

グループワーク支援システムを用いた実践的ソフトウェア工学教育

A Software Engineering Education by Experimental Software Development Group Work

松浦 佐江子[†] 青沼 俊介^{†1} 吉田 明広^{†2}
 Saeko Matsuura Shunsuke Aonuma Akihiro Yoshida

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。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、現実的なソフトウェアをシステムティックにつくる方法を学習することは、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、講義だけでは理解が難し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通じ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、活用体験によってさらに知識を深めることができると考える。そこで、われわれは2002年度からグループワークによるソフトウェア開発実験を計画し、実施している[1]。本稿では、本実験の評価に基づき、実践的なソフトウェア開発実験を行う上での問題点とその解決方法について述べる。

2. 実験内容

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、実験環境等を以下に述べる。

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2002年度が121名、2003年度が66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、本学の総合科目「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[3]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。中間成果物は要求仕様書・システム仕様書・システム設計書・テスト仕様書であり、最終成果物はソースコード・テスト結果報告書・操作説明書である。

2.4 グループ構成

まず、各自が2つの課題A、Bの中から1つを選択する。その後2002年度はくじ引きにより、課題Aを15~17名、課題Bを11~12名の9つのグループに分けた。2003年度は前期に行われた実験[4]の成績によって9~10名の7つのグループに分けた。課題Aは販売管理システムが「販売」「出荷」「経理」の3要素を持つことから3つの子グループに、課題Bは、自動販売機の制御ロジックとシミュレータの2つの要素に着目する必要があることから2つの子グループに分けることを指示した。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名置くこととした。各成果物は親グループ単位で作成する。

2.5 実施計画

スケジュールは各フェーズを3~4週間として計画した。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に合同会議を実施し、親グループとしての中間成果物をまとめる。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。最終授業時間に発表会(説明とデモンストレーション)を行った。2003年度はさらに最終検査を実施した。

2.6 作業支援内容

本実験は教員2名、TA2名で担当した。2002年度に教員は以下の作業支援を実施した。配布物および開発の例題は常時ダウンロードできるようにし、授業時には、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・提出された中間成果物に対する質問とコメント・統括リーダーおよび子グループ・リーダーの進捗報告に対するコメントを随時提供した。また、授業時間以外にも随時、質問に答えた。2003年度は、これらの項目に加え、本稿で述べるグループワーク支援システムを用いた支援を行った。

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

[†] 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

^{†1}現在(株)NTTデータ ^{†2}現在(株)ティーネットジャパン

開発方法および開発言語はグループで決定するものとした。2002年度の1グループが構造化分析・設計法を用いたが、その他8グループおよび2003年度の全7グループはオブジェクト指向開発を用いた。モデル記述言語はUML、開発言語はJavaを用いている。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. グループワークによるソフトウェア開発実験における問題点

実践的なグループワークによるソフトウェア開発実験を実施するには、プロジェクトマネジメントの観点から2つの重要なポイントがある。1つは開発方法論をソフトウェア開発の基盤とすることであり、そのための教育内容が問題となる。第2点は作業計画や作業状況把握等のプロセス管理の実施方法の問題である。2002年度の実験結果の評価に基づき、本実験を実施するための問題点をこれらの観点から考察する。

3.1 開発方法論の教育に関する問題点

プログラミング言語や開発方法論の授業では、言語や方法論の目的・定義・利用例を理解し、簡単な例題を個人で解くことができるレベルに到達することを目的としている。このレベルに達した学生でも、個人レベルでは開発が困難な、ある程度の規模をもつソフトウェアの共同開発においてはつぎのような問題が生じたことが2002年度の実験結果ならびに実験終了時に実施したアンケート結果にも現れている。

- クラス構成が十分でなく、インタフェースやプログラミングの規約を決めなかったために、多くの不整合が生じ、作業の後戻りが多く発生した。その結果、最終成果物の完成度が低いグループもあった。
- 分担が可能な状態にクラス構成を決定することができなかったために、分担を諦め少人数でプログラムを作成した。その結果、作業負荷の不均衡が生じた。

本来開発方法論は共同作業におけるコミュニケーションを助ける役割をもつことから、これらの問題は分担して作業するために必要な約束事に関する知識の不足、オブジェクト指向の特長の理解不足といった開発方法論の目的に対する意識の不足がその一因であると考えられる。

3.2 プロセス管理方法に関する問題点

グループワーク授業には以下の問題点がある。

コミュニケーション方法の確立

本実験のような規模の課題では、定期的な授業時間内だけで課題を解くことはできない。個人で解く課題ではないため、グループ間での連絡や意見交換を授業時間外でも行う必要がある。すなわち、グループワーク学習を成功させるためには非同期あるいは同期、かつ分散環境におけるコミュニケーションの成立が重要な要素となる。

学生の取り組み意識の向上

グループで作業を行った場合、成果はグループ単位で提出されるため、自分が作業しなくてもという意識をもつ学生や、積極的な作業を行わない学生が出てくる。

個別の学生の評価方法

上記のような参加意識の低い学生が存在しても、成果物における各人の成果を識別して評価することや、個人の具体的な作業状況をすべて把握することは難しい。

3.3 その他の問題点

本実験の課題にはGUI(Graphical User Interface)・データベース接続等の設計・実装に関する知識が必要であり、

授業時間の制限の中で、前提知識としてどのようにカリキュラムに組み入れるべきかが問題である。

4. 問題点解決への取り組み

2003年度の実験に際しては、2002年度に明らかとなった問題に対処するために、3年前期にGUI技術に関する知識の教育、オブジェクト指向における作業分担やオブジェクト指向技術の特長を体験的に学習することを目的とした実験を行った[4]。本実験では以下の項目を実践し、3.1および3.3で述べた問題点への改善を行った。

機能追加の例としてインタフェースをGUI(Character User Interface)からGUIへと変更することにより、プログラムの部品の概念や汎用性について認識させる。

1つのプログラムをリファクタリング(機能を変えずにプログラムの構造を改善する)しながら洗練していくプロセスを実験に取り入れることにより、学生にプログラムの構造的欠陥を認識させる。

他の学生とプログラム部品を交換することによって、生じる問題点を認識させる。

2人1組となり、互いのプログラムを読み、提示された問題点を解決するための改善案を議論させる。

さらに、3.2の問題点を改善するために、グループワーク支援システムを構築し、2003年度の実験に適用した[5,6]。次節で本支援システムの内容ならびに適用における評価について述べる。

5. グループワーク支援システム

5.1 支援モデル

グループワーク支援システムは下記の項目を実現するための支援モデルに基づき、3.2節で述べた問題を解決することを目的とする。

授業時間以外の学生グループ内のコミュニケーション支援

授業時間以外の教員と学生個人ならびにグループとのコミュニケーション支援

学生の授業参加への意欲の向上

教員の学生の作業状況の把握

一般に仕事上のコミュニケーションを成功させるには「ホウレンソウ(報告・連絡・相談)」が重要であるといわれている。本システムでは作業内容の報告・各種連絡・議論および質問の場を提供することにより、非同期型グループウェアにおけるアウェアネス(協調作業者の作業状況、作業履歴等の認識)[7]を実現する。学生はこの場を通じて、授業時間以外にも情報を共有し、他の学生の作業状況を知ることができる。また、授業時間以外の作業を支援するために、学内外を問わず、自由な時間にアクセスできる環境として本システムを実現する必要がある。本システムでは担当者および作業期間を定めた作業項目に基づく定期的な作業報告、合同会議の議事録、掲示板による議論、仕様書の書庫の4つの場を管理する機能をWebアプリケーションとして提供する。

議論の場の設定には議論の対象と議論の範囲の問題がある。開発作業における議論は成果物(ドキュメント、ソースコード)の上で成り立つことと、作業自身に関わることに大別される。本システムでは議論対象を成果物・作業項目・グループ全体とした議論の場を提供する。また、学生間の議論の場はグループ内に制限されているが、教員と学生間の場合には、質問と回答の範囲をコントロールできる

ことが望ましい。本システムでは学生が学生個人からの質問、グループを代表しての質問の区別を選択できることで、より質問しやすい環境を提供している。教員も質問に応じて、個人への回答、グループへの回答、全体への回答を選択することで、適切な指導を行いやすくなる。

5.2 構成と機能

本システムは JSP/サーブレット・Java・MySQL・XML を用いて実装した。本システムは前述の支援モデルに基づき、以下の機能をもつ。

● 作業計画書管理

本機能は作業計画書の作成、作成した作業計画書の版管理を支援するものである。作業計画書に記述する項目は、開発形態、グループメンバーの役割分担、作業項目、スケジュール、コメントである。学生には毎週 1 回作業計画書を更新することを義務付けるが、計画に変更があれば随時変更して提出するものとする。前版からの変更内容を明確にするためにコメントを記述することができる。作業計画書の版番号、投稿者名、投稿日時は自動的に記録される。作業項目は学生が自由に設定できる。作業項目は作業項目名、開始日、終了予定日、状態（進行、削除、終了）によって定義する。スケジュールは状態が「進行」となっている作業項目の作業予定から構成されるが、会議等の特定日の予定を追加することができる。

● 作業報告書管理

本機能は個人の作業の進捗状況を報告する作業報告書の作成とその版管理および閲覧を支援するものである。

Category	ID	Title	Status	Date
作業計画書	ID 7	イベントフローの修正	進捗中	
作業計画書	ID 6	ユースケース「登録する」の分析	進捗中	
作業計画書	ID 5	データベース設計	進捗中	
作業報告書	[2]	データベース設計投稿報告	完了	2004/1/28 20:11:27
作業報告書	[1]	データベース構築作業	完了	2004/1/28 20:09:46
作業計画書	ID 4	中間報告文書の作成	進捗中	
作業計画書	ID 3	クラス図作成	進捗中	
作業計画書	ID 2	イベントフローを考える	進捗中	
作業計画書	ID 1	シナリオを考える	進捗中	

図 1 作業報告書の閲覧

作業計画書が提出されると、学生は担当している作業項目ごとの作業報告書を最低週 1 回提出することが義務付けられる。担当者が進捗度を「終了」とするまで、その作業中に何度でも報告書を提出することが可能である。学生は作業報告書に作業期間、進捗度（遅い、普通、速い、終了）、作業経過（内容と作業時間）、コメントを記入する。提出した作業報告書は、作業項目ごとに整理され、教員とグループメンバーが閲覧することが可能となる（図 1 参照）。教員は個人の作業項目ごとの作業合計時間、提出状況、作業総合時間を見ることができる。

● 議論内容管理

本機能は電子掲示板を用いてグループメンバーの議論、決定事項の確認、教員の議論内容の把握を支援するものである。掲示板の種類はグループ全体用・作業項目毎、合同会議用である。これらの掲示板はグループメンバーのみが利用するが、教員は例外として、中間成果物の掲示板にのみ投稿することができる。これは提出された中間成果物に対してのコメントを学生に提供するためである。作業項目毎の掲示板は、作業計画書が提出されると利用できるよ

になる。特に作業項目の担当者間のコミュニケーションを支援する。作業担当者以外のグループメンバーも質問などで利用することができる。また、合同会議議事録用の掲示板は、教員が設定した締め切り時間内のみ投稿することが可能である。

● アドレス帳管理

グループメンバーの電子メールアドレス、電話番号を管理する機能であり、グループメンバーのみが参照可能である。緊急時に、連絡を取りたい場合の連絡先を記述することができるが、記述は学生各自の意思に任せたい。

● 教員・システム管理者との連絡・質疑応答管理

本機能は電子掲示板を用いて教員およびシステム管理者と学生間の連絡を支援するものである。この 2 つの電子掲示板は投稿した記事の投稿者本人と教員およびシステム管理者が閲覧可能である。これは質問を公開しないことで、学生が投稿しやすくなることを考慮したものである。ただし、学生と教員間の掲示板において、グループ代表として投稿した記事は同じグループメンバーも参照可能である。

● システムのアクセスログ管理

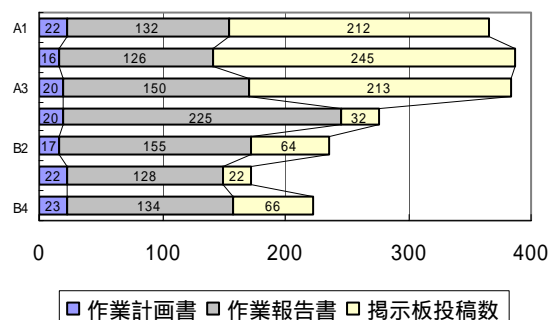
システムにログイン時間、ID、ログアウト時間を記録する。学生のシステム利用時間を把握することができる。

● 仕様書管理

本機能はファイル管理用のアップローダと掲示板を用いた仕様書管理を支援するものである。仕様書管理は中間成果物および成果物に関連する作業項目を 2 階層の木構造で管理する。葉が作業項目アップローダと仕様書アップローダである。仕様書アップローダは各仕様書に対応したアップローダであり、提出用に各メンバーの作成したファイルを纏めたものや、体裁を整えるためのテンプレート等を投稿する仕様書の編集者による利用を想定している。一方、作業項目アップローダは各仕様書に関連する作業項目のアップローダであり、担当者間で各作業項目に関連したファイルの投稿に利用することを想定している。各アップローダに投稿されたファイルに関してメンバー間で議論をする場としてアップローダに対応して掲示板が設けられている。各アップローダにはコメントを記述することもできる。

5.3 評価

本システムはおよそ 3 ヶ月間に 5902 回のアクセスがあり、以下のような頻度で利用された。



実験終了後のアンケートの結果、各機能の本実験における有効性の比率は、作業計画書 60%、作業報告書 74%、議論内容管理 82%、アドレス帳 38%、教員との連絡 76% である。仕様書管理については 85% がファイル共有・管理に有効であり、66% が仕様書の問題点の把握ならびに理解に有効であったと回答している。

作業計画書はグループワークの基本となるものである。今回の実験では「計画を立てることで作業の士気をあげることができた」という意見もあったが、十分に活用されていない面も見受けられる。1つの理由は、授業時あるいは対面時にスケジュールの確認を口頭で行うため、この計画書を作業の拠り所としていないことが挙げられる。すなわち、計画の意義に対する認識および計画立案に関する知識が不足していると考えられる。

作業報告書は「自分の作業の見直しや、自分の行うべきことの確認に役立った」「他のメンバーの作業状況を把握することができた」「グループメンバーがどのような作業をしていたのかを参考にして、自分もやらなければならぬと思えた」というように学生の参加意識を向上することに有効であった。

議論内容管理は「話し合いの結果の確認ができた」「大学にいなくてもグループメンバーと同時進行で作業が行えた」というように学生間の非同期・分散コミュニケーションに有効であった。しかし、メールで連絡を行ったことから掲示板をあまり利用しない学生もいた。また、本システムでは議論の対象毎に掲示板を設定したが、種類が多すぎて使いづらいという意見があった。実際にグループ全体の掲示板が主に使用され、その他の使用が少なかったことは今後検討すべき問題である。

アドレス帳は全員が情報を記載しなかったことにより、有効に利用されなかったが、掲示板の書き込み内容をアドレス帳のメールアドレスに自動送信する機能を付加すれば、アドレス帳は有効になると考える。

教員との連絡は「連絡事項を確認できた」「大学にいなくても気軽に連絡が取れた」というように当初の目的を果たしている。今回は他グループからの質問を閲覧することができなかったため、有効性を感じていない学生もいた。質問の共有は今後検討すべき課題である。

仕様書管理はファイル共有に役立ち、作業効率を向上した点では有効であったが、アップロードの種類に問題があった。アップロードは作業項目毎に用意したが、学生はファイルのやり取りのルールを明確に決めずに利用したため、ファイル投稿が一部のアップロードに偏った。これは作業計画立案時に詳細な作業項目や担当者の決定が行われなかったことや、実際には詳細な作業項目と担当者が設定されて作業が進行していたにもかかわらず、作業計画書に反映されることが少なかったことによると考えられる。そのため、実際の作業状況とは食い違いができ、利用目的のない曖昧な作業項目のアップロードと掲示板が多数存在することになった。しかし、複数のアップロードや掲示板を有効に利用していたグループからは、ファイルや関連議論の管理において有効であったという意見もあったことから、今後は運用方法も含めて検討する必要がある。

6. 考察

2003年度の実験では、4節で述べた授業の実施、グループワーク支援システムの導入、グループ人数の削減、グループ構成の決定方法の変更、最終検査の実施という改善を行った。2003年度も実験終了時に学生へのアンケートを実施した。アンケート結果、学生の授業態度、グループワーク支援システムのログ情報より、つぎのような変化が実験結果に見られた。

- 最終発表会におけるデモンストレーションの完成度が高かったグループが 2002 年度 2/9 (グループ数

比) から 2003 年度 4/7 と増加し、最終検査でも全グループが基本的なテストに合格した。

- 個人あるいは数人でコーディングするのではなく、実装・テスト段階での分担作業および助け合いが実施できたグループが 2002 年度 1/9 (グループ数比) に対し、2003 年度 4/7 と増加した。
- 作業への参加者が増え、各フェーズで作業分担が行われ、いわゆる「遊んでいる学生」が減少した。
- 教員は作業報告ならびに議論を閲覧することにより、学生の問題点の把握が可能になった。しかし、情報を十分に活用するには、情報の集計機能を工夫する必要がある。

大学におけるグループワークによるソフトウェア開発教育実験例の報告はまだ少ないが、[8]におけるグループの人数は 3~4 人程度である。本実験に比較してグループ内でのコミュニケーションはシステムを介さずとも容易であると考えられる。本支援システムはスケジュールを合わせにくい 10 人程度のグループにおける学生間のコミュニケーションを支援し、作業の効率化に効果を挙げていると考えられる。

7. まとめ

2 年間の実験を通じて 93~95%の学生が「実験を行って、自分にとって得るものはあった」と回答しており、分析・設計の重要性・プログラムを他人が理解できることの必要性等ソフトウェア開発への意識の高まりが大いに見受けられる。2003 年度は 2002 年度の問題点の改善を行った結果、上記のような良好な結果を得られた。グループワーク支援システムも学生の参加意識を高め、作業を効率よく進めるといった側面では有効に活用されたと考えられる。しかし、仕様書の管理的側面と、議論の場の考え方には工夫の余地がある。仕様書のファイルとしての管理だけでなく、内容に関する議論をシステム上で行えること、すなわち成果物に対するインスペクション機能が必要であると考えられる。また、チャットのような同期 / 分散のコミュニケーション支援やアウェアネスを広げるための他グループの情報公開や、閲覧者情報の公開も検討すべきである。

参考文献

- [1] 松浦, 相場: グループワークによるソフトウェア工学教育の試み, 情報処理学会, CE68-1, pp.1-8, 2003.
- [2] UML: <http://www.omg.org/uml/>
- [3] オブジェクト指向 97,98 シンポジウム, 情報処理学会
- [4] 松浦: グループワークによるソフトウェア開発に向けたオブジェクト指向教育実践の試み, 情報処理学会, CE72-12, pp.85-93, 2003.
- [5] 青沼, 吉田, 松浦: グループワークによるソフトウェア開発教育のための進捗状況把握支援システム, 第 66 回情報処理学会全国大会, 1Q-2, 2004.
- [6] 吉田, 青沼, 松浦: グループプログラミング授業における仕様書作成支援ツールの研究, 第 66 回情報処理学会全国大会, 1Q-3, 2004.
- [7] Dourish, P. and Bellotti, V.: Awareness and Coordination in Shared Workspaces, Proc. of the ACM CSCW 92, ACM, pp.107-114, 1992.
- [8] 樫山, 中野: ソフトウェア設計・グループ演習教育のためのコミュニケーション支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.11, pp.2550-2561, 2001.