

システムエンジニアリングプロセス へのSysML適用のポイント

～システムモデリングの有効利用～

2012/04/17

株式会社 豆蔵

井上 樹

アジェンダ

- SysMLの**現在**
- Model-Based Systems Engineering(MBSE)とは
- SysML**適用の**ポイント

SysMLの現在(1)

- 2007年 v1.0 → 2010年 v1.2
 - 現在v1.3が策定中
- 対応モデリングツール(代表的なもの)
 - 無償
 - Papyrus (<http://www.papyrusuml.org/>)
 - 製品
 - EnterpriseArchitect (SparxSystems)
 - Rhapsody (IBM)
 - MagicDraw (NoMagic)
 - PatternWeaver (テクノロジックアート)
 - ARTiSAN Studio (atego)
- 順調にバージョンも上がり、対応ツールも増え、普及が進んでいる

SysMLの現在(2)

- 適用事例

- Road scanning system using unmanned aerial vehicle (UAVs)
- UAV-based missile interceptor system trade study
- Space systems (tutorials): orbit planning; mass/cost roll-ups
- Space systems (studies/pilots): FireSat (INCOSE SSWG), ...
- Space systems (actuals): science merit function, ...
- Environmentally-conscious energy systems / smart grid
- Manufacturing “green-ness” / sustainability assessments
- Regional water management systems (e.g. South Florida)
- ...
- Mechanical part design and analysis (FEA)
- ...
- Wind turbine supply chain management
- Insurance claims processing and website capacity model
- Financial model for small businesses
- Banking service levels model

参考:“Model-Based Systems Engineering (MBSE) Challenge : Modeling & Simulation Interoperability (MSI) Team Status Update” INCOSE IW10, 2010

MBSEとは(1)

- MBSE = Model-Based Systems Engineering
- **モデルを活用したシステムズエンジニアリング**
 - 様々な分野をモデルで橋渡し
 - モデルによる効率的な記述
 - 代表的なモデリング言語がSysML



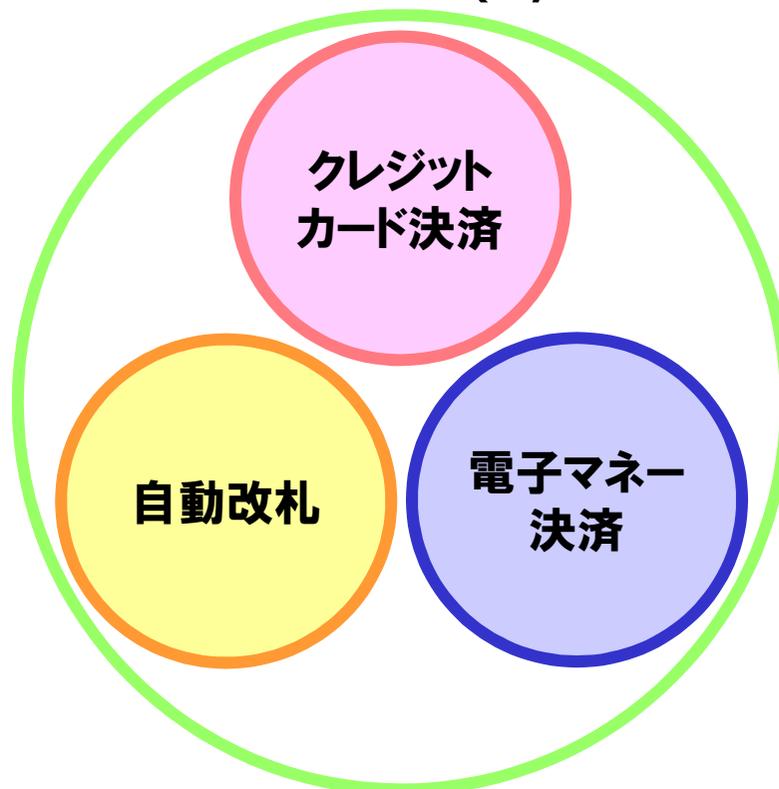
MBSEとは(2)

- MBSEが登場してきた背景
 - 新たなエンジニアリング領域への対応
 - 機能安全(ディペンダビリティ)
 - システムの信頼性・安全性に関する領域
 - 安全規格:IEC61508、ISO26262、等々
 - 昔からある領域だが、規格対応が求められるように
 - 環境工学
 - システムと環境との関係を扱う領域
 - 製造・運用・廃棄に伴なう環境負荷の考慮

QCDSE =
QCD + Safety + Ecology

MBSEとは(3)

- MBSEが登場してきた背景(続き)
 - システムの大規模複雑化の加速
 - 多機能化、機能間連携の複雑化
 - 複合システム(System-of-Systems)



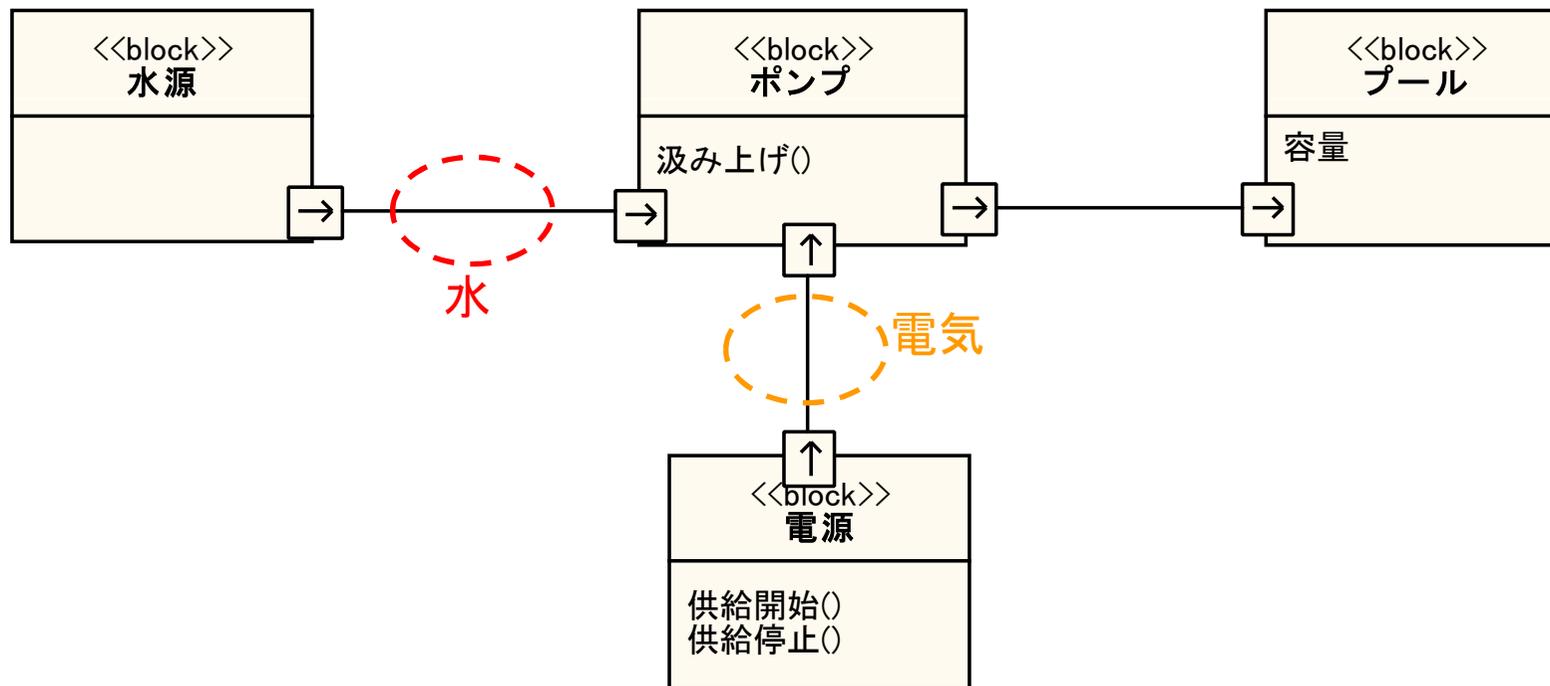
System-of-Systems
単独でも成立するシステムが組み合わさってさらに高度なサービスを提供するもの

MBSEとは(4)

- MBSEが登場してきた背景(続き)
 - エンジニアリング領域の拡大と大規模複雑化から次のような問題が顕在化
 - 開発関係者の多様化
 - ハードウェア、ソフトウェア、安全、法規、等々、持っている経歴の異なる専門家間でのコミュニケーションの難しさ
 - ドキュメントの増加
 - 文章による記述は、書くのも読むのも限界
 - **効率的な記述言語とコミュニケーション方法が必要**
 - モデルの導入へ

MBSEとは(5)

- ちなみに、
 - システムズエンジニアリングは扱う対象が多様なので、SysMLではブロックやフローの対象は何でもよいとなっている



代表的なMBSE手法

- 既に様々な手法が発表されている
- **ドメインを問わないもの**
 - RUP for SE
 - Rational Unified Processをシステムズエンジニアリング向けにしたもの
 - Harmony for SE
 - I-Logixの組込み向けソフトウェア開発プロセスのHarmonyをシステムズエンジニアリング向けにしたもの
- **ドメインや目的を明確にしたもの**
 - EASIS 自動車向け
 - ASSERT 高信頼性システム
 - GENESYS クロスドメイン

EASIS(1)

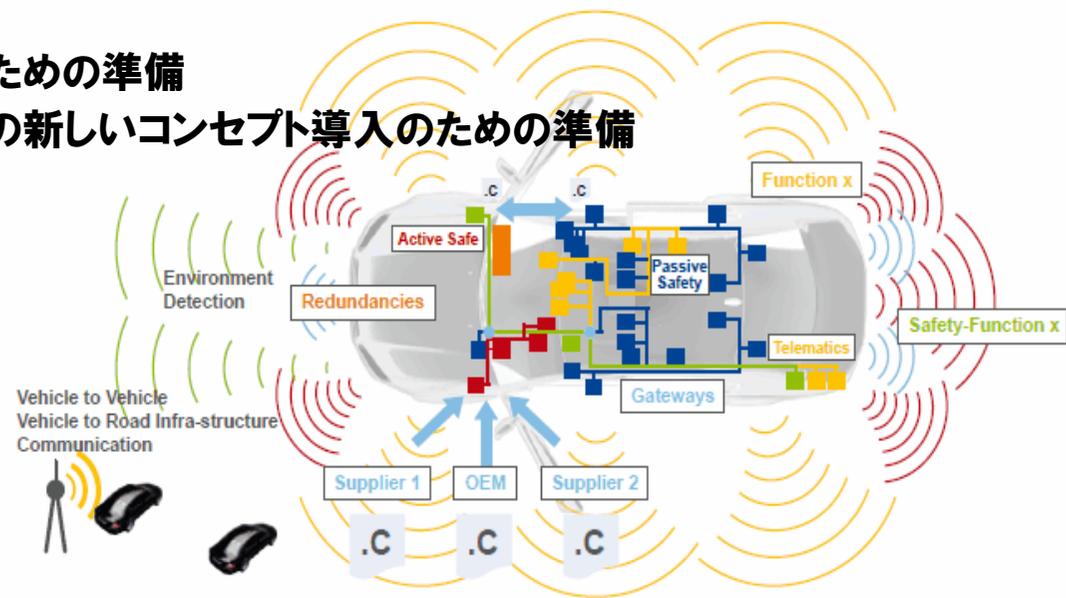
- Electronic Architecture and System Engineering for Integrated Safety Systems
- 車載向けのISS(Integrated Safety System : 統合安全システム)の開発/実現を目指すプロジェクト
- 自動車メーカー、部品メーカー、大学が参加し、2004年～2007年に実施
- AUTOSARのベースになったプロジェクト

■ 目的

- 安全システムのためのモジュール式でスケーラブルなE/Eアーキテクチャの確立
- 安全システムのための共通サービスの定義
- 組み込みシステムの安全性解析
- 高い可用性/安全性を確保するための準備
- 既存の自動車アーキテクチャへの新しいコンセプト導入のための準備

■ 特徴

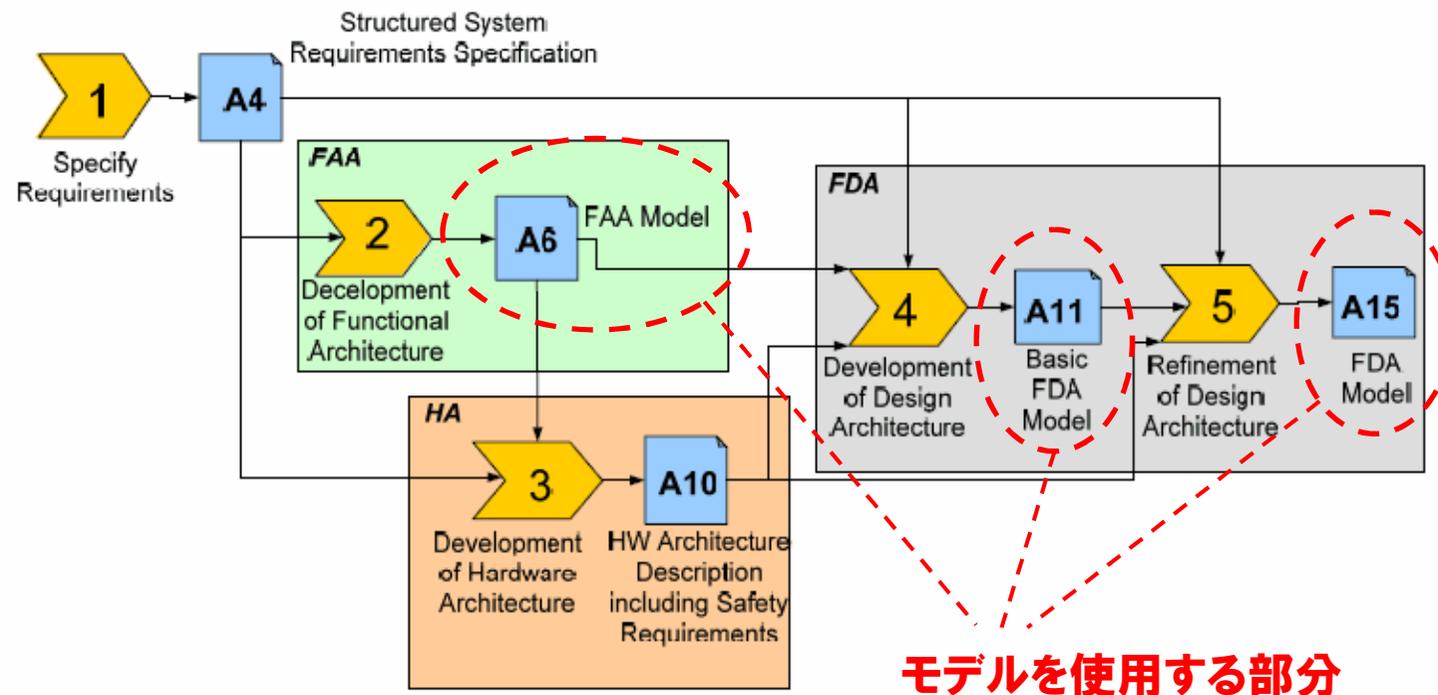
- 汎用的なプロセスフレームワークであるEPPF(EASIS Engineering Process Framework)とそれを車載向けに具体化したEEP(EASIS Engineering Process)というプロセスがある
- EEPはEAST-ADLの使用を前提としている



Elements of Integrated Safety Systems

EASIS(2)

- EEPの概要
 - 最上位のプロセス



MBSEのメリット

- **異なる領域の専門家間でのコミュニケーションの円滑化**
 - 例) ハードウェア開発者とソフトウェア開発者
 - これまでは共通に使える表記は存在しなかった
 - 適用事例では、モデルを使用することで、これまで検討されなかった課題を早期に検討することができたという効果が得られている
 - 具体例) ハードウェアとソフトウェアの接続について、接続方法や交換される情報についての具体的な議論ができるようになった
- **システム開発における早い段階からの検証の導入**
 - システム分割の論理的な正しさの検証
 - 物理的な強度やボトルネックのシミュレーション

現在のMBSEの動向

- 汎用的なものから特化したものへ
 - ドメインに特化:自動車、鉄道、航空宇宙、交通...
 - 目的に特化:高信頼性、アーキテクチャの共通化...
- スケッチからモデルへ
 - コミュニケーションを支援するための“絵”から、内容の精査が可能な“モデル”へ
 - SysMLで作成したモデルを利用したシミュレーション
- 理論から実践へ
 - 実践結果のプロセスへのフィードバック

SysML適用のポイント

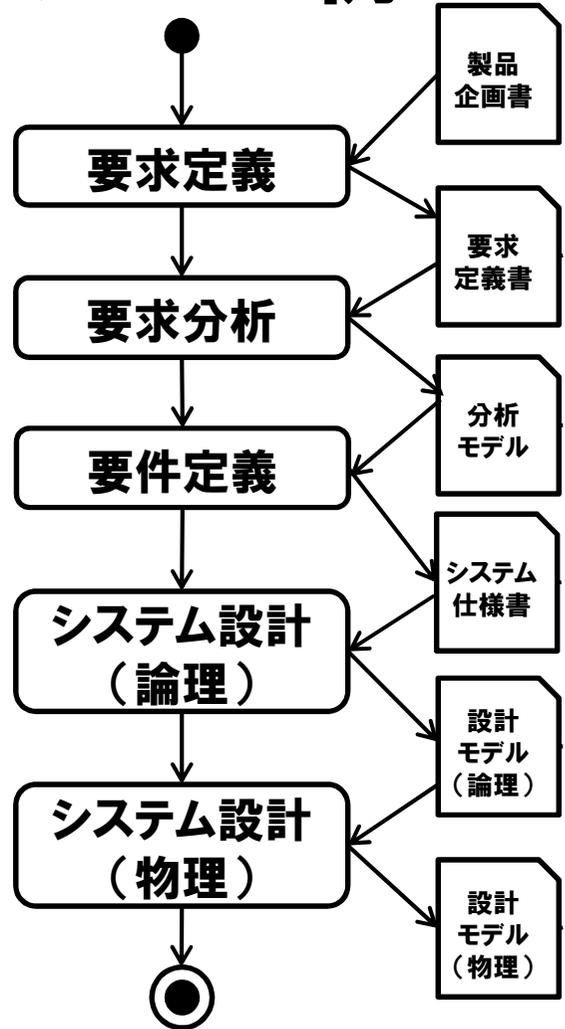
- プロセス
- 検証

プロセス(1)

- SysMLの導入にはプロセスが必要
- プロセスは最終的には独自定義
 - 問題領域によりシステムズエンジニアリングの段階で重点的に検討することが異なるため
 - システム間関係
 - 物理的な強度・重量等に関するシミュレーション
 - ハード・ソフトの最適分割
- MBSEを参考にするなら
 - 汎用的なもの → 概要の習得
 - 問題領域特化 → プロセス策定時のリファレンスモデル

プロセス(2)

プロセス例



■このプロセスのポイント

- SysMLのダイアグラムのうち必要なものだけを利用
- UMLを併用

- 要求図 (SysML)
- ユースケース図 (UML)
- ユースケース記述 (UML)
- クラス図 (UML)
- ステートマシン図 (UML)
- シーケンス図 (UML)
- ステートマシン図 (UML)
- ブロック定義図 (SysML)
- 内部ブロック図 (SysML)
- ステートマシン図 (SysML)
- シーケンス図 (SysML)
- ブロック定義図 (SysML)
- 内部ブロック図 (SysML)
- ステートマシン図 (SysML)
- シーケンス図 (SysML)

プロセス(3)

• プロセス定義のポイント

– SysMLをどの程度活用するのか

- スケッチ(コミュニケーションを助ける絵)

- or モデル(内容の検証が可能なレベル)

- モデルとして使うなら、ダイアグラム間の整合まで考慮

– SysMLだけにこだわらない

- UMLやMATLAB/Simulinkの方が表現しやすい・検討しやすい観点があるならそちらを使う

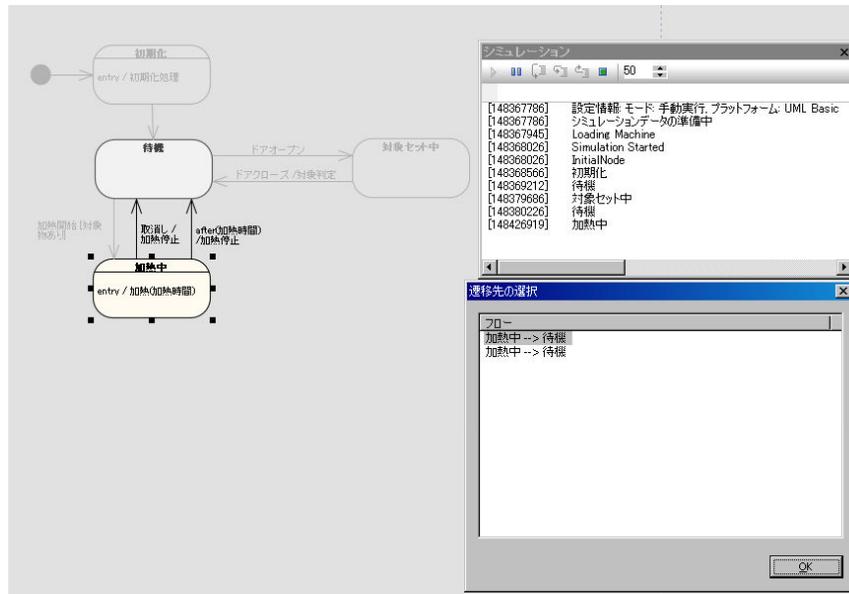
- 例)概念モデリングではSysMLではなくUMLを使用

検証(1)

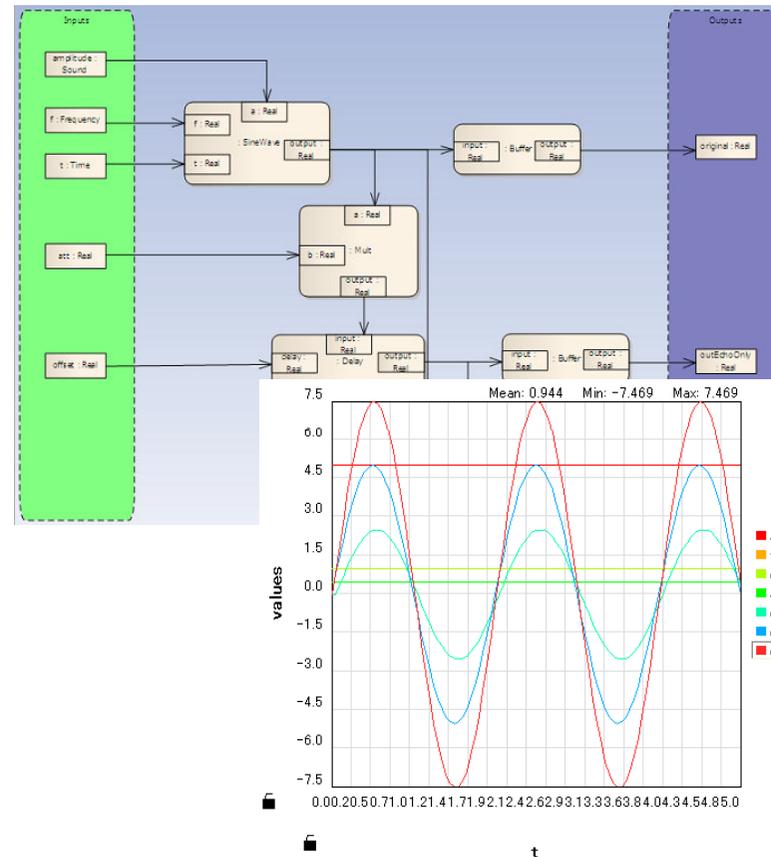
- SysMLでモデルを作り、人間のコミュニケーションを支援するのは第一段階
- 第二段階は、作ったモデルを活用した内容の検証
- 活用方法
 - SysMLのモデルそのものを検証
 - モデリングツール上での動作シミュレーション、モデルアニメーション
 - EnterpriseArchitect、Rhapsody、MagicDraw(要外部ツール)
 - 他のツールで読み込んで検証
 - SysMLのモデルを他のモデリング言語に変換して検証
 - SysML4Modelica
 - SysMLのモデル情報をCADツールに渡して検証
 - メカ系CAD (Siemens NX ⇔ SysML(MagicDraw))
 - 電気系CAD (AP210モデル ⇔ SysML)
 - ※AP210(ISO10303-210) : 電気系CAD等で使われている製品データ交換用の標準フォーマット

検証(2)

• モデリングツール上でのシミュレーション



EnterpriseArchitectを使用した
ステートマシン図のシミュレーション



EnterpriseArchitectを使用した
パラメトリック図のシミュレーション

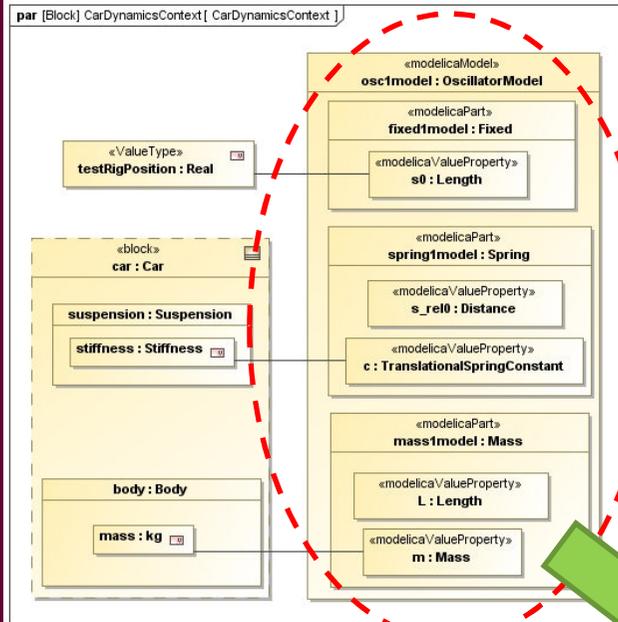
(<http://www.sparxsystems.jp/products/MDG/mdgsysml.htm>から)

検証(3)

- **SysMLのモデルを他のモデリング言語に変換して検証**
 - SysML4Modelica
 - SysML用拡張プロファイル
 - このプロファイルを使って作られたSysMLモデルはModelica形式に変換可能
 - SysMLで作られたモデルをModelica上で分析可能にする
 - Modelica
 - システム記述のためのモデリング言語
 - 形式的な表現とビジュアルな表現の双方での記述が可能
 - 記述されたモデルを使ったシミュレーションが可能

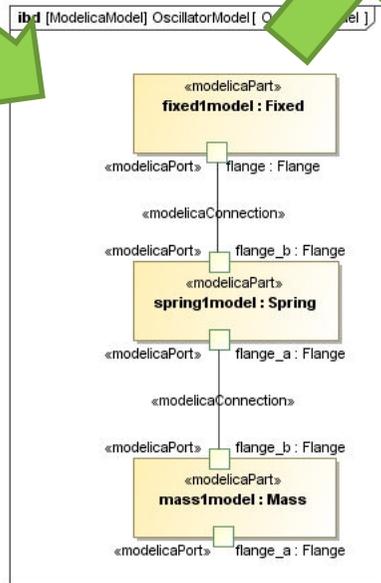
検証(4)

車のサスペンションをモデル化

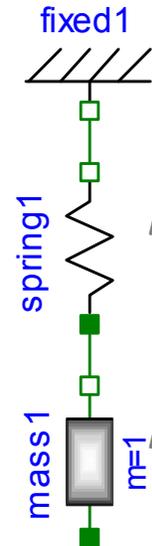


サスペンションを 詳細化

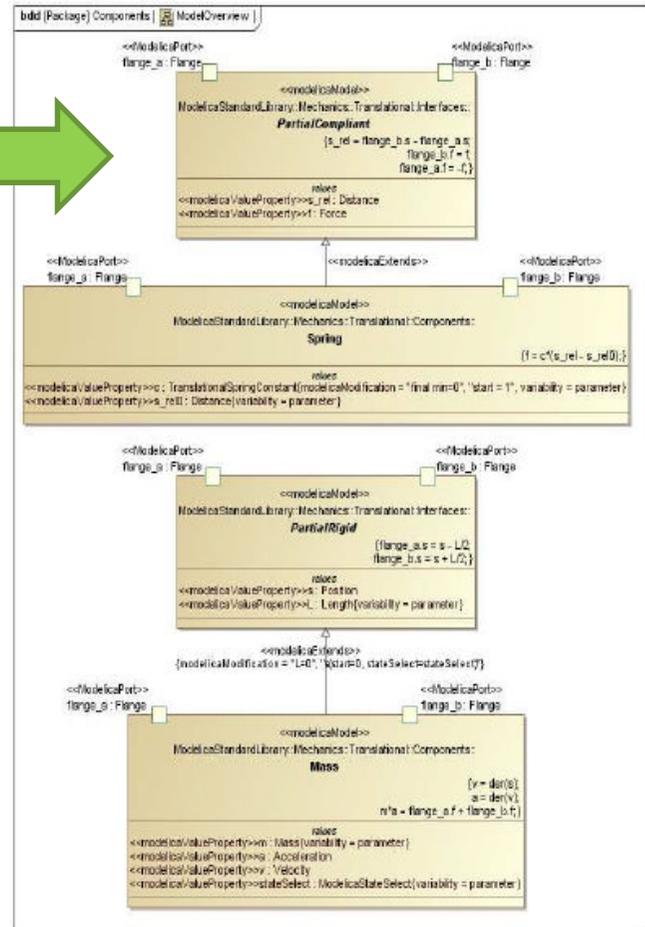
図の出典: “Model-Based Systems Engineering (MBSE) Challenge : Modeling & Simulation Interoperability (MSI) Team Status Update” INCOSE IW10, 2010



Modelicaでシミュレーション



シミュレーション結果を反映



まとめ

- **SysMLはシステムを視える化するための道具の段階から、システム設計検討のための道具になり始めている**
 - **SysMLのシステムズエンジニアリングプロセス(システム設計プロセス)への組み込み**
 - Model-Based Systems Engineering
 - **SysMLモデルを使った検証**
 - SysMLモデルに基づくシミュレーション
 - Modelica等の他のモデリング言語との関係
 - CADツールとの関係
- **SysMLは今後、ますます発展していくと考えられるので、未見の方は、是非！**

ご清聴ありがとうございました