



Skills Management Association

ET2013

JY0-M13-022

SMAにおける モデルベース技術者育成の取組み

2013年11月22日 14:00 - 14:20

モデルベース技術者研修環境研究会 主査 石井 忠俊

東芝ソリューション株式会社
製造・産業・社会インフラソリューション事業部
エンベデッド要素技術開発担当

一般社団法人 スキルマネジメント協会

■ 背景 : モデルベース技術者の育成が急務

⇒ SWエンジニアを上流シフトし、
モデルベース技術者へと移行させたい

■ SMAの活動 : 教育のあるべき姿を提示し、会員による育成を促進

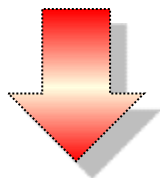
2012年度の活動実績 ⇒ 教材のあるべき姿を仮説立案

仮説に沿った教材を試作・試行研修を実施し、
課題をフィードバック

2013年度の活動実績と予定 ⇒ 仮説の検証

試行教材を改良・リファレンス化し、
研究会会員が持ち帰ってカスタマイズし、教育を実施。
結果を持ち寄って検証する。

- 製品の価値を産む上流設計へと重点がシフト
- 検証のフロントローディング化が進む
 - 設計と検証をペアにして作業する
- 自動コード生成技術の進化により、コーディングレス開発が現実



- プログラミングがモデル作成に取って代わられる時代の到来
- ソフトウェアエンジニアに新たな知識やスキルのシフトが求められる
 - ソフトウェア工学の知識 → 製品ドメインの技術知識
 - ソースコード開発スキル → モデルベース開発スキル
 - ソースコード試験スキル → モデルを活用した仕様検証スキル

モデルベース技術者の育成ニーズが高まる

■ モデルベース開発の重要性は益々高まっている

□ ニーズが顕在化している業界例

- 自動車・電装品メーカー、モータ等駆動装置製造メーカー、制御機器メーカーなど
- BEMS・HEMSメーカー、パワーコンディショナメーカー、など

■ モータ制御における例

□ モータを回すための制御は、技術が蓄積されている

- モータ設計者に技術が蓄積・普及しており、モデルベース開発事例も増加。

□ モータで物を動かす制御は、開発量が爆発的に増えている

- 制御可能な物や、より詳細な・安心安全な制御をしたい物が増えている
- 製品開発の都度、物を動かす新たなチャレンジが出てくるが、動かすノウハウがない・普及していないため、製品開発や普及が遅れる。



新しい物を動かす、新しい動かし方をする場合は、
モデルベース開発が必須

モデルベース開発の普及見込 試算例

JYO-M13-022

航空・宇宙・防衛・原子力・医療

自動車・産業機器・インフラ機器

家電・民生機器・端末機器

安心・安全の
重要さの度合



コストダウンの
重要さの度合



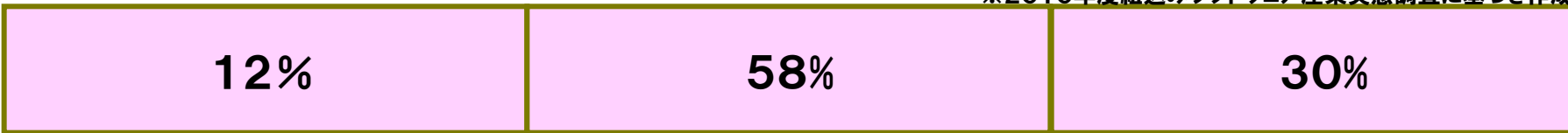
モデルからの
自動コード生
成の有効度合



※想定値

※2010年度組込みソフトウェア産業実態調査に基づき作成

組込みSW
技術者の
人口比



組込みSW
技術者の
今後



本研究会が育成対象とする技術者の中心像

■ 開発現場ではモデルベース技術者が不足している

- モータ制御など多くの分野で、モデルベース開発スキルを持つ技術者が必要
- 新しい物を制御するには、モデルベース開発の事例を知っている技術者ではなく、基礎知識を身に着けた技術者が必要。



- 基礎知識を教育すれば、色々な分野で活躍できる技術者が育つ
 - 例えば、モータ制御、パワー制御など、その分野のドメイン知識を身につけるだけでモデルベース開発が可能に

■ 本物のモデルベース教育がない

- 独学での習得が難しい
 - 既存のソフトウェア技術者にとってモデルベース開発は新しい分野となり、独学で習得することは難しい
- ツール教育を受けても、応用力は身につかない
 - ツールの使い方や、特定の設計事例に関する設計スキルを習得しても、基本が体得できていないと、落とし穴にはまることもある

■ 2012年度に「モデルベース技術者研修環境研究会」を立上げ

モデルベース技術者研修環境研究会の目的

**モデルベース技術者を育成するカリキュラムと実習環境を開発し、
研修を提供できる環境を実現する**

■ 手段

- モデルベース技術者を育成する教材のあるべき姿と実習環境を定義する。
 - ツールの使い方に依存しない研修環境の研究・開発・試行・改善する
 - 研修環境の拡張の枠組みを準備
- 研究会の会員各社が研修教材を使って各自教育を行うことを支援する
 - 研修マップの作成・公開、講師教育の提供、など

■ 他部会との連携

- モデルベース設計・検証技術部会との連携
 - スキル基準の定義を教材に反映する
 - モデルベース開発に関する用語の定義を教材に反映する

活動スケジュール(3カ年計画)

■ モデルベース技術者研修環境研究会の3カ年スケジュールを以下に示す。

期間	2012年度					2013年度					2014年度																			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3						
活動名	▼ESEC2012					▼ET2012					▼ESEC2013					▼ET2013					▼ESEC2014					▼ET2014				
ツールに依存しない研修環境の開発	試行開発 (モータ制御) 習得すべき基礎知識 (試行版)					本格開発 (モータ制御) ・習得すべき基礎知識(本格版) ・実践スキルの研修環境					研修環境の拡充 (対象範囲の追加) 追加した対象範囲の研修環境					研修環境の体系化 モデルベース技術者向け研修体系図														
研修環境の拡張の枠組みを準備						新規対象範囲用の仕組み整備 新規対象範囲に適用するためのカスタマイズガイド					環境カスタマイズ用の仕組み整備 新規ツール採用のためのカスタマイズガイド					研修カスタマイズ用の仕組み整備 受講企業に対応したカスタマイズガイド 拡張フレームワーク														
会員や研修実施者のためのプロモーション											SMA提供のモデルベース技術者向けETSSと連携 ・研修実施者への研修環境の有償提供 ・研修受講者への研修マップの展開																			

□ は各工程の成果物

■ 本物の教材の開発に向けて

□ 教材のあるべき姿の議論を深めた

■ 「教材の構想」と、「モデルベース開発の5ステップ」を作成

□ 教材の試行開発を行った

■ 試行教材の狙い

□ モデルベース開発とは何か、基本的な考え方の理解を深めていただく

□ 具体的な事例を取り上げる

□ 設計と検証を意識したシミュレーション実習を用意

□ 基礎編と応用編の二つからなる研修カリキュラムを開発

■ 本物のモデルベース技術者の育成に向けて

□ 「教材のあるべき姿」に沿って教えれば、本当に育成できるのか？を検証する

■ 開発した試行教材を活用して試行研修を行った

■ 試行教材の利点・欠点、改善方針などの情報収集と情報交換を行った

■ モデルベース技術者のあるべき姿、育成のあるべき姿、の議論を深めた

▶狙い その1 : モデルベース開発の全体像を俯瞰する

▶狙い その2 : どのステップでも設計と検証を常に意識する

▶狙い その3 : 基礎知識と実践スキルの違いを意識する

教材(第一階層) 基礎知識 : 習得すべき基礎知識の研修環境
ツールに依存しない(ツールの使い方教育を主としない)実習環境を目指す

教材(第二階層) 実践スキル : ツールを使った実践スキルの研修環境
研究会では研修環境の構築事例となるツール環境の選定を目指す

▶狙い その4 : 会員企業によるカスタマイズを可能とする

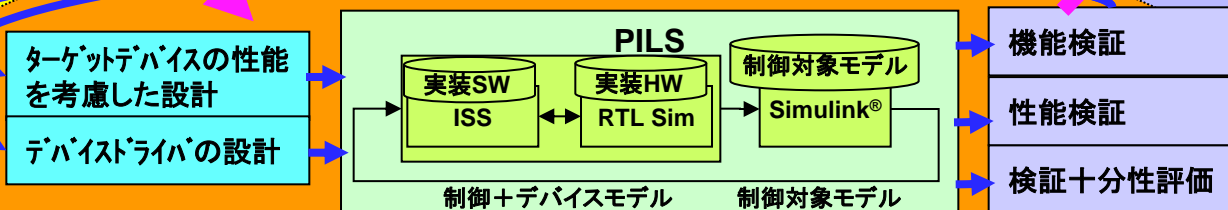
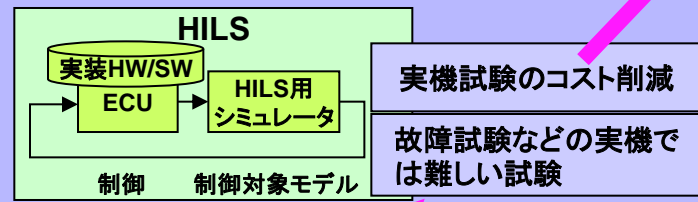
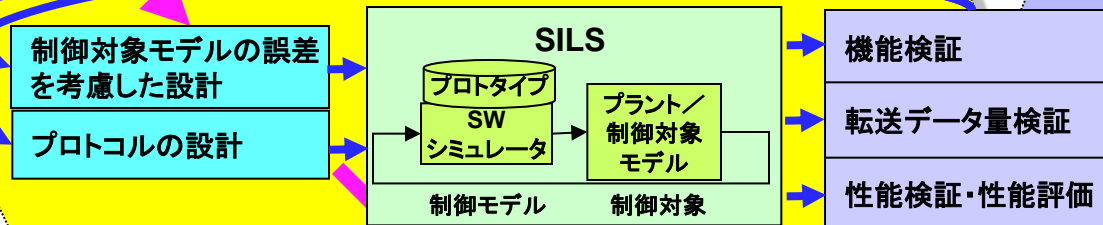
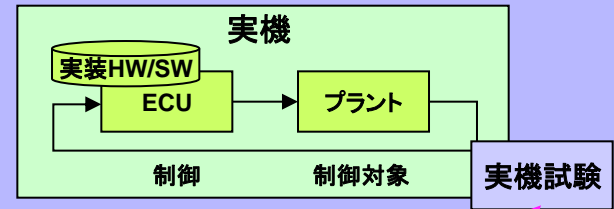
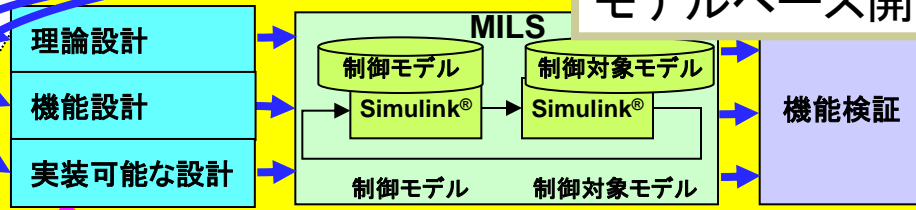
モデルベース開発の5ステップ

仮説をもとにモデルを作り設計と検証を行う

本研究会が育成対象とする
モデルベース開発の中心像

仮説が正しいことを実証する

左側におけるモデルの誤差や検証漏れを右側で確認する
モデルでは検証が困難または非効率なものを右側で確認する



実装が正しいことを仮説を元に検証する

- MILS : Model in the Loop Simulation
 - SILS : Software in the Loop Simulation
 - RCP : Rapid Control Prototyping
 - PILS : Processor in the Loop Simulation
 - HILS : Hardware in the Loop Simulation
 - ISS : Instruction Set Simulator
 - ECU : Electronic Control Unit
- MATLABとSimulinkは、The Mathworks, Inc.の登録商標です。

■ 受講対象者

- 企業で実務経験を積んだソフトウェア技術者で、モデルベース開発の知識を習得したい技術者

■ 内容

- 基礎編と応用編の二つの実習に分け、基礎知識と実践スキルを教える。

基礎編／応用編	日程	座学/実習	課目名	備考
基礎編	第一日目	座学	「モデルベース設計とは」 「モデルベース設計に必要な事前知識」 「コントローラとプラント」	
	第二日目	実習	「モータモデルの設計・検証実習」	シミュレータを使ってモデルを設計・検証
応用編	第一日目	座学	「制御システムモデリングのための基礎」 「回転系実験機の紹介と設計」	
		実習	「モータモデルの設計・検証実習」	MILSを使ってモデルを設計・検証
	第二日目	実習	「モータモデルの設計・検証実習」	HILSや実機を使ってモデルを設計・検証
		座学	「現代制御の基礎知識」 「現代制御とモデリング」	

■ この授業を受けて得られる知識

- モデルベース開発に必要な事前知識
- モデルベース開発の基礎知識
- モデルベース開発による制御設計の基礎知識

■ 実施日

- 基礎編 2012年 9月24・25日開催
- 応用編 2012年11月 5・ 6日開催

■ 研修風景

- 1チーム4名で実習



Fig. 実習機材

■ スキルテストの結果

□ 基礎編

- 受講前正解率 57%
- 受講後正解率 88%
- 向上率 31%

□ 応用編

- 受講前正解率 47%
- 受講後正解率 91%
- 向上率 44%

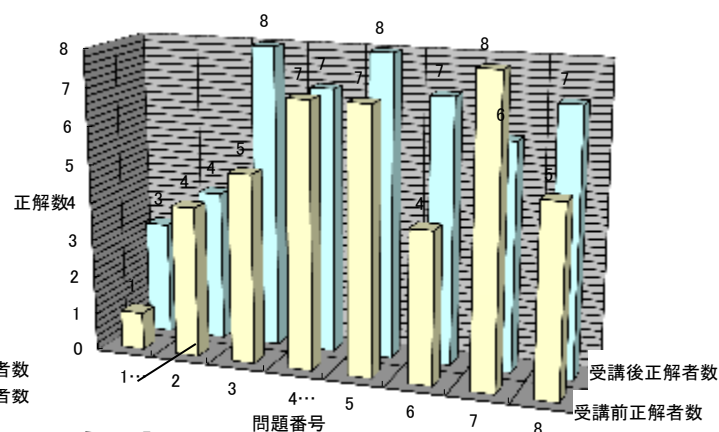
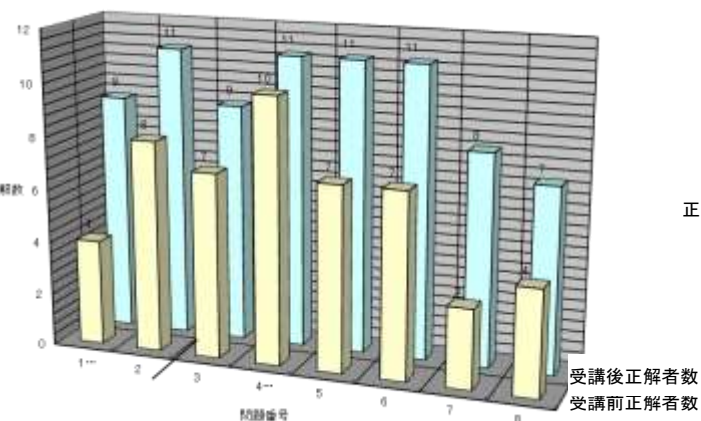


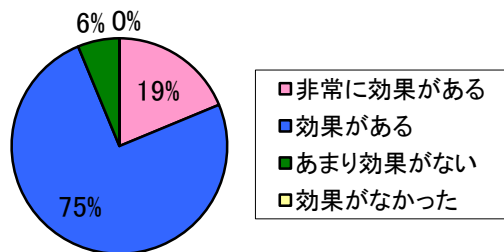
Fig. 問題毎の正解者数



Fig. 会場風景

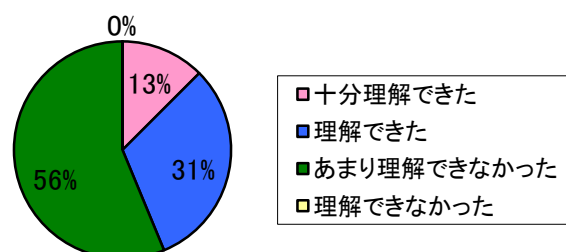
■ アンケート結果 (応用編)

Q1.本研修は効果的内容でしたか？



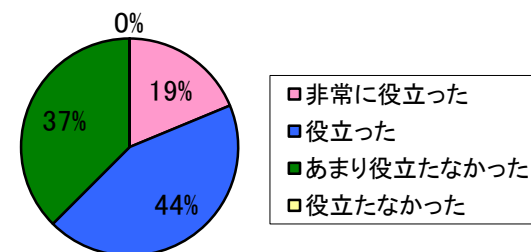
効果的 94%

Q2.本研修は理解しやすい内容でしたか？



理解できた 44%

Q3.教材(テキスト、レジュメ、他)について



教材が役に立つ 63%

代表的なコメント

良かった点	<ul style="list-style-type: none"> モデルベースに関する概要説明はとてもわかりやすいと思う。 開発工程上のメリット(検証との関わり)はわかりやすかった。 何を知らなければいけないのか、認識するのにとても効果的だと感じた。 プラントモデルの要件定義のプロセスが参考になった。 MILS、HILSを使った制御系開発イメージの理解が深まった。 開発工程上のメリット(検証との関わり)はわかりやすかった。 現場におけるモデルベース設計の問題点が浮き彫りになった。
悪かった点	<ul style="list-style-type: none"> モデリング手順に関してもう少し深掘りした内容が必要。 コード自動生成→開発環境の説明が欲しい

■ 研究会会員が実習に望むこと

「製品の開発ストーリーに沿って、順次、各設計ステップのモデルを仕様定義・設計し、モデルを使った検証により製品開発が進む体験ができること、そして、誰でも簡単に開発ストーリー(製品内容や製品技術)を把握できて、実習の主旨であるモデルの作り方に集中できるようにしたい。」

■ SWエンジニアが目指すモデルベース技術者とは

□ 2013年度の教材改定は、モデル設計技術者を育成することを目的とする。

技術者の種類	作業内容	SWエンジニアが主に目指す範囲	本研究会が育成を狙う範囲
制御設計技術者	制御設計をする		
モデル設計技術者	モデルの要求仕様を決める	↑ ↓	↑ ↓
	モデルの使い道(検証仕様)を決める		
モデル実装技術者	モデルの要求仕様に基づいてモデルを開発する		

■ 制御設計の知識をどこまで教える必要があるか？

□ 制御設計は設計事例でありモデルベース設計ではない。必要最低限でよい。

■ モデルの実装技術をどこまで教える必要があるか？

□ ツールの使い方に依存するし、世の中に既にある教育と競合する。必要最低限で良い。

■ 試行教材のリファレンス化

① 教材の改訂（2012年度試行実習結果のフィードバック）

- ターゲットとする受講者の明確化と、教材の改訂

② Power制御などの新分野のリファレンス教材開発

■ 会員による研修の試行実施の支援

- 会員企業の持ち帰り実施を行い、育成に向けての課題を収集して、検証する。
- 研究会の活動にフィードバックを行う。

■ 研修マップの作成

- 受講者、運営者の双方にわかりやすい受講ガイドを目指す

明確にすること	明確化の方針
教育の目的	<ul style="list-style-type: none"> 「なるほど。モデルベースって有効なんだ」と言わせる。
モデルベース技術者育成の狙い	<ul style="list-style-type: none"> SWエンジニアをモデル設計技術者に育成する。 (検証に必要なモデルを定義する人)
何を教えるのか？	<ul style="list-style-type: none"> 研究会のモデルベース開発の5ステップと、各ステップごとの設計手順を教える。 制御設計を習いに来たのではない、と言われない教える方法が必要。 <ul style="list-style-type: none"> ※ モデルベース設計と事例設計(密接だが融合せず違う) <ul style="list-style-type: none"> 事例設計は、例えばその事例の制御設計。 モデルベース設計は、設計手順や構造化設計。 (事例の構造設計とは異なる)
何を制御するのか？	<ul style="list-style-type: none"> 受領した要件と、受領要件に対する検証計画を明確にする。 (実習にて作らせる) モデル開発が必要な部分、ブラックボックスで良い部分、モデルと現実の違い、を明確にする。
各種事例に応用できるモデルの作り方(モデル開発の基礎)	<ul style="list-style-type: none"> 「状態方程式の読み方さえわかれば、モデル屋さん」 →「状態方程式が共通言語」

- 会員企業が持ち帰って自社向けにカスタマイズ、教育の試行実施。
 - 持ち帰り実施を希望する会員企業の実施目的を達成できるような仕組みを検討

- 持ち帰り実施の支援活動
 - 講師養成セミナー
 - 持ち帰り実施するには、教材を使って教える知識とノウハウが必要。
 - ⇒ 先生を見つけるか、教材を教えられるようにスキルを身につける方法を用意する。
 - ルール作り
 - 持ち帰り実施 & カスタマイズに向け、まずは今年度用ルール
 - 育成の促進度合いの測定方法
 - 育成を促進できたかどうか達成度を計る必要がある。ETSSを活用する。
 - 研修マップの作成
 - 受講者、運営者の双方にわかりやすい受講ガイドとなる研修マップを作成
 - 研修マップに、SMA教材や各会員によるカスタマイズ教材を記載
 - SMAのWEBサイトでの公開を目指す

- 育成に向けての課題を収集し、研究会活動にフィードバック

本研究会に参加されることのメリット

- 自社で育成すべき部分と、外部に教育を任せる部分とがわかる。
- 自社で育成する方法がわかる。
- 業界各社と生の情報共有・情報交換ができる
 - 最先端のモデルベース開発の取り組み状況がわかる
 - 最先端のモデルベース技術者育成の取り組み状況がわかる
- 技術者の職種転換やレベルアップの進め方がわかる
- 自社単独では作りきれない教材を共同で開発できる
- 教材を持ち帰って、社内教育や教育事業に活用できる
- 自社のイメージアップになる
 - 人材育成に積極的に取り組んでいる企業
 - モデルベース技術に関する知見の高い企業

研究会会員資格：

SMA会員であり、以下のいずれかに該当していること

- ・ 本活動に関する知見の提供や分担された作業を遂行可能である
- ・ 当部会の主旨に賛同し、積極的に活動に参加できる
- ・ モデルベース開発を導入または、検討している
- ・ モデルベース開発に関する研修を実施または提供しているか、検討している

- モデルベース開発の導入ニーズが高まっている
- ソフトウェア開発人材にモデルベース開発の知識とスキルを身に着けさせるための基礎力育成教材が必要
- SMAでは「モデルベース技術者研修環境研究会」を発足
 - 2012年度の成果
 - 基礎力をつける教育を目指して、試行教材を開発、試行開催
 - 2013年度の目標
 - 本物のモデルベース技術者の育成を目指して、会員による研修の試行実施

ご清聴ありがとうございました

ブース番号 : E-26



<http://www.skill.or.jp/>

SMAへの加入と、研究会参加者を募集しております