

MATLAB EXPO 2017

半導体メーカーが提供する 高精度EVモーター制御 MODEL-BASED DESIGN環境

2017/10/31

ルネサスエレクトロニクス株式会社
オートモーティブソリューション事業本部
共通技術開発第一統括部
技術ソリューション企画部
課長 野田 英行

アジェンダ

- ルネサスエレクトロニクス概要紹介
- EV化の進展の背景
- 半導体部品構成から見たEVシステム構成
- EV向けECU開発におけるMBDの課題
- 半導体資産を活用したMBD環境のご提案
- まとめ

ルネサスエレクトロニクス概要紹介

会社概要

主要事業	代表者
<p data-bbox="519 429 970 486">各種半導体 に関する</p> <ul data-bbox="384 508 1110 694" style="list-style-type: none">■ 研究■ 製造■ 開発■ 販売およびサービス■ 設計	<p data-bbox="1666 436 1926 494">鶴丸 哲哉</p> <p data-bbox="1691 508 1900 544">代表取締役会長</p> <p data-bbox="1696 572 1895 629">呉 文精</p> <p data-bbox="1646 644 1946 679">代表取締役社長兼CEO</p>
数字で見るルネサス	基本情報
<p data-bbox="290 865 843 915">資本金 100億円</p> <p data-bbox="290 951 983 1008">売上高 4,710億円 (*1)</p> <p data-bbox="290 1043 970 1100">従業員数 (連結) 20,074名 (*2)</p> <p data-bbox="290 1136 945 1158">*1 2016年12月期 (決算期変更により9ヶ月累計の決算数値)</p> <p data-bbox="290 1165 473 1186">*2 2017年3月末</p>	<p data-bbox="1360 858 2232 915">ルネサス エレクトロニクス株式会社</p> <p data-bbox="1480 922 2112 965">Renesas Electronics Corporation</p> <p data-bbox="1658 972 1939 1001">2002年11月1日設立</p> <p data-bbox="1360 1008 2232 1043">(2010年4月1日 ルネサス エレクトロニクス(株)として営業開始)</p> <p data-bbox="1296 1079 1849 1108">東京都江東区豊洲三丁目2番24号 豊洲フォレシア</p> <hr/> <p data-bbox="1296 1158 1773 1186">東京証券取引所第一部 (証券コード: 6723)</p> <p data-bbox="1939 1158 2181 1186">www.renesas.com</p>

集中領域に対応したソリューション展開

より安全で健やかな暮らしを支える、環境に優しいスマート社会を構築するため、ルネサスは、自動車、産業、ブロードベースド分野を集中領域とし、デバイス、キット、プラットフォームという3つの半導体ソリューションを取り揃え、付加価値を高めた最適なサービスを提供していきます。

プラットフォーム価値

エコシステム
ソフト・アプリ

キット価値

キットデバイス
システムノウハウ

デバイス価値

性能・機能

自動車	産業	ブロードベースド
		
<p>自動運転 統合コックピット (カーナビ + ADAS)</p> <p>Renesas R-Car intersil</p> <p>+VSP (ディスプレイネットワーク & カメラインタフェース)</p> <p>エコシステム</p>	<p>産業イーサネット</p> <p>EtherCAT[®] P CC-Link IE</p> <p>EtherNet/IP PROFI</p> <p>スマートファクトリー向け 業界標準プラットフォーム</p> <p>+ intersil PMIC + e-AI</p>	<p>RENESAS synergy[™]</p> <p>IoTプラットフォーム +動作保証済みのソフトウェアパッケージ +エコシステム</p> <p>+ intersil PMIC</p>
<p>EVモーターECU MCU + IGBT</p> <p>RENESAS RH850</p> <p>xEV向けバッテリー</p> <p>RENESAS RH850 + intersil BMIC</p>	<p>スマートホーム向け MCU + パワー半導体 + intersil PMIC</p> <p>スマートインフラ向け メーターMCU+ 通信ASSP SoC + intersil PMIC NWメモリ+ intersil POL</p>	<p>(電池) (OIS)</p> <p>幅広い分野に向けた MCU + ASSP + intersil PMIC</p>
<p>Driving Steering Braking</p> <p>自動車向け MCU、アナログ、PMIC、パワー半導体</p> <p>RENESAS RH850 RENESAS RL78 intersil</p>	<p>スマートファクトリー、スマートホーム、 スマートインフラ向け MCU、SoC/ASSP、アナログ、PMIC、パワー半導体</p> <p>RENESAS RZ RENESAS RX RENESAS RL78 intersil</p>	<p>幅広い分野に向けた 汎用MCU、アナログ、PMIC、パワー半導体</p> <p>RENESAS RZ RENESAS RX RENESAS RL78 intersil</p>

LDD: Laser Diode Driver
VSP: Video Signal Processor
MCU: Microcontroller Unit
BMIC: Battery Management IC

PMIC: Power Management IC
e-AI: embedded Artificial Intelligence
POL: Point of Load
OIS: Optical Image Stabilizer

ルネサスの車載分野事業ビジョン

BIG IDEAS
FOR EVERY SPACE

人と環境に優しい 安心・安全なクルマ社会への貢献

エコカー・燃費向上

安全性の向上

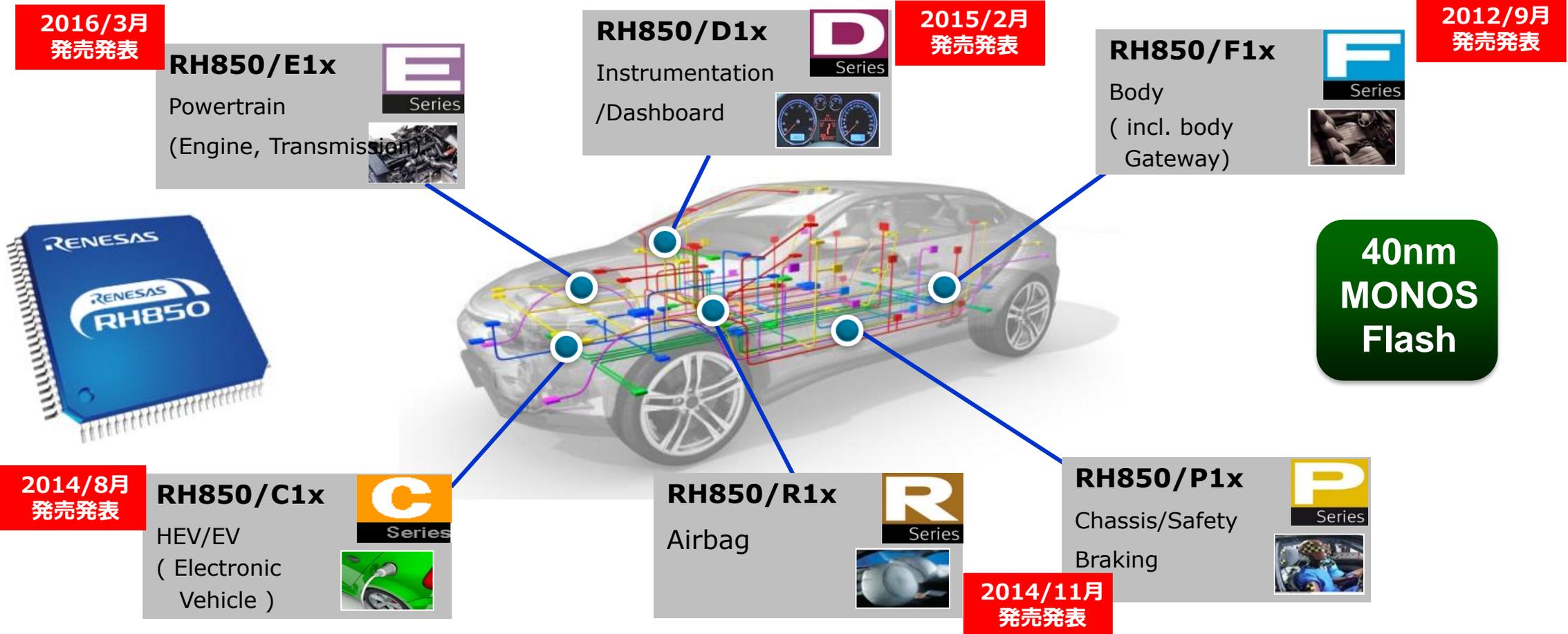
メンテナンス性の向上

クルマのIT化

**BIG IDEAS FOR
GREAT CARS**

エコカーを支える最先端40nmMCUフルラインナップ

車載制御のすべてのセグメント向けに最先端40nmマイコンをラインナップ
共通したソフトウェア環境で、車載制御システムにフレキシブルに対応します。



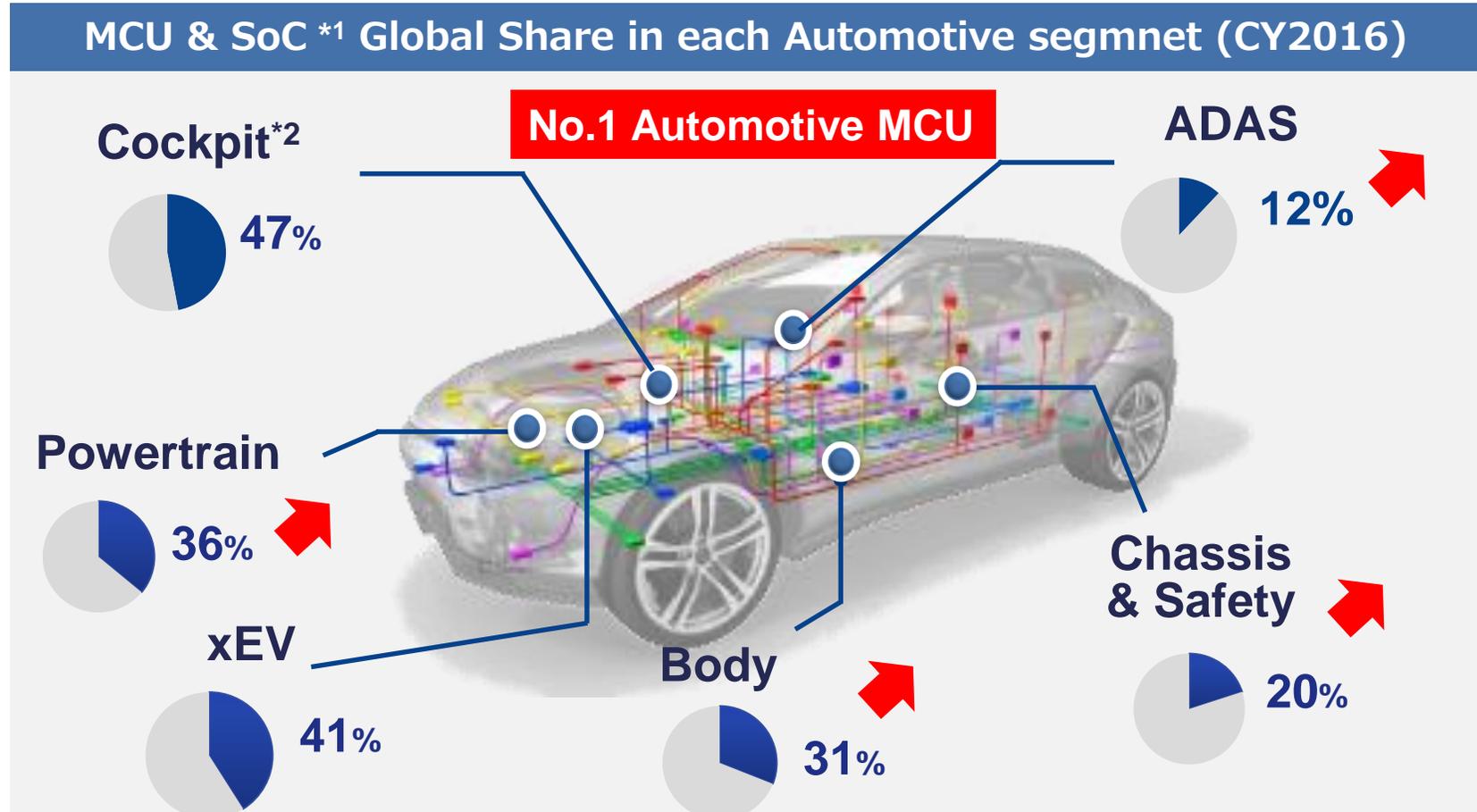
車載市場における当社のポジション

車載MCU/SoCの世界シェアトップを堅持、注カセグメントでのシェアは今後も伸長

Auto MCU&SoC WW Ranking (CY2016)

Company	CY16
1 Renesas	30.9%
2 NXP	27.0%
3 TI	9.7%
4 Infineon	8.7%
5 Microchip	5.7%
6 Cypress	5.3%

MCU & SoC *1 Global Share in each Automotive segment (CY2016)



*1: Calculated by dividing Renesas revenue based on Renesas managerial accounting by market size based on Strategy Analytics

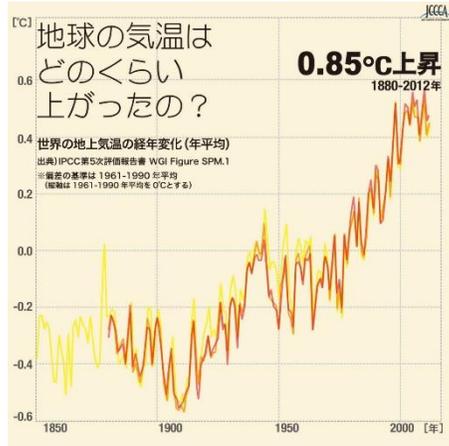
*2: Navigation and Car Audio as Head Unit

EV化の進展の背景

EVが求められる背景

自動車の電動化は待ったなし

温室効果



出典) 温室効果ガスインベントリオフィス
全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト(<http://www.jccca.org/>)より

大気汚染



環境対応車の普及促進施策

より厳しい燃費規制
普及促進のインセンティブ



新エンジン開発
代替燃料



小型・軽量化

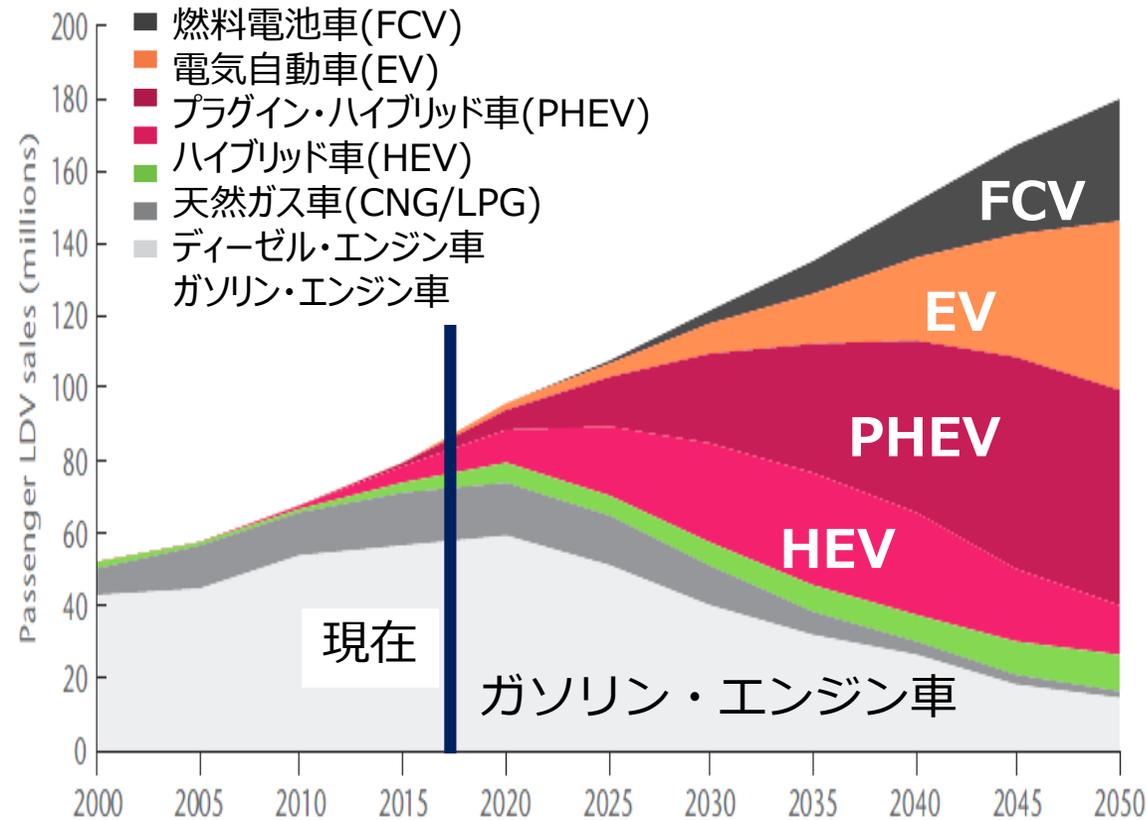


電動化

今後はガソリンエンジンの改良だけでは、
燃費規制をクリアできない可能性あり

電動化車両普及率の予想

今後電動化比率はますます上昇していく



Source: IEA 2010.

EVに求められるもの



航続距離の伸長

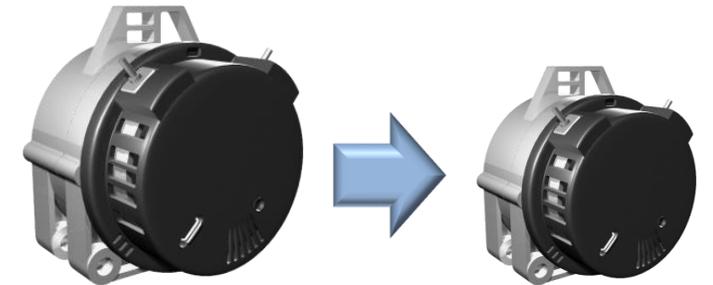
このために



モーター制御のエネルギー効率向上が必要

モーター
小型化

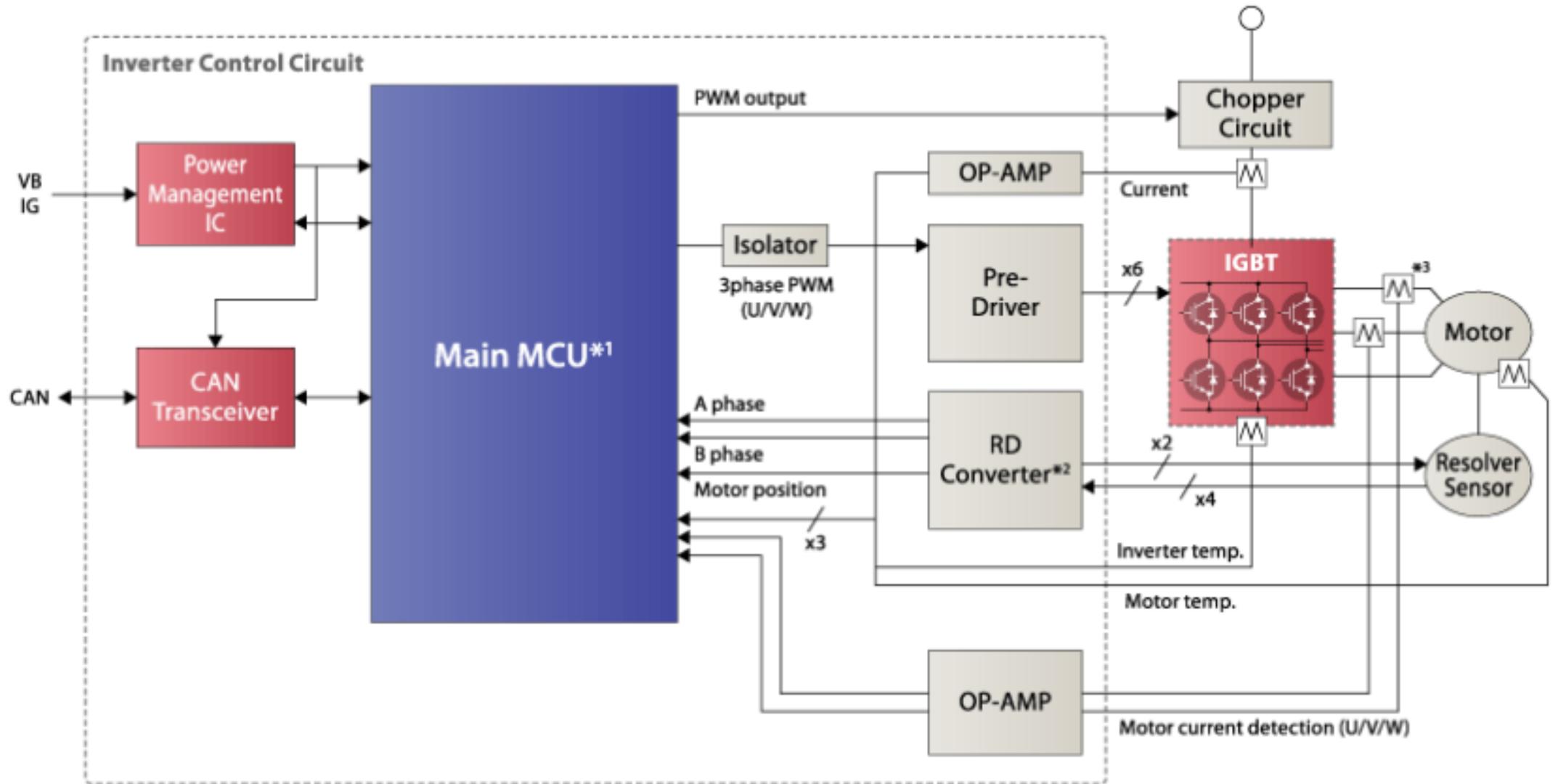
モーター
高回転制御



小型化・高回転化
モーター制御の高度化

半導体部品構成から見たEVシステム構成

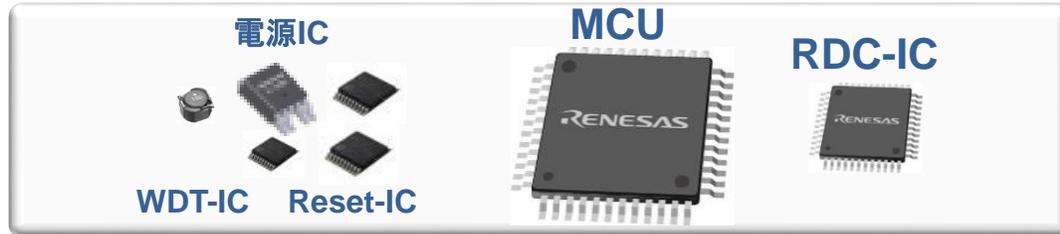
半導体部品構成から見たEVシステム構成



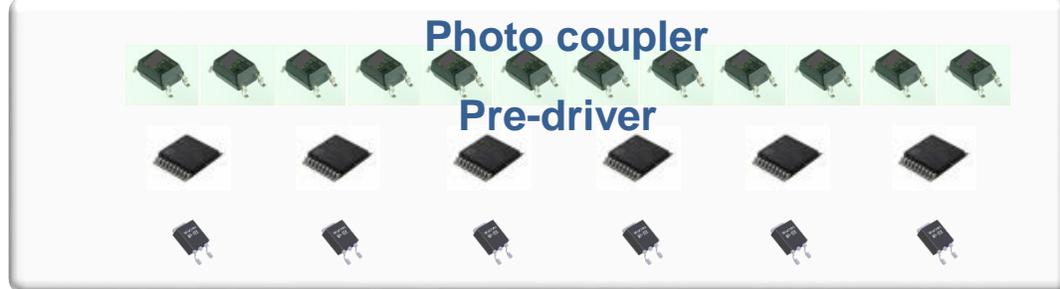
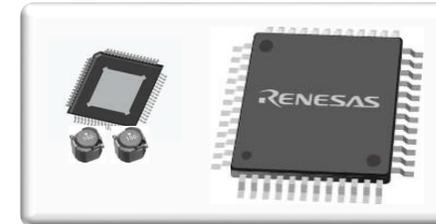
*1 RH850/C Series

半導体部品の小型化・集積化による実装面積の縮小

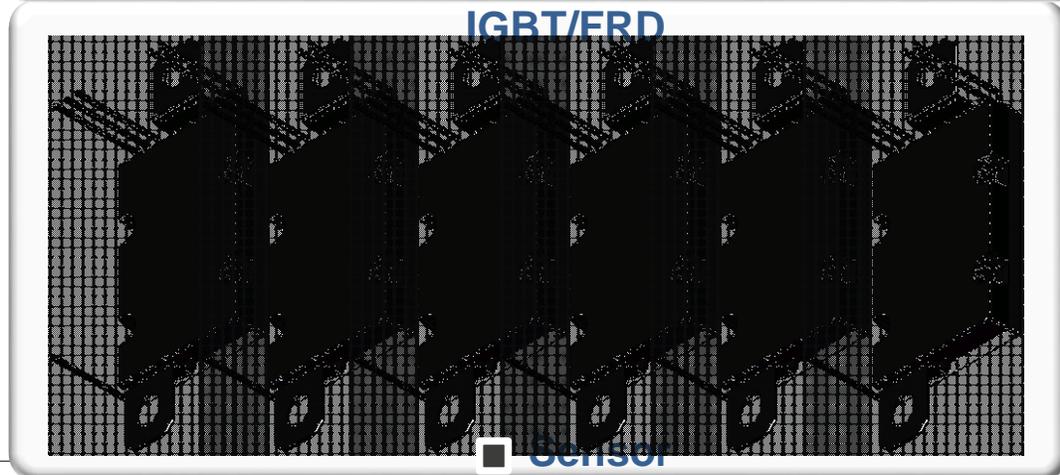
デバイスの小型・集積化が進み、部品点数削減し、システムサイズ縮小に貢献



23%



33%

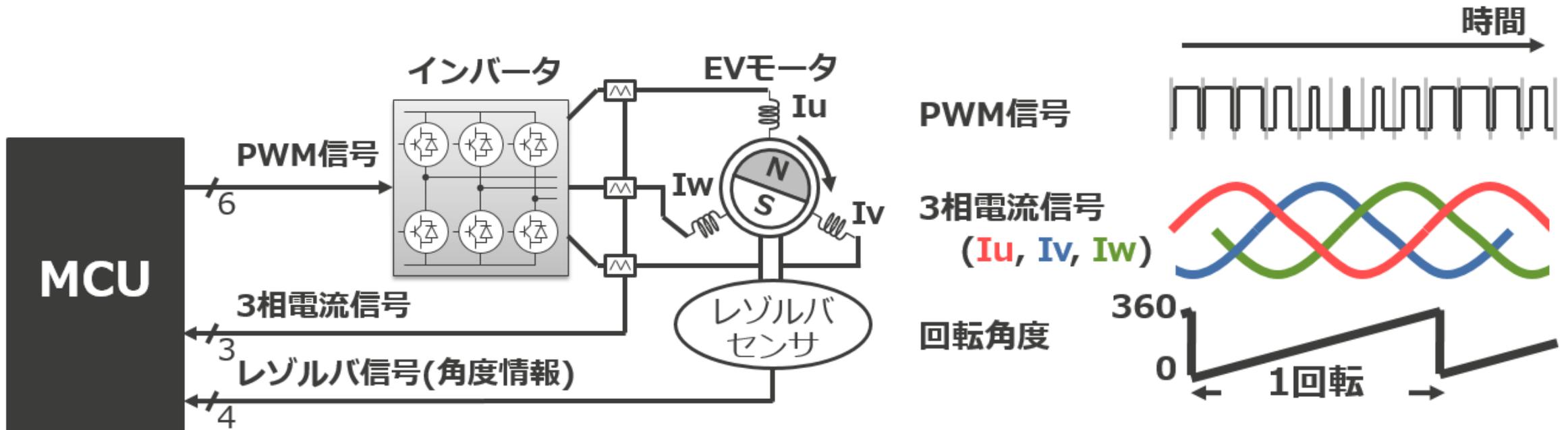


70%



EVモータ制御における半導体システム要件

マイコン・パワーデバイス・モータの最適な組み合わせにより、
精密なモーター駆動電流制御を行うこと。



PWM : Pulse Width Modulation

EVモーター制御はマルチドメインでの最適化が必要

マルチドメインの広範な技術範囲をカバーする必要あり



マイコン



パワーデバイス



モーター

技術分野

ソフトウェア
・電子

電子・電気

電気・機械

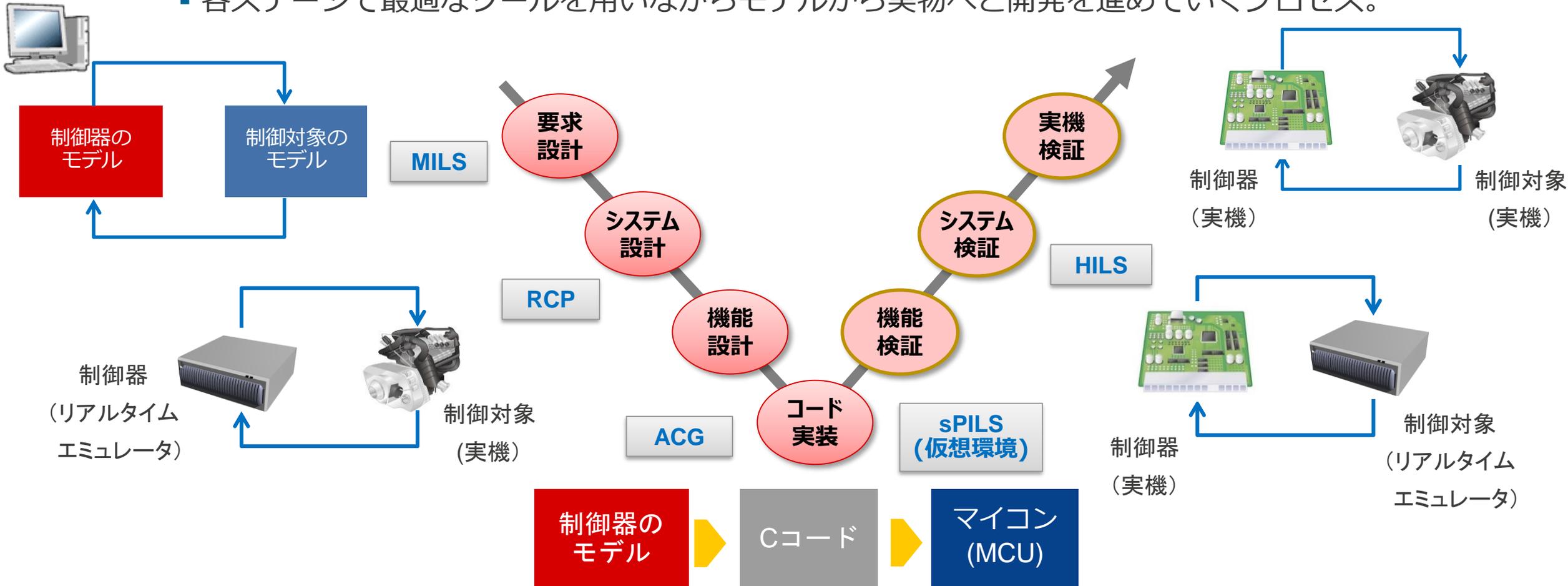
MATLAB[®]/Simulink[®]を活用したMBDでの最適化が効果的

EV向けECU開発におけるMBDの課題

MBDのVプロセス

MILS : Model-In-the-Loop Simulation
 RCP : Rapid Control Prototyping
 ACG : Auto Code Generation
 PILS : Processor-In-the-Loop Simulation
 sPILS : Simulated Processor-In-the-Loop Simulation
 HILS : Hardware-In-the-Loop Simulation

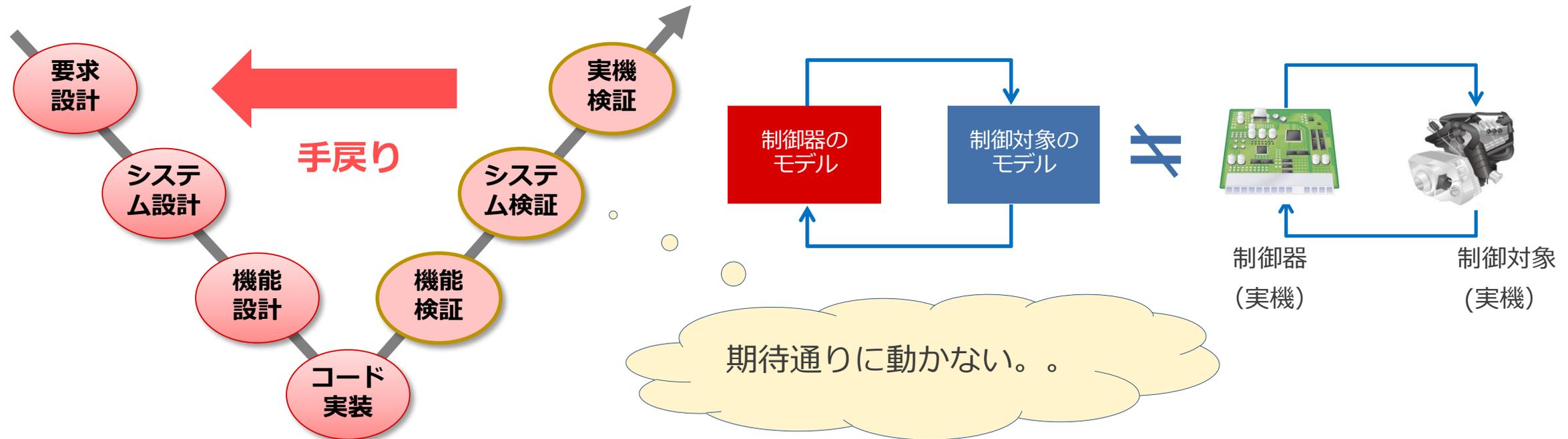
- 各ステージで最適なツールを用いながらモデルから実物へと開発を進めていくプロセス。



MBD Vプロセスにおける課題

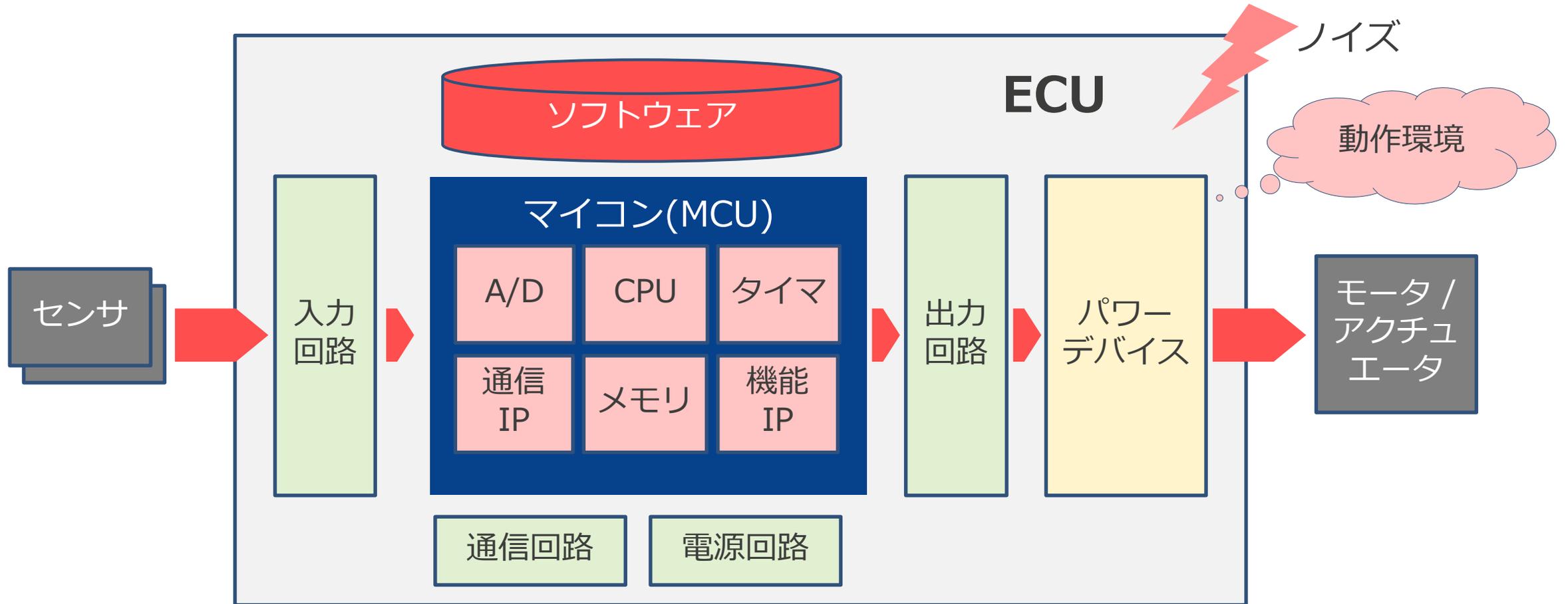
V字の右バンクの検証フェーズに入ってから想定通りの動作をしない場合がある。

最悪、左バンクの上流に手戻りして再設計を行う必要があり、大幅なコスト増につながる。



車載ECUの構成

ECU試作検証のためにはソフト・ハード・ノイズ設計など半導体デバイスレベルの多くの知見が必要。

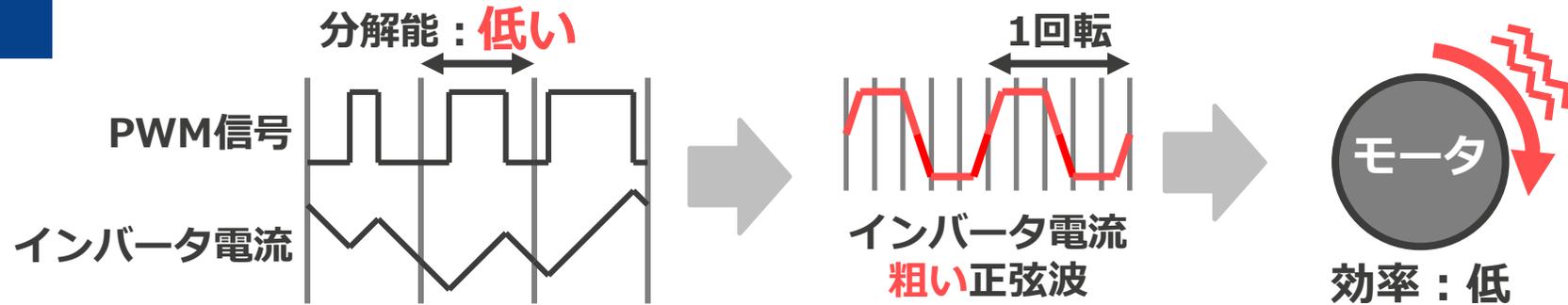


IP : Intellectual Property

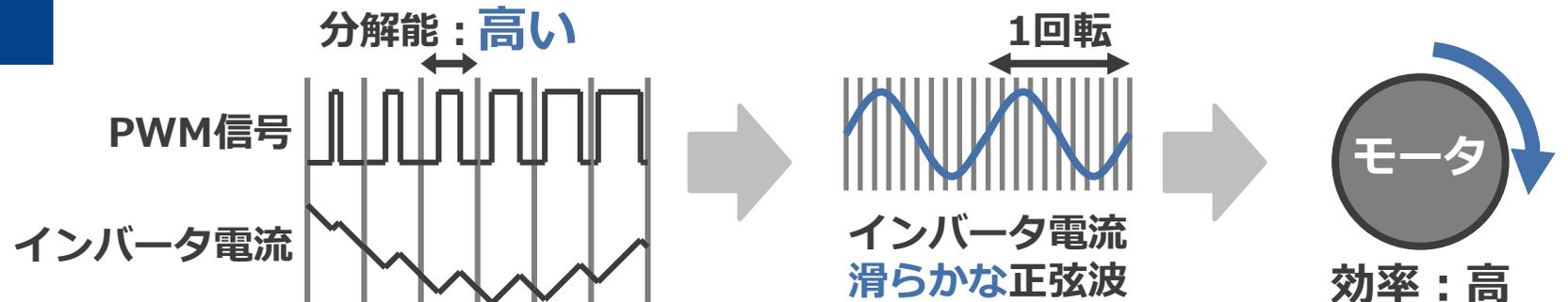
EVモータ制御効率に影響する半導体の機能/性能

マイコンやパワー部品の機能/性能モデルは試作精度に大きく影響する。

ケース①

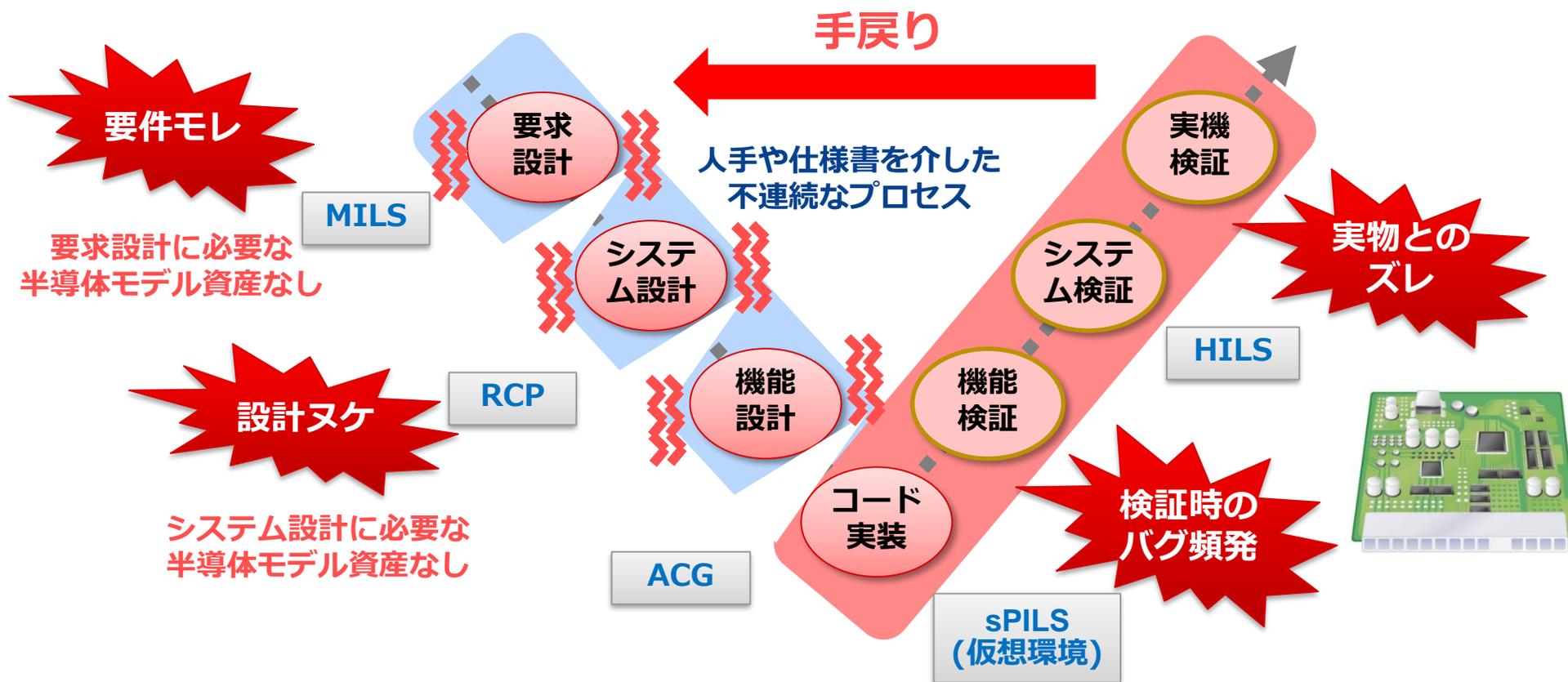


ケース②

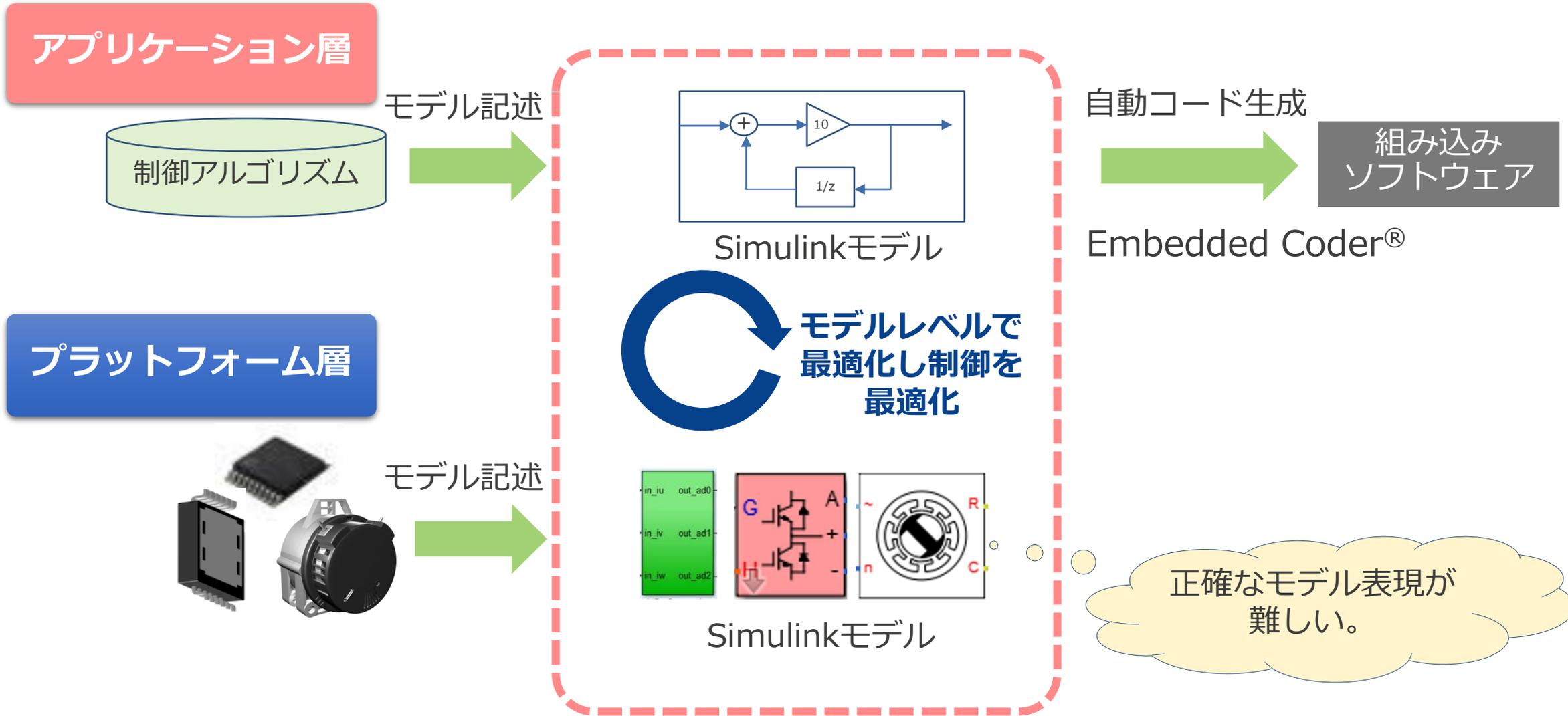


半導体モデル資産を用いないMBD Vプロセスの課題

- 現状はVプロセス右バンクに入ってから初めて使用するECUの半導体情報が入るプロセスとなっている。
- 左バンクでの作り込み時には半導体モデル資産が用いられていない。



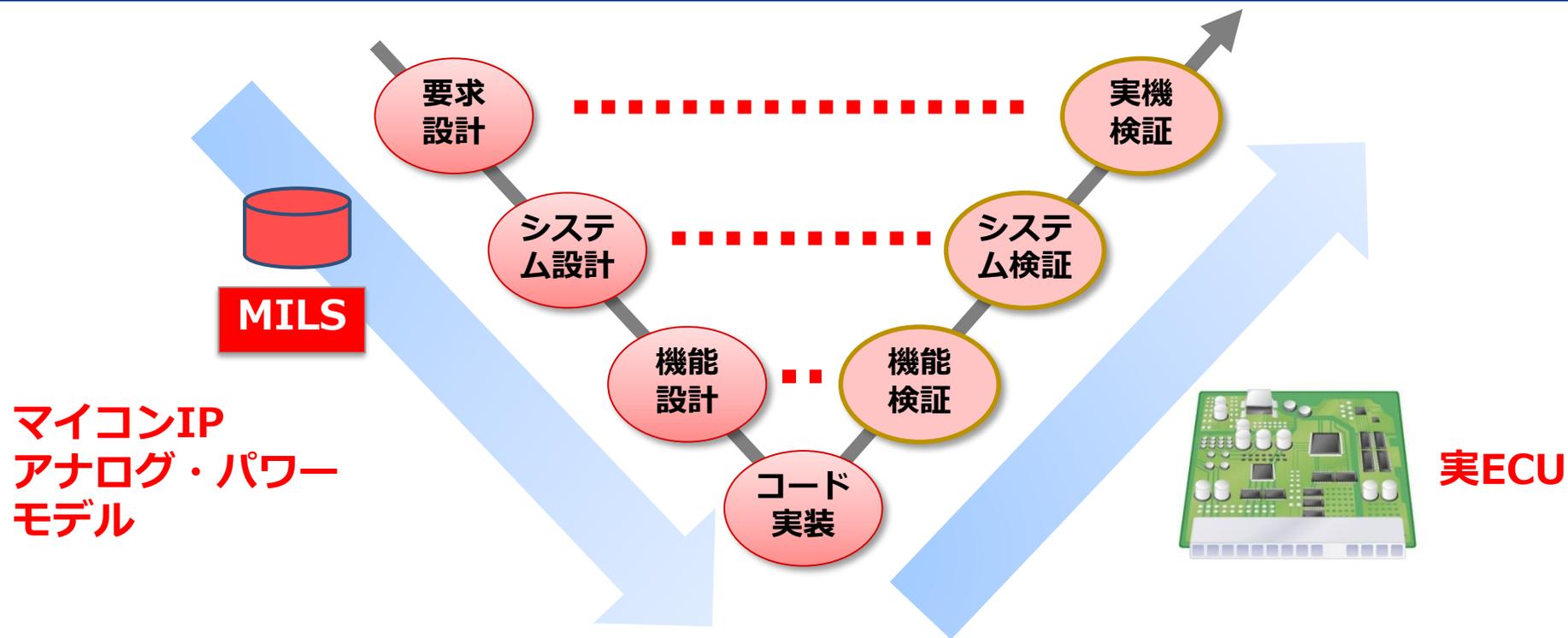
MBDでの最適化のためのモデルプラットフォーム整備



半導体資産を活用したMBD環境のご提案

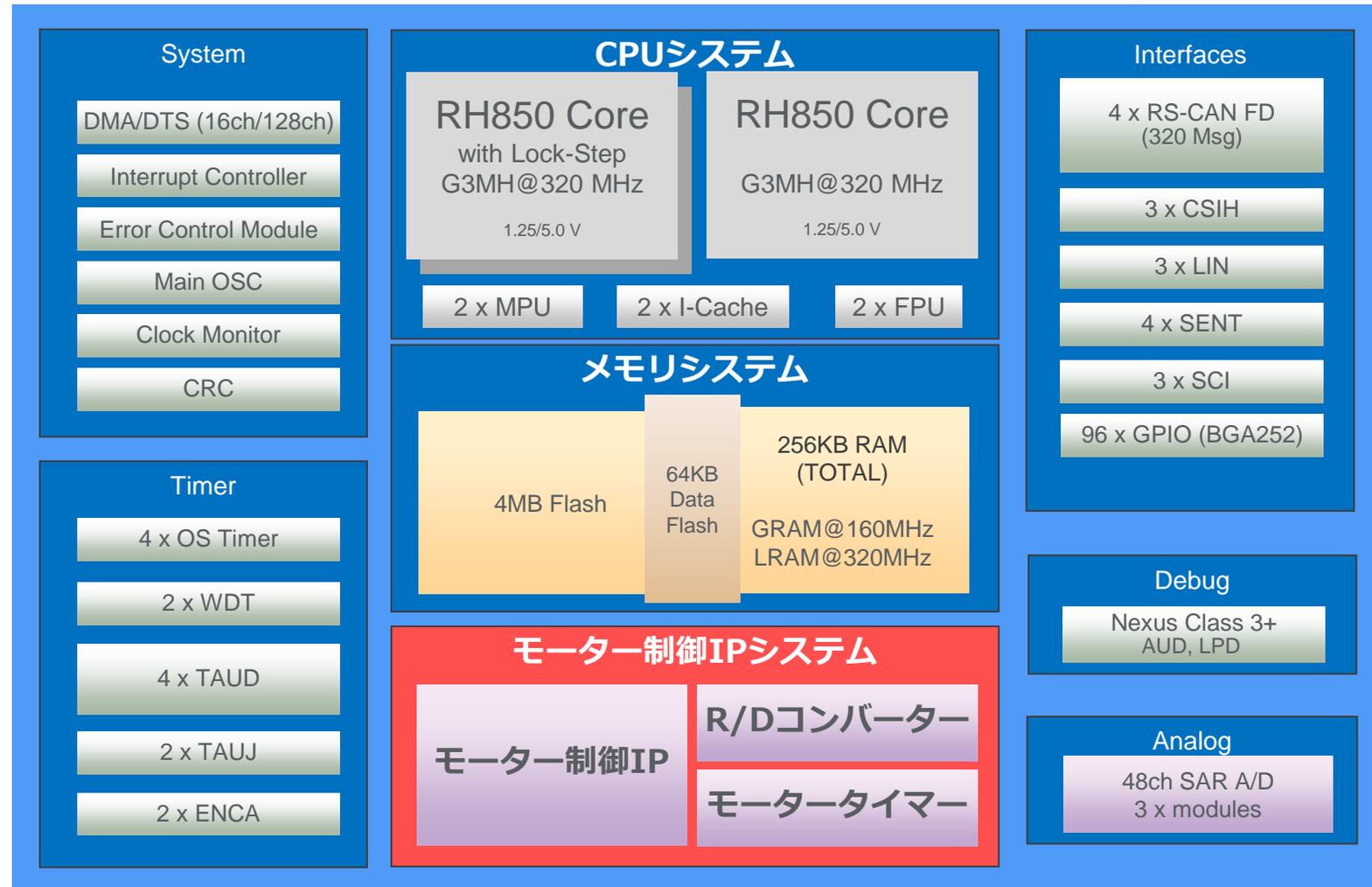
開発プロセス上流への半導体モデル適用

MILS (Model-In-the-Loop-Sim.) への半導体モデル適用

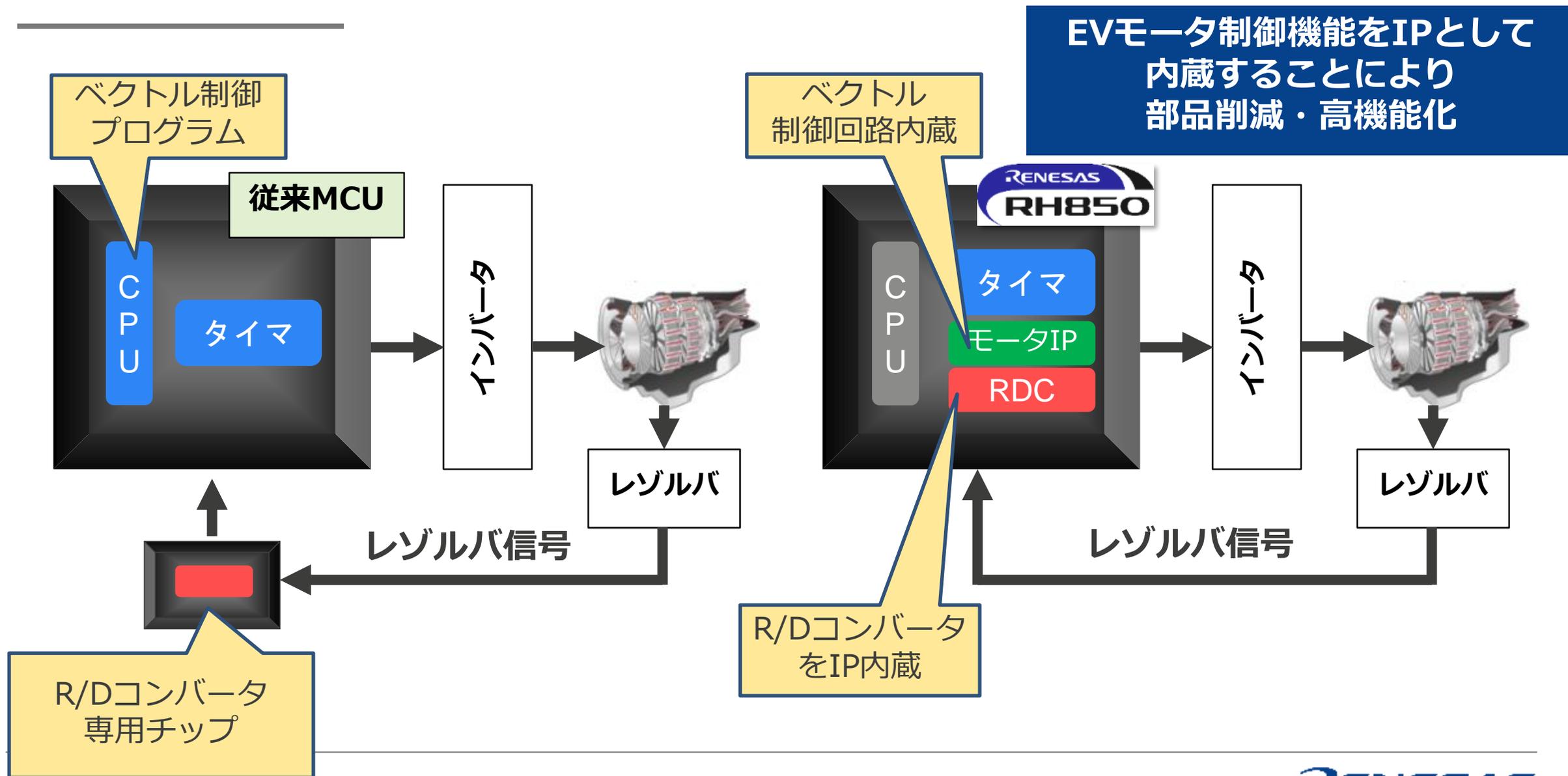


マイコンIPモデリング事例

EV/HEV制御専用マイコン構成



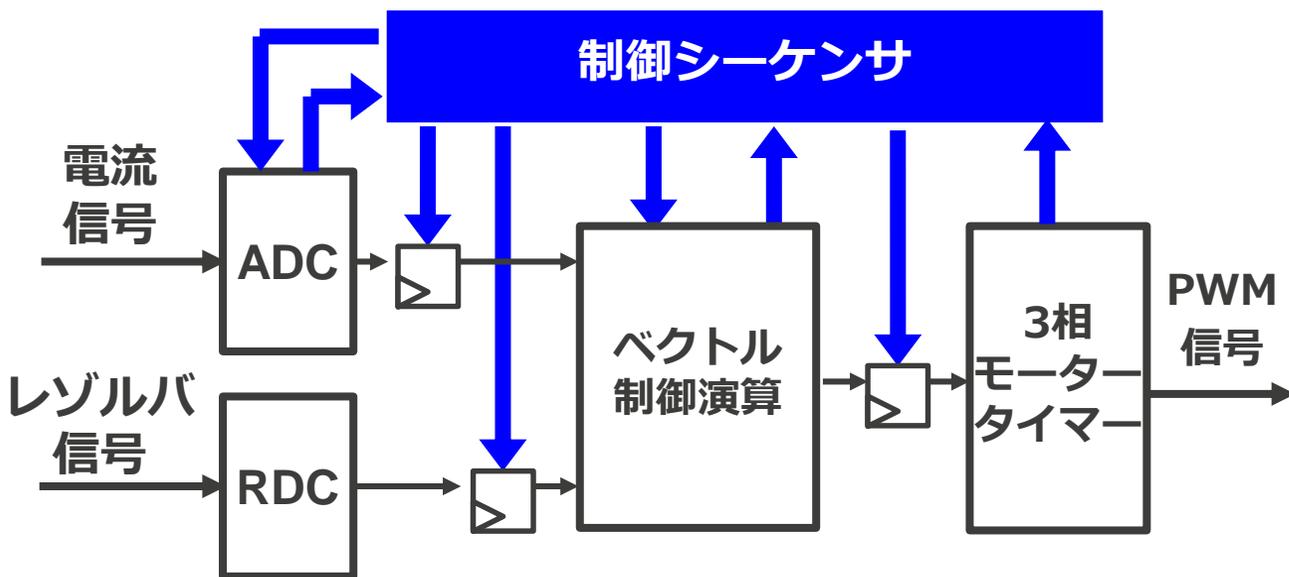
ルネサスマイコンが提供するモータ制御IP技術



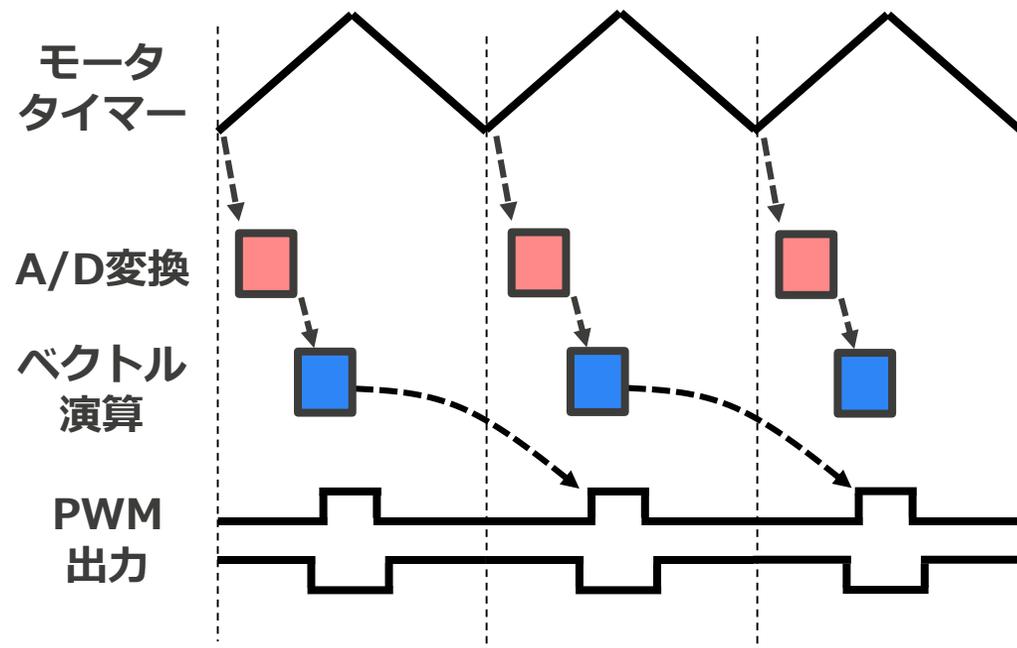
EV/HEVモーター制御IPシステム

マイコン内のIPが自動連動し、CPU負荷の非常に少ないモーター制御システムを実現

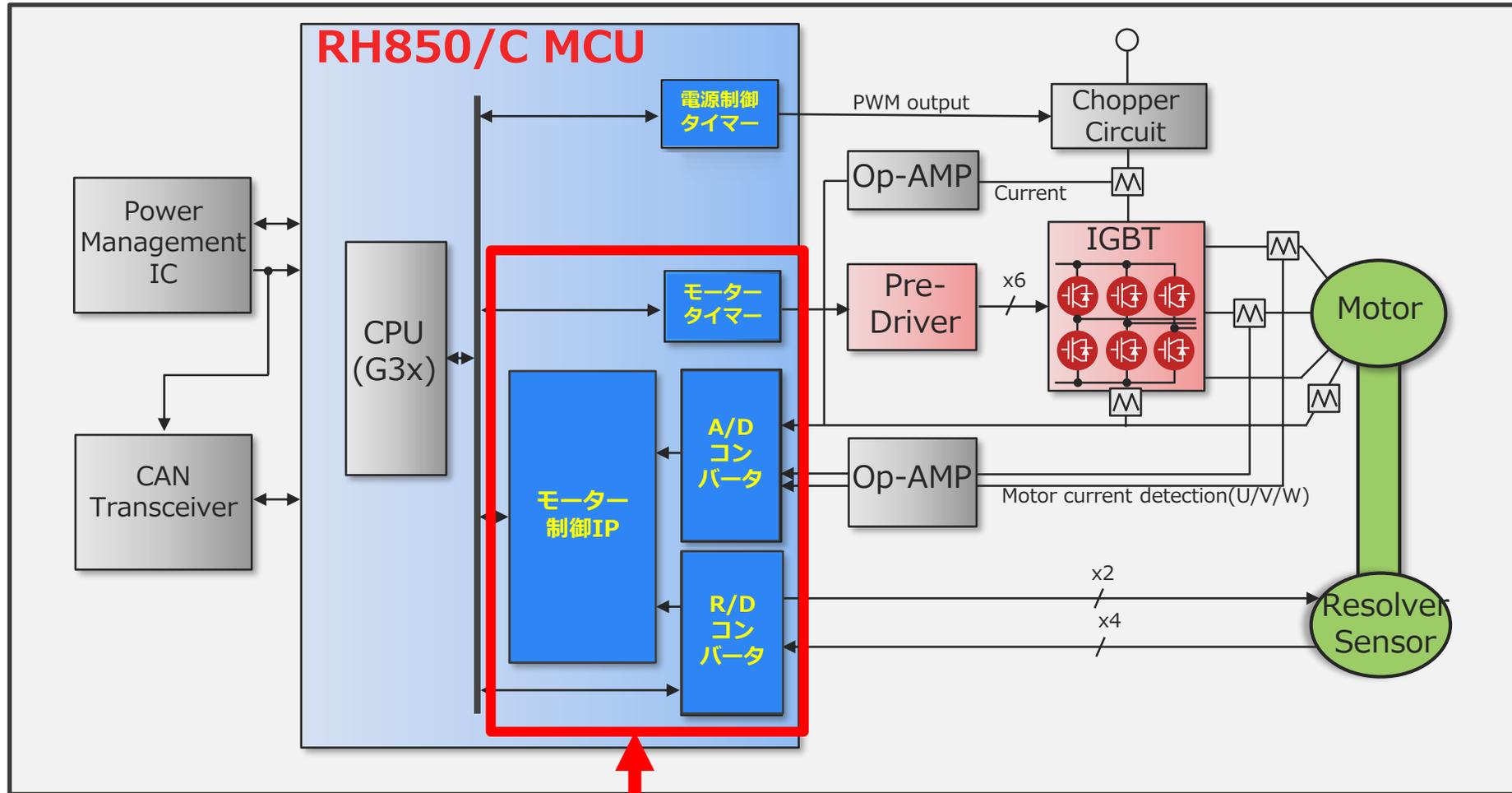
マイコン内のIP構成



マイコン内のIPタイミング制御



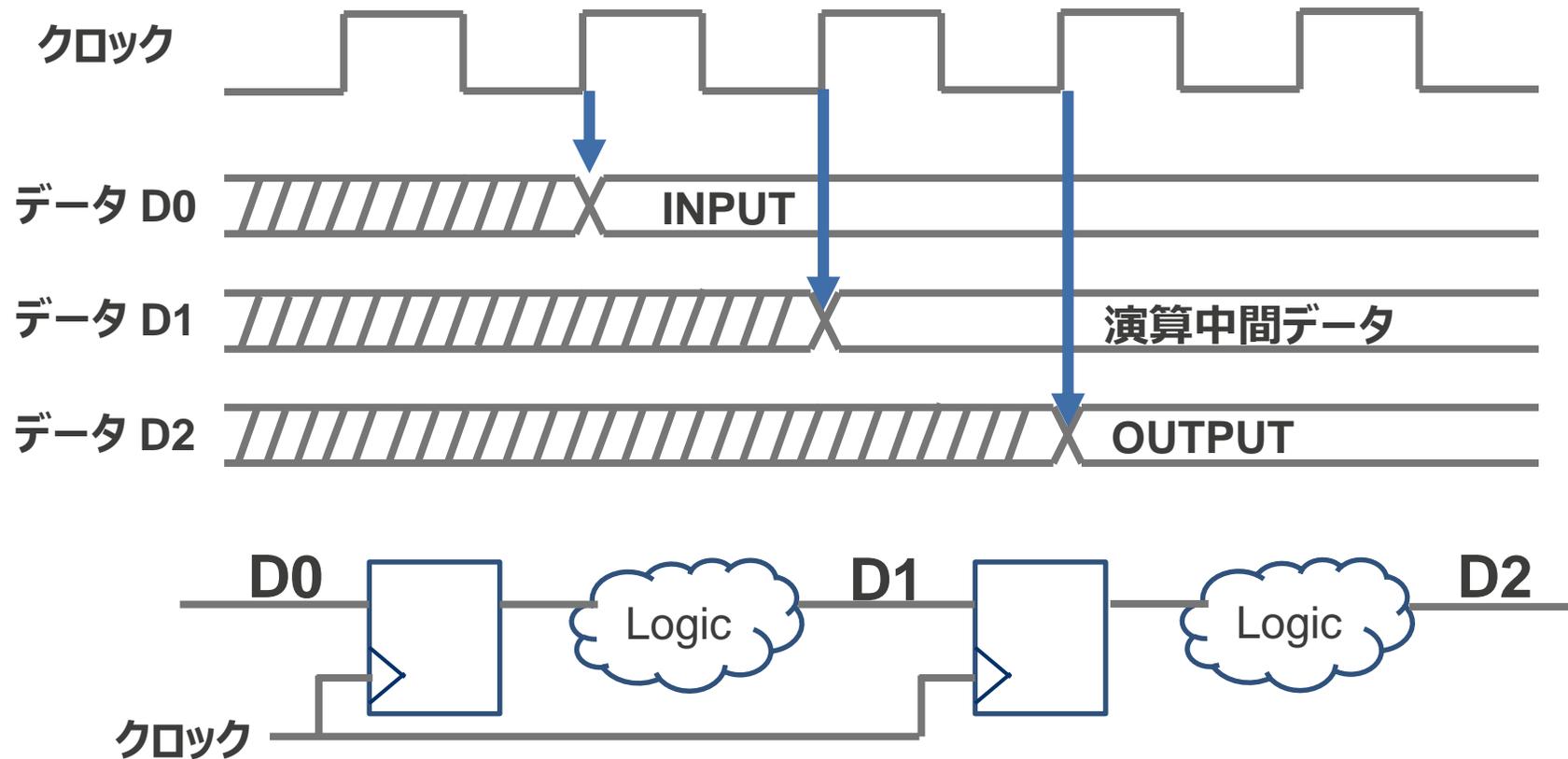
EV/HEVシステムを題材としたMILSモデリング



マイコン内部でモデリング対象とする部分

マイコンIPのSIMULINKモデリング(1)

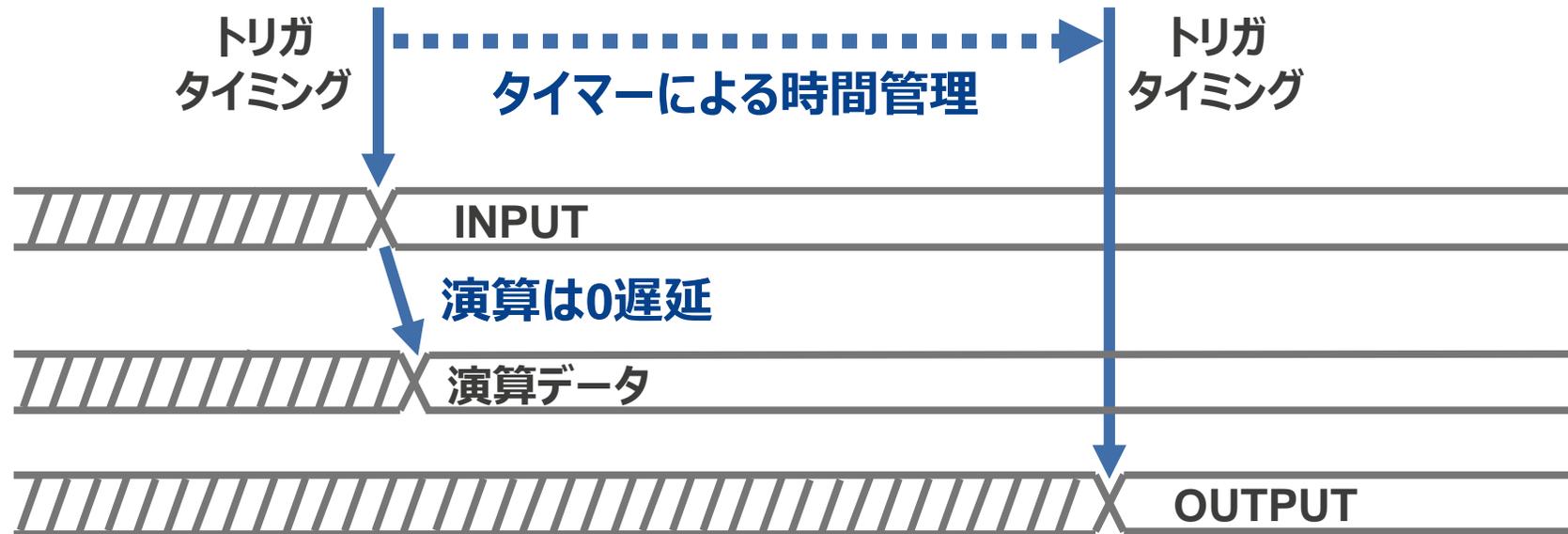
半導体の実回路はクロック同期パイプライン設計



マイコンIPのSIMULINKモデリング(2)

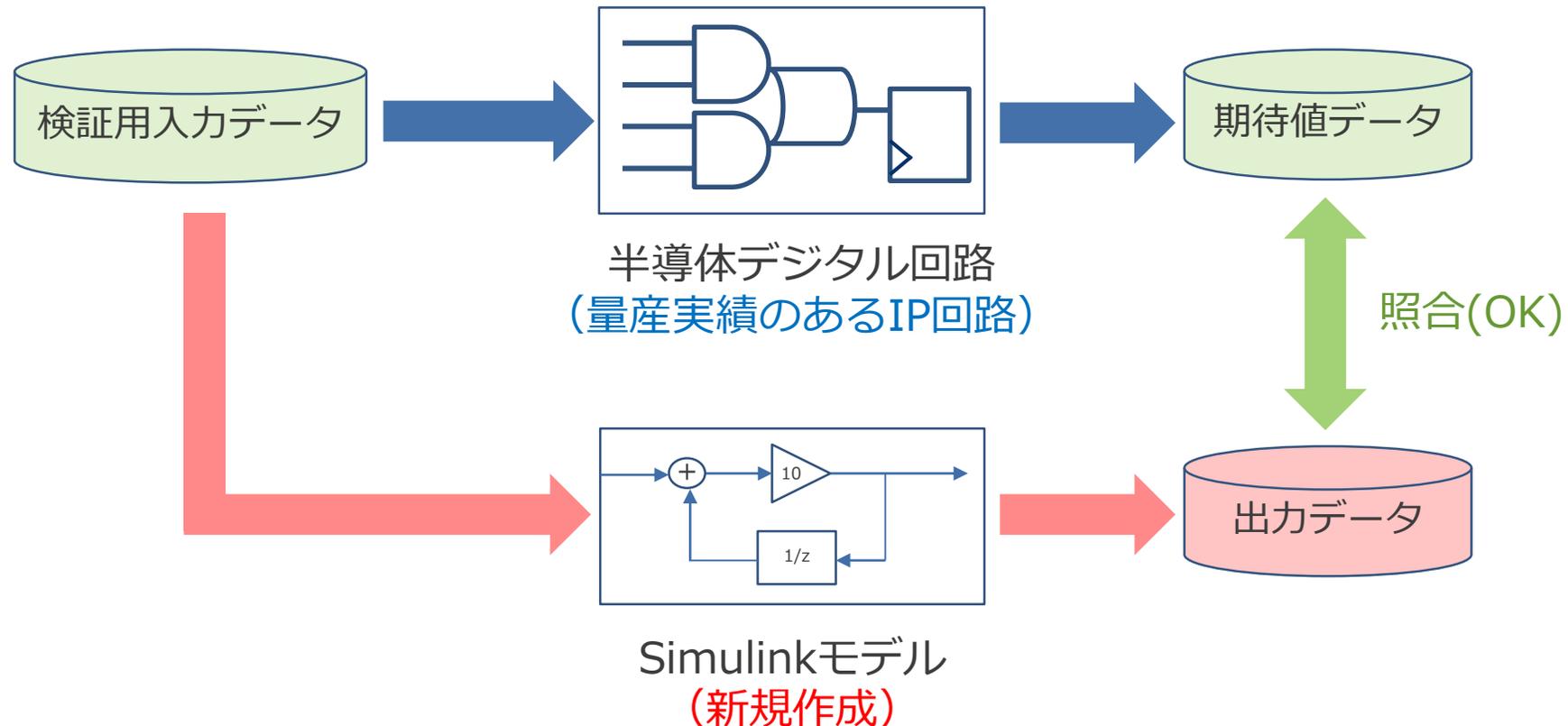
モデル化する場合は重要なデータの変化タイミングを時間管理する。

クロック
(仮想)



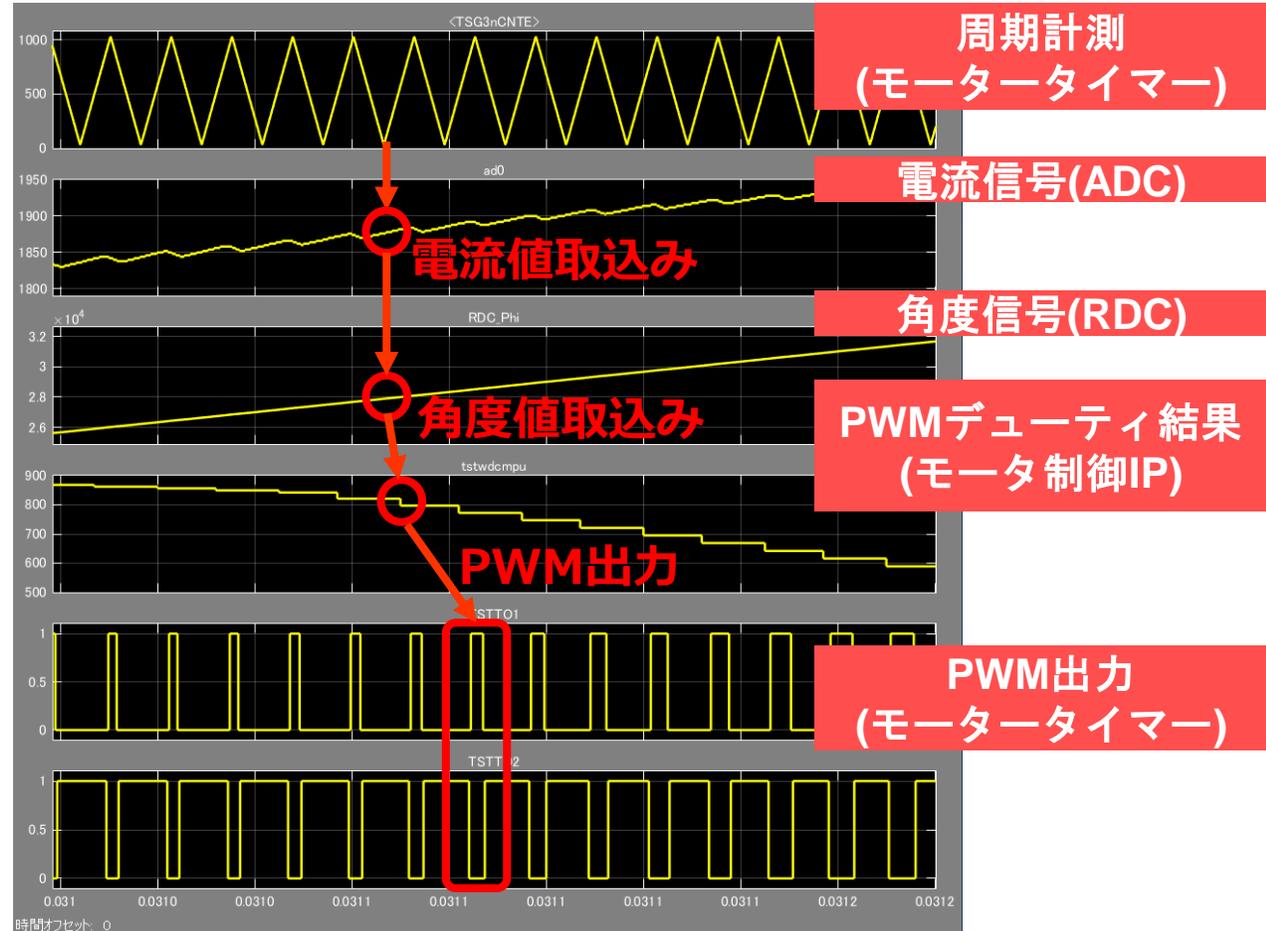
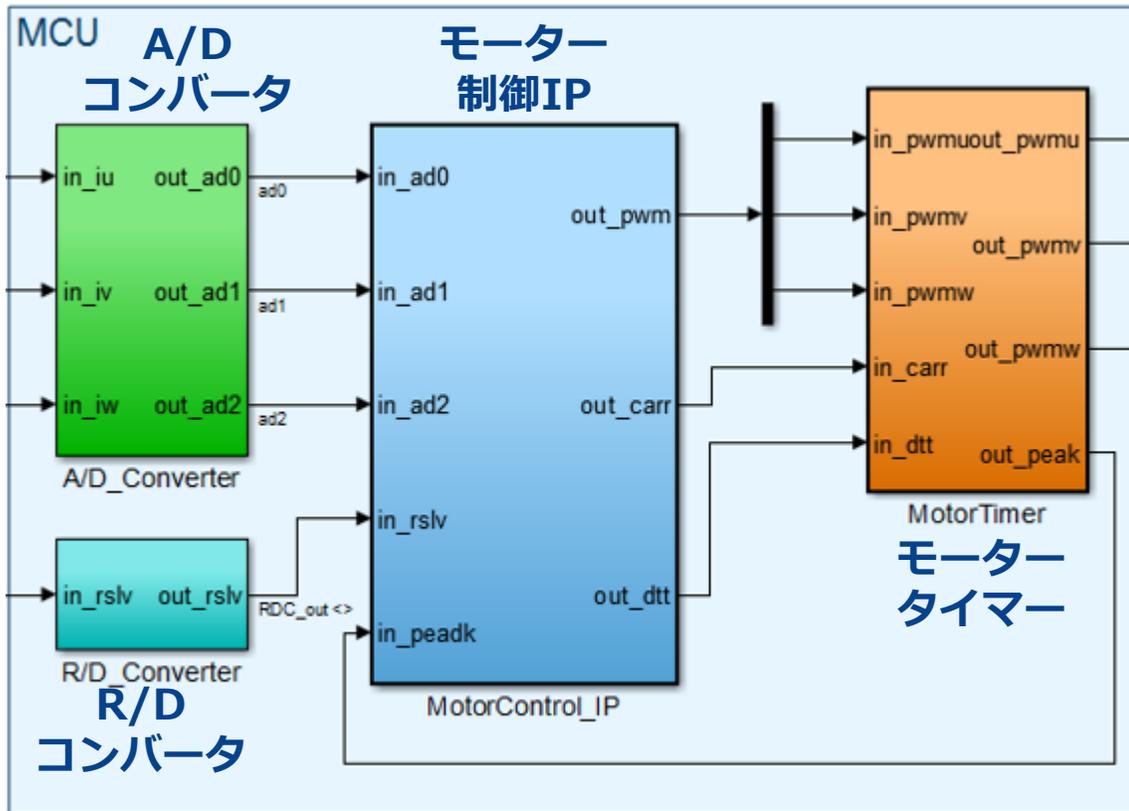
マイコンIPのSIMULINKモデリング(3)

検証は実際の半導体回路の期待値を用いて照合する。



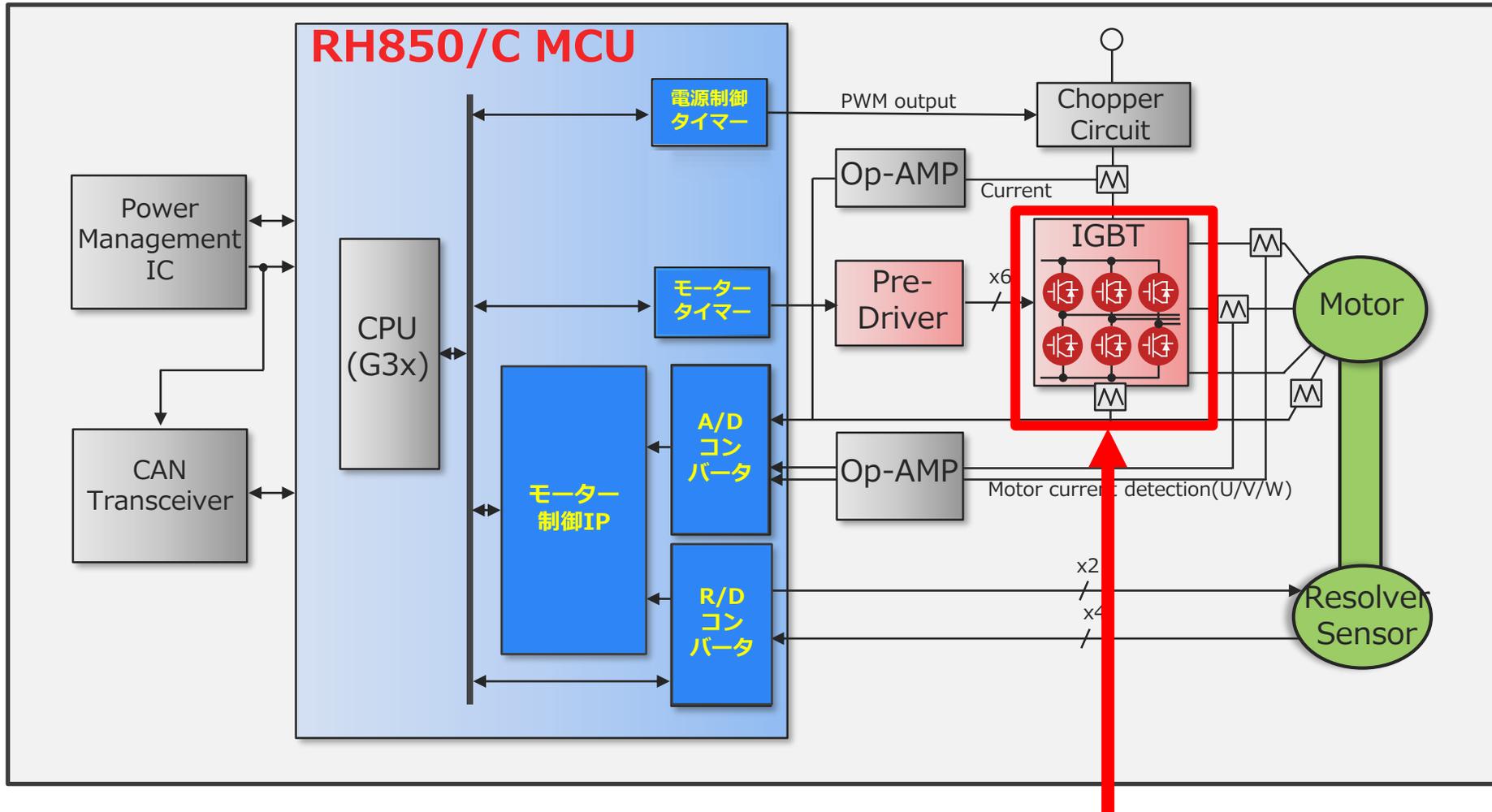
HEV/EVマイコンIPモデルの動作波形例

マイコンの周辺回路の動作を正確に動作再現することが可能



パワーデバイスモデリング事例

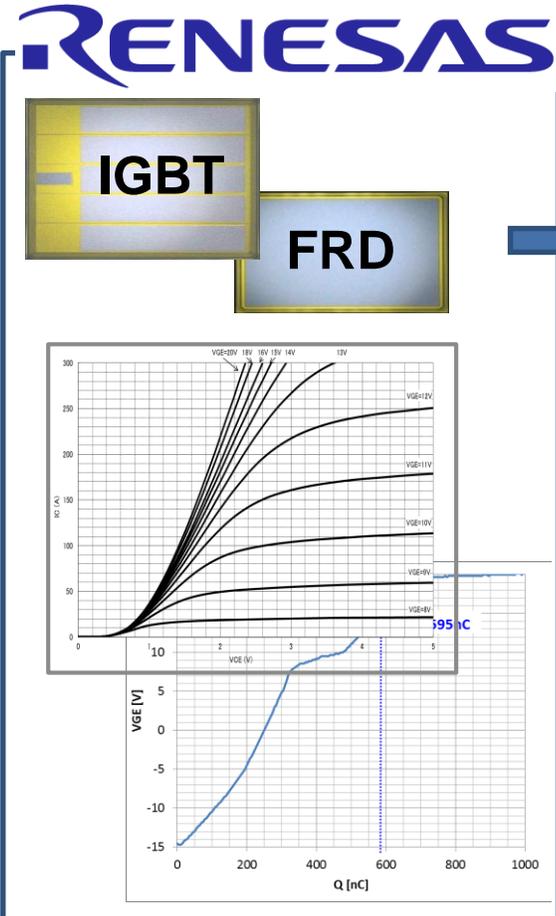
HEV/EVシステムを題材としたMILSモデリング



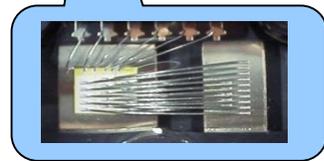
パワーデバイス部でモデリング対象とする部分

EVに貢献するルネサス車載IGBT製品シリーズ

EV向け高耐圧/高出力のIGBTのベアダイ提供をサポート中



Module-Assembly
By Customer



Bare die bonding
Assembly image

Product		Max rating		VCE(sat) & VF Max Spec (V)	Eoff & Err typical (mJ)
Part number	device	VCES (V)	IC (A)		
RJP6527JWT	IGBT	650	200	1.7	10
RJU6528JWT	FRD	650	200	2.0	2.7
RJP6505JWT	IGBT	650	300	1.8	20
RJU6506JWT	FRD	650	300	1.8	2
RJP6507JWT	IGBT	650	400	1.8	3.5
RJU6508JWT	FRD	650	400	1.8	7
RJQ7031JWT	IGBT	700	400	1.26	59
RJU7032JWT	FRD	700	400	1.56	3.8
RJP1C05JWT	IGBT	1200	150	1.9	15
RJU1C06JWT	FRD	1200	150	2.0	10

EV向けパワーデバイスモデリングの課題

熱設計が非常に重要

- ✓パワーモジュールの小型化のためにアルゴリズムレベルから熱対策を考慮要。

自己発熱デバイスでありモデリング難度高い

- ✓熱により電流・電圧特性が変化し、モデリングの難度が高い。

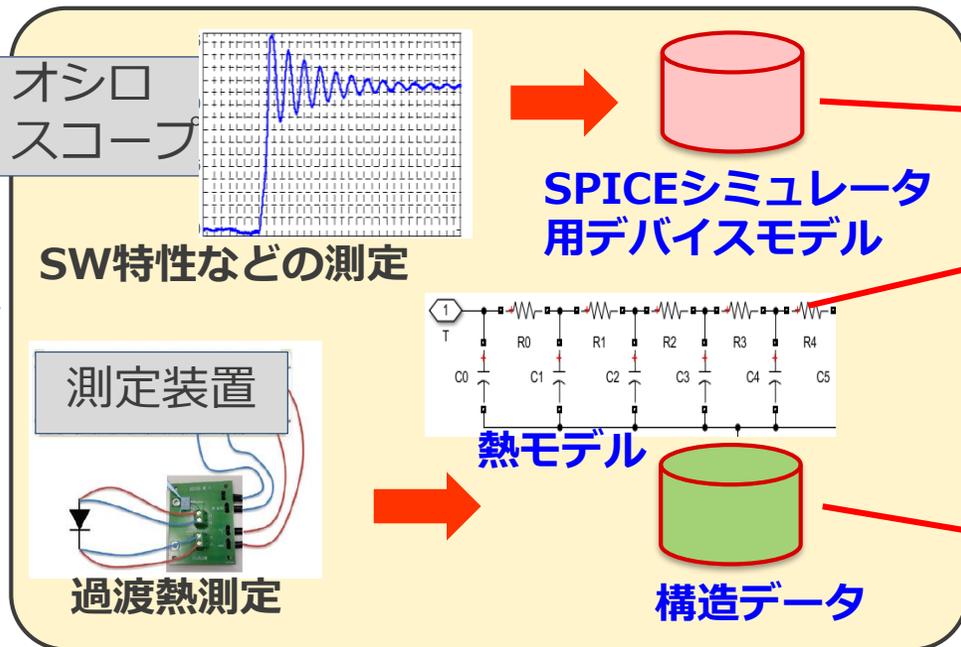
詳細度を求めると異種Simulatorとの連成が必要

- ✓異種Simulatorとの連成環境ではツール環境整備やコスト面に課題あり。

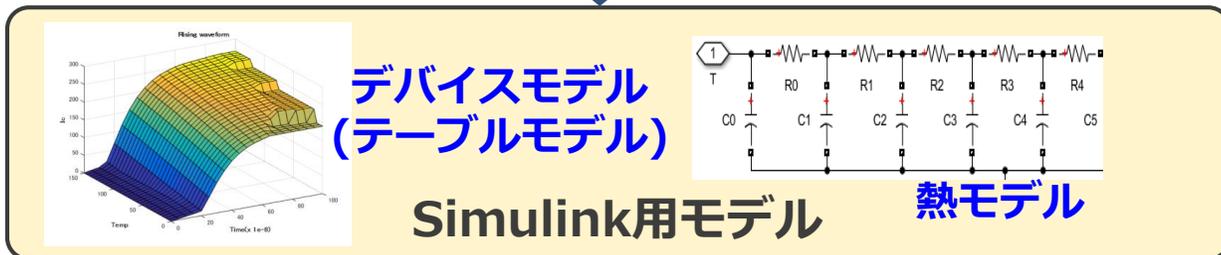
パワーデバイスのSIMULINKモデリング手法

実測・異種シミュレータによる妥当性検証を事前に行い、モデリング実施

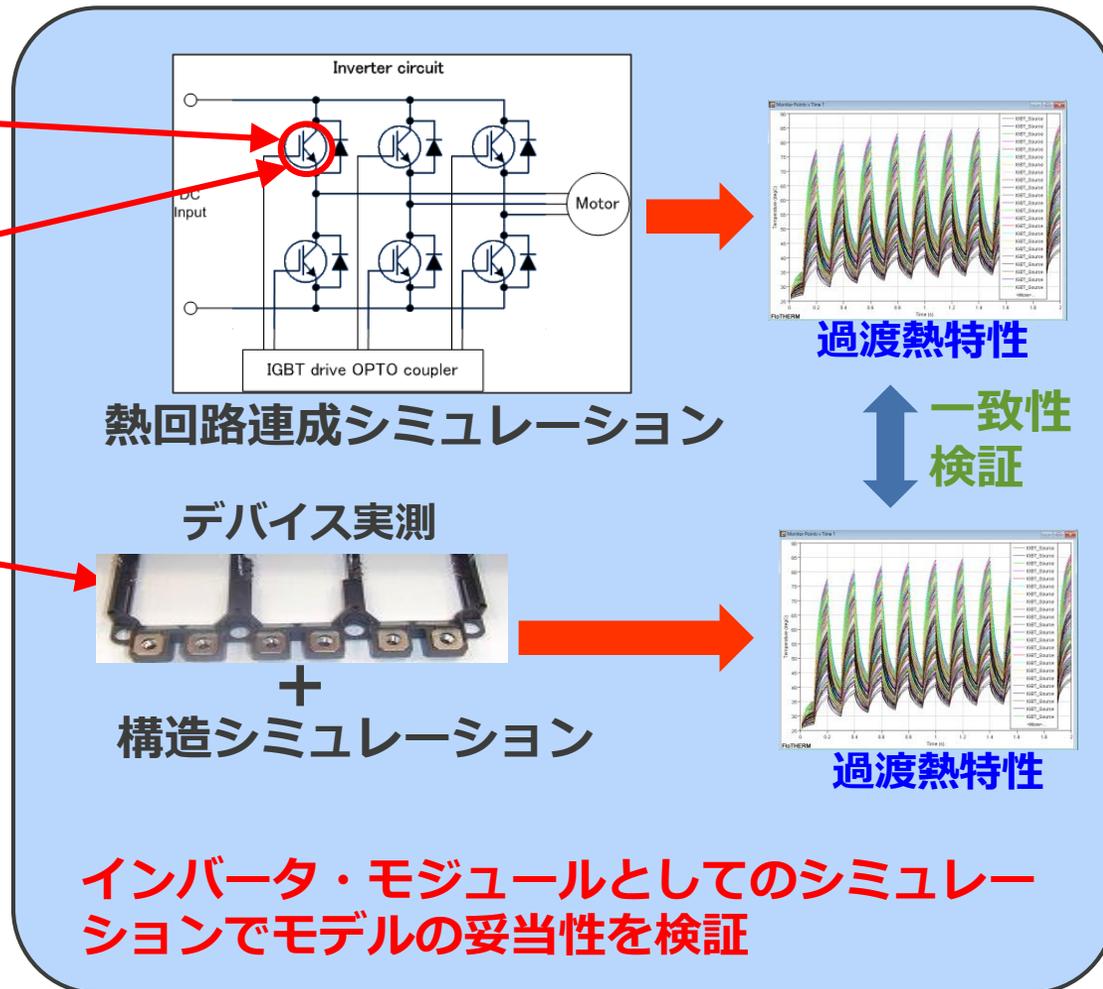
弊社パワーデバイス



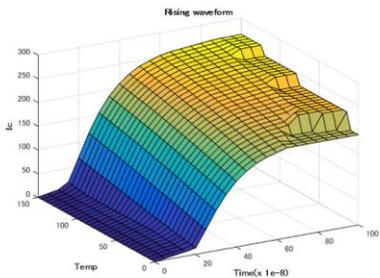
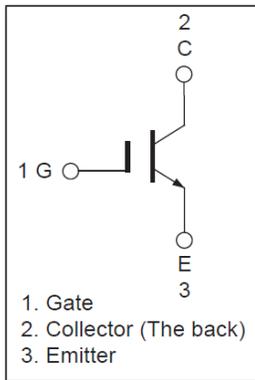
モデル作成



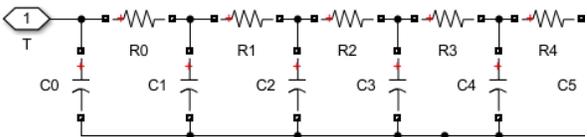
妥当性検証



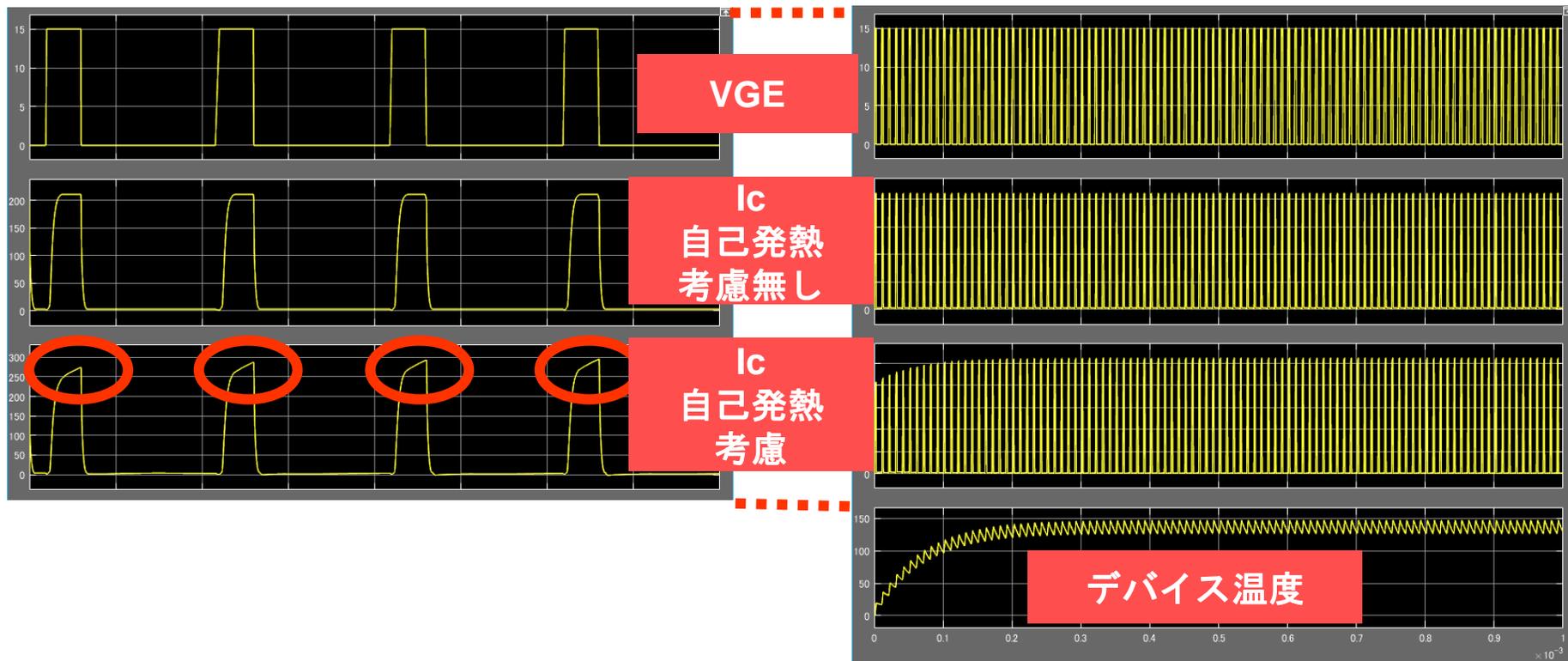
パワーデバイス・SIMULINKシミュレーション結果



デバイスモデル



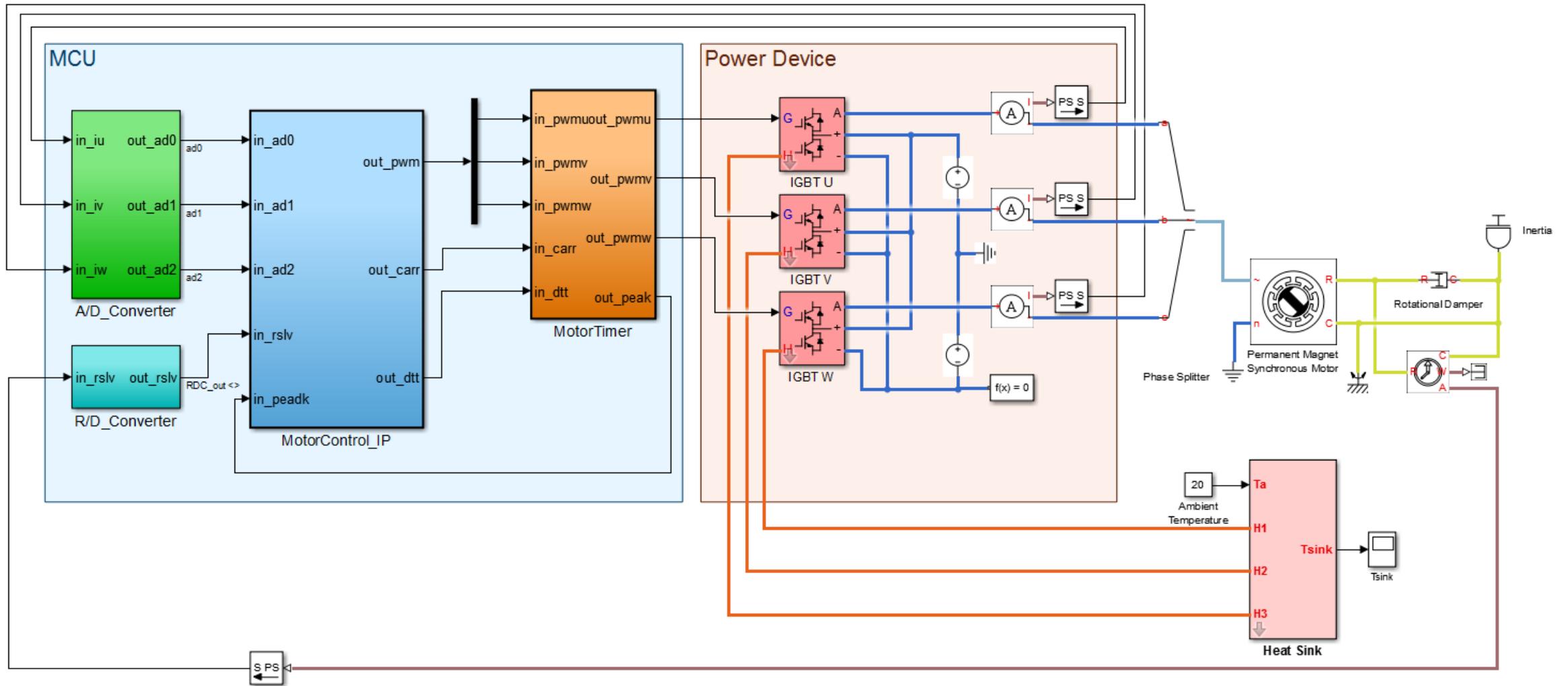
熱モデル



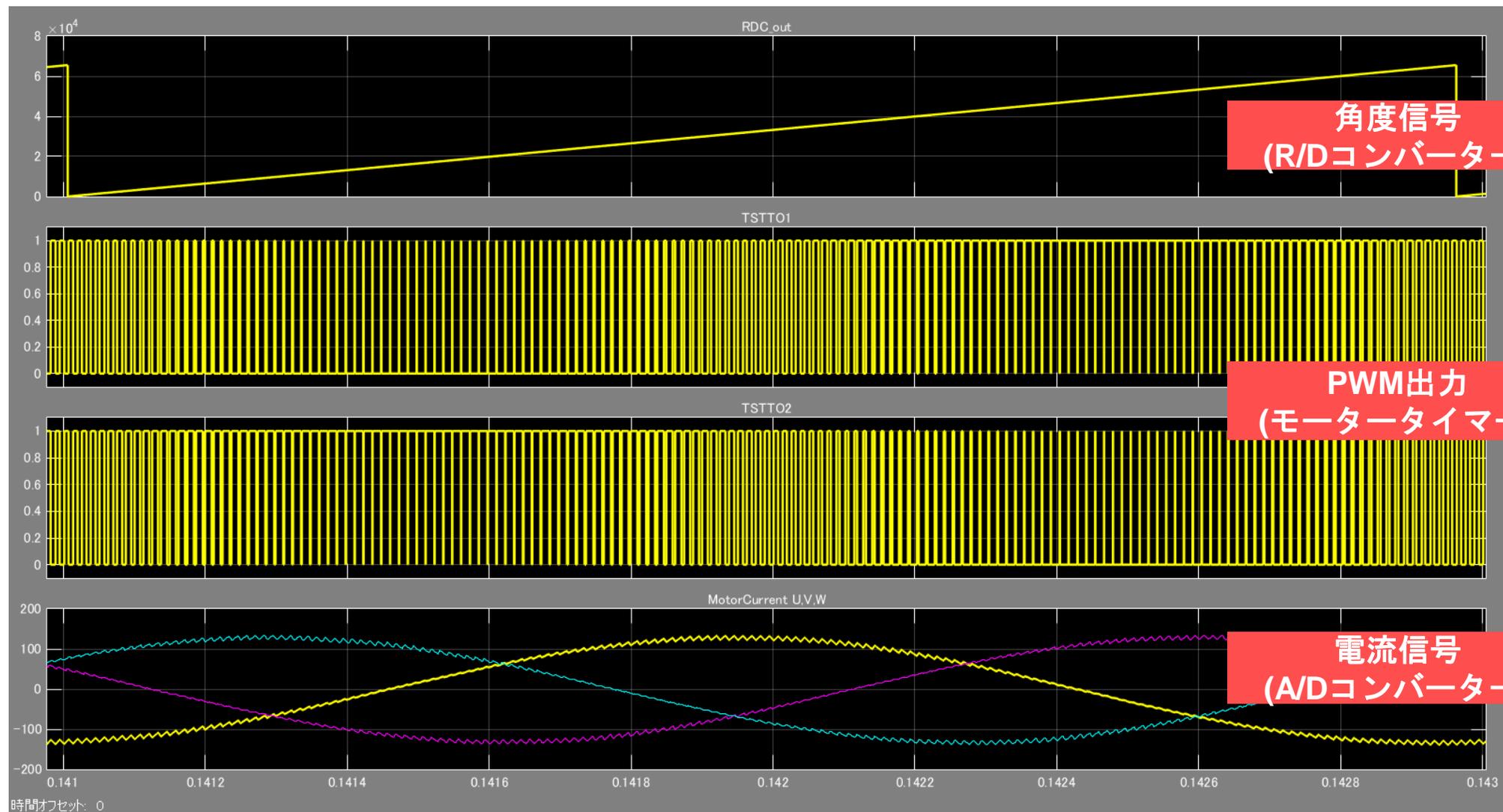
過渡特性Simulinkシミュレーション

システムSimulation事例

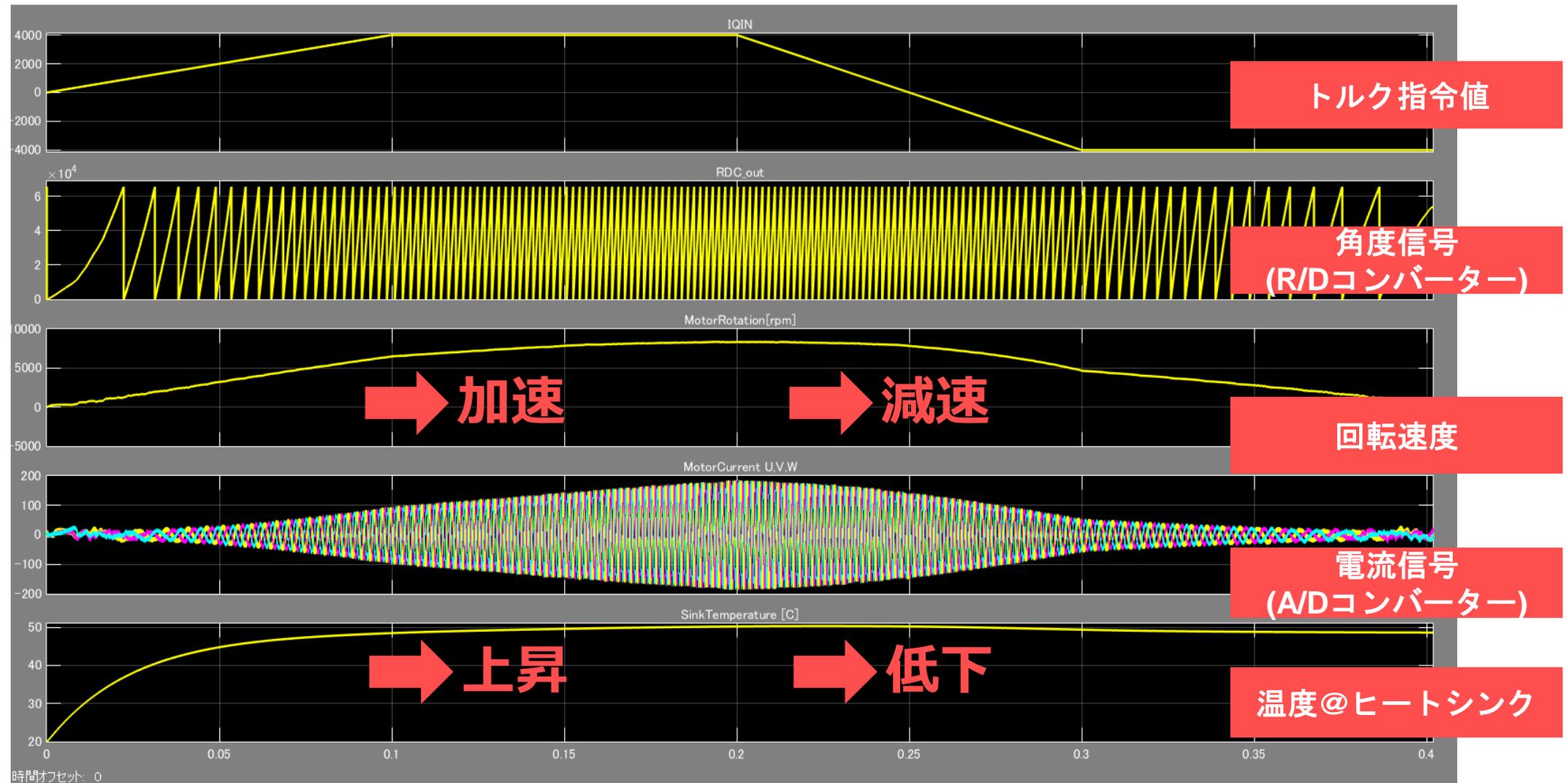
半導体モデル資産を活用したEVシステムシミュレーション環境例



半導体モデル資産を活用したモーター制御シミュレーション(1)



半導体モデル資産を活用したモーター制御シミュレーション(2)



半導体モデル資産を活用するメリット

MBDで詳細なアルゴリズム作り込みが可能

- ✓半導体機能・性能を把握しながら制御アルゴリズムモデルが作り込める

実デバイスとずれの少なく手戻り減少

- ✓V字右バンクでの実物との想定外のズレが起こりにくい

高速な試作イタレーション

- ✓アプリケーション層をモデル状態を維持しながら最適化

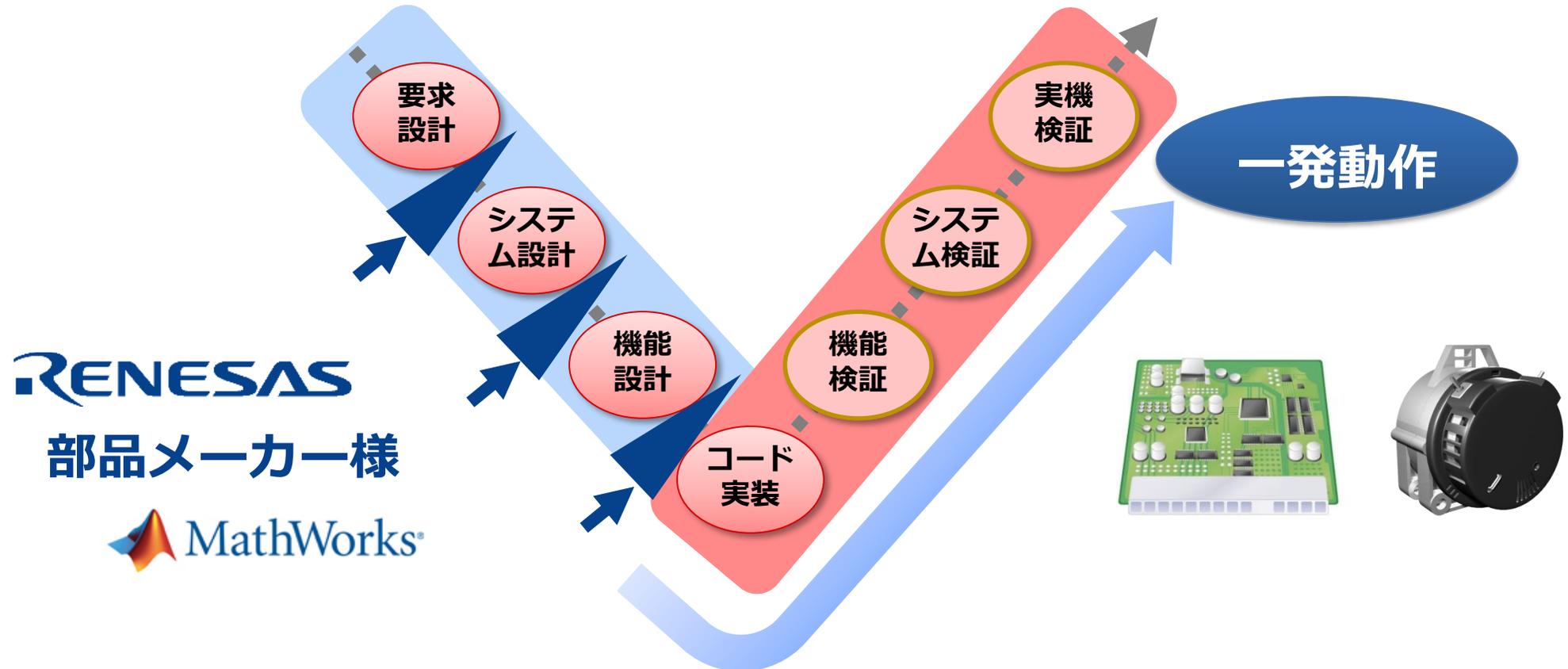
使用ツール一覧

ツール名	用途
MATLAB®/Simulink®	マイコンIP回路のモデリングおよびシミュレーション
Simscape™	パワーデバイス回路部のモデリングおよびシミュレーション
Simscape™ Power Systems™	モータモデルのシミュレーション

まとめ

半導体や部品モデル資産を活用したMBD Vプロセス

MATLAB/Simulink上で動作する半導体モデルをはじめとする
部品モデル資産の適用によりMBD Vプロセスを支えます。



まとめ

- モデルベース開発手法はEVモーターシステムの効率設計を進める上で重要な手段となってきました。
- 一方でEVモーターシステムのエネルギー効率を向上する上で半導体技術の重要性は今後さらに高まっています。
- 半導体資産モデルをMATLAB/Simulink環境に組み込むことで、これまでにないスムーズなVモデル開発が可能になると考えています。
- ルネサスの半導体資産を活用したモデルベース開発環境をぜひご活用ください。

www.renesas.com