

## 電子制御情報の交換タスク

# 自動車業界における電子制御モデルデータ交換手法の研究報告書



Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.

一般社団法人日本自動車工業会  
総合政策委員会  
ICT部会  
デジタルエンジニアリング分科会

変更履歴

No	版	記述	作成日付	作成	承認日付	承認
1	V1.0	新規作成	2022/3/4	電子制御情報の交換タスク	2022/3/17	デジタルエンジニアリング分科会

検討委員：

2021 年度電子制御情報の交換タスク（会社名で五十音順）

リーダー	佐藤 命	三菱自動車工業(株)
サブリーダー	根本 博明	日産自動車(株)
委員	小出 貢	スズキ(株)
委員	小林 正仁	日野自動車(株)
委員	箕輪 信太郎	本田技研工業(株)
委員	望月 翔	(株)小糸製作所
委員	岩本 卓紳	(株)デンソー
委員	畑 克依	マレリ(株)
協力	玉手 弘一郎	(株)IDAJ

参加・協力いただいた皆様

委員	菊池 洋輔	いすゞ自動車(株)
委員	澁谷 浩一	いすゞ自動車(株)
委員	山西 博	いすゞ自動車(株)
委員	横山 浩紀	本田技研工業(株)
委員	小笠原 清太郎	本田技研工業(株)
委員	松田 高弘	本田技研工業(株)
委員	藤井 雄太	マツダ(株)
委員	中根 和彦	(株)デンソー
2017 年度	AZAPA(株)	
2018 年度	(株)ベイカレント・コンサルティング	
2019 年度	(株)NTT データエンジニアリングシステムズ	

## 目次

<b>1</b>	<b>はじめに .....</b>	<b>1</b>
1.1.	用語の定義 .....	1
1.2.	本研究の概要 .....	2
1.3.	本研究報告書の内容 .....	4
<b>2</b>	<b>データ交換パッケージの概要 .....</b>	<b>5</b>
2.1.	背景 .....	5
2.2.	データ交換パッケージに求められる要件 .....	5
2.3.	フォーマットと構成 .....	7
<b>3</b>	<b>共有ハブシステムの概要 .....</b>	<b>12</b>
3.1.	背景 .....	12
3.2.	共有ハブシステムに求められる要件 .....	12
3.3.	システムの構成 .....	13
3.4.	システムのスコープ .....	15
3.5.	ユーザーシーケンス .....	16
<b>4</b>	<b>要求モデルとトレーサビリティ情報 .....</b>	<b>19</b>
4.1.	要求モデルのフォーマット .....	19
4.2.	トレーサビリティ情報のフォーマット .....	22
4.3.	ユースケース .....	26
<b>5</b>	<b>モデルメタデータ .....</b>	<b>31</b>
5.1.	Simulation Model Meta Data の概要 .....	31
5.2.	フォーマット策定にあたっての指針 .....	32
5.3.	モデルメタデータの記述内容 .....	33
<b>6</b>	<b>共有ハブシステムの機能 .....</b>	<b>40</b>
6.1.	基本機能 .....	40
6.2.	詳細機能 .....	41
6.3.	共有ハブシステムのサンプル画面イメージ .....	41
<b>7</b>	<b>市販ツールに対する調査結果 .....</b>	<b>52</b>
7.1.	調査対象ツール .....	52
7.2.	調査結果 .....	52
<b>8</b>	<b>まとめ .....</b>	<b>54</b>
	<b>参考文献 .....</b>	<b>56</b>

# 1 はじめに

## 1.1. 用語の定義

本書で使用する用語の定義を表 1.1 にまとめる。

表 1.1 本書で使用する用語の定義

日本語表記	英語表記	定義
カスタマ	Customer	要件の送り手
サプライヤ	Supplier	要件の受け手
要求仕様	Requirement Specification	カスタマがサプライヤに要求する製品もしくはモデルの仕様
要件	Requirement	要求仕様を構成する項目
要求モデル	Requirement Document	要求仕様が記述されたデータ
モデル	Model	シミュレーションモデル
モデルメタデータ	Model Meta Data	シミュレーションモデルに関する情報をまとめたメタデータ
検証結果	Test Result	検証結果がまとめられたデータ
モデルグループ	Model Group	関連する複数のモデルで構成されるグループ（トレーサビリティ情報でモデルを管理するために使用）
テストグループ	Test Group	関連する複数の検証結果で構成されるグループ（トレーサビリティ情報で検証結果を管理するために使用）
トレーサビリティ情報	Traceability Data	要件、モデル、検証結果の関連付けやデータ授受に際して必要な情報を記述したデータ
データ交換パッケージ	Data Exchange Package	要求モデル、トレーサビリティ情報、モデル、モデルメタデータ、検証結果をアーカイブしてまとめたデータ
共有ハブシステム	Shared Hub	データ交換パッケージの生成および管理を行うためのシステム

## 1.2. 本研究の概要

### 1.2.1. 活動の背景と目的

近年、車載電子制御システムの設計開発においては、コネクテッド、自動運転、電動化など機能の複雑化、高度化への対応が求められる一方、市場要求の変化に迅速に応えるべく、さらなる開発期間の短縮が必要となっている。このような背景の下、モデルを動く仕様書として活用するモデルベース開発（Model Based Development; MBD）の導入が加速している。すなわち、制御および制御対象となるプラントの全体もしくは一部をモデルに置き換えて設計、検証することにより、開発を効率化するとともにシステムの高品質化を図るというものである。

車一台分の機能実現には複数社による協業が必須であり、MBD による設計開発においては異なる企業間でのモデルの授受が発生する。しかしながら、モデルの授受に際して交換すべき情報やフォーマット、授受方法については当事者となる各社に委ねられているのが現状である。本研究では、異なる企業間でのモデルの授受における統一的な考え方や手法を検討することにより、モデル流通の非効率性を解消し、本来の設計、検証に集中できる姿を目指す。

### 1.2.2. モデル流通の課題と活動のスコープ

現状のモデル流通における課題として、大きく以下の三点が挙げられる。

#### A) 受け渡し方法が統一されていない

メールベースでのモデルの授受においては、その履歴や、付随する要求仕様、テスト結果などの情報とのトレーサビリティが追えなくなるという問題が生じる。これを解消する手段として、構成管理システムを導入することも考えられるが、複数の取引先が存在する場合はその数だけシステムやルールを整備せざるを得ず、工数的に大きな負担となる。また、Excel などの簡易的な管理台帳を使用しているケースにおいては、人的ミスが発生する要因ともなる。

#### B) 受け渡すべき情報が統一されていない

モデル流通を円滑に進めるには、モデルの内容や使い方に関する情報を相手に開示することが不可欠となる。また、カスタマがサプライヤに対して、要求仕様の一部の要件をモデルで検証することを求める場合や、モデルそのものの納品を求める場合は、付随する要件との関連付けを明示することが必要となる。しかしながら、

- ・モデルの授受に際してどのような情報を受け渡すべきか
- ・それらの情報をどのようなフォーマットで記述すべきか

については統一的な規格がなく、その都度、当事者となる企業あるいは担当者間でのすり合わせが必要となっている。

## C) 受け渡したモデルを連携させて動かすことができない

モデル流通においては、カスタマが作成したプラントモデルとサプライヤが作成した制御モデルを連携する、あるいはカスタマが作成した車両モデルとサプライヤが作成したコンポーネントモデルを連携するなど、作成者の異なるモデル同士を連携させてシミュレーションを行うことが求められる。しかしながら、

- ・モデルを作成したアプリケーションやバージョンが異なる
- ・受け渡すべき物理量の単位系が異なる
- ・受け渡すべき物理量そのものが異なる
- ・モデルの階層や粒度が異なり目的とする検証が行えない

などの理由によりモデルが連携できず、そのすり合わせやモデルの修正が大きな工数負担となる。

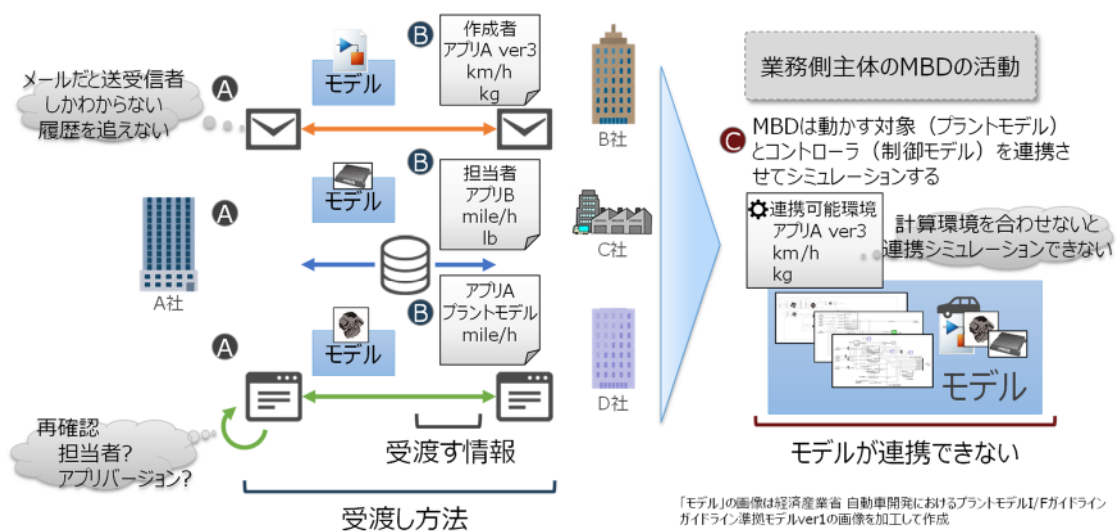


図 1.1 モデル流通における三つの課題

本研究においては、AとBにスコープを当て、これらの課題を解決する手段として以下の二点の検討を行った。なお、Cについてはモデルそのものの階層、粒度、I/Oのルール化に関わる内容であるため、経済産業省の「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」<sup>[1]</sup>など他団体の活動に委ね、本研究ではスコープ外とした。

## ① データ交換パッケージの検討

要求モデル、モデル、検証結果をワンパッケージ化した標準フォーマット「データ交換パッケージ」を用いてデータの授受を行う。本フォーマットは、互いのデータの関連付けを管理するためのトレーサビリティ情報、およびモデルの内容が記述されたモデルメタデータを包含する。

## ② モデル流通の共有インフラシステムの検討

異なる企業間でのデータ授受に際して、データ交換パッケージの生成および管理を、共通の仕様に基づいて構築されたインフラ「共有ハブシステム」上で行う。これにより、データ授受の履歴管理を行うとともに、双方の企業間で保有している情報の一致や関連するデータ同士のトレーサビリティの確保を担保する。

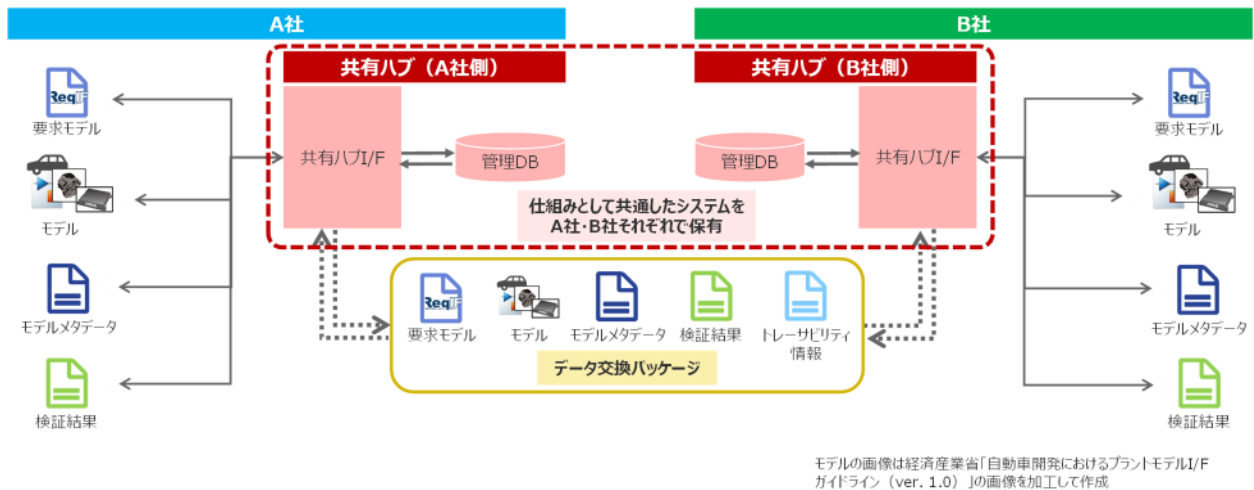


図 1.2 データ交換パッケージと共有ハブシステムの概念

## 1.3. 本研究報告書の内容

本研究報告書は2018年度から2021年度までのタスク活動の内容およびその研究結果についてまとめるものである。本書の構成は以下の通りである。

まず、2章から5章では、設計者およびインフラを整備するIT部門の担当者を対象として、データ交換パッケージおよび共有ハブシステムについて解説する。2章では、データ交換パッケージ、3章では共有ハブシステムの概要についてまとめる。4章では、ReqIFを用いた要求モデルおよびトレーサビリティ情報の詳細なフォーマットについて解説する。5章ではモデルメタデータに記載すべき内容について解説する。

続いて、主にIT部門の担当者を対象として、6章では共有ハブシステムの機能および機能実現の前提となる採用技術についてまとめる。また、7章では6章でまとめた各機能に対して、市販ツールでの実装可否の調査結果を記載する。

最後に、8章で本研究の総括を行う。



## 2 データ交換パッケージの概要

本章ではトレーサビリティ情報を包含したデータ交換パッケージの概要について述べる。なお、フォーマットの詳細については4章および5章に記載する。

### 2.1. 背景

異なる企業間でのモデル流通が発生するケースとして、

- ・カスタマがサプライヤに対してモデルー例えば制御モデルーの要求仕様を提示し、サプライヤがモデルを構築して検証結果とともに納品する
  - ・カスタマがサプライヤに対して製品ー例えばエンジンーの要求仕様を提示する際にモデルでの検証を求め、サプライヤがモデルを構築して検証結果とともに納品する
- などが想定される。ここで、以下のような課題が生じる。

#### (1) データのトレーサビリティ

要求モデル、モデル、検証結果がそれぞれ別ファイルとして添付され、要件⇄モデル⇄検証結果の相互関係が分からない。これを解消するためにトレーサビリティ情報を別ファイルで管理する方法も考えられるが、そのフォーマットが統一されていない。

#### (2) モデル情報の管理

モデル流通を円滑に進めるには、モデルの内容や使い方に関する情報を相手に開示することが不可欠であるが、これらのモデル情報（モデルメタデータ）に関して統一的な記述方法が決められていない。

これらの課題を解決するため、異なる企業間でのモデル流通に際して、要求仕様（要求モデル）、モデル、モデルメタデータ、検証結果、およびこれらのデータの相互関係を管理するためのトレーサビリティ情報をワンパッケージ化する標準フォーマット「データ交換パッケージ」を策定した。

## 2.2. データ交換パッケージに求められる要件

データ交換パッケージに求められる要件は以下の通りである。

#### (1) データのトレーサビリティ

データ授受の過程で以下のデータのトレーサビリティが確保されている。

##### ① 各社が管理している要件

カスタマとサプライヤで同じ要件を異なるIDで管理している場合があり、両者のトレーサビリティを取る必要がある。

## ② 要件とモデル

カスタマがサプライヤに対してモデルを用いて要件を検証することを求める場合や、モデルそのものの納品を求める場合は、要件とモデルの関連付けを明示する必要がある。

## ③ 要件と検証結果

サプライヤが要件に対する検証結果をカスタマへ提示する場合は、要件と検証結果の関連付けを明示する必要がある。

## ④ モデルとモデルメタデータ

モデル、およびその内容や実装に関する情報を記述したモデルメタデータを紐づける必要がある。

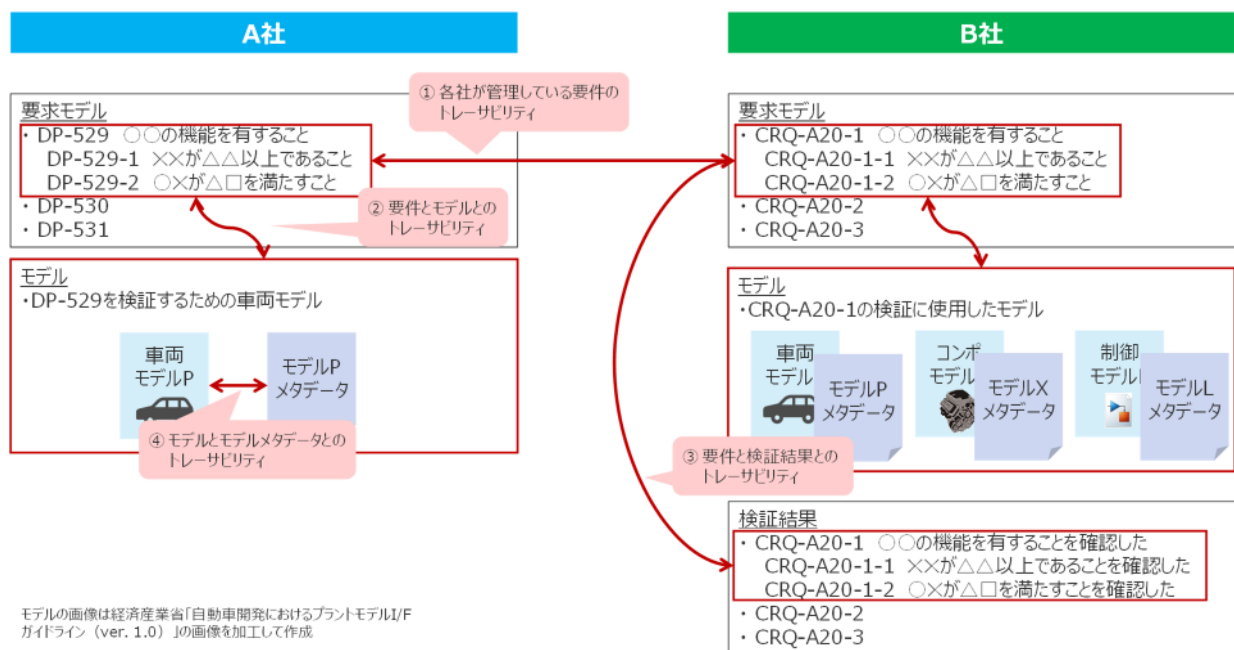


図 2.1 データのトレーサビリティ

## (2) データの秘匿性

各社が要件を管理するために使用する ID には開発コードなどが含まれている場合があるため、他社へ要求モデルを送付する際はこれらの ID を秘匿した状態でトレーサビリティが確保できる。

## (3) 想定されるユースケースへの対応

モデル流通において想定される以下のユースケースに対応できる。

## ① 複数回のデータの授受

カスタマとサプライヤの間で複数回のデータ授受が行われる過程において、各データのトレーサビリティが担保される。

② 要件やモデルの変更

要件の変更やモデルの修正が発生した場合も各データのトレーサビリティが維持される。

③ 複数の要件やモデルの授受

複数の要件に同一のモデルが関連付けられる、一つの要件に複数のモデルが関連付けられるなど n:m のトレーサビリティが管理できる。

## 2.3. フォーマットと構成

### 2.3.1. データ交換パッケージのフォーマット

異なる企業間で要求仕様や設計情報を交換する上では、プロジェクトごとに Excel や Word 文書など異なるフォーマットが使用される、あるいは互いに保有している要件管理ツールが異なりデータのインポート／エクスポートが行えないなどの課題が生じる。これを解消するため、特に欧米の自動車関連メーカーを中心に、ReqIF<sup>[2]</sup> (Requirements Interchange Format) の活用が進んでいる。ReqIF は米国の標準化団体である OMG (Object Management Group) により策定された、異なる要件管理ツール間でデータを交換するための XML 形式の標準フォーマットである。

本研究では、以下の理由からデータ交換パッケージについても ReqIF に準拠したフォーマット化を検討することとした。

- ・国際標準のフォーマットであり、多くの要件管理ツールや PLM ツールが ReqIF フォーマットによるデータのインポート／エクスポートに対応している
- ・要求モデルを ReqIF フォーマットでそのまま記述することができる
- ・関連するデータ間のトレーサビリティを定義することができる
- ・各社に固有の要件管理 ID を使用せずにデータ間のトレーサビリティを維持できる
- ・モデルや検証結果などの外部ファイルをオブジェクトとして ReqIF に埋め込むことができる

### 2.3.2. ReqIF の概要

本節ではデータ交換パッケージの構成およびフォーマットを理解する上で必要となる ReqIF の仕様について概説する。なお、詳細については OMG や prostep ivip より提供されるドキュメントを参照されたい<sup>[2][3]</sup>。

#### 2.3.2.1. ReqIF の構成

ReqIF は要求仕様や設計情報の構造が記述された XML 形式のテキストファイル（拡張子：.reqif）と、後述する ReqIF の構文に埋め込まれた外部ファイルを、アーカイブファイル（拡張子：.reqifz）にまとめて管理する。また、複数の .reqif ファイルとそれに付随する外部ファイルを一つの .reqifz ファイルに包含することも可能である。

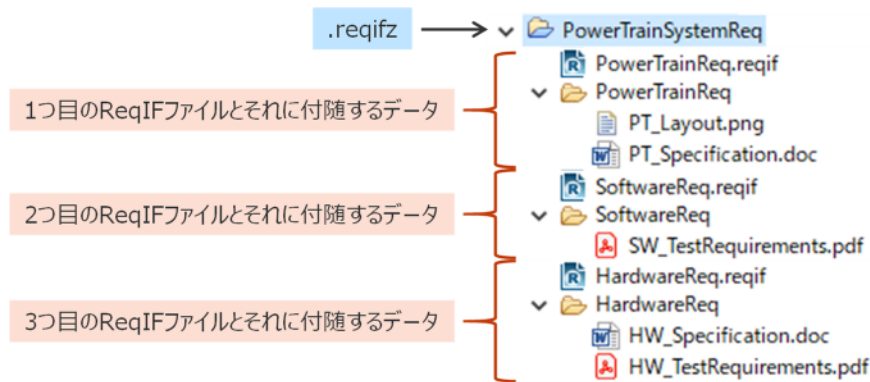


図 2.2 ReqIF の構成

### 2.3.2.2. ReqIF の構文

#### (1) SpecObject

各要件は SpecObject と呼ばれるオブジェクトで管理され、各 SpecObject は ID、作成者、日付、名称、要件のコンテンツなどの属性 (Attribute) を持つ。属性には、prostep ivip が提供する ReqIF の実装ガイドライン<sup>[3]</sup>に則り、各要件管理ツールで標準的に定義されている System Attributes と、ユーザーが定義する User Defined Attributes がある。なお、System Attributes は“ReqIF.ChapterName”等、属性名の接頭語に“ReqIF.”を付与することにより User Defined Attributes と区別される。

ユーザーが要件に付与する管理 ID は SpecObject の属性の一つとして扱われ、通常は“ReqIF.ForeignID”という System Attribute が使用される。これとは別に、各 SpecObject には固有の識別 ID (Identifier) が付与される。異なる要件管理ツール間で ReqIF ファイルの授受を行う際は、この識別 ID により要件のトレーサビリティを確保する。したがって、各社に固有の管理 ID である“ReqIF.ForeignID”属性を秘匿した状態で要求モデルの授受が可能である (図 2.3)。

#### (2) Specification

SpecObject は Specification と呼ばれるオブジェクトの構成要素として定義される。要求仕様においては、通常、各要件が階層構造で定義されているが、Specification はこれに対応する SpecObject の階層構造の情報を管理する役割を担う。なお、同一の .reqif ファイル内に複数の Specification を定義することもできるが、SpecObject は必ずいずれか一つの Specification の構成要素でなくてはならない。

#### (3) SpecRelation

各要件の相互依存関係は SpecRelation と呼ばれるオブジェクトで管理される。具体的には、参照元の SpecObject と参照先の SpecObject の識別 ID を SpecRelation に割り当てることで相互依存関係を定義する。このとき、SpecObject 自体には情報は一切追記されない。

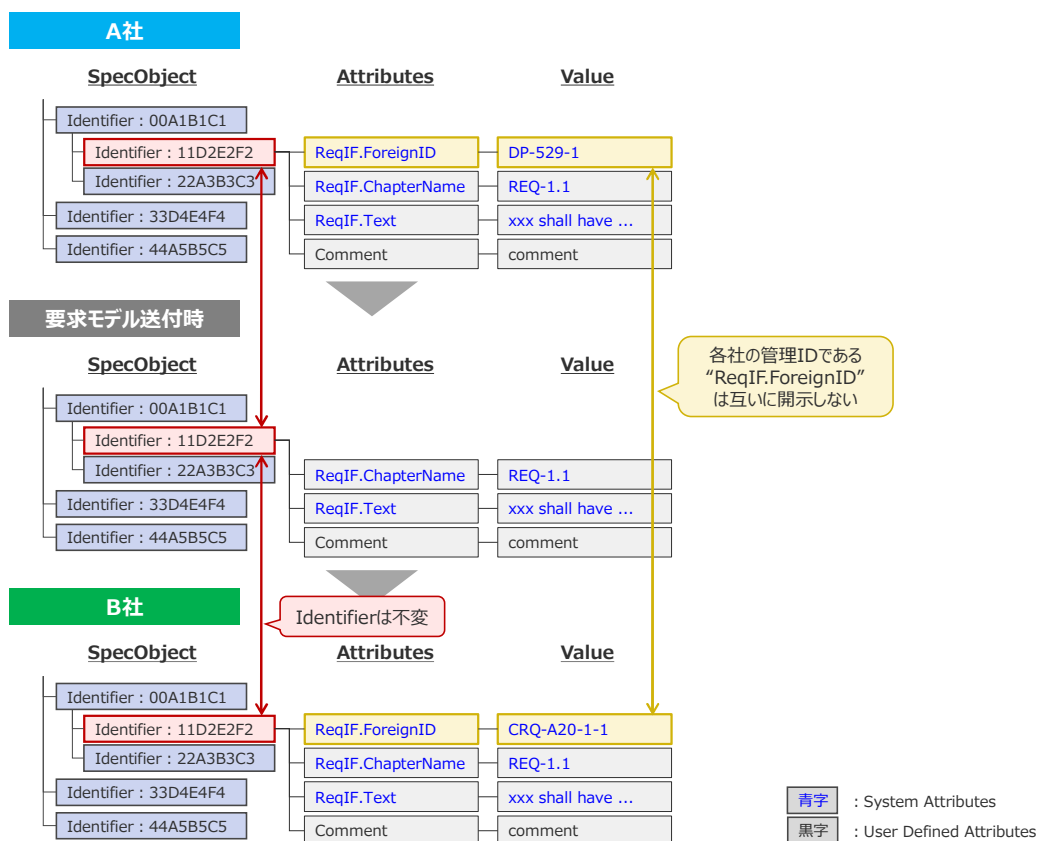


図 2.3 要求モデルの授受における各要件の ID の管理

### 2.3.3. データ交換パッケージの構成

図 2.4 にデータ交換パッケージの構成を示す。要求モデルとトレーサビリティ情報はそれぞれ異なる Specification により管理される。トレーサビリティ情報を管理する Specification は、モデルを管理する SpecObject と検証結果を管理する SpecObject を構成要素として持つ。モデル、モデルメタデータ、検証結果の各ファイルは、これらの SpecObject の属性に埋め込みオブジェクトとして格納される。

要件とモデル、要件と検証結果のトレーサビリティは SpecRelation により定義する。これにより、要求モデルの構造には手を加えることなく必要なデータのトレーサビリティを確保することが可能となる。また、

- ・一つの要件が複数のモデルや検証結果と紐づく
- ・一つのモデルや検証結果が複数の要件と紐づく

という n:m の相互依存関係も定義可能である。

要求モデルを管理する Specification とトレーサビリティ情報を管理する Specification を別々の.reqif ファイルに記述することにより、要求モデルとトレーサビリティ情報を完全に分離することが可能である。ただし、別々の.reqif ファイルに記述されている SpecObject 間の SpecRelation については、イ

ンポート時の解釈やエクスポート時の SpecRelation の記述先が使用するツールによって異なる可能性があり、注意が必要である。

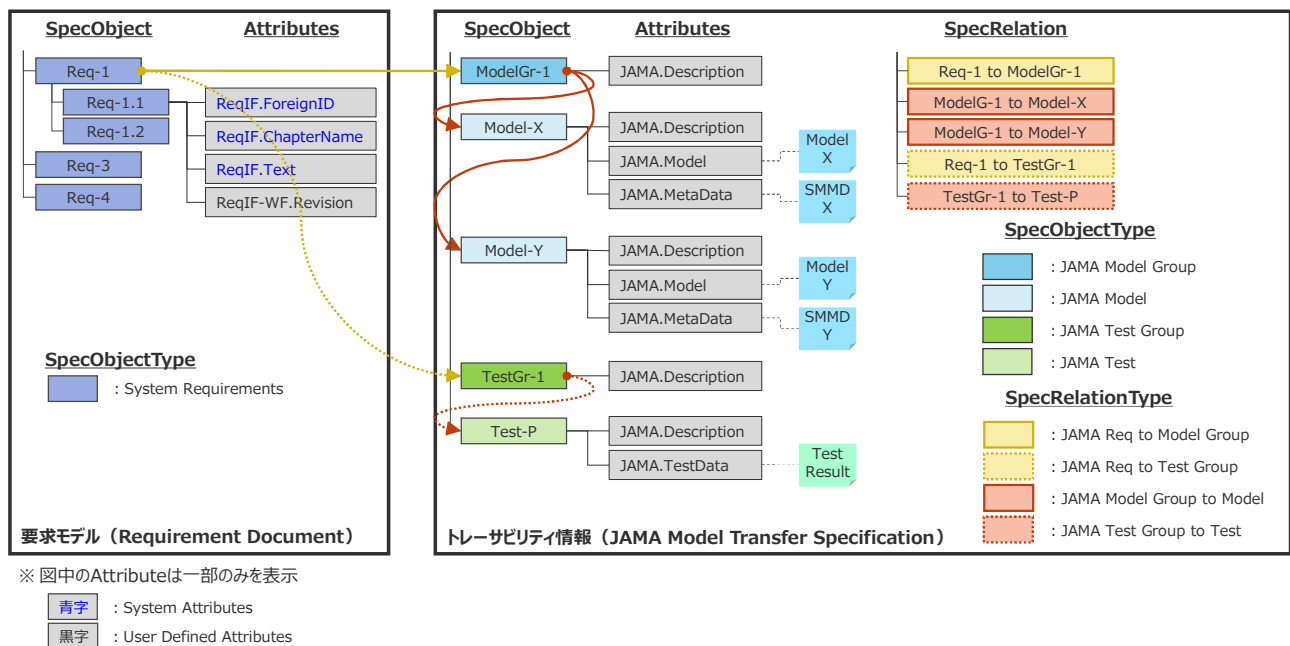


図 2.4 データ交換パッケージの構成

なお、モデルを管理する SpecObject の属性の一部としてモデルメタデータを包含することも可能であるが、

- ・モデルメタデータを ReqIF フォーマットで運用する場合、その入出力にも ReqIF に準拠したインターフェースが必要となる
- ・モデルとモデルメタデータはデータ交換の枠組みから切り離されて使用されることも想定されるため、トレーサビリティ情報とは分離されているほうがより柔軟な運用が可能である

という点を考慮し、別フォーマットのファイルとして運用することとした。

データ交換パッケージのファイル構成例を図 2.5 に示す。ここでは、要求モデルを管理する Specification とトレーサビリティ情報を管理する Specification を別々の.reqif ファイルに記述した場合を想定している。データの授受に際しては、これらのデータをアーカイブファイル（拡張子:.reqifz）にまとめてやり取りを行う。

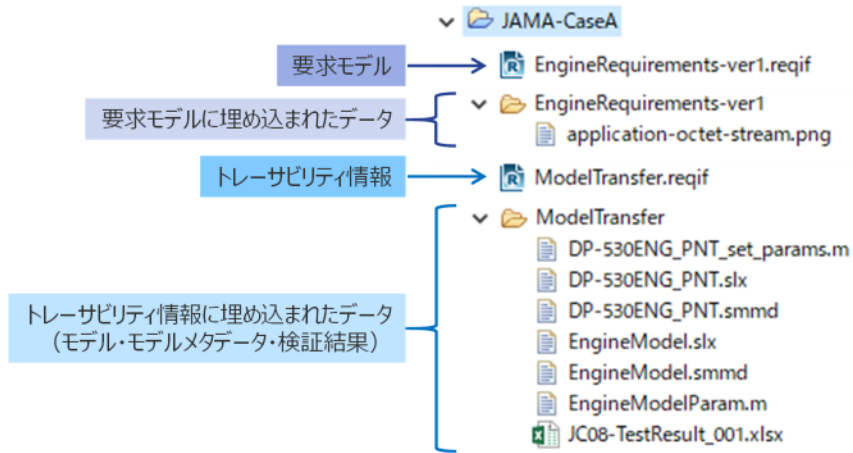


図 2.5 データ交換パッケージのファイル構成例

### 3 共有ハブシステムの概要

本章ではデータ交換パッケージの生成および管理を行う共有ハブシステムの概要について述べる。なお、共有ハブシステムが有する機能の詳細については6章に記載する。

#### 3.1. 背景

現状のモデル流通においてはデータの受け渡し方法が統一されておらず、メール、ファイルサーバ、もしくは固有システムなどの手段を用いて当事者となる企業間で個別に対応を行っている。これらの手段には表3.1のような問題点があり、効率的なモデル流通の妨げとなっている。

表 3.1 現状のモデル流通の手段と問題点

手段	問題点
メール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モデルに付随する要件、検証結果などの情報とのトレーサビリティが追えない</li> <li>・授受の履歴がメールでしか残らない</li> <li>・複数のプロジェクトや企業間のやり取りが混在する</li> </ul>
ファイルサーバ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モデルに付随する要件、検証結果などの情報とのトレーサビリティが追えない</li> <li>・授受の履歴を別途、台帳などで管理する必要がある</li> </ul>
固有システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取引先ごとにシステムやルールが異なり管理が煩雑になる</li> </ul>

これらの問題点を解決するため、異なる企業間でのモデル流通に際して、データ生成およびデータ管理を行うための基盤となるインフラ「共有ハブシステム」の検討を行った。

#### 3.2. 共有ハブシステムに求められる要件

共有ハブシステムに求められる要件は以下の通りである。

##### (1) データ交換パッケージへの変換

各社が準備する要求モデル、モデル、モデルメタデータ、検証結果を標準フォーマットのデータ交換パッケージに変換できる。また、受領したデータ交換パッケージから要求モデル、モデル、モデルメタデータ、検証結果を抽出できる。

##### (2) データ授受の履歴管理

取引先が異なる複数のプロジェクトにおけるデータ授受の履歴が管理できる。また、データ授受を行っている双方の企業間で保持している情報や履歴の一致が担保されている。



### (3) システムの共通化

全ての取引先に対して同一のシステムで対応ができる。

## 3.3. システムの構成

共有ハブシステムの構成として、以下の三つが考えられる。

### (1) クラウド

各社が保有するシステムから抽出したデータを集約して管理するデータベース（集約 DB）、データ交換パッケージへの変換を行うインターフェース（フォーマット変換 I/F）、およびデータ授受の履歴管理を行うデータベース（ログ管理 DB）を全てクラウド上に構築する。各社で共有ハブシステムの維持管理を行う必要がないというメリットがある。一方、秘匿情報をクラウド上へアップロードするため、各社のセキュリティ認証、認可の仕組みを考慮してシステムを構築する必要がある。また、共有ハブシステムの維持管理を外部へ委託する必要があるため、ビジネスとしての成立性も課題となる。

### (2) 一部オンプレミス

フォーマット変換 I/F のみをクラウド上に構築し、集約 DB とログ管理 DB は各社が保有するインフラ上に構築する。秘匿情報をクラウド上へ置く必要がないため、(1)のクラウド型よりもセキュリティ面での対応が容易である。一方、集約 DB とログ管理 DB を各社で維持管理するための工数が発生すると同時に、フォーマット変換 I/F の維持管理は外部へ委託する必要がある。

### (3) 完全オンプレミス

フォーマット変換 I/F、集約 DB、ログ管理 DB とともに各社が保有するインフラ上に構築する。各社のセキュリティ認証、認可の仕組みにしたがって管理ができるため、セキュリティ上の安全性が担保できる。一方、各社で共有ハブシステムの維持管理を個別に行う必要があるため、工数的な負荷が高い。

(1)クラウド、(2)一部オンプレミスについては、各社のセキュリティ要件に合わせてシステムを構築する必要があること、また共有ハブシステムの維持管理を外部へ委託する必要があることから、実現に向けた障壁が高いと判断し、(3)完全オンプレミスでの構成を検討することとした。

表 3.2 共有ハブシステムの構成案

システム構成	システムイメージ	集約 DB	ログ DB	変換 I/F
クラウド		クラウド	クラウド	クラウド
一部オンプレミス		オンプレ	オンプレ	クラウド
完全オンプレミス		オンプレ	オンプレ	オンプレ

共有ハブシステムを完全オンプレミスで構築した場合のシステム構成イメージを図 3.1 に示す。データを送付する際は、各社のインフラで管理している要求モデル、モデル、モデルメタデータ、検証結果の各種データを共有ハブシステム上でデータ交換パッケージへ変換し、エクスポートを行う。一方、データを受領する際は、共有ハブシステムに受領したデータ交換パッケージをインポートし、要求モデル、モデル、モデルメタデータ、検証結果の各種データを抽出する。

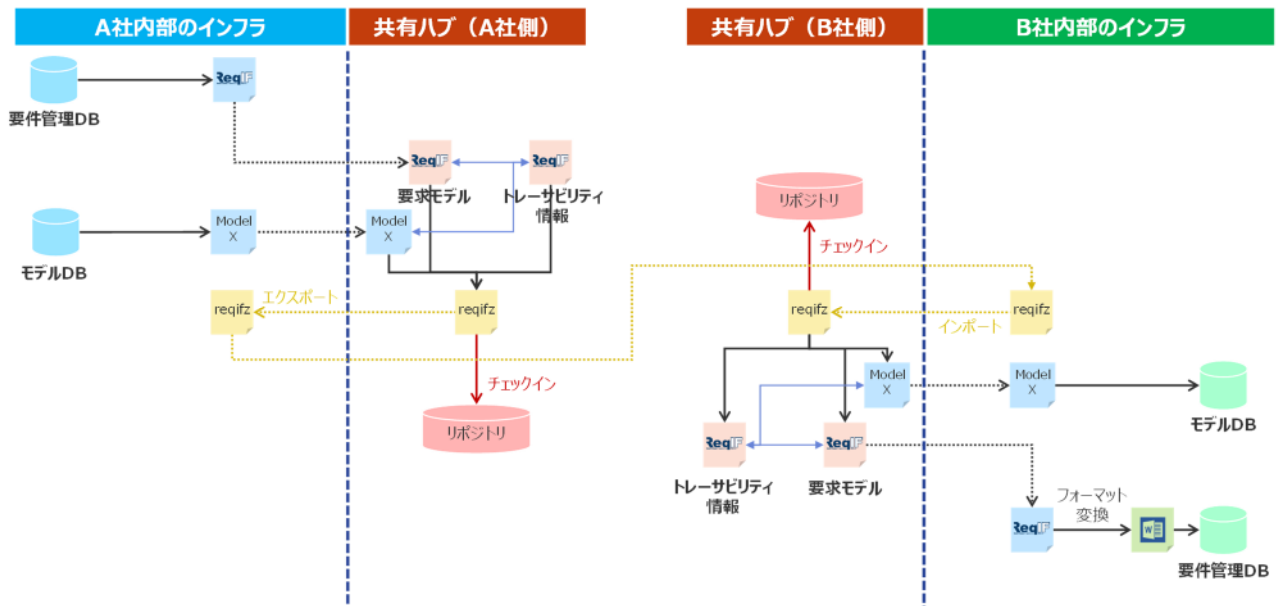


図 3.1 共有ハブシステムの構成イメージ

### 3.4. システムのスコープ

#### 3.4.1. 共有ハブシステム間のデータ授受

1.2.2 節で述べたモデル流通における課題のうち、「A）受け渡し方法が統一されていない」ことによる弊害は、データ授受の履歴が管理できない、あるいはデータ授受を行っている双方の企業間で保持している情報や履歴の一致が担保されない点にあった。

この課題を解消するため、共有ハブシステムでは、

- ・データの送付時にデータ交換パッケージをエクスポートするタイミング
- ・データの受領時にデータ交換パッケージをインポートするタイミング

でそれぞれリポジトリへデータのチェックインを行う。これにより、両社の共有ハブシステムを直接データ連携させずとも、データの送り手と受け手がそれぞれ保有している情報やデータ授受の履歴の一致が担保される仕組みとした。したがって、二社間でのデータ交換パッケージそのものの授受については、メール、共有サーバなど手段を問わない。

#### 3.4.2. 共有ハブシステムとローカル領域とのデータ授受

各社の要求仕様の管理は、要件管理ツールを使用している、あるいは Word や Excel データとして管理しているなど、様々なケースが想定される。また、モデルや検証結果などのデータについても、要求仕様とは独立した PLM プラットフォームやデータベースで管理している、あるいはデータベースとして体系的な管理は行っておらずローカル端末に保管されている等、各社で対応状況が異なる。

以上の理由から、本研究においては各社が保有するインフラと共有ハブシステムとのインターフェースの仕様には言及せず、要求モデル、モデル、モデルメタデータ、検証結果の各種データを

- ・要件管理ツールや PLM プラットフォームと共有ハブシステムとの同期
- ・ローカル端末からのモデルや検証結果データのインポート
- ・ReqIF フォーマットで記述された要求モデルのインポート

等の手段で共有ハブシステム上へインポートできることを前提条件に仕様の策定を行った。

### 3.5. ユーザーシーケンス

ここでは、A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要求仕様を提示し、B 社が設計したコンポーネントのモデルとモデルを用いた検証結果を A 社へ納品するというユースケースに対して、共有ハブシステムを用いたデータ交換パッケージの授受のユーザーシーケンスをまとめる。

(i) A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要求仕様を提示する

- ・ A 社が要求モデルと検証用のシステムモデルを準備する。
- ・ A 社が要求モデルとモデルをデータ交換パッケージにまとめ B 社へ提示する。
- ・ B 社が A 社よりデータ交換パッケージを受領する。

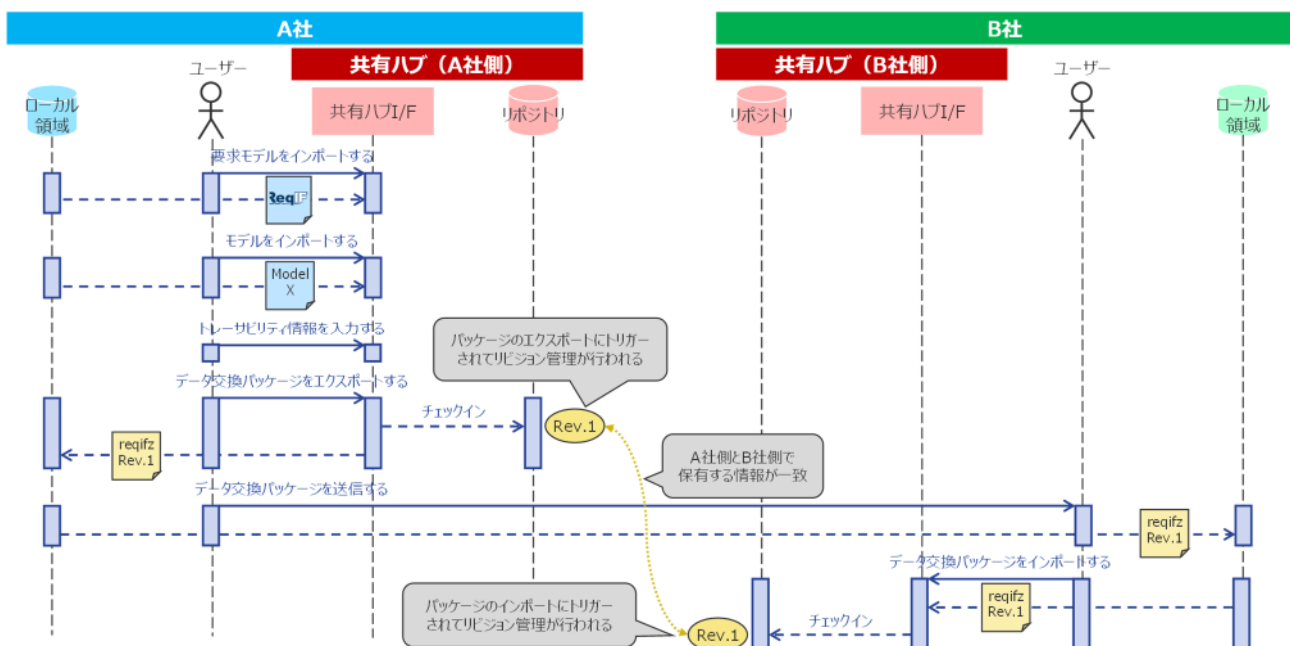


図 3.2 ユーザーシーケンス(i)：A 社が B 社へ要求仕様を提示する

(ii) B 社（サプライヤ）が要求仕様を検証する

- ・ B 社が A 社より受領した要求モデルとモデルを確認する。
- ・ B 社がコンポーネントモデルを作成する。
- ・ B 社がコンポーネントモデルを A 社より受領したシステムモデルと連成して要件を検証する。

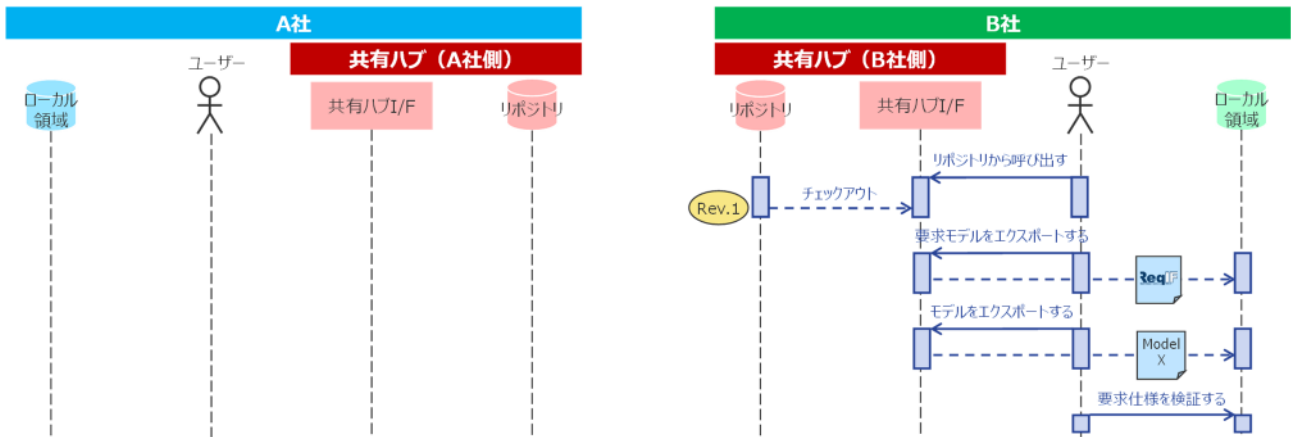


図 3.3 ユーザーシーケンス(ii)：B 社が要求仕様を検証する

(iii) B 社（サプライヤ）が A 社（カスタマ）へ検証結果を返す

- ・ B 社がモデルと検証結果をデータ交換パッケージにまとめ A 社へ返す。
- ・ A 社が B 社よりデータ交換パッケージを受領する。

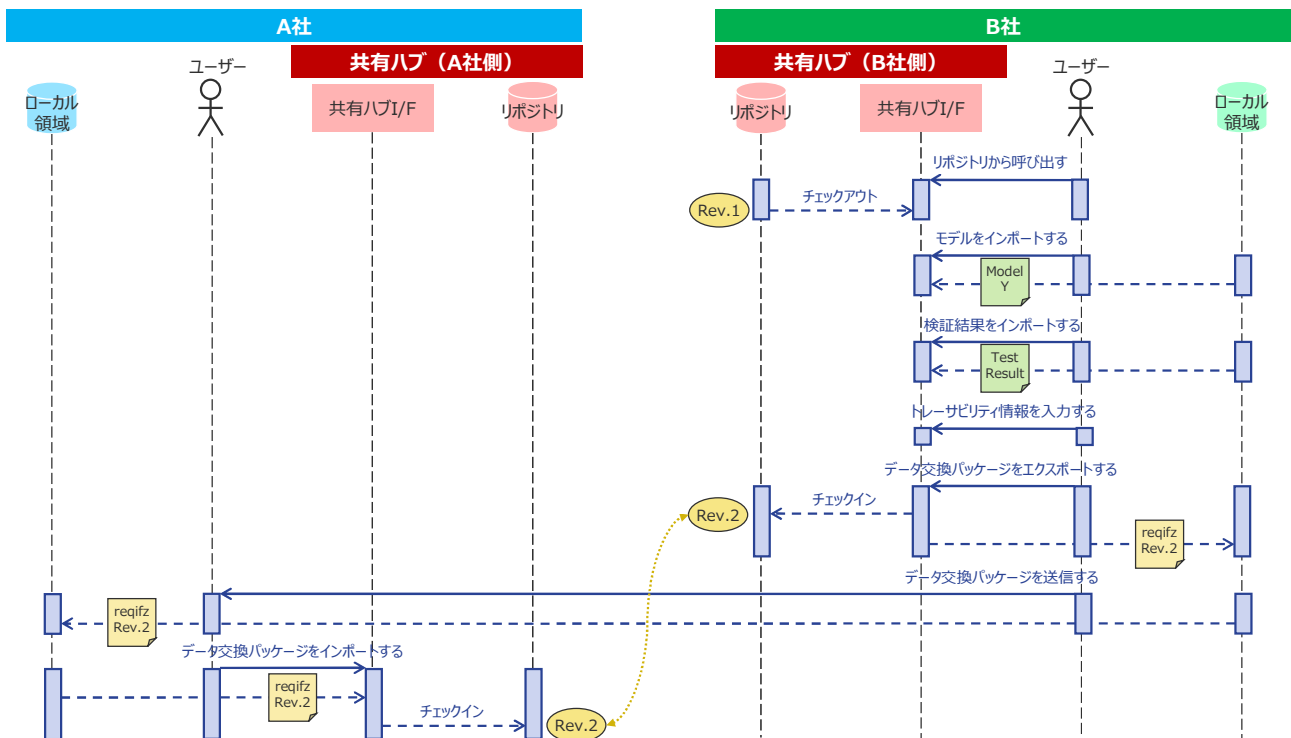


図 3.4 ユーザーシーケンス(iii)：B 社が A 社へ検証結果を返す

(iv) A 社（カスタマ）が検証結果を確認する

- ・ A 社が B 社より受領したコンポーネントモデルと検証結果を確認する。

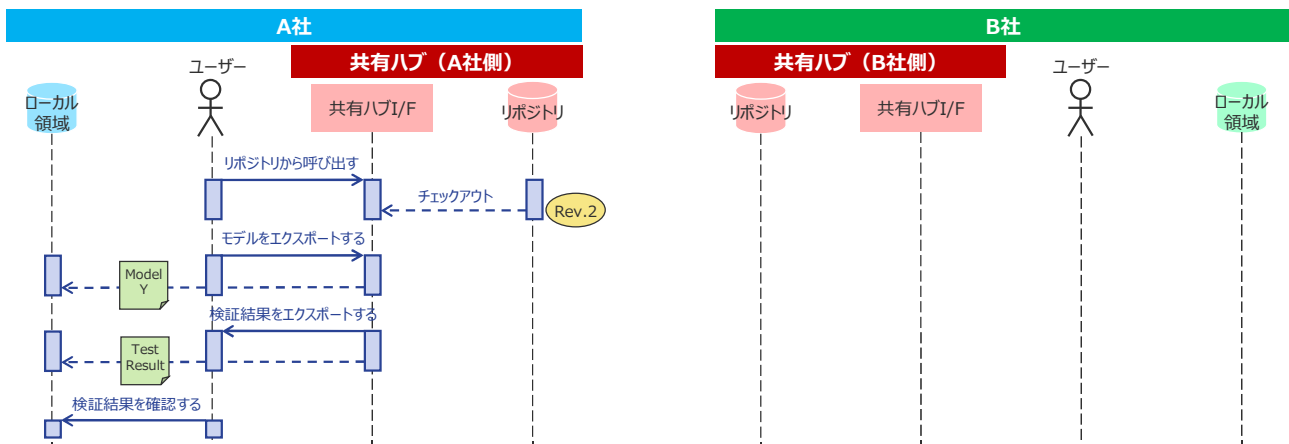


図 3.5 ユーザーシーケンス(iv)：A 社が検証結果を確認する

(v) A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ合否を返す

- ・ A 社が検証結果に対する合否を B 社へ返す。

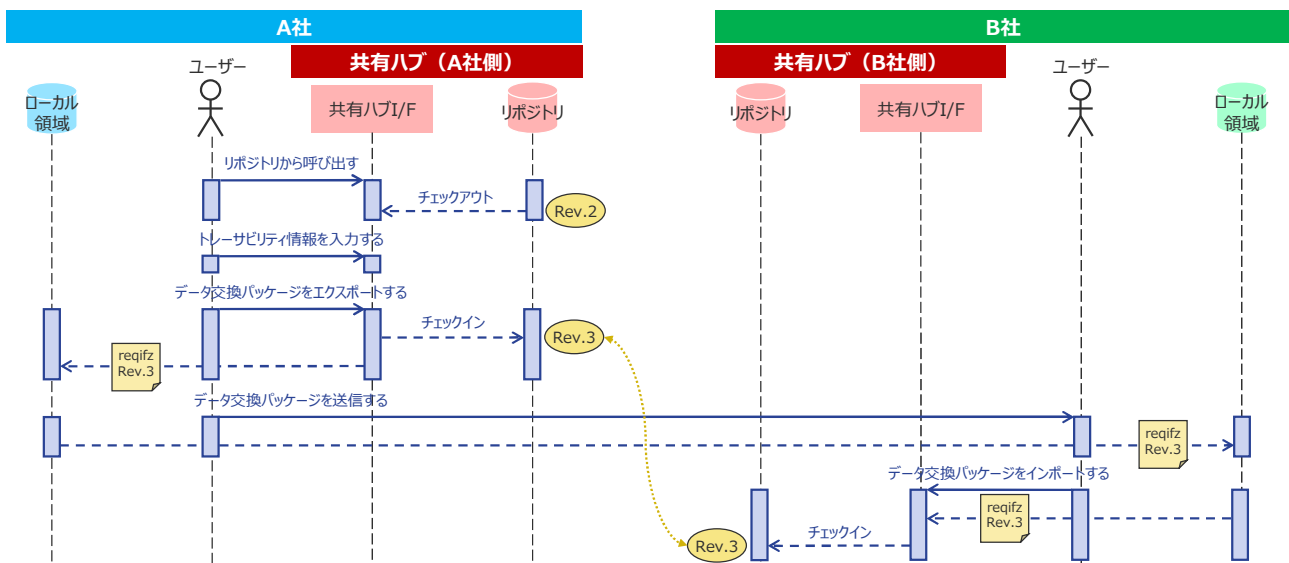


図 3.6 ユーザーシーケンス(v)：A 社が B 社へ合否を返す

## 4 要求モデルとトレーサビリティ情報

本章では、ReqIF を用いた要求モデルおよびトレーサビリティ情報の詳細なフォーマットについて解説する。

### 4.1. 要求モデルのフォーマット

カスタマーサプライヤ間の要求モデルの授受については、prostep ivip の ReqIF Workflow Forum と呼ばれるプロジェクトにおいて、ReqIF を用いた要求仕様の交換をより円滑に進めるためのガイドライン（prostep ivip ReqIF Recommendation<sup>[4]</sup>）が策定されている。このガイドラインでは、要求モデルの授受に際して発生する様々なユースケースを想定し、各要件の SpecObject に付与すべきユーザー定義の属性やその運用方法についてまとめている。

本研究においては、上記ガイドラインに基づき、データ交換時の各要件のステータス、およびリビジョンの管理を目的として、要求モデルを構成する各要件の SpecObject に対して表 4.1 に示す属性を追加することとした。なお、prostep ivip ReqIF Recommendation で検討された属性は、System Attributes や他のユーザー定義の属性と区別するために属性名の接頭語に“ReqIF-WF.”が付与されており、本研究もこの属性名を踏襲した。

表 4.1 要件の SpecObject に追加するユーザー定義属性

属性名	意味
ReqIF-WF.Revision	要件のリビジョン（内容に変更があった場合にインクリメント）
ReqIF-WF.CustomerStatus	カスタマが設定するステータス（表 4.2 を参照）
ReqIF-WF.SupplierStatus	サプライヤが設定するステータス（表 4.3 を参照）
ReqIF-WF.CustomerComment	カスタマが記述する補足事項
ReqIF-WF.SupplierComment	サプライヤが記述する補足事項

上記以外の属性や記述方法の取り決めについては、要求仕様そのものの在り方や標準化に関わる内容であり、モデル流通に焦点を当てた本研究のスコップ外となるため本書では言及しない

#### 4.1.1. ステータスの運用

prostep ivip ReqIF Recommendation では、カスタマーサプライヤ間の要求仕様の授受において発生する様々なユースケースを想定し、カスタマとサプライヤがそれぞれ設定できるステータスを属性として用意することを推奨している。本研究においては、prostep ivip ReqIF Recommendation に記載されている、それぞれのステータスが取り得る属性値のうち、通常のモデル流通において想定されるユースケースに対応できる必要最小限のものを抜粋し、使用することとした。

表 4.2 ReqIF-WF.CustomerStatus の属性値

属性値	意味
ToEvaluate	サプライヤの評価を要求する ・要件を初回に提示する場合 ・要件に変更が加わり再評価が必要な場合
Accepted	サプライヤの評価を承認する
ToBeClarified	サプライヤとの要件の調整を必要とする ・ReqIF-WF.CustomerComment にコメントを記載

表 4.3 ReqIF-WF.SupplierStatus の属性値

属性値	意味
<empty>	まだサプライヤが評価を始めている
Agreed	サプライヤが要件に合意する
ToBeClarified	カスタマとの要件の調整を必要とする ・ReqIF-WF.SupplierComment にコメントを記載

要件の授受の過程で各要件のステータスをカスタマもしくはサプライヤが変更する。このとき、許容されるステータスの組み合わせは表 4.4 の通りとなる。

表 4.4 要件ステータスの組み合わせ

		Customer Status		
		ToEvaluate	Accepted	ToBeClarified
Supplier Status	<empty>	●	×	×
	Agreed	●	◎	●
	ToBeClarified	●	×	●

◎：最終状態，●：要件の授受過程での状態，×：いかなる場合も許容されない



#### 4.1.2. リビジョンの運用

要件の内容に変更があった場合は、ReqIF-WF.Revision の属性値をインクリメントする。ただし、要件そのものには変更がなく、表 4.1 に示したステータスやコメントの属性値のみを更新した場合は、ReqIF-WF.Revision の属性値は変更しない。

##### (1) リビジョンが更新されるケース

- (i) A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要件を初回提示する
- (ii) A 社（カスタマ）が要件を変更して B 社（サプライヤ）へ再提示する

表 4.5 ステータスとリビジョンの変遷：リビジョンが更新されるケース

シーケンス	ReqIF-WF.CustomerStatus	ReqIF-WF.Revision
(i)	ToEvaluate	1
(ii)	ToEvaluate	2

##### (2) リビジョンが更新されないケース

- (i) A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要件を初回提示する
- (ii) B 社（サプライヤ）が要件に合意し A 社（カスタマ）へ検証結果を返す

表 4.6 ステータスとリビジョンの変遷：リビジョンが更新されないケース

シーケンス	ReqIF-WF.SupplierStatus	ReqIF-WF.Revision
(i)	<empty>	1
(ii)	Agreed	1

## 4.2. トレーサビリティ情報のフォーマット

### 4.2.1. オブジェクトタイプ

トレーサビリティ情報で定義するオブジェクトタイプを表 4.7 に示す。

表 4.7 トレーサビリティ情報で定義するオブジェクトタイプ

オブジェクトの種類	名称	役割
SpecObjectType	JAMA Model Group	モデルグループを管理
	JAMA Model	モデルおよび付随する情報を管理
	JAMA Test Group	テストグループを管理
	JAMA Test	検証結果および付随する情報を管理
SpecRelationType	JAMA Req to Model Group	要件⇔モデルグループのリンクを定義
	JAMA Model Group to Model	モデルグループ⇔モデルのリンクを定義
	JAMA Req to Test Group	要件⇔テストグループのリンクを定義
	JAMA Test Group to Test	テストグループ⇔検証結果のリンクを定義

モデルを管理する SpecObject を直接、要件と SpecRelation により紐づける方法もあるが、例えば車両のシステムモデルにエンジンのコンポーネントモデルと制御モデルを組み合わせて使用する場合など、関連するモデルが一つのグループにまとめられているほうが管理しやすい。そこで、モデルグループという概念を導入し、モデルとモデルグループ、モデルグループと要件をそれぞれ

SpecRelation により紐づける方式とした。なお、いずれの場合も

- ・複数の要件が同一のモデルグループを参照する；(要件:モデルグループ)=(n:1)
- ・一つの要件が複数のモデルグループを参照する；(要件:モデルグループ)=(1:m)
- ・複数のモデルグループが同一のモデルを参照する；(モデルグループ:モデル)=(n:1)
- ・一つのモデルグループが複数のモデルを参照する；(モデルグループ:モデル)=(1:m)

という n:m の参照を許容する。

検証結果についても同様にテストグループという概念を導入し、検証結果とテストグループ、テストグループと要件をそれぞれ SpecRelation により紐づける。

### 4.2.2. SpecObject の属性 : JAMA Model

モデルを管理する SpecObject (オブジェクトタイプ: JAMA Model) が持つ属性を表 4.8 に示す。System Attributes や prostep ivip ReqIF Recommendation で定義された属性と区別するため、属性名の接頭語には“JAMA.”を付与した。

モデルおよびモデルメタデータのファイルは、JAMA.ModelData, JAMA.ModelMetaData にそれぞれ

れ埋め込みオブジェクトとしてリンクさせる。モデルの内容に変更があった場合は、JAMA.Revisionの属性値をインクリメントする。要件に対するリビジョンと同様、ステータスやコメントの属性値のみを更新した場合は、JAMA.Revisionの属性値は変更しない。JAMA.Statusはモデル授受の現在のステータスを表す属性であり、表4.9の属性値を取る。

表 4.8 JAMA Model の属性

属性	型	意味
JAMA.ID	String	モデル ID（表示用）
JAMA.Description	XHTML	モデルに関する説明
JAMA.Status	Enum	ステータス（表 4.9 を参照）
JAMA.Revision	String	モデルのリビジョン
JAMA.CustomerComment	XHTML	カスタマが記述する補足コメント
JAMA.SupplierComment	XHTML	サプライヤが記述する補足コメント
JAMA.ModelData	XHTML	モデルデータへのリンク
JAMA.ModelMetaData	XHTML	モデルメタデータへのリンク
JAMA.CreatedBy	String	オブジェクトの作成者
JAMA.CreatedOn	Date	オブジェクトの作成日時
JAMA.ModifiedBy	String	オブジェクトの最終更新者
JAMA.ModifiedOn	Date	オブジェクトの最終更新日時

表 4.9 JAMA.Status の属性値（オブジェクトタイプ：JAMA Model）

属性値	意味
<Empty>	モデルの作成が必要である ・モデルの作成をサプライヤに要求する場合 ・ダミーのモデルを受け渡す場合
ToEvaluate	モデルの内容確認が必要である ・モデルを初回送付する場合 ・モデルに変更を加えた場合
ToBeClarified	モデルに対して変更を要求する ・JAMA.CustomerComment / JAMA.SupplierComment にコメントを記載
Valid	モデルの内容を承認する

4.1.1 節で解説した要件のステータスと同様、カスタマとサプライヤでステータスを分けることもできるが、運用上、二つの課題が生じる。

一つめは、要件とは異なりモデルの送り手と受け手が入れ替わる可能性があるという点である。要件の場合は、原則としてカスタマが送り手、サプライヤが受け手であり、この関係が入れ替わることはない。一方、モデル流通においては、例えばカスタマが検証用の車両モデルをサプライヤへ提供する、あるいは逆にサプライヤが構築したコンポーネントモデルをカスタマへ提供するなど、シーンによって受け手と送り手が入れ替わる。したがって、モデルごとに CustomerStatus と SupplierStatus の属性の位置付けが変わってしまうことになる。

二つめは、ステータスを最終状態とするために余分なデータの授受が必要となる点である。ここでは、モデルの送り手を Sender、モデルの受け手を Receiver として B 社（サプライヤ）から A 社（カスタマ）へ送付するコンポーネントモデルのステータスの変遷を例にとる。

- (i) A 社が B 社へモデルの作成を依頼する
- (ii) B 社がモデルを作成して A 社へ提示する
- (iii) A 社がモデルを確認して B 社へ承認を伝える

というユーザーシーケンスを想定した場合、ステータスは表 4.10 のようになる。よって、ステータスを最終状態とするためには

- (iv) ステータスを最終状態にして B 社から A 社へ共有する

という余分なデータ交換が発生する。一方、カスタマとサプライヤで同一のステータスを共有する方式では、表 4.11 に示すように(iv)のステップが不要となる。

以上の理由により、モデルのステータスについてはカスタマとサプライヤで同一のステータスを共有する方式で運用を行う。

表 4.10 ステータスを分けた場合の変遷

		Sender Status		
		ToEvaluate	Valid	ToBeClarified
Receiver Status	<empty>	● (ii)	×	×
	Valid	● (iii)	◎ (iv)	●
	ToBeClarified	●	×	●

◎：最終状態，●：要件の授受過程での状態，×：いかなる場合も許容されない

表 4.11 ステータスを共有した場合の変遷

Status	ToEvaluate	● (ii)
	Valid	◎ (iii)
	ToBeClarified	●

◎：最終状態，●：要件の授受過程での状態

### 4.2.3. SpecObject の属性 : JAMA Test

検証結果を管理する SpecObject（オブジェクトタイプ：JAMA Test）が持つ属性を表 4.12 に示す。検証結果のファイルは、JAMA.TestData に埋め込みオブジェクトとしてリンクさせる。検証結果の内容に変更があった場合は、JAMA.Revision の属性値をインクリメントする。要件に対するリビジョンと同様、ステータスやコメントの属性値のみを更新した場合は、JAMA.Revision の属性値は変更しない。JAMA.Status は検証結果授受の現在のステータスを表す属性であり、表 4.13 の属性値を取る。

表 4.12 JAMA Test の属性

属性	型	意味
JAMA.ID	String	検証結果 ID（表示用）
JAMA.Description	XHTML	検証結果に関する説明
JAMA.Status	Enum	ステータス（表 4.13 を参照）
JAMA.Revision	String	検証結果のリビジョン
JAMA.CustomerComment	XHTML	カスタマが記述する補足コメント
JAMA.SupplierComment	XHTML	サプライヤが記述する補足コメント
JAMA.TestData	XHTML	検証結果データへのリンク
JAMA.CreatedBy	String	オブジェクトの作成者
JAMA.CreatedOn	Date	オブジェクトの作成日時
JAMA.ModifiedBy	String	オブジェクトの最終更新者
JAMA.ModifiedOn	Date	オブジェクトの最終更新日時

表 4.13 JAMA.Status の属性値（オブジェクトタイプ：JAMA Test）

属性値	意味
<Empty>	—
ToEvaluate	検証結果の内容確認が必要である ・ 検証結果を初回送付する場合 ・ 検証結果に変更を加えた場合
ToBeClarified	再検証を要求する ・ JAMA.CustomerComment / JAMA.SupplierComment にコメントを記載
Valid	検証結果を承認する

#### 4.2.4. SpecObject の属性 : JAMA Model Group

モデルグループを管理する SpecObject（オブジェクトタイプ：JAMA Model Group）が持つ属性を表 4.14 に示す。

表 4.14 JAMA Model Group の属性

属性	型	意味
JAMA.ID	String	モデルグループ ID（表示用）
JAMA.Description	XHTML	モデルグループに関する説明

#### 4.2.5. SpecObject の属性 : JAMA Test Group

テストグループを管理する SpecObject（オブジェクトタイプ：JAMA Test Group）が持つ属性を表 4.15 に示す。

表 4.15 JAMA Test Group の属性

属性	型	意味
JAMA.ID	String	テストグループ ID（表示用）
JAMA.Description	XHTML	テストグループに関する説明

### 4.3. ユースケース

要件、モデル、検証結果のステータスとリビジョンの活用方法をより明確にするため、本節では三つのユースケースに対してステータスとリビジョンの変遷をまとめる。ここでは、いずれも「A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要求仕様とともに車両モデルを提示し、B 社が設計したコンポーネントのモデルとモデルを用いた検証結果を A 社へ納品する」という場面を想定した。

#### 4.3.1. 基本ケース

- (i) A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要求仕様と車両モデルを提示する
- (ii) B 社がコンポーネントのモデルを作成し、要件を検証する
- (iii) B 社が要件に合意し A 社へコンポーネントのモデルと検証結果を返す
- (iv) A 社が検証結果を確認する
- (v) A 社が検証結果を承認し B 社へ合否を返す

表 4.16 ステータスとリビジョンの変遷：基本ケース

シーケンス		要求モデル			トレーサビリティ情報					
		要件			車両モデル（A 社作成）		コンポモデル（B 社作成）		検証結果（B 社作成）	
		Customer Status	Supplier Status	Rev.	Status	Rev.	Status	Rev.	Status	Rev.
(i)	A：要求仕様を送付	ToEvaluate	<empty>	1	ToEvaluate	1	—	—	—	—
(ii)	B：要件を検証									
(iii)	B：検証結果を送付	ToEvaluate	Agreed	1	Valid	1	ToEvaluate	1	ToEvaluate	1
(iv)	A：検証結果を確認									
(v)	A：合否を提示	Accepted	Agreed	1	Valid	1	Valid	1	Valid	1

#### 4.3.2. A 社が B 社へ再検証を依頼するケース（要件変更なし）

- (i) A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要求仕様と車両モデルを提示する
- (ii) B 社がコンポーネントのモデルを作成し，要件を検証する
- (iii) B 社が要件に合意し A 社へコンポーネントのモデルと検証結果を返す
- (iv) A 社が検証結果を不十分と判断し B 社へ再検証を依頼する（要件は変更しない）
- (v) B 社が要件を再検証する
- (vi) B 社が A 社へ検証結果を返す
- (vii) A 社が検証結果を確認する
- (viii) A 社が検証結果を承認し B 社へ合否を返す

表 4.17 ステータスとリビジョンの変遷：A 社が B 社へ再検証を依頼するケース（要件変更なし）

シーケンス		要求モデル			トレーサビリティ情報					
		要件			車両モデル（A 社作成）		コンポモデル（B 社作成）		検証結果（B 社作成）	
		Customer Status	Supplier Status	Rev.	Status	Rev.	Status	Rev.	Status	Rev.
(i)	A：要求仕様を送付	ToEvaluate	<empty>	1	ToEvaluate	1	—	—	—	—
(ii)	B：要件を検証									
(iii)	B：検証結果を送付	ToEvaluate	Agreed	1	Valid	1	ToEvaluate	1	ToEvaluate	1
(iv)	A：再検証を依頼	ToEvaluate	Agreed	1	Valid	1	Valid	1	ToBeClarified	1
(v)	B：再検証を実施									
(vi)	B：検証結果を送付	ToEvaluate	Agreed	1	Valid	1	Valid	1	ToEvaluate	2
(vii)	A：検証結果を確認									
(viii)	A：合否を提示	Accepted	Agreed	1	Valid	1	Valid	1	Valid	2



#### 4.3.3. A 社が B 社へ再検証を依頼するケース（要件変更あり）

- (i) A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要求仕様と車両モデルを提示する
- (ii) B 社がコンポーネントのモデルを作成し，要件を検証する
- (iii) B 社が要件に合意し A 社へコンポーネントのモデルと検証結果を返す
- (iv) A 社が検証結果を確認後，要件を変更して B 社へ再検証を依頼する
- (v) B 社が要件を再検証する
- (vi) B 社が A 社へ検証結果を返す
- (vii) A 社が検証結果を確認する
- (viii) A 社が検証結果を承認し B 社へ合否を返す

表 4.18 ステータスとリビジョンの変遷：A 社が B 社へ再検証を依頼するケース（要件変更あり）

シーケンス		要求モデル			トレーサビリティ情報					
		要件			車両モデル（A 社作成）		コンポモデル（B 社作成）		検証結果（B 社作成）	
		Customer Status	Supplier Status	Rev.	Status	Rev.	Status	Rev.	Status	Rev.
(i)	A：要求仕様を送付	ToEvaluate	<empty>	1	ToEvaluate	1	—	—	—	—
(ii)	B：要件を検証									
(iii)	B：検証結果を送付	ToEvaluate	Agreed	1	Valid	1	ToEvaluate	1	ToEvaluate	1
(iv)	A：再検証を依頼	ToEvaluate	Agreed	2	Valid	1	Valid	1	ToBeClarified	1
(v)	B：再検証を実施									
(vi)	B：検証結果を送付	ToEvaluate	Agreed	2	Valid	1	Valid	1	ToEvaluate	2
(vii)	A：検証結果を確認									
(viii)	A：合否を提示	Accepted	Agreed	2	Valid	1	Valid	1	Valid	2

#### 4.3.4. B 社が A 社へ要件の見直しを依頼するケース

- (i) A 社（カスタマ）が B 社（サプライヤ）へ要求仕様と車両モデルを提示する
- (ii) B 社がコンポーネントのモデルを作成し、要件を検証する
- (iii) B 社が A 社へ検証結果を返し要件の見直しを要求する
- (iv) A 社が要件を変更して B 社へ再検証を依頼する
- (v) B 社が要件を再検証する
- (vi) B 社が要件に合意し A 社へ検証結果を返す
- (vii) A 社が検証結果を確認する
- (viii) A 社が検証結果を承認し B 社へ合否を返す

表 4.19 ステータスとリビジョンの変遷：B 社が A 社へ要件の見直しを依頼するケース

シーケンス		要求モデル			トレーサビリティ情報					
		要件			車両モデル（A 社作成）		コンポモデル（B 社作成）		検証結果（B 社作成）	
		Customer Status	Supplier Status	Rev.	Status	Rev.	Status	Rev.	Status	Rev.
(i)	A：要求仕様を送付	ToEvaluate	<empty>	1	ToEvaluate	1	—	—	—	—
(ii)	B：要件を検証									
(iii)	B：要件変更を依頼	ToEvaluate	ToBeClarified	1	Valid	1	ToEvaluate	1	ToEvaluate	1
(iv)	A：再検証を依頼									
(v)	B：再検証を実施	ToEvaluate	ToBeClarified	2	Valid	1	Valid	1	ToBeClarified	1
(vi)	B：検証結果を送付									
(vii)	A：検証結果を確認	ToEvaluate	Agreed	2	Valid	1	Valid	1	ToEvaluate	2
(viii)	A：合否を提示	Accepted	Agreed	2	Valid	1	Valid	1	Valid	2

## 5 モデルメタデータ

モデル流通を円滑に進めるには、モデルの内容、実装に用いた手段、使い方などに関するメタ情報を相手に開示することが不可欠である。経済産業省の「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」<sup>[1]</sup>など、モデル流通に関する国内の取り組みにおいては、モデルそのものの階層、粒度、I/O のルール化に焦点を当てて議論が行われている一方、モデル流通に際して開示すべきメタ情報についての標準化は進んでいないのが実情である。

本研究では、prostep ivip PSI11 SmartSE<sup>[5]</sup>で検討された Simulation Model Meta Data (SMMD) をベースとして、モデルメタデータに記載すべき情報の精査を行った。

### 5.1. Simulation Model Meta Data の概要

prostep ivip PSI11 SmartSE は、OEM、サプライヤを含む複数の企業が協業するプロジェクトにおいて、モデルを活用した設計開発プロセスを円滑に遂行するためのベストプラクティスを提供する活動であり、

- ・モデルのライフサイクル定義
- ・V プロセスにおけるモデルのユースケースの定義
- ・モデルに包含される知的財産権の保護

などが議論されている。

その中で、モデルのアーキテクチャ設計からモデルの要件定義、モデルの構築と検証、モデルの活用までの、モデルのライフサイクルの各フェーズにおいて、協業する企業間でモデルの内容を共有するための情報構造体として SMMD を位置づけている。モデルのライフサイクルの過程で SMMD の内容がアップデートされることで、常に現在のモデルの状態が反映される。

SMMD は表 5.1 に示す四つのパートにより構成される。

表 5.1 SMMD を構成するパート

パート	内容
General information	モデルの管理や組織に関わる情報、およびモデルのライフサイクルに関する情報を記述する
Model content and usage information	モデルの精度、仕様用途、ユースケースなど、モデルの具体的な内容や技術情報を記述する
Model execution information	モデルの実行環境に関する情報を記述する
Model implementation information	モデルの実装に用いたツールや技術に関する情報を記述する

## 5.2. フォーマット策定にあたっての指針

モデルメタデータのフォーマット策定にあたっての指針を以下にまとめる。

### (1) 運用の前提条件

モデルとモデルメタデータは一对一の関係を前提とした。例えば、車両モデル、およびそれと連成するエンジンモデル、制御モデルが分かれている場合は、各モデルに対してそれぞれモデルメタデータを作成する。

また、モデルとモデルメタデータがデータ交換パッケージから切り離された場合に、モデルそのものの素性を理解する上で必要となる情報はモデルメタデータに残す一方、特定のデータ授受に関わる情報はトレーサビリティ情報に記載することで、両者の役割を切り分けた。

### (2) 各項目の定義の明確化

担当者による解釈の齟齬や記入内容の表記揺れを防ぐため、元の SMMD での定義が不明瞭な項目については prostep ivip との意見交換を実施した上で、各項目に入力すべき内容と粒度を可能な限り明確にした。

### (3) 項目の追加削除

明らかに利用頻度が低いと想定される項目や、記入すべき内容が明確でない項目については、prostep ivip との意見交換を実施した上で削除した。また、一部、内容が重複する項目について一本化を図った。一方、一般的なユースケースを想定した場合に不足している項目を新たに追加した。

### (4) 重要度による分類

一般的なユースケースと照らし合わせ、各項目の重要度を表 5.2 にしたがって分類した。なお、重要度の分類にあたっては、データ交換パッケージの想定ユーザーを対象に実施したアンケート結果、ならびに prostep ivip との意見交換も参考とした。

表 5.2 各項目の重要度の分類

重要度	意味
必須	入力が必要である項目 対象とするモデルによって入力の可否が変わる項目はその旨を明記
推奨	入力は任意であるが円滑なモデルの利用を進める上で入力が望ましい項目
任意	入力が任意である項目

### 5.3. モデルメタデータの記述内容

#### 5.3.1. モデルメタデータの構成

モデルメタデータは大きく五つのパートで構成される。各パートに記述される内容を表 5.3 にまとめる。SMMD においては「ポートとパラメータ」は「モデルの内容とユースケース」の一部であったが、「ポートとパラメータ」は記載すべき内容が多岐にわたり、別途、表形式でまとめたほうが分かりやすいことから、モデルメタデータでは一つのパートとして分離した。

表 5.3 モデルメタデータを構成するパート

パート	内容
一般事項	モデルの内容、作成目的、機密レベル モデルの作成者 モデルの知財権
モデルの内容とユースケース	モデルの種別、対象としている次元、粒度・階層 モデルで考慮されている物理現象や想定している初期状態 モデル精度に関する情報
ポートとパラメータ	モデル連成時の入出力となる物理量、単位、初期値など
モデル実行情報	モデルの実行環境、ソルバー設定、実行時に必要となるライセンス リアルタイム計算の可否、コ・シミュレーションの実行条件
モデル実装情報	モデル実装時の使用ツール、使用言語、コンパイル条件

#### 5.3.2. 各項目の説明と記述例

各項目に記述すべき内容の詳細および記述例は別紙の「自動車業界における電子制御モデルデータ交換手法の研究報告書\_モデルメタデータ説明書」に記載した。ここでは、記載内容について補足が必要な項目を解説する。

##### 5.3.2.1. 一般事項：モデルメタデータ：秘密保持レベル

一般的に、モデルにはモデル化の対象としているコンポーネントの設計情報が含まれ、これらは知的財産に該当する。モデルの内容を開示する場合はもちろん、暗号化したモデルであってもモデルを実行することによってコンポーネントのふるまいを確認することができるため、企業間でのモデルの授受にあたってはその秘密保持レベルを明確化する必要がある。

prostep ivip PSI11 SmartSE ではモデルの秘密保持レベルを表 5.4 の 4 段階に分類しており、モデルメタデータでもこれを踏襲して秘密保持レベルを選択する。

表 5.4 モデルの秘密保持レベル

秘密保持レベル	定義
PUBLIC	企業の Web ページや技報など一般に入手可能な情報に基づき作成されるモデル
FOR INTERNAL USE	プロジェクトに関わる特定のグループ内に開示される情報に基づき作成されたモデル 意図しないグループ外への情報開示による企業への影響は限定的
CONFIDENTIAL	限定されたメンバーに開示された情報に基づき作成されるモデル 意図しないメンバー外への情報開示は損害賠償や信用損失をもたらす
TOP SECRET	ごく限定された人員に開示された情報に基づき作成されるモデル モデルへ同時にアクセスできるユーザーの制限やアクセスログの記録が求められる

### 5.3.2.2. モデルの内容とユースケース：モデル分類：モデル粒度／モデル階層

モデルの粒度や階層については、対象としているコンポーネントやユースケースによって様々な定義があり、現段階では統一的な記述方法を策定することが難しいため、これらの項目については入力进行任意とした。

モデルの授受を行う企業間で取り決めがなされている場合は、それに準じて入力を行う。また、経済産業省の「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」により取りまとめられた「自動車開発におけるプラントモデル I/F ガイドライン」<sup>[6]</sup>に準拠するモデルを使用する場合は、その階層を入力する。

なお、現在、ISO 規格において車両ダイナミクス評価モデルをターゲットとしたモデルの分類の規格化が進められている<sup>[7]</sup>。今後、他の設計領域についてもこのような規格化が進めば、より統一的な粒度や階層の定義が可能になる。

### 5.3.2.3. モデルの内容とユースケース：有効範囲：有効なユースケース

prostep ivip PSI11 SmartSE では、V プロセスの各フェーズおよび設計ドメインごとにモデルのユースケースを図 5.1 に示す 11 個に分類している。

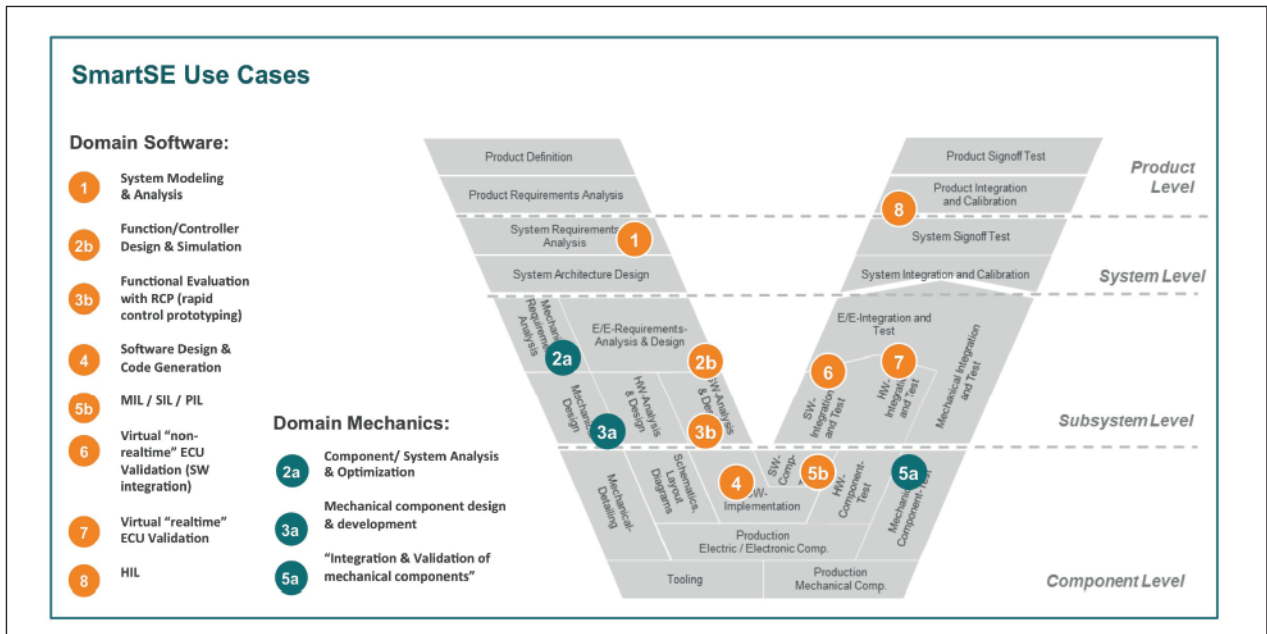


Figure 7: SmartSE Use Cases around V-Model

図 5.1 V プロセスとモデルのユースケース (prostep ivip SmartSE Recommendation V2 より転記)

モデルがどの設計フェーズを想定して作成されたものなのかを明示するため、モデルメタデータでもこの分類にしたがってユースケースを記述する。なお、5b については 5b-MIL/5b-SIL/5b-PIL に細分化し、合計 13 個の分類とした。

表 5.5 モデルのユースケース

分類	設計領域	ユースケース
1: System Modeling & Analysis	—	システムの構造やふるまいの評価に用いるモデル 設計の最上流工程においてシステムのコンセプトを確認するために使用
2a: Component/System Analysis & Optimization	メカ	コンポーネント／サブシステムの物理的ふるまいの評価に用いるモデル コンポーネントやサブシステムのメカ的な機能の妥当性確認と最適化に使用 場合によっては簡易的な制御モデルを実装
2b: Function/Controller Design & Simulation	ソフト ハード	コンポーネント／サブシステムの制御機能やアルゴリズムの妥当性確認に用いるモデル プラントモデルと組み合わせて評価



表 5.5 (続き) モデルのユースケース

分類	設計領域	ユースケース
3a: Mechanical Component Design & Development	メカ	メカコンポーネントの設計に用いるモデル 周囲のコンポーネントやサブシステムとの相互作用を考慮
3b: Functional Evaluation with Rapid Control Prototyping (RCP)	ソフト	RCP による機能評価に用いる制御モデル プラントモデルに代わって実機と組み合わせて評価
4: Software Design & Code Generation	ソフト	コード生成用に詳細化された制御モデル
5a: Integration & Validation of Mechanical Components	メカ	メカコンポーネントの実装と妥当性確認に使用するモデル 周囲のコンポーネントやサブシステムとの相互作用を考慮
5b-MIL: Model-in-the-Loop	ソフト	MIL による制御モデルの検証とパラメータ適合
5b-SIL: Software-in-the-Loop	ソフト	生成されたコードとプラントモデルとを組み合わせた SIL
5b-PIL: Processor-in-the-Loop	ソフト	生成されたコードをプロセッサに実装してプラントモデルと組み合わせた PIL
6: Virtual non-real-time ECU Validation (SW integration)	ソフト	非リアルタイムによる ECU 機能の妥当性確認 プラントモデルと連成して評価
7: Virtual real-time ECU Validation	ソフト ハード	リアルタイムによる ECU 機能の妥当性確認 プロトタイププラットフォーム上でプラントモデルと連成して評価
8: Hardware-in-the-Loop (HIL)	ソフト ハード	ソフトウェアとハードウェアを実装した状態での HIL

#### 5.3.2.4. モデル実行情報／モデル実装情報

「モデル実行情報」と「モデル実装情報」のパートには、モデルの実装に用いたツール、使用言語、および実行時のライセンス等に関する記述項目が含まれる。



### (1) モデル実行情報：ソルバーの設定

- ・ ソルバー名称

モデルの実行に使用するソルバー名を入力する。

例) Euler, RK4, CK45, ode8

一般的なソルバー名で記述ができない場合は、ツール名で代用をする。

### (2) モデル実行情報：カップリング情報

- ・ カップリング方法

モデル連携時のカップリング方法を入力する。

例) S-Function, FMU/Co-Simulation, FMU/Model-Exchange

- ・ 通信ステップサイズ

モデル連成時に当該モデルが要求する信号の入出力時間間隔を入力する。なお、モデル間で信号の入出力のタイミングが極端に異なっている場合、計算時に収束性に問題が生じる可能性があり、実用上は各モデルの通信ステップサイズを調整する必要がある。

### (3) モデル実行情報：実行時のライセンスとツール

- ・ 実行時ライセンス

モデル実行時にライセンスを要求される場合に、その内容を入力する。FMU/Co-Simulation や S-Function 形式のモデルでも、実行時に実装元のツールやソルバーのライセンスを要求される場合がある。

- ・ 実行時ツール

モデル実行時に特定のツールやソルバーのインストールが必要な場合に、その内容を入力する。この記述が必要となるケースとして、コンパイル前のモデルを直接、受け渡す場合や、事前コンパイルを行わないツールカップリング方式で実行する場合などが想定される。

### (4) モデル実装情報：実装言語

- ・ 言語名

C, Simulink, Modelica, VHDL-AMS 等、モデルの実装に用いた言語を入力する。

特定の言語で実装されていないモデルは、ツール名で代用する。また、複数の言語で実装されているモデルは使用している言語を全て併記する。

例 1) Simulink で実装したモデルを S-Function 化 : Simulink

例 2) m スクリプトで記述したモデル : m スクリプト

例 3) GT-SUITE で実装したモデルを S-Function 化 : GT-SUITE

例 4) Dymola で実装したモデルを FMU 化 : Modelica

**(5) モデル実装情報：コンパイラ**

## ・ コンパイラ名称

モデルのコンパイルに使用したコンパイラの情報を記述する。

例) Visual C++

この記述が必要となるケースとして、モデルを実行形式（exe）にコンパイルして受け渡す場合や、FMU や S-Function 等の形式で受け渡す場合が想定される。なお、コンパイル前のモデルを直接、受け渡す場合や、事前コンパイルを行わないツールカップリング方式で実行する場合は“NA”と入力する。

**(6) モデル実装情報：モデリングツール**

## ・ ツール名称

モデルの実装に用いたツールを記述する。

例) Dymola, MATLAB/Simulink, GT-SUITE

Modelica, VHDL-AMS 等の言語名ではないことに注意する。

## ・ ライセンス

コンパイル前のモデルを直接、受け渡す場合は、モデルの編集に必要なツールのライセンスを記述する。FMU や S-Function 等の形式で受け渡す場合には記述を省略する。なお、モデルの実行に必要なライセンスは「モデル実行情報：実行時のライセンスとツール：実行時ライセンス」に記述する点に注意する。

各項目に記入すべき内容を明確化するため、以下に想定するユースケースと記入例をまとめた。

**表 5.6 想定するユースケース例**

ケース	モデルの実装ツール	ユースケース
Case 1	MATLAB/Simulink	モデルをそのままネイティブ形式で受け渡す。 モデルのコンポーネントの一部を FMU/Co-Simulation で連携することを想定する。
Case 2	MATLAB/Simulink	モデルをライセンス不要の実行形式にて受け渡す。
Case 3	Dymola	モデルを FMU 形式で受け渡す。 カップリング方式は Co-Simulation とし、実行時のライセンスは不要とする。
Case 4	GT-SUITE	モデルを S-Function 形式で受け渡す。 実行時は S-Function に内包されたソルバーを参照する。
Case 5	GT-SUITE	モデルを FMU 形式で受け渡す。 カップリング方式は Co-Simulation とし、実行時はローカルにインストールされたソルバーを参照する。

表 5.7 各項目の設定例

項目		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
ソルバーの設定	ソルバー名称	ode8	ode8	ck45	GT-SUITE	GT-SUITE
	ソルバーバージョン	NA	NA	NA	V2020	V2020
カップリング情報	カップリング方法	FMU/CS	NA	FMU/CS	S-Function	FMU/CS
実行時のライセンス とツール	実行時ライセンス	Simulink *** Lic *** Tool Box	Not Required	Not Required	GT-SUITE mp	GT-SUITE mp
	実行時ツール	MATLAB /Simulink	Not Required	Not Required	Not Required	GT-SUITE
	実行時ツール バージョン	R2018b	NA	NA	NA	V2020
実装言語	言語名	Simulink	Simulink	Modelica	GT-SUITE	GT-SUITE
	言語バージョン	R2018b	R2018b	MSL 4.0.0	V2020	V2020
コンパイラ	コンパイラ名称	NA	Visual C++	Visual C++	Visual C++	Visual C++
	コンパイラバージョン	NA	2013	2013	2013	2013
	ライセンス	NA	Not Required	Not Required	Not Required	Not Required
モデリングツール	ツール名称	MATLAB /Simulink	MATLAB /Simulink	Dymola	GT-SUITE	GT-SUITE
	ツールバージョン	R2018b	R2018b	2021	V2020	V2020
	ライセンス	Simulink *** Lic *** Tool Box	—	—	—	—

## 6 共有ハブシステムの機能

本章では、3章で概説した共有ハブシステムの詳細な機能についてまとめる。

### 6.1. 基本機能

共有ハブシステムが有する基本機能は以下の通りである。

#### (1) 要求モデルの取り扱い

ReqIF フォーマットで記述された要求モデルのインポートおよびエクスポートができる。また、各要件に対して、表 4.1 に記載したユーザー定義の属性を追加できる。

#### (2) トレーサビリティ情報の取り扱い

モデル、モデルメタデータ、検証結果の各外部ファイルのインポートおよびエクスポートができる。これらのデータに対して表 4.8、表 4.12 に記載した属性を定義できる。また、モデルや検証結果をグループ化した上で、各要件とのトレーサビリティを定義できる。

これらの情報を 4.2 節のフォーマットにしたがった ReqIF 形式にてインポートおよびエクスポートができる。

#### (3) データ交換パッケージのインポートおよびエクスポート

要求モデル、モデル、モデルメタデータ、検証結果、およびトレーサビリティ情報を ReqIF のアーカイブ形式（.reqifz）にてインポートおよびエクスポートができる。

#### (4) リビジョン管理

データ交換パッケージのインポートおよびエクスポート時にリビジョン管理を行う。また、データ交換パッケージのインポートに際して、差分表示を行うことができる。要求モデルあるいはトレーサビリティ情報の更新の有無の判断は、それぞれのオブジェクトのリビジョン属性もしくはステータス属性のいずれかの属性値が変更されたか否かで判断する。

表 6.1 更新の有無の判断基準

対象	判断材料となる属性	判断条件
要求モデル	ReqIF-WF.Revision ReqIF-WF.CustomerStatus ReqIF-WF.SupplierStatus	左記のいずれかの属性値が変更されている場合に更新されたと判断
トレーサビリティ情報	JAMA.Revision JAMA.Status	左記のいずれかの属性値が変更されている場合に更新されたと判断

## 6.2. 詳細機能

共有ハブシステムの詳細機能については、別紙の「自動車業界における電子制御モデルデータ交換手法の研究報告書\_共有ハブシステム機能リスト」に記載した。

## 6.3. 共有ハブシステムのサンプル画面イメージ

本節では、「A 社（カスタマ）が要求仕様と車両モデルを提示し、B 社（サプライヤ）よりエンジンモデルおよび要求仕様に対する検証結果を得る」というシナリオを想定し、データ交換の各場面における共有ハブシステムのサンプル画面イメージを記載する。

具体的には、3.5 節に記載したユーザーシーケンスに対して、以下の 3 つのシーンにおける A 社と B 社が保有する共有ハブシステム上での要求モデルとトレーサビリティ情報の状態を可視化した。

### シーン 1

(i) A 社が B 社へ要求仕様を提示する

- ・ A 社が要求仕様とモデルをデータ交換パッケージにまとめ B 社へ提示する。
- ・ B 社が A 社よりデータ交換パッケージを受領する。

### シーン 2

(iii) B 社が A 社へ検証結果を返す

- ・ B 社がモデルと検証結果をデータ交換パッケージにまとめ A 社へ返す。
- ・ A 社が B 社よりデータ交換パッケージを受領する。

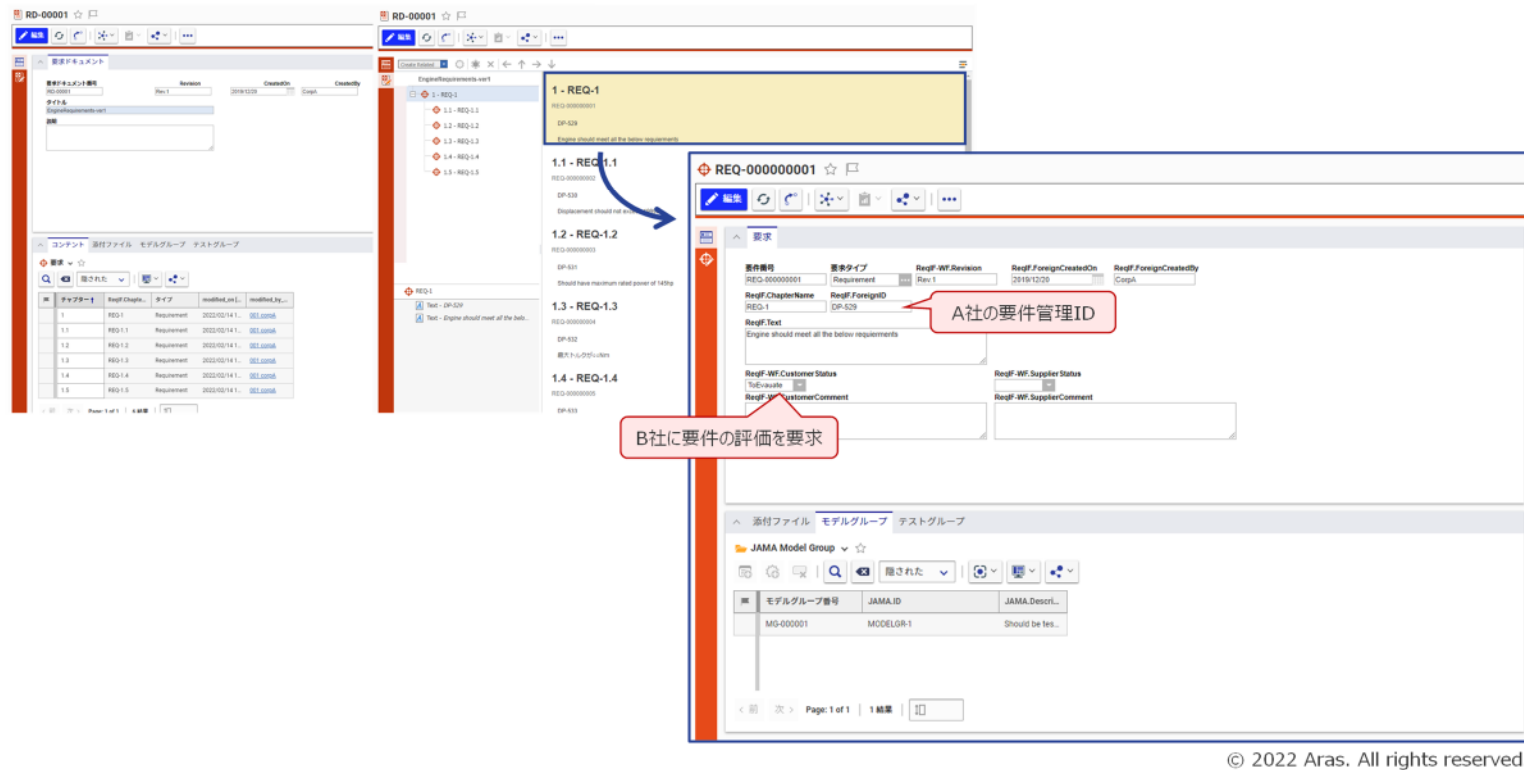
### シーン 3

(v) A 社が B 社へ合否を返す

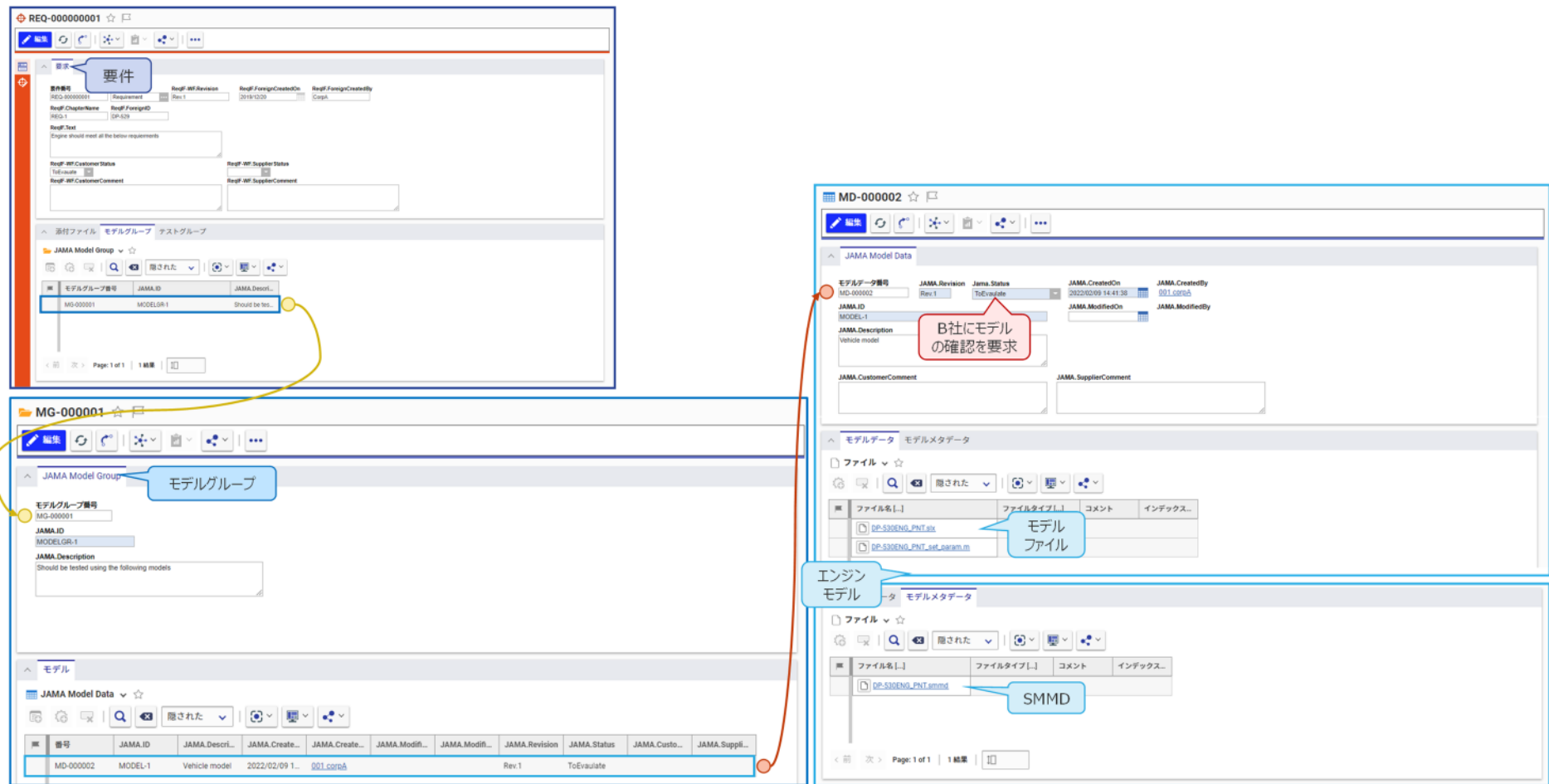
- ・ A 社が検証結果に対する合否を B 社へ返す。

6.1 節に記載した共有ハブシステムの基本機能のうち、「(4)リビジョン管理」に対する要件から、上記の各シーンにおいてデータ交換パッケージのリビジョン管理が行われることになる。

なお、以下のサンプル画面イメージでは、A 社が PLM ツール、B 社が要件管理ツールを用いて共有ハブシステムを構築していることを想定している。



© 2022 Aras. All rights reserved.



© 2022 Aras. All rights reserved.

図 6.2 シーン 1：A 社共有ハブシステムの画面イメージ（モデルグループとモデル）

ReqID	ChapterName	ReqID.ForeignID	ReqID.Text	ReqID-WF.Revision	ReqID-WF.CustomerStatus	ReqID-WF.SupplierStatus	ReqID-WF.CustomerComment	ReqID-WF.SupplierComment	ReqID.ForeignCrea	ReqID.ForeignCrea	Reference
1	REQ-1	CRQ-A20-1	Engine should meet all the below requirements	Rev.1	ToEvaluate				Corp. B	2022/2/15 16:35	▶ MODELGR-1
1.1	REQ-1.1	CRQ-A20-1-1	Displacement should not exceed 1999cc	Rev.1	ToEvaluate				Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.2	REQ-1.2	CRQ-A20-1-2	Should have maximum rated power of 145hp	Rev.1	ToEvaluate				Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.3	REQ-1.3	CRQ-A20-1-3	最大トルクが〇〇Nm	Rev.1	ToEvaluate				Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.4	REQ-1.4	CRQ-A20-1-4	最大出力が〇〇PS	Rev.1	ToEvaluate				Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.5	REQ-1.5	CRQ-A20-1-5	JC08モードで20km/L	Rev.1	ToEvaluate				Corp. B	2022/2/15 16:35	

B社の要件管理ID

JAMA.ID	JAMA.Description	JAMA.Revision	JAMA.Status	JAMA.CustomerCo	JAMA.SupplierCon	JAMA.ModelData	JAMA.ModelMetaData	JAMA.TestData	JAMA.CreatedBy	JAMA.CreatedOn	JAMA.ModifiedBy	JAMA.ModifiedOn	Reference
1	MODELGR-1	Should be tested using the following models											◀ REQ-1 ▶ MODEL-1
2	MODEL-1	Vehicle model	Rev.1	ToEvaluate		車両 モデル	DP-530ENG_PNT.slx DP-530ENG_PNT_para	DP-530ENG_PNT.smmmd	Corp. A	2022/2/9 14:41			◀ MODELGR-1

モデルグループ

B社にモデルの確認を要求

図 6.3 シーン 1 : B 社共有ハブシステムの画面イメージ

ReqID	ChapterName	ReqID.ForeignID	ReqID.Text	ReqID-WF.Revision	ReqID-WF.CustomerStatus	ReqID-WF.SupplierStatus	ReqID-WF.CustomerComment	ReqID-WF.SupplierComment	ReqID.ForeignCrea	ReqID.ForeignCrea	Reference
1	REQ-1	CRQ-A20-1	Engine should meet all the below requirements	Rev.1	ToEvaluate	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	▶ MODELGR-1 ▶ TESTGR-1
1.1	REQ-1.1	CRQ-A20-1-1	Displacement should not exceed 1999cc	Rev.1	ToEvaluate	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.2	REQ-1.2	CRQ-A20-1-2	Should have maximum rated power of 145hp	Rev.1	ToEvaluate	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.3	REQ-1.3	CRQ-A20-1-3	最大トルクが〇〇Nm	Rev.1	ToEvaluate	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.4	REQ-1.4	CRQ-A20-1-4	最大出力が〇〇PS	Rev.1	ToEvaluate	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.5	REQ-1.5	CRQ-A20-1-5	JC08モードで20km/L	Rev.1	ToEvaluate	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	

B社が要件に合意

JAMA.ID	JAMA.Description	JAMA.Revision	JAMA.Status	JAMA.CustomerCo	JAMA.SupplierCon	JAMA.ModelData	JAMA.ModelMetaData	JAMA.TestData	JAMA.CreatedBy	JAMA.CreatedOn	JAMA.ModifiedBy	JAMA.ModifiedOn	Reference
1	MODELGR-1	Should be tested using the following models											◀ REQ-1 ▶ MODEL-1 ▶ MODEL-2
2	MODEL-1	Vehicle model	Rev.1	Valid		車両 モデル	DP-530ENG_PNT.slx DP-530ENG_PNT_para	DP-530ENG_PNT.smmmd	Corp. A	2022/2/9 14:41	Corp. B	2022/2/15 16:35	◀ MODELGR-1
3	MODEL-2	Engine model	Rev.1	ToEvaluate		エンジン モデル	EngineModel.slx EngineModelParam.m	EngineModel.smmmd	Corp. B	2022/2/15 16:35			◀ MODELGR-1
4	TESTGR-1	Requirement verification results											◀ REQ-1 ▶ TEST-1
5	TEST-1	Engine performance test results	Rev.1	ToEvaluate				JC08-TestResult_001.xlsx	Corp. B	2022/2/15 16:35			◀ TESTGR-1

モデルグループ

B社がモデルを確認

A社にモデルの確認を要求

エンジンモデル

テストグループ

A社に検証結果の確認を要求

検証結果

B社が属性を更新

図 6.4 シーン 2 : B 社共有ハブシステムの画面イメージ



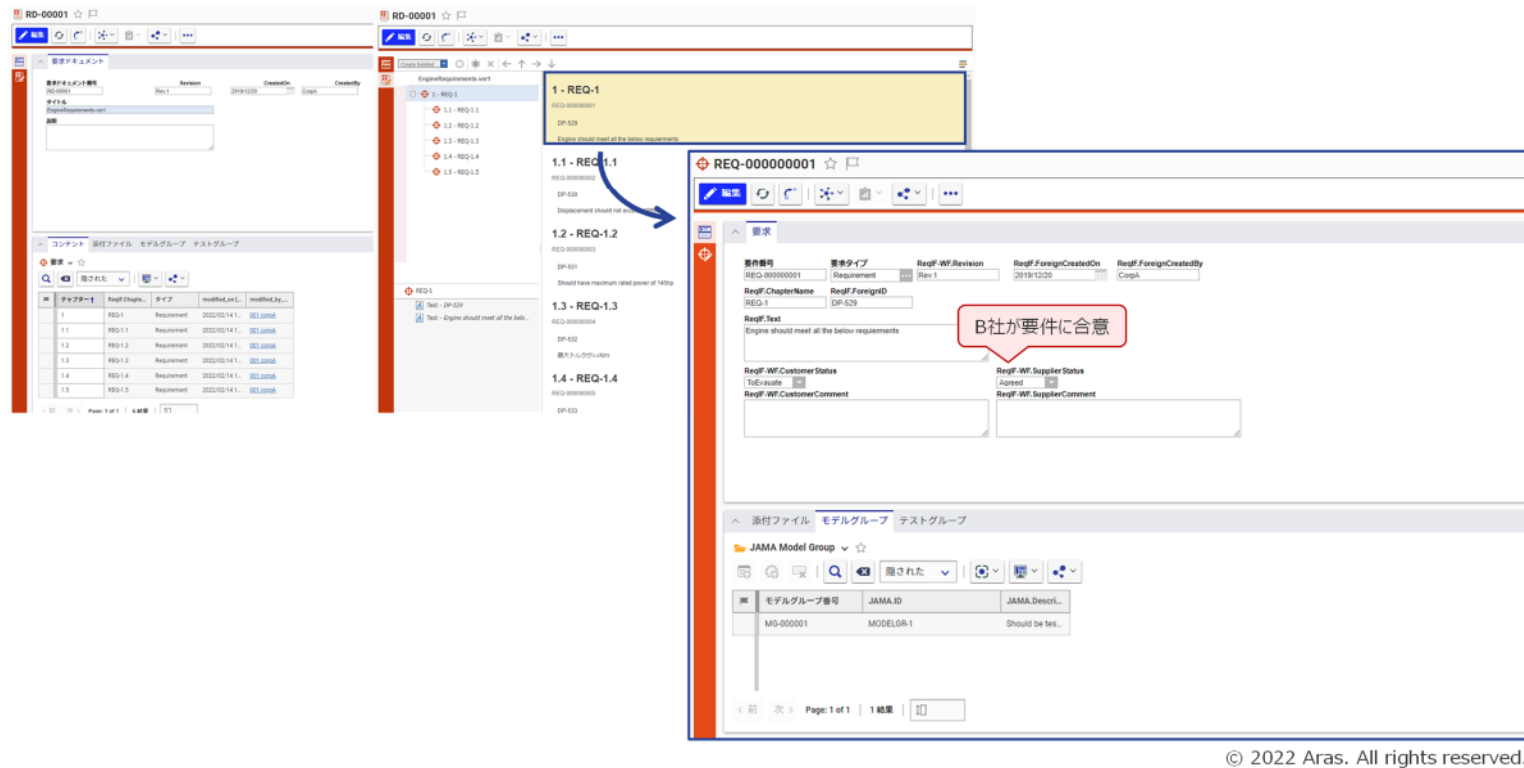
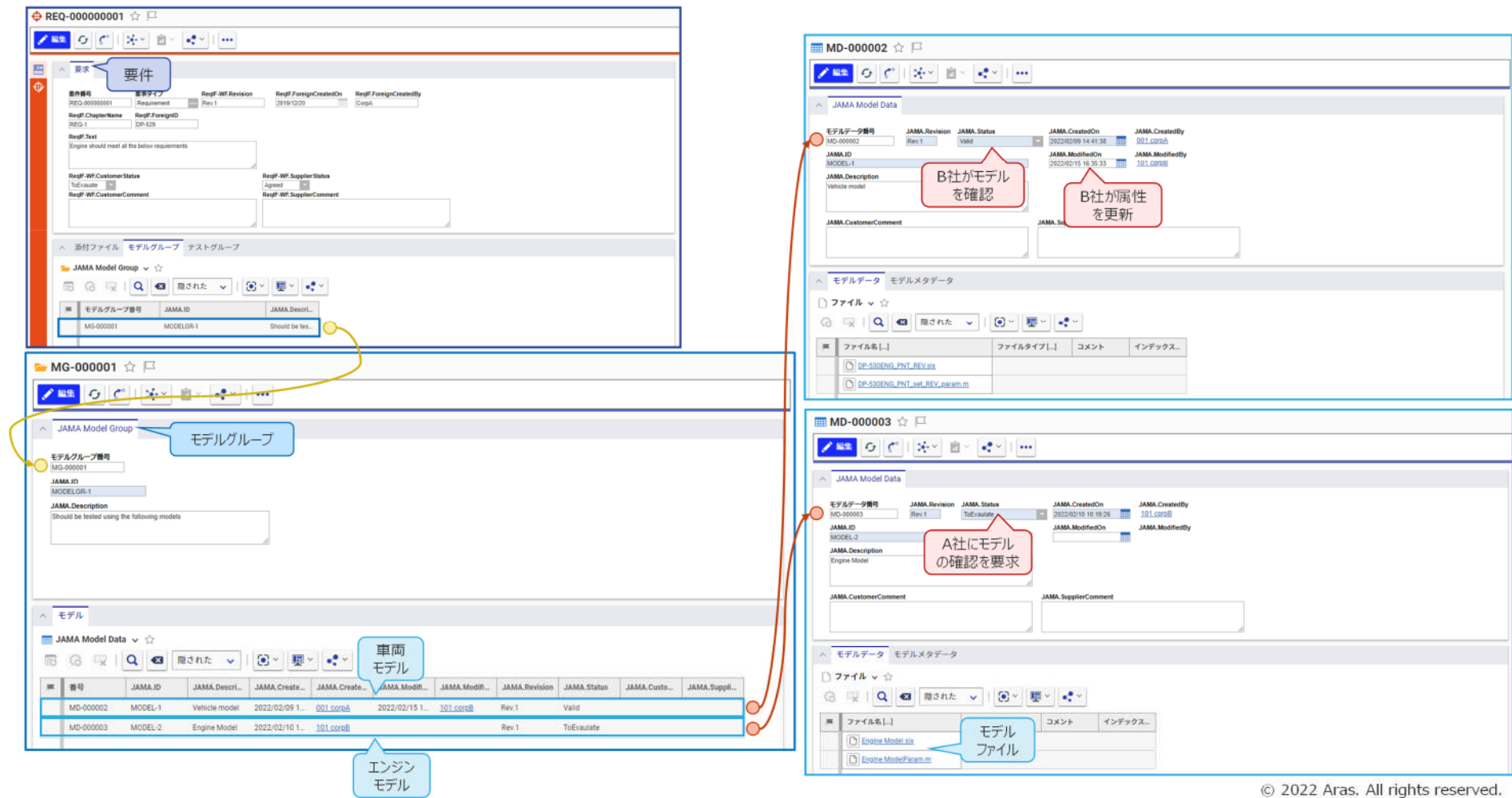
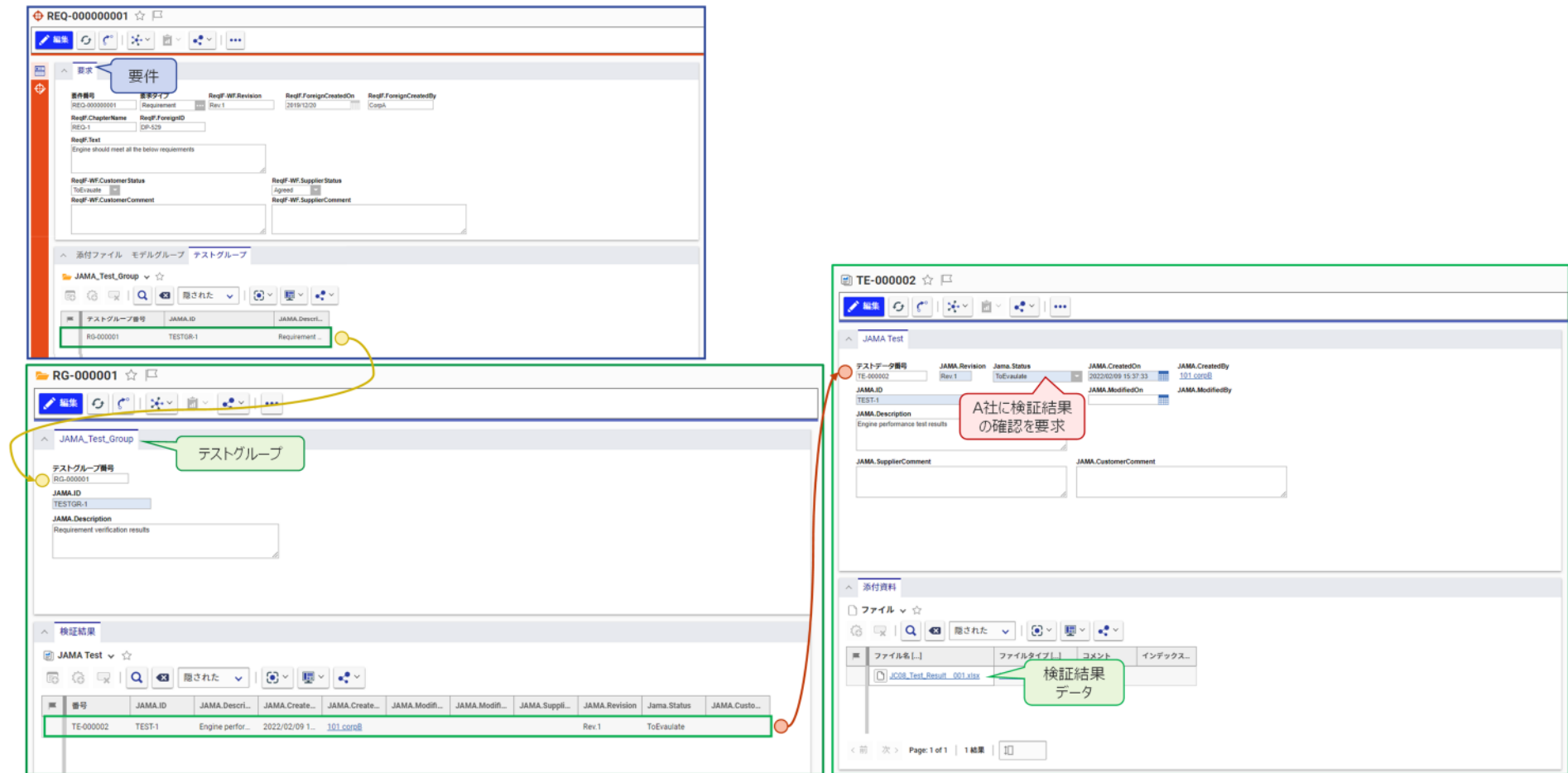


図 6.5 シーン 2：A 社共有ハブシステムの画面イメージ（要件）



© 2022 Aras. All rights reserved.

図 6.6 シーン 2 : A 社共有ハブシステムの画面イメージ (モデルグループとモデル)



© 2022 Aras. All rights reserved.

図 6.7 シーン 2：A 社共有ハブシステムの画面イメージ（テストグループと検証結果）

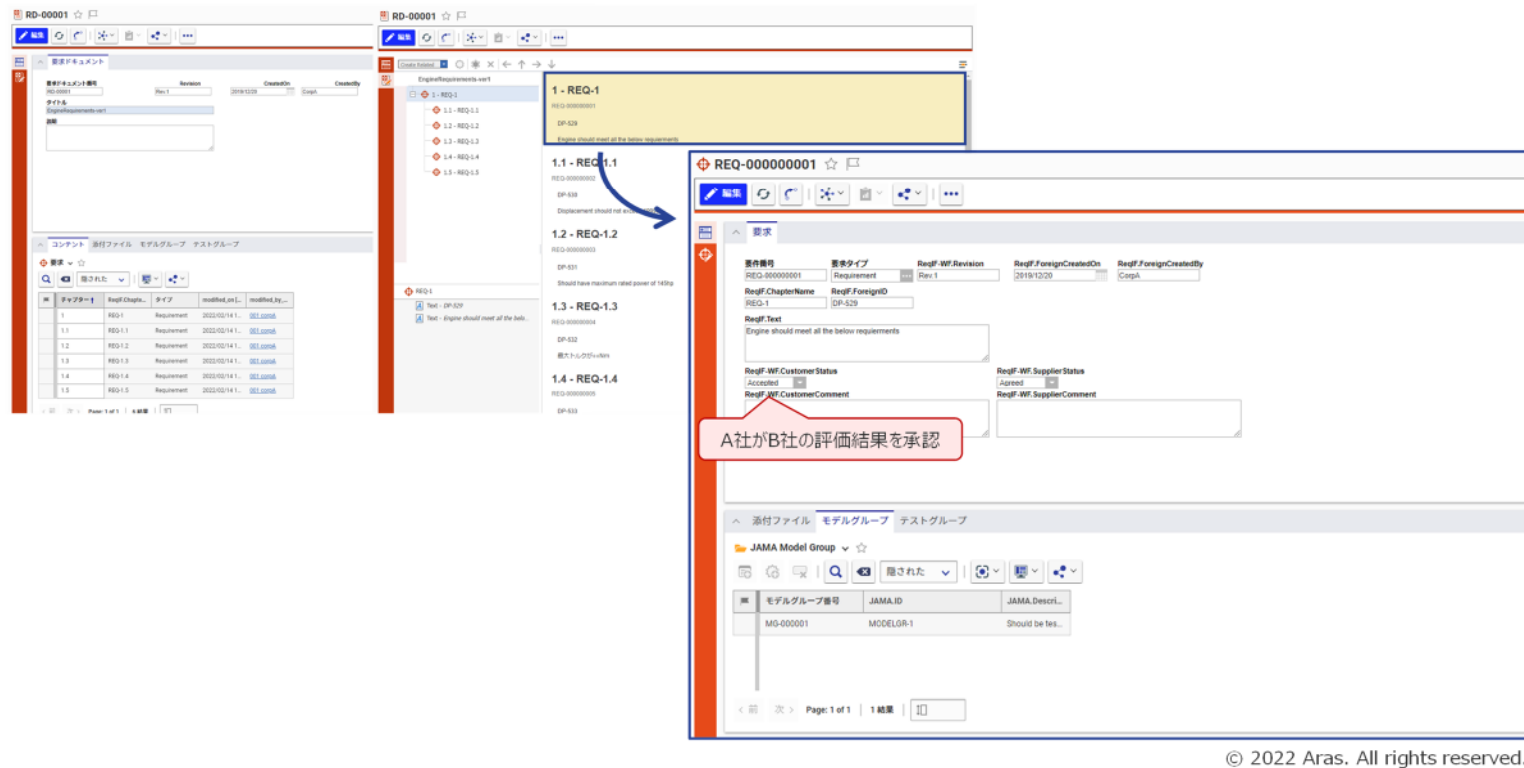


図 6.8 シーン 3 : A 社共有ハブシステムの画面イメージ (要件)

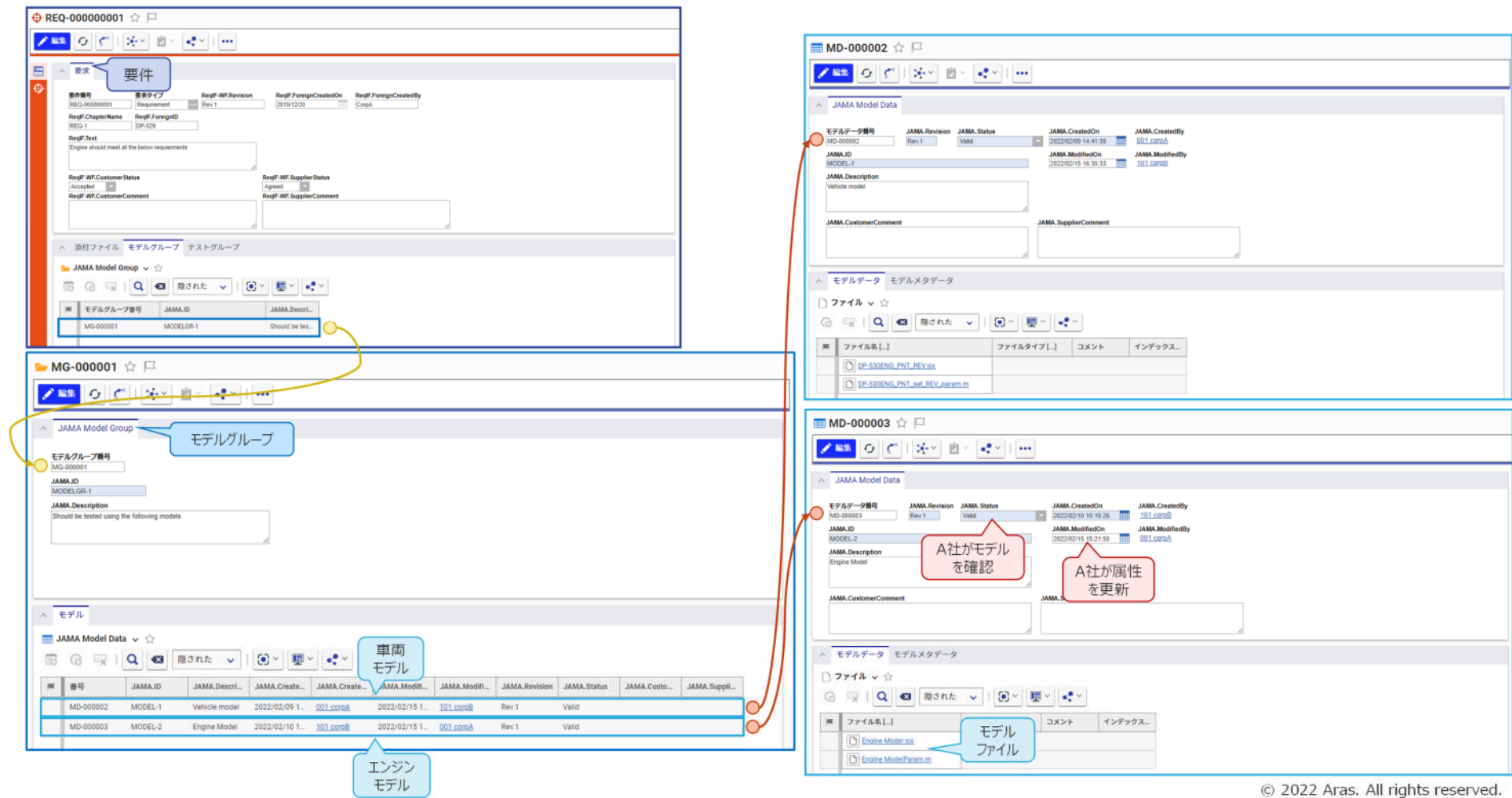
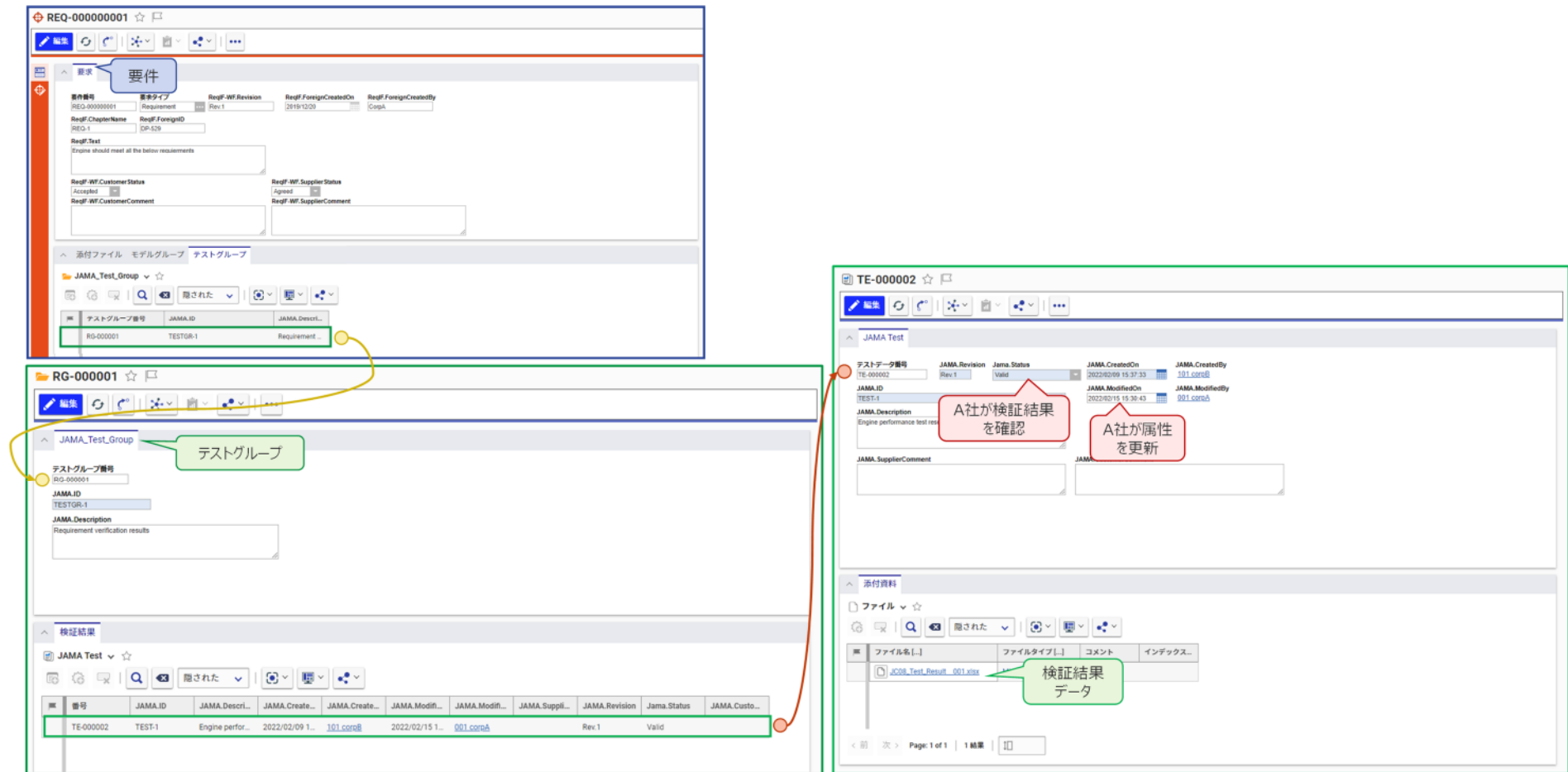


図 6.9 シーン 3：A 社共有ハブシステムの画面イメージ（モデルグループとモデル）



© 2022 Aras. All rights reserved.

図 6.10 シーン 3 : A 社共有ハブシステムの画面イメージ (テストグループと検証結果)

ReqID	ChapterName	ReqID.ForeignID	ReqID.Text	ReqID-WF.Revision	ReqID-WF.CustomerStatus	ReqID-WF.SupplierStatus	ReqID-WF.CustomerComment	ReqID-WF.SupplierComment	ReqID.ForeignCrea	ReqID.ForeignCrea	Reference
1	REQ-1	CRQ-A20-1	Engine should meet all the below requirements	Rev.1	Accepted	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	▶ MODELGR-1 ▶ TESTGR-1
1.1	REQ-1.1	CRQ-A20-1-1	Displacement should not exceed 1999cc	Rev.1	Accepted	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.2	REQ-1.2	CRQ-A20-1-2	Should have maximum rated power of 145hp	Rev.1	Accepted	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.3	REQ-1.3	CRQ-A20-1-3	最大トルクが〇〇Nm	Rev.1	Accepted	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.4	REQ-1.4	CRQ-A20-1-4	最大出力が〇〇PS	Rev.1	Accepted	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	
1.5	REQ-1.5	CRQ-A20-1-5	JC08モードで20km/L	Rev.1	Accepted	Agreed			Corp. B	2022/2/15 16:35	

JAMA.ID	JAMA.Description	JAMA.Revision	JAMA.Status	JAMA.CustomerCor	JAMA.SupplierCor	JAMA.ModelData	JAMA.ModelMetaData	JAMA.TestData	JAMA.CreatedBy	JAMA.CreatedOn	JAMA.ModifiedBy	JAMA.ModifiedOn	Reference
1	MODELGR-1								Corp. A	2022/2/9 14:41	Corp. B	2022/2/15 16:35	◀ REQ-1 ▶ MODEL-1 ▶ MODEL-2 ◀ MODELGR-1
2	MODEL-1	Vehicle model	Rev.1	Valid		DP-530ENG_PNT.slx DP-530ENG_PNT_para	DP-530ENG_PNT.smmd		Corp. A	2022/2/9 14:41	Corp. B	2022/2/15 16:35	
3	MODEL-2	Engine model	Rev.1	Valid		EngineModel.slx EngineModelParam.m	EngineModel.smmd		Corp. B	2022/2/15 16:35	Corp. A	2022/2/20 13:48	◀ MODELGR-1 ▶ REQ-1 ▶ TEST-1
4	TESTGR-1	Requirement verification results							Corp. B	2022/2/15 16:35	Corp. A	2022/2/20 13:48	◀ REQ-1 ▶ TEST-1
5	TEST-1	Engine performance test results	Rev.1	Valid				JC08-TestResult_001.xlsx	Corp. B	2022/2/15 16:35	Corp. A	2022/2/20 13:48	◀ TESTGR-1

図 6.11 シーン 3 : B 社共有ハブシステムの画面イメージ

## 7 市販ツールに対する調査結果

市販されている要件管理ツール、PLM ツール、ALM ツールに対して、6 章に記載した共有ハブシステムの機能が実現可能かどうかの調査を実施した。本章ではその結果をまとめる。

### 7.1. 調査対象ツール

計 4 社、5 ツールに対して回答を得た。ツールの内訳は表 7.1 の通りである。なお、調査にあたっては以下のツールベンダーに協力をいただいた。

- ・株式会社 IDAJ
  - ・シーメンス株式会社
  - ・日本アイ・ビー・エム株式会社
  - ・PTC ジャパン株式会社
- (五十音順)

表 7.1 調査対象ツールの内訳

カテゴリ	対象ツールの数
PLM : Product Life-cycle Management	2
ALM : Application Life-cycle Management	2
RM : Requirement Management	1

### 7.2. 調査結果

別紙の「自動車業界における電子制御モデルデータ交換手法の研究報告書\_共有ハブシステム機能リスト」に記載した各機能に対して、各ツールベンダーより表 7.2 の 5 段階で実現可否の回答を得た。

ReqIF フォーマットによるデータのインポート／エクスポートについては、多くのツールが標準機能、もしくはプログラミングが不要な設定レベルでのカスタマイズで対応可能との回答であった。一方、データのリビジョン管理については、半数のツールでアドオン開発が必要との回答であった。ただし、いずれのツールも 1 ヶ月以上のアドオン開発が必要あるいは実現不可との回答項目はなく、共有ハブシステムを実装する上での技術的な障壁は総じて低いと想定される。



表 7.2 実現可否の回答選択肢

選択肢	意味
1	標準機能により実現可能
2	カスタマイズ（プログラミングが不要な設定レベル）により実現可能
3	アドオン開発により実現可能（開発工数 1 ヶ月未満）
4	アドオン開発により実現可能（開発工数 1 ヶ月以上）
5	実現不可

## 8 まとめ

本研究では、現状のモデル流通における

- A) 受け渡し方法が統一されていない
- B) 受け渡すべき情報が統一されていない
- C) 受け渡したモデルを連携させて動かすことができない

という課題のうち、A と B にスコープを当て、これらの課題を解決する手段として以下の二点の検討を行った。

### ① データ交換パッケージ

要求仕様（要求モデル）、モデル、モデルメタデータ、検証結果、ならびに互いのデータの関連付けを管理するためのトレーサビリティ情報を包含する標準フォーマット「データ交換パッケージ」の策定を行った。具体的には ReqIF に準拠したフォーマットとし、要求モデルとトレーサビリティ情報を ReqIF の構文により記述した。モデル、モデルメタデータ、検証結果はトレーサビリティ情報にオブジェクトとして埋め込み、ReqIF の構文にしたがって要求モデルを構成する各要件との間の参照定義を行うことで、データの相互依存関係を管理できる形とした。

ReqIF は国際標準のフォーマットであり、多くの要件管理ツールや PLM ツールが ReqIF フォーマットによるデータのインポート／エクスポートに対応している。また、元の要求モデルの構成に手を加えることなく要件と各種データとのトレーサビリティが定義できるという利点がある。本フォーマットは、prostep ivip PSI11 SmartSE で定義しているような、モデルのアーキテクチャ設計からモデルの要件定義、モデルの構築と検証、モデルの活用まで含めたモデルのライフサイクルの各フェーズにおいて汎用的に活用することが可能である。

モデル流通に際して開示すべきモデルの内容、実装に用いた手段、使い方などのメタ情報については、prostep ivip PSI11 SmartSE で検討された Simulation Model Meta Data (SMMD) をベースとして、記載すべき情報の精査を行った。実業務での運用を意識し、元の SMMD に対して解釈の齟齬や表記揺れを防ぐための各項目の定義の明確化、利用頻度が低い項目や重複項目の取捨選択、および重要度に基づく分類を実施した。検討にあたっては prostep ivip との意見交換およびデータ交換パッケージの想定ユーザーを対象に実施したアンケート結果を参考とした。

### ② モデル流通の共有インフラシステム

異なる企業間でのデータ交換パッケージの授受に際して、パッケージ生成および履歴管理を行うためのインフラ「共有ハブシステム」の機能検討を行った。完全オンプレミスでの構成を前提とし、共通の仕様に基づいて構築された共有ハブシステムを各社が保有するインフラへ実装することにより、データ授受の履歴管理を行うとともに、双方の企業間で保有している情報の一致を担保できるようにした。

二社間でのデータ交換パッケージの授受を想定したユーザーシーケンスに対して、共有ハブシステムが保有すべき機能を洗い出すとともに、市販されている要件管理ツール、PLM ツール、ALM ツール

ルに対して共有ハブシステムの機能が実現可能かどうかの調査を実施した。アンケートの結果、多くの要件管理ツールや PLM ツールが ReqIF フォーマットによるデータのインポート／エクスポートに対応しており、共有ハブシステムを実装する上での技術的な障壁は比較的低いと想定される。

欧州では prostep ivip PSI11 SmartSE の活動を基盤に、自動運転など特定の領域におけるシミュレーションタスクの標準化に向けた取り組み（例えば SET Level Project<sup>[8]</sup>）が進んでいる。これらの枠組みを取り入れながら本研究で検討したモデル交換手法を拡張することにより、複数の企業が協業するプロジェクトにおいて、モデルを活用した設計開発プロセスをより円滑に遂行することが可能になる。

## 参考文献

- [1] 経済産業省, 「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」  
[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/automobile/mbd/mbd.html](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/mbd/mbd.html)
- [2] OMG, “ReqIF Specification: OMG Requirements Interchange Format (ReqIF), Version 1.2”, 2016.
- [3] prostep ivip, “ReqIF Implementation Guide, Version 1.6”, 2019.
- [4] prostep ivip, “ReqIF Recommendation V2.0”, 2020.
- [5] prostep ivip, “SmartSE Recommendation V2.0”, 2018.
- [6] 経済産業省, 「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. 1.0)」, 2017.
- [7] ISO/FDIS 11010-1 Passenger cars - Simulation model classification - Part 1: Vehicle dynamics  
<https://www.iso.org/standard/75910.html>
- [8] SET Level Project; <https://setlevel.de/en/project>