

オブジェクト指向モデリング教育における 個別学習と協調学習を組み合わせた授業の 設計と実践

高井久美子[†] 渡辺博芳[†] 佐々木茂[†] 鎌田一雄^{††}

情報システムのモデリング演習授業において、個別学習と協調学習を組み合わせた授業を設計し実践した。この授業は学部学生を対象とした必修授業であり、学習に対する姿勢や学力が多様な学生に配慮した授業設計が必要となる。我々が設計した授業では、学習のテーマごとに、基礎知識習得のためのコース管理システムを活用した個別学習と、協調学習としてのグループ討議を含むモデリング練習を実施し、その後、協調学習としてのチームによるモデリング実習を行う。設計した授業を2008年度と2009年度に実践した。試験結果、学生に対するヒアリング及びアンケート結果を分析した結果、有効性が示された。

Design and Implementation of Object-Oriented Modeling Course Blending Individual and Collaborative Learning Activities

KUMIKO TAKAI[†] HIROYOSHI WATANABE[†]
SHIGERU SASAKI[†] KAZUO KAMATA^{††}

In this paper, we describe that we have designed an object-oriented modeling course by blending individual and collaborative learning activities. Because it is a required course, we take into account the diversity of students' attitude in learning and academic ability. Our course design consists of three learning activities, that is, (1) individual learning for basic knowledge using a course management system, (2) modeling exercise with group discussion and (3) team modeling practice as collaborative learning. We conducted classes based on the course design in 2008 and 2009. The results show that the design is effective for students to reach an adequate level of basic knowledge and modeling ability.

1. はじめに

情報システム開発において、ユーザのニーズから情報システムのモデルを可視化し、ユーザと開発者の意思疎通ができることが必要である。したがって、情報技術者の教育においては、そうしたモデリング力を育成することが重要となる。そのため、企業内教育において UML を用いたモデリング教育[1,2]や社会人を対象とした専門職大学院におけるモデリング教育[3]が検討され、実施されている。これらに対して、我々は大学の専門情報教育における効果的なモデリング教育の方法を検討している[4,5]。

近年、大学では学生が多様化しており、学習に対する姿勢や学力がさまざまな学生に対して、配慮する必要がある。特に必修授業においては、単位が取得できないことは留年だけでなく退学につながる可能性もあるため、学習内容の質を維持しながら理解の底上げをはかり、履修者全員を一定のレベルに達させるような授業の工夫が必要となっている。本研究では、このような多様な受講生が対象となる、大学におけるオブジェクト指向モデリング教育の授業を設計した。

オブジェクト指向モデリング教育においては、実際にモデルを作成する数名のグループによる演習の実施が効果的とされており[1]、企業内教育や専門職大学院を対象とした先行実践[2,3]においてもグループによる協調学習活動を取り入れている。また、協調してモデルを作成するためには、メンバーが基本的な知識を習得していることが前提となる。そこで、授業全体としては基礎的な知識を学習した後、協調学習活動としてのモデリングを実施する。ここで、多様な受講生が対象となる大学教育においては、モデリング協調学習に入る前に、前半の基礎的な知識の学習において個々の受講者に十分な基礎知識を習得させ、ある程度のモデリングの力を身に付けさせることが鍵となる。そこで、これまでの我々実践で基礎的な知識の学習に効果があった、コース管理システム (CMS) を活用した自己学習型授業の手法[6,7]を適用し、個別学習と協調学習を組み合わせたモデリング練習課題を配置した。

本稿では、提案するオブジェクト指向モデリング演習の授業設計とそれに沿って実践した結果について述べる。

2. 授業設計

2.1 対象となる授業の概要

本実践の対象となる科目は、理工学部の情報科学科 3 年次前期に開講する科目で、2 コマ連続の授業 7 回から構成される。モデルの記述言語は、統一モデリング言語 UML

[†] 帝京大学

Teikyo University

^{††} 宇都宮大学

Utsunomiya University

(Unified Modeling Language) を採用した。受講者は3年次までに Java 言語によるプログラミング 1 から 4 の科目を履修しており、プログラミング 3 ではオブジェクト指向についても学んでいる。

2.2 学習目標と授業における学習内容の範囲

学習目標は、情報システム開発プロセスの初期段階のモデリングをチームで行い、その成果を記述できるようになることとする。そのために、問題や要求を分析してモデルを作成できることが到達すべき学習成果となる。この学習成果に到達するためには、以下のようなことが前提となる。

- (a) UML で表現されたモデルが読み取れること
- (b) モデリングの成果を UML で表現できること
- (c) モデリング言語で表現されたデータモデルに対応するプログラムを記述できること

ただし、限られた時間で UML のすべてのダイアグラムを扱うことができないので、ユースケース図、クラス図、シーケンス図を中心に扱うこととした。

2.3 到達度の評価方法

学習目標の到達度は、以下に述べる 2 つの試験と、最終レポートで行う。

まず、基礎知識として 2.2 で述べた (a) から (c) を評価する。これらの習得を確認する試験を「基礎知識確認試験」と呼ぶ。基礎知識は、UML の記法についての設問や、文章で説明された状況と UML ダイアグラムの対応や、Java プログラムと UML ダイアグラムの対応を問う設問などで評価できる。

モデリング対象についての説明を文章で与え、モデリングの結果を UML で記述させることで、学習目標の到達度を評価する試験を「到達度評価試験」と呼ぶ。

2.4 主な学習活動と学習内容

2.2 で述べた学習目標を達成するために、全体としては、授業期間の前半でモデリングに必要な基本的知識とモデリングの基礎力を習得し、後半にチームでモデルを作成することを通してモデリングの力を高めることとした。チームでのモデリングを効果的に行うためには、その前に個々の学生が基礎的な知識を習得し、モデルを作成する力がある程度身につけておく必要がある。そこで、以下の 3 つの学習活動を配置する。

- (1) 概念や記法といった基礎的な知識を学ぶ「基礎知識学習」
- (2) 知識を用いて簡単なモデリング課題を解く「モデリング練習」
- (3) 情報システム開発を念頭に置いてチームでモデリングを行う「チームモデリング」

これらのうち、(1) と (2) は学習対象となるテーマごとに繰り返す形で実施する。一方、(3) はプロジェクト学習のように数回の授業を通して実施する。

表 1 各回の学習内容

第 1 回	情報システム開発プロセスと UML (1)
情報システムの開発プロセスとオブジェクト指向を復習し、UML の概要、ユースケース図について学ぶ	
第 2 回	情報システム開発プロセスと UML (2)
UML 中のクラス図、クラス図と Java 言語によるプログラム記述の対応関係を学ぶ	
第 3 回	情報システム開発プロセスと UML (3)
UML 中のクラス図についての理解を深め、シーケンス図について学ぶ	
第 4 回	モデリング演習 (1)
仮想的な情報システムのテーマに対してチームによるモデリング演習を開始し、初期モデルを作成する	
第 5 回	モデリング演習 (2)
初期モデルを改善してその成果を UML で記述すると共に、成果発表のためのプレゼンテーションを準備する	
第 6 回	モデリング成果発表と相互評価
モデリングの成果をチーム毎にプレゼンテーションし、発表内容について学生間で相互に評価し、コメントし合う	
第 7 回	モデリング実習のまとめ
プレゼンテーション発表会でのコメントをもとに、モデリング結果を改善し、レポートにまとめて提出する	

毎回の授業における学習内容を表 1 に示す。第 1 回から第 3 回の各テーマについて「基礎知識学習」と「モデリング練習」を行い、第 4 回以降で「チームモデリング」を実施する。

3. 授業の実施方法

3.1 個別学習と協調学習の組み合わせ方法

2.4 で述べた 3 つの学習活動のうち「基礎知識学習」を個別学習で、「モデリング練習」と「チームモデリング」を、個別学習と協調学習を組み合わせる方針をとった。

講義形式の授業では、「自分のペースで学べない、学習態度が受け身になりがちである」といった問題があるが、CMS を活用した個別学習が、知識を習得する学習に効果的であることがこれまでの授業実践で示されている[6]。そこで、「基礎知識学習」は、CMS を活用した自己学習型の個別学習とした。

「モデリング練習」では、簡単なモデリング課題を解く。これを、最初は個別学習と位置づけて実践を行った。個々の学生が課題に取り組んで解答を提出し、教員が全体に対して解説をする形であった。そこに、課題の解答を学生自身が振り返ったり協調して振り返る活動を取り入れることで学習効果を高めることができるのではないかと考え、改善を加えた。簡単なモデリング課題を解く個別学習と、その解答をグループで発表し合って検討するグループ討議と呼ぶ協調学習とを組み合わせることとする。学生の理解度に大きな差がある場合は、教員は課題の解説においてポイントを絞ることが難しい。そのため、グループ討議で理解のレベルをある程度揃えておき、理解が不足している点を明確にすることで、教員はそこに焦点を絞った課題の解説を与えることが可能になる。このようにしてフィードバックの効果を高めることで、理解度が増すと思われる。そのほかグループ討議では、学生の教え合いによる理解の定着が期待できる。

「チームモデリング」では、チームで協調して問題領域を分析し、UMLを用いて情報システムを設計する演習を行う。最初は協調学習活動と位置づけて授業実践を行った。協調学習活動の中には、学生が個々にモデルを考えるなどの個別の学習活動が存在するはずである。そして、協調学習では学生の取り組み方によって獲得できる力に差がつく。そこで、協調学習の中にあるはずの個別学習を明確にするように改善を加えた。具体的には、「チームモデリング」に先立って、モデリング課題をCMSに提示し、各自にモデルを考えさせる。また、チームで作成したモデルについては、授業時間外に各自で精査させる。このように、協調作業の前や協調作業の間に各自で考えてくるように明示することを「個別学習過程の明確化」と呼ぶ。「チームモデリング」の協調作業の中に個別学習を明確に位置付けることで、各人が自分でしっかり考えることが期待できる。

3.2 全体的な流れ

設計した授業の全体的な流れを図1に示す。第1週から第7週までの時間の経過に従って、上段の協調学習と下段の個別学習とに分けて学習活動を示している。2.4で述べた3つの学習活動「基礎知識学習」「モデリング練習」「チームモデリング」の配置も示した。四角形で示したものは概ね授業時間中に行う活動を、楕円で示したものは授業時間外に行う活動を示している。

授業の前半には、「基礎知識学習」と「モデリング練習」を行う。具体的には、学生は第1週に基礎知識を学んで課題を提出する。その課題解答について第2週でグループ討議を行って、グループで討議した結果を提出する。教員は、提出されたグループ討議の結果を参考にして課題の解説をする。このようなサイクルを第2週と第3週、第3週と第4週にも繰り返す。

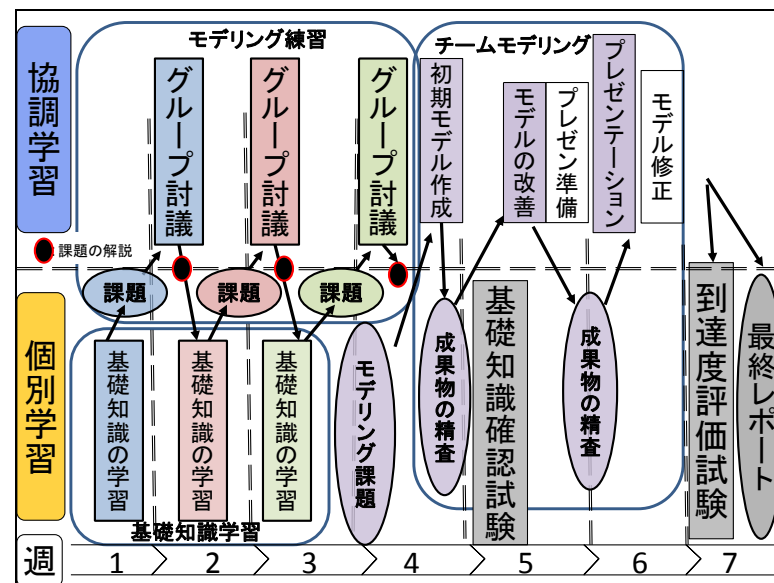


図1 授業の全体的な流れ

授業の後半の第4週から第6週は、「チームモデリング」を行う。チームでモデリング作業を行うことが授業時間中の主な学習活動である。学生には、第3週の終了時に「チームモデリング」のモデリング課題を示すことで、チームでのモデリング作業の前に各自でモデルを考えられるようにした。また、第4回と第5回のチームでのモデリング作業の後にチームで作成したモデルを各自で精査する宿題を配置した。授業の後半には、評価のための活動として、第5回に基礎知識確認試験を、第7回に到達度評価試験を配置し、第7回の授業終了後1週間以内に最終レポートを提出させることとした。

3.3 基礎知識学習

2.2で述べた(a)から(c)に相当する基礎知識を習得するために、UMLのダイアグラムの記法やその意味を学習する。方法としては、CMSに掲載された教材と事前に配布されたハンドアウトを用いて、自己学習型の個別学習を行う。CMSは教材コンテンツを配信するほか、小テストやセルフテスト、ディスカッション機能などを配して、学習を支援する。CMS上の教材コンテンツは、予習が可能なように授業の1週間前には公開する。

教員によるイントロダクションの後、学生は CMS に掲載された教材を読み、選択式問題のセルフテストを受験して、理解度を確認するといった学習活動を自分のペースで進める。また、授業回ごとに選択式問題のまとめの小テストを配置し、100 点をとるまで何度も受験することを推奨する。これは、基礎知識の習得を学生自身が確認して完全に習得するまで学習することを目指している。

ハンドアウトのプリントは CMS の教材コンテンツのエッセンスをまとめたものである。CMS 上の教材コンテンツを単に読み進めるだけでは理解が定着しないのではないかと考え、ハンドアウトに学生自身が書き込んで学ぶように工夫している。学習内容の中でポイントとなる部分については、学習すべき項目名のみをハンドアウトに載せて学生自身に詳細を書き込ませる。書き込んだ内容は、次回授業時に教員や TA がチェックする。

3.4 モデリング練習

モデルを作成する力を養うために、学生が各自で簡単なモデリングの課題を解き、グループ討議を行ってグループとしての解答をまとめる。教員はグループ討議でまとめられたものを基に、クラス全体に対して解説を行う。

まず、学生は、与えられた UML のダイアグラムを描く例題演習を行う。その後、以下のような課題が出題される。学生は各自で課題に取り組んで、授業前日までに課題のファイルを CMS へ提出する。

- (1) 与えられた情報システムの説明から UML のダイアグラムを記述する。
- (2) UML で記述されたモデルを Java 言語のプログラムとして記述する。
- (3) Java 言語のプログラムで記述されたモデルを UML で記述する。

グループ討議では、課題の解答を互いに発表し、話し合っグループとしての解答を作成する。グループのメンバーは、原則として毎回異なる 3 名とし、教員が決めて授業前に提示する。

グループ討議は以下のように進める。まず、進行係、ワークシート記入係、タイムキーパーといった役割を決める。そして、一人ずつ解答を発表し、一人の発表ごとに質疑応答をする。発表時間は一人 2 分、質疑応答を 2 分とする。質疑応答では、他のメンバー全員が必ず質問やコメントをすることを推奨する。質疑応答での発言を促す工夫として、あらかじめコメントする順番を決めておくこととする。全員が発表したのち、グループとしての解答を相談して決める。討議の過程で出た疑問点のうち、話し合いでは結論が出なかった点や、わからなかった点も明確にしておく。これらの、解答や疑問点などはワークシートに記入させた。解答の相談とワークシートへの記入時間を合わせて約 15 分間とし、グループ討議の時間は全体で 30 分間とする。発表や討議の時間は、タイマーで自ら管理して決められた時間内で行うこととする。

ワークシートには、教員があらかじめ発表者の順番とコメントする順番を記入しておき、グループ討議の前に配布する。学生は、グループとしての解答と、グルー

プ討議で明らかになった疑問点や不明な点を記入する。また、進行係などのグループで決めた役割も記入する。

教員は、提出されたワークシートを参考にして、クラス全体に向けて課題の解説を行う。特に、多くのグループが誤った解答を記述していたり、不明な点として記述している点に焦点をあてて解説する。

3.5 チームモデリング

仮想的に発注された情報システムについて、チームで協調して問題領域を分析し、UML を用いて情報システムをモデリングする。モデリングの成果はチームごとにプレゼンテーションする。

チームのメンバーは、4~5 名で「チームモデリング」の間、変更しない。チームをバランスよく構成するために、2 年次の演習授業の成績を参考にして教員がメンバーを決める。

課題の情報システムについて説明した文書はプリントで配布し、CMS にも提示する。同じクラスの中ではどのチームも同一の課題である。学生は、この文書に基づいて情報システムのモデルを各自で考えて、チームでモデルを作成する作業に臨む。

「チームモデリング」における作業の進め方については、各回の学習活動リストとして、各回で行うべき学習活動、提出物、提出担当の係や期限を CMS に示す。また、チームメンバーの一人一人に責任を持たせるために、リーダー、モデリング文書化係、記録整理係などの係を置いて、全員になんらかの役割を担わせる。各係は、活動報告として、毎回の作業内容やメンバーの学習状況、モデリングの中間成果物を CMS に提出する。

3.1 で述べた「個別学習過程の明確化」として、「チームモデリング」に先立って、モデリングのための課題を CMS に提示し、各自でモデルを考えてから演習に臨むように指示する。また、チームで作成したモデルについては、授業時間外に、学生一人一人がそのモデルを精査するように指示する。モデルを精査するためのチェック項目を示し、チェックした結果を提出させる。改善点などがある場合は、個人で考えたモデルの修正版も併せて提出させる。

モデリングの成果は、モデル化した情報システムを UML ダイアグラムなどを用いてチームごとに発表する。発表では、チームの全員が分担して話すこととした。プレゼンテーションと質疑応答の時間を十分に確保するために、チームを複数の群に分け、各群には 1 名ずつの教員がついて並行して発表させる。発表内容に対しては、学生相互あるいは教員が質問やコメントを加えて、それを基にチームでモデルを改善させる。プレゼンテーションの質疑応答で得たコメントや改善案もまた、CMS に提出させる。

3.6 到達度の評価方法

学習の成果は、基礎知識確認試験、到達度評価試験および最終レポートで評価する。

基礎知識確認試験は、CMS を用いて実施した。UML の記法や、文章で説明された状況とダイアグラムの対応、Java プログラムとダイアグラムの対応関係などを問う選択問題からなる。CMS を用いた試験の実施において懸念される不正行為の防止のため、試験以外のコンテンツにアクセスできないように工夫したオンライン試験環境[8]を用いた。

基礎知識の習得については、この試験の合格点を定めて、一定のレベルに達していることを確認する。合格点は60点とした。基礎知識の習得が合格点に達していない学生には日を改めて再試験を行うこととし、全員が一定のレベルに達するまで実施した。

到達度評価試験は、モデリング対象の情報システムについて説明した文章を与えて、モデリングの結果をUMLで記述させるペーパーテストの形で行う。授業で取り扱ったダイアグラムのユースケース図、クラス図、シーケンス図を記述させる。限られた試験時間の中で実施するため、シーケンス図は指定した一つのみを記述させる。

最終レポートは、それまでの「チームモデリング」の成果を生かして学生が各自で作成する。チーム活動の成果と学生個人の学習成果の両方を適切に記述させるため、UMLのダイアグラムの他にレポートに含めるべき内容を示した上で、レポート作成の指針として、チームのメンバーで共用してもよい部分と個人で書く部分を具体的に示す。

4. 授業実践の結果と考察

4.1 授業実践の概要

以上で述べた授業を帝京大学理工学部情報科学科3年次の選択必修科目「情報科学演習2」において2008年度、2009年度の前期に実施した。履修者は2学年あわせて156名であった。3.1節で述べたように、授業改善を進めながらこれらの実践を行ったために、2008年度の授業は、2009年度の授業と比較すると以下の点で異なっている。

- ・「モデリング練習」では協調学習としてのグループ討議を実施しておらず、課題を提出した翌週に課題の解説を行う個別学習の形態であった。
- ・「チームモデリング」においては「個別学習過程の明確化」を行っておらず、協調学習活動として位置づけていた。

各年度とも、他の科目との時間割の都合で、学期の前半と後半に異なる2つのクラスに対して同じ内容の授業を実施した。それぞれ前半のクラスを「A組」、後半のクラスを「B組」と呼ぶことにする。

UMLのモデルを表現するツールとして、UMLモデリングツールJUDE[9]を採用し、Javaプログラム開発環境としては、Eclipseを採用した。

実践の結果から、学生の学習内容の習得状況と授業設計の効果の2つの観点について評価した。学習内容の習得状況は、先に述べた基礎知識確認試験、到達度評価試

表2 基礎知識確認・到達度評価の試験結果

クラス	人数 (名)	基礎知識確認試験		到達度評価試験	
		平均点 (点)	分散	平均点 (点)	分散
2008-A	40	76.2	15.5	52.5	18.6
2008-B	44	78.2	12.9	55.3	21.8
2009-A	33	72.8	13.2	68.4	16.9
2009-B	39	77.2	18.6	71.2	21.5

験の結果をもとに考察した。一方、授業設計の効果は、ヒアリングにより収集した学生の発言をこの授業に配置した学習活動ごとにまとめ、アンケート結果もあわせて授業設計の効果进行分析した。

4.2 学習内容の習得状況に関する評価

基礎知識確認試験と到達度評価試験の結果を表2に示す。

基礎知識確認試験の平均点を見ると、2008年度、2009年度ともに十分に基礎知識の習得ができていると思われる。この試験は、合格点である60点に達しなかった学生を不合格として後日再試験・再々試験を実施し、最終的には全員が合格点に達している。表2の基礎知識確認試験の得点は、このうち初回の試験結果である。基礎知識確認試験の平均点は2009年度A組がやや低いが、有意な差ではない。

一方、到達度評価試験の平均点は2009年度の方が高かった(t検定 $p=0.01$ で有意差あり)。このことから、2009年度に実施した授業方法がモデルを作成する力をつけさせるのに、効果があると言える。

4.3 授業設計の効果に関する評価

4.3.1 分析方法

授業がどのように機能しているかについて分析するために、質的研究[10]のモデルの作成過程を参考に、以下の手順で授業設計の効果を示すモデル図を作成した。

- (1) 前半のA組の授業終了後に4名の学生にヒアリングを実施。
- (2) ヒアリングにおける発言を授業に配置した学習活動ごとに整理して暫定的なモデル図を作成。
- (3) 暫定的なモデル図にあげられた項目について後半のB組の授業終了後にアンケートを実施。
- (4) 後半のB組の授業終了後に3名の学生にヒアリングを実施。
- (5) 後半のヒアリングでの発言を含めてモデル図を修正、(3)のアンケート結果から、その項目を支持する学生の割合を記載。

ヒアリングは非構造化面接法[11]で1人につき30分程度行った。ヒアリング対象の

学生は、成績や授業に対する積極性などのできるだけ偏りがないように配慮して教員が指名した。ヒアリングは録音してテキストに起こした。

モデル図の作成では、授業設計の効果を示していると考えられる発言を拾い上げ、発言内容を端的に表す表現に置き換えた。複数の学生が発言している項目も、一人の学生が発言している項目も同様に拾い上げた。学習活動を縦方向に並べた図の、発言に関連する学習活動の場所に、拾い上げた発言を配置した。次に各項目で原因と結果の関係にあるものは矢印で関連づけた。項目間の関連から見て、学生の発言そのものにはない補足的な項目を追加した。項目の表現や配置場所の検討など、モデル図の作成は著者のうちの2名で議論をしながら実施した。

アンケートはCMSの機能を使って実施し、回答数は39名であった。質問文はたとえば「小テストは学習内容の理解に役立ちましたか」「討議によって印象深く、強く記憶に残るといったことがありましたか」といった設問で、「役に立った/あった」「どちらかと言うと役に立った/あった」「どちらかと言うと役に立たなかった/なかった」「役に立たなかった/なかった」のような4択で回答してもらった。その結果から「役に立った/あった」「どちらかと言うと役に立った/あった」と回答した学生の割合をモデル図に記入した。

4.3.2 分析結果

前節で述べた方法で作成したモデル図を図2に示す。図2中の「基礎知識の習得」と「実質ある討議」はヒアリングの発言そのものにはない補足的な項目である。図2は、ヒアリング記録からモデル作成者が授業設計の効果と考える発言を拾い上げたもので、いわば「理想モデル」に近いものである。図2から、「基礎知識学習」では、CMSとその中でも特に小テスト、そしてハンドアウトへの書き込みが理解に役に立っていることがわかる。

「モデリング練習」のうち、個別の学生がモデルを作成する活動では、学友を意識して、発表の準備をしたり、一回ごとに真剣に取り組んでいる。このことから、課題の解答を教員に提出するだけでなく、学生同士で解答を示しあって検討する活動が、課題に真剣に取り組ませ、学習内容の理解にも有効であったと言える。「モデリング練習」のうち、協調学習としてのグループ討議では、教え合いがあり、その中で理解が深まったり、強く記憶に残るといことがある。また、グループ討議により疑問点がより明確になって、課題の解説を集中して聞くことにつながる。

「チームモデリング」では、チームでのモデリング作業の前に各自が課題を考えてくることが、討議の場で自分の意見を出しやすいことにつながる。また、チームでの成果物を学生が各自で精査する課題により、問題点や修正点などの気づきがあり、それを再び討議することにつながる。これらによって実質ある討議が行われ、深い理解につながっていると考えられる。

さらに、「モデリング練習」におけるグループ討議や「チームモデリング」といっ

た協調学習には、コミュニケーション力が向上したという効果や、モチベーションが上がる、意欲がわくといった効果がある。また、「モデリング練習」で討議に慣れることが、チームモデリングの活動をスムーズに行えることにつながっていることもわかった。

図2の項目はヒアリングした学生全員が述べているわけではなく、図2とは異なる意見や当てはまらない部分もある。そこで具体例としてヒアリング調査をした個々の学生(4名分)の発言をまとめたモデル図を図3に示す。学生A,Bは成績上位であり学生C,Dは下位である。成績下位の学生C,Dに特徴的なことは、「チームモデリング」について「事前にモデルを考えてこない方が良い」あるいは「事前にモデルを考えてこなかった」と述べていることである。これは我々の意図する授業設計とは異なる趣旨の発言である。学生C,Dの他の発言からその理由を推測すると、自分で考えるのではなくモデリングの過程を共有しながら作業を進めることを好んでいることから受身の姿勢で学習する習慣があるのではないかと考えられる。

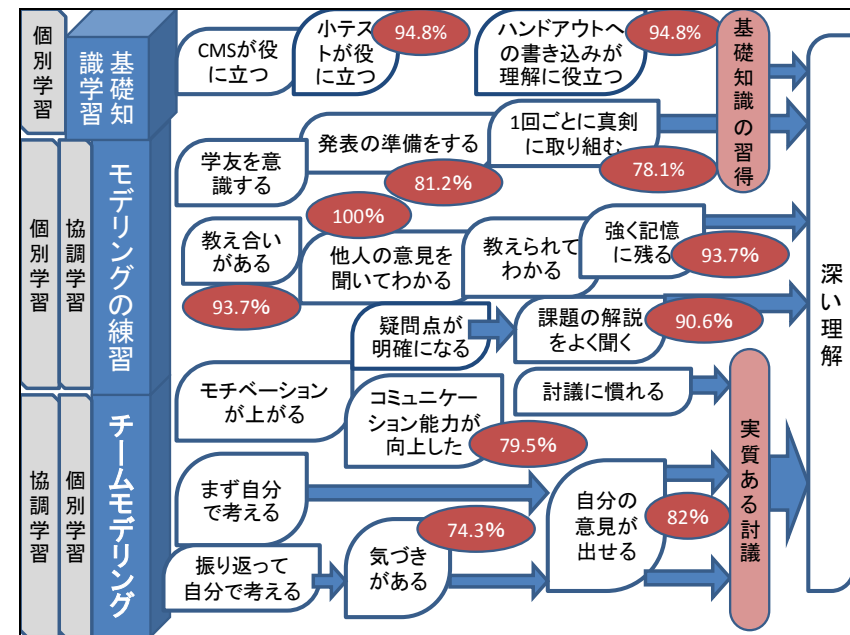


図2 授業設計の効果を示すモデル図 (理想モデル)

また、学生 B が、「モデリング練習」において「実質的には討議していない」と発言しており、「チームモデリング」における成果物の精査についても「自分で見ても気づきがない、他の人にチェックしてもらおう方がいい」としている。学生 B の他の発言から推測すると、一度自信を持って導いた結果を客観的に見直すことが難しいようである。また、「解説はいらない・模範解答の提示だけでいい」という発言もあり、解説を聞くより、模範解答と自分の解答を自分のペースで比較して考えたいようである。他の発言からその理由を推測すると、CMS を見る習慣があることから、セルフラーニング型の授業などで自分のペースで学ぶ習慣がついてため、時間的な拘束を嫌うものと思われる。ただし、学生 B も設計した学習活動のすべてが適合しない訳ではなく、効果的に機能している部分も少なくない。

以上のように、個々の学生を見ると、必ずしも当てはまらないこともあるが、全体としては、「基礎知識学習」、「モデリング練習」、「チームモデリング」からなる授業設計は有効に機能しているとみることができる。

4.4 考察

これまで述べた実践の評価結果から、提案した授業設計が全体として有効に機能していることがわかった。また、3つの学習活動についても、それぞれが学習効果をもたらし、相乗的な効果も認められる。

まず、基礎知識習得のために、CMS を活用した個別学習が効果的である。特に CMS 上で繰り返し解答できる小テストが基礎知識の確認と理解に役立っている。これらの知見は我々の先の実践[6,7]でも得られたが、改めてその有用性を確認できた。また、ヒアリングの中で、基礎知識を理解したので、その後の学習へのモチベーションが上がったと発言する学生もあり、多様な学生が対象となる場合、基礎知識習得の部分をしっかりフォローすることが重要である。

次に、「モデリング練習」の課題において、個別学習による解答の後、協調学習としてのグループ討議を導入することが効果的である。このことは2008年度と2009年度の実践におけるグループ討議の有無の比較から明らかである。グループ討議には協調学習としての教え合いとしての効果の他に、学友の前で自分の解答を説明しなければならぬことから、より真剣に課題に取り組んだり、解答を考えるだけでなく、それを説明する準備をすることで理解が深まるといった効果もある。また、協調学習では教え合いでは解決できないこともあり、結局疑問が残る場合が多いこともわかった。ただし、それが疑問点を明確にし、解説を集中して聴くことにつながる効果がある。さらに、討議に慣れることがその後の「チームモデリング」を円滑に進めることにもつながる。このように協調学習としてのグループ討議の導入は、その前後の活動に対しても良い効果をもたらすことがわかった。

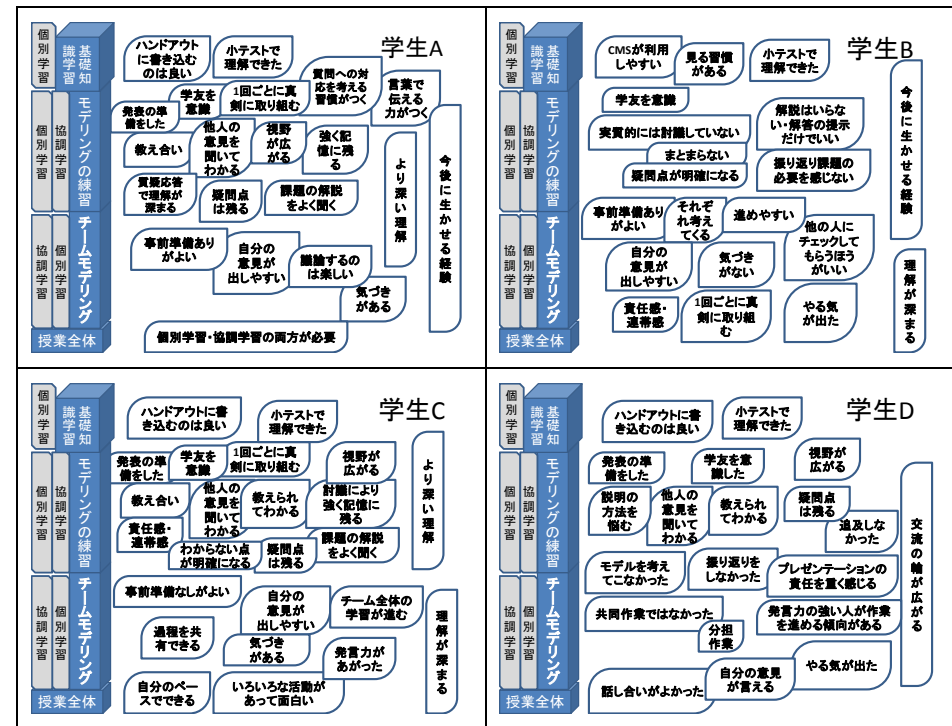


図3 個々の学生の発言をまとめたモデル図（個別モデル）

協調学習としての「チームモデリング」は、学習内容の理解に役立ち、コミュニケーション力が高まるといった実感が、学生にはあるようである。提案した授業設計では、協調学習としての「チームモデリング」作業の前や間において、各学生の個別学習の活動を明確化した。このような各学生の学習活動は、特別に明示しなくても自発的に行う学生もいるが、やるべき学習活動を明示することによって、自発的に行わないような学生の学習活動をガイドできると考えられる。このようなガイドは多様な学生が対象となる場合に重要になる。

5. 関連研究

情報システム開発教育の観点では、社会人学生を対象とした専門職大学院における教育プログラムの開発[3]や、企業におけるオンライン協調学習の実証実験[2]がある。

いずれも、基礎知識の習得と協調作業による「チームモデリング」の2段階で実施している点は本研究と類似している。しかし、本研究では、学習者の多様性に配慮して、この2段階の中間にグループ討議を含む「モデリング練習」の段階を配置している点が異なっている。

教授方略の観点では、個別学習と協調学習を組み合わせた授業実践として、向後が、大学における情報社会や教育実践に関連する科目において、学習テーマごとにeラーニングによる個別学習と教室におけるグループ活動を組み合わせた実践[12]を行っており、学生のポジティブな反応を引き出している[13]。また、板谷らは医学用語教育において、グループ学習、講義、CMSを用いた個別学習を、毎時間の授業において組み合わせ、グループ学習を取り入れることで動機付けと学習意欲持続性の面で効果が示唆されたとしている[14]。このように、個別学習と協調学習の組み合わせは学生の動機付けに大きな効果があることが示されている。一方、本研究では、個別学習と協調学習の組み合わせが学習内容の習得においても効果的であることを示すことができた。また、我々の授業設計は単純な個別学習と協調学習の組み合わせではなく、情報システムのモデリング教育に必要な3つの学習活動を設定し、それらのうち1つを個別学習で、他の2つを異なるタイプの学習活動の組み合わせで行っている。

6. おわりに

オブジェクト指向モデリング教育において、個別学習と協調学習を組み合わせた授業を設計し実践した。本授業設計は、CMSを活用した個別学習で基礎知識を習得する「基礎知識学習」、グループ討議を含む「モデリング練習」、「チームモデリング」の3つの学習活動から構成される。実践結果から、提案した授業設計が全体として有効に機能していることが示された。また、モデリングの力を育成するために、「モデリング練習」にグループ討議を導入することがいくつかの点で効果的であることが明らかになった。さらに、学習意欲の喚起という点からもこの授業設計が有効であることが示唆された。

今後の課題としては、設計したモデルを用いて情報システムを開発する次の段階へと進む演習授業へと発展させたい。

謝辞 本研究の一部は科研費(21500955)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 中尾信明:オブジェクト指向,UMLに関する教育の視点と実践,情報処理学会研究報告,2004-CE-74,pp.9-16(2004).
- 2) 栗山健,高橋昭雄,池田満:教えあい学びあう協調学習環境と評価 -UMLの学習をとおして-,

教育システム情報学会協調学習と支援技術シンポジウム論文集, pp.55-60,(2004).

- 3) 加藤由花,南波幸雄:概念データモデリングによる情報システム上流工程教育,情報処理学会論文誌,Vol.50,No.2,pp.626-636,(2009).
- 4) 高井 久美子,佐々木 茂,渡辺 博芳:個別学習と協調学習によるオブジェクト指向モデリング教育の実践,平成20年度情報教育研究会講演論文集,A3-4, pp.65-68 (2008).
- 5) 高井 久美子,渡辺 博芳,佐々木 茂,鎌田 一雄:オブジェクト指向モデリング教育におけるCMS活用授業の設計,情報処理学会第11回CMS研究会予稿集,pp.26-33 (2009).
- 6) 渡辺博芳,高井久美子,佐々木茂,荒井正之,武井恵雄:セルフレラーニング型授業の試み -LMS・ビデオ教材・評価支援システムによるプログラミング教育-, 論文誌情報教育方法研究,Vol.6,No.1,pp.11 - 15 (2003).
- 7) 高井久美子,佐々木茂,渡辺博芳,荒井正之,武井恵雄:「物語」導入型教材コンテンツを活用したセルフレラーニング型授業 -オブジェクト指向プログラミング教育における実践例-,教育システム情報学会誌,Vol.24,No.2,pp.106 - 116 (2007).
- 8) 古川文人,渡辺博芳,佐々木 茂,及川芳恵,高井久美子,武井恵雄:コース管理システムのテスト機能を用いた定期試験の実践,情報処理学会第86回コンピュータと教育研究会, pp.51-57(2006).
- 9) JUDE/Community, <http://jude-users.com/ja/>, (2009年9月アクセス)
- 10) 西條剛央:ライブ講義・質的研究とは何か,新曜社, (2007).
- 11) 鈴木淳子:調査的面接の技法[第2版],ナカニシヤ出版 (2005).
- 12) 向後千春:eラーニングと教室授業のブレンド型授業の実践と評価,教育システム情報学会第33回全国大会講演論文集,pp90 - 91(2008).
- 13) 向後千春,富永敦子:ブレンド型大学授業の学生による授業評価の分析,教育システム情報学会研究報告,Vol.24,No.2,pp.44 - 49 (2009).
- 14) 板谷道信,田中伸代,小林伸行,David H. Waterbury,名木田恵理子:グループ学習とeラーニングによる個別学習を併用した医学用語教育の実践と評価,教育システム情報学会第34回全国大会講演論文集,pp. 400 - 401 (2009).