

ES-5



**車両制御ECUへのモデルベース設計活用の実績と課題
～AUTOSAR上でのモデルベース開発～**

(株) デンソー

電子プラットフォーム開発部 先行技術開発室

室長

後藤 正博

車両制御ECUへのモデルベース設計 活用の実績と課題

－AUTOSAR上でのモデルベース開発－

(株)デンソー

電子プラットフォーム開発部

先行技術開発室

後藤 正博

(masahiro_goto@denso.co.jp)

本日のアジェンダ

1. 車載電子システムの動向
 - 1-1 車両を取り巻く環境の変化
 - 1-2 これからの車社会
 - 1-3 車両電子制御システムの動向
2. 車両制御ソフトウェアの課題
 - 2-1 車両制御の特徴
 - 2-2 統合システム化への課題
 - 2-3 課題解決のための取り組み状況
3. AUTOSARによる基盤ソフトウェアの標準化
 - 3-1 AUTOSARの概要
 - 3-2 AUTOSARに対するこれまでの取り組み
4. AUTOSAR上でのモデルベース開発の課題
 - 4-1 AUTOSAR適用に関する課題
 - 4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり
 - 4-3 定義したプロセスの詳細
5. モデルベースと実装ソフトウェア技術
 - 5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発
 - 5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり
 - 5-3 ソフトウェア設計への指針
6. まとめ

本日のアジェンダ

1. 車載電子システムの動向
 - 1-1 車両を取り巻く環境の変化
 - 1-2 これからの車社会
 - 1-3 車両電子制御システムの動向
2. 車両制御ソフトウェアの課題
 - 2-1 車両制御の特徴
 - 2-2 統合システム化への課題
 - 2-3 課題解決のための取り組み状況
3. AUTOSARによる基盤ソフトウェアの標準化
 - 3-1 AUTOSARの概要
 - 3-2 AUTOSARに対するこれまでの取り組み
4. AUTOSAR上でのモデルベース開発の課題
 - 4-1 AUTOSAR適用に関する課題
 - 4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり
 - 4-3 定義したプロセスの詳細
5. モデルベースと実装ソフトウェア技術
 - 5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発
 - 5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり
 - 5-3 ソフトウェア設計への指針
6. まとめ

1-1 車両を取り巻く環境の変化

モビリティ社会の課題

地球・自然・社会



地球温暖化

CO₂排出の低減、CO₂フリー



原油依存の限界

パワートレインの多様化



車両・物流集中

交通事故低減、モーダルシフト

クルマのニーズ



高齢化

快適・利便な交通手段



情報化

常時接続高速通信の活用



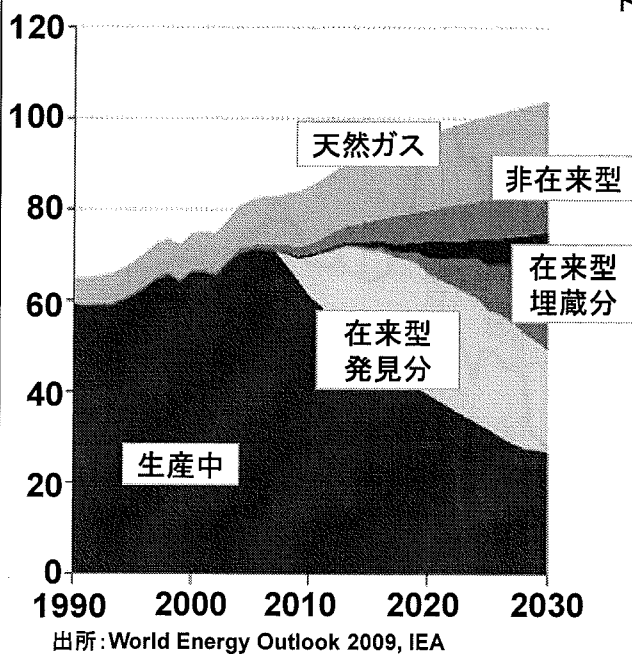
ライフスタイル変化

クルマの新たな価値の提供

1-1 車両を取り巻く環境の変化

原油依存の限界

原油供給量予測



原油(ガソリン)価格予測



在来型原油供給量頭打ち、採掘にコストがかかり 価格上昇

ESEC 第14回 組込みシステム開発技術展

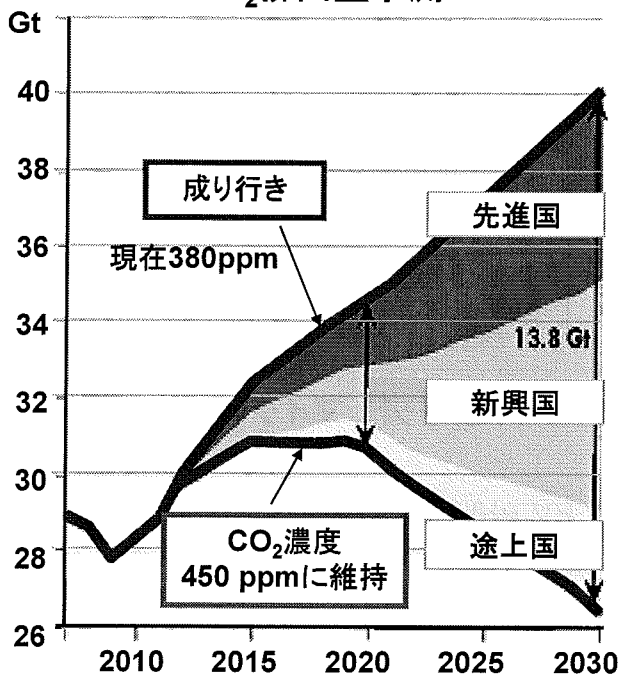
©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

5

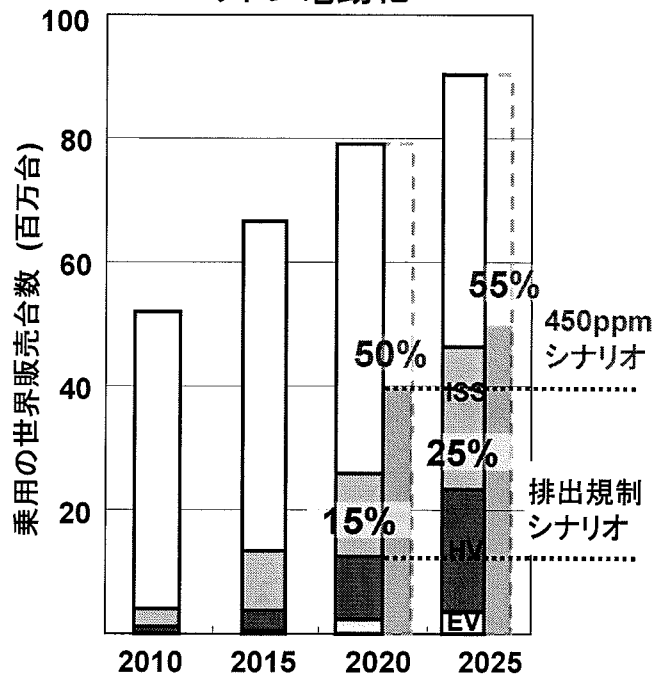
1-1 車両を取り巻く環境の変化

地球温暖化とその対応

CO₂排出量予測



パワトレ電動化



CO₂フリー & 低CO₂車両が拡大

ESEC 第14回 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

6

1-1 車両を取り巻く環境の変化

安全 — 世界の交通事故死者数と日本における推移

世界の交通事故死者数

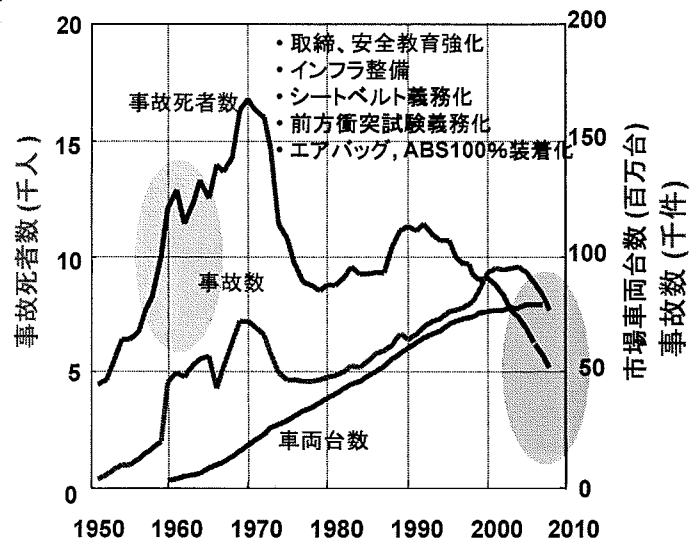
(千人)

	1996	2009	変化
日本	9.9	4.9	↓
米国	42.1	34.0	→
欧州25	55.5	39.1 ('07)	→
中国	73.7	67.8	→
インド	74.7	114.4 ('07)	↑
東南アジア	32.2	36.5 ('07)	→
ブラジル	5.3 ('98)	7.1 ('07)	↑
世界	1170.7 ('98)	1270.0 ('04)	→

(出展)

Based on various statistical data in 2009
 (Exhibited by: Global status report on road safety (WHO), European Road Statistics 2009 (IRF),
 Transportation conditions report of major countries (MLIT), NPA, NHTSA, The Ministry of Public Security of
 the People's Republic of China.)
 •EU: 25 countries (excepted Bulgaria, Romania from EU-27)
 •South-Eastern Asia: Philippines ('06), Malaysia ('07), Singapore ('07), Indonesia ('07), Thailand ('07)

日本の交通事故推移



新興国は日本の1960年代の状況 ⇒ エアバッグ、シートベルト、ABS/ESCの普及が必要
 日米欧はエアバッグ、ABS/ESCは普及 ⇒ 運転支援システムの普及が必要(走行支援、視界支援等)

ESEC 組み込みシステム開発技術展

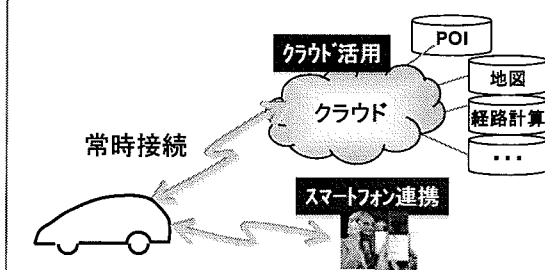
©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

7

1-2 これからの車社会

情報通信 — 将来のユビキタス社会における車を取り巻く環境

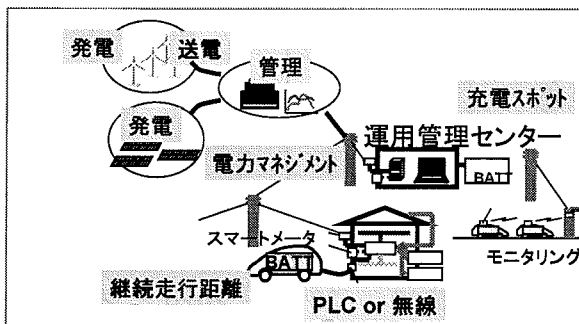
ユビキタス社会



ITサービス利用増加

- 付加価値は車載器からセンターへ
- 車室内操作表示系変化

- ・持ち込まれる情報機器の増加
- ・環境・情報の新たな情報
- ・操作・表示の氾濫



スマートグリッド, マイクログリッド

EV, PHVは電力・通信インフラの中で
電力貯蔵装置として利用される社会

いつでも、どこでも、誰でも、ストレスなく、ネットワークから様々なサービスを楽しむ

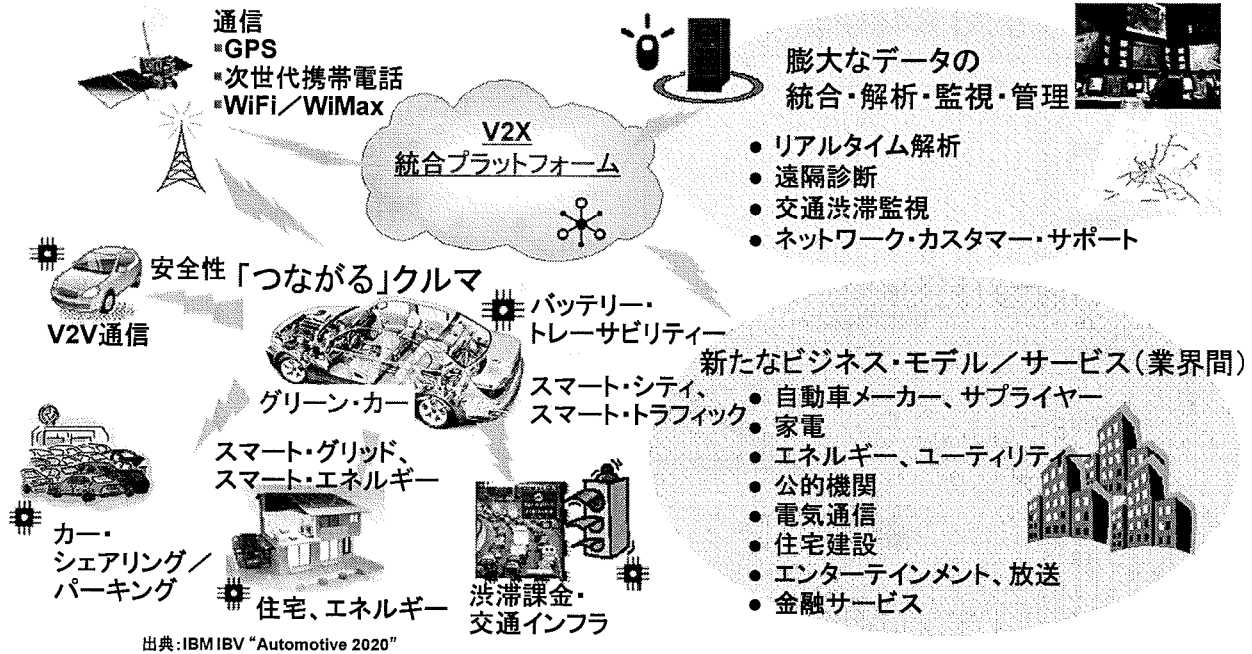
ESEC 組み込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

8

1-2 これからの車社会

モビリティ社会の将来像



社会インフラとの連携による新しいモビリティ社会に

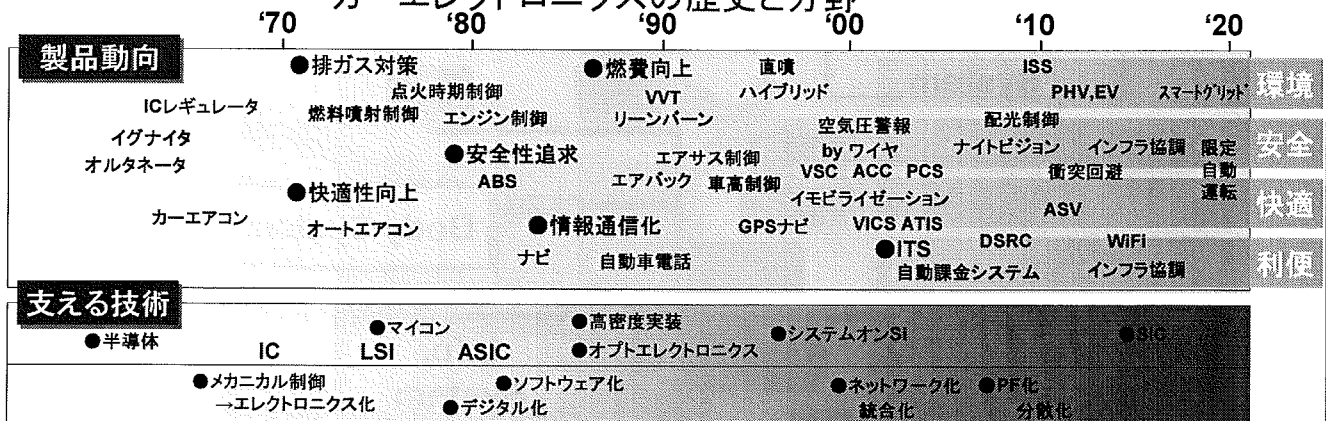
ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

9

1-3 車両電子制御システムの動向

カーエレクトロニクス歴史と分野

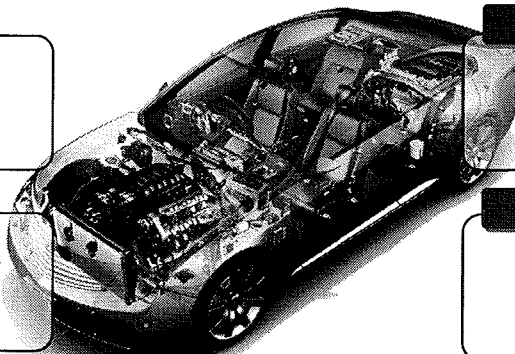


パワートレイン制御

- エンジン制御システム
 - ーガソリンエンジン制御
 - ーディーゼルエンジン制御
- トランスミッション制御システム

シャーシ制御

- パワーステアリング制御システム
- 電子制御ブレーキシステム
- 運転支援システム



ボデー制御

- エアコンシステム
- エアバッグシステム
- スマートエントリ
- セキュリティシステム

情報通信

- カーナビゲーションシステム
- 自動車電話
- ETCシステム
- オーディオシステム

車載システムの高度化に伴いカーエレクトロニクスの重要性は高まる一方

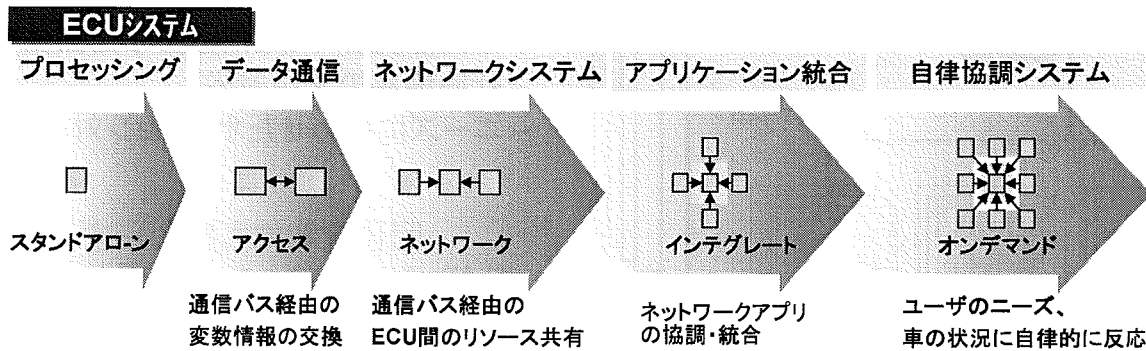
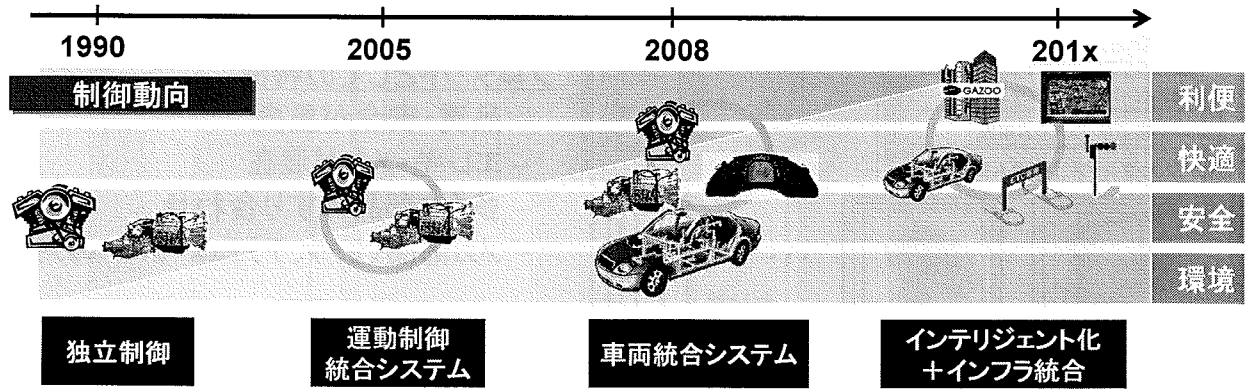
ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

10

1-3 車両電子制御システムの動向

車載電子システムの変遷



ESEC 第14回 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

13

本日のアジェンダ

1. 車載電子システムの動向
 - 1-1 車両を取り巻く環境の変化
 - 1-2 これからの車社会
 - 1-3 車両電子制御システムの動向
2. 車両制御ソフトウェアの課題
 - 2-1 車両制御の特徴
 - 2-2 統合システム化への課題
 - 2-3 課題解決のための取り組み状況
3. AUTOSARによる基盤ソフトウェアの標準化
 - 3-1 AUTOSARの概要
 - 3-2 AUTOSARに対するこれまでの取り組み
4. AUTOSAR上でのモデルベース開発の課題
 - 4-1 AUTOSAR適用に関する課題
 - 4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり
 - 4-3 定義したプロセスの詳細
5. モデルベースと実装ソフトウェア技術
 - 5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発
 - 5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり
 - 5-3 ソフトウェア設計への指針
6. まとめ

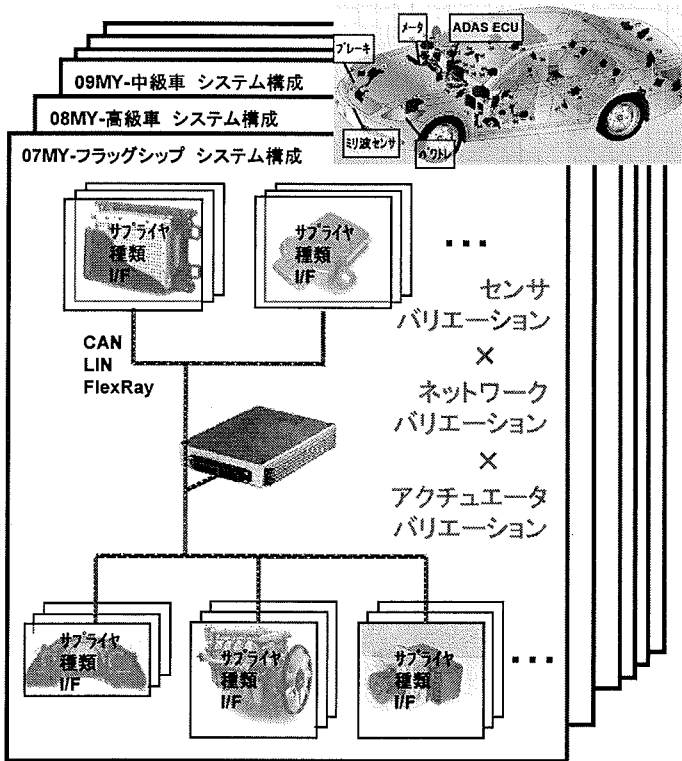
ESEC 第14回 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

14

2-1 車両制御の特徴

メーカー、車種、仕向地、性能バリエーション



プロダクトとしての特徴

- 品質・安全が重要
- エレキ・メカが混在
- 多くの部品のすり合わせ
- メカ部品（センサ、アクチュエータ）への対応

プロセスとしての特徴

- 納入先との分担開発
- サプライヤー間の分担開発
- 車両開発と同期した頻繁な仕様変更
- 仕向地毎の法規対応
- ニーズに合わせたオプション対応

同じ機能にも関わらず
仕様バリエーションを大量に開発

ESEC 組み込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

15

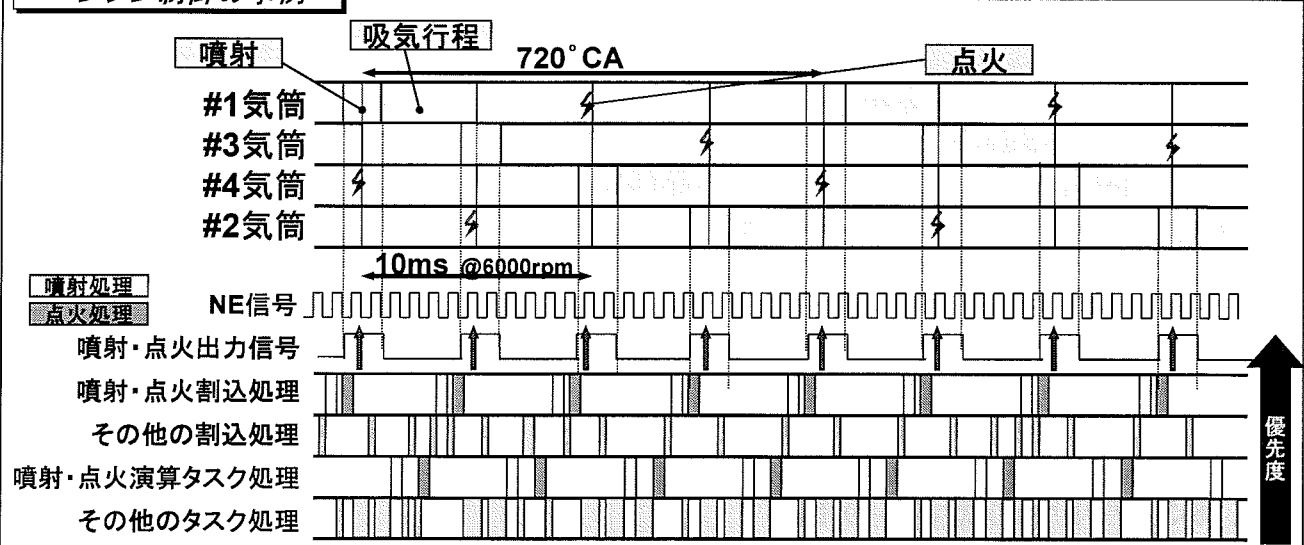
2-1 車両制御の特徴

例 ハードリアルタイム性 Hard real time System

- ・ 自動車システムでは、期限内に処理を完了しない場合、システム（車両）の暴走や破壊など、重大な事態が生ずることがある

ハードリアルタイムシステム realtime system with restrict time deadline+
リアルタイムシステムの中でも特に厳格に時間制約を守ることが必要なシステム

エンジン制御の事例

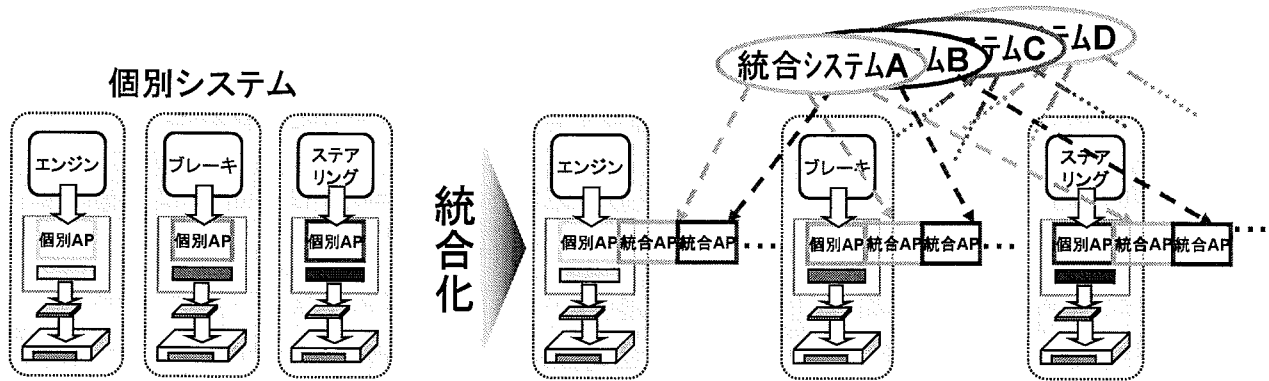


ESEC 組み込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

16

2-2 統合システム化への課題



プロダクトとしての特徴

- 複数の個別システムが連携することで高度で複雑な機能を実現
- 個別最適化されている個別システムに後付けで統合システムアプリ(AP)を追加

プロセスとしての特徴

- 個別システム担当社・者間の密接な連携が必要、多システムの知識を有する人材が必要
- 機能相互の関連が密なため、統合AP追加時に作りこみ済みの個別IP部も変更が必要
- 統合AP追加のたびに仕様(ソフト)変更、検査、適合、後追いで品質作りこみが必要

- ・統合システム追加に比例してバリエーションを大量に開発
- ・統合機能作りこみ以外のつなぎ合わせ工数が膨大(仕様調整、適合)

2-2 統合システム化への課題

車載電子システムの課題のまとめ

- センサ、アクチュエータの多様化により、
 - ⇒ 個別システムの仕様、ソフトウェアバリエーションは大幅に増加
- 環境・安全・利便・快適といった機能要求の高度化に伴う電子システムの統合化・大規模・複雑化により、
 - ⇒ 個別システムの仕様、ソフトウェアバリエーション増加をさらに助長
 - ⇒ 車載電子システム開発工数が大幅に増加
 - ⇒ システムが複雑化し、品質確保のための工数が大幅に増加
- 上記課題の伴って、
 - ⇒ 開発プロセス、多システムに精通した開発・設計人材の創出、育成が必要

システムレベルのアーキテクチャ と システムからソフトウェアまでの全体開発プロセス の変革が必要

2-3 課題解決のための取り組み状況

プラットフォームベース開発

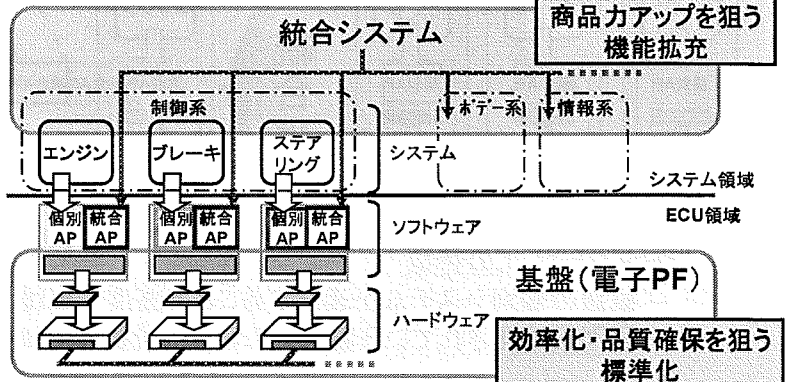
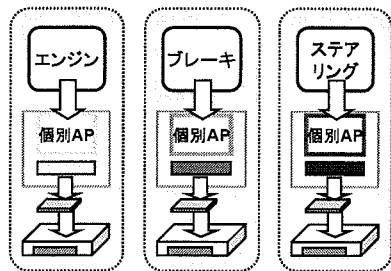
解決に向けた技術動向

プラットフォームベース開発に向けた動きが世界中で加速

プラットフォームベース開発の狙い

- 分野を跨るシステムによる商品力向上
- 垂直統合から水平分業への事業・技術の構造変革
- 複雑化する車載電子システムの品質確保

目指す姿



標準化動向



JasPar

<http://www.autosar.org/>
<http://www.jaspar.jp>

ESEC 組込みシステム開発技術展

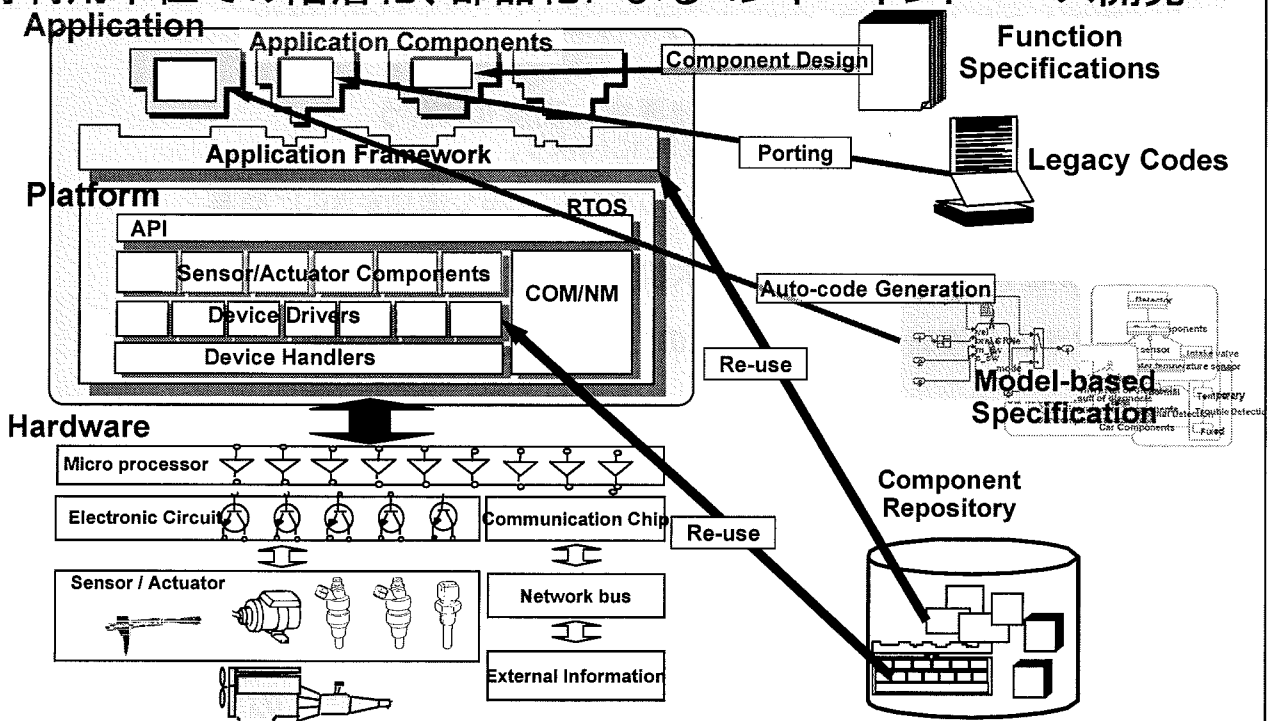
©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

19

2-3 課題解決のための取り組み状況

プラットフォーム上でのアプリケーション開発

再利用単位での階層化、部品化によるコンポーネントベース開発



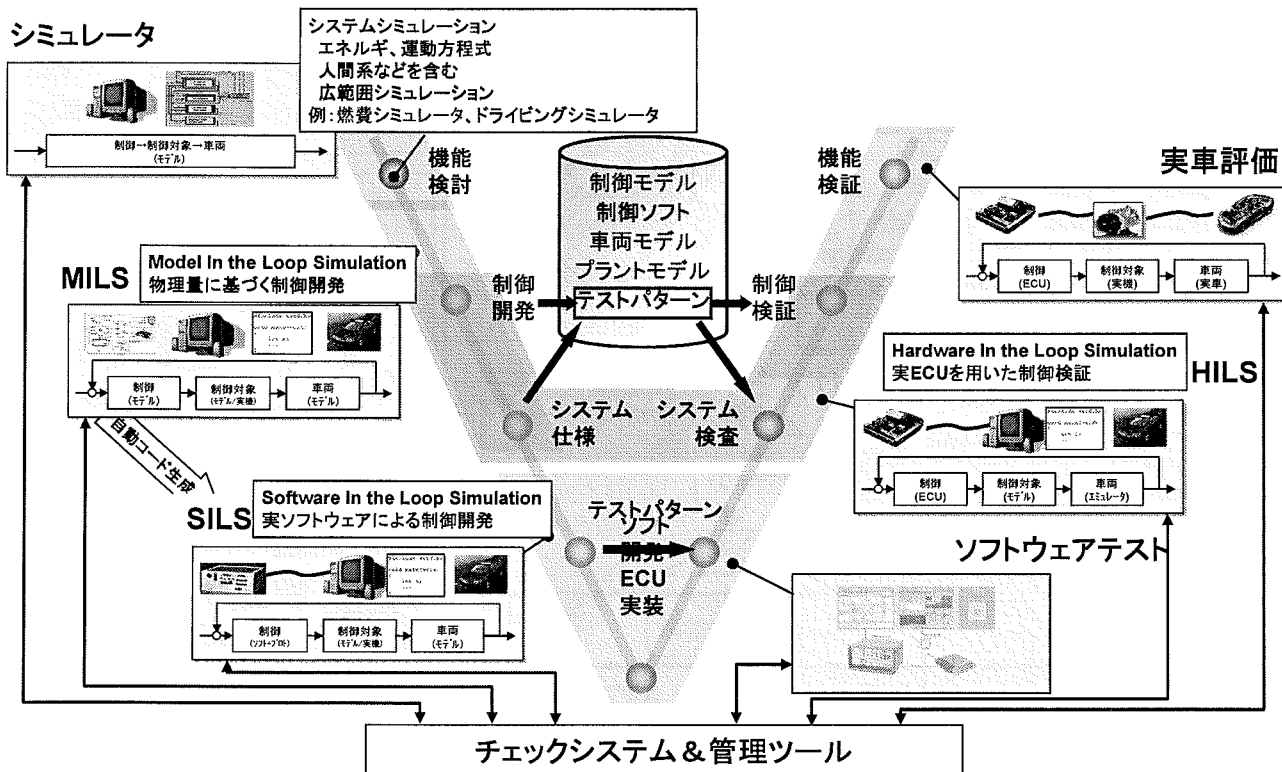
ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

20

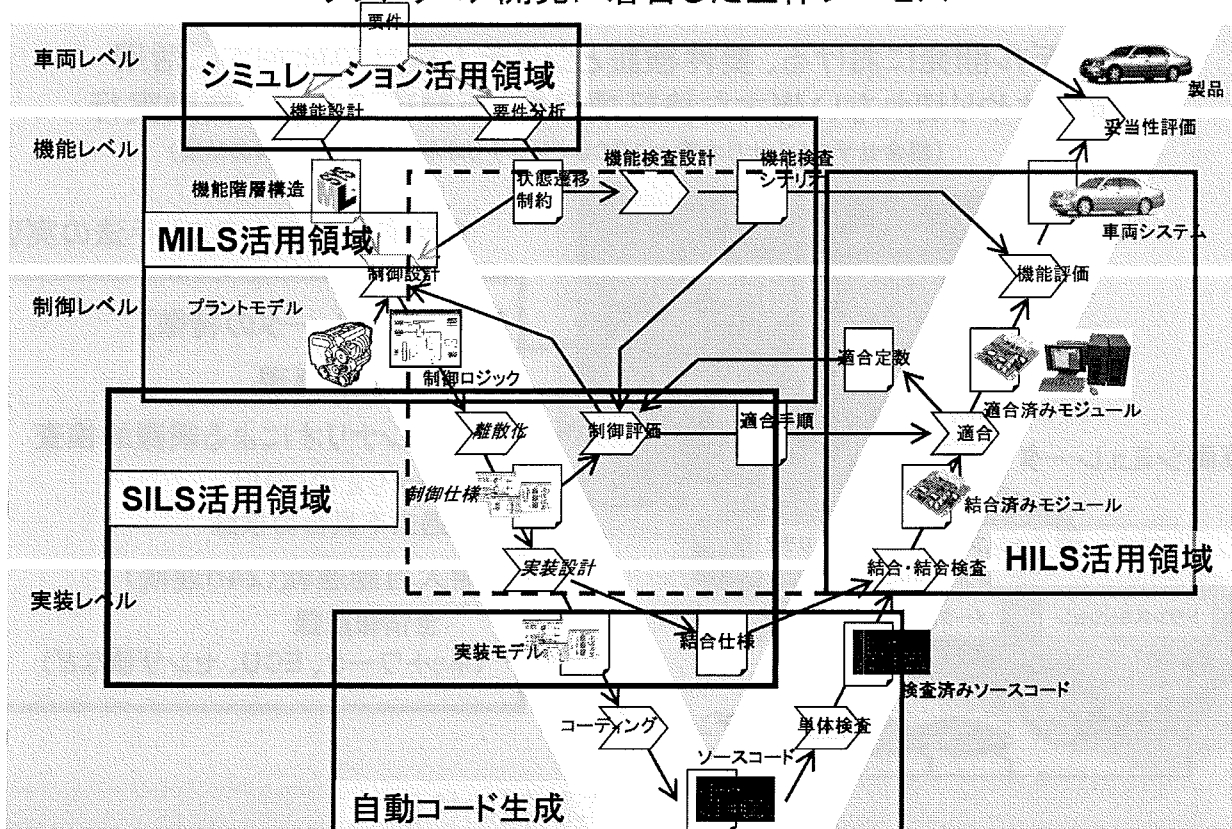
2-3 課題解決のための取り組み状況

アプリケーション開発のためのモデルベース開発



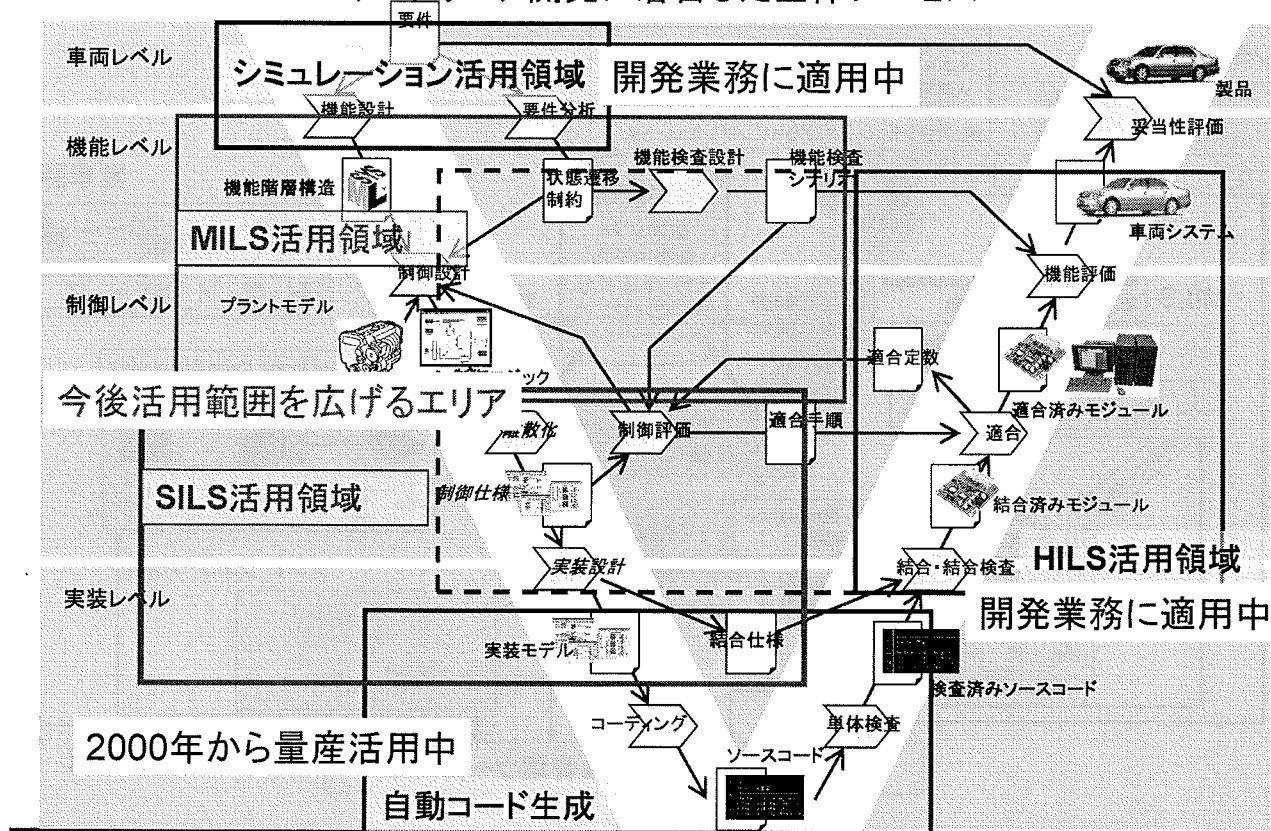
2-3 課題解決のための取り組み状況

ソフトウェア開発に着目した全体プロセス



2-3 課題解決のための取り組み状況

ソフトウェア開発に着目した全体プロセス



ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

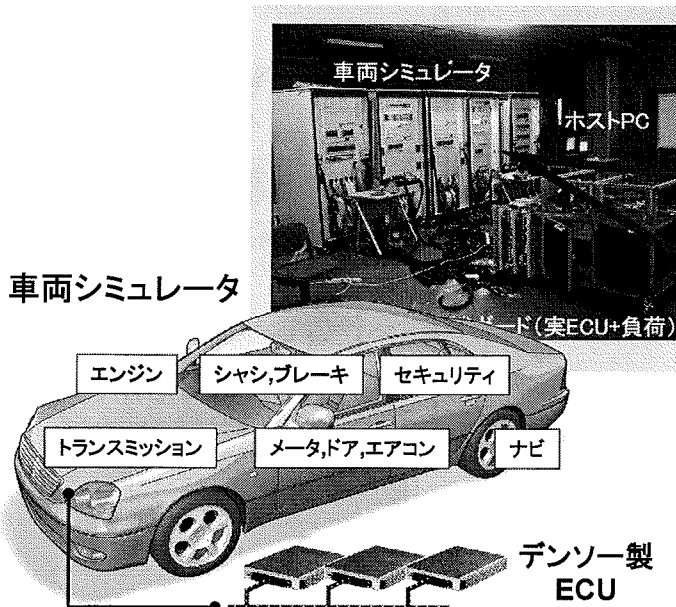
23

2-3 課題解決のための取り組み状況

HILS活用による網羅的検証

狙い

- V字モデル開発における、要件検証とシステム検証の前捌きに活用
- 実車ではやり切れない膨大な検証項目を、仮想環境を使い自動実行
(組合せテストシナリオ数=1 ECUでNシナリオならM個接続でNのM乗)



統合的システムテスト手法の実現

【車両シミュレータの特徴】

- ・実走行状態再現
- ・テストシナリオによる網羅的検査
シナリオのDB化
過去不具合の検証
- ・無人自動運転(24h連続)
全情報記録
(ネットワーク、ECU、センサ値など)

実車では困難な網羅的検証

ESEC 組込みシステム開発技術展

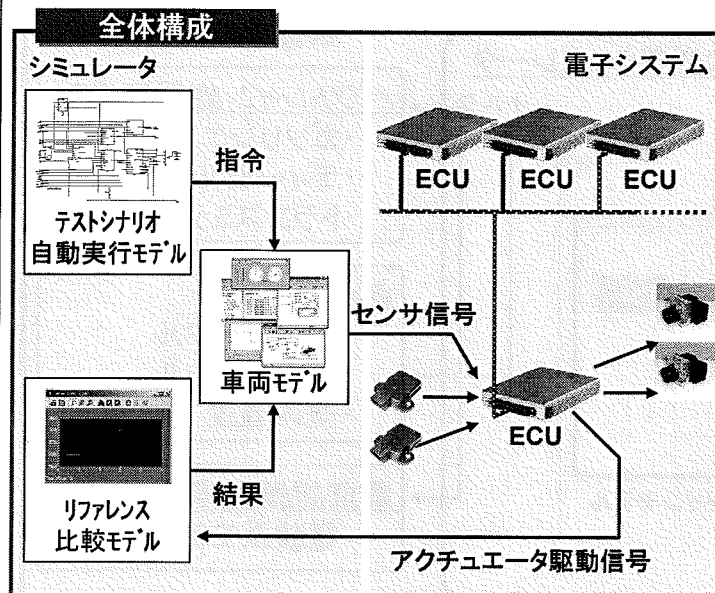
©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

24

2-3 課題解決のための取り組み状況

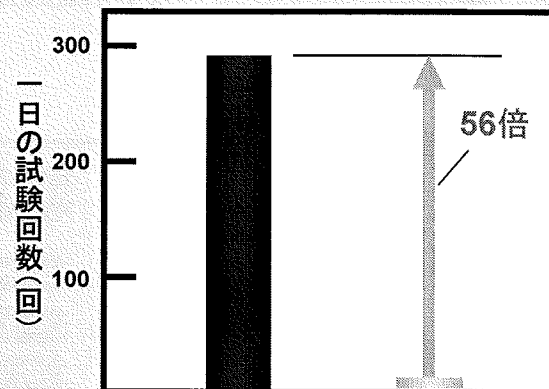
HILS活用による網羅的検証

車両シミュレータを活用したECU自動検査の運転支援システムへの適用事例



効果

CMS(衝突軽減システム)試験の事例



見積もり条件 開発品 実車評価

	開発品	実車評価
試験時間(分)	5	15
データ取りに必要な平均試験回数(回)	1	5
一日の稼働時間(時間)	24	9
一日の試験回数(回)	282	5

ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

25

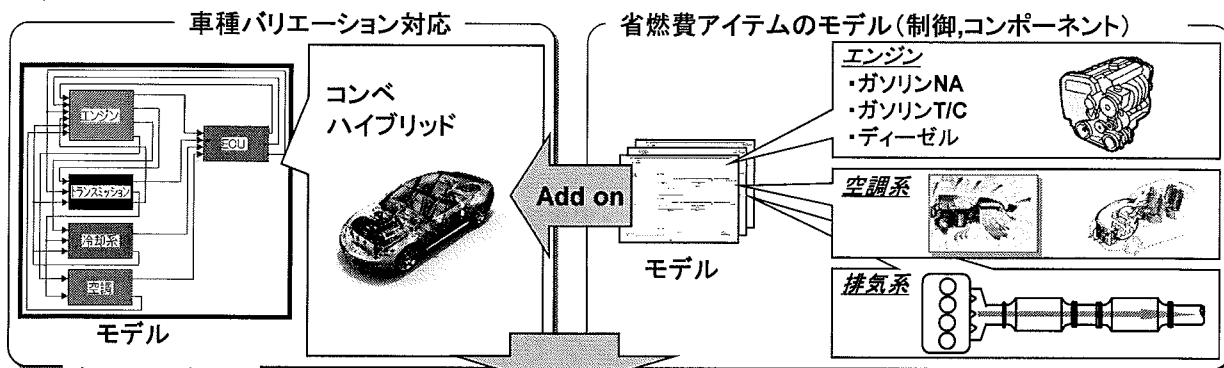
2-3 課題解決のための取り組み状況

シミュレータによる機能開発と検証

解決すべき課題

車種バリエーションと省燃費アイテムのすべての組み合わせを実車で準備／評価するのは困難

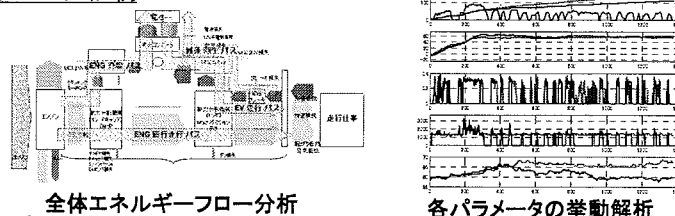
→ 実車レスでの省燃費効果の明確化により、開発期間短縮と開発費抑制(実験車台数減)を図る。



狙い

- ①各車種バリエーションに対する省燃費アイテムの有効性確認
- ②省燃費アイテムに対する要求仕様の妥当性確認

シミュレーション例



ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

26

2-3 課題解決のための取り組み状況

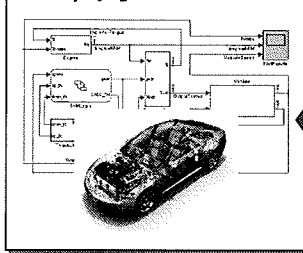
シミュレータによる機能開発と検証

開発の考え方

狙い:

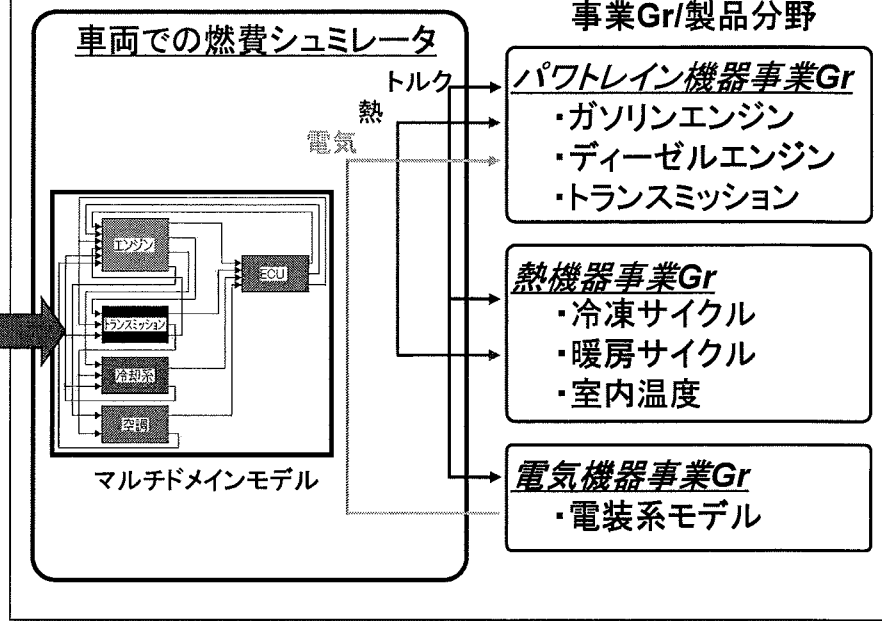
- ・開発効率向上
- ・燃費解析

車両メーカー



- ・同一環境による共通議論
- ・他車種での嬉しさ確認

DENSO



各部署が所有する設計用モデルの資産を活用して車両全体モデルを構築

ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

27

2-3 課題解決のための取り組み状況

シミュレータによる機能開発と検証

シミュレータ活用の期待メリット（新制御の開発例）

現状

完成

実車サーベイ試験

- ・使用範囲(快適/燃費)
- ・定数当り付

制御ロジック構築

ベースロジック

実車適合試験

- ・定数決め
- ・背反確認

ロジック修正

背反修正

実車確認試験

最終確認

開発のフロントローディングで手戻り抑制と開発期間を短縮

目指す姿

完成

制御ロジック構築

実車適合試験

机上検討

チューニング/最終確認

ESEC 組込みシステム開発技術展

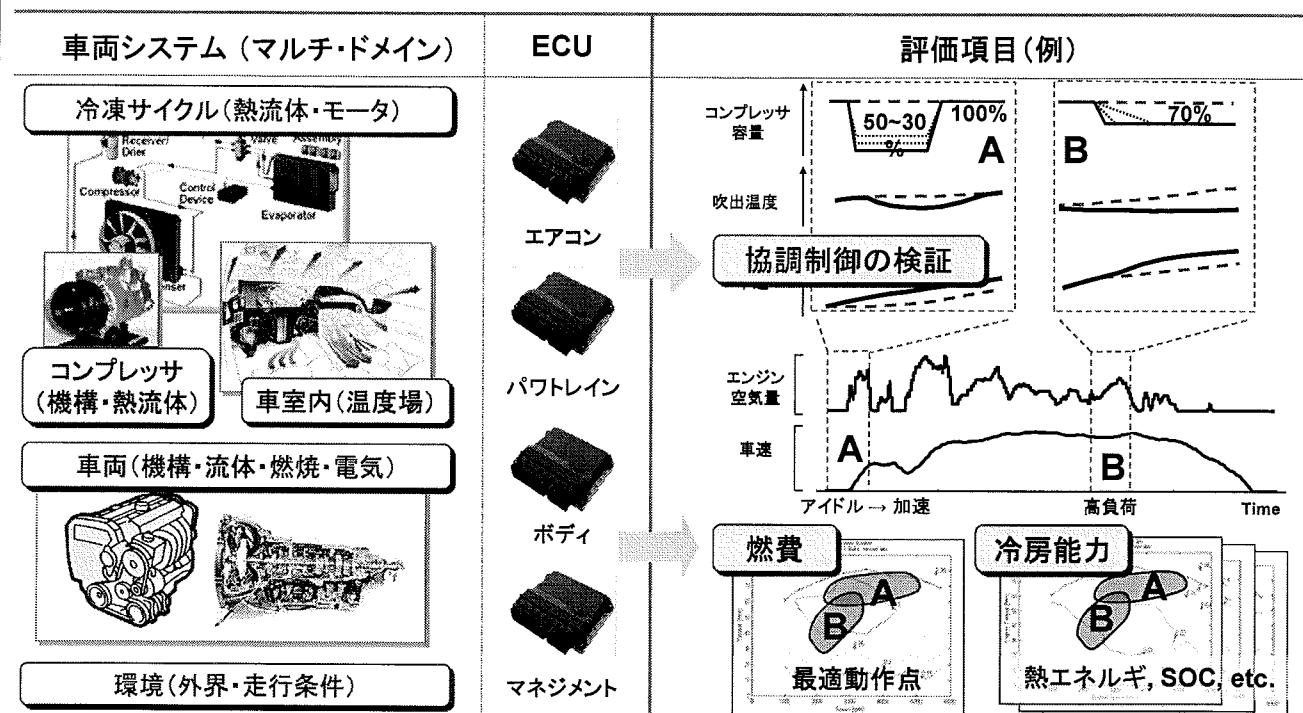
©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

28

2-3 課題解決のための取り組み状況

シミュレータによる機能開発と検証

活用目的 ・エアコン制御 → ロジックとソフトウェアの品質検証 例: 燃費特性
 ・空調システム → システム性能の検証 例: 協調制御



ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved 29

本日のアジェンダ

1. 車載電子システムの動向
 - 1-1 車両を取り巻く環境の変化
 - 1-2 これからの車社会
 - 1-3 車両電子制御システムの動向
2. 車両制御ソフトウェアの課題
 - 2-1 車両制御の特徴
 - 2-2 統合システム化への課題
 - 2-3 課題解決のための取り組み状況
3. AUTOSARによる基盤ソフトウェアの標準化
 - 3-1 AUTOSARの概要
 - 3-2 AUTOSARに対するこれまでの取り組み
4. AUTOSAR上でのモデルベース開発の課題
 - 4-1 AUTOSAR適用に関する課題
 - 4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり
 - 4-3 定義したプロセスの詳細
5. モデルベースと実装ソフトウェア技術
 - 5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発
 - 5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり
 - 5-3 ソフトウェア設計への指針
6. まとめ

ESEC 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved 30

3-1 AUTOSARの概要

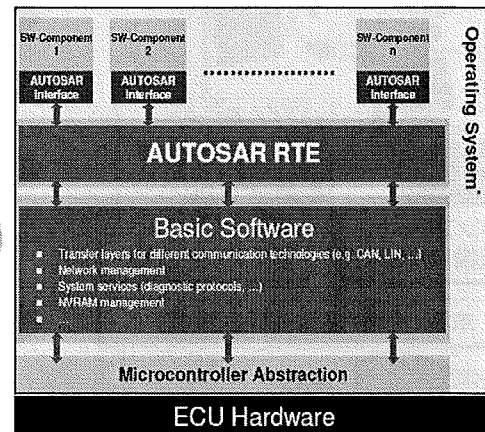
AUTOSAR Automotive Open System Architecture

世界標準化 = 自動車版ウィンドウズの策定作業

プロジェクトの目的

- 安全に対する要件定義と実装方法
- システム冗長性の強化
- 異なる車両 / PF間での移植性
- 基本システムの実装と標準化による共通OEMコア
- ネットワーク上での機能再配置の自由度向上
- 複数サプライヤからの機能モジュールのECU上での統合
- 製品寿命を通じた保守性向上(別ECUでの補給)
- HWの機能・車両PF等を越えた共通利用度向上
- 市場でのSWのアップデートとアップグレード

AUTOSARアーキテクチャ



出典: <http://www.autosar.org>

2003年発足し、現在はPhase2(~2012)の活動中

3-1 AUTOSARの概要

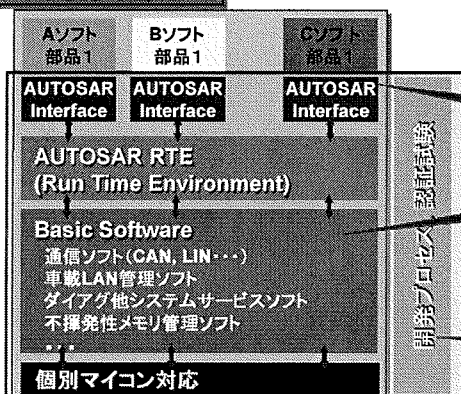
目的

パソコンの世界をモデルとして、ECUソフトを

- ①プラットフォームソフト(Windows) と
②アプリケーションソフト(Office) に区分し、

プラットフォームソフトは世界標準をコンソーシアムで開発し、各社で共有する

対象範囲

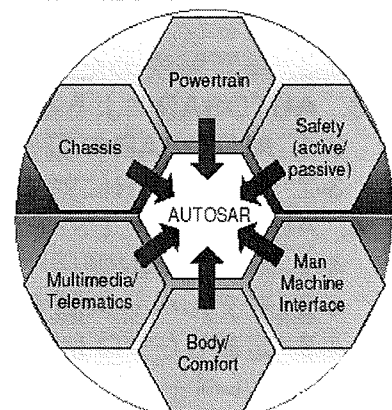


機能間でやり取りする
情報の標準化

プラットフォームソフト
そのものの標準化

開発プロセスと
認証試験の標準化

適用分野



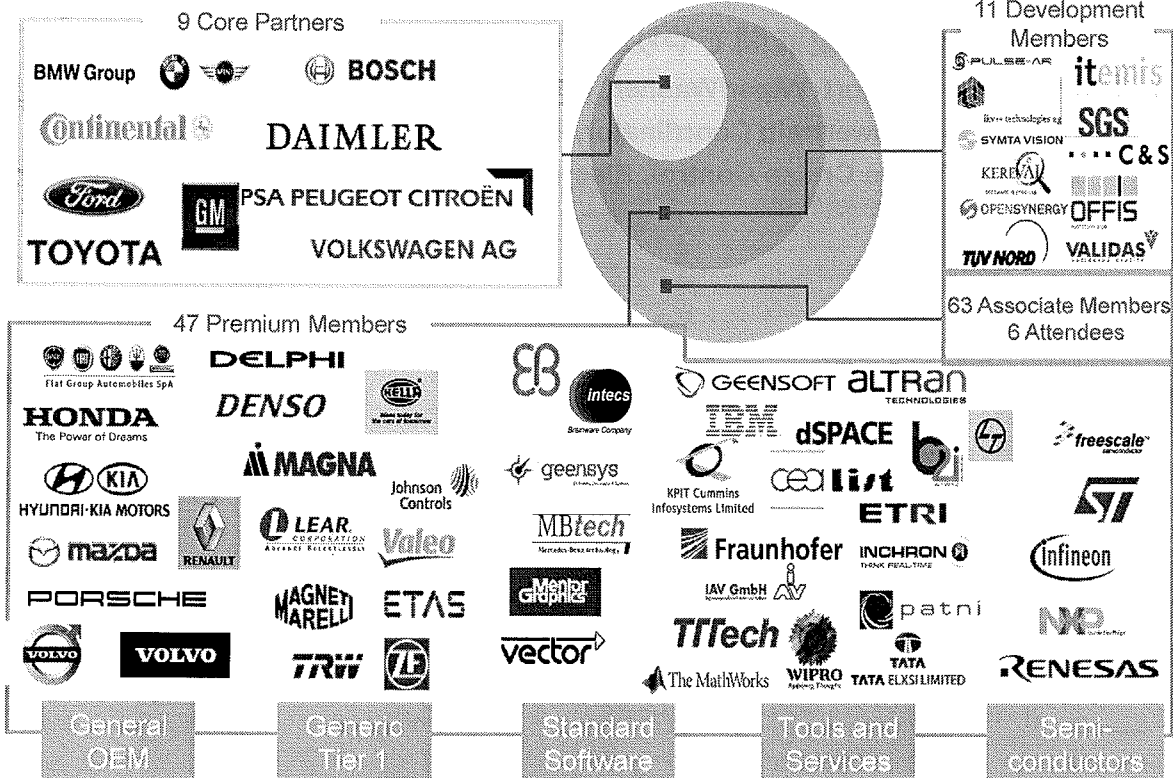
仕様作成は協調、実装は競争

(Cooperate on standards, compete on implementation)

3-1 AUTOSARの概要

AUTOSAR参加メンバー

Status September 2010



全世界の自動車関係OEM、サプライヤ、ベンダーが参加

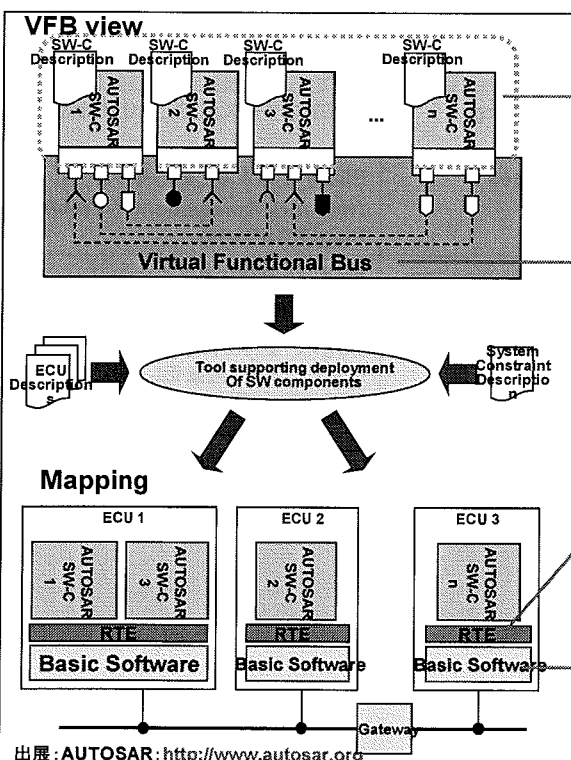
ESEC 14 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

33

3-1 AUTOSARの概要

AUTOSARのコンセプト



制御アプリケーション

ハードウェアとは独立したソフトウェアモジュール
⇒機能の容易な再配置、再利用性の向上を実現

ハードウェア仮想環境

機能開発を容易にするための仮想環境 (VFB)
⇒制御アプリに共通のAPIと起動手続きを提供

VFBを具現化する仕組み

車両システム設計 (制御アプリの配置先) に応じて、
制御アプリとハードのギャップを吸収するモジュール
(RTE) を自動構築

実装におけるハードの抽象化

制御アプリが必要とする共通機能を提供
(通信、ダイアグ制御、ウォッチドック制御等)

制御アプリの再配置、再利用するためのソフト構造を標準化

ESEC 14 組込みシステム開発技術展

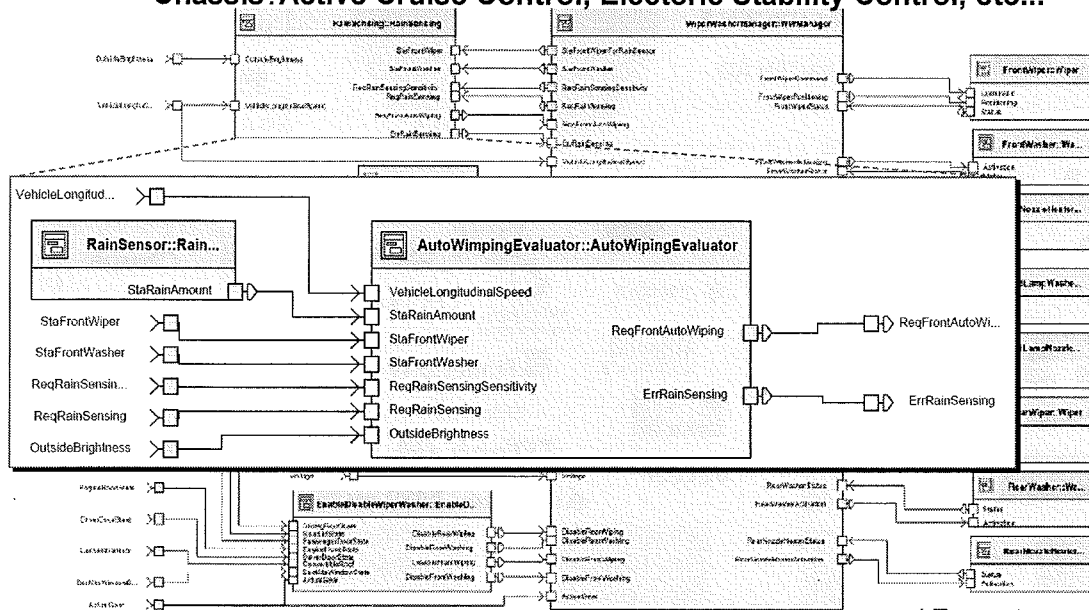
©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

34

3-1 AUTOSARの概要

機能間でやり取りする情報の標準化

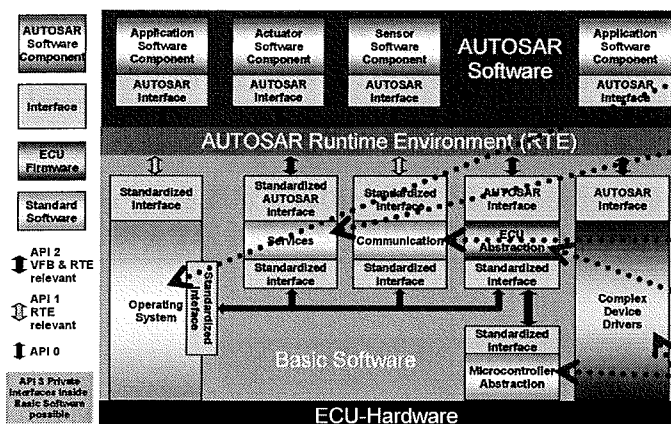
- 以下の分野単位で機能間でやり取りする情報の標準化を行っている。
 - Body and Comfort: Wiper/Washer, CentralLocking, InteriorLight, etc...
 - Powertrain: Powertrain Coordinator, Transmission System, etc...
 - Chassis: Active Cruise Control, Electric Stability Control, etc...



出展: AUTOSAR: <http://www.autosar.org>

3-1 AUTOSARの概要

ソフトウェアアーキテクチャ



要素	解説
Operating System	OSEKをベースとした、AUTOSAR OS
Services	ECUを管理するためのモジュール (NetworkManagement, NVRAM, Diag, ECUState)
Communication	他ECUと通信するためのモジュール。 (CAN, LIN, FlexRay)
ECU Abstraction	ECUハードウェアをSW-Cがアクセスしやすいように抽象化したモジュール
Microcontroller Abstraction	ECUハードウェアに対しアクセスするためのドライバ
Complex Device Drivers	ECUハードウェアに直接アクセスするためのモジュール。

- SW-Cの実行環境
 - RTEのAPIのみでアプリを記述
 - ハードウェア仮想化
- ゼロオーバーヘッドを目指す
 - 最適化手法
 - 静的結合
- ツールによる作業効率化
 - 接続コードの自動生成
 - タスクへの自動割付

本日のアジェンダ

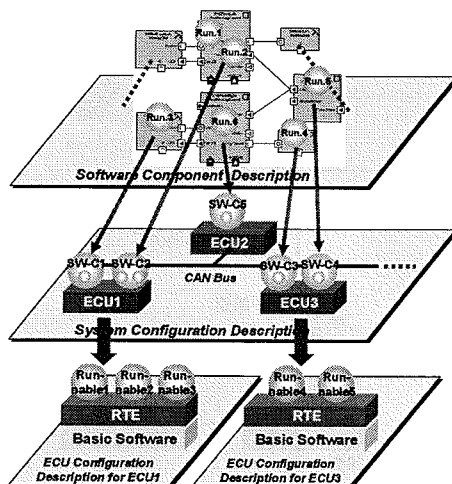
1. 車載電子システムの動向
 - 1-1 車両を取り巻く環境の変化
 - 1-2 これからの車社会
 - 1-3 車両電子制御システムの動向
2. 車両制御ソフトウェアの課題
 - 2-1 車両制御の特徴
 - 2-2 統合システム化への課題
 - 2-3 課題解決のための取り組み状況
3. AUTOSARによる基盤ソフトウェアの標準化
 - 3-1 AUTOSARの概要
 - 3-2 AUTOSARに対するこれまでの取り組み
4. AUTOSAR上でのモデルベース開発の課題
 - 4-1 AUTOSAR適用に関する課題
 - 4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり
 - 4-3 定義したプロセスの詳細
5. モデルベースと実装ソフトウェア技術
 - 5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発
 - 5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり
 - 5-3 ソフトウェア設計への指針
6. まとめ

4-1 AUTOSAR適用に関する課題

AUTOSARの取り組み

- 機能間でやり取りする情報の標準化
- ソフトウェアアーキテクチャの標準化
- 開発方法論の標準化

《AUTOSARで標準化された設計成果の関係》



開発に適用



機能構造設計者

システムの構想段階で実際にECU上で動くソフトの単位 (Runnable) まで決めるの・・・？



制御ロジック設計者

AUTOSARの適用で何が変わる？
今までと設計作業が一変するのは
困るんだけど・・・。



ネットワーク
システム設計者

膨大な設計要素があるんだけど、これ
まで設計観点に使ってきた要素はどれ
だろう？？



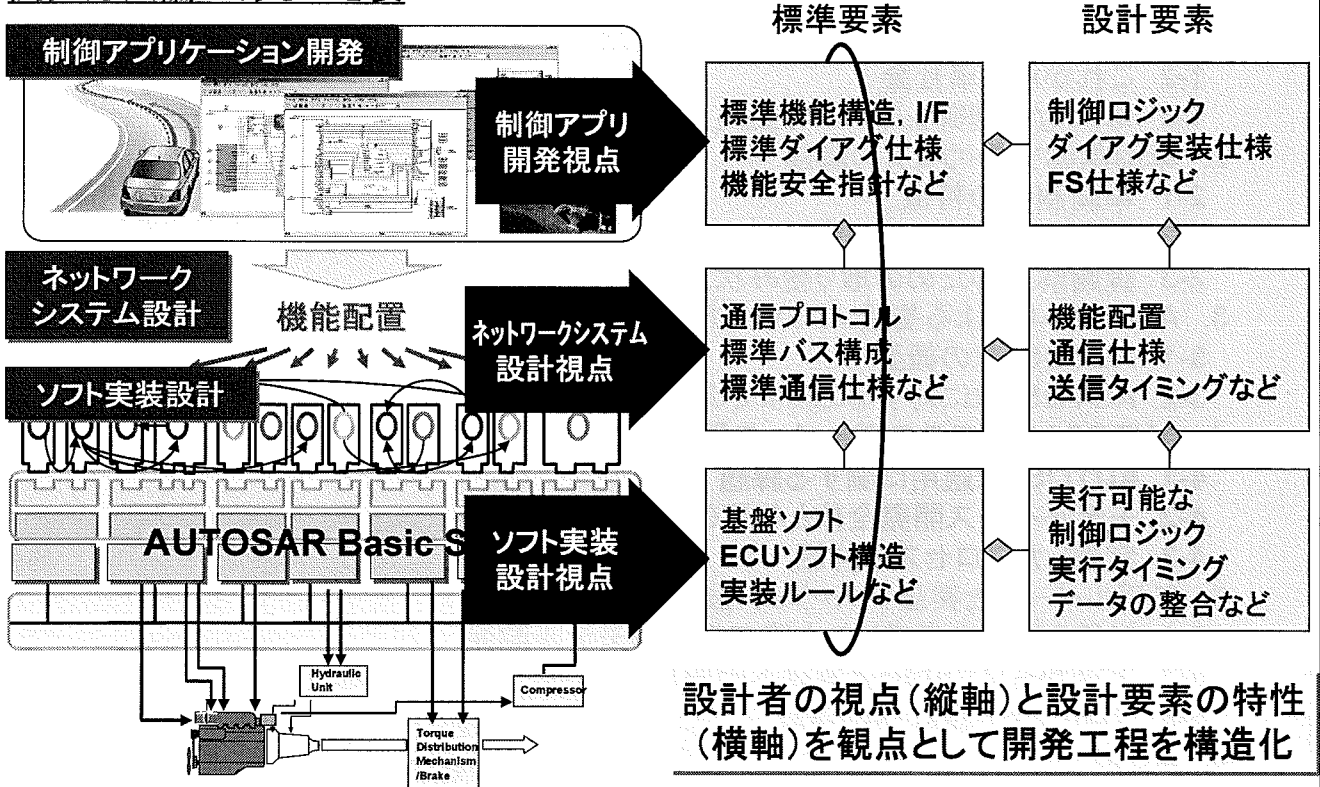
ECUソフト設計者

トップダウンで理想的に設計されるの
はいいんだけど、ECUソフト設計時の
足かせになると困るなあ・・・。

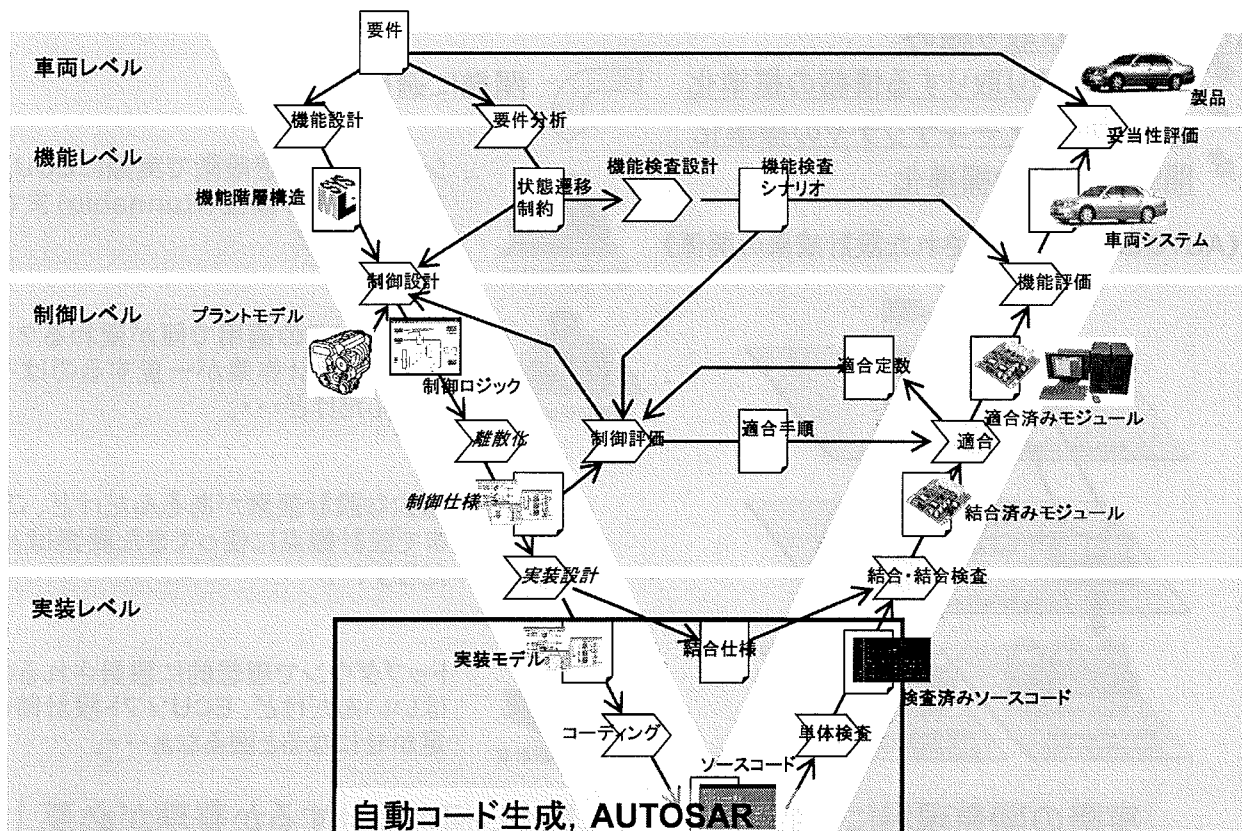
実際の開発現場に合わせて、いつ、誰が、何を設計するか整理が必要

4-1 AUTOSAR適用に関する課題

開発方法論のあるべき姿



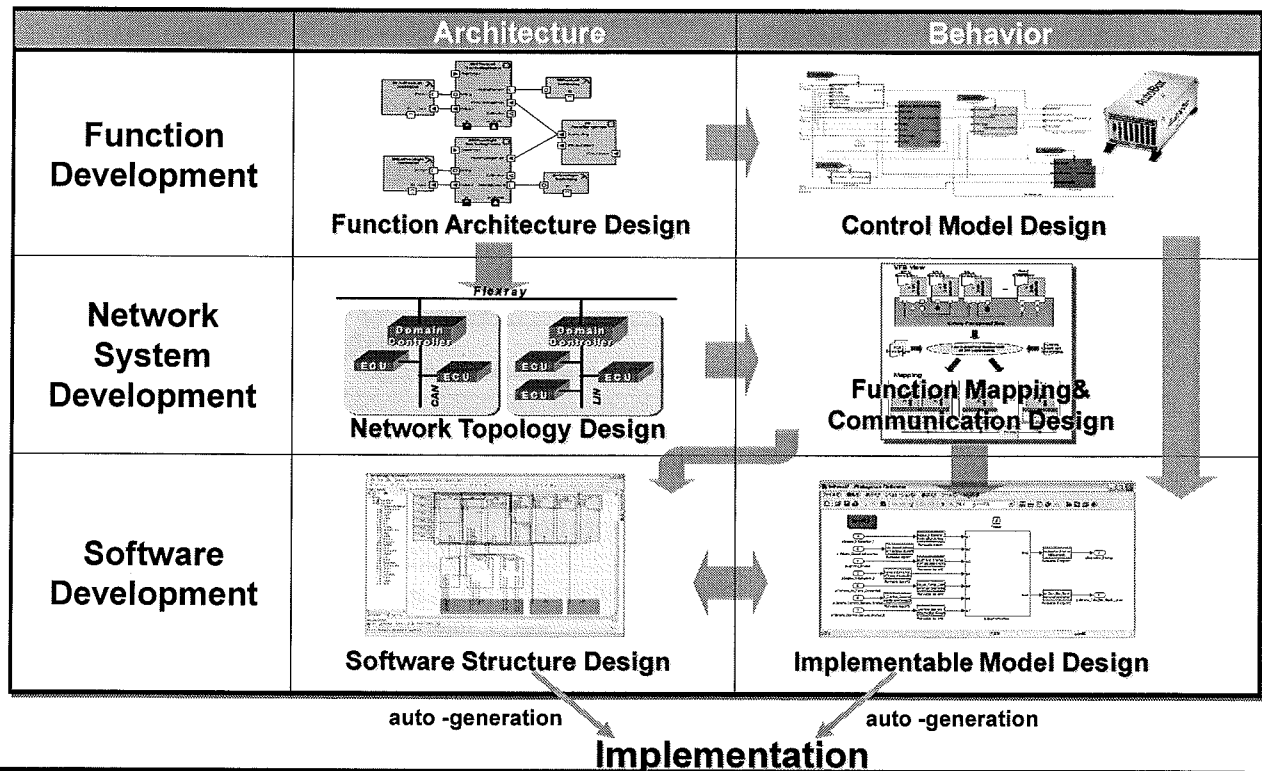
4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり



4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり

上流の制御モデルとの関連

Architecture Based Development 開発プロセス全体像



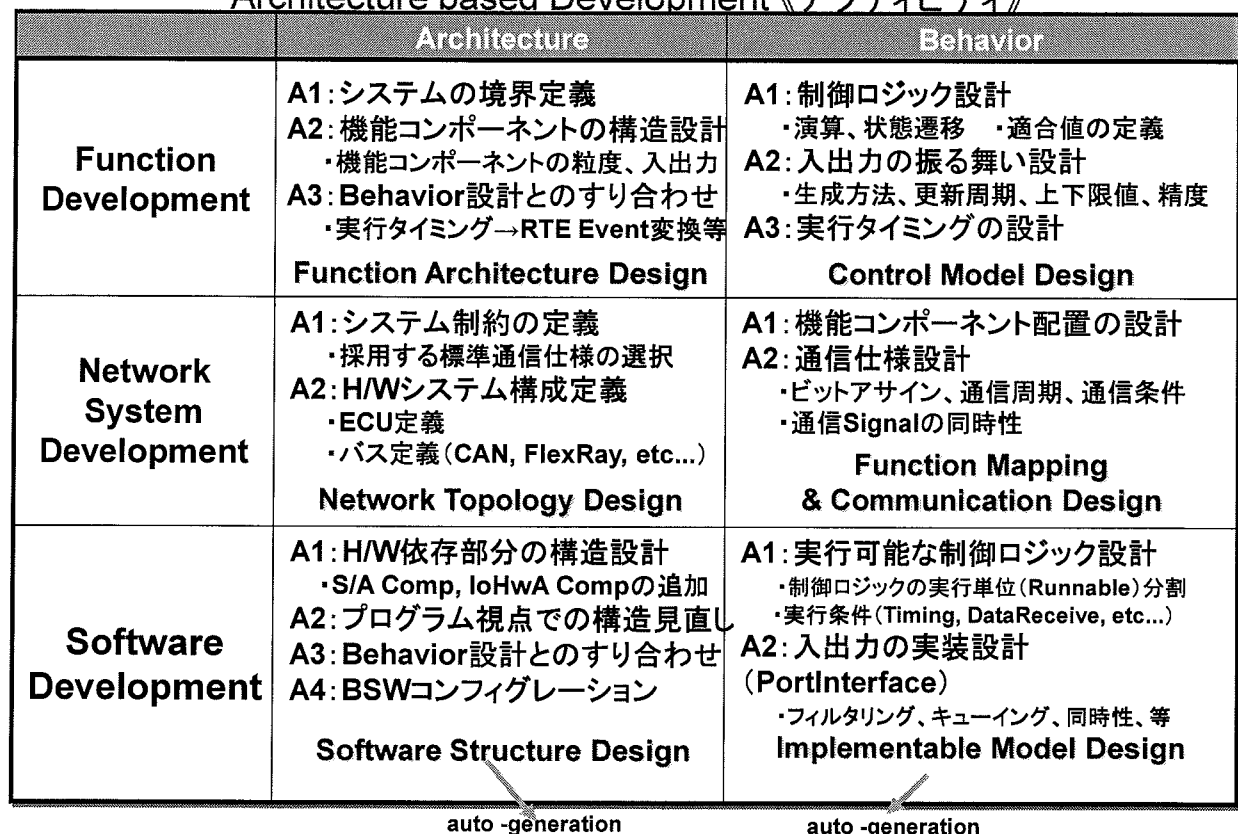
ESEC 第14回 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

41

4-3 定義したプロセスの詳細

Architecture based Development 《アクティビティ》



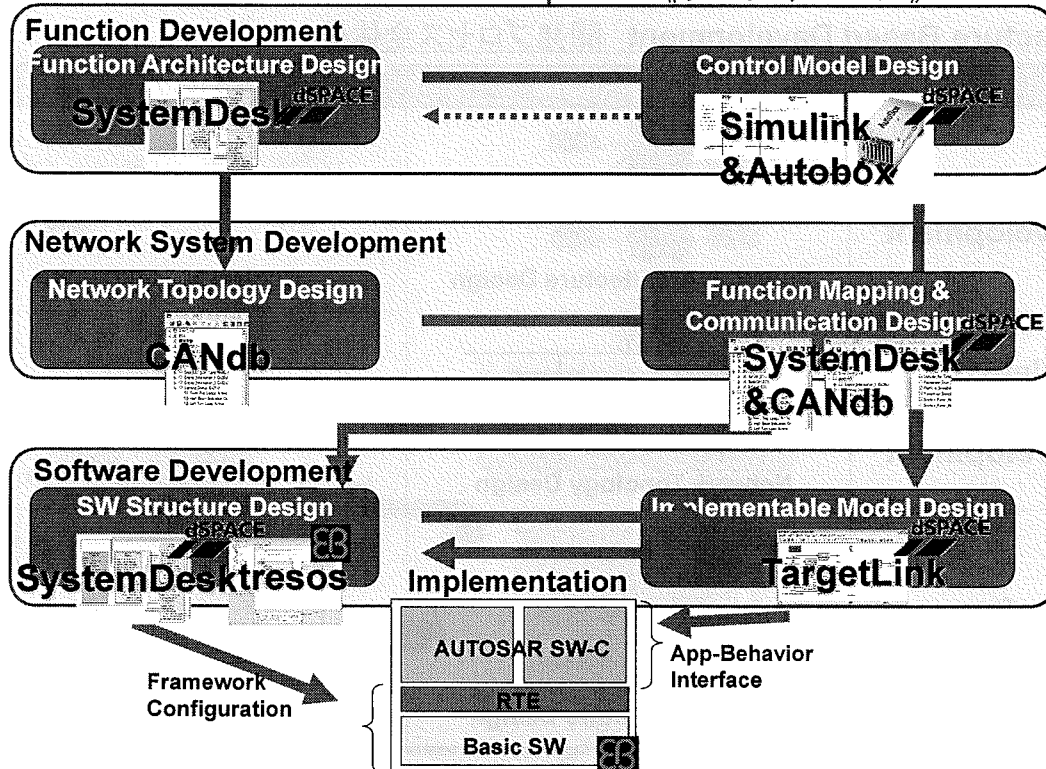
ESEC 第14回 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

42

4-3 定義したプロセスの詳細

Architecture based Development 《ツールチェーン》



dSPACE製品を中心に市販ツールを組み合わせて開発環境を構築

ESEC 組み込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

43

4-3 定義したプロセスの詳細

各工程の担当者に期待するスキル

	Architecture	Behavior
Function Development	【担当者】機能構造設計者 【必要スキル】 ・★AUTOSAR VFB仕様 ・★ツール技術: SystemDesk Function Architecture Design	【担当者】制御ロジック設計者 【必要スキル】 ・制御理論、状態遷移設計手法 ・ツール技術: Simulink、AutoBox Control Model Design
Network System Development	【担当者】ネットワークシステム設計者 【必要スキル】 ・通信仕様設計 ・ツール技術: CANdb Network Topology Design	【担当者】ネットワークシステム設計者 【必要スキル】 ・通信仕様設計 ・★AUTOSAR VFB仕様 ・★ツール技術: SystemDesk Function Mapping & Communication Design
Software Development	【担当者】ECUソフト設計者 【必要スキル】 ・ソフト設計手法(構造化設計等) ・★AUTOSAR RTE, BSW仕様 ・★ツール技術: SystemDesk、tresos Software Structure Design	【担当者】ECUソフト実装者 【必要スキル】 ・コーディング技術(C言語、アセンブラ) ・★AUTOSAR RTE, BSW仕様 ・★ツール技術: TargetLink (AUTOSAR Library) Implementable Model Design

★: AUTOSAR適用時に必要な追加スキル auto-generation

auto-generation

ESEC 組み込みシステム開発技術展

Implementation

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

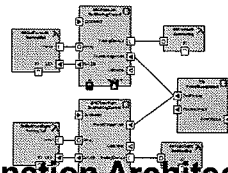

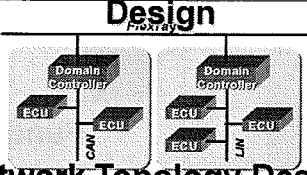
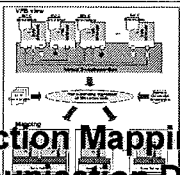
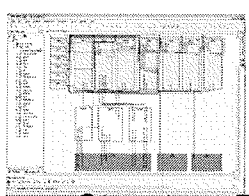
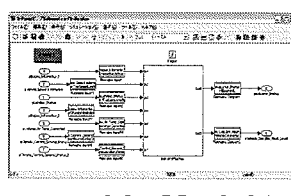
44

本日のアジェンダ

1. 車載電子システムの動向
 - 1-1 車両を取り巻く環境の変化
 - 1-2 これからの車社会
 - 1-3 車両電子制御システムの動向
2. 車両制御ソフトウェアの課題
 - 2-1 車両制御の特徴
 - 2-2 統合システム化への課題
 - 2-3 課題解決のための取り組み状況
3. AUTOSARによる基盤ソフトウェアの標準化
 - 3-1 AUTOSARの概要
 - 3-2 AUTOSARに対するこれまでの取り組み
4. AUTOSAR上でのモデルベース開発の課題
 - 4-1 AUTOSAR適用に関する課題
 - 4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり
 - 4-3 定義したプロセスの詳細
5. モデルベースと実装ソフトウェア技術
 - 5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発
 - 5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり
 - 5-3 ソフトウェア設計への指針
6. まとめ

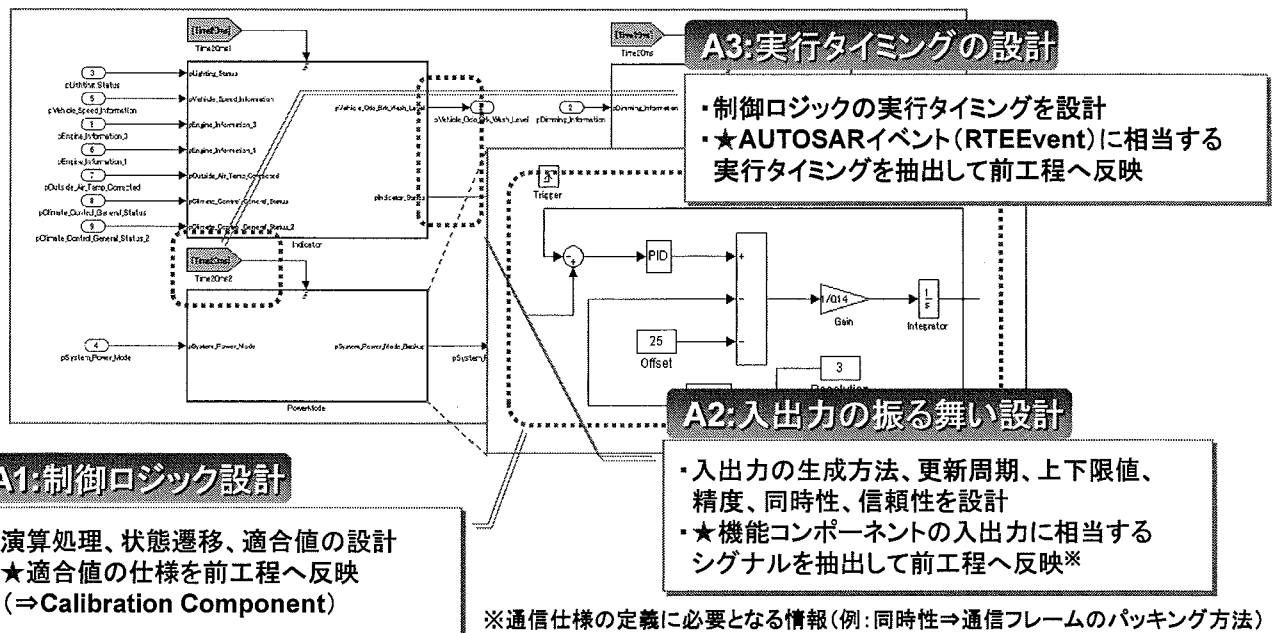
5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発

Control Model Design

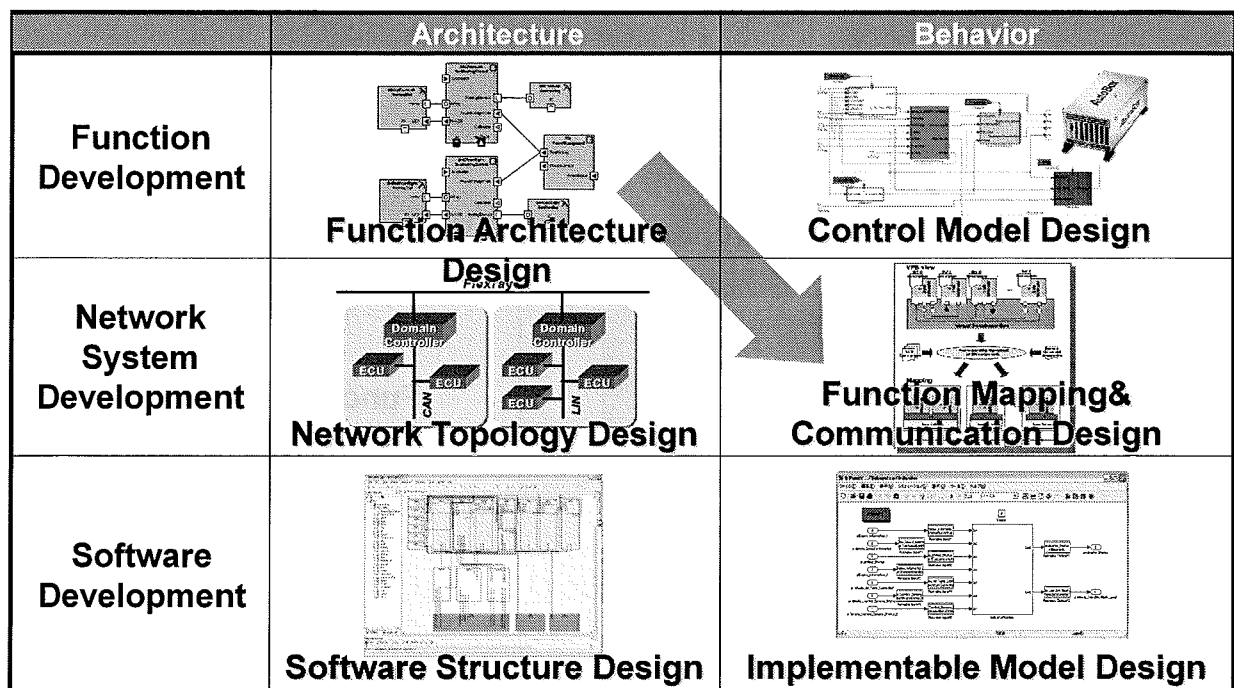
	Architecture	Behavior
Function Development	 <p>Function Architecture</p>	 <p>Control Model Design</p>
Network System Development	 <p>Network Topology Design</p>	 <p>Function Mapping & Communication Design</p>
Software Development	 <p>Software Structure Design</p>	 <p>Implementable Model Design</p>

5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発 Control Model Design

- 機能構造を骨格として制御ロジックを設計
- 従来の開発スタイル(アクティビティとスキル)そのままに対応可能
 - ★マークの工程は前工程の担当者とのすり合わせに協力



5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり Function Mapping & Communication Design



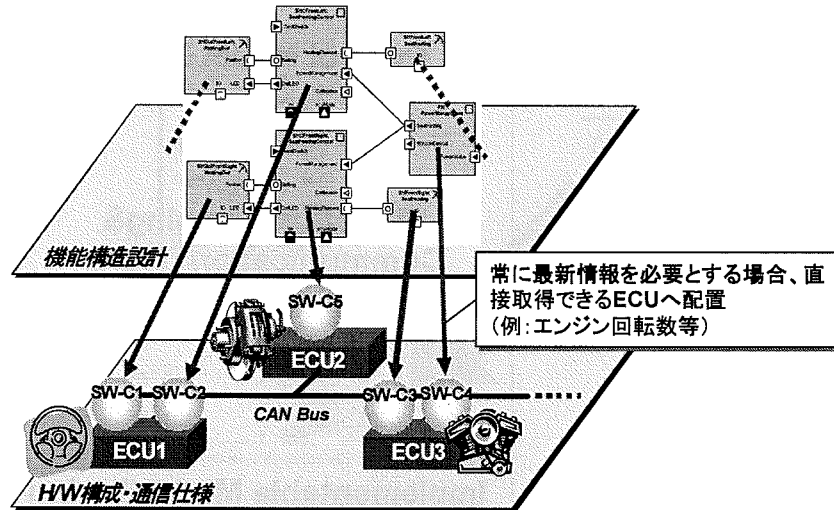
5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり

Function Mapping & Communication Design

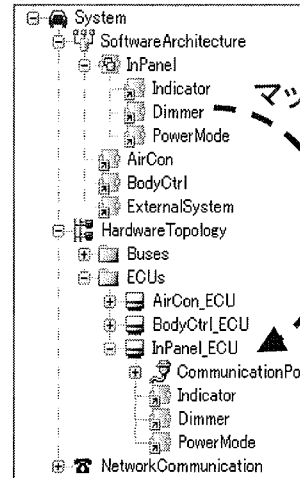
A1:機能コンポーネントの配置設計

【機能コンポーネントの配置観点(案)】

- ・機能コンポーネントが必要とする精度と信頼性で情報を取得できるか？
- ・既存資産を流用した機能コンポーネントは基本的に同じECUへ配置



【SystemDeskの設計画面】



今後、配置設計の良し悪しを計る“ものさし”を考えていく必要がある

5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり

Function Mapping & Communication Design

A2:通信仕様設計

【機能コンポーネント入出力の割付け観点】

- ・機能コンポーネントの入出力の同時性(①)を確保できるか？
- ・必要とされる更新精度(②)、信頼性(③)で通信できるか？

【入出力と通信シグナルの対応付け】

Co...	Port	Interfa...	Data Element	Target ...	Targ...	Bus	付	System Signal
Indicator	pLighting_Status	Lighting...	FrontFogLampsAct...	BodyCtrl	BodyC...	Ca...	Lighting_Status	FrFogLampsAct
			HighBeamIndicat...	BodyCtrl	BodyC...	CanBus	Lighting_Status	HBmIO
			ParkingLightsActi...	BodyCtrl	BodyC...	CanBus	Lighting_Status	PkngLtsAct
			LeftTurnLampAc...	BodyCtrl	BodyC...	CanBus	Lighting_Status	LFTmLmpAtv
			RightTurnLampAc...	BodyCtrl	BodyC...	CanBus	Lighting_Status	RTmLmpAtv
	pEngine_Informati...	Engine_I...	EngineRunActive	BodyCtrl	BodyC...	CanBus	Engine_Information_1	EngRunAtv
			EngineCoolantT...	BodyCtrl	BodyC...	CanBus	Engine_Information_1	EngCltTm

① 同一メッセージに割

【通信仕様】

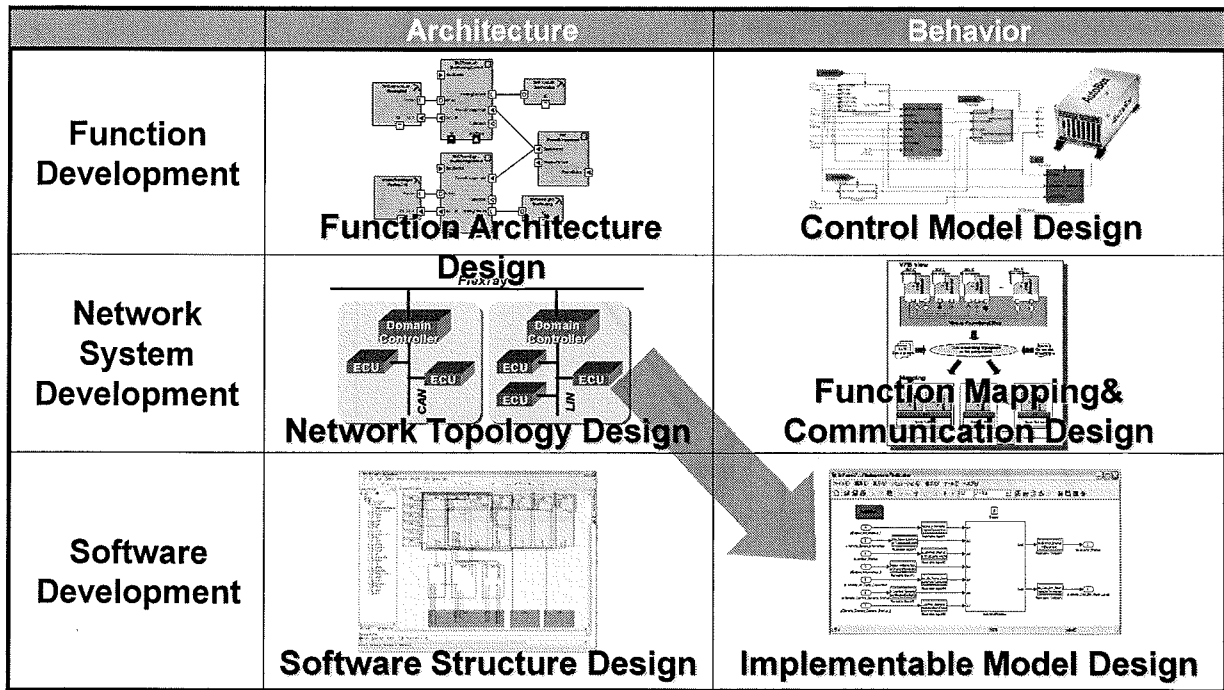
名前	ID	DLC	局域網	通信メッセージに割付
Engine_Information_1	0x29	8	109	BodyCtrl_ECU
Outside_Air_Temp_Corrected	0x21	6	0	BodyCtrl_ECU
Passenger_Door_Status	0x1C	1	0	BodyCtrl_ECU
Powertrain_Immobilizer_Data	0x5	8	0	ExternalSystem
System_Power_Mode	0x1	4	5000	BodyCtrl_ECU
System_Power_Mode_Backup	0x2	1	5000	InPanel_ECU

② 必要な更新精度を満たす

③ 信頼性を満たす通信メッセージに割付 (チェックサム有無等)

5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり

Implementable Model Design



5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり

Implementable Model Design

- ソフト構造の枠組みにあわせて制御モデルを分割・統合し、ECUソフトとして実行可能な実装モデルを開発する工程
- Software Structure Design担当者としり合わせつつ開発を進める

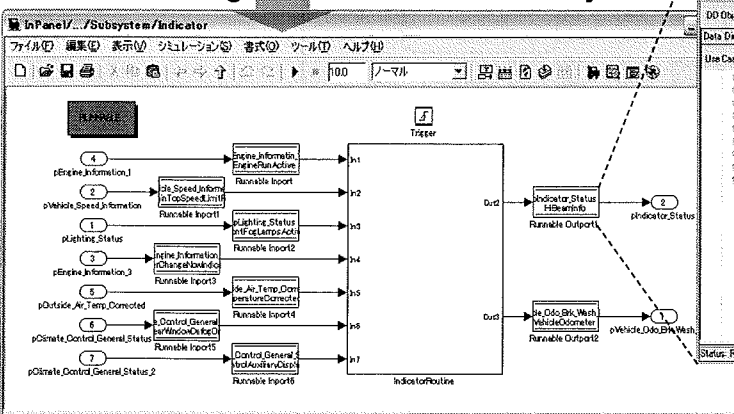
A1: 実行可能な制御ロジック設計

- 制御ロジックの実行単位 (Runnable)
- Runnableの入出力定義
- 実行条件 (Timing, DataReceive, etc...)

A2: 入出力の実装設計

- データ型、フィルタリング、キューイング
- 同時性、一貫性

[Simulink & TargetLink (AUTOSAR Library)]

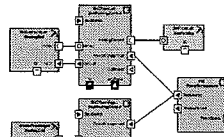
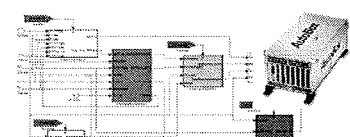
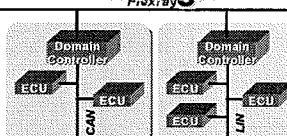
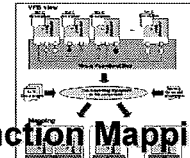
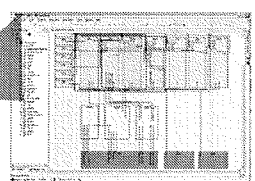
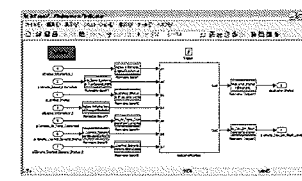


(Data Dictionary)

Property	Type	Value
Name	String	FrontLamp
Description	String	FrontLamp
UoD	String	FrontLamp
Type	Boolean	off
Category	String	FrontLamp
Max	Float64	1.0
Min	Float64	0.0
Scaling	String	Linear
Unit	String	Unit32

5-3 ソフトウェア設計への指針

Software Structure Design

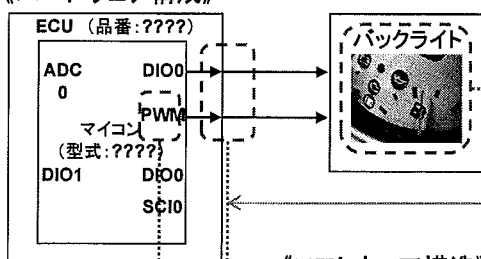
	Architecture	Behavior
Function Development	 <p>Function Architecture</p>	 <p>Control Model Design</p>
Network System Development	 <p>Network Topology Design</p>	 <p>Function Mapping & Communication Design</p>
Software Development	 <p>Software Structure Design</p>	 <p>Implementable Model Design</p>

5-3 ソフトウェア設計への指針

Software Structure Design

A1:H/W依存部分の構造設計

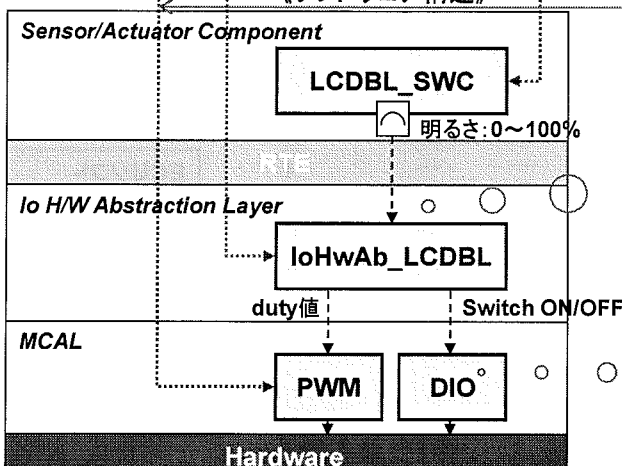
《ハードウェア構成》



【H/W依存部分の追加観点】

- ①センサー、アクチュエータ依存のロジックは Sensor/Actuator Componentとして定義
- ②ECUの回路に依存するロジックは、Io H/W Abstraction Componentとして定義
- ③マイコンへのアクセスはMCALモジュールを利用

《ソフトウェア構造》



C/S通信を使ってアクセス
既存ソフトのI/Fと親和性の
高いC/S通信を採用

- ・S/R通信: 一方向
- ・C/S通信: 双方向

MCAL APIを使ってアクセス

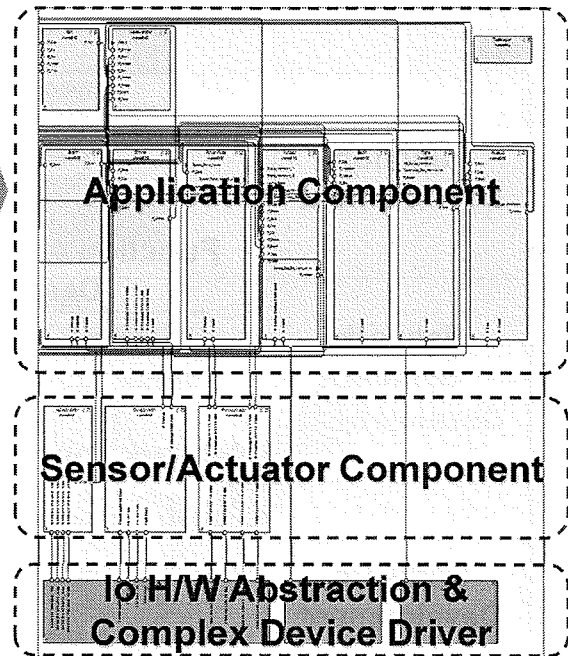
Software Structure Design

A2:プログラム視点での構造見直し

従来のECU開発で培ってきた品質特性を考慮した
ソフト構造に基づき設計

【設計の観点(例)】

- ・搭載容量の削減: 共通ロジック部分の統合
- ・再利用のしやすさ: 普遍部分と変わりやすい部分を分割



A3:Behavior設計とのすり合わせ

AUTOSAR RTE、BSWの生成に必要な設計要素をImplementable Model Design担当者とすり合わせ設計

- ・実行単位(Runnable)、タスク設計
- ・入出力の実装設計(データ型、フィルタリング等)
- ・実行条件(Timing, DataReceive, etc...)

これまでのアプリケーションソフトウェア構造を適用可能

ESEC 第14回 組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

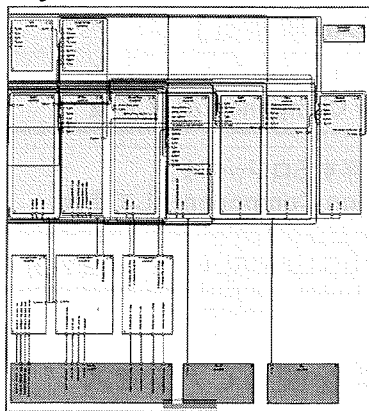
55

5-3 ソフトウェア設計への指針

Software Structure Design

A4:BSWコンフィグレーション

【SystemDesk】



Export

Extract of System Configuration Description

```

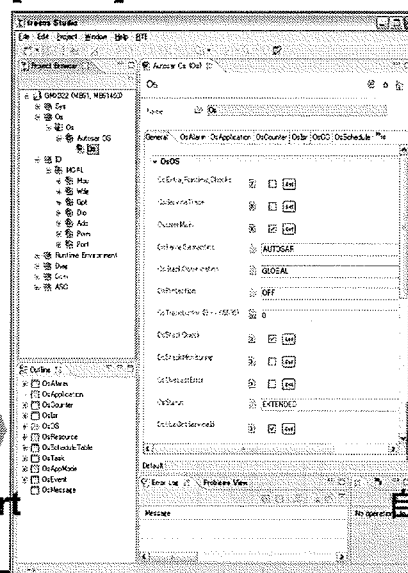
(CATOID=SOFTWARE-COMPONENT-TYPE)
(SHORT-NAME=Indicator</SHORT-NAME>)
(PORTS)
(R-PORT-PROTOTYPE)
(SHORT-NAME=Error-Information</SHORT-NAME>)
(REQUIRED)
(UNIQUE=RECEIVER-COM-SPEC)
<DATA-ELEMENT-REF>
  (R-PORT-PROTOTYPE-REF DEST="R-PORT-PROTOTYPE")/Component
  <DATA-ELEMENT-PROTOTYPE-REF DEST="DATA-ELEMENT-PROTO
  </DATA-ELEMENT-REF>
  (ALIVE-TIMEOUTDUALIVE-TIMEOUT)
  (UNIT-VALUE-REF DEST="BOOLEAN-LITERAL")/ComponentType/62625
  (RESIDUE-TIME/RESIDUE)
  (UNIQUE=RECEIVER-COM-SPEC)

```

【Import以外の追加設計情報】

- ・RTE, OSはほぼ自動設定
- ・その他モジュール(AUTOSAR Service, MCAL)は
アプリ要件に合致するパラメータ値を入力

【tresos】



自動生成

ECUソフト

AUTOSAR SW-C

RTE

Basic SW

[illegible]

ESEC 第14回組込みシステム開発技術展

©DENSO CORPORATION All Rights Reserved

56

5-3 ソフトウェア設計への指針

残された課題

試行結果に基づく解決すべき課題

1. アプリソフト構造設計指針の策定
試行時、粒度を細かくしすぎオーバーヘッドの増大を招き、タスク回らず
 - 機能モデルから実装モデルへの変換への対応
 - 機能モデル・実装モデル・ソフトウェアアーキテクチャ関連付け
 - 実装モデルにおけるAUTOSAR特有のRunnable設計への対応
2. 必要リソース増大に対する現実的な対策(特に処理負荷)
ハードウェア操作の処理負荷大によりアクチュエータが正常に駆動出来ず
 - AUTOSAR標準機能の使用/Complex Device Driverによる実現の見極め
3. 必要工数の低減(特に新規導入時)
AUTOSARの描くプロセスに対するツール自体の完成度の低さ、膨大なパラメータによるコンフィグレーション設計の複雑さとその仕様に対する深い理解が必要
 - 知見・ノウハウの蓄積とその形式知化(=ツール化)
 - 開発プロセスに対応したツールチェーンの構築

本日のアジェンダ

1. 車載電子システムの動向
 - 1-1 車両を取り巻く環境の変化
 - 1-2 これからの車社会
 - 1-3 車両電子制御システムの動向
2. 車両制御ソフトウェアの課題
 - 2-1 車両制御の特徴
 - 2-2 統合システム化への課題
 - 2-3 課題解決のための取り組み状況
3. AUTOSARによる基盤ソフトウェアの標準化
 - 3-1 AUTOSARの概要
 - 3-2 AUTOSARに対するこれまでの取り組み
4. AUTOSAR上でのモデルベース開発の課題
 - 4-1 AUTOSAR適用に関する課題
 - 4-2 モデルベース開発全体とAUTOSARの関わり
 - 4-3 定義したプロセスの詳細
5. モデルベースと実装ソフトウェア技術
 - 5-1 AUTOSARを考慮した上流での制御モデル開発
 - 5-2 上流からソフトウェア実装への繋がり
 - 5-3 ソフトウェア設計への指針
6. まとめ

6. まとめ

- 自動車産業を取り巻く環境変化の中で、車載電子システムの開発にはモデルベースをさらに活用し、効率化と正確性を同時に実現してゆく必要がある

- 標準プラットフォームとしてのAUTOSARの活用
- システム開発プロセス全体へのモデル活用
- モデルの再利用と変更・構成管理
- 開発環境の変化に対応した人材育成

ご清聴ありがとうございました