

ソフトウェア開発グループ演習教育の動向

樋山 淳雄

東京学芸大学 技術・情報科学講座

〒184-8501 小金井市貫井北町4-1-1

E-mail : hazeyama@u-gakugei.ac.jp

あらまし： 近年グループによるソフトウェア開発教育の重要性が認識されてきており、多数の実践事例が報告されている。本論文では実践事例を比較評価するための枠組を提案し、この枠組に基づき既存の実践事例について比較評価を行い、現状について考察する。

キーワード： ソフトウェア工学教育、グループ演習、サーベイ論文

State of the Art on Group-based Software Engineering Project Course

Atsuo Hazeyama

Department of Information Science

Tokyo Gakugei University

4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, JAPAN

E-mail : hazeyama@u-gakugei.ac.jp

Abstract : It is recognized team-based software engineering education is of importance in these days, and lots of case studies have been reported. This paper describes a comparative study on group-based software engineering project courses. We propose three perspectives (group selection, assessment method for grading, and computer-supported environments) for comparison at first and compare some cases based on the perspectives.

Key words : Software Engineering Education, Group-based Software Development, Survey

1 はじめに

近年グループによるソフトウェア開発教育の重要性が認識されてきており、多数の実践事例が報告されている(例えば、[1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 21])。この種の教育の目標は、受講生がソフトウェアの開発経験を通じて技術に関する知識やスキルを獲得することに加えて、グループ活動を通じて協調作業を経験し、問題解決能力を養成することもある。一方教育の分野において近年、教師による講義中心の教育から、学習者が主体となり学習を進める方向へとパラダイムシフトが起きている [15]。グループによるソフトウェア開発は

この流れに沿ったものと考えられることができる。

グループによるソフトウェア開発教育の事例はこれまで数多く報告されてきたものの、これらを体系化した文献は少ない。また、体系化を試みた文献も演習の特定の側面のみを扱っているに過ぎない。本論文では既存の研究を基礎に体系化の枠組を提案し、それに基づいてソフトウェア開発グループ演習の実践事例を比較評価することを目的とする。

本論文の構成は以下の通りである。2 節でグループによるソフトウェア開発教育の体系化を試みたいいくつかの研究成果について紹介する。次いで、比較評価のための枠組の提案

を行う。3 節で提案した枠組に基づき、いくつかの代表的な事例について紹介する。4 節では比較・考察を行う。

2 枠組の提案

ソフトウェア工学教育に関するサーベイ論文がこれまでにいくつか報告されている [9, 12, 22, 23, 24]。それらについて以下で簡単に説明する。そして、それらを踏まえ、著者による観点を加え、比較評価のための枠組を提案する。

2.1 Daniels らの研究

Daniels らは彼らのコースと他のコースを比較するために、学年、学期、期間、プロジェクトのタイプ(研究用の演習か、実業界の課題か、実業界の模擬プロジェクトか)、受講者の構成、グループの規模と構成、グループ編成と管理手法等の項目を提案した[9]。

2.2 Scott らの研究

Scott らは、グループ編成方式、プロジェクトの仕様、実行のダイナミクス、グループの評価手法等の各々について、具体的な候補を示した (評価手法は Hayes らの提案に含まれるので、具体的内容は省略する)[23]。

* グループ編成方式

- (a) 生徒をランダムにグループに配置
- (b) グループの能力が均等になるように、教師がグループ編成を行う
- (c) 生徒がグループ編成を行う
- (d) 上記のいずれかにより編成を行い、その後必要に応じて生徒がグループを移動する

* プロジェクトの仕様

- (a) グループでプロジェクトの仕様を策定する
- (b) 教師がプロジェクトのすべてを規定する
- (c) 仕様は、教師と共同研究を行っている外部の団体から与えられる

* 実行

- (a) 各グループがあるプロジェクトの全工程を担当する
- (b) 各グループは選択された数のモジュールを実装、テストする
- (c) 各グループは自身のプロジェクトのみ実装、テストを行う
- (d) 各グループは別のグループの仕様を実装し、さらに別のグループが実装したもののテストを行う

2.3 Hayes らの研究

Hayes らは成績評価の基準を議論している [12]。彼らはグループ演習における個人を評価するために以下に示す5つの方式を示した。

- (1) グループの評価がその構成員である個人の評価になる
- (2) 各自、自身が行ったことを個人的に報告する。それに基づき評価者が個々人の評価を決定する
- (3) グループ内のメンバーがメンバーの相対的な貢献度を報告する (匿名もしくは記名で)。このデータは、最終的な成績評価の調整用に使われる
- (4) 学習者がプロジェクトの詳細を把握しているか否かをクイズ形式で問う
- (5) 個人の結果に関して相互に妥当性の確認を行う

Hayes らはすべての成績評価基準を満たす単一の方式はなく、上述の方式の組み合わせが最善のアプローチであると結論づけている。

2.4 Wilkins らの研究

Wilkins らはグループプロジェクトにおける個人の評価方法と評価のためのデータを提案した[26]。評価のためのデータとして以下を例示した:プレゼンテーション、会議議事録、報告書、グループの様々な情報をまとめた Web ページ、電子メールのアーカイブ。また評価方法として、「スケール」、「ランキング」、「マッチング」、「文章の完成」、「短い質問」の5つのタイプを定義した。彼らは枠組を提案したのみであり、それを事例に対して適用してはいない。

2.5 Shaw らの研究

Shaw と Tomayko はソフトウェア工学コースの枠組をまとめている[24]。その一部としてグループ演習を位置づけており、事前準備として、クラスの規模、課題の選択、開発環境の選択について言及している。また、演習における教師の役割、講義とグループ演習との関連、成績評価についても言及している。

2.6 比較のための枠組の提案

上述の研究はそれぞれ有用なものであるが、それらはグループ演習の限定的な側面に着目している。また、演習を支援する支援環境については焦点をあてていない。本論文はこれまでの研究成果を基礎とし、ソフトウェア開発グループ演習を比較評価する枠組を提案する。

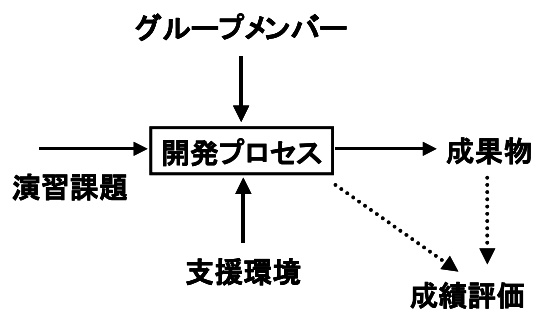


図1：ソフトウェア開発グループ演習教育の概念モデル

図1はソフトウェア開発グループ演習教育をSADT[22]の表記に従いモデル化したものである。この図は、ソフトウェア開発は課題を入力としてソフトウェアプロダクトを作成することを示している。また、支援環境がソフトウェア開発プロセスを支援し、グループメンバーが開発プロセスを制御していることをも意味している。この図から、支援環境とグループ編成、すなわちメンバーがどのように割り当てられるかがソフトウェア開発プロセスに影響を及ぼすことがわかる。受講者の成績はプロセスとプロダクトの両面から決定されるべきであると考えられる。

したがって、本論文では、グループ編成方式、成績評価方法、支援環境を比較評価の主要な要因と考える。また、授業の概要も比較のための1つの要素とする。

(1) 授業の概要

授業の概要のための項目として、Daniels により提案された以下の項目を採用する。

- * 学年
- * 期間
- * 受講者数
- * グループの規模 (1 グループあたりの人数)
- * プロジェクトの仕様(演習課題)

(2) グループ編成

グループ演習において、受講生はグループに属さなければならない。ソフトウェアの開発能力の個人差は非常に大きいと言われている[3]。一方、グループ編成は成績評価にかかわることからできるだけ公平である必要がある。従ってグループ編成は、グループ演習を成功に導くための1つの重要な課題である[19]。

Scott らはグループ編成方法として4つのパターンを提案した。しかしながら、誰が何に基づきグループ編成を行うのかを示してい

ない。また、グループ編成の目的についても言及していない。本論文ではこの2つの属性についても比較対象項目とする。

- * グループ編成の目的
- * グループ編成方法
- * グループ編成のために使用したデータ

(3) 成績評価

グループ演習であっても成績は個人に対して与えられるものである。しかしながら、成績評価は困難である。なぜならば、この種の演習では1人1人が異なる作業を行っており、受講生が同一の作業を行うわけではないからである。また、グループ間で異なる課題が選択されることもある。さらに、活動の多くが授業時間外にも行われており、教授者は学習者の活動を把握するのは容易ではない。比較項目として以下の2つを挙げる。

- * 評価方法
- * 評価に用いたデータ

成績評価方法に Hayes らの提案を採用する。評価のためのデータ項目として Wilkins らの提案を採用する。

(4) 支援環境

ソフトウェア開発グループ演習の作業負荷は受講者、教授者双方にとって高い[6]。したがって、学習を効率的に支援する学習環境が求められる。しかしながら、支援環境に対する比較評価はなされていない。本論文で比較のための項目について提案する。

支援環境構築には2つのアプローチがある。1つは汎用ツールの利用である。もう1つは開発者が自身の要求に基づき開発を行い、それを利用するものである。

支援環境に対する主要機能として以下を提案する。

- * 学習者に対する機能
 - 成果物作成と共有
 - コミュニケーション(アウェアネス機能を含む)
 - プロセス支援 (例: インспекション、障害管理、版/構成管理)
 - プロジェクト管理
- * 教授者に対する機能
 - グループ編成 (含む、グループ編成のためのデータ収集)
 - コミュニケーション(アウェアネス機能を含む)
 - メトリクス収集と分析

ソフトウェア開発では一般に、分析、設計、実装、テストの工程を経て最終成果物である

ソフトウェアが提供される。各工程では成果物が作成される。成果物はグループメンバー間での共通理解の基礎となるとともに、次工程に対する入力情報にもなる[18]。各成果物で記述すべき項目を明確にし、テンプレートとして構造化することにより重要な項目を記述し損ねることを減らすことができる。したがって、システムが成果物作成とそれらの共有を支援する必要がある。

ソフトウェア開発プロセスにおいて、質疑応答、要求、連絡、確認等のさまざまな形式のコミュニケーションが行われる。しかしながら、メンバーは各自のスケジュールがあるため、一同に会することは困難な場合もある。したがって、分散環境下でのコミュニケーションを支援する仕組が求められる。

グループ演習は数週間から数ヶ月にわたる場合が多い。これは学習者にとってあまり経験したことのない期間である。この期限内にプロジェクトを完了させるためにはプロジェクト管理が必要であり、そのための仕掛けが必要となる。

ソフトウェア開発では、例えば、プロセスと成果物の対応付けや状況管理等、いくつかの典型的なプロセスが存在する。それらを、コンピュータを用いて効率的に支援する必要がある。

3 事例

ソフトウェア工学教育に関する研究成果や事例報告は、ACM の計算機科学教育に関するシンポジウム (Technical Symposium on Computer Science Education : CSE) や IEEE のソフトウェア工学教育と訓練に関する国際会議 (Conference on Software Engineering Education and Training : CSEE&T) などで発表されている。これらの中にはすぐれた実践でありながらも 2.6 節で提案した枠組に対するデータが十分に示されていないものもある (例えば [1, 2, 8, 17, 18, 25])。本論文では比較評価のためのデータを示した 5 つの事例を紹介する。

3.1 Rein の事例

Rein の実践は文献[20, 21]として報告されている。

(1) 授業の概要

- * 学年： 経営学部学部生
- * 期間： 8 週間
- * 受講者数： 60-70 人

- * グループの規模： グループあたり 12-14 人 (グループ数固定)
- * 演習課題： 課題のアイデアはグループにより提案され、それを教師が承認する形態をとっている。

(2) グループ編成

- * グループ編成の目的： スキル均衡
- * 編成方法： 学生が主体となったグループ編成
- * 編成のためのデータ： 教師は授業中にまず高業績のグループについて話をする。Rein の手法ではリーダーに強力な権限を与える。最初にリーダーを立候補させ、その中から決定する。残りの受講生は 5 つのスキルグループ (話し手, プログラマ, 書き手, 研究者, プロセスの専門家) のどこかに入るよう指示される。リーダーはこれらのスキルグループを訪れ、インタビューを行い、必要と判断した受講生をメンバーにする。

(3) 成績評価

- * パターン： Hayes らによる枠組の(1)~(4)の 4 つを組み合わせ使用
 - * 評価に用いたデータ： Rein は基準に基づく評価方法(Criterion-referenced grading)を採用した[20]。各生徒の成績評価は目標に対する達成度に基づき行われる。
 - クイズ (規定された基準点をクリアするまで何度もうけ直しをする)
 - プロジェクト： 2 つの条件が満たされなければならない
 - ①プロジェクトは規定された基準を「越えている」、「満たしている」、「満たしていない」のうち、「越えている」か「満たしている」のどちらかでなければならない
 - ②各受講生はプロジェクトに対して十分な貢献者でなければならない。プロジェクトに対する各受講生の貢献は 2 種類の評価 (仲間内での評価と教師の印象) により決定される。
- プロジェクトが基準以上でも個人の貢献が低いと判断されると、その受講生は合格にならない

(4) 支援環境

- * 形態： ネットニュース、電子メール、表計算
- * 機能： 情報共有、非同期コミュニケーション、スケジュール管理

3.2 Brown らの事例

Brown らの実践は文献[4, 5, 6]として報告されている。

(1) 授業の概要

- * 学年： 学部 3 年生
- * 期間： 12 週間
- * 受講者数： 約 25 名
- * グループの規模： 5-6 名
- * 演習課題： いくつかの課題の中からグループが選択する。課題は学内で必要と提案されたものである。

(2) グループ編成

- * グループ編成の目的： より良い成果の達成
- * グループ編成方法： 教師が編成
- * 編成のためのデータ： 2 種類のアンケート「グループ編成」、「コンパティビリティポイント」を実施[4]。
 - 「グループ編成」のアンケート項目は以下の 7 項目：これまでの履修科目、現在履修中の科目、これまでに使ったことのあるソフトウェア・プログラム言語、グループ活動の経験の有無、グループリードになってもよいか、誰と一緒にグループになりたいか、取り組みたい課題
 - 「コンパティビリティポイント」の項目は 11 項目からなる：「本科目でとりたい成績」、「スケジュール」、「朝型か夜型か」、「プログラミングが得意か」、「文書作成が好きか」、「居住地」等

(3) 成績評価

- * パターン： Hayes らによる枠組の(1) ~ (3) の組み合わせ
- * 評価に用いたデータ： コースの成績の 70% は演習によるもの。それはグループの評価分、すなわち全員が同じ評価(全体の 30%分)と個人の貢献(全体の 40%分)。作成された文書や開発されたソフトウェアの品質を評価 [5]

(4) 支援環境

- * 形態： UNIX グループ、メーリングリスト、Web ページ
- * 機能： 情報共有、非同期コミュニケーション

3.3 Drummond らの事例

Drummond らの実践は文献[10, 11]として報告されている。

(1) 授業の概要

- * 学年： 計算機科学専攻学部 2 年生
- * 期間： 15 週間
- * 受講者数： 明記されていない。

- * グループの規模： 5-6 名
- * 演習課題： 全グループが同一課題に取り組む

(2) グループ編成

- * グループ編成の目的： 明示されていない
- * グループ編成方法： 教師が編成
- * 編成のためのデータ： 明示されていない

(3) 成績評価

- * パターン： Hayes らによる枠組の(1)を採用。他を使用しているかは不明
- * 評価のためのデータ： 成果物(最終成果、中間成果)から判定[10]

(4) 支援環境

- * 形態： BSCW を用いた独自環境を開発、ビデオ会議
- * 機能： コミュニケーション、成果物共有

3.4 松浦の事例

松浦らの実践は文献[16]として報告されている。

(1) 授業の概要

- * 学年： 計算機科学専攻学部 3 年生
- * 期間： 15 週間
- * 受講者数： 70-120 人
- * グループの規模： 1 グループあたり 11~16 人
- * 演習課題： 教師が 2 つの課題を提示し、各グループが 1 つを選択する

(2) グループ編成

- * グループ編成の目的： 記述なし
- * グループ編成方法： ランダム
- * 編成のためのデータ： くじ引き

(3) 成績評価

- * パターン： Hayes らによる枠組の(1)と(2)の組み合わせ
- * 評価に用いたデータ： グループの評価は受講生同士の評価によりなされる。最後の授業において、すべてのグループはシステムのプレゼンテーションを行う。それを評価する。プロジェクトにおける個人の貢献は詳細なアンケート(137 項目： 技術の理解、取組み姿勢、計画性、グループワーク、自己評価、開発方法論)の結果から、教師が評価している。

(4) 支援環境

- * 形態： 独自開発の Web アプリケーション
- * 機能： コミュニケーション、計画立案と進捗管理

3.5 樋山らの事例

樋山らの実践は文献[13, 14]として報告さ

れている。

(1) 授業の概要

- * 学年： 情報教育専攻学部 3 年生
- * 期間： 15 週間
- * 受講者数： 約 25 名
- * グループの規模： 3-5 人
- * 演習課題： 教師が 2 つ以上の課題を提示し、各グループがその中から 1 つを選択

(2) グループ編成

- * グループ編成の目的： グループ間の能力を均等にする
- * グループ編成方法： 教師が編成
- * 編成のためのデータ
 - 演習前に開設されているソフトウェア工学に関する講義の成績
 - アンケート（リーダーになることを希望するか、将来の進路、プログラミングスキル、文書作成スキル）

(3) 成績評価

- * パターン： Hayes らによる枠組の(1)と(2)
- * 評価のためのデータ： 以下の 3 項目：
 - 最終試験の成績
 - グループとしての活動に対する評価（プロセス、成果物の両方の観点から）： 教師がグループとして作成すべき成果物を規定する（ex. 開発計画、グループ進捗報告、会議議事録、システム分析、UI 設計書、DB 設計書、システムテスト仕様書、ユーザ説明書等）
 - 教師による個人に対する評価： 教師は個人で作成すべき成果物を規定する（個人進捗報告、担当モジュールに関わる文書・プログラム、単体テスト仕様書）、コミュニケーションログからも貢献度を評価する。

(4) 支援環境

- * 形態： 独自開発の Web アプリケーション
- * 機能： グループ編成、計画と進捗報告作成、非同期コミュニケーション(グループ内、グループと教授者間)、会議議事録作成、インスペクション、テスト仕様作成、障害管理、アウェアネス

4 議論

本節では、3 節で紹介した事例について 3 つの視点から比較評価を行う(グループ編成、成績評価、支援環境)。

4.1 グループ編成

多くの事例で教師がグループを編成している。

しかし、その理由は多様である。Daniels らは「産業界ではグループの割当が事前になされていることは一般的であり、個人がチームメートを選択することはできない」ことを教師によるグループ編成の理由としている。

Redmond は協調学習におけるメンバーの多様性の重要性を力説している。一方、Brown は「誰と一緒にになりたいか、彼らのバックグラウンド」に注目している。つまり「同種性」に焦点をあてている。Rein と樋山はグループ間での能力均等を重視している。

多くの事例でグループ編成に際しアンケートを行い、その結果を活用している。しかし、データがどのように活用されているのか、その仕組みについては明らかにされていない。このような状況下で、Redmond はグループ編成支援システムを開発した[19]。システムは入力としてアンケート結果を使用した。その項目は以下の通りである：コンピュータに関連した業務経験、プロジェクトの好み、演習可能な時間。システムはヒューリスティックアルゴリズムによりグループ編成を行う。受講生は仕事と学業を兼務しているので、特に利用可能時間を重視している。樋山は遺伝的アルゴリズムに基づくグループ編成システムを開発した[14]。

4.2 成績評価方法

表 1 は Hayes らによる枠組に従って、比較対象とした事例の成績評価方法をまとめたものである。この表は Hayes らが示唆しているように多くの事例はいくつかの方法を組み合わせで成績評価を行っていることを示している。

表 1： 成績評価方式の比較

	Rein	Brown	松浦	樋山
グループの評価を個人の評価とする	*	*	*	*
自己申告	*	*	*	*
グループメートによる相互評価	*	*		
クイズ	*			
個人の結果に関する相互に妥当性の確認				

4.3 支援環境

グループ演習を支援する支援環境についてはあまり議論がなされていない[24]。そのような中、表 2 は支援環境の現状を示したものである。多くの事例が非同期コミュニケーションと情報共有のために支援環境を利用している。支援環境は学習者の開発作業のみでなく、

表 2：支援環境の現状

		Rein	Brown	Drummond	松浦	樫山	Shoenig
形態		汎用ツール	汎用ツール	独自開発	独自開発	独自開発	独自開発
支援機能	成果物作成・共有		○(Web ページ)	○		○	
	コミュニケーション (グループ内)	○(電子メール, ニュース)	○(電子メール)	○	○	○(BBS と電子メール)	
	アウェアネス					○	
	コミュニケーション (グループ・教授者間)					○	
	プロジェクト管理	○(表計算)			○	○	
	プロセス支援					○(インスペクション, 障害管理)	○(インスペクション)
	グループ編成					○	○
	メトリクス収集						

学習者を支援する教授者グループをも支援する必要がある。現状では、各種データ収集を支援しているものは存在していない。

構成される統合的な学習環境が望まれる。これは学習者教授者双方を支援することが可能となるであろう。

5 まとめ

本論文では、グループによるソフトウェア開発演習教育を比較評価するための枠組を提案した。それは既発表の枠組を論じた論文を基礎とし、グループ編成、成績評価方法、計算機支援環境の3つの視点を提案した。グループ編成のための属性を追加し、計算機支援環境の視点を新たに追加したものである。

この枠組に従い、事例の比較を行った。

グループ編成に関して多くの事例では教師がグループ編成を行っていた。また多くの事例でアンケートによりデータを収集した。しかし、そのデータからどのようにグループ編成を行っているのかその機構については明らかにされていない。

成績評価に関しては、すべての事例で Hayes が提案した 5 項目のうち、2 項目以上を組み合わせて評価していた。特に、グループ全体の評価と個々人の貢献の双方が考慮されていた。

計算機支援環境に関しては、汎用ツールの利用と独自開発があり、独自開発を行っている事例でも開発プロセスの限定的な側面を支援しているに過ぎないのが現状である。今後はグループ編成のためのデータ収集、グループ編成、開発プロセス支援、開発プロセスやその成果物からデータ収集を行う機能群から

参考文献

- [1] E. J. Adams, A Project-Intensive Software Design Course, Proceedings of the twenty-fourth ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'93), pp. 112-116, ACM Press, 1993.
- [2] M. I. Alfonso and F. Mora, Learning Software Engineering with Group Work, Proceedings of the 16th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET'03), IEEE Computer Society Press, 2003.
- [3] B. Boehm, Software Engineering Economics, Prentice-Hall, 1981.
- [4] J. Brown and G. Dobbie, Software Engineers Aren't Born in Teams : Supporting Team Processes in Software Engineering Project Courses, Proceedings of the Software Engineering Education and Practice (SEEP'98), pp 42-49, IEEE Computer Society Press, 1998.
- [5] J. Brown and G. Dobbie, Supporting and Evaluating Team Dynamics in Group Projects, Proceedings of the thirtieth ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'99), pp 281-285, ACM Press, 1999.
- [6] J. Brown, Bloodshot Eyes : Workload issues in Computer Science Project Courses, Proceedings of the 7th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2000), pp. 46-53, IEEE Computer Society Press, 2000.

- [7] C. Chrisman, and B. Beccue, Evaluating students in systems development group projects, Proceedings of the eighteenth ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'87), pp. 366-373, ACM Press, 1987.
- [8] I. Crnkovic, M. Larsson, and F. Luders, Implementation of a Software Engineering Course for Computer Science Students, Proceedings of the 7th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2000), pp. 397-401, IEEE Computer Society Press, 2000.
- [9] M. Daniels, X. Faulkner, and I. Newman, Open Ended Group Projects, Motivating Students and Preparing them for the "Real World", Proceedings of the 15th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T2002), pp. 128-139, IEEE Computer Society Press, 2002.
- [10] S. A. Drummond, C. Boldyreff and M. Munro, Software Engineering Group Project Work : Past, Present and Future, paper presented at SIGToSE, London, March 1997, [http : //www.dur.ac.uk/~dcs1sad/papers/sigtose/sigtose.htm](http://www.dur.ac.uk/~dcs1sad/papers/sigtose/sigtose.htm).
- [11] S. A. Drummond, and C. Boldyreff, The Development and Trial of SEGWorld : A Virtual Environment for Software Engineering Student Group Work, Proceedings of the IEEE 13th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T 2000), pp. 87-97, IEEE Computer Society Press, 2000.
- [12] J. H. Hayes, T. C. Lethbridge, and D. Port, Evaluating Individual Contribution Toward Group Software Engineering Projects, Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering, pp.622-627, IEEE Computer Society Press, 2003.
- [13] A. Hazeyama, K. Osada, Y. Miyadera, and S. Yokoyama, An Education Support System of Information System Design and Implementation, Proceedings of the 7th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2000), pp. 393-396, IEEE Computer Society Press, 2000.
- [14] A. Hazeyama, N. Sawabe, and S. Komiya, Group Organization System for Software Engineering Group Learning with Genetic Algorithm, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E85-D, No. 4, pp. 666 - 673, 2002.
- [15] T. Koschmann (editor), *CSCL : Theory and Practice of an Emerging Paradigm*, Mahwah, JJ : USA : Lawrence Erlbaum Associates, 1996.
- [16] 松浦佐江子, 相場亮, グループワークによるソフトウェア工学教育の試み, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育CE68-1, pp.1-8, 2003年2月.
- [17] L. M. Northrop, Success with the Project-intensive Model for an Undergraduate Software Engineering Course, Proceedings of the twentieth ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'89), pp. 151-155, ACM Press, 1989.
- [18] H. Pournaghshband, The students' problems in courses with team projects, Proceedings of the twenty-first ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'90), pp. 44-47, ACM Press, 1990.
- [19] M. A. Redmond, A computer program to aid assignment of student project groups, Proceedings of the thirty-second ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'01), pp. 134-138, ACM Press, 2001.
- [20] G.L. Rein, Grades That Motivate, Proceedings of the Conference on Information Systems and Global Competitiveness, pp. 355-362, 1995.
- [21] G.L. Rein, Teaching IS Design and Development in a Group Learning Setting, Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning (CSCL95), 1995.
- [22] D. T. Ross, Structured Analysis (SA): A Language for Communicating Ideas, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol.3, pp.16-34, 1977.
- [23] T. J. Scott, L. H. Tichenor, R. B. island, Jr., James H. Cross II, Team Dynamics in Student Programming Projects, Proceedings of the twenty-fifth ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'94), pp. 111-115, ACM Press, 1994.
- [24] M. Shaw, and J. E. Tomayko, Models for Undergraduate Project Courses in Software Engineering, CMU/SEI-91-TR-10, ESD-91-TR-10, 1991.
- [25] S. Shoenig, Supporting a Software Engineering Course with Lotus Note, Proceedings of the International Conference on Software Engineering Education and Practice (SEEP1998), IEEE Computer Society Press, 1998.
- [26] D. E. Wilkins, and P. B. Lawhead, Evaluating Individuals in Team Projects, Proceedings of the thirty-first ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE), pp. 172-175, ACM Press, 2000.