

自動車開発における モデル流通プロセスガイドライン ver1.0

モデル流通ガイドラインWP

モデル流通プロセスガイドライン

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて
1. イントロダクション
2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ
3. 参考：各ガイドラインの概要

モデル流通プロセスガイドライン

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

3. 参考：各ガイドラインの概要

本ガイドラインの取り扱いについて

本モデル流通プロセスガイドライン(GL)は、日本国内で、2016年度から経産省補助事業で取り組まれている「自動車産業におけるモデル利用のあり方に関する研究会」(本研究会)で議論されていたモデルベース開発でのモデル流通における調査内容を取りまとめたものである。

本研究会では「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン」(プラントI/F GL)を提示してきたが、日本のみならず、海外の自動車メーカーやサプライヤともモデルを流通するためには世の中のガイドライン同士を連携する必要がある。

そこで、モデルベース開発に関わるガイドラインの関係性を明確にし、日本の自動車開発として、モデル流通のためにどのようなことを考えれば良いかをまとめた。

本GLは、Prostep iViPのSmartSE ワーキングのレコメンデーションなど、モデル流通に関わるガイドラインなどを調査し、どのようにモデルの流通でガイドラインが連携できるかの事例を示すものであり、他のガイドラインやレコメンドを阻害するものではない。

本ガイドラインの取り扱いについて

- 本GLに基づいてモデル流通を推進していくにあたり、GLが想定する使用目的・前提となる留意事項をパートナー間での共有することが必要である。

使用目的

- 本GLをモデル開発における手順の模範事例とすることで、パートナー間のコミュニケーション効率を向上させること。
- 各手順の各タイミングにおいて、参照となるユースケースとアーキテクチャを通じてモデルに対する共通理解をもつことで、モデル流通を促進させること。

前提となる 留意事項

- GLとはモデルベース開発における、物理原則とリファレンスを定義するものである。
- GLは強制的に各社における自動車のアーキテクチャを厳密に定義するものではない。

モデル流通プロセスガイドライン

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

- 1) 本GL作成の狙い
- 2) 欧州・日本のMBDにおける重視項目の違い
- 3) SURIAWASE2.0構想
- 4) SURIAWASE2.0が目指す世界
- 5) SURIAWASE2.0の深化

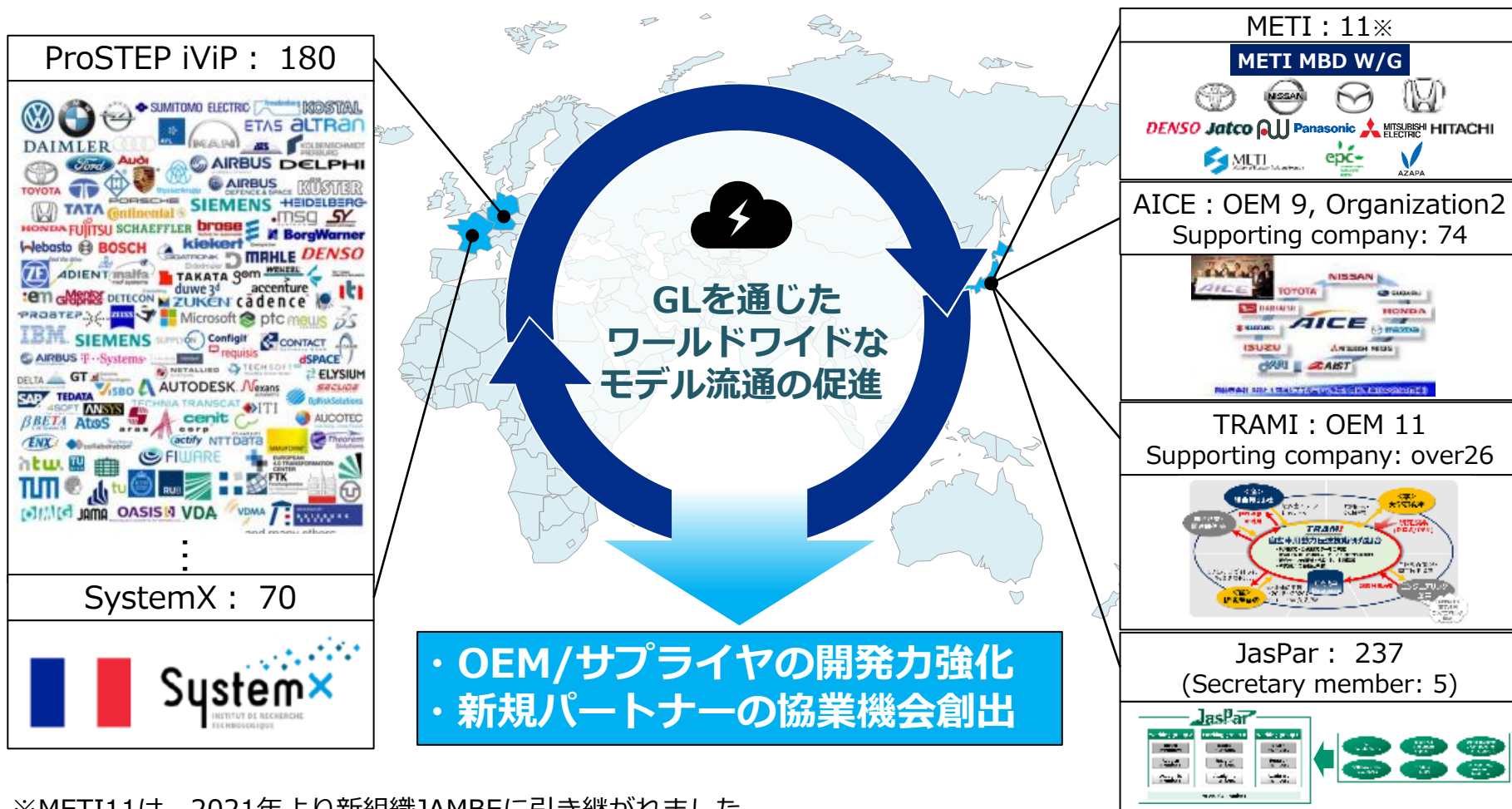
2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

3. 参考：各ガイドラインの概要

1. イントロダクション

本GL作成の狙い

- ・ 欧州、日本の各団体所属企業約600社がモデル開発基盤に対し、GLに基づいた共通認識を持つことで、ワールドワイドなモデル流通の促進に寄与すること。
 - サプライヤもシステム思考での提案が可能となり、新規パートナーと協業の機会の獲得への貢献に寄与すること。



欧州・日本のMBDにおける重視項目の違い

- 欧州と日本に存在する開発文化の差異に起因して、OEMがMBDにおいて重視する項目が異なる。

地域・国別OEMの開発文化の特徴とMBDにおける重視項目の差異



欧州



日本

地域・国別OEMによる開発文化

■ サプライヤとの契約を行い、書面に従い開発を行う

- 契約書通りに作り込むことが目的

■ サプライヤとのすり合わせを行いながら開発を行う

- 個別性能を最後まで作り込むことが目的

開発における メリット・ デメリット

- メリット： **開発の責任範囲が明確**であるため、スピードが速い。
- デメリット： 契約書に未記載の内容への対応が困難なため、要求未達となる可能性がある。

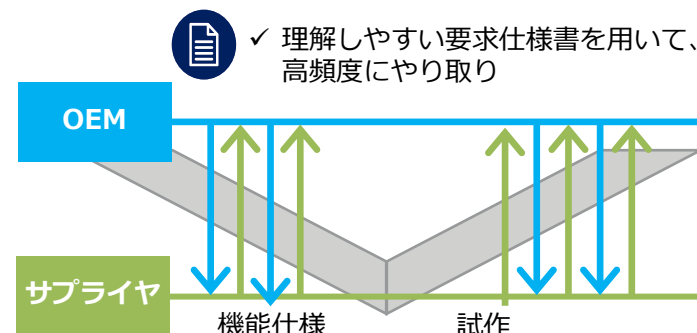
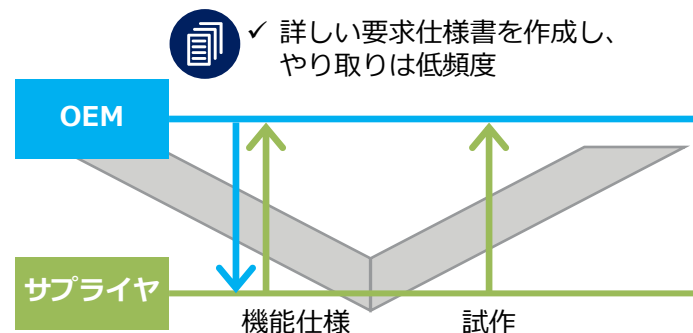
- メリット： **開発の内容を合意して進める**ため、個別製品性能の品質が高い。
- デメリット： 多数の要件を理解し、柔軟な対応が必要であるため、**長い開発期間**を要する。

開発において 重視すること

■ 正しい要件、標準化されたルール

■ 従来の開発の背景・要件を理解しているサプライヤ

開発における サプライヤとの やり取り



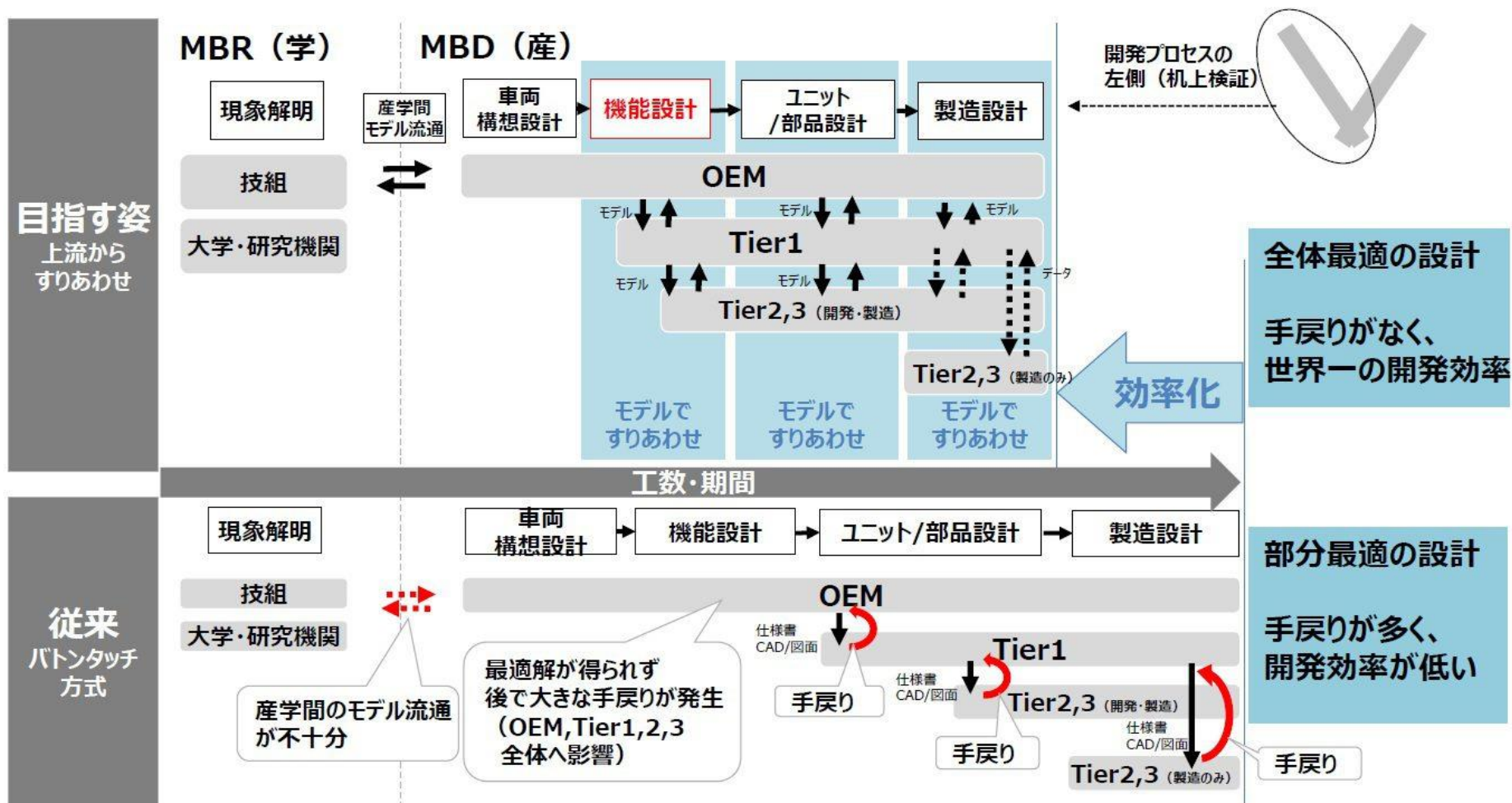
SURIAWASE 2.0構想

- 産学・企業内・企業間の擦り合わせを、「シミュレーションの徹底活用」「サイエンスとエンジニアリングとの融合」により、高速かつ正確無比にversion upさせ、我が国全体の開発力を強化。
- サプライヤの生産性向上や、産学連携の深化による人材育成も同時達成し、世界最先端の開発拠点に。



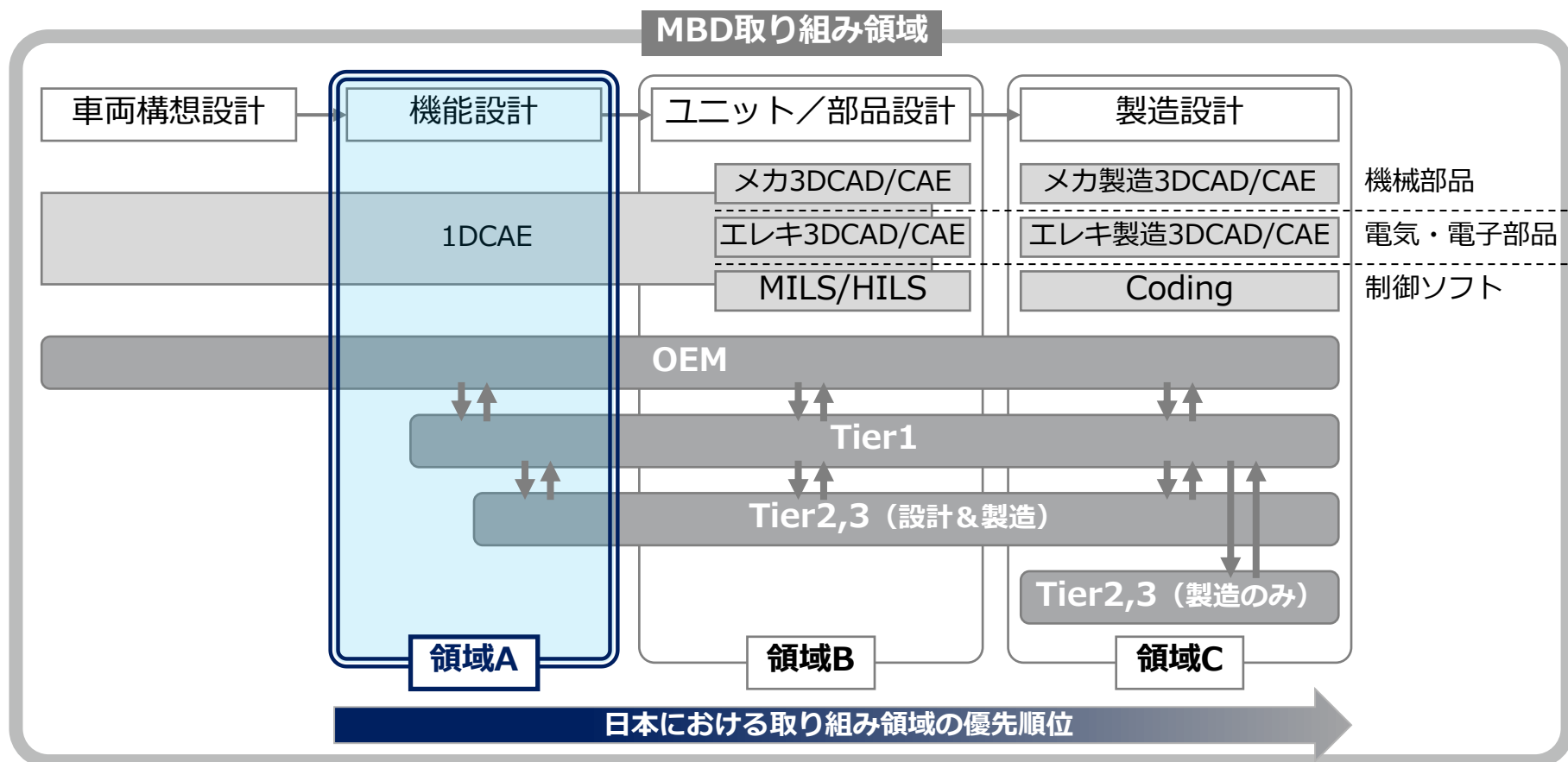
SURIAWASE 2.0が目指す世界

- SURIAWASE2.0の掲げる「世界一の開発効率」を目指し、産業全体でのすりあわせを実現する
- モデル普及/流通の起点である機能設計を優先しつつ、製造設計も含めた他領域も検討対象とする



SURIAWASE 2.0が目指す世界

- MBDの取り組み領域について、日本の開発文化に即した優先順位付け(領域A→領域B→領域C)が必要
- まずは日本で重視している領域である、システム、機能単位での設計領域(領域A)から優先的に着手
- 機械部品製造の企業は、3D-CAD、CAEの導入率が低く、製造設計(領域C)への普及促進の必要性も高い

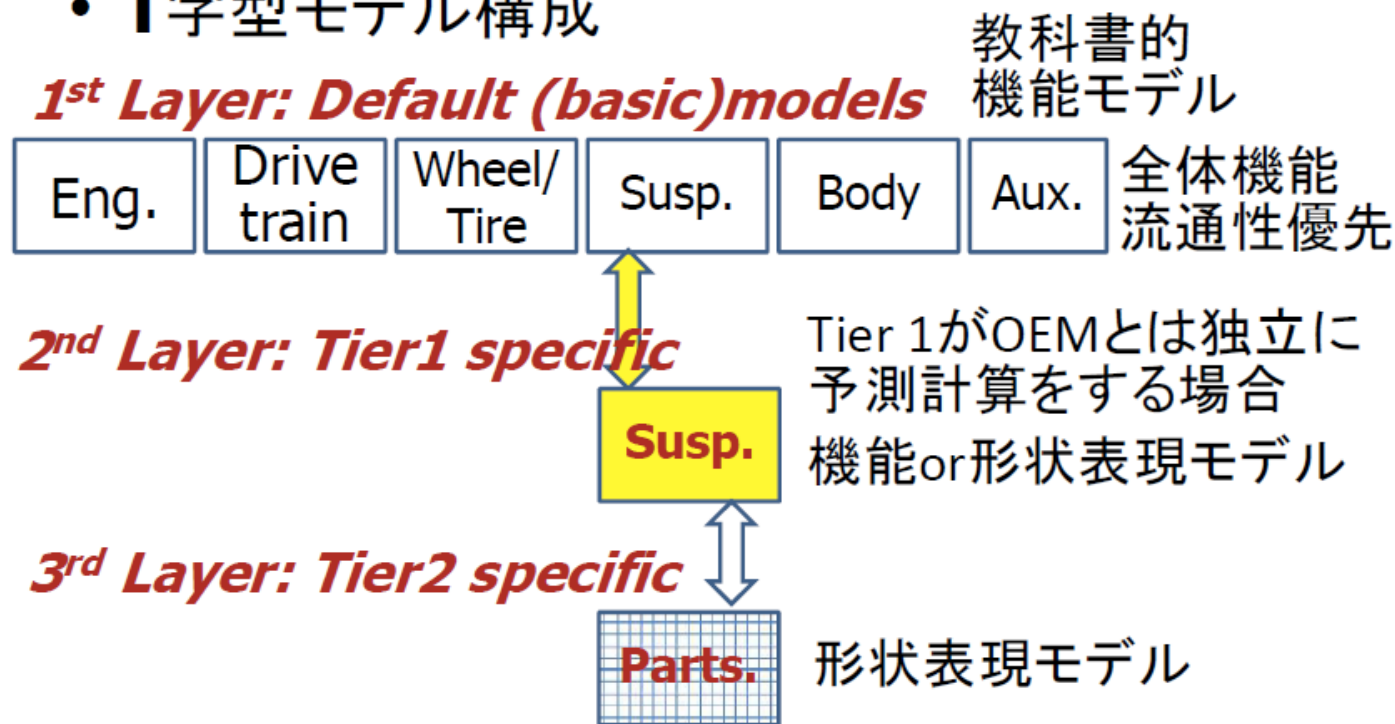


SURIAWASE 2.0の深化

- システム思考で考えるにあたり、他領域をモデル化するのは非常に困難である。
- すりあわせ開発をするにあたり、特に重要なポイントは、**T字型モデル構成**である。

自動車産業レベルでのMBDに使うモデルの 粒度・用途・機密情報保持の考え方

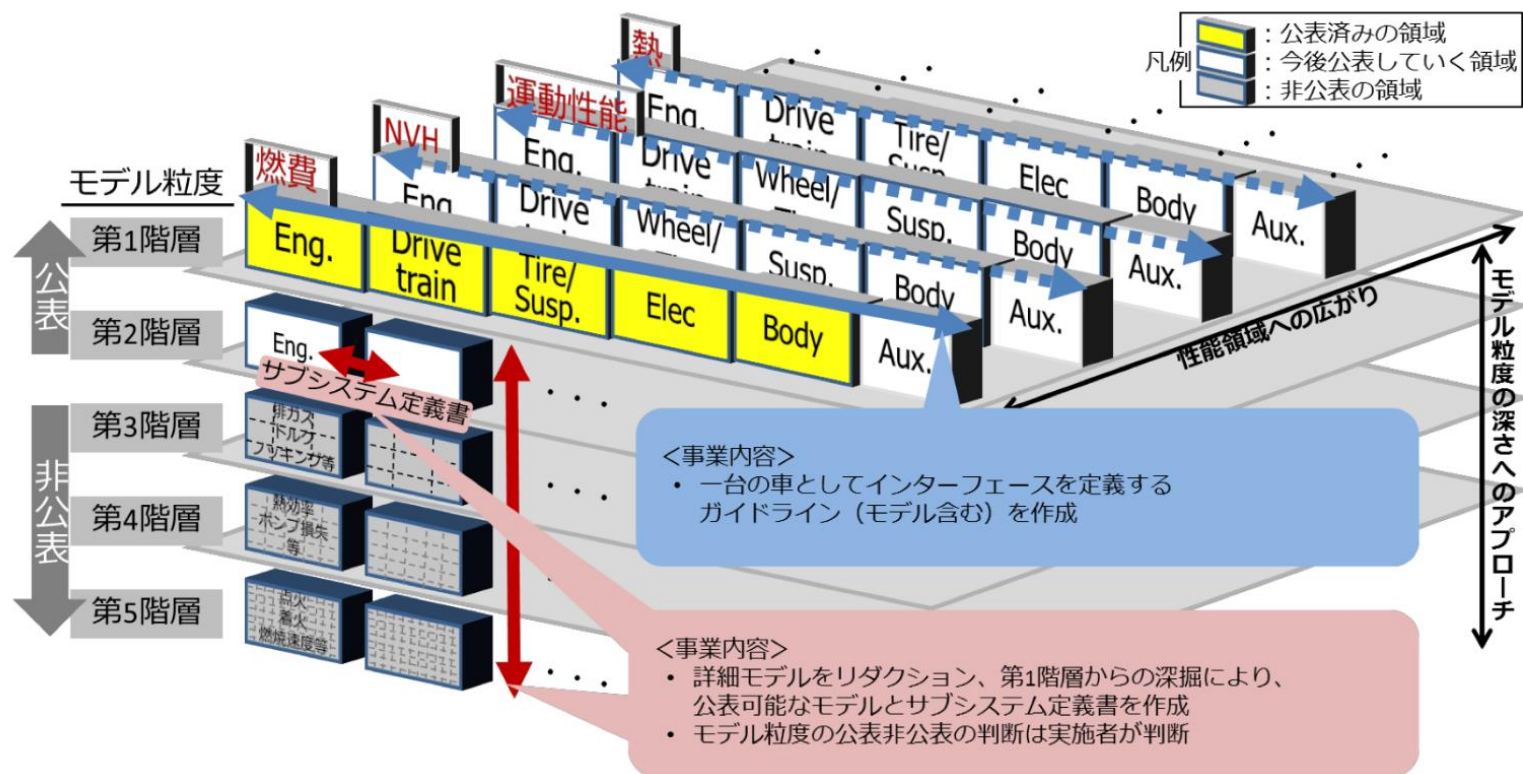
• T字型モデル構成



1. イントロダクション

SURIAWASE 2.0の深化

- 日本発のガイドラインとして、車両モデルの粒度を前提とした性能領域の広がり、産学連携によるモデル構築（深さへのアプローチ）を2018年～2020年で構築してきた。



3カ年事業のイメージ

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・ 概要

- ①全体プロセスの設定
- ②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定
- ③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定
- ④モデルタイプの設定
- ⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ
- ⑥モデル評価環境の設定
- ⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

・ 概要まとめ

3. 参考：各ガイドラインの概要

モデル流通における課題について

- システム開発においてモデルを流通するためには、モデル開発者と利用者がお互いの背景を理解し合いながら、コミュニケーションを取り、モデルのアーキテクチャ、粒度やインターフェース(I/F)等を検討しなければならない。

パートナー(例：OEMーサプライヤ)間のモデル流通を行っていく中で、

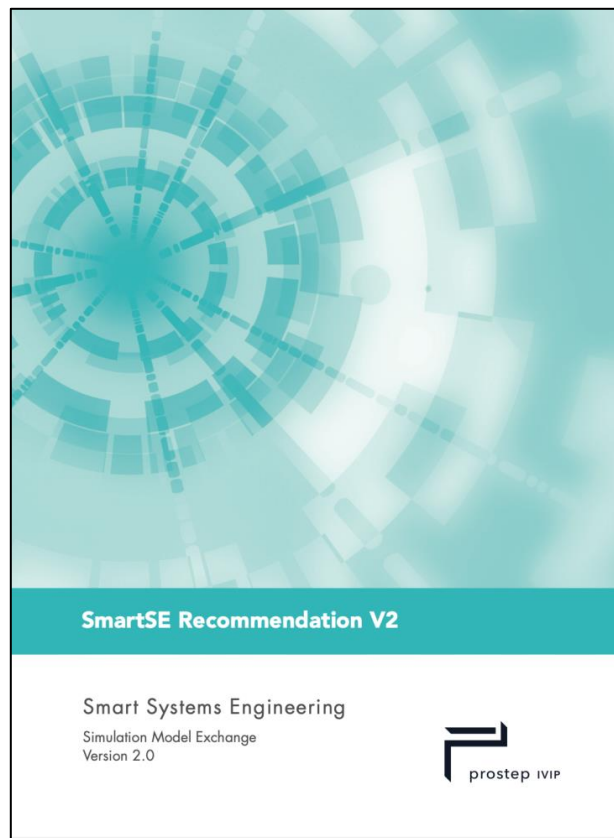
- 1) **モデル作成のためのプロセスの設定** (各社で大きく異なる)
- 2) **モデル使用目的の設定**
- 3) **モデル流通時の最適なモデル粒度の設定**
- 4) **検証環境 (汎用(流通)できるモデル) の設定**
- 5) **モデル粒度に適したI/Fの調整**
- 6) **モデル流通におけるIP保護**

などに対して、会社間を跨いで共有・協調が必要となるため多大な工数を必要とする。上記の課題に対応していくことが必要である。

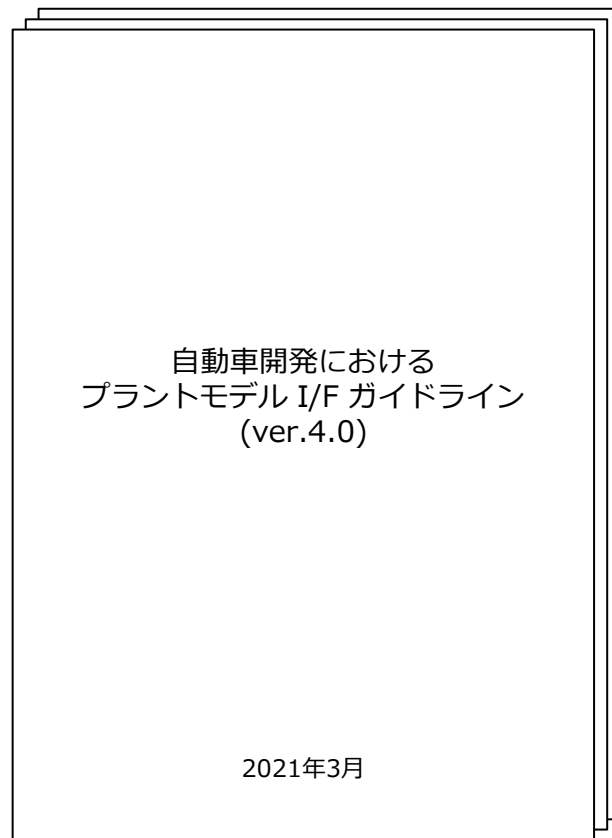
次ページのモデル流通のための作法・参照アーキテクチャとI/Fを前に、“PSI GL”と“プラントI/F GL”を活用したモデル流通プロセスの観点を次ページ以降に記す。

今回参考にしたモデル流通におけるガイドラインの概要

- モデル通に関するガイドラインを作成するにあたり、既往のガイドライン群と協調することが不可欠である。本GLでは下記の2つのガイドラインを元としたモデル流通プロセスの具体的な事例を紹介する。



SmartSE Recommendation V2
Simulation Model Exchange ver. 2.0
(Prostep iViP(PSI) GL)



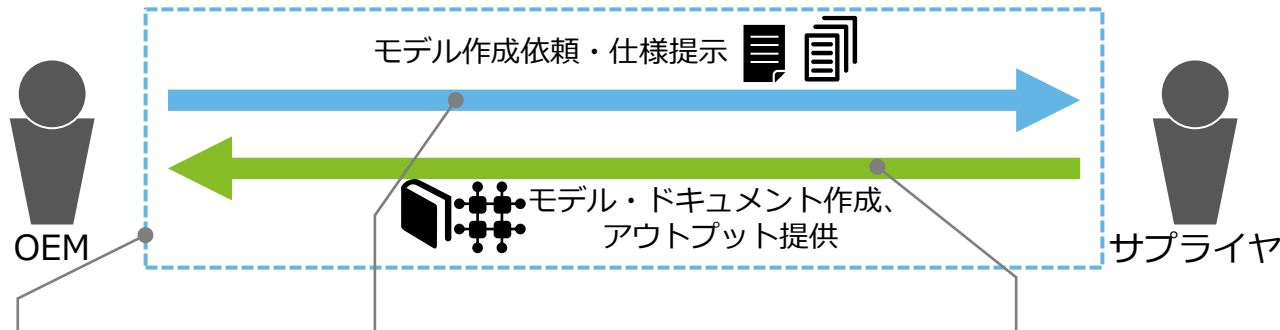
自動車開発における
プラントモデル I/F ガイドライン ver.4.0
(プラントI/F GL)

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

今回参考にしたモデル流通におけるガイドラインの概要

- 日本のMBDにおける、主にパートナー間のモデル授受で課題のある領域について、作法・アーキテクチャ・I/Fの3つの観点から定義を行うことでモデル流通・モデルの共通理解を促進する。

モデル授受イメージ



課題

- モデルの授受で発生する各タスクにおける、OEM、サプライヤ各々の責任分担が不明瞭

責任分担を明確化するためのルール（作法）が必要

- 階層・粒度の考え方が各社異なるため、モデル作成時の部品・システムレベルの分担領域が不明確

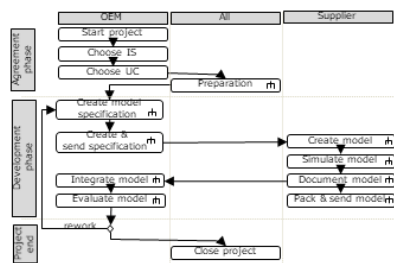
モデル作成を依頼している領域を明確に相互理解するための参考となるマップが必要

- I/Fが各社個別で設定されているため、モデル接続時に不具合が生じる

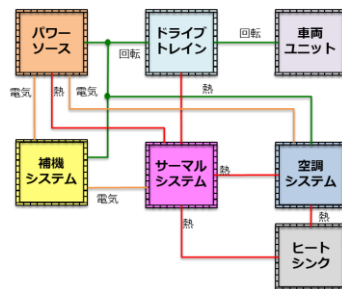
各々のモデルの接続方向・単位を担保するI/Fの共通理解が必要

対応

A 作法の定義



B 参照アーキテクチャの作成



C I/Fの作成

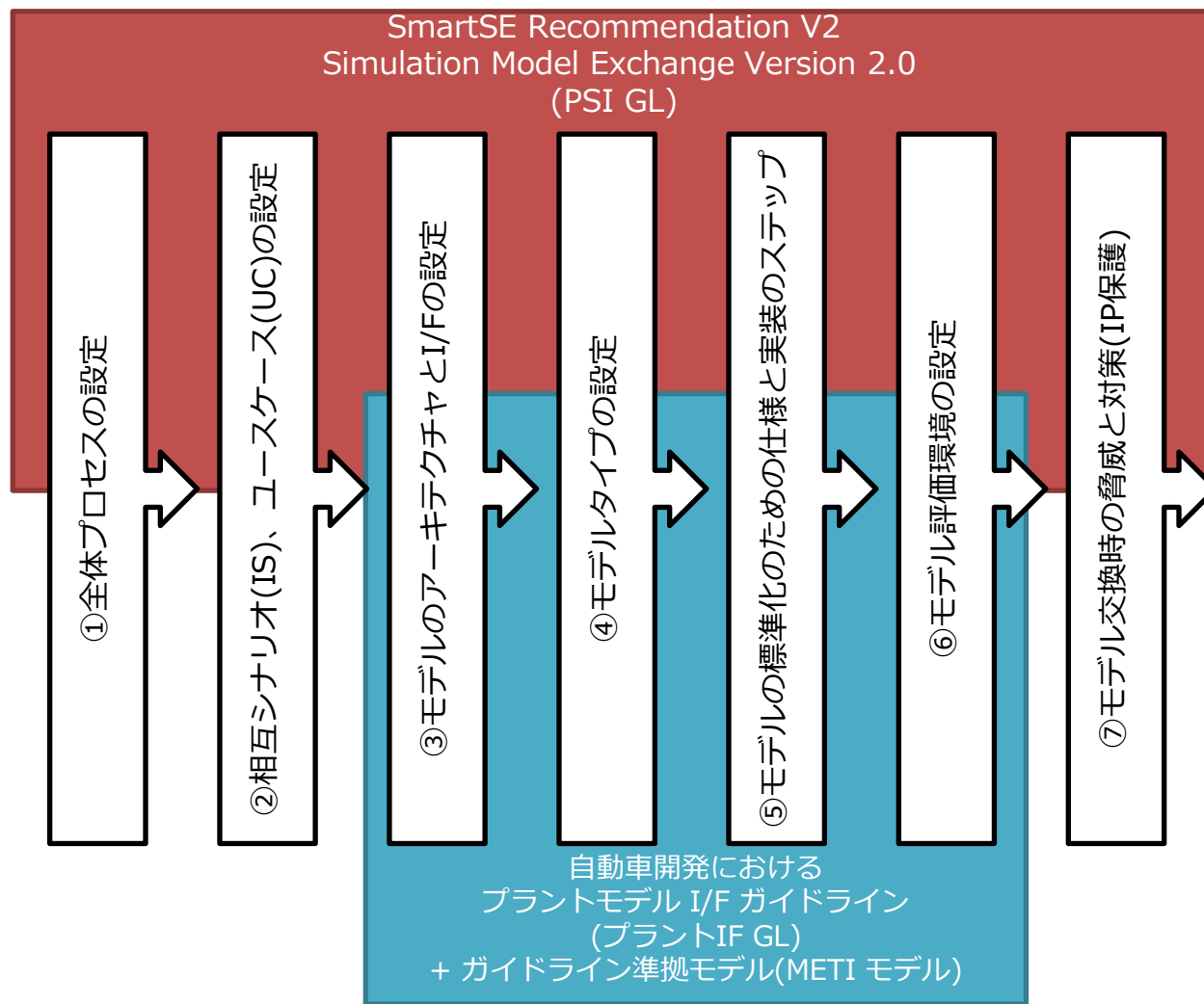
METI Model ガイドラインの事例	INPUT		OUTPUT	
	I/F名	From	I/F名	To
パワー ソース	回転	ドライブトレイン	トルク	ドライブトレイン
	熱	サーマルシステム	熱流量	サーマルシステム
	電気	空調システム	電流	空調システム
ドライブ トレイン	電気	補機システム	電流	補機システム
	回転	パワーソース	回転数	パワーソース
	回転	車両ユニット	トルク	車両ユニット
ヒート シンク	熱	サーマルシステム	熱量	サーマルシステム
	熱			

SmartSE Recommendation V2 Simulation Model Exchange
Version 2.0

自動車開発におけるプラントモデル I/F ガイドライン

今回参考にしたモデル流通におけるガイドラインの概要

- 今回の統合する日本のモデル流通ガイドラインは、下記のプロセスにより各GLの連携を行う。



0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・ 概要

①全体プロセスの設定

②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定

④モデルタイプの設定

⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ

⑥モデル評価環境の設定

⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

・ 概要まとめ

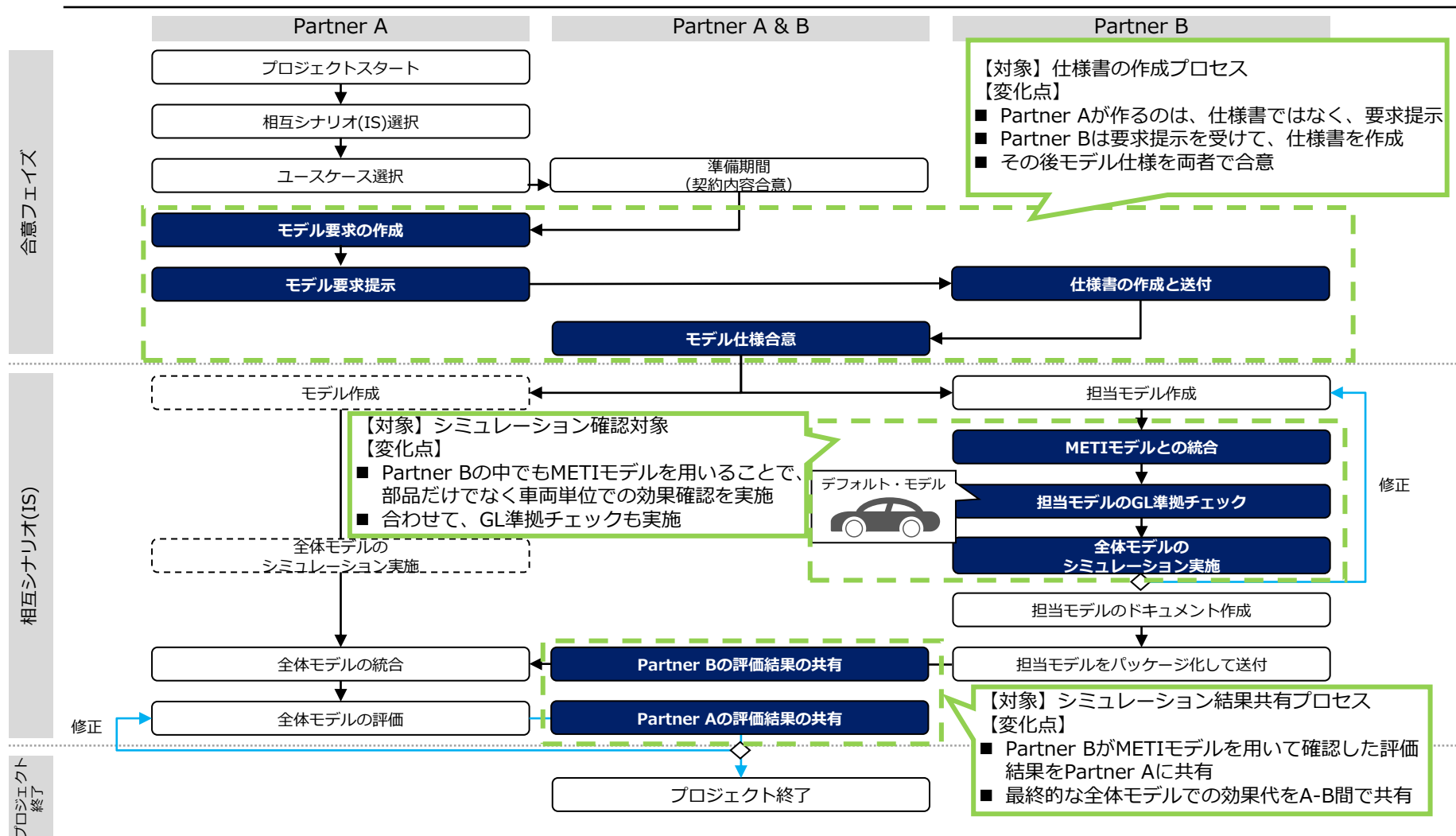
3. 参考：各ガイドラインの概要

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

①全体プロセスの設定：METIモデルを使った開発プロセス事例

- 会社間でジェネリックモデルのようなモデルを流通するためのプロセスについて、PSI GLを参考に記述したところ、日本のすり合わせ開発に則した変化点は以下の3点に集約される。

モデル開発プロセスの一例



0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・ 概要

①全体プロセスの設定

②**相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定**

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定

④モデルタイプの設定

⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ

⑥モデル評価環境の設定

⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

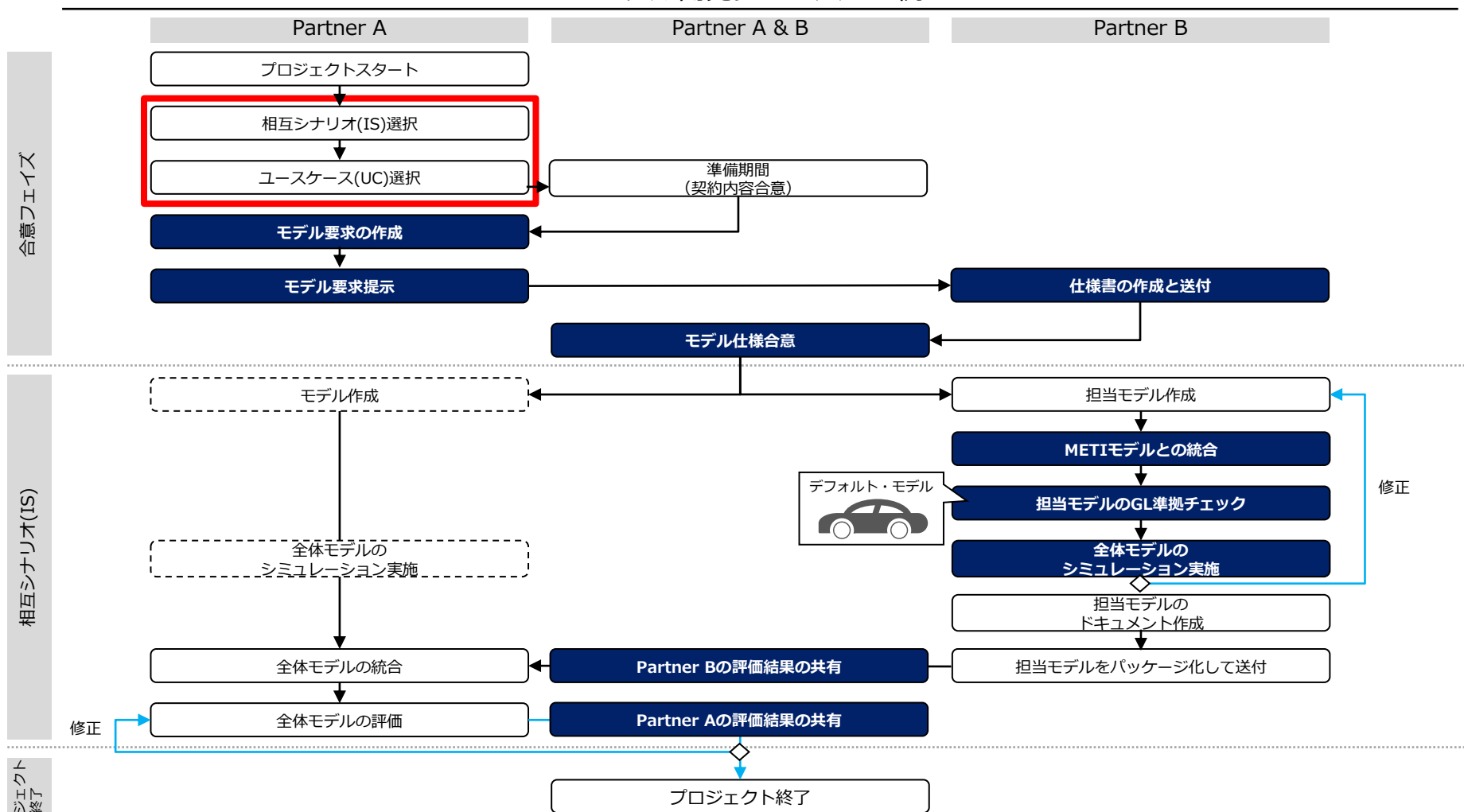
・ 概要まとめ

3. 参考：各ガイドラインの概要

②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定

- ・Vモデルで重要なポイントの一つとして、モデル流通する相互シナリオ(IS)とユースケース(UC)の明確化が必要であり、要件の設定、IP設定やモデルの粒度などをパートナー間で理解するのに有効である。

モデル開発プロセスの一例



2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

作法

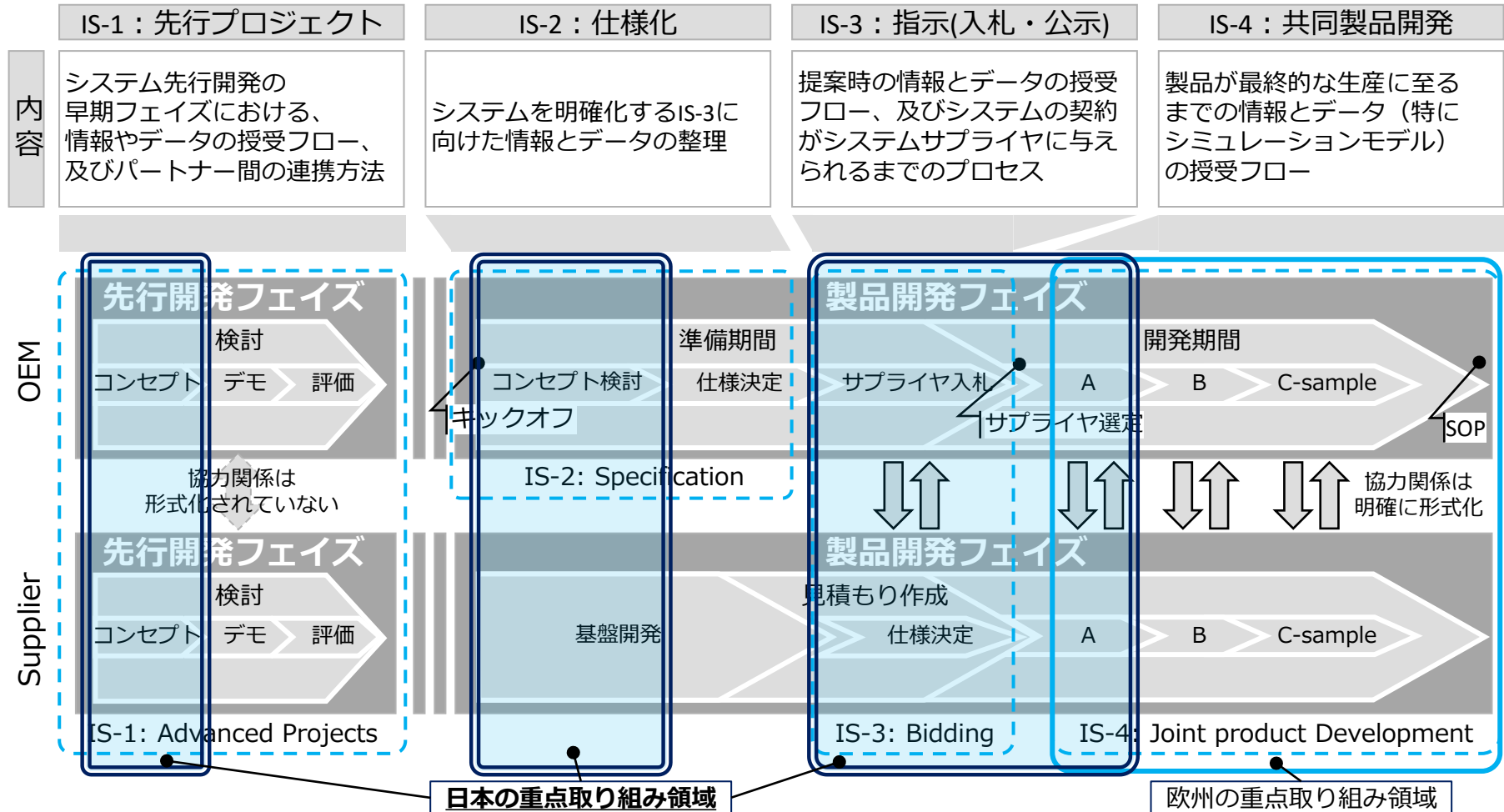
アーキテクチャ

I/F

②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定

相互シナリオの選択

- OEMとサプライヤの間の相互作用する開発フェイズにおいて、日本のすり合わせ開発文化に即してシステム・機能レベルの設計領域を重視すべく、サプライヤ選定・開発初期フェイズにモデル交換プロセスを取り入れることで、パートナー間の共通理解を促進

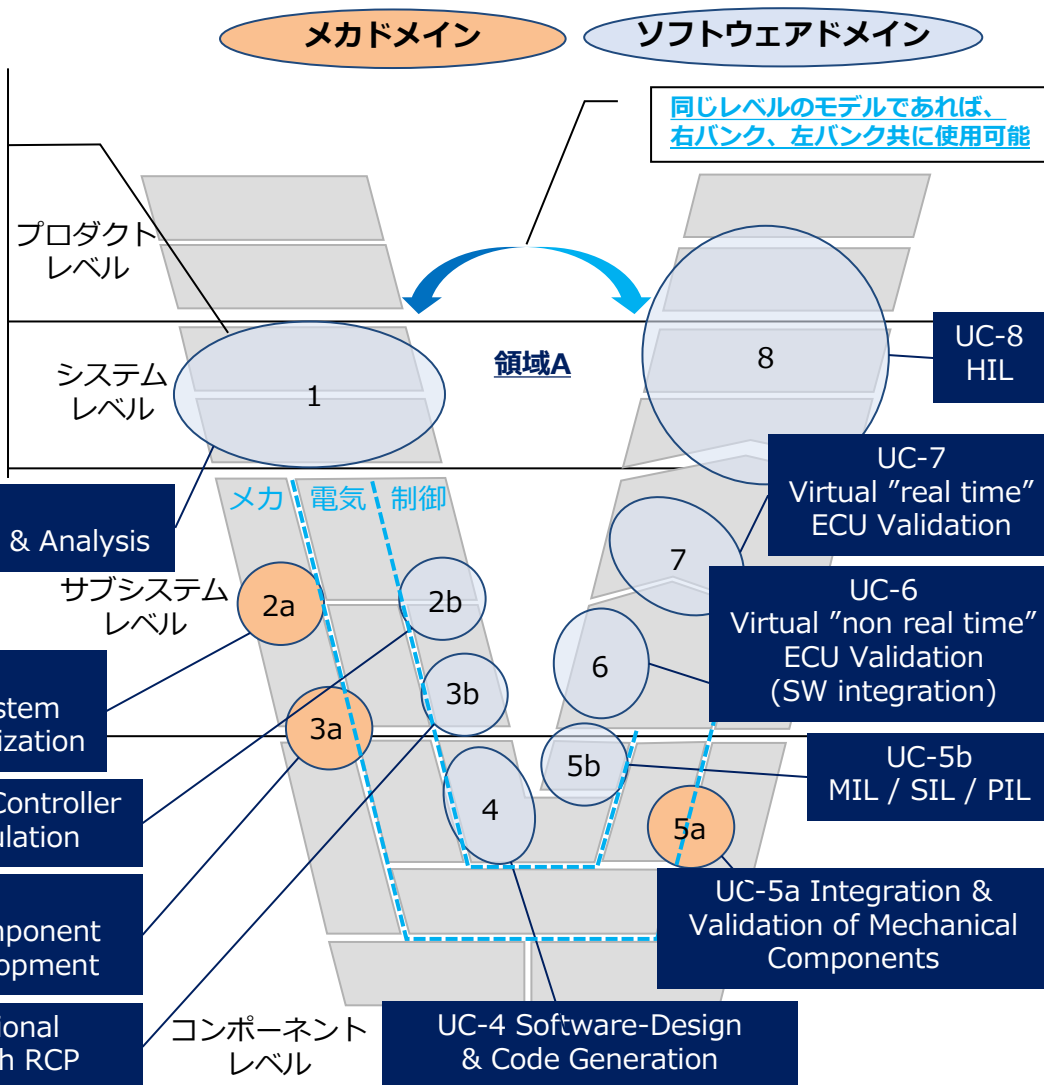
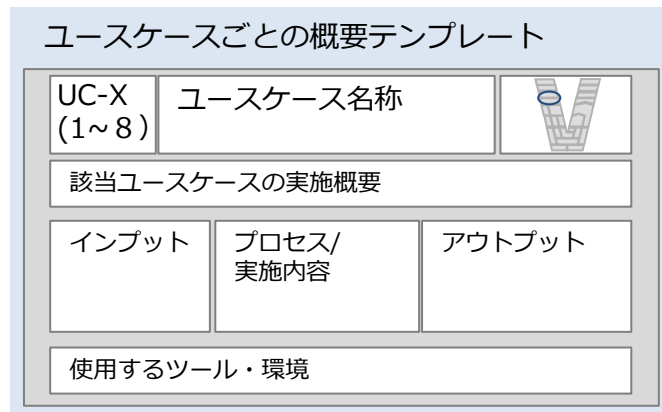


②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定

Vモデルにおける代表ユースケース

- ・ Vモデルにおいて、日本のすり合わせ開発文化に即した重視項目である、システム・機能レベルの設計領域となる領域Aを優先して取り組むことで、パートナー間の共通理解を促進

○ユースケース(UC)



ユースケース(UC)例

UC-1 システムのモデリングと分析

UC-2a コンポーネント

/システム分析と最適化

UC-2b 機能/コントローラ設計

とシミュレーション

UC-3a 機械部品の設計と開発

UC-3b RCPによる機能評価

UC-4 ソフトウェア-設計とコード生成

UC-5a 機械部品の統合と検証

UC-5b MIL / SIL /(v)PIL

UC-6 仮想「非リアルタイム」ECU検証
(SW統合)

UC-7 仮想「リアルタイム」ECU検証

UC-8 HIL

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・概要

①全体プロセスの設定

②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定

④モデルタイプの設定

⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ

⑥モデル評価環境の設定

⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

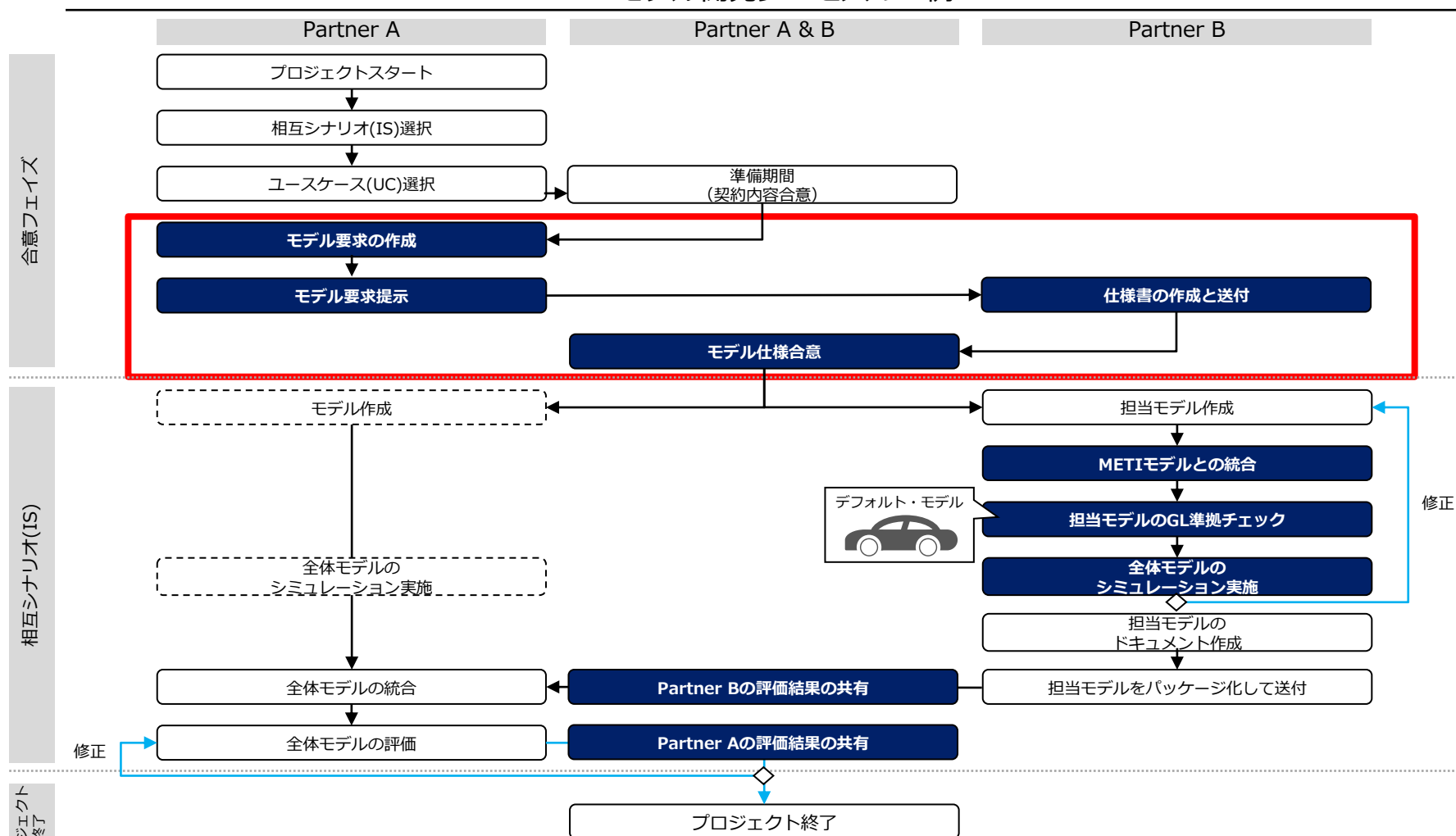
・概要まとめ

3. 参考：各ガイドラインの概要

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定

- モデル化の要件を決めるポイントになるのが、モデル化対象の領域と粒度の決定である。これらの決定に際し、共有の進め方と事例があると、認識を合わせて進めることができる。

モデル開発プロセスの一例



2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

作法

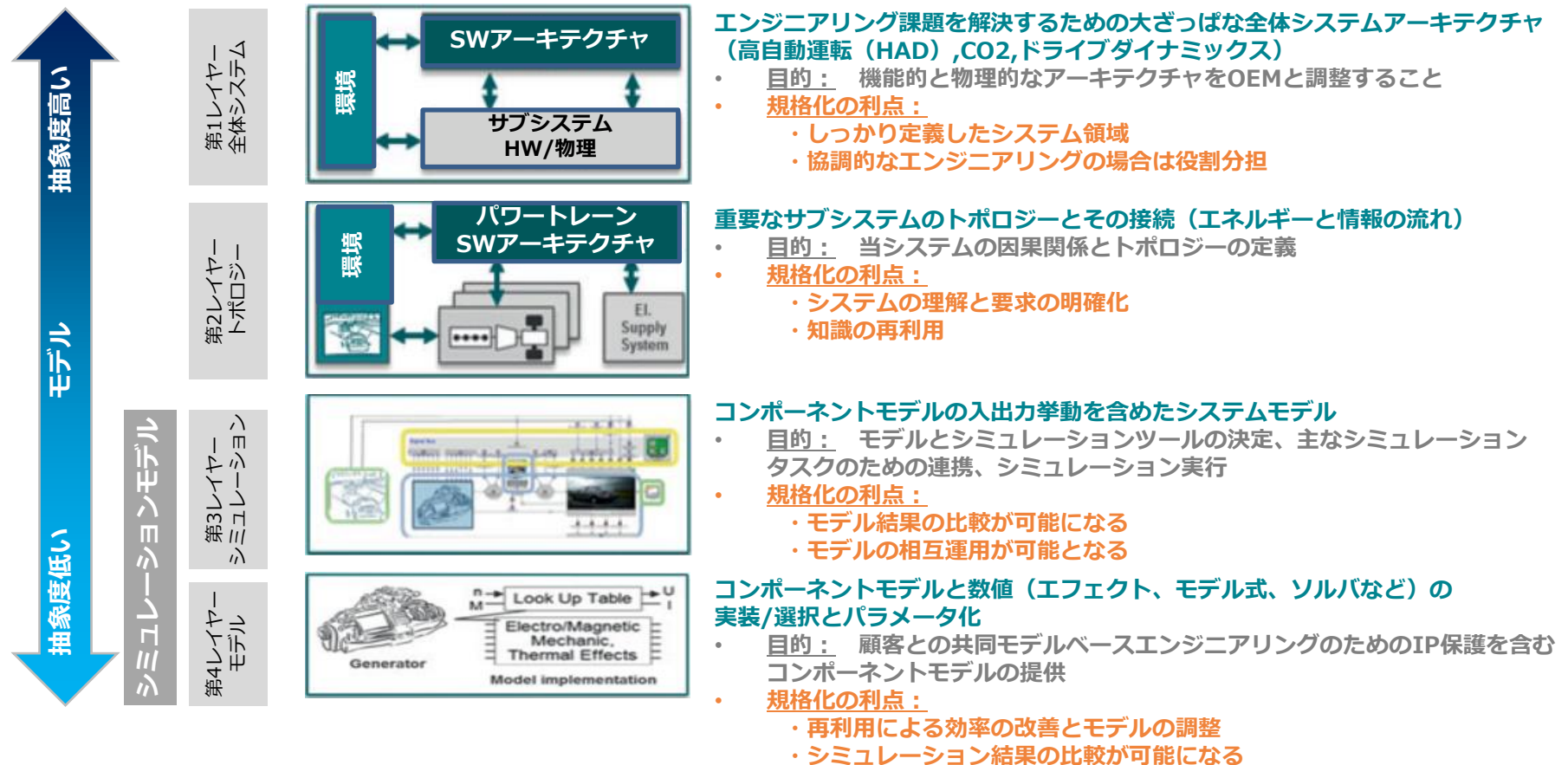
アーキテクチャ

I/F

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定:

4レイヤーアプローチ

- PSI GLでは、モデル化の範囲や粒度を決めていくプロセスを4つの抽象度に分けたレイヤーでのアプローチを推奨している。
- モデル開発の目的に合わせて、必要な領域とインターフェイス(I/F)を設定し、必要なモデルを決める。



2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

作法

アーキテクチャ

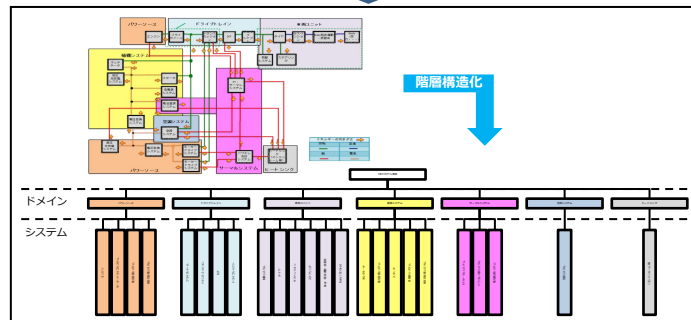
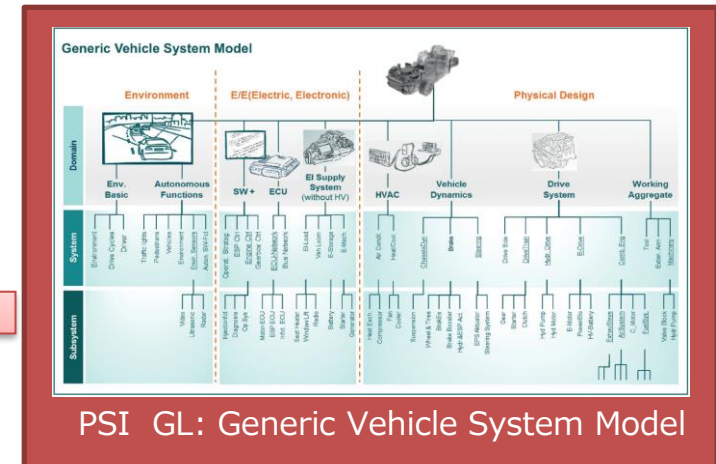
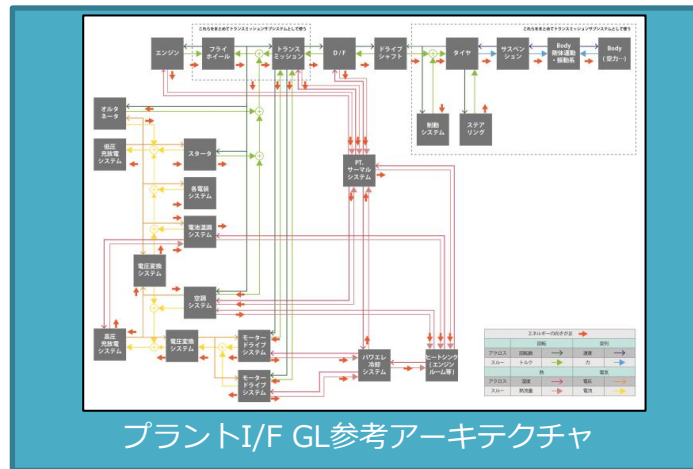
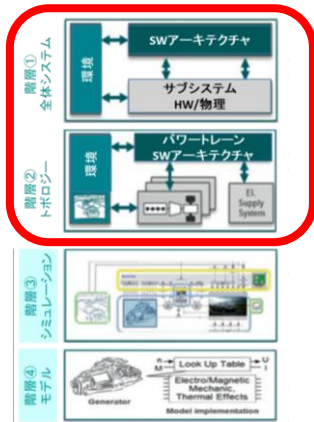
I/F

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定:

参照するアーキテクチャ事例の設定

- モデルを作成するために参照アーキテクチャをベースにカスタマイズを行い、どのくらいのモデルの階層が必要かを共通で認識することで、最適なモデルの粒度を設定できる。

プラントI/F GLでは、ある性能を事例にした一般的なモデルのアーキテクチャを設定している。それを参考にし、今回のモデル化に必要なアーキテクチャを作成。また、PSI GLのGeneric Vehicle System Modelを参考に、各システムの階層を明確化することで、流通時のモデルの粒度の設定が明確になる。



今回のモデル化に必要なアーキテクチャとその階層

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

作法

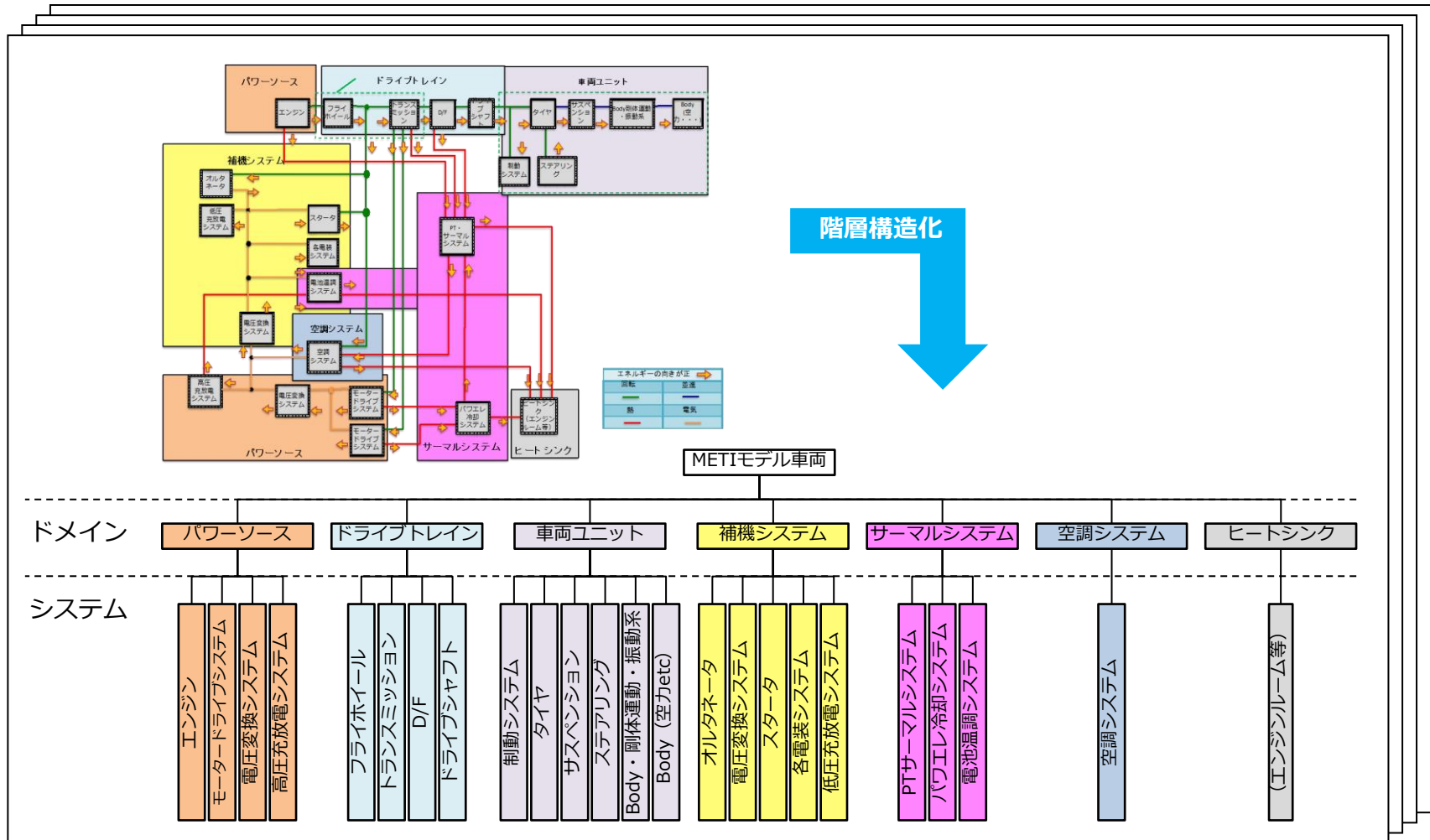
アーキテクチャ

I/F

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定:

参照するアーキテクチャの設定

- プラントI/F GL準拠モデル(METIモデル)を参考に、Generic Vehicle System Modelを用いて設定することで、モデルの粒度感の共通認識を持たせることができる。



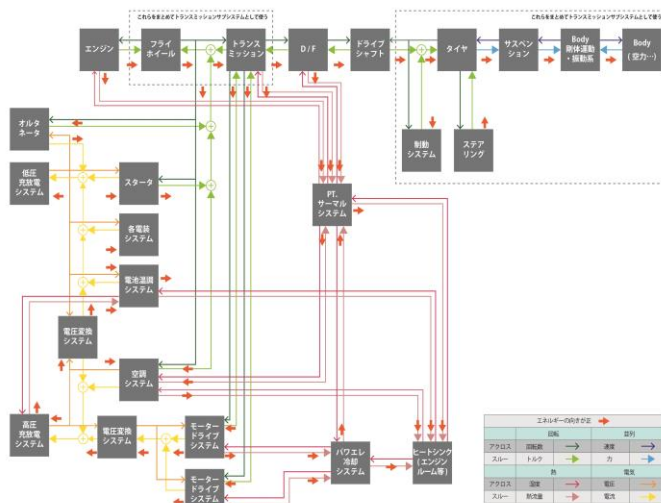
③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定:

参照するアーキテクチャの設定

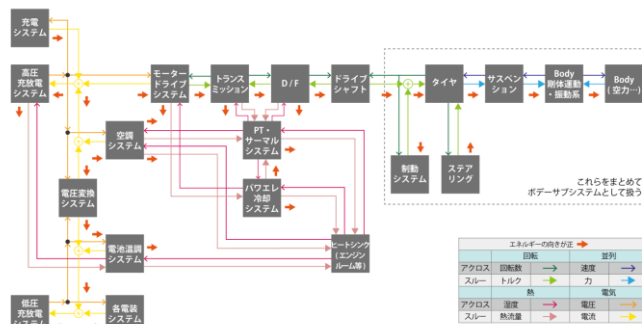
- プラントI/F GLでは、複数の自動車システムの性能におけるガイドラインとして、第一階層のアーキテクチャとI/F事例を提示しており、モデル化における共通認識の向上に寄与することができる。

自動車システムの性能事例

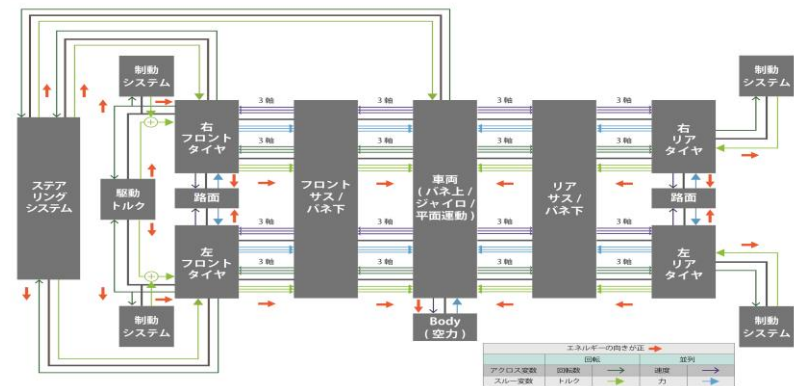
燃費の事例



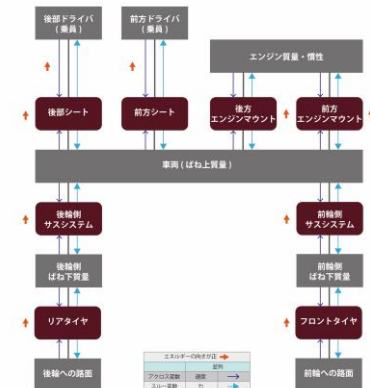
電気自動車の電費の事例



運動性能の事例



車両振動の事例



2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

作法

アーキテクチャ

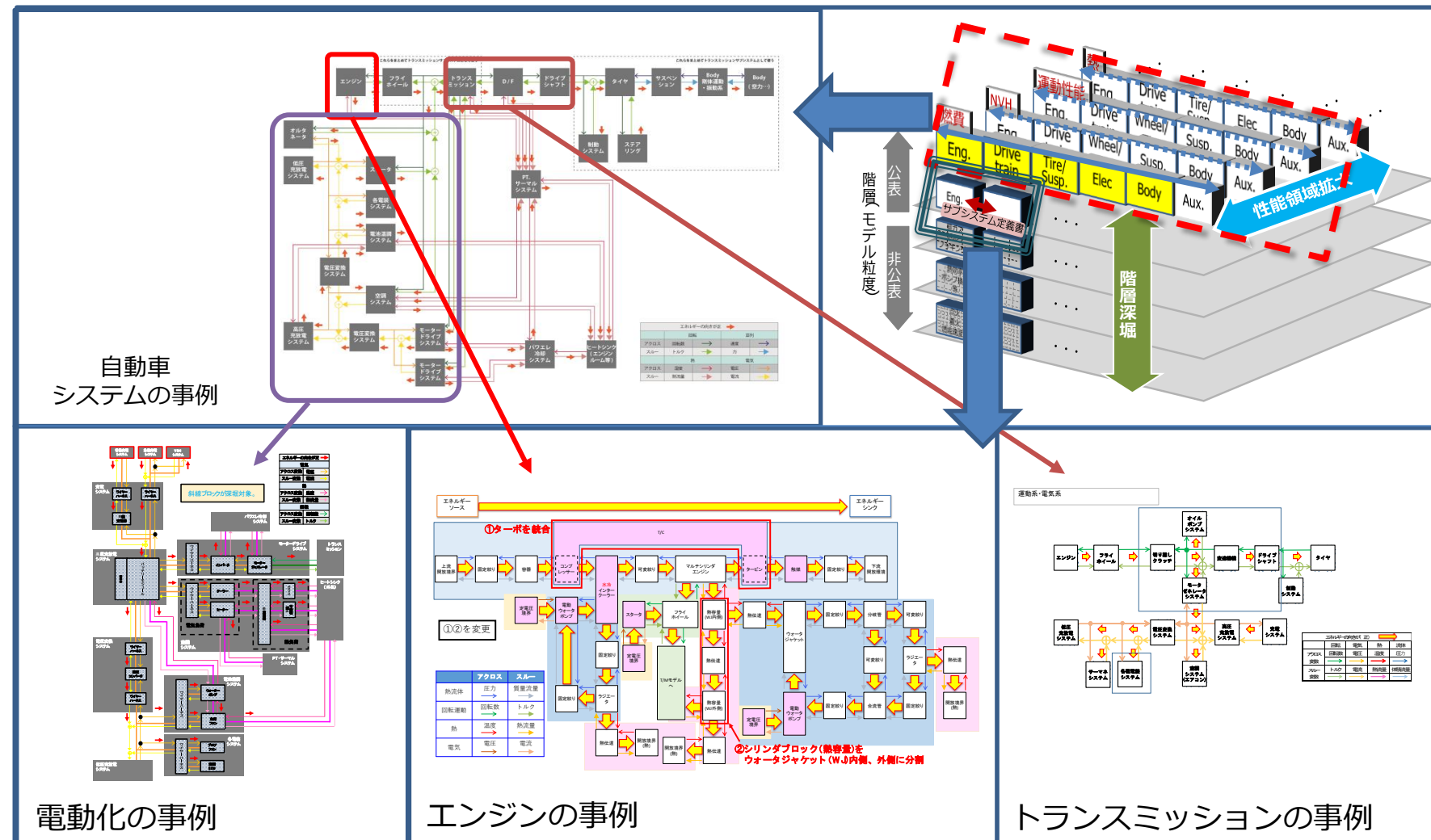
I/F

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定：

参照アーキテクチャの設定

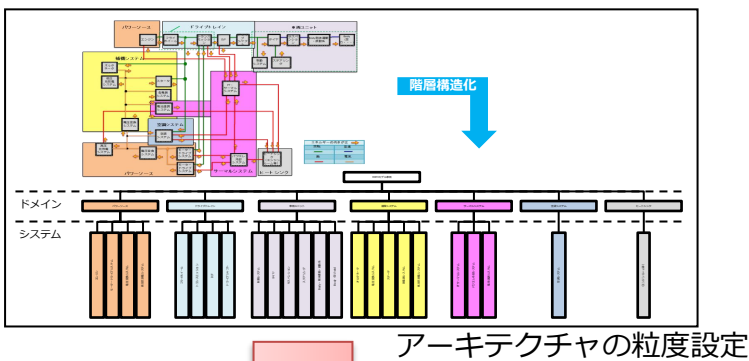
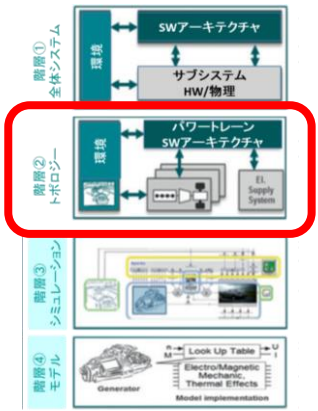
- 深堀部分のガイドラインをプラントI/F GLでは作成している。評価目的が同じシミュレーションモデルであれば、モデルのアーキテクチャを参照することが可能である。

システム事例



③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定：
モデルI/Fの設定

・ 流通するモデルのI/Fは、物理I/Fや情報I/Fの設定が必要である。物理I/Fについては、プラントI/F GLの基本原則や各階層のモデルI/F事例を参照しながら、設定できる部分がある。情報(制御など)I/Fについては、今後、ガイドラインの調査や設定を行う必要がある。



トポロジー設定時の検討

サブシステム名

I/Fと機能を記載

プラントモデル入力I/F

制御入力I/F

プラントモデル出力I/F

制御出力I/F

エネルギーの向き

履歴

サブシステムI/F定義書

エンジンモデル

エンジン機能概要

入力

出力

エネルギーの向き

備考欄

ガイドラインの原則と違う場合、理由と内容を明記

モジュール機能概要

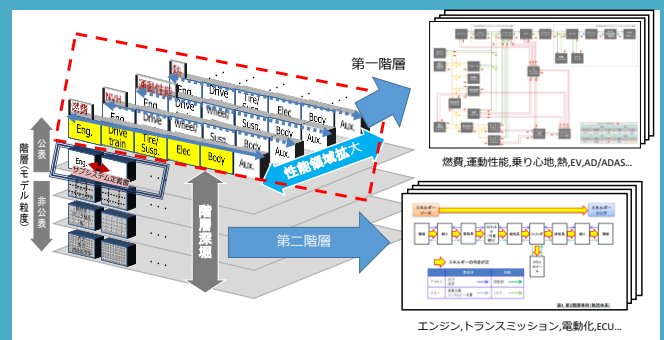
機能概要を記載

サブシステムI/F定義書	サブシステム名 = エンジン
<div>エンジンモデル</div> <div> <div>エンジン機能概要</div> <div>機能概要を記載</div> </div>	<div>モジュール機能概要</div> <div> <div>○機能概要</div> <div>①回転軸の運動</div> <div>エンジン軸トルクの算出</div> <div>②運動</div> <div>エンジン熱損失算出</div> <div>③運動</div> <div>燃料消費率・消費量の算出</div> </div>
<div> <div>トイ</div> <div>サブシステム名</div> <div> <div>入力</div> <div>出力</div> <div>制御入力</div> <div>制御出力</div> </div> </div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div> <div>エンジン機能概要</div>	

各モデル毎のI/Fを設定

基本原則	
第一	プラントモデル間はアクロス変数とスルー変数でつなぐ。また、アクロス変数とスルー変数の向きは互いに逆向きとする。
第二	エネルギーソースからエネルギーシンクへ流れる方向をエネルギーの正の向きとする。
第三	スルー量・アクロス量を蓄積する要素を基準として、全体のI/Fを考える。
第四	スルー変数の正負は、エネルギーの正の流れの向きとスルー変数の入出力の向きが同じとき、正とする。
第五	入出力の単位はSI単位系、SI組立単位系を利用する。量記号は、JIS規格を使用する。

プラントI/F GL 基本原則



各階層でのI/F事例

プラントI/F GL

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定:

モデルI/Fの設定 ドメインの設定

- プラントI/F GLで、プラントの物理領域については、下記のようなエネルギー領域を設定している。各物理領域毎に、流通するモデルのI/Fを設定することで、プラントモデルのI/Fの設定が行いやすくなる。設定されていない領域については、今後の議論をする必要がある。

■物理領域ごとのアクロス変数とスルー変数一覧

物理領域 Domain	アクロス変数 Across variables	スルー変数 Through variables
電気 Electrical	電位・電圧 (Voltage)	電流 (Current)
並進運動 Translational	速度 (Velocity)	力 (Force)
回転運動 Rotational	角速度 (Angular velocity)	トルク (Torque)
熱 Heat	温度 (Temperature)	熱流量 (Heat flow)
非圧縮性流体 Incompressible flow	圧力 (Pressure)	体積流量 (Volume flow)
熱流体 Thermal fluid	温度 (Temperature)	エンタルピー流量 (Enthalpy flow)
	圧力 (Pressure)	質量流量 (Mass flow) 比エンタルピー (Specific enthalpy)

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・ 概要

①全体プロセスの設定

②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定

④モデルタイプの設定

⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ

⑥モデル評価環境の設定

⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

・ 概要まとめ

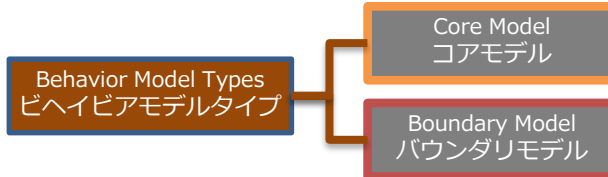
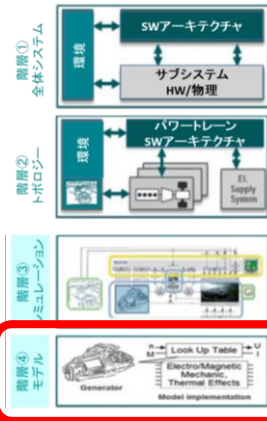
3. 参考：各ガイドラインの概要

④モデルタイプの設定:

ビヘイビアモデルタイプの設定

- 使用するモデルタイプは、各システムの設計値が分かるくらいのコアモデルと境界条件が分かるくらいの粒度で作成したバウンダリモデルを設定している。シミュレーションの目的に合わせて、各モデルをコアモデル・バウンダリモデルとして設定し、モデルの粒度を最適にすることが必要である。

ビヘイビアモデルタイプ

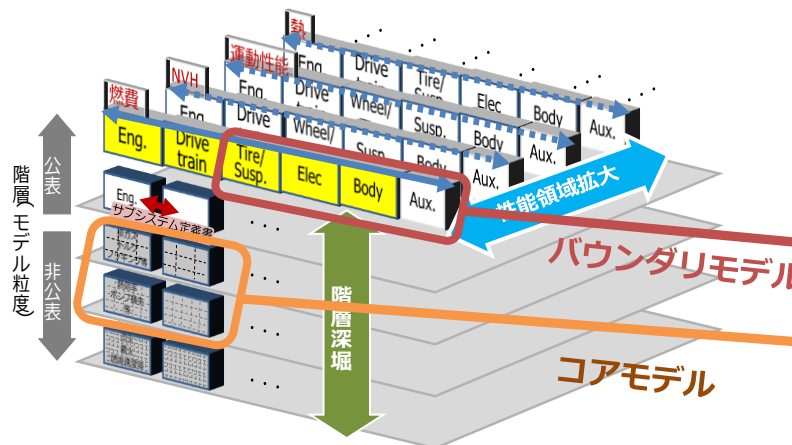


コアモデル:

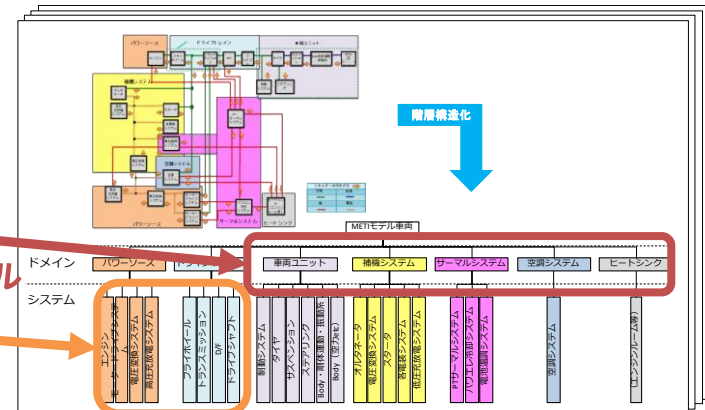
- 直接の開発範囲で定義
- 粒度がとても詳細なモデル
- 専門性が高い (各部署の担当スペシャリストが作成する)

バウンダリモデル:

- 特定の事例に合わせたリダクションモデル
- 他システムまたは他領域に使われる (コアモデルより交換される事が多い)
- 主に粗い内容の簡単なコンポーネントモデル



モデル粒度の設定の例



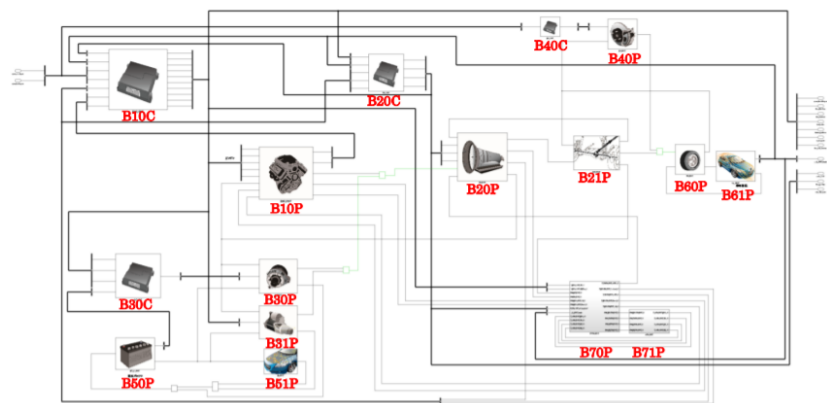
モデルのアーキテクチャと階層

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

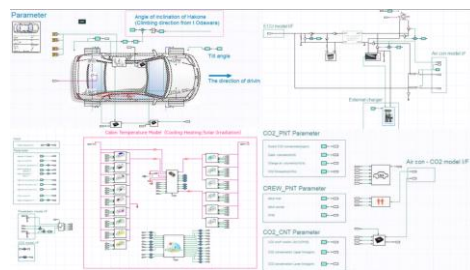
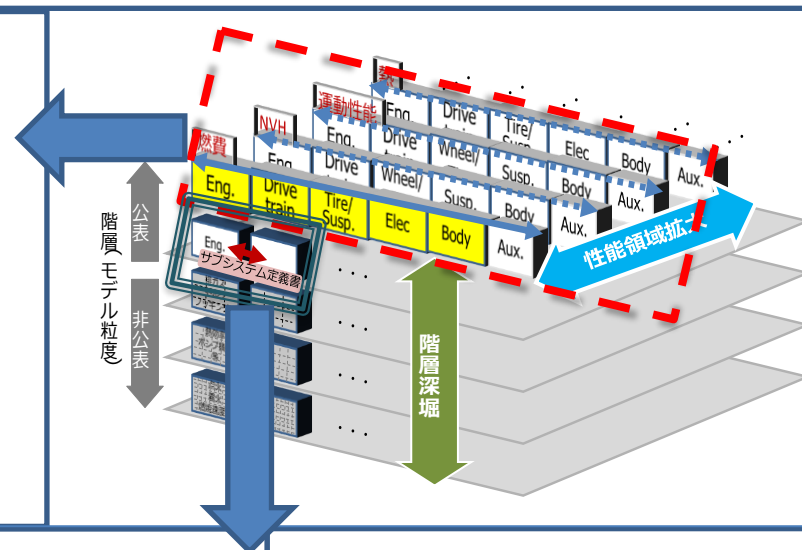
④モデルタイプの設定:

ガイドライン準拠モデルの活用 (ジェネリックモデル)

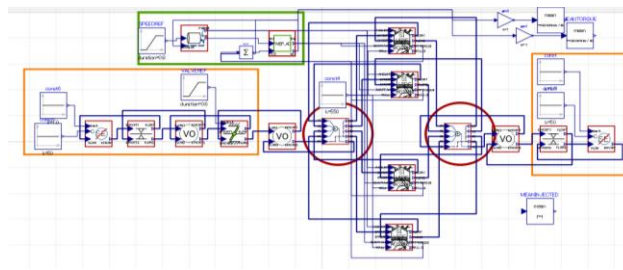
- プラントI/F GLでは、一般的な機能(ジェネリック)を入れて作成したガイドライン準拠モデルを公開することで、モデル作成前に、モデルのアーキテクチャやI/Fの理解、モデルの粒度の共通認識としても利用することが可能である。



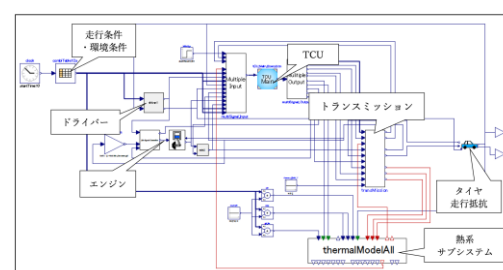
自動車システムの事例
Matlab/Simulinkモデル



電動化の事例
(VHDL-amsモデル)



エンジンの事例
(Modelicaモデル)



トランスミッションの事例
(Modelicaモデル)

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・概要

①全体プロセスの設定

②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定

④モデルタイプの設定

⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ

⑥モデル評価環境の設定

⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

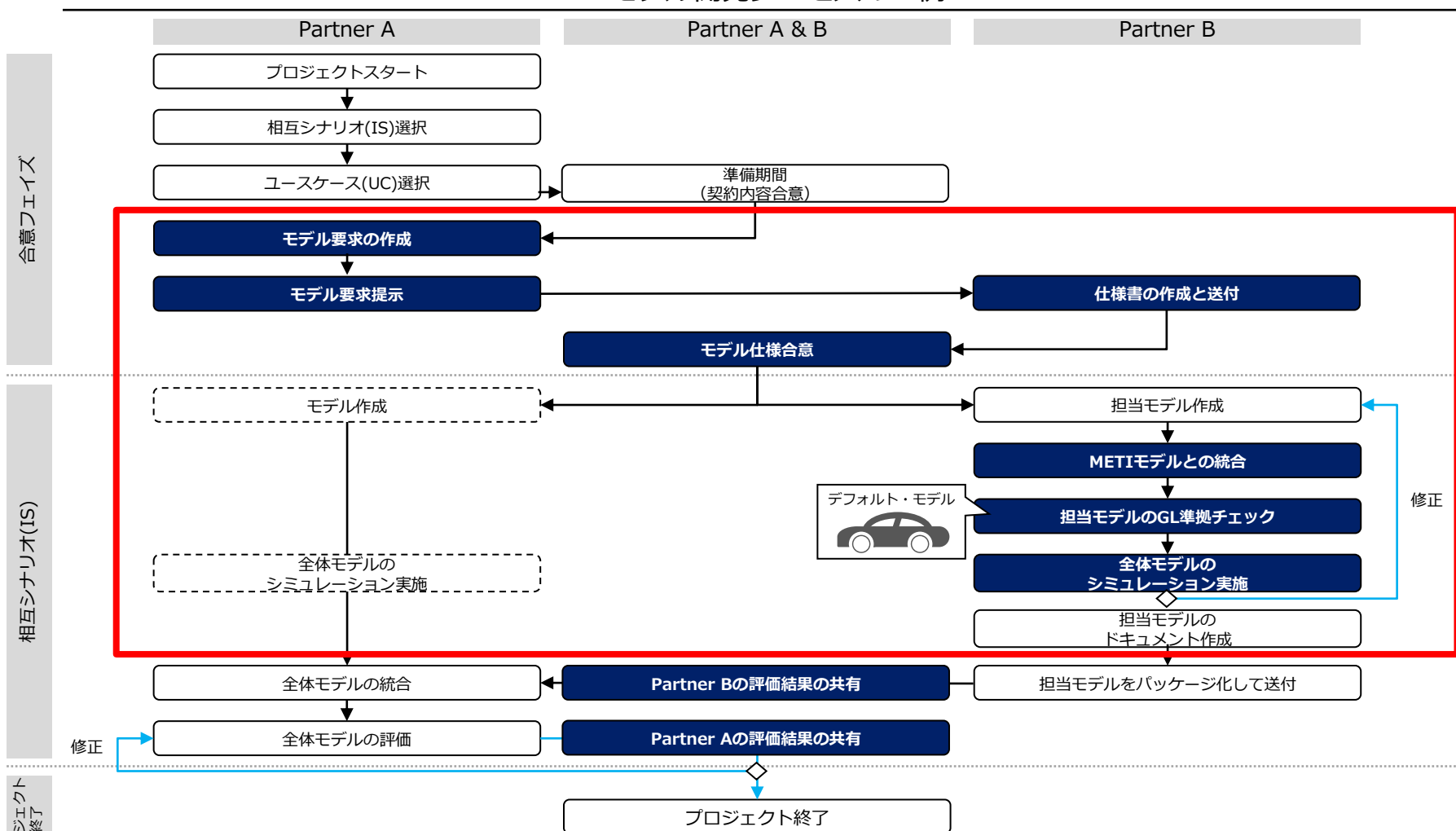
・概要まとめ

3. 参考：各ガイドラインの概要

⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ

- PSI GLでは、流通されるモデルの開発プロセスが設定されている。

モデル開発プロセスの一例



⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ

- PSI GLでは、モデル標準化のユースケースとして10のステップを定義している。プラントI/F GLや準拠モデルを利用することで、共通の認識を持つことが可能となる。

Step Y仕様作成ステップ

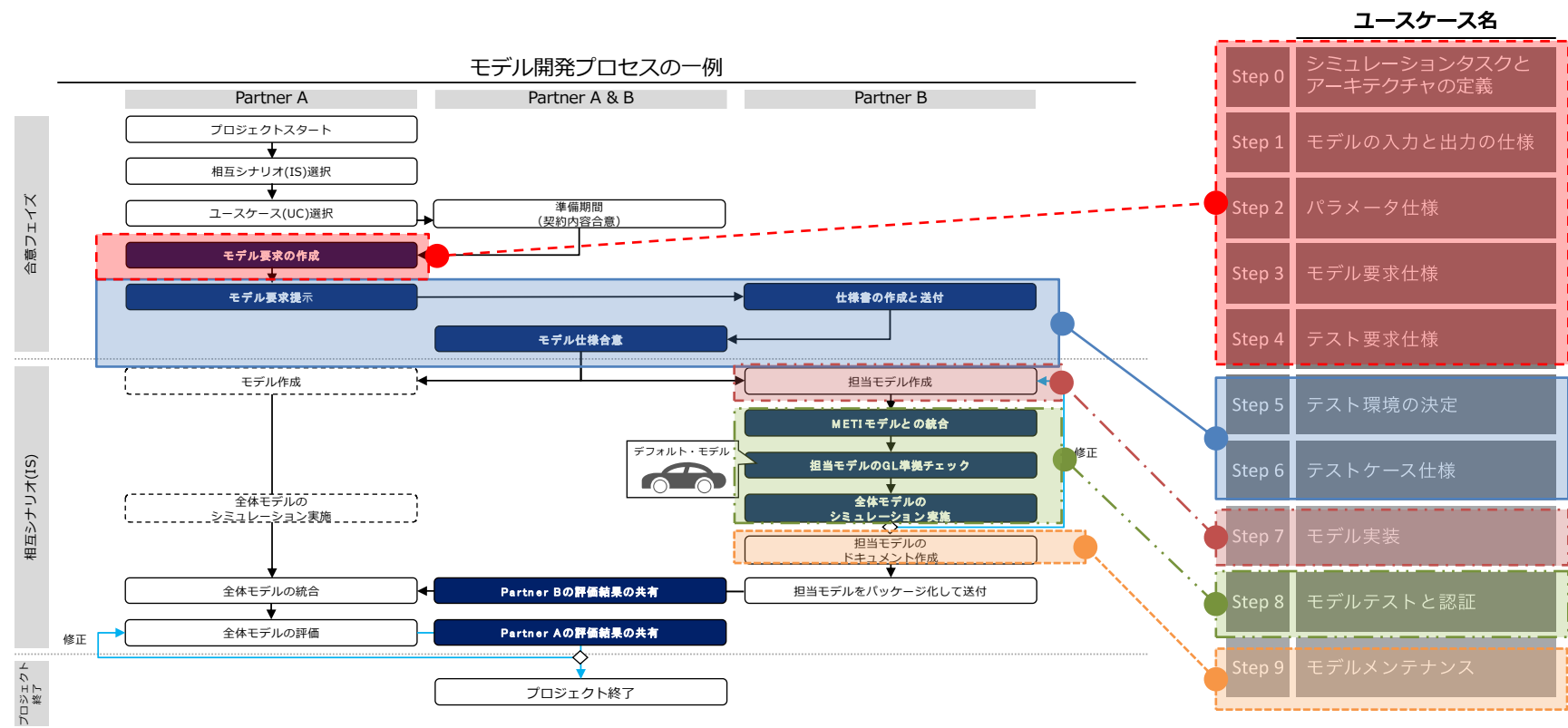
Step Y実装ステップ

	ユースケース名	対象	実施事例
仕様	Step 0シミュレーションタスクとアーキテクチャの定義	シミュレーションタスクとシミュレーションアーキテクチャの説明と決定	プラントモデルガイドラインでモデル構成やI/Fを定義 (開発依頼書で、制御IFや個別分を+a) 開発依頼書／外部仕様書／解説書で記載 ガイドライン準拠モデルを活用することも可
	Step 1モデルの入力と出力の仕様	技術インターフェースの説明（入力値と出力値）	
	Step 2パラメータ仕様	モデルに定義する必要があるパラメータ一式の定義	
	Step 3モデル要求仕様	モデル要件の特定、文書化、および仕様	
	Step 4テスト要求仕様	モデル受け入れ基準となるテスト要件の仕様	
	Step 5テスト環境の決定	モデル受け入れのテスト環境の決定	
実装	Step 6テストケース仕様	開発されるモデルの検証ために実行されるテストケースの形式での受け入れ条件の説明と定義	解説書を作成 解説書に動作確認結果を記載 ガイドライン準拠モデル活用も可 サポートに関して、開発依頼書／外部仕様書／解説書に記載
	Step 7モデル実装	事前に指定された要素に基づくITサプライによるモデルの開発	
	Step 8モデルテストと認証	シミュレーション結果の実評価および以前に指定の要件を満たしているかのテスト	
	Step 9モデルメンテナンス	品質管理の観点からのバグ修正（修正パッチ）を含むモデルのメンテナンスとシミュレーション	

⑤流通モデル開発プロセスの設定

「モデル開発プロセスの一例」と「共同で使用されるモデルの標準化プロセス」の関係性の一例を下記に示す。下記のようなタイミングでPartnerA,Bで、連携して決定していく必要がある。

流通モデル開発プロセスとモデル開発プロセスの関係性の例



0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・ 概要

①全体プロセスの設定

②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定

③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定

④モデルタイプの設定

⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ

⑥モデル評価環境の設定

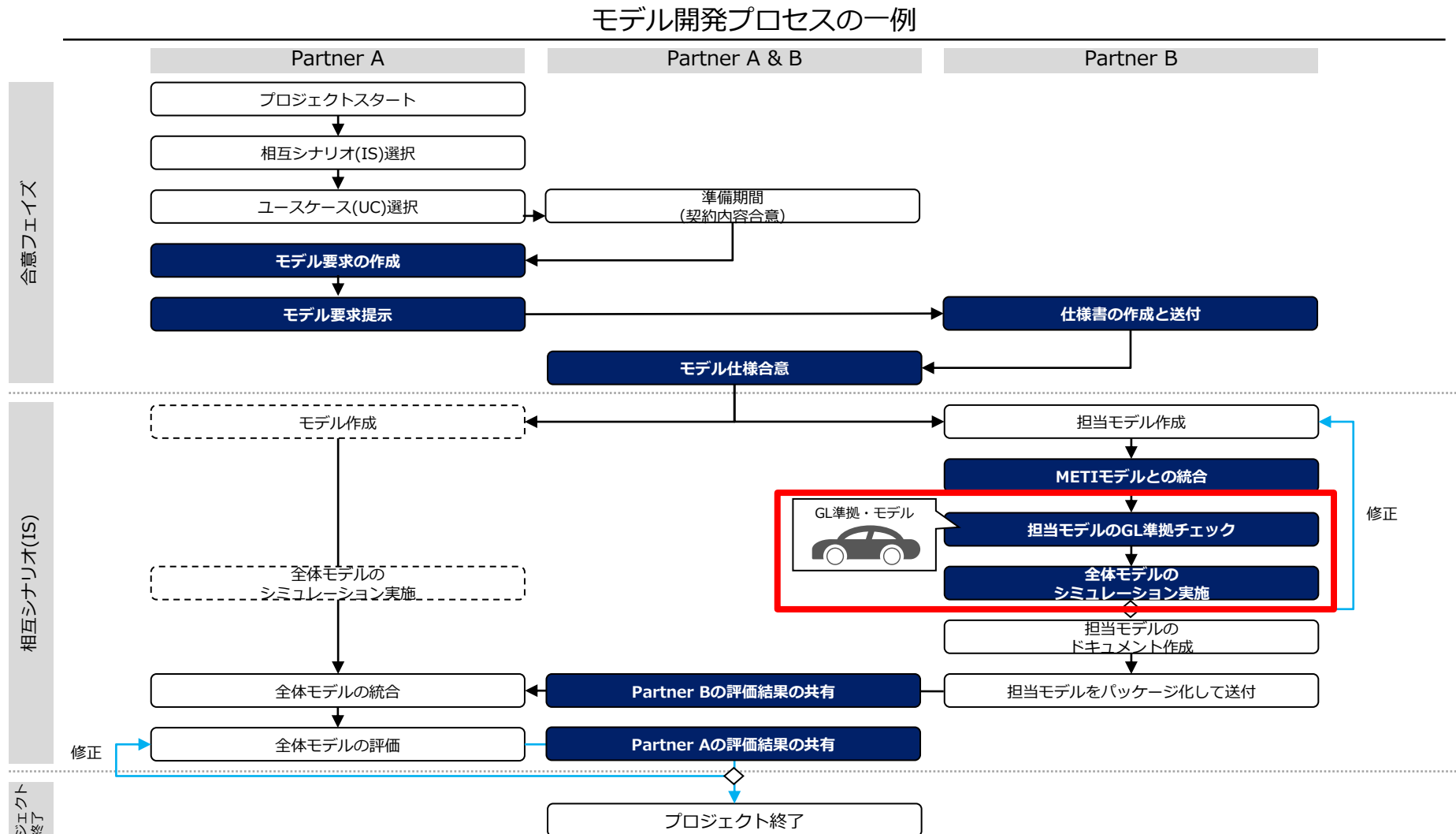
⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

・ 概要まとめ

3. 参考：各ガイドラインの概要

⑥モデル評価環境の設定

流通するモデルが、Partner Aの車両モデルのプラントモデルのI/Fと合うのか評価検討を行うために、Partner B はMETI GL準拠(ジェネリック)モデルで接続検証が可能である。



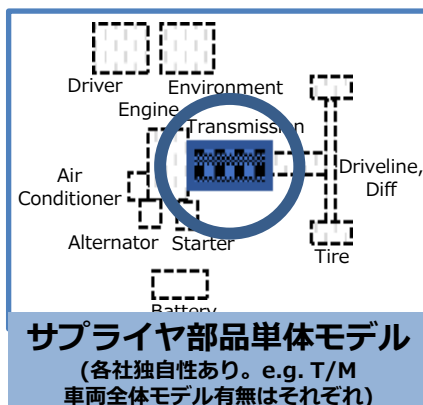
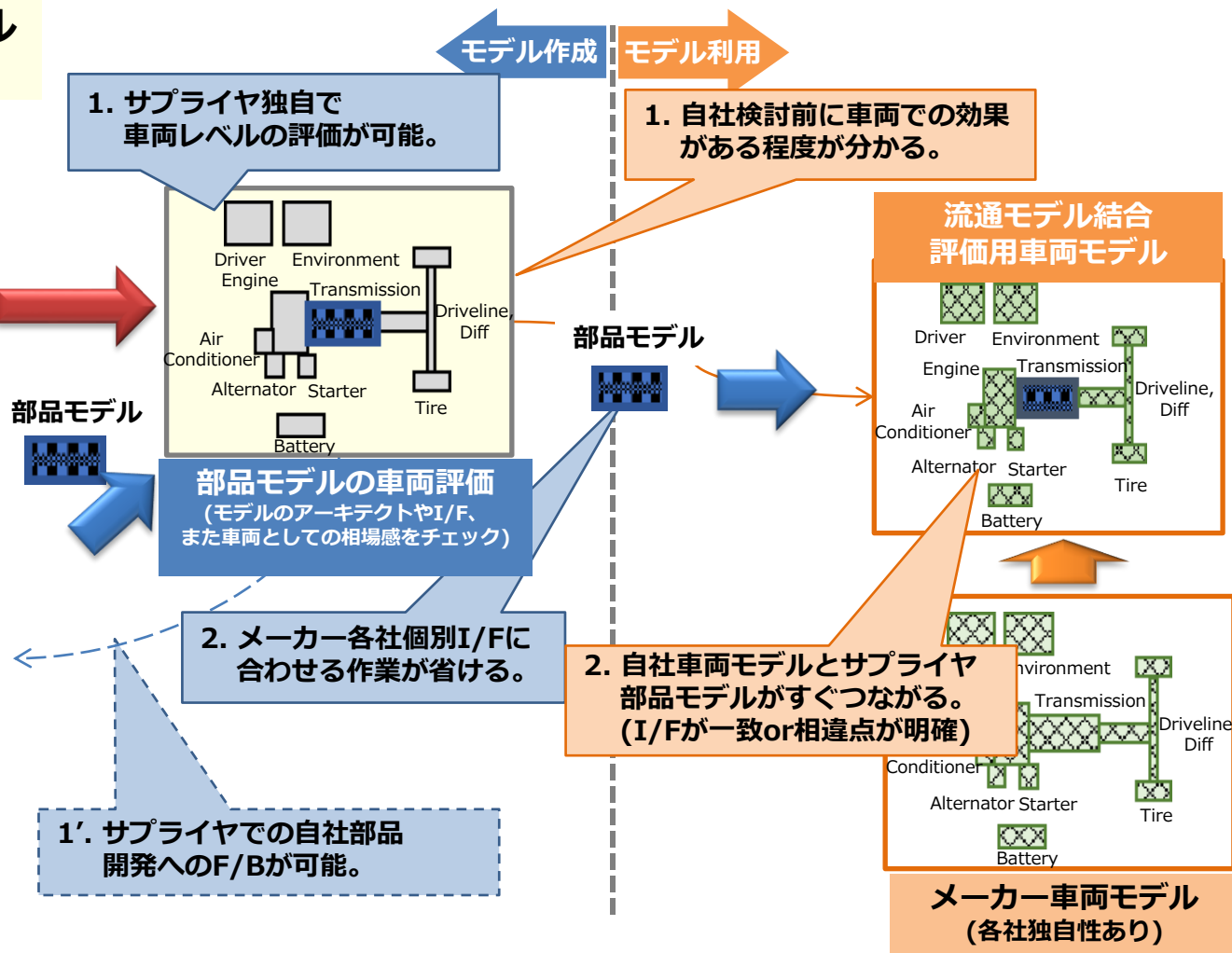
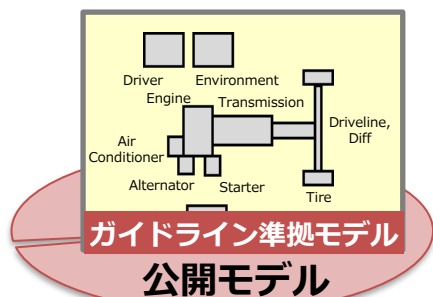
2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

⑥モデル評価環境の設定:

ガイドライン準拠モデルを活用したガイドラインチェック

- 流通する部品モデルについて、ガイドライン準拠モデルを活用することで、I/Fのチェックや車両モデルに入れる時の挙動の確認、また、効果の概算が出来、モデル利用者へモデルを渡した後のトラブルを事前にチェックすることができる効果も期待する。

ガイドライン準拠モデル (燃費、電費 etc.)



0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・ 概要

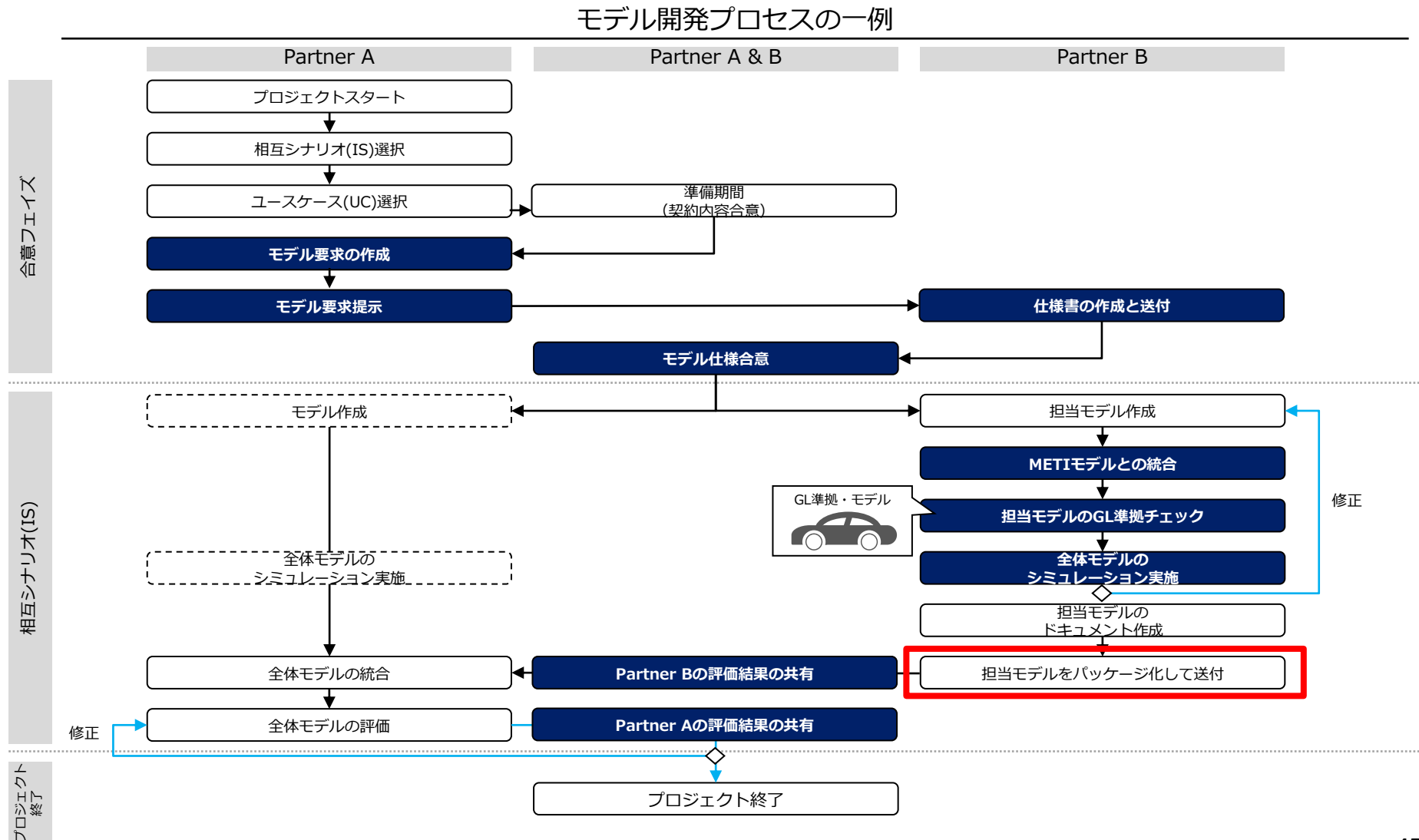
- ①全体プロセスの設定
- ②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定
- ③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定
- ④モデルタイプの設定
- ⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ
- ⑥モデル評価環境の設定
- ⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)**

・ 概要まとめ

3. 参考：各ガイドラインの概要

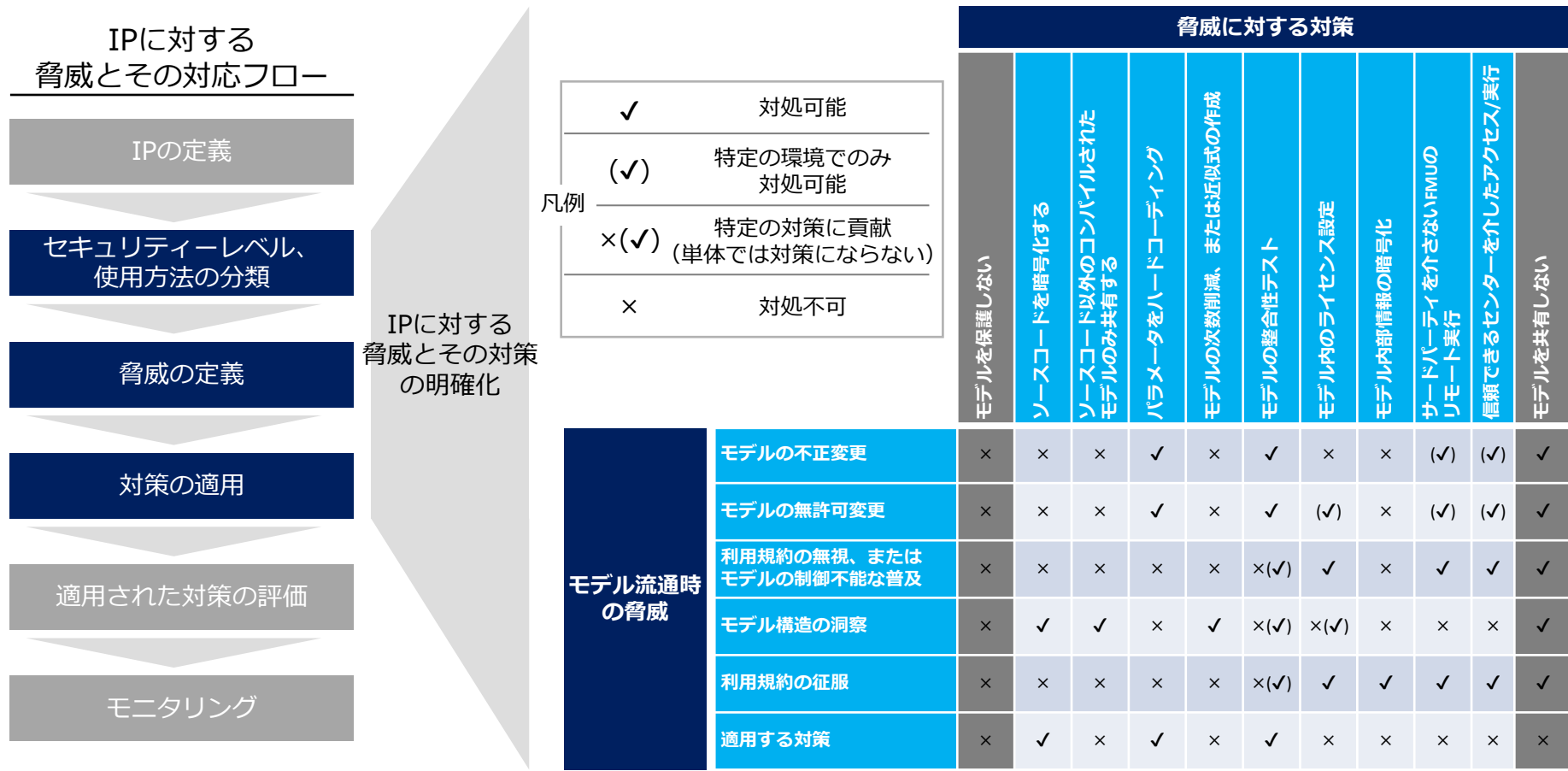
⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

- モデルを交換するときの作法を設定する必要があり、IP保護の面での対応について、PSI GLで記述されている。



⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

- モデルをパートナー間でやり取りする際に発生しうる脅威とその対応策を定義することで、モデル流通の透明性を確保する。



0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

・ 概要

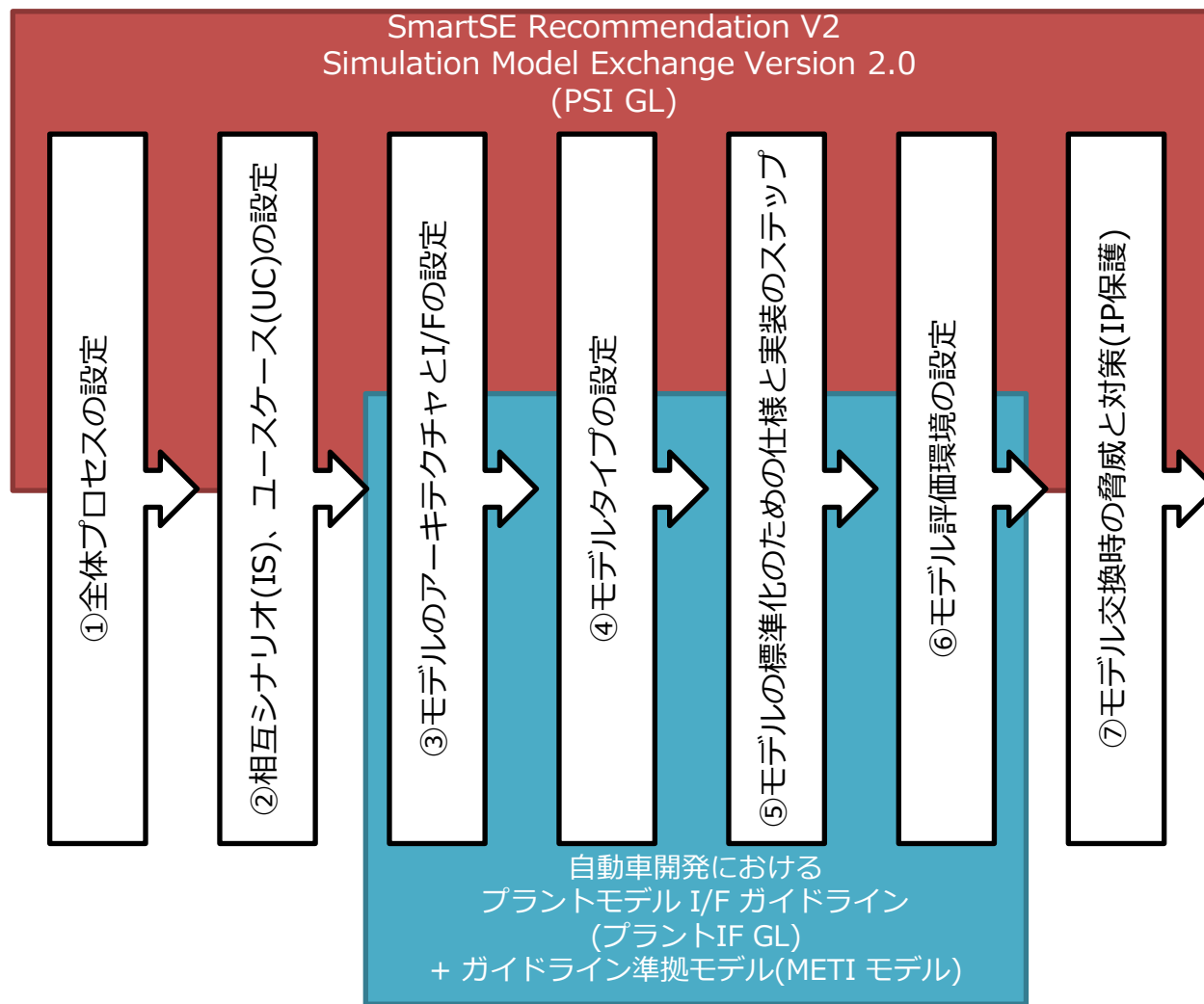
- ①全体プロセスの設定
- ②相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)の設定
- ③モデルのアーキテクチャとI/Fの設定
- ④モデルタイプの設定
- ⑤モデルの標準化のための仕様と実装のステップ
- ⑥モデル評価環境の設定
- ⑦モデル交換時の脅威と対策(IP保護)

・ 概要まとめ

3. 参考：各ガイドラインの概要

今回参考にするモデル流通におけるガイドラインの概要

- 日本の自動車開発におけるモデル流通において、下記のようなポイントをベースに今回は各GLがどう連携できるのかを紹介した。



モデル流通プロセス概要まとめ

- PSI GLやプラントI/F GLを活用すれば、課題に対してアプローチが可能であることがわかったが、さらなる検討も必要である。今後さらなるガイドラインの設定や具体的な事例を共有していくことで、モデル流通の促進に繋げていく。

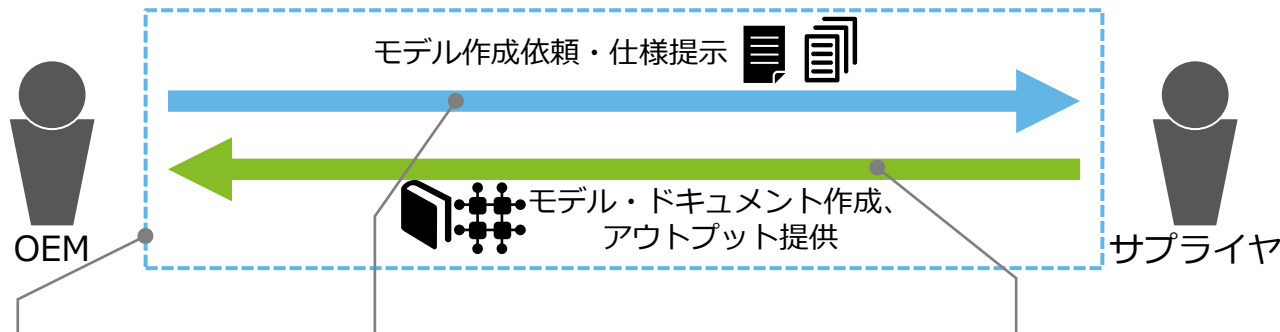
課題の設定	適用事例	
1)モデル作成のためのプロセスの設定	①⑤	PSI GLに記載されているモデル開発のためのプロセスを参考にし、METIモデルを活用したプロセスの設定
2) モデル使用目的の設定・共有	②	相互シナリオ(IS)、ユースケース(UC)を設定し、どのシーンで使用するのかを明確化することで、目的を共有
3)モデルを流通するための最適なモデル粒度の設定	③④	4レイヤーアプローチをベースにモデルのアーキテクチャや流通するモデルタイプを設定し、目的に合うバウンダリモデルとカスタムモデルを設定
4)検証環境[汎用(流通)できるモデル]の設定	⑥	METIモデルを活用することで、I/Fのチェックや車両モデルに入れる時の挙動の確認、また、効果の概算が検討、モデル利用者へモデルを渡した後のトラブルの事前チェック
5)モデルの粒度に適したI/Fの調整	③	各階層にあったI/Fを設定。プラントモデル間についてはプラントI/F GLをベースに考える。制御などのGLは今後検討。
6) モデル流通におけるIP保護	⑦	IP保護を考えるための観点が書かれており、更なる具体的な方法論については今後検討。

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

モデル流通プロセス概要まとめ

- モデルを流通時の背景も含め、PSI GLやプラントI/F GL、ジェネリックモデルを使い、下記のモデル共有を円滑に進める対応について、事例を提示した。
- ガイドラインの詳細は各ガイドラインを参照して理解を深め、協調領域の拡大と各個別の機能開発の効率化に貢献できることを期待する。

モデル授受イメージ



課題

- モデルの授受で発生する各タスクにおける、OEM、サプライヤ各々の責任分担が不明瞭

責任分担を明確化するための
ルール（作法）が必要

- 階層・粒度の考え方が各社異なるため、モデル作成時の部品・システムレベルの分担領域が不明確

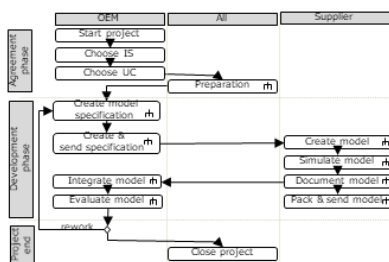
モデル作成を依頼している領域を明確に
相互理解するための参考となるマップが必要

- I/Fが各社個別で設定されているため、モデル接続時に不具合が生じる

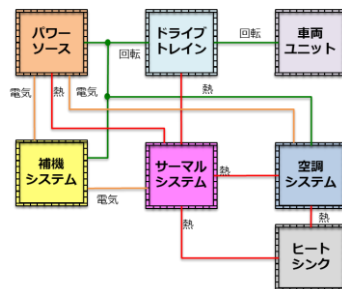
各々のモデルの接続方向・単位を
担保するI/Fの共通理解が必要

対応

A 作法の定義



B 参照アーキテクチャの作成



C I/Fの作成

METI Model	INPUT		OUTPUT	
ガイドラインの事例	I/F名	From	I/F名	To
パワー ソース	回転	ドライブトレイン	トルク	ドライブトレイン
	熱	サーマルシステム	熱流量	サーマルシステム
	電圧	空調システム	電流	空調システム
ドライブ トレイン	電圧	補機システム	電流	補機システム
	回転	トルク	回転数	パワーソース
	熱	車両ユニット	トルク	車両ユニット
	温度	サーマルシステム	熱量	サーマルシステム

SmartSE Recommendation V2 Simulation Model Exchange
Version 2.0

自動車開発におけるプラントモデル I/F ガイドライン

モデル流通プロセスガイドライン

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

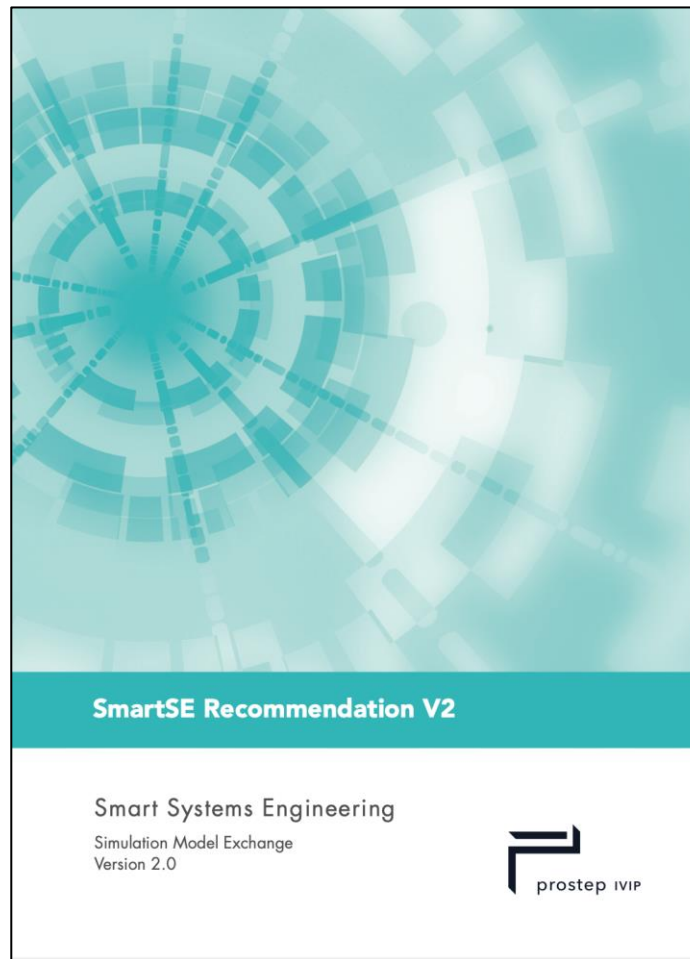
3. 参考：各ガイドラインの概要

①Prostep iViP SmartSE Recommendation V2

②自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン

①Prostep iViP SmartSE Recommendation V2の概要

モデル交換の作法については、Prostep iViP(PSI)の[**SmartSE Recommendation V2**] Simulation Model Exchange Version 2.0 に記載されている。



モデル流通プロセス概要 作法の定義

- モデル流通の作法一覧として、PSI [SmartSE Recommendation V2] のモデル流通の作法を参考にして進める。概要は下記になる。それぞれの概要を理解する。

PSI [SmartSE Recommendation V2]のモデル流通の作法については下記のような章構成になっており、それぞれの詳細は、資料を[購入](#)したり、Prostep iViP に入る事で資料を入手することができる。

1 Introduction – SmartSE

1章 導入-SmartSE

2 Interaction scenarios and SmartSE Use Cases

2章 相互シナリオとSmartSEユースケース

3 Derived Demands on simulation models for collaborative scenarios

3章 協調のためのモデル要求導出

4 SmartSE Reference Process Overview

4章 SmartSE 参照プロセス

5 IP protection - recommended actions for the protection of intellectual property

5章 IP保護

6 SmartSE Simulation Tasks

6章 SmartSE シミュレーションタスク

7 Relevant standards and formats– the SmartSE Layer Model

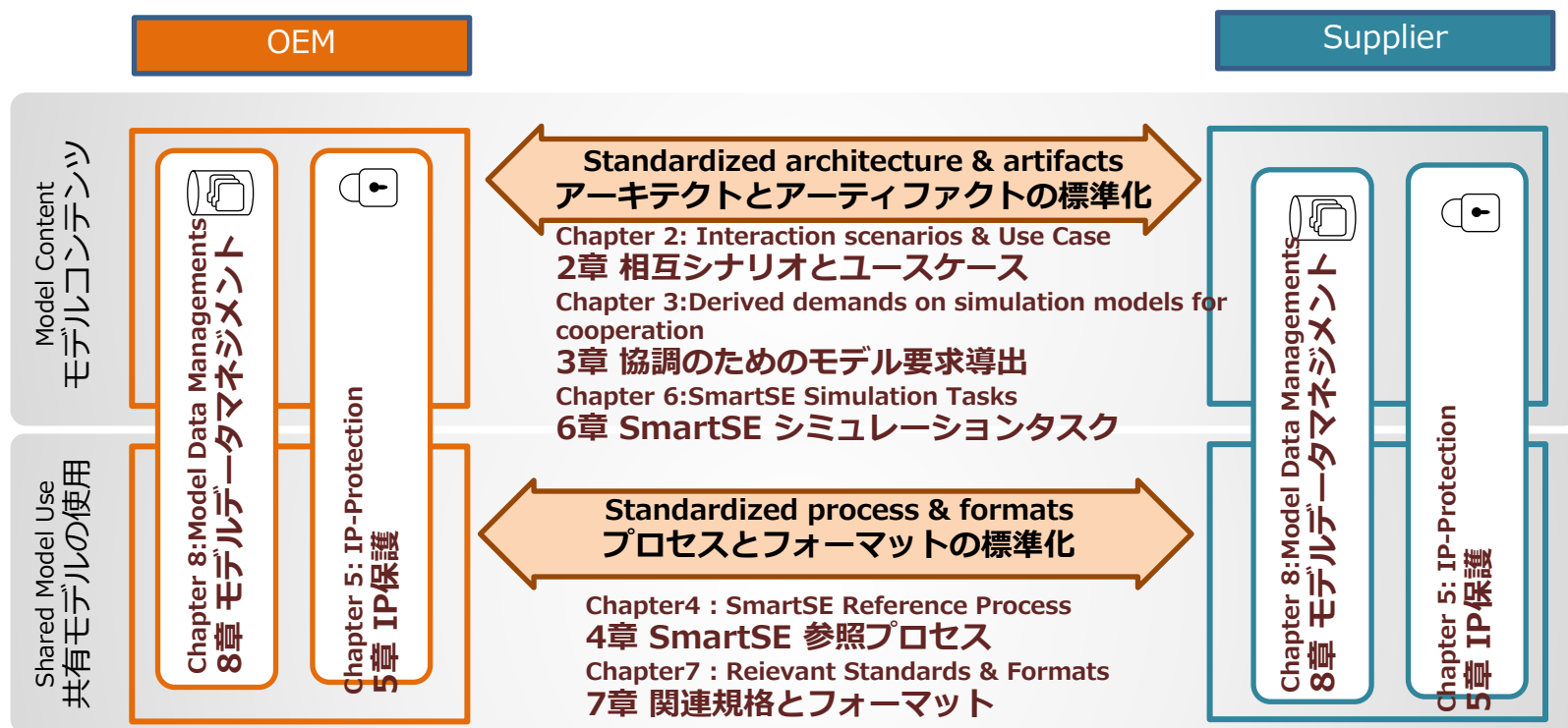
7章 関連規格とフォーマット

8 SE data model and management

8章 モデルデータマネジメント

1章 導入-SmartSE

全体章立てについては、下記のように表現されており、この作法を参考にして、日本のモデル流通プロセスを検討する。

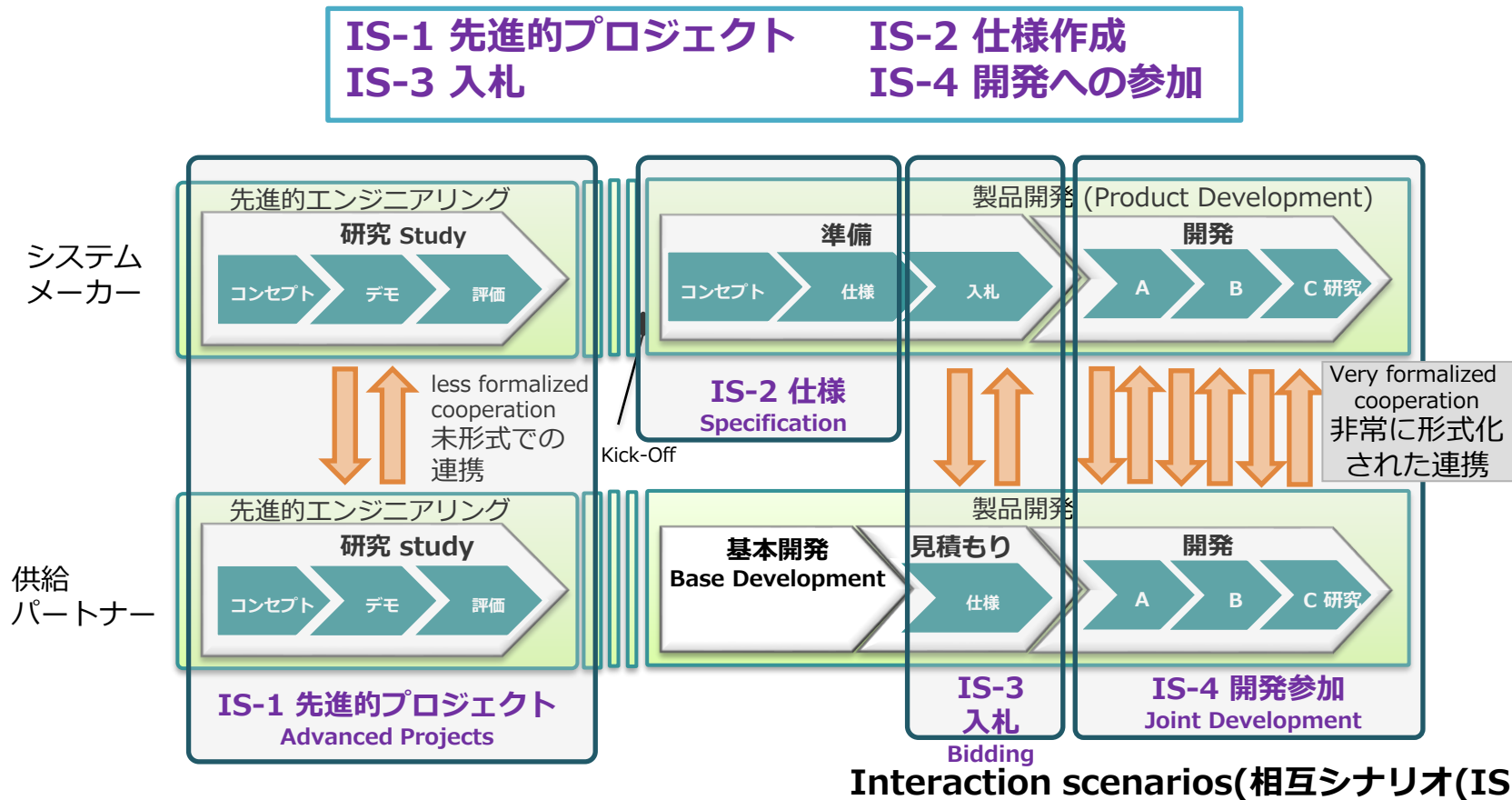


2章 相互シナリオとユースケース

- 開発連携をどこで行うかを設定する。PSIでは、IS1～4まで設定してあり、どのような状況でモデルの流通を使うかを共有する。

○相互シナリオ(IS)

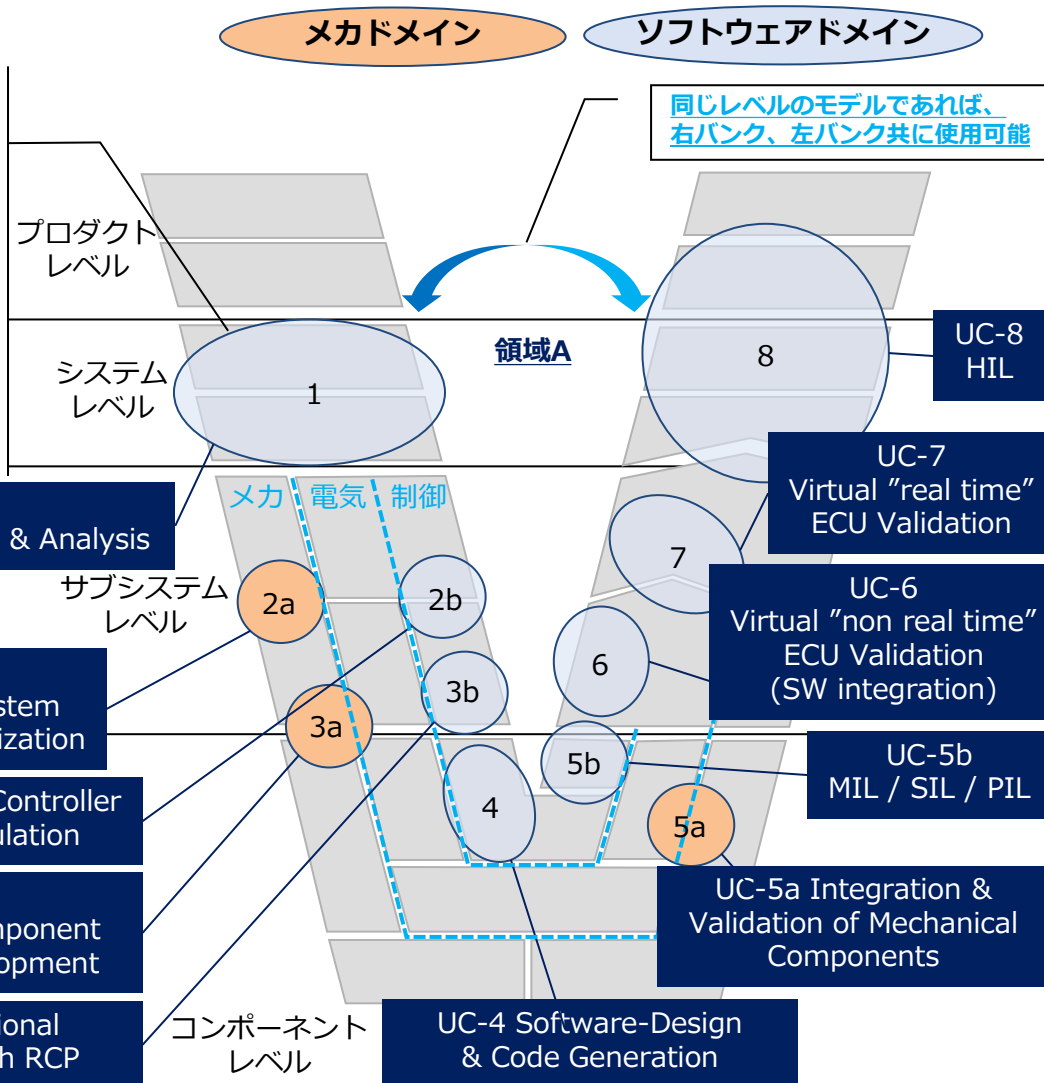
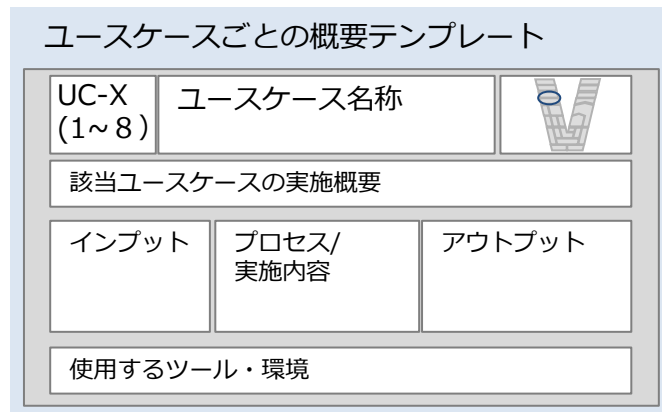
モデル流通時の相互シナリオ(IS)について、IS-1～4まで設定



2章 相互シナリオとユースケース

- ユースケース(UC)としては、V字プロセスのどの領域かを設定する。PSIでは、下記のユースケースを設定している。また、ユースケースの概要テンプレートも公開している。

○ユースケース(UC)



ユースケース(UC)例

UC-1 システムのモデリングと分析

UC-2a コンポーネント
/システム分析と最適化

UC-2b 機能/コントローラ設計
とシミュレーション

UC-3a 機械部品の設計と開発

UC-3b RCPによる機能評価

UC-4 ソフトウェア-設計とコード生成

UC-5a 機械部品の統合と検証

UC-5b MIL / SIL / (v)PIL

UC-6 仮想「非リアルタイム」ECU検証
(SW統合)

UC-7 仮想「リアルタイム」ECU検証

UC-8 HIL

3章 協調のためのモデル要求導出

- ・ 協調シナリオのためのモデル要求をどの様に導出するのかを設定している。

3 Derived Demands on simulation models for collaborative scenarios

3章 協調シナリオのためのモデル要求の導出

3.1 Purpose-oriented Simulation System Architecture (4-layer approach)

目的指向のシミュレーションシステムアーキテクチャ（4レイヤーアプローチ）

3.2 Generic System Model

一般的なシステムモデル

3.3 Core/boundary models and coupling scenarios for collaborative SmartSE

協調smartSEのためのコア/バウンダリーモデルと結合シナリオ

3.4 4-Quadrant Model Categorization

4-象限モデル分類

3.5 Simulation model specification and documentation

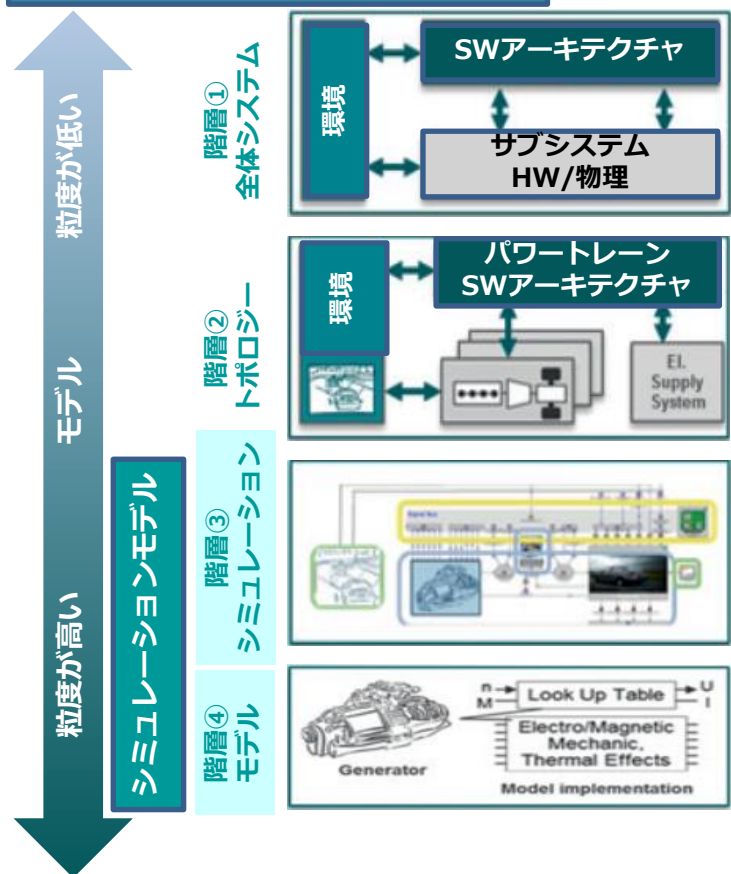
シミュレーションモデルの仕様とドキュメント

3章 協調のためのモデル要求導出

- モデルの粒度や入出力を決定するために、下記の4つのレイヤーを設定し、外部パートナーや社内とのモデル協調を進める

○目的指向のシミュレーションシステムアーキテクチャ（4レイヤーアプローチ）

モデルの4レイヤー概要



エンジニアリング課題を解決するための大ざっぱな全体システムアーキテクチャ（高自動運転（HAD）,CO2,ドライブダイナミクス）

- 目的： 機能的と物理的なアーキテクチャをOEMと調整すること
- 規格化の利点：
 - しっかり定義したシステム領域
 - 協調的なエンジニアリングの場合は役割分担

重要なサブシステムのトポロジーとその接続（エネルギーと情報の流れ）

- 目的： 当システムの因果関係とトポロジーの定義
- 規格化の利点：
 - システムの理解と要求の明確化
 - 知識の再利用

コンポーネントモデルの入出力挙動を含めたシステムモデル

- 目的： モデルとシミュレーションツールの決定、恐らく主なシミュレーションタスクのための連携、シミュレーション実行
- 規格化の利点：
 - モデル結果の比較が可能になる
 - モデルの相互運用が可能となる

コンポーネントモデルと数値（エフェクト、モデル式、ソルバなど）の実装/選択とパラメータ化

- 目的： 顧客との共同モデルベースエンジニアリングのためのIP保護を含むコンポーネントモデルの提供
- 規格化の利点：
 - 再利用による効率の改善とモデルの調整
 - シミュレーション結果の比較が可能になる

社内の協調のためのメリット

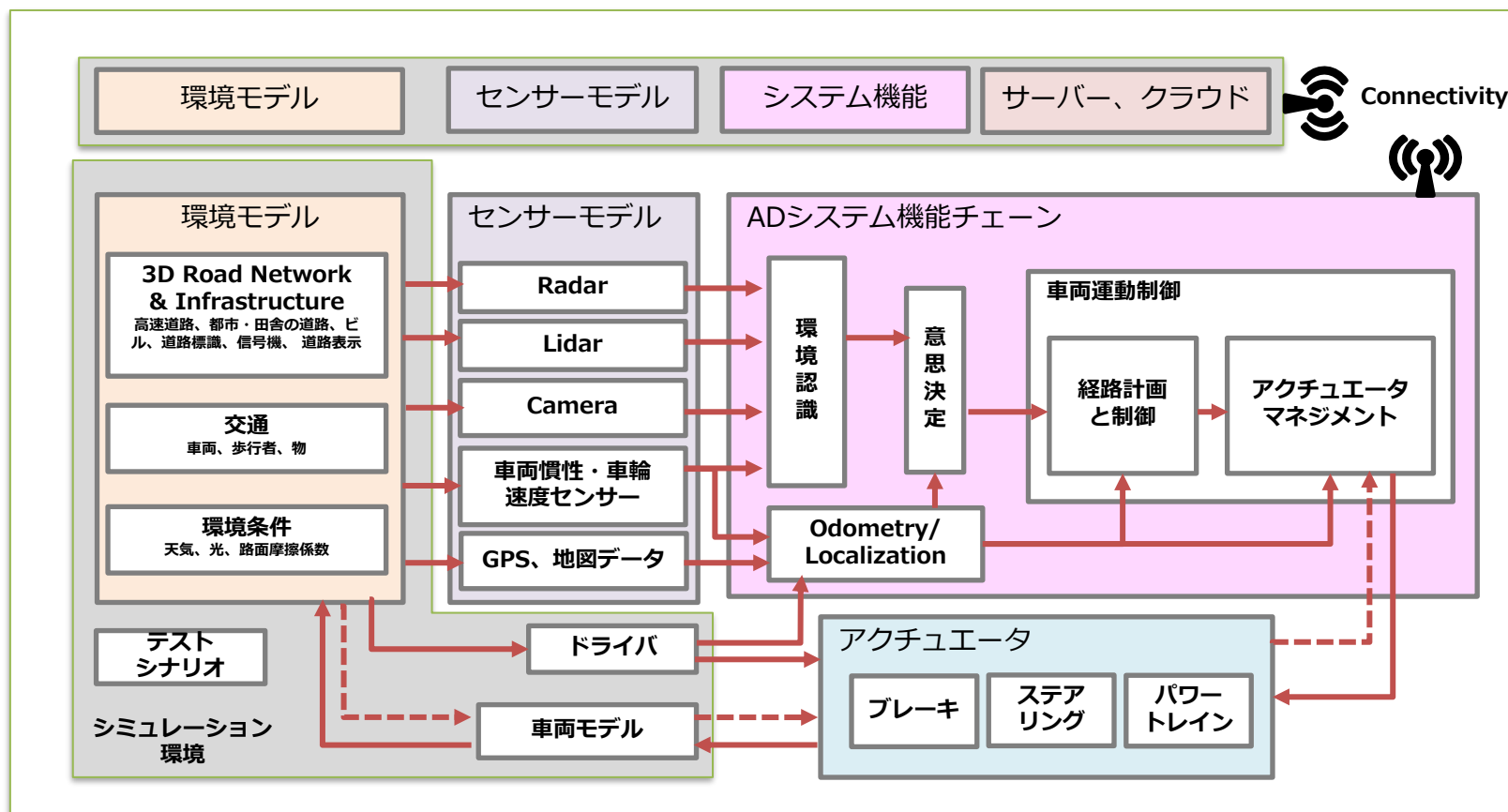
外部パートナーと協調でのメリット

3章 協調のためのモデル要求導出

- アーキテクチャにおける自動運転での事例、環境、センサー制御などのアーキテクチャの事例である。

○目的指向のシミュレーションシステムアーキテクチャ（4レイヤーアプローチ）

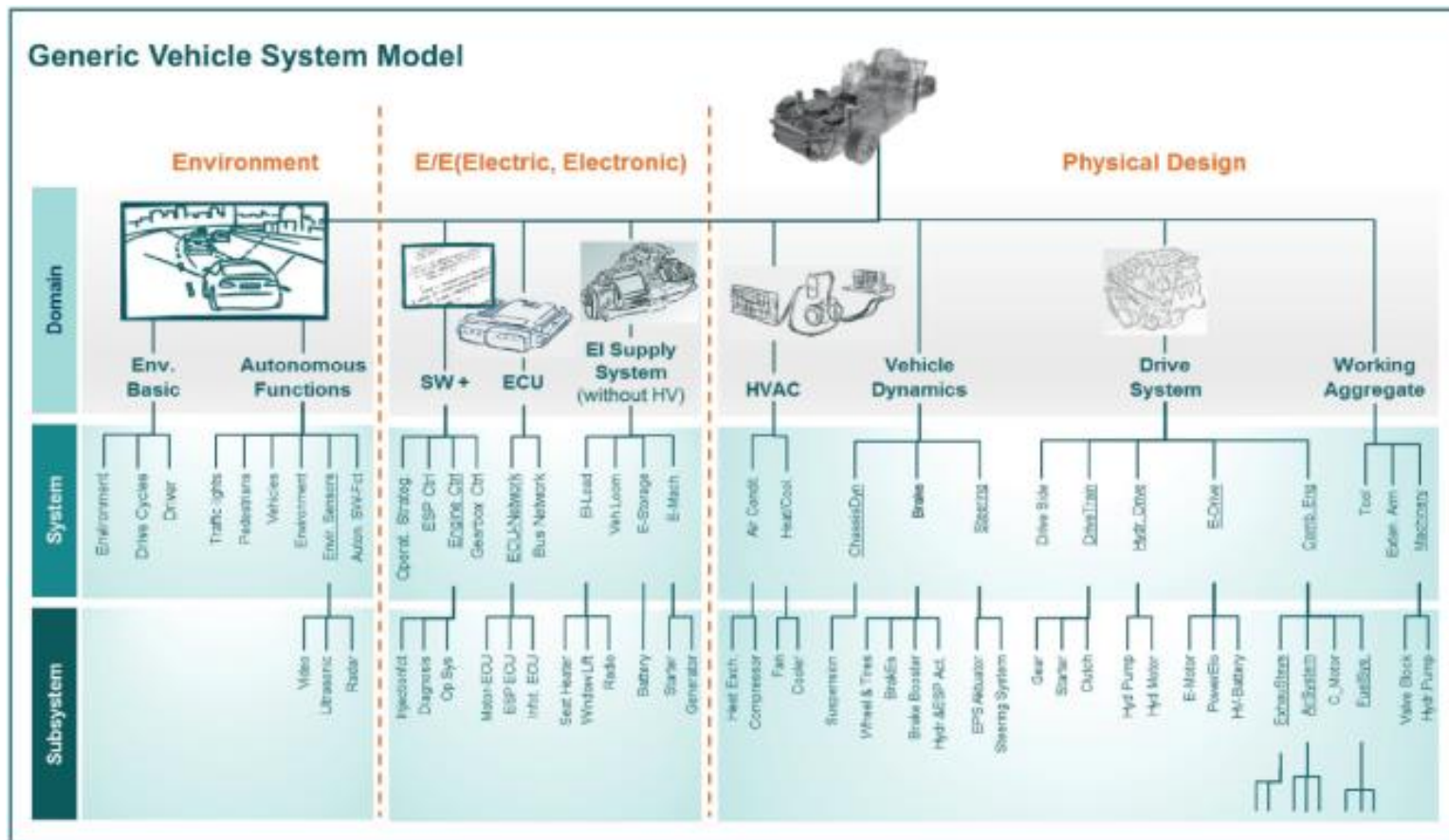
3.1.1 Example application: subsystem for autonomous driving



3章 協調のためのモデル要求導出

- PSIでは、車両の部品軸アーキテクチャをGeneric Vehicle System Modelを用いて定義することで、パートナー間での対象領域の共通理解を促進。

3.2 Generic System Model(一般的なシステムモデル)



Exemplary generic vehicle model applied to a passenger vehicle
乗用車に適用した 模範的な一般車両モデル

3章 協調のためのモデル要求導出

- 上記までの手法を使い、モデル化する時の領域、アーキテクチャや階層を決定していくことが可能である。

3.2 Generic System Model(一般的なシステムモデル)

一般的なシステムモデル（車両モデル）と4レイヤーアプローチ概要の関係

領域(基本環境)

→システム:

- ・環境
- ・走行モード
- ・ドライバ

領域(電気供給)

→システム(蓄電)

→サブシステム:

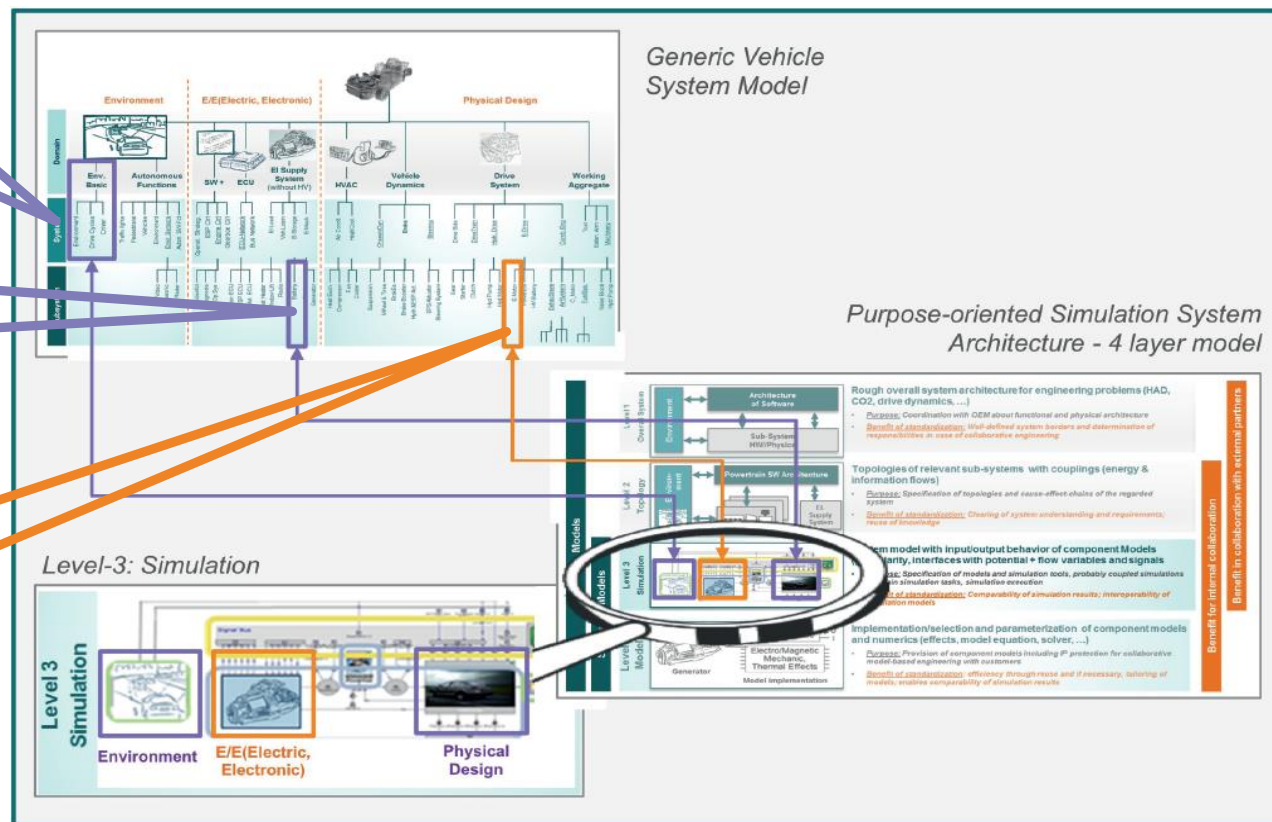
- ・バッテリー

領域(ドライブシステム)

→システム(電気ドライブ)

→サブシステム:

- ・電気モータ



3章 協調のためのモデル要求導出

- ビヘイビアモデルのモデルを使用するにあたり、コアモデルとバウンダリモデルを定義して、大まかなモデルのタイプを設定することで、モデル粒度が理解しやすくなる。

3.3 Core/boundary models and coupling scenarios for collaborative SmartSE

3.3 協調smartSEのためのコア/バウンダリーモデルと結合シナリオ

○コアモデルとバウンダリモデルの区別

コアモデル：

- ・直接の開発範囲で定義
- ・粒度がとても詳細なモデル
- ・専門性が高い（各部署の担当スペシャリストが作成する）

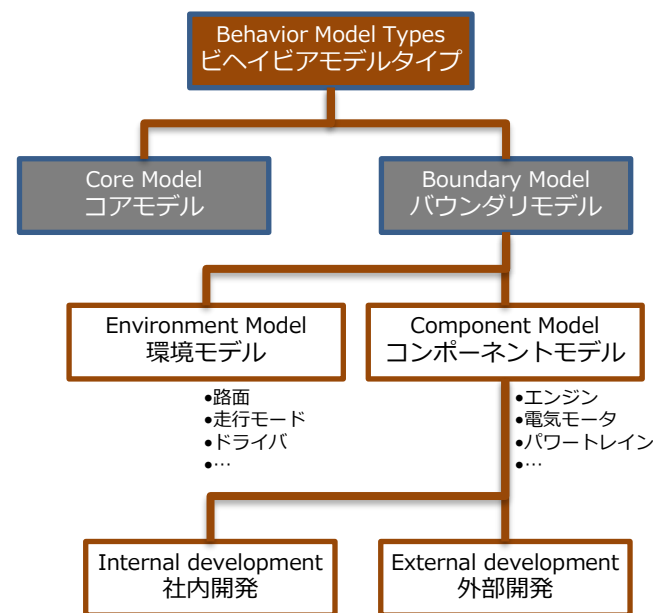
バウンダリモデル：

- ・特定な事例に合わせたリダクションモデル
- ・他システムまたは他領域に使われる（コアモデルより交換される事が多い）

- ・主に粗い内容の簡単なコンポーネントモデル

環境モデル：

- ・システムに外部からの影響を表す
- ・システムは環境に直接な影響を与えない
 - ・例：ドライバモデル、走行モード、路面モデル、など

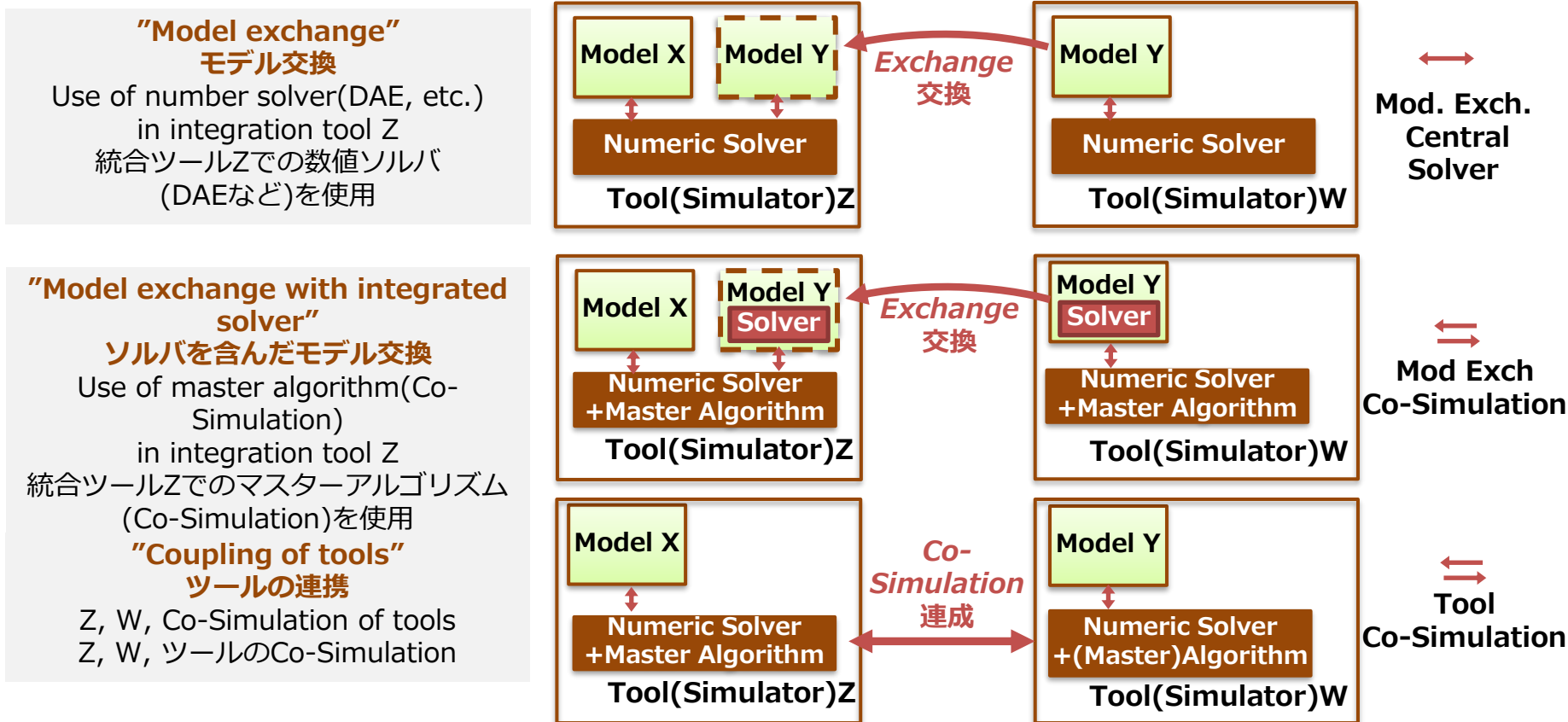


3章 協調のためのモデル要求導出

- モデルを接続するときのモデル交換やツール連携を設定。モデル流通後の結合シナリオを設定することで、モデル流通時の接続方法を共有化できる。

3.3 Core/boundary models and coupling scenarios for collaborative SmartSE

3.3協調smartSEのためのコア/バウンダリーモデルと結合シナリオ



3章 協調のためのモデル要求導出

- バウンダリモデルの標準化までのステップが下記に記される（概要）

3.3.3 Guideline for the standardization of collaboratively used boundary models

3.3.3 共同で使用されるバウンダリモデルの標準化のためのガイドライン

	ユースケース名	対象
仕様	Step 0 シミュレーションタスクとアーキテクチャの定義	シミュレーションタスクとシミュレーションアーキテクチャの説明と決定
	Step 1 モデルの入力と出力の仕様	技術インターフェースの説明と定義（入力値と出力値）
	Step 2 パラメータ仕様	モデルに定義する必要があるパラメーター 一式の定義
	Step 3 モデル要求仕様	モデル要件の特定、文書化、および仕様
	Step 4 テスト要求仕様	モデル受け入れ基準となるテスト要件の仕様
	Step 5 テスト環境の決定	モデル受け入れのテスト環境の決定
実装	Step 6 テストケース仕様	開発されるモデルの検証ために実行されるテストケースの形式での受け入れ条件の説明と定義
	Step 7 モデル実装	事前に指定された要素に基づくITサプライによるモデルの開発
	Step 8 モデルテストと認証	シミュレーション結果の実評価および以前に指定の要件を満たしているかのテスト
	Step 9 モデルメンテナンス	品質管理の観点からのバグ修正（修正パッチ）を含むモデルのメンテナンスとシミュレーション
	Step Y Specification Steps 仕様作成ステップ	Step Y Implementation Steps 実装ステップ

3章 協調のためのモデル要求導出

- 協調領域でのバウンダリモデルの流通は、標準化ガイドラインの10step全てに合格する必要がある。また、4レイヤーのアーキテクチャのレベル全てを考慮する必要がある。

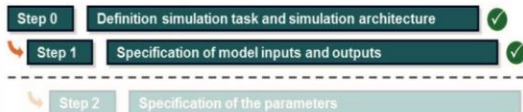
3.3.3 Guideline for the standardization of collaboratively used boundary models

3.3.3 共同で使用されるバウンダリモデルの標準化のためのガイドライン

Full extent standardization approach & “Harmonized Vehicle Simulation Architecture” 全領域の標準化アプローチと「調和した車両シミュレーションアーキテクチャ」

Small scale approach for Standardization
標準化のための小規模アプローチ

Specification & Implementation Steps:



Goal : Make relevant models used for a specific simulation scenario exchangeable between partners.

ゴール：特定シミュレーションシナリオに使用される関連モデルをパートナー間で交換可能にする。



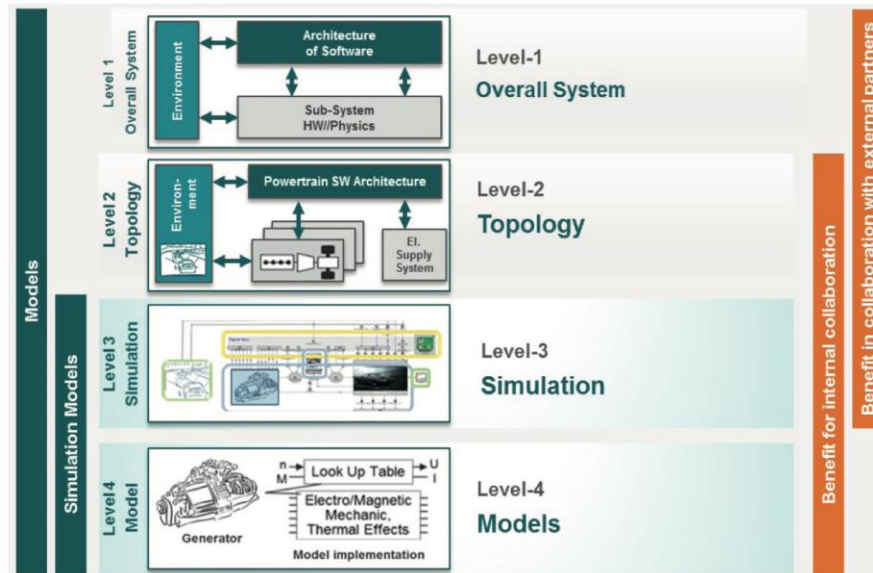
For a full extent standardization approach of a boundary model, all 10 steps of the standardization guideline have to be passed.

All 4 levels of the 4 layer simulation architecture have to be considered for analysis of relevant models, in-/outputs, test case, implementation and testing

バウンダリモデルの全範囲の標準化アプローチでは、標準化ガイドラインの10ステップすべてに合格する必要があります。

関連するモデル、入力/出力、テストケース、実装、およびテストの分析には、4レイヤシミュレーションアーキテクチャの4つのレベルすべてを考慮する必要があります。

Specification & Implementation Steps:



Benefit for internal collaboration
Benefit in collaboration with external partners

3章 協調のためのモデル要求導出

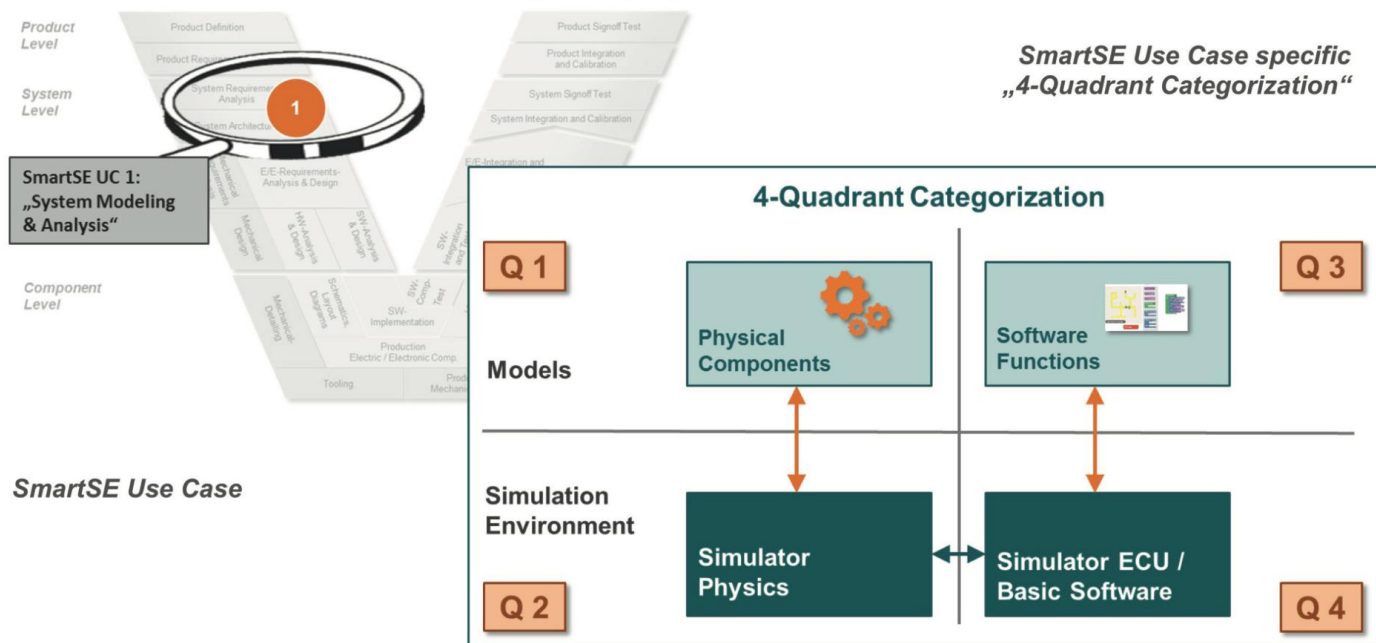
- 4象限モデルの分類は、OEMとサプライヤ間の共同SEプロジェクトの要件、指標、未解決の問題、およびツールと形式を明確にする。

3.4 4-Quadrant Model Categorization

3.4 4-象限モデル分類

The 4-Quadrant Model Categorization is a sorting pattern for the representation of different structures to clarify requirements, indications, open issues as well as tools & formats for collaborative SE projects between OEM and supplier.

4象限モデルの分類は、さまざまな構造を表現するための並べ替えパターンであり、OEMとサプライヤ間の共同SEプロジェクトの要件、指標、未解決の問題、およびツールと形式を明確にします。



3章 協調のためのモデル要求導出

- 4象限モデルの分類は、OEMとサプライヤ間の共同SEプロジェクトの要件、指標、未解決の問題、およびツールと形式を明確にする。

3.4 4-Quadrant Model Categorization

3.4 4-象限モデル分類

Quadrant 1 should be used for the documentation and clarification of elements relating to the modeling of the physical components.

第1象限は、物理コンポーネントのモデリングに関連する要素の文書化と解説に使用する必要があります。

Quadrant 2 describes the simulation environment for physical components

第2象限は、物理コンポーネントのシミュレーション環境について説明しています。

Quadrant 3 is used to document elements relating to the modeling of the software functions.

第3象限は、ソフトウェア機能のモデリングに関連する要素を文書化するために使用されます。

Quadrant 4 describes elements relating to the simulation environment for software functions.

第4象限は、ソフトウェア機能のシミュレーション環境に関連する要素について説明しています。

○Uses and benefits of the 4-Quadrant Model Categorization:

4象限モデル分類の用途と利点：

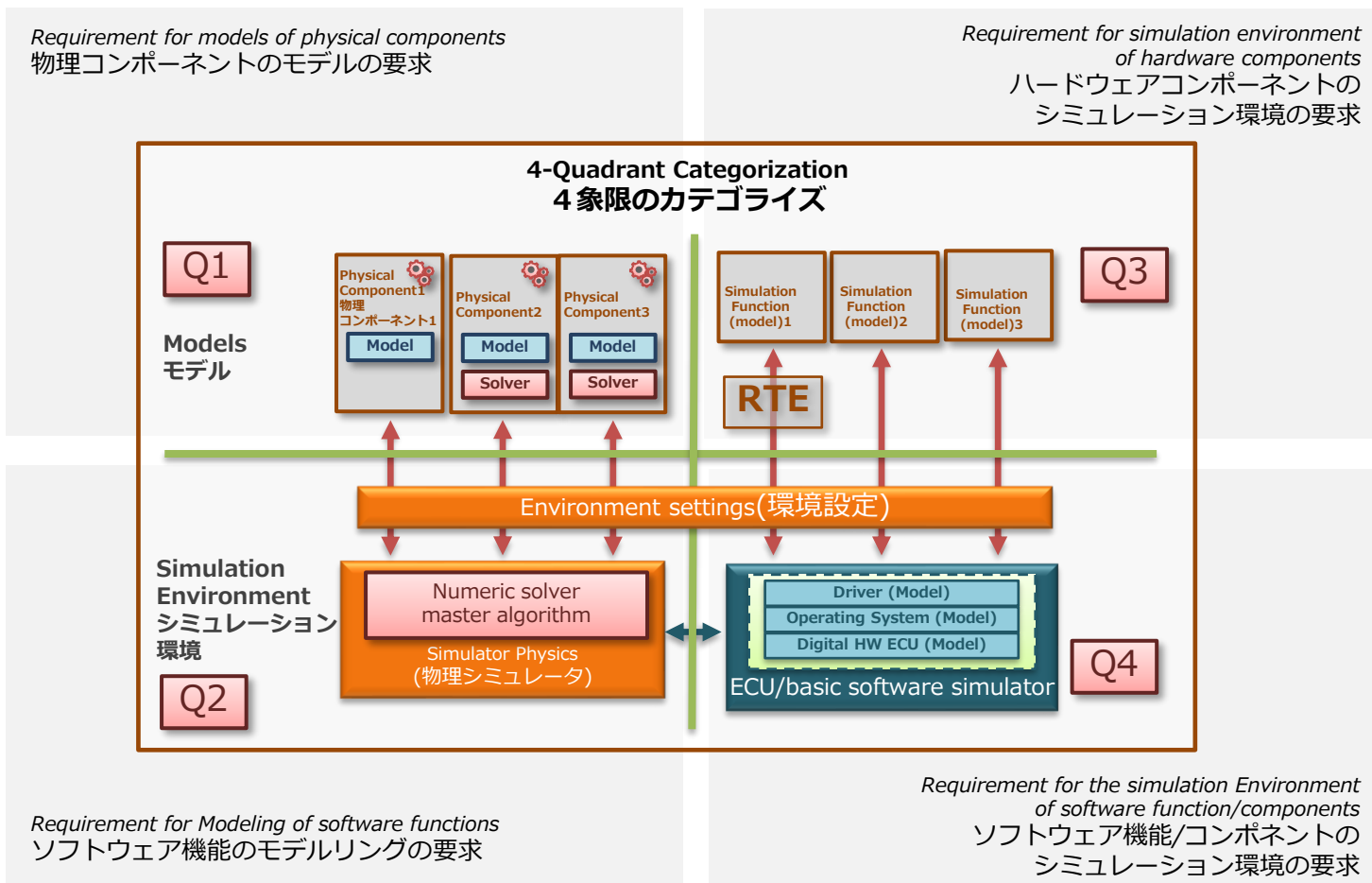
- Documentation of open issues, findings and requirements in joint workshops involving both the contracting entity and the supplier
 - 契約企業とサプライヤーの両方が関与する合同ワークショップでの未解決の問題、調査結果、および要件の文書化
- Presentation of the software systems and standards used for the individual SmartSE Use Cases
 - 個々のSmartSEユースケースに使用されるソフトウェアシステムと標準のプレゼンテーション
- Presentation of monetary aspects and capacity requirements for specific system developments
 - 特定のシステム開発のための金銭的側面と容量要件の提示

3章 協調のためのモデル要求導出

- 4象限モデルの分類は、OEMとサプライヤ間の共同SEプロジェクトの要件、指標、未解決の問題、およびツールと形式を明確にする。

3.4 4-Quadrant Model Categorization

3.4 4-象限モデル分類



3章 協調のためのモデル要求導出

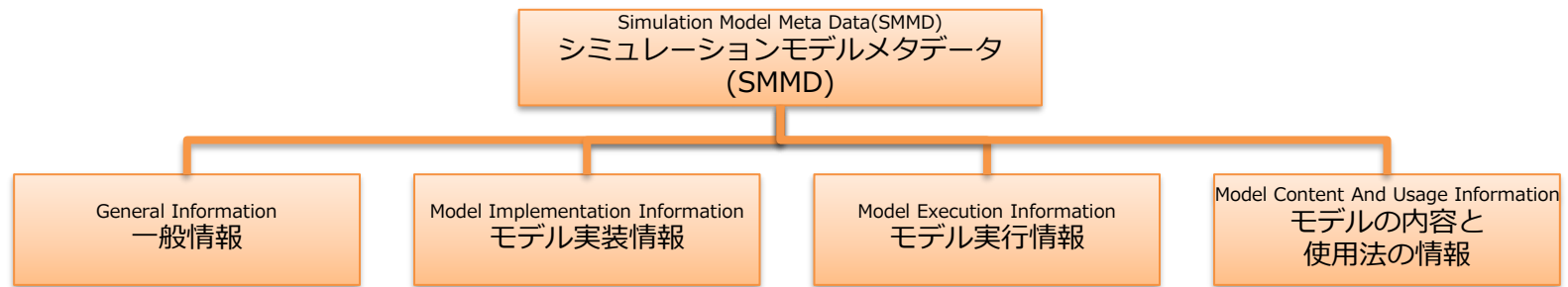
- シミュレーションモデルのメタデータ(SMMD)の構造を設定し、モデルの仕様やドキュメント項目を設定している。

3.5 Simulation model specification and documentation

3.5シミュレーションモデルの仕様とドキュメント

3.5.1 Structure of Simulation Model Meta Data (SMMD)

3.5.1シミュレーションモデルメタデータ (SMMD) の構造



シミュレーションモデルのメタデータ(SMMD)の構造

シミュレーションモデルのメタデータは、次の4つのグループに構造化されています。(上記図を参照)

● 一般情報

一般情報は、管理および組み合わせモデルのメタデータと 製品ライフサイクルのコンテキスト内でモデルを分類します。

●モデル実装情報

モデル実装情報は、モデルの実装に使用されるツールと技術に関する情報で構成されます。

●モデル実行情報

モデル実行情報は、モデルが処理およびシミュレーションされる技術環境に関する情報で構成されます。技術環境は、モデル作成者とモデルユーザーで異なる場合があります。さまざまな技術的状況が、実行とシミュレーションの動作に影響を与える可能性があります。したがって、技術環境情報は、受信者側でのモデルの使用に関して重要です。

●モデルの内容と使用法の情報

モデルの内容と使用法の情報は、品質基準とその意図された目的と使用法に関する情報を含む、モデルの実際の技術的内容に関する情報で構成されています。

3章 協調のためのモデル要求導出

- モデルメタデータのテンプレートを公表している。

3.5 Simulation model specification and documentation

3.5 シミュレーションモデルの仕様とドキュメント

3.5.2 Simulation model meta data template

3.5.2 シミュレーションモデルメタデータのテンプレート

Simulation Model Meta Data (SMMD) SPECIFICATION

MODEL IMPLEMENTATION INFORMATION

The model implementation information contain information about the tools and technologies used to implement the model.

Required fields

IMPLEMENTATION LANGUAGE

Language name	
Language version	

COMPILER

Compiler name	
Compiler version	
License type	

MODELLING TOOL

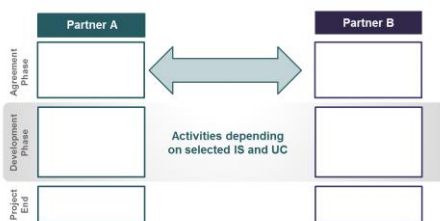
Tool name	
Tool version	

[→ MODEL EXECUTION INFORMATION](#)
[← GENERAL INFORMATION](#)

4章 SmartSE 参照プロセス

- モデル開発におけるプロセスの書き方や具体的な事例を提示しており、ある事例でのプロセスを記述している。また、さらに詳細のプロセスが、記述されている。

4 SmartSE Reference Process Overview (SmartSE リファレンスプロセス概要)

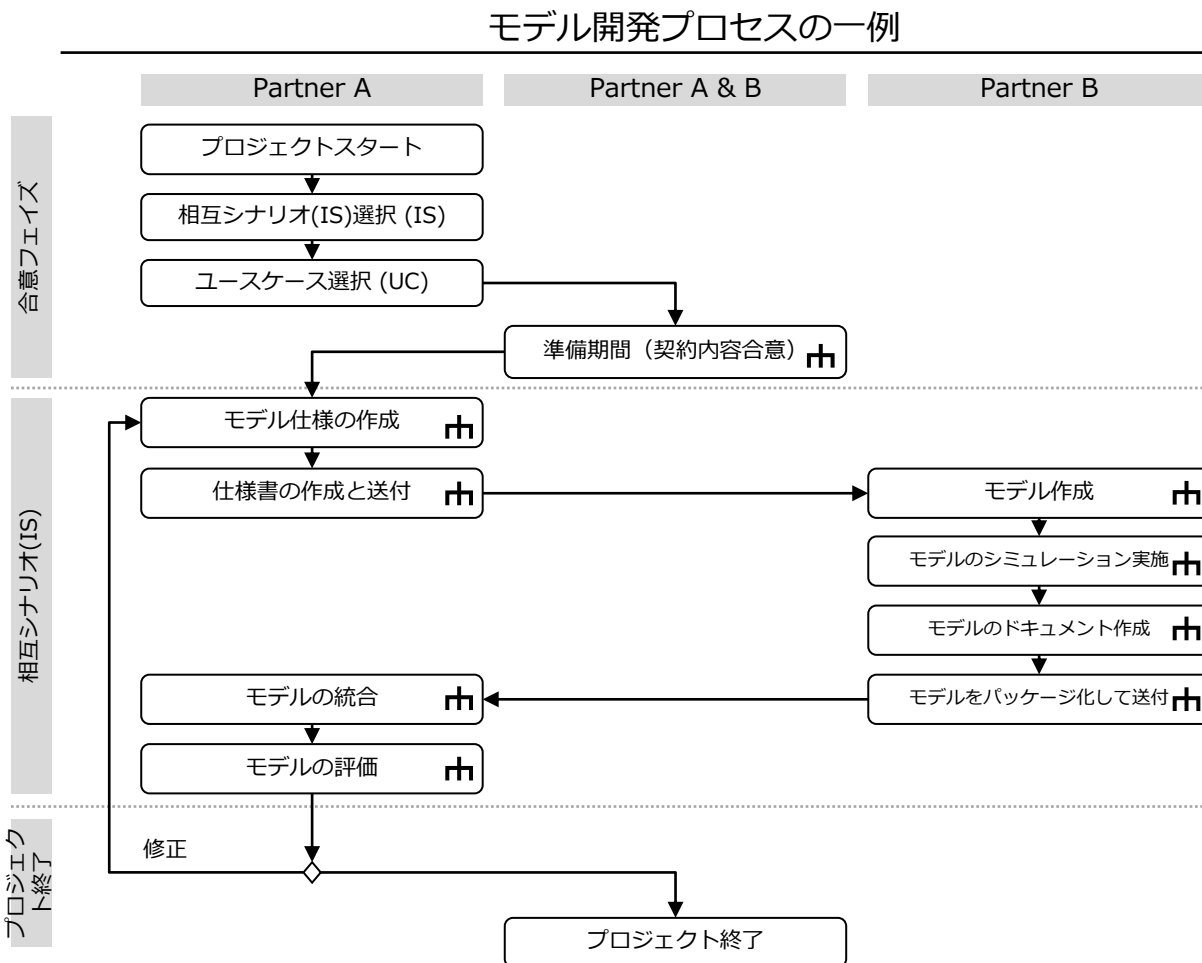


●参照プロセスでは、2つのパートナー間のコラボレーションについて説明しています。

パートナーA：開発注文を出し、作業の結果を受け入れる

パートナーB：開発オーダーを申請し、オーダーを受け入れ、パートナーAの指示に従って実行する

3つ以上のパートナーが関与する組織コンステレーションの場合は、それに応じてプロセスを調整する必要があります。



5章 IP保護

- IP保護については、下記のような内容で章立てを行っている。IP保護をするときの観点を設定している。

5章IP保護

- 5.1 : 知的財産に関する基礎
- 5.2 : 攻撃/脅威のシナリオ
- 5.3 : モデルタイプのIP
 - 5.3.1 : 幾何学的志向モデル
 - 5.3.2 : 連続システムのモデル
 - 5.3.3 : 離散システムのモデル
 - 5.3.4 : デジタルハードウェア
- 5.4 : IP保護-SEの役割/責任
- 5.5 : IP保護のための対策
- 5.6 : IP保護の見通し

5章 IP保護 5.4 IP保護-SEの役割/責任

- IP保護に向けたプロセスとそのときの脅威と対策について設定した例になる。開発プロセスやモデル分類、モデルの接続などからどの手法で対策を行うかの設定に使える。

Identify intellectual property(IP) IPの定義	<div>凡例</div> <table><tr><td>✓</td><td>対処可能</td></tr><tr><td>(✓)</td><td>特定の環境でのみ 対処可能</td></tr><tr><td>×(✓)</td><td>特定の対策に貢献 (単体では対策にならない)</td></tr><tr><td>×</td><td>対処不可</td></tr></table>	✓	対処可能	(✓)	特定の環境でのみ 対処可能	×(✓)	特定の対策に貢献 (単体では対策にならない)	×	対処不可	No model protection at all モデルの保護なし	Source code obfuscation ソースコードの暗号化	Only compiled models without source code ソースコード以外のコンパイルさ れたモデルのみ共有	Hard-Coding of parameters パラメータのハードコーディング	Model Order Reduction and other Approximative Techniques モデルの次数削減、または近似式 の作成	Integrity test of model モデル内の整合性テスト	License-mechanisms モデル内のライセンス設定	Encryption of all model-internal information 全モデル内部情報の暗号化	Remote Execution of FMUs without trusted third party サードパーティを介さないFMUの リモート実行	Access and Execution via Trust- Center セキュリティセンターを介したア クセス/実行	No model delivery at all モデルを共有しない
✓		対処可能																		
(✓)		特定の環境でのみ 対処可能																		
×(✓)		特定の対策に貢献 (単体では対策にならない)																		
×		対処不可																		
Classify security level Classify usage セキュリティレベル、 使用方法の分類		Security Class 2 Medium protection(CONFIDENTIAL) セキュリティクラス2中程度の保護 (機密)	×	(✓)	(✓)	(✓)	✓	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	!							
Identify threats 脅威の定義		Usage:Simulation,execute 使用法:シミュレーション、実行	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×							
Apply measures 対策の適用	Unintentions modification of models モデルの意図しない変更	×	×	×	✓	×	✓	×	×	(✓)	(✓)	✓								
Review applied 適用された対策の評価	Unauthorized modifications of models モデルの不正な変更	×	×	×	✓	×	✓	(✓)	×	(✓)	(✓)	✓								
Monitoring モニタリング	Disregarding terms of use or uncontrolled dissemination of models 利用規約の無数、または、管理されてい ないモデルの普及	×	×	×	×	×	×(✓)	✓	×	✓	✓	✓								
	Insight into model structure モデル構造の洞察	×	✓	✓	×	✓	×(✓)	×(✓)	×	×	×	✓								
	Overcoming terms of use 利用規約の征服	×	×	×	×	×	×(✓)	✓	✓	✓	✓	✓								
	Applied Measures 適用された対策	×	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×								

図29：適切な保護手段を選択するためのアプローチ

図29：適切な保護手段を選択するためのアプローチ

6章 SmartSE シミュレーションタスク

- SmartSEにおけるシミュレーションのタスクについては下記の章立てで表記している。

6 SmartSE Simulation Tasks

6章 SmartSE シミュレーションタスク

6.1 Simulation tasks in vehicle development

6.1車両開発におけるシミュレーションタスク

6.1.1 Model types for the conduct of simulation tasks (A-H)

6.1.1シミュレーションタスクを実行するためのモデルタイプ (A-H)

6.2 Clustering and prioritization of simulation tasks

6.2シミュレーションタスクのクラスタリングと優先順位付け

6.2.1 Cluster 1: Coupling of geometry-oriented models

6.2.1クラスター1：ジオメトリ指向モデルの結合

6.2.2 Cluster 2: Coupling of different software and/or simulation tools

6.2.2クラスター2：さまざまなソフトウェアやシミュレーションツールの結合

6.2.3 Cluster 3: Coupling of mechatronic functions with control responsibilities

6.2.3クラスター3：メカトロニクス機能と制御責任の結合

6.2.4 Cluster 4: Coupling of controller models/controller networks

6.2.4クラスター4：コントローラーモデル/コントローラーネットワークの結合

6.3 Challenges facing simulation tasks

6.3シミュレーションタスクが直面する課題

6.4 Example application: Window Lifter

6.4アプリケーション例：ウィンドウリフター

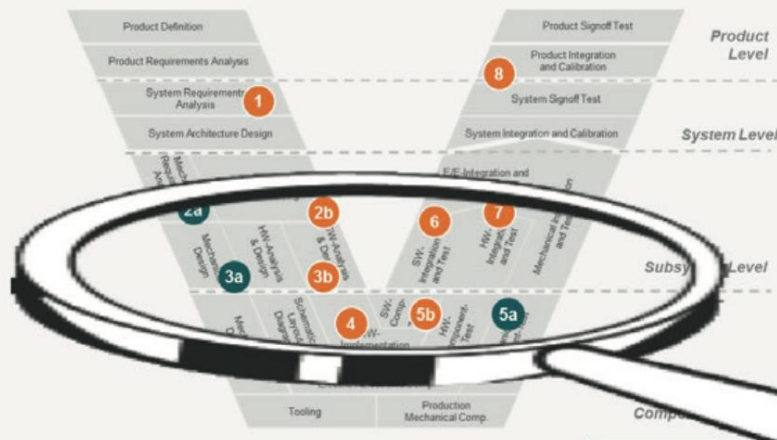
3. 各ガイドラインの概要 ①Prostep iViP SmartSE Recommendation V2

6 SmartSE Simulation Tasks

6章 SmartSE シミュレーションタスク

- SmartSEでは、ユースケースを事例に、メーカーとモデル共有パートナーでどのようなモデルを共同でシミュレーションするかを設定している。

SmartSE UseCases

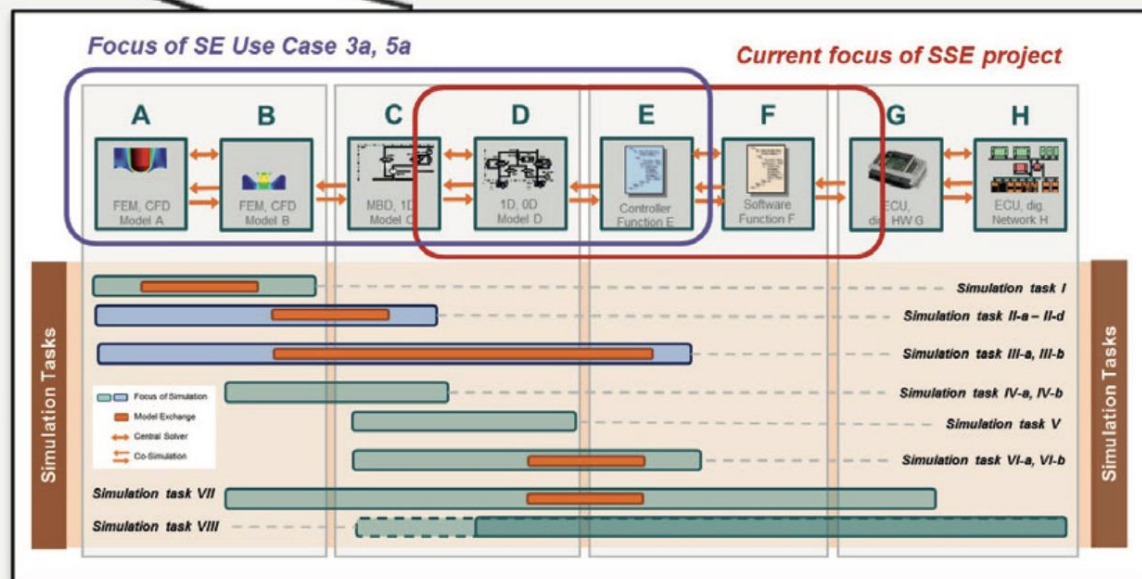


Usage of term "use case" in the sense of "creating, exchanging and using of behavior models for a practical usage scenario in the collaborative development processes between system manufacturer (OEM, Tier1,...) and supplying partners"

「システムメーカー（OEM、Tier1、...）と供給パートナーとの間の共同開発プロセスにおける実際の使用シナリオのためのビヘイビアモデルの作成、交換、および使用」という意味での「ユースケース」という用語の使用

Simulation Tasks

- What kind of models(A-H) we have to simulate together?
- どのようなモデル(A~H)を共同でシミュレーションする必要があるか？
- Organizational, company aspects (distributed development, IP-protection, ...)
- 組織、企業の側面(分散開発、IP保護、...)
- Technical approaches, solutions for simulation, advantages disadvantages
- 技術的アプローチ、シミュレーションのソリューション、長所短所

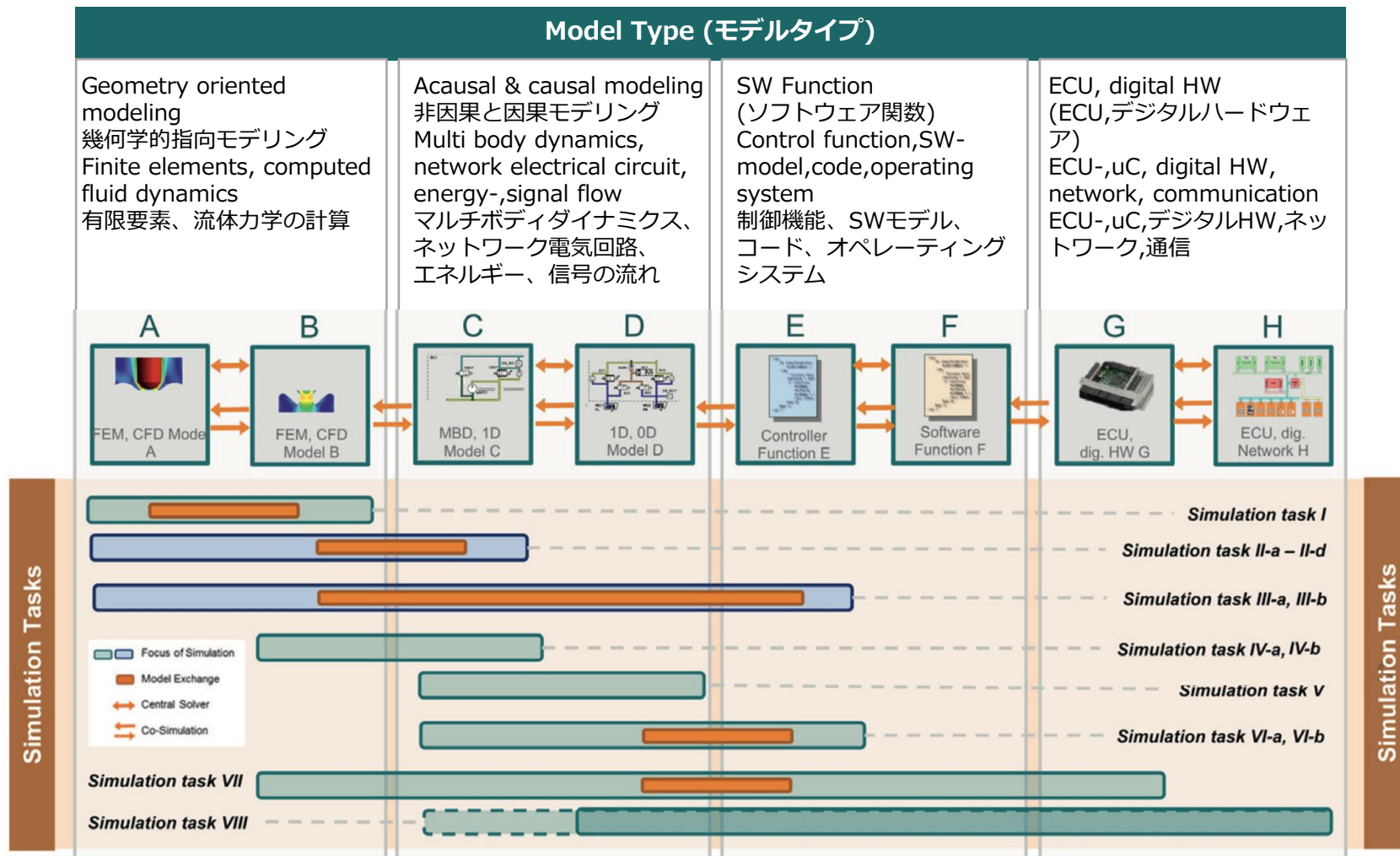


3. 各ガイドラインの概要 ①Prostep iViP SmartSE Recommendation V2

6 SmartSE Simulation Tasks

6章 SmartSE シミュレーションタスク

- モデルタイプを設定し、シミュレーションタスクを見える化することで、シミュレーション環境の全容を共有化できる。



3. 各ガイドラインの概要 ①Prostep iViP SmartSE Recommendation V2

7 Relevant standards and formats – the SmartSE Layer Model

7章 関連規格とフォーマット – SmartSEレイヤーのモデル

- モデル流通を考えたときのSmartSEプロジェクトで調査した代表的な標準フォーマットが紹介されている。

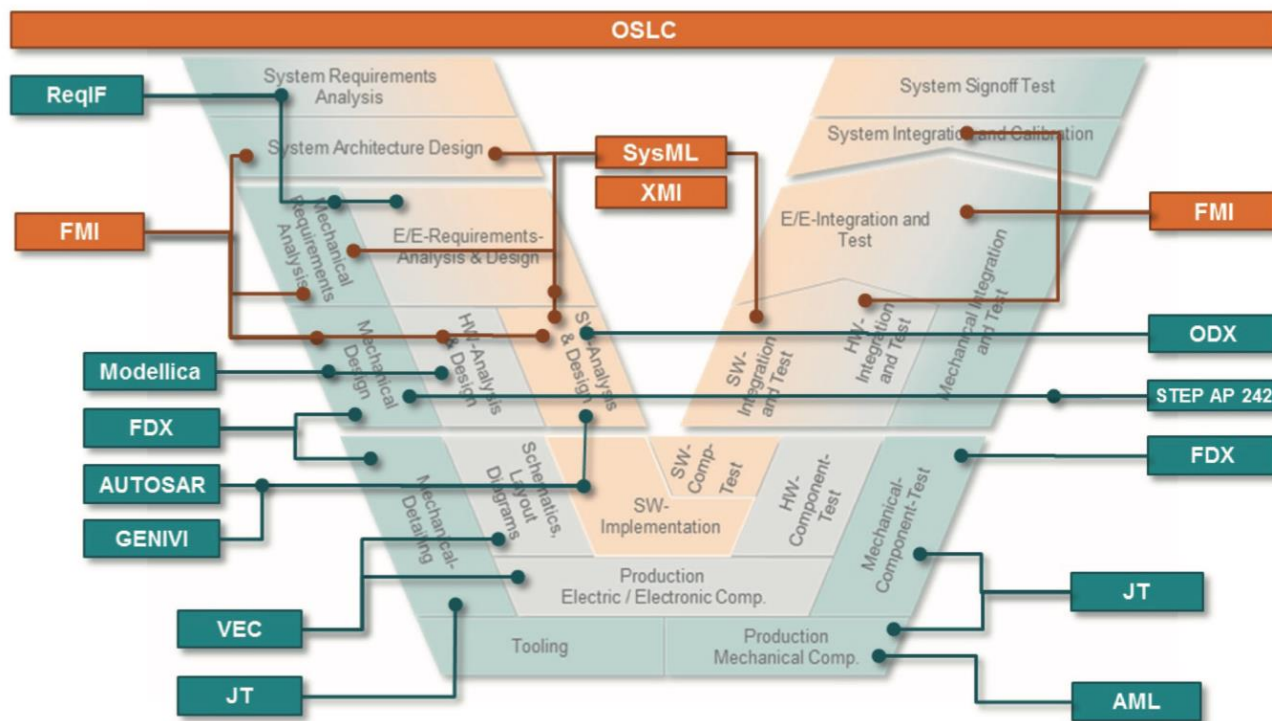


Figure 37: Examples for different standards throughout the V-model

図37：Vモデル全体のさまざまな標準の例

図37は、システム開発プロセス中に使用されるさまざまな（ファイル）形式と標準の小さな抜粋を示しています。背景がオレンジ色のフォーマット/標準は、SmartSEプロジェクトの最初の2つのフェーズでより詳細に調査された標準、またはまだ調査中の標準です。背景が緑色の形式は、システム開発中にシステムを説明するために使用されるファイル形式または標準です。

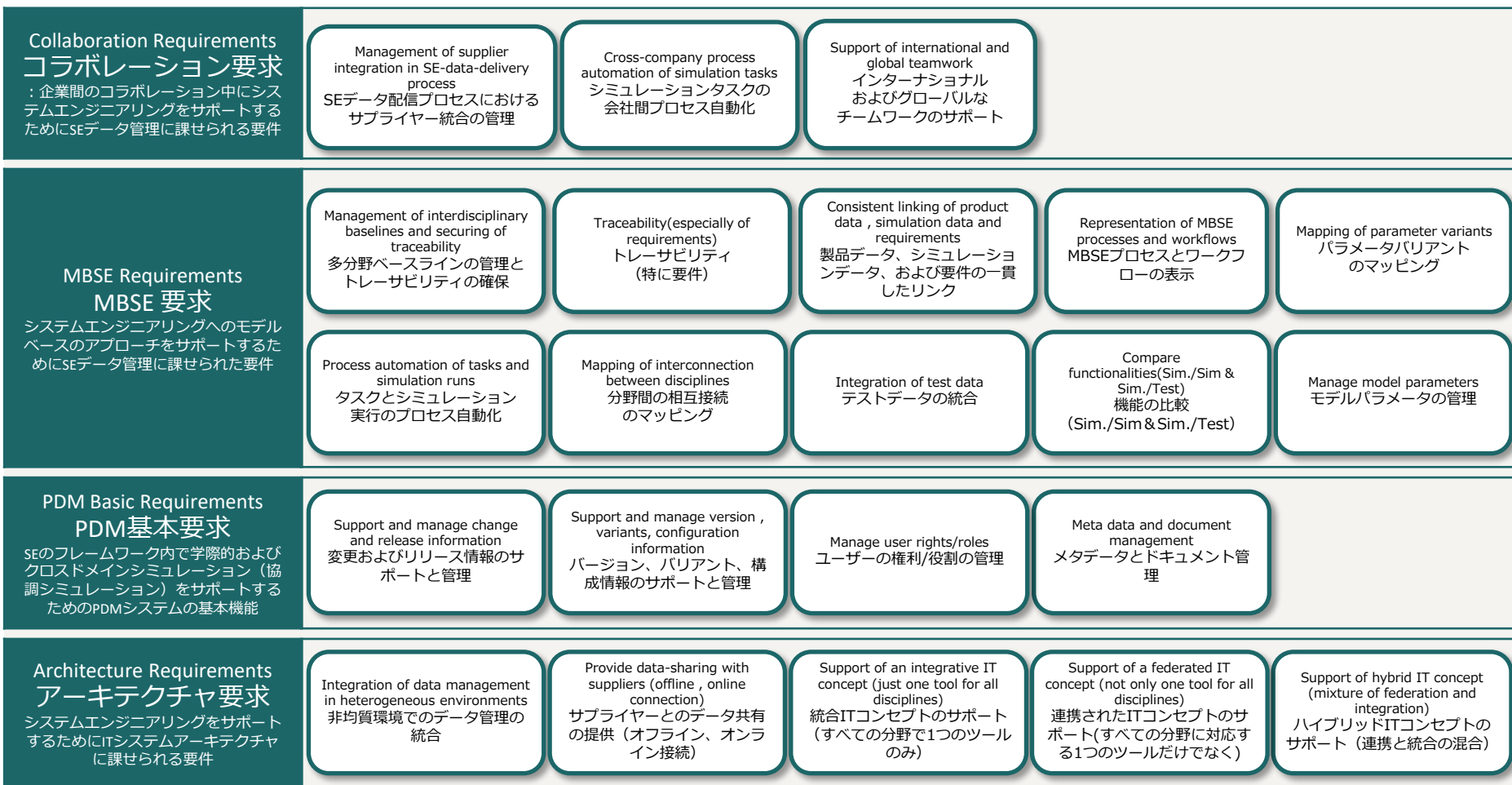
3. 各ガイドラインの概要 ①Prostep iViP SmartSE Recommendation V2

8 SE data model and management

8章 モデルデータとマネジメント

- 分析されたユースケースに基づいて、SmartSEプロジェクトに関与するユーザー担当者と協力して要件の最初の概要調査が実施された。要件は、4つの要件グループに細分される。

図38：SmartSEデータ管理要件の収集とクラスタリング



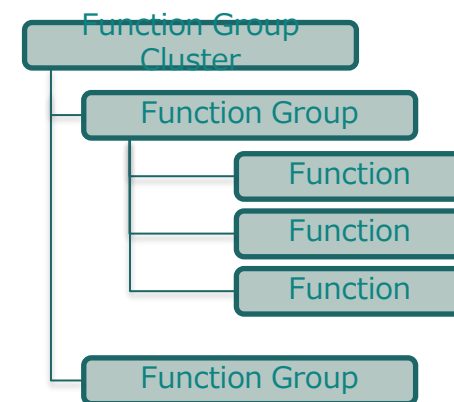
- モデルデータをどのようにクラスタリングすべきかの事例を示していて、データ管理の要件を設定している。

SEデータ管理機能は、階層的に3つのレベルに細分されます（右図）。一緒に属する個々の機能が組み合わせられて機能グループが形成され、機能グループは6つの機能グループクラスターに細分されます。

The function group clusters are:

機能グループクラスターは次のとおりです。

- SE Model Data Management
- SE Configuration Management
- Tool & Data Integration
- SE Model Exchange
- Traceability
- Simulation & Test Data Management
- SEモデルデータ管理
- SE構成管理
- ツールとデータの統合
- SEモデル交換
- トレーサビリティ
- シミュレーションとテストデータの管理



図：SEデータ
マネージメント機能の構造

個々のSEデータ管理機能、および機能グループと機能グループクラスターは、付録I (Prostep iViP SmartSE Recommendation V2)に詳細にリスト化されている。

モデル流通プロセスガイドライン

0. 本ガイドライン(GL)の取り扱いについて

1. イントロダクション

2. モデル流通プロセスとモデル化定義のアプローチ

3. 参考：各ガイドラインの概要

①Prostep iViP SmartSE Recommendation V2

②自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン

今回参考にするモデル流通におけるガイドラインの概要

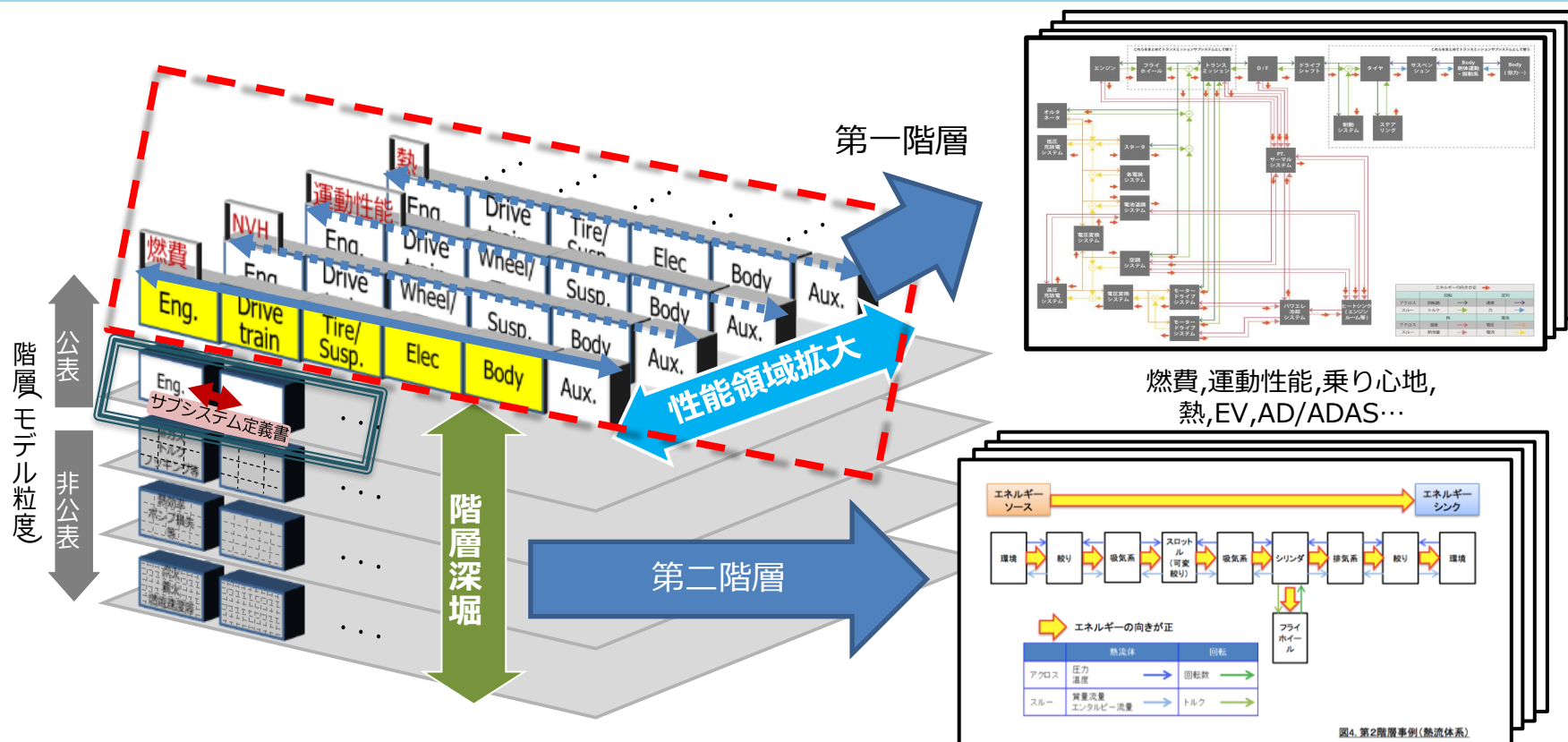
- ・ 経済産業省主催の自動車開発におけるモデルのあり方に関する研究会で取り纏めた自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドラインについて、下記に概要を示す。

自動車開発における
プラントモデル I/F ガイドライン
(ver.4.0)

2021年3月

自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン

- 日本では、自動車開発におけるプラントモデルのI/Fガイドラインを作成してきており、車両全体レベル（第一階層）と各システムレベル（第二階層以下）でのプラントモデルのI/Fについてガイドラインを作成している。



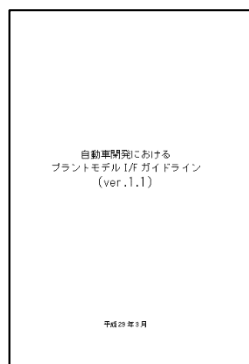
プラントモデルI/Fガイドラインの構成

- プラントモデルI/Fガイドラインは、ガイドラインとガイドライン準拠モデルがあり、モデルを使ってガイドラインを実際に確認することができる。

自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン

概要

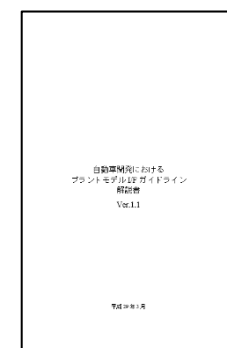
- 基本原則
- 自動車システムでのガイドライン事例
- 自動車事例におけるサブシステムI/F (インターフェース)定義書



自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン解説書

概要

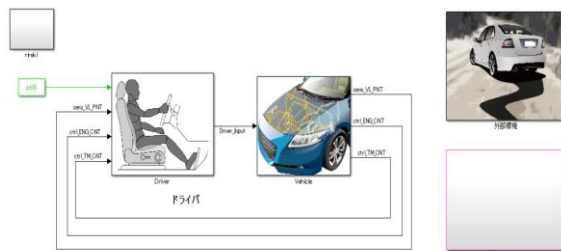
- ガイドライン策定の前提について
- ガイドライン基本原則の解説
- 基本原則の具体的事例



ガイドライン準拠モデル(Matlab Simulinkなど)

概要

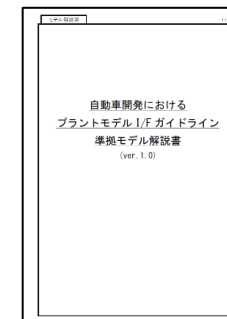
- ガイドラインに準拠した燃費を想定したモデル



自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン準拠モデル解説書

概要

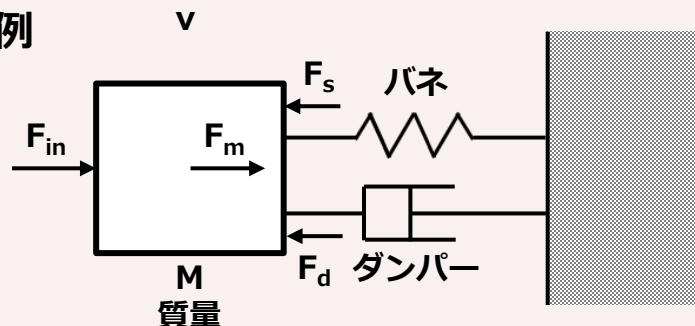
- 使用環境／使用方法
- ガイドライン準拠モデルの基本構造
- ガイドライン準拠モデルの機能仕様
- 本モデルにおける記述について



プラントモデルI/Fガイドラインのモデルリング範囲

- 第一及び第二階層でのプラントモデルは、因果的モデリング・非因果的モデリングの手法があり、モデルの流通ではどちらも想定している。しかし、因果的モデリングでのプラントモデルのインターフェース(I/F)については、自由度が高く、ガイドラインが必要である。

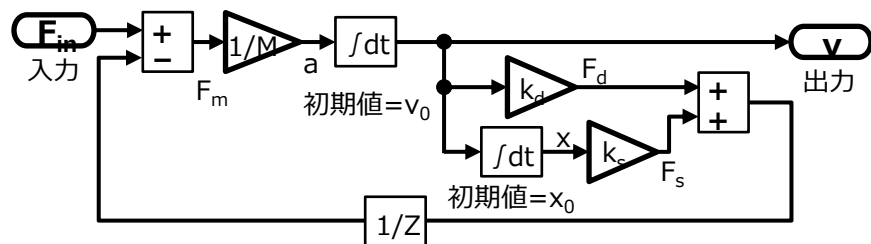
モデル化例



ガイドライン範囲

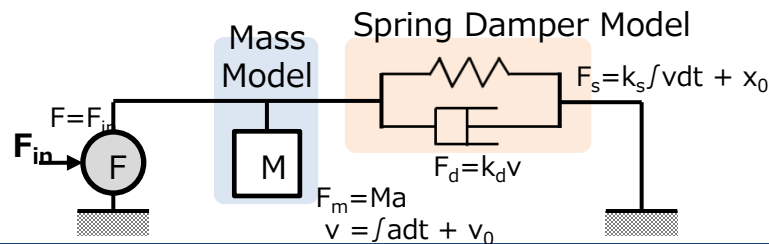
因果的モデリング

事前に入出力の方向を定義する手法



非因果的モデリング

事前に入出力の方向を定義しない手法



プラントモデルとしては両方のモデリングの流通を想定してるが、因果的モデリングでのプラントモデルIFのガイドラインがないので設定する。

「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン」

- 自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドラインは、三つの章立てで作成している。

「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン」がある。ガイドライン概要は下記となる。

「ガイドラインの概要は、

- 1) 基本原則
5つの基本原則
- 2) 自動車システム事例
自動車における物理領域ごとの事例
- 3) サブシステムI/F定義書
サブシステムごとのI/F事例」

自動車開発における
プラントモデル I/F ガイドライン
(ver.4.0)

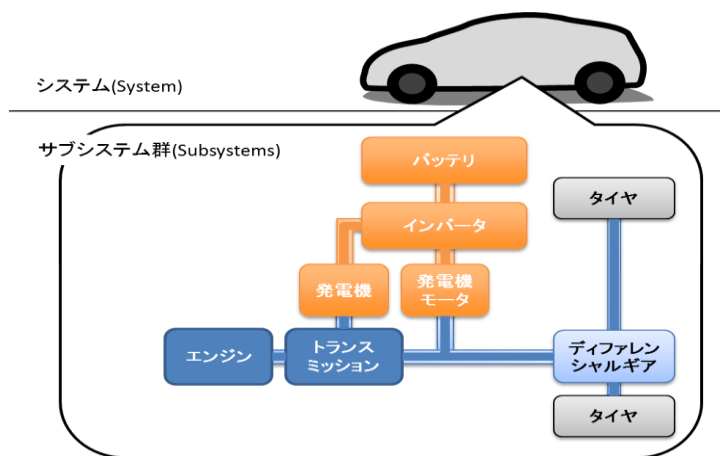
2021年3月

「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン」

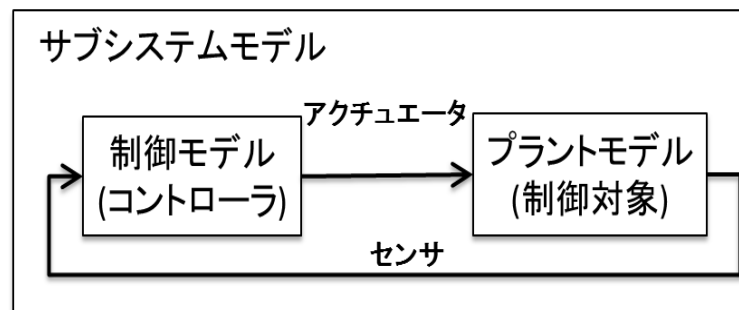
- 自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドラインは、制御モデルとプラントモデルを設定しており、今回は、プラントモデル間の接続方法を設定する。

①システム・サブシステム

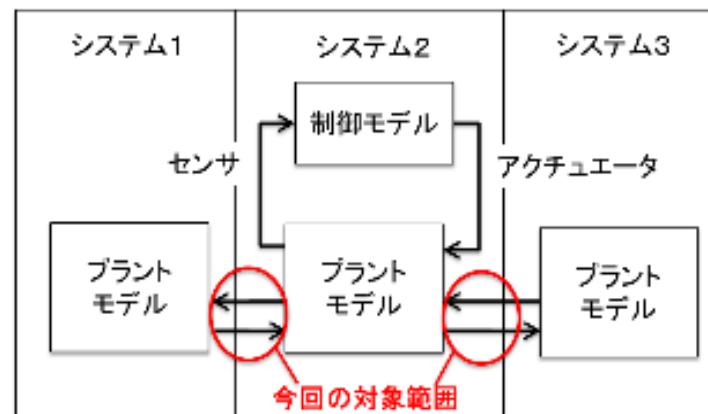
自動車をシステムとして、それを構成する部品をサブシステムとする。



②制御・プラントモデル



③プラントモデルI/F



「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン」

- 五つの基本原則があり、この原則を使ってI/Fを設定する。

- ガイドラインの前提として、①エネルギーを有するサブシステムの定義、②エネルギーの流れの方向の定義、③物理領域ごとの単位を統一。
- インターフェイスを共通化するにあたって基本原則を5つ設定。

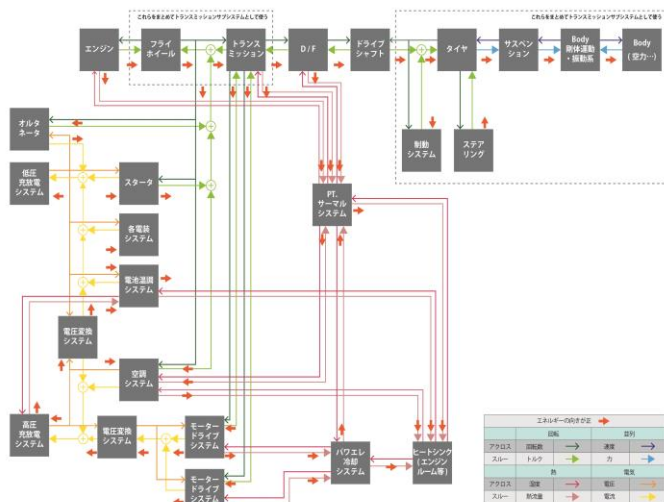
基本原則	
第一	プラントモデル間はアクロス変数とスルー変数でつなぐ。 また、アクロス変数とスルー変数の向きは互いに逆向きとする。
第二	エネルギーソースからエネルギーシンクへ流れる方向をエネルギーの正の向きとする。
第三	スルー量・アクロス量を蓄積する要素を基準として、全体のI/Fを考える。
第四	スルー変数の正負は、エネルギーの正の流れの向きとスルー変数の入出力の向きが同じとき、正とする。
第五	入出力の単位はSI単位系、SI組立単位系を利用する。 量記号は、JIS規格を使用する。

「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン」

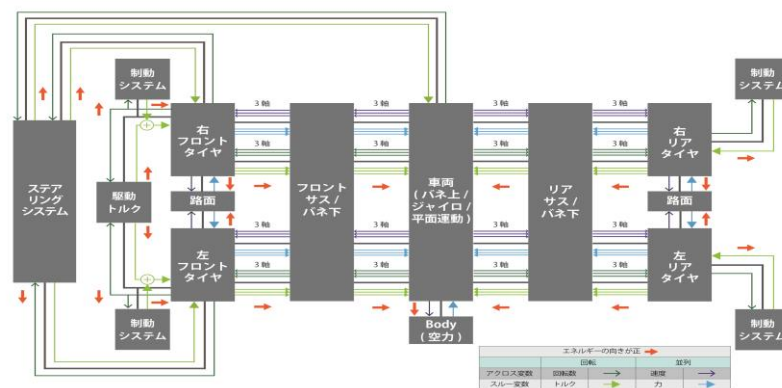
- モデルを作成するために参照するアーキテクチャを設定する必要がある。
下記に、性能におけるモデルのアーキテクチャ事例を示す。

自動車システムの性能事例

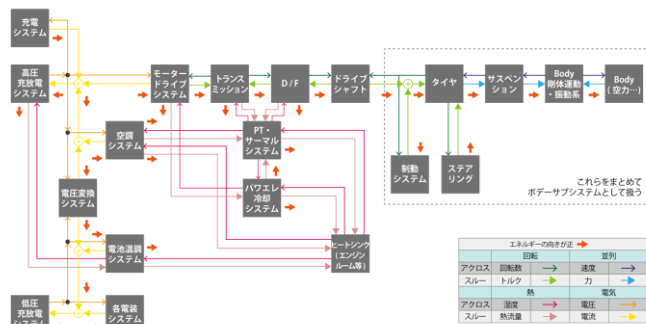
燃費の事例



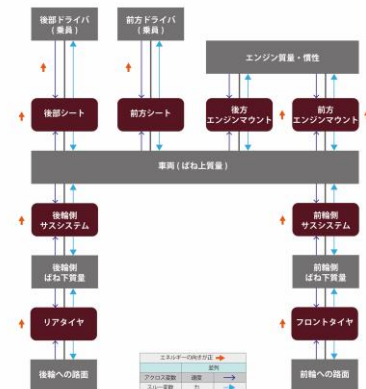
運動性能の事例



電気自動車の電費の事例



車両振動の事例



「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン」

- 因果的モデリングにおいて、サブシステム定義書を設定し、各サブシステムでのモデルのI/Fや機能を設定している。

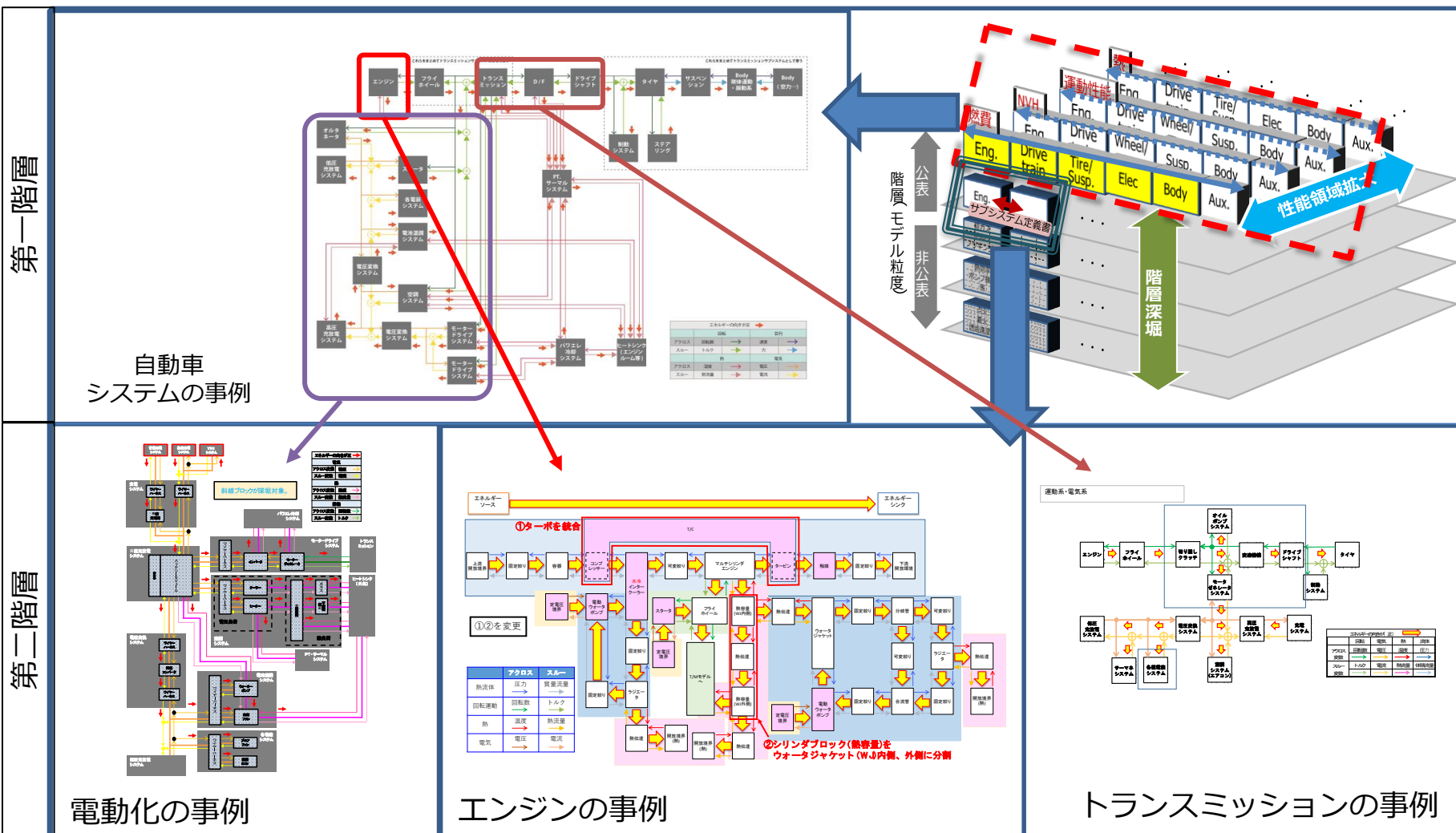
サブシステム定義書事例

サブシステムI/F定義書		サブシステム名 = エンジン																				
サブシステム名	<div> <div>エンジンモデル</div> <div> <div>燃料消費率算出</div> <div>エンジン熱流量算出機能</div> <div>トルク算出機能</div> </div> <div> <div>熱E</div> <div>温度T</div> <div>熱流量Φ</div> </div> <div> <div>回転E</div> <div>回転数ω</div> <div>トルク</div> </div> <div>フライホイール(エンジン)</div> </div>																					
I/Fと機能を記載	<div> <div>機能概要</div> <div> <div>①回転系の機能</div> <div>エンジン軸トルクの算出</div> <div>②熱</div> <div>エンジン熱流量算出</div> <div>③その他</div> <div>燃料消費率・消費量の算出</div> </div> </div>																					
	機能概要を記載																					
プラントモデル入力I/F	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">入力</th> </tr> <tr> <th>プラントモデルI/F</th> <th>名称</th> <th>単位</th> <th>極性向き</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>回転数ω</td> <td>rad/s</td> <td>—</td> <td>エンジン回転数</td> </tr> <tr> <td>温度T</td> <td>K</td> <td>—</td> <td>エンジン冷却水温度</td> </tr> </tbody> </table>			入力				プラントモデルI/F	名称	単位	極性向き	説明	回転数ω	rad/s	—	エンジン回転数	温度T	K	—	エンジン冷却水温度		
入力																						
プラントモデルI/F	名称	単位	極性向き	説明																		
回転数ω	rad/s	—	エンジン回転数																			
温度T	K	—	エンジン冷却水温度																			
制御入力I/F	<table border="1"> <thead> <tr> <th>制御モデルI/F</th> <th>名称</th> <th>単位</th> <th>範囲</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			制御モデルI/F	名称	単位	範囲	説明														
制御モデルI/F	名称	単位	範囲	説明																		
プラントモデル出力I/F	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">出力</th> </tr> <tr> <th>プラントモデルI/F</th> <th>名称</th> <th>単位</th> <th>極性向き</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>トルクT</td> <td>Nm</td> <td></td> <td>出力側が正</td> <td>エンジン軸トルク</td> </tr> <tr> <td>熱流量Φ</td> <td>W</td> <td></td> <td>出力側が正</td> <td>エンジン冷却水熱流量</td> </tr> </tbody> </table>			出力				プラントモデルI/F	名称	単位	極性向き	説明	トルクT	Nm		出力側が正	エンジン軸トルク	熱流量Φ	W		出力側が正	エンジン冷却水熱流量
出力																						
プラントモデルI/F	名称	単位	極性向き	説明																		
トルクT	Nm		出力側が正	エンジン軸トルク																		
熱流量Φ	W		出力側が正	エンジン冷却水熱流量																		
制御出力I/F	<table border="1"> <thead> <tr> <th>制御モデルI/F</th> <th>名称</th> <th>単位</th> <th>範囲</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			制御モデルI/F	名称	単位	範囲	説明														
制御モデルI/F	名称	単位	範囲	説明																		
エネルギーの向き	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">エネルギーの向き</th> </tr> <tr> <th>名称</th> <th>エネルギー正の向き</th> <th>出力</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>回転E</td> <td>出力</td> <td></td> <td>エンジン回転</td> </tr> <tr> <td>熱E</td> <td>出力</td> <td></td> <td>エンジン冷却水</td> </tr> </tbody> </table>			エネルギーの向き				名称	エネルギー正の向き	出力	説明	回転E	出力		エンジン回転	熱E	出力		エンジン冷却水			
エネルギーの向き																						
名称	エネルギー正の向き	出力	説明																			
回転E	出力		エンジン回転																			
熱E	出力		エンジン冷却水																			
履歴	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">備考</th> </tr> <tr> <th>ver</th> <th>内容</th> <th>会社名</th> <th>作成者</th> <th>日付</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>初版</td> <td>AZAPA</td> <td>市廣純一</td> <td>2017/3/15</td> </tr> </tbody> </table>			備考					ver	内容	会社名	作成者	日付	01	初版	AZAPA	市廣純一	2017/3/15				
備考																						
ver	内容	会社名	作成者	日付																		
01	初版	AZAPA	市廣純一	2017/3/15																		
	<div>備考欄</div> <div>ガイドラインの原則と違う場合、理由と内容を明記</div>																					

各システムにおけるガイドラインとそれぞれの連携

- 各システムのガイドラインが作られており、階層を深掘りしたアーキテクトで作成されている。また、ガイドラインは第一階層と繋がるように作成している。

各システムにおけるガイドラインの位置付け



- ・ガイドラインを検証するために、それぞれの粒度に合わせたガイドラインに準拠したモデルを作成している。各モデルは、性能評価における一般的なアーキテクチャに基づいて作成しており、各社において組み合わせたり追加することで、カスタム化が可能である。

トランスミッションの事例 (Modelicaモデル)

略語について

ECU	Electronic Control Unit
F/B	feedback
FMI	Functional Mock-up Interface
FMU	Functional Mock-up Unit
HAD	Highly Automated Driving
HIL	Hardware in the Loop
HILS	Hardware in the Loop Simulation
I/F	Interface
IP	Identity Protection
IS	Interaction scenario
MBR	Model-based research
MBSE	Model-based Systems Engineering
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry
MIL	Model in the Loop
MILS	Model in the Loop Simulation
OEM	Original Equipment Manufacturer
PIL	Processor in the Loop
RCP	Rapid Control Prototyping
SE	Systems Engineering
SIL	Software in the Loop
SOP	Start Of Production
SW	Software
T/M	transmission
UC	Use Case

Ver.	日付	内容	変更者
1.0	2022/03/15	初版	AZAPA 市原純一