

東京工業大学における IT システムの価値探索を狙いと した実践的 IT 人材育成の試み - Problem Based Learning と Project Based Learning

小林 隆志 権藤 克彦 佐伯 元司 首藤 一幸 西崎 真也
森本 千佳子 脇田 建 渡部 卓雄

東京工業大学の実践的 IT 人材育成プログラム (以下 ITSP) は、情報理工学における学問的観点と技術的観点に、産業としての製品開発の観点を加えた教育プログラムである。ITSP における「実践的」とは、単に顧客に要求されたソフトウェアを開発するのではなく、社会に価値を生み出すソフトウェアをチームによる集合知をもって実現するものと捉えている。通年で実施している PBL では、価値創造をテーマとした Problem Based Learning と、チーム開発としての Project Based Learning の両側面を含めた、学生の自主運営をベースにしたカリキュラムである。本稿では、この ITSP の PBL の具体的な取り組みを紹介する。

1 はじめに

近年の情報技術 (IT) のコモディティ化により、ソフトウェアに対する社会的期待はますます高まっている。それにより、IT 関連産業では、高度な技術をもつ IT 技術者のニーズがますます強くなっている。こうした背景のもと、情報系分野の高等教育に対し、IT の基盤知識を適切に実践に応用できる能力を持った人材育成の要請が高まっている。

文部科学省では 2006 年より、大学間及び産学の壁を越えて教育内容・体制を強化し、専門的スキルを有するとともに、社会情勢の変化等に先見性をもって対処できる世界最高水準の IT 人材を育成するための教育拠点の形成を支援する「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」[5] を実施した。このプログラムは 2010 年まで実施され、最終的に 18 校が参

加し産業界からも一定の評価を得た。その後、2012 年より全国 15 大学が中心となった「分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク」(Education Network for Practical Information Technologies : 通称 enPiT) [2] という修士学生向けの教育事業が開始された。これには最終的に 105 校が参加し、1742 名が修了した。enPiT1 の成功を受け、2017 年からは、enPiT の後継事業として学部生向けの enPiT2 が開始されている。

東京工業大学情報理工学院 (以下、本学院) では、これらの事業に参加し、2007 年から実践的な IT 技術者の育成を目的とした特別教育研究コースとして「IT 特別教育研究コース (2017 年より IT 特別教育プログラム)」を本学院内に設置し教育を行ってきた。本稿ではその活動内容を報告する。

2 IT 特別教育プログラムの概要

本学院の IT 特別教育プログラム (以下、ITSP) は、情報理工学における学問的観点と技術的観点に、産業としての製品開発の観点を加えた教育プログラムである。ITSP は学院を横断した学修コースであり、

Takashi Kobayashi, Katsuhiko Gondow, Motoshi Saeki, Kazuyuki Shudo, Shin'ya Nishizaki, Chikako Morimoto, Ken Wakita, Takuo Watanabe, 東京工業大学情報理工学院, School of Computing, Tokyo Institute of Technology.

学院内のコースごとの修了要件によらず、以下の独自の修了要件を満たすことで修了できる^{†1}。

- 本コース科目を 20 単位以上取得
- ソフトウェア開発科目群 8 単位以上を取得

ITSP では、ソフトウェア開発に必要なソフトウェア工学技術を学習するとともに、クラウド技術の基礎知識、活用法を学習する。具体的には、4 つの講義群からなる。基礎科目群は、コンピュータサイエンスにおける基礎理論を学習する科目から構成され、実践的 IT 人材が備えるべき基本的素養となる。基盤ソフトウェア科目群はオペレーティングシステムを初めとする基盤ソフトウェアに関する専門的知識を学習する科目である。ソフトウェア工学科目群は、ソフトウェア開発を専門とする者の基本的素養となるソフトウェア工学分野の専門的知識を習得する科目である。ソフトウェア開発科目群はソフトウェア開発に関する実践的な知識や経験を習得する科目である。実習・実験を通して、より効果的に学修することを目標とする。

ITSP における「実践的」とは、誰かに「要求」として定義されたソフトウェアを開発するだけではなく、社会に価値を生み出すソフトウェアをチームによる集合知をもって実現するものと捉えている。ソフトウェア開発科目群の「システム開発プロジェクト」関連科目は、価値創造をテーマとした **Problem Based Learning** と、チーム開発としての **Project Based Learning** の両側面を含めた、学生の自主運営をベースにしたカリキュラムであり、Problem と Project 両方を意図した PBL 型の授業である。次章以降でその具体的な取り組みを紹介する。

3 ITSP における PBL

3.1 PBL の全体像

標準的な enPiT フレームワークにおいて PBL の実施期間は 3-4 ヶ月であるが、ITSP では、以下の 2 つの科目（～2015 年度）を用意し、1 年間の開発プロジェクトを実施する^{†2}。

^{†1} 修士号の取得には各専攻が定める要件を満たす必要がある

^{†2} 2016 年度は大学改革によりクォーター制となったため、以下の 4 科目となる。

- システム開発プロジェクト基礎（第一・第二）

- システム開発プロジェクト基礎（前期）
- システム開発プロジェクトクラウド応用（後期）

ITSP の PBL では受講学生が 6 名程度のチームを編成し、IT サービスのチーム開発を行う。座学・演習で得た知識を基に、IT サービス（アプリケーション・情報システム）のチーム開発を行うことで、実践的なシステム開発能力の涵養を目指す。PBL は一般企業出身者 2 名が主担当となり、実業務でのシステム開発がイメージできるよう現場事例を交えた解説を適宜実施する。

両科目において、受講学生はチームを組み、要求分析、プロジェクトの計画、設計、実装、テスト、ドキュメント作成などの系統的なソフトウェア開発技術の実践面への適用を総合的な指導の下で習得する。

PBL の基本方針は「自ら行動する」「失敗から学ぶ」である。そのため、授業では実際のシステム開発業務と同様の開発プロセスの体験を通じて学ぶことに加え、学生が自ら考え行動すること、他者とのコミュニケーションを通じて共同作業を経験することを重要視している。チーム運営はスケジュール管理や開発環境の選定も含め、原則としてチームの自主性に任せられている。具体的には以下の 3 点を指導上の留意点としている。

- モチベーションとフロー状態の維持

学生に対する制約を極力小さくし、学生が興味のある開発テーマ、開発環境を選択できるようにすることで、学習意欲を向上させている。成果発表会で投票を行い、最優秀チームを選ぶことによってチーム間の競争意識を作り出すこと、授業ブログへのコメントを通じて一人ひとりにフィードバックを行い、学びの確認から成長実感を持てるようにするなど工夫している。

- 学生の自ら学ぶ力を引き出す

How を教えず、What を与え、学生に考えさせる事を重視している。例えば、開発する IT サービス/ソフトウェアは「大学講義を支援するアプリ」「大学生活を豊かにする Web/スマホサービス」などであり、意図的に要件開発の余地を大き

- システム開発プロジェクト応用（第一・第二）

く残している（要件開発については次章で述べる）。また、振り返りや中間・最終発表・個人発表を通じSECIモデルにおける経験の表出化、連結化を促している。

- 授業の学習テーマを常に意識させる

手段（ソフトウェア開発）が目的化しないよう誘導し、プロセスを意識させながら、チーム開発体験の全体イメージを与える。また、学生ごとに振り返りの個別レポートテーマを設定することによって学習テーマを意識しながら演習を進めるように指導を行う。

受講学生は、講義時間だけでなくチームごとに個別のミーティングを行い開発を進め、7月に中間発表、12月にチームとしての最終発表である成果展覧会、1月に個人発表を行う。プロジェクトの後半からは、システム開発に並行して、成果展覧会の準備プロジェクトを立ち上げる。このことで、準備プロジェクトに所属する受講生はマトリックス型組織に参加することとなり、複数業務の調整を体験することができる。また準備プロジェクトには外部のデザイナーも参加するため、外部パートナーとの業務調整および成果物管理についても体験することができる。

授業成果展覧会は一般企業にも公開する。一般企業聴講者の前で発表、フィードバックを得ることで、学びの再確認が出来る。また、PBL参加前の学生のチーム作業経験は多様であり、PBLで得た気づきは個人により異なる。そこで授業成果展覧会后に、個人設定したレポートテーマで振り返り発表を行い学んだことを共有する。

3.2 要求開発プロセスと実装プロセス

前半の「システム開発プロジェクト基礎」は、メインテーマを要求開発とし、成果物目標は要件定義とプロジェクト計画に設定している。後半の「システム開発プロジェクトクラウド応用」では、基礎で設計・計画したITサービスの実装をメインテーマとして、成果物目標は動くソフトウェアと開発プロセスの振り返りである。こう設定することで、学生は、前半で探索型のプロジェクト運営に触れ、後半では計画型プロジェクト運営に触れることになる。ソフトウェア工学

の観点では、前半でシステム開発に必要な基礎技術の調査や取得を行うことで、ひとりひとりの基礎レベルの底上げを行う。後半では、前半に身につけた知識や技術を実際の開発を通して体得する。

3.2.1 要求獲得プロセス

前半の要求開発プロセスにおいては、前述の通り、開発テーマをあえて柔軟な設定にすることで、受講生は想定ユーザの設定、ユーザ問題領域の調査、仮説設定、仮説検証を行い、REBOK (Requirement Engineering Body of Knowledge) [4]の要求獲得プロセスや要求分析プロセスを体験することになる。新しいサービスの創造には、社会的価値としてのユーザニーズの存在と技術的側面としての実現可能性、そしてビジネス側面での持続可能性を満たすことが求められる[6]。しかし、情報系学生は技術的側面に囚われがちであり、自分たちが使いたい技術先行でソリューションを決める傾向にある。そこで、受講生が目線を要求獲得プロセスに向けるために、授業ではペルソナの設定やユーザーヒアリング、ユーザー体験ビデオの作成などを通してユーザーの真の要求に近づくよう促した。

この段階での持続可能性としては、チームの成長モデル[7]、[1]の体験による相互理解プロセス獲得に留意した。これは価値を提供する側としてのチーム維持と成長が欠かせないからである。しかし一方で、この工程は、他者との対話によるコミュニケーションを不得手とする傾向にある情報系学生にとってはストレスの多い工程である。また、ユーザー要求に対し、探索的アプローチを行うため、正解がないプロセスであり、自分たちが行っていることが正しいのかどうか不安になることも多い。そこで毎週授業後に書くことにしている個人ブログを通じてフィードバックを行った。さらに、MEHモデル[3]を用いて、チームの目標達成に近づくためのコミュニケーションモデルを解説し、必要以上に自責を抱えないよう配慮した。

3.2.2 実装プロセス

後半の実装プロセスでは、基本的に前半で作成した要件定義とプロジェクト計画に基づいた計画型プロジェクト運営がベースとなる。この工程は技術的側面が強いため、ソフトウェア工学的な解説とレビュー

を中心にした授業とした。ただし分業が増えて個人作業中心になりやすいため、自分たちのチーム段階を意識するよう促した。また、ユーザー価値を蔑ろにしないよう、妥当性検証を計画的に実施するようにした。技術的側面が強い一方で、個人のスキル差がチームモチベーションに影響を与えやすいのもこの工程である。これについては、展覧会準備チームの設定により、展覧会というゴールが明示され意識の集中がしやすくなる効果と、プログラミング以外の役割が増えプログラミングが苦手なメンバーもチーム貢献感を得やすい効果があった。

3.3 振り返りの言語化

PBL では振り返りを通して学びの定着を図った。SECI モデルではナレッジの獲得を「表出化」「連結化」「内面化」「共同化」で示しているが、PBL では、以下の内容でそれぞれのナレッジ獲得を促している。

- 表出化：授業ブログ、発表
- 連結化：振り返りの議論
- 内面化：授業ブログの参照、発表の聴講
- 共同化：フィードバック

対話コミュニケーションが苦手な学生にもスムーズにナレッジ獲得が行えるよう、文字による表出化（ブログ投稿）、チーム内での発表、教室全体での発表と、徐々に範囲を拡大し、SECI モデルの循環がスムーズになるよう誘導している。

4 おわりに

これまで、ITSP の PBL の取り組みについて、その全体像と、要求開発プロセス・実装プロセスと実際

の取り組み内容を報告した。受講学生へのアンケートでは「後輩に勧めたい」が平均約 70 %、「PBL でコミュニケーションスキルが向上した」という回答が毎年約 80 %を上回る結果となり、授業内容が学生に評価されていることが伺える。また、展覧会での来場者アンケートでも「実践的な内容で驚いた」「学生のうちからここまでやっているとは頼もしい」と好意的な評価を得ている。ITSP は、対象受講学生を学部生に拡大し、enPiT2 に参加している。学部生が対象になり全体的な要素技術レベルの見直しは必要になるが、PBL の成果を取り込み、学年に応じた実践的な教育を提供する予定である。

参考文献

- [1] 榎田由紀子, 松尾谷徹, 「Happiness & Active チームを構築する実践的アプローチ ～チームビルディングスキルの開発～」, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.7, No.1, pp. 15-20, 2005.
- [2] enPiT, 「分野・地域を超えた実践的情報教育協働ネットワーク 大学院生向け」, <http://www.enpit.jp/master/>, (2017-09-01 参照).
- [3] 原田奈美, 「チームメンバを動機付ける実践的アプローチ-ほめるとき・叱るとき-の MEH モデル」, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol.6, No.2, pp. 12-18, 2004.
- [4] 情報サービス産業協会 REBOK 企画 WG 編集, 「要求工学知識体系 第一版」, 近代科学社, 2011.
- [5] 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』の概要について」, <https://www.ipa.go.jp/files/000024092.pdf>, 2007. (2017-03-29 参照)
- [6] Tim Brown, Change by Design : How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation, HarperBusiness, 2009.
- [7] Tuckman Bruce W., Developmental sequence in small groups, Psychological Bulletin, Vol 63(6), pp. 384-399, 1965.