



UMLとSimulink[®]による 車両制御向けモデルベース開発の実践

富士重工業様の事例より



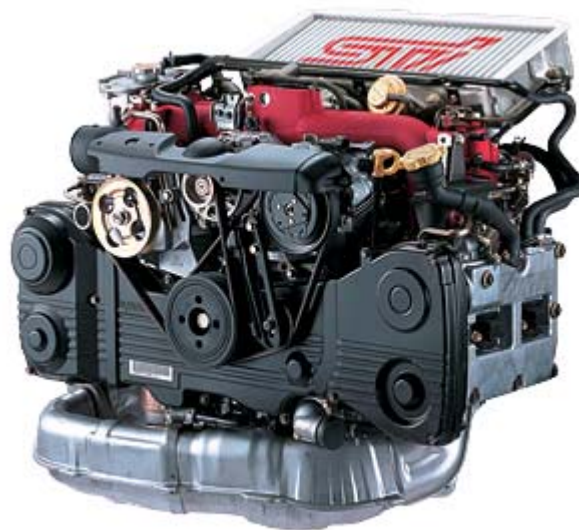
株式会社オーガス総研
組み込みソリューション部



- ※ Simulink[®]はサイバネットシステム社の商標です (<http://www.cybernet.co.jp/matlab>)
- ※ UML、Unified Modeling LanguageはOMG(Object Management Group)の商標です
- ※ 記載されている社名、製品名は各社の商標または登録商標です

目次

1. プロジェクトの背景
2. プロジェクトの内容
3. 成果
4. まとめ





1. プロジェクトの背景



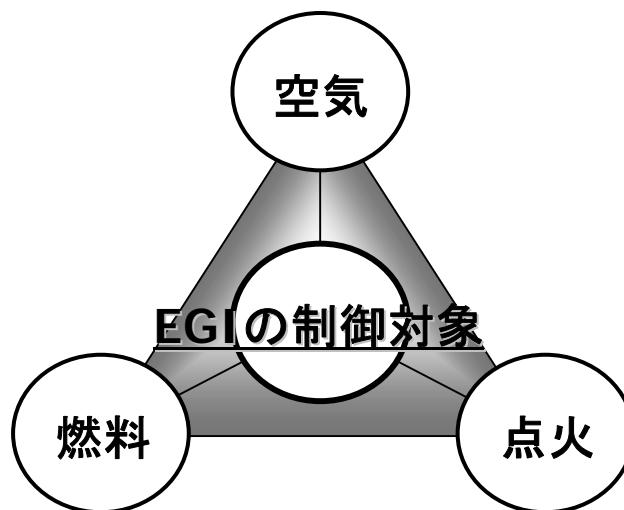
※ UML、Unified Modeling LanguageはOMG(Object Management Group)の商標です

※ 記載されている社名、製品名は各社の商標または登録商標です

開発製品の紹介

◆ 自動車のEGI関連制御

- EGI (Electronic gasoline injection)とは、エンジンの特性に応じて、運転状況に最適な量の燃料をシリンダー内に噴射する装置
- 近年は、空気や点火の制御まで役割が拡大



現状の問題点(1/2)

◆ 制御の構造が複雑

- 規模が小さいときの構造を踏襲
- 部分最適な改修の繰り返し
- ➔ 機能の干渉や重複が発生しうる
- ➔ 制御が複雑でセッティングがづらい
- ➔ 他の制御との協調制御がづらい

◆ 制御の目的(What)が明示されていない

- 実現方法(How)の検討が中心
- ➔ 変更を繰り返した結果、当初の目的が分からなくなりがち

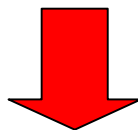
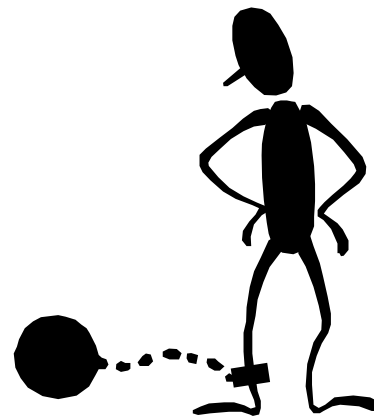
現状の問題(2/2)

◆ 制御仕様書が難解

- 自然言語の曖昧さを排除するため、実装コードと等価な（人に優しくない）仕様書
 - 仕様書の作成工数増加
 - コミュニケーションコストの増加
 - 仕様の抜け・漏れに気づきにくい

改善の必要性

- ◆ 今後これらの問題が深刻化すると機能保証や品質確保がますます難しくなってくることが考えられる...
- ◆ 今後予定されている製品計画も考えると、今が絶好のチャンス...



2006年4月 現状の問題を解消するべく
オージス総研支援のもと改善活動を開始!!



SUBARU



株式会社 オーガス総研

Osaka Gas Information System Research Institute Co., Ltd.

2. プロジェクトの内容



※ UML、Unified Modeling LanguageはOMG(Object Management Group)の商標です

※ 記載されている社名、製品名は各社の商標または登録商標です

活動の目的

◆ 制御構造の再構築

- 基本に立ち返り、分かりやすく矛盾の無い論理的な構造を作る
- 空気・燃料・点火より上位の概念の“トルク”をベースとした構造にすることで、汎用性を高める
⇒ 上流工程での分析・可視化が必要

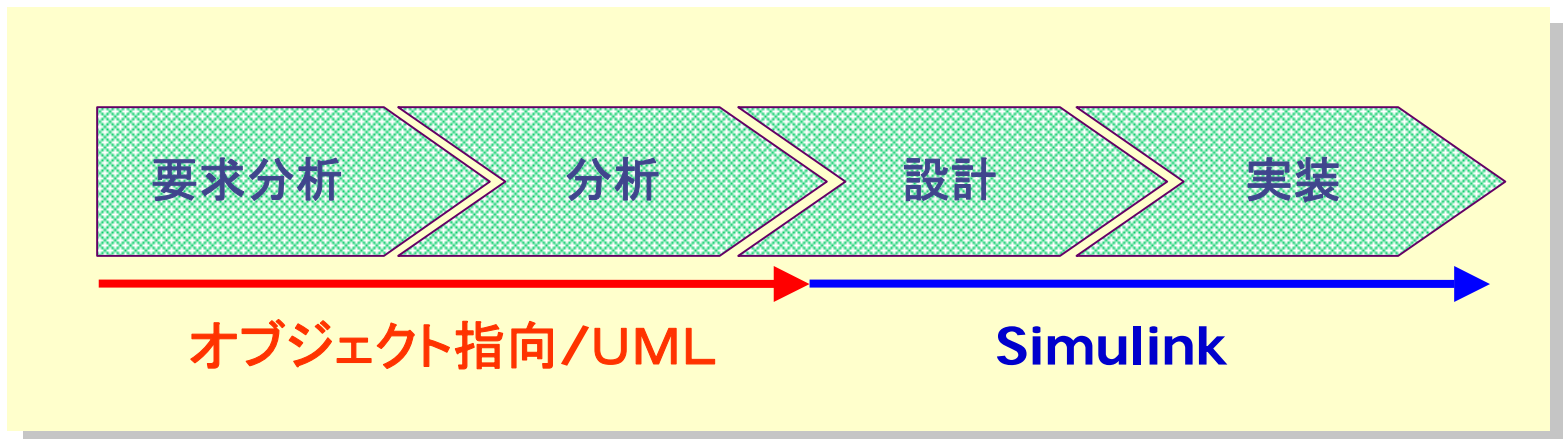
◆ ドキュメントの作成

- 必要なドキュメントを作成することで、制御の目的や背景を明らかにし、思想を統一する
- ドキュメントの目的・用途に合わせて、誤解が少なく、抜け・漏れがないドキュメントの書式を検討する
⇒ 考えを正確に表現できる記法が必要

技術面の施策(1/2)

◆ 全工程をモデルベースで開発

- 上流工程は「オブジェクト指向/UML」を適用
- 下流工程は「Simulink[®]」を適用



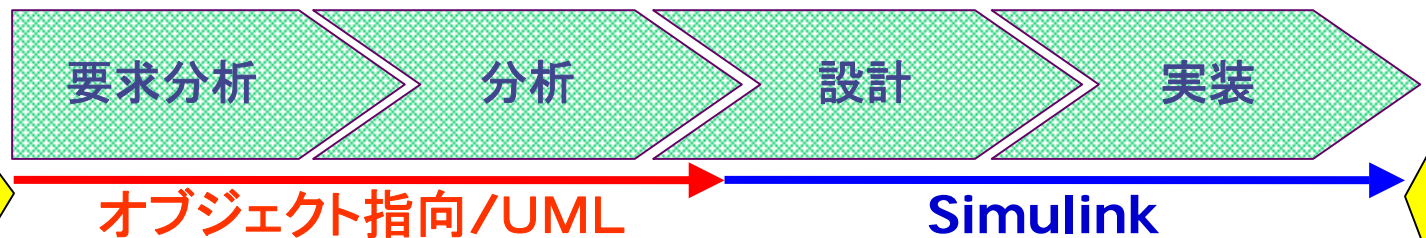
■ Simulinkとは？

- ◆ 自動車業界でよく使われるモデル開発ツール
- ◆ 処理手続きをブロック線図で表現

※Simulinkはサイバネット社の製品です(<http://www.cybernet.co.jp/matlab>)

技術面の施策(2/2)

◆ UML、Simulinkの“強み”を活かして使い分ける



<p>UML</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 目的／実現方法を個別に表現 ◎ 抽象化を用いた簡略表現 ◎ 直感的なダイアグラム 	<ul style="list-style-type: none"> × 細かいロジックを表現しづらい × 連続系システム向けではない
<p>Simulink</p>	<ul style="list-style-type: none"> × 目的・意図を表現しづらい × 実現方法にとらわれがち × 直感的でない 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 細かいロジックまで可視化 ◎ 机上／実車での動作検証

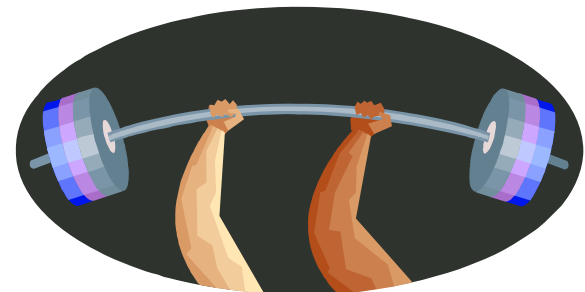
運営面の施策

◆ モデルベース開発のトレーニングを実施

- 身近なエンジン制御を題材にし、要求をまとめる段階からSimulinkモデルの作成まで成果物を示しながら説明
 - ◆ モデルを用いた開発の具体的なイメージを把握
 - ◆ 「使いどころ」や「メリット」を実践的に学習

◆ プロセス化に向けた準備

- 実開発を通じて、モデルベース開発に必要なものを模索
 - ◆ 規約・ガイドライン
 - ◆ 成果物サンプル、テンプレート
 - ◆ ツール



開発の概要

◆ 期間

- 2006年4月～現在

◆ 対象

- EGI関連制御の再構築

◆ 目標

- 次回フルモデルチェンジで量産車に搭載

◆ 規模

- EGI制御全体の約15%
 - ◆ ステップ数換算
 - ◆ 診断部分を除く

◆ 体制

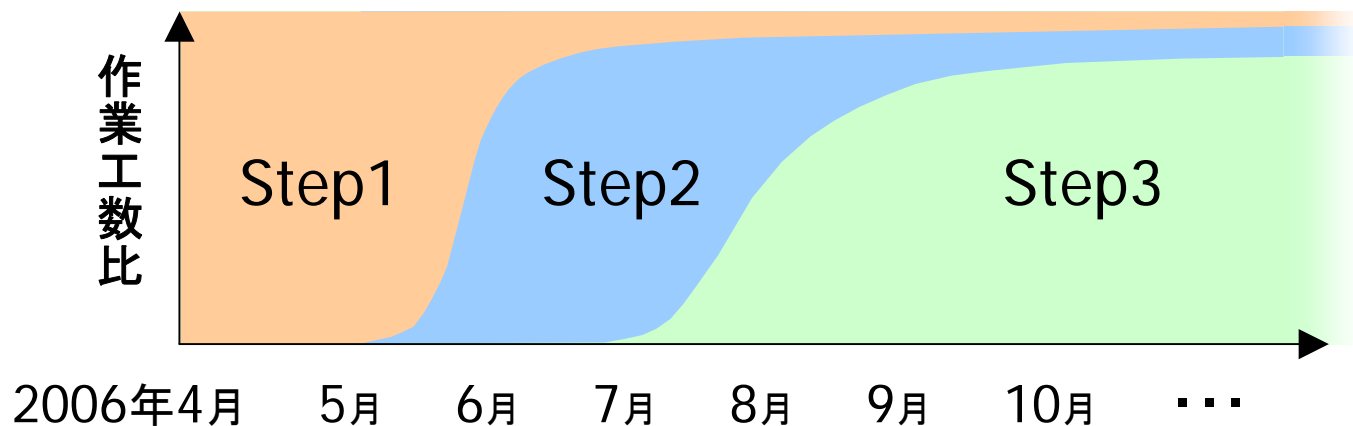
- 富士重工業様
 - ◆ 3名
- オージス総研
 - ◆ 1名

開発の進め方

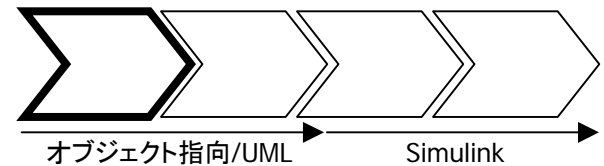
◆ 開発手順

- Step1: 要求を把握
- Step2: 基本構造の確立
- Step3: 要求を実現

◆ 作業工数比の遷移

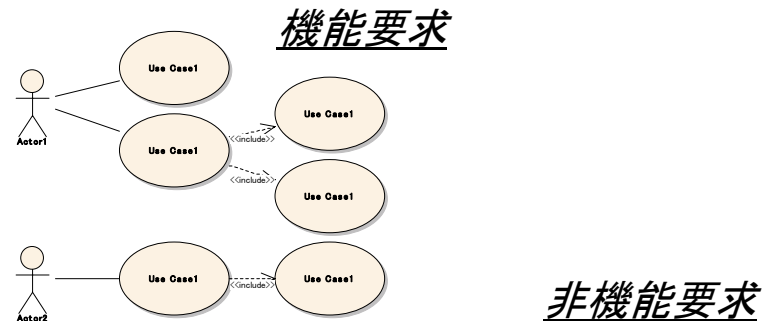
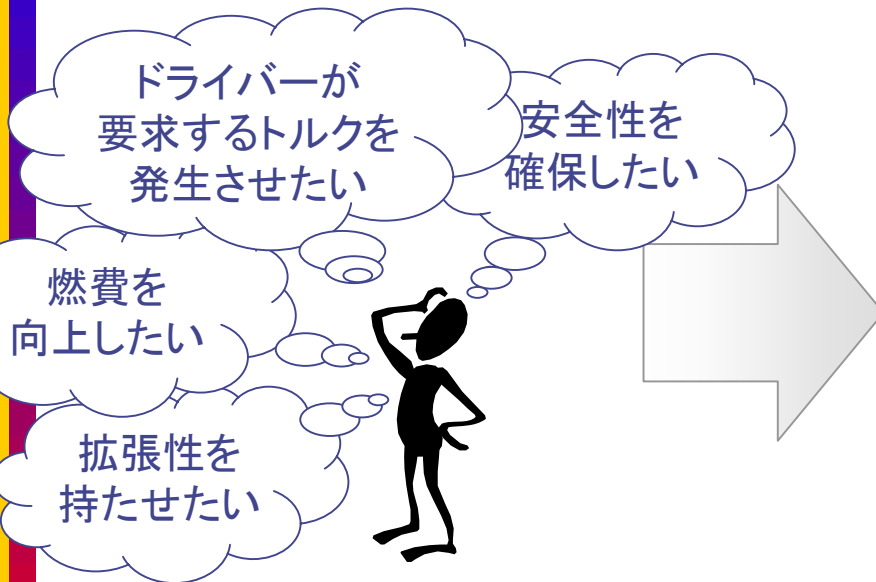


Step1:要求を把握



◆ 要件定義を実施し、制御によって実現すべき目的を明確化

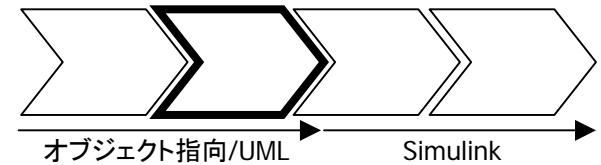
- トップダウン、ボトムアップ双方から要求を抽出
 - ◆ ドメインエキスパートへのインタビュー
 - ◆ 既存の制御仕様書の解読
- 要求仕様書の作成



Id	名前	説明	優先度
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

要求仕様書

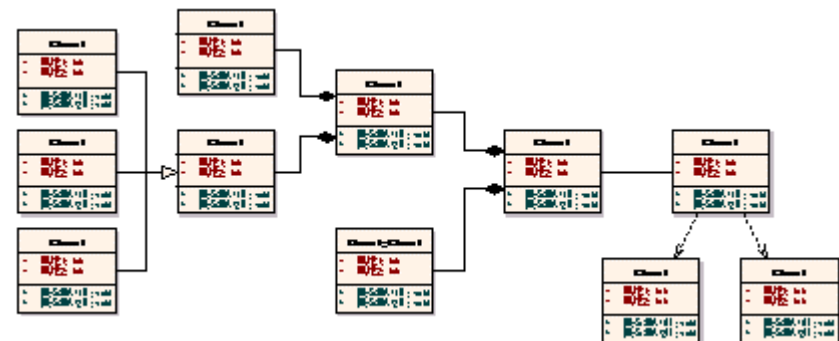
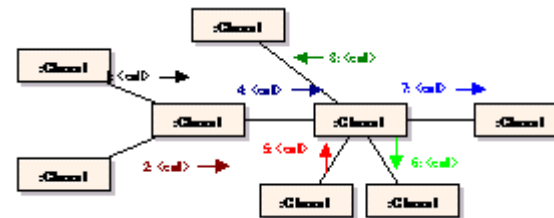
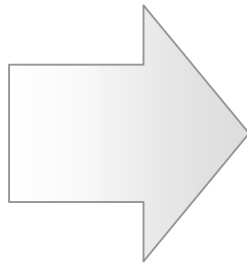
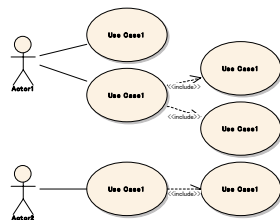
Step2:基本構造の確立



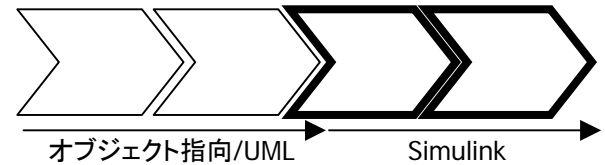
◆ 要求を実現する基本構造を確立

- UMLを用いた分析
 - ◆ 論理的で分かりやすい、機種・仕向けに依らない構造
- 動的な側面からも検証

Id	UML	UML	UML	UML
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

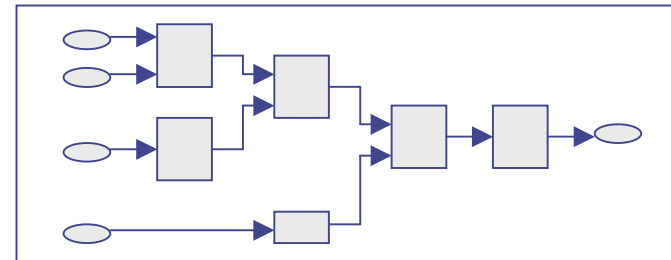
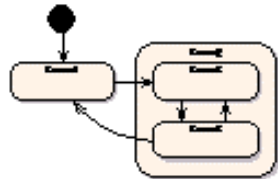
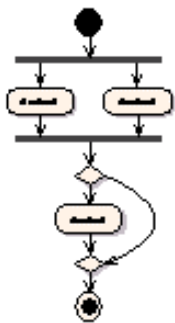
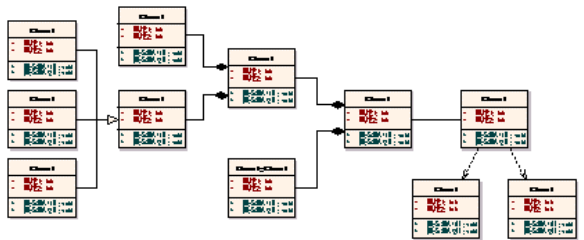


Step3:要求を実現



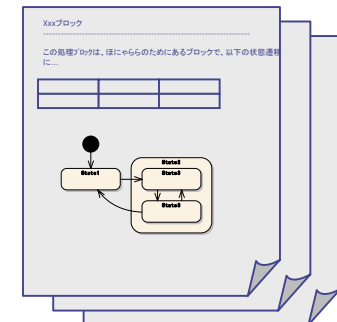
◆ 作成した基本構造に従ってSimulinkモデルを作成し、要求を実現

- UMLを用いた詳細仕様の検討
- Simulinkによる動作検証
- 制御仕様解説書の作成



制御仕様解説書

自然言語
+
UMLモデル
+
Simulinkモデル



トレーニング

◆ 「分析基礎トレーニング」※

- 分析の基礎となる「本質を考える力」を習得、考えた内容をUMLでモデル化

◆ UMLモデリングツール使用方法

- Enterprise Architectの基本的な使い方の習得

◆ 実践UML

- ボディ系制御をネタに、クラス図や状態図を作成

◆ 既存制御へのUML適用

- EGI制御の一部の仕様をUMLモデル化

◆ モデルベース開発適用例の紹介

- UML/Simulinkを用いたモデルベース開発を、既存制御に適用した事例を紹介

※本プロジェクト開始前に実施





3. 成果



※ UML、Unified Modeling LanguageはOMG(Object Management Group)の商標です

※ 記載されている社名、製品名は各社の商標または登録商標です

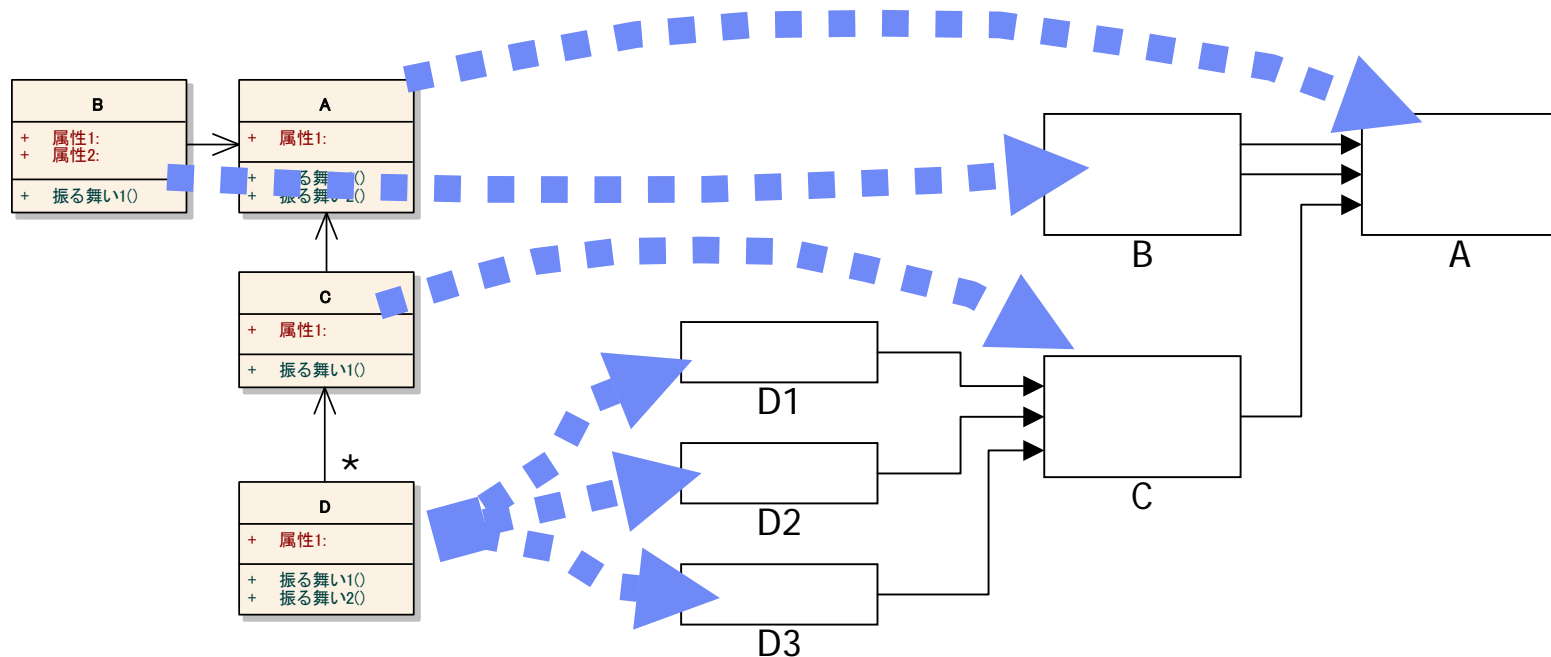
UML→Simulink変換メカニズムの構築

- ◆ UMLモデルをSimulinkモデルに変換するメカニズムを構築
 - クラス図
 - アクティビティ図
 - 状態図
- ◆ ほぼ機械的な変換が可能なレベルまでルールを策定
 - ツールによる自動化も検討中

UML→Simulink変換【クラス図】

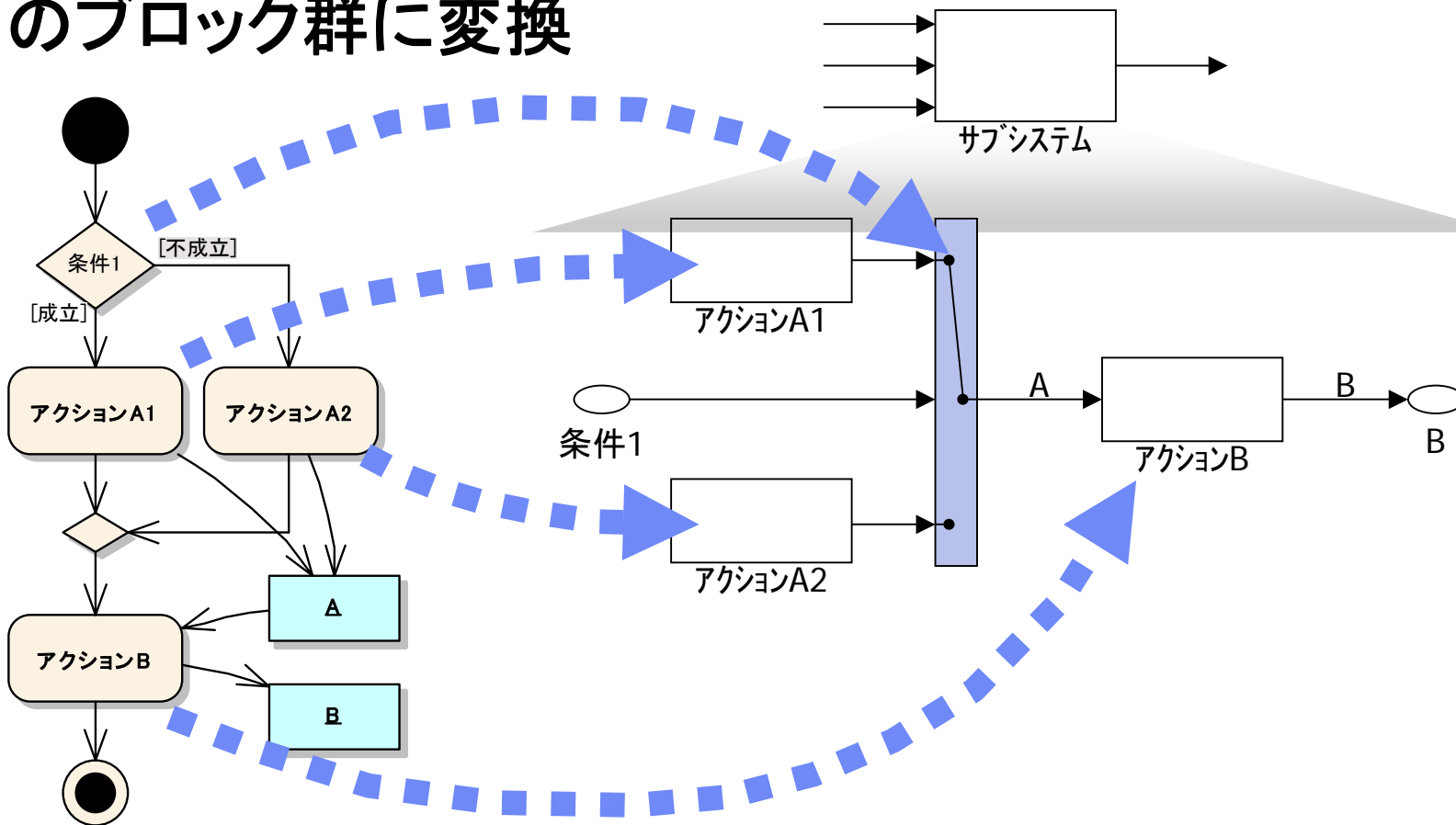
◆ 分析で作成したクラス図（基本構造）は、Simulinkモデルのサブシステム構成に変換

- 基本的にクラス⇒サブシステム
- 多重度により1クラス⇒nサブシステム



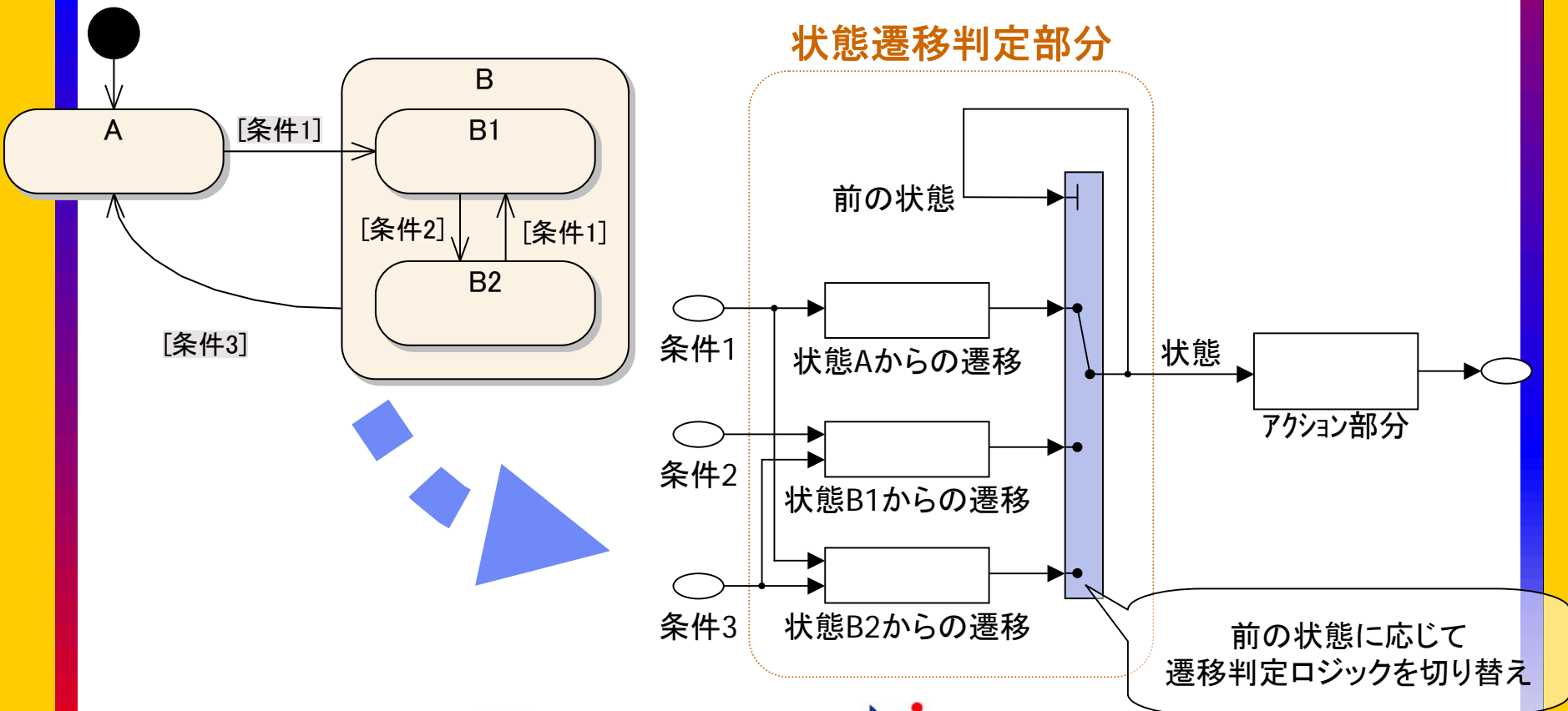
UML→Simulink変換【アクティビティ図】

- ◆ アクティビティ図(処理フロー)は、サブシステム内のブロック群に変換



UML→Simulink変換【状態図】

- ◆ 状態図は、遷移判定部分とアクション部分に分けて、サブシステム内のブロック群に変換



トレーニングの実施

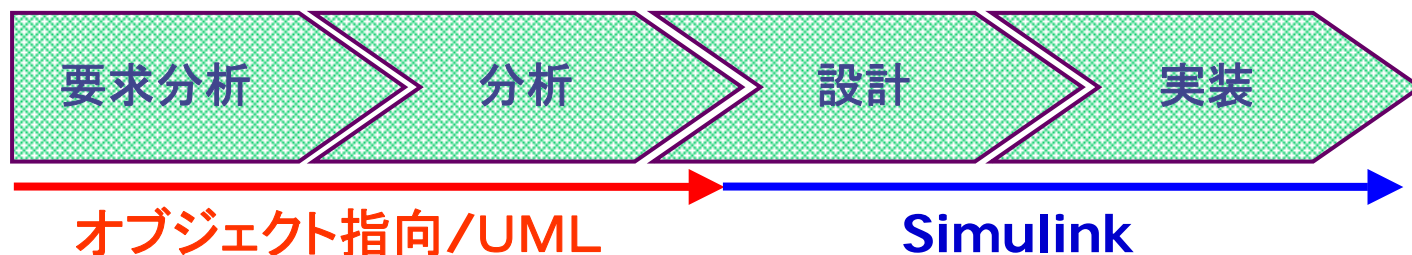
◆ モデルベースへの理解が深まり、意欲が高まった!!

■ 「モデルベース開発トレーニング」受講者の声

- ◆ 「身近なものを題材にしてもらったおかげで、UMLについての理解が深まり、受講してよかったと思います」
- ◆ 「実践的に実施したことで、使い方レベルで受け入れ難かったものが、考え方を表現するツールのレベルにまでたどり着きました」
- ◆ 「もっと色々な制御を対象に描いてみてモデル化に慣れたい。制御仕様書を解読し、自分なりに描いてみようと思う」
- ◆ 「大規模システムの開発では、普段からモデリングのトレーニングをしておく必要性を感じた。皆が意見を出し合って検討すれば、初期品質の高い制御仕様開発ができると思う」

プロセス化に向けた準備

- ◆ UML/Simulinkモデルベース開発を一通り体験し、必要なものが見えてきた



成果物サンプル、 テンプレート	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 要求仕様書 ✓ 分析モデル 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 制御仕様解説書 ✓ Simulinkモデル
ガイドライン、 ツール	△UMLモデル作成ガイドライン	<ul style="list-style-type: none"> ×UML→Simulink変換ツール △Simulinkモデル作成ガイドライン ✓開発効率向上ツール

✓:作成済み △:着手 ×:未着手



4. まとめ



※ UML、Unified Modeling LanguageはOMG(Object Management Group)の商標です

※ 記載されている社名、製品名は各社の商標または登録商標です

当初目的に対する評価(お客様の声)

◆ 制御構造の再構築

- 「分析作業を行うことで各制御の役割を明確化できた」
- 「論理的でわかりやすい構造になった」
- 「汎用性・再利用性については、変更が発生しないと・・・」

◆ ドキュメントの作成

- 「これまで不明確であった制御への要求を把握できた」
- 「制御仕様の表現方法としてUMLは有効」
- 「仕様レビューがやりやすくなった」
- 「書き手だけでなく読み手にもモデリング能力が必要」

今後の課題

◆ プロセス化に向けた準備

- ガイドライン、ツールの整備
 - ◆ UMLモデル作成ガイドライン
 - ◆ UML→Simulinkモデル変換ツールなど
- 他プロジェクトでの適用検討

◆ トレーニングの継続実施

- UMLモデリングスキル向上
- オブジェクト指向の習得



今回のプロジェクトを通じて

◆「仕事のやり方が変わった」(お客様の声)

- いきなり実現手段を考えるのではなく、まずやりたい事を明確化するようになった
- 残念ながら、オブジェクト指向は“理解した”とは言えないレベル

◆「バランス感覚の重要性を再認識した」(コンサルタント)

- いかに無理・無駄なく必要なことだけを効率良くやるか、に知恵を絞った一年だった
- お客様の環境や抱える問題に合わせたサービスを提供していくことが、顧客満足度の向上、信頼の獲得に繋がることを実感できた



End

～UMLとSimulinkによる 車両制御向けモデルベース開発の実践～

株式会社オージス総研
組み込みソリューション部



※ UML、Unified Modeling LanguageはOMG(Object Management Group)の商標です

※ 記載されている社名、製品名は各社の商標または登録商標です