

## 情報システム設計・開発演習教育支援システムとその適用評価

樫山淳雄\* 長田圭史\*\* 宮寺庸造\* 横山節雄\*\*\*

\* 東京学芸大学 数学・情報科学科

\*\* 東京学芸大学大学院 教育学研究科

\*\*\* 東京学芸大学 情報処理センター

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

あらまし 著者らは、グループによる情報システムの設計・開発演習教育を支援するシステムの開発を進めてきた。そして、本システムを大学の演習授業に適用を行った。本稿では、システムの概要とその適用結果について述べる。

キーワード 情報システム設計・開発演習教育、グループ学習支援、インターネット、ナレッジマネジメント

### An education support system of information system design & implementation and its evaluation

\*Atsuo HAZEYAMA \*\*Keiji OSADA \*Youzou MIYADERA \*\*\*SetsuoYOKOYAMA

\* Department of Mathematics and Information Science, Tokyo Gakugei University

\*\* Graduate School of Education, Tokyo Gakugei University

\*\*\* Information Processing Center, Tokyo Gakugei University

4-1-1 Nukui-kita, Koganei-shi, Tokyo 184-8501 JAPAN

**Abstract** The authors have been developing a system that supports group exercise in information system design & implementation education in a university course. The authors applied it to an actual class of their university. This paper describes overview of the system and results which were gained from its application.

**Key words** education on information system design & implementation, group learning support, the internet, knowledge management

## 1 はじめに

インターネットに代表される情報通信技術の社会への急速な浸透やそのニーズの高度化にともない、情報システムへの開発要求が高まり、その複雑さは増大している。このような社会的背景から情報システムを設計、開発できる人材の育成が重要になってきており、さまざまな提言がなされている[4]。

情報システムは、企画、分析、設計、プログラミング、テストの工程を経て運用に供される。また、情報システムの開発は、複数のメンバーから構成されるプロジェクトという形態で行われることが一般であり、作業に対する作業者の割当やスケジュールの策定と計画に対する進捗状況の把握といったマネジメント技術も重要である。これに対して、大学における情報処理教育はプログラム言語の文法やアルゴリズムの習得を中心として、データベース、ネットワークなど個別技術の教育に主眼が置かれている。これらは個人のスキルレベルの向上を目的としたものであるが、それらの技術を駆使してある程度の規模のシステム開発をグループ学習という形態で行う機会に恵まれているとは言えない。さらに、システム開発においては、プログラミングに至るまでの分析、設計段階における文書作成などの表現能力や、メンバー間での合意形成、調整、コミュニケーションなども重要である。このようにシステム開発はプログラミング能力のみでなく、さまざまな技術が求められる。著者らは、情報システムの設計・開発に関わる総合的な技術の習得を目指し、グループによる情報システムの設計・開発演習の授業を行っている。そこでは多種類の成果物の作成を求めており、作成された成果物を学習者間や教師と学習者間で共有する必要がある。また大学の授業という時間的制約もある。このような状況下で行われる演習を効果的に支援する学習環境が必要となる。

一方インターネットが急速に普及し、インターネットを利用した教育方法や教育環境の構築が重要な課題となってきた。そしてインターネット技術の発展に伴い、電子教科書、遠隔教育、プログラミング支援システムなど教育支援ツールが数多く開発されている(例えば[6, 9])。しかし、システム設計・開発教育に応用されている例はいくつか報告されているのみである[8, 10]。Schoenig は情報システム開発教育において教師側の負荷が大きかった個人情報登録、その情報に基づいたグループ編成、レビュープロセスの3機能を提供するシステムをLotus Notes上に実現した[10]。しかし、この研究ではソフトウェア開発プロセスのうちの一部のプロセスしか支援していない。また、蓄積された成果物の活用については言及していない。Rein は大学における情報システムの設計・開発演習教育の実践について報告している[8]が、支援システムの存在については述べていない。情報システムの設計・開発演習教育では

グループ編成から始まり、システムのコンセプトやシステム全体の流れなどのグループメンバー間での合意形成、役割分担に基づく分業と調整、連絡、通知などさまざまな協調作業の側面があり[7]、それらを支援する必要がある。また、教育支援という側面からシステム開発に関する知識の提供も必要となる。このようなさまざまな側面を統合的に支援するシステムは少ない。

我々は、グループによる情報システムの設計・開発において必要とされる知識を演習により経験させながら習得することを目的としたインターネット上で利用できる学習支援システムを開発し、実際の授業に適用を行った。本論文ではこれまで開発したシステムの概要とその適用から得られた結果について報告する。

第2節では、情報システムの設計・開発教育支援システムに求められる要件を検討する。第3節では、今回開発した支援システムの構造や機能の概要について述べる。第4節では、適用対象の授業の概要について述べる。第5節では、システムの適用結果と得られた知見について述べ、最後に本論文のまとめを述べる。

## 2 情報システム設計・開発演習教育支援システムへの要件

本節では、大学における情報システム設計・開発演習教育支援システムに求められる要件について述べる。

- (1) グループ学習におけるグループ編成から始まり、システム設計・開発に関わる一連のプロセスを支援する。
- (2) 演習により作成される成果物を蓄積、管理し、それを共有、再利用できる環境を提供する[1]。ここで共有の範囲としては大学の授業という性質上中心はグループ内であるが、同一年度のグループ間、学習者と教師、年度を越えたグループも対象とする。
- (3) 蓄積された成果物に対する評価、分析を行い[5]、その結果に基づき、システムが提供する知識(教科書)を洗練化するプロセスを支援する(図1)。
- (4) 誰でもがいつでもどこからでも学習環境にアクセスできるようにする。このために、システムをインターネット上に構築し、WWWブラウザなど汎用的なツールを用いてアクセスできるようにする。Shoenig は Lotus Notes という特定の環境に支援システムを構築した[10]。

## 3 支援システムの概要

我々は情報システム設計・開発教育に対して、前節で述べた要件を満たすインターネット上で稼動するグループ学習支援システムを開発している[2, 11]。

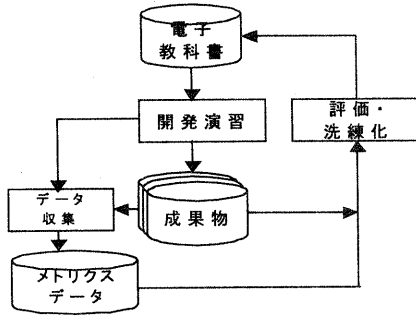


図1 知識の洗練化プロセス

本支援システムは、大学における情報システム設計・開発演習授業を想定し、以下のようなサブシステムから構成されている。

- ・システム開発学習用電子教科書
- ・グループ編成
- ・グループ登録(グループ作業環境の自動生成)
- ・成果物一覧
- ・作業制御
- ・計画立案
- ・進捗状況報告(個人単位, グループ単位)
- ・議事録作成
- ・仕様書作成
- ・電子会議室と電子掲示板
- ・成果物アップロード&リンク登録
- ・障害報告
- ・プロセス、成果物のメトリクスデータの評価・分析

これらのサブシステムが有機的に結合しグループによるソフトウェア設計・開発演習を支援する。この支援システムはネットワーク上のサーバマシンに一括して置かれ、統一管理されている。図2に本システムの構成を示す。

インターネットを利用した本教育支援システムは、ブラウザ以外の特殊なアプリケーションを必要としないため、学習者はいつでもどこからでも同じように利用できる。さらに、学習者のシステム利用環境が安価で容易に構築できるなどの利点がある。さらに、各グループが作成した各種文書をデータベースに格納するため、プログラムのソースコードや仕様書などの文書を再利用できたり、学習のための資料になるなどの汎用性を持つ。

本システムは、SunOS Solaris 上の Perl で開発したインターネット上で実行できる CGI プログラムである。利用環境としては、学習者は Internet Explorer や Netscape Navigator などの WWW ブラウザが動作する端末を持っていれば、どこからでも利用することができる。以下では、これまでに開発し適用を行った機能の概要について述べる。

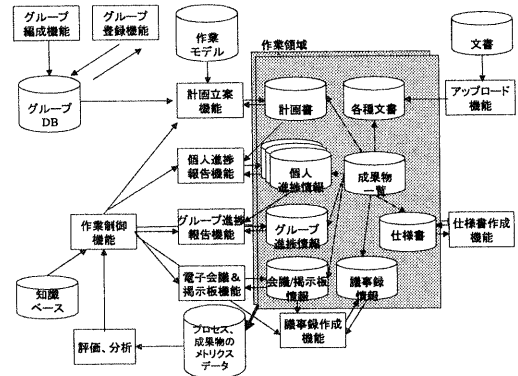


図2 システム構成図

## 電子教科書

電子教科書は、システム開発に関するさまざまな情報を提供するものである。電子教科書は、HTML 言語で記述されている。電子教科書の内容は容易に加筆、修正ができるため、柔軟性と拡張性がある。電子教科書は、最終的には図1に示すように、演習で得られた成果物や、プロセスや成果物に対するメトリクスデータから得られた知見、FAQなどを教科書にフィードバックする機構を開発することを考えている。

## グループ登録(グループ作業領域の自動生成)

本システムを利用する最初のステップとして、グループの情報(グループ名、パスワード、グループメンバー等)を登録する。登録と同時に、グループ登録 CGI プログラムが動作し、グループの情報がグループDBに書き込まれる。システムはこの時、グループ作業を行うためのグループ作業領域と必要なデータファイルを自動的に生成する。グループが作成する成果物はこの作業領域内に蓄積される。

## 成果物一覧

グループの作業領域内に蓄積された成果物は一覧形式で参照することができる。これにより成果物情報の参照・共有、教師からの指導、システム管理が容易になる。

## 作業制御

作業制御機能は、開発プロセスを支援する個々のサブシステムを制御するものである。プロセスや成果物に関するメトリクスデータの分析、評価結果と知識ベースの内容を参照して各機能に働きかけ、学習者をサポートする

## 計画立案

開発計画書は、各グループが開発するシステムのコンセプト、作業項目、役割分担、スケジュールを記述する

文書である。学生にとってシステム開発の全工程を経験するのは初めてであるためシステム開発手順を提示することが重要である。作業モデルとして格納されたデータがその役割を果たし、計画立案段階での作業項目の設定の際にそのデータを参照する。

### 進捗状況報告

計画書に記述された作業項目とその役割分担、スケジュールから個人が行うべき作業がToDoリストの形で提供される。作業制御機能により着手可能な作業や教師からの指示が表示される。各学習者は自身の作業状況の報告を行うと、その内容がグループの状況としてまとめられる。個人の状況は主としてグループメンバーにより、グループの状況は他グループや教師により参照される。

### 議事録作成

グループ学習では、会議での決定事項や話し合いの経過を記録として蓄積することは重要である。本機能はこのような議事録作成を支援するものである。議事録のテンプレートが用意され、議事録を簡単に作成できるよう支援する。

### 電子会議室/電子掲示板

電子会議室は、地理的に分散した場所にいるグループメンバーがインターネットを介してリアルタイムに話し合いを行うための環境である。一方電子掲示板は、地理的に分散した場所にいるグループメンバーがインターネットを介して非同期に情報を交換するための環境である。電子会議室や電子掲示板に蓄積された情報は各グループのデータベースに時系列に置かれ、参照することができる。

### 仕様書作成

本機能は、テキストのみで記述できる一般的な構造をした仕様書の作成を支援するものである。タイトル、作成者、版数、内容を記述するテンプレートにそって作成することができる。

### 成果物アップロード&リンク登録

要求仕様書や設計書にはモデル図や画面イメージなどテキスト以外のマルチメディア情報が記述されることが多い。このような文書作成には既存のワードプロセッサやプレゼンテーションツールを使用することを想定し、それらにより作成された文書（ファイル）を本システムに取り込むための機能を作成した。また、他のWebサイトの情報をグループで共有できるように、リンク登録を行えるようにした。

## 4 システムの適用対象授業のプロフィール

本節では、本システムを適用した授業の概要を述べる。

### 4.1 授業の構成

適用対象とした授業は東京学芸大学教育情報科学専攻（学生定員40名）3年生の通年（4単位）の「システム設計」という選択科目である。本科目はプログラミング関連の科目に続き行われるものであり、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する。本科目は1997年度から本論文の筆頭著者が担当し、3年間以下のようなほぼ同じ構成の授業を行っている。

前期にはまず、ソフトウェア開発のライフサイクルモデルの全体像に関する講義の後に、構造化分析、ERモデル、オブジェクト指向開発方法論等ソフトウェア開発における上流工程での分析、設計方法論を中心に講義を行っている。そして前期のまとめとして、酒倉庫問題[12]に記述された業務をグループ単位でOMT(Object Modeling Technique)法を用いて分析し、結果を発表させている。そして前期の最後に、後期で行う演習課題を提示するとともに、グループ編成を行う（1グループは4人を目安としている）。後期は、グループによるシステム設計・開発演習を中心に、その進展にあわせて進捗管理、品質管理、メトリクス等プロジェクト管理の知識や、レビューやテスト等の検証技術の講義とともに、グループ演習にそれらを実際に取り込み、進捗報告や設計インスペクションをグループメンバーと教師(TAも含む)が一緒に行っている。

演習課題としては、会議室予約システム(1997年度)、新幹線座席予約システム(1998年度)、図書館情報管理システム(1999年度)、レストラン情報管理システム(1999年度)[3]、酒倉庫管理システム(1999年度)[12]のように、業務内容が学生にとって比較的分かりやすいものを対象としている。また、プログラミングの演習とは異なり、1人ですべての作業が行えないよう、いくつかのモジュールから構成されるある程度の規模のシステムを開発することを念頭に置いた。また、過去の開発ノウハウの再利用が有効となるよう、類似の機能を有する課題を作成した。

### 4.2 システム適用年度の演習の概況

本システムを前節で述べた授業の1999年度の演習に適用を行った。この年度は8チーム(受講者31名)で演習を行った。図書館情報管理システムを選択したグループが4グループ(以後G3,G5,G7,G8と呼ぶ)で最も多く、次いで酒倉庫管理システムを3グループが選択し(以後G2,G4,G6と呼ぶ)、レストラン情報管理システムを1グループ(G1と呼ぶ)が選択した。すべてのグループがシステムを完成させることができた。本科目はいわゆる集合型の授業であるため、現時点で演習のすべての作業をサイバースペース上で行うものではない。今回の適用においては、システムの利用は強制しなかった。また、電子的なコミュニケーション

手段として、グループ単位、教師用(TA も含む)、全員(全グループメンバー+TA も含む教師)の3つのメーリングリストを用意した。システムを使用しない場合でも成果物は電子媒体として提出することを求めた。システム開発の過程で作成を要求した文書は以下のものである。開発計画書、個人作業報告、グループ作業報告、会議議事録、要求定義書、設計書、テスト仕様書/報告書、障害報告票、開発完了報告書。

## 5 結果と考察

本節では、システムの適用により得られた結果と、それに基づく考察について述べる。以下に述べる結果は演習で提出された成果物から得られたものと、最終授業後に課したアンケートの結果から得られたものからなる。

### 5.1 有効性に関する評価

演習において、成果物の作成、提出に本システムを利用したグループ(G1, G2, G3, G4, G5)と利用しなかったグループ(G6, G7, G8)とに分かれた。利用しなかったグループは電子メールやFDを使って成果物を提出し、それをTAや教師がシステムに登録を行った。

図3にシステムの有効性に関するアンケート調査の結果を示す。評価は5段階で行った。5が最も高い評価を示し、1が最も低い評価であることを示す。全体では「4 やや有効」という回答が最も多かった。

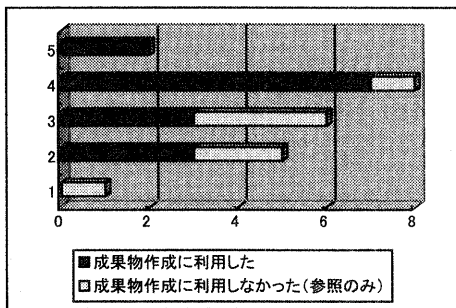


図3 GPSSの有効性に関する評価結果

次にシステムの機能ごとの利用状況に関する結果を図4に示す。この結果から議事録作成、成果物一覧参照、進捗状況報告(個人、グループ)、計画書作成機能の利用頻度が高いことがわかる。

また図5は、開発終了後にシステム開発において重要と感じた工程に関するアンケート調査の結果を示している。この図から計画、分析、設計といった上流工程の重要性を多くの受講生が認識していることがわかる。図4と図5の2つの結果から、分析や設計に関する議論経過や決定事項をまとめた議事録や、計画立案の結果作成される開発計画書は作業を進める上で重要な文書であり、その作成を支援

する機能がよく使われていることがわかった。

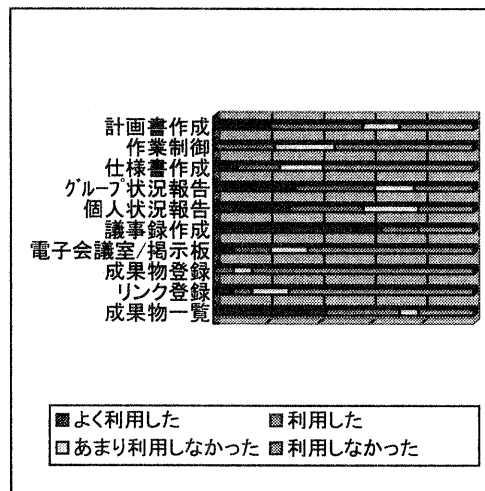


図4 システムの各機能の有効性に関する評価

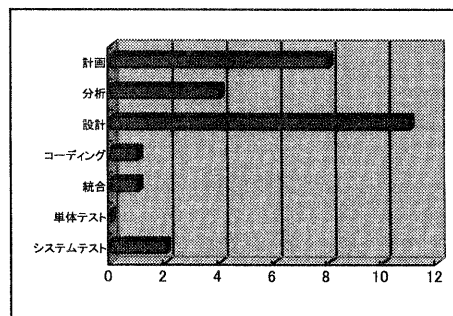


図5 システム開発において重要と感じた工程

システムの有効性に関して、どのような側面から有効であったのか以下の6つの選択肢から回答するよう求めた(複数選択可)。その結果を図6に示す。

- 1 成果物の作成、提出が容易に行えたため。
- 2 自分のグループの成果物の共有に有効であったため。
- 3 自分のグループのメンバーの作業状況がわかったため。
- 4 自分のグループの議論や意思決定をシステムが支援してくれたため。
- 5 他グループや過去の年度の成果物の参照に有効であったため。
- 6 他のグループの作業状況がわかったため。

この図から「1 成果物の作成、提出が容易であった」と「3 自グループのメンバーの作業状況の把握が容易」の観点から有効であるということがわかった。一方有効でないと回答した学生の中には、電子メールを使って作業を進めておりシステムを取って利用する必然性がなかった、

という理由を付記してくれた者がいた。

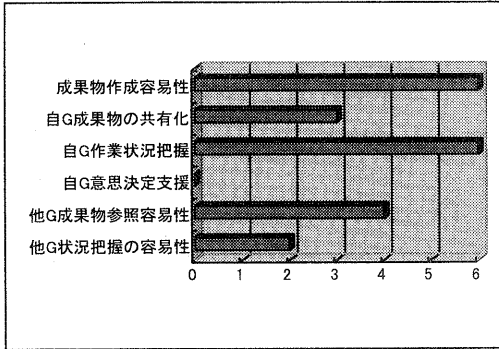


図6 支援システムの有効な側面

### 5.2 作成文書量について

図7に各グループの文書作成量の分布を示す。文書の作成、提出にシステムを使用したグループ(G1~G5)の方が、使用しなかったグループ(G6~G8)よりも文書作成量が多いことが分かった(平均値の差の検定を行い有意水準5%で有意差があった)。このことはアンケートで、システムが有効であった側面として挙げられた「成果物の作成、提出が容易に行えたため。」の結果を裏付けていることがわかる。また、作成した文書として、「個人進捗報告」が最も多かった。このことは、システムの有効性として挙げられた「自グループのメンバーの作業状況がわかったため。」という回答を裏付けている。

また今回の演習では全体で約3000の文書(ある文書の改訂も含む)が作成されており、システムによりその登録コストが大幅に削減できたことは大きな効果である。

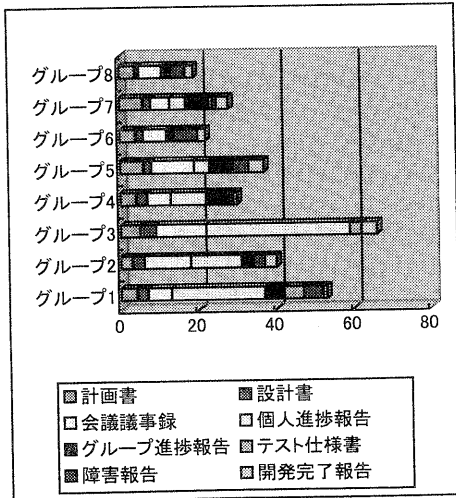


図7 グループ単位の成果物作成量の分布

## 6 おわりに

本論文では、情報システム設計・開発演習教育を支援するために開発したシステムとその適用結果と得られた知見について述べた。現在開発中のグループ編成機能などの機能強化や学習者から寄せられたコメントに基づく改善を行い、より良い学習環境の構築に努めたい。

### 参考文献

- [1] V. R. Basili, The experience factory and its relationship to other improvement paradigms, Proc. of 4th European Software Engineering Conference, Lecture Notes in Computer Science 717, Springer-Verlag, pp. 68-83, 1993.
- [2] A. Hazeyama, Y. Miyadera, L. Xiangning, S. Yokoyama, T. Souma, Development of Group Programming Support System, Proc. of 7th International Conference on Computers in Education (ICCE99), Vol. 1, pp. 669 - 676, IOS Press, November 1999.
- [3] 本位田真一, 山城宏, オブジェクト指向システム開発, 日経 BP 出版, 1993.
- [4] 情報処理学会編, 大学等における情報専門学科における情報処理教育の実態に関する調査研究平成10年度報告書, 1999年3月.
- [5] 中山康子, 真鍋俊彦, 笹光光一, 鈴木優, 知識情報共有システム(KIDS)の開発と実践, 人工知能学会シンポジウム SIG-J-9901-25, pp.137-142, 1999.
- [6] H. Ning, T. Souma, Y. Miyadera, S. Yokoyama, A Programming Education System Based on Program Animations, Proc. of 7th International Conference on Computers in Education (ICCE99), Vol.2, pp. 964 - 965, November 1999.
- [7] 岡田謙一, 松下温, 人間のかかわりをいかにモデル化するか, 情報処理学会グループウェア研究会 14-5, pp.25-30, 1995.
- [8] G. L. Rein, Teaching IS Design and Development in a Group Learning Setting, Proc. of Computer Supported Collaborative Learning(CSCL' 95), <http://www-cscl95.Indiana.edu/cscl95/rein.html>, 1995.
- [9] 佐藤宏之, 堀川桂太郎, 及川利直, 水野浩二, WWW 上での協調学習におけるナビゲーションインタフェースの提案, 情報処理学会 GW 研究会 22-9, pp. 49-54, 1997.
- [10] S. Shoenig, Supporting a Software Engineering Course with Lotus Notes, Proc. of International Conference on Software Engineering Education and Practice, 1998.
- [11] 黎翔寧, 宮寺庸造, 樋山淳雄, 横山節雄, グループプログラミング支援システムの開発, 電子情報通信学会教育工学研究会 ET98-103, pp.81-88, 1998年12月.
- [12] 山崎利治, 共通問題によるプログラム設計技法解説, 情報処理, Vol.25, No.9, pp.934, 1984年9月.