

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

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@aist.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 for Requirement Process of Information System Design using Conceptual Data Modeling

YUKA KATO YUKIO NAMBA

School of Industrial Technology, Advanced Institute of Industrial Technology

E-mail: yuka@aist.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

高度な情報システムの設計・構築を担う人材の育成は、産業界にとっても教育界にとっても急務である。特に、日本の情報システムベンダーにとっては、近年活発になってきた海外からの情報システム調達に対抗するために、付加価値の高いエンジニアを育成することが重要な施策となってきている。一方、発注側のユーザ企業にとっても、自分たちの要求を適切に仕様化する能力とスキルが求められている。このような背景から、日本政府および産業界からもいくつもの提言がなされおり、例えば、産業構造審議会情報経済分科会情報サービス・ソフトウェア小委員会人材育成ワーキンググループ（以下、産構審）では、「高度 IT 人材の育成を目指して」という報告が行われている [1]。産構審はその中で、今後の我が国

がめざすべき高度 IT 人材の類型（全体像）として、基本戦略系人材、ソリューション系人材、クリエイション系人材の 3 つの人材像と、それに対応した 7 つの人材類型を定義している。これらの 7 つの人材類型のうち、ストラテジスト、システムアーキテクト、サービスマネージャの 3 分野は、ビジネスの構造を把握し、それを情報システムとして表現していく領域を含んでいる。

このような業務を担当する高度 IT 人材をどのように育成していけばよいのかは、教育界、特に情報システム分野の専門職大学院に求められる重要かつ緊急の課題である。これらの分野を担う人材は、情報システムに関する知識だけではなく、ビジネスを理解し把握する能力を合わせ持つ必要があり、これまでの知識修得型の大学院教育ではその育成が困難であった。ここでは、単なる知識教育ではなく、体

験に基づく教育が必要である。このような場合、一般には OJT (On the Job Training) が採用されるが、必ずしも適切な運用が行われているわけではない。経験の深い指導者を配置することが難しく、また指導する側の意識が低い場合には教育に十分な時間が割かれなためである。

このような背景から、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。

2 情報システムの上流設計プロセス

2.1 要求の分析

ソフトウェア工学における要求とは、一般には要求分析や要件定義から仕様を固めるまでのプロセスを指すが、最近はその前段階である「システム化の方向性決定」や「システム化計画」までを含めて考える場合が多い [2]。本稿で考察対象とする情報システムにおいては、発注者の要求をどのように情報システムとして具現化するかという部分が大きな課題であり、発注者や対象領域の業務精通者などの持っている潜在的な要求を「見える化」することが求められる。さらに、ステークホルダー間での合意形成も不可欠である。

要求の獲得手法については、これまでも多くの研究が行われているが [3][4]、それらのアプローチの大部分は、要求の根源である現実世界をどのような方法で把握するかを提案したものである。しかし、一般的には、設計者自身は現実世界と直接の関わりを持たず、業務精通者に対するヒアリングなどを基に、要求を組み立てる場合がほとんどである。このとき、業務精通者は、必ずしも自身の業務を正確に把握しているわけではなく、各自の立場と理解の範囲で(自身の認知能力を通して)現実世界の把握を行っている。

つまり、要求者は、自身の知識・経験のフィルターを通して、かつ自身のプレゼンテーション能力を通して、自身の認知した要求を要求受取者に伝えることになる。一方、要求受取者側にも同様のフィルターが存在し、これらのフィルターを通した形で要求が受領される。受取者側ではさらに、複数の要求者から要求を受領する場合が考えられ、要求者間のギャップも存在する。最終的に要求受取者がイメージする要求は、これら全てのギャップによりゆがめられた情報を基にしたものなのである。

2.2 概念データモデリング

設計者の役割を説明するために、スウェルらは古代ローマの建築家であるウィトルウィウスの三角形と呼ばれる考え方を紹介し [5]、その業務の特性を述べている。児玉らがこの考え方を拡張した議論を行っているので [6][7]、本節ではそれを紹介する。ここでは、「発注者側の“期待”にたいしてどのように事業を行うか、ステークホルダー間で合意を取って、大筋の要求を非形式的に記述したものを“原要求”と呼ぶ。原要求は設計者によって“要求”と呼ぶ形式的な記述に変換され、その内容について施主と合意する。要求記述は、施行者が設計者と打ち合わせて製造“仕様”に翻訳され、その内容について設計者と合意する」と説明されている。この記述における“期待”を“潜在的な要求”に書き換えると、ここでの設計者という役割は、本稿における要求設計者に期待される役割と重なる。つまり、前述した各種のギャップを克服し、発注者の持っている潜在的な要求を、現実世界に基づく原要求として表現することが、上流工程担当者にとっての重要課題となるのである。

これを実現するためには、上流工程担当者は、要求者のフィルターのかかった本来の要求をもとに、関係者間での共通の要求像を作り上げ、合意形成を行わなければならない。このような問題を解決するために、手島ら [8][9] は、ビジネス構造を情報システムのデータモデルとして写し取る概念データモデリングの適用を提案している。概念データモデリングを適用することにより、安定した情報システムの構築が可能になるだけでなく、安定した部分と変化に対応すべき部分との区分が明確になり、結果として変化に強いシステムになりうる。提案手法の実施例として KDDI [10][11] や JFE スチール [12][13] などがあり、大規模システムにおける有効性も検証されている。

本稿では、専門職大学院における上流工程教育のための教育プログラムとして、概念データモデリング教育を扱っているが、ここで用いている方法論は、手島らの提唱している、静的モデル、動的モデル、組織間連携モデルなどを用いるものである [14]。静的モデルは、現実世界の実体(エンティティ:もの)と実体との関連を表し、実体関連図(ER図)と用いて記述する。動的モデルは、活動(イベント:こと)による実体の変化規則を、実体が生成されてから消滅するまでのライフサイクルとして記述する。そして組織間連携モデルは、活動を発生する機能組織に着目し、組織の中で実体と活動との関連を記述する。3つのモデルのイメージを図1に示す。

3 教育プロセスの設計

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セスを定義し、演習

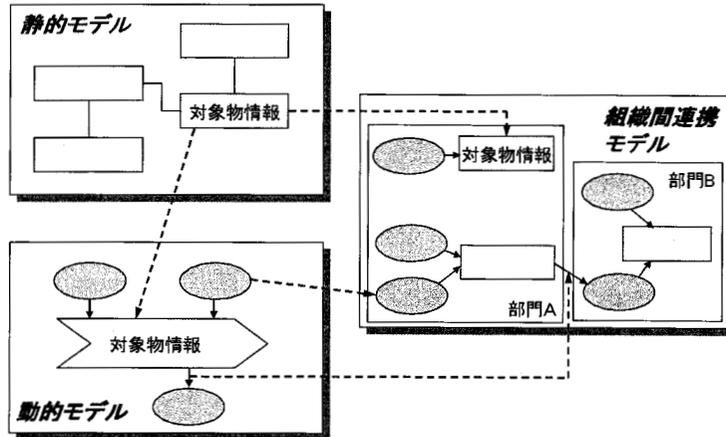


図1 3つのモデルのイメージ

型の講義を実施してきた [15]。本章では、その時に得られた知見をもとに、新たな教育プロセスを設計する。

3.1 設計コンセプト

本稿での教育対象は、情報システム系専門職大学院の学生（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章の目的である。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（教務学生関連）」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。2006年度は、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。提出されたドキュメント、および講義終了時に行ったアンケートの結果から、どのグループもモデリングスキルが向上していることが確認できた。しかし、時間の限られた演習の中で教育効果を上げるためには、以下の項目に対する検討が必要であることがわかった。

- グループメンバはお互いにフラットな関係にある学生であり、グループ分けもくじ引きにより行った。そのため、メンバの組合せにより活動に支障が出るグループがあった。
- 様々なレベルの学生が履修する演習科目において、作業の進め方を学生に決定させる方式は適切ではなかった。技能修得型の学習では振り返り、気づきが重要であるが、学生が配属される

グループによってそれらの修得レベル（教育効果）に差が出てしまった。

- 技能修得型の演習では、学修プロセスの評価が重要であるが、中間発表時、最終発表時に提出させる成果物のみでの評価になってしまった。プロセスを評価することができなかった。

これらの課題を解決するために、今回、以下の4つのコンセプトを策定した。

- グループ活動を円滑に行うための工夫として、グループ内での役割を明示的に指定することとした。特に、8週間かけて演習を行うため、議論の発散、堂々めぐりが頻発していたことから、議事録担当者を置き、議事内容を全て記録させることにした。
- 議事録と合わせてドキュメントの版管理を行い、議論の軌跡をたどりやすくする。これにより、振り返り、気づきを促す。
- ICT教育における知識習得の3段階モデルによると、学習者のレベルにばらつきがある場合にはシナリオ型の課題が適している [16]。学生の学修プロセスを明らかにすることにより、コンピテンシに基づいたより効率的な教育プロセスを設計していく。このとき、議論に集中できるように作業を定型化するとともに、プロセスの詳細化を行う。
- 学生のモデリング修得プロセスを評価するために、毎回議事を記録させるとともに、作業ごとの成果物をすべて提出させる。

3.2 学修プロセス

教育プロセスを設計するにあたり、概念データモデリング教育における学修プロセスを抽出した。本

演習では、以下の9項目を定義した。

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。
6. 組織間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の発見できる。
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。

3.3 教育プロセス

学修プロセスに基づき、教育プロセスを設計した。まず、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（実体数を20~30程度と予想）などを考慮して決定した。1グループの人数は7~8人とし、学生を7グループに分けた。演習スケジュールは以下の通りである。

- 第01回：概要説明、テーマの提示、グループ分け
- 第02回：静的モデルの作成（1）
- 第03回：インタビュー（図書館司書）
- 第04回：静的モデルの作成（2）
- 第05回：動的モデルの作成（1）
- 第06回：動的モデルの作成（2）
- 第07回：中間発表会
- 第08回：組織間連携モデルの作成
- 第09回：インタビュー（図書館司書）
- 第10回：概念データモデルのリファイン（1）
- 第11回：概念データモデルのリファイン（2）
- 第12回：概念データモデルのリファイン（3）
- 第13回：成果発表会
- 第14回：まとめ、解説

ここでの工夫点は以下の通りである。

- 学修プロセスに基づき、モデリングプロセスの明確化、詳細化を行った。学生対しては、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 教育プロセスの評価

4.1 評価の方法

前章で述べた教育プロセスに基づき、2007年度の演習を実施した。この実施結果を分析することにより、教育プロセスを評価する。学修プロセスの修得状況は、毎回の演習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。本稿では、グループごとに、各プロセスの学修が開始された時点と、そのプロセスを修得したと判断される時点と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セス設計の目標になる。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、教育プロセスの見直しを行う。

4.2 評価の結果

4.2.1 グループ間の比較

まず、グループ間の比較を行うために、各回に抽出された実体数の変化を分析した。結果を図2に示す。全体的な傾向として、実体は当初大量に抽出されるが、要の実体という視点を意識することにより、適度な数に収束していく。その後、中間発表やインタビューにより業務内容の理解が深まると、いくつかの実体が追加される傾向にある。ここでは、7グループ中5グループはほぼ同じ推移を示し、グループによるばらつきは少ない。それに対し、グループ3とグループ6は特異な推移をしており、他のグループと学修のプロセスが異なっていると考えられる。そこで、それぞれのグループの特徴をより詳細に分析することにした。

我々は、演習終了時に、グループワークにおける個人の貢献度合いを評価するために、グループ内メンバー相互評価を実施している。この評価は、各自がグループワークに貢献したと考えるメンバーを指定する方式で行っている。ここでの分析では、この相互評価の結果と、演習終了時の学修プロセスの修得数を比較した。なお、相互評価の値は、グループ内での得点の標準偏差をとっている。この値が大き

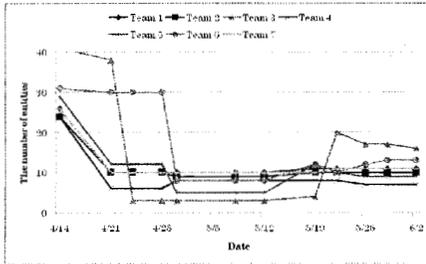


図2 実体数の推移

いと、明確なリーダーシップを発揮したメンバーが存在していたことになり、値が小さいと皆が平等に貢献した、またはグループが分裂してしまったと考えることができる。学修プロセスの修得数はグループごとの成績を表現している。結果を表1に示す。

この結果から、実体数の推移は、相互評価の値には影響を受けていないことがわかる。一方、修得プロセス数とは密接な関係があり、学修状況と実体数の推移には相関があると考えられる。これは、学修効果がグループの特性に依存せず、学修プロセスの修得項目および修得状況に大きく影響を受けていることを示唆しており、適切な教育プロセス設計の重要性を示すものである。特に、「3」と「6、7の両方」の修得状況が大きな影響を与えており、これらの項目の重点的な指導が重要であると考えられる。そこで次に、教育プロセスと修得状況の関係を分析する。

4.2.2 修得プロセス数の評価

修得状況を分析するために、修得プロセスごとに、そのプロセスの学修期間にあるグループ数を時系列で調査した。結果を図3に示す。縦軸は学修期間にあるグループ数、横軸は回を示す。

14回目の値はそのプロセス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、教育プロセスを設計することが望ましい。今回の結果では、前節で重要性を指摘した「3、6、7」の修得状況が芳しくない。これは多くの学生がつまづくポイントであり、教育プロセスの見直しが必要であろう。「3」については、早い時期から学修に入っているにも関わらず、修得に時間がかかっており、他の項目の修得にも影響を与えていると考えられる。「6、7」については、比較的遅い時期に学修期間に入っていることから、より早い時期からの学修が望まれる。

4.2.3 グループごとの評価

各プロセスの修得状況を詳細に分析するために、グループごとの各学修プロセスの修得時期を調査した。結果を図4に示す。各プロセスの学修が開始さ

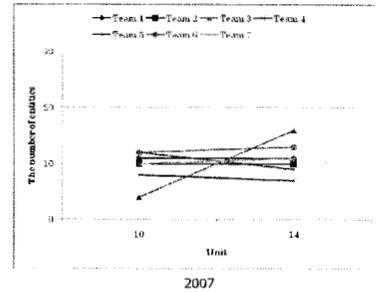
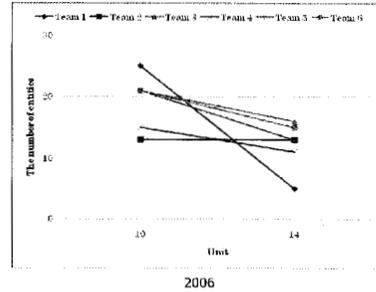


図5 実体数の推移

れた時期と、そのプロセスを修得したと判断できる時期をプロットし、その間を修得期間と定義している。縦軸は学修プロセスの番号、横軸は時間を示している。コース終了時までには該当プロセスを修得できなかった場合には、14の項目にマークが付される。

全体的な傾向はグループごとに異なるが、いくつか共通の傾向も見られる。気づきまでの時間がグループによって異なることは問題ないが、どのグループにも共通してつまずきのポイントになっている項目については、教育プロセスの見直しが必要である。

4.2.4 2006年度との比較

次に、2007年度に行った教育プロセス見直しの効果进行评估するために、グループごとに抽出された実体数の推移を分析した。2006年度のデータは中間発表時（10回目）と最終発表時のものが存在しているため、2006年、2007年ともに、10回目の時点での実体数と最終成果物における実体数を用いることにした。結果を図5に示す。

実体数の総数は対象業務により異なるため、ばらつき度合（標準偏差）を比較する。

- 2006年度 10回目：4.07，最終成果物：3.58
- 2007年度 10回目：2.61，最終成果物：2.67

この結果から、2006年度は中間発表の時点で実体が十分に抽出しきれていない様子を読み取れる。議論が発散しがちで、最終発表会の直前に急ぎよ結果をまとめる傾向が見られた。また、グループ間によ

表 1 要因の分析

グループ	相互評価	修得数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.91	6	○	○	×	○	○	×	×	○	○
2	4.31	9	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	3.09	4	○	○	×	○	×	×	×	○	○
4	3.06	8	○	○	○	○	○	×	○	○	○
5	1.27	8	○	○	○	○	○	○	×	○	○
6	3.43	2	○	×	×	○	×	×	×	×	×
7	3.55	7	○	○	○	○	○	×	×	○	○

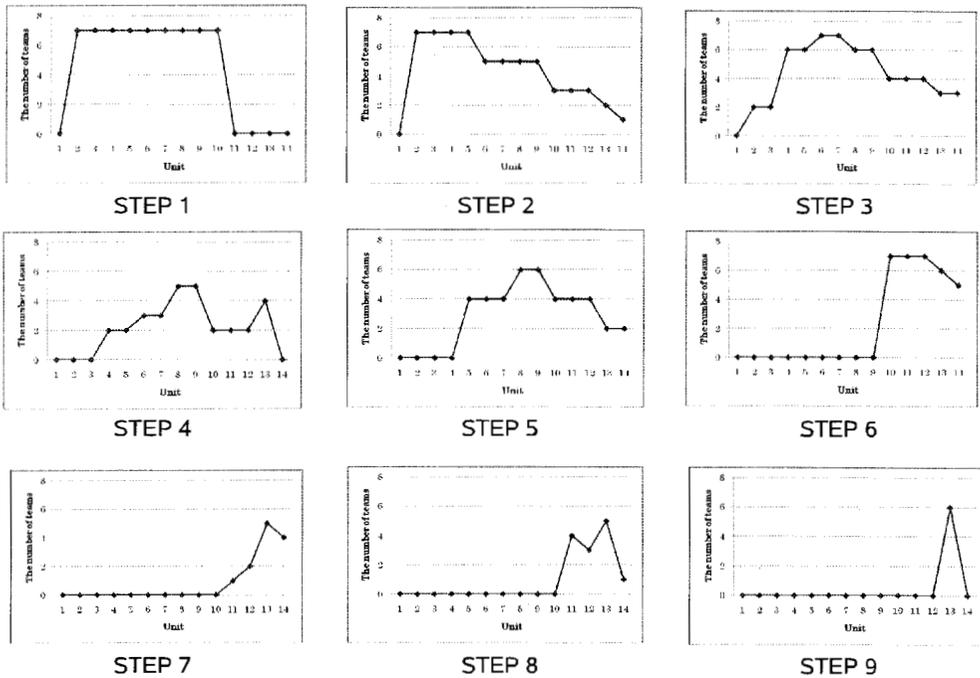


図 3 学修プロセスの修得状況

るばらつきも大きい。一方、2007年度は10回目ではほぼ実体の抽出が終了しており、またグループによるばらつきも相対的に小さい。教育プロセス見直しの効果と考えられる。

5 考察

2006年度に引き続き、2007年度も14回のグループ演習を行い、概念データモデリング教育を行った。今回は前回の知見を活かし、学修プロセスの定義とそれに基づく教育プロセスの設計、議事録の作成と毎回の成果物の提出等の教育プロセスの見直しを行っ

た。本章では、これらの結果から得られた知見をまとめる。

まず、教育プロセスを評価するという観点から、大きな成果が得られた。前回はプロセスの評価自体を行うことができなかったが、今回評価を実施したことにより、様々な知見を得られることを実感した。特にプロセス評価の観点から、学生の学修の軌跡を残すことが非常に重要であることがわかった。ただし、今回はこの分析を議事録の内容をたどることによって行ったが、これは非常に手間のかかる作業であった。分析ツールの開発等、評価手法の構築を今

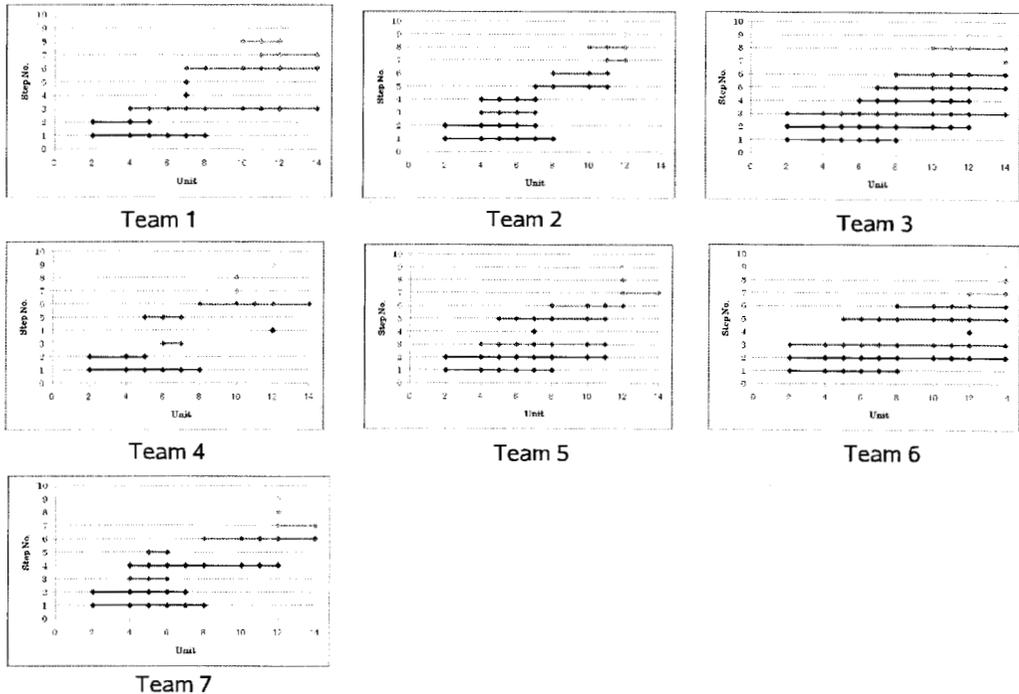


図4 グループごとの修得状況

後検討していきたい。

プロセス評価から得られた知見は、大きく分けて2つある。1つは、役割分担の導入、議事録の作成、プロセスの詳細化により、前回に比べ、モデルの完成期間が短縮したことである。2006年度は、最終発表会の直前に一気にモデルの完成度が上がったグループが多かったが、2007年度はより早い段階でモデルをリファインする段階に進むことができている。さらに、グループ間での修得レベルの差も小さくなっている。もう1つは、今回のプロセスに対する見直しポイントが明確になったことである。ポイントは以下の2点である。

- 概念データモデル修得に大きな影響を与えるポイントは、識別子、実体の粒度、ビューポイントに対する理解である。これらの修得、気づきをサポートする教育プロセス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モデルを連携して考察することができないグループが思いのほか多かった。組織間連携モデルの作成は教育プロセス上8回以降の課題になっているが、より早い時期に通りのモデル作成を経験させ、3モデルを連携してリファインを行っていく過程を多くとるべきであった。

今後、これらの観点からプロセスの見直しを行い、次年度以降のプロセス設計に役立てていく。また、今回の評価結果から、学修プロセスについても見直しを行っていく必要がある。当初想定した教育のポイントに対し、修得までに長い時間を要したものと、1回の講義で修得しているものがある。これらは、学生にとって理解しにくい内容と、しやすい内容を示している。時間配分を工夫するとともに、学修プロセスの統合または複数プロセスへの分割を行い、概念データモデリングにおけるプロセスの再定義を行っていく必要がある。たとえば、表記法についてはテンプレートを用意することにより、1つのプロセスとして定義する必要はなくなる。一方、組織間連携モデルの理解でつまづく例が多く、アクターの理解等、より細かいプロセスを定義することなどが考えられる。

これらの検討の途中で、1つ興味深い知見が得られた。それは、グループ構成において、グループ内でリーダーシップが強いグループと、そうでないグループの間に、学修内容に関する明確な差異が見られなかった点である。我々は無作為にグループ編成を行っているが、グループ構成員間の関係が教育成果に影響を与えないのであれば、この方策は間違っていないことになる。

6 まとめ

本稿では、主に社会人学生を対象とした専門職大学院において、上流工程教育を行うための教育プログラムを提案した。さらに、開発した教育プログラムを大学院の演習科目として実施し、学生の学修プロセスを分析することにより、提案した教育プロセスの評価を行った。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した。今後、評価結果の分析を進め、教育プロセスの見直しを行っていく予定である。

参考文献

- [1] 経済産業省産業構造審議会. 高度 IT 人材の育成をめざして. <http://www.meti.go.jp/press/>, 2007.
- [2] IPA/SEC. 経営者が参画する要求品質の確保 第2版. オーム社, 2006.
- [3] M. Jackson. ソフトウェア要求と仕様. 新紀元社, 2004.
- [4] A.M. Davis. *Just Enough Requirements Management*. Dorset House, 2004.
- [5] スウェル他. 職業としてのソフトウェア・アーキテクト. ピアソン・エデュケーション, 2002.
- [6] K. Kodama and T. Mizuno. Rediscovery of pattern language from an information systems viewpoint. *Proc. of the 51st Annual Meeting of the International Society for the Systems Science*, p. 652, 2007.
- [7] 児玉公信, 水野忠則. 情報システム学的パターン・ランゲージの再発見. 情報システム学会ソフトウェア工学研究会報告, No. SE-156, pp. 49-56, 2007.
- [8] 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.
- [9] 手島歩三他. 情報システムのパラダイムシフト. オーム社, 1996.
- [10] 繁野高仁. Kddi の事例. 経営情報学会, システム統合の論点 (日科技連), 2005.
- [11] 池田大造. 変化に強い情報システムを作る. 日経 IT プロフェッショナル, No. 5-7, 2005.
- [12] 大和田尚孝. データモデリングに 1 年費やし変化に強いしすてむに挑戦. 日経コンピュータ, No. 5.1, pp. 132-137, 2006.
- [13] 中山秀夫. 変化に強いシステムを目指し業務部門とデータモデルを練る. 日経システム, No. 5, pp. 158-162, 2006.
- [14] 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. [assoc.org/.](http://www.masp-</div><div data-bbox=)

- [15] 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.
- [16] 井上明, 金田重郎. 実システム開発を通じた社会連携型 pbl の提案と実践. 情報処理学会 IS 研究会, No. IS-99, pp. 115-122, 2007.