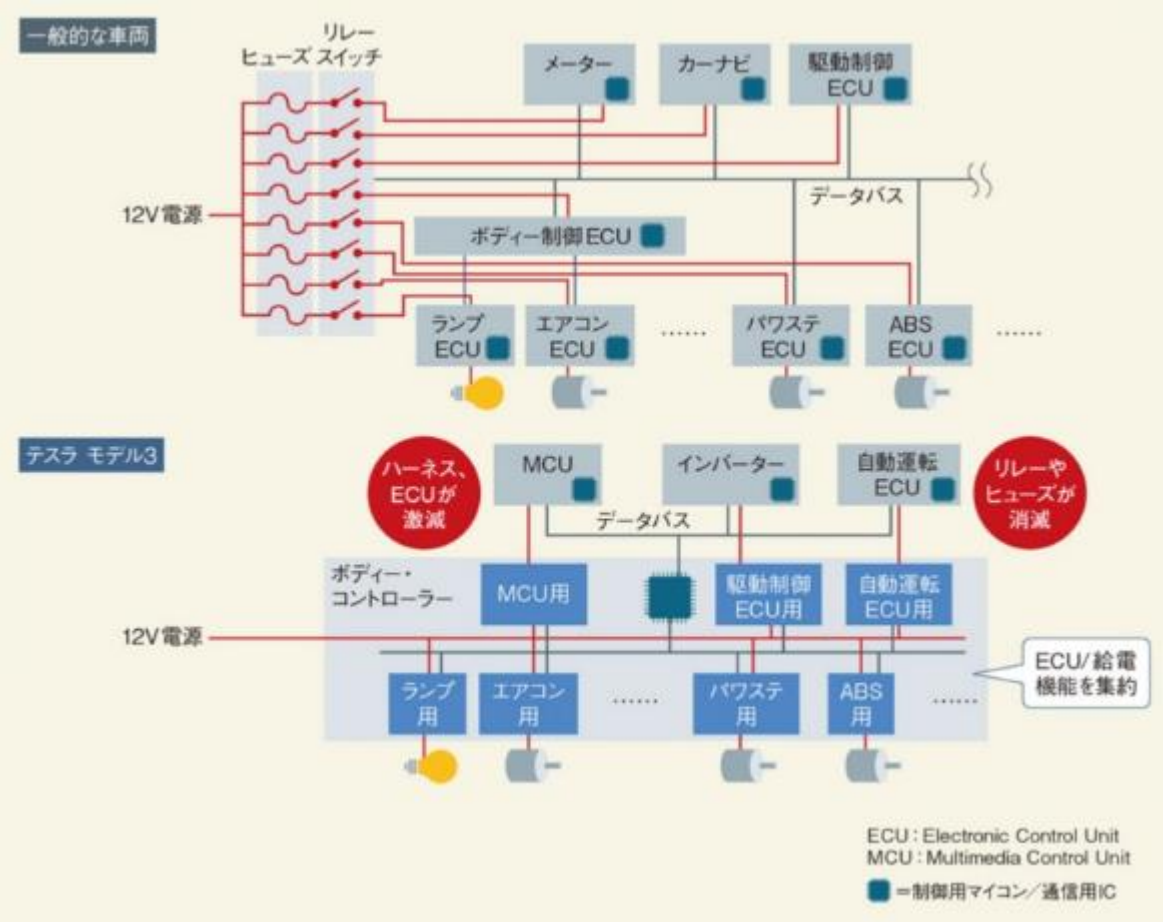
Tesla社の例

- いち早く**Software Defined Vehicle**を市場に投入
- 1カ月単位でソフトウェアを更新（バグ修正は24時間以内）

出典：橋本 真美；「クルマ電脳戦(1) 風雲児テスラ、ソフトを主役に『進化する車』で自動車業界揺さぶる」、日経ビジネス、2022年3月7日。

Tesla社の例

- 分散したECUを集中・統合



- 一般的な自動車の車両では、機能ごとにECUが用意される。
- 各ECUは、相互通信のために、CANやLINのインターフェース、ECUに接続されるアクチュエータへの電力供給を制御するためのマイコンや電源回路が搭載される。
- また、12V系の電源も別の系統で提供される。

- テスラ モデル3では、分散していたECUを電源供給も含めてボディコントローラに統合した。

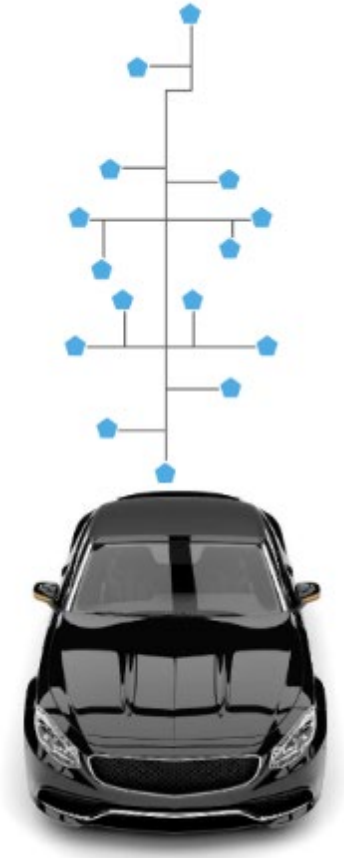
出典：野々村 洸；「テスラが常識外の“集中ECU”。 部品が激減、ヒューズは消滅」、日経クロステック、2020年4月27日。

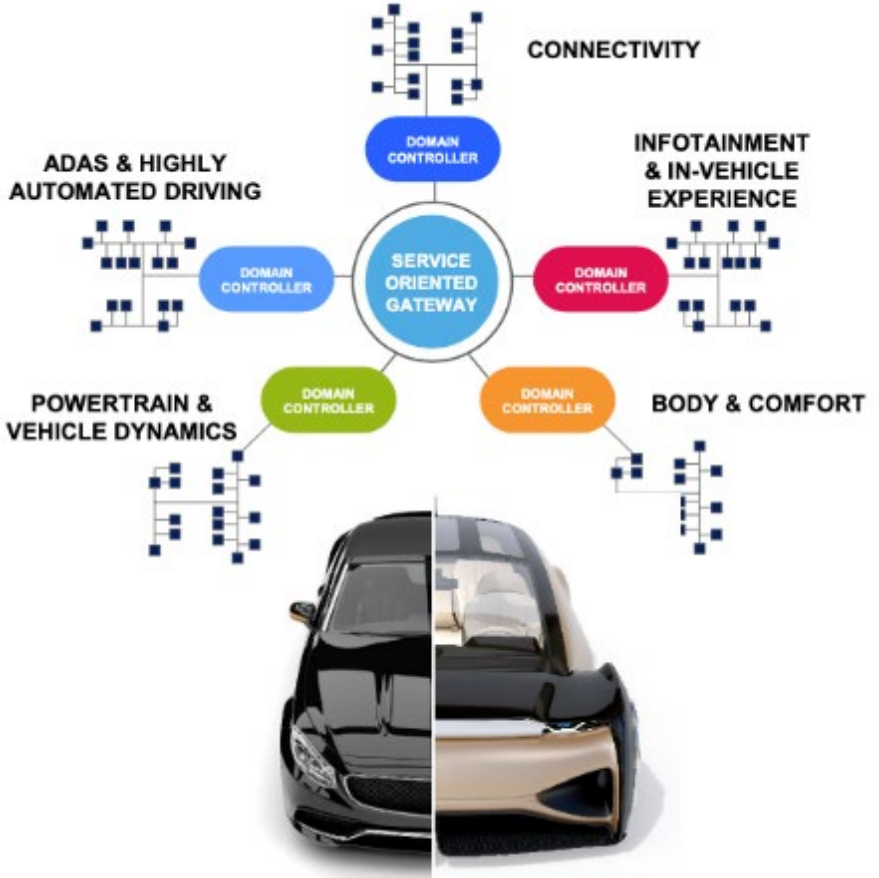
2. ハードウェア/ソフトウェアの共通プラットフォーム化

（技術観点のトレンド）

E/E（電気/電子）アーキテクチャの変化

- フラットなアーキテクチャ（分散型）からドメインアーキテクチャ（機能別の集中制御）へ



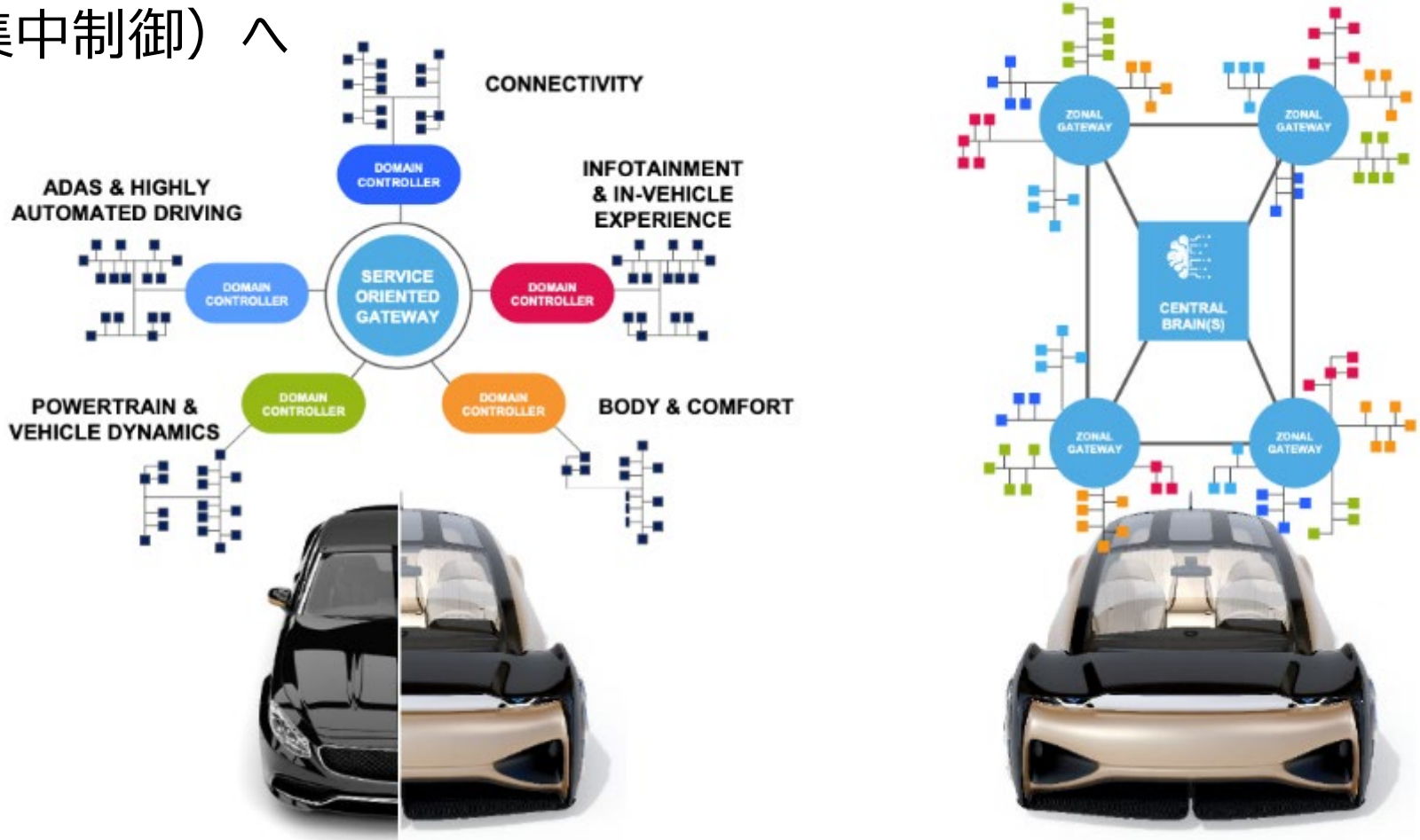


(a) 現在｜フラットなアーキテクチャ　　(b) 論理的再構築｜ドメインアーキテクチャ

出典：Manfred Kunz (NXP Semiconductors) ; “Zonal Communication Network Solutions”, NXP Connects 2021, June 2021（一部抜粋）.

E/E（電気/電子）アーキテクチャの変化

- ドメインアーキテクチャ（機能別の集中制御）からゾーンアーキテクチャ（物理配置を考慮した一元的な集中制御）へ



(b) 論理的再構築｜ドメインアーキテクチャ　(c) 物理的再構築｜ゾーンアーキテクチャ

出典：Manfred Kunz (NXP Semiconductors) ; “Zonal Communication Network Solutions”, NXP Connects 2021, June 2021（一部抜粋）.

Vehicle OS

- 自動車メーカが、みずから「Vehicle OS」を開発

Vehicle OSの例

自動車メーカ	開発したOS/プラットフォーム
独国Volkswagen社	vw.OS
独国Mercedes-Benz Group AG社	MB OS
北欧Aktiebolaget Volvo社	VolvoCars.OS
米国Tesla社	Tesla OS
トヨタ自動車	Arene（アリーン）

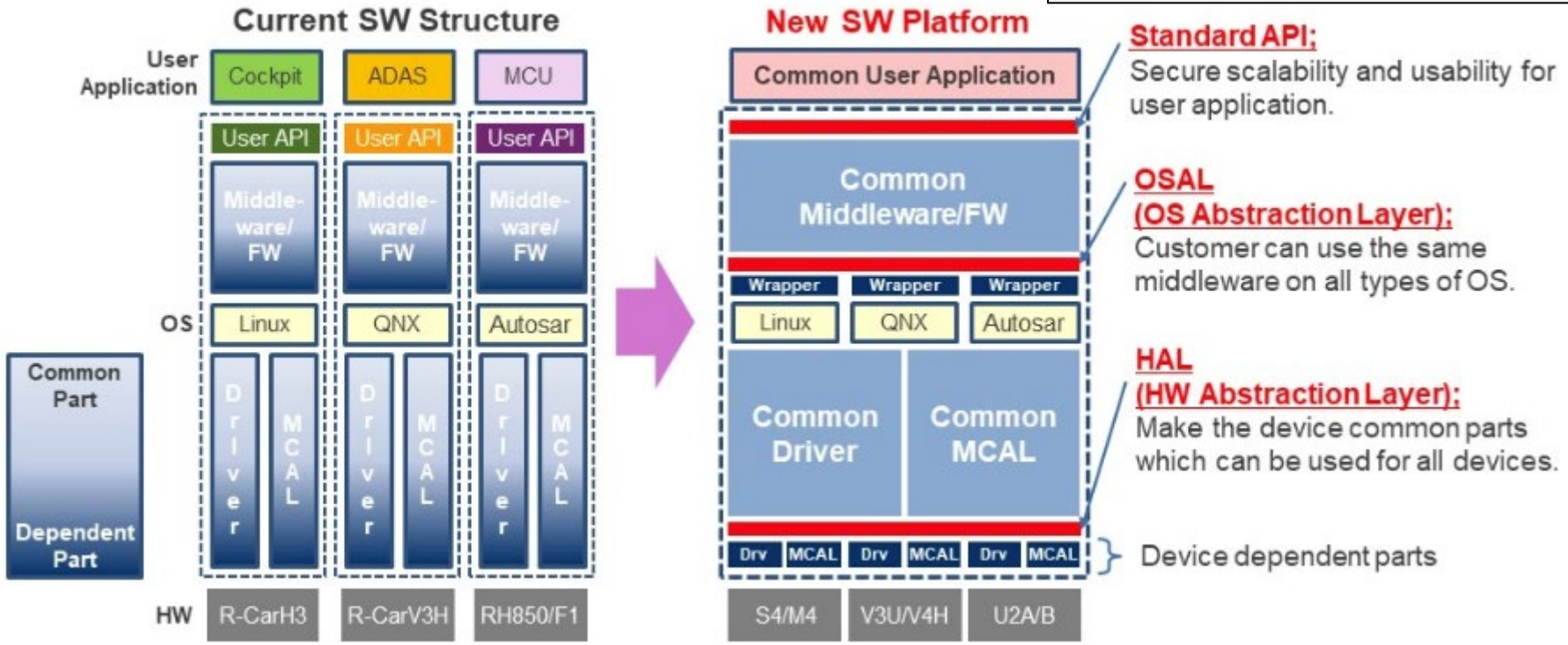
- Vehicle OSの役割
  - ハードウェアとソフトウェアの分離
    - OTAによるアップデート（機能の追加・修正）の実現
    - ハードウェアを意識しないアプリケーション開発の実現
  - 開発環境（ツール類）の提供
    - Vehicle OS上で動作するアプリケーションの開発を効率化

AndroidスマートフォンやiPhoneと同一スキームをVehicle OSで実現

ソフトウェアプラットフォームの変化

- 複雑化・多層化が進むソフトウェアプラットフォーム
- 大規模ソフトウェア/アプリケーションの実行を支える
  マルチコアベースのHigh Performance Computing

> ➢ 標準API、OSAL、およびHALの三つの抽象層を導入。
> ➢ セグメント、OS、およびデバイスに依存しないソフトウェアの再利用性を実現。



出典：Tsuyoshi Tsumuraya ;「E/Eアーキテクチャの進化を支えるR-Car/RH850向けソフトウェアプラットフォーム」、ルネサス エレクトロニクス ブログ。

3. 現状のソフトウェア開発の課題

（変化の必要性）

ビジネスモデル変更の必要性

- 従来は、「ハードウェア（ECU/メカ等）ありき」のビジネスモデルだった
  - 販売価格は、主にハードウェア部品や製造コストをもとに算定
  - 付随するソフトウェアの価格/価値を、きちんと設定できていない

- **Software Defined Vehicle**の時代は、ソフトウェアが自動車の価値の源泉に
  - 今後は、「継続的なソフトウェアの供給」を前提としたビジネスモデルへ
    - 時間の経過とともにユーザ体験やユーザ価値が変化
  - 「ソフトウェアの適正な価格/価値」に基づいたビジネス展開が必要
    - ただし、「ソフトウェアの適正な価格/価値」のスタンダードモデルが、現状ない

個別最適化から全体最適化へ

- 従来のソフトウェアの開発方針は、個別最適化がすべてだった
  - ドメイン別の開発体制
  - 製造コストや部品コストを優先したハードウェア設計
  - ソフトウェアは、その上でいかに最適動作を実現するか、が重要だった

- **Software Defined Vehicle**の時代は、プラットフォームの共通化・標準化が極限まで進む可能性も…
  - ソフトウェアは共通プラットフォーム上で動作。限りなくハードウェア非依存に
  - 極端な「個別最適化」よりも、バランスのよい「全体最適化」が求められる
  - ドメインをまたいだソフトウェアの開発や最適化も必要に

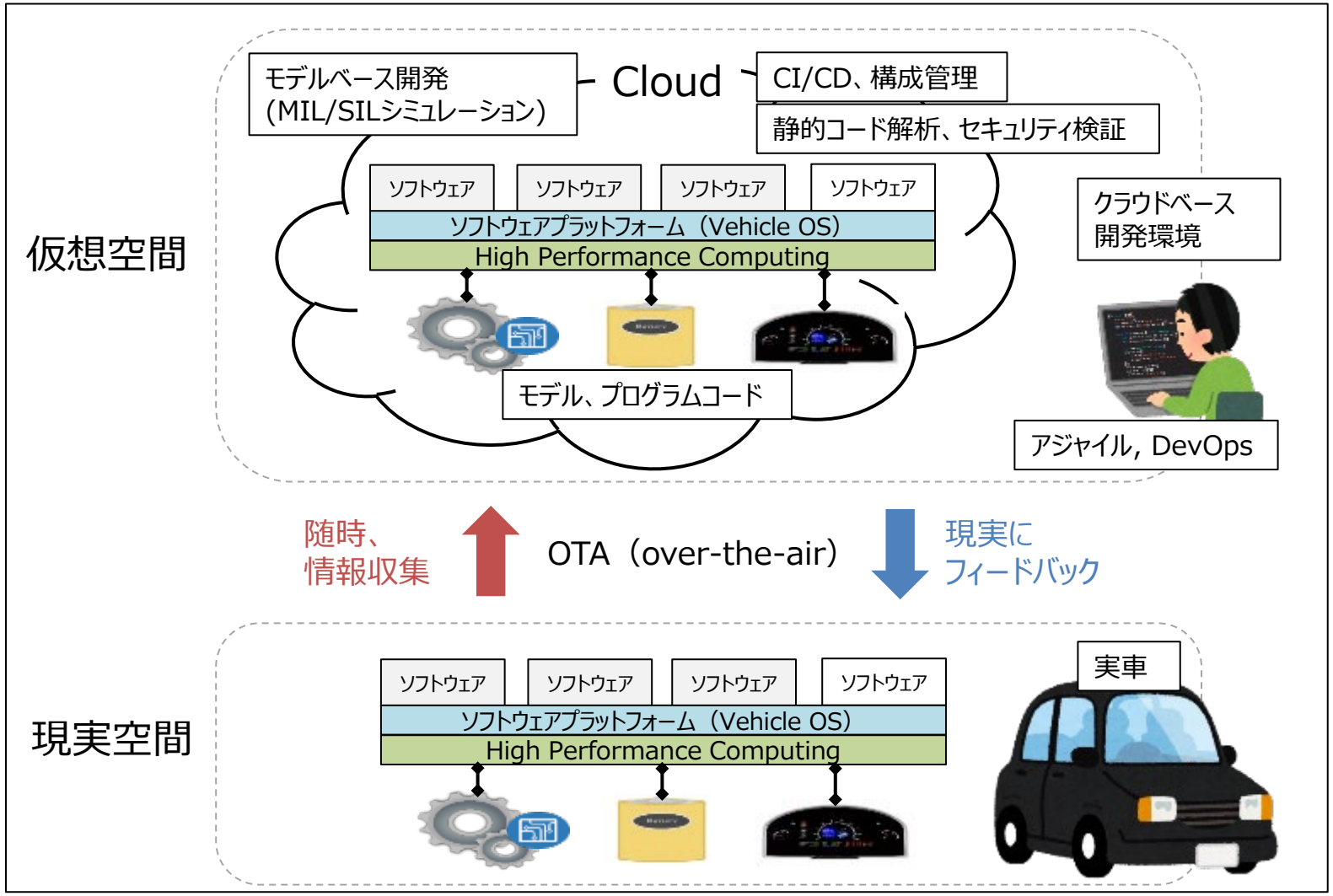
開発プロセス/手法の見直しの必要性

- 従来は納期までに「完璧な」ソフトウェアを完成させることが前提だった
  - バグなし。実現する機能は固定的
  - 既存のソフトウェア資産を徹底的に再利用
  - 派生開発のプロセスを確立して、高品質と短期開発を両立

- 今後はOTAによるソフトウェアアップデートを前提とした開発プロセス/開発手法へ
  - 短いサイクルで新機能や修正パッチを継続的にリリース
  - クラウドサービス設計
  - セキュリティ・バイ・デザイン
  - アジャイル/DevOps、CI/CD（継続的インテグレーション/継続的デリバリ）
  - 開発環境はデジタルツイン（モデルベース開発、クラウドベース開発環境 etc.）

今後求められる仮想空間における開発プラットフォーム（デジタルツイン）

- **デジタルツインとは**、現実の世界から収集した様々なデータを、まるで双子であるかのように、コンピュータ上で再現する技術（下図は、車載ソフトウェアを対象としたデジタルツインのイメージ）

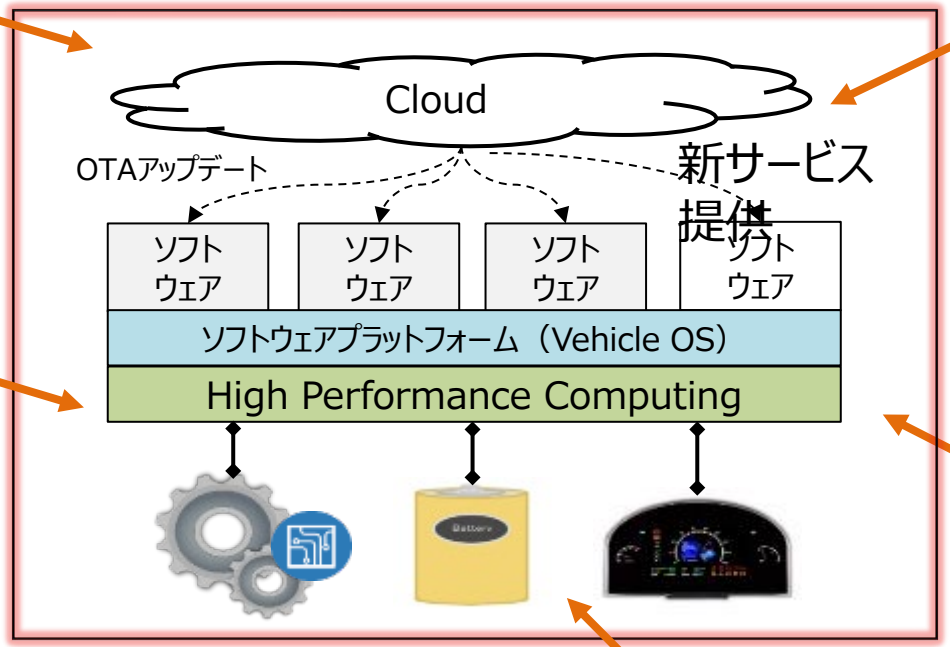


新しい技術導入の必要性

- 従来とは異なる時代の到来とともに、新しい技術導入が必須

セキュリティ対応

V2X、OTAアップデートを前提としたセキュリティ対策
今後の自動車では必須要素



Cloud-Native技術

Cloud-Native技術（コンテナ/K8S）を積極的に取り入れた開発手法

アジャイル開発

少しずつ浸透してきているが、アジャイルと機能安全との融合など、課題が多い

マルチコア技術

現状の日本では、マルチコア技術が普及していない
今後、HPC上で動作するソフトウエアの差別化は、マルチコア技術が握っている。
例：
汎用性、アクセラレーション、
リアルタイム性

仮想開発環境

デジタルツインを成立するには、物理要素を仮想化する技術が必須
現状は現物（実機）主義が主流

システムズエンジニアリング

In-Car/Out-Car全体を考慮したシステム設計の必要性
例：MBSE

EMCでの取り組み

モデルベース並列化
（MBP）

システム設計開発初期段階
からのソフトウェア性能見積
（SHIM）

ハードウェア・ソフトウェア
コデザイン

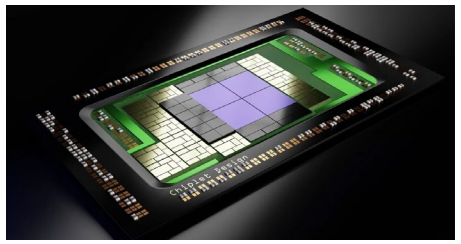
ハードウェアを抽象化したモデルでマルチコア上で動作するソフトウェアを**協調設計。Chiplet時代に重要**

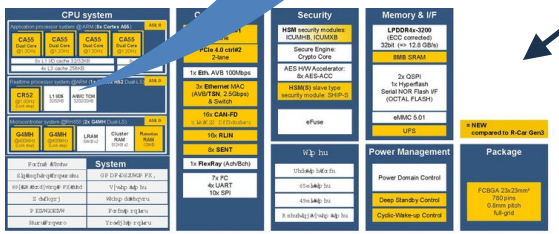
モデルベース開発
(MIL/SILシミュレーション)

ソフトウェア　ソフトウェア　ソフトウェア　ソフトウェア

ソフトウェアプラットフォーム（Vehi OS）

High Performance Co puting





マルチコア利用 /
開発技術普及
（マルチコア適用）

Embedded Multicore Consortium

4. おわりに

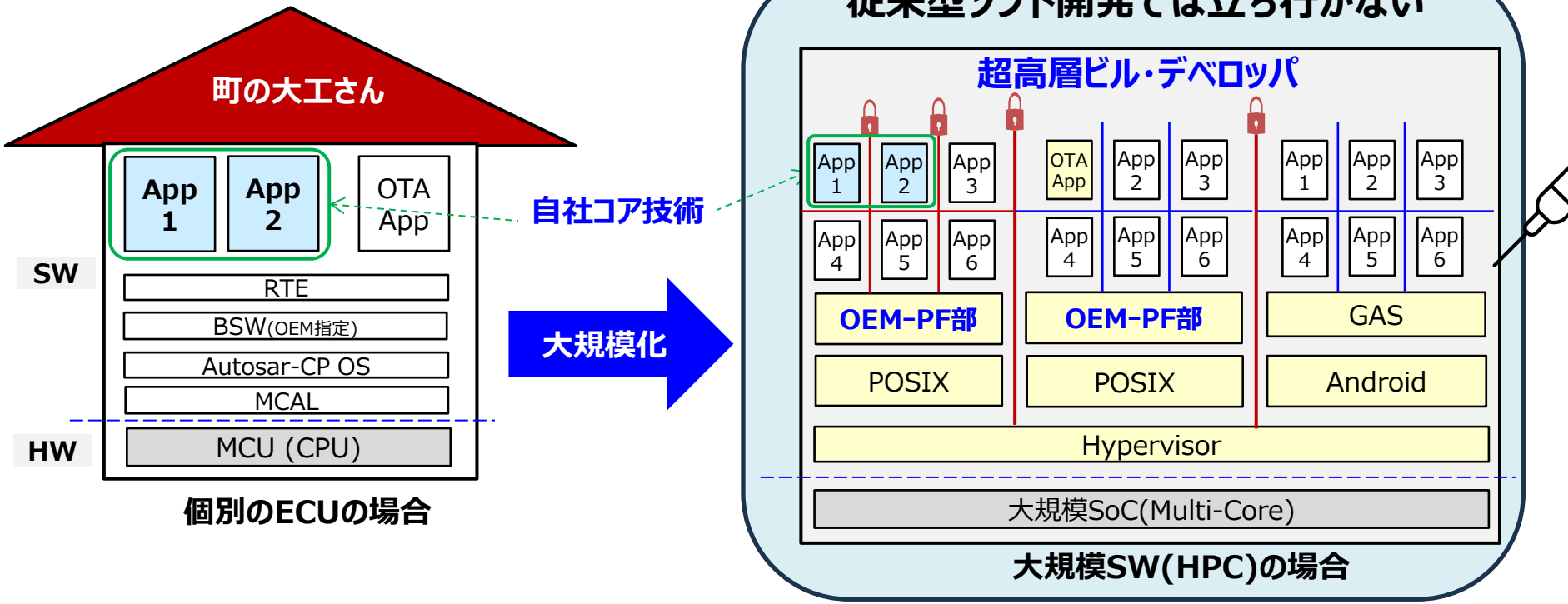
まとめ

- 自動車産業を取り巻く環境がダイナミックに変化している
- 従来の自動車の概念を覆す「**Software Defined Vehicle**」が登場
  - スマートフォンをお手本としたシステム構成
  - 継続的な機能のアップデート、最新サービスの提供、パーソナライズが可能
  - Tesla社がいち早く製品を出荷
- これに伴って、自動車のE/Eアーキテクチャやソフトウェアプラットフォームが変化
  - ドメインアーキテクチャ、ゾーンアーキテクチャへ
  - 自動車メーカが、みずからVehicle OS開発に取り組む
  - 大規模なソフトウェアはマルチコアベースのHigh Performance Computingで実行
- ビジネス環境や技術の変化を認識し、あらためてビジネスモデルやソフトウェアの開発方針、開発プロセス/開発環境を見直す必要があるのではないでしょうか。

今後のEMC

2025年6月24日（火）
組込みマルチコアサミット
（TOPPERSカンファレンスと
同時開催（予定））

- **「Software-Defined」への課題解決向けた仲間作り**
  - 従来のソフト開発では、立ち行かない変革期
  - 日本の組込み産業を支える上で、多種の課題を解決する仲間作りを模索
- **EMCが考える課題に共感頂ける方は、ぜひ、一緒に切り開いていきましょう!!**



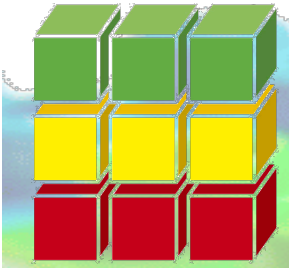
多種の技術要素を
実現するための仲間作り

必要となる新規領域

- システムズエンジニアリング
- セキュリティ対応
- アジャイル開発
- OTA
- 仮想開発環境
  （デジタルツイン）
- Cloud-Native
- マルチコア
- Hypervisor
- ソフト中心のビジネルモデル
- 新開発プロセスと品質方針
- 開発効率化/自動化

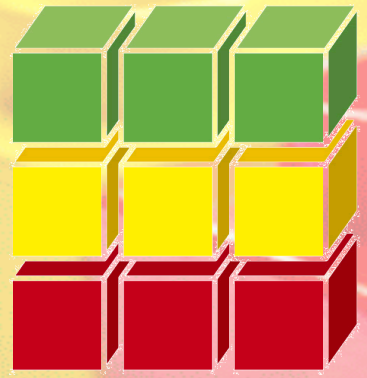
メンバーシップ

- 会員（2024年11月現在14団体）
  - アイシン、ルネサス エレクトロニクス、デンソー（予定）、eSOL、ガイオテクノロジー、萩原エレクトロニクス、三菱電機、大阪大学、埼玉大学、名古屋大学、早稲田大学アドバンスドマルチコアプロセッサ研究所、他
  - 相互協力：JASA、MCA(Multicore Association)
- メンバーシップ構成
  - 正会員（入会金なし、年会費20万）準会員、特別会員
  - 詳細は http://www.embeddedmulticore.org/
- （参考）SHIM WG Primary Contributing Members
  - Cavium Networks, CriticalBlue, eSOL, Freescale, Nagoya University, PolyCore Software, Renesas, Texas Instruments, TOPS Systems, Vector Fabrics, and Wind River.



Embedded
Multicore
Consortium

www.embeddedmulticore.org



Embedded
Multicore
Consortium

www.embeddedmulticore.org

Embedded
Multicore
Consortium