

# 産学協同のPBLにおける 顧客と開発者の協創環境の構築と人材育成効果

松澤 芳昭<sup>†1</sup> 杉浦 学<sup>†2</sup> 大岩 元<sup>†1</sup>

我々は、創造的な情報システム技術者およびプロジェクトマネージャ(PM)の育成を目指し、産学で対話をしながらPBL(Project-Based Learning)環境を整備してきた。ここで行われるプロジェクトは小規模であるが、企業人がPMを行い、実際の顧客が設定され、実際に利用されるソフトウェアの開発を目標とする。しかしながら、これまでの2度の試行においては、上流工程で起こる顧客と開発者のコミュニケーションの問題が解決されず、目標は達成されていなかった。我々は、この問題に改善策を施して、3度目の試行実験を行った。その結果、多くのプロジェクトで質の向上が確認され、開発者と顧客の協創による小さなSI(System Integration)の成功例が生まれた。本論文ではこの例の成功要因を分析し、プロジェクトの成功に、1) 学生の反復履修によるコミュニケーション力の成長、2) 顧客の積極的態度と開発プロセスの理解、3) PMの役割の明確化、が寄与していることを示した。これらの成果より、本PBLによる情報システム技術者育成の効果が実証できた。

## Collaborative Management between Developers and Customers in the PBL through University-industry Collaboration and Its Effects for IS Engineers Development

YOSHIAKI MATSUZAWA,<sup>†1</sup> MANABU SUGIURA<sup>†2</sup> and HAJIME OHIWA<sup>†1</sup>

We have been developing a learning environment through university-industry collaboration. It aims at bringing up creative IS engineers and managers through PBL (Project-Based Learning). Members of a project are composed of students and a project manager from an IT company. They try to develop and evaluate a tiny information system for real clients and users. However, in the former trial, they could not achieve the goal because of communication problems between developers and customers in the requirement acquisition process. We have examined the third trial of the PBL with making some improvements to solve the problem. As a result, we have confirmed that their engineering processes and products have improved. And we have found a tiny successful system integration project through collaboration between developers and customers. In this paper, we analyzed the successful project and found that the reasons of success are; 1) improvement of communication skills for students by repeated study, 2) customers' positive attitude and understanding of the IS developing process, 3) clarifying the role of project managers in this course. Effects for IS engineers development through the proposed PBL have been verified by these results.

### 1. はじめに

20世紀の終わりに、企業では様々な業務が情報技術の応用によってシステム化された。21世紀に入って、情報処理システムを利用することによってのみ可能となる商品(サービス)が開発されるようになってきた。企業では情報処理システムなしでは業務が成立せず、

システムの品質は企業の利益に直接の影響を与える。利用者の真のニーズをとらえ、未来の人々を豊かにする情報システムを設計・構築できるプロフェッショナルが必要となる。

そのような人材育成の基盤となる情報システム学では、期待される情報システム専門家像として、1) 情報システムの専門家としての職業倫理、2) プロフェッショナルリズムを支える専門知識、技術、洞察力、3) 広く深い知識を応用した創造的な問題の発見解決力、4) 立場や国を越えたコミュニケーション能力、が示され( ISJ2001<sup>1)</sup> ), 知識体系 ISBOK ( Information Systems Body of Knowledge ) が整備されている。し

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学環境情報学部

Faculty of Environmental Information, Keio University

<sup>†2</sup> 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科

Graduate School of Media and Governance, Keio University

かしながら、この分野は「学問と実務の境界」にある<sup>2)</sup>ため、実務経験のない大学生が従来型の講義と演習のみで、上記に示されるような多面的で総合的な視野と知識の応用・実践力を身につけるのは困難である。

この問題を解決する 1 つの手法として、プロジェクトの実践を通して対象を学習する PBL (Project-Based Learning/Problem-Based Learning) が注目され、わが国でも様々な形態で実践され始めている<sup>3)-5)</sup>。総合的な観点から学習ができる PBL によって、社会の要請に応じてシステムが作られ、その結果がまた社会に影響を与える情報システムのダイナミズムを学習者が体感できる可能性がある。

我々はこのような背景と問題意識から、企業人が学生プロジェクトの PM (Project Manager) となり、産学協同で PBL を行う「コラボレイティブ・マネジメント型情報教育」を提案、試行してきた<sup>6),7)</sup>。2 学期にわたる試行実験によって、「学生-企業人 PM-実顧客」からなる小さなプロジェクトの遂行システムの骨格は完成した。しかしながら、2 回目の試行で実際の顧客がプロジェクトに関わるようになった結果、新たな問題として認識されたのは、顧客と開発者のコミュニケーションの問題である。結果として、これまでの試行で実施されたプロジェクトのレベルは、まだ我々が目標としている「人に使ってもらえるソフトウェア」の開発には至っていなかった。

我々は、この問題に焦点をあて、アクションリサーチ<sup>8),9)</sup>による環境の改善を行い、2006 年度秋学期に 3 度目の試行実験を行った。本論文では、まず 2 章で顧客と開発者のコミュニケーションの問題を示し、施した改善策について述べる。次に 3 章で、この問題が解決されて、初めて継続的に利用されるシステムが開発されたプロジェクトを紹介し、成功要因の分析を行う。4 章ではその結果をふまえて、改善策の効果と成功の要因を考察する。5 章で第三者による評価の結果と今後の課題を述べる。最後に 6 章でまとめを行う。

## 2. 協創型ソフトウェア開発と問題点

本章では、我々が整備してきた「コラボレイティブ・マネジメント型情報教育」の環境と問題点を述べる。詳細なカリキュラムについては、先行論文 6) で PM に対する教育のカリキュラムを、先行論文 7) で学生に対する教育のカリキュラムを述べたので、本論文では概要と変更点のみを述べる。

### 2.1 スモールスケールの社会連携型 PBL

我々は産学協同でプロジェクトを運営し、ともに学習する PBL 環境を整備してきた。そのプロジェクト

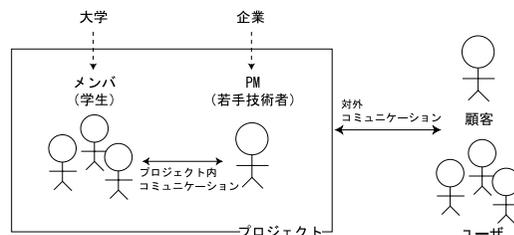


図 1 プロジェクトのモデル

Fig. 1 Model of a project in the proposed PBL system.

のモデルを図 1 に示す。プロジェクトのメンバは、大学の学部学生 3, 4 名で構成される。プロジェクトマネージャは、これから PM を目指す企業の技術者が担当する。PM と学生は協同して、プロジェクト外部の顧客 (システム化要求を持ち、開発されたシステムによって利益を得る人、または組織) とユーザ (最終的にシステムを操作・利用するエンドユーザ。顧客がユーザである場合もある<sup>10)</sup>) を設定したソフトウェアを開発する。顧客は地域の商店や大学教授等がボランティアで参加する。「学生-企業人-顧客」の三者が協同で、「人に使ってもらえるソフトウェア (システム) を創造する」ことがプロジェクトの目標である。この仕組みを「協創型ソフトウェア開発」と呼ぶ。

我々が育成目標としているのは、1 章で取り上げたような情報システム構築に関する総合的な問題解決力を持つ人材である。この育成目標に対して、実践経験から気づきを得て学習の動機付けを得る方法として、PBL は適していると我々は考えている。井上らは PBL を実社会の課題に取り組む「社会連携型」と、シナリオが与えられて問題を主体的に学習するための「チュートリアル型」に分類している<sup>3)</sup>。我々の行っているのは「社会連携型」であり、「時代や環境が変わっても、自分で課題を見つけ出し、足りない知識を身につけ、最善と思われる方法で課題を解決していく全人的な力<sup>3)</sup>」を養うことを目的とする。

しかしながら、社会連携型の PBL では現実の題材を扱うため、現実同様の様々な問題が起こる。その中には学習しなければならない大切な問題のほかに、時代の変化にともなって陳腐化する枝葉末節の知識が必要な問題も含まれている。PBL はあくまでも教育効果を得るのが最終目的であるから、後者の問題はなるべく起こらないようにして、前者の問題に集中して取り組めるようにする必要がある。

そこで我々が行ってきたのは、実社会の課題を扱う代わりに問題の規模を小さくすることである。PM は企業の業務と並行して、週 1 回大学に訪問してマネジメントを行う。授業に参加する学生は、履修可能な

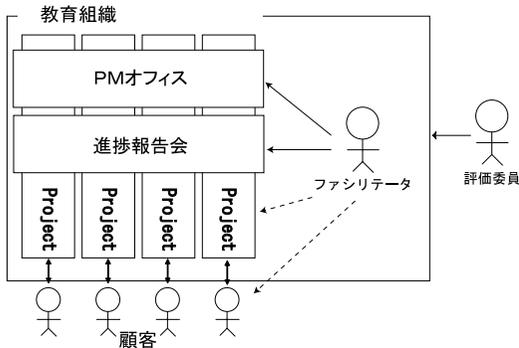


図2 プロジェクトを支援する組織

Fig. 2 The organization to support projects.

20 単位の中の 4 単位をこの授業で得ることができ、PM は週 5 営業日のうち 1 日を割いてプロジェクトに参加する。

我々は規模を小さくしても学習者が重要な問題を発見できるように、概念を抽象化してプロジェクトの環境に埋め込んでいる。たとえば、大学の授業ではコストは実際の金額に換算できないので、学生の開発時間でコストの概念を代替する。実際の企業人が PM を行うことで、成果だけでなく、各プロセスの問題が明確になる。現実の顧客を設定し、ユーザに使ってもらえることを目標とすることで、学生は開発スコープを安易に縮小することができなくなり、要求と技術、開発資源のバランス調整を考える必要性が生じる。

## 2.2 プロジェクトを支援する組織

我々は 2.1 節で述べたスモールプロジェクトを 4 単位の授業の一環として行っている。授業ではプロジェクトが 5 つ並行し、講義は行わず、毎週の授業の時間には進捗報告会を行っている。この授業においては、学習者が自らプロジェクトを遂行し、その過程を毎週他のプロジェクトに報告し討論することが学習活動の中心となっている。この中でファシリテータ<sup>\*1</sup>はアドバイスを中心とする支援を行う。この様子を図 2 に示す。PM オフィスは PM の支援と教育活動を行う<sup>6)</sup>。第三者の外部評価委員会が産学の代表者十数名で組織されており、プロジェクトとこの教育システム全体を評価する。

## 2.3 問題

我々は、2006 年度春学期における 2 回目の試行実験より、顧客を明確に設定するように環境を改善し、学生の反復履修の効果も相まって、要求分析工程が意識されるようになりプロセスは改善された<sup>7)</sup>。結果、顧

客と開発者の完全な方向性の不一致は解消されたが、新たな高次の問題が表出されてきた。これまでに発生している問題とその経過を表 1 に示す。これらの問題は、言葉の使い方 (#2) や要求漏れ (#3)、機能実装の優先順位の問題 (#4) と、要求工学の分野で扱われている諸問題と同様である。

我々は、これらの問題が生じること自体は問題ではなく、教育的であると考えている。しかしながら問題が未解決に終わっていることは問題であり、表出された高次の問題を学習者自身が解決できるように学習環境を改善する必要がある。

## 2.4 改善策

我々は、アクションリサーチ<sup>\*2</sup>によって環境の改善を行ってきた。2006 年度秋学期においては 2.3 節で述べた顧客と開発者のコミュニケーションの問題をふまえて、再度「人に使われるソフトウェアをつくる」意志を学生と PM に明確に示し、以下の 4 点の改善を行った。

- (1) ファシリテータは、顧客と開発者が協創できる環境を作るよう心がけるようにした。具体的にはプロジェクトに対してこれまでよりも顧客とのやりとりの詳細な提示を求め、進捗報告会でアドバイスをを行い、必要ならば顧客への直接観察とアドバイスを行う試みを行った。
- (2) 学生と PM が協創できる環境になるようシステムを若干変更した。具体的には進捗報告会等の発表の機会では学生と PM は別々でなく協同で発表するようにし、成果ドキュメントも協同で作ってもらうようにした。
- (3) 上記に関連して、ソフトウェア開発システムと教育システムを分離する方向で全体のシステムを若干変更した。ドキュメントにおいてはソフトウェア開発の成果と学習成果を分離した。PM へは学生への教育的な配慮は求めつつ、学習目標の管理等教育活動はファシリテータが行うようにした。
- (4) PM には PMBOK, RUP, XP 等の PM 理論や開発プロセス方法論に関する基礎勉強会を行った。学生には自主的に勉強会を開催し、積極的に参加するように指示をした。

## 3. 試行実験の成果と成功事例の分析

我々は所属大学で、2 章で述べた改善策を施した環境を構築し、2006 年度秋学期に 3 度目の試行実験を行った。本章ではまずその成果の概要を述べ、次にこの試

\*1 著者らがアクションリサーチャーを兼ねて担当している。

\*2 アクションリサーチのフィールドは先行論文 6) に示している。

表 1 発生した顧客と開発者間のコミュニケーションの問題と経過 (05 秋~06 春学期)  
Table 1 List of communication problems between developers and customers  
occurred in projects and its solution process ('05fall-'06spring).

問題#	学期	プロジェクトの内容	問題	原因, 改善策およびその後の経過
#1	05 秋	小さな商店の商品評価システム	対象の商店のニーズとは異なる方向性の製品となってしまう.	ヒアリング調査で顧客の発言した要求を吟味することなく, 他の商店にも普及する汎用的なシステムを作ろうとしてしまったことが原因. 構築してユーザテストを行った結果, 問題が顕在化した. 作った製品が使われることなくこのプロジェクトは終了したが, 学生はこの教訓を活かし, 次のプロジェクトでは, 顧客の本当のニーズを引き出す目標を立てて成功に近づいた.
#2	06 春	検索システムの UI 改善	プロジェクトの目的に齟齬があった(現状のシステムをベースにレイアウト等や情報の構造を改善するのではなく, 新しい GUI を提案してほしいという要求であった).	「UI の改善」という言葉の意味が, 顧客と開発側で約 1 カ月にわたって合意されていなかった. これは PM も気づいていなかった. このことに両者が気づき, プロジェクトは方向を修正するが予定を大幅に遅れた. 結果, 提案した製品の機能は評価されたが, 品質不良により利用されなかった.
#3	06 春	言語教育の添削支援システム	顧客にとって重要な機能が 1 つ漏れていた.	開発者は先生が添削のデータを蓄積するシステムと定義し, 学習者が添削された答案を閲覧する機能をスコープからはずした. 開発者は, この方針を何度も確認するとともに, システム提案書に承認を得るといふプロセスをふんでいた. したがって顧客の発注に関する知識不足も要因の 1 つと考えられる. 顧客は「添削」という行為を先生が添削して学習者が答案を閲覧するまでを一連のプロセスと認識しており, この認識の違いが根本の原因と分析した.
#4	06 春	電子データ加工作業支援ツール	顧客にとって優先度の低い機能が開発され, 優先度の高い機能をスコープ外とってしまった.	顧客から, あまり品質の高くない仕様書を提供された. 開発者は仕様書を修正した. そのプロセスに時間を要したことから, 開発期間の都合で, 当初の機能を縮小した. 開発者は顧客への承認を要請したが, 顧客は明確な返答をしなかった. 結果, 開発完了後に顧客から重要な機能が実装されていないので利用できないというクレームが発生した. 顧客は, 機能の縮小は優先順位の問題で, 最終版では追加されるものだと思っていた.

表 2 実施されたプロジェクトの概要

Table 2 List of projects carried out in the course.

プロジェクト ID	学生数	顧客	ユーザ	ソフトウェアの種類	新規/改版	開発言語	プロセス (反復回数)	S (Step) 規模	工数*2 (人時)
Project 3A	3	研究者	研究者	アプリ一部モジュール	新規	Java	滝型	1,105 S	546
Project 3B	3	教授	学生	Web アプリケーション	改版	PHP	滝型	3,500 S	451
Project 3C	3	教授	研究者	Web アプリケーション	新規	PHP	滝型	1,113 S	446
Project 3D	2	企業	一般	スタンドアロンゲーム	改版	C++	ゲーム型*3	2,404 S	461
Project 3E	3	商店	一般顧客	Web アプリケーション	新規	Java/PHP	RUP(3)	1,723 S	329

行により継続的に利用されるソフトウェアの開発に成功したプロジェクトを紹介し, 成功要因の分析を行う.

### 3.1 成果の概要

試行実験には, 学生 14 名 (III 期目の学生 9 名, II 期目の学生 2 名, I 期目の学生 3 名\*1) と企業人 PM (5 社より 5 名, 全員初参加) が参加し, 5 つのプロジェクトが行われた. プロジェクトの概要を表 2 に示す. 規模は 1,000~3,000 ステップ, 工数は 300~500 人時程度であり, この範囲はこれまでの 2 度の試行実験と同様であった.

プロセスと成果物の品質には改善が見られた. 表 3 に, 各プロジェクトが開発したシステムの概要, 顧客と開発者のコミュニケーション経緯および成果物の評価を示す. 成果物の評価規準は顧客の問題を解決し, ユーザに継続的に利用されるものが完成したかという視点で 6 段階 (A: 継続的に運用された, B: 限定的に運用された, C: ユーザテストで好評価が得られ

\*2 学生 (PM を除く) がプロジェクトに貢献した実時間を自己申告し, PM が集計したものである (授業時間を除く).

\*3  $\alpha$  版,  $\beta$  版の製作からなり, 製作過程において表出されたアイデアを活かしながらアジャイル的に開発を行う方法である. 当該プロジェクトの PM がゲーム開発を専門とする企業所属であったため同プロセスが採用された.

\*1 この授業では, 学生の反復履修が可能である<sup>7)</sup>. 本論文では, 反復回数を  $\times$  期と示す.

表 3 システムの概要，顧客と開発者のコミュニケーション経緯と成果物の評価  
Table 3 List of theme, communication details and evaluation of projects.

プロジェクト ID : システムの概要	顧客と開発者のコミュニケーション経緯と成果物の評価
Project 3A : 地理情報取得モジュール : 顧客の Web サイトを拡張するためのモジュールである . 地名をキーに , 地理情報を取得する . 地理情報の取得には外部サイトの Web サービスを利用する . このモジュールの目的は , 1 回目に検索された地理情報をデータベースにキャッシュすることによって , 2 回目以降の検索速度を向上させることである .	このプロジェクトでは , 顧客から要求仕様書が提供された . ここには , かなり詳細な仕様も記述されていたので , 開発者側は顧客との打合せを詳細な仕様の確認を中心に行った . <u>しかしながら顧客は開発側の考えよりも大きなレベルでの目的・要求の共有と提案を期待しており , 開発側が提示したシステム提案書はなかなか合意されなかった . その間モジュールのインタフェース仕様変更があり , 開発側は対応しなればならなくなつた . これらが原因で , 製品の完成は遅延した . 製品は納品予定日を過ぎて顧客の検収に合格し , 納品された . いくつかの修正を経て配備されたが , 納品先プロジェクトの遅延により , 現在運用されていない ( 評価 B : 限定的に運用された ) .</u>
Project 3B : 和文中訳問題添削支援システム : 中国語の授業の自習教材として利用する Web システムで , 和文中訳問題の学習と添削を支援する . 学生は同システムを使って回答を送信し , 教師はその回答を添削する . 2 度目以降の同様の回答に対しては , 蓄積されたデータを利用し , システムによって自動的に添削される . 前学期に作成したシステムの改版である .	このプロジェクトは , 要求漏れ ( 表 1 : #3 ) を原因として利用されなかったソフトウェアを改善するための改版開発であった . <u>顧客は前回のプロジェクトで要求漏れが起きたことを考慮して , 将来的なシステム構想も含めて開発者と話し合った . しかしながら , 今度は逆に開発者が提案したソフトウェア仕様があいまいとなつた . 提案書は顧客に承認されず , 開発者は開発しながら逐次顧客に見せ , 仕様をつめていくプロセスを要求された . 学生にとって初めての改版開発であったことから下流工程の問題も噴出し , 予定を遅れて初期開発が終了した . その後ユーザテストを実施 , バグ改善を行い納入し一時的に利用されたが , 回答する学生が利用する UI の使いにくさが改善されておらず , 現在は利用されていない ( 評価 B : 限定的に運用された ) .</u>
Project 3C : 記事投稿支援システム : 地図上に記事を配置できる特徴を持った地域ポータルサイトの記事投稿を支援するシステムである . GPS を搭載した携帯電話から , 地理情報を付加した写真つき記事をサイトへ投稿できる . 研究者が地域のフィールドワークを行う際に利用できる .	顧客からいくつかの課題が提案されたが , それらを開発者が検討した結果 , 実験レベルのシステムであり , 作っても確実に利用される確信は得られなかった . <u>学生は顧客研究室の活動を分析してフィールドワークに利用できるシステムの提案をした . 提案は顧客に好評価された . しかしながら , 開発の遅延とフィールドワーク時期の確認不備により , 納入がフィールドワークに間に合わず , ユーザテストのみを行った . 現在は研究グループの学生が卒業してしまったために利用されていない ( 評価 C : ユーザテストで好評価 ) .</u>
Project 3D : 映像のないゲーム : サラウンドを利用し , 音源の発音する定位や位置情報・音色リズム等を聞き分けて仮想の空間を体感する , 新しいジャンルのゲームである . 前学期に作成したプロトタイプを製品に仕上げる事が目標である .	2005 年度春学期に行われた同様のゲームの改版開発である . 前回のプロジェクトでは , 3D サラウンドライブラリを利用し音源の発音する定位を調整できるプロトタイプが完成したが , ゲームとして面白いものではなかった . このプロジェクトでは , ゲーム開発経験のある PM が担当した . チームは顧客であるゲーム製作のプロフェッショナルによる試用とアドバイスを受けてソフトウェアを改善した . <u>視覚障害者や学生に試用をしてもらい , 好評価が得られた . Web にフリーソフトとして公開され , 不特定多数の第三者にダウンロードされている ( 評価 B : 限定的に運用された ) .</u>
Project 3E : 療術院予約支援システム : 3.2 節で詳説	3.2 節で詳説 ( 評価 A : 継続的に利用されている ) .

た , D : ユーザテストでよい評価が得られなかった , E : ユーザテストが行われなかった , F : 完成しなかった) を設定している<sup>7)</sup> . この評価は表 3 に示した経緯と結果を考慮して , プロジェクト終了後に筆者が行った . 2006 年度春学期は E 評価が 2 件 , C 評価が 3 件であったのに対して , 今回の施行は C 評価 1 件 , B 評価 3 件 , A 評価 1 件である . Project 3A と Project 3C の評価が下がったのは , このプロジェクトで開発したソフトウェアの品質の問題ではなく , 開発したソフトウェアが組み込まれるサイトの事情も要因の 1 つであるため , 成果物の品質は全体的に向上したといつてよいであろう .

顧客と開発者のコミュニケーションにも変化が見られた . 表 3 中 , 顧客と開発者のコミュニケーションにおける主要な出来事を下線で示す . Project 3A においては合意形成プロセスの問題 , Project 3B に関しては仕様書のあいまい性と合意形成の問題が起こっており ,

円滑に要求獲得ができるようになったとはいえない . しかしながら , 開発者が顧客と何度も折衝するのはあたりまえのプロセスとなり , 問題は時間はかかったものの次第に解決され , プロジェクト終了後に顧客からクレームがくるということはなくなった . Project 3E に関しては , 顧客と開発者の協創によって継続的に使われるソフトウェアができた . 本論文では , Project 3E のプロセスと成果を次の 3.2 節で詳しく述べて成功要因の分析を行い , 4 章で他のプロジェクトと比較しながら考察を行う .

### 3.2 成功事例

本節では , 成功事例として Project 3E の成果とその経緯を述べる . はじめにプロジェクトの概要と成果を述べ , 次にプロジェクト遂行における問題点と改善プロセス , 最後に PM , 学生 , 顧客が何を学習したかを振り返りレポートの記述 ( 以下 , 振り返り記述 ) から分析する .

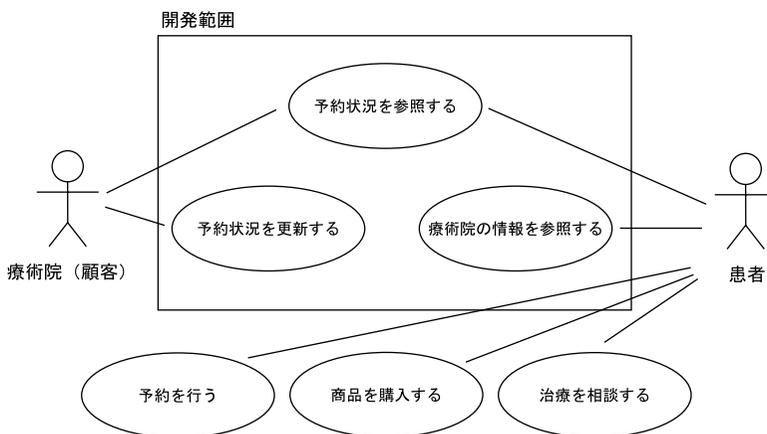


図 3 療術院予約支援システム (Project 3E) のスコープ定義

Fig. 3 Scope of the reservation status viewing system for the therapeutic service shop (Project 3E).



図 4 携帯電話に表示された予約状況閲覧画面

Fig. 4 Screenshot of the reservation status in a cellular phone.

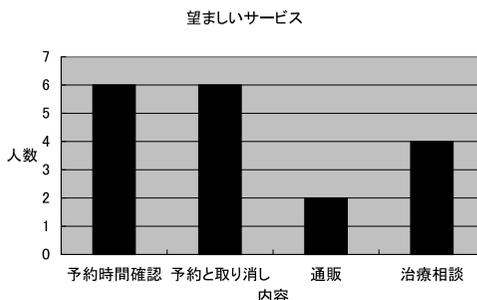


図 5 Project 3E の行ったアンケート結果 (抜粋)

Fig. 5 An example of user research by Project 3E.

### 3.2.1 プロジェクトの概要と成果

ここで紹介するのは地域の個人経営の療術院の予約支援システムである。現行システムは、電話または携帯メールで患者（ユーザ）から予約を受け付け、紙に記録するという方法で予約の管理を行っていた。開発したシステムは、予約は従来の方法で行うが、確定した予約を療術院の店主が携帯電話用のアプリケーションに入力すると、予約状況（予約可能な時間帯）が Web に公開される、というものである。患者は、携帯電話、PC からその Web を閲覧できる。プロジェクトチームによって作成されたスコープ定義（ユースケース図）を図 3 に、公開される Web 画面（携帯電話用）の例を図 4 に示す。予約状況を公開することによって、患者からの予約可能時間の電話による問合せを減少させることが、このシステムの目的である。

このプロジェクトは学生 3 名（学生 A：III 期目，学生 B：III 期目，学生 C：I 期目），企業人 PM 1 名（PM 経験あり）が担当した。顧客（療術院店主）はシステム発注未経験であり、顧客の店舗には PC もネットワークも未設置の状況であった。

次に、このプロジェクトのプロセスを述べる。シス

	操作性	見易さ	開発難易度	インフラ
PC	○	○	○	×
NintendoDS	○	○	×	×
携帯ブラウザ	×	×	○	○
携帯アプリ	○	○	×	○

図 6 Project 3E の行った技術調査

Fig. 6 A result of technology assessment by Project 3E.

テム化目標は「予約を円滑に進めるシステム」、「予約状況閲覧システム」へと段階的に明確化されて、スコープが定められた（図 3）。このスコープの設定に際しては、顧客へのヒアリング（計 4 回，うち PM は 1 回参加，その他成果物の納入，確認作業が必要に応じて行われている），ユーザである患者（12 名）へのアンケート調査（結果の抜粋を図 5 に示す）等のプロセスを経ている。

利用する技術の選定に際しては、主な例をあげると、顧客が操作する「予約状況の更新」機能の実現方法の選定時に図 6 を作成し、横軸に置かれた PC、

表 5 Project 3E において発生した問題と対処、経過

Table 5 List of communication problems occurred in Project 3E and its solution process.

問題の関係者	生じた問題	当事者の対応と経過	ファシリテータの対応
学生と PM	推敲フェーズのリリース遅延.	遅延を取り戻すために、PM はサービスインからクリティカルと思われるタスクを逆算することで、現在プロジェクトの状況はどのくらい危機的なのかをメンバで共有した。遅延問題は 1 週間で回復した。	ファシリテータはこれまでの経験から、リリース予定の 2 週間前に遅延の発生をリスクとして察知し、PM に伝えた。PM は意図して問題の発生を待ち、問題の発生を確認した直後に対策を実行した。
学生と顧客	UI の品質不良.	顧客は学生に「使いにくい」ということを報告し、このままでは利用できない旨を伝えた。学生は危機意識を感じ、「本当に使ってもらえるもの」に対するアイデアが出され始め、顧客との対話が始まった。	顧客が使いにくい UI に慣れようとしていることが観察されたので、ファシリテータは「使いにくいものに慣れる必要はない」ということを伝えた。そして問題がある場合は開発者に報告して対策を練る必要がある旨アドバイスをした。

表 4 Project 3E の工数見積りと実績

Table 4 Worktime estimation and results for Project 3E.

	PM	学生 A	学生 B	学生 C	計
予定	37.5	134	142.25	140.25	454
実績	35.5	124	121.25	84.25	365
実績比率	95%	93%	85%	60%	80%

NintendoDS、携帯ブラウザ、携帯アプリケーションの 4 種類の実現方法に対して、縦軸に置かれた操作性、見やすさ（閲覧のしやすさ）、開発難易度、インフラ（インフラストラクチャの整備が必要となるかどうか）の 4 つの観点から、相対的に利点のあるものに、欠点のあるものに×を表記して評価が行われた。顧客の情報環境はネットワーク設備がないので、PC と NintendoDS においてはインフラ整備に費用がかかり、顧客の出張時にアクセスできなくなるという欠点が考慮された。携帯アプリケーションが携帯ブラウザと比較して見やすさが評価されているのは、見やすい画面の作りやすさで評価しているためである。これらの検討の結果、携帯アプリケーションが選定された。

このプロジェクトでは開発プロセスに RUP (Rational Unified Process) を採用し、3 段階のリリース<sup>\*1</sup>を計画したが、最終的には 2 段階のリリース<sup>\*2</sup>を行った。作業時間も超過せず、ほぼ予定どおり行われており、徹夜作業は行われていない（表 4<sup>\*3</sup>）。

開発されたシステムは顧客から高い評価が得られ、完成して 4 カ月経過した現在まで継続的に利用されている。予約状況を公開することによって、患者からの予約可能時間の問合せが減少し、これにともない顧客

の予約作業の手間が減少した。今では多くの患者にシステムで予約状況を事前に見てから予約するように案内しているという。学生、顧客ともに完全に意図していたわけではないが、小さな BPR (Business Process Reengineering) が起きた。

この成功の 1 つの要因として、患者に直接予約させないようにシステムを設計した点があげられる。この設計は、個人経営の療術院では経営者自身の予定も流動的であり、患者に合わせて柔軟に対応時間等を変更しながら診察を行っているという顧客の要求に対応したものである。このシステムは、小規模のサービス業にとって重要な「予約」を人間が行うように設計したことによって、システムに不慣れな顧客も不安をいなくことができなく、人間系と機械系が一体となって予約を効率化するシステムとなった。UI (User Interface) も小規模用にシンプルに、システムの初心者でも使いやすいよう設計されている。顧客は携帯電話のみでも利用できるため、ネットワークや PC の購入の必要もない。このシステムは地域で評判となり、療術院近くの美容院からも利用したいとの申し出がきている。

### 3.2.2 問題とその克服

3.2.1 項に示したように、Project 3E の成果物は高い顧客満足度が得られており、成功といってよいだろう。しかし、この結果に至るまでには、他のプロジェクトと同様、数々の問題があった。ここではそのうち、協創環境を構築するきっかけとなったと思われる 2 つの問題について取り上げる。

その 2 つの問題を表 5 に示す。1 つ目の問題は、学生プロジェクトでよく起きるスケジュール遅延の問題である。ファシリテータは、以前のプロジェクトで RUP 等の反復型プロセスを採用した際、学生にその意図が伝わらず、途中のリリースが遅れて最終的に反復が実現しない現象をこれまでに 2 回観察していたので、このリスクをリリース予定日の 2 週間前に PM に伝え

\*1 本来は 4 段階であるが、PM が規模を考慮して方向付けフェーズでは画面仕様を成果物とした。

\*2 2 段階になったのは、1 年間は研究室で仮運用することになり、移行フェーズが不必要になったためである。

\*3 移行フェーズが不必要になったため、その分（32 時間）予定は多く見積もられている。

表 6 Project 3E 関係者の振り返り記述

Table 6 Reflection reports by stakeholders of Project 3E.

学習者	記述内容(抜粋)
学生 A	今回余裕を持って終わることができるようになった理由の 1 つとして、開発プロセスが多少なりとも分かってきたことにあると思う。(中略)なぜ開発プロセスを分かっているとプロジェクト進行がスムーズになるのかを考えてみた。開発プロセスを理解しているといっても、それぞれのプロセスについて現在でもそれほど深い知識を持っているわけではない。実際にアドバンテージが働いたのは、開発プロセスに関する知識ではなく、なぜその開発プロセスを採用したのかということを理解している点であった。今回のプロジェクトはこちらから案件を提案して進めていくもので、その過程でクライアントとの認識の差を最大限縮めなければならない。そのためにフェーズを区切った反復型の開発にしてリリースを複数に分けることで、クライアントが早い段階でシステムの形を理解できるようにする、という意図があった。
学生 B	前回学んだ要求分析の手法、ロールプレイや現状分析等は、今回のプロジェクトにも活かされたと思う。たとえば、実際に予約をする過程をロールプレイすることにより、話に聞く以上に予約の流れを理解するのに役立った。(中略)前回、前々回と実際に使ってもらえるソフトウェアは作れなかったため、今回こそ実際に使ってもらえるものを作りたいと思っていたが、なんとかシステムインをすることができて、目標が達成できた。1 回目のプロジェクトは初めてで分からなかったが、2 回目は 2 期目で、途中から失敗しそうな雰囲気を感じていた。しかし、今回は実際に使ってもらえるソフトウェアに近づいているという実感もあり、それがモチベーションにもつながったと思う。その違いは何かと考えると、やはり上流工程がうまくいったかどうかだと思う。
学生 C	PHP を学習したことのない私は、後に作成する予定であったホームページのデザインの担当となった。そのとき私は、グループにおける自分の必要性のなさを感じていたため、新しくホームページに関するタスクを与えられたことは嬉しいことであった。(中略)様々なデザインを作成し、それをもとにクライアントと何度も打ち合わせをし、デザインの変更を行った。デザインのパターンは、クライアントがより自分の希望のデザインをイメージできるように対極的なパターンを準備し、徐々に具体的にコンテンツを決定していった。
学生の総括	このプロジェクトを通して、こちらの一方的な理解だけではなく、クライアントとともに考え作ったシステムであることが、クライアントに使ってもらえるシステムになるということを学んだ。ただし、ヒアリングの一環で実施したアンケートの手法がよくなかったため、その点で課題は残った。
PM	このプロジェクトは普段の業務で行っているプロジェクトとは異なり、教育の要素が含まれている。そのため、「ある程度失敗が許される」ということを前期の PM 経験者から伺っていた。しかし、私が担当することになったお客様は、一般の事業者であり、大学内部の方ではなかった。そのため、普段の業務で行っているプロジェクトと同様に失敗するわけにはいかないという思いがあった。(中略)今回学習したのはプロジェクトの状況をメンバが共有することの重要性である。(中略)計画立案時にプロジェクト計画の説明をチーム内で実施したが、単にプロジェクト計画を見せるだけでは初めてのことにならないことを実感した。
顧客	今回学んだこと：物づくりにおいて、機械に合わせるのではなく、「自分の使いやすいもの」という姿勢を持つこと。ついつい、機械の操作に慣れてしまいがちだが、よりよいモノを作る際には、合わせず、使いやすいものを追求することが大切である。これは、便利な機械があふれている今の世の中において、あくまでも、使う人間が主体である、機械を人間に合わせよ、という忘れてならない意識を再確認させていただいたと思う。

た。しかし、PM はあえてそれをメンバには伝えず、2 週間後に問題は顕在化した。その後、PM はクリティカルチェーンを示し、危機感の共有を行うことでこの問題に対応した。学生も反復型開発プロセス採用の意図を理解していた。これは、学生 A の振り返り記述(表 6: 学生 A の下線部分)から読み取ることができる。こうして、PM による対応の効果は現れ、遅延は 1 週間で回復、ソフトウェアはリリースされた。

2 つ目の問題は、推敲フェーズでリリースされたバージョンの UI の問題である。Project 3E が開発したシステムは、顧客自身もシステムのユーザである。顧客が確定した予約の入力を行わなければ、患者は古い予約状況を開覧することになる。しかしながら、顧客の「忙しくて入力する暇がない」という理由で予定の入力は滞っていた。

問題の本質は顧客が多忙であったからではなく、ソフトウェアの品質にあった。推敲フェーズでリリースされたバージョンの予約の入力画面を図 7 に示す。このバージョンでは、顧客は予約の日時を画面下部のテ

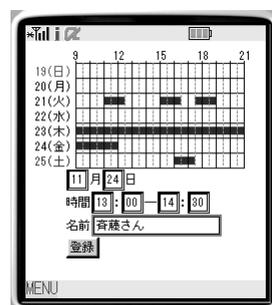


図 7 予約入力画面(初期バージョン)

Fig. 7 Screenshot of the reservation input window (first version).

キストフィールドに数値を入力しなければならず、これは顧客に負担をかけるものであった。ファシリテータは、実際に顧客が使っているところを観察して<sup>\*1</sup>、顧客が、その時点のバージョンのシステムで提供され

\*1 ファシリテータ(著者のうち 2 名)は対象療術院の患者であり、システムのユーザでもあり、顧客と定期的に会う機会があった。



図 8 予約入力画面 (改良バージョン)

Fig. 8 Screenshot of the reservation input window (revised version).

ている使いにくい UI に慣れようとしていると分析した。ファシリテータは、顧客に対して、使いにくいものに無理に慣れる必要はなく、開発チームに状況を伝え、システム (UI) の変更も検討できることをアドバイスとして伝えた。

顧客は開発チームに状況を相談した。使いにくい UI の仕様は顧客が承認したシステム提案書に明記されているものであったが、実際には、仕様は開発者の都合で決められていた。顧客はシステム発注の経験がなく、システム提案書の時点では詳細な内容はよく分からず、よく検討せずに承認していた。学生の立場からは、正規の契約プロセスを踏んでいたため、契約内容の変更は不本意であった。しかしながら、顧客の評価は、このままでは利用されないことを意味しており、学生から改良案が提案された。改良されたバージョンの予約の入力画面を図 8 に示す。画面上部の週間カレンダーにカーソルが設置されており、このカーソルを合わせることで、予約する日時を選択することができるようになっている。

改良された方式は、一般的なアプリケーションでも見られる方式である。しかしながら、開発者の立場からは最初のバージョンの方式と比較して、工数が多いと見積もられていた。「使ってもらえるものを作りたいが、作業量はできれば増やしたくない」というのが学生の本音であり、この考え方は設計者として妥当である。新しいバージョンの仕様を策定するための顧客と開発者の話し合いは、利便性とコストのバランスを調整するためのものとなった。学生、顧客ともに、この話し合いから相互理解が得られて協創が始まったとプロジェクト終了後に考察している。

こうしてシステムの UI は改良された。学生 B は UI 改良の直接の担当者であった。彼は振り返り記述 (表 6: 学生 B の下線部分) において、上流工程の成功によって利用される確信を持っていたことが開発の

動機付けにつながったことを記述している。協創が始まったとされる話し合いに PM は参加していなかったが、PM はこのリスクを予測して反復型の開発プロセスを採用していた。プロジェクト終了後、ファシリテータは顧客に、本来なら提案書の契約の後の仕様変更には追加費用がかかる旨のフォローアップを行った。このような学生、PM、顧客、ファシリテータの協創によって、継続的に利用されるソフトウェアは開発された。

### 3.2.3 学習成果

プロジェクト終了後に書かれた振り返り記述より、Project 3E 関係者の学習成果を考察する。

振り返り記述の抜粋を表 6 に示す。学生 A, B, C に共通するのは、技術を「顧客満足のために使う」という観点から学習成果を考察している点である。学生 A、学生 B に関しては、反復履修による過去の失敗経験が活かされており、3 度のプロジェクトから得た知識の抽象化も始まっていることが考察される。

I 期目の新参者学生 C の記述からは、古参者と共同し、自らの役割を担ってプロジェクトを進めていることが読み取れ、正統的周辺参加<sup>11)</sup>が行われていると評価できる。この役割分担においては PM の配慮がなされており、正統的周辺参加を促進する、という PM の役割が考察される。

学生、PM、顧客の総括に関しては、技術と人間の調和、開発者と顧客の協創の重要性が記述されており、成功プロジェクトにおける学習成果が確認できる。顧客に「技術と人間の調和」という重要な発見がなされていることにより、成功に顧客の情報システムに関する理解が寄与していることが示唆されている。

## 4. 考 察

本章では、3 章に示した成果をふまえて、「学生」、「顧客」、「PM」それぞれの視点から、教育環境改善の効果を分析する。

### 4.1 学生のコミュニケーション力の段階的成長

今回の試行において、ファシリテータは「人に使われるソフトウェアをつくる」意思を学生と PM に明確に示し、プロジェクトに対してこれまでよりも顧客とのやりとりの詳細な提示を求めようとした。結果、プロジェクトの成果物の品質は向上した (表 3)。

ファシリテータの意思が学生に理解された 1 つの要因として、学生の「顧客とのコミュニケーション」に関する意識が反復履修によって変化していたことが考えられる。今学期の試行において、学生は III 期目中心に構成されており、この中には過去に 2 度失敗して

表 7 顧客とのコミュニケーションに関する学生の振り返り記述の抜粋  
Table 7 Reflection reports for customers-developers communication by students.

意識レベル	学生 ID (期)	記述内容
Lv.1	D (I)	大学に入ってはじめて学んだプログラミングで作ったものを実際に動かしてもらって、率直な感想をもらえてうれしかった。
	E (I)	プロジェクトが組織され、すぐに開発に着手すると思っていたのだが、開発は後半のわずかな間のみであった。開発するためにプロジェクトに参加したので、このスケジュールには不満であった。
	F (I)	設計の段階で具体化しないと、何を作ったらいいのか分かりませんでした。実装能力が上がったことに感動しています。
Lv.2	G (II)	個人の技術がしっかりあり、顧客の言われたものをしっかり作ることができれば、使われるソフトウェアができるのではないかと考えていた。
	H (II)	最初の段階では、顧客が要望したものをそのまま聞いて、何が困っているのかを認識していませんでした。問題の病理をつきとめようとはしませんでした。顧客は、問題がどう発生しているかは認識できるが、その原因が何であるかまでは探れないのです。
	I (II)	要求を理解したところで、何を作ればいいのか決まったわけではないことが分かった。
Lv.3	J (III)	要件はこちらから提案しそれに対して意見や承認をもらうという方法をとらなければならない。相手側から出された要求をひたすら飲むという方法をとっていると、相手側はこちら側のかかえる条件や制約を無視して提案してくる。
	K (III)	顧客と開発者で「提案」という言葉の認識がずれており、合意できなかった。
	L (I)	作成するソフトウェアの概要、方向性を伝え、それがクライアントにとってどんなメリットを生むのかを伝えることが重要である。
Lv.4	A, B, C	顧客とともに考えたシステムが使ってもらえるソフトウェアとなることを学んだ(表 6 中、「学生の総括」下線部に記載)。

いる学生も多く、今度こそは人に使われるソフトウェアを作りあげたいという意識を持っていた学生が多く見受けられた。

この学生たちの意識の変容の過程は、学生の振り返り記述から読み取ることができる。我々が施行してきた 3 学期分の学生の振り返り記述から、顧客とのコミュニケーションに関する記述を抜粋したものを表 7 に示す。この表 7 においては、記述から読み取れるコミュニケーションの意識の強さで記述を 4 段階に分類し、それにレベル (Lv.) と名づけた。Lv.1 の記述においては「顧客」は意識されておらず、技術的にバグのないソフトウェアを完成させることによって、使われるソフトウェアを開発するという意識が読み取れる。Lv.2 の記述からは、顧客の要求を分析することなくソフトウェアを構築しようとして失敗し、顧客の問題をとらえなければならないという気づきが得られたことが読み取れる。Lv.3 の記述からは、顧客の要求を分析して提案するが、顧客との合意に苦労していることが読み取れる。Lv.4 においては、3.2 節で述べたように、顧客とコミュニケーションの問題を解決した結果、顧客と開発者がともに考えて作らなければならないという結論に到達している。

このように振り返り記述を分析し、作成したモデルが図 9 に示す学生の意識の段階モデルである(表 7 のレベル (Lv.) と図 9 のレベル (Lv.) が対応している)。表 7 中の学生 L のように、当初からレベルの高い意識を持っている学生もいるが、全体としては、反

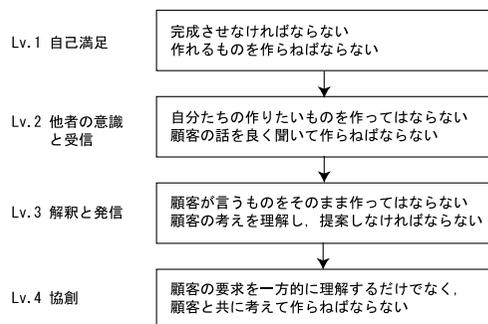


図 9 学生の顧客とのコミュニケーションの意識の段階  
Fig.9 Levels of students' communication skill with customers.

復履修の回数とともに徐々に学生のレベルが向上していく傾向が見られる。

ファシリテータや外部評価委員が支援を考える場合、このモデルを考慮しなければならない。たとえば、Lv.2 の学習者には「顧客の要求はあいまいである」という要求工学の最も基本的な事項のアドバイスをして (本当の意味で) 理解されない。レベルの異なるアドバイスをして、効果はなく、逆に、たとえば(表 1 中) #1 の例では、初めての履修で Lv.1 と推測される学生にファシリテータが余分なアドバイスをした結果、PM とファシリテータ、学生間の方針が大幅にずれる<sup>7)</sup>、という例があった。このことは、「ヒアリングは手段を聞き出すことが目的ではなく、目的を聞き出すことが目的である」という評価委員の発言は半年

前の自分には分からなかったと思う」というある学生の振り返り記述からも裏づけできる。

成功した Project 3E の III 期目メンバである A, B は、過去 2 回にわたり顧客の設定された SI (System Integration) をテーマとしてプロジェクトを経験しており、今回のプロジェクトへ取り組みにあたり、当初から Lv.3 程度の意識レベルであったと推測される。3.2.1 項に示したユーザへのアンケート調査はファシリテータのアドバイスによって実施されており、技術選定は PM のアドバイスを受けて実施されている。Project 3A や Project 3B でも同様のアドバイスを行ったが、明確な対策や回答が得られなかったため、学生の意識レベルが Lv.2 ~ Lv.3 と若干低めであったと推測され、これがコミュニケーションの問題が発生した 1 つの要因であったと考えられる。

我々が観察する限りでは、どのプロジェクトにおいても、学生は責任を持って仕事を進めている。学生は人に使ってもらえるものを作ることを動機付けとして、授業時間外に 100 時間を超える時間を割いてプロジェクトに貢献をしている。しかしながら、3.2.2 項で述べたシステム UI の改善経緯にもみられるように、要求の実現に際して、学生は自身の技術や貢献できる時間も考慮して顧客と交渉を進めなければならない。学生がこの交渉を経験しながら徐々に意識レベルを向上させることによって、顧客とのコミュニケーションを通して互いに満足が得られる解決方法を見い出せるようになると考えられる。

#### 4.2 顧客の役割と支援の必要性

Project 3E の例においては、顧客の正当な評価が協創環境を生んだ要因となった。学生にとって必要なのは、ただ単に課題を提示する「顧客役」ではない。必要なのは、問題を共有し、ともに考えてユーザに利用されるソフトウェアを創造するパートナーとしての「顧客」である。

顧客という視点からプロジェクトの分析を行うと、これまでに生じたコミュニケーションの問題の原因は顧客にもあると考えられる。これまでに観察されているのは下記の 2 点である。

1 つ目の問題はこの教育システム特有の問題で、顧客が遠慮してしまうという問題である。この教育システムにおいて、顧客は費用を負担しているわけではないので、学生が開発したシステムに苦情を伝えるのはためられる、という事情がある。しかしながら、「作るのは学生だから」という理由で開発スコープの縮小を容認してしまうと(例:表 1 中の #4),最終的に利用できないシステムができ、顧客、学生ともども満足

度が低くなる。こうしたお互いの消極的な態度による失敗は、教育的ではないので避けなければならない。

2 つ目の問題は顧客の情報システムと開発プロセスに関する理解不足の問題である。たとえば、表 1 中の #3 に参加した顧客(非 IT 系教授)は、今回の試行においても Project 3B の顧客として参加した。しかしながら、前回のプロジェクトで要求漏れの問題を経験していたことから、今回の試行では逆にシステムの将来構想も含めた抽象度の高いレベルで思いを共有しようとしすぎて逆にシステムの仕様があいまいになるという結果になっている。

Project 3E においては、ファシリテータのアドバイスがきっかけとなって顧客と開発者の対話が始まっている。これまでは基本的にファシリテータは顧客へ直接アドバイスをしないという方針であったが、この結果より、開発者と顧客のコミュニケーションをサポートするための顧客へのアドバイス(または教育)は必要であることが分かった。これまでの経験を基に、顧客が発注者として知っておいてほしいことをまとめ、それを利用して勉強会やアドバイスを行うことが効果的と考えられるので、それらの教材の整備が今後の課題である。

これらの問題の解決に関しては、井上らも、業務知識を持つ 2 人目のファシリテータが必要なことを指摘している<sup>3)</sup>。しかしながら、今回試行したプロジェクトにおける、ファシリテータの支援の影響を振り返ると、必ずしもこの仕組みが成功するとも限らない。たとえば、Project 3A においては、顧客に情報システム開発経験のある 2 人目のファシリテータがおり、顧客側から開発側へもアドバイスをしていたが、開発者と顧客のコミュニケーションの問題はなかなか解消されなかった。このケースについては、図 9 に示した意識のレベルに沿ったアドバイスがなされなかったことや、PM との連携不備も問題解決に時間を要した 1 つの要因と考えられる。このため、ファシリテータによる支援の方向性として、ファシリテータ同士のコミュニケーションや PM との連携についても検討する必要がある。

#### 4.3 PM の意識の変化

今回の試行実験においては、2.4 節で述べたとおり、PM への支援として、学生と PM が協創できる環境となるような改善を施した。その具体案は、PM への学生教育への配慮の負担を減らすことである。学生の学習目標の管理はファシリテータが行うようにし、ファシリテータは PM がソフトウェア開発目標に専念できるように意識した。

表 8 PM を対象とする意識調査の結果

Table 8 Result of questions to managers for their projects' goal.

学期	Project ID	PM 経験	顧客満足	学習達成	「プロジェクトのゴールは何ですか」という質問に対する、自由記述内容 (長いものは抜粋)
06 春	2A	なし			納品物の完成, PM, 学生の成長度.
	2B	なし			開発を達成すること, プロジェクトおよび学習目標に到達すること.
	2C	なし			ユーザの要求を満たされたシステムの作成, 目標の達成感.
	2D	あり			製品を完成させ, 評価すること. 学習した結果をドキュメント化すること.
	2E	なし			クライアントに満足してもらうこと, 学生が達成感を得ること.
06 秋	3A	なし			提案内容が実現され, クライアントからの満足を得ること.
	3B	なし			システムが実際に使用されること.
	3C	なし			顧客に対してシステムを納品すること.
	3D	なし			製品が完成し, ユーザに認められること (一定の評価を得ること).
	3E	あり			お客様が当システムを使用することにより, 容易に予約状況が参照できるようになること.

ソフトウェアの開発目標と学習目標のバランスは 2005 年度秋学期に行われた初めての試行で明らかになった問題で, 先行論文 6) でも議論した. 2006 年度春学期の試みではこの問題を PM に伝えることで, PM は配慮してマネジメントに取り組んだ. しかしながら, このバランス調整に苦労している姿が観察されていた. PM がよき教育者であることは重要である. しかしながら, PM が教育者として「学生が答えを出すのを待つ」という方針は, 学生からはソフトウェア開発プロジェクトの PM としての「成果物の品質を向上させ, 顧客の満足度を高める」という役割が希薄になっているように見える. 学生がそれを感じ取ることは, 彼らのモチベーション低下の要因となり, PM としてはさらにマネジメントが難しくなる.

PM を対象とする意識調査の結果から, ファシリテータの意識の変化が PM へ伝わっていることを確認することができた. PM を対象とする意識調査は 2006 年度春学期から行っており, プロジェクト開始当初と中間にいくつかの質問をし, PM は自由回答形式で記述する. 表 8 に示す結果は, その調査から「プロジェクトのゴール」について 2 学期分の中間調査の結果を抜粋したものである. 「顧客満足」と「学習達成」に関しては, 記述内容を解釈し, 意識されている記述が見られる場合に つけられたものである. は顧客満足ではなく「システムを完成させる」という意識が記述されていることを示している.

この調査の結果から, 2006 年度秋学期の試行では, プロジェクトのゴールに学習達成の意識の記述がなく, 顧客満足の意識に集中していることが確認できる. 特に, 成功した Project 3E の PM は顧客満足に対する意識と目標が明確に記述されている. 振り返り記述 (表 6 中「PM」の下線部分) から, PM としてプロジェクトを成功へ導く強い意識が読み取れる. その他の秋学期の PM においては, 顧客満足意識の記述はさ

れているものの, 記述内容があいまいであったり, システムの納品までが目標 (Project 3C) となったりしている. この意識はプロジェクトの最終成果 (表 3) に反映されている.

Project 3E 成功の 1 つの要因としては, PM が経験者であったことが考えられる. しかしながら, この教育に参加する PM に経験が必須とはいきれない. たとえば, 2006 年度春学期, 秋学期ともに 1 件ずつゲームの開発 (秋学期は Project 3D) プロジェクトが実施され, 春学期は PM の経験者, 秋学期は PM 未経験者であるがゲーム開発経験豊富な企業人が PM を行った. 後者の PM はゲーム開発のプロセスをよく理解しており, 品質を厳しく評価していた. 完成したゲームは, 春学期のプロジェクトはプロトタイプを作ったレベルだったのに対し, 秋学期にはゲームとして遊べるレベルへと品質が向上している. 両方のプロジェクトを経験した学生があり, 秋学期の PM に対して「PM として細かいプロセスを明示していたわけではなかったが, 質を評価してくれるのでやりやすかった」と振り返りに記述している.

2006 年度秋学期においては, 他の PM も 2.4 節で述べた PM の基礎勉強会に参加していた. PM はスコープ, WBS (Work Breakdown Structure), スケジュール, 工数等の管理をこれまでと同様かそれ以上の精密さで行っており, これが最終成果の向上に寄与していると考察できる. しかしながら, Project 3A, Project 3B では要求分析のフェーズにおいて, Project 3C の PM においては実装フェーズにおいて, 学生の仕事を評価できずに一緒に悩んでしまう姿が観察され, これが成果に影響していると考えられる. Project 3E の PM は, PM を経験しているだけでなく, SI の経験を持っていた. したがって, 本教育に参加する PM は, PM の経験ではなく, テーマと合致したシステムの一貫した開発経験を持ち, 学生の仕事の評価ができ

る人材が望ましいと考えられる。

## 5. 評価と課題

本章では、この教育システムと改善の結果の有効性を示すものとして、第三者評価の結果を述べる。次にそれらをふまえ、今後の課題について述べる。

### 5.1 第三者による評価

2006年度秋学期は、文部科学省が支援するプロジェクトとしては最後であったので、成果発表の公開フォーラムを開いた。このフォーラムには産業界から85名、学术界から47名、その他関係者を含めて総計169名が参加し、プロジェクトの最終発表会の見学と討論が行われた。その際に行った無記名アンケートの結果を表9に示す。各項目は5段階評価(5良い-1悪い)であり、表中の数字はその平均値である。

結果は3つの項目に対してそれぞれほぼ5と4であり、全体的に良好であるといつてよい。産業界と学术界の比較では若干ではあるが、産業界はPM教育に厳しく、学术界は学生教育に厳しい傾向がある。PM教育に対する評価が他に比べて低いのは、2006年度春学期の調査でも同様であった<sup>7)</sup>。したがって、PM教育に関しては、まだ改善する必要があると考えられる。

自由記述欄においては、「顧客満足という目標設定」、「コミュニケーション能力の育成」、「社会との連携」、「成功と失敗の体験ができること」、「考える力の育成」、「自分の言葉を使ったプレゼンテーション」、「顧客満足に向かう開発過程の様々な葛藤を体験できる」等が評価されており、I期、II期と参加している評価委員からは全体的なプロジェクトの質が向上していることが評価された。総合的に1章で取り上げた「情報システム専門家の人材像」に示されている内容が評価されている。

課題として、「大学の体系的な教育とプロジェクトの連携」、「継続の体制」、「本格的なソフトウェア工学教育、PM教育へのフィードバック」、「PMに対する教育が不十分」、「PMに要求される活動内容が厳しすぎる」、「責任と権限、コストという側面が弱い」等があげられている。

表9 第三者によるアンケート調査の結果

Table 9 Result of questionnaire for the course to third evaluators.

	産業界	学术界	その他	全体
総合評価	4.35	4.31	4.45	4.36
学生教育の評価	4.61	4.46	4.58	4.58
PM教育の評価	4.11	4.38	4.25	4.18
回答人数(人)	46	13	12	71

### 5.2 今後の課題

今回の試行で明らかになったのは、顧客の役割の重要性と支援の必要性である。したがって、顧客に対する支援の方法を検討していく必要がある。また、顧客も重要な発見をしていることから、発注者の育成環境としての本教育システムの利用も考えられる。

今回の改善によって、学生、PM、顧客、ファシリテータの役割の明確化は一步進んだと考えるが、本論文の成果はファシリテータの意識がプロジェクトに大きな影響を与えることを示している。ファシリテータの役割に関しては、さらに研究されなければならない。プロジェクトの成功要因には、学友や他のプロジェクトからの影響も多いと考えられるので、その影響も分析する必要がある。教育効果の説得力を向上させるためには、プロジェクトの多様性を考慮しつつも、より具体的な評価項目を洗い出し、プロジェクトの成果や教育効果の定量化を試みる研究も必要である。

最後に、5.1節で評価委員から指摘されている項目のうち、「体系的な教育との連携」と「コスト」に関しては、毎回あげられる課題であり、今後も議論していく必要がある。

## 6. まとめ

本論文では、創造的な情報システム技術者の育成を目標として、産学協同のPBLにおける顧客と開発者の協創環境の構築を試み、人材育成効果を検証した。これまで我々のPBL環境で解決されていなかった、上流工程で起こる顧客と開発者のコミュニケーションの問題に際して、ファシリテータは「人に使ってもらえるソフトウェアをつくる」という意志を明示し、顧客と学生、企業人PMの協創を支援するように、環境の改善を行った。その結果、多くのプロジェクトで質の向上が確認され、顧客、エンドユーザに継続的に使われる情報システムも生まれた。3.2節においては成功プロジェクトの例を取り上げ、すべての学生が開発者と顧客と対話に関する総括をしていることを確認した。4章では、この成功要因を分析し、プロジェクトの成功に、1) 学生の反復履修によるコミュニケーション力の成長、2) 顧客の積極的態度和開発プロセスの理解、3) PMの役割の明確化が寄与していることを示した。この試行実験は成果発表会を見学した産学の有識者71名からおおむね良好に評価されており、PBL環境に施した改善の成果と、PBLによる情報システム技術者育成の効果を実証できたと考える。

謝辞 試行実験に参加いただいたPMの皆様、および学生の皆様、あたたかい助言と評価をいただいた評

価委員の皆様へ感謝する。助言と資料提供をしていただいた江木典之様に感謝する。本論文に記した試行実験は、平成 17, 18 年度文部科学省現代的教育ニーズ取組み支援プログラム事業の一環として行われた。尽力くださった関係各位に感謝する。

### 参 考 文 献

- 1) 情報処理学会情報処理教育委員会：大学の情報系専門学科のための情報システム教育カリキュラム ISJ2001 (2001).
- 2) 浦 昭二, 細野公男, 神沼靖子, 宮川裕之：情報システム学へのいざない, 培風館 (1998).
- 3) 井上 明, 金田重郎：実システム開発を通じた社会連携型 PBL の提案と実践, 情報処理学会研究報告 2007-IS-99, pp.115-122 (2007).
- 4) 亀田弘之, 中村太一, 駒谷昇一, 神沼靖子, 黒田幸明：産学協同による PBL の実践報告と評価, 情報処理学会研究報告 2007-IS-99, pp.107-114 (2007).
- 5) 小林 隆, 飯田周作：学生と教員全員参加によるプロジェクト指向学習の成果報告, 情報処理学会研究報告 2007-IS-99, pp.107-114 (2007).
- 6) 松澤芳昭, 大岩 元：産学協同によるプロジェクトマネージャ育成システムの提案と実証実験, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.3, pp.976-987 (2007).
- 7) 松澤芳昭, 大岩 元：産学協同の Project-Based Learning によるソフトウェア技術者育成の試みと成果, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.8, pp.2767-2780 (2007).
- 8) Mansell, G.: Action research in information systems development, *Journal of Information Systems*, pp.29-40 (1991).
- 9) 神沼靖子, 佐藤 敬：アクションリサーチとソフトシステム方法論, 情報処理, Vol.36, No.10, pp.941-946 (1995).
- 10) IEEE: *IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications*, IEEE Std. 1233 (1998).
- 11) Lave, J. and Wenger, E.: *Situated learning: Legitimate peripheral participation*, Cambridge University Press (1991). 佐伯 胖 (訳)：状況に埋め込まれた学習 正統的周辺参加, 産業図書 (1993).

(平成 19 年 5 月 24 日受付)

(平成 19 年 11 月 6 日採録)



松澤 芳昭 (正会員)

2000 年慶應義塾大学環境情報学部卒業。2002 年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了。2007 年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科博士課程単位取得退学。2003 年より千葉商科大学政策情報学部非常勤講師, 2004 年より慶應義塾大学環境情報学部非常勤講師兼任。オブジェクト指向技術を応用したソフトウェアの設計と開発, および情報システム開発教育, プログラミング教育の方法論の研究に従事。コンピュータと人間, および教育との関係に関心を持つ。所属学会: CIEC ( Council for Improvement of Education through Computers ), 日本教育工学会。



杉浦 学 (学生会員)

2003 年慶應義塾大学環境情報学部卒業。2005 年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了。現在, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科博士課程。2005 年より学習院高等科非常勤講師 (情報), 2006 年より慶應義塾大学環境情報学部非常勤講師兼任。情報教育とその支援環境の研究に従事。所属学会: CIEC ( Council for Improvement of Education through Computers ), 日本教育工学会。



大岩 元 (正会員)

1965 年東京大学理学部物理学科卒業。1971 年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。理学博士。東京大学理学部助手, 豊橋技術科学大学講師, 同助教授, 同教授を経て 1992 年慶應義塾大学環境情報学部教授。キー入力訓練法と日本語入力方式の開発, KJ 法支援, 都市景観設計支援, ソフトウェア技術者育成法の開発, 情報教育の理念と方法, 等の研究に従事している。所属学会: CIEC ( Council for Improvement of Education through Computers ), 日本ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会, 教育システム情報学会, 日本教育工学会, 日本オペレーションズリサーチ学会, 人工知能学会。