

仮想ECUの活用拡大とマルチコアソフトウェア検証 ～仮想マイコン応用推進協議会/vECU-MBD WG活動事例～

2017年11月16日

仮想マイコン応用推進協議会
vECU-MBDワーキンググループ

仮想HILS TFリーダー

日立オートモティブシステムズ(株)
技術開発本部 主管技師長

宮崎 義弘

目次

1. MBDの拡張： 仮想ECU
2. vECU-MBDワーキンググループの設立背景と活動概要
3. 実証実験事例
4. マルチコアソフトウェア検証
5. まとめ

【略号】

ECU： Electronic Control Unit 電子制御ユニット

vECU： Virtual ECU 仮想ECU

MBD： Model Based Development モデルベース開発

1. MBDの拡張： 仮想ECU

2. vECU-MBDワーキンググループの設立背景と活動概要

3. 実証実験事例

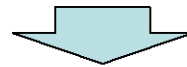
4. マルチコアソフトウェア検証

5. まとめ

MBD活用の進展

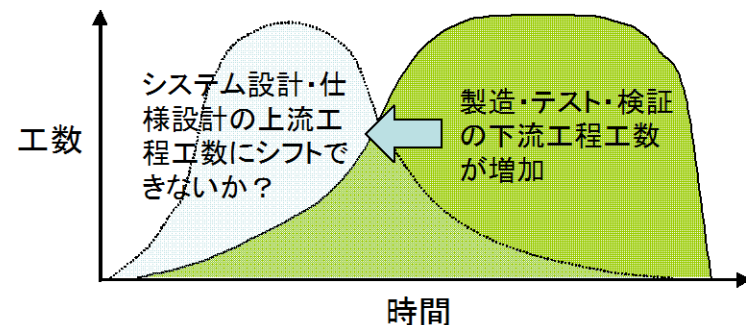
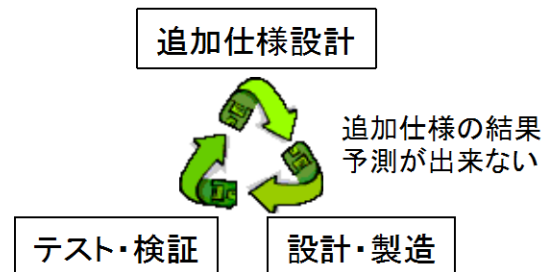
自動車製品開発の背景

- 製品機能への期待に応えるための高機能・高信頼性商品開発
- 早期市場リリースのための開発期間短縮



自動車部品の電子制御化とあいまってソフトウェア開発技術者への負担が増加

- エンジン、ブレーキなどの個々の機能が増加・複雑化
- 各機能のネットワーク化で機能間での分担調整も複雑化
-



開発上流工程での結果予測にモデルを活用

電装制御システム開発へのMBD適用が拡大中

MBDにおけるモデルとは？



資料より引用

システム設計段階（仮想のシステム設計とテスト）

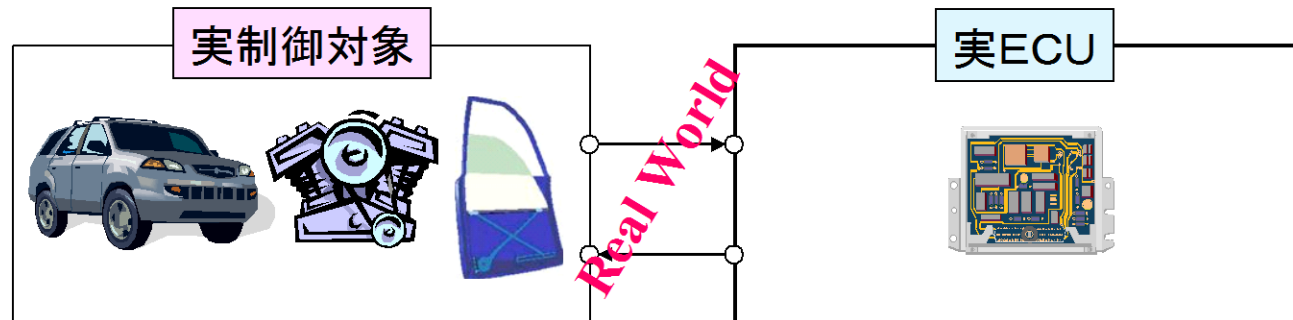
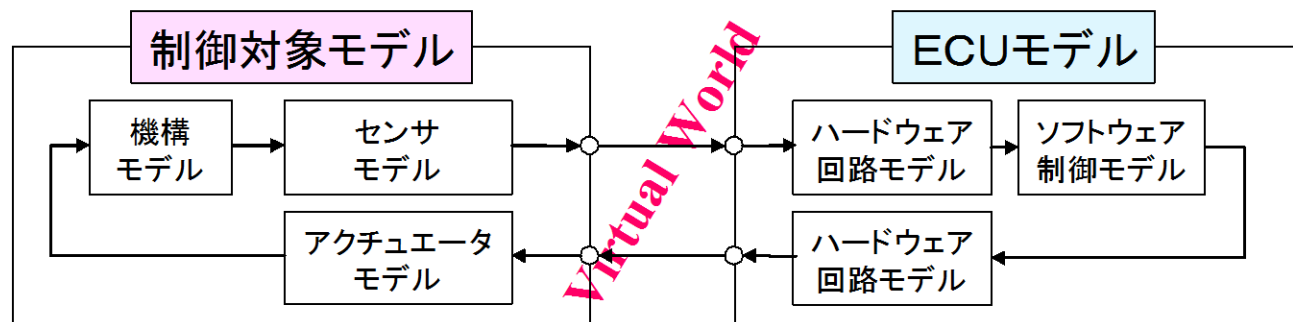
- ・ 制御対象と制御装置の入出力の明確化
- ・ 各構成モジュールの明確化
- ・ 全体テストと個別モジュールテストの明確化

追加仕様設計



テスト・検証

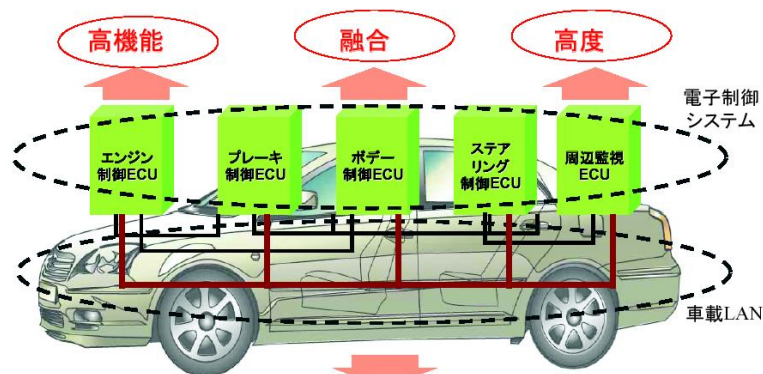
モデル化



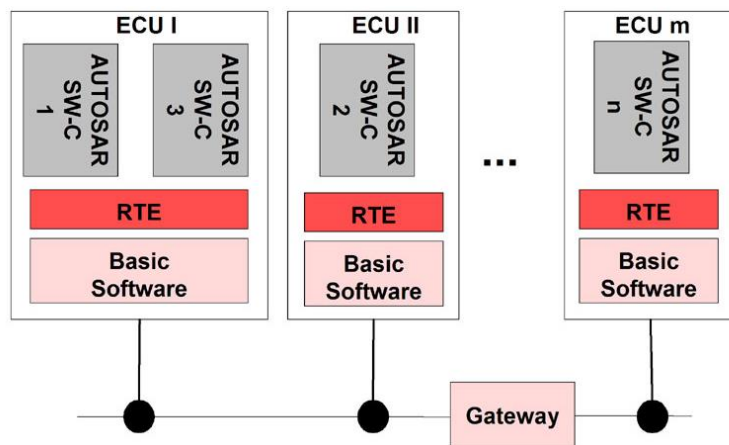
モデルベースでシステム構成を最適設計

仮想システムでのシミュレーションを可能とするもの

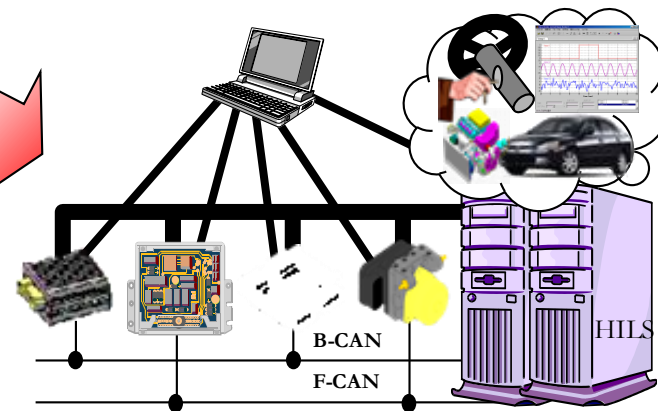
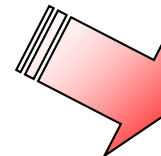
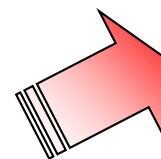
ネットワークを介した複合システムテストの課題



複雑
+



実車テスト



車一台分の大規模HILSテスト

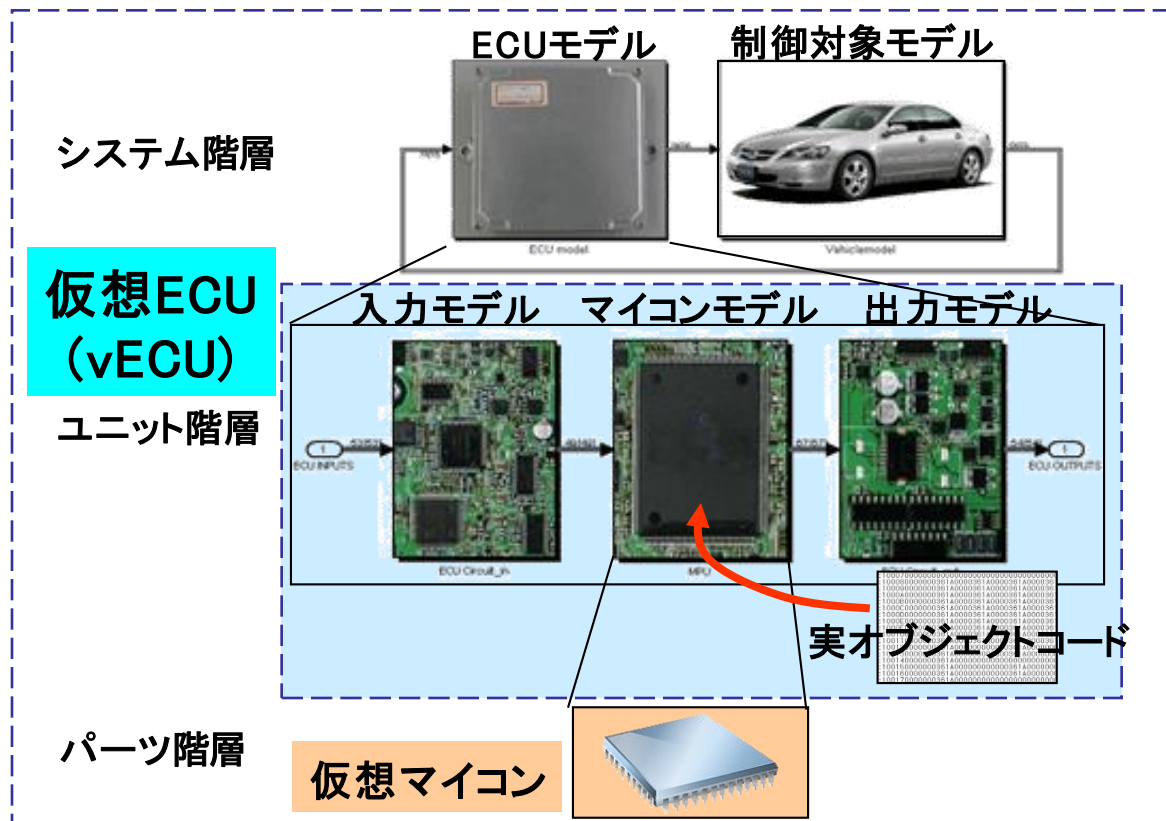
アプリソフト+プラットフォームソフト(基盤ソフト)+ネットワークのテストは
実ユニット完成後となり問題抽出の早期化が図れない

解決策 ⇒ 仮想マイコンと仮想ECU の活用

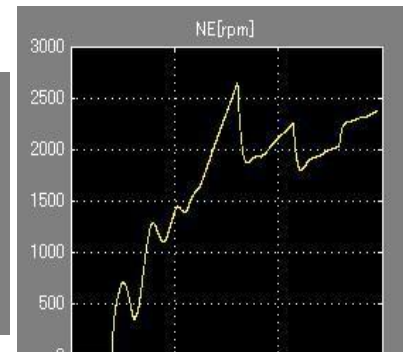
仮想マイコン(マイコンモデル)： Virtual Microcontroller
実装対象プロセッサのモデル。マイコン内蔵の周辺回路を含む。

仮想ECU(ECUモデル)： Virtual ECU (略称：vECU)
実装対象ECUのモデル。実装対象プロセッサのモデル(仮想マイコン)を含む。

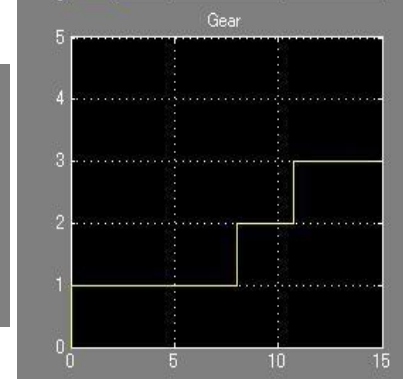
OSなど基盤ソフトも含めて製品と同一のオブジェクトコード(バイナリコード)をシミュレーション実行できる。



エンジン回転数

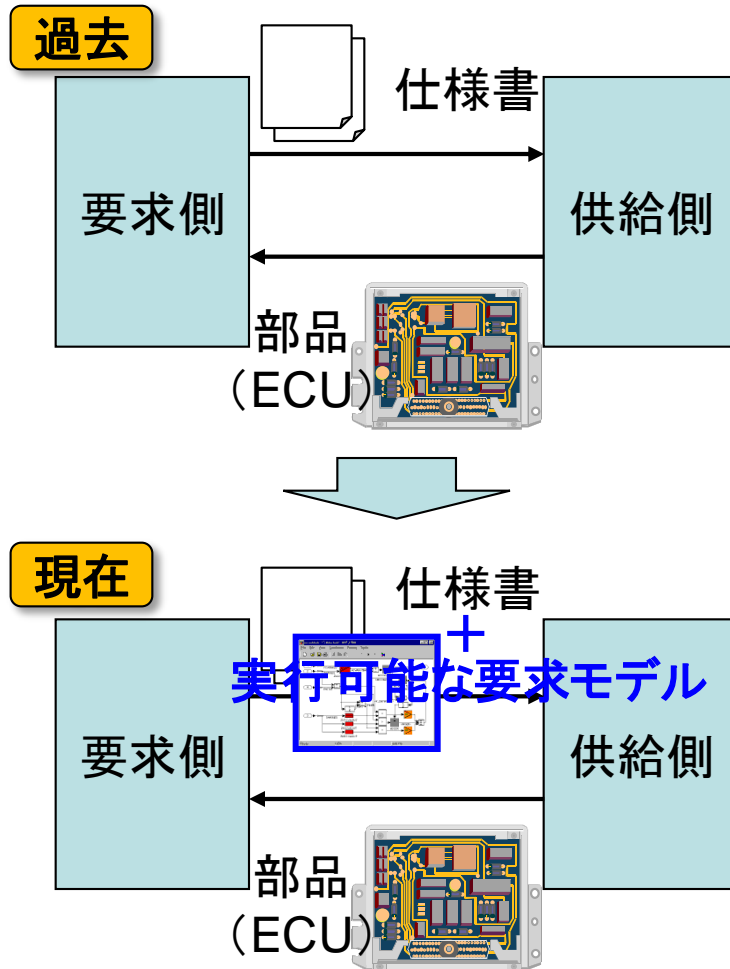


Aギア



仮想ECU (vECU) の活用方法

現在のプロセス変化



目標プロセス



実行可能な部品モデルとしての活用

活用例： 仮想HILS（現状HILSとの比較）

HILS（Hardware-in-the-loop simulation）

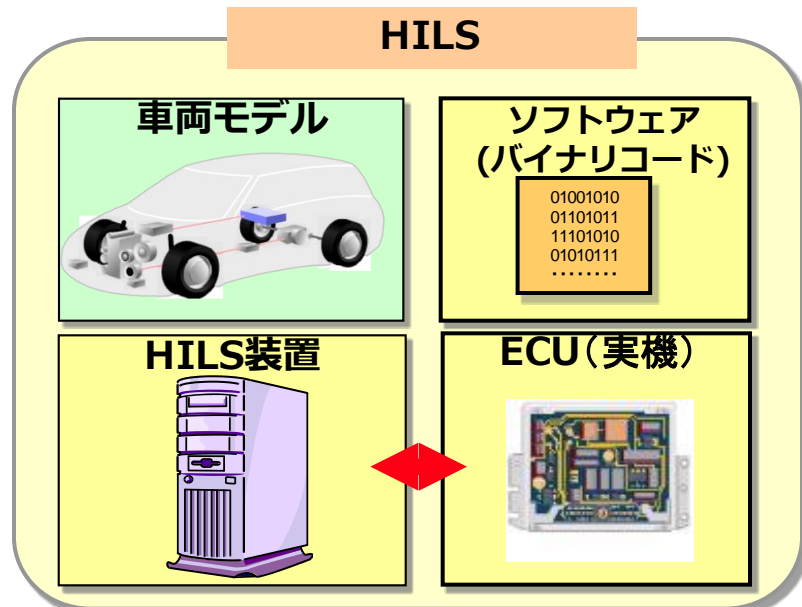
■ 構成： 実ECU＋プラントモデル

■ 特長

- －製品と同一のバイナリコードを動作検証
- －実機ベースのソフトウェア検証

■ 短所：場所制約、ターゲット環境切替工数、再現性不確定、観測性制約、フォールト注入の制約など

現状

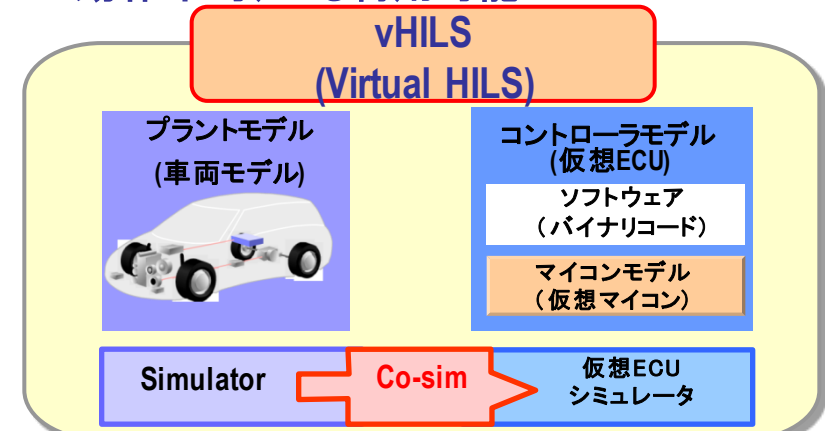


仮想HILS（Virtual HILS）(略称: vHILS) **新手法**

■ 構成： 仮想ECU＋プラントモデル

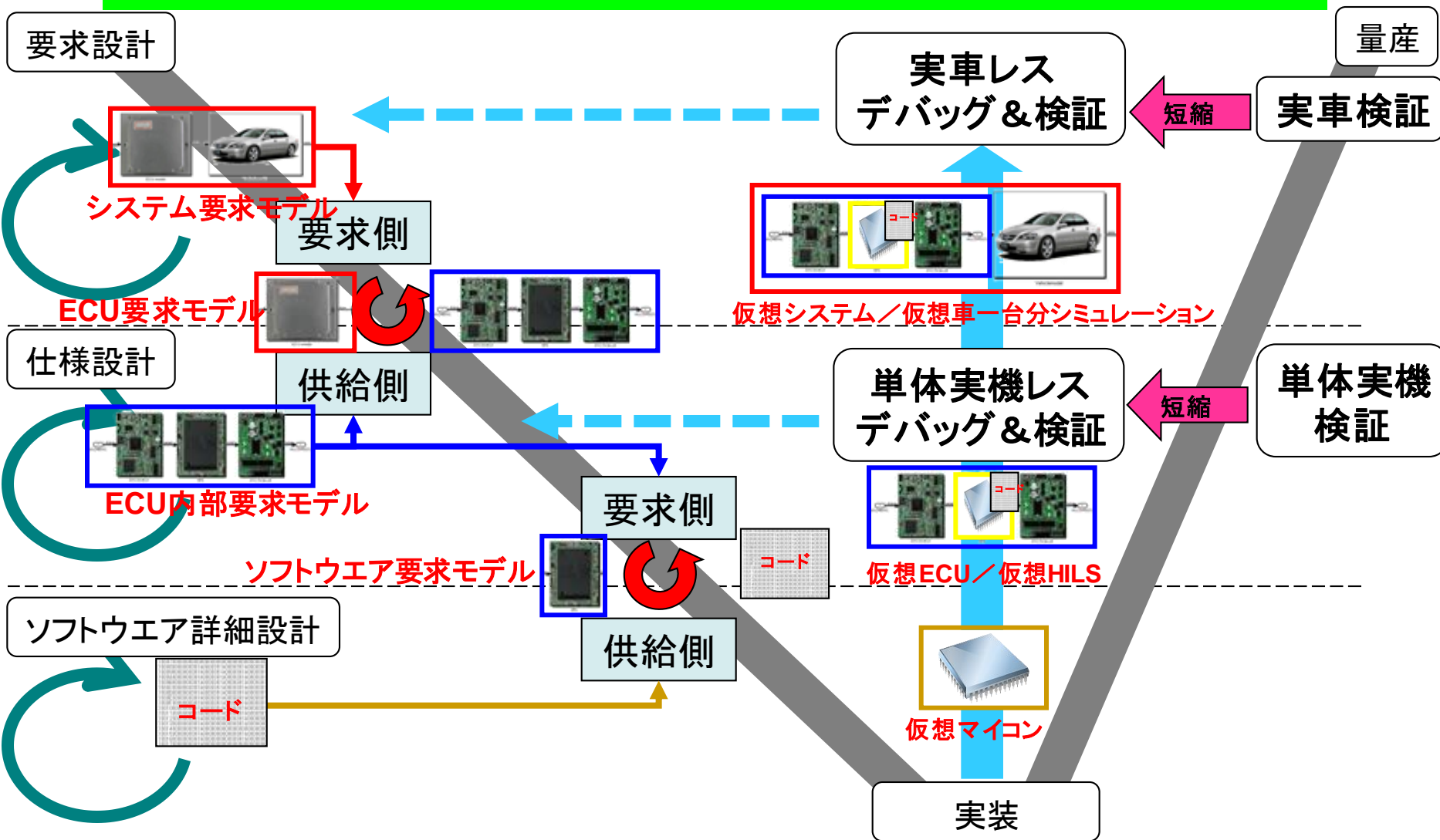
■ 特長

- －製品と同一のバイナリコードを動作検証
- －実機ベースとほぼ等価なソフトウェア検証
- －実機レス（実機不要、実機完成前でもテスト可）
- －場所制約、ターゲット環境切替工数、再現性不確定、観測性制約、フォールト注入の制約などの実機(HILS)の短所は解決
- －クラウド活用による遠隔利用や並列実行可
- －精度の高いプラントモデル(実時間では動作不可)でも利用可能



めざすべき目標イメージ

各設計プロセスの階層で仮想ECU活用 → V字開発プロセスの右側を短縮



1. MBDの拡張： 仮想ECU

2. vECU-MBDワーキンググループの設立背景と活動概要

3. 実証実験事例

4. マルチコアソフトウェア検証

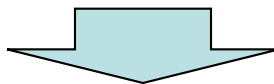
5. まとめ

国内協調活動スタートの経緯

マイコンモデル/ECUモデル活用における課題

カーメーカー・ECUメーカー・半導体メーカー・シミュレーションツールメーカー
の領域を越えたモデル流通の仕組み構築が必要

グローバル競争で優位性を保つためにも
仮想マイコン活用への取組みを
自動車・ECU・半導体・開発ツールの
技術を縦断した活動が必要



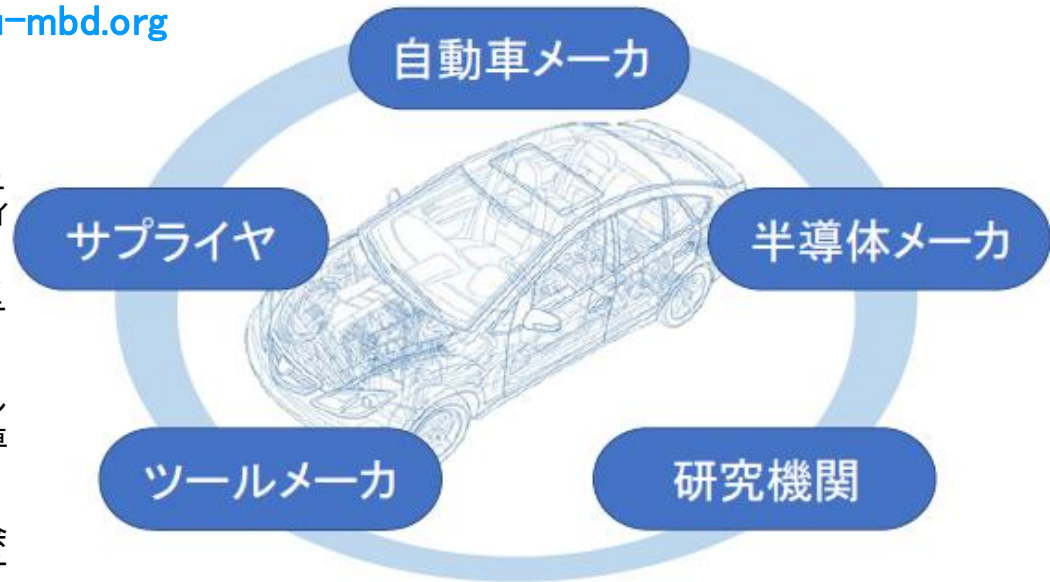
仮想マイコン応用推進協議会／vECU-MBD WG

vECU-MBD WG活動を2010年4月から
有志メンバーが集まり検討をスタート

vECU-MBD WGの概要

- 目的：仮想ECUを用いたモデルベース開発(MBD)の活用の推進
- 特徴：クルマの電子制御システムの開発に関わる自動車関連業界による「業界縦断型のコラボレーション」
- 活動開始：2010年4月より
- ホームページURL: <http://www.vecu-mbd.org>
- WGのメンバ(32機関、'17年9月)

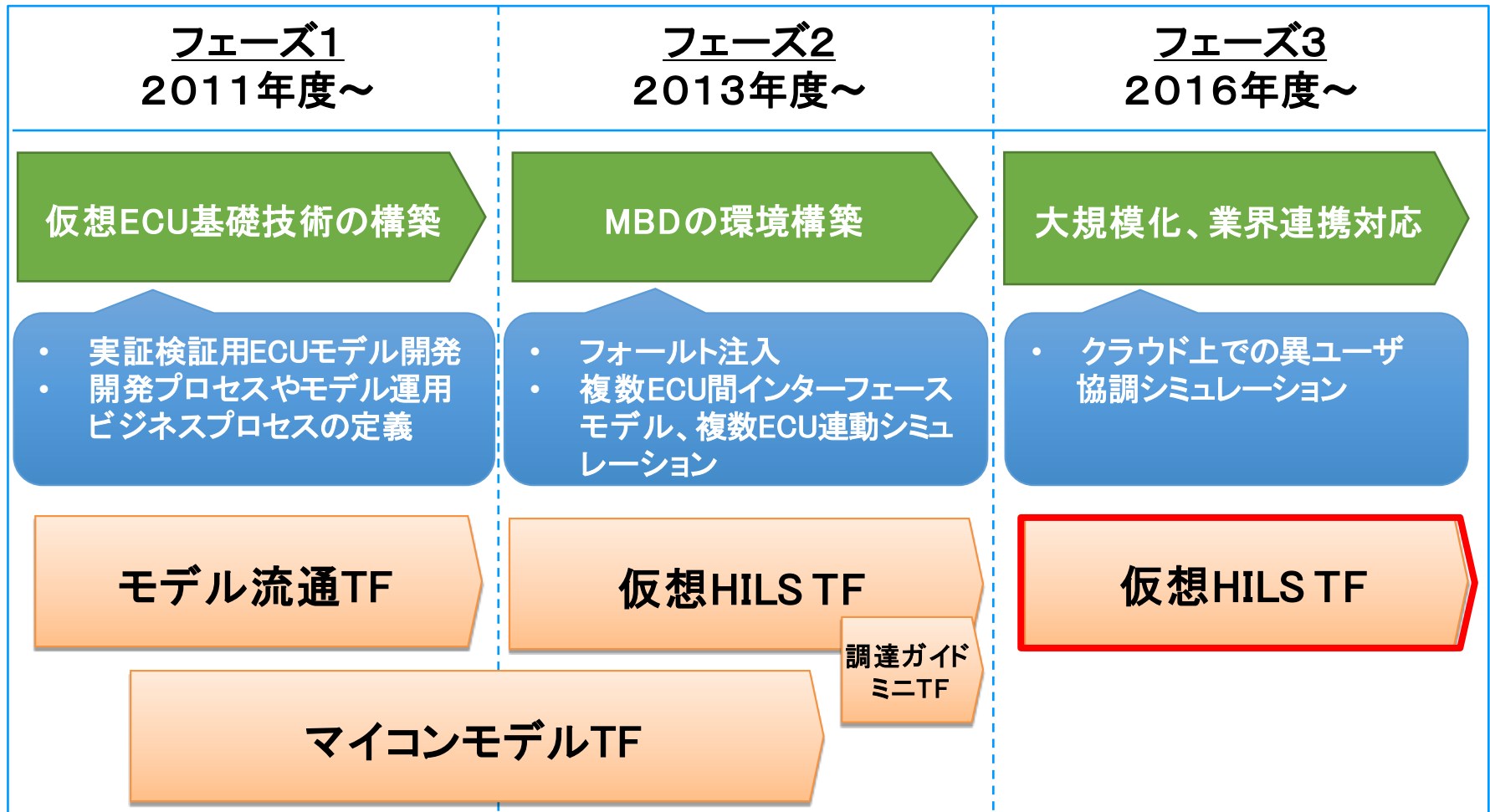
アイシン精機株式会社、イータス株式会社、株式会社インターバディ、株式会社ヴィッツ、Australian Semiconductor Technology Company 株式会社、オムロンオートモーティブエレクトロニクス株式会社、ガイオ・テクノロジー株式会社、カルソニックカンセイ株式会社、公益財団法人九州先端科学技術研究所 (ISIT)、クオリアーク・テクノロジー・ソリューションズ株式会社、サイプレス・インベイツ株式会社、住友電装株式会社、株式会社ゼロソフト・アシストテクノロジー、株式会社チームAIBOD、dSPACE Japan株式会社、株式会社デンソー、株式会社東芝、トヨタテクニカルデベロップメント株式会社、日産自動車株式会社、日本ケイデンス・デザイン・システムズ社、日本シノプシス合同会社、一般財団法人 日本自動車研究所、日立オートモティブシステムズ株式会社、株式会社日立産業制御ソリューションズ、株式会社日立製作所、富士通テン株式会社、ボッシュ株式会社、株式会社ボード・プランニング、株式会社本田技術研究所、マツダ株式会社、三菱電機株式会社、ルネサスエレクトロニクス株式会社【順不同】



- これまでの主な活動成果
 - － 「仮想ECU活用のためのユーザ導入支援ガイド」「モデル調達・構築ガイド」の作成と公開
 - － MBDで利用するCANバスモデルの仕様作成と公開
 - － 仮想ECUを活用したMBDのユースケースを想定した実証実験
 - － 重点活動テーマ：
 - ①複数ECU連動、②フォールト注入テスト、③クラウド上での異ユーザ協調シミュレーション

WG活動のロードマップ

活動は、重要度や難易度を考慮し、3つのフェーズに分け実施



WG活動風景



第28回vECU-MBD WGミーティング 2016年12月22日 @公益財団法人九州先端科学技術研究所 (ISIT) の活動風景

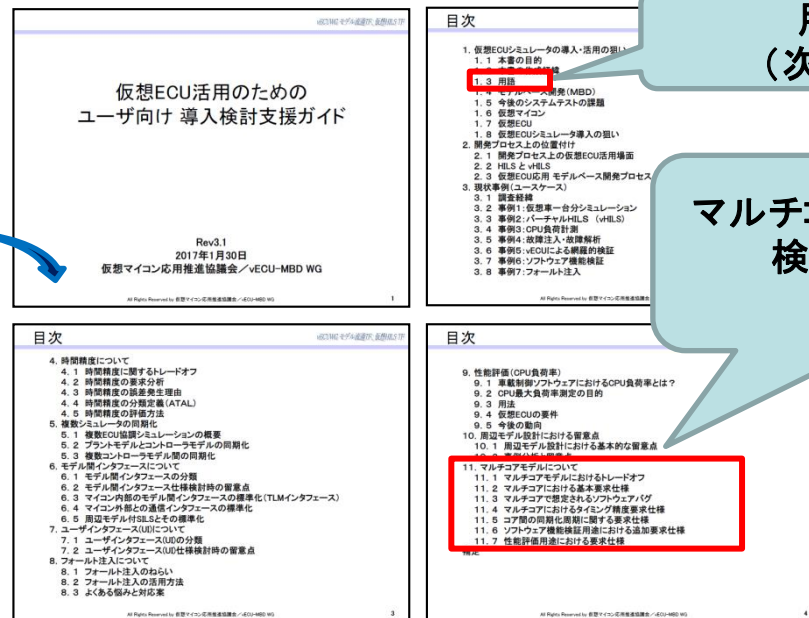
啓蒙活動:ユーザガイドの策定&公開

- 11~12年度WG活動において調査・討議・標準案検討してきた成果を、「仮想ECU活用のためのユーザ向け 導入検討支援ガイド」として纏め、HPに掲載
- その後も、WG活動で検討した成果を逐次反映
- 入手希望される方は、HP(公開サイト)からダウンロード可能

公開サイト

<http://www.vecu-mbd.org>

仮想ECU活用のためのユーザ向け 導入検討支援ガイド



用語を定義
(次ページ参照)

マルチコアモデルに関する
検討内容を追記
(4章参照)

本書は、仮想マイコンおよび仮想ECUシミュレータの活用に関する啓蒙活動の一環として、自動車分野での利用目的、現状事例(ユースケース)、要件分析、留意点などを解説し、ユーザ向け導入検討支援ガイドとして纏めたものである。

啓蒙活動：用語の定義（ユーザガイドより）

WG活動の初期においては、業界縦断で認識を共通化するために、用語を定義した

用語、略号	説明
仮想マイコン	Virtual Microcontroller。実装対象プロセッサのモデル。マイコン内蔵の周辺回路を含む。OSなど基盤ソフトも含めて製品と同一のオブジェクトコード（バイナリコード）をシミュレーション実行できる。マイコンモデルとも呼ぶ。
仮想ECU 注1	Virtual ECU。実装対象ECUのモデル。実装対象プロセッサのモデル（仮想マイコン）を含む。OSなど基盤ソフトも含めて製品と同一のオブジェクトコード（バイナリコード）をシミュレーション実行できる。バーチャルECU、vECU、ECUモデルとも呼ぶ。
MILS	Model-in-the-loop simulation。モデルを用いたシミュレーション。Simulinkモデルなどで記述されたアプリケーションソフトをシミュレーション実行できる。
SILS	Software-in-the-loop simulation。ソースコードを用いたシミュレーション。C言語などで記述されたアプリケーションソフトをシミュレーション実行できる。
SPILS 注1	Simulated-processor-in-the-loop simulation。実装対象プロセッサのモデル（仮想マイコン）を用いたシミュレーション。OSなど基盤ソフトも含めて製品と同一のオブジェクトコード（バイナリコード）をシミュレーション実行できる。
PILS	Processor-in-the-loop simulation。実装対象プロセッサ（マイコン）を用いたシミュレーション。
HILS	Hardware-in-the-loop simulation。実装対象ECUを用いたシミュレーション。
vHILS 注1	Virtual HILS。実装対象ECUのモデル（仮想ECU）を用いてHILSを仮想化したシミュレーション。SPILSの応用例の1つである。HILSライクに利用できることが特徴である。バーチャルHILSとも呼ぶ。

注1： 別の用語も使われているが、本WGで審議の結果、この表に示すような用語を使用することにした。

実証実験の例題モデル： パワーウィンドウシステム

JMAAB提供パワーウィンドウシステムを仮想マイコンと連携

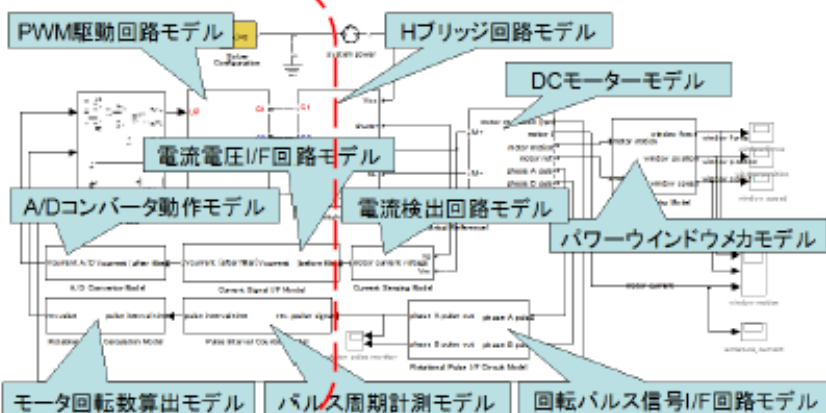
具体的成果物(1/2)



パワーウィンドウシステムECU実行可能仕様サンプルモデル

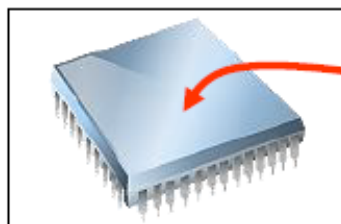
最上位階層モデル

ECUモデル



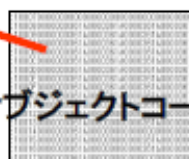
2011/5/18

All Rights Reserved by JMAAB



仮想マイコン

実オブジェクトコード



マイコン動作対応部分の置き換え

物(2/2)



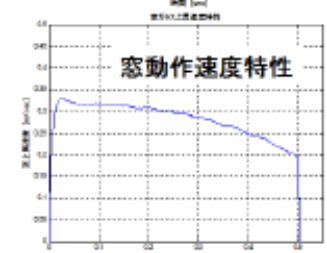
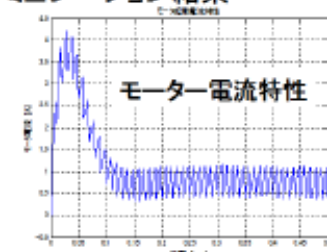
結果まとめ

シミュレーション結果



2011/5/18

All Rights Reserved by JMAAB



7/12

仮想マイコンツール：以下の2種ツールで実証

- ・ Synopsys社/Virtualizer
- ・ ガイオ・テクノロジー社/No.1システムシミュレータ

1. MBDの拡張： 仮想ECU

2. vECU-MBDワーキンググループの設立背景と活動概要

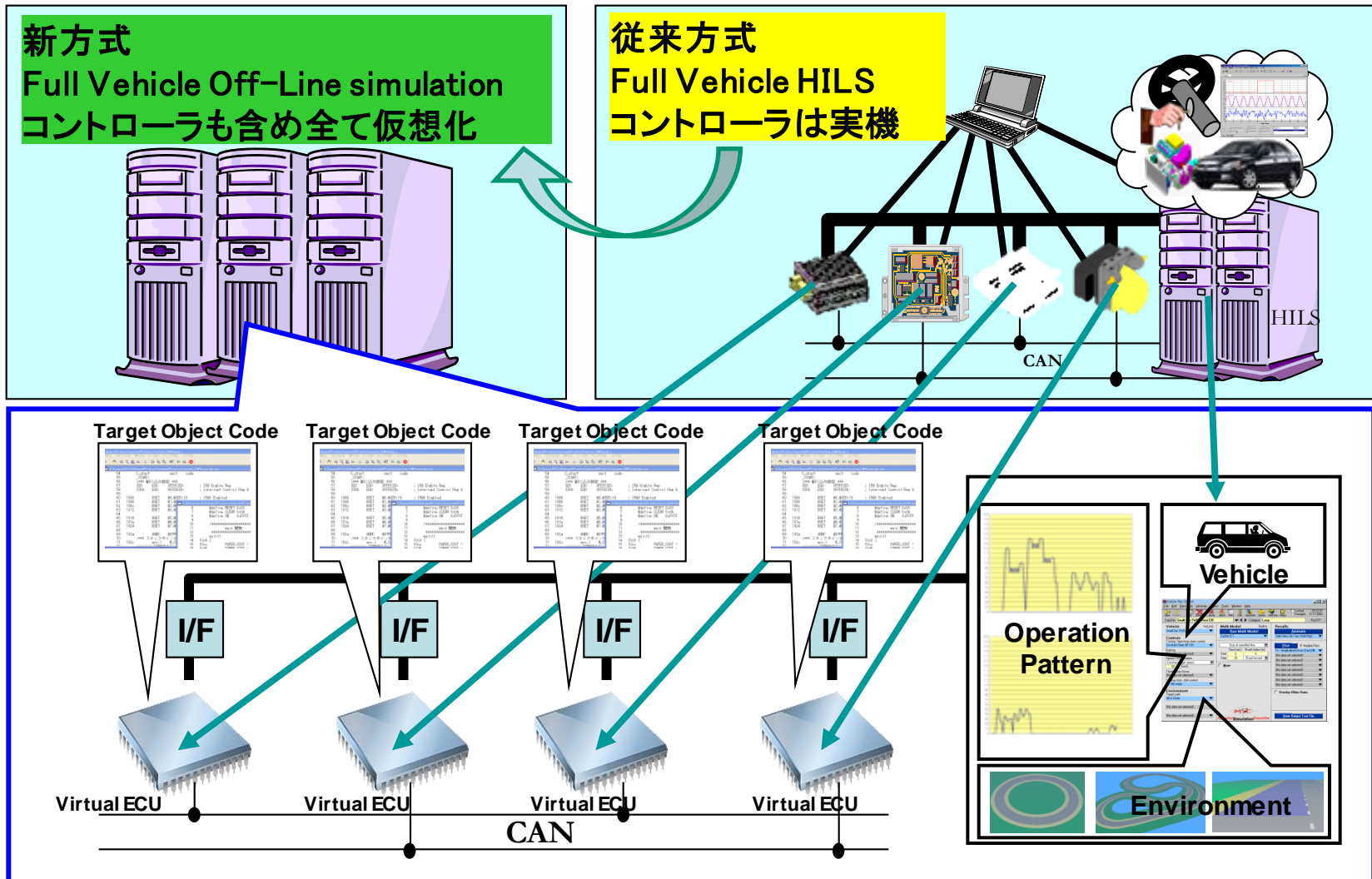
3. 実証実験事例

4. マルチコアソフトウェア検証

5. まとめ

複数ECU協調シミュレーションの概要

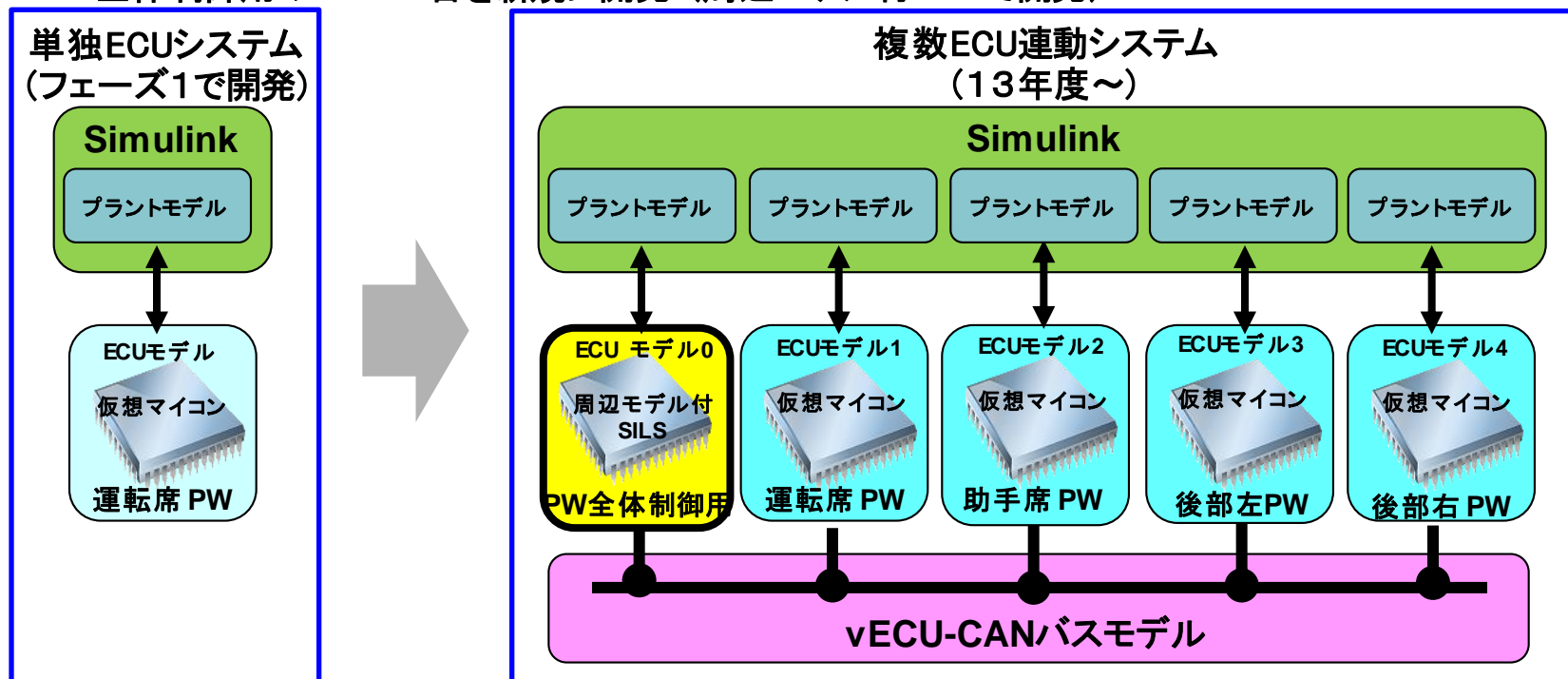
複数ECU協調シミュレーションのビジョン： 仮想車一台分シミュレーションの実現



複数ECU連動 実証実験 モデル構成

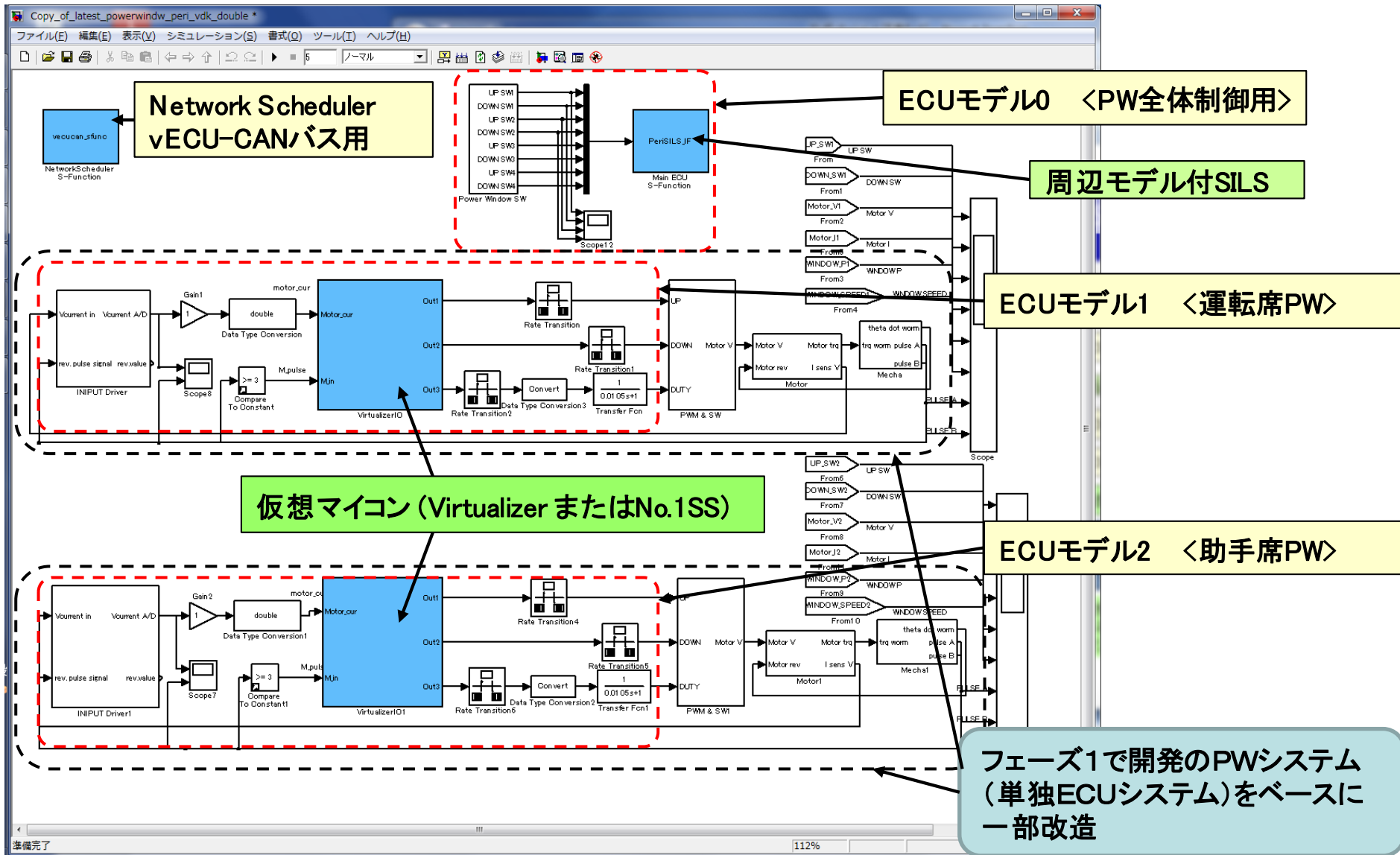
- ・単独PC上に以下を構築 Simulink x 1 + ECUモデル x N + vECU-CANバスモデル x 1
- ・2種の仮想マイコンツールで各々実証
Synopsys社/Virtualizer および ガイオ・テクノロジー社/No.1システムシミュレータ

- ・フェーズ1(11~12年度)に開発したパワーウィンドウシステム(単独ECUシステム)を流用して4台並べる
- ・PW全体制御用のECU x 1台を新規に開発(周辺モデル付SILSで開発)



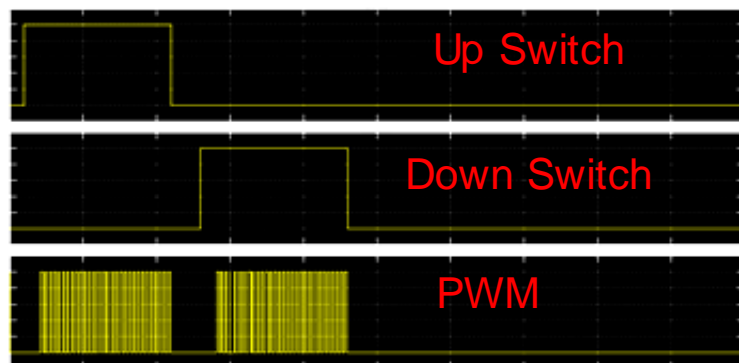
注意: 仮想ECU技術の実証のためのシステム構成であり、実際の製品の構成とは関係ありません。

複数ECU連動 実証実験 Simulinkモデル

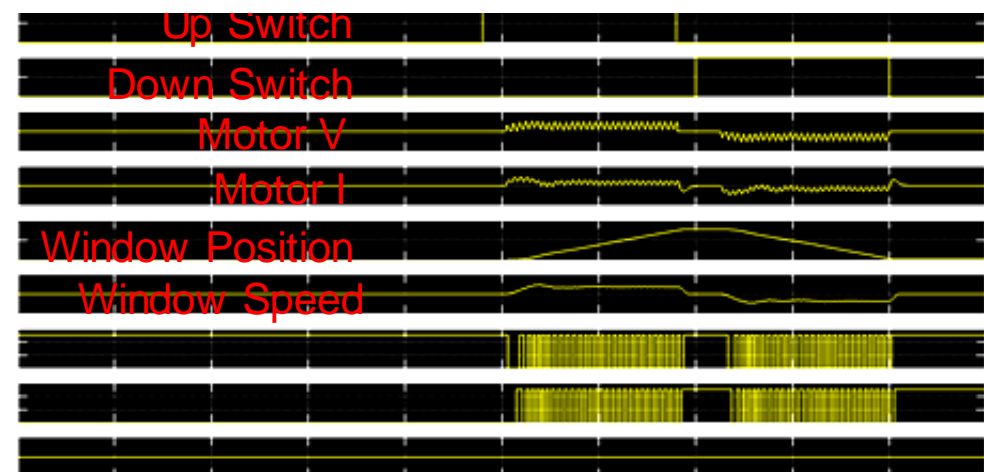
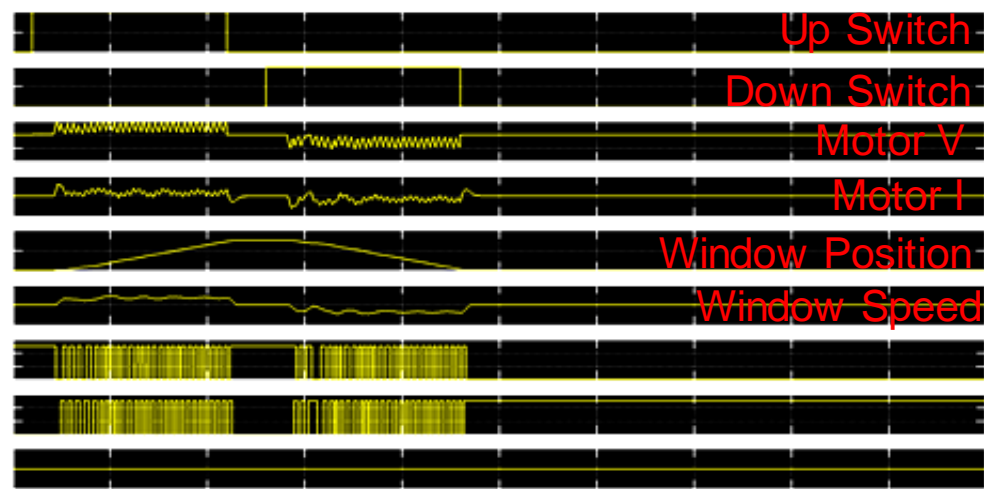
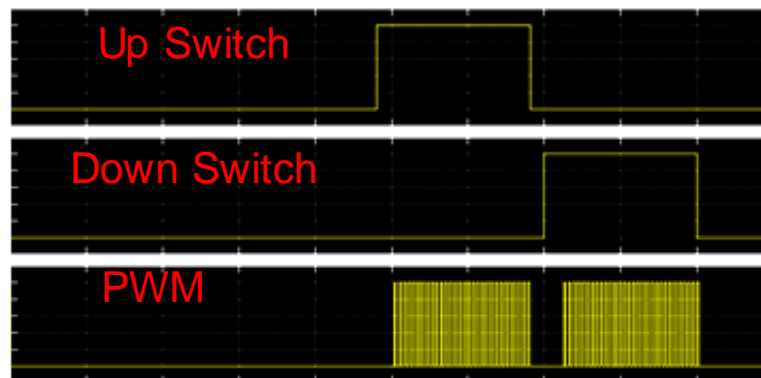


複数ECU連動 実証実験 実行画面例

ECUモデル1 と窓(1)の動き



ECUモデル2 と窓(2)の動き



【備考】 仮想マイコン : Synopsys社/Virtualizer (マイコンモデル: ルネサスRH850)

＜ VDK for Renesas RH850 F1L / Version: H-2013.06-SP3-1.0 ＞

制御システム(プラントモデルほか): MathWorks社/MATLAB R2012a

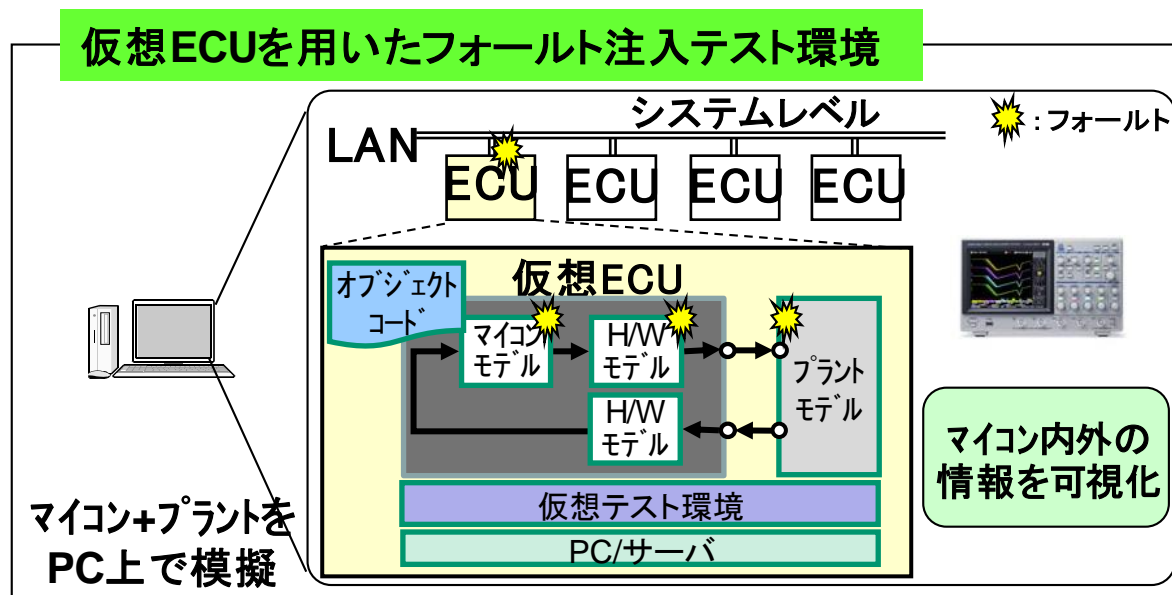
実行環境 : OS Windows7(64bit)、プロセッサ Core i7-2600 3.4GHz、RAM 16GB

フォールト注入テスト 仮想ECU活用のねらい

任意の故障を注入でき、再現性・観測性・網羅性に優れた仮想環境を用いて、
高品質・高効率なシステム検証を可能にする

■うれしさ

1. 任意の場所やタイミングでフォールト注入が可能
2. システム内部状態の任意の挙動を可視化
3. 実機完成前に事前検証を前倒しかつ、検証環境の高速化
4. 実機を壊さずに検証可能



フォールト注入テスト 実証実験1:マイコン内メモリ故障

マイコン内部故障における 制御システムのフェールセーフ機能の動作を検証
～2つの商用ツール(Virtualizer or No.1システムシミュレータ+ MATLAB/Simulink)の連動～

■検証の概要

マイコン内部故障時に発生する
過電流検出のフェールセーフ機能検証

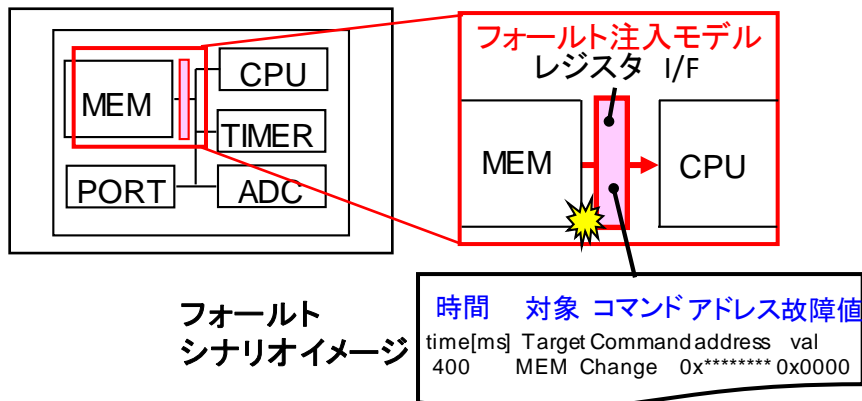
【ソフト仕様】

モータの過電流:3A以上が200ms
継続で異常判定し、モータ停止

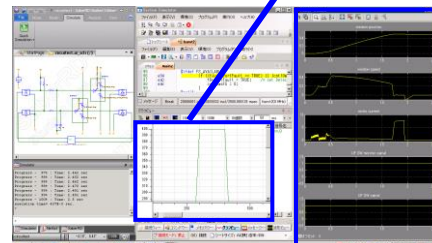
■フォールト注入のイメージ

発生フォールト:メモリ値化け

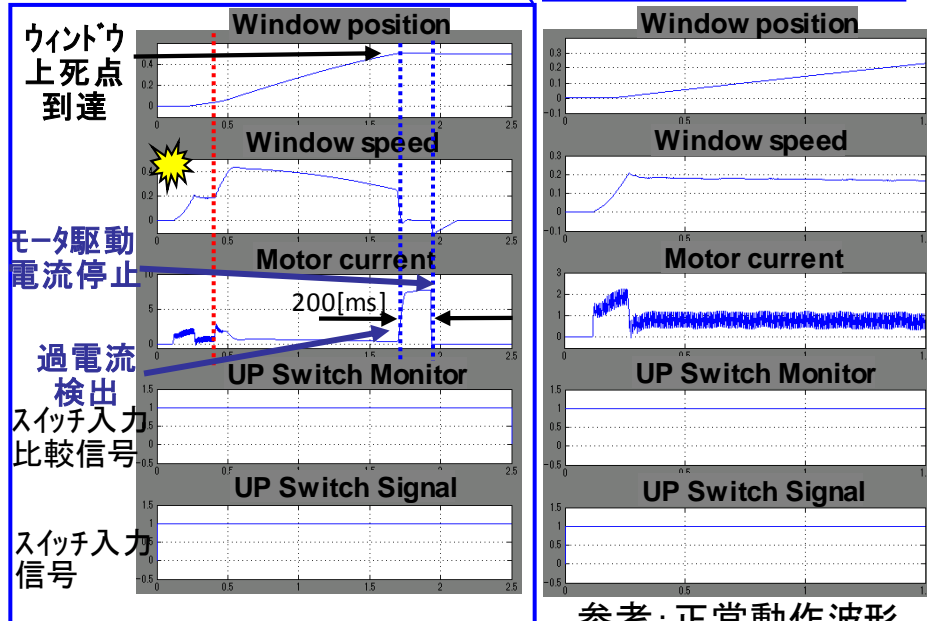
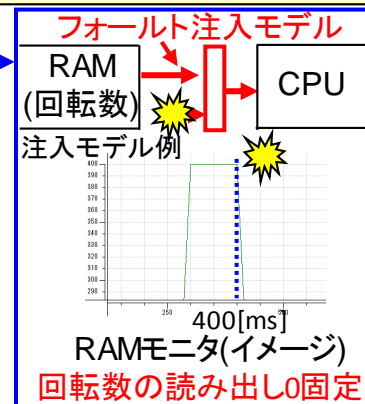
マイコンモデル



■検証結果



シミュレーション実行画面



フォールト注入テスト 実証実験2:ECU回路故障

ECU回路故障における 制御システムのフェールセーフ機能の動作を検証

～3つの商用ツール(Virtualizer or No.1システムシミュレータ+ Saber+ MATLAB/Simulink)の連動～

[検証の概要]

ECU回路故障時に発生する
入力の不合理検出による
フェールセーフ機能検証

(本来のソフト仕様)

上昇、下降の両スイッチが同時に
ON検出で異常と判定しモーター停止

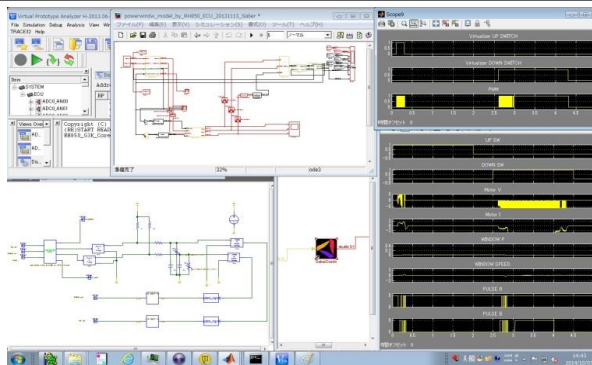
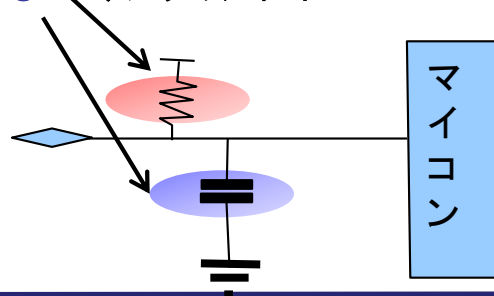


(検証結果)

上昇スイッチが優勢になっている。
原因はECUソフトウェアのバグ
⇒バグを摘出

故障(フォールト)注入のイメージ
抵抗の値を変えることで模擬する。

- プルアップ抵抗のショート
- コンデンサのショート



抵抗の値を変更 10kΩ⇒1μΩ(短絡故障)

マイコン上昇指示

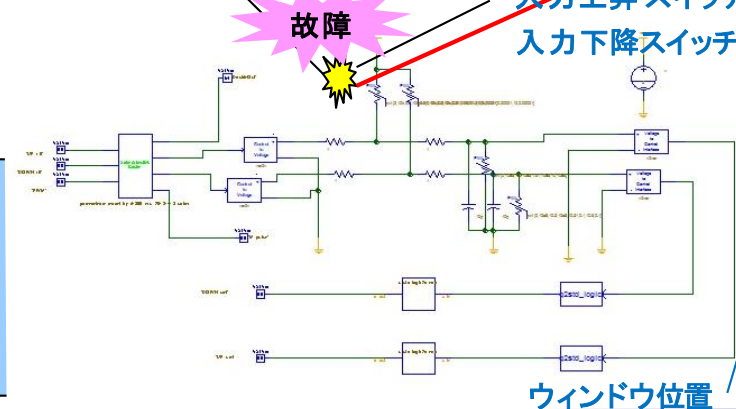
マイコン下降指示

マイコンPWM出力

入力上昇スイッチ

入力下降スイッチ

故障



ウィンドウ位置

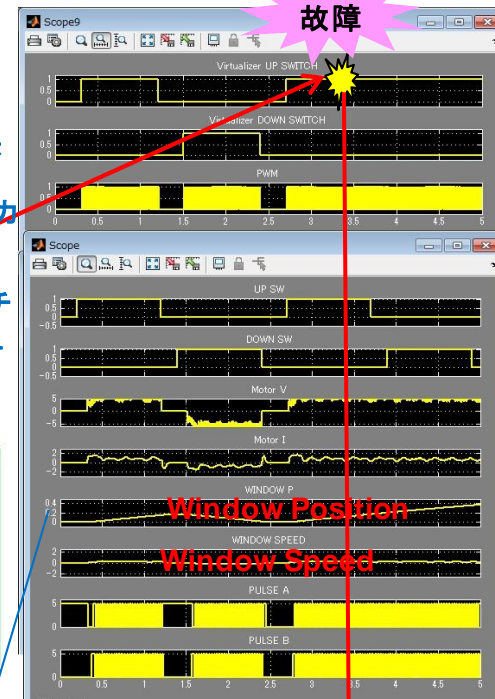
開発環境

回路: SaberRD2012.12
(Synopsys社)

マイコン: Virtualizer H-2013.06SP1
(Synopsys社)

制御システム: MATLAB 2012a
(MathWorks社)

実行環境: Windows7(64bit)



クラウド上での異ユーザ協調シミュレーション (Co-MBD)

◆狙い： 異ユーザ間(具体的には自動車メーカとサプライヤ間)でのモデル協調活用

◆推進活動スケジュール

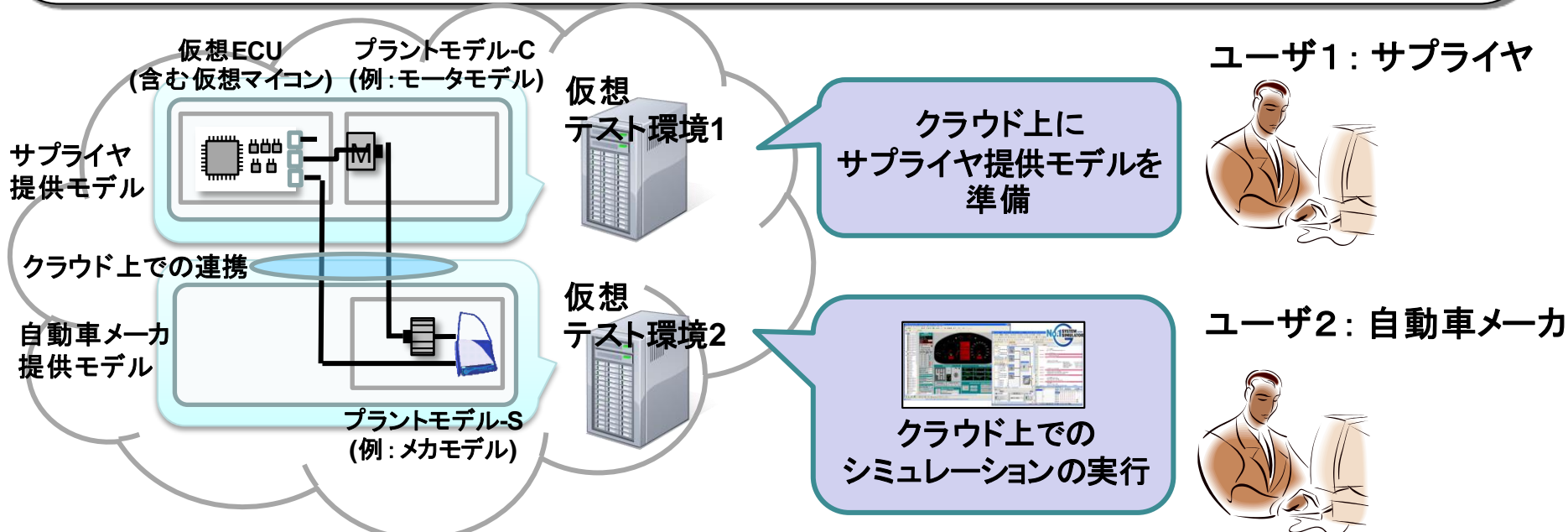
16年度：技術フィージビリティ検討、実証実験 ph.1 単独ECU

17年度：実証実験 Ph2 複数ECU

◆実証実験： 仮想ECUを使ったパワーウィンドウシステム

クラウド環境：wCloud、 クラウド上での連携：D-EIPF

Co-MBD



【備考】 wCloud (Workshop Cloud) : ものづくりに必要な ツール、モデル、データ、等を クラウド上で
オールインワン＆ワンストップサービスで 利用可能とした統合開発環境

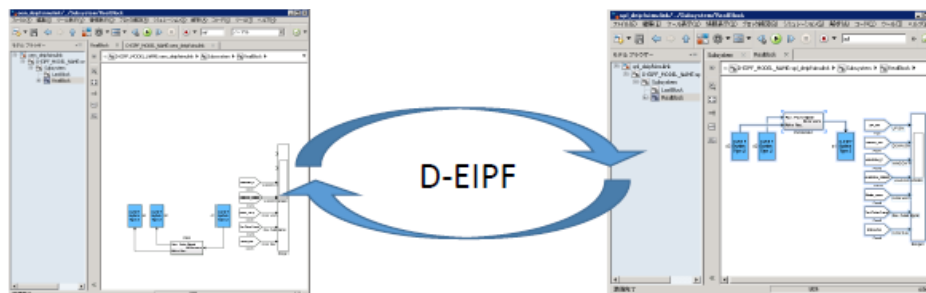
D-EIPF : 複数の制御系CADツールのモデルを同期させて実行するためのCo-simulation機能

Co-MBD : クラウド上での異ユーザ協調シミュレーションの略称として、本WGにて提唱

Co-MBD実証実験 Ph.1 単独ECU モデル構成

- モータ、マイコンを含むECU部、および、窓機構部の実装
 - Simulink、および、マイコンシミュレータを用いて実装
- 自動車メーカー側モデルとサプライヤ側モデルの異なる仮想マシン間の連成
 - D-EIPFを用いて連成

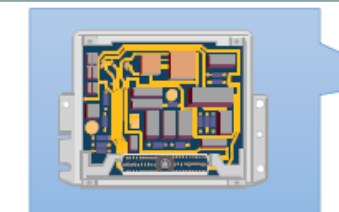
Co-MBD



自動車メーカー側: 窓機構部のモデル

サプライヤ側: モータ、マイコンを含むECUのモデル

ユーザ1: サプライヤ

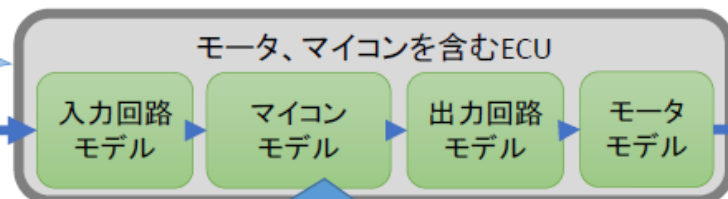


サプライヤ提供のモデル

ユーザ2: 自動車メーカー



自動車メーカーのモデル



モータ、マイコンを含むECU

回転数

マイコンシミュレータにより、ソフトウェアのオブジェクトコードを実行

モータトルク

窓機構部のモデル

メカモデル

Co-MBD実証実験 Ph.1 単独ECU 実行画面例

実行中の画面

Co-MBD

自動車メーカー側 デスクトップ画面

サプライヤ側 デスクトップ画面

シミュレーションの実行管理

サプライヤ側マイコンモデル

自動車メーカー側simulinkモデル

サプライヤ側simulinkモデル

【備考】 Simulink 2014a (MathWorks社) + No1システムシミュレータ(ガイオテクノロジー社) + D-EIPF(日産自動車)
Windows Server 2008 32bit版、クラウド: Amazon Web Service
実証実験担当: 公益財団法人九州先端科学技術研究所 (ISIT)

1. MBDの拡張： 仮想ECU

2. vECU-MBDワーキンググループの設立背景と活動概要

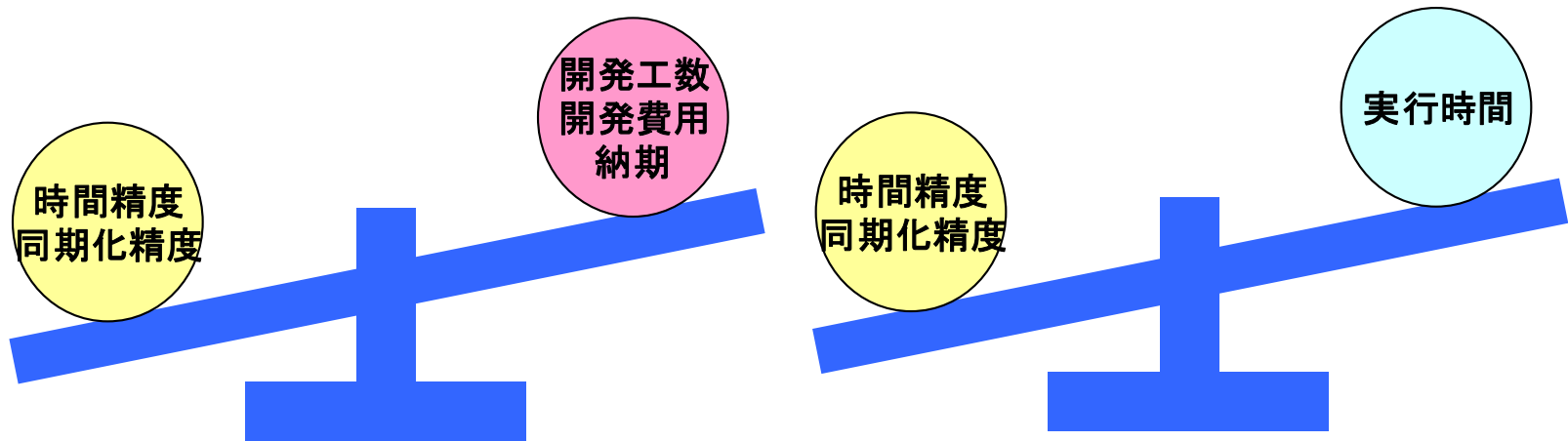
3. 実証実験事例

4. マルチコアソフトウェア検証

5. まとめ

要求仕様のトレードオフ

マイコンコアのモデル化においては、モデルの精度(時間精度や同期化精度など)と開発工数(費用や納期)・シミュレーション処理速度は、トレードオフの関係にある。



本WGの取り組み： マルチコアモデルに対するユーザ要求仕様をスリム化・標準化
⇒狙い： ツール開発工数削減、シミュレーション処理速度向上

取り組み方針：

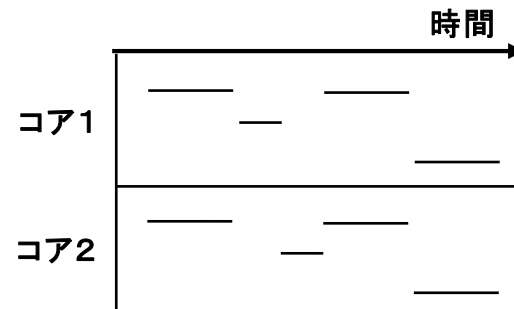
(1) シングルコアの場合に用途に応じて3種のタイミング精度要求仕様を定義済

→これをマルチコアにも適用拡大

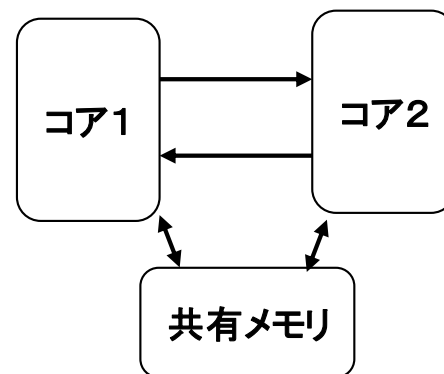
(2) 特に、ソフトの機能検証に必要な最小限の精度を確保し、実行時間や開発工数に優位な場合に必要な要求仕様を明確化する。

マルチコアにおける基本要件仕様

(1) マルチコア上のソフトウェア実行トレース結果を、同一時間軸上に並べて表示できること。
(シングルコア個別表示ではなく)



(2) マルチコア間の共有リソース機能を模擬できること
a) 具体的には、共有メモリ、コア間割り込み、コア間セマフォ機構などの機能を、模擬できること。
b) また、マルチコア間の共有メモリに対する、メモリリザーブ付命令(例:コンペア&スワップ命令)の機能を模擬できること。
c) このときに実行順序制御は模擬できること。



マルチコアで想定されるソフトウェアバグ

マルチコアでのソフトウェアの検証において想定されるバグの発生タイミング例を検討。

No.	バグの発生タイミング例	モデル要求仕様
1	共有メモリリザーブの掛け漏れにより、あるコアの2つのメモリアクセスの間に、想定していなかった別コアのメモリアクセスが入る。	最も精度の低いタイミング精度のモデルにおいても、ソフトウェア機能検証に利用するためには「 メモリの競合動作については、アトミック性と競合は模擬できる 」ことが要求される。すなわち、左記(1)～(3)の状態を作り出しシミュレーションできることが要求される。
2	あるコアの1つのメモリアクセスが、共有メモリバスのアラインをまたがる場合には、メモリバス上で2つのメモリアクセスに分割されるが、その2つのメモリアクセスの間に、想定していなかった別コアのメモリアクセスが入る。	
3	シングルコアのときは、割り込み禁止で対処できていたメモリ競合回避が、マルチコアのときは競合回避できない。	
4	最適化禁止指定を漏らすなどのバグにより、共有メモリを2度リードするはずが、コンパイラの最適化によって2度目のリードが共有メモリのリードにならず、他のコアが書き込んだデータをリードミスする。	オブジェクトコードベースでシミュレーションする仮想ECUであれば、基本的に対応できるはずである。

マルチコアにおけるタイミング精度要求仕様

タイミング精度要求仕様の定義および説明にマルチコアの場合の要求を追加。(追加部位を朱記)

レベル	定義および説明	主な用途		備考:トレードオフ		
		ソフト 機能検証	ソフト 性能評価	時間 精度	開発工数 開発費用	実行時間
ATAL-3	誤差5%以内。バス調停やパイプライン制御をモデル化することでプロセッサクロックサイクル数をある程度厳密に模擬。 メモリ競合動作については、メモリバス調停やキャッシュメモリ制御などをモデル化することで、メモリの競合動作をクロックサイクルレベルで、ある程度厳密に模擬。	○	○	高	大	長
ATAL-2	誤差15%以内。各命令毎、アクセス先毎、平均実行サイクル数設定等によりプロセッサクロックサイクル数をラフに推定して模擬。 メモリの競合動作については、アトミック性と競合は模擬できるが、そのタイミング精度はラフに推定。	○	○			
ATAL-1	誤差最大値保証せず。全命令一律に1プロセッサクロックサイクル等で模擬。時間指定されたタイム割込みやイベント発生タイミングは保証するが、プロセッサ命令実行時間精度は保証しない。 メモリの競合動作については、アトミック性と競合は模擬できるが、そのタイミング精度は保証しない(全てのアトミックなメモリアクセス一律に1プロセッサクロックサイクルなど)。	○	×	低	小	短

コア間の同期化周期に関する要求仕様

◆課題

マルチコアにおいて、共有メモリへのアクセス順序を正確に模擬するには、コア間の同期化周期はプロセッササイクルと一致させるのがよい。しかし、シミュレータによっては、1サイクルごとに同期化をとろうとするとそのたびにタスクスイッチング等が発生し、シミュレーション実行速度が極度に低下する場合もある。

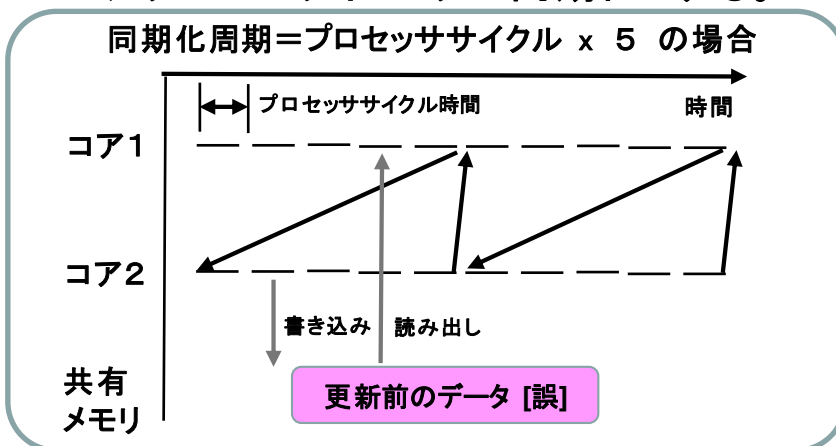
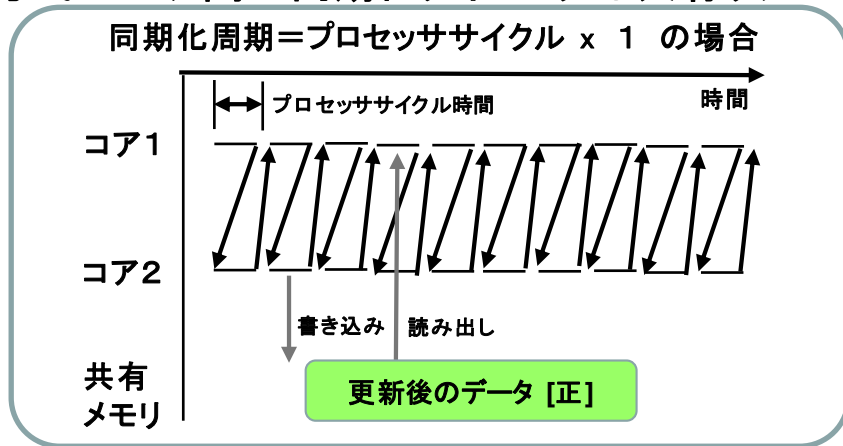
◆要求仕様(案)

コア間の同期化周期は以下の3つの方式のいずれかとする。

方式1: コア間の同期化周期はプロセッササイクルとする。その場合でも、シミュレーション実行速度が低下しない方式(例えば切り替えオーバーヘッドが極力発生しない方式)を採ること。

方式2: コア間の同期化周期がプロセッササイクルの場合には、シミュレーション実行速度が低下する(切り替えオーバーヘッド等が発生する)方式を採用する場合は、同期化周期をユーザが選択指定できること。(プロセッササイクル \times 1~N) ユーザは、「共有メモリへのアクセス順序のタイミング精度」と「シミュレーション実行速度」とのトレードオフで選択指定する。

方式3: コア間の同期化タイミングは共有リソースへのアクセスのタイミングで同期化とする。



その他の追加要求仕様

以下のような追加要求仕様を導出 ⇒ ツールベンダの対応を期待

1. メモリ競合の発生支援機能

コア間の処理速度の差をシミュレータ上でコントロールできる機能

具体的には、テストシナリオにて待ちの指示をすれば、片方のコアに待ちを入れることができる機能

2. メモリ競合の表示支援機能【WANT要件】

メモリアクセストレース結果の表示において、アクセス競合があったことがわかりやすいような表示(例:色付けなど)ができる機能(表示支援機能)

3. 結果解析支援機能【WANT要件】

メモリアクセス競合が発生しそうな箇所を見つけることを容易化する補助機能

4. 競合タイミング生成機能【WANT要件】

近傍タイミングでの同一メモリアドレスへのアクセス競合を見つけ、①直前/②直後および③間に挿入の3ケースを自動生成するテストタイミング生成機能

⇒本章で紹介の「マルチコアモデル要求仕様」は、ユーザガイド第3版に反映しHP公開

マルチコアコンソーシアム(EMC)様への期待

◆背景

組込み用マルチコアソフトウェアの高品質&高効率な設計・検証には、用途に応じたツールを適材適所に活用することが望ましい。

各ツールは、できればツールチェーン化され、上流から下流まで一貫性をもって活用できることが望ましい。

◆期待

マルチコアコンソーシアム(EMC)様におかれては、マルチコアソフトウェア検証における仮想ECUの活用に関して、vECU-MBD WGとの情報意見交換を継続させていただきたい。

ツールベンダ様におかれては、仮想ECU応用テスト環境に関して、さらなる利便性の改善と活用拡大にご協力をいただきたい。また、他の設計/検証ツールとのツールチェーン化にもご配慮いただきたい。

1. MBDの拡張： 仮想ECU・仮想HILS

2. vECU-MBDワーキンググループの設立背景と活動概要

3. 実証実験事例

4. マルチコアソフトウェア検証

5. まとめ

まとめ

◆MBDの拡張：仮想ECU

- ・特長：製品と同一のオブジェクトコード（バイナリコード）を実行可能（OSなど基盤ソフトも含めて）
- ・目標：実機レス検証により、V字開発プロセスの右側を短縮

◆vECU-MBDワーキンググループ

- ・自動車完成車メーカー、部品メーカー、半導体メーカー、ツールメーカー、および、研究機関の技術を縦断した国内協調活動
- ・目的：仮想ECUを用いたモデルベース開発（MBD）の活用の推進
- ・導入支援：ユーザ向け導入検討支援ガイド、モデル調達&構築ガイド
- ・実証実験システム：JMAAB提供のパワーウィンドウシステムを活用

◆実証実験事例

- ①複数ECU連動 ⇒ 仮想CANバスによる複数ECUの連動
- ②フォールト注入テスト ⇒ マイコン内部故障・ECU回路故障
- ③クラウド上での異ユーザ協調シミュレーション（Co-MBD）

◆マルチコアソフトウェア検証

- ・ソフトウェア検証用マルチコアモデルに対する要求仕様の策定
トレードオフを考慮したタイミング精度、コア間同期化に関する要求仕様など
⇒ ユーザガイドに反映し公開

参考文献

- 仮想マイコン応用推進協議会/vECU-MBD WG 公開資料 <http://www.vecu-mbd.org/>
- JMAAB 公開資料 <http://jmaab.mathworks.jp/>
- 嶋田:自動車制御システムシミュレーションへの仮想マイコンモデル適用に向けたJMAAB/仮想マイコン応用推進協議会合同活動の紹介, 第11回カーエレクトロニクス研究会, 2012年5月 <*1>
- Akira Watanabe and Asuka Sotome, "Functional Development Methodology for On-Board Distributed ECU Systems for Production Vehicle Application", SAE Int. J. Passeng. Cars – Electron. Electr. Syst. September 2012 5:492–500; doi:10.4271/2012-01-0929
- 嶋田, 吉野, 齋藤:仮想ECUを用いたモデルベース開発の試行 ～vECU-MBD WG活動事例紹介～, 第13回カーエレクトロニクス研究会, 2013年5月 <*1>
- 宮崎:仮想ECU活用のためのユーザガイド策定～vECU-MBD WG活動事例紹介～, 第14回カーエレクトロニクス研究会, 2014年1月 <*1>
- 村上:ついに動き出した「wCloud(=Workshop Cloud: 工房クラウド)」の全貌 ～「ものづくりニッポン」はどう変わる?～, 第14回カーエレクトロニクス研究会, 2014年1月 <*1>
- 宮崎, 阿部:仮想ECUを用いた複数ECU連動およびフォールト注入の試行～vECU-MBD WG活動事例紹介～～vECU-MBD WG活動事例紹介～, 第15回カーエレクトロニクス研究会, 2014年7月 <*1>
- 宮崎:仮想ECUを用いたフォールト注入テストの実証事例と活用ポイント～仮想マイコン応用推進協議会/vECU-MBD WG活動事例紹介～,自動車機能安全カンファレンス2015, 2015年3月 <*1>
- 中山:クルマやIoT/ネットの開発 仮想環境でスピードアップ, 日経エレクトロニクス 2015年7月
- 宮崎:仮想ECUの活用拡大に向けた技術課題と提言(複数ECU並列処理、マルチコア)～vECU-MBD WG活動事例紹介～,第17回カーエレクトロニクス研究会, 2015年12月 <*1>
- 渡邊, 吉松:クラウド活用による車載電子システムのモデルベース開発, オートモティブ・ソフトウェア・フロンティア 2017, 2017年3月 <*1>
- 宮崎:MBDの拡張:ECUおよびHILSの仮想化とその活用事例～vECU-MBD WG活動事例紹介～, JMAAB Open Conference 2017, 2017年6月 <*1>
- 枝廣, 権藤, 岩井:組込みマルチコアコンソーシアム～ハードベンダ/ソフトベンダ/メーカを繋ぎマルチコア活用を支援～, 2017年7月 <<https://www.embeddedmulticore.org/events/>>

【備考】

*1の付いた資料(vECU-MBD WG関連の発表資料)は以下に公開掲載

和文版: <http://www.vecu-mbd.org/presentation/>、英文版: <http://www.vecu-mbd.org/en/presentation/>

ご清聴ありがとうございました。