

contents

[コラム]

ミスマッチの正体は？

産業界や J07 の要求と大学の達成度の
定量的比較分析…掛下哲郎

[解説]

ティーチング・ポートフォリオとラーニング・
ポートフォリオ—佐賀大学の取り組み—
…皆本晃弥

[解説]

PSP/TSP による実践的な ICT 人材育成の
取り組み
…梅田政信, 片峯恵一

■ 応 一般 Column

ミスマッチの正体は？
産業界や J07 の要求と大学の達成度の定量的比較分析

教育における産学連携は、単に大学教育の一部を企業に委託することではない。大学教育や産業界での人材育成などを一貫した教育システムとして設計し、産学がそれぞれの強みを活かして教育システムの構築や運営に貢献することが真の目的だ。これを進めるために必要なのは、教育成果に関する産学間の相互理解だ。

本会・情報処理教育委員会では、大学教育に対してしばしば指摘される産学間のミスマッチを可視化し、分析結果をフィードバックすることで産官学の相互理解を促進するために、教育機関における教育成果および情報系学科出身者に対する産業界の要求レベルに関する定量的な実態調査（J07 フォローアップ調査）を行っている。

2012 年 3 月の全国大会では収集したデータの概要を報告した。また、本会が取りまとめたカリキュラム標準 J07 を構成する 5 領域の要求レベルを分析した。これらの調査・分析は共通の知識体系を用いているため、相互に比較できる。これまでの調査を通じて以下のことが分かった。

1. 情報系専門能力に対する重要度は産業界の要求全体の 60～65%である。一方、社会人基礎力やコミュニケーション能力の重要度は要求全体の 30～35%を占める。重要度の高い 30 項目により 50%程度の重要度がカバーされる。
2. 情報系専門能力に対する産業界の要求は、調査項目、回答者の年齢、大学時代の専門分野、企業内での立場、取り組んでいるプロジェクトなどによりさまざまである。
3. J07・CS 領域（コンピュータ・サイエンス）は理論重視と認識されているが、プログラミングやソフトウェア工学分野の重要度はカリキュラム全体の 25%を占めており、意外に大きい。
4. 社会人基礎力の育成に関する教育機関の対応は、「教育していない」「積極的に教育している」に二極化している。
5. 学部卒業者の自己評価は、教育機関の自己評価よりも低い傾向にある。一方、大学院修了者は、教えられなくても自己学習する場合があるため、教育機関の評価よりも高い自己評価になることもある。

J07 フォローアップ調査のより詳しい分析結果は以下で公開しているので、ぜひアクセスしていただきたい。

【<http://www.cs.is.saga-u.ac.jp/cresie/news/news.html>】

産業界の要求をより詳細に理解し、大学における教育成果やその達成方法を分析してより信頼性の高いデータを提供するために、J07 フォローアップ調査への協力を本コラムの読者諸兄にもお願いしたい。具体的な調査手順も上記サイトで公開している。

今後、企業の人材育成システムや、各種 IT 資格によって身に付く能力の調査・分析も行う予定だ。教育成果や要求の可視化を通じて、高度 IT 人材を育成する教育システムの一貫性が高まることを期待したい。

掛下哲郎（佐賀大学）

ロゴデザイン ● 中田 恵 ページデザイン・イラスト ● 久野 未結

ティーチング・ポートフォリオと ラーニング・ポートフォリオ —佐賀大学の取り組み—

皆本晃弥

佐賀大学

ポートフォリオとは

ここ数年、大学教育においてティーチング・ポートフォリオ（以下、TPと略記）やラーニング・ポートフォリオ（以下、LPと略記）といった用語を耳にするようになった。もともとポートフォリオとは、画家や建築家などが自分の作品を綴じ込むのに使っていた「紙バサミ」のことである。彼らは自分を売り込むために、良い作品を厳選して、それらを紙バサミに綴じて持ち歩き、買い手に見せていたことであろう。そういう意味では、ポートフォリオとは「厳選された作品集」といえる。

日本でこのTPやLPが特に注目を浴びるようになったのは、中央教育審議会「学士課程教育の構築に向けて」（答申）でこれらの用語が登場してからである。この答申では、TPが「教育改善に向けたさまざまな努力や成果を適切に評価する観点」として、LPが学習成果を「多面的に評価する仕組み」として登場しており、「評価」を意識していることが窺える。しかし、どうしても「評価」となると、教員も学生も身構えてしまう。そこで、本稿では「評価」という観点にあえて触れず、佐賀大学の取り組みを中心に、TPとLPについて解説したい。

ティーチング・ポートフォリオ

□ 日本におけるTPの現状

TPとは「自らの教育活動について振り返り、自ら

の言葉で記し、多様な根拠資料によってこれらの記述を裏付けた教育業績についての厳選された記録」である¹⁾。通常、TPを作成する教員（メンティーと呼ぶ）は、2泊3日で行われるTP作成ワークショップ（以下、TPWSと略記）に参加し、メンターと呼ばれるTP作成支援者との対話（メンタリング）を通して、TPを作成する。もともとアメリカ直輸入型TPWSは3泊4日だが、これをもとに2泊3日の日本型TPWSが開発され、2008年8月に大学評価・学位授与において日本で初めて実施された。佐賀大学では、この日本型TPWSに基づいて2009年9月から2011年度末までにTPWSを計6回開催し、学内教員25名、学外教員11名がTPを作成している^{☆1}。2011年10月時点で全国において12機関249名の教員がTPを作成しているとのことである²⁾。

□ TPの構成と作成の重要点

TPは、A4サイズで8～10ページの本文編とそれを裏付ける根拠資料からなり、本文編は以下の主要5項目や教育改善への取り組みなどから構成される。

1. 教育の責任（何をしているのか？）
2. 教育の理念（なぜやっているのか？）
3. 教育の方法（どのようにやっているのか？）
4. 教育の成果（その結果どうだったか？）
5. 今後の目標（今後どうするのか？）

.....
^{☆1} 作成されたTPの多くは以下の旧佐賀大学高等教育開発センターのWebページ（<http://www.crdhe.saga-u.ac.jp/portfolio.html>）で公開している。

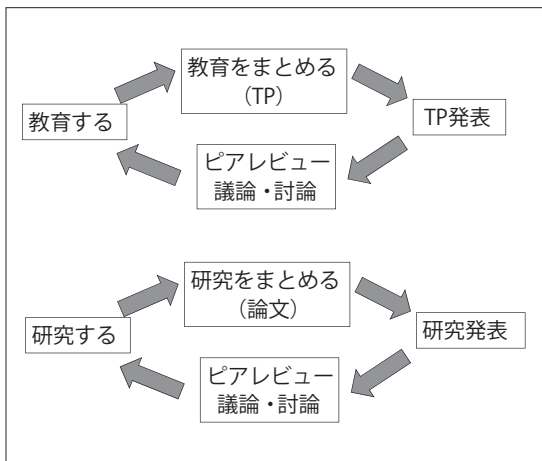


図-1 TP と学術論文との類似性

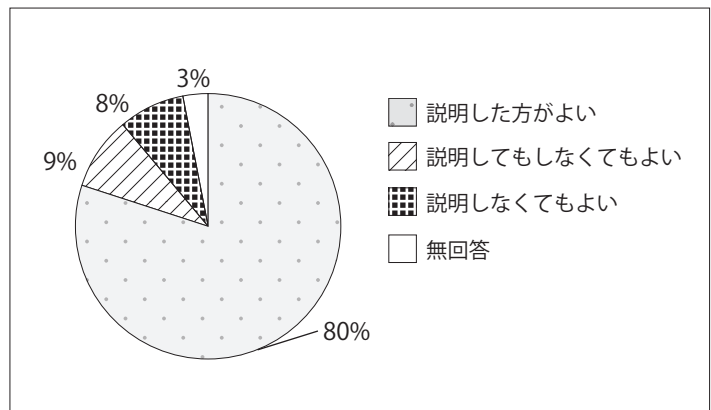


図-2 教育理念に対するアンケート結果

主要5項目のうち、最も重要なのは「教育の理念」である。何らかの理念や信念がある人は強い。教育の理念が確立すれば、教員は今まで以上に気持ちよく自信を持って授業できるようになり、それは必ず良い形で学生に還元されるであろう。

とはいえ、多くの教員は教育の理念を考えた経験が乏しいため、質の高いTPを作成するためにはより深く自己省察をする必要がある。これが、TP作成で最も重要なのは「自己省察」と「メンターとの共同作業」といわれるゆえんである。メンターがメンティーに自己省察を促すような問いかけをすることで、メンティーはより深く自己省察ができる。それゆえ、TP作成においては熟達したメンターの存在が欠かせない。佐賀大学TPWSでも参加者のほとんどが「メンターはTP作成過程において大変重要である」と回答した。

現実問題として、作成に2泊3日必要なTPを学内の全教員に作成してもらうのは難しい。そこで、佐賀大学では3時間程度で作成できる簡易版TPを用意しているが、そこでも「自己省察」と「共同作業」を重要視し、ペアワークを通じて作成するようミニワークを開催している^{☆2}。

☆2 簡易版TPの一例を以下で公開している。
<https://portfolio.admin.saga-u.ac.jp/oppf/TpOpenViewAction.do?event=init&tpid=10000382>

□ TP の活用法

今のところ、大学教員は、自身の研究については研究論文という形でまとめているが、教育については同様の作業をほとんど行っていない、といっても過言ではないであろう。そのため、素晴らしい教育実践をしている教員がいたとしても、その実践・方法が教員間で共有できない。また、優れた教育実践をしている教員が評価されにくい。TPは教育業績についての厳選された記録なので、これらの問題を解決するものとして期待される。ただし、TPを教育の情報共有、教育改善に結びつけていくには学術論文と同様にTPを公開する場を設ける仕組みが必要となる(図-1)。しかしながら、2012年6月末日時点で、全国的にTP披露会が実施されたのは2011年11月に開催された「ティーチング・ポートフォリオの導入・活用シンポジウム2011 in 佐賀大学」だけである。

一方、TPは教員間だけでなく、授業にも使う、ということも考えられる。筆者は、担当している講義で自身の教育理念と方法を説明している。これにより、学生は教員の考え方を知り、教員へ対する心構えができると期待できる。実際、履修者延べ143名に対し、記名式で「教育理念・方法について説明することをどう思うか?」と質問したところ、80%の学生が「説明した方がよい」と回答した(図-2)。

また、教員公募の際にTPの提出を求める取り組みも佐賀大学全学教育機構では行われている。

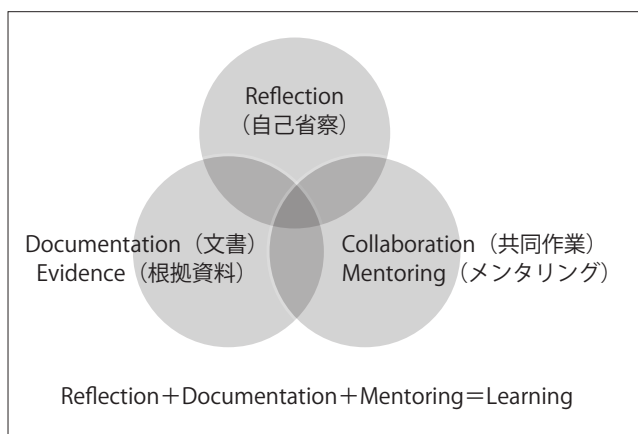


図-3 LPのモデル(文献5, p25より)

以上、簡単にTPについて述べたが、より詳しくは文献3)や拙著(文献4))をご覧ください。

ラーニング・ポートフォリオ

□ LPの構成

LPについては、国内でもすでに多くの大学で導入が進んでおり、そのほとんどがWebベースのものである。しかし、LPの内容は各大学でまちまちであり、中にはポートフォリオというよりログあるいはCMS (Course Management System), LMS (Learning Management System) と呼ぶべきものが含まれている。ここでは、定評のあるLPとして文献5)に基づいたLPを紹介する。ここでは、LPの構成は次のようになっており、LPモデルとして図-3が提示されている。

1. 学習哲学(なぜ学ぶのか? 学びの目標は何か? 学んだことをどのように応用するのか?)
2. 学習業績(何を達成したのか?)
3. 学習根拠資料(学習した成果・作品は? 学習業績の証拠は?)
4. 学習アセスメント(何をどのように学んだか? その根拠は?)
5. 学習の関連付け(学習したことをどのように活かしているか?)
6. 学習目標(何を達成したいか? 学習を高め、学んだことを応用するための方策は?)

こうみると、LPもTPと構成が似ていることが分かるが、これは文献5)のLPが文献3)のTPに基づいているからである。そのため、このLPでも大切なことはTPと同じく「自己省察」と「メンタリング・共同作業」である。学生は、自身に、「なぜ学ぶのか?」、「学習したことを何に活かしたいのか?」、「今後どのようにしたいのか?」などと問いかけながら、学習プロセスを振り返る。振り返り過程では、学生が独りではなく、お互いに協力、あるいは教員と対話しながら、より深く自己省察をすることが大切である。こうして作成されたLPであれば、学生も教員も学生の成長が実感でき、卒業後も活用できるLPになるであろう。

□ 佐賀大学のLP

文献3)のTPと文献5)のLPが似ているため、佐賀大学では、TPの定義¹⁾の「教育」を「学習」に置き換え、LPの定義を「自らの学習活動について振り返り、自らの言葉で記し、さまざまな根拠資料によってこれらの記述を裏付けた学習実践について厳選された記録」としている。そして、「ポートフォリオ学習支援統合システム」と呼ばれるWebシステムを構築し、学生はこのシステム上でLPを作成していく。また、LPにおいても自己省察が大切なので、チューター(担任)制度を取り込んで運用している。具体的には、学期ごとにチューター面談(図-4)が行われ、チューターは、学生がLPに入力したデータをもとに、学生の自己省察を促す。そして、学生は、「学習業績」、「学習根拠資料」、「学習アセスメント」、「学習の関連付け」などをもとに当該学期の自己評価を行い、次学期の「学習目標」を設定する。さらに、多くの学生は「学習哲学」を持っていないので、チューターは機会があるごとに「なぜ学ぶのか」といったことを問いかけ、「学習哲学」を導けられるように支援する。

この「ポートフォリオ学習支援統合システム」は2011年度入学生より本格的に運用を始めたが、2012年6月に2011年度入学生281名に対してアンケートを実施したところ、「LPはチューター面談

PSP/TSP による実践的な ICT 人材育成の取り組み

梅田政信 片峯恵一

九州工業大学大学院情報工学研究院

ソフトウェア品質問題とソフトウェアエンジニアリングプロセス教育

情報通信技術の普及と発展に伴い、我々の社会生活が情報システムに依存する度合いはますます高まっている。クイズ番組における Watson の勝利は、SF 小説「未来の二つの顔」に描かれた近未来を予感させる興味深い結果である。しかし、昨今の情報システムに起因するトラブルを見る限り、人間の作り込んだ欠陥に怯えているというのが実態と言えるかもしれない。

ソフトウェアの欠陥は、経済的な損失はもとより、時として人命にも悪影響を及ぼす可能性がある。ソフトウェアの品質は、ビジネス上の成功や、安心・安全な社会を実現する上で必須の要件となっている。そのため、情報システム開発に携わる技術者には、期限や予算を守りつつ、高品質のソフトウェアを開発できるスキルが求められている。

九州工業大学は、このような社会的要請に応えるべく、2007 年よりカーネギーメロン大学ソフトウェアエンジニアリング研究所 (CMU/SEI) と連携し、パーソナルソフトウェアプロセス (PSP)^{1), 2)}、およびチームソフトウェアプロセス (TSP)^{3), 4)} を大学院教育に取り入れ、情報化社会を牽引する高度情報通信技術者の育成に取り組んでいる^{☆1}。

☆1 PSP, TSP はカーネギーメロン大学のサービスマークである。

PSP と TSP の概要

□ PSP による自己改善

ソフトウェアの品質は、それを構成する最低品質の部品によって決まり、各部品の品質は、それを開発した個人とそのときに用いたプロセスの品質によって決まる。そのため、ソフトウェア品質の改善には、個人のスキル改善が不可欠である。

PSP は、Watts S. Humphrey により開発されたソフトウェア技術者のための自己改善のプロセスである。その基本的な考え方は、ものづくりにおける品質改善手法と類似点が多い。ただし、ソフトウェア開発は、ソフトウェア技術者が自身の開発プロセスを自律的に管理せざるを得ない知識集約型の労働であることから、個人のスキルや規律に重点が置かれている。

図-1 は、PSP におけるプロセスの発展、および PSP と TSP との関係を示したものである⁴⁾。PSP0, PSP0.1 においては、欠陥記録、時間記録、規模測定、改善提案、およびこれらを確実に実施できる規律の重要性を学ぶ。PSP1, PSP1.1 においては、要求の実現に必要な部品の同定と、これに基づく規模と時間の見積り、開発計画と進捗追跡を学ぶ。PSP2, PSP2.1 においては、品質見積りと品質計画、設計とコードのレビュー、ならびに設計テンプレートを用いた設計と検証を学ぶ。

SEI 認定の PSP トレーニングコースである PSP for Engineers は、PSP-Planning (PSP0 ~ PSP1.1) と

PSP-Quality (PSP2 ~ PSP2.1) の2つのコース(各5日間)からなる。各コースは、午前中の講義の後に演習課題が与えられ、最終日にはレポート課題が課される^{☆2}。受講者は、この演習課題の実施を通じて、欠陥記録等の履歴データに基づいて自身の問題点を定量的に分析し、改善方法を定め、その実施結果から改善効果を確認できる。

□ TSP による自律チーム作りとチームマネジメント

TSP は、PSP を修得した技術者から構成される自律的なチーム作りと、そのようなチームによる高品質ソフトウェア開発を誘導する枠組みである。ここで自律的なチームとは、顧客要求を満たすチームゴールの設定、それを達成できる開発戦略と計画の立案、その遂行の計測と追跡をチーム自ら実施できることを言う。TSP には、プロジェクトの重要なタスクの1つとして立上げがある。立上げは、メンバー間でゴールや責任を共有して結束力を高めることにより、自律チーム作りを支援するプロセスである。この立上げにおいて、チームゴールを設定し、開発計画や品質計画を作成できるのは、各メンバーの生産性等に関する定量的なデータがPSPを通じて揃っているからにほかならない。

PSP/TSP の大学院教育への適用とその効果

□ PSP/TSP の導入経緯

九州工業大学は、文部科学省「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」の一環として、2007年よりPSP/TSPの導入準備を進めてきた⁵⁾。

導入にあたっては、PSP/TSPに関心を持つ教員を対象に、PSP for Engineersを2007年3月～4月に実施した。2008年1月には、同コースを修了した教員3名がさらにPSP Instructor Trainingを経て、SEI認定のPSPインストラクタ資格を取得した。この結果、九州工業大学は、PSP for Engineersを自ら

☆2 8課題からなるため通称8問コースと呼ばれる。過去には10問コースも設けられていたが、最近ではFundamental, Advancedの各コースに再編されたものも使用されている。

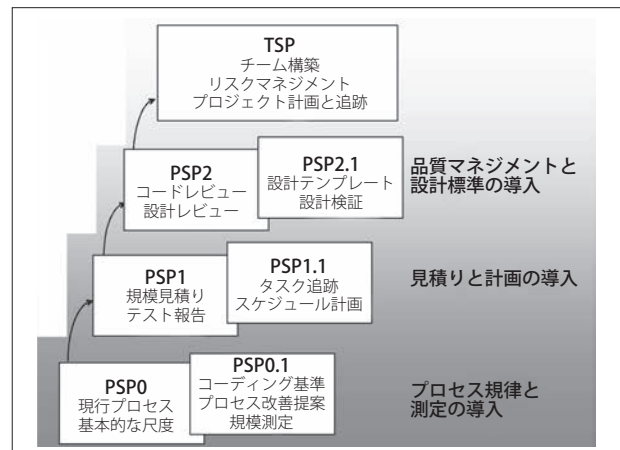


図-1 PSPプロセスの発展

実施可能な体制となり、2008年3月より同大学大学院においてPSP-PlanningとPSP-Qualityに対応する2つの演習科目(以下、PSPコースと呼ぶ)を開始した。また、2010年度には、TSPを教育用に簡略化したTSPiによる演習科目(以下、TSPコースと呼ぶ)を開始した。

□ PSPコースの概要と効果

PSPコース受講生の多くは、学部教育を通じて、プログラミングやソフトウェア設計等の情報基礎教育を受けている。PSPコースの目的は、この基礎教育の上に、ソフトウェアエンジニアリングプロセス改善に必要な知識とスキルとを修得させ、専門家としての自覚を持った情報通信技術者を育成することにある。

PSPコースの修了者には、SEIが直接実施する場合と同様に、コース修了証が授与される。したがって、単なる単位の取得だけでなく、就職後のPSPインストラクタ資格取得にも直接的に活かせる。

2007年度より開始した2つの科目は、2011年度までに38名が履修登録を行い、それぞれ31名、7名が修了している⁶⁾。以下では、この38名に関するソフトウェアの品質指標がコースを通じてどのように推移したか、その概略を示す。

図-2は、テスト欠陥密度、すなわち単体テストにおいて発見修正された1,000行あたりの欠陥数を四分位で表したものである。横軸は課題番号、縦軸

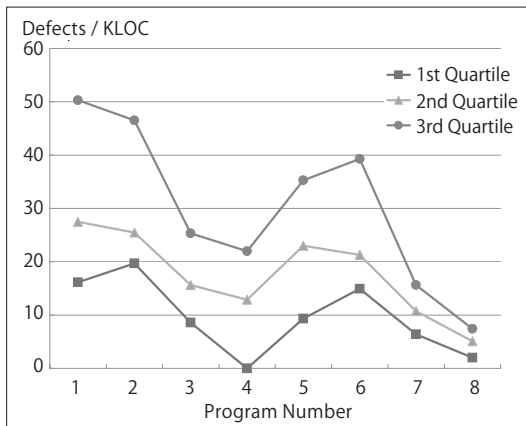


図-2 テスト欠陥密度の推移

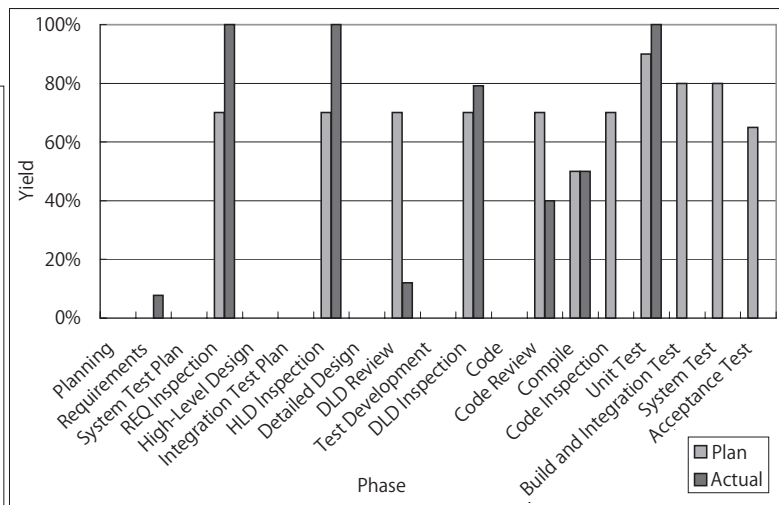


図-3 TSP チームのフェーズごとの欠陥除去率

は欠陥密度を表す。このグラフから、課題の進捗につれて欠陥密度が減少傾向を示し、課題8における第3四分位の欠陥密度は、課題1における第1四分位の欠陥密度と比べ低くなっていることが分かる。このことは、当初多数の欠陥を作り込んでいた受講生でも、当初の相対的に優れた品質を超えられることを示している。開発時間に占めるコンパイル時間やテスト時間の割合も同様の傾向を示す。また、コンパイル前までの欠陥除去率は、最終的にクラス平均で70%を超えている。

これらの結果は、大学教育においてもソフトウェア品質の向上に必要なスキルを修得可能であり、そのツールとしてPSPが有効なことを示している。しかし一方で、すべての受講生がPSPコースを修了できているわけではない。その原因の1つには、動機付けが関係していると考えられる⁷⁾。

□ TSP コースの概要と効果

TSP コースは、PSP 修了者が、自律チーム作りと合理的なチームマネジメントを学ぶための演習科目である。自律チーム作りと合理的なチームマネジメントには、欠陥記録、時間記録、見積り、および開発計画を作成できる知識とスキルとが不可欠なことから、PSP-Planning 修了を同コース受講の必要条件としている。

同コース受講生は、5名程度からなるチームを編成し、プロジェクトの立ち上げ、開発戦略作成からシステムテスト、事後分析に至る一連のプロセスを数サイクル実施する。開発プロセス、品質やパフォーマンスに関する尺度や基準、ガイドライン等は、テキスト⁴⁾に沿っている。教員は、要求記述を与える顧客役、およびプロジェクト進行をガイドするTSP コーチ役として振る舞う。

このように、TSPiによるソフトウェア開発プロジェクトは、プロジェクトの体験と問題認識が主な目的となっているPBL (Problem/Project Based Learning) 型教育とは一線を画している。

TSP コースは、2010年度には3名からなる1チーム、2011年度にはそれぞれ4名からなる2チームが、同一開発課題に取り組んだ。図-3は、2011年度のあるチームにおけるフェーズごとの欠陥除去率の計画と実績である。同チームは、コンパイルと単体テストの欠陥密度が計画より高く、品質ガイドラインに照らし合わせて再設計が必要と判断した。この結果、プロジェクトの遅延は生じたものの、単体テストにおける欠陥除去率は100%となり、システムテストにおいて無欠陥を達成した。同様の結果は、2010年度にも得られている。

今後の課題

□ 科目間の連携強化

PSP コースの受講には、ソフトウェア部品の開発に必要なプログラム設計等の情報基礎科目を修得していればよい。しかし、TSP コースにおいては、要求分析結果を要求仕様としてまとめる、概念設計を行いプロジェクトの成果物を明らかにする、といった個別領域ごとのエンジニアリング知識とそれを実際に遂行するスキルが必要となる。

TSP コースの実施結果からは、スケジュール遅延の一因が、上流工程に関する知識とスキルの不足にあることが分かっている。これらの内容は、科目としてはあるものの、TSP コースが期待する内容との整合性や開講時期の接続性等の点で必ずしも十分ではなかった。そこで、科目担当者間の調整を図りながら、教育内容の一貫性を高める改善活動を進めているところである。

□ 産業界との連携強化

ソフトウェアの品質問題にいち早く取り組んでいる企業においては、PSP/TSP の導入が着実に進んでいるようであるが、学生の就職先候補としては、まだ一部に限られる。そのため、PSP/TSP を修得した学生が就職後にその力を十分に発揮できるとは限らない。最悪の場合、ソフトウェア開発現場での不合理の前に押し潰される恐れもある。

このような事態を未然に防ぎ、知識とスキルを活かせる機会を増やすことは、受講生の強い動機付けにつながり、教育効果の高まりを期待できる。ソフトウェア業界における PSP/TSP のさらなる認知と普及が強く望まれる。

PSP/TSP の先には

ソフトウェア開発上の問題解決には、技術的な問題とプロセスの問題とを明確に切り分ける必要がある。PSP/TSP は、履歴データに基づいてプロセスの問題を把握し、適切に改善する基本的なスキルの修

得に有効である。

このスキルを、その後の博士課程における研究活動に適用できれば、研究の生産性や品質の向上が期待できる。そこで、TSP コース修了者を対象として、製造業や小売業等が直面している実際の課題を取り上げ、時間的な都合で TSP コースでは深く掘り下げられない要求分析から上位レベル設計までを中心に行う、より実践的な演習科目も 2011 年度より開始した。今後は、これらのコースを通じて修得した知識やスキルが、就職後の業務にどのように活かされ、活かされていないとすれば何が問題なのか、追跡調査を行い、教育手法のさらなる改善につなげていきたいと考えている。

参考文献

- 1) Humphrey, W. S. : A Discipline for Software Engineering, Addison-Wesley (1995). (邦訳：パーソナルソフトウェアプロセス技法, 共立出版(1999年)).
- 2) Humphrey, W. S. : A Self-Improvement Process for Software Engineers, Addison-Wesley (2005). (邦訳：PSP ガイドブックソフトウェアエンジニア自己改善, 翔泳社(2007)).
- 3) Humphrey, W. S. : TSP Leading a Development Team, Addison-Wesley (2005).
- 4) Humphrey, W. S. : Introduction to the Team Software Process, Addison-Wesley (1999). (邦訳：TSPi ガイドブック, 翔泳社(2008)).
- 5) 秋山他：九州工業大学におけるパーソナルソフトウェアプロセス教育—ソフトウェア品質向上のためのスキル修得—, SEC journal, Vol.6, No.3, pp.118-125 (2010).
- 6) Katamine, K., et al. : A Strategy in Effective Teaching of Software Engineering Process for Graduate Students, Proc. IADIS Int. Conf. on Information Systems2012, pp.259-266 (2012).
- 7) Ishibashi, K., et al. : A Preliminary Study on Formalization of Motivation Process in Personal Software Process Course, Proc. 10th Joint Conf. on Knowledge-Based Software Engineering (2012).

(2012年7月1日受付)

梅田政信 (正会員) umerin@ci.kyutech.ac.jp

1984年九州大学大学院修士課程修了。企業、公設試を経て1990年九州工業大学情報工学部助手。現在、同大学院准教授。PSPインストラクタ。CCPM/S-DBR トレーナ。博士 (情報工学)

片峯恵一 (正会員) katamine@ci.kyutech.ac.jp

1994年九州工業大学大学院修士課程修了。同年九州工業大学助手。現在、同大准教授。SEI認定PSPインストラクタ。Goldratt Schools認定CCPM/S-DBR トレーナ。博士 (情報工学)。

謝辞 九州工業大学へのPSPコース、TSPコースの導入を主導された秋山義博客員教授、橋本正明名誉教授、ならびに関係各位に深く感謝申し上げます。