ソフトウェア工学　136－1
（２００２．３．７）

情報システム設計開発教育のためのグループ学習支援システムの開発と適用

長田圭史　櫨山淳雄
東京学芸大学大学院

著者らは 1997 年度より大学におけるグループ演習形式での情報システム設計開発教育に取り組んできた。本研究では過去の授業実践経験を基に、教授者支援、学習者支援といった二つの側面を持つグループ学習支援システムを開発した。学習者支援では、学習者がシステム開発の知識を習得することを目的とし、教授者支援では学習者とのコミュニケーションの支援を目的としている。支援システムを実際の授業に適用し、評価を行った結果、教授者とのコラボレーションを図る機能」に関しては有効性が認められたが、「モジュール設計機能」など、2001 年度新たに提供した機能に関しては十分に活用されなかった。

Group Learning Support System for Information System Design and Development Education and Its Application

Keiji Osada　Atsuo Hazeyama
Tokyo Gakugei University, Graduate School of Education

The authors have studied information system design and development education in the group exercise form in a university from 1997. In this paper, the authors developed the group learning support system with two aspects, teacher side support and student support, based on the past lessons. With student support, it aims at mastering the knowledge of systems development. With teacher side support, it aims at supporting communication with students. As a result of evaluation by applying the support system to an actual class, functions about “to plan collaboration with teacher sides” were evaluated, but functions like “a modular design” provided newly in the 2001 school year were not evaluated well.

1　はじめに

情報システムの多様化・高度化による情報処理教育の必要性に対し、大学・企業を問わず高度な情報処理教育の必要性が高まっている。知識集約的作業であるシステム開発では、さまざまな技術が求められ、技術・知識の獲得は学習者自らが経験することによって効果を得るものと考えられる。以上のような背景から我々は学部 3 年生を対象に、グループによる情報システムの設計・開発演習教育（以下、「システム設計」とよぶ）を行ってきた[1]。

「システム設計」の演習では初学者である学習者に対して、分析、設計、コーディング、テストという一連の開発プロセスや進捗管理などを支援する必要がある。各工程の成果は文書としてまとめられるが、学習者は文書に対する知識を持っていない。そのため、我々は 1999 年度より、演習を通し学習者のシステム開発を支援する、グループ学習支援システムの開発を行ってきた[2], [5]。

この種の授業では、教授者が学習活動に対して深く関わり、支援を行うことの有効性が指摘されている。

これまでに大学におけるソフトウェア設計・開発演習支援システムに関する研究が行わ

れている(例えば[4])が、そのいずれも開発プロセスの断片的な支援を行っているに過ぎない。

2　情報システム設計開発教育

2.1 情報システム設計・開発教育

「システム設計」では、1997 年度より実践的なソフトウェア開発の体験と知識の習得を目標に、情報システム設計・開発教育が行われている。

「システム設計」は、プログラミング言語学習関連の講義に続き行われ、企業において行われる中規模から大規模ソフトウェア開発に関連する技術(ソフトウェア工学)を教授することを目的としている。

前期は、ソフトウェア開発における上流工程での分析や設計技法に関する講義を行った後、ソフトウェアモデリング演習を OMT 法(Object Modeling Technique)を用いて行う。学習者はグループで課題に取り組み、結果を発表する。

後期は、前期演習の結果や事前調査を元にグループを編成し、教師から提示された課題に対してグループによるシステム分析・設計及びプログラミング演習を行う。併せて、プロジェクト管理の知識や、検証技術について講義を行い演習の中で実践する。この演習を通し、学習者は進捗管理などのマネジメント技術や、分析・設計における文書表現、メンバ間での協調作業などに関する知識を習得することを目指す。

2.2 グループ学習プロセス

「システム設計」の後期グループ演習(以下、これを本演習と呼ぶ)では共通フレーム 98[6]をもとに作業工程を定義した。共通フレーム 98 では定義されている作業工程の中から 9 つ(計画立案, 分析, 外部設計, インスペクション, 内部設計, コーディング, 単体テスト, システムテスト, システム導入)を作業工程とした(図 1)。

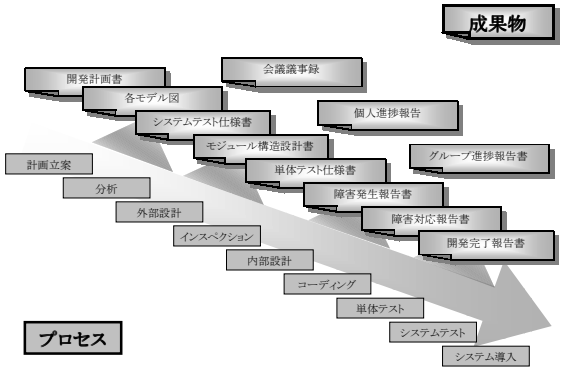


図 1:開発プロセス

3　支援システムに対する要件

本研究では「システム設計」におけるソフトウェア開発の全プロセスを支援することを目的にグループ学習支援システムを開発する。2000 年度までの支援システムの開発、適用経験[3]に加え、新たに教授者、学習者の両側面からの支援機能を実装するにあたり、以下の要件が挙げられる。

- 学習者支援
  - 各プロセスの成果である文書成果物の作成を支援する機能の提供
  - グループ内の意思統一を図る場や機能の提供
- 教授者支援
  - 学習者とのコミュニケーションを行う場の提供
  - 演習課程において学習者をナビゲートする機能の提供
  - 検証活動であるインスペクションやシステムテストに参加できる機能の提供

4　支援システムの開発

4.1 システム概要

本システムの提供する主な機能は「教授者支援機能」と「学習者支援機能」に分類される(図 2)。

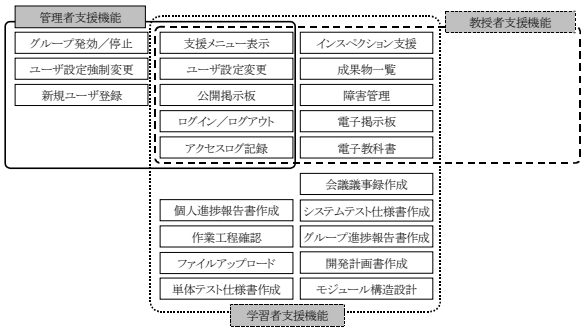


図 2:グループ学習支援システム:構造図

図 2の構成を持つシステムと生成される成果物がネットワーク上のサーバマシンにおいて一括管理される。これにより、WWW にアクセス可能なマシンから同一環境のシステムを利用することが可能となる。

4.2 ユーザ定義

本年度支援システムでは「ユーザ属性」を定義し、利用することによりユーザごとに異なる支援機能を提供することを実現した。本システムのユーザ属性を以下に示す。

- 「管理者」は、全ての「ユーザ」、「グループ」に関する登録・削除権限を持つ
- 「教師」は「教授者」内で最大の権限を持ち、インスペクションの審議結果の発効権限等を持つ
- 「TA(Teaching assistant)」は「教授者」に属し、「教師」の支援を行う
- 「リーダ」は「学習者グループ」の取り纏めを行い、グループ成果物の強制提出権限を持つ
- 「メンバ」は「学習者グループ」に属し、演習を行う

本システムでは「教師」、「TA」を合わせて「教授者」と呼び、「リーダ」、「メンバ」を合わせて「学習者」と呼ぶ。以下、主なユーザとなる「教授者」及び「学習者」に提供する機能について述べる。

4.3 教授者支援

4.3.1 教授者支援メニュー

教授者はログインすることにより、メニュー形式で表示される教授者支援機能を利用することができる。教授者支援機能は学習者とのコミュニケーション支援を行うものが中心となる。なお、教授者支援と同名の機能が学習者支援に含まれるが、両者の機能は異なる。

4.3.2 インスペクション支援

本機能を利用することにより、学習者により提出されたインスペクション対象成果物に対し、教授者は評価／コメントを与えることができる。

教師は TA からのコメントと自らのコメントとともに、最終的な成果物の判定を学習者に通告することができる。判定には以下の 3 種がある。

- 要修正
  当該成果物に再度インスペクションを行う必要があると認められた場合
- 指摘修正
  修正を要するが軽微であり、再度のインスペクションは必要ないと認められた場合
- 受理
  成果物として承認され受理された場合

4.3.3 障害管理

教授者は、作業がテスト段階に入った学習者グループの開発システムに対して、システム導入の一環としてテストを行う。このとき、不具合が検出されれば、障害報告を行い、学習者グループに結果を通知することができる。

4.3.4 電子掲示板

ユーザがスレッドを作成し、スレッド作成者がスレッド公開属性の変更権限を持つ掲示板を提供する。本機能を利用することにより、特定の学習者間で行われた情報交換を別の学習者や教師が辿ることが可能である。また、必要に応じて議論の公開属性を変更することが可能であり、情報の秘匿性や情報に対するアクセスをコントロールすることができる。

4.3.5 成果物一覧

教授者は学習者が「非公開」と設定した成果

物も閲覧することができるが、成果物の開示は各グループから提出されたものに限られる。そのため、グループ内で承認処理を終了していない成果物は閲覧することができない。

また、教授者は提出された成果物に対してコメント／意見を発することができる。ここで記述された内容は、当該グループ内電子掲示板に新規スレッドとして記録される。

4.4 学習者支援

4.4.1 学習者支援メニュー

学習者はログインすることにより、メニュー形式で表示される学習者支援機能を利用することができる。

4.4.2 各種成果物の構成

学習者が作成する成果物は「システム内成果物」と「システム外成果物」に大別される。

「システム内成果物」は支援システムの機能を利用して作成される成果物であり、成果物間に厳密な依存関係が存在する(図 3)。この関係を意識することにより成果物間の矛盾を排除することができる。

「システム外成果物」は、形式が厳密に定められておらず、表現の幅が広いが、成果物間の矛盾については、作成者が配慮する必要があり、関連性を維持することが難しい。

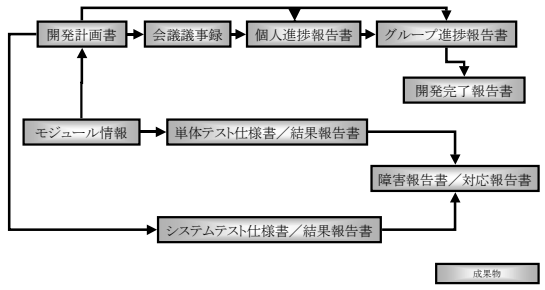


図 3:システム内成果物依存関係

「システム内成果物」は「開発計画書」、「モジュール情報ファイル」の 2 つを軸に生成される。学習者はこの 2 種類の成果物の改版を基に、従属する成果物の改版を行うことで、成果物間の矛盾を排除することができる。

4.4.3 文書作成テンプレート

テンプレートには「開発計画書」、「会議議事録」、「個人進捗報告書」、「グループ進捗報告書」、「開発完了報告書」、「単体テスト仕様書／結果報告書」、「システムテスト仕様書／結果報告書」、「障害報告書／対応報告書」の８種類が存在し、全ての文書テンプレートには共通の機能として「版管理」、「承認／提出」、「公開／非公開」が組み込まれている。

- 版管理
  改版を行う成果物文書の前版を再現し、改版・編集の利便性を高めている
- 承認／提出
  グループによる文書成果物は、「グループ総意の下に作成される」という考えから、作成者を除くメンバの「承認」を得た成果物のみが「提出」される。ただし、リーダは、メンバが欠席したため提出不可能である等、不測の事態においてはメンバに代わり「強制提出」を行うことが可能である
- 公開／非公開
  全ての成果物についてグループ外への公開／非公開を学習者が選択することが可能であり、情報の格付け、グループ間協調といった行動が期待される

4.4.4 開発計画書

システム開発において「開発計画書」は中心となるものであり、開発の初期段階に作成され、その後も各作業の進捗などにより改変・改版が加えられ、利用されるものである。

4.4.5 会議議事録

システム開発の過程では、グループの意思決定の統一を図る必要がある。そのために会議が行われ、会議の過程・結論を記録するものとして会議議事録作成機能を提供する。

4.4.6 個人進捗報告書

本機能では「個人作業」を管理対象とし、グループ内で分担を行った作業の進捗について、学習者自らによる作業内容の報告を支援する。本機能により個人作業の状況管理・評価を客観的に捕らえることが可能である。

4.4.7 グループ進捗報告書

本機能は「グループ全体の作業状況を把握するためのもの」と位置付けている。本機能によって生成される進捗報告書は、報告書作成時点におけるグループに所属する学習者の「個人進捗報告書」最新版及び「開発計画書」最新版を集約したものである。

4.4.8 作業工程確認

「作業工程確認表」はグループメンバがどのような作業に取り組み、どのような状態にあるのかを一覧するために、「開発計画書」や「個人進捗報告書」より生成される。「グループ進捗報告書」が対外的成果物であるのに対し、本機能は「内部資料」としての色彩が強い。

4.4.9 モジュール構造設計

本機能は従来「システム外成果物」として扱われてきた「モジュール構造図」をシステム内で作成することにより、「コーディング」工程における作業管理を行うことを目的としている。具体的には「モジュール情報ファイル」をツリー上に配置し、各ノードを改版、追加、移動、削除、することにより開発するシステムを一覧できる構成となっている。

4.4.10 単体テスト仕様書作成

「システム設計」では、実際のシステム開発で行われるように、作成したモジュールに対してテストを行う。本演習の対象は実務経験のない初学者であるため、あらかじめ複数のテスト項目を与え、「テスト」プロセスでの作業をナビゲートするねらいがある。

4.4.11 システムテスト仕様書作成

システムテストはグループメンバ各人が作成したモジュールを結合した、実際に使用されるシステムに対して行うテストである。「システム外成果物」である「開発仕様書」はグループごとに異なるものであるため、本機能ではシステムテストのテスト項目は特に提供せず、記述形式のみを提供している。

4.4.12 障害管理

2000 年度は「開発工程で発生した問題点＝障害」という考えに基づき、中島により「テスト工程に限定しない、全開発工程における障害管理」が試みられた[7]が、報告された障害はシステムテスト関連に偏っていた。本機能ではこのシステムテストにおける障害を対象とし、「単体／システムテスト仕様書」の提出をトリガとする障害管理機能を提供する。

4.4.13 電子掲示板

本掲示板では「グループメンバのみ閲覧可能」、「グループメンバ及び教授者のみ閲覧可能」、「全ユーザが閲覧可能」の 3 段階に分けて投稿内容の公開を制限することができる。また、記事投稿時に「投稿通知メール」を配信することにより、関係者に投稿を通知し、積極的な議論参加を促す。投稿された記事はツリー状に表示され、ツリーの構造を利用することにより特定ユーザ間で行われた情報交換を別の学習者や教師が辿ることが可能である。

4.4.14 ファイルアップロード

学習者が作成したファイルをサーバ上にアップロードし、メンバや教授者と共有することができる。これにより、グループ内資料を共有することや、文書テンプレートが与えられていない独自の成果物を作成、提出する、といったことが可能である。本機能では後述のインスペクション支援機能と連携を行うため、「仕様書」「シナリオ」「オブジェクトモデル」「イベントトレース図」「データフロー図」「状態遷移図」「画面設計書」「データベース設計書」「その他」の 9 種類をファイルカテゴリとして設定した。

4.4.15 インスペクション支援

本機能を利用することにより、学習者は教授者により審査されたインスペクション対象成果物に対し、「審査結果に対して追加説明を行う」、「修正要求を承諾する」、という行動を取ることができる。資料の修正後は改版した資料として再提出を行うことができる。

4.4.16 成果物一覧

本機能により、学習者は各グループが作成した成果物を参照することができる。グループの総意の下で作成される成果物は承認を要するため、作成された成果物に対し、他のメン

バが承認を行った段階で提出される。

5　支援システムの評価

5.1 適用対象

本システムを東京学芸大学　教育学部　情報環境科学課程　教育情報科学専攻　学部 3 年生を対象とした2001年度の演習(11回の授業期間)に適用した。

3 人編成のグループを 5 グループ編成し、課題は小学校低学年を対象とした「しりとり学習システム」、「在庫管理システム」の 2 種類を提示した。支援システムの評価は、学習者、及びグループから提出された成果物の提出量、システムへのアクセスログ、質問紙形式のアンケートにより、行った。

5.2 評価方法

システム適用後、各グループがコーディングプロセスからテストプロセスに入った段階で本システムに関するアンケート調査を行った。アンケートでは、学習者支援機能の利用状況や演習成果物に対する認識を調査した。

成果物に関しては、種類ごとに集計を行った。さらに、システム内で自動取得しているアクセスログについても集計し、学習者グループの作業傾向や利用頻度を調査した。

5.3 学習者アンケートによる評価結果

学習者用アンケートは受講者数 15 名に配布し、アンケート回収総数は 12 であった。

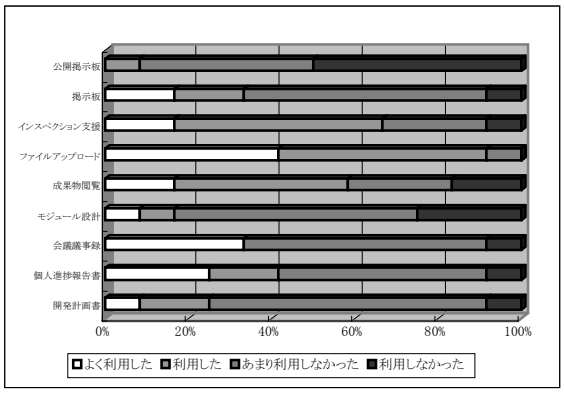


図 4:学習者機能別利用状況

結果を図 4に示す。「会議議事録作成」、「ファイルアップロード」の利用頻度が高いことが分かる。これら1999年度より継続して提供してきた機能については一定の評価を得ることができた。一方で、2001 年度に新設した「公開掲示板」、「モジュール設計」についてはあまり高い評価を得ることはできなかった。

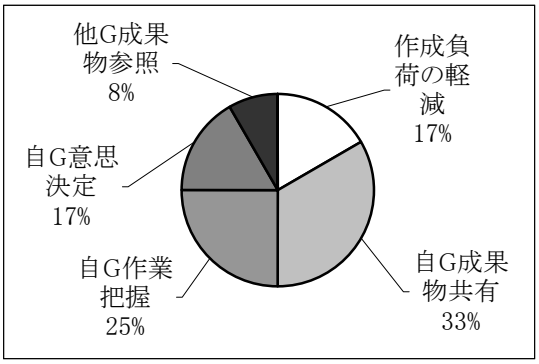


図 5:支援システムの効果

図 5に支援システムの効果についての評価を示す。評価は「成果物作成の負荷が軽減された」、「自グループ成果物の共有を行うことができた」、「自グループの作業状況を把握することができた」、「自グループの意思決定に役立った」、「他グループの成果物を参照することができた」、「他グループの作業状況を把握することができた」、「特に効果的とは思えなかった」の7項目からの選択式である。図 5より、主に学習者は自らの所属グループにおける作業に関してシステムは効果的であったとしている。一方、「他グループの作業状況を把握することができた」と回答した学習者が見られなかった。これは成果物の 9 割以上が「非公開」と設定されていたことによると考えられる。

5.4 アクセスログ解析による評価

「インスペクション」プロセスや「システムテスト」プロセスに時間を費やしたグループによるアクセスは、その多くが学内から連続的に発生する傾向が認められた(図 6「アクセス比率内訳」Group A、Group D)。これは教授者の指摘を確認しつつグループで会議を開催した、または個人で連続的に修正作業を行った、と

いう学習スタイルの現れであると考えられる。

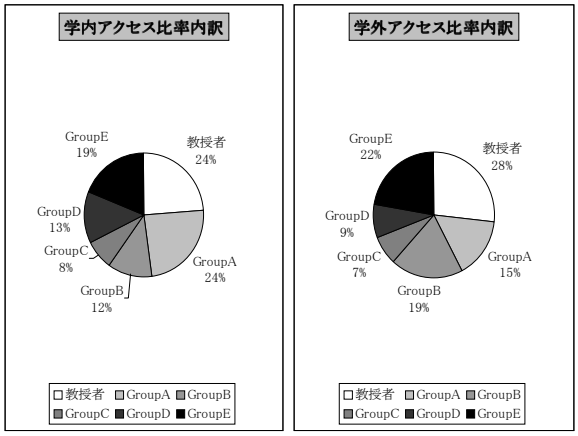
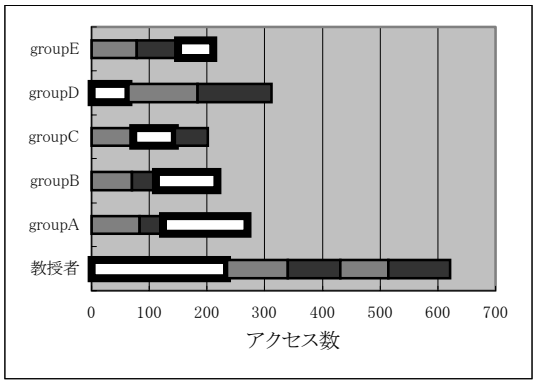


図 6:アクセス比率内訳

グループ別アクセス状況では、学習者リーダ、メンバに特筆すべき差や傾向は現れていない(図 7)。



※太枠網掛けはリーダを、その他の分類はメンバを示す

図 7:グループ別アクセス状況

期間別では一定の傾向が現れた(図 8)。具体的には「インスペクション」にあたる 11 月中旬から 12 月上旬、及び「システムテスト」から「システム導入」にあたる 1 月中旬にアクセスが増加していた。これは、上記のプロセスでは教授者・学習者間でのコミュニケーション、コラボレーションが活発になることを示している。

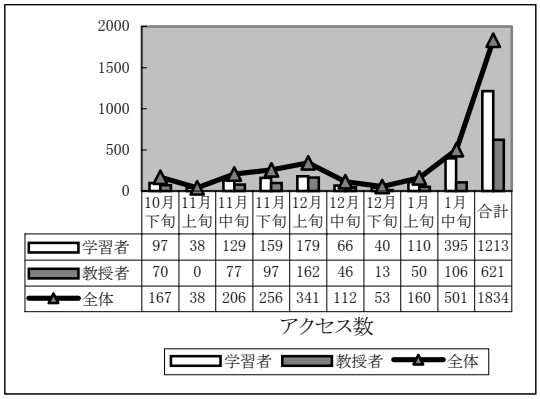


図 8:期間別アクセス状況

5.5 成果物による評価

図 9に全グループの成果物提出状況を示す。週1回を目安に提出するよう指示を与えていた各グループの文書による作業報告がほとんど行われず、教授者の学習状況把握が困難になった。

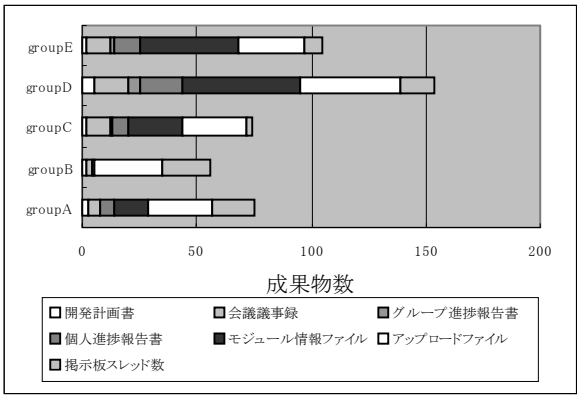


図 9:成果物作成状況

結果的に、開発後期に大幅な遅れが明らかになる等、不安定な演習経過を辿ったグループが見られた。

また、図に表れていないが、電子掲示板は成果物(掲示板への投稿記事)から伺われる範囲ではグループ内コミュニケーションの手段として有効に機能したとは言い難い結果となっている。その原因として「オンラインコミュニケーションの多様化」があったことが挙げられる。「インスタントメッセンジャー」を筆頭に「携帯電話のメール機能」等がこれにあたり、2000 年度

まで多くの支持を得た「掲示板」、「e-mail」、「電話での会話」といった環境はあまり利用されないという結果が現れた。

6　おわりに

本研究では、情報システム設計開発教育のためのグループ学習支援システムを開発し、実際の授業に対して適用、評価を行った。

2001 年度の適用では、開発作業を円滑に進めるため「作業成果を蓄積し、後続作業に継続させるための支援機能」、「教授者・学習者間のコミュニケーション・コラボレーション支援機能」を中心にシステムを開発した。従来より提供を行ってきた「作業成果を蓄積し、後続作業に継続させるための支援機能」に関しては一定の評価が得られたものの、「コミュニケーション・コラボレーション支援機能」に関しては「コミュニケーション手段の多様化」等の理由によりユーザ全体から支持を得ることはできなかった。また、アクセスログの解析により、「インスペクション」プロセスや「システムテスト」プロセスにおいては、学習者を確実にナビゲートするために、より段階的、体系的な支援を行う必要性が認められた。

現在、支援システムは教授者・学習者双方の要求に対し網羅的に機能拡張を続けた結果、肥大化しており、必要十分な機能を備えているとは言い難い。今後は機能の取捨選択を行い、場合によっては演習形態を再構築する必要があると考えられる。

謝辞

本研究に対し御指導いただきました東京学芸大学　横山節雄教授、宮寺庸造助教授に感謝致します。

本研究の一部は、平成 12 年度文部科学省科学研究費補助金(奨励研究(A)課題番号 12780120)の援助を受けている。ここに記して謝意を表す。

参考文献

[1] 櫨山淳雄:“業務ソフトウェア設計・開発教育の実践とその評価”, 教育システム情報学会誌, Vol. 17, No. 3, pp. 367-378, 2000.

[2] Atsuo Hazeyama, Keiji Osada Youzou Miyadera, and Setsuo Yokoyama, “An Education Support System of Information System Design and Implementation and Lessons Learned from Its Application”, Proc. of Seventh Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2000), pp. 392-396, IEEE CS Press, Dec. 2000.

[3] 長田圭史, 中野秋子, 中島佐智子, 櫨山淳雄, 宮寺庸造, 横山節雄:“情報システム設計・開発教育グループ演習支援システムーコンセプトと全体構成ー”, 情報処理学会第 62 回全国大会 8P-2, Mar. 2001.

[4] Stephan Schoenig:“Supporting a Software Engineering Course with Lotus Note”, Proc. of the International Conference on Software Engineering Education and Practice (SEE&P1998), IEEE CS Press, 1998.

[5] Atsuo Hazeyama, Youzou Miyadera, Li Xiangning, Setsuo Yokoyama, and Takayuki Soma:“Development of a Group Programming Support System”, Proc. of the International Conference on Computers in Education (ICEE99) vol.1, pp. 669 - 676, IOS Press, 1999.

[6] SLCP-JCF98 委員会:“共通フレーム 98-SLCF-98-ソフトウェアを中心としたシステム開発および取引のための共通フレーム”, 株式会社マイガイア, 1998.

[7] 中島佐智子, 長田圭史, 櫨山淳雄:“情報システム設計・開発教育グループ演習支援システムー障害管理支援ツールの開発ー”, 情報処理学会第 62 回全国大会 8P-4, Mar. 2001.