

# モデルベース開発の教育事例

株式会社デンソー

ボデー機器事業部 技術企画室 グループリーダー

兵藤 賢仁

## 1. はじめに

我々の事業部では、「利便」、「快適」、「安心」を車両ユーザへ提供する様々な車載電子制御システム製品を開発・設計・量産しています。

今日の自動車は、電子化が進み、車載電子制御ユニットに搭載するソフトウェアも年々規模が増大し、それに伴い組込ソフトウェア技術者も非常に多く必要とされてきています。

その組込ソフトウェア技術者不足に対応するため、毎年新入社員、社外技術員の大量採用をしていますが、このペースの増員は単なる頭数の追加となり、我々が最も重要としている高い品質のソフトウェア開発力が低下するのではと危惧しております。

高い品質のソフトウェア開発には、開発メンバであるソフトウェア技術者一人ひとりのスキルアップとその技術者を束ねるマネージャ層のスキルアップ（マネジメント能力アップ）が必要です。

当社でも、新入社員向けのソフトウェア研修、また、中堅社員向けのプロジェクトマネジメント研修などは整備され、各層の技術者が積極的に受講し、スキルアップを図っています。

新入社員においては、新入社員向けのソフトウェア研修が終わった後は、各職場での開発・設計・量産業務を通してのスキルアップ、つまりOJTが中心となっています。

車載システムに搭載するソフトウェアが小規模であった時分では、仕様開発～設計～コーディング～テスト～システム評価の一連の業務も経験できましたが、大規模化した今では、分業化も進んでおり、一通りの業務経験を積むことも難しくなってきました。

さらには、開発期間短縮の要求も高い中、新入社員も配属後は実務に追われ、十分なトレーニングもないままとなっているのが実情だと思います。

そのような状況を何とか打破するため、若手

（2～3年目）育成の研修を企画し、実施しましたので紹介します。

## 2. 若手に求められる研修

研修の多くは、講義（座学）が中心であり、「知識」は十分に得ることが出来るが、その知識を自分のものにして実務に生かせる「スキル」とするには、実際の開発現場での「実践（実習）」が必要です。

新入社員研修後、十分なOJTもないままに開発メンバとして組み込まれた若手技術者は、力づくでソフト開発する技能はそれなりに身に付いてはいますが、高い品質のソフトウェアを効率的に開発する力が不足気味で、この高品質、高効率のソフトウェア開発技術、また即時に実務に生かせる技術を習得させられる研修が必須です。

その技術習得のためには、数日間の単発研修ではなく、ある程度時間を費やした長期間の研修が必要となります。

しかし、既に開発メンバとして戦力となりつつある若手技術者を長期間拘束しての研修も現実的ではないため、拘束する時間は最小限とし、かつ仕事と両立できる研修日程、時間割を考える必要があります。

こんな研修を検討しているとき、キャッツ（株）よりZIPCを用いた若手技術者向け研修の提案がありました。入社後、実務経験1～2年の組込みソフトウェア技術者を対象とした研修です。昨年9月より16名1クラスで実施することになりました。

## 3. 研修の内容と特徴

本研修では、「リモコンカー開発」を演習テーマとして、模型の車に搭載されたマイコンボードに組込むソフトウェアをモデルベースで開発します。図1はこの教材のリモコンカーです。

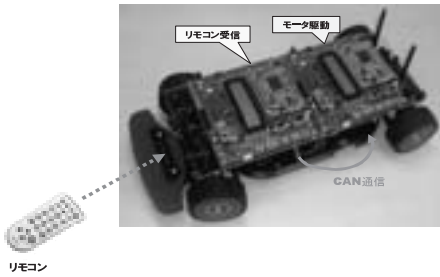


図1 演習教材のリモコンカー

模型の車は市販されているラジコンカーを本研修用に改造したもので、搭載するマイコンボードは、キャッツ（株）が組み込み研修用に開発したオリジナルボードです。図2にそのブロック図を示します。組み込みソフトウェアの研修に必要な基本機能をすべて備えています。

本研修ではリモコンカーにこのボードを2枚搭載します。1枚目のボードは、リモコン受信制御を行い、2枚目のボードは車のモータ制御を行う事とし、2枚のボード間をCANで通信するようにして、通信の基礎も学べるようにしています。

演習の初めに簡単な要求仕様が提示され、その後システム仕様書の作成から、設計、コード作成、実装、テストまで、開発ステップを順々に実施して実開発と同じ開発プロセスを模擬的に経験する、プロジェクト型演習です。開発ステップの各節目では、講師を交えたレビュー会を実施し、講師の許可がなければ次の開発プロセスには進めない関所を設け、上流工程をきちんと設計する事の重要性を体験します。

また実開発に近いように、演習は4人のチームで行いますが、開発分担は最初は行わず、レビュー会の前に、各自が作成したものを持ち寄り、良いところ取りして集約するやり方で、分担外のところが学べないという、チーム作業の欠点が出ないように工夫しています。

モデルベース開発では、様々なモデリング方法がありますが、この演習ではその代表例として、状態遷移表設計手法による事とし、更にこの手法による設計を支援するケースツールとしてZIPCを使って、効果的なツール活用が出来る事を学びます。特にZIPCのシミュレーション機能を使い、コード作成の前にモデル(状態遷移表)を使いテストして、問題点を発見

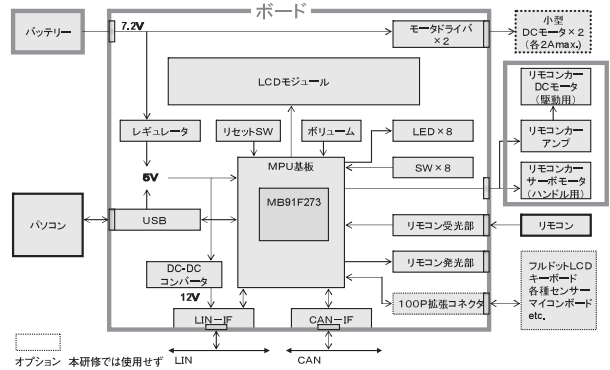


図2 キャッツ教材用マイコンボードと周辺教材

する手法、そして状態遷移表がきちんと完成したらコード作成は、ツールに任せて自動生成できる便利さを実感できます。

演習に入る前に、「組み込みソフトウェア開発プロセス」、「マイコンボードへのプログラム実装方法」、「状態遷移表設計手法」、「ZIPC機能・操作説明」等の演習に必要な基礎知識習得のための講義を行います。ポイントのみの講義とし、後はマニュアルを見ながら自分で悩みながら問題を解決し、開発を進めてゆくスタイルの演習中心の研修です。

講義や演習のカリキュラム概要は図3に示します。また日程割を図4に示します。

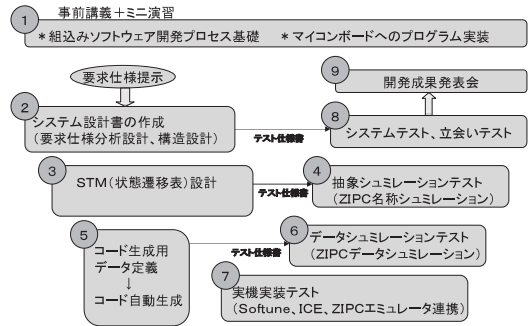


図3 カリキュラム概要

1日=7H(目安)		
カリキュラム	日数	進め方
① * 組み込みソフトウェア開発プロセス基礎 マイコンボードへのプログラム実装	1日	講義→ミニ演習
② システム設計書の作成	1日	講義→チーム作業
③ STM(状態遷移表)設計	2日	講義→個人作業→チーム集約 →レビュー
④ STM抽象シミュレーション		
⑤ コード生成用データ定義	2日	講義→個人作業→チーム集約
⑥ STMデータシミュレーション		
⑦ 実機実装テスト	2.5日	講義→チーム作業→立会いテスト
⑧ システムテスト、立会いテスト		
⑨ 開発まとめ・成果発表会	1.5日	チーム作業→個人作業→チーム発表
合計	10日	

図4 カリキュラム日程

以上説明した本研修の特徴をまとめると、次のようになります。

- ① Z I P C (CASEツール) を活用した状態遷移表設計により、高品質・高効率なモデルベース開発を学び、体験できます。
- ② 講義はポイントのみとし、自ら悩みながらプロジェクト型の演習を進めることにより、「知識」の習得のみでなく「実践スキル」を習得できます。
- ③ 開発工程の節目ごとに、レビュー会を実施し、講師がそこまでの開発工程が検討不十分と判断した場合、先の工程に進むことが出来ず、上流工程に徹底的に時間をかけることとし、結果的に後戻りのない効率的な開発となるところを実感させます。

#### 4. 運営上の工夫

成果が上がる研修を実施するためには、良いカリキュラム、カリキュラムに合った適切な講師が大切なのは言うまでもありませんが、さらに、次の2つの条件が重要であり、これが不十分だと結果的に効果ある研修にはなりません。

- ① 研修の企画側が想定する研修受講者の現状スキル、到達目標スキルと、受講者の現状スキル、求めるスキルがマッチングしている事。
- ② 研修開始から終了まで、研修を進め学ぶ気持ちについて高いモチベーションを維持できる事。

このため本研修では募集から研修開始～終了まで、次のような配慮と工夫を行いました。

#### 募集についての工夫

- 受講対象者の現状スキル、到達目標スキルについて案内資料に明確に基準を記しました。(基準はE T S Sガイドラインを使いました)
- 研修内容や進め方について、出来るだけ詳しく案内資料に記しました。
- 応募するか否かは、本人の自由意志に任せ、強制(事実上強制を含む)はしないように徹底しました。

#### 仕事との両立性に対する工夫

- 業務時間への影響を極力避けるため、毎週1回の間隔で、残業時間(3.5時間)を原則に、最初の2回と毎月初め、および最後の成果発

表会の日は昼間(7時間)の設定として、合計10日分(約70時間)の研修を3ヶ月かけて実施しました。

#### モチベーション維持のための工夫

- 毎回日報を書き、講師、研修運営者、および職場上司に提出させ、関係者が研修の進み具合に常に関心を払い、問題があればすぐに対応が取れるようにしました。日報のフォーマットを図5に示します。

2007年度「組み込みソフトウェアモデルベース開発実践研修」			
<研修日誌・報告書>		研修日の次の日までに出す	
研修日付	所属	氏名	カリキュラム
<input type="checkbox"/> 昼間研修 <input checked="" type="checkbox"/> 夜間研修 <研修形態> <研修項目> <宿題予定>			
<学習した事> 理解度 % 研修の進捗 <input type="checkbox"/> 速すぎる <input type="checkbox"/> やや速い <input type="checkbox"/> 丁度良い <input type="checkbox"/> やや遅い <input type="checkbox"/> 遅すぎる 新しく学び、理解できた事 1. 2. 3.			
<問題点と対策> 十分理解できなかった事 1. 2. 3.			
自らの取組上の反省と対策 1. 2. 3.			
講師への質問 1. 2. 3.			
研修の進め方への提案、要望書 1. 2. 3.			
<所感> 1. 2. 3.			
<講師・指導員からのコメント> 1. 2. 3.			

図5 日報フォーマット

肝心な事は、研修生に書かせたまま一方通行にならないよう、講師は質問に対し回答を返し、研修運営者は教室環境の不具合等の申し出にすぐ反応する、さらに上司は仕事との両立等に配慮した反応をする等、日報をきっかけに双方向コミュニケーションを行い、研修生の孤立感をなくすように努めました。

- 研修期間中2回、研修生と運営者、職場上司による懇親会を実施しました。こんな事も、研修生のモチベーション維持には役立つことになりました。

## 5. 研修中の受講生の様子

いよいよ研修が始まりました。図6は研修中の受講生の様子を撮った写真です。以下に研修の経過と途中の受講生の取組みの様子について、開発ステップ順に述べます。

### システム設計書作成までの工程

演習テーマの要求仕様と条件は図7の通りです。この要求仕様とハードウェアの条件を噛み砕き、先ず分析設計と構造化設計を行ってシステム仕様書を作成するまでの工程を実施し、最初のレビュー会でここまでの工程の節目としました。

要求仕様はシンプルなものですが、シンプルであるほど自由度があり、いざシステム仕様書としてまとめるとなると、悩んでしまう事が多かったようです。リモコンに操作キーをどのように割り当てたら良いかを考えるまでは楽しい作業だが、ハードウェアの制約条件を頭に入れた上、ソフトウェア構造をどうするか、またそれを他人にも分かるように書くにはどうしたものか悩む人が多かったようです。

そもそも仕事の中で、このような「システム設計書」というソフトウェア開発工程の最初のステップを経験することが初めての受講生が多く、ねらい通り良い経験ができた様子でした。

また先ず個人で作業を行い、チームでまとめからレビューをするという進め方をしたため、いざチームまとめの段階で、悩んで作った自分のシステム仕様書とチームの他のものを比べ、その違いに驚いたようでした。



図6 研修風景

そして人は様々な考え方をするものだと実感し、チームで作業する場合、それを前提にコミュニケーションを常に取って行かないと、チームプレイは成り立たない事を理解した様子でした。

#### 【要求仕様】

リモコンの操作による車の制御ソフトウェアを開発する。

(操作ボタンの割当ては各グループで決め、操作性を競う)

1. 駆動モータによる車の前進、停止、後退および速度制御を行う。
2. ステアリングサーボによる車の方向制御を行う。
3. 液晶表示器はリモコンやCANの通信状況表示に使用する。
4. 上記基本仕様に加え、オプションとして商品としての「楽しさ」機能を追加する。

#### 【条件】

1. マイコンボード2枚を使用し、1枚でリモコン信号を受信し、CANで2枚目に伝え、2枚目で車の各モータ制御を行う。
2. リモコン信号、駆動モータ、ステアリングの仕様は各仕様書を参照する。
3. モータ制御およびリモコン受信モジュールは状態遷移表をZIPCを用いて設計し、自動コード生成して作成する。

図7 要求仕様と設計条件

<受講生日報より>

- リモコンカーの仕様作りをしたことによって、それほど複雑ではないのにハードの制約などいろいろと問題があったり、漏れ抜けなく、誰もが誤解のないように書いたりすることの難しさがよくわかりました。
- ソフトウェア構造について、自分の中で『こうすればいいのだろう』といったように固定的な考えで作成していましたが、模範解答例や他の受講生の回答をみて、柔軟な考え方が欠けていたことに気づきました。
- メンバで仕様を統一させることは容易ではないが、他の人から思いがけない意見を聞くことができ、個人作業にない仕様作成の楽しさが得られました。

### 状態遷移表設計工程

システム設計書が完成すると、状態遷移表設計と状態遷移表のシミュレーションの工程に入りました。今回の研修ではここに多くの時間をかけ、その後のコード作成・テスト工程からの後戻りが極力少なくなるよう計画しました。これこそがモデルベース開発の最大の特徴・利点です。

<受講生日報より>

- 状態遷移表でシミュレーションする事により、作成したソフトウェア設計書でメンバの認識

が曖昧だった箇所を明確にする事ができました。

- 個人作業で作成した設計書は無駄なイベント、状態が多かったため、より見やすくまとまった設計書の作成に努めたいと思います。
- 状態遷移図で十分表せていると感じる設計でも状態遷移表に表してみると、意外に漏れ抜けがあり明確になっていない部分が多いことを感じました。

### 実機実装テスト、システムテスト工程

結果的には全チームとも完成させる事が出来ました。日程的にかなりきつい状況を経験することになりました。研修企画側としても発表会までに完成するかが心配になり、研修時間を延長することも議論しましたが、もし完成しなくてもそれはそれで貴重な失敗体験が出来ることとなり、その反省が今後の実業務に役立つと判断し、あえて予定通りの時間で終了することとしました。

受講者にとっても研修とはいえ相当なプレッシャーになったようで、終盤は真剣勝負の取組みとなり、完成したときは正にモノづくり技術者の醍醐味を感じ、生涯忘れない感動を味わったようでした。

<受講生日報より>

- 普段の仕事では直接関わることがないマイコンのレジスタ設定等を悩みながら理解できた。ただし、まだモータも動いておらず、残り少ない時間で設計通りに動かせるのが不安です。
- CANの実装、リモコンカーの微調整を考慮すると、時間が足りないと思われる。さらにデモ・発表会に向けての準備にも時間が掛かりそうで何か対策案を考えなければならないです。
- モータ制御とCAN通信で分担して作業を進めていったが、時間内に終了させることができなかった。CANの通信が出来ていることは確認したが、正しい情報が送られているかは確認できていない。また、モータ制御で正しくパルスが出ているかについても確認できない、困りました。

## 6. 研修の成果と反省

研修終了後、受講生にアンケートをとりました。研修の進め方、内容、および各自にとっての取組みと成果について聞いてみました。4～5択形式ではまる項目にチェックしてもらった結果が図8です。概ね研修企画時の目標・ねらいに近い結果で、研修は成功といえると思いますが、一部反省点（今後改善すべき点）が見られます。このチェック形式のアンケート各項目別に、自由記述で出来るだけ率直な意見も記入してもらおうようにしました。

アンケート自由記述内容も含め、総合的に本研修をどう評価するか、講師をはじめ本研修の企画・運営に携わったデンスー、キャッツそれぞれのメンバが集まり、反省会を実施して、以下のような結論に至りました。

### 良かった事

- ①演習中心で自ら悩み解決する研修スタイルで、当初目論見の「真のスキルアップ」に役立った事。
- ②演習テーマのリモコンカー開発の楽しさは、研修モチベーション上良い内容で、最後に完成したときは、正にモノづくり技術者の達成感を味わえた事。
- ③上流工程を大切にしたモデルベース開発が、結果的に手戻りのない効率開発につながる事は十分実感できたと思う。またZIPCを使った状態遷移表設計で、シミュレーションテストの有効性等、上手な使い方をすると大きな効果がある事を体験できた事。
- ④プロジェクト型演習スタイルで、日ごろ接触のない他部署の人とチームを組めた事の意義が大きかった事。

### 反省する事・・・今後の改善事項

- ①後半演習時間が足りず、ぎりぎりとなりしまい、予定していたICEの説明やZIPCとSOFTUNE（ターゲットデバッグ）が連携したエミュレーションの説明時間が十分取れなかった事。

・・・マイコンの設定等、慣れてない研修生が予想外に多く時間をとったようで、このあたりについて、説明とマニュアルを充実したい。その他にも演習を進める上でヒントとな

進め方	Q1-1. 研修内容に対するトータル研修時間	
	<input type="checkbox"/> 短すぎる	
	<input type="checkbox"/> やや短い	***
	<input type="checkbox"/> 丁度良い	*****
	<input type="checkbox"/> やや長い	*****
	<input type="checkbox"/> 長すぎる	*
	Q1-2. 研修日程・時間の設定について	
	どのような日程・時間設定が良いですか	
	<input type="checkbox"/> 今回の設定	***
	<input type="checkbox"/> 週1 回夜間のみ×20週	**
	<input type="checkbox"/> 週1 回昼間のみ×10週	*****
	<input type="checkbox"/> 週1 回土曜日昼間×10週	*
	<input type="checkbox"/> その他意見	***
	Q1-3 宿題を前提とした、今回のカリキュラムについて	
	<input type="checkbox"/> もっと多く	
	<input type="checkbox"/> 丁度良い	**
	<input type="checkbox"/> もっと少なく	*****
	<input type="checkbox"/> 宿題なしが良い	*****
	Q1-4. 個人作業からチームで集約する方法について	
	<input type="checkbox"/> 最後まで個人作業が良い	*
<input type="checkbox"/> 今回のやり方が良い	*****	
<input type="checkbox"/> 最初からチーム役割分担	***	
Q1-5. 講義はポイントのみ、自ら悩み解決する研修について		
<input type="checkbox"/> 講義時間の割合が少ない	*****	
<input type="checkbox"/> 今回のやり方が良い	*****	
<input type="checkbox"/> 講義時間もっと短く	**	
<input type="checkbox"/> 講義は不要		
内容	Q2-1. 実習の内容や教材は如何でしたか	
	<input type="checkbox"/> 非常に良い	****
	<input type="checkbox"/> 良い	*****
	<input type="checkbox"/> 普通	*****
	<input type="checkbox"/> やや悪い	*
	<input type="checkbox"/> 悪い	
	Q2-2. レビュー会は如何でしたか	
	<input type="checkbox"/> 非常に良い	*
	<input type="checkbox"/> 良い	*****
	<input type="checkbox"/> 普通	**
	<input type="checkbox"/> やや悪い	*****
	<input type="checkbox"/> 悪い	**
	Q2-3. 研修の難易度は如何でしたか	
	<input type="checkbox"/> 難しい	
	<input type="checkbox"/> やや難しい	****
	<input type="checkbox"/> 丁度良い	*****
	<input type="checkbox"/> やや易しい	*
	<input type="checkbox"/> 易すぎる	*
	Q2-4. 講師は如何でしたか	
	<input type="checkbox"/> 非常に良い	**
<input type="checkbox"/> 良い	*****	
<input type="checkbox"/> 普通	*****	
<input type="checkbox"/> やや悪い	*	
<input type="checkbox"/> 悪い	*	
あなたにとって	Q3-1. 業務との両立に苦労しましたか	
	<input type="checkbox"/> 非常に苦労した	*****
	<input type="checkbox"/> やや苦労した	*****
	<input type="checkbox"/> この程度なら問題ない	*
	Q3-2. あなたの取組み方について	
	<input type="checkbox"/> とても熱心であった	
	<input type="checkbox"/> 熱心であった	*****
	<input type="checkbox"/> 普通	*****
	<input type="checkbox"/> 余りやる気がなかった	*
	<input type="checkbox"/> 余りやる気がなかった	
	Q3-3. スキルアップに役立ちましたか	
	<input type="checkbox"/> 大変役立った	*
	<input type="checkbox"/> 役立った	*****
	<input type="checkbox"/> 少し役立った	***
	<input type="checkbox"/> 余り役立たなかった	
	<input type="checkbox"/> ほとんど役立たなかった	
	Q3-4. 一番印象に残った事は何ですか	
	<input type="checkbox"/> リモコンカー完成の喜び	*****
	<input type="checkbox"/> STM設計のメリット	****
	<input type="checkbox"/> その他	*
Q3-5. 総合的な満足度、総合意見		
<input type="checkbox"/> 非常に満足	*	
<input type="checkbox"/> 満足	*****	
<input type="checkbox"/> 普通	**	
<input type="checkbox"/> 不満	*	
<input type="checkbox"/> 非常に不満		

る関連資料をもっと多く準備し、自ら悩み解決する時間を短縮できるようにして行きたいと思います。

②週1回残業時間（3.5時間）中心の細切れ研修設定で、3ヶ月の長丁場となり途中で中だるみ感があった事。

・・・アンケート結果から見ると、週1回1昼間（7時間）研修とし、2ヶ月位で終了とするのが、仕事との両立という観点で頃合がよさそうです。

（研修の日は、逆に仕事を残業時に回す）

③チーム内議論の時間が少なく、チーム集約がスムーズ行かなかった事があった。

・・・チーム内議論の時間を多く取れるよう時間割を組む事と、議論の進め方について、もう少し説明・指導を加えて行きたいと思います。

この成果と反省を踏まえ、次回の若手技術者向けの研修では更に磨きをかけ、高品質・高効率のソフトウェア開発力を備えた技術者を育成していきたいと思います。

## ご存知ですか？ EHSTM/ZIPC 豆知識

ZIPCで作成したドキュメントを参照できるビューアがあると聞きましたが、教えてください。

弊社Webページよりビューアのダウンロードが可能です。ビューアの名称は「ZIPC Reader」です。下記のページで必要情報を入力してダウンロードしてください。  
<http://www.zipc.com/support/download/index.html>

なお、「ZIPC Reader」は、ZIPC製品版をお持ちでないお客様がZIPCで作成されたプロジェクトや設計書を閲覧することを目的としており、プロジェクトの新規作成、構成の変更、設計書の新規作成、修正、保存を行うことは出来ません。また、シミュレータ、ジェネレータ等の各ツール機能も使用することは出来ません。

図8 アンケート結果