

電動モビリティシステム設計を加速するモデリング技術 ～上流設計と詳細設計モデルの統合～

MathWorks Japan

アプリケーションエンジニアリング部

鎌谷 祐貴

アジェンダ

本セミナー対象者：電動システム設計者(上流設計) / 電力変換器設計者（詳細設計）

■ Introduction

- モビリティ電動化に伴う“要求ベースの設計”の重要性
- モデルを活用したシステム設計 導入における課題

■ Solution紹介

1. MBD領域と連携可能なシステム設計モデリング環境
2. 車体コンポーネントブロックを活用した自動車全体シミュレーション

■ まとめ

アジェンダ

- Introduction

- モビリティ電動化に伴う“要求ベースの設計”の重要性
- モデルを活用したシステム設計導入における課題

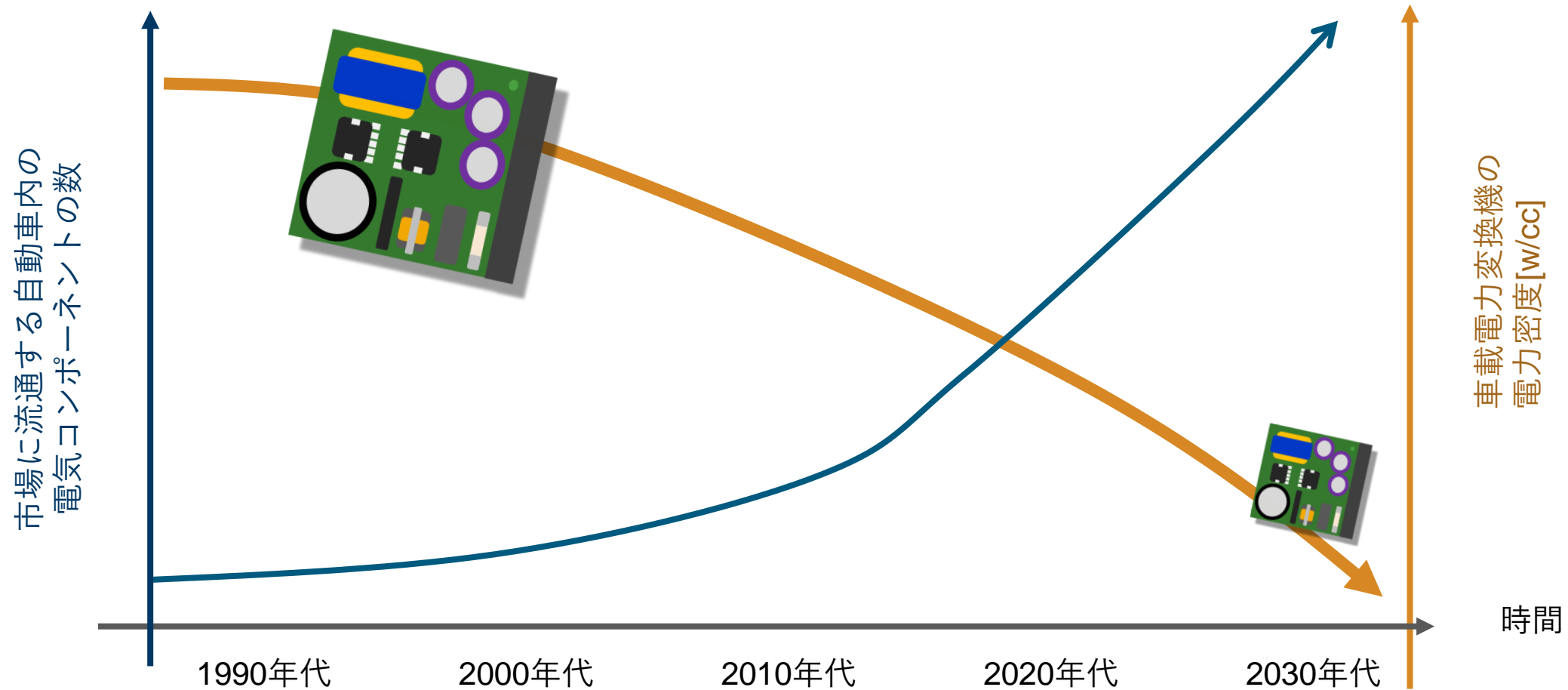
- Solution紹介

1. MBD領域と連携可能なシステム設計モデリング環境
2. 車体コンポーネントブロックを活用した自動車全体シミュレーション

- まとめ

モビリティ電動化と電力変換器に対する要求の変化

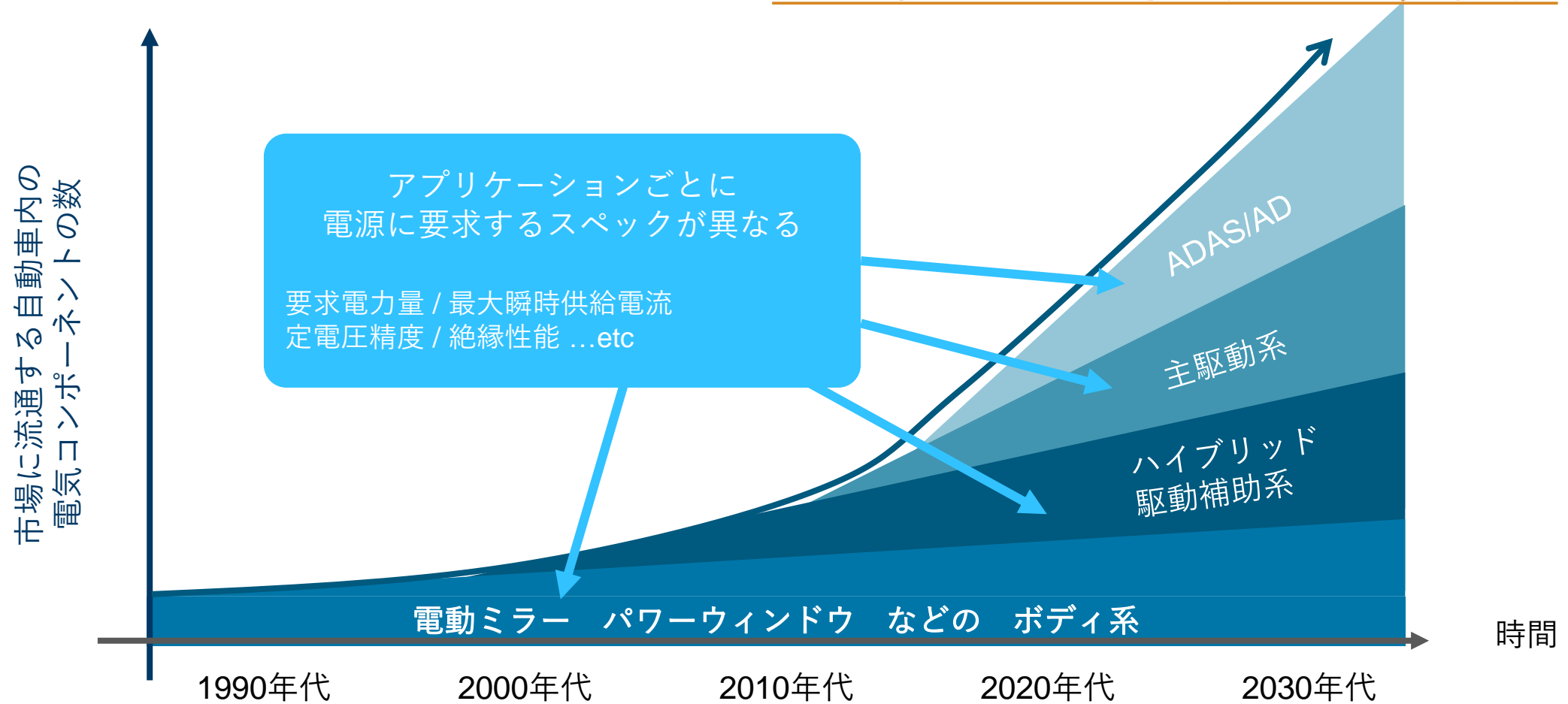
→電力変換器はひたすら小型・高効率・大容量化を先鋭化？



“高電力密度化だけ”ではPerfectではない

モビリティ電動化に伴う“要求ベースの設計”の重要性

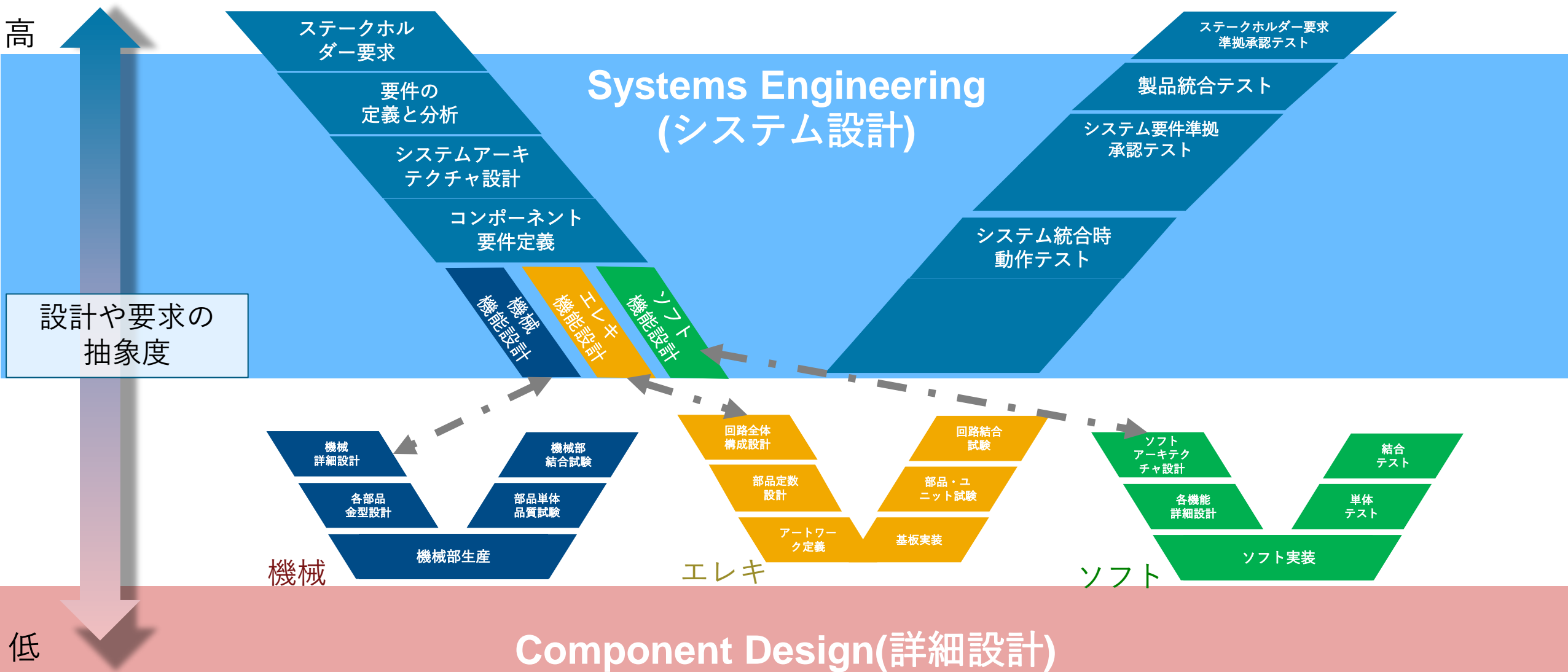
→システムが電動化すると大電力化 + 電力利用の目的・要求も多様化



要求に基づくシステム設計（上流）と
それに合わせたコンポーネントの設計（下流）が求められている

システム設計・詳細設計の関係性

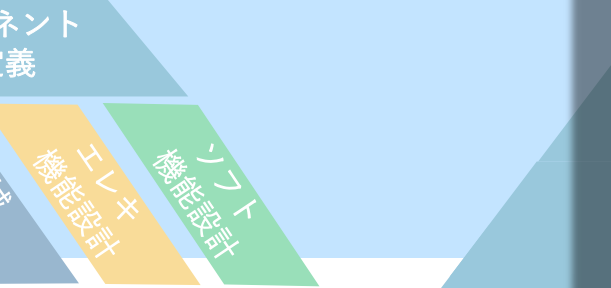
→設計効率化のアプローチとして“モデルベース”が各々で提案されている




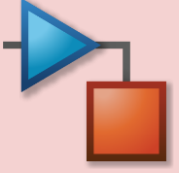
モデルを活用したシステム設計導入における課題

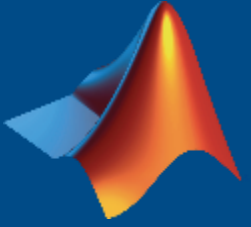
各々の設計目的に合わせてモデルベースが提案→はざまの発生

Systems Engineering (システム設計)



Component Design(詳細設計)

	記述に利用されるモデル	モデル化の主たる目的
(上流) Model Based Systems Engineering	UML SysML 	<ul style="list-style-type: none"> 仕様を図で表現することで、分野の異なるメンバーで設計方針のコンセンサスを取る 一律の記述方法を規定し意思疎通を円滑化 機能の役割範囲と関係性の設計など
“はざま”に存在する要素はどう管理する？ <ul style="list-style-type: none"> アーキテクチャモデルと詳細設計モデルの対応付け管理 インタフェース信号の型・次元などの管理 SysE-MBD間の要求や機能の更新情報の伝搬 		
Model Based Design (下流)	Simulink 	<ul style="list-style-type: none"> ソフト・ハードの“振る舞い”を抽象化 完成品がなくても設計を前倒して実施可能（フロントローディング効果）など



MathWorks ツールが提供するもの 要求情報に紐づいたシステムアーキテクチャモデル構築環境

Model Based Systems Engineering

Requirements Toolbox

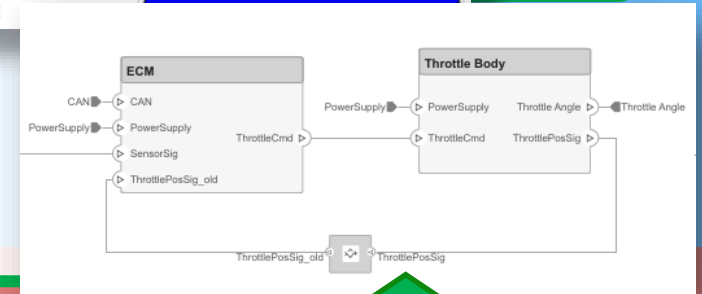
(旧 Simulink Requirements)

- 要件の定義と管理・トレーサビリティ作成
- Simulink/System Composerと連携

Index	Summary	Implemented
▼ PFCSystemRequirements		
▼ 1	ソフトウェア実装ハードウェア...	
1.1	クロック	
1.2	AD変換	
▼ 1.3	PWM出力	
1.3.1	スイッチング周波数	
1.3.2	PWM分解能	

System Composer

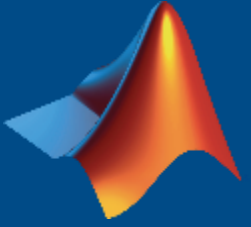
- Simulinkと直接紐付け可能なシステムアーキテクチャ・コンポーネント記述
- 各コンポーネントのインタフェースの定義と管理



Simulink / Stateflow



Model Based Design

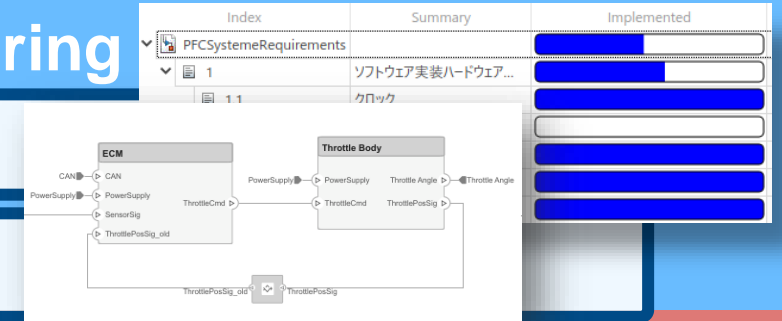
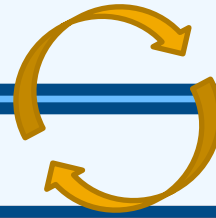


MathWorks ツールが提供するもの 専用ブロックライブラリを活用し素早くモデル構築

Model Based Systems Engineering

Requirements Toolbox

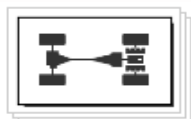
System Composer



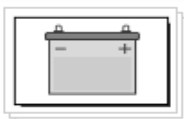
Simulink / Stateflow

Powertrain Blockset

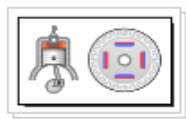
- ・パワートレインシステム専用のブロック群
- ・様々な構成のエンジンベンチサンプルモデルの提供 (エンジン/ハイブリッド/EV/FCV)



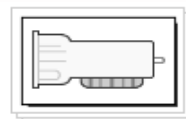
Drivetrain



Energy Storage and Auxiliary Drive



Propulsion



Transmission

Simscape Electrical

平均モデルからスイッチまで幅広い電気系ブロック提供



Average-Value DC-DC Converter

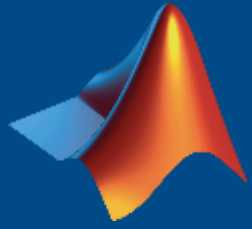


Half-Bridge (Ideal, Switching)



N-Channel IGBT

Model Based Design

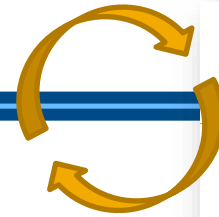


MathWorksツールチェーンによる 上流と下流が融合したモデリング環境をお試ください！

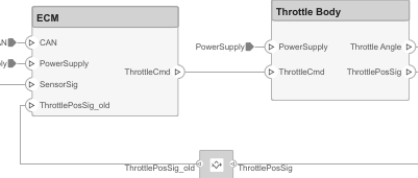
Model Based Systems Engineering

Requirements Toolbox

System Composer

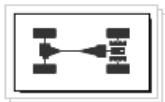


Index	Summary	Implemented
PFCSysteRequirements		
1	ソフトウェア実装ハードウェア...	
	ロック	
	変換	
	VM出力	
	スイッチング周波数	
	VM分解能	

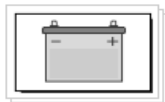


Simulink / Stateflow

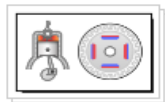
Powertrain Blockset



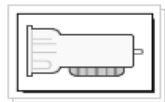
Drivetrain



Energy Storage
and Auxiliary Drive

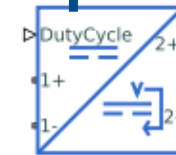


Propulsion



Transmission

Simscape Electrical



Average-Value DC- Half-Bridge (Ideal
Converter Switching)



N-Channel IGBT

Model Based Design

アジェンダ

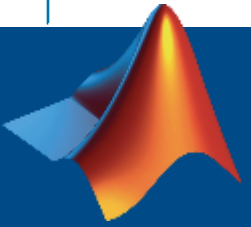
- Introduction

- モビリティ電動化に伴う“要求ベースの設計”の重要性
- モデルを活用したシステム設計 導入における課題

- Solution紹介

1. MBD領域と連携可能なシステム設計モデリング環境
2. 車体コンポーネントブロックを活用した自動車全体シミュレーション

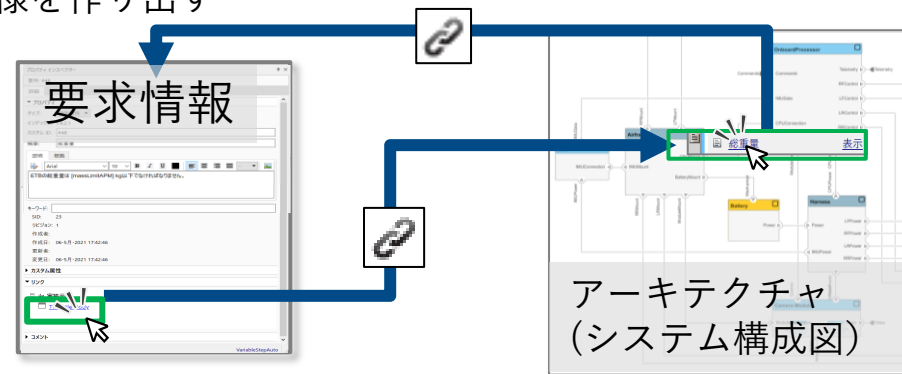
- まとめ



MathWorks が提供する Model Based Systems Engineering環境

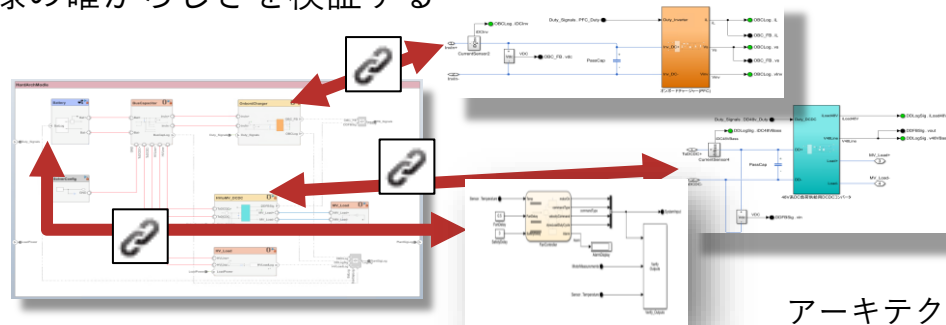
1 システムアーキテクチャ設計

要求情報とアーキテクチャモデルとの関係性を定義する過程で
詳細な仕様を作り出す



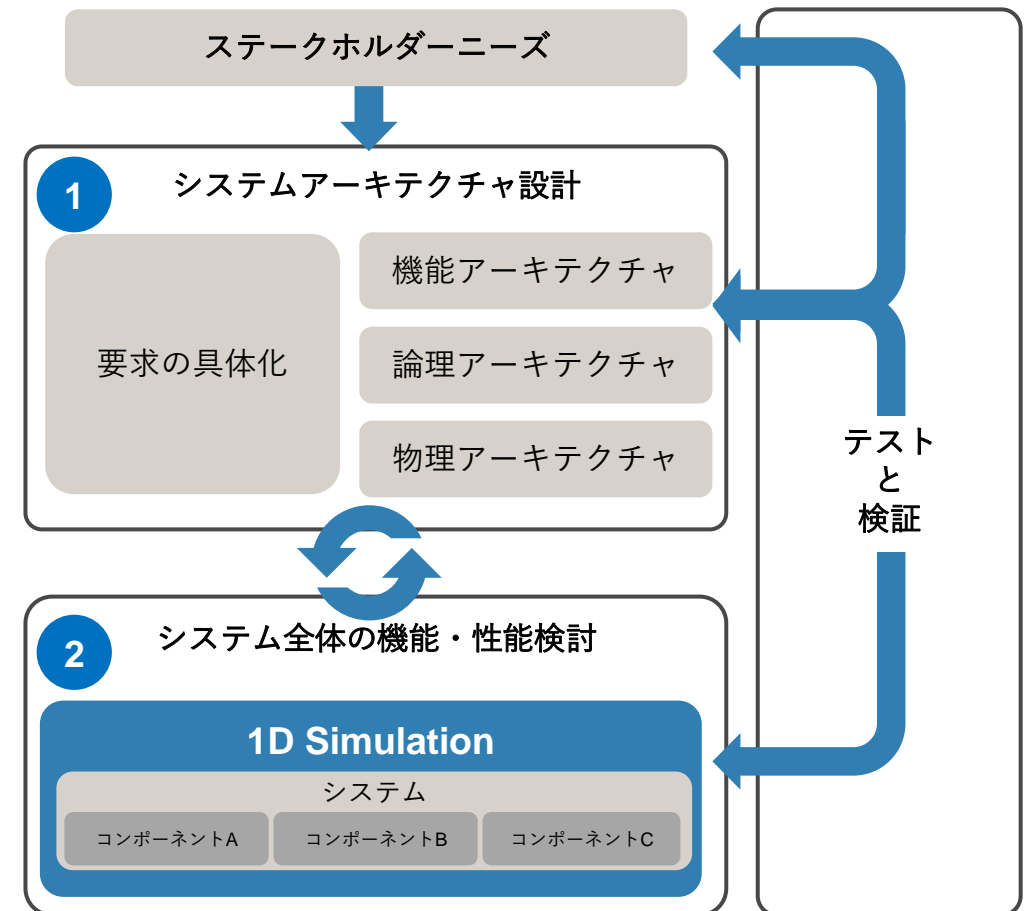
2 システム全体の機能・性能検討

①で仮決定した仕様に基づいた1Dシミュレーションで
仕様の確からしさを検証する



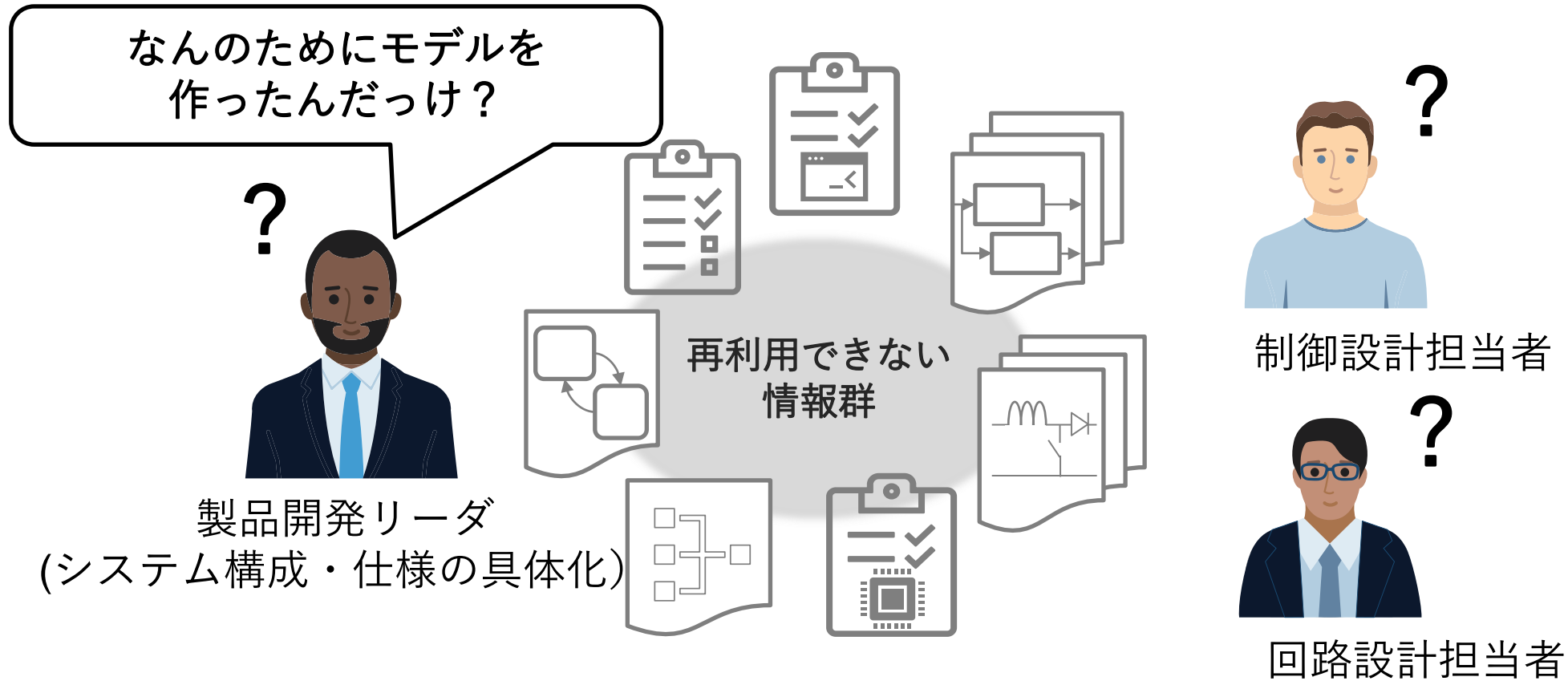
アーキテクチャに直接
動的なコンポーネント動作を
モデリングして紐付け

Model Based Systems Engineering(MBSE)による開発フロー



MBSE活用をする際によくある状況①

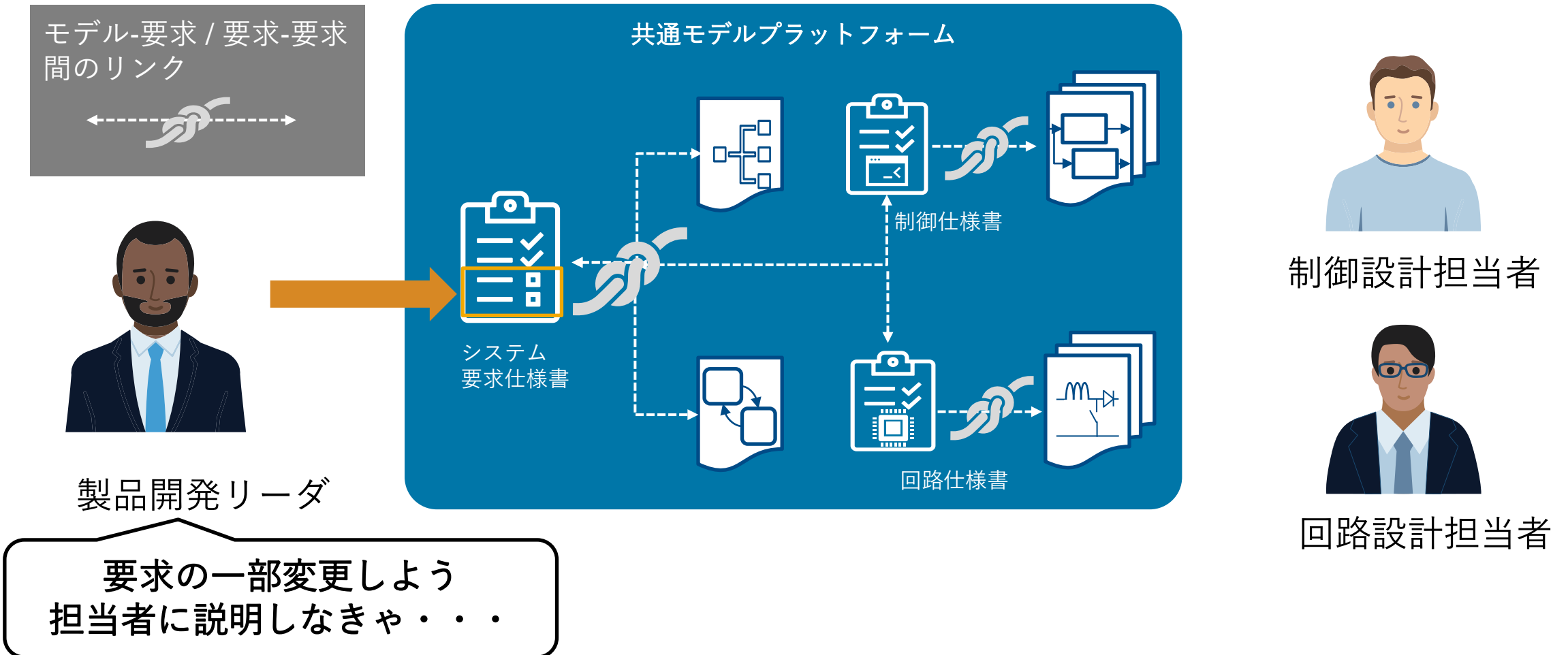
設計意図を記述するドキュメントやモデルが標準化されていない



- 情報が属人化しナレッジが組織に溜まっていかない
- 設計変更に対してモデルを再利用することが難しい

MBSE活用のポイント 1

→ 要求情報とモデルを紐づけ管理し仕様変更の影響を素早く把握



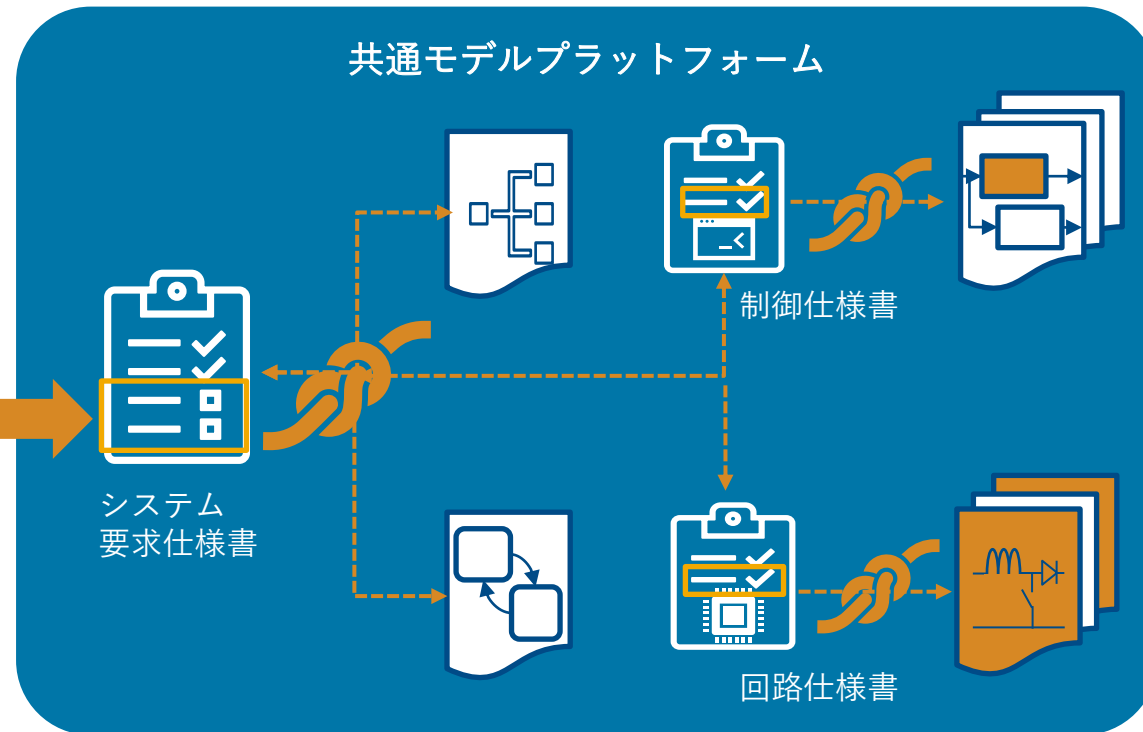
MBSE活用のポイント 1

→ 要求情報とモデルを紐づけ管理し仕様変更の影響を素早く把握

意思疎通のための
人的コストが減った！



製品開発リーダー



ハイライトされている箇所を
設計し直せばよいのか！



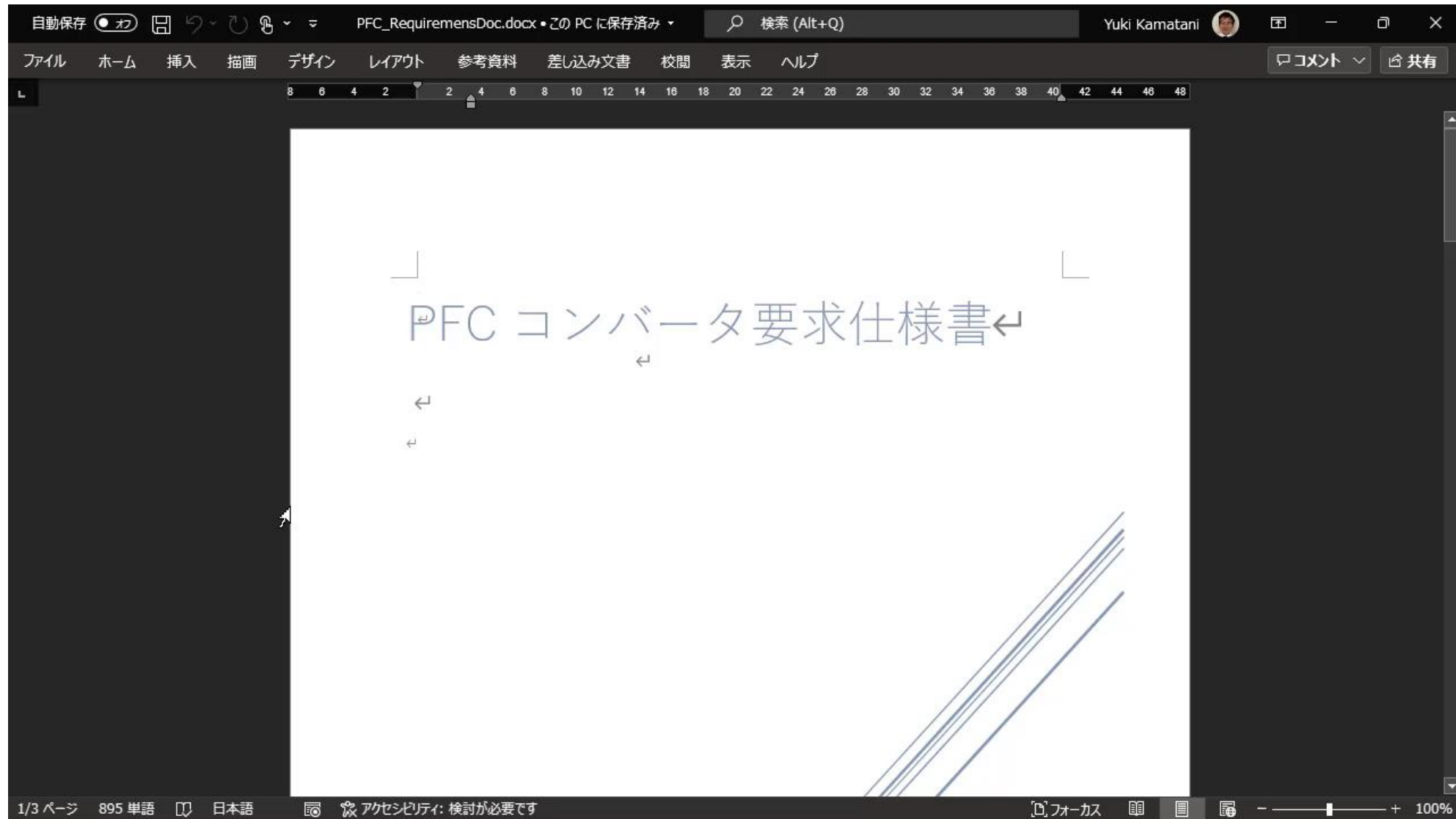
制御設計担当者



回路設計担当者

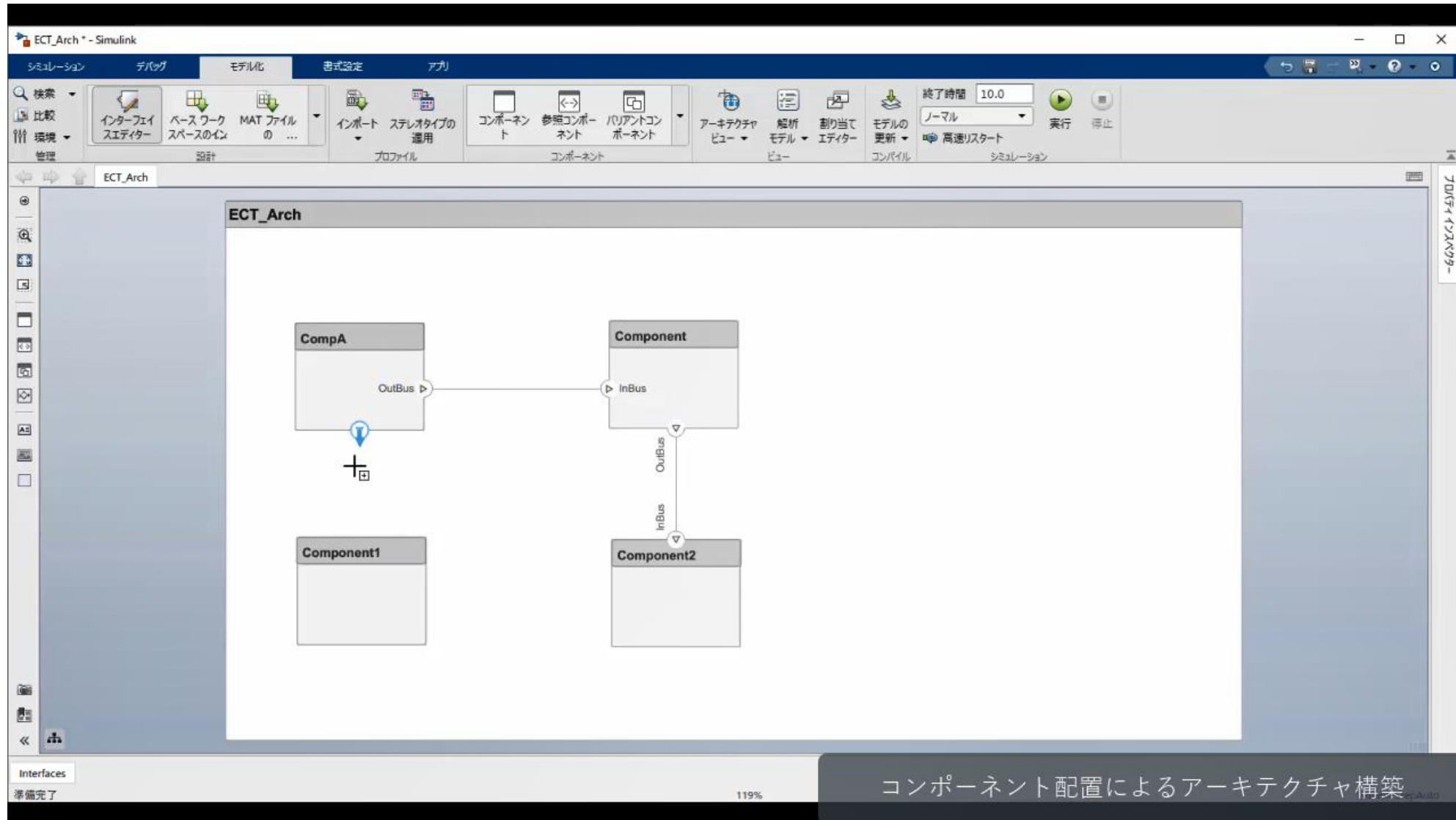
MBSE活用のポイント 1

Requirements Toolbox で要求情報を取り込み



MBSE活用のポイント 1

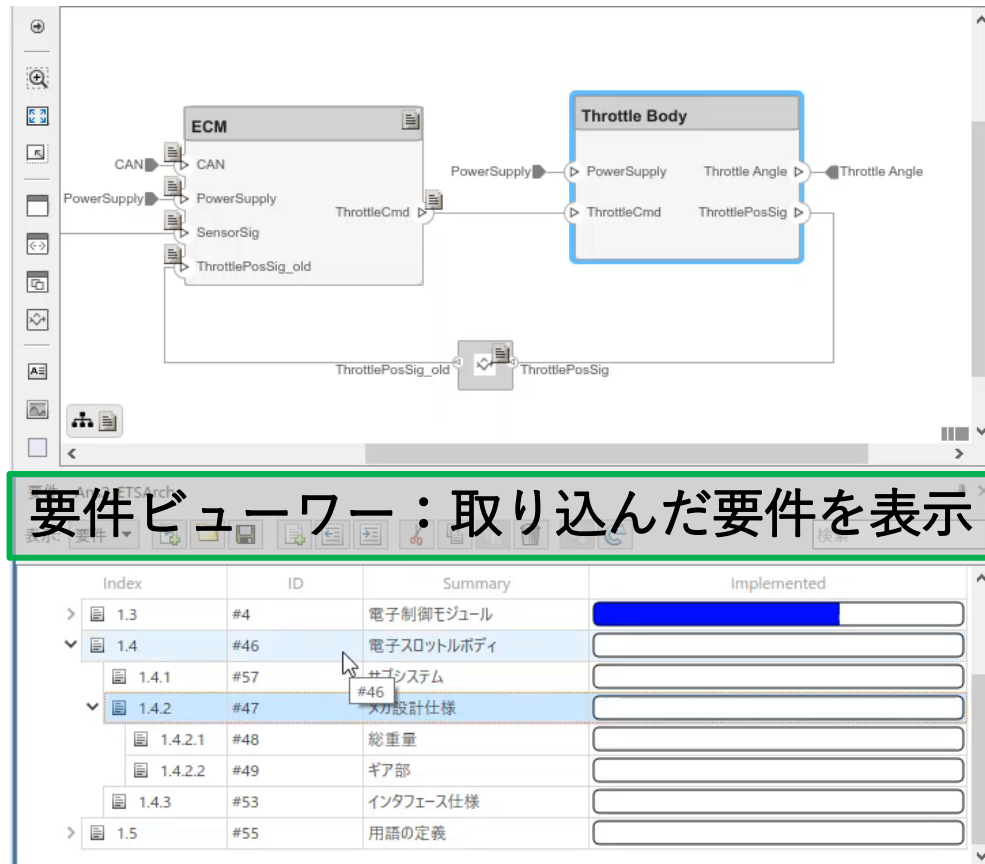
System Composerでシステムの構成図を記述



MBSE活用のポイント 1

要求とモデルが紐づいた“共通プラットフォーム”でナレッジ蓄積

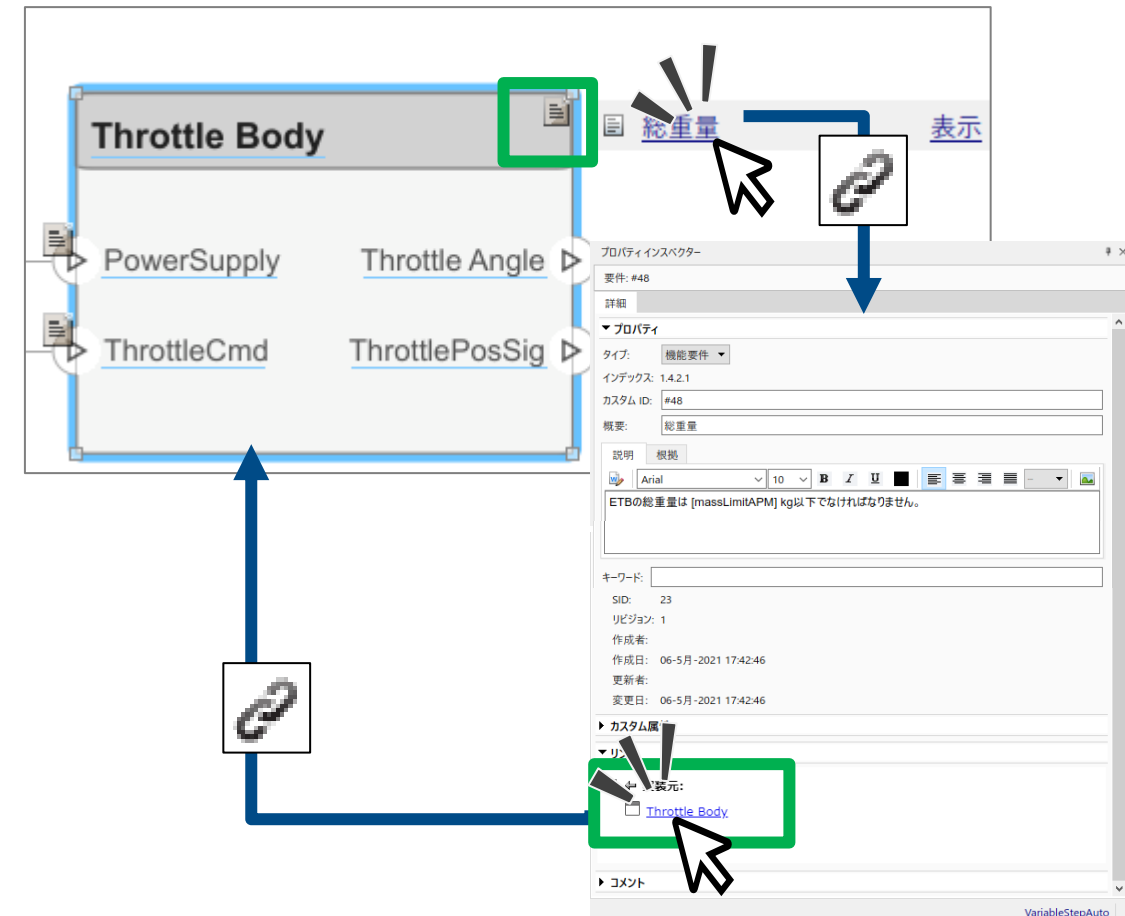
- 要件ビューワに要件情報を取り込み
ドラックアンドドロップで紐付け



要件ビューワ：取り込んだ要件を表示

Index	ID	Summary	Implemented
> 1.3	#4	電子制御モジュール	<div style="width: 100%;"></div>
> 1.4	#46	電子スロットルボディ	<div style="width: 100%;"></div>
1.4.1	#57	ECUシステム	<div style="width: 100%;"></div>
1.4.2	#47	メカ設計仕様	<div style="width: 100%;"></div>
1.4.2.1	#48	総重量	<div style="width: 100%;"></div>
1.4.2.2	#49	ギア部	<div style="width: 100%;"></div>
1.4.3	#53	インタフェース仕様	<div style="width: 100%;"></div>
> 1.5	#55	用語の定義	<div style="width: 100%;"></div>

- 双方向トレーサビリティ



Throttle Body

PowerSupply Throttle Angle

ThrottleCmd ThrottlePosSig

総重量

表示

プロパティインスペクター

要件: #48

詳細

▼ プロパティ

タイプ: 機能要件

インデックス: 1.4.2.1

カスタム ID: #48

概要: 総重量

説明 根拠

ETBの総重量は [massLimitAPM] kg以下でなければなりません。

キーワード:

SID: 23

リビジョン: 1

作成者:

作成日: 06-5月-2021 17:42:46

更新者:

変更日: 06-5月-2021 17:42:46

カスタム属性

リソース

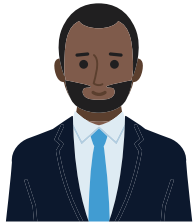
Throttle Body

コメント

MBSE活用をする際によくある状況②

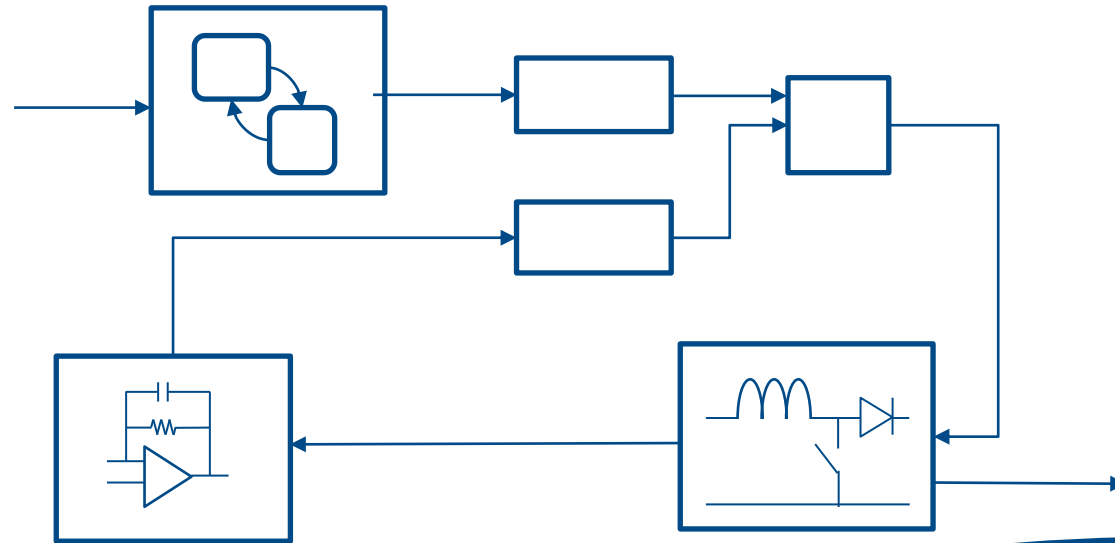
すべての要素を一つのモデルファイルに記述する

このアーキテクチャで
行きましょう

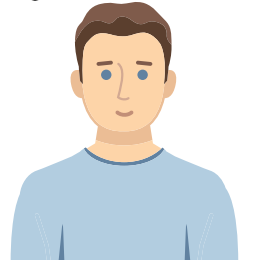


製品開発リーダー

共通モデルプラットフォーム

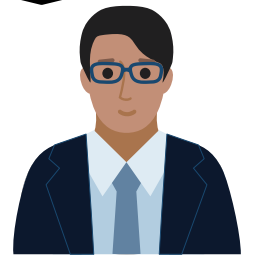


了解



制御設計担当者

了解

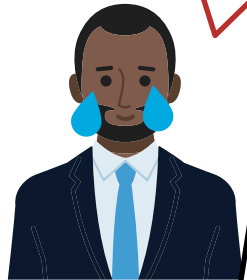


回路設計担当者

MBSE活用をする際によくある状況②

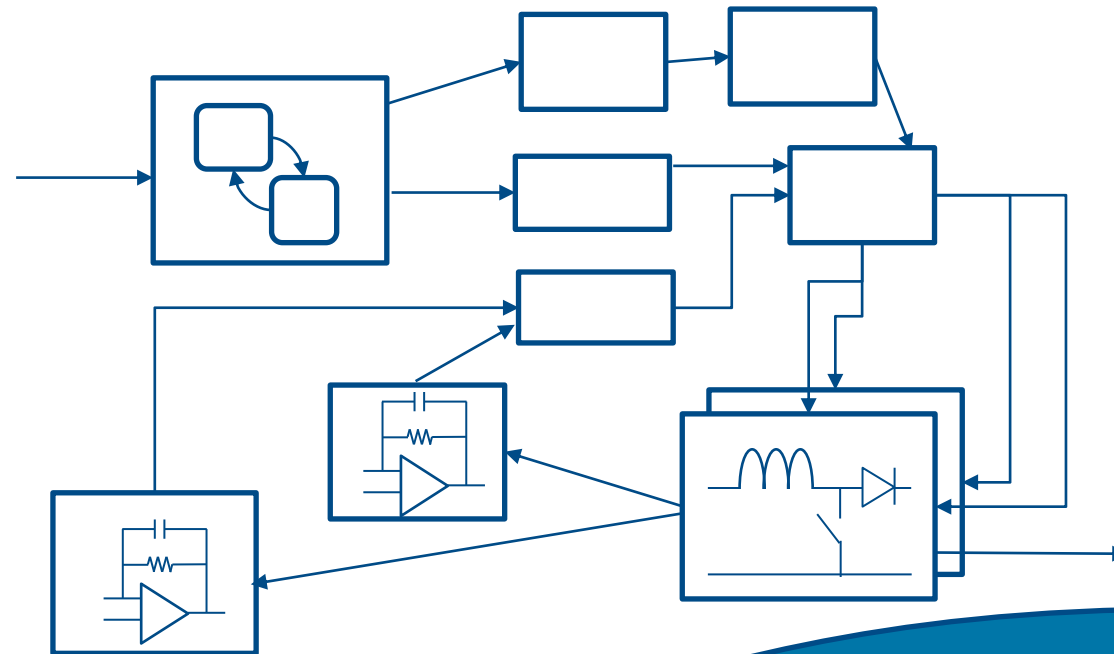
→設計を進めるとモデルに様々な情報が追加されて複雑に・・・

アーキテクチャ
勝手に変えないで・・・

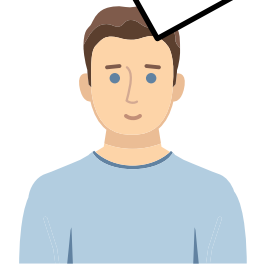


インターフェースが変わって
どこに何が繋がってるか
わからない・・・

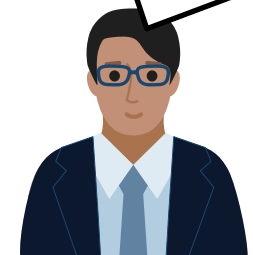
共通モデルプラットフォーム



性能を達成のために
新しい制御手法を導入します！



効率目標達成のために
回路を並列化（インタリーブ）
します！



MBSE活用のポイント2

アーキテクチャ設計は親モデル、ビヘイビア定義は子モデルで定義

アーキテクチャ-詳細モデル
間の参照紐づけ

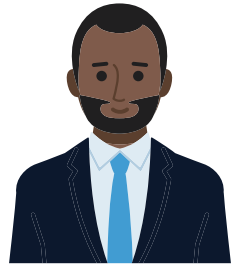
共通モデルプラットフォーム

親モデル

子モデル（制御）

各担当者は
子モデルで詳細ロジックを記述

アーキテクチャと
インタフェース定義は
親モデルが管轄



各担当者の構成変更依頼の要望を元に、
全体の整合を取れるアーキテクチャを考えられる！



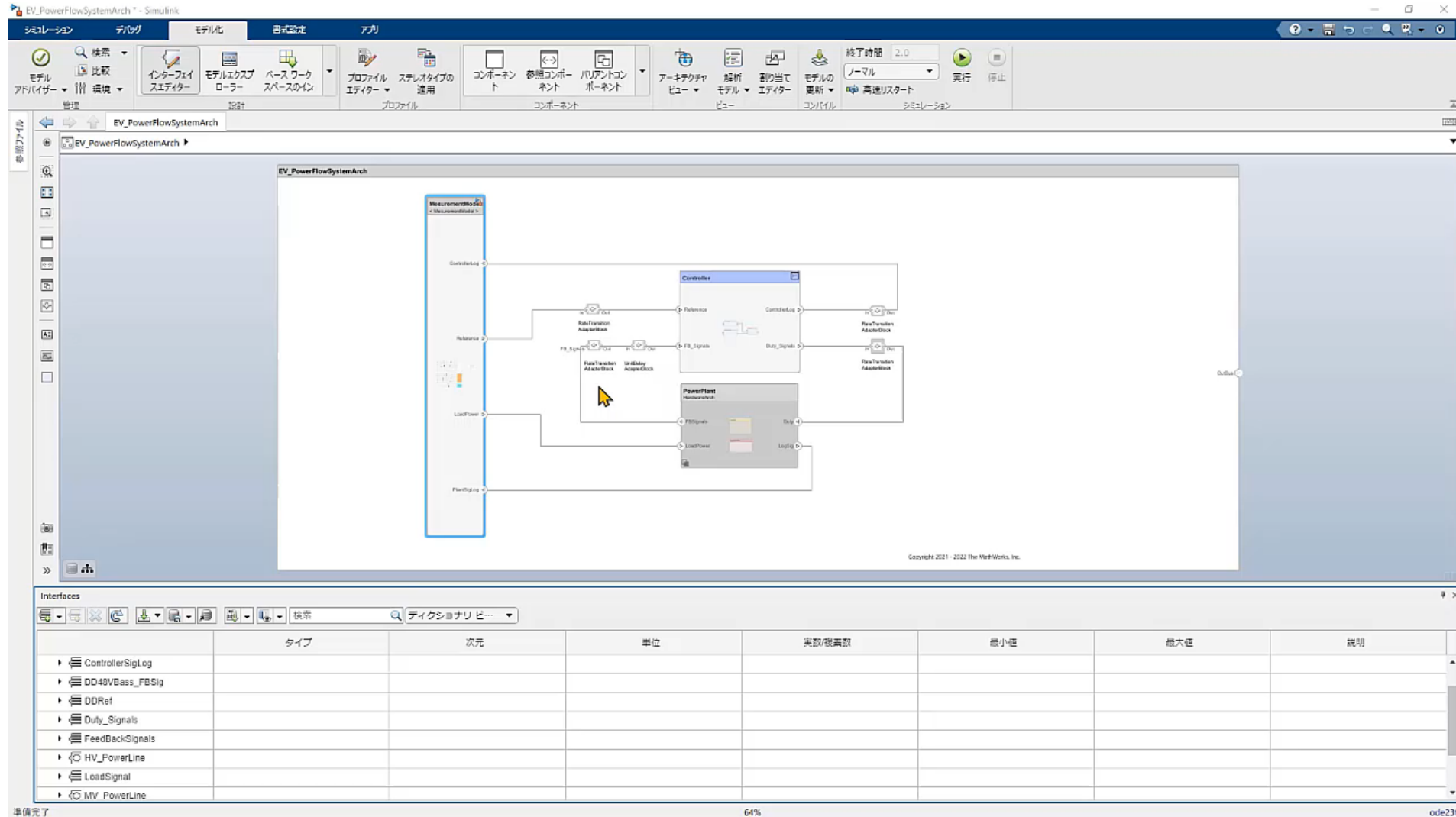
子モデル（回路）

インタリーブ化を検討したい！
アーキテクチャを変えたい場合は
親モデルへの修正依頼を出そう！



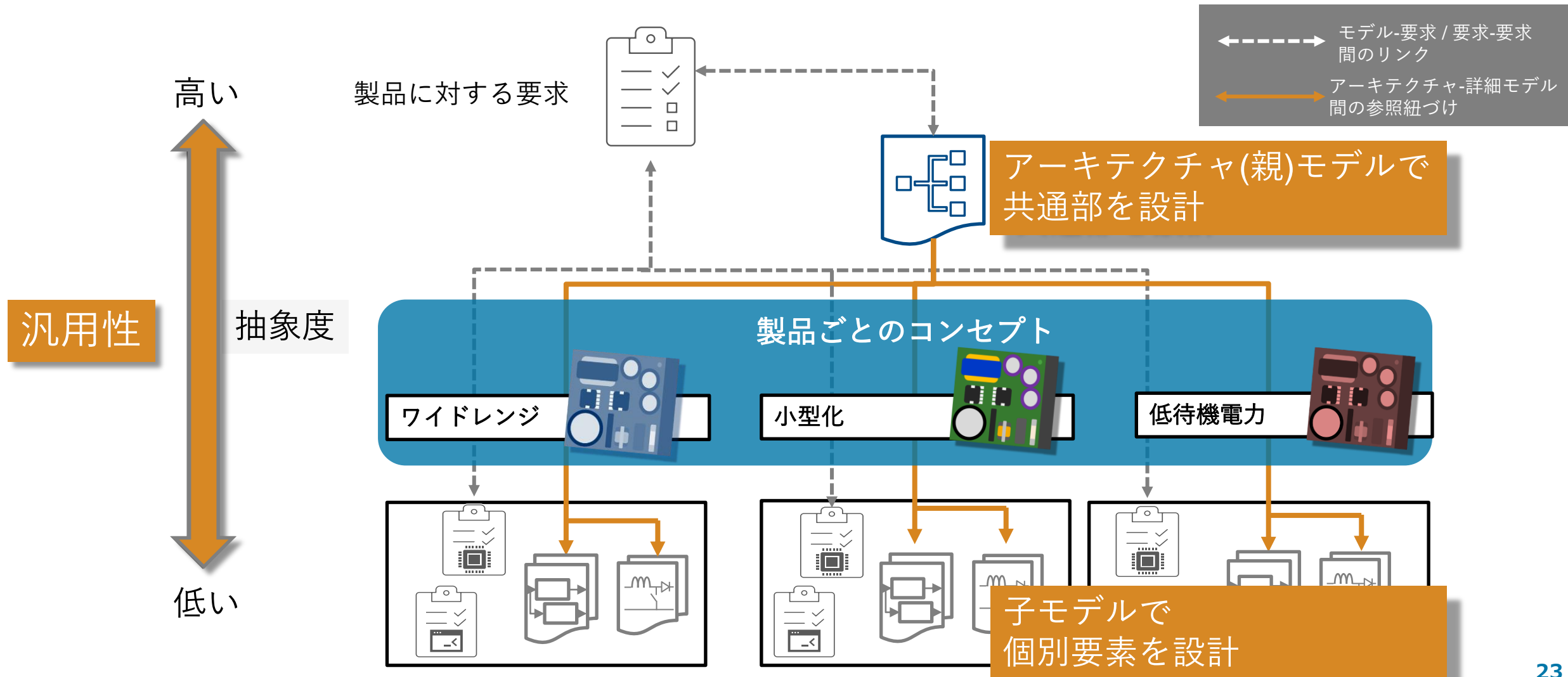
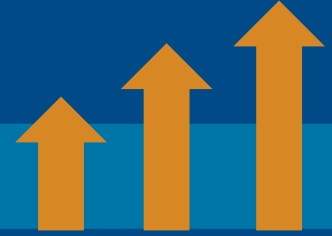
MBSE活用のポイント 2

System ComposerモデルをSimulinkに“直接紐づけ”→統合Sim



MBSEによって期待される効果

ナレッジをモデルで蓄積し他製品へ展開→プロセス効率化



DENSO、補機モーターのシステムアーキテクチャモデルを構築し、制御設計と検証を高速化

課題

補機モーターを統合する前に、コア部とカスタマイズ部を別々にモデル化し、分析する。

ソリューション

システムアーキテクチャとしてSystem Composerを使用し、Simulinkを使用して補機モーターのカスタマイズ部をモデル化する

結果

- 高品質を維持しながら、エンジニアリングリソースを3分の1削減
- モデルベースデザインのプロセスを複数製品に拡大
- Automotive SPICE に準じた開発プロセスを単一ツールチェーン内で一貫して構築



DENSOのブロワーモーターは、SimulinkとSystem Composerでモデリングし、検証しています。

" MathWorksのツールで、モデルベースシステムズエンジニアリング領域に向けて抽象度を上げた設計環境を効率的に構築できました。"

- 株式会社デンソー 平井 憲幸氏

アジェンダ

- Introduction

- モビリティ電動化に伴う“要求ベースの設計”の重要性
- モデルを活用したシステム設計 導入における課題

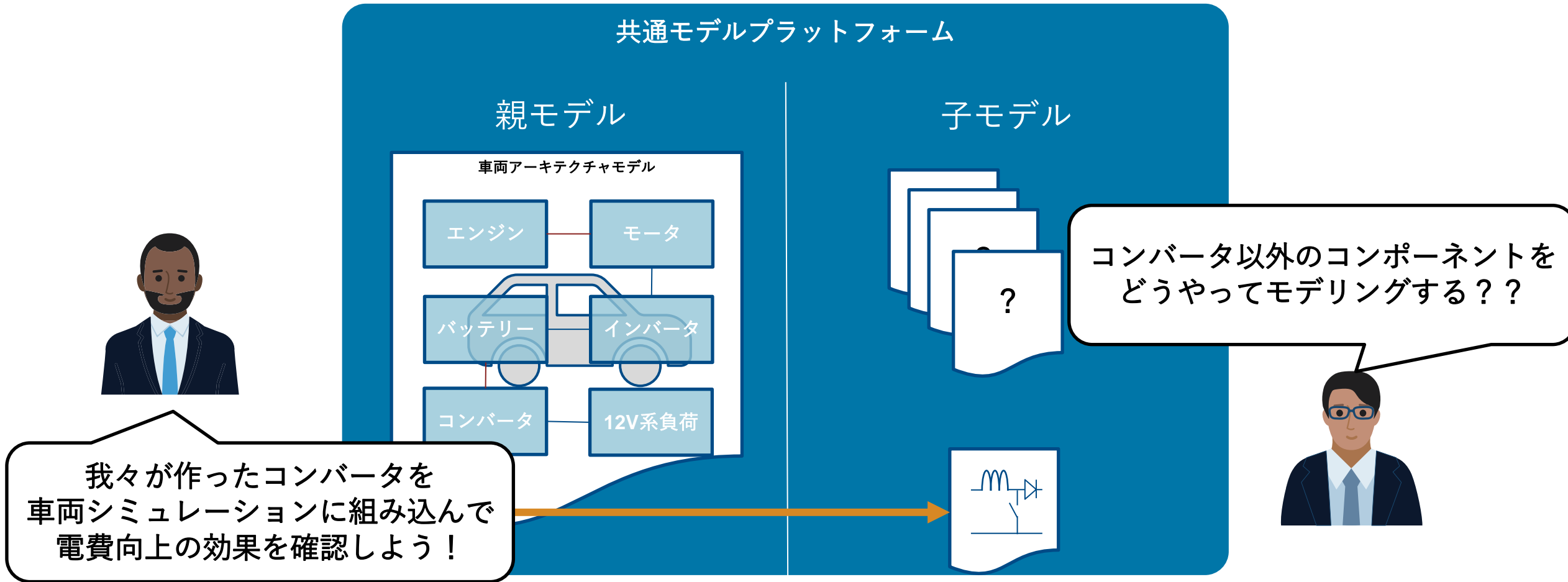
- Solution紹介

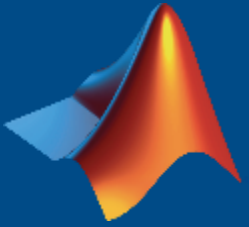
1. MBD領域と連携可能なシステム設計モデリング環境
2. 車体コンポーネントブロックを活用した自動車全体シミュレーション

- まとめ

車両シミュレーションをする際によくある状況①

コアコンポーネント以外のモデリングに時間がかかる





MathWorks のライブラリブロック・サンプルをたたき台に
シミュレーション環境をササッと作成しましょう！

MathWorksツールによる シミュレーションモデル記述

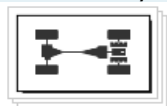


Simulink / Stateflow

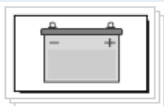
- ・簡単に制御モデルを構築できます。
 - ・ Simulinkで ブロック線図 を書けば
 - ・ Stateflowでフローチャートを書けば
- }そのまま動く

Powertrain Blockset

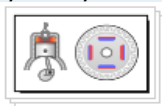
- ・ パワートレインシステム専用のブロック群
- ・ 様々な構成のエンジンベンチサンプルモデルの提供
(エンジン/ハイブリッド/EV/FCV)



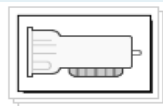
Drivetrain



Energy Storage
and Auxiliary Drive



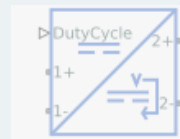
Propulsion



Transmission

Simscape Electrical

平均モデルからスイッチまで幅広い電気系ブロック提供



Average-Value DC-DC
Converter



Half-Bridge (Ideal,
Switching)

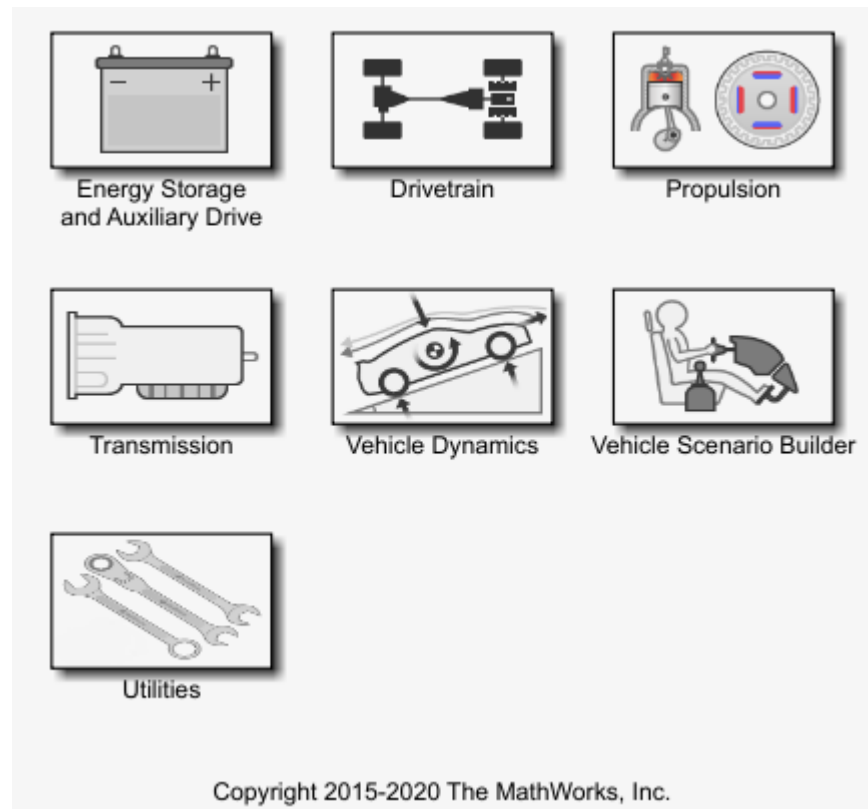


N-Channel IGBT

Powertrain Blocksetの機能

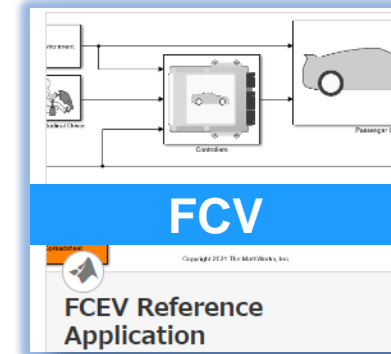
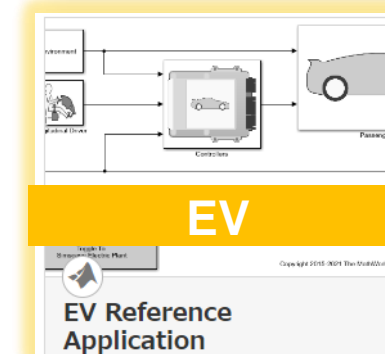
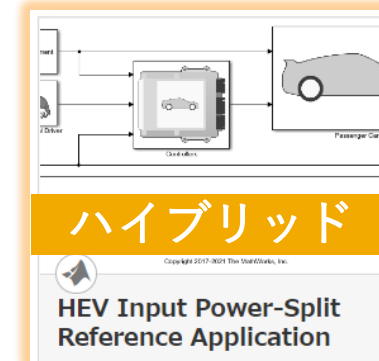
ブロックライブラリ

車両モデリングに特化した
Simulinkベースのコンポーネント



リファレンスアプリケーション

シャシーダイナモによる性能評価を想定した
車両モデルのテンプレートを提供

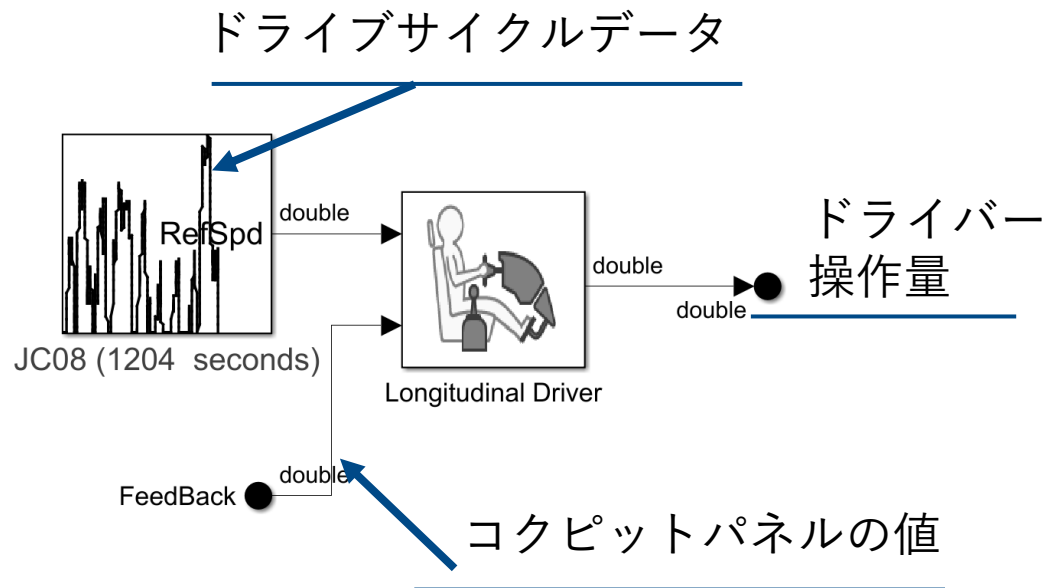


<https://jp.mathworks.com/help/autoblks/powertrain-reference-applications.html>

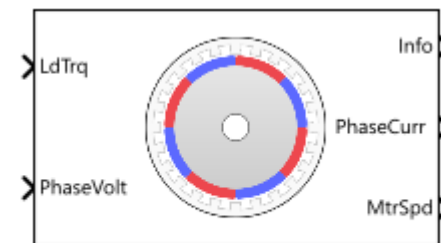
Powertrain Blockset ブロックライブラリ

車両性能評価シミュレーションに合わせた粒度のブロックを提供

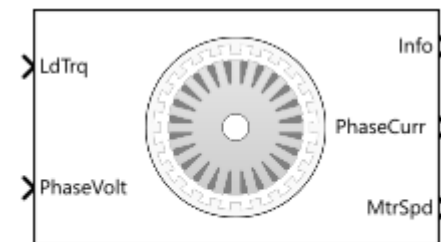
車体操作量を表現するための
ドライバブロック



動特性を含む
シンプルなモータモデル

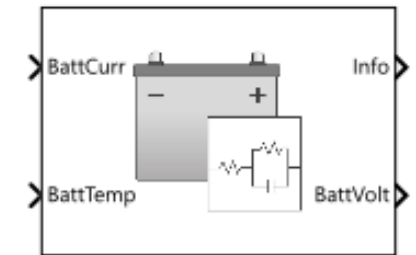


Surface Mount PMSM

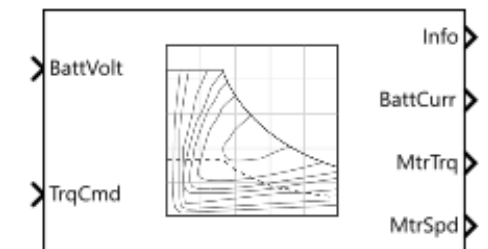


Induction Motor

静特性のみの
Look-Up Tableモデル



Equivalent Circuit Battery



Mapped Motor

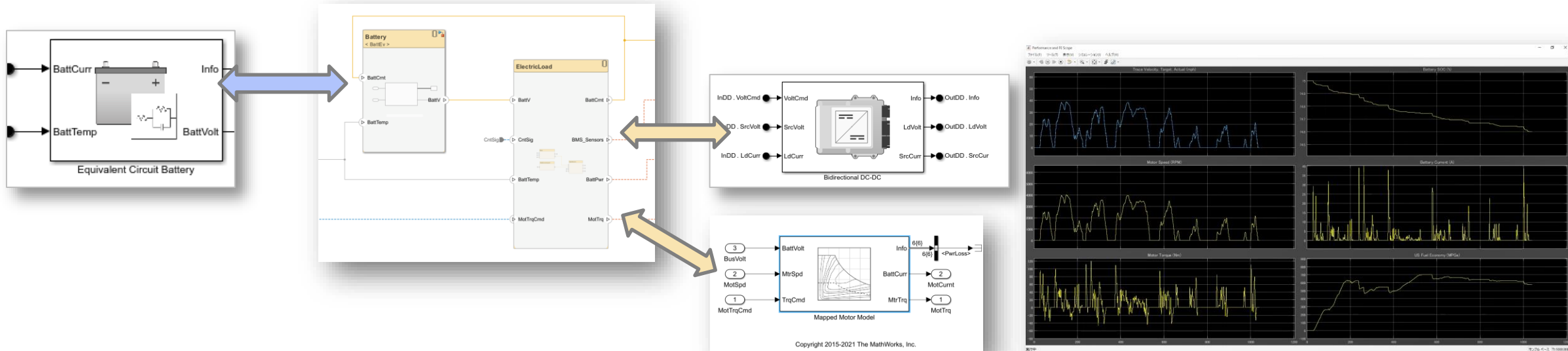
ブロックライブラリの使い所

アーキテクチャに紐づけて時系列シミュレーション環境を構築

アーキテクチャモデルに

ライブラリを紐付けて

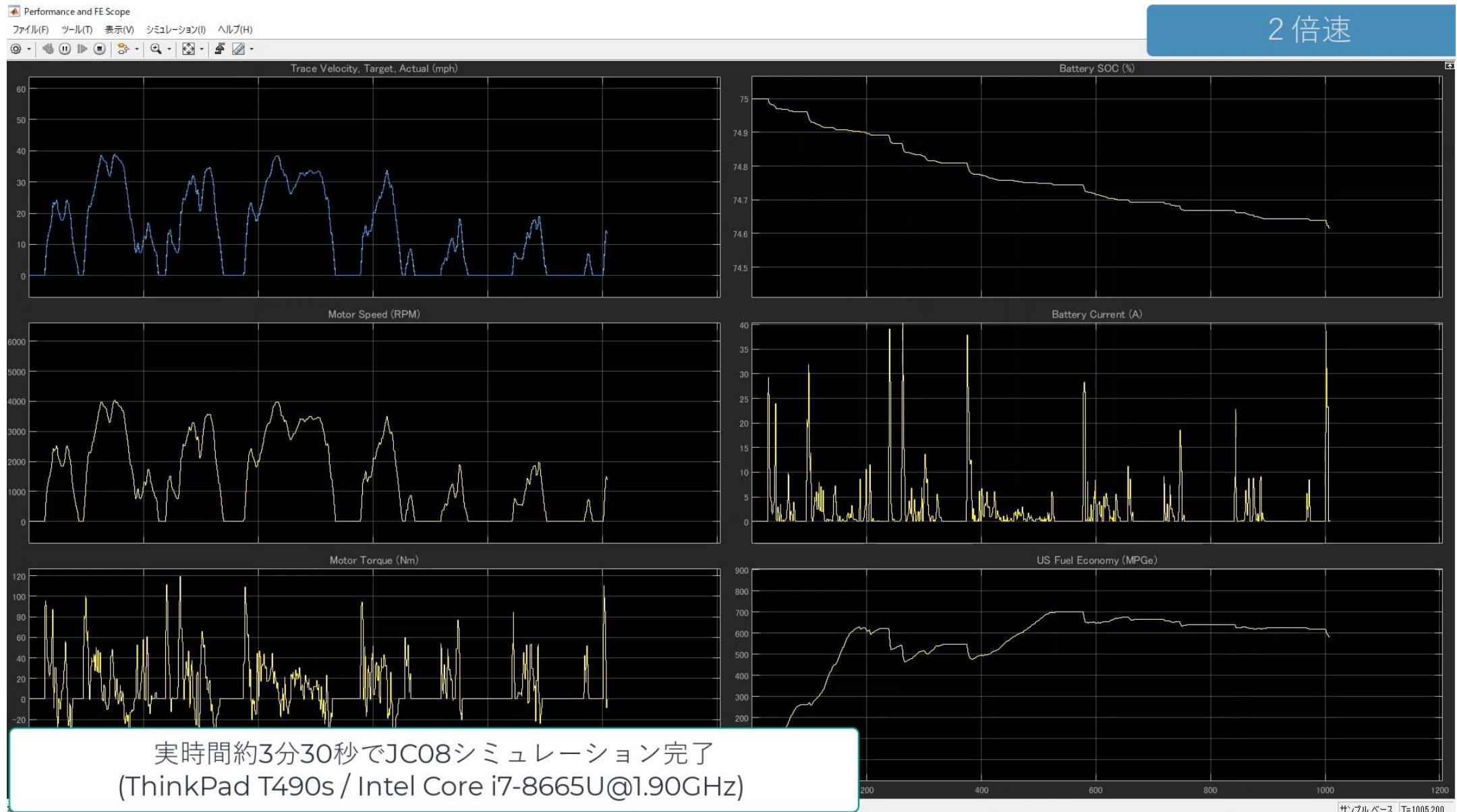
Runするだけ!

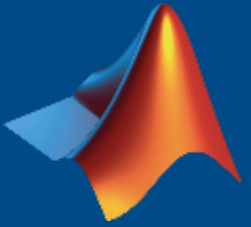


コンバータ以外の部分をイチからモデリングしなくても
車両電費・燃費シミュレーションできた!



Demo : EV走行シミュレーション(JC08)





MathWorks のライブラリブロック・サンプルをたたき台に
シミュレーション環境をササッと作成しましょう！

MathWorksツールによる シミュレーションモデル記述



Simulink / Stateflow

- ・簡単に制御モデルを構築できます。
 - ・ Simulinkで ブロック線図 を書けば
 - ・ Stateflowでフローチャートを書けば
- }そのまま動く

Powertrain Blockset

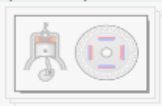
- ・ パワートレインシステム専用のブロック群
- ・ 様々な構成のエンジンベンチサンプルモデルの提供
(エンジン/ハイブリッド/EV/FCV)



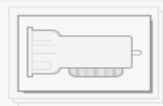
Drivetrain



Energy Storage
and Auxiliary Drive



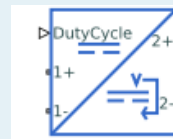
Propulsion



Transmission

Simscape Electrical

平均モデルからスイッチまで幅広い電気系ブロック提供



Average-Value DC-DC
Converter



Half-Bridge (Ideal,
Switching)



N-Channel IGBT

設計対象のコンバータモデルを新規に構築するときは
より詳細な記述が可能なSimscape Electricalでモデリング！



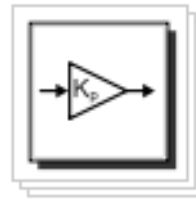
Electrical



Semiconductors &
Converters



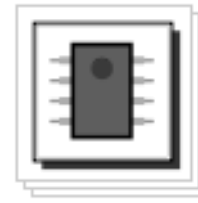
Passive



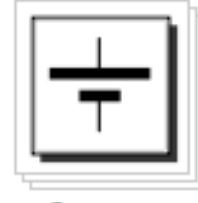
Control



Electromechanical



Integrated Circuits



Sources



SPICE Passives



SPICE Semiconductors



SPICE Sources

SPICEパラメータ定義可能ブロック
別途SPICEライブラリの取り込みもサポート※LEVEL1 or LEVEL3_Modelのみ対象

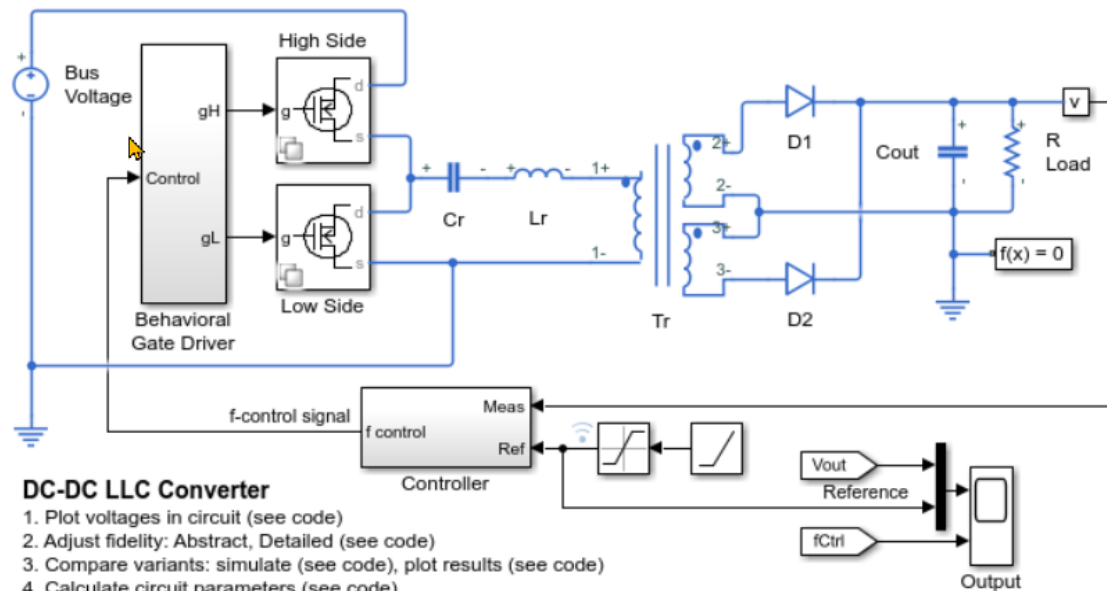


Sensors &
Transducers

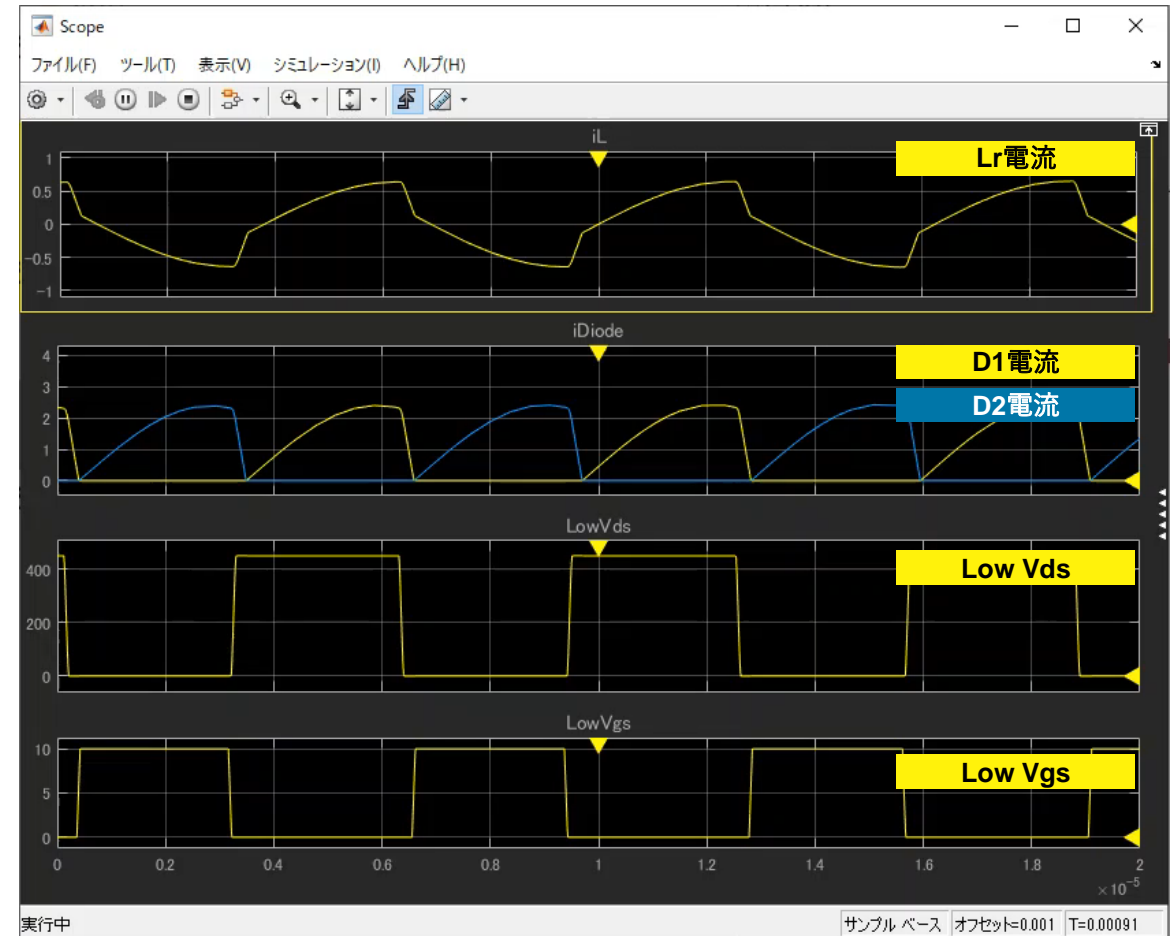
その他
ピエゾ素子
ヒューズ
サーミスタなど・・・

Simscape Electricalが持つ豊富なライブラリで 電力変換器のプラントモデルも記述可能

■ LLC Converter(F_{sw} :70kHz~200kHz)



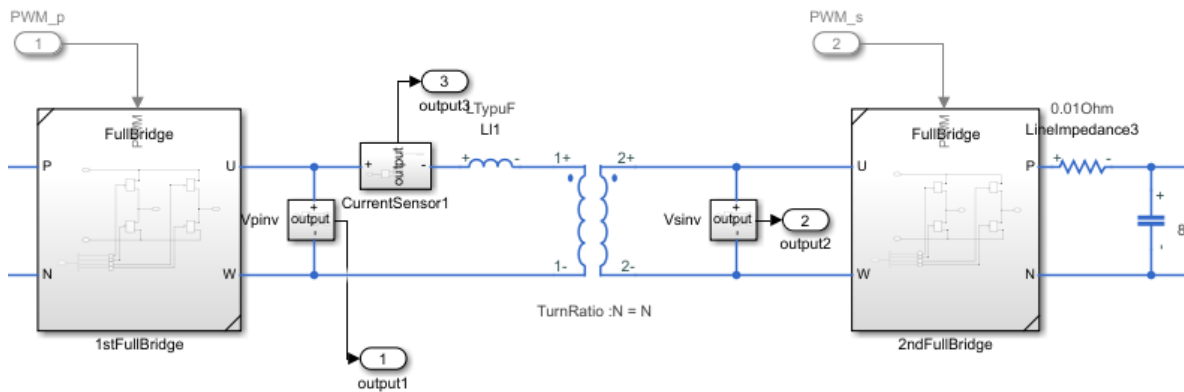
Copyright 2016-2021 The MathWorks, Inc.



MATLABで下記コマンドを打ち込めばデモが起動します
`>>ee_converter_dc dc_llc`

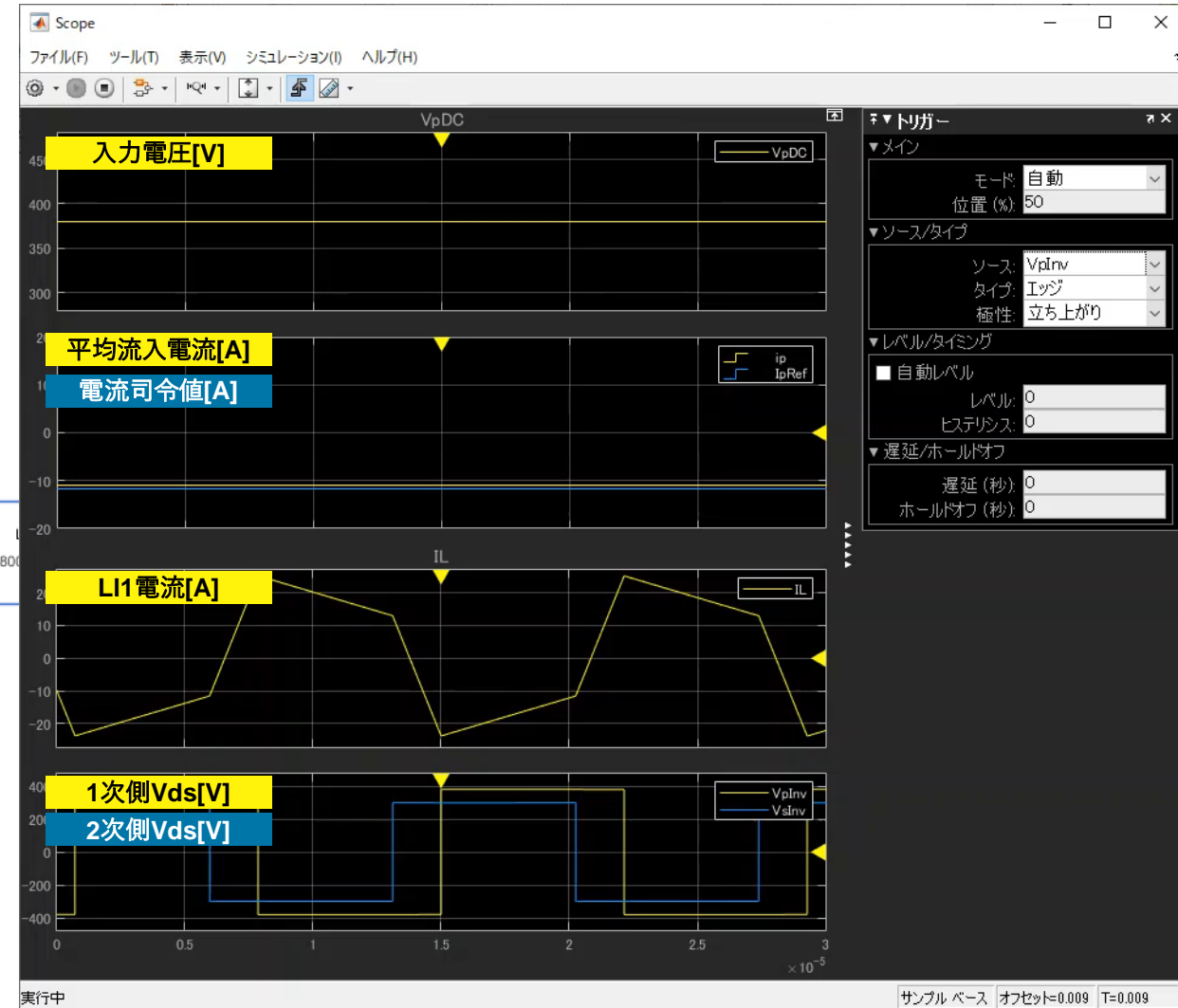
Simscape Electricalが持つ豊富なライブラリで 電力変換器のプラントモデルも記述可能

- Dual active bridge (fsw: 70kHz)



こちらからダウンロードできます

<https://github.com/mathworks/auto-pid-tuning-for-dual-active-bridge>



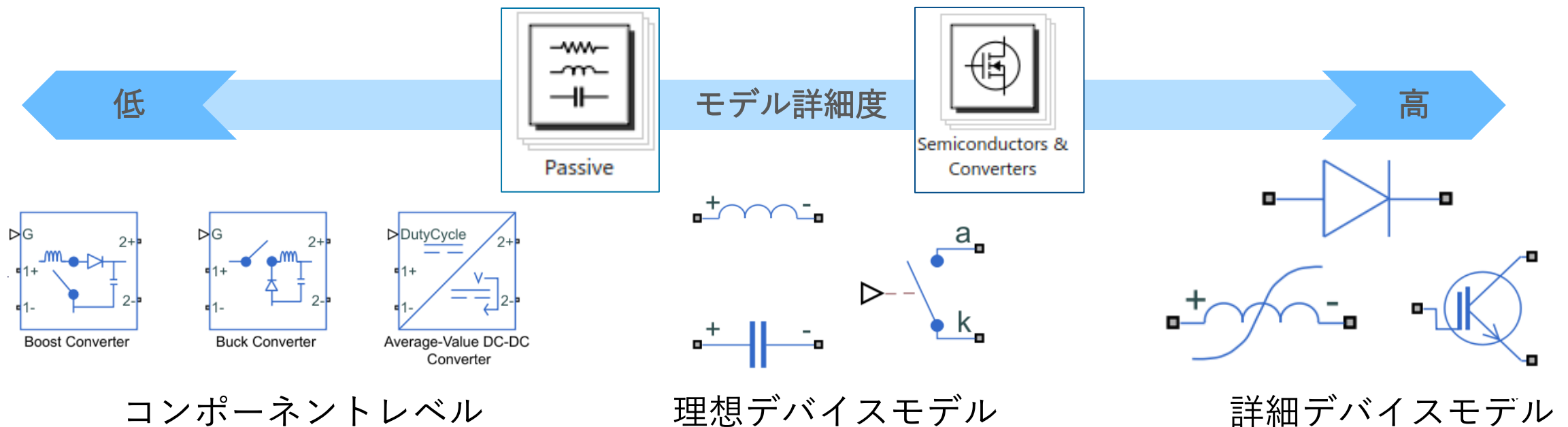
Simscape Electrical: 電気系に特化したブロックを豊富に提供するオプション製品



幅広い抽象度モデルを提供することで
様々なシステム規模に対応



イチからモデル作らなくてOK!
豊富な電気系ライブラリ

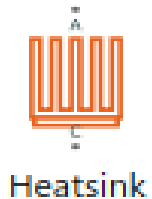


Simscape Electrical: 電気系に特化したブロックを豊富に提供するオプション製品



- ✓ デバイス損失を出力する“熱端子”をサポート
- ✓ 熱伝搬モデルに接続して熱シミュレーション

熱伝搬 ライブラリブロック



Heatsink



Thermal Resistor



Controlled Heat Flow
Rate Source



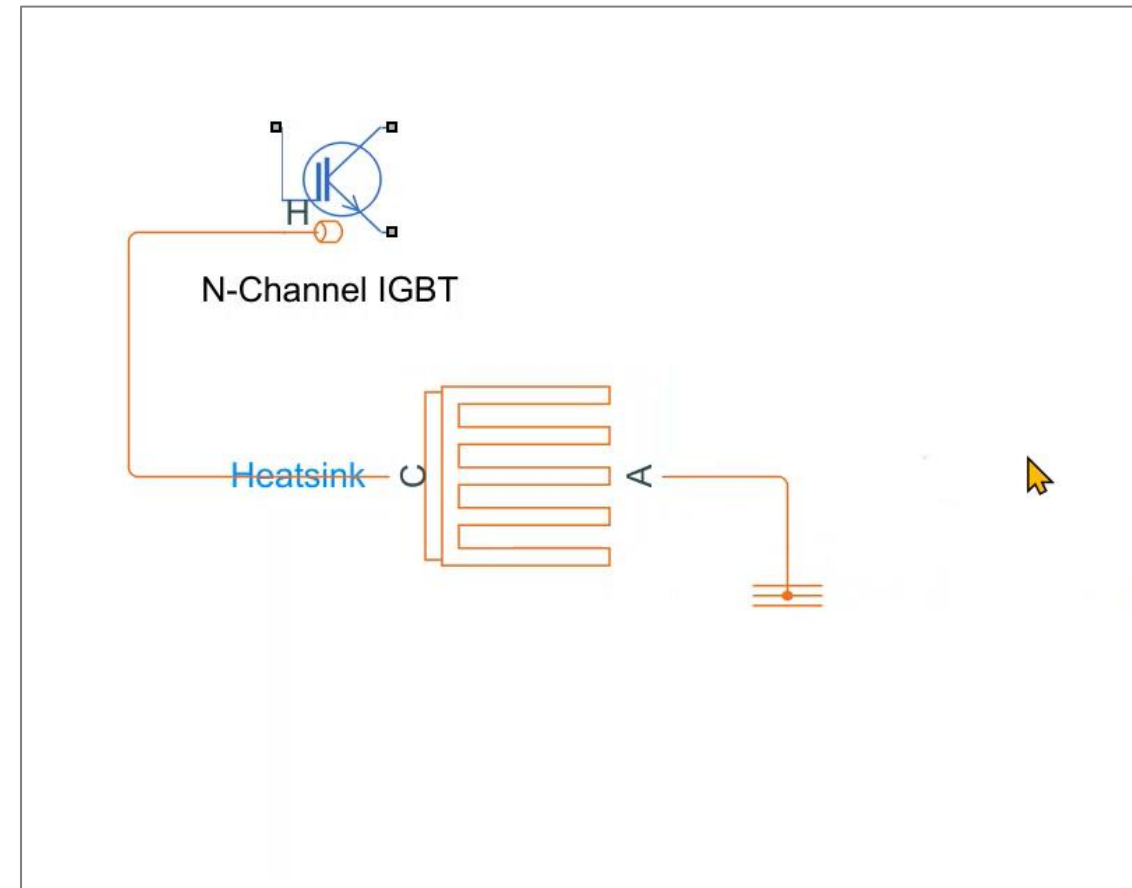
Cauer Thermal Model



Foster Thermal Model



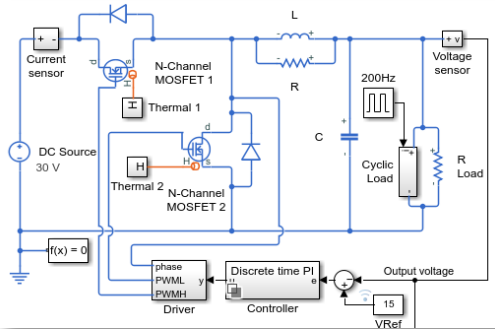
Controlled
Temperature Source
...and More!



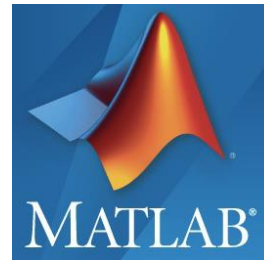
詳細モデルのシミュレーションログから簡易モデルのLUTを作成



回路シミュレーション



電流/電圧
波形

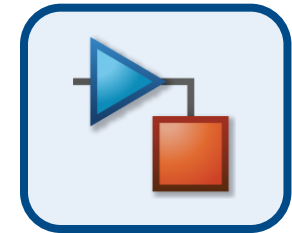


ログデータ解析スクリプト

損失分析の実施
`[eff_single, lossesT_single] = ee_getEfficiency('Load', out.simlog.BuckConverter)`
`eff_single = 96.7084`
`lossesT_single = 5x2 table`

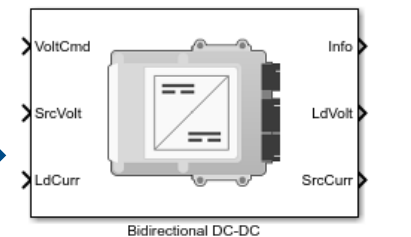
	LoggingNode	Power
1	'BuckConverter.Diode'	46.8127
2	'BuckConverter.Inductor'	39.0722
3	'BuckConverter.N_Channel_MOSFET'	16.2188
4	'BuckConverter.Capacitor'	0.0006
5	'BuckConverter.BodyDiode'	0

関数 : [ee_getEfficiency](#)



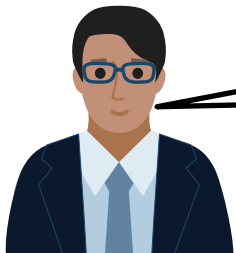
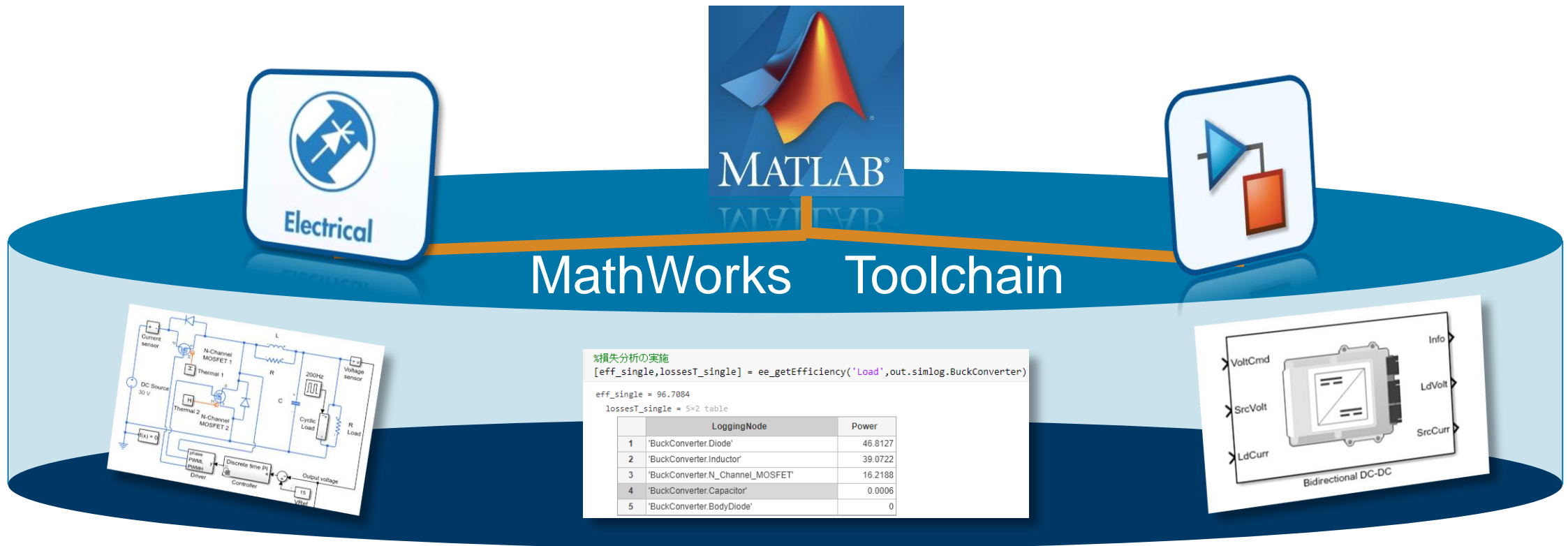
システムシミュレーション

損失マップ



Power Train Blockset [Bidirectional DC-DC](#)

MathWorks Toolchainは コンポーネント設計->システム設計を同一環境で完結できます



設計したモデルに一貫性をもたせることで
上流から下流までが統合された開発環境になった！



アジェンダ

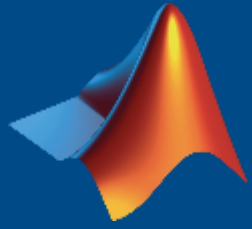
- Introduction

- モビリティ電動化に伴う“要求ベースの設計”の重要性
- モデルを活用したシステム設計 導入における課題

- Solution紹介

1. MBD領域と連携可能なシステム設計モデリング環境
2. 車体コンポーネントブロックを活用した自動車全体シミュレーション

- まとめ

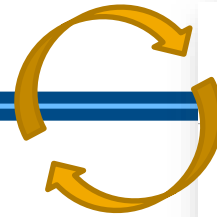


MathWorksツールチェーンによる
上流と下流が融合したモデリング環境をお試ください！

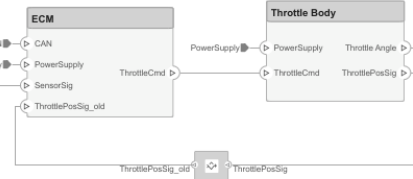
Model Based Systems Engineering

Requirements Toolbox

System Composer

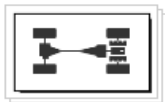


Index	Summary	Implemented
PFCSysteRequirements		
1	ソフトウェア実装ハードウェア...	
	ロック	
	変換	
	VM出力	
	スイッチング周波数	
	VM分解能	

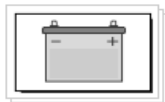


Simulink / Stateflow

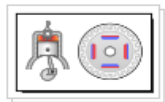
Powertrain Blockset



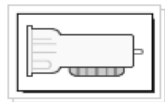
Drivetrain



Energy Storage
and Auxiliary Drive

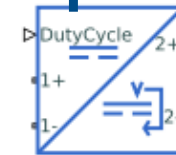


Propulsion



Transmission

Simscape Electrical



Average-Value DC- Half-Bridge (Ideal
Converter Switching)



N-Channel IGBT

Model Based Design

無料のオンデマンドWebセミナー 電力変換器・システム設計におけるセミナー・資料を提供

MathWorksセミナー



お客様活用事例

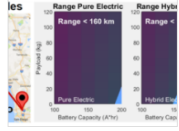


MATLAB Japan
チャンネル登録者数 7190人

Youtubeチャンネルで順次ウェブセミナーをアップロードしております

電動航空機、電動船舶関連のサンプルモデル @ Simscape

電動/ハイブリッド航空機 ([Link](#))



Electric Aircraft Model in Simscape version 21.1.3.3 by Steve Miller **STAFF**

Electric and hybrid electric aircraft models for component sizing

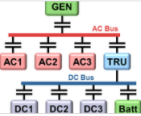
These example models enable you to use simulation to evaluate electric and hybrid electric aircraft architectures against design criteria such as flight range and flight duration. The models are

- [Electric Aircraft Component Sizing](#) - This example models an electric aircraft power network. It can be used to evaluate component sizes with respect to ...
[ssc_aircraft_elec.slx](#)
[fx: ssc_aircraft_elec_props](#)
- [Hybrid Electric Aircraft Component Sizing](#) - This example models a hybrid electric aircraft power network. It can be used to evaluate component sizes with respect to ...
[Elec_Aircraft_Demo_Script.m](#) - Electric Aircraft Configuration Evaluation
[fx: Elec_Aircraft_Demo_Script.m](#)

Show all 29 results »

Collection

航空機の電力系統 ([Link](#))



Aircraft Power Network in Simscape Electrical version 21.1.3.3 by Steve Miller **STAFF**

Aircraft Power Network in Simscape Electrical with AC and DC networks

This file contains a model of an aircraft power network built in Simscape Electrical. It contains a half-aircraft network consisting of one generator, an AC network, a Transformer Rectifier Unit (TRU), and a DC network.

- [Aircraft_Power_Network.slx](#)
[fx: shutdown_power_aircraft.m](#)
[fx: startup_power_aircraft.m](#)
[fx: APN_Demo_Script.m](#) - Aircraft Power Network Demo Script

Collection

ハイブリッド航空機 - 詳細版 ([Link](#))



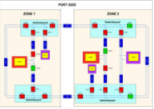
Hybrid Electric Aircraft Model in Simscape version 1.0.5.1 by Graham Dudgeon **STAFF**

This submission demonstrates modeling of a hybrid-electric aircraft architecture in Simscape, for both desktop and real-time simulation.

This submission demonstrates modeling of a more-electric aircraft architecture in Simscape, for both desktop and real-time simulation. The model shows how different physical domains may be modeled.

Simulink Model

電動船舶 - 詳細版 ([Link](#))



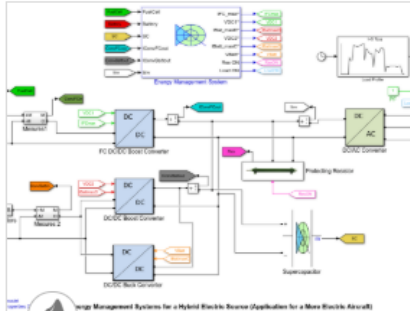
Electric Ship Model in Simscape version 1.0.2.1 by Graham Dudgeon **STAFF**

This submission demonstrates modeling and simulation of a Two-Zone MVDC shipboard power system in Simscape Electrical.

This submission demonstrates modeling and simulation of a Two-Zone MVDC electric ship in Simscape Electrical, and considers modeling constructs for both desktop and real-time simulation. More

Collection

航空機の ハイブリッド電源 ([Link](#))

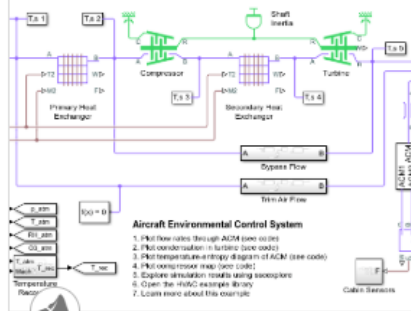


Energy Management Systems for a Hybrid Electric Source...

Energy management systems for a fuel cell hybrid electric source.

[Open Model](#)

航空機の 環境制御 ([Link](#))

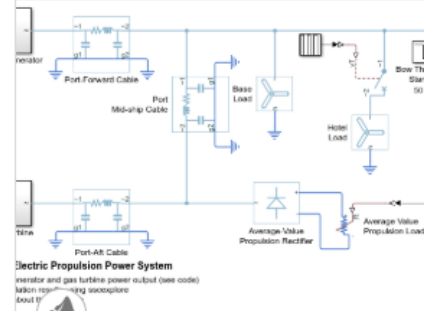


Aircraft Environmental Control System

Models an aircraft environmental control system (ECS) that regulates pressure, temperature, humidity, and ozone (O3) to maintain a

[Open Model](#)

電動船舶の 電力システム ([Link](#))



Marine Full Electric Propulsion Power System

A representative marine half-ship electrical power system with base load, hotel load, bow thrusters and electric propulsion.

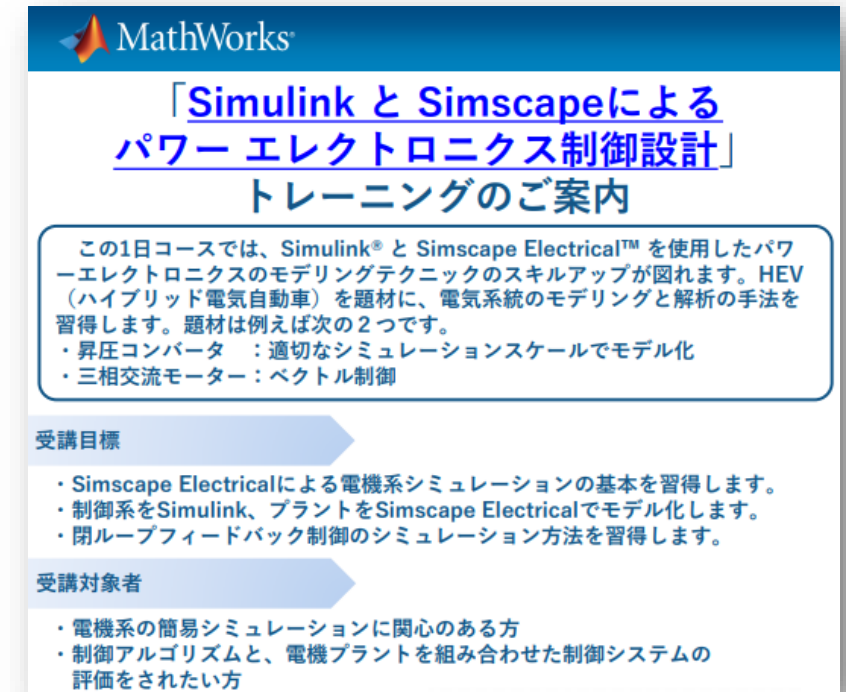
[Open Script](#)

Simscape Electricalの
Specialized Power Systemsライブラリを利用

自動車内部電気機器のモデルベースデザイン 弊社サポート体制

New Training Course!
2022 年 12月 01 日開催予定

- テクニカルサポート（無償）
 - 製品機能についての質問
- プリセールスサポート（無償）
 - 説明会・セミナー等による製品概要の紹介
 - お客様実務への適用に関するディスカッション等の支援
- ポストセールスサポート（有償）
 - トレーニングサービス
 - コンサルティングサービス



MathWorks®

**「Simulink と Simscapeによる
パワー エレクトロニクス制御設計」
トレーニングのご案内**

この1日コースでは、Simulink® と Simscape Electrical™ を使用したパワーエレクトロニクスのモデリングテクニックのスキルアップが図れます。HEV（ハイブリッド電気自動車）を題材に、電気系統のモデリングと解析の手法を習得します。題材は例えば次の2つです。

- ・昇圧コンバータ：適切なシミュレーションスケールでモデル化
- ・三相交流モーター：ベクトル制御

受講目標

- ・ Simscape Electricalによる電機系シミュレーションの基本を習得します。
- ・ 制御系をSimulink、プラントをSimscape Electricalでモデル化します。
- ・ 閉ループフィードバック制御のシミュレーション方法を習得します。

受講対象者

- ・ 電機系の簡易シミュレーションに関心のある方
- ・ 制御アルゴリズムと、電機プラントを組み合わせた制御システムの評価をされたい方

<https://jp.mathworks.com/training-schedule/power-electronics-control-design-with-simulink-and-simscape>

このような支援をご希望のお客様も
弊社営業にお問い合わせください



Accelerating the pace of engineering and science

© 2022 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See www.mathworks.com/trademarks for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.