

産学協同によるPBLの実践報告と評価

亀田弘之¹・中村太一¹・駒谷昇一²・神沼靖子³・黒田幸明³

和文抄録 IT分野の進歩が速いため、大学新卒者の多くはIT関連企業の求めるレベルに達していないことが大きな問題となっている。この問題を解決するために近年政府指導のプロジェクトも盛んに行われている。本稿では、このような問題意識から企画・実行された産学協同プロジェクトの紹介と、そのプログラムにおいて実践されたPBLの報告を行う。本プロジェクトにより、産学協同による実践的ソフトウェア教育の1つのあり方を明らかにすることができた。また、本プロジェクトで採用したアプローチが基本的に妥当性であるとの感触が得られた。

Report and Evaluation of a Cooperative Practice of PBL between Industry and Academia

Hiroyuki Kameda¹, Taichi Nakamura¹, Shouichi Komaya²,
Yasuko Kaminuma³ and Koumei Kuroda³

Abstract One of serious problems in IT fields is that many new graduate of IT fields do not reach the level IT companies require because of a rapid progress of IT. To resolve this problem, Japanese government recently give funds to many projects affirmatively. This paper reports a cooperative project between industry and academia with respect to the problem. PBL program is also reported. This project shows that an educational way of practical software engineering. Moreover, fundamental validity of our approach might be also gained.

1. はじめに

周知のように情報システムは、金融、流通、製造あるいは電子政府などあらゆる分野に深く浸透し、社会基盤としての重要な役割を担っており、それ故に安全で安心できるものでなければならぬ。他方、急速に進展する情報技術と目まぐるしく変わる顧客の要求は情報システムを複雑かつ大規模化させ、その結果として高い品質を保証しつつソフトウェアの生産性を上げることは極めて難しくなっている。このような状況下、これまで企業は長期間のOJT(On the Job Training)を通じIT人材を育成し、困難な問題に臨機応変に対応してきた。しかしながら、最近グローバル

1：東京工科大学コンピュータサイエンス学部・
School of Computer Science, Tokyo Univ. of Tech.
2：NTTソフトウェア・NTT Software
3：サイバー創研・Cyber Creative Institute.

な競争環境において企業は投資の選択と集中を迫られ、高度IT人材育成を本来の大学に求めるようになってきた。このような状況に鑑

み、「実践的かつ体系的なソフトウェア教育方法および教材の研究開発」さらには「大学と企業のみならず高校をも含めたソフトウェア教育体制の整備」を可及的速やかに着手することは国家的課題である。このような見地から「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム（文部科学省）」はじめ幾つかのソフトウェア教育強化プロジェクトが政府主導で積極的に行われている。

このような問題意識のもと、東京工科大学では、平成 15 年コンピュータサイエンス学部発足以来、UML によるシステム設計、オブジェクト指向プログラミング、ソフトウェアテスト法など開発方法論やロールプレイ演習を取り入れたプロジェクト管理の実践的教育を行ってきた。Mindstorm (Lego 社製) を利用し、ソフトウェア開発の全工程を学生が体験的に学ぶ実験の実施はその典型的な事例の 1 つである。このような教育現場における努力とともに、平成 16 年度から Linux オープンソースソフトウェアセンターを立ち上げ、オープンソースソフトウェアの利用技術を蓄積し、平成 17 年度から再利用可能な協働効果型オープンメディアリソース研究・構築プロジェクトではコンテンツ制作とそれを利用したサービスを支える基盤整備を行ってきた。また、平成 18 年 10 月から平成 19 年 1 月には、大学横断的な産学協同 FD (faculty Development) プログラムの開発・実証実験プロジェクトに参画し実践的ソフトウェア教育の実績を積んできた。

以上の経緯のもとさらに平成 18 年度には、東京工科大におけるこのような努力の延長線上に合致するものとして、平成 18 年度に産学協同実践的 IT 教育訓練基盤強化事業「大学横断的な産学協同 FD プログラムの開発・実証」プロジェクトを実施した。その結果、このプロジェクトを通じて多くの貴重な知見が得られた。本稿はその際行った PBL 実践を中心に当該プロジェクトの実践報告を行うものである。

2. 「大学横断的な産学協同 FD プログラムの開発・実証」プロジェクトの概要

以下では標記プロジェクトの概要について述べる。

- (1) **目的** 学生が主体的にソフトウェア開発に関する学習を行うことのできる PBL (Project Based Learning) 教育の実施方法について、教員が自らも学習者となり学生と同じ授業を体験しながら学び、自分自身が担当する授業に対してそこで実体験的に得られたノウハウを使って授業を実施することができるようになることを目的とする。つまり、実践的なソフトウェア教育訓練を実施するためのスキルを教材化し、大学教員が IT エンジニアの持つべきスキルを修得することを容易にし、実践的なソフトウェア教育訓練を大学で継続的に実施することができるようにすることを目的とする。なお以上からも分かるように、本プロジェクトは単に学生に対して PBL によるソフトウェア開発教育を実施するのみならず、教員の FD もも意図したものである点が極めて特徴的であることに留意されたい。
- (2) **実施プログラムの構成** 東京工科大学で実施した当該 FD プログラムを図 1 に示すように、①学生に対する教育訓練プログラム (PBL) の実施、②学生と同一演習の教員による実施、③教育設計 (Instructional Design) の講義を 1 セットとして 7 回実施した。図 1 はその様子を示したものである。
- (3) **実施期間** 平成 17 年 10 月～平成 18 年 1 月の 4 ヶ月間合計 7 回 (平成 17 年 10 月 14 日、10 月 25 日、11 月 11 日、11 月 25 日、12 月 9 日、12 月 16 日、1 月 13 日) であり、

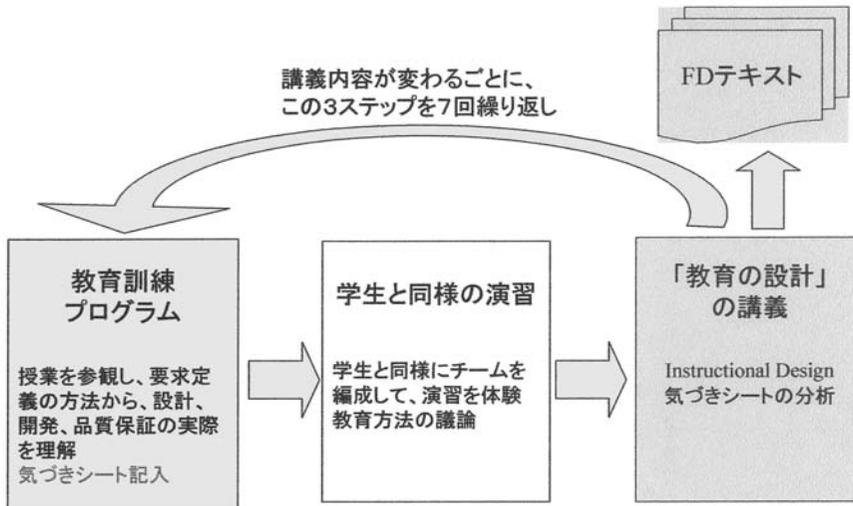


図1. 実施プログラムの構成 [1]

朝 9:00～12:20 に上記①の PBL を実施し、午後 13:20～16:00 過ぎまでで上記②と③を実施した。午前中の PBL は学生対象の授業であり、午後の前半を教員自身による PBL 演習に、午後の後半を教育設計の講義および午前中の PBL 演習授業により得られたデータ等の分析およびそれから得られた知見に関する議論に割いた。

- (4) **実施体制** これまでに当該プロジェクトの実績があるサイバー創研を実施代表機関とし、サイバー創研が中心となり平成 18 年 8 月に設立した「実践的ソフトウェア教育コンソーシアム」の会員校（大学・高等専門学校）の教員および会員企業の関係者らにより実施体制を整えた。図2は実施体制の概要を、表1は役割分担をそれぞれ示したものである。

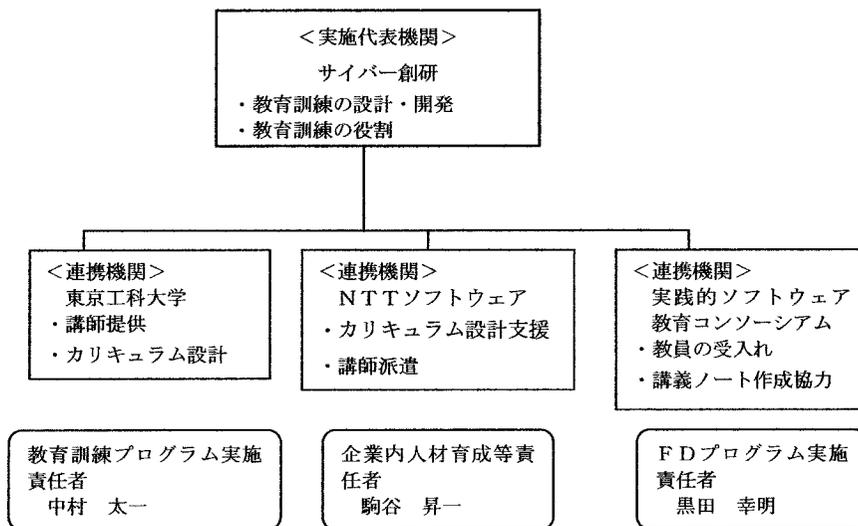


図2. 実施体制の概要 [1]

表. 1 機関ごとの役割

実施代表機関／連携機関	機関・団体名	役割
実施代表機関	サイバー創研	全体の取りまとめ、FDプログラム開発を主管
教育訓練プログラム実施責任者	東京工科大学 中村 太一	教育訓練の実施 プログラム実施環境の提供
FDプログラム実施責任者	NTTソフトウェア 駒谷 昇一	FDプログラムの実施
連携機関	実践的ソフトウェア教育コンソーシアム	FDプログラムの実施
連携機関	NTTソフトウェア	教育訓練プログラム、FDプログラムの指導、カリキュラム設計支援

- (5) 学生を対象とする教育プログラムの概要 実践的ソフトウェアエンジニアリングに関する教育を講義+演習形式で行った。従来大学では教えられることのなかったソフトウェア開発全般をPBL法により実施した。実施方法・内容等の詳細は3で詳細する。
- (6) 教員を対象とするFDプログラムの概要 先にも述べたように、FDプログラム部分は、教育訓練プログラム授業の参観、演習体験、教授法研究の3つの部分で構成されるものとした。教員と実際に授業を行った企業の講師とでお互いが持つ様々な情報を提供しあうとともに、相互に気づいた点をも共有化し、教授法研究の素材とし、各自の教育設計へ寄与することを目指した。この様子を示したものが図3である。

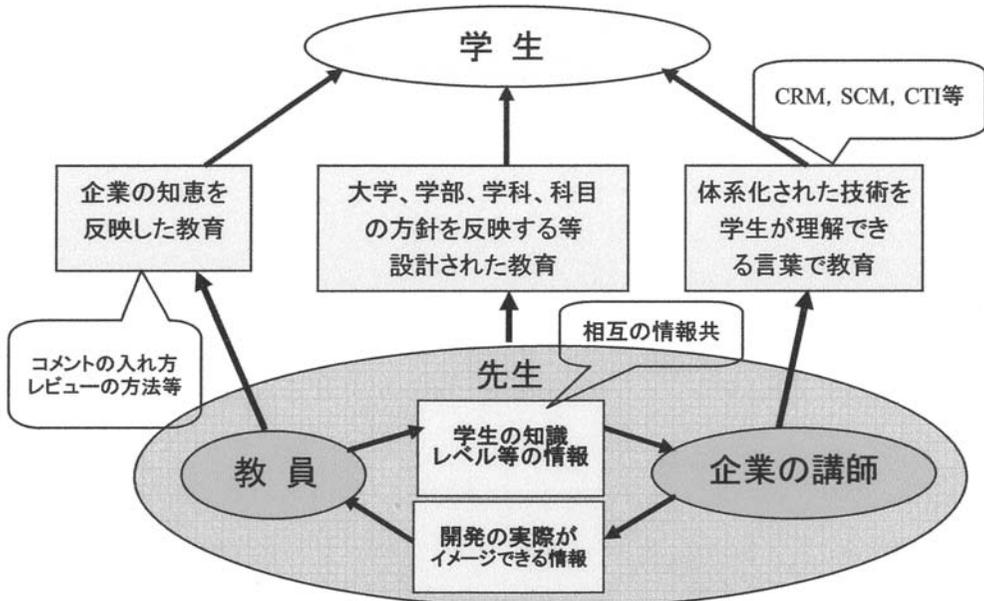


図3. FDプログラムにおける教員－講師－学生の関係

- (7) FDプログラムの受講対象教員・人数 各大学において情報処理教育に携わり、学生に対してより効果的な授業を展開したいと考えており、また今回のFDプログラムで習得したノウハウを実際の自分の担当する授業で実施したいと考えている教員を対象とした。具体的には、「実践的ソフトウェア教育コンソーシアム」の会員から希望者を募り、教育機関8校（はこだて未来大学・岩手県立大学・東京工科大学・中部大学・同志社大学・鳥取環境大学・高知工科大学・徳山工業高等専門学校）、企業関連2社（サイバー創研・日立製作所）から合計13名の者が参加した。

以上が、「大学横断的な産学協同FDプログラムの開発・実証」プロジェクトの概要である。なお本プロジェクトの詳細、とりわけ実施成果等は参考文献 [1] を参照されたい。

3. 学生を対象とするPBLプログラムの概要（詳細）

上記2では「大学横断的な産学協同FDプログラムの開発・実証」プロジェクトの概要について述べたが、以下では当該プロジェクトで行われたPBLプログラムについて詳しく述べる。

3.1. 受講対象者

- (1) 科目履修希望者の応募方法 以下の手順で行った。

- 開講趣旨説明会の開催・・・ 募集定員が30名（超過の場合は教員により選考）であるとともに、本授業の学生にとっての履修意義および本授業開講の社会的意義等を説明し、あわせて本授業の開講趣旨を学生に周知した。開講趣旨説明会の対象者は東京工科大学3年生全員としたが、この説明会の対象となっていなかった学生（東京工科大学コンピュータサイエンス学部4年生、東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科修士1年生）も口コミで後日履修を希望してきた。なお、説明は東京工科大学教員（亀田弘之）が事務的説明（数分）をし、担当講師（駒谷昇一）が授業の概要を約1時間程度かけパワーポイントを用いて説明をした。パワーポイントは学生に当日資料として配布するとともに、事務手続きに関する部分のパワーポイントは後日大学のWebサイトから参照・ダウンロードできるようにし、欠席者にも情報を周知させるように工夫した。また、学生に対して「やる気のある人のみ受講するように」ということを明確に伝え、授業を途中でやめてしまったり、遅刻をするなどの学生が来ないようにとの配慮を行った。受講のための注意事項としては以下のものを提示した。

① システム開発工程全体について講義と演習を行うので、欠席を認めない。

② 本講義は、外部の講師に依頼して行われるものであるとともに、他大学・企業の関係者が学生の授業をFDの一環として参観するので、東京工科大学の学生に相応しい授業態度を期待する。特に、土曜日午前の2コマの授業であるが遅刻は厳禁とする。

- 申込み方法・・・ 電子メールによる方法としたが、その際、「受講理由と授業に期待すること」を200字程度で作文したものを添えて送信するようにさせた。これは、学生の意欲を確認するためであるとともに、応募者多数の場合に選抜する材料を事前に得おくためでもあった。申込みの期限は、科目履修希望者説明会開催後2週間とした。2週間

という期間は、学生が受講の決断をするために考えるには十分な時間であったとともに、上述したようにこの期間に口コミで説明会不参加者にも情報が適切に伝達されたことから、適切なものであったと思われる。

- (2) 履修者について 履修者は全部で 30 名であった。大部分が 3 年生であり、2 年生 (1 名)・4 年生 (1 名)・大学院生 (修士 1 年・3 名) であった。なお、4 年生 (就職の内定有り) と大学院生は、東京工科大学におけるソフトウェア教育をすでに履修しているにもかかわらず、卒業研究の各自の経験から本授業を積極的に履修することを決めていることは特筆すべきことであろう。
- (3) 履修者に対するサポート体制 今回の授業は東京工科大学における臨時的特別授業であったため、履修者に対する特別なサポート体制を必要とした。具体的には、以下のよう
なサポート体制で実施した。
- 毎回の資料印刷を東京工科大学 C S 学部事務職員が担当する。
 - 資料整理と配布および教室の準備等は S A (4 年生) が担当する。
 - 教務課は既存講義の枠組みに本講義の履修登録を整合させ、履修者の便宜を図る。
 - 学長、C S 学部学部長、教務部長の支援協力を得る。
 - 講義ではその時間内で適宜質問を受け付け、実習において生じた問題等は担当教員を通して回答、または翌回の講義の時間帯で回答する。

3.2. 教育訓練 (授業) の目標

この授業を学生が履修した結果、学生は、①情報システムの各工程に関する知識を説明することができるとともに、②その一部については与えられた条件下で当該知識を実際に運用することができることを達成すべき目標とした。なお、ソフトウェア工学の対象職種としては「アプリケーションスペシャリスト」、専門分野としては「業務システム」とした。

3.3. 実施形態

- (1) 講座形態 先にも述べたように、東京工大では年度当初には無かった講義を開設したため、14 コマを 7 日間で実施した。このため 2 週間に 1 回のペースで行われた 14 コマのほとんどは講義のみにあてられ、学生たちの演習は講義と講義の間で学生達自らが計画的に作業を行う形態を採った。これは学生にとってか

表2. 学生の実時間作業(単位は分)

		学生 1	学生 2	学生 3	学生 4
要求定義	講義	350	190	360	400
	ミーティング	871	930	1000	985
	ドキュメント作成	112	260	300	200
	その他	133	0	120	85
外部設計	講義	200	180	180	210
	ミーティング	841	815	855	810
	ドキュメント作成	50	115	90	340
	その他	0	0	0	0
内部設計	講義	0	180	190	200
	ミーティング	595	611	510	465
	ドキュメント作成	287	490	1070	355
	その他	0	0	0	30
コーディング/ 単体テスト/ 結合テスト/ 総合テスト	講義	190	400	370	620
	ミーティング	365	285	240	311
	ドキュメント作成	635	0	300	515
	コーディング	2955	4060	2100	1740
	テスト	0	0	0	750
その他	55	0	90	150	

なり負担であったようである。なお、あるチームの活動分析データを参考までに前ページの表 2 に示しておく。

- (2) **認定単位数** 特別講義として学部学生のみ 2 単位を認定した。
- (3) **講師要件** 本講義・演習を担当する講師は種々の要件を満足する必要がある。今回は NTT ソフトウェアの IT エンジニア（駒谷昇一）を講師とした。

3.4. 実施内容

- (1) **講義内容** プログラミング技法の獲得ではなく、ソフトウェアの生産性、信頼性を向上させるための種々の工学的技法について紹介した。まず、ソフトウェア危機の問題意識に端を発したソフトウェアエンジニアリングの重要性を述べ、ウォーターフォールモデルを始めとするいくつかのソフトウェア開発プロセスモデルを概説した。次に、ソフトウェア開発過程の基幹技術である要求定義と仕様化、ソフトウェア設計、テスト手法、オブジェクト指向パラダイムおよび再利用法の一連のソフトウェア開発技術について紹介した。また講義の際、各々異なる開発プロセスモデルの比較と検証、開発過程の基幹技術における各手法の長所・短所およびそれらの最適な適用法を重視するとともに、一方向の講義スタイルを極力回避し、随所に学生の理解を確認する目的もあわせて、あなたならどのように考えるかとの問いかけを適宜積極的に実施した。以下に、講義内容の概要を列挙する。
 - **第 1 回**：ソフトウェアとソフトウェアエンジニアリング、ソフトウェア開発におけるプロセス（ガイダンスと全体プロセス・チーム分け・要件定義書の作成）
 - **第 2 回**：システム提案書、開発計画書、外部設計書の作成方法（歴史的背景・標準化プロセスと Java コミュニティ等）
 - **第 3 回**：外部設計書の作成方法、ソフトウェア開発の基本技術(外部設計書の作成)
 - **第 4 回**：設計技術、内部設計とプログラミング(外部設計書の作成)
 - **第 5 回**：テストと品質保証の実施方法、プロジェクトマネジメントについて
 - **第 6 回**：ソフトウェア産業の課題、IT スキル標準(品質見解の作成)
 - **第 7 回**：成果発表会（外部の企業からの聴講あり）

上記各回は 3 時間であり講義が中心であった。UML 図の説明は特にしなかったが、学生は積極的に使用していた。各種ドキュメントの必要性は授業で説明し、その書き方は学生の判断に任せた。なお、各種ドキュメントに関していくつかのものは様式を配布し、そこに記入してもらう方法を取った。いずれにせよドキュメント作成の詳細に関する指導は今回は特に行わなかった。

- (2) **教授方法** 授業は、講義（座学）と演習を織り交ぜて実施した。演習では、学生が主体的に考えるように、課題の方向性のみを示した。工程ごとのレビューでは、講師もコメントをして、演習が本来の目的に合って進むように指導を行った。これは学生が、自ら考え、グループ内の議論をまとめ、決められた時間に決められた成果を上げていくという経験を踏んでもらいたいとの配慮からである。講師はできるだけこの点について配慮し、例えば最初のグループ分けに際しても、30人の学生自身にきめさせた。また、各グループで取り組むシステム化の対象についても、自らのチームが合意の下に提案を出してもらった。
- (3) **教材**

- **教材要件** 産業界から要求されている人材輩出のための教材要件は次のとおりである。
 - ① 社会におけるソフトウェアおよびソフトウェア工学の重要な役割が理解できること
 - ② ソフトウェア開発工程とそれらの役割・内容が理解できること
 - ③ ソフトウェア開発を体験できること
 - ④ ソフトウェア開発の中でのプロジェクト管理、品質評価の重要性が理解できること
 本演習では、プログラミング技術の習得よりも、各工程の目的と各工程で製造される生産物の作成方法、ソフトウェアの設計技法、開発プロセスを通してソフトウェアの品質を作りこむ方法、生産性や信頼性を向上させるための品質管理技術、試験技術、プロジェクト管理技術を学ぶことに主眼を置いて実施した。
- **実際に使用した教材** 「ずっと受けたかったソフトウェアエンジニアリングの授業Ⅱ」

3.5. 実施環境

東京工科大の実験棟、システム系実験室で実施した。チーム毎にまとめてもらい講義を聴き、適宜作業形態をとった。機器はプロジェクタとホワイトボードを用いた。演習におけるプログラミング、各種ドキュメント作成等作業に必要なコンピュータ環境は、学生個人個人の持つパーソナルコンピュータとし、特に問題はなかった。チーム活動は内部ではメールベースで打ち合わせ場所、時間を調整しミーティングの実施し、作業は分担して取り組ませた。

4. 学生に対する教育プログラム (PBL の実践) の評価

授業の前後に ITSS スキル診断を実施し定量的なスキルアップ評価を行った結果、ITSS レベルは 0.98 から 2.34 へと上昇したが、業界でのアプリケーションスペシャリストの平均 2.74 には到達しなかった。IT スキル標準におけるキャリア指標は 0.47 から 2.55 へ、スキル熟達度指標は 0.47 から 1.73 へと上昇した。IT スキル標準のスキル項目に関しては、パーソナルスキルのリーダーシップとコミュニケーションとが大きく向上した。なお、リーダーシップ値は全国平均値相当である。全体的には業界のエンジニアと同等もしくはそれ以上の値となった。その他様々な観点からデータを採取したので、現在データの分析を参加者全員で試みている。いずれにせよ結果としては、総合的にはすべての学生において何らかのスキルに向上が見られ、本 PBL の実践は基本的には妥当であること、また、本プロジェクトで提案しているアプローチ方法がソフトウェアエンジニアリング教育に関する有効なものであると等の感触が得られたことは、意義深いものがある。

5. おわりに

産学協同プロジェクトの紹介と、そのプログラムにおいて実践された PBL の報告を行った。その結果、産学協同による実践的ソフトウェア教育の 1 つのあり方を提示することができた。

参考文献

- [1] サイバー創研, 大学横断的な産学協同 FD プログラムの開発・実証, 「産学協同実践的 IT 教育訓練強化事業」事業報告書 (最終報告) (2007).
- [2] 鶴保証城・駒谷昇一, ずっと受けたかったソフトウェアエンジニアリングの授業 1・2, 翔泳社(2006) .