

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^{†1} 南波 幸雄^{†1}

近年、情報システム構築における上流工程教育の重要性が高まり、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、時間数など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^{†1} and YUKIO NAMBA^{†1}

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} 産業技術大学院大学
Advanced Institute of Industrial Technology

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かの提言がなされており、たとえば、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⁾。産構審は其中で、今後のわ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、クリエーション系人材の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る。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。そのため、単なる知識教育だけではなく、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。これは、経験の深い指導者を配置することが難しく、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られないためである。

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。ここで情報システムの設計における上流工程とは、一般には要求定義を策定するまでの工程を指し²⁾、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。そのため、我々は、上流工程教育として、概念データモデリング³⁾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を教育することとした。大学院教育において概念データモデリングを取り入れている例はいくつか存在するが⁴⁾、これらは実際に対象領域を定めてモデリング作業を行わせるものではなく、知識習得（方法論の習得）が中心課題となっている。

上流工程設計では、暗黙知をいかに体得するかが重要な課題であり、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^{*1}。PBL型教育は、海外の教育機関においても採用されている教育手法であり、それぞれ大きな効果をあげている⁵⁾⁻⁹⁾。

たとえば、「コラボレイティブ・マネジメント型情報教育」(慶應大⁵⁾)では、企業側から派遣されるプロジェクトマネージャと学生が共同してシステム開発を行うことにより、学生には実践的なシステム構築力を、企業人にはプロジェクトマネジメント力を修得させている。対象は主に学部学生(一部修士学生)であり、学内活動を中心に産学協同でPBL型教育を実施している。「実システム開発を通じた社会連携型PBL」(同志社大⁹⁾)では、学生(主に学部学生)が連携先組織の実システム開発を実施し、社会的実践を通してエキスパートレベルの知識を修得させるとともに、全人的な教育を実現している。「プロジェクト学習(システム情報科学実習)」(ほこだて未来大⁶⁾)では、他大学、企業、地域社会などと連携したプロジェクトを通して、問題提起から問題解決までのプロセスを実体験することを目指して、PBL型教育が行われている。対象は主に学部3年次の学生である。海外の事例では、「Competency Learning System」(Eindhoven University of Technology⁷⁾)が、インダストリアルデザインコース(対象は学部学生)を対象に、企業との連携により実社会の問題を解決するPBL型教育を実施している。ここではコース自体がPBLのみによって構成されており、講義科目は存在しない。必要な知識はそのつど自ら学ぶことが求められている。「Team-Based Software Development」(Carnegie Mellon University Silicon Valley Campus⁸⁾)は大学院レベル(修士課程)の学生を対象にした、ソフトウェア開発に関するPBL型教育である。ここではソフトウェア開発プロセスをひとつとおり経験することが重視されており、プロジェクトを通して問題解決能力を育成することが教育目標になっている。

これらのプロジェクトでは、産学連携による実社会の問題が取り上げられており、学生は社会的実践から非常に多くのことを学び取る。一方、大部分の事例が学部学生(一部大学院修士課程の学生を含む)を対象としていること、情報システム構築プロセス全体(上流工程から下流工程まで)の経験が重視されていることから、我々が対象とする社会人学生への上流工程教育にそのまま適用することは困難である。具体的には、教育プログラムの設計にあ

たり、以下の問題点を解決する必要がある。

- 先行事例では、主に学部学生を対象に、社会的実践を通して全人的な人間力を育成することが主な目的になっているが、実務経験が豊富な社会人学生に同様の手法を適用することは困難である。
- 文献9)では、学生、教員ともに、PBLには多大な時間がかかり、PBL成功のためには時間的ゆとりの確保が必要であることが指摘されている。社会人学生は時間的制約が大きく、時間的ゆとりを前提とした手法を適用することは困難である。
- 文献9)では、PBLを通して非常に伸びる学生がいる一方、あまり効果が見られない学生もおり、教育効果にばらつきが大きいことが指摘されている。演習科目として講義を行う場合、学修目標を明確にしたうえで、教育効果のばらつきは必要最小限に抑える必要がある。
- 先行事例では、システム開発プロセスのすべてを経験させることが目的であり、上流工程教育を主目的とはしていない。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、プロセスの体験ではなく、思考過程の体験が重要である。既存のPBLではこのような観点からのコース設計は行われていない。

これらの問題を解決するために、本稿では、適切に設計された教育プログラムにより、学修項目を確実に修得させるPBL型教育を実施することとした。ここでは、自ら学ぶ姿勢を教育すること以上に、どのような教育プログラムを作成するかが重要な意味を持つてくる。具体的には、上流工程教育のために、以下の4点を考慮したプログラムを設計する。

- 「知識」ではなく、「気づき」を与えること。
- 問題解決能力ではなく、物事の本質を理解しそれを人に伝える能力を育成すること。
- 実社会の業務を経験させることを目的とはせず、グループワークによる概念形成を可能とする能力を育成すること。
- 自らモデリングを行う能力を育成するとともに、他の人が行うモデリングをファシリテートできる能力を育成すること。

以下、2章で情報システムの上流設計プロセスについて説明した後、3章で教育プログラムの設計を行う。その後、4章でプログラム実施結果に対する評価を行い、5章で評価結果の分析を行う。最後に6章で本稿をまとめる。

*1 PBLは医学分野や看護分野に起源を有する教育手法であるが、近年はICT教育への適用例が増えてきている。

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¹⁰⁾。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^{11),12)}、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が存在し、これらのフィルタを通じ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、これらすべ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¹³⁾、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^{14),15)}、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な事業を行うか、ステークホルダ間で合意をとって、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、要求者のフィルタのかかった本来の要求を基に、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^{3),16)}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^{17),18)} や JEF スチール^{19),20)} 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、ここで述べる「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。人々が心の中に持つ、対象となる実世界をとらえる枠組みを「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抑制し、共通認識のと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 Relationship Diagram), 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が、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²¹⁾。

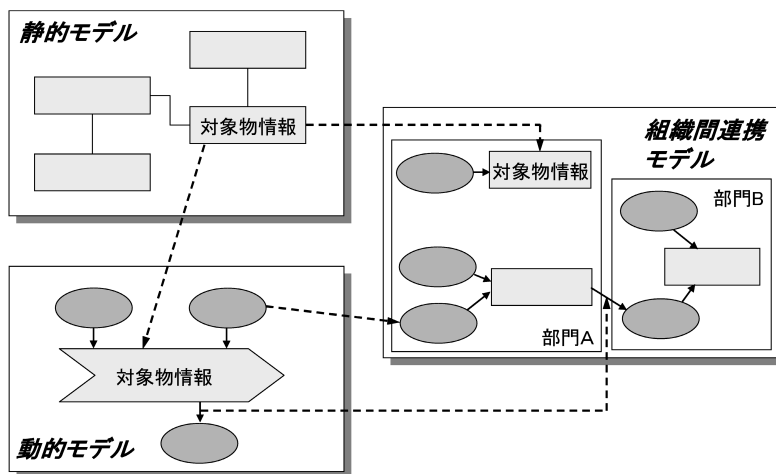


図 1 各モデルのイメージ
Fig. 1 Conceptual data model.

- 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とらえ、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

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²²⁾。本章ではまず、2006 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基に、新たな教育プログラムの設計を行う。

3.1 2006 年度の講義内容

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、調査など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。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。コース実施期間は 2006 年 10 月から 11 月の 2 カ月である。

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の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あげるためには、以下の項目に対する検討が必要であることが分かった。

- グループメンバー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、メンバー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、学修項目の修得状況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。その結果、教育プログラムを評価することができなかった。

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、教育プログラム作成にあたり、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、議事内容をすべて記録させることとした。
- 議事録とあ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⁹⁾。学生の学修項目の修得状況を明らかにすることにより、コンピテンシ (業務遂行能力) に基づいたより効率的な教育プログラムを設計していく。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

グラムの詳細化を行う。

- 学生のモデリング修得状況を評価するために、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。

3.3 学修項目の抽出

教育プログラム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項目を抽出した。これらの項目は、教育プログラムの実施結果に基づき、随時見直していく必要のある項目であるが、2007年度は、以下に示す9項目の修得を教育プログラムの目標とした。

- (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（エンティティ）と活動（イベント）とを抽出できる。
- (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) 日本語表記による動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り、モデルの対象についてその業務構造が理解できる。

3.4 設計した教育プログラム

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。設計したプログラムを表1に示す。表中の修得目標の番号は、前節で定義した学修項目の番号に対応する。

講義の形式は回によって異なるが、原則としてすべて演習形式であり、講義の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。ただし、第1回と第14回については約60分間を講義時間にあて、コース全体に関する解説を行っている。また、第3回と第9回については講義時間すべてを学生による業務担当者へのインタビュー時間とし、第7回と第13回については、講義時間すべてを使って成果発表会（レビュー）を行っている。

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50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、3.2節で示したように教員が作業のシナ

表1 設計した教育プログラム
Table 1 Instructional program.

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	静的モデルの見直し	(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)

リオを用意する形態が適している。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より、モデリングの手順を理解させるようにした。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りを正確に行うことなどを心がけた。

教育方法は以下のとおりである。

- 学修項目に基づき、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、作業量の見積りなどにも有効である。
- 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

前章で述べた教育プログラムに基づき、2007年度の講義を実施した。プログラムの実施期間は2007年4月から5月の2カ月である。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名とし、学生を7グループに分けた。図書館業務の分析には、図書館の利用案内を読む、実際に図書館を利用してみる、業務従事者（司書など）にインタビューを行うなどの手段をとることになるが、ここでは具体的な業務の一例を示すために、図書館の利用案内を図2に提示する。

この実施結果を分析することにより、教育プログラムを評価する。学修項目の修得状況は、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

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。教育プログラムを設計するうえでの最終的な目標は、配属されたグループに依存せず、すべての学生に、すべての学修項目を修得させることである。しかし、現実にはグループによって各項目の修得の仕方に差が生じる。毎回の講義における課題が定義されている状況で同一の業務を分析すれば、抽出される実体の内容は異なっているが、実体数の推移にはそれほど差が出ないのが一般的である。そのため、実体数の変化を比較することにより、特異な（設計した教育プログラムが意図しない）修得状況を示すグループを抽出することにした。

結果を図3に示す。横軸は時系列（講義の各回）を表し、縦軸はその時点で抽出されている実体の数（静的モデルで定義されたエンティティの数）を表す。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

<産業技術大学院大学 図書館利用案内>
 閉館時間：平日 8:30～21:45、土曜 9:00～18:45 休業期間中は平日 9:00～17:00、土曜休館
 閉館日：日曜日、国民の休日、年末年始、学校行事、蔵書点検期間
 入館方法：ゲートに学生証、または図書館利用カードのバーコード部分をかざしてください。
 ゲートのロックが外れます。ロックが外れない場合、カードを忘れた場合はカウンターまでお問い合わせ下さい。
 貸出し方法：学生証をカウンターにご提示下さい。貸出し手続きをせずに本を持ち出すとブザーが鳴ります。
 貸出冊数と期間：図書・雑誌・AV資料を合わせて15冊まで、4週間借りることができます。
 返却方法：図書をカウンターまでお持ちになるか、入り口横にある返却ポストをご利用ください。
 延長貸出：続けて貸出を希望する場合、予約が入っていない場合は1回（4週間）に限り延長可能です。カウンターに資料をお持ちください。また、Web上でも延長できます。
 コピー：図書館にある資料（本、雑誌、新聞など）に限り、無料でコピーできます。複写申込書を書いてカウンターに提出してください。コピーは図書館職員が行います。著作権法上コピーできない資料もありますので、ご了承下さい（雑誌最新号など）
 リクエスト：図書館に読みたい本がない場合ご利用下さい。予約、購入希望用紙はカウンター横にあります。貸出中の場合は、返却され次第ご連絡いたします。未所蔵の書籍に関しては、他の図書館をご案内する場合や、賃借で対応する場合もございます。他館への複写依頼や取り寄せを行う場合、送料や複写代金が有料となる場合があります（賃借資料の貸出は2週間です）<注意事項>連絡日から2週間たっても受け取りがない場合は、予約を取り消させていただきます。ご了承ください。
 リファレンス：図書館の使い方についての疑問や、探している資料が見つからない場合など、質問・相談を随時受け付けています。
 電子ジャーナル：検索端末横のPCで、電子ジャーナルが利用できます。起動していない場合は、カウンターまでお申し付け下さい。PCの横に、備え付けのマニュアルがあります。
 OPAC：蔵書の検索ができます。OPACのログインにはID・パスワードの入力が必要です。またリクエストサービスでは、個人別ID、パスワードを入力すれば貸出延長・利用状況の確認が行えます。
 利用上の注意：
 ・資料の利用に関して：大型本は書架の最下段にまとめてあります。読み終わった本は元の場所に戻してください。資料は期限内に必ず返却してください。返却されない場合には督促を行います。紛失もしくは著しく汚損・破損した場合は、直ちに届け出てください。原則として、同一の資料を弁償していただきます。
 ・貸出のできない図書類：参考図書のうち特に図書館が定めたもの（JIS原本など）、新聞、雑誌の最新号、その他、特に指定されたもの……

図2 図書館利用案内

Fig.2 Users' guide for AIIT library.

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

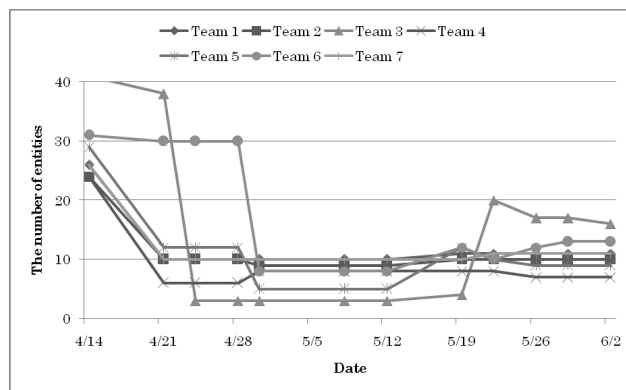


図3 実体数の推移

Fig. 3 The transition of the number of entities.

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。これは、動的モデル構築時に静的モデルの見直しが行われていないことや、インタビュー、中間発表などを行った時点でも、実体数が変化していないことから判断できる。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を選択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、演習終了時の学修項目の修得数を比較した。なお、相互評価の値としては、グループ内での得点の標準偏差をとっている。明確なリーダーシップを発揮したメンバが存在する場合にはそのメンバに得点が集中し、グループ内での得点の標準偏差は大きくなる。一方、皆が平等に貢献した場合や、グループが分裂してしまった場合などは、特定のメンバに得点が集中することはなく、得点が分散することになり、その結果、グループ内での得点の標準偏差は小さくなる。学修項目の修得状況は、中間成果物、議事録、最終成果物を分析した結果から、教員が決定している。ただし、教員の主観のみで合否を判定しているのではなく、これらの提出物から学修の軌跡をたどることにより、各項目を理解しているか否かを判断した（ある時点で気づきが発生し、該当項目を理解したなど）。これらは、グループごとの成績を表現している。結果を表2に示す。

ここでは、実体数の推移の仕方が他のグループと異なるグループ3とグループ6について

表2 要因の分析

Table 2 Analysis results.

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

て、その要因を分析する。まず、相互評価の値に着目すると、グループ3は3.09、グループ6は3.43であり、この2グループのみが特異な値をとっているわけではない。そのため、相互評価の値は実体数の推移とは関連がないと考えられる。次に、学修項目の修得数に着目すると、グループ3は4、グループ6は2であり、6以上の項目を修得している他のグループに比べ、低い値となっている。そのため、実体数の推移は学修項目の修得数と密接な関係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、学修項目の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、適切な教育プログラム設計の重要性を示すものである。特に、「3（適切な識別子の付与と主要な属性のリストアップ）」と「6（組織間連携モデルによるモデルの見直し）」、「7（3モデルの連携）」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、教育プログラムと修得状況の関係を分析する。

4.2.2 学修項目の修得数の評価

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おりの学修が行われているかどうかを評価する。結果を図4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。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。

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、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、教育プログラム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かかわらず、修得に時間がかかっており、他の項目の修得に

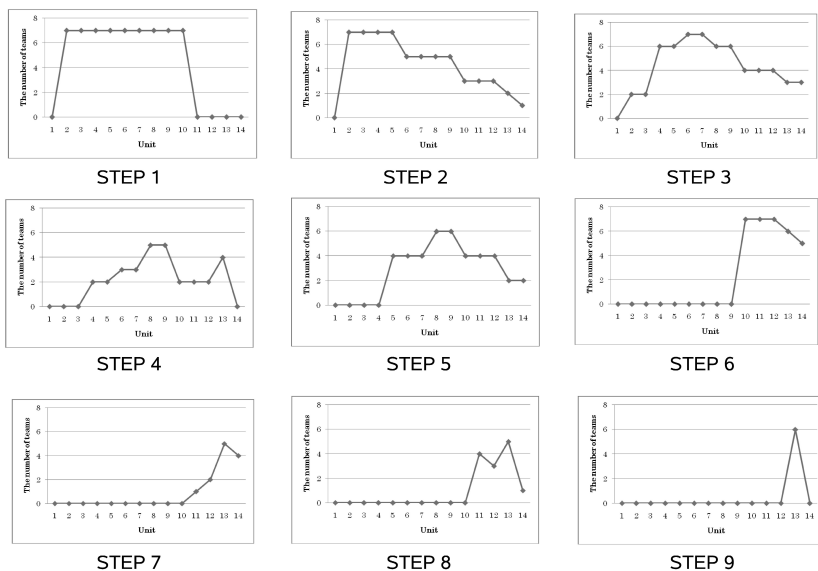


図 4 学修項目の修得状況

Fig. 4 The number of teams in learning (by each step).

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

各学修項目の修得状況を詳細に分析するために、グループごとの各項目の修得時期を調査した。これにより、特定のグループがつまづいている項目や、多くのグループに共通したつまづきのポイントを知ることができる。結果を図 5 に示す。各項目の学修が開始された時期と、その項目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。縦軸は学修項目の番号、横軸は時間を示している。コース終了時までには該当項目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づきのポイントになっている項目については、教育プログラムの見直しが必要である。この場合は、項目「3」の修得状況が全体的な修得状況に大きな影響を与えていることが分かる。

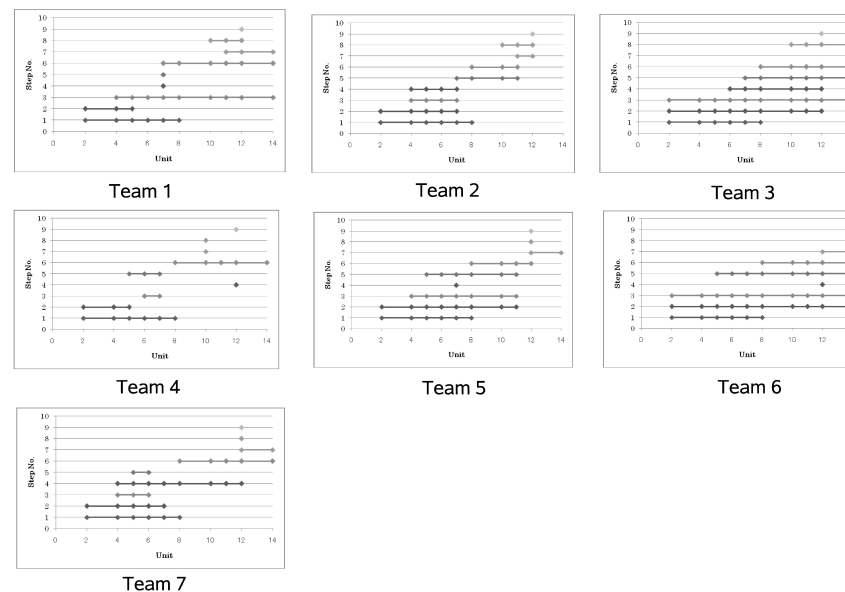


図 5 グループごとの修得状況

Fig. 5 The periods learning the steps (by each team).

4.2.4 2006 年度との比較

次に、2007 年度に行った教育プログラム見直しの効果を評価するために、2006 年度と 2007 年度の、グループごとに抽出された実体数の推移を分析した。4.1 節で示したように、実体数の推移から、実際の学修項目の修得状況と、教育プログラムが意図した修得状況との一致度を推測することができる。2006 年度は学生の学修の軌跡を記録していなかったため、分析に利用できるデータは、中間発表時（10 回目）と最終発表時の成果物のみである。そのため、2006 年度、2007 年度ともに、10 回目の時点での実体数と最終成果物における実体数とを比較することにした。前述したとおり、2006 年度、2007 年度ともに、講義開始時に概念データモデリングに関する知識を持ち合わせている学生はほとんどいない。学生の属性としては 7 割程度が IT 企業に勤務する社会人であり、2006 年度の平均年齢が 36 歳、2007 年度の平均年齢は 32 歳であった。本稿で考察対象とするモデリングスキルについては、年度による差異はほとんど見受けられなかった。結果を図 6 に示す。

ここで、実体数の総数は対象業務（2006 年度の事務系業務、2007 年度の図書館業務）に

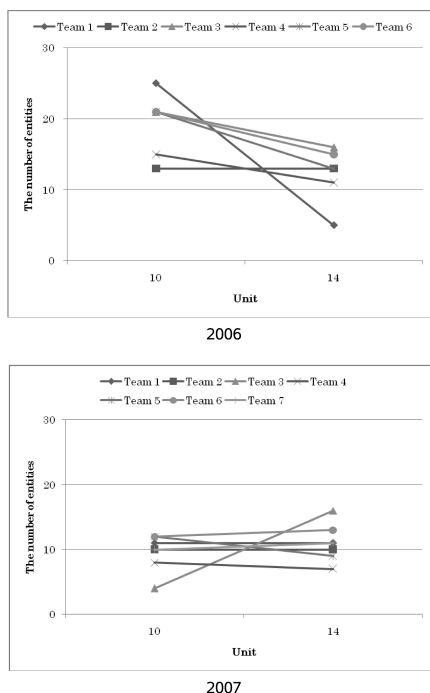


図 6 実体数の推移

Fig. 6 The transition of the number of entities.

より異なるため、実体数自体を比較してもあまり意味はない。そこで、グループによるばらつき度合い（標準偏差）を比較する。結果を以下に示す。

- 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

4.2.1 項で示したように、実体数は、当初大量に抽出された後、適切な数に収束し、モデルのリファイン作業に従って多少の調整が行われるのが一般的である。そのため、10 回目から 14 回目にかけては、ほぼ一定値で推移することが望ましい。また、教育プログラムが意図したとりの学修が行われていれば、グループによるばらつきは小さくなるはずである。ここでの評価結果からは、2006 年度は 10 回目の時点で実体が十分に抽出しきれておらず、14 回目にかけて実体数が変化しているグループが多い（増加、減少ともに見受けられ、

値が安定していない様子が読み取れる）。実際にグループワークを観察していても、議論が発散しがちで、最終発表会の直前に急遽結果をまとめる傾向が見受けられた。また、グループによ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（14 回目にかけて値が安定している）、またグループによるばらつきも相対的に小さい。これは、教育プログラム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、学修項目の定義とそれに基づく教育プログラムの設計、議事録の作成と毎回の成果物の提出などの教育プログラムの見直しを行った。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、教育プログラムを評価するという観点から、大きな成果が得られた。前回はプログラム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、様々な知見が得られることを実感した。特にプログラム評価の観点から、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分かった。具体的には、議事録、毎回の講義ごとに学生に提出させる成果物（途中経過を含む）、教員の観察などを総合的に利用し、学修項目の修得状況を判断した。今回、分析に利用した議事録の例を図 7 に示す。議事録の書き方については、各自のチームへの貢献度を判断する材料にする（つまり個人の成績に影響する）という指導を行い、議事内容を記録する動機付けとした。その結果、ほとんどのグループが詳細な議事録を作成した。これらの記録により、詳細な分析が可能になったが、これは非常に手間のかかる作業であるため、分析ツールの開発など、評価手法の構築を今後検討していきたい。

プログラム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、プログラムの詳細化により、前回に比べ、モデルの完成期間が短縮したことである。4.2.4 項に示したように、2006 年度は、中間発表の時点で実体が十分に抽出しきれておらず、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、今回のプログラム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ているポイントは、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グラムを構築する必要がある。

<p>情報アーキテクチャ特別演習 議事録 日時：2007/05/19 16:30-18:00 出席者：(リーダー) A (議事録) B (ドキュメント) C (モデレータ) D、E、F、G テーマ：モデルのリファイン (1) 議事録</p> <p>1. 静的モデルの見直し (リーダー)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インタビューから変わった部分を反映したい。ビューポイントから外れないように (リーダー) 予約を入れるかを決める必要がある。(D) リクエストカードと予約カードは同じものであることがわかった (D) ・予約業務について話し合ってください (リーダー) リクエスト・予約カードエンティティに変更する。(E) 識別子に利用者が入る (D、F) 価格を属性に入れる (リーダー) 「返却を催促・管理 (登録・停止・再開) する」を「返却を催促・管理する」に変更 (E、F) カッコ書きを入れるとあらゆるものを入れる必要があるので「管理する」でいいのでは (E) ・「管理する」に決定するが、補足を記入してください。 管理するには返却催促・登録・停止・再開・連絡 (貸出可能) が含まれる旨を補足として記述する。 ・書誌エンティティを追加する場合の属性、識別子等を話し合ってください (リーダー) 書誌の属性に発行日を追加。 書誌の属性に分野を追加 書誌の属性に大きさを追加 書誌の属性に一般注記を追加 書誌の属性に予約者を追加 識別子に利用者は入らない。(E) 禁帯出は書誌に不要と思う (リーダー) 識別子の全体のくくりの名前として書誌情報とする。
--

図 7 議事録の例

Fig. 7 An example of proceedings.

- 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グラム上8回目以降の課題になっているが、より早い時期にひと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グラムの見直しを行い、次年度以降のプログラム設計に役立てていく。また、今回の評価結果から、学修項目についても見直しを行っていく必要がある。

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、学修項目の統合または複数項目への分割を行い、概念データモデリングにおける学修項目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つの項目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、アクタの理解など、より細かい項目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つの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。これは4.2.1項における評価結果から導かれる事項である。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、提案した教育プログラムの評価を行った。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、時間数など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、教育プログラム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 (2007).
<http://www.meti.go.jp/press/>
- 2) 大西 淳，郷健太郎：要求工学，共立出版 (2002).
- 3) 手島歩三ほか：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ー (1994).
- 4) 大阪大学ソフトウェアデザイン工学，文部科学省：「魅力ある大学院教育」イニシアティブ (2006). <http://sel.list.osaka-u.ac.jp/topics/SD2006/>
- 5) 松澤芳昭，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，情報処理学会研究報告，No.IS-099，pp.57-62 (2007).
- 6) 公立はこだて未来大学 H18 年度特色 GP 成果報告，解がない問題への自己組織化アプ

- ローチ (2007). <http://www.fun.ac.jp/sisp/reportForGP/resultGPH18.html>
- 7) Technische Universiteit Eindhoven: Competence-based Learning (2007). <http://w3.id.tue.nl/en/education/>
- 8) Carnegie Mellon University West Coast Campus: MS Software Engineering Program (2007). http://west.cmu.edu/prospective_students/software_engineering/
- 9) 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).
- 10) 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).
- 11) Jackson, M.: ソフトウェア要求と仕様, 新紀元社 (2004).
- 12) Davis, A.M.: *Just Enough Requirements Management*, Dorset House (2004).
- 13) スウェルほか: 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).
- 14) Kodama, K. and Mizuno, T.: Rediscovery of pattern language from an information systems viewpoint, *Proc. 51st Annual Meeting of the International Society for the Systems Science*, p.652 (2007).
- 15) 児玉公信, 水野忠則: 情報システム学的パタン・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).
- 16) 手島歩三ほか: 情報システムのパラダイムシフト, オーム社 (1996).
- 17) 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).
- 18) 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).
- 19) 大和田尚孝: データモデリングに1年費やし変化に強いシステムに挑戦, 日経コンピュータ, No.5.1, pp.132-137 (2006).
- 20) 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).
- 21) 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/>

- 22) Namba, Y. and Kato, Y.: 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).

(平成20年5月13日受付)

(平成20年11月5日採録)



加藤 由花 (正会員)

1989年東京大学理学部卒業。同年日本電信電話株式会社入社。ATM網におけるトラフィック制御に関する研究、双方向マルチメディアシステムの研究開発等に従事。2002年電気通信大学大学院情報システム学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。同年電気通信大学大学院情報システム学研究科助手。2006年産業技術大学院大学産業技術研究科准教授。情報ネットワーク、分散マルチメディアシステム等の研究に従事。ACM, IEEE, 電子情報通信学会各会員。



南波 幸雄 (正会員)

1972年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年ソニー株式会社入社。マネックス証券株式会社等を経て、2006年より産業技術大学院大学産業技術研究科教授。情報システムアーキテクチャ、情報システム上流工程プロセス教育法等の研究に従事。2005年東京工業大学大学院社会理工学研究科博士後期課程修了。博士(学術)。経営情報学会, 日本経営システム学会, 国際CIO学会, AIS各会員。