

九州大学における先導的 PBL 教育の評価分析

廣重法道[†]、鵜林尚靖[†]、外村慶二[†]、福田晃[†]

九州大学 大学院システム情報科学府 情報知能工学専攻 社会情報システム工学
コースでは、2006 年度より、PBL を中心とした ICT アーキテクト育成を実施して
きた。特に、PBL について、この 3 年間半の状況について、評価分析を行った。

Evaluation of Project Based Learning in Kyushu University

Norimichi Hiroshige[†], Naoyasu Ubayashi[†],
Keiji Hokamura[†] and Akira Fukuda[†]

Kyushu University has executed Project Based Learning since 2006. We evaluated the 3
years activity.

1. はじめに

日本経済団体連合会（以下、日本経団連と略す）が 2005 年 6 月に発表した「産学
官連携による高度な情報通信人材の育成強化にむけて」の提言や、文部科学省が 2006
年から開始した「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」事業を受けて、九州
大学では、2006 年度に、ICT 分野のトップ人材育成を目標とした「次世代情報化社会
を牽引する ICT アーキテクト育成プログラム」を開始した。

そして、2007 年 4 月から、大学院システム情報科学府の 3 専攻内に「社会情報シ
ステム工学コース（以下、QITO と略す）」を設置し、産学連携による授業カリキュラム
の策定、企業教員による高度な実践的授業の実施などの大規模な支援体制に基づく修士
課程をスタートさせた。

本 QITO コースは、その後、2009 年 4 月「情報知能工学専攻 社会情報システム工
学コース」への改組を経て、現在 4 年目を迎えている。

この間、1 年や半期の単位での振り返りや活動評価を実施してきたが、今回、この
3 年半のスパンで、QITO のコアである PBL に着目し評価分析を行った。

2. QITO コースの目標

2.1 本コースの目標

本コースでは、主に次の 3 つを目標としている。

(1) 自律エンジン・コミュニケーション力の習得

自らが自らを育て、時代や状況の変化に適応できる能力を習得する。このための基本的
な能力として、コミュニケーション力も併せて習得する。

(2) ドメイン知識・技術やシステム開発力の習得

PBL の活動の中で、多くのプロジェクトメンバーや関係者と議論やコミュニケーション
を行うことで、ドメイン知識や技術を深掘りし、それらを習得する。

(3) プロジェクトマネジメント能力の習得

CMMI レベル 2+リスク管理(RSKM)の開発プロセスを理解し、プロジェクトマネー
ジメント能力を習得する。

[†] 九州大学
Kyushu University

3. PBL の概要

QITO コースでは、PBL を修士1年前期、後期、2年前期の3期に渡って、段階的・スパイラル的に実施する。

(1) 修士1年前期：システム開発型プロジェクト(PBL1)

1年前期のPBLは、Web書店システム開発とミニプロジェクトの2つのプログラムから構成される。

Web書店システム開発では、CMMI レベル2+リスク管理(RSKM)のプロジェクト管理に沿って、要件分析工程から試験工程までソフトウェア開発を一通り実施する内容となっている。全グループ同一案件の開発を行うことで、基本設計や詳細設計などの工程で、他グループと比較・議論することにより、通常の講義では難しい設計工程レベルでの技術向上を図ることができる。

また、ミニプロジェクトでは、グループ毎に身の回りの不便な点や問題点について改善策を提案し、ソフトウェアを開発することで、問題解決の訓練を行っている。

(2) 修士1年後期：問題解決型プロジェクト(PBL2)

1年後期では、実プロジェクトを通じて前学期に得た知識の実践と定着を図ることを目的として、グループ毎に個別テーマを選定し、プロジェクトを実施する。テーマは企業案件、学内案件、国際案件など、様々な案件を実施してきた。これまでに実施してきた案件を以下に示す。

■修士1年後期 問題解決型プロジェクト (PBL2)

年度	#	プロジェクト名
2007	1	大学図書館における自動書庫活用法
	2	マルチエージェントシステムを利用した分散システムの開発
	3	ハードウェア設計ツール統合のための社内標準ツールの開発
	4	リモコン制御ロボット用ソフトウェアの開発
	5	「One Village One Portal」ホスティングシステム構築
	6	電子鍵の権限貸与システムの試作
	7	自動車ボディー系制御ソフトウェアの開発
2008	1	「SNSを基盤としたデータ・サービス連携システムの開発」
	2	BoP-Friendly Content Generation and Upload System for OVOP
	3	IP電話システム向け通信制御ミドルウェア開発
	4	クラウドコンピューティング環境開発
2009	1	ソフトウェア再利用性向上を目的とした分析設計システム
	2	BOP-Friendly Content Generation and Upload System for OVOP 第2期
	3	高速データマイニングシステム

表 3.1 問題解決型 PBL 実施案件

(3) 修士2年前期：発展応用型プロジェクト(PBL3)

2年前期では、前学期に体験したプロジェクト運営の改善を図り、更に知識と実践の定着を図る。開発案件は学習者が自ら案件を提案、または、前学期の案件を引き続き実施する。これまでに実施してきた案件を以下に示す。

■修士2年前期 発展応用型プロジェクト (PBL3)

年度	#	プロジェクト名
2008	1	wiki2天神プロジェクト
	2	入退室管理システム提案プロジェクトと チーム成長プロジェクト
	3	(1.2人プロジェクトは省略)
		鉄道模型制御システム開発プロジェクト
2009	1	ユーザ特化型情報推薦システム開発
	2	九州大学電力見える化
	3	要求定義深掘プロジェクト
	4	無線センサネットワーク応用のための開発環境LOSAの開発
2010	1	QITO ECOプロジェクト
	2	行動認識応用のためのプラットフォーム開発

表 3.2 発展応用型 PBL 実施案件

4. 分析

PBL1 については、全グループに同一案件を提示する。この案件については、既に開発規模や標準的に必要な作業工数などの条件が明確になっており、基本的には全グループが作業を完了することができる。

一方、PBL2 と PBL3 とでは、各グループが個別にテーマを選定するために、開発の状況がプロジェクトにより、大きく異なっている。過去のプロジェクトの中には、開発工数不足や作業内容の難易度などの理由により、完了できなかったものもある。

そこで、今回は、過去の PBL2, PBL3 プロジェクトを対象とし、調査を進めた。

また、調査の観点としては、1期生(2007年度入学)から3期生(2009年度入学)までの間での変化、また、各期生で PBL2 と PBL3 とでの変化に注目した。

4.1 学生数とグループ構成について

グループ構成時において、グループの構成人数は基本的に4人から6人を推奨している。PBLは複数のメンバーとコミュニケーションを取りながら、プロジェクトを推進することに意味があるが、3人以下ではコミュニケーションの形態が単調となるリスクがある。一方、7人以上になると、各メンバーの役割が希薄になるリスクがある。

これらの理由により、上記の方針としている。

図 4.1.2, 図 4.1.3 を見ると、2008 年度前期の PBL3 だけは、グループ数が 16、平均人数が 1.6 人となっている。これは、1 人グループを 12 グループ、2 人グループを 1 グループ、残り 3 グループを 4.5 人の構成としたためである。

このような構成としたのは、修士論文研究を PBL として実施することを狙ったことが背景であった。しかし、1,2 人構成プロジェクトでは、通常の学生が研究室で個人個人で研究を進めることと変わらない結果となり、PBL の本来の主旨に反する結果となった。

表 4.1 学生数とグループ人員

	1 期生(M2007)		2 期生(M2008)		3 期生(M2009)		4 期生
	2007年度		2008年度		2009年度		2010年度
	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2
学生数(人)	28		18		13		19
グループ数	7	16	4	4	3	2	4
平均人数	4.0	1.6	4.5	4.3	4.3	6.5	4.8

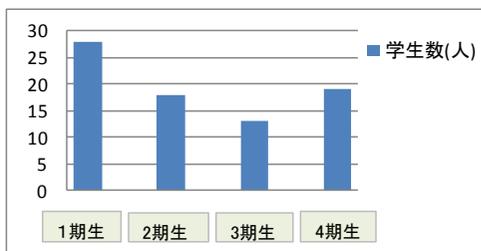


図 4.1.1 学生数



図 4.1.2 グループ数



図 4.1.3 グループ平均人員

4.2 プロジェクトの種類について

下の表は、プロジェクトの種類として、ソフトウェア・ハードウェアの開発を行うもの(「開発系」)の割合である。

これら以外の種類としては、市場調査を実施し結果を報告書としてまとめる「調査系」や、システムを構築・運用する「構築系」、基本設計や詳細設計までを行う「設計系」などがある。

表から分かることは、1 期生、2 期生の頃は、開発系以外のものもある程度あったが、3 期生以降は開発系のみとなっている。2009 年度、2010 年度になって、PBL の 3 つの目的の中で、「ドメイン知識・技術」の習得を本コースでは重視する傾向が出てきたが、その現れと思われる。

表 4.2 開発系プロジェクト比率

	1 期生(M2007)		2 期生(M2008)		3 期生(M2009)		4 期生
	2007年度		2008年度		2009年度		2010年度
	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2
種類-開発比率	86%	33%	75%	75%	100%	100%	100%



図 4.2 開発系プロジェクト比率

4.3 作業時間について

PBL に費やす時間は、1人あたり週 20 時間という指標を学生には指示している。これは、他の講義や学生の生活全般へ大きな影響を与えないことを目的として設定している。

図 4.3.2 を見ると、学生の 1 週間あたりの実作業時間は、全期に渡って 20 時間以内で収まっていることが分かった。過去の PBL の発表会やプロジェクト完了後の振り返りでは、「他の講義に影響がある程の作業量が必要であった。」というコメントを報告する学生が、毎期数人存在していたことから、当初の予想ではもっと高い数字がでると予想していたため、この結果には意外であった。

但し、グループ内で人や役割による偏りが発生したり、時期により作業のピークが発生することが考えられる。

次に、1期生(2007 年度)～3期生(2009 年度)を見ると、徐々に減少していることが分かる。ただ、この背景については不明である。

なお、このコースの第 1 期である 1 期生 PBL については、グループ平均で 19.6H/週と一番高く、かつ、30 時間超過グループ、20 時間超過グループがそれぞれ 1 つずつ存在する。この点からみると、本コースにかける学生等の期待が如何に大きかったかが伺える。

表 4.3 作業時間

	1期生(M2007)		2期生(M2008)		3期生(M2009)		4期生	
	2007年度		2008年度		2009年度		2010年度	
	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期	
	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	
平均総作業時間(H)	885.3	337.0	738.6	603.0	481.8	656.5		
平均週作業時間(H/人週)	19.6	14.0	16.8	16.8	12.6	11.3	-	



図 4.3.1 平均総作業時間



図 4.3.2 平均週作業時間

4.4 開発規模と文書枚数について

開発規模の平均値については、概ね 5KL 程度であり、1 期生～3 期生での差分は見られない。これは、個々のグループの状況を見ても、最大で 7.4KL であることから、半期の期間であれば、5KL 程度が 1 つの指標になると考えられる。

次に、1 人 1 月あたりの開発規模を見てみると、1KL/人月を超えている。(2 期生 PBL2 を除く) この数字は、実社会での開発効率に比べても遜色ない数字である。なお、1 月の勤務時間を 200 時間としている。

次に、開発計画書、各種設計書、テスト項目書、マニュアルなど文書の総枚数に付いて見ると、100 枚程度が 1 つの指標となっている。特に時期による傾向などは無い。

表 4.4 開発規模と開発効率

	1期生(M2007)		2期生(M2008)		3期生(M2009)		4期生
	2007年度		2008年度		2009年度		2010年度
	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2
平均開発規模(KL)	6.1	-	-	4.6	2.4	5.2	-
平均開発効率(KL/人月)	1.8	-	0.0	2.5	1.1	1.6	-
平均文書枚数(枚)	123.7	47.7	89.0	101.0	79.7	125.0	-



図 4.4.1 平均開発規模



図 4.4.2 平均開発効率



図 4.4.3 平均文書枚数

4.5 プロジェクト完了率について

各期にて、開発計画で予定していた納入品を完成させたプロジェクトの割合をプロジェクト完了率としてまとめた。

次の表を見ると2点特徴がある。

1期生、2期生、3期生ともに、PBL2では100%ではないが、PBL3ではいずれも100%となっている。このことは、グループ毎の独自テーマとして1回目のプロジェクト(PBL2)では、何かの原因によりプロジェクトを完了できないグループが存在するが、2回目のプロジェクト(PBL3)では反省を活かし完了させていることを意味しており、本コースでは3回のPBLをスパイラル的に実施しているが、その効果が出ていることが分かる。

次に特徴的なこととして、2期生のPBL2では、4つのグループが全てプロジェクト不完了であった。各グループ固有の理由が存在するが、共通的には、要求定義フェーズにて、顧客からの要求抽出に苦勞して、停滞したということが指摘されている。

ちなみに、平均議事録枚数を見ると、平均的に各期15枚前後であるが、2期生のPBL2の期間は、約倍の30枚以上となっている。如何に顧客やPMOとの打ち合わせを持ったかが分かる。

表 4.5 プロジェクト完了率

	1期生(M2007)		2期生(M2008)		3期生(M2009)		4期生
	2007年度		2008年度		2009年度		2010年度
	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2
プロジェクト完了成率	86%	100%	0%	100%	67%	100%	-
平均議事録枚数(枚)	16.6	18.0	32.0	12.5	20.7	15.0	-



図 4.5 プロジェクト完了率

4.6 テスト項目数について

次の表は、試験工程でのテスト項目数をまとめたものである。

1期生、2期生については、前期または後期のいずれかがデータ無効であるため分析が難しいが、1KLあたりのテスト項目数は、PBL2では多く、PBL3では少ないという傾向がある。単体試験、結合試験、システム試験を考慮した場合、実社会でのテスト密度としては、30項目/KLはおおざっぱではあるが、1つの指標である。これと比較すると、PBL2では指標値以上のテストを実施し、PBL3では不足していると判断することができる。

表 4.6 テスト項目数

	1期生(M2007)		2期生(M2008)		3期生(M2009)		4期生	
	2007年度		2008年度		2009年度		2010年度	
	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期	
	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	
平均テスト項目数	181.0	-	119.0	43.0	161.5	50.0	-	
テスト項目密度(数/KL)	29.8	-	-	9.5	68.7	9.6		



図 4.6.1 平均テスト項目数

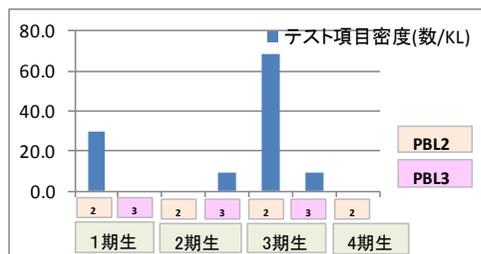


図 4.6.2 テスト項目密度

4.7 文書類の保存について

今回の調査では、過去3年間の電子文書、紙文書を対象とした。本来であれば、全て残っているべきであるが、実際には、残っていないものや、構成管理が不十分で、どれが最終版か分からないものが存在した。

障害一覧にしても、時間ログにしても、特に傾向は見られない。

紙ファイルについては、格納構成を教員側から提示するか、電子ファイルについては、格納ディレクトリ構成について、ある程度の構成パターンを教員側から提示するか、の対応が必要と思われる。

表 4.7 文書保存率

	1期生(M2007)		2期生(M2008)		3期生(M2009)		4期生	
	2007年度		2008年度		2009年度		2010年度	
	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期	
	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	PBL3	PBL2	
障害一覧資料保存率	33%	50%	67%	33%	50%	100%	-	
時間ログ資料保存率	100%	67%	75%	50%	67%	100%	-	



図 4.7.1 障害一覧資料保存率



図 4.7.2 時間ログ資料保存率

5. 分析のまとめ

まず、グループの構成について、1 グループ 4 人から 6 人の構成を推奨しているが、これについては妥当と考える。少なくとも、2 人以下で PBL を実施するのは、PBL が狙う効果が出なかったという実績がある。

修士生にとって、修士論文研究と PBL とは、それぞれ作業量が大きいため、両方を並行して実施していくのは負荷が大きい。そこで、修士論文研究を PBL の一環として進めることは意味があると考えられるが、修士論文研究に合った PBL の進め方の研究が必要である。

次に、1 人あたりの週の作業時間は、10 時間～20 時間という指標が妥当と考える。人や役割により偏りが発生したり、時期的に山谷が発生したりするので、例えば 10 時間を指標としても、学生が負担に感じるケースが発生することも、認識しておく必要がある。

次に、PBL で実施する開発の規模については、1Kline/人月程度の開発効率が妥当と考える。なお、1 月=200 時間と換算している。

次に、PBL の進め方として、PBL2 ではプロジェクトを完了できないグループもあったが、PBL3 では全グループがプロジェクトを完了できた。PBL2 でプロジェクトを完了できなかったグループの学生達は、問題点を抽出し、プロセス改善により解決を試みていた。この点で、PBL を複数回スパイラル的に実施することは、効果が高いと判断できる。

最後に、文書類の管理について述べる。基本的には CMMI レベル 2 に準拠したプロジェクトマネジメントを実施しているので、全ての文書は検索すれば探し出せる状態となっているはずであるが、実際には残っていなかったり、最終版がどれか分からない状態となっていたりすることがあった。複数年に渡って管理するための規定などを講師側で準備し、それらの部分については、基本条件として学生らに遵守させるなどの方法が必要と思われる。

6. 今後の課題

今回は、開発規模、作業時間、プロジェクト完了/不完了、ドキュメント数など、定量的な材料をベースに、調査を進めてきた。これらは、技術観点での分析である。一方、PBL には、コミュニケーション能力の習得という別の大きな目的があるが、このコミュニケーション観点での定量的な測定ができていない。

そこで、今後、このコミュニケーション観点での定量的な測定を行うことで、PBL の効果を測定していきたい。

参考文献

- 1) 坂本 憲昭, 深瀬 光聡, 峯 恒憲, 日下部 茂, 中西 恒夫, 大森 洋一, 北須賀 輝明, ウッディン モハammad メスバ, 荒木 啓二郎, 福田 晃, 安浦 寛人: 大規模な産学連携による高度 ICT 人材育成に向けての取り組み, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.8, pp. 2830-2842, Aug.2008
- 2) 坂本 憲昭, 峯 恒憲, 日下部 茂, 深瀬 光聡, 荒木 啓二郎, 福田 晃: 大規模な産学連携による高度 ICT 人材教育における インターンシップの役割とその効果, 情報処理学会論文誌 (特集論文 情報教育~理論・実践・効果~), Vol.49, No.10, pp. 3388-3398, Oct. 2008