

## 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

松澤 芳昭<sup>†</sup> 大岩 元<sup>††</sup>

情報技術の普及に伴い、情報システムの開発を成功に導くプロジェクトマネージャ (PM) が必要とされている。PM には、PMBOK に代表される知識体系を理解しているだけでなく、経験が必要である。しかし、育成段階における現実プロジェクトの PM 経験には大きなリスクが伴う。そこで我々は、PM 経験のない若手企業人が学生プロジェクトのマネージャを体験できる PM 育成システムを考案し、試行実験を行った。筆者がコーディネータの立場からこの育成システム環境においてアクションリサーチを行った結果、PM に必要な人間関係のスキル、特に問題発見・解決力および調整力が養われるという成果を得た。また、コミュニケーション、リスクマネジメントの教育にも効果があることが示唆された。この育成システムは、学生、PM 体験者、および産学の有識者が第三者の視点で評価する委員会によって一定の評価を得た。

### A Proposal and Its Demonstration of Developing System for Project Managers through University-Industry Collaboration

YOSHIAKI MATSUZAWA<sup>†</sup> and HAJIME OHIWA<sup>††</sup>

Along with the evolution of information technology, project managers who are expected to lead projects to success are needed in IT industries. Project managers are expected to acquire knowledge such as PMBOK as well as experience. Although experience may only be enriched in actual projects, assigning unskilled managers are very risky. We have developed a trial course where IT engineers can experience project management through managing projects by university students. As a result of an action research, we have discovered that the project managers' problem-nding/solving skills and negotiation skills are developed. We have also discovered that this trial gave improvement on their communication skill and risk management. This development system have received high appreciation from students, project managers, and an evaluation committee composed of leaders of the IT industry and academia.

#### 1. はじめに

情報技術の普及に伴い、情報システムの開発を成功に導くプロジェクトマネージャ (以下 PM) が必要とされている。PM の代表的資格である PMP(Project Management Professional)<sup>1)</sup> の合格者数は増加しており、わが国では情報システムに係る政府調達においても、プロジェクトマネージャの知識や資格が必要とされるようになってきた<sup>2)3)</sup>。

2006 年 4 月に改訂された経済産業省の IT スキル標準 V2<sup>4)</sup> においては、「プロジェクト形式で仕事をするのが一般的な情報サービス産業においては、立場の

如何を問わずプロジェクトマネジメントに関する一定の知識を身に付けることが働く上での基本である」とし、IT 関連の全職種にプロジェクトマネジメントのスキル項目を追加している。今やプロジェクトマネジメントの基本的スキルは全情報技術者に必要とされている。

PM には、プロジェクトマネジメントの原理を理解しているだけでなく、プロジェクトの遂行力が求められる。例えば、PMP の資格を取得するには、PMBOK(Project Management Body Of Knowledge)<sup>5)</sup> と呼ばれるプロジェクトマネジメントの知識体系を理解しているだけでなく、プロジェクト業務を指揮・監督する立場で、4500 時間の実務経験、および 36ヶ月のプロジェクトマネジメント経験 (大学卒業者の場合) が必要である。PMP 資格を認定している PMI(Project Management Institute) では、プロジェクトの遂行力を、経験に基づくものとしているわけである。

<sup>†</sup> 慶應義塾大学 政策・メディア研究科

Graduate School of Media and Governance, Keio University

<sup>††</sup> 慶應義塾大学 環境情報学部

Faculty of Environmental Information, Keio University

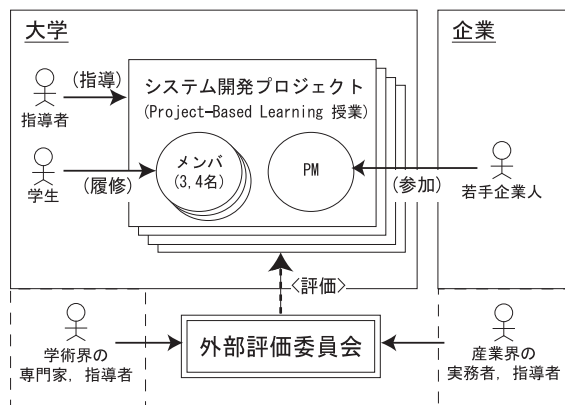


図 1 育成システムの全体像

Fig.1 Overview of the proposed developing system.

しかし、経験が長いだけではよい PM かどうかは判断し兼ねる。ただ漫然とプロジェクトを経験しているだけではなかなかスキルは向上しないからである。また PM の育成を考えたとき、現実のプロジェクト経験による育成 (On the Job Training, 以下 OJT) には大きなリスクが伴う。OJT では、よい教育者に恵まれるかどうかという問題もあり、確実性、効率性に欠ける。従って、大学教育に PM 育成コースを用意して、初期の経験をつませると同時に、失敗を経験し、フィードバックを受けることができる環境があれば理想的である。

そこで我々は、PM 育成の新しい環境として、PM 経験のない企業人が学生プロジェクトのマネージャを体験できる PM 育成システムを考案し、試行実験を行った。本論文では、この育成システムの評価改善を目標とし、筆者がこの育成システム環境において、コーディネータとしての立場からアクションリサーチを行った結果を述べる。

## 2. 育成システムと研究の方法

本章では、考案した育成システムの概要と研究の方法を述べる。

### 2.1 育成システムの全体像

我々は、産学連携による PM の育成システムを考案した。育成システムの全体像を図 1 に示す。

この育成システムでは、学生プロジェクトの PM を企業人ソフトウェア技術者 (以下 SE) に体験させる。対象となる SE は業務経験があり、これから PM を目指す企業人で、PM の経験はなくてもかまわない。PM は学生プロジェクトをうまく成功に導くことが目標である。この経験により、プロジェクトマネージャ

に必要な素養を身につけることが目的である。

学生プロジェクトは、企業のプロジェクトとは異なり、様々な制約がある (詳しくは 2.4 節で述べる)。しかしながら、現実世界の活きた教材であることに違いはない。教育現場では、経済的リスクがなく、プロジェクトを形式的に評価していくことができるので、初期学習者が PM を経験するのにふさわしい環境と我々は考えた。

対象となる学生プロジェクトは、情報システムエンジニアを目指す大学学部生が授業の一環として行う PBL (Project Based Learning) のプロジェクトである。ここでは、学生が 3,4 名のチームを組み、各チームが自ら設定したテーマに従って情報システムを作り、自らが設定した評価方法に従ってそれを評価することを目標とする。情報システム、及びソフトウェア工学の知識とスキルを得ることが目的である。

つまり、育成システムは、学生の教育、PM の教育の二面性を持つ。しかし、本論文では焦点を絞るため、学生の教育効果については言及しない。

育成システムでは、外部の視点から評価する外部評価委員会が組織されている。外部評価委員会は、産業界及び学術界の有識者十数名から構成されており、プロジェクトの中間報告会、最終報告会に参加し、第三者の目からプロジェクト及び育成システムの評価を行う。

### 2.2 育成システムのモデル

2.1 節で示した育成システムのモデルを図 2 に示す (図中○は環境を、□はプロセスを、矢印は情報の流れを示す)。これは、教育システムを情報システムとして捉え、神沼のモデル<sup>6)</sup>を参考にして拡張したものである。モデルの上部 (A. 学生の育成環境) は、学生の育成環境を示しており、参考にしたモデルと同様である。

モデルの下部 (B. PM 育成環境) は PM の育成環境を示している。PM の学習環境はプロジェクトマネジメントの成果を報告し、得られた知見を共有していく環境である。コーディネータは組織のまとめ役であり、全プロジェクトの状況を把握し、必要ならば、PM に対するアドバイス (PM 学習環境内)、プロジェクトに対する指導 (アクション a)、問題領域への介入 (アクション c) を行なう。

分析 (B) では、メンバ<sup>\*</sup>、PM の視点、及びコーディネータの視点からプロジェクトが分析される。こ

\* 本稿では、「メンバ」とは特に指定しない限り PM 以外のプロジェクト員を示す

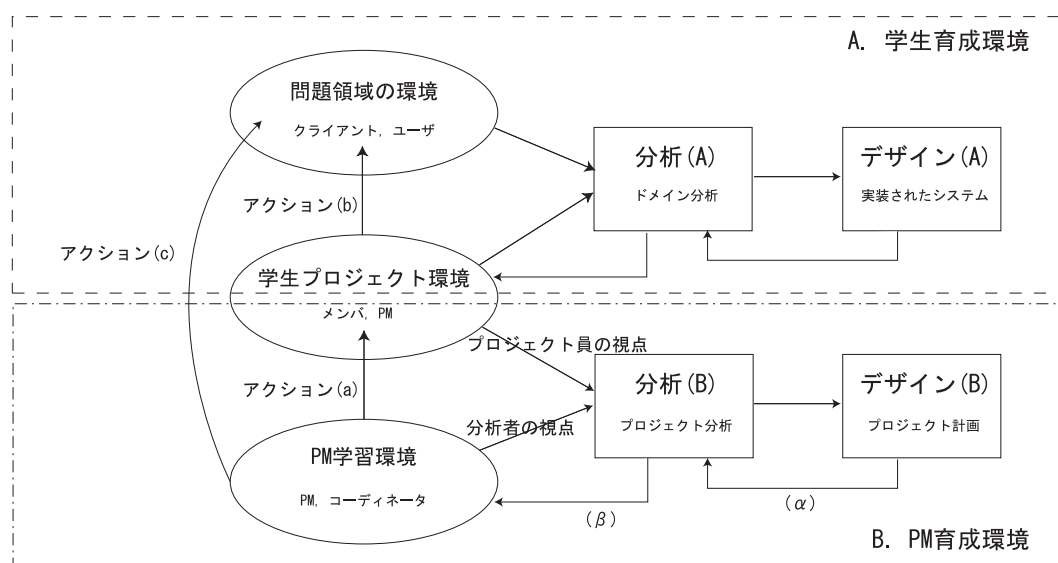


図 2 育成システムのモデル

Fig.2 Model of the proposed developing system.

の成果は、デザイン (B) によって、実際のマネジメントの計画となる。(α) および (β) により情報がフィードバックされ、あらたな分析、デザインの視点となる。

### 2.3 研究の方法

本研究の目的は、育成システムの評価、及びそれに関連して PM が体験により何を学んだのかを捉えることである。育成システムは、実際の大学の教育環境内のシステムである。それゆえ、本研究ではアクションリサーチという方法を採用することにより、現実世界の人間行為に焦点を当てる。アクションリサーチは、近年情報システム研究及び教育研究に用いられている<sup>7)8)</sup>。

筆者は、育成システムに図 2 中のコーディネータという立場で参加し、

育成システムはうまく機能しているか

PM は経験により何を、どのように学習しているか

という視点でアクションリサーチを行った。

また、結果の分析および評価に関しては、メンバの視点、PM の視点、筆者の視点、及び外部評価委員の視点からの評価を総合することで結果の妥当性と信憑性が得られるように配慮した。

### 2.4 学生プロジェクトに係る制約

この育成システムにおいては、学生プロジェクトを

実際のプロジェクトに見立てて PM のシミュレーションを行う。しかしながら、実際のプロジェクトとは異なり、「プロジェクトの成果目標」、「コスト」「リソースの調達」、「PMO(Project Management Office) の役割」に制約がある。ここでは、それらの制約を記述し、育成システムではどのように扱うかを述べる。

#### 2.4.1 プロジェクトの成果目標

プロジェクトは成果目標をもつ。実際のプロジェクトにおいては、顧客との契約により成果目標が限定された段階で開始する。これに対して教育プロジェクトにおいては、メンバと PM が集まった段階でプロジェクトが開始する。それゆえ、本育成システムにおいては、プロジェクト発足後に企画が立案され、顧客が設定され、顧客の要求とメンバの能力との調整が行われて成果目標が明確化される。PM にプロジェクトの中止権限は無く、コストや期限の変更もできないため、それらの概念はスコープの調整によって代替する。

#### 2.4.2 コスト

教育現場では、プロジェクトに係るコストに関しては、これを金額に換算することは難しい。よって、育成システムにおいては、学生が授業外活動としてプロジェクトに貢献した時間をコストと考える。

#### 2.4.3 リソースの調達

教育現場ではプロジェクトマネージャに人事権はない。従って人的リソースの調達はできない。これに関

表 1 学生の育成環境

Table 1 Learning environment for students.

目標	「人に使ってもらえるソフトウェア」を開発すること。ただしユーザは自分でもよい。
ねらい	情報システム学、及びソフトウェア工学の知識とスキルを習得すること。
対象	慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスの学部 1~4 年生。
期間	1 セメスター (約 15 週間)。
コマ数と単位	週 1 コマ (1.5 時間), 2 単位。
開発単位	グループ開発 (3, 4 名で構成)。
前提知識	プログラミング及び設計の基礎知識。

しては、プロジェクトのスコープを調整することで代替する。

#### 2.4.4 PMO の役割

PMO は、全体的なビジネス目標に関連するプロジェクト、およびサブプロジェクトに対する計画調整、優先順位設定、及び実行を行う組織である。育成システムにおいては上記の「ビジネス」の部分に「教育」に置き換える。つまり、全体的な教育目標に対しての計画及び調整、実行が関心ごとで、プロジェクトのアクションリサーチを含め、PM に対する主な教育活動はここで行われる。PM の要請に応じて、学生の教育やソフトウェアなどは学内で対応できる限り提供する。

### 3. 試行実験の環境及びカリキュラム

育成システムは、平成 17 年度秋学期の慶應義塾湘南藤沢キャンパスにおいて、研究プロジェクト\*の一環として試行された。本章ではその環境について述べる。

#### 3.1 学生の育成環境

本論文は PM の育成に焦点を当てたものであるが、その前提となるプロジェクト活動は学生の育成環境で行われる。従って、学生の育成環境から説明する。

学生の育成環境の概要を表 1 に示す。この環境には三つの特徴がある。

一つ目の特徴は、この授業は週 1 回の授業時間が確保されているが、いわゆる「講義」はされないということである。週 1 回の授業の時間では、進捗報告会を行い、その週の成果についての討論会を行う。従って、ミーティングを含むプロジェクトの活動はすべて授業外活動に委ねられている。必要に応じて合同の勉強会が開催される。

二つ目の特徴は、開発のテーマ、開発プロセス、開発言語などが任意のものでよいということである。た

\* いわゆる文科系の「ゼミ」と考えてよいが、理科系のように学生が研究室に配属されるというわけではなく、授業の一環として行われる。1 年生から履修可能である。

表 2 PM の育成環境

Table 2 Learning environment for project managers.

目標	有用な成果物を生み出し、学生を満足させるプロジェクトを完了すること。
ねらい	プロジェクトマネージャに必要な素養を身に付けること。
対象	IT 企業の SE。
前提知識	情報システム開発の基本的な知識と経験 (PM 経験は問わない)。

だし、事前に計画し成果目標を立案すること、成果物は第三者の評価を受けること、最終ドキュメントの提出及び最終発表を行うことが義務づけられている。どのようなプロジェクトでも、何らかの形で分析-設計-実装-評価のプロセスを踏むが、テーマによって重視されるプロセスは異なってくる。

三つ目の特徴は、この授業が反復して履修できることである。それゆえ、この授業をすでに履修した経験がある学生と、初めての学生が混在している。よって、メンバのスキルはさまざまである。

#### 3.2 PM 育成の環境

次に、PM 育成の環境を説明する。基本的な環境は学生の育成環境に準じる。概要を表 2 に示す。

PM は企業に勤務しながら PM 活動を行う。週 1 回出校し、授業で行われる進捗報告会、及び PM ミーティングに参加する。PM ミーティングは PM とコーディネータだけの進捗報告会である。通常、授業が終わると、学生とのプロジェクトミーティングが行われる。非出校日は、電子メールや Wiki などの電子媒体を利用してメンバとのコミュニケーションが行われる。

#### 3.3 PM 育成カリキュラム

PM が実施するマネジメントプロセス、及びツールについては、基本的に PM の裁量で決定できる。特にマネジメントプロセスについては、プロジェクトの性質と PM 本人の学習目標に合わせて、コーディネータと協議の上調整していく。しかし、今回の実践では、参加した PM のほとんどが未経験者ということもあり、PMBOK を参考に、簡略なプロジェクトマネジメントプロセスを考案し、これを最低限実施する方針とした。そのプロセスは以下のとおりである。

- (1) 立ち上げ
  - (a) プロジェクト定義書の作成
- (2) 計画・実行・監視・コントロール
  - (a) WBS(Work Breakdown Structure) およびスケジュールの作成
  - (b) PM ミーティングでの週次進捗報告
  - (c) 各種文書の修正
- (3) 終結

表 3 実施されたプロジェクトの一覧

Table 3 List of projects.

プロジェクト	メンバ の数 (除 PM)	PM 経験	システムの種類	改版 /新規	開発言語	開発プロセス	重視され るプロセ ス	開発規模 (step)	最終ドキュ メント量 (page)
Project A	3	なし	Webアプリケーション	新規	Java/Servlet	ウォーター フォール型	要求分析	1,363	42
Project B	3	なし	Webアプリケーション	新規	Java/Servlet Excel VBA	ウォーター フォール型	要求分析	1,206	47
Project C	4	なし	Webアプリケーション	改版	PHP	反復型 (2回)	品質管理	1,541	172
Project D	3	なし	クライアントアプリケーション	改版	Java	反復型 (3回)	基本設計	20,985	142
Project E	3	あり	Webアプリケーション (携帯)	新規	Java/Servlet	ウォーター フォール型	要求分析	440	98

- (a) 最終発表会での完了報告  
(b) プロジェクト完了報告書の作成

#### 4. 試行実験の結果

試行実験には、学生 16 名が参加し、PM は企業人が 4 名\*と、大学院生\*\*が 1 名参加した。本章ではその結果を述べる。

##### 4.1 実施プロジェクトの概況

第 1 回の授業では顔合わせを行った。第 2 回の授業において、学生及び PM からテーマの提案がなされ、話し合いにより 5 プロジェクトが発足した。一覧を表 3 に示す。テーマは、実在する企業で利用する情報システムを開発するもの (Project A, Project B)、自分たちで遊ぶゲームを開発するもの (Project C)、自分たちで使うアプリケーションを開発するもの (Project D)、大学生がよく利用する定食屋の情報システムを提案するもの (Project E) が選定された。

テーマやプロセスが任意であるので、そのプロフィールはプロジェクトによって大きく異なっている。表 3

表 4 開発計画と実績 (単位: 週)

Table 4 Developing plans and results. (weeks)

プロジェクト	A		B		C		D	
	予	実	予	実	予	実	予	実
立ち上げ	0	0	1	1	2	2	1	1
分析	2	3.5	3	8	0	1	3	3.5
設計	4	3.5	3	2	2	2	3	2.5
実装	7	9	5.5	5	6	6	4	6
テスト	2.5	0.5	1.5	1	0	3	2	2
評価	0	0.5	0	0.5	3	2	1	2
まとめ	2.5	1	2	0.5	3	2	2	1
その他	0	0	2	0	2	0	2	0

\* 所属企業はそれぞれ異なる

\*\* PM 手配の都合により、実社会での開発経験をもっている大学院生が参加した。

中、重視されるプロセスとは、テーマに対して重視されるべきプロセスを筆者の判断で加えたデータである。開発規模は改版開発の場合、差分ステップ数を表す。最終ドキュメントとは、設計、テスト等の開発ドキュメント、及びマニュアルと学生の感想が主に記述されたものである。これは、学生が主体となり、PM も協力して作成した。

なお、Project E の PM は業務多忙によりプロジェクトに十分な時間を割くことができず、有効なデータ採取ができなかったため、本論文では Project A ~ Project D のプロジェクトを分析の対象とする。

##### 4.2 プロジェクトの成果

本節では、各プロジェクトの成果について、「スケジュール」、「品質」、「コスト」の 3 つの観点から述べる。

###### 4.2.1 開発スケジュールと実績

各プロジェクトの開発計画および実績を表 4 に示す。なお、プロジェクトによって、開発プロセスが異なるため、比較できるように次の工程ごとにまとめている。

###### 立ち上げ

プロジェクトの定義を行い、プロジェクトが発足するまでの工程を示す。

###### 分析

対象問題の要求分析を行い、要件の定義と要求システムの概念モデルが作成される工程を示す。

###### 設計

開発システムの実装に必要な設計工程を示す。インターフェイス (画面) 設計や、内部クラス設計、システム状態モデルの設計書等が作成される。

###### 実装

フローチャート、擬似コードレベルの詳細設計、及びコーディング工程を示す。

## テスト

単体, 結合, 機能テストが行われる工程を示す.

## 評価

評価方法を決め (アンケートの作成等), 実際のユーザに試用してもらって結果を分析する工程を示す.

## まとめ

プロジェクトの振り返りを行い, 最終ドキュメントに成果をまとめる工程を示す.

反復プロセスを採用しているプロジェクトに関しては, 各反復におけるそれぞれの工程の総計である.

当初スケジュール (表 4 中の予定) では, 各工程の時間配分が適切ではなかったり, 抜け落ちている工程が見られた. これは, 後にコーディネータの指示と PM によるプロジェクトの状況判断によって更新された. 最終的に予定と実績の差異はほぼ 1, 2 週間 (全 18 週として 5~10%) の範囲となった. Project B の分析, Project C のテスト工程に見られる大幅な予実の差異の要因に関しては, 4.3 で分析する.

各 PM は, WBS を作成し, それに基づいてスケジュールの管理を行っていた. 各 PM が策定した WBS の更新回数, 及び WBS 構成要素数の変遷を表 5 に示す. 各 PM は, プロジェクトが進行するにつれて, WBS 構成要素を詳細なワークパッケージに分解し, 管理を行っていた.

### 4.2.2 成果物の品質

次に, プロジェクト成果物の品質について述べる.

表 5 WBS 中の構成要素数の変遷

Table 5 Transition of the count of element in the WBS.

プロジェクト	WBS 構成要素数		WBS 更新回数
	当初	最終	
Project A	10	46	8
Project B	6	51	3
Project C	14	49	3
Project D	34	95	9

表 6 最終ドキュメントの詳細 (単位:ページ数)

Table 6 Details of developed documents. (page)

プロジェクト	A	B	C	D
立ち上げ・企画	3	2	2	11
分析	7	10	15	13
設計	13	16	11	5
実装	2	8	22	0
テスト	4	0	55	29
評価	5	0	28	13
マニュアル	3	0	15	19
個人レポート	5	9	12	15
その他	0	2	12	37

最終ドキュメントの内容内訳を表 6 に示す.

Project A, Project B に関しては, テストと評価工程に関する文書量が不足した. これは, それらのプロジェクトのスケジュール実績 (表 4) も考慮すると, それらの工程に時間が割けなかったことを示している. Project C は網羅的な単体テスト工程が重視された. Project D は, プロトタイプを早期に作成し, ユーザの試用と調査を行ったので, 分析とその結果改訂された仕様, それを実現する設計に重点が置かれた.

次に, 上流工程 (主に分析工程), 下流工程 (主にテスト工程) に分け, 成果物の質を分析する. 上流工程の品質評価を表 7, 下流工程の品質評価を表 8 に示す.

Project A は要求分析の経験がない PM であり, 最後に行われたユーザテストまで要求分析の不備を認識できなかった. 逆に Project B の PM は要求分析の経験があったので, 要求仕様書の品質は十分であった.

表 7 分析工程の品質

Table 7 Quality of system analysis.

プロジェクト	クライアント	ユーザ	評価	理由
A	PM 所属企業	社員	×	実際には使えないというユーザの評価を受けた.
B	PM 所属企業	社員	○	ソフトウェア品質がよければ使えるというユーザ評価を受けた.
C	メンバー自身	学生	—	仕様は改版前に与えられていた.
D	メンバー自身	学生	○	ユーザ評価を受けて改善した仕様を作成. 自分達で利用している.

表 8 実装工程の品質

Table 8 Quality of programming.

プロジェクト	テスト単位	テストケース数	評価	理由
A	機能	36	△	ユーザテストでいくつかのバグが見つかった.
B	—	—	×	機能が制限された. 組織的にテストを行わなかった. ユーザテストでは品質不良が指摘された.
C	単体機能	37 120	○	網羅的なテスト, 及びバグ管理システムを利用し, バグをできるかぎり除去した. ユーザテストでは, 十分利用できるレベルであった.
D	機能	112	△	単体テストは組織的に行っていなかったが, 3 回の反復プロセスで十分な機能テストを実施した.

しかし、それに時間を割きすぎてしまったため、実装工程での品質管理が出来なかった。Project C, Project D は反復開発の利点を活かし、プロトタイプを作ることで、早期にユーザテストを行い、ソフトウェアの改良を行っていた。この2つのプロジェクトが比較的良好な成果をあげているのは、ユーザが身近で、改版開発であるということが大きく影響している。

#### 4.2.3 コスト

コストに関しては、Project A における学生の貢献時間は延べ225時間、Project D では420時間であった。この2プロジェクトに関しては、学生に貢献時間を自己申告してもらう方法でデータを採取し、PM が報告した。他のプロジェクトにおいては、PM をはじめとするプロジェクト員が他の問題に手間取っていたという理由から、正確なデータを採取することが出来なかったが、学生の活動の様子を観察している限りでは、上記2プロジェクトと特別な差異が見られなかった。このことから、プロジェクトのコストは1人月～3人月（160時間～480時間）程度と推測される。

#### 4.3 各プロジェクトの経過

本節では、4.2節の結果の要因分析として、各プロジェクトの経過をPM育成という視点で記述する。主に出現した問題その改善点、経過を焦点として記述し、結果を表9にまとめる（文中の問題#と表の問題#が対応している）。

##### 4.3.1 目標の設定とメンバーの動機付け

Project A において、人に使われないシステムが出来てしまった原因は、「目標の設定とメンバーの動機付け」であった（#1）。要件分析過程でのユーザインタビュー等は学生の関与無くPMが行ってしまった。さらには、適切な要件も定義できなかった。それゆえ、学生は実際に使ってもらえるかどうかの確信が持たず、実装、テスト工程の作業を、モチベーションが下がった状態で行っていた（#2）。これが、後半の製造工程でのスケジュール遅延の原因（#3）にもなった。

Project A のPMは14週目でも上記問題には気づかず、実装のスケジュール上の遅れを取り戻すことと、バグを修正することに終始していた。ユーザレビューも予定されていなかった。これに対して、コーディネータは、学生が参加するユーザレビューの機会を設定するように指示し、これにより学生のモチベーションが若干向上した。

Project A のPMは、学生にとっては難易度が低すぎるソフトウェアを作り上げることを目標としていたことを反省点にあげた。PMは明確で適切な目標を設定してメンバーを鼓舞しプロジェクトを進める必要があ

ること、それが行われないとスケジュール遅延等の現象として現れることを理解した。

##### 4.3.2 プロジェクト内コミュニケーションの問題

Project B における大幅なスケジュール遅延の原因はこのPMがプロジェクト内コミュニケーションの問題を抱えていたことにあった。Project B のPMはメンバーの自発的な活動を期待していたが、学生は要件定義の目的がつかめず、指示を待った（#4）。また、企業におけるプロジェクトでは、プロジェクトメンバーが「報告・連絡・相談」を行うのは自明として進められるが、学生には自明ではない。学生は授業以外にもアルバイトやサークル活動などをしており、他の授業のレポート課題も不定期に課されるため、授業のために組まれたグループではコミュニケーションが円滑に出来るとは限らない（#5）。

これに対して、Project B のPMはコーディネータと協議の上、積極的に学生の状況を把握するようにし、難易度の低い目標を設定して学生の反応を待ってみることや、追加ミーティングを設定し、学生同士のコミュニケーションを円滑にするなどの対策を実行したことで、成果は徐々に現れた。しかし、時間リソースとのバランスの調整に失敗し、スケジュールの大幅遅延という結果を残した（#6）。

##### 4.3.3 プロジェクトの見える化と成功体験による動機付け

Project C はプロジェクトの中盤、メンバー間の能力差（#7）、ソフトウェア品質（#8）の問題を抱えていた。メンバー間の能力差に関しては、初心者には責任がないタスクを振り分けていたためモチベーションが上がらず、逆に経験者のタスクは責任が多すぎてオーバーフローしていた。ソフトウェア品質に関しては、PMを含むメンバー全員が知識をもたなかった。

これに対しコーディネータは、簡易な品質管理ミニプロジェクトを提案した。テスト仕様を作り、数で進捗状況を把握できるようプロジェクトの「見える化」を行い、初心者にも数は少ないが責任のあるタスクを任せる。当初はメンバーから反対があったが、ミニプロジェクトの効果はメンバーの目に見える形ですぐに現れたので、モチベーションは劇的に向上した。学生はこの成功体験により、プロジェクトの目標策定と「見える化」の重要性を理解した。

##### 4.3.4 スコープ、リソースのバランス調整

Project D のPMは、学生の能力が把握できない（#9）ことを初期にリスクとして認識していた。それゆえ、反復型の開発プロセスを採用し、一回目のサイクルは学生の能力把握につとめ、開発スコープと人

表 9 実験プロジェクト中に起こった問題とその経過  
Table 9 List of problem occurred at project and its solution process.

No.	プロジェクト	問題の状況	原因, 改善策及びその後の経過
# 1	Project A	実際に使えないシステムができてしまった.	プロジェクトの最終段階で発覚したので, 解決せず. PM は, 自身の要求分析に対する重要性の認識の欠如と, 学生の能力を把握しかねたことにより低いレベルで目標を立ててしまったことが問題の原因だったと反省した.
# 2	Project A	要件に興味を持っていないことによるメンバの意欲の低下.	問題# 1 に関連して, メンバは「使ってもらえるか確信が持てなかったことが, システムに強い愛着がもてなかった要因の一つ」と最終発表会で発言. 解決せず. PM は反省した.
# 3	Project A	メンバが真面目にテストをやらない.	学生のテストに関する重要性の認識欠如だけでなく, 問題# 2 が原因と PM は後に分析. PM はユーザーレビューの機会を再度設定してメンバを鼓舞し, 結果, ユーザテストができるレベルまでテストおよびバグの修正ができた.
# 4	Project B	メンバが自律的に動いてくれない. PM が答えを教えてくれるのを待っている.	メンバが自律的に成果を出すまで成果をじっくり待つこと, 及びメンバとコミュニケーションをとり意欲を引き出すことで, 徐々に成果が現れた.
# 5	Project B	メンバ間の協力がうまくできない.	PM の調査によりメンバ間のコミュニケーションがないことが原因と分かる. 追加ミーティングを設定することで, 状況は改善した.
# 6	Project B	スケジュールの大幅遅延.	問題# 4 に対応しすぎたことが原因. 慌てて, 見切り発車で実装に入るが, 間に合わず. 結果, 実装はしたが, テストはほとんどできず, 使えるものにならなかった. PM は, この経験は有益だったと分析した.
# 7	Project C	メンバ間の能力差がありすぎる. 初心者が責任をもって仕事ができない.	PM が初心者に簡単すぎる仕事を割り振っていたことが原因. 初心者でも小さい責任をおわせ, 小さい目標と達成手順を示すことによって解決, メンバの責任感が向上, 自律的に動くようになり, 作業効率は劇的に改善した.
# 8	Project C	品質が悪すぎる. バグがなかなかなくなる.	学生と PM の品質管理手法の知識不足が原因. コーディネータの援助を得て, PM は簡易品質改善プロジェクトを遂行. 結果, 品質は向上し, 学生は自身で自動テストプログラムを作ってしまうほど品質に関する意識が向上した.
# 9	Project D	メンバの能力が把握できず, 計画が立てられない.	PM は反復型開発の導入により, 一回目のサイクルを能力把握に位置づける. 結果, プロジェクトは成功. ただし, 反復型開発は学生に負担をかけるものだったと PM は後に分析した.
# 10	Project D	メンバが緊急入院してしまい, リソース不足.	PM はスコープと役割分担の修正により対応した. 結果, 大きな問題には発展しなかった.

的リソース(役割分担)の調整を行った. 途中でメンバの緊急入院というトラブル(# 10)があったにもかかわらず, 開発スコープと人的リソースの修正により, 大きな問題には発展しなかった.

## 5. 評価

本章では, 育成システムについて, 学生, PM, 及び外部評価委員が評価した結果を述べる.

### 5.1 学生による評価

授業終了後の, 学生を対象に行った授業アンケート調査(無記名)の結果を図 3 に示す.

学生の満足度は良好で, 「社会人が毎回授業にいるので, 緊張感があった」, 「現場の声が聞けたのが一番ためになった」, 「社会人の PM との共同作業から, おぼろげだったシステム開発という業務の一端を理解できた」などすべて肯定的なコメントである.

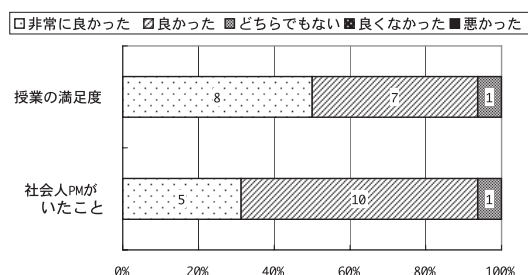


図 3 学生を対象した授業調査アンケート結果  
Fig. 3 Result of questionnaire for the course to students.

なお, 履修したすべての学生は, プロジェクト活動を途中放棄することなくプロジェクトを完了した. 平成 18 年度春学期においては, ほぼ全員の履修者が継続して履修をしており, これらはアンケート結果を支持している.



## 5.2 PM による評価

各 PM に対し、記名で「育成システムは PM 教育の効果があるか」という設問に回答してもらい、(5 段階評価, 5 が最高点), 全員から 4 点の評価を得た。さらに, PM による振り返りレポートでは,

PM の望むようにプロジェクトは進行しないが, PM が予想した以上に事は進まないことが分かった (Project A)

QCD 管理の点でいえばまったく失敗であると言わざるを得ないが, それらは何が不足することによって引き起こされたのかを身をもって感じることができた (Project B)

サブプロジェクト化による責任の分散と, 客観データによる進捗管理の必要性がわかった (Project C)

プロジェクトマネージャは単なる管理者ではなく, 学生の目標達成のための支援者として行動することにより信頼感の醸成につながるということが分かった (Project D)

といった具体的な教育効果が記述されており, 全員が実社会でも活かせる良い経験となった, と評価している。

その一方で,

プロジェクトマネジメント技術をもう少し教えて欲しかった

PM が PM 経験として勉強しているのか, 教育担当者として学生をコントロールしているのか, 良く分からなかった

などの不満も挙げられており, これらについては 6 章で考察する。

## 5.3 評価委員による評価

第三者評価として, 評価委員会 (企業関係者 17 名, 大学関係者 4 名から構成) による育成システムの評価が行われた。評価委員は, 最終報告会に出席し, 学生によるプロジェクト成果のプレゼンテーションと, PM による学習成果のプレゼンテーションを見学し, 育成システムについてコメントをした。結果,

産学連携の新しい試みとして価値がある。

小規模の学生プロジェクトの体験でも現場と同様の体験として捉えることができる。

PM は一番勉強したのではないかと, 失敗した PM には是非 2 回目をやってもらいたい。

人事権を持たず, 成功したときのインセンティブが無ければ本当のプロジェクトとはいえないが, そういった制約を産学の両者が理解して始めれば有用である。

といったコメントが得られた。否定的なコメントはほとんどなかったことから, この育成システムは評価されたといつてよいだろう。

またアドバイスとして,

テーマの選定が学生のモチベーションに影響するので, 慎重に選ばなければならない。魅力あるプロトタイピングを中心に発展すると良いのではないかと,

PM に勉強の方向性を教えてあげたほうが良いのではないかと

といったコメントも得られた。これらは次回の実践に反映することを検討している。

## 6. 考 察

### 6.1 PM は何を学んだのか

本節では, 結果を質的に分析し, PM は体験を通して何を学んだのかを考察する。

#### 6.1.1 問題発見・解決能力

育成システムで扱っているのは, 小規模なプロジェクトである。しかしながら, 試行実験で起っている諸問題 (表 9) は実社会と同様であると産業界の評価委員が指摘している。従って, PM はこれらの問題に直面することによって, PM としての問題発見・解決能力を養っていると考えられる。

問題発見・解決能力の中でも, 特に教育的と考えられるのが人 (メンバ) に関わる問題である。表 9 中, # 1, # 8 の問題以外は, メンバに関わる問題であり, # 1, # 8 に関しても, PM がメンバの能力を把握し兼ねたことが問題の原因と関連している。

育成システムで行われるプロジェクトのメンバは学生である。学生に対しては, 一定時間の授業外活動を義務として要求することはできず, 学生自身の動機付けがなされなければパフォーマンスは質量ともに低下する。従って, 育成システムで行われるプロジェクトは, メンバに関する問題が顕在化しやすい環境といえる。

ソフトウェア開発プロジェクトにおける人的要因に関しては, ワインバーグ<sup>9)</sup> やデマルコ<sup>10)</sup> が古くから指摘しているが, メンバの動機付けと生産性の問題を解決する決定的な方法はない。我々は, PM の素養として, 「ステークホルダー (人) をよく観察・分析し, それぞれにとってよい環境になるよう調整する」姿勢が技術的な問題に先立つ重要要素であると考えている。従って, メンバの問題をこの育成システムで体験し, 解決案を討論することに教育的意義がある。

コーディネータは, PM の問題発見・解決能力の育成を促進する役割を担う。コーディネータは先回りの

問題発見を行い、その「見える化」を支援し、必要ならばプロジェクトに介入して、PM と協力して問題解決にあたっていく必要がある（図 2 中「アクション (a,c)」）。今回の試行では、PM が問題を認識できないケース（例えば、表 9 中の # 1, # 8）、PM が原因を特定できない/誤解しているケース（# 3, # 7）、有効な解決策を実行できないケース（# 4, # 5）、等様々なレベルで問題発見・解決を支援する必要があった。

先回りの問題発見を行うために、コーディネータはプロジェクトの観察が必要で、これには毎週の進捗報告会のほかに、プロジェクト毎のメーリングリストの観察が役に立った。また、# 1, # 8 の問題発見に関しては、PM に情報システム開発に関する技術的な知識が必要であった。初期の段階で PM が持っている知識には領域、質ともにばらつきがあるため、コーディネータは PM のシステム開発に関する知識を早期に把握し、特に注意して支援する必要があることが分かった。

### 6.1.2 プロジェクトの目標と PM の役割

PM 体験者による評価（5.2 節）で述べたように、PM 自身の学習目標と学生の学習目標の両立の難しさがこの育成システムにおける課題としてあげられた。これに加えて、教育プロジェクトとしての成果目標とシステム開発としての成果目標の両立という課題もある。プロジェクトは小規模であるため、実作業への PM の介入度を上げれば成果物の品質は向上するが、その場合は学生の学習効果が得られなくなる。

結論から言えば、これらの目標のバランスをとることが PM には求められている。PMBOK では「競合する要求のバランスをとり、各種ステークホルダーの異なる関心と期待に対して、仕様、計画、取り組み方法を適応させること」が PM の役割の一つとされている。

学生のニーズを誤って把握して目標が低すぎたり、PM の学習目標がプロジェクトの目標に反映されなかったり、2つの目標の関連が無く、バラバラに存在する場合には、学生の意欲低下などの現象として問題が顕在化する。この問題を解決していく過程で PM には競合する要求の調整力が身につけていくと考えられる。PM は、中長期的に人を育てる役割も担っている。終身雇用制度の崩壊に伴って、個人と組織の目標をどのように一致させていくかということも経営者の一つの課題となっている。従って、プロジェクトは単体で利益ができればよいというわけではなく、メンバを動機付けて人材をどのように育てるかということがプロジェクトに問われるはずであり、そういった観点か

ら考えれば、これらの調整の問題は企業のプロジェクトでも同様と考える。

ただし、実プロジェクトの最終目的は利潤を得ることであり、教育プロジェクトの最終目的は教育効果を得ることである。これは意思決定に影響する決定的な違いである。今回の実験では、この問題はあいまいにされており、そういった制約を PM に伝えることができなかったことは反省点である。

### 6.1.3 コミュニケーションとリスクマネジメント

今回の試行実験においては、コミュニケーション環境が週 1 回の対面ミーティングと電子メールのみという PM にとっては不利な制約があった。しかしながら、PM はソフトウェアを完成させ、ユーザの評価を得るところまでプロジェクトを導くことができた。そして、学生及び第三者の評価委員から評価された。これは、PM が週一度の対面ミーティングを効率よく利用し、WBS を使って作業内容を確認し、電子メールでの確かな指示\*をした結果である。従って、このように制約された状況においても、コミュニケーションマネジメントの本質部分は育成可能と考える。

また、学生プロジェクトのマネジメントは、リスクマネジメントのよい練習になるとも考えられる。学生はモチベーションが不安定なことや、初期能力は低い勉強すればすぐにスキルアップすることなど、プロジェクトにおける不確定要素が多いためである。Project D の PM は、「プロジェクトにおける意思決定は PM の最大の役割であるが、今回のような教育プロジェクトの場合は学生に判断させることも必要だと思われるので、学生にどの部分まで判断させるべきか迷うこともあった」と報告している。学生に委ねるのもよいが、そのリスクは PM が背負わなくてはならない。失敗すれば、PM が責任を問われる。そういった状況で、PM は委ねるかどうかの意思決定を行っており、これは一つのリスクマネジメント経験である。

### 6.2 他の教育方法と比較して

本節では、他の教育方法と比較して、本育成システムの特性を検討する。

本育成システムは、OJT-PDC による教育<sup>11)</sup>と仕組み的には似ている。しかし、冒頭でも述べたように OJT にはよい教育者がいなければ成り立たないことと、現実プロジェクトなので企業にとってのリスクが大きいことが難点である。

大学院生等が PM を行い、大学が PM を育てて社

\* 各プロジェクトのメーリングリストに投稿されたメールは 160 ~ 386 通、そのうち PM が投稿したメールは 39 ~ 87 通であった。

会に送り出せばさらに効率的である。実際、これまで、実験対象 PBL の PM は大学院生のみが行ってきており、それでもある程度の成果を得てきた<sup>12)</sup>。しかし、今回の試みでのプロジェクトの様相は我々の眼から見ても明らかに異なる。社会人が関与し、評価することで、育成システムで起きることが社会の縮図として認められた。これによって、学生が動機付けされ、積極的に参加することによって、良い社会人 PM の育成現場となっている。産学が共通の目標をもってプロジェクトを行うというところに意味があるのだと我々は考える。本育成システムは、複数の企業が参加しているため、多角的な視点でレビューを受けることができることも特徴の一つである。

### 6.3 今後の課題

今回の試行実験においては、様々なことが手探りでの実験であった。その一つに、PM 育成カリキュラムがあげられる。特にプロジェクトマネジメント方法論に関しては、ほとんど独学という形をとってもらったことになった。これは、PM 体験者にとっては不満要素であった(5.2 節)。

従って、今後の課題の一つとしてカリキュラムの改訂があげられる。しかし、PM という職務の特性上、独学するという事は重要なスキルであり、過度の知識提供は避けねばならない、と我々は考えている。PM 間のコミュニケーションに必要な基本的な知識を得るためのテキストが望まれる。

また、実プロジェクトと同様の問題が出現する本育成システムは、プロジェクトマネジメント方法論及び教育研究の場としても有用である。さまざまな企業が集まる場であり、さまざまな価値観が重なり合う。それらを相対化することによって総体としての知識は深まる。しかし、この環境で PM の意識、価値観がどう変化していくのかということの詳細や、コスト見積りと評価の詳細については未解決である。

しかしながら、試行実験を通して、提案した育成システムの有効性を実証できたと考える。我々は、試行における反省点を改善しながら今年度も同様の取り組み、及びアクションリサーチを行っている。

## 7. おわりに

本論文では、企業の若手 SE が学生プロジェクトの PM を体験する PM 育成システムを提案し(2 章)、試行実験の方法(3 章)を述べた。筆者がコーディネータの立場からこの育成システムのアクションリサーチを行った結果、小規模の学生プロジェクトでも社会と同様の問題が起り、PM はそれらを発見・解決して

いることが分かった(4 章)。この育成システムは、学生、PM 自身、および産学の有識者が第三者の視点で評価する委員会によって一定の評価を得た(5 章)。我々は、この試行実験によって、「PM は学生プロジェクトのマネジメント体験を通して、PM に必要な人間関係のスキル、特に問題発見・解決力および調整力が養われ、コミュニケーション、リスクマネジメントの教育にも効果がある」ことを実証できたと考える(6 章)。

**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、アクションリサーチに関する助言をいただいた神沼靖子博士に感謝する。本論文に記した試行実験は、平成 17 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

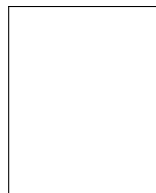
- 1) Project management institute. <http://www.pmi.org/>.
- 2) 経済産業省. ISO/IEC15408 を活用した調達のガイドブック ver2.0, 2004.
- 3) 経済産業省ホームページ資料. 情報システムに係る政府調達制度の見直しについて. [http://www.soumu.go.jp/gyoukan/kanri/040330\\_1.html/](http://www.soumu.go.jp/gyoukan/kanri/040330_1.html/), 2004.
- 4) 経済産業省. IT スキル標準 V2. <http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/>, 2006.
- 5) Inc Project Management Institute. PMBOK Guide - Third Edition (邦訳: PMBOK ガイド-第 3 版). Project Management Institute, Inc., 2004.
- 6) Y.Kaminuma. Development of human-oriented information systems - learning with mentally handicapped people. *Symbiosis of Human and Artifact*, pp. 935-940, 1995.
- 7) G.Mansell. Action research in information systems development. *Journal of Information Systems*, pp. 29-40, 1991.
- 8) 神沼靖子, 佐藤敬. アクションリサーチとソフトウェア方法論. 情報処理, Vol.36, No.10, pp. 941-946, 1995.
- 9) G.M.Weinberg. Psychology of Computer Programming (邦訳: プログラミングの心理学). Van Nost. Reinhold, 1972.
- 10) T.Demarco and T.Lister. Peopleware: Productive Projects and Teams (邦訳: ピープルウェア). Dorset House Publishing Co., Inc., 1987.
- 11) 池本由香, 伊東俊彦. プロジェクトマネージャの育成-新時代の育成方法-. 情報処理学会研究報告 2004-IS-87 2004, pp. 17-24, 2004.

- 12) 松澤芳昭, 武田林太郎, 大岩元. 学生主体のプロジェクトベース・ソフトウェア開発実践教育—「教育的プロジェクトマネージャ」の導入と成果—. 情報教育シンポジウム予稿集 2005, pp. 37-42, 2005.

(平成 18 年 5 月 15 日受付)

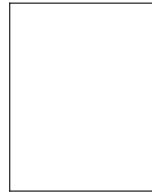
(平成 18 年 12 月 8 日採録)

**松澤 芳昭** (学生会員)



1977 年生. 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. 現在, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科博士課程, 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. 所属学会: 日本教育工学会. 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.

**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, など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.