

ソフトウェア技術者エントリ層教育コースによる人材育成とその評価



福間 和人^{※1}



田村 直樹^{※2}



藤岡 卓^{※2}

筆者らは三菱電機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、2009 年から実施してきた。

本論文では、開講から 10 年を迎える本コースについて、これまでの取り組みに対する評価と現状の課題を明らかにする。

An Evaluation of Software Engineers Entry-level Discipline Course

Kazuhito Fukuma^{※1}, Naoki Tamura^{※2}, Taku Fujioka^{※2}

We have been providing an occupational ability development program called software engineers entry-level discipline course, to which any software engineers between two and five years after employment by Mitsubishi Electric group companies should apply, since 2009. This paper shows our nine years' operation experiences of this course and evaluates the effectiveness of our approach.

1 はじめに

IoT, AI 等の技術や事業環境が大きくかつスピーディに変化する現代社会において、システムの付加価値を生み出すのはソフトウェアである。情報処理学会誌 2017 年 8 月号 [IPSJ2017] では「ソフトウェアが社会のすべてを定義する時代」と言っている。ソフトウェア技術者の果たす役割はますます重要になってきた。

筆者らは、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、事業環境の変化に耐え得る技術

者の流動性を確保することを期待して、三菱電機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 (SeeD: Software engineers entry-level Discipline course)」を企画・設計 [Fujioka2014] し、2009 年から実施してきた。

コース自体の改善に加えて受講者の上司の巻き込みや修了者による改善事例発表会の実施等によって職場でも認知され、修了者は 2000 名を超えた。一方で、受講後のアンケートから役立ち度は十分高いものの、学んだことを必ずしも継続して実践できていない実態も見えてきた。

※1 三菱電機株式会社 人材開発センター (現在 三菱電機コントロールソフトウェア株式会社)

※2 三菱電機株式会社 人材開発センター

本論文では開講から10年の節目を迎えるにあたってこれまでのコース実績を振り返り、コースの狙いの定着状況からコース改善の事例とともに今後への課題を述べる。第2章ではコースの狙い、構成とこれまでの実施状況を、第3章では継続して実施しているコース改善の取り組みから特徴的な事例を紹介する。第4章では過去の受講者を対象に実施したアンケート結果をもとに、実施効果に対する評価と現状の課題について考察し、第5章では事業環境や技術の変化に対応するための今後の取り組みについて述べる。

2 コースの概要と実施状況

2.1 コースの狙い

システムの大規模化、複雑化による分業化の進展に伴い、一人の技術者がソフトウェア開発全工程を体験する機会が減っている。流用開発、派生開発の増加に伴い、ソフトウェアを一から分析・設計する経験を経ない技術者も増えた。結果的に若手ソフトウェア技術者が、職務に必要なスキルと規律を習得することが難しくなっている。職場環境に依存するOJTや自己啓発を効果的なものにするためにも、組織的に系統的な職能教育を展開するニーズが高まっている。

三菱電機グループでは、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、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「ソフトウェア技術者エントリ層教育コース」を、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として展開している。

コースの到達レベルとしては以下を設定した。

- ① 一連のSWプロセス（SW要求分析～SWテスト）を、基本手法を使用して実施できる。
- ② 品質を計画・監視・制御することができる。
- ③ 自己のプロセスの実績を測定し見積り、改善ができる。

2.2 コースの構成

本コースは表1に示す通り5つの講座から構成される。コースの最初にパーソナルソフトウェアプロセス（PSP）[Humphrey2001][Panasonic2017]を配して若手技術者にプロとしての規律を教え込んだ後、ソフトウェア開発の一連のプロセスを順に学ぶ。各講座間は一ヶ月程度空け、受講者が講座で学んだことを職場に帰って実践できるようにして、反復学習による習慣化を狙っている。

表1 コースの構成

講座	テーマ	期間	講座内容	演習
第1回	基礎	2日	SW開発におけるプロセス品質の重要性と測定/評価 見積り・計画 進捗管理	
第2回	設計技法	3日	要求分析・設計の手順と仕様書作成 要求分析、設計	要求分析 品質測定 分析モデルレビュー
第3回	実装技法	3日	SW詳細設計 コーディング 実装品質の向上	内仕作成～コードレビュー 良/悪コードの評価
第4回	テスト技法	3日	テスト設計技法 単体テスト SW適格性確認テスト	コード、仕様書の不具合検出 不具合報告
第5回	総合演習	3.5日	第1回～第4回の集大成 開発プロセス全体を通した チーム演習	見積り 設計/実装/テスト 評価・分析 成果発表

顧客との関係や事業の背景から、グループ内に存在する用語の差異を吸収するため、開発プロセスとしてソフトウェアライフサイクルプロセス（SLCP-JCF2013）[IPA2013]を採用し、プロセスの記述にはSLCPをベースとしたIPA SECの組込み向け開発プロセスガイド [IPA2007]を採用した。

グループ全体で毎年数百人を育成する必要に対応するため、同一の教材で3種類の講座実施形態を提供している。

① 自主開催講座

事業所あるいは関係会社が企画し、実践する講座形態である。「講師養成講座」を受講し講師資格認定を受けた者が講師として講座を展開する。

② 定期開催講座

三菱電機の研修センターでの集合講座である。2～3回/年の頻度で受講者を募集して講座を開催する。主として自主開催や出前開催が困難な組織に向けた位置づけである。

③ 出前講座

事業所あるいは関係会社の要請に基づき講師が出向いて講座を実施する。事業所内の講師が充足するまでの過渡的な施策として、初期に多く実施していたが、現在は事業所間の講師の交流目的で活用している。

2.3 コースの実施状況

コースの実施状況を図1に示す。

2009年度にまず定期開催講座を開始、翌2010年度から講師養成講座を実施して、2011年度からは各事業所、関係会社での自主開催講座を開始、2017年度末までに約150名の講師を養成し、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、2017年度末時点で、累計2000余名がコースを修了した。育成体制の充実に伴い受講修了者が増加した結果、データを取り始めた2011年初に700余

名いた対象者(入社2~5年目の未受講者)は年を追うごとに減少し、2018年以降は新たに対象になる人数を育成能力が上回って定常状態となる見込みである。

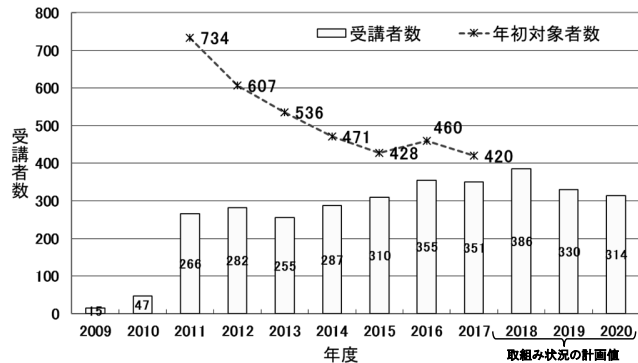


図1. 受講者数推移

3 コース改善の取り組み

本コースは、開講から毎年継続して教材改訂や運用改善を実施してきた。以下に、3例を紹介する。

3.1 受講者上司のコース理解施策

本コースでは各回講座で受講者に終了アンケートを実施し、受講者の理解度把握と講座改善を行ってきた。

これと並行して、コース開講から数年が経過した定期講座の受講者の上司25人に対して、受講者の職場での実践状況をアンケート調査した。

- ① ソフトウェア開発基本手法の実践状況
- ② ソフトウェア品質管理の実践状況
- ③ プロセス改善の実践状況

上記アンケート結果と受講者の終了アンケートの理解度と突き合わせを行った結果、図2~4となった。受講者が5段階評価した理解度の平均点を4未満、4以上4.5未満、4.5以上に分けて、上司のアンケート①~③の回答数を棒グラフに表した。

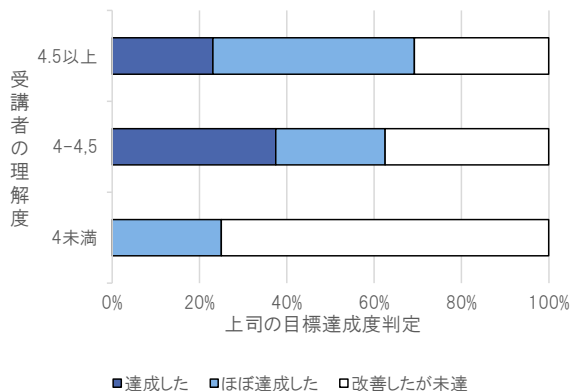


図2. SW開発基本手法実践と受講者理解度の対応

図2から、SW開発基本手法については、受講者の理解度が4以上になると、上司の60%以上が達成と判断している。

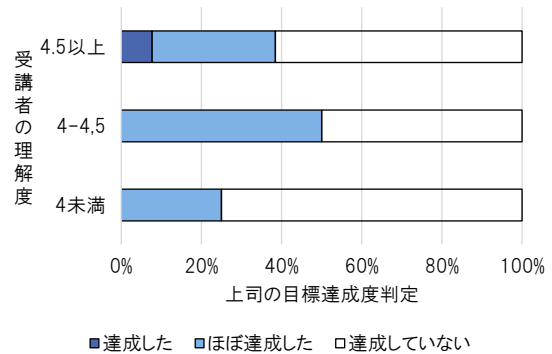


図3. SW品質管理実践と受講者理解度の対応

図3から、SW品質管理実践については、受講者の理解度が4以上になると上司が達成と判断しているが、50%以上は達成していないと判断している。

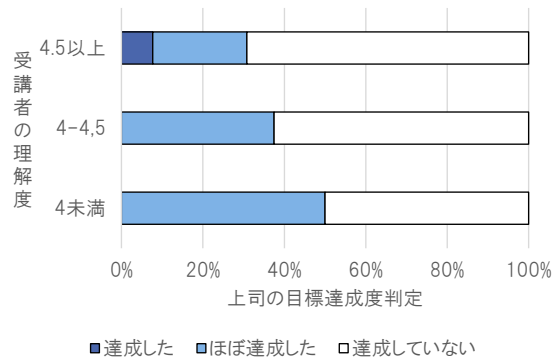


図4. プロセス改善実践と受講者理解度の対応

図4から、プロセス改善について、受講者の理解度が4以上でも、上司は達成していないと判断している。

アンケート①は、受講者の理解度が高くなるにつれ、上司の評価も高まるが、②や③は、受講者の理解度の高さと上司の評価の高さが連動しない傾向にある。①は受講者の成果物に変化が現れやすいため、上司が達成度を評価しやすいと考えられる。

一方、②や③は、

- ・受講者はコース内容を理解したが、職場での実践はできていない
- ・受講者はコース内容を理解し職場での実践をしているが、上司がその取り組みを把握できていない

というケースが考えられ、上司が達成していないと判断した可能性がある。現在の受講者の上司は本コースを受講していない世代であり、コースの趣旨や目的、指導内容を

十分に理解しておらず、コース修了後の部下に適切な指導ができないという可能性も考えられる。

そこで、受講者の上司に本コースの内容を理解してもらうために、以下の取り組みを行った。

- ・受講者の募集時に、受講者の上司にはコースの趣旨説明を徹底する
- ・講座の終了アンケートやレポート課題は、必ず上司がコメントを記載することとし、その際には受講者が上司と直接対話して、内容の説明を行う（図 5. 参照）
- ・第 5 回「総合演習」最終日の成果発表会に上司が出席し、受講者の成長を実感してもらう。

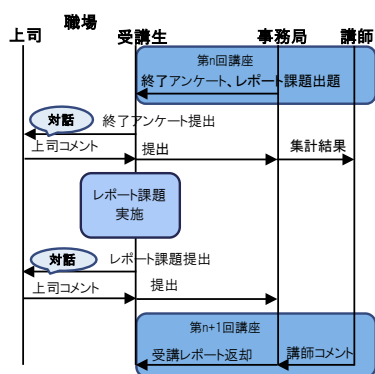


図 5. 終了アンケート、レポート課題の流れ

この取り組みにより上司のコース理解が進み、終了アンケートやレポート課題のコメントが、具体的なコースの内容に則したものになってきた。成果発表会参加の上司からは、活発に質問や指導コメントが出るようになった。また、成果発表会の後に上司と講師が意見交換する時間を設け、受講者の職場での取り組み状況や講座の要望などを確認しているが、大半の上司が部下の取り組みを理解し、職場でも指導できるレベルになってきた。

3.2 第 5 回講座「総合演習」の改善

第 5 回「総合演習」は、チームによるプログラム開発を行うことで、これまでの各回で学んだ技法を、ソフトウェア開発プロセス全体を通して体感する講座である。受講者は課題プログラムの「ソフトウェア要求分析～適格性確認テスト」を 3 日間で行い、そこで得たデータを元に成果をまとめ、受講者自身のプロセス改善策を発表する。しかし、上記のやり方では開発を完了したチームは「すべての欠陥を除去した」という報告をしていた。

製品の品質評価は、客先など第三者による受入れテストや、出荷後の欠陥発生状況を含めて総合的に判断されるべ

きものである。そこで、定期講座では講座日数を半日増やし、最終日には開発したプログラムをチーム間で交換し合い、共通のテストケースを使った受け入れテストを行うことにした。ここで検出された欠陥は、擬似的に「市場流出欠陥」として、製品出荷までに欠陥除去ができたのかを判断するものとなる。混入された欠陥件数をより正確に計測することで、品質意識の向上と、成果発表会の内容が実体に近いものになった。

また、発表では計画と実績が定量的に比較できる資料の雛形を準備し、「計画値の策定理由」「実績値の状況と計画値との差異分析」「欠陥混入と除去の状況」「欠陥の原因分析と対策」といった項目を、チームメンバが議論できるようにした。これにより、自己のプロセス改善提案もより深みのある内容となった。

3.3 事例発表会の開催

本コースは、自主講座を開催する事業所が年々増加し、いまでは自主講座の受講者が全受講者の 9 割までになっている。一方定期講座は色々な事業所から受講者が集まるため事業所間の交流も生まれるが、自主講座では事業所以外の技術者と交流できない。

そこで、受講者が本コースで学んだ内容を自身の業務に展開した活動事例を発表する「事例発表会」を 2015 年度から開始した。受講者のいる事業所に会場を借りて、年 2 回のペースで開催し、受講者同士が業務改善に繋がる情報交換や相互研鑽する場としている。発表テーマは、第 1 回基礎講座で学んだ PSP の職場での実践状況や、開発プロセスの改善事例紹介など多岐に渡り、質疑も活発に行われている。事例発表会の前後には事業所見学や特別講演、受講者同士のディスカッションなどを企画し、参加者数も増加傾向にある。

また、この発表会を通して、事業所のコース運営窓口や講師が受講者の活動状況を把握でき、自主講座運営や講師の指導方法改善にもつながっている。

4 コース実施効果の評価と考察

本コースは第 3 章に示したような改善を継続しながら 10 年近くが経過した。そこで、本コースの実施効果について評価を行うこととし、「講座内容の職場での実践状況」「業務に対する講座の役立ち状況」をこれまでの受講者にアンケート調査した。

調査は表 2 に示す項目とし、依頼した受講者の 51% から回答を得た。

表 2. 受講者アンケート項目

大項目	調査項目	調査方法
A. 現在の担当業務	「システム管理」～「ソフトウェア適格性確認テスト」「その他」での主担当／担当業務	選択(複数可)
B. 自己のプロセス状況	①自己の時間管理 ②自己の作業見積り／測定 ③自己のスケジュール管理 ④自己の欠陥予測／記録 ⑤上記データを元に作業計画 ⑥自己のプロセス改善	下記3択と自由意見 「現在もしている」 「途中でやめた」 「受講後からしていない」
C. 業務に対する講座の役立ち状況	①品質面の能力向上 ②生産性面の能力向上 ③工程管理面の能力向上 ④講座で学んだことで、現在使用／役立っているもの	下記3択と自由意見 「非常に役立った」 「役立った」 「あまり役立っていない」 技法などのキーワード等を記載

4.1 受講者(回答者)の業務種別の内訳

表2の「A. 現状の担当業務」から、回答のあった受講者の業務種別を以下のように分類した。

- システムエンジニア(以下「SE」と略す)
システム要求分析～ソフトウェア要求分析, ソフトウェア適格性確認テスト～システム適格性確認テスト
- プログラマ(以下「PG」と略す)
ソフトウェア方式設計～ソフトウェア結合テスト
- システムエンジニア兼プログラマ(以下「SE/PG」と略す)
システム要求分析～システム適格性確認テスト
- その他
上記以外の業務(品質管理やプロセス改善など)

上記の業務種別の割合を図6に示す。当社では比較的开发規模の小さい組込みソフトウェア開発の従事者が多く、開発プロセスの上流から下流まで担当するSE/PGが半数近くを占めていた。

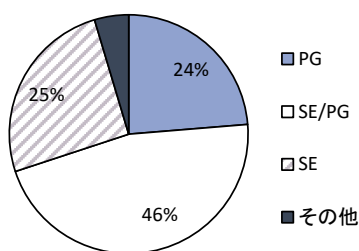


図 6. 回答者業務種別の割合

以下、各項目についての評価と考察を述べる。

4.2 講座内容の職場での実践状況

表2の「B. 自己のプロセス状況」の回答を「受講経年比較」と「業務種別比較」でグラフ化したものが、図7, 8である。各グラフには80%に補助線を入れ、超えていれば十分に定着していると判断した。

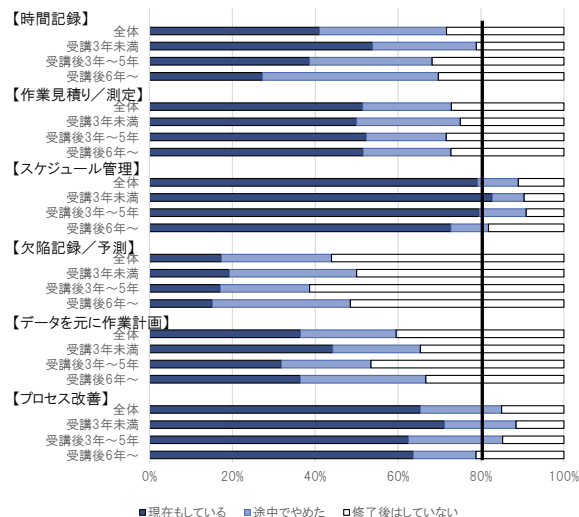


図 7. コース修了後のプロセス実践状況(受講経年比較)

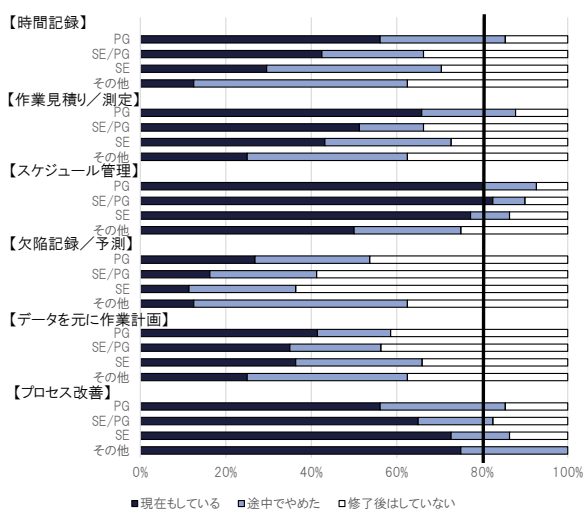


図 8. コース修了後のプロセス実践状況(業務種別比較)

図7「受講経年比較」から、以下の傾向があった。

- 実践割合が比較的高く、受講経年の変化がない項目
「作業時間見積り／測定」
「スケジュール管理」
「プロセス改善」
- 受講経年で実践の割合が減少する項目
「時間記録」
「データを元に作業計画」

③ 受講直後から実践の割合が低い項目

「欠陥記録／予測」

また、図8「業務種別比較」から、以下の傾向があった。

④ PG → SE/PG → SE → その他の順で増加する項目

「プロセス改善」

⑤ PG → SE/PG → SE → その他の順で減少する項目

「時間記録」

「作業時間見積り／測定」

「欠陥記録／予測」

⑥ 業務種別による変化がない項目

「スケジュール管理」

「データを元に作業計画」

(1) 時間記録

②より受講経年による減少傾向が見られる。時間記録は第1回基礎講座（PSP）でパーソナルな活動としての実践を強調しているが、以下の様な理由で継続が難しいという意見があった。

- ・記録に手間がかかる、面倒
- ・記録できない状況が発生した後、止めた

⑤よりSEが定着できていない傾向にある。SEは上流設計や進捗管理、品質管理などの他にも割り込み作業が多い。また定型的な繰り返し作業が少ないため、データを記録しても活かさないという意見があった。

(2) 作業時間見積り／測定

①から受講経年による減少はなく、5割程度が継続している。⑤よりSEが定着できていない理由は上記(1)と同様に、定型的な作業が少なく、割り込み作業が多いためと考えられる。

(3) スケジュール管理

全体で唯一8割が実践している項目である。①⑥から受講経年や業務種別での変化も少ないことから、本項目は業務として十分に定着していると判断できる。

(4) 欠陥記録／予測

③より受講直後から実践者が5割と低く、その後2割程が途中で止めている。その理由としては、流用／派生開発が多く、個人としての欠陥予測をしなくても開発ができていたためと思われる。⑤よりSEの割合が低いのは、個人として欠陥記録／予測の作業機会が少ないためと考えられる。

(5) データを元に作業計画

②から受講経年により2割程減少となっているが、上記(4)と同様のことが言える。⑥より業務種別による変化は見られない。

(6) プロセス改善

①より受講経年による変化はない。受講直後8～9割と高く、その後2割程が途中で止めているが、7割弱が実践しており、プロセス改善の必要性は指導できていると考えられる。④よりSEやその他の割合が高いのは、チーム全体の事を考える立場の人が多いためと思われる。

上記(1)～(6)の総括と対策案をまとめる。

- ・「スケジュール管理」「プロセス改善」は概ね定着している
- ・「欠陥記録／予測」「データを元に作業計画」は実践を意識させる指導が必要である
- ・経年で減少する「時間記録」「作業時間見積り／測定」は、定着までは上司や職場でのフォローが必要である。

4.3 コースの役立ち状況

表2の「C. 業務に対する講座の役立ち状況」の回答を「受講経年比較」と「業務種別比較」でグラフ化したものが、図9、10である。

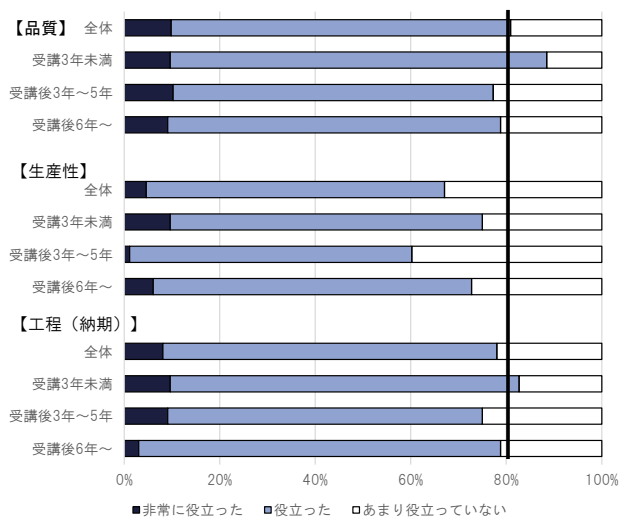


図9. コースの能力向上役立ち状況（受講経年比較）

図9「受講経年比較」から①～③のような傾向があった。

- ① 各項目ともに受講経年による役立ち度に変化は、あまり見られない
- ② 「品質」「工程」は8割程度が役立っている
- ③ 品質→工程→生産性で役立ち度が低下している

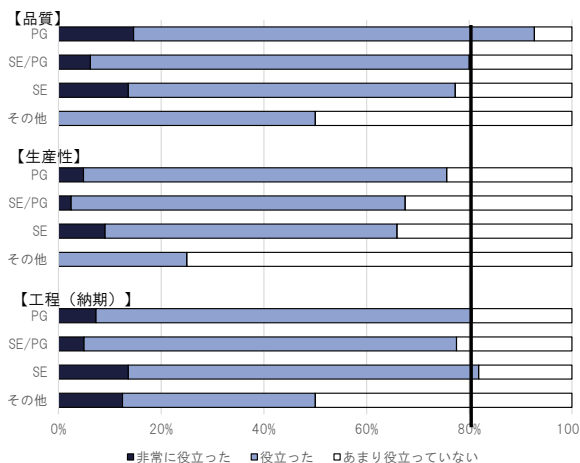


図 10. コースの能力向上役立ち状況 (業務種別比較)

図 10「業務種別比較」から、④⑤の傾向があった。

- ④ 品質と生産性は PG が他の業務種別に比べて役立ち度の割合が高くなっているが、工程では業務種別での関係性は見られない
- ⑤ 業務種別「その他」はすべての項目が 5 割以下の役立ち度となっている

(1) 品質面の能力向上

全体の 8 割以上が「役立った」との回答である。これは「品質は第一であり、納期、価格に優先する」とする品質重視の考えを各回講座で常に意識させた教材と指導を行っているためと思われる。

(2) 生産性面の能力向上

全体の 7 割弱が「役立った」との回答である。これは、UML 設計とその支援ツール、テスト項目の自動作成ツールによる演習実施などによるものと思われる。また、SE の役立ち度が低いことが影響して全体が 8 割を下回っている。

(3) 工程 (納期) 管理面の能力向上

全体の 8 割弱が「役立った」との回答である。ツールを活用した工程管理などの指導は講座内で特に行っていないが、PSP で指導した「時間計測」と「自己パフォーマンス理解」が影響していると考えられる。

(4) 講座で役立った技法／手法

表 2 の C ④の回答での上位 5 項目が表 3 である。

表 3 から、3 項目がテスト技法に関するものであった。アンケート A の「現在の担当業務」から 76% がテスト業務を担当していることが分かり、受講者が共通的に活用できるテスト技法に回答が集まったものと考えられる。

表 3. 講座で役立った技法／手法

キーワード	割合	指導した講座
同値分割	23%	第4回:テスト技法
UML	10%	第2回:設計技法
PSP	10%	第1回:基礎
境界値分析	10%	第4回:テスト技法
テスト設計技法	9%	第4回:テスト技法

PSP は受講者全員に実践してもらう目的から第 1 回講座で指導し、講座期間中の職場や各回演習で実践をさせていたが、やや低い回答となった。これは、4.2 (1) (2) で述べた理由で、継続できていないことが影響していると考えられるため、講義では「3.3 事例発表会」で先輩が取り組んだ実践例や時間計測ツール紹介等の時間を増やすことにした。また、ある自主講座では、新入社員研修で PSP を指導し、本コース受講時点 (入社 3 年目以上) で継続していれば、第 1 回講座を免除するなど、継続に向けた取り組みも行い始めている。

設計技法や実装技法は、流用／派生開発の人が多く、本コースで習得した技法を使う機会が少ないため、役立ったと感じられなかったものと思われる。

本コースでは標準的なプロセスモデルの一連を理解することを主眼に指導しており、講座日数の関係上、プロジェクト管理や品質データ分析技法等は十分に指導できていない。今回の結果を踏まえて、生産性向上や職場で役立つ技法を盛り込むことを検討する。

5 今後の取り組み

5.1 スキル判断テストの実施

本コースの第 2～4 回講座では、個人による設計～テストの演習を行っているが、定時内では終わらず定時後も作業する受講者がいる。その原因は、受講者の設計～テストのスキルが低いことにある。

本コースの受講条件は以下の 3 項目で、受講募集案内にも明記されている。

- ①入社 2～5 年目のエントリ層技術者である
- ② UML の基礎知識がある
- ③ C, C++, Java のプログラムのコードレビューができる

本コースはソフトウェア技術者の全員教育として位置づけられており、実際は①の条件だけで受講させるケースが多い。これまでの業務で設計～テストを経験していない受講者は、②③の受講条件に達していない場合がある。この

状態で講座を修了しても、講座の内容が身に付かず受講後の職場実践ができないなど、有意義なものにならない可能性がある。

そこで、受講予定者には受講前に受講条件②③に関するスキル判断テストを受けてもらうことを考えている。そのテスト結果で弱点箇所が見つければ、受講までに自己学習や別に開催している UML, C 言語講座等を受講してもらうこととする。

また、テスト結果が著しく低く、短期間でのスキルアップが困難と上司が判断した受講予定者は、業務経験を積みスキルアップできた段階で受講する運用にする。

5.2 開発環境・ツールの見直し

コースで使用する開発環境・ツールは多くの受講者が使うことを想定して、フリーソフトウェアや自社内製ツールを採用したが、開講から 10 年が経過し、以下のような問題が発生している。

①フリーソフトウェアがバージョンアップされた段階で有償となり、旧バージョンを使用している

⇒ サポート対象外のソフトウェアは、業務用 PC で使用できない

②自社内製ツールが保守対象外になった

⇒ 使い方を習得しても業務では使用できない

この対応として、以下を検討予定である。

- ・定期講座：当社推奨の市販開発環境・ツールの採用
- ・自主講座：職場で推奨された開発環境・ツールの使用を許可

職場で使い慣れた開発環境・ツールを講座でも使えば、演習時間の短縮も見込まれ、メリットは大きい。

また、ある自主講座では仮想環境サーバにソフトウェア開発環境を構築して講座を実施しているところもある。仮想環境を導入するメリットには、以下が考えられる。

- ・講座に必要なリソースの端末準備／削除が容易になり、

事務局の準備作業が効率化される

- ・仮想ネットワークによる閉じた環境を構築することで、旧バージョンの OS やツール動作が可能となり、逐次アップデートの必要がない

現在はグループ会社も含めた共通の情報インフラ環境が整備されつつあり、将来的には当社グループが共通的に利用できる仮想環境の提供も検討していく。

5.3 教材の e-learning 化

本コースの教材は、各回講座の 1 ヶ月前に受講者に配布し予習するよう指導しているが、講座の終了アンケートでは予習実施者は半数にも満たない状況である。また、講座では演習時間が足りないという意見も多いが、講座時間を増やすことは業務とのバランスから難しい。

そこで、教材の重要なポイントを e-learning 化し、講座の前に受講させることを検討中である。受講時に教材内容を理解できていれば、講師が説明を省く箇所ができ、短縮された講義時間をグループ討議や演習に割り当てることが可能となる。

また、本コースの受講対象ではない中堅社員や中途採用の社員にもこの e-learning を受講してもらうことを検討していく。

6 おわりに

本論文では、「ソフトウェア技術者エントリ層教育コース」の改善事例と実施効果の調査結果を述べた。まだ、十分に定着していない項目もあったが、コース受講を通して、ソフトウェア技術者としての能力向上やプロセス改善に取り組む社員が増えつつあることがわかった。

今後も事業環境／技術変化に対応する講座の改善を継続し、開発の実務を担うエントリ層のレベルを向上させ、高品質のソフトウェアを継続的に開発できる組織形成を目指していく。

【参考文献】

- [Fujioka2014] 藤岡 卓, 田村 直樹, 中島 毅, 久野 倫義, 真野 哲也, 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, 工学教育, Vol.62, No.1, pp.54-60, 2014
- [Humphrey2001] Watts S.Humphrey 著, PSP ネットワーク訳, 「パーソナルソフトウェアプロセス入門」, 共立出版, 2001
- [Panasonic2017] パナソニック株式会社人材開発カンパニー著, 「パーソナルソフト開発作法(PSP)初級者研修 第 1.9 版」, 組込みシステム産業振興機構, 2017
- [IPA2007] IPA/SEC 編著, 「組込みソフトウェア向け開発プロセスガイド改訂版」, 翔泳社, 2007
- [IPA2013] IPA/SEC 編, 「共通フレーム 2013」, オーム社, 2013
- [IPJSJ2017] 「特集 ソフトウェア工学の最前線～ソフトウェアが社会のすべてを定義する時代～」, 情報処理, Vol.58, No.8, pp.670-707, 2017