

グループワークによるソフトウェア工学教育の試み

松浦 佐江子 * 相場 亮 *

ソフトウェア工学教育の一環として、学部3年生を対象に「グループワークによるソフトウェア開発の実験」を実施した。実験は5~6人の子グループによって行われ、最終的には子グループが協同して11~17人の親グループによって課題プログラムを完成させるものである。異なる特徴をもつ2つの課題を用意し、あらかじめ開発プロセスのガイドライン(作業項目、中間成果物等)を与えた。学生は各開発フェーズにおける中間成果物をレポートとして提出し、成果物に対するアドバイスを受けながら実験を進めた。実験内容ならびに実験終了時に実施した評価レポートの結果を報告し、大学教育における本実験の意義を考察する。

A Software Engineering Education by Experimental Software Development Group Work

Saeko Matsuura and Akira Aiba

As a part of software engineering education, we conducted a software development experiment with the junior students. In accordance with specified guidelines for software development processes, each group, which consists of members from 11 to 17, analyzed given requirements and designed a software system which implements the analyzed requirements. At the end of the experiment, they reported their experiences to us so that we could evaluate their efforts and the educational effects. This paper reports a plan of the experiment and its results based on their reports.

1. はじめに

近年、大学教育には、知識の蓄積だけではなく、実学として「知識をいかに活用するか」を教育することの必要性が求められている。本大学では3年生を対象に「グループワークによるソフトウェア開発の実験」を実施している。本実験は「アルゴリズムとデータ構造」「オブジェクト指向言語」「ソフトウェア設計論」等の講義で修得した知識を半期の開発が可能な程度の規模ならびに複雑度をもつソフトウェアの開発に適用し、「どのような場面で、どのような知識をどのような方法で活用することによって、目的に見合ったソフトウェアを効率よく開発することができるか」を習得することを目的としている。本論文では、このような目的を達成するためにわれわれが実施した実験の計画および内容、実験成果の評価方法、評価方法に基づく実験成果の評価とその考察について報告する。

大学の教育では、プログラミング言語や設計

論の知識を得ることはできても、これらの知識を活用するプロセスを学ぶ機会はほとんどない。グループワークによるソフトウェア開発実験によって、どのようにソフトウェアをつくるのかというシステムティックな方法を体験的に学習することは、実社会においてソフトウェアを開発する「良い意味での心構え」を養うことになる。このような心構えをもつ人材を育成することが大学の1つの役割であり、産業界のニーズに応えることになる。もちろん、実社会におけるソフトウェア開発のさまざまな要因のすべてを模擬体験できるわけではない。しかし、講義だけでは理解しにくい知識としてのソフトウェア工学をソフトウェア開発体験を踏まえて再考することによって、知識を活用するプロセスを学習し、活用体験によって知識を深めることができると考え、本実験を計画、実施した。

2. 実験計画

本実験における受講した学生の前提知識、課題、開発プロセス、グループ構成、実施計画、作業支援内容、実験環境等と、その設定理由を以下に述べる。

* 芝浦工業大学 システム工学部 電子情報システム学科
Shibaura Institute of Technology Department of Electronic
Information Systems

2.1 前提知識

実験は、学部3年生の後期に実施した。受講生は121名である。受講した学生のすべてが、C言語の講義・演習を各2コマ、Java言語の授業ならびに演習を各1コマ受講している。また、数名を除いた学生がオブジェクト指向開発ならびにUML(Unified Modeling Language) [2]に関する講義1コマも受講しており、小規模な例題に関する要求分析・システム分析・システム設計を行った経験がある。ただし、設計書に基づいた実装とテスト計画ならびにテストの実施については未経験である。グループワークに関しては、総合科目「創る」やシステム工学演習において経験している。

2.2 課題

オブジェクト指向シンポジウム[1,2]でモデリングの共通課題として提示された「販売管理システム」(課題A)ならびに「自動販売機の制御システム」(課題B)を取り上げた。半期(3ヶ月)に複数人で開発が可能であり、ある程度の複雑度をもつ問題を選定した。課題Aに関してはビジネスロジックを、課題Bに関しては制御ロジックを正確に分析することを目標とした。

2.3 開発プロセス

ソフトウェアの開発プロセスを要求分析フェーズ、システム分析フェーズ、システム設計フェーズ、実装・テストフェーズの4段階に分けた。これらのフェーズを意識して、中間成果物を作成しながら、段階的にソフトウェアを開発することを学習するために、それぞれのフェーズで行うべき作業のガイドラインを与えた。ガイドラインは、基本的にオブジェクト指向開発に基づいて説明し、以下に示す中間成果物ならびに最終成果物を各フェーズの終了後に提出することとした。なお、成果物の内容については、開発方法に従い、その都度指示を与えた。

中間成果物	要求仕様書(要求分析フェーズ) システム仕様書(システム分析フェーズ) システム設計書(システム設計フェーズ) テスト仕様書(システム設計フェーズ)
最終成果物	ソースコード テスト結果報告書 操作説明書

2.4 グループ構成

各自が2つの課題A、Bの中から1つを選択し、くじ引きにより、以下の人数のグループに分けた。

課題A:親グループ

= 子グループ(6,7名程度) × 3 が4グループ

課題B:親グループ

= 子グループ(6,7名程度) × 2 が5グループ

課題Aの親グループを3つの子グループで構成した理由は、販売管理システムが「販売」「出荷」「経理」の3要素を持つことによる。また課題Bの場合は、この課題には自動販売機の制御ロジックとシミュレータの2つの要素があることによる。また、各子グループにはリーダーを1名、親グループには統括リーダーを1名置くものとした。なお、最終成果物は親グループ単位(全9グループ)で作成する。

2.5 実施計画

スケジュールは以下のように計画した。システム設計のフェーズまでは子グループ単位で作業を行い、各フェーズの最終段階の合同会議で親グループとしての中間成果物をまとめ、実装・テストフェーズでは子グループ毎に作業を分担することとした。各授業時間は2コマ(計180分)である。

第1回	課題説明 開発に関する注意 グループ分け 各グループで開発計画の立案
第2・3回	要求分析
第4回	合同会議
第5・6回	システム分析 システムアーキテクチャの検討 テスト仕様の作成 プロトタイプ作成
第7回	合同会議
第8・9回	システム設計 ライブラリ調査 テスト仕様の作成 プロトタイプ作成
第10回	合同会議
第11・12回	実装 テストプログラム作成 テストの実施 発表準備
第13回	発表会
第14回	討論・反省会

2.6 作業支援内容

本実験は教員が2名、TAが2名で担当した。実験中に教員が準備および実施した作業支援は以下のとおりである。

- (ア) 配布物をダウンロードできるようにした。
- (イ) 開発の例題をダウンロードできるようにした。
- (ウ) 各フェーズで行う作業、成果物のチェックの方法についてのコメントを授業開始時に行った。
- (エ) 中間成果物に対する質問とコメントを成果物提出のつぎの開講時に行った。
- (オ) 統括リーダーおよび子グループ・リーダーが行った進捗報告に対してコメントを与えた
- (カ) 随時、質問に答えた。

2.7 実験環境

実験に使用した教室の設備は以下のとおりである。教室にはミーティング用テーブルが29箇所設置されている。

- 教員用 PC 4 台
- 学生用 PC 180 台
- 画面提示システム 2 台
- OS Windows2000 / Vine Linux 2.5

2.8 その他

開発方法および開発言語についてはグループで決定するものとした。また、グループ内での作業分担方式については指示を与えなかった。

3. 実験内容

3.1 開発形態と成果物について

今回の実験で9グループが使用した開発方法・開発方法で用いる記述言語・開発言語・使用したライブラリ等は表1のとおりである。グループ名の「A」「B」は課題を表す。

表1 開発形態

グループ	開発方法	記述言語	開発言語	ライブラリ等
A1(15名)	OOA・OOD	UML	Java	標準・JDBC・JSP
A2(15名)	OOA・OOD	UML	Java	JDBC
A3(17名)	OOA・OOD	UML	Java	JDBC・標準(Swing)
A4(16名)	SA・SD	DFD・SC	C	標準
B1(12名)	OOA・OOD	UML	Java	標準(AWT)
B2(11名)	OOA・OOD	UML	VB(Java)	標準
B3(12名)	OOA・OOD	UML	Java	標準(Swing)
B4(11名)	OOA・OOD	UML	Java	標準(Swing)
B5(12名)	OOA・OOD	UML	VC++	標準

OOA (Object Oriented Analysis)

OOD (Object Oriented Design)

SA (Structured Analysis) SD (Structured Design)

UML (Unified Modeling Language) SC (Structured Chart)

なお、開発言語で()で記されているものは、システム分析開始時に予定した開発言語である。成果物の提出期限は合同会議の1週間後とし、ほぼ予定通り行われた。

3.2 作業状況の把握について

計画では、教員が合同会議に参加して会議の進行状況、問題点の把握を行う予定であった。1回目の合同会議では、教員2名とTA2名が、各グループを巡回した。しかし、180分の間に、全9グループを巡回しても、会議の断片の様子しかわかるだけであり、巡回する効果はあまりなかった。そこで、その後はつぎのような方式で、作業状況を把握することにした。

- 中間成果物提出時において子グループ・リーダーに対するインタビューを行い、作業内容に関するアドバイスを与えた。
- 中間成果物に子グループ単位の作業報告として、子グループとしての作業と合同会議での決定との差異や、自グループがどのような貢献をしたかを記載させた。
- 中間成果物提出1週間後に、グループ全員に対して、成果物の内容に関する質問を行い、必要に応じてアドバイスを与えた。

3.3 実施計画について

ほぼ実施計画通りに作業は進行したが、各フェーズでの合同会議の終了後1週間は中間成果物の作成に時間を費やしたため、実質的につぎの作業の開始は合同会議の終了1週間後となり、実装およびテスト期間が短くなってしまった。そのために、当初予定していた最終回の討論・反省会を中止し、最終回に発表会を実施することに計画を変更した。

3.4 発表会における評価

最終成果の発表は各グループ持ち時間20分で、システムの概要ならびにアピールポイントの説明、デモンストレーション、質疑応答を行った。「課題B」は自動販売機の機能の説明を視覚化しやすいことから、わかりやすいデモンストレーションが多かったが、「課題A」は1グループを除いて、見せ方に工夫が足りなかった。5段階評価(最高5から最低1)による学生の相互評価の結果は表2のとおりである。

表2 最終成果の相互評価

グループ	1	2	3	4	5	平均
A1	1	26	49	27	2	3.02
A2	0	6	30	59	9	3.68
A3	0	7	42	50	4	3.50
A4	0	10	23	49	21	3.79
B1	0	0	21	53	33	4.11
B2	0	2	17	52	37	4.15
B3	1	4	48	49	5	3.50
B4	2	33	63	9	2	2.78
B5	0	7	40	51	9	3.58

4. 実験の評価方法

グループワークの評価の難しさは、成果物からは見えない個々の学生の作業の評価である。そこで、個々の学生が実験で自分が実際に行ったことや考えたことをどのように捉えているかを調査することにより、個々の学生の実験への取り組み方を評価することとした。調査のもう1つの目的は、本実験のソフトウェア工学教育としての意義を評価することである。このような目的で、実験終了時に全受講生に対し、評価レポートの提出を義務付けた。評価レポートは、30の大項目（137の小項目）の質問から構成され、選択方式（複数回答可もあり）と自由記述形式で回答を行うものである。評価レポートを実施するに当たって調査の目的を明記し、事実を正確かつ丁寧に記入するように指導した。質問は大きく分けてつぎの6つに分類できる。それぞれの質問の概要および意図は以下のとおりである。

技術の理解度：前提知識（開発方法論、開発方法で用いた記述言語、開発言語、ライブラリ等）の理解度が実験により高まったか否かを選択形式で回答する。さらに理解度を高めるための具体的な手段を調査する。

実験への取り組み：実験では、「ソフトウェア設計論」の講義をもとに、開発プロセスのガイドラインを与えた。ガイドラインでは各フェーズの目的を説明している。本質問は各フェーズの目的が達成できたか否かを調べ、各フェーズで学生がどのような作業を行ったか、難しかった点や達成できなかった項目は何かを自由記述形式で列挙させるものである。これらの質問により、学生の各フェーズにおけ

る具体的な取り組みと成果物の果たした役割を把握する。

実験計画：今回の実験で提供した支援は役立ったか、さらに必要な支援は何かを質問し、作業支援内容を含めた実験計画の妥当性について調査する。

グループワーク：グループワークにおける作業計画・コミュニケーション・意思決定の方法について選択形式で調査する。グループワークの問題点と効果については500文字程度で自由に記述する。これらの質問により、グループワークをどのように捉えていたか、またどのような工夫をしたかを調査する。

自己評価：実験に対する取り組みの自己評価を、各フェーズにおける作業内容と作業時間、成果物に対する各人の理解度によって調査する。

開発方法：使用した開発方法の有効性について500文字程度で自由に記述する。学生が使用した開発方法をどのように捉えているかを調査する。

5. 評価レポートの結果

4節で述べた質問に対する回答を集計した結果を述べる。総回答数は120であるが、質問によっては一部無回答のものもある。

技術の理解度

表 -1 理解度が高まったか

グループ	開発方法		記述言語		開発言語		ライブラリ等	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
全体	113	6	113	6	91	28	72	45

表 -2 実験終了後の理解度

グループ	開発方法					記述言語				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
A1	5	7	2	1	0	3	9	2	1	0
A2	6	6	3	0	0	8	4	2	0	0
A3	0	10	6	0	0	3	10	2	1	0
A4	2	11	3	0	0	3	12	1	0	0
B1	3	8	1	0	0	3	8	0	1	0
B2	2	8	1	0	0	2	8	1	0	0
B3	0	10	2	0	0	1	9	2	0	0
B4	0	4	6	0	0	1	7	2	0	0
B5	1	7	3	1	0	2	7	3	0	0
全体	19	71	27	2	0	26	74	15	3	0

グループ	開発言語					ライブラリ等				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
A1	4	8	2	1	0	2	5	5	3	0
A2	7	4	2	2	0	3	6	3	2	1
A3	2	10	4	0	0	0	9	3	1	1
A4	0	5	7	4	0	0	1	7	3	4
B1	0	7	5	0	0	0	4	5	3	0
B2	0	4	3	2	2	0	3	2	4	2
B3	1	7	2	2	0	1	3	3	4	1
B4	0	4	2	4	0	0	2	4	2	2
B5	1	6	2	3	0	0	3	4	5	0
全体	15	55	29	18	2	6	36	36	27	11

- a. 十分理解している b. ある程度理解している
c. どちらともいえない d. あまり理解していない
e. 全く理解していない

表 -3 理解度を深めた手段(複数回答可)

グループ	全体	A	A	A	A	B	B	B	B	B
		1	2	3	4	1	2	3	4	5
関係資料を勉強した	77	12	10	10	11	9	6	6	8	5
他の人に質問をした	69	11	9	12	11	6	6	7	2	2
とにかく時間をかけて自分で考えた	53	11	8	7	9	5	1	3	3	6
他の人と議論した	63	12	8	6	11	8	6	1	5	6
その他	9	2	0	1	1	0	2	2	0	1

ソフトウェア開発に対する意識の変化については、変化ありが **91.6%**、変化なしが **8.4%**であった。変化としては以下の項目に対する回答が多かった。

- ソフトウェアをつくるということが単にプログラム言語を知っていればよいわけではないと考えるようになった。(77)
- いきなりプログラムを書くのではなく、十分分析し、設計を行うとプログラムの開発が容易になると考えるようになった。(76)
- 共同作業をする人とのコミュニケーションをうまくとる必要があると考えるようになった。(72)

実験への取り組み

表 -1 難しかったフェーズ(複数回答可)

要求分析	システム分析	システム設計	実装	テスト
52	52	67	67	31

表 -2 各フェーズの作業の完成度

	a	b	c	d
要求分析	28	73	17	1
システム分析	15	78	25	0
システム設計	18	71	25	1
実装	26	61	22	6
テスト	30	57	30	1

- a. フェーズの目的が十分達成できた。
b. フェーズの目的が一応達成できた。
c. フェーズの目的が一部達成できた。
d. フェーズの目的が全く達成できなかった。

各フェーズにおける作業についてのつぎのⅠ、Ⅱの項目に対する回答は以下のとおりである。

- Ⅰ. フェーズの目的を達成するために有効であった作業
Ⅱ. 難しかった点

表 -3 要求分析フェーズ

Ⅰ	課題を入念に読む。 全員が全体を考えた。 十分に議論し、多角的に意見を出した。 UMLを用いた分析と話し合い KJ法
Ⅱ	開発対象に対する各人の認識の違いを統一すること。 要求の範囲を決定すること。 業務特有の言葉の解釈がメンバーによって異なっていたこと。

表 -4 システム分析フェーズ

Ⅰ	うまく分析できないときには、要求仕様書に戻って考え直した。 前のフェーズより、会議の回数を増やした。 リーダーが作業の進め方とスケジュールを指示した。 ユースケース毎に担当者を決め、その結果を他の人がレビューした。 UMLを用いて繰り返し、洗練を行った。 シナリオから語句の抽出を行った。
Ⅱ	何がクラスとなるかを識別すること。 クラスの責務を統一すること。 実装にとらわれてしまったこと。

表 -5 システム設計フェーズ

Ⅰ	再利用性を考慮してクラス図を再構成した。 システム仕様書を見直ししながら、詳細化を行った。
Ⅱ	操作と属性の詳細化 単語の英語化

表 -6 実装フェーズ

Ⅰ	プログラミングスキルの高い人がスキルの低い人をサポートした。 ファイル共有の仕組みや開発環境を用意し、全員が使用できるようにした。 ペア・プログラミングを行い、ミスを減らした。
Ⅱ	サーバーサイドプログラミングやデータベース接続などを取り入れたため、全員が理解できなくなった。 仕様書と異なるところが生じ、設計と実装が離れてしまった。 デバッグ

表 -7 テストフェーズ

Ⅰ	テスト仕様を作成するときに、ある程度テストプログラムを作成した。 テスト環境を用意した。 複数人でテスト作業を行った。
Ⅱ	テストケースを網羅すること。 テスト環境を用意すること。

どのグループも中間成果物の完成度は高くはないが、グループ内でレビューを行ったり、つぎのフェーズの作業を行いながら、前のフェーズの成果物の間違いや抜けを発見したようである。結果的には、それぞれ要求仕様書が 96%、システム仕様書が 97%、システム設計書が 90%、テスト仕様書が 80%の学生が後続のフェーズにおいて役立ったと回答している。

表 -8 成果物の手戻り

	要求仕様書				システム仕様書				システム設計書				テスト仕様書			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
A1	0	12	3	0	0	13	2	0	0	12	3	0	0	8	6	1
A2	0	12	3	0	0	13	0	1	1	11	2	0	1	14	0	0
A3	1	12	2	1	1	14	0	1	1	14	1	0	5	8	2	1
A4	0	12	0	1	1	13	1	1	1	15	0	0	1	13	1	1
B1	0	7	5	0	0	10	2	0	0	11	1	0	0	8	4	0
B2	0	7	3	1	0	7	3	0	0	7	4	0	3	5	0	2
B3	1	10	1	0	1	7	4	0	0	7	2	3	3	6	2	1
B4	0	6	4	0	0	4	6	0	0	4	6	0	0	3	6	1
B5	0	5	7	0	0	10	2	0	0	11	1	0	3	7	2	0
全体	2	88	28	3	3	91	20	3	3	92	20	3	16	72	23	7

- a.全く修正が必要なかった。
b.大筋は変わらないが、細かいところの修正が必要であった。
c.ほとんどの箇所の修正が必要であった。
d.その他

実施計画

表 -1 実験を行って、自分にとって得るものはあったと思うか？

強く思う	そう思う	どちらともいえない	そう思わない	全く思わない
48	62	8	0	0

表 -2 課題は実験の題材として適切であったか？

大変難しかった	難しかった	適当であった	簡単であった	大変簡単であった
29	60	28	1	0

表 -3 開発プロセスの指針与えたことについて

指針は作業を進める上で役に立った	指針は必要なかった	自分たちですべて計画したほうがよかった
113	0	4

表 -4 役に立った作業支援は何か(複数回答可)

配布物のダウンロード	76
開発の例題のダウンロード	60
各フェーズで行う作業、成果物のチェックの方法についてのコメント	60
中間成果物に対する質問とコメント	68
統括リーダーおよび子グループ・リーダーに対するコメント	67
随時、質問に答えた	70

表 -5 その他に必要な支援

グループ内の連絡先や進捗状況の情報の提供
他グループの成果物や作業状況の提供
データベース構築方法のガイド
ソフトウェアの安全性に関する情報の提供
UML エディタ
関連資料の紹介や関連サイトのリンク情報の提供

グループワーク

表 -1 グループの人数は適当であったか

適当であった	適当でなかった
75	42

適当でない場合は、6人位が適当であるという意見が多かった。

表 -2 統括リーダーはどのような役割を果たしたか(複数回答可)

グループ作業を計画した	49
作業分担を指示した	44
合同会議の進行役を務めた	65
子グループ間の意見のとりまとめを行った	37
作業の進捗状況を見ながら、全体の調整を行った	44
その他	29

その他は、書類のまとめや修正、情報共有環境の整備などである。

表 -3 子グループ・リーダーはどのような役割を果たしたか(複数回答可)

グループ作業を計画した	44
作業分担を指示した	59
子グループ会議の進行役を務めた	54
合同会議での子グループの意見を発表した	50
子グループ内の意見のとりまとめを行った	61
他の子グループとの意見調整を行った	64
作業の進捗状況を見ながら、全体の調整を行った	24
その他	15

その他は、コーディングや統括リーダーの代理などである。

表 -4 作業計画

グループ	計画とおりに作業が進んだ	計画は遂行できなかった	計画はなかった
A1	9	7	0
A2	8	7	0
A3	3	11	2
A4	9	7	0
B1	8	2	0
B2	3	8	0
B3	4	7	0
B4	1	7	1
B5	5	7	0
全体	50	63	3

表 -5 ドキュメントの管理

管理した		管理しなかった	
管理はうまくいった	管理はうまくいかなかった	問題が生じた	問題が生じなかった
62	8	23	25

1つのグループでは、ファイル共有の仕組みを作成し、成果物の共有や連絡に用いた。これはグループメンバーの評判がよかった。

表 -6 進捗の管理

統括リーダー	子グループ・リーダー	両者	管理しない	その他
38	18	35	8	15

表 -7 子グループでの作業を合同会議で統合するという方法は機能したと思うか？

グループ	a	b	c	d
A1	9	4	1	1
A2	13	0	0	2
A3	2	3	6	4
A4	13	2	1	0
B1	8	2	0	2
B2	5	3	1	1
B3	5	3	2	2
B4	5	2	1	2
B5	9	3	0	0
全体	69	22	12	14

- a. 子グループ単位で意見がまとまっていたので、議論のまとまりが絞りがやすかった。
b. 議論は発散した。
c. 議論がかみ合わず、納得できない結論が成果となった。
d. その他

表 -8 グループワークの難しかった点

- メンバーの技量の違いがあり、スキルのある人の負担が大きくなるか、スキルのない人のフォローのために計画に支障をきたした。
- メンバーの実験に対する意識の相違が作業を進めるにつれ大きくなり、作業を行う人が限定されていった。
- 情報の共有と管理がうまくできないと作業が滞ることがあった。特に実装段階における変更の連絡など。
- 互いの認識の違いを理解し、意見のすりあわせを行うこと。
- 会議の事前準備が不足していると、会議がうまく進行しない。
- 連絡を密に取らないと、全体の作業状況がわからない。
- 実質的なグループ全体での作業時間の確保。

表 -9 グループワークで得られた効果

- 他の人の作業を見ることによって、自分の作業方法の欠点があった。
- 多くの意見により、個人では気づかないことや、問題点が早期に明確になった。

自己評価：紙面の都合上省略する。

開発方法

表 開発に使用した方法はソフトウェア開発に役立ったか？

グループ	開発に使用した方法はソフトウェア開発に役立った	役立たなかった	どちらとも言えない	無回答
A1	14	0	1	0
A2	15	0	0	0
A3	14	0	2	1
A4	14	0	2	0
B1	12	0	0	0
B2	10	0	1	0
B3	10	0	1	1
B4	7	1	1	1
B5	7	4	0	1
全体	103	5	8	4

6. 考察

以上の評価レポートの結果および成果物に基づき、本実験の教育的効果ならびに問題点について、つぎの3つの観点から考察し、今後の課題について述べる。

6.1 技術的な問題点

成果物を見ると、開発方法ならびにその記述言語の使い方はおおむね理解しているようである（これは表 -2 のように学生自身の認識とも一致している）。前期の講義において個人で分析および設計を行ったときの成果物に比べると、格段に進歩している。この理由は、グループ内の理解度の高いメンバーの影響と、多数のレビューにより早期に記述の誤りを発見できたためと考えられる（表 -9）。しかし、開発言語やライブラリ等の理解度はまだ十分でなく（表 -2）実装フェーズへの参加が一部の学生に偏った傾向が見られる。要求分析とシステム分析の例題資料は参照した学生は半数おり、予想以上に多かった（表 -4）。開発プロセスは多様であり、1つの例をなぞるだけではうまくいかない場合があるが、考え方や仕様書の書き方の参考として、例題は有効であったようである。また、関連資料を探すことや、グループ内外で質問しあう等、積極的に知識を深めた学生が多かった（表 -3）。

ただし、中間成果物を提出することに気をとられ、本来中間成果物が果たすべき役割であるメン

バーの共通認識の基盤・つぎのフェーズへの資料ということへの意識が成果物作成時にはあまりなく、つぎのフェーズにおいてその不備に気づくことが多かったようである(表 -8 および各フェーズにおけるインタビュー結果)。

6.2 実験支援に関する問題点

テストに関する講義や演習を行っていなかったため、テスト作業が難しかったようである。グループワークに関する情報を管理できる環境や講義では足りない知識に関する情報をより多く提供する必要がある(表 -5)。ドキュメント管理や進捗管理については、各グループにまかせたが、表 -4~7 にあるように問題が発生したグループも見られた。リーダーに対して、アドバイスを与えたが、学生全体の意識を高めるための指導も必要であったと考える。

6.3 実験計画に関する問題点

親グループの人数は多いと感じた学生も多かったようである(表 -1)が、子グループによる討議を経て、合同会議を行うという階層構造は、議論がしやすい面もあったと思われる(表 -7)。

開発プロセスの指針を与えたことは学生が作業を進める上で役立ったと思われる(表 -3)が、今回の実験では課題ごとの指針が足りなかった。課題Aではビジネスロジックの分析と実装を主眼とし、データベース接続は考慮しなくてもよいという条件をつけたが、実際には、すべてのグループがデータベース接続を実装した。そのために、データベース関連の知識の習得に時間が取られたようである。設計に関する演習や、課題毎の設計の指針を与えた指導を実施すべきであったかもしれない。また、課題Bでは、シミュレーションの意味が理解されないまま設計のフェーズまで進んでしまい、修正に時間がかかってしまった(表 -4)。課題Bに対する作業指針は再考すべきである。

最終成果の発表会は「各グループが成果をいかにうまくアピールできるか」という意味があるが、最終成果物の評価は別途検査を行うべきである。

7. おわりに

ソフトウェア工学を実践的に学習することで、「プログラムが完成すればよいのではなく、そこに至るプロセスが重要であることを認識させる」という教育効果が得られた(レポートにおいて「実

験が終わって、ソフトウェア開発とは何だと思いますか?」という質問を行った)。グループワークに関してはコミュニケーションの難しさを実感したと同時に、個人では得られないパワーを享受できたようである(表 -1,表 -8,9)。他人の考えを理解し、自分の考えを理解させることが重要であり、そのための方法を持たなければならないことを認識できた(表 に対する自由記述形式の回答より)ことから、本実験の目的はある程度達せられたと考える。UML を用いたコミュニケーションは少なからず効果を挙げたと考えられる(表 -3,4)が、対象領域の特性により、課題Bではうまく使いこなせないという傾向が見られた(表)。

今回の実験では、電子的資料・口頭によるアドバイスといった支援のみであったが、このような枠組みの実験が、ソフトウェア工学教育における効果を挙げうるということから、ネットワーク上でのアドバイスや、ドキュメント管理、アンケート支援等、本実験を支援する環境を整備し、次年度の実験における支援環境を充実させていく予定である。

最近の新聞社によるアンケートによれば、「人材育成という面から、日本の大学をどう評価するか」という質問に対し、「不満」という答えが8割を超えているという。どのような点で不満を感じるかというと、「創造力を身につけさせること」や「問題解決能力の習得」が挙げられている。われわれの試みは、基礎知識の習得の上にその知識を活用する場を提供し、「知識を活用して問題解決を行う能力の育成」への第一歩になると考える。しかし、つぎの段階として、このような知識を活用するプロセスを振り返り、自らがどのような問題解決を行ってきたかを考察するプロセスを経ることが必要であり、このプロセスにより問題解決の能力を高めることができると考える。今回の実験では、スケジュールの変更により、当初最終回に予定していた実験の反省会を行うことができなかった。この反省に加え、今回の評価レポートの結果を踏まえて、次回の実験をさらに入念に計画し、実施したいと考える。

参考文献

- [1]オブジェクト指向 97 シンポジウム、情報処理学会
- [2]オブジェクト指向 98 シンポジウム、情報処理学会
- [3]UML : <http://www.omg.org/uml/>