

専門職大学院における概念データモデリング教育の実施と評価

加藤由花 南波幸雄

産業技術大学院大学 産業技術研究科

E-mail: yuka@aiit.ac.jp

近年、情報システム構築における上流工程の重要度が高まり、上流工程の設計を的確に行える人材の育成が急務となっている。我々はこれまで、主に社会人学生を対象とした専門職大学院において、上流工程教育のための教育プログラムの開発を行ってきた。本稿では、我々が開発した教育プログラムの内容を示すとともに、大学院の演習科目として、開発したプログラムを実施した結果について述べる。ここでは、概念データモデリング教育にPBL（Project Based Learning）型教育を採用することにより、時間数等の制約条件が多い中で、効果の高い上流工程教育が行えることを示す。

An Education Program of Conceptual Data Modeling for a Professional School of Information Systems and its Evaluation

YUKA KATO YUKIO NAMBA

School of Industrial Technology, Advanced Institute of Industrial Technology

E-mail: yuka@aiit.ac.jp

Recently, since the importance of requirement process of information systems is increasing, it is urgently necessary to develop capable people who can properly design information system architecture on requirement process. Therefore, we have done research and development in the education of requirement process of information systems at a professional school whose main target is working students. This paper presents the education program we developed, and shows the execution results on the course of our graduate school. In this research, we indicate that effective education of requirement process is available under many restrictions such as a limited length of time by adopting PBL (Project Based Learning) for the education of conceptual data modeling.

1 はじめに

近年、情報システム構築における上流工程の重要度が高まり、上流工程の設計を的確に行える人材の育成が急務となっている。ここで情報システム構築における上流工程とは、一般には要求定義を策定するための工程を指し [1]、これに携わる人材には、対象領域を抽象化しモデル化する能力が要求される。このような背景の下、我々はこれまで、主に社会人学生を対象とした情報システム系専門職大学院において、この上流工程教育のための教育プログラムの開発を行ってきた [2][3]。ここでは、上流工程教育として概念データモデリング [4] を取り上げ、モデリングを通して現実世界のデータ構造を明確に定義する

スキルの教育を実施している。

教育プログラムの設計にあたっては、社会人学生を対象とする上流工程教育という観点から、特に以下の3点に考慮している。

- 上流工程教育では、開発プロセスを経験すること自体に大きな意味はなくプロジェクトによる思考方法（チームによる概念形成方法）を学ぶ必要がある。つまり、暗黙知をいかに体得させるかが重要な課題であり、そのためのコース設計が必要である。
- 時間的制約が大きく、時間的なゆとりを前提とした手法（膨大な時間外作業を前提としたコース設計など）を適用することは困難である。
- 様々なバックグラウンドを持った社会人学生のモ

チベーションを維持し、学修効果を高めるためには、学修目標を明確に定義した上で、学生間の教育効果のばらつきを最小限に抑えたコース設計が望まれる。

これらの点を実現するために、我々は PBL (Project Based Learning) 型の教育形態を採用し、学生に自らモデリング作業を行わせることにより、上流工程における設計スキルを修得させることにした。ここで PBL 型教育とは、実際のプロジェクトや擬似的なプロジェクトを体験させることにより、課題解決の手法や能力を修得させる教育手法である。様々な教育機関において採用されており、実施形態は多様であるが、それぞれ大きな効果をあげている [5][6][7][8]。

我々は、これまで実施してきた教育プログラムから得られた知見をもとに、2008 年度の講義科目として新たなプログラムを設計した。本プログラムの特徴は、モデリングにおいて繰り返し (イテレーション) プロセスを導入したこと、コース開始時に業務の全体像を把握させるためにリッチピクチャの作成プロセスを導入したこと、教員によるレビューの回数を増やし短いサイクルでモデルの見直しを行わせたことの 3 点である。本稿では、このプログラムの内容を説明する。さらに、プログラムの実施結果から学生の修得プロセスの評価を行い、昨年度との比較を行った。その結果、修得状況が改善し、グループ間の学修効果の差が減少し、モデリング時間が短縮したことがわかった。本稿ではさらに、評価の結果から得られた知見について考察する。

2 概念データモデリング

本稿で扱う「概念データモデル」とは、実世界を構成する「もの (エンティティ)」と「こと (イベント)」に着目し、その構造を情報とその情報構造へ写像し、表現したものである。人々が心の中にもつ、対象となる実世界を捉える枠組みを「概念スキーマ」と呼ぶが、これを「もの」と「こと」に関するデータモデルとして表現したものである。ある組織体の活動を円滑に進めるためには、人々が意志疎通を成立させる道具が必要である。重要な言葉の意味を明確に規定し、対象業務に対する関係者間の共通認識を形成するとともに、情報システムに対する要求条件を明確に定義することが望まれる。「概念データモデル」はこの道具として利用される。ここでは「もの」を起点とすることにより重複処理を制御し、共通認識の取れたデータにより、情報の活用が促される。また、現実世界をモデル化することにより、関係者間での共通認識を形作り、暗黙知の形式知化を可能とする。

一般に概念データモデルというときには、その表記法と方法論が含まれる。表記法には、DFD (Data Flow Diagram)、ER 図 (Entity Relational Dia-

gram)、UML (Unified Modeling Language) のクラス図、ユースケース図などがある。方法論には、DOA (Data Oriented Approach) やオブジェクト指向モデリングなどがある。本稿における教育プログラムの目的は、モデリングの能力を修得させることなので、表記法、方法論を限定する必要はない。しかし、教育プログラムの体系化を実現するために、表記法として ER 図などを、方法論としてトップダウンアプローチを採用することにした。具体的には、以下の 3 種類の図によってモデルを表現することになる。これらの手法は、特定非営利法人技術データ管理支援協会により開発されたものである [9]。

- 静的モデル (Entity Relational Diagram) : 組織体に関心を持つ「もの」の体系を定義するもので、実世界を構成する成分を捉え、それらの間の関係を明らかにする。
- 動的モデル (Entity Lifecycle History Diagram) : 「こと」による「もの」の変化規則を定義するもので、「もの」のライフサイクルを表現する。どのような状態遷移があるのかを明らかにする。
- 組織間連携モデル : 組織の「もの」と「こと」に対する責任、権限と組織間連携の体系を定義するもので、「もの」と「こと」は誰が管理しているのか、他のものにどのような影響を与えているのかを明らかにする。

各モデルとモデル間の関係のイメージを図 1 に示す。

3 教育プログラムの設計

次に、本稿で提案する教育プログラムについて詳述する。我々はこれまで、グループワークによる概念データモデリング教育のためのプログラムを定義し、演習型の講義を実施してきた [2][3]。本章ではまず、2006 年度、2007 年度に実施した講義内容を概観した後、そこから得られた知見をもとに、2008 年度の教育プログラムの設計を行う。

3.1 2006 年度、2007 年度の教育プログラム

本稿での教育対象は、情報システム系専門職大学の学生 (主に社会人学生) である。講義時間は 1 回 90 分であり、14 回の講義 (週 2 回 × 8 週間) で概念データモデリングを学ぶ。この 14 回分のコースをデザインするのが本稿の目的である。

2006 年度の演習のテーマは、学生にとって身近な題材であり、調査等が容易なものとして、「大学の事務系業務 (教務学生関係)」を設定した。演習はグループワーク (1 グループの人数は 7~8 名) とし、クラス全体を 3 名の教員が指導した。作成すべきドキュメントやおおまかなスケジュールは教員が提示

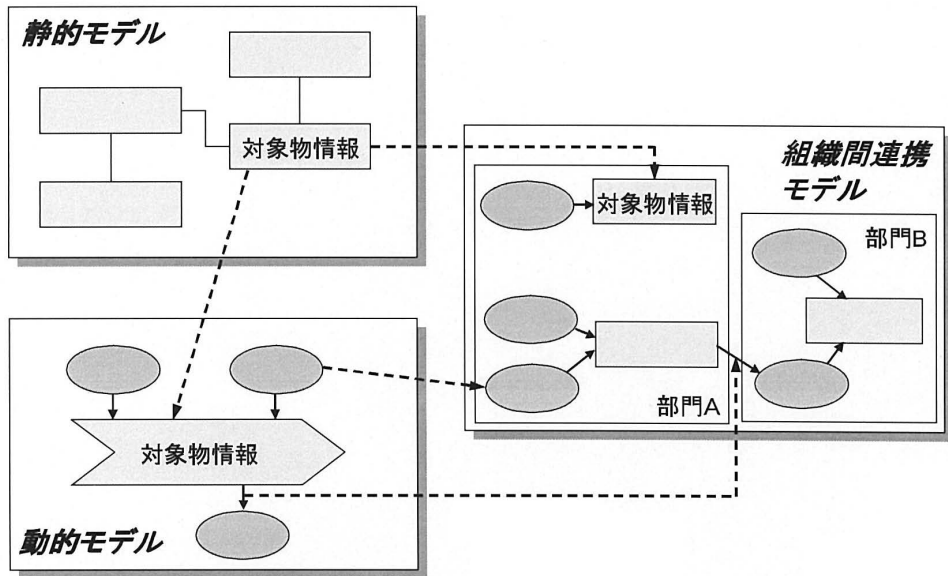


図1 3つのモデルのイメージ

したが、作業の具体的な進め方は各グループにおいて決定する方式とした。コース期間の中間と終了時の2回分の講義を発表会にあて、その時点までに作成したドキュメントを提出させた。コース実施期間は2006年10月から11月の2ヶ月である。プログラムを実施した結果、どのグループもモデリングのスキルが向上していることが確認されたが、配属されるグループにより学修効果に差が出てしまったこと、学修項目の修得状況の評価が中間発表時と最終発表時の2回しか行えなかったことの2点が問題点として残った [2]。

2007年度の教育プログラムの設計においては、これらの問題の解決を目指した。演習のテーマは「本学の図書館業務の分析」とした。これは、学生自身が図書館の利用者であり業務内容を把握しやすいこと、運営主体である司書へのインタビューが可能であること、業務規模が演習課題として適切であることなどを考慮して決定した。1グループの人数は7~8名とし、学生を7グループに分けた。コース実施期間は2007年4月から5月の2ヶ月間である。ここでの工夫点を以下に示す。

- 概念データモデリング教育における学修項目を抽出し、毎回の講義での学修目標を明確に定義した（具体的な学修項目については後述する）。
- 抽出した学修項目に基づき、教育プログラムを設計した。ここで、教育プログラムとは、学修項目を修得させるために、どのような項目を、どの

ような順番で、どのような方法で教育すべきかを定義したものである。講義の形式は回によって異なるが、原則として演習形式であり、講義開始時にその日のトピックについて教員が10分程度の解説を行った後、モデリング作業に入ることとした。

- 作成するモデルについてはPC上にテンプレートを作成し、作業の効率化を図った。
- 講義時間外も含め、作業を行った場合には必ず議事録を作成させるとともに、中間成果物を毎回提出させることとした。
- グループワークにおける各自の役割の明確化を行った。具体的には、ファシリテータ、ドキュメント担当、議事録担当、モデリング担当の4種類の役割を定義した。

我々が定義した「概念データモデリング教育における学修項目」を以下に示す。ここでは、9個の項目が抽出されている。

1. 現実世界をとらえてモデル化するための表記法を理解している。
2. モデル化において、「要の」実体と活動を抽出できる。
3. 要の実体を識別するための適切な「識別子」の付与と主要な属性のリストアップができる。
4. 日本語表記による静的モデルの見直しができる。
5. 動的モデルによる静的モデルの見直しができる。

表1 2007年度の教育プログラム

回数	内容	説明	修得目標
1	概要説明	概念データモデリングの解説	1
2	静的モデルの作成	実体の抽出	2
3	インタビュー	対象業務担当者へのインタビュー	2
4	静的モデルの作成	識別子・属性の付与・日本語表記	3, 4
5	動的モデルの作成	活動の抽出	2
6	動的モデルの作成	動的モデルの見直し	5
7	中間発表会	中間レビュー	4, 5
8	組織間連携モデルの作成	モデルの作成と見直し	6
9	インタビュー	インタビューによるモデルの見直し	7
10	モデルのリファイン	3モデルの連携	7
11	モデルのリファイン	矛盾点や不整合の修正	8
12	モデルのリファイン	業務構造の理解	9
13	成果発表会	最終レビュー	7, 8, 9
14	まとめ, 解説	総括	7, 8, 9

表2 設計した教育プログラム (2008年度)

回数	内容	説明	修得目標
1	概要説明	概要説明, 全体像の把握	1
2	静的モデルの作成 (1)	実体の抽出, ERDの作成	2
3	動的モデルの作成 (1)	活動の抽出, 状態遷移図の作成	2
4	静的モデルの作成 (2)	識別子・属性の付与・日本語表記	3, 4
5	動的モデルの作成 (2)	動的モデルの見直し	5
6	組織間連携モデルの作成	モデルの作成と見直し	6
7	モデルの整合性確認	3モデルの連携	7
8	中間発表会	中間レビュー	7
9	モデルのリファイン	矛盾点や不整合の修正	8
10	モデルのリファイン	矛盾点や不整合の修正	8
11	モデルのリファイン	業務構造の理解	9
12	発表会の準備	モデリングのまとめ作業	7, 8, 9
13	成果発表会	最終レビュー	7, 8, 9
14	まとめ, 解説	総括	7, 8, 9

6. 組織間連携モデルによる動的モデルと静的モデルの見直しができる。
 7. 3種類のモデルを連携して考えることにより、本来あるべき実体や実体間の関連を発見することができる。
 8. 各モデルを順次記述しながら、矛盾点や不都合な点を発見して修正できる。
 9. 作成した概念データモデルによって、モデルの対象について、その業務構造が理解できる。
- 設計した教育プログラムを表1に示す。表中の修

得目標の番号は、ここに示した学修項目の番号に対応する。2007年度の実施結果からは、学生の学修の軌跡（議事録、中間成果物）を残すことにより教育プログラムの評価が可能になったこと、グループ間での修得レベルの差が小さくなったことなどの成果が得られた。一方、教育プログラムに対する見直しポイントが明確になり、以下の見直しが必要であることが明らかになった [3]。

- 識別子、実体の粒度、ビューポイントに対する理解がモデリング修得に大きな影響を与えてい

るので、これらの修得をサポートするプログラムを構築する必要がある。

- 組織間連携モデルを理解できず、その結果 3 種類のモデルを連携して考察することができないグループが多く存在した。プログラムのより早い時期に、一通りのモデル作成を経験させ、3 種類のモデルを連携してリファインを行う過程に多くの時間をとることが望ましい。

3.2 設計コンセプト

前節で示した課題を解決するために、2008 年度の教育プログラムの設計にあたり、以下の 3 つのコンセプトを策定した。

- 講義時間を有効に活用するため、業務担当者へのインタビューのプロセスを取り止めにし、その代わりに、モデリング作業に入る前に、業務全体のイメージを把握させるためのプロセスを追加する。
- 講義の早い段階で一通りのモデリングプロセスを経験させ、その後徐々にモデルをリファインしていく反復型のプロセスを採用する。これにより、3 種類モデルの連携によるリファインを体得させる。
- 教員によるレビューを逐次行う。特に、識別子、実体の粒度など、モデリングのキーとなる概念については、早い時期につまづきポイントを解消するようにする。

その他、学修項目の定義、グループ内での役割分担、学修プロセスの記録（議事録、中間成果物）などについては、2007 年度の内容を踏襲する。

3.3 設計した教育プログラム

3.1 節で示した学修項目に基づき、教育プログラムを設計した。設計したプログラムを表 2 に示す。表中の修得目標の番号は、学修項目の番号に対応する。ここで、第 1 回と第 14 回については、約 60 分間を講義時間に充て、コース全体の解説を行っている。また第 1 回では、業務の全体像を把握させるために、リッチピクチャーの作成プロセスを追加した。第 8 回と第 13 回については、講義時間全てを使って成果発表会（レビュー）を行っている。プログラムの実施期間は 2008 年 4 月から 5 月の 2 ヶ月である。演習のテーマは「本学の校友会（同窓会）の業務分析」とした。同窓会作りを依頼されたときの業務分析／内容・スコープの決定を行うことが課題である。1 グループの人数は 5~6 人とし、学生を 6 グループに分けた。

ここで教育対象となる学生は、9 割が実務経験を持ち、7 割は IT 関連企業に勤務している社会人学生である。ただし、概念データモデリングに関する知識はほとんど持ち合わせておらず、ビジネスモデ

リングの経験者も 35 名中 2~3 名程度である。つまり、概念データモデリングのスキルについては導入レベルであり、そのため、毎回の講義開始時にその日の作業内容について解説を行うことにした。これにより、モデリングの手順に対する理解を深める。また、時間に制約のある学生が大部分であり、講義時間外に作業を行うことが困難であるため、作業の効率化、毎回の作業量の見積もりを正確に行うことなどを心がけた。

具体的な教育方法は以下のとおりである。

- 学生に対しては、事前にモデリングプロセスを提示し、講義時間ごとのトピックを与えた。
- 作成するモデルについては PC 上にテンプレートを作成し、作業の効率化を図った。テンプレートの提示は、作業項目の確認、作業量の見積もり等にも有効である。
- 講義時間外も含め、作業を行った場合には必ず議事録を作成させるとともに、中間成果物を毎回提出させた。
- グループワークにおける各自の役割の明確化を行った。グループリーダー（議論に参加せず、ファシリテートに専念）、ドキュメント担当（議論に参加せず、ドキュメント作成作業に専念）、議事録担当（議論に参加せず、議事の記録に専念）の 3 名を置き、残りが実際のモデリング作業を行うこととした。

4 教育プログラムの評価

4.1 評価の方法

本章では、2008 年度の講義の実施結果を分析することにより、設計した教育プログラムの評価を行う。学修項目の修得状況は、毎回の講義ごとに学生に提出させる成果物と議事録から知ることができる。そこで本稿では、グループごとに、各項目の学修が開始された時点と、その項目を修得したと判断される時点を記録することにした。当然、最終的に修得されない項目が残る場合もあるが、ここでは、修得されない項目を減らすことが教育プログラム設計の目標になる。また、修得状況の時系列を分析することにより、修得が困難な項目を知り、教育プログラムの見直しを行う。評価対象となる学生のスキル修得状況としては、本講義は大学院入学直後に行われることから、大部分の学生が概念データモデリングに関する知識を持ち合わせていない状況である。

4.2 評価の結果

修得状況を分析するために、学修項目ごとに、その項目の学修期間にあるグループ数を時系列で調査した。これにより、教育プログラムが意図した通りの学修が行われているかどうかを評価する。結果

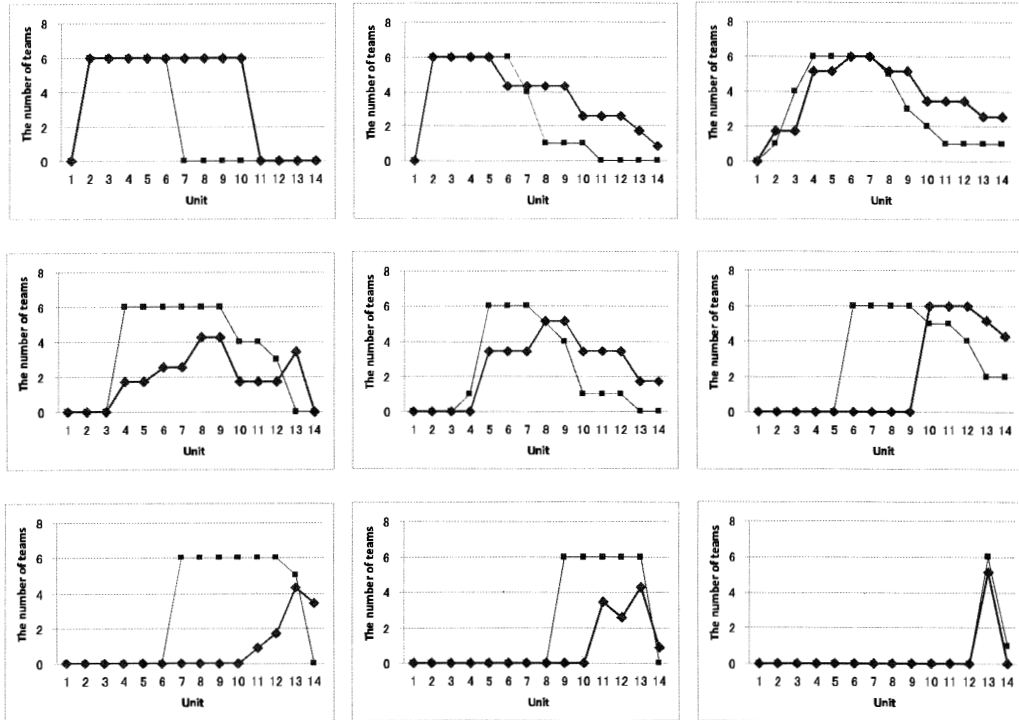


図2 学修項目の修得状況（左上から右下の順に、学修項目1から9の修得状況を示している）

を図2に示す。縦軸は学修期間にあるグループ数、横軸は回数（時間）を示す。学修期間は、議事録と中間成果物を分析し、該当項目に関する作業を開始した時期とその項目を修得したと判断できる時期を決定した。比較のため、2007年度の修得状況も合わせて示している（手前に表示されているのが2008年度、背後に表示されているのが2007年度の結果である）。2007年度はグループ数が7であったので、グループ数に7分の6をかけることにより正規化している。

14回目の値はその項目を修得できなかったグループ数を示すので、適切な期間を経て、最終的に14回目の値が0になるよう、教育プログラムを設計することが望ましい。今回の結果では、全体的に修得されていない項目が少なくなっていること、早い時期から学修に入っている項目が増えていることがわかる。これらは、教育プログラム見直しの効果であると考えられる。

4.3 考察

最後に評価結果の考察を行う。クラスの全体的な傾向としては、議事録から読み取れる総作業時間が

2007年度より減少しており（講義時間外の作業時間が減少している）、講義時間内に効率的に作業が行われていることがわかる。また、反復プロセスの導入により、3種類のモデルを連携させたリファインについての理解度が上がっていると考えられる。一方、最終的なモデリングスキルの修得状況はそれほど変わっておらず（最終成果物の質にはそれほど差がない）、短い作業時間で2007年度とほぼ同等の結果が得られたことがわかる。教員によるレビュー回数を増やしたことに対しては、グループ間のモデリング結果の差が少なくなり、全体的に似たようなモデルになってしまっている。グループ間の学修効果の差が減少しているのは望ましいことだが、学生自身による気づき、体得感の減少につながりかねず、適切な介入状況については今後の課題である。リッチピクチャ作成についてはあまり効果が見られず、最後まで業務内容の定義にぶれが生じているグループが見受けられた。

5 まとめ

本稿では、これまで実施してきた教育プログラムから得られた知見をもとに、新たに設計した「概念データモデリングに関する教育プログラム」の内容について述べた。プログラムの特徴は、繰り返しプロセスの導入、リッチピクチャの作成プロセスの追加、教員レビューの適宜実施の3点である。本稿ではさらに、修得プロセスの評価を行い、修得状況が改善したこと、グループ間の差が少なくなったこと、モデリング時間が短縮したこと（作業の効率化）などを明らかにした。今後、データをより詳細に分析し、教育プログラムの見直しを行っていく予定である。

参考文献

- [1] 大西淳, 郷健太郎. 要求工学. 共立出版, 2002.
- [2] Y. Namba and Y. Kato. A trial for education on the upper portion of the design process for information systems. 産業技術大学院大学紀要, No. 1, pp. 39–48, 2007.
- [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, 2009. (掲載予定)
- [4] 手島歩三他. ソフトウェアのダウンサイジング. 日本能率協会マネジメントセンタ, 1994.
- [5] Technische Universiteit Eindhoven. *Competence-based Learning*. <http://w3.id.tue.nl/en/education/>.
- [6] 松澤芳明, 大岩元. 産学が共に学ぶ情報システム構築 pbl (project based learning) の試み. 情報処理学会 IS 研究会, No. IS-99, pp. 57–62, 2007.
- [7] 井上明, 金田重郎. 実システム開発を通じた社会連携型 pbl の提案と評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 2, pp. 930–943, 2008.
- [8] 公立はこだて未来大学. プロジェクト学習. <http://www.fun.ac.jp/sisp/>.
- [9] 特定非営利法人技術データ管理支援協会. 概念データモデリング. <http://www.masp-assoc.org/>.