ソフトウェア技術者エントリ層に対する 職能教育コースの設計と実装

An Occupational Ability Development Program for Entry-level Software Engineers

藤岡 卓^{※1}
Taku FUJIOKA

田村 直樹^{※1}
Naoki TAMURA

中島 毅^{※2}
Tsuyoshi NAKAJIMA

久野 倫義^{※2}
Noriyoshi KUNO

真野 哲也^{※3}
Tetsuya MANO

Quality of software products deeply depends on the skills of individual software engineers. To assure that the engineers have a certain level of skills, organizational and systematic training programs are needed in addition to OJTs and self-development activities. We have developed an occupational ability development program called software engineers entry-level discipline course, to which any software engineer employed for between two and five years by Mitsubishi Electric group companies is required to apply. The group companies, which have various business processes, share a system to conduct, operate and maintain the unified training course. This paper describes our approach to the design and operation of this course.

Keywords : Engineering Education, In-house Education, Software Education

キーワード：工学教育，企業教育，ソフトウェア教育

1. はじめに

近年、システムの開発はソフトウェアに重点が移り、その高度化・複雑化がさらに進む状況にある。その中で、ソフトウェア技術者は、応用ドメインの知識、開発言語、OSやネットワークなどの要素技術だけではなく、標準プロセスを正しく遂行し、基本的な技法やツールを使いこなす能力や、開発作業を計画し監視・制御するプロジェクトマネジメントの能力など多種多様な知識とスキルを要求される^{1), 2)}。

従来、開発で必要となるスキルの習得は、職場におけるOJTがその役割を担ってきた。しかし、事業の再編・統合による技術者の流動性の増大、急激な技術革新の進展などにより、ソフトウェア開発の現場では組織立ったOJTが機能しなくなっている³⁾。そのため、技術者の能力不足に起因する品質問題あるいは工程遅延が生じるケースが増え、ソフトウェア開発の現場において極めて深刻な課題となっている⁴⁾。

この課題の解決には、ソフトウェア技術者全員があるレベルの能力を獲得することが求められる。その実

現は、職場環境に依存するOJTや自己啓発だけでは不十分で、組織的かつ系統的な職能教育が必要である³⁾。

組織的かつ系統的な職能教育を目指して、企業グループでソフトウェア技術のスキルマップを共有し、スキル評価やカリキュラム整備等に役立てている事例が報告されている^{5), 6)}。これに対して、三菱電機グループでは、グループ全体の職能教育として、入社2～5年のソフトウェア技術者全員を対象とした「ソフトウェア技術者エントリ層教育コース」を企画・設計した。このアプローチは先の事例とは異なり、企業グループ内における事業形態の異なる組織間で、ソフトウェア技術者全員向け職能教育コースを実施・運用・保守する仕組みを共有する。その期待効果は、ソフトウェア技術者全員が一定の規律とスキルを確実に習得することで、開発時のプロセス品質のバラツキを低減するとともに、事業の統合・拡大に耐え得る技術者の流動性を確保することである。

本論文では、まずソフトウェア技術者エントリ層教育コースの新設に至った背景を述べ、グループ内で合意したコース要件に従って、コースの設計及び実装方法を示す。最後にコースの実施結果に基づく課題をまとめる。

2013年9月25日受付

※1 三菱電機株式会社 人材開発センター

※2 三菱電機株式会社 設計システム技術センター

※3 三菱電機株式会社 生産技術部

2. コース要件の合意

2.1 若手技術者の基礎スキル不足の背景

従来、三菱電機グループでは、ソフトウェア技術者に対する基礎的教育は、入社1年目の研修での情報基礎教育と、職場における指導者によるOJTにより実施してきた。情報基礎教育は、開発言語、OSやネットワークに関する座学や、特定の言語に関するプログラミング実習講座が中心である。設計やテストなど核となる開発技術は、特定の技法に関する座学程度であり、スキル習得は配属された職場でのOJTが主体であった。

しかし、度重なる事業の再編によりOJTを実施する組織の持続性が失われ、また開発規模の急激な増大によって各人の担当範囲が断片化し仕事全体を俯瞰できない傾向もOJTの効果を落とす原因となっている³⁾。そのため、職務遂行上必要なスキルと規律を習得する機会の少ない若手技術者が増えている⁷⁾。

2.2 リーダ層育成コースから明確になった課題

三菱電機グループでは、ソフトウェア技術者の次代リーダ層の育成のため、ソフトウェアプロジェクトリーダー育成コース（略称:SPL 育成コース）を開発し、2005年度から実施してきている^{8), 9)}。

2005～2007年に約150名の育成を完了した時点で、受講者の上長に対して受講結果のアンケートをとった（回答86名）。分析の結果、SPL 育成コースはリーダ層を育成する目的をほぼ達成したと評価しているが、リーダ層を支える担当者、すなわち若手技術者層の以下の傾向に強い危機感を持っていることが分かった。

- (1) 品質・生産性に対する意識に問題がある
- (2) 定量データの収集の意義を理解できていない
- (3) 工学的原理・原則を遵守する規律にやや欠ける
- (4) 設計、レビュー、テストに関するごく基礎的な技法の知識やプロセスの実践能力を身に付けていない

SPL 育成コース受講者による自職場の業務改善が、上記のような若手技術者層の傾向により、阻害されている状況が浮き彫りとなった。

2.3 グループ内での教育内容の合意

三菱電機グループには、共通的な技術課題の解決及び標準化を行う場として技術委員会がある。2007年、事業所の改善推進者が集まりソフトウェアプロセス改善に関する課題解決を行う場として、技術委員会の中にEP-WG (Engineering Process Working Group) が設立され、本社スタッフとして、人材開発センター及び設計システム技術センターから筆者らも参加した。

以下グループとしてソフトウェア技術者の職能教育がどうあるべきか、エントリ層教育コースに対する要件についての検討過程及びその結果を示す。

(1) 育成対象層別の育成方針

上記の技術者育成状況とアンケート結果を受け、「ソフトウェア技術者教育のあり方」を検討した。図1は、

図1 ソフトウェア技術者の育成方針（EP-WG案）

ソフトウェア技術者の育成を層別にどのように実施すべきかをまとめたものである。

図1において、従来の課長教育及び新人教育に加え、ソフトウェア技術者を大きく3つの層に分け、それぞれの育成方針を設定した。以下に、各層の育成対象、狙いと位置づけ、及び提供手段について述べる。

(a) リーダ層：開発チームのリーダクラスを育成対象とし、ソフトウェア開発の現場におけるコア人材育成を狙いとする。5～8名の開発チームを指揮・指導できるリーダの育成を目指す選抜教育と位置づける。既存のSPL 育成コースを再構成し教育コースを提供する。

(b) ミドル層：開発担当者クラスを育成対象とし、担当者が高度な情報関連の技術力を身につけることを狙いとする。自立した担当者が、開発業務で実用とされる高度な技術的知識の習得を目指す自己研鑽活動と位置づける。技術講座群を提供する。

(c) エントリ層：入社2～5年目までの担当者を育成対象とし、継続的改善を風土として構築するための人づくり・土台作りを狙いとする。ソフトウェア開発に関する体系的な知識と規律、自立した技術者としての改善意識を身につけさせる職能教育と位置付ける。教育コースを提供する。

その上で、(c)に相当する提供手段として、ソフトウェア技術者エントリ層教育コースを新設すること、その目的から三菱電機グループのソフトウェア技術者全員を対象とした職能教育であるべきことを提案した。

(2) 講座群の位置づけの明確化

エントリ層教育コースで、何をどれだけ習得させるかを検討した。ソフトウェア技術者が持つべき技術とスキルを網羅しつつ、各層で教育するスキル範囲をどのように棲み分けるべきかについて、ETSS (Embedded Technology Skill Standards)¹⁰⁾をベースに一部ITSS (Information Technology Skill Standards)¹¹⁾を加えて検討を行った。

ETSSとITSSは、情報処理推進機構がまとめた、ソ

表1 教育コースで教育するスキル範囲

カテゴリ	スキル区分		講座範囲			
	第1階層	第2階層	リーダー	ミドル	エントリ	新人
技術要素	通信、情報処理、マルチメディア、ユーザインタフェース、ストレージ、計測・制御、プラットフォーム			◎		◎
開発技術	ソフトウェア要求分析		◎		○	
	ソフトウェア方式設計				◎	
	ソフトウェア詳細設計				◎	○
	ソフトウェアコード作成とテスト				◎	○
	ソフトウェア結合				◎	○
	ソフトウェア適格性確認テスト				○	
管理技術	プロジェクトマネジメント	タイム・コスト・品質マネジメント	◎			
		個人			◎	
	開発プロセスマネジメント	統合・スコープ・組織・調達・リスク・コミュニケーションマネジメント	◎			
パーソナルスキル (ITSSより)	コミュニケーション	開発プロセス設定	◎		○	
		知財、開発環境、構成、変更管理	◎			
	ネゴシエーション		◎		○	
			◎			
リーダーシップ	問題解決		◎			
			◎		○	

ソフトウェア技術者のスキル、キャリアパスや研修コースの定義を含むスキル標準である。ETSSの3つの技術区分に加えてITSSの中から特に重要と判断したパーソナルスキルを加え、ソフトウェア技術者が持つべきスキル全体とした。

表1に2つの教育コースの網羅するスキル範囲を示す。エントリ層は個人として自立した技術者能力の習得が重要であるので、エントリ層教育コースでは、開発技術では要求分析から適格性確認テストまでの全体、管理技術としてはタイム、コスト、品質に関する個人レベルでのマネジメント、パーソナルスキルとしてはコミュニケーションをその範囲とし、開発を一貫して実施できる能力の獲得を目指すこととした。一方、リーダー層育成コースは、チームを技術と管理の両面でリードする能力獲得のため、管理技術とパーソナルスキルに重きをおきつつ、開発技術の中で、開発の入口と出口である、要求分析と適格性確認テストを押さえるものと位置づけた。

2つのコースの受講でソフトウェア技術者として欠落のない状態になるように、開発技術、管理技術、パーソナルスキルの第2階層を網羅することに配慮した。

(3) エントリ層教育コースに対する要件

表2は、EP-WGにて定義したエントリ層教育コースに対する要件である。(a) 品質の重要性の理解、(b)

表2 エントリ層教育コースの要件

狙い	品質の重要性を理解し、プロセス改善を是と考へ、ソフトウェア開発の実務を行う上での規律と基礎スキルを身に付けた個人を育成する
対象者	入社2年目～5年目までの担当者(指導が必要なレベル):ソフトウェア技術者全員
必要スキル	開発技術(ソフトウェア要求分析～ソフトウェア適格性確認テスト) パーソナルスキル(特に、問題解決力、コミュニケーション)
到達レベル	・自己のプロセスの実績を測定し、見積もり、改善を実施できる ・一連のプロセスを、基本的手法を使用して実践できる ・品質を計画し、監視、制御することができる
運用上の要求	・定期/出前/自主開催を選択できる ・自主開催では教材のカスタマイズを許す
講師	教育のプロであることが望ましい、自主講座のため講師養成が必要
講座のタイプ	講義型(集合) + 実習型(プロジェクト型)
重要ポイント	・心一技(法)一徳(験)の構成であること * 品質の心: 品質の定義(顧客満足、ISO/IEC9126)、レビューとテストWHY・WHAT * 設計の心: ドキュメントの重要性、よい設計・悪い設計、定石、OO、構造化設計 * 一連のプロセスに沿った実習(技法利用) * 生産性と品質の計測→自己改善

プロセス改善を是とするマインド、(c) 規律と基礎スキルの習得を狙いとしている。

また、事業所や関係会社の事情や育成ニーズに合わせた実施形態として、定期的な提供(定期)、要請に応えた提供(出前)、自主的なコース運営(自主)が可能であり、自主では教材のカスタマイズを許すものであってほしいとの要望も要件に加えた。

3. コースの設計

EP-WGの検討結果を受け、人材開発センターと設計システム技術センターは、エントリ層教育コースの要件を満たすコースを設計した。以下に解決すべき課題と解決策としてのコース設計内容について述べる。

3.1 技術者としての規律と品質意識の獲得

開発プロジェクトでは、定量的管理を目的に、ソフトウェア開発担当者にデータ収集を求める場合がある。しかしデータ収集への理解と実施の習慣が担当者にならないため、収集データに抜けやばらつきが生じやすくなる。これは、SPL育成コース受講者が自組織で改善を推進する際に感じる困難の主な原因の一つである。

この現状を打破するには、担当者にプロとしての規律を持ってもらう必要がある。つまり、決められたプロセスに従い、個人の作業品質と生産性を意識し、その向上のための技術導入と洗練化を実践し、結果を評価しさらなる改善を考えるPDCAを回す、それらを当たり前にできることである。

この要求を満たすために、PSP(Personal Software Process)¹²⁾の内容をコースに採り入れることとした。PSPは、ソフトウェア技術者が個人として優れた仕事を行うための規範であり、ソフトウェア開発の品質と生産性を見積り方法と計画立案方法を提供し、計画と比較しながら実績を追跡し作業を改善する方法である。我々は、組込みシステム産業振興機構のパーソナルソフト開発作法初級者研修¹³⁾をコースの最初に導入した。図2に示すように、パーソナルソフト開発作法初級者研修は、時間管理と品質管理の2つのテーマについて実務でのプロセス改善を扱う講座である。

PSPをコースの冒頭に持ってくることによって、個

図2 パーソナルソフト開発作法初級者研修の構成

表4 講師養成講座の構成

講座構成		テーマ	内容
パーソナルソフト開発作法指導者養成講座	第1日	パーソナルソフト開発作法	「パーソナルソフト開発作法 初級者研修講座」と同等内容を受講
	第2日		
	第3日		疑問点解消および指導ポイント共有
開発プロセス実践講師養成講座	第1日	設計技法	要求分析, 方式設計指導方法, ロールプレイング
	第2日	実装技法	詳細設計, コーディング指導方法, ロールプレイング
	第3日	テスト技法・総合演習	テスト技法および総合演習指導方法, ロールプレイング

格要件を満足していることを人材開発センターが認定する。資格要件は以下からなる。

- (1) 開発の経験
- (2) 講師の経験
- (3) 講師養成講座の受講

(1), (2)については事業所あるいは関係会社の推薦という形をとる。(3)は、講師認定の必須要件とした。

講師養成講座は、全5回延べ14日間の講座に対して6日間で行う(表4)。

前半の3日間は組込みシステム産業振興機構の提供する「パーソナルソフト開発作法 指導者養成講座」である。この前後に本コース独自のコンテンツを加えて第1回(基礎)講座の講師資格を得ることができる。

後半3日間はすべて本コース独自のもので、第2～5回講座の講師資格を得ることができる。講師候補者は事前に配布された教材を基に、コース受講者と同じ課題を実施し、質問事項を整理して講座に臨む。講座では、教材開発者による講義のポイントの解説、事前の質問への応答、講師候補者によるロールプレイング、講師経験者による模擬講義などを行い、最後にコース受講者と同じ修了テストを受験して修了となる。

4.4 コース認定

関係会社の中には、既に同様の教育コースを持つところも多い。これを本コースで完全に置き換えてしまうことは困難である。そのため、同様の教育効果を持つコースであるなら、その受講によって本コースの修了と同等であると認める仕組みも構築した。

認定を受けたいコースがあった場合には、そのコースが本コースのシラバスに対して不足がないことを人材開発センターが確認する。具体的には以下の項目を判断する。

- (1) 教育項目の抜けがないこと
- (2) 教育項目に対する習得レベルが十分であること
- (3) 実習の時間が適切にとられていること
- (4) 講師資格認定を受けた者が運営に加わること

4.5 コースの保守

本コースの内容は、技術の進歩への追従、グループ

内の開発技術に関する標準化動向、受講者や講師からのフィードバックを受けて改善していく必要がある。特に自主開催講座を行う事業所あるいは関係会社は教材を独自に変更し利用している場合が多い。そのため、シラバスと教材の保守は注意深く行う必要がある。

コースの保守を一年毎のサイクルで以下のように実施している。

- (1) 講座を運営する人材開発センターが受講者及び講師のフィードバックを把握する。
- (2) プロセス標準化及び技法・ツール支援を担当する設計システム技術センターが開発技術に関する技術動向及びグループ内の標準化動向を把握する。
- (3) 年初に両センターが協議し改善項目を決定する。
- (4) 改善項目に関して、設計システム技術センターが教材の修正を行う。改善内容を盛り込んだ講座実施を担当することで改善効果を評価する。
- (5) 人材開発センターが、教材の管理、変更の関係者への通知・配布を担当する。

5. コースの実施状況

5.1 コースの実施実績

本コースは、2009年度にまず定期開催講座を開始し、2010年度からは講師養成講座を実施し、累計60名の講師を養成した。これらの講師が中心となり、2011年度からは各事業所、関係会社での本コースの自主的な開催が拡大している。2012年には、5事業所と4関係会社で自主開催講座が開催された。

こうした自主開催講座の拡がりを支援するため、2011年度には、事業所と関係会社の人事研修部門を対象とした運営の手引きや教材配布用のWEBサイトを整備した。これらの活動によって、2012年度末時点で、定期開催講座と合わせて300名／年以上を育成できる体制を確立することができた。これはエントリー層育成を将来にわたり持続的に実施するのに十分な育成能力である。

自主開催講座に向けて実施した講師育成講座はその狙いとは別の良い影響を与えつつある。事業所や関係会社の講師候補者は、組織プロセス改善を推進する部門に所属するケースが多く、ソフトウェア開発技術を体系的に教える経験により、企業グループで目指すべき姿をより深く理解できるようになってきている。組織プロセス改善を推進する上でも、よい人材育成の機会となっていると考える。

5.2 コースの評価

受講者へのアンケート調査から、2.3(3)に示したコースの狙いに対する効果を評価する。

コース受講により到達を目指した3つの項目について、受講前後で自身がどう変わったのかを評価しても

図4 受講者自身による目標達成度評価

らった。図4は、2012年度に実施した定期開催講座の受講者35名から回答を得た結果である。3項目いずれも、職務の中で「全く実施していない」人はいなくなり、50%以上が「概ね実施している」以上になったことから、コースの目的を概ね達成できたと評価している。

6. 課題

6.1 講座の質の維持

従来、品質や遵法などの全員教育はe-learningの形で提供されているものが多く、本コースのように異なる講師が標準的なテキストと指導方法に基づいて行う講義・実習形式の講座は他に報告例がほとんどない。異なる組織で共通に利用するコースでは、各組織の要求からカスタマイズが必要となり、講座の質の維持が課題である。

顧客との関係や事業の違いなどから、三菱電機グループ内でもプロセスの名称やドキュメントの構成などに幅広いバリエーションが存在する。自主開催講座を実施する上では、標準教材にある標準的な用語と自部門で使われている用語との読み替えが必要となる。特にソフトウェア開発を専門とする関係会社では、既に同等レベルの社内教育があり標準教材を強制するのは現実的ではない場合があるため、シラバスレベルでの適合性をもってコース認定を行うアプローチを採っているが、目的とする達成レベルの保証までは確実にできていないのが現状である。

6.2 施策の確実な実施

全員教育を確実にかつ速やかに実施することが求められる。そのためには、講座実施形態の多角化と講師の拡大だけでは十分でなく、トップダウンな方針展開とフォローが必要である。2011年度からは三菱電機グループのソフトウェア改善活動推進を取りまとめる本社生産技術部が主導して、「エントリ層教育年度実施計

画書」に基づいた計画の策定、実績の把握とフォローを行っている。対象組織毎に育成対象者数の推移を把握して、自主・出前・定期的いずれの形態によってこれを育成していくかを計画し、確実な実施ができるように、有効な指導と支援を確立・継続していくことが課題である。

7. おわりに

本論文では、三菱電機グループ内において事業形態の異なる組織間で、ソフトウェア技術者全員向け職能教育講座を実施・運用・保守する仕組みを共有した経験とその実施結果について報告した。本アプローチによって示した、職能教育講座の仕組みを共有する上での課題及びその課題解決手段は、今後の講座開発にも活用していきたい。

次の機会には、コース受講者の実績データ等の分析からコース改善の取組みについて報告する予定である。

参考文献

- 1) IT人材白書2011 未来指向の波を作れ～今、求められる人材イノベーション～ 独立行政法人 情報処理推進機構, 2011
- 2) 阿草清滋, 西 康晴, 澤田篤史, 鷺崎弘宜: ソフトウェアエンジニアリング領域(J07-SE), 情報処理, 49-7, pp.743-749, 2008
- 3) 野依正晴: 企業内技術者教育の動向と課題, 工学教育, 50-4, pp.99-104, 2002
- 4) 吉野良成: システム構築プロジェクトの現状と課題, UNISYS TECHNOLOGY REVIEW, 93-8, pp.3-15, 2007
- 5) 原嶋秀次, 及川大造, 仁平裕之: ソフトウェア技術者教育, 東芝レビュー, 61-1, pp.40-43, 2006
- 6) 小泉 忍, 鍵政豊彦, 川口 進, 菊池 淳: 日立グループシナジーを生かした組込みシステム開発力強化の取り組み, 日立評論, 91-5, pp.25-29, 2009
- 7) 槇島和紀: 企業の教育現場からの報告-頭がいいのに「分かる」ことができない新卒たち, 情報処理, 52-3, pp.361-364, 2011
- 8) 清尾克彦, 村田 裕, 山口義一, 細井真知夫: 三菱電機グループにおけるソフトウェア人材育成の取り組み, 工学教育, 54-5, pp.59-64, 2006
- 9) 村田 裕, 藤岡 卓, 川村 正: ソフトウェアプロジェクトリーダー育成コースによる人材育成とその効果, 工学教育, 59-6, pp.118-123, 2011
- 10) 情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター: 組込みスキル標準 ETSS概説書, 翔泳社, 2009
- 11) 情報処理推進機構: ITスキル標準概説書-人材育成への活用-(V3 2008対応版), 情報処理推進機

構, 2011

- 12) Watts S. Humphrey : Introduction to the Personal Software Process, Addison-Wesley Professional (邦訳「パーソナルソフトウェアプロセス入門」共立出版), 1996
- 13) パナソニック株式会社人材開発カンパニー コーポレート技術研修センター：パーソナルソフト開発作法(PSP)初級者研修 第1.4版, 組込みソフトウェア振興機構, 2013
- 14) ISO/IEC 12207 : 2008 Software Life Cycle Processes
- 15) 情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター：組込みソフトウェア向け開発プロ

セスガイド, 翔泳社, 2007

.....

著 者 紹 介

藤岡 卓

1983年 三菱電機株式会社入社
現 在 人事部人材開発センター
情報ソフトウェア教室
主席技師長
米国カーネギーメロン大学
SEI 認定PSPインストラクタ